

# Мэдрэмтгий Дэлгэцтэй Төхөөрөмж Дээрх Хүүхдийн Хөдөлгөөнийг Хурдыг Үнэлэх нь

Ж.Нарантуяа\*, Ц.Ганбат\*\*

\*Улаанбаатарын Их сургууль, МПХ-ийн тэнхим, багш, ШУТИС-МХТС-докторант

\*\* ШУТИС-ийн МХТС, МТС-ийн профессор

e-mail: \*jaminnaraa@yahoo.com, \*\*ganbat\_tsend@yahoo.com

**Хураангуй**— Оролт гаралтын төрөл бүрийн төхөөрөмж ашиглан дэлгэцийг удирдах нь төхөөрөмжийн төрөл, онцлогоос гадна хэрэглэгчийн хөдөлгөөний хурдаас хамаардгыг Фиттсийн хуулиар тогтоосон байдаг. Иймд мэдрэмтгий дэлгэцтэй ухаалаг гар утсанд бага насны хүүхдийн хуруун хээн дээрээс үндэслэн дүрсийн их, бага хэмжээг тодорхойлох, хуруун хөдөлгөөний дүрсийг заах, дарах, шилжүүлэх таарах хурдыг Фиттсийн хуулиар үнэлэн, оновчтой параметруудийг тодорхойллоо.

**Түлхүүр үг**— Child and computer interaction, mobile device, touch screen, finger input

## I. ОРШИЛ

Ухаалаг утас, таблет компьютер зэрэг хөдөлгөөнт төхөөрөмжийн хэрэглээ ихсэх тутам мэдрэмтгий дэлгэцтэй төхөөрөмжтэй харилцах хэрэглэгчдийн онцлогийг нас, хүйс, өсөж бойжсон орчноос хамааруулан нарийвчлан судлаж тогтоох хэрэгтэй. Мэдрэмтгий дэлгэцтэй төхөөрөмжид тулгуурласан програм хангамжуудын ихэнх нь хэрэглэгчийн эдгээр онцлогийг бодолцолгүйгээр нийтлэг хэрэглэгч буюу насанд хүрэгсдэд зориулан хөгжүүлсэн байдаг. Гэтэл хүүхдийн өөрийнх нь хөгжлийн онцлогт тааруулсан програм хангамжийг хөгжүүлэхийн тулд бага насны хүүхдүүд сургалтын үйл ажиллагаанд өргөнөөр хэрэглэх болсон байна. Иймд хүүхдийн танин мэдэхүйн хөгжилд техник технологи, PDA болон ухаалаг гар утасны хэрэглээ болон мэдрэмтгий дэлгэцтэй хөдөлгөөнт төхөөрөмжүүдтэй харилцах нь олон судлаачдын сонирхлыг татаж байна.

## II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Компьютерийн оролт ба гаралтын төхөөрөмж дээр хэрэглэгчийн хөдөлгөөний хүчин чадлыг судласан олон тооны судалгааны ажил байдаг бөгөөд тэдгээрээс хамгийн түгээмэл тархсан бүтээл бол эргономикийн математик загварууд, хүний хөдөлгөөн хурд, хүчин чадал зэргийг судласан Ohio мужийн их сургуулийн АНУ-ын эрдэмтэн Paul Fitts судалжээ. P.M.Fitts-ын Human and Computer Interaction(HCI)[2] дахь “Information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement”1954[8] бүтээл юм. Хэрэглэгч ба компьютерийн харилцаа нь компьютерийн оролт, гаралтын төхөөрөмж бүрээр судлагдсан байдаг бөгөөд энэ нь хэрэглэгч талаас програмын зохиомжийн шаардлагыг харуулсан үндсэн суурь бүтээл болдог байна. Үүн дээр

тулгуурлан нилээд судалгааны өргөтгөсөн ажил хийгдсэн бөгөөд тухайлбал АНУ-ын эрдэмтэн Scott MacKenzie [2], Welford [3], Хятад улсын эрдэмтэн Naixia Zhao [4] нар өөрсдийн бүтээлдээ хэрэглэгч компьютерийн харилцаа нь програм хангамжийн чухал үзүүлэлт болохыг харуулсан байдаг.

Нөгөөтэйгүүр бага насны хүүхдийн техник технологитой холбоотой онолын бүтээл, эх сурвалжид дүн шинжилгээ хийж үзэхэд судлаачид гол төлөв сүүлийн үеийн дэвшилтэд төхөөрөмжүүд болох iPad, iPhone, PDA болон ухаалаг гар утас, мэдрэмтгий дэлгэцтэй төхөөрөмжүүдтэй харилцах харилцааны судалгааг хүүхдийн насны үечлэл бүрээр авч үзэж судалжээ.

Тухайлбал АНУ-ын эрдэмтэн Lisa Anthony, Learning from (HCI):Child and Computer Interaction судалгаа[5], Brown,Q., Nais,J., Tate,B, Yang, J., Koedinger, K.R[5] , Markopoulos, P., Read, J., MacFarlane, S., Hoysniemi, J[9], Christensen,P., James, A[10] мөн АНУ-ийн Массачусетсийн ШУТИС-ийн профессор Sherry Turkely(HCI)[11] дахь судалгаанаас харахад ухаалаг төхөөрөмж хүүхдийн танин мэдэхүйг хөгжүүлдэг гэжээ. Гэхдээ үүний тулд эцэг эх хүүхдээ саатуулах зорилгоор биш эсрэгээрээ хүүхдийн хөгжилд нөлөөлөх танин мэдэхүйн шинж чанартай болон хүүхдийн хөдөлгөөний хурдны тогтолцоонд таарсан зүй зохистой програмуудыг суулгаж өгснөөр үр дүнд хүрнэ гэжээ. Эдгээр олон эрдэмтдийн судалгааны ажлуудыг нэрлэж болно.

Эндээс бага насны хүүхэд техник, технологитой илүү хурдтай сонирхон ажиллаж байна.



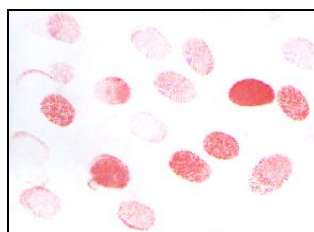
Зураг 1. Ухаалаг утас дээр ажиллаж буй 4 настай оролцогч

Харин манай улсын хувьд бага насны монгол хүүхдийн танин мэдэхүйг хөгжүүлэх ухаалаг гар утас, хөдөлгөөнт төхөөрөмжүүдтэй харилцах судалгаа хомс байна. Ийм учраас бид бага насны

хүүхдийн хөдөлгөөнт төхөөрөмжүүдтэй харилцах үйлдлийг 3-5 насны хүүхдүүд дээр туршиж судалсан болно. (а) оролцогчдын хуруун хээн дээр суурилагдан (Зураг 2) дүрсийн хэмжээсийг гарган түүн дээрээ үндэслэн заах, дарах, чирэх үйлдлийг тэмдэглэн авч боловсруулалт хийх. (б) оролцогчдын хуруун хөдөлгөөний тогтолцооны хурдны хандалт бүрийн минимум шаардлагыг хөгжүүлэгч нарт хүүхдийн нас, хүйсийн үечлэл бүрээр гарган хөгжүүлэгч нарт санал болгохыг зорив.

### III. ТУРШИЛТ, СУДАЛГААНЫ АЖИЛ

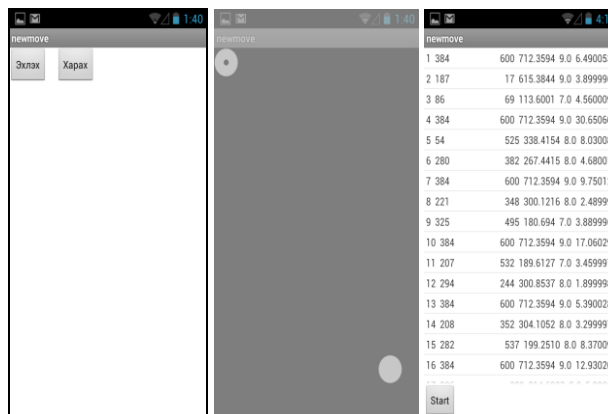
*Туршилт нь:* Сургуулийн өмнөх насны 3-5 насны нийт 300 гаруй оролцогчдыг хамруулсан ба эндээс 3 настай оролцогч 50 (эр - 25, эм - 25), 4 настай оролцогч 50 (эр - 25, эм - 25), 5 настай оролцогч 50 (эр - 25, эм - 25) туршилтанд хамрууллаа. Оролцогчдын ихэнх хувь нь баруун гартан, 2 зүүн гартан байлаа.



Зураг 2. 3-5 насны оролцогчдын хуруун хээ /эндээс үндэслэн тойргийн радусын хэмжээг 0,75 болгов./

*Төхөөрөмж нь:* Туршилтанд Android 4.0.4 үйлдлийн системтэй Samsung Google Nexus S ухаалаг гар утсыг ашигласан. Түүний дэлгэцийн диагональ нь 4 инч (101.6 мм), дэлгэцийн хэмжээ 4,88 x 2.48 x 0.43 инч (123.9 x 63 x 10.9 мм), дэлгэцийн нягтралшил (PPI) 480 x 800 пиксел.

*Програм хангамж нь:* Eclipse Application, Eclipse нь олон хэл дээр програм хөгжүүлэхэд зориулан гаргасан хүчирхэг хөгжүүлэлтийн орчин юм. Eclipse дээр Android application хөгжүүлэхийн тулд SDK хэрэгтэй энэ нь эмулятор буюу дуурайгч юм. Манай "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм маань Android version 2.2 – оос дээш үйлдлийн системтэй ухаалаг гар утсанд ажиллахаар бүтээгдсэн болно. Аппликейшин програм ажиллах болгонд тухайн өгөгдлийг хадгалах үүднээс тухайн ухаалаг гар утсанд DATABASE үүсгэнэ. Энэхүү DATABASE – ийг энэ аппликейшин програм маань автоматаар үүсгэнэ.



Зураг 3. "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програмын интерфэйс

*Туршилтын арга зүй нь:* Paul M.Fitts 1954 онд хэвлүүлсэн[14] бүтээлдээ хэрэглэгчийн хөдөлгөөний хурд нь дэлгэцийн заагчийн анхны байрлал, хүрэх объектийн хэмжээ, хүрэх зай болон төхөөрөмжийн хариу өгөх хугацаа зэргээс хамаардаг болохыг тогтоосон байдаг. Түүнийг Фиттсийн хууль гэдэг. Фиттсийн өөрийн томьёолсон хууль нь:

$$T = a + b * ID \tag{1}$$

$$ID = \log_2 (A/W + 1) \tag{2}$$

T - хэрэглэгчийн хөдөлгөөний хурд

A - дэлгэцийн заагчийн анхны байрлалаас хүрэх объект хүртэл зай

W - хүрэх объектийн хэмжээ

a, b - заагч төхөөрөмжөөс хамаарсан тогтмолууд байна. Өөрөөр хэлбэл төхөөрөмжийн товч дарагдах, дарсны дараа дэлгэцэнд хариу өгөх хугацааны тогтмолууд.

Оролцогч нь Фиттийн хуулийн томьёолол(2) дагуу хийсэн "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм нь төхөөрөмж дээр гарах 0,75 радусын хэмжээтэй хоёр дугуй байг (бай1, бай2) заана. томьёолол(2) утга хоёр бүлгийн хоорондох хязгаарт тохирно. 1 ба 2-р байны байрлал дараах хязгаар доторх хандалт бүрийн утгууд бүртгэгдэнэ.

- Хоёр байны эзлэх бүх талбай тухайн төхөөрөмжийн дэлгэцийн (х тэнхлэг 3/5, у тэнхлэг 5/8) доторх хязгаарт байрлана.

*Заах үйл явцыг бүртгэсэн нь:* Дараах өгөгдлүүд заалт бүрийн дараа файлд бүртгэгдсэн байна.

- Бай 1 ба 2
- Байны байрлал: x, y утга
- Байны өргөн ба өндөр
- Ашигласан байрлал: x, y утга
- Ашигласан цаг: милсекунт
- Алдаа: тийм ба үгүй

**IV. ТУРШИЛТ, СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН**

Судалгааны арга зүйн дагуу хийгдсэн ба туршилтын явцад оролцогчдыг нас, хүйсийн ангиллаар нь хэрхэн даалгаврыг хийж гүйцэтгэсэн үр дүнгийн хэсгээс (хүснэгт 1, 2) үзүүлэв.

Судалгаандаа оролцогч болгоныг "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм дээр даалгаварыг 1-3 удаагын давталттайгаар оролцуулсан ба нийт 1000 гаруй тестийн өгөгдлийн санг бүрдүүлсэн. Эндээс 1 дэх утгыг анхны утга гэж үзээд 2 дахь болон 3 дахь утгууд дээр анализ хийн ажилласан болно. Нийт оролцогчдын туршилтыг томьёлол(2) дагуу хийсэн туршилтын үр дүнг гаргасан болно. Энд томьёлол(2)-ийн W-0.75 тогтмол утгатай байна.

Хүснэгт 1:Төхөөрөмж дээр туршсан 3 настай эрэгтэй оролцогчдын тестийн өгөгдлөөс./A зай, W жэмээ/

Trial	ID	A	W
1.	9.89	712.36	0.75
2.	9.68	615.38	0.75
3.	7.26	114.00	0.75
4.	8.82	338.42	0.75
5.	8.48	267.44	0.75
6.	8.65	300.12	0.75
7.	7.92	181.00	0.75
8.	7.99	190.00	0.75
9.	8.65	301.00	0.75
10.	8.67	307.11	0.75

Хүснэгт 2:Төхөөрөмж дээр туршсан 3 настай эмэгтэй оролцогчдын тестийн өгөгдлөөс.

Trial	ID	A	W
1.	9.89	712.36	0.75
2.	8.86	347.00	0.75
3.	7.69	154.00	0.75
4.	9.31	475.00	0.75
5.	5.61	36.00	0.75
6.	9.30	473.00	0.75
7.	8.74	319.36	0.75
8.	7.85	172.31	0.75
9.	7.22	11.23	0.75
10.	6.79	82.24	0.75

Нийт 3-5 насны оролцогчдыг нас, хүйсийн ангилалаар нь төхөөрөмж дээрх даалгаварт ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн хөдөлгөөний хурдны үзүүлэлтийн үр дүнг Регрессийн шинжилгээгээр бодож гаргасан болно.

Шугман регрессийн томьёлол

$$y_x = ax + b \tag{3}$$

3-5 насны оролцогчдын туршилт явуулсан судалгаануудын үр дүнд томьёлол(1)-ийн a,b тогтмол утгуудыг гарган нэгтгэн харуулав.

Хүснэгт 3. оролцогчдын томьёлол(1)-ийн a,b –ийн тогтмол утгууд

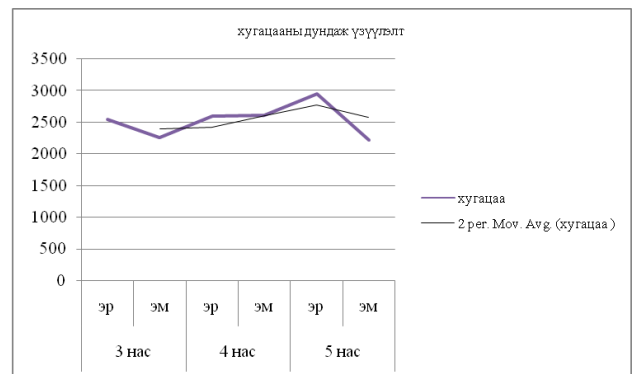
Туршилт	Нас	Хүйс	Туршилтаар гаргаж авсан өгөгдөл	
1.	3	Эр	a= 0,089	b=289.74 (милсекунт)
		Эм	a= 0,367	b=266.23 (милсекунт)
2.	4	Эр	a= 0,097	b=301.53 (милсекунт)
		Эм	a= 0,083	b=289.67 (милсекунт)
3.	5	Эр	a= 0,041	b=342.61 (милсекунт)
		Эм	a= 0,367	b=266.23 (милсекунт)

Нийт 3-5 насны оролцогчдын хуруун хөдөлгөөний хурдыг мэдрэмтгий дэлгэцтэй ухаалаг утсан дээрх "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм дээр ажилласан өгөгдлийн хугацааг томьёлол(1) –ийн үр дүн.

Хүснэгт 4. Оролцогчдын нийт хөдөлгөөний дундаж үзүүлэлт (милсекунт)

туршилт	нас	хүйс	Хугацаа
1.	3	Эр	2537
		Эм	2251
2.	4	Эр	2596
		Эм	2609
3.	5	Эр	2947
		Эм	2214

Нийт 3-5 насны оролцогчдын хуруун хөдөлгөөний хурдыг мэдрэмтгий дэлгэцтэй ухаалаг утсан дээрх "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм дээр ажилласан өгөгдлийн хугацааны үр дүнг график үзүүлэлтээр.



Зураг 4. нийт оролцогчдын хөдөлгөөний хурдны дундаж үзүүлэлт

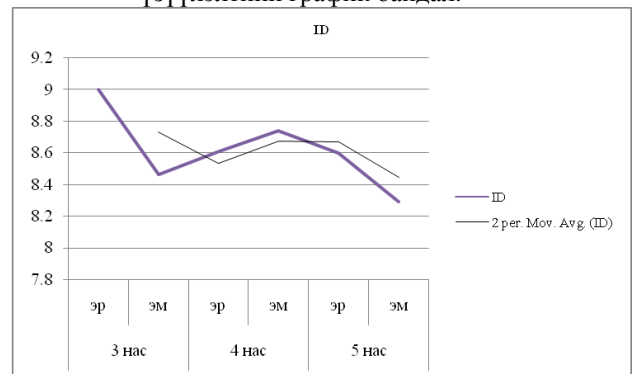
Нийт оролцогчдын өгөгдлийг ID(2) нь цэгийн хэмжээ болон зайнаас хамаарсан функц гэж томьёололж болно.

Нийт оролцогчдын ID утгын дундаж үзүүлэлт.

Хүснэгт 5. нийт оролцогчдын ID утга(bits/sec)

туршилт	нас	хүйс	ID өгөгдөл
1.	3	Эр	9
		Эм	8.46
2.	4	Эр	8.61
		Эм	8.74
3.	5	Эр	8.60
		Эм	8.29

Нийт оролцогчдын ID утгуудын дундаж үзүүлэлтийн график байдал.



Зураг 5. нийт оролцогчдын ID дундаж үзүүлэлт

## V. ДҮГНЭЛТ

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

Ерөнхийдөө 3-5 насны оролцогчдыг мэдрэмтгий дэлгэцтэй ухаалаг гар утсан дахь хүүхдийн зориулалттай хийсэн "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм дээр туршсан туршилтийн үр дүнгүүдийг харахад дараах хэд хэдэн харьцуулалт болон ялгаануудыг тодорхойлон гаргалаа.

- Туршилтийн үр дүнг нийт оролцогчдын нас, хүйсийн ангилалаар.
- Өгөгдөл маань нормал тархацтай тул шугман регрессийн аргаар нийт оролцогчдын нас, хүйсийн ангилалаар нь томъёлол(1) –ийн (a, b) –ийн тогтмол утгуудыг гаргасан.
- 3-5 насны оролцогчдын хуруун хөдөлгөөний үйлдлийн хурдны үзүүлэлтийг гаргав.
- Оролцогчдын хөдөлгөөний үйлдлийн хурдны үзүүлэлтийг хэмжсэн цаг хугацаан дундаж утгаас харахад. Үүнд: 3 настай оролцогчид 1394 милсекунт, 4 настай оролцогчид 1432.5 милсекунт, 5 настай оролцогчид 2580.5 милсекунт байна.
- Нийт оролцогчдын хуруун хээн дээр үндэслэн дүрсийн зохимжит, тойргийн радиусын 0,75 хэмжээс мэдрэмтгий дэлгэцтэй ухаалаг гар утасны зориулалттай "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм дээр харилцан ажиллаж байхад хөдөлгөөний үйлдлийн хурдыг тодорхойлход зохицон ажиллаж байгаа нь ажиглагдсан болно.

Иймд бидний энэ удаагийн хийсэн туршилт судалгааны ажил маань 3-5 насны оролцогчдын нас, хүйсийн онцлогт нь таарсан мөн мэдрэмтгий дэлгэцтэй ухаалаг утсан дахь зориулалттай хийсэн "Хуруун сорилтот тест"-ийн аппликейшин програм маань Фиттсийн хуулийн томъёолтой нийцэж байгаа нь харагдлаа.

- [1] Paul, M.Fitts, *Information capacity of discrete motor responses*, 1964
- [2] I.Scott MacKenzie, *Fitts Law as a Research and Design Tool in Humman – Computer Interaction*, 1992
- [3] Welford, A. T. "The Fundamentals of Skill". Distributed in the USA by
- [4] Haixia Zhao, *Fitts Law: Modeling Movement Time in HCI*, 2002
- [5] Lisa Anthony, Quincy Brown, Jaye Nias, Berthel Tate, "Interaction and Recognition Challenges in interpreting children's touch and gesture input on mobile devices", November 11–14, 2012, pp. 225-234, Cambridge, Massachusetts, USA.
- [6] <http://lisa-anthony.com>
- [7] <http://www.antle.iat.sfu.ca/bio.php>
- [8] P. M. Fitts. *The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement*. Journal of Experimental Psychology, 47:381–391, 1954.
- [9] Markopoulos, P., Read, J., MacFarlane, S. and Hoysniemi, J. *Evaluating children's interactive products*. Morgan Kaufman, 2008.
- [10] Christensen, P., and James, A. *Conducting research with children*. London: RoutledgeFalmer, 2000
- [11] <http://www.mit.edu/~sturkle/>
- [12] Ц. Ганбат "Хүн ба Компьютерийн харилцаа", УБ., 2009