

AI 기반 교육 현황과 기술 동향

Survey of Recent Research in Education based on Artificial Intelligence

전형배 (H.B. Jeon, hbjeon@etri.re.kr)

정훈 (H. Chung, hchung@etri.re.kr)

강병욱 (B.O. Kang, bokang@etri.re.kr)

이윤경 (Y.K. Lee, yunklee@etri.re.kr)

복합지능연구실 책임연구원

복합지능연구실 책임연구원

복합지능연구실 책임연구원

복합지능연구실 선임연구원

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) will have a huge impact on future education. We look at the role of AI in education and changes in schools. Personalized education is being attempted in limited services, and an interactive tutor service with speech recognition/dialog technology is being developed. In the future, we look forward to fully personalized education for individual students through AI teachers. Teachers are expected to make more effort to teach creative thinking, critical thinking, communication, and collaboration. As the speed of development of AI technology accelerates, we expect that AI-based education will be deeply established around us in the near future. We first introduce the details of the personalization technology and then discuss the AI-based foreign language speaking education research conducted by ETRI.

KEYWORDS AI 기반 에듀테크, AI 기반 맞춤형 교육, AI 기반 외국어 교육

1. 서론

우리는 4차 산업혁명 시대를 맞아 더욱 발전한 ICT 기술들이 어느덧 주변에서 쉽게 접할 수 있게 되었다. 이 중 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 기술은 4차 산업혁명의 핵심 기술로 여겨지고 있으며, 인공지능 기술이 발달한 미래사회를 준비하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있다. 인공지능은 미

래 교육에도 큰 영향을 줄 것으로 예상하는 가운데, 인공지능 시대의 교육에 대한 준비를 주요 국가에서 진행하고 있다. 특히 금년도 코로나바이러스 팬데믹 사태를 맞이하여 전통적인 개념의 교육은 그 변화가 필연적으로 요구되고 있다. 공교육에서 온라인 수업이 본격적으로 적용되고 있으며, 학생들은 자기주도학습 시간이 더 많이 주어질 수밖에 없게 되었다. 자연스럽게 인공지능 기반의 교육

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2021.J.360108>

*이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임[2019-0-0004, 준지도학습형 언어지능 원천기술 및 이에 기반한 외국인 지원용 한국어 튜터링 서비스 개발].



본 저작물은 공공누리 제4유형

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

©2021 한국전자통신연구원

플랫폼이 어느 때보다 주목받았다.

본 고에서는 급격히 발전하고 있는 인공지능과 교육 현장의 적용을 위한 준비를 위해 다음과 같이 나누어 정리하여 보았다. 먼저 Ⅱ장에서 인공지능(AI) 시대를 맞아 교육이 어떻게 변화할지에 대한 연구내용을 살펴보고, Ⅲ장에서 현재 ICT 기술이 적용되고 있는 에듀테크 시장의 동향을 살펴보고, Ⅳ장에서 교육에 적용된 몇몇 인공지능 기술들을 살펴본 후, Ⅴ장에서 ETRI에서 연구하고 있는 AI 기반 외국어 말하기 교육 기술에 대해 소개하고자 한다.

II. AI 시대의 교육

1. AI 시대의 미래교육

인공지능 시대에 교육은 어떤 모습이 되어야 할 것인가? 미래형 혁신적 교육체제의 사례로 자주 언급되는 네덜란드의 Steve Jobs School을 통해 미래 교육의 형상을 예상해 볼 수 있다[1]. Steve Jobs School에서는 학년 구분이 없이 학생들이 자기가 필요한 공부를 선택해서 들을 수 있다. 개개인은 태블릿 PC를 통해 맞춤형 학습을 하고, 예체능 공동학습을 통해 소통과 협업을 배운다. 교사는 조력자 역할을 수행하고, 창의적 수업을 설계한다.

인공지능 교육은 학생의 학습 정도에 맞도록 학습을 진행하는 맞춤형 교육이 가능하고 지역, 소득에 상관없이 동일한 수준의 교육을 제공하기에 교육격차 해소가 가능하다. 또한 학습 수준에 상관없이 소외 없이 수업에 참여가 가능할 것이며, 학생이 실수하더라도 인공지능과 학습을 하기에 위축되지 않고 학습할 것이다. 대화형 인공지능을 통해 반복학습, 문제풀이 등을 자연스럽게 학습해 나갈 수 있게 된다.

학교에서는 인공지능 시대에 맞게 단순 지식 전

달이 아닌, 창의성을 키우고, 비판적 사고력을 가르치고, 문제 해결 능력, 토론 능력, 소통과 협업 능력을 키우는 교육을 해야 할 것이다.

AI 기술이 교육에 가져올 변화를 다음과 같이 정리할 수 있다[2,3].

- 개인화된 맞춤형 학습
- 가정교사 같은 개별지도, 피드백이 가능한 튜터링 학습
- 학습자가 어려워하는 개념 식별 후 맞춤 교육
- 시간/공간적 제약이 없는 글로벌 학습
- 실수를 두려워하지 않아도 되는 시행착오를 통한 학습
- 스마트 콘텐츠 기반의 맞춤형 자료
- AI 기반 자동채점
- 일상적인 교사 업무의 자동화 및 교사의 역할 변화

AI 기술은 또한 확장성이 용이하여 모든 학생에 대해 궁극적인 1:1 교육이 가능할 것이다.

2. 인공지능기반 교육 사례

조지아 공대에는 AI 조교가 있다[4]. 2016년 Ashok Goel 교수의 인공지능 수업에서 AI 조교 Jill Watson은 학생 질문에 답변하고, 쪽지 시험 문제를 출제하고, 토론 주제를 제시하는 역할을 수행하였다. 학생들은 이 조교가 인공지능이라고 밝혀지기 전까지 눈치 채지 못하였고, Jill Watson은 빠른 답변과 정확성으로 인기가 많은 조교였다고 한다.

정규수업이나 자기주도학습에서 학습 수준에 맞추어 수학 학습을 도와줄 수 있는 카네기 러닝(Carnegie Learning)의 'MATHia'를 예를 들면, 학습자의 개념 단위 학습 과정을 파악하고 적절한 피드백과 힌트를 제공해 주는 지능형 학습지원 시스템

이라 하겠다[3,5].

학습자 맞춤형 교육은 위의 예와 같이 학습자의 학습 정도, 선호도 등에 맞게 문항 및 콘텐츠를 제공하는 방법이다. 이는 칸 아카데미, 맥그로윅의 ALEKS 등 여러 서비스에서 제공되고 있다[6].

AI 기반 자동채점을 예를 들면, ETS에서 TOEFL iBT Speaking 시험에 2019년 8월부터 SpeechRater 기술을 적용하고 있다[7]. 사람 전문가 평가와 함께 자동평가 엔진인 SpeechRater의 점수를 합산하여 응시자에게 점수를 제공한다. 사람은 내용, 의미, 언어 전반에 대해 점수를 주고, 자동평가 엔진 SpeechRater는 발음, 억양 등의 요소를 평가한다.

III. AI 기반 교육 동향

1. AI 기반의 미래교육, 에듀테크

에듀테크(Edu-Tech)란 교육(Education)과 기술(Technology)이 결합된 신조어로, 기술을 통해 교육을 혁신하는 것을 의미한다. 인공지능(AI) 외에도 가상현실(VR), 증강현실(AR), 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 온라인 공개수업 등 IT 기술과 교육 서비스가 융합해 새로운 교육 환경을 제공하며, 이는 4차 산업혁명 시대에 세계적인 교육 전반에 큰 영향력을 미치고 있다. 신종 코로나바이러스 감염증(코로나-19)으로 인한 온라인 학습이 활성화되면서 비대면 온라인 교육에 대한 관심이 고조됨에 따라 에듀테크에 대한 관심 또한 극대화되고 있다.

이러닝이 기존의 오프라인 강의를 온라인에 옮겨놓는 형태, 소위 말하는 ‘인터넷 강의’를 말하는 것이라면, 에듀테크는 교육에 ICT 기술을 융합적으로 활용하는 하이브리드 교육으로 인공지능, 빅데이터 등의 기술을 기반으로 학습자에 대한 분석을 수행하고 정보를 종합해 교육 효과를 높이기 위

한 학습과정을 제공하는 것이라고 볼 수 있다. 예를 들어, 학습자가 잘 모르는 것이 무엇인지 알아내고 학습자의 지식수준을 고려하여 난이도를 조절한 학습자 맞춤형 학습과정을 추천할 수 있다. 또한, 단순히 책 속에 담긴 수많은 공식과 글, 그림으로 이해하던 교육방식으로부터 동영상, 증강현실, 가상현실 등을 이용해 마치 실제 환경과 같은 문제 상황을 제시함으로써 시·공간을 초월하여 교육을 받을 수 있으며 어려운 문제도 쉽게 이해할 수 있도록 한다. 이러한 방식으로 AI는 학습자와 교육자의 특정한 요구에 따라 교육을 맞춤화하여 효율성과 접근성을 높이고 교육의 범위도 확장할 수 있다.

2. 에듀테크 산업시장 동향

교육시장조사업체 홀론아이큐(Holon IQ)에 따르면 세계 에듀테크 산업시장 규모는 2018년 1,530억 달러에서 2025년 3,420억 달러까지 2배 이상 확대될 것으로 전망되고 있다. 세계 교육시장은 2025년 7조 8,000억 달러의 규모를 형성하고, 이 가운데 에듀테크는 3,420억 달러로 4.4% 수준을 차지할 것으로 전망된다[8]. 미국, 중국 등 에듀테크 선진국들은 정부 및 민간 차원에서 투자가 활발히 이뤄지고 있다.

국내에서 에듀테크는 EBS의 온라인 클래스와 KERIS의 e학습터 이외에도 구글 클래스, 줌, 네이버 밴드 등 다양한 도구를 활용한다. 특히, 국내에서는 소프트웨어 코딩 과목이 중학교부터 필수과정이 됨에 따라 에듀테크에 대한 관심이 더욱 커지고 있으며 날로 성장세를 보이고 있다. 국내 에듀테크 시장규모는 2019년 전년대비 2.8% 상승한 3.95조 원을 기록하며 꾸준한 성장추세를 보이고 있으나, 2017년부터 2019년까지 연평균 성장률은

4.2%로 세계 교육시장의 성장 추세에 비해 낮은 편이다[9]. 이는 교육 시장의 변화 필요성을 인지하고 있는 것과는 별개로 제도와 규제로 인해 성장 한계에 부딪치고 있기 때문이며, 저출산으로 인한 학령인구 감소라는 악재도 존재하기 때문으로 분석된다.

3. 주요 에듀테크 트렌드

에듀테크는 AI에 기반해 인공지능 튜터를 개발하고 개인별 맞춤형 교육 및 교사의 업무효율성을 개선하는 지능화 분야, 그리고 가상현실과 증강현실 기술의 융합을 통해 교육콘텐츠의 물리적 제약을 없애고 수업 호응도 및 참여율을 증진시키는 실감화(VR, AR) 분야의 두 가지 분야로 기술이 주로 적용되고 있다. 특히 급성장하고 있는 AI를 기반으로 맞춤형 교육을 제공하는 기업이 늘고 있다.

표 1에서 세계 주요 에듀테크 기업의 특징을 요약하였다[10,11]. 미국에서는 AI에 기반하여 학생의 지식수준을 파악한 뒤 맞춤형 서비스를 제공하고 교사에게도 학생별 보고서를 지원하는 온라인 평가 학습 시스템 ‘알렉스’ 등을 활용하고 있으며, 중국 공교육에서는 안면인식 기술을 이용해 서 있거나 필기하는 모습 등의 학생들의 다양한 행동을

인식하고 상태를 파악하여 그 정보를 교사에게 전달하는 AI 시스템을 활용하고 있다. 또한 영국은 IBM의 왓슨을 기반으로 어린이가 스스로 장난감을 조립한 뒤에 이 장난감과 대화하며 놀 수 있는 교육용 콘텐츠를 만들어 주목을 끌고 있으며, 스웨덴은 학생들의 질문에 대한 답변 수준에 따라 후속 질문들을 생성하는 방식으로 맞춤형 학습을 지원하는 인지 컴퓨팅 기반의 AI 시스템을 활용하고 있다. AI에 기반하여 평가를 수행하는 경우 독창성, 윤리성, 배경추론 등의 세부적인 역량 평가도 가능하다는 장점이 있다.

국내 주요 에듀테크 기업 현황은 표 2에서 요약하였다[10]. 국내에서는 수학·외국어 교육, 영유아 학습시장 등에서 축적한 노하우와 우수한 IT 기술을 결합하여 학습자 맞춤형 서비스를 제공하는 AI 기반 학습 분석 시스템을 강점으로 내세워 에듀테크에 활용하고 있다. 또한, 전자칠판과 태블릿 PC를 활용해 언어에 구애받지 않는 에듀테크 플랫폼을 구축하여 활용하고 있으며, AI 기반 빅데이터 분석 기법을 활용해 국가별로 다른 교육과정도 반영되는 맞춤형 학습 서비스를 제공하고 있다. 국내의 에듀테크는 앞선 기술력을 바탕으로 AI에 기반한 맞춤형 학습 서비스, 게임기반 학습, 외국어 교육 등의 다양한 분야로 적용되고 있다.

표 1 세계 주요 에듀테크 기업 현황

기업명	주요 특징
McGraw-Hill Education (ALEKS, 미국) [10]	인공지능 기반 온라인 평가 및 학습 시스템
Sands School(영국) [10]	편안하고 능동적인 교육 참여가 가능한 에듀테크 대안학교
엘리멘탈 패스(영국) [11]	IBM 왓슨 기반 교육용 콘텐츠 생성
VIPKID(중국) [10]	5~12세 어린이 대상의 온라인 교육 스타트업
휴버트 AI(스웨덴) [11]	AI 기반 맞춤형 학습 지원 및 평가

표 2 국내 주요 에듀테크 기업 현황[10]

기업명	주요 특징
노리	학습자의 취약 부분을 분석하여 개인별 맞춤형 솔루션 제공
뤼이드	AI 기반 맞춤형 토익 학습 시스템
아이스크림 에듀	빅데이터 기술 기반 AI 학습 분석 시스템 적용
클래스팅	모바일 교육용 SNS 플랫폼 서비스
렉스로보	교육용 코딩 로봇

출처 이은호, 제주창조경제혁신센터 J-Connect, vol 12, 2019, pp. 8-11, 기반 재작성

IV. AI 기반 교육에서의 주요 기술

1. 개인화 기술

AI 기반 교육에서는 학습자별로 서로 다른 학습 내용과 방법을 제공하는 것이 가능하다. 이런 개인화 기술은 학습자의 학습 정도를 추정하여 학습자에게 적합한 내용과 방법을 추천하는 기술로 일반적인 추천 시스템 문제 내에서 다뤄진다.

예를 들어, n 명의 학생이 m 개의 과목 중 어느 과목을 수강하는 것이 평균 성적 측면에서 유리한지, 특정 과목의 문제를 풀 때 어떤 문제를 선택해 푸는 것이 효과적인지를 데이터 기반 분석방법을 통해 추천해 주는 문제가 된다. 다양한 방법들이 추천 시스템 문제를 해결하기 위해 제안되었으며 [12,13], 협력 필터링 방식과 심층 신경망을 이용한 방법들이 널리 사용되고 있다.

가. 행렬 분해 기반의 협력 필터링

가장 대표적인 추천 시스템 알고리즘은 행렬 분해 기반의 협력 필터링이다. 협력 필터링은 그림 1과 같이 사용자-항목별 희소 행렬 X 가 주어진 경우 비어 있는 항목 값을 다음과 같은 행렬 분해를 통해 채우게 된다.

$$X = U^T V$$

여기서 U 는 학생에 대한 베이스 행렬이 되고, V 는 항목별 베이스 행렬이 된다. 이 행렬 분해는 표준 Singular Value Decomposition(SVD) 최적화 문제

를 풀어 해결한다.

$$\min_{U, V} \|X - U^T V\|$$

그러나 희소 행렬 X 는 표준 SVD 최적화로는 구하기 어려워 Probabilistic Matrix Factorization(PMF)을 사용한다[14]. PMF에서는 관측된 사용자-항목값을 다음과 같은 조건부 확률 분포로 가정한다.

$$P(X_{ij}|U_i, V_j, \sigma^2) = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^M [N(X_{ij}|U_i^T V_j, \sigma^2)]^{1_{ij}}$$

여기서 $N(x|u, \sigma^2)$ 은 평균 u 와 분산 σ^2 를 가지는 가우시안 확률 분포함수가 된다. 사용자와 항목 벡터에 대해 다음과 같이 Zero-Mean Spherical Gaussian Priors를 가정하면

$$P(U|\sigma_U^2) = \prod_{i=1}^N N(U_i|0, \sigma_U^2 I)$$

$$P(V|\sigma_V^2) = \prod_{j=1}^M N(V_j|0, \sigma_V^2 I)$$

고정된 $\sigma^2, \sigma_U^2, \sigma_V^2$ 에서 U, V 는 다음과 같은 최적화 문제를 풀어서 구할 수 있다.

$$\min_{L, R} \frac{1}{2} \sum_{(i,j) \in \Omega} 1_{ij} (X_{ij} - U_i^T V_j)^2 + \frac{\lambda_U}{2} \|U\|^2 + \frac{\lambda_V}{2} \|V\|^2$$

$$\text{여기서 } \lambda_U = \frac{\sigma^2}{\sigma_U^2} \quad \lambda_V = \frac{\sigma^2}{\sigma_V^2} \text{ 이 된다.}$$

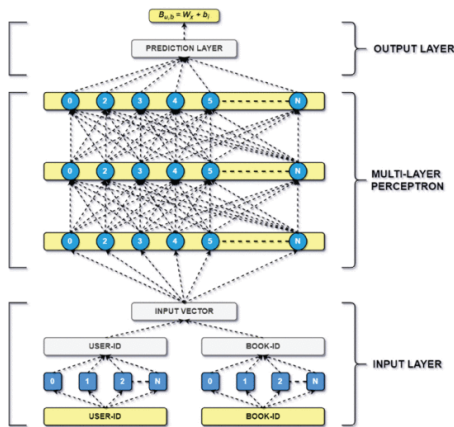
나. Multi-Layer-Perceptron 기반의 협력 필터링

최근에는 심층 신경망을 이용한 협력 필터링 방식이 활발히 연구되고 있다[15,16]. 그림 2는 Multi-Layer-Perceptron(MLP)을 이용한 협력 필터링 방식으로 사용자 아이디와 항목 아이디를 심층망의 입력으로 사용해 개별 은닉 벡터로 임베딩하

$$\begin{bmatrix} 4.5 & 2.0 \\ 4.0 & 3.5 \\ 5.0 & 2.0 \\ 3.5 & 4.0 & 1.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.2 & 0.8 \\ 1.4 & 0.9 \\ 1.5 & 1.0 \\ 1.2 & 0.8 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1.5 & 1.2 & 1.0 & 0.8 \\ 1.4 & 0.9 & 1.1 & 0.4 \end{bmatrix}$$

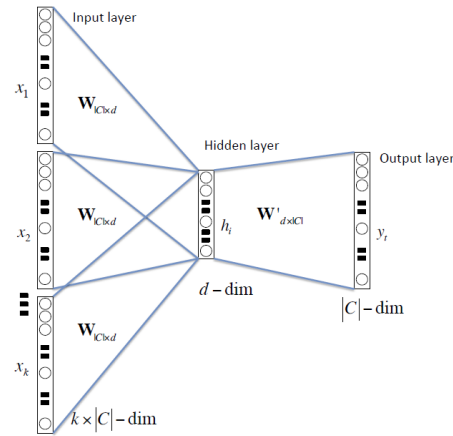
Rating Matrix *User Matrix* *Item Matrix*

그림 1 행렬분해 기반의 협력필터링



출처 ULLAH, Farhan et al., "Deep Edu: A Deep Neural Collaborative Filtering for Educational Services Recommendation," IEEE Access, 2020, 8: pp. 110915-110928, CC BY 4.0.

그림 2 MLP 기반의 협력 필터링[16]



출처 S. Morsy and G. Karypis, "Will this Course Increase or Decrease Your GPA? Towards Grade-aware Course Recommendation," JEDM Journal of Educational Data Mining 11. 2. 2019 pp. 20-46, CC BY-NC-ND 4.0.

그림 3 Course2Vec 뉴럴 네트워크[17]

고 이를 다시 병합하여 MLP의 입력으로 사용한다. 마지막 출력층에서는 다음과 같이

$$\hat{B}_{u,b} = f_l(W_l^T x + b_l)$$

사용자 u 가 b 항목을 선택할 값을 출력한다. 이 모델은 Huber Loss를 최소화하는 훈련이 된다. 이 때 Huber loss는 다음과 같다.

$$L_\delta(B_{u,b} - \hat{B}_{u,b}) = \begin{cases} \frac{1}{2}(B_{u,b} - \hat{B}_{u,b})^2 & \text{if } |B_{u,b} - \hat{B}_{u,b}| \leq \delta \\ \delta(|B_{u,b} - \hat{B}_{u,b}| - \frac{1}{2}\delta) & \text{otherwise} \end{cases}$$

다. Course2vec 기반의 순차 추천 모델링

행렬 분해와 MLP 기반의 협력 필터링 방식은 항목 선택의 순서는 고려하지 않는다. 그러나 특정 과목을 수강하기 위한 선수 과목들이 존재하고, 서로 다른 학습 배경을 가진 학습자들이 어떤 순서로 과목들을 선택하는 것이 효율적인지는 또 다른 문

제가 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 순차 모델링이 필요하고 최근에는 Word2vec에 기반한 Course2vec 방식이 제안되었다[17].

Word2vec 모델은 주어진 문장 내에서 개별 단어의 순서를 근처의 문맥을 사용해 예측하는 방법인데[18], Course2vec에서는 그림 3과 같이 단어 대신 과목 혹은 항목을 사용하게 된다.

이전에 수강한 과목들 $c_1, \dots, c_k$ 에 대해 과목 c_t 를 선택할 확률을 다음과 같이 정의한다.

$$P(c_t | c_1, \dots, c_k) = y_t = \frac{\exp(w_{ct}^T h)}{\sum_{j=1}^C \exp(w_{cj}^T h)}$$

여기서 h 는 이전 과목에 대한 aggregated 벡터로 다음과 같이 표현된다.

$$h = \frac{1}{k} W^T(x_1 + x_2 + \dots + x_k)$$

Course2vec 모델은 학생 s 에 대해 성적 향상을 최

대화하기 위해 모델을 최적화한다.

$$\max_{W, W'} \sum_{s \in ST} \sum_{i \in Q_s} (\log P(G_{s,i} | P_{s,i}))$$

여기서 s 는 학생들 집합, $G_{s,i}$ 는 s 학생에 의해 선택된 좋은 성적의 과목, $P_{s,i}$ 는 s 학생에 의해 이전에 선택된 과목들의 집합이 된다. 혹은 다음과 같이 좋은 성적은 최대로 나쁜 성적은 최소로 하는 방향으로 최적화가 가능하다.

$$\max_{W, W'} \sum_{s \in ST} \sum_{i \in Q_s} (\log P(G_{s,i} | P_{s,i}) - \log P(B_{s,i} | P_{s,i}))$$

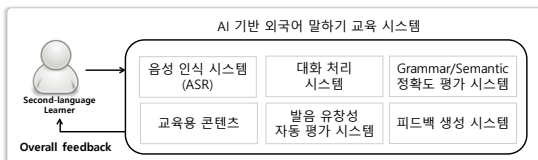
여기서 $B_{s,i}$ 나쁜 성적의 과목들이 된다.

V. ETRI 연구동향

이 장에서는 자연어 음성 대화처리 및 음성인식 기술을 사용하는 ETRI의 AI 기반 외국어 말하기 학습기술과 이에 기반을 두어 개발되고 있는 서비스 시스템을 소개한다.

1. AI 기반 외국어 말하기 교육

인공지능 기반의 외국어 말하기 교육은 학습자의 발성 내용을 이해하고 발음, 문법 및 대화 내용의 적합성을 확인해 교육적인 피드백을 제시함으로써 인공지능이 원어민 외국어 교사의 역할을 수



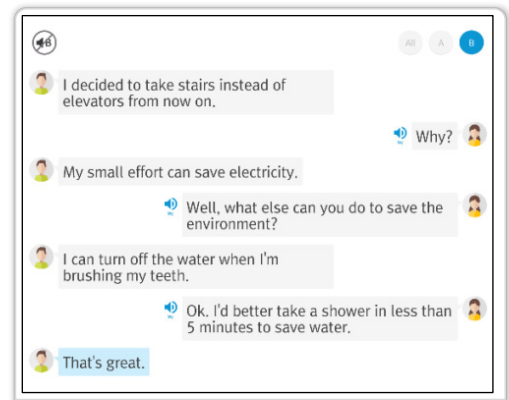
출처 김인석 외, "4차 산업혁명과 인공지능 영어교육," 한국문화사, 2019.

그림 4 AI 기반 외국어 말하기 교육 시스템 구성도[19]

행하는 것을 목적으로 한다. 그림 4와 같이 외국어 말하기 교육에 필요한 기술은 음성인식과 대화처리 기술인데, 최근에 급격히 발전한 딥러닝 기반의 기계학습 기술을 통해 성능이 눈에 띄게 향상된 대표적인 분야들이다. 이를 위한 음성인식 기술은 비원어민 학습자의 발성에 대해 높은 인식 정확도를 보이면서 동시에 여러 측면에서의 발음 유창성 수준을 판단하여 제시할 수 있어야 한다. 음성인식 출력 문장을 기반으로 한 대화처리는 제시된 학습 주제에 맞춰 학습자의 의도를 파악하며 대화를 수행하고 관리하는 동시에 문법 및 표현 오류를 찾아내어 그 교정 방법을 피드백으로 제시하는 기능을 수행한다.

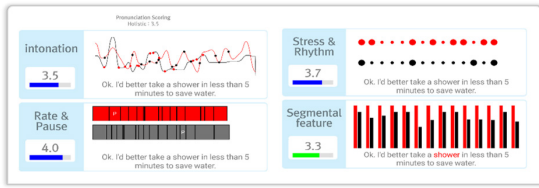
인공지능 기반 외국어 말하기 교육 시스템에 적용되는 음성인식을 위해서는 상대적으로 발음 유창성이 낮고 문법/표현 오류가 많은 비원어민의 특성을 반영하기 위해 원어민과 비원어민의 음성을 통합하여 최적화된 음향모델이 제공되고[20], 비원어민 학습자에게서 빈번하게 발행하는 비문법적 문장 및 자유 발화 형태의 대화체 문장이 반영된 형태의 언어모델 적용이 필수적이다.

그림 5는 음성인식과 대화처리 기술이 적용된



출처 김인석 외, "4차 산업혁명과 인공지능 영어교육," 한국문화사, 2019.

그림 5 영어 말하기 교육 시스템의 학습 예[19]



출처 김인석 외, “4차 산업혁명과 인공지능 영어교육,” 한국문화사, 2019.

그림 6 학습자 발화에 대한 발음평가 예[19]

인공지능 기반 영어 말하기 교육 시스템의 학습 예이다. 제시된 주제에 대해 시스템과 학습자가 대화를 주고받는 형태로 교육이 진행되고, 학습자가 발성한 영어 발음 유창성을 분석/평가하고 그 결과가 그림 6과 같이 사용자에게 피드백된다.

신뢰도 높은 발음평가를 위해서는 우선 학습자 발화로부터 음성분석 및 NLP 기술에 기반을 두어 평가에 유의미한 다양한 특징을 추출하고, 엄격한 기준으로 사전에 설계된 발음평가 기준에 따라 수행하는 인간 평가자(Human Rater)의 평가 점수와 인공지능의 평가 점수가 높은 유사도를 갖도록 딥러닝이나 선형 회귀분석 알고리즘을 통해 학습된 발음평가 모델이 사용된다[22].

외국어 학습자에 의해 발화된 문장 평가는 문법, 내용 전달성, 유창성의 3가지 영역으로 이루어진다. 이를 위해 설계된 언어기반 문장 평가 피드백 모델은 그림 7과 같다.

대화 중에 발화된 학습자의 외국어 문장을 대상



출처 이윤근 외, “중지도학습형 언어지능 원천기술 및 이에 기반한 외국인 지원용 한국어 튜터링 서비스 개발,” 2연차 보고서, 2020. 12.

그림 7 언어기반 문장 평가 피드백 모델[21]

으로 먼저 주제에 따른 정확한 내용인가를 평가하고, 내용이 부정확하다면 정답 문장 예시를 제시한다. 다음으로 문법 정확성을 판단하여 오류가 있으면 해당하는 문법 교육 정보를 제공한다. 마지막으로 원어민이 자주 사용하는 표현에 따른 유창성을 평가하여 표현이 부적절할 경우 추천 문장을 제공한다[21,23].

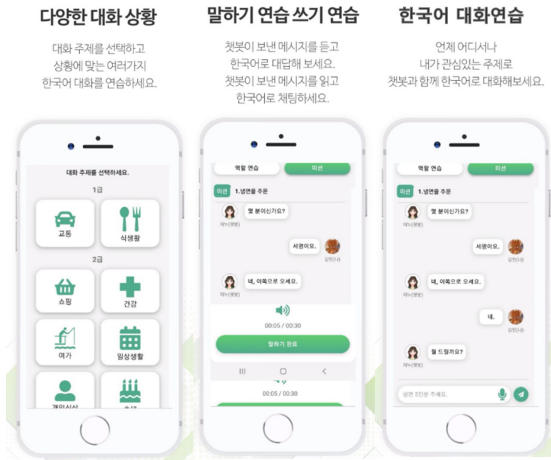
2. ETRI 서비스 개발 사례

EBS가 주관하는 교육부 사업 “AI 기반 초등학교 영어 말하기 학습 시범 사업”에 ETRI의 영어 음성인식 및 자연어 대화처리 기술이 적용되어 시범서비스가 진행되었다.

2020년 상반기에 전국 58개 초등학교 4학년 학생을 대상으로 한 1차 시범서비스를 완료하고 12월까지 160개 초등학교 3~6학년 학생을 대상으로 한 2차 시범서비스가 진행되었고, 2021년 상반기에는 전국 6,000여 초등학교를 대상으로 한 본 사업을 목표로 하고 있다. 이는 음성 대화처리 기술을 공교육 영어 말하기 학습에 적용한 세계 최초 사례로, 실제 교육 현장에서 필요한 기술 수요를 파악하고 향후 꾸준한 연구개발을 통해 신규 기술을 적용할 계획이다.

세종학당에서 주관하는 “인공지능 기반 한국어 학습지원 시스템” 개발에 ETRI의 한국어 음성인식 및 자연어 대화처리 기술이 적용되어 사업화 추진 중이다. 그 사용 예는 그림 8과 같다.

세종학당은 국가/도시별로 1~2개소로 제한되어 운영 중인 오프라인 한국어 교육의 한계로 인해 2019년부터 온라인 한국어학당 서비스를 시작하였다. 이에 원어민(한국인)과의 대화 기회가 부족한 한국어 학습자 지원을 위해 ETRI의 음성인식 및 발음평가 기술과 자유 대화처리 기술을 적용



출처 세종학당재단

그림 8 세종학당재단 AI 한국어 학습 시범서비스 화면

하여 인공지능 기반 자유 대화를 통한 말하기 학습 및 발음 유창성 평가 서비스를 개발하고 있다. 2021년 상반기에는 국제통용 한국어 기반 정규교육 최초로 AI 기반 한국어 말하기 학습서비스를 정식으로 실시할 예정이고, 이를 통해 외국인 사용자의 한국어 발화 음성 대화 로그를 수집하여 향후 성능 개선을 위한 연구 및 개발 기술 적용 사이트 발굴에 활용할 예정이다.

VI. 결론

본 고에서는 인공지능 시대의 교육의 모습에 대해서 예상해 보고, 현재 에듀테크에 적용된 기술을 살펴보았다. 그 중 대표적 기술인 개인화 기술에 대해 내용을 자세히 살펴보았고, 이어서 ETRI에서 수행 중인 AI 기반 외국어 말하기 교육 연구에 대해서 소개하였다.

아직은 제한적인 서비스에서 개인 맞춤화 교육이 시도되고 있으며 음성인식/대화처리 기술이 적

용된 대화형 튜터 서비스가 시도되고 있다. 앞으로는 인공지능 교사를 통해 개개인 학생에 대해 완전한 맞춤화 교육이 가능해질 것을 기대하며, 교사는 창의적사고, 비판적 사고와 소통, 협업을 가르치는데 보다 노력할 것으로 예상된다.

그러나 완전한 개인 맞춤형 교육을 위해서는 데이터 인프라를 구축하는 작업이 우선되어야 한다. 교과 문제와 콘텐츠를 학습 개념과 난이도별로 분류하여 메타 정보를 태깅하고 실제 학습자 데이터로부터 데이터를 대량으로 구축해야 개인화 모델 학습이 가능하기 때문이다. 그리고 공교육에 사용되기 위해 신뢰성을 높이고, 개인정보 보호 문제를 해결하고, 설명 가능한 AI로 발전할 필요가 있다.

하지만 인공지능 기술의 발전 속도가 빨라짐에 따라 인공지능 기반 교육은 머지않은 미래에 우리 주변에 깊이 자리 잡을 것이라고 예상해 본다.

용어해설

에듀테크(Edu-Tech) 교육(Education)과 기술(Technology)의 합성어로 교육서비스가 VR/AR, AI, 빅데이터 등 ICT 기술과 융합하여 기존과 다른 새로운 학습경험을 제공하는 혁신분야

약어 정리

AI	Artificial Intelligence
AR	Artificial Reality
ICT	Information and Communication Technologies
IT	Information Technology
MLP	Multi-Layer Perceptron
PMF	Probabilistic Matrix Factorization
SVD	Singular Value Decomposition
VR	Virtual Reality

참고문헌

- [1] EBS 다큐프라임 “4차산업혁명시대 교육대혁명-1부. AI와 인간의 공존은 가능한가,” 2017.
- [2] wire19.com, “9 ways Artificial Intelligence (AI) is impacting education,” 2020. 9. 17.
- [3] KAKAO AI REPORT vol. 13.
- [4] <https://www.cc.gatech.edu/holiday/jill-watson>
- [5] <https://www.carnegielearning.com>
- [6] 권영선 외, “인공지능과 함께하는 미래교육,” KERIS 이슈리포트, 2018.
- [7] <https://www.ets.org/accelerate/ai-portfolio/speechrater>
- [8] Holon IQ, “Smart estimatesTM January 2019,” 2019. 2.
- [9] 정보통신산업진흥원, “2019년 이러닝산업 실태조사,” 2020.
- [10] 이은호, 제주창조경제혁신센터 J-Connect, vol 12, 2019, pp. 8-11.
- [11] 조선비즈, “AI가 사람을 가르친다”...‘에듀테크’ 시장급성장, 2019. 12. 8.
- [12] J.H. Errico et al., “Collaborative recommendation system,” U.S. Patent No 8,949,899, 2015.
- [13] S. Zhang et al., “Deep learning based recommender system: A survey and new perspectives,” ACM Computing Surveys, vol. 52 no. 1 2019, pp. 1-38.
- [14] A. Mnih, R.R. Salakhutdinov, and R. Russ, “Probabilistic matrix factorization,” in Proc. Advances in Neural Inform. Process. Syst. 2008, pp. 1257-1264.
- [15] H.E. Xiangnan et al., “Neural collaborative filtering,” in Proc. Int. Conf. world wide web. 2017, pp. 173-182.
- [16] ULLAH, Farhan et al., “Deep edu: A dep neural collaborative filtering for educational services recommendation,” IEEE Access, 2020, pp. 110915-110928.
- [17] S. Morsy and G. Karypis, “Will this course increase or decrease your GPA? Towards grade-aware course recommendation,” JEDM J. Educ. Data Min. vol. 11 no. 2, 2019, pp. 20-46.
- [18] Y. Goldberg and O. Levy, “Word2vec explained: Deriving mikolov et al.'s negative-sampling word-embedding method,” arXiv preprint, CoRR, 2014, arXiv:1402.3722, 2014.
- [19] 김인석 외, “4차 산업혁명과 인공지능 영어교육,” 한국문화사, 2019.
- [20] 강병옥 외, “원어민 및 외국인 화자의 음성인식을 위한 심층 신경망 기반 음향모델링,” 말소리와 음성과학, 제9권 제2호, 2017.
- [21] 이윤근 외, “준지도학습형 언어지능 원천기술 및 이에 기반한 외국인 지원용 한국어 튜터링 서비스 개발,” 2연차 보고서, 2020. 12.
- [22] Y.R. Oh et al., “Automatic proficiency assessment of Korean speech read aloud by non-natives using bidirectional LSTM-based speech recognition,” ETRI J. vol. 42 no. 5, 2020.
- [23] S.K. Choi et al., “Computer assisted english learning system based on free conversation by topic,” Oriental COCODSA, 2017.