Б.Раднаабазар

Монгол Улсын Их Сургууль
Мэдээллийн Технологи, Электроникийн Сургууль

2025 оны 11 сар

1. Удиртгал
2. Онолын үндэс
3. Микросервис архитектур
4. Асуудал ба шийдэл
5. Хэрэгжүүлэлт
6. Дүгнэлт

Гол зорилго

Хиймэл оюун агентуудыг микросервис архитектурт нэвтрүүлэх боломжийг судалж, **Event-Driven Architecture** ашиглан уян хатан систем бүтээх

Гол ойлголтууд:

- Хиймэл оюуны инженерчлэл
- Микросервис архитектур
- Event-Driven Architecture

Технологи:

- Apache Kafka
- Apache Flink
- RAG систем

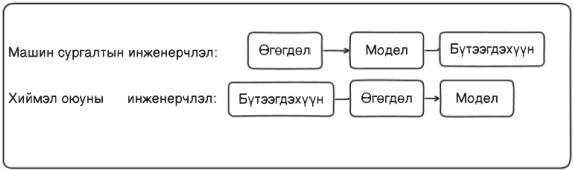
1. Хиймэл оюуны инженерчлэл, суурь модел, RAG системийг судлах
2. Хиймэл оюун агентуудын архитектур судлах
3. Микросервис архитектурын давуу, сул талуудыг тодорхойлох
4. Агентуудыг микросервис архитектурт нэвтрүүлэхэд тулгарах асуудлуудыг тодорхойлох
5. Kafka-Flink ашиглан EDA суурилсан архитектур санал болгох
6. Практик демо систем хөгжүүлж туршиж үзэх

Уламжлалт ML

- Модел хөгжүүлэх
- Өгөгдөл цуглуулах
- Математик мэдлэг

AI Engineering

- Бэлэн суурь модел
- Программ хангамжид интеграц
- Prompt engineering



Хөгжлийн замнал

Хэл модел → Том хэлний модел (LLM) → Суурь модел

Гол үйл явдлууд:

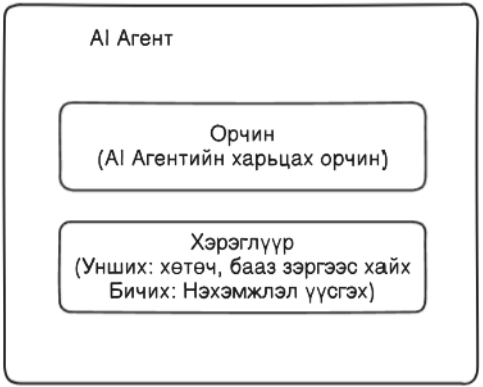
- Transformer (2017)
- Өөрийгөө удирдсан сургалт
- GPT-3: 175 тэрбум параметр
- GPT-4: 1.2 их наяд параметр

Технологи:

- Attention механизм
- Урьдчилан сургалт
- Дараах сургалт
- Sampling стратеги

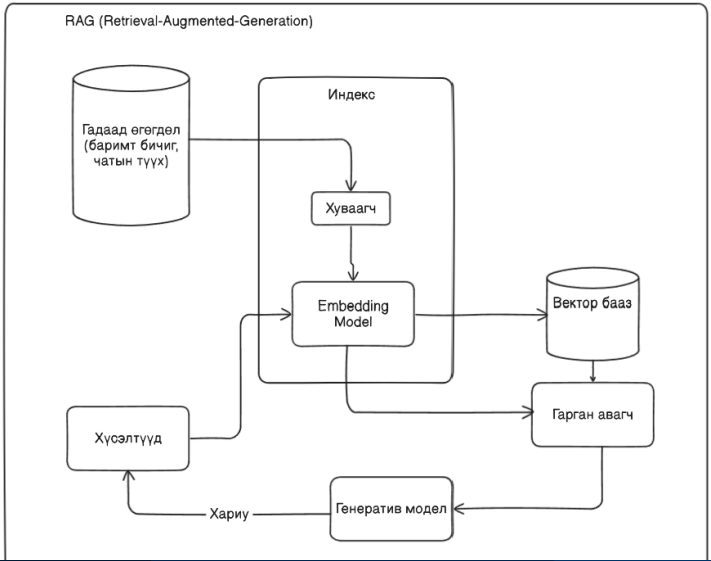
Агент гэж юу вэ?

Өөрийн орчныг мэдрэх, түүн дээр үйлдэл хийх чадвартай систем



Гол бүрэлдэхүүн:

- Орчин
- Үйлдэл


RAG (Retrieval-Augmented-Generation)
Индекс
Гадаад өгөгдөл (баримт бичиг, чатын түүх)
Хуваагч
Embedding Model
Вектор бааз
Гарган авагч
Хүсэлтүүд
Генератив модел
Хариу

Монолит

- Нэг том систем
- Нэг кодын сан
- Өргөжүүлэх хүндрэлтэй

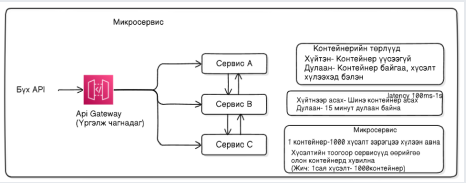
Микросервис

- Жижиг, бие даасан
- Тусдаа хөгжүүлэлт
- Бие даан өргөжүүлэх

Сорилт

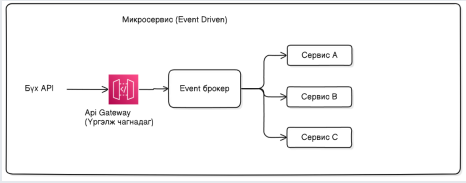
Сервис хоорондын харилцаа, өгөгдлийн нэгтгэл, динамик routing

Синхрон

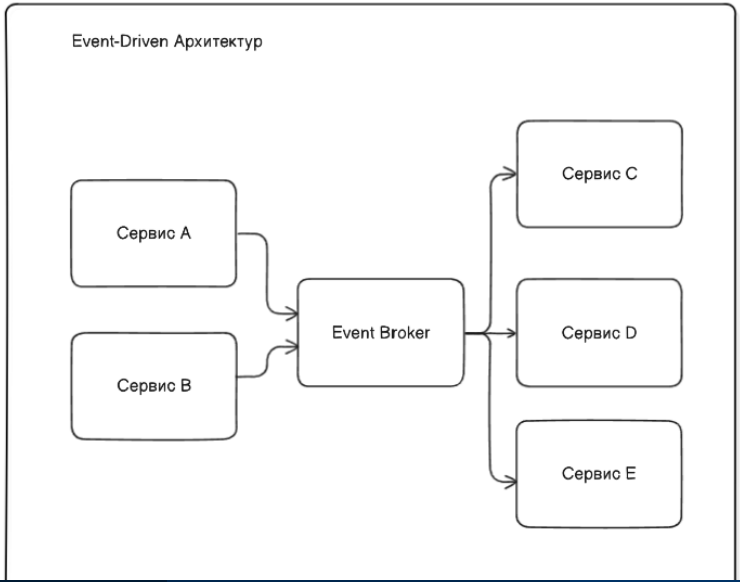


- HTTP REST / gRPC
- NxM нягт холбоос

Асинхрон



- Мессежийн брокер
- Салангид байдал


Event-Driven Архитектур
Сервис A
Сервис B
Event Broker
Сервис C
Сервис D
Сервис E

Үндсэн ойлголтууд

Topic Үйл явдлуудыг ангилах суваг

Producer Үйл явдал үүсгэгч

Consumer Үйл явдал хүлээн авагч

Partition Өргөжүүлэх, параллель боловсруулалт

Давуу талууд

Хэвтээ өргөжих • Бага хоцрогдол • Үйл явдлын хадгалалт • Дахин тоглуулах

Flink-ийн давуу талууд

- **Төлөв байдлын удирдлага** - Найдвартай тооцоолол
- **Бодит цагийн боловсруулалт** - Үйл явдлын цаг дээр суурилсан
- **Өндөр дамжуулалт** - Секундэд сая сая үйл явдал
- **”Яг нэг” семантик** - Мэдээлэл яг нэг удаа боловсруулагдана

Flink ба хиймэл оюун

Flink нь LLM-тэй холбогдож, төлөвлөгч агентыг Flink app болгон хөгжүүлэх боломжийг олгодог.

Гол асуудлууд

- **NxM нягт холбоос** - Өргөжүүлэх хүндрэлтэй
- **Дамжин унах алдаа** - Нэг агент унавал бүх систем унана
- **Хөгжүүлэлтийн удаашрал** - Бүх системийг дахин суурилуулах

Гол бүрэлдэхүүн хэсгүүд

1. **Эвент үүсгэгчүүд** - Өөр өөр зориулттай агентууд
2. **Эвент брокер** - Apache Kafka
3. **Эвент хүлээн авагч** - Агентууд, хэрэглүүрүүд

Ажиллах зарчим

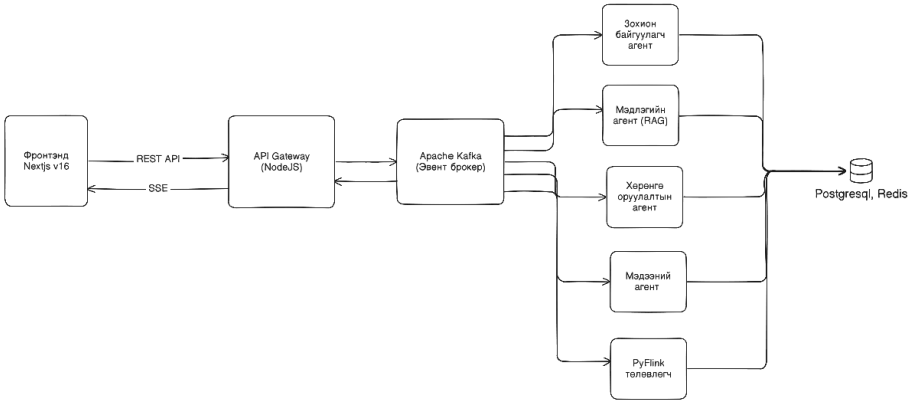
Хэрэглэгч → API Gateway → Kafka → Orchestrator → Агентууд → SSE → Frontend

Техникийн давуу талууд

- **Салангид байдал** - Агентууд бие биенээсээ хараат бус
- **Асинхрон харилцаа** - Параллель боловсруулалт
- **Бие даан өргөжүүлэх** - Агент бүр өөрийн хэрэгцээний дагуу
- **Найдвартай байдал** - Үйл явдлууд хадгалагдана

Бизнесийн давуу талууд

Бодит цагийн шийдвэр гаргалт • Лог хадгалалт • Хэвтээгээр өргөжүүлэх • Шинэ агент нэмэхэд хялбар



Системийн бүрэлдэхүүн

Infrastructure (100%)

- Docker Compose setup for all services
- Apache Kafka 3.5 with Zookeeper
- PostgreSQL 16 with pgvector extension
- Redis 7 for caching and sessions
- 12 Kafka topics created and configured

API Gateway (100%)

- Authentication (register, login, JWT)
- Watchlist management (CRUD operations)
- AI Agent interaction (query, SSE streaming)
- News & notifications (daily digest)
- Monitoring endpoints

Orchestrator Agent (100%)

- Intent classification (6 categories)
- Gemini AI integration
- Dynamic routing
- Request caching
- Monitoring events

Investment Agent (100%)

- MSE data integration
- Real-time stock analysis
- Gemini AI-powered insights
- Response caching

Knowledge Agent (100%)

- RAG system with vector search
- Sentence-Transformers embeddings
- PostgreSQL pgvector
- Semantic similarity search

News Agent (100%)

- Finnhub API integration
- Watchlist-based filtering
- Gemini AI summarization
- Daily news digest emails

Kafka Topics (12)

- `user.requests`
- `user.events`
- `agent.tasks`
- `agent.responses`
- `knowledge.queries`
- `knowledge.results`
- `planning.tasks`
- `monitoring.events`

Database Tables (10+)

- `users`
- `user_portfolio`
- `watchlists`
- `watchlist_items`
- `knowledge_base`
- `mse_companies`
- `mse_trading_history`
- `agent_responses_cache`

Authentication

- `POST /api/users/register`
- `POST /api/users/login`
- `GET /api/users/profile`
- `PUT /api/users/profile`

Watchlist

- `GET /api/watchlist`
- `POST /api/watchlist`
- `POST /api/watchlist/:id/items`
- `DELETE /api/watchlist/:id`

AI Agents

- `POST /api/agent/query`
- `GET /api/agent/response/:id`
- `GET /api/agent/stream/:id`

News & Monitoring

- `POST /api/daily-news/send`
- `GET /api/monitoring/agents`
- `GET /api/monitoring/metrics`

Intent Classification (6 категори)

- `portfolio_advice` - Хөрөнгө оруулалтын зөвлөмж
- `market_analysis` - Зах зээлийн шинжилгээ
- `news_query` - Мэдээ, сэтгэл хөдлөл
- `historical_analysis` - Түүхэн өгөгдөл
- `risk_assessment` - Эрсдэлийн үнэлгээ
- `general_query` - Ерөнхий асуулт

Чадварууд

- Complexity detection (simple vs multi-agent)
- Dynamic routing to specialized agents
- Request caching for performance
- Monitoring event publishing

RAG Features

- Semantic search with vector embeddings
- Sentence-Transformers (all-MiniLM-L6-v2)
- 384-dimension vectors
- PostgreSQL pgvector extension
- Cosine similarity search

Knowledge Base

- MSE company profiles
- Agent capabilities information
- Financial domain knowledge
- Similarity threshold: 0.7

Investment Agent

- MSE data integration
- Real-time stock analysis
- Stock price analysis
- Volume trends
- Sector performance
- Portfolio recommendations
- Market overview
- Response caching

News Agent

- Finnhub API integration
- Watchlist-based filtering
- Gemini AI summarization
- Sentiment analysis
- Daily news digest emails
- HTML email templates
- Personalized content

PyFlink Planner (70%)

- Kafka consumer/producer loop
- Basic task routing
- Consumes from `planning.tasks`
- Publishes to `planning.results`
- □ Stateful computation (pending)
- □ Complex event processing (pending)

Frontend (60%)

- Next.js 14 App Router
- User authentication
- Dashboard layout
- AI Chat interface
- Watchlist management
- Responsive design
- □ Real-time updates (pending)

Frontend

- Next.js 16
- React 19
- TypeScript 5

Backend

- Node.js 20
- Express.js
- PostgreSQL 16
- Redis 7

AI & EDA

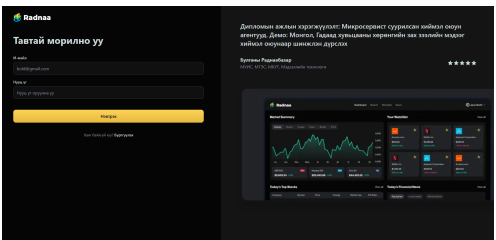
- Google Gemini 2.0/2.5
- Apache Kafka 3.5
- Apache Flink

1. Шинэ хэрэглэгч бүртгүүлэх

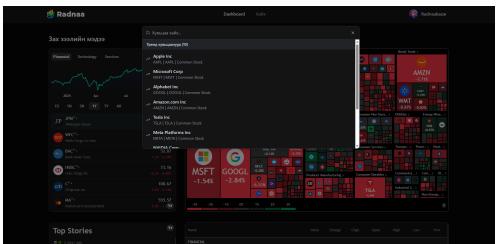
Бүртгэл үүсгэх → Профайл оруулах → Kafka event → Gemini AI э-мэйл илгээх

2. Хувьцааны дүн шинжилгээ

Frontend → API Gateway → Kafka → Orchestrator → Investment Agent → SSE streaming



Нэвтрэх хуудас



Нүүр хуудас

Хөгжүүлэлт

- **Хугацаа:** 6 долоо хоног
- **Хэрэгжүүлэлт:** 70% бүрэн

Бүрэн хэрэгжсэн

Docker, Kafka, PostgreSQL, Redis • Бүх агентууд • API Gateway • Frontend (Vercel)

Гүйцэтгэл

Database: 50-100ms • Kafka: 5-10ms • API Gateway: 200-500ms • AI дүн шинжилгээ: 10-17 сек

Онолын хувьд

- Хиймэл оюуны инженерчлэл нь програм хангамж хөгжүүлэлтийн шинэ салбар
- Суурь модел гарч ирэх нь аппликейшн хөгжүүлэлтийн саад бэрхшээлийг эрс багасгасан
- RAG систем нь агентуудын мэдлэгийг өргөтгөж, найдвартай хариулт өгөх боломжийг олгодог

Практикийн хувьд

- Монолит болон API суурилсан холболт нь NxM нягт хамаарал үүсгэдэг
- EDA ашиглан агентуудыг салангид микросервис болгон хөгжүүлэх шаардлагатай

Техникийн хувь нэмэр

- Хиймэл оюун агентуудыг микросервис архитектурт EDA байдлаар нэвтрүүлэх онол болон практикийн арга зам тодорхойлсон
- Бодит систем хэрэгжүүлснээр түүний үр ашигтай байдлыг харуулсан

Практик хувь нэмэр

МХБ-ийн бодит өгөгдөл дээр суурилсан демо систем • Production орчинд нэвтрүүлж болох технологийн шийдэл

Хязгаарлалтууд

- Демо систем нь үндсэн функцуудыг агуулсан
- Портфолио удирдлага, эрсдлийн үнэлгээ зэрэг нарийн төвөгтэй функцууд хараахан хөгжүүлэгдээгүй

Цаашдын судалгаа

Production орчинд өргөжүүлэх • Өндөр ачааллын тест хийх • Бусад domain дээр хэрэглэх боломжийг судлах

Энэхүү судалгааны ажил нь хиймэл оюун агентууд болон микросервис архитектурын уялдааг судалж, **Event-Driven Architecture** ашиглан уян хатан, өргөжих боломжтой систем бүтээх боломжтой гэдгийг онол болон практикийн хувьд харуулсан.

Санал болгосон зохиомж нь цаашид хөгжүүлж, production орчинд нэвтрүүлэх суурь болох бөгөөд хиймэл оюуны технологийг микросервис архитектурт нэвтрүүлэх чиглэлд ач холбогдолтой хувь нэмэр болно.

Баярлалаа!

Асуулт?

Баярлалаа!