

# ИХ ХЭМЖЭЭНИЙ ӨГӨГДЛИЙН ШИНЖИЛГЭЭ, ГРАФИК ДҮРСЛЭЛ

Г.Ганбат \*, Д.Золзаяа \*\*, А.Эрдэнэбаатар \*\*\*

\* ШУТИС, МХТС, Компьютерийн ухааны салбар, магистрант

\*\* ШУТИС, МХТС, Компьютерийн ухааны салбар, доктор (Ph.D)

\*\*\* ШУТИС, МХТС, Компьютерийн ухааны салбар, доктор (Ph.D) профессор

\* gnb\_t@yahoo.com, \*\* zolzaya@must.edu.mn, \*\*\* erka@must.edu.com

**Abstract**—Асар хурдтайгаар өсөн нэмэгдэж байгаа өгөгдөлүүд бизнес эрхлэгчдэд шинэ боломжийг бий болгох, шийдвэр гаргалтыг бэхжүүлэх, хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулах инновацийн шийдэлийг хурдасгадаг.

Гэвч тэдгээр өгөгдлүүд нь олон хэмжээт мэдээлэл бөгөөд дан ганц статистик шинжилгээ хангалттай мэдээлэл өгч чадахгүй байна.

Бид энэхүү судалгаагаар сүүлийн үеийн шинэ технологи болох нээлттэй жаваскрипт сан ашиглан их хэмжээний олон талт өгөгдлүүд (big data) -ийг хэрэглэгчдэд энгийн ойлгомжтой байхаар графикаар дүрслэх арга зүйг тодорхойлохыг зорьлоо. Улмаар уг технологийн давуу талыг ашиглан илүү нарийн тооцоолол шинжилгээ хийх маш богино хугацаанд мэдлэг мэдээллийг дүрслэх боломжуудыг дүрсэллээ.

**Keywords**— *bigdata; visualization; d3; citySDK*

## I. УДИРТГАЛ

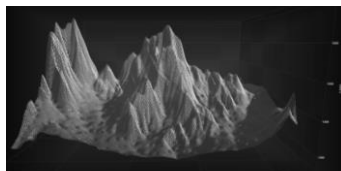
Эрт үеэс зарим мэдээлэл, өгөгдлийг зургаар дүрслэн өөр хоорондоо үзүүлдэг байсан ба улмаар томоохон хэмжээний буюу газрын болон одон орны зураг бэлтгэн судалгаа, шинжилгээ хийж дүгнэлт гаргахад ашигладаг болсон байна.



Зураг 1 Анхны орчин цагийн газрын зураг. Abraham Ortelius. *Belgi vlc. 1570 он.*

Харин өнөөдөр өгөгдөлд дүн шинжилгээг хүснэгт болон текстэн мэдээлэл дээр тулгуурлан статистик тоцоолол, түүний муруй болон шугаман диаграмуудаар дүрслэж байна [1]. Мөн сүүлийн үеийн судалгаанаас [2], [3] үзэхэд цаг хугацаа болон орон зайн хүчин зүйл өгөгдлийн шинжилгээ, дүрслэл зураглалыг нэг алхамаар илүү хөгжүүлэхэд түлхэц үзүүллээ. Гэвч өгөгдлийн хэмжээ ихэсэхийн хирээр мөн түүний өөр бусал олон хэмжээт шинж чанараас хамаарч шинжилгээ, гарфик дүрслэл тэр бүр нарийн үр дүнтэй мэдлэг, мэдээллийг гаргахгүй бөгөөд тооцооллын хувьд хүндрэлтэй, төвөгтэй болж байна.

Канадын судлаач Майкл Фриэндли “A Brief History of Data Visualization” нэртэй эрдэм шинжилгээний өгүүлэл [4]-дээ өгөгдөл дүрслэлтийн ойлголтод хамаарах баримт, материалуудыг эртнээс өнөөг хүртэл дэлгэн үзүүлэхдээ 1975 оноос хойш компьютер ашиглан уг ажлыг гүйцэтгэх болсон гэдгийг онцолсон байна. Өнөө цагт компьютер ашигласнаар их



Зураг 2. Компьютер ашиглан байгуулсан 3хэмжээт дүрслэл

хэмжээний өгөгдлийг хурдан шуурхай дүрслэн үзүүлэх боломжыг бүрдүүлдэг байна.

Тэдгээр өгөгдлийг боловсруулж дүн шинжилгээ хийн график дүрслэлийг веб технологид суурьтай боловсруулах шаардлага өргөжиж байна. Шинээр гараад байгаа HTML5, CSS3 болон хүчирхэг Жаваскрипт сангууд зэрэг веб технологуудаар орчин үеийн хөтчүүд дээр уян хатан графикуудыг дүрслэн үзүүлэх боломжуудыг олгож байна. Тиймээс бид тэдгээр нээлттэй санг ашиглан өгөгдлийн шинжилгээ, дүрслэлийг вэб-д суурилан хийж гүйцэтгэхэд зориулсан хэрэгсэл, загварыг хөгжүүлэхээр зорьж байна.

Энэхүү өгүүлэлд бид энэхүү загварчлалыг архитектур зохиомжийн шийдлийг санал болгох бөгөөд түүний туршилтыг хэд хэдэн төрлийн өгөгдөл дээр жишээгээр үзүүлнэ. Уг загвар нь олон төрлийн шинжилгээ загварт ашиглагдаж болох бөгөөд ялангуяа веб програмуудад хэрэглэгчдэд ойлгомжтой бөгөөд шийдвэр гаргалтад нөөлөхүйц, нууцлагдмал мэдээллийг ил гаргах боломжийг бүрдүүлнэ.

Бид цаашид энэхүү загварыг CitySDK [5]-тай холбон Улаанбаатар хотын SDK хөгжүүлэлтэд ашиглахаар судалж байна. Жишээ нь аялал жуулчлал, эвэнт менежмент, хотын тулгамдсан асуудлын API сан [6], [7]-тай холбогдон ажиллахаар төлөвлөж байна.

## II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Data visualization [8] гэдэг ойлголтод мэдээлэл болон өгөгдлийг цэг, шугам зэрэг дүрсээр илэрхийлэх арга техникийг авч үздэг байна. Өгөгдлийг компьютерт растер, вектор гэсэн хоёр төрлөөр дүрсэлдэг байна.

Сүүлийн үед вэб-д суурилсан технологиор мэдээллийн системийг хөгжүүлэх болсноор веб стандартад нийцсэн орчин бүрдүүлэхийг зорих болсон байна. Вэб хөтөч дээр график дүрслэлийг флаш, зураг, SVG(Scalable Vector Graphic), WebGL, Canvas ашиглан байгуулах боломжтой.

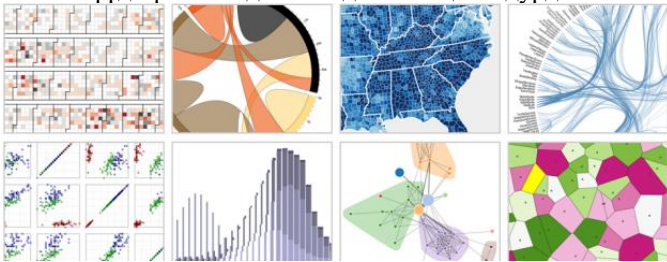
Себастиан Вознигийн “Web based data visualization solutions in quality assurance” [9] судалгааны ажилд D3 [10] нээлттэй санг ашиглаж график дүрслэлийг байгуулах хэрэгтэйг санал болгосон байна.

### D3 VISUALIZATION

D3 бол документэд суурилсан өгөгдлийг удирдахад зориулсагдсан, Станфордын их сургуулиас гаргасан нээлттэй Жаваскрипт сан юм. Уг сан нь HTML5, SVG, CSS (Cascading style sheets) зэрэг орчин үеийн веб технологид суурилан өгөгдлийн дүрслэл байгуулах ба түүний хөдөлгөөнжүүлэх, уялдаа холбоог хэрэгжүүлэх зэрэг үйлдлүүд бүхий иж бүрэн хэрэгсэл юм.

Leiden их сургуулын Roland van Dierendonck нарын “D3.JS: Data-Driven Documents” [11] судалгааны ажилд D3

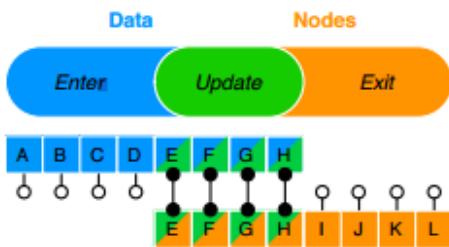
сангийн үүсэл, хөгжил, програмын кодчилал, онцлог, давуу тал, дүрэм, загварыг тодорхой өгүүлснээс гадна өгөгдөл дүрслэлтийн нийтлэг алгоритмуудаас гадна шинэлэг санаа бүхий график дүрслэлийн веб-д суурилсан нэмэлт, жишээнүүдээр хангагдсан байдгийг онцолж дурдсан байна.



Зураг 3. D3 сангийн дүрслэлийн жишээ загварууд

D3 сан DOM(Document Object Model)-тэй адил бүтцийг хийсвэрээр үүсгэдэг ба дараах үйлдлүүдээр хангагдсан байна[12]. Энэ өгүүлэлд дараах онцлогуудыг тодорхойлсон байна.

1. *Selections*. “tag”, “.class”, “#id”, “[name=value]” болон “.classA.classB” зэрэг W3C(World Wide Web Consortium)-н үндсэн сонголтын аргатай адил дүрмээр объектийн сонгодог “selectAll”, “select” командуудтай.
2. *Data*. Тухайн сонгосон объектод өгөгдлийг хавсаргах тоо, тэмдэгт мөр болон объектын жагсаалт болон жагсаалт бус өгөгдөл агуулгах “data” үйлдэлтэй.



Зураг 4. Өгөгдөл хавсаргах үйлдлийн бүдүүвч

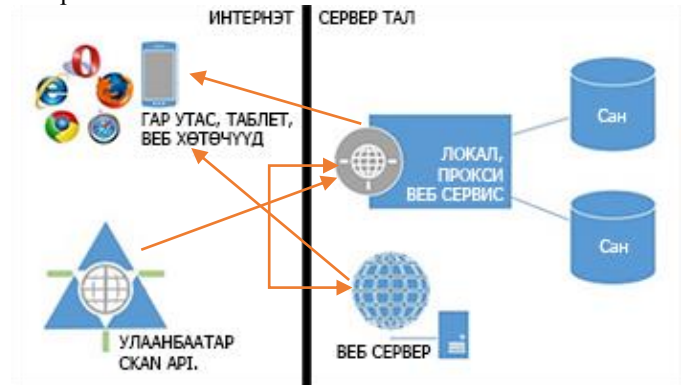
3. *Хөдөлгөөнжүүлэлт, уялдаа холбоо*. D3 нь “on” үйлдлээр объектын үндсэн DOM event-н callback механизмаар хангагдсан. Энэ механизмын callback дээр “transition” ашигласан “style”, “attr”-ын утгыг өөрчлөн шилжилт хөдөлгөөнийг гүйцэтгэнэ.
4. *Дэд сангууд*. “svg” – төрөл бүрийн график удирддаг, “scale” – шугаман, логирифм өөрчлөлтөөр хэмжээг тодорхойлдог, “layouts” – хийсвэр өгөгдлөөр дахин ашиглагдах, уян хатан загвар үүсгэх боломжоор хангадаг гэх зэрэг дэд модулиудтай.

### III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Өгөгдлүүд нь төхөөрөмжөөр эсвэл хэрэглэгчийн шууд оролцоотойгоор үүсдэг. Өгөгдөл нь үндсэндээ олон төрлийн онцлог (feature)-той буюу олон хэмжээст бүтэцтэй. Үүнд: цаг хугацаа, газар зүй, өгөгдлийн тоо төрөлт мэдээлэл, түүний семантик атрибутууд гэх мэт. Илүү нарийн шинжилгээ хийх, машин сургах технологиудаар таамаглал тооцоолол хийхэд семантик мэдээлэл нь илүү гүнзгий төвшний мэдлэг мэдээллийг гаргаж авах, зураглах боломжууд авчирч байна. Өгөгдөл нь веб сервисээр дуудагдах JSON, XML хэлбэртэй API-ээр хангагдсан байвал хэрэгтэй үедээ хэрэгтэй өгөгдлөө ашиглах боломжийг бүрдүүлнэ.

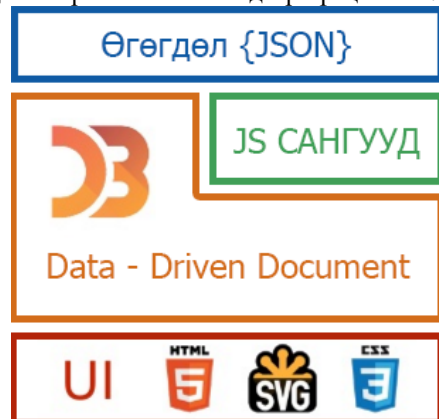
Энэхүү судалгаанд бид өгөгдөлийн шинжилгээ, дүрслэлийг дараах загварыг дагуу хийж гүйцэтгэхээр төлөвлөлөө.

Сервер талд хэрэглэгчийн програмыг веб хөтөч руу илгээх Node.js веб сервер зохион байгуулж, түүнд Улаанбаатар SKAN API-н өгөгдлийн прокси болон локал өгөгдлийн сангийн веб сервисүүдийг програмчилж хавсрлана.



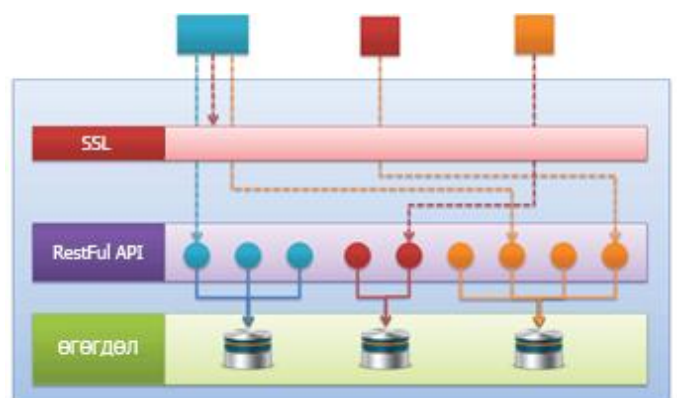
Зураг 5. Улаанбаатар хотын нээлттэй өгөгдөлтэй хамтран ажиллах системийн процесс

Хэрэглэгчийн програм нь веб хөтөч дээр ирээд ажиллана. Ajax хэлбэрийн дамжуулалт ашиглан өгөгдлийг хүлээж аваад D3 болон бусад жаваскрипт сангуудаар HTML5, SVG8, CSS3-д ээлтэй дүрслэлийг бий болгох үйлдлүүдийг хэрэглэгчийн тал дээр гүйцэтгэнэ.



Зураг 6. Веб програмд өгөгдлийг D3 ашиглан дүрслэх

Аливаа их хэмжээний өгөгдөлтэй ажиллахад зориулсан фрэймворк, хэрэгсэлүүд нь зохион байгуулалттай GET, POST, UPDATE, DELETE үйлдэл бүхий RestFul веб сервис буюу API-р хангагдсан байдаг.



Зураг 7. Веб сервис бүхий хөгжүүлэлтийн бүтэц

#### IV. ЗАГВАР, ТУРШИЛТ

Бид туршилтанд Нээлттэй өгөгдлийн SKAN флатформд оруулсан Улаанбаатар хотын нээлттэй өгөгдлийн ерөнхий мэдээлэл болон тухайлсан сангуудаас жишээ авсан [13]. “SKAN нь дэлхийн тэргүүлэх нээлттэй эхийн өгөгдлийн портал платформ юм” гэж нийслэлийн мэдээллийн технологийн газраас онцолсон [14] байна. Тус платформын API интерфэйс [15]-г ашиглан прорамчлахад тохиромжтой байна.

Уг системд веб сервисээр тодорхойлогдсон өгөгдлүүд байгаагаас гадна статик документ өгөгдөл, шахагдсан файл, зурагууд, статик газарзүйн зурган файлууд байна. Эдгээр өгөгдлийн бүрдлүүд нь байгууллага болон тодорхой бүлгүүдээр ангилагдсан байгаа боловч ямар төрлийн өгөгдлүүд харгалзаж байгаа, хайлтын түлхүүрүүд нь хэрхэн уялдаж байна вэ гэх мэт өөр хоорондоо ямар хамааралтай байгааг хайж олоход төвөгтэй байна. Өгөгдлийн тоо нэмэгдэхэд энэ улам бүр хүндрэлтэй болно.

Орчин үед тэргүүн туршлага болоод байгаа CitySDK нь Open311 [16], FixMyStreet [17] төрлийн системүүд ашигласнаар үнэн бодит, програм хөгжүүлэх боломжтой хэрэгцээт өгөгдлийн санг бүрдүүлж байна.

Энэхүү туршилтыг платформ хадгалагдаж байгаа өгөгдлүүдийн хоорондын уялдаа холбоо, хамааралд шинжилгээ хийхээр боловрууллаа.

Гэхдээ их хэмжээний өгөгдлийн сан гэдэг утгаар нь авч үзэхэд тухайлсан өгөгдлүүдийг цуглуулах арга механизм нь бодит хугацааны биш, цуглуулсан өгөгдлүүд нь програмчлахад хүндрэлтэй шахагдсан, зураг, документ хэлбэрээр хадгалагдсан, үнэн бодит хэрэглээ болгон авахад шаардлага хангахгүй зэрэг дутагдалтай талуудыг нь харгазан сонголтоо хийх хэрэгтэй болсон.

SKAN API-г NodeJS-р сервер талд дуудаж програмчиллаа.

```
module.exports = function(callback){
  require("http").get("http://data.ulaanbaatar.mn/api
    /3/action/package_list", function(proxy_res) {
    var data = "";
    proxy_res.on('data', function (chunk) { data +=chunk; });
    proxy_res.on('end', function(){
      var content = { code : 200 };
      content.type = 'application/json';
      content.data = data.toString();
      callback(content); }); }).end();
};
```

Дээрх модульд бичигдсэн http.get() нь SKAN API дуудаж хариуг нь хүлээж авах үүрэгтэй функц юм. “data” хувьсагчид өгөгдлийг гүйцэд цуглуулж аваад үндсэн програм руу буцааж байна.

Бүх SKAN API ийн хүсэлтийн хариуд JSON өгөгдлийг буцааж байна. Жишээ нь:

- *Өгөгдлийн ерөнхий жагсаалт* - [/action/package\\_list](#)  
Хариу: [ "3am", "3nn-kod-2014", "3ypar-tocbnnh-axjibih-rbubih... .. ]  
Тухайлсан өгөгдлийн бүрдлүүдийн “id” буюу түлхүүрүүд нь агуулагдаж байна.

- Тухайлсан өгөгдөл - [/action/package\\_show?id=3am](#)  
Хариу: { ... resources : [], groups: [], tags : [], organization : {} ... }  
“resources” жагсаалт нь өгөгдлүүдийн үндсэн хэлбэрийн мэдээллийг, “groups” – т тус өгөгдлийн бүрдлийн хамаарах бүлгүүдийн мэдээллийг, “tags”-т хайлтын түлхүүрүүдийн мэдээллийг, “organziation” нь өгөгдлийн бүрдлийг байгуулж байгаа байгууллагын мэдээллийг агуулж байна.

Нийт өгөгдлийн бүрдлийг харгалзах Байгууллага, Бүлэг, Өгөгдлийн төрөл, Хайлтын түлхүүрүүдээр нь нар хэлбэрийн график дүрсэлж харуулахыг зорилоо.

Жишээ графикийг дүрслэхэд ерөнхий ангиллын нэрсийг үзүүлэх Pie, ангиллын дотоод нэгжүүдийн нэрсийг үзүүлэх Cluster, холбоосын шугамуудыг харуулах Bundle гэсэн 3 төрлийн layout хэрэглэсэн.

Cluster, Bundle хэлбэрийн графикийг дүрслэхийн тулд API-н хариуд ирсэн өгөгдлийг доорх хэлбэр шилжүүлэх хэрэгтэй болсон.

```
{["name": "group.other", "type": "group", "caption": "Бусад",
  "imports": [ "tags.xlsx", "org.a1" ] ], {
  "name": "tags.xlsx", "type": "tag", "caption": "XLSX",
  "imports": [ group.other ] ], { ... } }
```

Дээрхээс харахад imports гэсэн жагсаалт нь мод хэлбэрийн холбоосуудыг харгалзуулан үүсгэж байна.

Cluster хэлбэрийг тодорхойлохдоо d3.layout.cluster().size([360, oRadius - 100]) гэж 360 градус буюу бүтэн тойргоор тодорхойлж байна. Харин текстүүдийг тодорхой зурвасын дагуу дүрслэхдээ эхлээд зам буюу ‘path’-ыг “pieceN” нэртэйгээр тодорхойлно. Дараа нь text контрол дотор textPath контрол нэмээд ‘xlink’ атриуудад нь замаа олгоно.

Харин Pie хэлбэрийн графикийг дүрслэхийн тулд дараах хэлбэрийн өгөгдлийг зохиосон.

```
{[id : "group", title : "БҮЛГҮҮД",
  value:classes.filter(function(d){return d.type == "group").length
},[id : "org", title : "БАЙГУУЛЛАГУУД",
  value : classes.filter(function(d){ return d.type == "org" }).length
]}
```

Програмыг бүх өгөгдлийн бүрдлийг нэг удаа дуудаж авчрах биш харин ерөнхий өгөгдлийг нэг удаа дуудаж дараа нь тухайлсан өгөгдлийн давталтаар AMD/Ajax/ ашиглан дуудан ажилласан.

Туршилтын дүнд доорх график дүрсэлүүдийг байгууллаа.

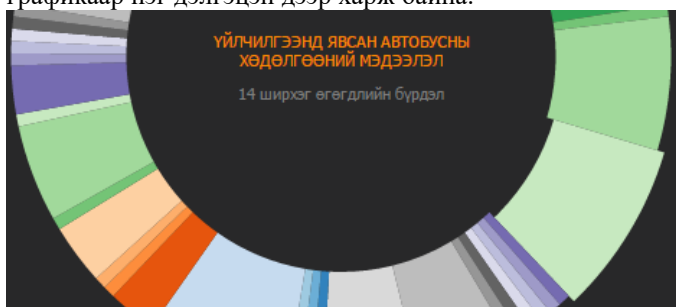
Улаанбаатар хотын нээлттэй өгөгдлийн платформын өгөгдлийн бүрдлүүдийн хоорондын уялдааг тодорхой харуулж, ямар төрлийн, ямар байгууллагын өгөгдлүүд зөв бүрдэж байгаа, ямар өгөгдлийн бүрдэл дээр хөгжүүлэлт хийвэл тохиромжтой байгааг тодорхойлох боломжтой болж байна.





Зураг 5. Нийт өгөгдлийн бүрдлийг харгалзах Байгууллага, Бүлэг, Өгөгдлийн төрөл, Хайлтын түлхүүрүүдээр нь нар хэлбэрийн график дүрсэлж харуулаа

Одоогоор бүрдүүлээд байгаа Улаанбаатар хотын нээлттэй өгөгдлүүдийн хувь хэмжээ, тоо хэмжээг нэгдсэн графикаар нэг дэлгэцэн дээр харж байна.



Зураг 6. Нийт өгөгдлийн бүрдлийг Pie хэлбэрээр харуулаа

## V. ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэхэд дэмжлэг үзүүлсэн Азийн Хөгжлийн Банкны санхүүжилттэй БСШУЯ-ны харьяа Дээд Боловсролын Шинэчлэлийн хөтөлбөрийн “Хотын үйлчилгээ хөгжүүлэлтийн (SDK) платформ” төслийн хамт олонд талархал илэрхийлье. Мөн Нийслэлийн Мэдээлэл Технологийн Газарт Улаанбаатар хотын нээлттэй өгөгдөлийн сан гаргаж байгаад нь талархал илэрхийлье.

## VI. ДҮГНЭЛТ

Флаш технологи веб програмчлал болон технологийн томоохон төлөөлөгчдийн бүтээлүүдээс шахагдаж байгаа өнөө үед хамгийн нийтлэг хэл болох Жаваскрипт хэл дээр их хэмжээний өгөгдлийн график дүрслэлийг уян хатан, хялбараар хөгжүүлж байгаа нь ололт болж байна. Мөн өгөгдлийг веб сервисээр дамжуулан AMD/Ajax-р дуудан ашиглах нь ачаалах явцдаа графикаа дүрслэх процесс явуулах боломжийг олгож байна.

Их хэмжээний өгөгдлийг цэгцлэн нэг дэлгэцэн дээр олон талт өгөгдлийг хүнд ойлгомжтойгоор, илүү их мэдээлэл авах боломжтой, хариу үйлдэлтэйгээр /статик биш/ дүрслэн харуулж байна.

Улаанбаатар хотын нээлттэй өгөгдлийн сангийн бүрдүүлэлтийн механизм учир дутагдалтай, өгөгдлүүд нь програм хөгжүүлэх шаардлага хангахааргүй хэлбэртэй

байгаа учир цаашид CitySDK-д тулгуурлан өгөгдлийн бүрдүүлэлтийг сайжруулж веб сервис бүхий динамик өгөгдлийг бүрдүүлэх шаардлагатай. Ингэснээр тухайлсан өгөгдлийн бүтэцэд нь хамааруулж график дүрслэл бүхий хэрэглээний програмыг боловсруулвал үр дүнтэй байх болно.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1] Ekaterina Olshannikova, Aleksandr Ometov, Yevgeni Koucheryavy and Thomas Olsson, "Visualizing Big Data with augmented and virtual reality: challenges and research agenda," [Online]. Available: <http://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-015-0031-2>.
- [2] Intel IT center, "Big Data Visualization: Turning Big Data Into Big Insights," [Online]. Available: <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/big-data-visualization-turning-big-data-into-big-insights.pdf>.
- [3] SAS Institute Inc, "Five big data challenges," SAS, [Online]. Available: <https://www.sas.com/resources/asset/five-big-data-challenges-article.pdf>.
- [4] M. Friendly, "A Brief History of Data Visualization," 21 3 2006. [Online]. Available: <http://www.datavis.ca/papers/hbook.pdf>.
- [5] Waag Society, "CitySDK – City Service Development Kit," [Online]. Available: <http://www.citysdk.eu/>.
- [6] Ц.Баттүшиг, Т.Алтангэрэл, Д.Золзаяа, "МЭДЭЭНИЙ ВЭБ САЙТУУДААС ҮЙЛ ЯВДЛЫН МЭДЭЭ, МЭДЭЭЛЛИЙГ ЯЛГАН ТАНИХ НЬ," "Мэдээлэл Холбооны салбарын хөгжилд бидний гүйцэтгэх үүрэг-2016" эрдэм шинжилгээний хурал, 2016.
- [7] П.Ганзориг, Д.Золзаяа, "УХААЛАГ ХОТЫН ХӨГЖҮҮЛЭЛТЭД ӨГӨГДӨЛД СУУРИЛСАН ФРЭЙВОРК ЗАГВАРЫГ СОНГОХ НЬ," "Мэдээлэл Холбооны салбарын хөгжилд бидний гүйцэтгэх үүрэг-2016" эрдэм шинжилгээний хурал, 2016.
- [8] Wikipedia, "Data visualization," Wikipedia Foundation Inc, [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Data\\_visualization](https://en.wikipedia.org/wiki/Data_visualization).
- [9] S. Wozny, "Web based data visualization solutions in quality assurance," 9 2015. [Online]. Available: <https://eestec.net/media/it-team/wozny15.pdf>.
- [10] M. Bostock, "Data-Driven Documents," 18 2 2011. [Online]. Available: <https://d3js.org/>.
- [11] R. v. Dierendonck, "D3.JS: Data-Driven Documents," Leiden University, 2015. [Online]. Available: [http://mediatechnology.leiden.edu/images/uploads/docs/wt2015\\_d3\\_js.pdf](http://mediatechnology.leiden.edu/images/uploads/docs/wt2015_d3_js.pdf).
- [12] M. Bostock, "Data-Driven Documents," [Online]. Available: <http://vis.stanford.edu/files/2011-D3-InfoVis.pdf>.
- [13] Нийслэлийн мэдээлэл технологийн газар, "ULAANBAATAR'S OPEN DATA," НЗДТГ, [Online]. Available: <http://data.ulaanbaatar.mn/>.
- [14] Нийслэлийн Мэдээллийн Технологийн газар, "Улаанбаатар хотын нээлттэй өгөгдөл," НЗДТГ, [Online]. Available: <http://data.ulaanbaatar.mn/about>.
- [15] CKAN Association, "API guide," [Online]. Available: <http://docs.ckan.org/en/latest/api/index.html>.
- [16] Open311, "Open311," [Online]. Available: <http://www.open311.org>.
- [17] mySociety, "FixMyStreet," [Online]. Available: <https://www.fixmystreet.com/>.