

## Кластер анализ ашиглан суралцагчдыг сурах хандлагаар ангилсан нь

Жанчив Шинэбаяр<sup>1,\*</sup>, Бадарч Жадамба<sup>1</sup>, Очирбат Алтангоо<sup>2</sup>, Рааш Намжилдагва<sup>1</sup>, Төмөрбаатар Ганбаатар<sup>2</sup>, Равдандорж Тогоо<sup>3</sup>, Сүхбаатар Батчулуун<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Монгол улс, Улаанбаатар хот, Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль, Боловсрол судлалын сургууль

<sup>2</sup>Монгол улс, Улаанбаатар хот, Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль, Математик Байгалийн ухааны сургууль

<sup>3</sup>Монгол улс, Улаанбаатар хот, Шинжлэх Ухааны Академи, Физик технологийн хүрээлэн, Онолын ба их энергийн физикийн лаборатори

<sup>4</sup>Монгол улс, Сүхбаатар аймаг, Баруун-Урт сумын ерөнхий боловсролын II сургууль

\*Холбоо барих зохиогч: shinebayar@msue.edu.mn

Хүлээн авсан: 2022.11.20

Засварласан: 2022.11.29

Хэвлэлтэд авсан: 2022.12.02

### Хураангуй

Суралцагчдын мэдлэг, чадварыг үнэлэхэд ихэвчлэн тестийг ашигладаг. Уг өгүүлэлд Сүхбаатар аймгийн II сургуулийн 12-р ангийн суралцагчдын улсын шалгалтын үр дүнгийн өгөгдөлд классик тестийн онол, кластер анализ зэрэг аргыг хэрэглэн анализ хийсэн үр дүнг толилуулж байна. Ангийн суралцагчдын сурах хандлагын хэв маягийг зөвхөн нэг хичээлийн эцсийн дүнгээр хэмжих нь ач холбогдол багатай. Ихэнх судлаачид суралцагчдыг сурах хандлагаар ангилахдаа лайкертын хэмжээс бүхий өгүүлбэрүүд болон асуултуудыг агуулсан судалгааны асуулгаар цуглуулсан өгөгдөлд анализ хийдэг. Харин, бид бүхэн зөвхөн суралцагчдын мэдлэг, чадварыг үнэлэх академик гүйцэтгэлийн үр дүнгээр суралцагчдыг сурах хандлагаар ангилсан нь онцлогтой. Шинжлэх ухааны буюу академик боловсролтой холбоотой сурах хандлагыг олон хичээлийн мэдлэг, чадварын цогц байдлаар авч үзэх нь зүйтэй гэдгийг баталж, кластерчлалын хоёр алхамт аргад тулгуурлан суралцагчдыг сурах хандлагаар 5 бүлэгт ангиллаа.

**Түлхүүр үг:** Классик тестийн онол, кластер анализ, сурах хандлага, үнэлгээ, даалгаврын хариултын онол

### Удиртгал

Ерөнхий боловсролын сургуулийн сурагч, их дээд сургуулийн оюутнуудын мэдлэг, чадварыг үнэлэхдээ тестийг ашигладаг. Олон сонголтод, харгалзуулах,



нөхөх, бичиж хариулах, тоогоор хариулах зэрэг тестийн төрлүүдийг түлхүү хэрэглэж байна. Эдгээрээс дийлэнх хувийг олон сонголтод тест эзэлнэ. Тестийн өгөгдөлд анализ хийх нь багш, боловсрол судлаачдын хувьд чухал судалгааны сэдэв болсоор байна (Himelfarb, 2019, p.151). Боловсрол судлаачид боловсролын болон сэтгэл судлалын судалгааны хэд хэдэн тестийн арга техникуудийг шалгалтын тестийн өгөгдөлд анализ хийхэд хослуулан ашигладаг. Үүнтэй холбоотой боловсрол судлал, сэтгэл судлал болон бусад шинжлэх ухааны олон судалгааны ажлууд, бүтээлүүд сэтгүүлүүдэд хэвлэгдсээр байна. Тестийн өгөгдөлд анализ хийхэд классик тестийн онол, фактор анализ, кластер анализ, даалгаврын хариултын онол, модель анализ гэсэн нэлээд хэдэн аргыг ашигладаг (Ding & Beichner, 2009, p.17). Тэдгээрийг хүснэгт 1-д нэгтгэн үзүүлээ.

Table 1  
Five approaches to analyzing multiple-choice test data

	Objectives	Implement
Classical test theory	Evaluate item or test reliability and discriminatory power	Perform item analysis and test analysis
Factor analysis	Principal component analysis	Solve eigenvalue equations for correlation matrix
	Common factor analysis	Solve eigenvalue equations for adjusted correlation matrix
Cluster analysis	Classify subjects into groups	Calculate Euclidian distances and merge/divide subjects
Item response theory	Estimate item characteristics and subjects' latent abilities	Use logistic functions to formulate data
Model analysis	Represent probabilities of using different models	Calculate density matrix and solve eigenvalue equations

Энэхүү өгүүллийн гол зорилго бол суралцагчдын сурах хандлагыг тестээр үнэлсэн мэдлэг, чадварт суурилан баримжаалан, ангилах билээ. Тийм учраас хүснэгт 1-д дэлгэн харуулсан олон онол, аргуудаас классик тестийн онол, кластер анализ хоёрыг сонгон авсан. Хандлагын үнэлгээний бүрдүүлбэрт мэдлэг-ойлголт, сэтгэл хөдлөл, зан үйл гэсэн 3 зүйл багтдаг (Мягмар нар, 2019, х.6). Тус өгүүлэлд мэдлэг-ойлголттой хамааралтай суралцагчдын сурах хандлагын тухай авч үзлээ.

### Судалгааны арга зүй

Бид 2019 онд Сүхбаатар аймгийн II сургуулийн 9 болон 12-р ангийн суралцагчдын Англи хэл, Математик, Монгол хэлний улсын шалгалтын үр дүнгийн өгөгдлийг ашигласан. 9-р ангийн 44, 12-р ангийн 24 нийт 68 суралцагчийн өгөгдөлд даалгаврын анализ ба тестийн анализыг хийлээ (Хүснэгт 2). 9-р ангийн Монгол хэлний шалгалтын уншаад бөглөх 7 тестийг мэдлэг, бичиж хариулах 9 даалгаврыг чадвар, Англи хэлний сонгох 24 тестийг мэдлэг, хийж гүйцэтгэх 9 даалгаврыг чадвар, Математикийн сонгох 26 тестийг мэдлэг, бодолт хийх 4 даалгаврыг чадвар гэж авч үзсэн. Мөн 12-р ангийн Монгол хэлний шалгалтын уншаад бөглөх 7 тестийг мэдлэг, бичиж хариулах 9 даалгаврыг чадвар, Англи хэлний сонгох 34 тестийг мэдлэг, хийж гүйцэтгэх 11 даалгаврыг чадвар, Математикийн сонгох 28 тестийг мэдлэг, бодолт хийх 4 даалгаврыг чадвар гэж авч үзсэн.

*Классик тестийн онол.* Классик тестийн онол нь орчин үеийн хэмжилтийн онолын үндэслэлийн чухал хэсэг юм (Kline, 2005, p.91). Шалгалтын нийт оноо нь шалгалтын дундаж оноо ба санамсаргүй алдаа гэсэн хоёр бүрэлдэхүүн хэсгийн нийлбэр байдаг. Классик тестийн онол бол тестийн үнэлгээний хувьд хэд хэдэн статистик анализ хийх боломжийг олгодог. Үүнд, даалгаврын анализ (item analysis) ба тестийн анализ хоёр багтана (Doran, 1980, p.93). Эдгээр анализын зорилго нь ямар нэгэн шалгалтын тестийн найдвартай байдал ба дискриминантыг шалгах юм. Тестийн найдвартай байдлын хувьд, тестийг хоёр удаа (өөр өөр цагт) өгөхөд ижил үр дүн өгөх буюу шалгуулагчийн гүйцэтгэл тогтвортой байх, шалгалтын нөхцөл байдал адил байгааг авч үздэг.

Даалгаврын анализ нь дараах 3-н зүйлийг хэмждэг:

- Даалгаврын хүндрэлийн түвшин ( $P$ )
- Дискриминант ( $D$ ),
- Хос түүврийн онооны коэффициент ( $r_{pbi}$ ).

Даалгаврын хүндрэлийн түвшинг зөв хариулсан хариултуудын пропорцоор тодорхойлдог:

$$P = \frac{N_1}{N}$$

Энд,  $N_1$  зөв хариултуудын тоо,  $N$  бол шалгалт өгсөн нийт суралцагчдын тоо. Онолын хувьд, хүндрэлийн түвшин нь 0.5 орчим байна. Мэдээж тухайн даалгавар хэт хүнд эсвэл хэт хялбар байх нь тохиромжгүй. Практикт хүндрэлийн түвшний утга 0.3-аас 0.9 байвал хүлээн зөвшөөрөхүйц байна гэж үздэг (Doran, 1980, p.93). Хэрэв энэхүү хязгаараас дээш эсвэл доош утга гарч ирсэн тохиолдолд тухайн даалгавар хэт хүнд эсвэл хялбар болсон гэсэн үг юм. Тиймээс уг даалгаврыг хялбарчлах эсвэл хүндрүүлэх шаардлагатай. Дискриминант нь өндөр оноо авсан суралцагчид ба бага оноо авсан суралцагчдын ялгааны хүчийг хэмждэг. Өөрөөр хэлбэл, ямар нэгэн даалгаврын дээд квантил ба дээд квантилд байрлах суралцагчдын зөв хариултуудын эзлэх хувийн зөрүү (Oosterhof, 2001, p.176).

$$D = \frac{(N_H - N_L)}{N/4}$$

Энд,  $N_H$  ба  $N_L$  нь дээд ба доод квартил дахь зөв хариултуудын тоонууд,  $N$  нь нийт суралцагчдын тоо. Квартилыг дотоод шалгуур “Суралцагчдын авсан оноонууд” эсвэл гадаад шалгуур (суралцагчдын дундаж оноо) аль, алинаар нь тодорхойлж болно. Хэрэв дээд квартил дахь зөв хариултуудын тоо ( $N_H$ ) нь доод квартил дахь буруу хариултуудын тоо ( $N_L$ )-оос их байвал дискриминант өндөр гарна. Ерөнхийдөө дискриминантын  $D \geq 3$  байвал стандартад нийцтэй гэж үзнэ (Dogan, 1980, р. 98). Энэ утгаас өндөр байх тусмаа сайн. Хэрэв уг утгаас бага байвал тухайн даалгаврыг сайн судалж, асуултынхаа өгүүлбэрийг тодорхой, ойлгомжтой болгох хэрэгтэй. Дискриминант нь бага байх тусам суралцагчдын гүйцэтгэлд сөргөөр нөлөөлнө. Өөр нэг боломжит нөхцөл байдал бол дискриминант бага байгаа даалгаврын хүндрэлийн түвшин (маш бага) эсвэл (маш өндөр)-ийн аль нэг нь байх болно. Дээд квартил (сайн оноо авсан) ба доод квартил (муу оноо авсан) дахь суралцагчдын гүйцэтгэлийн ялгаа бага бол дискриминант бага байна.

Хос түүврийн онооны коэффициент (point biserial coefficient) нь дан ганц даалгаврын найдвартай байдлын хэмжээ бөгөөд үүнийг тухайн даалгаврын оноо ба тестийн нийт онооны хоорондох корреляциар тодорхойлдог (Ghiselli et al, 1981, р.24):

$$r_{pbi} = \frac{X_1 - X_0}{\sigma_x} \sqrt{P(1 - P)}.$$

Энд,  $X_1$  нь ямар нэгэн даалгаварт зөв хариулсан суралцагчдын шалгалтын нийт онооны дундаж,  $X_0$  нь тухайн даалгаварт буруу хариулсан суралцагчдын шалгалтын нийт онооны дундаж,  $\sigma_x$  нь нийт онооны стандарт хазайлт, ба  $P$  нь уг даалгаврын хүндрэлийн түвшин. Ямар нэгэн даалгаврын найдвартай байдал нь тухайн тестийн бусад даалгавруудад нийцсэн байх хэрэгтэй. Үүнийг тус даалгаврын оноо ба нийт онооны хоорондох өндөр корреляциар ажигладаг. Хос түүврийн онооны коэффициент нь  $r_{pbi} \geq 0.2$  байвал нийцтэй гэж үздэг (Kline, 1986, р.143). Мөн адил, өндөр утгатай байвал илүү сайн. Хэрэв тухайн даалгаврын коэффициент бага байгаа нь ажиглагдвал, уг даалгавар бусад даалгавруудтай төстэй агуулгатай биш байгааг илтгэнэ. Тиймээс тухайн даалгаврыг бусад даалгавруудтай харьцуулан сайжруулалт хийх нь чухал.

*Тестийн анализ:* Тестийн анализыг гурван хэмжигдэхүүнээр тодорхойлж болно. Кудер-Ричардсоны найдвартай байдлын индекс ( $r_{test}$ ), Фергусоны дельта ( $\delta$ ) ба Кронба альфа ( $\alpha$ ). Эдгээр хэмжигдэхүүнүүд даалгаврууд тус тусад нь үнэлэхээс илүүтэй тестийг бүхэлд нь үнэлдэг. Кудер-Ричардсоны найдвартай байдлын индекс нь ямар нэгэн тестийн дотоод зохицлыг хэмждэг. Өөрөөр хэлбэл, ямар нэгэн тестийн даалгавруудыг ижил агуулгын хүрээнд боловсруулсан эсэхийг үнэлнэ. Даалгавруудын хоорондох корреляци нь өндөр байвал Кудер-Ричардсоны найдвартай байдлын индекс их байна. Энэ нь тухайн тест бүхэлдээ өндөр найдвартай байгааг илтгэнэ. Олон сонголтод тестийн хувьд даалгаврын буруу эсвэл зөв хариултын тоогоор найдвартай байдлын индексийг тооцоолдог:

$$r_{test} = \frac{K}{K - 1} \left( 1 - \frac{\sum P_i(1 - P_i)}{\sigma_x^2} \right).$$

Энэ томъёог Кудер-Ричардсоны алдарт өгүүлэл дэх тэгшитгэлийн дугаар KR-20-оор нэрлэж, тэмдэглэдэг (Kuder & Richardson, 1937, p.151). Энд,  $K$  нь тухайн тестийн даалгавруудын тоо,  $P_i$  нь  $i$ -р даалгаврын хүндрэлийн түвшин, ба  $\sigma_x$  нь нийт онооны стандарт хазайлт.  $r_{test}$ -ийн утга 0.8-аас их байвал уг тестийн даалгаврууд найдвартай гэж үзнэ. Хэрвээ тестийн найдвартай байдал нь бага байвал, нэгдүгээрт бага дискриминант ба бага хос түүврийн онооны коэффициенттой даалгавруудыг авч үзэх хэрэгтэй. Учир нь, эдгээр даалгаврууд нь шалгалтын тестийн найдвартай байдалд сөрөг нөлөө үзүүлнэ. Фергусоны делта ( $\delta$ ) тестийг бүхлээр нь авч үзэж, дискриминантын зэргийг хэмждэг. Тодруулбал, уг хэмжигдэхүүн суралцагчдын нийт оноо нь боломжит мужид хэрхэн өргөн тархсаныг судалдаг. Ерөнхийдөө, онооны түгэлт илүү өргөн тархсан бол тухайн тест сайн буюу ялгаатай түвшнүүдтэй суралцагчдыг сайн ялгаж чадна. Фергусоны делтаг дараах томъёогоор тооцоолно (Kline, 1986, p. 143):

$$\delta = \frac{N^2 - \sum f_i^2}{N^2 - N^2/(K + 1)}$$

Энд,  $N$  тухайн тестийг өгсөн суралцагчдын нийт тоо,  $K$  тестийн даалгаврын тоо, ба  $f_i$  нийт  $i$ -оноо авсан суралцагчдын тоо. Ерөнхийдөө, хэрэв Фергусоны делта 0.90-ээс их байвал суралцагчдын ялгааг сайн тодорхойлж байна гэж үздэг (Kline, 1986, p. 143). Тест болон судалгаа асуулгын найдвартай байдлыг шалгадаг дэлгэрсэн аргуудын нэг нь Кронба альфа юм.

$$\alpha = \frac{N^2 \overline{cov}}{\sum s_i^2 + \sum cov_i}$$

Энд,  $N$  даалгавруудын тоо,  $s_i^2$  тухайн даалгаврын дисперси,  $cov_i$  авч үзэж буй даалгавар ба бусад даалгавруудын хоорондох коварианс. Ковариансын нийлбэрийг олохдоо матриц байгуулаад диагоналиас доор байрлах элементүүдийг нэмнэ. Альфа утга 0.5-аас их байвал тохиромжтой гэж авч үздэг (Field, 2009, p.58).

*Кластер анализ:* 1971 онд Кормак, 1999 онд Гордон нар “кластер гэдэг нь дотоод уялдаа холбоо (нэгэн төрөл), гадаад онцгойрол (хуваагдал)” гэж нэр томъёоных нь хувьд тодорхойлжээ (Cormack, 1971, p.321; Gordon, 1999, p.249). Ангиллын тоон арга бол кластер анализ юм. Кластер анализыг аливаа зүйлийг өвөрмөц шинж чанаруудаар нь ялгаатай бүлгүүд рүү ангилан ялгахад ашигладаг (Everitt et al, 2011, p.8). Кластер анализ нь Физик, Биологи, Ургамал судлал, Анагаах ухаан, Сэтгэл судлал, Газар зүй, Маркетинг, Дүрс боловсруулалт, Археологи гэх мэт шинжлэх ухааны салбаруудын ерөнхий асуудал руу чиглэх хандлагатай. Кластерчлалын олон арга, алгоритмууд байх бөгөөд тэдгээрээс SPSS программын хоёр алхамт кластерчлалын аргыг ашигласан. Уг арга нь үргэлжилсэн болон категорилсан хувьсагчуудыг агуулсан нөхцөлд, хөршүүдийн хоорондох зайг хэмжих загварт суурилдаг. Ихэнх кластерчлалын аргууд маш их хэмжээний түүвэр өгөгдөлд тохиромжтой байдаг бол энэхүү арга бага хэмжээний түүвэр өгөгдөлд хэрэглэж болдгоороо давуу талтай.

## Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Даалгавар болон тестийн анализын үр дүн

Судалгааны үр дүнд Англи хэл, Математикийн 9, 12-р ангийн улсын шалгалтын тестүүд бүхэлдээ найдвартай байдлын индексээрээ тохиромжит утгаас их буюу суралцагчдын мэдлэг, чадварыг үнэлэхэд тохиромжтой байна (Хүснэгт 2).

Table 2  
Difficulty level, reliability

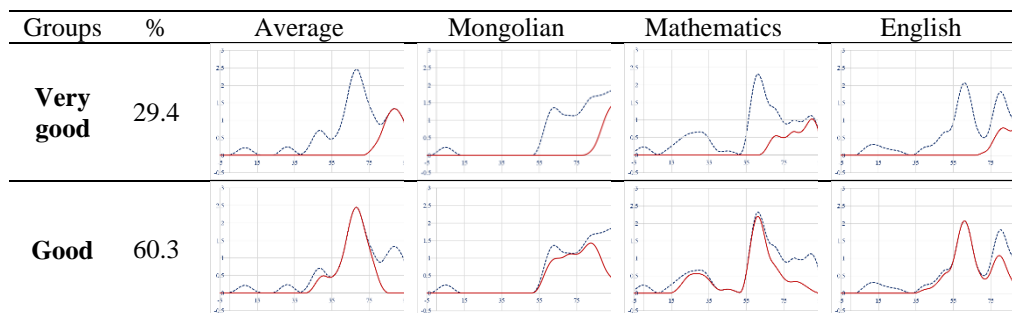
Test statistics	Desired values	English		Mathematics	
		9th grade	12th grade	9th grade	12th grade
		Calculated values		Calculated values	
Difficulty level index	[0.30, 0.90]	0.76*	0.77*	0.68*	0.83*
Discrimination index	$\geq 0.30$	0.53*	0.55*	0.56*	0.41*
The point biserial coefficient	$\geq 0.20$	0.52*	0.53*	0.53*	0.45*
Kuder-Richardson reliability index (KR-20)	$\geq 0.70$	0.97	0.94	0.89	0.82
Reliability index (Cronbach's $\alpha$ )	$\geq 0.5$	0.88	0.93	0.89	0.81
Ferguson's delta	$\geq 0.90$	1.02	0.99	1.01	1.01

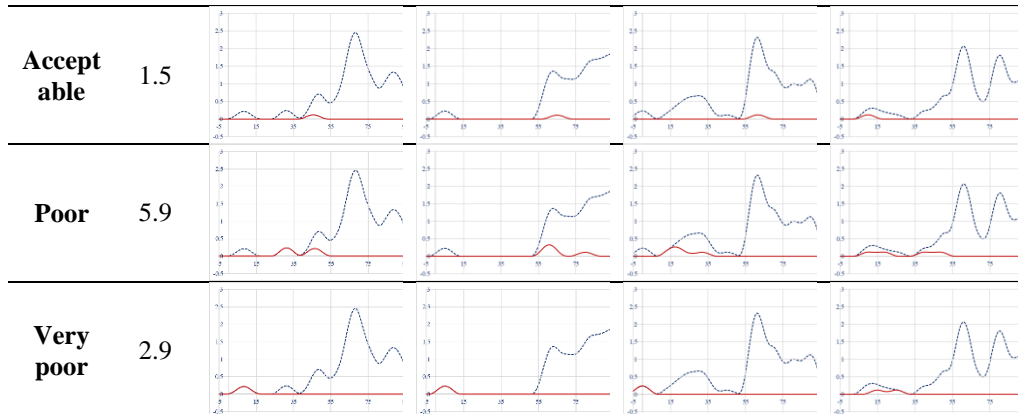
\*The indicated by average values

Кластер анализын үр дүн

Хамгийн эхэнд хичээл тус бүрээр буюу монгол хэл, математик, англи хэлний хичээлийн шалгалтын тестийн хувиар суралцагчдын сурах хандлагыг баримжаалсан. Харин дараа нь эдгээр хичээлүүдийн шалгалтын дундаж хувийг тооцоолоод мөн суралцагчдын сурах хандлагыг 5 бүлэг рүү ангилсан. Хоёр алхамт кластерчлалын алгоритмаар ангилсан үр дүнгүүдийг нэгтгэн хүснэгт 3-г дэлгэн харууллаа.

Table 3  
Cluster analysis results





Note: The results of cluster analysis based on general academic achievements students have positive attitudes towards learning. The blue curve is indicated by 5 groups distributions, and the red curve represents a group's distribution.

Хүснэгт 3-д монгол хэл, математик, англи хэлний тестүүдийн оноо, мөн энэхүү 3 хичээлийн дундаж оноогоор суралцагчдын сурах хандлага төлөвлөсөн эсэхээр маш сайн, сайн, дунд, муу, маш муу гэсэн 5 бүлэгт кластер анализын арга ашиглан ангилсан байдлыг харууллаа. Бүлэг бүрийн эзлэх хувь болон графикийг тус тус үзүүлсэн. Хичээлийн дундаж хувиар суралцагчдыг ангилахад маш сайн 29.4 %, сайн 60.3 %, дунд 1.5%, муу 5.9 %, маш муу 2.9% тус тус эзэлж байна. Хичээл тус бүрээр тархалтын хэлбэрийг анзаарч харвал бүлгүүд тодорхой ялгаран харагдахгүй байгаа бол дундаж хуваарь 5 бүлэг маш тодорхой ялгаран харагдаж байна. Хоёр алхамт кластер анализыг SPSS программ дээр гүйцэтгэхэд тухайн кластерчлал хэр ач холбогдолтойг илэрхийлэх коэффициентын утгыг тооцоолж өгдөг. Хичээлүүд болон дундаж хуваарь гүйцэтгэсэн кластерчлалын чухал ач холбогдлыг хүснэгт 4-д үзүүлээ. Мэдээж ач холбогдол 1-д ойр тусмаа бүлгүүдийг сайн ялгасныг илэрхийлнэ.

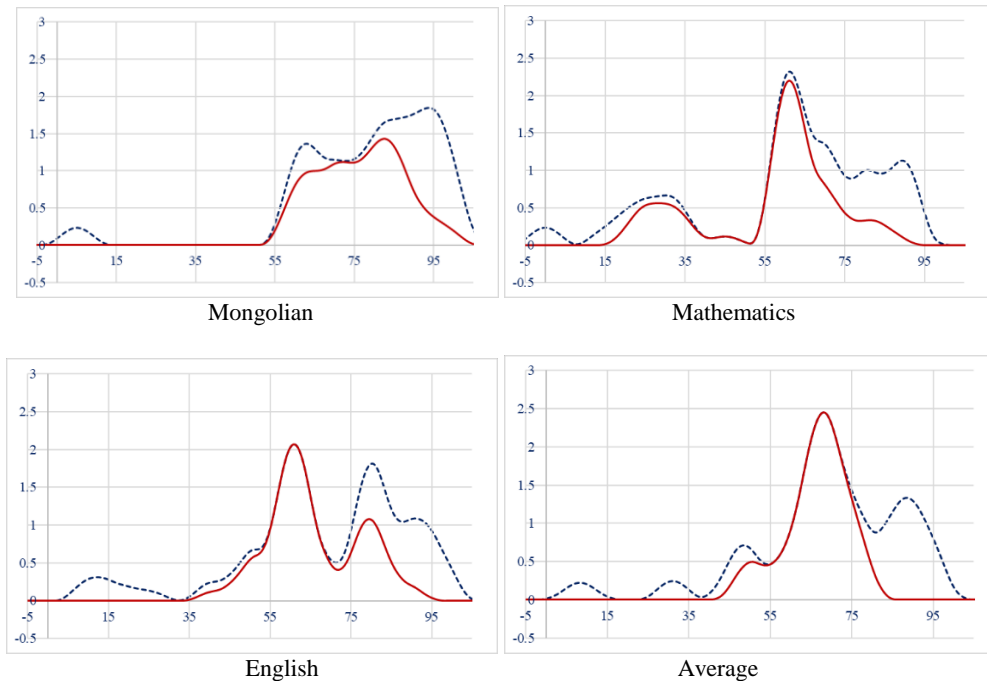
Table 4  
Input (predictor) importance of two steps cluster component

	Mongolian	Mathematics	English	Average
Input (predictor) importance	0.71	0.68	0.49	1.00

Ойлгомжтой болгохын тулд сурах хандлага сайн төлөвшсөн суралцагчдын графикийг нэг, нэгээр нь авч үзье. Монгол хэл, Англи хэл, Математикийн шалгалтын оноогоор кластер анализ хийж байгуулсан графикуудыг зураг 1-ийн зүүн дээд, баруун дээд, зүүн доод талд байрлуулсан. Энэхүү 3 графикийг ажиглавал, хичээл тус бүрээр кластер анализ хийж, суралцагчдын сурах хандлагыг ангилах нь тодорхой бус буюу сайн ялгаж чадахгүй байгаа нь харагдаж байна. Суралцагчдыг сурах хандлагаар ангилахдаа нэлээд хэдэн хичээлийн нийлбэр, цогц байдлаар авч үзэх нь зүйтэй гэдэг нь зураг 1-ийн баруун доод хэсэгт байрлах

графикаас тодорхой харагдаж байна. Учир нь бид бүхний маш сайн, сайн, дунд, муу, маш муу гэсэн 5 бүлэг тодорхой ялгарсан.

Figure 1  
The distributions of students having a good level of general academic achievements

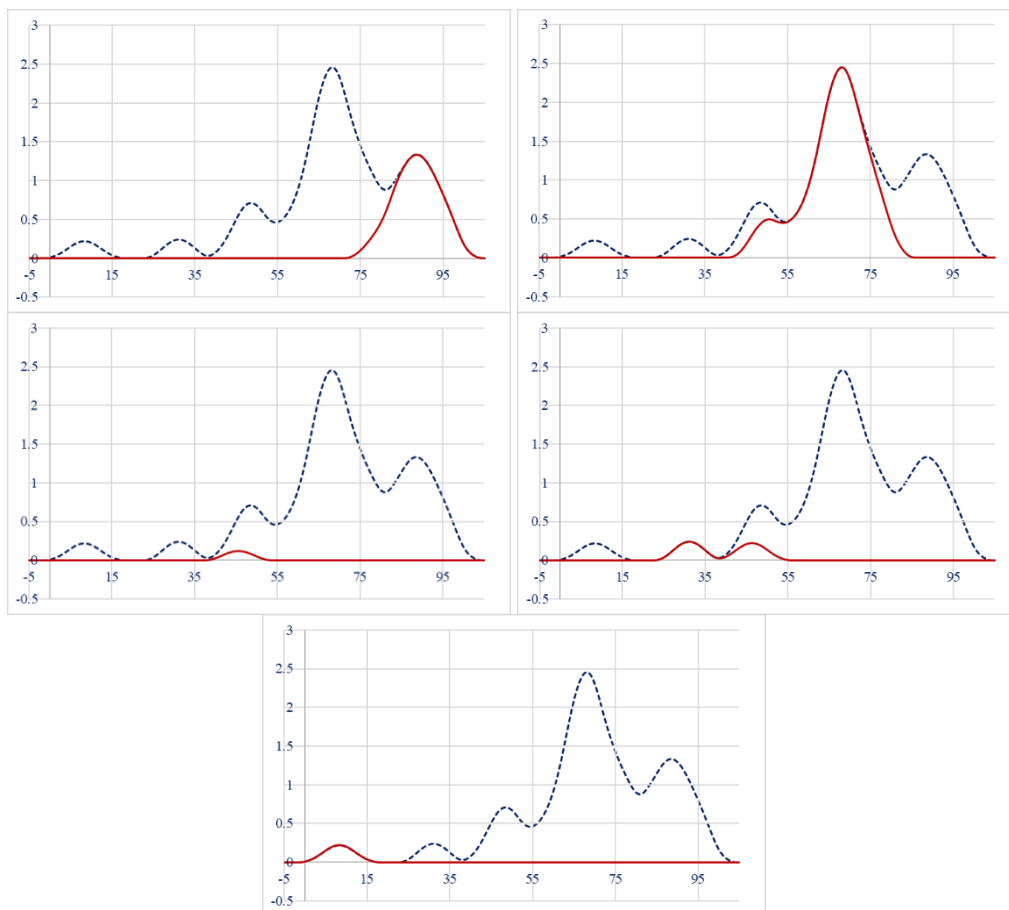


*Note: The distributions of students having a good level of general academic achievements have positive attitudes towards learning. It was shown separately in Mongolian, Mathematics, English and their average. The blue curve is indicated by 5 group distributions, and the red curve represents the distribution for students having a good level of general academic achievements have positive attitudes towards learning. The horizontal axis represents the average values of students' knowledge and skills.*

Монгол хэл, англи хэл, математикийн шалгалтын оноонуудын дундаж хувийг суралцагч тус бүрд олоод кластер анализ хийж үзлээ. Гарсан үр дүнгүүдийг маш сайн, сайн, дунд, муу, маш муу гэсэн 5 бүлэг бүрээр тархалтын графикаар илэрхийлснийг зураг 2-д үзүүлээ. Судалгаанд оролцсон нийт 68 суралцагчдын 89.7% нь сурах хандлага сайн, 1.5 % нь дунд, 8.8 % нь муу төлөвшсөн гэж гарсан. Улсын шалгалтын тестүүдийн үр дүнд анализ хийсэн учир суралцагч бүр шалгалтдаа сайн бэлдсэн нь эерэг үзүүлэлтийн эзлэх хувийг нэмэх шалтгаан болсон гэж үзлээ.

Figure 2  
The distributions of students having general academic achievements





*Note: The distributions of students having general academic achievements have attitudes towards learning. Their attitudes towards learning was shown separately in 5 groups: very good, good, acceptable, poor and very poor. The blue curve is indicated by 5 group distributions, and the red curve represents the distribution for the group students. The horizontal axis represents the average values of students' knowledge and skills.*

Кластер анализаар суралцагчдын сурах хандлагыг ангилсан тархалтын арифметик дунжийг авч үзэхэд дараах тоон утгууд гарсан. Хүснэгт 5-ын англи хэлний хичээлийн хувьд сурах хандлага дунд төлөвшсөн суралцагчдын мэдлэг, чадварыг үнэлсэн дундаж утга 10, харин муу, маш муу төлөвшсөн суралцагчдын дундаж утгаас доогуур гарч байгаа нь сонирхол татсан. Хүснэгт 1-д үзүүлсэн англи хэлний хичээлийн графикуудаас мөн тодорхой харагдаж байна. Математикийн хичээлийн хувьд сурах хандлага сайн төлөвшсөн суралцагчийн мэдлэг, чадварын дундаж утга дундынхаас бага байна. Тэгэхээр нэг хичээл дээр тааруухан дүн авсан суралцагч, сурах хандлага сайн төлөвшсөн байх магадлалтай. Эсрэгээрээ нэг хичээл дээр сайн дүн авсан суралцагчийн сурах хандлага тааруу байх магадлалтай. Суралцагчдын сурах хандлагыг үнэлэх эсвэл баримжаалахдаа хичээл тус бүрээр бус олон хичээлийн уялдаа холбоог авч үзэж, цогц байдлаар гүйцэтгэх нь зүйтэй.

Table 5

The grades average values of students and percent of groups

Groups	%	Average	Mongolian	Mathematics	English
<b>Very good</b>	29.4	88.46	94.50	82.67	88.20
<b>Good</b>	60.3	66.44	76.50	57.07	64.74
<b>Acceptable</b>	1.5	45.56	65.00	61.67	10.00
<b>Poor</b>	5.9	38.68	65.62	21.25	29.17
<b>Very poor</b>	2.9	8.33	5.00	0.00	20.00

*Note:* The grades average values of students are categorized into five groups according to their learning attitudes based on the two-step clustering components.

### Дүгнэлт

Тестийн анализ хийхэд классик тестийн онол, даалгаврын хариултын анализ, модель анализ, фактор болон кластер анализ чухал үүрэгтэй. Бид бүхэн уг өгүүлэлд мэдлэг-ойлголт, чадвартай холбоотойгоор суралцагчдын сурах хандлагыг үнэлэх, ангилахад дараах дүгнэлтэд хүрлээ.

- Суралцагчдын сурах хандлагыг ямар нэгэн хичээлийн үнэлгээний үр дүнгээр үнэлэх нь учир дутагдалтай буюу сурах хандлагыг нарийн тодорхой илрүүлэхгүй.
- Суралцагчдын сурах хандлагыг олон хичээлийн мэдлэг, чадварын цогц байдлаар авч үзэж, дундаж үнэлгээгээр илрүүлэх нь зүйтэй.
- Монгол хэл, математик ба англи хэлний хичээлүүдийн мэдлэг, чадварын дундаж үнэлгээнд кластер анализыг ашиглан суралцагчдыг сурах хандлагаар 5 бүлэгт бүлэглэж, ангиллаа.

### Талархал

Шинжлэх ухааны суурь судалгааны ШуСс 2019/20 төслийн хүрээнд гүйцэтгэв. Мөн Сүхбаатар аймгийн ерөнхий боловсролын 2-р сургуулийг 2019 онд төгссөн 9, 12-р ангийн сурагчдын хамрагдсан улсын шалгалтын хүрээнд судалгааны өгөгдлийг цуглуулсан тус сургуулийн сургалтын ахлах менежер Д.Алдарт туйлын их талархаж байна. Мөн уг судалгааг гүйцэтгэхэд хувь нэмэр оруулсан 2-р сургуулийн хамт олон болон шинжлэх ухаан технологийн сангийн суурь судалгааны төслийн багийн гишүүдэд талархал илэрхийлье.

### Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

- Cormack, R. M. (1971). A review of classification. *Journal of the Royal Statistical A*, 134, 321-367. doi: <https://doi.org/10.2307/2344237>
- Ding, L., & Beichner, R. (2009). Approaches to data analysis of multiple-choice questions. *Physical review physics education research*, 1-17. doi: <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020103>
- Doran, R. (1980). *Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction*. Washington, DC: NSTA.

- Everitt, B., Leese, L., Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis (Wiley Series in Probability and Statistics) (5th Edition)*. London: Wiley. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470977811>
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using spss, third edition*. Duba: Oriental Press.
- Ghiselli, E., Campbell, J., & Zedeck, S. (1981). *Measurement Theory for*. San Francisco: Freeman.
- Gordon, A. D. (1999). *Classification, 2nd Edition*. Florida: Boca Raton. doi: <https://doi.org/10.1201/9781584888536>
- Himelfarb, I. (2019). A primer on standardized testing: History, measurement, classical test theory, item response theory, and equating. *The Journal of Chiropractic Education*, 33, 151-163. doi: <https://doi.org/10.7899/JCE-18-22>
- Kline, P. (1986). *A Handbook of Test Construction: Introduction to Psychometric Design*. London: Methuen.
- Kline, T. (2005). *Psychological testing: A practical Approach to Design and Evaluation*. Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc. doi: <https://doi.org/10.4135/9781483385693>
- Kuder, G., & Richardson, M. (1937). The theory of the estimation of test. *Psychometrika* 2, 151. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02288391>
- Мягмар, О., Тамир, Х., Бурмаа, Ц. (2019). Багш мэргэжилд хандах хандлагын онол арга зүйн асуудал. *Багш мэргэжлээр суралцагчдын хандлагын үнэлгээ, Эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл, 6-17*
- Oosterhof, A. (2001). *Classroom Applications of Educational Measurement, 3rd ed*. Upper Saddle River: Merrill.

## **Categorizing students into groups according to their learning attitudes based on cluster analysis**

Janchiv Shinebayar<sup>1\*</sup>, Badarch Jadamba<sup>1</sup>, Ochirbat Altangoo<sup>2</sup>, Raash Namjildagva <sup>1</sup>, Tumurbaatar Ganbaatar<sup>2</sup>, Ravdandorj Togoo<sup>3</sup>, Sukhbaatar Batchuluun<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*School of Educational Studies, Mongolian National University of Education, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>2</sup>*School of Mathematics and Natural Sciences, Mongolian National University of Education, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>3</sup>*Laboratory of Theory and High Energy Physics, Institute of Physics and Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>4</sup>*Secondary School of Baruun-Urt soum, School No. 2, Sukhbaatar, Mongolia*

\* Corresponding author: [shinebayar@msue.edu.mn](mailto:shinebayar@msue.edu.mn)

Received: 22/11/2022

Revised: 29/11/2022

Accepted: 02/12/2022

**Abstract**

Tests are frequently used in any field of science education to assess students' knowledge and skills. In this paper, we briefly introduce the results of the analysis on the test data of twelve grade students in Mongolia. These analyses are based on two approaches- classical test theories and cluster analysis. It is less important to measure learners' attitudes through only one subject. We believe that students' attitudes towards learning academic subjects and acquiring scientific education can be defined through their achievement data on their knowledge and skills on multiple subjects. According to learning attitudes, most researchers analyze the data using a survey that includes "Likert" scale statements and questions. In this paper, we have categorized students' learning attitudes based on their results of academic performances that assess only students' knowledge and skills. Students are categorized into five groups according to their learning attitudes based on the two-step clustering components.

**Keywords:** Classical test theory, cluster analysis, attitude to learning, evaluation, item response theory