

Intelligent Tutoring System - ITS

Môn học: Kiến Trúc Phần Mềm (CO3017)

Trường: Đại học Bách Khoa TP.HCM - Khoa Khoa học Máy tính

Nhóm: 13

Sinh viên: Nguyễn Tấn Tài - 2212990

Thời gian: 12/2025

1. Tóm Tắt Tổng Quan

Executive Summary

Tâm Nhìn Dự Án

- Xây dựng hệ thống học tập thông minh cá nhân hóa trải nghiệm cho từng người học
- Mục tiêu phục vụ 5,000+ người dùng đồng thời với thời gian phản hồi < 500ms

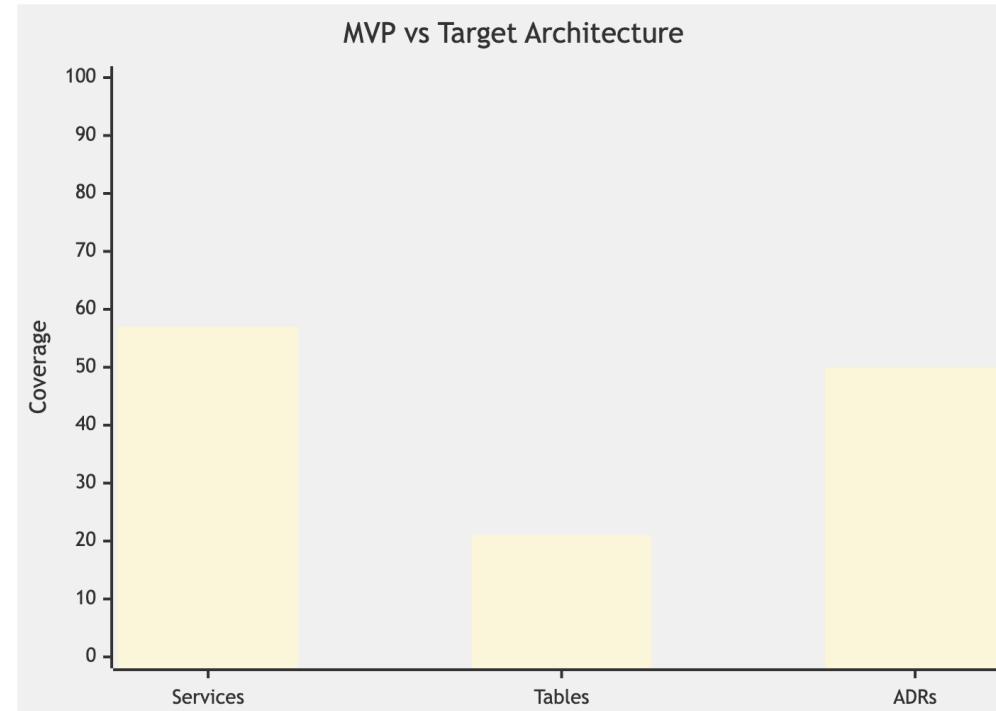


Thách Thức Chính

- Đảm bảo hiệu năng cao với 5,000 concurrent users
- Thiết kế kiến trúc mở rộng theo chiều ngang
- Hỗ trợ cập nhật mô hình AI không downtime
- Tuân thủ nguyên tắc SOLID và Clean Architecture

Giải Pháp Kiến Trúc

- Hybrid Microservices kết hợp Event-Driven Architecture
- Polyglot Programming: Java (Spring Boot) + Go (Gin)
- PostgreSQL + RabbitMQ cho async communication



2. Phân Tích Bối Cảnh và Yêu Cầu

Vision Statement

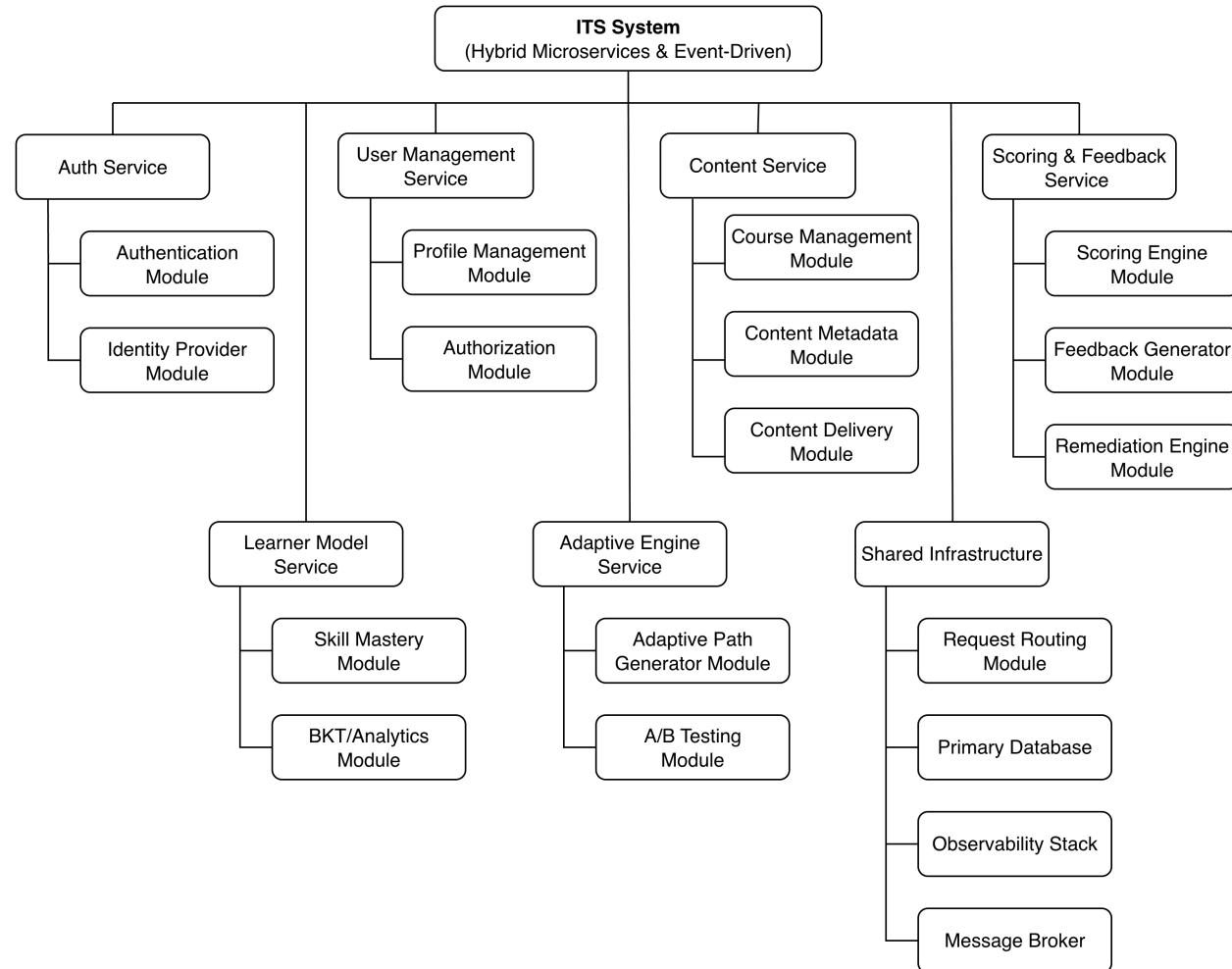
- Tái hiện trải nghiệm học 1-kèm-1 giữa người học và gia sư AI
- Hướng dẫn theo đúng tốc độ, năng lực và sở thích cá nhân
- Mở rộng phục vụ hàng nghìn người dùng đồng thời

Bối Cảnh Kinh Doanh

- **Nhu cầu:** E-learning cá nhân hóa đang bùng nổ
- **Đối tượng:** Học sinh K-12, sinh viên đại học, giảng viên, admin
- **Tiêu chí thành công:** 5,000 CCU, SLA 99.5%, cải thiện 40% retention

Bối Cảnh Kỹ Thuật

- Tích hợp LMS hiện có qua API
- Auth Service với JWT/OAuth2
- Kubernetes cho auto-scaling và CI/CD
- Prometheus/Grafana/Loki cho observability



3. Phân Tích Các Bên Liên Quan

Ma Trận Stakeholder

- **Learner (Cao/Cao):** Trải nghiệm cá nhân hóa, phản hồi nhanh
- **Instructor (Cao/Cao):** Quản lý nội dung, báo cáo hiệu suất
- **Admin (TB/Cao):** Bảo mật, chi phí, khả năng mở rộng
- **AI Engineer (TB/TB):** Tích hợp thuật toán mới
- **System Architect (TB/Cao):** Đảm bảo Clean Architecture

Chiến Lược Quản Lý

- **Manage Closely:** Learner, Instructor
- **Keep Satisfied:** Admin, Architect
- **Keep Informed:** AI Engineer

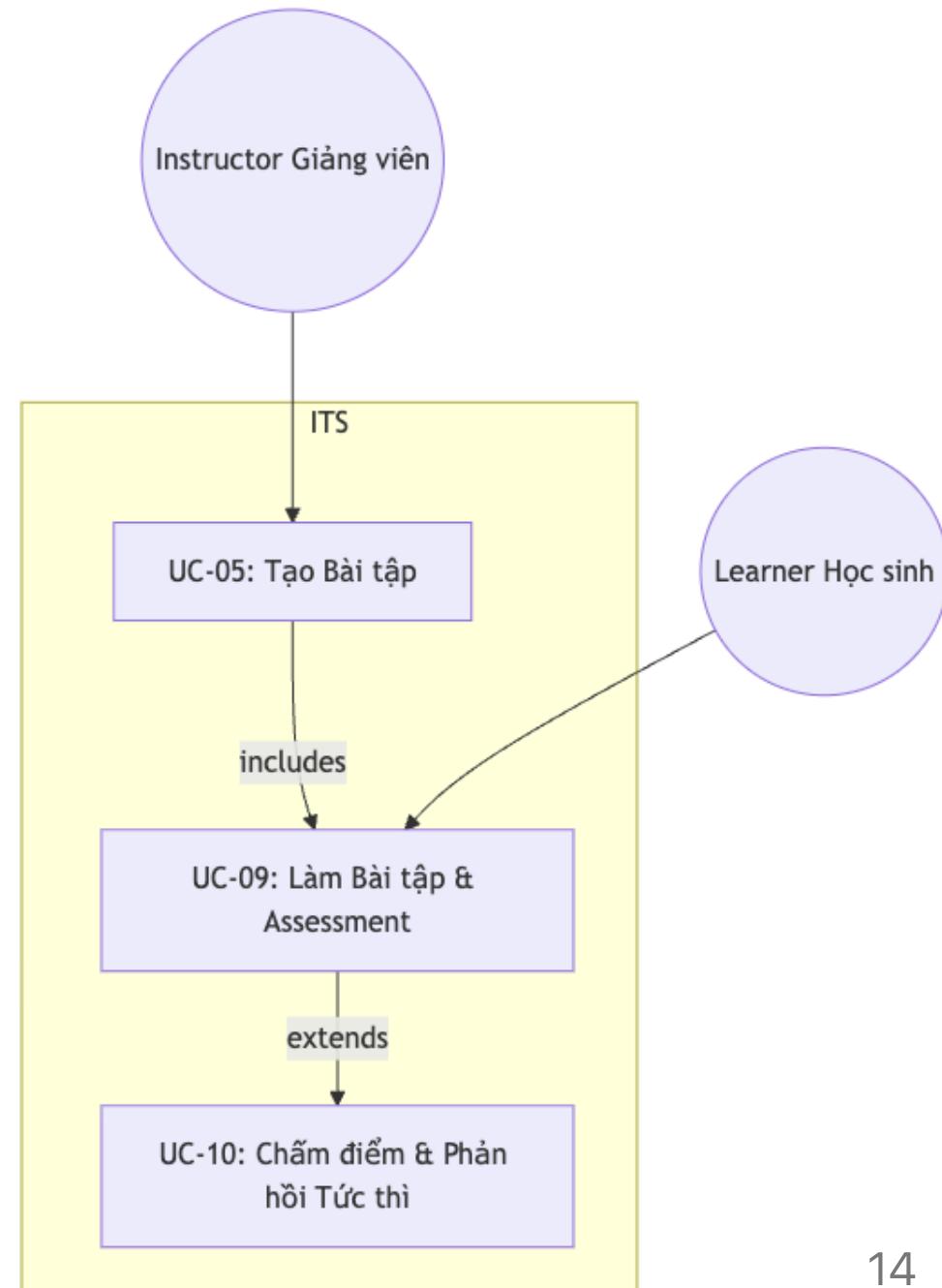
Stakeholder Analysis



4. Yêu Cầu Chức Năng

User Stories Chính

- **US0:** Đánh giá kiến thức - Đề xuất lộ trình tối ưu
- **US1:** Gợi ý và giải thích ngay khi mắc lỗi (< 500ms)
- **US2:** Dashboard tiến trình học tập cá nhân
- **US3:** Spaced repetition cho kỹ năng chưa thành thạo



Use Cases Quan Trọng

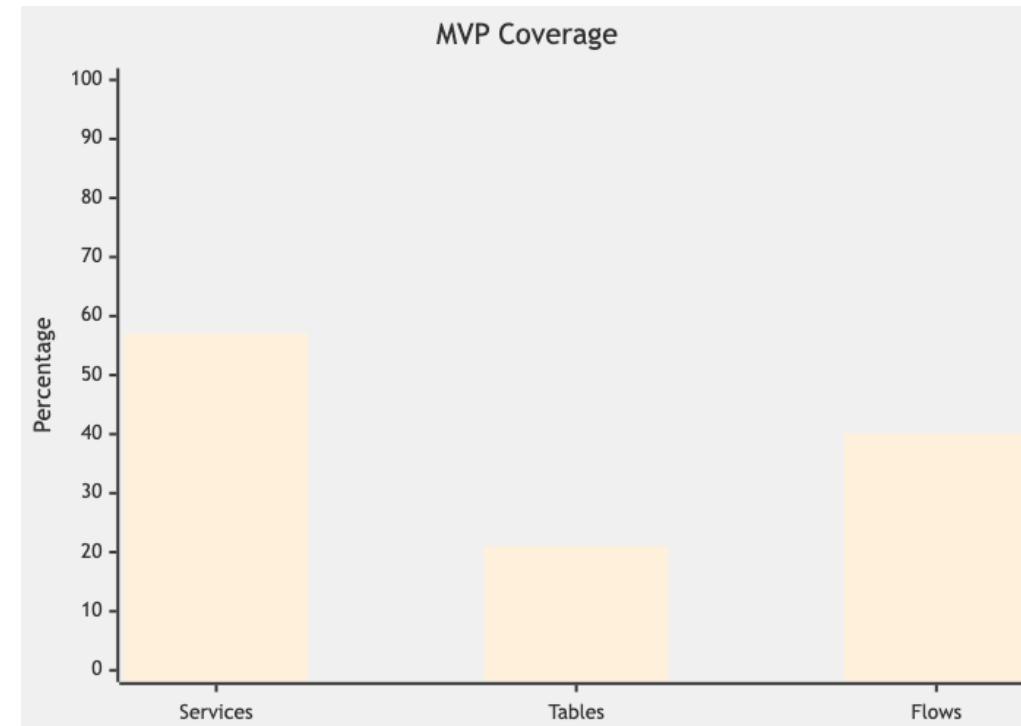
- **UC-04:** Bài kiểm tra đầu vào - Xây dựng Learner Model
- **UC-08:** Học tập thích ứng với Adaptive Engine
- **UC-10:** Chấm điểm và phản hồi tức thì
- **UC-18:** Live swap mô hình AI không downtime

5. Yêu Cầu Phi Chức Năng

Đặc Tính Kiến Trúc Chính (Primary ACs)

- **AC-1 Modularity:** Low coupling, high cohesion, swap module < 5 phút
- **AC-2 Scalability:** $\geq 5,000$ CCU, auto-scale < 60s
- **AC-3 Performance:** p95 < 500ms, cache hit > 90%
- **AC-4 Testability:** Coverage $\geq 80\%$, mutation score > 70%

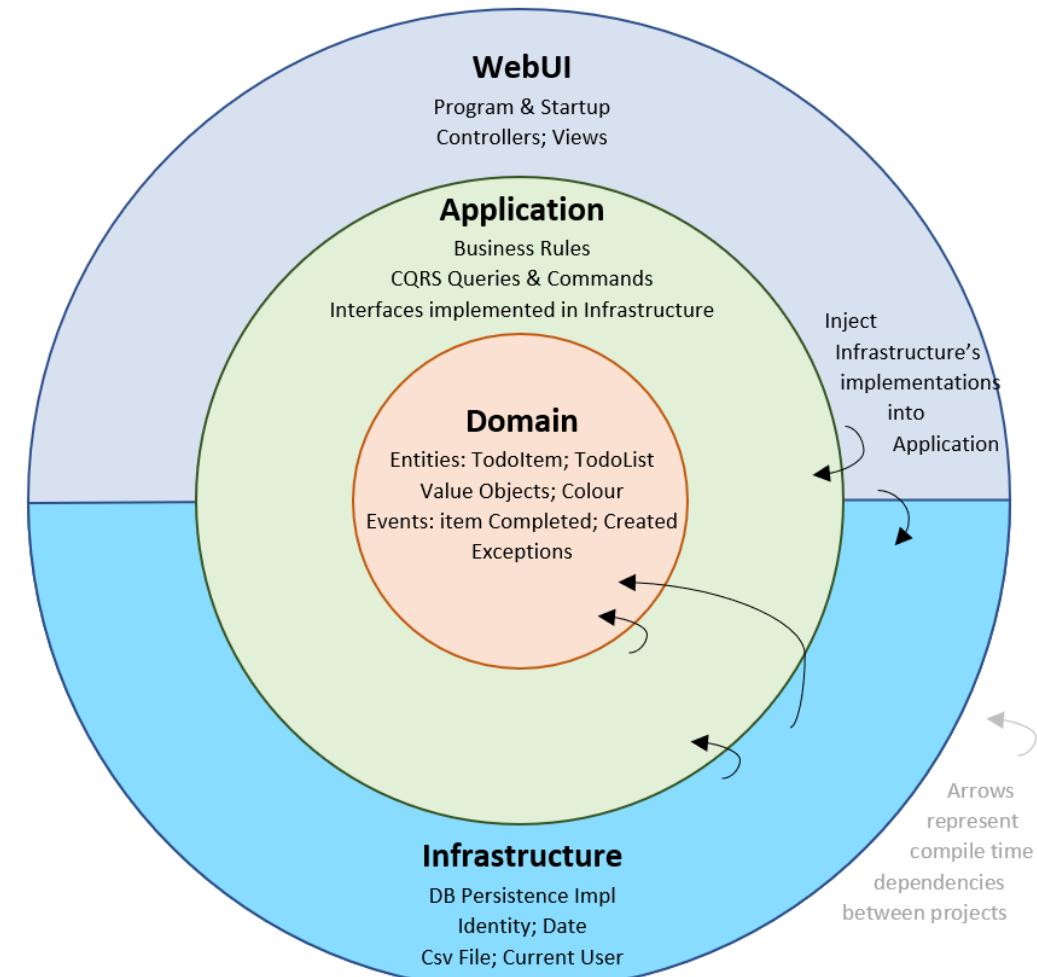
Architectural Characteristics



6. Thiết Kế Kiến Trúc

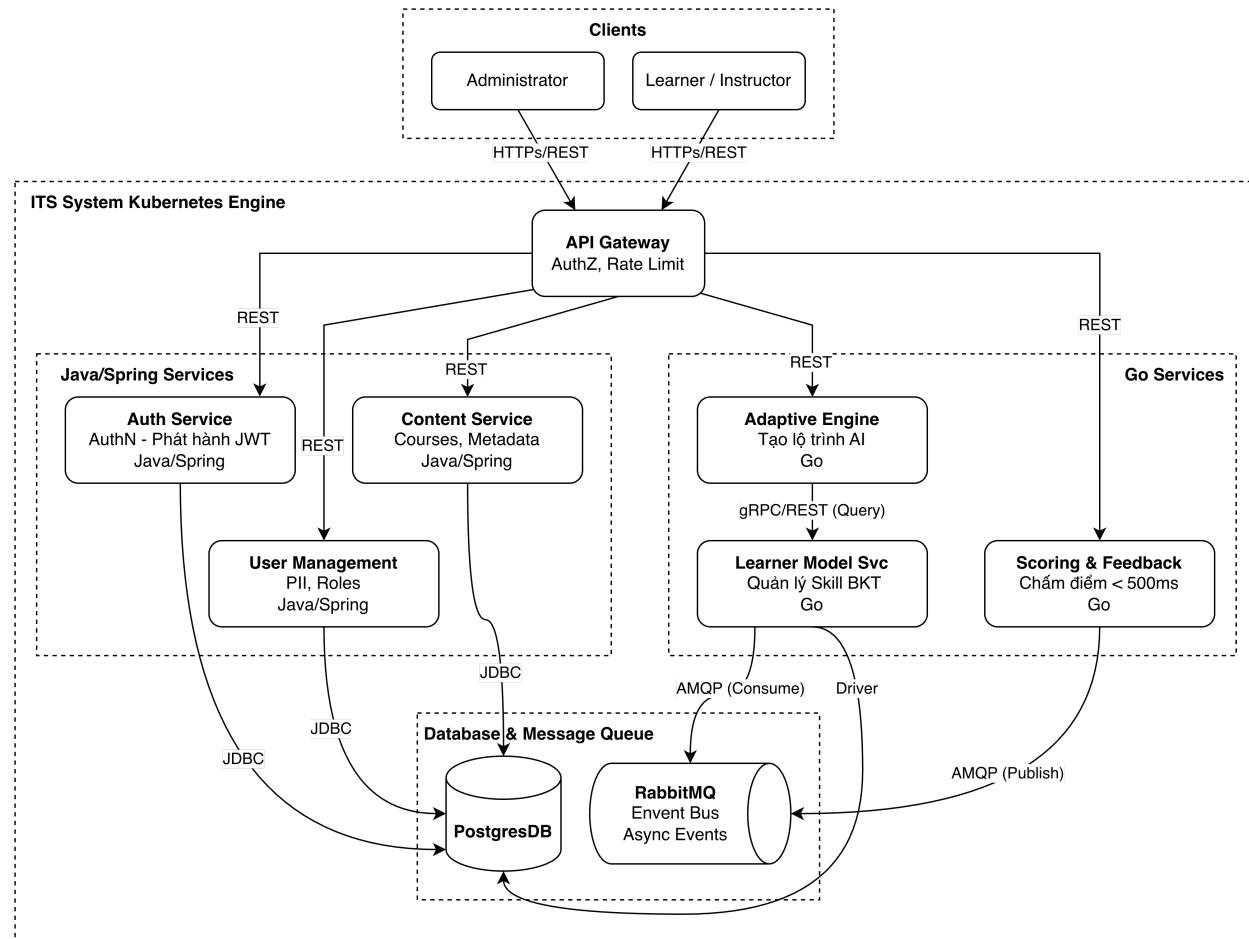
So Sánh Các Phương Án

- **Monolith:** Đơn giản nhưng khó scale, tight coupling
- **Microservices:** Modular, scale độc lập, phức tạp hơn
- **Serverless:** Chi phí biến đổi, cold start issues



Quyết Định: Hybrid Microservices + Event-Driven

- Mỗi service có Bounded Context riêng
- Scale độc lập theo nhu cầu
- Async communication qua RabbitMQ
- Clean Architecture cho mỗi service



7. Architecture Decision Records (ADRs)

ADR-1: Polyglot Programming

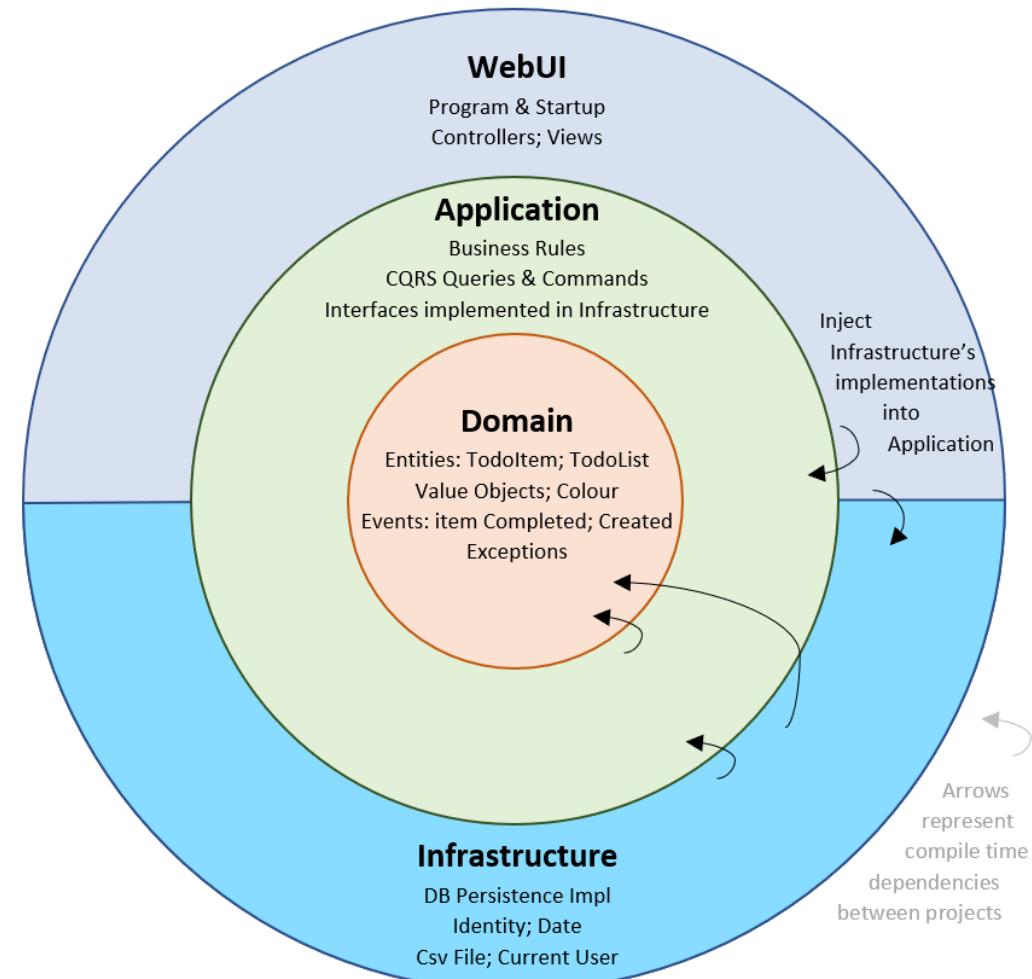
- **Quyết định:** Java cho business logic, Go cho performance
- **Lý do:** Best of both worlds - maintainability + speed
- **Kết quả:** Content Service (Java), Scoring/Learner/Adaptive (Go)

ADR-2: PostgreSQL Database-per-Service

- **Quyết định:** Mỗi service có database riêng
- **Lý do:** Loose coupling, independent scaling
- **Kết quả:** content_db, scoring_db, learner_db

ADR-3: Clean/Hexagonal Architecture

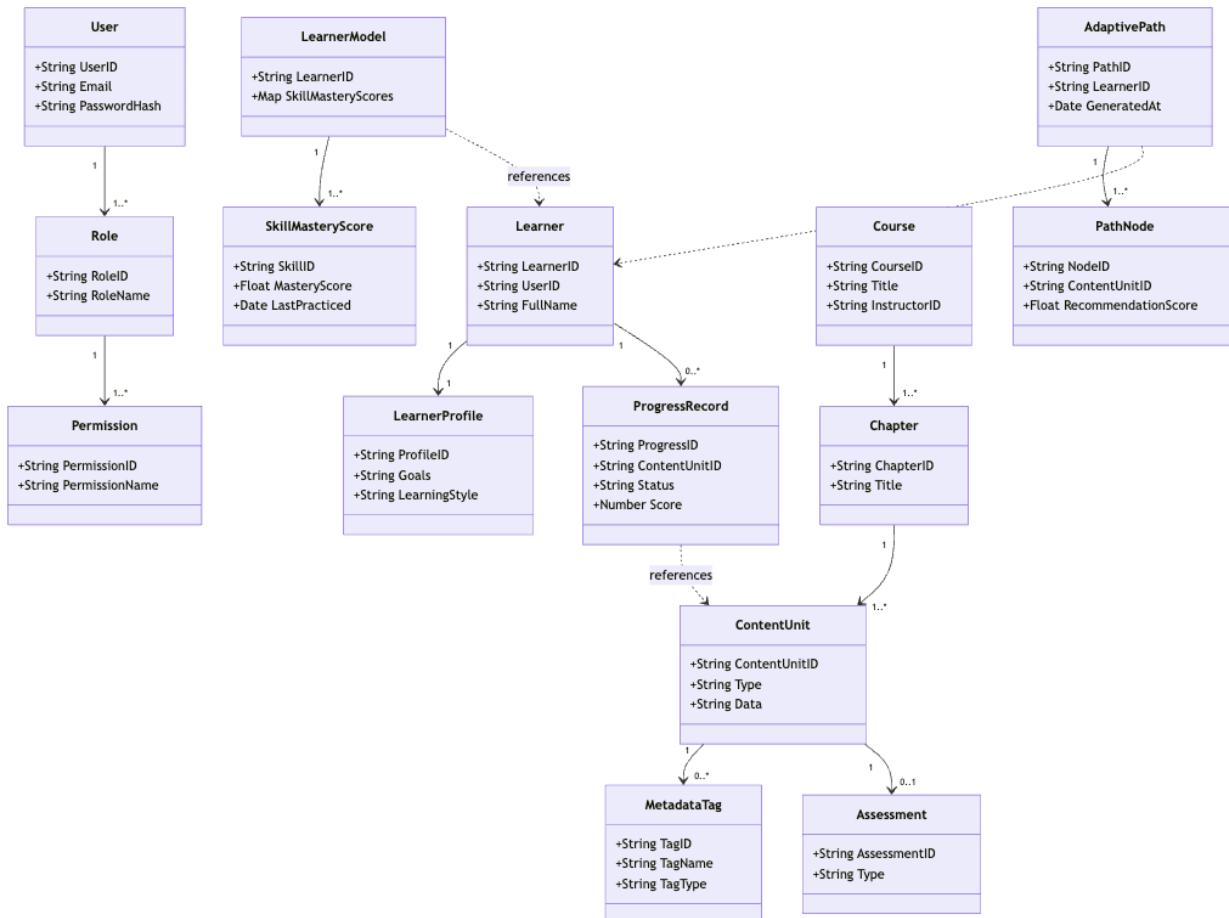
- **Quyết định:** 4 layers - Domain, Application, Adapters, Infrastructure
- **Lý do:** Testability, maintainability, DIP compliance
- **Kết quả:** Domain models tách biệt khỏi ORM entities



8. Architecture Views

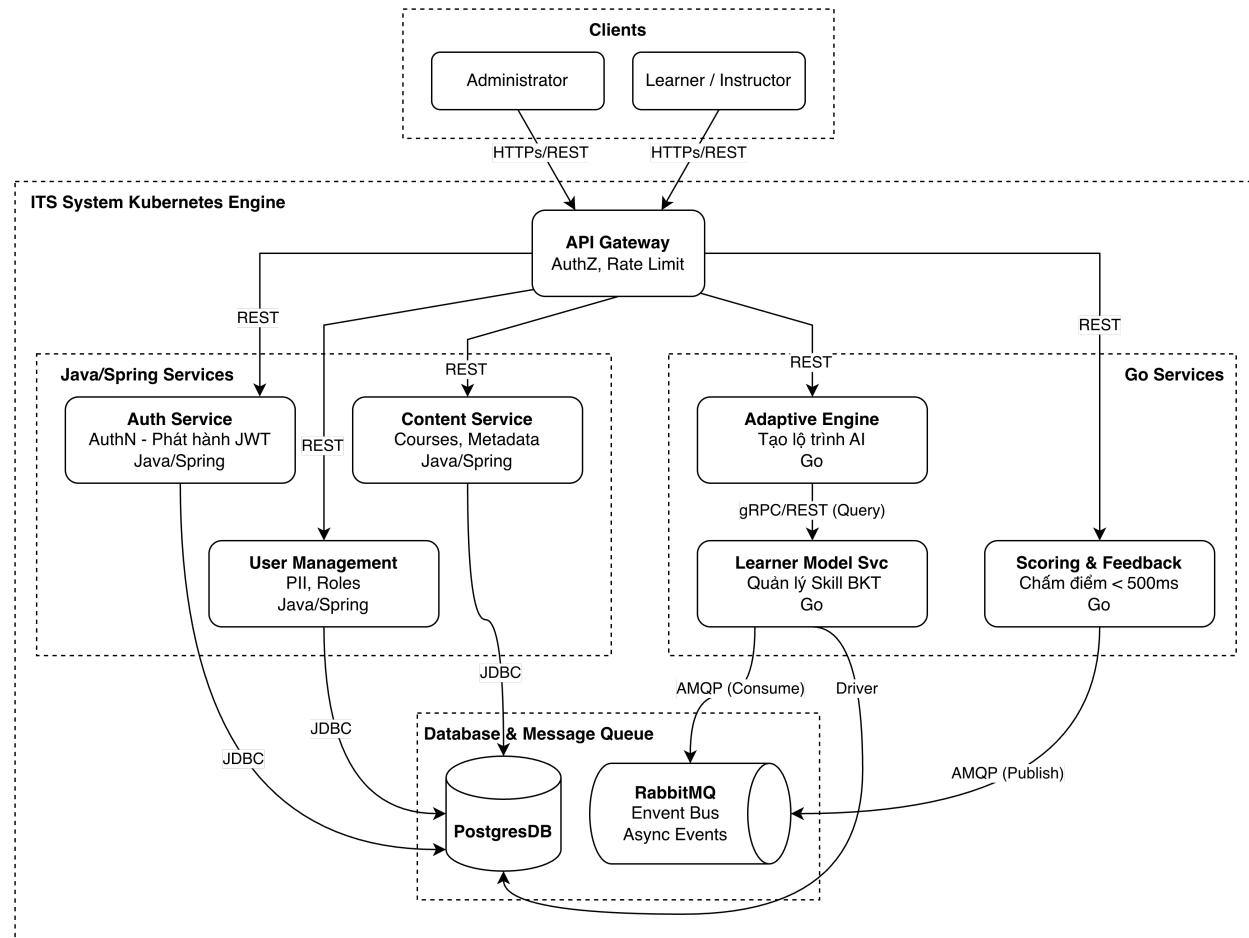
Module View

- Content Service:** Quản lý câu hỏi và nội dung học tập
- Scoring Service:** Chấm điểm tự động
- Learner Model:** Theo dõi tiến độ và skill mastery
- Adaptive Engine:** Đề xuất nội dung thích ứng



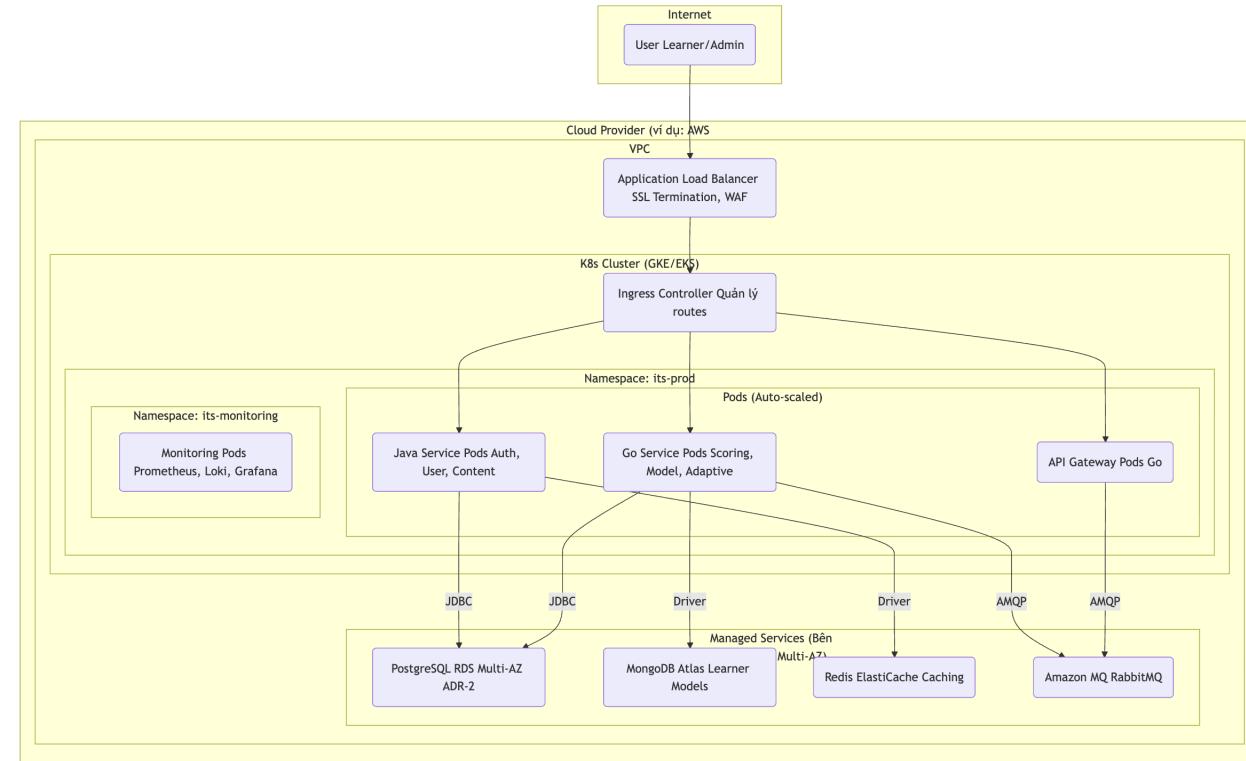
Component & Connector View

- REST APIs cho synchronous communication
- RabbitMQ cho asynchronous events
- PostgreSQL cho data persistence



Allocation View

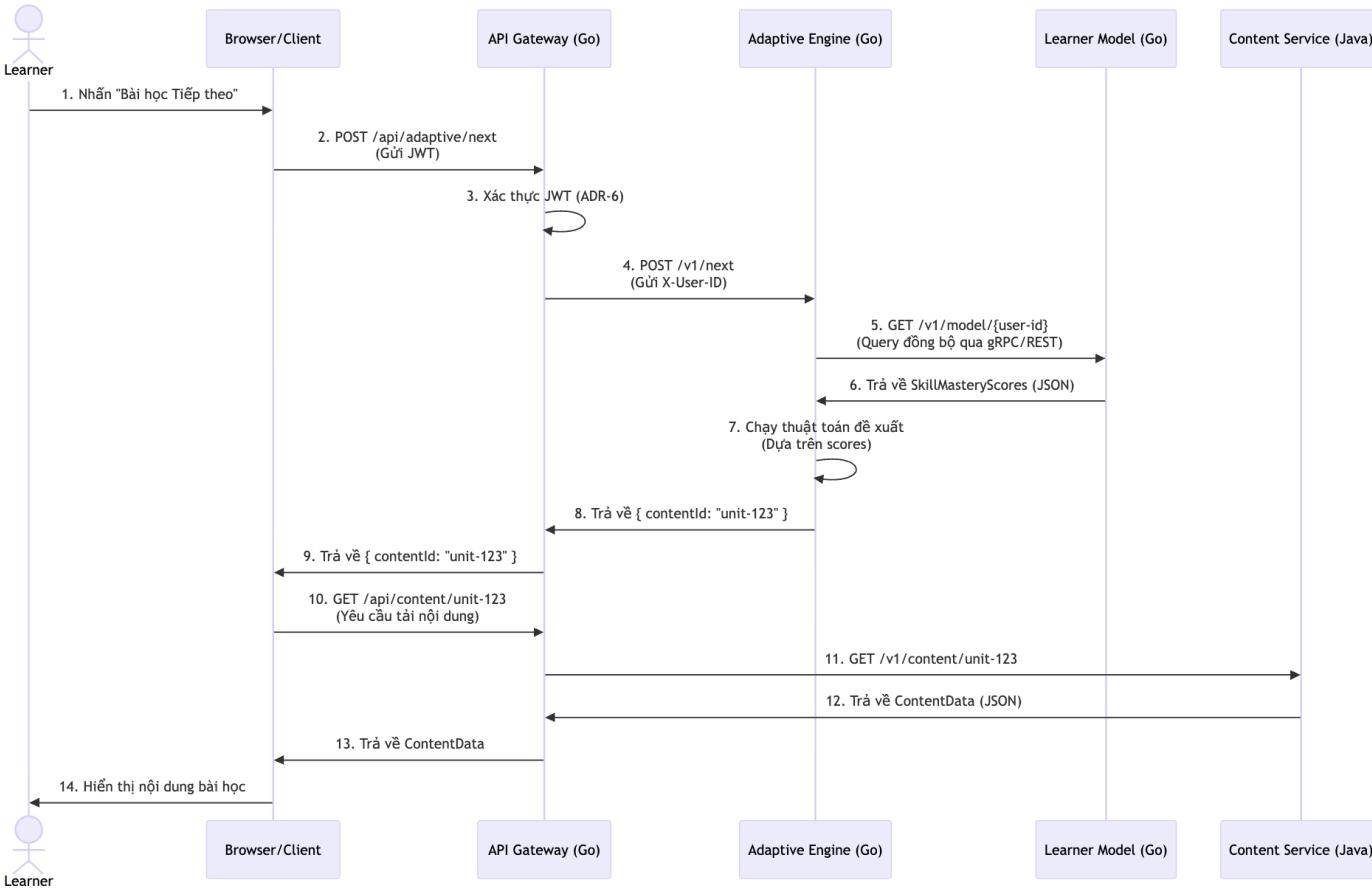
- Docker containers cho mỗi service
- Kubernetes orchestration
- PostgreSQL instances riêng biệt



9. Behavior View

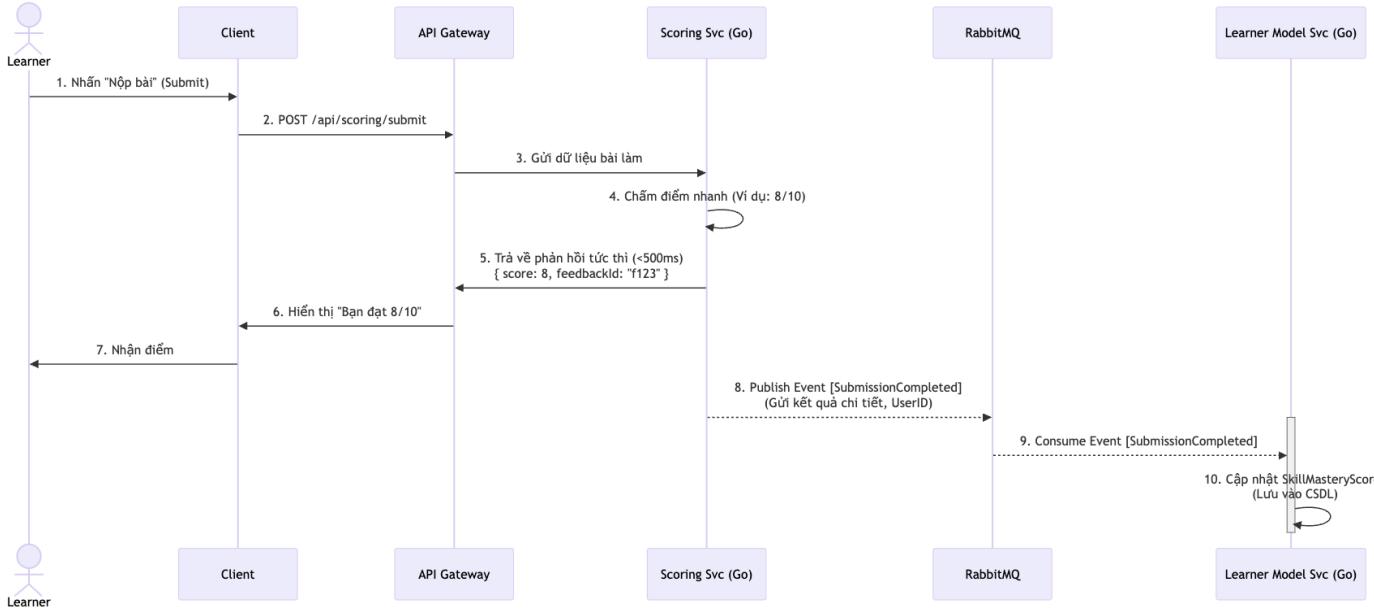
Adaptive Content Delivery Flow

1. Client request next lesson - Adaptive Engine
2. Engine query Learner Model - Get skill mastery
3. Engine request Content Service - Get appropriate question
4. Return personalized content to Client



Assessment & Scoring Flow

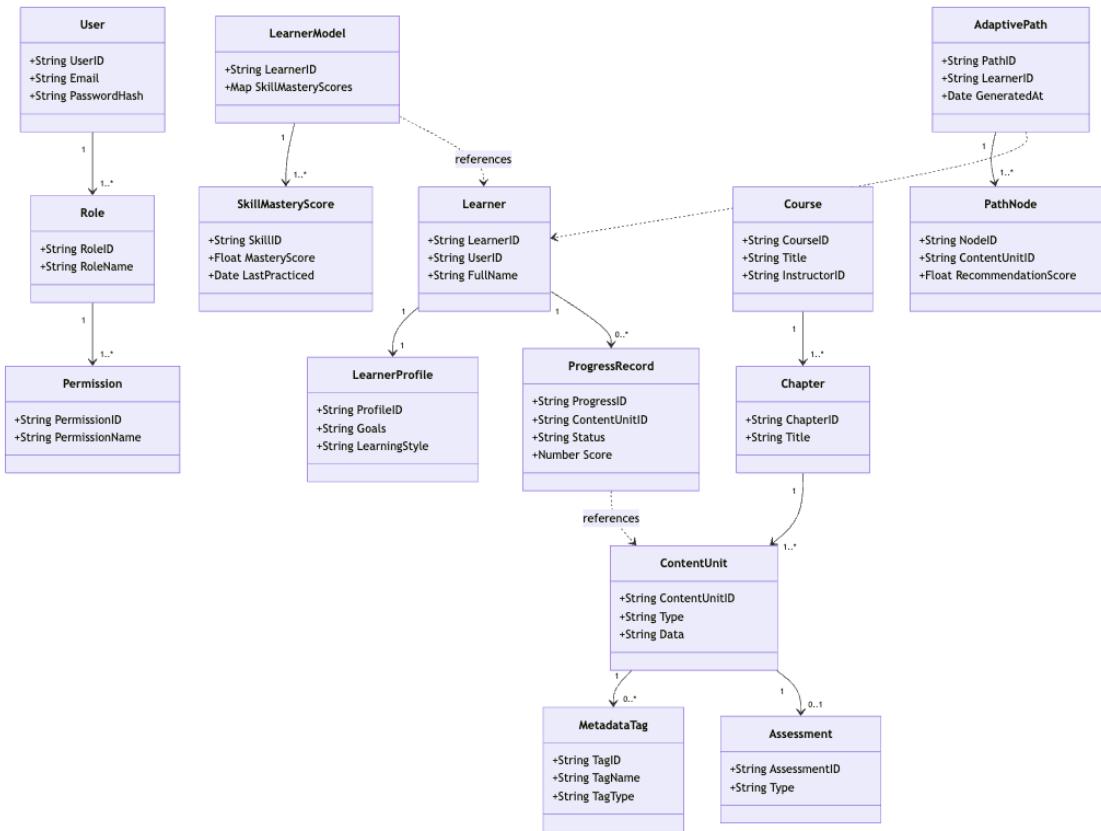
1. Student submit answer - Scoring Service
2. Scoring evaluates - Store result
3. Publish event to RabbitMQ
4. Learner Model consume - Update skill mastery



10. Áp Dụng Nguyên Tắc SOLID

Single Responsibility Principle (SRP)

- Mỗi microservice có một Bounded Context duy nhất
- Mỗi class có một trách nhiệm rõ ràng
- Ví dụ: ScoringService chỉ chấm điểm, không quản lý content



Open/Closed Principle (OCP)

- Strategy Pattern cho scoring algorithms
- Interface-based design cho extensibility
- Thêm algorithm mới không sửa code hiện có

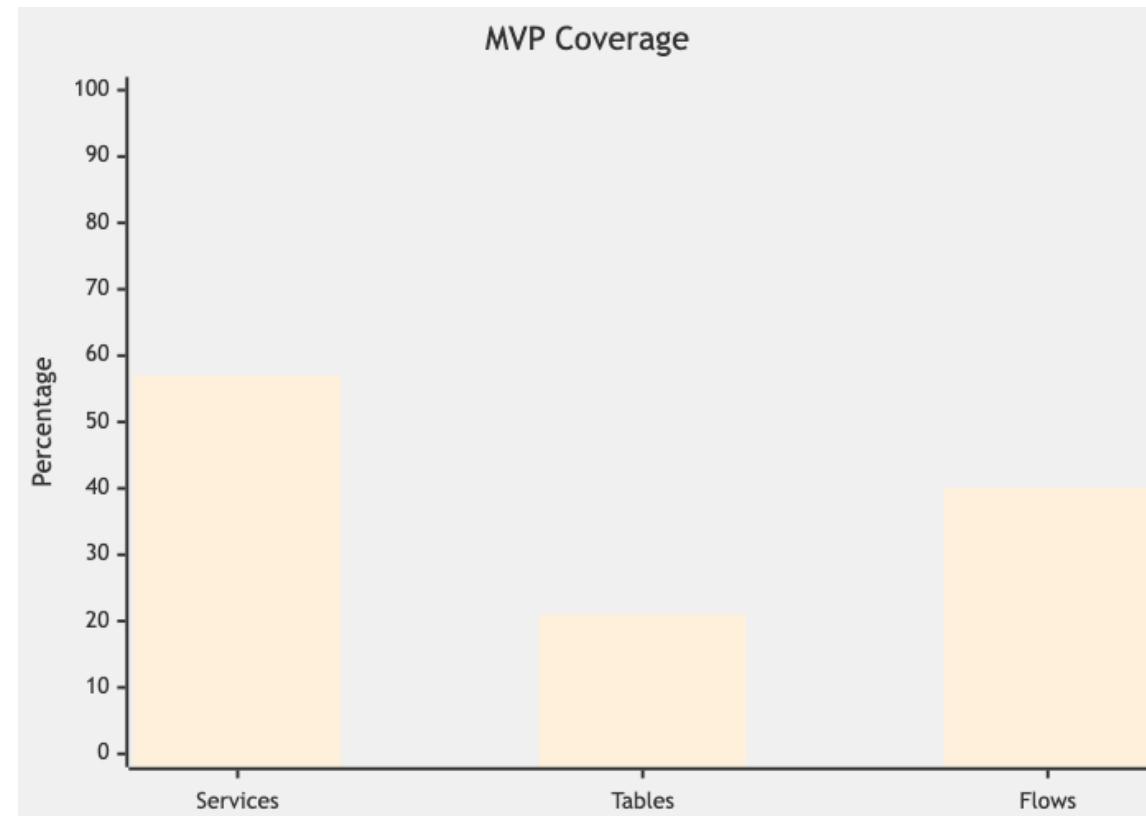
Dependency Inversion Principle (DIP)

- Application layer phụ thuộc abstractions
- Infrastructure layer implement interfaces
- Dễ dàng mock trong unit tests

11. Triển Khai Hệ Thống

MVP Hiện Tại (Đã Triển Khai)

- **Services:** 4/7 (Content, Scoring, Learner Model, Adaptive Engine)
- **Database Tables:** 3/14 (questions, submissions, skill_mastery)
- **Core Flows:** 2/5 verified (Adaptive Delivery, Assessment Scoring)



Kết Quả Đạt Được

- Modularity: 4 microservices độc lập
- Testability: Clean Architecture cho phép mock
- Maintainability: Complexity 7.2, Coupling 3.8, Cohesion 0.85
- Adaptive Learning: 100% core functionality hoạt động

12. Đánh Giá và Phản Hồi

Những Gì Hoạt Động Tốt

- **Polyglot Strategy:** Đúng ngôn ngữ cho đúng công việc
- **Clean Architecture:** Code dễ test và maintain
- **Event-Driven:** RabbitMQ giảm coupling hiệu quả
- **Database-per-Service:** Tránh tight coupling

Thách Thức Gặp Phải

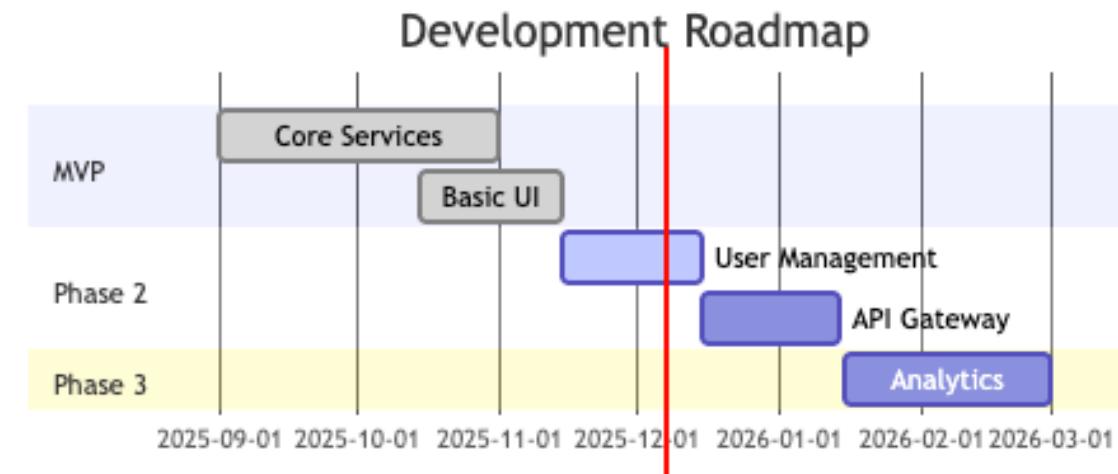
- **Complexity:** Microservices phức tạp hơn monolith
- **Testing:** Integration testing cần Testcontainers
- **Polyglot Overhead:** Cần expertise cả Java và Go

13. Hướng Phát Triển Tương Lai

Services Bổ Sung

- User Management Service với OAuth 2.0/OIDC
- Auth Service với JWT validation
- API Gateway cho centralized routing

Roadmap



14. Demo & Code Showcase

Cấu Trúc Code - Content Service (Java)

```
content-service/
└── src/main/java/
    ├── domain/          # Domain models (Question.java)
    ├── application/     # Use cases, interfaces
    ├── adapters/        # Controllers, DTOs
    └── infrastructure/  # JPA repositories, entities
    └── src/main/resources/
        └── application.yml
pom.xml
```

Cấu Trúc Code - Scoring Service (Go)

```
scoring-service/
├── cmd/api/          # Entry point (main.go)
├── internal/
│   ├── model/         # Domain models
│   ├── handler/       # HTTP handlers (Gin)
│   ├── service/        # Business logic
│   ├── repository/    # Data access
│   └── sqlboiler/      # Generated ORM code
└── db/migrations/
    └── go.mod
```

Docker Compose & Infrastructure

```
services:  
    content-service: # Java Spring Boot – port 8081  
    scoring-service: # Go Gin – port 8082  
    learner-model-api: # Go Gin – port 8083  
    adaptive-engine: # Go Gin – port 8080  
    rabbitmq: # Message broker – port 5672  
    postgres-content: # content_db  
    postgres-scoring: # scoring_db  
    postgres-learner: # learner_db
```

API Endpoints Demo

Service	Endpoint	Method	Mô tả
Adaptive Engine	/api/v1/next-lesson	GET	Lấy bài học tiếp theo
Content Service	/api/v1/questions/{id}	GET	Lấy câu hỏi
Scoring Service	/api/v1/submissions	POST	Nộp bài làm
Learner Model	/api/v1/mastery/{userId}	GET	Lấy skill mastery

15. Kết Luận

Key Takeaways

- Kiến trúc Microservices modular, dễ mở rộng
- Core adaptive learning functionality hoạt động 100%
- Code quality metrics đạt mục tiêu
- Clean Architecture đảm bảo separation of concerns
- Event-driven giảm coupling giữa services

16. Q&A

Cảm ơn đã lắng nghe!

Thông tin liên hệ:

- Sinh viên: Nguyễn Tân Tài
- MSSV: 2212990
- Porfolio: tantai.dev