



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석 사 학 위 논 문

팔 동작인식을 이용한
인터랙티브 멀티미디어 작품 제작 연구
(멀티미디어음악 <Imaginary Line>을 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공
양 희 라

2 0 1 3

석사학위논문

팔 동작인식을 이용한
인터랙티브 멀티미디어 작품 제작 연구
(멀티미디어음악 <Imaginary Line>을 중심으로)

양희라

지도교수 김준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2013년 1월 일

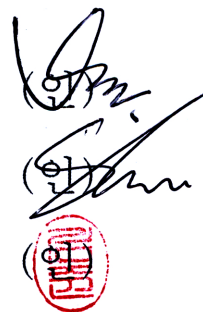
양희라의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2013년 1월 일

위원장: 엄기현

위원: 윤승현

위원: 김준

The image shows three handwritten signatures in black ink, each followed by a red circular seal. The first signature is for the chair, the second for a member, and the third for another member. The seals are red and contain Korean characters.

동국대학교 영상대학원

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 목적	1
2. 연구의 배경	2
3. 동작인식기술이 결합된 작품 사례 연구	3
II. 작품의 기술 연구	6
1. 동작인식기술 연구	6
1) 모션 센서 Kinect 연구	6
2) Kinect 사용을 위한 응용프로그램 구성	7
3) 트래킹 데이터 통신 연구	9
① NI mate와 Max For Live의 데이터 통신	10
② Max For Live와 Resolume의 데이터 통신	11
2. 동작인식을 통한 실시간 사운드 프로세싱	13
1) 트래킹 데이터 위치 값의 분리	13
2) 동작에 따른 사운드 매핑(mapping)과 프로세싱	16
① 프리셋 1	17
② 프리셋 2, 3, 4	20
③ 프리셋 5	21

④ 프리셋 6	22
⑤ 프리셋 7	24
Ⅲ. 작품 제작 및 기술 적용	26
1. 작품 내용	26
2. 작품 구성	26
1) 음악의 구성	27
① 테이프 음악	27
② 퍼포머의 동작과 소리의 상관관계	28
2) 영상의 구성	29
① 모션에 의한 영상변화	29
② 조명에 따른 변화	31
③ 음량에 따른 변화	32
3) 시스템 구성	33
4) 무대와 조명의 구성	34
Ⅳ. 결론 및 문제점	36

참고문헌	38
Abstract	41
부록 1 : Max/MSP 패치	43
부록 2 : 첨부 DVD설명	48

표 목 차

[표-1] Kinect SDK와 OpenNI 라이브러리 비교	7
[표-2] Synapse와 NI mate 응용프로그램 비교	8
[표-3] NI mate의 OSCeleton의 포맷 구조	14
[표-4] 사운드 제어에 사용된 패치의 구성과 역할	16
[표-5] 동작별 프리셋	17
[표-6] 각 섹션에 따른 작품 구성	27
[표-7] 각 섹션의 영상 구성	29

그 립 목 차

[그림-1] 마임의 거장 마르셀 마르소(왼쪽)와 현대무용의 창시자 이사 도라 던컨(오른쪽)	3
[그림-2] Eye Writer를 장착한 그래픽 아티스트 토니(왼쪽), 토니가 Eye Writer를 통해 그린 그래피티(오른쪽)	4
[그림-3] Everyware의 설치작품 <Levitate>	4
[그림-4] 모션센서 Kinect의 구조도	6
[그림-5] Syanpse(왼쪽), NI mate(오른쪽) 응용프로그램	9
[그림-6] 트래킹 데이터 통신구조	10
[그림-7] NI mate(왼쪽)와 Max For Live(오른쪽)의 OSC 통신설정 ..	10
[그림-8] Max For Live와 Resolume의 OSC통신 설정	12
[그림-9] NI mate의 Full Skeleton 구성요소와 OSC메세지 명	13
[그림-10] 관절의 좌표	14
[그림-11] 트래킹 데이터의 좌표값 분리	15

[그림-12] 프리셋 1의 동작	18
[그림-13] double event의 알고리즘의 패치	18
[그림-14] clip launcher 알고리즘의 패치	19
[그림-15] 프리셋 2, 3, 4의 음고(pitch)의 변화를 보여주는 동작	20
[그림-16] event 알고리즘의 패치	20
[그림-17] 트랙별 음고(pitch)가 다른 샘플 클립	21
[그림-18] 프리셋 5의 동작	22
[그림-19] 프리셋 6의 동작 변화	22
[그림-20] dial 알고리즘 패치(위)와 샘플러 구조(아래)	23
[그림-21] 프리셋 7에 적용된 Max For Live의 Grain Delay이펙트	24
[그림-22] 프리셋 7의 동작 변화	25
[그림-23] 퍼포머의 동작에 따른 라인 영상 생성	30
[그림-24] 퍼포머 동작에 의한 C파트의 영상 변화	31
[그림-25] 영상의 잔상 효과	32
[그림-26] 음량에 따른 영상의 크기 변화	33
[그림-27] 시스템 구성도	34

I. 서론

1. 연구의 목적

오늘날 현대과학기술과 예술의 만남은 공연예술의 새로운 장을 열어가고 있다. 특히 동작인식기술의 발달은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 예술분야에서도 많은 활용 가능성을 제공하고 있다.

본 연구는 동작인식기술을 인터랙티브 미디어 퍼포먼스에 적용하고 퍼포머의 동작을 통해 소리와 영상을 실시간으로 생성하고 제어하는 오디오-비주얼 작품을 제작 하는데 목적을 두고 있다. 이전까지 연주 상황에서 소리를 생성하거나 제어하는데 있어서 새로운 악기 인터페이스나 혹은 음성인식 기술을 이용한 시도가 많이 있었고 연주자와 인터페이스가 분리되어 질 수밖에 없었다. 하지만 동작인식기술을 사용하면 퍼포머는 별도의 인터페이스 없이도 사운드와 영상을 한꺼번에 생성하고 제어할 수 있으며 이는 보다 더 직관적인 인터랙티브 미디어 공연을 가능하게 한다. 최근의 동작인식 기술은 Microsoft의 콘솔게임 기용으로 개발된 Kinect¹⁾ 센서에 의해서 이전보다 간편해졌으며, 또한 컴퓨터와의 연동이 쉬워져 사용자의 움직임을 트래킹 한 데이터를 실시간으로 컴퓨터에 전달하는 것이 용이해졌다. 이를 기반으로 Kinect와 컴퓨터를 이용해 인터랙티브 미디어 공연시스템을 구축하여 퍼포머의 동작에 따른 예술적 표현이 가능했다.

1) 컨트롤러 없이 이용자의 신체를 이용하여 게임과 엔터테인먼트를 경험할 수 있는 게임기기

2. 연구의 배경

신체의 움직임은 언어를 대신하여 표현되고 언어로 표현하기 어려운 감정을 대변해주기도 한다. 예술사적으로는 대사 없이 감정과 사상을 몸짓으로만 표현하는 연극적 형식의 「무언극」(Pantomime)²⁾이 있다. 영국의 영화감독이자 희극배우 및 제작자였던 찰리 채플린은 발성영화를 거부하고 몸짓과 표정만으로 시대적 상황을 역설적으로 풍자하며 많은 영화를 제작했다. 마임의 거장 <마르셀 마르소>(Marcel Marceau, 1923 - 2007)는 나치의 유대인 탄압에 의해 희생당한 아버지를 떠올리며 심적인 고통과 슬픔을 비프(Bip)³⁾라는 캐릭터를 창조하여 언어적 도구 없이 움직임만으로 세상의 모든 만물과 느낌을 표현할 수 있음을 보여주었고, 움직임의 표현이 단순히 모방이 아닌 언어를 뛰어넘는 감정과 사상이 깃들여져 있음을 보여주었다. 또한 현대 무용의 창시자 <이사도라 던컨>(Isadora Duncan, 1878 - 1927)은 자신의 저서 「나의 예술과 사랑」에서 “나의 예술은 나의 동작이나 움직임으로 진실을 표현해 보려는 노력이다”⁴⁾ 라고 이야기 하였다. 이처럼 ‘몸을 움직인다’ 라는 것은 언어로는 표현할 수 없는 자신의 내면을 대중과 소통하기 위해 여러 예술가들에 의해 사용된 표현방식이자 도구이다.

본 연구는 움직임을 표현의 수단으로 사용하여 <Imaginary Line>작품을 통해 배우와 무용수의 움직임에 의해 표현되어지는 감정들을 감상자적 입장에서 보다 쉽고 직관적으로 느낄 수 있는 장치로 공연예술이 가지는 스펙트럼을 확장하고자 했다.

2) 그리스어에서 유래된 무언극은 ‘모든 것을 흉내 낸다’라는 뜻을 담고 있다.

3) 마르셀 마르소가 창조해 낸 현대의 피에로 캐릭터

4) 이사도라 던컨, <나의 예술과 사랑>(서울:민음사, 1978), 118쪽



[그림-1] 마임의 거장 마르셀 마르소(왼쪽)와
현대무용의 창시자 이사도라 던컨(오른쪽)

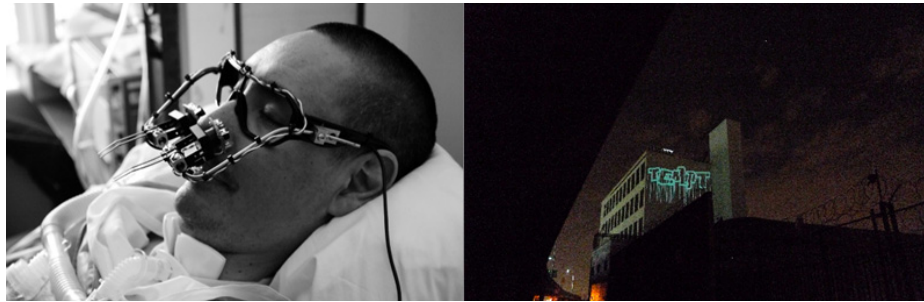
3. 동작인식기술이 결합된 작품 사례연구

과학기술의 발전과 동향에 따라 기술과 예술이 융합하는 사례가 점점 많아지고 있는 추세이다. 이는 상상력과 아이디어를 확장시켜주는 긍정적인 효과를 낳고 있다. 미국의 FAT⁵⁾, OpenFrameWorks⁶⁾, Graffiti Research Lab⁷⁾의 개발자들과 아티스트들이 주축이 되어 진행된 <Eye Writer>프로젝트는 초소형 카메라와 적외선 LED를 장착하여 눈동자의 움직임에 의해 글을 쓰거나 그림을 그릴 수 있게 개발했다. 이를 통해 전신마비가 된 미국의 유명 그래피티 아티스트인 토니의 의사소통과 작품 활동이 가능해졌다.

5) Members of Free Art and Technology

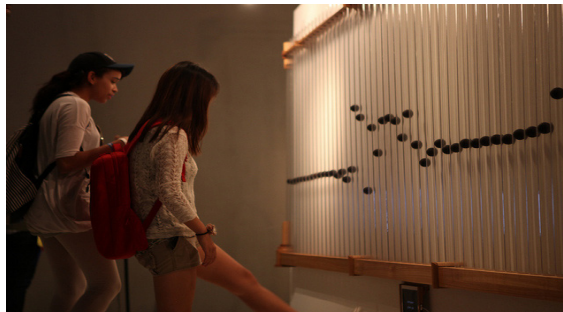
6) C++을 기반으로 한 오픈소스 라이브러리

7) 새로운 커뮤니케이션을 위한 오픈소스기술을 제공하는 것을 목적으로 활동하고 있는 단체



[그림-2] Eye Writer를 장착한 그래피티 아티스트 토니(왼쪽), 토니가 Eye Writer를 통해 그린 그래피티(오른쪽)

국내 미디어 아티스트 그룹 Everyware의 「Levitate」라는 설치 작품은 관객의 움직임을 통해서 49개의 파이프안의 탁구공들이 파도처럼 움직이는데, 이는 아이패드의 카메라를 통해 관람객을 비추면 관람객의 위치를 추적하게 되고, 위치에 따라 파이프안의 공이 움직이게 되어있다.



[그림-3] Everyware의 설치작품 <Levitate>

최근 몇 년간 게임 컨트롤러의 추세 또한 사용자가 직접 체감할 수 있도록 다양한 모션인식 컨트롤러가 개발되었다. 닌텐도의 Wii Remote의 경우 광학센서, 3축의 기울기와 가속도 센서를 탑재하여 사용자의

동작인식이 가능하며, 이를 사용하여 사용자의 동작을 통해 다양한 악기를 연주하거나 그림을 그리는 도구로 작품에 활용되기도 한다. 최근 가장 각광받고 있는 모션 컨트롤러인 Kinect는 비접촉식 게임 컨트롤러로 별도의 센서부착이나 컨트롤러를 직접 들고 있지 않아도 실시간으로 사용자의 비율과 골격, 움직임 감지하기 때문에 다양한 분야로부터 관심을 받고 있다.

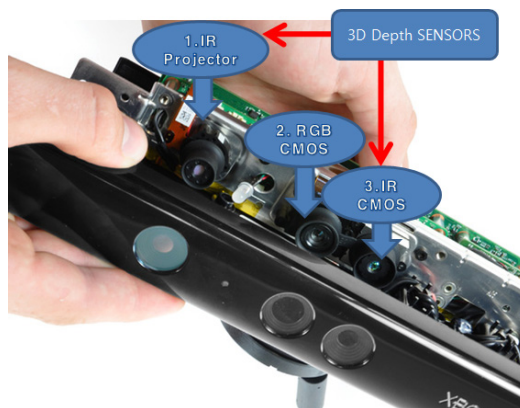
동작인식을 위한 기존의 접촉식 센서나 컨트롤러는 움직임의 자유로움이나 동작 범위에 많은 제약을 가지는 단점을 가지고 있어 본 연구에서는 이러한 점을 보완하기 위하여 Kinect를 기반으로 한 동작인식 기술을 연구하였으며 이를 작품에 적용하였다.

II. 작품의 기술 연구

1. 동작인식기술 연구

1) 모션센서 Kinect 연구

Kinect의 기본적인 하드웨어인 거리화상센서는 PrimeSense⁸⁾의 체스처 인식기술이 사용되었다. [그림-4]의 Kinect의 구조도를 통해 살펴보면, 3D 텡스(Depth)센서에는 IR Projector와 IR CMOS⁹⁾ 센서로 구성되어 있어 적외선 프로젝터에 의해 방출된 적외선은 물체에 반사되어 IR CMOS 센서에 의해 깊이정보를 산출하여 가져온다. 산출된 거리정보를 통해 RGB CMOS센서는 영상정보를 인식하여 골격형태를 보여준다.



[그림-4] 모션센서 Kinect의 구조도

8) 이스라엘 센서 제조사

9) 마이크로 칩 내에 집적되어있는 트랜지스터들에 사용된 반도체 기술

2) 키넥트 사용을 위한 응용프로그램 구성

Kinect를 사용하여 작품을 진행하기 위해서는 본 연구의 시스템 환경에 맞는 소프트웨어 라이브러리를 선택해야 한다. 현재 가장 활발히 사용되고 있는 라이브러리는 Microsoft가 개발한 공식 Kinect 전용 SDK와 비공식 라이브러리인 PrimeSense의 OpenNI가 있다. 두 라이브러리의 차이점을 [표-1]을 통해 살펴보면 크게 지원 OS와 거리인식 범위의 차이가 있다. 공식 Kinect 전용 SDK의 경우 윈도우 기반의 환경에서만 실행이 가능하고 OpenNI는 다양한 시스템기반에서 실행할 수 있다.

[표-1] Kinect SDK와 OpenNI 라이브러리 비교

구분	Kinect SDK	OpenNI
지원 OS	Windows 7 이상	Windows XP이상, Ubuntu(x86, x64), Mac OS X
거리 인식 범위	850 - 4,000(mm)	500 - 10,000(mm)
사용자 인식	○	○
골격 추적을 위한 포즈	필요 없음	필요 없음

하지만 설치과정에 있어 Kinect 전용 공식 SDK는 쉽고 간편하게 설치가 가능한 반면 비공식 라이브러리인 OpenNI는 설치가 매우 까다롭고 복잡하다. 연구 초기에 맥 기반의 시스템에 맞는 OpenNI를 설치하여 사용해 왔지만, 라이브러리와 드라이버 설치의 복잡함으로 인해 시스템의 불안정을 초래했다. 하지만 최근에서야 공식화된 전용 SDK에 비해 OpenNI의 다양한 OS지원은 프로그래머들의 어플리케이션 개발

을 촉진했다. 본 연구에서는 이에 따라 개인 프로그래머에 의해 만들어진 Synapse 어플리케이션과 Delicod의 NI mate를 비교·사용해 보았다. 두 응용프로그램은 모두 OpenNI 라이브러리를 기반으로 만들어진 프로그램으로 이전의 복잡한 설치과정 없이 간편한 설치로 Kinect를 통해 트래킹된 모션 데이터를 OSC(Open Sound Control)¹⁰⁾ 또는 MIDI 메시지로 변환하여 다른 프로그램에 전달하는 것이 용이하다. Synapse는 무료 공개된 어플리케이션으로 음악·영상 제작 프로그램인 Max/MSP, Quartz Composer, Max For Live¹¹⁾연동을 위해 제작된 패키지가 제공되고 있어 수월함이 있지만, 어플리케이션의 업데이트가 이뤄지지 않아 골격 추적을 위한 사전 포즈가 필요하다. 반면 NI mate의 경우, 무료와 유료 라이선스를 제공하고 있으며 주기적으로 업데이트가 되어 골격추적을 위한 사전 포즈가 필요 없다. 사용자 인식을 위한 사전 포즈의 유무는 무대공연을 위한 작품제작에 있어 반드시 고려해야 할 부분이다.

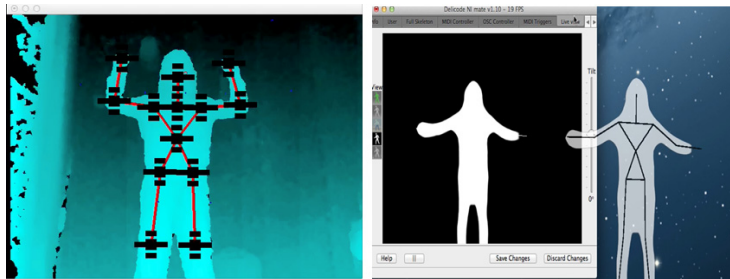
[표-2] Synapse와 NI mate 응용프로그램 비교

응용프로그램	Synapse	NI mate
지원 OS	Mac/Windows	Mac/Windows
라이선스	필요 없음	무료/유료
골격 추적을 위한 포즈	필요	필요 없음
플러그인	Max/MSP/Jitter, Quartz Composer. OSC	Blender, Cinema4D, MAYA, Animata, MIDI, OSC

10) 컴퓨터와 다른 디바이스 장치들과의 통신을 위해 만들어진 프로토콜

11) Ableton에서 제작한 DAW(Digital Audio Workstation)인 Live와 Cycling 74의 실시간 오디오 프로세싱을 위한 환경인 Max/MSP가 합쳐진 프로그램

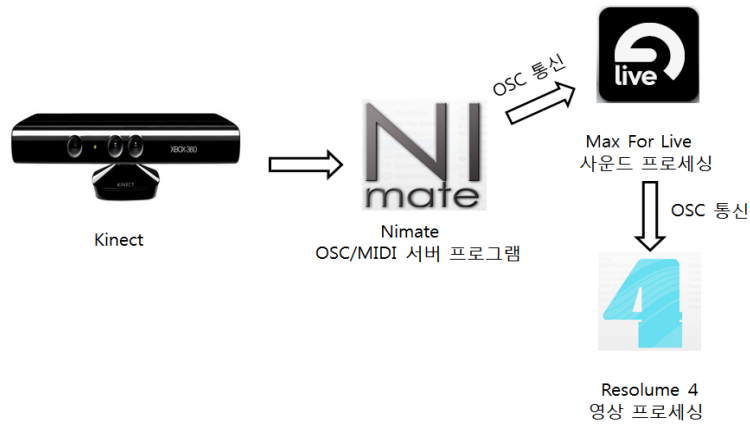
연구과정에서 Synapse 사용 결과 [그림-5]의 왼쪽과 같이 요구하는 포즈를 정확하게 취했음에도 불구하고 골격 인식이 빠르게 되지 않았고, 프로그램이 불안정하게 종료가 되는 경우도 많았다. 공연을 관람하는 관객들에게는 골격인식에 사용되는 특정 포즈가 부자연스럽게 느껴질 수 있기 때문에 본 연구에서는 이러한 점이 보완된 Delicode의 NI mate 어플리케이션을 사용하였다. NI mate의 경우 포즈 사용 없이도 사용자 인식이 바로 가능하며, 무료 라이선스를 사용할 경우에는 프로그램의 안정성이 떨어졌지만, 유료 라이선스를 사용할 경우 안정성도 높아져 작품 제작의 효율성을 높여주었다.



[그림-5] Synapse(왼쪽), NI mate(오른쪽) 응용프로그램

3) 트래킹 데이터 통신 연구

Kinect로부터 얻어진 모션 데이터는 NI mate 프로그램을 통해 각 골격의 데이터를 분리하여 실시간으로 추출된다. 본 작품에서는 두 대의 컴퓨터를 사용하여 [그림-6]과 같이 실시간으로 사운드와 영상을 제어하므로 추출된 모션 데이터는 OSC 통신을 통해 사운드를 프로세싱하는 Max For Live 프로그램으로 보내지고 이는 다시 영상제어를 위한 비주얼 소프트웨어 프로그램인 Resolume으로 보내진다.



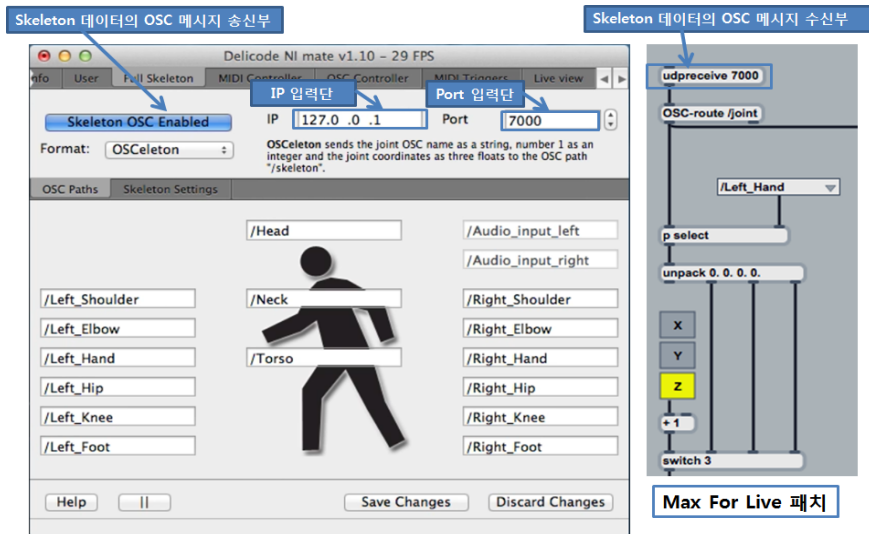
[그림-6] 트래킹 데이터 통신구조

① NI mate와 Max For Live의 데이터 통신

[그림-7]과 같이 skeleton 데이터를 OSC 메시지로 변환하여 송신하기 위해서 skeleton 데이터의 OSC 메시지 송신부를 활성화 시켜준다. 그리고 데이터를 받을 프로그램의 IP주소를 IP 입력 단에 입력해준다. 우선 사운드 프로세싱을 위해서 트래킹 한 데이터를 Max For Live로 보내야 하는데, Max For Live는 NI mate와 함께 한 컴퓨터 안에서 실행되기 때문에 IP주소를 Local Host¹²⁾로 설정했다. 마지막으로 입력되어야 할 포트번호는 Max For Live안에서 구동될 Max패치의 포트 번호가 일치되어야 한다. NI mate로부터 송신되는 OSC 메시지를 Max에서 수신받기 위해서 네트워크상에서 메시지를 받는 udpreceive¹³⁾오브젝트를 사용하였다.

12) 외부 네트워크가 아닌 내부 네트워크를 사용하여 전송하며 IP주소는 127.0.0.1을 사용한다.

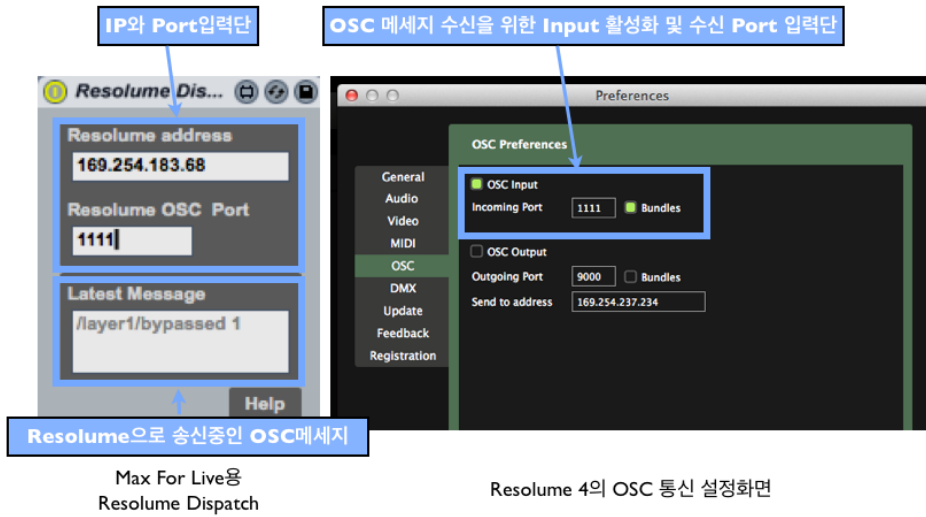
13) UDP를 사용한 네트워크를 통해 max메세지를 수신하는 오브젝트



[그림-7] NI mate(왼쪽)와 Max For Live의 OSC 통신설정(오른쪽)

② Max For Live와 Resolume의 데이터 통신

NI mate에서 트래킹 된 데이터는 Max For Live로 전달되고, 이는 다시 영상을 제어하기 위해 Resolume으로 전송된다. [그림-8]의 왼쪽과 같이 Max For Live와 Resolume의 통신을 위해 Resolume 개발자가 제공한 Resolume Dispatch Max패치를 사용했다. Resolume Dispatch의 상단부에는 Resolume으로 데이터를 송신하기 위해 Resolume이 설치된 컴퓨터의 IP와 임의의 포트번호를 입력해야 한다. 그리고 Resolume에서 Max For Live로부터 OSC 데이터를 수신하기 위해 OSC Input을 활성화하고 Resolume Dispatch에서 지정해준 포트번호와 일치 시켜주면, Max For Live와 Resolume의 통신이 가능하며, 이 데이터를 이용하여 Resolume에서 영상을 제어 할 수 있다.



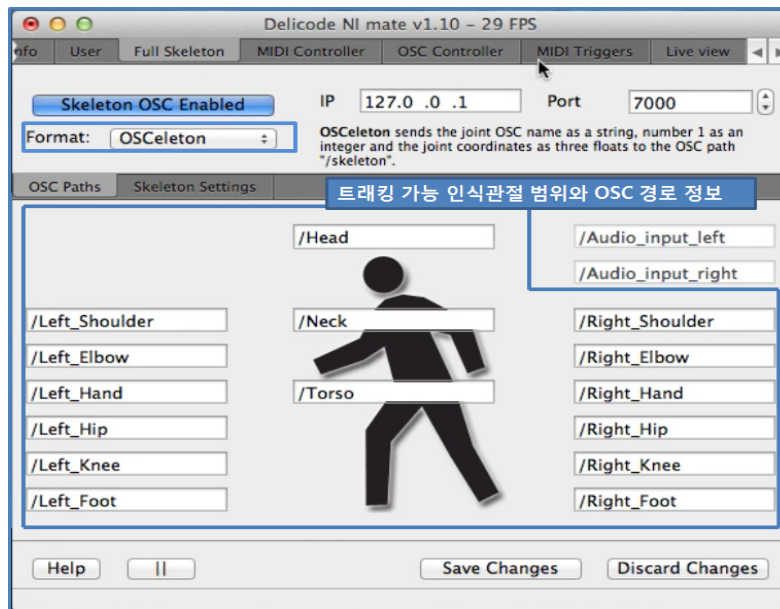
[그림-8] Max For Live(왼쪽)와 Resolume의 OSC통신 설정(오른쪽)

2. 동작인식을 통한 실시간 사운드 프로세싱

본 작품에서는 퍼포머의 동작에 따라 실시간으로 사운드를 프로세싱하기 위해 Max for Live를 사용했다. Max for Live는 Ableton과 Cycling' 74가 공동으로 제작한 것으로 Live환경 안에서 실시간 사운드 프로세싱이 가능한 Max/MSP를 구동 시킬 수 있다.

1) 트래킹 데이터 위치 값의 분리

[그림-9]는 NI mate의 Full Skeleton 구성화면으로 신체 전 부분이 트래킹 되는 것을 확인할 수 있다.



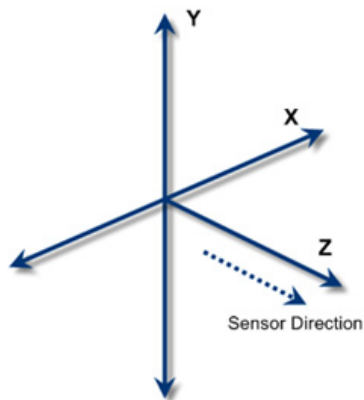
[그림-9] NI mate의 Full Skeleton 구성요소와 OSC메세지 명

OSCeleton 포맷으로 만들어진 트래킹 데이터는 Max For Live로 전송되는데, OSCeleton 포맷을 사용하면 트래킹 된 데이터가 [표-3]과 같은 데이터로 출력이 된다.

[표-3] NI mate의 OSCeleton의 포맷 구조

Format	OSC 관절 명	정수	관절 좌표 값		
OSCeleton	/Right_Foot	1	X	Y	Z

관절의 좌표 값은 [그림-10]과 같이 움직이는 위치에 따라 X, Y, Z의 3개의 방향으로 나누어지고 0과 1사이의 소수로 출력 된다.

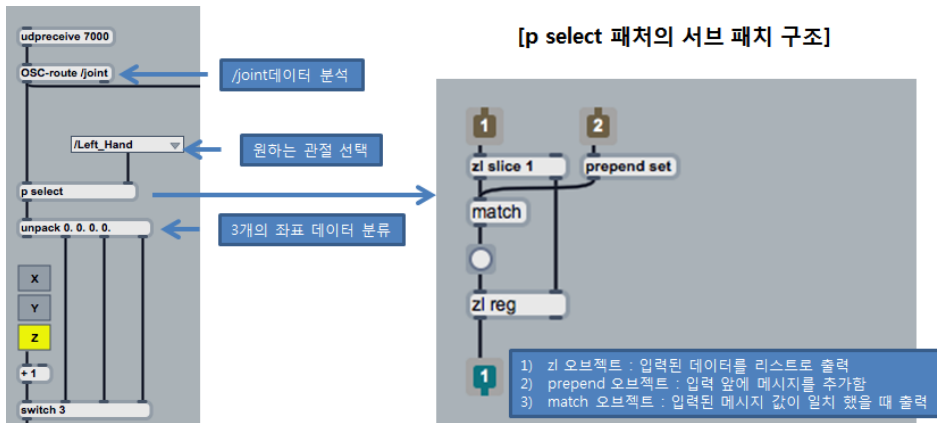


[그림-10] 관절의 좌표

[그림-11]은 트래킹 된 관절의 데이터를 Max For Live에서 X, Y, Z 값으로 분리해낸 패치이다. NI mate로부터 추출된 데이터를 udpreceive 오브젝트를 통해 전송받아 OSC-route¹⁴⁾ 오브젝트안에 /joint를 붙여주어 각 관절의 트래킹 데이터를 [표-3]과 같이 분석

14) OSC 통신을 통해서 데이터를 보내주는 오브젝트

한다. 트래킹 데이터 중 원하는 관절 데이터의 추출을 용이하게 하기 위해 umenu오브젝트를 사용하여 전 범위의 OSC관절 경로를 입력해놓았다. 분석된 트래킹 데이터는 zl¹⁵⁾ slice 1오브젝트의 왼쪽 아웃렛으로 관절명이 출력되고 오른쪽 아웃렛으로는 나머지 데이터가 출력된다. zl slice 1의 왼쪽 아웃렛 값과 umenu오브젝트를 통해 선택되어진 관절 메시지를 prepend¹⁶⁾오브젝트를 통해 set이라는 단어를 뒤에 입력하여 출력된 메시지와 일치하면 데이터가 출력되어 zl slice 1오브젝트의 두 번째 아웃렛의 데이터가 zl reg오브젝트의 오른쪽 인렛을 통해 출력된다. 정수와 X, Y, Z 좌표 값으로 출력된 데이터는 unpack¹⁷⁾오브젝트로 각각의 좌표 값으로 분리된다.



[그림-11] 트래킹 데이터의 좌표값 분리

- 15) 입력된 데이터를 리스트로 출력해주는 오브젝트
- 16) 입력된 데이터 앞에 메시지를 추가해주는 오브젝트
- 17) 일괄 처리된 데이터를 분리하여 출력해주는 오브젝트

2) 동작에 따른 사운드 매핑(mapping)과 프로세싱

본 작품에서는 트래킹 가능한 관절 중 데이터 제어가 용이하고, 퍼포머의 움직임을 관객에게 가장 효과적으로 보여줄 수 있는 팔의 움직임을 통해 사운드를 생성·제어했다. 동작에 따라 소리를 제어하기 위해 사용된 패치는 [표-4]와 같이 5 종류로 구성된다.

[표-4] 사운드 제어 알고리즘의 구성과 역할

사운드 제어 알고리즘	역할
clip Launcher	Max For Live의 사운드 클립을 제어
event	특정 동작의 데이터를 사운드와 매핑
double event	두 가지 동작의 데이터가 매치되었을 때 사운드와 매핑
notedial	동작에 따라 MIDI데이터 제어
dial	동작에 따른 실시간 사운드 프로세싱

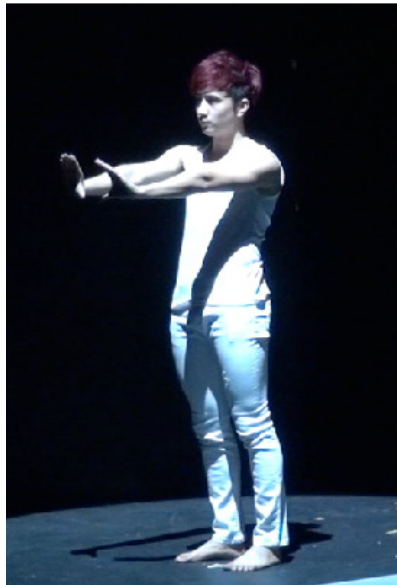
작품의 안정적이고 원활한 진행을 위하여 퍼포머의 트래킹 데이터를 분석하여 프리셋으로 저장하였다. [표-5]는 본 작품에서 사용된 동작의 7가지 프리셋을 정리한 것이다.

[표-5] 동작별 프리셋 []:target point, (): range

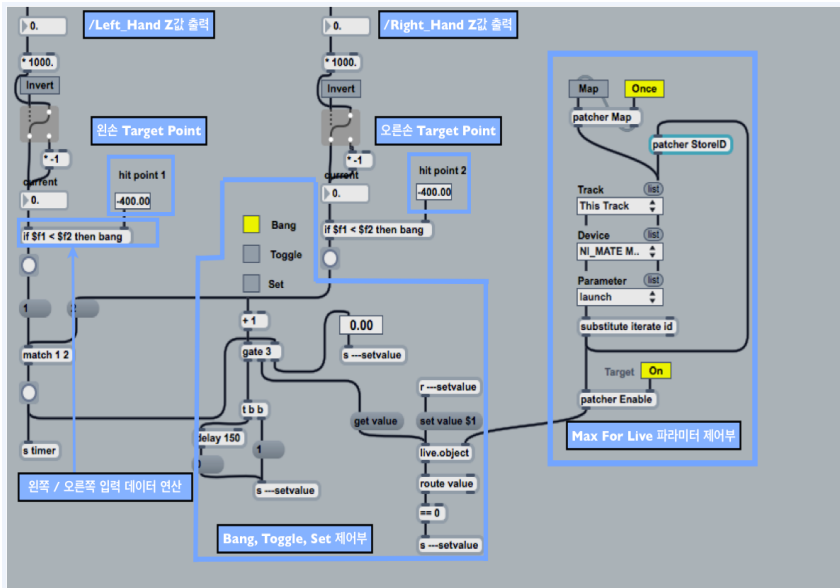
프리셋	Sound	관절 인식	X 값	Y 값	Z 값
1	소리1(매핑)	왼손			[-400]
		오른손			[-400]
2	소리2(매핑)	오른손	[-500]		
3	소리2-1(매핑) (음고 변화)	왼손	[-600]		
4	소리2-2(매핑) (음고 변화)	오른손	[-680]		
5	소리3(매핑)	왼손		[-600]	
		오른손		[-600]	
6	소리4 (음량값의 변화)	왼손	(-600 - 0)		
		오른손	(700 - 0)		
7	Grain Delay 의 피드백 조절	왼손	(-150 - 640)		
		오른손	(-150 - 640)		
	Grain Delay의 음량값 조절	왼손	(-300 - 600)		
		오른손	(-300 - 600)		

① 프리셋 1

프리셋 1은 double event와 clip launcher 알고리즘을 사용하여 사운드를 매핑했다. double event는 [그림-12]와 같이 왼손과 오른손을 동시에 앞으로 나란히 뻗었을 때 들어오는 양손 입력 데이터의 적정한 값을 포착하여 target point를 설정했다. 설정된 왼손과 오른손의 target point값을 비교하여 왼쪽이 오른쪽 값보다 작을 경우 Max For Live 파라미터 제어부에 입력되어진 clip launcher 알고리즘의 launch 버튼으로 전달되어 클립을 재생한다.

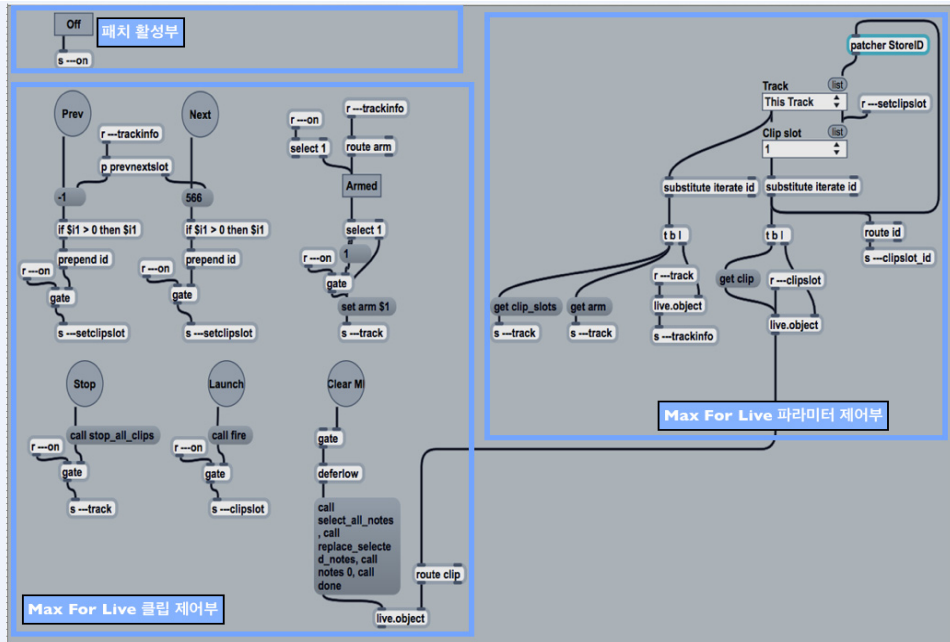


[그림-12] 프리셋 1의 동작



[그림-13] double event의 알고리즘 패치

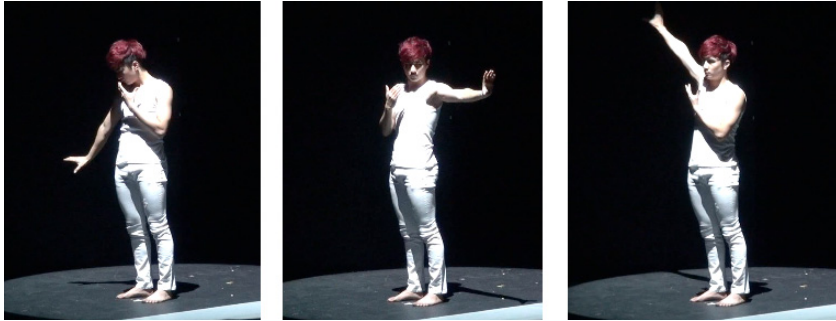
double event 알고리즘을 통해 전달 된 메시지는 clip launcher의 launch 버튼을 활성화하여 Max For Live 트랙의 1번 클립 사운드를 재생하게 된다. [그림-14]는 clip launcher의 알고리즘 구조를 보여준다.



[그림-14] clip launcher의 알고리즘 패치

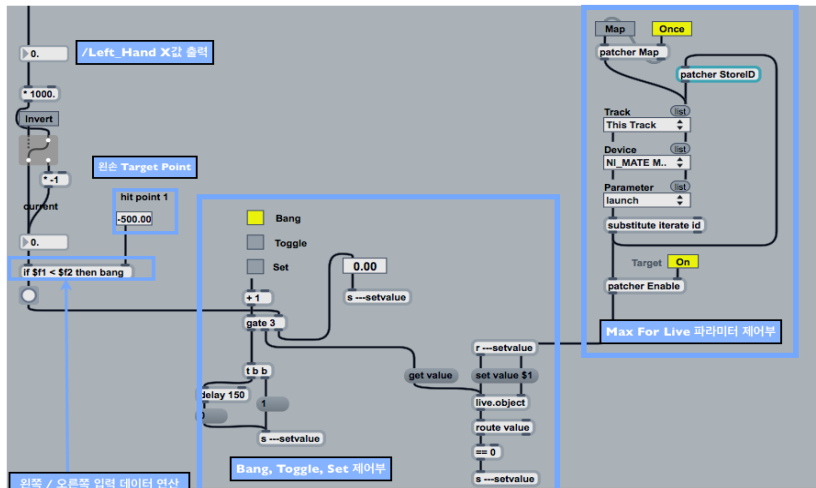
② 프리셋 2, 3, 4

[그림-15]는 프리셋 2, 3, 4에 사용된 동작을 보여준다.



[그림-15] 프리셋 2, 3, 4의 음고(pitch)의 변화를 보여주는 동작

프리셋 2, 3, 4 는 event와 clip launcher 알고리즘을 사용했다. [그림-16]은 event 알고리즘의 패치를 보여준다.



[그림-16] event 알고리즘의 패치

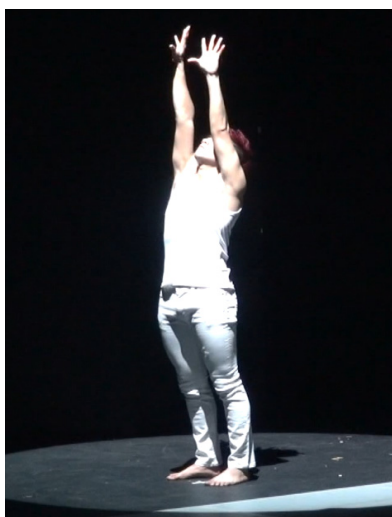
event 알고리즘의 패치 구조는 double event 알고리즘의 기본적인 패치 구조와 같다. 팔의 높이에 따라 종소리의 음고를 다르게 매핑시켜주기 위해 서로 다른 음고의 사운드 클립을 [그림-17]과 같이 각각 다른 트랙에 넣어주었고, 각 트랙에 event 알고리즘과 clip launcher 알고리즘을 사용하여 팔의 높이에 대응하는 음고의 클립을 매핑하여 재생했다.

Track 2	Track 3	Track 4
2_bell	3_bell	4_bell
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> bell LowEQ	<input type="checkbox"/> bell MidEQ	<input type="checkbox"/> bell HighEQ
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[그림-17] 트랙별 음고(pitch)가 다른 샘플 클립

③ 프리셋 5

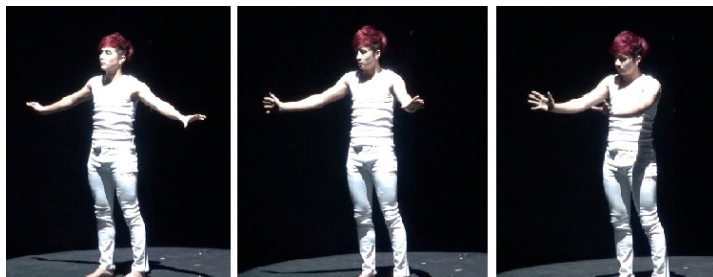
[그림-18]은 프리셋 5의 동작을 보여주는 사진으로 양 팔을 위로 올렸을 때의 Y값을 target point로 설정하여 프리셋 1과 같은 double event 알고리즘 방식으로 소리를 재생했다.



[그림-18] 프리셋 5의 동작

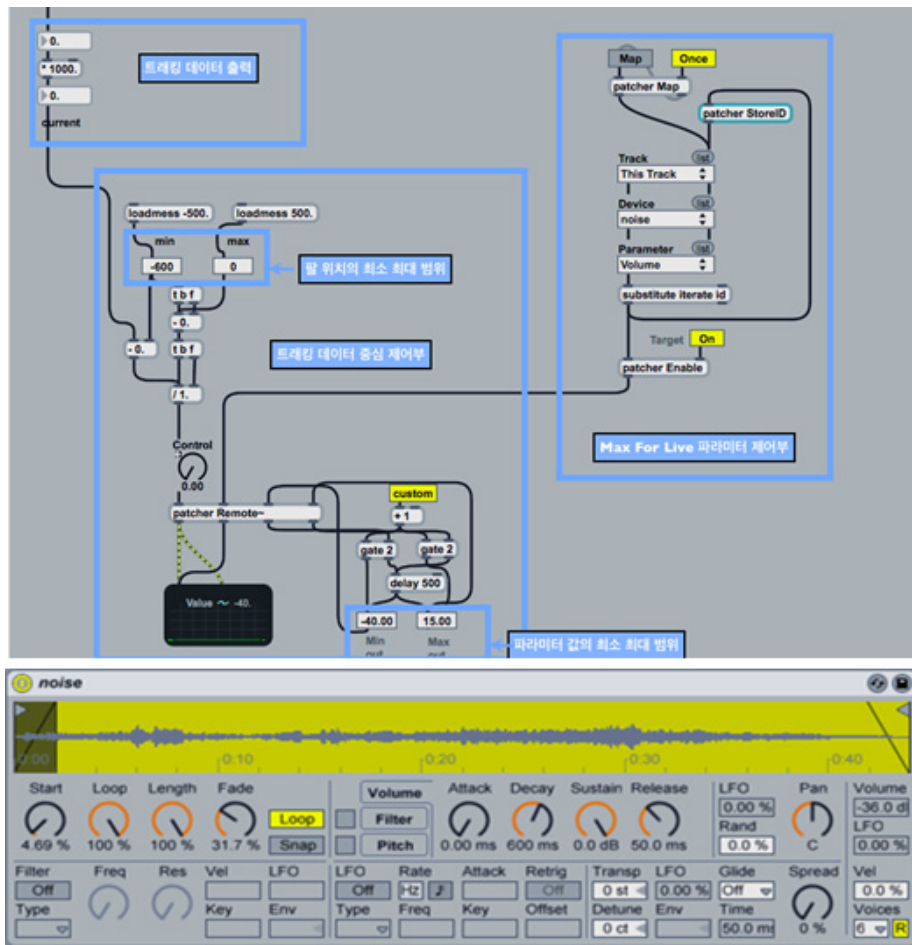
④ 프리셋 6

프리셋 6에서는 퍼포머가 움직이는 양팔의 간격에 따라 실시간으로 사운드를 프로세싱 할 수 있도록 만들었다. [그림-19]은 프리셋 6의 동작 변화를 보여주는 사진으로 샘플러에 사운드 샘플을 저장하고, 퍼포머의 동작에 의해 사운드 샘플의 음량을 실시간으로 제어했다.



[그림-19] 프리셋 6의 동작 변화

사운드 샘플 음량의 최소값과 최대값을 정해주고 그 값을 다시 0과 1의 데이터로 스케일링 했다. 양팔의 간격이 최대가 되면 음량이 0에 가까워 작아지고, 최소가 되면 1에 가까워 증가되어 작품을 보는 관객들이 배우의 움직임을 통해 실시간으로 변화되는 소리를 직관적으로 인식할 수 있도록 했다. [그림-20]는 프리셋 6에 사용된 dial 알고리즘의 패치와 샘플러 구조를 보여준다.



[그림-20] dial 알고리즘 패치(위)와 샘플러 구조(아래)

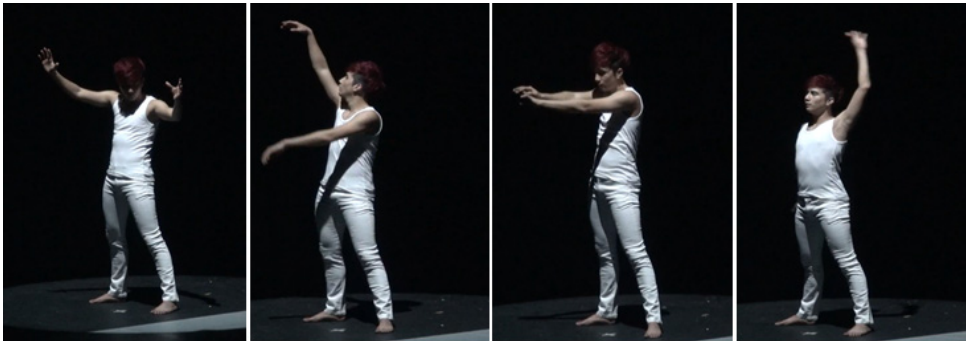
⑤ 프리셋 7

프리셋 7은 프리셋 6과 같은 dial 알고리즘을 사용하는데 양손의 X값 데이터를 이용하여 [그림-21]에서 보여주는 Grain Delay의 스프레이(Spray)이펙터 파라미터를 실시간으로 조절해 주었다.



[그림-21] 프리셋 7에 적용된 Max For Live의 Grain Delay이펙트

스프레이 컨트롤은 딜레이 타임을 임의적으로 변화시켜 준다. 설정 값이 낮아지면 시간의 경과에 따라 노이즈가 추가되어 입력된 소리를 선명하게 만들어 주고, 설정 값이 높아지면 입력되는 소리의 신호를 작은 조각으로 만들어주어 불규칙한 리듬처럼 들리게 된다. 또한 양손의 Y값으로 소리의 음량을 조절하여 배우의 움직임으로 독특하고 추상적인 느낌의 사운드를 만들었다. [그림-22]는 프리셋 7에 사용된 퍼포머의 동작 변화를 보여준다.



[그림-22] 프리셋 7의 동작 변화

III. 작품 제작 및 기술 적용

1. 작품 내용

작품 <Imaginary Line>은 실제와 허구가 서로 연결되어 새로운 현실의 동선을 그린다. Imaginary Line은 사실상 존재하지 않는 상상의 선이다. 보이지 않아도 볼 수 있고 들리지 않아도 들을 수 있는 상상의 선에서 퍼포머에 의해 그려진 동선들은 소리가 활동하는 가상의 선이 되고 이는 다시 영상의 실제 동선으로 표현되며, 또 다른 세계와 또 다른 자아를 경험한다. 내가 아닌 나와 소통하고 교감하면서 서로를 바라보다 Imaginary Line 너머의 세계는 점점 사라지고 다시 본래의 존재로 돌아오게 된다.

2. 작품 구성

<Imaginary Line>은 A - B - C - A'의 총 4개 파트로 구성된다. 전체적인 작품은 두 명의 퍼포머, 테이프 음악, 영상으로 구성된다. 첫 번째 퍼포머는 모션센서를 이용해 동작을 인식하여 악기나 컨트롤러를 대신하는 형태로 소리와 영상을 표현하였고, 두 번째 퍼포머는 카메라와 조명의 빛을 이용하여 움직임을 통해 영상에 피드백 효과를 주었다.

[표-6] 각 섹션에 따른 작품 구성

구성	A	B	C	A'
시간	0'00" - 1'45"	1'46" - 3'35"	3'36" - 5'21"	5'22" - 7'15"
내용	실존과 가상의 경계면	과도기	소통, 교감	현재로의 회기
테이프 음악	테이프 음악 <Imaginary Line>			
사운드 프로세싱	소리 1 소리 2 (음고의 변화) 소리 3 소리 4 (음량의 변화)	소리 2	없음	소리 5 (피드백과 음량의 변화)
영상 프로세싱		동작에 의한 영상 변화	1)잔상 효과 2)동작에 의한 영상 변화	

1) 음악의 구성

① 테이프 음악

<Imaginary Line>은 테이프 음악과 프로세싱 사운드로 구성된다. 테이프 음악은 현실과 가상세계를 표현하기 위해 전자음들을 주재료로 사용하였고, 테이프 음악제작시 퍼포머에 의해 생성되는 소리를 방해하면 안 된다는 점을 고려하였다. 도입부인 A파트에서는 신디사이저의 패드(pad)사운드들과 피아노, 현악기를 사용하여 고요하고 신비로운 느

낌을 주었다. B파트는 작품의 구성상 가상의 공간으로 들어가는 과정에 있기 때문에 다양한 합성음들을 바탕으로 가상공간으로 빨려들어가는 느낌을 표현했다. C파트는 작품 중 가장 역동적인 부분으로 합성음과 함께 타악기의 리듬을 사용하여 퍼포머들의 몸동작으로 표현되는 상호간의 소통과 교감을 빠른 템포와 리듬으로 만들었다. 테이프 음악 제작을 위해 가상악기를 사용하여 합성음을 만들어 냈고 공간감과 음향효과를 주기 위해 리버브와 필터, 딜레이등의 다양한 이펙터를 적용시켰다.

② 작품 안에서 퍼포머의 동작과 소리의 상관관계

퍼포머의 동작과 소리를 생성하는데 있어 가장 중요한 점은 테이프 음악과 퍼포머의 동작에 의해 생성된 소리가 조화를 이루어 관객들에게 분명하게 들려야 한다는 점이다. 퍼포머의 동작에 의해 생성되는 소리는 크게 5가지이다. 소리 1은 퍼포머가 양팔을 앞으로 뻗는 동작에 의해 생성되는데, 저음역대의 어택이 강한 사운드 샘플을 사용하여 작품의 시작을 알리고 테이프 음악을 재생시키는 역할을 한다. 소리 2는 종소리로 양팔의 높이에 따라 종소리의 음고가 달라지게 하여 관객들에게 퍼포머의 움직임과 소리의 상호관계를 인지시키고, 종소리가 갖는 울림을 통해 작품 안에서 신비스러움을 더해주었다. 소리 3은 긴장감을 주기 위해 음고가 높고 강한 어택을 가진 피아노 소리를 사용하였는데, 퍼포머가 양팔을 힘차게 뻗어 올리면 소리가 재생된다. 소리 4는 노이즈 사운드의 음량이 퍼포머의 양팔 간격에 의해 실시간으로 변화게 되는 효과를 주었다. 이는 현실과 가상세계를 넘나드는 퍼포먼스를 펼치기 위한 장치로 표현되었다. 소리 5는 작품의 마지막에 사용된 소리로 가상의 공간이 다시 현실세계로 변화된 느낌을 사운드로 표현해

주기 위해 소리의 음량 값과 딜레이 이펙트의 피드백을 실시간으로 조절해 주었다.

2) 영상의 구성

<Imaginary Line>에서 영상은 B파트에서부터 시작된다. [표-7]은 각 섹션에 따른 영상 구성을 보여준다. 영상이 처음부터 시작될 경우 퍼포머의 동작에 의해 반응하는 사운드 인터랙션에 방해요소가 될 수 있으므로 B파트부터 영상을 구성했다.

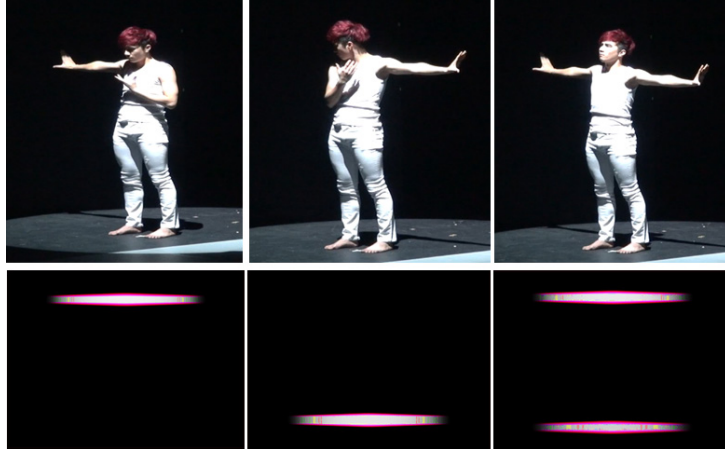
[표-7] 각 섹션의 영상 구성

섹션	A	B	C	A'
내용	실존과 가상의 경계면	과도기	소통, 교감	현재로의 회기
제작 영상	없음	O	O	없음
영상 프로세싱		라인 매핑	1)파티클의 움직임 변화 2)피드백 효과	영상 크기의 변화

① 모션에 의한 영상 변화

B와 C파트의 사용된 영상 변화는 퍼포머 1의 동작에 의해 만들어진 다. B파트에서는 가상세계로 진입하기 위한 과정에 해당되므로 두 개의 라인 이미지를 아래와 위로 배치 시켜 순차적으로 보여주고 최종적으로 두 개의 라인을 대칭시켜 새로운 상태로 바뀌어가는 느낌을 표현했다. [그림-23]은 퍼포머의 동작과 이에 의해 생성되는 영상의 이미지

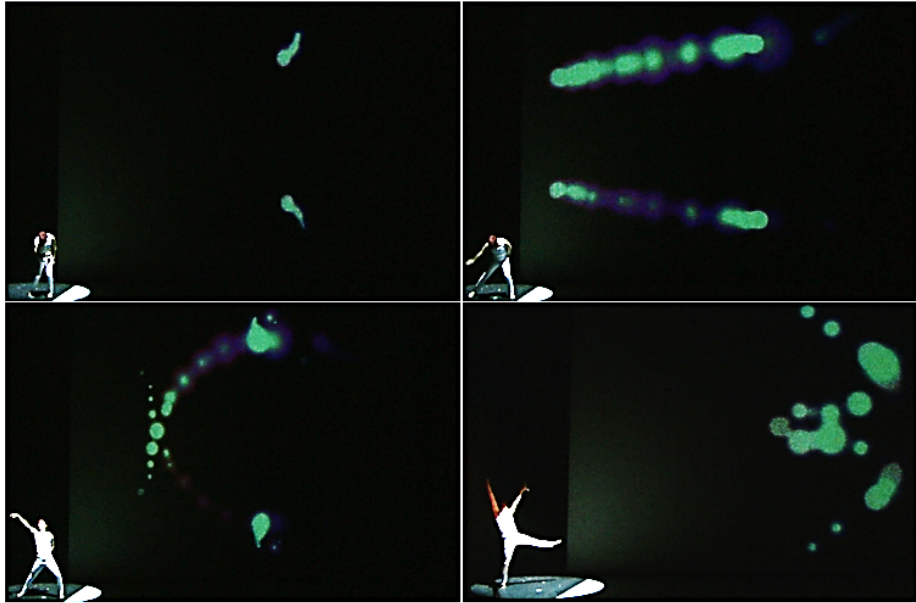
를 보여준다.



[그림-23] 퍼포머의 동작에 따른 라인 영상 생성

NI mate에 의해 트래킹 된 모션 데이터는 OSC 통신을 통해 Max For Live를 거쳐 다시 Resolume으로 전송되는데 정해진 모션 데이터 값에 의해 Resolume 안의 라인이미지 클립을 선택하여 재생한다.

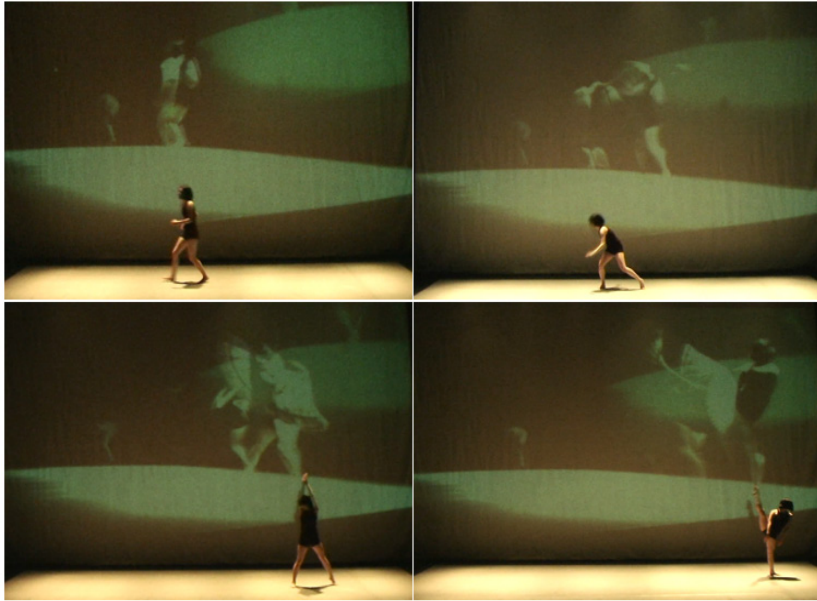
[그림-24]는 퍼포머 동작에 의한 C파트의 영상 변화를 보여준다. 파티클 이미지를 퍼포머 1의 양 손의 위치 값을 적용하여 퍼포머의 움직임에 따라 파티클이 변화하는 영상을 Quartz Composer를 이용해 제작했다. 또한 영상에 재미있는 효과를 주기 위해 Resolume의 이펙터를 사용하여 영상에 미러(mirror) 효과를 주었다.



[그림-24] 퍼포머 동작에 의한 C파트의 영상 변화

② 조명에 따른 변화

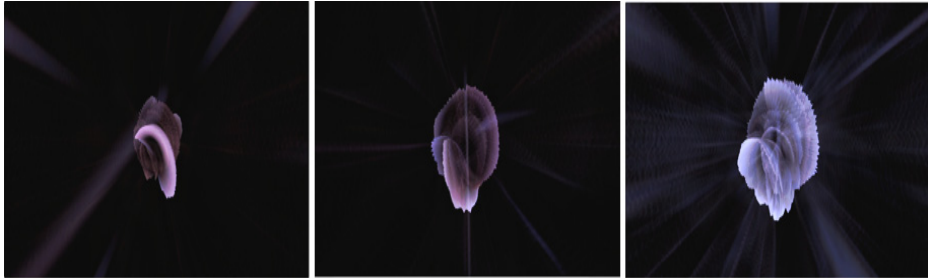
C파트의 퍼포머 2는 가상의 공간에서 퍼포머 1의 또 다른 자아를 표현하는 역할을 맡고 있다. 이에 따라 신비로운 느낌을 표현하기 위해 카메라를 통해 퍼포머 2의 움직임을 실시간으로 촬영하고 조명의 불빛을 통해 [그림-25]와 같이 영상에 잔상이 생기는 효과를 주었다.



[그림-25] 영상의 잔상 효과

③ 음량에 따른 변화

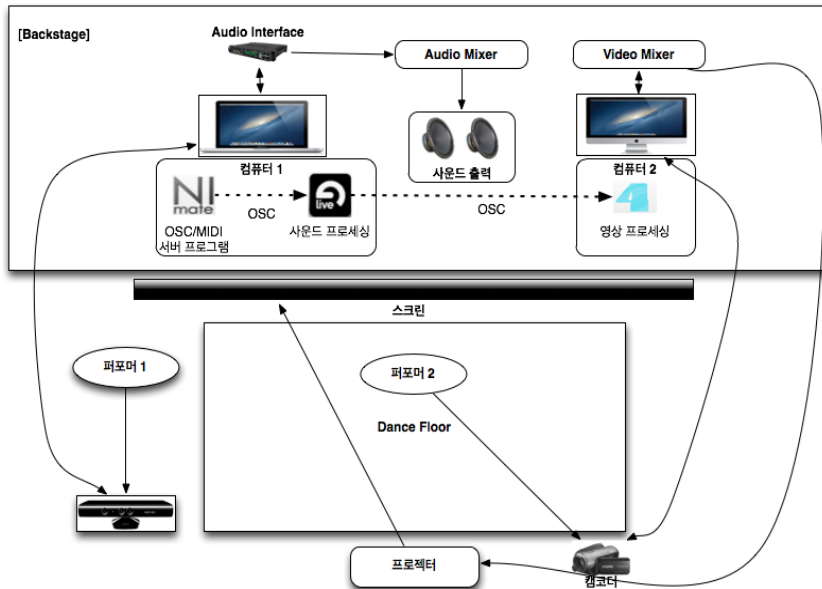
마지막 섹션은 가상세계의 소멸과 현재로의 회기를 나타내는 부분으로 테이프 음악으로부터 얻어진 소리의 음량 값을 Resolume의 영상 클립으로 보내주어 소리의 음량에 따라 [그림-26]과 같이 영상크기를 조절하여 어둡고 몽환적인 영상 클립에 입체감을 만들어 주었다.



[그림-26] 음량에 따른 영상 크기의 변화

3) 시스템 구성

[그림-27]은 실제 공연의 시스템 구성도이다. 작품을 위해 두 대의 컴퓨터를 사용했는데, 무대 왼쪽에 위치한 Kinect는 컴퓨터 1과 연결되어 NI mate 응용프로그램을 통해 트래킹 된 데이터를 Max For Live로 전송한다. 이 데이터는 다시 컴퓨터 2의 Resolume으로 전송된다. 컴퓨터 1은 오디오 카드와 믹서를 거쳐 사운드를 제어하고, 컴퓨터 2는 비디오 믹서를 거쳐 영상을 제어한다. 또한 영상의 잔상 효과를 위해 무대 앞에 캠코더를 설치하고 컴퓨터 2와 연결하여 무대를 촬영한다.



[그림-27] 시스템 구성도

4) 무대와 조명의 구성

무대는 Kinect센서, 두 명의 퍼포머, 댄스플로어, 스크린으로 구성된다. 무대의 왼쪽 전면에 Kinect 센서를 설치하고 무대 뒷쪽에 퍼포머 1을 위치시켰다. 관객들이 퍼포머 1의 동작에 따른 인터랙션에 집중할 수 있도록 핀 조명을 사용하여 퍼포머 1을 비추었고, Kinect 센서를 설치한 좌측 전면은 조명을 사용하지 않았다. B파트 부분에 퍼포머 1이 제작되어진 영상과 함께 댄스 플로어로 이동하여 안무를 할 때 좌측 후면의 조명은 암전이 되고 댄스 플로어를 중심으로 약하게 조명을 비춘다. C파트의 전반부는 음악에 리듬감이 생기고 두 명의 퍼포머가 만나 댄스플로어에서 함께 안무를 하는데 음악의 베이스 리듬에 맞춰 조

명도 In & Out으로 깜빡이는 효과를 주어 음악, 무용, 조명의 일체감을 주었다. C파트 중반부에 퍼포머 1은 무대 좌측에 위치한 원래 자리로 돌아가고 퍼포머 2만 무대 중앙에 남아 조명의 빛을 이용하여 퍼포머의 동선에 따라 영상의 잔상 효과를 주었다. 조명이 지속적으로 밝으면 스크린으로 출력되는 영상 화면이 조명의 밝기에 가려지기 때문에 일정한 간격으로 조명의 조도를 낮추어 스크린에 나타난 잔상 효과가 잘 나타나도록 조절하였다. A'파트 전반부에서는 댄스플로어 오른쪽 후면에 위치한 핀 조명을 이용하여 퍼포머 2를 비추고 나머지 영역은 암전시켰다. 또 영상이 사라지는 시점에 맞춰 핀 조명도 서서히 fade out을 주어 가상세계의 문이 닫히는 느낌을 표현했다.

IV. 결론 및 문제점

초기 작품을 진행함에 있어 가장 주안점을 두었던 것은 인터랙티브 요소의 극대화였다. 작품에서 인터랙티브 요소를 적용하였다 할지라도 관객들이 이해하지 못한다면 그 의미가 퇴색될 것이다. 모션 센서의 활용은 그런 점에서 관객들에게 인터랙티비티를 보여주는 좋은 도구가 되었다. 특히 Kinect 모션 센서는 별도의 인터페이스를 사용·장착 하지 않아도 동작이 감지되므로 효과적인 인터랙션을 구현할 수 있었고, 작품에 적용된 동작을 통해서 사운드와 영상을 실시간으로 제어한 것은 시청각적 요소를 직관적으로 느끼는데 큰 도움이 되었다. 본 연구를 통해 얻어진 성과는 다음과 같다.

첫째, 인터랙티브 미디어 퍼포먼스에 활용될 수 있는 동작데이터를 검출했다. 특히, 트래킹 가능한 관절 부위 중 자연스러운 퍼포밍을 연출하는데 팔의 동작이 효과적 이었다.

둘째, 검출된 데이터를 예술적 표현에 적용시킬 수 있도록 알고리즘구현에 성공했다. 팔을 이용한 몇 가지 동작을 통해 소리와 영상을 실시간으로 생성하거나 제어할 수 있는 적합한 알고리즘을 설계했다.

셋째, 동작인식기술을 이용한 인터랙티브 멀티미디어 공연시스템을 구축했다. 하지만 연구를 진행하는 과정에 있어 몇 가지 문제가 발견되었다.

첫째, Kinect 센서의 감도가 퍼포머의 섬세한 동작을 인식할 정도로 민감하지 못했다. 본 연구에 사용된 Kinect센서는 몸 전체를 트래킹 할 수 있지만 넓은 인식 범위로 인하여 발생하는 데이터의 오류를 줄이기가 용이하지 않았다. 동작의 섬세함을 인터랙티브 요소를 통해 표현하기 어려운 이유로 본 작품에서는 동작을 확실히 구분시켜야 했다.

둘째, Kinect 센서의 반응속도 저하문제이다. Kinect센서는 컴퓨터와

USB 방식으로 연결된다. 컴퓨터를 비롯한 본 작품의 시스템은 무대 위 스크린 뒤편에 세팅 되었고 Kinect 센서는 무대 위 스크린 앞에 설치하였다. Kinect에 기본으로 제공된 USB 케이블의 길이는 너무 짧아 센서와 컴퓨터간의 연결을 위해 리피터(Repeater)¹⁸⁾ 케이블을 사용하여 연장해야만 했고 이는 레이턴시를 발생시키는 원인이 되었다. 이 결과 퍼포머가 빠르게 움직이는 동작 속도에 비해 데이터가 느리게 반응하여 부자연스러운 인터랙션을 유발시켰다. 때문에 작품에서는 레이턴시를 감안하여 동작의 속도를 제한할 수밖에 없었다.

본 작품에서는 이러한 결과를 바탕으로 작품에서 개연성 있는 인터랙션을 시도하고자 노력하였다. 모션인식을 통해 얻어진 시각과 청각적 요소는 관객의 몰입과 상호작용의 이해도를 높여주었고 연구를 통해 드러난 문제점들을 개선하고 모션 센서의 발전이 더욱더 가속화 된다면 향후 공연예술로서 적극적인 활용과 접근의 폭을 넓힐 수 있을 것으로 기대한다.

Keyword (검색어) : 컴퓨터음악(computer music), 멀티미디어음악(multimedia music), 키넥트(Kinect), 모션 트래킹(motion tracking), Ableton Live, Max/MSP, Resolume, Quartz Composer, OSC(Open Sound Control),

E-mail : hrpd1227@gmail.com

18) 디지털 방식의 통신선로에서 신호를 전송할 때, 전송하는 거리가 멀어지면 신호가 감쇠하는 성질이 있다. 이 때 감쇠된 전송신호를 새롭게 재생하여 다시 전달하는 재생중계장치를 리피터라고 한다.

참고문헌

1. 단행본

- 정성환, 「오픈소스 OpenCV를 이용한 컴퓨터 비전 실무 프로그래밍」 (홍릉과학출판사, 2007)
- Curtis Roads, 「The Computer Music Tutorial」 (MIT Press, 1996)

2. 참고논문

- 김민경, “비보잉 동작에 의한 오디오-비주얼 작품 제작 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2010)
- 김종헌, “뇌파와 모션 디텍션을 이용한 멀티미디어 음악제작 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2010)
- 김정윤 외, “동작인식기술을 이용한 정비교육체계 설계에 관한 연구” 「한국 경영과 학회」, (2011)
- 김용완 외, 「실감형 가상현실 상호작용 기술동향」 「ETRI, 전자통신동향분석2001」 제 27권 제 3호 (2012)

- 윤기선, “키넥트를 이용한 인터랙티브 작품 제작 연구”
「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2011)
- Jon Bellona, “Kinect-Via- : Max/MSP Performance Interface Series for Kinect’s User Tracking via OSC” 「University of Oregon Digital Arts Department」, (2012)

3. 인터넷

- Ableton Live
<https://www.ableton.com/>
- Eyewriter, Levitate
<http://www.eyewriter.org/>
<http://everyware.kr/home/levitate/>
- Kinect
<http://www.xbox.com/kinect>
<http://openkinect.co.kr>
<http://www.kinecthacks.nl>
<http://www.kinecthacks.net>
<http://www.ni-mate.com/>
<http://www.ifixit.com/Teardown/Microsoft+Kinect+Teardown/4066/1>
- Max/MSP Forum

- <http://www.cycling74.com/forums/index.php>
- Quartz Composer
 - <http://kineme.net/>
 - <http://1024d.wordpress.com/>
- Resolume
 - <http://resolume.com/>
- Wikipedia
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Marcel_Marceau
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Isadora_Duncan

Abstract

Interactive multimedia performance <Imaginary Line> by using recognition of arm gestures

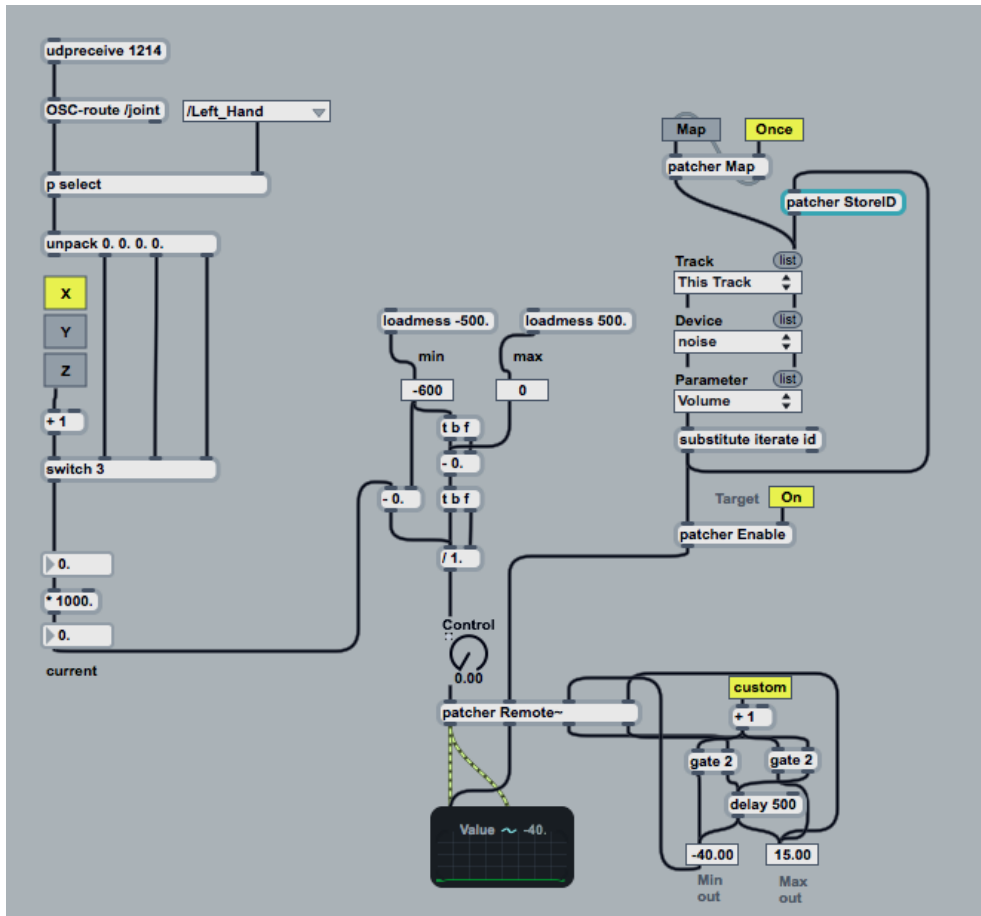
Yang, Hee Ra

The smart era, triggered by the development of the IT industry, is innovating all sectors. Notably, Kinect, unveiled in November 2010, brought about drastic development in the area of motion tracking, offering a new possibility and opportunity for program developers, and leading them to actively develop application programs utilizing Kinect. In the area of arts as well, many works are being produced using Kinect, and this study used Kinect to produce motion-sensing-based multimedia interactive works. Of many diverse motion sensing methods, Kinect is a non-contact motion sensor that does not require the attachment of a mechanical device or sensor to the body to detect motion tracking data. As such, without equipping an interface separately, Kinect can control sounds and images in real time through the movement of performance, making it a good tool for implementing effective interaction. Based on this, interaction for producing works was attempted. Such interaction served as an intuitive visual and audio factor for viewers

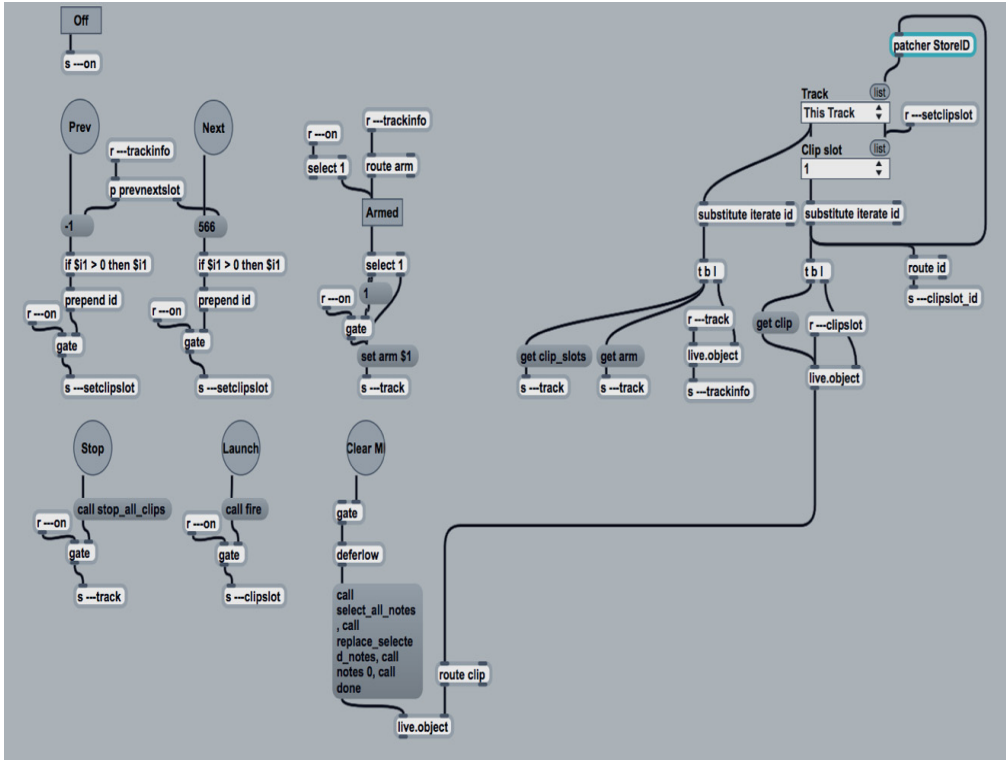
of works, allowing them to be immersed and interested in works. It could also converge performing arts and technologies, expanding diversities.

부록 1 : Max/MSP 패치

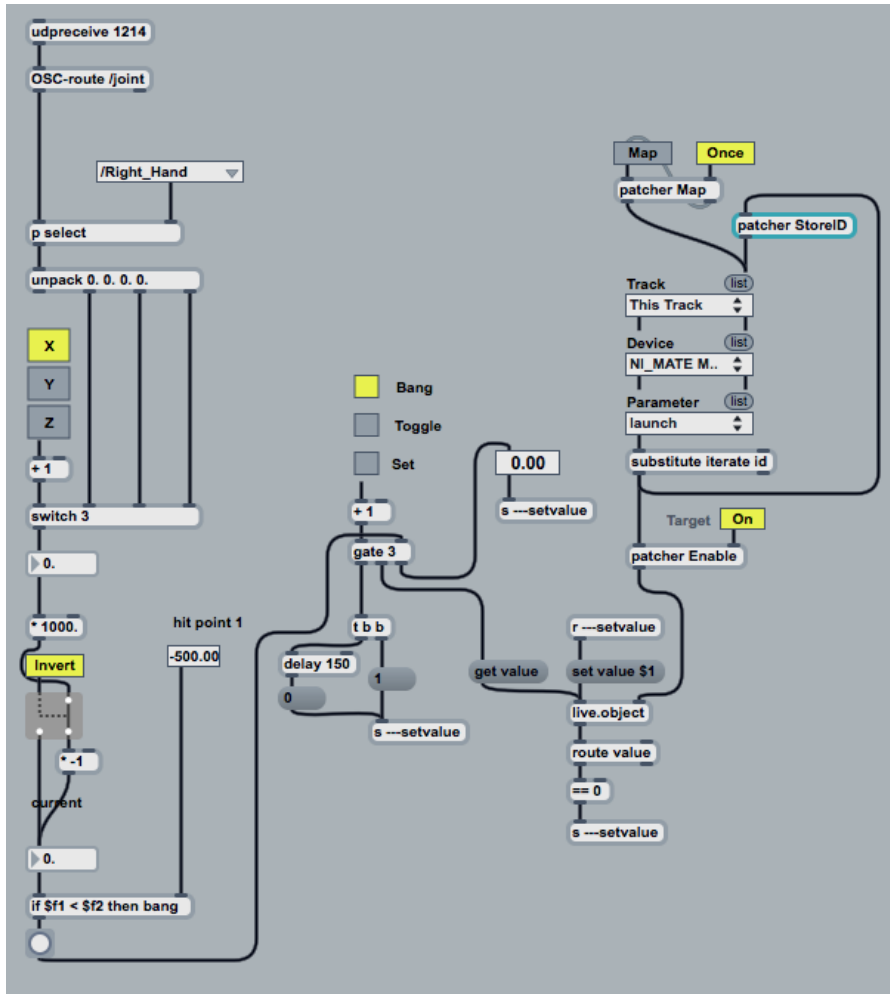
1. dial 알고리즘 패치



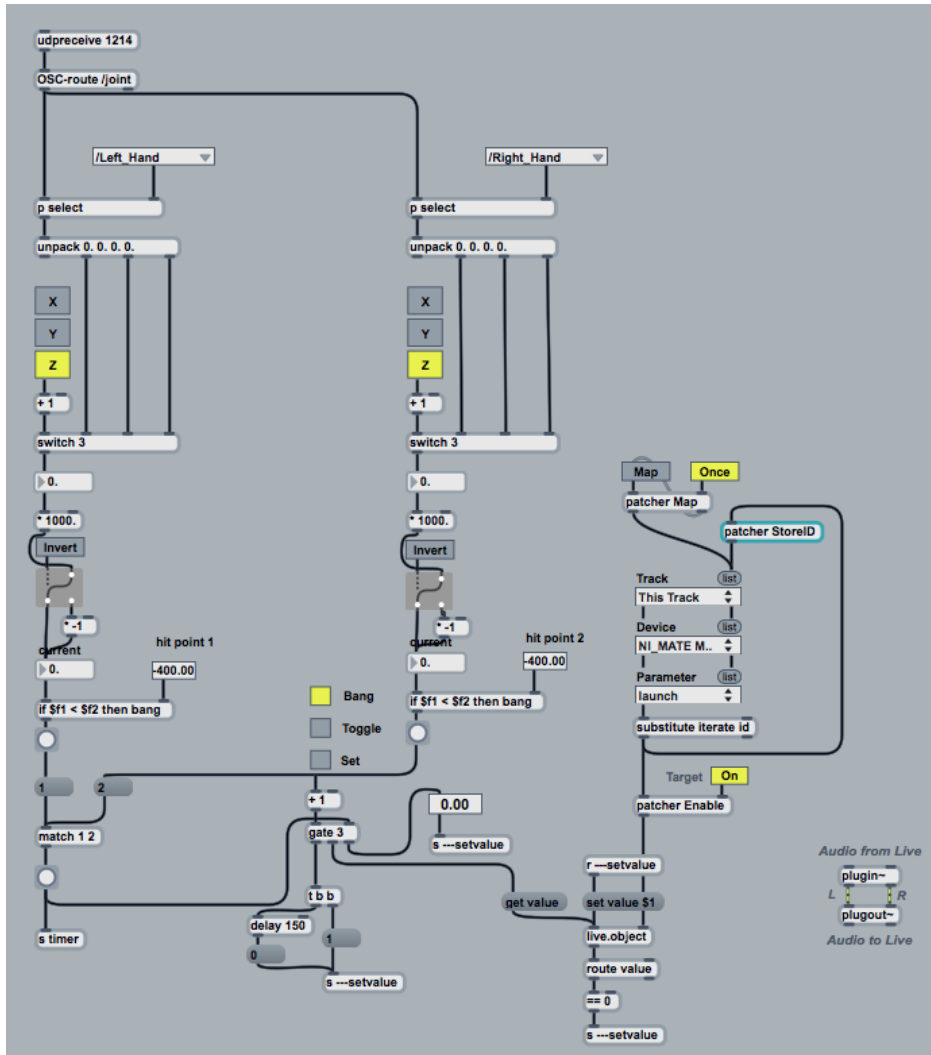
2. clip launcher 알고리즘 패치



3. event 알고리즘 패치



4. double event 알고리즘 패치



부록 2 : 첨부 DVD설명

1. Imaginary Line : 공연실황
(2012년 11월 16일 이해랑 예술 극장)
2. Max/MSP patches : <Imaginary Line> 공연을 위한
Max/MSP 패치들
3. Imaginary Line.wav : 테이프음악

