

진동센서를 활용한 에어 드럼 교습 시스템의 설계 및 구현

박여은*, 강용화*, 류정욱*, 송은비*, 장병욱*, 김정민**, 박미화*

*동국대학교 컴퓨터공학과

**KT 단말기술조사평가팀

E-mail: pyeoeun@gmail.com

Design and Implementation of Air Drum Teaching System Using Vibration Sensor

Yeo-Eun Park*, Jeong-Wook Ryu*, Yong-hwa Kang*, Eun-Bi Song*,
Byeong-Wook Jang*, Jung-min Kim**, Mee-hwa Park*

*Dept of Computer Science, Dongguk University

**KT Technology Investigation & Evaluation Department 2

요 약

드럼은 현대인의 스트레스 해소와 노인 치매예방, 소아의 뇌 성장에 도움이 되는 반면, 악기의 크기가 크고 연습 시 발생하는 소음으로 인해 시간적, 공간적인 제약이 많은 악기이다. 본 논문에서는 드럼을 언제 어디서나 연습할 수 있도록 도와주는 에어 드럼 교습 시스템을 제안한다.

에어 드럼 교습 시스템은 진동센서가 부착된 드럼 스틱과 휴대폰용 어플리케이션만으로 드럼연주가 가능하다. 에어 드럼 교습 시스템은 드럼 스틱에 장착된 진동센서를 이용해 사용자의 드럼 연주 신호를 실시간으로 인지하고, 휴대폰에 설치된 모바일 어플리케이션에서 진동 신호를 드럼 연주 소리로 변환하여 출력한다. 또한 에어 드럼 교습 시스템은 사용자의 연주 패턴을 분석하여 드럼의 기본 패턴과 박자, 음정, 세기에 대한 유사도 점수를 제시하여 사용자의 드럼 실력 향상에 도움을 준다.

이를 위해, 본 논문에서는 사용자가 연주하는 동안 진동 센서에서 인지한 신호를 하나의 박자로 구분하기 위한 제어 기술과 실시간 연주 및 유사도 점수를 제시하는 에어 드럼 교습 어플리케이션 'WeFlash'의 설계와 구현 결과를 제시한다.

I. 서론

1. 연구 배경 및 필요성

드럼과 같은 타악기는 현대인의 스트레스 해소에 좋은 해결책이 될 수 있으며 노인 치매 예방과 아이들의 뇌 성장에 도움이 된다고 한다. 하지만, 드럼은 크기와 연주 시 발생하는 소음으로 인한 시간적, 공간적 제약과 드럼 교습 비용 등으로 인해 사람들이 쉽게 접하기 어려운 면이 있다.

드럼 연습을 할 수 있는 어플리케이션[1][2][3]이 있지만, 드럼 초보자를 위한 교습 기능보다는 연주 기능에 중점을 두고 있어 오락용으로 활용하고 있는 경우가 많다.

본 논문에서는 시간과 공간, 비용 제약 없이 드럼을 연습할 수 있도록 진동 센서와 드럼 스틱, 휴대폰만으로 드럼연주가 가능한 에어 드럼 교습 시스템을 제안한다.

에어 드럼 교습 시스템은 진동 센서가 부착된 드럼 스틱과 드럼 연주 소리를 출력하고 교습 기능을 제공하는 모바일 어플리케이션 'WeFlash'로 구성된다.

진동 센서가 부착된 에어 드럼 스틱을 이용해서 드럼 소리를 낼 수 있으므로 사용자는 언제 어디서나 드럼 연습을 할 수 있으며, 'WeFlash'에서 제공하는 패턴 연습 기능을 이용해 40개의 드럼 기초 패턴을 배울 수 있다. 패턴 연습 기능은 사용자의 연주 패턴을 분석하여 기초 패턴과의 차이 정보를 제공하는 기능으로 이를 이용해 사용자는 자신의 연주 리듬을 조율하면서 기초 패턴을 익힐 수 있다.

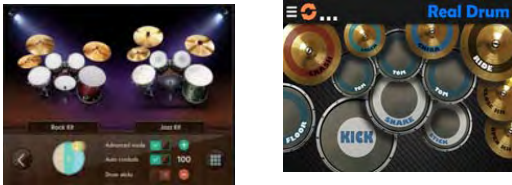
2. 관련연구

1) 드럼 어플리케이션

1) 드럼 어플리케이션

어플리케이션 기반 드럼 연주 시스템으로는 Real Drum[1], 드럼 세트 무료[2], 심플 드럼 디럭스[3] 등이 존재한다.

어플리케이션 기반의 드럼 연주 시스템은 (그림 1) 과 같이 화면을 터치함으로써 장착된 드럼 세트에 해당하는 악기의 소리를 출력하거나, 연주를 녹음해주는 기능을 포함한다. 드럼을 좋아하는 사람들은 쉽게 사용할 수 있지만, 초보자에게는 드럼을 배울 수 있는 환경이 제공되지 않아 기초부터 제대로 배울 수 없으며, 사용자가 실제 드럼을 연주하고 있다는 느낌을 받기 어렵다.



(그림 1) 드럼 어플리케이션 기능 예시[1],[2]

2) Free Drum

드럼 기기 없이도 드럼을 연주할 수 있는 드럼 시스템으로 'Free Drum[4]'이 있다. 이 시스템은 장소에 상관없이 스틱을 휘두르는 행위를 통해 드럼을 연주할 수 있는 가상 드럼장치로, 기존 드럼의 제약을 많이 해결한 시스템이다. 드럼 스틱에 본체 역할을 위한 센서를 부착하고, 스마트폰과의 블루투스 통신을 통해 드럼 연주가 가능하며, 드럼 악기의 위치에 따른 소리를 출력해줄 수 있다. 그러나 기존의 드럼 어플리케이션과 같이 드럼 초보자들이 사용하기에는 적합하지 않다는 단점이 있다.

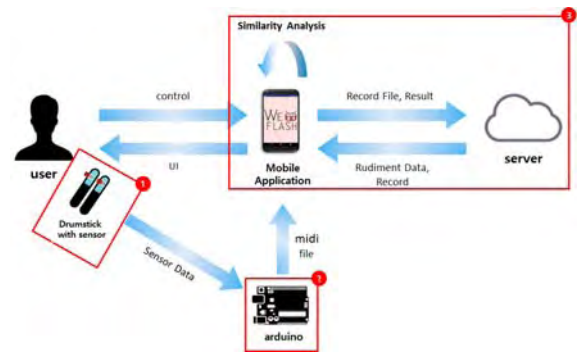


(그림 2) Free Drum[4]

II. 본 론

3. 에어 드럼 교습 시스템 구성

에어 드럼 교습 시스템은 진동센서가 부착된 드럼 스틱과 진동 센서의 신호를 분석하고 모바일 어플리케이션으로 전송하는 아두이노 장치 부, 드럼 연주 소리를 출력하고 교습 기능을 제공하는 모바일 어플리케이션 'WeFlash'로 구성된다.



(그림 3) 시스템 구성도

3-1. 진동센서가 부착된 드럼스틱

완성된 에어드럼 스틱(그림 4)은 진동센서를 부착하고 아두이노와 연결되어 진동을 인지한다.



(그림 4) 에어드럼 스틱

일반 전자 드럼 센서로 사용되는 피에조 센서(그림5.1)는 가해진 압력을 인지해야만 신호를 발생하기 때문에 에어 드럼 교습 시스템에 적합하지 않다. 반면에 대표적인 진동 센서인 SW-420(그림5.2)은 센서의 흔들림을 감지해서 신호를 발생하기 때문에 허공에서 연주하는 것을 가능하게 한다. 따라서 에어드럼 스틱에 SW-420 센서를 부착한다.



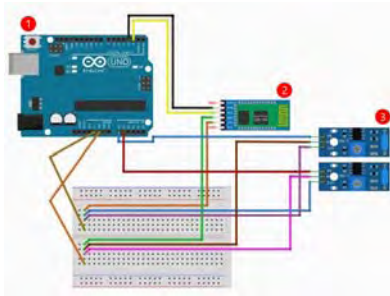
(그림 5.1) 피에조 센서



(그림 5.2) SW-420

3-2. 아두이노 장치부

아두이노는 진동 센서의 신호를 받아 분석하고 모바일 어플리케이션으로 전송하는 역할을 한다. (그림 6)는 센서의 데이터를 수신하기 위한 하드웨어 구조도이다.



(그림 6) 하드웨어 구조도

(① 아두이노, ② 통신 센서, ③ 진동 센서)



(그림 8) 패턴 연습 유형 선택(좌), 패턴 연습 창(우)

아두이노가 진동 센서의 신호를 분석하는 흐름은 다음과 같다.

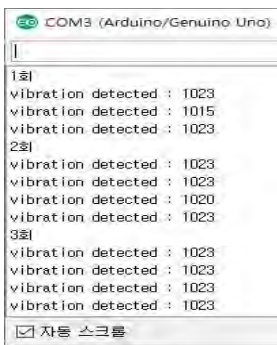
1. 프로그램이 시작되면 0.05초 마다 2개의 SW-420센서가 스틱으로부터 발생하는 사용자의 타격을 감지한다. 한 박자는 0.25초마다 구분한다.
2. 아두이노는 사용자의 타격 1000~1040에 해당하는 값만 인지한다.
3. 한 번의 타격에 여러 번의 1000~1040값이 발생(그림 7.1)하면 첫 신호를 인지한 후, 0.25초 동안 발생하는 모든 신호를 한 박자로 처리한다.
4. 한 박자를 인식하면 아두이노는 그 시간을 기억하고, 그 다음 박자를 인식할 때 두 박자 간의 시간 간격을 계산한다.
5. 실시간으로 해당 연주동안 인식한 모든 박자와 그 박자 간의 간격(누적 시간)을 블루투스 통신을 통해 어플리케이션으로 전송한다.

연습하기 메뉴(①)에서 사용자는 특정 드럼 기초 패턴, 혹은 랜덤 드럼 기초 패턴을 연습하고, 시스템은 사용자 연주와 실제 드럼 기초 패턴과 비교 분석해 연주의 능숙도를 제공한다. 연주하기 메뉴(②)에서 사용자는 드럼 기초 패턴과 관계없이 자유롭게 연주할 수 있다. 연습하기와 연주하기 기능이 시작되면, 진동 센서에서 발생한 신호를 어플리케이션에서 수신하여 드럼 소리로 변환, 출력해주고 연주 종료 후, 사용자의 연주 저장 여부에 따라 데이터베이스 서버에 연주 기록을 저장할 수 있다. 기록보기 메뉴(③)에서 데이터베이스 서버에 저장된 사용자의 과거 연주 내역과 드럼 기초 패턴과의 유사도를 확인할 수 있어 부족한 부분을 복습할 수 있다. 이 때, 연주 내역은 최근 날짜순으로 정렬하여 사용자에게 제공한다.

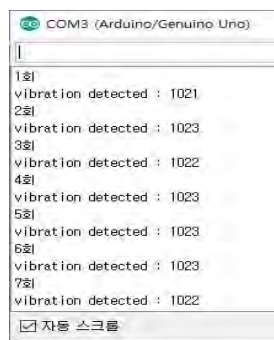
2) 드럼 기초 패턴 비교 방법

사용자의 연주와 실제 드럼 기초 패턴을 비교 분석하여, 유사도 점수를 제시한다. 유사도 점수 계산에 사용되는 데이터는 크게 사용자의 연주 신호와 드럼 기초 패턴의 정답지로 구분할 수 있다. 사용자의 연주 신호는 드럼 스틱에 부착된 진동 센서에서 생성된 값이고, 드럼 기초 패턴의 정답지는 40개의 MIDI 파일을 사람이 읽고 이해할 수 있는 텍스트 정보로 변환한 것이다.

두 대상의 비슷한 정도를 구하기 위해 L1 Distance 계산 방식[10][11]을 응용하며, 데이터의 시간, 음정, 세기에 각각 40%, 30%, 30%의 가중치를 두고 계산한다.

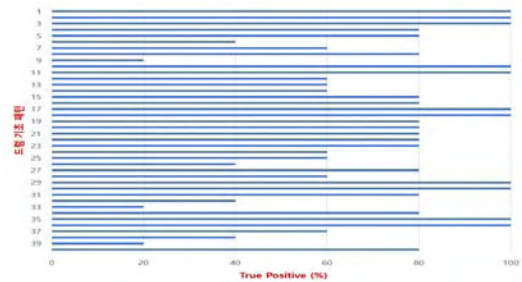


(그림 7.1)



(그림 7.2)

박자 구분 알고리즘 적용 전 / 후



(그림 9) 패턴 분류 정답률

시험용 데이터를 통해 검사한 유사도는 평균적으로 72%의 정답률을 갖는다. 정확도를 개선하기 위해 인공지

3-3. 에어드럼 교습 어플리케이션 WeFlash

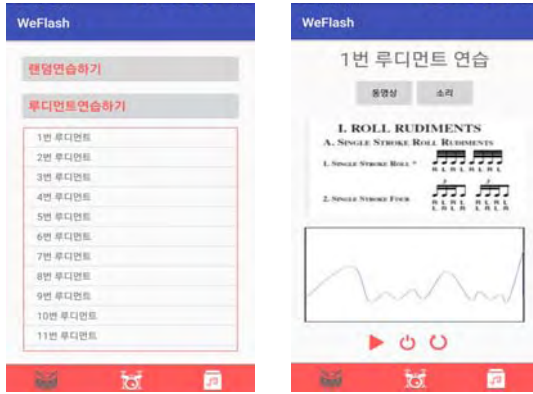
1) WeFlash 시스템 구성

모바일 어플리케이션 'WeFlash'의 핵심 기능은 사용자에게 기초 패턴 연습 서비스를 제공하는 것이다. 사용자는 메인화면(그림 8)에서 사용할 기능을 선택할 수 있다.

능 알고리즘인 Logistic classification을 적용하고, 드럼 기초 패턴을 학습시켜 개선하고자 한다.

3) 구현결과

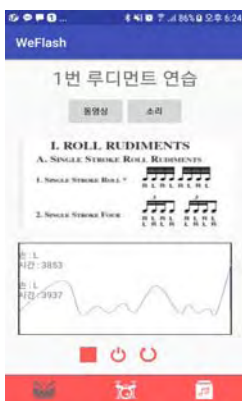
사용자는 (그림 9)과 같이 연습하고자 하는 드럼 기초 패턴의 유형을 선택할 수 있으며, 특정 기초 패턴 항목을 클릭하면 해당 패턴을 연습할 수 있다.



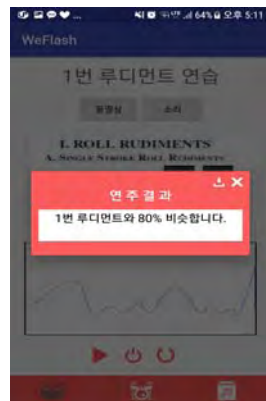
(그림 10) 패턴 연습 유형 선택(좌), 패턴 연습 창(우)

사용자가 녹음을 위한 재생 버튼을 클릭하면 블루투스 통신을 통해 에어드럼 스틱과 연결하고, 연결이 완료되면 드럼 스틱으로부터의 데이터를 어플리케이션으로 전송할 수 있다. 사용자가 연습을 위해 드럼 스틱을 흔들면, 아두이노에서 스틱의 진동 센서의 값을 어플리케이션으로 송신한다. (그림 10)과 같이 어플리케이션에서는 수신한 데이터의 값인 흔들 손의 위치 및 시간을 출력한다. 손의 위치는 R(오른쪽), L(왼쪽)로 구분하며, 시간은 시작 시간을 기준으로 누적된 시간을 의미한다.

사용자의 연주가 종료되면 드럼 기초 패턴과의 유사도 분석을 통해 연주결과를 (그림 11)과 같이 보여준다.



(그림 11) 드럼 기초 패턴 연습 화면



(그림 12) 연주 패턴 분석 결과

III. 결 론

일반적인 드럼 장치는 시간과 공간, 경제적인 비용을 많이 요구한다. 기존의 드럼 어플리케이션들은 드럼 초보자를 위한 교습 기능보다는 연주 기능에 중점을 두고 있어 오락용으로 활용하고 있는 경우가 많다.

우리는 위의 문제를 해결하기 위해 진동센서를 부착한 드럼스틱을 이용하는 시스템을 설계하고, 시공간적, 경제적 비용을 최소화하는 교습용 드럼 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 사용자의 연주 패턴을 분석하여 드럼의 기본 패턴과의 박자, 음정, 세기에 대한 유사도 점수를 제시하므로 사용자의 드럼 실력 향상에 도움을 줄 수 있다.

더 나아가 WeFlash 시스템은 스틱에 위치센서를 추가로 장착해서 스틱의 위치에 따라 심벌즈, 베이스와 같은 다양한 구성의 소리가 나도록 개발하여 실제 드럼과 같은 시스템으로 개선해나가고자 한다.

감사의 말

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2016-0-00017)

참고문헌

- [1] Kolb Apps, “Real Drum”, <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.rodri.gokolb.realdrum>
- [2] Gismart, “드럼 세트”, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gismart.realdrum2free>
- [3] TPVapps, “Simple Drum Deluxe”, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tpvapps.simpledrumsdeluxe>
- [4] Free Drum (<https://www.freedrum.rocks/>)
- [5] 조르디 토레스 “텐서플로 첫걸음” 한빛MIDI어
- [6] 사이트 고키 “밑바닥부터 시작하는 딥러닝” 한빛미디어
- [7] David Back “Standard MIDI-File Format Spec. 1.1, updated”
- [8] Percussive Arts Society “Percussive Arts Society International Drum Rudiments”
- [9] 박상준 “기계학습을 이용한 내용 기반의 음악 장르 분류” 서울대학교
- [10] <http://bbs.nicklib.com/algorithm/1697> (맨해튼거리)
- [11] [https://en.wikipedia.org/wiki/Metric_\(mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Metric_(mathematics)) (맨해튼거리)
- [12] 김경연 외 2명 “아두이노 완전정복” 북두출판사