ỨNG DỤNG KIẾN TRÚC OFFLINE-FIRST XÂY DỰNG ỨNG DỤNG QUẢN LÝ HỌC TẬP CHO SINH VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT VINH

Nguyễn Thị Quỳnh Vinh
Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Vinh
Email: quynhvinhktv@gmail.com

Tóm tắt: *Trong bối cảnh chuyển đổi số giáo dục, việc phát triển các ứng dụng hỗ trợ quản lý học tập cá nhân có khả năng hoạt động ổn định khi kết nối Internet không liên tục là một yêu cầu thiết thực. Bài báo trình bày quá trình thiết kế và phát triển ứng dụng quản lý học tập StudentMate dành cho sinh viên Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Vinh dựa trên kiến trúc Offline-First kết hợp trí tuệ nhân tạo. Ứng dụng sử dụng SQLite để lưu trữ và xử lý dữ liệu cục bộ, Firebase Realtime Database để đồng bộ hóa dữ liệu khi có kết nối Internet và Firebase Authentication để xác thực người dùng. Đồng thời, Google Gemini API được tích hợp nhằm hỗ trợ tương tác và cung cấp thông tin học tập dựa trên dữ liệu cá nhân của sinh viên. Ứng dụng được phát triển trên nền tảng Android với các chức năng quản lý môn học, thời khóa biểu, bài tập, điểm số, điểm trung bình tích lũy (GPA) và tiến độ học tập. Kết quả thử nghiệm bước đầu cho thấy các chức năng quản lý dữ liệu cốt lõi có thể hoạt động trong điều kiện ngoại tuyến, dữ liệu được đồng bộ hóa khi kết nối Internet được khôi phục và trợ lý trí tuệ nhân tạo hỗ trợ truy vấn thông tin học tập cá nhân. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng ứng dụng kiến trúc Offline-First trong phát triển các hệ thống hỗ trợ quản lý học tập trên thiết bị di động.*

Từ khóa: *Offline-First, ứng dụng di động, quản lý học tập, Android, SQLite, Firebase, Gemini API.*

APPLICATION OF OFFLINE-FIRST ARCHITECTURE IN DEVELOPING A LEARNING MANAGEMENT APPLICATION FOR STUDENTS AT VINH UNIVERSITY OF TECHNOLOGY EDUCATION

Abstract: *In the context of digital transformation in education, developing personal learning management applications capable of operating reliably under intermittent Internet connectivity has become a practical necessity. This paper presents the design and development of StudentMate, a learning management application for students at Vinh University of Technology and Engineering, based on an Offline-First architecture integrated with artificial intelligence. The application employs SQLite for local data storage and processing, Firebase Realtime Database for data synchronization when an Internet connection is available, and Firebase Authentication for user authentication. In addition, Google Gemini API is integrated to support user interaction and provide learning-related information based on students' personal academic data. Developed for the Android platform, the application provides functions for managing courses, timetables, assignments, grades, grade point average (GPA), and learning progress. Preliminary testing results indicate that core data management functions can operate offline, data can be synchronized when Internet connectivity is restored, and the AI assistant supports queries related to personal academic information. The findings demonstrate the potential of applying Offline-First architecture to the development of mobile learning management applications.*

Keywords: *Offline-First, mobile applications, learning management, Android, SQLite, Firebase, Gemini API.*

Nhận bài: 18/09/2026 *Phản biện: 18/10/2026* *Duyệt đăng: 22/10/2026*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong môi trường đại học, sinh viên phải tiếp nhận và xử lý khối lượng lớn thông tin liên quan từ nhiều nguồn khác nhau, bao gồm: danh sách môn học theo học kỳ, thời khóa biểu, lịch thi, bài tập và hạn nộp, điểm quá trình, điểm thi, GPA, cũng như các mục tiêu tiến độ học tập. Việc quản lý rời rạc trên nhiều công cụ như sổ ghi chép, ứng dụng ghi chú, lịch điện thoại, file Excel,… gây khó khăn trong việc tổng hợp, theo dõi và lập kế hoạch.

Tuy nhiên, một vấn đề phổ biến trong quá trình sử dụng ứng dụng di động là kết nối Internet không phải lúc nào cũng ổn định. Người dùng có thể gặp tình trạng mất mạng, mạng yếu, độ trễ cao hoặc phải sử dụng ứng dụng ở khu vực có hạ tầng mạng hạn chế. Đối với các ứng dụng được thiết kế theo mô hình trực tuyến truyền thống, khi không có Internet, nhiều chức năng có thể bị gián đoạn. Người dùng không thể xem dữ liệu, không thể nhập thông tin mới hoặc không chắc chắn thao tác của mình có được lưu lại hay không. Điều này ảnh hưởng trực tiếp đến trải nghiệm người dùng và làm giảm độ tin cậy của hệ thống.

Để giải quyết vấn đề này, kiến trúc Offline-First nổi lên như một giải pháp thiết thực. Kiến trúc này thay đổi tư duy thiết kế bằng cách đặt kho lưu trữ cục bộ trên thiết bị làm nguồn dữ liệu chính cho các thao tác đọc/ghi. Mọi tương tác của người dùng được phản hồi ngay lập tức trên SQLite cục

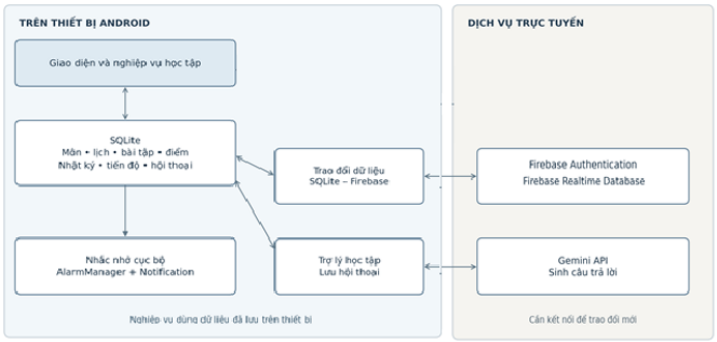
bộ, sau đó quá trình đồng bộ hóa lên máy chủ đám mây (Firebase) mới được thực hiện ngầm khi có kết nối.

Bài báo này trình bày thiết kế và triển khai ứng dụng Quản lý học tập - StudentMate trên nền tảng Android dành cho sinh viên Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Vinh, kết hợp kiến trúc Offline-First với trí tuệ nhân tạo Google Gemini API nhằm tối ưu hóa trải nghiệm quản lý học tập cá nhân hóa.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Kiến trúc hệ thống tổng thể

Ứng dụng StudentMate được thiết kế theo mô hình kiến trúc phân lớp giúp tách biệt giao diện, dữ liệu cục bộ, đồng bộ cloud và xử lý AI. Hệ thống gồm 4 lớp thành phần chính: (1) Lớp Giao diện Người dùng (UI Layer): Xây dựng trên nền Android SDK, cung cấp các màn hình tương tác trực quan về quản lý môn học, lịch học, bài tập, điểm số, tiến độ và giao diện hội thoại Chatbot. (2) Lớp Dữ liệu Cục bộ (Local Data Layer): Sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQLite tích hợp sẵn trên thiết bị. Đây là trung tâm lưu trữ đóng vai trò chính trong việc đảm bảo khả năng hoạt động ngoại tuyến. (3) Lớp Đồng bộ Đám mây (Cloud Sync Layer): Sử dụng Firebase Authentication cho xác thực người dùng và Firebase Realtime Database để đồng bộ chọn lọc các tập dữ liệu cần chia sẻ giữa nhiều thiết bị. (4) Lớp Trí tuệ Nhân tạo (AI Integration Layer): Tích hợp Google Gemini API để phân tích ngữ cảnh dữ liệu học tập cá nhân và đưa ra các câu trả lời, tư vấn học tập thông minh.



Hình 1. Sơ đồ kiến trúc tổng thể và luồng tương tác giữa các lớp

2.2. Cơ chế vận hành Offline-First và đồng bộ hóa

Luồng dữ liệu cốt lõi của hệ thống tuân theo các nguyên tắc:

Thao tác tức thì (Optimistic UI Updates): Khi sinh viên tạo/sửa/xóa môn học, bài tập hay ghi chú, hệ thống thực hiện truy vấn trực tiếp xuống cơ sở dữ liệu SQLite cục bộ và cập nhật giao diện ngay lập tức. Sinh viên không phải chờ đợi phản hồi từ mạng.

Đồng bộ hóa ngầm (Background Synchronization): Hệ thống khởi chạy cơ chế lắng nghe trạng thái kết nối mạng. Khi thiết bị chuyển sang trạng thái Trực tuyến, một tiến trình đồng bộ sẽ đẩy các bản ghi mới từ SQLite lên Firebase Realtime Database và ngược lại.

Quản lý Thông báo Cục bộ: Nhắc nhở lịch học và deadline bài tập sử dụng AlarmManager và NotificationManager của Android để phát cảnh báo độc lập không phụ thuộc vào máy chủ đẩy tin.

2.3. Mô hình dữ liệu và tích hợp AI

Cơ sở dữ liệu cục bộ của StudentMate được xây dựng bằng SQLite bao gồm: Student (Thông tin sinh viên); Course (Môn học, số tín chỉ, học kỳ); Schedule (Lịch học, lịch thi, phòng học); Assignment (Bài tập, deadline, trạng thái hoàn thành, độ ưu tiên); Grade & GPA_History (Điểm quá trình, điểm thi, GPA tích lũy); Study_Log & Progress (Nhật ký học tập, tiến độ theo chương/phần).

Tích hợp AI Gemini: Khi người dùng tương tác với Chatbot AI, ứng dụng sẽ trích xuất ngữ cảnh liên quan từ cơ sở dữ liệu SQLite như danh sách môn học kỳ này, bài tập chưa hoàn thành gần hạn nộp, điểm số hiện tại để đóng gói thành Prompt ngữ cảnh gửi đến Gemini API. Cơ chế này cho phép AI trả lời chính xác các câu hỏi cá nhân hóa như: "Tuần này tôi có những bài tập nào chưa nộp?" hoặc "Điểm quá trình môn Kiểm thử phần mềm của tôi đạt bao nhiêu?".

2.4. Kết quả triển khai

Ứng dụng StudentMate đã được xây dựng hoàn thiện trên nền Android với các phân hệ chức năng chính:

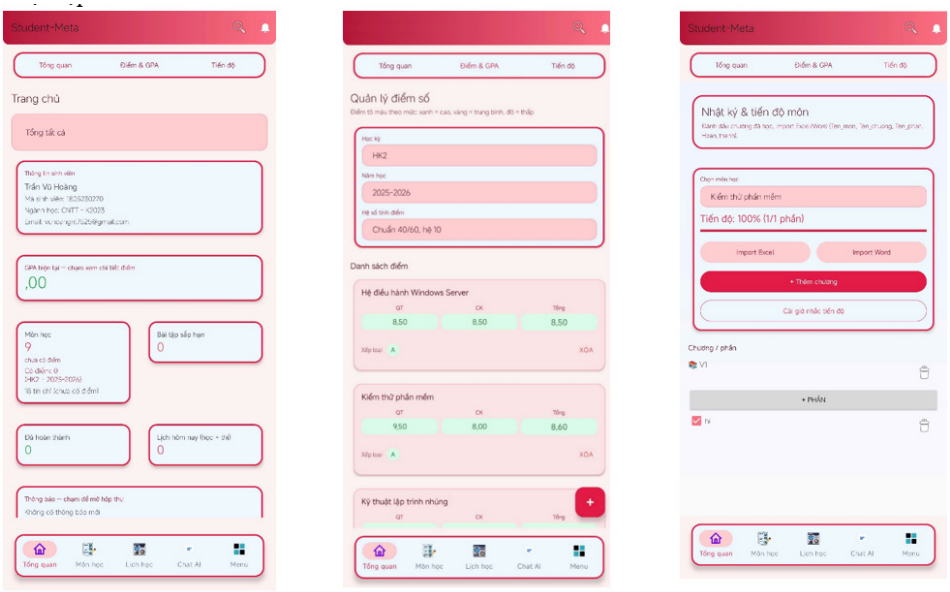
Trang tổng quan (Dashboard): Hiển thị tổng quan GPA, số môn học trong kỳ, số bài tập sắp đến hạn và lịch học trong ngày.

Quản lý Điểm số & GPA: Cho phép nhập điểm chi tiết điểm quá trình và điểm cuối kỳ để

tự động tính toán tổng điểm hệ 10/hệ 4 và quy đổi điểm chữ.

Nhật ký & Tiến độ môn học: Hỗ trợ nhập cấu trúc chương/phần (hoặc import qua file Excel/ Word), đánh dấu phần trăm hoàn thành tiến độ.

Trợ lý AI Chatbot: Tiếp nhận câu hỏi thoại/chữ và phản hồi ngữ cảnh thông minh dựa trên dữ liệu học tập cá nhân.



(a) (b) (c)

Hình 2. Giao diện Student-Mate: (a) Trang chủ; (b) Quản lý điểm số; (c) Nhật ký và tiến độ.

Thử nghiệm thực tế trong các điều kiện môi trường mạng khác nhau cho thấy:

Môi trường Ngoại tuyến (Offline): 100% các chức năng xem, thêm, sửa, xóa dữ liệu môn học, lịch, bài tập, nhật ký và điểm số hoạt động bình thường, không xảy ra sự cố treo ứng dụng. Thông báo nhắc hẹn hoạt động đúng giờ nhờ AlarmManager cục bộ.

Môi trường Trực tuyến (Online): Dữ liệu được đồng bộ đồng nhất giữa cơ sở dữ liệu SQLite và Firebase Realtime Database. Tính năng Chatbot AI phản hồi chính xác dựa trên dữ liệu hiện hành.

III. KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu, thiết kế và triển khai thành công ứng dụng StudentMate hỗ trợ quản lý học tập cho sinh viên Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh dựa trên kiến trúc Offline-First kết hợp AI. Việc khai thác sức mạnh của SQLite cục bộ kết hợp với Firebase và Google Gemini API đã giải quyết hiệu quả bài toán gián đoạn kết nối, nâng cao tính khả dụng và cung cấp trải nghiệm tương tác thông minh cho người học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Herrera, N. I., Gómez-Torres, E. R., González, E. E., Toasa, R. M., & Baldeón, P. (2026). CAMS F Edge DTN: Context-aware offline-first synchronization and local reasoning using CRDTs and MQTT-SN. Future Internet, 18(4), Article 180.

MongoDB. (2021). How to build an offline-first mobile app. MongoDB White Paper.

Pothineni, S. H. (2024). Offline-first mobile architecture: Enhancing usability and resilience in mobile systems. Journal of Artificial Intelligence General Science, 7(1), 320–326.

Sauble, D. (2015). Offline first web development: Design and build robust offline-first apps for exceptional user experience even when an internet connection is absent. Packt Publishing.

Sharma, A., Patel, J., & Kumar, S. (2022). Performance analysis of offline-first mobile applications. IEEE Access, 10, 20212–20222.

Singh, D. (2021). Offline-first architecture for enhanced user experience in mobile apps. IEEE Software, 38(3), 52–58.