

학습자 중심의 맞춤형 교육을 위한 학습 경험 데이터 수집 및 분석 체계 연구

A Study on the Data Collection and Analysis System for Learning Experiences in Learner-Centered Customized Education

김상우¹, 이명숙^{2*}

¹계명대학교 컴퓨터공학과, ²계명대학교 타블라라사칼리지

Sang-woo Kim¹, Myung-suk Lee^{2*}

¹Department of Computer Engineering, Keimyung University, Daegu 42601, Korea

²TabulaRasa Collage, Keimyung University, Daegu 42601, Korea

[요약]

본 연구는 학습자 중심의 맞춤형 교육을 위한 지능형 학습활동 데이터를 수집하기 위한 전체 체계를 연구하였다. 학습활동 데이터수집 표준인 xAPI, Caliper analytics, cmi5의 특징들을 비교 분석하였고, 이러한 표준화된 데이터뿐만 아니라 표준화되지 않은 학습활동 데이터도 모두 빅데이터로 저장되어 인공지능 학습분석을 할 수 있는 체계를 마련하였다. 그 결과 데이터 유형 정의, xAPI 적용한 학습데이터 표준화, 빅데이터 저장, 학습분석(통계 기반 및 AI 기반), 학습자 맞춤형 서비스인 5개의 단계로 구성하였다. 이를 통해 인공지능 기술을 적용한 학습데이터 분석을 위한 기반을 마련하고자 하였다. 향후 연구에서는 전체 체계를 3개의 단계로 나누어 구현하고 실행하면서 설계에서 부족한 부분을 수정·보완할 것이다.

[Abstract]

This study investigates the comprehensive system for collecting intelligent learning activity data tailored to learner-centered personalized education. We compared and analyzed the characteristics of xAPI, Caliper analytics, and cmi5, which are learning activity data collection standards, and established a system that allows not only standardized data but also non-standardized learning activity data to be stored as big data for artificial intelligence learning analysis. As a result, the system was structured into five stages: defining data types, standardizing learning data using xAPI, storing big data, conducting learning analysis (statistical and AI-based), and providing learner-tailored services. The aim was to establish a foundation for analyzing learning data using artificial intelligence technology. In future research, we will divide the entire system into three stages, implement and execute it, and correct and supplement any shortcomings in the design.

Key Words: Experience data, Learning record store, Data collection standards, Customized education, Learning analysis, Learner-centered

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2024.159>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 4 March 2024; Revised 17 March 2024

Accepted 23 March 2024

*Corresponding Author

E-mail: mslee@kmu.ac.kr

I. 서론

정보통신기술의 발달로 사회 전 분야에서 대량의 정보가 다양한 형태로 생산되고 있으며, 이렇게 생산된 자료는 빅데이터로 수집·분석되어 생활 전반에 직·간접적으로 영향을 미치고 있다[1]. 교육 분야도 예외는 아니다. 정부에서는 2012년 ‘스마트 국가 구현을 위한 빅데이터 마스터플랜’을 발표하여 공공 분야의 빅데이터 관련 추진체계를 마련하였고[2], 2020 업무계획을 통해 ‘데이터 기반 교육정책’을 발표하여 본격적인 교육 분야 빅데이터 구축과 활용에 대한 추진 계획들을 발표하였다[3].

현대 교육 환경에서 빅데이터의 역할은 점점 더 중요해지고 있다. 최근 디지털기반 교육혁신 추진방안에서도 2025년부터 초·중·고에서 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기술을 적용하여 각각의 학생 수준별 맞춤 교육을 제공하는 ‘AI 디지털교과서’를 도입하기 위한 발표를 하였다. 디지털교과서는 기존 교과서의 학습 콘텐츠에 AI 기반의 코스웨어를 적용한 신개념 교과서다. 과목에 따라 메타버스, 음성인식, 필기 인식 등 다양한 기술을 적용할 수 있고, 학생들의 학습데이터를 실시간으로 수집 및 분석해 교사들이 수업에 활용하도록 한다[4,5].

인공지능 기반의 교육을 서비스하기 위해서는 크게 두 가지가 필요하다. 그 하나가 교육 빅데이터이고 나머지 하나가 인공지능 알고리즘인 빅데이터 프로세싱이다. 인공지능 기반의 교육 서비스를 제공하기 위해서는 두 가지 중 선결되어야 하는 과제가 바로 빅데이터 수집이다. 교육영역에서는 개별적으로 운영되는 학습관리시스템 또는 개인정보보호 문제로 인해 빅데이터가 매우 적은 편이다. 오프라인에서 이루어지는 교육에서 데이터를 수집한다는 것은 거의 불가능하고, 온라인 교육에서도 콘텐츠, 평가, 수업내용 등 관리되고 있는 데이터의 양이 매우 제한적이기 때문이다.

데이터수집을 위한 방법은 매우 다양하게 활용될 수 있다. 오프라인 교육에서의 데이터 수집은 학습에 대한 과정을 관찰하고 기록하는 방법으로 수집을 할 수밖에 없으며, 이를 위해서는 교수자의 절대적인 협조가 필요하다. 온라인 교육에서는 오프라인에 비해 비교적 학습데이터를 수집하기가 쉬우나, 수집하기 위한 데이터가 매우 한정적이다. 예를 들어, 콘텐츠를 학습하는 과정에서 학습자가 지속적으로 학습에 집중하고 있는지에 대한 정보는 일반적인 시스템으로는 획득하기 어렵고, 화면을 움직인다거나 메모하는 행동을 통해서 유추할 수 있을 뿐이다. 평가의 경우는 실제 문제를 접한 시간에서부터, 문제를 읽고 정답을 기재하는 각 과정에 소요된 시간 정보를 수집하여야 분석에 활용할 수 있다.

학습데이터 수집 문제를 해결하기 위해서 1EdTech에서는 글로벌 컨소시엄을 구성하여 Caliper Analytics 표준을 통해 방법을 제시하고 있고[6], 미 국방성 산하기관인 ADL(Advanced distributed earning initiative)에서는 xAPI(Experience Application Programing Interface)를 통해 학습 경험 데이터를 수집하기 위한 표준을 제시하고 있다[7]. 특히 xAPI는 학습정보 뿐만 아니라 학습 경험의 데이터를 모두 모은다는 특징이 있다. 그리고 다양한 성과나 학습 경험 정보들을 데이터 표준으로 변환시켜준다. 이러한 데이터들은 LRS(Learning Record Store)에 저장되고, 저장된 데이터는 인공지능 알고리즘을 통해 분석되고 활용되게 된다[8].

이에 본 연구는 학습자 중심의 맞춤형 교육을 위한 지능형 학습활동 데이터 즉, 인공지능 기반의 학습활동 데이터를 수집하기 위한 체계를 연구하고자 한다. 이를 통해 인공지능 기술을 적용한 학습데이터 분석을 위한 기반을 마련하는 데 있다.

II. 배경연구

A. 데이터 수집 표준

데이터수집과 관련된 대표적인 표준에는 xAPI, Caliper Analytics, cmi5 등이 있다. 이 표준들은 학습활동 정보를 LRS에 저장하기 위한 수집 과정이나 목적성 등 구현할 대상에 대해 매우 유사하지만, 실제 데이터를 서술하는 방법이나 데이터 규격에 사용하는 어휘 등에 약간의 차이점이 있다. 특히 cmi5는 xAPI의 인스턴스화라고 볼 수 있다.

1EdTech Consortium(구, IMS 국제학습 컨소시엄(IMS Global Learning Consortium))은 전 세계의 정부, 공공, 민간, 대학 등 500여 개 회원기관으로 구성된 교육 분야 기술 컨소시엄으로 관련 표준, 기술 개발 및 보급을 통해 글로벌 교육 시장을 주도하고 있다. 1EdTech는 학습자의 활동으로부터 데이터를 수집하여 제공하기 위한 표준화된 학습활동 매트릭스를 제시하고 있다. 읽기, 과제, 평가, 소셜, 강의, 매체, 협력, 메세징, 퀴즈, 튜터링, 주석, 스케줄링, 프로젝트, 연구, 게이밍, 토론에 해당하는 16가지 학습 ‘활동’들과 각각의 세부 ‘행동’을 정리하여 제시하고 있으며, 이러한 활동 중심의 매트릭스와 더불어, 학습활동의 맥락(context), 몰입(engagement), 수행성과(performance)에 관한 매트릭스를 제시하고 있다[9].

Caliper Analytics는 1EdTech가 정의한 프로파일의 전처리 과정을 정의하는 부분부터 출발하였다. Caliper Analytics

는 학습활동 또는 학습 촉진에 도움이 되는 지원활동을 모델링하는 다양한 지표 프로필을 정의한다. 각 프로필은 애플리케이션 개발 시 공유 어휘를 사용하여 일반적인 사용자 상호작용을 일관된 방식으로 설명하기 위해 활용할 수 있는 도메인별로 용어 및 개념 세트를 제공한다.

ADL의 xAPI는 학습자에 관한 기록을 플랫폼 간에 간단하고 경량으로 저장·공유하는 방법이다. 이 기록은 일관된 포맷으로 저장되고 LRS에 통합된다. xAPI에서 x가 experience를 의미하며, 궁극적 목표가 학습자 개개인의 모든 학습 경험을 이해하고 성과와 연관성을 분석하는 데 있다. xAPI 추적 및 분석 대상은 교실 활동, 성과지원 도구 사용행태, 온라인 커뮤니티 참여, 토론 참여, 성과측정, 실질적인 결과물 등이며, xAPI(Tin Can API)의 추적 영역은 모바일 러닝, 교육용 게임, 시뮬레이션, 비정형 학습, 실세계의 성과 등이다. 그리고 xAPI의 운영 범위는 오프라인, 간헐적으로 연결이 끊기는 환경에서도 추적이 가능하고, 모든 디바이스에서 추적이 가능하다[10].

세 표준의 가장 큰 특징으로는 표 1과 같이 요약할 수 있다. Caliper Analytics는 LTI(Learning Tools Interoperability)와 연계한 가장 일반적인 저장방식과 참여 측정에 기반한 규격 정의, 실시간 학습 피드백 등에 집중하고 있다. xAPI는 어떤 종류의 학습 경험에 대해서도 서술하는 방법을 제공하고 있으며, 그 대상은 전통적인 온라인 학습 환경 외에 VR/AR, 물리적 학습활동까지 포함한 분산 학습 환경을 고려하고 있다. cmi5는 SCORM(Shareable Content Object Reference Model)에 대한 대안으로 만들어졌으며, SCORM 기능을 복

제하고, xAPI를 통합하여 강력한 데이터수집 능력을 제공한다[11,12].

B. 데이터 기록 저장소(LRS)

학습분석의 가치는 이해에 있다. 지금까지 중요하게 여기지 않았던 비정형 데이터를 분석해 학습자의 요구를 더 명확하게 이해함으로써 교육의 효과를 높이면서 콘텐츠와 교육과정의 전반적인 질적 강화를 달성할 수 있다. 이러한 DSL(Domain Specific Language)을 정의하고 이를 통해 빅데이터에 대한 복잡조회 및 다형성 결과 도출을 위한 Query Language를 지원하는 시스템이다. 지금까지 학습분석을 보던 LMS(Learning Management System)에서 얻을 수 있는 진도율, 출석률, 과제 제출, 학습 결과가 분석의 대상이었다. 그러나 이제는 학습자 프로파일과 학습자의 액티비티 그리고 다양한 학습 환경 모두가 분석 대상이다[13].

이러한 학습분석에서 기반이 되는 시스템이 LRS이다. LRS는 xAPI 사양과 관련된 서버 측 요구사항을 구현한 것인데 학습 경험, 학습활동 및 성과에 대한 데이터를 저장하고 시각화하기 위한 어플리케이션 인터페이스다. LRS는 인입되는 xAPI Specification을 검증하고 조회/질의를 위한 Activity Consumer나 분석과 Raw Data에 접근을 위한 관리자를 위해 모든 유효한 데이터를 저장한다. LRS는 Statement 형식에 대한 유효성 검사 작업도 필요하다. LRS는 LMS, HR 시스템과 같은 모든 어플리케이션과 선택적으로 연계·통합되거나 기업 학습 생태계에서 중앙 집중식 데이터 저장소의 역할을 할

표 1. 데이터수집 표준 특징(xAPI, Caliper Analytics, cmi5)

Table 1. Characteristics of data collection standards(xAPI, Caliper Analytics, cmi5)

종류	특징
xAPI	<ul style="list-style-type: none"> LMS 외부에서 수행되는 학습, SCORM 패키지 밖에서 수행되는 학습을 지원 분산된 콘텐츠: 어떤 유형의 학습 콘텐츠나 학습 경험도 네트워크와 서버간 전달 가능 분산된 데이터: 하나 이상의 시스템 간 학 데이터의 저장 및 공유 가능 사용자의 팀 또는 그룹 단위의 데이터 추적 및 연계가 가능 교수자는 학습자의 학습 또는 수행과정에서 피드백 또는 주석을 실시간으로 인터페이스나 대시보드를 통해 관찰, 전송, 수신가능 데이터 소유에 대한 식별과 다중 전송 데이터의 시스템간 데이터 전송이 가능하며 데이터 모델의 확장과 보안 모델을 몰라도 전송 가능 xAPI는 어떤 종류의 학습 경험에 대해서도 서술할 수 있는 방법을 제공 전통적인 온라인 학습 환경 외에 VR/AR, 물리적 학습활동까지 포함한 분산 학습 환경 고려
1EdTech Caliper Analytics	<ul style="list-style-type: none"> 학습에 대한 정량적 측정 성취 기반 측정(시험)에 반대되는 학습 참여 정도를 측정할 수 있는 실시간 데이터 메세징 학습활동에서 학생의 구체적인 참여에 대한 정보제공 LTI와 연계한 일괄적인 저장방식과 참여 측정에 기반한 규격 정의, 실시간 학습 피드백 등에 집중
cmi5	<ul style="list-style-type: none"> 코스웨어와 웹브라우저 외부에 있는 콘텐츠를 모두 포함하는 분산 학습 리소스를 패키징하고 전달 xAPI를 통합함, 교육 콘텐츠가 cmi5와 호환되면 xAPI도 호환됨 학습자가 다양한 학습활동을 탐색할 때 cmi5 사양은 특정 이벤트에 해당하는 고유한 동사를 사용하여 진행 상황과 성과의 정의를 정렬 xAPI 프로필로 캡슐화된 어휘 모델과 xAPI 문 패턴이 포함 콘텐츠 시작, 인증, 세션 관리, 보고 및 코스 구조 정의에 대한 상호 운용성 규칙도 정의

수 있다. 학습 활동 데이터(LRP, Learning Record Provider)를 보내거나 검색(LRC, Learning Record Consumer)하는 클라우드 방식의 서비스뿐만 아니라 독립형 어플리케이션으로도 활용되고 있다[14].

C. 선행 연구

Luis Felipe Zapata-Rivera, Maria M. Larrondo Petric(2018) [15]는 온라인 실험실 앱 추적을 위한 xAPI 기반 모델을 연구하였다. 이 연구는 온라인 실험실의 경험에서 데이터를 수집하는 시스템이며, 사용자의 현재 경험 수준에서 실험실 수험 수행 시간, 배경지식, 이전 실험실 경험에서 얻은 결과를 저장하고 지리적 위치, 장치유형, 대역폭, 날짜/시간 등과 같은 컨텍스트 정보를 수집하였다. 이 연구의 결과는 실험실과 VLE(Virtual learning environment) 간의 통합 가능성을 보여준 연구이다. 그러나 LRS에서 정보를 검색하고 LMS/VLE로 다시 보내는 학습 기록 소비자 시스템이 추가적으로 필요한 연구이다. 이 기능은 다양한 역할의 사용자에게 피드백을 제공할 수 있기 때문이다.

최준석, 안성훈(2023)[16]의 xAPI와 Caliper의 데이터수집 요소와 상호운용성 분석 연구에서 xAPI와 Caliper Analytics의 데이터수집 요소를 프로파일 요소인 Actor, Action(Verbs), Object, Context로 나누어 분석하였다. 이 연구는 xAPI와 Caliper Analytics 중 어떠한 학습활동 데이터 표준이 국내 상황에 알맞은지를 연구할 필요가 있다.

권용준, 박창훈(2023)[17]은 API를 활용한 가상훈련 콘텐츠의 학습 경험 추출을 연구하였다. 이는 xAPI로 콘텐츠 내 학습 경험을 추출하는 과정을 정리하고 제시한 연구지만, 콘텐츠의 목적과 상황에 따라 문장 구성 방식이 달라질 수 있어 연구에서만 구현하는 과정이지 절대적이지는 않다

고 한다. 다만, 문장을 정의하고 기록할 때 참고할 수 있는 정도이다.

이와 같이 본 연구와 관련된 여러 연구를 살펴보았지만, 대부분 연구가 부분적으로 연구되고 있으나 본격적인 인공지능을 기반의 학습분석을 위한 전체 설계 연구는 찾기 어렵다. 이에 본 연구에서 인공지능 기반의 학습활동 데이터를 수집하기 위한 전체 체계를 연구하고자 한다.

III. 학습 경험 데이터 수집 및 분석 체계

학습 경험 데이터수집 및 분석 체계는 전체 5개의 단계로 구성하였다. 데이터 유형 정의, xAPI 적용한 학습데이터 표준화, 빅데이터 저장, 학습분석(통계 기반 및 AI 기반), 학습자 맞춤형 서비스다. 전체의 체계를 그림으로 나타내면 그림 1과 같다.

A. 데이터 유형 정의

데이터는 데이터의 ‘정형성’에 따라서 정형, 반정형, 비정형으로 구분할 수 있다. 정형 데이터(structured data)는 고정된 필드에 저장된 데이터이며, 대표적으로 DBMS(DataBase Management System), 에듀테크 데이터로 학습 흔적 데이터들이다. 반정형 데이터는 메타데이터나 스키마 등을 포함한 데이터로 학습자/교수자가 생성하는 데이터이며, 디지털교과서, 온라인 가상학습 등이 있다. 비정형 데이터는 정의된 구조가 없는 데이터이며, xAPI로 구조화되지 않은 데이터로 IoT(Internet of Things) 학습 환경에서 발생하는 데이터로 볼 수 있다. 이러한 데이터들의 분석기법으로는 텍스트마이닝, 평판 분석, 클러스터 분석, 네트워크 분석 등이 있다[18-20].

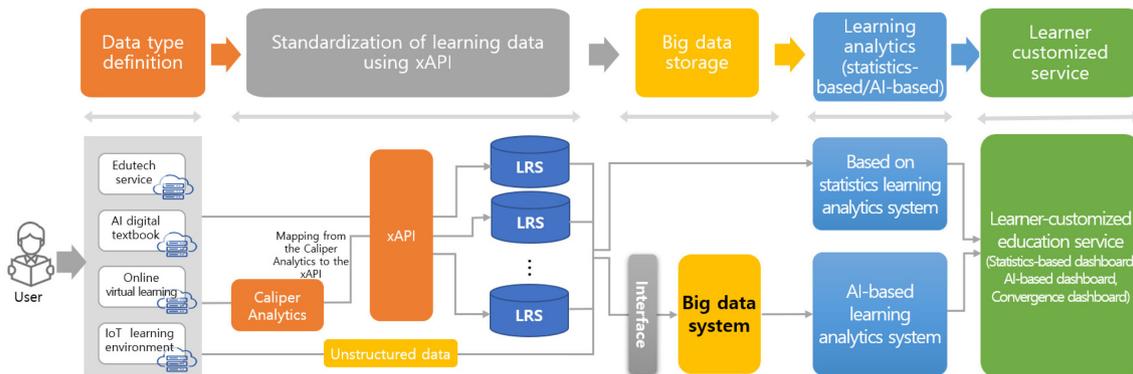


그림 1. 학습 경험 데이터수집 및 분석 체계도

Fig. 1. Learning experience data collection and analysis system diagram.

B. xAPI기반 데이터 표준화

이 단계에서는 에듀테크 서비스, AI 디지털교과서, 온라인 가상 현실 등 다양한 데이터를 xAPI 구조로 바꿔서 LRS에 저장하거나 Caliper Analytics에서 xAPI로 바꿔서 LRS에 저장하는 단계이다. 이때 IoT 학습 환경에서 발생하는 비정형 데이터는 정형화하지 않고 빅데이터 시스템으로 저장된다.

xAPI 규격으로 된 데이터는 그대로 LRS에 저장되고 Caliper Analytics 규격으로 저장된 데이터는 학습분석 표준 이긴 하지만 각기 다른 학습 애플리케이션에서 수집되는 학습 상호작용 데이터이므로 이를 xAPI 규격으로 변환되어 LRS에 저장된다. 이때 Caliper Analytics가 xAPI 규격으로 매핑되는 것을 보면 actor, action, object 속성은 actor, verb, object로, evenTime은 timestamp로, target, generated 등 5개의 속성은 result로, dataCreated, dataModified 등 10개의 속성이 context로 매핑된다. xAPI는 “주어, 동사, 목적어”의 형태, 즉, “I did this”로 구성되며, 다양한 학습 관련 경험을 이 문장의 형식으로 변환시켜 저장한다[21]. “철수는 유튜브에서 블록 체인을 보았습니다”, “영희는 총권쇠란 책을 읽었습니다” 등과 같은 학습 경험과 관련된 방대한 데이터를 모으게 된다.

C. 빅데이터 저장

“다양한 학습 경험을 데이터의 형태로 얼마나 많이 확보하는가?”가 인공지능 기반의 학습 경험 품질을 좌우한다. 인공지능 기술과 IoT 기반 센싱 기술을 활용해 기존에는 추적할 수 없었던 생체 정보, 음성 인식, 시선 추적 등 학습 과정에서 생성된 이력 등의 데이터를 추적할 수 있게 됐다.

현재까지 연구된 단계는 하나의 서비스에서 하나의 LRS에 저장하고 통계 기반의 학습분석이 이루어지고 있다. 그러나 각각의 서비스가 각각의 LRS에 저장되어 있는 데이터를 인공지능 분석을 위해서는 빅데이터 시스템(하둠)에 저장해

야 할 필요가 있다. 또한 비정형 데이터까지도 빅데이터 시스템 앞단에 데이터를 저장할 수 있는 인터페이스를 통해 저장하여야 온라인으로 학습한 경험 데이터를 모두 AI 기반으로 학습분석이 가능하다.

C. 학습분석(통계기반/AI기반)

빅데이터 시스템에 모든 학습데이터가 저장되면 AI 알고리즘을 통해 AI 기반의 학습분석 시스템이 완성된다. 일부는 통계 기반의 학습분석으로 학습자 개인의 학습 상황에 대한 교수자나 학습자 모두 학습자의 기본 학습 상태를 파악할 수 있다. AI 알고리즘을 이용한 AI 기반의 학습시스템에서는 대시보드를 통해 학습자 분석에 대한 시각화 제시 및 학습자 맞춤형 콘텐츠를 추천해준다. 이것을 학교 단위, 시도 단위, 국가 단위의 다양한 형태의 분석이 가능하며, 전체 체계도는 그림 2와 같다. 이 서비스 플랫폼에서 만들어지는 학습 과정 중에 기록되는 학습패턴, 학습자의 관심사, 학습자의 성취도 및 선호도 정보들이 대규모 데이터로 기록되어, 이를 인공지능 기술을 적용해 학습자 개인별 수준을 도출한다. 식별된 수준과 처방은 실시간으로 학습 과정 중에 반영되어, 현재 제공되는 것보다 더 지능적으로 학습자에게 개인화(Personalize)와 적응적(Adaptive) 학습을 제공할 수 있게 해준다.

IV. 결론

학습분석에서 기존의 LMS는 출결 상황, 과제 제출, 팀 활동, 댓글, 게시물, 출석 정도의 매우 정형화된 데이터로 학습자 분석이 이루어졌다. 여기에 경험을 추가하기 위해 Caliper Analytics, xAPI 등과 같은 표준이 마련되었고, 이러한 표준을 저장할 수 있는 LRS 저장공간도 개발되어 학습자 경험을

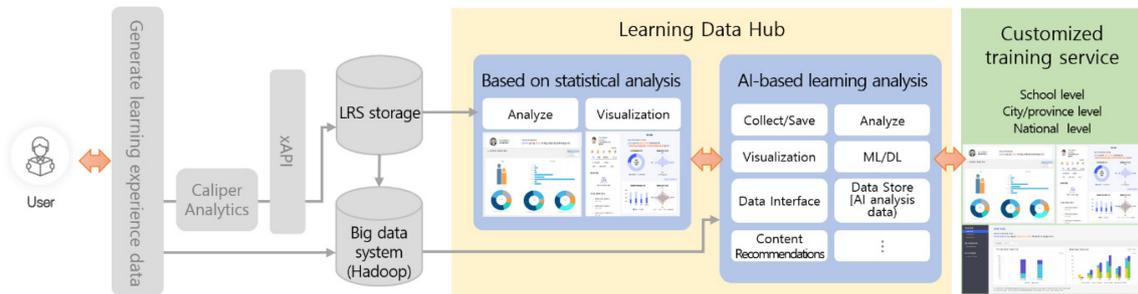


그림 2. 학습분석(통계 기반/AI 기반)

Fig. 2. Learning analytics (Statistics-based/AI-based).

통한 개별 통계분석은 점차 이루어지고 있다. xAPI는 모든 활동 기록, 유연한 학습 이력, 개인 데이터 보관함, 모든 장치 지원, LMS 외부 추적의 장점들이 있다. 그런데도 새로운 이러닝 표준으로 자리 잡고 있어 다양한 형태의 학습을 모두 수용하기에는 역부족이다. 또한, 각각의 서비스가 xAPI로 표준화하여 각각의 LRS를 개발한 후 사용하고 있어 학습자는 서비스마다 개별 분석이 이루어지는 불편함이 있다.

최근 인공지능 기술의 급격한 발달로 학습관리 시스템은 새로운 국면에 접어들었다. 학습자 데이터를 기반으로 분석하려는 시도는 다양하게 이루어지고 있으나, 전체를 구성할 수 있는 연구가 필요하다. 이제는 각자 개발 운영되는 서비스와 시스템들을 하나의 통합된 플랫폼으로 학습 경험 데이터를 많이 확보하여 인공지능 기반의 학습분석에 좋은 품질을 제시할 때다.

이에 본 연구에서 학습자 중심의 맞춤형 교육을 위한 학습 경험 데이터수집 및 분석 체계를 연구하였다. 학습 경험 데이터수집 및 분석 체계를 5개의 단계인 데이터 유형 정의, xAPI 적용한 학습데이터 표준화, 빅데이터 저장, 학습분석 (통계 기반 및 AI 기반), 학습자 맞춤형 서비스로 나누어 제시하였다.

향후 제시한 테스트 시스템을 개발하여 대학의 중도 탈락 (Drop-Out)자들을 효과적으로 관리할 수 있고, 학습자의 역할을 정확하게 식별할 수 있게 하며, 성취역량에 따른 최적화된 콘텐츠를 추천받을 수 있도록 하는 것이 최종 목표이다. 이 모든 것을 가능하게 한 것이 바로 빅데이터 요소 기술과 클라우드 환경 그리고 딥러닝, 머신러닝, 예측분석 등과 같은 인공지능 기술 그리고 인공지능 알고리즘들이다.

참고문헌

- [1] S. A. Lee, "Policy trends and challenges in education big data for future education," *Education Trends*, vol. 7, pp. 1-5, May, 2022.
- [2] Ministry of Education, Ministry of Public Administration and Security, Ministry of Knowledge Economy, Korea Communications Commission, National Technology Council, Big Data Master Plan for Implementing Smart Nation, 2020.
- [3] Ministry of Education, "Developing Talents Leading the Future of Education Innovation Felt by the People," 2020 Work Plan, 2020.
- [4] Ministry of Education. (2020). Developing Talents Leading the Future of Education Innovation Felt by the People, 2020 Work Plan, <https://korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156554267>, 2023.2.23.
- [5] Republic of Korea Policy Briefing, "Digital-Based Education Innovation Plan," February, 2023, <https://korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156554267>.
- [6] 1EdTech, xAPI, Nov. 28, 2023 [Online]. Available: <https://www.1edtech.org/standards/caliper>
- [7] ADL, Nov. 28, 2023 [Online]. Available: <https://adlnet.gov/projects/xapi/>
- [8] EduTech blog, xAPI/LRS, Dec. 15, 2023 [Online]. Available: <https://m.blog.naver.com/redmin00/221766459423>
- [9] IMS Korea Forum, IMS Caliper, Dec. 15, 2023 [Online]. Available: <https://duyheo.github.io/standard/2017/11/30/ims-kr-1013-1.html>
- [10] askedtech, xAPI, Dec. 15, 2023 [Online]. Available: <https://www.askedtech.com/post/1342405>
- [11] ADL, cmi5, Jan. 7, 2024 [Online]. Available: <https://adlnet.gov/projects/cmi5-specification/#cmi5-and-xapi>
- [12] Learningspark, Comparison of Standard Specifications, Jan. 7, 2024 [Online]. Available: <http://www.learningsparklab.com/archives/2019>
- [13] Learningspark, LRS, Jan. 15, 2024 [Online]. Available: <http://www.learningsparklab.com/archives/2016>
- [14] askedtech, LRS, Jan. 15, 2024 [Online]. Available: <https://www.askedtech.com/post/1342391>
- [15] L. F. Zapata-Rivera and M. M. Larrondo Petrie, "xAPI-based model for tracking on-line laboratory applications", IEEE Conference Paper, pp. 1-9, October, 2018, DOI: 10.1109/FIE.2018.8658869
- [16] J. S. Choi and S. H. Ahn, "Analysis of data collection elements and interoperability of xAPI and Caliper," *Journal of Creative Information Culture*, vol. 9, no. 4, pp. 369-378, November, 2023.
- [17] Y. J. Kwon and C. H. Park, "Extraction of learning experiences from virtual training content using xAPI," *Journal of the Korean Game Society*, 23(3), pp. 49-61, June, 2023, DOI: 10.7583/JKGS.2023.23.3.49
- [18] J. M. Jeong, W. J. Kim, and C. D. Koo, "Analysis of big data in social media for discovering educational policy agendas," Korea Education & Research Information Service, Research Report, 2016.
- [19] B. K. Gye, "Data collection for intelligent learning analysis:

API enhancement research,” Korea Education & Research Information Service, Research Report, 2018.

[20] E. M. Seong, S. H. Jin, and M. N. Yoo, “Exploration of learning data for supporting self-directed learning of learners from the perspective of learning analytics,” *Journal of Ed-*

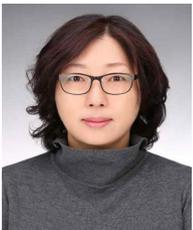
ucational Technology, 32(3), pp. 487-533, August, 2016.

[21] IMS KOREA, Caliper analytics, <https://imskorea.or.kr/specification/ims-caliper-analytics-1-1>



김 상 우 (Sang-woo Kim)_정회원

2009년 2월 : 계명대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2012년 8월 : 경북대학교 전기전자컴퓨터학부(공학 석사)
2018년 3월 ~ 현재 계명대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
<관심분야> 학습분석, OER, 고등교육, 빅데이터, 인공지능, 데이터베이스



이 명 숙 (Myung-suk Lee)_종신회원

2001년 2월 : 계명대학교 컴퓨터공학과 학사
2003년 2월 : 계명대학교 컴퓨터공학과 석사
2009년 8월 : 계명대학교 컴퓨터공학과 박사
2013년 2월 ~ 현재 : 계명대학교 타볼라라사칼리지 부교수
<관심분야> 컴퓨터공학, 블록체인, 인공지능, 메타버스, 학습분석, 교육공학