

# 피아노 학습을 위한 IoT 훈련시스템 구현

유성룡 · 유강은 · 김다영 · 박형근\*

한국기술교육대학교

## Implementation of IoT training system for piano practicing

Sungryong Ryu · Gangeun Yu · Dayeong Kim · Hyung-kun Park\*

KOREATECH

E-mail : hkpark@koreatech.ac.kr

### 요 약

본 연구에서는 피아노 학습에 있어서 문제점을 도출하고 캡스톤디자인 프로젝트를 통해 피아노를 혼자 학습할 수 있도록 지원하는 IoT기술 기반의 훈련시스템을 개발하였다. 피아노 훈련 매체는 악보를 영상처리기술을 통해 인식하고 훈련시 피아노 음으로부터 FFT 변환을 통해 정확한 건반을 쳤는지를 확인하게 된다. 리듬게임의 요소를 이용하여 시각적 효과 및 점수 표시 기능을 제공함으로써 입문단계에서 지루한 피아노 교육에 대한 흥미를 유발하고 피아노 학습의 효과를 높일 수 있었다.

### Abstract

In this study, through the capstone design project, an IoT based piano training system was developed after identifying problems in piano learning. The piano training system recognizes sheet music through image processing technology and checks whether the correct keyboard is struck through FFT transformation during piano practicing. By providing a visual effect and score display function using a rhythm game, it was possible to arouse interest in boring piano practice and increase the effect of piano learning.

### Key words

Piano practicing, IoT, Spectrum, FFT, OpenCV

## I. 서 론

피아노는 많은 악기들 중 열 손가락과 두 발을 각각 움직이며 높은 음자리표와 낮은 음자리표를 동시에 읽는 교육을 하는 악기이다. 또한 연주하는 동안 시각, 청각, 움직임 등 전신의 감각을 섬세하게 사용하는 감각활동이다. 따라서 피아노를 학습하는 데는 많은 시간과 노력이 필요하다. 또한 피아노의 연습과정에서 음계와 박자에 맞게 피아노를 치고 있는 지에 대한 확인과 검증이 어려워 혼자서 피아노 학습을 하기 어려운 특징이 있다. 특히 악보를 제대로 이해하지 못하는 초보자들의 경우는 혼자 피아노를 학습할 수 없는 상황이 된다. 현재 피아노 교육을 위한 많은 학습 애플리케이션이 활용되고 있다. 그 중 피아노 애플리케이션은 태블릿이나 핸드폰 등을 이용하여 애플리케이션 내에 저장되어 있는 전자 악보를

보여주면서 실시간으로 음정과 박자를 체크하여 피아노 교육을 수행한다[1]. 그 외에도 증강현실을 이용한 피아노 학습 시스템 등이 개발되었다 [2]. 피아노는 실습이 중요한 만큼 이론을 배우고 실습하면서 즉각적인 피드백을 필요로 한다. 본 논문에서는 IoT장치를 이용하여 스스로 피아노를 학습할 수 있는 피아노 훈련장치를 개발하였다.

## II. 본 론

본 피아노 훈련시스템의 하드웨어구성은 그림 1과 같이 빔프로젝터, 피아노, 그리고 서버를 포함한 스마트폰으로 구성되어 있다. 주요 구현내용은 악보인식 알고리즘, 음계인식 알고리즘, UI 개발, 서버 개발로 크게 4가지로 구분된다.

\* corresponding author



그림 1. 하드웨어구성

A. 영상처리를 통한 악보인식

해당 애플리케이션의 핵심 기능은 악보를 인식할 수 있다는 것이다. 전자악보(악보 이미지 파일)를 텍스트 형식으로 변환하는 것으로 그 기능을 수행한다. 그 방법은 OpenCV의 영상 처리를 이용한 이미지를 데이터화 하는 것이다. OpenCV의 영상 처리를 이용하면 이미지를 데이터로 전환할 수 있다. 이진화, 가사 제거, 오선 제거, 템플릿 매칭 등의 과정을 거쳐 이미지를 텍스트 파일로 추출할 수 있는데, 정의한 프로토콜의 형식으로 저장하여 리듬 막대 생성 및 음계 인식 등의 작업에 연계한다. 위에서 설명한 악보인식을 수행하기 위해서는 음계 및 박자 인식에 방해가 되지 않기 위해 이미지 파일의 전처리 과정이 필요하며, 알고리즘의 구성 및 순서는 다음과 같다.

「악보 이미지 수신」 → 「악보 전처리」 → 「음계 및 박자 추출」 → 「데이터 전송」

그림2는 악보로부터 음표머리를 템플릿 매칭하여 음계를 추출하는 것을 보여준다.

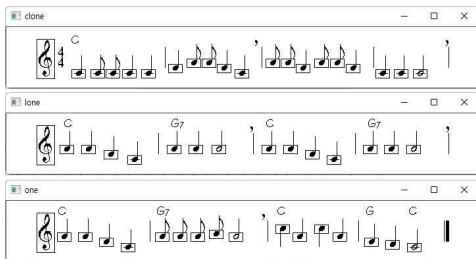


그림 2. 음표 머리 템플릿 매칭

B. 음표 프로토콜을 통한 리듬막대출력

악보인식을 통해 최종적으로 음표 데이터를 해석하는 것은 리듬 막대를 출력과 게임에서의 악보와 연주자의 연주 일치 여부를 알기 위해 필요

하다. 악보인식 후 음표 데이터는 5자리의 숫자로 정의되어 있다. 그림3은 그림은 음표 데이터의 구조를 나타낸다.

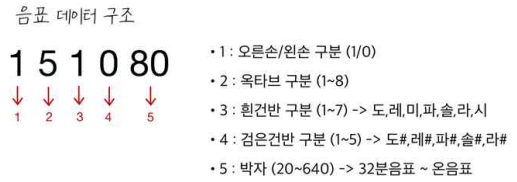


그림 3. 음표 데이터의 구조

32분음표부터 온음표까지 20 ~ 640의 숫자를 가지며, 이 숫자는 20pixel ~ 640pixel의 크기를 의미해 이 숫자 크기 그대로 리듬 막대를 출력한다. 그림 2는 빔프로젝트에서 피아노에 투사되는 리듬막대를 포함한 출력화면이다.



그림 4. 피아노에 투사되는 리듬막대 출력화면

C. FFT를 이용한 음계인식

음계 인식을 위해 먼저 안드로이드 스튜디오의 AudioRecord 라이브러리를 이용하여 마이크로 피아노음을 녹음할 때 디지털 형식으로 입력하였다. 이때 음계의 주파수 범위는 1옥타브에서 7옥타브로 정하였고, 이는 4096Hz까지의 주파수 범위를 갖는다. 입력된 피아노음을 FFT(Fast Fourier Transform) 라이브러리를 이용하여 주파수 성분을 분석하여 그 음계를 비교할 수 있게 된다. 그림5는 피아노음의 주파수 분석결과의 예를 보여준다. 이때, 한 번에 수행하는 푸리에 변환 크기를 모듈의 성능을 고려하여 푸리에 변환된 음성 배열 한 칸이 4Hz의 범위를 갖도록 했다.

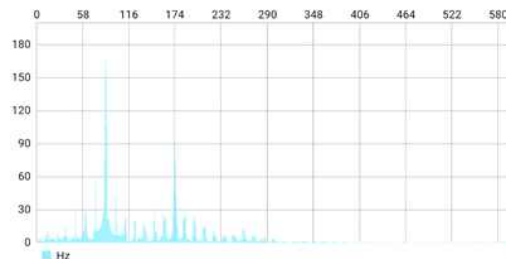


그림 5. FFT를 통한 주파수 분석

### III. 결 론

캡스톤디자인 프로젝트 과정을 통해 피아노 교육의 문제점을 인식하고 악보를 잘 모르는 초보 학습자를 대상으로 한 피아노 훈련 매체를 개발하였다. 피아노 훈련매체는 악보인식기능을 통해 음계와 박자에 맞게 리듬 막대가 생성되고, 본인이 연주한 음에 대한 주파수변환 및 분석을 통해 올바르게 피아노를 쳤는지를 피드백을 받을 수 있는 기능들을 구현하였다. 본 장비는 사용자와의 높은 수준의 상호작용을 할 수 있으며 게임의 요소를 가지고 있어 지루할 수 있는 입문 단계에서 흥미를 끌어 올려줄 수 있다는 장점이 있다. 피아노 학습에 있어 여러 가지 제한적 요소를 극복하게 해주어 접근성을 낮추고, 스스로 학습하기 좋은 환경을 제공해주는 효과를 기대한다.

### References

- [1] Piano school application. [Internet]. Available : <https://www.pianoschool.kr/index.asp>
- [2] A. J. Stanbury, I. Said, and H. Kang, "HoloKeys: Interactive Piano Education Using Augmented Reality and IoT," *ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, Dec. 2021.