



Зээлийн онооны системийг машин сургалтын аргаар сайжруулах нь

(Монголбанкны эрдэм шинжилгээний бүтээлийн уралдаанд зориулав)

*Итгэгч: Ц.Заяабат /Мандах Их Сургуулийн СМ-4 /
Б.Маралмаа /Мандах Их Сургуулийн СМ-4 /*



Агуулга

- *Судалгааны ажлын зорилго, зорилт*
- *Судалгааны үндэслэл*
- *Хууль эрх зүйн зохицуулалт*
- *Судалгааны өгөгдөл*
- *Судалгааны үр дүн*

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Судалгааны ажлын зорилго

Зээлийн онооны системийг машин сургалтын аргаар сайжруулах замаар зээлдэгчийн зээлийн чадварыг үнэлэх, зээлийн эрсдэлийг бууруулах, санхүүгийн байгууллагын шийдвэр гаргах процессыг илүү нарийвчлалтай, үр дүнтэй болгоход оршино. Үүнд машин сургалтын холимог аргууд (ensemble methods) ашиглан өгөгдлийн зүй тогтлыг илрүүлж, зээлийн эрсдэлийг урьдчилан таамаглах загварыг боловсруулах зорилготой юм.

Судалгааны ажлын зорилт

- ❑ Монгол Улсын зээлийн онооны системийн өнөөгийн байдал
- ❑ Машин сургалтын үндсэн аргууд болон холимог загваруудыг судлах
- ❑ Зээлийн эрсдэлийг урьдчилан таамаглах машин сургалтын загвар боловсруулах
- ❑ Загварын үр дүнг үнэлэх

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Судалгааны үндэслэл:

Монголбанкны 2020 онд баталсан “Зээлийн хүүг бууруулах стратеги”-д зээлийн хүү өндөр байгаагийн гол шалтгаануудын нэг нь зээлийн эрсдэлийг оновчтой үнэлэхгүй байдал, мэдээллийн хүртээмж, чанар хангалтгүй байгаатай холбоотой гэж дүгнэсэн байдаг. Зээлийн хүү нь үндсэндээ дараах бүрэлдэхүүн хэсгүүдээс бүрддэг:

- Хөрөнгийн өртөг (17.5%),
- Үйл ажиллагааны зардал (42%),
- Эрсдэлийн зардал (32.6%),
- Цэвэр ашиг (7.9%)

Үүнээс харахад зээлийн хүүгийн 30 гаруй хувийг бүрдүүлдэг эрсдэлийн зардал нь буруу үнэлэлт, дутуу мэдээлэл, зээлдэгчийн санхүүгийн төлөв байдлыг хангалттай шинжлээгүйтэй шууд холбоотой байна.

Эх сурвалж: https://www.mongolbank.mn/documents/strategy/interest_strategy.pdf

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Судалгааны үндэслэл:

Олон улсад зээлийн онооны үнэлгээнд FICO загвар өргөн хэрэглэгддэг бөгөөд АНУ-д үйл ажиллагаа явуулдаг Experian, Equifax, TransUnion зэрэг агентлагууд тухайн хүний зээлийн тайланг цуглуулж, зээлийн эрсдэлийг тооцдог. 2024 оноос Монголд FICO онооны системийг нутагшуулж эхэлсэн бөгөөд энэ нь хэрэглэгчийн санхүүгийн түүхийг 5 бүлэг үзүүлэлт дээр үндэслэн 300-850 онооны хооронд үнэлдэг. Гэсэн хэдий ч уламжлалт зээлийн онооны системүүд нь тодорхой хязгаарлалтуудтай бөгөөд бүх төрлийн хэрэглэгчийн санхүүгийн эрсдэлийг үнэн зөв үнэлж чаддаггүй сул талтай. Энэхүү асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд машин сургалтын аргууд зээлийн эрсдэлийн үнэлгээнд өргөн нэвтэрч байна. Машин сургалтын алгоритмууд нь уламжлалт загваруудаас илүү их хэмжээний дата боловсруулах, олон хүчин зүйлийг нэгтгэх, илүү нарийвчлалтай таамаглал дэвшүүлэх давуу талтай.

Эх сурвалж: <https://www.mongolbank.mn/>

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Зээл:

Санхүүгийн байгууллага, хувь хүнээс өөрийн хувийн хэрэгцээ болон бизнесийн үйл ажиллагаанд шаардлагатай санхүүжилтийг тодорхой хугацаатай, хүүтэй, эргүүлж төлөх нөхцөлтэй авахыг зээл гэнэ. Зээл бол арилжааны банкны орлого олдог үндсэн үйлчилгээ юм.



Зураг 1. 1 Зээлийн ангилал

Эх сурвалж: МонголБанк, 2020

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

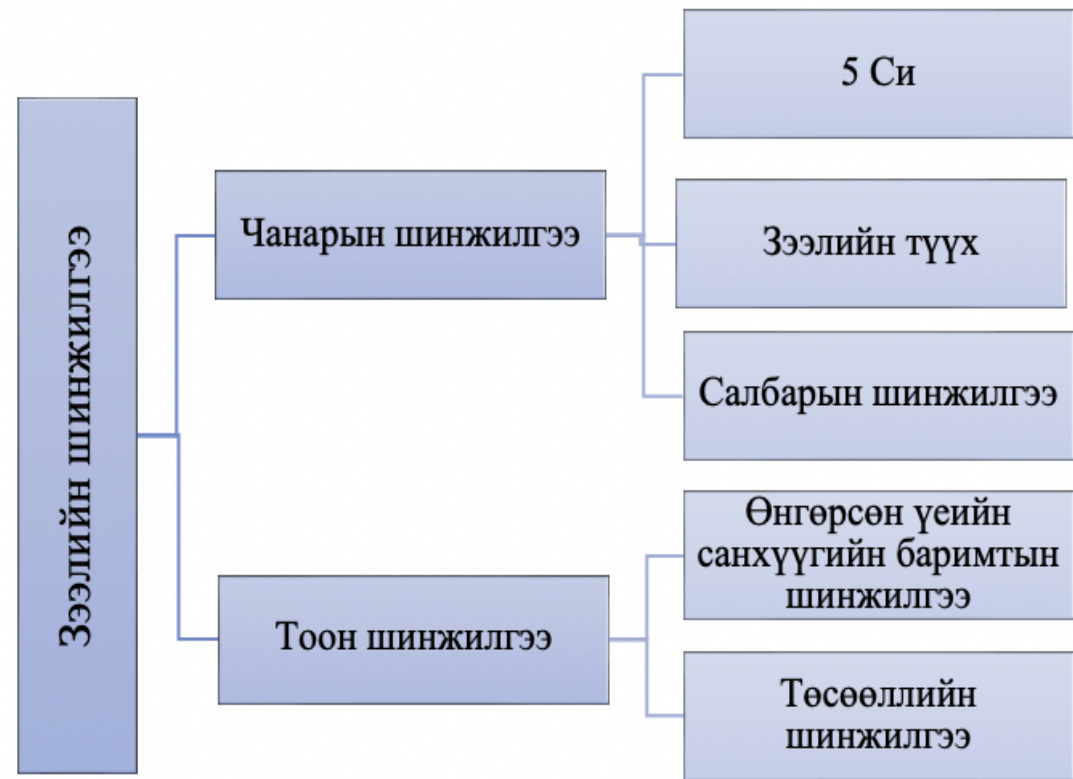
Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Зураг 1. 2 Зээл авахад анхаарах хүчин зүйл



Зураг 1. 3 Зээлийн шинжилгээний чиглэл

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Хувь хүний мэдээлэл хамгаалах тухай хууль:

Энэ хуулийн зорилт нь хүний хувийн мэдээллийг цуглуулах, боловсруулах, ашиглах, аюулгүй байдлыг хангахтай холбогдсон харилцааг зохицуулахад оршино.

Кибер аюулгүй байдлын тухай хууль:

Кибер аюулгүй байдлыг хангах үйл ажиллагааны тогтолцоо, зарчим, эрх зүйн үндсийг тогтоох, кибер орон зай, кибер орчин дахь мэдээллийн бүрэн бүтэн, нууцлагдсан, хүртээмжтэй байдлыг хангахтай холбогдсон харилцааг зохицуулахад оршино.

Хууль эрх зүйн зохицуулалт



Зээлийн мэдээллийн тухай хууль:

Энэхүү хуулийн зорилго нь Монгол Улс дахь зээлийн мэдээллийн системийг бүрдүүлж, зээлийн мэдээллийг боловсруулах, хадгалах, хамгаалах, ашиглах, хэрэглэгчид зээлийн үйлчилгээ үзүүлэх зэрэг үйл ажиллагааг зохицуулахад оршиж байна. Энэ хууль нь зээлийн мэдээллийн үйл ажиллагаа эрхлэх этгээдүүдэд тусгай зөвшөөрөл олгох, хяналт тавих зэрэг асуудлыг мөн зохицуулдаг.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

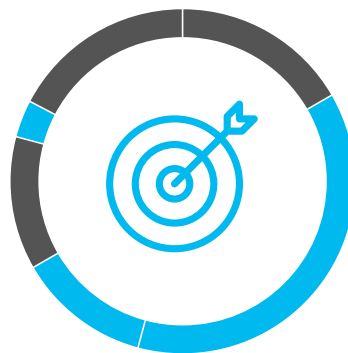
Судалгааны
үр дүн



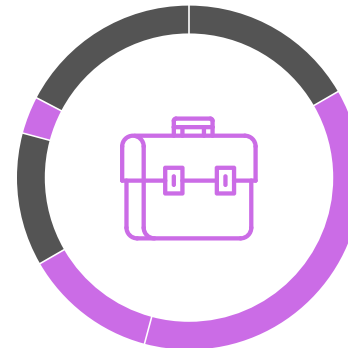
Хиймэл оюун ухаан (ХОУ) болон их өгөгдөл нь хэрэглэгчийн нууцлал, мэдээллийн аюулгүй байдалд шинэ эрсдэл үүсгэж, хэрэглэгчийн эрхийг хамгаалах уламжлалт хуулиудад сорилт болж байна. Алгоритмын хазайлт, хар хайрцагны шийдвэр, хуучирсан өгөгдөл зэрэг асуудлууд хэрэглэгчийн эрхийн хамгаалалд хүндрэл учруулж байна. Хөгжиж буй орнуудын хувьд кибер аюулгүй байдал, хууль эрх зүйн тогтолцоо, технологийн чадавхи сул, өгөгдлийн хүртээмж муу байна.



Үндэсний ХОУ, их өгөгдлийн стратегийг олон талт оролцогчдын зөвлөлдөх үйл явцаар хэрэгжүүлэх



Өгөгдөлд хандах, хамгаалах, хуваалцах, нээлттэй өгөгдлийг ашиглах бодлогыг тодорхойлох



Төр-хувийн хэвшлийн хамтын ажиллагааг идэвхжүүлэх хэрэгтэй

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Судалгааны өгөгдөл цуглуулалт



Монгол Улсад үйл ажиллагаа явуулж буй “Д” банк бус санхүүгийн байгууллагаас олгосон зээлийн мэдээллийг ашигласан болно.

Судалгааны хүрээнд зээлдэгчийн хувь хүний эмзэг мэдээллийг анонимжуулсан ба хувь хүний эмзэг мэдээлэл (нэр, регистрийн дугаар, хаяг, холбоо барих мэдээлэл) хасагдсан.

Судалгаанд шаардлагатай өгөгдлийг “Д” ББСБ-тай хамтран, зохих зөвшөөрөл авсны үндсэн дээр цуглуулсан.



Судалгааны зорилгод нийцүүлэн зөвхөн санхүүгийн болон зээлийн эрсдэлийн үнэлгээтэй холбоотой хувьсагчуудыг ашигласан.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Энэхүү судалгаанд ашигласан хувьсагчдыг хараат болон хараат бус хувьсагчид гэж ангилсан.

Хувьсагчдын сонгохдоо банк, санхүүгийн байгууллагын зээлийн шалгуур үзүүлэлтүүд, зээлдэгчийн санхүүгийн сахилга бат, зээлийн эргэн төлөлтийн магадлалд нөлөөлдөг хүчин зүйлүүд дээр үндэслэн гаргасан. Үүнд:

- **Нас, Хүйс** – Зээлдэгчийн хүн ам зүйн мэдээлэл нь төлбөрийн дадал, зээлийн сахилга батад тодорхой хэмжээнд нөлөөлдөг.
- **Хэтэрсэн хоног, Сунгасан тоо, Сунгалтын төлөв** – Зээлийн эргэн төлөлтийн түүх, хугацаа хэтрүүлсэн байдал нь зээлдэгчийн эрсдэлийг илтгэх чухал үзүүлэлт.
- **Зээлийн дүн, Төлсөн зээл, Зээлийн хугацаа, Зээлийн хүү** – Зээлийн нөхцөл, хэмжээ нь эрсдэлийн ангилалд шууд нөлөөлдөг.
- **ЗМС статус** – Зээлийн мэдээллийн санд бүртгэлтэй эсэх нь тухайн иргэний өмнөх зээлийн түүх, хариуцлагын үзүүлэлт болж өгдөг.

Зээлийн төлөв - Зээл төлөгдөж байгаа эсэхийг илэрхийлэх кодчилсон хувьсагч. Энэ нь судалгааны үндсэн үр дүн бөгөөд зээлдэгчийн эрсдэлийг тодорхойлох гол хэмжүүр болно.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

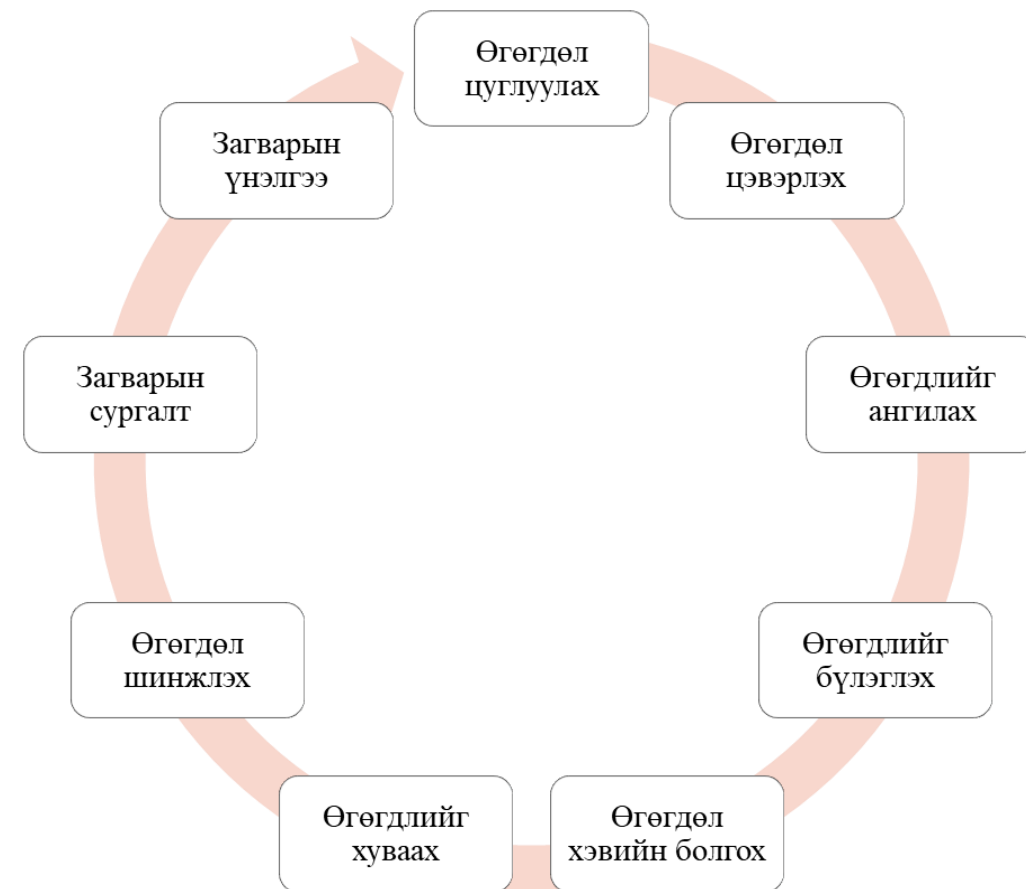
Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Хувьсагчийн нэр	Тайлбар	Өгөгдлийн төрөл
Зээлийн ангилал	Зээлийн эрсдэлийн ангилал (1 - сайн, 0- муу хэтэрсэн)	Ангилсан (Categorical)
Хэтэрсэн хоног	Төлбөр хэтэрсэн хоногийн тоо	Тоон (Integer)
Нас	Зээлдэгчийн нас	Тоон (Integer)
Хүйс	1 - Эмэгтэй, 2 - Эрэгтэй	Ангилсан (Categorical)
Сунгалтын төлөв	0-Сунгасан, 1-Сунгаагүй	Ангилсан (Binary)
Төлсөн зээл	Тухайн хугацаанд төлөгдсөн зээлийн дүн	Тоон (Float)
Зээлийн хүү(%)	Зээлийн хүүгийн хэмжээ	Тоон (Float)
Зээлийн хугацаа	Зээлийн нийт хугацаа (сараар)	Тоон (Integer)
ЗМС статус	Зээлийн мэдээллийн сан (ЗМС)-д бүртгэлтэй эсэх (0 - бүртгэлгүй, 1 - бүртгэлтэй)	Ангилсан (Binary)
Сунгасан тоо	Хэдэн удаа сунгалт хийсэн	Тоон (Integer)
Зээлийн дүн	Анх авсан зээлийн хэмжээ	Тоон (Float)



Агуулга

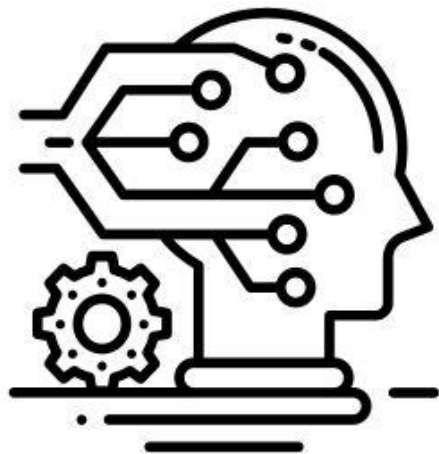
Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



– Судалгааны үр дүн

- Монгол Улсад үйл ажиллагаа явуулж буй “Д” банк бус санхүүгийн байгууллага-аас авсан бодит зээлийн мэдээлэл бөгөөд уг өгөгдлийг машин сургалтын загваруудыг сургахад ашигласан. Өгөгдлийг боловсруулж, хувьсагчдыг сургалт ба тестийн бүлэгт хуваахдаа нийт өгөгдлийг 80% нь сургалтанд, харин 20% нь тестэд ашиглагдсан.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Train-set	precision	recall	F1-score	Support
0	0.99	0.75	0.85	6373
1	0.90	1.00	0.95	15069
Макро дундаж	0.95	0.87	0.90	
Жинлэсэн дундаж	0.93	0.92	0.92	21442

RandomForestClassifier

ангилагчийг ашиглан өгөгдөл дээр загвар сургаж, үнэн зөвийн түвшин болон төөрөгдлийн матрицаар гүйцэтгэлийг шалгасан.

Макро дундаж (Macro avg):

- Class 0 болон Class 1-ийн үзүүлэлтийг дундажласан үнэлгээ.
- Recall (0.87) арай бага байгаа нь Class 0-ийн зарим хүмүүсийг зөв ангилж чадахгүй байгаатай холбоотой.

Жинлэсэн дундаж (Weighted avg):

- Ангилал тус бүрийн өгөгдлийн хэмжээг харгалзан жинлэж дундажласан үнэлгээ.
- F1-score (0.92) нь ерөнхий гүйцэтгэл сайн байгааг илэрхийлнэ.

Нийт үнэн зөв байдал

Сургалтын өгөгдөлд (Train-set): 92%

Тестийн өгөгдөлд (Test-set): 90%

Загвар хэт тохируулагдсан (overfitting) биш, гэхдээ бага зэрэг гүйцэтгэлийн уналт байна.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



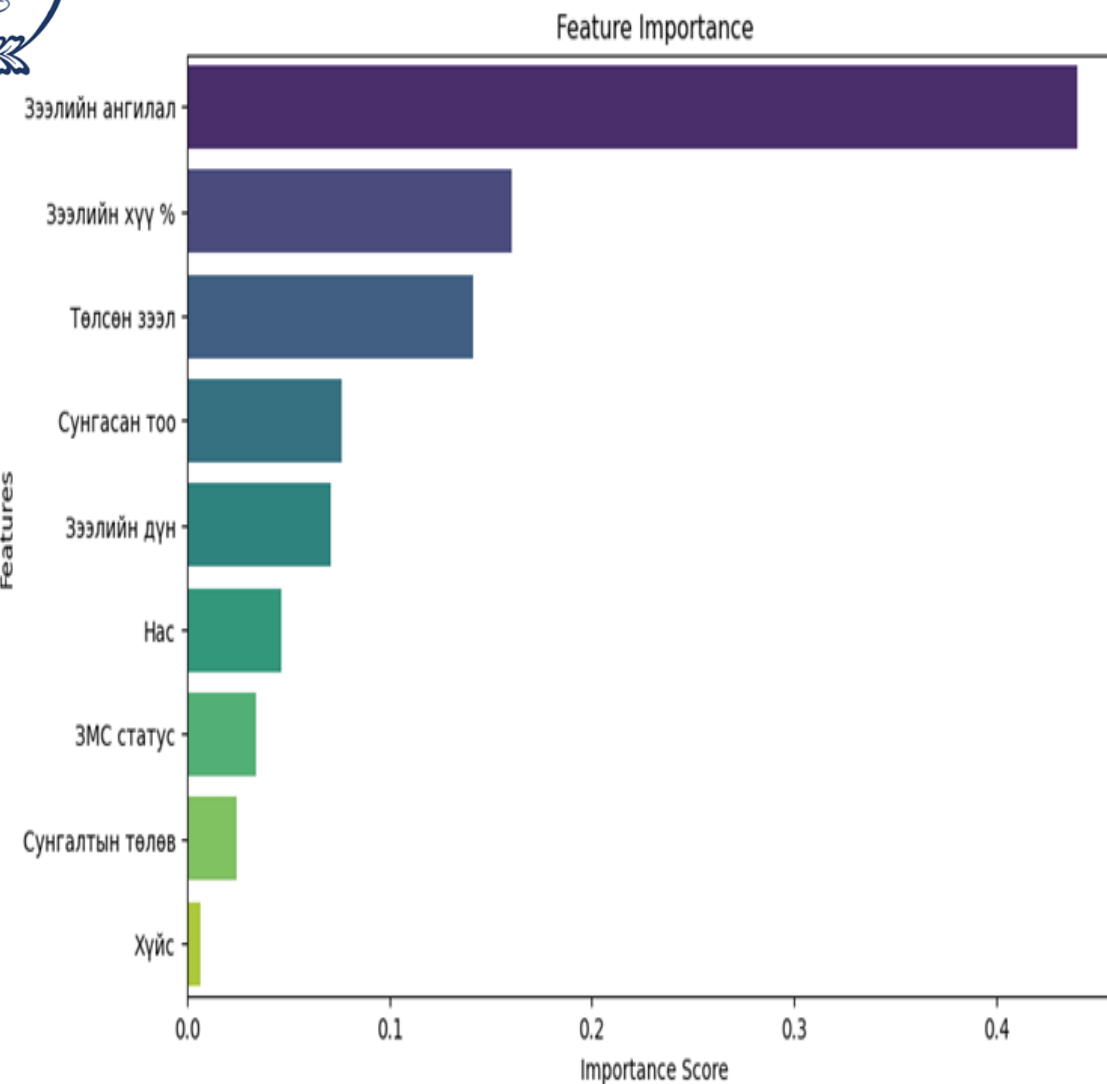
Test-set	precision	recall	F1-score	Support
0	0.97	0.69	0.81	1594
1	0.88	0.99	0.93	3767
Макро дундаж	0.93	0.84	0.87	
Жинлэсэн дундаж	0.91	0.90	0.90	5361

Class 0 (Муу)

- Тест датанд Recall = 0.69 → Энэ нь загвар зээлийн ангилал эргэлзээтэй муу хүмүүсийн 69%-ийг зөв ангилсан гэсэн үг. Энэ үзүүлэлт бага байгаа нь эрсдэлтэй үйлчлүүлэгчдийг алдах магадлал өндөр байгааг харуулж байна.
- Precision = 0.97 → Class 0 гэж ангилсан хүмүүсийн 97% нь үнэхээр хожимдсон байсан. Өөрөөр хэлбэл, загвар Class 0 гэж тодорхойлсон хүмүүсийн дотор зөв ангилсан хувь нь 97%.

Class 1 (Идэвхтэй)

- Recall = 0.99 → Бараг бүх идэвхтэй үйлчлүүлэгчийг зөв тодорхойлж байна.
- Precision = 0.88 → Class 1 гэж ангилсан хүмүүсийн 88% нь үнэхээр идэвхтэй байсан.



Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

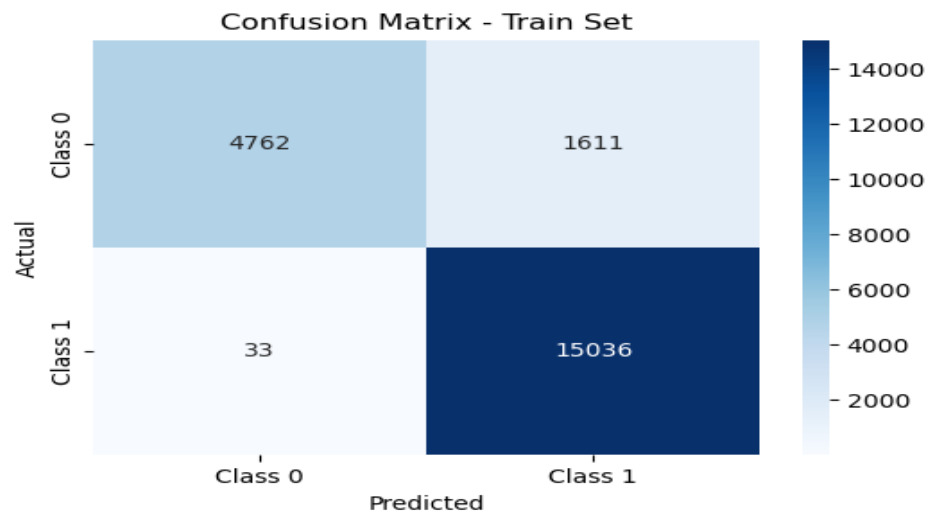
Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

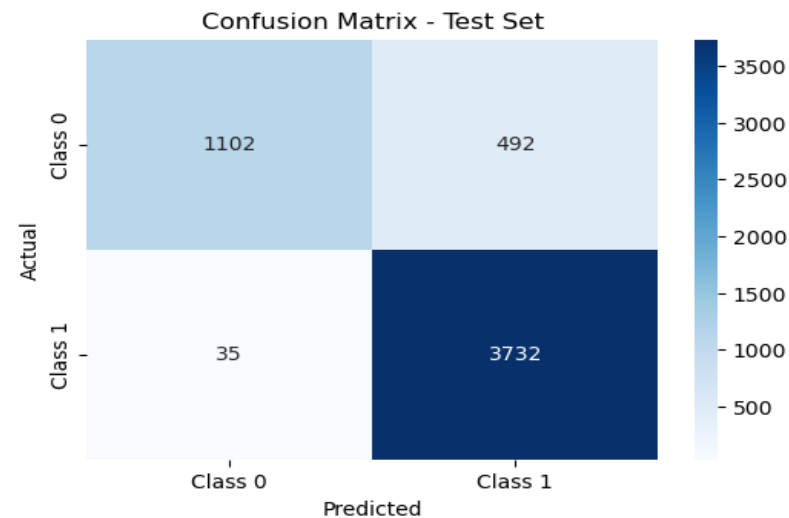
Судалгааны үр
дүн



- Class 1 (зээл төлөх боломжтой)-ийг маш сайн ангилж байгаа боловч Class 0 (зээл эрсдэлтэй)-д буруу ангилалт (False Positive) 1,611 гарсан.
- Будлианы матрицаас харахад, сургалтын өгөгдөл дээр Class 0 (зээл эрсдэлтэй) ангилалд 4,762 тохиолдлыг зөв ангилж, 1,611 тохиолдлыг буруу (False Positive) ангилсан байна. Харин Class 1 (зээл төлөх чадвартай) ангилалд 15,036 тохиолдлыг зөв, 33 тохиолдлыг буруу (False Negative) ангилсан байна.



- Class 1-ийг мөн адил сайн ангилж байгаа боловч Class 0 дээр буруу ангилалтын түвшин бага зэрэг өндөр байна.
- Будлианы матрицаас үзэхэд Class 0 ангилалд 1,102 тохиолдлыг зөв, 492 тохиолдлыг буруу ангилсан бол Class 1 ангилалд 3,732 тохиолдлыг зөв, 35 тохиолдлыг буруу ангилжээ. Энэ нь загвар Class 1-ийг илүү сайн ангилж байгаа ч Class 0 дээр харьцангуй олон буруу ангилалт хийж байгааг харуулж байна.



Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

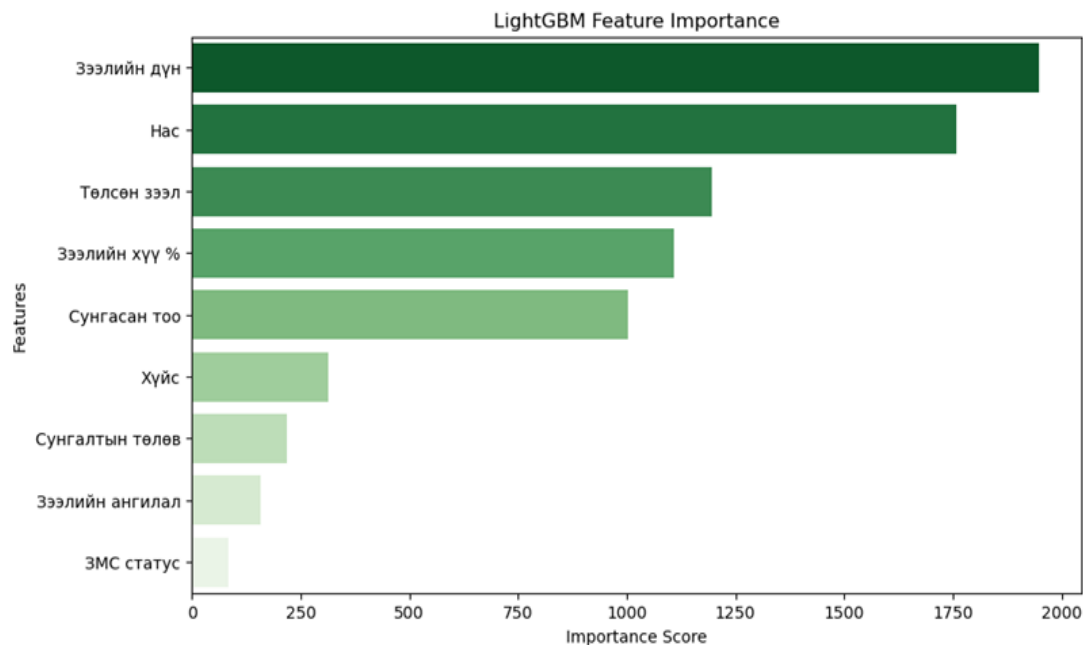
Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Test өгөгдөл дээрх бодит болон таамагласан утгууд:

	Actual	Predicted
11779	1	1
5838	0	1
9526	1	1
26422	1	1
26029	0	0
6763	1	1
26144	0	0
20422	1	1
3057	0	0
23404	1	1



LightGBM загварын үр дүн
Сургалтын өгөгдөлд (Train-set): 92%
Тестийн өгөгдөлд (Test-set): 90%

- 1 ангиллыг маш сайн таньж байна (бүх 1-ийг зөв таамагласан).
- 0 ангилалд False Positive (FP) гарч байна, энэ нь 0-ийг 1 гэж андууран оноож байна.
- Имбаланс нөлөөлж байгаа байж магадгүй, учир нь сургалтын өгөгдөлд 1 илүү их байсан.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

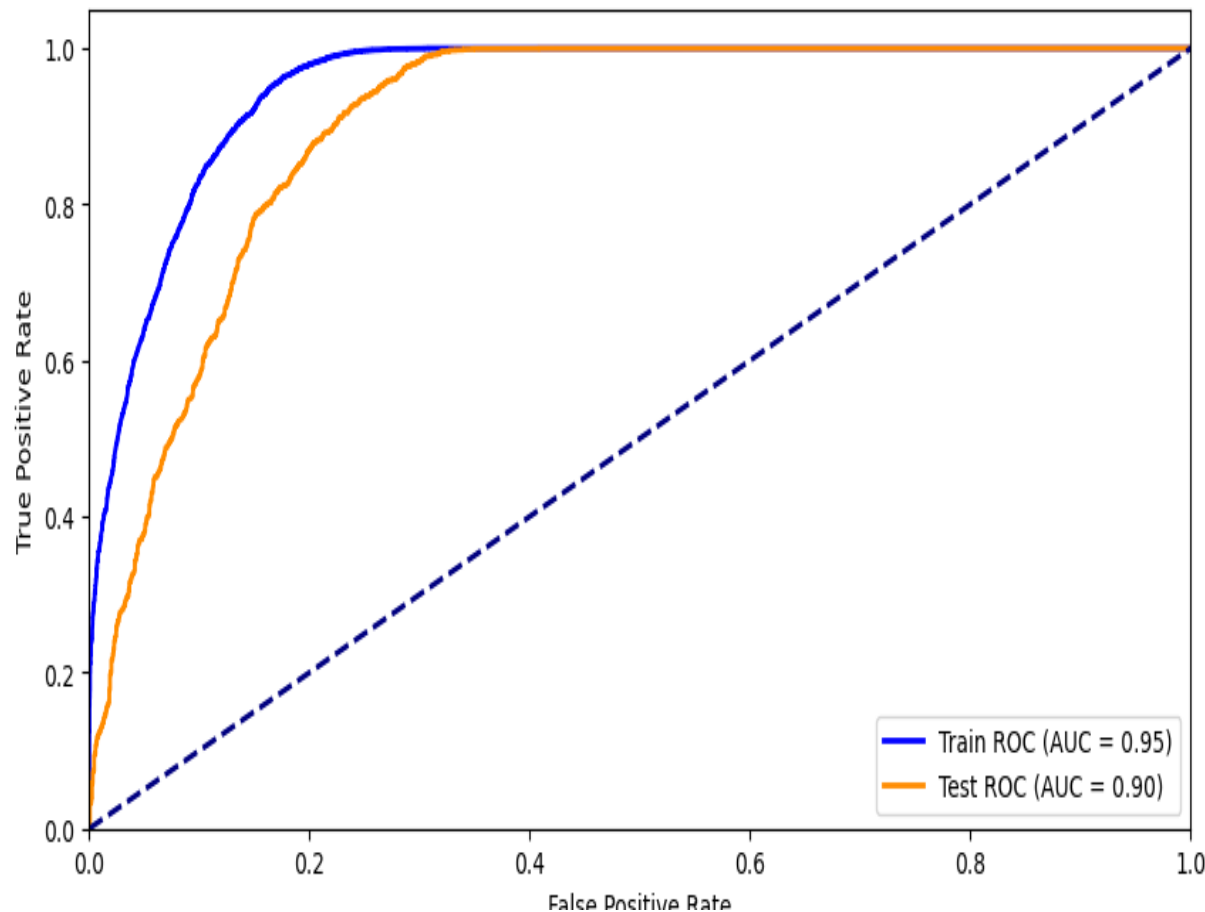
Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



ROC Curve: Train vs Test



- AUC (Area Under the Curve) өндөр байх тусам загварын ангиллын гүйцэтгэл сайн байна.
- Сургалтын өгөгдөл дээр 0.95, тест дээр 0.90 байгаа нь:
- Загвар сайн ажиллаж байгааг харуулж байна.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Машин сургалтын загварын гүйцэтгэлийг

MSE: 1044217.12

RMSE: 1021.87

MAE: 814.86

R^2 Score: 0.9868

- R^2 оноо нь 0.9868 гарсан нь загвар өгөгдлийн хэлбэлзлийн 98.68%-ийг зөв тайлбарлаж байгааг харуулж байна. Энэ нь загварын тохиромжтой байдлыг илэрхийлэх өндөр үзүүлэлт юм.
- $RMSE = 1021.87$, $MAE = 814.86$ гэсэн утгууд нь загварын дундаж таамаглалын алдааг харуулж байна. $RMSE$ нь MAE -ээс өндөр байгаа нь зарим том зөрүү бүхий өгөгдлийн цэгүүд (outliers) байгааг илтгэнэ.
- $MSE = 1,044,217.12$ гэсэн өндөр утгатай байгаа нь өгөгдлийн цар хүрээтэй холбоотой байж болох тул зөвхөн энэ хэмжүүрээр загварын гүйцэтгэлийг дүгнэх нь тохиромжгүй юм.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны ажил нь уламжлалт зээлийн онооны системийн хязгаарлалтыг даван туулах зорилгоор машин сургалтын аргуудыг ашиглан онооны системийг сайжруулах боломжийг судалсан. FICO, VantageScore зэрэг олон улсын онооны системүүдийн бүтэц, шалгуур үзүүлэлтийг харьцуулан судалсан бөгөөд Монголын уламжлалт үнэлгээний арга нь мэдээллийн хүртээмж, үнэн зөв байдлаар хязгаарлагдаж буйг тогтоосон.

Эмпирик судалгаанд логистик регресс, шийдвэрийн мод, Random Forest, XGBoost зэрэг алгоритмуудыг ашиглаж зээлийн онооны загвар боловсруулсан бөгөөд XGBoost нь 93%-ийн нарийвчлалтайгаар хамгийн сайн үр дүн үзүүлсэн. Судалгааны онцлог нь Explainable AI-г ашигласнаар онооны системийн ил тод, тайлбарлагдах байдлыг нэмэгдүүлсэнд оршино.

Энэхүү судалгаа нь зээлийн шийдвэр гаргалтыг оновчтой болгох, чанаргүй зээлийг бууруулах, хүүг зөв тогтооход дэмжлэг болохоос гадна, цаашлаад өгөгдөлд суурилсан автомат системийг API болон үүлэн технологиор дамжуулан хэрэгжүүлэх боломжтойг харуулж байна.

Агуулга

Судалгааны ажлын
зорилго, зорилт

Судалгааны
үндэслэл

Хууль эрх зүйн
зохицуулалт

Судалгааны
өгөгдөл

Судалгааны
үр дүн



**АНХААРАЛ ХАНДУУЛСАНД
БАЯРЛАЛАА**