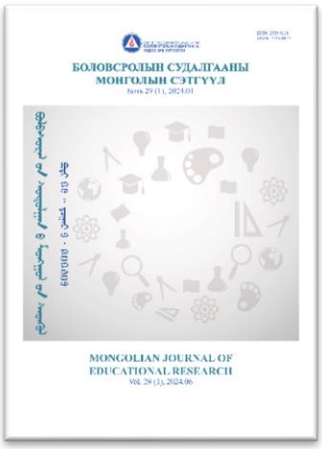


Бүсчлэлийн дагуу бага насны хүүхдийн чадамжийг машин сургалтын арга ашиглан гаргах нь

Жамъяндорж Нарантуяа
Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль
Шинжлэх Ухааны Академи

Цэнд Ганбат
Отгонтэнгэр Их Сургууль

Мөнхжаргал Нарантуяа
Монгол Улсын Их сургууль

https://journal.mnier.mn

Санал болгож буй эшлэл:
Нарантуяа, Ж., Ганбат, Ц., Нарантуяа, М. (2026). Бүсчлэлийн дагуу бага насны хүүхдийн чадамжийг машин сургалтын арга ашиглан гаргах нь. *Боловсролын судалгааны Монголын сэтгүүл*, *31(1)*. https://doi.org/10.46328/mjer.v31.1.5

Using Machine Learning to Assess Preschoolers' Competencies by Region

Narantuya Jamiyandorj
Mongolian Academy of Sciences, Institute of Neuroscience and Psychology
Mongolian University of Science and Technology, School of Information and Communication Technology

Tsend Ganbat
University of Otgontenger

Munkhjargal Narantuya
National University of Mongolia Research

To cite this article:
Narantuya, J., Ganbat, Ts., Narantuya, M. (2026). Using Machine Learning to Assess Preschoolers' Competencies by Region. *Mongolian Journal of Educational Research*, *31(1).* https://doi.org/10.46328/mjer.v31.1.5

This is an open access article under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Боловсролын судалгааны Монголын сэтгүүл MJER

2026, Vol. 31, No. 1 https://doi.org/10.46328/mjer.v31.1.5

Бүсчлэлийн дагуу бага насны хүүхдийн чадамжийг машин сургалтын арга ашиглан гаргах нь

Жамъяндорж Нарантуяа, Цэнд Ганбат, Мөнхжаргал Нарантуяа

Өгүүллийн мэдээлэл

Түүх:
Хүлээн авсан:
Засаж сайжруулсан: 2026.09.14
Хэвлэхийг зөвшөөрсөн: 2026.10.17

Түлхүүр үг:
HCPC
PCA
MCA
MFA
Machine Learning

ХУРААНГУЙ

Энэхүү өгүүлэл нь сургуулийн өмнөх насны хүүхдийн хөгжлийн ахицын үнэлгээ, орон нутаг болон бүсчлэлийн дагуух судалгаанд тулгуурласан. Энд судалгааг сургалтын хөтөлбөр дэх математик чадамжийг үнэлэх даалгаварт тулгуурлан 3-5 насны оролцогчдын математик чадамжийг машин сургалтын арга, аргачлал ашиглан нас болон бүсийн ангилалт, тооцоолол, төсөө болон нийтлэг, онцлог шинж чанаруудад харьцуулалт хийн гаргана. Эдгээр хүчин зүйлсэд дүн шинжилгээ хийснээр оролцогчдын чадамж нас болон бүсээс хамаарч өөрчлөгддөг болохыг харж болно. Судалгааны түүвэр нь сургуулийн өмнөх насны буюу цэцэрлэгийн 450 оролцогчид болно. Энэ бүгдээс харахад нийт оролцогчдын чадамжийн үнэлгээ, сургалтын хөтөлбөр дэх үнэлгээ, нас, бүсийн ангилалт, нийтлэг болон хувь шинж чанар, ижил төсөөтэй байдал зэрэг үнэлгээнүүдийг гарган харж болохоор байна. Боловсролын мэдээллийн сан, сургалтын системд машин сургалтын арга, аргачлал ашиглах нь сургалтын чанар, оролцогчдын чадамж үнэлэх, нас болон бүсийн ангилалт, харьцуулалт хийн гаргаж болох ач холбогдолтой болно. Иймд багш, сурган хүмүүжүүлэгч болон бодлого зохицуулагч нарт ажлын үнэлгээ, тайлан гаргахад хэрэглэгдэх юм.

Энэхүү өгүүлэл нь Creative Commons Attribution-NonCommercial ShareAlike 4.0 Олон улсын лицензээр хамгаалагдсан болно

Холбоо барих зохиогч:
Ж.Нарантуяа
Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Мэдээлэл холбооны технологийн сургууль
Шинжлэх Ухааны Академи, Тархи сэтгэл судлалын хүрээлэн
Email: jnarantuya@mas.ac.mn

Using Machine Learning to Assess Preschoolers' Competencies by Region

Narantuya Jamiyandorj, Ganbat Tsend, Narantuya Munkhjargal

Article information

Article history:
Received: mm dd, yyyy
Revised: 09.14.2026
Accepted: 10.17.2026

Keywords:
HCPC
PCA
MCA
MFA
Machine Learning

ABSTRACT

Competencies by Region This article is based on a study of preschoolers' developmental progress, local and regional. Here, based on the task of assessing mathematical competencies in the curriculum, the mathematical competencies of 3-5 year-old participants were compared using machine learning methods and methodologies in terms of age and regional classification, calculation, similarity, common and specific features. By analyzing these factors, it can be seen that the competencies of the participants vary depending on age and region. The study sample was held among 450 participants from the "Preschool Kindergarten". From all this, it can be seen that the evaluation of the competencies of the total participants, the evaluation of the curriculum, the classification of age and region, the common and specific features, and the similarity of the assessments. The use of machine learning methods and methodologies in educational databases and training systems will be compared in terms of the quality of training, the assessment of the competencies of the participants, and the classification of age and region. Therefore, it is important for teachers, educators, and policymakers to evaluate and report on their work.

This is an open access article under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Correspodning author:
Narantuya.J
Mongolian Academy of Sciences, Institute of Neuroscience and Psychology
Mongolian University of Science and Technology, School of Information and Communication Technology
Email: jnarantuya@mas.ac.mn

УДИРТГАЛ

Сургуулийн өмнөх боловсролын нэгдсэн үзүүлэлтээс (Company G. , 2021) цэцэрлэгийн насны 274 236 хүүхэдтэй, 1 410 цэцэрлэгтэй байгаа нь харагдаж байна. Монгол улсын бүсчилсэн хөгжлийн бодлого (Company G. , 2021), Сургуулийн өмнөх насны хүүхдийн чадвар, чадамж, хөгжлийн ахицыг үнэлэх журам (Company 8. , 2021) баталсан байдаг. Техник технологи, компьютерын шинжлэх ухааны хөгжил дэвшлийн үр шимийг хүртэж буй XXI зуунд дэлхийн улс орнуудад ухаалаг утас, таблет зэрэг хөдөлгөөнт төхөөрөмжийн хэрэглээ ихсэж байгаатай холбогдуулан хэрэглэгчдийн онцлогийг нас, хүйс, өсөж бойжсон орчноос хамааруулан нарийвчлан судалж тогтоох хэрэгтэй. Боловсролын үнэлгээний төв (Company 8. , 2021) жил бүр бага, дунд бүлгийн хүүхдүүдийн чадамжийн ахицыг үнэлэн гаргадаг. Иймд тухайн хүүхдийн чадамжийг насанд хүрэгчдээс тусгайлан судлах шаардлагатай гэж үзэж байна. Хүүхдийг судлах үүднээс бидний сонирхон авч буй бүлэг болох хүүхэд, тэднийг судлагдахуунаа болгосон хүүхэд ба компьютерын харилцаа (Child and Computer Interaction) (N., 2020), (Constantin, 2021. 28) нь сүүлийн үед гарч буй Child-Centric Design (John F. Pane, 2002) судалгаанд эрчимтэй хөгжиж байна. Эдгээр судалгаанд хүүхдийн насны үечлэлийн дагуу төхөөрөмж болоод программ хангамжийн сонголтоос хамааран судлагддаг. Мөн түүнчлэн энэ чиглэлийн судалгааны үр дүнд үндэслэн сургалтын хөтөлбөрийг төлөвлөх, боловсруулах, хөгжүүлэх, багш сургагчдыг давтан сургалтад хамруулах, мэргэжил дээшлүүлэх, боловсролын салбарын шийдвэр гаргагч, бодлого боловсруулагч нарт дэмжлэг болох мөн хүүхдийн программ хангамж үйлдвэрлэгч нарт хувь нэмэр оруулах үүднээс бага насны хүүхдийн танин мэдэхүй дээр тулгуурласан байдаг. Иймд бидний энэ удаагийн туршилт, судалгаа сургуулийн өмнөх насны сургалтын хөтөлбөр дэх математик чадамжийн даалгаварт ажилд тулгуурлах, орон нутгийн бүсчлэлийн дагуу үнэлгээг хиймэл оюун ухаан (AI)-д суурилсан программ хангамж болох машин сургалт (ML)-ын арга, аргачлалуудыг ашиглан сургалтын чанар, оролцогчдын чадамж үнэлэх, нас болон бүсийн ангилалт, харьцуулалт хийн гаргах нь багш, сурган хүмүүжүүлэгч болон бодлого зохицуулагч нарт ажлын үнэлгээ, тайлан гаргахад ач холбогдолтой юм.

СЭДВИЙН СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Сургалтын хөтөлбөрийг цэцэрлэг, анги танхим, зуслан, лабораторийн орчинд “Сургалтын технологи ба хүүхэд-компьютерын харилцан үйлчлэлийн туршилтын судалгаа” гэх (Giannakos, 2022) судалгаагаар туршин судалсан байна. Сургуулийн өмнөх насны хүүхдүүдэд зориулсан боловсролын программын интерфейсийн дизайны үнэлгээ гаргах программыг (Jing Yang and Ziyi Wang., 2022) туршин судалсан. Суралцагчдын хичээлийн үйл ажиллагааг үнэлэх, чадварыг ойлгох сурагчдын гүйцэтгэсэн даалгаврыг таамаглахын тулд тооцооллын сэтгэлгээний тестийг ашигласан программ (Román-Gonzálezв., 2018) хийсэн байна. Computational thinking (CT) систем нь орчин үеийн сургуулийн үндсэн суурь болох асуудал шийдвэрлэх чадварыг хөгжүүлэхэд тусалдаг (Dr. Scratch) систем нь системтэйгээр үнэлэхэд зориулалттай (Troiano., 2019) хийсэн байна. Машин сургалт нь боловсролын шинжлэх ухаан, сургалтын технологи туршилт судалгаан мөн CCI судалгаануудад нөлөөлсөн хөгжүүлэлтүүд хийгдэж байна. Сүүлийн жилүүдэд өгөгдлийн шинжлэх ухаан, хиймэл оюун ухаан нь хүний хүчин зүйлтэй холбоотой мөн мэдээллийн технологийн судалгаа сургалтын технологитой холбоотой судалгаа (Giannakos.,2022) Association for Educational Communications and Technology (AECT) тусгагдсан байна. Боловсролын мэдээллийн санд машин сургалт (ML) хэрхэн ашиглах, таамаглал гаргах, шалгах аргачлалын талаар хичээл сургалтыг (Kidzinski et al., 2016) явуулдаг байна. Машин сургалт нь тест, судалгаа, видео, ярилцлага, зураг гэх төрөл бүрийн цуглуулсан мэдээллээр суралцагчдын зан байдал, гүйцэтгэл эсвэл сэтгэлзүйн шинж чанаруудыг гаргахын тулд өгөгдлийн шинжилгээ хийх боломжийг харуулдаг судалгааг (Inventado, 2012) хийсэн байна. Машин сургалт нь уламжлалт болон технологид суурилсан сургалтаас үл хамааран ангийн сургалтыг сайжруулах судалгааны нэгжийг бий болгох боломжийг олгодог судалгааг (Petrilli, 2018) хийсэн байна. Иймд эдгээр улс орнуудын эрдэмтдийн туршилт судалгааны ажлуудад суралцан, суралцагчдын чадамж ахиц, сургалтын ур чадвар эзэмших боломжийг алдагдуулахгүйгээр сургалтын мэдээллийн технологийн үйл ажиллагааг өргөжүүлэхийн тулд AI-д суурилсан программ хангамж болон машин сургалтын арга аргачлалуудыг ашиглах нь чухал байна.

АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгаагаар сургалтын хөтөлбөр дэх математик чадамжийг үнэлэх даалгаварт ажилд тулгуурлан туршилт, судалгааны өгөгдөл цуглуулсан. Цугларсан өгөгдөлд машин сургалтын арга, алгоритмуудыг ашиглан оролцогчдын нас болон бүсийн ангилалт, тооцоолол, ижил төсөө болон нийтлэг, онцлог шинж чанаруудад харьцуулалт хийн гаргана.

Судалгааны дизайн

Цугларсан судалгааны өгөгдлийн багцад кластер шинжилгээний HCPC (PCA, MCA, MFA) арга, алгоритмуудыг ашиглан ангилалт болон харьцуулалт хийнэ.

Оролцогчид

Сургуулийн өмнөх 3-5 насны цэцэрлэгийн хүүхдүүдийг, орон нутгийн бүсчлэлийн дагуу баруун бүсээс Баян - Өлгий аймаг, зүүн бүсээс Дорнод аймаг, төвийн бүсээс Өмнөговь аймаг, хангайн бүсээс Хөвсгөл аймаг, нийслэлээс Сүхбаатар дүүргийн цэцэрлэгийг түүвэрлэн тус тус сонгож багшийн оролцоотой судалгааг зохион байгуулсан. Судалгаанд 3-5 насны нийт 450 оролцогчдыг (3-5 нас бүрд 30) хамруулсан.

Хүснэгт 1. Судалгаанд бүсчлэлийн дагуу сонгосон аймаг, хот, дүүрэг болон 3-5 насны оролцогчид

Оролцогч-дын насны ангилал	Баян-Өлгий аймаг	Дорнод аймаг	Өмнөговь аймаг	Хөвсгөл аймаг	Сүхбаатар дүүрэг	Нийт
3 нас	30	30	30	30	30	150
4 нас	30	30	30	30	30	150
5 нас	30	30	30	30	30	150
					Нийт	450

Мэдээлэл цуглуулсан хэрэгсэл

Бага боловсролын мэдээллийн сан, сургалтын хөтөлбөр дэх математик чадамжийн даалгаварт ажлуудад тулгуурлан (1-5 даалгаварт) ажил сонгон өгөгдөл цуглуулсан.

Гүйцэтгэх даалгавар

Математикийн дараах чадамжийг илрүүлэх даалгавар гүйцэтгүүлж судалгааны өгөгдөл мэдээлэл цуглуулсан. Үүнд:
Даалгавар 1: Нэг ба олныг ялгах
Даалгавар 2: Эд юмсыг хэмжээгээр нь ялгаж заах, нэрлэх
Даалгавар 3: Эд зүйлсийг ижлээр нь ялгах, оноох, холбох
Даалгавар 4: Байрлал заасан үгийг ойлгон хэрэглэх
Даалгавар 5: Одоо, дараа гэсэн хугацаа илэрхийлсэн үгсийн утгыг мэдэх, хэрэглэх.

Үнэлгээ

Даалгаврын гүйцэтгэлийг “маш сайн-5 оноо”, “сайн-4 оноо”, “дунд-3 оноо”, “муу-2 оноо”, “маш муу- 1 оноо” гэсэн таван оноогоор үнэлэв. Оролцогчид багшийн зааврын дагуу даалгаврыг гүйцэтгэж, багш тэмдэглэл хийн үнэлгээ өгнө.

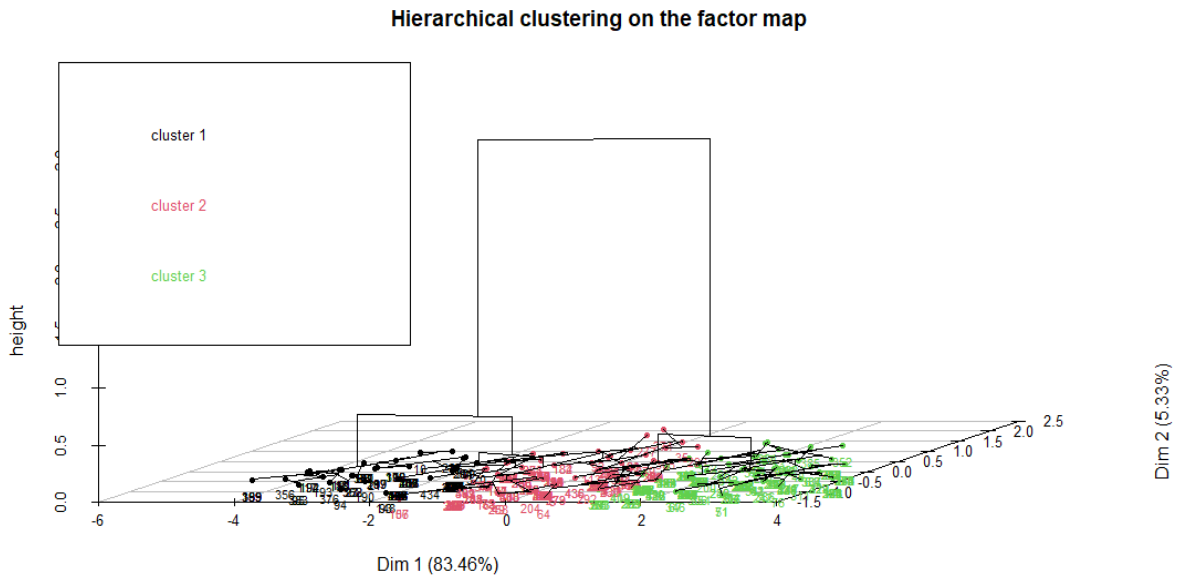
Өгөгдлийн шинжилгээ

Оролцогчдын нас болон бүсчилсэн байдлаар өгөгдлийн *багц* үүсгэн кластер шинжилгээний HCPC (PCA, MCA, MFA) арга, алгоритмуудыг ашиглан ангилалт хийн харьцуулалт гаргасан. Кластер шинжилгээнд (HCPC) бүсчлэлийн дагуу сонгосон нийт 3-5 насны оролцогчдын өгөгдлийн багц үүсгэн 3 кластерыг ашигласан.



Зураг 1. Багцын кластер шинжилгээ (HCPC)

Сонгосон багцын кластер шинжилгээ HCPC арга PCA алгоритм хувьсагчдын тасралтгүй утгын үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд шаталсан болон хэсэгчилсэн шинжилгээ, харьцуулалт болон ангилан кластерт хийнэ (Jolliffe, 2002).



Зураг 2. Багцын кластер шинжилгээ (3D)

Энд нийт 3-5 насны оролцогчдын кластер шинжилгээ үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд өгөгдлийн хэлбэлзэл хамгийн их байх 83.46 хувийг харуулж байна. Координатын тэнхлэг дагуу нийт оролцогчдын Mean in category, Overall mean sd in category Overall sd, p.value утгуудыг кластер бүрд сонгон харуулж байна.

Программын үр дүн:

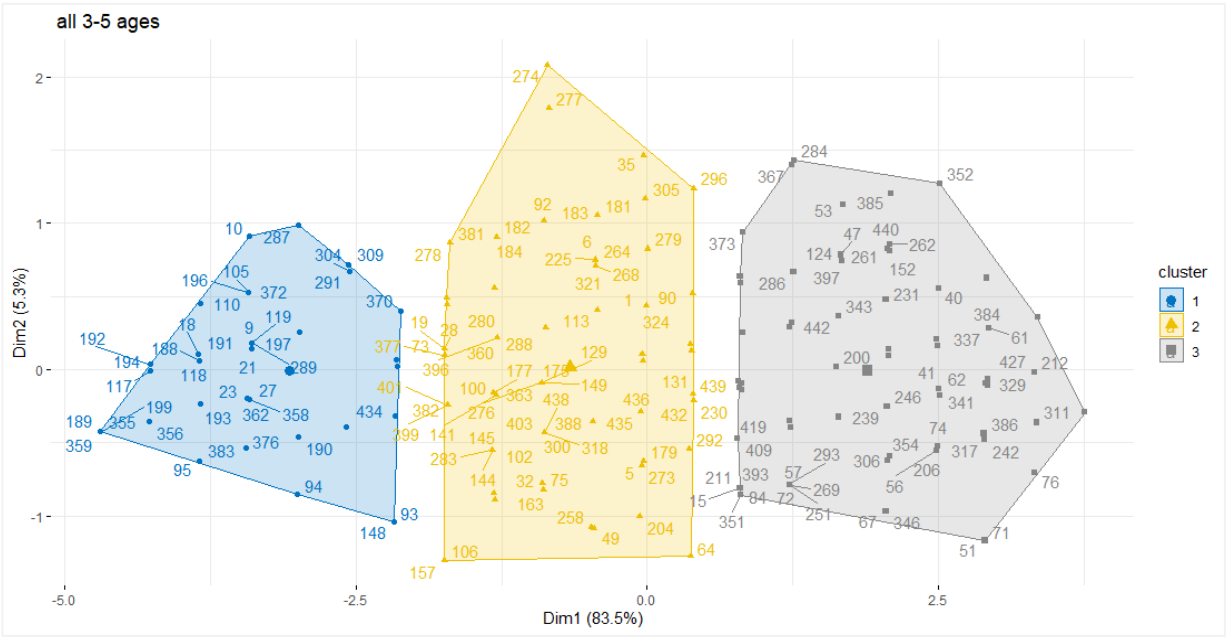
```
> res.hcpc$desc.axes$quanti
$`1`
      Mean in category Overall mean sd in category    Overall sd     p.value
Dim.1  3.60531e-14      0.8703605                     2.141496     9.765628e-61
$`2`
       Mean in category  Overall mean sd in category Overall sd     p.value
Dim.1  3.605310e-14       0.7228148                   2.1414959    0.0006207425
Dim.2  -1.850846e-14      0.8950070                   0.7929789    0.0001808842
$`3`
       Mean in category  Overall mean sd in category Overall sd     p.value
Dim.1   3.605310e-14     0.8261353                   2.1414959    8.713077e-68
Dim.2   -1.850846e-14    0.7503087                   0.7929789    1.125865e-02
```

Дээрх үр дүнгээс харахад (cluster 1), (cluster 2) , (cluster 3) байгаа оролцогчид I тэнхлэг дээр өндөр координаттай байна. Нийт оролцогчдын даалгавар гүйцэтгэлийн байдлыг Mean in category, Overall Mean, p.value утгуудыг кластер бүрд сонгон харуулж байна. Энд даалгаварт асуултуудыг (q1 - q5) нэрлэсэн.

Программын үр дүн:

```
> res.hcpc$desc.var$quanti
$`1`
    Mean in category Overall mean p.value
q2  1.801887         3.181619     1.782476e-49
q3  2.037736         3.382932     7.098892e-51
q1  2.103774         3.428884     5.570943e-51
q5  1.528302         2.958425     1.263786e-52
q4  1.773585         3.150985     2.136736e-53
$`2`
    Mean in category Overall mean p.value
q1  3.298137         3.428884   4.673410e-02
q3  3.242236         3.382932   3.522045e-02
q5  2.763975         2.958425   5.338312e-03
q4  2.956522         3.150985   3.561478e-03
q2  2.919255         3.181619   1.609301e-04
$`3`
    Mean in category Overall mean p.value
q2  4.173684         3.181619    7.022849e-60
q4  4.084211         3.150985    1.306370e-57
q5  3.921053         2.958425    4.627415e-56
q3  4.252632         3.382932    3.893920e-50
q1  4.278947         3.428884    1.722112e-49
```

Дээрх үр дүнгээс харахад (cluster 1) ойр байх дундаж (mean) утгууд (q2, q3, q1, q5, q4) гарч байна. Энд (cluster 1)-д (q1, mean = 2.103774, overall mean = 3.428884) гарч байна. Иймд (cluster 1)-ийн (q1-q5) утгуудыг бусад кластерийн утгуудтай харьцуулахад (cluster 1)-ийн (даалгавар 1- q1) утга бага хувьтай тус тус гарч байна. Сонгосон багцын кластер шинжилгээ HCPC арга MCA алгоритм хувьсагчдын ижил төсөө, хоорондын зайг хэмжих, харьцуулалт болон ангилан кластерт хийнэ (Hill & Smith, 1976).



Зураг 3. Багцын кластер шинжилгээ (HCPC) арга (MCA) алгоритм ижил төсөө, төв цэг

Энд кластер бүрд төв цэгийн координат дэх нийт оролцогчдын ижил төсөөгийн хувь шинж чанарын үзүүлэлт 83.5 хувь гарч байна. Кластер бүрийн хувьд төв цэгт хамгийн ойр байх цэгийн утгууд болох эхний 5 оролцогчдын утгуудыг сонгон харуулж байна (Хүснэгт 2).

Программын үр дүн:

```
> res.hcpc$desc.ind$para
```

Cluster: 1

194	208	210	25	120
0.2869219	0.2935759	0.2935759	0.4803347	0.5013079

Cluster: 2

131	302	304	34	222
0.3502422	0.3502422	0.3515833	0.3568533	0.3589990

Cluster: 3

251	357	253	244	157
0.1668766	0.1668766	0.2088850	0.2216746	0.4099234

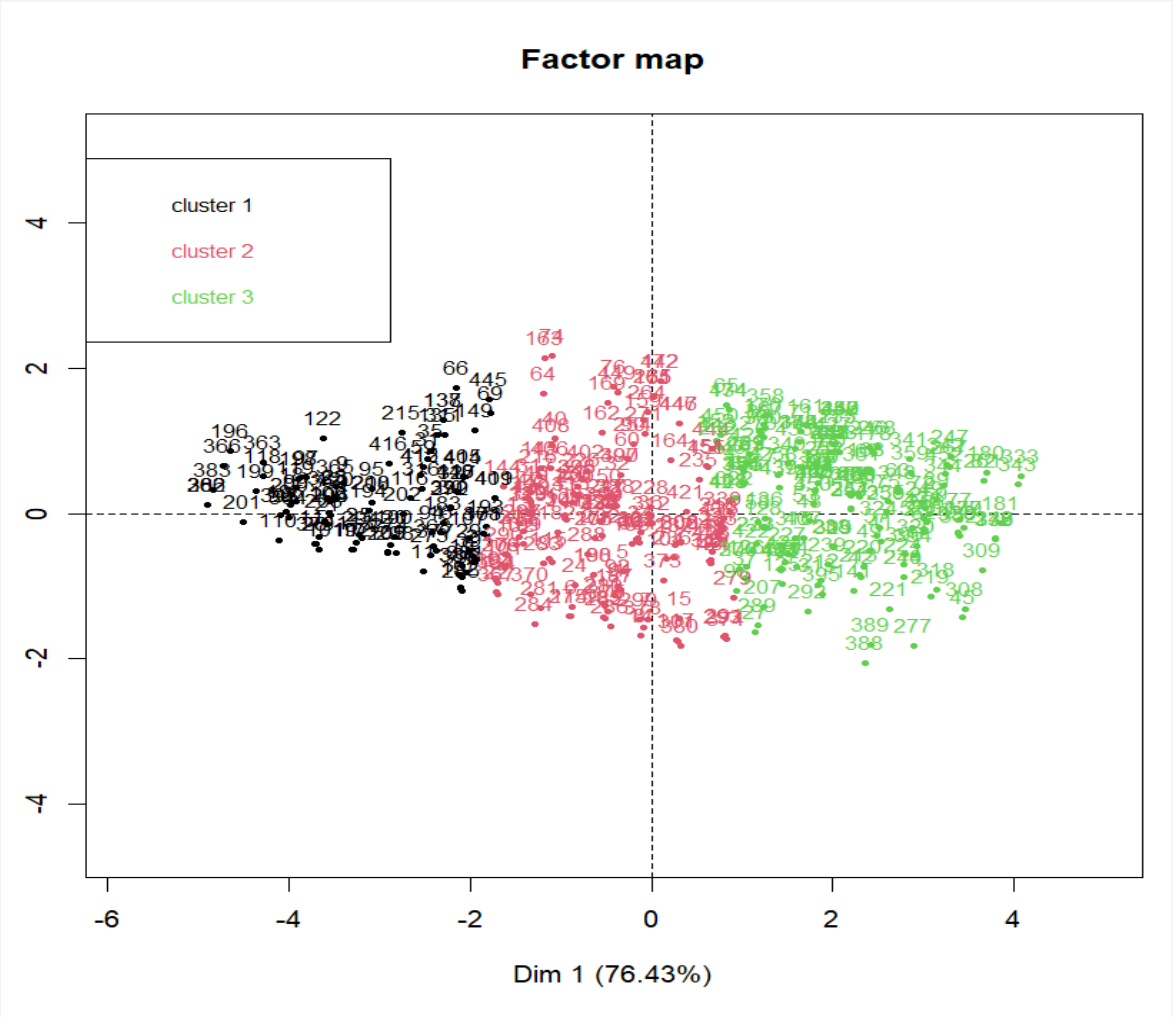
Үр дүнг координатын төвд ойр байх цэгийн эхний 5 оролцогчдыг нас болон бүсийн ангилалт хийн кластер бүрд сонгон дараах Хүснэгт 2-т харуулав.

Хүснэгт 2. Багцын координатын төвд ойр байх цэгийн утгууд

ID_aimag	age & month	axes_value
	Cluster 1	
194_huvsgul	3 age 6 month	0.2869129
208_huvsgul	3 age 7 month	0.2935759
210_ huvsgul	3 age 7 month	0.2935759
25_Bayn-ulgii	3 age 3 month	0.4803347
120_ Dornod	3 age 7 month	0.5013079
	Cluster 2	
131_ Dornod	4 age 11 month	0.3502422
302_ Umni-govi	4 age 11 month	0.3502422
304_ Umni-govi	4 age 10 month	03515833
34_ Bayn-ulgii	4 age 2 month	0.3568533
222_ Huvsgul	4 age 12 month	03589990
	Cluster 3	

251_ Huvsgul	5 age 10 month	0.1668766
357_ Umni-govi	5 age 9 month	0.1668766
253_ Huvsgul	5 age 10 month	0.2088850
244_ Huvsgul	5 age 10 month	0.2216746
157_ Dornod	5 age 10 month	0.4099234

Сонгосон багцад кластер шинжилгээний HCPC арга MFA алгоритм хувьсагчдын олон хүчин зүйлийн шинжилгээ хийнэ. Хувьсагч хоорондын зай хэмжих, ижил төсөөгийн шинж чанар, ангилалт болон харьцуулалт хийн багцыг бүлэглэн ялгаатай өгөгдлийг хэмжин кластерт хийнэ. Энэ нь зайг тооцоолох, өгөгдлийн хэмжилт бүрийн нөлөөллийг тэнцвэржүүлэхийн тулд бүлгийн бүтцийг харгалзан үздэг байна (Hill & Smith, 1976).



Зураг 4. Багцын кластер шинжилгээ (HCPC) арга (MFA) алгоритм ижил төсөө

Энд нийт оролцогчдын ижил төсөөгийн шинж чанарын байдал 76.43 хувь гарч байна (Зураг 4). Зургаас кластер бүрд эхний 5 оролцогчдын ижил төсөө шинж чанарын утгуудыг дараах хүснэгтэд сонгон харуулав.

Хүснэгт 3. Багцыг кластер шинжилгээ ижил төсөө

Id_aimag	Age & month	axes_value
Оролцогчдын ижил төсөө шинж чанар /кластер 1/		
206_ huvsgul	3 age 6 month	4.46
362_ub-sbd	3 age 7 month	4.46
382_ub-sbd	3 age 5 month	4.46
383_ub-sbd	3 age 1 month	4.41
366_ub-sbd	3 age 10 month	4.35
Оролцогчдын ижил төсөө шинж чанар /кластер 2/		
211_huvsgul	4 age 2 month	3.06
286_umni-govi	3 age 9 month	3.05
76_bayn-ulgii	5 age 6 month	3.00
280_umni-govi	3 age 3 month	2.96
169_dornod	5 age 4 month	2.95
Оролцогчдын ижил төсөө шинж чанар /кластер 3/		
333_umni-govi	5 age 10 month	4.60
343_ umni-govi	5 age 7 month	4.55
181_huvsgul	3 age 9 month	4.34
248_huvsgul	5 age 2 month	4.27
179_dornod	5 age 9 month	4.27

Энд оролцогчдын чадамжийн ижил төсөө байдал 3 ба 5 насны оролцогчид (cluster 1, 2, 3)-д илүү хувьтай гарч байна. Бүсчлэлийн хувьд нийслэлийн Сүхбаатар дүүрэг илүү хувьтай гарч байна.

ҮР ДҮН

Энэхүү судалгааны үр дүн нь орон нутгийн бүсчлэлийн дагуу сургуулийн өмнөх боловсролын цэцэрлэгийн 3-5 насны оролцогчдын мэдээллийн сан, сургалтын хөтөлбөр дэх математик чадамжийн даалгаварт ажлуудад тулгуурлан түүвэрлэн сонгосон оролцогчдын чадамжийг үнэлэх болон бүсчлэлийн дагуу ангилалт хийн харьцуулсан дүн шинжилгээ болон тооцооллыг гаргасан.

Ашиглалтын үр дүн

Оролцогчдын багшийн зааврын дагуу даалгаврын гүйцэтгэлийг “маш сайн- 5 оноо”, “сайн- 4 оноо”, “дунд- 3 оноо”, “муу- 2 оноо”, “маш муу- 1 оноо” гэсэн оноогоор үнэлэн тэмдэглэл хийн үнэлгээг авсан.

Даалгавар гүйцэтгэлийн чадамж

Нийт оролцогчдын даалгаврын гүйцэтгэлийн асуултуудын хувь шинж байдлын үзүүлэлтийг Хүснэгт 4-д харуулав.

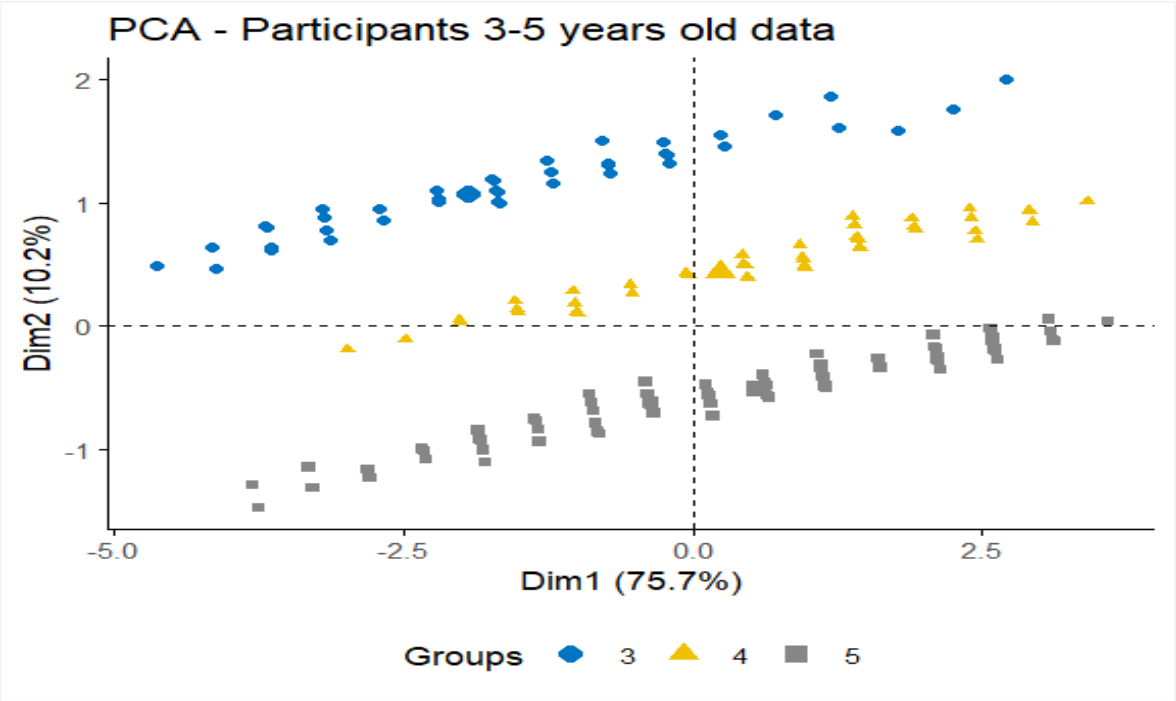
Хүснэгт 4. Оролцогчдын даалгаврын гүйцэтгэлийн хувь шинж байдал

Даалгаварууд (q1 - q5)	ind_value
Даалгавар_4	0.740
Даалгавар_2	0.726
Даалгавар_1	0.714
Даалгавар_5	0.709
Даалгавар_3	0.706

Эндээс 5 даалгаврын гүйцэтгэлийг харахад 4 дүгээр даалгавар илүү хувь шинжтэй гарч байна. Иймд оролцогчид 4 дүгээр даалгаварт илүү сайн оролцоотой ханддаг байна.

Нийт оролцогчдын чадамж, насны ангилалт

Нийт оролцогчдын үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд 3-5 насны ангилалт болон харьцуулсан кластер шинжилгээ хийв.



Зураг 5. нийт оролцогчдын 3-5 насны ангилал

Энд нийт 3-5 насны ангилалт болон харьцуулсан кластер шинжилгээ, үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд өгөгдлийн хэлбэлзэл, координатын төвд хамгийн ойр байх цэгийн утгуудад 4 насны оролцогчид 75.7 хувь харуулж байна. Нийт оролцогчдын даалгаврын гүйцэтгэлийг насны ангилалт хийн Хүснэгт 5-д харуулж байна.

Хүснэгт 5. Нийт оролцогчдын даалгаварын гүйцэтгэл (насаар)

Нас	Дундаж (q1-q5)	Стандарт хайзайлт (q1-q5)
3	2.36	0.95
4	3.38	0.90
5	3.45	1.00
3 - 5	3.21	1.06

Энд нийт 3-5 насны оролцогчдын даалгавар гүйцэтгэлийг харахад дундаж 3.21, стандарт хазайлт 1.06 гарч байна.

Орон нутаг, бүсийн ангилалт

Нийт оролцогчдын даалгаврын гүйцэтгэлийг бүс нутгийн ангилалтаар Хүснэгт 6-д харуулж байна.

Хүснэгт 6. Нийт оролцогчдын даалгаврын гүйцэтгэл (бүсээр)

Бүс	Дундаж (q1 - q5)	Стандарт хазайлт (q1-q5)
Баян-Өлгий	3.21	1.07
Дорнод	2.93	0.99
Хөвсгөл	3.28	1.13
Сүхбаатар дүүрэг	3.07	1.02
Өмнөговь	3.58	0.97

Бүсийн ангилалтаас харахад төвийн бүс- Өмнөговь аймгийн дундаж 3.58, стандарт хазайлт 0.97 гарч байна.

ХАРЬЦУУЛАЛТ

Өгөгдлийн багцад хийсэн кластер шинжилгээгээр HCPC (PCA) оролцогчдын чадамж 83.46 хувь, HCPC (MCA) оролцогчдын хувь шинж чанар 83.5 хувь, HCPC (MFA) оролцогчдын нийтлэг шинж чанар 76.43 хувь гарч байна. Мөн нас болон бүсийн ангилалт хийх оролцогчдын ижил төсөө, хувь шинж чанар, нийтлэг болон онцгой шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг гаргаж байна.

Өгөгдлийн багцад оролцогчдын даалгавар гүйцэтгэлийн чадамжид тооцоолол хийн харахад 5 насны оролцогчдын даалгаврын гүйцэтгэлийн дундаж 3.45, стандарт хазайлт 1.00, 3 насны оролцогчдын дундаж 2.36, стандарт хазайлт 0.95 ангилалттай гарч байна. Өгөгдлийн багцад даалгаврын гүйцэтгэлийн чадамжийг бүсийн ангилалт хийн харахад төвийн бүс Өмнөговь аймгийн дундаж 3.58, стандарт хазайлт 0.97 гарч байна.

Нийт оролцогчдын насны хамааралд даалгавар гүйцэтгэл q2, 3 – 5 нас, r(450) = 0.41, p = 1e-12 гарч байна. Нийт оролцогчид 2 дугаар даалгаврын гүйцэтгэлийг илүү хийдэг нь хамааралтай гарч байна.

Оролцогчдын сургалтын хөтөлбөрийн дагуух чадамжийг харахад 5 насны оролцогчид чадамж өндөр, 3 насны оролцогчдын чадамж ач холбогдолтой гарч байна.

Энд боловсролын мэдээллийн сан, сургалтын системд машин сургалт ашиглах нь сургалтын чанар, оролцогчдын чадамж үнэлэх, нас болон бүсийн ангилалт, харьцуулалт хийн гаргаж байна. Дүгнэн харахад нийт оролцогчдын чадамжийн үнэлгээ, сургалтын хөтөлбөр дэх үнэлгээ, нас, бүсийн ангилалттай, нийтлэг болон хувь шинж чанар, ижил төсөөтэй байдал үнэлгээнүүдийг гарган харж болохоор байна.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаа нь сургуулийн өмнөх боловсролын мэдээллийн сан, сургалтын хөтөлбөр дэх математикийн чадамжийг үнэлэх даалгаварт ажилд тулгуурлан туршилт, судалгааны өгөгдөл цуглуулсан. Зорилго нь цуглуулсан өгөгдлийг ашиглан 3-5 насны оролцогчдын математикийн чадамжийг үнэлэх аргыг хиймэл оюун ухааны (AI), программ хангамжууд (R, Python) дээр машин сургалтын арга, алгоритмуудыг ашиглан өгөгдөлд нас болон бүсийн ангилалт, тооцоолол, ижил төсөө болон харьцуулалт гарган чадамжийг үнэлэн харах байв.

1. Нийт оролцогчдын чадамжийн үнэлгээг нийтлэг болон хувь шинж чанар, нас болон бүсийн ангилалтай харьцуулан гаргаж байна
2. Сургалтын хөтөлбөр дэх даалгаварт ажлуудын үнэлгээг бүсийн ангилалт, оролцогчдын чадамжийн үнэлгээг харьцуулалт хийн гаргаж байна
3. Иймд туршилт судалгааны өгөгдлийн үр дүнг машин сургалтын аргууд ашиглан үнэлэх нь оролцогчдын чадамжийг нас, бүсийн ангилалтай тооцоолол хийн гаргаж байгаа нь багш, сурган хүмүүжүүлэгч болон бодлого зохицуулагч нарт ажлын үнэлгээ, тайлан гаргахад чухал ач холбогдолтой судалгааны ажил болохыг харуулж байна.

Түүнчлэн хиймэл оюун ухаанд суурилсан программ хангамж (R, Python) ашиглах, сургалтын үнэлгээний системд машин сургалт, deep learning ашиглах, үнэлгээг ангилалт болон харьцуулсан дүн шинжилгээ, тооцоолол хийх нь боловсролын системтэй хэрхэн хослуулан ашиглаж болохыг харуулсан судалгааны ажил болж байна.

ТАЛАРХАЛ

Судалгаа хэрхэн хийх талаар зөвлөгөө өгч, хамтран ажилласан Боловсролын үнэлгээний төвийн ахлах мэргэжилтэн З.Мөнхтуулд баярлалаа.

ЗОХИОГЧДЫН ОРОЛЦОО

Онолын үндэс, санаа: Ж.Н., Ц.Г; Арга зүй: Ж.Н., Ц.Г; **Мэдээлэл цуглуулалт:** Ж.Н., М.Н; **Бичилт (эхний хувилбар):** Ж.Н., Ц.Г**; Бичилт (засвар):** Ц.Г., М.Н; **Санхүүжилт:** Ж.Н; **Нөөц:** Ж.Н; **Мэргэжлийн удирдлага:** З.М.

НОМ ЗҮЙ

Constantin, 2. #. (2021. 28). Distributing participation int design: Addressing challenges of a global pandemic. *Int J Child Computer Interact*, p. 100255.

Documentation, R. (2020). *HCPC: Hierarchical Clustering on Principle Components (HCPC).*

Giannakos, M. (. (2022). Learning Technology and Child – Computer Interaction. In Experimental Studies in Learning Technology and Child – Computer Interaction . *Cham: Springer International Publishing*, (pp. 7-14).

Giovanni Troiano. (2019). Is My Game OK Dr. Scratch?: Exploring Programming and Computational Thinking Development via Metrics in Students – Designed Serious Games for STEM. . *The Interaction Design and Children*, DOI:10.1145/3311927.3323152.

Haiyan Bai, X. L. (2022). Machine Learning Method for High Dimensional Education Data. *Journal of Methods and Measurement in the Social Sciences, Vol. 13, No.1, 1-14,.*

Han, J. K. (2011). *Data mining: concepts and techniques. S.-S. t. f. h.-t. d. analysis.* . Retrieved from HCPC - Hierarchical Clustering on Principal Components .

Jing Yang, Z. W. (2022). Interface Design Evaluation of Educational APP for Pre-School Children Based on Analytic Hierarchy Process. DOI: 10.54941/ahfe1001724.

Jing Zhang. (2025). Machine Learning Based Big Data Analytics for Education in Curriculum Reforms,. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences 10(1),*, DOI:10.2478/amns-2025-0135.

John F. Pane. (2002). *A Programming System for Children that is Designed for Usability*.

Lukasz Kidzinski. (2015). A Tutorial on Machine Learning in Educational Science. *The 2nd International Conference on Smart Learning Environments*, (pp. DOI:10.1007/978-981-287-868-7_54).

Ministry of education and science. (2019). *Preschool Curriculum and Recommendations for Implementation.* UB, Mongolia.

N., A. (2020). Child- Computer Interaction in times of a pandemic. *Christopher Frauenberger.* , https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.1002012212-8689.

Román-Gonzálezв. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. . *Computers in Human Behavior 72(2):678–691*, DOI:10.1016/j.chb.2016.08.047.

(n.d.). Retrieved from https://www.eec.mn .

Company, 8. (2021). Retrieved from https://www.eec.mn

Company, G. (2021). Retrieved from https://www.legalinfo.mn

Company, I. (2021). *Unified legal information system*. Retrieved from https://www.legalinfo.mn

Зохиогчдын мэдээлэл

Овог, нэр: Жамъяандорж Нарантуяа
https://orcid.org/0000-0002-9671-0343
Байгууллагын нэр: Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Шинжлэх Уханы Академи
Хаяг: БЗД, 13 дугаар хороо, Энхтайваны Өргөн Чөлөө 54б ШУА-ийн Төв байр, Улаанбаатар хот 13330
Улс: Монгол
e-mail: jnarantuya@mas.ac.mn

Овог, нэр: Цэнд Ганбат
https://orcid.org/0000-0003-0736-052X
Байгууллагын нэр: Отгонтэнгэр Их Сургууль
Хаяг: БЗД, 41 дүгээр хороо, Энхтайваны өргөн чөлөө, Жуковын гудамж, Улаанбаатар хот 13343
Улс: Монгол
e-mail: ganbat@otgontenger.edu.mn

Овог, нэр: Мөнхжаргал Нарантуяа
https://orcid.org/0009-0001-3228-7313
Байгууллагын нэр: Монгол Улсын Их Сургууль
Хаяг: Их сургуулийн гудамж- 1, бага тойруу, СБД, Улаанбаатар хот.
Улс: Монгол
e-mail: narantuya@num.edu.mn