

МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ  
МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭЛЕКТРОНИКИЙН СУРГУУЛЬ  
МЭДЭЭЛЭЛ, КОМПЬЮТЕРЫН УХААНЫ ТЭНХИМ

Энхбаярын Жавхлан

**Блокчэйн суурьт лиценз баталгаажуулалт**  
**(Licence validation with blockchain)**

Программ хангамж  
Бакалаврын судалгааны ажил

Улаанбаатар хот

2024 он

МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ  
МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭЛЕКТРОНИКИЙН СУРГУУЛЬ  
МЭДЭЭЛЭЛ, КОМПЬЮТЕРЫН УХААНЫ ТЭНХИМ

**Блокчэйн суурьт лиценз баталгаажуулалт**  
**(Licence validation with blockchain)**

Программ хангамж  
Бакалаврын судалгааны ажил

Удирдагч: \_\_\_\_\_ Дэд профессор Ч.Алтангэрэл

Гүйцэтгэсэн: \_\_\_\_\_ Э.Жавхлан (20B1NUM0649)

Улаанбаатар хот

2024 он

# Зохиогчийн баталгаа

Миний бие Энхбаярын Жавхлан "Блокчэйн суурьт лиценз баталгаажуулалт" сэдэвтэй судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн болохыг зарлаж дараах зүйлсийг баталж байна:

- Ажил нь бүхэлдээ эсвэл ихэнхдээ Монгол Улсын Их Сургуулийн зэрэг горилохоор дэвшүүлсэн болно.
- Бусдын хийсэн ажлаас хуулбарлаагүй, ашигласан бол ишлэл, зүүлт хийсэн.
- Ажлыг би өөрөө (хамтарч) хийсэн ба миний хийсэн ажил, үзүүлсэн дэмжлэгийг тайлангийн ажилд тодорхой тусгасан.
- Ажилд тусалсан бүх эх сурвалжид талархаж байна.

Гарын үсэг: \_\_\_\_\_

Огноо: \_\_\_\_\_

## ГАРЧИГ

УДИРТГАЛ .....	1
Сэдэв сонгох үндэслэл: .....	1
Зорилго: .....	1
Зорилт: .....	1
1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА .....	2
1.1 Блокчэйн технологи .....	2
1.2 Блокчэйний онцлог .....	2
1.3 Блокчэйний нууцлалын технологи .....	3
1.4 Ухаалаг гэрээ .....	5
1.5 Блокчэйн зарим хэрэглээ .....	6
1.6 Дижитал эрхийн менежмент (DRM) .....	7
1.7 DRM систем дэх блокчэйн технологийн боломжууд .....	9
1.8 Технологийн судалгаа .....	10
2. СИСТЕМИЙН ШИНЖИЛГЭЭ, ЗОХИОМЖ .....	13
2.1 Системийн шаардлага .....	13
2.2 Системийн ажлын явцын диаграмм .....	16
2.3 Дарааллын диаграмм .....	17
2.4 Архитектур .....	19
3. СИСТЕМИЙН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ .....	20
3.1 Хөгжүүлэлт .....	20
3.2 Үр дүн .....	28
4. ДҮГНЭЛТ .....	32
НОМ ЗҮЙ .....	33
ХАВСРАЛТ .....	34
А. ҮЕЧИЛСЭН ТӨЛӨВЛӨГӨӨ .....	34

В. КОДЫН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ.....	35
В.1 Ухаалаг гэрээ .....	35

## ЗУРГИЙН ЖАГСААЛТ

1.1	Блокчэйний өгөгдөлийн бүтэц .....	3
1.2	”Hello World”, ”Hallo World” гэсэн үгнүүдийн хэшийг бодсон байдал ..	4
1.3	Цахим гарын үсгийн ажиллах зарчим .....	5
2.1	Use-case диаграмм .....	16
2.2	Хэрэглэгч цахим бүтээл оруулах дарааллын диаграмм .....	17
2.3	Хэрэглэгч цахим бүтээлийг хүсэх дарааллын диаграмм .....	18
2.4	Системийн ерөнхий архитектур .....	19
3.1	Хөгжүүлэлтийн орчин .....	20
3.2	Хэрэглэгчийн үндсэн хуудас .....	28
3.3	Цахим бүтээл оруулах хуудас .....	28
3.4	Миний сан хуудас .....	29
3.5	PDF файл харах .....	29
3.6	Миний сан хуудас .....	30
3.7	Marketplace хуудас .....	30
3.8	Marketplace дэх бүтээлийн хуудас .....	31
3.9	Лиценз хүсэлтийн хуудас .....	31
A.1	Удирдагчийн үнэлгээ дүгнэлт .....	34

## ХҮСНЭГТИЙН ЖАГСААЛТ

3.1	Ухаалга гэрээний функцүүд .....	21
-----	---------------------------------	----

# Кодын жагсаалт

3.1	Ухаалаг гэрээг блокчэйд байршуулах . . . . .	22
3.2	Lit protocol-н файл шифрлэлт болон хандалтын хяналтын нөхцөл . . . . .	23
3.3	Файлыг IPFS-д хадгалах . . . . .	25
3.4	Ухаалаг гэрээний өгөгдлийг унших . . . . .	25
3.5	Ухаалаг гэрээний өгөгдлийг унших . . . . .	26
B.1	Ухаалаг гэрээ . . . . .	35



## УДИРТГАЛ

### Сэдэв сонгох үндэслэл:

Өнөөгийн цахим орчинд зонхилон тохиолдож буй оюуны өмч болон цахим бүтээгдэхүүний хулгай, өмчлөх эрхийн ил тод байдал, зөвшөөрөлгүй түгээлт зэрэг сорилтуудтай тулгарч байна. Блокчэйн технологийн төвлөрсөн бус, ил тод, хувиршгүй шинж чанарыг ашигласнаар цахим бүтээгдэхүүн эзэмших, лиценз олгоход итгэлцэл, ил тод байдлыг бий болгож, улмаар оюуны өмчийн зөвшөөрөлгүй хулгайн гэмт хэргийг бууруулах зорилготой уг сэдвийг сонгосон.

### Зорилго:

Энэхүү судалгааны ажлаар хэрэглэгчид блокчэйн технологиор дамжуулан цахим бүтээлийг хамгаалах, хуваалцах, түүнд хандах зөвшөөрөл олгох цахим бүтээлийн лицензийн төвлөрсөн бус систем хөгжүүлэх зорилго тавьсан.

### Зорилт:

1. Блокчэйн технологи болон дижитал эрхийн менежментийн талаар судлах
2. Системийг хэрэгжүүлэх технологийн талаар судлах
3. Системийн зохиомж, архитектурыг боловсруулах
4. Блокчэйн дээр суурилсан цахим бүтээлийн лицензийн систем хөгжүүлэх

# 1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА

## 1.1 Блокчэйн технологи

Хамгийн анх блокчэйн технологийн талаар 2008 онд Сатоши Накамото гэдэг этгээдийн нийтэлсэн “Биткойн: Peer-to-Peer Электрон Мөнгөний Тогтолцоо” судалгааны ажлын нийтлэлд дурдагдсан байдаг.

Блокчэйн гэдэг нь өгөгдөл буюу дата мэдээллүүдийг хадгалдаг нэгэн төрлийн мэдээллийн бааз гэж хэлж болно. Бааз доторх дата мэдээллийг Блок гэж нэрлэгдэх хэсгүүдэд багцлан хадгалж уг сүлжээнд холбогдсон бүх компьютерт ижил хуулбар болгон тархмал хэлбэрээр хадгална. Тэдгээр блокуудыг өөр хоорондоо гинжин хэлхээ буюу математик тооцоолол, цахим нууцлалын аргаар хэлхэн холбосноор бидний ярьж буй Блокчэйн үүсэх юм.

## 1.2 Блокчэйний онцлог

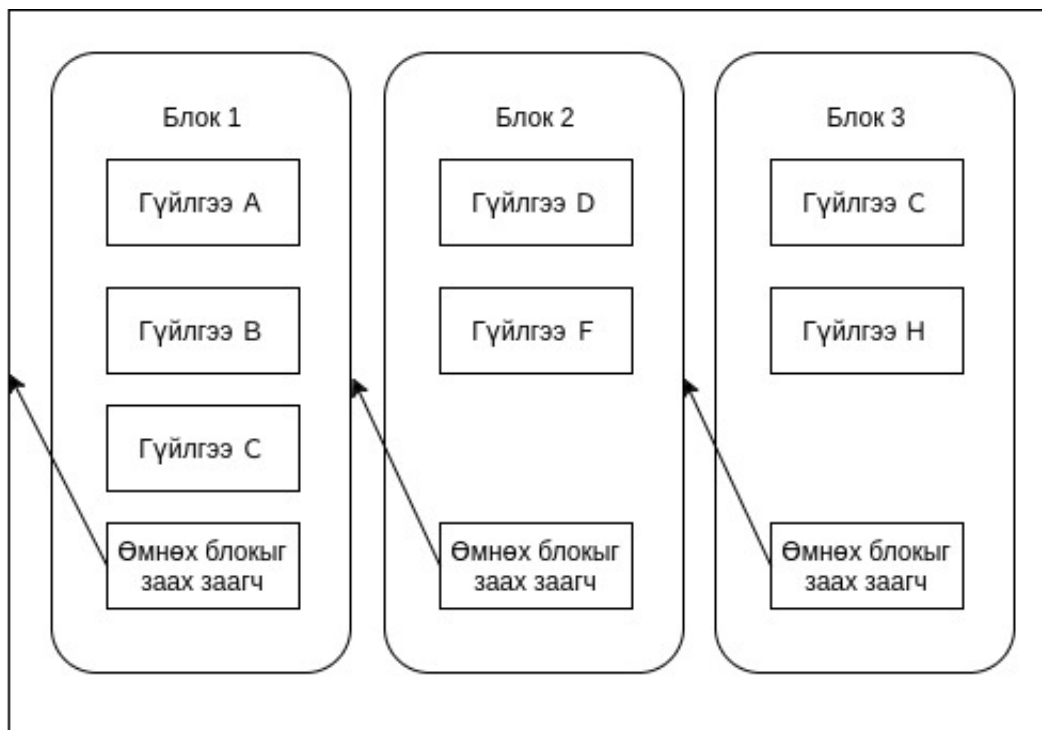
**Тархсан Peer-to-Peer (P2P)** сүлжээ гэдэг нь сүлжээнд оролцогч буюу зангилаанууд нь газарзүйн хувьд тархсан байдаг ба аль ч хоёр зангилаа хоорондоо байршлаас үл хамааран ямар нэг серверээр дамжилгүйгээр өөр хоорондоо шууд холбогддог сүлжээ юм.

**Тархсан бүртгэлийн дэвтэр буюу Distributed ledger technology (DLT)** технологи нь мэдээллийг тархсан P2P сүлжээний оролцогч нар дээр хадгалдаг технологи бөгөөд уламжлалт өгөгдлийн сангийн системээс ялгарах гол ялгаа нь төвлөрсөн өгөгдлийн сан болон төвлөрсөн удирдлагын функц байхгүйд оршино.

Блокчэйн нь DLT технологийн гол төлөөлөгч бөгөөд мэдээллийн гинжин хэлхээ юм. Блокчэйнд тогтсон хэмжээтэй блок үүсгэж, үүн дотроо мэдээллийг хадгалах ба эхний блок дүүрэхэд дараагийн шинэ блок үүсгэдэг. Эдгээр блок нь хэш функцээр кодлогдсон байх ба блокийг цаг хугацааны дагуу жагсааж, блок тус бүр яг өөрийн өмнөх блокийн мэдээллийг өөр дотроо хадгалах байдлаар гинжин бүтцийг үүсгэнэ.

### 1.3. БЛОКЧЭЙНИЙ НУУЦЛАЛЫН ТЕХНОЛОГИ БҮЛЭГ 1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА

Блокчэйн технологийн хамгийн чухал, онцлох давуу тал нь төвлөрсөн бус тархсан бүтэцтэй бөгөөд сүлжээнд байгаа бүх компьютер блокчэйнний халдашгүй чанарыг үргэлж баталгаажуулж байдаг ба хэн нэгэн, эсвэл аль нэг компани үүн доторх өгөгдөл түүний бүрэн бүтэн байдлыг удирдах боломжгүй байдагт байгаа юм. Блокчэйнний бүх зангилаа ижил мэдээллийг агуулж байдаг болохоор “А” зангилаан дахь өгөгдөл эвдэрч гэмтвэл блокчэйнний хэсэг болж чадахгүй, учир нь өгөгдөл нь бусад “В” болон “С” зангилааны өгөгдөлтэй ижил байж чадахгүй болно.



Зураг 1.1: Блокчэйнний өгөгдөлийн бүтэц

## 1.3 Блокчэйнний нууцлалын технологи

### 1.3.1 Криптограф хэш

Криптограф хэш функц нь оруулсан өгөгдлийн уртаас үл хамааран тогтсон урттай хэш утгуудыг буцаадаг. Оролтын зөвхөн нэг тэмдэгт өөрчлөгдөхөд гаралтын хэш утгууд нь эрс ялгаатай байна. Энэ шинж чанарыг ашиглан, гүйлгээний өгөгдөл болон бусад бүх өгөгдлийн хувьд засвар ороогүй болохыг баталгаажуулах боломжийг олгодог. Жишээ нь, та Мас-ын

### 1.3. БЛОКЧЭЙНИЙ НУУЦЛАЛЫН ТЕХНОЛОГИ БҮЛЭГ 1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА

командлайн-аар дараах командыг оруулбал, SHA-256 hash функцийн утгыг хялбархан олох болно.

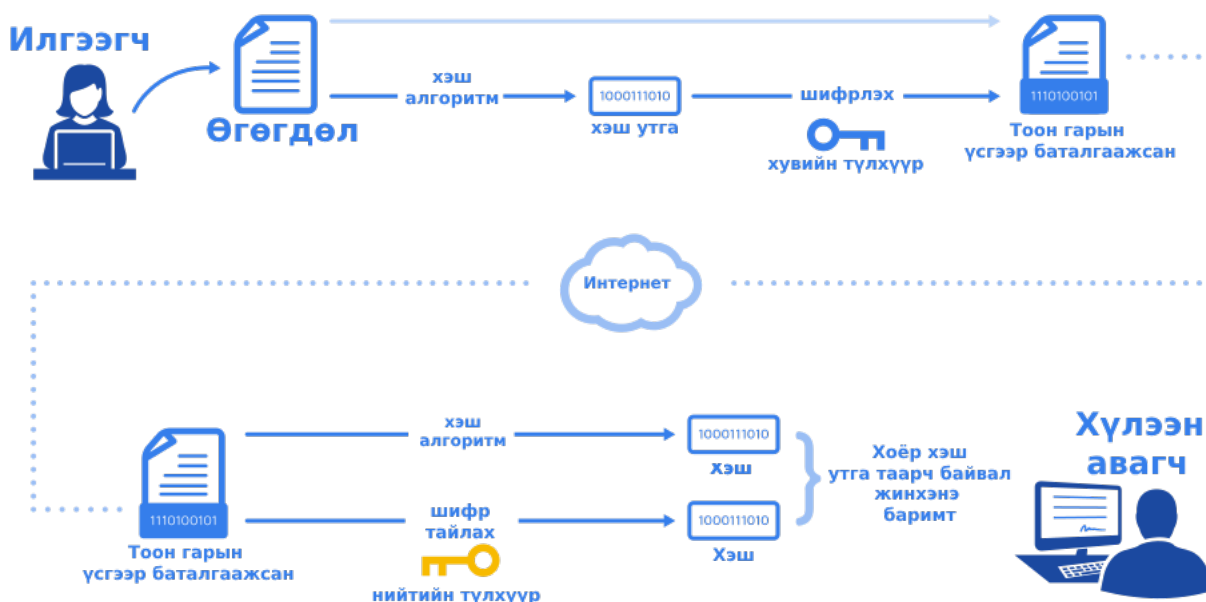
```
> echo "Hello World" | openssl sha256  
SHA2-256(stdin)= d2a84f4b8b650937ec8f73cd8be2c74add5a911ba64df27458ed8229da804a26  
> echo "Hallo World" | openssl sha256  
SHA2-256(stdin)= e6c1396639c0b79bebc94e4448cfe2700b871d45d0d38d98df6ee9da3f09d35c
```

Зураг 1.2: "Hello World", "Hallo World" гэсэн үгнүүдийн хэшийг бодсон байдал

"Hello World", "Hallo World" гэсэн үгнүүдийн sha256 хэшийг бодсон байдал жишээн дээр, "Hello World" гэсэн үгний SHA-256 hash утга болон, "е"-г "а"-гээр сольсон үгийн SHA-256 hash утгыг харуулсан байна. Зөвхөн нэг үсгээр ялгаатай боловч, тэдгээрийн hash утгууд нь эрс ялгаатай байна. Энэ мэтчилэн hash функц нь оролт нь 1 байтаар л ялгаатай байхад, эрс өөр үр дүн гаргадаг шинж чанарыг агуулж байдаг. Энэ шинж чанарыг ашиглан, гүйлгээний өгөгдөл болон тэдгээрийг хадгалах блокийн бүх өгөгдлийн хувьд гарах hash утгыг тухайн өгөгдлийн бүтцэд оруулснаар, засвар ороогүй болохыг баталгаажуулах боломжтой болно.

#### 1.3.2 Тоон гарын үсэг

Тоон гарын үсэг нь дижитал мессеж эсвэл баримт бичгийн жинхэнэ эсэхийг шалгах математик аргачлал юм. Энэ нь хос түлхүүр үүсгэх замаар ажилладаг: өргөн тархсан нийтийн түлхүүр, нууцлагдсан хувийн түлхүүр. Гарын үсэг зурахдаа баримт бичгийн өвөрмөц хэшийг үүсгэж, хувийн түлхүүрээр шифрлэж, тоон гарын үсгийг бүрдүүлдэг. Хүлээн авсны дараа хэшийг илгээгчийн нийтийн түлхүүрээр тайлж, хүлээн авсан баримтаас шинэ хэш үүсгэнэ. Хэрэв хоёулаа таарч байвал энэ нь тухайн баримт бичиг нь жинхэнэ бөгөөд ямар нэгэн өөрчлөлт ороогүй гэсэн үг юм.



Зураг 1.3: Цахим гарын үсгийн ажиллах зарчим

Тоон гарын үсэгт хаш функц болон хос түлхүүрийг нийлүүлж ашигласнаар, өгөгдөл илгээгчийг болон агуулгын засагдаагүй гэдгийг баталгаажуулах ажлыг зэрэг гүйцэтгэдэг юм. Блокчэйнд өмнөх хэсгийн хаш функц болон дээр өгүүлсэн цахим гарын үсгийг аль алийг нь ашигладаг бөгөөд гүйлгээ тус бүрийн үнэн зөв байдал, нийцтэй байдлын талаарх мэдээллийн илгээгч, агуулгын бүрэн бүтэн(засагдаагүй) байдлын баталгаа зэрэг төрөл бүрийн зорилгоор ашигладаг.

## 1.4 Ухаалаг гэрээ

Ухаалаг гэрээ гэдэг нь дундын зуучлагч буюу хуульч, нотариатгүйгээр хоёр этгээд гэрээ байгуулсныг баталсан компьютерын код бөгөөд тухайн гэрээний нөхцөл, үүрэг, хариуцлагыг багтаасан байна. Анх этереум нь ухаалаг гэрээг оруулсан блокчэйн гэдгийг гаргаж, түүний дараагаар олон тооны блокчэйнд ухаалаг гэрээг оруулж ирсэн. Ухаалаг гэрээ нь зөвхөн нөхцөл, үүргийг заахаас гадна автоматаар биелэх боломжтой байдаг.

Анх 1996 онд Nick Szabo ухаалаг гэрээний санааг нь гаргаж ирсэн. Гол санаа нь хүнээс хамааралгүйгээр урьдчилан тодорхойлсон ямар нэг нөхцөлийн биелэх үед автоматаар үйлдэл

хийгдэнэ.

1. Хийгдсэн үйлдэл/гүйлгээ нь олон нийтэд ил байх ч, хэн хийсэн бэ гэдэг нь нууц байж болдог.
2. Блокчэйн сүлжээний бүх зангилаанууд Ухаалаг гэрээг ажиллуулдаг.
3. Цаг хугацаа хэмнэхээс гадна гарч болох олон асуудлыг шийдэх боломжтой. (3-дагч этгээдийг оролцоо хэрэггүй)

## 1.5 Блокчэйн зарим хэрэглээ

Олон улсын хэмжээнд стартап компаниуд блокчэйн технологийг ашигласан шинэ системийг эрүүл мэнд, даатгал, татвар зэрэг олон салбарт санал болгож байна.

Жишээлбэл, эрүүл мэндийн салбарт блокчэйн рүү иргэний эрүүл мэндийн болон эмчилгээний түүхийг оруулдаг болгох систем юм. Энэ тохиолдолд эмчлэгч эмч тухайн иргэний мэдээллийг харах судалгаа, шинжилгээний зорилгоор авч ашиглахаар бол системд хүсэлт гаргахад зөвхөн тухайн иргэний зөвшөөрлөөр системээс мэдээлэл нь харагдана. Хүний эрүүл мэндийн мэдээлэл блокчэйнд хадгалагдсанаар тухайн хүн дэлхийн аль ч улс оронд эмчилгээнд хамрагдахад асуудалгүй болж байгаа юм. Мөн блокчэйнд хүн өөрийн итгэмжлэгдсэн төлөөллийг нэмж өгөх боломжтой бөгөөд тухайн хүн өөрөө блокчэйнээс мэдээллээ гаргаж өгөх боломжгүй нөхцөлд ашиглагдах юм. Хэрэв блокчэйн ашиглагдаж эхэлбэл зайнаас эмчлэх, эмчилгээний зөвлөгөө өгөх зэрэг шинэ төрлийн үйлчилгээнүүд хүчээ авах юм.

**Нэгдсэн Үндэстний Байгууллага** 2017 онд блокчэйн технологи ашигласан олон төрлийн санал, санаачлагыг хэрэгжүүлснээс үүний нэг болох тусламж түгээлтийн бүртгэлийн систем амжилттай хэрэгжсэн байна. НҮБ-аас гаргасан судалгаагаар, нийт тусламжийн 30 орчим хувь нь очих ёстой хүлээн авагчдаа хүрдэггүй гэж гарсан байна. 2017 оны тавдугаар сараас НҮБ-ын Дэлхийн хүнсний хөтөлбөрт хэрэгжсэн хүрээнд Сирийн дүрвэгчдэд үзүүлж байгаа тусламжийг этереум блокчэйн ашиглаж түгээжээ. Тодруулбал, Иордан улсын дүрвэгчдийн

## *1.6. ДИЖИТАЛ ЭРХИЙН МЕНЕЖМЕНТ (DRM) БҮЛЭГ 1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА*

хуаранд байрлаж байгаа Сири улсын 10500 дүрвэгчид хүнсний бүтээгдэхүүн (1.4 сая ам.доллар) түгээхэд криптовалютад суурилсан ваучер тарааж, уг ваучераа ашиглан хуаранд байрлах дэлгүүрээс хүнсний бүтээгдэхүүн авах боломжийг хангажээ. НҮБ-аас уг төслийг өмнөх тусламжтай харьцуулахад маш амжилттай хэрэгжсэн гэж үзэж байгаа бөгөөд 2018 оны хоёрдугаар улиралд тусламжинд хамрагдах хүний тоог 500,000-д хүргэхээр төлөвлөж байна гэж мэдээлж байна.

НҮБ-аас хамгийн сүүлд эхлүүлсэн нэг ажил нь хүүхдийг блокчэйнд бүртгэлжүүлэх систем юм. Хуурамч бичиг баримт үйлдэн хүүхэд хил дамнуулахыг зогсооход хамгийн ээдрээтэй зүйл нь жинхэнэ юм шиг бүрдүүлсэн хуурамч бичиг баримтыг таних ажил байдаг. Хүний наймаа ихээр явагддаг бүс нутагт хүүхдүүдийг шат дараатайгаар албан ёсны бүртгэлтэй болгож, түүнийг нь НҮБ-ын блокчэйн системд хадгална. Энэ төрлийн гэмт хэрэг хамгийн их явагддаг Молдав улсад хэрэгжүүлж эхэлсэн ажээ. НҮБ-ийн судалгаагаар 5-аас доош насны хүүхэд бүртгэлжээгүй байх тохиолдол зарим бүс нутагт их байдаг байна.

**Швейцарийн Зуг (ZUG)** хот нь крипто хот болохоор ажиллаж байгаа бөгөөд ийм уриа гаргасан бусад хот болох Сан-Франциско, Лондон, Токио, Сингапур, Нью-Йорк, Амстердамаас ялгагдах зүйл нь санхүү болон технологийн гарааны бизнесээ эхэлж буй компаниудад хууль эрх зүйн орчин нь маш тааламжтай юм. Зуг хотын удирдлага крипто хөндий байгуулж, иргэдээ блокчэйнд бүртгэж эхэлсэн ба 2017 оны арваннэгдүгээр сараас иргэддээ зориулж цахим ID авах вебийн үйлчилгээг нээсэн нь этереум блокчэйнд суурилсан ба хэрэглэгч хаанаас ч өөрийн мэдээллийг оруулан цахим ID-гаа авах боломжтой бөгөөд хотын зүгээс уг мэдээллийг зөвхөн шалгаж баталгаажуулах эрхтэй. Энэхүү цахим ID-гаа ашиглаад иргэд зөвхөн хотын үйлчилгээг (хэрэглээний төлбөр, түрээсийн төлбөр) авахаар хязгаарлагдахгүй ба 2018 оны хавар сонгуулийн санал өгөхөд (e-vote) ашиглахаар бэлдэж байна.

## **1.6 Дижитал эрхийн менежмент (DRM)**

Digital Rights Management (DRM) системийг дижитал контентьг хэрэглэх, тараах, хуваалцахад хяналт тавих зорилготой технологиуд гэж ойлгож болно. Энэ нь ном, хөгжим, кино, програм

## *1.6. ДИЖИТАЛ ЭРХИЙН МЕНЕЖМЕНТ (DRM) БҮЛЭГ 1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА*

хангамж зэрэг дижитал контентыг хамгаалах, агуулгын эзэмшигч, хэвлэн нийтлэгчдийн оюуны өмчийн эрхийг хамгаалахад чиглэдэг.

### *1.6.1 DRM-ийн үндсэн ойлголт ба бүрэлдэхүүн хэсгүүд:*

- **Шифрлэлт:** Шифрлэлт нь криптограф алгоритмыг ашиглан цахим контентыг унших боломжгүй формат руу хөрвүүлэх явдал юм. Шифрлэгдсэн контентод зөвхөн шаардлагатай код тайлах түлхүүрийг эзэмшсэн эрх бүхий хэрэглэгчид хандах буюу тайлж болно.
- **Хандалтын хяналт:** DRM систем нь дижитал контент руу хэн хандах, үзэх, өөрчлөх, түгээх боломжтойг зохицуулах хандалтын хяналтын механизмыг хэрэгжүүлдэг. Хандалтын эрхийг ихэвчлэн хэрэглэгчийн үүрэг, лиценз эсвэл контент эзэмшигчээс олгосон зөвшөөрөл дээр үндэслэн тодорхойлдог.
- **Лицензийн менежмент:** DRM шийдлүүд нь хэрэглэгчдэд дижитал контент руу нэвтрэх, ашиглах зөвшөөрөл олгохын тулд лицензэд суурилсан загваруудыг ашигладаг. Лицензүүд нь ашиглалтын хугацаа, зөвшөөрөгдсөн төхөөрөмж, нэгэн зэрэг хэрэглэгчдийн тоо зэрэг ашиглалтын нөхцөл, нөхцөлийг тодорхойлдог.
- **Тоон усан тэмдэг:** Тоон усан тэмдэг нь үл үзэгдэх танигч эсвэл гарын үсгийг цахим контентод оруулахад ашигладаг техник юм. Усан тэмдэглэгээг контентын зөвшөөрөлгүй хуулбарыг эх сурвалж руу нь буцаах эсвэл контентын жинхэнэ эсэхийг шалгахад ашиглаж болно.
- **Хуулбарлах хамгаалалт:** DRM системүүд нь цахим контентыг зөвшөөрөлгүй хуулбарлах, хуулбарлахаас сэргийлэхийн тулд хуулбарлах хамгаалалтын механизмыг хэрэгжүүлдэг. Хулгайлах, зөвшөөрөлгүй түгээхээс урьдчилан сэргийлэхийн тулд хуулбарлахаас урьдчилан сэргийлэх, хуулбарлах хяналт, хуулбар илрүүлэх зэрэг арга техникийг ашигладаг.



## 1.7 DRM систем дэх блокчэйн технологийн боломжууд

Блокчейн технологи нь төвлөрсөн бус, ил тод, өөрчлөх боломжгүй шинж чанартай бөгөөд уламжлалт дижитал эрхийн менежментийн (DRM) системийн тулгардаг олон асуудлыг шийдвэрлэх боломжтой. Үүнд:

1. **Төвлөрсөн бус өмчлөлийн болон гарал үүслийн бүртгэл:** Блокчейн технологи нь дижитал хөрөнгийн өмчлөл болон гарал үүслийг өөрчлөх боломжгүй, төвлөрсөн бус бүртгэлийг хангаж чадна. Ингэснээр зохиогч болон эзэмшигч нар зохих хүлээн зөвшөөрөл, нөхөн төлбөрийг авах боломжтой бөгөөд хөрөнгийн өмчлөл болон шилжүүлгийн түүхийг ил тод байдлаар хянах боломжтой болно. Энэ нь уламжлалт DRM системд тулгардаг өмчлөлийн эргэлзээ болон ил тод бус байдлын асуудлыг шийдвэрлэнэ.
2. **Ухаалаг гэрээгээр дамжуулан эрхийн автоматжуулсан менежмент:** Блокчейн дээр суурилсан ухаалаг гэрээнүүд нь дижитал хөрөнгийн хэрэглээ, роялти төлбөр тооцоо болон бусад холбогдох нөхцөлүүдийг автоматаар хэрэгжүүлэх боломжтой. Эдгээр нь өөрөө гүйцэтгэгддэг гэрээнүүд нь зөвхөн ил тод, үнэн зөв байдлыг хангаад зогсохгүй тохиролцсон нөхцөлүүдийг автоматаар хэрэгжүүлж, оролцогч талуудын итгэлцлийг нэмэгдүүлнэ.
3. **Хэрэглэгчийн хяналт ба эрх мэдэл:** Блокчейн технологид суурилсан дижитал хөрөнгийн менежментийн систем нь хэрэглэгчдэд хөрөнгийн хандах эрхийн зөвшөөрөл, өмчлөх эрхийг шилжүүлэх, дахин зарах зэрэг хяналтыг олгож, шинэ бизнес загваруудыг хэрэгжүүлэх боломжийг олгоно. Энэ нь хэрэглэгчийн эрх мэдэл, хяналтын дутагдлыг шийдвэрлэж, уламжлалт DRM системд тулгардаг асуудлыг арилгана.
4. **Төлбөр тооцоо ба мөнгө олох шинэ загварууд:** Блокчейн нь төлбөр тооцоог хөнгөвчлөх чадвар нь ашиглалтын төлбөр эсвэл захиалгад суурилсан хандалт зэрэг дижитал контентоор мөнгө олох шинэ загваруудыг бий болгож чадна. Энэ нь уламжлалт DRM загвартай харьцуулахад илүү уян хатан, хэрэглэгчдэд ээлтэй сонголтуудыг өгөх боломжтой.

## 1.8 Технологийн судалгаа

### 1.8.1 *React & Next.js*

#### **Declarative**

React нь хэрэглэгчийн интерактив интерфэйс бүтээхийг хялбарчилдаг. Аппликейшны state бүрд зориулсан энгийн бүтэц зохион байгуулахаас гадна, React нь өгөгдөл өөрчлөгдөхөд яг зөв компонентоо өөрчлөн рендер хийдэг. Declarative бүтэц нь кодыг тань debug хийхэд хялбар болгохоос гадна, ажиллагаа нь илүү тодорхой болдог.

#### **Next.js**

Netflix, TikTok, Hulu, Twitch, Nike гэсэн орчин үеийн аваргууд ашигладаг энэхүү орчин үеийн фрэймворк нь React технологи дээр үндэслэгдсэн бөгөөд Frontend, Backend хоёр талд хоёуланд нь ажилладаг веб аппуудыг хийх чадвартайгаараа бусдаасаа давуу юм. Next.js-ийн үндсэн дизайн нь клиент болон сервер талын аль алиных давуу талыг ашиглаж чаддаг, ямар нэг дутагдалгүй веб сайтыг яаж хамгийн хурдан хялбар бүтээх вэ гэдгийг бодож тусгасан байдаг. Next.js нь сервер талд react компонентуудыг рендерлэн энгийн html, css, json файл болгон хувиргах замаар ажилладаг бөгөөд 2020 оноос олон нийтэд танигдсан JAMStack технологи болон статик сайт, автоматаар статик хуудас үүсгэх, CDN deployment, сервергүй функц, тэг тохиргоо, файлын системийн рүүтинг (PHP-ээс санаа авсан), SWR (stale while revalidate), сервер талд рендерлэх зэрэг асар олон орчин үеийн шинэхэн технологиудыг бүгдийг хийж чаддаг анхны бүрэн веб фрэймворк гэж хэлж болно.

### 1.8.2 *Ethereum блокчэйн*

Төвлөрсөн бус, блокчэйн дээр суурилсан программуудыг хангамжийн платформ анх Ethereum-ийг 2013 онд программист Vitalik Buterin бичсэн бөгөөд 2015 онд олон нийтэд анх танилцуулагдсан юм. Ethereum нь бусад койныг бодвол зөвхөн арилжааны бус тус платформыг ашиглан smart

contract буюу ухаалаг гэрээ үүсгэх боломжтой. Энэ нь энгийнээр хөгжүүлэгчдэд төвлөрсөн бус хэрэглээний программуудыг бүтээх, ажиллуулах боломжийг олгодог.

### 1.8.3 *Hardhat*

Hardhat нь ухаалаг гэрээг хөгжүүлэх орчин юм. Энэ нь Ethereum ухаалаг гэрээг бичих, туршихаас эхлээд байршуулах, дибаг хийх хүртэлх бүх амьдралын мөчлөгийг хөнгөвчлөх зорилготой юм. Hardhat нь Ethereum Virtual Machine (EVM) дээр бүтээгдсэн бөгөөд Ethereum, Polygon, Avalanche болон бусад EVM-тэй нийцтэй блокчэйнүүдийг дэмждэг.

### 1.8.4 *Wagmi*

Wagmi нь блокчэйнтэй ажиллахад шаардлагатай бүх зүйлийг агуулсан React Hook-ийн цуглуулга юм. Wagmi нь крипто түрийвч холбох, мэдээллийг авах, ухаалаг гэрээтэй харилцах гэх мэт үйлдлүүдийг хөнгөвчлөх боломжийг олгодог.

### 1.8.5 *IPFS & Pinata*

IPFS буюу Interplanetary File System нь peer-to-peer сүлжээн дэх файлуудыг хадгалах, хуваалцахад зориулагдсан төвлөрсөн бус протокол юм. Үндсэндээ IPFS нь файлуудыг жижиг хэсгүүдэд хувааж, сүлжээний олон зангилаанд хадгалдаг. Энэ нь файлуудыг нэг байршилд хадгалдаггүй, харин сүлжээгээр тарааж байршуулдаг. Pinata нь төвлөрсөн бус бичиг баримт хадгалалтын сүлжээ болох Interplanetary File System (IPFS) дээр бүтээгдсэн үйлчилгээ юм. Pinata нь хөгжүүлэгчид болон хэрэглэгчдэд IPFS сүлжээнд өгөгдөл хадгалах, уншихад хялбар болгодог. Энэ нь IPFS дээр хадгалагдсан файлуудыг байршуулах, удирдах, хандахад зориулсан API болон бусад хэрэгслээр хангаснаар IPFS-тэй харилцах үйл явцыг хялбаршуулдаг.

### 1.8.6 Lit Protocol

Lit Protocol нь хэрэглэгчдэд өгөгдөл шифрлэх, түүнд хандах хандалтыг хянах боломжийг олгодог төвлөрсөн бус түлхүүр удирдлагын систем юм. Lit Protocol-ийн хандалтын хяналтын систем нь хэрэглэгчид өөрсдийн өгөгдөлд хэн хандаж, ашиглах боломжтойг нарийн хянах боломжийг олгодог. Lit Protocol-г дараах зорилгоор ашиглаж болно.

- Lit сүлжээнд өгөгдлийг шифрлэх түлхүүр үүсгэх, удирдах
- Lit сүлжээнээс өгөгдлийн шифрлэлтийг тайлах түлхүүрийг авах эрхийг нарийвчилсан нөхцөлтэйгөөр тодорхойлох
- Lit сүлжээнээс түлхүүрийг авч өгөгдлийн шифрлэлтийг тайлах

Lit Protocol бол төвлөрсөн бус сүлжээ бөгөөд үйл ажиллагааны хувьд програмчлагдах түлхүүр хэлбэрээр ажилладаг. "threshold криптографи" гэж нэрлэгддэг процессоор Lit нь хувийн түлхүүрийг төвлөрсөн бус болгож, уг түлхүүр нь Lit зангилаанууд дээр тархсан байдлаар хадгалдаг. Lit сүлжээ нь өгөгдөл шифрлэхэд BLS тоон гарын үсэг ашиглан тодорхой нөхцөл хангасан хүмүүст л шифрлэлтийг тайлахыг зөвшөөрдөг таних тэмдэгт (ID) суурилсан шифрлэлтийн схемийг ашигладаг. BLS (Boneh-Lynn-Shacham) тоон гарын үсэг нь нийтийн түлхүүрт суурилсан криптографийн нэг төрөл бөгөөд өгөгдлийг нууцлах, баталгаажуулахад өргөн ашиглагддаг. Энэ нь тодорхой нөхцөл хангасан хүмүүст л нууцлалыг тайлах эрх олгодог тул зөвхөн зөвшөөрөгдсөн хүмүүс л өгөгдлийг үзэх боломжтой болдог.

Өгөгдөл шифрлэхийн тулд дараах алхмуудыг хийх хэрэгтэй.

1. Крипто хэтэвчний гарын үсгийг авах, өөрөөр хэлбэл хэтэвчийг эзэмшдэг эсэхийг нотлох
2. Хэн таны өгөгдлийн шифрлэлтийг тайлах түлхүүрийг авч чадах талаар хандалтын хяналтын нөхцөлийг тодорхойлох
3. Lit сүлжээнд холбогдож, өгөгдлийг шифрлүүлэх түлхүүр үүсгэн өгөгдлийг шифрлэх

## 2. СИСТЕМИЙН ШИНЖИЛГЭЭ, ЗОХИОМЖ

### 2.1 Системийн шаардлага

#### 2.1.1 Функционал шаардлагууд

/ФШ 10/ Систем нь цахим бүтээл болон лицензийн талаарх мэдээллийн найдвартай байдлыг хадгалахын тулд блокчэйнтэй харилцах ёстой.

/ФШ 20/ Системд хэрэглэгчид крипто хэтэвчээ ашиглан өөрийгөө баталгаажуулах боломжтой байх ёстой (жишээ нь, MetaMask).

/ФШ 30/ Системд зөвхөн холбогдсон түрийвчтэй, баталгаажуулсан хэрэглэгчид системийн функцэд хандах эрхтэй байх ёстой.

/ФШ 40/ Систем нь хэрэглэгчдэд янз бүрийн төрлийн цахим бүтээлийг (жишээ нь, видео, аудио, PDF, зураг) аюулгүйгээр байршуулах боломжтой байх ёстой.

/ФШ 50/ Систем нь цахим бүтээлийг байршуулахдаа бүтээлийн мэдээллийг бүртгэх мөн үнийг тогтоох боломжтой байх ёстой.

/ФШ 60/ Систем нь өгөгдлийн нууцлал, аюулгүй байдлыг хангах үүднээс байршуулахаас өмнө файлуудыг шифрлэн IPFS (InterPlanetary File System) дээр найдвартай хадгалах ёстой.

/ФШ 70/ Систем нь шифрлэгдсэн файлуудыг зохих зөвшөөрөлтэй эрх бүхий хэрэглэгчдэд зориулан тайлах ёстой.

/ФШ 80/ Системд хэрэглэгчдэд цахим бүтээлийн үнэд тохирсон шаардлагатай төлбөрийг төлж эзэмшигчдээс тухайн цахим бүтээлд хандах лиценз буюу хандах зөвшөөрөл авах хүсэлт илгээх боломжтой байх ёстой.

## *2.1. СИСТЕМИЙН ШААРДЛАГА 2. СИСТЕМИЙН ШИНЖИЛГЭЭ, ЗОХИОМЖ*

/ФШ 90/ Системд цахим бүтээл эзэмшигчид лицензийн хүсэлтийг зөвшөөрөх эсвэл татгалзах боломжтой байх ёстой. Зөвшөөрөгдсөн үед худалдан авагчид бүтээлийн лицензийг өгөх мөн зохих төлбөрийг эзэмшигчид шилжүүлэх ёстой.

/ФШ 100/ Системд цахим бүтээл эзэмшигчид мөн хэрэглэгчдийн лицензийн хүсэлтээс татгалзах сонголттой байх ёстой. Ийм тохиолдолд төлбөрийг хэрэглэгчдэд буцааж өгөх ёстой.

/ФШ 110/ Систем нь цахим бүтээл эзэмших, түүнд лиценз олгох асуудлыг зохицуулахын тулд ухаалаг гэрээг блокчэйн дээр байршуулж, удирдах ёстой.

/ФШ 120/ Системд хэрэглэгчид хүссэн үедээ системээс цахим бүтээлийн орлогоо өөрийн крипто хэтэвч рүү татах боломжтой байх ёстой.

/ФШ 130/ Систем нь бүтээл байршуулах, удирдах, өмчлөлийг баталгаажуулахын тулд ухаалаг гэрээтэй харилцах ёстой.

/ФШ 140/ Хэрэглэгчид систем дээр байршуулсан цахим бүтээлийн дэлгэрэнгүй мэдээллийг үзэх боломжтой байх ёстой.

/ФШ 150/ Цахим бүтээлийн лиценз авахад лицензэд өвөрмөц дугаар олгож, блокчэйн дээр хадгалах ёстой.

/ФШ 160/ Систем нь хэрэглэгчид лиценз авсны дараа лицензийн дугаар, файлын мэдээлэл зэрэг лицензийнхээ дэлгэрэнгүй мэдээллийг агуулсан цахим гэрчилгээ олгох ёстой.

### **2.1.2 Функционал бус шаардлагууд**

/ФБШ 10/ Блокчэйн технологи нь өгөгдлийн бүрэн бүтэн байдлыг хангаж, лицензийн мэдээллийг зөвшөөрөлгүй өөрчлөхөөс сэргийлнэ.

/ФБШ 20/ Систем нь гүйцэтгэлийн бууралтгүйгээр олон тооны хэрэглэгчид болон лицензүүдийг зохицуулах чадвартай байх ёстой.

## 2.1. СИСТЕМИЙН ШААРДЛАГА 2. СИСТЕМИЙН ШИНЖИЛГЭЭ, ЗОХИОМЖ

/ФБШ 30/ Ухаалаг гэрээ нь модульчлагдсан байх ёстой бөгөөд шинэчлэгдэхэд хялбар байх ёстой.

/ФБШ 40/ Систем нь хүлээн зөвшөөрөгдсөн тодорхой хугацааны дотор баталгаажуулах хүсэлтийг хурдан боловсруулах чадвартай байх ёстой.

/ФБШ 50/ Систем нь янз бүрийн техникийн чадвартай хэрэглэгчдэд үүнийг үр дүнтэй ашиглах боломжийг олгодог хэрэглэгчдэд ээлтэй интерфейстэй байх ёстой.

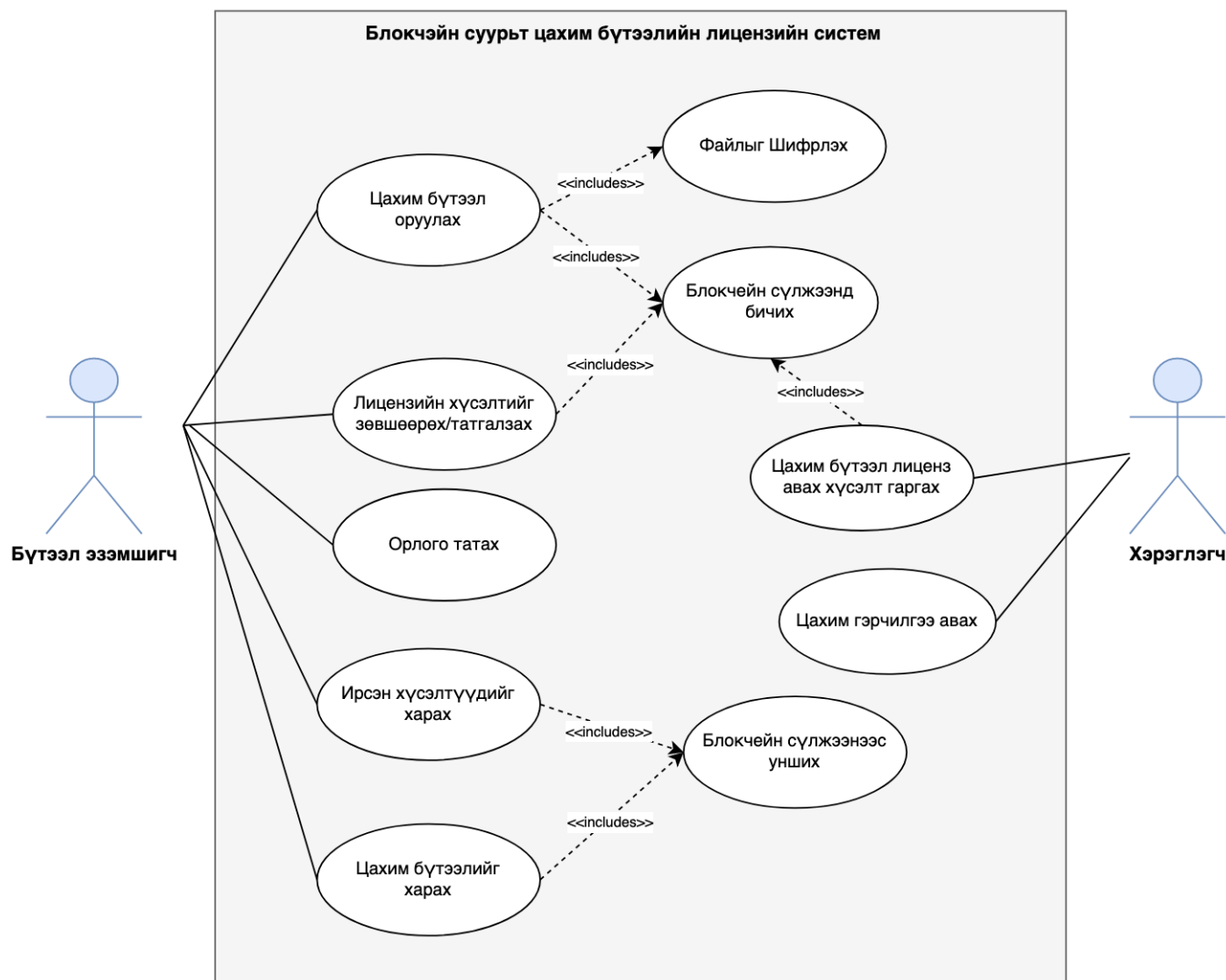
/ФБШ 50/ Систем нь янз бүрийн үйлдлийн систем, хөтөч, төхөөрөмжтэй нийцтэй байх ёстой.

/ФБШ 60/ Систем нь лиценз олгох, дижитал гүйлгээ, блокчэйн технологитой холбоотой аливаа зохицуулалтын шаардлагад нийцэж байх ёстой.

/ФБШ 70/ Энэ систем нь гамшгийн үед өгөгдөл алдагдахгүй байхын тулд найдвартай нөөцлөх, сэргээх механизмтай байх ёстой.

## 2.2 Системийн ажлын явцын диаграмм

Цахим бүтээлийн ажлын явцыг дараах байдлаар тодорхойлов. Системийн оролцогч талуудыг цахим бүтээлийн лиценз буюу хандах зөвшөөрөл авах гэж буй хэрэглэгч. Нөгөө талаас цахим бүтээл оруулах, түүнд лиценз буюу хандах зөвшөөрөл олгож буй бүтээл эзэмшигч гэж тодорхойлсон.

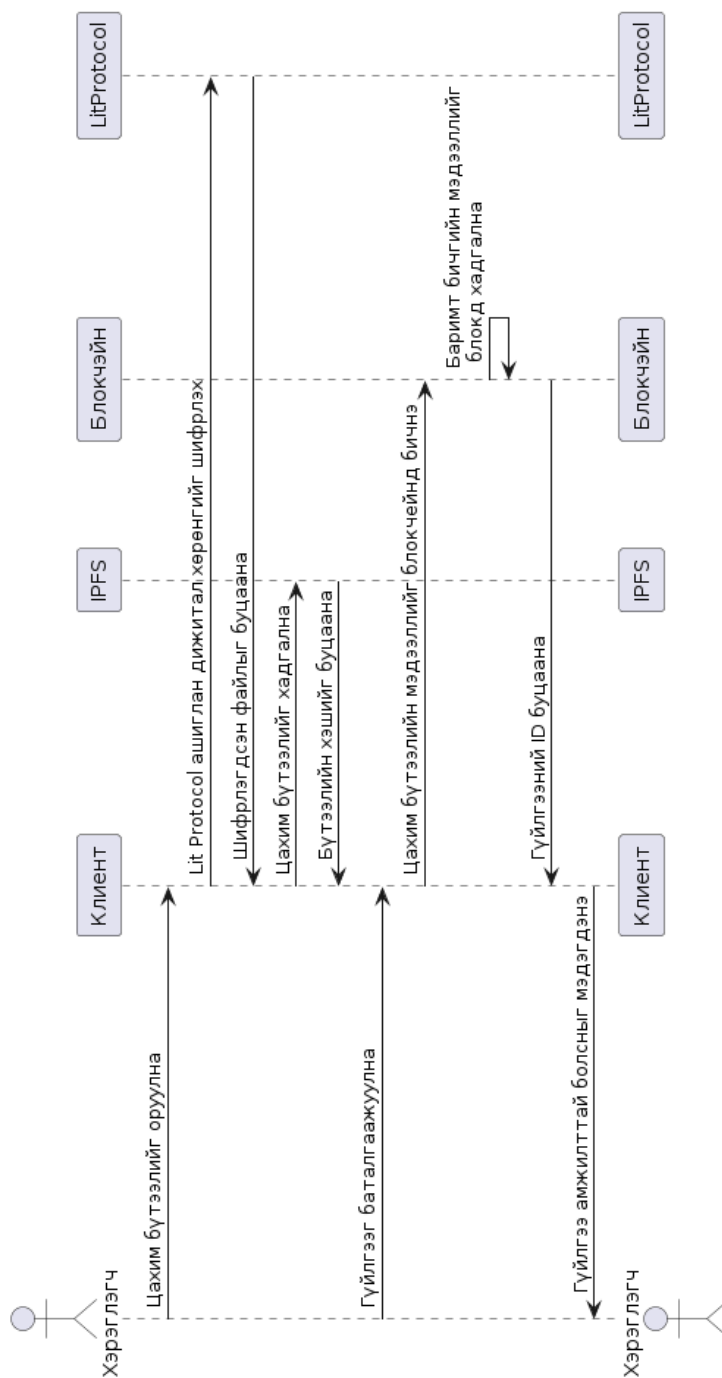


Зураг 2.1: Use-case диаграмм



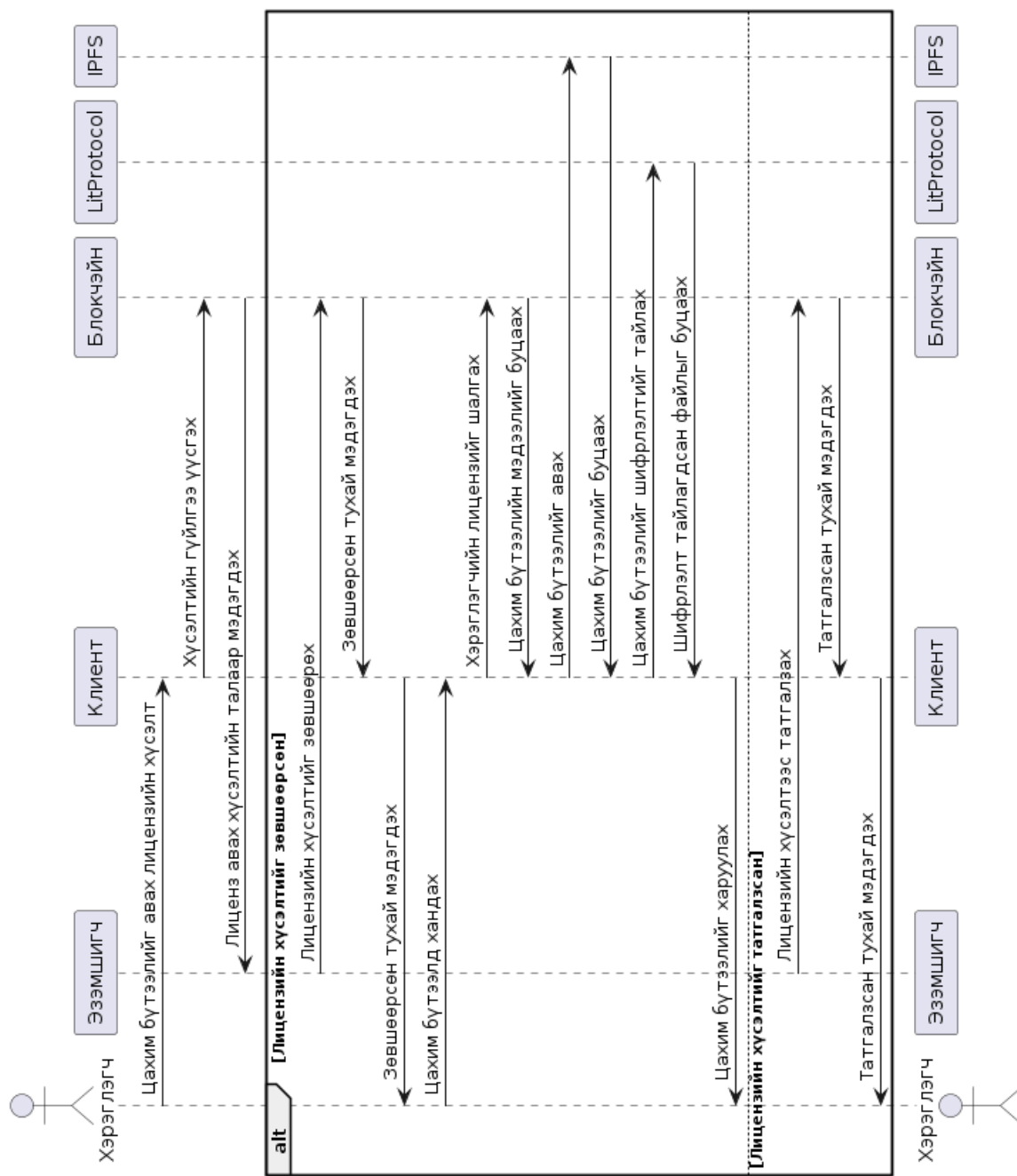
## 2.3 Дарааллын диаграмм

### 2.3.1 Хэрэглэгч цахим бүтээл оруулах дарааллын диаграмм



Зураг 2.2: Хэрэглэгч цахим бүтээл оруулах дарааллын диаграмм

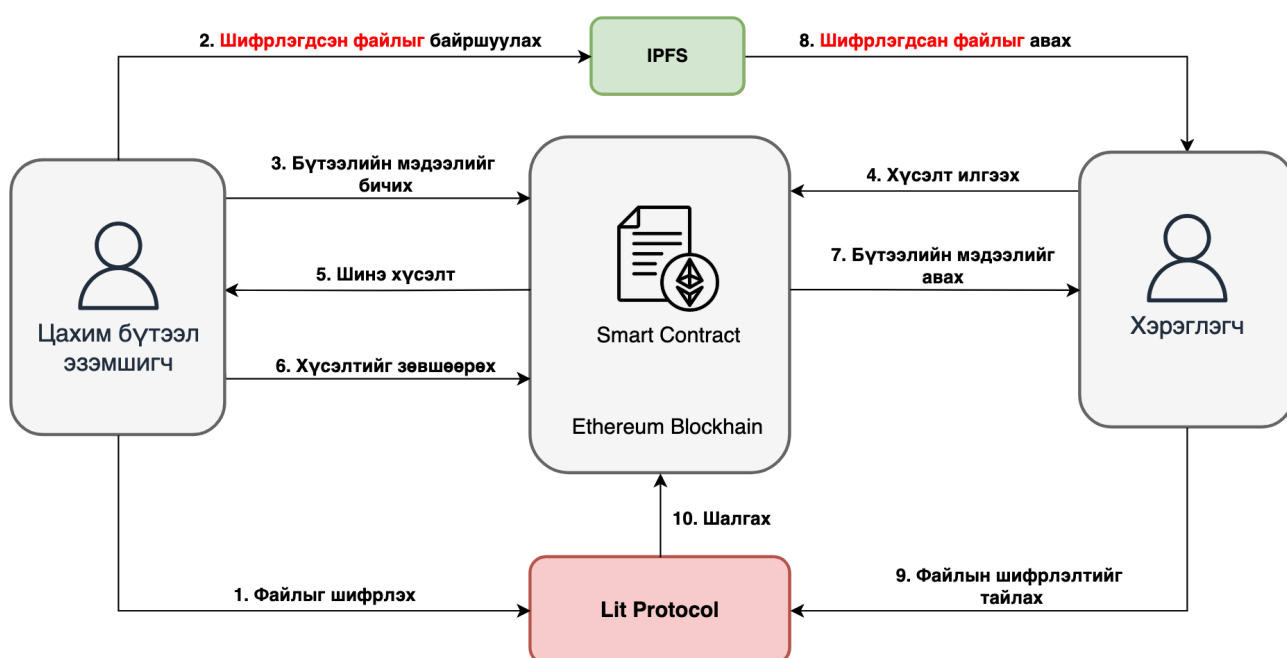
2.3.2 Хэрэглэгч цахим бүтээлд хандах эрх хүсэх дарааллын диаграмм



Зураг 2.3: Хэрэглэгч цахим бүтээлийг хүсэх дарааллын диаграмм

## 2.4 Архитектур

Энэхүү төслийн фронтэнд хэсэг нь NextJS-н ашигласан тул сервер талын рендер хийж байгаа ба хэрэглэгчийн оруулсан цахим бүтээл болон лицензийн мэдээллийг этереум блокчэйн сүлжээнд байршсан ухаалаг гэрээнд бичих болон унших үйлдлийг хийх юм. Мөн хэрэглэгчийн оруулсан цахим бүтээлийн файлыг IPFS сүлжээнд шифрлэн байршуулж, шифрлэлтийн түлхүүрийг Lit сүлжээнд хадгална. Шифрлэлтийн түлхүүрийг хандалтын хяналтын нөхцөлд тодорхойлсон ухаалаг гэрээний дагуу зөвшөөрөлтэй хүн авч файлын шифрлэлтийг тайлна.



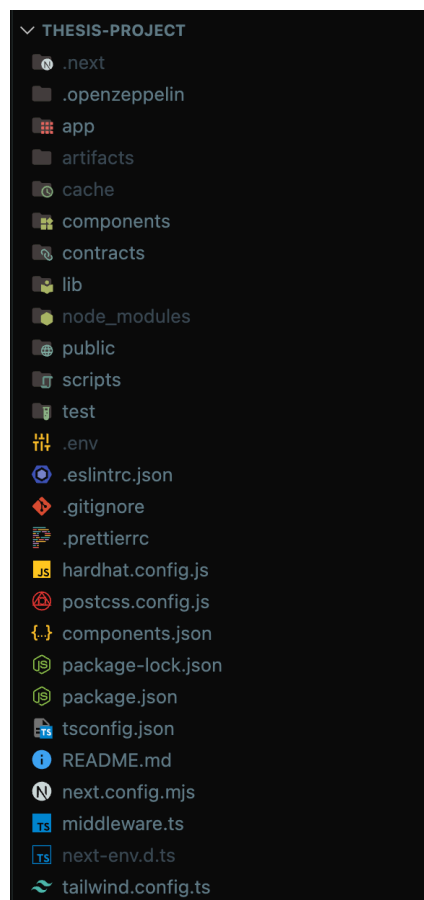
Зураг 2.4: Системийн ерөнхий архитектур

## 3. СИСТЕМИЙН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ

### 3.1 Хөгжүүлэлт

#### 3.1.1 Хөгжүүлэлтийн орчныг бэлдэх

Энэхүү судалгааны ажлын практик хэсэгт би NextJS, Hardhat, Pinata IPFS, Lit Protocol, Wagmi, Tailwind CSS зэргийг ашиглан хөгжүүлэлт хийх билээ. NextJS нь монологик төсөл хийхэд тохиромжтой ба төслийн ухаалаг гэрээн хөгжүүлэлт, клайнт талуудыг нэг repository-д хадгалж байгаа. Version Control System-ээр Github-г сонгосон юм. Кодын фолдер бүтэц нь дараах байдлаар байна.



Зураг 3.1: Хөгжүүлэлтийн орчин

- **components** - React компонентууд
- **lib** - Хэрэглэгчийн талын шаардлагатай код туслах функцүүд
- **app** - NextJS дээрх хуудаснууд
- **public** - Статик зураг, файлууд
- **scripts** - Ухаалаг гэрээний хөгжүүлэлттэй холбоотой javascript файлууд
- **contracts** - Ухаалаг гэрээний файлууд

## 3.1.2 Ухаалаг гэрээн хөгжүүлэлт

Миний төсөл нэг ухаалаг гэрээнээс бүтнэ. Ухаалаг гэрээг Solidity хэл дээр бичсэн бөгөөд Ethereum блокчэйн дээр байршуулсан. Уг ухаалаг гэрээ нь цахим файлууд болон тэдгээртэй холбоотой лицензүүдийг төлөөлдөг Файл, Лиценз ба Хүсэлт гэсэн гурван бүтцийг тодорхойлсон. Файл бүтэц нь id, эзэмшигчийн хаяг, файлын нэр, дэлгэрэнгүй, ангилал, шифрлэсэн файлын хэш, файлын хэмжээ, бүтээлийн үнэ, үүсгэсэн хугацаа зэрэг атрибутуудыг агуулна. Лиценз бүтэц нь лицензийн дугаар, бүтээл эзэмшигчийн хаяг, лиценз эзэмшигчийн хаяг, файлын нэр, дэлгэрэнгүй, ангилал, шифрлэсэн файлын хэш, файлын хэмжээ, лиценз үүсгэсэн хугацаа зэрэг атрибутуудыг агуулна. Мөн дараах функцүүдтэй:

<b>createFile</b>	Цахим бүтээлийн мэдээллийг бичих
<b>getAllPublicFiles</b>	Оруулсан бүх цахим бүтээлийн мэдээллийг авах
<b>getAllUserFiles</b>	Хэрэглэгчийн оруулсан цахим бүтээлийн мэдээллийг авах
<b>getAllUserLicenses</b>	Хэрэглэгчийн эзэмшиж буй цахим бүтээлийн лицензүүдийг авах
<b>getPublicFileById</b>	Цахим бүтээлийн мэдээллийг дугаараар нь авах
<b>requestLicense</b>	Цахим бүтээлийг авах бүтээлийн эзэмшигч рүү лицензийн хүсэлт илгээх
<b>approveLicenseRequest</b>	Өөрийн цахим бүтээлд ирсэн хүсэлтийг зөвшөөрөх
<b>rejectLicenseRequest</b>	Өөрийн цахим бүтээлд ирсэн хүсэлтээс татгалзах
<b>getFileOwnerLicenseRequests</b>	Бүтээлийн эзэмшигчид ирсэн хүсэлтүүдийг авах
<b>isFileOwnedOrLicensed</b>	Цахим бүтээлийн эзэмшигч эсэх эсвэл түүний лицензийг авсан эсэхийг шалгах
<b>generateUniqueLicense</b>	Лицензэд өвөрмөц дугаар бий болгох

Table 3.1: Ухаалга гэрээний функцүүд

**3.1.3 Ухаалаг гэрээг этереум блокчэйн сүлжээнд байршуулах**

```

1  const { ethers } = require('hardhat');
2
3  async function deployContract() {
4    let contract;
5
6    try {
7      contract = await ethers.deployContract('LicenseMarketplace');
8      await contract.waitForDeployment();
9
10     console.log('Contracts deployed successfully. ');
11     return contract;
12   } catch (error) {
13     console.error('Error deploying contracts:', error);
14     throw error;
15   }
16 }
17
18 async function main() {
19   let contract;
20
21   try {
22     contract = await deployContract();
23     await saveContractAddress(contract);
24
25     console.log('Contract deployment completed successfully. ');
26   } catch (error) {
27     console.error('Unhandled error:', error);
28   }
29 }
30
31 main().catch((error) => {
32   console.error('Unhandled error:', error);
33   process.exitCode = 1;
34 });

```

Код 3.1: Ухаалаг гэрээг блокчэйн байршуулах

**3.1.4 Lit protocol-н файл шифрлэлт болон хандалтын хяналтын нөхцөл**

Lit Protocol-оор дамжуулан клиент талд файлыг шифрлэх ба блокчэйн байршуулсан ухаалаг гэрээнд бичсэн `isFileOwnedOrLicensed` функц хэрэглэгчийн крипто хэтэвчийн хаяг, файлын дугаараар файлыг зөвхөн бүтээл эзэмшигч эсвэл тухайн бүтээлд лиценз буюу хандах зөвшөөрөлтэй хэрэглэгч эсэхийг баталгаажуулан файлын шифрлэлтийг тайлах түлхүүрийг авах боломжтойгоор хандалтын хяналтын нөхцөлийг тодорхойлон файлыг шифрлэнэ. Файлыг шифрлэсний дараа Lit сүлжээ нь хандалтын хяналтын нөхцөлийн тодорхойлсноор хэн шифрлэлтийг тайлах түлхүүр авахыг зөвшөөрнө. Файлын шифрлэлтийн түлхүүр үүсгэх болон авахын тулд хэрэглэгчийн

крипто хэтэвчээр баталгаажуулна.

```

1
2 const client = new LitJsSdk.LitNodeClient({});
3 const chain = "sepolia";
4
5 const createAccessControlCondition = (id: string) => {
6   return [
7     {
8       contractAddress: licenseValidationContract.
9         contractAddress,
10      chain: "sepolia",
11      functionName: "isFileOwnedOrLicensed",
12      functionParams: [":userAddress", id],
13      functionAbi: {
14        inputs: [
15          {
16            internalType: "address",
17            name: "_user",
18            type: "address",
19          },
20          {
21            internalType: "uint256",
22            name: "_fileId",
23            type: "uint256",
24          },
25        ],
26        name: "isFileOwnedOrLicensed",
27        outputs: [
28          {
29            internalType: "bool",
30            name: "isOwned",
31            type: "bool",
32          },
33        ],
34        stateMutability: "view",
35        type: "function",
36      },
37      returnValueTest: {
38        key: "isOwned",
39        comparator: "=",
40        value: "true",
41      },
42    ],
43  ];
44 }
45 class Lit {
46   litNodeClient: any;
47
48   async connect() {
49     await client.connect();
50     this.litNodeClient = client;
51   }
52
53   async encryptFile(id: string, file: any) {
54     if (!this.litNodeClient) await this.connect();
55     const authSig = await LitJsSdk.checkAndSignAuthMessage({
56       chain: "sepolia",
57       nonce: this.litNodeClient.getLatestBlockhash() as string
58     },
59   );
60   });

```

```

58 |
59 |     const encryptedZip = await LitJsSdk.
60 |       encryptFileAndZipWithMetadata({
61 |         evmContractConditions: createAccessControlCondition(
62 |           String(id)),
63 |         authSig,
64 |         chain: "sepolia",
65 |         file: file,
66 |         litNodeClient: this.litNodeClient,
67 |         readme: "Encrypted_file",
68 |       });
69 |
70 |     const encryptedBlob = new Blob([encryptedZip], {
71 |       type: "text/plain",
72 |     });
73 |     const encryptedFile = new File([encryptedBlob], file.name);
74 |     return encryptedFile;
75 |   }
76 |
77 |   async decryptFile(file: any) {
78 |     if (!this.litNodeClient) await this.connect();
79 |     const authSig = await LitJsSdk.checkAndSignAuthMessage({
80 |       chain: "sepolia",
81 |       nonce: this.litNodeClient.getLatestBlockhash() as string
82 |     });
83 |
84 |     const { decryptedFile } = await LitJsSdk.
85 |       decryptZipFileWithMetadata(
86 |         {
87 |           file: file,
88 |           litNodeClient: this.litNodeClient,
89 |           authSig: authSig,
90 |         },
91 |       );
92 |     return decryptedFile;
93 |   }
94 | }
95 |
96 | const lit = new Lit();
97 | export default lit;

```

Код 3.2: Lit protocol-н файл шифрлэлт болон хандалтын хяналтын нөхцөл

### 3.1.5 Pinata API-ээр дамжуулан файлыг IPFS-д хадгалах

Pinata нь IPFS дээрх үйлдлүүдийг хийх боломжийг олгодог бөгөөд Pinata API-г ашиглан хэрэглэгч контент хадгалах боломжтой болно. Pinata API-г ашиглахын тулд хэрэглэгч Pinata дээр бүртгүүлж, API түлхүүр үүсгэх шаардлагатай.

Pinata API ашиглан файлыг IPFS-д байршуулах функцийг тодорхойлсон. Энэ нь POST



хүсэлтийг файлын өгөгдөл болон шаардлагатай аюулгүй байдлын header мэдээллийн хамт илгээж, серверээс хариу хүлээн авсны дараа өгөгдлийг JSON форматаар буцаана.

```

1 async function pinFileToIPFS(file: File): Promise<any> {
2   const formData = new FormData();
3   formData.append('file', file);
4
5   const res = await fetch('https://api.pinata.cloud/pinning/
6     pinFileToIPFS', {
7     method: 'POST',
8     headers: {
9       pinata_api_key: process.env.NEXT_PUBLIC_PINATA_API_KEY!,
10      pinata_secret_api_key: process.env.
11        NEXT_PUBLIC_PINATA_API_SECRET!,
12    },
13    body: formData,
14  });
15  return res.json();
16 }

```

Код 3.3: Файлыг IPFS-д хадгалах

### 3.1.6 Ухаалаг гэрээнээс өгөгдлийг унших

Хэрэглэгчийн ethereum хэтэвчний хаяг, ухаалаг гэрээний хаяг болон ухаалаг гэрээний ABI (ухаалаг гэрээ ба ухаалаг гэрээнүүдтэй харилцах программуудын хоорондын харилцааг тодорхойлдог интерфейс) авч, Wagmi сангийн ухаалаг гэрээнээс өгөгдөл авахад зориулагдсан useReadContract hook-г ашиглана. Ethereum блокчэйн дээр байрласан ухаалаг гэрээнээс өгөгдөл авах бөгөөд гэрээ нь 'getAllUserFiles' гэсэн нэртэй функцтэй байх ёстой. Энэ функц нь тухайн хэрэглэгчийн эзэмшдэг цахим бүтээлүүдийг буцаана.

```

1 const { address } = useAccount();
2 const {
3   data: userFiles,
4   isLoading,
5   error,
6 } = useReadContract({
7   address: licenseValidationContract.contractAddress as `0x${
8     string}`,
9   abi: licenseValidationAbi.abi,
10  functionName: 'getAllUserFiles',
11  account: address,
12 }) as { data: UploadedFile[]; isLoading: boolean; error: any };

```

Код 3.4: Ухаалаг гэрээний өгөгдлийг унших

**3.1.7 Ухаалаг гэрээнд цахим бүтээлийн өгөгдлийг бичих**

Wagmi-н тодорхойлсон React Hook-г ашиглан цахим бүтээл эзэмшигчийн оруулсан бүтээлийн өгөгдлийг ухаалаг гэрээнд бичнэ. Товчхондоо, файл байршуулж, нууцлал, Ethereum ухаалаг гэрээтэй харилцах үйл ажиллагааг React компонент дотор хийнэ. Энэ нь хэрэглэгч Ethereum түрийвчтэй холбогдсон эсэхийг баталгаажуулж, Lit Protocol ашиглан файлыг шифрлэж, шифрлэгдсэн файлыг IPFS-д байршуулж, ухаалаг гэрээнд өгөгдлийг бичнэ. Уг үйл явцын туршид төлөвүүдийн мэдээллийг хэрэглэгчдэд шинэчлэн мэдэгдэнэ.

```

1  const { writeContract, isPending, data: hash } = useWriteContract
   ();
2  const { isLoading, isSuccess, isError } =
   useWaitForTransactionReceipt({
3    hash,
4  });
5  const { isConnected, address } = useAccount();
6
7  async function onSubmit(data: z.infer<typeof formSchema>) {
8    if (!isConnected) {
9      connect({ connector: injected() });
10   }
11
12   if (!file) {
13     toast({
14       variant: "destructive",
15       description: "Please select a file to upload.",
16     });
17     return;
18   }
19
20   setUploading(true);
21
22   try {
23     const encryptedFile = await lit.encryptFile(String(fileId),
       file);
24     const res = await pinFileToIPFS(encryptedFile);
25
26     if (res.isDuplicate) {
27       if (fileInputRef.current) {
28         fileInputRef.current.value = "";
29       }
30       toast({
31         variant: "destructive",
32         description: "This file has already been uploaded.",
33       });
34     } else {
35       writeContract({
36         abi: licenseValidationAbi.abi,
37         address:
38           licenseValidationContract.contractAddress as `0x${
39             string}`,
40         functionName: "createFile",
41         args: [

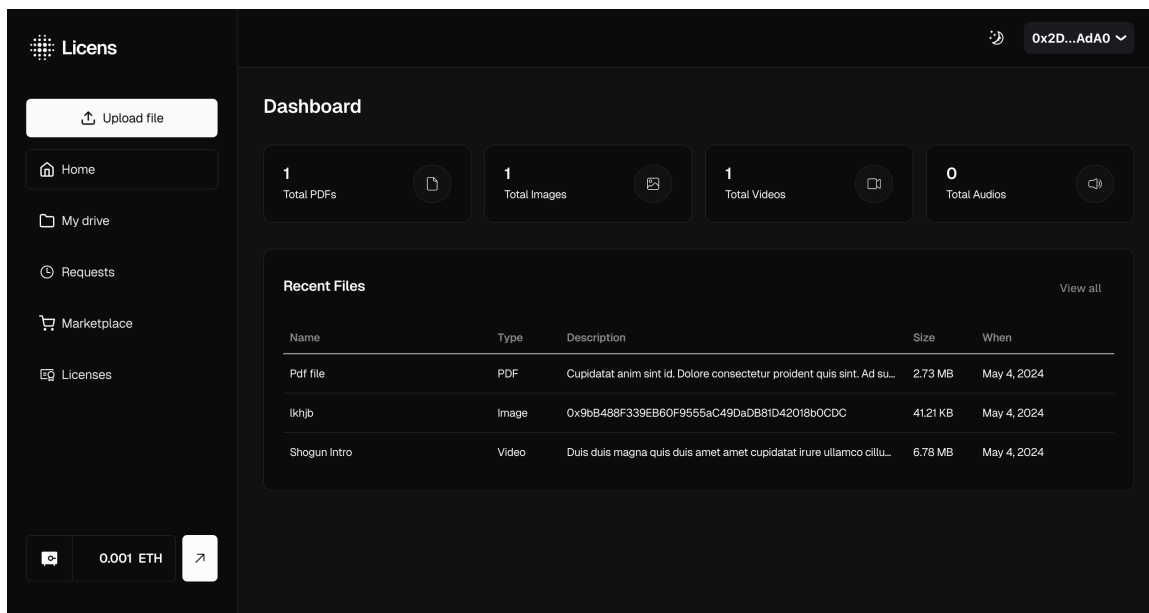
```

```
41 |         data.fileName,  
42 |         data.description,  
43 |         data.category,  
44 |         res.IpfsHash,  
45 |         file.size,  
46 |     ],  
47 |     });  
48 | }  
49 | } catch (error) {  
50 |     console.error("Error uploading file:", error);  
51 |     toast({  
52 |         variant: "destructive",  
53 |         description:  
54 |             "An error occurred while uploading the file. Please  
55 |             try again.",  
56 |     });  
57 | } finally {  
58 |     setUploading(false);  
59 |     refetch();  
60 | }
```

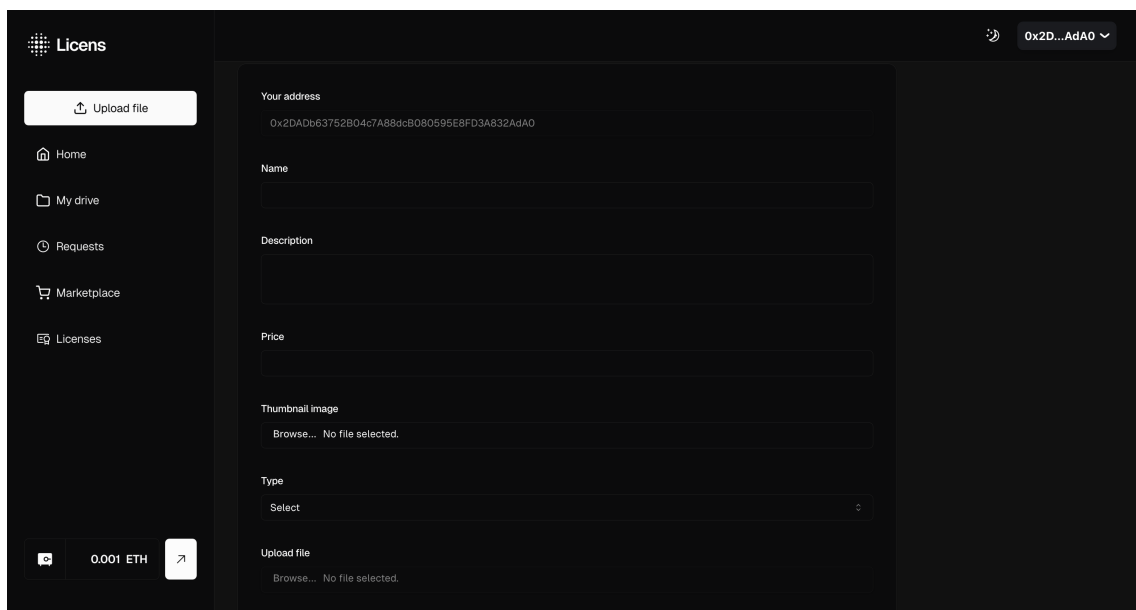
Код 3.5: Ухаалаг гэрээний өгөгдлийг унших

## 3.2 Үр дүн

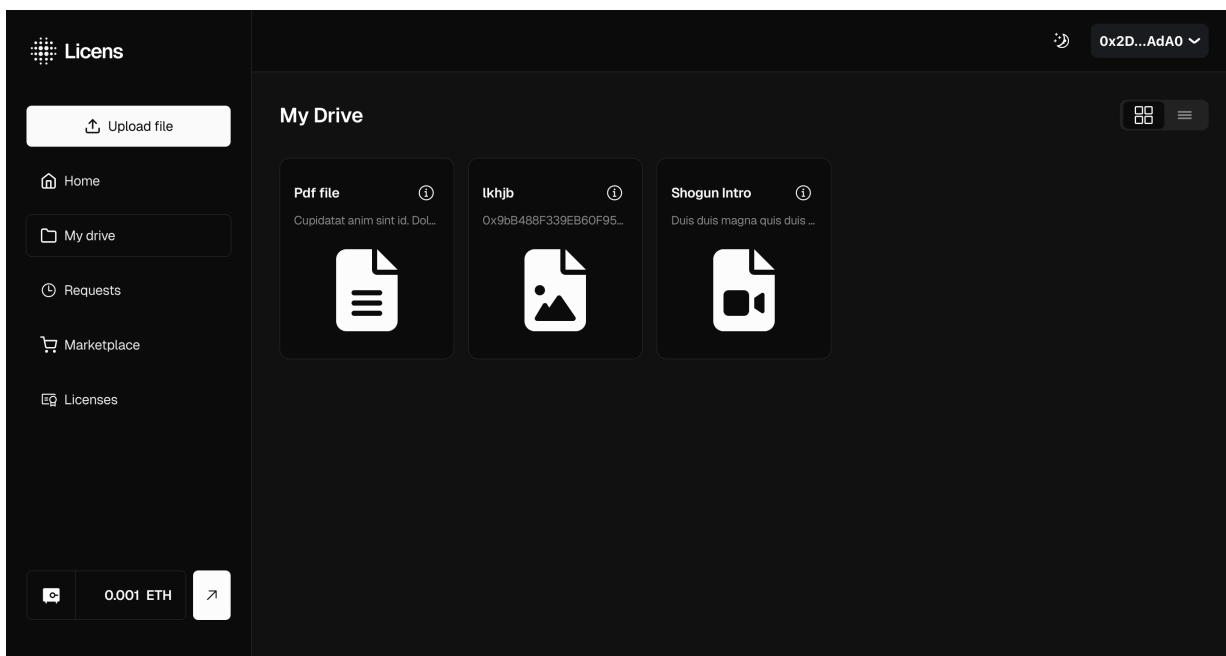
Хөгжүүлэлтийг дээрх бүлэг сэдвүүд дээр тодорхойлсон шинжилгээ, зохиомжийн дагуу хийсэн болно. Системийн интерфейс дараах байдлаар харагдана.



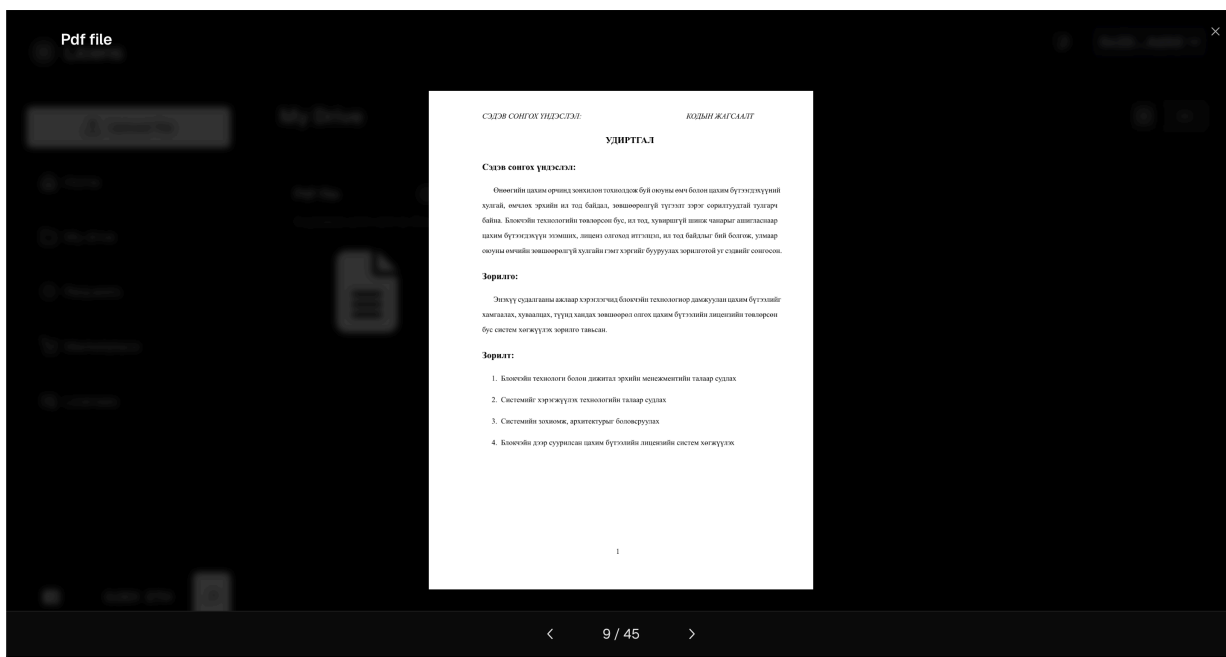
Зураг 3.2: Хэрэглэгчийн үндсэн хуудас



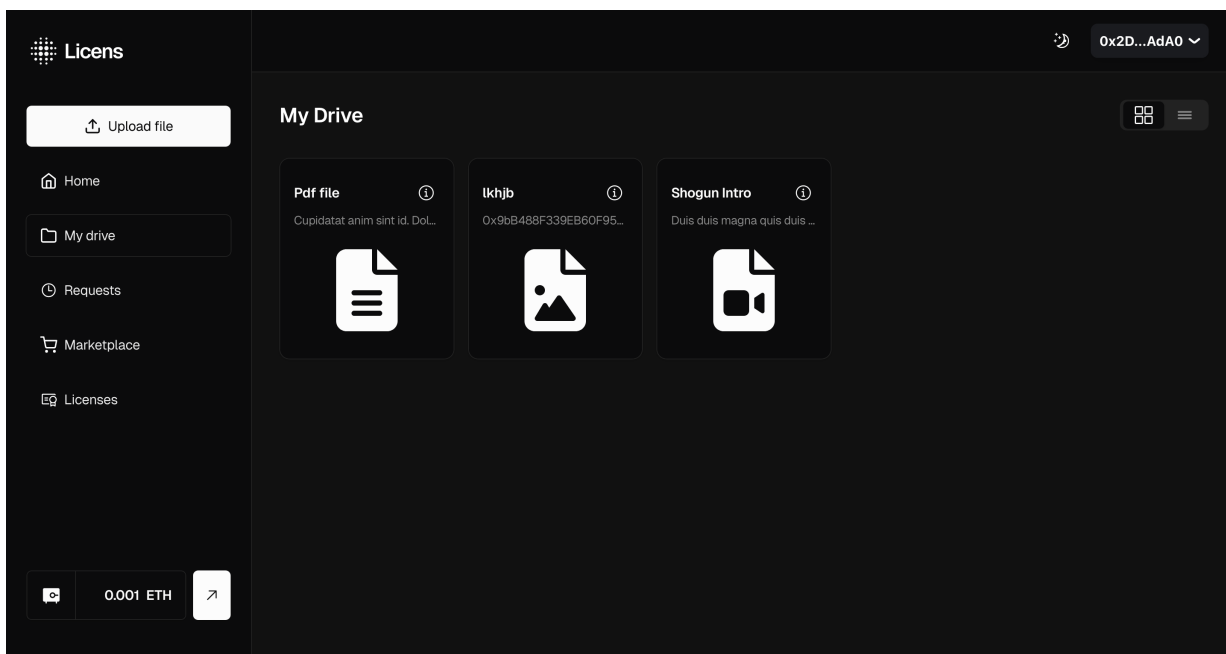
Зураг 3.3: Цахим бүтээл оруулах хуудас



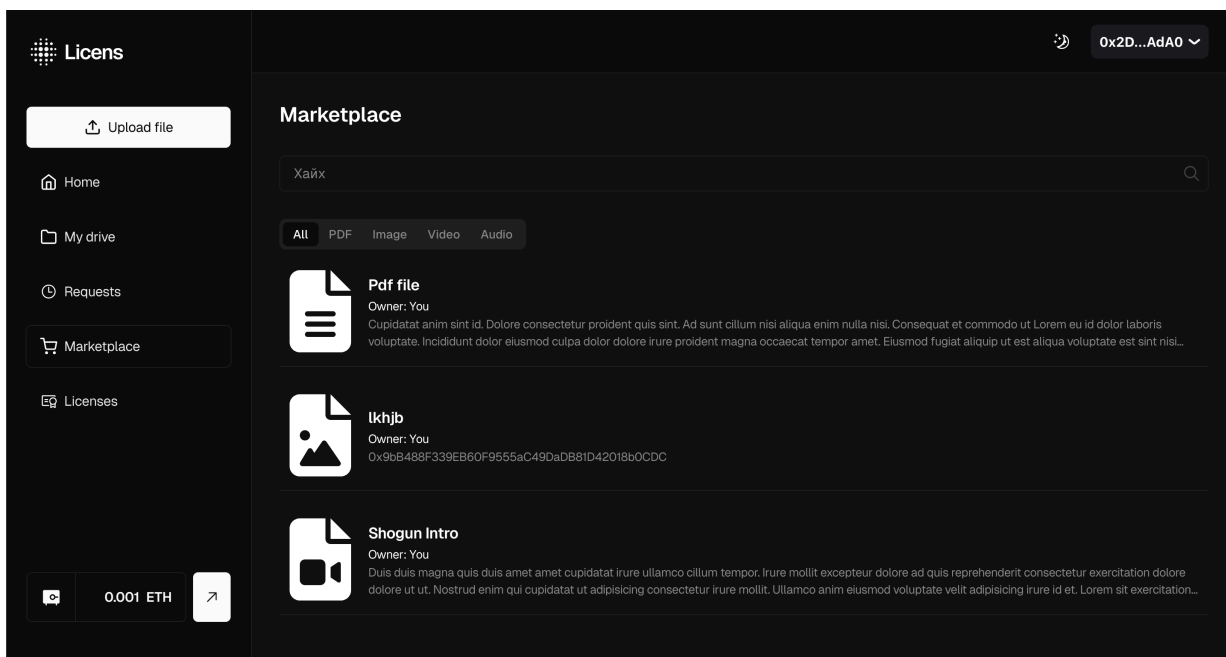
Зураг 3.4: Миний сан хуудас



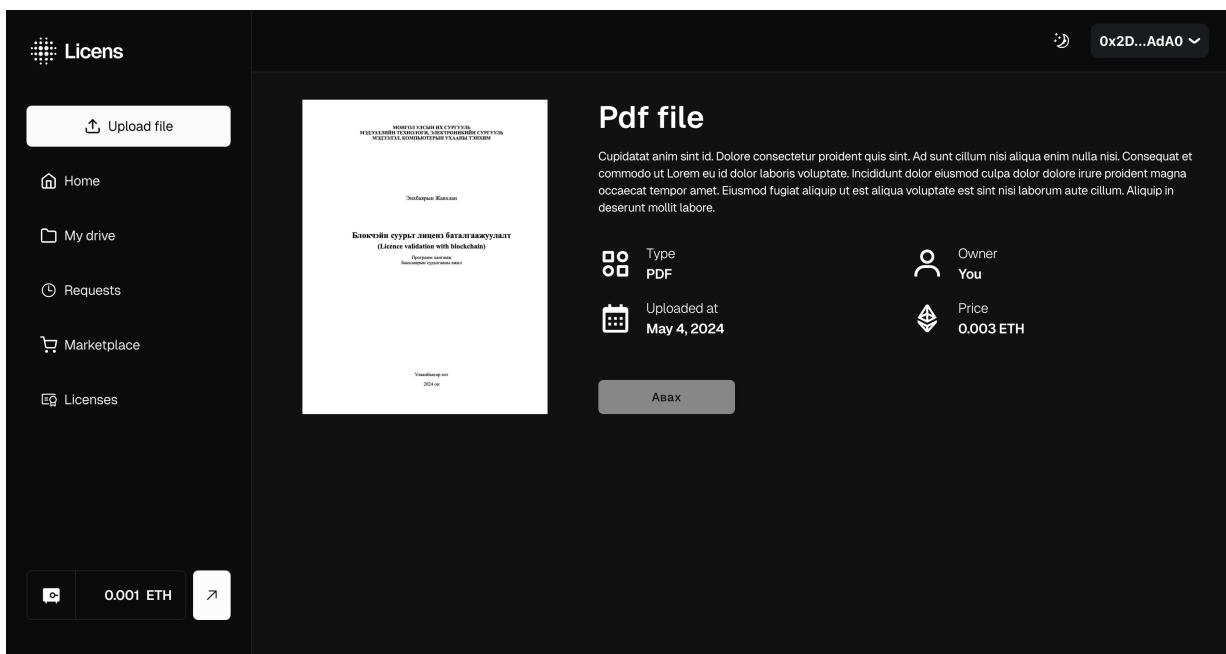
Зураг 3.5: PDF файл харэх



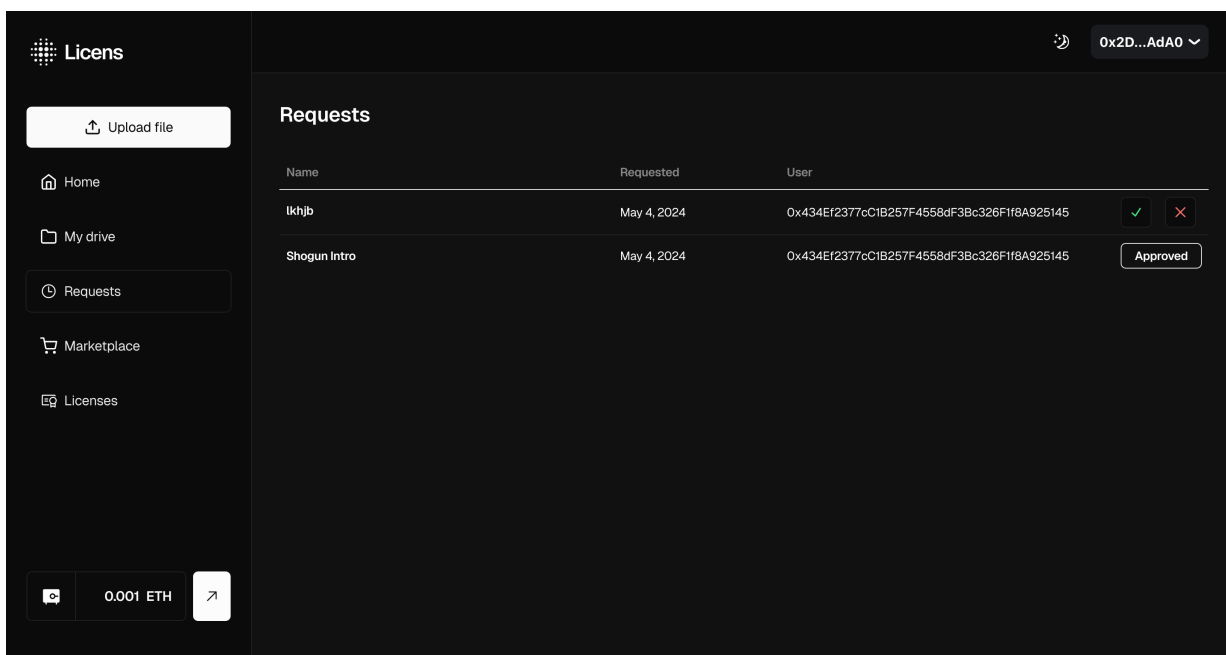
Зураг 3.6: Миний сан хуудас



Зураг 3.7: Marketplace хуудас



Зураг 3.8: Marketplace дэх бүтээлийн хуудас



Зураг 3.9: Лиценз хүсэлтийн хуудас

## 4. ДҮГНЭЛТ

Бакалаврын судалгааны ажлын хүрээнд блокчэйн технологи болон дижитал эрхийн менежментийн талаар судалсан. Энэхүү судалж суралцсан мэдлэгээ ашиглан практикт цахим бүтээлийн лицензийн системийг бүтээхээр зорьсон. Уг системийн гол зорилго нь хэрэглэгчид блокчэйн технологиор дамжуулан цахим бүтээлийг хамгаалах, хуваалцах, түүнд хандах зөвшөөрөл олгох төвлөрсөн бус, ил тод систем юм.

Энэхүү системийг эхнээс нь алхам алхмаар шаардлагаас нь хэрэгжүүлэлт хүртэл хийж гүйцэтгэсэн ба системийн функциональ ба функциональ бус шаардлагыг боловсруулж түүнээс системийн статик болон динамик загварыг гаргасан билээ. Үр дүнд нь блокчэйн, ухаалаг гэрээ болон IPFS технологиудыг ашиглан найдвартай, ил тод, төвлөрсөн бус системийг бүтээлээ. Түүнчлэн Lit Протоколыг ашиглан файлын нууцлалыг сайжруулсан нь платформын аюулгүй байдал, нууцлалыг улам бэхжүүлсэн.

Гэсэн хэдий ч, судалгааны явцад тулгарсан сорилтууд байсан. Нэг том бэрхшээл нь ухаалаг гэрээ боловсруулах болон системд Lit Протоколыг нэгтгэхэд шаардлагатай байсан бөгөөд үүний тулд блокчэйн хөгжүүлэлт, криптографын талаар гүнзгий ойлголт шаардлагатай байв. Түүнчлэн, системийн хэмжээнд аюулгүй байдлыг хангахын зэрэгцээ үр ашиг, хурдыг хадгалахад тогтмол сорилт тулгарч байв.

Цаашид ухаалаг гэрээний функцүүдийг оновчтой болгох, гүйлгээний шимтгэлийг буруулах талаар нарийвчилсан судалгаа хийх нь зүйтэй гэж үзэж байна. Түүнчлэн блокчэйний өөр өөр сүлжээ болон шифрлэлтийн аргуудыг судлах нь системийн цар хүрээ, үр ашгийг дээшлүүлэхэд тустай байж болох юм.



# Bibliography

- [1] Adam Hayes, Blockchain Facts: What Is It, How It Works, and How It Can Be Used. (December 15, 2023) <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
- [2] Scott Nevil, Distributed Ledger Technology (DLT): Definition and How It Works. (May 31, 2023) <https://www.investopedia.com/terms/d/distributed-ledger-technology-dlt.asp>
- [3] Sundararajan S. UN Agencies Turn to Blockchain In Fight Against Child Trafficking. (Nov 13, 2017) <https://www.coindesk.com/markets/2017/11/13/un-agencies-turn-to-blockchain-in-fight-against-child-trafficking/>
- [4] Zug Digital ID: Blockchain Case Study for Government Issued Identity. <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
- [5] What is digital rights management (DRM)?. <https://business.adobe.com/blog/basics/digital-rights-management>

# А. ҮЕЧИЛСЭН ТӨЛӨВЛӨГӨӨ

Батлав.

МКУТ-ийн эрхлэгч:...../Дэд профессор Ч.Алтангэрэл/

2024 оны 02 сарын 12 нд

Монгол нэр: Блокчэйн суурьт лиценз баталгаажуулалт  
Англи нэр: License validation with Blockchain  
Сэдэвт бакалаврын судалгааны ажлын 7 хоногийн үечилсэн төлөвлөгөө

Хугацаа: 2024.02.13-аас 2024.05.23 хүртэл 14 долоо хоног

№	Долоо хоног		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Жинхэнэ хамгаалалт
	Хийх ажил	Сэдвийн Технологийн	2 сарын 05-08 хооронд үечилсэн төлөвлөгөөгөө															
1	Судалгаа	Системийн шинжилгээ																
2	Системийн шинжилгээ зохиомж	Шаардлагын тодорхойлолт																
		Системийн UI/UX дизайн																
3	Системийн хэрэгжүүлэлт	Үндсэн код																
4	Туршилт	Нэмэлтүүд																
		Тест																
		Сайжруулалт																
5	Тайлан	Явцын																
		Эцсийн																

Тайлбар: Төслийг хэрэгжүүлэх төлөвлөгөөг 7 хоногийн даяар хийх шаардлагатай байж тод хариар будаж тэмдэглэнэ. Хийх ажил дэд хэсэгтэй байвал үү ажилд зарцуулах хугацааг хуваан төлөвлөж болно. Ажлын эхлэх тэгсэх хугацаа хоорондоо давхцаж болно. Ажлын гүйцэтгэлийг дүгнэж тэмдэглэхээ хийх боломжтой байхад "Холмс" баганыг үүсгэнэ.

Зөвшөөрсөн: Удирдагч багш ...../Дэд профессор Ч.Алтангэрэл/

Боловруулсан: Оюутан ...../Программ хангамж-4, Э.Жавхлан/

Оюутны ID: 206111110649

Холбогдох утас: 88242310

Зураг А.1: Удирдагчийн үнэлгээ дүгнэлт

# В. КОДЫН ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ

## В.1 Ухаалаг гэрээ

```
1 // SPDX-License-Identifier: MIT
2 pragma solidity ^0.8.0;
3
4 contract LicenseMarketplace {
5     address public owner;
6
7     struct File {
8         uint256 id;
9         address fileOwner;
10        string fileName;
11        string description;
12        string category;
13        string fileCid;
14        string imgUrl;
15        uint256 fileSize;
16        uint256 createdAt;
17        uint256 price;
18    }
19
20    struct License {
21        uint256 licenseNumber;
22        uint256 fileId;
23        address fileOwner;
24        address buyer;
25        string fileName;
26        string description;
27        string category;
28        string fileCid;
29        string imgUrl;
30        uint256 fileSize;
31        uint256 createdAt;
32        uint256 price;
33    }
34
35    struct LicenseRequest {
36        uint256 requestId;
37        uint256 fileId;
38        string fileName;
39        address requester;
40        address fileOwner;
41        uint256 requestedAt;
42        bool isApproved;
43        uint256 assetPrice;
44    }
45
46    mapping(address => File[]) private userFiles;
47    mapping (address => License[]) private fileLicenses;
48    mapping (uint256 => LicenseRequest) private licenseRequests;
49
50    mapping(uint256 => bool) public usedLicenses;
51
52    mapping(address => uint256) private userFund;
53    mapping(address => uint256) private userFundWithdrawable;
54
```

```

55 | File[] public publicFiles;
56 |
57 | uint256 public fileId;
58 | uint256 public requestId;
59 |
60 | event FileShared(address indexed owner, string fileName);
61 | event FileLicense(address indexed owner, address indexed
    |     buyer, string fileName);
62 | event LicenseRequestCreated(uint256 indexed requestId,
    |     uint256 fileId, address requester, address fileOwner);
63 | event LicenseRequestApproved(uint256 indexed requestId,
    |     uint256 fileId, address requester, address fileOwner);
64 | event LicenseRequestRejected(uint256 indexed requestId,
    |     uint256 fileId, address requester, address fileOwner);
65 |
66 | modifier onlyOwner(){
67 |     require(msg.sender == owner, "Only the owner can call
    |         this function");
68 | } -;
69 |
70 |
71 | constructor() {
72 |     owner = msg.sender;
73 | }
74 |
75 | function createFile(string memory _fileName, string memory
    |     _description, string memory _category, string memory
    |     _fileCid, uint256 _fileSize, string memory _imgUrl,
    |     uint256 _price) public {
76 |     fileId++;
77 |
78 |     File memory newFile = File({
79 |         id: fileId,
80 |         fileOwner: msg.sender,
81 |         fileName: _fileName,
82 |         description: _description,
83 |         category: _category,
84 |         fileCid: _fileCid,
85 |         imgUrl: _imgUrl,
86 |         fileSize: _fileSize,
87 |         createdAt: block.timestamp,
88 |         price: _price
89 |     });
90 |
91 |     userFiles[msg.sender].push(newFile);
92 |     publicFiles.push(newFile);
93 |
94 |     emit FileShared(msg.sender, _fileName);
95 | }
96 |
97 | function requestLicense(uint256 _fileId, address fileOwner
    |     , string memory _fileName, uint256 _assetPrice) public
    |     payable {
98 |     require(!isFileOwnedOrLicensed(msg.sender, _fileId), "
    |         User already owns or has a license for this file");
99 |     require(msg.value == _assetPrice, "Price not met");
100 |
101 |     requestId++;
102 |     LicenseRequest memory newRequest = LicenseRequest({
103 |         requestId: requestId,
104 |         fileId: _fileId,

```

```

105         fileName: _fileName,
106         requester: msg.sender,
107         fileOwner: _fileOwner,
108         requestedAt: block.timestamp,
109         isApproved: false,
110         assetPrice: _assetPrice
111     });
112
113     licenseRequests[requestId] = newRequest;
114     userFund[_fileOwner] += msg.value;
115
116     emit LicenseRequestCreated(requestId, _fileId, msg.
117         sender, _fileOwner);
118 }
119
120 function approveLicenseRequest(uint256 _requestId) public {
121     LicenseRequest storage request = licenseRequests[
122         _requestId];
123     require(request.fileOwner == msg.sender, "Only the file
124         owner can approve the request");
125     require(!request.isApproved, "Request already approved")
126     ;
127     request.isApproved = true;
128
129     File memory file = getPublicFileById(request.fileId);
130     uint256 licNum = generateUniqueLicense();
131
132     License memory newLicense = License({
133         licenseNumber: licNum,
134         fileId: file.id,
135         fileOwner: file.fileOwner,
136         buyer: request.requester,
137         fileName: file.fileName,
138         description: file.description,
139         category: file.category,
140         fileCid: file.fileCid,
141         imgUrl: file.imgUrl,
142         fileSize: file.fileSize,
143         createdAt: block.timestamp,
144         price: file.price
145     });
146
147     fileLicenses[request.requester].push(newLicense);
148
149     userFund[msg.sender] -= file.price;
150     userFundWithdrawable[msg.sender] += file.price;
151
152     emit FileLicense(file.fileOwner, request.requester, file
153         .fileName);
154     emit LicenseRequestApproved(_requestId, request.fileId,
155         request.requester, request.fileOwner);
156 }
157
158 function rejectLicenseRequest(uint256 _requestId) public {
159     LicenseRequest storage request = licenseRequests[
160         _requestId];
161     require(request.fileOwner == msg.sender, "Only the file
162         owner can reject the request");

```

```

157         require(!request.isApproved, "Request_already_approved")
158         ;
159         userFundWithdrawable[request.requester] += request.
160         assetPrice;
161         userFund[msg.sender] -= request.assetPrice;
162
163         delete licenseRequests[_requestId];
164         emit LicenseRequestRejected(_requestId, request.fileId,
165         request.requester, request.fileOwner);
166     }
167     function getAllUserFiles() public view returns(File[]
168     memory) {
169         return userFiles[msg.sender];
170     }
171     function getAllUserLicenses() public view returns(License[]
172     memory) {
173         return fileLicenses[msg.sender];
174     }
175     function getPublicFiles() public view returns (File[] memory)
176     {
177         return publicFiles;
178     }
179     function generateUniqueLicense() internal returns (uint256) {
180         uint256 randomNumber = uint256(keccak256(abi.
181         encodePacked(block.timestamp, blockhash(block.number)
182         , msg.sender)));
183         uint256 license = randomNumber % 10000000000;
184
185         while (usedLicenses[license]) {
186             randomNumber = uint256(keccak256(abi.encodePacked(
187             randomNumber, block.timestamp)));
188             license = randomNumber % 10000000000;
189         }
190         usedLicenses[license] = true;
191         return license;
192     }
193     function validateLicense(uint256 licenseNumber) external view
194     returns (bool) {
195         return usedLicenses[licenseNumber];
196     }
197     function getPublicFileById(uint256 _id) public view returns (
198     File memory) {
199         for (uint256 i = 0; i < publicFiles.length; i++) {
200             if (publicFiles[i].id == _id) {
201                 return publicFiles[i];
202             }
203         }
204         revert("Public_file_not_found");
205     }

```

```
206 |     function getUserLicenseRequests() public view returns (
207 |         LicenseRequest[] memory) {
208 |         uint256 count = 0;
209 |         for (uint256 i = 1; i <= requestId; i++) {
210 |             if (licenseRequests[i].requester == msg.sender) {
211 |                 count++;
212 |             }
213 |         }
214 |         LicenseRequest[] memory userRequests = new
215 |             LicenseRequest[](count);
216 |         uint256 index = 0;
217 |         for (uint256 i = 1; i <= requestId; i++) {
218 |             if (licenseRequests[i].requester == msg.sender) {
219 |                 userRequests[index] = licenseRequests[i];
220 |                 index++;
221 |             }
222 |         }
223 |         return userRequests;
224 |     }
225 |
226 |     function getFileOwnerLicenseRequests() public view returns (
227 |         LicenseRequest[] memory) {
228 |         uint256 count = 0;
229 |         for (uint256 i = 1; i <= requestId; i++) {
230 |             if (licenseRequests[i].fileOwner == msg.sender) {
231 |                 count++;
232 |             }
233 |         }
234 |         LicenseRequest[] memory ownerRequests = new
235 |             LicenseRequest[](count);
236 |         uint256 index = 0;
237 |         for (uint256 i = 1; i <= requestId; i++) {
238 |             if (licenseRequests[i].fileOwner == msg.sender) {
239 |                 ownerRequests[index] = licenseRequests[i];
240 |                 index++;
241 |             }
242 |         }
243 |         return ownerRequests;
244 |     }
245 |
246 |     function isFileOwnedOrLicensed(address _user, uint256 _fileId)
247 |         public view returns (bool) {
248 |         for (uint256 i = 0; i < userFiles[_user].length; i++) {
249 |             if (userFiles[_user][i].id == _fileId) {
250 |                 return true;
251 |             }
252 |         }
253 |         for (uint256 j = 0; j < fileLicenses[_user].length; j++) {
254 |             if (fileLicenses[_user][j].fileId == _fileId) {
255 |                 return true;
256 |             }
257 |         }
258 |         return false;
259 |     }
```

```
260 | }
261 |
262 |
263 | function getFileId() public view returns (uint256) {
264 |     return fileId + 1;
265 | }
266 |
267 | function payTo(address to, uint256 amount) internal {
268 |     (bool success, ) = payable(to).call{ value: amount }('');
269 |     require(success, "Transfer_fund_failed");
270 | }
271 |
272 | function withdrawFund() public {
273 |     uint256 amountToWithdraw = userFundWithdrawable[msg.
274 |         sender];
275 |     require(amountToWithdraw > 0, "No_funds_to_withdraw");
276 |     userFundWithdrawable[msg.sender] = 0;
277 |     payTo(msg.sender, amountToWithdraw);
278 | }
279 |
280 | function getWithdrawableFund() public view returns (uint256)
281 | {
282 |     return userFundWithdrawable[msg.sender];
283 | }
284 | function getFund() public view returns (uint256) {
285 |     return userFund[msg.sender];
286 | }
287 | }
```

Код B.1: Ухаалаг гэрээ