

스마트폰을 이용한 지능형 건반악기 자율학습 시스템

김영근* · 김원중**

Intelligent Self Learning System for Keyboard Instrument using a Smartphone

Young-Geun Kim* · Won-Jung Kim**

요약

본 논문에서는 초보자들도 건반악기의 연주 방법을 쉽고, 효과적으로 학습할 수 있도록 건반악기 자율 학습 시스템을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 지능형 건반악기 자율 학습시스템은 스마트폰 기반의 학습 어플리케이션과 건반악기 보조 모듈로 구성된다. 건반악기 보조 모듈은 스마트폰 어플리케이션과 블루투스 통신을 통하여 악기 연주 정보를 수신한 후, LED에 표시해 줌으로써 초보자도 쉽게 건반과 음계의 상관관계를 숙지할 수 있도록 하였다. 또한 사용자의 연주정보를 저장하고, 분석 정보를 제공하여 효과적인 학습이 가능하도록 구현하였다.

ABSTRACT

This intelligent keyboard instrument self learning system developed in this study consists of smartphone based learning application and keyboard-instrument auxiliary module. The keyboard instrument auxiliary module receives playing information of the instrument through smartphone application and bluetooth communication. Then the module shows it through LED display so that the relationship between the keyboard and scale could be easily recognized even for beginners. Also, this system provides saving function and analyzing function of user's performance data, making learning more effective.

키워드

Keyboard Instrument, Smartphone, Midi, Bluetooth
건반악기, 스마트폰, 미디, 블루투스

1. 서론

악기를 가지고 음악을 연주한다는 것은 많은 노력과 긴 시간을 투자하여 학습한 사람만이 얻을 수 있는 전문가적인 영역이다. 음악적 영역에서 일반인들도 이러한 전문가적인 영역인 악기연주에 보다 쉽게 다

가갈 수 있도록 하기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 이러한 연구들이 악기연주를 전문가적인 영역에서 일반인들의 영역으로 확장하는 것에 대한 가능성은 제시하였다. 하지만 기타나 피아노와 같은 대부분의 악기는 연주 방법이 간단한 조작부터 높은 난이도의 조작까지 다양하여 일반인의 실제 악기 연주에는

* 순천대학교 컴퓨터학과(kimyg96@sunchon.ac.kr)

** 교신저자(corresponding author) : 순천대학교 컴퓨터공학과(kwj@sunchon.ac.kr)

접수일자 : 2014. 07. 22

심사(수정)일자 : 2014. 08. 21

게재확정일자 : 2014. 09. 19

많은 한계가 있다[1].

모든 교육과 학습에서 목표를 보다 빠르게 달성하기 위해서는 사용자 중심의 교육과 자기주도적인 학습이 이루어져야 한다. 자기 주도적 학습이 이루어지기 위해서는 학습자가 수동적으로 지식을 전달받는 것에서 벗어나 능동적으로 자기 수준에 맞는 학습내용을 선택하여 자신의 학습 방식 및 수준과 속도에 맞게 학습할 수 있도록 지원하여야 한다. 음악교육 분야에서도 효과적인 자율 학습을 지원하기 위해 IT기술이 접목된 전자악기와 같은 교육지원 장치의 개발이 필요하다[2].

IT기술과 접목된 악기연주를 위한 대표적인 스마트폰 어플리케이션으로는 개러지밴드, 삼익디지털피아노, 디-블루션 등의 어플리케이션이 있다. 개러지밴드 어플리케이션은 피아노, 드럼, 바이올린 등의 악기를 연주할 수 있으며, 다양한 메뉴와 기능을 통해 녹음과 합주가 가능한 어플리케이션으로 수준 있는 작곡이 가능한 특징이 있다. 삼익디지털피아노 어플리케이션은 국내 피아노 제작 기업인 삼익에서 만든 어플리케이션으로 피아노 건반을 그대로 화면에 옮기는데 충실한 어플리케이션으로 상하 건반을 통해 상단 건반은 어떤 음을 눌러야 하는지를 알려주며, 사용자는 표시된 건반을 따라 치면 되는 특징이 있다. 마지막으로 디-블루션 어플리케이션은 다양한 타악기들을 동시에 연주할 수 있는 특징이 있으며, 사용자가 저장한 라이브러리의 음악을 배경으로 연주가 가능하며 독특한 리듬 루프기능과 메트룸을 이용할 수 있고, 연주를 녹음하여 들어 볼 수 있다.

위에서 언급한 것과 같이 다양한 악기를 즐기고 연주할 수 있는 어플리케이션은 다수 존재하지만 실제 악기와 융합이 아닌 스마트폰 어플리케이션만을 이용한 이론적인 교육을 목적으로 하는 것들이거나 리듬게임이 대부분이기에 실제 악기 연습에 큰 도움을 주지 못하고 있다[3].

이에 본 논문에서는 건반악기에 대한 접근성과 표현의 다양성을 위해 오랜 역사동안 지속되어 왔으며, 일반인에게 친숙한 악기인 피아노 건반의 보조 모듈과 스마트폰의 블루투스 통신을 통해 연주 정보를 수신하여 LED(light emitting diode)에 표시해 줌으로써 초보자도 쉽게 건반과 음계의 상관관계를 숙지할 수 있도록 하는 건반악기 자율 학습 시스템을 개발하였

다. 또한 사용자의 연주정보에 대한 사항을 저장하여 분석 제공함으로써 효과적인 자율학습이 가능하도록 하였다.

II. 관련기술

2.1. 미디(MIDI)

미디(MIDI, Musical Instrument Digital Interface)는 신시사이저, 리듬 머신, 시퀀서, 컴퓨터 등의 연주 정보를 상호 전달하기 위해 정해진 데이터 전송 규격으로 1980년대 초에 일본과 미국의 디지털 신시사이저 생산업자들의 모임에서 만들어졌다. 80년대 중반부터 미디로 연결하여 사용할 수 있는 많은 종류의 주변기기들이 생산되었으며, 지금은 모든 음악인들에게 없어서는 안 될 필수적인 음악활동 도구로 사용되고 있다[4]. 미디는 31.25Kboud의 전송속도를 가지는 직렬인터페이스로 이벤트 메시지와 타이밍 참조가 둘다 전송되며, 이진 코드의 디지털 워드로 구성된다. 이들은 각 악기 간에 연결된 하나의 선을 통해 전송된다. 미디 메시지는 악기에 의해서 사용되는 커맨드와 데이터로 구성되며, 이들은 다양한 퍼포먼스와 오퍼레이션 이벤트들을 표시한다[5].

미디파일은 헤드체크, 트랙체크로 구분된다. 헤드체크에는 파일의 데이터 타입과 길이, 포맷 및 트랙 정보가 들어 있으며, 실제 데이터는 delta-time과 이벤트가 한 쌍의 집합으로 구성된다. 트랙체크에는 악보에서 연주시간의 간격, 명령어, 박자, 키 등의 세부적인 정보가 저장되며, 16진수, 10진수, 아스키코드 등으로 데이터를 구성하고 있다[6].

미디는 헤드체크와 트랙체크 구조를 통해 악보나 연주시간 등을 직접 그리거나 계산할 필요 없이 파일 분석만을 통해서 곡에 대한 모든 정보를 가져와 처리할 수 있다.

2.2. 블루투스

블루투스는 국제전기통신연합이 산업, 과학, 및 의료 등 전파응용설비용으로 지정한 2.4GHz 주파수 대역의 ISM(Industrial Scientific Medical) 밴드를 사용하는 근거리 무선통신 규격의 하나로 10~100m 범위 안에서 각종 전자, 정보통신 기기를 무선으로 연결·

제어하는 기술규격을 말한다[7-8]. 블루투스는 서로 다른 장치 간에 물리적인 케이블 없이 무선 주파수를 이용하여 손쉽게 연결할 수 있다. 한번 페어링을 한 이후에는 별도의 추가 설정 없이 자동연결이 가능하며 주파수 호핑(Frequency Hopping) 방식을 취하기 때문에 신호 간섭에서 자유롭다는 장점이 있다. 또한 1:1 혹은 1:n 방식을 제공함으로써 다중접속에 적합하다[9].

노드간 통신은 Master와 Slave의 설정을 통해 이루어지며 Master는 동시에 7개까지의 Slave들과 TDD(Time Division Duplexing) 방식으로 동시에 통신할 수 있으며 Scatternet을 구성하면 계층 구조의 센서 네트워크를 구성 할 수 있다[10]. TDD 방식은 10ms의 길이를 가지는 무선 프레임으로 15개의 타임 슬롯으로 구분되며 업링크와 다운링크에 유연한 채널 할당을 가능하게 하지만 적어도 하나의 타임 슬롯은 반드시 할당되어야 한다[11].

구글의 휴대용 오픈소스 소프트웨어 플랫폼 및 주변 도구를 의미하는 안드로이드는 스마트폰과 같은 외부 장치 간 블루투스 통신을 위해 API(Application Program Interface)를 사용할 수 할 수 있는 프레임워크를 제공한다[12]. 블루투스 프레임워크는 안드로이드 기반의 장치가 연결 및 연결해제, 장치 탐색 및 응답, 데이터 전송 등의 기능을 사용 할 수 있도록 범용 액세스 프로파일(Generic Access Profile), 서비스 탐색 프로파일(Service Discovery Profile), 헤드셋 프로파일(Headset Profile), 핸드프리 프리파일(Hands-free Profile) RFCOMM(Radio Frequency Communication) 프로파일 구현 모듈을 포함하며 블루투스 하드웨어 인터페이스를 제공한다. 서비스 탐색 프로파일은 블루투스 서비스 탐색 기능 및 서비스의 데이터베이스 기능 등을 제공한다. RFCOMM프로파일은 사용자 데이터 전송을 위한 RFCOMM 소켓을 제공한다. RFCOMM 소켓은 패킷 기반의 데이터를 ACL(Asynchronous Connection Less)링크를 통해 전송할 수 있는 채널을 사용한다. 블루투스 프레임워크는 SDK(Software Development Kit)를 이용한 프로그램 개발 단계에서 RFCOMM 소켓을 이용한 데이터 전송은 가능하지만, SCO(synchronous connection oriented) 소켓을 이용한 음성 데이터를 전송하는 기능은 제공하지 않는다. 따라서 안드로이드 기반의 장

치에서 SCO소켓을 통해 음성 데이터를 처리하는 응용프로그램 작성이 불가능하므로 RFCOMM 소켓을 이용하는 방법을 적용하여야 한다[13].

III. 시스템 설계

본 논문에서 개발한 지능형 피아노 건반악기 자율 학습 시스템의 핵심요소는 사용자 스스로 연주가 가능하도록 도와주는 피아노 건반악기 보조 모듈과 안드로이드 기반의 스마트폰용 어플리케이션이다.

스마트폰 어플리케이션의 핵심은 미디어파일의 정보를 분석하고, 분석된 정보를 블루투스를 통해 피아노 건반악기 보조 모듈로 전송해주는 기능이다. 피아노 건반악기 보조 모듈은 수신 받은 정보를 통해 사용자에게 자율학습이 가능하도록 LED을 통해 표시해 주는 것이다.

스마트폰 어플리케이션은 안드로이드 운영체제에서 JAVA언어를 사용하여 제작하였으며 그림 4와 같이 6개의 Activity로 구성하였다.

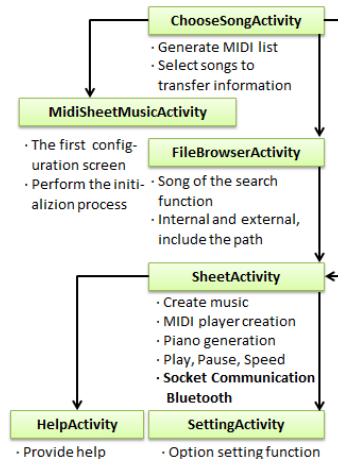


그림 1. 어플리케이션의 액티비티 구성도
Fig. 1 The application activity diagram

ChooseSongActivity는 사용자가 연습 가능한 MIDI 리스트 생성과 선택한 곡의 정보를 전송하는 Activity이다. MidiSheetMusicActivity는 어플리케이션의 첫 화면 구성과 시스템 초기화 과정을 수행하는 Activity이며 FileBrowserActivity는 곡의 검색 기능

과 파일의 경로 등을 설정하는 Activity이다. Sheet-Activity는 스마트폰 어플리케이션에서 핵심이 되는 Activity로 악보와 미디어 플레이, 피아노 생성과 재생, 일시정지, 속도 등의 UI(UserInterface)를 제공하며 Byte, Integer, Ascii Code별로 분석하여 음원데이터를 추출한다. 스마트폰 어플리케이션에서 분석된 MIDI정보를 블루투스 RFCOMM 프로토콜을 사용하여 피아노 건반악기 보조 모듈로 전송하는 Activity로 어플리케이션과 보조모듈은 동일한 UI(Universally Unique Identifier)를 사용하여 별도의 인증 과정 없이 연결이 가능하도록 하였다. SettingActivity는 어플리케이션의 옵션 설정을 위한 Activity이며 마지막으로 HelpActivity는 어플리케이션 사용하는데 필요한 도움말을 제공하는 Activity이다.

피아노 건반악기 보조 모듈은 실제 피아노 건반위에 위치하게 되며 스마트폰 어플리케이션으로부터 블루투스 통신을 통해 전송받은 정보를 분석하여 LED를 통해 사용자에게 눌러야할 건반을 직접적으로 표시해 주도록 한다.

그림4는 피아노 건반악기 보조 모듈의 전체적인 구조다. 스마트폰과 보조 모듈의 블루투스 통신을 위해 소형 싱글보드 컴퓨터인 라즈베리파이보드 모델B를 사용하였다. 보조 모듈의 전원 공급이 원활하지 않을 경우 4개의 1.5V 건전지를 통해 공급하도록 하였다. 라즈베리파이보드를 통한 보조모듈의 LED 출력 컨트롤을 위해 74595 시프트 레지스터를 사용하였다. 74595 시프트 레지스터의 11번 shift register clock pin, 12번 storage register clock pin과 14번 serial data input pin을 통해 라즈베리파이 보드연결 하였다. LED와 연결은 8개의 출력핀을 통해 8건반 1옥타브를 하나의 블록으로 출력하도록 구성하였다. 피아노의 하얀 건반 표시는 붉은색 LED, 검은 건반 표시는 녹색 LED를 사용하였다. 라즈베리파이보드의 보조모듈 제어를 위한 운영체제는 raspbian을 사용하였으며 컨트롤을 위한 클래스는 파이썬2.7 버전을 통해 제작하였다.

IV. 시스템 구현

본 연구에서 제작한 피아노 건반악기 보조 모듈 시스템은 스마트폰 어플리케이션에서 곡의 목록, 연주 속도, 악보 등의 정보를 사용자에게 제공하고, 건반악기 보조 장치에서는 음악이 재생될 경우 해당 음악이 연주되고 있는 건반 정보를 알려주는 구조로 이루어져 있다.

스마트폰 어플리케이션은 그림 6과 같이 연주 상태 조작, 악보표시, 사용자 옵션으로 구성하였다. 연주 상태 조작 부분은 연주에 필요한 버튼과 연주의 빠르기를 사용자가 선택할 수 있도록 하였으며, 실제 피아노에서 눌러 지야하는 건반을 표시하도록 하여 사용자의 편의성을 높였다. 악보표시 부분은 현재 연주되고 있는 악보를 표시하는 부분으로 좁은 화면의 문제점을 해결하고 가독성을 높이기 위해 마디 단위별 동적으로 출력하도록 하였다. 마지막으로 사용자 옵션 부분은 연주곡 선택과 환경설정, 연주내용 저장 등 부가적인 옵션으로 구성하였다.

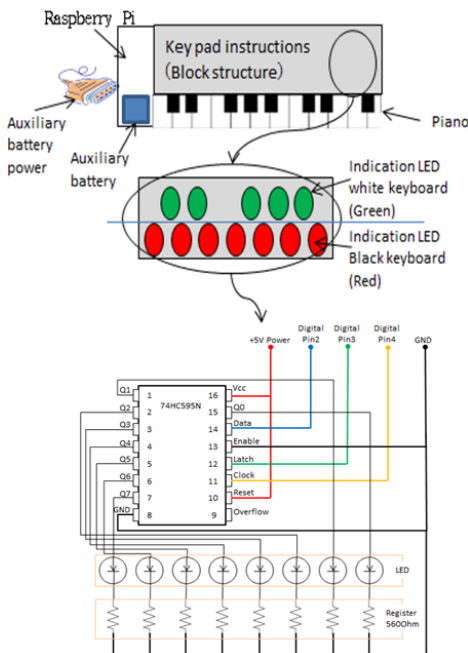


그림 2. 보조 모듈 구조도
Fig. 2 Auxiliary module

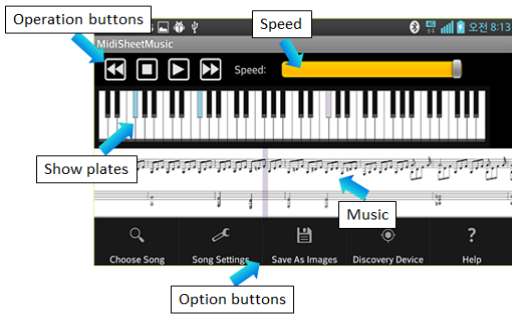


그림 3. 어플리케이션 사용자 인터페이스
Fig. 3 Application user interface

피아노 건반악기 보조 모듈은 라즈베리파이와 LED제어 출력포트 확장을 위한 74595 시프트 레지스터를 이용하여 그림4와 같이 8건반 1옥타브의 블록 구조로 제작하였다.



그림 4. 피아노 건반악기 보조 모듈의 블록식 구조
Fig. 4 Piano keyboard instrument auxiliary module structure of a block-type

제작된 보조 모듈은 스마트폰과 건반지시 정확도 테스트 수행 후 그림 5와 같이 실제 피아노에 적용하였다.

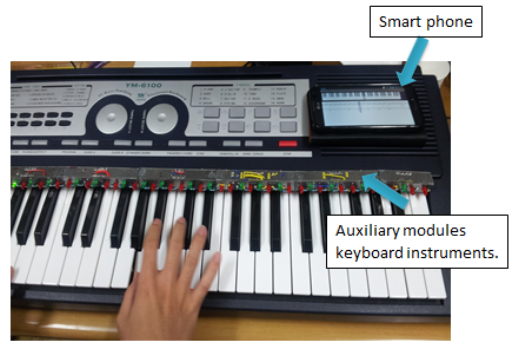


그림 5. 피아노 건반악기 보조 모듈 적용
Fig. 5 Apply to auxiliary modules on piano keyboard instruments

V. 결 론

본 연구에서는 음악교육 분야에서도 효과적인 학습을 지원하기 위한 IT기술이 접목된 스마트폰을 이용한 지능형 건반악기 자율학습 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 스마트폰 어플리케이션과 피아노 건반악기 보조모듈 사이에 블루투스 통신을 이용하여 미디어파일에 대한 정보를 LED를 통해 악보에 맞게 표시하며, 사용자 스스로 자율적인 학습이 가능하도록 구성하였다. 개발된 시스템을 통하여 기존 음악에 IT기술이 접목되어서 실제 악기 연습에 큰 도움이 되고 전문가들의 영역인 악기 연주에 보통사람들도 쉽게 접근할 수 있기를 기대한다. 앞으로의 과제는 개발된 시스템을 실생활과 교육 현장에 적용하였을 경우 그 효율성 및 효용성을 분석해 보고, 다양한 악기에 적용 가능한 시스템으로의 확장에 대한 연구가 필요할 것이다.

References

- [1] J.-O. Koo and J.-H. Ahn, "Musical Instrument Interface Using the Real-time arrangement of notes," In *Proc. Human Computer Interaction (HCI)*, Pyeongchang, Korea, Feb. 2009, pp. 373-377.
- [2] G.-J. Lim and J.-C. Lee, "Development of a Self

- Instrument Learning Tool Using an Electronic Keyboard and PC Software," *J. of Korea Multimedia Society*, vol. 15, no. 1, Jan. 2012, pp. 51-62.
- [3] Y.-G. Kim and W.-J. Kim, "Intelligent tutoring system using a smartphone implementation of piano," In *Proc. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, Yeosu, Korea, vol. 7, no. 2, Nov. 2013, pp. 131-134.
- [4] Y.-H. Heo, "THESIS/TRANSLATION : Computer Sound-Synthesis, MIDI, Interactive System," *J. of the Institute for Korean Music*, vol. 6, 1993, pp. 161-211.
- [5] W.-S. Lee and K.-S. Kim, "Processing of Game Events Using MIDI Message," *J. of Korea Game Society*, vol. 4, no. 3, 2004, pp. 71-75.
- [6] J.-U. Jeon and S.-S. Park, "Implementation of Musical Score Generator on the Window Environment," In *Proc. Korea Multimedia Society*, Daegu, Korea, May. 2005, pp. 470-473.
- [7] S.-K. Kim, "Interference Analysis based on the Monte-Carlo Method," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 3, no. 2, 2008, pp. 58-64.
- [8] J. Kim, J. Chae, W. Huh, and J. Park, "Evaluation of Bluetooth Wireless Communication Method Applied to Medical Environment," *J. of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, vol. 6, no. 1, 2002, pp. 65-71.
- [9] S. Park, H. Kim, J. Kim, T. Hwang, and S. Lee, "Design and Implementation of Multiple Access Game Control System using Bluetooth," *J. of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, vol. 17, no. 4, Dec. 2013, pp. 492-498.
- [10] H.-J. Kim, "Development of a Wireless Sensor Network Node with Dual Interfaces of UHF Radio and Bluetooth," *J. of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences*, vol. 10, no. 10, Oct. 2006, pp. 1905-1913
- [11] K. Suk and S. Park, "The Study on the Adaptive H-ARQ Technique in TD-CDMA 3G System," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 5, no. 4, Aug. 2010, pp. 450-456.
- [12] Y.-O. Han and D.-W. Kim, "The Development of Android Application for Intelligent Concert," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 1, 2013, pp. 1515-1521.
- [13] H. Cho and H. Lee, "The Android-based Bluetooth Device Application Design and Implementation," *J. of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 11, no. 1, Feb. 2012, pp. 72-85.

저자 소개



김영근(Young-Geun Kim)

2001년 한려대학교 전자계산학과 졸업(공학사)

2012년 순천대학교 대학원 컴퓨터 과학과 졸업(이학석사)

2012년~현재 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정

2014년~현재 청암대학교 컴퓨터정보과 겸임교수

※ 관심분야 : 빅데이터, 병렬분산처리시스템



김원중(Won-Jung Kim)

1987년 전남대학교 계산통계학과 졸업(이학사)

1989년 전남대학교 대학원 전산통계학과 졸업(이학석사)

1991년 전남대학교 대학원 전산통계학과 졸업(이학박사)

1992년~현재 순천대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : RFID/USN, 빅데이터, Context Awareness, 인터넷 서비스