



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](#)

석사학위논문

무용 동작인식을 이용한
인터랙티브 멀티미디어작품 제작연구
(멀티미디어음악작품 <Merror>를 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공

최 준 환

2014

석사학위논문

무용 동작인식을 이용한
인터랙티브 멀티미디어작품 제작연구
(멀티미디어음악작품 <Merror>를 중심으로)

최준환

지도교수 김준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2014년 1월 일

최준환의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2014년 1월 일

위원장: 엄기현 (인)

위원: 김정호 (인)

위원: 김준 (인)

동국대학교 영상대학원



목 차

I. 서론	1
1. 연구의 목적 및 배경	1
2. 사례 연구	3
II. 인터랙티브 시스템 기술 연구	5
1. 모션센서를 이용한 동작인식기술 연구	5
1) 모션 센싱 데이터 추출	5
2) 동작인식 데이터의 매핑	6
2. 실시간 인터랙션 시스템 구축	13
1) 사운드 인터랙션 시스템 연구	13
2) 영상 인터랙션 시스템 연구	16
III. 연구기술의 작품 적용	19
1. 작품 내용	19
2. 작품 구성	19
1) 작품의 시스템 구성	20
2) 작품의 무대 구성	21
3. 작품의 섹션별 기술 적용	24

1) Section A	24
2) Section B	24
3) Section C	26
4) Section D	28
5) Section A'	29
IV. 결론 및 향후계획	32
참고문헌	34
Abstract	37
부록 1 : Max/MSP 패치	38
부록 2 : 첨부 DVD 설명	42

표 목 차

[표-1] 모션 센서 인식 범위 연구표	10
[표-2] 무용 동작별 모션 센서 인식 반응 연구표	11
[표-3] 왼손, 오른손의 제어 분야	13
[표-4] 각 섹션별 구성	20

그 림 목 차

[그림-1] The V motion project	3
[그림-2] motion tracking을 이용한 작품 <Tahteravalli>	4
[그림-3] Kinect sensors	5
[그림-4] Kinect에서 방사되는 IR과 카메라로 사용할 때의 RGB 영상 비교	6
[그림-5] NI-mate와 Synapse의 비교	7
[그림-6] skeleton data 설정	8
[그림-7] NI-mate에서 IP와 Port설정	8
[그림-8] OSC 데이터의 송수신	9
[그림-9] 거리에 따른 데이터 인식 그래프	10
[그림-10] 양손의 동작별 데이터 반응 추출 그래프	12
[그림-11] X, Y 데이터 치환	14
[그림-12] X, Y 데이터 입력	14
[그림-13] FM synth 사운드 생성과정	15
[그림-14] 오른손 움직임에 의한 필터 컨트롤	16
[그림-15] OSC 데이터를 받는 Processing 라이브러리	16

[그림-16] 왼손 트래킹 데이터를 영상에 활용한 예	17
[그림-17] 시스템 구성도	20
[그림-18] 프로그램 간 데이터 통신 관계도	21
[그림-19] <Merror> 무대 구성	22
[그림-20] 모션 센서의 범위 설정	22
[그림-21] 모션센서 인식 범위	23
[그림-22] 섹션 B에서 무용수의 동작에 의해 생성된 영상	24
[그림-23] 머리와 왼손의 실시간 선택 Max 패치	25
[그림-24] Processing에서의 왼손 Y 데이터에 의한 위치별 색변화 코딩	25
[그림-25] Section C 고보조명과 Processing 영상을 이용한 무대	26
[그림-26] Processing의 전체화면에 랜덤하게 이미지 생성	27
[그림-27] Processing의 몸통 데이터에 의한 영상 설정	27
[그림-28] Section D의 고보조명과 Jitter 영상을 이용한 무대	28
[그림-29] OpenGL의 페이드 알고리즘	29
[그림-30] 오른손, 왼손, 머리 동작별 사운드 제어	30
[그림-31] Section A'의 무용 동작에 의한 영상변화 및 사운드생성	31
[그림-32] Max 영상 분할 패치	31

I. 서론

1. 연구 목적 및 배경

멀티미디어 기술의 발달과 함께 공연을 비롯한 다양한 분야들의 변화가 급속하게 이루어지고 있다. 멀티미디어 기술의 발달은 다양한 미디어를 하나의 작품으로 통합하여 상호작용을 가능하게 하였으며 이는 작품의 내용 전달에 매우 중요한 역할을 하게 되었다. 멀티미디어 기술을 사용한 이전의 많은 작품들은 창작자가 청중에게 일방적으로 내용을 전달한 반면 멀티미디어 기술을 이용한 인터랙티브(interactive) 아트는 창작자와 퍼포머(performer), 감상자가 서로 소통하며 퍼포머와 음악과 영상이 서로 실시간으로 상호작용하는 특징을 가지고 있다.

특히 무용수 등 퍼포머의 동작을 인식하여 이를 예술적으로 사용하는 시도들이 점차 늘어나고 있다. 사용자의 동작을 인식하기 위한 트래킹의 종류에는 색깔을 이용하는 컬러 트래킹(color tracking)¹⁾, LED 혹은 조명을 사용하는 2)적외선 트래킹, 센서를 몸에 부착하여 사용하는 센서 트래킹³⁾ 등이 있으며 이전의 많은 작품에서 동작인식을 위해 사용되어 왔다. 하지만 이런 방법들은 무용수의 움직임과 무대의상에 제한을 주어 작품에서 표현하고자 하는 무용수의 동작에 방해가 되는 경우가 많았다.

동작인식 센서의 한 종류인 Kinect⁴⁾는 마이크로소프트에서 개발한 계

1) 디지털 비디오카메라, 웹 카메라등 컴퓨터와 연결된 외부 영상장치로부터 입력된 영상의 색깔을 분석하고 지정된 색깔의 위치를 추적하는 기술

2) 카메라에 적외선 필터가 장착되어 적외선을 발하는 조명의 위치 값을 추적하는 기술

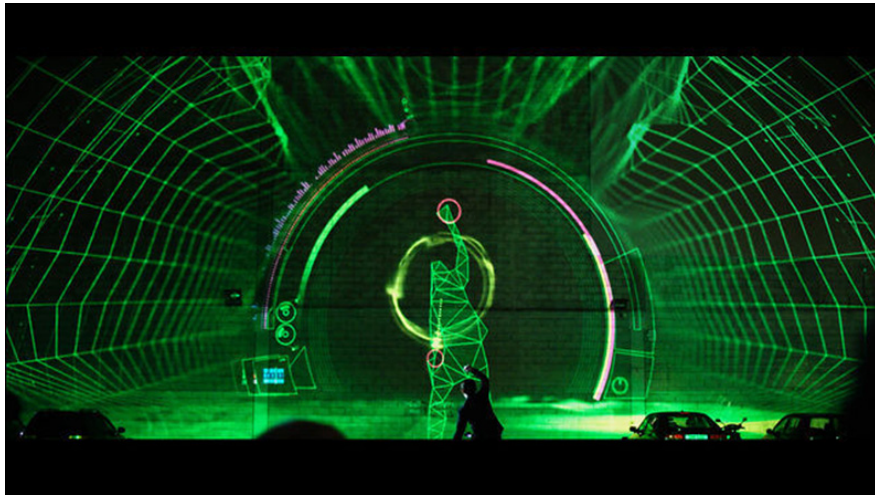
3) 신체에 센서를 붙여 센서의 움직임을 받아 위치를 표시하는 기술

임 컨트롤러로 인간의 관절 위치를 트래킹 하여 사용자의 움직임을 인식한다. Kinect를 이용하여 무용수의 동작을 트래킹 하면 기존의 동작 인식 방법들에 비해 무용수의 움직임과 무대의상에 제한을 주지 않고 무용수의 동작으로 음악과 영상을 제어하는 것이 가능하다. 본 연구는 무용수의 동작을 작품의 예술적인 표현으로 사용하고 동시에 사운드와 영상을 제어하여 인터랙티브 멀티미디어 작품을 제작하는 것에 목적을 두고자 한다.

4) Microsoft에서 개발한 컨트롤러 없이 이용자의 신체를 이용하여 게임과 엔터테인먼트를 경험 할 수 있는 Xbox의 주변기기

2. 사례 연구

모션 센서를 예술적으로 활용한 다양한 시도들이 있었다. 2012년 7월에 호주와 뉴질랜드 등에서 인기가 많은 에너지 드링크 V라는 음료수 회사에서 <Can't Help Myself>라는 <The V motion project>를 진행하였다. 모션 아티스트의 팔 동작과 춤을 통해 음악의 리듬과 강약 등이 조절되며, 레이저 비주얼 퍼포먼스도 변한다. [그림-1]⁵⁾ <The V motion project>는 두 개의 모션 센서를 사용하여 모션 아티스트의 움직임을 트래킹 하였고 모션 아티스트의 움직임을 통해 영상과 음악을 실시간으로 제어하는 인터랙티브 퍼포먼스이다.



[그림-1] The V motion project

5) <http://www.v.co.nz>

[그림-2]⁶⁾는 터키의 WE. DREAM의 <Tahteravalli> (2012) 작품이다. Bilgi 대학 학생들의 동작에 의해 실시간 인터랙티브로 구현된 이 작품은 모션 센서로 Kinect를 사용하였고, 8,000 루멘의 프로젝터를 사용하였다. 동작 인식을 위해서 퍼포머의 X, Y, Z 트래킹 데이터를 사용하여 영상 프로그램과의 매핑을 통하여 실시간 제어 하였다.



[그림-2] motion tracking을 이용한 작품 <Tahteravalli>

위의 두 작품은 모션 센서로 Kinect를 사용한다. 하지만 모션 센서 범위 안에서 움직여야 작품에 영향을 줄 수 있기 때문에 퍼포머의 움직임에 제한을 주게 된다. <Merror>는 무용수의 움직임에 제한을 적게 주기 위하여 모션 센서 인식 범위와 비범위에서의 움직임이 모두 작품에 적용될 수 있도록 하여 인터랙티브의 장점을 표현하였다.

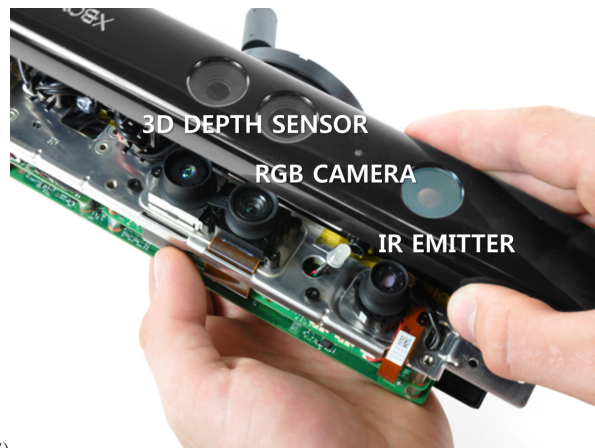
6) www.we.dream.co

II. 인터랙티브 시스템 기술 연구

1. 모션 센서를 이용한 동작인식기술 연구

1) 모션 센싱 데이터 추출

모션 센싱의 한 종류인 Kinect는 가운데 위치한 1개의 RGB 카메라, 왼쪽 1개의 IR Emitter와 오른쪽 1개의 3D Depth Sensor로 구성된다.

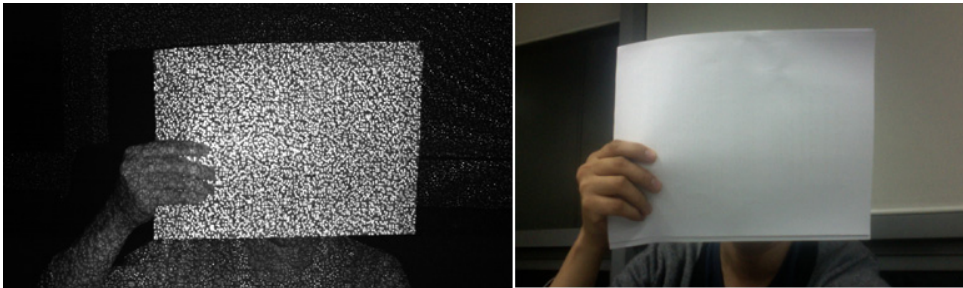


7)

[그림-3] Kinect Sensors

왼쪽에 위치한 IR Emitter에서 적외선을 픽셀 단위로 무수히 많은 점을 방사하게 되면 피사체에 반사된 값을 오른쪽 3D Depth Sensor에서 받아 인식한다. 수신된 픽셀의 거리 등으로 X, Y, Z의 3차원 좌표를 만들어 인식하게 된다.

7) <http://www.ifixit.com>



[그림-4] Kinect에서 방사되는 IR과 카메라로 사용할 때의 RGB 영상 비교

가운데 위치한 RGB 카메라는 해상도 640×480이 기본이며, 일반 웹 카메라와 같이 RGB 영상을 인식할 수 있다. [그림-4]는 Kinect에서 IR⁸⁾을 방사하는 그림과 Kinect의 RGB 카메라를 사용한 그림의 비교 그림이다.

Kinect는 motorized tilt가 받침대에 내장되어 있어 본체의 상하 각각 27도씩 조절이 가능하며, 양쪽 끝에는 각각 마이크가 내장되어 있다. Kinect는 Xbox360의 게임 컨트롤러뿐만 아니라, USB 인터페이스를 가지고 있는 PC와의 접속을 이용해 다양한 활용이 가능하다.

2) 동작인식 데이터의 매핑

다양한 모션 센서들의 데이터를 얻기 위해서는 응용 소프트웨어가 필요하다. 작품에서 사용된 Kinect를 컴퓨터에서 인식하기 위해서는 PC에서 사용이 가능한 Kinect 전용 공식 SDK⁹⁾와 Mac에서도 사용이 가능한 비공식 라이브러리인 OpenNI¹⁰⁾가 필요하다. 본 연구에서는

8) 가시광선인 적색의 빛보다 파장이 긴 전자파(infrared ray)

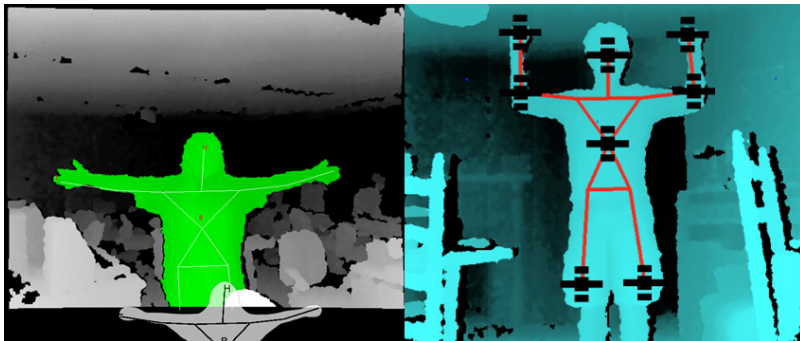
9) Microsoft가 개발한 Kinect 소프트웨어 개발 키트(Software Development Kit)

10) 이스라엘의 PrimeSense를 중심으로 개발하고 있는 API(Application Programming Interface)의 집합

OpenNI를 바탕으로 진행되었다.

Kinect로 무용수의 움직임을 촬영하고, OpenNI 기반의 NI-mate¹¹⁾ 프로그램을 사용하여 skeleton data를 추출한다. skeleton data는 신체의 구조를 계산하여 각 관절의 움직임을 수치로 환산한 것이다. 이 데이터는 OSC(open sound control)¹²⁾ 통신을 통하여 Max/MSP¹³⁾와 Processing¹⁴⁾으로 각각 보내진다.

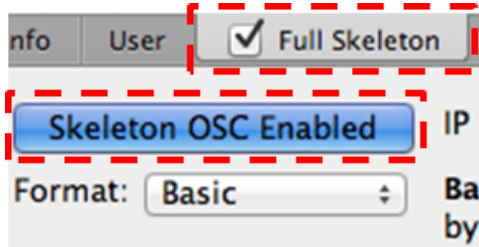
이전의 skeleton data를 얻기 위한 프로그램인 Synapse¹⁵⁾는 사용자의 관절을 트래킹 하기 위해 준비 동작이 필요했다. 하지만 NI-mate는 준비 동작 없이 바로 각 관절을 인식하는 것이 가능하다. [그림-6]¹⁶⁾은 2가지 프로그램을 비교한 그림이다.



[그림-5] NI-mate와 Synapse의 비교

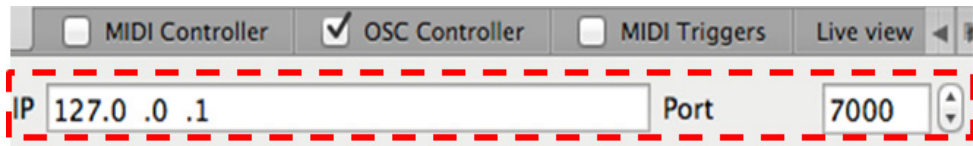
-
- 11) Delicode가 개발한 OpenNI 기반의 소프트웨어로 모션 트래킹을 통해 OSC 데이터, MIDI 데이터등의 전송 가능
 - 12) UC Berkeley에서 만든 음악과 관련된 다양한 데이터를 프로토콜을 이용해 송수신하는 방식
 - 13) Cycling74에서 제작한 MIDI, 사운드 컨트롤 응용프로그램
 - 14) Java 프로그램 언어를 기반으로 만들어진 오픈소스 프로그램
 - 15) OpenNI 라이브러리로 프로그래밍된 모션 인식 프로그램
 - 16) <http://synapsekinect.tumblr.com/post/6610177302/synapse>

NI-mate에서 [그림-6]과 같이 skeleton data를 설정할 수 있다. 트래킹 된 데이터를 보내기 전 각 OSC의 명칭 변경이 가능하여 사용 유무에 따라 설정할 수 있다.



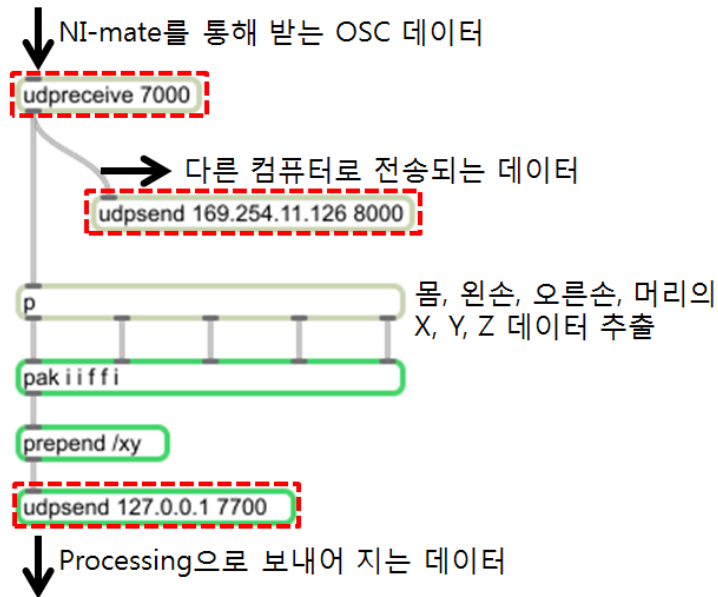
[그림-6] skeleton data 설정

[그림-7]과 같이 IP와 Port를 사용자가 원하는 대로 설정이 가능하다. 또한 MIDI trigger 기능이 있어 MIDI 데이터의 전송이 가능하여 MIDI 데이터를 사용하는 다른 응용프로그램들과의 연동이 쉽게 가능하다.



[그림-7] NI-mate에서 IP와 Port설정

무용수의 움직임은 모션 센서와 NI-mate를 거쳐 OSC 데이터를 Max/MSP로 보내어진다. [그림-8]은 Max/MSP에서 OSC 데이터를 송수신 하는 그림이다. udpreceive 오브젝트는 다른 프로그램에서 보내는 OSC 데이터를 받을 수 있는 Max의 오브젝트이다. NI-mate를 통해 전달된 OSC 데이터는 Max/MSP에서 udpreceive 오브젝트를 통해 왼손, 오른손, 몸, 머리 데이터를 각각 X, Y, Z 값으로 추출한다.



[그림-8] OSC 데이터의 송수신

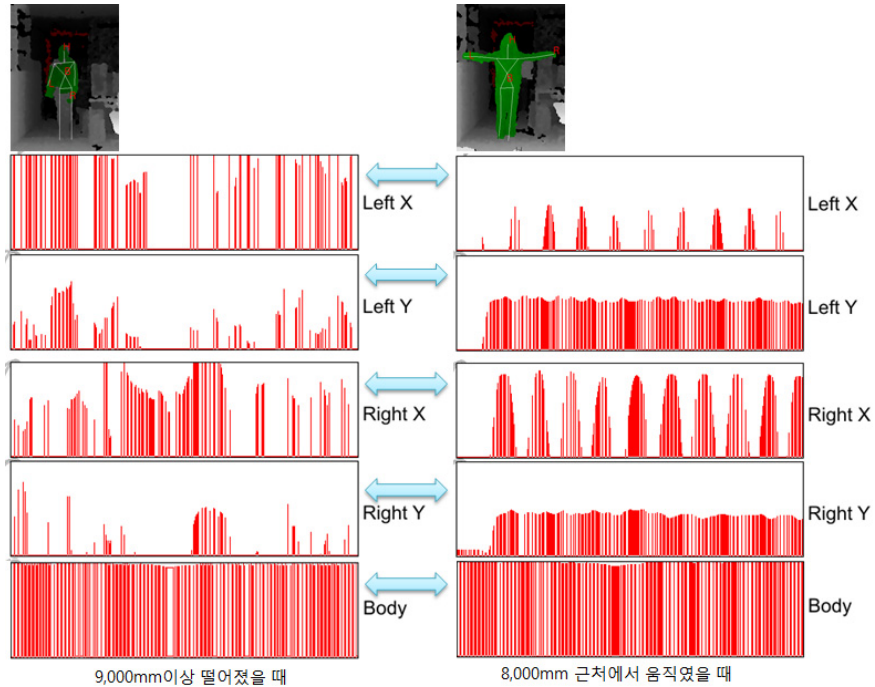
[그림-8]에서 udpsend 오브젝트는 Max/MSP에서 OSC 데이터를 다른 응용프로그램으로 보낼 수 있다. 단, 데이터 전송 시 동일한 서버와 port를 가져야 한다.

모션 센서를 이용한 데이터 매핑을 위해서 적당한 모션과 범위의 설정이 필요하다. [표-1]은 모션 센서의 최대 설정 범위와 무용 동작인식 데이터를 추출할 때의 가장 안정적인 인식 범위를 나타낸 표이다. 조명과 센서의 각도에 따라 오차의 범위가 있을 수 있다. 하지만 다양한 실험 결과 가장 안정적인 범위는 [표-1]과 같았다. 8,000 mm 이상의 거리가 되면 몸통의 값이 가장 오래 유지되고 양팔의 인식은 불안정한 상태를 보였다.

구 분	최대 설정 가능 범위	데이터 인식 안정 범위
최소 거리	300 mm	500 mm
최대 거리	10,000 mm	8,000 mm

[표-1] 모션 센서 인식 범위 연구표

[그림-9]는 트래킹 된 사람의 거리에 따른 데이터 인식 비교 그래프이다. 8,000mm 이하 위치에서의 모든 신체 트래킹 데이터는 안정적인었다. 그러나 9,000mm 이상 위치에서의 몸통과 머리 트래킹 데이터는 잘 유지가 되었으나 양손의 트래킹은 불안정한 데이터를 나타냈다.



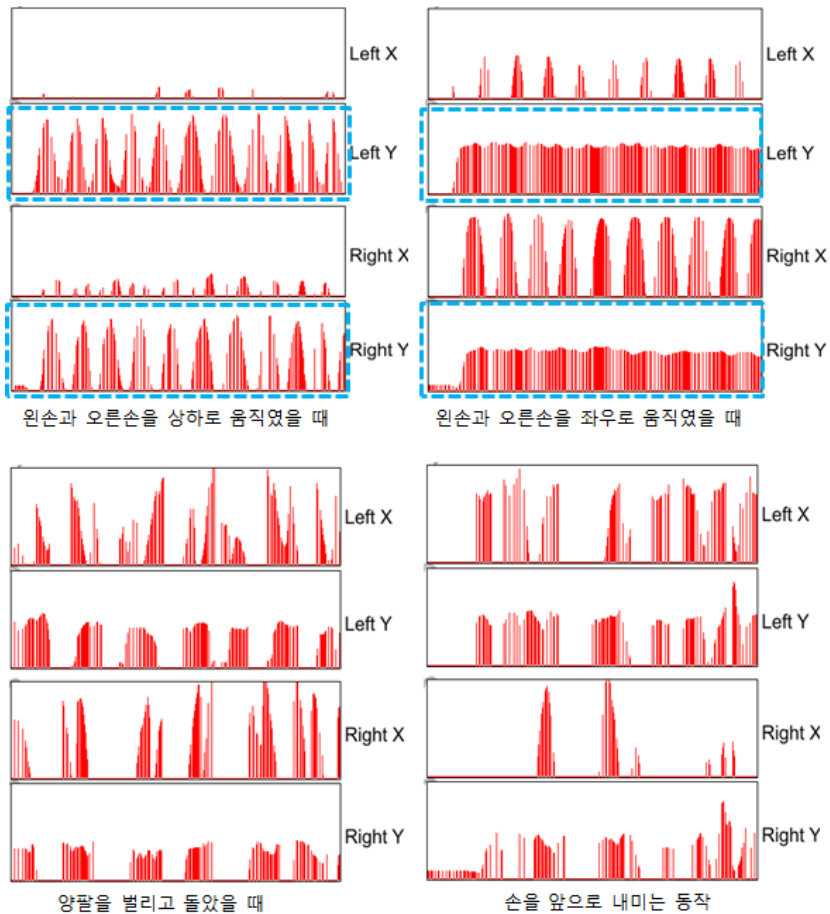
[그림-9] 거리에 따른 데이터 인식 그래프

무용 동작은 팔을 비롯한 신체의 많은 움직임 을 가지고 있다. [표-2] 는 무용에 사용되는 동작들이 모션 센서를 통해 트래킹 된 데이터 반응 을 연구한 결과이다. 손을 상하좌우로 움직이는 동작의 데이터가 가장 안정적이고 정확한 데이터를 추출할 수 있었다. 반면 손을 정면으로 뺀 동작이나 바닥에서 표현하는 동작은 데이터 추출에 가장 불안정 함을 보였다. 즉, 팔과 몸이 겹쳐지는 동작, 팔과 머리가 겹쳐지는 동작 등은 동작 인식에서 불안정한 데이터를 추출하는 것을 볼 수 있었다. 특히 몸통과 머리의 트래킹이 팔 트래킹보다 안정적인 결과를 얻었다.

동작구분	각 신체별 데이터 추출 반응			
	왼손	오른손	몸통	머리
손을 상하좌우로 움직이는 동작	좋음	좋음	좋음	보통
손을 정면으로 뺀 동작	나쁨	나쁨	보통	좋음
몸을 움직이는 동작	나쁨	나쁨	좋음	보통
머리에 손을 얹는 동작	나쁨	나쁨	좋음	보통
양팔을 벌리고 느리게 도는 동작	좋음	좋음	좋음	좋음
양팔을 벌리고 빠르게 도는 동작	보통	보통	좋음	좋음
바닥에서 앉았을 때 동작	나쁨	나쁨	보통	보통

[표-2] 무용 동작별 모션 센서 인식 반응 연구표

[그림-10]은 신체별 동작 데이터 추출 반응을 그래프로 나타낸 것이다. 왼손과 오른손을 상하좌우로 움직였을 때 안정적인 데이터 추출이 되는 것을 볼 수 있었다. [그림-10] 하단의 그래프는 양팔을 벌리고 빠르게 도는 동작과 손을 앞으로 내미는 동작의 반응을 추출한 것이다. 그래프가 없는 부분은 트래킹이 되지 않은 부분이다. 상단의 일정한 그래프와 달리 불규칙적이고 데이터 추출이 끊기는 현상을 볼 수 있었다.



[그림-10] 양손의 동작별 데이터 반응 추출 그래프

2. 실시간 인터랙션 시스템 구축

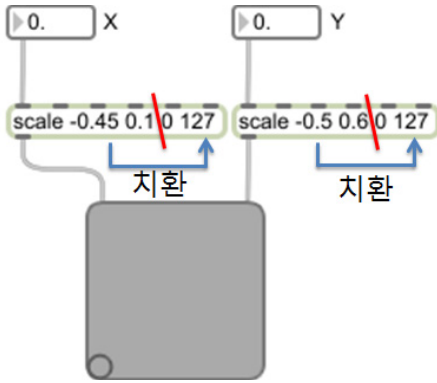
1) 사운드 인터랙션 시스템 연구

모션 센서를 통해 OSC 데이터를 받아 Max/MSP에서 사운드를 생성하도록 하였다. [표-3]은 왼손, 머리, 오른손의 제어 분야를 나타낸 표이다.

구분	제어분야	X	Y
왼손, 머리	FM Synth	주파수	볼륨
오른손	필터	center frequency resonant	gain

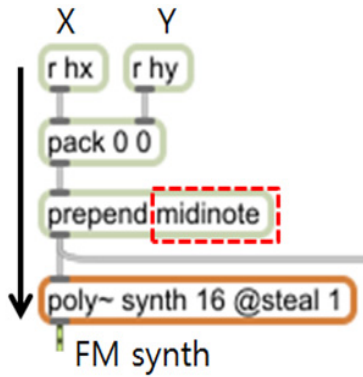
[표-3] 왼손, 오른손의 제어 분야

왼손의 데이터는 [그림-11]과 같이 왼손을 좌우로 움직일 때 얻어지는 X 데이터와 위 아래로 움직일 때 얻어지는 Y 데이터를 받는다. 입력되는 값의 범위는 모션 센서를 정면에 두고 무용수가 왼손을 가장 왼쪽으로 뻗은 상태의 데이터와 가운데로 뻗었을 때 몸통 데이터와 겹쳐지기 전까지의 데이터를 사용한다. 그리고 0~127로 치환한다.



[그림-11] X, Y 데이터 치환

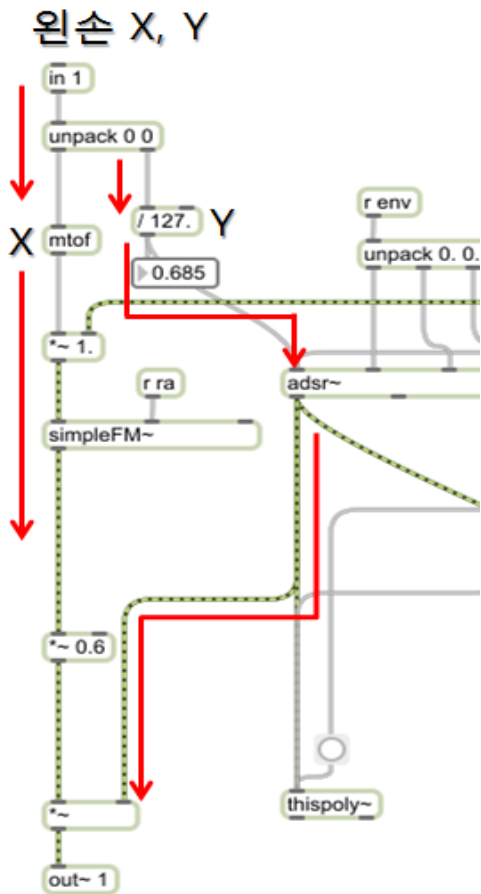
이 데이터는 midinote로 인식 되어 [그림-12]의 poly~ 오브젝트에 들어가 사운드 생성의 데이터로 사용된다.



[그림-12] X, Y 데이터 입력

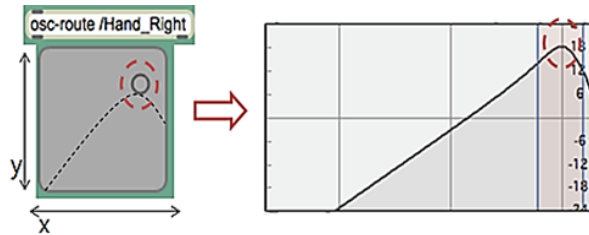
[그림-13]은 poly~ synth 16 @steal 1 오브젝트의 sub patch¹⁷⁾이다. 왼손의 X 데이터는 음의 주파수를 실시간으로 컨트롤하고, Y 데이터는 볼륨을 컨트롤한다.

17) Cycling74의 Max/MSP에서 사용하는 패치로 패치를 그룹 형태로 묶는 형식



[그림-13] FM synth의 사운드 생성과정

오른손의 X 데이터는 [그림-14]와 같이 resonant filter의 주파수 값을 조절하고, Y 데이터는 resonant filter의 게인 값을 실시간으로 조절하여 왼손에 의해 음을 연주하고 오른손에 의해 연주되는 소리의 음색을 조절하여 손의 움직임과 사운드의 통일감을 느낄 수 있도록 하였다.



[그림-14] 오른손 움직임에 의한 필터 컨트롤

2) 영상 인터랙션 시스템 연구

모션 트래킹을 이용하여 영상의 프로세싱 및 재생에는 Jitter¹⁸⁾를 사용하였고, Processing을 통해 실시간으로 영상을 생성 및 제어하였다.

[그림-15]는 Max에서 보낸 OSC 데이터를 Processing에서 사용하기 위해 oscP5¹⁹⁾ 라이브러리(library)를 이용한 것을 보여준다.

```
import oscP5.*;
import netP5.*;
| OSC 데이터 통신을 받는 라이브러리
OscP5 oscP5;
NetAddress myRemoteLocation;
```

[그림-15] OSC 데이터를 받는 Processing
라이브러리

Processing에서 OSC 데이터를 받는 방법에는 두 가지가 있는데, NI-mate에서 직접 보내는 방법과 NI-mate에서 Max/MSP를 통해 보

18) Cyling74의 Max에서 영상처리를 담당하는 부분

19) Andreas Schlegel에 의해 만들어진 Processing 라이브러리

내는 방법이다. 첫 번째 방법은 Processing에서 OSC 데이터를 직접 받은 후 Java 기반의 코딩²⁰⁾을 통하여 입력된 데이터를 사용하고자 하는 값으로 치환할 수 있다. 그러나 이 방법은 Max/MSP를 거쳐 데이터를 받는 것보다 즉각적인 수정이 번거롭고 Processing의 코딩이 많아질수록 영상의 속도에 영향을 주게 된다는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 Max/MSP에서 프로세싱 하여 보내어지는 데이터 전송방식을 사용하였다. Max/MSP를 통한 전송방식에서 응용 프로그램 간 통신 속도의 문제는 나타나지 않았다.



[그림-16] 왼손 트래킹 데이터를 영상에 활용한 예

[그림-16]과 같이 왼손의 X, Y 데이터를 영상에서 이미지가 생성되는 위치에 이용하여 움직임에 따라 영상이 함께 움직일 수 있게 하였다. 왼손의 위치와 영상 이미지의 위치가 서로 매치 되도록 하였다. 하지만 무용수와 센서의 거리가 600 mm 이하 혹은 7,000 mm 이상이 되면 양팔의 인식이 불안정하여 머리 트래킹을 이용한 데이터를 이용하였다.

20) 컴퓨터 작업의 흐름에 따라 프로그램의 명령문을 사용하여 프로그램을 작성하는 일

동일한 패치에 왼손의 트래킹 데이터와 머리의 트래킹 데이터를 선택하여 받을 수 있도록 하여 왼손의 불안정한 트래킹을 보완 하는 방법으로 사용하였다.

Ⅲ. 연구기술의 작품 적용

1. 작품 내용

사람들은 자신의 본 모습을 보려 하지 않는다. 누구나 아픔과 상처들을 가지고 살아가며 가슴속 깊이 묻어 둔 채 살아간다. 어느 순간 그 상처들이 드러나게 되면 벗어나려 한다. 자신이 가지고 있는 상처와 아픔들조차 자신의 것이 아닌 것으로 인정하려 한다. 그럴수록 그 상처는 더욱 커져간다.

Me 와 error 두 단어의 조합으로 만들어진 작품 <Merror>는 한 소녀가 거울이라는 매개체를 통해 상처받은 또 다른 자아를 보게 된다. 하지만 벗어나려 하는 고통 속에 점차 자신의 일부임을 깨닫고 상처들을 인정하고 포용한다는 내용이다.

2. 작품 구성

<Merror>는 A - B - C - D -A' 의 5개의 파트로 구성된다. 한 명의 여성 무용수와 테이프음악(tape music), 영상, 조명이 전체적인 작품을 구성하고 있다. 모션 센서는 무용수의 동작인식을 통하여 사운드와 영상을 컨트롤하여 작품에 활용된다.

[표-4]는 각 섹션별 시간, 사운드, 영상의 구성표이다. 각 섹션은 사운드와 영상으로 나눌 수 있고, 사운드는 테이프 음악과 사운드 생성으로 영상은 생성과 재생, 프로세싱으로 나눌 수 있다.

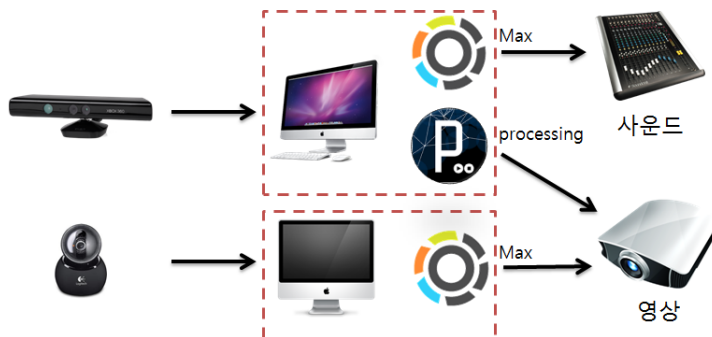
구 분	A	B	C	D	A'
시간	0'00" ~ 1'10"	01'11" ~ 02'00"	02'01" ~ 03'42"	03'43" ~ 05'12"	05'13" ~ 06'20"
사운드	테이프 음악	테이프 음악	테이프 음악	테이프 음악	테이프 음악
					사운드 생성
영상	영상 재생, 프로세싱	영상 생성	영상 생성	영상 재생, 프로세싱	영상 재생, 프로세싱

[표-4] 각 섹션별 구성

1) 작품의 시스템 구성

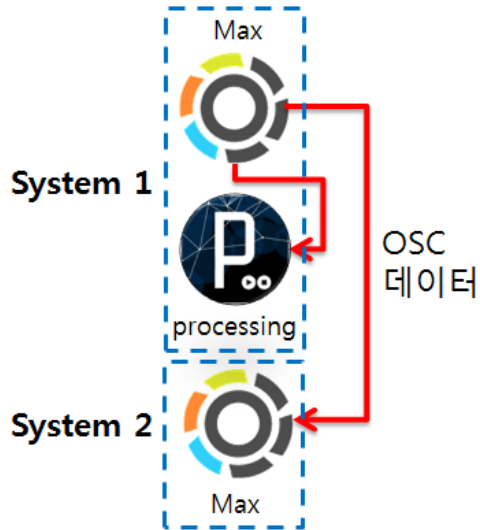
<Merrow>는 전체적으로 각 한 개의 모션 센서와 웹 카메라, 두 대의 컴퓨터로 구성된다. 컴퓨터의 응용프로그램을 통해 영상과 사운드가 생성되어 프로젝터와 메인 콘솔을 통해 출력된다.

[그림-17]은 작품의 전체적인 시스템 구성도를 나타낸 그림이다.



[그림-17] 시스템 구성도

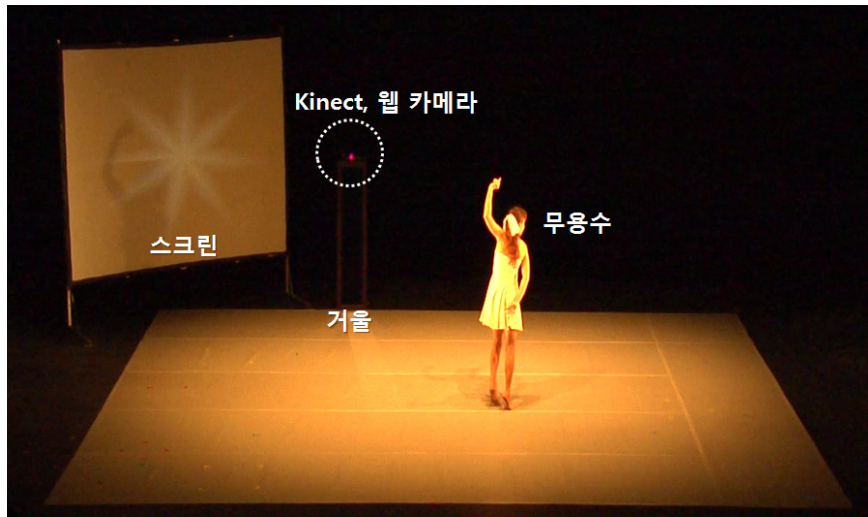
[그림-18]은 응용 프로그램 간의 OSC 데이터 통신을 나타낸 그림이다. 메인 컴퓨터의 Max에서 Processing과 다른 컴퓨터의 Max로 데이터를 보내주는 방식으로 진행하였다.



[그림-18] 프로그램 간 데이터 통신 관계도

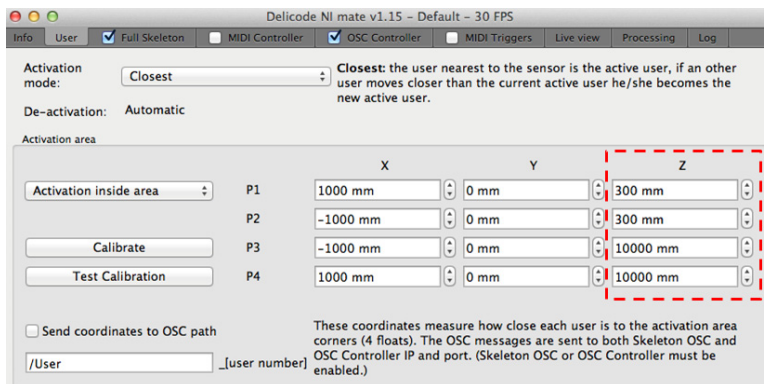
2) 작품의 무대 구성

무대는 [그림-19]와 같이 구성되었다. 영상을 나타내는 화이트 스크린이 관객석 기준 왼쪽에 위치한다. 작품의 중요 매개체인 거울은 전신거울을 사용하여 무용수의 전체적인 모습을 비출 수 있도록 하였으며, 전신거울 위에 Kinect와 웹 카메라를 얹을 수 있도록 제작하였다. 거울을 통해 비치는 모습을 화이트 스크린으로 보여주고자 하여 거울의 위치는 화이트 스크린 옆에 두었다.



[그림-19] <Merror> 무대 구성

모션 센서의 인식 범위는 최대 최솟값이 설정되어 있어 무대에 놓는 위치에 따라서 동작인식에 영향을 줄 수 있다. [그림-20]과 같이 무용수와 모션 센서간의 최소 거리를 300 mm로 설정하고, 최대 거리를 10,000 mm로 설정하였다.



[그림-20] 모션 센서의 범위 설정

[그림-21]은 [그림-20]에서의 설정에 의한 모션센서의 인식 범위 설정 그림이다.



[그림-21] 모션센서 인식 범위

모션 센서 인식 범위 안에서의 데이터와 인식 범위를 벗어났을 때의 데이터를 모두 사용하여 무용수가 센서에 제한받지 않고 자유롭게 무대 전체를 사용할 수 있도록 하였다.

3. 작품의 섹션별 기술 적용

1) Section A

Section A는 작품의 인트로적인 부분으로 주인공이 평소 자신의 모습을 보여주는 부분이다. 테이프 음악은 밝은 이미지의 주인공 성격을 나타내기 위하여 하프와 오르골의 사운드를 프로세싱 하여 나타내었다. 조명은 밝고 온화한 분위기를 나타내기 위하여 노란색 계통을 사용하였다.

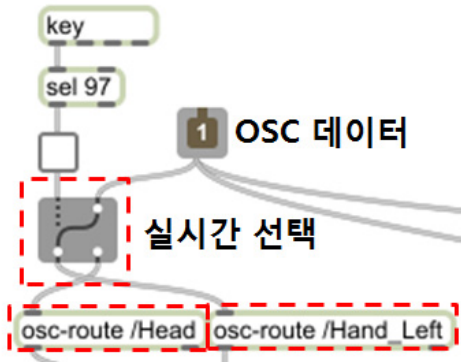
2) Section B

Section B는 주인공이 거울을 통해 상처받은 자아를 보게 되는 부분이다. 이 섹션은 테이프 음악이 나오고, 모션 센서의 의해 동작인식을 하여 Processing으로 영상을 표현한다. Processing의 영상은 [그림-22]와 같이 불꽃 이미지를 나타내도록 하였다.



[그림-22] 섹션 B에서 무용수의 동작에 의해 생성된 영상

[그림-23]은 Section B에서 무용수가 동작인식에서 자유로울 수 있도록 손과 머리의 값을 실시간으로 바꾸어 가며 사용하였다.



[그림-23] 머리와 왼손의 실시간 선택
Max 패치

[그림-24]는 트래킹 된 왼손의 Y 데이터에 의해 영상 이미지의 색깔이 실시간으로 바뀌어 가도록 만든 것이다. 영상 하단에서부터 상단까지 밝은 노란색에서 진한 붉은색으로 변해간다.

```
int bcolor = 20;
if (oscy > 220) {
  bcolor = 10 + (int)bcolor++;
}
int bcolor2 = 30;
if (oscy > 360) {
  bcolor2 = 30 + (int)bcolor2++;
}
}
```

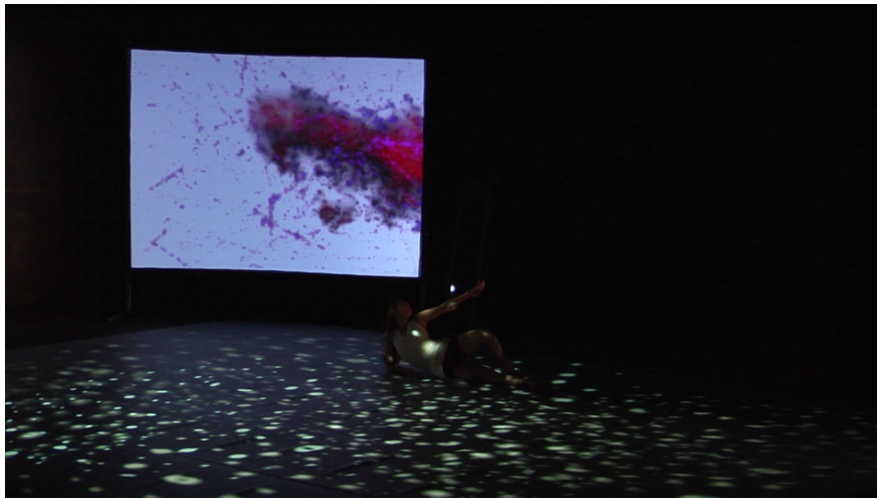
[그림-24] Processing에서의 왼손 Y
데이터에 의한 위치별 색변화 코딩

오른손은 Y 데이터를 사용하였다. 이 데이터는 영상 파티클(particle)²¹⁾의 윈드(wind)²²⁾ 효과에 영향을 준다. 오른손의 상하 위치에 따라 파티클의 방향이 바뀌도록 적용하였다.

3) Section C

Section C는 내면의 상처받은 자아를 거부하고 밀어내려 하는 부분이다. 테이프 음악은 무용수가 한국 무용 요소를 가지고 있다는 점을 고려하여 북과 비슷한 사운드를 프로세싱 하여 사용하였고, 점차적으로 강한 리듬을 더하여 표현하였다.

[그림-25]와 같이 바닥은 고보 조명을 회전하도록 사용하여 어지러운 내면을 표현하였다.



[그림-25] Section C 고보조명과 Processing 영상을 이용한 무대

21) 먼지, 눈, 비 등의 자연 현상을 표현하는 수단으로 사용하는 표면과 체적이 없는 작은 물체

22) 파티클의 속성 중 Force의 기능

영상은 Section B와 마찬가지로 Processing을 사용하였다. 이 섹션에서는 모션 센서의 인식 범위를 벗어나는 무용 동작들로 이루어져 있다. 트래킹 된 몸통 데이터가 모션 센서의 인식 범위를 벗어나면 왼손과 머리에 의하여 그려졌던 불꽃이 [그림-26]의 코딩으로 인하여 [그림-25]의 영상과 같이 랜덤하게 그려진다.

```

if (osco > 255) {
  oscx = (int)random(1280); '1280 X 720'
  oscy = (int)random(720); '전체화면을 의미'
  osch = 0.95;
}

```

[그림-26] Processing의 전체화면에 랜덤하게 이미지 생성

[그림-27]은 몸통 데이터가 모션 센서 범위를 벗어나면 자동적으로 배경화면의 색을 바꿀 수 있도록 코딩한 그림이다. A, R, G, B의 값에 각각 다르게 값을 설정하여 설정한 범위 내에서 랜덤한 값이 나올 수 있도록 하였다.

```

if (osco > 255) {
  bcolor2 = 30;
  bcolor = 200;
}
↓
amountA = 140+(int)random (200);
amountR = 65+(int)random (65);
amountG = bcolor2+(int)random (30);
amountB = bcolor+(int)random (20);

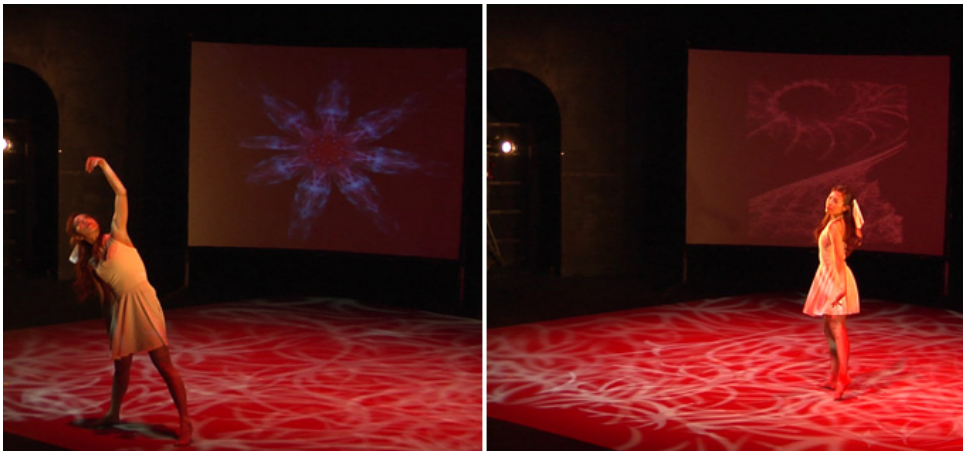
```

[그림-27] Processing의 몸통 데이터에 의한 영상 설정

3) Section D

Section D는 작품의 기승전결의 전 부분으로 자신의 또 다른 자아를 찾은 혼란스러움과 그것을 받아들이는 고통을 표현하였다. 테이프 음악은 리듬악기를 더욱 강조하였다. 또한, 여러 사람들의 기도하는 목소리를 사용하여 내면에서 들리는 또 다른 자아의 외침을 표현하였다.

조명은 극도의 혼란스러움과 고통을 표현하기 위해서 [그림-28]과 같이 붉은색을 사용하고, Section C의 고보 조명보다 날카롭고 어지러운 모양을 선택하여 긴장감을 더하였다.



[그림-28] Section D의 고보조명과 Jitter 영상을 이용한 무대

영상은 Jitter에서 재생과 웹 카메라를 통한 프로세싱 두 가지를 사용하였고, 웹 카메라를 사용했을 시에는 조명의 색과 고보 조명의 모양이 실시간 적인 효과를 주었다. [그림-29]와 같이 `jit.gl.pix` 오브젝트를 사용하여 두 개의 영상 페이드(fade)²³⁾ 효과 및 선택적 사용이 가능

23) 서서히 사라지게 하는 효과

하도록 하였다.

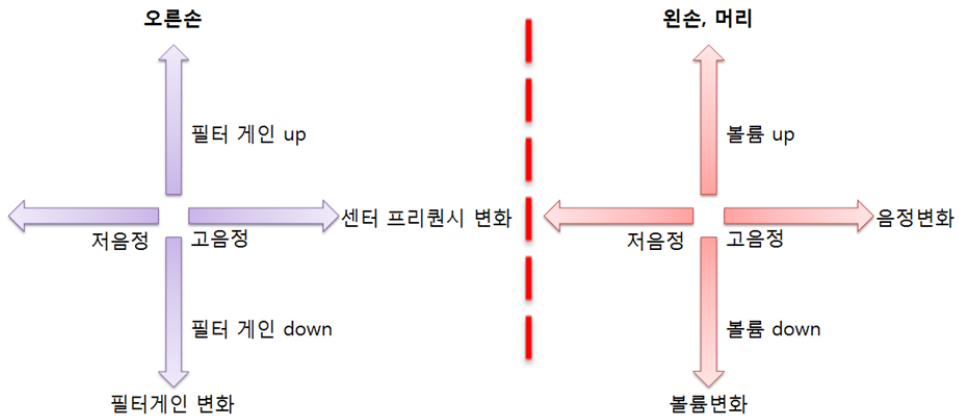


[그림-29] OpenGL의 페이드 알고리즘

3) Section A'

Section A' 부분은 작품의 결말 부분으로 밝은 자신의 모습과 상처받은 자아의 모습을 모두 포용한다는 것을 표현한다. 이 섹션은 Jitter에서 모션 센서와 웹 카메라의 입력 데이터를 사용하여 영상을 표현하고, 사운드는 테이프 음악과 Max에서의 사운드 생성을 사용한다. 테이프 음악은 Section A 부분에서의 주요 멜로디에 리듬을 더하여 본래의 자아와 내면의 자아가 융화되는 것을 표현하였다. 사운드 생성 부분은 [그림-30]과 같이 무용수의 동작에 의해 제어되도록 하였다. 왼손과 머리의 X 값이 음의 주파수를 결정하고 Y 값은 볼륨을 제어하도록 설정하였다. 오른손 X 값은 필터의 센터 프리퀀시(center frequency)와 resonant 값을 조절하고, Y 값은 필터의 게인 값을 제어한다.

왼손과 오른손의 X 값이 같은 방향을 향하게 되면 같은 음역대를 표현하게 된다. 또한, 양손의 Y 값도 같은 방향을 향하게 되면 볼륨이 커지는 효과를 나타내게 된다.



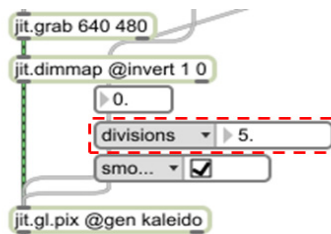
[그림-30] 오른손, 왼손, 머리 동작별 사운드 제어

[그림-31]은 사운드와 영상제어의 그림이다. 장면 ① ~ ⑨의 순서로 진행이 된다. 모션 센서와 무용수의 거리는 영상의 변화에 영향을 미치게 된다. 몸통 트래킹의 Z 데이터를 Jitter에서 사용하여 나타내는 것이다. 장면 ①은 모션 센서와 무용수의 거리가 가장 먼 상태의 그림이다. ④는 모션 센서와 조금 더 가까워져 영상이 4분할된 장면이다. 마지막 ⑨는 무용수가 진정한 자신의 모습을 찾겠다는 의미를 표현하고자 하여 거울에 손을 대기 위해 모션 센서와 가장 근접한 거리에 있는 장면이다. 영상은 거울을 통해 비친 무용수의 모습을 화면으로 보여주는 역할을 하고 있다.



[그림-31] Section A'의 무용 동작에 의한 영상변화 및 사운드 생성

[그림-32]의 장면 ①의 영상은 모션 센서와 무용수의 거리가 최댓값을 가질 때 divisions의 숫자도 올라가게 되어 웹 카메라를 통한 화면의 영상이 분할되는 효과를 가지게 한 것이다. divisions은 영상을 여러 개로 나누어 주는 프리즘과 비슷한 역할을 한다. 이 작품에서는 무대의 조명과 상황을 고려하여 divisions의 최솟값은 1, 최댓값은 15로 설정하여 사용하였다.



[그림-32] Max 영상 분할 패치

IV. 결론 및 향후계획

본 연구는 모션 센서를 이용하여 무용, 음악, 영상을 효과적으로 제어하고 관객들이 직관적이고 통일감을 느낄 수 있도록 하는 것이다. 작품 <Merror>는 동작인식 센서에 의하여 무용수의 움직임이 제한되지 않고 무용수의 동작에 맞추어 실시간 인터랙티브 시스템을 구축하는데 목적을 가지고 있다. 연구를 통해 얻은 성과는 다음과 같다.

첫째, 실시간 인터랙티브 시스템을 위해 동작인식 데이터를 추출했다. 무용 동작은 모션 센서로 트래킹 되고 이 데이터는 실시간으로 영상과 음악을 제어하여 작품 표현에 효과적이었다. 특히, 양손의 상하좌우 트래킹이 가장 안정적이었으며, 모션 센서와 거리가 멀어져 인식 범위에서 벗어나기 전까지 몸통의 인식 유지가 가장 오래되었다.

둘째, 영상 프로그램으로 Processing을 사용하였을 때 모션 센서와의 데이터 매핑이 안정적이었다. Max에서 동작 인식 데이터를 받은 후, Processing으로 데이터를 전송하였고, 매우 안정적인 결과를 얻었다.

셋째, 동작인식을 이용한 실시간 인터랙티브 공연시스템을 구축하였다. 모션 센서의 동작인식을 중심으로 음악, 영상, 무용수 간의 원활한 시스템 연계가 가능하였다. 하지만 본 연구에서 몇 가지의 문제점이 있었고, 향후 연구를 통해 보완해 나갈 계획이다.

첫째, 트래킹의 거리 문제이다. 현재 모션 센서로 사용된 Kinect의 최댓값은 10,000 mm이다. 안정적인 동작인식 범위는 최댓값보다 가깝기 때문에 무용수의 거리에 제한을 가져오는 문제점이 있었다.

둘째, Kinect 센서는 주변 환경의 영향을 많이 받는다는 것이다. 조명, 주변 사물 등이 영향을 주는 요소들이다. 무대 조명은 적외선을 가지고 있다. 모션 센서로 사용되는 Kinect는 적외선을 사용하여 트래킹을 하

는 것임으로 무대 조명의 적외선과 충돌하여 트래킹의 저하를 가져오는 것을 볼 수 있었다. 이러한 문제는 조명마다 적외선 필터를 장착하거나 무대 조명의 세기를 약하게 하여 해결하는 방법이 있다. 하지만 조명마다 적외선 필터를 장착해야 하는 번거로움과 장착이 어려운 조명들도 있다. 또한, 무대 조명의 세기가 약해지면 무대가 어두워지고 조명으로 표현할 수 있는 것이 제한된다.

Kinect는 다른 사물을 사람으로 착각하여 트래킹 하는 오류가 있었다. 이로 인해 무대 위 동작인식 범위 안에 소품을 놓지 못하는 문제점이 있었다.

본 작품에서는 이 결과를 가지고 동작인식을 이용한 자연스러운 실시간 인터랙티브 시스템을 구축하도록 노력하였다. 무용의 동작인식을 통해 관객으로 하여금 시각과 청각의 직관적이고 통일성을 가질 수 있도록 하였다. 연구를 통해 드러난 문제점들을 보완해 나간다면 좀 더 자연스럽고 제한이 적은 실시간 인터랙티브 멀티미디어 작품을 만들 수 있을 것으로 기대된다.

Keyword (검색어) : 컴퓨터음악(computer music), 멀티미디어음악(multimedia music), 모션 트래킹(motion tracking), 키넥트(Kinect), Max/MSP, Jitter, Processing, OSC(Open Sound Control), 인터랙티브 아트(interactive art), 무용(dance), 동작인식(motion recognition)

E-mail : skysdoor@naver.com

참고문헌

1. 단행본

- Daniel shiffman, 「프로세싱 날개를 달다」 (비제이퍼블릭, 2009)
- Casey Reas, Ben Fry, 「손에 잡히는 프로세싱」 (인사이트, 2011)
- Mark Ballora, 「Essentials of Music Technology」
(Prentice Hall, 2003)
- Stanley R. Alten 「Audio in Media」 (Wadsworth, 2002)
- 이석원 「음악음향학」 (심설당, 2006)
- Roads, Curtis 「The Computer Music Tutorial」
(The MIT Press, 1996)
- Rush, Michael 「New Media in Art」 (Thames & Hudson, 2005)
- Randi J. Rost, Bill Licea-Kane 「OpenGL shading Language
third Edition」 (Addison Wesley, 2010)
- Bill Moggridge 「Designing Interactions」 (The MIT Press, 2007)

2. 참고논문

- 김영민, “적외선 LED의 트래킹을 이용한 멀티미디어 음악작품 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2009)
- 박상범, “동작 인식과 Max/MSP/Jitter를 이용한 멀티미디어 음악 시스템 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2009)
- 윤기선, “키넥트를 이용한 인터랙티브 멀티미디어 작품 제작연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2012)
- 양희라, “팔 동작인식을 이용한 인터랙티브 멀티미디어 작품 제작 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2013)
- 최준환, 김준, “인터랙티브 멀티미디어 작품 제작에서 Kinect의 motion tracking 활용 연구” 「한국공학예술학회 논문지」, 제 5권 제 1호 (2013)

3. 인터넷

- Max/MSP
<http://www.cycling74.com>
- Processing
<http://www.processing.org>

- Software

<http://www.ni-mate.com>

- 동작인식 센서

<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows>

- wikipedia

<http://en.wikipedia.org/wiki/Infrared>

- 사례연구

<http://www.v.co.nz>

<http://www.wedream.co>

<http://www.kinect.com>

<http://www.ifixit.com>

Abstract

Interactive multimedia producing study based on recognition of dance gestures (Focus on multimedia music - <Merror>)

Choi, Jun Hwan

In this thesis, it is the study for creating multimedia interactive system utilizing the interaction of the media and music and movement of dance motion, such as video.

Using motion recognition sensor, to track the position of the joint and the movement of the dancers. The operation recognition extracted data is used for interaction of images and sounds.

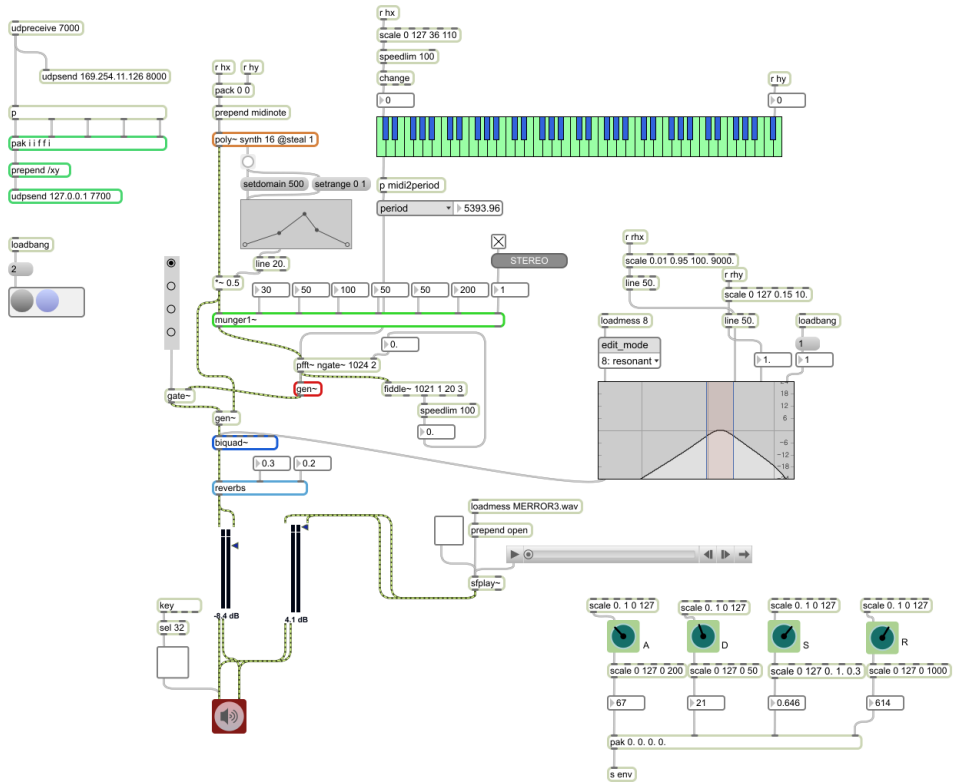
This study used Kinect to motion sensor. Kinect can control images and sounds in real time through the movement of dancer, making it a good tool for implementing effective real interaction.

In Max, generated of sound that controlled of video using motion data. Processing uses motion recognition data to generate and control images of the work.

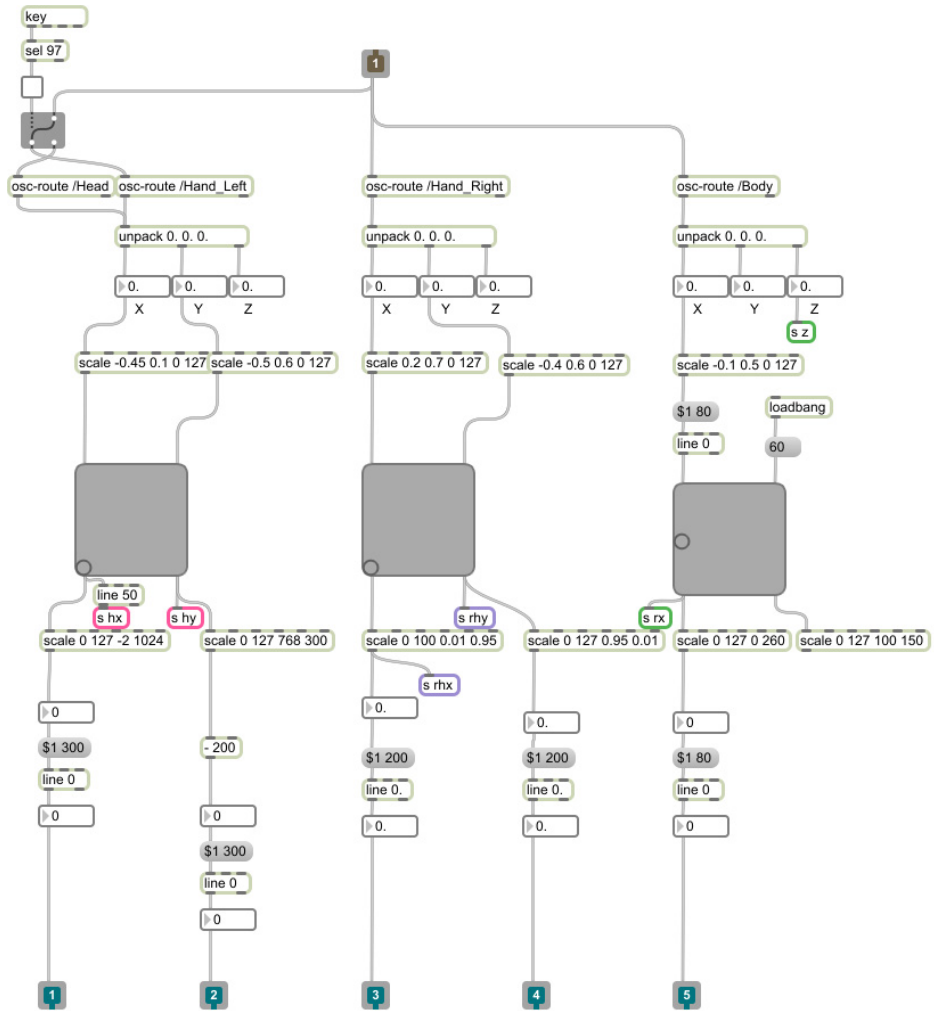
The results were obtained that it is possible to use the motion recognition sensor, constructing a multimedia show system real-time interactive, dancer without being significantly limited the sensor, and take advantage of the stage.

부록 1 : Max/MSP 패치

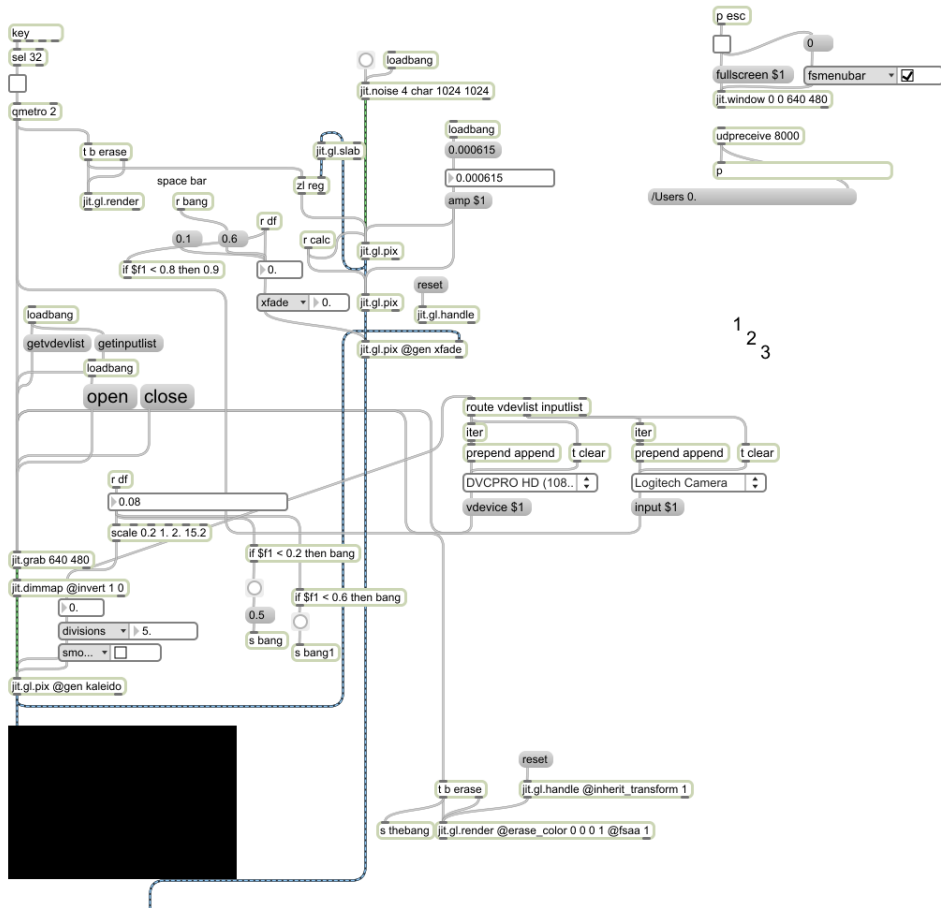
1. OSC 데이터 송수신 및 사운드 재생 및 프로세싱



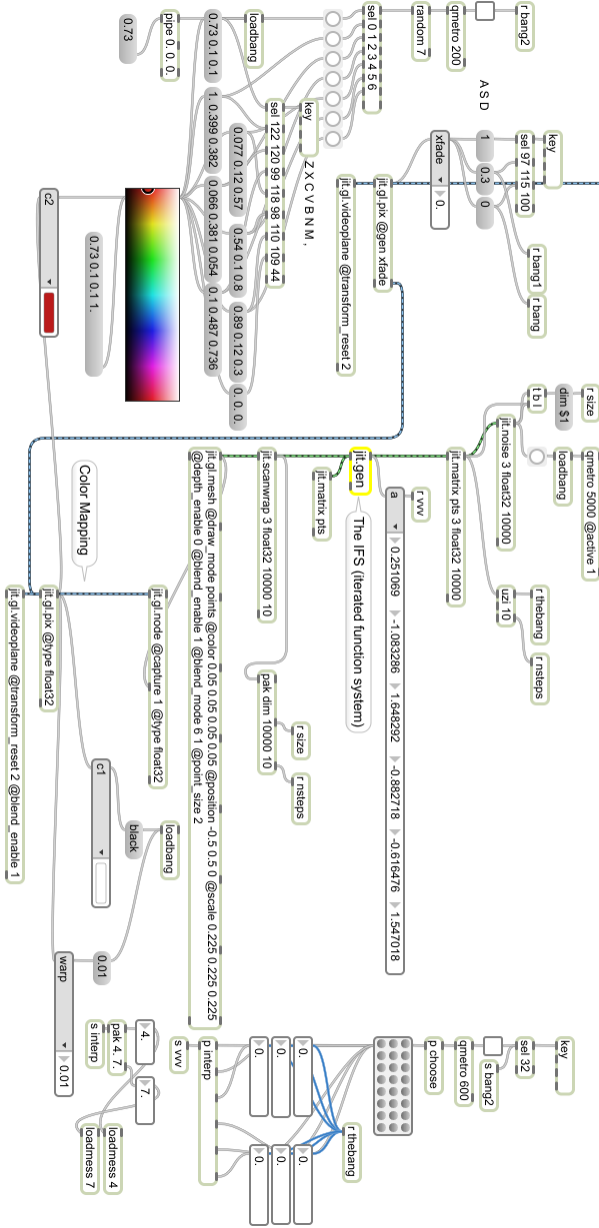
2. OSC 데이터 치환



3. Jitter 영상 프로세싱



4. Jitter 영상 재생 알고리즘



부록 2 : 첨부 DVD설명

1. Merror.mp4 : 공연실황
(2013년 11월 15일, 이해랑 예술극장)
2. Max Patch : <Merror> 공연을 위한 Max 패치
3. Processing : <Merror> 공연을 위한 Processing sketch