

인터랙티브 네트워킹 시스템을 위한 색소폰 인터페이스 제작 연구

홍의식¹⁾, 김준²⁾

A Study of Hybrid Saxophone Interface for Interactive Networking System

Euy Shick Hong¹⁾, Jun Kim²⁾

요 약

다양한 기술이 융합된 인터랙티브 멀티미디어 공연 시스템이 발전되기 시작하면서 많은 아티스트들과 악기 회사들은 실시간 사운드 프로세싱과 컴퓨터로 합성된 사운드를 사용하기 위해 전자 악기 인터페이스를 개발하였다. 개발된 전자 인터페이스는 목적에 따라 여러 형태로 발전되었으나 악기 고유의 음색을 유지하기에는 전자사운드의 한계를 갖고 있었다. 이러한 문제점을 극복하고자 하이브리드 형태의 전자 인터페이스가 개발되기 시작 하였다. 색소폰의 경우 악기에 인터페이스를 부착하거나 삽입하는 형태로 개발되었는데 이러한 형태의 인터페이스들은 외관을 해치는 디자인과 부착된 센서에 의한 연주의 불편함 등의 이슈를 가지고 있었다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 보완하고 개선하여 색소폰 연주자의 자연스러운 움직임을 통해 데이터를 제어할 수 있는 하이브리드 색소폰 인터페이스 개발을 목적으로 하고 있다. 또한 개발된 색소폰 인터페이스는 인터랙티브 네트워킹 시스템을 이용한 멀티미디어 공연에 음악적인 표현과 디지털 기술 융합을 목표로 하고 있다.

핵심어 : 색소폰 인터페이스, 인터랙티브 네트워킹, 전자 사운드, 멀티미디어 공연

Abstract

In this paper, musical interfaces have developed by musicians and music company for audio processing, synthesizing and various performance. Developed musical interfaces had various features and musical timbre. But sound timbre generated by a computer without real acoustic instrument sound. To overcome this problem, Hybrid musical interface has developed to play with original sound timbre. Especially, saxophone

Received (February 5, 2018), Review Result (February 14, 2018)

Accepted (April 6, 2018), Published (May 31, 2018)

¹⁾ 04620 Doctorate course, MARTE Lab. Dept. of Multimedia, Graduate School, Dongguk University, Jung-gu, Seoul, Korea
email: antaresax@dongguk.edu

²⁾ (Corresponding Author) 04620 Professor, MARTE Lab. Dept. of Multimedia, Graduate School, Dongguk University, Jung-gu, Seoul, Korea
email: music@dongguk.edu

interfaces of hybrid type can be attached or integrated into the real saxophone instrument. However, these interfaces have various problems such as constrained control and uncomfortable look from the complicated cords and controller with sensors. The purpose of this research is to overcome the problems and developing a hybrid saxophone interface with the natural gestures for live multimedia performance and interactive networking system.

Keyword : Saxophone Interface, Sound Effects, Interactive Performance

1. 서론

과학기술과 컴퓨터의 발전은 다양한 형태의 컴퓨터사운드와 전자 악기 등을 개발하는데 중요한 역할을 하고 있다. 많은 뮤지션들과 음악 회사들은 새로운 형태로 악기를 변화/재창조 시켰고 이에 따라 다양한 음악 장르나 공연 시스템, 다른 미디어와의 융합 등의 형태로 발전하기 시작하였다. 현재 여러 장르에서 많이 연주 되고 있는 색소폰은 이러한 흐름에 맞춰 여러 형태의 인터페이스로 재창조되어 발전되어 왔다. 컴퓨터로 소리를 합성하여 사운드를 만들어내는 전자 인터페이스(interface) [1] 와 실제 색소폰에 인터페이스를 부착하는 하이브리드(hybrid) [2][4][5] 형태로 개발되고 있다. 이러한 인터페이스들은 각각의 특징에 따라 다양하게 연주되고 있다.

본 연구에서 개발한 Dr.Saxophone II [21][22][23] 는 새로운 형태인 인터랙티브(interactive) 네트워킹 시스템에 사용될 하이브리드 색소폰 인터페이스로 ICACS 2016 [8] 에서 발표된 Dr. saxophone [8] 의 두 번째 시리즈이다. 피지컬컴퓨팅(physical computing) 기술을 활용하여 아두이노(Arduino)로 인터페이스를 설계하였으며 기존의 인터페이스와 다른 새로운 디자인과 데이터 콘트롤러 그리고 웹 오디오어플리케이션과의 네트워킹 [22][23] 을 위해 개발되었다.

본 연구에서는 인터랙티브 네트워킹 시스템을 위해 인터페이스에 필요한 기능들을 보완 하고 연주자의 자연스러운 움직임과 컨트롤러를 통해 손쉬운 데이터 제어가 가능한 색소폰 인터페이스 제작을 목적으로 하고 있다.

2. 데이터 제어 구상

본 논문에서 연구된 색소폰 인터페이스는 색소폰 연주자의 자연스러운 움직임과 연주 핑거링에 따른 컨트롤러를 제어하는데 목적을 두고 있다. 또한 색소폰의 외관을 전혀 해치지 않는 자연스러운 디자인을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 실제 색소폰 연주자의 움직임과 자연스러운 인터페이스 제어를 위한 핑거링에 대해 연구를 해보았다.

2.1 연주자의 움직임을 활용한 데이터 제어

실제 공연 중에 색소폰 연주자는 곡의 분위기나 흐름에 따라 춤을 추는 움직임이나 리듬에 맞춰 몸을 덩실거리는 등 다양한 움직임을 취하고 있다. 다양한 곡의 형태나 장르에 따라 리듬은 다양하며 곡의 전개방식도 다양하다. 작품의 흐름에 따라 멜로디와 리듬은 변화하며 이때 연주자는 일반적으로 몸을 아래로 숙이거나 좌우로 흔들면서 리듬에 맞추어 연주한다. 또한 절정부분에서는 주로 지속음을 연주하는데 이때는 색소폰을 위로 들거나 감정이입을 위해 고정된 자세를 유지시킨다. 본 연구에서는 색소폰을 위로 올린 자세와 내린 움직임 그리고 좌우의 기울기에 따른 데이터를 인터페이스 제작에 활용하였다.

2.2 연주 핑거링의 특성을 활용한 데이터 제어

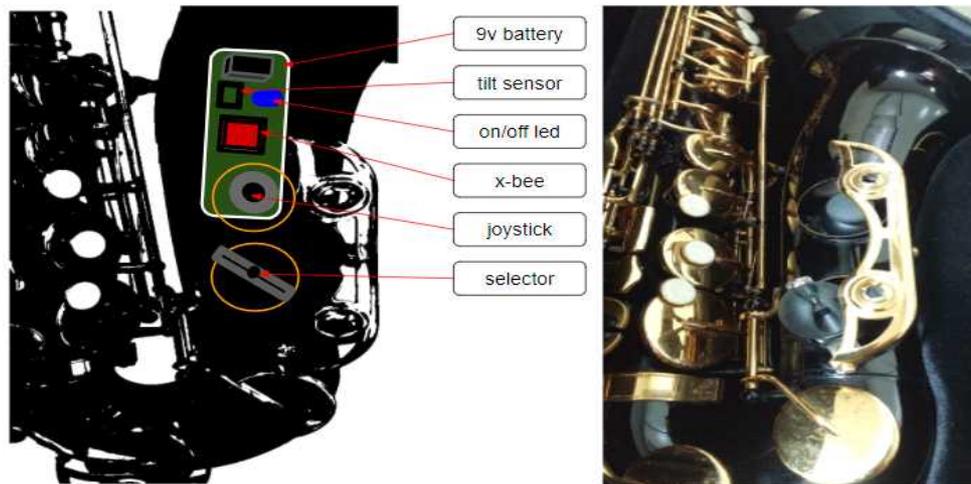
색소폰은 멜로디의 음고에 따라 양손의 운지법이 다르다. 색소폰을 기준으로 1옥타브 솔(G)부터 도#(C#), 2옥타브 솔(G)부터 도#(C#), 3옥타브 레(D)부터 파(F)까지 왼손만으로 운지가 가능하다. 이점을 착안하여 자유로운 오른손으로 인터페이스를 제어하기 위해 오른손 키패드에 가까운 곳인 시b(Bb)와 시(B) 키패드에 장착하였다. 특히 색소폰의 최저음 시b(Bb)은 운지가 불편하고 연주에 잘 사용 되지 않아 인터페이스를 위치시키기에 좋고 오른손으로 제어하기가 용이하다.

3. 인터페이스 구조 및 설계

3.1 인터페이스 디자인

본 연구에서 개발한 Dr. Saxophone II는 인터랙티브 네트워킹 공연을 위해 연구된 하이브리드 색소폰이다. 기존에 개발된 인터페이스의 경우 다양한 사운드 제어를 위해 센서나 컨트롤 박스를 색소폰에 부착시켜 사운드를 컨트롤할 수 있게 디자인 되었으며 작품에 따라 사운드를 다양하게 표현할 수 있었다. 그러나 작지 않은 컨트롤러는 무게와 장착 등의 문제점을 가지고 있었으며 색소폰에 고정 시키기 위해 인위적으로 장비를 사용하여 부착하였다. 인터페이스를 색소폰에 고정시키려면 색소폰 사용을 위해 다른 한 대를 구입하거나 인터페이스를 탈착시켜야하는데 매우 불편함을 가지고 있다. 또한 센서를 부착한 많은 선들은 연주에 불편함을 초래할 수 있으며 유선 통신을 하는 경우 센서와 컴퓨터의 통신을 위한 여러 선들은 움직임과 휴대성, 편의성 등의 문제점들을 발생시킨다. 부착된 센서를 제어하기 위해 인위적인 컨트롤러 제어 연습을 해야 하며 실제 연주에 방해가 될 수도 있다. 이러한 여러 가지 문제점을 극복하기 위해 인터페이스의 디자인은 연주의 움직임과 휴대성, 편의성 그리고 쉬운 인터페이스 탈/부착을 고려하여 제작하였고 실제 연주자가 바로 연주에 사용할 수 있도록 제작하였다. 인터페이스 설계의 콘셉트는 다음과 같다.

1. 인터페이스를 악기에 탈/부착하기 쉽고 외관을 해치지 않는 디자인
2. 공연의 흐름에 따라 연주자가 자연스러운 연주를 통해 데이터를 제어할 수 있도록 제작
3. 무선 인터페이스에 의한 움직임의 자유로움과 이동 그리고 센서와 컴퓨터와의 통신을 위한 편리성과 휴대성 용이



[그림 1] Dr. Saxophone II 구조

[Fig. 1] structure of Dr. Saxophone II

3.2 인터페이스 구조 및 특징

인터페이스는 크게 세 개의 구조로 나누어지며 연주자의 움직임에 의해 제어되는 아두이노 보드에 장착된 기울기 센서와 2개의 키패드 홀에 장착된 조이스틱과 셀렉터로 구분된다. 먼저 인터페이스의 on/off와 프리셋을 설정하는 셀렉터는 시(B) 키패드에 위치하였고 사운드 프로세싱과 다양한 이펙터를 제어하는 조이스틱은 시b(Bb) 키패드에 장착하였다. 벨 안쪽에는 아두이노 보드와 기울기 센서, 건전지 등을 세팅하였다. 조이스틱과 셀렉터는 손쉬운 제어를 위해 오른편 키패드에 장착하도록 설계하였으며 쉽게 탈부착 가능하여 본래의 색소폰 외관의 자연스러움을 유지하고자 하였다.

3.3 센서 활용

3.3.1 기울기센서

색소폰 연주자의 자연스러운 움직임은 기울기 센서를 통해 데이터 값을 받을 수 있으며 연주에

전혀 지장을 주지 않는다. 또한 감지되는 데이터들을 통한 사운드 프로세싱은 실시간으로 연주자의 움직임과 인터랙션 되어 시각적인 효과와 감정표현을 전달할 수 있어서 매우 활용 적이다.

기센서는 앞뒤좌우로 360도 방향으로 데이터를 받으며 일반적인 자세로 서있는 경우 데이터 값 0을 가진다. 기울기 센서의 데이터 감지요소는 연주자에 의해 다양하게 설정 가능하며 연주자의 작품에 맞게 맵핑이 가능하다. 하지만 연주 자세에 따라 기울기의 각도는 다르다. [표 1]은 기울기 센서의 다양한 데이터 감지 요소를 나타내고 있다.

| 움직임의 방향 | 색소폰 연주자의 움직임 | | | |
|----------|--------------|----------|----------|----------|
| | 앞 | 뒤 | 좌 | 우 |
| 기울기 센서 | 0 ~ 1023 | 0 ~ 1023 | 0 ~ 1023 | 0 ~ 1023 |
| 활용 가능 범위 | 0 ~ 400 | 0 ~ 400 | 0 ~ 200 | 0 ~ 200 |

[표 1] 기울기 센서와 움직임

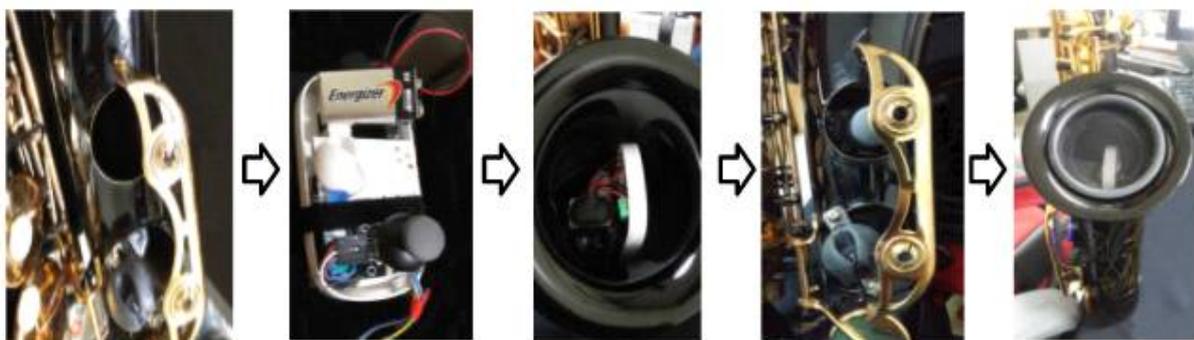
[Table. 1] gesture and tilt sensor

3.3.2 조이스틱 및 셀렉터

조이스틱과 셀렉터는 색소폰의 최저음 시b(Bb) 키패드와 시(B) 키패드 부분에 위치하도록 설계하였으며 이 위치는 색소폰 연주 시 오른손으로 연주와 인터페이스를 손쉽게 제어할 수 있기 때문이다. 고음의 특정 영역은 왼손연주만으로 가능하며 이 때 오른손의 자유로움으로 인터페이스를 손쉽게 제어 가능하다. 조이스틱은 360도 데이터 값을 받을 수 있고 셀렉터를 통해 연주 중에도 순식간에 프리셋 변경이 가능하여 연주 중에 인터페이스를 제어함에 있어 흐름에 전혀 방해를 주지 않는다.

3.3 인터페이스 설치

본 인터페이스는 특별한 장비 없이 간단하게 탈부착이 가능하다. [그림 2]는 알토색소폰에 맞게 제작된 인터페이스 장착과정을 나타내고 있다.

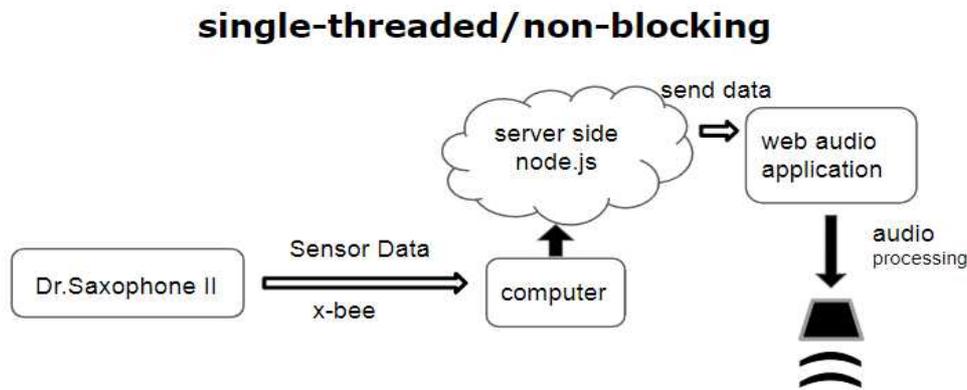


[그림 2] 인터페이스 설치

[Fig. 2] interface installation

4. 인터랙티브 네트워킹 시스템

본 연구에서 개발된 색소폰 인터페이스는 웹 오디오 어플리케이션과의 인터랙티브 네트워킹을 목적으로 하고 있다. 색소폰에 장착된 인터페이스를 통해 수집된 데이터는 아두이노에 전달되고 그 데이터는 무선통신 모듈인 X-BEE를 통해 컴퓨터로 전송된다. 컴퓨터에 전송된 데이터는 Web 서버와 접속하여 어플리케이션의 사운드를 제어하게 된다. [그림 3]은 센서 값의 데이터 신호 흐름과 어플리케이션의 네트워킹 흐름을 보여주고 있다.



[그림 3] 인터랙티브 네트워킹 시스템 흐름도

[Fig. 3] interactive networking system flow

4.1 네트워킹을 위한 웹 서버 활용

색소폰 인터페이스와 웹 어플리케이션과의 실시간 네트워킹을 하기위해 자바스크립트로 개발된 서버사이드 언어 Node.js [24] 를 사용하였다. Node.js는 기존의 웹 서버 와 다른 비동기 방식을 사용하여 실시간 인터랙션이 가능하다. 연주시 데이터 전송에 따른 레이턴시를 줄일 수 있어 매우 용이하다. 또한 모바일 웹 어플리케이션을 통해 공연이 아닌 다른 인터랙티브 설치작품이나 미디어 작품에 활용될 수 있다.

4.2 web 어플리케이션과의 네트워킹 시스템 구축

웹 오디오 어플리케이션은 마이크를 통해 색소폰 사운드를 받게 되고 색소폰에 장착된 인터페이스를 통해 무선으로 사운드를 제어한다. 또한 여러 가지 이펙터를 내장하고 있으며 인터페이스를 통해 실시간으로 제어가 가능하다. 웹 오디오 어플리케이션은 ICACS 2017 [23] 에서 발표된 Web Audio API 라이브러리 DrSax.js [23]로 제작되었다.



[그림 4] 웹 오디오 어플리케이션과 DrSaxophone II
[Fig. 4] web audio application with DrSaxophone II

5. 시스템 적용 및 데이터 맵핑

5.1 네트워킹 시스템 적용

본 시스템에서 사용된 Node.js는 다양한 모듈과 패키지를 사용할 수 있는데 비동기 방식의 네트워킹을 위해 Socket.io 모듈을 사용하였다. 인터페이스의 데이터는 웹 서버에 전송되고 실시간으로

웹오디오 어플리케이션으로 전달되어 오디오 프로세싱이 진행된다. 아래의 [그림 5]는 Socket.io 모듈을 통하여 비동기 방식으로 네트워킹 하는 기본적인 방법을 보여 주고 있다. 서버가 로딩 되면 라인 2의 함수는 실행된다. 라인 3의 "user"인자를 가진 콜백 함수가 data 값을 받음과 동시에 라인 5의 함수를 통해 클라이언트에 data를 전송한다. 이 패턴을 사용하여 인터페이스와 웹과의 네트워킹 시스템을 구축하였다.

```
1
2   io.on('connection', function(socket){
3     socket.on('user', function(data){
4       console.log('123');
5       io.emit('user', 'data');
6     });
7
```

[그림 5] socket.io 모듈을 통한 데이터 네트워킹
[Fig. 5] data networking through socket.io module

5.2 인터페이스 센서 데이터 활용

5.2.1 움직임을 활용한 기울기센서 제어

색소폰 연주자는 움직임의 따라 데이터 값을 받게 된다. 기울기 각도에 의해 센서 데이터 값을 0 ~ 1023으로 받게 되나 연주시 움직임의 변화에 따라 정확한 데이터를 활용하기에는 어려움이 있다. 주로 일정 범위의 데이터 값을 넘었을 때 이펙터를 실행시켰으며 이때 각 이펙터의 모듈레이션 값을 제어하였다. 또한 색소폰의 움직임이 있을 때 복잡한 연주보다는 지속음이나 짧은 프레이즈를 반복하여 연주한다. 이러한 연주법을 고려하여 데이터 값을 맵핑하였다. 기울기 센서에 제어되는 이펙터는 피치슈프트와 딜레이루핑을 사용하였다. 기울기의 움직임에 따른 각 이펙터들의 데이터는 제어되며 몸을 숙이거나 위로 드는 경우 기울기 센서의 값 0 ~ 1023을 맵핑하여 0 ~ 24로 피치슈프트 이펙터의 피치 값과 모듈레이션 값을 제어하였다. 움직임이 좌우로 움직이는 경우 기울기 센서의 값 0 ~ 1023을 맵핑하여 0 ~ 24로 딜레이 루핑 이펙터의 값을 제어하였다. 루핑 데이터는 10 이상의 값을 받으면 loop이 작동되어 연주한 멜로디가 반복된다.

아래의 라인 5에서 인자"20은 서버로부터 받은 buffer 데이터를 클라이언트에 적용하는 과정을 나타내고 있다. 라인 6의 "max_data"는 라인 7에 설정된 DOM으로 화면에 보여 지게 된다. 라인 9에서 12는 데이터가 들어옴에 따라 피치슈프트 이펙터를 연결하는 프로세스가 변화되는 과정을 나타내고 있다. 라인17은 "max_data"로 AM(Amplitude Modulation) 신디사이저의 모듈레이션 프리퀀시 데이터를 변화시키는 코드이다.

```
1
2 var socket = io();
3 var max_data = 0;
4 var max_data_select = true;
5 socket.on('20', function(buffer) {
6     max_data = buffer.charCodeAt() - 98;
7     document.getElementById("max_value").innerText = max_data;
8
9     gain4.disconnect(0);
10    shift_one.get(gain4);
11    shift_one.connect(shiftdelay_one);
12    shiftdelay_one.connect(gain5);
13    shift_two.get(gain4);
14    shift_two.connect(shiftdelay_two);
15    shiftdelay_two.connect(gain5);
16
17    am.modfreq.value = max_data*200;
18 });
```

[그림 6] 실시간 데이터 네트워킹

[Fig. 6] data networking in real time

5.2.2 연주 특성에 따른 조이스틱 및 셀렉터 활용

저음 Bb 키패드에 장착된 인터페이스에는 조이스틱을 사용하였으며 이는 오른손으로 자연스럽게 센서를 제어하여 데이터 값을 컨트롤하기 위해서이다. 조이스틱은 360도 회전되어 값을 빠르게 받을 수 있고 버튼을 가지고 있어 이펙터 on/off를 제어할 수 있다. 본 연구에서는 2개의 이펙터를 설정하여 사용하였으며 조이스틱으로 각각의 이펙터의 파라미터 값을 제어 하였다.

사용된 첫 번째 이펙터는 색소폰 사운드에 딜레이 효과를 나타내는 이펙터 이다. 이는 반복되는 에코 같은 사운드 프로세싱 효과를 표현할 수 있고 또한 피드백을 적절히 사용하여 개성있는 음향 효과를 다양한 작품에 활용할 수 있다. 조이스틱의 0 ~ 1023의 값은 딜레이 이펙터의 타임값을 제어하기 위해 0.0 ~ 1.0 값으로 스케일 되었고 사운드를 실시간으로 프로세싱 시켜 조이스틱의 속도에 따라 즉흥적인 사운드를 연출한다. 셀렉터는 인터페이스의 on/off와 기능 설정, 이펙터 프리셋 설정에 사용되었다. 프리셋은 사용자가 미리 설정할 수 있으며 셀렉터를 손쉽게 제어할 수 있어 연주시 컨트롤이 용이하다.

[표 2]는 셀렉터의 역할을 나타내고 있으며 포지션 4는 on/off을 오작동 시킬 수 있어 사용하지 않았다.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|----------|----------|----|---|-----|
| 기능 | preset 1 | preset 2 | on | - | off |

[표 2] 셀렉터 설정

[Table. 2] selector setting

6. 결론

본 논문은 색소폰 연주자의 자연스러운 움직임에 따라 데이터를 제어하고 악기에 자유로운 탈부착이 가능한 하이브리드 색소폰 인터페이스 제작을 목적으로 하고 있다. 연주자의 자연스러운 색소폰의 연주법을 고려하여 컨트롤러를 디자인하였고 실제 인터랙티브 공연에 사용될 목적으로 연주자들의 라이브 움직임을 활용하였다. 인터페이스 설계는 외형상 자연스러움과 자유로운 연주자의 움직임, 휴대성, 편의성을 고려하였다. 본 연구를 통하여 제작된 하이브리드 색소폰 인터페이스는 웹 기반의 인터랙티브 네트워킹 시스템에 사용될 목적으로 개발되었고 어쿠스틱과 디지털 기술을 넘나드는 다양한 색소폰 작품에도 효과적으로 사용될 것으로 기대된다.

References

- [1] Melo, J. Gómez, D. & Vargas, M. Gest-O: Performer gestures used to expand the sounds of the saxophone. In Proceedings Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-12), University of Michigan, 2012
- [2] Schiesser, S. Traube, C. On making and playing an electronically-augmented saxophone. In Proceedings Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-06), Paris, 2006
- [3] Donald E. Hall " Musical Acoustics". 2001
- [4] M. Burtner. The metasaxophone: Concept, implementation, and mapping strategies for a new computer music instrument. *Organized Sound*, 7(2), 2002.
- [5] Favilla, S. Cannon, J, Hicks T. Chant, D & Favilla P. Guilsax: Bent Leather Band's Augmented Saxophone Project. In Proceedings Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-08), Italy, 2008.
- [6] J. Impett. A meta-trumpet(er). *International Computer Music Conference Proceedings*, 1994.
- [7] C. Palacio-Quintin. The hyper-flute. In Proceedings Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME-03), Montreal, 2003
- [8] E. Hong, B. Kim and K. Han. Dr.Saxophone: Hybrid Saxophone Interface. *Proceedings of the 3rd International Conference on Systems and Informatics*, (2016) November 19-21; Shanghai, China.
- [9] John M.Grey, "Multidimensional perceptual scaling of musical timbres", *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1977
- [10] William A. Sethares, "Tuning Timbre Spectrum scale, Springer", 2004
- [11] John Strawn, "Digital Audio Signal Processing An Anthology". 1985
- [12] Mark Ballora "Essentials of Music Technology" 2003
- [13] Curtis Roads, *The Computer Music Tutorial*, MIT Press, Cambridge, 1996
- [14] Perry R. Cook, *Music, Cognition, and Computerized Sound "An Introduction to Psychoacoustics"* 1999
- [15] Mary Simoni, *Analytical Methods of Electroacoustic Music*, 2006
- [16] Simon Monk "Programming Arduino Getting Started with Sketches" , 2011
- [17] Dan O'Sullivan "Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with computer" 2004
- [18] Joshua Noble " Programming interactivity" 2012
- [19] Manning, Peter "Electronic and computer music" 2002
- [20] F. Alton Everest " PohlmannMaster Handbook of Acoustics" 2014
- [21] Dr.Saxophone II with Interactive networking system video, <https://vimeo.com/198987449>

- [22] E. Hong and J. Kim. Interactive Web Audio Networking System and Method with DrSax.js. Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Information, (2017) November 24-26; Tokyo, Japan.
- [23] E. Hong and J. Kim. DrSax.js: a JavaScript based Unified Web Audio Library. Proceedings of the International Conference on Algorithms, Computing and Systems, (2017) August 10-13; Jeju Island, South Korea
- [24] Node.js, <https://nodejs.org/>