발달 장애 아동을 대상으로 한 리듬·음정 교정식 음악 치료 프로그램

*최희주 라희재 황은지 김우연 이용우 고석주 **박인철
*경북대학교 **㈜제이제이기술
*ujst02@naver.com rhj7369@knu.ac.kr heunji6310@gmail.com kd5928@naver.com
lyw2589@knu.ac.kr sjkoh@knu.ac.kr

Rhythm and interval correction music therapy programs for children with developmental disabilities

*Hee-ju Choi Hee-jae Ra Eun-ji Hwang Woo-yeon Kim Yong-woo Lee Seok-ju Koh **In-cheol Park
*Kyungpook National University **JJ TECH Inc.

요약

21세기 핵심 키워드 중 하나로 두뇌 산업이 떠오르고 있다. 미국, 일본 등 선진 국가에서는 이미 뇌 연구에 활발한 투자가 진행되고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 출생과 성장기 뇌 발달에 문제가 발생하는 발달 장애 아동을 위한 음악 치료 프로그램을 개발하고자 한다. 효과적인 발달 장애 치료를 위해, 조기 발견 후 인지 학습 치료가 필요하다. 그 중 인지 기능과 자가 관리 기능을 기르는 것이 중요한데, 리듬 타이밍 훈련이 발달 장애 아동의 기억 능력 개선에 도움이 된다는 여러 입증된 연구 결과가 있다. 그러나 아직까지 발달 장애 아동을 위한 적절한 치료 방법이 없기에 본 논문에서는 인지 학습 치료가 필요한 아동에게 도움을 주기 위해 동요의 정확한 리듬, 음정을 학습하는 프로그램을 제안한다. 아동의 지속적인 흥미를 끌 수 있는 게임과 인지능력 훈련을 결합하였기에, 보다 좋은 학습 효과를 유도할 수 있을 것이다.

1. 서론

21세기 핵심 키워드 중 하나로 두뇌 산업이 떠오르고 있다. 여러두뇌 산업 중 본 논문에서는 발달 장애를 겪고 있는 인지 학습 치료가 필요한 아동에게 도움을 주기 위해 동요를 이용한 리듬, 음정을 교정하는 프로그램을 제안한다. 대부분의 발달 장애 아동은 언어 치료, 인지 치료, 감각 통합 치료 등 많은 치료를 다니지만 최근 COVID-19로 치료를 받지 못해 발달 장애 아동의 부모님들이 심리적 불안감을 느끼고 있다. 이에 아동의 지속적인 흥미를 끌 수 있는 게임 애플리케이션을 개발하여 인지 능력 훈련과 자가 관리 기능 등의 학습 효과를 유도하고 시간, 공간에 비교적 자유로운 교육 프로그램을 제공하고자 한다.

초기 화면에서는 원하는 노래를 검색하거나 목록에서 선택하는 기능을 제공하고, 노래 재생 화면에서는 선택한 노래의 악보와 높낮이, 노래 원곡과 반주 재생 기능과 재생되는 노래에 맞춰서 사용자의 목소리를 녹음하는 기능을 제공한다. 마지막 분석 화면에서는 녹음된 노래를 분석하고 교정할 수 있도록 점수를 채점하여 사용자에게 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 애플리케이션 개발에 활용된 관련 연구에 대해 설명하고, 3장에서는 연구 개발 내용 및 방법에 대해 설명하였다. 4장에서는 테스트 결과를 도출했고, 5장에서는 결론 및 기대효과를 기술하였다.

2. 관련 연구

2.1 TarsosDSP[1)]

TarsosDSP는 Java로 작성된 실시간 오디오 처리 라이브러리로, 버전 2.0부터 Android 환경과 호환이 가능하다. 내장된 기능으로는 음량 계산이 가능한 SoundDetector, 실시간으로 Pitch를 감지하고 헤르츠값을 출력하는 PitchDetector 등이 있다. 본 논문에서 소개하는 애플리케이션은 YIN algorithm[2)]으로 사용자 입력 음성의 기본 주파수를 추출하고, TarsosDSP 라이브러리 기능을 활용하여 개발하였다.

2.2 발달장애 아동에게 효과적인 음악치료

국내외 음악치료학과, 음악교육학과에서 발달장애인의 인지능력과 사회, 정서 영역의 향상을 위해 음정·리듬을 활용한 음악치료실험을 진행한 결과, 대부분 긍정적인 변화가 관찰되었다는 연구 결과가 있다.

1) https://github.com/EQ4/TarsosDSP
2) http://audition.ens.fr/adc/pdf/2002_JASA_YIN.pdf

3. 연구개발 내용 및 방법

3.1 애플리케이션 개요

본 논문에서 제안하는 발달 장애 아동을 대상으로 한 리듬·음정 교정 프로그램은 안드로이드 기반 스마트폰에서 실행할 수 있는 애플리케이션이다. 입력받은 사용자의 음성을 실시간으로 분석하여 서버에 저장된 데이터와 비교한 뒤, 교정을 위해 음정과 박자 기준으로 계산한 점수를 사용자에게 알려준다. 본 애플리케이션의 시스템 개요도는 그림 1과 같다.

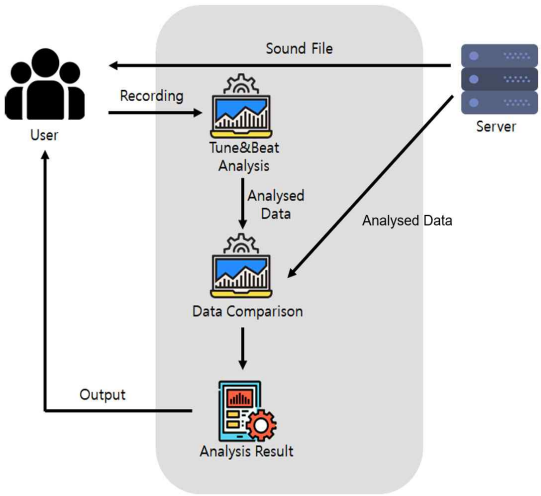

그림 1. 시스템 개요도

3.2 구현 환경

본 논문에서 제안하는 프로그램은 안드로이드 플랫폼으로 이루어졌으며, 구현에 사용된 SDK 버전은 안드로이드 9.0 버전을 사용하였다. 개발 플랫폼으로 안드로이드 스튜디오를 이용해 제작하였으며, 음성 데이터 분석을 위해 TarsosDSP[3] 라이브러리를 사용하였다. 테스트 기기는 Nexus 5X를 이용하였다.

3.3 구현

3.3.1 노래 선택

ListView를 사용하여 선택 가능한 노래 목록을 표시하였다. 사용자가 노래를 선택하면 선택 된 노래의 제목이 서버에 전달되고 해당하는 노래의 정보를 서버에서 받아온다.

3.3.2 그래프

사용자의 음성 주파수와 정답 주파수의 그래프를 화면에 표시하기 위해서 x축을 시간, y축을 주파수로 하는 GraphView를 사용하였다. GraphView에 동시에 정답 주파수와 사용자 음성 주파수를 표시하기 위해 realTimeSeries와 soundPitchSeries라는 두 개의 Series를 그래프에 추가하였다. 사용자가 녹음을 시작하고 시간이 흐름에 따라 그 시간에 맞는 정답 주파수가 soundPitchSeries에 추가되고 사용자의 음성을 TarsosDSP 라이브러리를 사용하여 분석하여 나온 주파수가 realTimeSeries에 추가되어 실시간으로 화면에 정답 주파수와 사용자 음성 주파수가 표시된다.

그림 2. 그래프 화면

3.3.3 점수 측정

사용자의 음성을 입력받아 분석한 주파수 정보를 정답 주파수와 비교하기 위해 그림3과 같이 음에 대한 주파수(Hz)와 연속된 음의 길이 정보를 담을 수 있는 2차원 배열리스트를 구현하였다.

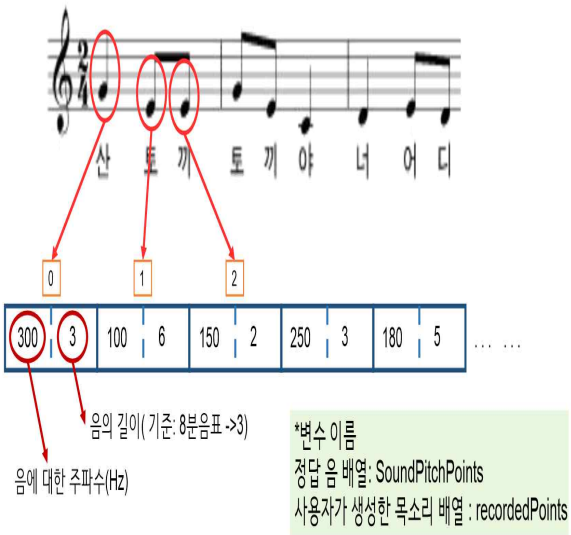

그림 3. 음성 데이터 저장 형식

정답 주파수 배열과 사용자 음성 주파수 배열을 비교하여 일치할 경우 점수를 추가하는 방식으로 최종 점수를 계산해 사용자에게 제공한다.

3) https://0110.be/tags/TarsosDSP

3.4 화면 구성

초기 화면에서는 노래 목록 화면, 재생 화면으로 전환할 수 있는 버튼을 제공한다. 노래 목록 화면에서는 리스트뷰 형식으로 원하는 노래를 검색하거나 목록에서 선택하는 기능을 제공한다. 노래 재생 화면에서는 선택한 노래의 높낮이와 가사를 출력하고 노래 원곡과 반주 재생 기능, 재생되는 노래에 맞춰서 사용자의 목소리를 녹음하는 기능을 제공한다. 마지막 분석 화면에서는 녹음된 노래를 분석하고 교정할 수 있도록 점수를 채점하여 사용자에게 보여준다.

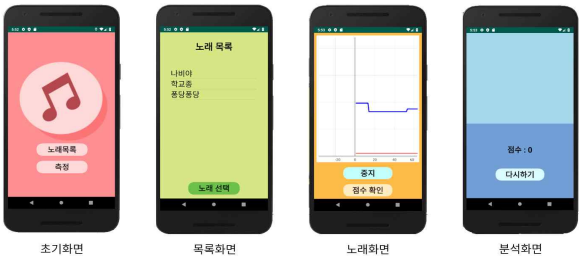

그림 4. 프로젝트 UI

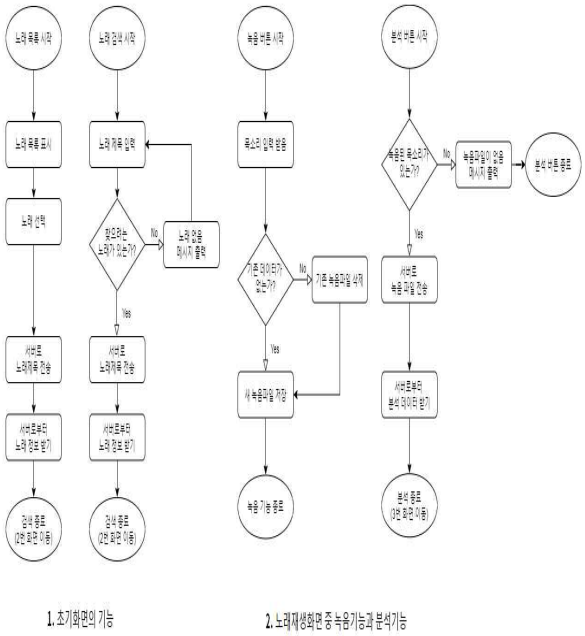

그림 5. 플로우차트

3.4.1 초기 화면

노래 목록을 클릭 시 목록 화면으로 이동해 노래를 선택할 수 있다. 측정을 누를시 현재 자신의 목소리 음높이를 실시간 주파수 그래프를 통해 확인한다.

3.4.2 목록 화면

선택 가능한 노래의 목록을 한다. 측정하고 싶은 노래를 선택하고 노래 선택 버튼을 통해 노래화면으로 이동할 수 있다.

3.4.3 노래 화면

클릭 가능한 버튼은 총 두 가지로 시작 버튼, 점수 확인 버튼이다. 시작 버튼을 누르면 선택한 노래의 시간당 정답 음 그래프와 현재 사용자의 목소리 그래프가 동시에 출력된다. 해당 소절의 가사도 확인할 수 있다. 노래가 끝나기 전까지 중지 버튼을 통해 녹음을 중단 가능하며, 노래가 끝나면 다시하기 버튼으로 바뀐다. 다시하기 버튼을 누르면 이전에 녹음한 데이터는 사라진다. 녹음이 완료되면 점수확인 버튼을 통해 분석 화면으로 이동한다.

3.4.4 분석 화면

분석화면에선 노래화면에서 녹음한 목소리를 분석하여 시간당 주파수를 정답 음의 범위와 비교하여 포함되어 점수를 증가시킨다. 이를 통해 최종 점수를 볼 수 있으며 이를 통해 사용자의 노래 점수를 객관적으로 확인 할 수 있다.

4. 테스트 결과

리듬 음정 교정 프로그램을 통해 사용자의 목소리를 분석한 데이터는 다음과 같다.

그림 6. 점수가 높은 결과

그림 7. 점수가 낮은 결과

빨간 그래프는 목소리 주파수이며, 파란 그래프는 정답 주파수이다. 두 주파수 모두 실시간으로 나타나며, 가로는 시간 세로는 주파수 (Hz)를 나타낸다.

	그림1	그림2
상황	실제 노래와 흡사하게 부른 상황	음정과 박자를 노래와 다르게 부른 상황
점수	100	51

그림1의 경우 정답 그래프와 목소리 그래프가 비슷하게 출력된 것을, 그림2의 경우 정답 그래프와 다르게 평균적으로 낮고 모양이 다른 그래프가 출력된 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 인지장애아동을 위한 리듬 음정 교정 애플리케이션을 제안한다. 이를 위해 TarsosDSP 라이브러리를 사용해 사용자의 목소리를 실시간으로 받고 선택한 음악과의 주파수를 비교 분석하여 점수를 내는 기능을 고안했다. 기존 음악치료 프로그램과 달리 게임을 활용해 아이들의 즐거움과 몰입감을 높이는 동시에 발달 장애의 치료를 돕는다. 또한 애플리케이션으로 제작하여 시공간에 제약없이 교육이 가능하며 아이들이 사용하기에 어려움이 없다. 향후엔 추가로 악기와 함께 목소리를 녹음하면 사용자의 목소리를 분석이 가능한 연구를 할 예정이다.

ACKNOWLEDGEMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학 사업의 연구결과로 수행되었음" (2015-0-00912)

REFERENCES

[1] 석수영, 정현열, “YIN 피치 정보를 이용한 음악 정보 검색 시스템 구현”, 멀티미디어학회논문지, 2007
[2] 김지은, “자폐성 발달장애아동의 문제행동 및 사회,정서 영역 향상을 위한 오르프 음악치료의 적용”, 명지대학교 음악치료학석사 학위논문, 2008
[3] 박승이, 길태숙, “리듬 게임을 활용한 효과적인 음악교육 게임 제작”, 한국게임학회논문지, 2012
[4] 곽소정, 길태숙, “스마트 디바이스 기반 리듬액션 게임을 활용한 초등학교 음악 감상수업에서의 학습 평가, 학습 몰입, 학습 만족 연구”, 한국게임학회논문지, 2012
[5] 한태희, “발달장애인을 위한 음악기술훈련이 악기실기능력에 미치는 효과성 연구 : 음감 및 리듬읽기와 리듬치기를 중심으로”, 중앙대학교 음악교육학석사 학위논문, 2013
[6] 이혜인, 박주현, 이석필, “멜로디 비교 시각화를 통한 음정 교정 시스템 구현”, 전기학회논문지, 2014
[7] Jai Sachith Paul, “EFY plus DVD: TarsosDSP: A Real-time Audio Analysis and Processing Framework”, Athena Information Solutions Pvt. Ltd., 2015