

클래스 단위 콘텐츠 포크와 RAG 챗봇 기반 개인화 학습 지원을 통합한 교육 플랫폼의 설계 및 구현

송상우, 이지우, 황서연

이엔유주식회사

songing@enu-tech.co.kr, jwlee@enu-tech.co.kr, xitseo@enu-tech.co.kr

Design and Implementation of an Learning Platform with Class-Level Content Forking and RAG-Powered Personalization

Song Sang Woo, Lee Ji Woo, Hwang Seo Yeon

ENU Co.Ltd.,

요약

STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 교육은 학생들이 과학·수학적 탐구를 넘어서 인문·예술적 감각을 통합적으로 활용하여 창의적 문제 해결 역량을 기를 수 있도록 하는 융합 교육 모델로 주목받고 있다.[1][2] 이러한 흐름 속에서 AI 및 정보통신기술을 접목한 학습 환경의 필요성이 확대되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 메타버스 및 AI 챗봇이 적용된 학급 맞춤형 교육 플랫폼을 설계 및 구현하였다. 해당 시스템은 교사가 학급별로 개설한 클래스 단위에서 학습 콘텐츠를 포크(fork)하여 독립적으로 활용할 수 있도록 지원하며, 메타버스 기반 콘텐츠 및 학습 공간을 제공하여 학생들이 가상 환경에서 실험, 토론, 과제 수행을 함께 진행할 수 있도록 하였다. 더 나아가, Retrieval-Augmented Generation(RAG) 기법을 적용한 챗봇을 도입하여 학생 개개인이 학습 과정에서 실시간으로 질문하고 맞춤형 피드백을 받을 수 있도록 지원한다. 이러한 기능들을 통합함으로써 본 플랫폼은 학생들에게 AI, 메타버스와 같은 최신 기술을 접목한 학습 경험을 제공하며, 교사에게는 학급별 학습 분석이 가능한 환경을 제공한다.

I. 서론

STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 교육은 학생들이 과학·수학적 탐구를 넘어 인문·예술적 감각까지 통합적으로 활용하여 창의적 문제 해결 역량을 기를 수 있도록 하는 융합 교육 모델로 주목받고 있다. 이러한 창의적 문제 해결 역량을 높이기 위해서는 다양한 학문 영역을 통합하고 학습자의 몰입과 참여를 높일 수 있는 도구가 필요하다. 이에 따라 AI와 정보통신기술을 접목한 학습 환경의 필요성이 더욱 확대되고 있다. 이에 본 논문에서는 이러한 요구를 충족하기 위해 멀티태넌트 SaaS 아키텍처 기반 설계와 클래스 단위 콘텐츠 포크 관리, 메타버스 학습 공간, Retrieval-Augmented Generation(RAG) 기법을 적용한 최적화 챗봇, 그리고 학급 단위 학습 분석 기능을 통합한 교육 플랫폼을 설계·구현한 사례를 소개한다.

II. 본론

먼저, 본 플랫폼은 SaaS 기반의 플랫폼으로써 웹 환경의 고성능 콘텐츠 렌더링을 지원하기 위해 enuSpaceMeta 플랫폼의 WebAssembly 기술을 적용하였다.

플랫폼에서 콘텐츠를 클래스 단위로 제공하기 위한 콘텐츠 포크 기능을 소개한다. 콘텐츠 포크는 소프트웨어 공학에서 정의하는 저장소 포크[3]와 유사하게 버전별로 관리되고 원본과 동기화가 가능하다. 그러나 일반적인 저장소 포크와의 차이점은 포크를 수행한 원본 콘텐츠를 편집할 수 없다. 이는 콘텐츠 제작자의 교육 의도 보존을 위해 설계되었다. 본 시스템은 멀티태넌트 SaaS 아키텍처로 설계되었으며, 콘텐츠 제공자가 업로드한 콘텐츠는

우선 개인 저장소에 저장되며, 이 콘텐츠를 제공자가 배포하면 공용 저장소로 이동한다. 이후 각 클래스는 공용 저장소에서 원하는 콘텐츠를 선택하여 포크하며, 이를 통해 개별 클래스 저장소에 해당 콘텐츠를 저장한다. 각 클래스 저장소는 독립적으로 운영되며, 교사는 이를 기반으로 학생들의 도전 과제 관리, 학습 이력 관리, 콘텐츠 내 활동 이력 관리 등을 수행할 수 있다. 이 구조를 통해 원본 콘텐츠의 교육적 의도는 유지되면서도, 학급별 맞춤형 운영이 가능해진다.

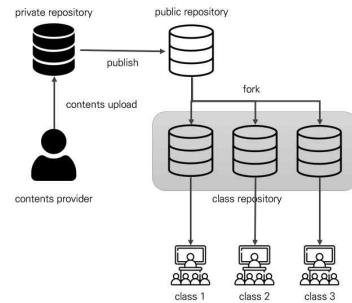


그림 1 콘텐츠 포크 시스템 구성도

다음으로, 본 플랫폼은 클래스 단위 저장소를 기반으로 메타버스 학습 공간을 제공한다. 본 플랫폼의 메타버스 환경은 kubernetes 기반으로 구현되었으며, 실시간 상호작용을 지원하기 위해 Redis와 Kafka를 결합한 통신 구조를 사용한다. Redis는 클래스별 세션 관리와 빠른 메시지 전달을 위한 캐시로 활용되며, Kafka는 다수의 학급에서 동시에 발생하는 이벤트(아바타 동작, 콘텐츠 상태 변경 등)를 안정적으로 처리하는 메시지 브로커로 동작한다. 이러한 구조를 통해 시스템은 대규모 사용자 접속 환

경에서도 낮은 지연시간과 높은 확장성을 유지하며, 학급 단위로 격리된 가상 학습 공간을 안정적으로 제공할 수 있다.

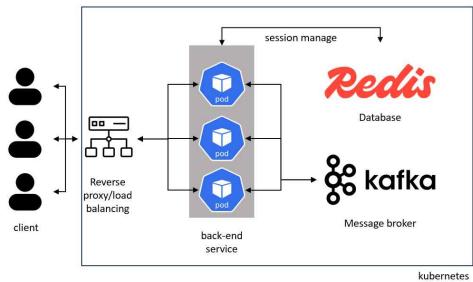


그림 2 SaaS 기반 메타버스 백엔드 시스템 구성도

위 그림과 같이 클라이언트가 메타버스 환경 내에서 행동하면 Reverse Proxy를 통해 백엔드 서비스의 pod에 전달되고, pod는 Redis에 해당 클라이언트의 정보를 업데이트한다. 이후 해당 정보는 kafka를 통해 모든 pod로 전파되며 결과적으로 방에 속한 인원 전체에게 해당 클라이언트의 행동을 전달할 수 있게 된다.

각 클래스는 메타버스 콘텐츠를 포크할 수 있고, 독립된 가상 공간에 진입하여 학생들이 아바타 형태로 참여할 수 있으며, 이를 통해 실험 활동, 토론, 과제 수행 등 다양한 학습 활동을 협력적으로 진행할 수 있다. 교사는 해당 공간에서 학급별 학습 상황을 실시간으로 모니터링하고, 과제 수행 여부나 참여도를 확인할 수 있다. 이러한 메타버스 학습 환경은 학생들에게 몰입감 있는 학습 경험을 제공하며, 단순한 콘텐츠 소비를 넘어서는 상호작용 기반 탐구 활동을 가능하게 한다.

다음으로, 본 플랫폼은 학습 과정에서 학생들의 질문에 실시간으로 응답하기 위해 RAG(Retrieval-Augmented Generation) 기반 챗봇을 제공한다. 본 시스템은 콘텐츠별 참조 데이터를 사전에 임베딩하여 벡터 테이터베이스에 저장하며, 학생의 질문이 입력되면 해당 클래스에서 사용 중인 콘텐츠의 참조 데이터를 검색해 관련성이 높은 자료를 추출한다. 이후, 이 검색 결과는 CLOVA Studio의 HCX-DASH-001 경량화 챗봇 모델에 제공되어, 단순한 일반 대화가 아니라 해당 콘텐츠 내용과 관련 있는 근거 기반 응답을 생성한다.[4] 또한 챗봇은 학생의 최근 질문 이력을 최대 5개까지 반영하여 맥락을 유지한다. 이는 맥락 유지 성능과 경량화 챗봇 모델 입력 제약(토론 수, 응답 지연)을 고려한 값으로, 단발성 응답을 넘어 연속적이고 개인화된 피드백을 제공한다.

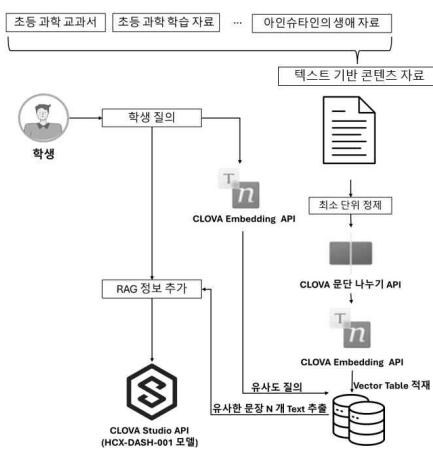


그림 3 RAG 시스템 구성도

이러한 구조는 학생들에게 맥락이 유지되는 대화, 교사들에게 챗봇과의

상호작용 로그를 제공하여 이를 분석하여 학생의 콘텐츠에 대한 이해 수준과 오개념 발생 지점을 파악하여 이를 활용할 수 있다.

본 연구에서는 앞서 소개한 세 가지 항목에 대해 플랫폼 내에서 통합을 수행하였다. 교사가 포크한 콘텐츠는 클래스 기반으로 작동하며, 메타버스와 챗봇을 동시에 활용할 수 있다. 학생들은 클래스 구성원들과 메타버스 환경 내에서 콘텐츠를 수행하며 해당 콘텐츠 관련 정보를 참조하는 챗봇과 자유롭게 질의응답을 할 수 있으며, 메타버스 환경 내 로그와 챗봇 사용 로그를 활용하여 피드백 및 학습 개선에 사용할 수 있다.

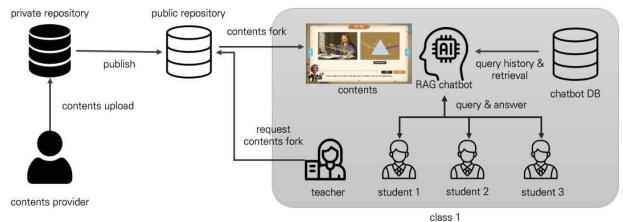


그림 4 클래스 단위 포크 및 RAG 챗봇 시스템 구성도

III. 결론

본 논문에서는 AI, 메타버스와 같은 최신 ICT 기술을 반영하여 STEAM 융합인재교육에 활용할 수 있는 플랫폼을 소개하였다. 소개된 플랫폼의 시스템은 클래스 단위 콘텐츠 포크, 메타버스 학습 공간, RAG 기반 개인화 챗봇을 하나의 멀티테넌트 SaaS 아키텍처로 통합한 교육 플랫폼의 설계 및 구현을 제시한다. 이를 통해 학생에게는 최신 ICT를 접목한 몰입 가능한 학습 경험을, 교사에게는 학급 맞춤 운영과 데이터 기반 의사결정을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

향후 연구에서는 본 플랫폼이 학습자의 창의성, 자기 주도성, 융합적 사고 능력 증진에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하여, STEAM 융합인재교육에의 적용 가능성을 검증할 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 과학기술정보통신부 ‘2024년도 K-클라우드 프로젝트’의 일환인 한국지능정보사회진흥원 주관 ‘공공부문 이용 SaaS 개발•검증(교육 SaaS 트랙)’ 사업에서 지원받은 ‘메타버스를 활용한 교과 연계형 과학사 교양서 개발’ 사업을 통해 수행된 연구이다.

참 고 문 헌

- [1] T. Y. Liu, “Research Trends in Attitudes Toward STEAM Education,” Journal of STEM Education Research, vol. X, no. X, pp. XX–XX, 2024.(<https://doi.org/10.51355/j-stem.2024.169>).
- [2] I. H. Y. Yim, J. Su, and R. Wegerif, “STEAM in practice and research in primary schools: a systematic literature review,” International Journal of Science Education, 2024, (<https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2440424>).
- [3] GitHub Docs, “About forks,” 2025, (<https://docs.github.com/en/pull-requests/collaborating-with-pull-requests/working-with-forks/about-forks>).
- [4] P. Lewis et al., “Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks,” NeurIPS, 2020, (<https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>).