

ЗОХИОН
БАЙГУУЛАГЧ



ММТК

МОНГОЛЫН МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИЙН
КОНСОРЦИУМ

ММТ 2020

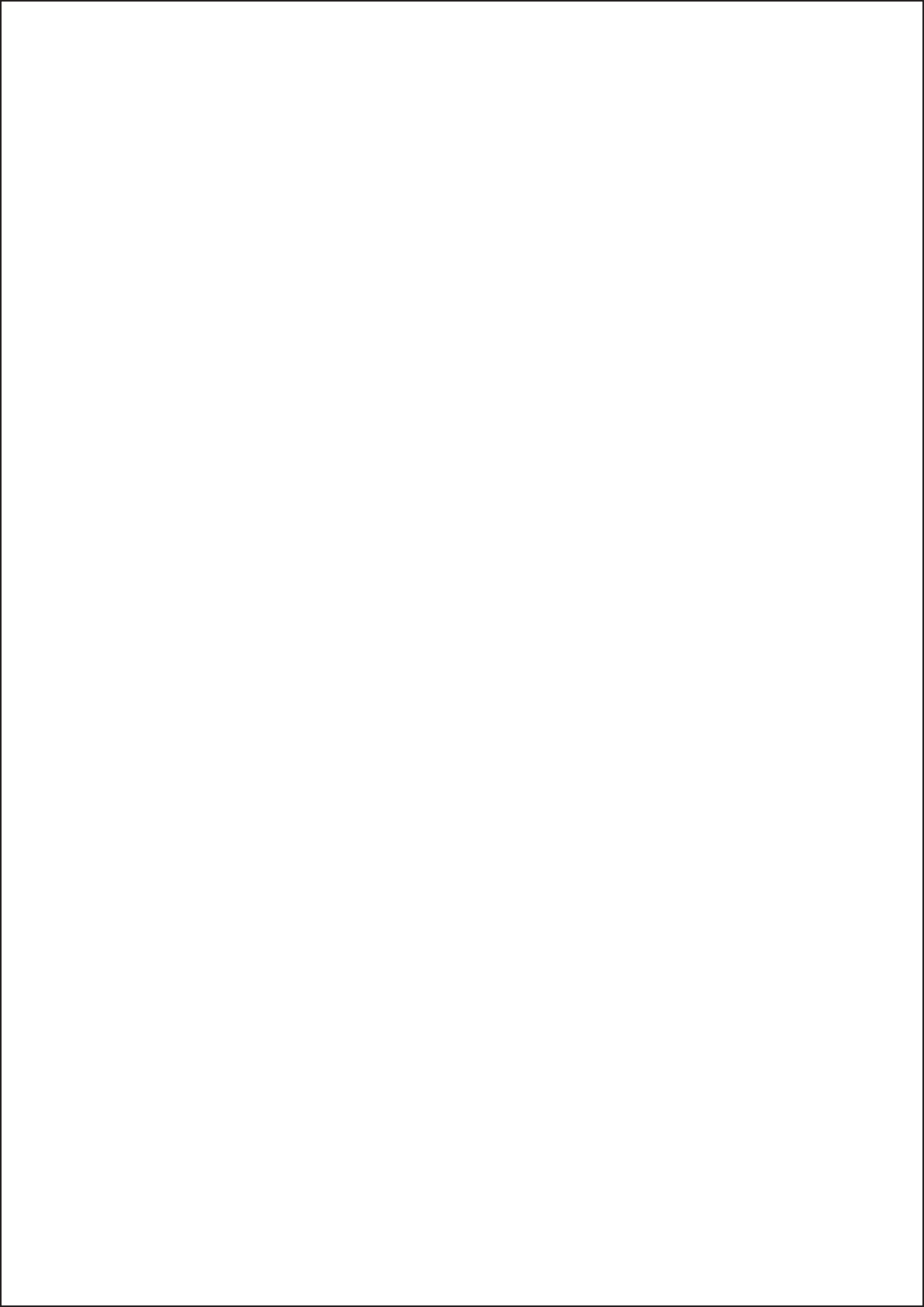
FINTECH

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ
ХУРЛЫН ЭМХЭТГЭЛ

ИВЭЭН
ТЭТГЭГЧИД



2020 ОН



АГУУЛГА

САЛБАР ХУРАЛДААН I
ХИЙМЭЛ ОЮУН УХААНХурлын дарга: **Доктор Ч.Алтангэрэл,**
Доктор А.Алтангэрэл

- 6 **Цөөн тоотой, урдаас авсан зургаас машин сургалтаар хүнийг таних нь**
Ж.Баттогтох, Б.Зориг (МУИС ЭХИТэнхим)
- 9 **Дөрвөн сэнстийн тэнцвэржилтийг машин сургалтын бататган сурах аргаар шийдэх нь**
Ц.Тэнгис, Г.Эрхэмбаяр, А.Батмөнх (ШУТИС Электроникийн салбар)
- 14 **COVID-19-ийн дэлхий даяарх болон Монгол Улс дахь тархалтыг Экспоненциаль мөлийлгөлтийн арга ашиглан таамаглах нь**
Д.Энхзол, Б.Сувдаа, Ц.Лхамролом (МУИС, ХШУИС)
- 18 **Бататган суралцах аргыг робот системийн удирдлагад ашиглах нь**
Ганзориг Батнасан, Бямбаа Дорж, Луубаатар Бадарч (ШУТИС МХТС, Арабын Нэгдсэн Эмиратын Их Сургууль)
- 22 **Ганц бие өндөр настны өдөр тутмын үйлдлийг RNN ашиглан таних загвар**
Луубаатар Бадарч, Мөнхжаргал Гочоо (ШУТИС МХТС, Арабын Нэгдсэн Эмират Улсын Их Сургууль)
- 28 **Тусгаарлагч Элементийг Гүн Сургалтын Аргаар Илрүүлэх Алгоритмын Судалгаа**
С.Чинзориг, Б.Дорж, Т.Уранчимэг (ШУТИС МХТС)

САЛБАР ХУРАЛДААН II
ХОЛБОО, СҮЛЖЭЭ, МЭДЭЭЛЛИЙН
АЮУЛГҮЙ БАЙДАЛХурлын дарга: **Доктор Я.Дашдорж**

- 33 **RSA крипто-алгоритмд зориулсан био төхөөрөмжийн формаль загвар ба GPU симуляц**
Г.Ганбат, И.Цэрэн-Онолт, А.Эрдэнэбаатар (ШУТИС МХТС)
- 39 **Атмосферийн давхаргаар дамжих оптик долгионы тархалтанд борооны нөлөөллийг тооцох нь**
Д.Долгурсүрэн, З.Буянхишиг, Ш.Ганболд (ШУТИС, МХТС)
- 43 **Динамик загварчлал ашигласан гүний уурхайн радио холбооны системийн найдваржилтын задлан шинжилгээ**
Б.Батзориг, Б.Отгонбаяр, Б.Ууганбаяр (ШУТИС, МХТС)
- 52 **Юмсын интернэтийн аюулгүй байдалд машин сургалтын алгоритм ашиглах нь**
Н.Угтахбаяр, Б.Өсөхбаяр (МУИС, ЭХИ Тэнхим)
- 56 **Монгол дахь сүлжээний шинжилгээ, түүний хэрэглээ**
С.Одмагнай, Д.Эрдэнэтуяа, Я.Дашдорж (ШУТИС, МХТС-н Мэдээллийн сүлжээ, аюулгүй байдлын салбар)
- 63 **Байгууллагын нууц мэдээллийг халдлагаас хамгаалах нь**
Д.Бямбадорж (Улаанбаатар ИС, Физик-Электроник сүлжээний тэнхим)

АГУУЛГА

САЛБАР ХУРАЛДААН III ЭЛЕКТРОН СИСТЕМ, ДОХИО БОЛОВСРУУЛАЛТ

Хурлын дарга: **Доктор М.Баярпүрэв**

- 68 Нимгэн цэгэн гэрэл үүсгэгч дэлгэц**
Д.Номин-Эрдэнэ, Л.Нарангэрэл, Б.Ганбат (МУИС, ХШУИС)
- 73 Сургалтын орчин дахь цахилгаан соронзон орны хэмжилт туршилт**
Г.Уртнасан (ШУТИС, МХТС, ЭС)
- 81 Хөдөлгөөний мэдрүүр ашиглан гольфын цохиурын савалтанд анализ хийх нь**
Цэвээндорж Цэлмэг, Аюурзана Одгэрэл, Ким Ён Хүн (ШУТИС МХТС, Phinetworks ХХК)
- 89 Ротари энкодерийн хугацааны өгөгдлөөс интегро-сплайн ашиглан роботын байршил сэргээх нь**
М.Энхболд, Д.Нанзадрагчаа, М.Баярпүрэв (МУИС, ХШУИС)

САЛБАР ХУРАЛДААН IV МЭДЭЭЛЭЛ ТЕХНОЛОГИЙН ХЭРЭГЛЭЭ

Хурлын дарга: **Доктор Д.Цэдэвсүрэн**

- 94 Бизнес, менежментийн сургуулиуд дахь мэдлэгийн менежментийн системүүдийн өнөөгийн байдал, сайжруулах арга зам**
Д.Болормаа (Доктор, СЭЗИС, МСМ Тэнхим)
- 102 Traditional and Cyrillic Mongolian conversion in web environment**
Yiminfu, Ч.Алтангэрэл (МУИС)
- 105 Гидродинамикийн хүчнүүдийг ашиглан цуснаас цагаан эсийг (лейкоцит) баяжуулах, био-чипийг хөгжүүлэх судалгаа.**
Ломбодорж Батзориг, Төмөрпүрэв Намнан, Нэргүй Чулуунбаатар, Fan-Gang Tseng (ШУТИС МХТС-ЭС)
- 109 Нисгэгчгүй Нисэх Төхөөрөмж Ашиглан Агаарын Шугамын Дээд Үзлэг Хийх Автомат Системийн Архитектур**
Б. Батбаяр, Т. Уранчимэг (ШУТИС ЭХС)
- 113 Дүрсийн боловсруулалт ашигласан шагай тоглогч робот гарын загвар**
М.Өсөхбаяр, Д.Баярсайхан, Ц.Хүрэлбаатар (ШУТИС МХТС)

АГУУЛГА

САЛБАР ХУРАЛДААН V ЦАХИМ ЗАСАГЛАЛ

Хурлын дарга: **Доктор Б.Баянмөнх**

- 117 Төрийн үйлчилгээнд блокчейн технологи хэрэглэх нь**
Т.Ууганбаяр, Ч.Алтангэрэл (МУИС, ХШУИС)
- 119 Зорилтот бүлэгт чиглэсэн төрийн цахим үйлчилгээг боловсронгуй болгох асуудалд**
Ч. Даариймаа, С.Байгалтөгс (ШУТИС)
- 128 Засгийн Газрын Олон Нийттэй Харилцах Төвийн санал хүсэлтийг гүний сургалтын аргаар ангилах**
М.Цэцэнцэнгэл, Д.Золзаяа (ШУТИС МХТС)
- 132 Регтекийг хөгжүүлэх аргууд**
Ц. Гүндэгмаа (СЭЗИС, МСМ Тэнхим)

САЛБАР ХУРАЛДААН I - ХИЙМЭЛ ОЮУН УХААН

Хурлын дарга: Доктор Ч.Алтангэрэл, Доктор
А.Алтангэрэл

СЭЗИС-ийн С байр Танхим 401

ЦӨӨН ТООТОЙ, УРДААС АВСАН ЗУРГААС МАШИН СУРГАЛТААР ХҮНИЙ ЦАРАЙ ТАНИХ НЬ

*1st Зориг Бадарч - Электроник Холбооны
Инженерчлэлийн тэнхим Монгол Улсын Их Сургууль
Улаанбаатар, Монгол улс zorig@seas.num.edu.mn*

*2nd Баттогтох Жигжидсүрэн - Электроник Холбооны
Инженерчлэлийн тэнхим Монгол Улсын Их Сургууль
Улаанбаатар, Монгол улс battogtokh@seas.num.edu.mn*

Хураангуй—Машин сургалтаар царай таньж эрүүл мэнд, олон нийтийн сүлжээ, албан байгууллага, хил хяналт, гэмт хэрэг зэрэг олон салбаруудад өргөн ашигладаг. Энэхүү ажлаар машин гүн сургалттай модель ашиглаж нэг хүний цөөн тоотой эгц урдаас нь авсан зургаас ялгаж танив. Эгц урдаас авсан зургуудыг нээлттэй эх бүхий өгөгдлийн сан LFW [1] ба нэмэлтээр Монгол хүний зургуудыг нэмсэн. Бүх өгөгдлийн хувьд хүнийг өөрийнх нь зурагтай харьцуулах нийт тоо ба өөр хүний зурагтай харьцуулах нь тэнцүү байхаар бүрдүүлсэн. Зургийн онцлог утгыг гаргаж авахад Inception ResNet v1 [2] царай таних моделийг ашигласан. Онцлог утгуудыг ангилахад 97,47%-ын үр дүнд хүрлээ.

Keywords— *face recognition, labeled faces in the wild-LFW, convolution neural network - CNN, 1:1 Verification, one-shot recognition*

I. УДИРТГАЛ

Цөөн тоотой зургаас царайг таних нь судалгааны чухал чиглэл юм. Нэг хүний царайг олноор нь цуглуулах тохиолдол маш ховор байдаг. Зөвхөн олонд алдартай, ажил мэргэжлийн онцлогоос хамаарч хүний царайг олон удаа авах тохиолдол байдаг. Иймд хүний царайг таних систем хийхэд нэг хүний олон зураг олж авна гэдэг бол эдийн засгийн хувьд, ажиллах хүчний хувьд ч хүндрэлтэй. Энэ төрлийн судалгааны ажлуудыг one-shot recognition буюу нэг удаа хараад таних гэж нэрлэдэг. One-shot recognition нэг зургийг урьдчилан сураад, хоёр дахь зургийг таних үйлдэл юм.

Цөөн зургаас царай таних зорилгоор нийт 1873 хүний зураг цуглуулсан бөгөөд нэг хүний хоёр зураг байгаа. Эрэгтэй эмэгтэй хүний тоо тэнцүү. Хүний царайны өгөгдөл бага байгаа учир өгөгдөл олшруулах арга ашиглаж 7492 өөр зурагтай болсон.

Inception ResNet v1 [2] архитектуртай, VGGFace2

[3] өгөгдлийн сангаар сурсан моделийг зургийн онцлог утга гарган авахад ашигласан. Нийт 11238 ширхэг хос онцлог утгыг үүсгэсэн.

Онцлог утгыг KNN-2-оор ангилахад 97,47%-ын үр дүнг үзүүлсэн болно.

II. ӨГӨГДЛИЙН САН

A. Өгөгдлийн сангийн онцлог

Цөөхөн өгөгдөл буюу хүний нэг эсвэл хоёр зураг байхад таних чадвартай системийн тухай ярьж байгаа. Өгөгдлийн санг бүрдүүлэхэд LFW өгөгдлийн сан болон Монгол улсын алдартай хүмүүсийн зургуудыг цуглуулж бүрдүүлсэн. Эгц урдаас нь тод авсан зургуудыг сонгон

авсан. Бусад энэ төрлийн судалгааны ажлын өгөгдлийн сан нь MS-Celeb-1M [4], LFW[1] гэх мэт бүх төрлийн байрлалтай царайны зургийн санг ашигласан байдаг нь манай өгөгдлийн сангаас ялгаатай. Иймд бид бараг цээж зураг харьцуулж байгаа гэж ойлгож болно.

B. Өгөгдлийн санг олшруулсан арга

Цөөн зурган өгөгдөлтэй үед олшруулах [5] хэд хэдэн арга байдаг. Зургийг хувиргах үндсэн хувиргалтууд:

- Геометрийн хувиргалт: Үүнд тодорхой градусуар эргүүлэх, босоо ба хэвтээ тэнхлэгийн дагуу эргүүлэх, тодорхой градусуар эргүүлэх зэрэг ордог. Зураг 2.1-д үзүүлэв.



Зураг 2.1 Нэг хүний хоёр зургийг босоо тэнхлэгийн толин хувиргалт хийсэн.

- Кернел шүүлтүүр: Тодорхой матрицыг ашиглан зургийг шүүх. Энэ арга нь тухайн хүний нүүрний онцлог мэдээллийг өөрчлөх учраас бид ашиглаагүй. Тухайн хүний мэдээллийг сэргээх олон зураг бидэнд байхгүй.
- Өнгөний хувиргалт: Өнгөний шүүлтүүрээр оруулах, эсвэл саарал өнгө рүү хөрвүүлэх.
- Санамсаргүй байдлаар хэсэгчлэн арилгах: Царай таних тохиолдолд энэ аргыг ашиглах боломж байдаг. Тэдгээр нь сахал, нарны шил, маск гэх мэт нүүрийн тодорхой хэсгийг хаах, саад болох зүйлс юм. Цөөн зурагтай байгаа учир энэ арга нь тухайн хүний царайны мэдээллийн бүрэн устгах учир манай судалгааны ажилд тохиромжгүй.

- Зураг холих: Энэ аргаар огт байдаггүй хүний царай гаргаж болно. Иймээс манай судалгааны ажилд тохиромжгүй.

Эдгээрээс бид геометр хувиргалтын толин хувиргалтыг ашигласан ба өнгөний хувиргалтыг ашиглах шаардлагагүй. Учир нь Inception ResNet v1 [2] модель нь өнгөний мэдээллийг авдаггүй. Зургийг хар цагаан болгон хувиргаж оролтод авдаг.

III. ЦАРАЙ ИЛРҮҮЛЭХ АЛГОРИТМ

Царайг хамгийн зөв ба хурдан сонгон авах алгоритм хэрэгтэй. Бидний өгөгдлийн сангийн нэг хүнд ноогдох зураг нь 2, харин VGGFace2 сан 362.6 юм. Ангилагчийг моделиос салган аваад моделийн гаралт нь 512 утгатай байхаар тохируулагдсан. Inception ResNet v1 моделийн дотоод бүтцийг хүснэгт 1-д үзүүлээ.

- 5 point Landmark [6].
- Multi-task Cascaded Convolutional Neural Networks - MTCNN [7]

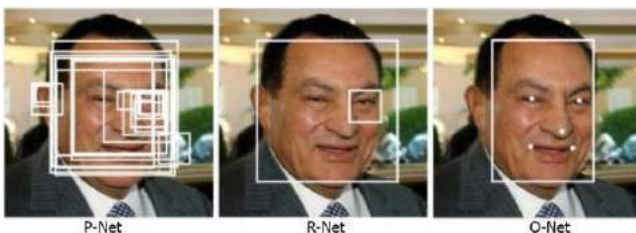
A. Царай таних 5 point Landmark арга

Эдгээр хоёр нь өөр өөрсдийн онцлогтой. Эхний арга болох 5 point Landmark арга нь хүний хоёр нүдний зах, хамрын үзүүр, уруулын хоёр захыг таньж царай илрүүлдэг арга. Энэ арга нь 68 цэгээр таних Landmark аргаас уламжлан гарч ирсэн бөгөөд илүү хурдан, бага нөөц ашигладаг давуу талтай.

B. Multi-task Cascaded Convolutional Neural Networks - MTCNN

Энэ нь царай илрүүлэх хүрээг олноор нь ашиглах замаар царай илрүүлдэг. MTCNN эхлээд зургийн пирамид буюу зургийн хэмжээг бага багаар багасган олон зургуудыг үүсгэн царай таних сүлжээний оролтод авдаг. Дараа нь 3 конвольюшн сүлжээнүүдийг цуваагаар ашигладаг. Үүнд:

- P-Net: (Proposal Network) нь зургийн царайг тамгалсан хүрэнүүдийг санал болгодог.
- R-Net: (Refine Network) Хүрэнүүдийг шүүдэг.
- O-Net: (Output Network) Эцсийн царай таньсан хүрээг санал болгохдоо нүдний харын хоёр цэг, хамрын үзүүр, уруулын хоёр хязгаарын цэгийг ашигладаг.



Зураг 3.1 Нэг хүний хоёр зургийг босоо тэнхлэгийн дагуу эргүүлж олшруулсан байдал.

Энэ аргын давуу тал нь маш өндөр хувьтайгаар таньдаг. Хажуу тал руу, дээш, доош харсан, сэтгэлийн олон хөдлөлд орсон гэх мэт олон өөрчлөлттэй

царайнуудыг илрүүлж чаддаг. Зураг 3.1-д царайг таньж байгаа жишээг үзүүлэв.

IV. ОНЦЛОГ УТГА ҮҮСГЭХ МОДЕЛЬ

Онцлог утгыг гарган авахад Девид Сандбергийн [8] хэрэгжүүлсэн VGGFace2 [3] өгөгдлийн сангаар урьдчилан суралцсан Inception ResNet v1 [2] архитектуртай моделийг ашигласан. VGGFace2 [3] өгөгдлийн сан нь 9131 хүний 3.31 сая зурагтай, хүн тус бүр нь дунджаар 362.6 зурагтай юм. Иймд шууд энэ моделийн ангилах хэсгийг ашиглах боломжгүй. Учир нь бидний өгөгдлийн сангийн нэг хүнд ноогдох зураг нь 2, харин VGGFace2 сан 362.6 юм. Ангилагчийг моделиос салган аваад моделийн гаралт нь 512 утгатай байхаар тохируулагдсан. Inception ResNet v1 моделийн дотоод бүтцийг хүснэгт 1-д үзүүлээ.

ХҮСНЭГТ I. INCEPTION RENNET V1-ЫН ЕРӨНХИЙ БҮТЭЦ

Төрөл	Оролтын утга	Утгаасан тохиргоо
Conv	149x149x32	3x3
Conv	147x147x32	3x3
Conv	147x147x64	3x3
Мpool	73x73x64	3x3
Conv	73x73x80	1x1
Conv	71x71x192	3x3
Мpool	35x35x256	3x3
Inception modul	5xInception-resnet-B	35x35
Inception modul	Reduction-A	-
Inception modul	10xInception-resnet-B	17x17
Inception modul	Reduction-B	-
Inception modul	5xInception-resnet-C	8x8
Аpool	-	8x8
Dropout	0.8	-
Fully Connected	512	-

V. ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ

Судалгааг хэрэгжүүлсэн техник хангамжийг нь хүснэгт 2-т үзүүлээ. Хард диск нь SSD төрлийнх учир тооцоолол нь харьцангуй богино хугацаанд хийгдсэн.

ХҮСНЭГТ II. АШИГЛАСАН ТЕХНИК ХАНГАМЖИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ

Төрөл	Үзүүлэлт
CPU	Intel i7-7700 3.60GHz (8 CPU)
Хард Диск [SSD]	300GB
Санах ой	16384MB

A. Өгөгдөл олшруулах алхам

Өгөгдөл олшруулах аргаас бид геометрийн хувиргалтыг ашигласан. Нэг хүний хоёр зургийг босоо тэнхлэгийн дагуу толин хувиргалт хийхэд нийт 4 зураг үүснэ. 1873 хүний 3746 зургийг олшруулан 7492 ширхэг зурагтай болов.

В. Царай илрүүлэх алхам

MTCNN [7] царай илрүүлэх арга нь мөн адил 5 цэгээр таних үйлдэл давхар хийж байгаа нь илүү найдвартай мэт харагдаж болно. Гэвч 5 Point Landmark [6] царай илрүүлэх арга нь энэ судалгаанд хамгийн тохиромжтой арга юм. Учир нь өгөгдлийн сан нь хүнийг эгц урдаас нь авсан зургийн цуглуулга буюу маш тодорхой хязгаартай. Царай хажуу тал руу, дээш, доош харсан, таллаж гарсан зураг нэг ч байхгүй учир бүх нөхцөлүүдийг тооцсон царай илрүүлэх аргыг ашиглах шаардлага байхгүй. Хоёр царай илрүүлэх аргаар танихад 100% ажилласан. Хүснэгт 3-т дээрх хоёр царай илрүүлэх алгоритмын нэг зургийг таних хугацааг үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ III. ЦАРАЙ ИЛРҮҮЛЭХ АРГАД ЗАРЦУУЛСАН ХУГАЦАА

ХҮСНЭГТ III. ЦАРАЙ ИЛРҮҮЛЭХ АРГАД ЗАРЦУУЛСАН ХУГАЦАА

№	Алгоритм	Зарцуулсан хугацаа
1	MTCNN	0.27 ссек
2	5 Point Landmark	0.19 ссек

С. Онцлог утга авах алхам

7346 зургийн онцлог утгуудыг Inception ResNet v1 [2] моделиор авахад гаралтад нь нормчлогдсон 7346x512 тоон утгаар илэрхийлэгдэнэ.

Д. Царай таних арга алхам

Нэг хүний 4 зураг байгаа бөгөөд царай таних аргыг үнэлэхийн тулд харьцуулах хоёр зургийг сонгохдоо үнэн ба худлын харьцааг тэнцүү байхаар авсан. Нэг хүний хувьд үнэн байх тохиолдол нь 3 учир, мөн 3 худал нөхцөл үүсэх ёстой. Иймээс 11238 ширхэг харьцуулах хос үүснэ.

KNN-2 аргаар онцлог утгуудын хоорондох зайг олж ангилсан үр дүнг хүснэгт 4-т үзүүлэв. Үнэн сөрөг(True Negative) байх нь 135 ба худал нь эерэг(False Positive) байх нь 149 байсан.

ХҮСНЭГТ IV. KNN-2 АРГААР ОНЦЛОГ УТГУУДЫН ХООРОНДОХ ЗАЙГ ОЛОХОД ГАРСАН ҮР ДҮН

	Үнэн	Худал
Үнэн	5492	135
Худал	149	5462

Царайг цөөн тоотой эгц урдаас нь авсан зургаас таньсан хувь нь 97,47%-тай гарсан. Хүн нэг удаа харсан тэмдэгтээ таних хувь 95,5% байдаг гэж Gregory Koch [9] судалгааны ажилдаа дурдсан байна. 2018-2019 оны энэ чиглэлийн судалгааны үр дүнг ба бидний үр дүнг нь хүснэгт 5-д үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ V.

№	Арга	Үр дүн[%]	Он
2	Бидний үр дүн	97.47	2020
3	FR-GAN [10]	93.12	2019
4	Generative Learning [11]	94.84	2018
5	Underrepresented Classes Promotion [12]	94.89	2018

VI. ДҮГНЭЛТ БА ЦААШИД ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ ЧИГЛЭЛ

Нийт 1873 хүний хоёр зургаас тухайн хүнийг таних машин сургалтын аргачлалыг хэрэгжүүлээ. Үүний үр дүнд 11238 хос утгыг шалгаж 97,47%-ын танилттай хэрэгжүүлэв. Бусад судалгааны үр дүн нь бүгд олон зурагтай тохиолдолд 99.8% хувьтай таньж байгаа. Нэг зурагтай үеийн үр дүн нь манай үр дүнгээс бага байгаа шалтгаан нь олон чиглэл рүү харсан царай бүхий MS-Celeb-1M [4] санг ашигласанд оршино. Ийм бидний цаашдын судалгааны чиглэл тодорхой болж байна.

Хэрэглэж байгаа өгөгдөл маш тохиромжтой байгаа учир манай үр дүн нь өндөр байх нь аргагүй юм. Иймд цаашид өгөгдлийн сангийн төрлийг олшруулах, онцлог утгын тохиргоо, ангилах олон аргуудыг ашиглан харьцуулж хэрэгжүүлэх шаардлагатай байгаа нь харагдаж байна.

VII. АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛУУД

- [1] Andrew Kae*, Kihyuk Sohn*, Honglak Lee, Erik Learned-Miller, "Augmenting CRFs with Boltzmann Machine Shape Priors for Image Labeling," Computer Vision and Pattern Recognition, 2013, 2013.
- [2] Florian Schroff, Dmitry Kalenichenko, James Philbin, "FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2015, 2015.
- [3] Qiong Cao, Li Shen, Weidi Xie, Omkar M. Parkhi and Andrew Zisserman, "VGGFace2: A dataset for recognising faces across pose and age," 2018 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2018), 2018.
- [4] Harvey, Adam. LaPlace, Jules., "Origins, Ethics, and Privacy Implications of Publicly Available Face Recognition Image Datasets," MegaPixels.cc, 18 04 2019. [Холбогдсон]. Available: <https://megapixels.cc/>.
- [5] Connor Shorten, Taghi M. Khoshgoftaar, "A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning," Journal of Big Data, 2019.
- [6] Zhanpeng Zhang, Ping Luo, Chen Change Loy, and Xiaoou Tang, "Facial Landmark Detection by Deep Multi-task Learning," European Conference on Computer Vision (ECCV), 2014.
- [7] Kaipeng Zhang, Zhanpeng Zhang, Zhifeng Li, Yu Qiao, "Joint Face Detection and Alignment using Multi-task Cascaded Convolutional Networks," IEEE Signal Processing Letters, 2016.
- [8] D. Sandberg, "Face Recognition using Tensorflow," 2018.

- [9] Gregory Koch, Richard Zemel, Ruslan Salakhutdinov, “Siamese Neural Networks for One-shot Image Recognition,” ICML deep learning workshop, 2015.
- [10] Jianli Zhou, Jun Chen, Chao Liang, Jin Chen, “One-Shot Face Recognition with Feature Rectification via Adversarial Learning,” International Conference on Multimedia Modeling, 2019.
- [11] Zhengming Ding ; Yandong Guo ; Lei Zhang ; Yun Fu, “One-Shot Face Recognition via Generative Learning,” 2018 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition, 2018.
- [12] Yandong Guo, Lei Zhang, “One-shot Face Recognition by Promoting Underrepresented Classes,” Computer Vision and Pattern Recognition, 2018.
- [13] Karen Simonyan, Andrew Zisserman, “Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition,” ICLR 2015 , 2015.
- [14] Kaipeng Zhang, Zhanpeng Zhang, Zhifeng Li, Yu Qiao, “Joint Face Detection and Alignment using Multi-task Cascaded Convolutional Networks,” Computer Vision and Pattern Recognition, 2016.

ДӨРВӨН СЭНСТИЙН ТЭНЦВЭРЖИЛТИЙГ МАШИН СУРГАЛТЫН БАТАТГАН СУРАХ АРГААР ШИЙДЭХ НЬ

*Цэрэндондогийн Тэнгис, Электроникийн салбар,
Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль Улаанбаатар,
Монгол, tengis@must.edu.mn*

*Ганболдын Эрхэмбаяр, Электроникийн салбар,
Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль,
Улаанбаатар, Монгол, erhembayar0302@gmail.com*

*Амарын Батмөнх, Электроникийн салбар, Шинжлэх
Ухаан Технологийн Их Сургууль, Улаанбаатар, Монгол,
abatmunkh@must.edu.mn*

Хураангуй—Сэнс бүхий хөдөлгүүрт суурилсан дүүжингийн систем нь дөрвөн сэнст дроны нэг мөрийг төлөөлж чадахуйц систем бөгөөд түүний тогтворжилтыг ихэвчлэн ПИД болон төлөвийн орон зэрэг удирдлагын аргыг ашиглан гүйцэтгэдэг байсныг ухаалаг удирдлагын системээр орлуулах нь ПИД удирдлагын зарим хязгаарлагдмал байдлыг шийдвэрлэж чадах судалгааны идэвхтэй талбар болоод байна. Робот хүрээлэн байгаа орчиндоо дасан зохицох, зөв үйлдлүүдийг гүйцэтгэж сурахад машин сургалтыг түлхүү хэрэглэж байна. Энэхүү өгүүллээр, хөдөлгүүрт сэнс бүхий дүүжингийн системийн тогтворжилтыг удирдахын тулд бататган сургалт (Q-learning)-д суурилсан аргыг санал болгож байна. Системийн төлөв, хийх үйлдэл болон хариу шагналын функцийг зөв тодорхойлсноор дүүжингийн системийн тэнцвэрийг хангах удирдлагыг бүрэн сурах боломжтой болохыг туршилтын үр дүнгээс харж болох ба санал болгож буй арга нь дүүжингийн тогтворжилтыг шийдэж байлаа.

*Түлхүүр үг— төлөв; удирдлага; шагналын функц;
робот;*

I. ОРШИЛ

Сүүлийн үед тэгш хэмт бүтэцтэй дөрвөн сэнст нисгэгчгүй нисдэг тэрэгний хэрэглээний мужууд улам бүр нэмэгдсээр байна. Үүнийг даган түүнийг удирдах олон аргууд бий болсоор байна. Дөрвөн сэнстийн шугамчилсан динамик загварыг [1, 2, 3] үзүүлэв. Удирдлагын аргуудын тоонд сонгодог арга болох ПИД, илүү сайжруулсан аргууд болох төлөвийн гэдрэг холбоо болон LQR аргууд багтана [4, 5].

Системийн динамикийг математикаар бүрэн загварчлахад хүндрэлтэй, эсвэл шугамчилсан загвар нь системийн шугаман бус динамикийг өндөр нарийвчлалгүй загварт хүргэсэн тохиолдлыг авч үзье. Энэ тохиолдолд уламжлалт удирдлагын аргачлалыг ашиглан удирдахад бэрхшээлтэй тулгарна. Үүнийг машин сургалтын аргаар сайжруулах боломжтой юм. Энэхүү судалгаагаар бид дөрвөн сэнстийн нэг мөрийг машин сургалтын аргуудын нэг болох бататган сурах (RL-reinforcement learning) аргыг ашиглан

тэнцвэржүүлэх удирдлагыг машин сургалтаар сургах зорилт тавьж туршин хэрэгжүүлж үзлээ. Энд бид дөрвөн сэнстийн удирдлагын асуудлыг Марковын шийдвэрийн процесс болгон тодорхойлж байна.

II. БАТАТГАН СУРГАХ АРГА

Бататган сургалт (RL) гэдэг нь тухайн орчинд агент ямар нэг үйлдэл хийх замаар хуримтлуулсан шагналыг нэмэгдүүлэх замаар суралцдаг машин сургалтын нэгэн чиглэл бөгөөд хяналттай сургалтын аргаас түүний ялгарах зүйл нь сургалтын оролт-гаралтын хосыг өгөх шаардлагагүй, агент өөрөө үйлдэл хийх замаар туршлагаасаа суралцахад оршино [6]. Энэхүү арга нь роботын удирдлагад илүү тохиромжтой байдаг [1, 13, 14, 15, 16, 17]. Бататган сурах аргын бүтцийг Зураг 1-д үзүүлэв.



Зураг 1. Бататган сурах аргын бүтэц

Энд, олон тооны S төлөвүүд нь орчинг төлөөлөх ба агент буюу робот нь тогтсон үйлдлүүд болох A -с нэгийг сонгон харгалзах үйлдлийг хугацааны дискрет алхмуудад хуваан гүйцэтгэнэ. Өөрөөр хэлбэл, хугацааны t алхам тутамд агент орчны төлөв s_t -ийг ажиглаж эндээс хийх ёстой үйлдэл a_t -ийг сонгоно. Үйлдэл хийсний дараа агент нь r_{t+1} шагналыг хүртэх бөгөөд энэ нь богино хугацаанд хэр сайн үйлдэл хийснийг илтгэх ба агент нь орчны шинэ s_{t+1} төлөвийг ажиглана. Бататган сургалтын гол зорилго нь эдгээр дарааллаас $(s_t, a_t, r_{t+1}, s_{t+1})$ хуримтлагдах туршлагыг авч үзэх ба нэг төлөвөөс нөгөөд шилжих үнэ цэнийг сурч, үүнийгээ оновчтой утгын функц гэж тодорхойлдог [1, 4, 5].

Энэхүү судалгаанд бид бататган сургах аргын Q-сургалтын алгоритмыг ашигласан болно. Q-сургалтын оновчтой утгын функцийг дараах байдлаар тодорхойлно (1).

$$Q^*(s, a) = E[R(s, a) + \gamma \max_{a'} Q^*(s', a')] \quad (1)$$

Энэ нь s төлөвт a үйлдлийг гүйцэтгэснээр s' төлөвт шилжих үеийн хүлээгдэж буй үнэ цэнийг илэрхийлнэ. Параметр γ -г бууруулах фактор ($0 < \gamma < 1$) гэх бөгөөд ирээдүйд авах шагналын хэмжээнд хэр их ач холбогдол өгөхийг тодорхойлно. Нэгэнт оновчтой Q функцийг $Q^*(s, a)$ тодорхойлсон бол хамгийн оновчтой бодлого $\pi^*(s)$ -г тооцоолоход хялбар бөгөөд үүнд тухайн төлөвөөс хийгдэх бүх үйлдлүүдийн хамгийн их утгатайг сонгох юм (2).

$$\pi^*(s) = \arg \max_a Q(s, a) \quad (2)$$

Q-функцийг ихэвчлэн хүснэгтэд хадгалах бөгөөд төлөв s , үйлдэл a -р индексжүүлдэг. Дурын төлөвөөс

эхлэн орчинг давтан ажиглах замаар бид оновчтой Q функцийг тодорхойлж болно. Робот үйлдэл хийх бүрд туршлагын дараалал $(s_t, a_t, r_{t+1}, s_{t+1})$ бий болдог. Төлөв s болон үйлдэл a -ийн хүснэгтийн нүдийг дараах байдлаар шинэчилнэ (3).

$$Q(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha (r_{t+1} + \gamma \max_{a'} Q^*(s', a') - Q(s_t, a_t)) \quad (3)$$

Энэ нь эцэстээ оновчтой Q функц руу хувиран дөхнө.

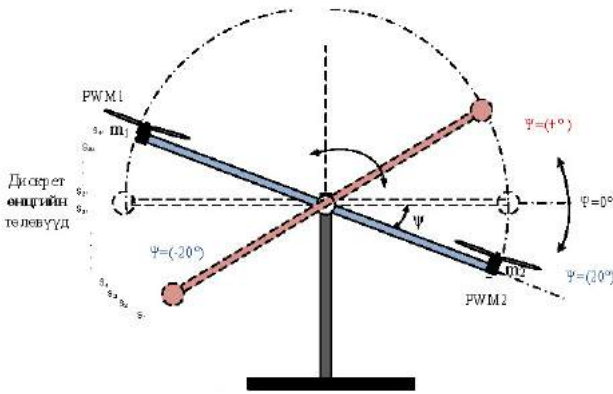
Энэхүү сургалтын аргыг зарим тохиолдолд шагналын $R(s, a)$ функцэд суурилсан удирдлагын арга ч гэж тодорхойлдог [7, 8, 9]. Доод төвшний удирдлагын тооцооллыг боловсруулахын оронд бид шагналын функц хэлбэрээр илүү дээд төвшний даалгаврыг боловсруулан хэрэгжүүлж болно. Ихэнх тохиолдолд роботын даалгавар болон шагнал нь орчны физик үйл ажиллагаатай тохирдог. Түүнчлэн, шагналын функцийг сийрэг болон шигүү байдлаар тодорхойлох боломжтой юм. Урамшууллын сийрэг функц нь цөөн хэдэн газрыг эс тооцвол хаа сайгүй тэг утгатай байдаг бол шигүү шагналын функцийг хувьд үйлдэл бүрийн дараа илүү их мэдээлэл өгөх боловч уг функцийг бүтээх нь сийрэг функцээс илүү хүнд байдаг [2].

Q сургалтын арга нь дискрет төлөв болон харгалзах үйлдлүүдийг шаардана. Энэ тохиолдолд завсрын нууц төлөвүүдийг илэрүүлэх боломжгүй буюу хангалттай зөв суралцах боломжгүй болдог. Зарим судалгаанд дээрх төлөв болон үйлдлүүдийг үргэлжилсэн байхаар шийдсэн байна [6].

Q-сургалтын хувьд орчны талаарх мэдээллийг нээн олж авах цорын ганц арга зам нь ямар нэг үйлдэл хийснээр орчны зүгээс өгөх хариу үр нөлөөг ажиглах явдал юм [9, 10, 11, 12]. Сургалтын эхэнд хүрээлэн буй орчны талаар системд ямар нэгэн тодорхой мэдээлэл огт байхгүй байх тул санамсаргүй байдлаар, аль эсвэл хүчээр ямар нэгэн үйлдэл хийхийг систем шаардана. Үйлдэл бүрийн дараа шагнал хэлбэрийн мэдээлэл цугларах бүрд Q-сургалт нь утгын функцийг ойролцоолон сайжруулж байдаг.

III. СИСТЕМИЙН ЗАГВАРТ БАТАТГАН СУРГАХ АРГЫГ НЭВТРҮҮЛЭХ НЬ

Судалгааны системийн загварыг Зураг 2-т үзүүлэв. Бид энэхүү системийг 0 градус (хэвтээ тэнхлэгтэй давхцах байрлал) дээр тэнцвэрээ олж сурах зорилгоор бүтээсэн болно. Энэхүү системийн сургалтын програм хангамжийг Atmel SAM3X8E ARM 32-битийн микроконтроллер дээр хэрэгжүүлсэн болно. Өнцгийн мэдрүүрийг потенциометр ашиглан шийдсэн. Мөрний захад 2000KV эргэлт бүхий 30 Амперийн ESC удирдлагатай сэнст хоёр хөдөлгүүр байрлана.



Зураг 2. Хоёр сэнст тэнцвэргүй систем

Бидний судалгаандаа дөрвөн сэнстийн нэг тэнхлэгийг судалгааны загвар болгосон тул энэ системийн S төлөвүүдийн олонлог нь өнцөг ψ , мөн өнцөг хурд ψ' -аар тодорхойлогдоно. Системийн хувьд мөр нь $\pm 20^\circ$ завсарт савлах ба өнцөг хурд нь $\pm 40/\text{sec}$ завсарт хувьсан өөрчлөгдөнө. Өнцөг нь нэг градусын дискрет алхамтай, өнцөг хурдыг 9 төвшинд дискретчилсэн болно. Ингэснээр манай системийн Q төлөв нь 41×9 хэмжээтэй болох ба Хүснэгт 1-д дараах байдлаар харуулав.

ХҮСНЭГТ 1. Q СУРГАЛТЫН ДИСКРЕТ ТӨЛӨВИЙН ХҮСНЭГТ

Өнц/ өнцөг хурд	-20	-18	-17	...	0	1	...	19	20
-4									
...									
0									
..									
4									

Үйлдэл A -г системийн төлөв бүрт харгалзах үйлдлүүдийн олонлог гэж тодорхойлсон ба энэ нь сэнсний эргэлтийн хурдыг өөрчлөх PWM дохио юм. Нийт 9 дискрет үйлдлийг системийн төлөвүүдэд өөрчлөлт оруулж чадахуйц байхаар сонгож авсныг Хүснэгт 2-г үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ 2. ДИСКРЕТ ҮЙЛДЛҮҮД

Үйлдэл	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
$\Psi W M 1$	800	825	850	875	900	900	900	900	900
$\Psi W M 2$	900	900	900	900	900	875	850	825	800

Дөрвөн сэнстэд ESC удирдлага бүхий зүрхэвчгүй тогтмол гүйдлийн мотор (BLDC) ашигладаг бөгөөд энэхүү төхөөрөмж нь хөдөлгүүрийн хурдыг 20мс тутамд өөрчлөх чадвартай юм. ESC-д PWM дохиог өгөх замаар хөдөлгүүрийн хурдыг удирдах боломжтой болно. PWM дохионы минимум утга нь 770 микросекунд байх ба максимум утга нь 2000 микросекунд байна. Өөрөөр хэлбэл бид хөдөлгүүрийн хурдыг 1 микросекундийн нарийвчлалтай өөрчлөх боломжтой юм. Үүнээс харахад бидэнд үйлдэл A -ийн хувьд өргөн сонголт байна. Өөрөөр хэлбэл, төлөв st бүрд нэг хөдөлгүүрийн хувьд 1230 үйлдлийг сонгох боломжтой хэдий ч энэ тохиолдолд манай Q хүснэгт асар том хэмжээтэй болсноор сургалтын процесс төвөгтэй болох юм. Сонгосон үйлдлүүдээс хамааран нэг төлөвөөс нөгөөд

шилжих хугацаа өөрчлөгдөнө. Өөрөөр хэлбэл, ямар нэгэн үйлдлийг гүйцэтгэснээс хойш хэсэг хугацааны дараа шинэ төлөвийг ажиглах шаардлагатай бөгөөд энэ хугацааг бид 20 миллисекунд байхаар сонгож авав.

Бид бууруулах факторын $\gamma=0.7$, сургалтын хурд болох $\alpha=0.1$ байхаар тус тус сонгон авсан.

Программын алгоритмыг авч үзвэл:

1. Q хүснэгтийг анхны θ утгаар дүүргэж ачаалах while (1)
2. Санамсаргүй үйлдэл сонгох t тоолуурын утгыг ачаалах
3. for ($t > 1$) бол s_t төлөвөөс санамсаргүй үйлдэл сонгох эсвэл $\alpha_t = \max_a Q(s, a)$ сонгож гүйцэтгэх
4. Хүлээх 20 мс
5. Шинэ төлөвийг s_{t+1} ажиглаж бүртгэж авах, шагналын функцийг $R(s, a)$ тооцоолох
6. Q хүснэгтийг шинэчлэх $Q(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha(r_{t+1} + \gamma \max_a Q^*(s', a') - Q(s_t, a_t))$

IV. ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Манай системийн Q матриц нь $[9 \times 41 \times 9]$ хэмжээтэй ба үүнд 9 төрлийн өнцөг хурд ψ' , 41 төрлийн өнцөг ψ , мөн 9 төрлийн A үйлдлүүд багтана. Уг матрицийн нүд бүрд 32-битийн float төрлийн утга хадгалагдах ба эндээс дүгнэхэд бидэнд хамгийн багадаа 13 Кбайт хэмжээний санах ой шаардлагатай. Төлөвийн тоо ихсэх, үйлдлийн тоо ихсэх бүрд санах ойн хэмжээ томорно.

Энэхүү сургалтын аргыг шагналд суурилсан сургалтын арга гэх ба шагналын функцийг оновчтой тодорхойлсноор сурах процесс зөв явагдана. Бидний туршилтаар хэд хэдэн төрлийн шагналын функцуудыг авч үзсэн болно.

Туршилт 1

Энэ туршилтаар сийрэг шагналын функцийг хэрэгжүүлэн туршилтыг хийсэн болно.

```
if ( $\psi == 0$  &&  $\psi' == 0$ )
    Reward=1;
else
    Reward=0;
```

Энэ тохиолдолд нэг төлөв дээр систем үйлдэл бүрийг хийж гүйцэтгэсэн боловч шагналын утга өөрчлөгдөхгүй улмаас систем эхний төлөвөөс гарч чадахгүй байв. Өөрөөр хэлбэл бид нэг зорилгын төлөвтэй ба энэ төлөвөөс бусад төлөвүүд шагнал хүртэхгүй болно.

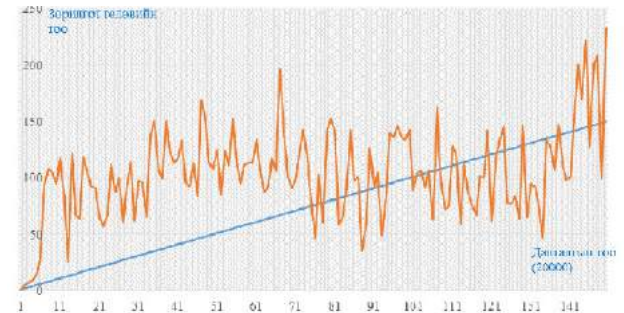
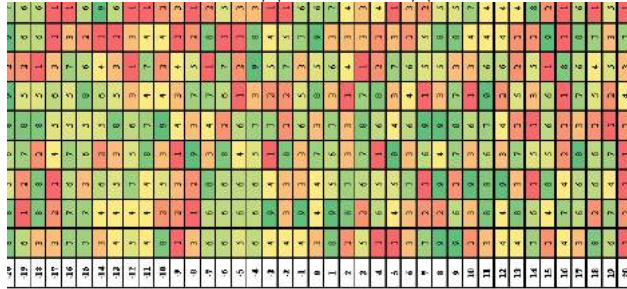
Туршилт 2

Энэ туршилтаар шигүү шагналын функцийг хэрэгжүүлэн туршилтыг хийсэн болно.

```
Reward = abs( $\psi$ ) * (-1);
```

Энэ тохиолдолд систем -20 градус болон +20 градусын үед хамгийн өндөр сөрөг шагналыг (шийтгэл) хүртэх ба 0 градус дээр 0 шагналыг хүртэнэ. Энэхүү туршилтын үед систем нэг төлөв дээр гацахгүй боловч тэнцвэрийг хадгалж чадахгүй хоёр тийш тасралтгүй

ХҮСНЭГТ 4. ТӨЛӨВ ДЭЭРХ ҮЙЛДЭЛ



Зураг 4. Зорилготой гөлөвтэй хүрч буй тоо

Зураг 5-т сургалтын бодит системийг үзүүлэв.



Зураг 5. Сургалтын бодит систем

V. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү өгүүллээр хоёр сэнст савлуурын системийг бататган сурах аргаар сургасан үр дүнг танилцууллаа. Системийн динамикийн математик загваргүй ч Q-сургалтаар тэнцвэрийг хангаж чадах удирдлагыг үүсгэх боломжтой байгаа нь харагдав.

Сургах ажиллагааг микроконтроллэрт суурилсан удирдлагаар хэрэгжүүлсэн бөгөөд энд их багтаамжтай санах ойн шаарлагатай байна.

Төлөвийн болон үйлдлийн утгуудыг бид дискретчилсний улмаас нуугдмал төлөв болон үйлдлийг тодорхойлоогүй болно. Дискрет үйлдэл сонгосон тохиолдолд үйлдэл гүйцэтгэж дуусах (саатал) хугацааг зөв сонгох шаардлага гарч байна.

Сийрэг болон шигүү шагналын функцийг ашиглан сургалтыг хийсэн ба шагналын функцийг маш зөв зохион байгуулах шаардлагатай байна. Шагналын функцээс хамааран сургалтын үр дүн өөр гарч байна.

Энэхүү аргын сул тал нь суралцах хугацаа урт байна. Цаашид бид сурах хугацааг багасгах (boost) аргыг туршихаар ажиллаж байна.

НОМ ЗҮЙ

- [1] J Kober, JA Bagnell, J Peters, “Reinforcement learning in robotics: A survey”, The International Journal of Robotics Research Journal, pp 1238-1274, 2013
- [2] Shayegan Omidshafiei, “Reinforcement learning-based quadcopter control”, 2013
- [3] Amar Batmunkh, Tserendondog Tengis “State feedback control simulation of quadcopter model” IFOST 2016,
- [4] Ц. ТЭНГИС, А.БАТМӨНХ “Disturbance Rejection Control for Unbalanced Double-Propeller System on Single Axis” Хүрэлтогтоо 2017,
- [5] WD Smart, LP Kaelbling, “Effective reinforcement learning for mobile robots”, Proceedings 2002 IEEE International Conference on Robotics and Automation
- [6] WD Smart, LP Kaelbling, “Practical reinforcement learning in continuous spaces”, PICML, 903-910, 2000
- [7] A. D. Dubey1 , R. B. Mishra2 and A. K. Jha, “Path Planning Of Mobile Robot Using Reinforcement Based Artificial Neural Network” International Journal of Advances in Engineering & Technology, May 2013. ISSN: 2231-1963
- [8] Jemin Hwangbo1 , Inkyu Sa2 , Roland Siegwart2 and Marco Hutter1, “Control of a Quadrotor with Reinforcement Learning”, IEEE robotics and automation, june, 2017
- [9] W Koch, R Mancuso, R West, A Bestavros, “Reinforcement Learning for UAV Attitude Control”, ACM Transactions on Cyber-Physical Systems, 2019
- [10] C Gaskett, L Fletcher, A Zelinsky, “Reinforcement learning for a vision based mobile robot”, Proceedings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots
- [11] A El Assad, E Fournier-Bidoz, P Lachevre, J Sagastuy, “Inverted Pendulum on a Quadcopter: A Reinforcement Learning Approach”, CS229 - Final Report, 2017
- [12] M Asada, S Noda, S Tawaratsumida, “Vision-based reinforcement learning for purposive behavior acquisition”, Proceedings of 1995 IEEE International Conference on Robotics and Automation
- [13] MG Lagoudakis, “Balancing and Control of a Freely-Swinging Pendulum Using a Model-Free Reinforcement Learning Algorithm”, Duke University, 1999
- [14] F Amigoni, A Bonarini, G Fontana, M Matteucci, V Schiaffonati, “Batch reinforcement learning for controlling a mobile wheeled pendulum robot”, IFIP International Conference on Artificial Intelligence in Theory and Practice, pp 156-160, 2008
- [15] T Hester, M Quinlan, P Stone, “RTMBA: A real-time model-based reinforcement learning architecture for robot control”, 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp 85-90
- [16] Mohammad Abdel Kareem Jaradat, Mohammad Al-Rousan, Lara Quadan, “Reinforcement based mobile robot navigation in dynamic environment”, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, pp 135-149, 2011
- [17] R Figueroa, A Faust, P Cruz, L Tapia, R Fierro, “Reinforcement learning for balancing a flying inverted pendulum”, Proceeding of the 11th World Congress on Intelligent Control and Automation, pp 1787-1793, 2014

COVID-19-ИЙН ДЭЛХИЙ ДАЯАРХ БОЛОН МОНГОЛ УЛС ДАХЬ ТАРХАЛТЫГ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬ МӨЛИЙЛГӨЛТИЙН АРГА АШИГЛАН ТААМАГЛАХ НЬ

Довдонгийн Энхзол, Батсуурийн Сувдаа, Цоодолын Лхамролом Мэдээлэл, компьютерийн ухааны тэнхим, Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан, Инженерчлэлийн Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль

Улаанбаатар, Монгол Улс [enkhzol, suvdaa, lhamrolom]@seas.num.edu.mn

Хураангуй— Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (ДЭМБ)-аас 2019 оны 12 сард БНХАУ-ын Ухань мужид COVID-19 вирусийн анхны тохиолдол бүртгэгдсэн талаар мэдээлснээс хойш богино хугацаанд дэлхийн ихэнх улс оронд халдвар тархав. Тус халдварын тархалтаас сэргийлэхийн тулд олон нийтийг хамарсан хөл хорио зэргийг тогтоосон байсан ч бага багаар хязгаарлалтуудыг цуцалж байна. Гэсэн хэдий ч тус халдварын хор хөнөөлийг таамаглаж урьдчилан сэргийлэх, цаашид авч хэрэгжүүлэх үйл ажиллагаатай холбогдуулан шийдвэр гаргах шаардлагатай байна. Энэхүү судалгааны ажлаар COVID-19 цар тахал хүн амын дунд тархаж буй тоо хэмжээг 2020 оны 2 сарын 20-оос 2020 оны 9 сарын 30-ыг хүртэлх мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийж, Holt Winter's Exponential болон Damped Trend аргыг ашиглан нэг жилийн хугацаанд дахь тархалтыг Дэлхий дахинд болон Монгол Улсын хувьд урьдчилан таамаглалаа. Судалгааны ажлын үр дүнг өнөөгийн нөхцөл байдал өөрчлөгдөхгүйгээр үргэлжлэнэ гэж үзэхэд дэлхий даяар 2021 оны 10 сарын 31 гэхэд нийт халдвар авсан хүний тоо дэлхий дахинд 1,3 тэрбум, Монгол Улсад 608 хүрч, дэлхий дахинд 9,2 сая хүн нас барах хандлага судалгаа харуулж байгаа боловч, гадны болон гэнэтийн хүчин зүйлс нөлөөлвөл таамаглал өөрчлөгдөх магадлалтай юм.

Түлхүүр үг— COVID-19, Holt Winter's Exponential Trend, Damped Trend арга, Exponential smoothing арга, Машин сургалт

I. УДИРТГАЛ

Анх 2019 оны 12 сард БНХАУ-ын Ухань мужид COVID-19 вирусийн анхны тохиолдол гарснаас хойш хэдхэн долоо хоногийн дотор дэлхийн ихэнх улс оронд халдвар тарж 2020 оны 10-р сарын 27-ны байдлаар дэлхий дахинд 43.84 сая хүн халдвар авч 1.16 сая хүн нас бараад байна. Харин Монгол Улсад энэ өдрийн байдлаар 340 батлагдсан тохиолдол илэрсэн. Тус вирусийн улмаас дэлхийн нийт хүн амд эрүүл мэндийн өндөр эрсдэл бий болсноос гадна халдварын тархалтыг багасгах зорилгоор зарим хязгаарлалт, дэглэм тогтоогоод байгаа нь эдийн засгийн хувьд ч мөн адил сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Манай улс 2020 оны 2 сараас эхлэн хөл хорионы дэглэм тогтоож, хэсэгчлэн цуцлан, одоогоор гадаад улсаас ирэх, зорчиход хязгаарлалт

тогтоож халдварын тархалтыг дотооддоо тархаахгүйн тулд хичээн ажиллаж байна.

Дэлхий дахинаа COVID-19 цар тахлаас урьдчилан сэргийлэх, түүнийг эмчлэх, тархалтыг зогсоох, вирусийн тархалтаас улбаалсан бусад хор хөнөөлийг илрүүлэх, урьдчилан сэргийлэх зорилго бүхий олон судалгааны ажлууд хийгдэж байна. Түүнчлэн тус вирусийн тархалтыг судлах, цар хүрээг урьдчилан тооцоолох судалгааны ажлууд ихээхэн хийгдэх болсон. Вирусийн тархалтын цар хүрээг урьдчилан таамагласнаар бэлтгэл хангах, цаашид хэрэгжүүлэх ажлыг төлөвлөхөд чухал ач холбогдолтой.

Тухайлбал, Хятад, Итали, Франц улсуудад COVID-19 вирусийн дэгдэлтийг сэжигтэй тохиолдол болон батлагдсан, эдгэрсэн, нас барсан тохиолдлуудыг харьцуулан загварчилсан SIRD загварыг үүсгэн харьцуулан шинжилсэн байна [1]. Тус судалгааны ажлын үр дүнд Хятад болон Итали улсад халдвар авсан тохиолдол ойролцоо байгаа боловч нас баралтын түвшин өөр байна.

COVID-19 вирусийн БНХАУ-д 2020 оны 1 сарын 11-ээс 2020 оны 2 сарын 27-ны тархалтын өгөгдлийг ашиглан тус улсын 2020 оны 4 сарын 20 хүртэлх тархалтын мэдээллийг бүс нутгийн хувьд бүлэглэх арга ашиглан таамагласан [2].

Юан нарын судлаачид цаг хугацаанд суурилсан арга болон экспоненциал өсөлтийн харьцааны арга ашиглан батлагдсан тохиолдол болон нас баралтын түвшинг бодит хугацаанд мэдээлэх боломжийг судалсан [3] бол Гулиева [4] нь орон зайн болон түр зуурын эффектийн загвар ашиглан батлагдсан тохиолдлын түвшин болон нас баралтын түвшингийн хоорондын хамаарлыг шинжилсэн.

Скарабел нарын судлаачид [5] нийгмийн ялгаатай нөхцөл байдлуудад COVID-19 вирус Канад улсад хэрхэн тархах хандлагыг урьдчилан таамаглах зорилгоор Итали болон Канад улсын тус вирусийн халдварын тархалтын мэдээллийг өгөгдөлд суурилсан буюу model free судалгааны аргыг хэрэглэн шинжилсэн байна.

ДЭМБ-аас 2020 оны 4 сард мэдээлэхдээ тус халдвараас сэргийлэх батлагдсан вакцин гарган авахад хамгийн багадаа 12-оос 18 сар шаардагдана гэсэн бөгөөд тус халдвараар өвчилсөн өвчтнийг эмчлэх эмийг харахан нээж олоогүй байна. Энэхүү судалгааны ажлаар өнөөгийн нөхцөл байдал өөрчлөгдөхгүйгээр батлагдсан вакцин, батлагдсан эм гарахгүй нэг жил үргэлжилбэл COVID-19 вирусийн цар тахал дэлхий нийтэд хэрхэн нэмэгдэх хандлагатай байгааг батлагдсан, нас барсан, эдгэрсэн тохиолдол тус бүрээр таамаглахыг зорьсон.

II. АРГА ЗҮЙ

Бид уг коронавирусийн тархалтын өгөгдлийг ашиглан таамаглах ажилд Машин сургалтын Linear Regression, Support Vector Regression, Decision Tree Regression, RidgeCV, Гүн сургалтын Recurrent Neural Networks аргуудыг хэрэглэхэд, бидний туршилтын хувьд эдгээр аргуудын Дундаж квадраталдаа (Mean

Squared Errors) нь энэхүү судалгааны аргад сонгон ашигласан Экспоненциаль Мөлийлгөлт (Exponential Smoothing) -ийн аргаас өндөр алдаатай байв. Иймд бид Экспоненциаль Мөлийлгөлтийн аргууд дотроос Холтгийн хэв шинжийн арга (Holt's linear trend method)-ыг Гарднер ба Маккензи нарын сайжруулснаарх Damped Trend аргыг Монгол Улс дахь тохиолдолд, Экспоненциаль аргыг сонгон авч дэлхий даяарх тархалтын хувьд тус тусын өгөгдлөөр машин сургалт хийн таамагласан нь алдааны хувь багатайгаар буюу бодит тархалттай ойролцоогоор таамагласан [6].

Damped Trend арга нь ерөнхий болон хэв шинжийн гэсэн хоёр мөлийлгөх α , β параметруудтэй бөгөөд утгууд харгалзан $0 < \alpha, \beta, \phi < 1$ байна. Хэрэв $\phi = 1$ үед Холтын хэв шинжийн арга ижил болдог ба t хугацаан дахь түвшингийн үнэлгээ l_t нь y_t -ийн ажиглалтын дундаж жинг, харин хэв шинж буюу хандлагын дундаж жинг b_t , h хугацааны алхмыг Томъёо (1), (2), (3)-д тодорхойлсон. Гурван томъёог нийлүүлэн тооцоолж байж эцсийн таамаглалыг гаргадаг. Үүнд (1) нь сүүлийн утгуудын хувьд тооцоолол хийх ерөнхий мөлийлгөлтөд, (2) сүүлийн хоёр утгын зөрүүгээр хугацааны агшин бүрт шинэчлэл хийхэд, (3) нь эцсийн таамаглалыг хийхэд тус тус хэрэглэдэг ба $0 < \phi < 1$ үед $l_t + \phi b_t / (1 - \alpha)$, $h \rightarrow \infty$ байна. Ихэвчлэн $0.8 < \phi < 0.98$ хооронд утга оноох нь зохимжтой.

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + \phi b_{t-1}) \quad (1)$$

$$b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1} \quad (2)$$

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t + (\phi + \phi^2 + \dots + \phi^h)b_t \quad (3)$$

Уг судалгааны ажилд дээр дурьдсанчлан томъёоны дагуух Damped Trend аргыг ашиглан туршилтын өгөгдлийг батлагдсан, нас барсан болон эдгэрсэн тохиолдол тус бүрээр тархалтын чиг хандлагыг таамаглах шинжилгээг хийсэн бөгөөд тус аргыг ашиглахдаа мөлийлгөх параметр утгуудыг харгалзан $\alpha=0.8$ болон $\beta=0.09$ байхаар сонгон авч Статс модель програмыг ашиглан туршилтыг гүйцэтгэсэн болно.

III. ТУРШИЛТЫН ӨГӨГДӨЛ

Тус судалгааны ажилд OCNA-аас цуглуулсан [7] Цар тахал Коронавирус (COVID-19)-ийн тархалтын өгөгдлийг ашигласан. Тус өгөгдлийг Жон Хопкинсийн Их Сургуулийн Системийн Шинжлэх Ухаан, Инженерчлэлийн төвөөс ДЭМБ болон БНХАУ-ын Эрүүл мэндийн үндэсний комисс, ДХУ-ийн COVID-19 дэлхийн тахал өвчний бодит цагийн тайлан, Канадын засгийн газар, Австралийн засгийн газрын Эрүүл мэндийн газар, Сингапурын Эрүүл мэндийн яам, Хонконгийн Эрүүл мэндийн газар болон БНХАУ, Тайвань, АНУ-ын өвчлөлийг хянах төв зэрэг баталгаат олон эх үүсвэрээс нэгтгэн цуглуулсан.

Тус судалгааны ажилд 2020 оны 2 сарын 20-ы өдрөөс 2020 оны 9 сарын 30-ны өдрийн хоорондох нийт 253 хоногийн COVID-19 вирусийн батлагдсан, нас барсан болон эмчлэгдэж эдгэрсэн тохиолдлуудын өгөгдөл

тус бүрийн хувьд Машин сургалт хийж ашигласан. Зур. 1 –д судалгааны ажилд ашиглагдсан өгөгдлийг дүрслэн харуулав. Тус зургаас харахад COVID-19 –ийн тархалтын өсөлт нь экспоненциал тархалтыг харуулж байна.

Мөн Монгол улсын хэмжээнд анх 2020 оны 3 сарын 10-нд анхны тохиолдол илэрснээс хойш 10 сарын 27 хүртэл нийт 340 тохиолдол гарсан байгаа бөгөөд бүгд зөөвөрлөгдсөн тохиолдол байна [8].



Зур. 1. 2020.01.11 -оос 2020.09.30 хүртэлх дэлхий дахинд COVID-19 тархалтын мэдээлэл

IV. ҮР ДҮН

Судалгааны үр дүнгээс харахад Дэлхий дахинаа 2020 оны сүүлээр нийт халдвар авсан хүний тоо ойролцоогоор 80 саяд хүрэх бол 2021 оны 9 сар хавьцаа нийт 1 тэрбум хүн халдвар авч, 928 сая хүн эдгэрч, 7,8 сая хүн нас барах хандлагатай байна. Харин Монгол улсын хувьд дотоодод тархалтыг алдахгүй барьж, гадаад оронруу зорчих хөдөлгөөнд хязгаарлалт тавин нөхцөл байдал энэ хэвээр үргэлжилвэл 2021 оны 10 сарын 31-ий өдөр гэхэд батлагдсан тохиолдлын тоо 608 хүрэх таамаглал гарч байна. Гэвч энэ үр дүн нь өнгөрсөн өгөгдөл, өнөөгийн нөхцөл байдалд тулгуурласан таамаглалт бөгөөд гадны болон гэнэтийн хүчин зүйл ирээдүйд гарч ирвэл үр дүнд нөлөөлөх боломжтой юм. Дэлгэрэнгүй таамагласан тоон үзүүлэлтийг Хүснэгт 1, 3-д үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ 1. ДЭЛХИЙ ДАЯАР COVID-19 ЦАР ТАХЛЫН ТАРХАЛТЫГ ТААМАГЛАСАН ҮЗҮҮЛЭЛТ

Огноо	Дэлхий даяарх		
	Батлагдсан тохиолдол	Нас барсан тохиолдол	Эдгэрсэн тохиолдол
10/31/2020	45,377,364	1,206,154	30,203,614

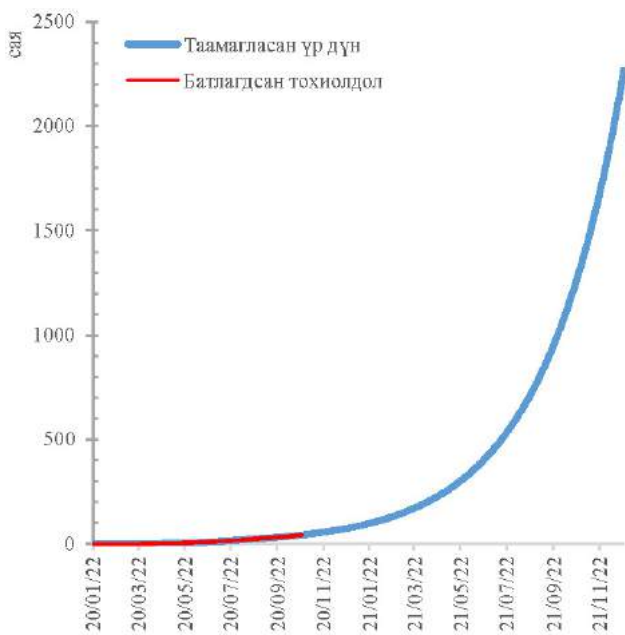
11/30/2020	60,047,924	1,426,534	41,086,450
12/31/2020	80,206,954	1,696,644	56,466,773
01/31/2021	107,133,686	2,017,899	77,604,575
02/28/2021	139,147,113	2,360,044	103,423,137
03/31/2021	185,860,980	2,806,911	142,138,608
04/30/2021	245,950,073	3,319,770	193,353,374
05/31/2021	328,519,369	3,948,359	265,733,377
06/30/2021	434,730,102	4,669,774	361,481,273
07/31/2021	580,675,814	5,553,982	496,798,363
08/31/2021	775,617,789	6,605,612	682,770,122
09/30/2021	1,026,376,014	7,812,542	928,782,886
10/31/2021	1,370,946,534	9,291,824	1,276,463,958

Энд үзүүлсэн дэлхий даяарх тархалтын таамаглалын үр дүнг 2020 оны 10 сарын 12, 18, 24-ны гурван өдрийн бодит тархалтын үр дүнтэй харьцуулан хувь тооцож үзэхэд батлагдсан тохиолдлын хувьд дунджаар 0.9%, нас барсан тохиолдлын хувьд 0.8%, эдгэрсэн тохиолдлын хувьд 3.8% -ийн зөрүүтэйгээр алдаж таамагласан байна.

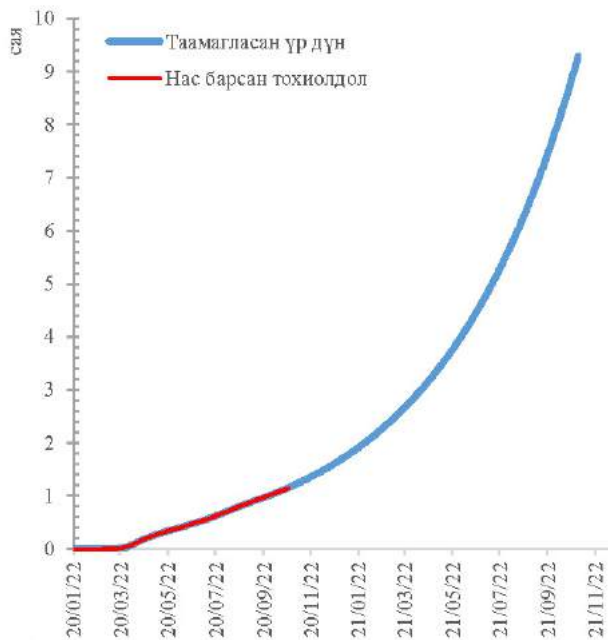
ХҮСНЭГТ II. ДЭЛХИЙ ДАЯАР COVID-19 ЦАР ТАХЛЫН ТАРХАЛТЫН ТААМАГЛАЛЫГ БОДИТ ТАРХАЛТТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН БАЙДАЛ

2020.10.12	2020.10.18	2020.10.24
Батлагдсан тохиолдол	Нас барсан тохиолдол	Эдгэрсэн тохиолдол
<i>Бодит тархалт (тоогоор)</i>		
10/12/2020	37,802,138	1,080,685
10/18/2020	39,955,637	1,113,178
10/24/2020	42,612,959	1,149,780
<i>Таамаглал (тоогоор)</i>		
10/12/2020	38,000,450	1,084,541
10/18/2020	40,190,229	1,121,559
10/24/2020	42,506,195	1,159,839
<i>Зөрүү (тоогоор)</i>		
10/12/2020	198,312	3,856
10/18/2020	234,592	8,381
10/24/2020	106,764	10,059
<i>Зөрүү (%)</i>		
10/12/2020	0.5	0.4
10/18/2020	0.6	0.8
10/24/2020	0.3	0.9
<i>Зөрүү гурван өдрийн дундаж (%)</i>		
0.5	0.7	3.8

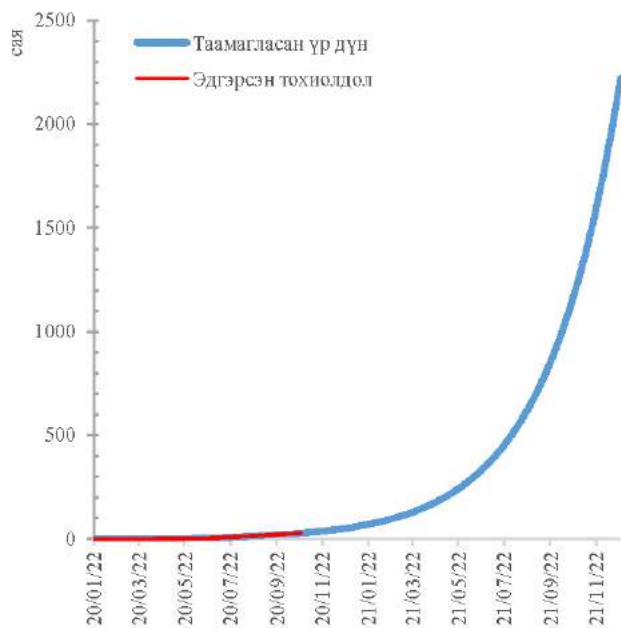
Таамагласан тархалтын чиг хандлагыг тохиолдол тус бүрээр дэлхий дахинд Зур. 2-оос Зур. 5-д харуулав. Энд, Exponential болон Damped Trend-ийн загварын суралцсан байдлыг улаан өнгөөр, цэнхэр өнгөөр таамагласан тохиолдлыг дүрслэв.



Зур. 2. Дэлхий дахинд батлагдсан тохиолдол дээрх сургалт, урьдчилан таамагласан байдал.



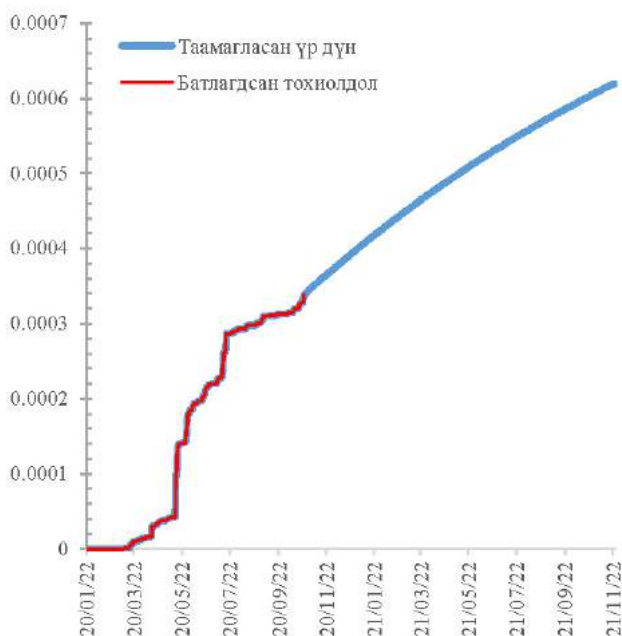
Зур. 3. Дэлхий дахинд нас барсан тохиолдол дээрх сургалт, урьдчилан таамагласан байдал.



Зур. 4. Дэлхий дахинд эдгэрсэн тохиолдол дээрх сургалт, урьдчилан таамагласан байдал.

ХҮСНЭГТ III. МОНГОЛ УЛСАД COVID-19 ЦАР ТАХЛЫН ТАРХАЛТЫГ ТААМАГЛАСАН ҮЗҮҮЛЭЛТ

Огноо	Монгол Улс
	Батлагдсан тохиолдол
10/31/2020	345
11/30/2020	373
12/31/2020	400
01/31/2021	426
02/28/2021	449
03/31/2021	472
04/30/2021	493
05/31/2021	515
06/30/2021	535
07/31/2021	555
08/31/2021	573
09/30/2021	591
10/31/2021	608



Зур. 5. Монгол Улсад дахь батлагдсан тохиолдол дээрх сургалт, урьдчилан таамагласан байдал.

V. ДҮГНЭЛТ

Судалгааны ажлаар өнөөгийн нөхцөл байдал ихэнх улс оронд өнөөгийн хязгаарлалтын байдалтайгаар өөрчлөгдөхгүй үргэлжилбэл COVID-19 цар тахлын тархалт ямар байхыг таамаглан харуулахыг зорьсон ба Экспоненциаль мөлийлгөлтийн загвар, Damped Trend аргуудыг ашигласан машин сургалтын өгөгдөлд 2020 оны 1 сарын 22-ны өдрөөс 2020 оны 9-р сарын 30-ны өдөр хүртэлх хугацаанд дэлхийн хэмжээнд болон Монгол Улсад бүртгэгдсэн COVID-19 вирусийн тархалтын өгөгдлийг ашиглан сургалт хийн, таамаглалыг 2020 оны 10-р сарын гурван өдрийн бодит өгөгдөлтэй харьцуулан алдааны хувийг тооцоолж, 2021 оны 11-р сар хүртэл тархалтын таамаглал дэвшүүлээ.

Өнөөдрийг хүртэл COVID-19-ээс урьдчилан сэргийлэх батлагдсан вакцин, эмчлэх эм, эмчилгээ гараагүй байгаагаас ихэнх улс оронд хязгаарлалт, хорио цээрийн дэглэм тогтоосон байдалтайгаар үргэлжлэх төлөвтэй байна. Туршилтын үр дүнгээс харахад хэрэв нэг жилийн дотор батлагдсан вакцин гарган авч урьдчилан сэргийлэлт, тусгай эмчилгээг тогтоон эмчилгээ хийхгүй буюу энэ хэвээр үргэлжилбэл дэлхий дахинаа 1,3 тэрбум хүн COVID-19 вирусийн халдвар авч, нас баралтын тоо 9,2 саяд хүрэх төлөвтэй байна. Тус таамаглалыг дээр дурьдсан гурван өдрийн бодит таамаглалтай харьцуулан үзэхэд дунджаар 1.6% зөрүүтэйгээр таамагласан байна.

Харин Монгол улсын хувьд нөхцөл байдал мөн энэ хэвээр үргэлжилвэл 2021 оны 10 сарын 31-ний өдөр гэхэд батлагдсан тохиолдлын тоо 608 хүрэх хандлагатай байгаа ба энэхүү үр дүн нь өнгөрсөн өгөгдөл, өнөөгийн нөхцөл байдалд тулгуурласан таамаглалт төдий зүйл бөгөөд гадны болон гэнэтийн хүчин зүйл ирээдүйд гарч ирвэл үр дүнд нөлөөлөх боломжтой юм гэдгийг анхаарах нь зүйтэй!

Вакцины хувьд 2020 оны 10 сарын 26-ны Нью-Йорк Таймсын мэдээгээр дараах байдалтай нийтэлж байна. Вакцин нь эмнэлэгт хүрэхээсээ өмнө олон жилийн судалгаа, шинжилгээ шаарддаг боловч эрдэмтэд ирэх жил гэхэд аюулгүй, үр дүнтэй коронавирусийн вакцин үйлдвэрлэхээр ажиллаж байна. Судлаачид 48 вакциныг хүний эмнэлзүйн туршилтанд туршиж байгаа бөгөөд дор хаяж 88 эмнэлзүйн өмнөх вакцин амьтдад идэвхитэй судлагдаж байна. Үүнд:

Фаз 1: Аюулгүй байдал, тунг туршиж буй 34 вакцин

Фаз 2: Аюулгүй байдлын өргөтгөсөн туршилтанд 14 вакцин

Фаз 3: Том хэмжээний үр дүнтэй тестийн 11 вакцин

Хязгаарлагдмал: Эрт буюу хязгаарлагдмал хэлбэрээр ашиглахыг зөвшөөрсөн 6 вакцин

Батлагдсан: Бүрэн ашиглахыг зөвшөөрсөн вакцин 0 /тэг/ байна [9].

Тиймээс урьдчилан сэргийлэх вакцин, эмчлэх эмийг аль болох хурдан боловсруулах, эмчилгээний аргыг бүрэн тодорхойлох шаардлагатай байна. Манай

Монгол Улс ч дэлхий даяарх уг өвчний тархалт, эрүүл мэнд, эдийн засгийн сөрөг нөлөө, эрсдэлийг урьдчилан тооцон үзэж сонор сэрэмжээ улам дээшлүүлж, өндөр хяналт тавьж, хариу арга хэмжээнүүдийг сайтар авах хэрэгтэй нь судалгаанаас ажиглагдаж байна.

Бидний энэ удаагийн судалгаа нь зөвхөн тохиолдлууд дээр тоон түгэлтийн загвар үүсгэж таамаглагдсан. Цаашид тодорхой орчны нөхцөл, вакцины нөлөө, насны үзүүлэлт, дархлааны үзүүлэлт зэрэг нэмэгдсэн баттай өгөгдөл үүсвэл онцлог шинжүүдэд тулгуурлан илүү олон төрлийн шинжилгээ хийж, тухайлбал ямар үзүүлэлттэй хүнд ямар эмчилгээ чухал байж болох санал дэвшүүлэх зэрэг байж болох юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Fanelli, D., Piazza, F.: Analysis and forecast of COVID-19 spreading in China, Italy and France. *Chaos, Solitons and Fractals* 134, (2020)
- [2] Hu, Z., Ge, Q., Li, S.R., Jin, L., & Xiong, M.: Artificial Intelligence Forecasting of Covid-19 in China. (2020).
- [3] Yuan, J., Li, M., Lv, G., Lu, Z.: (2020). Monitoring Transmissibility and Mortality of COVID-19 in Europe. *International Journal of Infectious Diseases*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.050>
- [4] H. Guliyev, Determining the spatial effects of COVID-19 using the spatial panel data model. *Spatial Statistics* (2020), doi:<https://doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100443>.
- [5] Scarabel F., Pellis L., Bragazzi N.L. & Wu J., Canada needs to rapidly escalate public health interventions for its COVID-19 mitigation strategies, *Infectious Disease Modelling* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.idm.2020.03.004>.
- [6] Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.
- [7] The Humanitarian Data Exchange page. <https://data.humdata.org/dataset/novel-coronavirus-2019-ncov-cases>. last accessed 2020/04/23.
- [8] Ariunbold, Ch. Montsame. (2020). <https://montsame.mn/mn/read/218274>. last accessed 2020/04/25.
- [9] J. Corum, S. L. Wee and C.Zimmer. The New York Times Company. (2020). <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>. last accessed 2020/10/27

БАТАТГАН СУРАЛЦАХ АРГЫГ РОБОТ СИСТЕМ ИЙН УДИРДЛАГАД АШИГЛАХ НЬ

Ганзориг Батнасан Компьютерийн ухаан ба Програм хангамжийн инженерчлэлийн салбар Арабын Нэгдсэн Эмиратын Их Сургууль Ал-Айн, Арабын Нэгдсэн Эмират Улс gbatnasan5@gmail.com

Луубаатар Бадарч Электроникийн салбар Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийн Мэдээлэл Холбооны Технологийн Сургууль Улаанбаатар, Монгол Улс luubaatar@must.edu.mn

Бямба Дорж Электроникийн салбар Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургуулийн Мэдээлэл Холбооны Технологийн Сургууль Улаанбаатар, Монгол Улс doeo08306@gmail.com

Хураангуй— Энэхүү өгүүллийн хүрээнд машин сургалтын нэг арга болох бататган сургах (Reinforcement learning) аргыг робот системийн удирдлагад хэрхэн хэрэгжүүлэхийг судалж, симуляцийн орчинд саад тойрох робот дээр туршилт хийсэн ба бодит робот дээр хэрэгжүүлсэн. Симуляц хийхдээ робот үйлдлийн систем [1] ашигласан бөгөөд роботийн 3D загварыг urdf форматаар гарган газебо симулятор дээр туршилт явуулсан. Туршилтыг үнэлгээнд суурилсан (Value based) Q сургалт болон давхар гүн Q нейрон сүлжээний аргуудыг ашиглан амжилттай гүйцэтгэсэн. Симуляцийн орчинд сургасан гүн нейрон сүлжээний загварыг бодит робот дээр амжилттай туршсан.

Keywords— Reinforcement learning, бодлого, value based method, Q-learning, Double Deep Q network, машин сургалт, робот үйлдлийн систем, газебо, саад тойрог робот.

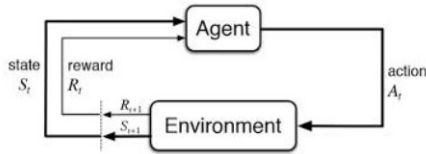
I. ОРШИЛ

Удирдлагын уламжлалт аргууд болон машин сургалтын бусад аргуудыг ашиглан робот системийн удирдлагад өргөн ашиглаж ирсэн хэдий ч энэ нь хүрээлэн буй бодит орчны тодорхойгүй байдал болон тухайн системийн математик бүрэн загварыг боловсруулахад хүндрэлтэй байдаг учир системийн найдвартай ажиллагаа нь хязгаарлагдмал байдаг. Харин бататган суралцах арга нь анх програмчлагдсанаараа бус робот өөрөө тухайн орчинд үйлдэл хийн өгөгдлөө цуглуулан оновчтой үйлдэл хийж сурдаг учир илүү найдвартай бөгөөд хүний үйл ажиллагааг хөнгөвчлөх давуу талтай. Орчин үеийн нейрон сүлжээний загвар нь оролтын олон хэмжээст өгөгдлийн мэдээллийг боловсруулах чадамжтай учир уг загварыг ашиглан мэдрүүрийн өгөгдлөөс шууд роботийн удирдлагыг хийх боломжтой болно. Бид Deep Q Network [5] ашиглан робот дээрх зай хэмжих мэдрүүрийн өгөгдөл болон хурдны утгуудаас хамааран робот саадыг мөргөхгүйгээр урагш явж сурах сургалтыг симуляцийн орчинд хийн уг загварыг бодит робот дээр хэрэгжүүлээ.

II. БАТАТГАН СУРГАЛТ

Бататган сургалтын арга нь ямар нэг програмийн агент оновчтой шийдвэр гаргах буюу үйлдэл хийж сурах арга юм. Агент нь тухайн нөхцөлд оновчтой шийдвэр гаргаж сурахын тулд хугацааны эгшин бүрд системийн гэдрэг холбооны дохио болох шагналыг хүлээж авна. Уг скаляр шагналын дохиог хамгийн их байлгахын тулд одоогийн нөхцөлд ямар үйлдэл хийхийг сурна.

Бусад машин сургалтын хэлбэрүүдээс ялгаатай нь суралцаж буй агентад ямар үйлдэл хийхийг зааж өгөхгүй ба тухайн нөхцөлд үйлдэл нь их шагнал авахыг суралцах ёстой.



Зураг 1. RL-ийн диаграмм

Марковийн шийдвэрийн процесс нь дараах зүйлсүүдээр тодорхойлогдоно.

- Төлвүүдийн олонлог S
- Эхлэх төлөв S_0
- Үйлдлүүдийн олонлог A
- Шилжилт $Pr(s' | s, a)$
- Шагнал $R(s, a, s')$

Хэрэв $Vs' \in S$ болон бүх шагнал $r \in R$ хувьд s төлөв нь дараах нөхцлийг хангаж байвал Марковын нөхцлийг хангана:

$$Pr(S_{t+1} = s_{t+1} | S_t = s_t, A_t = a_t, S_{t-1} = s_{t-1}, A_{t-1} = a_{t-1}, \dots, S_0 = s_0, A_0 = a_0) = Pr(S_{t+1} = s' | S_t = s_t, A_t = a_t) \quad (1)$$

Энд S_1, \dots, S_{t-1} бүх боломжит өмнөх төлвүүд. Марковын чанарын гол санаа нь одоогийн төлөв орчны бүх мэдээллийг агуулсан буюу одоогийн нөхцөлөөс үйлдэл хийхэд дараагийн төлөв рүү шилжих шилжилт нь зөвхөн одоогийн нөхцөлөөс хамаарна.

Бодлого (Policy)

Бодлого нь төлөв бүрийн ($s \in S$) хувьд үйлдлүүдийн ($a \in A$) магадлалын тархалтыг тодорхойлдог функц. Хэрэв агент t хугацааны агшинд π бодлогыг дагадаг бол $\pi(a | s)$ нь тухайн s төлөвд a үйлдлийг хийх магадлал болно. Бататган сургалтад агентийн туршлага нь бодлогын өөрчлөлтийг тодорхойлж өгнө. Математик тэмдэглэгээгээр бодлого нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно:

$$\pi(a | s) = Pr(A_t = a, S_t = s) \quad (2)$$

Бататган суралцах аргын обьектив нь нийт шагналыг их байлгах бодлогыг олох явдал болно.

$$\operatorname{argmax}_{\pi} E_{\pi} \quad (3)$$

Үнэлгээ

Төлвийн үнэлгээ:

$$V^{\pi}(s) = E[G_t | S_t = s, \pi] \quad (4)$$

V утга нь тухайн төлөв s -ээс π бодлогыг даган явахад авах хуримтлагдсан шагналын дундаж утга болно. Беллман тэгшитгэл:

$$V^{\pi}(s) = E[R_{t+1} + \gamma \cdot G_{t+1} | S_t = s, \pi] = E[R_{t+1} + \gamma \cdot V^{\pi}(S_{t+1}) | S_t = s, A_t = \pi(S_t)] = \sum_a \pi(a | s) \sum_r \sum_{s'} Pr(r, s' | s, a) (r + \gamma \cdot V^{\pi}(s')) \quad (5)$$

Төлөв-үйлдлийн үнэлгээ буюу Q- утга

$V^{\pi}(s)$ утга нь тухайн s төлвөөс тухайн π бодлогыг даган явахад авах шагналуудын дундаж утгыг илэрхийлэх бол $Q^{\pi}(s, a)$ (Quality) нь s төлвөөс a үйлдлийг хийсний дараа π бодлогыг даган явахад авах шагналуудын нийлбэрийн дундаж утгыг илэрхийлнэ.

Төлөв, үйлдлийн утга:

$$Q^{\pi}(s, a) = E[R_{t+1} + \gamma \cdot V^{\pi}(S_{t+1})] = E[R_{t+1} + \gamma \cdot Q^{\pi}(S_{t+1}, A_{t+1}) | S_t = s, A_t = a] = \sum_r \sum_{s'} Pr(r, s' | s, a) \quad (6)$$

III. Q-СУРГАЛТ

Үнэлгээ давтах алгоритмууд (Value iteration) $i \rightarrow \infty$ үед Q_i нь оновчтой төлөв-үйлдлийн функц руу нийлнэ [3].

$$Q^{\pi}(s, a) = R + \gamma \cdot \max_{a'} (Q(s', a')) \quad (7)$$

$$Q(s, a) \leftarrow (1 - \alpha) * Q(s, a) + \alpha * \quad (8)$$

Энд α нь сурах хурд (learning rate). Ямар нэгэн төлвөөс үйлдэл хийх болгонд бид дараагийн төлөв болон шагнал авна. Эндээс бид энэ төлвийн үнэлгээ болон шагналыг ашиглан хуучин төлвийн үнэлгээг бодон хуучин төлвийн утгыг шинэчилнэ. α утгыг суралцаж эхлэх үед өндөр утгатай байх бөгөөд суралцах явцад багасгах хэрэгтэй.

Epsilon greedy бодлого

Агент суралцаж эхлэх үед огт мэдлэг байхгүй Q утгууд зөв мэдээлэл өгөхгүй учир санамсаргүй үйлдэл олон удаа хийж турших (exploration) шаардлагатай. Суралцах явцад санамсаргүй үйлдэл хийхээ багасган оновчтой үйлдлүүдээ олон удаа хийх (exploitation) хэрэгтэй. ϵ -greedy бодлого нь ϵ магадлалтайгаар санамсаргүй үйлдэл хийж $1-\epsilon$ магадлалтайгаар оновчтой үйлдлээ хийнэ. Сургалт эхлэх үед ϵ нь өндөр утгатай байх ба суралцах явцад бууруулж хангалттай суралцаж дуусах үед 0 болох хэрэгтэй.

Гүн Q сүлжээ

Tabular Q-learning ашиглан олон хэмжээт мэдрүүрийн оролтоос (Жишээ нь: зураг, яриа) төлвүүдийг үүсгэн шийдвэр гаргаж сурах нь практикт

хүндрэлтэй. Олон хэмжээст мэдрүүрийн өгөгдлөөс Q утгыг тооцоолох функц $f: S \rightarrow Q$ хэрэгтэй. Олон давхаргат нейрон сүлжээ нь төлөв болон Q утгуудын хамаарлыг илэрхийлэх ойролцоологч функц байх боломжтой.

$$L_i(\theta_i) = E_{s,a,p(s)} [(y_i - Q(s, a, \theta_i))^2] \quad (9)$$

, энд $y_i = E_s E_a [r + \gamma \max_{a'} Q(s', a', \theta_i) | s, a]$ нь i дахь давталтын зорих утга (target) ба $p(s, a)$ нь төлвүүд s болон үйлдлүүд a ийн тархалт байна. Q сүлжээг давталтын i утга бүрт тэгшитгэл 9 д $L_i(\theta_i)$ алдааны функцийг утгыг багасгах чиглэлд нейрон сүлжээний параметруудийг тохируулан сургаж болно.

Experience replay

Агшин бүрийн агентийн авч буй дараалсан (s, a, r, s') хосууд хоорондоо өндөр корреляцитай тул нейрон сүлжээг агшин бүрт авч буй туршлагаар сургах нь хүндрэлтэй. Бид experience replay аргыг ашиглана. Уг арга нь агентийн туршлага $e_i = -r$ хугацааны агшин бүрт $D = e_1, e_2, \dots, e_n$ санд хадгална. Q утгыг тооцоолох нейрон сүлжээг оновчлол хийхдээ уг сангаас санамсаргүйгээр багц авах бөгөөд тэр багцаас Q- сургалтын алгоритм ашиглан Q утгыг шинэчлэн алдааны функцийг тооцоолон параметруудийг өөрчилнө. Агшин бүрт /eps-greedy бодлогоор үйлдэл сонгоно.

Double Q-learning

Тэгшитгэл 10 -д дараагийн төлвийн үнэлгээг бодохдоо үйлдэл сонгох болон тооцоолох үйлдлийг нэг ижил функц ашиглан боддог. Гэвч энэ үнэлгээ нь ойролцоолч болон буюу зөв утга биш. Тэгэхээр өндрөөр үнэлсэн утгуудыг (overestimation bias) сонгох эрсдэлтэй.

$$\max_a Q_t(S_{t+1}, a) = Q_t(S_{t+1}, \arg \max_a Q_t(S_{t+1}, a)) \quad (10)$$

Давхар Q-сургалт нь хоёр ялгаатай Q, Q' функцийг ашиглах ба Q утгыг таамаглахдаа 11 болон 12 тэгшитгэлийн аль нэгийг санамсаргүйгээр сонгоно [6].

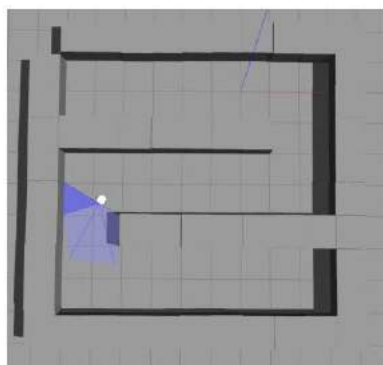
$$R_{t+1} + \gamma \cdot Q'_t(S_{t+1}, \arg \max_a Q_t(S_{t+1}, a)) \quad (11)$$

$$R_{t+1} + \gamma \cdot Q_t(S_{t+1}, \arg \max_a Q'_t(S_{t+1}, a)) \quad (12)$$

IV. ТУРШИЛТ

Q сургалтын алгоритм нь олон удаагийн оролдлого хийдэг тул бодит робот дээр сургалт явуулах нь цаг их болон аюулгүй байдлын хувьд хүндрэлтэй тул симуляцийн орчинд сургалтыг явуулсан. Робот үйлдлийн систем ашиглан роботийн загварыг газбо симуляторт оруулан мэдрүүрүүдийн өгөгдлийг уншин авч удирдлагыг хийсэн. Симуляцийн удирдлага болон бодит роботийн кодийг Python хэл дээр бичсэн. Таван лазерийн цацраг бүрийн хэмжих хязгаар нь 2м ба уг утгуудыг тоймлон 0,1,2 гэсэн 3 боломжит ялгаатай утгатай байхаар тус тус тохируулсан. Ингэснээр нийт боломжит ялгаатай төлвүүдийн тоо нь $|S|=37=2187$ байна. Нийт боломжит үйлдлүүдийг шугаман болон

өнцөг хурдны $([1,0], [0.7,0.5], [0.7,-0.5], [0,1], [0,-1], [-0.8,0])$ хослолуудаар тодорхойлсон. Нийт тэмдэглэх ёстой Q хүснэгтийн хэмжээ нь 2187×6 болно.



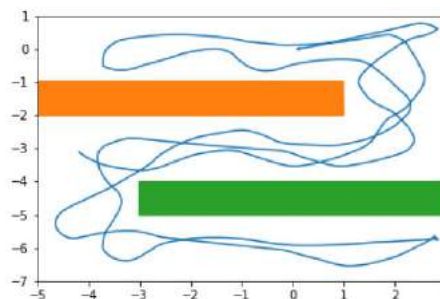
Зураг 2. Газбо симулятор дээрх робот

Роботын авах шагналыг шугаман хурд болон зай хэмжигч мэдрүүрийн утгуудаас хамааруулан тэгшитгэлээр зохиож өгсөн.

$$R = \max(v, 0) + 0.5 * (sensor0 + sensor4) + sensor1 + sensor3 + 2 * sensor2 \quad (13)$$

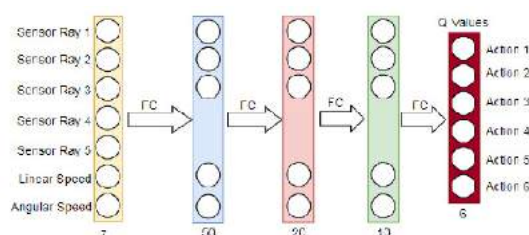
Энд $sensorx$ нь баруун талаас эхлэн зайны утгууд болно. Захын 2 мэдрэгчийн утга шагналд голын зай мэдрэгчийн утгаас бага нөлөө үзүүлэхээр зохиож өгсөн.

Q- хүснэгтийг бөглөж дууссаны дараа роботыг уг хүснэгтээс үйлдлээ сонгон явуулахад явсан замыг зураг 3-т харуулав. Эндээс харахад сааднаас хол явдаг болсныг харж байна.



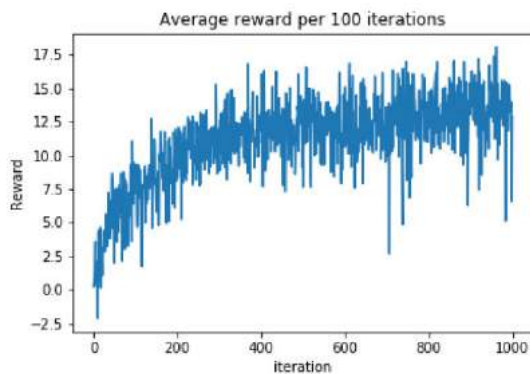
Зураг 3. Q- сургалт хийгдсэний дараах роботийн явсан зам

DQN гүн сүлжээний архитектурыг харгалзан 50, 20, 10 нейронуудтай 3 нууц давхаргатай байхаар зохиосон ба keras сан ашиглан сургасан. Replay buffer ийн хэмжээг 10000 байхаар сонгосон ба нэг удаагийн оновчлол хийх batch ийн хэмжээ нь 32 байхаар сонгосон ба нийт 100000 удаа давтсан. Симуляцийг 6-core Xeon CPU, NVIDIA GeForce TITAN X GPU тэй Dell Precision Tower 7910 компьютер ашиглан 4 цаг зарцуулсан.



Зураг 4. DQN архитектур

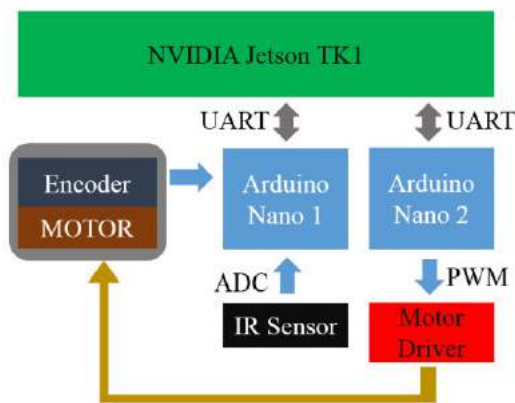
Зураг 5 д сургалтын явцад роботийн 100 алхам тутамд авч буй дундаж шагналыг харуулав. Эндээс агент зөв суралцаж байгааг харж болно.



Зураг 5. 100 алхам тутамд авч буй дундаж шагнал

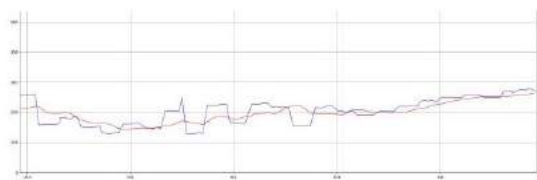
Бодит робот дээрх хэрэгжүүлэлт

Симуляцийн орчинд сургасан DQN загвараа ашиглан бодит роботийг удирдахдаа NVIDIA Jetson TK1 эмбэдэд компьютерийг ашигласан ба газебо симулятор дээрх лазер мэдрэгчийг SHARP GP2Y0A21YK0F IR мэдрүүрээр орлуулсан. Уг мэдрүүр нь аналог гаралттай бөгөөд Jetson TK1 нь АТХ байхгүй учир “Arduino nano” микроконтроллёроор мэдрүүрийн утгыг уншиж TK1 боард руу UART цуваа интерфейсээр дамжуулан авсан. Роботийн моторийг удирдахдаа TK1 ээс “Arduino nano” микроконтроллёр руу өнцөг болон шугаман хурдны утгыг дамжуулах ба микроконтроллёр нь түүнд харгалзах ИӨМ дохиог мотор драйвер луу илгээнэ. Зураг 6 д роботийн бүтцийн схемийг харуулав.



Зураг 6. Бодит роботийн бүтцийн схем

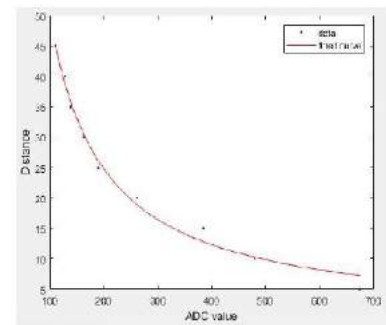
Туршилтаар мэдрүүрээс АТХ ашиглан уншиж авсан дохио нь шуугиантай байсан учир “хөдөлгөөнт дундаж” шүүлтүүрийг ашигласан. Ингэхдээ хамгийн сүүлд уншиж авсан 10 өгөгдлийг эрэмбэлэн голын 6 элементийн дундаж утгыг тооцоонд ашигласан. Зураг 7 д АТХ аас уншиж буй дохио болон шүүлтүүр ашигласан дохиог харуулав.



Зураг 7. АТХ аас уншиж авсан дохио болон шүүсэн дохио

Туршилтаас АТХ ийн утга болон зайны хамаарлын тэгшитгэл нь:

$$distance(m) = 53.09 * adc_{value}^{-1.013}$$



Зураг 7. АТХ ийн утга болон зайны хамаарал



Зураг 8. Бодит туршилтын робот

V. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү ажлаар машин сургалтын нэг салбар болох бататган суралцах аргын онолыг дифференциал удирдлагаг хөдөлгөөнт робот системийн удирдлагад хэрэгжүүллээ. Робот өмнө буй саадыг мөргөхгүйгээр урагш явж сурах алгоритмийг Q- сургалт болон Double-DQN хоёр аргаар симуляцийн орчинд амжилттай туршин бодит робот дээр хэрэгжүүллээ. Бодит орчинд сургалт явуулах нь роботоо гэмтээх болон цаг хугацаа их зарцуулах эрсдэлтэй байна. Цаашид хэрэгжүүлэх ажил нь үйлдлийн олонлог нь төгсгөлгүй байх үед удирдлагын загварыг гаргах аргыг судлах хэрэгтэй. Энэ ажлаар үйлдлийн олонлог нь дискрет буюу хийж болох үйлдлүүд нь төгсгөлөг байх үед хэрэгжүүллээ.

НОМ ЗҮЙ

1. Stanford Artificial Intelligence Laboratory et al. Robotic Operating System. Version ROS Melodic Morenia. May 23, 2018. url: <https://www.ros.org>.
2. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 1998. url: <http://www.cs.ualberta.ca/~sutton/book/thebook.html>
3. Christopher Watkins and Peter Dayan. Technical Note: Q-Learning. In: Machine Learning 8 (May 1992), pp. 279-292. doi: 10.1007/BF00992698.
4. Ian J. Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. <http://www.deeplearningbook.org>. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2016.
5. Volodymyr Mnih et al. Playing atari with deep

- reinforcement learning. In: arXiv preprint arXiv:1312.5602 (2013). url: <https://arxiv.org/pdf/1312.5602.pdf>.
- Hado van Hasselt, Arthur Guez, and David Silver. Deep Reinforcement Learning with Double Q-learning. In: (2015). cite arxiv:1509.06461 Comment: AAAI 2016. url: <http://arxiv.org/abs/1509.06461>
 - L. Joseph. ROS Robotics Projects 2nd Edition. Packt Publishing, 2017. isbn: 9781783554720. url: <https://books.google.mn/books?id=rLkrD-wAAQBAJ>.

ГАНЦ БИЕ ӨНДӨР НАСТНЫ ӨДӨР ТУТМЫН ҮЙЛДЛИЙГ RNN АШИГЛАН ТАНИХ ЗАГВАР

Луубаатар Бадарч, Электроникийн салбар, Шинжлэх Ухаан Технологийн Сургуулийн Мэдээлэл Холбооны Технологийн Сургууль, Улаанбаатар, Монгол Улс, luubaatar@must.edu.mn

Мөнхжаргал Гочоо, Компьютерийн Ухаан, Програм Хангамжийн Инженерчлэлийн Салбар, Мэдээллийн Технологийн Сургууль, Арабын Нэгдсэн Эмира, Улсын Их Сургууль, Ал-Айн, Арабын Нэгдсэн Эмират Улс, mgochoo@uaeu.ac.ae

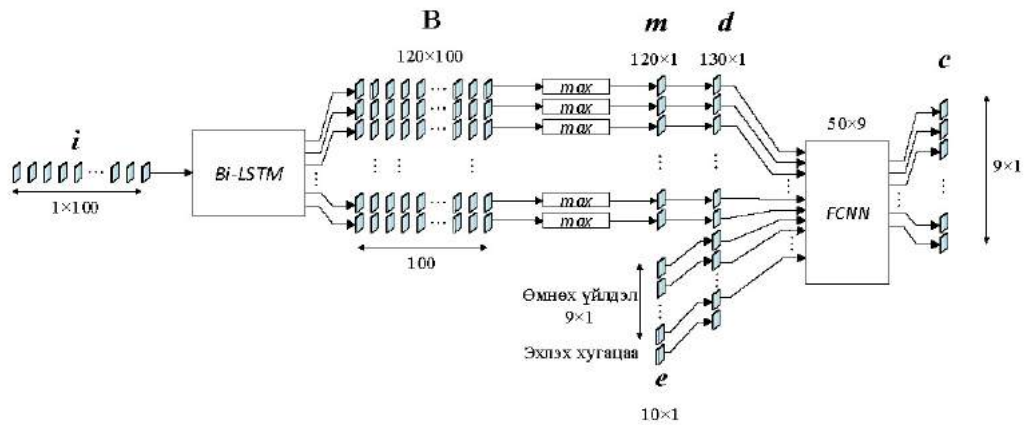
Хураангуй— Ганц биеэр амьдарч байгаа өндөр настнуудыг хянах нь тэднийг эрүүл мэндийн болзошгүй эрсдэлээс урьдчилан хамгаалах, шаардлагатай тохиолдолд хурдан шуурхай тусламж үзүүлж, амь насыг нь аврах боломж олгодог. Ийм системүүдийн нэг гол үүрэг нь оршин суугчийн өдөр тутмын үйлдлийг ялган таних юм. Бид зүүдэг болон камер ашигласан системүүд нь өндөр нарийвчлалтай хяналт, ажиглалт хийх боломж олгодог ч ажиглалтад байгаа хүнд тавгүй, хувийн орон зай өгдөггүй нь ийм төрлийн системүүдийг өндөр настнууд таашаахгүй байх гол шалтгаан юм. Энэ сул талыг нөхөн, өндөр настнуудын хувийн орон зайд халдахгүйгээр тэднийг ажиглаж болох нэг арга нь ердийн хөдөлгөөн танигч мэдрэгчүүдээс тогтох систем ашиглан ажиглалт хийх юм. Бид нэмэлт онцлог элементүүдийг (өмнөх үйлдэл, эхлэх хугацаа) LSTM (Long Short Term Memory)-ээр модулаар гарган авсан онцлог элементүүдтэй залган онцлог вектор үүсгэн бүрэн холбогдсон неороны сүлжээнд (FCNN-Fully Connected Neural Network) өгч оршин суугчийн хөдөлгөөнийг таньдаг аргыг санал болгож байна. Уг аргыг Вашингтон Мужийн Их Сургуулийн CASAS-аас (Center for Advanced Studies in Adaptive Systems) гаргасан нээлттэй өгөгдлийн сан дээр туршсан бөгөөд уг өгөгдлийн сан дээр туршсан бусад загваруудаас илүү үр дүн үзүүлж байгаа юм.

Түлхүүр үг—өмнөх үйлдэл, эхлэх хугацаа, өндөр насныг ажиглах, үйлдэл таних, машин сургалт

I. ОРШИЛ

Сүүлийн хэдэн арванд хүн төрөлхтөн урьд байгаагүйгээр хөгширч тэр дундаа ганцаар амьдрах ахмад настнуудын тоо хурдацтай нэмэгдэж байна. Тодруулвал, дэлхий дээрх 65-аас дээш настнуудын тоо 2018 онд анх удаа таваас доош настнуудын тооноос давсан. Цаашлаад 2050 он гэхэд дэлхий дээрх 65-аас дээш настнууд одоогийнхоос хоёр дахин ихсэж 1.5 тэрбум хүрэх бөгөөд энэ нь тухайн үеийн 15-24 настнуудын тооноос давах хандлагатай юм [1][2]. Дэлхий даяар өндөр орлоготой болон бага орлоготой улсуудын аль алинд дундаж наслалт өсөж байна [3][4].

Үүн дээр нэмээд өндөр настнууд ганцаар амьдрах амьдралын хэвшлийг илүүд үзэх болсон нь анзаарагдаж байна [5], [6]. Хувийн орон зайгаа эрхэмлэх болсон



Зур. 1. Санал болгож буй загвар.

нь үүний нэг шалтгаан юм. Гэхдээ ганцаар амьдарч буй өндөр настан ганцаардал, өвчлөл, гэмтэл бэртэлд өртөх магадлал өндөртэй байдаг [7]. Тиймээс өндөр настнуудын өдөр тутмын амьдралын үйлдлүүдийг хянах нь тэдний идэвхитэй амьдралын түвшинг тодорхойлоход нэн чухал [8].

Биед зүүдэг төхөөрөмжүүдийг ашиглан хүний өдөр тутмын үйлдлийг ялган таньдаг системүүдийн хөгжүүлэлт судалгааны ажлууд хийгдсээр байна [9], [10]. Ийм төрлийн системүүд нь ойчих гэх мэт хэвийн бус үйлдлүүд, зарим өвчнийг эрт оношлох, зарим төрлийн өвчтэй хүмүүсийн хэвийн бус үйлдлүүдийг танихад ашиглагдаж байна. Биед зүүдэг төхөөрөмжүүд нь энэ бүхэнтэй холбоотой хүний хөдөлгөөний талаарх нарийн мэдээллүүдийг өгдөг ч хүний арьсанд хүрдэг, биенд байнга зүүлттэй байх шаардлагатай, зай хураагуурын цэнэг дуусах зэрэг төвөгтэй байдлуудаас болж өдөр тутмын амьдралд хэрэглэхэд тохиромжгүй байдаг [11].

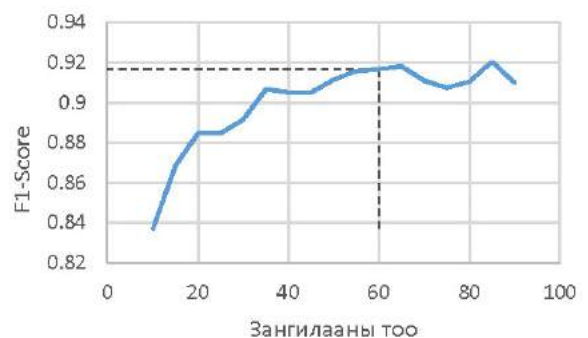
Биед зүүдэг төхөөрөмжүүдийн үүсгэдэг таагүй байдлыг камер ашигласан үйлдэл таних системүүд устгадаг [12]. Хэдийгээр камерт суурилсан системүүд нь хүний биеийн байрлал, хөдөлгөөний талаар өндөр нарийвчлалтай мэдээлэл өгдөгч хувийн орон зайг устгадаг нь түүний гол сул тал юм. Судалгаагаар өндөр настнууд хөндлөнгөөс нөлөөлдөггүй ажиглалтын системүүдийг илүүд үздэг байна [13].

Хүний биед зүүдэггүй, хувийн орон зайг нь эвддэггүй системийн нэг шийдэл нь орон сууцны идэвхигүй хэт улаан туяаны хөдөлгөөн мэдрэгчүүдээр тоноглож өдөр тутмын хөдөлгөөнийг хянах арга юм [14]. Ийм системээс авсан мэдээлэлд тулгуурлан хүний өдөр тутмын үйлдлийг ялган таних сүүлийн үеийн аргуудаас ихэнх нь машин сургалтад тулгуурласан байна. Эдгээр загваруудыг туршихад төрөл бүрийн нээлттэй өгөгдлийн сангуудыг ашигласны дотроос Вашингтон Мужийн Их Сургуулийн CASAS-аас (Center for Advanced Studies in Adaptive Systems) гаргасан Aruba өгөгдлийн сан өргөн ашиглагддаг юм [15]. Бидний өмнөх ажилд [16] Deep Convolutional Neural Network (DCNN) ашигласан нь тухайн үед Aruba өгөгдлийн санг ашигласан бүхий л загваруудаас илүү гүйцэтгэлтэй байсан. Үүнээс гадна сүүлийн үеийн аргуудыг ажиглавал алинд ч нэмэлт онцлог элементүүдийг ашиглаагүйг анзаарч болно [16]–

[20].

Бид энэхүү ажлаар хут улаан туяаны хөдөлгөөн мэдрэгчээр тоноглогдсон байранд ганцаар амьдарч буй хүний өдөр тутмын хөдөлгөөнийг ялган таних загварыг санал болгож байна. Энэ загвар нь RNN (Recurrent Neural Network) буюу цуваа өгөгдлийг боловсруулахад зориулагдсан гүн сургалтын загвараар тохирох онцлог элементүүдийг ялган түүн дээр өмнөх үйлдэл, эхлэх хугацаа гэсэн 2 нэмэлт онцог элементүүдийг залган бүрэн холбогдсон нероны сүлжээний (FCNN-Fully Connected Neural Network) оролтонд өгөх замаар өдөр тутмын үйлдүүдийг ялган таньдаг. Бидний загвар CASAS нээлттэй өгөгдөл дээр туршилт хийсэн бусад загваруудаас илүү гүйцэтгэлтэй байсан бөгөөд F1-score нь 0,917 хүрсэн.

Энэхүү өгүүлэл нь дараах бүтэцтэй: II хэсэгт санал болгож буй загварыг, III хэсэгт үр дүнг тайлбарласан. IV бүлэгт дүгнэлт, цаашид гүйцэтгэх ажлуудын талаар дурдсан.



Зур. 2. Bi-LSTM-ийн зангилааны тоонд харгалзах F1-score-ийн график.

II. АРГАЧЛАЛ

Санал болгож буй загвар нь 2 чиглэлт LSTM (Bi-LSTM)-ийг ашиглан онцлог элементүүдийг гарган авч нэмэлт онцлог элементүүд болох өмнөх үйлдэл, эхлэх хугацаатай залган FCNN-ээр өдөр тутмын үйлдлүүдийг ялган таньж байна.

A. Загварын архитектур

Зур. 1-д санал болгож буй загварын архитектурыг харуулав. Урьдчилан боловсруулагдсан мэдрэгчүүдийн

өгөгдөл $i_T = \{i_p, i_p, i_p, \dots, i_{99}\}$ 60 зангилаатай Bi-LSTM RNN-д өгөгдөнө. Бодит байдал дээр оролтонд орж буй өгөгдлийн урт тогтмол биш учраас 100-аас бага урттай өгөгдлийн хувьд тэгүүдээр дүүргэх замаар оролтын уртыг 100 болгодог.

$$i = \begin{cases} \{z, s\}^T; & l < 100 \\ \{s_{l-99}, \dots, s_l\}^T; & l \geq 100 \end{cases} \quad (1)$$

Дээрх томъёоны хувьд s нь l урттай хөдөлгөөнийг илэрхийлэх оролтын цуваа, z нь түүний урт 100-аас бага үед 100 урттай болгож дүүргэх тэгүүдийн цуваа юм.

Ердийн LSTM-ийг ашиглах үед F1-score нь 0,842 гарч байгаа нь Bi-LSTM ашигласан үеийнхээс бага байна. Bi-LSTM-ийн зангилаануудын тоог 60 байвал тохиромжтой болохыг туршилтаар тогтоосон бөгөөд энэ нь F1-score тогтворжиж эхлэсэн үеийн хамгийн цөөн зангилааны тоо юм (Зур. 2).

ХҮСНЭГТ I. ОДООГИЙН ҮЙЛДЭЛ БОЛОН ӨМНӨХ ҮЙЛДЛИЙН ХАМААРАЛ

Pre-activity \ Activity	Work	Wash_Dishes	Sleeping	Relax	Meal_Preparation	Eating	Bed_to_Toilet	Enter_Home	Leave_Home
Work	10	2	0	29	4	1	0	8	0
Wash_Dishes	1	1	0	19	2	31	0	0	0
Sleeping	1	0	3	35	0	0	15	0	0
Relax	1	2	0	25	21	1	0	4	0
Meal_Preparation	1	0	13	15	19	1	0	5	0
Eating	0	0	0	2	43	8	0	1	0
Bed_to_Toilet	0	0	54	0	0	0	0	0	0
Enter_Home	0	0	0	0	0	0	0	0	54
Leave_Home	0	1	0	24	7	8	0	14	0

LSTM нь дараах томъёонд захирагдана.

LSTM нь дараах томъёонд захирагдана.

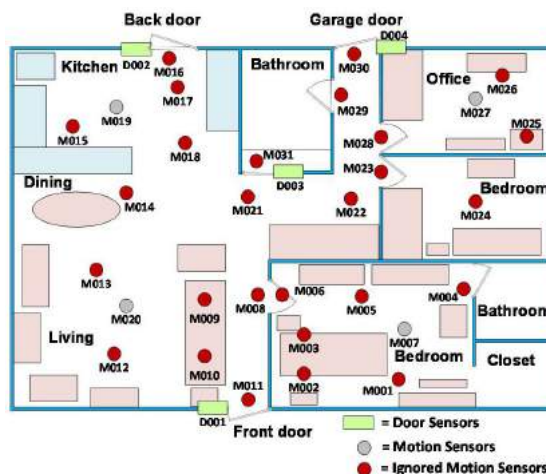
$$\begin{aligned} \tilde{c}^{<t>} &= \tanh(W_c[a^{<t-1>}, x^{<t>}] + b_c) \\ \Gamma_u &= \sigma(W_u[a^{<t-1>}, x^{<t>}] + b_u) \\ \Gamma_f &= \sigma(W_f[a^{<t-1>}, x^{<t>}] + b_f) \\ \Gamma_o &= \sigma(W_o[a^{<t-1>}, x^{<t>}] + b_o) \\ c^{<t>} &= a^{<t>} \Gamma_u \tilde{c}^{<t>} + \Gamma_f c^{<t-1>} \\ a^{<t>} &= \Gamma_o \tanh c^{<t>} \end{aligned} \quad (2)$$

Зур. 1-ээс харвал Bi-LSTM-ийн гаралтын векторууд V матрицыг үүсгэдэг бөгөөд уг матрицын мөр бүр онцлог элементийг илэрхийлж, багана бүр нь оролтын цувааны нэг элементэд харгалзах Bi-LSTM-ийн гаралтандаа гаргаж буй онцлог элементүүдийн векторыг дүрслэнэ. Иймд V матрицын хэмжээ 120×100 нь Bi-LSTM-ийн зангилааны тоо болон оролтын хугацааны алхам болох 100-ийн үр дүн юм.

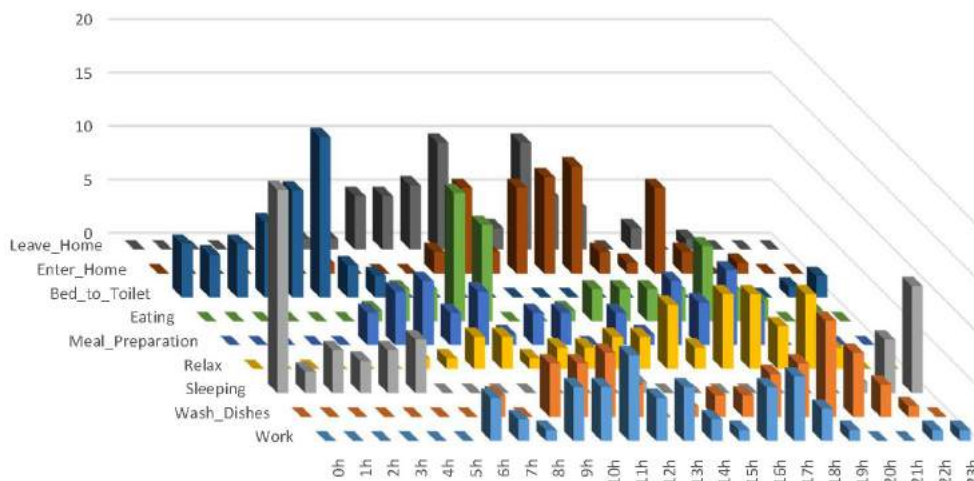
Үүний дараа V матрицын мөрүүдийн дагуу хамгийн их утгыг нь авах замаар (max-pooling) онцлог элементүүдийн векторыг үүсгэнэ.

$$m_k = \max\{b_{k1}, b_{k2}, b_{k3}, \dots, b_{k100}\} \quad (3)$$

Энд k нь онцлог векторын элементийн дугаар буюу V матрицын мөрийн дугаар юм.



Зур. 4. Aruba туршилтын байранд хөдөлгөөн мэдрэгч хаалганы мэдрэгчүүдийг дүрсэлсэн байдал.



Зур. 3. Өдөр тутмын үйлдлүүд болон эхлэх хугацааны хамаарлын график.

$$\begin{aligned} e^T &= [p^T, t_s], \\ d^T &= [m^T, e^T]. \end{aligned} \quad (4)$$

Нэмэлт онцлог вектор e нь өмнөх үйлдэл болох p , эхлэх хугацаа болох t_s -ээс тогтоно (томъёо 4). Bi-LSTM-ээс гарган авсан онцлог вектор m нэмэлт онцлог вектор e -г залган онцлог вектор d -ийг үүсгэж байна (томъёо 5).

Өмнөх үйлдэл p нь 9×1 хэмжээтэй $1/0$ -оос тогтох вектор байна. Эхлэх хугацаа t_s нь тухайн үйлдэл эхлэх цагийг илэрхийлнэ. Одоогийн үйлдэл нь өмнөх үйлдээс өндөр хамааралтай байх нь мэдээж юм. Энэ хамаарлыг Хүснэгт I-д харуулав. Хүснэгтэнд байгаа утгууд одоогийн үйлдлүүд бусад үйлдлүүдийн дараа хэр олон удаа давтагдаж байгаа хамаарлыг харуулсан. Жишээлбэл: Sleeping (унтах) үйлдэл ихэнхдээ Bed_to_Toilet (орноос бие засах өрөө рүү) үйлдлийн дараа тохиолдож байна.

Зур. 3-д эхлэх хугацаа өдөр бүрийн үйлдлүүдтэй ямар хамааралтай байгааг 3 хэмжээст графикаар харуулав.

Эндээс харахад өдөр тутмын үйлдлүүдийн эхлэх хугацаа нь өдрийн 24 цагийн тодорхой завсарт тохиолдож байгаа нь өндөр хамааралтай болохын баталгаа юм.

FCNN нь өдөр тутмын үйлдүүдийг онцлог векторуудаас ялган таньж байгаа хэсэг юм. Гаралтын давхрага, далд давхрагын идэвхижилтийн функц нь харгалзан сигмойд болон ReLu, далд давхрага нь 50 зангилаатай. Оролтын вектор d нь ялган авсан онцлог вектор m , өмнөх үйлдэл p , эхлэх хугацаа t_s -үүдээс тогтоно. Бүрэн холбогдсон нероны сүлжээ нь дараах томъёонд захирагдана.

$$\begin{aligned} a^h &= \text{ReLu}(\mathbf{W}^h d + b^h), \\ a^o &= \sigma(\mathbf{W}^o a + b^o), \end{aligned} \quad (6)$$

Үүнд a^h , a^o далд болон гаралтын давхрагуудын гаралтууд юм.

В. Өгөгдлийн сан

Бид нээлттэй өгөгдлийн сан CASAS-ийг [15] хэрэглэсэн. CASAS нь нэг юм уу хэд хэдэн оршин суугчтай байрнуудаас цуглуулсан 64 нээлттэй өгөгдлүүдтэй сан юм. Оршин суугчийнх нь байрласан хугацаа, төрөл бүрийн танилтын загваруудыг үнэлсэн давтамж зэрэг нь Aruba өгөгдлийн санг хэрэглэх шалтгаан болсон юм. Зур 4-т үзүүлсэн Aruba нь эмэгтэй өндөр настан ганцаар 7 сарын турш амьдарсан ухаалаг байрны план зураг юм. Уг байрыг 31 утасгүй холболттой хөдөлгөөн таних мэдрэгчүүд, дөрвөн дулааны мэдрэгч, дөрвөн хаалганы мэдрэгчээр тоногдсон. Бид зөвхөн хөдөлгөөний мэдээллийг ашиглах зорилготой тул дулааны мэдрэгчүүдийг Зур. 4-д тэмдэглээгүй [16].

Нээлттэй өгөгдлийн сангийн бүтцийг Зур. 5-д харуулав. Мэдрэгчийн идэвхжил бүрийг тохиолдсон өдөр, цаг, мэдрэгчийн төлөв, тэмдэглэлийн хамт бүртгэсэн байна. Уг өгөгдлийн санд 2010-11-4-ий өдрөөс 2011-06-11-ий өдөр хүртэлх 219 өдрийн

үйлдүүдийг нийт 1 719 557 тохиолдлуудаар бүртгэсэн. Зур. 5-д 2011-05-15- ны шөнө тохиолдсон Sleeping болон Bed_to_Toilet хоёр үйлдлүүдийн тохиолдлуудыг харуулав. Bed_to_Toilet үйлдэл нь Sleeping үйлдлийн дундуур тохиолдож байгаа нь бодит байдалд тохиолдох хувилбар болохыг харуулж байна.

Date	Time	Sensor status	Annotation
2011-05-15	04:22:43.082116	M003	ON
2011-05-15	04:22:44.624551	M003	OFF Sleeping end
2011-05-15	04:22:46.649038	M005	ON
2011-05-15	04:22:50.398987	M004	ON Bed_to_Toilet begin
2011-05-15	04:22:50.472761	M005	OFF
2011-05-15	04:22:57.782528	T005	21
2011-05-15	04:22:58.533178	M004	OFF
2011-05-15	04:22:58.623508	M007	OFF
2011-05-15	04:25:44.619463	M004	ON
2011-05-15	04:25:45.993194	M007	ON
2011-05-15	04:25:50.590135	M004	OFF Bed_to_Toilet end
2011-05-15	04:25:50.727788	M005	ON
2011-05-15	04:25:52.659384	M005	OFF
2011-05-15	04:25:55.446432	M003	ON Sleeping begin
2011-05-15	04:25:57.258257	M007	OFF

С. Өгөгдлийн сангийн урьдчилан боловсруулалт

Тэнцвэртэй харьцуулах нөхцлийг хангахын тулд [20]- д хийсэн өгөгдөл урьдчилан боловсруулах аргыг ашигласан. Aruba өгөгдлийн сан нь нийт 1 719 577 боловсруулаагүй өгөгдөлтэй. Эхний ээлжинд хамааралгүй өгөгдлүүдийг (дулааны мэдрэгчийн өгөгдлүүд) хассан тул үр дүнд нь 1 602 981 өгөгдөл үлдсэн. Өгөгдлийн форматыг жигдлэхийн тулд “OPEN”, “CLOSE” тэмдэглэгээнүүдийг харгалзан “ON”, “OFF”-оор сольсон. “OFF”-ийн буруу хувилбаруудыг (“OF”, “OFF5” гэх мэт) засварлаж “OFF” болгосон. Дэвшүүлж байгаа загвараа 10 fold cross-validation аргаар үнэлсэн. Бүртгэгдсэн үйлдлүүдээс Resperate, Housekeeping үйлдлүүд нь хэт цөөн буюу харгалзан 6 болон 33 удаа бүртгэгдсэн тул загварыг сургахад ашиглаагүй. Aruba өгөгдлийн сангийн үйлдлүүдийн тохиолдлууд нь 6-2919 хооронд ялгаатай тоотой буюу баланслагдаагүй бөгөөд баланслахын тулд үйлдэл бүрээс 60 тохиолдлийг санамсаргүйгээр авч 10 fold-д хувааснаар fold бүрт 6 тохиолдол оногдсон. Тиймээс сургах болон шалгах хэсгүүдэд өгөгдлийг 90%, 10%-аар хуваавал тохиолдлуудын тоо нь харгалзан 54, 6 болж байна.

D. Үнэлгээний хэмжигдэхүүнүүд

Өмнө өгүүлсэнчлэн бид 10-fold cross validation аргыг загвараа үнэлэхэд хэрэглэж байгаа бөгөөд тэнцвэртэй үнэлгээ хийхийн тулд ялган таних зорилготой 9 үйлдэл бүрийн өгөгдлөөс 60 тохиолдлыг санамсаргүйгээр авсан тул нийт 540 тохиолдлыг үнэлгээнд ашиглаж байгаа юм. Дэвшүүлсэн загвар маань дараах хэмжүүрүүдээр үнэлэгдсэн. Эдгээр нь: Recall, Precision, F1 score, Specificity, Accuracy, Error. Эдгээр хэмжигдэхүүнүүд нь загварын үнэн болон худал таамаглалуудаас гарч ирнэ: TP (true positive-үнэн эерэг), TN (true negative-үнэн сөрөг), FP (false positive-худал эерэг), and FN (false negative-худал сөрөг). Хэмжүүрүүдийг дараах аргаар бодно:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}, \quad (7)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}, \quad (8)$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP}, \quad (9)$$

ХҮСНЭГТ II ҮЙЛДЭЛ БҮРИЙН ТОХИОЛДЛУУДЫН ТОО

	Activities	Number of instances
1	Meal Preparation	1606
2	Relax	2919
3	Eating	257
4	Work	171
5	Sleeping	401
6	Wash Dishes	65
7	Bed to Toilet	157
8	Enter Home	431
9	Leave Home	431
10	Housekeeping	33
11	Respirate	6

$$F1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} * 100$$

$$Error = 100 - Accuracy$$

Е. Техникийн үзүүлэлтүүд

Сургалтыг DGX1 суперкомпьютер дээр явуулсан бөгөөд тестийг энгийн сервер компьютер дээр явуулсан. Сервер компьютер нь Dell Workstation 7910 зургаан цөмтэй Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2603 v3 @ 1.60 GHz, 16GB RAM, and GTX Titan X GPU үзүүлэлттэй.

III. ҮР ДҮН

A. “Өмнөх үйлдэл” нэмэлт онцлог элементтэй үеийн танилт

10-fold cross-validation ашиглан нэмэлт онцлог элементүүдтэй үеийн үнэлгээний үр дүнг Хүснэгт III-д харуулав. Хүснэгтийн зүүн хагаст үйлдлүүдийн зөрчлийн (confusion) матрицыг харуулав. Харин баруун хагаст нь үнэлгээний хэмжүүрүүд болох precision, recall, specificity, F1 score, accuracy, error зэргийг харуулав. Хамгийн сайн үзүүлэлт Enter_Home үйлдэл дээр precision, recall, specificity, F1 score, accuracy зэрэг нь харгалзан 0.997, 1.000, 1.000, 0.978, 99.96% утгатай гарч байна. Хоёр дах болон гурав дах хамгийн сайн үзүүлэлтүүд нь Bed_to_Toilet, Leave_Home үйлдлүүд юм. Тэдгээрийн F1 score нь харгалзан 0.990 and 0.987 утгатай гарсан. Харин хамгийн муу танигдаж байгаа нь харгалзан 0.824, 0.821 F1 score-той Meal_Preparation, Wash_Dishes үйлдлүүд юм.

B. “Өмнөх үйлдэл” нэмэлт онцлог элементгүй үеийн танилт

Хүснэгт IV-д 10-fold cross-validation аргаар “өмнөх үйлдэл” нэмэлт онцлог элементгүй үеийн үнэлгээний үр дүнг харуулав. Bed_to_Toilet үйлдлийг хамгийн сайн үзүүлэлтүүд болох precision, recall, specificity, F1 score, accuracy хэмжүүрүүд нь харгалзан 0.907, 0.973, 0.988, 0.939, and 98.59% байна. Харин хамгийн муу үзүүлэлтийг болох Leave_Home үйлдэл дээр 0.526 F1 score-ийг харуулж байна. Энэ нь Bed_to_Toilet

ХҮСНЭГТ III

ӨМНӨХ ҮЙЛДЭЛ ОНЦЛОГ ЭЛЭМЭНТ АШИГЛАЖ БАЙХ ҮЕИЙН ЗӨРЧЛИЙН МАТРИЦ БОЛОН ЗАГВАРЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ХЭМЖҮҮРҮҮД

Prediction \ Activity	Work	Wash_Dishes	Sleeping	Relax	Meal_Preparation	Eating	Bed_to_Toilet	Enter_Home	Leave_Home	Precision	Recall	Specificity	F1 score	Accuracy	Error
Work	0.913	0.007	0.040	0.010	0.000	0.027	0.000	0.000	0.003	0.881	0.913	0.985	0.897	97.667	2.333
Wash Dishes	0.010	0.833	0.000	0.013	0.133	0.010	0.000	0.000	0.000	0.809	0.833	0.975	0.821	95.963	4.037
Sleeping	0.047	0.000	0.937	0.010	0.000	0.003	0.003	0.000	0.000	0.934	0.937	0.992	0.935	98.556	1.444
Relax	0.023	0.003	0.010	0.900	0.013	0.047	0.000	0.000	0.003	0.918	0.900	0.990	0.909	98.000	2.000
Meal Preparation	0.003	0.173	0.003	0.000	0.817	0.003	0.000	0.000	0.000	0.831	0.817	0.979	0.824	96.111	3.889
Eating	0.040	0.010	0.010	0.047	0.020	0.873	0.000	0.000	0.000	0.907	0.873	0.989	0.890	97.593	2.407
Bed to Toilet	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.990	0.000	0.007	0.990	0.990	0.999	0.990	99.778	0.222
Enter Home	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.997	1.000	1.000	0.998	99.963	0.037
Leave Home	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.003	0.987	0.987	0.987	0.998	0.987	99.704	0.296
Mean value (all)										0.917	0.917	0.990	0.917	98.148	1.852

ХҮСНЭГТ IV

ӨМНӨХ ҮЙЛДЭЛ ОНЦЛОГ ЭЛЭМЭНТ АШИГЛААГҮЙ ҮЕИЙН ЗӨРЧЛИЙН МАТРИЦ БОЛОН ЗАГВАРЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ХЭМЖҮҮРҮҮД

Prediction \ Activity	Work	Wash_Dishes	Sleeping	Relax	Meal_Preparation	Eating	Bed_to_Toilet	Enter_Home	Leave_Home	Precision	Recall	Specificity	F1 score	Accuracy	Error
Work	0.870	0.000	0.02	0.037	0.000	0.073	0.000	0.000	0.000	0.759	0.870	0.965	0.811	95.481	4.519
Wash Dishes	0.007	0.617	0.000	0.003	0.360	0.013	0.000	0.000	0.000	0.613	0.617	0.951	0.615	91.407	8.593
Sleeping	0.143	0.000	0.793	0.033	0.000	0.027	0.003	0.000	0.000	0.952	0.793	0.995	0.865	97.259	2.741
Relax	0.073	0.017	0.003	0.827	0.01	0.06	0.007	0.000	0.003	0.808	0.827	0.975	0.817	95.889	4.111
Meal Preparation	0.007	0.343	0.000	0.000	0.630	0.02	0.000	0.000	0.000	0.618	0.630	0.951	0.624	91.556	8.444
Eating	0.037	0.023	0.01	0.123	0.02	0.787	0.000	0.000	0.000	0.803	0.787	0.976	0.795	95.481	4.519
Bed to Toilet	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.973	0.02	0.003	0.907	0.973	0.988	0.939	98.593	1.407
Enter Home	0.007	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.023	0.653	0.310	0.578	0.653	0.940	0.613	90.852	9.148
Leave Home	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.457	0.470	0.597	0.470	0.960	0.526	90.593	9.407
Mean value (all)										0.737	0.736	0.967	0.734	94.123	5.877

ХҮСНЭГТ V
ТӨРӨЛ БУРИЙН МОДУЛУУДТАЙ ҮЕИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ

Model	Pre-activity	Begin timestamp	No. of LSTM nodes	No. of Bi-LSTM nodes	Precision	Recall	Specificity	F1 score	Accuracy	Error
1	✓	✓	60	-	0.844	0.843	0.980	0.842	96.510	3.490
2	-	-	60	-	0.495	0.484	0.935	0.474	88.527	11.473
3	✓	✓	-	60	0.917	0.917	0.990	0.917	98.148	1.852
4	✓	✓	-	50	0.906	0.905	0.988	0.905	97.893	2.107
5	✓	✓	-	20	0.886	0.885	0.986	0.885	97.440	2.560
6	-	✓	-	60	0.737	0.736	0.967	0.734	94.123	5.877
7	✓	-	-	60	0.893	0.891	0.986	0.892	97.588	2.412
8	-	-	-	60	0.711	0.714	0.964	0.712	93.654	6.346

үйлдлийнхээс 44% доогуур үзүүлэлт юм.

Энэ моделийн хамгийн сайн үзүүлэлт нь “өмнөх үйлдэл” нэмэлт онцлог элдэмэнттэй моделийн хамгийн сайн үзүүлэлтээс 5.9% доогуур байгаа бол хамгийн муу үзүүлэлт нь 35.9% доогуур утгатай байна.

C. Санал болгож буй загварийн ялгаатай модулуудтай үеийн харьцуулалт

Хүснэгт V-д санал болгож буй загварын нэмэлт онцлог элементүүдтэй болон тэдгээрийг агуулаагүй загвар, нэг болон хоёр чиглэлт LSTM RNN-ийн ялгаатай тооны зангилаануудтай үеийн загваруудыг харьцуулсан. Хамгийн өндөр F1 score 0.917-г нэмэлт онцлог элементүүд болох “өмнөх үйлдэл”, “эхлэх хугацаа”-г агуулсан, 60 зангилаатай Bi-LSTM-тэй 3-р загвар харуулж байна. 2 дах хамгийн сайн үзүүлэлтийг нэмэлт онцлог элементүүдийг агуулсан 50 зангилаатай Bi-LSTM-тэй 4-р загвар 0.905 F1 score-оор харуулж байна. Харин 3 дах хамгийн өндөр үзүүлэлтийг нэмэлт онцлог элемент “өмнөх үйлдэл”, 60 зангилаатай Bi-LSTM-тэй 7-р загвар 0.892 F1 score-оор харуулж байна. Хамгийн муу үзүүлэлтийг нэмэлт онцлог элемент агуулаагүй, 60 зангилаатай ердийн LSTM-тэй загвар 0.495 утгатай F1 score-оор харуулж байна.

ХҮСНЭГТ VI

СҮҮЛИЙН ҮЕИЙН ЗАГВАРУУДТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН БАЙДАЛ

No.	Model	Year	F1 score
1	DCNN [17]	2018	0.79
2	P-SVM [18]	2017	0.82
3	RNN model [19]	2018	0.85
4	STA Method 2 [20]	2019	0.863
5	Our model	Proposed	0.917

D. Сүүлийн үеийн загваруудтай харьцуулсан байдал

Хүснэгт VI-д бидний санал болгож буй загварыг сүүлийн үеийн CASAS нээлттэй өгөгдлийн сан дээр туршигдсан загваруудтай харьцуулсан. Дэвшүүлж буй загвар маань хамгийн өндөр үзүүлэлт болох 0.917 F1 score үзүүлж байгаа нь түүнд хамгийн ойрхон 2 загварын [20][19] үзүүлэлтээс харгалзан 6.26%, 16% өндөр байна. RNN ашигласан өмнөх судалгаануудтай харьцуулахад [18][19] манай загварын үзүүлэлт харгалзан 11.8%, 7.88% илүү байна.

IV. ДҮГНЭЛТ

Бид хүний хувийн орон зайд халддаггүй үйлдэл таних загварыг санал болголоо. Уг загвар нь Bi-LSTM-ээр гаргаж авсан онцлог элементүүдийг нэмэлт

онцлог элементүүдтэй залган ганц бие өндөр настны өдөр тутмын үйлдлийг ялган танихад ашигладаг. Загварын сургаж шалгахад CASAS-ийн Aruba нээлттэй өгөгдлийн санг хэрэглэсэн. Уг сангийн өгөгдлийг өндөр настай эмэгтэй урт хугацааны турш амьдарсан ердийн хөдөлгөөн мэдрэгчээр тоноглогдсон ухаалаг байшингаас цуглуулсан юм. Манай загвар CASAS-ийн Aruba сан дээр шалгагдсан хамгийн сүүлийн үеийн загваруудаас илүү үзүүлэлттэй буюу 0.917 F1 score үзүүлсэн нь хамгийн ойролцоо загвараас 6.26% илүү байгаа юм.

Цаашид хамгийн муу танигдсан үйлдлүүд буюу Meal Preparation, Wash Dishes зэргийг дулааны болон чийгний мэдрүүрийн өгөгдлийг оролцуулах замаар сайжруулж болох юм. Мөн судалгааг үргэлжлүүлэн олон оршин суугчтай орчинд өдөр тутмын үйлдэл таних загварыг хөгжүүлэх шаардлагатай.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] UN DESA, World population prospects 2019, no. 141. 2019.
- [2] E. M. Grundy and M. Murphy, “Population ageing in Europe,” in Oxford Textbook of Geriatric Medicine, 2017, p. 11.
- [3] D. Cutler, A. Deaton, and A. Lleras-Muney, “The determinants of mortality,” J. Econ. Perspect., vol. 20, no. 3, pp. 97–120, 2006.
- [4] S. Peltzman, “Mortality inequality,” J. Econ. Perspect., vol. 23, no. 4, pp. 175–190, 2009.
- [5] G. Johnstone et al., “Interventions to improve the health and wellbeing of older people living alone: A mixed-methods systematic review of effectiveness and accessibility,” Ageing Soc., pp. 1–50, 2019.
- [6] H. J. Kwon, J. U. Jeong, and M. Choi, “Social relationships and suicidal ideation among the elderly who live alone in Republic of Korea: A logistic model,” Inq. J. Heal. Care Organ. Provision, Financ., vol. 55, 2018.
- [7] M. Zali, A. Farhadi, M. Soleimanifar, H. Allameh, and L. Janani, “Loneliness, fear of falling, and quality of life in community-dwelling older women who live alone and live with others,” Educ. Gerontol., vol. 43, no. 11, pp. 582–588, 2017.
- [8] I. Rodríguez, G. Cajamarca, V. Herskovic, C. Fuentes, and M. Campos, “Helping Elderly Users Report Pain Levels: A Study of User Experience with Mobile and Wearable Interfaces,” Mob. Inf. Syst. 2017, 2017.
- [9] M. M. Baig, S. Afifi, H. Gholamhosseini, and

- F. Mirza, "A Systematic Review of Wearable Sensors and IoT-Based Monitoring Applications for Older Adults – a Focus on Ageing Population and Independent Living," *J. Med. Syst.*, vol. 43, no. 8, p. 233, 2019.
- [10] Z. Wang, Z. Yang, and T. Dong, "A review of wearable technologies for elderly care that can accurately track indoor position, recognize physical activities and monitor vital signs in real time," *Sensors (Switzerland)*, vol. 17, no. 2, p. 341, 2017.
- [11] S. Kekade et al., "The usefulness and actual use of wearable devices among the elderly population," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 153, pp. 137–159, 2018.
- [12] N. Zouba, B. Boulay, F. Bremond, and M. Thonnat, "Monitoring activities of daily living (ADLs) of elderly based on 3D key human postures," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5329 LNCS, pp. 37–50, 2008.
- [13] L. Boise, K. Wild, N. Mattek, M. Ruhl, H. H. Dodge, and J. Kaye, "Willingness of older adults to share data and privacy concerns after exposure to unobtrusive home monitoring," *Gerontechnology*, vol. 11, no. 3, pp. 428–435, 2013.
- [14] I. Susnea, L. Dumitriu, M. Talmaciu, E. Pecheanu, and D. Munteanu, "Unobtrusive Monitoring the Daily Activity Routine of Elderly People Living Alone, with Low-Cost Binary Sensors," *Sensors*, vol. 19, no. 10, p. 2264, 2019.
- [15] D. J. Cook, A. S. Crandall, B. L. Thomas, and N. C. Krishnan, "CASAS: A smart home in a box," *Computer (Long Beach, Calif.)*, vol. 46, no. 7, pp. 62–69, 2012.
- [16] M. Gochoo, T. H. Tan, S. C. Huang, S. H. Liu, and F. S. Alnajjar, "DCNN-based elderly activity recognition using binary sensors," *2017 Int. Conf. Electr. Comput. Technol. Appl. ICECTA*, pp. 1–5, 2017.
- [17] M. Gochoo, T. H. Tan, S. H. Liu, F. R. Jean, F. S. Alnajjar, and S. C. Huang, "Unobtrusive Activity Recognition of Elderly People Living Alone Using Anonymous Binary Sensors and DCNN," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 23, no. 2, pp. 693–702, 2018.
- [18] F. Al MacHot, A. H. Mosa, M. Ali, and K. Kyamakyua, "Activity Recognition in Sensor Data Streams for Active and Assisted Living Environments," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 28, no. 10, pp. 2933–2945, 2017.
- [19] F. Al MacHot, S. Ranasinghe, J. Plattner, and N. Jnoub, "Human Activity Recognition based on Real Life Scenarios," in *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, 2018, pp. 3–8.
- [20] H. Y. Yatbaz, S. Eraslan, Y. Yesilada, and E. Ever, "Activity recognition using binary sensors for elderly people living alone: Scanpath trend analysis approach," *IEEE Sens. J.*, vol. 19, no. 17, pp. 7575–7582, 2019.

ТУСГААРЛАГЧ ЭЛЕМЕНТИЙГ ГҮН СУРГАЛТЫН АРГААР ИЛРҮҮЛЭХ АЛГОРИТМЫН СУДАЛГАА

*С.Чинзориг МХТС ШУТИС Улаанбаатар, Монгол Улс
chinzko@gmail.com*

*Б.Дорж МХТС ШУТИС Улаанбаатар, Монгол Улс
dorj@must.edu.mn*

*Т.Уранчимэг ЭХС, КС ШУТИС, КТИС Улаанбаатар,
Монгол Улс; Кемниц, ХБНГУ utu@hrz.tu-chemnitz.de*

Хураангуй— Дүрс боловсруулалт нь электроник, компьютерийн ухаан, эрчим хүч, барилга, анагаах ухаан, өөрийгөө жолооддог автомашин зэрэг маш олон салбарт түгээмэл ашиглагдаж байна. Боловсруулалт хийх шаардлагатай объект буюу дүрсний шинж чанар зориулалтаас хамааран дүрс боловсруулалтын аргуудын гүйцэтгэлийн үр дүн хэрэглээ бүрт ялгаатай байна. Иймээс судлаачид тухайн тохиолдол бүрт өөр өөр төрлийн алгоритмуудыг ашиглаж турших, гүйцэтгэлийн үр дүнг харьцуулан авч үздэг. Бидний судалгааны хувьд цахилгаан дамжуулах өндөр хүчдэлийн агаарын шугамны дээд үзлэгийн бичлэгээс таних ёстой сонгогдсон объект болох тусгаарлагч нь шилэн эх биетэй, төмөр бортгон толгойтой объект юм. Оролтын өгөгдөл болох бичлэгээс дүрс боловсруулалтын аргаар тусгаарлагчийг таньж илрүүлэн зургийн сан үүсгэх улмаар ил харагдах физик гэмтлүүдийг программаас мэдээлэх нь бидний судалгааны гол зорилго юм. Энэхүү өгүүлэлээр дүрс бичлэгээс тусгаарлагч элементийг гүн сургалтын ухаалаг алгоритм ашиглан илрүүлсэн судалгааны үр дүнг багтаав.

Түлхүүр үг— дүрс боловсруулалт, уоло алгоритм, гүн сургалт, ухаалаг алгоритм, тусгаарлагч.

I. ОРШИЛ

Эрчим хүчний салбар нь аливаа улс орны хөгжлийн суурь болох дэд бүтцийн хамгийн гол салбаруудын нэг байдаг. Тиймээс эрчим хүчний үйлдвэрлэл, түгээлт нь найдвартай, тасралтгүй үйл ажиллагаатай байх, тогтвортой эрчим хүчээр үйлдвэрлэл аж ахуйн нэгж, ард иргэдийг хангах нь ямар ч улсын хувьд амин чухал асуудал юм. Тэр тусмаа өргөн уудам газар нутагтай, төвлөрсөн байдлаар эрчим хүчийг үйлдвэрлэн алсын зайд эрчим хүчийг дамжуулан түгээдэг Монгол орны хувьд эрчим хүчний найдвартай дамжуулалт, тасралтгүй хангалт маш чухал асуудал билээ [1].

Эрдэмтэн, судлаач нарын судалгаа шинжилгээний ажлыг үйлдвэрлэл, практикт нэвтрүүлэх, шинээр гарч ирж буй инновацийн технологийг эрчим хүчний салбарт оновчтойгоор ашиглах нь дээрх эрэлт хэрэгцээг хангах нэг шийдэл юм. Дэвшилтэт технологиуд жилээс жилд улам бүр хурдацтай хөгжиж, эрчим хүчний салбарт өргөнөөр нэвтэрч байгаатай уялдаагаар төрөл бүрийн мэдээллийн их хэмжээний сан бий болсоор байна[2]. Тэрчлэн дэлхий нийтээр хэрэглэж байгаа ухаалаг төхөөрөмжүүд, гэр ахуйн ба үйлдвэрлэлийн

роботууд, алсын удирдлагатай нисэгчгүй нисэх төхөөрөмжүүдийн (ННТ, дрон) хэрэглээ хурдацтай нэмэгдсээр байна. Жишээлбэл, Эрчим хүчний найдвартай үйл ажиллагааг хангах, урьдчилсан ба төлөвлөгөөт дээд үзлэг үйлчилгээнд дронийг ашиглах судалгааны ажлыг Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль (ШУТИС), ХБНГУ-ын Кемницийн технологийн их сургууль, Цахилгаан дамжуулах үндэсний сүлжээ (ЦДҮС) компанитай хамтран 2016 оноос хийж эхлээд байна [3]. Энэ судалгааны ажил нь ЦДАШ-ын тулгуурын тусгаарлагч болон бусад эд анги дээр үүссэн гэмтлийг урьдчилан илрүүлж, ирээдүйд учирч болох өндөр өртөгтэй гэмтэл саатал, эдийн засгийн хохирлоос урьдчилан сэргийлэх боломжийг олгохзорилготой юм. Дроны нислэгийн үед хийсэн бичлэг нь дүрс боловсруулалтын үндсэн эх өгөгдөл болох бөгөөд тухайн бичлэгээс сонгогдсон объект болох тулгуур дээрх тусгаарлагчийг таньж илрүүлэн сайн чанартай дүрс зураг болгон салгаж авах нь төгсгөлийн программын бүтээгдэхүүний нэгэн үе шаг юм. Гүн сургалтын ухаалаг алгоритм болох YOLO алгоритмыг ашиглан дүрс дээр ажилласнаараа бид өмнө хийгдсэн судалгааны ажлуудтай давхцуулахгүйгээр бас нэгэн өөр дүрс боловсруулалтын алгоритмыг туршиж байгаа болно.

II. ГҮН СУРГАЛТЫН АРГА ТЕХНИК

Гүн сургалт (Deep Learning) бол тархины бүтцээс санаа авч хиймэл мэдрэлийн сүлжээн (Artificial Neural Networks) дээр ажиллах алгоритмуудыг судалдаг машин сургалтын нэг чиглэл юм. Хүн туршлагаасаа суралцдагтай адилаар гүн сургалтын алгоритмууд нэг үйлдлийг олон дахин давтаж хийхдээ үр дүнгээ алхам бүрд бага багаар сайжруулж өөрөө суралцдаг. Энэ төрлийн алгоритмууд өгөгдөл ихсэхийн хирээр улам сайн суралцаж гүйцэтгэлийн чанар сайжирдаг. Гүн сургалтыг дүрсийн боловсруулалт (Image processing), роботын удирдлага, цахим хэл боловсруулалтад (Natural Language Processing, NLP) ихэвчлэн ашиглаж байна [4].

Конволюц нейрон сүлжээ (Convolutional Neural Networks, CNN) бол нейрон сүлжээний (Neural Network, NN) нэг төрөл бөгөөд дүрс таних, ангилах бодлогод ихээхэн үр дүнтэй нь нотлогдсон машин сургалтын нэг арга техник юм.

CNN нь дараах дөрвөн үндсэн үйлдлийг гүйцэтгэдэг. Үүнд:

- Конволюц буюу эргэлтийг хийх
- Шугаман бус хамаарал (Rectified Linear Unit, ReLU)
- Нэгтгэх буюу түүвэрлэх (Pooling or Sub Sampling)
- Ангилал (Бүрэн холбогдсон давхарга дээр) зэрэг үйлдлүүд багтана.

Түгээмэл хэрэглэгддэг хэд хэдэн шугаман бус идэвхжүүлэх функцүүд байдаг[5]. Үүнд:

- Sigmoid функц: Оролтонд бодит тоон утга авч гаралт нь 0 ба 1 байна.

$$\sigma(x) = \frac{1}{(1 + e^{-x})}$$

- Tanh функц: Оролтонд бодит тоон утга авч гаралт нь [-1, 1]

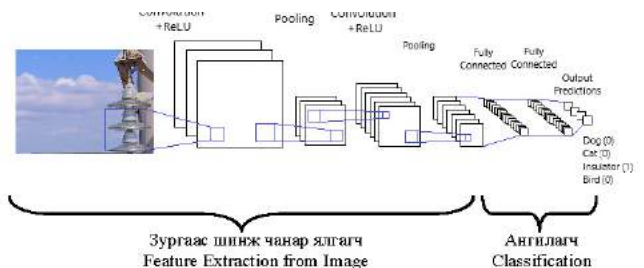
$$\tanh(x) = 2\sigma^2(x) - 1$$

- ReLU функц: Цэвэрлэгдсэн шугаман нэгжгэсэн товчлол бөгөөд бодит тоон оролтын утга 0-ээс их бол хэвээрээ, эсрэг тохиолдолд 0 болно.

$$f(x) = \max(0, x)$$

Оролт, гаралтын нууц давхаргуудтай, давхарга бүрт олон арван мэдрэлийн зангилаатай, зангилаа бүр нь хоорондоо холбогдсон хиймэл мэдрэлийн сүлжээг олон давхрагат пресептрон (Multilayer Perceptron, MLP) гэдэг.

- Оролтын зураг = Тусгаарлагч
- Бай вектор = [0, 0, 1, 0]



Зур. 1. Convolution Network (ConvNet)-ийг сургах явц

Зураг 1 дээр харуулснаар, конволюц, ReLU ба пүүлэн (Pooling) давхарга хоёр удаа орсон, хоёр дахь конволюц давхарга эхний пүүлэн давхаргын гаралтаас зургаан шүүлтүүрээр шинж чанарын зураг (feature map) үүсгэсэн нь харагдаж байна. Үүссэн зургаан шинж чанарын зураг дээр ReLU функц хийгдээд, түүний гаралт бүр дээр дээд хэмжээний пүүлэн (Max Pooling) хийгджээ.

Эдгээр нь хамтдаа, оролтын зургаас чухал хэрэгтэй шинжүүдийг ялгаж, шугаман бус хамаарлыг сүлжээнд оруулж, өгөгдлийн хэмжээсийг (feature dimension) багасгахын зэрэгцээ, оролтын том бага (scaling, translation) өөрчлөлтөнд тэсвэртэй шинжүүдийг тодорхойлодог.

Конволюц сүлжээг сургах үйл явц нь дараах ерөнхий үйлдлүүдээс бүрддэг. Үүнд:

1-р алхам: Сүлжээний бүх шүүлтүүр, хэмжигдэхүүн, жинг шинээр үүсгэж, санамсаргүй утга онооно;

2-р алхам: ConvNet, сургалтын зургийг оролтоор аваад сүлжээгээр урагш тархааж (forward propagation), Convolution + ReLU + Pooling + Fully Connected давхаргаар дамжуулж, ангилал бүр дэх гаралтын магадлалыг олно. Жишээлбэл, оролт дээр тусгаарлагчийн дүрс өгөгдсөн байхад гаралтын

магадлалын вектор [0.1, 0.4, 0.2, 0.3] байсан гэж үзье.

3-р алхам: Гаралтын давхаргын нийт алдааг (бүх дөрвөн ангилалын алдааны нийлбэр) тооцоолно.

$$\text{Нийт алдаа} = \sum \frac{(\text{зорилтот магадлал} - \text{гаралтын магадлал})^2}{2}$$

4-р алхам: буцааж тархах арга (Backpropagation) ашиглаж сүлжээн дэх жин, шүүлтүүр, хэмжигдэхүүн бүрийн алдааны хазайлтыг (gradients) тооцоолоод, нийт алдаа хамгийн бага руу тэмүүлж байхаар дээрх утгуудыг (жин, шүүлтүүр, хэмжигдэхүүн) шинэчилж өгнө. Сүлжээн дэх жингүүд (weights) нийт алдаанд нөлөөлж байгаа хэмжээндээ тохирсон утгаар (их нөлөөлбөл их, бага нөлөөлбөл бага) шинэчлэгдэнэ. Ижил дүрс сүлжээнд орж ирвэл гаралтын магадлал [0.1, 0.1, 0.7, 0.1] болж өөрчлөгдөх тохиолдол байдаг. Энэ нь гаралтын утга зорилтот вектор [0, 0, 1, 0] руу улам дөхөж байгааг тодорхойлж байдаг. Ингэж дөхөх нь CNN уг зургийг таньж сурч байгааг илэрхийлнэ. Сурах гэдэг нь сүлжээний жингүүд, шүүлтүүр, бусад хэмжигдэхүүд улам зөв тоон утгаа авч, гаралтын нийт алдаа тэр хирээр багасаж байгааг заана. Шүүлтүүрийн тоо ба хэмжээ, сүлжээний архитектур зэрэг хэмжигдэхүүндийг 1-р алхамаас өмнө оноож өгдөг. Сургалтын явцад эдгээр утгуудыг өөрчилдөггүй. Сургалтаар зөвхөн шүүлтүүр матриц, холболтын жингүүд шинэчлэгдэж байдаг.

5-р алхам: Хоёроос дөрөв дүгээр алхамыг сургалтын багц дахь бүх дүрсүүдийн хувьд олон дахин давтан гүйцэтгэнэ.

Дээрх алхамуудын дагуу ConvNet-ийг сургана. Үр дүнд нь, ConvNet-ийн жин ба бусад хэмжигдэхүүнүүд нь сургасан дүрсийг таньж, ялгахад хамгийн оновчтой байдлаар тооцоологдон оногдсон байдаг.

Харин “урьд нь харж байгаагүй” шинэ дүрс сүлжээнд орж ирвэл өмнө нь сурч авсан жин ба бусад хэмжигдэхүүнүүдээ ашиглан, дүрсийн шинжүүдийг сүлжээгээр урагш тархаан (forward propagation) гаралтын векторыг тооцоолно. Сургалтын өгөгдөл хангалттай их байвал шинээр орж ирсэн дүрсийг шууд (барг) зөв таних боломжтой.

III. ДҮРС БОЛОВСРУУЛАЛТЫН YOLO АЛГОРИТМ

YOLO (You Only Look Once) нь бодит цаг хугацаанд объектийг үр дүнтэй таних алгоритм. Жозеф Редмон 2015 оны 5-р сард анхны хувилбараа (YOLOv1) танилцуулж байсан [6].

YOLO алгоритмын гол давуу тал бол хурд сайтай болоод гүйцэтгэлийн үзүүлэлт өндөр байдагт оршино. Тэрчлэн энэ алгоритмыг бодит үйлдэл дээр шууд ашиглаж болдоггоороо маш давуу талтай. Тэр ч утгаараа зөвхөн нэг удаа харахад хангалттай гэсэн утгаар нэрлэгдсэн. Энэ нь ямар нэгэн шинэ дүрс орж ирэхэд сүлжээ тухайн зургийг зөвхөн нэг удаа урагш тархахад хангалттай байдаг. Ингэснээр нейрон сүлжээ дүрсийг таних боломжтой болдог. Конволюц нейрон сүлжээг YOLO алгоритмтай хавсарган ашигласнаар нэгэн

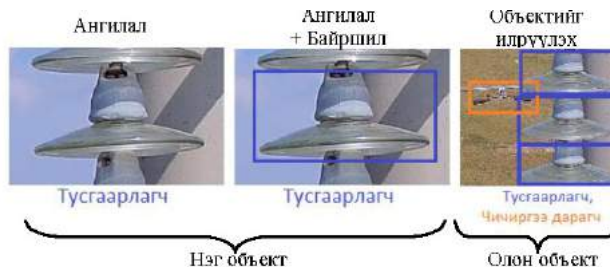
зэрэг олон тооны ангилалыг үүсгэж чаддаг. Ингэснээр алгоритм зургийг бүтнээр нь таниад зогсохгүй тийнхүү сурах явцдаа гүйцэтгэлээ улам бүр оновчтой болгох үйлдлийг зэрэг хийж чаддаг[7]. Боловсруулалтын хурд өндөр, сурах явцдаа ч зургийн бүтнээр нь харж байдаг учраас ангиллыг сайн хийдэг зэрэг давуу талаараа бусад ижил төсөөтэй алгоритмуудаасаа давуутай.

YOLO алгоритмыг вэб дээр ашиглах хэд хэдэн боломж байдаг. Darknet фрэймворк нь ийм боломжийг олгодог нээлттэй эх бүхий нейрон сүлжээ юм. Энэ сүлжээ нь Си хэл дээр бичигдсэн CUDA технологийг ашигласнаараа хурдтай ажиллах боломжийг олгодог. Суулгахад ч маш хялбар байдгаараа давуу талтай.

Өгөгдсөн бичлэгээс сонгогдсон объектийг дүрс боловсруулалтын аргаар илрүүлэхийн тулд объектийг таних үйлдлээс эхэлдэг. Объектийг таних үйлдэл нь дүрсийг ангилахаас эхэлнэ. Дүрсүүдийг ангилах нь дүрс боловсруулалтын нарийн төвөгтэй үйлдлүүдийн нэгт тооцогддог.

Оролтонд өгөгдсөн зурагнаас сонгогдсон объектийг олж, илрүүлж таних үйлдлүүдийг Зураг 2-т харуулав.

- Эхний үйлдлээр дүрсийг ангилна;
- Дараагийн үйлдлээр сонгогдсон объектийн байршлийг оролтын зурган дээрээс олно;
- Төгсгөлд нь оролтын дүрснээс сонгогдсон объектийг илрүүлэн танина.



Зур. 2. Тусгаарлагчийн жишээн дээрх дүрс боловсруулалтын алхамууд

IV. ТУСГААРЛАГЧИЙГ ТАНИХ, ГЭМТЛИЙГ ИЛРҮҮЛЭХ

Yolo алгоритмыг ашиглан объектийг илрүүлэхэд зөв эх загварыг боловсруулах нь хамгийн чухал байдаг.

ЦДАШ-ын тусгаарлагчийг таних гүн сургалтын алгоритмын гүйцэтгэлийг сайжруулахын тулд дараах боломжит хувилбаруудаар зургийн өгөгдлийн санг өргөтгөх шаардлагатай. Өгөгдлийн санд агуулагдах зурагнууд хэдий чинээ хоорондоо давхцахгүй орчин нөхцөлд авсан ялгаатай байх тусам бидний боловсруулсан загвар илүү сайн суралцаж хөгжих боломжтой. Жишээлбэл нь:

- Объектийн алслалттай зургууд;
- Олон ялгаатай өнцгөөс объектийг авсан байх;
- Хэмжээний хувьд эрс ялгаатай өөр зурагнууд байх;

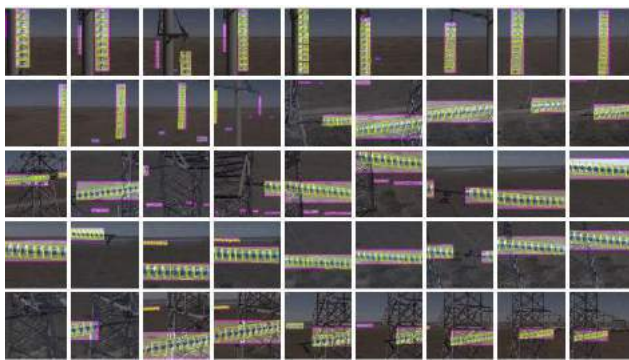
- Орчны үзэгдэх байдал харилцан адилгүй байх;
- Нартай, бүрхэг, салхитай гэх мэт байгалийн олон үзэгдэлд объектийн зургийг авсан авах;
- Зураг авч болох боломжит бүх төрлийн зургийг багтаах.

Бид туршилтаараа үндсэн хоёр төрлийн объектийг таньж илрүүлэх, эх загварыг боловсруулсан. Үүнд:

1. Тусгаарлагч
2. Чичиргээ дарагч гэсэн объектууд багтана.

Үндсэн өгөгдөл болгож дүрс бичлэгээс зурагнуудыг ялган өгөгдлийн сан үүсгэсэн. Дроноор хийсэн дээд үзлэгийн үр дүн болох 250ГБ бичлэгээс нийт 380 ширхэг өөр хоорондоо ялгаатай зургуудыг сонгон авч анхдагч сангаа бүрдүүлсэн. Нэг зураг 1920x1080 хэмжээтэй байсныг багасгаж 533x300 хэмжээтэй болгосон.

Анхдагч өгөгдлийн санг үүсгэсний дараагаар зурагнууд дээр сонгогдсон объектуудыг олж тэмдэглэж (шошголох) хийнэ(Зураг 3).



Зур. 3. Сонгогдсон объектийг зурган дээр таних эхний тэмдэглээ

Эх зурган дээр сонгогдсон объектийг тэмдэглэсний дараагаар тухайн дүрсүүдийг дараах үйлдлүүдээр баяжуулан зургийн мэдээллийг нэмэгдүүлж болдог.

Үүнд:

- Эргүүлэх (90°, -90°, 5°, 10°, -5°, -10°)
- Өнгийг өөрчлөх
- Сарниулах
- Шуугиан нэмэх
- Толин ойлт
- Тодорхой хэсгийг тайрах
- Ихэсгэж багасгах

Дээрхи аргуудаас долоон үйлдлүүдийг ашиглаж 380*7 буюу нийт 2260 зургаар баазаа өргөтгөсөн.

Эх загвараа сургахдаа YOLO алгоритмыг Darknet-53 сүлжээн дээр хэрэгжүүлсэн. Ингэснээр Google colab дээр Tesla V100 GPU ашиглан эх загвараа сургасан.

V. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

ЦДАШ-ын дээд үзлэгийн үед дроноос хийсэн бичлэг дээр гүн сургалтын аргыг ашиглан дүрсийн боловсруулалт хийж судлав. Тусгаарлагч, чичиргээ дарагч гэсэн хоёр эх загварыг ашиглан сонгогдсон объектийг таниулах үйлдлийг хийж туршихад, тусгаарлагч болон чичиргээ дарагч объектуудыг илрүүлж зөв тэмдэглэлийг хийж харуулж байв (Зураг 4).



Зур 4. Гүн сургалтын алгоритмаар дүрсийг таньсан үр дүн

Эх зураг дээрх сонгогдсон объектийн хэмжээ жижиг байхад илрүүлэх чадвар сул байсан бол хэмжээ нь томрох тусам илрүүлэлт 92%-100% болж өсч байв.

Судалгаанаас харахад сургах эх загвар дээр ашиглах зургууд дээр объектийн хэмжээг жижгээр оруулж өгөх шаардлагатай нь ажиглагдсан. Туршилтийг, процессор i3-2100CPU процессортой, 6ГБ, 256ГБ SSD хатуу дисктэй компьютер дээр хийсэн.

VI. ДҮГНЭЛТ

Гүн сургалтын YOLO алгоритмыг дүрс боловсруулалтад ашигласан туршилт амжилттай болсон хэдий ч туршилтыг зөвхөн нэг компьютер дээр хийж туршсан нь үр дүнг харьцуулах боломжийг хязгаарлагдмал болгосон сул талтай. Хэдий тийм ч туршилт эхлэхийн өмнө хүлээгдэж байсан судлаачдын үр дүн хэрэгжиж, ЦДАШ-н дээд үзлэгийн бичлэгээс гүн сургалтын ухаалаг алгоритм ашиглан объектийг таних боломжтойг батлан харуулав. Алгоритмын үзүүлэлтийг дээшлүүлэхийн тулд эх дүрс бичлэгийн чанар сайн байх, сургалтанд ашиглах өгөгдлийг сангийн хэмжээ хангалттай их байх, дүрс боловсруулалтыг хийх компьютерийн техник үзүүлэлт сайн байх, график боловсруулах кард (Graphic processing unit - GPU)-г илүү ашиглах зэрэг шаардлагууд тавигдахыг дараагийн судалгаа, туршилтуудад тооцвол зохино. Бидний өмнө цаашид хийх шаардлагатай алхамууд гэвэл: дээрх аргаар таньсан объект дээр дүрс боловсруулалтын арга ашиглан гэмтэл байгаа эсэхийг тодорхойлох, ННТ дроны нислэгийн явцад бодит цаг хугацаанд дүрсээс объектийг илрүүлсэн чадамж бүхий эмбэддэд техник хангамжийн шийдлийг гаргах зэрэг ажлууд байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Эрчим хүчний системийн их ачаалалд станцуудын оролцоо ба ачааллын өсөлтийн тооцоо П.Болдсайхан*, Д.Гандорж** Монгол Улсын

Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль Эрчим Хүчний Сургууль. Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл 2019 №27/254

- [2] Т.Уранчимэг, Б.Батбаяр, Б.Тулга, "Дүрс Боловсруулалтын Алгоритмын Хэрэглээ: Өндөр Хүчдэлийн Агаарын Шугамын Тусгаарлагчийн Гэмтэл Илрүүлэлт," Information & Media Technology International Online Conference (IMT), 2018. ISBN 978-99973-71-60-7
- [3] Х.Энхжаргал, Т.Уранчимэг, Д.Чинбат, Б.Эрдэнэцогт, С.Блокзил, Б.Батбаяр, 'The beginning of Unmanned Aerial Vehicle based inspection of HVTL', Эрчим хүч & Engineering, Дугаар. 156, 2017 он, 23-27 хх.
- [4] Jiuxiang Gua,* , Zhenhua Wangb,* , Jason Kuenb , Li- anyang Mab , Amir Shahroudyb , Bing Shuaib , Ting Liub , Xingxing Wangb , Li Wangb , Gang Wangb , Jianfei Caic , Tsuhan Chenc. Recent Advances in Convolutional Neural Networks. arXiv:1512.07108v6 [cs.CV] 19 Oct 2017.
- [5] Xiang Long, Kaipeng Deng, Guanzhong Wang, Yang Zhang, Qingqing Dang, Yuan Gao, Hui Shen, Jianguo Ren, Shumin Han, Errui Ding, Shilei Wen. PP-YOLO: An Effective and Efficient Implementation of Object Detector arXiv:2007.12099v3 [cs.CV] 3 Aug 2020
- [6] You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi. University of Washington, Allen Institute for AI, Facebook AI Research. arXiv:1506.02640v5 [cs.CV] 9 May 2016
- [7] Нээлттэй өгөгдлийн ШУ, "Дүрс таних YOLO алгоритмын оршил", Цахим нийтлэл, 2018 оны 9-р сарын 25. [Онлайн]: <https://medium.com/@ODSC/overview-of-the-yolo-object-detection-algorithm-7b52a745d3e0>

САЛБАР ХУРАЛДААН II - ХОЛБОО, СҮЛЖЭЭ, МЭДЭЭЛЛИЙН АЮУЛГҮЙ БАЙДАЛ

Хурлын дарга: Доктор Я.Дашдорж

СЭЗИС-ийн С байр Танхим 401-А, 401-В

RSA крипто-алгоритмд зориулсан био-төхөөрөмжийн формал загвар ба GPU СИМУЛЯЦ

Г.Ганбат, И.Цэрэн-Онолт, А.Эрдэнэбаатар
Компьютерийн Ухааны Салбар
Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль
Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль
Монгол улс, Улаанбаатар хот
{ganbatg, tseren-onolt, erka}@must.edu.mn

Удиртгал—Бид өмнөх ажлаараа MUST-Modder гэх RSA крипто-алгоритмд зориулсан био-төхөөрөмжийн формал загварыг HP/LP нейронтой SN (SN - *Spiking Neural*) Пи (P) системд суурилан боловсруулсан. Энэ удаа уг загварт зориулсан Graphics Processing Unit (GPU) платформд CUDA программчлалаар хөгжүүлсэн симуляцийн программыг танилцуулж байна.

Түлхүүр үгс—SN Пи систем; HP/LP нейрон; GPU симуляц; Параллел тооцоолол; CUDA программчлал

I. УДИРТГАЛ

Бид өмнөх ажлаараа Мембран тооцооллын хүрээнд RSA крипто-алгоритмд зориулсан био-төхөөрөмжийн формал загварыг байгуулан ICMC-2020 эрдэм шинжилгээний хуралд хэлэлцүүлсэн [1]. RSA системийн $C \equiv M^e \pmod N$ шифрлэлтийн функц ([2]) нь уг формал загварын үндсэн тооцоолол юм.

Энэхүү загварыг хэрэгжүүлэхдээ Пи системийн нэг хэлбэр болох нөөцийг нь урьдчилан тооцоолсон (a pre-computed set of resources) SN Пи системд суурилсан. Пи систем бүтэцтэй Мембран тооцоолол нь байгалийн тооцоолох үйл явцын буюу биологийн Эс(Membrane, Cell)-ийн зүй тогтол, үйл явцыг хялбаршуулан зохиомжилсон. Энэхүү системээр тооцооллын хүндрэлтэй (NP-hard буюу *computational hard problems*) бодлогуудаас зохимжтой буюу олон гишүүнт ($O(n^2)$) хугацаанд шийдэж болох тухай асуудлыг судалсан байдаг [3], [4].

Пи системүүд (ихэнх хувилбарууд) нь нон-детерминистик, боломжит параллел үйлдлээр тооцоологддог бөгөөд ихэвчлэн тооцооллын хүндрэлтэй асуудлыг зохимжтой хугацаанд шийдвэрлэхдээ экспоненциал орон зайн нөөцийг ашигладаг. Одоохондоо силиконд суурилсан тооцоолол шиг бүрэн нэвтрүүлж амжаагүй ч GPU зэрэг параллел төхөөрөмжүүдээр загварчлан Пи системийг судалж байна.

Пи системийн судалгаанд өөр өөр параллел төхөөрөмжид суурилсан олон симулятор боловсруулагдан

ашиглагдаж байна. Үүнд: компьютерын кластерууд [5], FPGA шиг дахин тохируулах боломжтой тоног төхөөрөмжүүд (hardware) [6], GPU [7], [8]. Эдгээр дэвшилтэд технологиудыг харахад параллел төхөөрөмжүүд Пи системд маш тохиромжтой байна.

Нөгөө талаас зарим тодорхой нөхцлийн улмаас GPU нь Пи системийг дэмжих хамгийн түгээмэл төхөөрөмж болж байна. Жишээ нь GPGPU тооцоолол (ерөнхий зориулалтын GPU тооцоолол)-ын шаардлагаар их хэмжээний зэрэгцээ тооцоололд зориулсан архитектурыг зорилттой хөгжүүлдэг болсон [9]. Эхэндээ зөвхөн график боловсруулалтанд ашиглаж байсан бол одоо тригонометр, шугаман алгебрийн үйлдлүүд гэх мэт ерөнхий зориулалтын тооцооллыг хийдэг болсон. Бас нэг нөхцөл бол GPU нь CPU-тэй харьцуулахад давуу талтай. CPU кластеруудыг удирдах, тохируулахад маш бага энерги зарцуулдаг [10], [11]. Сүүлийн үеийн GPU нь математик, формал төхөөрөмжийг хийсвэрлэх, түүний тооцооллын хэмжээг нь өөрчлөх гэх мэт параллел боловсруулалтын ойлголтыг хэрэгжүүлэхэд илүү тохиромжтой болон хөгжиж байна.

SN Пи систем нь граф дүрслэлтэй [12] болохоор матриц гэж үзнэ. Шугаман алгебрийн тооцоолол болон GPU параллел архитектур хоёрыг шууд харгалзуулах зарчмаар өндөр түвшний параллелчлалыг бий болгодог матриц алгоритм нь GPU, параллел тооцооллын хувьд танил сэдэв юм [13], [14].

Тус өгүүлэл нь дараах хэсгүүдээс бүрдэнэ. I хэсэгт Удиртгал, II хэсэгт RSA алгоритмд зориулсан био тооцоолох төхөөрөмжийн формал загварын талаар танилцуулсан. Энхүү формал загварын компьютер симуляцийн аргачлалыг III хэсэгт авч үзсэн. Төгсгөлийн хэсэгт Дүгнэлт, Цаашид судлагдах асуудлуудыг томъёолсон.

A. NVIDIA CUDA

График процессорын томоохон үйлдвэрлэгч NVIDIA компани 2007 онд ерөнхий зориулалттай тооцооллын программ хөгжүүлэх загвар, техник хангамжийн

архитектур болох Compute Unified Device Architecture (CUDA) технологийг нэвтрүүлсэн [10].

CUDA нь C, Python зэрэг түгээмэл хэлийг параллел гүйцэтгэлтэй программ хангамжийг доод түвшний төхөөрөмжийн хандалтгүйгээр хялбархан хөгжүүлэх боломжоор өргөтгөсөн [11]. Өөр нэг давуу тал нь CUDA-д тооцооллын хэмжээ өөрчлөлт нь абстракт болон автомат гүйцэтгэлтэй: Параллел кодыг цөөн цөмтэй GPU дээр ажиллуулснаас олон цөмөөр ажиллуулбал илүү хурдан [11]. GPU архитектур нь CPU-дээр гүйцэтгэдэг шугаман алгебрын тооцооллын хувьд асар их хурдатгалыг бий болгодог.

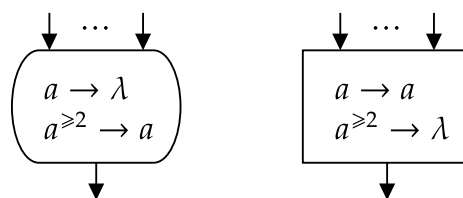
CPU-ийн архитектур нь ерөнхийдөө транзистороос бүрддэг бөгөөд эдгээр нь CPU-ийн үндсэн ажлуудыг (ерөнхий тооцоолол) гүйцэтгэх блокуудтай: control(хяналт), кэш, DRAM, ALU (арифметик ба логик нэгж). Үүний эсрэгээр, ALU-д илүү их транзистор шаардагддаг болохоор CPU-ийн транзисторуудын хяналт, кэш хийхэд хуваарилагдсан хэсгийг GPU ашигладаг[10]. Энэхүү архитектурын ялгаа нь яагаад GPU их хэмжээний оролтын өгөгдөл дээр параллель кодыг хэрэгжүүлснээр CPU-ээс илүү их бүтээмжийг үзүүлж байгаагийн маш тодорхой бөгөөд чухал шалтгаан болдог.

CUDA програмыг ихэвчлэн хост (CPU тал, host) ба төхөөрөмж (GPU тал, device) гэсэн хоёр хэсэгт хуваадаг. Кодын хост хэсэг нь программын гүйцэтгэлийн дарааллийг хянах, хост болон төхөөрөмжид санах ой хуваарилах, үр дүнг төхөөрөмжөөс авах үүрэгтэй. Параллел тооцоололд хостоос GPU нь илүү тохиромжтой тул хост нь программын параллел хэсгийг төхөөрөмжид шилжүүлдэг. CUDA-д зориулж бичсэн кодыг трийд (thread) грид (grid) агуулсан блокуудын олон трийдэд хувааж болно.

Эдгээр грид нь нэг л төхөөрөмид хамаарна. Төхөөрөмж бүр трийдийн блокийг ажиллуулах боломжтой олон цөмтэй [10], [11]. Кернел функц нь хостоос дуудагддаг ба төхөөрөмж дээр ажилладаг. Кернел функцийг ашиглан GPU нөөцийг зааж өгч болно: трийд багц (нэгээс гурван хэмжээст хүртэл), блокууд (нэгээс хоёр хэмжээс хүртэл).

В. НР/LP нейронтой СН Пи систем

СН Пи системийн ердийн нейронууд болон тэдгээр дээр үйлчлэх спайкийн зааврууд (spiking rules) ерөнхий тохиолдолд хэдэн ч спайк сигнал хүлээн авч, аль нэгэн заавар нь сонгогдон ажилладаг. Энэ нь электрон хэлхээний загварт хэрэгжүүлэхэд төвөгтэй тул НР (High-Pass) ба LP (Low-Pass) гэсэн хязгаарлагдмал ажиллагаатай хоёр төрлийн нейроны загварыг Z.Ху нарын [15] ажилд ашиглан DRAM-д суурилсан CMOS унар битийн хагас-нэмэгчийн загварыг танилцуулсан байдаг. Зураг 1-д НР/LP нейронуудыг үзүүлэв. 2019 онд О.Отгоннаран нар хоёртын кодчилал ашиглах *бүтэн-нэмэгч* (binary full-adder) төхөөрөмжийн дизайныг бо-



Зураг 1. Зүүн: НР нейрон, Баруун: LP нейрон.

ловсруулж “Journal of Membrane Computing”-д хэвлүүлсэн[16].

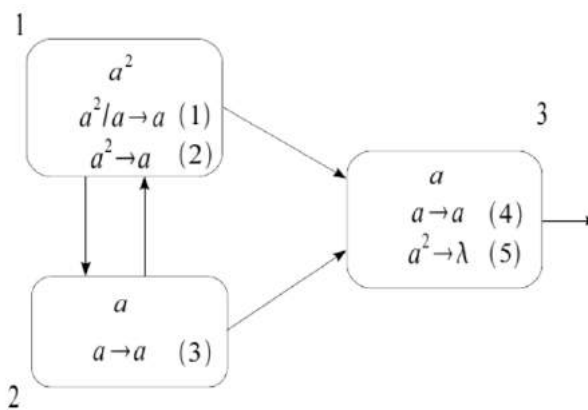
$m \geq 1$ байх $\Pi = (O, \sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_m, syn, in, out)$ НР/LP нейронтой СН Пи системийг дараах байдлаар тодорхойлно:

- 1) $O = \{a\}$ нэг тэмдэгтээс тогтох цагаан толгой (*a-г спайк/spike* гэнэ);
- 2) $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_m$ нь *нейронууд* ба $\sigma_i = (n_i, R_i), 1 \leq i \leq m, n_i \geq 0$ байна. n_i нь систем эхлэх үед σ_i нейрон дахь спайкийн тоо буюу *анхны спайкийн тоо*, R_i нь *заавар/rules*-ын төгсгөлөг олонлог;
- 3) $syn \subseteq \{1, 2, \dots, m\} \times \{1, 2, \dots, m\}, (i, i) \notin syn$ ба $1 \leq i \leq m$ байх нейронуудын хооронд *синапс/synapses*-аар холбогдсон чиглэлт граф;
- 4) $in, out \in \{1, 2, \dots, m\}$ нь *оролт/input* ба *гарал/output* нейронууд.

Π системийн нейронууд нь НР эсвэл LP нейрон төрөлтэй байна. Тиймээс σ_i нейроны R_i зааварууд Зураг 1-д үзүүлснээр тодорхойлогдоно.

С. СН Пи системийн матриц дүрслэл

СН Пи системийг матрицаар илэрхийлэх аргачлалыг [17], [18] ажлуудад авч үзсэн.



Зураг 2. СН Пи систем

1) *Configuration вектор*: C_k вектор нь нейрон бүрийн k дугаар тооцооллын алхам дахь бүх спайкын тоог агуулах бөгөөд C_0 нь системийн тооцоолол эхлэх үеийн нейрон бүрийн бүх спайкын тоо байна. Зураг 2-д үзүүлсэн жишээний хувьд $C_0 = \langle 2, 1, 1 \rangle$.

2) *Spiking вектор*: S_k вектор нь C_k -д заавар ажиллах эсэхийг өгдөг (1 эсвэл 0).

3) *Spiking transition матриц*: M_{SNP} нь дараах a_{ij} элементүүдээс бүрдэх матриц юм.

$$a_{ij} = \begin{cases} -c, & \sigma_i \text{ неороны } R_i \text{ заавар ажиллахад шаардагдах } c \text{ спайкийн тоо} \\ \sigma_i \text{ неороны } (s \neq j, (s, j) \in \text{syn}) \text{ байх} \\ p, & R_s \text{ зааварын дагуу гарч буй } p \text{ спайкийн нийлбэр} \\ 0, & \sigma_i \text{ неороны } (s \neq j, (s, j) \in \text{syn}) \text{ байх } R_s \text{ заавар} \end{cases}$$

Зураг 2-д үзүүлсэн жишээний хувьд дараах матрицийг үүсгэсэн байна.

$$M_{\Pi} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -2 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

Эцэст нь k алхмын C_k Configuration вектор болон S_k Spiking вектороор $k + 1$ алхам дахь Configuration векторыг үүсгэх $C_{k+1} = C_k + S_k \cdot M_{\Pi}$ томъёог гаргасан байна.

RSA алгоритмд зориулсан био тооцоолох төхөөрөмжийн формал загвар [1]-ын матриц дүрслэлийг байгуулахын өмнө дараах хэсэгт түүний ерөнхий ойлголтыг авч үзье.

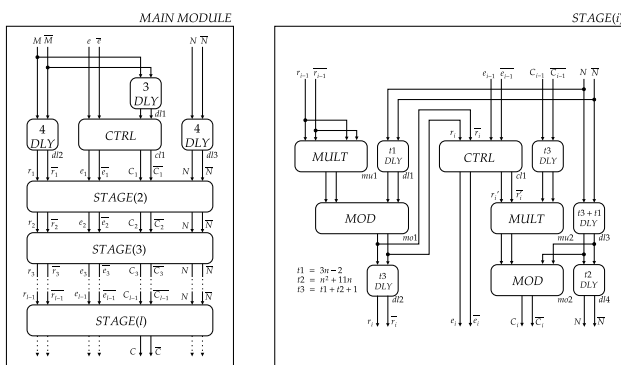
II. RSA КРИПТО-АЛГОРИТМД ЗОРИУЛСАН БИО-ТӨХӨӨРӨМЖИЙН ЗАГВАР (MUST-MODDER)

MUST-Modder [1] загварын ерөнхий схемийг Зураг 3 (MAIN MODULE)-д үзүүлсэн бөгөөд оролт нь M, N, e тоонуудын хоёртын тоон хэлбэрт хөрвүүлсэн задаргаа байна. Fast modular exponentiation[19] алгоритмын дагуу дараах рекуррент функцүүдийг хэрэгжүүлнэ:

$$r_i = r_{i-1}^2 \text{ mod } N, \quad (1)$$

$$C_i = C_{i-1} \cdot r_i \text{ mod } N. \quad (2)$$

Энд $r_1 = N, 2 \leq i \leq l, l = |e|$ бөгөөд l нь e



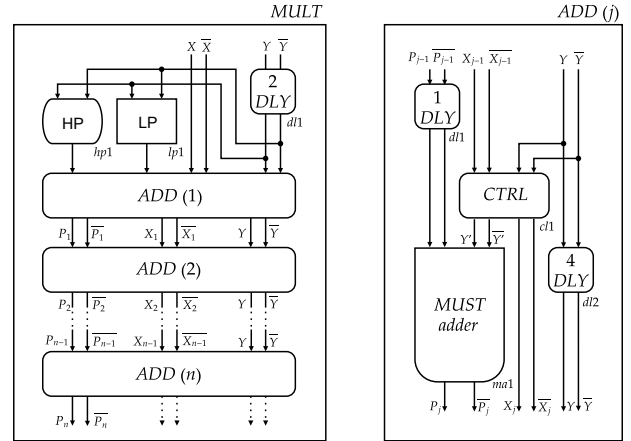
Зураг 3. RSA крипто-алгоритмын био-төхөөрөмж

илтгэгчийн хоёртын задаргааны урт байна. C болон

түүний эсрэг утга \bar{C} гаралтууд нь системийн үр дүн бөгөөд $STAGE(l)$ модулийн C_l болон түүний эсрэг утга \bar{C}_l гаралт юм.

$STAGE(i)$ нь $MULT$ үржвэрийн нэгж, MOD дотоод хуваагч нэгж, DLY Хүлээлт үүсгэх нэгж, $CTRL$ Утга хадгалах нэгжүүдийг ажиллуулж тооцооллыг гүйцэтгэнэ.

1) *MULT Үржвэрийн нэгж*: Зураг 4-д үзүүлснээр $MULT$ нэгж нь $ADD(i)$ гэсэн нэмэх үйлдлийг нэгжийг дараалуулан ажиллуулдаг.



Зураг 4. MUST-Modder: MULT Үржвэрийн нэгж

2) *MOD Дотоод хуваагч нэгж*: Зураг 5-д MOD нэгж нь $COMPARE$ үйлдлээр оролтын хоёр тоог харьцуулах бөгөөд улмаар $SUBT$ хасах үйлдлийн нэгжийг ажиллуулдаг. Дараагийн хэсэгт RSA крипто-алгоритмд зориулсан био-төхөөрөмжийн загварын матриц дүрслэл болон GPU симуляцийн программыг хэрхэн зохиосон талаар тайлбарласан.

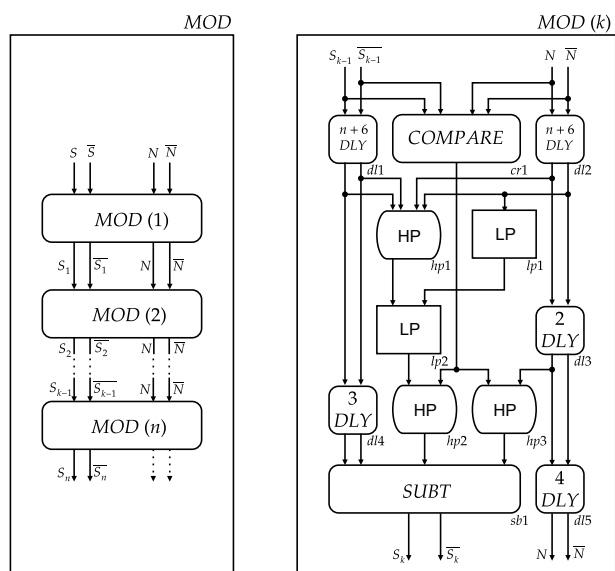
III. RSA КРИПТО-АЛГОРИТМД ЗОРИУЛСАН БИО-ТӨХӨӨРӨМЖИЙН ЗАГВАРЫН GPU СИМУЛЯЦ

Энэ өгүүллийн I-C хэсэгт СН Пи системийн хувьд матрицаар дүрслэх аргачлалыг авч үзсэн [17], [18]. Харин бидний судалж буй RSA крипто-алгоритмд зориулсан био-төхөөрөмжийн загвар нь НР/LP нейронтой СН Пи системд суурилсан. Тиймээс бид НР/LP нейронтой СН Пи системийн хувьд хэрхэн симуляц хийх тухай авч үзсэн.

A. Матриц дүрслэл

Дараах дөрвөн матрицд RSA крипто-алгоритмд зориулсан био-төхөөрөмжийн загварыг хөрвүүлсэн.

1) *Neurons матриц*: Бид НР/LP нейроны төрлийг НР байвал 0, LP байвал 1 гэсэн утгаар илэрхийлсэн. Бүх σ_i нейронуудыг элемент бүр нь тооцооллын тухайн алхамд нейроны агуулж байгаа спайкын тоо байх нэг хэмжээст $NEURONS$ матрицаар байгуулсан.



Зураг 5. MUST-Modder: MOD Дотоод хуваагч нэгж

2) *Rules матриц*: Зааврын нөхцлийн $>, =, <$ байх тохиолдлуудад харгалзан 0, 1, 2 утгаар илэрхийлсэн. Заавар бүрийг 4 урттай *Rule* матрицаар төлөөлүүлсэн. *Rule₀* нь нейроны төрөл. *Rule₁* нь заавар ажиллахад шаардагдах спайкын тоо. *Rule₃* нь заавар биелсэн бол гарах спайкын тоо. *Rule₂* нь *Rule₁* ба *Rule₃*-ыг харьцуулах зааврын нөхцөл. Элемент бүр нь *Rule* бүтэцтэй байх *Rules* заавруудын 2 хэмжээст матрицийг Хүснэгт I-д харуулсны дагуу үүсгэсэн.

Хүснэгт I
Зааврын матриц

	Зааврын тайлбар	<i>Rule₀</i>	<i>Rule₁</i>	<i>Rule₂</i>	<i>Rule₃</i>
<i>Rules₀</i>	HP: $a \rightarrow \lambda$	0	1	1	0
<i>Rules₁</i>	HP: $a \geq 2 \rightarrow a$	0	1	0	1
<i>Rules₂</i>	LP: $a \rightarrow a$	1	1	1	1
<i>Rules₃</i>	LP: $a \geq 2 \rightarrow \lambda$	1	1	1	0

3) *Configurations матриц*: Энэ *MODEL* матриц нь σ_i нейрон бүрийн төрөл, оролтын тоо, оролт бүрийн өгөгдлөө унших нейронуудын *NEURONS* матриц дахь байрлалыг агуулсан дэд матрицуудын жагсаалт хэлбэртэй нэг хэмжээст матрицаар дүрсэлсэн.

4) *Indexes матриц*: Бүх σ_i нейронуудын хувьд элементүүд нь *MODEL* матриц дахь тухайн нейронтэй харгалзах дэд матрицийн эхлэлийн дугаарыг агуулах *INDEXES* гэсэн нэг хэмжээст матрицаар байгуулсан. Энд элементүүд нь *NEURONS* матриц дахь дарааллаар байрласан.

B. CUDA программ

1) *GPU санах ойн удирдлага*: Параллел тооцоолд өгөгдлөл дамжуулах хурд, хандалтын давтамж зэргээс хамааран санах ойн төлөвлөлт чухал байдаг. Өмнө тодорхойлсон матрицуудыг дараах байдлаар санах ойд байрлуулсан.

```

Алгоритм 1. MUST-Modder: Санах ойн төлөвлөлт
1  __managed__ int* NEURONS;
2
3  typedef int Rule[4];
4  __constant__ Rule RULES[2000];
5
6  texture <int, 1, cudaReadModeElementType>
   MODEL, INDEXES;

```

Хост тал дээр тооцооллын алхам бүрт, эсвэл тодорхой хугацаны дамтамжтайгаар *NEURONS* матрицийг лог хадгалах зорилгоор файлд бичнэ. Нөгөө талаас тооцооллын алхам бүрт төхөөрөмж дээрээс σ_i бүрт харгалзах трийд өөрт агуулагдаж байгаа спайкийн тоог *NEURONS* матрицд хадгалдаг. Тиймээс *NEURONS* матрицийг хост болон төхөөрөмж хоёроос хандах боломжтой “Pinned” санах ойд хадгалсан. Үүнийг CUDA кодыг Алгоритм 1-ын эхний мөрөнд харуулав.

Трийд бүрээс σ_i нейрон дээр ажиллах зааврыг авахын тулд олон удаа Зааврын матрицд хандана. Зөвхөн унших хандалттай, кэшлэгддэг санах ойн хэлбэр нь хэмжээ багтай, уншилтын хурд бусад санах ойгоос хурдан байдаг тогтмол санах ойд энэ лавлагааны чанартай өгөгдлийг хадгалсан. Үүнийг CUDA кодыг Алгоритм 1-ын 3,4-р мөрөнд харуулав.

MODEL, INDEXES матрицын хувьд мөн хурдан уншилтыг шаардах боловч хэмжээ нь их. Иймд тогтмол санах ой тохиромжгүй байна. Тиймээс зөвхөн унших хандалттай, кэшлэгддэг Texture санах ойд хадгалсан. Үүнийг CUDA кодыг Алгоритм 1-ын 6-р мөрөнд харуулав.

```

Алгоритм 2. MUST-Modder: Санах ойн нөөцлөлт, хуваарилалт
1  int* dev_Model = 0, dev_Indexes = 0;
2  int arraySize;
3  void Init(int* IndexMap, int IndexMapLen, int
   * Model, int ModelLen, Rule* Rules) {
4     arraySize = IndexMapLen;
5
6     // Rules definitions
7     CUDA_CHECK(cudaMemcpyToSymbol(RULES, Rules
   , sizeof(Rules), 0,
   cudaMemcpyHostToDevice));
8
9     // Neurons definitions
10    CUDA_CHECK(cudaMallocManaged((void*)&
   NEURONS, arraySize * sizeof(int)));
11
12    // Indexes texture definitions
13    CUDA_CHECK(cudaMalloc((void*)&dev_Indexes
   , arraySize * sizeof(int)));
14    CUDA_CHECK(cudaMemcpy(dev_Indexes,
   IndexMap, arraySize * sizeof(int),
   cudaMemcpyHostToDevice));
15    CUDA_CHECK(cudaBindTexture(NULL, INDEXES,
   dev_Indexes, arraySize * sizeof(int))
   );

```

```

16 // Model texture definitions
17 CUDA_CHECK(cudaMalloc((void*)&dev_Model,
18 ModelLen * sizeof(int)));
19 CUDA_CHECK(cudaMemcpy(dev_Model, Model,
20 ModelLen * sizeof(int),
21 cudaMemcpyHostToDevice));
22 CUDA_CHECK(cudaBindTexture(NULL, MODEL,
23 dev_Model, ModelLen * sizeof(int)));

```

Алгоритм 2-ын дагуу санах ойд матрицуудыг байрлуулна. Программ нь ажиллаж эхлэхдээ нэг удаа эдгээр үйлдлүүдийг гүйцэтгэнэ.

2) *GPU боловсруулалт*: Энд бид σ_i бүрийн хувьд төхөөрөмж дээр ажиллах трийдийн шаталсан хоёр функцийг зохиосон.

Алгоритм 2-д үндсэн Кернел функцийг харуулсан. Энэ функц нь σ_i нейроны хувьд тооцооллын тухайн алхмын шинээр тооцоолсон үр дүнг *NEURONS* матрицийн санах ойд хадгалдаг.

Алгоритм 3. MUST-Modder: GPU кернел функц

```

1 __global__ void NeuronKernel() {
2     int i = threadIdx.x;
3     NEURONS[i] = NeuronCoreAtomic(NEURONS[i],
4     tex1Dfetch<int>(INDEXES, i));
5 }

```

Энэ шинэ үр дүнг тооцоолох үйлдэл бүх нейронуудын хувьд нэгэн зэрэг биелэх ёстой. Харин манай тохиолдолд нейрон бүрийн хувьд оролтын тоо өөр байх боломжтой учир уг үйлдлийг гүйцэтгэх хугацаа ижил биш байсан. Тиймээс үүнийг синхрочлохын тулд бид төхөөрөмж дээр σ_i нейрон бүрийн хувьд ажиллах *NeuronCoreAtomic* атомик функцийг зохиосон. Энэ функцийг Алгоритм 2-д үзүүлсэн.

Алгоритм 4. MUST-Modder: GPU атомик үйлдлийн функц

```

1 __device__ int NeuronCoreAtomic(int old_value,
2 int StartIndex) {
3     int NeuronType = tex1Dfetch<int>(MODEL,
4     StartIndex);
5     if (NeuronType == -1) return 0;
6     int InputsCount = tex1Dfetch<int>(MODEL,
7     StartIndex + 1);
8     int sum = 0;
9     for (int i = 0; i < InputsCount; i++) {
10        int InputN = tex1Dfetch<int>(MODEL,
11        StartIndex + i + 2);
12        sum += NEURONS[InputN];
13    }
14    int l = sizeof(RULES) / (4 * sizeof(int));
15    int value = old_value;
16    for (int i = 0; i < l; i++) {
17        if ((RULES[i] && (RULES[i][0] ==
18        NeuronType)) {
19            if (RULES[i][2] == 0 && sum >
20            RULES[i][1]) value = RULES[i][3];
21            if (RULES[i][2] == 1 && sum ==
22            RULES[i][1]) value = RULES[i][3];
23            if (RULES[i][2] == 2 && sum <
24            RULES[i][1]) value = RULES[i][3];

```

```

19     }
20     }
21     return value;
22 }

```

Дээрх функц нь σ_i нейроны оролтын жагсаалт болон нейроны төрлийг *MODEL* санах ойгоос авна. Оролтын жагсаалтын дагуу *NEURONS* санах ойд байгаа утгуудын нийлбэрийг тооцоолно. Ингээд *RULES* тогтмол санах ойд хадгалсан заавруудын тухайн нейроны төрөлтэй заавар бүрийн хувьд дараах үйлдлийг гүйцэтгэнэ. Заавар биелэхэд шаардлагдах спайкийн тоо буюу зааврийн матрицийн 2 дах утгыг өмнө тооцоолсон нийлбэртэй тус зааврын нөхцлөөр нь харьцуулна. Хэрэв биелж байвал тус зааврын гаралтын спайкийн тоог энэ атомик функцийг гаралтын утга болгон буцаана.

3) *GPU программын зохион байгуулалт*: Алгоритм 5-д программын параллел ажиллах хэсгийг хостоос төхөөрөмжрүү шилжүүлэхээр зохиосон. Энд *arraySize* утгаар хэдэн трийд зэрэг ажиллахыг зааж өгч байна. Манай тохиолдолд бүх нейроны тоо байна.

Алгоритм 5. MUST-Modder: Параллел ажиллагааг удирдах

```

1 void Run() {
2     NeuronKernel <<< <1, arraySize >>> ();
3
4     CUDA_CHECK(cudaGetLastError());
5     CUDA_CHECK(cudaDeviceSynchronize());
6 }

```

C. Симуляцийн туршилт

Энэхүү симуляцийн программыг NVIDIA GeForce MX230 загварын GPU бүхий компьютер дээр туршсан.

Дүгнэлт

Бид RSA крипто-алгоритмд зориулсан био-төхөөрөмжийн загварын матриц дүрсэлийг байгуулсан. Улмаар GPU дээрх симуляцийн программыг боловсруулж туршин системийн ажиллагааг шалгалаа.

Цаашид сайжруулах нь зүйтэй зарим ажлуудыг доор дурдлаа:

- 1) Тооцоолол нь явагдаж дууссан модулиудын санах ой дахин ашиглагдахгүй байгаа тул энэхүү био-төхөөрөмжийн загварт давталт хэрэгжүүлж санах нөөц ашиглалтыг нэмэгдүүлэх боломжтой.
- 2) Симуляцийн программд нейрон бүр *RULES* тогтмол болон *INDEXES, MODEL* texture санах ойд нэгэн зэрэг хандаж байна. Төхөөрөмж дээр дундын (shared) санах ойн шийдлийг хэрэгжүүлж тооцооллыг хурдасгах боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1] G. Ganbaatar, G. Cichon and T.-O. Ishdorj, "Implementation of RSA cryptographic algorithms using SN P systems based on HP/LP neurons," in *International Conference on Membrane Computing* Springer, 2020.

- [2] R. L. Rivest, A. Shamir and L. Adleman, “A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems,” *Communications of the ACM*, **journal** 21, **number** 2, **pages** 120–126, 1978.
- [3] T.-O. Ishdorj and A. Leporati, “Uniform solutions to SAT and 3-SAT by Spiking Neural P systems with pre-computed resources,” *Natural Computing*, **journal** 7, **number** 4, **pages** 519–534, **december** 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11047-008-9081-0>.
- [4] T.-O. Ishdorj, A. Leporati, L. Pan and X. Zeng, “Deterministic solutions to QSAT and Q3SAT by Spiking Neural P systems with pre-computed resources,” *Theoretical Computer Science*, **journal** 411, **number** 25, **pages** 2345–2358, **may** 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tcs.2010.01.019>.
- [5] G. Ciobanu and G. Wenyuan, “P systems running on a cluster of computers,” *in International Workshop on Membrane Computing* Springer, 2003, **pages** 123–139.
- [6] V. Nguyen, D. Kearney and G. Gioiosa, “A region-oriented hardware implementation for membrane computing applications,” *in International Workshop on Membrane Computing* Springer, 2009, **pages** 385–409.
- [7] J. M. Cecilia, J. M. Garcíea, G. D. Guerrero, M. A. Martínez-del-Amor, I. Pérez-Hurtado and M. J. Pérez-Jiménez, “Simulation of P systems with active membranes on CUDA,” *Briefings in bioinformatics*, **journal** 11, **number** 3, **pages** 313–322, 2010.
- [8] —, “Simulating a P system based efficient solution to SAT by using GPUs,” *The Journal of Logic and Algebraic Programming*, **journal** 79, **number** 6, **pages** 317–325, 2010.
- [9] M. Harris, “Mapping computational concepts to GPUs,” *in ACM SIGGRAPH 2005 Courses* 2005, 50–es.
- [10] D. Kirk and W. Hwu, *mW (2010) Programming Massively Parallel Processors A Hands-on Approach*.
- [11] D. Guide, “Cuda c programming guide,” *NVIDIA*, *July*, 2013.
- [12] X. Zeng, H. Adorna, M. Á. Martínez-del-Amor, L. Pan and M. J. Pérez-Jiménez, “Matrix representation of spiking neural P systems,” *in International conference on membrane computing* Springer, 2010, **pages** 377–391.
- [13] V. Volkov and J. W. Demmel, “Benchmarking GPUs to tune dense linear algebra,” *in SC’08: Proceedings of the 2008 ACM/IEEE conference on Supercomputing* IEEE, 2008, **pages** 1–11.
- [14] K. Fatahalian, J. Sugerman and P. Hanrahan, “Understanding the efficiency of GPU algorithms for matrix-matrix multiplication,” *in Proceedings of the ACM SIGGRAPH/EUROGRAPHICS conference on Graphics hardware* 2004, **pages** 133–137.
- [15] Z. Xu, M. Cavaliere, P. An, S. Vrudhula and Y. Cao, “The stochastic loss of spikes in spiking neural P systems: Design and implementation of reliable arithmetic circuits,” *Fundamenta Informaticae*, **journal** 134, **number** 1-2, **pages** 183–200, 2014.
- [16] O. Ochirbat, T.-O. Ishdorj and G. Cichon, “An error-tolerant serial binary full-adder via a spiking neural P system using HP/LP basic neurons,” *Journal of Membrane Computing*, **journal** 2, **number** 1, **pages** 42–48, 2020.
- [17] F. G. Cabarle, H. Adorna, M. A. Martínez-del-Amor and M. J. Pérez-Jiménez, “Spiking neural P system simulations on a high performance GPU platform,” *in International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing* Springer, 2011, **pages** 99–108.
- [18] F. G. C. Cabarle, H. N. Adorna, M. Á. Martínez del Amor and M. d. J. Pérez Jiménez, “Improving GPU simulations of spiking neural P systems,” *Romanian Journal of Information Science and Technology*, 15 (1), 5-20., 2012.
- [19] B. Schneier, *Applied cryptography: protocols, algorithms, and source code in C*. John Wiley & sons, 2007.

АТМОСФЕРИЙН ДАВХАРГААР ДАМЖИХ ОПТИК ДОЛГИОНЫ ТАРХАЛТАНД БОРООНЫ НӨЛӨӨЛЛИЙГ ТООЦОХ НЬ

*Д.Долгорсүрэн, Холбооны салбарын багш, магистр
ШУТИС, МХТС Улаанбаатар, Монгол, dolgorsuren@
must.edu.mn*

*З.Буянхишиг, Холбооны салбарын тэргүүлэх профессор,
доктор, ШУТИС, МХТС, Улаанбаатар, Монгол,
zbuya@must.edu.mn*

*Ш.Ганболд, Холбооны салбарын дэд профессор, доктор
(Ph.D), ШУТИС, МХТС, Улаанбаатар, Монгол, sh_gan-
bold@must.edu.mn*

Хураангуй— Дэлхийн улс орнуудын хувьд утасгүй холбооны хэрэглээний өсөлтөөс болж ашиглаж байгаа радио давтамжийн зурвас хүрэлцэхгүйд хүрч цахилгаан соронзон дамжууллаас (радио долгион) гэрлийн дамжуулалд (оптик давтамжийн долгион) шилжих шилжилт явагдаж байна. Харилцаа холбооны технологиор тэргүүлэгч хөгжингүй орнуудын хувьд оптик давтамжийн гэрлийн долгион ашиглан чөлөөт орон зай (FSO) буюу агаар мандалаар мэдээллийг дамжуулах олон тооны судалгааны ажлууд хийгдэж байна. Цаашид Монгол улс өөрийн агаар мандал, цаг агаарын нөхцөлд оптик гэрлийн долгионыг ашиглан мэдээлэл дамжуулах судалгааг хийх зайлшгүй шаардлагатай юм. Юуны өмнө оптик давтамжтай гэрлийн долгионд нөлөөлөх атмосферийн давхаргын шингээлт, сарнилт, бороо цас, манан, агаарын хуйлрал зэрэг олон тооны хүчин зүйлсээс үүсэх унтралтуудыг онолын хувьд тооцоолж үзэх шаардлагатай юм.

Бид энэхүү өгүүллээр Монгол орны нөхцөлд FSO системд борооны нөлөөлөл ямар болохыг 2017, 2018, 2019 онуудын ИНЕГ-ын харьяа Холбоо Навигацийн Ажиглалтын Албаны цаг уурын 2 станцийн серверийн Улаанбаатар хотын цаг агаарын талаарх техник өгөгдөлд тулгуурлан нарийвчлан тооцоолол хийж дүгнэлт гаргалаа. Атмосферийн давхаргад бороотой байх үед оптик долгионы тархалтын унтралт, бит алдааны магадлалыг OptiSystem програм ашиглан симуляц хийлээ.

*Түлхүүр үг—Чөлөөт орон зайн оптик холбоо,
борооны хурд, Маршал Палмерийн тархалт*

I. ТАНИЛЦУУЛГА

1880 оны 6-р сарын 3-нд Александр Грэхэм Белл хамгийн анхны гэрлийн долгион ашиглан дууны дохиог утасгүй дамжуулалтаар хоёр барилга хооронд, ойролцоогоор 213 метрийн (700 фут) зайд хийснээр анхны атмосферийн оптик холбооны систем үүссэн. Харин агаар мандал буюу гэрэлтэй орчноор гэрлийн долгион дамжуулах нь маш их унтралттай байсан бөгөөд мөн манан, шуурга, их хэмжээний цас болон бороо ороход дамжуулах боломжгүй их унтралт үзүүлж

байсан учраас чөлөөт орон зайн оптик (FSO) холбооны технологиос илүүтэйгээр оптик кабелийн технологид түлхүү анхаарч ихээр үйлдвэрлэж эхэлсэн.

RF буюу цахилгаан соронзон долгион хэрэглэдэг хэрэглэгчийн өндөр хурдны интернет, видео хурал, өндөр нягтралтай хөдөлгөөнт дүрс, шууд дамжуулалт гэх мэт үйлчилгээний шаардлага өсөх тусам зурвасын өргөний хэмжээ эрс нэмэгдэж байна.

Мэдээлэл, мультимедиа үйлчилгээ улам бүр нэмэгдсээр байгаагаас ердийн ашиглагддаг радио давтамж (RF)-ийн спектр хүрэлцэхгүйгээс болж, радио давтамжаас оптик зөөгч рүү шилжих хэрэгцээ зайлшгүй гарч байна. Чөлөөт орон зайн оптик (FSO) холбооны технологи нь оптик кабельтай адил гэрлэн диод болон лазер гэсэн гэрлийн үүсгэгчийг ашиглан мэдээллийг дамжуулах ба гол онцлог нь чөлөөт орон зай буюу агаарт гэрлийн долгионыг цацруулж утасгүйгээр өргөн зурвасын мэдээллийг дамжуулдаг технологи юм. FSO технологи нь 810 нм-1550 нм-ийн долгионы уртын зурваст ажиллах ба цахилгаан-оптик (E/O), оптик-цахилгаан (O/E) хувиргуурыг ашигладаг. FSO-ийн бүрэлдэхүүн нь: атмосферээр гэрлийн долгионыг дамжуулах нэвтрүүлэгч, гадны нөлөө (үүл, бороо, утаа, хий, температурын хэлбэлзэл, манан ба тоосонцор)-д өртдөг чөлөөт орон зайн дамжуулах суваг, хүлээн авсан дохиог боловсруулах хүлээн авагч гэсэн гурван хэсгээс бүрдэнэ.

FSO системийн төхөөрөмжүүд нь суурилуулалтын өртөг багатай, -50 °C-аас +50 °C температурт ажилладаг учраас эрс тэс уур амьсгалтай Монгол орны хувьд ихээхэн тохирох технологи юм. Иймд уг технологийг Монгол улсад нэвтрүүлэхийн тулд юуны өмнө оптик давтамжтай гэрлийн долгионд нөлөөлөх атмосферийн давхаргын шингээлт, сарнилт, бороо цас, манан, агаарын хуйлрал зэрэг олон тооны хүчин зүйлсээс үүсэх унтралтуудыг Монгол орны нөхцөлд нарийвчлан тооцоолох шаардлагатай юм. Энэхүү судалгаа нь оптик давтамжтай гэрлийн долгионыг ашиглан утасгүй технологиор мэдээллийг дамжуулах энэ шинэ аргыг Монгол улсад нэвтрүүлэхэд шаардлагатай үндсэн параметруудийг анхлан тодорхойлох судалгаа болох ач холбогдолтой юм. Мөн түүнчлэн оптик давтамжтай гэрлийн долгионыг ашигласан чөлөөт орон зайн оптик холбооны системийг Монгол улсад нэвтрүүлэхийн тулд агаар мандлын оптик холбооны системийн ажиллагааны судалгааг олон улсын түвшинд ойртуулах чухал ач холбогдолтой.

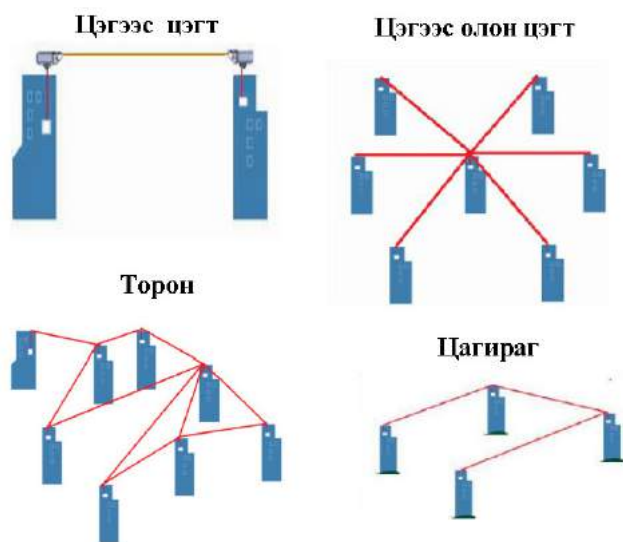
II. ЧӨЛӨӨТ ОРОН ЗАЙН ОПТИК

FSO технологи нь орон зай, цаг хугацааны санамсаргүй утгуудыг агуулсан атмосферээр тархдаг суваг ашигладаг. Үүл, цас, манан, бороо, будан гэх мэт хүрээлэн буй орчны урьдчилан таамаглах аргагүй олон янзын хүчин зүйлүүд нь оптик дохионд хүчтэй унтралт үзүүлж, FSO дамжуулах зайг хязгаарладаг. Газрын FSO холбоо нь барилга байгууламж хооронд, уулнаас уул хүртэлх эсвэл хоёр суурин станц хоорондох хэвтээ холболтын сүлжээг агуулна. Эдгээр FSO сүлжээг 1-р зурагт үзүүлсэн шиг цэгээс цэгт, цэгээс олон цэгт, эсвэл

цагираг, эсвэл торон топологоор байгуулж болно.

Агаар мандалд оптик сувгаар дамжин тархах үед оптик цацрагт учирдаг янз бүрийн алдагдлууд нь шингээлт болон сарниулалтын алдагдал юм. Агаар мандлын суваг дахь алдагдал нь ихэвчлэн шингээх, сарних процессоос үүдэлтэй бөгөөд үүнийг Беерийн (Beer Law) хуулиар тайлбарладаг.

Харагдах ба хэт улаан туяануудын атмосферийн үндсэн шингээгч нь усны молекулууд, нүүрстөрөгчийн давхар исэл, озон юм.



Зураг 1. Газрын FSO холболтууд

Агаар мандлын шингээлт нь долгионы уртаас хамааралтай үзэгдэл юм. Молекулын шингээлтийн коэффициентийн зарим утгуудыг цаг агаарын тунгалаг нөхцөлд Хүснэгт 1-д авч үзлээ. 700 нм-1600 нм-ийн хооронд хэд хэдэн дамжууллын цонх байдаг. Үндсэн FSO системүүд 850 нм ба 1550 нм-ийн цонхуудад ажиллахаар бүтээгддэг.

ХҮСНЭГТ 1. ДОЛГИОНЫ УРТЫН МОЛЕКУЛЫН ШИНГЭЭЛТ

No	Долгионы урт (нм)	Молекулын шингээлт (дБ/км)
1.	550	0.13
2.	690	0.01
3.	850	0.41
4.	1550	0.01

Хэрэв оптик долгионы уртаас атмосферийн бүрдэл хэсгүүд бага хэмжээтэй байвал Rayleigh тархалтыг үүсгэнэ. Агаарын молекул, манан зэрэг хэсгүүд нь Rayleigh тархалтыг үүсгэдэг. Хэрэв агаар мандлын хэсгүүдийн хэмжээг оптик долгионы урттай ойролцоо гэж үзвэл Mie тархалтыг гаргадаг. Тоосонцорын хэсгүүд, манан ба будан зэрэг нь Mie тархалтын гол хүчин зүйл юм.

Хэрэв агаар мандлын хэсгүүд оптик долгионы уртын хэмжээнээс том бол бороо, цас, мөндөр болно. Атмосферийн нийт унтралт нь гэрлийн шингээлт ба сарнилтын хослолоор илэрхийлэгддэг атмосферийн унтралтын коэффициентээр тодорхойлогдоно.

$$\gamma = \alpha_m + \alpha_a + \beta_m + \beta_a \quad (1)$$

α_m ба α_a нь молекулын ба агаарын шингээлтийн коэффициент, мөн β_m ба β_a нь молекулын ба агаарын сарнилтын коэффициент.

FSO системд шингээлт, тархалтыг үүсгэдэг дараах хүчин зүйлүүд байна.

Манан: Өтгөн манантай нөхцөлд үзэгдэх орчин 50 м-ээс бага үед унтралт нь 350 дБ/км-ээс их болж FSO ашиглах боломжийг хязгаарлана. Ийм тохиолдолд маш өндөр хүчин чадалтай лазерууд ашиглаж дамжуулах боломжийг сайжруулна. Ерөнхийдөө 1550 нм лазер нь дамжуулах чадвар өндөр тул их унтралттай нөхцөлд ашиглана.

Бороо: Борооны дуслын хэмжээ нь манантай усны дуслын хэмжээнээс нэлээд их байдаг. Борооны дусал FSO харилцаа холбоонд ашигладаг долгионы уртаас их (100-10000 мкм) хэмжээтэй байдаг. 850 нм ба 1500 нм орчим долгионы урт дээр зөөлөн бороо (2.5мм/цаг), ширүүн борооны (25мм/цаг) үед унтралтын алдагдал нь 1дБ/км-ээс 10дБ/км-ийн хооронд хэлбэлздэг. FSO шугамын унтралт, α_{rain} (дБ/км)-ийг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\alpha_{rain} = k_1 R^{k_2} \quad (2)$$

R нь борооны хурд мм/цаг, k_1 ба k_2 нь борооны дуслын хэмжээ болон бороо орох үеийн температураас хамаарч гардаг загвар параметрууд юм. Багавтар үүлтэй ширүүн бороотой үед энергийн их алдагдалтай байдаг учраас өндөр хүчин чадалтай лазеруудыг ашиглах ба FSO сүлжээ нь 30дБ-ээс ихгүй унтралттай байх шаардлагатай.

Цас: Цасан ширхэгийн хэмжээ нь манан ба борооны хэсгүүдийн хооронд орших хэмжээтэй байдаг. Тиймээс цасны унтралт нь борооноос их, манангаас бага байдаг. Их хэмжээний цас орох үед лазер цацрагийн тархах зам нь цасны нягтрал ихэссэнээс болж хаагддаг. Энэ тохиолдолд түүний унтралт нь 30-350дБ/км-ийн хоорондох манантай харьцуулж болох бөгөөд энэ нь FSO системд холбоог тогтоох боломжийг бууруулна. Цасны хувьд унтралт нь хуурай, нойтон цасны гэж ангилагдана. Тодорхойлогдох унтралт (дБ/км) α_{snow} , цасны хурд S нь мм/цаг дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$\alpha_{snow} = aS^b, \quad (3)$$

a ба b нь хуурай ба нойтон цасны хувьд, хуурай цас: $a=5.42 \times 10^{-5} + 5.49$, $b=1.38$, нойтон цас : $a = 1.02 \times 10^{-4} + 3.78$, $b = 0.72$

III. FSO СИСТЕМД НӨЛӨӨЛӨХ АТМОСФЕРИЙН НӨЛӨӨЛЛИЙН ТООЦОО

A. Борооны унтралтын тооцоо

Борооноос шалтгаалах дохионы унтралт нь борооны тархалтын янз бүрийн загвараас ихээхэн хамаардаг. Хамгийн их ашиглагддаг Маршал, Палмерийн тархалт нь өөрсдийн өгөгдөл болон хууль, Парсонсын өгөгдөл дээр тулгуурлан дараах илэрхийллийг гаргасан.

$$A_{rain} = a \cdot R^b \text{ dB/km}, \quad (4)$$

R – Борооны хурд mm/h, a ба b нь борооны дуслын хэмжээ болон бороо орох үеийн температураас хамаарч гардаг загвар параметрууд юм. ITU-R зөвлөмжөөс гаргасан загвар параметруудийн утга 1.074, 0.67-тай тэнцүү байна.

Хүснэгт.2 ба Зураг.2-д “ИНЕГ-ын харъяа Холбоо Навигацийн Ажиллалтын Албаны цаг уурын станц”-аас авсан 2017-2019 онуудын 7,8 саруудад Улаанбаатар хотод орсон борооны хурдыг үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ II. БОРООНЫ ХУРД

ХҮСНЭГТ II. БОРООНЫ ХУРД

Он, сар	2017, mm/h		2018, mm/h		2019, mm/h	
	7	8	7	8	7	8
Бага	1.72	1.55	1.61	1.5	1.85	1.87
Дундаж	18.86	19.25	20.58	19.35	22.55	20.02
Их	61.76	68.53	70.51	60.04	73.7	68.75



Зураг 2. Борооны хурд

ХҮСНЭГТ III. БОРООНЫ УНТРАЛТ

Он	2017, dB/km		2018, dB/km		2019, dB/km	
Сар	7	8	7	8	7	8
Бага	1.54	1.44	1.47	1.4	1.62	1.63
Дундаж	7.68	7.79	8.14	7.81	8.66	7.99
Их	17.01	18.2	18.59	16.69	19.15	18.3



Зураг 3. Борооноос үүсэх унтралт

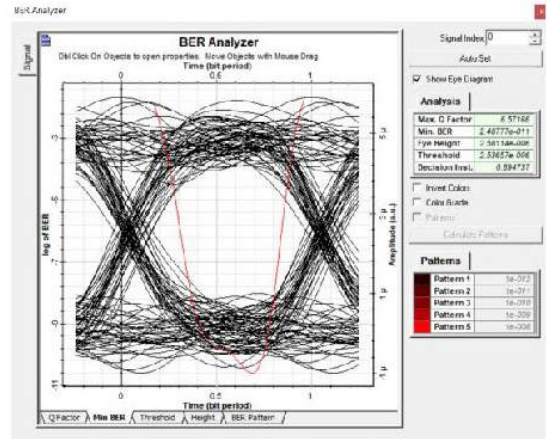
Хүснэгт.2 дахь өгөгдлийг ашиглан Маршил-Палмерийн тархалтаар унтралтыг нь тооцоолон үр дүнг Хүснэгт 3 болон Зураг 3-т үзүүлэв.

В. Борооны унтралтын симуляц

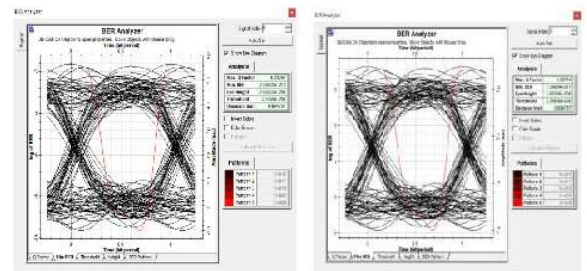
FSO системд нөлөөлөх борооны нөлөөллийг Opti-System програм ашиглан симуляц хийсэн, симуляцийн

схемийг зураг 4-т үзүүлэв.

ураг 5-т үзүүлсэн нүдэн диаграмаас харвал Qfactor=6.57dB, BER=2.48 · 10⁻¹¹ байгаа нь агаар тунгалаг үед FSO системээр хамгийн ихдээ 35км хүртэлх зайд мэдээлэл дамжуулах боломжтойг илтгэж байна.

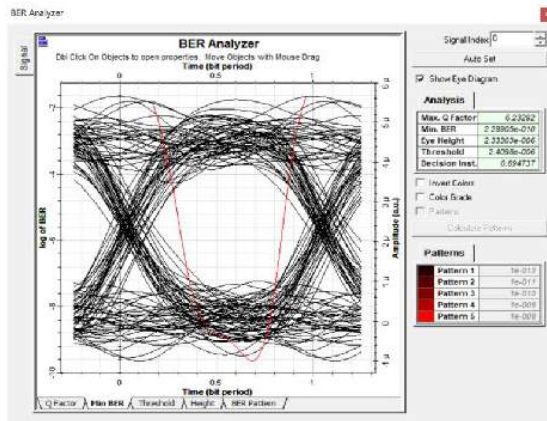


Зураг 5. Нэвтрүүлэгчээс 35км зайд хүлээн авсан дохионы нүдэн диаграм

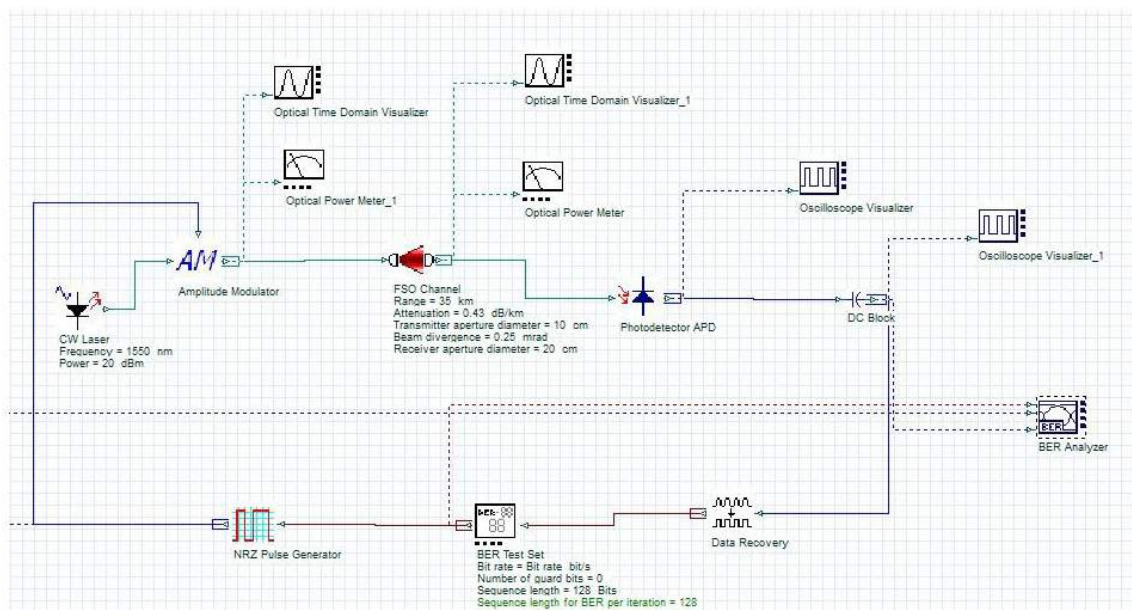


Зураг 6. Нэвтрүүлэгчээс 15.5км, 4.2км зайд хүлээн авсан дохионы нүдэн диаграм

Улаанбаатар хотод 2017 онд орсон хамгийн бага хурдтай бороо нь 1.55mm/h харин дундаж хурдтай бороо нь 19.25mm/h хурдтай байсан ба зураг 6-т үзүүлсэн нүдэн диаграммаас харвал Qfactor=6.11dB, BER=4.88·10⁻¹⁰; Qfactor=6.65dB, BER=1.39 · 10⁻¹¹ байгаа нь хамгийн бага хурдтай болон дундаж хурдтай бороотой үед FSO системээр хамгийн ихдээ 15.5км болон 4.2км хүртэлх зайд мэдээлэл дамжуулах боломжтойг илтгэж байна.



Зураг 7. Нэвтрүүлэгчээс 2.1км зайд хүлээн авсан дохионы нүдэн диаграм



Зураг 4. FSO системд нөлөөлөх борооны симуляцийн схем

Улаанбаатар хотод 2017 онд орсон хамгийн их хурдтай бороо нь 68.53mm/h хурдтай байсан ба зураг7-д үзүүлсэн нүдэн диаграмаас харвал Qfactor=6.23dB, BER=2.28 · 10⁻¹⁰ байгаа нь хамгийн их хурдтай бороотой үед FSO системээр хамгийн ихдээ 2.1км хүртэлх зайд мэдээлэл дамжуулах боломжтойг илтгэж байна.

2017, 2018, 2019 онуудад орсон борооны хурд, Qfactor, BER, дамжуулах зай зэргийг Хүснэгт 4 ба зураг 8-д графикаар үзүүлээ.

ХҮСНЭГТ IV. БОРООНЫ НӨЛӨӨЛӨЛ

№	Он	2017	2018	2019
1	Хурд, mm/h	68.53	70.51	73.7
2	Q factor, dB/km	6.23	6.33	6.76
3	BER	$2.28 \cdot 10^{-10}$	$4.36 \cdot 10^{-10}$	$6.8 \cdot 10^{-10}$
4	Зай km	2.1	2.07	2



Зураг 8. Борооноос үүсэх нөлөөллийн хүчин зүйлс

Улаанбаатар хотын хэмжээнд сүүлийн 3 жил орсон борооны FSO системийн дамжуулалд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг судаллаа. Жилээс жилд орох борооны хурд өсөж байгаа нь FSO системийн оптик давтамжтай

гэрлийн долгион дамжуулах зай буурахад нөлөөлж байна.

ДҮГНЭЛТ

Сүүлийн жилүүдэд мультимедиа хэрэглэгчид ба интернет ачааллын тоо эрс нэмэгдэж байгаа нь өгөгдлийн хурд багатай ажилладаг RF системд ихээхэн дарамт учруулж байна. FSO холбоо нь маш өргөн зурвас шаардлагатай алслагдсан сайтуудын хооронд утасгүй холболт хийх боломжтой юм. Энэхүү технологи нь ойрын ирээдүйд харилцаа холбооны зах зээлийн маш өндөр хурд, хүчин чадлын шаардлагыг хангахуйц ирээдүйтэй технологи гэж тооцогдож байна.

Гэсэн хэдий ч FSO системийг бүрэн ашиглахын тулд агаар мандлын, атмосферийн давхаргын янз бүрийн шинж чанаруудаас үүсэх бэрхшээлүүд саад болдог. FSO систем нь Улаанбаатар хотын 2017-оос 2019 онд атмосферийн голлох үзэгдэл болох борооны үед үзүүлэх унтралтыг авч үзлээ. Борооны хурд ихтэй үед 2,5ГГц давтамж, 1550nm урттай гэрлийн долгионы агаар мандалд тархах зай 2км хүртэл буурч байна. Энэ нь ашиглах давтамжийг бууруулснаар дамжуулах зайг ихэсгэх боломжтойг харуулж байна.

НОМ ЗҮЙ

- [1] V. W. S. Chan, "Free-space optical communications," J. Lightwave Tech., vol. 24, no. 12, pp. 4750–4762, 2006.
- [2] Z.Ghassemlooy and W. O. Popoola, Terrestrial Free-Space Optical Communications, ch. 17, pp. 356–392. InTech, 2010.
- [3] H. Henniger and O. Wilfert, "An introduction to free-space optical communications," J. Radioeng., vol. 19, no. 2, pp. 203–212, 2010.
- [4] M. Toyoshima, T. Jono, T. Yamawaki, K. Nakagawa, and A. Yamamoto, "Assessment of eye hazard associated with an optical downlink in freespace laser communications," Proc. SPIE, Free Space Laser Comm. Tech. XIII, vol. 4272, 2001..

- [5] I. I. Kim and M. Achour, "Free-space links address the last-mile problem," vol. 37, 2001.
- [6] A. Desai, J. Llorca, and S. D. Milner, "Autonomous re-configuration of backbones in free-space optical networks," in Military Comm. conf. (MILCOM), 2004.
- [7] A. Majumdar, Advanced Free Space Optics (FSO): A Systems Approach. Springer, 2015.

ДИНАМИК ЗАГВАРЧЛАЛ АШИГЛАСАН ГҮНИЙ УУРХАЙН РАДИО ХОЛБООНЫ СИСТЕМИЙН НАЙДВАРЖИЛТЫН ЗАДЛАН ШИНЖИЛГЭЭ

*Б.Батзориг Холбооны салбар Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль Улаанбаатар хот, Монгол улс
batzorigbazargur@gmail.com*

*Б.Отгонбаяр Холбооны салбар Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль Улаанбаатар хот, Монгол улс
otgonbayar_b@must.edu.mn*

*Б.Ууганбаяр Системийн сэтгэлгээний лаборатори Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль Улаанбаатар хот, Монгол улс
buuganaa@must.edu.mn*

Хураангуй— Энэ өгүүллэгт Motorola Di-metra (TETRA) радио холбооны системийн найдваржилтын бэлэн байдлын мэдээллийг ашиглан гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг системийн динамик загварчлалын аргаар Vensim программ ашиглан судлан, симуляц хийж туршсан үр дүнг танилцууллаа. Мөн түүнчлэн гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн нөлөөллийг авч үзсэн. Тус судалгааны бүтээлийн гол зорилго нь системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх явдал юм. Мөн тус судалгааны бүтээлийн гол онцлог нь гүний уурхайн радио холбооны системийг бүхлээр нь авч үзсэн бөгөөд найдвартай ажиллагааны магадлалыг судлаж үзэхэд үр дүн нь 93,85% гэж гарсан. Учир нь тус радио холбооны системийн бүрэлдэхүүнд багтаж буй төхөөрөмж бүрийн найдваржилтын үзүүлэлт харилцан адилгүй байгаатай холбоотой юм. Энэхүү системийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг Вейбуллын тархалтын хуулийг ашиглан 1-р эрэмбийн хорин зургаан дифференциал тэгшитгэлийг Vensim программ дээр судласан.

Түлхүүр үг—радио холбоо, найдваржилт, систем динамик, загвар, хүчин зүйлс

I. УДИРТГАЛ

Энэхүү судалгааны бүтээлд гүний уурхайн радио холбооны системийн бүрэлдэхүүнд багтах үндсэн төхөөрөмжүүдийн хоорондын харилцан хамаарал, жингийн функц зэргийг тооцоолж гаргасан болно. Судалгааны объект, Оюутолгойн гүний уурхайн радио холбооны системийг сонгож авсан бөгөөд уг системийн найдвартай ажиллах магадлалд нөлөөлөх хүчин зүйлсүүдийг тодорхойлоход:

- Оптик дамжуулах шугам тасрах, гэмтэх
- Систем дээр хийгдэх өөрчлөлт болон засварын ажил
- TETRA системийн Local site trunking горимд шилжих

- Цахилгаан тэжээлийн тасралт
- Радиацийн кабелийн гэмтэл (цохигдох, дарагдах болон шалчийх)
- Радиацийн кабелийн коннектор (чанаргүй холболт)
- Интерференц (өндөр хүчдлийн кабельтай ойр байх, агааржуулалтын сэнстэй ойр байх)
- Радиацийн кабелийн урт хэтрэх (800 метрээс хэтрэх. 1200м дээр яриа хийх боломжгүй болдог)
- Return loss асуудал (дахин дамжуулагчийн чадал ихсэх, буурах гэх мэт чадлын балансын асуудал, мөн 2 өөр дахин дамжуулагч бие биендээ нөлөөлөх гэх мэт)
- Радио холбооны дахин дамжуулагч төхөөрөмж эвдрэх

Найдваржилт буюу сааталгүй ажиллах магадлалыг хэд хэдэн хоорондоо үл хамаарах холбооны системийн тусламжтайгаар дээшлүүлэх боломжтой гэж бид үзсэн [1]. Харин энэхүү судалгааны ажилд гүний уурхайн Motorola Dimetra радио холбооны системийн сааталгүй ажиллах магадлалыг системийн динамик загварчлалын аргаар шалгаж, симуляц хийж туршсан үр дүнг танилцуулж байна. Системийн динамик загварчлалыг энэхүү судалгааны ажилд ашигласан үндэслэл нь дараах шалтгаануудаар тодорхойлогдоно.

Бид өмнөх судалгааны ажлыг [1] гүйцэтгэх явцад дараах асуудлууд тулгарч байсан:

- Matlab програм дээр симуляц хийж турших нь маш их програмчлалын код бичих шаардлагатай байдаг бөгөөд Vensim программ дээр симуляц хийж туршихад харьцангуй хялбар байсан.
- Гурван зэрэгцээ радио холбооны системийн саатлын функц (λ), засварын функц (μ)-ын утгуудыг Вейбуллын тархалтын хуулиар загварчилж авч үзэхэд, найдваржилт тогтмол тоо руу нийлэхгүй, өөрөөр хэлбэл тогтворжихгүй байсан. Тиймээс гурван зэрэгцээ радио холбооны системийн хувьд Вейбуллын тархалтын хувьд хийлгүй орхисон.
- Түүнчлэн, хоёр болон гурван зэрэгцээ радио холбооны системийн хувьд, саатлын функц (λ), засварын функц (μ)-г холимог хэлбэрээр буюу саатлын функц (λ) дээр илтгэгч, засварын функц (μ) дээр Пойсон, эсвэл саатлын функц (λ) дээр Вейбулл, засварын функц (μ) дээр илтгэгч тархалтыг гэх мэтээр янз бүрээр орлуулж үзэхэд найдваржилтын үзүүлэлт тогтворжихгүй байсан тул энэ санаагаа хэрэгжүүлээгүй.
- Хоёр болон гурван зэрэгцээ радио холбооны системийн загварыг бодох явцад бид Matlab програмын dsolve командыг ашиглаж үзсэн боловч үр дүнг маш удаан хугацаанд гаргаж байсан. Иймээс dsolve командыг тоон аргаар

боддог ode23 командаар сольж бодолтыг гүйцэтгэсэн.

- Саатлын функц (λ), засварын функц (μ)-ын утгуудыг Пойсоны тархалтын хуулинд захирагдана гэж үзсэн үед бидний томъёонд t -ийн факториал ($t!$) орж ирсэн нь дифференциал тэгшитгэлийн системийг бодоход хүндрэл учруулсан. Иймд t -ийн факториал ($t!$)-ийг Стирлингийн томъёогоор сольж бодолтыг гүйцэтгэсэн.
- Гурван зэрэгцээ радио холбооны системийн загварт, бүх хувилбаруудыг авч үзэхэд, дифференциал тэгшитгэлийн системүүд нь бичлэгийн болон, бодолтын хувьд хүндрэл ихтэй байсан тул зарим тохиолдлуудыг орхисон болно. Тухайлбал: энэхүү гурван систем нь гурвуулаа ажиллаж байгаад шууд гурвуулаа зэрэг саатна гэдгийг орхисон, өөрөөр хэлбэл нэг төхөөрөмж эхлэж саатаад, дараа нь хоёр дахь төхөөрөмж саатсаны дараа хамгийн сүүлд гурав дахь төхөөрөмж саатсанаар энэхүү зэрэгцээ гурван систем бүгдээрээ саатах байдлаар загварчилсан.

Бид [1] өгүүллэгийг улам бүр өргөтгөж, гүний уурхайн радио холбооны системийн ерөнхий блок диаграммыг илүү нарийвчилж, Motorola Dimetra системийг илүү задлаж Vensim програм ашиглан загварчилж, найдваржилтын үр дүнг симуляц хийж гаргасан.

II. ИЖИЛ ТӨСТЭЙ СУДАЛГААНЫ БҮТЭЭЛҮҮД

Бид өмнөх судалгаанд гүний уурхайн радио холбооны системийн найдваржилтанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн дотор байгалийн, гүний уурхайн болон радио холбооны системийн янз бүрийн учирч болох эрсдлүүдийг ангилж, тэдгээрийн дотроос газар хөдлөлтийн эрсдлийн магадлалыг ойролцоогоор тооцоолсон [2]. Гэхдээ үүнийг бид Монгол орны өмнөд хэсэгт орших Оюутолгойн гүний уурхайн жишээн дээр, тодруулбал Өмнөговь аймагт болсон газар хөдлөлтүүдийн статистик мэдээллийг ашиглаж хийсэн. Харин [3] дээр бид гүний уурхайн холбооны системийн найдваржилтыг илтгэгч тархалтын 4 янзын функцийг ашиглан саатлын үзүүлэлтүүдийг судалгаандаа ашигласан. [4] дээр үр ашигтай засварын саатлын шалтгааныг динамик дүгнэлтийн хамт харуулсан. Дүн шинжилгээ нь үр ашигтай засварыг хэрэгжүүлэх үед засварын баг болон хүнд машин механизмын операторуудын өөрчлөлтөн дээр анхаарсан байна. Динамик дүн шинжилгээний өөрчлөлтөн дээр тулгуурлаж, энэхүү үр ашигтай засварыг хэрэгжүүлэх чухал ойлголтыг таньж хэрэгжүүлэх зорилготой. [5], тус судалгааны бүтээлд хойд Вьетнамын далайн эргийн Хайфун хотын гамшгийн менежментийн асуудлыг харилцаа холбооны стратеги болон системийн динамик загварчлалыг аргыг ашиглан судласан. Vensim программыг ашиглан тус хотын одоогийн нөхцөл байдлын тухай томоохон зураглалыг гаргаж, хэд хэдэн удаагийн семинар зохион байгуулж шаардлагатай

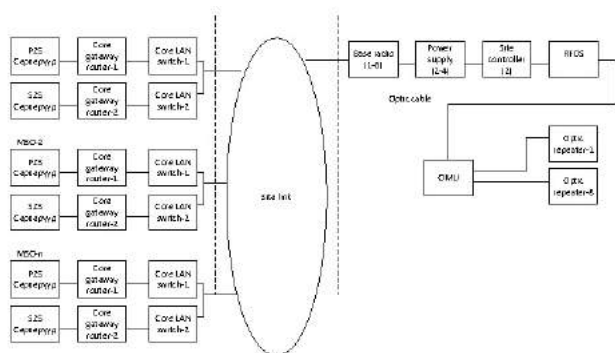
өгөгдлүүдийг оруулснаар тухайн зураглалыг хөгжүүлсэн. Үүний дараа гамшгийн үед бэлэн байх ухаалаг хотыг байгуулах зорилгоор системчилсэн оролцоог Бейсийн сүлжээний загварчлалыг ашигласан. Хэд хэдэн харилцаа холбооны стратегийг хэрэгжүүлж, томъёолсон байна. Харин [6]-д Тайланд дахь станцуудад ашиглагдаж байгаа засварын стратеги болон хяналтын технологийг АНУ дахь ердийн станцуудын чадалтай харьцуулжээ. Тодруулбал, Тайланд дахь нефть, шатдаг хийн боловсруулах үйлдвэр болон эрчим хүчний станцуудын технологийг АНУ дахь ижил төрлийн станцуудтай харьцуулсан байна. Судалгааны ажилд системийн динамик загварчлалыг ашиглан шаардлагатай өгөгдлүүдийг оруулж загварчилсан. Станцуудын ашиглалтын болон засвар үйлчилгээний зардлууд нь тухайн загварчлалын үр дүнгээр тодорхойлогдсон байна. [7]-ийн тухайд, Марковын системийн динамик загварчлал гэж нэрлэгдэх найдваржилтын дүн шинжилгээ болон системийн онцлог шинж чанарыг судлахын тулд системийн динамик загварчлалыг Марковын аргатай нийлүүлсэн холимог аргыг санал болгосон. Энэхүү арга нь Марковын болон системийн динамик аргачлалын давуу талуудыг агуулжээ. [8]-ийн судалгааны онцлог гэвэл найдваржилтыг тооцоолох, хянах зорилгоор системийн засварын дүн шинжилгээг, системийн динамик загварчлалыг ашиглан хийсэн үр дүнг танилцуулжээ. Энэ судалгааны хувьд, [9] нэг онцлог нь 1997-2016 оны хооронд хэвлэгдсэн 41 сэтгүүлийн 103 судалгааны бүтээлүүдэд хийсэн системчилсэн дүн шинжилгээний үр дүнг харуулжээ. Гол хувь нэмэр нь гэвэл эхлээд тэдгээр судалгааны бүтээлүүдийг дүн шинжилгээ хийж, хэвлэгдсэн он, програм ашигласан, бусад судалгааны аргуудыг нэгтгэж тэдгээрээс иш татаж ашигласан болон судалгааны дизайн зэргээр нь томъёолсон. Харин [10] дээр өөрчлөлтийг дэмжих чадварын гол түлхүүр нь зарим нэгэн нийгмийн хөгжлийн замбараагүй үзэгдэл буй болох үед тэдгээрийн гаж буруу нөлөөллийг системийн динамик загвараар загварчилж болохыг нотолсон. Түүнчлэн тус судалгаа нь ухаалаг арга замыг тогтвортой байдлын шилжилтийн системийн динамик загварчлалын тусламжтайгаар сайжруулж болно гэдгийг санал болгожээ. [11]-ийн хувьд, уг судалгааны бүтээлд, зохиогчид нь гурван туршилтын аргачлалыг санал болгосон бөгөөд эдгээр гурван арга нь загварчлалын параметруудыг ашиглаж чадах тусгай томъёонуудтай холбоотой үнэн зөв хэмжигдэхүүн, зөв зохистой бүтэцтэй системийн динамик загварчлалаар батлагдсан. Энэхүү гурван туршилтын аргачлал нь (туршилтын бүтэц, туршилтын алгоритм болон туршилтын байдал) хэрэгцээ шаардлага, дундаж найдваржилт болон найдваржилтын талаар тус тусад нь үр дүнг гаргасан. [12] дээр системийн динамик загварчлалын тусламжтайгаар сүлжээний дүн шинжилгээ хийхэд зориулагдсан программыг хөгжүүлсэн үр дүнг танилцуулжээ. Энэхүү хөгжүүлсэн программ болон цуглуулсан загварууд нь бүтцийн хувьд тогтвортой шинжлэх ухааны системийн динамик загварчлалын дүн шинжилгээ хийж үнэлж дүгнэхэд ашиглагдсан. Тэгвэл [13]-ийн тухайд, системийн динамик хөгжлийн одоогийн аргыг дүрсэлсэн. Эхнийх нь нөлөөллийн диаграм дээр суурилж боловсруулсан загварууд, удаах

нь тэдгээрийн төлөв байдал байдал болон эх үүсвэрийн магадлал дээр үндэслэсэн загварчлал, харин гурав дахь нь тусгай домайн талбарт зориулагдсан ерөнхий бүтэц, хамгийн сүүлийнх нь системийн динамик загварчлалыг томъёолоход зориулагдсан бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн арга гэсэн хөгжлийн үе шатуудыг авч үзжээ. [14], энэхүү судалгаанд Vensim программыг ашиглан системийн динамик загварчлал дээр тулгуурлан боловсролын сургалтын үр ашигтай байдлыг үнэлэх загварчлалыг боловсруулжээ. Өөрөөр хэлбэл, дөрвөн шалтгаант-нөлөөллийн холбоон дээр тулгуурласан системийн динамик загварчлал, бүтээх заах арга зүй, шинжлэх ухаанч үйл ажиллагаануудыг сургуульд хэрэгжүүлэх, гэр бүлийн оролцоо болон багшийн заах идэвх зэрэг сургалтын үр ашигтай байдалд нөлөөлөх дөрвөн шалтгаант-нөлөөллийн загварыг хөгжүүлсэн. [15], тус судалгаанд янз бүрийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн хоорондын харилцан хамаарлыг шалгахын тулд системийн динамик загварчлалын аргыг ашигласан үр дүнг танилцуулжээ. Энэхүү дэвшүүлсэн судалгаа нь олон төрлийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн эргэх холбоог хөгжүүлж, шаардлагатай алхамуудыг гаргаж ирсэн. [16]-д, уг судалгааны бүтээлийн гол зорилго нь үйлдвэрлэлийн ба засварын ажлыг яаж төлөвлөж, өөрчилж, удирдах гэдэг шаардлагаас үүдэлтэй бүхэл бүтэн аргачлалыг танилцуулжээ. Энэхүү бүтэц нь үйлдвэрлэлийн болон засварын удирдлагын уялдаа холбоонд голлон анхаарсан бөгөөд, орчин үеийн ямар ч төрлийн байгууллага, аж ахуйн нэгжүүдэд ашиглах боломжтой гэж онцолжээ. [17] дээр, прогноз гаргах тоон үзүүлэлтийн дүн шинжилгээ болон, олон зорилгот оновчлолын хэрэглээний системийн динамик загварчлалын үр дүнгүүдийг харуулсан. Хамгийн бага засварын зардал, хамгийн их хүртээмжтэй байдал гэсэн зорилгыг шийдвэрлэх, олон зорилгот оновчлолыг хэрэгжүүлэхийн тулд олон тооны симуляц хийж шалгах үедээ, системийн засварын зардлыг ашиглан, засварын гүйцэтгэлийг сайжруулах зорилгоор системийн динамик загварчлалаар туршин шалгажээ. [18]-ийн тухайд, гол зорилго нь аюулгүй ажиллагааны хүчин зүйлсийн (техникийн, зохион байгуулалтын болон хүний) хооронд шалтгааны харилцан хамаарлыг албан ёсны болгохын тулд системийн динамик загварчлалыг боловсруулах ажил байсан байна. Тэдгээр хүчин зүйлс нь үйлдвэрлэлийн системийн аюулгүй ажиллагааны нөхцлийг тодорхойлох ач холбогдолтой гэж онцолжээ.

III. ГҮНИЙ УУРХАЙН ТЕТРА РАДИО ХОЛБООНЫ СИСТЕМИЙН НАЙДВАРЖИЛТЫН СИСТЕМИЙН ДИНАМИК ЗАГВАРЧЛАЛ

Холбооны систем нь байгалийн болон хүний хүчин зүйлээс хамаарч найдвартай ажиллагаа нь алдагддаг. Бид энд осол болох шалтгаан нөхцлийг судлах зорилго тавиагүй бөгөөд найдвартай ажиллагааг хэрхэн дээшлүүлж болох арга замыг авч үзнэ. Найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх аргуудын нэг нь холбооны системүүдийг нэмж суурилуулах явдал юм. Бид тус судалгааны бүтээлд гүний уурхайн Motorola Dime-tra радио холбооны системийн цөм (core network), бааз станц болон гүний уурхай дотор байрлах дахин дамжуулагч төхөөрөмжүүдийг Vensim програм дээр

зураглал шинээр гаргаж, төхөөрөмж тус бүрийн найдваржилтын бэлэн байдлын мэдээллийг ашиглан тус гүний уурхайн Motorola Dimetra радио холбооны системийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг симуляц хийж туршиж судласан.



Зураг 1. Гүний уурхайн Motorola Dimetra радио холбооны системийн бүтэц

Гүний уурхайн загварчлалын зураглалыг гаргах үед системийн оновчлолыг байж болох хамгийн дээд утгыг орлуулж гаргасан. Харин хамгийн доод утгыг янз бүрээр өгч симуляц хийж туршсан бөгөөд онолын хувьд оновчлолын ямар нэгэн $f(x)$ функцийг хамгийн их ба хамгийн бага утгыг онолын хувьд тооцоолоогүй бөгөөд оновчлолыг гүний уурхайн радио холбооны системийн зураглалыг гаргах үедээ хийсэн. Өөрөөр хэлбэл туршилт, симуляц хийх замаар оновчтой утгуудыг гаргасан. Зураг 1 дээр дүрслэгдсэн гүний уурхайн Motorola Dimetra радио холбооны системийн бүтцийн диаграммыг Vensim программ дээр симуляц хийх зорилгоор дахин зураглал гаргаж загварчилсаныг зураг 3-т харуулсан. Учир нь энэхүү зураглал маш том хэмжээтэй болсон учраас Matlab програм дээр загварчлахад маш нүсэр, төвөгтэй байснаас Vensim програм дээр шинээр зураглал гаргасан. Зураг 3-т харуулсан гүний уурхайн ТЕТРА радио холбооны системийн найдваржилтын системийн динамик загварчлалын зураглал дээр төхөөрөмж бүрийн саатлын магадлал буюу саатлын функц (λ)-ын утгуудыг өмнө дурдсан Motorola Dimetra радио холбооны системийн найдваржилтын бэлэн байдлын утгуудаар орлуулсан. Харин β буюу тогтмол утгын функцийг хэмжигдэхүүнийг тогтмол 1,1 гэж авсан. Зураг 3 дээр дүрслэгдсэн төхөөрөмж бүрийн Input гэсэн утгуудыг тооцоолохдоо Вейбуллын тархалтын хуулийг ашигласан. Харин availability буюу системийн найдваржилтын бэлэн байдлын утгуудыг тооцоолохдоо жигнэсэн дундажын аргыг ашигласан. Төхөөрөмж бүрийн нэр бичигдсэн хэсэг (жишээлбэл Core LAN switch) -т анхны утгуудыг санамсаргүй байдлаар оруулж, системийн нийт найдвартай ажиллагааны магадлалыг симуляц хийж гаргасан.

Энэхүү судалгаанд системийн динамик загварчлалыг гурван core system болох MSO (Mobile Switching Office) болон нэг BTS, түүнээс салаалах нэг OMU, хоёр дахин дамжуулагч төхөөрөмжийн хувьд загварчлалыг гаргасан. Бидний хийсэн системийн динамик загварчлалын тухайд тэдгээр бүх 25 бааз станцуудыг болон тэдгээрээс холбогдох нийт 200 дахин дамжуулагч төхөөрөмжүүдийг оруулаагүй бөгөөд зөвхөн гурван core system болох MSO (Mobile Switching

Office) болон нэг BTS, түүнээс салаалах нэг OMU, хоёр дахин дамжуулагч төхөөрөмжийн хувьд загварчлалыг гаргасан.

Математикт динамик загварыг дифференциал тэгшитгэлүүдийн систем байдлаар томьёолж оптимизацийн тодорхой нөхцөлтэйгээр байгуулдаг. Улмаар түүнийгээ аналитик буюу тоон аргуудаар бодож оновчтой шийдэд хүрнэ. Математикийн динамик загвар ашиглан олон чухал асуудлыг шийдсэн байдаг ч энэ арга зүй нь хэрэглэхэд ихээхэн хүндрэлтэй болохыг дараах зүйлүүдээр тайлбарлаж болно.

1. Математикийн динамик загварыг байгуулах нь загвар зохиогчоос математикийн маш өндөр боловсролыг шаарддаг. Өөрөөр хэлбэл, математикч байх ёстой гэсэн үг.
2. Загварчлах ажиллагааг хөнгөвчлөх үүднээс олон тооны урьдчилсан нөхцөл тавьдаг нь загварыг бодит байдлаас нэлээд холтгодог сул талтай.
3. Асуудлыг дифференциал тэгшитгэлүүдийн системээр томьёолох нь нүсэр ажил бөгөөд зарим тохиолдолд боломжгүй ч байж болно.
4. Асуудлыг дифференциал тэгшитгэлүүдийн системээр амжилттай томьёолсон гэхэд түүнийг бодох нь ерөнхийдөө төвөгтэй байдаг. Эдгээр нь ихэвчлэн шугаман бус тэгшитгэлүүдээр илэрхийлэгддэг бөгөөд шугаман бус дифференциал тэгшитгэлүүдийн системийг аналитик аргаар бодох асуудал өнөөг хүртэл математикт шийдэгдээгүй байгаа билээ. Иймээс тоон аргаар ойролцоо бодох нь цорын ганц боломжит арга бөгөөд энэ нь тодорхой нэг цэг дээр дискрет бодно гэсэн үг юм. Хэрэв өөр цэг дээр бодох болбол энэ ажиллагааг дахин давтахад хүрдэг.
5. Гэтэл томьёолсон бодлогын шийд оршин байх эсэх нь ерөнхийдөө тодорхойгүй. Заримдаа шийдгүй ч байж болно.

Иймээс динамик загварыг математикийн хэлэн дээр байгуулж, асуудлыг шийдэх арга нь маш хүнд байдаг. Эдгээр хүндрэл бэрхшээлийг даван туулахын тулд системийн динамик загварчлалын арга зүйг тус судалгааны бүтээлд ашигласан. Энэ аргыг хамгийн энгийнээр тайлбарлавал өндөр төвшинд боловсруулагдсан компьютерийн программ хангамж ашиглан тухайн асуудлын загварыг өвөрмөц дүрслэл бүхий диаграммуудаар байгуулж загварт оролцогч хувьсагчдын холбоо хамаарлын тэгшитгэлүүдийг компьютерт оруулж өгөх явдал юм. Энэ нь үнэндээ дифференциал тэгшитгэлүүдийн системийг компьютерээр байгууллаа гэсэн үг.

Системийн динамик загварчлалын арга зүйг ашиглан Vensim програм ашиглан бодсон.

Дифференциал тэгшитгэлийн хэлбэрийг

$$\frac{dp}{dt} = \mu\beta t^{\beta-1} \quad (1)$$

Вейбуллын тархалтын хуулиар авсан.

Энэ арга зүйг сонгон авсан гол шалтгаан нь радио холбооны нийт системийн найдвартай ажиллагааг бодоход доод тал нь хорин зургаан дифференциал тэгшитгэлийн системийг бодох шаардлага гарсан тул илүү хялбар, илүү ойлгомжтой арга болох системийн динамик загварчлалыг сонгон авсан.

Гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг дараах алхамын дагуу судласан:

- Радио холбооны системийн бүтцийг гаргах
- Радио холбооны системийн үйлдвэрлэгчийн найдвартай ажиллагааны үзүүлэлтийн мэдээллийг оруулах
- Тухайн радио холбооны системийн саатлын статистик мэдээллийг цуглуулах
- Тухайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодруулах
- Саатлын статистик мэдээлэл дээр үндэслэн дифференциал тэгшитгэлийн хэлбэрийг сонгох (манай тохиолдолд

$$\frac{dP}{dt} = \lambda_1 \beta t^{\beta-1} e^{(-t)^\beta}$$

Вей булын тархалтын функцийг дифференциал тэгшитгэлээр илэрхийлсэн)

- Үүний дараа тухайн дифференциал тэгшитгэлийг бодох программыг сонгох бөгөөд манай тохиолдолд Vensim программыг сонгосон.
- Vensim програм дээр радио холбооны системийн загварыг боловсруулах
- Симуляц хийж турших
- Эцсийн үр дүнг харуулах

Нөлөөллийн хүчин зүйлсийг авч үзсэн гүний уурхайн радио холбооны системийн загвар дээр дараах жингийн функцийг аргыг ашиглан Vensim программ дээр боловсруулалт хийсэн:

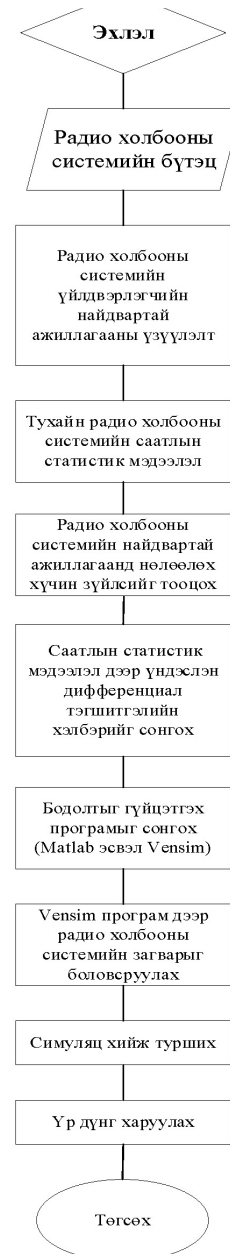
$$P = \frac{P_1 P_2 P_3 + P_4 P_5 P_6}{2} + \frac{P_7 P_8 P_9 + P_{10} P_{11} P_{12}}{2} + \frac{P_{13} P_{14} P_{15} + P_{16} P_{17} P_{18}}{2} * \frac{P_{19} P_{20} P_{21} P_{22} P_{23} P_{24}}{2} * \frac{P_{25} + P_{26}}{2} \quad (2)$$

Системийн динамик загварчлалын арга зүйг ашиглан Vensim програм ашиглан боловсруулалт хийсэн.

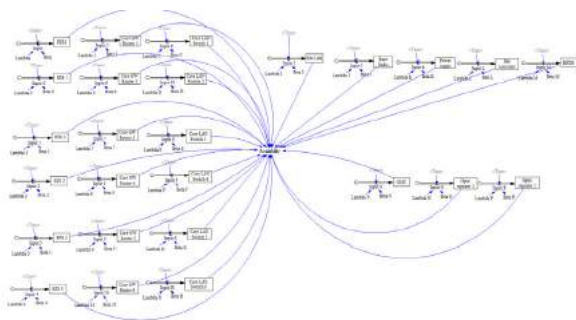
IV. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Энэхүү судалгаанд системийн динамик загварчлалыг гурван core system болох MSO (Mobile Switching Office) болон нэг BTS, түүнээс салаалах нэг OMC, хоёр дахин дамжуулагч төхөөрөмжийн хувьд загварчлалыг гаргасан:

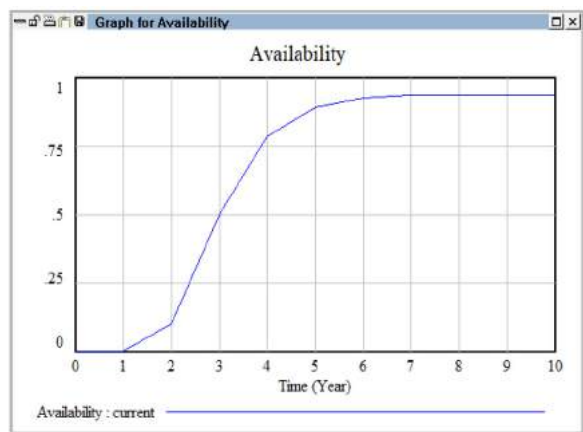
- Судалгааны үр дүнгээс харахад (Зураг 3)-аас харахад гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллах магадлал 93,85% гэсэн симуляцийн үр дүнг харуулж байна. Энэхүү үр дүнд зөвхөн одоо ажиллаж байгаа системийн найдвартай ажиллах магадлалыг симуляц хийж туршсан үр дүн бөгөөд системд нөлөөлж буй бусад хүчин зүйлсийг тооцоогүй болно.
- Site link буюу системийн холбох шугамын нийт системд нөлөөлөх нөлөөллийг тухайн төхөөрөмжийн өгөгдсөн найдвартай ажиллах магадлалаас багасгаж харьцуулж үзсэн. Гэтэл дээрх үр дүнгээс харахад Site link-ийн найдвартай ажиллах магадлал багасахад нийт системийн найдвартай ажиллах магадлал 93-аас 37 хувь болж буурч байгаа бөгөөд site link нь нийт системийн найдвартай ажиллах магадлалд маш их нөлөөтэй байгаа нь харагдаж байна.



Зураг 2. Радио холбооны системийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг судлах дарааллын алгоритм



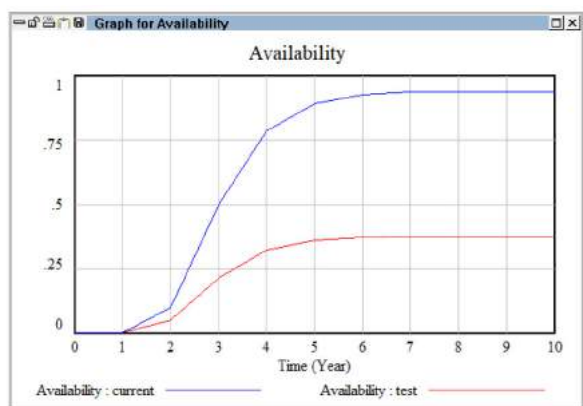
Зураг 3. Vensim программ ашигласан гүний уурхайн радио холбооны системийн найдваржилтын загвар



Зураг 4. Vensim программ ашигласан гүний уурхайн радио холбооны системийн найдваржилтын загвар

Зураг 4-өөс харахад гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллах магадлал 93,85% гэсэн симуляцийн үр дүнг харуулж байна.

Энэхүү үр дүн нь зөвхөн одоо ажиллаж байгаа системийн найдвартай ажиллах магадлалыг симуляц хийж туршсан үр дүн бөгөөд системд нөлөөлж буй бусад хүчин зүйлсийг тооцоогүй болно.



Зураг 4. Гүний уурхайн радио холбооны системийн Site link-ийн системд нөлөөлөх нөлөөллийг харьцуулсан үр дүн

Site link буюу системийн холбох шугамын нийт системд нөлөөлөх нөлөөллийг тухайн төхөөрөмжийн өгөгдсөн найдвартай ажиллах магадлалаас багасгаж харьцуулж үзсэн. Гэтэл дээрх үр дүнгээс харахад Site link-ийн найдвартай ажиллах магадлал багасгахад нийт системийн найдвартай ажиллах магадлал 93-аас 37 хувь болж буурч байгаа бөгөөд site link нь нийт системийн найдвартай ажиллах магадлалд маш их нөлөөтэй байгаа нь харагдаж байна.



Зураг 5. Core system-ийн аль нэгэн төхөөрөмж саатахад нийт системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх нөлөөллийн харьцуулсан үр дүн

Харин энэхүү симуляцийн үр дүнгээс харахад core system-ийн аль нэгэн төхөөрөмжийн найдвартай ажиллах магадлалыг 0.01 хүртэл бууруулж багасгахад нийт системийн найдвартай ажиллах магадлал 93-аас 84 хувь хүртэл буурсан байгаагаас үзэхэд core system-ийн найдваржилт нь нийт системийн найдваржилтанд нөлөөлөх нөлөөлөл өмнөх site link-ийн нөлөөлөх нөлөөлөлтэй харьцуулахад харьцангуй бага байна.

Түүнчлэн бид гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг ангилж, тэдгээрийн системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх нөлөөллийг энэхүү өгүүллэгт авч үзсэн. Эдгээр нөлөөллийн 10 хүчин зүйлсийн талаар өгүүллэгийн эхний хэсэгт дурдсан билээ. Судалгааны объектын тухайд, Оюутолгойн гүний уурхайн радио холбооны системийн 2015-2018 оны хоорондох саатлын мэдээлэл дээр тулгуурлан, саатлын шалтгаануудыг мэргэжлийн багийн инженер, техникчдын хамт тодорхойлсон. Энэхүү саатлын мэдээлэл нь минутаар тооцогдсон тул саатлын функц (λ), засварын функц (μ)-ын утгуудыг нэг ижил байхаар судалгааныхаа ажил дээр авсан. Учир нь саатлын функц (λ)-ын утгуудыг минутаар тооцоолж авсан ч, засварын функц (μ)-ын утгуудыг бүхэл эсвэл бутархай тоон утгаар авахад маш хүндрэлтэй, саатлын функц (λ)-ын утгуудтай ижил хувьтай байхаар байсан. Саатлын шалтгаануудыг дараах хүснэгт 1-т заасан байгаа арван шалтгаанаас системийн саатлын хугацааны өгөгдлүүдтэй харьцуулан хувилж тооцоолоход цахилгаан тэжээлийн шугам тасрах асуудал 64,6%, оптик шугам тасрах асуудал 33,6%, радиацийн кабелийн гэмтэл 0,0027%, радиацийн кабелийн коннекторын чанаргүй холболт 0,013% болон интерференцийн асуудал 0,00085% хувь тус тус ноогдож байна. Харин үлдсэн таван асуудлуудын эзлэх хувь хэмжээ маш бага байгаа тул тооцоонд оруулсангүй.

- $\lambda_1 = \mu_1 = 0,33$ буюу оптик шугам тасрах
- $\lambda_2 = \mu_2 = 0,013$ буюу радиацийн кабелийн коннекторын чанаргүй холболт
- $\lambda_{12} = \mu_{12} = 0,646$ буюу цахилгаан тэжээлийн шугам тасрах асуудал
- $\lambda_1' = \mu_1' = 0,0027$ радиацийн кабелийн гэмтэл
- $\lambda_2' = \mu_2' = 0,00085$ интерференцийн асуудал

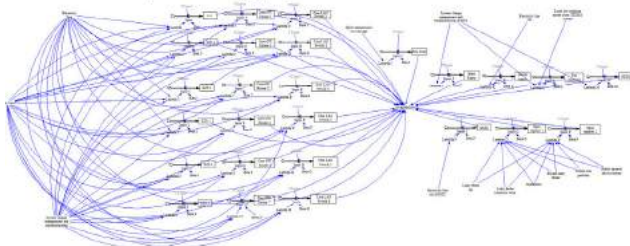
Years	Sum of Parameter (unit/year)	Optic transmission a line damage	System change management and troubleshootin g	Local site trunking mode of the TETRA system	Electricity line cut	Leaky feeder cut	Leaky feeder connector issue	Interferenc e	Exceed leaky feeder	Return loss problem	Radio repeater device broken
2015	15820	7483	8	8	7215	832	411	20	34	6	3
2016	211796	2317	12	12	178219	2431	28650	46	72	15	2
2017	978779	397135	27	27	579825	1471	348	61	56	24	5
2018	898976	321561	31	31	635643	1254	421	59	51	17	8
Grand Total	2166471	728496	78	78	1400702	5968	29830	186	213	62	18
	μ	0.33458661 1	3.60169E-05	3.60169E-05	0.64478103 7	0.00276498 8	0.01377414 9	8.58864E-05	0.83538E-05	2.86288E-05	8.31159E-06
	λ	0.33458661 1	3.60169E-05	3.60169E-05	0.64478103 7	0.00276498 8	0.01377414 9	8.58864E-05	0.83538E-05	2.86288E-05	8.31159E-06

Хүснэгт 1. Оюутолгойн гүний уурхайн саатлын статистик мэдээлэл (2015-2018 он)

Энд дараачийн саатал хүртэлх ажиллагааны дундаж хугацаа болон системийг засварлан сайжруулах хугацаа аль алиныг багтаадаг. Найдваржилт бол ажиллагааны тоон үзүүлэлтийн хэмжээ юм. Өөрөөр хэлбэл тодорхой орчинд тохирсон хугацаанд ажиллахад шаардлагатай үед уг ажиллагааг гүйцэтгэх боломжыг хэмжих үр дүн юм.

Эдгээр нөлөөллийн хүчин зүйлсийг өмнөх зураг 2-т загварчилсан загварчлал дээр нэмж зураглалыг гаргасан бөгөөд core сүлжээний хувьд нөлөөллийн дараах 3 хүчин зүйлс байгааг өмнө нь тодорхойлсон тул эдгээр 3 хүчин зүйлсийг саатлын функц болох (λ) руу холбосон:

- Цахилгааны саатал
- Шилэн кабель тасрах
- Core system дээр хийгдэх өөрчлөлт болон засварын ажлууд

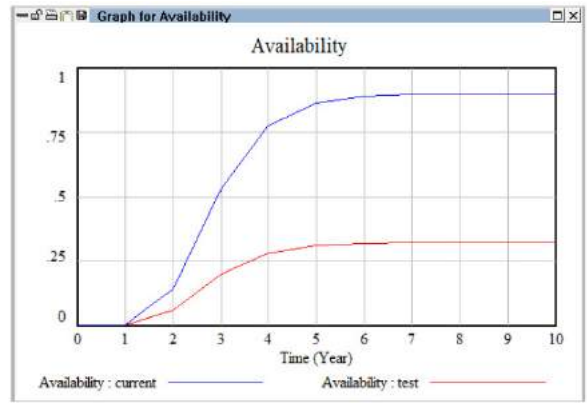


Зураг 6. Нөлөөллийн хүчин зүйлсийг тооцсон гүний уурхайн радио холбооны системийн найдваржилтын загвар



Зураг 7. Core system-ийн аль нэгэн төхөөрөмж саатахад нийт системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх нөлөөллийн харьцуулсан үр дүн

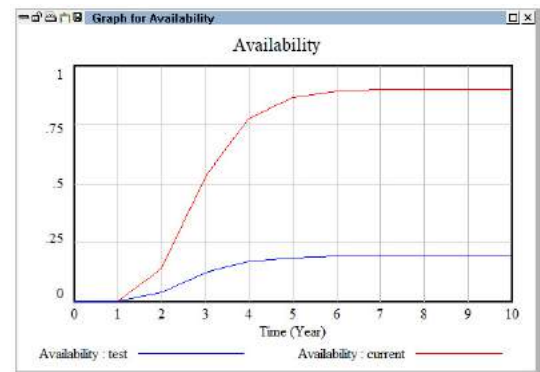
Нөлөөллийн 10 хүчин зүйлсийг тооцсон гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллах магадлал нь 90% гэсэн симуляцийн үр дүнг харуулж байна.



Зураг 8. Гүний уурхайн радио холбооны системийн site link буюу холбох шугамын найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх оптик шугам тасрах гэмтлийн өгөгдлийг багасгасны дараах болон багасгахаас өмнөх харьцуулсан үр дүн

Нөлөөллийн 10 хүчин зүйлсийг тооцсон гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллах магадлал нь 90,01% гэсэн симуляцийн үр дүнг харуулж байна.

Харин энэхүү симуляцийн үр дүнгээс харахад site link-ийн найдвартай ажиллах магадлалд нөлөөлөх хүчин зүйлийн оптик шугам тасрах гэмтлийн өгөгдлийн мэдээллийг Оюутолгой уурхайн гүний уурхайн радио холбооны системийн 2015-2018 онуудын саатлын мэдээллээс авсан бөгөөд энэхүү үзүүлэлтийг 0.01 хүртэл бууруулж багасгахад нийт системийн найдвартай ажиллах магадлал 90-аас 36 хувь хүртэл буурсан байгаагаас үзэхэд core system-ийн найдваржилт нь нийт системийн найдваржилтанд нөлөөлөх нөлөөлөл өмнөх site link-ийн нөлөөлөх нөлөөлөлтэй харьцуулахад харьцангуй ижил түвшинд байна.



Зураг 9. Гүний уурхайн радио холбооны системийн core system-ийн аль нэгэн төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх цахилгаан тэжээлийн тасрах гэмтлийн өгөгдлийг багасгасны дараах болон багасгахаас өмнөх харьцуулсан үр дүн

Харин энэхүү симуляцийн үр дүнгээс харахад core system-ийн аль нэгэн төхөөрөмжийн найдвартай ажиллах магадлалд нөлөөлөх хүчин зүйлийн цахилгаан тэжээлийн тасралтын өгөгдлийн мэдээллийг Оюутолгой уурхайн 2015-2018 оны гүний уурхайн радио холбооны системийн саатлын статистик мэдээллээс авсан бөгөөд энэхүү үзүүлэлтийг 0.01 хүртэл бууруулж багасгахад нийт системийн найдвартай ажиллах магадлал 90-аас 19.3 хувь хүртэл буурсан байгаагаас үзэхэд core system-ийн найдваржилт нь нийт системийн

найдваржилтанд нөлөөлөх нөлөөлөл өмнөх site link-ийн нөлөөлөх нөлөөлөлтэй харьцуулахад харьцангуй их нөлөөтэй байгаа нь харагдаж байна.

ДҮГНЭЛТ

Манай судалгааны бүтээл нь радио холбооны системийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг болон системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлийн хамт судласан зарим үр дүнг танилцууллаа.

Түүнээс гадна радио холбооны системийн бүрэлдэхүүнд багтах төхөөрөмжүүдийг Vensim програм ашиглан загварчлахдаа тухайн үйлдвэрлэгчийн төхөөрөмжийн найдвартай ажиллах магадлалын мэдээлэл буюу параметруудийг оруулж, симуляц хийж туршсан. Симуляцийг хийж туршихдаа, найдвартай ажиллагааны магадлал буюу λ-ын утга болон анхны утгыг янз бүрээр оруулж нийт системийн найдвартай ажиллах магадлалыг, өөрөөр хэлбэл оновчлолыг байж болох хамгийн дээд утгаар загварчилсан. Зураг 5-аас харахад Core system бааз станц хоорондын site link буюу холбох шугам нь гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллах магадлалд хамгийн ихээр нөлөөлөх хэсэг бөгөөд үүнээс гадна core system-ийн төхөөрөмжинд нөлөөлөх цахилгаан эрчим хүч тасрах хүчин зүйл нь системийн найдвартай ажиллагаанд site link-ээс ч илүү их нөлөөтэй болох нь зураг 9-өөс харахад тодорхой байна. Өөрөөр хэлбэл core system дээр цахилгаан тэжээлийн саатал гарахад нийт системийн үйл ажиллагаа доголдох нь зайлшгүй гэдгийг системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тооцож симуляц хийж турших үедээ тогтоосон. Системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хамгийн их нөлөөтэй хүчин зүйлс нь цахилгаан тэжээлийн тасралт (64,6%) болон оптик дамжуулах шугам (33,6%) гэсэн шалтгаанууд байгаа бөгөөд эдгээр хүчин зүйлсийн нөлөөллийг симуляц хийж туршсан судалгааны үр дүнгүүдийг зураг 8 болон 9 дээр харуулав.

- Уг бүтцийн хувьд авч үзсэн радио холбооны системийн найдваржилтын судалгааны аргачлалыг ямар ч бүрэлдэхүүнтэй радио системүүдийн хувьд ашиглах боломжтой нь болох нь харагдаж байна.
- Түүнчлэн ямар ч радио холбооны системийн хувьд тухайн үйлдвэрлэгчээс гаргаж өгсөн системийн бэлэн байдлын параметруудийг оруулж, энэхүү загварчлалыг ашиглан, хөгжүүлэх боломжтой.
- Тухайн нэг радио холбооны системд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн нөлөөллийн параметруудийг оруулж, загварчлах боломжтой.
- Ямар ч төрлийн радио холбооны системийн найдвартай ажиллагааны магадлалын талаар судалгааг гаргахад энэхүү бүтээлийн дарааллын алгоритмыг ашиглах боломжтой нь харагдаж байна. Цаашид тус судалгааны бүтээлийг өөр төрлийн (зөвхөн TETRA төдийгүй, analogue conventional, LTE, 5G гэх мэт системүүд)

радио системүүдийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг судлах, нөлөөллийн хүчин зүйлсийг авч үзэх зэргээр өргөтгөн судлах боломжтой бөгөөд түүнчлэн зөвхөн радио систем гэхгүйгээр газар доорх дулааны болон усны шугам сүлжээний найдваржилт, тэдгээр шугам сүлжээнд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тооцох зэрэгт ашиглах боломжтой. Судалгааны ажлын шинэлэг тал нь гэвэл: системийн динамикийн аргыг ашиглан гүний уурхайн радио холбооны системийн найдвартай ажиллаганы магадлал, энэхүү системийн найдвартай ажиллагаанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг авч үзсэнээрээ уламжлалт судалгааны аргуудаас ялгарч чадсан бөгөөд илүү сайн оновчлолтойгоор хийж гүйцэтгэсэн судалгаа болсон юм. Өөрөөр хэлбэл судалгааны ажлын гол арга зүй нь системийн динамикийн аргаар тус судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгээнд оршино. Бид тус судалгааны ажлаас хүлээж байсан гол таамаглал бол энэхүү системийн найдвартай ажиллагааны магадлалыг хамгийн багадаа 90 орчим хувьтай байх болов уу гэж таамагласан бөгөөд энэхүү таамаглал маань 93,85 хувь гарч бидний анх дэвшүүлсэн таамаг маань батлагдсан гэсэн үг юм.

ИШЛЭЛҮҮД

- [1] Batzorig Bazargur, Otgonbayar Bataa and Uuganbayar Budjav. Reliability analysis of two or three parallel radio communications system. Science paper. 2020. Ulaanbaatar, Mongolia.
- [2] Batzorig Bazargur, Otgonbayar Bataa and Uuganbayar Budjav. Underground Mining Radio Communication System's Risk and Reliability. Batzorig Bazargur Journal of Engineering Research and Application www.ijera.com, ISSN: 2248-9622 Vol. 8, Issue 10 (Part -II) Oct 2018, pp 36-39
- [3] Batzorig Bazargur, Otgonbayar Bataa. A study of Mining Communication System Reliability Model. IF-OST-2018, The 13th International Forum on Strategic Technology, CID122_UID3471_PID3702
- [4] Jörn-Henrik Thun. Modelling Modern Maintenance – A System Dynamics Model Analyzing the Dynamic Implications of Implementing Total Productive Maintenance, Industrieseminar, Mannheim University, D – 68131 Mannheim, Germany, + 49 621 181 15 84 / + 49 621 181 15 79, thun@is.bwl.uni-mannheim.de
- [5] Tuan M. Ha, Viet H. Duong. Using System Dynamics Modelling and Communication Strategies for a Resilient and Smart City in Vietnam, International Journal on: Environmental Science and Sustainable Development, ISSN (Print: 2357-0849, online: 2357-0857). 2018 The Authors. Published by IEREK press. This is an open access article under the CC BY license, (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) Peer-review under responsibility of ESSD's International Scientific Committee of Reviewers.
- [6] Roengchai Chumai. System Dynamic Modeling of Plant Maintenance Strategy in Thailand, Asian University, 89

- Moo 12, Highway 331, Huay Yai, Banglamung, Chonburi 20260 Thailand, Tel: +66 (0) 38253700, E-mail: roengchai.chumai@gmail.com.
- [7] M. Srinivasa Rao, V. N. A. Naikan. Reliability analysis of repairable systems using system dynamics modeling and simulation. *J Ind Eng Int* (2014) 10:69, DOI 10.1007/s40092-014-0069-3. Received: 22 May 2014 / Accepted: 31 May 2014 / Published online: 24 July 2014. The Author(s) 2014. This article is published with open access at Springerlink.com.
- [8] Pegah Basirat, Hamed Fazlollahtabar, Iraj Mahdavi. System dynamics meta-modelling for reliability considerations in maintenance, *Int. J. Process Management and Benchmarking*, Vol. 3, No. 2, 2013.
- [9] Mingqiang LIU, Yun LE, Yi HU, Bo XIA, Martin SKITMORE, Xianyi GAO. SYSTEM DYNAMICS MODELING FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT RESEARCH: CRITICAL REVIEW AND FUTURE TRENDS. *Journal of Civil Engineering and Management*, ISSN 1392-3730 / eISSN 1822-3605, Article in Press, <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.10518>. Received 28 October 2018; accepted 08 April 2019.
- [10] Francesca Ricciardi, Paola De Bernardi, Valter Cantino. System dynamics modeling as a circular process: The smart commons approach to impact management. *Technological Forecasting & Social Change* 151 (2020) 119799, journal homepage: www.elsevier.com/locate/techfore.
- [11] Mudjahidina, Rully Agus Hendrawana, Andre Parvian Aristioa, Joko Lianto Bulialib, Muhammad Nur Yuniartoc. Testing Methods on System Dynamics: A Model of Reliability, Average Reliability, and Demand of Service. ScienceDirect, Available online at www.science-direct.com, *Procedia Computer Science* 161 (2019) 968–975.
- [12] Gergely Honti, Gyula Dorgo, Janos Abonyi. Network analysis dataset of system dynamics models. Contents lists available at ScienceDirect, *Data in brief journal homepage: www.elsevier.com/locate/dib*. data in brief 27 (2019) 104723.
- [13] Mirjana Pejic-Bach, Vlatko Ceric. Developing system dynamic models with “Step by step” approach. UDK 005.4:004. Original scientific paper.
- [14] Tian-Syung Lan, Yu-Hua Lan, Kai-Ling Chen, Pin-Chang Chen and Wen-Cheng Lin. 11. A Study of Developing a System Dynamics Model for the Learning Effectiveness Evaluation. Hindawi Publishing Corporation, *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2013, Article ID 298621, 6 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/298621>.
- [15] Elnaz Amania and Farhad Kianfar. A system dynamic model for analysing online question & answer markets. *Management Science Letters* 4 (2014) 549–554. Contents lists available at GrowingScience, *Management Science Letters*, homepage: www.GrowingScience.com/msl.
- [16] Sergio Gallego García and Manuel García García. Design and Simulation of Production and Maintenance Management Applying the Viable System Model: The Case of an OEM Plant. Received: 2 July 2018; Accepted: 31 July 2018; Published: 3 August 2018. *Materials*. MDPI.
- [17] Gary Linnéusson, Amos H. C. Ng & Tehseen Aslam. Quantitative analysis of a conceptual system dynamics maintenance performance model using multi-objective optimisation. ISSN: 1747-7778 (Print) 1747-7786 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tjism20>. *Journal of Simulation*, 2018, VOL. 12, NO. 2, 171–189, <https://doi.org/10.1080/17477778.2018.1467849>.
- [18] Hafida Bouloiz, Emmanuel Garbolino, Mohamed Tkiouat, Franck Guarnieri. A system dynamics model for behavioral analysis of safety conditions in a chemical storage unit. *SafetyScience, Elsevier*, 2013, 58, pp.32-40. 10.1016/j.ssci.2013.02.013. hal-00816373.

ЮМСЫН ИНТЕРНЭТИЙН АЮУЛГҮЙ БАЙДАЛД МАШИН СУРГАЛТЫН АЛГОРИТМ АШИГЛАХ НЬ

Н.Угтахбаяр Электроник холбооны инженерчлэлийн тэнхим Монгол Улсын Их Сургууль Улаанбаатар хот, Монгол 44911.n@gmail.com

П.Болд¹, Б.Өсөхбаяр² Электроник холбооны инженерчлэлийн тэнхим Монгол Улсын Их Сургууль Улаанбаатар хот, Монгол pshrnzr@live.com 1 usukhbayar@num.edu.mn²

Хураангуй—Юмсын интернэт нь дараа үеийн сүлжээний гол хэсгүүдийн нэг болж буй бөгөөд энэхүү дэд бүтцийг ашиглан өгөгдлийг хүлээн авах, боловсруулах, дамжуулах зэрэг бүхий л үйлдлүүд хийгдэж байна. Сүүлийн жилүүдэд ухаалаг төхөөрөмжийн хэрэглээ хурдацтай нэмэгдэж буйтай холбоотойгоор түүнд чиглэсэн халдлагын тоо асар хурдацтай өсөж байна. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд нээлттэй эхийн програм хангамж болон одоогоор мэдэгдэж буй халдлагын мэдээлэл дээр тулгуурлан шинэ төрлийн халдлагыг илрүүлэхэд машин сургалтыг юмсын интернэтийн орчинд хэрэгжүүлэх туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн.

Түлхүүр үг—юмсын интернэтийн аюулгүй байдал, машин сургалт, фог тооцоолол, тархсан сүлжээ, тархсан систем

I. УДИРТГАЛ

Юмсын интернэт нь физик төхөөрөмж, сүлжээ, програм хангамжийн уулзвар хэрэглээ болон дэд бүтэц, хүрээлэн буй орчны хяналтын зорилгоор ашиглагдаж буй систем бөгөөд цаашид энэ төрлийн системийн аюулгүй байдлыг хангах нь чухал асуудал болоод байна [1-2]. Юмсын интернэт сүлжээний орчинд өгөгдлийн нууцлалыг хангах нь чухал асуудал хэдий ч хууран мэхлэх (spoofing), халдлага, дайралт, үйлчилгээ бусниулах, жэйминг (jamming), нууцаар чагнах, хөнөөлт програмын эрсдэл зэрэг уламжлалт халдлагууд байсаар байна [3-4]. Юмсын интернэтийн төхөөрөмжүүд бидний өдөр тутмын амьдралд хэрэглээ болон асар хурдтай нэвтэрч байгаа бөгөөд үүний нэг илрэл нь эрүүл мэндийн цаг, бугуйвч зэрэг юм. Ийм төрлийн төхөөрөмжүүд нь хэрэглэгчийн мэдээллийг цуглуулах, холбогдсон утас болон бусад төхөөрөмжүүдрүү дамжуулах зэрэг үйлдлийг хийдэг нь мэдээлэл алдагдах, өөрчлөгдөхөөс хамгаалах шаардлагатай байгааг илтгэж байна. Үүнээс гадна юмсын интернэтийн орчинд ашиглагдаж буй төхөөрөмжүүд нь сүлжээний бусад төхөөрөмжүүдээс ялгаатай нь тэжээл, ашиглагдаж буй зурвасын өргөн, санах ой, боловсруулалт хийх багтаамж зэрэг нь харьцангуй бага тул аюулгүй байдлын оновчтой шийдэл ашиглах нь чухал юм. Өөрөөр хэлбэл одоо байгаа уламжлалт сүлжээний аюулгүй байдлын шийдлүүдийг юмсын интернэтийн орчинд шууд ашиглах боломжгүй гэсэн үг юм. Одоогийн байдлаар юмсын интернэтийн орчинд баталгаажуулалт ашиглах замаар хууран мэхлэх халдлагаас, хандалт хяналтын тусламжтайгаар зөвшөөрөгдсөн хэрэглэгчийг

юмсын интернэтийн системд нэвтрүүлэх, хөнөөлт програм илрүүлэх аргачлалаар юмсын интернэтийн төхөөрөмжийн өгөгдлийг алдахаас хамгаалах зэрэг шийдлүүдийг ашиглаж байна [5-7]. Халдлага илрүүлэх систем нь сүлжээгээр дамжиж буй хөнөөлт урсгалыг илрүүлэх, хяналт тавих зэрэг давуу талуудтай бөгөөд сигнатурт суурилсан болон гажигт суурилсан гэсэн үндсэн хоёр төрөлтэй [8]. Сигнатурт суурилсан халдлага илрүүлэх систем нь урьд өмнө ашиглагдаж байгаагүй шинэ халдлагыг илрүүлэх боломжгүй байдаг бол гажигт суурилсан систем нь мэдэгдэхгүй, шинэ халдлагыг илрүүлэх боломжтой байдаг давуу талтай [8]. Юмсын интернэтийн сүлжээ нь IPv6 сүлжээний загвар протокол болох 6LoWPAN-г сүлжээний давхаргад ашигладаг бөгөөд уг протокол нь 20-250kbps өгөгдөл дамжуулдаг гадна CoAP протоколыг ашигладаг [12]. Энкриптлэх, хашинг хийх, болон бусад аюулгүй байдлын шийдлүүдийг судлаачид санал болгож байгаа [9-10] хэдий ч эдгээр нь халдлагаас бүрэн хамгаалж чадахгүй байгаа нь энэхүү судалгааг гүйцэтгэх үндсэн хэрэгцээ, шаардлагыг болсон юм. Уг судалгааны ажлыг гүйцэтгэхдээ а. судалгааны туршилтын орчинг бий болгон б. одоогийн байдлаар мэдэгдэж буй халдлагуудын судалгааг гүйцэтгэх в. малвэйрийн халдлагыг илрүүлэх туршилтыг хийж гүйцэтгэх зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэлээ.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Сүүлийн жилүүдэд юмсын интернэтийн орчинд технологийн болон аюулгүй байдлын талаарх судалгаа олон тоогоор хийгдэж байна.

Мишра болон бусад судлаачдын [11] ажилд утастай болон утастай сүлжээ тэр дундаа юмсын интернэтийн сүлжээний хувьд архитектурын ялгаатай тул халдлагын илрүүлэхэд ашиглагдах нотлох баримт, параметрууд ялгаатай байгаа талаар дурьдаж нийт долоон төрлийн халдлага илрүүлэх системийн хувьд харьцуулсан судалгаа хийж түүний үр дүнд мобайл агентэд суурилсан загварууд нь юмсын интернэтийн орчинд илүү тохирох талаар дүгнэлтэд хүрчээ.

Кумар болон бусад судлаачид [13] ажилдаа MANET сүлжээний орчинд халдлага илрүүлэх алгоритмуудын есөн ангиллын халдлага илрүүлэх аргачлалыг ашиглан туршилт явуулсан бөгөөд ангиллын хувьд сигнатурт суурилсан, гажигт суурилсан болон хосолмол; архитектурын хувьд төвлөрсөн, тархсан, агентад суурилсан болон шатласан; илрүүлэлтийн хувьд бодит хугацааны болон оффлайн өгөгдөл дээр суурилсан байдлаар туршилтыг явуулж үр дүнг гүйцэтгэл, халдлага илрүүлэлт, хурд, чиглүүлэлтийн протоколын төрөл зэрэг найман төрөлд боловсруулжээ. Судалгааны үр дүнд статик орчинд халдлага илрүүлэх нь хялбар байсан бол динамик орчинд халдлага илрүүлэх нь түвэгтэй бөгөөд төхөөрөмж, програм хангамжийн өгөгдлийг хянах асуудал хөндөгджээ.

Шиа болон бусад судлаачдын [14] ажилд үүлэн тооцооллын системд суурилсан халдлага илрүүлэх туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд мобайл хэрэглэгчийн аюулгүй байдлыг 33 хувиар өсгөсөн

бол халдлага илрүүлэлтийг 40 хувиар өсгөсөн үр дүнг үзүүлжээ. Уг ажилд мөн хөнөөлт програмыг илрүүлснээр юмсын интернэтийн орчинд үйлдэгдэх эрсдэл болох өгөгдөл хулгайлах, тэжээлийг үр ашиггүй зарцуулах, сүлжээний өгөөжийг бууруулах зэргийг багасгах боломжтойг дурьджээ.

Нарудин болон бусад судлаачид [15] ажилдаа машин сургалтын аргачлалууд болох Бэйсийн сүлжээ, рандом форэст ангилагчдыг нээлттэй сан болох Mal-Genome [21] мөн өөрсдийн цуглуулсан санг ашиглан 99.97%-ийн үнэн танилтын хувийг үзүүлжээ. Уг туршилтыг олон давхаргат загварын хувьд MalGenome сан дээр туршхад 93.03%-ийн танилт үзүүлсэн байна.

III. ЮМСЫН ИНТЕРНЭТИЙН АЮУЛГҮЙ БАЙДЛЫН АСУУДЛУУД

Юмсын интернэтийн аюулгүй байдал нь юмс буюу сенсорууд болон бусад зүйлс, түүн дээр ажиллаж буй үйлчилгээнүүд, сүлжээний архитектур, протокол зэрэгт сүлжээний орчноос, физик орчноос, програмын орчноос халдах халдлага, дайралтуудаар тодорхойлогдох бөгөөд ихэнх тохиолдолд өгөгдөл хулгайлах, үзүүлэлтийг бууруулах эрсдэлүүдийг бий болгож байдаг бөгөөд дараах байдлаар ерөнхийлөн ангилан үзэж болно.

A. Үйлчилгээ бусниулах халдлага

Халдагч нь тухайн юмсын интернэтийн төхөөрөмжүүд рүү тасралтгүй хүсэлт илгээх замаар хэвийн ажиллагааг алдагдуулах [16]. Энэ төрлийн халдлагын аюултай тохиолдолд нь тархсан үйлчилгээ бусниулах халдлага (DDoS) бөгөөд энэ тохиолдолд юмсын интернэтийн орчинд түүнийг хамгаалах нь хэцүү байдаг. Өөрөөр хэлбэл уг халдлагад өртөх эрсдэл өндөр [17].

B. Хууран мэхлэх

Халдагч нь ямар нэгэн төхөөрөмжийн RFID тагын мэдээлэл, MAC хаяг зэрэг холболтод чухал үүрэг бүхий өгөгдлийг хулгайлах замаар аль нэг төхөөрөмжийн дүрд тоглон өгөгдлийг дундаас нь хулгайлах үйлчилгээ бусниулах халдлага гүйцэтгэх эх үүсвэрийг бий болгох зэрэг эрсдэл бий болгодог [18].

C. Жэйминг

Халдагч нь хуурамч дохио дамжуулах замаар юмсын интернэтийн төхөөрөмжийн үзүүлэлтийг бууруулах, ачааллыг нэмэгдүүлэх, зурвасын өргөнийг дүүргэх улмаар холболтыг салгах зэрэг үйлдлийг хийж гүйцэтгэдэг [19].

D. Програмчлалын халдлага

Мобайл төхөөрөмжүүдэд чиглэсэн хөнөөлт програм ашиглах замаар өгөгдөл хулгайлах, тэжээлийг үр ашиггүй зарцуулах, сүлжээ, төхөөрөмжийн ачааллыг нэмэгдүүлэх зэрэг эрсдэл үүсгэнэ [7].

E. Бусад

Энэ хэсэгт дээр дурьдагдаагүй ангилалууд багтах бөгөөд үүнд өгөгдөл хулгайлах; жишээ нь эрүүл

мэндийн бугуйвч хэрэглэгчийн өгөгдлийг цуглуулах замаар хувь хүний мэдээллийг олон нийтэд зарах, серверийн орчноос алдах зэрэг эрсдэлд оруулах [21], MITM халдлага; III. C, D, B зэрэгт дурьдсан аргачлалуудын тусламжтайгаар сүлжээнд халдаж улмаар сүлжээг хяналтандаа оруулах, өгөгдлийг өөрчлөх, цуглуулах, юмсын интернэтийн хоорондын нууцлалтай өгөгдлүүдийг илрүүлэх зэрэг эрсдэл үүсгэх боломжтой юм [16].

IV. ТУРШИЛТ

Энэ хэсэгт уг ажлын хүрээнд хийгдсэн сүлжээний загвар, өгөгдөл цуглуулсан туршлага, алгоритм зэргийг авч үзэх болно.

A. Ашиглагдах тоног төхөөрөмж

Уг ажлын хүрээнд home gateway төхөөрөмжөөр Raspberry PI 3b, юмсын интернэтийн хэрэглэгчийн интерфэйсээр Thingsboard user, юмсаар LED гэрэл, чийгшил хэмжигч, температур мэдрэгч, брокероор NODEMCU зэргийг ашиглана.

B. Сүлжээний ерөнхий зураглал

Туршилтад ашиглагдах сүлжээний ерөнхий загварыг Зураг 1-т үзүүлээ.

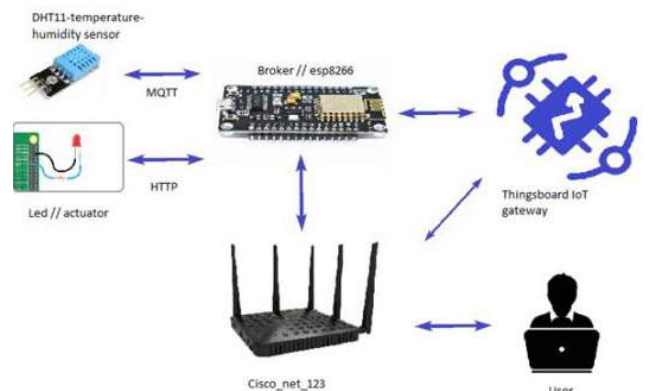


Fig. 1. Туршилтад ашиглагдах сүлжээний загвар

Зураг 2-т юмсын интернэтийн gateway-ийн ерөнхий тохиргоог харууллаа.

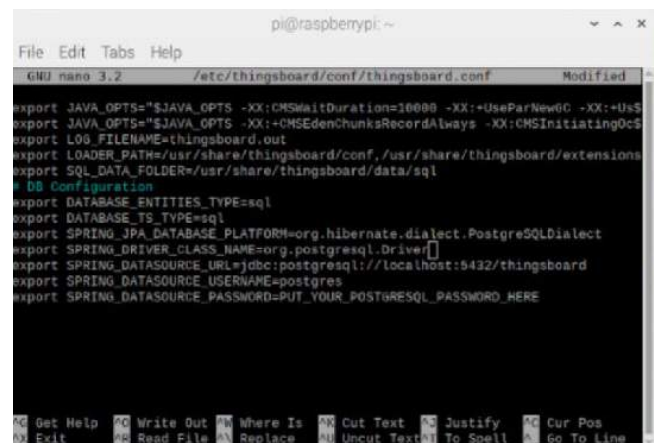


Fig. 2. Gateway-ийн тохиргоо

C. Өгөгдөл цуглуулах

Машин сургалтад MalGenome өгөгдлийн санг ашигласан бөгөөд туршилтын үр дүнг шалгах зорилгоор өөрсдийн байгуулсан сүлжээний орчинд timestamp скрипт ажиллуулан өгөгдлийг цуглуулсан. Зураг 3-т цуглуулсан өгөгдөлд query бичих замаар цуглуулсан өгөгдлийн үр дүнг харууллаа. Уг өгөгдлийн үнэн зөв байдлыг шалгах зорилгоор gateway, юмсуудын хувьд inference хийх замаар шалгалтын ажлыг хийж гүйцэтгэсэн.

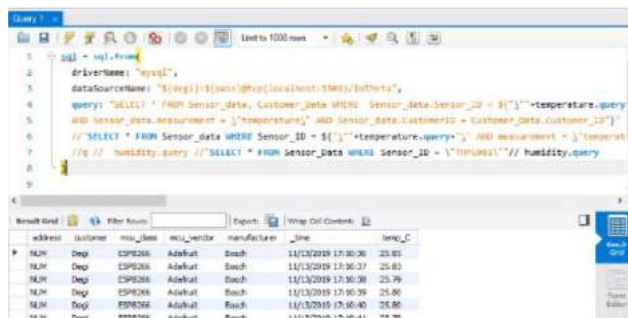


Fig. 3. Цуглуулсан өгөгдлийн харагдах байдал

D. Танилтын хувийг тооцсон аргачлал

Танилтын хувийг тооцохдоо дараах томъёоллыг ашигласан бөгөөд үүнд TP (true positive), TN (True negative), FP (false positive), FN (false negative) утгуудыг ашигласан.

$$Accuracy = \frac{TN + TP}{TN + TP + FN + FP} \quad (1)$$

Туршилтын ажлыг гүйцэтгэхдээ MalGenome сангийн өгөгдлийг ашиглан машин сургалтад ашигласан бөгөөд өөрсдийн цуглуулсан өгөгдлийг ашиглан уг машины танилтын хувийг тооцсон бөгөөд шийдвэрийн мод, гэнэн Бэйсийн алгоритмуудыг ашигласан. Машин сургалтын алгоритмыг шалгах туршилтад ашиглагдсан параметрийг Хүснэгт 1-д үзүүлэв. Уг туршилтын сүлжээний орчинд 8 сенсор нь хэвийн урсгал дамжуулсан бөгөөд 2 сенсор нь халдлагатай өгөгдөл дамжуулсан.

TABLE I. ТУРШИЛТЫН ПАРАМЕТР

Ашигласан сенсорууд	10
Хамрах хүрээ	20 метр * 20 метр
Өгөгдөл цуглуулсан хугацаа	30 минут
Протокол	TCP, UDP
Дамжууллын хурд	50kbps

Зураг 4-д халдлагатай сенсор болон энгийн сенсорын дамжуулж буй урсгалын харьцуулалтыг харууллаа.



Fig. 4. Сенсоруудын дамжуулж буй өгөгдлийн харьцуулалт

Дээрх өгөгдлийн дагуу ашигласан алгоритмуудаас шийдвэрийн мод илүү танилт үзүүлсэн бөгөөд алгоритмын үр дүнг Хүснэгт 2-т үзүүлэв.

TABLE II. ТАНИЛТЫН ХУВЬ

Ангилал	Танилтын хувь
Энгийн	97.1%
Халдлагатай	87.2%
Дундаж	92.2%

V. ДҮГНЭЛТ

Уг ажлын хүрээнд машин сургалтын алгоритмыг юмсын интернэтийн орчинд хэрэглэн туршиж гүйцэтгэлээ. Ингэхдээ юмсын интернэтийн жишээ сүлжээг бий болгон түүн дээрээ timestamp скрипт бичин ашиглаж өгөгдлийг барьж аван өгөгдлийн үнэн байдлыг шалгах ажлыг хийж гүйцэтгэсэн нь уг ажлын онцлог боллоо гэж үзэж байна. Цаашид машин сургалтын алгоритмыг сайжруулах замаар танилтын хувийг нэмэх, туршилтын орчныг илүү бодит байдалд нийцүүлэх буюу юмсын тоог виртуалаар өсгөх замаар нарийвчлалыг тодорхойлох ажлуудыг хийж гүйцэтгэх шаардлагатай гэж үзэж байна.

Талархал: Энэхүү судалгааны ажлыг МУИС-ийн Залуу судлаачдын багийн P2018-3630 дугаартай грантын санхүүжилтээр хийж гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

[1] X. Li, R. Lu, X. Liang, X. Shen, "Smart community: An Internet of Things Application," IEEE Communications, vol. 49, no. 11, pp. 68-75, Nov. 2011.

[2] X. Liu, M. Zhao, S. Li, F. Zhang, W. Trappe, "A security Framework for the Internet of Things in the Future Internet Architecture," Future Internet, vol. 9, no. 3, pp. 1-28, Jun. 2017.

[3] R. Roman, J. Zhou, J. Lopez, "On the features and challenges of security and privacy in distributed Internet of Things," Computer Networks, vol. 57, no. 10, pp. 2266-2279, Jul. 2013.

[4] S. Chen, H. Xu, D. Liu, and B. Hu, "A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with china perspective," IEEE Internet of Things Journal, vol. 1 no. 4, pp. 349-359, Jul. 2014.

- [5] L. Xiao, Y. Li, G. Han, G. Liu, and W. Zhuang, "PHY-layer spoofing detection with reinforcement learning in wireless networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 65, no. 12, pp. 10037–10047, Dec. 2016.
- [6] M. Abu Alsheikh, S. Lin, D. Niyato, and H. P. Tan, "Machine learning in wireless sensor networks: Algorithms, strategies, and applications," *IEEE Commun. Surveys Tutorials*, vol. 16, no. 4, pp. 1996–2018, Apr. 2014.
- [7] L. Xiao, Y. Li, X. Huang, and X. J. Du, "Cloud-based malware detection game for mobile devices with off-loading," *IEEE Trans. Mobile Comput.*, vol. 16, no. 10, pp. 2742–2750, Oct. 2017.
- [8] Ugtakhbayar N., Usukhbayar B., Baigaltugs S. (2020) A Hybrid Model for Anomaly-Based Intrusion Detection System. In: Pan JS., Li J., Tsai PW., Jain L. (eds) *Advances in Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 157. Springer, Singapore.
- [9] J. Granjal, E. Monteiro and J. Sa Silva, "Security for the Internet of Things: A Survey of Existing Protocols and Open Research Issues," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, pp. 1294-1312, 2015.
- [10] M. Ambrosin et al., "On the Feasibility of Attribute-Based Encryption on Internet of Things Devices," in *IEEE Micro*, vol. 36, no. 6, pp. 25-35, Nov.-Dec. 2016. doi: 10.1109/MM.2016.101.
- [11] A. Mishra, K. Nadkarni, A. Patcha, "Intrusion detection in wireless ad hoc networks," *IEEE Wireless Communications*, vol. 11, no. 1, pp. 48–60, 2004.
- [12] S. Raza, L. Wallgren, and T. Voigt, "SVELTE: real-time intrusion detection in the internet of things," *Journal of Ad Hoc Networks*, vol. 11, no. 8, pp. 2661–2674, 2013.
- [13] S. Kumar, K. Dutta, "Intrusion detection in mobile ad hoc networks: techniques, systems, and future challenges," *Security and Communication Networks* 9 (14) (2016) 2484–2556.
- [14] L. Xiao, Y. Li, X. Huang, and X. J. Du, "Cloud-based malware detection game for mobile devices with off-loading," *IEEE Trans. Mobile Computing*, vol. 16, no. 10, pp. 2742–2750, Oct. 2017.
- [15] F. A. Narudin, A. Feizollah, N. B. Anuar, and A. Gani, "Evaluation of machine learning classifiers for mobile-malware detection," *Soft Computing*, vol. 20, no. 1, pp. 343–357, Jan. 2016.
- [16] I. Andrea, C. Chrysostomou, and G. Hadjichristofi, "Internet of things: Security vulnerabilities and challenges," in *Proc. IEEE Symp. Computers and Communication*, Larnaca, Cyprus, Feb. 2015, pp. 180–187.
- [17] R. Roman, J. Zhou, and J. Lopez, "On the features and challenges of security and privacy in distributed Internet of things," *Comput. Netw.*, vol. 57, no. 10, pp. 2266–2279, July 2013.
- [18] L. Xiao, Y. Li, G. Han, G. Liu, and W. Zhuang, "PHY-layer spoofing detection with reinforcement learning in wireless networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 65, no. 12, pp. 10037–10047, Dec. 2016.
- [19] G. Han, L. Xiao, and H. V. Poor, "Two-dimensional anti-jamming communication based on deep reinforcement learning," in *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics Speech and Signal Processing*, New Orleans, LA, Mar. 2017, pp. 2087–2091.
- [20] Z. Yan, P. Zhang, and A. V. Vasiliakos, "A survey on trust management for Internet of things," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 42, no. 3, pp. 120–134, June 2014.
- [21] <http://www.malgenomeproject.org/> Accessed on 1/2/2020.

Монгол дахь сүлжээний шинжилгээ, түүний хэрэглээ

Сүхбат Одмагнай
Мэдээллийн аюулгүй байдлын
газар
Монгол Улс Улаанбаатар хот
odmagnai@hotmail.com

Дорж Эрдэнэтуяа
ШУТИС, МХТС-н мэдээллийн
сүлжээ, аюулгүй байдлын салбар
Монгол Улс Улаанбаатар хот
do_erdenetuya@must.edu.mn

Ямхин Дашдорж
ШУТИС, МХТС-н мэдээллийн
сүлжээ, аюулгүй байдлын салбар
Монгол Улс Улаанбаатар хот
dashdorj@must.edu.mn

Удиртгал—Мэдээлэл технологи, сүлжээний технологи хөгжихийн хэрээр цахим гэмт хэрэг, компьютерийн гэмт хэрэг өсөн нэмэгдэж байна. Сүлжээний аюулгүй байдлын шинжилгээ нь сүлжээний аюулгүй байдлын хамгаалалтын нэгэн төрөл болж өргөн хүрээнд судлагдаж, хэрэглээнд нэвтрэх болсон. Энэхүү судалгааны ажлаар сүлжээний шинжилгээний тухай ойлголт, сүлжээний шинжилгээний процесс, шинжилгээний загвар болон зарим нийтлэг техник, аргачлалыг танилцуулна. Халдлагад тэсвэртэй системд тулгуурлан бодит хугацааны халдлагад сүлжээний шинжилгээг хийж үр дүнг харуулсан. Сүлжээний шинжилгээний системтэй бол халдлагад тэсвэртэй байдал нэмэгдэж, халдлагад хэрхэн өртсөн, харуу арга хэмжээг хэрхэн авах, хамгаалалтын системийн сул тал зэргийг тодорхойлох дүн шинжилгээ хийхийг зорьсон болно.

Index Terms—Сүлжээний шинжилгээ, компьютерийн шинжилгээ, лог, халдлагад тэсвэртэй систем

I. ТАНИЛЦУУЛГА

Сүлжээний технологи хурдацтай хөгжиж дэвшилтэд технологид шилжихийн хэрээр үүний эмзэг цоорхой байдлыг ашиглан цахим гэмт хэрэг хийх үйл ажиллагаагаар ч мөн адил тасралтгүй хөгжиж байна [1]. Гэмт хэрэгтнүүд сүлжээний эх үүсвэрийг хянах, кернел/рүүткит зэрэг зарим халдлага хийх техникийг ашигладаг бөгөөд энэ нь компьютерийн системийн аюулгүй байдалд асар их хор хохирол учруулдаг. Гэсэн хэдий ч компьютерийн гэмт хэргийг сүлжээний аюулгүй байдлын технологиор бүрэн арилгах боломжгүй бөгөөд үүнд хууль эрх зүйн орчныг сайжруулах замаар давхар бодлогын хамгаалалтыг хэрэгжүүлэх хэрэгтэй. Сүлжээний шинжилгээний технологийн хөгжил нь сүлжээний аюулгүй байдлын идэвхтэй хамгаалалтын хэрэгсэл болж байна [2-3]. Цахим аюулгүй байдлын шинжилгээг хэрхэн хийх талаар тусгасан эрх зүйн орчныг бий болгох нь Монгол Улсын хувьд тулгамдаж буй асуудлын нэг болоод байна. Монгол Улсын хувьд энэ чиглэлийн системийн онол арга зүйн тогтсон ойлголт байдаггүй. Дэлхий дахинд ч энэ нь асуудал болж байна. (Монгол Улсад сүлжээний шинжилгээ гэх ойлголт бараг үгүй)

Identify applicable funding agency here. If none, delete this.

Зарим судлаач эрдэмтэд шүүх шинжилгээг зорилтот машинаас нотлох баримт цуглуулах, гэмт хэргийн үйл ажиллагаа, процессыг сэргээх зэргээр үр дүнтэй, найдвартай нотлох баримтаар хангах бөгөөд эдгээр нотлох баримтыг хадгалах, хамгаалах, бэхжүүлэх үйл явц гэж үздэг.

“Тоон шинжилгээ”-ийг 2001 онд анх удаа зохион байгуулагдсан DFRWS (Digital Forensic Research Workshop) уулзалтын үеэр “Компьютерийн шинжилгээ”-н техникийн бүх агуулгыг мэргэжлийн нэр томъёогоор тайлбарлахыг зөвлөсөн бөгөөд энэхүү мэдэгдэлд “Шинжлэх ухааны үндэслэлтэй, батлагдсан аргыг ашиглах, гэмт хэргийн шинжтэй гэж тогтоогдсон үйл явдлыг сэргээн босгох ажлыг хөнгөвчлөх буюу үргэлжлүүлэх зорилгоор дижитал эх сурвалжаас гаргаж авсан дижитал нотлох баримтыг хадгалах, цуглуулах, багалгаажуулах, таних, дүн шинжилгээ хийх, тайлбарлах, баримтжуулах, танилцуулах” зэрэг төлөвлөсөн үйл ажиллагааг багтаах гэсэн байна.

Сүлжээний шинжилгээ болон компьютерийн шинжилгээ хоорондох ялгаа нь компьютерийн шинжилгээ үүсч хөгжсөнөөр эхэлсэн гэж үзэж болно. Одоо үед техник технологи хөгжиж улам бүр нарийн болох тусам шинжилгээ хийх салбарууд тус бүрийн онцлог шинж чанартай болж байна. Үүнд: “Тоон шинжилгээ”, “Электрик шинжилгээ”, “Компьютерийн шинжилгээ”, “Сүлжээний шинжилгээ”, “Интернэт сүлжээний шинжилгээ” гэх мэт. [4].

Компьютерийн шинжилгээ нь файлыг хуулбарлах, устгагдсан файлыг сэргээх, буфер буй мэдээлэл хандах, системийн лог файлд дүн шинжилгээ хийх гэх мэт үйл ажиллагааг багтаан ойлгож болно. Сүлжээний шинжилгээгээр дээрх мэдээллийг баталгаажуулж хэсгийн нотлох баримт болгон авахаас гадна [5] гэмт хэргийн нотлох баримтыг автоматаар бүртгэх, халдлагад өртөхөөс урьдчилан сэргийлэх, бодит цагт хяналт шинжилгээ хийж сүлжээний мэдээллийн урсгалд аудит, хандалтын лог бүртгэл хийдэг.

Электрик шинжилгээ нь компьютер, сүлжээний электрон техник хангамжид дүн шинжилгээ хийх, ту-

хайлбал дижитал камер, хувилагч төхөөрөмж, факсын машин, тэр ч байтугай цахилгаан хэрэгслийн бүтээгдэхүүний санах ой хадгалах функц гэх мэтээс олж авах юм. Энэхүү бичиг баримтад энэ талаар тусгагдаагүй болно.

Энэхүү судалгаагаар сүлжээний урсгалаас мэдээлэл цуглуулах, сүлжээний аюулгүй байдал, идэвхтэй хамгаалалтыг онцолж байна. Үүний зэрэгцээ, компьютерийн шинжилгээний зарим арга, аргачлалыг сүлжээний шинжилгээнд ашиглах нь үр дүнтэй байдаг талаар авч үзнэ. Жишээлбэл: Хост машин дээрх устгах үйлдлийг автоматаар хянах боломжтой. Уг үл мөрийг цэвэрлэхийг оролдож буй халдлагыг сүлжээний шинжилгээгээр урьтаж илрүүлэх боломжтой бөгөөд нотлох баримтыг сэргээж автоматаар олж авах боломжтой. Халдлага илрүүлэх систем нь энэхүү үйлдлийн автоматаар илрүүлэх боломжтой бөгөөд үүнийг “Халдлагын шинжилгээ” гэж нэрлэдэг [6].

II. ТООН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ТӨРӨЛ, ЗАГВАРУУД

A. Тоон шинжилгээний загвар

1990-ээд оноос хойш хүмүүс компьютерийн шинжилгээний олон загварыг дэвшүүлж байгаа бөгөөд үүнд: процессын үндсэн загвар, ослын хариу үйлдлийн загвар, хууль сахиулах үйл явцын загвар ба хийсвэр загвар гэх мэт. Брайан Карриер болон бусад хүмүүсийг өмнөх тоон шинжилгээний загварыг нэгтгэн дүгнэсний үндсэн дээр компьютерийн шинжилгээний нэгдсэн загварыг дэвшүүлсэн. Зураг 1-д үзүүлсний дагуу загварыг таван үе шат болгон хувааж байна.

- Бэлэн байдал хангах үе шат: Боловсон хүчин бэлтгэх, дэд бүтцээр хангах, сүлжээний ажиллагаа, үйл явцыг сайтар судалж шинжлэх.
- Зохион байгуулалттайгаар байршуулах үе шат: Шинжлэн судлах, баталгаажуулалт хийх, судалгаа шинжилгээг бататгах.
- Гэмт хэргийн бодит үзэгдлийг судлах үе шат: Эд мөрийн баримтыг хайх, цуглуулах, дүн шинжилгээ хийх, гэмт хэргийн шинж чанарыг тодорхойлох, сэргээн засах.
- Цахим гэмт хэргийн дүр зургийг судлах үе шат: Шинжилгээнд хамрагдах эд мөрийн баримтыг авах, холбогдох цахим нотолгоог олж авах
- Нягтлах шалгах, дүгнэх: Архивын бүх үйл явцыг нэгтгэн дүгнэх

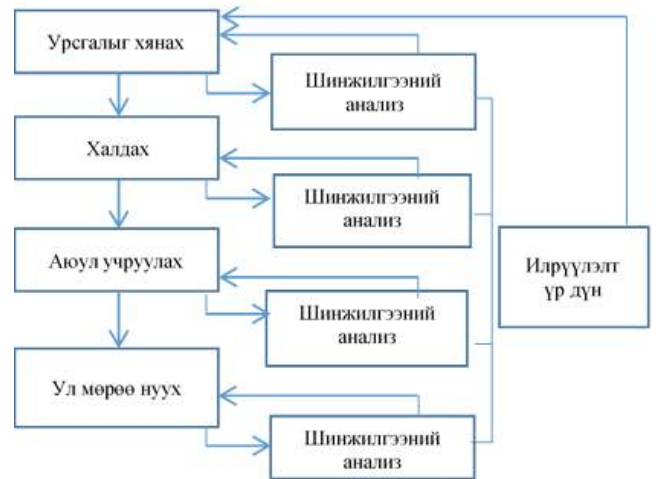
B. Сүлжээний шинжилгээ загвар, процесс

Сүлжээний шинжилгээний загвар нь Компьютерийн уламжлалт шинжилгээнээс ялгаатай нь сүлжээний аюулгүй байдлын тал дээр идэвхтэй хамгаалалтын хэрэгсэл болдог. Сүлжээний шинжилгээ нь халдлагад орохоос өмнө тогтмол хийгдэж байх ёстой. Халдлагад орсны дараа ашиглах нь оройтсон байх магадлалтай юм [7-9]. Довтолгооны шинж чанарыг байнга шинжлэх,



Зураг 1. Тоон шинжилгээний загвар

нотолгоо олох, довтолгооны үл мөрийг илрүүлэх, сүлжээнд нэвтрэх цуврал довтолгооны үе шатуудад дүн шинжилгээ хийж баримтжуулах юм. Халдлага хийж буй этгээдийн шинж чанарыг тодорхойлох сүлжээний шинжилгээний загварыг зураг 2-т үзүүлэв.



Зураг 2. Сүлжээний шинжилгээний загвар

Сүлжээний шинжилгээний процессын эхний алхам нь сүлжээний урсгалаас түүхий файл хуулбарлан авч шинжлэх бөгөөд үүнийг хуулбарлан авч хадгалах юм. Үүнийг "Sessionizing" гэж нэрлэдэг [2-4]. Сүлжээний урсгалын пакетыг авахдаа тодорхой шаардлагатай шүүлтүүрээр урсгалыг барьж авах хэрэгтэй бөгөөд тухайн цаг мөчид авах бус тогтмол хугацаанд авч харьцуулан шинжлэх хэрэгтэй. Сүлжээний пакетыг найдвартай барьж авахад техник, програм хангамжийн найдвартай ажиллагаа чухал шаардлагатай. Сүлжээний шинжилгээгээр авагдсан цахим нотолгоо нь дараах зүйлээс бүрддэг. Үүнд: Сүлжээний мэдээллийн урсгал; төхөөрөмжүүдийн холболт (модем интерфейс карт, роутер, хаб, свитч, харилцан холболтын кабель шугам гэх мэт) болон сүлжээний аюулгүй байдлын төхөөрөмж

эсвэл програм хангамжууд (IDS, галт хана, Net Gap, вирусын эсрэг програм, лог, сүлжээ системийн аудитын бүртгэл, сүлжээний урсгалын хяналтын бүртгэл гэх мэт) хамаарна.

III. СҮЛЖЭЭНИЙ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮНДСЭН АРГА, ТЕХНИКҮҮД

Сүлжээний шинжилгээг хийхэд ашигладаг үндсэн техникүүдэд IDS, Honeytrap, хортой код, халдлагын эсрэг тэсвэртэй байдал, сүлжээний хяналт ба мэдрэгч, агент, SVM, протоколын анализ ба сүлжээний томографи гэх мэт техникүүдийг багтаасан болно. Шинжилгээнд хэрэгцээт мэдээллийг цуглуулахдаа сүлжээний шинжилгээний техникээр боловсруулан гаргасан нэгтгэгдсэн мэдээллийн сангаас бүрдэж болно. Эдгээр нь бүгд гэмт хэргийн үйл явцыг баримтжуулж баталгаажуулах, гэмт хэргийн үзэгдэл, нотлох баримтыг бэхжүүлж авах юм.

A. Халдлага илрүүлэх систем (IDS)

IDS (Intrusion Detection System) нь хууль бус халдлагыг илрүүлэх, бүртгэх, үүгээр дамжуулан халдлага хийсэн, халдлагад өртсөн хостын цахим баримт цуглуулахад ашиглагдах болсон бөгөөд энэ нь энэхүү судалгааны нэг сэдэв болж байна. 1999, 2000 онуудад Стефенсон "Халдлагын менежментийн загвар"-ыг бүтээсэн бөгөөд энэ нь сүлжээний шинжилгээ, халдлага илрүүлэхтэй хослуулах нь үр дүнтэй гэж онолын томоохон дэвшил гаргасан. Гросс, Монро, Соммер нар сүлжээний аюулгүй байдлын салбарт ихээхэн хувь нэмэр оруулсан юм. Гэсэн хэдий ч хоёулангийнх нь хослол маш хязгаарлагдмал хэвээр байгаа бөгөөд энэ нь цаашдын судалгаанд өргөн цар хүрээтэй боломжийг олгож байна. IDS нь бодит хугацааны халдлагын мэдээллийг хамгийн сайн цуглуулж баримтжуулдаг хэрэгсэл юм [10]. Үүнийг автомат шинжилгээний системтэй хослуулан ашигласнаар нэвтрэх, халдлага хийх, хандалт зэргийн бодит цаг хугацааг илүү системчилсэн, уян хатан, ухаалаг шинж чанарыг бий болгож хурдан хариу арга хэмжээ авах боломжийг олгодог.

B. Урхидах арга (HoneyTrap-HoneyPot)

Honeytrap-HoneyPot буюу сүлжээний урхидах арга нь сүлжээний аюулгүй байдлын нэгэн арга бөгөөд халдагчийн зам, тактик, багаж хэрэгсэл, зорилгыг хянаж, улмаар бодит хугацааны сүлжээний шинжилгээг хийх зарчимтай юм. Хакеруудын халдлага хийхэд холбогдох цахим баримтуудыг цуглуулдаг [11-12]. Алек Ясинсак, Янет Манзано нар хууран мэхлэх арга ба шүүх шинжилгээний техник хоёрын ижил төстэй байдлыг системтэйгээр эрдэм шинжилгээний ажил болгосон бөгөөд хоёуланг нь хослуулах зорилгоор "HoneyPot Forensic" системтэй цуваа ба зэрэгцээ гэсэн хоёр төрлийг дэвшүүлсэн. "HoneyPot" хэрэгсэл нь өндөр түвшний хакеруудад өөр систем рүү нэвтрэн орох боломжийг олгодог. Гэвч энэхүү арга техник нь зарим талаараа эрсдэлтэйд тооцогдоно.

C. Хортой код

Хортой кодын хэрэгсэл болон бодит хугацааны шинжилгээний техник болох IDS, Honey-Trap хэрэгслүүдтэй харилцан ажиллахад зарим асуудалтай тулгардаг [13]. Халдлага үйлдэгч нар нь сүлжээний схем бүтэц, аюулгүй байдлыг хамгаалах зохион байгуулалтыг хамгийн сайн мэддэг тул системийн дотоод болон гадна талаас бүх талаараа нэвтрэн орж шинжилгээнд баригдахгүй байх урьдчилан сэргийлэх ажлыг хийдэг. Эдгээр асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд шинжээчид хорт кодын техникийг ашиглан далд шинжилгээний аргыг боловсруулж, судалж үзжээ. Энэ нь хорт код хэрхэн ажилладаг, хэрхэн удаан хугацааны туршид нууц далд аргаар мэдээллийг хулгайлж байгааг шинжилгээгээр ажиллагааны үндсэн зарчмыг тодорхойлдог болно.

D. Халдлагад тэсвэртэй систем

Ихэнх халдлагыг үр дүнтэй эсэргүүцэх чадвартай арга техник хэрэгсэл нь галт хана, IDS бөгөөд хоёулаа халдлагаас хамгаалах нийтлэг нэвтрэлтийн технологийн мэдэгдэж буй шинж чанараас хамааран дотоод болон гадаад сүлжээнээс нэвтрэх техник технологийг илрүүлэх хамгаалах сүлжээний аюулгүй байдлын техникүүд юм. Эдгээр нь хамгаалалтын нийтлэг аргад тооцогдоно. Сервер дээрх мэдээллийн бүрэн бүтэн, үнэн зөв байдал, нууцлал, үйлчилгээний хүртээмж, системийн аюулгүй ажиллагааг хангахад чиглэсэн халдлагын эсрэг тэсвэртэй систем юм. Энэ нь ихэвчлэн шилжилт хөдөлгөөн, хортой код, үйлчилгээний халдлагаас татгалзах, дотоод сүлжээ гэх мэт сүлжээний аюулгүй байдлын өнөөгийн гол асуудлуудыг шийдвэрлэхийн тулд довтолгооны шалтгааныг шинжлэхээс илүү халдлагад өртөж буй нөлөөллийг тооцох, дайралт байгаа нөхцөлд системийн хэвийн ажиллах чадварыг харгалзан үздэг. Буруу хэрэглээ, буруу зан үйл, өөрийн эмзэг байдлаас үүдэлтэй алдаануудад хамаарна. Үүнээс гадна халдлагад тэсвэртэй систем нь халдлагад тэсвэртэй ажиллагаатай байх системийг шаарддаг бөгөөд халдлагад өртөж, үл мэдэгдэх алдаатай байх үед системийн уналт хязгааргүй байдаг. Өөрөөр хэлбэл систем нь бүрэн уналтаас илүү хязгаарлагдмал үйл ажиллагааг дэмжиж чаддаг бөгөөд аюул заналын үед автомат хөрвүүлэлтийг аюулгүй боловсруулах, гүйцэтгэх, зохион байгуулах чадварыг хадгалж чаддаг. Юуны түрүүнд, цахим нотолгоо нь халдлагын эсрэг тэсвэртэй системийн сервер дэх мэдээллийн нууцлалын шаардлагын дагуу хадгалагдах боломжтой бөгөөд энэ нь түүний хууль ёсны байдлыг баталгаажуулдаг. Дараа нь сүлжээний хяналтын хэлхээ нь шинжилгээ анализ дах системийн хэвийн төлөв, эмзэг байдал, мэдээлэл хадгалалтын сул тал, халдлагад өртөх төлөв зэрэг системийн өөр өөр төлвүүдийн дагуу хийгдэнэ. Эцэст нь, халдлагыг тэсвэрлэх арга техник нь систем эвдрэхгүй байгаа нөхцөлд довтолгооны шинж чанараас хамааран бодит цаг хугацааны шүүх шинжилгээний хүчин төгөлдөр байдлыг баталгаажуулж, системийн гэмтлийн

түвшинг системийн төлөв байдлын бүртгэлээр тусгаж чадна [18-20].

Е. Сүлжээний хяналт ба Мэдрэгч

“Сүлжээний хяналт” ба “Мэдрэгч”-ийн арга, техник нь мэдээлэл цуглуулах, дүн шинжилгээ хийх, сүлжээний дамжуулалтын агуулга, вэб сайтад хяналт тавих, дэлгэцийн мэдээллийн бодит хугацааны хяналт, товчлуурын анализ хийх зэрэг боломжтой. Тиймээс сүлжээний хяналтын системд хост мэдрэгч, сүлжээний мэдрэгч, сүлжээний камер, түүнчлэн шинжээчийн систем, мэдлэгийн сан зэрэг бүрэлдэхүүн хэсгүүд багтдаг. Бодлого тодорхойлох нөхцөлийн дагуу энэ нь янз бүрийн аргаар мөрдөж, дохиолол өгч, урсгалын хэвийн бус байдлыг илрүүлэх функцийг ойлгож, системийн төлөв байдлыг автоматаар тайлагнах боломжтой. Сүлжээний хяналт, мэдрэгчийн үүсгэсэн дижитал мэдээллийг сүлжээний хяналтын зохих хэлхээний дараа цахим нотолгоо болгон ашиглаж болно.

Ғ. Агент

Сүүлийн жилүүдэд “Агент” гэсэн хэрэгсэл нь сүлжээний аюулгүй байдлын салбарт өргөнөөр ашиглагдах болсон. Ялангуяа судалгааны олон ололт амжилтад хүрсэн олон-агент баазын нэвтрэлтийг илрүүлэх ажилд өргөн ашиглагддаг болсон. агент дээр суурилсан бодит хугацааны актив сүлжээний шинжилгээний систем нь форенсик сервер, шинжилгээний мэдээллийн сан, шинжилгээний агентын бүрэн системийг бүрдүүлсэн бөгөөд сүлжээний нэвтрэлтийг идэвхтэй, цаг тухайд нь судалж, сүлжээний урсгалд дасан зохицох пакет олж авах, өгөгдлийн функцийг хангаж өгдөг. (Бүртгэлийн систем, сүлжээний урсгал, шалгах ажиллагааг нэгтгэх гэх мэт)

Г. SVM шинжилгээний техник

SVM шинжилгээний техник, шинжилгээний ерөнхий системүүд нь сүлжээний бүх мэдээллийг хадгалах шаардлагатай байдаг боловч олж авсан эсвэл тэмдэглэсэн бүх мэдээлэл шинжилгээнд ашиг тустай байдаггүй. Мэдээллийн үйл ажиллагааны гол шинж чанарыг олж илрүүлснээр утгагүй, ашиггүй, чанар муу зэргийг арилгах нь мэдээллийн хадгалалтын хэмжээг бууруулахад ашиг тустай бөгөөд цаашдын дүн шинжилгээ хийх, тооцоолох хурдыг ихэсгэх, илрүүлэлтийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийг нэмэгдүүлж сайжруулах юм. Сүлжээний шинжилгээ нь идэвхтэй хамгаалалтын хэрэгсэл болох ёстой бөгөөд энэ нь зөвхөн мэдэгдэж буй сүлжээний халдлага, бодит хугацааны шинжилгээгээр илрүүлэхээс гадна сүлжээний үл мэдэгдэх халдлага буюу хэвийн бус горимыг таних, шинжлэх чадварыг шаарддаг [12-14].

Н. Протоколын шинжилгээний арга

Протоколын шинжилгээний арга буюу сүлжээний протокол нь сүлжээний харилцаанд стандарт ба шаталсан сүлжээний пакетуудыг тодорхойлдог. Сүлжээний

пакетуудын өндөр түвшний тогтмол байдлын дагуу протоколын шинжилгээний арга нь одоо байгаа протоколын загваруудын дагуу тогтоосон байрлалаас утгыг сонгож дараа нь протоколыг задлан шинжилж, бүх протоколуудыг протоколын мод болгон бүрдүүлэх бөгөөд үүний тодорхой протокол нь сүлжээний зангилаа, дүн шинжилгээ хийхэд ашиглагдана.

И. “Сүлжээний томограф”-ийн арга

“Сүлжээний томограф”-ийн арга нь анагаах ухааны СТ зарчимтай ижил зарчмаар ажилладаг бөгөөд хүлээн авагчдын олж авсан мэдээллийг ажиглаж, дүн шинжилгээ хийх замаар тодорхойлсон хүлээн авагч руу сорьцын пакетуудыг илгээх замаар сүлжээний мэдээллийг статистик дүгнэлтээр олж авдаг [13]. Сүлжээний аюулгүй байдалд шууд ажиглагдах боломжгүй сүлжээний мэдээллийг олж авах нь ашигтай байдаг. Жишээлбэл: DDoS халдлагын мөрийг зарим ажиглалтын цэгээс олж, халдагчийг хайж олох боломжтой байдаг. “Сүлжээний томограф”-ийн аргад суурилсан сүлжээний форенсик нь халдлагад өртсөн байдлыг шалгаж, сүлжээний хяналтын үр дүнтэй хийж, тархсан форенсик үйл ажиллагааг хэрэгжүүлж чаддаг.

Ж. Сүлжээний шинжилгээнд тулгарч буй сорилт

Сүлжээний шинжилгээгээр асар их хэмжээний цахим баримтууд цуглардаг. Үүнийг автоматаар шинжилж нотлох баримт гаргахад хүндрэлтэй байдаг. Хэрхэн их хэмжээний масс мэдээлэл дээрээс цахим нотлох баримтуудыг олж үр дүнтэй дүн шинжилгээ хийх вэ? гэсэн асуулт одоог хүртэл тулгамдаж байна. Нэмж дурдахад масс мэдээлэл нь өөрөө маш их хэмжээний хадгалалтын багтаамж шаарддаг. Шинжилгээ хийх явцад нотлох баримтыг хэрхэн хадгалах, хамгаалах ч гэсэн тулгамдаж буй асуудлуудын нэг хэвээр байна. Эдгээр асуудлуудыг шийдвэрлэх нэг чухал зүйл нь шинжилгээний технологийн автоматжуулсан судалгааг хамтын ажиллагааны орчинд зохион байгуулах. Томоохон хэмжээний залилангийн гэмт хэрэгт олон компьютерууд холбогддог тул объект болон эрүүгийн нотлох баримтуудын хоорондын холбоог тогтоох нь маш хэцүү болж хувирдаг. Харилцан хамаарал дээр дүн шинжилгээ хийснээр халдлагын үйл явцыг хянах бөгөөд дараа нь гэмт хэргийн нотлох баримтыг олж авахад хэрэгтэй. Асуудал нь аналитик процессыг хэрхэн автомат, ухаалаг болгох вэ гэдэгт асуудал байгаа юм.

Интернэт, хууль тогтоомж, нэвтрэлтийг илрүүлэх гэх мэт янз бүрийн хүчин зүйлийг харгалзан үзээд сүлжээний форенсик систем дараах хэд хэдэн чадварыг багтаасан байх ёстой. Үүнд: Мэдээлэл харилцан хамааралтай хадгалагдсан, халдлагад тэсвэртэй байх чадвар, халдлага хийсэн байршлыг тогтоох чадвар, хамтарсан дүн шинжилгээ хийх, форенсикийн хийх чадвар болон мэдээллийн бүтцийн стандарттай байх.

Мэдээллийн хадгалалт, дүн шинжилгээ хийхэд хяналтын харилцан хамаарлыг бүрдүүлэх шаардлагатай бөгөөд одоо байгаа халдлага илрүүлэх системийн хувилбарыг харгалзаж үзэхгүйгээр шүүх хурал дээр бүх үйл явцыг нэг бүрчлэн цуглуулж, ашиглах замаар нотлох баримтуудыг бүрэн болгох ёстой. Аюулгүй найдвартай хэрэглэгчдийн практик шаардлагыг хангахын тулд дараах гурван чиглэлийг хамрах хэрэгтэй. Үүнд: Сүлжээ, эвдрэлд тэсвэртэй, аюулгүй байдал гэсэн. Учир нь аливаа довтолгоо нь тус 3 бүсийг чиглэсэн байдаг бөгөөд сүлжээний шинжилгээний систем нь тус халдлагыг тэсвэрлэх чадвартай байх шаардлагатай. Сүлжээний шинжилгээний систем нь халдлагын байршлыг тогтоож, бүртгэх замаар хууль сахиулах байгууллагуудад шинжилгээ хийхэд хэрэгтэй байдаг. [13, 14] Нарийн төвөгтэй хэргүүдийн хувьд нотлох баримтууд хоорондын холбоог илүү хууль эрх зүйн талаас авч үздэг. Мөн нарийн төвөгтэй халдлагыг амжилттай шүүх түлхүүр нь харилцан хамааралтай батлагдсан янз бүрийн бие даасан нотлох баримтыг цуглуулахад оршино. Сүлжээний шинжилгээний системийн хувьд, форенсик мэдээллүүд өөр өөр сүлжээнд байгаа хамгаалалтын төхөөрөмжөөс цуглардаг тул мэдээллийн бүтцийн нэгдмэл бус байдал нь нотлох баримтын хоорондын уялдаа холбоонд дүн шинжилгээ хийхэд төвөгтэй байдаг. Дээрх дурдсан зүйлсийг үндэслэн сүлжээний шинжилгээний систем нь нэгдсэн стандарт форматтай байх хэрэгтэй.

IV. ХАЛДЛАГАД ТЭСВЭРТЭЙ СИСТЕМД СУУРИЛСАН СҮЛЖЭЭНИЙ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН

A. Халдлагад тэсвэртэй системд суурилсан сүлжээний шинжилгээний загвар, процесс

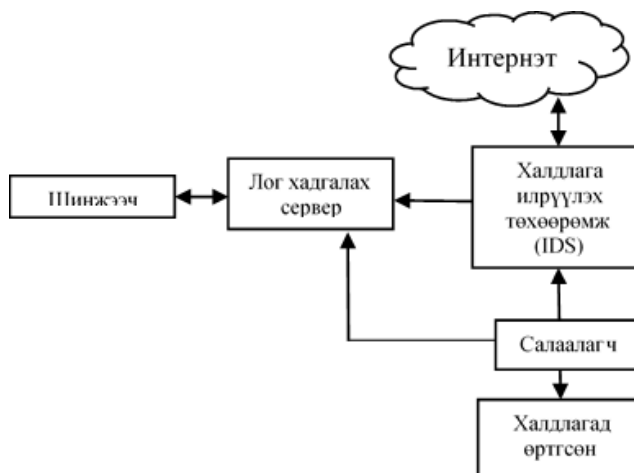
Илрүүлэх ажиллагаа нь бодит нөхцөлд туршигдан ажилласан болно. Зураг №3-т сүлжээний шинжилгээг гүйцэтгэсэн ерөнхий дарааллыг харууллаа. Эхлээд лог файлыг цуглуулсан. Дараа нь сүлжээний шинжилгээ болон компьютерийн шинжилгээг гүйцэтгэж үр дүнд нь хортой код суусан хостыг илрүүлсэн. Илрүүлэлтийн ажиллагааны сүлжээний схемийг зураг №4-т үзүүлэв. Халдлага илрүүлэх системээс гарсан логиыг шинжилгээний нэг төрөл болох log management сервер дээрээс [13-15] дүн шинжилгээг хийн анхны сэжигтэй холболтыг гарган ирсэн. Сүлжээний шинжилгээний загварын дагуу урсгалыг салаалан авч түүхий файл болон лог файлд шинжилгээ хийсэн.



Зураг 3. Сүлжээний шинжилгээ хийх ерөнхий дэс дараалал

Компьютерын интернэт урсгалыг дангаар нь салаалан авч холболт тогтож буй IP хаяг, протоколоор шүүлтүүр хийн урсгалыг Linux системд холбон файлуудыг

хадгалж авсан. (tcpdump -w malware-file.pcap -i eth2) Ингэснээр уг холболтыг бэхжүүлэн авч хөдлөшгүй нотлох баримт болгон хадгалж авсан. Илрүүлэлтийн ажиллагааны схемийг зураг 4-д үзүүлэв.



Зураг 4. Ерөнхий схем

Энэхүү шинжилгээгээр 22:00 цагаас хойш 202.77.xxx.xxx гэсэн гадаад хаягтай дотоод сүлжээний 10.20.1.22 гэсэн хаяг хооронд өдөр бүр тогтмол хугацаанд холболт тогтож байгаа нь илэрсэн. Лог шинжилгээн дээрээс илэрч буй байдал үр дүнг зураг 5-д харуулав. Энэхүү сэжигтэй холболт нь ямар зорилготойг тодорхойлох, халдагч этгээдийг илрүүлж баримтжуулахын тулд лог болон халдлагад өртсөн компьютерын бүхий л урсгалыг хадгалж авсан болно.

Халдлагад өртсөн компьютерын түүхий урсгал (.pcap файл) дах пакетуудад “Wireshark” програм хангамжаар шинжилгээ хийн холболт тогтсон байдал, дамжигдсан урсгалд шинжилгээ хийв. Зураг 6-д харуулав. Үүгээр дамжигдсан урсгал болон харилцан холболтыг баталгаажуулан авахаас гадна харилцан холболт, хийгдэж буй үйлдлийг бэхжүүлэн авсан.

Хортой код суусан байж болзошгүй компьютерт шинжилгээний загварын дагуу RAM-DUMP [17] хийж авсны дараагаар үйлдлийн системийг хуулбарлан авснаар шинжилгээг эхлүүлсэн. Компьютерын хуулбарлан авсан “Image”-г ажиллуулж дээр нь “Process explorer” болон “Connection analyzer” зэрэг нээлттэй эх сурвалжийн хэрэгслүүдээр шинжлэн үзэхэд зураг 7,8 дах үр дүн гарч байна. Халдлагад өртсөн компьютерт суусан хорт код нь “dllhost.exe” гэсэн системийн хуурамч нэрээр ажиллаж байх бөгөөд 202.77.xxx.xxx гэсэн IP хаягтай 80 гэсэн портоор холболт тогтож буй нь тодорхой илрэн гарав.

Мэдээллийн аюулгүй байдалд сүлжээний шинжилгээ нь хэр үр дүнтэй ашиглагдаж байгаа нь дээрх болсон үйл ажиллагаанаас мэдэгдэж байна. Албан байгууллага халдлагаас хамгаалах техник програм хангамжийг

#	Date	Time	Source Country	Policy	Source	Destination	Service	Method	Return Code	HTT
1	2014-04-15	10:48:18	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	https	get	500	HTT
2	2014-04-15	10:48:05	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	http	get	500	HTT
3	2014-04-15	10:47:51	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	https	get	200	HTT
4	2014-04-15	10:47:38	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	http	get	200	HTT
5	2014-04-15	10:46:40	Mongolia	FWB_Policy	202.77.xxx.xxx	10.20.1.22	https	get	500	HTT
6	2014-04-15	10:46:28	Mongolia	FWB_Policy	202.77.xxx.xxx	10.20.1.22	http	get	500	HTT
7	2014-04-15	10:45:52	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	https	get	200	HTT
8	2014-04-15	10:45:37	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	http	get	200	HTT
9	2014-04-15	10:43:40	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	http	get	200	HTT
10	2014-04-15	10:43:26	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	https	get	200	HTT
11	2014-04-15	10:43:13	Reserved	FWB_Policy	10.0.1.13	10.20.1.22	http	get	200	HTT
12	2014-04-15	10:42:15	Mongolia	FWB_Policy	202.77.xxx.xxx	10.20.1.22	https	get	200	HTT
13	2014-04-15	10:42:01	Mongolia	FWB_Policy	202.77.xxx.xxx	10.20.1.22	http	get	200	HTT

Зураг 5. Лог шинжилгээн дээрээс илэрч буй байдал

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
15937	285509	226882	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	62 [TCP Retransmission] 50671 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
15938	285508	60777	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 [TCP Retransmission] 50671 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15939	285507	986226	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 50671 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15895	284781	590687	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	62 [TCP Retransmission] 50667 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
15891	284780	979495	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 [TCP Retransmission] 50667 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15889	284780	359889	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 50667 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15853	284832	913591	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	62 [TCP Retransmission] 50663 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
15849	284932	293113	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 [TCP Retransmission] 50663 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15847	284831	673845	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 50663 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15811	283393	280764	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	62 [TCP Retransmission] 50659 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
15809	283292	669499	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 [TCP Retransmission] 50659 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15805	283292	848181	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 50659 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15771	282527	629650	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	62 [TCP Retransmission] 50655 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
15767	282527	806752	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 [TCP Retransmission] 50655 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1
15765	282526	368939	192.168.1.118	107.170.0.14	TCP	66 50655 → 8043 [SYN] Seq=0 Win=0 Len=0 MSS=1460 WS=4 SACK_PERM=1

Зураг 6. Түүхий файлд шинжилгээ хийж буй байдал.

Process	Arguments	PID	PPID	Path
winlogon.exe		400	352	Windows/System32/winlogon.exe
LogonUI.exe	/flags:0x0	724	400	Windows/System32/LogonUI.exe
csrss.exe	ObjectDirectory=\Windows SharedS...	360	352	Windows/System32/csrss.exe
dllhosts.exe		3776	3780	Users/Idoe/appdata/local/temp 1/dllhosts.exe
csrss.exe	ObjectDirectory=\Windows SharedS...	1112	4600	Windows/System32/csrss.exe
winlogon.exe		3248	4600	Windows/System32/winlogon.exe

Зураг 7. Уг хорт кодын ажиллаж буй процесс

хэдий суурилуулан ажиллуулж байгаа хэдий ч үүнд тогтмол шинжилгээ хийж ажиллах нь чухал гэдгийг харуулж байна. Манай улсад халдлага үйлдээд эзэн холбогдогч нь олдохгүй замхраад алга болдог бол сүлжээний шинжилгээг аюулгүй байдалтай хослуулан ажиллуулснаар эзэн холбогдогчийг тогтоох, баримт-жуулах, мэдээллийн аюулгүй байдлыг сайжруулахад чухал ач холбогдолтой байна.

Дээрх халдлагад тэсвэртэй системийг шинжилгээний системтэй хослуулан ажиллуулж гарган авсан мэдээлэл, нотлох баримтуудыг цуглуулж бэхжүүлэн холбог-

дох хуулийн байгууллагад шилжүүлсэн болно.

V. ДҮГНЭЛТ

Сүлжээний шинжилгээ нь сүүлийн жилүүдэд шинээр хөгжүүлэгдэж байгаа ч дижитал шинжилгээний адил чухал салбар юм. Сүлжээний шинжилгээний талаар тогтсон онол арга зүй байдаггүй. Энэхүү баримт бичгээр сүлжээний шинжилгээг танилцуулж байгаа бөгөөд компьютерийн шинжилгээ, тоон шинжилгээ, сүлжээний шинжилгээ, электрон шинжилгээ болон компьютерийн шинжилгээний харьцангуй ойлголтуудыг энгийн

Threat Details									
File									
Process									
User									
Execution History									
Startup Items									
Host Info									
Sessions									
Analysis Results									
Details for process dllhosts.exe									
dllhosts.exe [PID: 3776]									
Process Details									
Ports									
Active Connections									
Timestamp	State	Local (host...)		Direction	Remote		Notes		
		Port	User		Host	Port			
10/11/18 2:48:48 PM EDT	Established	49861	ACME...	outgoing →	202.70.xxx.xxx	80			

Зураг 8. Уг хорт кодын ажиллаж буй процесст хамаарах харилцан холболт тогтож буй байдал

байдлаар харьцуулалт хийж, цахим баримт нотолгооны үндсэн ойлголт, гарал үүсэл, шинж чанарыг танилцуулсан болно. Монгол Улсад мэдээлэл технологи, сүлжээний технологи хурдацтай хөгжиж байгаа хэдий ч үүнийг ашиглан гэмт үйлдэл хийх нь мөн адил өсөн нэмэгдсээр байна. Үүнд шинжилгээ хийн цахим нотлох баримтын хэмжээнд үнэлж дүгнэх нөхцөл манай улсын хувьд дутагдалтай байна. Монгол Улсын хувьд цахим гэмт хэргийг илрүүлэх, цахим нотлох баримт бүрдүүлэх чиглэлд тодорхой баримт бичиг, ажиллах аргачлал, техник, хүний нөөц байхгүйгээс энэ чиглэл хоцрогдож ирсэн. Цахим шинжилгээ, сүлжээний шинжилгээг техник технологитойгоо уялдуулан хөгжүүлж, хамгаалалтын системтэй хослуулан ашигласнаар халдлага үйлдсэн хуулийн этгээдийг илрүүлэх, хор хохирлыг тодорхойлох, хариу арга хэмжээ авч ажиллахад чухал ач холбогдолтой юм. Аливаа цахим орчин дах халдлага нь сүлжээгээр дамжин орж ирж, буцан гардаг нь хөдлөшгүй нотлох баримт юм. Тухай сүлжээнд дэх аль компьютерт халдаж, ямар арга техникээр мэдээлэл хулгайлж авч буйг сүлжээний орчин дах сэжигтэй холболтоор баримтжуулан авч тухай компьютерт шинжилгээ хийснээр хор хохирлыг тодорхойлон халдлага үйлдсэн этгээдийг илрүүлэхэд чухал ач холбогдолтой бөгөөд хөдлөшгүй нотлох баримт болон үлдэх юм. Энэ чиглэлээр зөвхөн тухайн албан байгууллага дангаар ажиллах бус улсын хэмжээнд нэгдмэл системтэйгээр хөгжүүлэн ажиллуулснаар цахим гэмт хэргийг илрүүлэх, бууруулах, мэдээллийн аюулгүй байдлыг хангахад чухал ач холбогдолтой ажил болно. Сүлжээний шинжилгээг мэдээллийн аюулгүй байдалтай хослуулан ашиглах нь мэдээллийн аюулгүй байдлаа хамгаалах чухал нэгэн хэрэгсэл болж байна. Иймд энэхүү чиглэлийн мэргэжилтнүүд олон болж мэргэшсэнээр аюулгүй байдлын чиглэлд илүү чухал түлхэц болж хөгжинө гэж итгэж байна.

Ашигласан ном

[1] PD Dixon, "An overview of computer forensics", IEEE Potentials, vol. 24, no.5, pp. 7-10, 2005.

[2] Y. Zhihong, L. Zhe and Z. Kuo, "Design and implementation based on dynamic network forensics system", Journal of Jilin University (Science Edition), vol. 46, no.4, pp. 712-720, 2008.

[3] S. Bernato, "The rise of anti-forensics", [EB/OL] <http://www.csoonline.com/article/print/221208>.

[4] L. Busheng, "Computer anti-forensics research and implementation based on NTFS file system", Computer Engineering, vol. 20, 2010.

[5] M. Rogers, "Panel session at CERIAS 2006 Information Security Symposium", Retrieved September 11, 2007, from <http://www.cerias.pursue.edu/symposium/2006/materials/pdfs/antiforensics.pdf>

[6] FORTEd, "Richard power. A tour through the realm of antiforensics", Computer Fraud & Security, vol. 6, pp. 18-20, 2007.

[7] Richard Russon. NTFS Documentation [EB/OJ] <http://www.cribd.com/doc/2187280/NTFS-Documentation>.

[8] GRUGQ, "Digital forensics and the art of anti-forensics", Germany: Bellua Cyber Security, vol. 2, pp.311-315, 2005.

[9] A. Honingl, "Adaptive model generation: an architecture for deploy of data mining based intrusion detection systems", [EB/OL]. <http://citeseer.ist.psu.edu/>, 2007.

[10] U. Payer, "Realtime intrusion-forensics, a first prototype implementation", TERENA Networking Conference, pp. 32-36, 2004.

[11] B.J. Redmon, "Maintaining forensic evidence for law enforcement agencies form a federation of decoy networks" [EB/OL]. (CCIPS) <http://www.cybercrime.gov/searching.html>, 2007.

[12] J. S Kim., K. Minsoo, B. N. Noth, "A fuzzy expert system for network forensics", The 2004 International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA 2004), Perugia, Italy (LNCS), pp.117-129, 2004.

[13] A. Almulhem, I. Traore, "Experience with engineering a network forensics system", Jeju Island, ICOIN (International conference on information networking), vol. 3391, pp. 62-71, 2005.

[14] M. Huang, T.M. Wicks, "A large-scale distributed intrusion detection framework based on attack strategy analysis", Computer Networks, pp. 2465-2475, 1999. Received: August 13, 2013 Revised: August 28, 2013 Accepted: August 28, 2013

[15] By Ankush Thakur on August 20, 2020 <https://geekflare.com/open-source-centralized-logging/>

[16] Digital Forensics <https://resources.infosecinstitute.com/category/computerforensics/introduction/>

[17] <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/memory-analysis> RAM-DUMP analysis

[18] Chinese hackers cyber-attack Mongolia with a digital Coronavirus malware <https://www.cybersecurity-insiders.com/chinese-hackers-cyber-attack-mongolia-with-a-digital-coronavirus-malware/>

[19] Ransomware Attacks are Now Dominating Cyberspace <https://cyware.com/news/ransomware-attacks-are-now-dominating-cyberspace-1fe5f181> JUN 15, 2018.

[20] <https://www.cyberscoop.com/apt27-mongolia-kasper>

БАЙГУУЛЛАГЫН НУУЦ МЭДЭЭЛЛИЙГ ХАЛДЛАГААС ХАМГААЛАХ НЬ

Д.Бямбадорж, Улаанбаатар их сургууль Физик-Электроник сүлжээний тэнхим, И-мэйл: pheelectro2013@gmail.com

Хураангуй—Сүүлийн жилүүдэд сүлжээний халдлага дайралтын танилтыг сайжруулах, сургалтын өгөгдлийг боловсруулах зэрэг судалгааны ажлууд хийгдэж байгаа боловч, хостод суурилсан халдлага илрүүлэх хосмол загвар дээр суурилсан судалгааны ажил төдийлөн их хийгдээгүй байна. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд хостод суурилсан халдлага илрүүлэх болон хөнөөлт программыг илрүүлэх аргачлалыг хамтад нь хослуулж хэрэглэснээр танилтын хувийг сайжруулах боломжтой болохыг судалгааны үр дүнгээр харуулах юм. Судалгааны үр дүнд UBIS халдлагын сан үүсгэж, j48 машин сургалтын ангилал болон үйдлийн системийн PID функцийг хэрэглэснээр давуу талтай бөгөөд хостод суурилсан халдлага илрүүлэх загвар программаа УБИС, МУИС, СЭДС, ООГФ байгууллага дээр туршилт хийсэн үр дүнг танилцуулна.

Түлхүүр үг—ХИС-ийн хосолмол загвар, халдлага илрүүлэх систем, j48 алгоритм

I. ОРШИЛ

Мэдээллийн аюулгүй байдал болон кибер гэмт хэрэг нь үндэстэн дамнасан зохион байгуулалттай гэмт хэрэг болтлоо өргөжин тэлэх болсон. Иймээс энэхүү халдлага дайралтаас урьдчилан сэргийлэх антивирусны программ хангамж, галт хана, гэх мэт хамгаалах механизм байгаа боловч төдийлөн сайн хамгаалалт биш юм. Иймээс компьютерийн сүлжээгээр дамжиж байгаа өгөгдлийн аюулгүй байдлыг хангах зорилготойгоор халдлага илрүүлэх системийг түгээмэл хэрэглэх болсон. Халдлага илрүүлэх систем нь сүлжээгээр дамжиж байгаа мэдээллийн аюулгүй байдалд хор хөнөөл учруулах зорилготой халдлага дайралтуудыг илрүүлж анхааруулах мессеж илгээх болон бүртгэх, хостод илэрсэн халдлага дайралт болон хөнөөлт программыг илрүүлэх зэрэг давуу талтай.

ХИС-ийн тусламжтайгаар сүлжээний халдлага болон гажиг илрүүлэх боломжтой [1]. Халдлага илрүүлэх аргачлалыг гажигт суурилсан болон сигнатурт суурилсан гэж 2 ангилж үздэг [2].

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд халдлагыг таних танилтын хувийг нэмэгдүүлсэн зэрэгцээ ажиллагаа бүхий хосолмол загварыг танилцуулна. Бидний танилцуулах аргачлалд хостод суурилсан халдлага илрүүлэх систем болох j48-ийн машин сургалтыг хэрэглэх юм. Энэхүү хосолмол систем нь өгөгдөл олборлох аргачлалын өгөгдлийн боловсруулалт болон дахин сургах аргачлалуудыг ашиглан халдлага илрүүлэх танилтын хувийг ихэсгэхээс үйдлийн системд ачааллаж байгаа хөнөөлт программыг илрүүлж байгаагаараа давуу талтай. Уг ажилд судалгааны ажилд UBIS

халдлагын сан үүсгэж хослуулан ашиглах юм. UBIS халдлагын сангийн бүрдүүлэлтийг Улаанбаатарын их сургууль, Монголын үндэсний их сургууль, Соёл-Эрдэм дээд сургууль, ООГФ хүрээлэнгийн сүлжээгээр өгөгдлийн урсгалыг хуулбарлан авсан. UBIS халдлагын сан нь халдлагатай пакетын төрлөөр тэмдэглэгдсэн 200000 холболтын мэдээлэл, хэвийн пакеттай төрлөөр 110000 холболтын мэдээллийг судалгаанд хэрэглэхийн өмнө урьдчилан боловсруулалт хийсэн.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Халдлага илрүүлэх системийг анх 1984 оноос 1986 оны хооронд Dorathy Denning болон Peter Neumann нар хамтран анхны IDS бодит хугацааны халдлагыг илрүүлэх загварын хөгжүүлэлтийг хийсэн. Уг загварын нэр нь Instruction Detection Expert System гэсэн нэртэйгээр байсан бөгөөд уг IDES программын зорилго нь хөнөөлт кодын идэвхжилтийг илрүүлэх зорилготойгоор бүтээгдсэн. 2001 онд өгөгдөл олборлолт дээр дүн шинжилгээ болон үнэлгээ хийх үндсэн аргачлалыг tcpdump компьютерийн дотоод сүлжээний өгөгдөл дээр анализ хийх зорилготой хэрэгслийн үндсэн ажиллагаа болон дүрэм журам дээр тулгуурлан хийсэн байдаг. Халдлага илрүүлэх систем буюу IDS хамгаалалтын программ нь компьютерийн дотоод сүлжээний аюулгүй байдал болон гадны халдлага дайралт болон хөнөөлтэй үйл ажиллагаанаас урьдчилан сэргийлснээр тухайн системийн ажиллагаа болон компьютерийн дотоод сүлжээ болон host-д хор хөнөөл учруулах зорилготой үйлдлээс урьдчилан сэргийлж сүлжээний админд анхааруулах болон логин файлд бүртгэх үүрэгтэй ажилладаг. Халдлага илрүүлэх системийг сонгохдоо компьютерийн дотоод сүлжээний холболт болон хостуудын илгээж байгаа болон хүлээн авч байгаа өгөгдлийн урсгалыг нарийн тооцоолох хэрэгтэй байдаг. Дээрх халдлага илрүүлэх системийн загварчлал дээр тулгуурлан олон төрлийн загвар программ хангамжууд хийсэн байдаг. Судлаач О.Хэнчири болон судалганы багийхан 22 хөнөөлтэй программ, 297 хэвийн программуудын онцлог шинж байдал дээр туршилт хийсэн [3]. Судлаачид программын онцлог шинжүүдийг сонгохдоо 3 байтаас 8 байтын урттай дарааллыг сонгон авсны дараа судалгааны багийхан 5 fold cross validation аргачлалдаа ID3, J48, Naïve-Bayes, Sequential Minimal Optimization (SMO) алгоритмуудаар туршилт хийсэн. Туршилтын үр дүнд 5 байтаар хөнөөлт программын онцлог шинжийг тодорхойлоход илүү үр дүнтэй болохыг тодохойлсон.

Судлаач К.С.Редди болон судалгааны багийхан программуудын ялгаатай урттай байтуудын онцлог шинж чанарыг n-граммын, Boost, J48 алгоритмуудаар ялгах[4] туршилт хийсэн. Судлаачид туршилтандаа 250 хөнөөлт программ, 250 хэвийн программын сан бүрдүүлсэн. Гарсан үр дүнгээ ROC муруйгаар аргачлалтай харьцуулалт хийсэн байна.

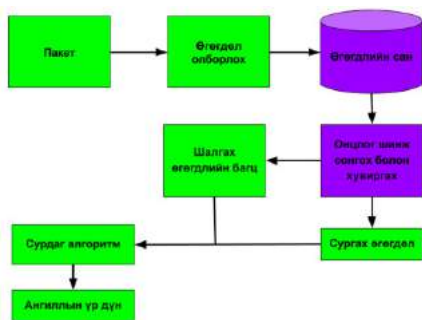
Судлаач Н.Угтахбаяр болон судалгааны багийн Б.Өсөхбаяр, С.Байгалтөгс, Ж.Нямжав нарийн Халдлага илрүүлэх системийн хосолмол загварын судалгааны ажлаар машин сургалтаар Naive Bayes-ийн аргачлал дээр тулгуурлан сүлжээгээр дамжиж байгаа халдлагын шинж чанартай 41 онцлогийн өгөгдлийг боловсруулах

ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн [5] байна. Дээрхи туршилтын үр дүнд сигнатурт болон гажигт суурилсан загварыг Naive Bayes загварчлал дээр Snort ХИС-ээр туршилт хийсэн байна. Тухайн судалгааны үр дүнгээр ХИС-ийн хосолмол загвар нь халдлага таних танилтыг сайжруулахаас гадна халдлагын танилтын хувь ихэсгэсэн бөгөөд богино хугацаанд таних боломжтойг тодорхойлсон байна.

III. АРГАЧЛАЛ

Судалгааны ажлын үр дүн дээр тулгуурлан хөгжүүлсэн загвар программаа хөгжүүлэхдээ сүлжээгээр дамжин хостод орж ирж байгаа өгөгдлийг олборлох замаар тухайн хостод ачаалагдаж байгаа хөнөөлт программыг илрүүлэх судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэн халдлага илрүүлэх программын архитектурыг боловсруулж, программын хөгжүүлэлтийг хийсэн. Загвар программын үндсэн зарчим нь хостод суурилсан бөгөөд сүлжээгээр орж иж буй өгөгдлийг хуулбарлан авсны дараа онцлог шинжүүдийг нь ялган авч тэдгээр онцлог шинжүүдэд өгөгдөл олборлох алгоритмаар боловсруулалт хийх замаар хостод ачаалагдаж байгаа программыг хөнөөлтэй болон хэвийн гэсэн байдлаар ангилах загвар программ юм. Халдлага илрүүлэх загвар программын ерөнхий архитектурын зураг 1 д үзүүлэв. Уг загвар программ нь дараах үндсэн гурван модулиас бүрдэнэ:

1. Өгөгдөл цуглуулах
2. Онцлог шинж сонгох хувиргах
3. Ангилах модуль.



зураг.1. Халдлага илрүүлэх загвар программын ерөнхий архитектур

Модуль1: Халдлага илрүүлэх загвар программ нь сүлжээгээр дамжин орж ирсэн пакетийн өгөгдлүүдийг ялгаж санд хадгална.

Модуль2: Өгөгдлийн санд хадгалсан өгөгдлүүдэд боловсруулалт хийн онцлог шинжүүдийг сонгож хувиргалт хийнэ.

Модуль3: Өгөгдлийн санд байгаа онцлог шинжүүдээр алгоритмаар сургах замаар ангилалт хийнэ.

A. Программын сан бүрдүүлэлт

Халдлага илрүүлэх загвар программын илрүүлэлтийн үр дүнг тооцоолохдоо бусад ижил төрлийн халдлага илрүүлэх загвар программуудтай харьцуулалт хийхэд шаардлагатай программын

сангийн бүрдүүлэлтийг Төрийн өмчит Улаанбаатарын их сургууль, Соёл-Эрдэм дээд сургууль, Монголын үндэсний их сургууль, Одон орон гео-физикийн хүрээлэн гэсэн дөрвөн байгууллагын сүлжээгээр дамжиж байгаа өгөгдлийг цуглуулж судалгаа болон туршилтдаа хэрэглэсэн. Нийт цуглуулсан өгөгдлийн хэмжээ нь давхардаагүй тоогоор 310,000 мөр бичиглэгээс 200,000 бичлэг нь халдлагатай 110,000 бичлэг нь хэвийн бүхий сан, мөн 27 ширхэг хөнөөлт код агуулсан программ болон 50 ширхэг хэвийн программын сан үүсгэсэн. Программ болон пакетуудыг дараах эх үүсвэрүүдээс цуглуулсныг график 1 д харуулав.

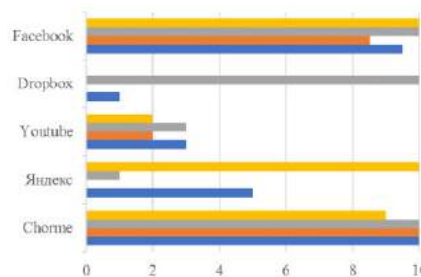


График.1. Контентууд дээр илэрсэн хөнөөлт код агуулсан пакетийн давтандсан тоо

График 1 д МУИС, ООГФХ, СЭДС, УБИС сургууль болон хүрээлэнгийн сүлжээгээр дамжиж байгаа халдлага пакетуудыг социал контет болох Facebook, Dropbox, Youtube, Chrome, Яндекс гэсэн контентуудаас өгөгдөл олборлолт хийсэн. Өгөгдөл олборлолт дараах үр дүнтэй гарсан. Хүснэгт 1 д хөнөөлт программ болон халдлагатай пакетуудын жагсаалтыг харуулав.

Хүснэгт 1. Хөнөөлт программ болон халдлагатай пакетийн тоон үзүүлэлт

№	Хөнөөлт программын нэр	Тоо	Халдлагатай пакет	Тоо
1	Malware gen	10	NBNS	100000
2	W32.Sality	9	Nmap attack	30000
3	Worm	2	Middle attack	20000
4	Backdoor	2	SynFlooding attack	10000
5	Adware	4	ICMP Flooding attack	10000

хүснэгт 1-ээс харахад Malware gen хөнөөлт программ, Middle attack, NBNS spoofing attack, Nmap attack халдлагууд их байсан.

B. Программын онцлог шинжүүдээр тодорхойлж, олборлолт хийх нь

Судалгааны ажлын хүрээнд хостод орж өгөгдөл, үйлдлийн систем дээр дуудаж ачаалаж байгаа программын мэдээллийг цуглуулах зорилт дэвшүүлсэн. Дээрх зорилтуудыг хэрэгжүүлэхийн тулд туршилт судалгаанд хэрэглэх зорилгоор пакет болон программын бүтэц, шинж чанаруудын судалгааг Виндоус үйлдлийн системийн орчинд Network-Miner загвар программын хөгжүүлэлтийг хийсэн. Загвар программаа дараах байдлаар хөгжүүлсэн. Сүлжээгээр дамжиж байгаа өгөгдлийг WinCap программаар

ХҮСНЭГТ.1. СОНГОГДСОН ОНЦЛОГУУД

№	Онцлогын нэр	Төрөл	Ангилал
1	Duration	Cont	Basic
2	Protocol_type	Disc	Basic
3	Service	Disc	Basic
4	src_bytes	Cont	Basic
5	dst_bytes	Cont	Basic
6	flag	Disc	Basic
7	land	Disc	Basic
8	wrong_fragment	Cont	Basic
9	urgent	Cont	Basic

Сонгон авсан онцлогуудыг сургасны дараа халдлагатай болон хэвийн пакет, хөнөөлтэй пакетуудын илрүүлэлтийг хувиар нь харьцуулалт хийсэн. Харьцуулалтыг график 1-д харуулав.

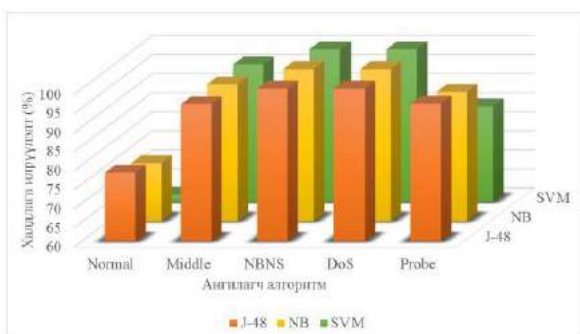


График.2. NB, SVM, J48 алгоритмуудаар халдлага илрүүлэлт

График 1 д үзүүлсэн халдлагуудын шинж чанарааруудаас DoS, NBNS халдлагуудыг NB, SVM, J48 алгоритмууд 100% илрүүлж таньж байсан, харин Middle болон Probe халдлагуудыг J-48 алгоритмаар халдлагуудыг илүү үр дүнтэй таньж байсан. Хүснэгт 2 д туршилтын харьцуулсан үр дүнг дэлгэрэнгүй харуулав.

ХҮСНЭГТ.2. ТУРШИЛТЫН ХАРЬЦУУЛСАН ҮР ДҮН

Халдлагын төрөл	Ангилал	DR(%)	FR(%)	OA(%)
DoS attack	Naïve Bayes	99.2	4.0	76
	SVM	99.4	3.5	79
	j48	99.7	0.8	99
NBNS spoofing attack	Naïve Bayes	99.3	4.0	75
	SVM	99.5	3.5	78
	j48	99.8	8.9	99
Middle attack	Naïve Bayes	94.2	3.7	77.6
	SVM	94.5	0.9	99
	j48	92.1	3.2	75.5
Probe	Naïve Bayes	92.1	3.2	75.5
	SVM	85.3	3.1	76.2
	j48	93.1	1	99

Хүснэг 2 д сургагч алгоритмууд дээр туршилт хийсэн үр дүн дээр тулгуурлан J-48 алгоритмаар загвар программ дээр хөгжүүлэлт хийсний дараа сонгон авсан байгууллагын сонгон авсан хостуудад суулгаж туршилт

хийж үзсэн.

Туршилт 1. Одон Орон Геофизикийн хүрээлэн дээрх хостуудад суулгасан загвар программаар туршилт хийж үзэхэд дараах үр дүн гарсан. Зураг 27 д загвар программын туршилтын үр дүнг дэлгэрэнгүй харуулав.

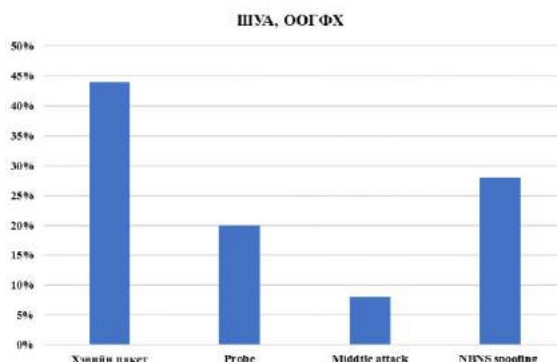


График.3. Геофизикийн хүрээлэнгийн хостуудад суулгасан загвар программын туршилтын үр дүнгээс

График 3 д харуулсан судалгааг 2017 оны 12 сараас 2018 оны 5 сар хүртэл хугацаатай загвар программаар сүлжээгээр дамжиж байгаа 50000 мөр бүхий пакет дээр дүн шинжилгээ хийсэн. ШУА, ООГФХ нь 18 аймгийн станцаас ирсэн мэдээллийг цуглуулж мэдээллийн бааз үүсгэсний дараа Үндэсний Дата центр уруу мэдээллээ дамжуулдаг. Уг хугацаанд нийт 50 компьютер дээр туршилт судалгаагаа хийсэн. Дээрх компьютеруудад нь газар хөдлөлийн мэдээллийн баазуудтай тодорхой хэмжээгээр өгөгдөл солилцдог.

Туршилт 2. Монголын үндэсний их сургууль дээрх хостуудад суулгасан загвар программаар туршилт хийж үзэхэд дараах үр дүн гарсан. график 4 д загвар программын туршилтын үр дүнг дэлгэрэнгүй харуулав.

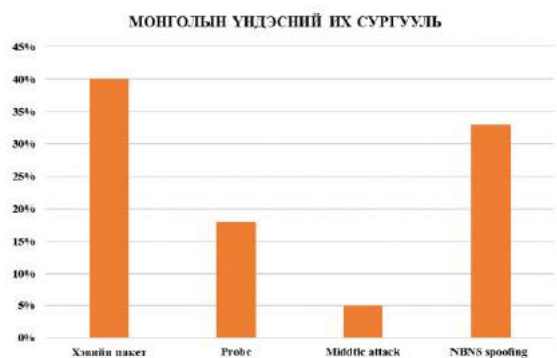


График.4. Монголын үндэсний их сургуулийн хостуудад суулгасан загвар программын туршилтын үр дүнгээс

График 4 д харуулсан судалгааг 2018 оны 12 сард 10 хоногийн хугацаатай загвар программаар сүлжээгээр дамжиж байгаа 70000 мөр бүхий пакет дээр дүн шинжилгээ хийсэн. Уг хугацаанд нийт 40 компьютер дээр туршилт судалгаагаа хийсэн. Судалгаанд хамрагдсан 32 компьютер нь халдлагатай хост байсан. Дээрх хостуудын 4 хост нь NBNS spoofing халдлагад өртсөн байсан бөгөөд 24 хост нь NBNS spoofing халдлагад өртөж байгааг тодорхойлсон.

Туршилт 3. Соёл-Эрдэм дээд сургууль дээрх хостуудад суулгасан загвар программаар туршилт хийж үзэхэд дараах үр дүн гарсан. график 5 д загвар программын туршилтын үр дүнг дэлгэрэнгүй харуулав.

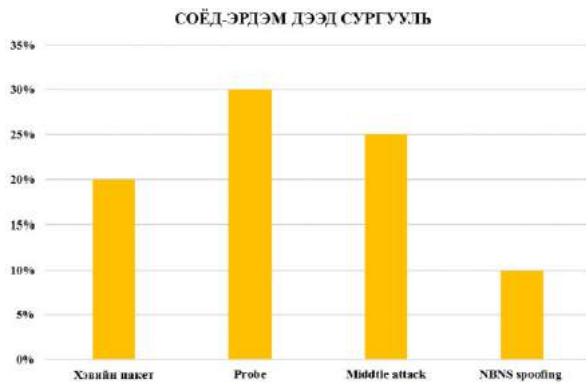


График.5. СОЁЛ-ЭРДЭМ дээд сургуулийн хостуудад суулгасан загвар программын туршилтын үр дүнгээс

График 5 д харуулсан судалгааг 2018 оны 3 сард 7 хоногийн хугацаатай загвар программаар сүлжээгээр дамжиж байгаа 60000 мөр бүхий пакет дээр дүн шинжилгээ хийсэн. Уг хугацаанд нийт 40 компьютер дээр туршилт судалгаагаа хийсэн. Судалгаанд хамрагдсан 18 компьютер нь халдлагатай хост байсан. Дээрх хостуудын 15 хост нь NBNS spoofing халдлагад өртсөн байсан бөгөөд 1 хост нь Middle attack халдлагад өртөж байгааг тодорхойлсон.

Туршилт 4. Улаанбаатарын их сургууль дээрх хостуудад суулгасан загвар программаар туршилт хийж үзэхэд дараах үр дүн гарсан. График 6 д загвар программын туршилтын үр дүнг дэлгэрэнгүй харуулав.



График 6 Улаанбаатарын их сургуулийн хостуудад суулгасан загвар программын туршилтын үр дүнгээс

График 6 д харуулсан судалгааг 2018 оны 3 сараас 2019 оны 4 сар хүртэл давхардсан тоогоор сүлжээгээр дамжиж байгаа 130000 мөр бүхий пакет дээр дүн шинжилгээ хийсэн. Уг хугацаанд нийт 70 компьютер дээр туршилт судалгаагаа хийсэн. Судалгаанд хамрагдсан 30 компьютер нь халдлагатай хост байсан. Дээрх хостуудын 5 хост нь NBNS spoofing халдлагад өртсөн байсан бөгөөд 9 хост нь Middle attack халдлагад өртөж байгааг тодорхойлсон.

ДҮГНЭЛТ

Хостод суурилсан халдлага илрүүлэх загвар программа системд ачааллаж байгаа системүүдийг зэрэгцээ байдлаар ашигласнаараа хосолмол загварын хувьд нэгэн шинэ санааг бий болгож байгаа юм. Уг системийн нэгэн давуу тал нь уг системүүдийг хослуулан ашигласнаар j48 загварыг хостод суурилсан туршиж үзэж УБИС, МҮИС, СЭДС, ООГФХ дөрвөн

байгууллага дээр суулгаж үзсэн. Уг судалгааны үр дүнд хостод суурилсан халдлага илрүүлэх, хөнөөлт программ таних хосолмол загвар халдлага дайралтыг таних танилтыг сайжруулахаас гадна халдлагыг илүү богино хугацаанд таних боломжийг олгож байна гэж дүгнэж байна. Цаашид хостод илэрсэн халдлага дайралт болон хөнөөлт программын мэдээллийг сервер компьютер уруу илгээх болон админд мэдээлэх гэсэн хөгжүүлэлтийг хийх болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] S. Chaumette, O. Ly, and R. Tabary, “Automated Extraction of Polymorphic Virus Signatures using Abstract Interpretation.”J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [2] M. Sikorski and A. Honig, Practical Malware Analysis : a Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software. No Starch Press, 2012.
- [3] V. C. Müller, Risks of artificial intelligence .
- [4] D. Comer and D. L. Stevens, Internetworking with TCP/IP, 5th ed. Prentice Hall, 1995.
- [5] S. Chaumette, O. Ly, and R. Tabary, “Automated Extraction of Polymorphic Virus Signatures using Abstract Interpretation.

САЛБАР ХУРАЛДААН III - ЭЛЕКТРОН СИСТЕМ, ДОХИО БОЛОВСРУУЛАЛТ

Хурлын дарга: Доктор М.Баярпүрэв

СЭЗИС-ийн С байр Танхим 401-А, 401-В

НИМГЭН ЦЭГЭН ГЭРЭЛ ҮҮСГЭГЧ ДЭЛГЭЦ

Д.Номин-Эрдэнэ, Л.Нарангэрэл, Б.Ганбат Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан, Инженерчлэлийн Сургууль Монгол Улсын Их Сургууль Улаанбаатар, Монгол *nomin-erdene@seas.nuim.edu.mn*

Хураангуй—Гурван хэмжээст (3D) Цэгэн гэрэл үүсгэгч (ЦГҮ) дэлгэцийг томоор хийхэд зузаан, нүсэр болох дутагдалтай. Энэхүү судалгааны ажлаар уламжлалт 3D ЦГҮ дэлгэцийн бүтцийг өөрчлөх буюу SLM-ийг цуглуулагч линз болон линз матриц хооронд байрлуулан нимгэн ЦГҮ дэлгэцийн шинэ арга боловсруулна. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн бүтцийг өөрчилсөн шинэ аргын Elemental Image-ийг үүсгэх тооцоолол хийж туршсан. Туршилтын үр дүнд шинэ арга нь ЦГҮ дэлгэцийн үзүүлэлтүүд болох харагдах өнцөг болон нягтшилын хувьд уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D дүрсгүй ижил 3D дүрсийг үүсгэсэн. Бидний дэвшүүлж буй шинэ арга нь уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн бүтцийг өөрчилсөн ч эцсийн үр дүн ижил бөгөөд ЦГҮ дэлгэцийн зузааныг багасгаж томоор хийх боломжтой, нимгэн ЦГҮ дэлгэцтэй болсон давуу талтай.

Түлхүүр үг—Point Light Source Display, Integral Imaging Display, Three Dimensional Display

I. ОРШИЛ

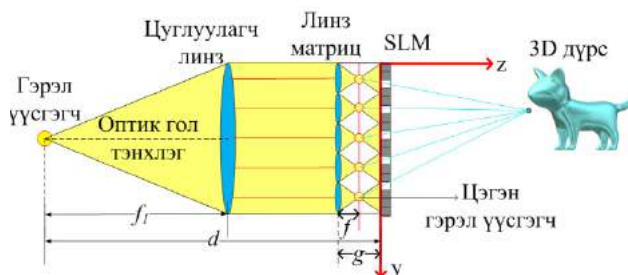
Гурван хэмжээст дүрс үзүүлэх боломжтой Stereoscope дэлгэц [1-2], Autostereoscopic дэлгэц [3-4], Lenticular дэлгэц, Нийлмэл дүрсэн дэлгэц гэх мэт олон дэлгэцийн технологиуд байдаг [5-6]. Эдгээр дэлгэцүүдээс Нийлмэл гурван хэмжээст дэлгэцийн нэг төрөл болох Point Light Source (PLS) буюу Цэгэн гэрэл үүсгэгч (ЦГҮ) дэлгэц нь хэвтээ болон босоо тэнхлэгийн дагуу харах өнцөг дотроо олон хүн зэрэг 3D дүрсийг харах боломжтой, 3D дүрсийн бодит гүнийг чөлөөтэй сонгох боломжтой гэх мэт олон давуу талтай боловч 3D дүрсийн харагдах өнцөг болон нягтшил бага, ЦГҮ дэлгэцийг томоор хийхэд зузаан болдог гэх мэт дутагдалтай [7-13]. Y. Kim нар уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн линз матриц болон цуглуулагч линзүүдийг орлуулан нүхэн матриц үзүүлдэг хоёр Spatial Light Modulator (SLM) байрлуулан ЦГҮ дэлгэцийг нимгэн болгосон боловч өртөг өндөртэй, нүхэн матрицын өөрчлөлт бүрд элементар зургийг өөрчилдөг зэрэг дутагдалтай [14]. Энэхүү судалгааны ажлаар уламжлалт

ЦГҮ дэлгэцийн бүтцийг өөрчлөх буюу SLM-ийг цуглуулагч линз болон линз матрицын хооронд дурын зайд байрлуулснаар нимгэн дэлгэцтэй болох шинэ аргыг танилцуулна.

II. УЛАМЖЛАЛТ ЦЭГЭН ГЭРЭЛ ҮҮСГЭГЧ ДЭЛГЭЦ

A. Цэгэн гэрэл үүсгэгч дэлгэц

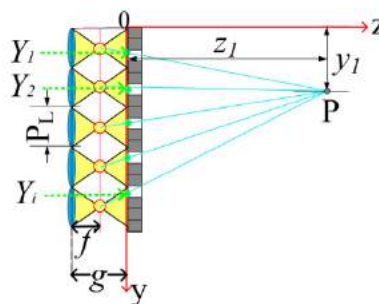
Цэгэн гэрэл үүсгэгч дэлгэцийн технологи нь гэрэл үүсгэгч, цуглуулагч линз, хоёр хэмжээст (2D) тунгалаг дэлгэц SLM болон линз матрицаас бүрдэнэ. Зураг 1-д ЦГҮ дэлгэцийг хажуу талаас буюу y , z тэнхлэгийн дагуу дүрслэн үзүүлэв. Зураг 1-д үзүүлснээр цуглуулагч линзийн оптик гол тэнхлэгт фокусын f_1 зайд байрлах гэрэл үүсгэгчээс гарсан цацраг цуглуулагч линзээр нэвтэрч хязгааргүй олон параллель цацрагуудыг үүсгэх бөгөөд линз матрицаар нэвтэрснээр линз матрицын нэг жижиг линз бүр буюу элементар линзийн өндөртэй, түүний фокусын f цэгт огтлолцон цааш тархана. Эдгээр огтлолцсон цэгүүдийг Цэгэн гэрэл үүсгэгч гэнэ. ЦГҮ-ээс тархах цацрагууд линз матрицаас $2f$ зайд байрлах SLM-ийн Elemental Image (EI)-ээр нэвтэрч нийлмэл 3D дүрс буюу Integral Image (II)-ийг үүсгэнэ. Энэхүү уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн зузаан нь Зураг 1-д үзүүлснээр гэрэл үүсгэгчээс SLM хүртэлх d зайгаар тодорхойлогдоно.



Зураг 1. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн технологи.

B. ЦГҮ дэлгэцийн Elemental Image-ийг үүсгэх тооцоолол

Зураг 1-ийн ЦГҮ дэлгэцийн линз матриц болон SLM-тэй хэсгийг Зураг 2-д үзүүлэв. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж буй 3D “P” цэгийн геометр байгуулалтыг Зураг 2-д үзүүлсэн бөгөөд тухайн цэг нь SLM-ээс y , z тэнхлэгийн дагуу y_1 , z_1 зайд SLM дэх таван EI-ээр нэвтэрсэн цацрагуудын огтлолцол дээр үүснэ.



Зураг 2. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн EI-ийг үүсгэх геометр байгуулалт.

ЦГҮ-ээс тархах Y_1, Y_2, \dots, Y_i цацрагууд нь SLM-ийн EI-ээр нэвтэрч “P” цэг дээр цугларан II үүсгэж байгаа

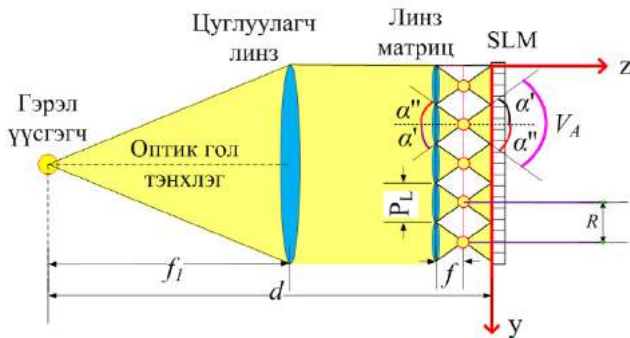
ба EI буюу Y_i цэгийн у тэнхлэгийн дагуух зайг олбол

$$Y_i = P_L \cdot \left(i - \frac{1}{2}\right) + \left[y - P_L \cdot \left(i - \frac{1}{2}\right)\right] \cdot \frac{f}{f+z} \quad (1)$$

гэж Томьёо (1)-ээр илэрхийлнэ. Үүнд: P_L -линз матрицын элементар линзийн хэмжээ (нэгж нь мм), i – элементар линзийн дугаар, y – у тэнхлэгийн дагуу SLM-ийн оройгоос II дүрс хүртэлх зай (нэгж нь мм), f – линз матрицын элементар линзийн фокусын зай (нэгж нь мм), z – z тэнхлэгийн дагуух SLM-ээс II дүрс хүртэлх зай (нэгж нь мм). Y_i зайг Томьёо (1)-ээр тооцоолоод линз матрицын харгалзах элементар линзийн хэмжээнд байвал SLM-ийн тухайн цэгийг тунгалаг болгох зарчмаар EI-ийг үүсгэнэ. Жишээ нь: Зураг 2-д үзүүлснээр Томьёо (1)-ээр тооцоолсон Y_i зай нь линз матрицын харгалзах I-р линзийн P_L хэмжээнд байгаа тул SLM-ийн нэгж хэсгийг тунгалаг болгоно.

С. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг болон нягтшил

Уламжлалт ЦГҮ дэлгэц нь нягтшил болон харагдах өнцөгтэй ба 3D дүрсийн гүн нь чөлөөтэй харагдана. Зураг 3-д уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг болон нягтшилын геометр байгуулалтыг үзүүлэв.



Зураг 3. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг болон нягтшил.

ЦГҮ-ээс цааш тархах гэрлийн мужаар уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг тодорхойлогддог. Харагдах өнцгийг олбол

$$V_A = \alpha' + \alpha'' = 2 \cdot \arctan \cdot \frac{P_L}{2f} \quad (2)$$

гэж Томьёо (2)-оор илэрхийлнэ. Харагдах өнцөг нь линз матрицын нэг жижиг линз буюу элементар линзийн хэмжээ болон элементар линзийн фокусын зайнаас хамаарна. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн нягтшил нь хөрш ЦГҮ-ийн хоорондын зайн урвуугаар тодорхойлогддог. Хөрш ЦГҮ-үүдийн хоорондын зай нь элементар линзийн хэмжээтэй тэнцүү байдаг. ЦГҮ дэлгэцийн нягтшилыг олбол

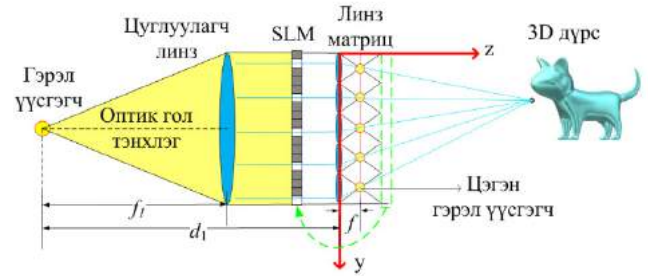
$$R = \frac{1}{P_L} \quad (3)$$

гэж Томьёо (3)-аар илэрхийлнэ.

III. ДЭВШҮҮЛЖ БУЙ ШИНЭ АРГА

А. Шинэ Цэгэн гэрэл үүсгэгч дэлгэц

Дэвшүүлж буй шинэ арга нь SLM-ийг линз матрицын фокусын f зайнаас үл хамааруулан Зураг 4-д үзүүлснээр SLM-ийг цуглуулагч линз, линз матрицын хооронд дурын зайд байрлуулах юм. Линз матрицаас SLM-ийг заавал g зайд байрлуулах шаардлагагүйгээр шинэ ЦГҮ дэлгэц нь 3D дүрсийг үүсгэх боломжтой болно.



Зураг 4. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн технологи.

Ингэснээр SLM-ийг цуглуулагч линз болон линз матрицын хооронд аль ч зайд байрлуулахад 3D дүрсийг уламжлалт аргатай адил Зураг 4-д үзүүлснээр гэрэл үүсгэгчээс гарсан цацраг цуглуулагч линзээр нэвтрэн хязгааргүй олон параллель цацрагууд нь SLM дээрх EI-үүдээр нэвтэрч линз матриц фокусын цэг дээр цугларан цааш тархана. Эдгээр тархаж буй цацрагуудын огтлолцол дээр 3D дүрс үүснэ.

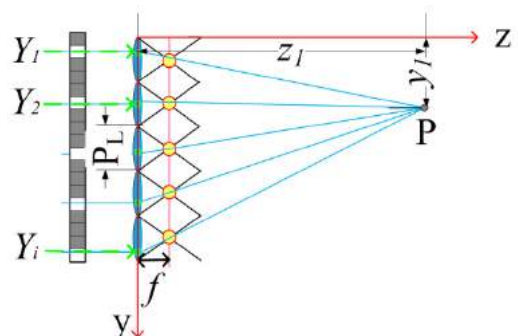
Дэвшүүлж буй шинэ ЦГҮ дэлгэцийн зузаан нь Зураг 4-д үзүүлснээр гэрэл үүсгэгчээс линз матриц хүртэлх d_1 зайгаар тодорхойлогдоно. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн зузааныг олбол

$$d_1 = d - g \quad (4)$$

гэж Томьёо (4)-өөр илэрхийлнэ. Энэхүү шинэ ЦГҮ дэлгэцийн зузаан нь уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн зузаан d-ээс g зайгаар нимгэн ЦГҮ дэлгэц болно.

В. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн Elemental Image-ийг үүсгэх тооцоолол

Зураг 4-ийн ЦГҮ дэлгэцийн SLM болон линз матрицтай хэсгийг Зураг 5-д үзүүлэв. ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж буй 3D “P” цэгийн геометр байгуулалтыг Зураг 5-д үзүүлсэн бөгөөд шинэ ЦГҮ дэлгэц нь SLM-ээс y, z тэнхлэгийн дагуу y, z зайд 3D “P” цэгийг үүсгэж байсан гэж үзье.



Зураг 5. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн EI-ийг үүсгэх геометр

байгуулалт.

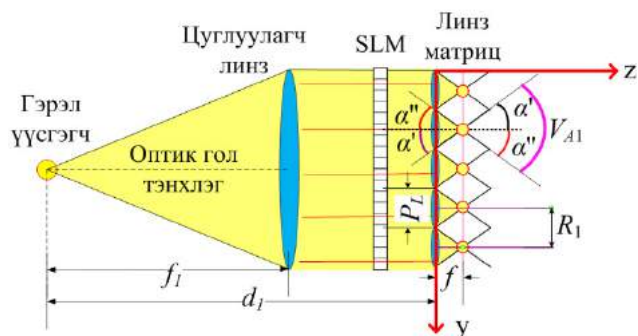
Шинэ ЦГҮ дэлгэц дэх цуглуулагч линзийн үүсгэсэн параллель цацрагууд SLM-ийн EI-ээр нэвтрээд линз матрицын элементар линз бүрээр цуглуулагдаж 3D “P” цэгийг үүсгэнэ. Зураг 5-д үзүүлснээр SLM дэх EI-ээр нэвтэрсэн Y_1, Y_2, \dots, Y_i цацрагууд нь линз матрицаар нэвтэрч линз матрицын элементар линз бүрээр цуглуулагдаж II үүсгэж байгаа ба EI буюу SLM дэх Y_i цэгийн y тэнхлэг дагуух зайг олбол

$$Y_i = P_L \cdot \left(i - \frac{1}{2}\right) - \left[y - P_L \cdot \left(i - \frac{1}{2}\right)\right] \cdot \frac{f}{f-z} \quad (5)$$

гэж Томьёо (5)-аар илэрхийлнэ. SLM-ийг линз матриц болон цуглуулагч линзийн хооронд байрлуулсан дэвшүүлж буй шинэ ЦГҮ дэлгэцийн EI-ийг үүсгэх Томьёо (5) нь уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн EI-ийг үүсгэх Томьёо (1)-ээс өөрчлөгдөж байгаа нь харагдаж байна.

С. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг болон нягтшил

Зураг 6-д үзүүлснээр шинэ ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг нь элементар линзийн цуглуулах цацрагийн мужаар тодорхойлогдоно. SLM-ийн байрлалыг өөрчилсөн шинэ ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг нь уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөгтэй тэнцүү байгаа нь харагдаж байна.



Зураг 6. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг болон нягтшил.

Зураг 6-д үзүүлсэн шинэ ЦГҮ дэлгэцийн V_{AI} харагдах өнцгийг Томьёо (2)-оор буюу уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөгтэй адилхан илэрхийлнэ. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн нягтшил нь хөрш ЦГҮ-үүдийн хоорондын зайн урвуугаар тодорхойлогддог бөгөөд SLM-ийн байрлалаас үл хамаардаг. Иймээс Зураг 6-д үзүүлсэн шинэ ЦГҮ дэлгэцийн R_1 нягтшилыг Томьёо (3)-аар буюу уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн нягтшилтай адилхан илэрхийлнэ.

IV. ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Энэхүү судалгааны ажлаар уламжлалт арга болон шинэ аргыг харьцуулсан бөгөөд туршилтад ашигласан хэрэглэгдэхүүнийг Хүснэгт 1-д үзүүлэв.

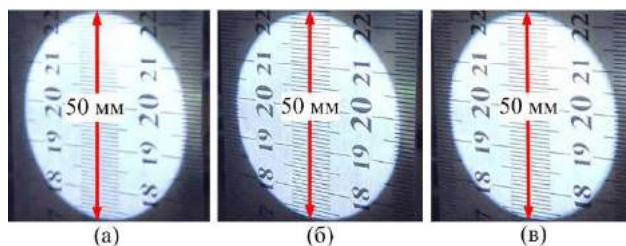
Уламжлалт болон шинэ ЦГҮ дэлгэцийн туршилтыг хийхдээ хэрэглэгдэхүүн тус бүрийн тохиргоог хийж угсардаг. Эхлээд гэрэл үүсгэгч болон цуглуулагч линзийг байрлуулан тохиргоо хийж цуглуулагч линз нь параллель цацрагийг үүсгэж байгааг мөн линз матрицыг байрлуулан тохиргоо хийж линз матриц нь ЦГҮ-ийг үүсгэж байгааг шалгаж, туршилт хийдэг.

А. Параллель цацрагийн туршилт

Гэрэл үүсгэгчийг цуглуулагч линзийн оптик гол тэнхлэгт фокусын f зайд байрлуулахад гэрэл үүсгэгчийн цацрагууд цуглуулагч линзээр нэвтрэн параллель цацрагийг үүсгэж байгаа туршилтын үр дүнг Зураг 7-д үзүүлэв. Цуглуулагч линзээр нэвтэрсэн цацрагт шугам байрлуулсан бөгөөд цуглуулагч линзээс z тэнхлэгийн дагуу 50 мм, 75 мм, 100 мм зайд байрлуулахад шугам дээр туссан цацрагийн туршилтын үр дүнг Зураг 7(а), (б), (в)-д үзүүлэв. Туршилтын үр дүнгээс харахад Хүснэгт 1-ийн цуглуулагч линзийн диаметртэй тэнцүү хэмжээтэй байгаа тул цуглуулагч линз нь параллель цацрагийг үүсгэж байна гэж үзсэн.

ХҮСНЭГТ 1. ТУРШИЛТЫН ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН

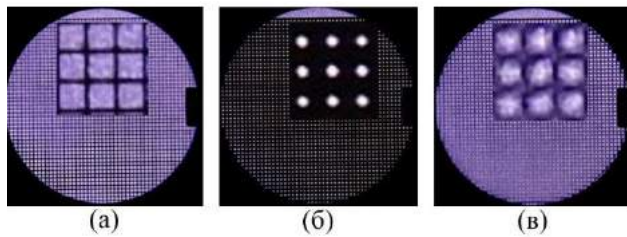
№	Хэрэглэгдэхүүн	Үзүүлэлт
1	Гэрэл үүсгэгч (SMD 3014)	3 мм x 1.4 мм
2	Цуглуулагч линзийн диаметрын хэмжээ (D)	50.8 мм
3	Цуглуулагч линзийн фокусын зай (f)	61.8 мм
4	Линз матрицын элементар линзийн тоо (i)	50 x 50
5	Линз матрицын элементар линзийн хэмжээ (P_L)	1 мм x 1 мм
6	Линз матрицын фокусын зай (f)	3.3 мм
7	SLM-ийн хэмжээ	27 мм x 36 мм
8	SLM-ийн нэг цэгийн хэмжээ (P_D)	0.036 мм
9	SLM-ийн цэгийн тоо	768 x 1024
10	Линз матрицаас SLM хүртэлх зай (уламжлалт арга) (g)	6.6 мм
11	Линз матрицаас SLM хүртэлх зай (шинэ арга)	Цуглуулагч линз болон линз матрицын хооронд дурын байрлалд



Зураг 7. Шугамыг цуглуулагч линзээс (а) 50 мм (б) 75 мм (в) 100 мм зайд байрлуулсан туршилтын үр дүнг.

В. Цэгэн гэрэл үүсгэгчийн туршилт

Параллель цацрагийн туршилтын дараа линз матрицыг цуглуулагч линзийн урд байрлуулан ЦГҮ үүсгэж байгааг шалгах зорилгоор сарниулагч буюу цаасыг линз матрицаас z тэнхлэгийн дагуу 0 мм, 3.3 мм, 6.6 мм зайд байрлуулсан туршилтын үр дүнг Зураг 8 (а), (б), (в)-д үзүүлэв.



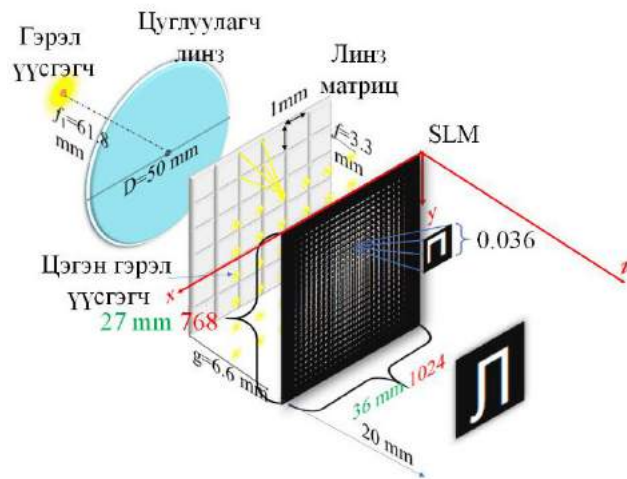
Зураг 8. Цаасыг линз матрицаас (а) 0 мм (б) 3.3 мм (в) $g=6.6$ мм зайд байрлуулсан туршилтын үр дүн.

Зураг 8(б)-д үзүүлсэн туршилтын үр дүнгээс харахад линз матриц нь 3.3 мм буюу Хүснэгт 1 дэх линз матрицын фокусын зайд ЦГҮ үүсгэж байна. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн хувьд SLM-ийг Зураг 8(в)-д үзүүлснээр линз матрицаас $g=6.6$ мм зайд байрлуулах бөгөөд шинэ ЦГҮ дэлгэцийн хувьд цуглуулагч линз болон линз матриц хооронд дурын зайд SLM-ийг байрлуулж туршилт хийнэ.

С. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн туршилт

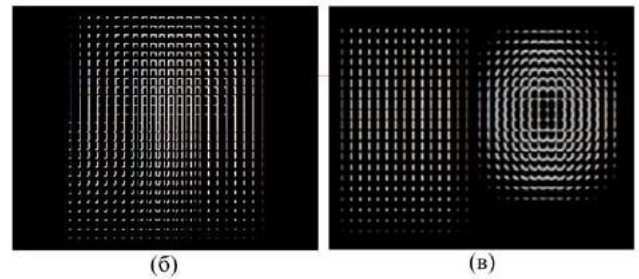
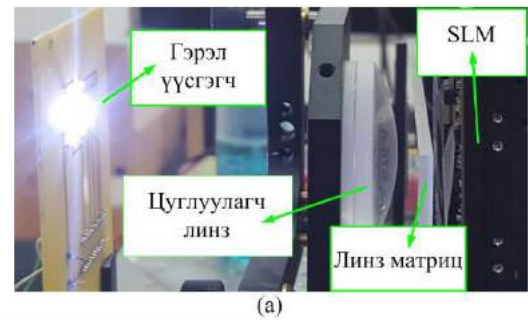
Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн туршилтын геометр байгуулалтыг Зураг 9-д үзүүлэв. Тохиргоо хийж угсарсан уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийг Зураг 10 (а)-д үзүүлэв. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэц нь z тэнхлэгийн дагуу SLM-ийн төвд түүнээс 20 мм зайд 3D “Л” дүрсийг үүсгэж байхаар Томьёо (1)-ээр үүсгэсэн EI-ийг Зураг 10 (б)-д үзүүлэв.

Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн хувьд нэг ширхэг 3D дүрс үүсгэж байхаар мөн z тэнхлэгийн дагуу ялгаатай байрлалд хоёр ширхэг 3D дүрс үүсгэж байхаар туршилтууд хийсэн.



Зураг 9. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх 3D “Л” дүрсийн геометр байгуулалт.

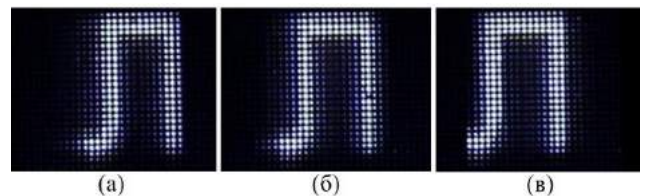
Уламжлалт ЦГҮ дэлгэц нь z тэнхлэгийн дагуу SLM-ийн төвд түүнээс 20 мм, 40 мм зайд 3D “О”, “Г” дүрсүүдийг үүсгэж байхаар Томьёо (1)-ээр үүсгэсэн EI-ийг Зураг 10 (в)-д үзүүлэв.



Зураг 10. Тохиргоо хийж угсарсан (а) уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх (б) 3D “Л” болон (в) “Г”, “О” дүрсийн Elemental Image.

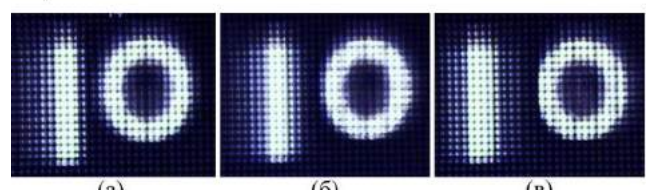
Зураг 10 (б)-д үзүүлсэн EI-ийг Зураг 10 (а)-д үзүүлсэн SLM-д гаргахад уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Л” дүрсийн зүүн (-8°) талаас, төвөөс, баруун талаас ($+8^\circ$) харсан туршилтын үр дүнг Зураг 11 (а), (б), (в)-д үзүүлэв.

Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг нь Хүснэгт 1-ийн үзүүлэлтээр Томьёо (2)-оор тооцоолоход 17.2° бөгөөд туршилтын үр дүнгээс харахад уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Л” дүрсийн харагдах өнцөг 16° байна.



Зураг 11. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Л” дүрсийг (а) зүүн -8° (б) төв (в) баруун $+8^\circ$ талаас харсан туршилтын үр дүн.

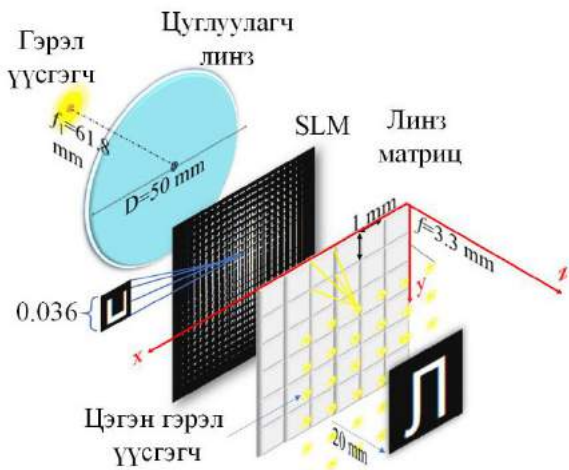
Зураг 10 (в)-д үзүүлсэн EI-ийг Зураг 10 (а)-д үзүүлсэн SLM-д гаргахад уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Г”, “О” дүрсүүдийн зүүн (-8°) талаас, төвөөс, баруун талаас ($+8^\circ$) харсан туршилтын үр дүнг Зураг 12 (а), (б), (в)-д үзүүлэв. Туршилтын үр дүнгээс харахад уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Г”, “О” дүрсүүдийн харагдах өнцөг 16° байна.



Зураг 12. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Ю” дүрсийг (а) зүүн -8° (б) төв (в) баруун $+8^\circ$ талаас харсан туршилтын үр дүн.

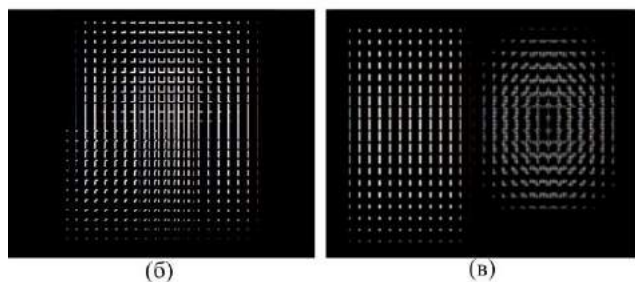
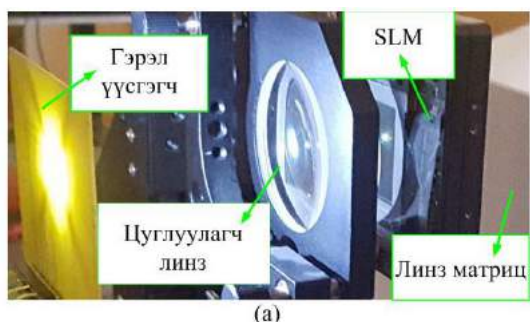
D. Шинэ нимгэн ЦГҮ дэлгэцийн туршилт

Шинэ аргын туршилт хийхээс өмнө уламжлалт аргын туршилттай адил параллель цацрагийн болон ЦГҮ-ийн туршилтуудыг хийсэн бөгөөд үр дүн нь адилхан байсан. Тухайн тохиргоог хийсний дараа цуглуулагч линз болон линз матриц хооронд дурын зайд SLM-ийг байрлуулсан.



Зураг 13. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх 3D “Л” дүрсийн геометр байгуулалт.

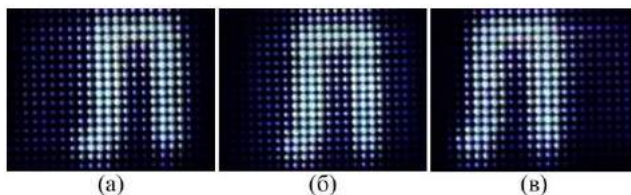
Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн туршилтын геометр байгуулалтыг Зураг 13-д үзүүлэв. Тохиргоо хийж угсарсан шинэ ЦГҮ дэлгэцийг Зураг 14 (а)-д үзүүлэв. Шинэ ЦГҮ дэлгэц нь z тэнхлэгийн дагуу SLM-ийн төвд түүнээс 20 мм зайд 3D “Л” дүрсийг үүсгэж байхаар Томьёо (5)-аар үүсгэсэн EI-ийг Зураг 14 (б)-д үзүүлэв. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн хувьд уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн туршилттай ижилхэн нэг ширхэг 3D дүрс үүсгэж байхаар мөн z тэнхлэгийн дагуу ялгаатай байрлалд хоёр ширхэг 3D дүрс үүсгэж байхаар туршилт хийсэн.



Зураг 14. Тохиргоо хийж угсарсан (а) шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх (б) 3D “Л” болон (в) “I”, “O” дүрсийн Elemental Image.

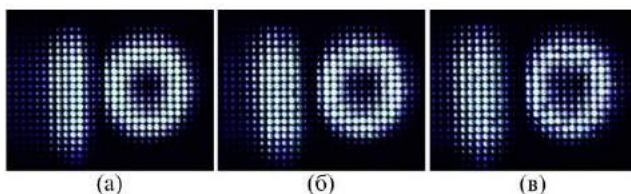
Шинэ ЦГҮ дэлгэц нь z тэнхлэгийн дагуу SLM-ийн төвд түүнээс 20 мм, 40 мм зайд 3D “O”, “I” дүрсүүдийг үүсгэж байхаар Томьёо (5)-аар үүсгэсэн EI-ийг Зураг 14

(в)-д үзүүлэв.



Зураг 15. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Л” дүрсийг (а) зүүн -8° (б) төв (в) баруун +8° талаас харсан туршилтын үр дүн.

Зураг 14 (б)-д үзүүлсэн EI-ийг Зураг 14 (а)-д үзүүлсэн SLM-д гаргахад шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “Л” дүрсийн зүүн (-8°) талаас, төвөөс, баруун талаас (+8°) харсан туршилтын үр дүнг Зураг 15 (а), (б), (в)-д үзүүлэв. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөг нь уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн харагдах өнцөгтэй тэнцүү бөгөөд туршилтын үр дүнгээс харахад 3D дүрсийн харагдах өнцөг 16° байна.



Зураг 16. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “IO” дүрсийг (а) зүүн -8° (б) төв (в) баруун +8° талаас харсан туршилтын үр дүн.

Зураг 14 (в)-д үзүүлсэн EI-ийг Зураг 14 (а)-д үзүүлсэн SLM-д гаргахад шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “I”, “O” дүрсүүдийн зүүн (-8°) талаас, төвөөс, баруун талаас (+8°) харсан туршилтын үр дүнг Зураг 16 (а), (б), (в)-д үзүүлэв. Туршилтын үр дүнгээс харахад шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D “I”, “O” дүрсүүдийн харагдах өнцөг 16° бөгөөд уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн туршилтын үр дүнтэй ижилхэн байна.

V. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлаар уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн бүтцийг өөрчлөх буюу SLM-ийн байрлалыг өөрчилж, дэлгэцийн зузааныг багасгаж чадсан бөгөөд шинэ нимгэн ЦГҮ дэлгэцийн туршилтыг хийсэн. Шинэ ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж байгаа 3D дүрсийг уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж байгаа 3D дүрстэй харьцуулахад ижил үр дүн гарсан. Цаашид дэвшүүлж буй шинэ аргаар ЦГҮ дэлгэцийг томоор хийх боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

[1] L. Lipton, “Selection devices for field-sequential stereoscopic displays: a brief history,” Proc. SPIE 1457, pp. 274–282, 1991.
 [2] L. F. Hodges, “Tutorial: Time-multiplexed stereoscopic computer graphics,” IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 12, no. 2, pp. 20–30, 1992.
 [3] D. J. Sandin, T. Margolis, G. Dawe, J. Leigh, and T. A. DeFanti, “Varrier autostereographic display,” pp. 204–211, 2001.
 [4] N. A. Dodgson, “Autostereoscopic 3D displays,” Com-

- puter (Long Beach, Calif.), vol. 38, no. 8, pp. 31–36, 2005.
- [5] G. Lippmann, “La Photographie Integrale,” *Comptes-Rendus Academie des Sciences*, vol. 146, pp. 446, 1908.
- [6] B. Lee, J. -H. Park, S. -W. Min, “Three-dimensional display and information processing based on integral imaging,” in *Digital Holography and Three-Dimensional Display*, T. Poon, Ed., New York, Springer, 2006.
- [7] J. -H. Park, J. Kim, J.- P. Bae, Y. Kim, and B. Lee, “Viewing Angle Enhancement of Three-Dimension/TwoDimension Convertible Integral Imaging Display Using Double Collimated or Noncollimated Illumination,” *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 44, pp. 991–994, 2005.
- [8] J. -H. Park, S. -W. Min, S. Jung, and B. Lee, “Analysis of viewing parameters for two display methods based on integral photography,” *Applied Optics*, vol. 40, pp. 5217–5232, 2001.
- [9] S. -W. Min, B. Javidi, and B. Lee, “Enhanced three-dimensional integral imaging system by use of double display devices,” *Applied Optics*, vol. 42, pp. 4186–4195, 2003.
- [10] A. Alam, G. Baasantseren, M. -U. Erdenebat, N. Kim and J. -H. Park “Resolution Enhancement of Integral Imaging Three-Dimensional Display Using Multi-Directional Elemental Images,” *Journal of the Society for Information Display*, vol. 20(4), pp. 175–234, 2012.
- [11] H. Choi, S. -W. Min, S. Jung, J. -H. Park, and B. Lee, “Multipleviewing-zone integral imaging using a dynamic barrier array for threedimensional displays,” *Applied Optics*, vol. 11, pp. 927–932. 2003.
- [12] N. -E. Dalkhaa, B. Densmaa, and G. Baasantseren, “Nonuniform viewing angle of integral imaging display,” *Journal of the Society for Information Display*, vol. 23, pp. 457–463, 2015.
- [13] D. Batbayar, N. -E. Dalkhaa, M. -U. Erdenebat, N. Kim, and G. Baasantseren, “Point light source display with a large viewing angle using multiple illumination sources,” *Optical Engineering*, Volume 56, Issue 5, pp. 053113(1–6), 2017.
- [14] Y. Kim, J. Kim, J. -M. Kang, J. -H. Jung, H. Choi, and B. Lee, “Point light source integral imaging with improved resolution and viewing angle by the use of electrically movable pinhole array,” *Optics Express*, vol. 15, pp. 18253–18267, 2007.

СУРГАЛТЫН ОРЧИН ДАХЬ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ОРНЫ ХЭМЖИЛТ ТУРШИЛТ

*Уртнасан Гүржав*6 ШУТИС МХТС, Электроникийн салбар Монгол, gurjav@must.edu.mn

Хураангуй—Биеийн цахилгаан ба соронзон харилцан үйлчлэлийн үр дүнд тэдгээр биеийн цахилгаан, соронзон шинж чанар өөрчлөгдөх, дамжуулагч дах гүйдэл, орчинд цахилгаан соронзон долгион тархах, аянга цахилалт, цахилгаан соронзон харилцан үйлчлэлийн үр дүнд радио, телевиз болон бидний хэрэглэгдэг гар утас, компьютер ажиллаж байгаа нь хөдөлгөөний цахилгаан соронзон хэлбэр хүний биед нөлөөлж байгаа асуудал юм. Харилцаа холбоо, мэдээлийн технологийн болон бусад салбар дахь цахилгаан соронзон долгионы (ЦСД)-ны үүсгүүрийн тоо сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй нэмэгдэж байна. ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн ангилал, тоо хэмжээ, цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг бууруулах, урьдчилан сэргийлэх аргуудыг судалж компьютерийн ойр орчин дах болон сургалтын орчин дох судалгааг хийсэн ба ЦСО-ны тархалт, цэнэгийн цахилалт 2-ын нөлөөллийн талаар оруулж өглөө.

*Түлхүүр үг—*туяа, сарнилт, дэлгэц, матери, орон зай, энергийн хэлбэр, хувирал

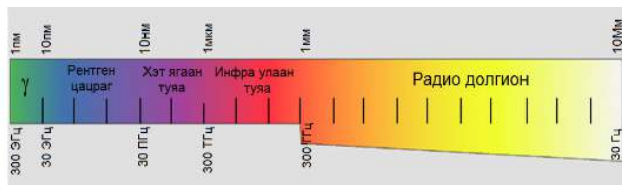
I. ОРШИЛ

Энергийн хэлбэр, хувирал. Материйн үндсэн хоёр хэлбэр болох бодис ба орон нь тодорхой орон зай, цаг хугацаанд оршино. Иймээс, орон зай, цаг хугацаа нь материйн олон хэлбэр оршин байх арга мөн.

- Аливаа биеийн байрлал тооллын системтэй харьцангуй өөрчлөгдөж байх нь механик хөдөлгөөн.
- Дулаан нэг биеэс нөгөө биед шилжихэд дулаанаа алдсан бие хөрч температур нь буурахын хамт биеийн хэмжээ агших ба дулаан авсан бие тэлж температур нь нэмэгдэх процесст дулааны хөдөлгөөн илэрнэ.
- Биеийн цахилгаан ба соронзон харилцан үйлчлэлийн үр дүнд тэдгээр биеийн цахилгаан ба соронзон шинж чанар өөрчлөгдөх, дамжуулагч дах гүйдэл, орчинд цахилгаан соронзон долгион тархах, аянга цахилалт, цахилгаан соронзон харилцан үйлчлэлийн үр дүнд радио, телевиз болон бидний хэрэглэгдэг гар утас, компьютер ажиллаж байгаа нь хөдөлгөөний цахилгаан соронзон хэлбэр.
- Цөмийн цацраг идэвхит задрал, цөмүүдийн харилцан хувирал, одод үүсэх, мөхөж цагаан одой төлөвт орох, хар нүх үүсэх, нарны дотор халуун цөмийн нэгдэх урвал явагдаж нарны цацраг орчлонд түгэх нь бүгд хөдөлгөөний физик хэлбэр юм(Содов. Ц, 2017).

II. ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ОРНЫ ТАРХАЛТ, ХЭМЖИЛТ, СУДАЛГАА

Хүний бие организм нь өөрөө цахилгаан соронзон орны хэмжүүр бөгөөд дотоод эрхтэнгүүдийн чичиргээ нь байгалийн долгионы хэлбэлзлийг бий болгодог. ЦСД-ны давтамжийн 30Гц-ээс 300Гц(ГигаГерц) хүртэлх цагааг Радио долгион, 300Гц-300ТГц(ТераГерц) хүртэлх давтамжийн цагааг инфра улаан туяа, 300ПГц(ПетаГерц) хүртэлх давтамжийн цагааг Рентген цацраг, 30ЭГц-ээс 300Эгц хүртэлх давтамжийн цагааг Гамма цацраг гэж ангилдаг[40]. Үүнийг Зураг 1-д үзүүлэв.



Эх сурвалж: <http://crc.gov.mn/k/2Qb>

Зураг 1.Цахилгаан соронзон долгионы давтамжийн ангилал

Радио долгион нь нэгэн төрлийн байгалийн хязгаарлагдмал нөөц баялаг юм. Радио долгионы зөвхөн 3кГц-300ГГ-ийн давтамжийн цагааг харилцаа холбоо, техник технологийн салбарт ашиглаж байна. Холбогдох стандарт үзүүлэлтээс.

IEC TC106/MNS 5594		
РАДИО ДАВТАМЖТАЙ ЦСО-НЫ ХҮНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨНИЙ АЮУЛГҮЙН ТҮВШИН (ЭКГЦ-300 ГЦ)		
РАДИО ДАВТАМЖИЙН ЗУРВАС	IEC TC106 / MNS 5594 СТАНДАРТ ХЭМЖЭЭ	ХЭМ ЖИЛТИЙН ҮР ДҮН (сүлдэвчлэл, бичиглэл, болон гадна оронд)
(2G) 900 МГц	4,5 Вт/м ²	0.004 Вт/м ²
(3G) 2100 МГц	9 Вт/м ²	
(4G) 2500 МГц	10 Вт/м ²	

Эх сурвалж: <http://micoa.mn> Мэдээлэл холбооны операторуудын ассоциаци - МICOА

Зураг 2. Цахилгаан соронзон долгионы давтамжийн ангилал

Цахилгаан ба химийн мэдээлэл дамжих зам.

Мэдээллийн тогтолцооны хэл бол өчүүхэн бага цахилгаан импульс юм. Тэд нэг бүр нь вольтыг 10/1-тэй тэнцүү хүчдэлтэй, 1секундыг 1/1000 хуваасантай адил богино хугацаанд дамждаг тоо томшгүй олон давамжтай био гүйдэл юм(Стив Паркер, Хүний бие, 2013).

Тэгвэл цахилгаан аргаар мэдээлэл дамжих явцад бид өдөр тутам компьютерийг өргөн хэрэглэснээр ямар давтамжийг үзүүлдэг болох талаар дурдах нь зүйтэй.

Өнөө үед компьютер хүмүүсийн өргөн хэрэглээний төхөөрөмж болсноор олон цагаар сууж ажиллах зайлшгүй шаардлагатай болжээ. Компьютер нь 6 сараас жилийн дотор өөрчлөгдөн, үзүүлэлт нь улам сайжирч төв процессорын ажиллах давтамж нь 3 GHz-д хүрээд байгааг доорх хүснэгтээр харуулав.

ХҮСНЭГТ 1. КОМПЬЮТЕРИЙН ЦАХИЛГААН ЦЭНЭГЭЭС ГАРАХ ДАВТАМЖУУД

Үүсгүүр	Давтамжийн хүрээ
Дэлгэц Тэжээлийн трансформаторын блок	50 Гц
Хүчдэл хувирагч, импульсийн тэжээлийн блок	20 – 100 кГц
Анодын хүчдлийг нэмэгдүүлэгч(зөвхөн электрон цацрагт хоолойтой дэлгэц)	0 Гц (цахилгаан статик)
Системийн блок (Процессор)	50 – 1000 МГц
Мэдээлэл оруулах гаргах төхөөрөмж	0 + 50 Гц
Тэжээлийн үүсгүүр	50 Гц
Хэвлэх төхөөрөмж	50 Гц Г

Эх сурвалж: (В.М.Штемлер, С.В.Коленников, 1998, 2007)

Дэлгэцийн үндсэн бүтэц электрон цацрагт хоолойн гаргах давтамж нь 2 Гц-400 кГц байна. Дэлгэцээс цацрагдаж байгаа цахилгаан соронзон орныг сулруулах процесс нь цахилгаан соронзон орон шингээх материалууд ашиглан экранжуулах замаар хийгдэж стандартын шаардлага хангасан байдаг ч гадны соронзон оронтой өрөө тасалгаанд ажиллуулахад хэрэглэгчийн эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөө нь тодорхой хэмжээгээр ихэсдэг байна.

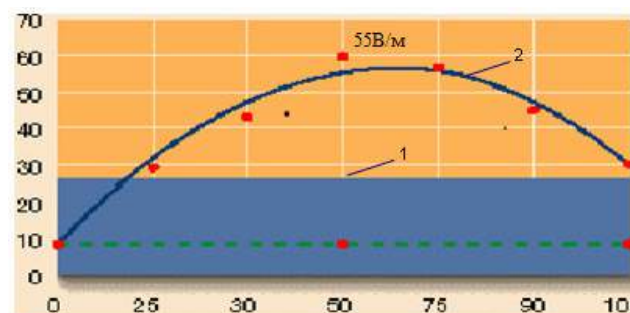
Дэлгэц дээр гарч байгаа дүрсийн өөрчлөлтөөс хамаарч цахилгаан соронзон орны цацруулалт нь өөр өөр байдаг гэсэн судалгааг эрдэмтэд хийжээ.

ХҮСНЭГТ 2. ДЭЛГЭЦЭНД ГАРАХ ЦАХИЛГААН ЦЭНЭГИЙН ХЭМЖЭЭ

Дэлгэцийн экранд гарах дүрс	Орны хүчлэг В/м	
	Давтамж 5 Гц — 2 кГц	Давтамж 2–400 кГц
DOS-ын орчин дох (нүүр) Windows	12	0,7
Screensaver (амрах дэлгэц)	8	0,3
MS Word 2010 программ	43	1,1
MS Word 2010 программын цагаан дэлгэц	48	1,4
MS Word 2010 программын ажиллах горим	53	1,7

Эх сурвалж: (В.М.Штемлер, С.В.Коленников, 2007), (Г.Уртнасан, дахин боловсруулалт, 2020)

Компьютер бүрийг олон улсын стандарт шаардлагад нийцүүлэн үйлдвэрлэж байгаа боловч түүний олон жилийн хэрэглээ, буруу ашиглалт, нэгж талбайд олныг байрлуулсан зэргээс хамаарч хүнд нөлөөлөх соронзон долгионы эрчим нь ихэсдэг байна.



Эх сурвалж: (В.М.Штемлер, С.В.Коленников, 2017)

Зураг 3. Программын цонхны нээгдсэн үе, % (50 см-д цахилгаан орны хүчлэгийн утга ба программын цонхны гүйцэтгэл)

1. Цахилгаан орны хүчлэгийн зөвшөөрөгдөх түвшин 25 В/м,
2. Цахилгаан орны хүчлэг, программын цонхны нээгдэлтийн хамаарал

Программын цонх нь дэлгэц дээр бүрэн биш хэмжээтэй гарсан байхад цахилгаан орны хэмжээ ихэсдэг. Уг цонх нь хагас нээгдсэн байвал дэлгэцэнд үүсэх цахилгаан орны хэмжээ 55В/м хэмжээтэй, 100% нээгдсэн байхад 30В/м байдаг байна.

Хүний биеийг тойрон хүрээлэх цахилгаан соронзон долгионы энерги нь зуйван өндөг шиг хэлбэртэй байдаг бөгөөд хүний биеэс 0.6-0.9 метр(зарим эх үүсвэрт 30см-1.5 метр гэж дурдсан байдаг) зайг хүрээлэн оршдог[14].

Хүний мэдрэлийн эсээр мэдээлэл дамжих үйл явц.

19-р зуунд Италийн физикч Л.Гальзани хүний мэдрэлийн эсээр мэдээлэл дамждагийг судалж тогтоожээ. Хүний биеийн цэнэгт тогтолцооны эх суурь шинжлэх ухаанд анх ингэж тавигдсан боловч өнгөрсөн зуунд мэдэгдэхүйц үр дүнд хүрсэнгүй. Цахилгаан соронзон үүсгүүр зүрх, зүрхэнд байдаг 3x10мм-5x20 мм хэмжээтэй хэсэгхэн өвөрмөц газрыг Кисафлакийн зангилаа гэнэ. Энэ хэсгийг үүсгэсэн өвөрмөц цайвар эсүүд нь хэдхэн мг-аар хэмжигдэх цахилгаан соронзон цэнэг үүсгэгч өөрөөсөө хэдэн зуу дахин аварга том зүрхийг сэрээж хүчтэй ажиллуулж нэг удаад 70мл орчим нэг минутад 4.5-5л цусыг шахаж бүх биеэр тараах асар их ажлыг гүйцэтгүүлдэг юм. Зөвхөн зүрх ч бус артерийн бүх судас энэ зүрхний цахилгаан соронзон өөрчлөлтөөс цочирч цусыг авч дамжуулах байдалд бэлтгэгдэж гүйцэтгэнэ[14].

Эсийн потенциалын маш өчүүхэн өөрчлөлт бүхэл бүтэн зүрх судасны тогтолцоог хэвийн ажиллуулж, эрүүл саруул байх нөхцлийг бүрдүүлж байна. Амин цахилгаан соронзон гүйдлийг зүрхэнд хэрхэн дамжих тал дээр нилээд судлагджээ. Энэ нь биеэр хэрхэн тархдаг тухай ер нь бусад эд эрхтэний эсийн цэнэгт оршихуйн талаар судлагдсангүйгээр барахгүй ялангуяа артерийн судасны агших тэлэх үйл явц нь зүрхний потенциалын өөрчлөлтөд шууд хамааралтай гэж үзжээ(Хүний бие, 2013).

Мөн түүнчлэн Мэдээлэл дамжуулах сүлжээ буюу мэдрэлийн эсүүдийн (нейрон) микроскопын дүрсэнд нарийн ширхэгүүд (аксон, дендрон) эсүүдийн биеийг холбоно. Нейронуудын нэг нь бусад зуу зуун эсүүдтэй холбогдож нягт сүлжээг үүсгэн, цахим мэдээллийг биеийн бүхий л хэсгүүдээр ялангуяа тархи нугасны мэдрэлээр дамжуулдаг[14].

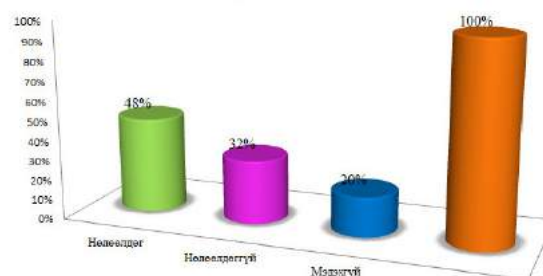
Орчин үед цахилгаан хэрэгслийн технологийн өнгө дизайн цаг ямагт хөгжин, үе үеэ даган өөрчлөгдөн гоё, ганган чамин болж хүний харааг булаах болжээ. Эдгээр хэрэгслүүд нь дижитал технологи дээр суурилагдсан байх ба зарим хэсэг нь дууны нам тусгаарлагчтай хүртэл байх нь сайшаалтай байна. Үүнд: гэр ахуйн цахилгаан хэрэгсэл, андройд технологи, мэдрэгчтэй

төхөөрөмжүүд орж байгаа билээ. Иймд тархи, мэдрэлийн системд нөлөөлөөд байгаа эдгээр цахилгаан хэрэгслийн соронзон долгионы сөрөг нөлөөллийг бууруулахын тулд бид цаг ямагт зөв зохистой ашиглах тал дээр анхаарч, соронзон орныг сарниулж байх нь зүйтэй юм.

III. ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ХЭЛБЭРИЙН ХҮНИЙ БИЕД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

Цахилгаан соронзон хэлбэрийн хүний биед үзүүлэх нөлөөллийг гаргаж ирэхийн тулд дараах хэд хэдэн асуултуудыг хэрэглэгчид болон оюутнуудаас авсаныг харуулъя.

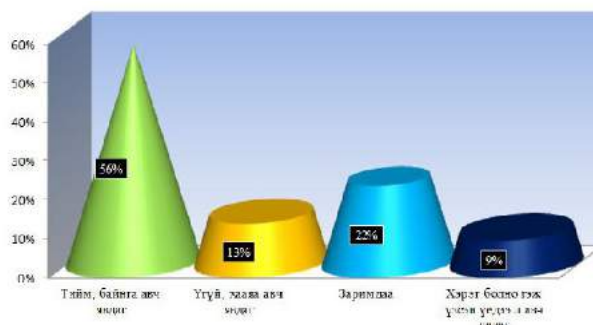
1. Компьютертэй орчны өрөөний агаар дах соронзон долгионы нөлөөлөл ямар байдаг вэ? гэсэн асуултад



Зураг 4. Соронзон долгионы нөлөөлөл

Энэхүү судалгаанд 48% нь нөлөөлдөг, 32% нь нөлөөлдөггүй, 20% нь мэдэхгүй гэж хариулжээ. Энэ нь компьютерийн соронзон долгион хүний биед ихээр нөлөөлдөг гэдгийг судалгаанд оролцогчид хариулж байгаа ч яг соронзон долгион ихээр хүний биед нөлөөлсөн тохиолдол байдаггүйг эрдэмтэд мэдээлдэг ч хэрэглэгч соронзон долгион ялгаруулсан техник хэрэгслийг биедээ аль болохоор сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй байхаар зүй зохистой хэрэглэх нь чухал юм гэдгийг харуулж байна.

2. Соронзон шинж чанар агуулсан техник хэрэгсэл биедээ байнга авч явдаг уу? гэсэн асуултад

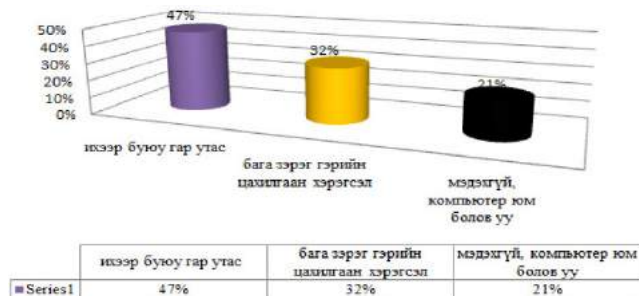


Зураг 5. Соронзон шинж чанар агуулсан техник хэрэгсэл

Энэхүү судалгаанд 56% нь тийм, байнга авч явдаг, 13% нь үгүй, хааяа авч явдаг, 22% нь заримдаа, 9% нь хэрэг болно гэж үзсэн үедээ л авч явдаг гэж хариулжээ. Энэ нь соронзон долгион агуулсан техник хэрэгслүүдийг байнга биедээ авч явах нь хүний биед

бага ч гэсэн сөрөг нөлөөлөл өгдөг, улмаар эргэн тойрныхоо объектыг соронзон хэлбэлзэлтэй болгодог учир өөрийгөө болон орчиноо хамгаалах нь чухал юм гэдгийг харуулж байна.

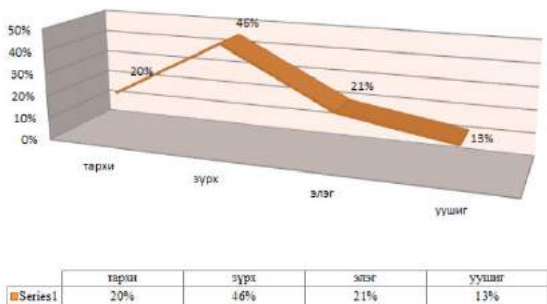
3. Та ямар техник хэрэгслийн соронзон үүсгүүр цэнэг хуримтлуулсан байдаг гэж үздэг вэ? гэсэн асуултад



Зураг 6. Соронзон үүсгүүрийн нөлөө

Энэхүү судалгаанд 47% нь ихээр буюу гар утас, 32% нь бага зэрэг буюу гэрийн цахилгаан хэрэгсэл, 21% нь мэдээгүй, компьютер юм болов уу гэж тус тус хариулжээ. Энэ нь соронзон орон агуулсан техник (жишээ нь: гар утас, Power bank) хэрэгслүүд нь цэнэг ихээр хуримтлуулдаг технологи ба улмаар эргэн тойрныхоо объектыг соронзон хэлбэлзэлтэй болгох хүчин зүйлүүд юм. Гар утасны хэрэглээг хязгааргүй, эмх замбараагүй хэрэглэх нь хүзүү хөших, чих шуугих, нүүр хуурайших, нүд улайж шингэн дутагдах нөлөө ажиглагддаг тул биеэ хамгаалах, аянга цахилгаан, бороотой үед гар утасыг биедээ авч явахдаа болгоомжтой байх нь санууштай.

4. Цахилгаан соронзон долгион биеийн аль эрхтэн системд нөлөөлдөг гэж үздэг вэ? гэсэн асуултад



Зураг 7. Хүний биеийн эрхтэн системд нөлөөлөх байдал

Энэхүү судалгаанд 20% нь тархи, 46% нь зүрх, 21% нь элэг, 13% нь уушиганд нөлөөлдөг гэсэн хариултыг өгчээ. Үүнийг дэлгэрэнгүй асуултаар асууж судлахад цус шүүдэг эрхтэнгүүдэд мөн стрессийн түвшинд нөлөөлдөг гэсэн таамаглалыг дэвшүүлж байна. Эдгээр асуултаудаас шалтгаалан судалгааны арга хэлбэрээ болгон дараах нэгэн сонирхолтой аргыг туршсан юм.

IV. ГАДААД, ДОТООДЫН УЛС ОРНУУДАД ТУРШИГДАЖ БАЙГАА ГРВ АРГЫН ХЭМЖИЛТ БА ТУРШИЛТУУД

ОХУ болон гадаадын зарим орнуудад боловсролын байгууллагын тэр дундаа сургалтын орчны цэнэгийг туршиж хэмжсэн судалгаануудыг ихээр хийсэн байдаг.

Зрагт дээр шарөнгөөр тэмдэглэгдсэн дэлхийн улс орнууд ГРВ багажийг ашиглан боловсролын байгууллага болон тэр дундаа сургалтын орчинг судлан, хэмжилт, туршилт хийн үр дүнг Санкт-Петербургэд жил бүр зохиогддог ОУЭШХурулуудаар хэлэлцэн дүгнэдэг юм. <https://www.sis-congress.ru/?lang=ru>

Международный онлайн Конгресс and XXIV Международный Научный Конгресс XIV Международный Научный Конгресс-2020



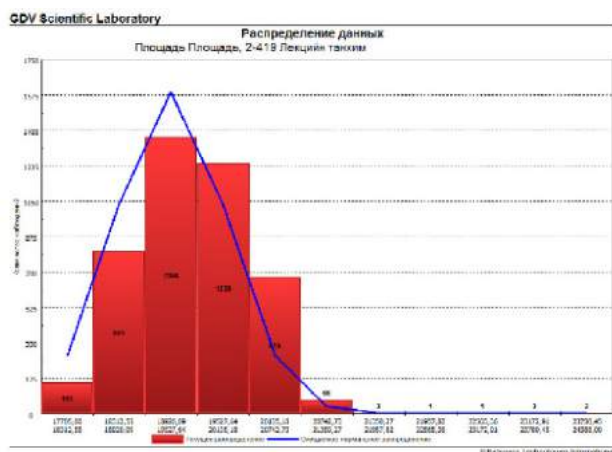
Зураг 8. ГРВ багажийн Европ болон Азийн улс орнуудын хэрэглээ

Харин Монгол улс дах судалгааг дараах судлагдахуунаар буюу 2015 онд Эрүүл мэнд ба хүний биед нөлөөлөх нөлөөллийн судалгааг хийж (Говь-Алтай аймгийн элсэн сувилалын жишээн дээр) АШУ-ны докторын зэрэг хамгаалсан, 2018 онд Боловсрол судлал буюу Хүрээлэн буй орчны судалгааг (Боловсрол судлалыг-Эрчим хүчтэй холбох) хийж БС-ын докторын зэрэг хамгаалсан 2 эрдэмтэн байдаг байна. Иймд энэ лабораторийн баазыг түшиглэн Монгол дахь хэрэглээ буюу судалгааны ажлын нөөц боломж байгааг дараах зургаас харж болно.



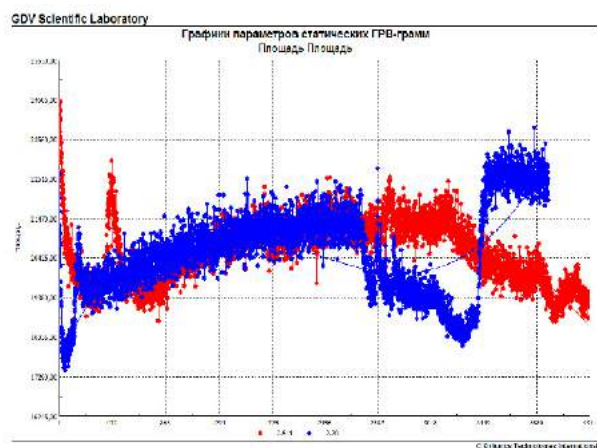
Зураг 9. ГРВ аргын Монгол дахь хэрэглээ буюу судалгааны ажлын нөөц боломж

ГРВ аргаар Персонал компьютер ба Электрокардиограф, Хөгжмийн хэмнэл эмчилгээний нөлөөтэй болохыг ГРВ биоэлектрографийн аргаар судалсан нь, GDV технологийн судалгааны шинэ боломж, GDV буюу gas discharge visualization технологийн тусламжтайгаар хүний нүдэнд үл үзэгдэх инфра улаан туяаны завсарт байгаа хэмжигдхүүнийг хэрхэн хэмжих талаар хатуу, шингэн, хийн үзүүлэлтийг бүртгэн дүгнэх, үр дүнд статистик боловсруулалт хийх зэргээр судалгааны олон төрлийн салбарт ашиглах



Эх сурвалж: Короткова, А.К. Газорязрядной визуализации ГРВ био-Велл ГРВ камера ГРВ болон Уртнасан, Г., (2019).
Зураг 14. 4 давхарын лекцийн өрөөний хэмжилтийн үр дүнгийн харьцуулалт ба тархалтын гистограмм (Текущее распределение - одоо байгаа үеийн тархалт, ожидаемое нормальное распределение - хүлээгдэж буй хэвийн тархалт)

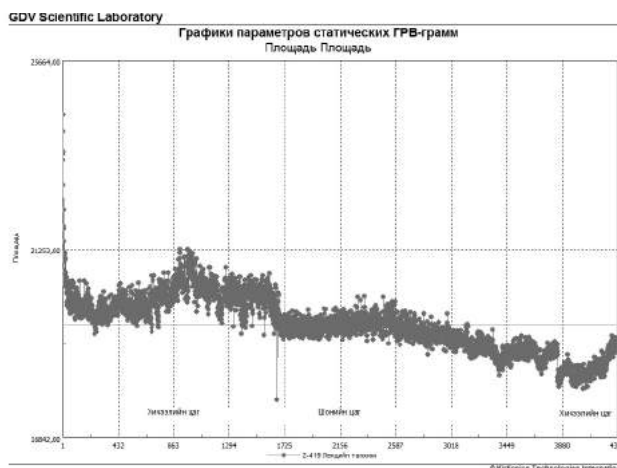
Лабораторийн өрөөнүүдийн орчны хэмжилтийн харьцуулалт



Эх сурвалж: Короткова, А.К. Газорязрядной визуализации ГРВ био-Велл ГРВ камера ГРВ болон Уртнасан, Г., (2019).
Зураг 15. 2 болон 5 давхарын лабораторийн өрөөнүүдийн цэнэгийн хэмжилтийн үр дүнгийн харьцуулалт

Зургуудад байгаа лабораторийн өрөөнүүдийн хэмжилтийн үр дүнгийн харьцуулалтыг харахад лабораторийн өрөөний ЦЦГэрэлтэлтийн талбайн хэмжээ нь лабораторийн хичээл орж байгаа үед ЦЦГэрэлтэлтийн талбай хэвийн утганд хүрсэн, хичээл ороогүй байгаа үед ЦЦГэрэлтэлтийн талбайн хэмжээ өссөн байгаа нь харагдаж байна. Энэ нь шөнийн цагаар буюу лабораторийн тоног төхөөрөмжийг унтраасан үеийн цэнэгийн хэмжээ хичээл орж тоног төхөөрөмжүүдийг залгасан үеийн орчны цахилгаан цэнэгийн хэмжээ нь эрс ялгаатай байгааг харуулж байна. Мөн 2 болон 5 давхарын ЦЦГэрэлтэлтийн талбайн хэмжээ давхараас шалтгаалан зарим цагаар огцом хэлбэлзлийн зөрүүтэй байгааг харуулж байна.

Б.Лекцийн өрөөний орчны хэмжилт



Эх сурвалж: Короткова, А.К. Газорязрядной визуализации ГРВ био-Велл ГРВ камера ГРВ болон Уртнасан, Г., (2019).

Зураг 16. 4 давхарын лекцийн өрөөний цэнэгийн хэмжилт (хоноогоор)

Зураг 16 дах лекцийн өрөөний хэмжилтийн үр дүнгээс харахад цэнэгийн цахилгалтын хэмжээ лекц орж байгаа үед хэлбэлзсэн, хичээл дууссаны дараа цэнэгийн цахилгалтын хэмжээ хэвийн болсон, шөнийн цагаар өссөн ба параметрийн утга хэвийн түвшинд хүрсэн байна. Энэ нь орчны цэнэгийн хэмжээ лекцийн өрөөнөөс шалтгаалан хэвийн түвшинд байгаа нь харагдаж байна.

VI. ДҮГНЭЛТ

Аж үйлдвэрийн 4 дэх хувьсгалын эрин зуунд шинэлэг техник, технологиуд олноор үйлдвэрлэгдэн гарч байгаа нь хөгжлийн дээд шатанд хүргэж байна.

1. Хүн бүр цахилгаан цэнэг хуримтлуулсан техник хэрэгслүүдийг биедээ авч явах болсон нь ажлын орчинтой холбогдон байнгын хэрэглээ болохоос гадна соронзон долгион ихээр бий болох үндсэн шалтгаан болж байгааг дээрх судалгаанаас харлаа. Иймд дараах зүйлүүдийг анхаарвал зохино. Үүнд:
 - Хувь хүн өөрөө цахилгаан соронзон долгионы үйлчлэлд бага өртөх, богино хугацаагаар ашиглах, 20 минут тутам завсарлах;
 - Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн байрлал, тэдгээрийн хоорондын зайг оновчтой байрлуулах (зурагт, компьютер, гар утас(андроид), үүрэн телефон утас, факсын аппарат, гэрийн цахилгаан хэрэгсэл бусад электрон тоног төхөөрөмж)-тэй харьцахын өмнө цэнэгийг нь шавхсан байх мөн зохистой хэрэглэх;
 - Уртасгагчийн тогыг хэрэглээгүй үедээ хүчдэлээс салгах, цэнэг хуримтлагдсан төхөөрөмжийг салгах;
 - Статик цэнэгжилтээс урьдчилан сэргийлэх аргуудаас сонгон электрон тоног төхөөрөмжүүдийг цэнэгийн болон цахилгааны эвдрэл гэмтэл гаргахгүй байх, байгалийн болон гэнэтийн аюулаас сэргийлэх гэх мэт.

- Гэрийн болон албан тасалгааны цахилгаан хэрэгслүүдтэй харьцаж угааж, цэвэрлэж байхдаа өрөөний агаарыг чийгшүүлэх, шаландаа чийгтэй цэвэрлэгээг тогтмол хийж байх;
 - Цахилгаан хэрэгсэл хэрэглэж байгаа өрөөнд хивс, хивсэнцэр дэвсэхгүй байх, үсний ариун цэврийг сахих, үсээ унагаахгүйгээр арчилах, чийгшүүлэх, задгай тавихгүй байх, ажлын нөхцөлд нейлон хувцасыг аль болох өмсөхгүй байх, цэнэг хуримтлуулах нөхцлийг үүсгэхгүй байх;
 - Хивс хивсэнцэр дээр явахдаа гэрийн шаахайныхаа улыг цэвэрлэх, хивс, хивсэнцэрт цахилгаанжилтын эсрэг зүйл хэрэглэдэг байх;
 - Эргономикийн шаардлага хангасан стандарт дүрэм журмыг мөрдөх зэрэг бидэнд анхаарах зүйл их байна.
2. Сургалтын орчны цахилгаан цэнэгийн хэлбэлзэл болон бусад хүчин зүйл оюутны суралцах хандлагад нөлөөлж байгаа нь харагдаж байгаа тул үүнийг харгалзан лекц, лабораторийн хичээлийн орчинг оюутны амжилттай суралцахад тохиромжтойгоор бүрдүүлэх нь (25-аас доошгүй оюутантай хичээллэх, лабораторийн өрөөнд анги хүрэлцэхгүй шалтгаанаар лекцийн хичээл оруулахгүй байх) чухал ач холбогдолтой юм гэдгийг ГРВ аргаар туршсан судалгааны үр дүнгийн шинжилгээгээр гарлаа. Үүнд:
- Лабораторийн өрөөний хэмжилт нь хичээлтэй үед цэнэгийн гэрэлтэлтийн талбайн хэмжээ 17290, хичээлгүй үед 23560 болж хоорондоо эрс ялгаатай байгаа нь (23560-17290=6270) лабораторийн тоног төхөөрөмжүүдийн орчны техник ажиллагааны үед хүчтэй өөрчлөлт гардагийг хэмжилт туршилтаар тодорхойлов.
 - Лекцийн өрөөний хэмжилт нь тухайн өрөөнд өндөр хүчин чадалтай олон тоног төхөөрөмжүүд байхгүй учраас харьцангуй тогтвортой (21253-17944=3309) болохыг харуулсан.
 - Хичээлийн байрны лабораторийн өрөөний цэнэгийн цахилгалтын хэмжээ лекц орж байгаа үед хэмжилтийн утга нь буурсан, харин лабораторийн хичээл орж байгаа үед цэнэгийн цахилгалт хэвийн утганд хүрсэн, хичээл ороогүй байгаа үед цэнэгийн цахилгалтын хэмжээ өссөн байгаа нь судалгаагаар харагдлаа.
 - ГРВ аргын туршилтаар статистик түүврийн дундаж утга нь 20568,44, хамгийн бага нь 18944, хамгийн их нь 37139 бөгөөд $p=0,234983$ гэсэн магадлалтай итгэнэ гэж гарсан. Сургалтын орчны шинжилгээнд лекц, лаборатори 2-ын туршилт ялгаатай байгаа мөн өдөр, шөнийн хэмжилтийн утга зөрүүтэй байгаа нь харагдаж байна.
 - Эрүүл ахуйн хэвийн таатай орчин тухайн хүний сэтгэл зүйд шууд нөлөөтэй учир хандлагын онолд авч үзсэнээр сэтгэл хөдлөлийн бүрэлдэхүүнд суралцах орчныг хамааруулах нь зүйтэй гэж үзсэнээр дараа дараагийнхаа судалгаанд орчны цахилгаан соронзон нөлөөллийг судлах боломж, гүүрийг тавьж байгаа юм.
- Эндээс үзэхэд лабораторийн хичээл явагдаж байгаа үед асаалттай байгаа компьютер, проектор, агааржуулалтаас гадна оюутнууд биедээ олон тооны цахилгаан цэнэг хуримтлуулсан гар утас, компьютер, цэнэг хуримтлуулагч, дуу хураагуур зэрэг техник хэрэгслүүдийг авч явдаг нь соронзон орны нөлөөлдөм дам утгаар нөлөөлж буйг харуулж байна. Цаашид их, дээд сургуулиудын сургалтын орчны хэмжилтийг хийж их өгөгдлийг цуглуулан харьцуулсан судалгааг хийж байх нь зүйтэй юм гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Аллан С.Орнштейн, Идэвхитэй сургалтын стратеги, Койкагийн тусламжтай байгуулагдсан албан бус боловсролын төвийн хэвлэх үйлдвэр, УБ хот, 2001 он
- [2] Бейлис,Ф. (2007). Сурах үйлийн явцын тухай эргэцүүлэх нь. “Outreach” JEP-24166 төслийн сэтгүүл. УБ, 18-20 тал Булган, Ж. (2010). Хүүхэд нэг бүрийг хөгжүүлэхэд сурлагын амжилтыг бодитой үнэлэх, үнэлгээг харьцуулан судалсан үр дүн, УБ
- [3] Жавзан. Б, Энхбаяр, Б. Боловсролын сэтгэл судлал, (2010). х188-189
- [4] Булатова Т.Е, (2009). Возможности использования метода газоразрядной визуализации в образовании, Санкт-Петербург.
- [5] Гэрэлтуяа. Т, (2017). Оюутны суралцах хандлагад хийсэн дүн шинжилгээ(МУБИС-ийн СӨБСС-ийн 1, 2-р курсийн оюутнуудын жишээн дээр) МУИС, Боловсрол судлал, УБ.
- [6] Коротков К.Г.(2001). Основы ГРВ биоэлектрографии. СПб.: СПбГИТМО (ТУ), -360с.
- [7] Короткова. А.К. (2006). Газоразрядной визуализации ГРВ био-Велл ГРВ камера ГРВ, Короткова, ГРВ Метод диссертации по ГРВ.
- [8] Короткова А.К. (2006). Метод газоразрядной визуализации биоэлектрографии в психофизиологических исследованиях квалифицированных спортсменов. Автореферат диссертации к.психол. наук. СПб.
- [9] Лхагвасүрэн. Ч, (2012). Дээд сургуулийн оюутны суралцах чадварын төлөвшлийг судалсан нь, УБ.
- [10] В.М.Штемлер, С.В.Коленников Особенности взаимодействия электромагнитных полей с биологическими объектами. /Физиология человека и животных, 1978/ [11] Electromagnetic fields and public health computera (2019) [12] Seitz H, Stinner D, Eikmann Th, Herr C, Roosli M. (2005)
- [13] Содов. Ц., (2017). Байгалийн ухаанд сургах зүй, 2017
- [14] Стив Паркер, (2013). Хүний бие, Нэмэн засварласан 2 дахь хэвлэл, Монсудар

- [15] Уртнасан. Г., (2007). Мэдээллийн техник технологи ба эрүүл мэнд, Боловсрол судлал, 2007/04
- [16] Уртнасан. Г., (2007). Компьютерийн хэрэглээний эрүүл мэнд, Боловсрол судлал, 2007/07
- [17] Уртнасан. Г., (2008). Харааны шинж тэмдэг, ХМТС, Билэг сэтгүүл
- [18] Уртнасан. Г., Даваасүрэн. Б, Эрдэнэтуяа. С., (2018). Оюутны суралцах хандлагад нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийн судалгаа, Дээд боловсрол судлалын Монголын нийгэмлэг, Дээд боловсрол сэтгүүл, УБ. 2018/01
- [19] Уртнасан. Г., Эрдэнэтуяа. С, Оюун. Ц, (2018). Оюутны суралцах хандлагыг үнэлэх боломжийн судалгаа, Боловсролын чанар, үр дүн, МУБИС, ОУЭШХ, УБ, 410-419х
- [20] Уртнасан. Г., (2018). Оюутны бие даах хандлагад нөлөөлөх хүчин зүйлийн судалгаа, Инженер технологийн боловсролын хөгжлийн хандлага, Дархан-Уул аймаг, УБ.
- [21] Уртнасан. Г., Тамир. Х, (2018). Их, дээд сургуулийн оюутны суралцах хандлагыг үнэлэх сургалтын орчны нөлөөллийн судалгаа, ШУТИС, ИМТ-2018, УБ, 57-62х
- [22] Уртнасан. Г., (2019). Эрдэнэтуяа.С., Сургалтын орчны нөлөөллийн хүчин зүйлийн судалгаанд пирсоны шинжилгээг хэрэглэх нь, МУБИС, ОУЭШХ, УБ.
- [23] Уртнасан. Г., (2018). Оюутны суралцах хандлагад нөлөөлөх зарим хүчин зүйлсийн судалгаа, Диссертацийн ажил, УБ. [24] Уртнасан. Г., (2012). Персонал компьютерийн болон цахилгаан хэрэгслийн ашиглалт дахь соронзон орны нөлөөлөл, TV Doctor нэвтрүүлэг, - УБ [25] Уртнасан. Г., (2013). Гар утасны хэрэглээ ба вирус, био энергийн хэмжилт, ШУ танин мэдэхүйн сэтгүүл, Байгаль орчин- No31. [26] Уртнасан. Г., (2015). Байгаль орчин, GRV Energy Field багажийн тусламжтайгаар гар утасны нөлөө хүний биеийн энерги цацаргалтын талбайд хэмжилт хийсэн үр дүн. – УБ., 2015. ШУ танин мэдэхүйн сэтгүүл, [27] Уртнасан. Г., (2017). Computer Vision syndrome, ИМТ-2017, - УБ
- [28] Усова А.В, Бобров А.А. (1987). Формирование у учащихся учебных умений. Педагогика и психология. №7
- [29] Эрдэнэтуяа.С., (2017). GDV Programm Scientific Laboratory, Бакалавр, магистрант, докторант оюутнуудын судалгааны ажилд “Scientific Laboratory” программ хэрэглэхэд зориулсан гарын авлага, ШУТИС, ЭХС.
- [30] Суралцагчдыг оношлох арга зүй. Багшийн хөгжил ном 105х, (scriben. 1993.р.1) Дархан илтгэл 237х
- [31] Газорязрядной визуализации ГРВ био-Велл ГРВ камера ГРВ. <http://www.gdvsale.com/podg/content/gdv-scientific-laboratory.html> [32] Мэдээлэл холбооны операторуудын ассоциаци - МICOА
- [33] <http://www.mnb.mn/i/60582>
- [34] http://bataabaatar.blogspot.com/2015/03/blog-post_19.html. Суралцахуйн онол, загварууд
- [35] <http://creativemongolia.com/>
- [36] https://germainapm.com/?gclid=EAIaIQobChMIo9GbsbHO5wIVDKyWCh361A92EAAyAAE-gKJX_D_BwE
- [37] https://www.kensaq.com/web?qo=semQuery&ad=semA&q=emf%20monitor&o=774346&ag=f-w11&an=msn_s&rch=us13
- [38] https://heart.ucoz.org/index/kompjuter_ba_ehr_1_mehnd/0-171
- [39] <http://health.rambler.ru/cvs> [40] www.micoa.mn/ Мэдээлэл холбооны операторуудын ассоциаци - МICOА
- [41] <http://crc.gov.mn/k/2Qb>
- [42] <http://www.ferra.ru>
- [43] www.globeandmail.com
- [44] www.fashion-monitor.com
- [45] www.electrosmog.by.ru
- [46] https://keytosecret.blogspot.com/2015/01/blog-post_28.html
- [47] http://mmt.edu.mn/static/upload/old_paper/2018/2018-05-15_151856.851696.pdf

Зохиогчийн тухай: Гүржавын Уртнасан нь ШУТИС, МХТС-д ахлах багш, доктор(Ph.D). Эрчим хүчний салбарт: Цахилгаан соронзон орны нөлөөлөл, Эрчим хүч-энергийн био орон, Мэдээллийн технологийн салбарт: МТ-ийн орчин үеийн асуудлууд, МАБ, Компьютерийн эрүүл мэнд, Нүдний хараа, эргономик, цахим хог хаягдал, Боловсрол судлалын салбарт: Оюутны суралцах хандлага, сургалтын чанар, сургалтын сэтгэл зүй, сургалт дахь стрессийн түвшин гэх мэт салбар чиглэлүүдээр судалгааны ажил хийж олон арван өгүүлэл бичиж нийтийн хүртээл болгосон.

ХӨДӨЛГӨӨНИЙ МЭДРҮҮР АШИГЛАН ГОЛЬФЫН ЦОХИУРЫН САВАЛТАНД АНАЛИЗ ХИЙХ НЬ

Цэвээндорж Цэлмэг, ШУТИС, МХТС, Электроникийн салбарын магистрант, Улаанбаатар, Монгол, tselmeg.tsj@gmail.com

Аюурзана Одгэрэл, ШУТИС, МХТС, Электроникийн салбарын багш, Улаанбаатар, Монгол, odgerel55@must.edu.com

Ким Ён Хүн, Phinetworks ХХК, Захирал, Сөүл, БНСУ, phizigi@phigolf.com

Хураангуй—Энэхүү судалгааны ажлаар MPU9250 хөдөлгөөний мэдрүүр ашиглан гольфын цохиурын савалтыг таних, хөдөлгөөний анализ хийх техникийн шийдэл болон шинэ алгоритм боловсруулан хөгжүүлж, туршилт хийсэн. Хөдөлгөөн мэдрүүр (Inertial Measurement Unit) нь ихэвчлэн биеийн эргэлт хэмжигч гироскоп (Gyroscope), шугаман хөдөлгөөний хурдатгал хэмжигч (Accelerometer) мөн нэмэлтээр зүг чиг тодорхойлох соронзон хэмжүүр (Magnetometer) агуулсан бичил цахим элемент юм. Биеийн байршил тодорхойлох, хөдөлгөөний шинж чанарын анализ судалгаа хийх, техник тоног төхөөрөмжийг удирдах гэх мэт зорилгоор хөдөлгөөн мэдрүүр нь навигацийн төхөөрөмж түүний бүрдэл хэсэг, ухаалаг болон зүүдэг төхөөрөмжүүд, биеийн тамир спорт, тоглоомын хэрэгслүүд, хяналт мониторингийн системүүдэд өргөн ашиглагдаж байна. Хөдөлгөөн мэдрүүрийн үйлдвэрлэлийн технологи хөгжихийн хэрээр мэдрэх чадвар, нарийвчлал сайжрахын хамт эрчим хүчний хэрэглээ багасах, үйлдвэрлэлийн үнэ өртөг буурах, бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлтийн SDK-г төрөл бүрийн платформуудад зориулан гаргах болсон нь хэрэглээний өргөн хүрээг хамрах таатай нөхцөл болж байна.

Түлхүүр үг—Шугаман хөдөлгөөн, хурдатгал хэмжигч, соронзон хэмжүүр, гольфын цохиур, цохиурын савалт

I. УДИРТГАЛ

Гольфын спортод цохиурын савалтыг таних, хөдөлгөөний анализ хийхэд High speed motion capture, LiDAR, RADAR, IMU гэх мэт олон төрлийн тоног төхөөрөмж, мэдрүүр, технологиудыг ашиглаж байна [1, 2, 3].

Хөдөлгөөн мэдрүүр (IMU) нь гироскоп, хурдатгал хэмжигч, зарим тохиолдолд соронзон хэмжигчийг хамруулан хамтад нь нэг микро чипд интеграци хий оруулсан үнэ хямд, энергийн зарцуулалт багатай, хэмжилтийн нарийвчлалыг хэрэглээний шаардлагадаа нийцүүлэн өөрчлөх тохируулах боломжтой олон зориулалт бүхий MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) цахим элемент юм. Хэрэглээнд өргөн ашиглагдаж байгаа хөдөлгөөн мэдрүүрүүд нь хэмжүүрүүдийн гаралтын өгөгдлийг I2C портоор 400kHz эсвэл SPI портоор 1MHz хүртэл хурдтайгаар хүлээн авагч модулд

дамжуулж байна. Үйлдвэрлэгчийн загвараас хамааран гироскоп нь ± 250 , ± 500 , ± 1000 , ± 2000 , $\pm 4000^\circ/\text{sec}$ (degree per second) хүртэл эргэлтийн өнцгийг хэмжих, хурдатгал хэмжигч нь $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, $\pm 16g$, $\pm 32g$ хүртэл хурдатгал хэмжих хязгаартайгаар хэмжилтийн нарийвчлалыг тохируулдаг.

Гольфын спортод хөдөлгөөн мэдрүүр ашиглан цохиурын савалтанд анализ хийхэд дараах үндсэн аргуудыг ихэвчлэн ашиглаж байна [4, 5, 6]. Үүнд:

1. Мэдрүүрийг цохиурт (ишний дунд, төгсгөлд гэх мэт) эсвэл гарны мөчийн хэсэгт (гарын сарвууны ар тал, бугуй гэх мэт) тодорхой чиглэлд тохируулан бэхлэх;
2. Мэдрүүрийн өгөгдлийн цуглуулах, тоон дохио боловсруулалтанд үйлдвэрлэгчийн SDK-г ашиглах, firmware програмд интеграци хийж нэгтгэх;
3. Цохиурын савалтыг хөдөлгөөний эрчимд үндэслэн таних;
4. Бодит цохиурын савалтанд дөхүүлэн хувиргахдаа туршилт / сургалтын өгөгдөлтэй харьцуулан жиших арга ашиглах;

Энэхүү судалгааны ажлаар гольфын цохиурын савалтанд анализ хийх дээр дурдсан уламжлалт аргыг сайжруулан:

1. Хөдөлгөөн мэдрүүрийг бэхлэх чиглэлээс үл хамааран савалт таних алгоритм боловсруулах;
2. Тоон дохио боловсруулалт, цохиурын савалтанд анализ хийх програм хангамжийг төхөөрөмжийн firmware-с тусгаарлан хүлээн авагч (ухаалаг төхөөрөмж, компьютер) талд API (Application Programming Interface) болгон загварчлах;
3. Бодит цохиурын савалтад дөхүүлэн хувиргах симуляцийг полиномиал функцийн аргаар бодох;

хөгжүүлэлт хийж, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх зорилт тавьсан.

A. Гольфын спортын тухай

Гольф нь тусгайлан бэлдсэн ногоон зүлэгтэй талбай болон түүнд зарим төрлийн байгалийн саад бэрхшээл (газрын хэвгий, элстэй хонхор, усан цөөрөм, хад цохио, ургамал мод гэх мэт) нэмж тохижуулсан орчинд тоглогч 14 хүртэл тооны ялгаатай цохиуриуд ашиглан бөмбөгийг нүх рүү цохиж оруулан оноо тоолох аргаар ялагчаа тодруулах дүрэмтэй тоглоом юм. Гольф тоглоход дараах үндсэн чадвар техникт суралцаж хөгжүүлэх шаардлагатай байдаг. Үүнд:

1. Цохиурын савалтын (Swing) зөв техниктэй байх
 - Цохиур саваhad бэлтгэх биеийн байрлал
 - Цохиур савж байх үеийн гар, их бие, хөлийн

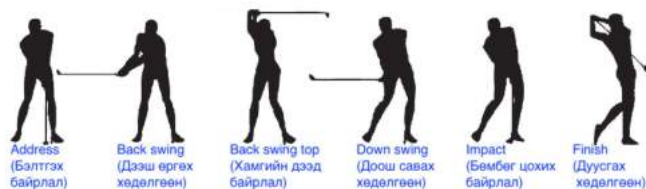
хөдөлгөөн, хүчний шилжилт

2. Бөмбөг хөөрөн буух байршлыг урьдчилан тооцоолсон таамаглалдаа тулгуурлан цохиурын савалт, хүчийг тохируулах

Зураг 1-д цохиурын савалтын үндсэн хөдөлгөөн ба байрлалыг харуулав [6]. Үүнд:

1. Бэлтгэх байрлал (Address)
2. Цохиурыг дээш өргөх хөдөлгөөн (Back swing)
3. Цохиурын хамгийн дээд байрлал (Back swing top)
4. Цохиурыг доош савах хөдөлгөөн (Down swing)
5. Цохиурын бөмбөг цохих агшин (Impact)
6. Цохиурын савалт дуусгах хөдөлгөөн (Finish)

Зарим гольфын дасгалжуулагч, систем хөгжүүлэгчид цохиурын савалтын хөдөлгөөнийг өөрөөр нэрлэх нь ч бий.



Зураг 1. Цохиурын савалтын хөдөлгөөн, байрлал

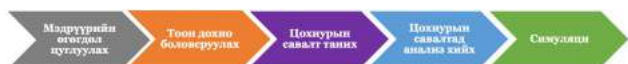
Цохиурын савалтанд хийсэн анализын үр дүнг дараах үзүүлэлтүүдийн хэмжилтээр тодорхойлдог. Үүнд:

1. Цохиурын толгой бөмбөг цохих үеийн хурд (Club head speed)
2. Цохиурын толгой бөмбөгтэй харьцах цэгийг дайран өнгөрөх траектор ба зорилтот чиглэл хоорондын өнцөг (Swing path)
3. Цохиурын толгойн нүүр хэсэг бөмбөгтэй харьцах үеийн хэвтээ өнцөг (Face angle)
4. Цохиурын толгойн нүүр хэсэг бөмбөгтэй харьцах үеийн босоо өнцөг (Attack angle)
5. Цохиурыг савах үеийн хугацааны харьцаа (Tempo = Back swing / Down swing)

II. СИСТЕМИЙН БҮТЭЦ, АЖИЛЛАГАА

A. Хөдөлгөөний мэдрүүр ашиглан гольфын цохиурын савалтанд анализ хийх процесс

Энэхүү судалгааны ажлаар хийж гүйцэтгэсэн гольфын цохиурын савалтын анализ нь Зураг 2-т үзүүлсэн дэд процессуудад хуваагдана.



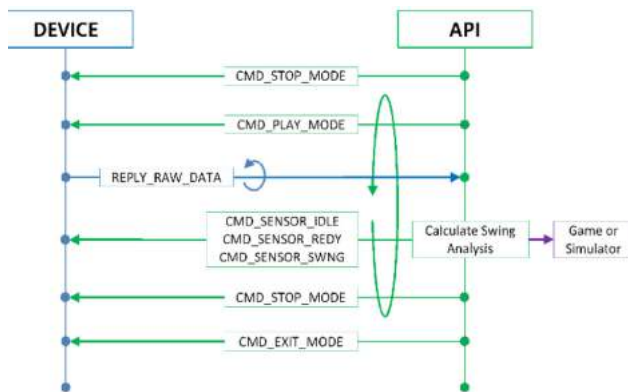
Зураг 2. Цохиурын савалтанд анализ хийх процессын дараалал

Мэдрүүрийн өгөгдөл цуглуулах - Хөдөлгөөн мэдрүүрээс гироскоп, хурдатгал хэмжигчийн гаралтын өгөгдлийг Bluetooth 4.2 [7] утасгүй сүлжээгээр хүлээн авагч төхөөрөмжид дамжуулна. Хүлээн авагч төхөөрөмж нь гольфын цохиурын бэлтгэх байдлаас эхлэн савалт дуусах хүртэлх мэдрүүрийн багц өгөгдлийг [8, 9] Хүснэгт 1-д үзүүлсэнээр санах ойд цуглуулна.

ХҮСНЭГТ 1. ХӨДӨЛГӨӨН МЭДРҮҮРИЙН НЭГ БАГЦ ӨГӨГДӨЛ, НИЙТ 12 БАЙТ

Нэр	Тайлбар
ACCEL_XOUT_H, ACCEL_XOUT_L	Хурдатгал хэмжигчийн X тэнхлэгийн утгын ахлах ба бага байт
ACCEL_YOUT_H, ACCEL_YOUT_L	Хурдатгал хэмжигчийн Y тэнхлэгийн утгын ахлах ба бага байт
ACCEL_ZOUT_H, ACCEL_ZOUT_L	Хурдатгал хэмжигчийн Z тэнхлэгийн утгын ахлах ба бага байт
GYRO_XOUT_H, GYRO_XOUT_L	Гироскопын X тэнхлэгийн утгын ахлах ба бага байт
GYRO_YOUT_H, GYRO_YOUT_L	Гироскопын Y тэнхлэгийн утгын ахлах ба бага байт
GYRO_ZOUT_H, GYRO_ZOUT_L	Гироскопын Z тэнхлэгийн утгын ахлах ба бага байт

Өгөгдлийг утасгүй сүлжээгээр дамжуулах firmware түвшний протоколыг Зураг 3-д дүрсэлсний дагуу загварчилж, Хүснэгт 2-т протоколын тайлбарыг үзүүлэв.

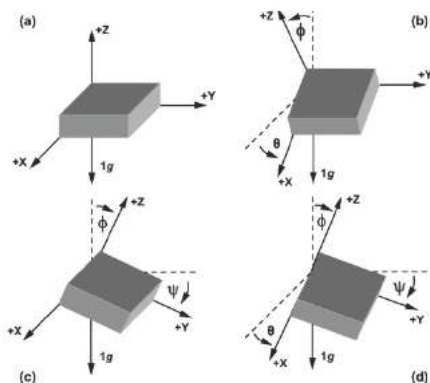


Зураг 3. Өгөгдлийг дамжуулах Sequence UML Diagram

$$\theta = \tan^{-1} \frac{accl_x}{\sqrt{accl_y^2 + accl_z^2}} \quad (8)$$

$$\psi = \tan^{-1} \frac{accl_y}{\sqrt{accl_x^2 + accl_z^2}} \quad (9)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{\sqrt{accl_x^2 + accl_y^2}}{accl_z} \quad (10)$$



Зураг. 4. Хурдатгал хэмжигчийн хазайлтын өнцөг (Эйлерийн өнцөг)

Цохиурын савалт таних - Цохиурын савалтыг гурван хэмжээст огторгуйд бэхлэгдсэн цэгээс ойролцоогоор тогтмол зайд (тоглогчийн цээж ба гарын сарвуу хүртэлх зай) эргэлдэх хөдөлгөөн хийж байгаа биет (мэдрүүрийг) гэж төсөөлж болно. Савалт танихдаа мэдрүүрийн эргэлдэх хөдөлгөөний траекторт тулгуурлах учир кватернион (quaternion) тооцоолол ашиглав. Цохиурын савалт таних алгоритм:

1. Цохиурын бэлтгэх байрлалын Эйлерийн өнцгүүдийг
2. Цохиурыг савах хөдөлгөөнийг Мадвикийн шүүлтүүр (Madwick Filter)[12] ашиглан гироскоп ба хурдатгал хэмжигчийн өгөгдлөөр анхны төлөвт орших векторыг эргүүлэх кватернионы олонлог үүсгэнэ.
3. Цохиурын савалтын эргэлтийн кватернионуудыг чиглэлийн косинус (direction cosine)-д хувирган савалтын траекторыг тодорхойлно.
4. Чиглэлийн косинусаар илэрхийлэгдэх траекторыг гольфын савалтын ерөнхий хэв загвартай харьцуулан танилт хийнэ.

1843 онд математикч William Rowan Hamilton комплекс тоог өргөтгөн hyper-complex number болох кватернион (quaternion)-г [13] нээжээ. Кватернион нь гурван хэмжээст огторгуй дахь хоёр векторын харьцааг илэрхийлдэг. Орчин үед гурван хэмжээст компьютер график, компьютерын хараа, робот болон механик тоног төхөөрөмж дэхь биесийн эргэлдэх хөдөлгөөнийг тооцоололд кватернион алгебрыг өргөн ашиглаж байна. Кватернионы ерөнхий хэлбэр[13]:

$$q = q_0 + \mathbf{q} = q_0 + iq_1 + jq_2 + kq_3 \quad (11)$$

$$i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1$$

$$ij = k = -ji$$

$$jk = i = -kj$$

$$ki = j = -ik$$

Эйлерийн өнцгийг Кватернионд хөрвүүлэх[13]:

$$\begin{aligned} q_0 &= \cos \frac{\psi}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{\phi}{2} + \sin \frac{\psi}{2} \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{\phi}{2} \\ q_1 &= \cos \frac{\psi}{2} \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\phi}{2} - \sin \frac{\psi}{2} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\phi}{2} \\ q_2 &= \cos \frac{\psi}{2} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\phi}{2} + \sin \frac{\psi}{2} \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\phi}{2} \\ q_3 &= \sin \frac{\psi}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{\phi}{2} - \cos \frac{\psi}{2} \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{\phi}{2} \end{aligned} \quad (12)$$

Гурван хэмжээст огторгуй дахь векторыг кватернионоор эргүүлэх[13]:

Вектор $\mathbf{v} \in R^3$ ба $v = 0 + \mathbf{v}$ гэсэн цэвэр хуурмаг кватернион гэж үзье. Векторыг өгөгдсөн $q = q_0 + \mathbf{q}$ кватернионоор эргүүлэх эргүүлэлт нь $\mathbf{w} = q\mathbf{v}q^* = (q_0 + \mathbf{q})(0 + \mathbf{v})(q_0 - \mathbf{q}) =$

$$\begin{aligned} &(2q_0^2 - 1)\mathbf{v} \\ &+ 2(\mathbf{q} \cdot \mathbf{v})\mathbf{q} \\ &+ 2q_0(\mathbf{q} \times \mathbf{v}) \end{aligned} \quad (13)$$

буюу матриц хэлбэрээр бичвэл

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2q_0^2 - 1 + 2q_1^2 & 2q_1q_2 - 2q_0q_3 & 2q_1q_3 + 2q_0q_2 \\ 2q_1q_2 + 2q_0q_3 & 2q_0^2 - 1 + 2q_2^2 & 2q_2q_3 - 2q_0q_1 \\ 2q_1q_3 - 2q_0q_2 & 2q_2q_3 + 2q_0q_1 & 2q_0^2 - 1 + 2q_3^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix}$$

(14) болно.

Чиглэлийн косинус (direction cosine) нь [13]:

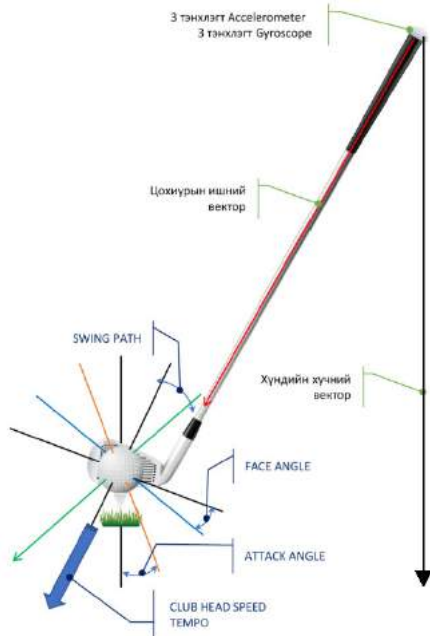
$$\begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2q_0^2 - 1 + 2q_1^2 & 2q_1q_2 - 2q_0q_3 & 2q_1q_3 + 2q_0q_2 \\ 2q_1q_2 + 2q_0q_3 & 2q_0^2 - 1 + 2q_2^2 & 2q_2q_3 - 2q_0q_1 \\ 2q_1q_3 - 2q_0q_2 & 2q_2q_3 + 2q_0q_1 & 2q_0^2 - 1 + 2q_3^2 \end{bmatrix}$$

(15) болно.

Цохиурын савалтанд анализ хийх: Мэдрүүрийн хөдөлгөөн нь цохиурын савалтын хэв загвартай гэж танигдсан бол зураг 5-д үзүүлсэн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тооцоолно.

1. Бөмбөг цохих үеийн хурд (Club head speed) Бөмбөгтэй харьцах байрлал дахь гироскопын магнитуд утга ба түүний бодит цохиурын Club head speed-д хөрвүүлэх харьцааг ашиглан тодорхойлно.
2. Бөмбөг цохих чиглэлийн өнцөг (Swing path) Бөмбөг хөөргөх зорилгот чиглэлийн вектор ба бөмбөг цохих үеийн траекторын вектор хоорондын өнцгөөр тодорхойлно.
3. Бөмбөгтэй харьцах үеийн хэвтээ өнцөг (Face angle) Бэлтгэх байрлал ба бөмбөгтэй харьцах байрлал дахь цохиурын толгойн нүүр хэсэгтэй ижил чигтэй векторуудын хоорондын өнцгөөр тодорхойлно.

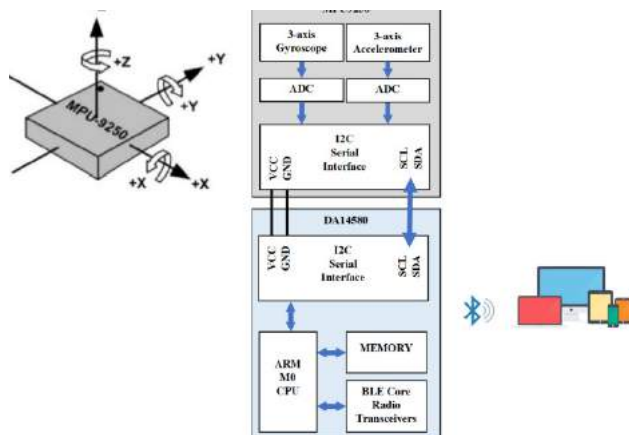
- Бөмбөгтэй харьцах үеийн босоо өнцөг (Attack angle) Бөмбөгтэй харьцах байрлал дахь цохиурын иштэй ижил чигтэй вектор ба хүндийн хүчний вектор хоорондын өнцгөөр тодорхойлно.
- Хугацааны харьцаа (Tempo = Back swing / Down swing)



Зураг. 5. Цохиурын савалтыг үр дүнг хэмжих үзүүлэлтүүд

III. ТУРШИЛТ, ҮР ДҮН

Энэхүү судалгааны ажилд InvenSense компанийн MP9250 multi-chip module (MCM) [8,9], Dialog Semiconductor компанийн DA14580 System on Chip (SoC) [7] ашиглан гольфын цохиурын ишний төгсгөлд бэхлэгдэх мэдрүүрийн төхөөрөмж зохион бүтээж туршив. Зураг 6-д хөдөлгөөний мэдрүүр болон төхөөрөмжийн ерөнхий бүтцийг харуулав.



Зураг. 6. Хөдөлгөөний мэдрүүр болон төхөөрөмжийн ерөнхий бүтэц

Гироскоп ба хурдатгал хэмжигчийн тохируулгыг хүснэгт 3-т үзүүлэв.

ХҮСНЭГТ 3. ХӨДӨЛГӨӨН МЭДРҮҮРИЙН ТОХИРУУЛГА

Нэр	Тохируулга
Мэдрүүрийг туршилтанд ашиглахаас өмнө calibration хийж үйлдвэрлэлийн хазайлтыг засварласан.	
Мэдрүүрийн өгөгдөл дамжуулах давтамж	100Гц (10мсек)
Гироскопын хэмжилт хязгаар (Gyroscope full-scale range)	±2000 °/сек (өнцөг/секунд)
Хурдатгал хэмжигчийн хэмжилт хязгаар (Accelerometer full-scale range)	±16g

Төхөөрөмжийн DA14580 SoC чип дээрх Firmware програм нь гироскоп, хурдатгал хэмжигчийн өгөгдлийн багцыг Bluetooth холболтоор хүлээн авагч төхөөрөмжид дамжуулна.

Хүлээн авагч нь Bluetooth холболтыг дэмжих ухаалаг төхөөрөмж, компьютер байх ба цохиурын савалтад анализ хийх API (application programming interface)-г интеграци хийж нэгтгэсэн симуляци програмыг ажиллуулна.

Туршилтанд ашигласан төхөөрөмжийн printed circuit board (PCB) түүнийг цохиурт бэхлэх байдлыг зураг 8-д үзүүлэв.



Зураг. 8. Төхөөрөмжийн PCB түүнийг цохиурын ишинд бэхэлсэн байдал

Цохиурын савалтад анализ хийх алгоритмыг зураг 9-д үзүүлэв.



Зураг 9. Цохиурын савалтанд анализ хийх алгоритм

Туршилтанд бодит цохиурыг орлох сургалтын зориулттай цохиур ашиглаж савалтын олон төрлийг хийж туршсан. Цохиурын савалтын төрлүүд:

1. Full swing - Цохиурыг толгойн хурд хамгийн өндөр байхаар хүчтэй савах
2. Half swing - Хүчтэй савалтаас ойролцоогоор 10%- 30% бага байхаар савах
3. Approach swing - Хүчтэй савалтаас ойролцоогоор 30% - 80% бага байхаар савах
4. Chip shot - Хүчтэй савалтаас ойролцоогоор 80% - 95% бага байхаар савах
5. Putting – Бөмбөгийг 0.1-50 метр зайд өнхрүүлэх хэмжээний савалтууд

Туршилтын үр дүнг тайлбарлах зорилгоор Full swing-н анализыг жишээ болгон авав.

A. Мэдрүүрийн өгөгдөл цуглуулах

Цохиурын савалтын үед хөдөлгөөн мэдрүүрээс гироскоп, хурдатгал хэмжигчийн гаралтын өгөгдлийг Хүснэгт 4-т үзүүлсэн багцаар хүлээн авч цуглуулав.

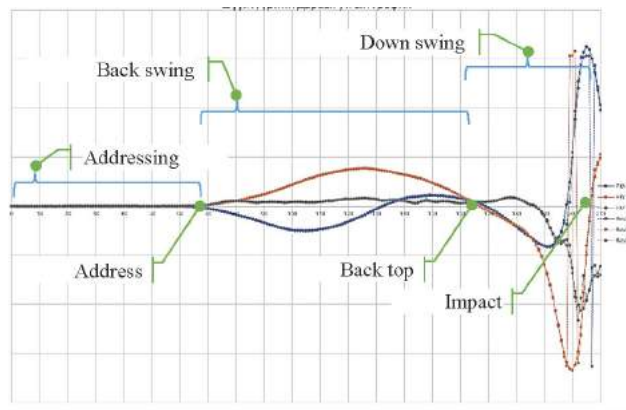
ХҮСНЭГТ 4. ХӨДӨЛГӨӨН МЭДРҮҮРЭЭС

ЦУГЛУУЛСАН ӨГӨГДӨЛ

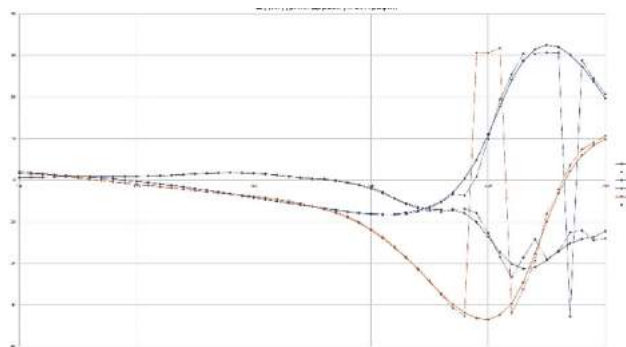
No	ACCEL_XOUT_H, ACCEL_XOUT_L	ACCEL_YOUT_H, ACCEL_YOUT_L	ACCEL_ZOUT_H, ACCEL_ZOUT_L	GYRO_XOUT_H, GYRO_XOUT_L	GYRO_YOUT_H, GYRO_YOUT_L	GYRO_ZOUT_H, GYRO_ZOUT_L
0	F99D	FD3	FBAF	FE97	0DD7	28AF
1	FB25	09C1	FB77	FFE1	0C09	29CF
2	F953	FF64	FBFA	0180	0B94	26B4
3	FBAD	0207	FAA3	0114	09E7	24B0
4	F96D	FDD0	F9D1	03D0	0925	2223
5	FD3F	0051	FAF4	0311	0689	2102
6	F8C2	FED0	FB7C	0485	06AA	1F4D
7	F9D2	07EB	FBC2	0377	0483	1C26
8	FD8B	1160	FD48	0A2C	00CA	110D
9	0013	0463	FADD	095A	0254	05BA
10	FCFE	0B0D	FC63	07E5	02D6	095A
...
...
995	FD8D	0256	FA49	0015	FAB5	F3A9
996	FE68	0252	F937	0032	F9CF	F2FE
997	FEOC	0290	F87B	007F	F950	F221

B. Мэдрүүрийн өгөгдлийг боловсруулах

Мэдрүүрийн өгөгдлөөс шуугиан таниж, шүүлт (Moving Average, Cubic Spline) хийсэн үр дүнг зураг 10, 11-т графикаар харуулав



Зураг. 10. Цохиурын савалтын үеийн мэдрүүрийн өгөгдөл, савалтын хөдөлгөөний үндсэн байрлал, хэсгүүд

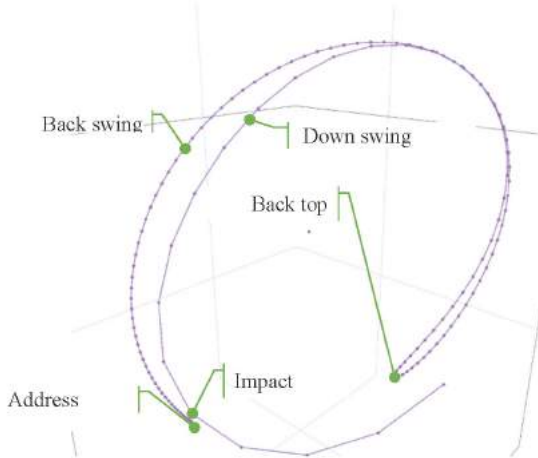


Зураг. 11. Шуугиан таних, Moving Average ба Cubic Spline үр дүн

C. Цохиурын савалт таних

Цохиурын савалтын траекторыг чиглэлийн косинус (direction cosine)-аар илэрхийлсэн гурван хэмжээст огторгуй дахь графикийг зураг 12-т үзүүлэв.

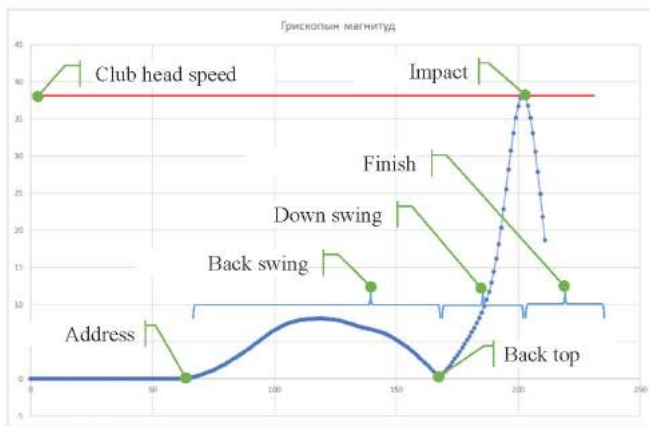
Цохиурын савалтын траектор



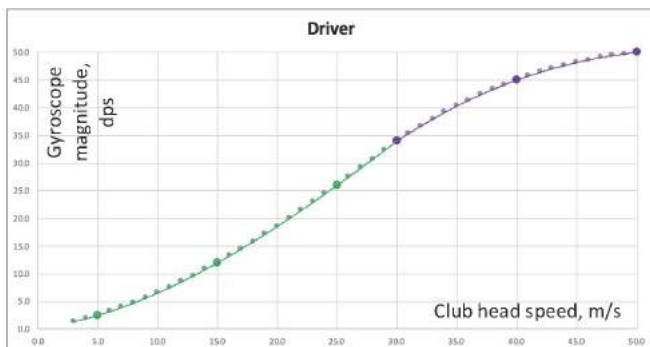
Зураг 12. Цохиурын савалтын траектор

D. Цохиурын савалтанд анализ хийх

1. Бөмбөг цохих үеийн хурд (Club head speed) Гироскопын магнитуд утгын графикийн зураг 13-т үзүүлэв. Туршилтын савалтын үед тодорхойлогдсон гироскопын магнитуд их утга $\approx 38\text{dps}$ -г Driver цохиурын Club head speed рүү полиномиал ашиглан хувиргавал $\approx 43\text{м/сек}$ болно. Зураг 14-т гироскопын магнитуд утга ба driver цохиурын club head speed-н хамаарлыг харуулав.



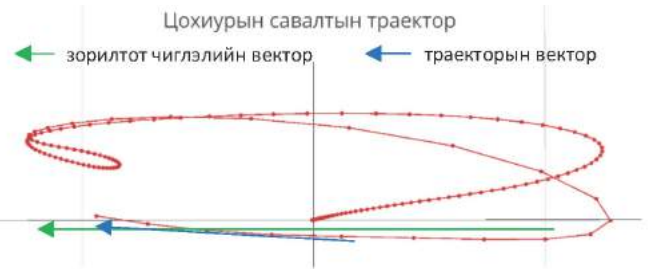
Зураг 13. Гироскопын магнитуд утга



Зураг 14. Гироскопын магнитуд утга ба Driver цохиурын Club head speed ийн хамаарал

2. Бөмбөг цохих чиглэлийн өнцөг (Swing path) Бөмбөг хөөргөх зорилтот чиглэлийн вектор ба траектор хоорондын өнцгийн графикийг зураг

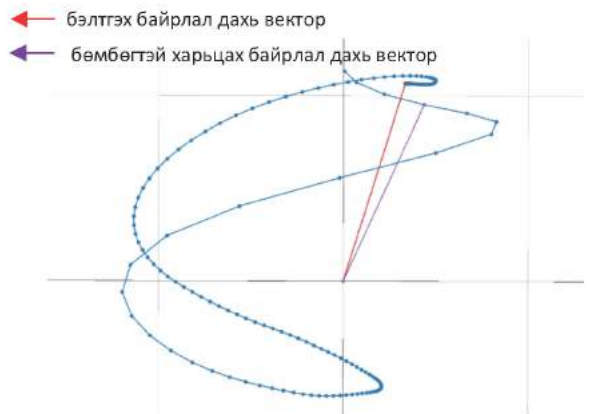
15-т үзүүлэв. Туршилтын савалтын Swing path ≈ 0.30 байна.



Зураг 15. Зорилтот чиглэлийн вектор ба траекторын вектор

3. Бөмбөгтэй харьцах үеийн хэвтээ өнцөг (Face angle) Цохиурын толгойн нүүртэй ижил чигтэй векторуудын бэлтгэх байрлал ба бөмбөгтэй харьцах байрлал дахь графикийг зураг 16-д үзүүлэв. Туршилтын савалтын Face angle ≈ 3.80 байна.

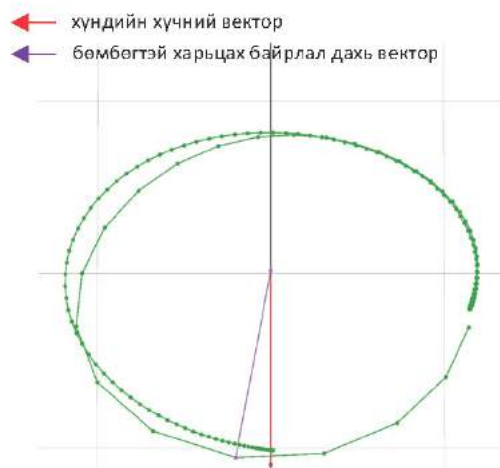
Цохиурын толгойн эргэлтийн траектор



Зураг 16. Бэлтгэх байрлал ба бөмбөгтэй харьцах байрлал дахь цохиурын нүүрний векторууд

4. Бөмбөгтэй харьцах үеийн босоо өнцөг (Attack angle) Бөмбөгтэй харьцах байрлал дахь цохиурын иштэй ижил чигтэй вектор ба хүндийн хүчний векторын графикийг зураг 17-д үзүүлэв. Туршилтын савалтын Attack angle ≈ -3.00 байна.

Цохиурын толгойн эргэлтийн траектор



Зураг 17. Хүндийн хүчний вектор ба бөмбөгтэй харьцах байрлал дахь цохиурын ишний вектор

5. Хугацааны харьцаа ($\text{Tempo} = \text{Back swing} / \text{Down swing}$) Туршилтын савалтын $\text{Tempo} \approx 2.8$ байна. Үүнд: $\text{Back swing time (second)} = 1.02\text{sec}$, $\text{Down swing time (second)} = 0.36$

IV. ДҮГНЭЛТ

Гольфын цохиурын савалтанд анализ хийх туршилтанд дараах шинэлэг аргуудыг ашигласан. Үүнд:

- Мэдрүүрийн ХҮ хавтгайд дурын байрлалд бэхэлж цохиурын савалтын хөдөлгөөнийг тодорхойлж анализ хийсэн
- Мэдрүүрийн өгөгдлийг цохиурын савалтын хөдөлгөөнд хувиргах, танилт тооцооллыг өгөгдөл дамжуулалтын үед зэрэгцээ хийж анализ хийх хугацааны хоцролыг багасгасан
- Төхөөрөмжийн firmware програм нь зөвхөн мэдрүүрийн өгөгдлийг дамжуулах, удирдах энгийн үүрэгтэй болсон. Энэ нь өндөр багтаамж үзүүлэлт бүхий удирдлагын модулын хэрэглээг багасгаж, эрчим хүчний хэрэглээг хэмнэсэн (батареины ажлын цагийг уртасгасан)
- Мэдрүүрийн өгөгдлийг цохиурын савалтын хөдөлгөөнд хувиргах, хөдөлгөөнд анализ хийх програмыг C++ програмчлалын хэл дээр API загварт оруулсан хөгжүүлсэн учир төрөл бүрийн платформд нийцтэй (Windows, MacOS, Android, iOS), гуравдагч контент хөгжүүлэгч хялбар ашиглах, интеграци хийх боломжтой болгосон.

Хөдөлгөөний мэдрүүр ашиглан гольфын цохиурын савалтанд анализ хийх техник болон програм хангамжийн шийдлийг боловсруулсан. Туршилтын төхөөрөмжийг хөгжүүлж, цахим гольфын тоглоомын эхний загварыг гарган туршилтууд хийсэн.

НОМ ЗҮЙ

- [1] Patent Application Publication, Patent No.: US 7,022,026 B2. [2] Patent Application Publication, Patent No.: US 9,247,212 B2.
- [3] Patent Application Publication, Pub. No.: US 2006/02871 17 A1.
- [4] Warangkhan Kimpan, Natee Rientrakulchai and Wisan Tangwongcharoen “Pattern Analysis of Golf Swing using Motion Sensors”, International Conference, ICCEB-2013, Bangkok Thailand, Nov 23-24, pp. 44-48
- [5] Myeongsub Kim, Sukyung Park, “Golf Swing Segmentation from a Single IMU Using Machine Learning”, MDPI Journal of Sensors, Aug 10, 2020
- [6] Ho-Han Kim1, Sung-Young Kim, “Implementation of Golf Swing Analysis System Based on Swing Trajectories Analysis”, Journal of JAITC, Vol. 9, No. 2, Dec 31, 2019, pp.65-74
- [7] Dialog Semiconductor, “DA14580 Bluetooth Low Energy 4.2 SoC Datasheet”, Revision 3.4, 09-Nov-2016.
- [8] InvenSense, “MPU-9250 Product Specification”, Revision: 1.1, 06/20/2016.

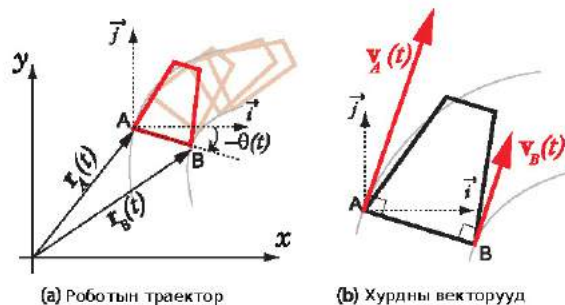
- [9] InvenSense, MPU-9250 Register Map and Descriptions”, Revision: 1.6, 01/07/2015.
- [10] Larry L. Schumaker, “Spline Functions: Basic Theory”, Third edition, Cambridge University Press, August 2007.
- [11] Analog Devices, “AN-1057 Application Note”, 2010.
- [12] Sebastian O.H. Madgwick, “An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays”, Book, April 30, 2010
- [13] Jack B. Kuipers, “Quaternions and Rotation sequences”, Princeton University Press.

Ротари энкодериин хугацааны өгөгдлөөс интегро-сплайн ашиглан роботын байршил сэргээх нь

М.Энхболд, Д.Нанзадрагчаа, М.Баярпүрэв.
 МУИС, ХШМУИС, Ulaanbaatar, Mongolia
 Email: enkh.mon@gmail.com

I. Үндэслэл

Зам тээврийн салбарт мэдээллийн технологийн дэвшлийг ашигласнаар энэ салбарыг илүү аюулгүй, илүү бүтээмж өндөртэй болгоно гэж үздэг. Үүнтэй холбоотойгоор ухаалаг тээвэрлэлтийн системийн (ITS, intelligent transportation system) судалгаа эрчимтэй хийгдэж зарим үр дүн нь практикт нэвтэрч эхэлсэн. ITS-н зам, автомашин болон явган зорчигч гэсэн гурван том бүрдэл хэсэгтэй ба тэдгээрийн хооронд мэдээлэл дамжуулах дэд бүтэц үүсгэж, бүрдэл хэсгүүдийг динамикийг ухаалгаар, оновчтойгоор удирдсанаар зам тээврийн хөдөлгөөний аюулгүй байдал, нэвтрэх чадамжийг дээшлүүлэхийг зорьдог. Автомашин нь ITS-н маш том бүрдэл хэсэг бөгөөд үүнийг "ухаалагжуулах" онолын болон зах зээлийн шаардлага нэн тулгамдаж байгаа. Сүүлийн жилүүдэд судалгааны институтууд болон компаниуд жолоочгүй машины судалгаа хөгжүүлэлтэд их хүч хаяж байгаа. Тесла компани Autopilot, Гүүле компани Waymo загварын жолоочгүй автомашинаа туршиж зарим функцыг нь зах зээлд гаргаж эхэлсэн. Тоёта компани 2020 оны зуны Олимпиадад e-Pallette жолоочгүй машинаа үйлчилгээнд гаргахаар зорьж байна. Гэтэл нөгөө талаас жолоочгүй машины осол аваар ихсэж, аюулгүй байдал улам хурцаар тавигдаж байна. Улс орнууд ч автомат жолоодлоготой холбоотой хууль дүрэм гаргаж эхэлсэн. Автомат жолоодлогын тулгамдсан нэг асуудал бол машин өөрийн байршилыг (trajectory estimation) маш хурдтай тодорхойлох, ингэснээр цаашдын үйлдлээ оновчтой зөв тодорхойлох (motion planning) явдал байдаг. Жолоочгүй автомашины байршилыг үзэгдэх гэрлийн болон инфра улаан камер, эсвэл радар, GPS ашиглан олох аргууд байдаг. Гэтэл эдгээр аргууд нь камерын хурд болон радарын скандах хурднаас хамааран удаан байдаг. Дээрээс нь маш их өгөгдөл боловсруулах шаардлага гардаг. Энэхүү судалгаагаар бид ротари энкодер хэмээх энгийн опто-механик мэдрүүл ашиглан бодит хугацаанд маш хурдтайгаар жолоочгүй автомашины байршилыг олох бодлогыг бодохыг зорилгоо. Автомашины арын тэнлэгийг залуурдагддаггүй (дифференциал тэнхлэг бүхий) гэж үзнэ. Энэхүү дифференциал тэнхлэгийн дугуйнуудад одометр суурилуулна. Одометр нь дугуйг тодорхой зам туулах хугацааг хэмждэг төхөөрөмж гэж үзэж болно. Дараагийн хэсэгт бид бодлогын тавилтыг дэлгэрэнгүй



Зураг 1: Картезийн координатын системд дифференциал робот. A, B бол хойд дугуйнууд, $r_A(t), r_B(t)$ нь харгалзан тус бүрийн радиус вектор юм. Хойд хоёр дугуйн хоорондын зай нь L . $\theta(t)$ нь эргэлтийн өнцөг. Хойд дугуйн хурдны векторууд болох $v_A(t), v_B(t)$ дифференциал тэнхлэгтэй үргэлж перпендикуляр байна.

тайлбарлах болно.

II. Дифференциал роботын кинематик болон бодлогын тавилт

Дугуй тус бүрийг харгалзан a, b гэвэл түүний үүсгэх замын илэрхийлэл нь:

$$\vec{r}_a(t) = \begin{pmatrix} x_a(t) \\ y_a(t) \end{pmatrix}, \quad \vec{r}_b(t) = \begin{pmatrix} x_b(t) \\ y_b(t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

гэе. Эдгээр замын илэрхийлэлээс хурдны вектор тус бүр нь:

$$\vec{v}_a(t) = \vec{r}_a'(t) = \begin{pmatrix} x_a'(t) \\ y_a'(t) \end{pmatrix}, \quad \vec{v}_b(t) = \vec{r}_b'(t) \quad (2)$$

Дугуй тус бүрийн үүсгэж буй траекторийн тухайн агшин дахь шүргэгч шулуун нь тухайн дугуйн хурдны векторын дагуу байна. Цаашлаад, хэрэв хальтралтыг үл тооцвол тухайн дугуйн чиглэл нь ч мөн энэхүү хурдны векторын дагуу чиглэнэ. Иймээс хойд хоёр дугуйн $\vec{v}_a(t), \vec{v}_b(t)$ векторууд хоорондоо параллель бөгөөд AB талтай перпендикуляр чиглэнэ. Тухайлбал, хэрэв роботын A дугуй урагш эргэж байсан гэж үзвэл $\vec{v}_a(t)$ -ийг цагийн зүүний дагуу 90° эргүүлбэл \vec{ab} векторын дагуу чиглэнэ. Иймээс,

$$\begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} = \frac{1}{|AB|} \vec{AB} = \frac{1}{|\vec{v}_a(t)|} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \vec{v}_a(t) \quad (3)$$

буюу

$$\begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{y_A(t)'}{|\vec{v}_A(t)'|} \\ -\frac{x_A(t)'}{|\vec{v}_A(t)'|} \end{pmatrix} \quad (4)$$

болно. Түүнчлэн,

$$\vec{r}_B = \vec{r}_A + \vec{AB} = \vec{r}_A + \frac{L}{|\vec{v}_A|} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \vec{v}_A \quad (5)$$

болно. Энэд хувсагч t -ийг орхин товчлов. Ро-та өнцөг хурдыг $\omega(t) = \theta(t)'$ гэж тэмдэглэн нормалчлагдсан хурдны вектороос уламжлал авбал

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\vec{v}_A}{|\vec{v}_A|} \right) = \begin{pmatrix} 0 & -\omega \\ \omega & 0 \end{pmatrix} \frac{\vec{v}_A}{|\vec{v}_A|}, \quad (6)$$

$$\Rightarrow \omega = \left| \frac{d}{dt} \left(\frac{\vec{v}_A}{|\vec{v}_A|} \right) \right| \quad (7)$$

болно. Өөрөөр хэлбэл энэ уламжлал авах үйлдэл нь энэ векторыг ω дахин сунгаж цагийн зүүний эсрэг 90° эргүүлэхтэй адилхан. Эндээс, (2) томъёоны хурдыг дахин тооцолбол

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \begin{pmatrix} 0 & L \\ -L & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & -\omega \\ \omega & 0 \end{pmatrix} \frac{\vec{v}_A}{|\vec{v}_A|} \quad (8)$$

$$\Rightarrow \vec{v}_B = \vec{v}_A + \begin{pmatrix} 0 & -\omega \\ \omega & 0 \end{pmatrix} \vec{AB} \quad (9)$$

болно. Эдгээр томъёонуудад эргэлтын матрицуудын байр солидог чанарыг ашиглав.

Эндээс v_B -г :

$$v_B = |\vec{v}_B| = |\vec{v}_A| + L\omega \quad (10)$$

болно. Дээрх томъёоноос харахад роботыг өгөгдсөн траектороор өгөгдсөн хурдтай явуулахын тулд $|\vec{v}_A|(t)$ болон ω -г тооцоолж даалгавар болгоход хангалттай болох нь илэрхий. ω ро-та өнцөг хурд нь зөвхөн A дугуйн траектороос хамаарах ба дугуйн хурднуудаас хамаарахгүй. Мөн $|\vec{v}_A|(t)$ хурдны векторыг траектороос хамааралгүйгээр өгч болно. Энэ хоёр хувьсагчаас бусад бүх хувьсагчдыг гарган авч болно. Хурдны векторуудыг $\vec{v}_A(t)$ -тай харьцангуй өнцгөөс нь хамааран абсолют утгыг нь сөрөг утга оноож өгч болно:

$$\text{sign}(v_B) = \text{sign}(\vec{v}_A \cdot \vec{v}_B) = \begin{cases} +1, & v_A > \omega L \\ -1, & v_A \leq \omega L \end{cases} \quad (11)$$

Өөрөөр хэлбэл $\vec{v}_B(t)$ хурдны векторын $\vec{v}_A(t)$ -тай үүсгэх өнцөг дэлгэмэл бол сөрөг утга авна.

A. Координат буюу байршил тооцоолох нь

Байршилыг олохын тулд хурдны векторыг интегралчлаад олж болно. Хурдны векторын чиглэлийг олохдоо уав өнцөг $\theta(t)$ ашиглана:

$$\vec{r}_A(t) = \vec{r}_A(0) + \int_0^t \left\| \frac{d}{dt} \vec{r}_A(\tau) \right\| \begin{pmatrix} -\sin \theta(\tau) \\ \cos \theta(\tau) \end{pmatrix} d\tau \quad (12)$$

$$\Rightarrow \vec{r}_A(0) + \int_0^t \left\| \vec{v}_A(\tau) \right\| \begin{pmatrix} -\sin \theta(\tau) \\ \cos \theta(\tau) \end{pmatrix} d\tau \quad (13)$$

Эргэлтийн өнцөг $\theta(t)$ -г олохдоо өнцөг хурдыг интегралчлаад олно. Өнцөг хурдыг нь хойд хоёр дугуйн хурдны абсолют утгаас гаргаж авч чадна:

$$\theta(t) = \theta(0) + \frac{1}{L} \left(\int_0^t \|\vec{v}_B(\tau)\| d\tau - \int_0^t \|\vec{v}_A(\tau)\| d\tau \right) \quad (14)$$

$$\Rightarrow \theta(0) + \frac{1}{L} \left(\int_0^t v_B(\tau) d\tau - \int_0^t v_A(\tau) d\tau \right) \quad (15)$$

$$\Rightarrow \theta(0) + \frac{1}{L} (s_B(t) - s_A(t)) \quad (16)$$

Хурдны векторыг олохдоо ротари энкодерийн мэдээллийг ашиглана. Ротари энкодер буюу одометр нь дугуйнууд тодорхой Δ зай туулах хугацааг хэмждэг багаж юм. Иймд бид хурдыг сэргээх бодлогыг дараах байдлаар томъёолж чадна.

B. Хурд сэргээх бодлого

Үл мэдэгдэх $v(t)$ функцийн утгын мужийг функцийн графийн талбай нь Δ байхаар t_i интервалуудад хуваажээ:

$$\int_{t_{i-1}}^{t_i} v(t) dt = \Delta, \quad i = 0, \dots, n \quad (17)$$

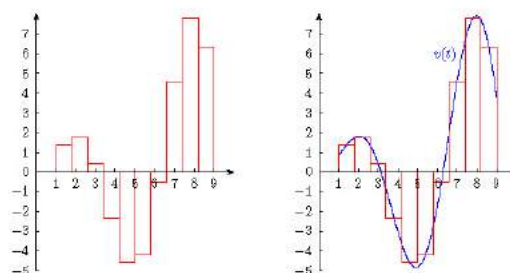
Тэгвэл эдгээр t_i -г ашиглан $v(t)$ -г сэргээ.

III. Локаль интегро куб сплайн

$v = v(t)$ функцийн зөвхөн интеграл утгууд өгөгдсөн бол энэ мэдээллийг ашиглан $v(t)$ функцийг сэргээн байгуулах асуудлыг авч үзье. Механик, статистик, цаг уур, далай судлал зэрэг салбарын зарим бодлогыг бодох үед

$$\int_{t_{i-1}}^{t_i} v(t) dt = \int_{t_{i-1}}^{t_i} S_d(t) dt = I_i, \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad (18)$$

нөхцөлийг ашиглан $[a, b]$ ($a = t_0 < t_1 < \dots < t_n = b$) завсар дээр $v(t)$ функцийг дөхөх асуудал гарч ирдэг.



(18) нөхцөлийг хангах сплайн функц $S_d(t)$ -г интегро сплайн (энд $d = 2, 3, 4, 5, \dots$) гэх бөгөөд Бонева (Boneva, 1971) нар area-matching чанар хангах квадрат кардинал сплайн байгуулж байсан бол Бехфоруз 2006 онд $d = 3$ буюу интегро куб сплайныг, 2010 онд Жанлав интегро сплайныг куб зэрэгтэйгээр локальар байгуулсан [1]. Сүүлийн жилүүдэд судлаачид янз бүрийн зэрэгтэй интегро сплайн байгуулах асуудлыг шийдэх, байгуулсан сплайн нь функцийг хэр нарийвчлалтай дөхөж (нийлэх) байгааг тогтоох судалгааг идэвхтэй хийж байна. $C^2[a, b]$ ангийн $S_3(t)$ куб сплайны B -бичлэгийг ашиглая.

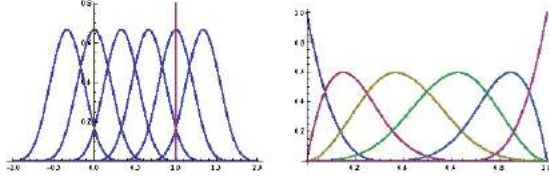
Үүний тулд $[a, b]$ завсрын хуваалтыг баруун ба зүүн талд нь тэнцүү зай бүхий

$$t_{-3} < t_{-2} < t_{-1} < t_0, \quad t_k < t_{k+1} < t_{k+2} < t_{k+3},$$

зангилаануудаар өргөтгөө. Тэгвэл [1]-с

$$S_3(t) = \sum_{j=-1}^{k+1} \alpha_j B_j(t). \quad (19)$$

Энд $B_j(t)$ нь $[t_{j-2}, t_{j+2}]$ компакт зөөгчтэй нормчлогдсон куб B-сплайн (суурь).



(19) задаргааны коэффициентууд нь [2]

$$\alpha_j = S_j + \frac{h_j - h_{j-1}}{3} m_j - \frac{h_j h_{j-1}}{6} M_j, \quad j = 0, 1, \dots, k$$

гэж тодорхойлогдоно. Энд $S_j = S_3(t_j)$, $m_j = S_3'(t_j)$ ба $M_j = S_3''(t_j)$. $[a, b]$ завсрыг жигд хуваасан гэвэл α_j -үүд дараах томъёонуудаар тодорхойлогдоно.

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{-1} &= \frac{1}{6h} (26I_1 - 23I_2 - 14I_3 + 26I_4 - 9I_5), \\ \hat{\alpha}_0 &= \frac{1}{6h} (9I_1 - I_2 - 5I_3 + 4I_4 - I_5), \\ \hat{\alpha}_1 &= \frac{1}{6h} (I_1 + 6I_2 + I_3 - 3I_4 + I_5), \end{aligned} \quad (20)$$

$$\hat{\alpha}_i = \frac{1}{6h} \{-I_{i-1} + 4I_i + 4I_{i+1} - I_{i+2}\}, \quad i = 2(1)k-2, \quad (21)$$

болон

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{k-1} &= \frac{1}{6h} (I_k + 6I_{k-1} + I_{k-2} - 3I_{k-3} + I_{k-4}), \\ \hat{\alpha}_k &= \frac{1}{6h} (9I_k - I_{k-1} - 5I_{k-2} + 4I_{k-3} - I_{k-4}), \\ \hat{\alpha}_{k+1} &= \frac{1}{6h} (26I_k - 23I_{k-1} - 14I_{k-2} + 26I_{k-3} - 9I_{k-4}). \end{aligned} \quad (22)$$

(20)-(22) коэффициент бүхий $\hat{S}_3(t) = \sum_{j=-1}^{k+1} \hat{\alpha}_j B_j(t)$ сплайнныг локаль интегро куб сплайн гэдэг.

Бидэнд Δ тогтмол талбайтай утгууд өгөгдсөн бөгөөд $[a, b]$ завсар жигд бус хуваагдаж байгаа тул дээрх аргыг шууд хэрэглэх боломжгүй. Иймд дараах нөхцөл хангах $C^2[a, b]$ ангийн сплайнныг үзье.

i) $S_3(t)$ нь $[t_i, t_{i+1}]$ завсар дээр куб зэргийн олон гишүүнт,

$$\text{ii) } \frac{1}{h_i} \int_{t_{i-1}}^{t_i} S(t) dt = \frac{1}{h_i} \int_{t_{i-1}}^{t_i} v(t) dt = I_i, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

Энд $h_i = t_i - t_{i-1}$, $\Delta = I_i h_i$, ($i = 1, 2, \dots, k$). $S_3(t)$ -г $[t_i, t_{i+1}]$ завсар дээр дараах хэлбэртэйгээр бичиж болно.

$$\begin{aligned} S_3(t) &= (1 - \xi)^2 (1 + 2\xi) S_i + \xi^2 (3 - 2\xi) S_{i+1} + \\ &+ h_{i+1} \xi (1 - \xi) \{(1 - \xi) m_i - \xi m_{i+1}\}, \quad (23) \\ t &\in [t_i, t_{i+1}], \quad \xi = \frac{t - t_i}{h_{i+1}}, \quad \xi \in [0, 1]. \end{aligned}$$

Тэгвэл (23)-д байгаа S_i болон m_i -г дараах байдлаар олж болно.

$$\begin{aligned} m_i &= \frac{1}{12} \left[\left(12 + \frac{h_{i+1} \lambda_i}{\hat{h}_{i+1}} + \frac{h_i \mu_i}{\hat{h}_{i-1}} \right) a_i + \frac{3(h_i - h_{i+1})}{\hat{h}_i} (a_{i+1} - a_{i-1}) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{12} \left(\frac{h_{i+1} \lambda_i}{\hat{h}_{i+1}} a_{i+2} + \frac{h_i \mu_i}{\hat{h}_{i-1}} a_{i-2} \right) \right], \quad i = 3(1)k-3. \end{aligned} \quad (24)$$

Энд

$$\mu_i = \frac{h_i}{h_i + h_{i+1}}, \quad \lambda_i = 1 - \mu_i, \quad (25)$$

$$a_i = \frac{I_{i+1} - I_i}{\hat{h}_i}, \quad \hat{h}_i = \frac{h_i + h_{i+1}}{2}, \quad \hat{h}_i = \frac{2}{3} (\hat{h}_{i+1} + \hat{h}_i + \hat{h}_{i-1}). \quad (26)$$

$$\begin{aligned} S_i &= \frac{I_{i+1} + I_i}{2} + \frac{h_i - h_{i+1}}{4} m_i - \\ &- \frac{h_{i+1}^2 + h_i^2}{12 \hat{h}_i} (m_{i+1} - m_{i-1}), \quad i = 2, \dots, k-2. \end{aligned} \quad (27)$$

Захын зангилаанууд дээрх утгууд

$$\lambda_i m_{i-1} + 5m_i + \mu_i m_{i+1} = \frac{12}{h_{i+1} + h_i} (I_{i+1} - I_i), \quad i = 1(1)k-1. \quad (28)$$

болон

$$S_{i-1} + S_i = 2I_i - \frac{h_i}{6} (m_{i-1} - m_i), \quad i = 1(1)k, \quad (29)$$

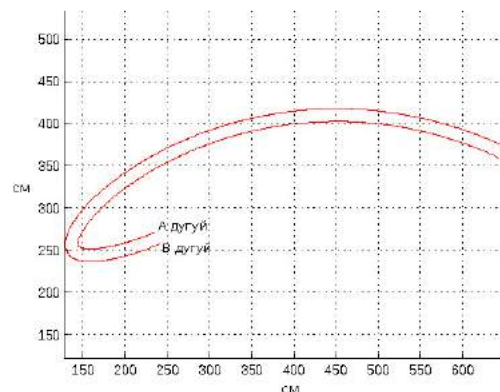
томъёонуудаас олно.

Теорем: $v(t)$ нь $C^5[a, b]$ ангийн функц ба $S_3(t)$ нь (i)-(ii) болон not-a-knot ($S_{i-0}^{(3)} = S_{i+0}^{(3)}$, $i = 1, 2, k-2, k-1$) захын нөхцөл хангаж байг. Тэгвэл (24)-(29) коэффициент бүхийн (23)-р тодорхойлогдох интегро куб сплайн хувьд

$$\|S^{(r)}(t) - v^{(r)}(t)\|_\infty = O(\bar{h}^{4-r}), \quad r = 0, 1, 2, \quad (30)$$

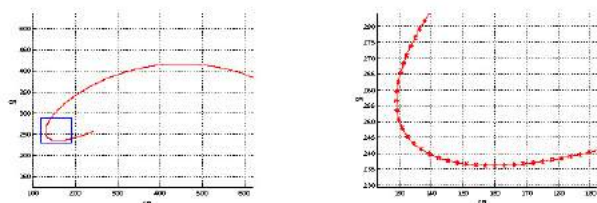
үнэлгээ хүчинтэй. Энд $\bar{h} = \max_{1 \leq i \leq k} \{h_i\}$.

IV. Симуляцийн үр дүнгүүдээс



Зураг 2: Симуляц хийсэн траекторыг дугуй тус бүрээр үзүүлэв

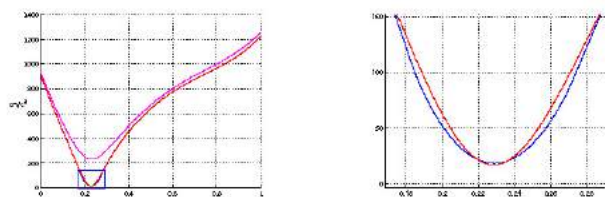
Зураг 3-т зөвхөн B дугуйн траектор ба траекторыг хэрхэн тэнцүү урттай хэсгүүдэд хуваасанг үзүүлэв. Энэ хуваалт нь тооцооллыг калбарчлахад хэрэгтэй. Энэ хуваалтыг 2 аргаар бодож болох



(a) Б дугуйн траекторын хэсэг

(b) Траекторынг тэнцүү хэсэгт хуваасан нь

Зураг 3: Симуляц хийсэн траекторыг дугуй тус бүрээр үзүүлэв



Зураг 4: Хурдны харьцуулалт

ба эхнийх нь рекурсив функций тусламжтайгаар тооцон бодож болно. Харин хоёрдах арга нь нумын уртаар параметерчлэн тэнцүү хэсгүүдэд хуваах юм. Хэрэв бид нумын уртын параметр s -с хамаарсан $t = t(s)$ функцийг олвол нумыг дурын уртаар хуваах боломжтой болох юм. Нумын уртыг 31-р тодорхойлж болно. Үүний тулд 32-г бодоход хангалттай.

$$s(t) = \int_0^t v_A(\tau) d\tau, \quad (31)$$

$$v_A(t(s)) = \left\| \frac{d\vec{r}_A(t(s))}{ds} \right\| = \left\| \frac{d\vec{r}_A(t(s))}{dt} \frac{dt}{ds} \right\| = \left\| \frac{d\vec{r}_A(t(s))}{dt} \right\| \frac{dt}{ds} = v_A(t) \frac{dt}{ds} = 1 \quad (32)$$

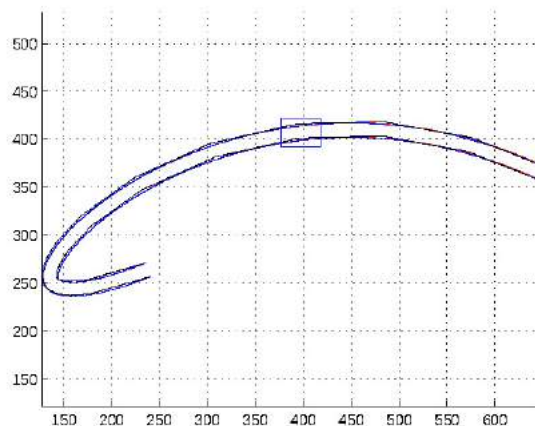
Харин доорх зурагт дугуйн хурдны алдааг үзүүлэв. Хурд удаан байх үед алдаа гарч байгааг харж болно.

Дараах зурагт 2 өөр аргаар сэргээсэн траекторыг эх траектортай харьцуулан үзүүлэв. Тооцооллын алдааг илүү нарийвчлан үзүүлэв.

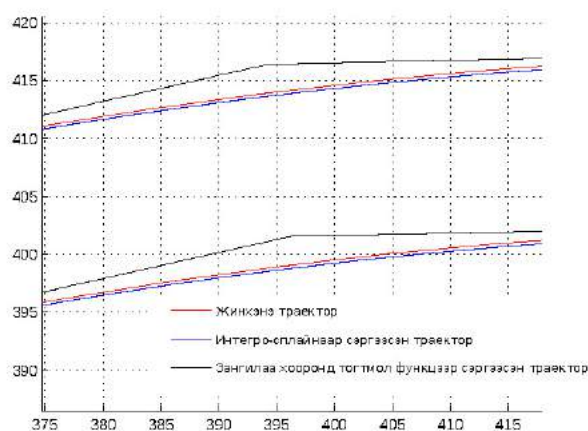
Сэргээсэн хурдны алдааны квадратыг байгуулахад хурд удааширч байгаа хэсэгт алдаа ихтэй байна.

V. Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны ажил дээр бид дифференциал роботын хойд хоёр дугуйнд байрлуулсан ротари энкодерийн хугацааны өгөгдлөөс тухайн роботын байрлалыг сэргээх бодлогыг авч үзлээ. Үүний тулд ротари энкодеруудын хурдыг сэргээх шаардалагатай болсон. Ингэхдээ интегро-сплайн техник ашиглаж гөлгөрөөр сэргээлээ. Интегро-сплайн ашигласан арга нь зангилаа хооронд тогтмол функцээр сэргээдэг аргаас илүү сайн үр дүн өгч байгааг симуляц, туршилтаар баталгаажууллаа.

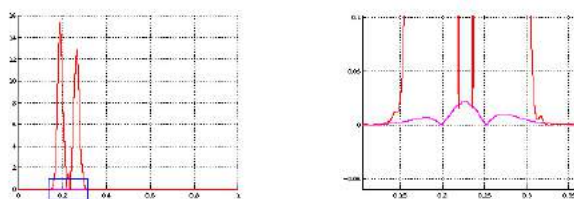


(a) Бүтэн траектор



(b) Траекторын хэсгийг томруулсан байдал

Зураг 5: Сэргээсэн траектор болон жинхэнэ траекторууд



Зураг 6: Хурдны алдааны квадрат

Ашигласан ном

- [1] T. Zhanlav and R. Mijiddorj, "The local integro cubic splines and their approximation properties," Applied Mathematics and Computation, vol. 216, pp. 2215–2219, 2010.
- [2] —, "Convexity and monotonicity properties of the local integro cubic spline," Applied Mathematics and Computation, vol. 293, pp. 131–137, 2017.
- [3] G. Seetharaman, A. Lakhota, and E. P. Blasch, "Unmanned vehicles come of age: The darpa grand challenge," Computer, vol. 39, no. 12, pp. 26–29, 2006.
- [4] J. Borenstein and L. Feng, "Measurement and correction of systematic odometry errors in mobile robots," IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 12, no. 6, pp. 869–880, 1996.
- [5] R. K. Gupta and S. D. Senturia, "Rotary encoder based self-positioning method for mobile robot," in Proc. 5-

- th International Conference on Information Science and Control Engineering, 2017, pp. 500–504.
- [6] D. Göhring, M. Wang, M. Schnüürmacher, and T. Ganjineh, “Radar/lidar sensor fusion for car-following on highways,” in The 5th International Conference on Automation, Robotics and Applications, 2011, pp. 407–412.
 - [7] W. Song, Y. Yang, M. Fu, Y. Li, and M. Wang, “Lane detection and classification for forward collision warning system based on stereo vision,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 18, no. 12, pp. 5151–5163, 2018.
 - [8] D. Nguyen, A. Elouardi, S. A. Rodriguez Florez, and S. Bouaziz, “Hoofr slam system: An embedded vision slam algorithm and its hardware-software mapping-based intelligent vehicles applications,” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 20, no. 11, pp. 4103–4118, 2019.
 - [9] K. Jeong and S. B. Choi, “Vehicle suspension relative velocity estimation using a single 6-d imu sensor,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 68, no. 8, pp. 7309–7318, 2019.
 - [10] H. Liu, S. Luo, and J. Lu, “Method for adaptive robust four-wheel localization and application in automatic parking systems,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 19, no. 22, pp. 10644–10653, 2019.
 - [11] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*. MIT Press, 2011.
 - [12] K. Berntorp, “Joint wheel-slip and vehicle-motion estimation based on inertial, gps, and wheel-speed sensors,” *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, vol. 24, no. 3, pp. 1020–1027, 2016.
 - [13] P. K. Meher and S. Y. Park, “Cordic designs for fixed angle of rotation,” *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, vol. 21, no. 2, pp. 217–228, 2013.
 - [14] A. Woo, B. Fidan, and W. Melek, “Localization for autonomous driving,” in *Handbook of Position Location: Theory, Practice, and Advances*, 2nd ed., R. Zekavat and R. M. Buehrer, Eds. IEEE Press, 2019, pp. 1051–1087.
 - [15] R. Zekavat and R. M. Buehrer, Eds., *Handbook of Position Location: Theory, Practice, and Advances*, 2nd ed. IEEE Press, 2019.

САЛБАР ХУРАЛДААН IV - МЭДЭЭЛЭЛ ТЕХНОЛОГИЙН ХЭРЭГЛЭЭ

Хурлын дарга: Доктор Д.Цэдэвсүрэн

СЭЗИС-ийн С байр Танхим 401-А, 401-В

БИЗНЕС, МЕНЕЖМЕНТИЙН СУРГУУЛИУД ДАХЬ МЭДЛЭГИЙН МЕНЕЖМЕНТИЙН СИСТЕМҮҮДИЙН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ, САЙЖРУУЛАХ АРГА ЗАМ

Дэмчигийн Болормаа, PhD Мэдээллийн Системийн Менежментийн Тэнхим Санхүү Эдийн Засгийн Их Сургууль Улаанбаатар хот, Монгол улс dbolormaa@ufe.edu.mn

Хураангуй—Энэхүү судалгааны ажлаар их, дээд сургуулиуд дахь байгууллагын мэдлэгийн менежментийг дэмжсэн мэдээллийн технологийн (МТ) дэд бүтцийн болон байгууллагын мэдлэг буюу сургалт, судалгааны ажил мэргэжлийн мэдлэгийг удирдахад зориулагдсан тусгай зориулалтын системүүдийн хөгжүүлэлт, нэвтрүүлэлт, хэрэглээ өнөөдөр ямар байгааг бизнес, менежментийн сургуулиудын жишээгээр судлахыг зорив. Тус судалгаа нь тоон аргын судалгаа бөгөөд бизнес, менежментийн чиглэлээр сургалтын үйл ажиллагаа явуулж буй төрийн өмчит ба төрийн бус өмчийн найман их, дээд сургуулийн удирдах ажилтан, багш нарт урьдчилан боловсруулж бэлдсэн судалгааны 235 асуулгын хуудсыг тараан бөглүүлж, шаардлага хангасан хүчинтэй 181 асуулгын хуудсаар (77%) судалгааны түүврийг бүрдүүлж, өгөгдлийг MS Excel, SPSS програмуудаар боловсруулж, үр дүнг гаргасан. Судалгааны үр дүнгээр бизнес, менежментийн их, дээд сургуулиудад байгууллагын мэдлэгийн менежментийг дэмжсэн мэдээллийн технологийн (МТ) дэд бүтэц хангалттай төвшинд хүрээгүй, 1) туршлагад түшиглэсэн мэдлэг, 2) мэдлэгийн бичиг баримт болон 3) сургамж, сайн туршлага гэсэн байгууллагын ажил мэргэжлийн мэдлэгийн бүрэлдэхүүн хэсэг тус бүрд зориулсан тусгай системүүд зохих төвшинд хөгжиж, нэвтэрч, хэрэглээнд ороогүй байгааг илрүүлэв. Энэхүү судалгаа нь манай улсын их, дээд сургуулиуд дахь байгууллагын төвшний (академик бус ажил мэргэжлийн) мэдлэгийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг дэмждэг мэдээллийн системүүдийг судалсан анхны судалгааны ажил юм. Байгууллагын хэмжээний мэдлэгийг удирдах системүүдийн өнөөгийн байдлыг таньж мэдсэнээр сайжруулах арга замуудыг төлөвлөж, хэрэгжүүлэн мэдлэгийн менежментийн тавьсан зорилго, зорилтод амжилттай хүрэх боломжтой болно.

Түлхүүр үг—байгууллагын мэдлэг, мэдлэгийн менежмент, мэдээллийн технологийн дэд бүтэц, мэдлэгийн менежментийн систем

I. УДИРТГАЛ

Нийгэм, эдийн засгийн хөгжлийн зорилтыг хангах, төрийн бодлогыг үр дүнтэй хэрэгжүүлэх, КОВИД19 шиг гэнэтийн сорилтууд бэлэн, уян хатан байхын тулд их, дээд сургуулиуд багш, ажиллагчдаа байнга хөгжүүлдэг, суралцагч байгууллага байх, мөн шинжлэх ухааны орчин үеийн, нэн шинэлэг ололтуудаар сургалтын агуулга, сургах, суралцах аргуудаа баяжуулахын дээр сургалт нь судалгаа, мэдлэгт түшиглэсэн, туршилт, хөгжүүлэлт, инновацийн томоохон төв байх нь зайлшгүй шаардлага болж байна.

Өнөөдөр дэлхий дахиныг хамраад байгаа КОВИД19-ын цар тахал нь бүх салбарын байгууллагын түүний дотор бүх шатны сургалтын байгууллагуудын овсгоотой байдлыг, мэдлэгийн менежментийн чадавхыг нь шалгасан, мөн түүний хэрэгцээг мэдрүүлсэн үйл явдал боллоо. Цар тахлын улмаас тогтоосон хөл хорио нь багш нарыг богино хугацаанд хичээлийн хөтөлбөр, сургалт, заах арга зүйг онлайн хэлбэрт хөрвүүлэхийг, сургуулийн менежментэд дижитал өөрчлөлт хийхийг шаардав.

Дижиталжсан төдийгүй мэдлэгт түшиглэсэн, мэдлэгийн менежментийн чадавх өндөртэй байгууллагууд КОВИД19 шиг гэнэтийн аливаа үйл явдлын сорилтод бэлэн байж, хурдан хариу арга хэмжээ авч, эрсдэл багатай туулж чаддагийг дэлхий дахины цөөн тооны туршлагауд харуулж байна. Байгууллагын үндсэн үйл ажиллагаанд хамаатай ажил, мэргэжлийн мэдлэг ба мэдээллийг үр дүнтэй удирдаж, эргэлтэд оруулбал биет ба биет бус нөөцийн ашиглалт сайжирч, ажлын бүтээмж дээшилж, инновациуд гарч, байгууллагад мэдэгдэхүйц эерэг нөлөө үзүүлдэг байна.

Багшлах, судлахуйн ажил мэргэжлийн өндөр мэдлэг, ур чадвар, туршлагатай багшлах хүний нөөц үргэлж дутагдалтай, олоц багатай байдаг дээд боловсролын салбарт өнөөдөр байгууллагын мэдлэгийн менежмент (organizational knowledge management) болон түүнийг хэрэгжүүлэх гол үндсэн хэрэгсэл болох дижитал мэдээллийн системүүд нэн шаардлагатай байна. Байгууллагын мэдлэгийн үр дүнтэй менежмент нь их, дээд сургуулиудын сургалт, судалгааны ажлын чанар, гүйцэтгэлийг сайжруулж, улмаар салбарын хөгжилд ахиц бий болгох нэг гол арга зам юм.

Энэхүү судалгааны ажлаар бизнес менежментийн их, дээд сургуулиудын жишээгээр дээд боловсролын сургалтын байгууллагууд дахь ажил мэргэжлийн мэдлэгийн менежментийн системүүдийн өнөөгийн байдлыг судаллаа.

II. ОНОЛЫН СУДАЛГАА

A. Байгууллагын мэдлэгийн менежмент

Байгууллагын мэдлэгийн менежмент нь цоо шинэ ойлголт биш ([1]; [2]), харин өнөөдөр ажил, мэргэжлийн

мэдлэгийг байгууллагын үнэ цэнэ бүхий капитал гэж хүлээн зөвшөөрдөг болж, илүү үр дүнтэй удирдахыг оролдож байгаа хандлага нь шинэ юм [3]. Мэдлэгийг баялаг гэж үзэж, түүний одоогийн болон ирээдүйн үнэ цэнийг үнэлж, түүнийг байгууллага болон хувь хүмүүсийн бүтээмж, гүйцэтгэлийг сайжруулахад үр дүнтэй хэрэглэх арга ухааныг ерөнхийд нь мэдлэгийн менежмент гэнэ.

Т.Давенпорт, Л.Прусак (1998) нар “Өрсөлдөгчид шинэ бүтээгдэхүүнийг амархан хуулбарладаг тул давуу байдлыг тогтвортой хадгалах нь улам бэрхшээлтэй болж байна. Ийм нөхцөлд ажлын байран дахь мэдлэг л давуу байдлыг тогтвортой бий болгож чадна... Мэдлэгээр баялаг бүтээж, мэдлэгийг удирддаг байгууллага л чанар, бүтээлч байдал, үр ашгийн шинэ түвшинд хүрнэ” гэж үздэг. Иймд байгууллагын мэдлэг нь “үнэ цэнийг бий болгоход байгууллагад зайлшгүй хэрэгтэй түүний онцлог нөөц, хөрөнгийн нэг” [4] юм.

Байгууллагын өрсөлдөх давуу байдал, амжилт ба бүтэлгүйтэл нь тэдний ажлын мэдлэгээ хэрхэн үр дүнтэй удирдаж байгаагаас хамаарах ба үнэ цэнэтэй, өрсөлдөх давуу талтай болгох мэдлэгээ илрүүлж, ашиглаж чаддаггүйн улмаас ижил нөөц, боломжтой ижил нөхцөлд ажиллаж байгаа байгууллагуудын гүйцэтгэл, бүтээмж, үр ашиг өөр өөр байдаг [3].

“Ихийг бус, харин ашигтай, хэрэгтэй мэдлэгийг эзэмшсэн” [3] экспертүүдийн түвшинд хүрсэн мэдлэг, туршлагатай хүмүүс бүх байгууллагад байдаг. Тийм хүмүүсээ алдах нь байгууллагын эрсдлийг өсгөдгийг түүх сургамжууд харуулдаг. Экспертүүдийн төвшний мэдлэг, туршлагыг зах зээлээс амархан олж авах боломжгүйгээс гадна ажиллагчдыг тийм түвшинд хүргэхэд ихээхэн хугацаа, хүчин чармайлт шаардагдана. Харин өмнөх үеэсээ, өөр бусдын туршлагаас суралцах нь хувь хүн ба байгууллагын аль алиных нь хувьд мэдлэгийг хурдан эзэмших хамгийн дөт бөгөөд цорын ганц арга зам юм [5].

Мэдлэгийн менежментийн судлаачдын анхаарал хандуулж, судалдаг нэг чухал чиглэл бол мэдээллийн технологи юм. Массачусетсийн Babson College-ийн профессор Liam Fahey-ийн тэмдэглэсэнээр мэдлэгийн менежментийн санаачлагууд нь технологиос маш их хамааралтай байдаг ба түүний амжилт, бүтэлгүйтэлд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Мэдлэгийг удирдах боломжийг мэдээллийн технологитой холбож үздэг байсан учраас мэдлэгийн менежментийн шинжлэх ухааны хөгжлийн эхэн үед технологид төвлөрсөн үзэл баримтлал илүү хүчтэй хөгжжээ. Энэ нь олон судлаачдыг мэдлэгийн менежмент ба мэдээллийн менежмент хоёрыг нэг ижил үйл ажиллагаа гэж үзэх буруу ойлголтонд нөлөөлсөн байна. Энэ хоёр үйл явц нь өөр өөр түвшний ялгаатай үйл ажиллагаа гэдгийг ойлгох нь мэдлэгийн менежментийн хэрэгжүүлэлт, сайжруулалтанд маш чухал байдаг. Мэдлэгийн менежмент бол мэдээллийн технологи биш харин мэдээлэл, холбооны технологи (МХТ) нь мэдлэгийг удирдах боломжийг олгодог маш чухал хэрэгсэл юм.

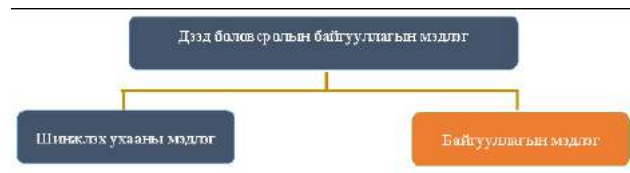
В. Их, дээд сургуулийн мэдлэгийн менежмент

Аж ахуйн нэгжүүд байгууллагын мэдлэгийн менежментийг өргөнөөр хэрэгжүүлж, үр дүнд хүрч байгаатай харьцуулахад менежментийн энэ шинэ парадигм арав гаруй жилийн өмнөөс л олон улсын боловсролын салбарт буюу академик орчинд, судалгааны байгууллагуудын хүрээнд яригдах болжээ [6]. Боловсролын байгууллагуудын багш, ажиллагчдын хувьд байгууллагын мэдлэгийн менежмент харьцангуй шинэ ойлголт байгааг Тайландын их сургуулиудад хийсэн судалгаа харуулдаг [7]. Их, дээд сургуулийн удирдах ажилтнууд, багш, ажиллагчдын дунд ажлын мэдлэгийг байгууллагын чухал капитал, нөөц гэж үзэх тууштай хандлага, түүний менежментийн тухай ойлголт, туршлага хангалтгүй, сул байна [8].

Дээд боловсролын зорилго, зорилтыг хэрэгжүүлэхийн тулд их, дээд сургуулиудыг орчин үеийн байгууллагын үр дүнтэй менежментийн бүх бүрэлдэхүүн хэсгүүдээр удирдах шаардлагатай ба түүний нэг нь байгууллагын мэдлэгийн буюу ажил мэргэжлийн мэдлэгийн менежмент юм. Тодорхой салбарын ажил мэргэжлийн болон сурган, заах арга зүйн мэдлэг, ур чадвар, туршлагатай багш нарыг хадгалах, тасралтгүй хөгжүүлж чадавхжуулах, эсвэл сургуульд дутагдаж буй тийм мэдлэг, туршлагын орон зайг дүүргэх нь их, дээд сургуулиудын байнгын тулгамдсан асуудал байдаг. Энэ асуудлын үр нөлөө, эрсдэлийг бууруулахын тулд багш, ажиллагчдад байгаа, алдагдах эрсдэл өндөртэй мэдлэг, туршлага, ноу-хауг их, дээд сургуулиуд байгууллагын мэдлэгийн менежментийн тусламжтайгаар илрүүлж, тодорхой болгон хадгалж, хамгаалах [9], хамгийн гол нь үр дүнтэй ашиглах нь чухал байгаа юм.

Олон улсад хийгдсэн судалгаануудаас харахад боловсролын удирдах ажилтан, багш нар байгууллагын мэдлэгийг академик буюу шинжлэх ухааны мэдлэг, түүний менежменттэй адилтган авч үзэж, ойлгох нь нийтлэг байна. Боловсролын байгууллагын мэдлэгийн тухайд зарим судлаачид ([10], [11], [12]) 1) шинжлэх ухааны (академик) мэдлэг ба 2) байгууллагын (институцын) мэдлэг гэсэн хоёр ялгаатай мэдлэгийн менежментийн онолын үзэл баримтлал байгааг тэмдэглэж байгаа нь зөв хандлага юм (Зураг 1).

Зураг 1. Дээд боловсролын байгууллагын удирддаг мэдлэгийн төрлүүд



Эх сурвалж: (Kok, 2007, Yeh, 2005, Nawaz, M.N. & Gomes, A.M., (2014)-ний эшилснээр)

Их, дээд сургуулийн хувьд байгууллагын мэдлэг гэдэг нь үр дүнтэй удирдвал тухайн их, дээд сургуульд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлдэг, академик буюу шинжлэх ухааны мэдлэгийг бүтээж, дамжуулдаг сургалт, судалгааны ажил, мэргэжилтэй холбоотой профессор багш, ажиллагчдын мэдэж байгаа зүйлс буюу тэдний ноу-хау болон бусад контент (ажлын

горим, бүтээгдэхүүн, үйл явц, алдаа, оноо, суралцагчид болон бусад ажиллагчдын талаарх мэдлэг, мэдээлэл) юм. Сургалт, судалгааны үнэ цэнийг бүтээхэд мэдлэг, мэдээллийг илүү үр ашигтай олж авч, ойлгож, хуваалцаж, хэрэглэж чаддаг болгохын тулд профессор багш, ажиллагчдыг шаардлагатай үед нь хэрэгтэй ажил, мэргэжлийн мэдлэгээр хангахад тусалдаг системтэй үйл явцыг байгууллагын мэдлэгийн менежмент гэж ойлгоно.

Эх сурвалжийн судалгаанаас харахад байгууллага бүрд байдаг мэдлэгийг төлөөлж чадах хирнээ бие биенийгээ үгүйсгэж, зөрчилддөггүй, эмпирик судалгаануудаар шалгагдсан, хамгийн гол нь удирдах ажилтан, ажиллагчдад ойлгомжтой, практик ач холбогдолтой мэдлэгийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг Юдэй Кулкарни, Роберт Ст.Луис [13] нар санал болгосон байна. Тэдгээрийг дээд боловсролын салбарын хувьд буулгавал:

1) *Туршлагад түшиглэсэн экспертийн мэдлэг (Expertise)*: Их, дээд сургуулийн гадаад, дотоод орчинд хүлээн зөвшөөрөгдсөн, судалгаа, практикийн мэдлэг, туршлагатай эрдэмтэд, профессор багш, ажиллагчийн (экспертийн) толгойд байгаа, албан ёсны боловсрол эсвэл сургалт, судалгааны ажлын олон жилийн туршлагаар олж авч, хуримтлуулсан мэдлэг буюу ноу-хау юм. Энэ мэдлэгийг хамтран ажиллах, ажиглах, зөвлөж чиглүүлэх замаар бусадтай хуваалцаж, дамжуулдаг. Энэ мэдлэг нь их, дээд сургуулийн тодорхойгүй далд мэдлэгийн гол эх сурвалж юм.

2) *Мэдлэгийн бичиг, баримтууд (Knowledge documents)*: Ирээдүйд лавлагаа, эх сурвалж болгон багш, ажиллагчдад хүртээмжтэй болгож, хэрэглүүлэх зорилгоор эх бичвэр хэлбэрээр эсвэл дүрсжүүлэн кодчилж хадгалсан, сургалт, хичээлийн гарц үр дүнгийн тайлан, судалгааны ажлын удирдамж, тайлан, профессорын зөвлөх комиссын протокол, бодлогын баримт бичиг, зураг, диаграм, аудио, видео клип хэлбэрт хадгалагдаж буй мэдлэг бөгөөд энэ нь их, дээд сургуулиудын ил, тодорхой мэдлэгийн нэг төрөл юм.

3) *Сургамж, сайн туршлагууд (Lessons learned)*: профессор багш, ажиллагчдын сургалт, судалгааны үндсэн ажил үүргээ гүйцэтгэх явцад олж авсан, нөхцөл байдлын онцлогтой алдаа, онооны сургамж, үлгэр дуурайл болгох шаардлагатай амжилт, үр дүнд хүргэсэн сайн арга, туршлага юм. Энэ нь их, дээд сургуулиудын ил тодорхой мэдлэгийн төрөлд хамаарна. Жишээлбэл, онлайн хичээлийн хэлэлцүүлгийг явуулах үед анхаарах зүйлс, төслийн сургамж, насанд хүрсэн суралцагчдыг сэдэлжүүлэх үр дүнтэй аргууд гэх мэт.

С. Мэдлэгийн менежментийн үйл явц

Чиг үүргийнхээ дагуу ажил гүйцэтгэх явцад ажиллагчдын бүтээж, хуримтлуулсан үнэ цэнэтэй байгууллагын мэдлэгийг илрүүлж, хуримтлуулан байгууллагын бусад хүмүүст хүртээмжтэй болгож, хэрэглүүлэх нь байгууллагын мэдлэгийн менежментийн үйл явцын гол үр дүн юм. Байгууллагын мэдлэгийн менежментийн үйл явц нь үргэлж хувь хүнээс (анхан шатны төвшний ажилтан, менежер, эксперт, судлаач

гэх мэт) эхэлж, эргээд хувь хүний түвшинд төгсдөг, давтагддаг, тасралтгүй үйл явц [14] тул түүнийг мэдлэгийн менежментийн амьдралын мөчлөг гэж нэрлэх нь бий.

Хувь хүний төвшинд мэдлэг бүтээх нь чухал байдаг бол байгууллагын төвшинд хувь хүмүүсийн ажил мэргэжлийн үнэ цэнэтэй мэдлэгийг бүтээх ба илрүүлэх нь илүү чухал байдаг. Энэ ялгааг сайн гаргасан байгууллагын мэдлэгийн менежментийн 1) мэдлэгийг илрүүлэх/бүтээх, 2) мэдлэгийн хадгалах, 3) мэдлэгийг түгээх, 4) мэдлэгийг хэрэглэх гэсэн дөрвөн үндсэн үйл явцаас бүрдсэн загварыг Бекерра-Фернандез, Сабхервал нар [15] санал болгожээ. Энэ загвар нь мөн мэдлэгийн менежментийн судалгаануудад хамгийн их нөлөө үзүүлсэн И.Нонакагийн мэдлэг бүтээх динамик SECI (Socialization, Externalization, Combination, Internalization)-ийн үйл явц бүхий найман дэд үйл явцыг агуулсны зэрэгцээ тэдгээрийг илүү ойлгомжтой нэрлэж, шат дарааллыг харуулсан давуу талтай юм (Зураг 2).

Зураг 2. Байгууллагын мэдлэгийн менежментийн үйл явцууд



Эх сурвалж: (Becerra-Fernandez I. & Sabherwal R., 2010)

D. Мэдлэгийн менежментийн системүүд

Судлаач Амбариш Пандэй 2016 онд мастер, докторын хөтөлбөр хэрэгжүүлдэг Монгол Улсын 12 их сургуулийн мэдлэгийн менежментийн өнөөгийн төлөв байдлыг судалсан байдаг [16]. Тэрээр төрийн өмчийн их сургуулиудтай харьцуулахад судалгааны төвүүд болон төрийн бус өмчийн их сургуулиудад мэдлэгийн менежментийн талаарх ойлголт, төсөөлөл илүү сайн байгаагийн зэрэгцээ мэдлэгийн менежментийн системийг байгуулах ажлыг эхэлж байгааг тус судалгаагаар илрүүлсэн байна [16].

Их, дээд сургуулийн мэдлэгийн менежментээр олон улсад хийгдсэн цөөн тооны судалгаануудад мэдлэгийн үр дүнтэй менежментэд мэдээлэл, харилцаа холбооны технологиудын (МХХТ) гүйцэтгэх үүргийг тодруулсан судалгаанууд түлхүү эзэлдэг.

Мэдлэгийн менежментийн үйл явцыг үр ашигтай, үр дүнтэй хэрэгжүүлэхэд нь байгууллагад мэдлэгийн үйл явцыг дэмжсэн үр дүнтэй мэдээллийн системийн дэд бүтэц шаардлагатай. Судлаачид мэдээллийн технологи, системгүйгээр байгууллагын мэдлэгийн менежментийг төсөөлшгүй ([17], [18], [3], [19]), байгууллагын мэдлэгийн менежментийг сайжруулж, хурдасгах дэд бүтэц, орчныг бүрдүүлдгийг ([20], [17]) тэмдэглэдэг. Хэрэв зохих ёсоор хөгжүүлж чадвал МХТ нь мэдлэг, мэдээлэл рүү хандах боломж олгож, мэдлэгийн менежментийн бүх үйл явцыг дэмжихэд тусална.

Нөгөө талаас олон улсад хийсэн судалгаануудад

([20]) мэдээллийн технологи, системүүд нь байгууллагын мэдлэгийн менежментийн асуудлын шийдэл биш, зөвхөн хэрэгсэл гэдгийг онцлон тэмдэглэсэн нь бий. Зөвхөн мэдээллийн системүүдийг хөгжүүлэхэд анхаарч, бусад чухал хүчин зүйлс, ялангуяа зөөлөн чадваруудыг (мэдлэгт талтай соёл, удирдлагын манлайлал г.м) сайжруулж, хөгжүүлж чадаагүйн улмаас АНУ-ын нэгэн их сургуулийн мэдлэгийн менежментийн санаачлага нь бүтэлгүйтсэн байдаг (A.Santos, 2006, [21]-д эшилснээр).

Байгууллагууд ерөнхийдөө доорх гурван үндсэн технологид суурилсан мэдлэгийн менежментийн системүүдийг ашигладаг [22]. Үүнд:

1. *Байгууллагын хэмжээний мэдлэгийн менежментийн системүүд (Enterprise-wide knowledge management systems):* Энэ нь дижитал контент, болон бүтэцлэгдсэн ба бүтэцлэгдээгүй мэдлэгийг цуглуулж, хадгалж, түгээж, хэрэглэхэд дэмжлэг үзүүлдэг нийтлэг зориулалттай, нэгтгэсэн системүүд бөгөөд бусад мэдлэгийн системүүдийн суурь болдог систем юм. Контент удирдлагын системүүд, хамтын ажиллагааны болон сошэл хэрэгслүүд, сургалтын удирдлагын системүүд зэрэг технологид түшиглэсэн системүүд энэ төрлийн системд хамаарна.

2. *Мэдлэгийн ажлын системүүд (Knowledge work systems):* Энэ нь компьютерт түшиглэсэн дизайны системүүд (CAD), виртуал бодит байдлын системүүд зэрэг эрдэмтэд, инженер болон бусад мэдлэгийн ажилтнуудад шинэ мэдлэг бүтээх, илрүүлэхэд нь тусалдаг мэргэжлийн ажлын системүүд юм.

3. *Ухаалаг арга хэрэгслүүд (Intelligent Techniques):* Эдгээр нь далд уялдаа хамаарлыг илрүүлэх, салангид тусдаа шийдвэрүүд болон мэдлэгийн талбаруудад мэдлэгийг ашиглахад зориулагдсан систем, хэрэгслүүд юм. Үүнд өгөгдөл олборлолт, нейро-сүлжээ, эксперт системүүд, кейст түшиглэсэн учир шалтгааны системүүд, фази-ложик, генетикийн алгоритмын системүүд хамаарна.

Бүх төрлийн байгууллагууд, түүний дотор сургуулиуд байгууллага даяараа туршлагад түшиглэсэн мэдлэг, мэдлэгийн бичиг баримт, сургамж, сайн туршлага гэсэн гурван төрлийн мэдлэгийг удирдах ёстой. Сургалт, судалгааны ажил мэргэжлийн мэдлэгийн энэ гурван бүрэлдэхүүн хэсгийг удирдахад байгууллагын хэмжээний мэдлэгийн менежментийн системүүд тусална.

III. СУДАЛГААНЫ ДИЗАЙН

Тус судалгаа нь тоон аргын судалгаа бөгөөд түүнд зориулж МТ-ийн дэд бүтэц ба байгууллагын мэдлэгийн гурван бүрэлдэхүүн хэсгээс нийт 4 бүлэг асуулттай асуумжийг боловсруулсан. Асуумжийг боловсруулахад [23] нарын мэдлэгийн менежментийн чадавхыг тодорхойлох хэрэгслээс мэдлэгийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд болон МТ-ийн дэд бүтэцтэй холбоотой асуултуудыг авч ашигласнаас гадна судлаач өөрөө асуултууд нэмж боловсруулсан (Хүснэгт 1). Асуулт бүрийг судалгааны хувьсагчуудыг төлөөлсөн

тодорхойлолт (statement) хэлбэрээр илэрхийлж, “5-санал бүрэн нийлж байна” гэсэн хариултаас “1-Мэдэхгүй/хэлж чадахгүй байна” хүртэл буурах дарааллаар эрэмбэлсэн Лайкертын таван шатлалт хариулттай хэлбэрээр зохиомжилсон.

ХҮСНЭГТ 1. СУДАЛГААНЫ АСУУМЖИЙН БҮТЭЦ

Асуултын бүлэг	Нийт асуултын тоо	Үүнээс:	
		Ю.Кулкарни, Р.Фрийз (2004)-ын хэрэгслээс	Судлаачийн боловсруулсан
Туршлагад түшиглэсэн мэдлэг	10	9	1
Мэдлэгийн бичиг баримт	12	10	2
Сургамж, сайн туршлага	12	10	2
МТ-ийн дэд бүтэц	13	7	6
НИЙТ	47	36	11

Судалгааны түүврийн хувьд 95 хувийн итгэлтэйгээр, алдааны хязгаарыг 0.05-аас (+/-5%) хэтрүүлэхгүйгээр тооцоолсон түүврийн хэмжээ нь шаардлагыг бүрэн хангадаг. Тиймээс эдгээр өгөгдлүүд болон 95 хувийн итгэх магадлалтай үед Z- стандарт нормал тархалтын утга нь 1.96 утга авдгийг [24] тооцон тус судалгаанд шаардлагатай түүврийн хамгийн бага хэмжээ n-г тооцож гаргав:

$$n \geq 1.96^2 * \frac{0.12 * (1 - 0.12)}{0.05^2} \geq 162.27 = 163$$

Судалгааны өгөгдлийг SPSS v.23 програм, MS Excel 2016 програмуудад оруулан [23] нарын аргачлалыг ашиглан боловсруулалт хийж, шинжлэн үр дүнг гаргасан.

IV. СУДАЛГААНЫ ӨГӨГДЛИЙН ШИНЖИЛГЭЭ БА ҮР ДҮН

Судалгааны түүвэрт бизнес, менежментийн чиглэлээр сургалт явуулдаг төрийн өмчит ба төрийн бус өмчийн их, дээд сургуулиудаас тус бүр дөрөв, нийт найман сургуулийг сонгож авч сургуулийн захирлаас эхлээд багш нарт нийт 230 асуулгын хуудсыг тарааж, 218 бөглөсөн хуудсыг цуглуулж авснаас 181 (77%) нь шаардлага хангасан хүчинтэй өгөгдөл бүрдүүлсэн ба түүврийн хэмжээ хамгийн багадаа 163 байх шаардлагыг бүрэн хангасан. Төрийн өмчит сургуулиудыг “ТӨС”, төрийн бус өмчийн сургуулиудыг “ТБӨС” гэж кодлон Хүснэгт 2-д түүвэрт хамрагдсан сургуулиудын тойм мэдээллийг харуулав.

ХҮСНЭГТ 1. СУДАЛГААНЫ ТҮҮВЭРТ ХАМРАГДСАН СУРГУУЛИУДЫН ТОЙМ МЭДЭЭЛЭЛ

Сургууль	Хамрагдсан багш, ажилтны		Тус судалгаанд эзлэх хувь
	Тоо	Хувь	
ТӨС-1	41	23%	61%
ТӨС-2	29	16%	
ТӨС-3	18	10%	
ТӨС-4	22	12%	
ТБӨС-1	33	18%	39%
ТБӨС-2	9	5%	
ТБӨС-3	8	4%	
ТБӨС-4	21	12%	
Нийт	181	100%	100%

Түүврийн найдвартай байдлыг Кронбах альфа коэффициентоор шалгаж, альфагийн утга 0.7-с дээш байвал хангалттай ([20]-д эшилснээр), түүврийн өгөгдөлд статистик шинжилгээ хийх боломжтой гэж үздэг. Хүснэгт 3-д харуулснаар нийт түүврийн хувьд Кронбах альфагийн утгууд 0.847-0.921 (“сайн”) гарсан.

ХҮСНЭГТ 3. НИЙТ ТҮҮВРИЙН НАЙДВАРТАЙ БАЙДЛЫН ҮЗҮҮЛЭЛТ

	Өгөгдлийн бүлгүүд	Хувьсагчийн тоо	Cronbach's alpha
1	Туршлагад түшиглэсэн мэдлэг	10	0.847
2	Мэдлэгийн бичиг, баримт	12	0.865
3	Сургаж, сайн туршлага	12	0.897
4	MT-ийн дэд бүтэц	13	0.921

Байгууллагын мэдлэгийн менежментийн контекст дэх бараг бүх асуултын хариулт субъектив буюу санал бодолд тулгуурласан байдаг [23]. Тиймээс судалгаанд оролцогчдын 50-аас дээш хувь нь тухайн нэг асуултад “5-санал бүрэн нийлж байна” эсвэл “4-санал ерөнхийдөө нийлж байна” гэж хариулсан бол түүнийг эерэг хариулттай асуулт [23] буюу бодит үнэнд илүү нийцсэн хариулт гэж үздэг нийтлэг жишигт түшиглэсэн судалгааны үр дүнг боловсруулав.

Бизнес, менежментийн их, дээд сургуулиудын өдөр тутмын үйл ажиллагааны үндсэн системийн хэрэгсэл, боломжууд, ашиглалттай холбоотой 13 тодорхойлогч асуултаар MT-ийн дэд бүтцийн өнөөгийн байдлыг үнэлэв. Холбогдох асуултаар судалгаанд хамрагсдын өгсөн эерэг хариултын хувь, дундаж үнэлгээ, моод,

медианыг Хүснэгт 4-д харуулсан байна. Судалгаанд хамрагдсан багш, ажилтнууд MT-ийн дэд бүтцийн эерэг тодорхойлолтуудтай “Санал нийлэхгүй” буюу ерөнхийдөө <33.3% үнэний хувьтай байна гэж үзжээ.

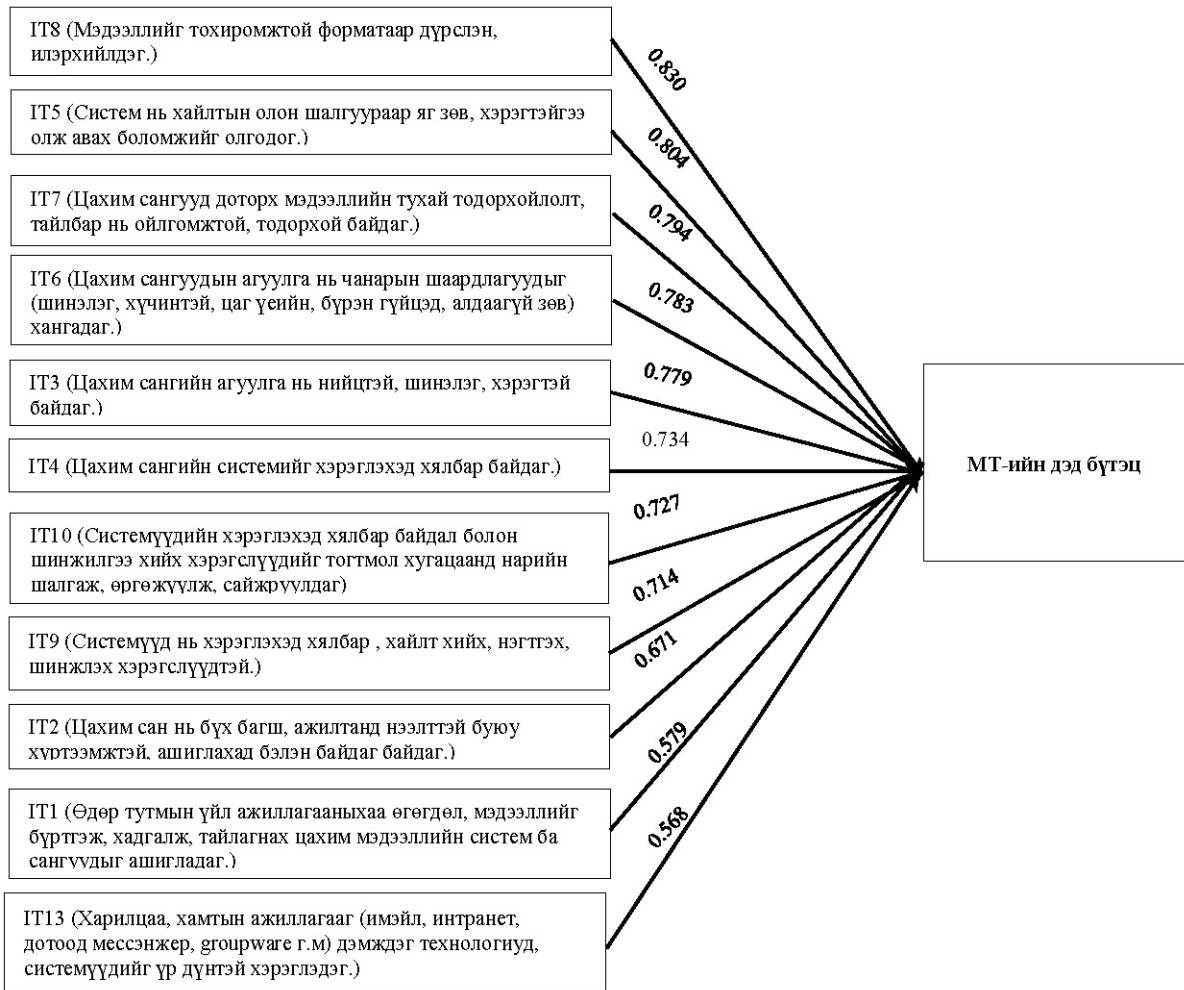
Цааш нь MT-ийн дэд бүтцийг (хамаарагч хувьсагч) тодорхойлж буй 13 хувьсагч буюу шинж тэмдгүүдийн (үл хамаарах хувьсагчууд) хоорондын уялдаа хамаарал, хамаарлын хүчийг тодруулах зорилгоор варимакс аргачлалаар хүчин зүйлийн шинжилгээг хийсэн. Үүний үр дүнд “Гадаад мэдлэгийн сангуудыг үр дүнтэй ашигладаг” (IT11), “Бүх шатан дээр цахим сангуудаас авсан мэдээлэл дээр тулгуурлан шийдвэр гаргадаг” (IT12) гэсэн асуултууд хасагдаж бусад хувьсагчууд 0.568-0.830 хүртэлх утгаар өндөр ачаалагдсан байна (Зураг 3).

Бизнес, менежментийн их дээд сургуулиудад сургалт, судалгааны ажлын мэдлэг, туршлагыг бүтээх, дээшлүүлэхэд өнөөдөр гадны мэдлэгийн ялангуяа төлбөртэй сангуудыг үр дүнтэй хэрэглэх тал дээр учир дутагдалтай байгаагаас, мөн сургуулиудын удирдах ажилтнуудын хувьд үйл ажиллагааны цахим сангуудын хэрэглээ, мэдээлэлд түшиглэн үндэслэл, нотолгоотой шийдвэр гаргах туршлага хангалтгүй байгаагаас хамаарч орчин үеийн амжилттай, суралцагч байгууллагын гол шинж чанарт тооцогддог эдгээр хувьсагчууд хүчин зүйлийн шинжилгээгээр гарч ирээгүй байх талтай.

Бизнес, менежментийн их, дээд сургуулиуд дахь үндсэн үйл ажиллагааг дэмжиж буй MT-ийн дэд бүтцийг ерөнхийд нь шинжилсний дараа байгууллагын

ХҮСНЭГТ 4. БИЗНЕС, МЕНЕЖМЕНТИЙН ИХ, ДЭЭД СУРГУУЛИУДЫН БАЙГУУЛЛАГЫН МЭДЛЭГИЙН МЕНЕЖМЕНТИЙГ ДЭМЖСЭН МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ДЭД БҮТЦИЙН ЕРӨНХИЙ ҮНЭЛГЭЭ (ЭЕРЭГ ХАРИУЛТЫН ДҮНГЭЭР)

	MT-ийн дэд бүтцийг тодорхойлогч хувьсагчууд	Эерэг хариултын %	Дундаж	Моод	Median
IT1	Манай сургууль сургалт/эрдэм шинжилгээ/зөвлөх үйлчилгээний өдөр тутмын үйл ажиллагааныхаа өгөгдөл, мэдээллийг бүртгэж, хадгалж, тайлагнах цахим мэдээллийн систем ба сангуудыг ашигладаг (Ж.нь: Цахим журналын систем, Багшийн систем, Судалгааны ажлын сан г.м).	57%	3.5	4	4
IT13	Харилцаа, хамтын ажиллагааг (имэйл, интранет, дотоод мессэнжер, groupware г.м) дэмждэг технологиуд, системүүдийг үр дүнтэй хэрэглэдэг.	51%	3.4	4	4
IT11	Гадаад мэдлэгийн сангуудыг үр дүнтэй ашигладаг	50%	3.3	4	3.50
IT4	Үндсэн үйл ажиллагааны өгөгдөл, мэдээллийн цахим сангийн системийг хэрэглэхэд хялбар байдаг	44%	3.2	4	3
IT3	Үндсэн үйл ажиллагааны өгөгдөл, мэдээллийн цахим сангийн агуулга нь нийцтэй, шинэлэг, тустай байдаг.	37%	3.0	3	3
IT8	Мэдээллийг тохиромжтой форматаар дүрслэн, илэрхийлдэг.	36%	3.0	3	3
IT5	Цахим сангийн систем нь хайлтын олон шалгуураар яг зөв, хэрэгтэй мэдээллийг олж авах боломжийг олгодог.	34%	2.9	3	3
IT7	Цахим сангууд доторх мэдээллийн тухай тодорхойлолт, тайлбар нь ойлгомжтой, тодорхой байдаг.	34%	3.0	3	3
IT12	Өгөгдөл, мэдээлэл дээр тулгуурласан шийдвэр гаргалтыг чухалд үздэг учраас бүх шатан дээр дээрх цахим сангуудаас авсан мэдээлэлд тулгуурлан шийдвэр гаргадаг.	28%	2.8	3	3
IT6	Цахим сангуудын агуулга нь чанарын шаардлагуудыг (шинэлэг, хүчинтэй, цаг үеийн, бүрэн гүйцэд, алдаагүй зөв) хангадаг.	28%	2.8	3	3
IT9	Цахим сангийн системүүд нь хэрэглэхэд хялбар хайлт хийх, нэгтгэх, шинжлэх хэрэгслүүдтэй.	27%	2.8	3	3
IT10	Системүүдийн хэрэглэхэд хялбар байдал болон шинжилгээ хийх хэрэгслүүдийг тогтмол хугацаанд нарийн шалгаж, өргөжүүлж, сайжруулдаг.	23%	2.7	3	3
	Нийт дундаж	37%	3	3.3	3.2

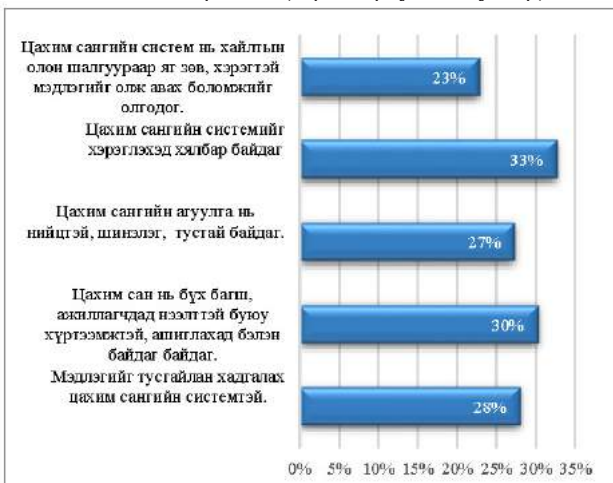


Зураг 3. Мэдээллийн технологийн дэд бүтцийг тодорхойлж буй хувьсагчууд

ажил хэргийн мэдлэгийн бүрэлдэхүүн хэсэг бүрийг удирдахад хэрэглэж буй системүүдийг судалж үзэв.

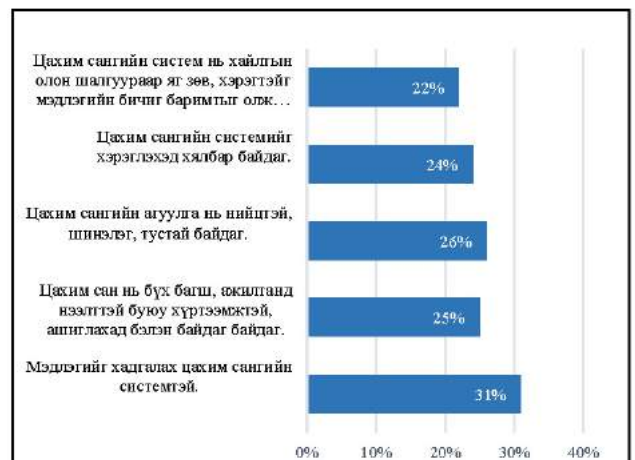
Туршлагад түшиглэсэн мэдлэгт зориулсан цахим системтэй холбоотой асуултууд бүгд судалгаанд хамрагсдын үнэлгээгээр эерэг хариулт авч чадаагүй байгааг Зураг 4 харуулж байна. Судалгаанд хамрагсдын 28%-ын өгсөн эерэг хариултаас харахад сургуулиудад энэ төрлийн мэдлэгийг тусгайлан хуримтлуулж, удирдахад зориулагдсан, багш, ажилтнуудад нээлттэй, хүртээмжтэй цахим сангийн систем тун хангалтгүй хөгжиж, ашиглагдаж байна.

Зураг 4. ТУРШЛАГАД ТҮШИГЛЭСЭН МЭДЛЭГИЙН цахим сангийн системийн үнэлгээ (эерэг хариултын хувиар)



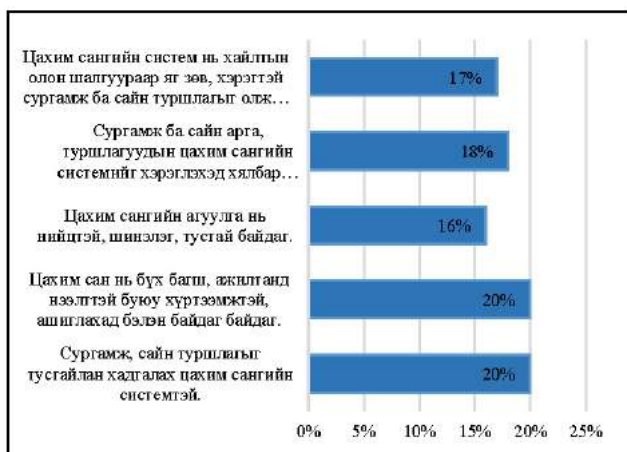
Мэдлэгийн бичиг баримтыг удирдахад зориулсан цахим сангийн системтэй холбоотой асуултуудад эерэг хариулт өгсөн багш, ажилтнуудын хувь бас 50 хувьд хүрч чадаагүйг Зураг 5 харуулж байна.

Зураг 5. МЭДЛЭГИЙН БИЧИГ БАРИМТЫН цахим сангийн системийн үнэлгээ (эерэг хариултын хувиар)



Сургамж, сайн туршлагад зориулсан цахим сангийн системүүд ч бас бизнес, менежментийн их, дээд сургуулиудад нэвтэрч, хэрэглээ болж чадаагүй байгаа нь эерэг хариулт өгсөн багш, ажилтнуудын хувь 50%-д хүрч чадаагүй байгаагаас харагдаж байна (Зураг 6).

Зураг 6. СУРГАМЖ, САЙН ТУРШЛАГЫН цахим сангийн системийн үнэлгээ (эерэг хариултын хувиар)



Дээрх мэдээллийн системүүдийн хувьд нэгэн удирдах ажилтан “Өөрийн гэсэн мэдлэгийн сан, ноу-хаугаа баримтжуулж, баталгаажуулах, уламжлал болгох, түгээдэг, хэрэглэдэг, эргэлтэд оруулдаг систем хаа хаанаа дутагдаж байгаа...”-г онцлон тэмдэглэсэн байв.

V. ДҮГНЭЛТ

Дээд боловсролын байгууллагуудын мэдлэгийн менежмент, түүнийг дэмжсэн мэдээллийн технологийн дэд бүтцийг сайжруулах нь Монгол Улсын төрөөс баримталж буй дээд боловсролын тогтолцоог дэлхийн боловсролын хөгжлийн жишгийн дагуу хөгжүүлэх, их, дээд сургуулиудыг бүтээсэн мэдлэгээ баялаг болгодог судалгааны болон энтрепренер их сургуулиуд болгон хөгжүүлэх, сургалтын чанар, судалгаа, инновацийн чадавхыг бүс нутаг, улмаар дэлхийн төвшинд хүргэх зорилтуудыг амжилттай хэрэгжүүлэх нэг шийдэл мөн.

Байгууллагын ажил хэргийн мэдлэгийн менежментийг сайжруулж, зориудаар хэрэгжүүлэхийн тулд их, дээд сургуулиуд мэдлэгийн менежментийн системүүдийг дэмжих МТ-ийн дэд бүтцэд онцгой анхаарал хандуулах шаардлагатай байна.

Өнөөдөр бизнес, менежментийн их, дээд сургуулиудад өдөр тутмын хичээл, сургалтын үйл ажиллагааг дэмжсэн дүнгийн, оюутны хичээл сонголтын, цахим хичээлийн материалын зэрэг мэдээллийн системүүд өргөнөөр нэвтрүүлж, хэрэглэж байна. Ялангуяа КОВИД19-ын нөлөөгөөр цахим хичээлийн сангийн системүүд хурдтай хөгжиж, өргөжиж байна. Гэвч судалгааны үр дүн бизнес, менежментийн их, дээд сургуулиудад:

1. Байгууллагын ажил мэргэжлийн мэдлэг буюу туршлагад түшиглэсэн мэдлэг, мэдлэгийн бичиг баримт, сургамж, сайн туршлагуудыг удирдахад зориулагдсан системүүдийг тусгайлан хөгжүүлж, нэвтрүүлээгүй байгааг,
2. Байгууллагын ажил мэргэжлийн мэдлэг ба түүний менежментийн талаарх ойлголт, мэдлэг, туршлага хангалтгүй,
3. Судалгаанд хамрагсад их, дээд сургуулиудын сургалт, судалгааны ажлын мэдлэг, туршлагыг

бүтээж, дээшлүүлэхэд гадны мэдлэгийн сангуудыг үр дүнтэй хэрэглэхээс гадна удирдах ажилтнууд мэдээлэлд түшиглэсэн үндэслэл, нотолгоотой шийдвэр гаргах тал дээр хангалтгүй,

4. Мөн их, дээд сургуулиудад ашиглаж буй сургалтын үйл ажиллагааны өгөгдөл, мэдээллийг цуглуулж, бүртгэх, тайлагнах системүүдийг байгууллагын ажил мэргэжлийн мэдлэгийн цахим системүүд гэж ойлгох буруу ташаа ойлголт удирдах ажилтан, багш нарын дунд түгээмэл байгааг тус тус харуулж байна.

Дээрх асуудлууд байгаа хэдий ч их, дээд сургуулиудын мэдээллийн технологийн дэд бүтэц, сургалтын өдөр тутмын үйл ажиллагааг дэмжсэн системүүд, и-офис зэрэг мэдээллийн системүүдийн хэрэглээ, тэдгээрийг хөгжүүлж, нэвтрүүлсэн туршлага нь байгууллагын санах ой буюу сургалт, судалгааны ажил хэргийн мэдлэгийн цахим сангийн системүүдийг зохих төвшинд хөгжүүлж нэвтрүүлэх таатай нөхцөлийг бүрдүүлж байна.

Сургуулийн удирдах ажилтан, багш нар мэдлэг, мэдлэгийн менежментийн талаарх буруу ташаа ойлголт нь судалгааны үр дүнд тодорхой хэмжээгээр нөлөөлснийг тэмдэглэж байна. Тиймээс мэдээлэл ба мэдээллийн менежмент нь байгууллагын ажлын мэдлэг (ноу-хау) ба түүний менежмент биш гэдгийг сургуулийн бүх төвшинд удирдах ажилтнуудаас эхлээд багш, ажиллагчид хүртэл сайтар ойлгох хэрэгтэй байна. Мэдээллийн технологи, системүүд нь мэдлэг бүтээлт, дамжуулалтыг дэмждэг эх сурвалж, гол хэрэгсэл бөгөөд мэдээлэл болон мэдээллийн технологи, системүүдийн үр дүнтэй хэрэглээ нь үнэ цэнэтэй, өрсөлдөөнтэй сургалт, судалгааны ажил хэргийн мэдлэг бүтээлтийн нэг чухал орц юм.

Нэгэнт МХТ-ийн системүүд нь мэдлэгийг удирдах боломжийг олгодог маш чухал хэрэгсэл учраас их, дээд сургуулиуд сургалт, судалгааны ажил мэргэжлийн мэдлэгийн төрлүүдийг үр дүнтэй удирдахад зориулсан системүүдийг тусгайлан хөгжүүлж, байгууллагын хэмжээний мэдлэгийг удирдах дэд бүтцийг бий болгох замаар цаашид сургалт, судалгааны ажилд зориулсан мэдлэгийн ажлын хүчирхэг системүүд болон ухаалаг хэрэгслүүдийг бодлого, төлөвлөгөөтэйгөөр хөгжүүлэхэд хүчин чармайлтаа чиглүүлэх нь зүйтэй байна.

АШИГЛАСАН ЭХ СУРВАЛЖУУД

- [1] Roos.J, Roos.G et.all. (1997). Intellectual Capital - Navigating in the New Business Landscape.
- [2] Шуурав Я., Бямбасүрэн Я., Баясгалан Б., Отгонтуяа Л. (2014). Менежментийн шинэ парадигма: Чадавх, хөгжлийн үндсэн хандлагууд. Улаанбаатар, Монгол: Удирдлагын академи
- [3] Davenport, T., & Prusak, L. (1998). Working knowledge: How organisations manage what they know. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- [4] Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI,

- ba and Leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*, Vol.33, 5-34.
- [5] Б.Энхбайгаль, Б.Сувданцэцэг, Ж:Алтайбаатар, Д.Түвшинбат, Х.Пүрэвтогтох. (2014). "Кейсийн судалгаа" гарын авлага. Улаанбаатар: Сэлэнгэпресс ХХК.
- [6] Tian, J., Nakamori, Y., Xiang, J. & Futatsugi, K. (2005). Knowledge Management in Academia: Survey, Analysis and Perspective . *Int. J. Management and Decision Making* . Inderscience Enterprises Ltd.
- [7] Jutharat Sarawanawong, Kulthida Tuamsuk, Chollabhat Vongpraser, & Jiraporn Khiewyoo. (2009). Development of a Strategic Knowledge Management Model for Thai Universities . *Asia-Pacific Conference on Library & Information Education & Practice*, (хуудс. 288-298).
- [8] Bolormaa Demchig. (2015). Knowledge Management Capability Level Assessment of the Higher Education Institutions: Case Study from Mongolia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3633-3640.
- [9] Keichi Kitagawa & Joshua Arai. (2001 оны March). Knowledge management in Education.
- [10] Nawaz, M.N. & Gomes, A.M. (2014). Review of Knowledge Mngement in Higher Education Institutions. *European journal of Business and Management*, 6 (7), 71-79.
- [11] Kok, A. (2007). Intellectual Capital Management as Part of Knowledge management Initiatives at Institutions of Higher Learning . *The Electronic Journal of Knowledge Management*, 5 (2), 181-192.
- [12] Yeh, Y. (2005). The Implementation of Knowledge management system in Taiwan's Higher Education. *Journal of College Teaching and Learning*.
- [13] Kulkarni U.& St. Louis R. (2003). Organizational self assessment of Knowledge Management Maturity. *Ninth Americas Conference on Information Systems* (pp. 2542-2551). Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.86.8010&rep=rep1&type=pdf>
- [14] Kaisa Kautto-Koivula & Marita Huhtaniemi. (2003). Evolution towards human-centric knowledge society. can societies learn from global corporations?
- [15] Becerra-Fernandez I. & Sabherwal R. (2010). Knowledge management systems and processs. New York: M.E.Sharpe. Inc.
- [16] Ambarish Pandey. (2016). A Strategic Framework for Implementation of Knowledge Management System in Higher Educational Institutions in Mongolia
- [17] Alavi, M, & Leidner, D. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25 [1], Available at: http://flora.insead.edu/fichiersti_wp/inseadwp1999/99-34.pdf, 107.
- [18] Skyrme, D. & Amidon, D. (1997). The Knowledge Agenda. *The Journal of Knowledge Management*, 1 (1), 27-37.
- [19] Tocan, M. (2009). Critical Factors to Knowledge Management Implementation. *The International Conference on Economics and Administration*, Faculty of Administration and Business. Bucharest, Romania.
- [20] Wong, K.Y. & Aspinwall, E. (2005). An empirical study of the important factors for knowledge-management adoption in the SME sector. *Journal of Knowledge Management*, 9(3).
- [21] Ojo, A. (2016). Knowledge management in Nigerian universities: A conceptual model. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 11, 331-345.
- [22] Laudon K.C., Laudon J.P. (2017). *Managing knowledge*. L. J. Laudon K.C.-Д, *Management Information Systems: Managing the digital firm* (хуудсд. 444-479). Harlow: Pearson Education Limited.
- [23] Kulkarni, U. & Freeze, R. (2004). Development and Validation of a Knowledge Management Capability Assessment Model. *Twenty-Fifth International Conference on Information Systems* (pp. 647-670). Available at: http://pdf.aminer.org/000/326/698/development_and_validation_of_a_knowledge_management_capability_assessment_model.pdf.
- [24] Scott M.Smith. (2016, 1 12). Determining sample size: How to ensure you get the correct sample size. Retrieved from Qualtrics: <https://success.qualtrics.com/rs/qualtrics/images/Determining-Sample-Size.pdf>

TRADITIONAL AND CYRILLIC MONGOLIAN CONVERSION INWEB ENVIRONMENT

Yiminfu, National University of Mongolia, Ulaanbatar, Mongolia, hsyiminfu@outlook.com

Chagnaa Altangerel, National University of Mogolia, Ulaanbatar, Mongolia, altangerel@num.edu.mn

Abstract—This paper is about discussing some problems between Cyrillic Mongolian and traditional Mongolian and brief history of mongolian scripts. It uses the translation functions of president.mn and trans.mglip.com and discusses the errors and how to improve them.

Keywords—Cyrillic Mongolian, traditional Mongolian, web

I. INTRODUCTION

This paper is dedicated to raising some common problems in traditional Mongolian and Cyrillic Mongolian by using two websites commonly used in Mongolia: trans.mglip.com and president.mn. Both of these two websites provide two different text conversion functions, so many people use these two websites for text conversion to meet different needs. However, there will be some errors when converting between the two websites, such as text recognition errors, spelling mistakes and not recognizing capitalization, etc. In order to solve the above problems, through statistical methods, it was found that some errors were errors of implementation. For example, the "I" that appeared in the middle of the word in Mongolian was recognized as the "y" letter. In addition, there are some irregular errors, such as the "ga" letter used in the middle of the word. Some words will be converted correctly, and sometimes they will be converted incorrectly.

In addition to the conversion of the two websites, each word sometimes appears differently in the two websites. Especially among the names of people and places. Traditionally, Mongolian people's names and place names are generally relatively long, usually around ten letters. Under different cultural backgrounds, some people like to spell, some people like to write separately. I think this is also a headache in machine translation, which one should be chosen as the standard. In addition to these names, some words are also misspelled on the two websites. Through the form of tables, all existing problems are shown.

II. MONGOLIAN SCRIPT

The script currently used in Inner Mongolia is called "Old Mongolian" by some people. The Mongolian (Xinjiang) "hudam Mongolian" of the Mongolian people in the western region of the "Uyghur Mongolian" has an indefensible position in the history of writing. An important reason is that from the 13th century to the 21st century, the vertical Mongolian script is widely used in the Mongolian people.

There are many speculations about the birth of

Mongolian characters. There is a saying that in the 13th century the Mongolian script was changed according to the script used by the Uyghurs at that time[1]. This view has always been strongly supported. Some scholars believe that inferring Mongolian characters based on historical conditions and the grammatical structure of Mongolian characters in the 13th century is not based on Uyghur characters, but that they were born together with Uyghur characters. Due to the lack of definitive evidence, it is difficult to determine when the Mongolian script was born and scholars have a strong subjective criticism so they cannot provide pertinent suggestions. For example, after 1970, Mongolian scholars believed that Mongolian script was homologous to Uyghur script.

Since the 13th century, Mongolian people have used a variety of scripts. In addition to the vertical Mongolian script mentioned above, it also includes Basiba[5], Tot, Suoyongbu, Si fang, Wajindala, Latin, and Cyrillic etc. In the 16th century, the Mongols believed in Buddhism and widely translated and spread Buddhist scriptures. As a result, Mongolian characters became popular and finalized. Therefore, at the turn of the 16th and 17th centuries, it was the "Renaissance" of Mongolia. Part of the Mongolian writing before this was missing, and all were improved. At this time, many internal classics of Tibet and Sanskrit were introduced to replace the vocabulary used by Mongolians in the past. And in order to express Tibetan and Sanskrit sounds easily, another variant letter is created. The improvement of the alphabet is based on Aligari. In 1587, the Karaqin translator, Ayu Shigush, modified the old font and created the Aligari script, which can express all Tibetan and Sanskrit sounds, and can express consonants that are not available in Mongolian languages. group. At this time, some old sayings were abandoned. The academic circles say that the written Mongolian at this time is the classical Mongolian. In 1648, the monk Zayabandida (Namuhai Zamsu) from the Heshuote tribe of Oirat Mongolia also improved the tradition.

Traditional Mongolian text analyzes the phonetic transcription of Mongolian characters and creates a new type of "tod o mongyol" (todo mongyol). However, this new typeface is only used in the north and south roads of Tianshan Mountains and the mouth of the Volga River. It was not adopted in Eastern Mongolia. The alphabet includes 31 letters. Among them, 7 represent vowels and 24 represent consonants. The four round-lip vowels are represented by different letters, and the writing of o or u is different from ū. The consonants d and t are not mixed under any circumstances; g and k in feminine words are represented by different letters. Compared with Mongolian, the letters denoting z and c are different in font and pronunciation arrangement. Additional symbols for long vowels are set, and the double writing form for long vowels is specified. Thanks to these improvements, Tod can express the phonetic system of Oirat dialect more accurately.

In 1686, the Khalkha monk Zanabazar imitated the Tibetan Sanskrit characters and created the Soyongbu script with a total of 90 letters. The horizontal script from the left can also accurately express the sounds of Tibetan, Sanskrit, and Mongolian. The Suyong Bowen is very beautiful, and

monasteries are often decorated with it. Unfortunately, this text is more inconvenient to write than Basiba, so it is rarely used in society. In the same year, Zanabazar built a horizontal script and used it to pass between Buddhist temples in Khalkha.

At the beginning of the 20th century, there was a proposal to Latinize Mongolian, but it was not implemented at that time. In 1945, the Mongols of the Mongolian People's Republic switched to Cyrillic phonetic script, commonly known as "New Mongolian". The alphabet of this type of writing has two vowels Θ and Y more than Russian. Long vowels are represented by double-written letters. A phonetic system that can accurately express the Khalkha dialect. After 1946, Mongolia changed its spelling to the Khalkha dialect in Cyrillic. The Inner Mongolia Autonomous Region of the People's Republic of China still uses traditional Mongolian language.

The use of traditional Mongolian script in China: For example, the Chinese Mongolian News Network (www.edit.mgyxw.net) Bainu.app and egshig.app In addition, the Mongolian script writing developed by the Mongolian software company is also widely praised by the people of Inner Mongolia. In Mongolia, president.mn and trans.mglip.com also provide vertical Mongolian articles. In order to better achieve barrier-free communication between Mongolians using different fonts, these companies and apps are working hard. This paper aims to identify the problems and providing solutions.

III. EXPERIMENT

A. Resources

We use two websites president.mn (On this website there will be the latest news of the President of Mongolia and provide three different texts in English, Cyrillic, and traditional Mongolian. [2] (WS1 thereafter) and trans.mglip.com (The technical support is provided by the School of Computer Science of Inner Mongolia University and the Mongolian Information Processing Key Laboratory of Inner Mongolia Autonomous Region. It can use Windows7, Windows8, and the winning Mongolian Linux operating system. A website dedicated to switching between Cyrillic Mongolian and traditional Mongolian) [3] (WS2 thereafter) in this experiment. Generally, it is divided into three steps. WS1 has contents both Cyrillic and traditional Mongolian. WS2 is used to convert between CM and TM.

B. Overall procedure

The first step is to use WS1's Cyrillic Mongolian (CM) text to translate to traditional Mongolian (TM) on trans.mglip.com to get the first text TM1. The second step is to convert TM1 Copy to president.mn, I call the text copied to this website TM2. In the last step, use the original traditional Mongolian text in TM2 and president.mn to compare and find the errors. Of course, this is a very ideal assumption to get the desired answer without any errors in TM1. However, the actual situation is that there are also many errors in TM1, such as the inability to translate capital words, spelling errors in text conversion, and There is no uniform standard for names and places.

I selected 10 articles on WS1. Each article has about 1500 words, and each article has about 100-150 typos (including a large number of repetitive errors). Among them, I chose representative and frequently used words such as baina, mongol. In other words, the error rate is about 10%, including some errors that do not exist in TM1, but exist when copying from WS2 to WS1.

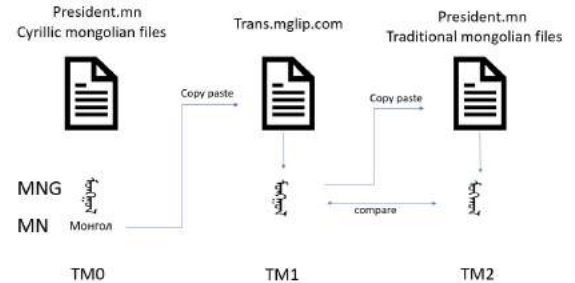


Fig. 1. Overview

C. Analysis on errors

I divided the errors collected into two categories: regular errors and irregular errors. Why is the first type of error called a regular error, because some patterns can be found and corrected by the method of Rules. For example, the final sound of the consonant "G" is written differently after the words of different parts of speech, the masculine word is written as G, and the feminine and neutral words are written as g. This kind of error can often be seen in WS1. In addition, all I appearing in the middle of the word are written as y. Such problems can be achieved through specific rules.

Another type of error becomes an irregular error, thinking that there is no specific rule to follow. For example, there is no uniform standard for names and place names to indicate which one is right or which is wrong.

1. Regular errors

Of course, some errors also appear in the most ideal state: regular errors. There were no obvious errors in TM1, and some implementation errors occurred when copied to TM2. For example, the "i" and "g" in the middle of the words were generally incorrectly written as "y" and "x" letters. Mongolian vocabulary is part-of-speech, but there is no special performance in CM. It is particularly obvious in TM writing. For example, the choice of soft and hard consonants is determined by the previous part of speech. I also attribute this type of error to regularity errors, because regularity errors can be resolved by formulating rules.

TABLE I. REGULAR ERRORS

Cyrillic	TM1	TM1 translit.	TM2	TM2 Translit.
Монгол	ᠮᠣᠩᠭᠣᠯ	mongol	ᠮᠣᠩᠭᠣᠯ	monhol
срөнхийлөгч	ᠰᠢᠷᠭᠠᠨᠢᠯᠢᠭᠠᠳᠤ	yurunhiilugch	ᠰᠢᠷᠭᠠᠨᠢᠯᠢᠭᠠᠳᠤ	yurunhiilugch
Хичээл	ᠬᠢᠴᠢᠭᠡᠯ	Hicheel	ᠬᠢᠴᠢᠭᠡᠯ	hichiil
тохиолдуулан	ᠲᠣᠬᠢᠣᠯᠳᠤᠭᠤᠯᠠᠨ	tohiolduulan	ᠲᠣᠬᠢᠣᠯᠳᠤᠭᠤᠯᠠᠨ	tohiilduulan
хүлээж	ᠬᠤᠯᠡᠭᠡᠵ	huleej	ᠬᠤᠯᠡᠭᠡᠵ	hulij
илэрхийлж	ᠢᠯᠡᠷᠬᠢᠢᠯᠵ	ilerhiilj	ᠢᠯᠡᠷᠬᠢᠢᠯᠵ	ilerhiilj
хөгжүүлэх	ᠬᠦᠭᠢᠵᠤᠯᠡᠬ	hugjuuleh	ᠬᠦᠭᠢᠵᠤᠯᠡᠬ	huGjuuleh
эмгэг	ᠡᠮᠭᠡᠭ	emgeg	ᠡᠮᠭᠡᠭ	emgeG
эрэлхэг	ᠡᠷᠡᠯᠬᠡᠭ	erelheg	ᠡᠷᠡᠯᠬᠡᠭ	erelheG
дэглэм	ᠳᠡᠭᠯᠡᠮ	deglem	ᠳᠡᠭᠯᠡᠮ	deGlem
тунгаан	ᠲᠤᠩᠭᠠᠨ	tungaan	ᠲᠤᠩᠭᠠᠨ	tunhaan
хангамж	ᠬᠠᠨᠭᠠᠮᠵ	hangamj	ᠬᠠᠨᠭᠠᠮᠵ	hanhamj
хангалт	ᠬᠠᠨᠭᠠᠯᠲ	hangalt	ᠬᠠᠨᠭᠠᠯᠲ	hanhalt
байнга	ᠪᠠᠶᠢᠩᠭ᠋᠎ᠠ	bainga	ᠪᠠᠶᠢᠩᠭ᠋᠎ᠠ	byinga
дүн	ᠳᠦᠨ	dun	ᠳᠦᠨ	Dun
дээн	ᠳᠡᠶᠢᠨ	deen	ᠳᠡᠶᠢᠨ	Deen

2. Irregular errors

The above mentioned is a conclusion under the ideal state: from president.mn to the first stage of transmglip.com without obvious errors. Below we discuss the summary of the problems that occur in TM1 under non-ideal conditions.

The current problems can be summarized as: text recognition errors, unrecognizable capital letters, and irregular names of people and places. 1. For example, "ruu" means "direction", "TM". But it was written as "TM0". "Tvvshitai" means "thorough" and "TM", but it is written as "TM0". 2. All capital CM letters appearing in president.mn cannot be converted into corresponding TM. 3. Among the place names, "uberkhantai" is the name of a province in Mongolia, "TM". It should be spelled separately, but it is written together as one word. There are many such problems.

TABLE II. IRREGULAR ERRORS

Cyrillic	TM1	TM1 translit.	TM2	TM2 translit.
сөрж	ᠰᠣᠷᠵ	surj	ᠰᠣᠷᠵ	suruj
руу	ᠷᠤᠭᠤ	ruu	ᠷᠤᠭᠤ	ru
ангид	ᠠᠩᠭᠢᠳ	angid	ᠠᠩᠭᠢᠳ	angi
сурсан	ᠰᠤᠷᠰᠠᠨ	sursan	ᠰᠤᠷᠰᠠᠨ	surasan
тууштай	ᠲᠤᠭᠤᠰᠢᠲᠠᠢ	tuushtai	ᠲᠤᠭᠤᠰᠢᠲᠠᠢ	tugoshitai
эцэстээ	ᠡᠴᠡᠰᠡᠲᠡᠭ	etses tee	ᠡᠴᠡᠰᠡᠲᠡᠭ	etsesutee
хорион	ᠬᠣᠷᠢᠭᠠᠨ	horion	ᠬᠣᠷᠢᠭᠠᠨ	horigan
үүрч	ᠤᠦᠷᠴᠢ	uurch	ᠤᠦᠷᠴᠢ	uurchi
яаж	ᠶᠠᠵ	yaj	ᠶᠠᠵ	yji
олон	ᠣᠯᠣᠨ	olon	ᠣᠯᠣᠨ	olong
Бүрэнтөрсөд	ᠪᠦᠷᠡᠨᠲᠦᠷᠰᠦᠳ	Burentursed	ᠪᠦᠷᠡᠨᠲᠦᠷᠰᠦᠳ	Buentugsed
Дүгэржав	ᠳᠦᠭᠦᠷᠵᠠᠪ	Dugerjav	ᠳᠦᠭᠦᠷᠵᠠᠪ	Dugurjav
Өвөрхангай	ᠥᠪᠦᠷᠬᠠᠩᠭᠠᠢ	Uvurkhangai	ᠥᠪᠦᠷᠬᠠᠩᠭᠠᠢ	Uvurkhangai
Арвайхээр	ᠠᠷᠪᠠᠶᠢᠬᠡᠭᠡᠷ	Arvaikhcer	ᠠᠷᠪᠠᠶᠢᠬᠡᠭᠡᠷ	Arvaihgecer
Баяндэлгэр	ᠪᠠᠶᠠᠨᠳᠡᠯᠭᠡᠷ	Bayandelger	ᠪᠠᠶᠠᠨᠳᠡᠯᠭᠡᠷ	bayanGdelger
холбогдох	ᠬᠣᠯᠪᠣᠭᠳᠣᠬ	holbogдох	ᠬᠣᠯᠪᠣᠭᠳᠣᠬ	Holbogodoh

As we all know, the pronunciation of Cyrillic is dominant, and you can write whatever you want. This has the biggest conflict with traditional Mongolian. The pronunciation of each word has been changing since the Mongolian script appeared in the 13th century. For example, the word "uul" for mountain is written as "ᠤᠯᠤ". The traditional Mongolian writing is based on the pronunciation of people in the 13th century, but time has passed. In the 21st century, the pronunciation of words has

changed, but the way of writing has not changed. This is what to ask. Some problems appear in irregular errors, such as yaaj, tuushitai, olon, etc. Although the pronunciation of the words in TM2 is indeed the same as that of TM0, they are completely wrong in writing.

CONCLUSION

President.mn and transmglip.com are two websites that are frequently used in Mongolia. People use the text conversion function provided by these two websites to meet various needs, mainly to convert Cyrillic Mongolian into traditional Mongolian to promote Mongolia. Cultural exchanges with Chinese Mongolians and this is also one of the demands of barrier-free communication between the Mongolian government and the Mongolian people of the world. At present, these websites have provided good services, but there are still some flaws. As mentioned in this paper, there are two types of problems: regular errors and irregular errors. Including text recognition errors, unrecognizable capital letters, and unstandardized names and geographical names. Finally, I hope that the data and information provided in this paper can help future improvements. Realizing barrier-free communication is our greatest hope.

REFERENCES

- [1] Shagdarsuren, "study of Mogolian scripts" [2] www.president.mn
- [3] www.trans.mgclip.com
- [4] www.edit.mgyxw.net
www.cml.mcgill.ca
照那斯图, "八思巴字和蒙古语文献"研究文集, 东京外国语大学, 1990.
- [5] Poppe N, Grammer of Written Mogolian, SA,(PLO), Tom. I, Wiesbaden,1964.
- [7] Poppe N, Introduction to Mogolian Comparative Studies, Helsinki, 1955.

ГИДРОДИНАМИКИЙН ХҮЧНҮҮДИЙГ АШИГЛАН ЦУСНААС ЦАГААН ЭСИЙГ (ЛЕЙКОЦИТ) ЯЛГАХ, БИО-ЧИПИЙГ ХӨГЖҮҮЛЭХ СУДАЛГАА.

Ломбодорж Батзорига, Төмөрпүрэв Намнанб, Нэргүй Чулуунбаатара, Fan-Gang Tseng⁶. ШУТИС. Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль. Электроникийн салбара, ШУТИСМ. Механик, Тээвэрийн Сургууль. Хэрэглээний Механикийн салбар⁶ Тайваны “Цин-Хуа”-гийн Их Сургууль. Системийн Шинжлэх Ухааны Инженерийн салбар⁶ batzorig.l2007@must.edu.mn, namnan@must.edu.mn, n_chuka@must.edu.mn, fangan@ess.nthu.edu.tw

Хураангуй—Бид энэ өгүүлэлд цуснаас цагаан эсүүдийг ялгаж, баяжуулах чадвартай микро-шингэний чипийг санал болгож байна. Био-чипийн бүтэц нь микро-шингэн орох шулуун тэгш өнцөгт микро-суваг, 10-н эргэх муруй микро-сүвгүүд болон хоёр гаралтын ялгалтын шулуун сувгуудтай. Тэгш өнцөгт шулуун микро-сүвгээр урсах цусан дахь улаан, цагаан эсүүдийг ялгах инерцийн шилжилтийн хүч, муруй микро-сувагт хоёрдогч урсгалыг бий урсгалын хүчээр микро-эсүүдийг ялгах үйл ажиллагааг хийнэ. Цуснаас цагаан эсүүдийг ялгахын тулд өндөр ялгалт бүхий гол сувгаас харьцангуй бага гидродинамикийн соролтын үүсгэх микро-сүвгийг муруй сувгийн дотор хананд хийж өгснөөр микро-эсүүдийг ялгах процессыг улам сайжруулж өгсөн. Инерцийн шилжилтийн хүч, Динийн (Dean) хоёрдогч урсгалын, тасралтгүй урсгалын систем дэх гидродинамик соролтын хүчнүүдийн үйлчлэлээр нь цусан дахь цагаан эсүүдийг цуснаас 1×10^8 эсүүд/сек боловсруулах хурдтай, нөхөн сэргээх үр ашгын түвшинг 93.2%-тай, улаан эсийн алдах магадлал $\sim 0.1\%$ -гаар ялгалтын ажлыг амжилттай хийж гүйцэтгэсэн.

Түлхүүр үг—био-чип, микро-шингэн, микро-суваг, инерцийн шилжилт, Динийн (Dean) урсгал.

I. УДИРТГАЛ

Цус бол биед эргэлдэж, эд эрхтэнд шим тэжээл, хүчитөрөгчийг хүргэж амьдралын хэвийн байдлыг хадгалж байдаг биеийн чухал хэсэг юм. Хүний цусанд маш олон төрлийн микро-эсүүд байдаг, тэдгээр нь цусны мэдээллийг агуулж байдаг. Ийм учраас микро-эсүүдийг ялгаж таних, цуглуулах, тодорхойлох, өвчний мэдээллийг хурдан илрүүлэх, эмчлэхэд өргөн хэрэглэдэг [1]. Цус нь янз бүрийн эсүүд лейкоцитууд (ж.нь, цагаан цусны эсүүд (WBCs)), мөн тромбоцитүүд (ж.нь, тромбоцитүүд (PLTs)), түүний дотор эритроцит (тухайлбал, улаан цус (RBCs))-аас бүрддэг тул, цусан дахь эсүүдийг ялгаж авах чадвар нь биднийг оношлоход шаардлагатай дархлал хомсдол, удамшлын гажиг өвчний чухал мэдээллээр хангаж өгдөг [2-4]. Цусны эсүүдийг ялгахдаа сүвэрхэг мембраныг ашиглан тодорхой хэмжээтэй шүүлтүүр хийх нь бөглөрөх, урсгалын өндөр ачаалал, эсийн эвдрэлээс хамгаалах болсон учир их түгээмэл ашиглагдах

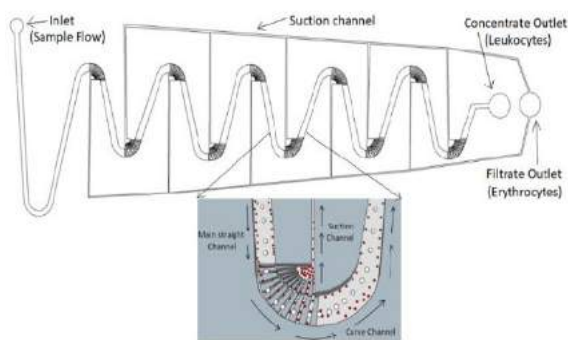
болсон. Микро-шингэний бөөгнөрсөн урсгалын хуваагдал (FFF) [5], хөндлөн урсгалын шүүлтүүр [6], микро-шингэний диск [9], ламинар урсгал [10], төвөөс зугтах/инерцийн төвлөрлийг багтаасан хэсгүүд, Диний урсгал [11] буюу эсүүдийг тусад нь ялгадаг аргачлалуудыг дурдлаа. Микро-чипийг ашиглан микро-эсийн ялгах нь уламжлалт аргын хэрэглээг багасгаж, автоматжуулалтын үйл ажиллагаатай, маш бага хэмжээтэй, шинжилгээ хийх, боловсруулахад энгийн олон давуу талуудыг бий болгосон. Саяханаас, инерцийн шилжилтийг ашиглан микро-шингэнд микро-эсүүдийг ялгах нь ихээхэн анхаарал татаж байна. Судалгааны ажлын үр дүнгүүд нь өндөр хүчин чадалтай янз бүрийн салбарын платформуудад ашиглагдаж байна [12,13]. Микро-эсүүд болон бөөмсийн тэгш өнцөгт суваг дахь урсгал нь сувгуудын хөндлөн огтлолын буланд ойртох хананд наалдах нөлөө үзүүлдэг тул хананаас эсэргүүцэх хүч, энэ хэсэг хэсгүүдийг хананаас холдуулж өгдөг шилжилтийн градиент хүчнүүдээс бүрддэг. Тиймээс энэ хоёрын эсрэг чиглэлд чиглэсэн хүчнүүд нь тодорхой тэнцвэрийн байрлалд тэнцвэрийн хүчийг бий болгодог [14]. Инерцийн шилжилтийн арга нь биологийн эсүүдэд (жишээ нь, цусны эсүүд эсвэл ховор эсүүд) хамааралтай тохиолдолд ихэвчлэн эмнэл-зүйн хэрэглээнд зориулсан олон янзын хэлбэр, хэмжээтэй эсүүдийг микро-сувагт урсах чадвар өндөр, ялгалтын процесс найдвартай байдаг. Энд бид дараах арга техникүүдийг санал болгож байна үүнд ялгах, ялгах ба инерцийн шилжилтийн муруй суваг (1) нэмэх, Диний урсгалын (2) нэмэлт хоёрдогч урсгал, мөн гидродинамик урсгалыг (3) өдөөх сувагт хийж өгснөөр ялгалтыг процессыг сайжруулах боломжууд бий болсон. Бидний хийсэн микро-чипын давуу тал нь Динийн урсгал ба гидродинамик соролттай микро-суваг, инерцийн шилжилт болон тасралтгүй урсгалын систем дээр үндэслэн улаан эсүүдийг цуснаас ялгаж, цагаан эсийг баяжуулж байгааг тооцоо туршилтаар баталсан явдал юм.

Төхөөрөмжийн дизайн ба ажлын зарчим

1.1 Төхөөрөмжийн дизайн

Туршилтад ашигласан микро-эсийг ялгах био-чипийн загварыг зураг 1-т харуулав. Био-чип нь шулуун, муруй, сорох гэсэн тэгш өнцөгт микро-сүвгүүдээс бүрдэнэ. Микро-шингэний урсгал гол шулуун микро-сүвгээр урсан ялгалт хийгдэх муруй суваг руу урсана. Тэгш өнцөгт микро-сүвгийн өргөн-200 мкм, өндөр-85 мкм, сүвгийн муруйлтын радиус-100 мкм байна.

Микро-суваг бүр өөр өөрийн үүрэгтэйгээр микро-эсүүдийг ялгах ажлыг гүйцэтгэдэг.

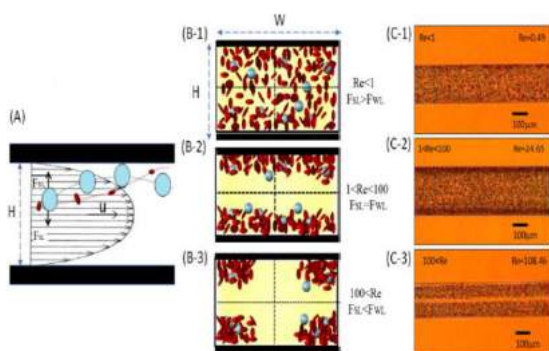


Зураг 1. Ялгах био-чип нь шулуун, муруй ба сорох суваг гурван төрлийн сувгуудаас бүрдэнэ.

Үүний дараа муруй сувгын дотор талд байрлах сорох сувгийн тусламжтайгаар улаан микро-эсүүдийг ялган бусад сорох сувгуудын урсгалтай нийлэн гаралтын ялгалтын хэсэг рүү урсан гарна. Цагаан микро-эсүүдийг гол сувгаар урсган цуглуулах хэсэгт цулуулснаар ялгалтын ажил хийж гүйцэтгэгдэнэ.

2.2 Гол суваг дахь микро-шингэн дэх хөдөлгөөний эффekt.

Тэгш өнцөгт хөндлөн огтлолтой гол шулуун суваг нь орох хэсэгт байрлаж муруй сувгуудыг холбодог. Паузейлийн урсгал урсах үед микро-биетүүдэд шингэний динамикийн урсгалын татах хүч, хананаас түлхэх хүчнүүдийн тэнцвэрийн байрлал маш чухал юм [15, 16]. Хананд өдөөгдсөн өргөлтийн хүч нь микро-эсүүдийг түлхэж, шилжилтийн градиентийн өргөх хүч нь микро-эсүүдийг хана руу түлхдэг [17].



Зураг 2. Сувгийн хананы дагуу байрласан микро-биетүүд болон эсүүдийн урсгалын хөдөлгөөний байрлалыг харуулав.

Эдгээр хоёр хүчний эффект нь өөр өөр хэмжээтэй микро-биетүүдийг сувгийн дотор тэнцвэрийн өөр өөр байрлалд байрлуулдаг. Зураг 2 (А)-д харьцангуй жижиг хэмжээтэй микро-эсүүдэд (улаан эс=8мкм) өргөх хүч (F_{WL}) нь шилжилтийн градиентийн хүчнээс (F_{SL}) илүү том байх тул бичил сувгийн булан руу чиглүүлэх шилжих хандлагатай байдаг. Том хэмжээтэй микро-биетүүдэд дээрх хүчнүүд нь эсрэгээрээ үйлчлэх учир (цагаан эс=15мкм) нь микро-сувгийн төв хэсэг рүү шилжинэ.

(Б) Микро-сувагт F_D ба F_L -ийн хамаарлыг үндэслэн эсүүд микро-сувгийн булангийн эргэн тойронд инерцийн шилжилт хөдөлгөөний нөлөөгөөр өөр өөр хэмжээтэй эсүүд өөр өөр хөндлөн огтлолын бүсэд шилжин байрлаж байгааг харуулсан.

(С) (С-1), (С-2), (С-3)-т 5мкл/сек, 250 мкл/сек, 1.1 мл/сек хурдтай урсгалын үед эсүүдийн тархан урсаж байгаа бодит зургыг харуулав.

Микро-эсүүдэд тулгардаг хананд өргөх хүчийг (F_{WL}) илэрхийлж болно. Үүнийг Стокийн хуулиар:

$$F_{WL} = 3\pi\mu a_p U_L \quad (1)$$

Энд шингэний зуурамтгай чанар нь (μ), (a_p) нь бөөмийн диаметр, (U_L) нь өдөөх шингэний хамгийн бага хурд зэрэг параметруудээс бүрдэнэ. Микро-эсийн шингэн дэх шилжих-градиент түлхэх урсгалын талбараас үүсэх шилжилтийн-градиентын өргөх хүч (F_{SL})-ийг дараах байдлаар илэрхийлбэл:

$$F_{SL} = \frac{2\rho U_f^2 a_p^4}{D_h^2} \quad (2)$$

$$D_h = \frac{4A}{P} = \frac{2WH}{(W+H)} \quad (3)$$

Энд шингэний нягтаршил нь (ρ), (U_f) нь микро-суваг дахь урсгалын дундаж хурд, (D_h) нь гидравлик микро-сувгийн диаметр. Дээрх илэрхийллүүд дээр үндэслэн F_{WL} болон F_{SL} -ийн хүчнүүдийн утга нь микро-биетийн эсийн диаметрийн (a_p) хэмжээнээс хамаарна. Эдгээр хоёр хүчний утгыг өөрчлөх замаар F_{WL} ба F_{SL} микро-биетийн дифференциал шилжилтийг тэдгээрийн хэмжээнээс хамааран тусгаарлах зорилгоор ашиглах боломжтой [19,20]. Зураг 2В-т боломжит гурван урсгалын зургыг дүрсэлэн харуулав. $F_{WL} > F_{SL}$, $F_{WL} = F_{SL}$ ба $F_{WL} < F_{SL}$ байх нөхцөл байдлыг дүрслэж харуулсан. $F_{WL} = F_{SL}$, эсийн терминалын хурд U_L -ийг дараах байдлаар илэрхийлж болно.

$$U_L = \frac{F_{SL}}{3\pi\mu a_p} = \frac{2\rho U_f^2 a_p^3}{3\pi\mu \left(\frac{2WH}{W+H}\right)^2} \quad (4)$$

$$L = \frac{U_{max} \left(\frac{1}{2}W\right)}{U_L} = \frac{3\pi W}{2Re} \left(\frac{D_h}{a_p}\right)^3 \quad (5)$$

Энд (U_{max}) бол параболик урсгалын талбайн хамгийн их хурд бөгөөд үүнийг ихэвчлэн $U_{max} \sim 2U_f$ гэж үздэг. L нь эсүүдийн тэнцвэрт байдалд хүрэхийн тулд шаардлагатай хэмжээний тэгш өнцөгт сувгийн урт юм. Илүү сайн ялгахын тулд өргөн нь өндрөөс их (жишээ нь, харьцаа=өндөр/өргөн<1) байх шаардлагатай бөгөөд түлхэх хүчийг сувгийн хажуу хана руу чиглэсэн, муруй суваг дахь эсийн ялгалтыг хажуугийн соролтын суваг руу чиглэсэн байхаар зохион бүтээсэн. Сувгийн өргөх хүчийг ихэсгэснээр шилжилтэнд шаардагдах сувгийн уртыг багасгаж, эсийн илүү сайн тусгаарлалтыг бий болгож чадна. Тиймээс био-чипний гол шулуун сувагт Рейнольдсын (Re) тоог $100 > Re > 1$ хооронд, $F_{WL} = F_{SL}$ тэнцүү байхаар, инерцийн шилжилт нь богино зайд ялгаж, дараагийн муруй суваг дахь ялгалтын хэсэгт бэлэн байхаар тооцоог хийсэн. Урсгалын хурдыг 5 мкл/сек, 250 мкл/сек, 1.1 мл/сек-д үндсэн шулуун суваг дахь инерцийн шилжилтийг ашиглан микро-эсүүдийг ялгах

туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн. Зураг 2.С-д туршилтын анхны чипийн сувгийн өргөн нь 200 мкм, өндөр нь 58 мкм хэмжээтэй байх үеийн урьдчилсан судалгааны бодит үр дүнг нь харуулав. Цусны эсүүд 5 мкл/сек, $Re < 1$ -д үед урсгал жигд тархдаг нь тогтоогдсон (Зураг 2С-гийн С-1-д үзүүлэв). Урсгал 250 мкл/сек, $100 > Re > 1$ үед цусны эсүүд дээд ба доод ханан дээр төвлөрөн урсаж байгааг туршилтаар харуулсан (Зураг 2С-гийн С-2-үзүүлэв). Урсгалын хэмжээ цаашид 1.1 мкл/сек хүртэл нэмэгдэх үед $Re > 100$ байх цусны микро-эсүүд шилжин урсаж, микро-сувгийн булангийн орчимд төвлөрч байгаа нь туршилтаар батлагдсан (Зураг 2С-гийн С-3-т үзүүлэв).

2.3 Динийн урсгалын муруй суваг.

Инерцийн шилжилт нь улаан болон цагаан эсийн (улаан эс-RBCs, цагаан эс-WBCs) ялгах чадварыг шулуун тэгш өнцөгт сувагт, Динийн урсгалын тусламжтайгаар сайжруулан ~89.8% -д хүргэж чадсан байна [18]. Динийн урсгал дахь микро-эсүүдийн ялгалтыг сайжруулахын тулд хэд хэдэн муруй сувгийг нэмж хийж өгсөн. Микро-эсүүдийн хэмжээнээс хамааран хоёрдогч урсгалуудад үүссэн хоёр эргэлтийн урсгалын аль нэгэнд микро-биет урсан орж, шингэний эргэлтийн хөдөлгөөнийг даган эргэнэ. Хэмжээсгүй параметр болох Динийн тоогоор (De) хоёрдогч урсгалын төлөвийг тодорхойлодог.

$$De = \frac{\rho U_f D_h}{\mu} \sqrt{\frac{D_h}{2R}} = Re \sqrt{\frac{D_h}{2R}} \quad (6)$$

Энд R -муруй микро-сувгийн муруйлтын радиус болон Динийн тоо хангалттай бага байвал хоёрдогч урсгал суваг дотор хэвтээ тэнхлэгтэй Динийн эргүүлэгүүдийг үүсгэдэг. Эдгээр Динийн урсгалаас болж микро-биет дээрх чирэх хүч багасана. Ийм учраас муруй сувагт цагаан эсүүд (WBC) нь илүү их хүчийг мэдэрч сувгын төв хэсэг рүү шилжиж, улаан эсүүд (RBC) нь бага хүчийг мэдэрч сувгийн хана дагуу урсана.

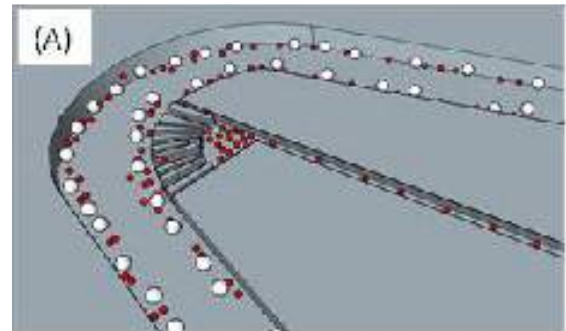
2.4 Гидродинамик зориулалттай сорох суваг

Цусан дахь микро-эсүүд нь муруй сувгуудаар хөдлөхдөө улаан эсүүд нь сорох сувагт сорогдож урсана. Сорох-сувгийн ялгалтыг сайжруулахын тулд олон тэгш өнцөгт саадуудыг гол сувагт нэмж байрлуулан хуйларсан урсгалыг бий болгож сорогдох үйл ажиллагааг улам сайжруулан микро-эсүүдийн ялгалтыг ихэсгэх боломжыг бий болгож өгсөн. Туршилтыг хийж гүйцэтгэхдээ хоёр загварыг ашигласан. Нэгт нь саадгүй урсгал (А), хоёрт нь саадтай урсгалын (В) туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн.

3-р зургын а-д үзүүлсэн Динийн урсгал нь улаан эсүүдийг сорох суваг руу урсгах боловч ихэнх цагаан эсүүдтэй цуг хамт муруй сувгын дагуу урсадаг.

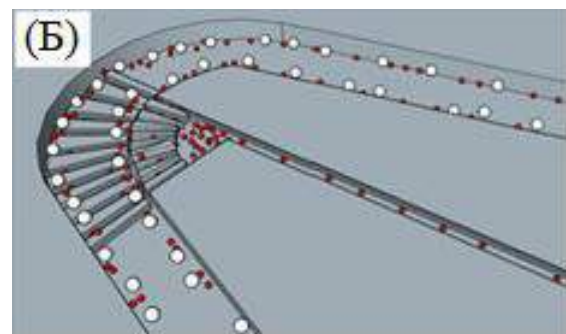
(Б)-д тэгш өнцөгт саадтай сувгуудыг байрлуулснаар (өндөр-45 мкм) улаан эсүүд нь сувгийн хонхор хэсэгт орж хоёрдогч урсгалын эргэлтийн нөлөөгөөр сорох сувгууд руу чиглүүлэн урсаж үлдсэн багахан эсүүд нь цагаан эстэй хамт дараагийн ялгалтын хэсэг рүү урсаж

дахин давтагдан ялгалтын процесс хийгдсээр байна.



Зураг 3-ийн (А)-д саадгүй урсгалын төлөв.

Үүний үр дүнд улаан эсүүд (RBC)-ийг гол сувгын урсгалаас зайлуулж, үлдсэн цагаан эсүүдийг (WBCs) цаашид баяжуулан сайжруулах түвшинг ихэсгэх боломжтой болсон.

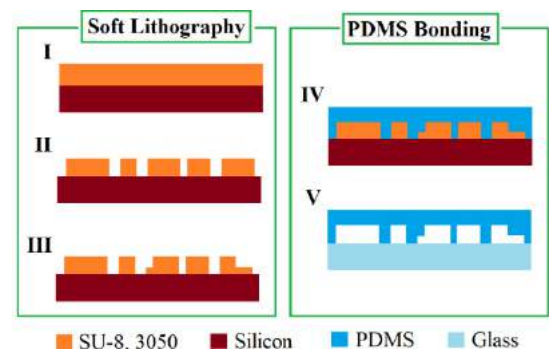


Зураг 3-ийн Б-д саадтай урсгалын төлөв.

Эцэст нь бидний хийсэн төхөөрөмжийн муруйлтын радиус 200 мкм байх үед Динийн тоог (De) ойролцоогоор 11.33 гэж тооцоолсон. Диний тоо нь шулуун ба муруй сувгуудын геометрийн параметрууд болон урсгалын хурд зэргээс хамаарч, энэ нь муруй суваг дахь Динийн урсгалын эффектэд нөлөөлдөг болохыг тогтоосон.

3 Био-чипийг хийх, туршилтын технологийн дэс дараалал

Тэгш өнцөгт шулуун болон муруй сувгийн хэвийг силикон хавтанцар дээр идэвхгүй фоторезистор SU-8, 3050-ыг (Nippon Kayaku, Токио, Япон) ашиглан нэгдүгээр үеийг гаргана.



Зураг 4. Цусны эсүүдийг ялгах төхөөрөмжийн угсрах дэс дараалалын процесс. I-III бол идэвхгүй фоторезистор (SU8)-ын литографийн стандартын процесс, IV-V нь (PDMS)-ээр салгаж, наах техник ажиллагаа.

Дээрх үйлдлийг давтан хоёрдугаар үеийг хийж гүйцэтгэнэ. (зураг 4-т үзүүлэв).

Дараа нь уян хатан полимер (PDMS-Polydimethylsiloxane, Sylgard 184, Dow Corning, Midland, MI, USA) 10:1 харьцаатай бэлдээд, силикон хавтанцар дээр бэлдсэн хэвэн дээр хийж, 85°C-ын градуст 2 цагийн турш зууханд тэгшхэн байрлуулаж хатаана. Үүний дараа төхөөрөмжийг унтрааж өрөөний температур хүртэл байлгаж байгаад PDMS-ыг цэвэрхэн жигд хуулж авна. Эцэст нь Охуген plasma-г ашиглан гаргаж авсан хөндий суваг бүхий PDMS-ыг тусгай шилэн дээр нааж ямар нэг гажиг үүсэхээс зайлсхийж 8 цагийн турш өрөөний температурт байлгана [11,12]. Хэвийг хийж гүйцэтгэх дэс дараалалыг зураг 4-т үзүүлэв.

4 Үр дүн

Био-чипийн микро-эсийг ялгах үр ашгийг сайжруулахын тулд хоёр өөр загвартай нийт 48 ширхэг чипийг туршиж үзсэн. Тэдний чухал хэмжээсүүд болох сувгийн өргөн, өндөр, уртыг хүснэгт 1-д харуулав. Хоёр чипийн загварт урсгалын хурд нь тус бүр 5 мкл/сек, 20 мкл/сек, 250 мкл/сек, 1,1 мл/сек байхад туршилтуудыг хийж гүйцэтгэсэн. Хамгийн оновчтой урсгалын хурдыг тэдгээрийн шулуун сувгын ялгалтын, тархалтын бодит зурагт үндэслэн “Чип-1”-ийн хувьд 250 мкл/сек, “Чип-2”-т 100 мкл/сек байхыг олж тогтоосон.

ХҮСНЭГТ 1. ЧИП-1 БА ЧИП-2-Т АШИГЛАСАН ЦУСНЫ ЭСИЙГ ТУСГААРЛАХАД АШИГЛАДАГ ПАРАМЕТРУУД

Д/д	Микро-сувгийн хэмжээ	Саадгай эсэх	Хурд	Үр дүн
Чип-1	Өргөн-200мкм Өндөр-58мкм Радиус-200мкм	Үгүй	5, 20, 250, 1100	4.3×10^8 эсүүд /мкл
Чип-2	Өргөн-200мкм Өндөр-85мкм Радиус-100мкм	Тийм	5, 20, 250, 1100	4.3×10^9 эсүүд /мкл

Инерцийн шилжилт, Динийн урсгал, гидродинамик сорох арга, хөндлөн тэгш өнцөгт саадуудыг ашиглан цагаан микро-эсүүдийг (WBCs) цуснаас ялгах өндөр чадвартай микро-шингэний төхөөрөмж буюу био-чипийн загварыг танилцууллаа. Муруй суваг дотор саадыг байрлуулснаар улаан микро-эсүүдийг гидродинамик хүчний үйлчлэлээр сорох суваг руу урсан орох хэмжээг ихэсгэсэж, ялгах техникийн ажиллагаа болон бөглөрөх асуудлыг шийдсэн нь цагаан микро эсүүдийг ялгах бидний хийсэн био-чипийн судалгааны ажлын давуу тал болж өгсөн.

Дээжийн урсгалын хурд 250 мкл/сек үед цагаан микро-эсийн ялгалтийн хэмжээг 93.2%-д хүргэж чадсан. Энэ ажлын үр дүн нь байгаль орчин, биологийн судалгаанд хямд өртөгтэй, хурдан, тасралтгүй ажиллах, бичил биетний объектуудын ялгалтыг шаарддаг биотехнологийн үйлдвэрлэлийн микро-төхөөрөмжийн платформуудад өргөн ашиглагдах юм.

НОМ ЗҮЙ:

I. Гадаад хэлээр хэвлэгдсэн зохиол бүтээл

[1] Anker, P.; Mulcahy, H.; Chen, X.Q.; Stroun, M. Detection of circulating tumour DNA in the blood (plas-

ma/serum) of cancer patients. *Cancer Metastasis Rev.* 1999, 18, 65–73. [CrossRef]

- [2] Bhagat, A.A.; Kuntaegowdanahalli, S.S.; Papautsky, I. Continuous particle separation in spiral microchannels using Dean flows and differential migration. *Lab Chip* 2008, 8, 1906–1914. [CrossRef]
- [3] Hou, H.W.; Bhagat, A.A.S.; Lee, W.C.; Huang, S.; Han, J.; Lim, C.T. Microfluidic Devices for Blood Fractionation. *Micromachines* 2011, 2, 319–343. [CrossRef]
- [4] Catarino, S.O.; Rodrigues, R.O.; Pinho, D.; Miranda, J.M.; Minas, G.; Lima, R. Blood cells separation and sorting techniques of passive microfluidic devices: From fabrication to applications. *Micromachines* 2019, 10, 593. [CrossRef]
- [5] Lin, C.-H.; Lee, C.-Y.; Tsai, C.-H.; Fu, L.-M. Novel continuous particle sorting in microfluidic chip utilizing cascaded squeeze effect. *Microfluid. Nanofluidics* 2009, 7, 499–508. [CrossRef]
- [6] Chen, X.; Cui, D.; Liu, C.; Li, H. Microfluidic chip for blood cell separation and collection based on crossflow filtration. *Sens. Actuators B Chem.* 2008, 130, 216–221. [CrossRef]
- [7] Sollier, E.; Rostaing, H.; Pouteau, P.; Fouillet, Y.; Achard, J.-L. Passive microfluidic devices for plasma extraction from whole human blood. *Sens. Actuators B Chem.* 2009, 141, 617–624. [CrossRef] *Micromachines* 2020, 11, 275 12 of 13
- [8] Alvankarian, J.; Bahadorimehr, A.; Majlis, B.Y. A pillar-based microfilter for isolation of white blood cells on elastomeric substrate. *Biomicrofluidics* 2013, 7, 14102. [CrossRef]
- [9] Chen, C.L.; Chen, K.C.; Pan, Y.C.; Lee, T.P.; Hsiung, L.C.; Lin, C.M.; Wo, A.M. Separation and detection of rare cells in a microfluidic disk via negative selection. *Lab Chip* 2011, 11, 474–483. [CrossRef]
- [10] Hur, S.C.; Mach, A.J.; di Carlo, D. High-throughput size-based rare cell enrichment using microscale vortices. *Biomicrofluidics* 2011, 5, 022206. [CrossRef]
- [11] Sun, J.; Li, M.; Liu, C.; Zhang, Y.; Liu, D.; Liu, W.; Jiang, X. Double spiral microchannel for label-free tumor cell separation and enrichment. *Lab Chip* 2012, 12, 3952–3960. [CrossRef]
- [12] Chung, A.J. A Minireview on inertial microfluidics fundamentals: Inertial particle focusing and secondary flow. *BioChip J.* 2019, 13, 53–63. [CrossRef]
- [13] Zhou, J.; Papautsky, I. Fundamentals of inertial focusing in microchannels. *Lab Chip* 2013, 13, 1121–1132. [CrossRef]
- [14] Yoon, D.H.; Ha, J.B.; Bahk, Y.K.; Arakawa, T.; Shoji, S.; Go, J.S. Size-selective separation of micro beads by utilizing secondary flow in a curved rectangular microchannel. *Lab Chip* 2009, 9, 87–90. [CrossRef] [PubMed]
- [15] Cruz, J.; Graells, T.; Walldén, M.; Hjort, K. Inertial focusing with sub-micron resolution for separation of bacteria. *Lab Chip* 2019, 19, 1257–1266. [CrossRef] [PubMed]
- [16] Amini, H.; Sollier, E.; Weaver, W.M.; di Carlo, D. Intrinsic particle-induced lateral transport in microchannels. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2012, 109, 11593–11598. [CrossRef] [PubMed]
- [17] Liu, C.; Hu, G. High-throughput particle manipulation

based on hydrodynamic effects in microchannels. *Micromachines* 2017, 8, 73. [CrossRef] *Micromachines* 2020, 11, 275

- [18] Zhang, J.; Li, W.; Alici, G. Inertial microfluidics: Mechanisms and applications. In *Advanced Mechatronics and MEMS Devices II*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2017; pp. 563–593.

II. Монгол хэлээр хэвлэгдсэн зохиол бүтээл

- [19] С.Батмөнх, Ч.Мангалжав, Ч.Даваасамбуу, “Шингэн ба хийн механик”, 2017.
- [20] П.Болд, Ш.Даваажамц, Б.Жамбалдорж, Ч.Пүрэвдорж, Б.Уранзаяа, Ц.Алтансүвд, Б.Аюурзана, Н.Насанбаяр, Н.Болдбаатар, Ц.Алтанцэцэг, “Гидравлик аэродинамик”. УБ.: ШУТИС, 2019.

НИСГЭГЧГҮЙ НИСЭХ ТӨХӨӨРӨМЖ АШИГЛАН АГААРЫН ШУГАМЫН ДЭЭД ҮЗЛЭГ ХИЙХ АВТОМАТ СИСТЕМИЙН АРХИТЕКТУР

*Б. Батбаяр ЭХС, ШУТИС Улаанбаатар, Монгол улс
nano.batbayar@must.edu.mn*

*Т. Уранчимэг ЭХС, ШУТИС Улаанбаатар, Монгол улс
uranchimeg@must.edu.mn*

Хураангуй—Энэхүү өгүүлэлд нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж (ННТ) ашиглан ЦДАШ-ын дээд үзлэг бүрэн автомат системийн архитектурыг танилцуулж байна. ЦДАШ-д дээд үзлэгийг ННТ-өөр хийх нь олон талын ашигтай болох нь 2017 оноос хойш бидний хийсэн туршилтуудаар улам бүр батлагдаж байна. ННТ-өөр дээд үзлэгийг хийхэд шугам хэвийн ачаалалтайгаа байх боломжтой байгаа нь цахилгаан дамжуулалтын үйл ажиллагааг алдагдуулахгүйгээр үзлэг шалгалтыг хийж гэмтлийг илрүүлэх нөхцөлийг бүрдүүлж байна. Гэвч өнөө хүртэл НТТ-ийг туршлагатай нисгэгч удирдан гар аргаар нисгэж байгаа нь цаашдаа ННТ-ийг нисгэгчээс хамааралгүйгээр бүрэн автоматаар өөрөө нисэх боломжийг бүрдүүлэх судалгаа хийх эрэлт хэрэгцээг бий болгож байгаа билээ.

Энэ шаардлагыг биелүүлэхийн тулд ХБНГУ-н Кемниц хотын ТИС дээр сургуулийн лаборатори дотор дотоод нислэгийн туршилтын лаборатори байгуулан бүрэн автомат нислэгийг хийх техникийн болон программын хавсарсан архитектур дээр судлаачдын баг ажиллаж байна. НТТ-ийг нисгэгчээс хамааралгүй бүрэн автоматаар нисгэх нь дээд үзлэгийг ямар ч ИТА нар хийх боломжийг бүрдүүлнэ. Тэрчлэн тогтмол хугацаанд ачаалалтай шугам дээр дээд үзлэгийг систем дараалалтай тогтмол хийж бичлэгийн болон зургийн сан бүрдүүлэх боломж нэмэгдэх юм.

Түлхүүр үг—нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж, цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын үзлэг, дээд үзлэг, ЦДАШ, автомат системийн архитектур, техник хангамж, программ хангамж.

I. ОРШИЛ

Эрчим хүчний системийн найдвартай ажиллагаа нь ЦДАШ-ын ашиглалтаас шууд шалтгаалдаг. ЦДАШ-ын засвар үйлчилгээг цаг алдалгүй түргэн шуурхай хийж түүний найдвартай байдлыг бүрэн хангаж байх шаардлагатай. Гэвч агаарын шугамын дээд үзлэг хийж түүн дээрх гэмтлийг олж тогтоох хүндрэлтэй ажил юм. Нэгдүгээр хүчдэлтэй шугамд үзлэг хийх боломжгүй. Хоёр дугаарт тулгуур бүрд авиран үзлэг хийх нь эрсдэлтэй ба цаг хугацаа их зарцуулдаг процесс юм. Иймээс сүүлийн жилүүдэд дэлхийн бүх улс орнуудад нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж (ННТ) ашиглан ЦДАШ-ын дээд үзлэг хийх болоод байна. Монгол улсад Цахилгаан Дамжуулах Үндэсний Сүлжээ ТӨХК 2017 оноос хойш ЦДАШ-ын дээд үзлэг ННТ ашиглаж эхэлсэн [1]. ННТ ашигласнаар шугамд таслалт хийх болон хүн тулгуурт

авирч гарч үзлэг хийх шаардлагагүй болсноор цаг хугацаа эдийн засгийн хувьд шууд болон шууд бус үр дүн өгч байна.

ННТ ашиглан үзлэг хийхэд мэргэшсэн нисгэгч хэрэгтэй ба өндөр хүчдэл, цаг агаар, орчин тойрны нөхцөл байдал зэрэг төрөл бүрийн шалтгаанаас үүдэн цаг ямарт ямар нэгэн хүндрэл учирч байдаг. Иймээс үзлэгийг түргэн шуурхай чанарын өндөр түвшинд хийж гүйцэтгэх нь нисгэгчээс өндөр чадвар, хурд мэдрэмж шаарддаг нарийн төвөгтэй ажил.

Бид дээд үзлэгийн үр дүнг сайжруулах, хугацааг бууруулах, хүний ур чадвараас шалтгаалах алдааг бууруулах зэрэг зорилгоор агаарын шугамын дээд үзлэг хийх бүрэн автомат системийг хөгжүүлж байна [2]. Агаарын шугамын дээд үзлэг нь урьдчилан төлөвлөгдсөн дэс дараалалтай үйлдлүүдээс тогтох нислэгийн процесс юм. Автоматжуулалтын зэргээс шалтгаалан үүнийг төрөл бүрийн түвшинд автоматчилах бүрэн боломжтой ч энэ нь олон төрлийн гадаад дотоод хүчин зүйлээс шалтгаалах нарийн төвөгтэй процесс юм [3]. Энэ автомат систем нь хүний оролцоогүйгээр ЦДАШ-ын тулгуурт ННТ ашиглан үзлэг хийх чадвартай байна.

Энэ өгүүлэлд бид өөрсдийн судалгааны ажлаар хөгжүүлж буй автомат системийн ерөнхий болон техник/программ хангамжийн архитектурыг үндсэн гурван бүлэгт хуваан тайлбарлав.

II. СИСТЕМИЙН ЕРӨНХИЙ АРХИТЕКТУР

ЦДАШ-ын дээд үзлэг хийх систем нь техник хангамжийн хувьд ННТ болон түүн дээр суурилуулсан өндөр нягтралтай камерыг хэрэглэн агаараас үзлэгийн объектын дүрс билэг хийх замаар дээд үзлэг явуулах зориулалттай байна (Зураг 1). Системийн программ хангамж нь ННТ дээр нэмэлтээр суурилуулсан Ерөнхий Удирдлагын Компьютер-т байрлан үзлэгийн процессыг хүний оролцоогүйгээр автоматаар удирдан явуулах үүрэгтэй.



Зураг 1. ЦДАШ-ын дээд үзлэг хийх ННТ-ийн ерөнхий бүтэц

ННТ ашиглан агаарын тандалт үзлэг хийх зориулалт бүхий автомат системийн AREIOM (Adaptive Research Multicopter) ерөнхий архитектурыг Зураг 2-т үзүүлэв [4]. Уг архитектур нь үүрэг зориулалтаараа дээрээс доош эрэмбэлэгдсэн дөрвөн үечлэл буюу давхаргаас бүрдэнэ. Үүнд “Аюулгүй байдал”, “Шийдвэр гаргалт”, “Жолоодлого” болон “Нислэгийн Удирдлага”-ын давхаргууд орох ба эдгээрийн эхний гурав нь Ерөнхий Удирдлагын Компьютерт, сүүлийнх буюу Нислэгийн удирдлагын давхарга нь нисэх төхөөрөмж дээр Нислэгийн Удирдлагын Компьютерт байрлана.

Энэ үечилсэн архитектур нь автомат системийн ерөнхий загвар бөгөөд ННТ ашигласан үзлэгийн хэрэглээ, хэрэгцээ шаардлагаас үүдэн төрөл бүрийн

байдлаар хэрэгжүүлэх боломжтой. Техник болон программ хангамжийн нарийвчилсан архитектурууд энэ үндсэн загвар дээр суурилсан байна. Жишээ нь энэ судалгааны ажлаар өндөр хүчдэлийн ЦДАШ-н дээд үзлэгт зориулан хэрэгжүүлж байгаа болно.



Зураг 2. Ерөнхий Архитектур

Нислэгийн удирдлагын давхарга нь ННТ-ийн нислэгийн удирдлагын систем ба бид ArduPilot-г системийг ямар нэгэн өөрчлөлт хийхгүйгээр ашиглана. ArduPilot нь ННТ болон бусад төрлийн өөрөө явагч хэрэгсэлд зориулсан нээлттэй эрх бүхий удирдлагын систем юм. Нислэгийн удирдлага нь нисэх төхөөрөмжийн луужин, GPS сигнал хүлээн авагч, хурдатгал хэмжигч зэрэг мэдрүүрийн мэдээллийг ашиглан ННТ-н нислэгийг удирдан нислэг хийдэг.

Жолоодлогын давхарга нь шийдвэр гаргах дээд түвшний давхаргуудыг доод түвшний техник хангамжийн давхаргаас бие даасан болгох үүрэг бүхий дундын хэсэг юм. Мэдрүүрүүдийн мэдээллийг уншиж боловсруулах, өгсөн командыг гүйцэтгэгч лүү илгээх, гүйцэтгэлийг хангах зэрэг үйлдлүүдийг гүйцэтгэх программ хангамжийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд багтана. Нэгдүгээрт нислэгийн удирдлагын давхаргатай холбогдох программ хангамжийн хэсэг байх ба энэ хэсэгт шийдвэр гаргах үйлдэл хийгдэхгүй зөвхөн дээд шатны программаас ирсэн командын дагуу үйлдэл гүйцэтгэнэ. Хоёрдугаарт камерын мэдээллийг унших үзлэгийн гол объектыг илрүүлэх дүрс боловсруулалтын программ хангамжийн хэсэг байна.

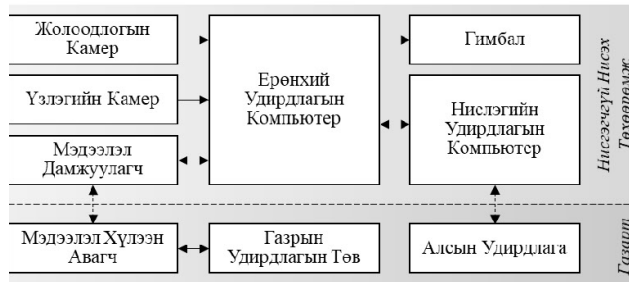
Даалгавар гэдэг нь тухайн нислэгээр гүйцэтгэж байгаа үзлэг юм. Системийн даалгаврын давхарга нь даалгаврын өгөгдөл болон мэдрүүрийн мэдээлэл дээр үндэслэн тухайн даалгаврыг гүйцэтгэхэд шаардлагатай шийдвэрийг цаг тухайд нь гарган нислэг буюу даалгаврыг амжилттай гүйцэтгэх үүрэгтэй. Жолоодлогын давхаргын программ хангамжийн хэсгүүдээс шаардлагатай мэдээллийг хүсэх ба гаргасан шийдвэр буюу командыг Жолоодлогын давхаргад буцаан өгнө.

Аюулгүй байдлын давхарга нь нислэгийн үе дэх урьдчилан төлөвлөгдөөгүй, аюултай эсвэл ослын нөхцөл байдалд зохих урьдчилан бэлдсэн аюулгүй ажиллагааны арга хэмжээг авч болзошгүй аваар ослоос сэргийлэх үүрэгтэй.

III. ТЕХНИК ХАНГАМЖИЙН АРХИТЕКТУР

Агаарын шугамын дээд үзлэгийн хэрэгцээ шаардлагаас үндэслэн үзлэгт хэрэглэгдэх ННТ-ийн техник хангамжийн архитектурыг боловсруулав

(Зураг 3). ННТ дээр нэмэлтээр үзлэгт ашиглагдах камер, мэдээлэл дамжуулах төхөөрөмж болон автомат нислэгийг удирдан явуулах Ерөнхий Удирдлагын Компьютерыг суурилуулсан.



Зураг 3. Техник Хангамжийн Архитектур

Бидний хөгжүүлж буй шийдэлд хоёр төрлийн камер хэрэглэгдэнэ. Нэгдүгээр камер нь орчныг харах, тандалтын объектыг илрүүлэх, дагах зориулалттай өргөн өнцгийн дуран бүхий Жолоодлогын Камер юм. Хоёрдугаар камер нь тандалтын объектод үзлэг хийх зориулалттай томруулах дуран бүхий өндөр нарийвчлалтай Үзлэгийн Камер. Эдгээр камерууд нь гурван тэнхлэгт гимбал дээр суурилагдсан байна. Гимбал нь ННТ-ийн нислэгийн үе дэх чичиргээг намдааж хөдөлгөөнийг тогтворжуулж дүрс бичлэгийн чанарыг сайжруулан ба гол нь үзлэгийн объектыг алдалгүй дагах үүрэгтэй.

Ерөнхий удирдлагын компьютер нь ННТ ашигласан автомат системийн хамгийн чухал бүрэлдэхүүн хэсэг бөгөөд автомат нислэг гүйцэтгэхэд шаардлагатай бүхий л программ энэ төхөөрөмж дээр ажиллана. ННТ-ийн хязгаарлагдмал нөөц бололцооноос шалтгаалан овор хэмжээ багатай, хөнгөн, бага чадлын төхөөрөмж сонгох шаардлагатай. Гэвч энэ төхөөрөмж нь дүрс боловсруулалтын болон даалгаврын шийдвэр гаргалтын зэрэг бүхий л алгоритмуудыг ажиллуулахад хангалттай тооцоолон бодох хүчин чадалтай байна.

Мэдээлэл дамжуулагч болон хүлээн авагч нь автомат системийг Газрын удирдлагын төвтэй холбох зориулалттай. Үүнд нь үзлэгийн болон жолоодлогын камерын дүрс дамжуулалт ба автомат системийн өгөгдөл дамжуулалт гэсэн үндсэн хоёр төрлийн мэдээлэл дамжуулалт багтана. Үүний тусламжтай оператор газраас ННТ-ийн нислэгийн болон программ хангамжийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн ажиллагаа, даалгаврын хэрэгжилт зэргийг хянах боломжтой болно.

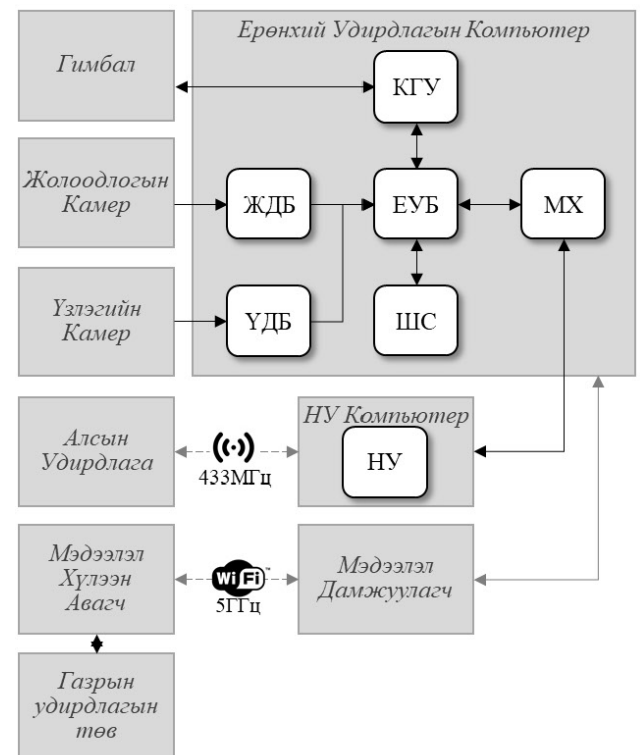
Газрын удирдлагын төв нь автомат үзлэгийг эхлүүлэх хянах зогсоох зориулалттай газарт байрлах тоног төхөөрөмж программ хангамжийн бүрдэл юм. Энэ нь хоёр программ хангамжаас бүрдэх бөгөөд нэгдүгээр программ нь нислэгийн удирдлагын компьютертой холбогдон нислэгийн төлөвийн мэдээллийг өгөх бол хоёрдугаар программ нь ерөнхий удирдлагын компьютертой холбогдон үзлэгийн төлөвийн мэдээллийг өгнө. Эдгээрийн тусламжтай оператор даалгаврын явцыг бүрэн хянах боломжтой.

Нислэгийн удирдлагын компьютер болон Алсын удирдлага нь ННТ-ийн үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг бөгөөд нислэгийн удирдлага нь автомат системд

зайлшгүй шаардлагатай бол алсын удирдлага нь бүрэн автомат үзлэгийн явцад хэрэглэгдэхгүй. Гэвч ямар нэгэн онцгой нөхцөл байдалд оператор нислэгийг гартаа авах бүрэн боломжтой буюу давуу эрхтэй байна.

IV. ПРОГРАММ ХАНГАМЖИЙН АРХИТЕКТУР

ЦДАШ-ын дээд үзлэгийн системийн программ хангамжийн архитектурыг дараах байдлаар боловсруулав (Зураг 4). Энэхүү архитектур нь үзлэгийн шаардлага, ННТ-ийн хязгаарлагдмал нөөц бололцоонд тусгайлан зориулсан бөгөөд сонгосон тоног төхөөрөмжүүдийг ашиглан автомат үзлэгийг саад бэрхшээлгүй жигд явуулах боломжийг бий болгосон.



Зураг 4. Программ Хангамжийн Архитектур

ЖДБ - Жолоодлогын Дүрс Боловсруулалт
УДБ - Үзлэгийн Дүрс Боловсруулалт
КГУ - Камерын Гимбалын Удирдлага
ЕУБ - Ерөнхий Удирдлагын Блок
ШС - Шинжээчийн Систем
МХ - MAVЛинк Холболт
НУ - Нислэгийн Удирдлага

Энэ программ хангамжийн архитектур нь дөрвөн давхаргад үндсэн архитектурын дагуу зохиогдсон буюу программ хангамжийн бүрэлдэхүүн хэсэг бүр нь үүрэг зориулалтаараа аль нэг давхаргад харьяалагдана (Хүснэгт 1). Түүнчлэн энэ программ хангамжийн архитектурын нэгэн чухал хэсэг нь бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн хоорондын холболт бөгөөд үүнийг Named Pipe, Shared Memory, Unix Domain Socket зэрэг мэдээлэл дамжуулах механизмуудыг ашиглан хэрэгжүүлэх бүрэн боломжтой.

ХҮСНЭГТ 1 ПРОГРАММ ХАНГАМЖИЙН АРХИТЕКТУР (АНГИЛАЛ)

	НУ	ЖДБ	ҮДБ	КГУ	МХ	ЕУБ	ШС
Аюулгүй Байдал						X	X
Даалгавар						X	X
Жолоодлого		X	X	X	X		
Нислэгийн Удирдлага	X						

Жолоодлогын Дүрс Боловсруулалт (ЖДБ) болон Үзлэгийн Дүрс Боловсруулалт (ҮДБ) нь камерын мэдээллийг боловсруулах үүрэгтэй программ хангамжийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд юм. ЖДБ нь тандалтын объектыг илрүүлэхэд хэрэглэгдэх бол ҮДБ нь түүнд үзлэг хийх, өндөр нарийвчлалтай дүрс мэдээлэл цуглуулахад хэрэглэнэ. Камерын Гимбалын Удирдлага (КГУ) нь ЖДБ-ын өгсөн мэдээллийн дагуу гимбалыг (gimbal) удирдан камерыг үзлэгийн объект луу чиглүүлэх үүрэгтэй.

ЦДАШ-ын дээд үзлэгийн тандалтын объектууд нь тусгаарлах элемент, түүний бэхэлгээ, чичиргээ намдаагч зэрэг ЦДАШ-ын үндсэн хийц хэсгүүд багтана. Жишээ нь ЦДАШ-ын дамжуулагч [5], тусгаарлах элемент [6], түүн дээрх гэмтэл [7] зэргийг илрүүлэх дүрс боловсруулалтын алгоритмуудыг хөгжүүлэн туршиж байна.

MAVЛинк Холболт (МХ) нь ННТ-тэй Micro Air Vehicle Link (MAVLink) хэмээх протокол ашиглан холбогдож удирдлагын команд өгөх ба мэдрүүр болон төлөвийн мэдээллүүдийг унших зэрэг үйлдлийг гүйцэтгэнэ. Ерөнхий Удирдлагын Блок нь программ хангамжийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн ажиллагаа, тэдгээрийн хоорондын мэдээлэл хөрвүүлэлт, дамжуулалтыг хариуцна. Судалгааны ажлын хүрээнд энэхүү үйлдлүүдийг гүйцэтгэх зорилгоор MAVЛинк холболтыг хялбарчлах хийсвэрлэх давхаргыг (MAVLink Abstraction Layer) хэрэгжүүлсэн [8].

Шинжээчийн Систем нь даалгаврыг хэрэгжүүлэх үндсэн үүрэгтэй. Үүнд шаардлагатай мэдээллийг бусад программ хангамжийн хэсгээс хүлээн авах ба урьдчилан төлөвлөгдсөн төлөвлөгөөний дагуу тухайн нөхцөл байдалд таарсан шийдвэр гаргаж НУ болон КГУ-руу удирдлагын команд өгч нислэгийг удирдан явуулна. Дараагийн үндсэн үүрэг нь урьдчилан төлөвлөгдөөгүй нөхцөл байдал үүссэн үед урьдчилан бэлтгэгдсэн аюулгүй ажиллагааны алхмуудыг хэрэгжүүлж болзошгүй аюул ослоос сэргийлэх юм.

V. ДҮГНЭЛТ

Судалгаанд тавигдсан урьдчилсан нөхцөл нь ННТ-ийн удирдлагын системд ямар нэгэн өөрчлөлт хийггүйгээр түүнтэй уялдан ажиллаж төрөл бүрийн автомат нислэг хийх системийг зохиох байсан бөгөөд ЦДАШ-ын дээд үзлэг хийх систем дээр туршин хэрэгжүүлж байна.

Энэхүү архитектурын онцлог нь автомат системийн хэрэглээнээс хамааран программ хангамжийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг хэсэгчлэн өөрчлөх солих

бүрэн боломжтой байх буюу түүний үечилсэн бүтэц юм. Жолоодлогын давхаргын гол үүрэг нь шийдвэр гаргах түвшний программ хангамжийн хэсгүүдийг техник хангамжийн хэсгээс шууд хамааралгүй болгох буюу ямар ч төрлийн тоног төхөөрөмж хэрэглэсэн шийдвэр гаргах хэсэгт нөлөө үзүүлэхгүй байлгах үүрэгтэй. Даалгаврын давхарга нь тухайн автомат үзлэгийг ерөнхийлөн удирдан явуулах үүрэгтэй шийдвэр гаргах хэсэг бөгөөд үүнийг төрөл бүрийн шийдвэр гаргах алгоритмуудыг ашиглан хэрэгжүүлэх боломжтой байна. Уг давхаргын ажиллагааны түвшнээс хамааран тухайн системийн автоматжуулалтын зэргийг тодорхойлж болно. Аюулгүй байдлын давхарга ННТ нь даалгаврыг биелүүлэх үед ямар нэгэн урьдчилан төлөвлөгдөөгүй нөхцөл байдал үүссэн үед түүнийг даван туулах зориулалт бүхий ахисан түвшний ухаалаг шийдвэр гаргах программ хангамжийн бүрэлдэхүүн хэсэг багтана. Энэ архитектурыг хэрэглэн төрөл бүрийн байдлаар ННТ ашигласан бүрэн автомат систем загварчлах боломжтой ч ямар нэг давхаргыг алгасах боломжгүй юм.

Уг судалгаагаар ННТ-ийг автоматжуулахад гарах хүндрэлтэй асуудлуудыг шийдвэрлэх, техник болон программ хангамжийн архитектурыг боловсруулахад туслах ерөнхий загварыг гаргахаар зорив.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Х. Энхжаргал, Т. Уранчимэг, Д. Чинбат, Б. Эрдэнэцогт, S. Blokzyl, Б. Батбаяр, "ЦДАШ-ийн үзлэг, хяналтыг нисгэгчгүй нисдэг төхөөрөмжөөр хийх судалгааны ажил эхэллээ," Эрчим Хүч & Engineering, Д.156, хх. 23-27, 2017
- [2] U. Tudevtagva, B. Battseren and W. Hardt, "Unmanned Aerial Vehicle Based Automated Inspection System for High Voltage Transmission Lines," Автоматика и программная инженерия, vol. 19, pp. 28-32, 2017.
- [3] B. Battseren, U. Tudevtagva and W. Hardt, "A Finite State Machine Based Adaptive Mission Control of Mini Aerial Vehicle," Embedded Selforganising Systems, vol. 5, pp. 6-10, 2018.
- [4] H. Ariane, H. Reda, B. Battseren, and W. Hardt, "AREI-OM: Adaptive Research Multicopter Platform," IF-OST, pp. 219-223, 2019.
- [5] B. Battseren, U. Tudevtagva, W. Hardt, "Image Processing Based Power Line Detection," Автоматика и программная инженерия, vol. 25, pp. 24-29, 2018
- [6] B. Battseren, U. Tudevtagva, W. Hardt and A. Banerjee, "Image Processing Based High Voltage Transmission Line Insulator Fault Detection," 13th International Forum on Strategic Technology (IFOST), 2018.
- [7] Т. Уранчимэг, Б. Батбаяр болон Б.Тулга, "Дүрс Боловсруулалтын Алгоритмын Хэрэглээ: Өндөр Хүчдэлийн Агаарын Шугамын Тусгаарлагчийн Гэмтэл Илрүүлэлт," Information & Media Technology International Online Conference (IMT), 2018.
- [8] M. Stephan, B. Battseren and U. Tudevtagva, "Autonomous Unmanned Aerial Vehicle Development: MAVLink Abstraction Layer," Proceedings of International Symposium on Computer Science, Computer Engineering and Educational Technologies - 2020 (ISCSET), pp. 45-49, 2020

ДҮРСИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ АШИГЛАСАН ШАГАЙ ТОГЛОГЧ РОБОТ ГАРЫН ЗАГВАР

М.Өсөхбаяр¹, Д.Баярсайхан², Ц.Хүрэлбаатар³

¹Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль

Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль

osohoo0319@gmail.com, khurelbaatar@must.edu.mn

Хураангуй—Энэ судалгааны ажлаар бид үндэсний уламжлалт тоглоомын нэг хэрэгсэл болох шагайг дүрсийн боловсруулалт ашиглан таньж, робот техниктэй холбосон автомат тоглоомыг зохион бүтээхийг зорьсон. Шагайны морь, тэмээ, хонь, ямааг илэрхийлэх дөрвөн өөр хэлбэр бүхий дүрсийн зургийг авч, Гинжин кодын арга ашиглан тоон цуваа болгон хөрвүүлсэн. Бид дүрс бүрд тохирох хөрвүүлэлгдсэн тоон цувааны 400 гаруй санг үүсгэсэн бөгөөд энэхүү санг ашиглан шагайгаар морь уралдуулан наадах робот тоглоомыг зохион бүтээлээ.

Түлхүүр үг—Гинжин кодын арга, ирмэг илрүүлэлт, хар цагаан зураг, автомат робот.

I. УДИРТГАЛ

Үндэсний уламжлалт шагайн наадгайн нэг төрөл болох морь уралдуулах тоглоомыг 21-р зуун буюу технологийн эрин үе хөгжиж буй энэ үед орчин үеийн хүүхэд залуус, ирээдүй хойч үе маань тоглох нь багасч улмаар мартагдахад хүрч байна. Иймд робот технологитой хослуулан дүрс боловсруулалтын аргыг ашиглан шагайг таньж, түүнээс хамааран морь уралдуулах автомат тоглоомыг бүтээх санааг судалж байна. Энэхүү судалгааны ажлын эхний хэсэгт камер ашиглан шагайны дүрсийг авах, өнгөт зургыг хар-цагаан өнгө болгон хөрвүүлэх [1], түүнээс ирмэг илрүүлэлтийн (edge) аргаар зургийг нэг битийн өргөнтэй дүрс болгон хөрвүүлэх, нэг битийн өргөнтэй дүрсийг тоон цуваа болгон илэрхийлэх, тоон цуваагаар өгөдлийн санг үүсгэх зэрэг алхамуудыг дэс дараалалтайгаар хийсэн болно [2].

Судалгааны ажлын дараагийн хэсэгт шагай орхих робот гарны загвар, тоглогч морь-роботын загвар болон удирдлагын төхөөрөмжийг зохион бүтээсэн. Робот гар нь газраас шагайг хаман авч орхих бөгөөд робот гаранд суурилуулсан камерийн тусламжтайгаар шагайн зургийг авч, судалгааны ажлын эхний хэсэгт дурьдсан аргачлалын дагуу тухайн дүрсийг гинжин кодоод хөрвүүлж, өгөгдлийн сантай харьцуулан морь буусан шагайг ялган таних үйлдлийг гүйцэтгэнэ.

Хэрвээ шагай нь морь буусан тохиолдолд Робот-гарын удирдлагын төхөөрөмжөөс bluetooth модуль ашиглан морь-роботын удирдлагын төхөөрөмжид мэдээллийг дамжуулна. Морь робот нь өгөгдсөн тоон мэдээллийг хүлээн авч урагш явах үйлдлийг гүйцэтгэнэ.



Зураг 1. Автомат гар

1. МАТЛАБ ПРОГРАМЫН ДҮРСИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ

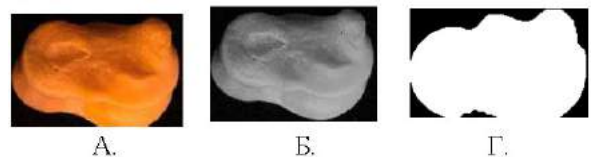
Дүрсийн боловсруулалт танилтын аргуудыг нээнээр хүн төрөлхтний техник технологид олон боломж бий болсон ба амьдралдашиг тусга өгсөөр байна. Бидний судалгааны ажлын хувьд Матлаб програмын дүрсийн боловсруулалтын функцуудыг ашиглан дүрс таних, дүрсийн шүүлт зэрэг гүйцэтгэлүүдийг хийж шагайны дүрсийг ялган авах, мөн боловсруулагдсан дүрсийг тоон кодоод хувиргах гинжин кодын арга (chain code) болон зураг хэлбэрээр харьцуулан таних аргуудыг ашигласан [3].

Бид дүрсийн боловсруулалт ашиглан шагай таних үйлдлийг дараах алхамуудаар гүйцэтгэсэн. Үүнд :

- A. Урьдчилсан боловсруулалт (шуугиан арилгах, өнгөт зургыг хар-цагаан зураг болгон хувиргах)
- B. Дахин боловсруулалт (ирмэг илрүүлэлт, тасдаж авах)
- C. Гинжин кодоод хөрвүүлэх
- D. Шагай танилт (шагайны дүрсийг тодорхойлох гинжин код бүхий санг үүсгэх, сантай харьцуулалт хийж шагайны дүрсийг таних)

A. Урьдчилсан боловсруулалт

Урьдчилсан боловсруулалтаар RGB өнгөт зургийг саарал өнгийн зурганд шилжүүлж шуугианыг арилгана. Дараа нь зургийн босго утгыг тооцоолж, хар-цагаан зурагт шилжүүлнэ. Үүнээс хамаараад 200-аас доош утгатай нүдийг (цэг) хар, дээш утгатайг нь цагаан гэж үзсэн.



Зураг 2. Дүрсийн урьдчилсан боловсруулалт
A.Өнгөт зураг, B.Саарал зураг, Г.Хар-цагаан зураг

B. Дахин боловсруулалт

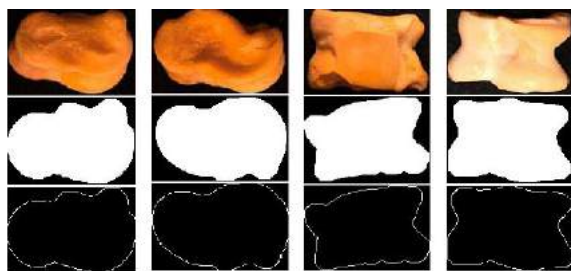
Компьютерийн дүрс боловсруулалтын нэгэн чухал ажиллагаа нь дүрсний ирмэг илэрүүлэх явдал

юм.[1] Дүрсэн дэх ирмэгүүд нь тухайн дүрснээс таниж ашиглагдах эргэлзээтэй хэсгүүдийн мэдээлэл юм. Ирмэг илрүүлэх үндсэн 4 алхам байдаг [4]. Үүнд :

1. Толийлгох (Smoothing) : аль болох пикселийн шуугианыг багасган , ирмэгийг илрүүлэх.
2. Сайжруулалт (Enhancement): ирмэгийн чанарыг сайжруулах шүүлтүүр хэрэглэнэ (sharpening).
3. Илрүүлэх (detection): ирмэгийн пиксел болгоны босго утгыг ашигласан шалгуурыг хангаж байгаа эсэхийг илрүүлэн, шалгах
4. Локалчлал (Localization): Ирмэгийн дэд пиксел бүрийн нягтаршил нарийн байрлалыг тодорхойлж, ирмэгийн байршлыг тооцоолох нэмэлт алгоритмыг ашиглан пиксел хоорондын зайг илүү ойртуулан холбох үйлдлийг энэ үе шатанд хийдэг.

Ирмэг илэрүүлэлтийг сайн хийснээр дараагийн алхам буюу гинжин (chain) код болгон хөрвүүлэхэд чухал нөлөө үзүүлнэ.

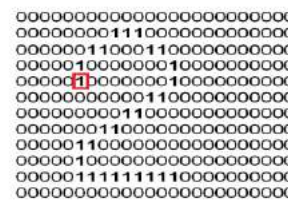
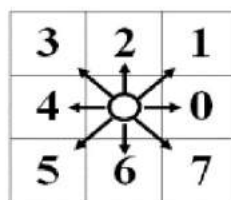
Энэ судалгааны ажилд ирмэг илрүүлэлтийн Д.Собел (Sobel) -ийн аргыг ашигласан. Собелийн ирмэг илрүүлэлтийн арга нь хоёр маск ашиглах бөгөөд ялгаатай байрлалуудад ирмэг тодорхойлно. Хоёр маск нь бүтэн ирмэг илрүүлэлтийн дүрсийг үүсгэсний дараа нэгтгэсэн дүрсийг үүсгэдэг. Собелийн маскууд нь ирмэг илрүүлэхдээ хэвтээ ба босоо тэнхлэгийн дагуу хийгдэн ажиллах ба дүрсэн дэх пиксел дээрхи ойролцоо үнэмлэхүй налуу хэмжигдэхүүнийг хайх ба пиксел дээрхи өргөтгөсөн байрлалууд нь маскны төлөвийг тодорхойлно.



Зураг 3. Дахин боловсруулалт
А.Морь, Б.Тэмээ, С.Хонь Г.Ямаа

С. Гинжин код (Chain code)

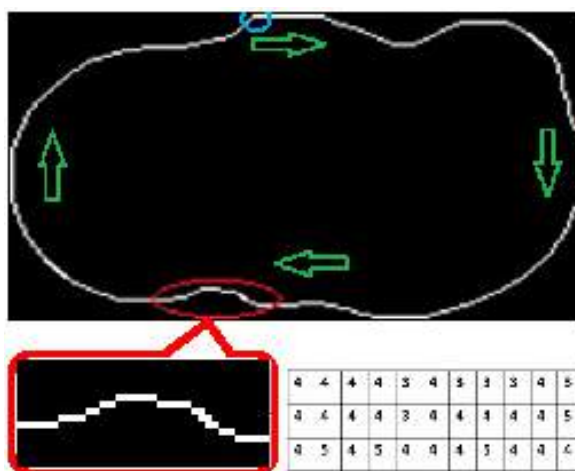
Гинжин кодын (Chain code) арга нь дүрс ялгаж аргуудын нэг төрөл юм Энэхүү арга нь урьдчилан төлөвлөгдсөн чиглэл тодорхойлох тоонуудын тусламжтайгаар тухайн дүрсийг тоон өгөгдөл болгодог. Ингэж өөрийн таних шаардлагатай бүх үсэг, тоо, тэмдэгтийг кодлоно.



Гинжин код :
"2101007076545454546600000000"

Зураг 4. Хоёрын тооны гинжин кодын хөрвүүлэлт

Мөн өгөгдсөн зургыг энэ аргын тусламжтайгаар кодлож тоон цуваанд хөрвүүлэх боломжтой. Иймд бид ирмэг илрүүлэлтийн арга ашиглан дүрсийн боловсруулалт хийсэн нэг битийн өргөнтэй цагаан зураас бүхий шагайн дүрсийг гинжин кодын аргаар тоон цуваанд хөрвүүлсэн.



Зураг 5. Морины дүрсийг гинжин код болгон хөрвүүлэх процесс

Д. Шагай танилт

Дахин давтагдахгүйгаар буух тухайн шагайны онцлох хэлбэр бүхий дүрсүүдийг олж зургийн санг үүсгэсэн. Жишээ болгон Зураг 6 –д морь буусан шагайны онцлох дүрс болон гинжин код олгон хөрвүүлсэн хүснэгтийг оруулсан.

	Дүрлэлт Гинжин код	15 0	1 7	1 2	3 7	1 0	1 2	3 1	1 0
	Дүрлэлт Гинжин код	12 0	1 7	2 6	1 7	1 2	1 2	1 2	2 1
	Дүрлэлт Гинжин код	22 6	1 7	6 0	1 7	2 2	1 0	1 0	1 0
	Дүрлэлт Гинжин код	10 0	1 7	3 0	1 7	1 2	1 0	1 0	1 0
	Дүрлэлт Гинжин код	13 6	1 7	3 6	1 7	1 2	1 2	1 2	2 1
	Дүрлэлт Гинжин код	16 6	1 7	4 6	1 7	2 0	1 0	1 0	1 0

Зураг 6. Морь буусан шагайны онцлох дүрсийг гинжин код болгон хөрвүүлсэн байдал.

Бид энэ суралгааны ажлын хүрээнд морь, тэмээ, ямаа, хонийг илэрхийлсэн нийт онцлох 400 зургаас гинжин кодын санг үүсгэсэн. Шагай таних үйлдэл нь

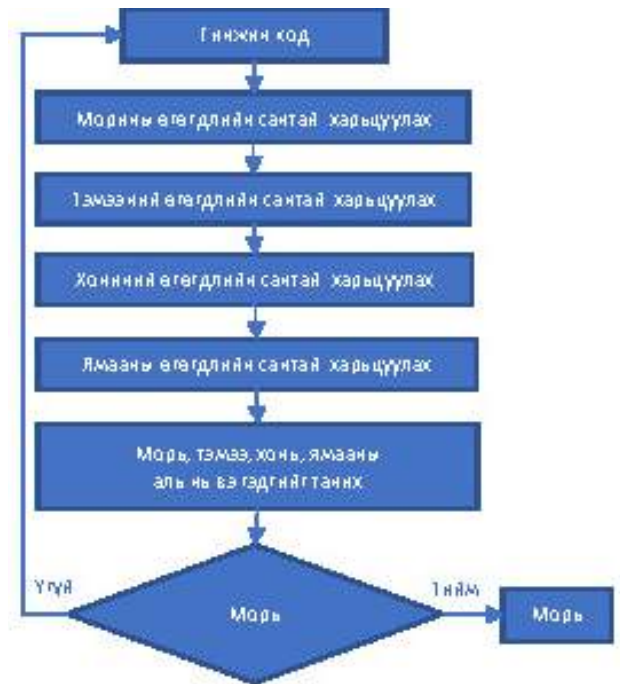
тухайн агшинд буусан шагайн гинжин кодын тоон цувааг санд байгаа гинжин кодын тоон цуваатай харьцуулалт хийж танина.

2. РОБОТ МОРИНЫ ЗАГВАР

Инфра улаан туяа (IR)-ны мэдрэгч ашиглан робот морийг алсаас удирдана. Урьдчилан бэлтгэсэн талбарт тоглолт эхэлхийн өмнө робот морьдыг гарааны бүсэд байрлуулна. Шагайг хүн болон робот гар ээлжилж орхих бөгөөд орхисон шагай морь буусан тохиолдолд морийг урагш нэг нүд явуулна.

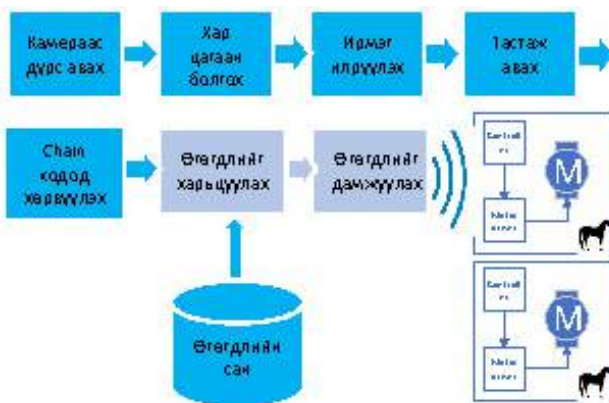


Зураг 6. Робот морь



3. УДИРДЛАГЫН СИСТЕМ ИЙН ЗАГВАРЧЛАЛ

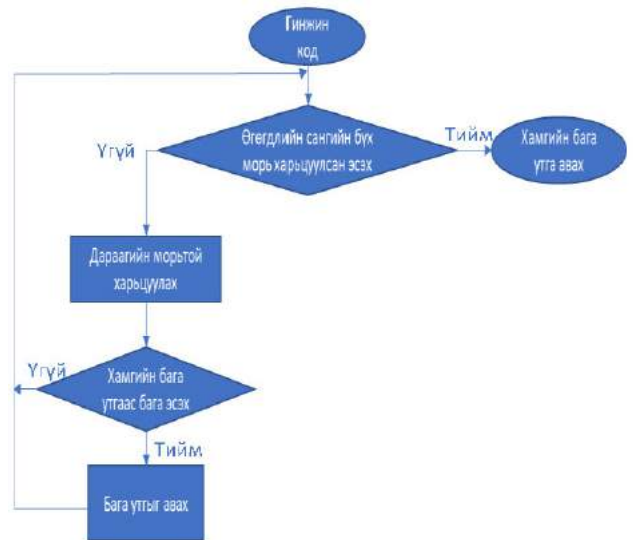
Шагай тоглодог роботын бүтцийн схемийг. Зураг.7-д харуулав. Бүтэц нь хоёр хэсгээс бүрдэж байгаа бөгөөд эхний хэсэг нь робот гар шагайг орхиж морь буусан эсэхийг таних, дараагийн хэсэг нь морь буусан тохиолдолд робот морьг явуулах.



Зураг 7. Удирдлагын төхөөрөмжийн бүтцийн схем

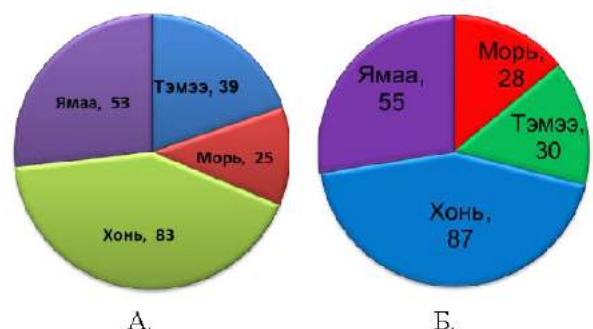
Програмын алгоритм

Дүрс танилт нь дараах алгоритмын дагуу ажиллана.



Туршилт, гүйцэтгэл

Хүн болон робот хоёр харилцан тоглох тул энэхүү тоглоомоор хүн болон робот хоёрын шагайг хэрхэн буулгах магадлалыг тооцоолж үзсэн бөгөөд үр дүнгээс хархад гар робот нь шагайг хүн шиг буулгаж байна. Мөн робот гар нь шагайг хаяхдаа хүний шагай хаях траектортой ижил траектороор хөдөлж байгааг Зураг.8-д харууллаа.



Зураг 8. Харьцуулалтын үр дүн
 А. Автомат гар шагайг 200 удаа орхисон туршилтын үр дүн

Б. Хүн шагайг 200 удаа орхисон уршилтын үр дүн

Тухайн агшинд буусан шагайн гинжин кодыг санд байрлах дөрвөн төрлийн шагайн гинжин кодтой харьцуулалт хийж тус бүрийн үр дүнг тоон утгаар гаргаж өгнө. Энэхүү тоон утгуудын хамгийн бага утга заасан нь шагайн аль талаараа буусныг таних болно. Зураг 9-д шагайн морь буусан талыг 50 удаагийн туршилтаар таниж үзсэн үр дүнг харуулсан бөгөөд бүгдэд нь зөв таньсан болно.

ДҮГНЭЛТ

Өгөгдлийн санд олон өгөгдөл цуглуулж харьцуулалт хийвэл тухайн дүрсийг таних магадлал их боловч түүнийгээ даган их хугацаа зарцуулна. Тиймээс дүрсний үндсэн зургаас аль болох ялгаатай гэж үзсэн зургуудыг сандаа оруулж өгсөн. Мөн дүрс боловсруулалт хийж байхад гэрлийн шуугиан маш ихээр нөөлөлж байсан тул шагай хаяхад зориулсан гадны гэрэл нэвтрэхгүй сав бэлдэж, түүндээ тогтмол гэрэл тусгаж өгсөн.

Морь уралдуулах тоглоом тул шагайн морь буусан дүрсийг алдалгүй таних тал дээр илүү их анхаарч ажилсан бөгөөд өгөгдлийн сан бэлдэхдээ маш олон зургаас сонголт хийсэн. Үүний дүнд морь буусан талыг алдалгүй сайн таньдаг болсон. Бусад таалуудын дүрсний хувьд 70% - аас 90%-ийн магадлалтай таньдаг бөгөөд өгөгдлийн санг сайн бэлдвэл 100% таних боломжтой юм.

	Морь			
	Морь	Тэмээ	Хонь	Ямаа
1	147	200	255	309
2	161	235	262	288
3	129	219	249	251
4	152	206	241	280
5	167	216	216	272
6	187	219	220	283
7	203	263	298	329
8	189	249	275	325
9	159	222	215	291
10	218	259	313	290
11	170	223	231	306
12	212	255	298	346
13	151	252	248	308
14	182	236	232	301
40	239	264	273	300
41	202	213	241	254
42	143	261	287	297
43	124	221	228	214
44	168	222	221	224
45	223	262	297	293
46	204	275	312	311
47	151	222	251	259
48	221	257	286	320
49	182	249	283	300
50	201	245	298	271

Зураг 9. Шагайн морь буусан талыг таньсан үр дүн

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] S.Sridhar,(2012) “Digital Image Processing”, Oxford University Press
 [2] Kshama Fating, Archana Ghotkar “Performance Analy-

sis of Chain Code Descriptor for Hand Shape Classification” International Journal of Computer Graphics & Animation (IJCGA) Vol.4, No2, April 2014

- [3] R.S.Vaddi1, L. N.P.Boggavarapu1, H. D.Vankayalapati, K. R. Anne,(2011) “Contour detection using freeman chain code and approximation methods for real time object detection”, AJCSIT.
 [4] Serge Belongie, Jetendra Malik and Jan Puzicha,(2002) “Shape matching and Object recognition using Shape Context”, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24.

САЛБАР ХУРАЛДААН V – ЦАХИМ ЗАСАГЛАЛ

Хурлын дарга: Доктор Б.Баянмөнх

СЭЗИС-ийн С байр Танхим 401-А, 401-В

ТӨРИЙН ҮЙЛЧИЛГЭЭНД БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИ ХЭРЭГЛЭХ НЬ

*Төр Ууганбаяр, Чагнаа Алтангэрэл МУИС, ХШУИС,
Машины оюуны лаборатори Улаанбаатар хот, Монгол
Улс uugaa.t@gmail.com, altangerel@num.edu.mn, https://
milab.num.edu.mn*

Хураангуй—Блокчейн технологи үүсэн бий болсон цагаас мэдээллийг аюулгүй хадгалах, төвлөрсөн бусаар дамжуулах, найдвартай боловсруулалт зэрэг давуу талаас үүдэн санхүүгийн салбарт хэрэглэгдэж ирсэн. Богинохон хөгжлийн явцад тус технологи улам боловсронгуй болсоор бусад салбаруудад ч өргөн хэрэглэгдэж эхэлж байна. Төрийн цахим үйлчилгээнд тус технологийг ашигласнаар төрийн үйл ажиллагааны ил тод, хялбар, хүртээмжтэй байдал нэмэгдэж, техникийн, хүний, санхүүгийн хэмнэлт бий болгох боломжтой. Иймд манай улсын цахим засаглалд блокчейн технологийг зайлшгүй ашиглах шаардлагатай олон улсын туршлагаар харуулж байна.

Түлхүүр үг—блокчейн, төрийн цахим үйлчилгээ, цахим засаглал.

I. УДИРТГАЛ

Анх 2008 онд тархалттай бүртгэл (distributed ledgers) нэртэйгээр нийтэд танилцуулагдсан мэдээллийг олон талд хадгалах технологи нь тасралтгүй хөгжсөөр өгөгдөл, код, хаягийг хамгийн аюулгүйгээр хадгалах, хуваарилах, дамжуулах блокчейн технологи болон хөгжсөөр ирлээ. Тус технологи анхлан мэдээллийн аюулгүй байдлын хамгийн өндөр стандарт шаарддаг санхүү, төлбөр тооцооны хэрэгслийг төвлөрсөн бусаар зохион байгуулах биткойн (Satoshi Nakamoto, 2008) хэлбэрээр олонд танигдсан.

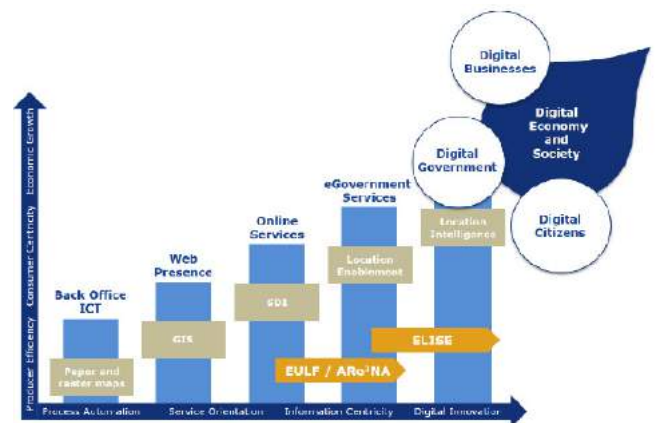
Блокчейн сүлжээ криптографийн олон төрлийн функц ашиглан өөрчлөх үйлдлийг шинэчлэх үйлдлээр сольсон нэг төрлийн тархалттай өгөгдлийн сан юм. (Stuart Haber, W. Scott Stornetta 1991) Тухайн өгөгдлийн санг нэг газар бус олон газар зэрэг хадгалан аливаа мэдээлэл шинэчлэх үйл ажиллагааг тухайн үеийн системийн оролцогч бүрийн хяналтад хийгдэх тул найдвартай, хүртээмжтэй, бүрэн бүтэн байдал зэрэг хангагдах болно. Блокчейн технологи интернет сүлжээ, дэд бүтэц бүхий орон зайн үл хамаарсан бүх газар орон, эдийн засгаас эхлэн нийгмийн бүх салбаруудад хурдацтайгаар нэвтэрсээр ирлээ.

II. ТӨРИЙН ЦАХИМ ҮЙЛЧИЛГЭЭ

Төрийн үйлчилгээнд илүү хурдан шуурхай, ил тод, хүнд сурталгүйгээр явуулах боломж бололцоог Монгол Улсын Засгийн Газраас тасралтгүйгээр авч хэрэгжүүлсээр ирсэн. Цахим засаглал, бүртгэлийн нэгдсэн тогтолцооноос, үндэсний дата төв, цахим гарын үсэг, төрийн нэгдсэн сүлжээ, ТҮЦ машин, ЦҮТөв, ХҮР, ДАН, e-Mongolia системүүд зэргийг үе шаттайгаар авч хэрэгжүүлсээр ирсэн. Харин одоо хөгжлийн дараагийн шат болох блокчейн технологийг төрийн үйлчилгээ болон, системүүдэд нэвтрүүлэх шаардлагатай байна.

Төрийн удирдлага, зохион байгуулалт болон иргэдэд үзүүлэх үйлчилгээний үндэс бол мэдээллийг тасралтгүй цуглуулах, нэгтгэх, боловсруулах бөгөөд тухай үеийн шийдвэр гаргалт, цаашдын бодлого боловсруулахад ашиглах явдал болно. Төрийн байгууллагад нийт 192 мянга гаруй албан хаагчид гагцхүү өдөр бүр мэдээлэлтэй харилцан, тасралтгүй боловсруулах үйл ажиллагаа явуулдаг.

Дэлхийн өндөр хөгжил бүхий улс орнууд анхлан интернет сүлжээг төрийн үйлчилгээнд хурдан нэвтрүүлж байсан шиг блокчейн сүлжээг уралдан нэвтрүүлж байна. Өгүүлэн буй цаг хугацаанд дэлхий нийтийг хамарсан цартахал тархаж, иргэдийн бизнесийн болон нийгмийн бүх харилцаа, төрийн үйлчилгээ зарим тохиолдолд эргэлт буцалтгүйгээр дижитал шилжилтэд орж байна. Доорх зургаас Европын байрлал харилцан хамаарлын цахим засаглалын шийдэл (European Location Interoperability Solutions for e-Government - ELISE) арга хэмжээний бүдүүвч зургаас харж болно.



Зураг I Төрийн үйлчилгээ дахь дижитал шилжилт

Тус арга хэмжээгээр одоогийн тоон засаглалаас ирээдүйн цахим засаглалд APP, API, AI ашиглан хүрэхэд блокчейн сүлжээ суурь технологи байхаар зааж өгсөн. Засаглалын шинжлэх ухаанд прагматик үсрэлт болж, ирээдүйн цахим нийгэм, цахим эдийн засагт цахим иргэдийн оролцоог хэрхэн хангах талаар судлаачид мэтгэлцээд эхэлжээ.

АНУ, ОХУ, БНХАУ зэрэг их гүрнүүд блокчейн технологийг санхүү, эдийн засаг, үйлдвэрлэлийн салбараас гадна цэрэг, батлан хамгаалах, аюулгүй байдлын салбарт хүртэл ашиглах боломжийг эрэлхийлж энэ талын судалгаа, төсөл хөтөлбөрүүдийг

санхүүжүүлэх болов.

Европын холбооны улсуудад хэрэгжиж байгаа зарим нэг төслүүдийг дараах хүснэгтээр харуулав. [1]

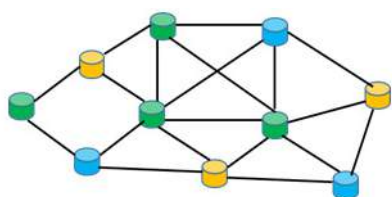
ХҮСНЭГТ I БЛОКЧЕЙН ТӨСЛҮҮД

Хэрэгжүүлсэн улс, хэмжээ	Төслийн нэр	Хэрэгжүүлсэн салбар, хүрээ
Швейцари, мужийн хэмжээнд	Төвлөрсөн бус UPort-Id	Оршин суугаа хаяг, цахим сонгууль, дугуйн түрээс, зогсоолын төлбөр
Швед, Гүрж улсын хэмжээнд	Хөрөнгийн гүйлгээ	Хөрөнгийн шилжилт хөдөлгөөн, газрын эрх
Малта, улсын хэмжээнд	Академийн итгэмжлэл	Их дээд сургуулийн диплом шалгах, хувийн мэдээлэл хадгалах, хуваалцах
Голланд, улсын хэмжээнд	Тэтгэвэрийн тогтолцоо	Тэтгэвэрийн хяналт, удирдлага
Люксембург, улсын хэмжээнд	Төрийн дотоод сүлжээ	Блокчейн засаглал

III. ТӨРИЙН ҮЙЛЧИЛГЭЭНД НЭВТРҮҮЛЭХ БОЛОМЖ

Монгол Улс нь газар нутаг хүн амын харьцаа өндөр тул төрийн тогтолцоо, үйлчилгээг иргэн бүрд тэгш, хүртээмжтэй хүргэх бололцоо бага байдаг. “Цахим Засаг” үндэсний хөтөлбөр, “Мэдээллийн аюулгүй байдлын үндэсний хөтөлбөр”, “Бүртгэлийн нэгдсэн тогтолцоо”, “Төрийн нэгдсэн сүлжээ”, “Засгийн газрын энтерпрайз архитектур” (www.zasag.mn), “Төрийн үйлчилгээний цахим систем” (www.mgov.mn), нээлттэй өгөгдөл (www.burtgel.mn) зэрэг олон төсөл хөтөлбөрүүдийг шаг дараатайгаар авч хэрэгжүүлж байгаа ч олон улсын цахим нэвтрэлтийн индексээр тийм ч өндөр гардаггүй. Эдийн засгийн хүчин чадлаас хамаарч блокчейн технологийг амжилттай хэрэгжүүлсэн салбар одоогоор гараагүй байна. Одоогоор төрийн 175 байгууллагаас нийт 535 төрлийн үйлчилгээг үзүүлж байна. Эндээс 34 байгууллагын 186 үйлчилгээг цахимаар, 30 үйлчилгээг ТҮЦ машинаар, 8 байгууллагын 130 үйлчилгээг e-barimt, 15 төрлийн 124 үйлчилгээг e-mongolia аппликейшн ашиглан дамжуулан үзүүлж байна.

Харин төрийн мэдээллийн сантай холбогдох бүх төрлийн үйлчилгээг блокчейн технологийг ашиглан нэвтрүүлэхэд төрийн үйлчилгээний сервер, мэдээллийн сангуудыг (Node) хагас төвлөрсөн байдлаар (semi centralized, public, permissioned) хамгийн ихдээ 30 (21 аймаг, 9 дүүрэг) хамгийн багадаа үндэсний суурь сүлжээний 5 цагираг сүлжээний 10 зангилаа цэгүүдэд байршуулах боломжтой.



Зураг II Төрийн үйлчилгээн дэх дижитал шилжилт

Сүлжээний төрийн өмчийн цэгүүдэд сүлжээ, үйлчилгээ, өгөгдлийн сангийн байгууллагуудаас гадна төр хувийн хэвшлийн түншлэлийн зарчмаар хувийн хэвшлийн байгууллагуудын хүн, техник,

программ сүлжээний нөөц бололцоог давхар ашиглах боломжтой. Зураг II дээрээс сүлжээний цэгүүд өөр өөр өнгөөр дүрслэгдсэнээс үүнийг харж болно. Үүний нэг давуу тал нь тухайн цэг бүр ялгаатай үйлдвэрлэгчийн бүтээгдэхүүн хэрэглэснээр нэгдсэн нэг сул тал үүсэхгүй, халдлагад олон төрлийн аргаар хариу үзүүлэх болно. Мэдээлэл өөрчлөх шийдвэрийг өөрийн эрхээр нэвтэрсэн хэрэглэгч гаргах бөгөөд тухайн үйлдлийг гүйцэтгэсэн оролцогч бага хэмжээний төлбөр авч үүнийг гүйцэтгэх болно. Зарим нэг төрийн болон хувийн байгууллагууд өөрийн блокчейн сүлжээг төрийн блокчейн экосистемийн салбар сүлжээ болгон ашиглах боломжтой. Тархсан системийн нэг сул тал болох мэдээлэл шинэчлэх хугацаа (гүйлгээний хурд) хагас хаалттай системд хангалттай хэмжээгээр, цаашид нийт хэрэглэгчийн тооноос (3 сая) хамаарч өсөх боломжтой. Үүнд бид гүйлгээг хуваах (Sharding) үйлчилгээг ашиглаж болох ч эмзэг, хувийн мэдээлэл хуваалцах, шинэчлэхэд хамгийн өргөн хэрэглээ болох дэд хэлхээ (side chain) ашиглах нь илүү тохиромжтой.



Зураг III Төрийн үйлчилгээний дахь дижитал шилжилт

Зураг III-аар дэд хэлхээний жишээг харуулсан бөгөөд Бүртгэлийн гол хэлхээний дотор болон гадна талд бусад дэд хэлхээнүүд бие даан орших боломжтойг харуулж байна.

IV. ҮЙЛЧИЛГЭЭНИЙ ХҮРТЭЭМЖ

Төрийн үйлчилгээний хамгийн том хэрэглэгч бол иргэд бөгөөд угтаа төрийн үйлчилгээ нь иргэдийн төлөөх үйл ажиллагаа байдаг. Блокчейн технологи нь хүний эрх, эрх чөлөөг мэдээллийн аргаар хангах хамгийн төгс технологи мөн.

Ирээдүйн иргэд зөвхөн өөрийн ухаалаг төхөөрөмжөөр эдийн засаг, эрх зүй, төрийн бүх үйлчилгээг бодит хугацаанд хүлээн авах боломжтой бөгөөд баталгаажуулах, хянах бүх үйл ажиллагаа хүний оролцоогүйгээр систем, программ, протоколын төвшинд шууд гүйцэтгэгдэнэ.



Зураг IV Иргэн ба төрийн харилцаа

Иргэн ба төрийн харилцаа ямар нэг төрийн байгууллагын албан хаагчаар дамжихгүй шууд блокчейн сүлжээгээр хийгдэх боломжтой. Иргэд болон байгууллага хоорондын эрх зүй, эдийн засгийн харилцаа хамгийн итгэлтэй, найдвартай, аюулгүй орчинд явагдана.

V. ҮР ДҮН

Төрийн үйлчилгээнд блокчейн технологи нэвтрүүлснээр УИХ, ЗГ болон төрийн болон орон нутгийн бүх захиргааны байгууллагын хууль, тогтоомж, шийдвэр, тушаал бодит хугацаанд иргэдэд хүрч, шууд үйлчлэл үзүүлнэ. Энэ нь төрийн цахим ой санамжийн нэг хэлбэр болох боломжтой.

Бүх шатны төрийн байгууллагын үйл ажиллагаа ил тод, нээлттэй, хянагдахуйц болно. Иргэдийн хяналт, шууд оролцоо нэмэгдэж, төрийн аппаратыг байж болох хамгийн бага хэмжээнд хүргэж болно. Зарим төрлийн төрийн байгууллага цаашид оршин байх шаардлагагүй болох бөгөөд хүн, санхүү, техникийн асар их нөөц хэмнэгдэнэ. Гэхдээ үүнийг дагаад иргэний нийгэм, нутгийн захиргааны үүрэг, функц нэмэгдэнэ.

Манай улсын хувьд төрийн үйлчилгээг иргэн бүрд тэгш, хүртээмжтэй хүргэх хамгийн боломжтой хувилбар бол блокчейн технологи бөгөөд бид хэзээ нэгэн цагт зайлшгүй тус технологитой нүүр тулах болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] David Allesie, Maciej Sobolewski, Lorenzino Vaccari, “Blockchain for digital government” European Commission. Joint Research Centre, Digital Economy Unit (JRC/B6), 2019
- [2] Blockchain and Suitability for Government Applications, Mark G., et al, Office of the Director of National Intelligence and others, Public Private Analytic Exchange Program, 2018
- [3] Mayra Samaniego, Uurtsaikh Jamsrandorj, Ralph Deters, “Blockchain as a Service for Iot, Cloud versus Fog”, Department of Computer Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada
- [4] Thomas John, Mantri Pam, “Complex Adaptive Blockchain Governance”, Cognitive Tool Ltd,
- [5] Polinpapilinho F. Katina, Charles B. Keating, Joseph A. Sisti, Adrian Gheorghe, Old Dominion University, “Blockchain governance”, International Journal of Critical Infrastructures 15(2):121
- [6] Roman Beck, Christoph Müller-Bloch, John Leslie King, IT University of Copenhagen, “Governance in the Blockchain Economy: A Framework and Research Agenda”
- [7] Lemuria Carter, UNSW Sydney, Jolien Ubacht, Delft University of Technology, “Blockchain applications in government”
- [8] Don Tapscott, Alex Tapscott “Blockchain Revolution”, Penguin, 2016

ЗОРИЛТОТ БҮЛЭГТ ЧИГЛЭСЭН ТӨРИЙН ЦАХИМ ҮЙЛЧИЛГЭЭГ БОЛОВСРОНГУЙ БОГОХ АСУУДАЛД

Ч.Даариймаа Докторант

Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль

Улаанбаатар, Монгол Ch_daariimaa@yahoo.com

С.Байгальтөгс Доктор (Ph.D), Профессор

Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль

Улаанбаатар, Монгол Baigaltugs@must.edu.mn

Хураангуй—Мэдээлэл харилцаа, холбооны технологи нь өнөөгийн дэлхий дахины хөгжлийн чиг хандлагыг тодорхойлогч хүчин зүйл, улс орнуудын нийгэм, эдийн засгийн хөгжлийн хурдасгуур, хүний хөгжил, эрх чөлөөг хангах, баталгаажуулах хэрэгсэл болж байна.

Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн эрхийг хангах, тулгарч буй бэрхшээлийг бууруулах, тэдний талаар нийгмийн сөрөг хандлагыг арилгах, тэднийг нийгэм хамт олны дунд нийгэмшүүлэх замаар нийгмийн идэвхтэй гишүүн болгоход төрийн үйлчилгээний системд анхаарч, үйлчилгээг жигд хүртээхэд төр голлох үүрэгтэй.

Өндөр хөгжилтэй орнууд тэдний онцлог чадварт нь тулгуурласан технологийг ашиглаж цахим үйлчилгээг хөгжүүлсээр байна.

Судалгаанд хоёрдогч мэдээллийн эх үүсвэрийг ашигласнаас гадна харааны бэрхшээлтэй иргэн төрийн цахим үйлчилгээг хүртэж буй өнөөгийн байдлыг тодорхойлж, төрийн үйлчилгээг оновчтой хүргэх арга замыг боловсрууллаа.

Түлхүүр үг—Харааны бэрхшээлтэй иргэн, цахим технологийн мэдлэг, сэтгэл ханамж, цахим технологи.

I. УДИРТГАЛ

Манай улс нийгмийн хэрэгцээ, шаардлагад нийцүүлэн төрөөс иргэддээ үйлчлэх үйлчилгээний ерөнхий зарчмыг тогтоон баримталж төрийн зорилт, чиг үүрэгтээ өөрчлөлт шинэчлэлүүдийг хийж ирсэн билээ. Сүүлийн үед төрийн үйлчилгээ нь иргэд өөрөө өөртөө үйлчилгээг авах хэлбэр лүү идэвхтэй шилжиж байна. Иргэдэд төрөөс үзүүлэх үйлчилгээг ойр, хүртээмжтэй байлгах нэг хэлбэр нь мэдээлэл, харилцаа холбооны технологид суурилсан цахим үйлчилгээ болж байна.

Монгол улсад төрийн захиргааны байгууллагад хандан үйлчилгээ авах иргэдийн тоо жилээс жилд өсөн нэмэгдэж байгаатай холбогдуулан төрийн цахим үйлчилгээг хэрхэн түргэн шуурхай иргэн бүрд хүртээмжтэй үзүүлэх асуудалд засгийн газар ихээхэн анхаарал хандуулах болжээ.

Орчин үед иргэд өөрийн амьдарч буй хамгийн ойрхон байгууллага, үйлчилгээний төвөөс дэвшилтэт технологийг ашиглан төрийн үйлчилгээг цахим хэлбэрээр шуурхай авахын зэрэгцээ яам, агентлаг, төрийн байгууллагууд ийм төрлийн үйлчилгээ үзүүлж

хүний нөөцийн зардлыг бууруулж байна.

Төрийн байгууллагын үйлчилгээг цахим системд шилжүүлснээр нээлттэй, үр ашигтай, шударга, ил тод байдал нэмэгдэж, ажиллагсдын ажлын ачаалал хөнгөрч, иргэдэд учирч байгаа хүндрэлүүд багасаж байгааг гадаад орнуудын туршлага болон судалгаанаас харах боломжтой.

Энэ чиглэлээр олон улс орон инновацад суурилсан ухаалаг шийдлүүдийг үйл ажиллагаандаа нэвтрүүлж иргэдэд илүү ойр, чирэгдэл багатай үйлчилгээнүүдийг нэвтрүүлсээр байна.

2019 оны байдлаар төрөөс давхардсан тоогоор 240 төрлийн үйлчилгээг иргэдэд хүргэж байна. Төрийн үйлчилгээг хүртэхийн тулд иргэд хангалттай мэдээлэлтэй байх шаардлагатай ба өнөө үед иргэд мэдээллийг олж авахын тулд захиргааны байгууллагууд, интернэт, телевиз, радио, ном, сонин, сэтгүүл зэрэг эх сурвалжуудыг ашиглаж байна.

Сүүлийн жилүүдэд “Нэг цонхны үйлчилгээ”, “ТҮЦ машин”, “Иргэд хүлээн авах төв”, төрийн үйлчилгээний портал сайтууд зэрэг цахим үйлчилгээний шинэ хэлбэрүүдээр иргэд төрийн үйлчилгээг хүлээн авч байна.

Төрөөс иргэдэд үзүүлэх аливаа үйлчилгээ нь тодорхой, ялгаваргүй, хүртээмжтэй, чанартай байх үндсэн зарчмыг хангасан байх ёстой. Тийм учраас мэдээллийн технологид суурилсан цахим үйлчилгээг хүргэхдээ хүн амын дунд багагүй хувийг эзэлдэг хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийг ч тэгш анхаарах ёстой. Тэдний өмнө төрийн үйлчилгээг авахад тулгамдаж буй асуудлыг шийдвэрлэх, тэдэнд чиглэсэн төрийн бодлого, хөтөлбөр боловсруулж шаардлагатай арга хэмжээг авахдаа тусгайлан авч үзэх, улмаар технологийн дэмжлэг үзүүлэх зайлшгүй шаардлагатай байна.

Хэрэгцээтэй үйлчилгээг хүссэн үед нь үзүүлснээр нийгмээс өөрсдийгөө тусгаарлахгүй, хөгжил дэвшлийг мэдрэх боломжийг олгох бөгөөд энэ нь өөрөө сайн засаглалыг бэхжүүлэх нэг арга зам болох юм. 2018 онд “Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүний эрхийг хангахад төр, төрийн бус байгууллагын түншлэлийг бэхжүүлэх нь” үндэсний чуулганд оролцогчид харааны бэрхшээлтэй иргэд рүү чиглэсэн үйлчилгээний хүртээмжтэй орчинг төрөөс бий болгох шаардлагатайг тодорхойлсон нь тэдгээр иргэд төрийн үйлчилгээг өөрсдөө бие даан авах ээлтэй нөхцөлийг бүрдүүлэхэд төрийн оролцоо чухал байгааг төр засагт хандан илэрхийлсэн хэрэг билээ. Төрөөс тухайн иргэдэд анхаарсан төрөл бүрийн арга хэмжээ авч байгаа хэдий ч амьдрал дээр тэр болгон бүрэн хэрэгжихгүй саад тотгортой учирсаар байна.

Уг судалгааны ажилд баримт бичиг судлах буюу хоёрдогч мэдээллийн эх сурвалжид тулгуурлан дүгнэлт хийхээс гадна, хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдээс авсан асуулгын үр дүнд цахим технологийн талаарх мэдлэгт нөлөөлөх хүчин зүйлийг тодорхойлж, тэдэнд үзүүлж буй нийгмийн халамжийн үйлчилгээний сэтгэл ханамжид үнэлгээ хийх загварыг тодорхойлж, цаашид төрийн цахим үйлчилгээг хэрхэн оновчтой хэлбэрээр

хүргэх арга замыг эрэлхийлэн судалж, шаардлагатай технологийн загварыг боловсрууллаа.

II. ОНОЛ, АРГА ЗҮЙН ХЭСЭГ

А. Төрийн цахим үйлчилгээ, түүний үзэл баримтлал, чиг хандлага

Цахим засаглал (E-Governance) буюу “Засаглалыг цахимжуулах”, түүнчлэн “Цахим засаг” буюу “Төрийг цахимжуулах” (E-Government) тухай ойлголтууд нь хоорондоо ойр мэт боловч тодорхой ялгаа бий.

Засаглалыг цахимжуулах буюу цахим засаглал хэмээх ойлголт нь анх 2000 оны эхээр АНУ ба Европт төр иргэн хоорондын харилцааг хялбарчилж, баримт бичгийг ёс журмаар бэлтгэх, төлбөр төлөх үйл явцыг түргэтгэх, авлигыг багасгах зорилгын хүрээнд бий болжээ.

“Засаглалыг цахимжуулах” нь төрийн үйлчилгээг нийтэд хүргэх, мэдээлэл солилцох бие даасан системүүдийг нэгтгэх, нийт төрийн байгууллагуудын хүрээнд захиргааны ажлын болон тэдгээрийн харилцан уялдааг зохицуулахад мэдээлэл харилцаа холбооны технологийг ашиглах тогтолцоо юм.

“Цахим засаг” буюу “Төрийг цахимжуулах” нь мэдээлэл холбооны технологийн орчин үеийн ололтыг төрийн албаны үйлчилгээнд ашиглахыг хэлэх бөгөөд шинэ арга барил нэвтрүүлэх, зохион байгуулалтын өөрчлөлт хийхтэй хослуулан төрийн ажил үйлчилгээг сайжруулах, ардчилсан үйл явцыг гүнзгийрүүлэхэд чиглэгдэнэ.



Зураг 1. Цахим засгийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд
Эх сурвалж: Millard, R., Havlicek J., Ticha, A., Hron, J.: Strategies for the future eGovernment (2003)

Төрийн цахим үйлчилгээ нь төрийн үйлчилгээг ард иргэдэд хүргэх дөт бөгөөд боломжит гарц юм. Энэ бол аливаа улс орнуудын цахим засгийн стратегийг хэрэгжүүлэх томоохон хэрэгсэл бөгөөд, төр засгийн байгууллагууд мэдээллийн хамгийн өргөн суваг болох интернэт ашиглан иргэд, аж ахуйн нэгж байгууллагуудад нэг цэгт үйлчилгээг хүргэхийг чармайж байгаа явдал юм. Иргэдийн сайн сайхан байдлыг хангаж, иргэн төвт төрийн хөгжлийн бодлогыг хэрэгжүүлж, нийгмийн үйлчилгээг иргэн бүрд тэгш, хүртээмжтэй хүргэх нь төрийн гол зорилго байдаг. Энэ зорилгын хүрээнд Монгол улсад өрнөсөн төрийн захиргааны өөрчлөлт, шинэчлэлийн нэг томоохон асуудал нь төрийн үүргийг хязгаарлаж, төрийн үйлчилгээг сайжруулах явдал юм.

Төрийн үйлчилгээний үйл ажиллагааны шалгуур нь чанар, үр нөлөө, хүртээмж, хэмнэлт, үр ашиг зэрэг нийтлэг ашиг сонирхол хэрэглэгч, иргэдийн санаа сэтгэлд нийцсэн байхад чиглэгдэнэ.

Түүнчлэн хэрэглэгчдийн сэтгэл ханамжтай байдлаар үйлчилгээний үр дүнг тооцон хариуцлагын тогтолцоог бий болгох зэргээр улсын салбарт буюу төрийн үйлчилгээний гүйцэтгэлд бодитой хандах алхмуудыг хийснээр улс орны нийгэм эдийн засгийн хөгжилд нөлөөлж хүний эрх, эрх чөлөөний баталгааг бүрдүүлэх хүний аюулгүй байдлыг хангахад чухал нөлөө үзүүлэх юм.

Орчин үед төрийн үйлчилгээний талаар дэлхийн олон орны эрдэмтэд судлаачид томоохон ном бүтээл туурвиж байгаагийн дотор төрийн үйлчилгээний үзэл санааг хөгжүүлэгч Марк Холзер (Mark Holzer) төрийн бүтээмжийн удирдлагын асуудлуудад, Герг Вукерт, Даннел Мартин нар арга зүйн хөгжилд, Хатри (Hartu H.P), Фиск (Fisk D.M) нар бүтээмжийн хэмжилт үнэлгээнд, Мари Грейнберг, Гай Габрис (Gabris G.T) нар төрийн үйлчилгээ, бүтээмжийг сайжруулах арга ажиллагаанд судалгаагаа чиглүүлсэн байна.

Эрдэмтэн МакГрегор, А.К.Камбелл, Х.Клевеланд нар “Төрийн үйлчилгээ” нь Засгийн газраас өөрийн иргэдэд туслахаар шууд болон шууд бусаар үйлчилгээг нь санхүүжүүлэх замаар үзүүлдэг үйлчилгээ хэмээн тодорхойлжээ.

Канадын социологич Маршал МкЛухан (Marshall McLuhan) 1962 онд “Гутенбергийн Галактик” бүтээлдээ орчин үеийн нийгэм нь дүрс бичлэгийн хэрэгслээр тодорхойлогдоно” гэж дурьдсан байдаг.

1978 онд “мэдээлэлжсэн нийгэм” гэсэн нэр томъёог анх удаа Нора (Nora), Минц (Minc) нар хэрэглэсэн бөгөөд тэд Францын Засгийн газар луу явуулсан мэдээнд анх дурьдсан байдаг.

Олон улс цахим засгийг нэвтрүүлсэн чиг хандлагаас үзэхэд тухайн мэдээллийг ард иргэдэд “Түгээх”, иргэдтэй “Харилцах”, төрөөс “Цахим системд суурилсан үйлчилгээ үзүүлэх” гэсэн хэсгүүдэд авч үзэн энэ чиглэлийн дагуу авч хэрэгжүүлсэн байдаг. Цахим засаг нь хүртээмжтэй байдлын хувьд буюу хэнд чиглэж байгаагаас хамаарч дараах хэлбэрүүдтэй байна.

В. Цахим технологийн мэдлэгийн тухай үзэл баримтлал чиг хандлага

Зохиолч Я.Цэвэлийн “Монгол хэлний товч тайлбар толь”-д цахим гэдэг нь цахилгаан цахих мэт хурдтай буюу цахим хурд гэсэн утга бүхий үг бөгөөд өргөн утгаараа цахим сүлжээний тусламжтайгаар өөр хоорондоо харилцан уялдаа хамааралтай бичиг баримтуудын өргөн сүлжээ юм. (Цэвэл, 2015).

Тэгвэл технологи гэдэг нь техни /techne/ буюу урлал, логиа /logia/ буюу судлах гэсэн Грек үгнээс гаралтай урлал судлах гэсэн утгатай үг юм. Сүүлийн 200 гаруй жилийн хугацаанд энэхүү нэр томъёоны утга нэлээдгүй өөрчлөгдсөөр иржээ. Технологи гэдэг үгийн утга ойлголтын талаар олон янзаар, олон талаас авч үзэхэд “Технологи бол бүтээхүйн ур ухаан, шинжлэхүй ухаан мөн” хэмээн эрдэмтэн профессор Г.Гомбо нэгтгэн дүгнэсэн байдаг.

Цахим болон технологийн тухай тодорхойлолтуудыг

нэгтгэн үзэхэд “Цахим технологи” гэдэг нь цахим сүлжээгээр хангагдсан техник буюу хүн төрөлхтний хийж буй шинэчлэлийн үйл явц дахь МХХТ (Information and Communication Technology) юм. МХХТ нь үндсэндээ мэдээллийн харилцаа холбоог богино хугацаанд бий болгох, хадгалах, түгээх, хэрэглэхэд ашиглах зорилготой бөгөөд түүний тусламжтайгаар хүн төрөлхтөн мэдээллийн нөөц ба боломжуудыг өөр хоорондоо хуваалцаж, хүний бүтээмжийг өсгөж, мэдээллийг улам баяжуулж чанаржуулж байдаг байна.

Компьютер сүлжээний цар хүрээ нэмэгдсэнээр иргэд МХХТ-ийг ашиглаж, таньж мэдэх хэрэгцээ шаардлагууд гарч ирсээр байгаа юм. ЕСДЛ Сан (ECDL Foundation)-гийн “Мэдээлэл, харилцаа холбооны технологийг ур чадварыг тодорхойлж, дижитал ур чадварын түвшинг тогтоох гэрчилгээ” хэмээх судалгааны ажлын тодорхойлсноор цахим технологийн мэдлэг гэдэг нь МХХТ-ийг ашиглахад шаардлагатай боловсрол дадлага, туршлага, ур чадварыг хэлнэ хэмээн тодорхойлжээ (ЕСПЛ сан, 2011).

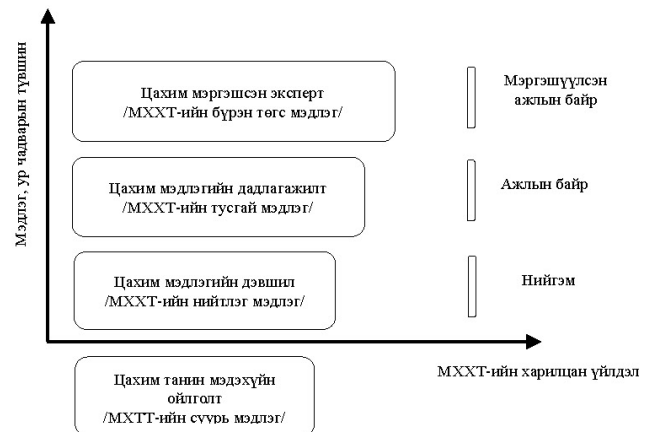
Ухаалаг Интерприс (Intelligent Enterprise) номын зохиогч, мэдлэгийн менежментийн нэр судлаач Жеймс Брайн Квинн (James Brain Quinn) **технологийн мэдлэг эзэмшилтийг** дараах дөрвөн түвшинд байна хэмээн үзсэн байдаг. Үүнд:

ХҮСНЭГТ 1. ЦАХИМ ТЕХНОЛОГИЙН МЭДЛЭГ ЭЗЭМШИЛТ

Юу вэ гэдгээ мэдэх (Know what)	Мэдвэл зохих танин мэдэхүйн мэдлэг
Хэрхэн, яаж гэдгийг мэдэх (Know how)	Онолын мэдлэгийг амьдралд хэрэгжүүлэх чадвар.
Яагаад гэдгийг мэдэх (Know why)	Аливаа нарийн төвөгтэй үйл явдлын учир шалтгаан, үр дагаврыг гүн гүнзгий ойлгох чадвар. Энэхүү мэдлэгийг хүнд хэцүү асуудал шийдвэрлэх, бусадтай туршлагаа хуваалцах явцдаа олж авна
Яагаад гэдгийг нухацтай авч үзэх (Care why)	Өөрийгөө сэдэлжүүлэх бүтээлч үйл ажиллагаа. Энэ түвшний мэдлэг бүхий хүмүүс хүсэл сонирхол, урам зоригтой, амжилтад хүрэх чадвартай байдаг.

Мөн иргэдийн цахим мэдлэгийн түвшинг дараах дөрвөн төрөлд ангилжээ. Үүнд:

Зураг 2. Хувь хүний цахим технологийн мэдлэгийн түвшин



Эх сурвалж: ЕСПЛ сан, 2011

Дээрх МХХТ-ийн мэдлэгийн дөрвөн түвшинг 2004

оны МУ-ын Стандартчилал Хэмжил Зүйн Газраас дараах дөрвөн цогц чадамжийн хүрээнд тодорхойлсон байдаг. Үүнд:

1. Мэдэхүйн чадамж – Технологийн суурь мэдлэг эзэмших буюу технологийн мөн чанарыг танин мэдэх ур чадвар
2. Суралцахуйн чадамж – Технологитой холбоотой мэдээллийг хайх, ашиглах, хувиргах, төсөл хийх, материал боловсруулах чадвар
3. Оршин байхын чадамж – Хөдөлмөрийн үйл явцаа шинжлэх, үнэлэх, өөрчлөн сайжруулах, техникийн сэтгэлгээ, зохион бүтээх авьяасаа хөгжүүлэх, эзэмшсэн мэдлэг чадвараа ажил хэрэг болгох чадвар
4. Нийгэмшихүйн чадамж – Технологийг үнэт зүйлийг хүндэтгэх, ажил хөдөлмөртөө бие даан хариуцлагатай, бүтээлч, үр дүнтэй мэргэжлийн хүрээнд эзэмшсэн цогц ур чадварыг тодорхойлсон байна.

Хувь хүний цахим технологийн мэдлэгийг Технологийг хүлээн зөвшөөрөх загвар (Technology Acceptance Model) болон Нийгмийн танин мэдэхүйн онол (Social cognitive theory)-ын хүрээнд тайлбарлаж болох юм. Технологийн хүлээн зөвшөөрөх загвар нь иргэн хүн техник технологийг ажил амьдралдаа ашиглах буюу хүлээн зөвшөөрч байгааг илэрхийлдэг бөгөөд энэ нь тухай хүний технологийн мэдлэгт нөлөөлдөг байна. Технологийг хүлээн зөвшөөрөх загварыг анх Фред Давис болон Ричард Багосзи нар Ажзен, Фишбейн нарын Үндэслэлтэй үйл явцын онол (Theory of reasoned action)-ын үргэлжлэл болгон боловсруулж, шинэчилсэн байдаг.

АНУ-ын Сэтгэл судлаачдын нийгэмлэгийн ерөнхийлөгч, доктор, профессор Алберт Бандура 1961 онд Нийгмийн танин мэдэхүйн онолыг нотолж нийгмийн зан байдлыг хувь хүний танин мэдэх мэдлэгийн процесс болон зан авирын үүднээс авч үздэг хэмээн тодорхойлсон.

Дээрхи хоёр онолыг АНУ-ын доктор, профессор Венкатеш нь Мотивацийн загвар (Motivation model), Хувийн компьютер ашиглах загвар (Model of PC utilization), Төлөвлөсөн зан үйлийн онол (Theory of planned behavior)-уудтай нэгтгэж “Технологийг ашиглах ба хүлээн зөвшөөрөх нэгдсэн онол” (Unified theory of acceptance and use of technology)-ыг боловсруулсан байна. Технологийг ашиглах ба хүлээн зөвшөөрөх нэгдсэн онол нь хувь хүний техник технологийг хүлээн зөвшөөрөх хүчин зүйлийг тодорхойлохоос гадна хэрэглэгчдийн мэдээллийн системийг хэрэглэх хүсэл эрмэлзлийг хүний суралцах зан авирын хүрээнд тайлбарласан байдаг.

Технологийг ашиглах ба хүлээн зөвшөөрөх нэгдсэн онол нь:

1. Гүйцэтгэлийн хүлээлт /performance expectancy/
2. Үзүүлэлтийн хүлээлт /effort expectancy/
3. Нийгмийн нөлөө /Social influence/
4. Дэмжих нөхцөл /Facilitating conditions/ гэсэн

дөрвөн үндсэн хэсгээс бүрдэнэ.

Энэ онолыг хувь хүний цахим технологийн мэдлэг эзэмшилттэй холбон нэгтгэж хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийн хамаарлыг тодорхойлох болно.

Зураг 3. Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх хүчин зүйлс



Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

Судалгааны ажлын хүрээнд: -Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх хүчин зүйл нь төрийн цахим үйлчилгээг тэдгээр иргэдэд хүртээмжтэй хүргэхэд хамааралтай юу?

-Харааны бэрхшээлтэй иргэдэд нийгмийн халамжийн үйлчилгээг хүргэж байгаа өнөөгийн байдал тэдгээр иргэдэд сэтгэл ханамжтай байгаа юу? гэсэн хоёр судалгааны асуултын тодорхойлсон.

Судалгааны таамаглал:

- Таамаглал 1 (H01) Төрийн цахим үйлчилгээнд харааны бэрхшээлтэй иргэд сэтгэл ханамжгүй байх магадлалтай.
- Таамаглал 2 (H02) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх гүйцэтгэлийн хүлээлт нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө.
- Таамаглал 3 (H03) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх үзүүлэлтийн хүлээлт нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө.
- Таамаглал 4 (H04) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх нийгмийн нөлөө нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө.
- Таамаглал 5 (H05) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх дэмжих нөхцөл нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө.

Дээрх дэвшүүлсэн таамагалуудыг батлан, шалгахын тулд Шугаман регресс, Пирсоны корреляцийн коэффициентын аргуудыг ашиглан үл хамаарах хамааран хувьсагч(x), хамааран хувьсагчуудын (y) хоорондын хамаарлыг тодорхойлох болно.

III. ХАРААНЫ БЭРХШЭЭЛТЭЙ ИРГЭДИЙН ТАЛААРХ ОЙЛГОЛТ

“Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн эрхийн тухай”

НҮБ-аас батлан гаргасан олон улсын конвенцын 1 дүгээр зүйлд:

“Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүн гэдэгт бие махбод, оюун санаа, сэтгэл мэдрэл, мэдрэхүйн байнгын согогтой бөгөөд уг согог нь бусад төрлийн бэрхшээлтэй нэгдэн нийлсний улмаас бусдын нэгэн адил нийгмийн амьдралд бүрэн дүүрэн үр дүнтэй оролцоход нь саад учруулахуйц болсон этгээдийг хэлнэ.” гэж тодорхойлсон.

Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагаас гаргасан 1989 оны багц гарын авлагад:

“Төрөлхийн болон олдмол шалтгаанаар хүний биеийн анатомийн бүтэц ба физиологи, сэтгэцийн үйл ажиллагаа алдагдсаны улмаас өдөр тутмын үйл ажиллагааг гүйцэтгэх чадвараа алдаж, улмаар нийгмээсээ тусгаарлагдсан хүнийг хөгжлийн бэрхшээлтэй хүн гэж хэлнэ.” гэж тодорхойлсон.

Монгол улсад 2016 онд батлагдсан “Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүний эрхийн тухай” хуулийн 4.1-р зүйлд:

“Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүн гэдэгт бие махбод, оюун санаа, сэтгэл мэдрэл, мэдрэхүйн байнгын согог нь орчны бусад саадтай нийлсний улмаас бусдын адил нийгмийн амьдралд бүрэн дүүрэн, үр дүнтэй оролцох чадвар нь хязгаарлагдсан хүнийг хэлнэ.” гэж тус тус заасан байдаг.

Дэлхийн Эрүүл Мэндийн байгууллагаас гаргасан зөвлөмжийн дагуу хөгжлийн бэрхшээлийг зургаа ангилан үзэж байгаагийн нэг нь харааны бэрхшээл юм.

Монгол улсад харааны бэрхшээлтэй иргэдийн согог эндэгдлийг төрөл, хэлбэр, шалтгааныг ангилсан, тогтсон ангилал байдаггүй тул олон улсын ангиллыг үндэслэн дараах байдлаар ангилдаг байна.

Харааны бэрхшээлийн төрлийг хараагүй болон сул хараатай, харааны бэрхшээл үүссэн хугацаанаас хамааран төрөлхийн болон олдмол харааны бэрхшээлтэй гэж хуваан авч үздэг. Хүний биеийн ямар нэг эрхтний үйл ажиллагаа алдагдах буюу гэмтэхэд бие эрхтний нөгөө хэсгийн үйл ажиллагаа идэвхэждэг бөгөөд хараагүй болоход тухайн хүний сонсох, тэмтрэх, үнэрлэх эрхтний үйл ажиллагаа идэвхэждэг.

IV. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

A. Төрийн цахим үйлчилгээний өнөөгийн байдал

Манай улсын хувьд G2C буюу төрөөс иргэд рүү чиглэсэн үйлчилгээний хэлбэрийг түлхүү сонгон хэрэглэж байна. Засгийн газрын 2018 оны 259 дүгээр тогтоолоор манай улсад 496 төрийн үйлчилгээг цахим хэлбэрт шилжүүлэх шаардлагатайг тодорхойлж өгсөн. Үүнд: Төрийн цахим мэдээлэл солилцох системийг ашиглан цахим хэлбэрээр үзүүлэх төрийн үйлчилгээ – 320, Төрийн цахим мэдээлэл солилцох системд холбох төрийн үйлчилгээ – 176 төрлийн үйлчилгээнүүд багтсан бөгөөд 2019 оны байдлаар нийт үйлчилгээний 20 хувь нь цахим хэлбэрт шилжсэн байна. Мөн мэдээллийн технологийн стандартыг батлан гаргасан бөгөөд нийт 91 стандарт Монгол улсад хэрэгжиж байна.

Монгол улс цахим засгийг үйлчилгээг хөгжүүлж

нэвтрүүлэх зорилгоор цахим засаглалыг хөгжүүлэх бодлогын баримт бичгүүдийг Дэлхийн банкнаас гаргасан зөвлөмж, судалгаанд үндэслэн боловсруулсаар байна. Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүний эрхийн тухай хуулийн 11 дүгээр зүйлд “Мэдээлэл, харилцаа холбооны үйлчилгээг хөгжлийн бэрхшээлтэй хүний хэрэгцээ, шаардлагад нийцүүлэх” тухай тусгаж өгсөн нь төрийн байгууллагууд мэдээлэл, харилцаа холбооны технологийг хөгжлийн бэрхшээлтэй хүнд хүртээмжтэй байлгах хэрэгцээ, шаардлагыг тодорхойлох, шаардлагатай стандарт, баримт бичгийг боловсруулах, хяналт шалгалт хийх, сургалт, сурталчилгаа зохион байгуулах, судалгаа шинжилгээ хийх, үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх боломжийг бүрдүүлсэн.

Төрийн үйлчилгээг хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдэд хүргэхдээ дараах зарим үйлчилгээнүүдийг ТҮЦ машин болон веб порталд нэмэлтээр оруулж өгсөн.

- www.ezasag.mn порталгаар дамжуулан Нийгмийн халамж үйлчилгээний ерөнхий газрын 6 үйлчилгээг авах бөгөөд хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэнд зориулсан “Хөдөлмөрийн чадвараа алдсан иргэнд халамжийн тэтгэвэр тогтоох”, “Протез худалдан авсан дотоодод хийлгэсэн зардлын нөхөн олговор” зэрэг үйлчилгээнүүдийг цахим хэлбэрээр авах боломжтой болсон.
- Төрийн Үйлчилгээний Цахим машинаар (ТҮЦ) дамжуулан 28 төрлийн үйлчилгээг авах боломжтойгоос иргэний бүртгэлийн 6, хуулийн этгээдийн бүртгэлийн 3 төрлийн лавлагааг авах боломжтой. Харааны бэрхшээлтэй иргэд ихэвчлэн лавлагаа, тодорхойлолт авдаг учраас асран хамгаалагчтайгаа хамт очин ТҮЦ машинаас цагийн хязгаарлалтгүй авах боломжтой болсон. Тэгэхдээ хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдэд зориулсан тодорхой үйлчилгээ байхгүй байна.

B. Харааны бэрхшээлтэй иргэд төрийн цахим үйлчилгээг хүртэж буй өнөөгийн байдал

2019 оны байдлаар Үндэсний Статистикийн Хорооны мэдээгээр Монгол Улсад харааны бэрхшээлтэй 11,690 иргэн (нийт хүн амын 0.3 хувь) байгаагийн 15-34 насны 3,500 орчим залуучууд байна. Улаанбаатар хотод харааны бэрхшээлтэй 4,600 орчим иргэн амьдардаг байна. Жилд харааны бэрхшээлтэй иргэдийн тоо 2 орчим хувиар нэмэгдэж байгаа нь цаашид тэдний өсөн нэмэгдэж байгаа хэрэгцээг улам анхаарах хэрэгтэйг харуулж байна.

Сүүлийн жилүүдэд манай улс хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн эрхийг хангах, оролцоог дэмжих, нийгмийн хамгааллыг сайжруулах хүрээнд бодлого, эрх зүйн орчноо сайжруулах, төрийн үйлчилгээний хүртээмжийг нэмэгдүүлэх зэрэг олон арга хэмжээг авч хэрэгжүүлж байна.

Харааны бэрхшээлтэй иргэдэд үзүүлж буй цахим үйлчилгээний өнөөгийн байдлыг тодорхойлохын тулд

эхлээд хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн төлөө үйл ажиллагаа явуулдаг мэргэжлийн байгууллагуудын хүмүүстэй ярилцлага хийсэн. Судалгаанд харааны бэрхшээлтэй иргэдтэй ярилцаж төрийн цахим үйлчилгээг оновчтой хүргэх технологийн шийдэл дээр тэдгээр хүмүүсийн саналыг тусгасан. Судалгаанд нийт 125 харааны бэрхшээлтэй иргэд хамрагдсан бөгөөд 65 хувь нь эрэгтэй, 35 хувь нь эмэгтэй, насны хувьд 29-35 насны залуучуудыг илүү хамруулсан. Судалгаанд хамрагдсан иргэдийн 10 хувь нь бага, 49 хувь нь бүрэн дунд, 10 хувь нь тусгай дунд, 31 хувь нь бакалаврын боловсрол эзэмшсэн байна.

Судалгаанд хамрагдсан иргэд ихэвчлэн харьяа дүүргийнхээ Хөдөлмөр, халамжийн үйлчилгээний хэлтэс,

Эрүүл мэндийн нэгдэл, Нийгмийн даатгалын хэлтэс болон төрийн анхан шатны байгууллагуудаар ихэвчлэн үйлчлүүлдэг бөгөөд сардаа 1-2 удаа бэрхшээлийн төрлөөс хамааран ганцаараа эсвэл асран хамгаалагчийн хамтаар очин үйлчилгээ авдаг бөгөөд иргэний бүртгэл, мэдээллийн үйлчилгээний лавлагаа, тодорхойлолт авах шаардлага гардаг байна.

Аливаа үйлчилгээний чанарыг тодорхойлох гол үзүүлэлтүүдийн нэг нь үйлчилгээний урт буюу үйлчилсэн хугацаа юм.

Төрийн үйлчилгээг хүртэхэд ямар саад бэрхшээл тулгардаг талаар тодруулан асуухад сул хараатай иргэд гарын үсэг зурах зэргээр бичиг үсгээ харахгүй байх тохиолдлууд их гардаг гэдгээ илэрхийлж байсан. Судалгаанд хамрагдсан иргэдийн 90 орчим хувь нь төрийн үйлчилгээг асран хамгаалагчтайгаа хамт очин хүртдэг нь тухайн иргэдийн бие даах боломжийг багасгасаар байна.

ХҮСНЭГТ 2. ХАРААНЫ БЭРХШЭЭЛТЭЙ ИРГЭДИЙН ТӨРИЙН ҮЙЛЧИЛГЭЭНИЙ БАЙГУУЛЛАГУУДААР ҮЙЛЧЛҮҮЛСЭН ҮЙЛЧИЛГЭЭНИЙ УРТ /ХУВИАР/

Дараалалд зогсож хүлээсэн хугацаа	5 хүртэл минут	30.6
	6-10 минут	21.8
	11-30 минут	33.9
	31 минутаас 1 цаг	5.6
	1-2 цаг	4.8
Үйлчилгээний ажилтнаар үйлчлүүлсэн хугацаа	5 хүртэл минут	63.7
	6-10 минут	22.6
	11-30 минут	11.3
	31 минутаас 1 цаг	0.8
	1-2 цаг	0.8

Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

ХҮСНЭГТ 3. ХАРААНЫ БЭРХШЭЭЛТЭЙ ИРГЭДИЙН ТӨРИЙН ҮЙЛЧИЛГЭЭГ ХҮРТЭХЭД ТУЛГАРДАГ БЭРХШЭЭЛҮҮД /ХУВИАР/

Харилцааны доголдол	17.0
Дэд бүтцийн асуудал	41.0
Хүнийг ялгаварлан гадуурхах	12.0
Хүнд суртал гаргах	11.0
Бичиг үсэг харагдахгүй байдал	19.0

Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

Хүснэгт 4. Төрийн үйлчилгээний талаарх мэдээллийг хүлээн авахыг хүсдэг сувгууд /ХУВИАР/

Интернэт	9.5
Гар утас	24.2
Гарын авлага, тараах материал	4.8
Зар сурталчилгааны самбар	4.7
Хэвлэл мэдээллийн хэрэгсэл	17.9
Лавлах утас	6.4
Төрийн үйлчилгээний ажилтангаас	7.4
Найз нөхдийн хүрэнээс	0.7

Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

Судалгаанд хамрагдсан иргэд төрийн мэдээллийг ухаалаг төхөөрөмжөөр хүлээн авах хүсэлтэй байгаа ч 55 хувь нь ухаалаг төхөөрөмжүүдийг ашиглах чадвар муу, компьютер ашиглах боломжгүй гэсэн хариулыг хэлсэн.

Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн хэрэгцээ шаардлагад нийцсэн хэрэгслүүд Монголд цөөхөн тоогоор, үнэ өндөртэйгөөр гаднаас орж ирдэгтэй холбоотой байж болох юм. Амьжиргааны түвшин тааруу иргэд уг хэрэгслийг ашиглах боломжгүй байдаг гэдгээ ярилцлагадаа дурдаж байсан.

C. Төрийн цахим үйлчилгээнд харааны бэрхшээлтэй иргэдийн сэтгэл ханамжийг тодорхойлох нь

Цахим засаглалын хэрэглэгчдийн сэтгэл ханамжийг хэд хэдэн аргаар тодорхойлох боломжтой байдаг. Жишээлбэл Delone and McLean загвар, ACSI болон EGOVSAT, SERVQUAL загварууд юм.

EGOVSAT загварыг өөрийн энэхүү судалгаандаа ашигласан бөгөөд 5н үндсэн шалгуур үзүүлэлтэд дээр хандалтын боломж хэмээх нэг шалгуур үзүүлэлтийг нэмэлтээр оруулж өгсөн.

Учир нь “ICTPA White paper 2011”-д өгүүлснээр төрийн байгууллагуудын компьютержилд адил тэгш биш мөн нэгдсэн сүлжээнд бүрэн холбогдоогүй байгаа зэрэг хүчин зүйлээс хамааран нэмэлтээр зайлшгүй оруулж өгөх шаардлагатай. Өөрөөр хэлбэл энэхүү өөрчлөлт оруулсан загвар зөвхөн Монголын нөхцөлд тохируулан хийгдсэн байна. Энэхүү сэтгэл ханамжийн үнэлгээний загвараар 6н шалгуур үзүүлэлт буюу хэрэглээ, найдвартай байдал, бүтээмж, тохируулах боломж, уян хатан байдал, хандалт хийх боломж зэргийг хүрээнд судалгааны өгөгдлийнхөө үр дүнг боловсруулсан. Асуулга нь хувь хүний нийгмийн байдлыг мөн төрийн үйлчилгээг цахим хэлбэрээр хүргэж байгаад үнэлэлт өгөх бөгөөд үнэлэх шалгуур үзүүлэлтийн дагуу асуултуудыг 5-аас 1 онооны хооронд үнэлэлт өгүүлсэн бөгөөд 1 оноо нь санал бүрэн нийлэхгүй байгаа, 5 оноо нь санал нийлж байгаа зэргээр үнэлүүлсэн.

a) Найдвартай байдлын шинжилгээ болон эх олонлогийг төлөөлөх чадварын шинжилгээ

Асуулгаар санал авсан өгөгдөл үнэн бодитой бөглөгдсөн эсэхийг Cronbach's Alpha ашиглан тогтоох бөгөөд энэхүү коэффициент нь 0.70-гоос дээш байвал тухайн асуулгаар бөглөгдсөн асуулт нь үнэн зөв бие даасан байдлаар бөглөгдсөн байна гэж үздэг.

ХҮСНЭГТ 5. НАЙДВАРТАЙ БАЙДЛЫН ШИНЖИЛГЭЭ /CRONBACH'S ALPHA/

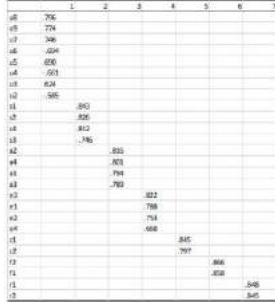
Судалгааны хэмжүүр	Үзүүлэлт	Cronbach's Alpha
Хэрэглээ /Utility/	9	0.770
Найдвартай байдал /Reliability/	2	0.703
Үр ашигтай байдал /Efficiency/	4	0.823
Тохируулах боломж/Customization/	2	0.747
Уян хатан байдал /Flexibility/	2	0.749
Хандалт хийх боломж /Accessibility/	4	0.717

Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

b) Фактор анализ

Фактор анализ нь тухай асуулга дахь асуултууд бүлэглэн хуваагдсан сэдвийнхээ хүрээнд бүлэг болж чадаж байгаа эсэхийг тодорхойлдог.

Зураг 4. Асуулгын асуултууд бүлэгт хуваагдаж буй эсэх



Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

c) Корреляци анализ

Корреляци анализ нь Pearson-ний коэффициентоор илэрхийлэгддэг бөгөөд энэхүү коэффициент нь 0.00-оос 1.00 хооронд байх утгаар тодорхойлогдоно. Өөрөөр хэлбэл асуулгад асууж байгаа асуулт нь бусад асуултуудтайгаа хэрхэн хамааралтай байна вэ гэсэн хамаарлыг харуулдаг. Практикт Pearson-ний коэффициент >0.70 их байх хоёр болон түүнээс дээш асуултууд байвал тухайн асуултуудын аль нэгээр бусдыг нь тодорхойлох боломжтой.

d) Давталтат Регресс анализ

Судалгаанд хамрагдсан иргэдийн сэтгэл ханамжид хамгийн их нөлөөлж буй шалгуур үзүүлэлтийг давталтат регресс анализаар олно. Шугаман регресс нь энэхүү судалгаанд хамгийн тохирох бөгөөд хүчин зүйлүүдийн олонлогоос харьцуулалт хийх арга юм. Дараах томьёо 1-д шугаман регрессийг харуулсан байна.

$$Y_i = b_0 + \sum_i^p b_i X_{ij} + u_i \quad (1)$$

Эндээс судалгааны загварын дагуу хүчин зүйлүүдийг гооцон томьёог дараах байдлаар хувиргавал

$$\begin{aligned} \text{Сэтгэл ханамж /Satisfaction/} = & b_0 + b_2U_2 + b_3U_3 + b_4U_4 + b_5U_5 + b_6U_6 + b_7U_7 + b_8U_8 + b_9U_9 + b_{10}R_1 + \\ & b_{11}R_2 + b_{12}E_1 + b_{13}E_2 + b_{14}E_3 + b_{15}E_4 + b_{16}C_1 + b_{17}C_2 + \\ & b_{18}F_1 + b_{19}F_2 + b_{20}A_1 + b_{21}A_2 + b_{22}A_3 + b_{23}A_4 + b_{24}S_1 + \\ & b_{25}S_2 + b_{26}S_3 + \varepsilon \end{aligned} \quad (2)$$

Регресс анализ хийн Sig коэффициентийг үнэлэн боломжит хүчин зүйлүүдийг үлдээн дахин регресс анализ хийх замаар эцэст нь дараах хүчин зүйлүүд хамгийн өндөр нөлөө үзүүлж байгаа болох нь томьёо 3 дээр харуулсан байна.

$$\text{Сэтгэл ханамж /Satisfaction/} = 0.450 + 0.137A_2 + 0.181A_3 + 0.484S_1 + 0.319S_2 + \varepsilon \quad (3)$$

Дээрх томьёо нь төрийн үйлчилгээг цахим хэлбэрээр хүртэж буй харааны бэрхшээлтэй иргэдийн сэтгэл ханамжийг тодорхойлох загвар юм. Төрийн цахим үйлчилгээнд харааны бэрхшээлтэй иргэдийн сэтгэл ханамжийн байдал 39 хувьтай байгаа нь сайн үзүүлэлт биш юм. Тиймээс таамаглал батлагдлаа гэж үзэж болох юм.

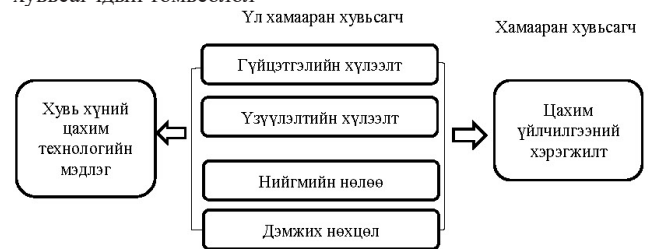
- Hypothesis 1 (H01) Таамаглал 1 (H01) Төрийн цахим үйлчилгээнд харааны бэрхшээлтэй иргэд сэтгэл ханамжгүй байх магадлалтай.

D. Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгийн түвшингийн хамаарлыг тодорхойлох

Хэмжих хувьсагчдын тодорхойлолт

Судалгааны таамаглалын хүрээнд үл хамааран хувьсагч (x), болон хамааран хувьсагч (y)-ийг дараах байдлаар тодорхойлсон. Үүнд:

Зураг 5. Судалгааны ажлын хүрээнд тодорхойлсон хувьсагчдын томьёолол



Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

ХҮСНЭГТ 6. ХЭМЖИГДЭХҮҮНИЙ ТОДОРХОЙЛОЛТ

Үл хамааран хувьсагч (x)	Хэмжигдэхүүн	Судалгааны асуулт
Гүйцэтгэлийн хүлээлт	ГХ	Хэрэгцээтэй гэж үзэх
		Харьцангуй давуу тал
		Үр дүнгийн хүлээлт
Үзүүлэлтийн хүлээлт	ҮХ	Хэрэглэхэд хялбар гэж үзэх
Нийгмийн нөлөө	НН	Нийгмийн хүчин зүйл
Дэмжих нөхцөл	ДХ	Техникийн найдвартай байдал
		Засгийн газраас тодорхойлсон МХХТ-ийн дэд бүтцийн шийдэл
Хамааран хувьсагч		
Технологийн мэдлэг	ЦҮ	Ашиглалтыг тандах хандлага
		Зан үйлийг тандах хандлага

Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх хүчин зүйлүүд болох гүйцэтгэлийн хүлээлт, үзүүлэлтийн хүлээлт, нийгмийн нөлөө, дэмжих нөхцөл нь төрийн цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд хамааралтайг корреляцийн коэффициент R-аар хэмжиж, хүчин зүйлүүдэд нөлөөлж буй

үзүүлэлтүүдийн ач холбогдлыг P утгаар нь тооцоолж үр дүнгээ гаргасан. P утга 0.05-аас бага ($P < 0.05$) байх тохиолдолд таамаглалыг хүлээн зөвшөөрөх буюу магадлал ач холбогдолтой гэж үзнэ. Харин их байх тохиолдолд таамаглалыг үгүйсгэнэ.

ХҮСНЭГТ 7. СУДАЛГААНЫ ТААМАГЛАЛЫН АЧ ХОЛБОГДЛЫН КОЭФФИЦИЕНТЫН НЭГДСЭН ДҮН

Гүйцэтгэлийн хүлээлт	Төрийн үйлчилгээг цахимжуулснаар олон байгууллагуудаар явж бичиг цаас хөөцөлдөх ажил цөөрнө.	P=0.035
	Төрийн үйлчилгээ цахим хэлбэрт шилжсэн нь төрийн үйлчилгээ хүртээмжтэй, хялбар дөхөм болж чадна.	P=0.002-0.003
	Төрийн үйлчилгээ цахим хэлбэрт шилжсэн нь төрийн авлига, хүнд суртал арилна.	P=0.001-0.028
Үзүүлэлтийн хүлээлт	Иргэдийн цахим үйлчилгээг сурахад амар байдаг	P=0.053
Нийгмийн нөлөө	Зар сурталчилгааны үзүүлэлт	P=0.031-0.04
Дэмжих нөхцөл	Төрийн цахим үйлчилгээний техникийн найдвартай байдал	P=0.036
	Засгийн газраас тодорхойлсон МХХТ-ийн дэд бүтцийн шийдэл	P=0.042-0.045

Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

- Таамаглал 2 (H02) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх гүйцэтгэлийн хүлээлт нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө. – таамаглал батлагдсан.
- Таамаглал 3 (H03) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх үзүүлэлтийн хүлээлт нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө. – таамаглал үгүйсгэгдсэн.
- Таамаглал 4 (H04) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх нийгмийн нөлөө нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө. – таамаглал батлагдсан.
- Таамаглал 5 (H05) Харааны бэрхшээлтэй иргэдийн цахим технологийн мэдлэгт нөлөөлөх дэмжих нөхцөл нь цахим үйлчилгээний хэрэгжилтэд нөлөөлнө. – таамаглал батлагдсан.

V. ХАРААНЫ БЭРХШЭЭЛТЭЙ ИРГЭДЭД ТӨРИЙН ҮЙЛЧИЛГЭЭГ ЦАХИМ ХЭЛБЭРЭЭР ХҮРГЭХ ЗАГВАР БОЛОВСРУУЛАХ НЬ

Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэд олон төрлийн цахим үйлчилгээг ашиглах мэдлэг, боломж дутмаг болон дэд бүтэц сул болон хэрэгцээг нь хангасан технологийн шийдэл байхгүй байна.

Харааны бэрхшээлтэй иргэдэд төрийн үйлчилгээг цахим хэлбэрээр авахын тулд МХХТ-ийг үр дүнтэйгээр ашиглаж сурахын тулд ямар нэгэн нөөц эсвэл техник технологид хүчээр хамруулах бус аль болох чөлөөтэй орчин нөхцөлийг бүрдүүлэх шаардлагатай.

Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдэд зориулсан үйлчилгээнд харилцаа холбооны хэрэгцээнд зориулагдсан МХХТ-ийг нэвтрүүлэхдээ гадаад орнуудаас шууд технологи хуулбарлан хэрэгжүүлэх нь учир дутагдалтай. Учир нь улс үндэстнүүдийн бие сэтгэл зүйн онцлог, улс орны хөгжил, тулгамдаж буй асуудлууд зэрэг олон хүчин зүйлүүдийг харгалзан үзэх шаардлагатай.

2017 оноос хойш хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдэд “Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэний үнэмлэх”-ийг олгосноор тэдгээр иргэд нийгмийн халамжийн үйлчилгээнд хамрагдах үндсэн баримт бичгийн нэг болж байна. Одоогоор уг үнэмлэх нь уламжлалт хэв загвар бүхий хавтастай, тамга тэмдэгтэй учир заавал халамжийн үйлчилгээний ажилтанд үзүүлэн үйлчилгээг авах боломжтой.

Монгол Улсад ашиглагдаж буй цахим иргэний үнэмлэхийн электрон чип буюу цахим соронзон ялтас нь тухайн иргэний хувийн нууц мэдээллийг агуулдаг учраас төрийн үйлчилгээний олон мэдээллийг түүгээр дамжуулан авах боломжтой болсон.

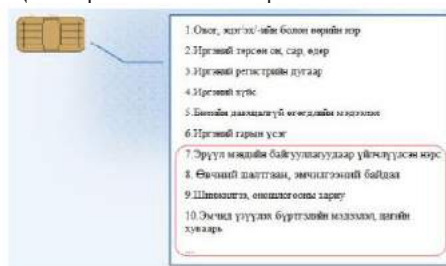
Нэмэлтээр хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэд нийгмийн халамжийн үйлчилгээг авахад бүрдүүлдэг баримт бичгүүдийг электрон хэлбэрт шилжүүлэн энэхүү чипэд оруулж болох юм.

Жишээ нь: -хөгжлийн бэрхшээлийг тодорхойлох чиг үүрэг бүхий нарийн мэргэжлийн эмч, боловсролын болон нийгмийн хамгааллын байгууллагын төлөөлөгчдөөс бүрдсэн эрүүл мэнд, боловсрол, нийгмийн хамгааллын комиссын шийдвэр,

- халамжийн үйлчилгээг авсан талаарх мэдээлэл,
- эрүүл мэндийн үйлчилгээг авсан, авч байгаа байдал,

шинжилгээ оношилгооны хариу гэх мэт.

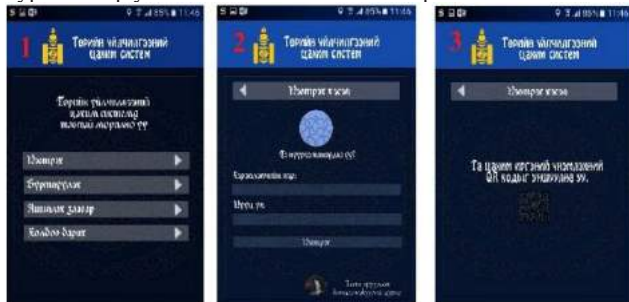
Зураг 6. Цахим үнэмлэхийн электрон чип



Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

Компьютерт зориулан хийсэн веб сайтыг гар утас болон таблет төхөөрөмж дээр үзэхэд тохиромжгүй байх тохиолдол их байдаг. Харааны бэрхшээлтэй иргэн ухаалаг гар утсан дээрээ төрийн үйлчилгээний веб портал руу хандан мэдээлэл унших, үйлчилгээ авах зэргээр мэдээллийн технологийн эрин үетэй хөл нийлүүлэн алхах боломжтой юм. Ухаалаг гар утсан дээр суулгах програм нь системийн бүтцийн гол хэсгүүдийн нэг ба хэрэглэгчийн интерфэйст чухал анхаарал хандуулах шаардлагатай.

Зураг 7. Гар утасны аппликейшний загвар



Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

Мэдээллийн аюулгүй байдлыг хангахын тулд 5 төрлийн нууцлалыг багтаана. Үүнд:

- Гар утасны аппликейшнийг суулгасны дараа нэвтрэн орохын тулд шаардлагатай хэрэглэгчийн нэр, нууц үгийг оршин суудаг хорооны ажилтнаас авна. Зөвхөн шинэ үйлчлүүлэгч хэрэглэгчийн нэр, нууц үгээр нэвтрэх бөгөөд цаашид нүүрээ таниулан нэвтрэх боломжтой.
- Зөвхөн өөрийн нүүрээ таниулах тохиргоотой;
- Хамгаалалтын түлхүүр зураг нь нэвтрэх нууц үгийг хамгаалах зорилготой. Тухайн сонгосон хамгаалалтын түлхүүр зураг “МӨН” тохиолдолд өөрийн нүүрээ таниулан, үйлчилгээнд нэвтрэх боломжтой. “БИШ” бол холбогдох ажилтантай холбогдох шаардлагатай.
- Цахим үнэмлэхийн QR кодыг уншуулж төрийн үйлчилгээний цахим систем руу нэвтрэнэ.
- Сэрэмжлүүлэх мэдээ явуулах боломжтой. Харин аппликейшний хөгжүүлэгч нь мэдээллийн үнэн зөв, найдвартай байдал болон байнгын сайжруулалт, модулийн хөгжүүлэлтийг хийж гүйцэтгэх юм. Байнгын сайжруулалтыг хийж, шинэлэг содон санааг дэвшүүлж ажилласнаар тодорхой хугацааны дараа эрсдэлгүй, найдвартайгаар төрийн үйлчилгээг авах боломж нээгдэнэ.

Харин харааны бэрхшээлтэй иргэд нэмэлт цэс суулгасан аппликейшнийг ашиглах боломжтой. Загварын цэс бүр дуут дохиотой бөгөөд ашиглах зааврыг дэс дарааллаар нь ойлгомжтой тайлбарлах болно. Мөн цэс бүр нь нэмэлт хяналтын системтэй. Дарааллын дагуу биш өөр цэс руу орох тохиолдолд хяналтын систем ажиллаж дуут дохиог сонсох болно. Сонгох цэсийн нэрсийг цагаан толгойн үсгийн дарааллаар байрлуулж болох юм.

VI. ДҮГНЭЛТ

Монгол улсын Засгийн газраас 2019 оныг “төрийн үйлчилгээ”-ний жил болгон зарласан. Иймээс төрийн үйлчилгээг түргэн шуурхай, найдвартай хүргэх нь тухайн үйлчилгээ авч буй иргэдийн сэтгэл ханамж, үйлчилгээ хүртэх боломжит нөхцөл, төрийн үйлчилгээний төрөл, хэлбэртэй хамааралтай.

Харааны бэрхшээлтэй иргэд манай хүн амын 3.4%-ийг эзэлж буй нь төрийн үйлчилгээг хүргэх зорилтот бүлэгт бие даасан бодлого явуулах шаардлага тулгарч буйг харуулж байна.

Иргэдийг хөгжлийн бэрхшээлийн хэлбэр, оршин буй нутаг дэвсгэрийн байдал, нас хүйсийн ялгаа, тэдгээрийн амьдралын түвшин зэрэг хүчин зүйлд тулгуурлан хуулийн нарийвчилсан зүйл, заалт оруулах, мэдээлэл харилцааны ялгаатай технологи, арга зүйг ашиглан боловсруулах, цаашилбал хөгжлийн бэрхшээлийн хэлбэрийг нарийвчлан тогтоох, шинжлэх ухааны болон судалгааны арга зүй дутмаг байгаа зэрэг нь тэд төрийн үйлчилгээг хангалттай авч чадахгүй байгаагаар илэрч байна.

Тухайн судалгааны өгүүлэл нь:

1. Төрийн үйлчилгээ нь түр хугацааны асуудал шийдэх тактик, нэг удаагийн үйл ажиллагаа бус тасралтгүй хөгжиж байх цикл байх учиртай болохыг авч үзэх.
2. Зорилтот бүлгийг нарийвчлан үзэж/дэд бүлгийг тогтоох/ тэдний хөгжлийн бэрхшээлийн ялгаатай байдлыг анагаах ухааны болон төрийн бодлогын түвшинд нарийвчилсан стандартыг бий болгох
3. Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн төрийн цахим үйлчилгээ авах боломжийг тодорхойлох, нарийвчилсан судалгааг хийх, нэгдсэн хөтөлбөр боловсруулж ажиллах зэрэг хамтарсан багийн бодлого, цогц шийдэл шаардлагатайг онцолж байна.

REFERENCES

- [1] Сосормаа.Ч. “Төрийн захиргаанаас нийтийн захиргаа руу”, УБ., 2008 он.
- [2] Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Бизнесийн Удирдлага Хүмүүнлэгийн Сургууль, Төрийн удирдлага” сурах бичиг. УБ., 2019 он
- [3] Монгол Улсын Их Сургууль, “Нийтийн удирдлагын үндэс” сурах бичиг. УБ., 2018 он
- [4] Хөдөлмөр, Нийгмийн Хамгааллын Яам, “Жайка” Олон улсын хамтын ажиллагааны байгууллага “Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн асуудал: Бодлого, үйл ажиллагаа” Мэдээллийн лавлах; УБ., 2019 он.
- [5] Хөдөлмөр, Нийгмийн Хамгааллын Яам, “Жайка” Олон улсын хамтын ажиллагааны байгууллага “Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн асуудал: Бодлого, үйл ажиллагаа” Мэдээллийн лавлах; УБ., 2017 он.
- [6] Батсүх.Ш, Долгоржав.Я, Ганцоож.Б. “Төрийн үйлчилгээг иргэдэд ойртуулах нь”. УБ., 2015 он
- [7] Үндэсний Хөгжлийн Хүрээлэн. Монгол Улсын төрийн үйлчилгээг цахимжуулахтай холбоотой эрх зүйн орчны өнөөгийн байдлын судалгаа. УБ., 2014 он.
- [8] Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн эрхийн тухай конвенц, НҮБ. 2008 он
- [9] Монгол Улсын Үндэсний Статистикийн Хороо.

Хараагүй иргэдийн статистик тоо баримтууд.
Интернет: <http://www.nso.mn>,

[10] Ханнс Зайделийн Сан, Монголын Хөгжлийн бэрхшээлтэй Иргэдийн Холбоо. Хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн холбогдолтой хууль тогтоомжууд. УБ., 2009 он.

[11] Монгол улсын хүний эрхийн үндэсний комисс. Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүний эрх. УБ., 2006 он

ЗАСГИЙН ГАЗРЫН ИРГЭД ОЛОН НИЙТТЭЙ ХАРИЛЦАХ ТӨВ- ИЙН САНАЛ ХҮСЭЛТИЙГ ГҮНИЙ СУРГАЛТЫН АРГААР АНГИЛАХ

*М.Цэцэнцэнгэл, Компьютерын ухааны салбарын
Магистрант, ШУТИС МХТС*

Д.Золзаяа, Компьютерын ухааны салбарын Доктор,
ШУТИС МХТС

Хураангуй—Засгийн газрын “11 11 ТӨВ” нь иргэдийн санал, хүсэлтийг хүлээн авч холбогдох төрийн байгууллагад хуваарилан хариу өгөх, шийдвэрлэлтийг хянах мэдээллийн системийг нэвтрүүлсэн. Гэвч өсөн нэмэгдэж байгаа санал хүсэлтүүдийн ангиллыг шалгахад операторуудад бэрхшээл тулгарч байна. Тиймээс энэхүү судалгааны хүрээнд иргэдийн санал хүсэлтийг текст боловсруулалтын болон машин сургалтын арга ашиглан шийдвэрлэх процессыг автоматжуулах, санал хүсэлтүүдийг автоматаар ангилах туршилтыг хийхээр зорьсон. Энэхүү судалгаанд гүний сургалтын хэд хэдэн аргуудыг харьцуулан санал хүсэлтийг ангилах процессыг автоматжуулав. Нийт 2012-2018 оны хооронд бүртгэгдсэн санал хүсэлтийн мэдээллийг ашиглан дүн шинжилгээг хийлээ.

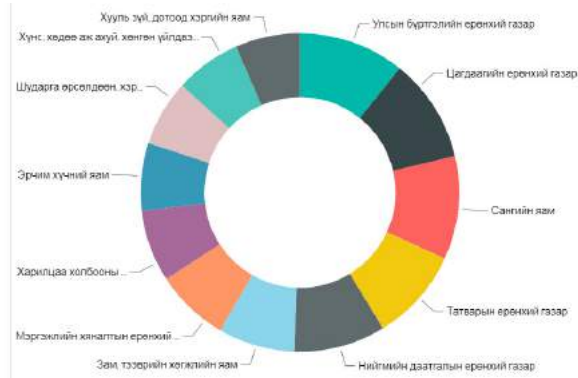
*Түлхүүр үг—текстийн ангилал; машин сургалт;
word embedding; гүний сургалт.*

I. ТАНИЛЦУУЛГА

Веб эх сурвалж, нийгмийн сүлжээнд бүтээгдэхүүн, үйлчилгээний талаар хэрэглэгчийн санал хүсэлт, сэтгэгдэл улам бүр нэмэгдэж байгаа нь олон судлаачдыг янз бүрийн судалгаа хийхэд татан оролцуулж байна [2,3,4,5,9,10]. Гэсэн хэдий ч хэлний онцлогоос хамааран хэрэглэгчийн санал сэтгэгдэл, санал хүсэлтийн найруулгын хэв маяг, үгийн сангийн ойлгомжгүй байдлаас шалтгаалан сэтгэлзүйн нэр томъёоны тархалт харилцан адилгүй бөгөөд агуулгатай нягт уялдаатай байдаг. Тиймээс, энэхүү баримт бичигт гүний сургалт (өөрөөр хэлбэл Convolutional Neural Network (CNN) ба Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM)-ыг ашиглан санал хүсэлтийг ангилах асуудлыг судалж үзэв. Засгийн Газар “11 11 төв” -ийг байгуулж иргэдийн санал хүсэлт, гомдол, шүүмжлэл, талархал зэрэг мэдээллүүдийг нэг бүрчлэн хүлээн авч холбогдох байгууллагуудад шилжүүлэн түүний хэрэгжилтэд хяналт, үнэлэлт дүгнэлт өгдөг төрийн хурдан шуурхай үйлчилгээг бий болгож төрийн үйлчилгээний хүнд суртлыг халах, асуудалд бодитой ханддаг нээлттэй, шилэн төрийн үйлчилгээг бий болгохыг зорьж байна. Иргэдийн санал хүсэлтийг дуудлага, веб сайт, биечлэн, мессеж, фэйсбүүк, мобайл, твиттер, имэйл, киоск, скайп бүхий нийт 10 гаруй сувгуудаар хүлээн авч операторууд санал хүсэлтүүдийг ангилж холбогдох агентлагуудад хуваарилдаг. Зураг 1-д агентлагуудад хуваарилагдсан санал хүсэлтүүдийн тоог харьцуулав.

Ингэснээр ажилтнаас хамаарсан алдаа гарах болон цаг хугацааны хувьд хүлээлтийг эрс багасгана. Бид

энэхүү хуваарилалтыг бүрэн автоматжуулах аргачлалыг дэвшүүлж байгаа бөгөөд өмнөх судалгаандаа санал хүсэлтүүдийг холбогдох агентлагуудад гүний сургалтаар автоматаар амжилттай хуваарилсан [1]. Харин энэхүү судалгаандаа санал хүсэлтүүдийг төрлөөр нь ангилах хуваарилалтыг автоматжуулах аргачлалыг дэвшүүлж байна.



Зураг 1. Засгийн газрын агентлагуудад хуваарилагдсан санал хүсэлтүүд

II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Сүүлийн үед гүний сургалтын арга нь өмнөх машин сургалтын аргуудтай харьцуулахад илүү өндөр үр дүнд гаргаж байна. Текст ангиллын үндсэн зорилго бол урьдчилан тодорхойлогдсон нэг буюу түүнээс дээш ангилал руу текст болон баримтыг автоматаар хуваарилахад оршино. Текстыг автоматаар ангилах олон аргууд байдаг бөгөөд тэдгээрийг үндсэн гурван системд бүлэглэж болно:

- Дүрэмд суурилсан текстийн ангилал
- Машин сургалтад суурилсан текстийн ангилал[8]
- Эрлийз буюу hybrid текстийн ангилал

Текстийн ангилал төрлийн зарим жишээнээс дурдвал социал сүлжээн дахь хэрэглэгчдийн хандлага тодорхойлох, имэйл ангилах, үйлчлүүлэгчдийн асуултад автоматаар тэмдэглэгээ хийх болон мэдээний нийтлэлүүдийг ангилах гэх мэтчилэн байдаг. Машин сургалтын олон аргууд нь эх хэлний боловсруулалтад илүү өндөр үр дүнд хүрч байгаа. Гэсэн хэдий ч Монгол хэл дээрх текстийг ангилах тохиромжтой бүтэц, архитектур, техникийг олох нь судлаачдын хувьд бэрхшээлтэй асуудал юм. Эх хэлний боловсруулалт ба хяналттай машин сургалтын даалгаврын нэг төрөл бол текстийн ангилал бөгөөд бизнесийн янз бүрийн талбарт маш өргөнөөр ашиглагдаж байгаа билээ. Олон улс оронд Call center-д хүнийг орлох хиймэл оюунд суурилсан автомат системийг хэрэгжүүлэхээр өрсөлдөж байгаа бөгөөд цаг хугацаа, эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй ба найдвартай байдал, ур чадвар дээр ч хүнээс илүү ажиллаж байгаа билээ. Бид өмнөх туршилтад гүний сургалтыг (Deep Learning) word embedding аргын хамт ашигласан ба CNN, LSTM, BiLSTM архитектур бүхий сүлжээг байгуулж, FastText болон “1111” төвийн санал хүсэлтийн текст корпус дээр үүсгэсэн Word2Vec вектор модель тус бүр дээр туршилт хийж харьцуулан

үзэж, үнэлэхэд сургалтын өгөгдөл дээрээс үүсгэсэн үгсийн сангаас гаргасан Word2Vec моделийн хамт BiLSTM архитектуртай модель хамгийн өндөр үр дүнд болох тестийн өгөгдөл дээр F1 оноо 80.7% байсан нь хангалттай сайн чанартай автоматжуулалтын туршилт болсон байна.

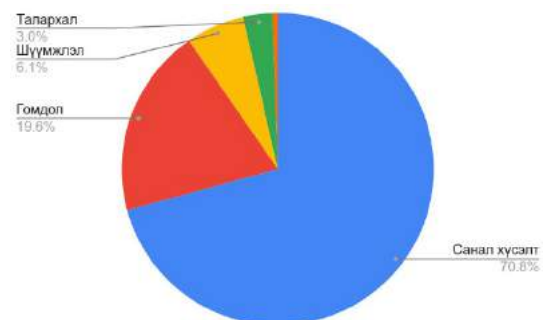
ХҮСНЭГТ 1. ГҮНИЙ СУРГАЛТЫН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

№	Алгоритм	Epoch	Precision	Recall	F1-Micro	Accuracy
1.	CNN + FastText	34	71.7	71.7	71.7	73.4
2.	CNN + Word2Vec	35	72.0	72.0	72.0	72.0
3.	LSTM + FastText	110	76.8	76.9	78.2	78.2
4.	LSTM + Word2Vec	72	79.1	79.1	79.1	79.1
5.	BiLSTM+ FastText	34	76.1	76.1	76.1	76.1
6.	BiLSTM+ Word2Vec	23	80.1	80.2	80.7	80.7

III. АШИГЛАСАН ӨГӨГДӨЛ

Бид Засгийн газрын иргэд олон нийттэй харилцах төвд 2012 оны 10-р сараас 2018 оны 11-р сарын хооронд ирсэн нийт санал хүсэлтийн өгөгдөлдээр судалгаа хийв. Нийт 78,810 санал хүсэлт байгаа ба холбогдох 76 төрийн байгууллагад шийдвэрлэгдсэн. Санал хүсэлтийн өгөгдөл нь санал хүсэлт, гомдол, шүүмжлэл, талархал, өргөдөл гэсэн үндсэн 5 төрөлд хуваагдана. Зураг 2-т санал хүсэлтүүдийн эзлэх хувийг төрлөөр харуулав.

Нийт өгөгдөл нь санал хүсэлтийн агуулга, шийдвэрлэсэн төрийн байгууллага, үүсгэсэн огноо, эх сурвалж, шийдвэрлэгдсэн байдал ба санал хүсэлтийн төрөл зэргийг агуулдаг.



Зураг 2. Санал хүсэлтийн ангиллуудаар харьцуулсан хувь (%)

IV. АРГА ЗҮЙ

Текстийн дүн шинжилгээ нь бүтэцлэгдээгүй (unstructured) болон хагас бүтэцлэгдсэн (semi-structured) өгөгдлийг задлан шинжилж ач холбогдол өндөртэй

мэдээллийг ялгаж авдаг. Өгөгдлийг ангилал (classification), хураангуйлах (summarization), кластер (clustering) хийх гэх мэт хэд хэдэн аргаар үнэ цэнэтэй мэдээллийг гарган авч болно. Текстийн ангилал нь үндсэн 4 үе шаттай байдаг. Үүнд:

- Текстийн боловсруулалт, цэвэрлэгээ
- Ач холбогдол өндөртэй мэдээллүүдийг ялган авах
- Машин сургалт болон гүний сургалтаар текстүүдийн ангиллыг сургах
- Текстийн ангиллын загварыг үнэлэх

Энэхүү дүн шинжилгээ нь өгөгдөл олборлолт (data mining), машин сургалт (machine learning), статистик, тооцооллын хэл шинжлэл дээр үндэслэгддэг. Монгол хэлний өгөгдөл ангиллыг удирдлагатай машин сургалтаар хийхдээ бид эхлээд вектор моделиудыг хэрэгжүүлж түүнийгээ машин сургалттай хослуулсан. Судлаачид Монгол текстүүдийг үгийн вектор моделууд (Wikipedia, FastText)-ыг үүсгэсэн байна. Вектор модель нь текстийг тоон вектор хөрвүүлэх арга бөгөөд математик үйлдэл хийх боломжтой болгодог.

1. Үгийн вектор модель

- **Wikipedia вектор модель[6].** Сургасан үгийн вектор модель нь 300 хэмжээст ба 68206 монгол үгийн векторыг агуулдаг.
- **FastText вектор модель[7].** Фэйсбүүкийн хиймэл оюуны судлаачдын гаргасан википедиа болон коммон кравл дээр монгол текст дээр сургасан үгийн вектор модель нь 300 хэмжээст ба 600 мянган монгол үгийн векторыг агуулдаг.
- **Word2Vec үгийн вектор модель.** Нийт датасет-ээс латин үсгээр бичсэн агуулгуудыг хасаж гаргасан 71,177 санал хүсэлт бүхий корпусоор бид өөрсдийн үгийн вектор модель үүсгэсэн. 85,302 үгсийн сан бүхий 300 хэмжээст модель үүсгэв.

2. Гүний сургалтын аргууд

- Convolutional Neural Network (CNN). CNN бол гүний сургалтын арга бөгөөд давхрагуудаас бүрдэнэ. Бид CNN архитектуртай моделийг word embedding моделиудтай хослуулж туршилтуудыг хийв. Hyper-parameter-уудын тохиргоог дараах байдлаар тохируулав. Үүнд: optimizer=adam, loss=sparse_categorical_crossentropy, dropout=0.5, activation=relu.
- Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM) бол ерөнхийдөө LSTM архитектур боловч дарааллын чиглэл нь хоёр тал руугаа байдгаараа ялгаатай хиймэл оюуны сүлжээ юм. Бид BiLSTM архитектуртай моделийг word embedding техниктэй хамт туршив. Hyper-parameter-уудын тохиргоог дараах байдлаар тохируулав. Үүнд: optimizer=adam, loss=sparse_categorical_crossentropy, dropout=0.5, activation=relu.

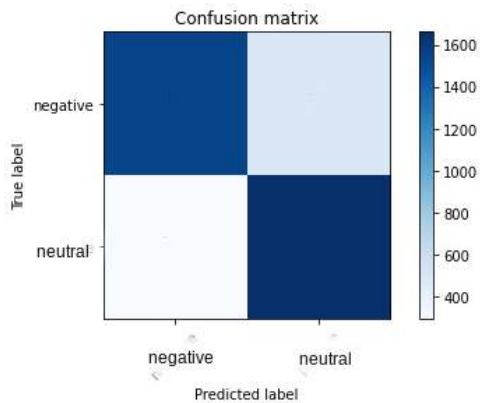
V. ЗАГВАР, ТУРШИЛТ

Төрийн байгууллагуудад шийдвэрлэгдсэн санал хүсэлтүүдийн тархалт дурын санамсаргүй бүтэцтэй байна. Санал хүсэлтүүдийн төрлүүд нь нийт тоо хэмжээнээсээ хамаараад өгөгдлүүд тэнцвэртэй биш байна. Санал хүсэлтүүдийн нийт 5 төрлийг нэгтгээд ерөнхий 2 ангилал болгов. Өргөдөл болон санал хүсэлтийг нэгтгээд neutral, шүүмжлэл болон гомдлыг нэгтгээд negative гэсэн ангиллыг үүсгэв. Талархал ангиллын өгөгдөл хангалттай биш байгаа учраас туршилтаас хасав. Туршилтын үр дүнгээ илүү найдвартай байлгахын тулд ангилал бүрээс 10,000 өгөгдөл болон 500 үгнээс илүүгүй санал хүсэлтүүдийг сонгож тэнцвэртэй байдлыг хадгалж авсан. Үр дүнд нийт 2 ерөнхий ангилалд 20,000 өгөгдөл байна. Монгол хэл дээр эх хэлний боловсруулалт болон ангилал хийх тул өгөгдлөө судалж үзээд латин үсэг ашиглаж бичсэн саналуудыг хасаж, зөвхөн кирилл үсгээр бичсэн саналуудыг шүүж авсан. Ирсэн санал хүсэлтийн хувьд зохих байгууллагад ангилахад утгын хувьд нөлөө үзүүлэхгүй үгсийг (Stop Words) хасав. 75 өөр төрлийн хэрэггүй үгсийг энэ жагсаалтад оруулсан ба жишээлбэл 'би', 'чи', 'та', 'тэд', 'бид', 'лаа', 'лээ', 'тэр', 'энэ', ... гэх мэт үгнүүд байв. Токенүүдийг жигдрүүлэх үйлдэл буюу бүх үсгийг жижиг болгох болон хоосон зайг хасах үйлдэл хийгдэв. Noise Removal буюу шаардлагагүй тэмдэгтүүдийг хассан. Жишээ нь '!', '?', ',', '!', '!', '-', ... гэх мэт. Мөн үгсийн сангаар шүүж алдаатай буруу бичигдсэн ямар ч утга үзүүлэхгүй байгаа үгсийг хасав. Сургалтын өгөгдөлд байгаа 677 'өншигөөр', 'нүбын', 'сбд', 'үүэнэ', 'згн', 'нөг', 'зг', 'шзг', 'үхааяс', 'дээүнэ' гэх мэт токенүүдийг хасав. Бохир текстийг цэвэрлэж, индексжүүлсний дараа хамгийн чухал хэсэг болох өгөгдлөөс утга гаргаж авах хэсэгт Word Embedding аргачлалыг ашигласан. Туршилтын өгөгдлийн сургалтын болон туршилтын гэж үндсэн 2 ангилан 80/20 харьцаатай хувааж k-fold validation-ыг k=5 удаа хийж гүйцэтгэв.

ХҮСНЭГТ 2. ГҮНИЙ СУРГАЛТЫН ТУРШИЛТУУДЫН ҮР ДҮН

№	Алгоритм	Epoch	Precision	Recall	F1-Micro	Accuracy
1.	CNN + FastText	22	0.804	0.804	0.804	0.804
2.	CNN + Word2Vec	22	0.797	0.797	0.797	0.797
3.	CNN + Wikipedia Word2Vec	22	0.797	0.797	0.797	0.797
4.	BiLSTM + FastText	21	0.809	0.809	0.809	0.809
5.	BiLSTM+ Word2Vec	22	0.821	0.821	0.821	0.821
6.	BiLSTM+ Wikipedia Word2Vec	22	0.804	0.804	0.804	0.804

Туршилтаас харахад бидний өмнөх туршилттай адил BiLSTM+ Word2Vec модель нь илүү амжилттай үр дүн буюу 82.1%-ийн F1-score үзүүлж байна.



Зураг 3. BiLSTM - Word2Vec

Хэр амжилттай болсныг шалгахар хамгийн сайн үр дүн үзүүлсэн BiLSTM+Word2Vec модель дээр жишээ оруулж үзэв.

Жишээ 1: “Хүний хөгжлийн үлдэгдэл мөнгийг хэзээ өгөх вэ?” гэж оруулахад neutral ангилалд 98%, negative ангилалд 2% гэж таамагласан нь зөв үр дүн үзүүлж байна.

Жишээ 2: “Вьетнам засваруудын асуудлыг цэгцлэх хэрэгтэй” гэж оруулахад neutral ангилалд 76%, negative ангилалд 24% гэж таамагласан байна.

VI. ДҮГНЭЛТ

Монгол Улсын Засгийн Газар иргэдээс ирж буй санал сэтгэгдэл, шүүмж, талархал, өргөдлийг хүлээн авч

зохих байгууллагад хуваарилдаг бөгөөд хуваарилалтад гарсан операторын болон иргэдийн алдаанаас хариу өгөх процесс удааширдаг. Тиймээс энэхүү процессыг машин сургалтын арга ашиглан хүний оролцоог багасгаж ухаалаг болгосон. Үүний нэг шийдэл нь санал хүсэлтийн агуулгуудыг автоматаар ангилж тодорхойлдог систем хийхийг зорив. Туршилтдаа гүний сургалтыг (CNN, BiLSTM) word embedding (FastText, Wikipedia Word2Vec) аргатай хослуулан ашиглаж туршилтуудыг хийсэн. Эндээс FastText, Wikipedia Word2Vec моделиудаас илүү сургалтын өгөгдөл дээрээс үүсгэсэн үгсийн сангаас гаргасан Word2Vec модель нь BiLSTM архитектуртай илүү сайн үр дүн үзүүлсэн бөгөөд бусад туршилтуудаасаа хамгийн өндөр үр дүн болох тестийн өгөгдөл дээр F1 оноо 82.1% байсан нь хангалттай сайн чанартай автоматжуулалтын туршилт болсон гэж үзэж байна. Бид дараагийн туршилтаа санал хүсэлтийг агуулгын шинжилгээг нарийвчлан хийж гүйцэтгэнэ.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэхэд “ДОКТОРЫН ДАРААХ СУДАЛГААНД САЙДЫН НЭРЭМЖИТ ИННОВАЦИЙН ТЭТГЭЛЭГ”-г олгосон БШУЯ-нд онцгой талархал илэрхийлэв. Мөн Засгийн Газрын “1111”-төвийн өгөгдлүүдийг нээлттэй гаргаж судалгаа хийх боломжуудыг олгосон судлаачдад талархал илэрхийлэв.

НОМ ЗҮЙ

- [1] М.Баггэрэл*, Г.Нандин-Эрдэнэ*, О.Мөнх-Очир*, Э.Ануцээн*, Б.Эрдэнэтулга*, Д.Золзаяа*, Засгийн Газрын Иргэд Олон Нийттэй Харилцах Төвийн санал хүсэлтийн шинжилгээ, хиймэл оюунд суурилсан шийдвэр гаргалтыг хэрэгжүүлэх нь, Профессор Г.Цогбадрахын нэрэмжит "Мэдээлэл Холбооны Салбарын Хөгжилд бидний гүйцэтгэх үүрэг-2019", ШУТИС МХТС 2019
- [2] Stephan Baier, Analyzing Customer Feedback for Product Fit Prediction, Aug 2019. Available: <https://arxiv.org/abs/1908.10896>. [Accessed: 20 Oct. 2019]
- [3] Kamran Kowsari, Kiana Jafari Meimandi, Mojtaba Heidarysafa, Sanjana Mendu, Laura E. Barnes, Donald E. Brown, Classification Algorithms: A Survey, Apr 2019. Available: <https://arxiv.org/abs/1904.08067>. [Accessed: 20 Oct. 2019]
- [4] Alok Kumar, Renu Jain, Sentiment analysis and Feedback Evaluation, Oct 2015. Available IEEE Xplore, <https://ieeexplore.ieee.org/document/7375359>. [Accessed: 20 Oct. 2019]
- [5] Nabeela Altrabsheh, Mihaela Cocea, Sanaz Fallahkhair, Sentiment Analysis: Towards a Tool for Analysing Real-Time Students Feedback, Nov 2014. Available: IEEE Xplore, <https://ieeexplore.ieee.org/document/6984506>. [Accessed: 20 Oct. 2019]
- [6] <https://dumps.wikimedia.org/mnwiki/latest/mnwiki-latest-pages-articles.xml.bz2>
- [7] <https://dl.fbaipublicfiles.com/fasttext/vectors-crawl/cc.en.300.bin.gz>
- [8] Siwei Lai, Liheng Xu, Kang Liu, Jun Zhao, Recur-

rent Convolutional Neural Networks for Text Classification, National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR) Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, China, 2015

[9] Z Dashdorj, MT Khan, L Bozzato, SK Lee, Classification of news by topic using location data, Joint International Semantic Technology Conference, 305-314, 2016

[10] Z Dashdorj, E Altangerel, High-level event identification in social media, Concurrency and Computation Practice and Experience, 2018

РЕГТЕКИЙГ ХӨГЖҮҮЛЭХ АРГУУД

Цогбадрахын Гүндэгмаа, Мэдээллийн системийн менежментийн тэнхим, Санхүү эдийн засгийн их сургууль, Улаанбаатар, Монгол, gundegmaa.ts@ufe.edu.mn

Хураангуй—Технологийн хөгжил, дэвшил нь нийгмийн харилцааг бүхэлд нь өөрчилж байна. Үүний нэгэн жишээ нь санхүүгийн салбарын цахимжилт буюу финтек юм. Финтек бүтээгдэхүүн, үйлчилгээ хүмүүсийн амьдралд түрэн орж ирэхийн хэрээр мэдээллийн тэгш бус байдал, технологийн эрсдэл, системийн эрсдэл тулгарах магадлал өсч, хяналт, зохицуулалт шаардлагатай болдог. Гэвч энэ тохиолдолд санхүүгийн уламжлалт хяналт, зохицуулалтын арга техникүүд үр дүн муутай. Иймд технологид суурилсан хяналт, зохицуулалтын (регтек) аргыг тохиромжтойгоор ашиглаж хэрэглэгчдийн эрх ашигийг хамгаалах, санхүүгийн байгууллагуудын эрсдлийг бууруулах, хяналт зохицуулалтын багууллагыг мэдээлэлд хүртээмжтэй хандах боломжийг олгох нь чухал юм.

Энэхүү судалгааны ажлаар финтек бүтээгдэхүүн үйлчилгээ нэвтрүүлж буй байгууллагуудад ямар төрлийн эрсдэлүүд тулгарч болох тэдгээрийг хянаж, зохицуулах ямар регтекийн хувилбарууд байж болохыг судаллаа.

Түлхүүр үг—Финтек, регтек, технологид суурилсан зохицуулалт.

I. УДИРТГАЛ

Орчин цагт санхүүгийн салбарыг технологигүйгээр төсөөлөхийн аргагүй. Энэ үеийн санхүүгийн хүч нь шинжлэх ухаан, технологийн хэрэглээнээс үүдэлтэй. [1] Технологийн инноваци нь санхүүгийн салбарын тоглоомын дүрмийг дахин бичиж байна. [2] Финтек нь санхүүгийн салбарын хоцрогдлыг арилгах зорилгоор хууль, журмын дагуу технологид суурилсан санхүүгийн шинэчлэл юм. Санхүүгийн процессын шинэчлэлд ашиглагдах технологийн хоцрогдол өнөөгийн түвшинд бараг байхгүй гэж үзэж болохоор болсон. [3] Их өгөгдөл, хиймэл оюун ухаан, блокчейн, үүлэн тооцоолол, юмсын интернет зэрэг шинэ технологиуд нь санхүүгийн салбарын бизнес процесс, зохицуулалтын орчинг өөрчилсөн.

Финтек бүтээгдэхүүн, үйлчилгээнүүд нь санхүүгийн зуучлагчдын хоорондох гүйлгээний зардлыг ихээхэн бууруулдаг ба үр ашгийг нэмэгдүүлж, үйлчилгээний өртгийг багасгаж байна. [4] Финтект олныг хамарсан техникийн, үйл ажиллагааны, системийн эрсдэл санхүүгийн болон кибер талаасаа гаргах боломжтой.

Финтек компани, бүтээгдэхүүн, үйлчилгээнүүдийн үйл ажиллагааны болон технологийн эрсдэл нь санхүүгийн салбарын системийн эрсдлийг бий болгож болзошгүй.

Иймд финтекийн хурдацтай хөгжил нь регтекийг (зохицуулалтын технологи) шаарддаг. Автоматжуулсан

үйл ажиллагааг гар аргаар хянах нь бодит байдал нийцэхгүй бөгөөд зохицуулалтыг автоматжуулах шаардлагатай. [5]

Регтек нь тухайн улсын санхүүгийн зах зээлийн үр ашгийг нэмэгдүүлж, нийцлийн зардлыг бууруулж, зохицуулалт хяналтын үйл ажиллагааг хялбаршуулж байна. [6]

Эдүгээ Монгол Улсад нэгэнт нэвтэрч, хүртээмжтэй хэрэглээ болж чадсан цахим банк, мобайл банк зэрэг интернет болон бусад сүлжээнд суурилсан үйлчилгээ, бүтээгдэхүүний хяналт зохицуулалтыг зохих түвшинд хүргэж хөгжүүлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна. Сүүлийн үед олон нийтийн сонирхлыг илэрхий татаж буй криптовалютууд, тэдгээрийн хэрэглээ, гүйлгээ “Үндэсний төлбөрийн системийн тухай” хуулийн хүрээнд үүсэж бий болох үндэсний цахим мөнгөнүүдийн зохицуулалтыг хэрэгжүүлэх нэгдсэн Регтек шийдлийг гаргах, хөгжүүлэхэд хөрөнгө оруулах, эрх зүйн орчныг боловсронгуй болгох шаардлага тулгамдаж байна. [7]

A. Судалгааны зорилго

Монголын санхүүгийн салбарын хяналт, зохицуулалтад ашиглах регтекийн тохиромжит аргачлалыг тодорхойлох

II. ОНОЛ АРГАЗҮЙ

A. Судлагдсан байдал

Регтек: Анх 2007 онд Регтек гэсэн нэр томъёог АНУ-д бий болсон ч санхүүгийн үйл ажиллагааг технологид суурилан хянах үйл ажиллагаа нь 1960-аад оноос үүдэлтэй. 2008 онд АНУ-ын зохицуулагч байгууллага өөрсдийн гаргасан дүрэм, журмын хэрэгжилтийг хангалттай хянаж чадаагүйгээс санхүүгийн хямрал үүссэн гэж үздэг. Энэхүү хямралын дараа зохицуулагч байгууллага богино хугацаанд маш олон шинэ зохицуулалтыг бий болгосон. Энэ бүх зохицуулалтыг дагаж мөрдөхөд санхүүгийн байгууллагад олон тооны мэргэжилтэн, хуульчид хэрэг болсон. Харин энэ олон хуульч, хүн хүчний зардлыг бууруулах зорилготой мэдээлэл технологийн компани болон комплаенсийн чиглэлээр үйл ажиллагаа явуулдаг мэргэжлийн байгууллага хамтран Регтек шийдлийг бий болгожээ. 2016 оны 9 дүгээр сард АНУ-ын нэгэн сонинд “Регтек бол бодит юм байна!” гэсэн нийтлэл гарсан байдаг. [8]

Регтекийн гол зорилго нь:

- Дотоод эрсдлийн удирдлага, хяналт хийх
- Шинэ технологийг дагаж мөрдөх, тайлагнах, боловсруулах
- Өгөгдлийн шинжилгээ хийх, тайлан мэдээ боловсруулах
- Мэдээллийн аюулгүй байдлыг хангах
- Хэрэглэгчийг таних

- Гүйлгээг хянах гэх мэтээр ашиглагдаж байна.

Зураг 1-т регтекийн хөгжлийн үечлэлийг харуулав.



Зураг 1. Регтекийн хөгжлийн үечлэл

B. Финтекийн эрсдэлүүд

Санхүүгийн тогтвортой байдалд улам их нөлөө үзүүлэх чадвартай финтек бүтээгдэхүүн, үйлчилгээ, компаниуд нь уламжлалт санхүүгийн бизнес эрхэлдэггүй тул санхүүгийн одоогийн зохицуулалтын тогтолцоонд ороогүй. Үүнээс үүдэн зохицуулалтын асар том цоорхой бий болж, эрсдэл гарах магадлал, эрсдэлийн далд үр нөлөөг нэмэгдүүлдэг.

Финтекийн бүтээгдэхүүн, үйлчилгээ, компаниудын үйл ажиллагаа нь дараах эрсдлүүдийг үүсгэж болно.

Техникийн эрсдэл

Финтекийн хөгжил нь дэвшилтэт технологи, арилжааны платформуудаас хамаардаг бөгөөд хэрэв суурь технологи, платформууд дотоод алдаатай байвал илүү их эрсдэл дагуулдаг. Жишээлбэл, компьютерт суурилсан гүйлгээний хүрээнд арилжааны давтамж, гүйлгээний хэмжээ огцом өсч байна. Хэдийгээр шинэ технологиуд нь олигополиудыг даван туулж, гүйлгээний үр ашгийг дээшлүүлж болох боловч технологийн цоорхой эсвэл програмчлалын алдаанууд нь санхүүгийн зах зээлд үндсэндээ сөрөг нөлөө үзүүлж, тэр ч байтугай шинэ системийн эрсдлийг бий болгож болзошгүй юм. Финтек гарч ирснээр санхүүгийн үйлчилгээний үйл ажиллагааны болон кибер эрсдлийг эрс өөрчилсөн. Ерөнхийдөө технологи, дижитал шийдлүүдийн өргөн хэрэглээ нь кибер хакеруудын нэвтрэх цэг, хүрээг өргөжүүлдэг. Үүнтэй холбогдуулан зарим финтекийн үйл ажиллагаа нь олон тооны байгууллагуудад мэдээлэл түгээх боломжтой, жишээлбэл дижитал түрийвч ба цахим агрегаторын хэрэглээ нэмэгдсэн.

Мэдээллийн тэгш бус байдлын эрсдэл

Технологийн шинэчлэл нь уламжлалт санхүүгийн эрсдэл, технологийн эрсдлийг давхцуулж, хооронд нь холбоход хүргэдэг бөгөөд ингэснээр эрсдлийн тоон болон чанарын өөрчлөлт гарч ирдэг. Үүний зэрэгцээ технологийн шинэчлэлүүд нь зохицуулагчид ба зохицуулагддаг байгууллагуудын хоорондох мэдээллийн тэгш бус байдлыг нэмэгдүүлдэг бөгөөд энэ нь санхүүгийн хяналтанд ихээхэн бэрхшээл учруулдаг. Зохицуулагчид шинэ технологийг ашиглахын тулд технологийн шинэчлэгчидтэй синхрончлох боломжгүй бөгөөд мэдээлэл цуглуулах хангалттай техник хэрэгсэл дутагдалтай байна.

Нийцлийн эрсдэл

Финтекийн томоохон эрсдэлүүдийн нэг бол нийцлийн эрсдэл юм. Одоо байгаа хууль эрх зүйн орчин нь шинээр гарч ирж буй блокчейн, их өгөгдөл, хиймэл оюун ухаан зэрэг технологийг ашигласан санхүүгийн формат, гүйлгээг үр дүнтэй зохицуулж чадахгүй тул финтек нь нийцлийн эрсдэлийг бий болгодог. Жишээлбэл, Alipay, WeChat's төлбөрийн систем болон бусад шинэ технологиуд нь Хятадад уламжлалт зохицуулалттай төлбөр тооцооны зах зээлээс гадуур банк бус төлбөрийн үйлчилгээний зах зээлийг бий болгосон. [2]

Системийн эрсдэл

Инновацийн төрөл, хөгжлийн хэв маяг нь янз бүрийн макро санхүүгийн эрсдэлийг бий болгодог. Финтекийн бизнесүүдийн эмзэг байдал нь өөрсдийн үйл ажиллагаатай холбоотой бөгөөд санхүүгийн үйлчилгээ үзүүлэхдээ сүлжээнд ихээхэн найддаг. Дижитал түрийвч үйлчилгээ үзүүлэгчид системийн хувьд чухал ач холбогдолтой болж магадгүй юм. Хүчтэй өрсөлдөөний хэтийн төлвийг үл харгалзан цөөн тооны үйлчилгээ үзүүлэгчид бодит байдал дээр зах зээлийг давамгайлж болно. Жишээлбэл, Apple Pay нь АНУ дахь контактгүй төлбөрийн 75 гаруй хувийг эзэлдэг. Сүлжээний нөлөөгөөр эсвэл бага өртгөөр гүйлгээний үйлчилгээ үзүүлэх боломжтой цөөн хэдэн үйлчилгээ үзүүлэгчид зах зээлийг давамгайлах магадлалтай. Ийм давамгайлал нь төлбөрийн системийн төвлөрөл, үйл ажиллагааны эрсдэлийг нэмэгдүүлж болзошгүй юм. Үүнээс гадна дижитал түрийвч нь үйлчлүүлэгчдийн үлдэгдлийг эрсдэлтэй хөрөнгөд зохих журмын хяналтгүйгээр хөрөнгө оруулалт хийж болзошгүй бөгөөд энэ нь хөрвөх чадварын үл нийцэл зэрэг банктай төстэй эрсдэлийг бий болгож болзошгүй юм. Дижитал түрийвч үйлчилгээ үзүүлэгчид бизнесийн үйл ажиллагаандаа, ялангуяа бусад бизнесийн салбартай болоход санхүүгийн эрсдэлтэй тулгарч болзошгүй тул янз бүрийн эх үүсвэрийг бий болгож болзошгүй юм. Хэрэв дижитал түрийвч үйлчилгээ үзүүлэгч санхүүгийн хямралд орсон тохиолдолд эдийн засагт томоохон саад учруулж болзошгүй юм.

С. Регтекийг хэрэгжүүлэх механизмууд

Технологи нь зөвхөн эрсдлийн эх үүсвэрийг зохицуулах төдийгүй зохицуулалтын шинэчлэлийн боломж юм. [9]

Технологид суурилсан зохицуулалтыг бий болгох хоёр үндсэн шалтгаантай байдаг.

Нэгдүгээрт, финтекийн инновацийн эрсдэл, тухайлбал техникийн эрсдэл, мэдээллийн тэгш бус байдал, нийцлийн эрсдэл, болзошгүй системийн эрсдэл зэрэг нь зохицуулагчаас санхүүгийн системийг бүхэлд нь хамгаалах техникийн арга хэмжээ авахыг шаарддаг.

Хоёрдугаарт, санхүүгийн байгууллагуудын босгыг тогтоох шаардлагатай. Одоогийн зохицуулалтын системүүд нь финтект тохиромжгүй, үр дүнгүй.

Технологид суурилсан зохицуулалт нь

автоматжуулсан мэдээлэл цуглуулах, эндоген технологийн зохицуулалт, бодит цагийн динамик зохицуулалт дээр үндэслэн одоо байгаа санхүүгийн зохицуулалтын загварт үндсэн өөрчлөлтүүдийг нэвтрүүлж байна. Тодруулбал, технологид суурилсан зохицуулалтын механизмын оновчтой дизайн нь динамик өгөгдөлд бодит цаг хугацаанд нэвтрэх төдийгүй техник хэрэгслийг ашиглан цаг алдалгүй эргэх холбоо, цаг тухайд нь зааварчилгаа өгөх, бодит цаг хугацаанд хяналт тавих, гарч болзошгүй бэрхшээлийг урьдчилан тооцоолох, улмаар тэдгээрийг үндэслэхээс урьдчилан сэргийлэх зэрэг орно.

Мэдээлэлд суурилсан санхүүгийн зохицуулалт

Технологид суурилсан зохицуулалт нь өгөгдлийг нэгтгэх, их өгөгдөл боловсруулах, тайлбарлах, загварчлах шинжилгээ, урьдчилсан таамаглалд төвлөрдөг бөгөөд эдгээр нь өндөр чанартай өгөгдөл, их өгөгдлийн тооцоолох чадварт тулгуурладаг. Ингэснээр "үйлчлүүлэгчээ таних" (KYC) хандлагаас "өгөгдлөө мэдэх" (KYD) хандлага руу шилжилт хийх юм. [10] Тодруулбал, технологид суурилсан зохицуулалтын загварт өгөгдөл ашиглахад дараахь дөрвөн дэвшилтэт процесс орно.

- Өгөгдөл цуглуулах, өгөгдлийг ашиглах нь бизнесийн жинхэнэ, бодит түүхэн өгөгдлийг таних боломжийг үүсгэж байгаа юм. Зах зээлийн үүднээс авч үзвэл, зохицуулагч байгууллагууд өгөгдлийг ашиглан санхүүгийн байгууллагуудын төлбөрийн чадвар, чадвар, хөрвөх чадвар болон бусад эрсдэлт хүчин зүйлүүдэд дүн шинжилгээ хийж чадвал зах зээлийн тогтвортой байдал, өрсөлдөх чадвар эрс нэмэгдэх байсан. [1] Их өгөгдлийн технологийн хөгжил, интернетэд суурилсан олон тооны гүйлгээ, зохион байгуулалтын хэлбэрүүд нь интернетийн өгөгдөл, олон нийтийн мэдээлэл, олон нийтийн мэдээллийн хэрэгсэл, тандалтын видео бичлэг, хиймэл дагуулын байршлыг багтаасан янз бүрийн эх сурвалжаас мэдээлэл авах боломжийг олгодог. Гэвч байгууллагуудаас ирүүлсэн мэдээлэл хуурамч биш эсэхийг шалгахын тулд зохицуулагчид үр дүнтэй арга хэмжээ авах хэрэгтэй. Түүгээр ч зогсохгүй эмх замбараагүй, системгүй өгөгдөл хэт их байх нь зохицуулалтыг алдагдуулж, тэр байтугай системийн санхүүгийн эрсдэлд хүргэж болзошгүй юм. Тиймээс үнэн зөв мэдээлэл цуглуулахыг хичээх хэрэгтэй.
- Өгөгдөл хуваалцах - энэ нь технологид суурилсан нэгдсэн зохицуулалтын үндэс суурь болох зохицуулагч, салбарын холбоод, хөрөнгө оруулагчдын хооронд өгөгдлийг хуваалцах явдал юм. Мэдээллийг хамгаалах эсвэл нутагшуулах дүрмүүд нь мэдээллийг үр дүнтэй хуваалцахад саад болж, санхүүгийн байгууллагуудын хооронд үр ашиггүй гүйлгээ хийхэд хүргэж болзошгүй юм. Тиймээс төв, орон нутгийн засаг захиргааны хоорондох мэдээллийн тусгаарлалтыг таслан зогсоох,

өгөгдлийг бодит цаг хугацаанд хуваалцах боломжийг олгох шаардлагатай байна.

- Өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийх, шийдвэр гаргах явдал юм. Санхүүгийн зах зээл хөгжлийнхөө өгөгдөлд тулгуурлан хөгжиж байна. Мэдээллийн шинжилгээ нь санхүүгийн байгууллагууд санхүүгийн үйлчилгээ үзүүлэхэд зайлшгүй шаардлагатай. Санхүүгийн үйлчилгээ үзүүлэгч байгууллагын энэхүү шинэ хэлбэрийн хувьсал нь эргээд зохицуулагчдын цуглуулсан мэдээллийг үнэлэх, финтекийн эрсдлийг тодорхойлоход технологийн шинэчлэлийг ашиглах цаашдын хувьсал өөрчлөлтийг шаардана.
- Зохицуулалтын хяналт - Технологид суурилсан зохицуулалт нь зөвхөн өгөгдөл олж авах, дүн шинжилгээ хийхээс гадна техник технологийг ашиглан дүрэм журамд нийцэж байгаа эсэхийг хянах, хяналт шалгалт хийх, биелүүлээгүй финтек компаниудад зохих арга хэмжээг авах зэрэг орно. Ингэхийн тулд санхүүгийн байгууллагуудын үйл ажиллагааг нягт, тасралтгүй хянах, эрсдлийг цаг тухайд нь олж илрүүлэх, шаардлагатай тохиолдолд таамаглалыг бууруулах, хөрөнгийн хөөсийг хагалах шаардлагатай. Урьдчилан харсан журмуудыг боловсруулах, бодит цаг үеийн зах зээлийн үйл явцыг дагаж мөрдөхийн тулд тэдгээрийг боловсруулж буй хүмүүс шийдвэр гаргахаасаа өмнө санхүүгийн байгууллагуудаас мэдээлэл авах шаардлагатай бөгөөд ингэснээр зохицуулалтын үр ашгийг дээшлүүлж, санхүүгийн эрсдлээс урьдчилан сэргийлэх боломжтой юм.

Технологийн засаглал ба хууль эрх зүйн засаглалыг хослуулсан уламжлалт санхүүгийн зохицуулалтын сул тал, хязгаарлалтыг үр дүнтэй даван туулахын тулд бид санхүүгийн зохицуулалтын экосистемийг динамик, уян хатан болгох гурван механизмыг ашиглаж болно.

Технологид суурилсан зохицуулалтыг хэрэгжүүлэх механизм

Зохицуулагчид ба блокчейн гүйлгээний мэдээлэлд тэгш эрхтэйгээр нэвтрэх боломжийг олгох механизм.

Уламжлалт зохицуулалтын загварт тусгагдсан хууль тогтоомж, дүрэм журмуудад албан тушаалтнууд санхүүгийн салбарыг үр дүнтэй зохицуулах зорилгоор зах зээлийн оролцогчдоос зохицуулагч болон олон нийгэд мэдээллээ нээлттэй байлгахыг шаарддаг. Гэхдээ заавал заавал мэдээлэх нь хуурамч өгөгдөл өгөх эсвэл мэдээлэл өгөхөөс татгалзах боломжийг олгодог, учир зохицуулалтаас зайлсхийх хүчтэй хөшүүрэгтэй болдог. [2] Тэгвэл технологид суурилсан зохицуулалтын загварт зохицуулагчид технологийг ашиглан цаг тухайд нь, үр дүнтэй өгөгдөл олж авах боломжтой бөгөөд ингэснээр зохицуулалтыг тайланг идэвхгүй хүлээн авахаас нэгэн зэрэг идэвхтэй мэдээлэл олж авахад шилжүүлнэ. Зохицуулагчид болон санхүүгийн байгууллагууд хоёулаа мэдээлэл солилцох боломжийг олгодог бөгөөд

зохицуулагч ба зохицуулалттай байгууллагуудаас бүрдсэн интерактив, органик системийг бүрдүүлдэг мэдээлэлд тэгш хүртээмжтэй нэвтрэх боломжтой болно. Түүнчлэн, мэдээлэлд шууд хандах нь зохицуулалтаас зайлсхийхийн тулд зохицуулалттай байгууллагууд санхүүгийн мэдээллээ буруу мэдээлэхээс сэргийлдэг. [1]

Ухаалаг бодит цагийн зохицуулалтын механизм

Хиймэл оюун ухаанд суурилсан хяналтын тогтолцоо нь цаг тухайд нь, автоматаар дагаж мөрддөг санхүүгийн зохицуулалтыг бий болгож, даалгаврын хэмжээнээс хэтэрч эсвэл хангалттай нарийвчлан үзэх сонирхолгүй байж болзошгүй зохицуулагчдын үр ашиггүй хяналтаас зайлсхийх боломжтой юм. Технологийн шинэчлэлүүд нь зохицуулалтыг илүү ил тод, автоматжуулсан, нийцэл сайтай болгож байна. Регтекээр дамжуулан автоматаар тайлагнах нь санхүүгийн байгууллагуудын зардлыг бууруулж, зохицуулалтын автоматжуулсан үйл явц нь эрсдлийг нарийн тодорхойлох, зохицуулалтын үр ашгийг дээшлүүлэхэд тусалдаг. Регтек нь өгөгдлийн менежмент, зах зээлийн хяналт зэргийг үндэслэсэн пропорциональ, эрсдэлд суурилсан хандлагад шилжих үндэс суурийг бий болгодог.

Хамгийн гол нь суурь код эсвэл алгоритмийг хариуцлагатай, найдвартай байлгахаар кодчилсон санхүүгийн зохицуулалтын орчин нь үр дүнтэй зохицуулалтын урьдчилсан нөхцөл юм.

Энэ механизмыг хэрэглэхэд салбар салбарын судлаачдын дунд ихээхэн бэрхшээл үүснэ. Санхүүгийн салбарынхан кодчилолыг уншихад асуудалтай гэх мэт. Гэсэн хэдий ч эх кодыг ил болгож түүнийг мөшгих алгоритмыг боловсруулж, түүнийг нь санхүүгийн салбарын хяналтынхан, хууль эрхзүйнхэн баталгаажуулж чадвал үр дүн өндөртэй юм.

Туршилтын зохицуулалтын сандбокс механизм

Зохицуулагчид дүрэм журам, бүрэн нийцлийг хувийн хэвшилд бүрэн найдаж чадахгүй. Боллох ч үгүй. Зах зээлийн тоглогчид үйл ажиллагааны ашгаа хамгийн их байлгахыг зорьж байгаа бөгөөд өрсөлдөгчдийн зан байдал, гүйлгээний дэлгэрэнгүй мэдээллийг цуглуулах чадвараараа хязгаарлагддаг. Тэд зөвхөн санхүүгийн болон үйл ажиллагааны дотоод мэдээллээ мэддэг тул санхүүгийн зах зээлийн тогтвортой байдалд үзүүлэх нөлөөллийг тооцож чадахгүй. Тиймээс финтек бүтээгдэхүүн, үйлчилгээг нэвтрүүлэх эрсдлийг хянахад өөрийгөө зохицуулах нь хангалтгүй. Санхүүгийн инновацийн бүтээгдэхүүн, үйлчилгээг үр дүнтэй турших зорилгоор FCA(Санхүүгийн хяналт аудитын олон улсын байгууллага) санаачилсан сандбокс нь регтекийн цаашдын өсөлтийг дэмжих боломжийг санал болгож байна. Сандбокс нь зохицуулагчид санхүүгийн шинэчлэл, зах зээлийн итгэлийг нэмэгдүүлэх шинэ зохицуулалтын хүрээг бий болгож байна. [10] Энэ нь зохицуулагчдыг шинэ технологийн орчинд оруулж, туршилтын орчинд хэрхэн ажилладагийг олж мэдэх замаар "хар хайрцаг" -ын асуудлыг шийдвэрлэж байгаа юм.

Шинэ финтек бүтээгдэхүүн үйлчилгээг зах зуулд туршилтаар тодорхой хугацаанд нэвтрүүлж, туршлага дээрээс үндэслэн тухайн тохиолдолд тохируулан хяналт, зохицуулалтыг хийх дүрэм журам, аргачлалыг боловсруулж ажиллах механизм юм.

Энэ механизмыг Монгол улсын хувьд сүүлийн жилүүдэд нилээн судалж, ярьж байгаа.

III. ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ САНАЛ

Дээрх судалгаа, дүн шинжилгээний дагуу Хяналтын чадавхийг сайжруулахыг хичээж буй Монголын зохицуулах байгууллагууд дараах арга хэмжээг авахыг зөвлөж байна.

Нэгдүгээрт, Мэдээлэл цуглуулах цогц системийг бий болгох хэрэгтэй. Технологид суурилсан зохицуулалтыг хэрэгжүүлэхийн тулд зохицуулагчид санхүүгийн байгууллагуудын үйл ажиллагаа, эрсдэлийг хянах тасралтгүй чадавхид анхаарлаа төвлөрүүлэх ёстой бөгөөд ингэснээр тэд үйл ажиллагаа, эрсдэлийг хянах чадвараа зөв үнэлэхийн тулд техникийн дэвшилтэт шинэчлэлийг ашиглах шаардлагатай гэсэн үг юм. Жишээлбэл, хиймэл оюун ухаан ба өөрөө суралцах програмыг мэдээлэл цуглуулах, боловсруулахад ашиглаж болно; криптограф програм ба API-г өөр өөр хэрэглэгчид, бүлгүүдийн хооронд өгөгдлийг аюулгүй солилцох, дараа дараагийн боловсруулалт хийхэд ашиглаж болно. Мөн блокчейн нь олон төвт, найдвартай, өөрчлөгдөөгүй өгөгдөлтэй тул санхүүгийн зохицуулалтад зохицуулагчдад ашиг тустай технологийг бий болгоно. Эдгээр боломжуудыг ашиглан нэн түрээнд шинжилж, харьцуулагдахуйц форматын дагуу санхүүгийн байгууллагуудаасаа гүйлгээний өгөгдлөө цуглуулах шаардлагатай.

Хоёрдугаарт, Их өгөгдлийн дүн шинжилгээ, эрсдлээс урьдчилан сэргийлэх механизмыг бий болгох шаардлагатай байна. Блокчейн, их өгөгдөл, хиймэл оюун ухаан болон бусад техник хэрэгсэлд найдах нь санхүүгийн эрсдэлийг илрүүлж, урьдчилан сэргийлэхээс гадна синхрон хяналт, зохицуулалтын үндэсийг бий болгоно. [11]

Блокчейн дээр суурилсан төлбөр тооцооны систем нь бүх зүйлийг багтаасан мэдээллийн сан юм. Үүнийг санхүүгийн байгууллагуудын одоо байгаа гүйлгээний мэдээлэлтэй нэгтгэж үүлэн тооцооллыг ашиглан өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийх боломжтой. Ийм байдлаар тодорхой байгууллагын эрсдэлийн түвшин гэх мэт гол мэдээллүүдийг илүү гүнзгий түвшинд шинжлэх боломжтой. Одоогийн зохицуулалт, зохицуулалтын туршлагад үндэслэн зохицуулагчид санхүүгийн байгууллагуудад учрах эрсдэлийн улаан шугамыг тодорхойлж болно.

Гуравдугаарт, технологид суурилсан зохицуулалтыг дэмжих системийг бий болгох хэрэгтэй. Тодруулбал, зохицуулагч байгууллагууд санхүүгийн байгууллагуудын техникийн дэд бүтцийг хянахад анхаарлаа төвлөрүүлэх ёстой. Програм хангамж, үйл ажиллагааны өгөгдлийг хянахаас гадна санхүүгийн байгууллагуудаас галт хана, халдлага илрүүлэх,

өгөгдлийн шифрлэлт, гамшгийн сэргээн босголтын болон бусад сүлжээний аюулгүй байдлын байгууламж, менежментийн системийн найдвартай, тасралтгүй ажиллагааг ханган ажиллахыг шаардах, түүнийг хянах журмыг боловсруулах хэрэгтэй.

Зохицуулагчид болон санхүүгийн байгууллагуудаас цуглуулсан мэдээлэл нь санхүүгийн байгууллагуудын хувь хүний нууцлал, өмчийн мэдээллийг хамарч болзошгүй тул хэрэглэгчид болон бусад өгөгдлийг мэдрэмжгүй болгох хатуу, стандартчилагдсан өгөгдөл ашиглах механизм, шифрлэлт, системийг бий болгох нь чухал юм.

IV. ДҮГНЭЛТ

Финтек нь хөрөнгө оруулалтын менежментээс эхлээд хөрөнгө босгох, бичил зээл, төлбөр төлөлт, даатгал, хувь хүний санхүү гээд санхүүгийн бүхий л салбарт хүч түрэн орж ирлээ. Финтекийн компаниудын өсөлт, тэдгээрийн янз бүрийн чиглэлээр эхлүүлсэн суурь өөрчлөлтүүд, банкны үйл ажиллагаа, хөрөнгө босгох арга хэлбэр, тэр ч байтугай мөнгөний хэлбэр хүртэл зохицуулалтад зохицуулалт хийгдээгүй байна. Эдгээр өөрчлөлтүүд нь технологийг нэвтрүүлсэн санхүүгийн эрин үед санхүүгийн зохицуулалтыг өргөн хүрээнд авч үзэхийг шаарддаг. Регтек нь зохицуулагч нарт финтекийн эрсдэлд хариу үйлдэл үзүүлэх сайхан боломжийг олгодог. Финтекийн хувьсал нь зах зээл нь "үйлчлүүлэгчээ таних" хэлбэрийн мэдээлэлд найдахаас "өгөгдлөө мэдэх" парадигм руу шилжих тул регтекийн мөн л түүнийг даган хөгжих шаардлагатай.


Эдгээр инновацид биднээс түрүүнд хөл тавьсан улс орнуудад санхүүгийн системийн эрсдэл хүртэл үүслээ. Иймд бид энэ талаар даруй судалж, арга хэмжээ авах шаардлага үүсч байна.

Зохицуулагчид одоо регтекийн хэрэглээ, технологид суурилсан зохицуулалтыг бий болгох талаар судалж байна. Регтекийг зөв арга механикмаар, оновчтой мэдээллээ цуглуулж хэрэгжүүлснээр жинхэнэ бодит, динамик зохицуулалтын системийг бий болгоно.

V. НОМЗҮЙ

- [1] D. W. J. R. P. B. Arner, "The evolution of fintech: A new post - crisis paradigm," *Georgetown journal of International Law* 47, pp. 1271- 1319, 2015.
- [2] M. L. Dong Yang, "Evolutionary Approaches and the construction of Technology - Driven Regulations," *Emerging Markets Finance & Trade*, б. 54, pp. 3256-3271, 2018.
- [3] I. H. Y. Chiu, "FinTech and disruptive business models in financial products, intermediation and markets: Policy implications for financial regulators," *Journal of Technology Law and Policy*, б. 21, pp. 55-112, 2016.
- [4] M. H. H. Salo, "Robo-Advisors and inventors: Enhancing human-robot interaction through information design," *Proceedings of the 20th International Legal Informatics Symposium*, 2017.
- [5] W. B. McGuire, "Adaptive financial regulation and regtech: A concept article on protection for victims of

- bank failures.,” Duke Law Journal, б. 66, pp. 567-604, 2016.
- [6] Ц.Хулан, “Банкны салбарт регтек технологид суурилсан бизнесийн зээлийн мэдээллийн сан бүрдүүлэх боломж,” СЭЗИС, Улаанбаатар, 2019.
- [7] С. з. хороо, “RegTech буюу зохицуулалтын технологи,” <http://www.frc.mn/a/1904>, 2017.
- [8] З.Эрдэм, “Мөнгө угаах гэмт хэрэгтэй тэмцэх регтек шийдэл,” Мөнгө угаах, терроризмыг санхүүжүүлэхтэй тэмцэх тухай мэдээллийн нэгдсэн систем, р. <https://amlcft.mn/news/87>, 2017.
- [9] C. Brummer, “Disruptive technology and securities regulation,” Fordham Law Review, б. 84, pp. 977-1052, 2015.
- [10] D. W. J. B. R. P. B. Arner, “Fintech and Regtech in a nutshell, and the future in a sandbox,” CFA institute. Research foundation briefs, б. 3, 2017.
- [11] D. Z. P. Yang, “Blockchain brings financial and legal optimization,” China Finance, б. 8, pp. 25-26, 2016.



MINT 2020

FINTECH