

인터랙티브 국악 타악기 인터페이스 제작 연구

한기열[†], 박상범[‡], 김 준^{‡‡}

요 약

본 논문은 사물놀이 타악기인 북·장구·징·꽁꽁리를 위한 디지털 기반의 새로운 인터페이스 제작을 제안한다. 새롭게 제작된 인터페이스는 징과 유사한 모양을 가진 타악기 형태이고, 하나의 인터페이스에서 네 가지 악기 모두 연주 가능하도록 고안되었다. 인터페이스의 전면부와 몸통에 위치한 두 개의 타격면은 인터페이스를 타격할 때 발생하는 타격 데이터를, 손잡이 부분에 위치한 제어부는 손잡이를 쥐는 압력 데이터를 발생시킨다. 발생한 정보들은 무선 통신을 통해 컴퓨터로 전송되고 컴퓨터는 각 악기의 소리 특성을 기반으로 합성음을 재생한다.

Interactive Interface for Virtual Korean Percussion Instruments

Ki-yul Han[†], Sang-bum Park[‡], Jun Kim^{‡‡}

ABSTRACT

This paper is to propose for the production of a digital-based new interface for the percussion of samulnori which are drum, janggu, jing and kkwaenggwari. Newly designed interface is similar to a jing-shaped percussion, and it was designed to play all of four instruments from a single interface. Two hitting surfaces, which are located both in front and at trunk of the interface, generate a hitting date creating when interface to be hit and a pressure data when to grip the handle by control unit located at the handle. The information generated is transmitted to a computer via a wireless communication, and then, the computer generate a synthesized sound based on the characteristic of each instrument.

Key words: Digital Interface(디지털 인터페이스), Korean Percussion(국악 타악기), Sound Character(소리 특성), Virtual Instruments(가상 악기)

1. 서 론

1.1 연구 목적

컴퓨터의 발달과 함께 성장한 디지털 기반의 정보 과학 기술은 새로운 악기 형태 개발에 많은 영향을 미쳐왔다. 기존 악기를 새로운 형태로 변화시키는 것은 오랫동안 학계와 업계에 큰 관심을 받아왔는데 기존악기의 형태를 전자악기/가상 악기(Virtual In-

struments) 등으로 변화시키는 것은 음악 전문가 뿐 아니라 비전문가들도 악기를 손쉽게 접할 수 있는 기회를 제공했다.

특히 이러한 악기 형태 중에 건반 형태와 드럼 형태가 널리 보급되고 있다. 현재 널리 알려져 있는 드럼 형태 외에 Taiko, Bodhran, Tabla와 같은 각 민속 타악기를 디지털 기반의 새로운 인터페이스로 개발 하는 연구가 활발히 이루어지고 있으며 이 중 몇몇은

※ 교신저자(Corresponding Author): 김준, 주소: 서울특별시 중구 필동로 1길 30 (필동3가 26) 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과(100-715), 전화: 02)2260-3264, FAX: 02)2260-3766, E-mail: music@dongguk.edu
접수일: 20 년 월 일, 수정일: 20 년 월 일
완료일: 20 년 월 일

[†]한기열 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 박사과정

(E-mail: kiyeori@dongguk.edu)

[‡]박상범 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 박사과정 (E-mail: bmajor78@dongguk.edu)

^{‡‡}김준 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 교수

※ 본 연구는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2011-0000064)

개발이 완료되어 상용화 된 상태이다. 한국 전통 국악기 또한 장구, 해금, 가야금이 전자악기로 연구 및 개발되어 왔다. 하지만 이러한 기존 연구는 기존악기를 단순 개량하거나 혹은 기존 악기와 동일한 형태로 제작하는데 그쳤다. 이에 본 연구를 통해 농악을 통해 널리 알려져 있는 민속 타악기 북·장구·징·꽁과리의 네 가지 악기가 하나의 인터페이스에 연주 가능한 디지털 기반의 새로운 인터페이스를 제작하였다.

사물놀이에서 사용되는 네 가지 악기의 구조와 형태 및 소리 특성이 다르기 때문에 이들을 하나의 인터페이스에서 연주하기 위해서는 새로운 형태의 디자인이 필요하며, 각 악기의 구조 및 소리의 특징·연주기법에 대한 이론 및 학술적인 데이터가 필요하다. 이에 본 연구는 선행 연구를 통해 각 악기의 타격 강도에 따른 소리 변화의 특징 등 네 가지 악기에 대한 연구를 진행하여 서로 다른 네 가지 악기를 비교 및 분석하고 분석된 데이터를 통하여 하나의 인터페이스에서 네 가지 악기가 모두 연주 가능한 디지털 기반의 새로운 인터페이스를 제작·설계했다.

1.2 기존 연구사례

디지털 기반의 새로운 악기 인터페이스 개발은 음악의 새로운 연주와 표현을 위해 꾸준히 진행되어 왔다. 특히 스탠포드 대학의 CCRMA 연구소, 프린스턴 대학의 사운드랩, 프랑스의 IRCAM 등과 NIME (New Interface for Musical Expression)이라는 국제 학술대회를 중심으로 활발한 연구가 진행 중이다.

국내의 경우 한국과학기술원의 문화기술대학원과 울산대학교에서 관련 연구를 진행한 바 있다. 2009년 김근형 등은 단순하고 사용하기 쉬운 악기의 사례로 야광봉 형태의 음악 인터페이스인 플레이스틱(PlaStick)과 같은 컨트롤러를 개발하였으며, 2007년 조상진 등은 ATmega128을 이용하여 줄 없는 기타를 구현한 시도도 있었다.

전통 국악기의 경우 전통 악기가 가지고 있는 단점을 보완하고 다른 장르의 악기들과 음향적 균형을 맞추기 위하여 개발된 사례가 대부분이다. 때문에 소리가 큰 악기보다는 작은 악기를 중심으로 개발되었다. 현악기의 경우 가야금, 거문고, 해금을 중심으로 개발되었고 타악기의 경우 장구가 개발된 바 있다. 그러나 개발된 악기에 대한 연구 자료가 턱없이 부족

한 것이 사실이다[1].

박승원은 한국의 전통 장구의 연주기법을 활용할 수 있는 전자 장구를 개발하였는데, 전자 장구 소리의 음량과 Digital MIDI 데이터 전송 기능을 이용하여 장구에 총 9개의 패드를 설치하여 연주함으로써 선율 연주가 가능하도록 제작하였다.

장미현은 전통 해금과 전자해금의 구조와 음색을 비교함으로써 전자 해금의 활용 방법과 개선방안에 대하여 논하였다.

김진희의 전자거문고(electronic Geomungo)는 전자 장치를 통해 음을 확성하고 전자기기를 통하여 다양한 음색을 만들어 내는 것에 초점이 맞추어진 전자악기이다. 1980년에 제1차 프로토타입이 완성된 후 현재까지 총 네 차례의 업그레이드 과정을 거쳐 제작되었다. 최종 개량의 형태는 거문고에 피에조 픽업을 사용하고, 컴퓨터 프로그램에서 원하는 음색으로 바뀌는 형태로 개량했다.

최영준·박진현 개발팀은 연주 활동과 음악 녹음 과정 중 가야금에서 발생하는 공진 현상과 작은 음량에서 비롯되는 사운드의 균형 문제를 해결하기 위하여 전자국악기를 제작하였다. 개발팀은 전통의 가야금과 같이 공명통을 가진 악기가 가지고 있는 공진 발생 요소를 제거하기 위하여 공명통이 없는 디자인을 적용시키고, 음원을 피에조 전자 픽업 센서를 통해 사운드 픽업을 하여 음량을 확장할 수 있는 시스템을 채택했다[2].

1.3 연구 방법 및 연구 범위

본 연구는 기존 악기의 개량이 아닌 하나의 인터페이스에 북·장구·징·꽁과리 네 가지 악기가 모두 연주 가능한 디지털 기반의 인터페이스 개발을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 사전 연구를 통해 이들 악기의 구조와 연구 기법, 음향적 특징을 정리하였고, 이러한 특징을 반영할 수 있는 인터페이스를 설계했다. 피에조 센서를 이용하여 인터페이스의 타격면을 타격 할 때의 타격 데이터를 수집했고 징과 꽁과리의 울림판을 쥐고 치는 연주 기법 구현을 위해 손잡이 부분에 압력 센서를 위치시켜 압력 데이터를 수집했다. 피에조 센서에 의해 발생된 타격 데이터는 각 악기의 타격 강도에 따른 음량 변화 특성에 따라 음량 데이터 변환하였고 압력 데이터는 인터페이스를 쥐는 감성 정도에 따라 인터페이스를 드는 정도,

약하게 쥐는 정도, 강하게 쥐는 정도로 나뉘었다. 또 컴퓨터 프로그램에서 네 가지 악기를 사전연구에 의해 합성된 네 가지 악기의 합성음을 선택·재생할 수 있도록 하였다. 그림 1은 본 연구의 범위를 보여 준다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 1장에서는 연구의 목적 및 기존 연구 사례, 본 연구의 방법 및 범위를 기술하였고, 2장에서는 국악 타악기의 인터페이스의 구조 및 설계를 제시하였고 3장에서는 데이터의 흐름 및 통신 방법을 4장에서는 데이터 처리 방법에 대해서 기술하였다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺고 향후 과제를 제시하였다.

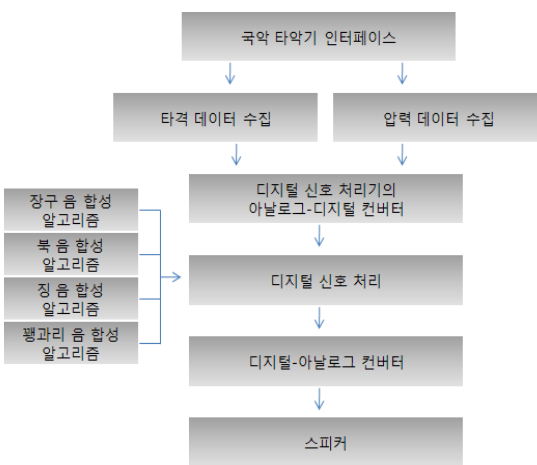


그림 1. 연구의 범위

2. 국악 타악기 인터페이스의 설계

시스템의 전체 구성은 타격 데이터와 압력 데이터를 추출하는 인터페이스와 인터페이스에서 생성된 데이터를 처리하여 이에 따라 합성음을 재생하는 처리장치(컴퓨터)로 구성된다. 인터페이스에 위치한 두 개의 타격면은 타격의 타이밍(trigger)과 타격 강도를 감지하여 소리 발생 시점 정보와 소리의 강약 조절하는 정보를 추출한다. 손잡이 부분에 위치한 제어부는 손잡이를 누르는 시점과 압력 강도를 감지하여 소리 제어 시점 정보와 올림판을 막는 정도를 조절하는 정보를 추출한다. 타격면과 손잡이 부분에서 생성된 데이터는 무선 통신을 통해 컴퓨터로 전송되며 컴퓨터는 전송된 데이터를 받아 처리하고 합성음을 재생한다.

2.1 인터페이스 디자인 컨셉

본 연구에서 개발한 인터페이스는 타악기 형태의 디지털 인터페이스이다. 인터페이스의 디자인은 연주 및 휴대의 편의성을 고려하였으며 악기별 연주 기법을 반영하여 하나의 인터페이스에서 모두 연주 가능하도록 고안했다. 인터페이스 설계의 기본 컨셉은 다음과 같다.

- 하나의 인터페이스에서 북·장구·징·팽과리 네 가지 악기 연주 가능
- 사물놀이 타악기의 구조와 연주 표현 기법 반영
- 연주의 편의성
- 이동 가능한 휴대성

2.2 인터페이스의 구조

인터페이스는 크게 두 개의 타격면과 징과 팽과리의 올림판을 막고 치는 연주 기법 구현을 위한 제어부로 구성된다. 타격면은 장구의 양편 연주와 북의 북통을 치는 연주 기법을 위해 인터페이스의 전면부와 몸통, 두 군데에 위치시켰다. 타격부의 제어 방식은 타격면을 손으로 타격하는 방식이며, 제어부는 손잡이에 위치하여 손가락의 압력 전달에 의해 제어된다.

인터페이스의 하드웨어는 자작 나무합판으로 만들어진 몸통 안에 피에조 센서, 압력 센서, 메쉬 헤드, 무선통신 모듈, 배터리 등의 부품으로 구성되며, 아래의 그림 1과 같이 크게 인터페이스 전면부와 몸통에 위치한 두 개의 타격면, 손잡이의 세 부분으로 구분할 수 있다. 그림 2는 인터페이스의 구조와 부품

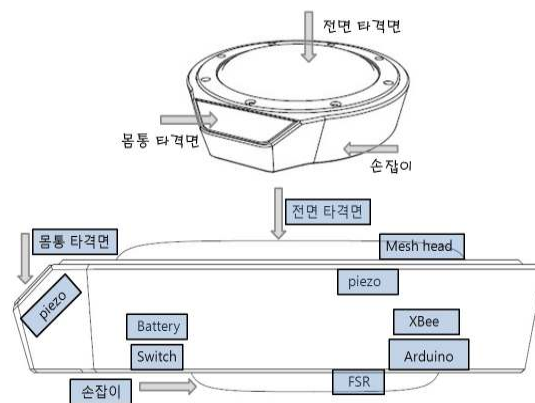


그림 2. 인터페이스의 구조와 부품 구성

구성을 보여준다.

전면 타격면에는 메쉬헤드가 위치되어 있고 타격 데이터 감지를 위하여 피에조 센서가 부착되어져 있다. 몸통 타격면에도 타격 데이터 감지를 위한 피에조 센서가 부착되어 있으며, 타격시 발생할 수 있는 노이즈를 최소화하기 위하여 피에조 센서 위에 코르크를 덧입혀 부착하였다. 손잡이 부분에는 압력 데이터 감지를 위한 FSR(Force Sensing Resistor) 센서가 부착되어 있다. 타격면2의 반대편 안쪽에는 ATmega8 계열의 마이크로 컨트롤러(Arduino), XBee2 시리즈의 무선 통신 모듈, 재충전이 가능한 3.7V 리튬-이온 배터리 등 기타 전자 회로가 포함된다. 그림 3은 제작된 인터페이스의 실제 모습을 보여준다.

인터페이스의 전체적인 외관은 징과 유사한 형태를 가지고 있으며, 후면 부분을 통하여 각각의 부품의 분리 및 조립이 용이하도록 제작하였다. 그림 4는 제작된 인터페이스의 후면부의 배터리 스위치를 보여준다.



그림 3. 인터페이스 실제 모습(정면, 측면, 후면)

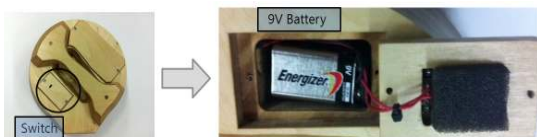


그림 4. 인터페이스 후면 배터리 스위치

2.3 피에조 센서를 이용한 타격 데이터 추출

인터페이스의 전면부와 몸통에 피에조 센서를 위치시켜 타격의 타이밍과 강도를 감지하도록 하였다. 피에조 센서는 금속판 사이에 얇은 압전 소자를 끼워 넣어 소리, 진동, 압력 등을 감지한 후 이를 전기 신호로 변화시키는 센서로, 메쉬 헤드의 떨림에 의한 진동을 감지한다. 타격부에 위치한 피에조 센서는 타격면을 타격할 때 신호를 위한 트리거와 타격 시의 어

택 강도를 감지하는데 사용된다. 표 1은 피에조 센서를 사용하여 감지하려는 요소를 나타낸다. [3]

표 1. 피에조 센서를 이용한 데이터 감지 요소

감지 요소	용도
타격의 타이밍(trigger)	소리 발생 시점 정보
타격의 어택(attack) 강도	소리의 강약 조절

2.4 피에조 센서의 데이터 혼선 방지

피에조 센서는 소리, 진동, 압력 등을 감지한 후 이를 전기 신호로 변화시키는데 인터페이스는 두 개의 타격면에 각각 피에조 센서를 위치시키기 때문에 피에조 센서간의 데이터 혼선 현상(crosstalk)을 방지해야 했다. 그림 5와 같이 전면 타격면의 피에조 센서와 몸통 타격면의 피에조 센서의 위치를 최대한 분리하였다. 또 몸통의 재료로 사용된 자작나무 합판은 밀도가 높고 탄성이 강한 소재로 임피던스가 높은 소재이다. 위치를 분리시킨 후 두 개의 피에조 센서를 각각 타격할 때 서로 다른 피에조 센서에 미치는 영향은 노이즈 수준인 것으로 나타났다.



그림 5. 데이터 혼선 방지를 위한 피에조의 위치 분리

2.5 압력 센서를 이용한 데이터 제어

징과 팽과리의 울림판을 막고 치는 기법을 구현하기 위해 손잡이에 압력 센서를 위치시켰다. 인터페이스 사용자는 손잡이에 위치한 압력 센서를 누르는 정도에 따라 징과 팽과리의 울림판을 막는 정도를 조절하게 된다. 손잡이에 위치한 압력 센서는 소리 제어 시점 정보를 위한 트리거와 압력의 강도를 감지하는데 사용된다. 표 2는 압력 센서를 사용하여 측정된 압력 데이터에서 감지하려는 요소를 나타낸다[3].

표 2. 압력 센서를 이용한 데이터 감지 요소

감지 요소	용도
제어 타이밍(trigger)	소리 제어 시점 정보
압력 강도	울림판을 막는 정도 조절

그림 6은 손잡이 부분에 위치한 압력 센서를 보여준다.

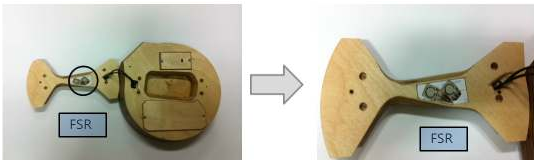


그림 6. 손잡이의 압력 센서 위치

2.6 타격 노이즈의 제거

본 연구는 인터페이스를 타격할 때 컴퓨터에서 합성된 소리를 재생하는 방식이다. 때문에 인터페이스의 타격면을 타격할 때 발생하는 자체 노이즈를 최소화해야 했다. 타격 노이즈 발생을 최소화하기 위해 전면부의 소재를 전자 드럼에 많이 사용되는 메쉬 헤드로 선택했으며 몸통에 위치한 타격면은 나무 재질 위에 코르크 나무를 덧입혔다.

표 3은 메쉬 헤드와 전자 드럼에서 사용되는 소재를 동일한 강도로 타격할 때 발생하는 소리의 크기를 비교한 것이다. 실험은 드럼채를 사용하여 동일한 강도로 중심부를 타격하고 이를 마이크로폰으로 녹음한 후 음량값을 분석했다. 표 3에서 보여지듯이 메쉬 헤드가 여타 다른 소재에 비해 타격시 발생하는 타격 노이즈를 매우 효과적으로 억제하는 것을 확인할 수 있다.

표 4는 몸통에 위치한 타격면을 각기 다른 소재로 덧입힌 후 동일한 강도로 타격할 때 발생하는 소리의 크기를 보여준다.

표 3. 타격면 소재에 따라 발생된 타격 노이즈의 크기

전면 타격면	
재질	음량 (dB)
메쉬 헤드	-46.4
고무 헤드	-20.9
가죽 헤드	-5.6
드럼피	-1.9

표 4. 타격면 재질에 따라 발생된 타격 노이즈의 크기

몸통 타격면	
재질	음량 (dB)
코르크	-9.3
실리콘	-7.6
고무	-5.3
나무	-4.4

몸통 타격면은 나무로 된 몸통에 위치하기 때문에 타격 발생시 나무에서 생성되는 타격 노이즈의 억제 위해 코르크 나무 소재를 덧입혔다. 표 4에서 볼 수 있듯이 코르크 나무 소재는 여타 다른 소재에 비해 타격시 발생하는 노이즈를 효과적으로 억제 했다.

3. 데이터의 흐름과 무선 통신

3.1 데이터 신호의 흐름

전면 타격면과 몸통 타격면에 부착된 피에조 센서는 각 타격면에서 타격 발생시 생성되는 타격의 강도를 감지하게 되며 손잡이 부분에 부착된 FSR 센서는 손이 손잡이를 쥐어 잡는 압력을 감지한다. 피에조 센서와 FSR 센서를 통해 감지된 데이터는 전기 신호로 변환되어 마이크로 컨트롤러인 Arduino로 보내지며 Arduino는 다시 전기 신호를 디지털 신호로 변환하여 무선 통신 모듈인 XBee를 통해 컴퓨터로 전송된다. 그림 7은 타격데이터와 압력데이터 신호의 흐름을 보여준다.

3.2 무선통신

무선통신은 ZigBee 규격 통신 칩셋인 XBee2 시리즈를 이용했다. 무선 통신 장치는 컴퓨터에는 수신 장치를 장착하며 인터페이스에는 발신 장치를 장착하게 된다. 다수의 인터페이스 연주 시 각각의 인터페이스마다 발신 장치가 하나씩 장착되며, 데이터의 빠른 전송을 위하여 각 인터페이스가 라우터를 거치지 않고 연결되도록 네트워크로 구성하였다. 즉, 컴퓨터는 하나의 수신 장치로 여러 인터페이스의 데이터를 수신 할 수 있도록 구성하였다. 이론적으로 컴퓨터 하나에 8개의 인터페이스의 연결이 가능하지만 원활한 전송을 위해 하나의 수신 장치에 4개 이하의 인터페이스를 연결하는 것이 좋다[4]. 본

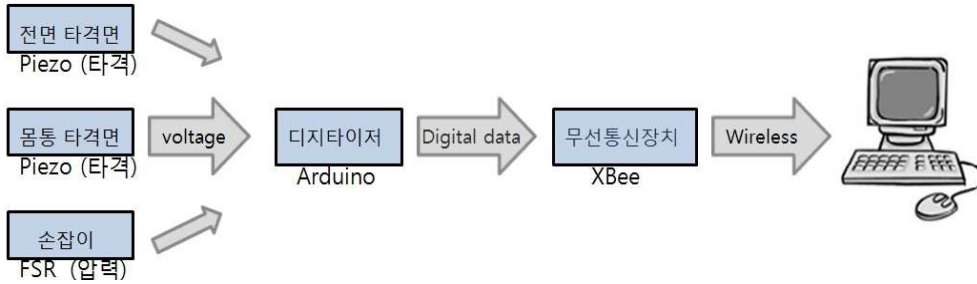


그림 7. 타격 데이터와 압력 데이터 신호의 흐름도

연구에서는 하나의 인터페이스로 북, 장구, 징, 팽과 리 모두 연주 가능하게 하는 것과 더불어 두 개 이상의 악기가 동시에 사용되는 상황을 전제로 하고 있다. 즉 사물놀이 타악기가 동시에 연주 될 수 있는 다중 전송방식이 가능하다.

4. 타격 데이터와 압력 데이터의 맵핑

4.1 타격 강도 변화에 따른 각 악기의 음량 변화 특성

본 연구에서는 하나의 인터페이스에서 북·장구·징·팽과리의 네 가지 악기가 연주 가능하도록 설계했다. 각각의 악기는 재질과 크기가 다르기 때문에 타격의 강도를 동일하게 변화시켰을 때 나타나는 음량의 변화에 차이가 발생한다. 만약 각 악기의 타격 강도에 따른 음량 변화를 동일하게 적용시킨다면 각 악기의 소리 특성을 제대로 반영하지 못한 결과가 될 것이다. 따라서 타격 데이터를 음량 변화로 맵핑할 때 각 악기별 타격 강도 변화에 따른 음량 변화 특성을 적용하는 것이 필요하다. 아래 그림 8은 사전 연구를 통해 실험한 타격 강도 변화에 따른 장구·북·팽과리·징의 음량 변화 경향을 나타낸 것이다. 그림의 가로축은 타격 강도를 세로축은 음량을 의미한다.

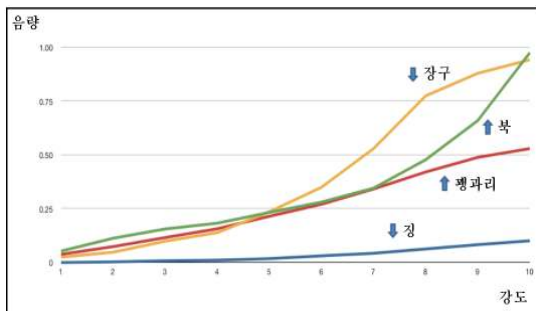


그림 8. 타격 강도에 따른 장구·북·팽과리·징의 음량 변화

그림 8에서 볼 수 있듯이 금속 악기인 팽과리와 징의 음량 변화와 가죽 악기인 장구와 북의 음량 변화 경향이 타격 강도의 변화에 따라 달리 변화하는 것을 알 수 있다. 금속 악기는 타격 강도 변화에 따른 음량 변화가 선형적인 패턴을 가지는데 반해 가죽 악기의 음량 변화는 중간 단계의 강도부터 음량이 급격하게 변화하는 특징을 보이고 있다[5].

4.2 각 악기의 음량 변화 특성을 반영한 데이터 맵핑

사전 연구를 통해 분석된 강도 변화에 따른 각 악기의 음량 변화 특성을 반영하여 강도 단계를 다섯 단계로 분리하여 적용했다. 사물놀이 타악기는 대개 약하게·세게 두 단계로 나뉘어 연주되지만 본 인터페이스는 전문 연주자 외에 음악 교육을 받지 않은 일반인의 연주 상황도 고려했기에 음량 단계를 다섯 단계로 더 세밀하게 나누었다. 각각의 음량 단계는 타격 강도에 따라 가장 약한 1단계부터 가장 강한 5단계까지 나뉘었으며 각각의 단계를 국악 타악기의 음량 변화 특성에 근거하여 0-1의 음량값(amp value)으로 변환했다. 표 5는 강도의 단계를 음량값으로 변환한 것을 보여준다.[6].

4.3 압력 데이터의 적용

압력 센서를 통해 감지되는 압력의 데이터 적용을

표 5. 타격 데이터의 음량 단계 맵핑

강도 단계	음 량 (Amp)			
	북	장구	징	팽과리
1	0.116	0.052	0.039	0.141
2	0.188	0.106	0.117	0.297
3	0.288	0.372	0.314	0.512
4	0.490	0.822	0.627	0.794
5	1	1	1	1

위해 압력의 강도를 3단계로 나누었다. 압력 데이터는 0-255의 데이터를 가지는데 이를 각 단계별 압력 강도는 인터페이스를 잡고 있을 때의 1단계 강도, 약하게 압력을 가할 때의 2단계 강도, 강하게 압력을 가할 때의 3단계 강도로 나뉘었다. 표 6은 압력 데이터의 강도별 단계를 나타낸다.

표 6. 압력 데이터의 단계별 수치

강도 단계	데이터 수치 (0-255)	
	최 저	최 고
1	0	120
2	120	150
3	150	215

5. 결 론

본 논문은 하나의 인터페이스에서 네 가지의 국악 타악기인 북·장구·징·꽝과리 모두 연주 가능한 디지털 기반의 새로운 국악 타악기 인터페이스를 제작을 제안했다. 인터페이스의 설계는 국악 타악기의 구조와 연주 기법, 연주의 편의성, 휴대성을 고려하여 설계했다. 두 개의 타격면은 피에조 센서를 사용하여 정확한 타격 시점 및 어택 강도를 추출하고 손잡이의 압력 센서는 압력값에 의해 징과 꽝과리의 울림판을 막고 치는 연주법 구현에 활용된다. 타격 데이터와 압력 데이터의 정보는 무선 통신을 통해 컴퓨터로 전송되고 컴퓨터는 데이터를 각 악기의 소리 특성을 기반으로 합성음을 재생하게 된다. 본 연구를 통하여 제작된 국악 타악기 인터페이스는 국악기의 대중화와 사용성이 더욱 증대된 다양한 국악 디지털 악기 제작에 큰 기여를 할 것이라 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 강명수, “디지털 신호처리를 이용한 기타 형상의 신디사이저 개발,” 울산대학교 대학원 석사 학위 논문, pp. 1-2, 2009.
 [2] 권지민, “전기·전자국악기 개발과 문화콘텐츠 활용 방안 연구,” 고려대학교 대학원 석사 학위 논문, pp. 6-9, pp. 38-67, 2011.
 [3] 한기열, 박상범, 김준, “국악 타악기 인터페이스의 제작 설계 연구,” 한국공학 예술학회 학술대

회, 2010.
 [4] 김근형, 허문경, 여운승, “야광봉 형태의 음악 인터페이스 개발,” 한국공학 예술학회 논문지 제1권 제1호, 2009.
 [5] 한기열, 박상범, 김준, “국악 타악기 인터페이스 제작을 위한 타격에 의한 소리 변화 연구,” 한국공학 예술학회 논문지 제2권 제1호, 2010.
 [6] 윤지원, 조희영, 조형제, 김준, “대금의 청(淸) 울림에 따른 음색 및 노이즈의 변화에 대한 연구,” 한국멀티미디어학회 논문지, 2006.



한 기 열

2005년 평택대학교 작곡(학사)
2007년 동국대학교 멀티미디어
학과(석사)
2011년 동국대학교 멀티미디어
학과(박사 수료)
현재 원광대학교 강사

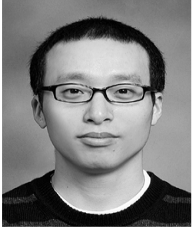
관심분야: 컴퓨터음악, 멀티미디어음악, 소리 합성,
Sound Visualization



김 준

1989년 경희대학교 작곡과(학사)
1994년 미국 Boston대학교 작곡
과(음악석사)
1999년 미국 Stanford대학교 작
곡/컴퓨터음악 전공(음
악박사)

2001년~현재 동국대학교 멀티미디어학과 교수
관심분야: 컴퓨터음악, 멀티미디어음악, 소리 합성,
Sound Visualization



박 상 범

2006년 건국대학교 사학과(학사)
2009년 동국대학교 멀티미디어학
과(석사)
2011년 동국대학교 멀티미디어학
과(박사 수료)
현재 백석콘서바토리 강사

관심분야: 인터랙티브 멀티미디어 시스템, 뮤직 테크놀
러지