

## 연주체험 기능성 게임

정찬용, 강나원

장안대학교 게임컨텐츠과, 서울대학교 작곡과  
tyonarts@jangan.ac.kr, k.nawon@gmail.com

Serious Game for Experience of Music Performance

ChanYong Jung, Nawon Kang

Dept. of Game Content, Jangan University  
Dept. of Musicology, Seoul National University

### 요 약

이 논문에서는 악기 연주를 전혀 못하는 사용자들에게 연주 경험을 가능하도록 해주는 연주 체험 기능성 게임을 제안한다. 연주를 어렵게 만드는 선율을 사용자의 연주 제스처에 맞춰 조절해 주는 악보 조정 알고리즘을 사용함으로써 이 게임은 표준 악보에 기반을 둔 음악을 대리하여 연주한다. 이 연주는 사용자가 재현하는 제스처 기호를 에이전트가 해석함으로써 구현되는 것으로 양자 간의 이러한 상호작용을 피스의 커뮤니케이션 모델을 통해 이해한다.

### ABSTRACT

In this paper we propose a serious game for experience of music performance, which allows users to readily enjoy musical playing, even if the player has little or no experience in playing musical instruments. This game makes it easier for users to correctly perform given melodies along with standard performance, using a score-adjusting algorithm that can cope with the particular errors commonly made by beginners. This music performance is achieved by the agent to interpret the gestural sign of the user. We understand the interaction of the user and the agent as a communication model from the Peircean Semiotic perspectives.

**Keywords** : Serious Game, Game for Music Performance, The Peircean Semiotics, Communication

Received: Jan. 06, 2015 Revised: Feb. 12, 2015

Accepted: Feb. 16, 2015

Corresponding Author: ChanYong Jung (Jangan University)

E-mail: tyonarts@jangan.ac.kr

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

악기 시뮬레이션에 기반을 둔 가상악기(Virtual Instrument)는 이제 일반화된 개념으로 사용되고 있다. 최근에는 신체 동작을 인식하여 실제화된 악기 형상 없이 연주 제스처만으로 음악을 재현할 수 있는 연구도 활발하다. 그러나 이들 연구와 응용은 대부분 악기 기능의 시뮬레이션 중심이기 때문에 연주 능력이 없는 많은 사용자에게는 활용도가 다소 저하되는 경우가 있다.

이 논문에서 제안하는 게임은 연주 비숙련자도 마치 능숙한 연주자가 된 것 같은 경험을 할 수 있게 함으로써 가상악기에 대한 새로운 의미와 가능성을 부여한다. 사용자는 단지 익숙한 특정 곡에 대한 연주 제스처를 취할 뿐이지만, 이 게임은 그 부정확한 연주동작을 학습된 패턴과 비교 분석하여 사용자의 의도에 가까운 완성된 음악으로 들려주는 기능을 실현한다. 이 논문은 연주 기능에 관한 음악적·기호학적 고찰과 함께 그 구현을 위한 공학적 문제와 해결방법에 대해 논의한다.

## 2. 연구 개요

### 2.1 관련 연구

동작 인식 기반의 가상악기에 관한 연구들은 다음과 같이 다양하게 진행되어 왔다. Fan과 Essl은 키넥트를 이용한 제스처 인식으로 연주할 수 있는 에어 바이올린을 제안하였다[1]. Mainsbridge와 Beilharz는 제스처 인터페이스를 이용하여 신체동작을 악기 개념으로 응용한 시스템을 연구하였다[2]. Smith는 악기들의 소리 발생 구조에 기반을 둔 수학 모델을 정립하였다[3]. Johnston은 신체동작으로 연주되는 비주얼 악기 구현에 사용된 동기화 기술을 시뮬레이션 하였다[4].

한편, 산업 분야에서는 심도 측정 카메라를 사용한 동작인식 장치들이 상용화되었다. 마이크로소프트의 키넥트(Kinect)와 이 연구에서 사용한 립모션

(Leap Motion) 등 여러 동작인식 기기들이 게임을 비롯한 다양한 분야에서 활용되고 있다.

### 2.2 연구 문제

연주 제스처로부터 해석된 리듬과 음색을 실시간으로 반영한 선율이 출력되도록 하는 이 기능성 게임을 기존의 가상악기와 비교하면 [Table 1]과 같다.

[Table 1] Virtual instrument vs. A proposed game

Elements	Virtual Instrument	A proposed game
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rhythm</li> <li>• Melody</li> <li>• Timbre</li> </ul>	Controlled by users	Controlled by the game, which analyze user's intension limitedly
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harmony</li> </ul>	Needs user's playing skill	Not applied

개념 정립, 설계, 문제점 분석 및 해결방안 모색, 프로토타입 구현 및 긍정성 실험으로 구성된 1단계 연구와 다수의 피실험자들을 이용한 테스트 플레이와 분석, 게임 요소 침착, 최종 결과분석을 하는 2단계 연구로 구분된다. 이 논문에서는 프로토타입을 구현하고 소수 피실험자에 의한 긍정성 실험을 하는 1단계까지의 설계 및 구현에 대하여 논의하며 다음과 같은 연구 문제들을 도출한다.

연구문제 1. 사용자의 연주 제스처를 인식하여 실제 악기를 연주하는 듯한 경험을 제공하는 게임의 기능성 및 공학적 과제는 무엇인가?

연구문제 2. 시뮬레이션 된 가상악기와 비교할 때 피실험자들은 구현된 이 게임의 특성을 긍정적으로 인식하는가?

게임의 전개 방식은 다음과 같다. 이미 해당 악기로 연주되어 미디 형식으로 저장된 곡 중에서 연주하고자 하는 곡과 악기를 선택한다.

사용자는 선택 곡에 대하여 한 번 이상의 시험 연주를 하여야 한다. 사용자의 연주 제스처는 시늉일 뿐 실제 연주동작과는 다르기 때문에 동기화를 위한 매칭 기준 데이터를 만들기 위해서이다. 선행되는 원곡을 들으면서 실제 연주하듯 사용자가 취하는 제스처를 매칭 기준 데이터로 저장한다.

시험연주를 마친 후 원곡이 선행되지 않는 정상 연주에서는 사용자의 연주 제스처를 매칭 기준과 비교하여 시간 차이가 발생하면 원곡의 템포를 변경하여 출력한다. 허용 범위 이내일 경우 같은 시간 간격만큼 조정하여 템포를 변화하려는 사용자의 의도대로 연주곡 출력이 이루어지게 한다.

연주가 종료되면 새로 기록된 연주 제스처를 기존의 매칭 데이터와 누적 평균하여 관리하고 원곡과 비교한 차이점, 점수 등 게임 요소를 부여한다.

### 3. 연주체험 게임으로서의 기능성

#### 3.1 사용자와 에이전트의 상호작용: 퍼스의 기호학적 관점에서 본 커뮤니케이션

우리의 일상에서 음악이 주는 즐거움은 상당하다. 하지만 연주기술을 획득하지 못한 상태에서 우리가 음악적 행위에 직접 참여할 수 방식은 주로 감상이다. 물론 현대음악의 경우 청자를 적극적인 음악행위의 주체로 포함시킴으로써 연주자와 청자의 경계가 모호해지는 사태가 발생하기도 하지만, 전통적인 개념에서 대부분의 청자들은 연주의 실재를 경험하지 못한다. 특히, 기악의 경우 만족할만한 수준으로 연주하기란 쉬운 일이 아니다. 악기연주에 필수적인 테크닉을 습득하기 위해서 많은 시간과 노력이 요구됨에도 불구하고 그러한 노력의 경주가 언제나 훌륭한 결과로 이어지는 것은 아니기 때문이다. 심지어 만족스런 테크닉을 획득한 후에도 연주로 재현하고자 하는 어떤 음악적인 표현은 여전히 어려울 수 있다.

이 논문에서 게임은 사용자를 대리하는 에이전트 연주자로 동작한다. 이 에이전트는 제스처 기호

를 수신하고 그 의미를 해석하여 사용자가 원하는 연주를 행하게 된다. 사용자는 실제 연주자의 연주 행위에 기반을 둔 제스처만으로 재현된 음악을 자신의 연주인 것처럼 체험할 수 있다. 그런데 이러한 연주의 경험은 사용자와 에이전트 사이의 커뮤니케이션이 성공했을 때 비로소 가능하다. 즉, 이 에이전트는 단순히 입력된 신호를 수신하여 그대로 송출하는 수동적인 기계가 아니라 사용자의 제스처라는 하나의 기호의 의미를 해석하는 해석자이며, 사용자와 에이전트는 기호를 교환하는 대화의 과정 안에 있는 것이다. 이 논문은 이러한 양자 간의 상호작용을 퍼스의 커뮤니케이션 모델을 통해 이해하고자 한다.

리츨카는 퍼스가 제안하는 커뮤니케이션의 성립 조건을 다음과 같이 설명한다. 발화자와 해석자, 그리고 이들 사이에 전달되는 어떤 것이 있어야 하며, 그것은 발화자와 해석자에게 공통의 해석체(common interpretant)를 수립할 수 있는 것이어야 한다[5]. 여기서 발화자와 해석자는 기호와 해석체의 자리에 위치한 것으로서 인간일 필요가 없기 때문에 유사발화자(quasi-utter)와 유사해석자(quasi-interpreter)로 불린다[6]. 이 게임의 사용자와 에이전트는 유사발화자와 유사해석자이며 사용자의 제스처 기호는 이들 사이에 전달된 어떤 것이다.

사용자가 의도를 가진 하나의 제스처 기호를 재현하면 에이전트는 그 의미를 해석하여 연주를 한다. 하지만 그 연주가 사용자의 의도에 부합하지 않는다면 사용자는 제스처를 변형함으로써 다시 에이전트와 교섭할 것이다. 다시 말해, 사용자의 제스처가 이 게임의 해석을 야기하는 데 그치지 않고 에이전트의 해석 행위가 다시 사용자에게 영향을 미치는 것이다. 이 논문은 이러한 사용자와 에이전트의 관계가 기호를 재현하고 해석하는 기호과정 내에서 공통의 해석체를 도출하려는 대화적 관계에 주목한다. 이 연주는 결국 기호 안에서 사용자와 에이전트가 결합(fused)하는<sup>1)</sup> 커뮤니케이션

1) 퍼스에 의하면, 커뮤니케이션이 발생하기 위해서는 발화자와 해석자가 기호 안에서 결합되어야 한다.

을 통해서 실현된다[7].

## 4. 게임 설계

### 4.1 게임에 적용할 음악 요소의 고찰

사용자의 연주 제스처를 해석하여 이 게임의 기능을 실현하기 위해서는 다음과 같은 두 가지 조건이 충족되어야 한다.

1. 사용자의 연주 제스처와 이를 해석하여 출력되는 곡은 서로 동기화(synchronization)되어야 한다.
2. 연주 요소를 변화시키려는 연주 제스처가 시스템의 허용 범위 이내로 인지되면 실시간으로 연동하여 변화된 곡이 출력되어야 한다.

#### 4.1.1 리듬과 음색

리듬과 음색은 연주체험의 구현에 유용하다. 동일한 곡이라도 연주속도는 개인의 해석에 따라 다르며 그러한 차이를 게임에 반영할 필요가 있다.

[Table 2] Variety playing time of Beethoven 7th Symphony, 2nd movement, Allegretto

Conductor	Playing Time (sec)
Carlos Kleiber	163
Claudio Abbado	162
Georg Solti	180
Heribert R. von Karajan	170
Leonard Bernstein	194

[Table 2]에는 베토벤 교향곡 7번 2악장에 대한 유명 지휘자들의 상이한 연주시간이 비교되어 있다 [8]. 사용자가 곡의 속도를 조절하거나 음색을 바꾸려는 제스처를 사용하면 사운드 버퍼에 저장된 연주곡 데이터의 템포와 음색을 변경하도록 처리한다. 다만 제스처를 인식하여 출력중인 음악 속도를

실시간 변화하려면 두 종류의 시간 지연이 발생한다. 이는 각각 연주동작을 인식 처리하는 과정과 원곡 데이터를 반영된 곡으로 변환하는 과정에서 기인한다. 이 때문에 특정 한계 이상으로 템포 변화가 빠른 곡은 게임에 적용할 수 없으며 이것은 현재 이 게임이 갖는 기술적 한계 중의 하나이다.

#### 4.1.2 화성

Dannenberg가 연주초보자들의 실수를 관찰한 결과에 따르면, 악보와 다른 음의 첨부, 기존 음의 누락, 템포 오류, 유사한 마디의 반복 등 네 가지 유형이 가장 빈번한 것으로 요약된다. 이러한 경향이 이 게임의 사용자들에게도 동일하게 나타난다고 가정할 때, 악보와 다른 제스처를 사용할 경우 단순한 연주 오동작인지 연주곡을 변형하려는 의도인지 구분이 어려울 수 있다. 특히 화음과 연관된 즉석 연주나 의도적 후렴구 반복, 불협화음의 고의적 사용 등은 그 결과로 발견되는 연주의 가치를 게임이 판단하기가 쉽지 않다. 따라서 화성 요소의 적용이 기술적으로 불가능하지는 않지만 이 게임에서는 해석의 용이함을 위해 제한하기로 한다.

#### 4.1.3 선율

기존의 가상 악기와는 달리 이 게임은 이미 저장되어 있는 미디 음원을 변형하기 때문에 선율 요소는 게임에 의하여 사실상 통제된다. 하지만 주요 선율들은 이 게임의 구동에 반드시 필요한 구조적인 ‘사용자의 연주 변화 의지’를 인지하기 위한 중요한 정보로 사용된다.

## 4.2 시스템의 기능별 구성

게임 시스템은 제스처 인식을 위한 입력처리, 입력된 제스처 데이터를 해석하여 대응하는 연주동작으로 변환하는 매칭처리, 연주동작을 해석하여 출력되는 연주곡과 어떤 연동을 할 것인지 처리하는 악보조정, 조정된 결과에 대응하도록 변형한 미디

데이터를 운영체제의 사운드 매니저로 보내는 출력 처리, 결과를 판정하여 성취도에 대한 점수를 높이거나 악기 종류를 선택할 수 있는 기회를 부여하는 게임처리모듈로 구성된다.

입력처리에서는 제스처를 인식하기 위한 장치로 립모션과 기울기 센서(Tilt Sensor)를 병렬로 사용한다. 그 이유는 립모션의 반응시간 지연과 인식 오류 때문이다. 사용자가 연주할 때마다 개인의 고유 제스처 특성이 반영된 연주 데이터가 누적 기록된다.

### 4.3 제스처 인식 입력처리

연주 제스처로 손동작을 사용하도록 구성된 이 게임에서는 넓은 범위의 큰 동작을 인지할 경우 유용한 키넥트 대신 정교한 손동작 인식 중심으로 설계된 립모션을 사용한다. 동작 형태에 따른 인식 오류를 비롯한 문제점들을 조사하기 위하여 후보 제스처 동작에 대한 테스트를 실시한 결과는 [Table 3]과 같다.

[Table 3] Result of recognition errors for Leap Motion device

Gesture and code		Errors per trials
1 finger: vertical	OFV	1/30
1 finger: horizontal	OFH	3/30
1 finger: pointing	OFP	12/30
1 finger: dragging	OFD	11/30
2 fingers: vertical	TFV	8/30
2 fingers: horizontal	TFH	10/30
3 fingers: vertical	HFV	12/30
3 fingers: horizontal	HFH	14/30
rock	ROC	7/30
hand-shift: vertical	HSV	4/30
hand-shift: horizontal	HSH	4/30
hand-rotation: right	HRR	13/30
hand-rotation: left	HRL	13/30

표의 내용과 같이 후보 제스처 동작은 손가락 동시 사용(한 손가락부터 세 손가락까지 세 종류), 움직이는 방향(세로 반복, 가로 반복, 포인트 지시

동작, 사선 드래깅의 네 종류), 손 전체 동작(주먹 쥐기, 손 전체 수직 또는 수평이동, 손 전체 돌리기)으로 구성된다. 이 동작들을 30회 반복 실험하여 오류가 발생한 회수를 측정한다. 손동작에 대하여 비교적 높은 인식률을 가지고 있다고 평가되는 립모션은 제스처 종류에 따라 적용이 곤란할 정도의 오류와 함께 시간지연도 관찰되었기 때문에 오류 비율이 높은 동작에 기울기 센서 입력장치를 병용한다.

### 4.4 제스처와 악기연주의 매칭처리

이 게임에 적용된 악기는 기타, 바이올린, 피아노로 각 악기 특성에 맞도록 연주 제스처와 연주 기법의 변환 테이블을 정의한다[9,10,11].

[Table 4] Conversion table of technique and code

Instruments		Technique	Gestural code
Type	Case		
Bowed string	Violin	vibrato finger	OFV
		vibrato wrist	TFV**+Tilt
		vibrato arm	HFH**+Tilt
		position shift	HSH
		pizzicato	HSV
		glissando	HRR**+Tilt
		harmonics	not implemented
		double stop	not implemented
		scordatura	not implemented
String	Guitar	stroke	OFV
		arpeggio	not implemented
		solo	not implemented
		riff	OFH
Keyboard	Piano	legato	OFH
		staccato	OFV
		ornaments	not implemented
		arpeggio	not implemented

[Table 3]에 표기된 제스처 코드를 사용하여 악기의 고유 연주 기법(Technique 항목)들에 할당할 결과는 [Table 4]와 같다. 오류가 많이 관찰된 제스처는 기울기 센서를 병용하여 제스처를 보정하고 표에는 '+Tilt'로 표기된다. 입력기기의 오차 한계

때문에 실제 악기를 연주하는 동작과 유사한 제스처를 모두 적용하지는 못하며, 적용된 악기의 연주 기법 중에도 제안된 알고리즘으로 구현이 곤란한 항목들이 있다. 이는 2단계 연구과정에서 해결해야 할 과제이다.

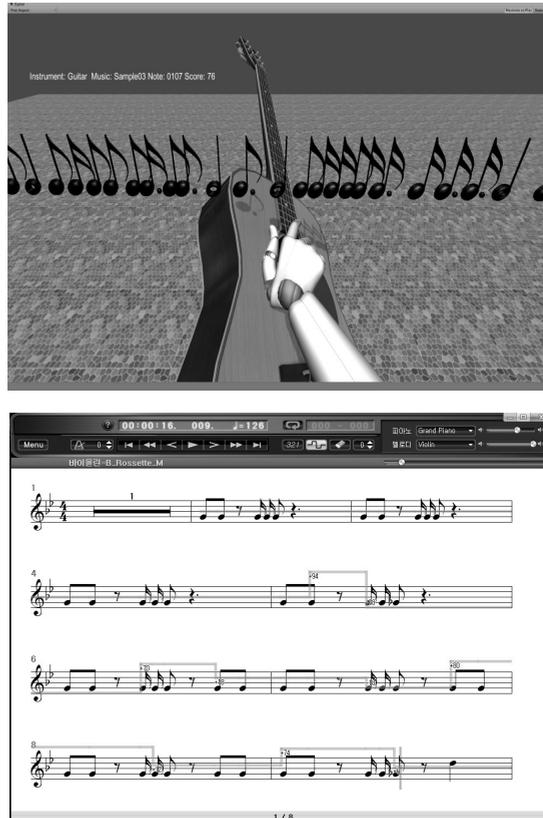
### 4.5 악보 조정

가상 피아노 악기를 이용한 실시간 연주 데이터를 표준악보 데이터와 비교하여 반주곡을 보정하는 Dannenberg의 악보 추적(score-tracking) 알고리즘[12]을 개선한 악보 조정(score-adjusting)은 학습된 사용자의 누적 연주데이터를 병행 참조하여 상대적인 조정 기능을 수행한다. 허용범위를 벗어나는 오차가 발생하면 연주 오류로 판단하고, 허용범위 이내라면 연주곡을 변화하려는 의도로 해석하여 지정한 제스처 코드에 대응하도록 리듬 값을 변경한다.

### 4.6 게임 모듈

게임모듈은 연주곡 및 악기 선택모드와 시험연주 모드, 정상연주 모드, 악보편집 모드로 구성되며 직접 연주하는 느낌을 강조한 1인칭 씬을 사용한다. 악보편집 모드에서는 개인의 연주특성에 맞도록 템포를 미리 설정할 수 있도록 한다. 이 에디터 기능은 기술적으로 검증된 후 기업으로 이전되어 상용화 되었다[13].

누적 평균값이 관리되는 개인별 연주 결과가 전문 연주자의 원곡과 템포, 선율, 리듬 면에서 얼마나 편차가 발생하였는지 결과를 표시한다. 연주 제스처 타이밍에 도움을 주기 위하여 일렬로 스크롤되는 음계 표식을 연주 인덱스로 사용할 수 있다. 연주동작을 비주얼하게 보여주는 손 모양은 입력모듈에서 인지된 사용자의 손동작을 실시간으로 반영한다. 실시간 손동작 처리를 위한 소스코드는 립모션에서 공개하여 제공하고 있지만 인지 조건에 따라 오류가 발생하는 경우가 있기 때문에 게임에서는 기울기 센서를 병렬로 사용하여 오류를 보완한다.



[Fig. 1] A playing mode(top) and an editing mode(bottom) of the game

## 5. 구현 및 평가

### 5.1 시스템 구성

게임시스템은 Unity3D 4.3 기반 C# 확장 스크립트 대체 라이브러리 기법[14]으로 구현하였다. 입력모듈에서 적용한 기울기 센서칩(DAS-SA1)은 기울기에 따라 펄스폭이 가변 되어 간단한 회로 구성이 가능하다. 이 연구를 위하여 기울기 센서 컨트롤러를 별도로 설계 및 제작하였으며 검출 데이터는 벨만 범용 입출력 장치를 사용하여 처리하였다.

[Table 5] Specification of devices

Type	Devices
Motion Recognizer	Leap Motion
Sensor Device	Tilt Sensor DAS-SA1
	Controller
Interfacing Device	Velleman 8055

## 5.2 테스트 평가 및 결과

1차 테스트 평가를 위하여 8명의 피실험자를 대상으로 가상악기와 비교 연주시킨 후 의견을 청취한다. 비교 대상으로 선택한 가상악기는 앱스토어에서 인지도가 높은 Borce Trajkovski의 마이피아노(My Piano)와 Yuki Yazilim의 가상 악기(Virtual Instrument)이다. 또한 테스트를 위한 MIDI 음원은 음 변화가 낮은 곡들을 중심으로 동요, 클래식, 가요를 한 곡씩 준비하여 피실험자가 악기 종류와 함께 직접 선택하도록 한다. 피실험자의 성별, 나이, 선택한 악기, 연주 경력, 부여 점수 데이터는 [Table 6]과 같다.

세 가지의 가상악기를 모두 연주시킨 후 각각에 대하여 5점 배점으로 평가하게하고 배점근거에 대하여 구두로 답변을 청취한다. 제안된 게임은 다른 두 악기와 기능적으로 다른 시스템이지만 차별화되는 특성들을 상대 평가하려는 목적으로 테스트를 실시하였으며 대부분의 피실험자들로부터 긍정적인 평가를 받았다. 한 가지 주목할 만한 사항은 피실험자 1번이 부여한 이례적인 낮은 점수로, 배점 이유는 ‘실제 연주행동과 게임에서 사용되는 제스처가 이질적이고, 재현된 연주음이 부자연스럽기 때문’이었다. 피실험자들 중 가장 오랜 연주경력을 가지고 있다는 점에서 원인을 추정할 수 있다. 현재까지는 여러 기술적 제한이 있으며 정통 연주와 개념이 다르므로 일부 연주경력자에게는 부정적일 수 있다.

그러나 비교 평가된 두 가상악기들이 세련된 인터페이스와 다양한 기능을 가지고 있었음에도 연주 능력 없이는 제대로 된 연주가 이루어질 수 없었기 때문에 이 게임이 가지고 있는 고유의 기능성

에 대한 전반적인 인식은 긍정적이라고 평가된다.

[Table 6] General features of test subjects

#	gender	age	assigned instrument	playing experience	A	B	C
1	female	51	violin	2 years	1	5	4
2	female	22	piano	3 months	4	4	4
3	male	19	piano	no	4	3	2
4	female	72	piano	no	4	3	3
5	female	69	violin	no	3	4	3
6	male	68	piano	1 month	4	3	4
7	female	15	guitar	1 year	3	4	4
8	female	23	guitar	no	4	3	3

A: This work  
 B: My Piano by Borce Trajkovski  
 C: Virtual Instrument by Yuki Yazilim

## 6. 결론

이 논문에서 구현한 연주체험 기능성 게임은 사용자의 연주 제스처 기호를 해석하여 사용자가 실제로 연주하는 것과 같은 유사 연주자로서의 경험을 제공한다. 테스트 실험을 통하여 긍정적인 반응을 얻었지만 보완되어야 할 문제점들도 드러났다.

가장 본질적인 문제는 사용자가 재현하는 기호를 이 게임이 해석하는 커뮤니케이션의 과정이 인간의 대화처럼 늘 실패의 가능성을 내포한다는 데 있을 것이다. 또한 입력기기의 오차 특성 때문에 실제 악기를 연주하는 동작과 유사한 제스처를 모두 적용하지 못한 점, 제스처에 의한 곡 변환처리에 제한이 있고 악보 조정 알고리즘의 한계 때문에 가상악기로서의 자연스러움이 부족한 점 등은 추후 연구과정에서 해결해야 할 과제들이다. 또한 이 게임의 기능성을 객관적으로 분석할 수 있도록 사용자의 주관적 판단 기준의 실험방법도 더 객관화 할 필요가 있다.

국내에서도 다양한 기능성 게임들이 활발하게 연구되고 있는 상황에서 제안된 이 게임이 음악과

공학의 융복합 기능성 게임 사례로 의미 있는 역할을 할 수 있기를 기대한다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Jangan University Research Fund 2015. Also, it was supported by Seoul National University Research Fellowships in Humanities, for which the second author is indebted. Furthermore, the authors would like to thank ChanYl Jung for his technical support and assistance with this project including core techniques of the editor mode.

## REFERENCES

- [1] Fan, X. and Essl, G., “Air Violin : A Body-centric Style Musical Instrument”, In Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression(NIME) 2013, 2013.
- [2] Mainsbridge, M. and Beilharz, K., “Body as Instrument-Performing with Gestural Interfaces”, In Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression(NIME) 2014, 2014.
- [3] Smith, O. J., “Virtual Acoustic Musical Instruments”, the Journal of New Music Research, 2005.
- [4] Johnston, A., “Fluid Simulation as Full Body Audio-Visual Instrument”, In Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression(NIME) 2013, 2013.
- [5] Liszka, J., *A general introduction to the semiotic of Charles Sanders Peirce*, Bloomington: Indiana University Press, p.89, 1996.
- [6] *ibid.*, p.89.
- [7] Peirce, C. S., *Semiotics and Significs*, Bloomington: Indiana University Press, pp. 196-197., 1977
- [8] Kim, J. W., “Today meets Future(II)”, Knowledge Variety Special Lecture, Korea Broadcasting System, 2015.
- [9] Hamann, D. and Gillespie, R., *Strategies for Teaching Strings 3<sup>rd</sup> Edition*, Oxford University Press, 2012.
- [10] Galamian, I., *Principles of Violin Playing and Teaching*, Prentice Hall, 1962.
- [11] Aikin, J., *Picture Yourself Playing Cello: Step-by-Step Instruction for Playing the Cello*, Boston, Course Technology, 2012.
- [12] Dannenberg, R. B., “An On-Line Algorithm for Real-Time Accompaniment”. In Proceedings of the 1984 International Computer Music Conference, International Computer Music Association, pp.193-198, 1985.
- [13] <http://www.wisemusic.co.kr>
- [14] Jung, C. Y., “Avoiding Trial-and-Error based Elements for Game Scripting”, Journal of Korea Game Society 2014 Dec; 14(6): pp.19-28, 2014.



정 찬 용(Jung, ChanYong)

(현)장안대학교 IT학부 게임컨텐츠과 조교수  
(현)한국게임학회 프로그래밍 분과위원장  
(전)서강대학교 연구교수  
(전)삼성 SDS 정보기술연구소

관심분야 : Gamification, 기능성게임, 게임언어



강 나 원(Kang, Nawon)

연세대학교 음악대학 학사  
오스트리아 인스부르크 주립음악대학원 졸업  
서울대학교 작곡과 이론전공 석사  
서울대학교 작곡과 서양음악학 박사수료  
서울대학교 음악미학연구회 편집위원

관심분야 : 음악기호학, 미학, 연주 및 분석