

# 맞춤형 학습 실현을 위한 클래스 기반 시스템 분석 및 설계

최수아<sup>1</sup>, 이은주<sup>2</sup>, 정우성<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 컴퓨터학부 석사과정, <sup>2</sup>경북대학교 컴퓨터학부 부교수, <sup>3</sup>서울교육대학교 교육전문대학원 교수

## Class-based Analysis and Design to Realize a Personalized Learning System

Suah Choe<sup>1</sup>, Eunjoo Lee<sup>2</sup>, Woosung Jung<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Master's Student, School of Computer Science and Engineering, Kyungpook National University

<sup>2</sup>Associate Professor, School of Computer Science and Engineering, Kyungpook National University

<sup>3</sup>Professor, Graduate School of Education, Seoul National University of Education

**요약** 현대 학습자들은 배경, 학습 스타일, 능력 등에서 다양한 차이를 보인다. 하지만 모든 학습자에게 동일한 학습 내용을 전달하는 전통적 교육 방법은 이러한 학습자의 다양성을 충분히 고려하지 못한다. 따라서 개별 학습자의 특성에 따라 최적의 학습 경험을 제공하는 맞춤형 학습 시스템의 구현은 오늘날 에듀테크 시대에 더욱 중요해졌다. 본 논문은 증가하는 학습자 중심의 교육 요구에 따라 학습자의 특성, 관심사, 학습 이력 등을 종합적으로 분석할 수 있는 모델들을 파악한 후 이를 기반으로 맞춤형 학습 시스템을 설계했다. 본 시스템은 학습자의 학습 이력을 기반으로 학습자의 현재 수준과 목표에 맞춘 자기주도적 학습을 지원하기 위해 강점과 약점을 파악할 수 있도록 설계되었으며 이 과정에서 시스템의 설계 변경 없이 필요한 학습 요소들을 확장할 수 있도록 구성하였다. 본 연구를 통해 사용자 맞춤형 학습 시스템 구축에 필요한 주요 기반을 파악하고 맞춤형 학습을 지원하기 위한 시스템 아키텍처를 효과적으로 구축할 수 있다.

**키워드** : 맞춤형 학습 시스템 설계, 사용자 모델, 콘텐츠 모델, 학습 이력 데이터 모델, 학습자 중심 교육

**Abstract** In the current epoch of educational technology (EdTech), the realization of a personalized learning system has become increasingly important. This is due to the growing diversity of today's learners in terms of backgrounds, learning styles, and abilities. Traditional educational methods that deliver the same content to all learners often fail to take this diversity into account. This paper identifies models that comprehensively analyze learners' characteristics, interests, and learning histories to meet the growing demand for learner-centered education. Based on these models, we have designed a personalized learning system. This system is structured to support autonomous learning tailored to the learner's current level and goals by identifying strengths and weaknesses based on the learner's learning history. In addition, the system is designed to extend necessary learning elements without changing its architecture. Through this research, we can identify the essential foundations for constructing a user-tailored learning system and effectively develop a system architecture to support personalized learning.

**Key Words** : Personalized learning system design, User model, Content model, Learning history data model, Learner-oriented education

This work was supported by the 2023 Research Fund of Seoul National University of Education.

\*Corresponding Author : Woosung Jung(wsjung@snue.ac.kr)

Received December 22, 2023

Accepted February 20, 2024

Revised January 16, 2024

Published February 28, 2024

## 1. 서론

2020년 초, 세계적으로 유행한 코로나19 팬데믹은 사회, 경제, 건강, 문화, 교육 등의 다양한 분야에 영향을 미치며 특히 교육 분야에서의 변화와 혁신을 불러왔다. 오프라인 교육이 중단되면서 온라인 교육과 학습 플랫폼이 빠르게 확산되었고, 학생들은 가상 교실에서 온라인 학습 도구를 활용해 교육을 받게 되었다. 이처럼 언택트 교육과 원격 학습이 지속되면서 개인의 특성과 수준을 고려한 맞춤형 학습 시스템의 필요성이 부각되었다.

이러한 학습 방식의 혁신은 모든 학습자에게 동일한 내용과 방법을 제공하는 교사 중심의 전통적인 교육 방식에서 벗어나, 학습자 개인의 다양성과 개별적인 요구를 고려하는 학습 경험을 제공하기 위해 학습 목표와 학습 활동 기록, 성적 등을 체계적으로 분석하고 활용하는 학습 시스템의 중요성을 강조한다. 즉, 교수자가 가르친 내용보다는 학습자의 입장에서 배운 내용으로 학습 초점이 변화되고 있으며[1], 교육에서의 획일화된 접근은 학습자의 다양한 상황을 반영할 수 없기 때문에 개선되어야 할 문제로 인식되고 있다[2]. 특히 성인 학습자, 직장인, 다문화 학생 등 다양한 배경을 가진 집단의 학습자 프로필과 학습 요구, 학습 스타일을 고려하기 위한 새로운 접근 방식이 필요하다. 맞춤형 학습 시스템은 이를 위한 효과적인 도구로 사용자의 특성과 요구사항을 고려하여 학습 지원을 제공한다.

따라서 본 논문에서는, 증가하는 학습자 중심의 교육 요구를 고려하여 학습자가 자신의 강점과 약점을 파악할 수 있도록 학습자 모델과 학습 이력 데이터 모델을 설계하고, 학습 콘텐츠의 구조를 파악해 학습자의 특성에 맞는 학습 자료를 제공할 수 있는 콘텐츠 모델을 설계했다. 또한, 이를 기반으로 개별적인 학습 목표를 달성하여 교육의 효율성과 효과성을 높일 수 있는 맞춤형 학습 시스템을 SW 공학적인 관점에서 설계했다.

## 2. 선행 연구

### 2.1 맞춤형 학습 시스템

맞춤형 학습(Personalized Learning)은 학습자 개인이나 집단의 요구와 특성을 고려하여 학습에 필요한 자원 및 활동을 조정하고 학습자에게 최적화된 학습 경험을 제공하는 유동적인 학습을 의미한다[3]. 맞춤형 학습은 연구자에 따라 적응형 학습(Adaptive Learning), 적응형

교수(Adaptive Tutoring), 개별화 학습(Individualized Learning), 지능형 튜터링(Intelligent Tutoring) 등의 용어로 혼용되어 사용되지만, 학습자 개인의 능력이나 특성, 관심사, 요구사항 등에 맞게 학습 자료와 학습량, 학습 방식 등을 제공함으로써 학습자에게 최적의 학습 경험을 제공한다는 공통적인 속성을 가진다[4].

맞춤형 학습 시스템은 개별 학습자의 특성과 요구사항에 맞게 학습자별 맞춤형 학습 지원을 제공하는 도구로, 이와 관련된 연구[5-7]가 다양한 측면에서 진행되었다. 장지원(2023)은 의사결정트리 모델과 Kolb 학습 유형을 토대로 학습자 수준에 맞는 학습 콘텐츠를 제공하는 학습 시스템[5]을 연구했으며, 김영균(2009)은 학습자 정보와 콘텐츠 정보를 통해 학습자 수준에 맞는 콘텐츠를 추천하고, 학습 날짜를 스케줄링해주는 모델을 설계했다[6]. 임희석(2014)은 학습 행동을 기반으로 하는 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템을 제안했다. 제안된 시스템은 Ajax 기술을 활용해 학습자의 학습에 영향을 미치지 않으면서 실시간으로 학습자 행동 정보를 수집한다. 수집된 정보는 학습 행동 수집 시스템을 통해 개인별 LBML(Learner Behavioral Markup Language) 인스턴스를 생성 및 관리하고 생성된 인스턴스는 적응적 학습 지원 시스템을 통해 분석되어 맞춤형 학습을 제공한다[7]. 이처럼 맞춤형 학습 시스템은 학습자 중심의 교육을 실현하기 위한 핵심적인 역할을 수행한다. 학습자의 다양한 특성과 학습 스타일, 능력 수준에 맞춰 개별화된 학습 경험을 제공함과 동시에 학습자 스스로 정한 학습 목표에 맞게 자기 주도적으로 학습을 진행하면서 지속적으로 학습 동기를 부여하고 더욱 효과적인 학습을 가능하게 한다.

### 2.2 학습자 모델링

학습자 모델은 학습자의 정보와 특성을 수집하고 분석하여 학습자의 특성과 요구사항을 이해하고[8], 개별 학습자에게 최적화된 학습 경험을 제공하기 위해 필수적이다. 김성희(2002)는 학습자의 능력에 따라 변화하는 교수·학습 시스템을 개발하기 위해 오버레이(Overlay)와 버그(Bug) 모델을 모두 이용한 학습자 모델링을 제안했으며[9], 윤태복(2013)은 학습자의 학습 특성을 파악하기 위해 학습자 모델과 감정, 동기 진단 기술을 활용한 연구를 수행했다. 해당 연구에서 정의된 학습자 모델은 나이, 성별, 선호도, 특성, 학습 성향, 지능과 같은 정적 정보와 함께 동적 정보를 파악할 수 있는 기술을 포함하고 있다. 학습자의 심리 상태 및 감정 상태를 파악하기 위해 감정

및 동기 진단 기술을 사용하였으며 분석된 결과에 따라 교수 방법과 학습 방법을 조정하여 학습자의 학습 경험을 개선할 수 있는 모델을 제안했다[10]. W Ding(2018)은 학습자 기본 정보, 학습 스타일, 지식 상태, 인지 능력에 따라 새로운 학습자 모델을 제안했다[11]. 해당 연구에서는 CELTS-11 학습자 모델 표준에 따라 기본 정보에 이름, 나이, 성별, 전공 등의 학습자 정적 정보를 기록하고 학습자의 행동 데이터를 기반으로 학습 스타일을 동적으로 변경하기 위해 Solomon 학습 스타일 범주와 FSLM에 따라 학습 스타일을 분류했다.

선행 연구 분석을 통해 학습자 모델 설계에 학습자의 기본 정보뿐만 아니라, 학습 스타일, 지식수준, 인지 능력 등 다양한 측면에서의 학습자 데이터가 필요함을 확인했다. 또한, 학습자의 특성을 정확히 파악하여 개별화된 학습 지원을 제공하기 위해서는 학습자 모델을 정확히 분석하고 예측이 가능한 맞춤형 학습 시스템을 구축해야 한다.

### 2.3 콘텐츠 모델링

온라인 학습 플랫폼은 맞춤형 학습과 함께 양질의 교육 자료를 제공하지만, 학습자는 많은 양의 데이터, 높은 전문성, 그리고 복잡한 지식 구조를 가진 학습 자료를 활용하여 자신만의 학습 경로를 구축하는 데 어려움을 겪는다. 따라서 개인화된 학습 경로 추천 서비스를 제공하고 학습자가 더 효과적으로 학습할 수 있도록 안내하는 것이 필요하다[12]. 콘텐츠 모델은 맞춤형 학습 시스템의 중요한 구성요소 중 하나로, 학습자에게 최적화된 학습 자료와 활동을 제공하기 위해 맞춤형 학습 자료를 구성하고 저장[8]하는 기능을 한다. 김선태(2008)는 직업 교육에 활용 가능한 학습자 중심 e-Learning 콘텐츠 모델을 개발하고 적용했다. 이 연구는 학습자의 자기 주도성과 공간 지각 및 선수 학습 능력, 멀티미디어 자료 선호도와 학습 방식 분석을 통해 학습자 특성을 분석하고 이를 기반으로 완전 선형모델과 제한적 선형모델 형태의 콘텐츠 모델을 개발했다[13]. 안성훈(2002)은 교육용 콘텐츠 유형을 분석하고 ICT기반 교육에 맞도록 문제 중심 학습용 콘텐츠 모델을 설계했다. 이 연구는 문제 중심 학습의 교수·학습 과정에서 제공되는 교육용 콘텐츠의 요건을 분석하고 요소별로 데이터베이스화하여 저장함으로써 학습 목적에 맞게 검색해 활용할 수 있도록 콘텐츠 모델을 설

계했다[14]. 이 외에도 교육용 기록 정보 콘텐츠 모델을 제시한 연구[15]와 스페인어 문법, 작문, 회화 등 과목 학습자에게 가장 적합한 강의 콘텐츠를 제공하기 위한 모델을 구축한 연구[16]도 있다.

학습자의 학습 특성과 수준에 따라 개별화된 학습 자료를 생성하고 관리하는 데 있어서 콘텐츠 모델에 관한 연구는 필수적이다. 특히, 맞춤형 학습 시스템에서 사용되는 콘텐츠가 어떤 구조로 구성되어 있는지, 어떤 유형의 콘텐츠가 특정 학습자 프로파일에 가장 효과적인지, 특정 학습자들에게는 어떤 학습 경로가 가장 적합한지 등을 분석하는 연구가 필요하다. 이를 통해 학습자 중심의 교육에 더욱 부합하는 효과적인 학습 경험을 제공할 수 있음과 동시에 콘텐츠의 다양한 특성을 고려한 학습 경로 및 자료의 동적 생성이 가능해질 것이다.

## 3. 맞춤형 학습 모델

본 장에서는 효과적인 맞춤형 학습 시스템을 설계하는 데 필요한 핵심적인 구성요소로서 접근 가능한 학습자 모델, 콘텐츠 모델, 학습 이력 데이터 모델을 제시한다. 각각의 모델은 학습 경험을 더욱 효과적으로 이해하고 활용하기 위해 설계되었다.

### 3.1 학습자 모델

학습자 모델은 학습자의 개인적 특성을 기록하고 학습자 개인의 차이를 반영하여[11] 학습자의 경험과 특성을 종합적으로 나타내는 모델로, 학습 과정 동안 지속적으로 갱신되어 학습자의 동적인 학습 행동과 특성, 이해도 변화를 표현하는 데 목적이 있다. 본 논문에서는 Table 1과 같이 학습자 모델을 구성했다.

학습자 프로파일 데이터는 학습자에 대한 개별적인 정보와 특성을 나타내는 데이터로 이름, 나이, 성별과 같은 학습자의 기본 정보와 전공, 관심사, 학습 목표, 희망 학습 분야와 같이 학습 관련 정보로 구성된다.

Table 1. Learner model components

Category	Contents
User Profile	name, age, gender, major, interests, learning goals etc.
Learning History	learning time, learning progress, learning performance, question etc.
Learning Ability	learning style, concentration, creativity etc.
Learning state	learning attitude, learning state etc.

관심사는 학습자가 관심 있는 주제나 분야를 나타내는 것으로 “예술”, “정치” 등이 될 수 있고, 희망 학습 분야는 학습자가 공부하고자 하는 주제나 분야를 나타내는 것으로 “과학”, “수학” 등이 될 수 있다. 학습 이력 데이터는 학습 과정 동안 시스템에 쌓이는 데이터의 모음으로 시스템에 학습 이력 데이터가 쌓일수록 더 정확한 학습자 모델을 형성할 수 있다. 또한, 학습 이력 데이터를 분석함으로써 학습자의 학습 유형, 집중력, 문제 해결 능력, 창의력 등과 같은 학습 능력 데이터를 파악할 수 있다. 학습 유형은 학습자가 선호하는 학습 방법으로 시각적, 청각적, 운동 감각, 촉각적 학습자 등으로 분류할 수 있다. 그뿐만 아니라, 학습에 대한 자세나 이해도 등의 학습 상태 데이터를 분석함으로써 학습자가 어떤 학습에 적극적인지, 어떤 내용을 학습할 때 어려움을 겪는지 등을 분석해 학습자의 현재 상태를 파악할 수 있다.

이처럼 학습자 모델은 학습자의 특성과 학습 과정을 종합적으로 나타내는 중요한 도구로, 이를 효과적으로 활용하면 맞춤형 학습을 지원하는 데 유용하다. 특히 학습자의 흥미, 선호하는 학습 유형, 목표 등을 반영하므로 학습자에게 최적화된 맞춤형 학습 경로를 설정하는 데 활용할 수 있다. 예를 들어, 학습자가 “수학” 분야에 관심이 많고 시각적 학습 유형을 선호한다면, 시각적으로 설명된 수학 학습 자료를 강조하는 학습 경로를 제안할 수 있다. 또한, 학습자의 변화하는 특성과 성과를 끊임없이 모니터링하며 학습 상태에 따라 지속적으로 학습자 모델을 업데이트하기 때문에, 학습자의 현재 상태에 따라 동적으로 학습 경로를 조절하고 개선할 수 있다. 학습에 어려움을 겪는 학습자에게는 추가적인 설명이나 예제를 제공하고, 높은 성취도를 보이는 학습자에게는 더 어려운 주제나 학습 과정을 제시하여 지속적인 학습을 유도할 수 있다.

### 3.2 콘텐츠 모델

콘텐츠 모델은 콘텐츠의 표준화된 모델로 맞춤형 학습 시스템의 핵심 구성요소 중 하나이다. 이 모델은 학습 자료의 효율적인 구조화와 관리를 담당하며 학습자에게 제공되는 다양한 학습 자료를 체계적으로 구성하고 제공한다. 또한, 학습 경로 및 학습 자료의 표준화된 방법을 제공하여 학습자들이 다양한 주제, 난이도, 형식의 학습 자료를 통일된 구조 안에서 효과적으로 활용할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 콘텐츠의 구조를 다음과 같이 수식

화하여 표현했다.

$$\text{token} \subset \text{unit} \subset \text{topic} \subset \text{content}$$

Fig. 1. Content structure

콘텐츠 모델의 콘텐츠(Content)는 가장 큰 단위로 토큰(Token), 유닛(Unit), 토픽(Topic)으로 구성된다. 이는 모든 학습 콘텐츠와 교과과정을 포함하며 수학 교재나 문제집 등이 해당된다. 토픽은 특정 주제나 주요 개념을 나타내는 데 사용되며 학습의 최소 단위인 토큰을 그룹화하여 형성된다. 예를 들어, 수학 교육에서는 “기하학”, “대수학”, “확률과 통계” 등으로 토픽을 정의할 수 있다. 유닛은 특정 토픽의 학습을 진행할 수 있는 작은 학습 단위로 토픽을 더 작은 하위 부분으로 나누는 데 사용된다. “확률과 통계”라는 토픽 아래에서 “조건부 확률”, “이항 분포”, “통계적 추정” 등이 유닛으로 정의될 수 있다. 가장 작은 단위인 토큰은 학습자가 학습하는 최소 단위이다. 텍스트 기반 학습 자료에서는 단어나 문장이 될 수 있으며, 비디오나 오디오 콘텐츠에서는 음성이나 영상, 이미지 단위가 될 수 있다. 이처럼 콘텐츠를 계층 구조를 통해 구조화하고 관리함으로써 학습 경로를 체계적으로 구성하고 학습 자료를 효율적으로 관리할 수 있다.

위와 같이 콘텐츠 모델을 구성함으로써 학습이 진행됨에 따라 학습자가 어떤 내용을 학습했는지, 최종적으로 특정 토큰에 얼마나 숙련되었는지 등을 파악할 수 있다. 학습자는 주로 텍스트, 음성, 이미지 등의 형태로 표현되는 토큰을 학습하며 해당 토큰의 빈도수를 계산하여 학습자가 어떤 내용을 학습했는지 분석할 수 있다. 시스템은 학습이 진행될수록 특정 토큰의 빈도수가 증가하는 등의 패턴을 감지하게 되고, 학습 종료 후에는 특정 주제나 영역을 나타내는 토큰들이 높은 점수를 얻게 된다. 이를 통해 해당 토큰들을 많이 포함하는 다른 콘텐츠를 추천하거나, 최종적으로 학습자가 해당 토큰에 얼마나 숙련되었는지를 파악할 수 있다. 또한 점수가 낮은 토큰을 통해 학습자가 아직 학습하지 않은, 모르는 콘텐츠를 효과적으로 추천하여 학습 경로를 최적화할 수 있다. 학습자가 많아지면 보편적으로 학습자가 쉽게 익히는 내용과 어려워하는 내용 등의 패턴 분석이 가능해지고 이를 통해 콘텐츠의 난이도를 측정할 수 있다.

콘텐츠는 Fig. 1과 같은 구조를 가짐과 동시에 다른 콘

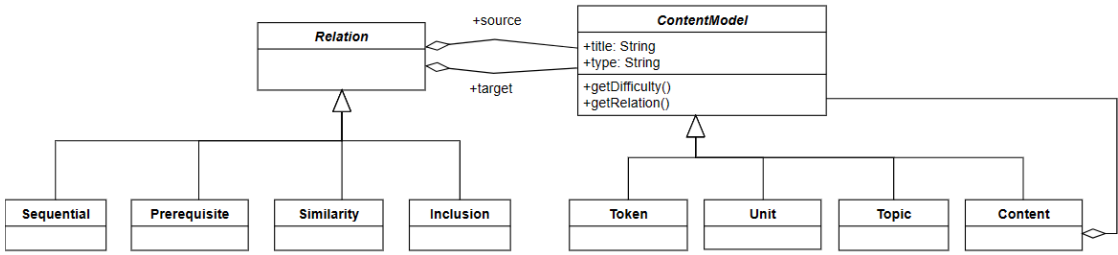


Fig. 2. Content model

텐츠와 관계를 맺을 수 있다. 이러한 콘텐츠 간의 관계에는 연속적인 학습 순서를 의미하는 순차 관계, 특정 콘텐츠를 학습하기 전에 다른 콘텐츠의 학습이 필수적인 선후 관계, 유사한 주제나 내용을 다루는 콘텐츠끼리 연결한 유사 관계, 한 콘텐츠가 다른 콘텐츠를 포함하거나 부분적으로 구성하는 포함 관계, 학습자의 이해를 높이기 위해 추가 정보나 자료를 제공하는 보충 관계 등이 해당된다. 따라서 Fig. 2과 같이 콘텐츠 모델을 구성하였다.

콘텐츠의 계층 구조는 컴포지트 패턴을 활용해 효과적으로 표현했다. 컴포지트 패턴은 객체들을 트리 형태로 구성하고 부분-전체 관계를 표현함으로써, 단일 객체와 복합 객체를 동일한 방식으로 다룰 수 있게 해준다[17]. 본 논문에서는 콘텐츠를 구성하는 가장 작은 학습 단위는 토큰을 리프 클래스로, 유닛, 토픽, 콘텐츠 클래스는 여러 개의 리프나 다른 복합 객체를 자식으로 가질 수 있는 복합 클래스로 구성했다. 이처럼 콘텐츠의 계층 구조를 컴포지트 패턴을 통해 표현함으로써 학습 콘텐츠를 최상위 레벨에서부터 세부 항목까지 효과적으로 분석할 수 있으며 이를 활용해 토큰으로 표현되는 텍스트, 비디오, 퀴즈의 조합인 학습 모듈이나 여러 개의 학습 모듈을 조합한 복잡한 학습 콘텐츠를 구성할 수 있다.

콘텐츠와 콘텐츠 간의 관계는 상속(Inheritance) 또는 일반화(Generalization) 관계를 활용해 표현했다. 이를 통해 콘텐츠가 가질 수 있는 릴레이션 간의 공통된 특성을 부모 클래스인 릴레이션 클래스에서 상속받아 재사용하고 관련된 속성 및 동작을 표현할 수 있게 구성했다. 또한, source, target을 통해 릴레이션 방향을 표현했다. 예를 들어, 연속적인 학습 순서를 의미하는 순차 관계의 경우 이전 학습 순서를 의미하는 콘텐츠와 이후 학습 순서를 의미하는 콘텐츠 간의 방향을 가진다. 콘텐츠 모델은 독립적이고 릴레이션은 콘텐츠 모델에 종속적이지 않기 때문에 릴레이션이 콘텐츠 모델을 공유해 사용할 수 있도록

록 집합(Aggregation) 관계를 활용해 표현했다. 이처럼 릴레이션이 콘텐츠 모델을 공유해 사용하도록 함으로써 전체 모델에 영향을 주지 않고 릴레이션을 확장할 수 있도록 구성했다.

Fig. 2과 같이 콘텐츠 모델을 구성함으로써 콘텐츠의 계층 구조를 유연하게 표현함과 동시에 콘텐츠 관리를 용이하게 했다. 또한 새로운 릴레이션이 생길 경우에도 상속만 받아 확장해주면 모델의 수정 없이 편리하게 확장하고 관리할 수 있다는 장점이 있다.

### 3.3 학습 이력 데이터 모델

학습 이력 데이터는 학습자의 학습 활동을 기록하는 데이터 스키마로, 학습자 모델 및 콘텐츠 모델과 함께 학습 시스템에서 중요한 역할을 한다. 학습 활동과 학습 진행 상황, 성적 등의 데이터가 포함되며 학습자의 학습 스타일, 학습 능력, 성과 등을 이해하고 분석함으로써 개별적이고 효과적인 학습 경로를 제시하는 데 사용된다. 이를 통해 학습자의 학습 경험을 최적화하고 지속적인 향상을 이끌어낼 수 있다.

학습 이력 데이터는 학습 성과 데이터, 학습 진도 데이터, 질문 데이터로 구성되어 있으며 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있다. 학습 성과 데이터는 학습 중 진행된 평가와 시험 결과를 포함하는 데이터로 성적과 시험 일자, 문제 풀이 시간, 오답률 등이 기록된다. 성적 및 시험 결과는 학습자의 평가와 시험 성적 정보를 담고 있어 학습자의 학습 성취도를 평가할 수 있으며 시험 일시와 문제 풀이 시간, 오답률 등의 세부 성적 정보를 함께 기록함으로써 학습자의 학습 경향을 더 정확히 분석해 추가적인 학습 경로를 제안하는 데 활용된다. 학습 진도 데이터는 학습한 학습 자료와 학습 활동에 대한 정보를 담고 있다. 학습을 시작한 시간, 학습을 종료한 시간, 학습을 완료한 시간 등의 정보를 통해 학습 진행 상황을 추적하고 학습을 완료하지 못

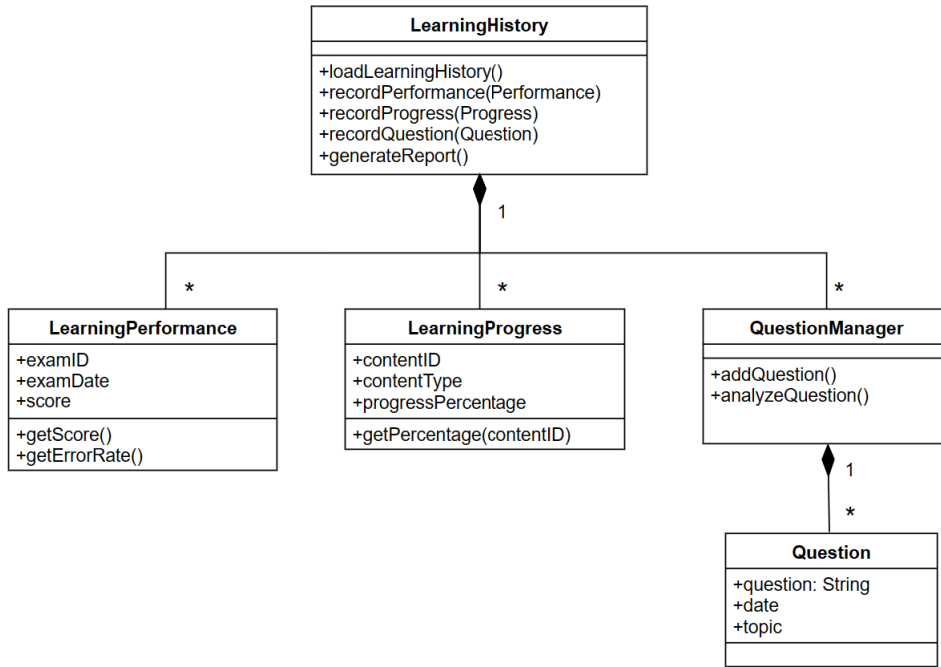


Fig. 3. Learning history model

한 활동 등을 함께 기록함으로써 학습자가 어떤 부분에서 학습에 어려움을 겪는지 파악하여 도움이 필요한 부분을 파악할 수 있다. 이를 활용해 학습자는 본인의 학습 과정을 모니터링할 수 있으며 최종적으로 학습 속도 등을 파악하는 데 도움이 된다. 질문 데이터는 학습 중 학습자가 질문하거나 의문을 가진 내용으로 주제어 분석 후 학습 경로 설정과 학습 콘텐츠 추천 등에 활용된다. 학습자가 어떤 부분에서 도움이 필요한지를 이해하고, 이에 따라 맞춤형 지원을 제공할 수 있도록 해준다.

이러한 학습 이력 데이터를 활용하여 학습자의 성과와 성향을 기반으로 최적의 학습 경로를 제시할 수 있다. 또한 지속적인 업데이트를 통해 학습자의 동적인 학습 행동을 반영하여 더욱 정교한 학습자 모델을 생성할 수 있고, 학습자가 어떤 내용에서 도움이 필요한지를 파악하여 맞춤형 학습 콘텐츠를 추천하는 데도 활용할 수 있다. 학습자의 학습 성과와 상태를 기반으로 맞춤형 피드백을 제공하여 학습자의 높은 성취도와 도움이 필요한 부분을 전달하며, 개별 학습자의 특성에 맞게 최적화된 학습 전략을 개발할 수 있다. 이처럼 학습 이력 데이터는 학습자 모델, 콘텐츠 모델과 함께 개별 학습자의 특성에 따라 학습 경험을 최적화함으로써 학습 효율성을 증대시키는데 핵심

적인 역할을 한다.

#### 4. 맞춤형 학습 시스템 설계

맞춤형 학습 시스템의 주요 목적은 학습자 수준과 요구사항에 맞는 개별화된 학습 자료와 학습 방법을 제공함으로써 학습 효과와 성과를 높이는 것을 목표로 한다. 본 장에서는 앞서 설계한 모델을 기반으로 맞춤형 학습 시스템을 설계하는 방법을 소개한다.

Fig. 4)는 사용자 맞춤형 학습 시스템의 클래스 다이어그램으로 학습자 모델 클래스는 각 학습자의 프로파일을 통해 학습자의 특성을 종합적으로 나타내며, 콘텐츠 모델 클래스는 학습 자료의 구조를 체계적으로 분석, 구성해 학습 자료를 제공한다. 학습 이력 데이터 클래스는 학습자의 과거 학습 활동을 분석하고 현재 학습 경험을 기록함으로써 학습자 모델을 더욱 정교하게 업데이트하는 데 사용된다.

학습자 모델 클래스는 학습자의 특성과 학습 상태를 기반으로 모델링한 클래스로 사용자 클래스에 저장된 학

1) <https://drive.google.com/file/d/1bHPzJJ758s1XuHT1AZxKHGf0qtzOJ1Xb/view?usp=sharing>

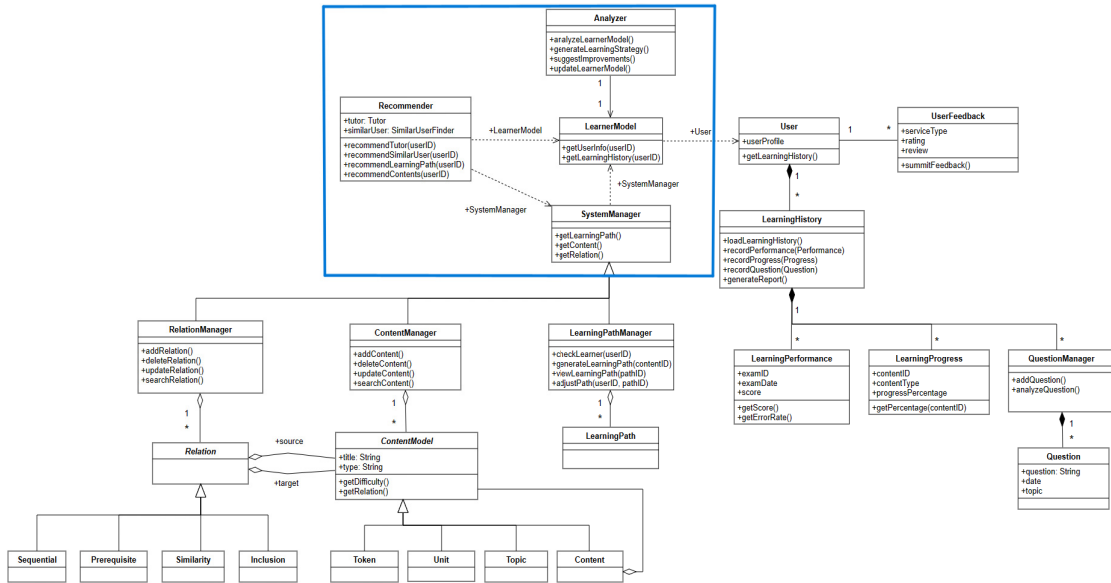


Fig. 4. Personalized learning system class diagram

습자 프로필 정보와 사용자 클래스와 합성 관계로 연결된 학습 이력 데이터 클래스를 기반으로 생성된다. 사용자 클래스는 학습자 ID, 로그인 ID, 비밀번호, 이름, 나이, 성별, 전공, 관심사, 희망 학습 분야, 학습 목표 등의 속성으로 구성된다. 학습 이력 데이터 클래스는 학습자의 학습 활동과 관련된 데이터를 관리하는 클래스로 학습자가 언제 어떤 학습을 했는지를 추적하여 학습자의 동적인 학습 행동을 이해할 수 있다. 학습을 시작한 시간, 학습을 종료한 시간, 학습을 완료한 시간, 학습을 완료한 활동, 질문 등을 속성으로 가지며 외부 시스템으로부터 학습 이력 데이터를 가져오는 loadLearningHistory() 메서드와 학습 성과, 학습 진도, 질문 데이터를 기록하는 메서드를 가진다. 학습자의 학습 성과를 관리 및 추적하는 클래스인 학습 성과 클래스는 시험 ID, 시험 일자, 성적 등의 속성을 가지며 성적을 반환하는 getScore() 메서드와 문항별 오답률을 계산해 반환하는 getErrorRate() 메서드를 가진다. 학습 진도 클래스는 콘텐츠 ID, 콘텐츠 종류, 해당 콘텐츠에 대한 학습 진도율을 속성으로 가지고 있으며, 특정 콘텐츠에 대한 학습 진행 상태를 백분율로 나타내기 위한 getPercentage() 메서드를 제공한다. 학습 중 학습자가 질문한 내용이나 의문은 질문 관리자 클래스에 의해 관리되며 analyzeQuestion() 메서드를 통해 질문 내용을 분석해 학습자가 어떤 영역에서 지원이 필요한지를 파악하고, 해당 부분에 맞춤형 지원을 제공한다. 사용

자 클래스와 학습 이력 데이터 클래스를 기반으로 생성된 학습자 모델 클래스는 학습자의 지식수준, 학습 성향, 학습 진행 상황을 추적해 학습자의 특성을 분석하거나 예측할 수 있으며 이를 활용해 개인화된 학습 경로를 생성하거나 학습자의 수준, 요구사항에 맞는 학습 자료, 교사, 사용자, 학습 경로 등을 추천할 수 있다. 시스템은 학습자 모델을 활용하여 개별 학습자에게 맞는 학습 콘텐츠를 제공한다. 이때 사용되는 콘텐츠 모델 클래스는 학습 콘텐츠의 내용과 구조를 모델링하고 관리하는 역할을 수행하는 클래스로 다양한 학습 단위들을 조합하여 개별 학습자에게 최적화된 학습 경로를 생성하거나 콘텐츠를 추천하는 데 사용된다. 콘텐츠 모델은 콘텐츠 제목, 콘텐츠 종류, 콘텐츠 ID 등을 속성으로 가지며, getDifficulty() 메서드와 getRelation() 메서드를 통해 콘텐츠 난이도와 특정 콘텐츠와 관계를 맺는 다른 콘텐츠를 반환한다. 콘텐츠 모델 클래스와 릴레이션 클래스는 <<abstract>>로 설계하여 각각을 관리하는 콘텐츠 관리자 클래스와 릴레이션 관리자 클래스를 통해 효율적으로 콘텐츠와 릴레이션을 추가, 삭제, 수정, 검색할 수 있도록 구성했다. 또한, 콘텐츠 모델, 릴레이션, 학습 경로 클래스를 종합적으로 관리하며 학습자의 특성과 목표를 기반으로 맞춤형 학습 경로를 생성하고 확인 및 수정할 수 있도록 시스템 관리자 클래스를 생성했다. 시스템 관리자 클래스는 학습자 모델을 활용하여 필요한 정보를 추출하고, 콘텐츠 모델 및 학

습 경로 클래스를 유연하게 조합하여 개별 학습자에게 맞게 구성된 학습 경로를 효과적으로 제공한다. 더불어 각 콘텐츠가 어떤 학습자 프로파일과 어떤 학습 성과에 적합한지를 분석해 더 나은 학습 경로를 개발하고 제시할 수 있다. 분석기 클래스는 학습 경로나 학습 방법 등을 개선할 수 있도록 학습자 모델 클래스의 학습 이력 및 학습 행동을 분석하는 클래스로 학습자의 변화하는 학습 목표나 학습 스타일에 신속하게 대응하여 지속적인 학습 향상을 지원할 뿐만 아니라, 학습 데이터가 시스템에 쌓일수록 학습자에 대한 정확한 예측과 추천을 할 수 있게 된다. 추천기 클래스는 학습자 모델 데이터를 기반으로 다양한 추천 기능을 수행하는 핵심 클래스로 교사, 학습 자료, 비슷한 사용자, 그리고 학습 경로에 대한 추천을 담당한다. 피드백 클래스는 맞춤형 학습 시스템에서 학습자에게 제공하는 학습 경로와 교사, 학습 자료 등에 대한 사용자의 피드백과 평가를 수집하고 처리하며 이를 통해 학습자의 학습 경험을 지속적으로 개선하고 학습 시스템을 최적화할 수 있다. 이 클래스는 서비스 타입, 평점, 리뷰를 속성으로 가지며 학습 경로나 특정 교사, 학습 자료에 대한 학습자의 평가 및 의견을 수집한다. 특정 강의나 학습 자료에 대한 선호도, 학습 중 어려움을 겪은 부분, 개선 사항 등을 시스템에 제공하여 학습자의 특별한 요구나 성향에 민감하게 반응할 수 있도록 하여 최적의 학습 경로와 학습 자료를 제공하는 데 활용된다. 또한, 수집된 피드백 데이터를 기반으로 학습자의 성취도, 선호도, 어려움 등을 파악하고 이를 통해 맞춤형 학습 경로나 자료를 학습자에게 맞게 동적으로 조정한다. 교사나 강의의 품질을 개선하기 위한 방향으로 데이터를 활용할 수 있으며 특히, 비슷한 성향을 지닌 다른 학습자들의 피드백과 비교하여 학습 성과를 높이는 방법을 모색할 수 있다.

본 시스템은 학습자를 분석하고 처리하는 학습자 모델과 콘텐츠를 구성하고 관리하는 콘텐츠 모델을 활용하여 맞춤형 학습을 위한 로직을 설계했다. 시스템 관리자, 분석기, 추천기 클래스가 기본 모델을 이용하여 맞춤형 학습을 제공하고, 해당 부분은 Fig. 4에서 파란 상자로 구분해 표시했다. 또한, 향후 시스템의 확장성을 고려하여 새로운 학습 모델이나 데이터 속성이 추가될 경우, 기존의 클래스 구조는 그대로 유지되며 필요한 확장을 쉽게 수용할 수 있도록 구성했다. 이를 통해 이후의 변화에 쉽게 대응하면서도 기존의 핵심 기능과 구조를 유지할 수 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 선행 연구 분석을 통해 맞춤형 학습 시스템에 필수적인 기능적, 비기능적 요구사항을 정리하고 이를 기반으로 접근 가능한 학습자 모델, 콘텐츠 모델, 학습 이력 데이터 모델을 제시했다. 제시한 모델들을 기반으로 사용자 맞춤형 학습 시스템을 설계했으며 시스템 구성도와 여러 다이어그램을 통해 시스템 동작 및 학습자 상호작용을 시각화했다. 시스템 설계에는 학습자의 특성과 학습 이력, 콘텐츠를 분석하여 개별화된 학습 경로를 제공하고 학습자의 학습 상태를 모니터링하는 기능이 내재되어 있으며, 이를 통해 학습자에게 더 정확하고 효과적인 학습 환경을 제공할 수 있다. 또한, 학습 이력 데이터 리포트를 생성할 수 있는 기능 등이 포함되어 학습자의 성취도, 학습 속도, 흥미, 특정 주제에 대한 숙련도 등을 종합적으로 평가하고 이를 향상시키기 위한 추가 지원을 제공한다. 하지만 본 논문에는 학습자 모델의 구체적인 분석 방법과 콘텐츠 모델에 따른 콘텐츠 난이도 계산 알고리즘 등이 제시되지 않았으며 실제 학습자의 성취도, 학습 속도, 흥미, 숙련도 등의 데이터를 활용하여 학습 경로를 생성 및 개선하는 구체적인 방안이 논의되지 않은 점 또한 한계로 지적된다. 이는 모델의 구현 및 유효성 평가를 어렵게 만들 수 있다. 따라서 향후, 시스템 구현에 필요한 요소들을 상세히 설계 및 구현하고 교육 기관과의 연계를 통해 시스템 유효성과 효과를 검증할 계획이다. 본 시스템을 통해 학습자들의 학습 성과를 높일 수 있으며 에듀테크 분야에서 교사, 학부모, 교육 기관과 같은 교육 관계자들은 학습자 분석 데이터를 활용함으로써 더 나은 교육 시스템 및 방법을 개발할 수 있을 것으로 기대한다.

## REFERENCES

- [1] Manabu, S. (2017). *When classes change, schools change*. Seoul : Edunety.
- [2] M. H. Kim, J. W. Han & Y. E. Yoo. (2023). A Study on the Effects and Participant Perception of Classes Applying Artificial Intelligence-Based Personalized Learning. *Journal of Education & Culture*, 29(1), 137-159.
- [3] E. S. Seol, H. K. Lee & Y. H. Cho. (2022). Elementary school teachers' perceptions on



- personalized instructional design using learner data. *Journal of Educational Technology*, 38(1), 37-67. DOI : 10.17232/KSET.38.1.037
- [4] E. S. Lim. (2023). *Development of an Instructional Model for English Classes Based on an Artificial Intelligence Based Adaptive Learning System*. master's thesis. Seoul University, Seoul.
- [5] J. W. Jang, J. S. Park & O. Y. Han. (2023). Considering learner types and characteristics Research and Design of AI Education Adaptive Learning System. *Journal of the Computer Education Association*, 27(1), 215-218.
- [6] Y. U. Yang, W. H. Yu & H. S. Lim. (2014). Adaptive Learning System using Real-time Learner Profiling. *Digital Convergence Research*, 12(2), 467-473. DOI : 10.14400/JDC.2014.12.2.467
- [7] Y. K. Kim, Y. J. Kim, H. J. Mun & Y. T. Woo. (2009). Design and Implementation of an Adaptive Hypermedia Learning System based on Learner Behavioral Model. *Journal of Korea Multimedia Society*, 12(5), 757-766.
- [8] Kaouni, M., Lakrami, F., & Laboudiya, O. (2023). The Design of An Adaptive E-learning Model Based on Artificial Intelligence for Enhancing Online Teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 18(6), 202.
- [9] S. H. Kim & S. H. Kim. (2002). A Student Modeling Technique for Developing Student's Level Oriented Dynamic Tutoring System for Science Class. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 7(2), 59-67.
- [10] T. B. Yoon & J. H. Lee. (2013). A Study on Learner Modeling Technology and Applications for Intelligent Tutoring Systems. *Journal of the Korea academia-industrial cooperation society*, 14(12), 6455-6460.
- [11] Ding, W., Zhu, Z., & Guo, Q. (2018). A new learner model in adaptive learning system. *2018 3rd International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS)*, 440-443. IEEE.
- [12] Ma, Y., Wang, L., Zhang, J., Liu, F., & Jiang, Q. (2023). A Personalized Learning Path Recommendation Method Incorporating Multi-Algorithm. *Applied Sciences*, 13(10), 5946.
- [13] S. T. Kim. (2008). A Study of Developing and Applying of Learner-Leading e-Learning Contents Model for Vocational High school. *Journal of the Korean Society for Industrial Education*, 33(1), 44-66.
- [14] S. H. Ann. (2002). Design a Model of Educational Contents for Problem Based Learning using ICT. *The Journal of the Korea Contents Association*, 2(1), 7-15.
- [15] E. Y. Lee. (2011). Designing the Archival Contents Sample for Education Based on Curriculum-standards Analysis. *Journal of the Korean Journal of Records Management*, 11(2), 165-188.
- [16] S. Y. Ma. (2017). Construction of Subject models of Smart Learning Spanish Education. *Journal of Latin American Research*, 36(3), 35-64. DOI : 10.17855/jlas.2017.08.36.3.35
- [17] E. Gamma, R. Johnson & G. Booch. (1995). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Massachusetts : Addison Wesley.

최수아(Suah Choe)

[학생회원]



- 2022년 2월 : 경북대학교 컴퓨터학부(공학사)
- 2022년 3월~현재 : 경북대학교 대학원 컴퓨터학부 석사과정

- 관심분야 : SW Education, Computer Vision
- E-Mail : alextn@knu.ac.kr

이 은 주(Eunjoon Lee)

[정회원]



- 1997년 2월 : 서울대학교 계산통계학과(이학사)
- 1999년 2월 : 서울대학교 전산과학과(이학석사)
- 2005년 2월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부(공학박사)

- 2005년 3월~2005년 10월 : 서울대학교 공과대학 BK 박사후 연구원
- 2005년 11월~2006년 2월 : 삼성종합기술원 전문연구원
- 2006년 3월~현재 : 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부 교수
- 관심분야 : Mining software repository, Software metric, Software evolution, SW education
- E-Mail : ejlee@knu.ac.kr

정 우 성(Woosung Jung)

[정회원]



- 2003년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2011년 8월 : 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 1998년 9월~2002년 2월 : SK 유비케어 연구원

- 2011년 9월~2012년 2월 : LG전자 CTO 선임연구원
- 2012년 3월~2016년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2016년 9월~현재 : 서울교육대학교 교육전문대학원 교수
- 관심분야 : SW교육, SW공학, SW저장소 마이닝, AI융합
- E-Mail : wsjung@snue.ac.kr