creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학석사 학위논문

머신러닝 툴을 활용한 에듀테크 모델 개발 및 연구

- 솔페이지 교수법을 중심으로 -

2023년 2월

서울대학교 대학원

협동과정 음악교육전공

서 승 경

머신러닝 툴을 활용한
에듀테크 모델 개발 및 연구

- 솔페이지 교수법을 중심으로 -

지도교수 김 규 동

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2022년 12월

서울대학교 대학원
협동과정 음악교육전공
서 승 경

서승경의 석사 학위논문을 인준함
2023년 1월

위 원 장 _____ 이민정 (인)

부위원장 _____ 권혜근 (인)

위 원 _____ 김규동 (인)

국문초록

본 연구는 머신러닝을 접목한 음악교육 에듀테크 모델을 개발하고 제안하는 것에 목적이 있다. 목적 달성에 있어 개발은 기술적으로 머신러닝 툴을 사용하여 접근성을 높였고, 교육적인 면에서는 음악의 기초 능력을 기르는 솔페이지 교수법을 적용하였다.

연구 방법으로는 첫째, 시대와 함께 변화한 교육환경과 교수자의 역할을 에듀테크의 현황 및 전망과 함께 고찰하고, 교수자와 학습자 간의 음악 기초 학습을 도울 수 있는 매개체로써 머신러닝의 활용을 살펴보았다. 둘째, 체계적인 음악 기초 학습법으로 알려진 솔페이지 교수법의 ‘신체 표현’을 통한 음감 형성과 ‘기보’ 및 ‘독보’ 활동을 주제로 하여 자주적·창의적인 학습이 가능하도록 에듀테크 모델을 설계하였다. 셋째, 이를 위해 필요한 데이터를 수집하고 머신러닝 툴로 학습시킨 후, 실시간으로 데이터를 분류할 수 있는 ‘솔페이지 에듀테크 모델’을 구현하였다. 마지막으로, 교수자 또는 학습자가 에듀테크 모델을 다양하게 활용할 수 있도록 교수·학습 방안을 제안하였다.

프로그램 구현에 있어 데이터의 다양성 부족과 기술적 문제로 인해 인식률 제고의 어려움을 겪었다는 한계에도 불구하고, 이는 음악교육 분야에서 오픈소스를 활용한 에듀테크를 제안하며 자주적이고 창의적인 학습을 돕는 음악 기초 학습 모델을 개발한 것에 의의가 있다. 이러한 시도는 음악교육에서 학습자 맞춤형 교육을 가능하게 하는 에듀테크 모델을 제시하여, 미래 음악교육 발전에 발판이 될 수 있으리라 기대한다.

주요어 : 에듀테크, 머신러닝, 음악교육공학, 솔페이지, 음악기초학습
학 번 : 2021-27013

목 차

Ⅰ. 서론 ····· 1
1. 연구 필요성 및 목적 ····· 1
2. 연구내용 및 방법 ····· 3
3. 연구의 제한점 ····· 4

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 5
1. 에듀테크의 이해 ····· 5
2. 머신러닝의 이해 ····· 14
3. 솔페이지 교수법 ····· 19

Ⅲ. 솔페이지 교수법을 적용한 에듀테크 모델 설계 ····· 23
1. 설계 방향 ····· 23
2. 에듀테크 모델 개발 과정 ····· 26

Ⅳ. 솔페이지 에듀테크 모델의 구현 ····· 45

Ⅴ. 응용 학습방안 제안 ····· 51

Ⅵ. 결론 ····· 57

부록 ····· 60
참고문헌 ····· 64
Abstract ····· 67

표 목 차

〈표 1〉 다양한 관점의 에듀테크 정의 ····· 6
〈표 2〉 현재 사용하는 에듀테크와 신기술 ····· 9
〈표 3〉 학습 형태에 따른 역할 구분 ····· 12
〈표 4〉 코다이 솔페이지 교수법 예시 ····· 21
〈표 5〉 솔페이지 에듀테크 모델 학습 활동 내용 ····· 25
〈표 6〉 각 학습 활동별 필요 데이터 ····· 29
〈표 7〉 수집된 데이터의 연령대 및 성별 ····· 30
〈표 8〉 ‘신체 표현’ 이미지데이터 예시 ····· 32
〈표 9〉 음표 이미지데이터 예시 ····· 36
〈표 10〉 모델 생성 과정 ····· 38
〈표 11〉 ‘머신러닝 모델’ 생성 과정 ····· 39
〈표 12〉 코드 변경 과정 ····· 41
〈표 13〉 병합 코드 ····· 42
〈표 14〉 ‘신체 표현’ 활동 구현 모습 ····· 46
〈표 15〉 '독보' 활동 구현 모습 ····· 49
〈표 16〉 '기보' 활동 구현 모습 ····· 50
〈표 17〉 ‘창의적 시도’ 단계의 세부 순서 ····· 53

그 림 목 차

[그림 1] 연구 방법 ····· 4

[그림 2] 기존 인공지능의 인식 체계 예시 ····· 14
[그림 3] 머신러닝의 인식 체계 예시 ····· 15
[그림 4] 인공지능, 머신러닝, 딥러닝의 관계 ····· 16
[그림 5] 톰 미첼: 머신러닝의 ‘학습’ 적용 예시 ····· 17
[그림 6] 팔의 위치로 음고를 표현하는 솔페이지 교수법 ····· 20
[그림 7] 설계 기본 방향 ····· 24
[그림 8] 개발 과정 순서 ····· 26
[그림 9] 오픈소스를 활용한 솔페이지 에듀테크 모델 모식도 28
[그림 10] ‘독보’ 학습 활동지 ····· 34
[그림 11] ‘기보’ 학습 활동지 ····· 35
[그림 12] 레이블 지정 및 머신러닝 과정 예시 ····· 37
[그림 13] p5.js Web Editor로 이동하는 과정 예시 ····· 40
[그림 14] 교체할 링크 부분 ····· 43
[그림 15] ‘재생하기’ 예시 ····· 44
[그림 16] 웹캠 어플을 사용한 ‘독보’ 활동의 모습 ····· 48
[그림 17] 응용 학습방안: 단계별 교수·학습 방안 ····· 51

Ⅰ. 서론

1. 연구 필요성 및 목적

한국 사회는 COVID-19로 인해 학교 교육에 큰 변화를 맞았다. 미흡했던 온라인의 수업방식은 단순한 지식 전달 위주의 교육으로 이어져 학습자의 흥미를 이끌어내지 못했고, 이는 기초학력 미달 학생의 증가와 더불어 복합적이고 다양한 교육의 문제를 적나라하게 보여주었다. 팬데믹(Pandemic)은 교육계에 혼란을 가져왔으나, 이 시기를 근간으로 학교의 새로운 의미를 발견하고 온라인 교육의 가능성과 한계를 시범하는 계기가 되었다. 이러한 상황은 교육이 앞으로 급격하게 변화할 세상에 대해 사전에 대비해야 함을 보여주고 있다(박남기, 2021).

현재, 세계의 교육 분야는 미래 교육에 대한 방안으로 온라인과 오프라인에서 초개인화[1] 학습 환경을 조성할 수 있는 에듀테크(Edutech)[2]에 관심을 두고 있으며, 학교 현장에서 에듀테크를 활용하여 질 높은 교육을 제공하고자 국가 차원의 에듀테크 정책을 단계적·체계적으로 추진 중이다. 이에 발맞춰 우리나라 교육부도 인공지능 시대 교육정책과 방향을 설정하였으며, 에듀테크 시장에 대폭적인 지원을 하고자 노력 중이다(계보경, 신효은, 권미영 외, 2020).

한국교육학술정보원은 '포스트 COVID-19 대응 미래교육 체제 전환을 위한 에듀테크 동향 분석'에서 '인공지능 기반 학습'과 '개방형 데이터 기반 학습'이 미래 교육의 기술 활용 트렌드를 이룰 것이라고 예측하며, 더 나아

1) 초개인화(hyper-personalization): 빅데이터를 활용한 고객 맞춤형 서비스 또는 방식을 의미한다(김난도, 전미영, 최지혜 외, 2020).

2) 에듀테크(Edutech): 교육(Education)과 기술(Technology)의 합성어로, 교육에서 ICT기술을 접목하여 기존 서비스를 개선하고 새로운 서비스를 제공하는 것을 의미한다(계보경, 신효은, 권미영 외, 2020).

가 학습자 맞춤형 기술로 실습 위주의 수업이 활성화될 것을 전망하고 있다. 이는 교육 분야에 에듀테크의 적용 범위가 확대되는 것을 넘어, 교육자, 과학자 및 이해 관계자들이 에듀테크와 이를 활용한 교수·학습 접근법들을 적극적으로 구체화하고 발달시켜야 함을 의미한다(계보경, 신효은, 권미영 외, 2020).

그러나 현재는 초·중등 학교 단위의 공교육에서 이용할 수 있는 에듀테크 서비스가 한정되어 있을뿐더러, 학교의 소프트웨어 인프라와 교사의 에듀테크 활용 역량이 부족한 현실이다(계보영, 진희민, 손정은 외, 2020). 또한, 에듀테크에 관한 연구 주제 및 지원 분야도 주지 교과나 정보 교과 위주로 이루어져 전 범위의 교과에서 에듀테크의 적용과 활용 방안이 대두된다. 특히 음악 분야 에듀테크 관련 연구는 창작 위주의 음악과 테크놀로지에 관한 연구 또는 방향 제안에 머물러 있으며, 신기술을 활용한 학습자 맞춤형의 음악교육 에듀테크 연구는 초기 단계에 불과하다. 따라서 음악교육 에듀데크 분야도 미래 교육에 대비하고 현 상황에 맞춘 연구의 필요성이 제기된다(이선미, 김영미, 2022).

본 연구는 단편적으로 에듀테크와 미래 음악교육의 방향을 제안하는 것을 넘어 오픈소스(Open Source Software, OSS)[3]로 제공되는 머신러닝[4]을 기반으로 음악 기초 학습 에듀테크를 설계하고 개발하고자 한다. 이는 앞서 언급한 미래 음악교육 분야에 신기술의 활용과 교수·학습 접근법의 구체화를 도울 것이고, 개방형 데이터를 활용하여 맞춤형 학습의 제공 방안을 제시할 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 에듀테크가 자주적인 학습의 도구로만 이용될 뿐만 아니라, 창의적 활동을 할 수 있도록 돕고자 하며, 다음과 같은 연구 목적을 갖는다.

첫째, 오픈소스로 제공된 머신러닝 툴(Tool)을 활용하여 음악의 기초 학

---

3) 오픈소스(Open Source Software, OSS): 공적으로 소스코드 또는 소프트웨어 파일을 제공하고, 나아가 누구나 이를 자유롭게 수정하고 배포할 수 있게 허가된 무료 소프트웨어이다(구동진, 장준영, 2021).

4) 머신러닝(Machine Learning, 기계학습): 인간의 학습을 모방하는 학습 방식으로, 데이터 및 알고리즘을 사용하는 인공지능의 하위분야이다(IBM Cloud, 2020).

습을 돕는 음악교육 에듀테크 모델[5]을 설계 및 개발하고자 한다.

둘째, 개발한 에듀테크 모델로 자주적이고 창의적인 학습을 제안하고, 이로써 음악교육에서 에듀테크 활용에 대해 방법적 제기를 하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구는 솔페이지[6] 교수법에서 제시한 음정 학습을 머신러닝 툴에 적용하였다. 연구 진행은 에듀테크 모델을 개발하는 과정과 이를 활용한 교수·학습법 제안으로 구성하였으며, 연구의 방법은 다음과 같다.

첫째, 설계와 구현에 앞서 본 논문에서 제안하는 '에듀테크'의 정의와 향방, 기술적 측면에서 활용하는 '머신러닝'의 정의와 적용, 접목하고자 하는 교육 요소인 '솔페이지'에 대해 문헌연구 및 현재 사례를 살펴본다.

둘째, 개발하고자 하는 에듀테크의 교육목표, 용도, 학습 활동 등 설계 방향을 설정한다.

셋째, 데이터를 수집하고 머신러닝 툴을 활용하여 음악교육 에듀테크를 설계한다.

넷째, 설계한 내용을 바탕으로 음악 기초 학습을 돕는 에듀테크 모델을 구현한다.

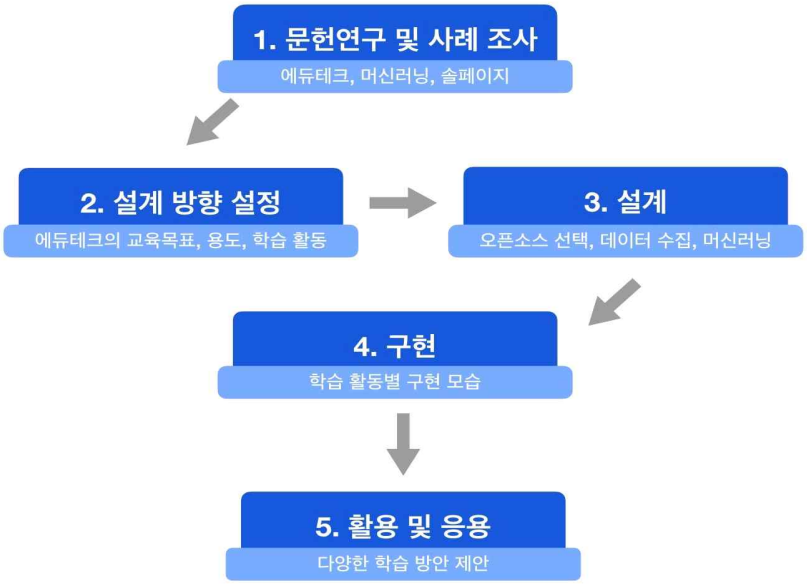
다섯째, 구현한 에듀테크 모델로 다양한 교수·학습방안을 제안한다.

---

5) 모델(Model): 머신러닝에서 프로그램을 의미하며, 본 논문에서는 구체적으로 새로운 데이터가 입력되었을 때 학습된 데이터 세트를 기반으로 판단할 수 있는 예측 프로그램을 가리킨다.

6) 본 연구에서는 서종우(2008)의 솔페이지 정의를 차용하여, 음악 기초 교육을 종합적으로 의미하는 학습을 의미한다.

[그림 1] 연구 방법



3. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 기술적 측면과 음악적 측면이 복합적으로 나타난다.

첫째, 개발한 에듀테크 모델은 온전한 프로그램이기보다는 머신러닝 툴로 설계한 음악교육적 활용 방안을 제시하는 모델 또는 알고리즘에 더 가깝다.

둘째, 머신러닝의 구현은 컴퓨터, 마이크, 카메라의 성능 또는 에듀테크 모델을 사용하는 환경적 요소의 영향을 받을 수 있다.

셋째, 데이터 표본의 다양성과 양적인 제한으로 인해 여러 변수와 보편적인 적용에 부족함이 있다.

넷째, 솔페이지 교수법 중에서도 음정 학습을 중점적인 활동의 범위로 제한하였다.

다섯째, 음정을 주파수 범위로 분류한 것이 아닌, 머신러닝이 학습한 데이터를 기반으로 분류하기 때문에 머신러닝의 학습과 인식률에 따라 음정 분류의 오차가 존재할 수 있다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 에듀테크의 이해

(1) 에듀테크의 정의와 특징

에듀테크(Edutech) 혹은 에드테크(Edtech)[7]는 교육(Education)과 기술(Technology)의 합성어로 차세대의 교육 패러다임이다(박지수, 길준민, 2020). 이는 미시적으로 빅데이터(Big-data), 사물 인터넷(IoT), 인공지능(AI), 클라우드(Cloud), 로봇, 모바일(Mobile), 가상현실(Virtual reality, VR) 등 신기술에 정보 통신 기술(ICT: Information and Communication Technology)을 활용한 학습의 형태 또는 교육적 도구와 서비스를 의미하며, 거시적으로는 이를 활용한 새로운 학습 경험과 교수학습의 향상과정으로 볼 수 있다(서봉언, 2021). 교육계의 신개념인 에듀테크는 아직 명확한 개념이 부재하나, 여러 정의에서 공통으로 교육(Education)과 기술(Technology)의 결합한 의미를 찾을 수 있으며, 서봉언(2021)은 다양한 관점에서 정의한 에듀테크를 〈표 1〉[8]과 같이 설명한다.

---

7) 에듀테크(Edutech)와 에드테크(Edtech)는 같은 의미이다. 한국은 광고와 테크놀로지의 합성어인 'Adtech'와 발음을 구분하고자 주로 '에듀테크'로 불린다(윤일영, 2017).

8) 서봉언. (2021). 에듀테크, 그리고 '학교라 불리는 곳'. *한국교육사회학회 학술대회자료집*, 2021, 62. 의 표를 인용함.

〈표 1〉 다양한 관점의 에듀테크 정의

출처(연도)	개념	영역
교육부 (2019.9.5.)	교육(Education)과 기술(Technology)의 합성어, 이러닝(온라인 교육)을 넘어 학습자 맞춤 교육, 교사 업무 경감 등 교육 효과를 높이기 위해, 가상/증강현실·인공지능·빅데이터 등 신기술을 콘텐츠·솔루션·하드웨어·시스템 등에 접목한 제품과 서비스	
산업통상 자원부 (2018)	교육 서비스업이 VR, AR, AI, 빅데이터 등 ICT 기술과 융합하여 기존과 다른 새로운 학습 경험을 제공하는 혁신 분야	
영국 DfE (2019) [윤태영 (2019) 재인용]	효과적인 수업과 학생 관리 등 교육기관의 일상적 업무를 돕기 위해 기술을 활용하는 행위, 구체적으로 4차 산업혁명의 핵심기술인 인공지능, 빅데이터, 가상현실, 사물 인터넷 등을 교육환경, 교육 자재, 교육내용 등 교육의 여러 분야에 접목하여 교수학습을 향상하는 과정	하드웨어 소프트웨어 기반 시설
이호건·이지은 (2017)	교육·학습·훈련을 수행, 평가, 지원하고 환경을 구축하는 ICT 기반 융합 서비스의 일종	
이지은 (2020)	교육공학은 학습 과정과 자원의 설계, 개발, 활용, 관리 및 평가에 관한 이론과 실제를 다루는 학문 분야로써 설계(design)분야 (송상호 외, 2016)이라면, 에듀테크는 설계영역을 기술적으로 구현하는 엔지니어링 영역에 가깝다	〈서비스모델〉 플랫폼 소셜 러닝 실감형 콘텐츠 학습 데이터 분석

에듀테크는 위와 같이 현재 다소 상이한 개념들을 가지고 있지만, 4차 산업혁명과 지속적인 COVID-19의 상황으로 필수불가결한 차세대 교육방식으로 떠오르고 있다. 이전에도 3차 산업혁명을 대변하였던 이러닝(E-Learning)이 인터넷 기술로 동영상과 웹을 통해 학습 공간의 제약을 없앴으나, 에듀테크가 주목받는 이유는 이를 넘어 학습자 중심의 맞춤형 학습을 제공하기 때문이다(서봉언, 2021). 서향희, 박주희(2021)는 새로운 시대에 맞춰 에듀테크가 제공할 수 있는 미래 교육의 특성을 다음과 같이 언급한다. 첫째, 에듀테크는 COVID-19과 같은 질병과 재난의 위기 상황에서도 다양한 콘텐츠와 실시간 상호작용으로 시공간을 넘어 교수와 학습자를 매개하는 학습의 기회를 제공할 수 있다. 둘째, 에듀테크는 학습자들에게 온라인으로 다양한 학습자원을 연결하여, 제한된 교실이라는 공간에서 벗어나 새로운 학습 경험을 제공할 수 있다. 셋째, 빅데이터와 인공지능의 활용은 현재 공교육에서 제공되는 획일화되고 일방적인 교육과 달리, 개인의 특성을 고려한 맞춤형 교육의 기회를 제공한다. 나아가, 소통형 교육을 가능하게 하여 개별 수준에 맞는 콘텐츠의 제시와 적절한 평가를 통해 맞춤형 피드백을 제공할 수 있다(서향희, 박주희, 2021).

에듀테크는 이처럼 양질의 교육을 보편화하고, 학습효과의 극대화를 추구하는 특성을 갖는다. 따라서 학생들의 배경, 경험, 학습 능력과 같은 개인적 요구를 반영하는 미래 교육체제의 전환 및 교육격차 해소 도움이 될 것이다.

(2) 에듀테크의 현황

시대의 빠른 변화에 맞춰 세계 교육 강국들은 에듀테크를 주시하고 있다. 특히, 높은 정부 AI 준비 지수(Government Artificial Intelligence Readiness Index)[9]를 보이는 영국과 싱가포르는 에듀테크를 적극적으로 학교 교육에

9) 정부 AI 준비 지수(Government Artificial Intelligence Readiness Index): 영국 옥스퍼드 인사이트(Oxford insights)의 보고서에서 쓰인 용어로써, 전 세계 194개국 정부의 AI의 운영, 공공 서비스 등의 활용 정도를 수치화하여 평가한 것이다. 평가의 지표는 AI 전략

도입하고 있다. 영국의 경우 에듀테크 기업이 1,200개로 매우 활발하게 운영되고 있으며, 영국 정부는 교육시장의 규모를 30조 원에서 2020년에 50조 원으로 성장시켰다(서향희, 박주희, 2021). 싱가포르는 'AI 기반 적응형 학습 시스템'으로 국가 차원의 온라인 학습 플랫폼인 'Singapore Student Learning Space(SLS)'를 만들고 이용하고 있다. SLS는 머신러닝을 접목하여 학생들의 반응을 기반으로 맞춤화된 단계별 학습 경로를 추천하는 시스템으로, 싱가포르는 단순히 학습자 위주의 에듀테크에 그치지 않고 교사에게 'SLS의 교육학적 활용 안내서(SLS Pedagogical Scaffold)'까지 제공하여 에듀테크의 활발한 도입과 교수학습 연계의 적용까지 실천하고 있다(홍선주, 2020). 미국 에듀테크 투자액은 2019년에 16.6억 달러를 기록하였고, 중국은 전 세계 에듀테크 유니콘 기업[10]의 절반 이상을 보유하고 있을 만큼 미래 교육 투자에 적극적이다(이혜연, 2020).

세계적 경향과 마찬가지로 한국도 정책을 통해 에듀테크 활성화의 중요성을 살펴볼 수 있다. 2011 교육부는 학습자 역량 강화에 초점을 둔 맞춤 학습의 스마트 교육정책을 실행했고, 2020 교육부는 에듀테크 기반의 미래역량 강화를 목적으로 원격교육과 관련하여 교육대학 및 국립사범대학에 미래교육센터 설립의 과제를 추진해왔다. 나아가 2020 교육부는 '에듀테크 활용 교육혁신 시범사업'을 진행하여 첨단 교육 기술을 활용한 맞춤형 교육을 10개의 에듀테크 선도 고교와 12개의 온라인 공동교육 거점학교에서 진행하였다(홍선주, 2020).

에듀테크를 향한 다양한 투자와 지원은 에듀테크의 활성화가 전 국가적인 프로젝트이자 미래 교육의 방향임을 암시한다. 하지만, 한국에서 교육은 사회의 다른 분야보다 기술의 도입이 비교적 느리기에, 전 세계적인 에듀테크 열풍에도 불구하고 에듀테크가 안정적으로 정착하지 못하고 있다(서향희, 박주희, 2021).

수립 여부, AI 스타트업 수, UN 전자정부 개발지수 등을 활용한다(전성민, 2020).

10) 유니콘 기업(Unicorn): 1조원(10억달러) 이상의 기업 가치를 가지고, 창업한 지 10년이 되지 않은 비상장 스타트업을 의미한다.

그럼에도 지속해서 국가적 차원의 지원을 에듀테크에 투자하는 이유는 전달식의 주입식 교육과 실질적인 교육 경험의 부족, 시공간이 제약된 획일화된 수업과 같은 현 교육의 실태에서 드러나는 고질적인 문제를 해결할 수 있기 때문이다. 전통적인 교육시스템을 바꿀 수 있는 에듀테크의 특징은 4차 산업혁명의 '신기술'에 있으며, 홍정민(2021)에서 언급한 현재 에듀테크의 신기술과 그 사례는 다음과 같다.[11)]

〈표 2〉 현재 사용하는 에듀테크와 신기술

신기술(테크)	학습(에듀)	에듀테크 사례
인공지능(AI)	일대일 맞춤형 학습 시스템	듀오링고, 머신러닝 기술을 접목시킨 인공지능
IoT 센서	학습 흥미도와 이해도의 적용	VIPKID
로보틱스	전문성을 가진 로봇 교사 보급	뮤지오
VR과 AR	학습환경의 현실감과 몰입도 향상	구글 익스페디션 프로그램, 이온리얼리티, 360도 카메라를 활용한 디지털 교과서
소셜 VR	동시에 상호작용이 가능한 학습환경	스킬리틱스 항공 승무원 프로그램
블록체인	교육 서비스와 학습관리의 통합적 교류와 관리	ODEM 서비스
디지털 플랫폼	지식의 양과 속도에 맞는 교육시스템	유데미(Udemy), 클래스팅, 줌, 웨일스페이스, MOOC(무크) 구글 클래스

11) 홍정민. (2021). *에듀테크의 미래 : 코로나 이후 에듀테크가 바꾸는 미래의 교육*. 책밥. 에서 45-49쪽의 내용을 표로 재구성함.

인공지능(AI)을 활용한 에듀테크는 학습자들의 개별적 학습 데이터를 수집하고, 이를 분석하여 개개인에게 알맞은 수준의 학습과 수업을 제공하는 일대일 맞춤형 학습 시스템을 가능하게 한다. 대표적 사례로서 세계 제1위 어학 학습 프로그램인 '듀오링고(Duolingo)'가 있으며, 이는 세계 각국의 어학을 학습할 수 있는 자료를 제공하고 학습한 데이터를 분석하여 개인에게 맞는 단계와 수업방식으로 어학 문제를 풀고 익히는 형태이다.

IoT 센서를 접목한 에듀테크는 맞춤형 학습을 고도화시킬 수 있다. 글로벌 영어 교육 기업에서 제공하는 어린이 온라인 영어 과외 서비스인 'VIPKID'는 IoT센서를 사용한 에듀테크로써 웹캠을 통해 학습자의 표정을 실시간으로 분석하고 얼굴의 60여 개의 특징 정보를 파악한다. 인공지능은 분석한 정보로 학습자의 흥미와 이해도를 측정하고, IoT 센서에서 파악된 정보는 네트워크 연결을 통해 교수자에게 정보를 전달한다. 이후, 네트워크로 전달된 사항들은 평가와 다음 학습에 반영된다. IoT센서는 수집된 데이터를 네트워크를 통해 여러 사물 간 공유할 수 있도록 하고, 수집된 정보를 통합적으로 살펴볼 수 있어 교육 시스템에서 총괄적인 관리를 가능하게 하는 것이 특징이다.

로보틱스를 활용한 에듀테크는 인공지능 로봇 선생님으로 학습자를 돕는다. 인공지능 로봇 스타트업인 'AKA(아카)'가 개발한 '뮤지오(Musio)'는 어학 교육 인공지능 로봇으로 원어민처럼 사람들과 대화하고, 대화 내용과 상대방의 감정 정보를 분석하여 학습자의 감정을 이해할 수 있다. 이는 사람과 감정적인 대화를 나눌 수 있고, 학습자의 문법 및 발음 상태 체크가 가능하며, 스스로 진화하여 사람이 가르치듯이 학습을 진행할 수 있다는 것이 특징이다.

VR과 AR의 에듀테크는 가상으로 직접 현장을 체험하는 듯한 학습환경을 구축하여 학습의 몰입도와 현실감을 높일 수 있다. 구글의 '익스페디션'은 만리장성과 화성 등 다양한 모습을 체험하는 VR을 제공하고, '이온리얼리티'는 화학실험실과 같은 가상의 공간 서비스와 생물학, 지리과학, 천문학 등 다양한 과학 교육 분야에 증강현실 콘텐츠를 제공한다. 이처럼 가상 공

간과 증강현실의 에듀테크는 온라인의 학습 공간에 다양성을 주고, 오프라인에서는 실행하기 힘든 체험을 가능하게 한다.

소셜 VR은 VR에서 더 나아가 동시에 여러 접속자가 상호작용하며 학습할 수 있는 기술이다. '스킬리틱스'의 '항공 승무원 팀워크 프로그램'은 소셜 VR을 사용한 대표적인 에듀테크이다. 훈련 프로그램은 승무원 8명이 소셜 VR 에듀테크를 통해 실제 항공기를 재현한 VR 속에서 개인 또는 팀 미션을 수행하는 것으로, 학습자가 다양한 상황을 현실감 있게 훈련할 수 있다. 이 기술을 활용한 에듀테크는 증강현실과 가상현실 안에서 타인과 소통을 가능하게 하기에 학교 교육 현장에서 유용할 것이다.

블록체인은 안전하게 공유되는 '블록'이라는 소규모 단위의 데이터로 연결된 분산 데이터이다. 교육 분야에서 블록체인은 안정적이고 검증된 인증서의 발급을 가능하게 한다. 블록체인의 데이터 안정성을 활용한 에듀테크 중 하나는 'ODEM(On-Demand Education Marketplace)'이다. 'ODEM'은 블록체인 기술로 학생과 교수자 그리고 교육 서비스를 이어준다. 매개의 역할을 하는 이 프로그램을 통해 학생은 자신의 이력과 학위 및 증명서를 통합하고 관리할 수 있고, 교수자는 반대로 교육플랫폼을 통해 검증된 이력을 확인할 수 있다. 이러한 장점을 활용하면 블록체인은 분산된 데이터를 관리하여 학습자의 관심사에 맞춘 학습 내용과 학습에 필요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

디지털 플랫폼으로 이루어진 에듀테크는 방대한 지식의 양과 빠른 속도의 교육 변화에 대처할 수 있다. 세계 최대 온라인 교육 플랫폼인 미국의 '유데미(Udemy)'가 그 예시로써, 전 세계 각국에서 수강생과 강사들이 상호작용하는 공간의 역할을 한다. 즉, 디지털 플랫폼에서는 모두가 교사이자 학생이기에 비정형 학습의 구현을 도와줄 수 있다.

다양한 신기술을 도입한 에듀테크는 학습 형태에 따라 그 역할을 달리 볼 수 있을 것이다. 〈표 3〉[12]은 조은순(2020)이 말하는 학습 형태에 따른 미

12) 조은순. (2020). 포스트 코로나시대 비대면 수업을 위한 교육공학의 역할과 과제. *교육공학연구*, 36. 의 700쪽에서 에듀테크의 역할을 추가하여 재구성함.

래 학습자와 교사의 역할에 에듀테크의 역할을 추가하여 재구성한 표이다.

〈표 3〉 학습 형태에 따른 역할 구분

<table>
<tr><th></th><th>학습자</th><th>에듀테크</th><th>교사</th></tr>
<tr><td rowspan="2">맞춤형 학습</td><td rowspan="3">- 학습(활동) 수행자

- 자기 주도적 학습(활동) 관리자

- 자율적 학사관리/ 생활 관리자

- 테크놀로지 문제해결자</td><td>- 개별정보수집 및 분석
- 초개인화 학습 제공
- 교육과 학습의 통합적 관리
- 자기 주도적 학습 도우미
- 기초 학습의 보편화</td><td rowspan="3">- 콘텐츠(내용) 전문가

- 콘텐츠 설계/개발자

- 학생 생활 지도자

- 학급(학과) 관리자

- 시스템 관리/ 문제 해결자

- 창의적 학습과 융합 학습의 주도자</td></tr>
<tr><td>체험형 학습</td><td>- 실감형 학습 제공
- 몰입도 높은 환경 제공
- 시공간의 확장</td></tr>
<tr><td>소통형 학습</td><td>- 소통 환경 제공
- 다양한 정보 제공
- 교사, 학생, 학습관리자의 상호 작용하는 환경 제공
- 시공간의 확장</td></tr>
</table>

미래 학습의 형태는 교수·학습에 전반적인 변화를 가져올 것이다. 학습자는 맞춤형, 체험형, 소통형 학습으로 자율적이고 개별적인 학습을 주도적으로 하고, 에듀테크는 학습자가 스스로 학습할 수 있도록 도와주고 관리하는 역할을 할 것이다. 교수자는 에듀테크를 효과적으로 활용하여 학생들에게 다양한 접근의 학습을 돕고, 교과 내용에 관한 심화학습과 창의적 구현에 집중하며, 생활지도의 역할이 높아질 것이다. 즉, 에듀테크는 학습자에게는

학습 성취도를 높이고, 교수자에게는 학교생활과 교육의 다양한 시스템을 제공하여 두 역할을 매개하는 필수적인 시스템이 될 것이다.

음악의 에듀테크 영역에서는 ‘구글 뮤직랩’, ‘개러지밴드’, ‘두들’, ‘마젠타’와 같이 학습자가 소리를 듣고 작곡하는 프로그램들이 주로 생겨나고 있다. 실제로 음악교육에서 에듀테크를 활용했을 때, 이영준 외(2007)은 웹 기반 수업이 소리와 관련된 수업에 도움이 된다는 점을 강조하였고, 길태숙(2012)는 스마트 기기의 활용을 통해 학습에 대한 몰입도, 만족도 및 평가에 긍정적인 영향을 나타내는 연구 결과를 보였다(윤문정, 2021).

그러나 신혜경(2020)은 음악교육 테크놀로지 연구 동향이 작곡과 창작 교육에 국한되어 있음을 한계점으로 삼으며, 음악교육에서 다양한 분야의 테크놀로지 적용이 필요함을 보여준다.

윤문정(2021)은 2000년대 이후부터 2020년도까지 음악교육에서 테크놀로지가 사용된 영역을 ‘가창’, ‘기악’, ‘감상’, ‘이론’, ‘생활화’, ‘기타’로 나누어 분석하였을 때, 총 67개의 논문 중 ‘기타’가 43편(61.1%)으로 가장 높고, ‘감상’ 영역이 7편(10.4%)을 이루었으며, ‘기악’과 ‘창작’의 영역은 5편(7.5%), ‘이론’은 3편(4.5%), ‘생활화’는 한 편도 없다는 결과를 보여준다. 또한, 음악교육에서 테크놀로지 유형에 관한 연구는 ‘스마트 교육환경 전반’에 관한 연구가 33편(49.3%), ‘웹 기반’ 연구가 12편(17.9%), ‘모바일’ 6편(9.0%), ‘소셜 미디어 러닝’ 5편(7.5%), ‘스마트 교실’(4.5%), ‘4차 산업혁명’ 관련 연구(3.0%)라는 결과를 밝혀, 신기술을 활용한 에듀테크는 아직 그 연구 수가 적은 것을 확인하였다.

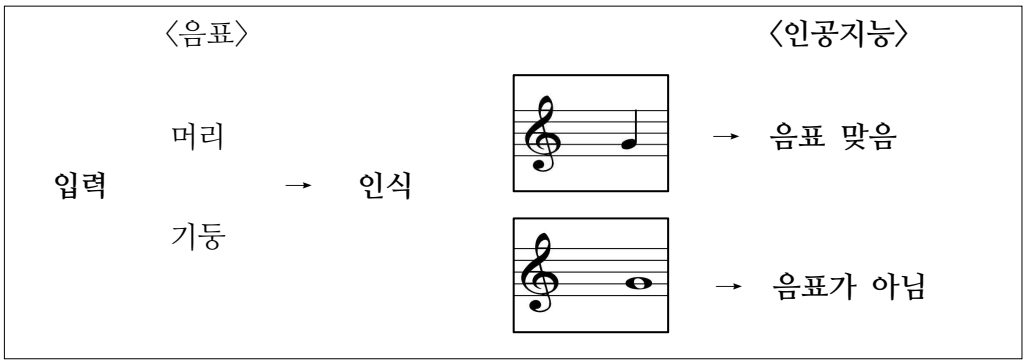
이러한 연구들은 음악교육에서 생활화에 적용할 수 있는 학습 프로그램의 필요성과 4차 산업혁명 신기술이 반영된 실질적인 연구의 필요성을 보여준다.

2. 머신러닝의 이해

(1) 머신러닝의 개념

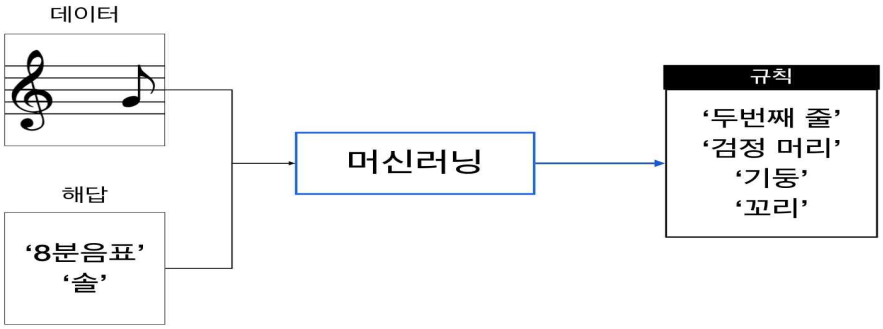
머신러닝(Machine Learning)은 데이터를 기반으로 규칙과 패턴을 발견하여 모델이나 알고리즘을 생성하고, 새로운 데이터를 예측하는 인공지능의 한 종류이다(장지현, 2021). 기존의 인공지능은 사람이 음표에 대한 정의를 ‘머리’와 ‘기둥’을 가진 것이라고 입력하고, 인공지능이 악보에서 ‘머리’와 ‘기둥’을 가진 것만 음표로 인식할 수 있는 시스템이었다. 이러한 방식에서는 컴퓨터가 입력한 값에 대해 정해진 규칙으로만 출력하기 때문에 기둥이 없는 음표를 인식시키면 ‘음표’라고 인식하기가 어려워진다.

[그림 2] 기존 인공지능의 인식 체계 예시



반면에 머신러닝은 앞선 인공지능의 역할이었던 규칙을 주고 답을 도출해내는 것과 달리, 주어진 데이터를 통해 답을 자주적으로 얻는 것이 특징이다. 이는 [그림 3]과 같이 ‘데이터’와 ‘해답’이라는 학습된 데이터를 기반으로 예측을 통해 스스로 규칙을 도출하여 새로운 데이터에도 자동화된 절차 기능을 적용하고 답을 얻는 프로그래밍이라 할 수 있다(장병탁, 2017).

[그림 3] 머신러닝의 인식 체계 예시



인공지능 분야 연구원이었던 아서 사무엘은 자신의 논문『Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers』에서 처음으로 '머신러닝'이라는 용어를 사용했고, 여기서 '머신(Machine)'은 프로그래밍이 가능한 컴퓨터를 의미한다(김의중, 2016). 머신러닝 분야는 1990년대 중반 이후부터 인터넷이 보급되면서 급속도로 성장과 발전을 했으며, 2000년대 이후에는 산업 부분에서 머신러닝 기술을 적용한 시도와 실제 사례가 등장하였다. 그리고 현재까지 머신러닝은 지속적으로 증대하는 관심과 기업의 투자로 급속한 성장을 이뤄왔다(장지현, 2021). 따라서 머신러닝은 컴퓨터와 인터넷의 발달로 대량의 데이터 구축 및 수집이 가능해지면서 생긴 '통계학', '컴퓨터공학', '데이터 마이닝[13]'이 융합적으로 나타난 인공지능 분야라고 볼 수 있다.

머신러닝은 '딥러닝(Deep Learning)' 및 '데이터마이닝(Data mining)'과 많은 공통점을 가지고 있으나, 데이터 처리 방식과 목적에서 구별된다. 딥러닝은 뇌를 모사한 학습 모델로 다수의 신경층에 데이터를 입력시키고, 여러 단계에서 특징을 추출하여 자동으로 추상적인 지식을 도출해내는 방식으로, 머신러닝보다 더 많은 신경층을 갖는다(장병탁, 2017). 이러한 이유로

13) 데이터마이닝(Data mining): 데이터베이스 내에서 어떠한 방법(순차 패턴, 유사성 등)에 의해 관심 있는 지식을 찾아내는 과정을 의미한다. 다량의 데이터 속에서 유용한 정보를 발견하는 과정이며, 기대했던 정보뿐만 아니라 기대하지 못했던 정보를 찾을 수 있는 기술을 의미한다(전산용어사전편찬위원회, 2011).

인공지능(AI)의 하위분야를 [그림 4]와 같이 나타낼 수 있다. 또한, '데이터 마이닝'은 주요 목적이 대량의 데이터를 기반으로 의미 있는 통찰이나 정보를 도출하는 것이라면, 머신러닝은 새로운 데이터의 잠재된 패턴이나 예측을 강조한다(장지현, 2021).

[그림 4] 인공지능, 머신러닝, 딥러닝의 관계

데이터 패턴에 대한 예측과 추론을 머신러닝의 '학습'이라 일컬으며[14], 김의중(2016)은 카네기멜론 대학교의 교수이자 컴퓨터 과학자 톰 미첼(Tom Mitchell)의 저서『머신러닝(Machine Learning』에서 정의한 머신러닝의 '학습'을 다음과 같이 번역했다. "만약 컴퓨터 프로그램이 특정한 태스크 T를 수행할 때 성능 P만큼 개선되는 경험 E를 보이면 그 컴퓨터 프로그램은 태스크 T와 성능 P에 대해 경험 E를 학습했다고 할 수 있다." 이를 음악적 요소에 적용한다면 [그림 5][15]와 같다.

14) 본 연구는 톰 미첼(Tom Mitchell)의 정의에 따라 머신러닝의 '학습'을 정의했다.

15) 김의중. (2016). *(알고리즘으로 배우는) 인공지능, 머신러닝, 딥러닝 입문*. 위키북스. 에 나오는 표를 음악적 요소를 가미하여 그림으로 재구성함.

[그림 5] 톰 미첼: 머신러닝의 '학습' 적용 예시

컴퓨터는 새롭게 입력된 음표나 쉼표[16] 데이터를 분류할 때(T), 데이터세트를 통해 음표나 쉼표를 인식하는 학습을 하고(E), 정확도가 개선되면(P), 이를 "학습했다."라고 말할 수 있다.

(2) 머신러닝의 종류와 활용

머신러닝의 목표는 다양한 데이터로부터 규칙을 찾아내고 일반화하는 것이다(김의중, 2016). 따라서 머신러닝은 데이터의 규칙을 활용하여 정확한 결과를 예측하거나 분류하는 용도로 많이 쓰인다. 머신러닝의 학습 종류는 용도와 목적에 따라 다양하나, 지도학습과 자율학습이 가장 널리 쓰이고 있다(Hackeling, 2018).

지도학습(Supervised Learning)은 예측을 목표로 하는 기법으로, 레이블[17]이 붙어있는 입력과 출력 쌍을 사용하여, 학습한 것을 바탕으로 입력 대비 출력을 예측하는 프로그램이다. 이는 곧 프로그램이 '정답' 예시를 통해 학습하는 것을 의미한다(Hackeling, 2018). 예를 들면, 사람이 사진 속에 사물

16) 〈a href="https://www.flaticon.com/kr/free-icons/4-" title="4 분 음표 나머지 아이콘 ">음표 나머지 아이콘 제작자: Freepik - Flaticon〈/a〉 의 아이콘 인용.

17) 레이블(label): 학습 데이터를 분석할 때, 미리 정해 놓은 분류 기준으로, 머신러닝에서 '목표값'이라 불린다.

을 ‘고양이’와 ‘강아지’라고 정의한 레이블로 ‘정답’을 컴퓨터에게 지도시킨 후, 지도한 학습에 맞게 컴퓨터가 새로운 정보를 구분하는 것이다.

자율학습(Unsupervised Learning)은 ‘비지도 학습’이라 불리며, 레이블 없이 컴퓨터를 학습시키는 방법이다. 자율학습은 훈련 과정에서 명시적인 정답이 있는 데이터를 이용하지 않기 때문에 데이터의 패턴을 발견하려고 하며, 유사한 패턴과 그룹별로 나누려는 성향을 지닌다. 예를 들면, 사람의 키와 몸무게의 데이터가 있을 때, 자율학습은 남녀 또는 노소로 그룹을 나눌 수 있을 것이고, 지도학습은 성별을 레이블로 주었을 때 키와 몸무게로 남녀를 구분하는 규칙을 찾을 수 있을 것이다(Hackeling, 2018).

지도학습과 자율학습 외에도 다양한 학습을 통해 머신러닝은 이미 우리 삶 속에서 밀접하게 연관되어 있다. 예를 들면, ‘알고리즘’은 고객에게 맞춤형 서비스를 제공한다. 대체적으로 검색 기록과 과거 사용자의 경험과 같은 데이터를 분석하여 소비자가 원하는 제품과 서비스를 제공하는 것이 특징이다. 유사한 예시로써는 마스크 판별, 자동 음성 인식 서비스, 자연어 처리, 음성과 텍스트의 변환 등 다양한 분야에서 살펴볼 수 있다.

음악에서 머신러닝의 활용은 작곡 프로그램인 ‘구글 마젠타 프로젝트(Magenta)’를 대표적 사례로 들 수 있다. 이는 인공지능 기술을 예술에 접목하여 작품을 만드는 프로젝트로써, 수천 개의 악기와 음으로 이루어진 데이터베이스를 활용해 음악을 작곡하는 것이다. 이와 비슷하게 ‘AWS’에서 개발한 작곡 기계학습 서비스 ‘DeepComposer’는 선호하는 장르로 작곡하도록 도와주는 음악 장르별 머신러닝을 활용하고, ‘험온(Hum on)’이라는 앱에서는 허밍으로 노래하면 자동으로 악보를 입력하고, 장르를 선택하면 어울리는 반주를 만들어주는 머신러닝의 기능을 활용한다.

이처럼 머신러닝을 활용한 프로그램은 학습자의 흥미를 이끌어 음악 활동에 활력을 주지만, 창작과 작곡 분야에 치우쳐 있다(신혜경, 2020). 또한, 선택에 의한 작곡 프로그램은 학습자에게 쉬운 방법만을 제기하여, 교육적인 측면이 다소 떨어질 수 있다. 따라서 머신러닝을 활용한 새로운 방향의 음악교육 에듀테크 활용 방안 연구가 필요하다.

3. 솔페이지 교수법

‘솔페이지(Solfege)’라는 용어는 11세기에 귀도 다레초(Guido d’ Arezzo, 991-1050)가 창안한 솔미제이션[18] 부르기 연습에서 시창·청음으로 음정, 음계, 선율을 공부하는 것이 본래 의미였다(서종우, 2008). 이는 시대에 따라 의미가 변화하는데, 성악 음악이 발달한 17세기에는 성악 교육 및 연습곡을 뜻하였고, 19세기의 음악원에서 솔페주 훈련은 음악이론, 독보법, 청음, 기보와 대위법의 학습까지 이르는 음악의 기초 교육 자체를 의미했다. 오늘날 솔페이지, 솔페즈, 솔페지오(Solfeggio)는 청음, 시창, 악전 등을 포함하는 음악의 종합적인 기초 교육을 의미하며, 넓게는 그 능력을 기르는 교과과정까지 포함한다(서종우, 2008).[19]

솔페이지 교수법은 세계적인 음악교육가로 알려진 에밀 자크 달크로즈(Emile Jaques-Dalcroze, 1865-1950)와 졸탄 코다이(Kodály Zoltán, 1882-1967)에게서 찾을 수 있다. 달크로즈는 학생들의 솔페이지 능력 향상을 위해 여러 솔페이지 교재[20]에 초견, 청음, 악전, 연주, 창작 교육의 효과적인 운영 방법을 담았다. 예를 들어, [그림 6]과 같이 팔을 8단계로 분할하여 음높이를 표현하고 손을 비스듬히 하여 반음까지 시각적으로 파악할 수 있게 하는 신체와 결합한 시창 교수법과 절대음감을 길러주는 고정도법, 하나의 악보를 여러 형태로 바꾸어서 불러서 표현력을 기르는 수업 등이 있다. 이는 학습자가 정확한 음정으로 노래하고, 구별하여 듣고, 음악을 이해하는 것을 도와주며, 이를 바탕으로 창작까지 가능하게 한다. 또한, 각 음들의 상호관계와 성질을 몸의 움직임으로 경험하게 하여 내청능력(inner

---

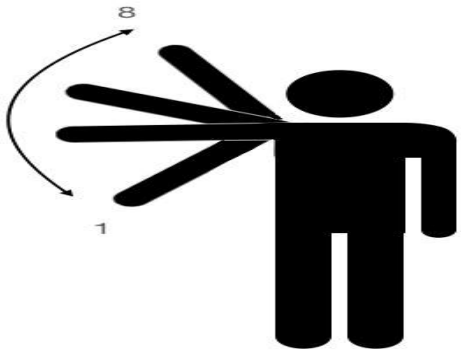
18) 솔미제이션(solmization): 현재 쓰고 있는 계명창(Do, re, mi, fa, sol, la, si)의 근원으로 파악되는 중세에 쓰인 귀도 다레초의 여섯 개의 음절 ut, re, mi, fa, sol, la에 근거한 계명창을 의미하며, 후에 현재 계명창의 ‘si’인 ti가 추가되었다(서종우, 2008).

19) 본 연구에서는 용어의 혼용을 막기 위해 솔페이지, 솔페즈, 솔페지오 중 ‘솔페이지’로 통일하여 서술한다.

20) 달크로즈의 대표적인 책으로는 ‘Le Rythme’, ‘la Musique et Education(1920)’, ‘Eurhythmics’, ‘Art and Education(1930)’이 있고 그는 유리드믹스와 솔페즈 학습을 위해 1000곡 이상의 노래와 기악곡을 작곡하였다(한국달크로즈연구소).

hearing)[21]을 키워주고, 학습자는 이런 활동을 통해 음악을 온몸으로 느끼고 표현할 수 있다(이유남, 김동규, 2014).

[그림 6] 팔의 위치로 음고를 표현하는 솔페이지 교수법



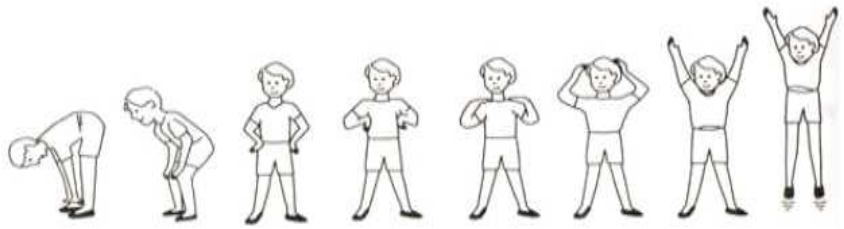
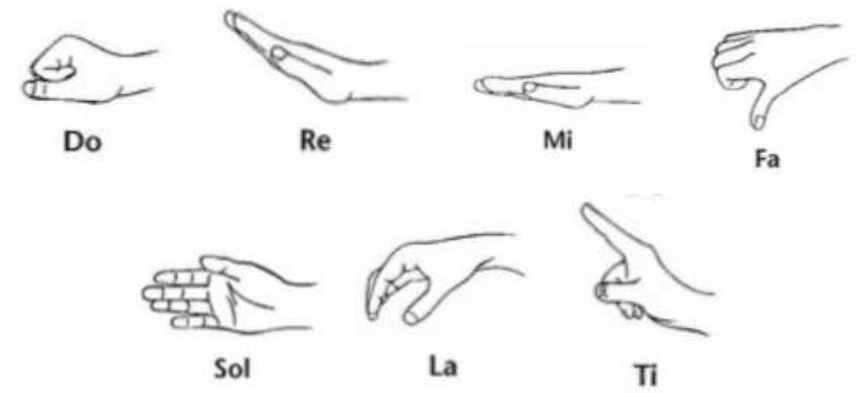
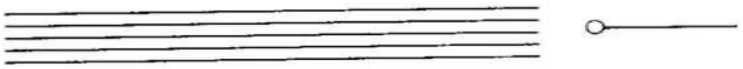
코다이의 솔페이지는 다양한 훈련을 통해 종합적인 기초 교육을 향상시키는 것을 목표로 하며, 노래를 통해 음악의 기초를 배우는 것이 특징이다. 그는 솔페이지 교육을 통한 독보력 신장과 함께 어떤 음악이라도 이해하고 표현할 수 있도록 기초적인 음감 형성에 교육의 중점을 두었다(서종우, 2008). 특히, 코다이는 음악을 자연스럽게 듣고, 쓰고, 즐기며 배우는 체계적인 교육의 효과성을 강조했다. 코다이 솔페이지 교수법의 예시로는 〈표 4〉[22]와 같이 '신체기호', '손기호', '손가락 기호', '나는 음표', '음계 사다리', '음기둥', '1선보', '2선보', '3선보', '4선보', '5선보' 등이 있으며, '말하기', '신체동작', '노래부르기', '노래부르며 게임하기' 등을 통해 리듬 감각을 기르고, '듣고 부르기'와 '악보 보고 부르기'로 가락 감각과 음악성을 개발하는 프로그램들이 있다(성임순, 2006; 서종우, 2008). 코다이는 음악교육을 통해 모든 사람이 음악을 읽고 쓸 수 있는 '음악적 문해력'의 성장을 강조하고, 이로써 음악성 계발과 창조성을 함양하는 것에서 나아가 인간적인 풍

21) 내청능력(inner hearing): 악보를 보고, 음악을 상상하고, 속으로 부를 수 있는 능력을 의미한다.

22) 조홍기. (2011). Useful Tools of Kodaly Method. *모드니 예술*, 5, 27-28. 의 그림을 인용함.

부한 삶을 영위할 수 있는 음악교육 문화를 재건해야 한다고 주장한다(양종모, 서종우, 2012). 그리고 이 바탕에는 음악 기초 교육인 솔페이지가 있다.

〈표 4〉 코다이 솔페이지 교수법 예시

코다이의 솔페이지	
신체기호	 Do (ankles), Re (Knees), Mi (waist), Fa (armpits), Sol (shoulders), La (head), Ti (stretchingarms), Do (Jumping)
손기호23)	
음계단과 음기둥	
나는 음표	

오늘날 음악 수업은 전통적 음악교육에서 강조하던 기초 교육보다는 다양한 음악적 체험을 하는 것에 치중되어 있다. 이에 대해 최은아(2017)는 기초 교육을 소홀히 하는 현상에 대해 “기본적으로 체계적 학습과 즐거운 음악 경험에 대한 이분법적 사고에서 비롯된다고 할 수 있다. 일반적으로 학교 음악 수업을 통해 음악 개념이나 상징기호를 배우는 것은 음악적 활동과 이를 통해 느끼는 즐거움에 비해 필수적이지 않다는 생각 또는 음악적 활동과 분리되어 있어 즐거움을 반감시키게 된다는 생각 등이 널리 퍼져 있는 것이다.”라고 비판한다.

하지만 학교 현장에서는 학습자의 사전지식이나 음악적 소양이 달라 체계적인 학습과 각 학생의 맞춤형 교육이 힘든 실정이다. 따라서 학습자의 상황에 따라 음악 기초 교육을 돕는 방안이 필요하다.

---

23) Concordia University, Nebraska(2016). Kodaly Hand Signs #3. Retrieved from https://wp.cune.edu/cassandramcmahan/class-handouts/kodaly-hand-signs-3/attachment/1377864477/

Ⅲ. 솔페이지 교수법을 적용한 에듀테크 모델 설계

1. 설계 방향

(1) 설계 기본 방향

본 연구는 머신러닝과 솔페이지를 접목하여 음악 기초 학습 훈련을 돕는 에듀테크 모델을 설계하고 개발하고자 한다. 이 모델의 이름을 '솔페이지 에듀테크 모델'로 지칭하였으며, 설계 기본 방향은 다음과 같다.

첫째, 솔페이지 에듀테크 모델을 통한 교육목표는 학습자로 하여금 주도적 학습을 할 수 있도록 음악 기초 능력을 향상시키는 것이다.

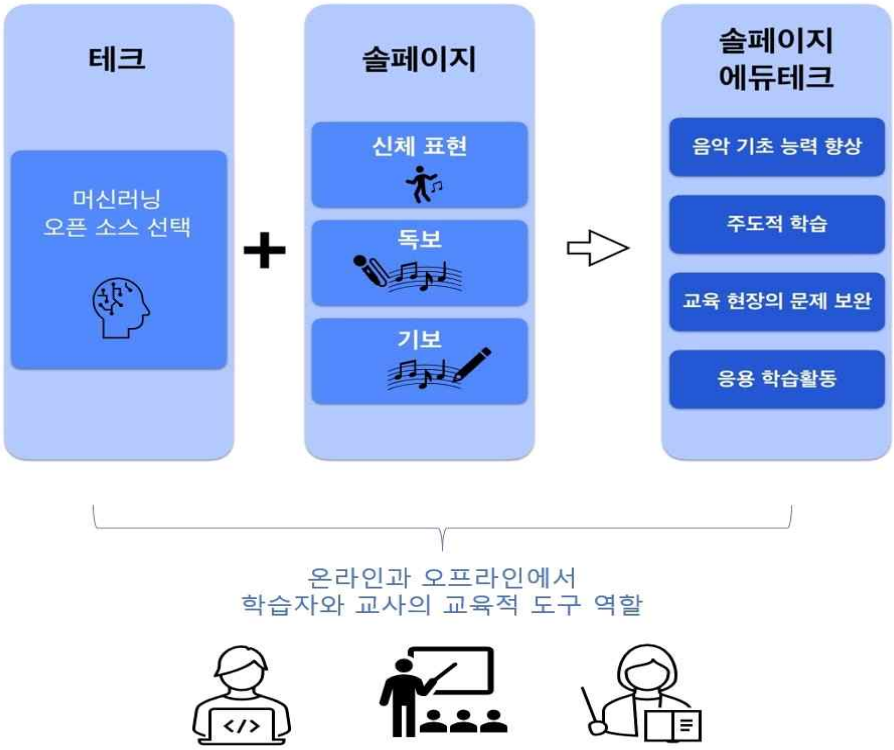
둘째, 오픈소스로 제공된 머신러닝 툴을 사용하여 누구나 접근을 용이하게 하고, 교수자와 학습자 모두 솔페이지 에듀테크 모델을 활용할 수 있도록 고안한다.

셋째, 기존의 솔페이지 교수법에서 강조해온 '신체 표현'을 통한 음감 형성, '독보', '기보'와 같은 음악 기초 학습을 온라인이나 오프라인의 환경에서 무방하게 훈련할 수 있도록 설계한다.

넷째, 학습자의 수준별 차이로 인한 학교 수업의 문제점, 현직 교사들의 과도한 업무량, 교사의 역량 부족 등 실제 교육 현장의 어려움을 고려하여 학습의 보조적 도구로써 활용할 수 있도록 설계한다.

다섯째, 본 연구 모델이 기초 학습뿐만 아니라 창의적으로 활용되고, SW 수업(소프트웨어 수업), 융합 수업, 동아리 활동 등 다방면의 수업에서 교수·학습 방안으로 응용할 수 있도록 설계한다.

[그림 7] 설계 기본 방향



(2) 학습 활동 내용

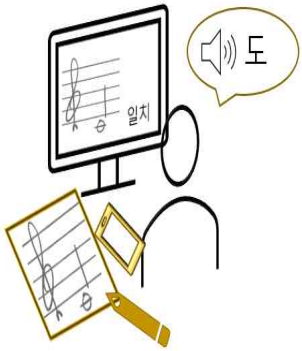
연구의 모델은 ‘음정’ 학습에 중점을 두었으며, 음의 높낮이를 구분하는 학습과 악보를 읽고 쓰는 학습으로 내용을 선정하였다. 학습 활동은 〈표 5〉와 같이 세부적으로는 ‘신체 표현’, ‘독보’, ‘기보’ 활동으로 나뉜다.

음의 높낮이를 구분하는 학습에서 ‘신체 표현’ 활동은 음정과 몸의 동작을 함께 학습하여 음감을 익히는 활동이다. 솔페이지 에듀테크 모델은 학습 과정에서 학습자가 알맞은 음정을 부르면서 그에 맞는 동작을 시행하는지 실시간으로 판단하는 역할을 할 것이다. 따라서 학습자는 온몸으로 음정을 익히고, 음고에 대한 개념을 소리뿐만 아니라 공간적으로 느껴 음정 간의 상호관계를 자연스럽게 학습할 수 있다.

악보 읽기 쓰기 학습은 ‘독보’와 ‘기보’ 활동으로 나뉘며, 학습자가 ‘신체

표현’ 활동에서 훈련한 음정을 음표와 연관시키는 활동이다. 솔페이지 에듀테크 모델은 악보의 음정과 학습자가 부르는 음정의 일치 여부를 확인하는 역할을 하며, 이를 통해 학습자는 주어진 음표를 보고 올바른 음정을 부를 수 있고 자신이 원하는 음정을 음표로 표현할 수 있다.

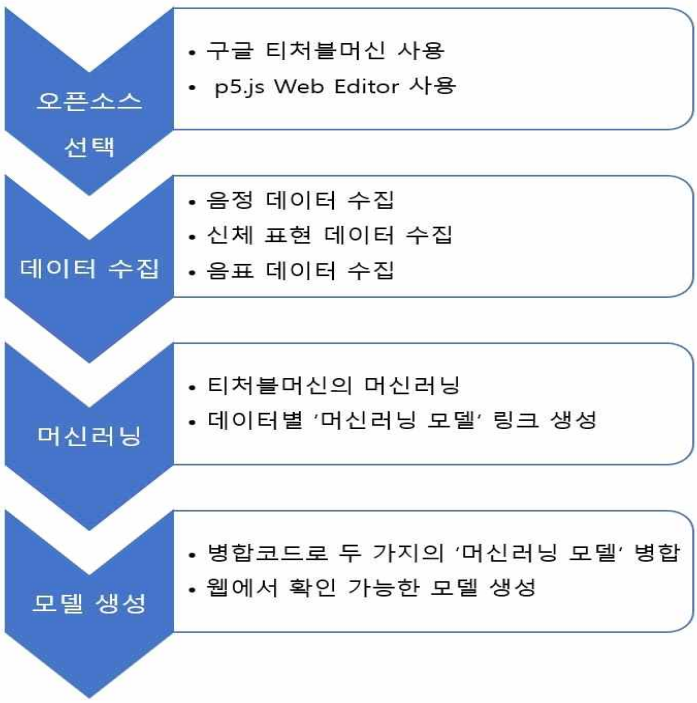
〈표 5〉 솔페이지 에듀테크 모델 학습 활동 내용

학습 활동 내용			
학습 내용	음의 높낮이 구분	악보 읽고 쓰기	
학습 활동	신체 표현	독보	기보
에듀테크 역할	 학습자가 부른 음정과 동작의 일치 여부 판단	 주어진 악보와 학습자가 부른 음정의 일치 여부 판단	 학습자가 그린 악보와 부른 음정의 일치 여부 판단
학습 기대 효과	신체 표현과 음정을 연관시킨 활동을 통해 음감을 익히고, 음고 및 음정 간의 상호관계를 알 수 있다.	음표를 보고 음정을 올바르게 부를 수 있다.	자신이 원하는 음정을 음표로 표현할 수 있다.

2. 에듀테크 모델 개발 과정

에듀테크 모델의 개발 과정 순서는 오픈소스를 선택하고 데이터를 수집한 후, 데이터를 머신러닝(기계학습)시켜 웹에서 실현 가능한 모델을 구현하는 과정이다.

[그림 8] 개발 과정 순서



(1) 오픈소스 선택

본 연구는 구글(Google)이 제공하는 머신러닝 프로그램인 티처블머신(Teachable Machine)[24]과 이와 호환이 가능한 p5.js Web Editor[25]로 오픈소스를 선택하여 에듀테크 모델을 설계했다.

24) https://teachablemachine.withgoogle.com/train
25) https://p5js.org/ko/

티처블머신은 현재 '소리 프로젝트(Audio Project)', '이미지 프로젝트(Image Project)', '포즈 프로젝트(Pose Project)'를 학습시키고 분류해주는 머신러닝 서비스를 제공하며, 웹에서 누구나 직관적으로 데이터를 입력할 수 있도록 고안되어 있다. 이는 필요한 종류의 데이터를 입력하면 미리 만들어진 신경망을 통해 입력된 데이터를 처리하여, 비개발자들도 쉽게 '인식 모델'을 생성할 수 있다는 장점이 있다. 즉, 티처블머신이라는 오픈소스 머신러닝 툴을 사용하면, 인공지능에 관한 전문 지식이 부족한 교수자 또는 학생들이 코딩에 대한 깊은 지식이 없더라도 에듀테크를 개발할 수 있다. 또한, 티처블머신은 여러 학습자와 교수자가 데이터 및 '머신러닝 모델'을 서로 공유할 수 있어 수업용 자료로 응용하기에 적합하다.

한편, p5.js Web Editor는 자바스크립트(JavaScript) 언어로 쓰여진 티처블머신에서 연동가능한 라이브러리[26]이다. 이는 티처블머신에서 학습된 머신러닝 모델을 웹을 통해 구현할 수 있기에 컴퓨터를 활용한 에듀테크 개발에 적합하다.

[그림 9]는 두 가지의 오픈소스를 활용한 에듀테크 모델의 모식도로써 두 오픈소스의 세부적인 활용 방법과 순서를 나타낸다. 모식도에서 오픈소스의 순서를 살펴보면, 솔페이지 에듀테크 모델은 티처블머신을 일차적으로 사용하여 필요한 데이터를 학습시키고, p5.js Web Editor를 결과물로써 사용한다.

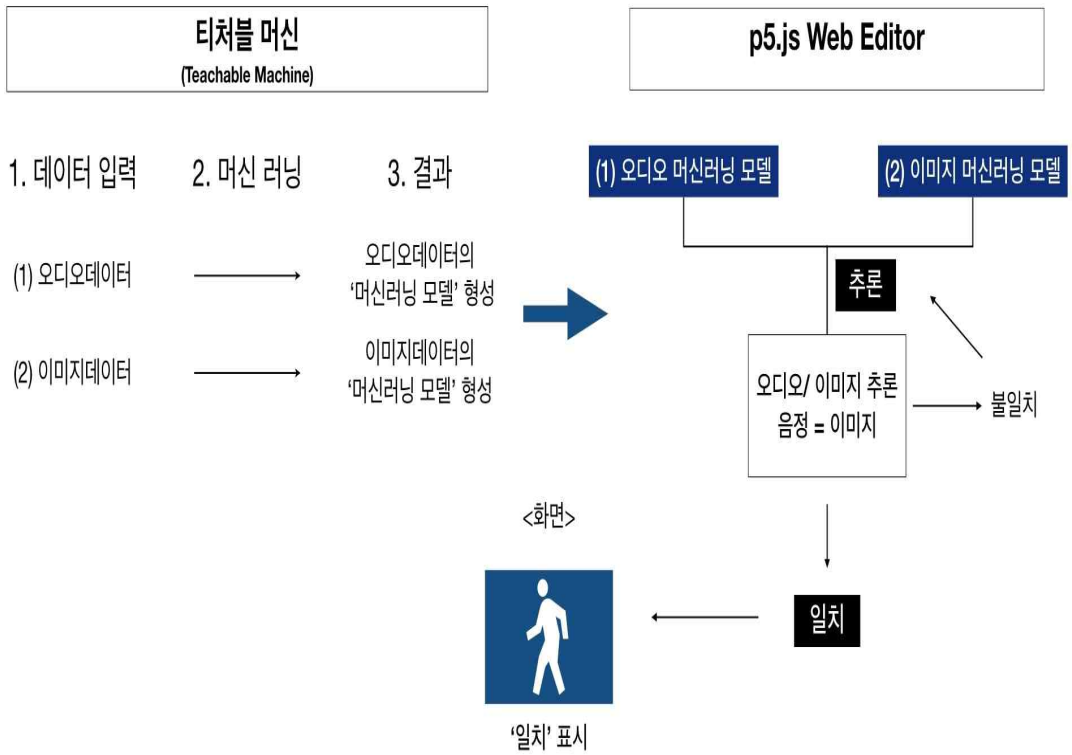
티처블머신은 세부적으로 '데이터 입력 → 머신러닝 → 결과'의 세 가지 과정을 지닌다. 우선, 데이터 입력에서 에듀테크 모델의 개발에 필요한 데이터를 입력시킨다. 그다음, 티처블머신이 가진 머신러닝 기능으로 입력한 데이터를 머신러닝(기계학습) 시킨다. 이를 데이터별로 반복한다면 각 데이터에 대한 '머신러닝 모델'을 추출할 수 있다. 두 번째 오픈소스인 p5.js Web Editor는 앞서 추출한 '머신러닝 모델'들을 병합하여 성질이 다른 데이터끼리 일치 여부를 추론하고 판단하는 모델을 형성하며, 판단의 결과를

26) 라이브러리 : 데이터의 라이브러리를 의미하는 것으로, 자주 사용되거나 기본적인 코드를 모아놓아 필요한 프로그래밍을 쉽게 수행할 수 있도록 돕는 프로그램이다.

화면에 표시한다.

예를 들어, ‘신체 표현’ 활동에서 두 오픈소스를 활용하여 음정과 동작의 상응 여부를 판단하는 에듀테크 모델을 만들고자 할 때, 필요한 데이터는 오디오데이터와 이미지데이터가 될 것이다. 위의 과정을 적용해보면, 우선 티처블머신에서 음정을 가진 오디오데이터를 입력하고, 머신러닝 과정을 거쳐 음정을 부르면 어떤 음정인지 분류해주는 오디오데이터의 ‘머신러닝 모델’을 만든다. 이를 이미지데이터로 한 번 더 반복하여, 음정에 맞게 ‘신체 표현’을 분류해주는 이미지데이터의 ‘머신러닝 모델’을 만든다. 이후, p5.js Web Editor에서 두 ‘머신러닝 모델’들을 결합하여 같은 음정으로 분류되는 ‘음정’과 ‘신체 표현’의 상응 여부를 추론하고 일치 또는 불일치를 판단하는 솔페이지 에듀테크 모델을 만든다. 이는 학습자가 음정을 부르면서 동작을 취할 때, 웹의 화면으로 음정과 동작의 일치 여부를 보여준다.

[그림 9] 오픈소스를 활용한 에듀테크 모델 모식도



(2) 데이터 수집

세 가지의 학습 활동은 공통으로 음정을 지닌 오디오데이터가 필요하며, 이미지데이터는 활동 특성에 따라 세부 내용이 나뉜다.

〈표 6〉 각 학습 활동별 필요 데이터

학습 활동 / 데이터 종류	음의 높낮이 구분	악보 읽고 쓰기	
	신체 표현	독보	기보
오디오데이터	음정		
이미지데이터	신체 표현	음표	
데이터의 활용	음정과 동작의 일치 여부	음정과 주어진 음표의 일치 여부	음정과 그린 음표의 일치 여부

① 음정 오디오데이터

솔페이지 에듀테크 모델 개발의 필요한 오디오데이터는 ‘신체 표현’ 활동의 동작과 ‘독보’ 및 ‘기보’ 활동의 음표와 일치하는 음정으로, 이 연구에서 음정은 일반적으로 조율된 피아노 건반 소리를 기준으로 다장조 음계의 ‘도’, ‘미’, ‘솔’ 세 가지 음으로 설정하였다. 여러 음정 중 ‘도’, ‘미’, ‘솔’을 선정한 이유는 3도 이상의 음정을 사용하여 오디오데이터에서 음높이의 구분을 더 확실히 하고자 하였고, 이후 이미지데이터의 분류에서도 ‘신체 표현’의 동작과 오선보 위 음표의 위치에 차이를 두고자 했다. 각 음정은 남녀노소의 목소리 높낮이가 다양한 점을 고려하여, 다시 연령대와 성별로 나누어 데이터를 모았으며, 〈표 7〉에서 이를 확인할 수 있다.

〈표 7〉 수집된 데이터의 연령대 및 성별

연령대 \ 성별	남	여	인원(명)
10대 미만	1	2	3
10대 (10세 – 19세)	2	3	5
20대 (20세 – 29세)	3	2	5
30대 (30세 – 39세)	3	2	5
40대 (40세 – 49세)	1	1	2
50대 (50세 – 59세)	1	2	3
60대 이상	1	1	2
합계(명)	12	13	25

데이터 수집 시 주의할 점은 머신러닝의 데이터 학습에 알맞는 데이터를 모아야 하는 것이다. 머신러닝은 입력하는 데이터를 기반으로 스스로 학습하여 판단의 기준을 적용하기에 확실한 기준점을 만들어주는 것과 동시에 학습자의 여러 오류 상황까지 고려해야 한다.

이러한 이유로 오디오데이터를 선별할 때는 ‘도’, ‘미’, ‘솔’이란 계이름으로 각 음정을 부르는 데이터뿐만 아니라, 각 음정을 다양한 음절로 부른 데이터까지 모아야 한다. 단순히 알맞은 계이름 음절로 부르는 음정 데이터 세트들만 입력하게 된다면, 인공지능이 음의 높낮이로 음정을 분류하는 기준을 정하기보다 ‘도’, ‘미’, ‘솔’이라는 각 음절의 발음으로 데이터를 판별할 수 있다. 그러므로 데이터 판별 기준의 오차를 줄이고 음고를 기준으로 오디오를 분류하도록, 각 음정에서 ‘아, 에, 이, 오, 우’와 같이 다양한 발음을 가진 데이터를 수집해야 한다.

이 연구에서 솔페이지 에듀테크 모델은 머신러닝의 판별 기준을 고려하여, 하나의 음정에 여러 가지 발음을 염두에 두고 데이터를 모으도록 주의하였다. 또한, 전자 피아노의 음정과 유투브(Youtube)에 있는 다양한 악기의 음정, ‘Free Sound[27]’에 업로드된 음정 등 다양한 ‘도’, ‘미’, ‘솔’ 음을 가진 오디오데이터를 추출하고 추가하였다. 이로써 설계에 사용된 오디오데

27) https://freesound.org/

이터 세트는 ‘도’는 106개, ‘미’는 147개, ‘솔’은 133개이다.

② 신체 표현 이미지데이터

이미지데이터는 ‘신체 표현’ 활동의 동작을 촬영한 이미지데이터와 ‘독보’ 및 ‘기보’ 활동에 활용되는 음표 이미지데이터가 필요하다. ‘신체 표현’ 이미지데이터는 오디오데이터와 상응하는 ‘도’, ‘미’, ‘솔’의 동작으로, 코다이 손기호의 ‘도’, ‘미’, ‘솔’ 동작을 차용하였다. 각 동작은 앞서 제시된 오디오데이터처럼 다양성을 확보하고, 머신러닝의 동작에 대한 학습률을 높이기 위해 〈표 7〉의 연령대와 성별로 데이터를 수집하였다. 나아가 세부적으로는 머신러닝의 인식률을 높이고자 학습자의 다양한 신체적 조건, 주변 환경 상황, 카메라 각도 등을 고려하여 〈표 8〉과 같이 ‘기본 자세’, ‘선 자세’, ‘손 모양’ 등 다각 면과 다양한 위치에서 데이터를 촬영했다. 결과적으로, 본 논문에 사용된 ‘신체 표현’ 이미지데이터는 음정별로 ‘도’는 142개, ‘미’는 126개, ‘솔’은 114개이다.

〈표 8〉 '신체 표현' 이미지데이터 예시

	기본자세	선 자세	손 모양	다각도에서 바라본 자세의 예시
도				
미				
솔				

③ 음표 이미지데이터

두 종류의 이미지데이터 중 음표 이미지데이터는 상기한 음정 오디오데이터 및 ‘신체 표현’ 이미지데이터와 상응하는 악보의 높은 음자리표에서 가온 도(C4)를 기준으로 다장조 음계의 ‘도’, ‘미’, ‘솔’의 음표를 수집하였다.

‘독보’ 활동은 학습자가 부른 음정과 카메라에 비춘 악보의 음정이 일치하는지 확인하는 활동이기에, 학습자에게 주어지는 악보에 따라 머신러닝의 인식률이 달라질 수 있다. 예컨대, 음표가 많거나 악보가 너무 작다면, 학습자가 하나의 음표만 카메라의 렌즈에 잡기 어려울 수 있다. 또는, 특이한 형태의 악보를 읽는 상황을 참작한다면, 머신러닝의 분류 기준 오차가 커질 수 있다. 이러한 이유로 ‘독보’ 활동 시 활동지를 사용하도록 하였으며, 리듬 형태보다는 음정 학습임을 감안하여, 머신러닝의 분류 기준이 음가에 영향을 받지 않도록 다양한 리듬 형태의 음표 이미지데이터를 활동지에 넣었다. 또한, 활동지를 활용하더라도 학습자가 활동지의 음표를 다양한 각도로 비출 수 있다는 상황을 고려하여 각 음표를 다양한 각도에서 촬영한 이미지를 모았다.

‘기보’ 활동은 학습자가 자신이 그린 악보가 부르는 음정과 일치하는지 확인하는 활동이다. 음표 이미지데이터 수집 시 주의할 점은 학습자마다 다양한 음표의 크기와 모양을 그릴 수 있기에, 여러 경우의 음표 모양을 가정해야 하는 것이다. 이에 학습자의 다채로운 필기 형태에서 음표의 크기를 맞추고, 음표 위치의 오류를 줄일 수 있는 방법 중 하나로 기보용 활동지를 제공하였고, 〈표 7〉의 다양한 사람들이 기보한 악보를 데이터화 시켰다.

‘독보’ 활동과 ‘기보’ 활동의 모든 음표는 하나의 음표 데이터 세트로 수집되며, 수집된 음표 이미지데이터는 음정별로 ‘도’는 234개, ‘미’는 206개, ‘솔’은 212개이다. 활동지 및 음표 이미지데이터의 예시는 다음과 같다.

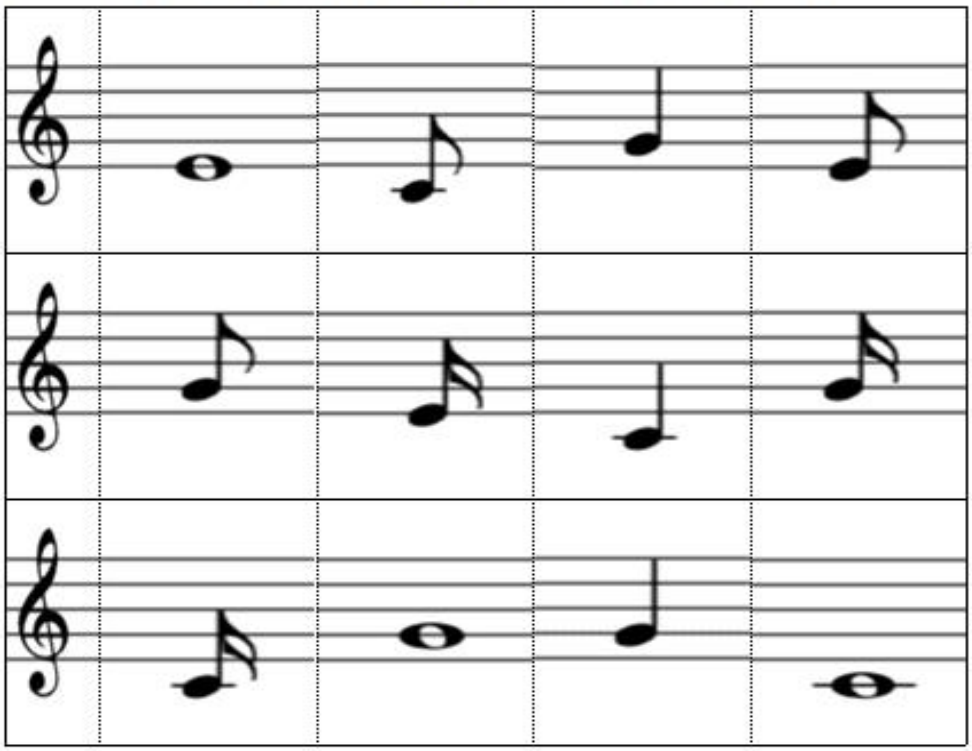
[그림 10] ‘독보’ 학습 활동지

1

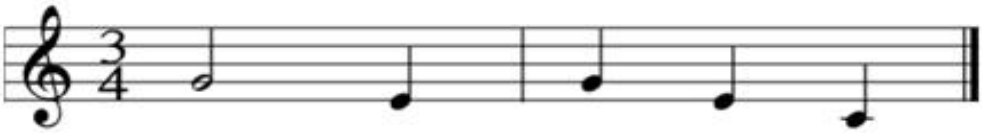
< ‘독보’ 학습 활동지 >

(　　)반　이름 : (　　)

1. 주어진 음표를 하나씩 카메라로 비추면서, 알맞은 음정으로 불러보아요.



2. 다음 악보를 부르면서 확인해보아요. (하나씩 카메라로 비춰주세요.)



1

[그림 11] ‘기보’ 학습 활동지

2

< ‘기보’ 학습 활동지 >

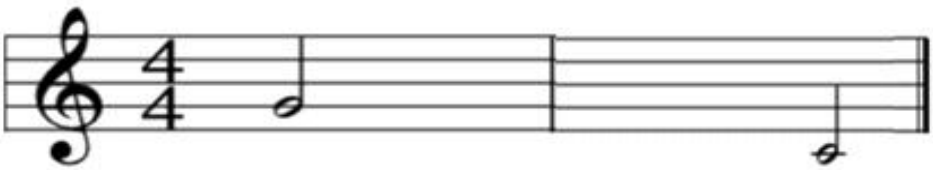
(　　)반　이름 : (　　)

1. 빈칸에 원하는 음정을 채우고 음표를 그린 후, 카메라로 비추며 불러보아요.

	도	(　　)	솔	미
	(　　)	도	(　　)	솔
	도	(　　)	미	(　　)

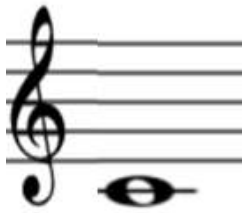
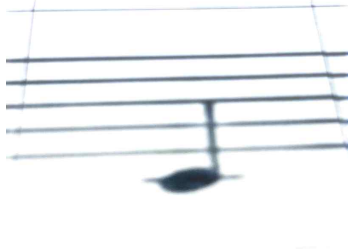
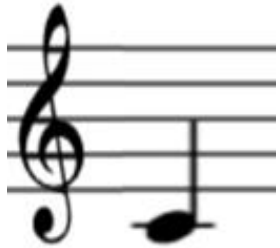
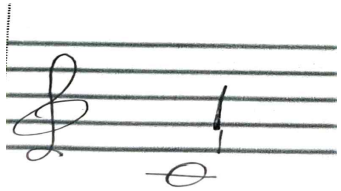
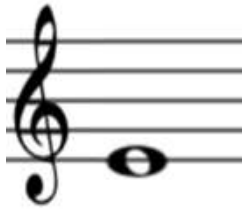
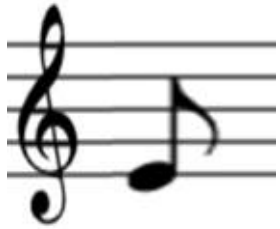
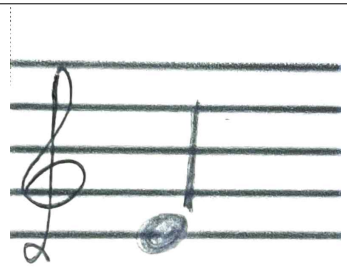
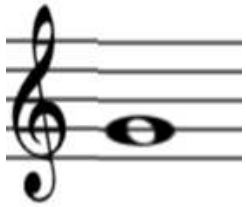
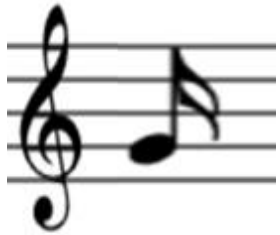
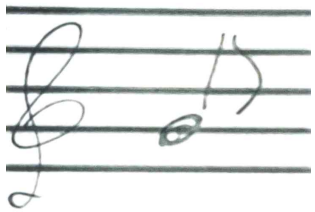
2. 박자에 알맞게 악보를 그린 후, 노래하면서 음정을 확인해보아요.

(하나씩 카메라로 비출 수 있게 그려주세요.)



2

〈표 9〉 음표 이미지데이터 예시

	기본 음표	다양한 각도의 음표	다양한 리듬의 음표	다양한 기보의 음표
도				
미				
솔				

(3) 머신러닝

머신러닝 단계는 티처블머신에 수집된 데이터를 입력하여, 인공지능이 데이터를 스스로 학습하고 패턴과 특성을 발견해내는 기계학습 과정을 의미한다.

지도학습으로 이루어진 티처블머신의 학습에는 레이블의 입력이 필요하며, 본 연구 모델에는 수집된 데이터의 공통된 레이블이자 분류 기준이 되는 '도', '미', '솔'의 음이름을 붙여준다. 솔페이지 에듀테크 모델의 '신체 표현' 활동은 음정과 신체 동작의 일치 여부를, '독보'와 '기보' 활동은 부르는 음정과 악보의 일치 여부를 판단하는 것이기에 각 데이터의 레이블 이름이 반드시 같아야만 한다. 따라서 '도', '미', '솔'이라는 공통된 레이블을 class 항목에 음정별로 입력시키고, 그에 알맞은 오디오데이터 또는 이미지데이터를 넣는다. 이후, '모델 학습시키기'라는 버튼을 누르면 손쉽게 기계학습이 되는 것을 알 수 있다. 이 과정을 각 데이터마다 진행하면 데이터별 '머신러닝 모델'이 생성되며, 완성된 모델은 바로 오른쪽 화면에서 '미리보기'를 통해 실행해 볼 수 있다.

[그림 12] 레이블 지정 및 머신러닝 과정 예시

(4) 모델 생성

모델 생성은 머신러닝 단계에서 추출한 '도', '미', '솔'을 분류하는 '음정 머신러닝 모델', '신체 표현 머신러닝 모델', '음표 머신러닝 모델'의 링크를 개별적으로 다운로드하고, 필요한 두 가지 링크를 p5.js Web Editor 데모 사이트에서 병합하여 하나의 솔페이지 에듀테크 모델로 만드는 과정이다. '머신러닝 모델' 링크를 병합 코드에 넣는 방법은 〈표 10〉과 같으며, 이는 '신체 표현' 활동, '독보' 활동, '기보' 활동에서 필요한 데이터에 따라 ④번의 단계를 변경하면 된다.

〈표 10〉 모델 생성 과정

모델 생성 과정	
① 순서 1	데이터별 '머신러닝 모델' 링크 생성
② 순서 2	p5.js Web Editor 열기
③ 순서 3	병합 코드 붙여넣기
④ 순서 4	활동에 맞춰 데이터 '머신러닝 모델' 링크 교체하기
⑤ 순서 5	재생하기

① 순서 1. 데이터별 '머신러닝 모델' 링크 생성

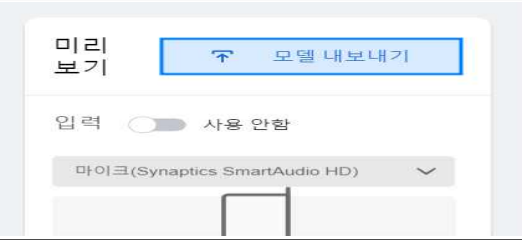
티처블머신에서 수집한 음정 데이터, 신체 표현 데이터, 음표 데이터들을 각각 머신러닝시킨 후, '내보내기' 기능으로 데이터별 '머신러닝 모델' 링크를 생성하고, 저장한다.

아래 〈표 11〉의 '순서 1'의 세부 과정에서 볼 수 있듯이 머신러닝 이후 오른쪽 실행 화면 위에 미리보기의 모델 내보내기(㉠)를 누르면 ㉡의 화면으로 이동한다. ㉡의 과정에서 'Tensorflow.js'를 선택한 후 '모델 업로드'를 클릭하면, 공유가 가능한 데이터 '머신러닝 모델' 링크를 복사할 수 있다.

이 연구에서는 솔페이지 에듀테크 모델을 만들기 위한 ‘음정 머신러닝 모델’, ‘신체 표현 머신러닝 모델’, 독보와 기보의 ‘음표 머신러닝 모델’의 총 3가지 ‘머신러닝 모델’ 링크를 생성하였다.

만일, 위의 순서를 진행한 이후에 ‘머신러닝 모델’에 추가적인 데이터의 입력이 필요하게 되면, 머신러닝 단계와 모델 생성 단계의 ‘순서 1’을 반복하여 데이터를 새로 학습한 ‘머신러닝 모델’ 링크를 만들어야 한다.

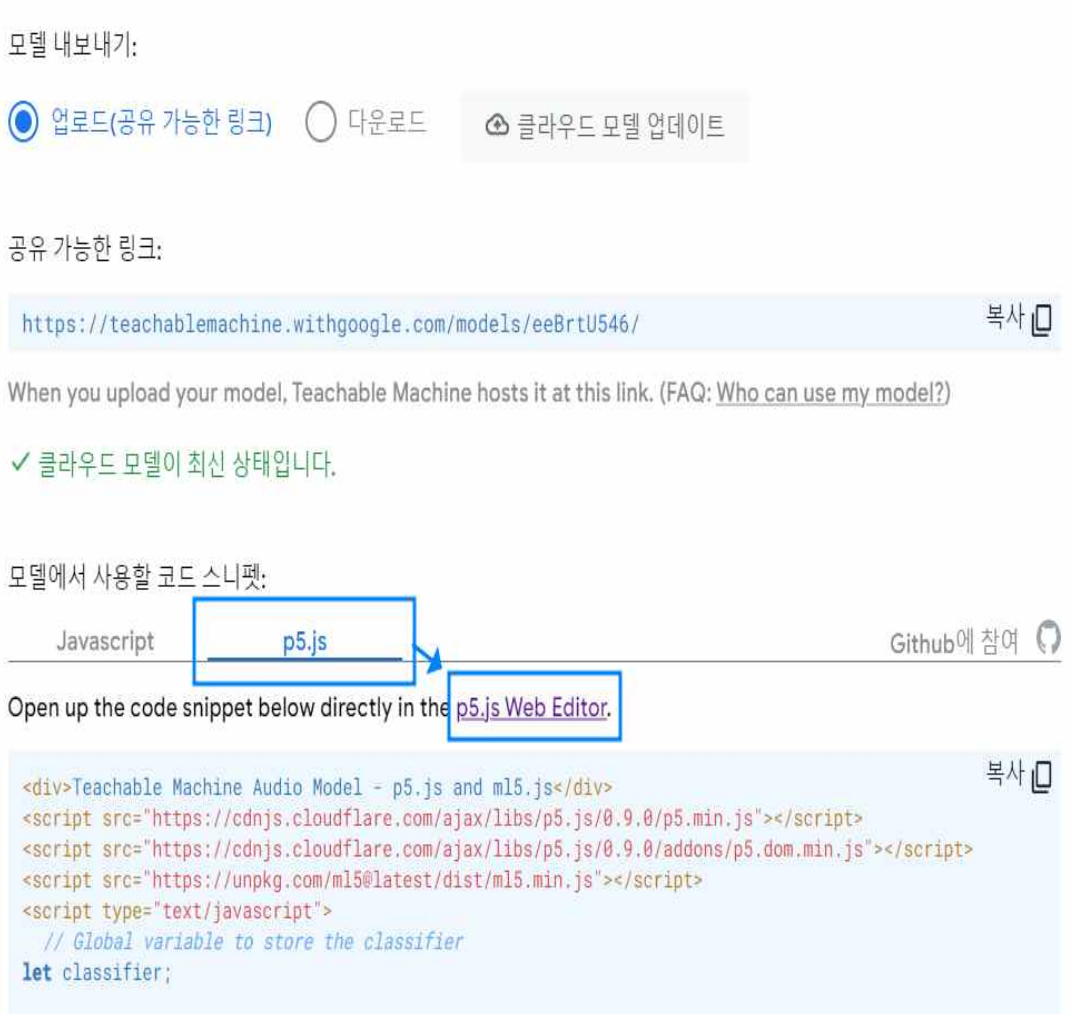
〈표 11〉 ‘머신러닝 모델’ 생성 과정 예시

	‘머신러닝 모델’ 생성 과정
㉠	
㉡	
㉢	

② 순서 2. p5.js Web Editor 열기

임의의 한가지 '머신러닝 모델'에서 p5.js Web Editor 데모 사이트를 클릭하는 과정이다. [그림 13]과 같이 '모델에서 사용할 코드 스니펫[28]' 목록의 'p5.js'를 선택하고 그 아래에 있는 'p5.js Web Editor'을 클릭하여 'p5.js'의 웹사이트로 이동하는 과정이다. 이 과정을 거치지 않고 'p5.js'의 웹사이트[29]로 바로 연결하여도 무관하다.

[그림 13] p5.js Web Editor로 이동하는 과정 예시



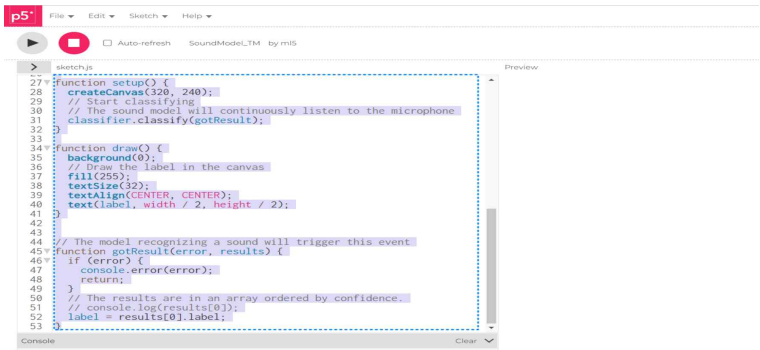
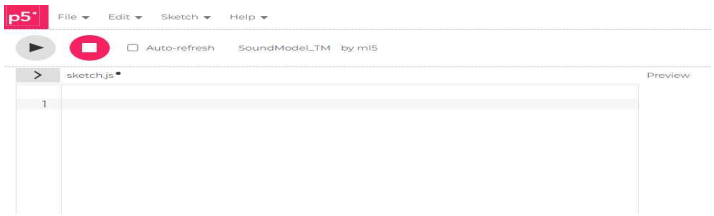
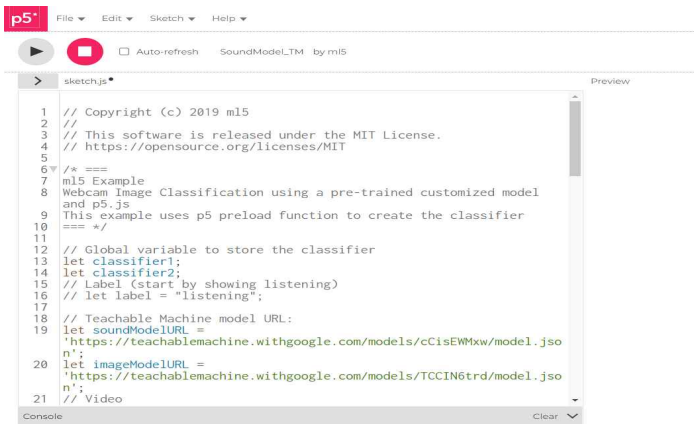
28) 코드 스니펫(Code Snippet) : 프로그래밍 용어로 코드 조각이라는 의미를 갖는다. 코드 스니펫은 자동완성과 같은 기능을 하여 사용자의 수동 작업을 줄여준다.

29) https://editor.p5js.org/

③ 순서 3. 병합 코드 붙여넣기

p5.js Web Editor에 올라온 모든 코드를 지우고, 병합 코드[30]를 붙여넣는다.

〈표 12〉 코드 변경 과정

코드 변경 과정	
㉠ 기존 코드	
㉡ 삭제 ↓	
㉢ 병합 코드 삽입	

30) 본 논문의 부록과 〈표 13〉, 또는 아래의 공유 링크를 통해 병합 코드를 확인할 수 있다. https://gist.github.com/seunggyeong0721/ab8c0d76c237679d5bc9da605ffb0051

〈표 13〉 병합 코드(부록 참고)

병합 코드 (머신러닝 모델 링크 삽입 이전)

```
// Copyright (c) 2019 ml5
//
// This software is released under the MIT License.
// https://opensource.org/licenses/MIT

/* ===
ml5 Example
Webcam Image Classification using a pre-trained customized model and p5.js
This example uses p5 preload function to create the classifier
=== */

// Global variable to store the classifier
let classifier1;
let classifier2;
// Label (start by showing listening)
// let label = "listening";

// Teachable Machine model URL:
let soundModelURL = '교체할 사운드 모델 링크를 넣어주세요/model.json';
let imageModelURL = '교체할 이미지 모델 링크를 넣어주세요/model.json';
// Video
let video;
let flippedVideo;
let label1 = "";
let label2 = "";
// To store the classification

function preload() {
  // Load the model
  classifier1 = ml5.soundClassifier(soundModelURL);
  classifier2 = ml5.imageClassifier(imageModelURL);
}

function setup() {
  // createCanvas(320, 240);
  // Start classifying
  // The sound model will continuously listen to the microphone
  createCanvas(320, 260);
  // Create the video
  video = createCapture(VIDEO);
  video.size(320, 240);
  video.hide();

  flippedVideo = ml5.flipImage(video)
  // Start classifying
  classifyVideo();

  // Start classifying
  // The sound model will continuously listen to the microphone
  classifySound()
}

function draw() {
  background(0);
  image(flippedVideo, 0, 0);
  // Draw the label in the canvas
  if (label1 == label2){
    console.log('소리, 동작 일치 : ', label1, label2)
    // Draw the label
    fill(255);
    textSize(16);
    textAlign(CENTER);
    text('소리, 동작 일치 :' + label1 + '/' + label2, width / 2, height - 4);
  }
}

// Get a prediction for the current video frame
function classifyVideo() {
  flippedVideo = ml5.flipImage(video)
  classifier2.classify(flippedVideo, gotResult2);
}

function classifySound() {
  classifier1.classify(gotResult1);
}
// The model recognizing a image will trigger this event
function gotResult2(error, results) {
  if (error) {
    console.error(error);
    return;
  }
  // The results are in an array ordered by confidence.
  // console.log(results[0]);
  label1 = results[0].label;
  console.log('video', label1)
  classifyVideo();
}

// The model recognizing a sound will trigger this event
function gotResult1(error, results) {
  if (error) {
    console.error(error);
    return;
  }
  // The results are in an array ordered by confidence.
  // console.log(results[0]);
  label2 = results[0].label;
  console.log('sound', label2)
  //classifySound()
```

④ 순서 4. 활동에 맞춰 데이터 ‘머신러닝 모델’ 링크 교체하기

‘순서 1’에서 생성했던 데이터별 ‘머신러닝 모델’ 링크에서 필요한 데이터의 링크를 병합 코드의 19번째 줄에 있는 ‘사운드모델 링크 부분(soundModelURL)’과 20번째 줄에 있는 ‘이미지모델 링크 부분(imageModelURL)’의 부등호(=) 뒤에 입력한다.

예를 들어, ‘신체 표현’ 활동의 솔페이지 에듀테크 모델을 만들 때, [그림 14]와 같이 ‘음정 머신러닝 모델’ 링크를 ‘soundModelURL’의 부등호 부분인 파란 점선에 삽입하고, ‘신체 표현 머신러닝 모델’ 링크를 ‘imageModelURL’의 초록 점선에 기입한다. 이 때, 주의할 점은 각 링크를 따옴표(‘’) 사이에 위치시키고, 끝에 ‘model.json’을 넣어야 한다. 결과적으로, ‘https://입력한 링크/model.json’;의 모습이 되어야 하며, 링크 전체를 묶어주는 작은 따옴표(’), 리소스(model.json), 마지막 세미클론(;)의 형태를 잃지 않도록 주의한다.

위와 같은 방법으로 ‘독보’ 활동과 ‘기보’ 활동도 ‘imageModelURL’을 ‘음표 머신러닝 모델’ 링크로 교체해주면 된다.

[그림 14] 교체할 링크 부분

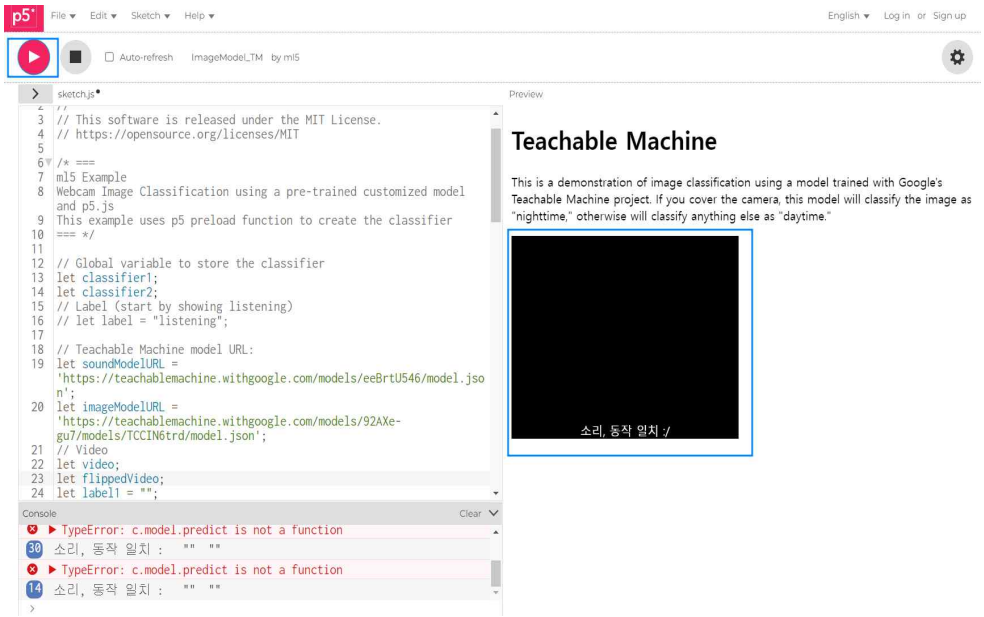
```
17
18 // Teachable Machine model URL:
19 let soundModelURL = 'https://teachablemachine.withgoogle.com/models/cCisEWMxw/model.jso
   n';
20 let imageModelURL = 'https://teachablemachine.withgoogle.com/models/TCCIN6trd/model.jso
   n';
21 // Video
```

⑤ 순서 5. 재생하기

하나의 코드로 병합된 두 데이터의 상응 여부를 판단하는 솔페이지 에듀테크 모델을 p5.js Web Editor 화면의 왼쪽 상단에 위치한 재생 버튼을 눌러 재생한다. 화면을 반으로 나누어 보았을 때, 오른쪽에는 카메라의 인식

창이 뜨고 왼쪽 코드 아래 ‘Console’에서는 실시간 진행 상황을 볼 수 있다. 재생 시에는, 설계 과정에서 언급하였듯이 카메라와 마이크의 설정이 사용하고 있는 카메라 또는 오디오 장치와 알맞게 연결되어 있는지, 또는 ‘on’으로 켜져 있는지 확인해야 한다.

[그림 15] ‘재생하기’ 예시



지금까지 언급해온 순서를 종합해보면, 에듀테크 모델 개발 과정은 결합 코드에 데이터 수집으로 만든 ‘머신러닝 모델’ 링크를 삽입하는 방법으로 요약할 수 있으며, 교수자와 학습자 모두 위와 같은 과정으로 어렵지 않게 웹을 활용한 자신만의 솔페이지 에듀테크 모델을 개발할 수 있다.

Ⅳ. 솔페이지 에듀테크 모델의 구현

본 연구에서 제시한 솔페이지 에듀테크 모델의 학습 활동은 ‘신체 표현’, ‘기보’, ‘독보’ 활동으로 나눌 수 있으며, 각 활동은 p5.js Web Editor에서 두 가지 ‘머신러닝 모델’을 결합하여 구현한다. ‘신체 표현’ 활동은 ‘Sound model’ 링크에 ‘음정 머신러닝 모델’ 링크를 넣고, ‘Image model’ 링크에 ‘신체 표현 머신러닝 모델’ 링크를 넣어 결합하며, ‘기보’와 ‘독보’ 활동은 ‘음정 머신러닝 모델’ 링크와 ‘음표 머신러닝 모델’ 링크를 넣어 구현한다. 구현에 사용한 코드는 GitHub Gist의 공유문서에서 확인할 수 있다.[31]

솔페이지 에듀테크 모델을 활용한 학습 활동은 실시간으로 학습자가 입력시킨 이미지와 오디오의 일치 여부를 판단하기 때문에 실시간 이미지와 오디오를 입력하는 장치가 필요하다. 실시간 이미지데이터를 입력하기 위해서는 카메라가 있는 컴퓨터 또는 노트북(랩탑)이 필요하며, 실시간 오디오데이터를 입력하기 위해서는 컴퓨터의 오디오 기능을 켜야 한다.[32] 만약 컴퓨터 기기에 내장된 카메라가 없을 시에는 웹캠[33]을 사용할 수 있다.

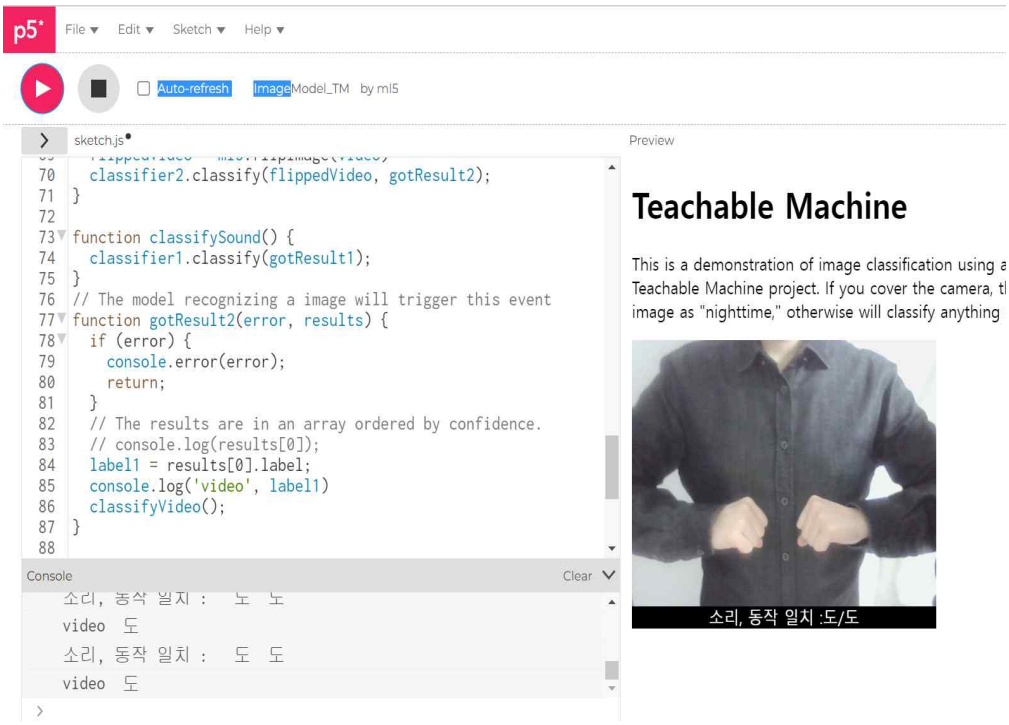
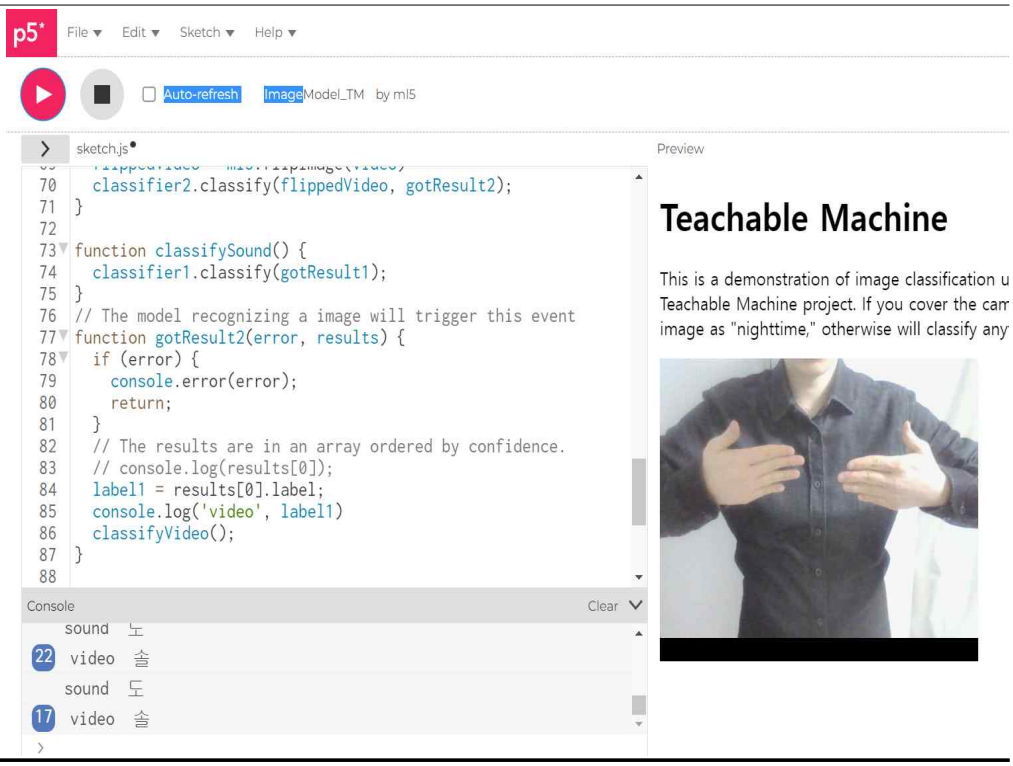
1. ‘신체 표현’ 활동의 구현

‘신체 표현’ 활동은 설계에서 수집한 106개의 ‘도’, 147개의 ‘미’, 133개의 ‘솔’ 음정의 오디오데이터를 가진 ‘음정 머신러닝 모델’ 링크와 142개의 ‘도’, 126개의 ‘미’, 114개의 ‘솔’ 음정의 동작 이미지데이터를 가진 ‘신체 표현 머신러닝 모델’ 링크를 p5.js Web Editor에서 병합시켜 구현하는 과정이다. ‘신체 표현’ 활동의 구현 모습은 〈표 14〉와 같다.

---

31) https://gist.github.com/seunggyeong0721/ab8c0d76c237679d5bc9da605ffb0051
32) 학습자가 부르는 음정을 보다 정확히 판단하기 위해 이어폰이나 헤드셋처럼 마이크가 내장된 오디오 입력 장치의 사용을 권한다.
33) 이 연구의 제4장에서 ‘기보’ 및 ‘독보’ 활동의 스마트폰 웹캠 사용을 참고할 수 있다.

〈표 14〉 ‘신체 표현’ 활동 구현 모습

‘신체 표현’ 활동 구현 모습	
일치	
불일치	

p5.js Web Editor에서 화면을 반으로 나누었을 때, 왼쪽 화면은 코드로 이루어져 있으며, 왼쪽 화면의 아래 콘솔(Console)에서는 실시간 이미지데이터의 입력과 오디오데이터의 입력 상황을 보여준다. 오른쪽 화면은 학습자가 컴퓨터에 내장된 카메라 또는 웹캠을 통해 실시간 동작을 입력하고, 동작에 알맞은 음정을 부르는 모습이다.

〈표 14〉의 첫 번째 사진은 학습자가 실현하는 두 가지의 새로운 실시간 입력데이터가 일치하는 경우를 보여주며, 학습자의 음정과 동작이 올바르나는 표시를 카메라 화면 아래에 '소리, 동작 일치 도/도'와 같이 나타낸다.

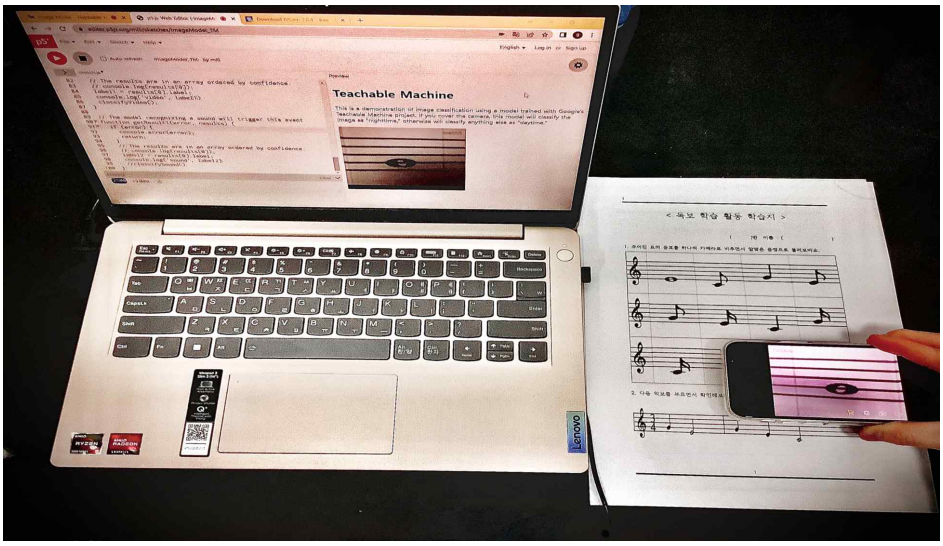
반면에, 학습자의 음정과 동작이 일치하지 않을 경우에는 콘솔에서 어떤 오류가 진행되고 있는지 확인할 수 있다. 〈표 14〉의 두 번째 사진은 음정과 신체 표현의 불일치 모습으로, 콘솔에서 'sound'는 '도'을 내지만 'video'는 '솔'을 입력시켰기 때문에 불일치하고 있다는 사실을 보여준다.

2. '독보' 및 '기보' 활동의 구현

'독보' 활동과 '기보' 활동은 같은 종류의 데이터를 공유하기에 병합시키는 두 가지의 '머신러닝 모델' 링크가 일치한다. 두 활동은 실시간으로 악보를 비추면서 음정을 부르고, 악보의 음표와 부른 음정의 일치 여부를 확인하는 활동이다. 따라서, 음표의 모습을 비출 수 있는 카메라와 음정을 입력할 수 있는 마이크[34]가 필요하다. '독보' 및 '기보' 활동은 컴퓨터의 내장된 카메라를 사용했던 '신체 표현' 활동과 달리, 내장 카메라로 악보를 확인하는 것에 한계가 있다고 판단되어 이동형 웹캠 또는 스마트폰의 웹캠 어플의 사용을 제안한다.

34) 신체 표현 학습 활동과 마찬가지로 보다 정확한 음정 데이터를 입력하고, 소음의 입력을 방지하기 위해 이어폰 또는 헤드셋의 사용을 권유한다.

[그림 16] 웹캠 어플을 사용한 ‘독보’ 활동의 모습

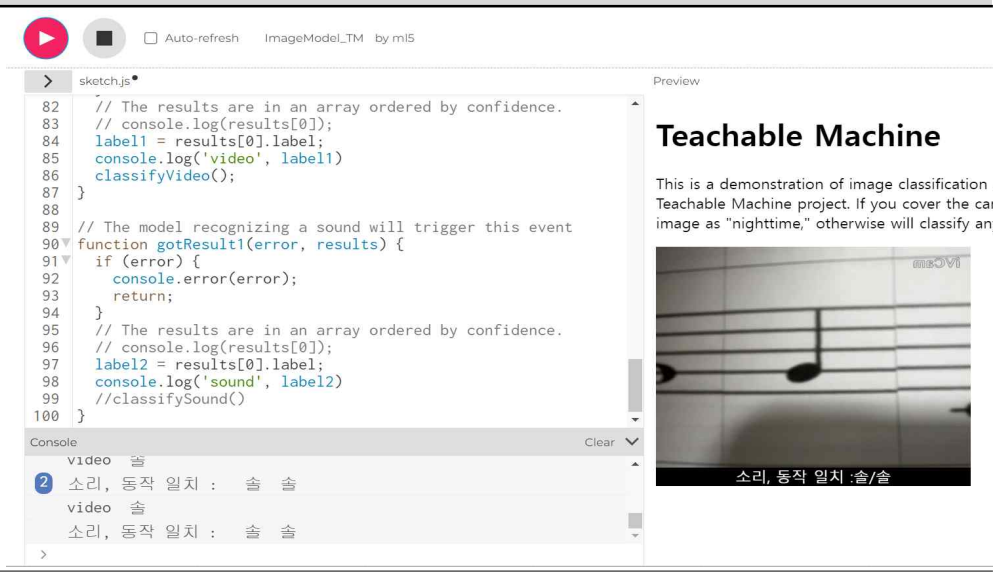
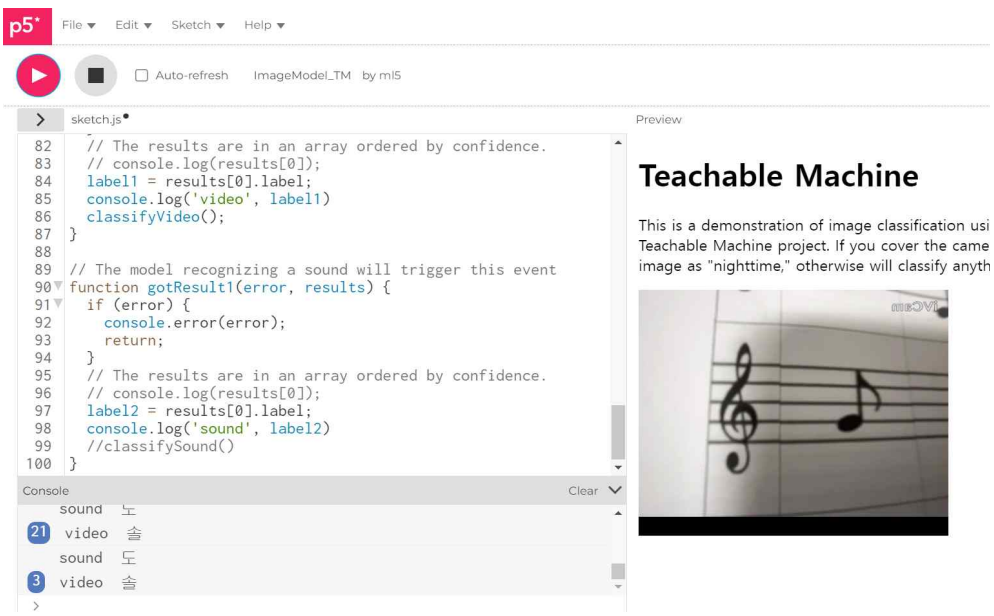


[그림 16]은 ‘iVCAM[35]’이라는 웹캠 무료 어플을 스마트폰에 설치하여 ‘독보’ 활동을 구현한 모습이다. ‘iVCAM’은 스마트폰과 컴퓨터에 공통된 프로그램을 설치하여 두 기기의 카메라를 연결할 수 있으며, 공기계의 스마트폰을 활용할 수 있다는 장점이 있다. 이외, 다양한 무료 웹캠 어플을 사용하여도 무관하나, 어플을 통한 웹캠을 사용할 때는 어플의 자체적인 마이크와 영상지원을 확인해야 한다. 만일, 마이크를 지원하지 않는 경우는 오디오 입력을 컴퓨터의 입력 체계로 바꾸어 주어야 한다.

두 학습은 개발 과정에서 언급하였듯이, 활동지를 활용하면 오차율을 낮출 수 있으며, 활동지를 활용한 ‘독보’ 활동과 ‘기보’ 활동을 구현한 모습은 아래와 같다.

35) https://www.e2esoft.com/ivcam/

〈표 15〉 ‘독보’ 활동 구현 모습

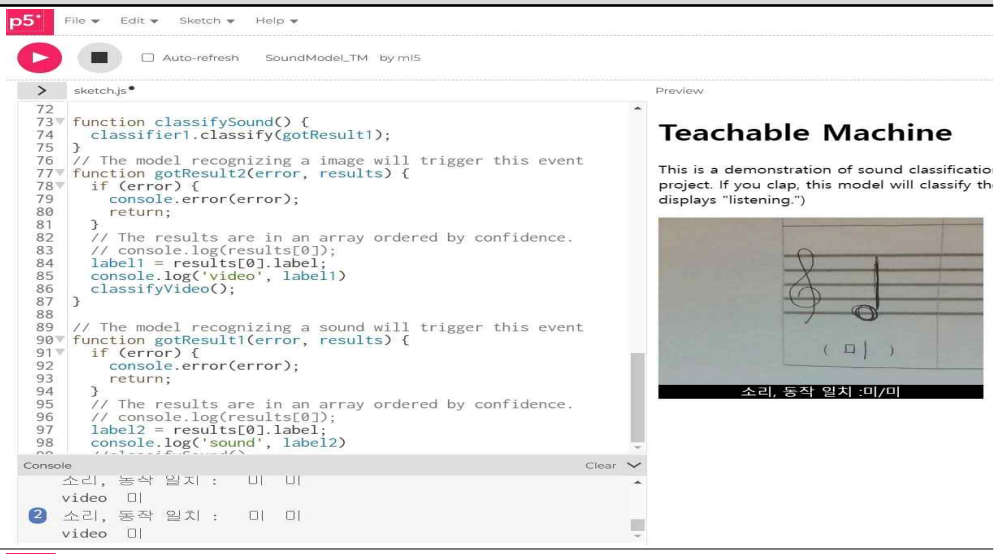
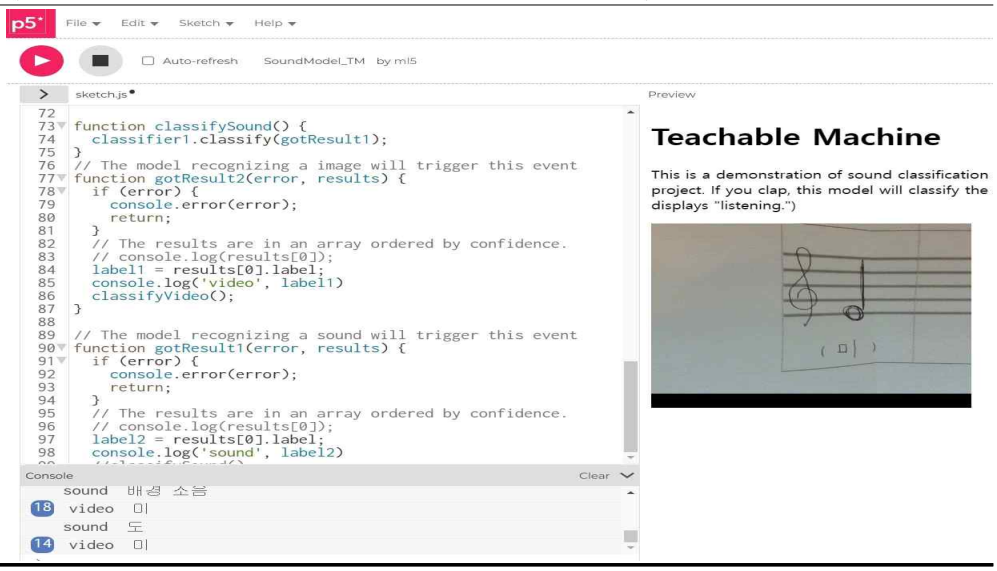
‘독보’ 활동 구현 모습	
일치	
불일치	

〈표 15〉는 ‘독보’ 활동 구현의 일치와 불일치 모습을 보여준다. 학습자가 실시간으로 부르는 음정과 카메라로 비추는 음표가 일치하면, 이전 활동과 같은 원리로 화면에서 ‘소리, 동작 일치 솔/솔[36]’의 모습을 보여준다. 불일

36) ‘소리’, ‘동작’이 아닌 다른 용어로 표기하고 싶다면, 병합 코드에서 ‘소리’, ‘동작’ 부분

치 시에는 두 번째 사진에서 확인할 수 있듯이 콘솔에서 틀린 이유를 알려준다. 이하, 동일한 모습으로 진행되는 ‘기보’ 활동의 일치 및 불일치 모습을 아래 〈표 16〉에서 살펴볼 수 있다.

〈표 16〉 ‘기보’ 활동 구현 모습

	‘기보’ 활동 구현 모습
일치	
불일치	

을 모두 원하는 용어로 바꾸면 된다.

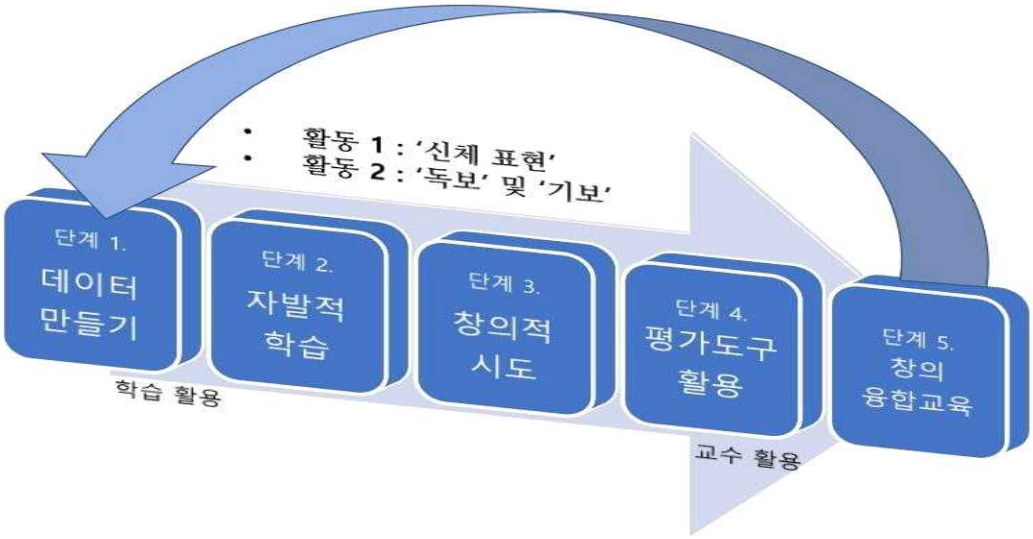
Ⅴ. 응용 학습방안 제안

솔페이지 에듀테크 모델은 다양한 교수·학습 방안으로 활용할 수 있으며, 학습 내용의 종류나 환경에 따라 또는 교사의 역량에 따라 학습 활동을 응용할 수 있다. 그 예시로써 5장에서는 응용 학습방안을 '단계별 교수·학습 방안'과 '다양한 음악교육 도구로써의 활용'으로 제안한다.

1. 단계별 교수·학습 방안

'단계별 교수·학습 방안'은 '신체 표현' 활동, '독보' 활동, '기보' 활동에서 각각 적용할 수 있는 단계별 학습 모형이다. 솔페이지 에듀테크를 활용한 단계적인 진행을 통해 학습자는 주도적으로 학습 활동을 실행하는 동력을 키울 수 있고, 교수자는 다양한 에듀테크의 활용 방안을 제시할 수 있다.

[그림 17] 응용 학습방안: 단계별 교수·학습 방안



(1) 단계 1 : 데이터 만들기

‘단계별 교수·학습 방안’의 첫 단계인 ‘데이터 만들기’는 교수자와 학습자가 온라인 또는 오프라인에서 함께 솔페이지 에듀테크 개발에 필요한 데이터를 수집하는 단계이다. 이 단계에서 ‘신체 표현’ 활동을 진행한다면, ‘음정’과 ‘손기호’를 교수자와 함께 익힌 후, 학습자는 배운 내용을 바탕으로 자신의 ‘음정’을 녹음하고 ‘손기호’ 사진을 촬영하여 데이터를 만들어 공유 문서함에 올리는 과정이 된다. ‘독보’ 또는 ‘기보’ 활동의 경우도 앞선 순서와 동일하게 악보를 읽고 쓰는 법을 교수자로부터 배우고, 오디오와 이미지 파일로 자신의 데이터를 만들어서 공유 문서함에 올리는 과정이 된다. 이는 교수자가 학습자와 교류를 통해 학습 내용을 익힌 후에 솔페이지 에듀테크 모델을 함께 만드는 과정이라 볼 수 있다.

기존의 온라인 학습에서는 실제 음을 부르면서 진행하는 음악 수업을 병행하기 힘들었으며, 오프라인 학습에서 진행하더라도 교수자가 모든 학습자의 학습 정도를 확인하기 어려운 실정이었다. 하지만 ‘데이터 만들기’ 단계처럼 학습자가 교수자에게 활동을 배운 직후 데이터를 스스로 만들게 된다면, 학생들이 스스로 소리내고 촬영하는 과정을 통해 학습 내용을 이해하고 학습에 직접적으로 참여하는 교육이 될 것이다. 교수자는 이 단계에서 학습자들이 공유한 데이터로 학습 진도를 확인하고 학습을 강화할 수 있으며, 학급 친구들과 하나의 솔페이지 에듀테크 모델이라는 결과물을 만드는 온-오프라인 병행 협력 활동으로 진행할 수 있다.

(2) 단계 2 : 자발적 학습

‘자발적 학습’은 ‘단계 1’ 이후에 학습자가 자발적으로 에듀테크 모델을 활용하여 스스로 노래를 부르고 음정을 확인하거나, 악보를 읽거나 쓰면서 학습 내용을 복습하는 단계이다. 예를 들면, ‘신체 표현’ 활동에서 학생들은 동작과 함께 익힌 음정을 수업 시간 외에도 솔페이지 에듀테크 모델을 활용하여 자발적으로 확인할 수 있다. 또는, 삶 속에서 접하는 다양한 악보를 솔페이지 에듀테크를 사용하여 불러보고 그려보며, 자발적으로 학습을 강화

할 수 있다. 이로써 학생들은 부족한 부분을 스스로 깨닫고 고쳐나갈 수 있기에 학습의 정확성과 성취도를 높일 수 있다.

교수자는 자발적 단계에서 솔페이지 에듀테크 모델을 학습 과제로 제시하여, 학습자가 콘솔의 피드백을 확인하고 학습하도록 이끌 수 있다. 이 때, 교수자는 활동지 또는 자기 평가지를 제시하여 자발적 학습을 효과적으로 제안할 수 있다.

(3) 단계 3 : 창의적 시도

'창의적 시도'는 '신체 표현'을 자신만의 동작으로 바꾸거나, '기보'를 자신만의 음표로 표현하는 단계이다. 이는 온라인과 오프라인 수업에서 조별 활동, 개인 활동 또는 과제로 진행할 수 있다. '창의적 시도'의 세부 순서는 다음과 같다.

[표 17] '창의적 시도' 단계의 세부 순서

순서	'신체 표현' 창의 활동	'기보' 창의 활동
1	자신만의 신체 표현 구상	자신만의 악보 구상
2	티처블머신에서 기계학습 시키기	
3	자신만의 '머신러닝 모델' 링크 내보내기	
4	솔페이지 에듀테크 모델의 통합코드에서 '머신러닝 모델' 링크 교체	
5	웹에서 구현	
6	공유 및 구상이유 발표	

'신체 표현' 창의 활동은 첫째로 학습자가 학습한 음정에 자신만의 신체 표현을 구상함으로부터 시작된다. 학습자는 구상한 신체 표현을 티처블머신에서 머신러닝시켜 자신만의 '신체 표현 머신러닝 모델' 링크를 만든다. 이렇게 만들어진 링크는 솔페이지 에듀테크 모델 개발 과정과 동일하게 '내보내기'를 통해 p5.js Web Editor에서 병합 코드를 넣고 데이터별 링크를 교체하는 과정을 진행한다. 마지막으로는 자신만의 솔페이지 에듀테크 모델을

친구들과 공유하고, 구상한 내용과 그 이유를 발표한다. 위의 순서에서 '기보' 창의 활동은 'imagemodelURL'을 자신만의 '악보 머신러닝 모델' 링크로 바꾸면 된다.

'창의적 시도'는 학습자가 솔페이지 에듀테크 모델로 단순히 음정을 익히는 것을 넘어 신체 표현을 창작하고 기보법을 만들 수 있는 시간이 될 것이다.

(4) 단계 4 : 평가도구 활용

'평가도구 활용'은 학습자가 스스로 자신을 평가하거나, 교수자가 학습자를 평가하는 도구로써 솔페이지 에듀테크 모델을 사용하는 단계이다. '단계별 교수·학습 방안'의 '단계 1'과 '단계 2'는 학습자가 솔페이지 에듀테크 모델을 사용하면서 즉각적인 피드백을 받을 수 있으며, '단계 3'은 창의적인 구현물을 통해 평가받을 수 있다. 평가 방식에 따라 교수자는 자기 평가지를 활용하여 학습자가 스스로 학습 상태를 개선하도록 돕거나, 포트폴리오 평가를 위한 결과물로써 솔페이지 에듀테크 모델을 사용할 수 있다.

(5) 단계 5 : 창의 융합 교육

'창의 융합 교육'은 솔페이지 에듀테크 모델을 응용한 수업, SW활용 수업, 또는 다른 교과목에 접목하여 활용하는 단계이다. 솔페이지 에듀테크 모델의 데이터 종류는 오디오데이터와 이미지데이터로, 이 두 가지의 데이터를 바꾼다면 창의적인 결과물과 수업을 도출할 수 있다.

예를 들어, 레이블을 서양음악 시대로 나눈 후 오디오데이터에는 시대별 음악을 넣고, 이미지데이터에는 시대별 건축물 사진을 입력한다면 시대별 음악 특징을 공부하는 솔페이지 에듀테크 모델로 응용할 수 있다. 또는, 악기 소리와 악기 이미지를 데이터를 입력하여 악기 소리를 구분하는 솔페이지 에듀테크 모델로 응용할 수 있다.

솔페이지 에듀테크 모델을 만드는 과정은 SW활용 수업으로 진행할 수 있다. 티처블머신으로 데이터를 입력하고 학습시키는 과정은 학습자가 직접

데이터를 수집하고 머신러닝의 오차를 줄이는 방법에 대해 생각해 볼 수 있기에 지도학습을 체험하고 이해하는 수업이 될 것이다.

2. 다양한 음악교육 도구로써의 활용

솔페이지 에듀테크 모델은 데이터와 활용 방법에 변화를 주어 다양한 음악교육 도구로써 활용할 수 있다.

(1) 오디오데이터의 변화

솔페이지 에듀테크 모델에서 오디오데이터를 변화시키면, 새로운 학습 활동을 할 수 있다. 예를 들어, 오디오데이터의 기준 음정을 바꿔 학습하고자 하는 음계를 훈련할 수 있다. 이는 곧 상대음감의 형성을 학습시킬 수 있다는 것과도 같다. '파' 음정을 '도' 음절로 부르도록 바장조를 기준으로 음정과 음절을 머신러닝시킨다면, 바장조 스케일(Scale)의 상대음감을 학습할 수 있다.

비슷한 활용 방법으로는 학습하고자 하는 악기에 따라 오디오데이터를 바꿀 수 있다. 리코더라는 악기의 음정 연습을 예시로 적용한다면, 리코더의 음정과 이에 알맞은 레이블을 입력하고, 악보 또는 운지법을 이미지데이터로 입력하여 일치 여부를 추론하는 에듀테크 모델로 활용할 수 있다.

오디오데이터의 변화는 음악교육에서 중요한 '실음'이라는 요소를 사용하여 다양한 학습을 가능하게 하여 무궁무진한 음악교육적 도구 활용을 고안할 수 있을 것이다.

(2) 이미지데이터의 변화

이미지데이터의 변화는 '신체 표현' 활동의 동작을 코다이의 손기호 외에 다른 솔페이지 교수법의 신체 기호로 바꾸어 학습하는 방법과 음표 이미지의 기준을 바꾸는 방법이 있다.

전자는 코다이의 손기호 외에도 코다이의 신체 기호와 달크로즈의 팔의

높이로 음정을 익히는 신체 표현 등과 같은 다양한 신체 표현으로 바꾸어 학습하는 방법이다. 후자는 높은 음자리표를 기준으로 하는 ‘독보’와 ‘기보’ 학습 활동을 낮은음자리표 또는 가온음자리표의 데이터로 활용하는 것을 의미한다.

이미지데이터의 변화는 학습자에게 다양한 신체 활동 및 시각적인 교육을 이끌어, 음악교육에서 활발한 활동을 가능하게 할 것이다.

Ⅵ. 결론

1. 결론

에듀테크는 더 이상 선택에 의한 교육의 변화가 아닌 필수적인 교육혁신으로 자리 잡고 있다. 그러나 음악 교과는 소리 예술이라는 특성으로 인해 비대면 수업에서 가창과 악기 연주와 같은 표현 활동에 제약이 따랐고, 이러한 이유로 감상 활동 위주의 수업이 이루어졌다. 음악교육에서 이를 극복하고자 작곡 프로그램 또는 악기 앱 등 음악 테크놀로지를 활용했으나, 이는 학습자들의 음악적 지식 또는 경험을 넓히는 교육 활동이라기보다는 선택을 통한 창작활동으로 단순한 흥미 유발에 그치는 한계점을 드러냈다. 따라서 이 연구는 미래 교육 트렌드에 맞춰 음악교육에서 에듀테크의 역할과 방향에 대한 숙고의 필요성을 제기하며, 구체적인 방안으로 음악교육 에듀테크를 설계하고 개발했다.

개발한 음악교육 에듀테크를 '솔페이지 에듀테크 모델'이라 명명하였으며, 이는 머신러닝과 솔페이지 교수법을 접목하여 음정과 관련된 기초 학습을 학습자 맞춤형으로 제공하는 동시에 자주적이고 창조적인 학습의 훈련을 도울 수 있도록 고안됐다.

먼저, 개발에 앞서 에듀테크와 머신러닝에 대해 고찰해보고, 전통적 교수법에서 다뤄왔던 음악 기초 학습 요소로써 솔페이지에 대해 알아보았다. 이후, 음정과 연관된 솔페이지 교수법 중 '신체 표현'을 통한 음감 형성, '독보', '기보' 활동을 에듀테크를 활용한 학습 활동으로 선정하였다.

솔페이지 에듀테크 모델은 '오픈소스 선택 → 데이터 수집 → 머신 러닝 → 모델 생성' 단계의 과정을 거쳐 세 가지의 학습 활동을 구현할 수 있도록 설계되었다. 먼저, 누구나 웹에서 손쉽게 만들고 실행할 수 있도록 구글

이 제공하는 머신러닝 툴인 티처블머신을 활용하였다. 그리고 프로그램 구현을 위한 데이터는 음정을 가진 오디오데이터, 신체 표현 동작의 이미지데이터, 음표 이미지데이터를 연령대 및 성별을 나누어 수집하였다. 수집된 데이터를 바탕으로 티처블머신에서 머신러닝(기계학습) 과정을 통해 데이터별 '머신러닝 모델'을 생성하였고, 티처블머신과 연동된 p5.js Web Editor에서 '머신러닝 모델'을 결합하여 솔페이지 에듀테크 모델을 완성하였다.

솔페이지 에듀테크 모델은 학습자가 실시간으로 활동을 입력하면, 학습 여부를 판단하고 화면에 '일치' 또는 '불일치'라는 알림을 표시한다. 이와 같은 과정을 반복하여 학습자는 온-오프라인에서 음정 학습을 자주적으로 할 수 있으며, 교수자는 이를 학습 활동과 평가의 도구로 활용할 수 있다. 또한, 솔페이지 에듀테크 모델을 응용하면 개인적인 기초 학습 도구를 넘어 창의적인 활동을 할 수 있다. 이 연구에서는 '데이터 만들기 → 자발적 학습 → 창의적 시도 → 평가도구 활용 → 창의 융합 교육'이라는 '단계별 교수·학습 방안'과 데이터에 변화를 주어 다양한 음악교육 도구로써 사용할 수 있는 응용 방안을 제안했다.

솔페이지 에듀테크 모델은 온-오프라인에서 학습자가 음정을 신체 표현으로 익히고 이를 음표와 연계하여 학습하는 과정을 학습자 맞춤형으로 제공한 것에 있어, 이전의 음악 교과에서 쓰인 테크놀로지의 사용과 차별점을 둘 수 있다. 이러한 방법적 제기는 음악교육에서 에듀테크의 활용에 대해 기술적 부담감을 줄이고 다양한 시도를 가능하게 할 것이다.

2. 후속 연구 제언

본 연구의 에듀테크 모델은 데이터와 기술적 한계로 인식률이 높지 않고, 에듀테크의 역할을 음악 기초 학습 중 음정 학습으로 한정한 것에 제한이 따른다. 따라서, 다음과 같은 후속 연구가 필요하다.

첫째, 전문적인 기술과 프로그램 개발이 필요하다.

둘째, 음악 기초 학습 외 다른 음악교육의 방면에서도 에듀테크를 적용하는 연구가 필요하다.

셋째, 인공지능 시대에 맞춰 음악 교과에서 에듀테크의 역할에 대한 깊은 숙고가 필요하다.

다음과 같은 연구가 지속되고, 음악교육에서 에듀테크에 대한 사유가 이루어질 때, 에듀테크를 활용한 질 높은 음악교육이 보편적으로 이루어질 것을 기대한다.

부 록

〈부록 1〉 병합 코드

```
// Copyright (c) 2019 ml5
//
// This software is released under the MIT License.
// https://opensource.org/licenses/MIT

/* ===
ml5 Example
Webcam Image Classification using a pre-trained customized model and
p5.js
This example uses p5 preload function to create the classifier
=== */

// Global variable to store the classifier
let classifier1;
let classifier2;
// Label (start by showing listening)
// let label = "listening";

// Teachable Machine model URL:
let soundModelURL = '교체할 사운드 모델 링크를 넣어주세요/model.json
';
let imageModelURL = '교체할 이미지 모델 링크를 넣어주세요/model.json
';
// Video
let video;
let flippedVideo;
let label1 = "";
```

```
let label2 = "";
// To store the classification

function preload() {
  // Load the model
  classifier1 = ml5.soundClassifier(soundModelURL);
  classifier2 = ml5.imageClassifier(imageModelURL);
}

function setup() {
  // createCanvas(320, 240);
  // Start classifying
  // The sound model will continuously listen to the microphone
  createCanvas(320, 260);
  // Create the video
  video = createCapture(VIDEO);
  video.size(320, 240);
  video.hide();

  flippedVideo = ml5.flipImage(video)
  // Start classifying
  classifyVideo();

  // Start classifying
  // The sound model will continuously listen to the microphone
  classifySound()
}

function draw() {
  background(0);
  image(flippedVideo, 0, 0);
```

```
  // Draw the label in the canvas
  if (label1 == label2){
    console.log('소리, 동작 일치 : ', label1, label2)
    // Draw the label
    fill(255);
    textSize(16);
    textAlign(CENTER);
    text('소리, 동작 일치 :' + label1 + '/' + label2, width / 2, height -
4);
  }
}

// Get a prediction for the current video frame
function classifyVideo() {
  flippedVideo = ml5.flipImage(video)
  classifier2.classify(flippedVideo, gotResult2);
}

function classifySound() {
  classifier1.classify(gotResult1);
}
// The model recognizing a image will trigger this event
function gotResult2(error, results) {
  if (error) {
    console.error(error);
    return;
  }
  // The results are in an array ordered by confidence.
  // console.log(results[0]);
  label1 = results[0].label;
  console.log('video', label1)
```

```
  classifyVideo();
}

// The model recognizing a sound will trigger this event
function gotResult1(error, results) {
  if (error) {
    console.error(error);
    return;
  }
  // The results are in an array ordered by confidence.
  // console.log(results[0]);
  label2 = results[0].label;
  console.log('sound', label2)
  //classifySound()
}
```

참 고 문 헌

곽소정, 길태숙. (2012). 스마트 디바이스 기반 리듬액션 게임을 활용한 초등학교 음악 감상수업에서의 학습 평가, 학습 몰입, 학습 만족 연구. *한국게임학회 논문지*, 12(1), 113-122.

계보경, 신효은, 권미영, 김민송, 최미애, 백송이. (2020). *포스트 COVID-19 대응 미래교육 체제 전환을 위한 에듀테크 동향 분석*. 한국교육학술정보원, 11-28

계보경, 진희민, 손정은, 정훈, 이해준, 유인식, 이동국. (2020). *에듀테크 소프트랩(SoftLAB)적용 방안 연구*. 한국교육학술정보원, 10-15

구동진, 장준영. (2021). 오픈소스 기반 안면마스크 착용 모니터링 시스템 설계 및 구현. *한국인터넷방송통신학회*, 21(4), 90-91.

김난도, 전미영, 최지혜, 이향은, 이준영. (2020). *트렌드 코리아 2020*. 미래의 창.

김의중. (2016). *알고리즘으로 배우는 인공지능*, 머신러닝, 딥러닝 입문. 위키북스.

달크로즈연구소. (연도미상). 달크로즈 교수법 솔페즈. *달크로즈연구소*. http://dalcroze.co.kr/dalcroz3.html

박남기. (2021). 포스트 코로나 시대 교육 새 패러다임 탐색. *한국초등교육*, 32(2), 17-18.

박지수, 길준민. (2020). 4차 산업혁명 시대의 에듀테크. *정보처리학회논문지*. 소프트웨어 및 데이터 공학, 9(11), 329.

서봉언. (2021). 에듀테크, 그리고 '학교라 불리는 곳'. *한국교육사회학회 학술대회자료집*, 2021(10), 61-64.

신은정, 한건우, 이은경, 이영준. (2007). 웹 기반 음악과 창작 학습이 창작 능력과 창작 학습 태도에 주는 영향. *교원교육*, 23(4), 259-274.

서종우. (2008). 코다이 솔페이지 학습지도 방안: 초등학교 3학년을 대상으로. *음악응용연구*, 1, 111-112.

서향희, 박주희. (2021). 학교현장에서 에듀테크(Edu Tech) 활용에 대한 예비교사의 인식 연구. *학습자중심교과교육연구*, 21(23), 253-255.

신혜경. (2020). 테크놀로지를 활용한 음악 창작교육 연구 동향. *음악교육공학,* 43, 129-146.
윤문정. (2021). 테크놀로지 관련 음악교육 연구 동향. *음악교육공학*, (46), 23-40. 10.30832/JMES.2021.46.23
윤일영. (2017). 교육과 ICT기술의 융합, 에듀테크(EduTech). *융합연구정책센터*, 2.
이선미, 김영미. (2022). 에듀테크를 활용한 국악교육의 방향성 모색. *문화와융합*, 44(5), 185-186. 10.33645/cnc.2022.5.44.5.185.
이세은, 이철현. (2022). 티처블머신을 활용한 영어 융합 프로그램이 영어 학습부진 학생의 읽기 유창성에 미치는 영향. *인공지능연구 논문지*, 3(2), 1-13.
이유남, 김동규. (2014). 달크로즈 교수법을 적용한 움직임교육 탐색. *체육연구*, 10(1), 40-45.
이혜연. (2020). *에듀테크(Edutech) 시장 현황 및 시사점*. https://eiec.kdi.re.kr/policy/domesticView.do?ac=0000152404
장병탁. (2017). *장교수의 딥러닝*. 홍릉과학.
장지현. (2021). *머신러닝 기법을 활용한 영어 에세이 자동채점 방안 연구* [박사 학위논문]. 서울대학교 대학원.
전산용어사전편찬위원회. (2011). *컴퓨터인터넷IT용어대사전*. 일진사.
전성민. (2020). *한국 정부의 인공지능 준비지수는 전 세계 7위?*. https://spri.kr/posts/view/23103?code=advice&s_year=&s_category
조은순. (2020). 포스트 코로나시대 비대면 수업을 위한 교육공학의 역할과 과제. *교육공학연구*, 36, 700.
조홍기. (2011). Useful Tools of Kodaly Method. *모드니 예술*, 5, 27-28.
성임순. (2006). 다성부 솔페이지 지도 방안: 전래동요를 중심으로. *음악교육*, 6, 27.
최은아. (2017). 음악적 문해력 신장을 위한 수업 설계 방안. *한국음악교육학회 학술대회지*, 2017(2), 61-62.
홍정민. (2021). *에듀테크의 미래: 코로나 이후 에듀테크가 바꾸는 미래의 교육*. 책밥.
홍선주. (2020). 학교 교육에서의 인공지능 및 에듀테크 활용 방안 탐색. *한*

국교육과정평가원, 14.

Concordia University, Nebraska(2016). Kodaly Hand Signs #3. https://wp.cune.edu/cassandramcmahan/class-handouts/kodaly-hand-signs-3/attachment/1377864477/

Hackeling, Gavin. (2018). *Scikit-learn으로 머신러닝 마스터 : 지도 학습, 비지도 학습, 강화 학습 : 핵심 기법 이해와 활용*(이병욱 역). 에이콘. (Original work published 2017)

Ibm cloud(2020). 머신러닝. https://www.ibm.com/kr-ko/cloud/learn/machine-learning

Abstract

Developing EduTech Model with Machine Learning Tools

: Focusing on Solfege Pedagogical Approach

Seunggyeong Seo
Interdisciplinary Program of Music Education
The Graduate School
Seoul National University

This study aims to develop and propose an Education Technology (EduTech) model to utilize educational technology that incorporates new technology in the educational field. To achieve its goal, in the technological aspect, this study used machine learning tools to increase accessibility. In the aspect of music, this study developed an EduTech model by applying the Solfege pedagogy to develop basic music skills.

The research methods are as follows. First, the changing educational environment and the role of instructors were considered, along with the status and role of EduTech. The use of machine learning to facilitate basic music learning between instructors and learners was examined. Second, an EduTech model

was designed to enable independent and creative learning with 'interval learning through body expression' and 'learning notation and sight-reading' in the Solfege pedagogy, a systematic music basic learning method. Finally, the necessary data was collected and trained with a machine-learning tool, 'Solfege EduTech Model' was developed which can classify newly input data.

Despite the limitation that it needed to improve the recognition rate of program implementation due to a lack of data diversity and technical problems, this study is still meaningful in suggesting the use of EduTech with open source in music education and developing it as a basic music learning model that can be used independently and creatively. This attempt is expected to present the possibility of introducing EduTech as customized learning in music education and help to prepare the direction of future music education.

Keyword : Education Technology (EduTech), Machine Learning, Music Education Technology, Solfege, Basic Music Learning
Student Number : 2021-27013