

석 사 학 위 논 문

비보잉 동작에 의한
오디오-비주얼 작품 제작 연구

(멀티미디어음악작품 <Catch the Sound>를 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공
김 민 경

2 0 1 0

석사학위논문

비보잉 동작에 의한
오디오-비주얼 작품 제작 연구

(멀티미디어음악작품 <Catch the Sound>를 중심으로)

김민경

지도교수 김준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2010년 1월

김민경의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2010년 1월

위원장: 윤승현 (인)

위원: 박상훈 (인)

위원: 김준 (인)

동국대학교 영상대학원

목 차

I. 서론	1
1. 연구 배경과 목적	1
2. 사례 연구	2
II. 작품 내용	5
1. 작품의 구성	5
1) 작품의 구성요소	7
2) 파트별 주제	12
2. 음악의 구성	12
1) 음악 제작	12
2) 음향적 구조	13
3. 영상의 구성	16
III. 기술적 연구	19
1. 동작을 위한 적외선LED 센서 제작	19
1) Wii Remote의 적외선 카메라 이용	20
2) 적외선 센서 제작	22
3) 적외선 센서 데이터의 매핑	24
2. 동작을 위한 센서 연구	25
1) 동작을 위한 센서의 종류	27
2) 동작을 통한 소리/영상 프로세싱	29

3. Max/MSP를 이용한 실시간 프로세싱	30
1) 색소폰 연주의 녹음과 재생	30
2) 적외선 반사체에 의한 AM 효과	31
3) 동작에 의한 FM사운드 제어	33
4) 동작을 위한 사운드 매핑	34
4. Jitter와 OpenGL을 사용한 영상 제작	36
1) 2차원 영상	36
2) 3차원 영상	38
IV. 작품에서의 기술 활용	40
1. 공연을 위한 시스템의 전체적 구조	40
2. 사운드 효과	45
3. 영상 효과	48
V. 문제점 및 향후과제	50
1. 연구 성과	50
2. 문제점 및 향후 연구 방향	51
참고문헌	53
Abstract	56
부록-1 (첨부 DVD 설명)	58

부록-2 (Max/MSP/Jitter 패치)	59
부록-3 (색소폰 악보)	62

표 목 차

[표-1] 작품 구성	6
[표-2] 비보잉 동작의 예	9
[표-3] 음악 구성	5
[표-4] 영상 구성	6
[표-5] 저항 계산	2
[표-6] 동작에 따른 소리/영상 프로세싱	2

그 림 목 차

[그림-1] 비보이 퍼포먼스 공연 장면 1	3
[그림-2] 비보이 퍼포먼스 공연 장면 2	3
[그림-3] 실제 공연 무대 구성	5
[그림-4] 작품 구성요소간의 상호관계도	11
[그림-5] 자아와 세상의 음향구조	11
[그림-6] 파트 I 영상 1	6
[그림-7] 파트 I 영상 2	7
[그림-8] 파트 II 영상	7
[그림-9] 파트 III 영상	8
[그림-10] 파트 IV 영상	8
[그림-11] Wii Remote	0
[그림-12] Wii Remote의 내부	0
[그림-13] 적외선 카메라	0
[그림-14] Wii Sensor bar	2

[그림-15] 반사체를 부착한 모습	2
[그림-16] TSAL6400 적외선LED	2
[그림-17] 적외선 센서 제작과정	3
[그림-18] Y축 좌표의 설정 구간	5
[그림-19] La-kitchen Kroonde	62
[그림-20] Max에서 OSC-route로 데이터 수신	62
[그림-21] 플렉스 센서	7
[그림-22] 가속 센서	8
[그림-23] 터치 센서	8
[그림-24] 색소폰 음원의 녹음과 재생을 위한 패치	8
[그림-25] 일정 주파수 오디오 시그널과 AM이 걸린 오디오 시그널의 시간영역 모습	31
[그림-26] 비브라토 조절 패치	3
[그림-27] AM(amplitude modulation) 패치	3
[그림-28] FM(frequency modulation) 패치	48
[그림-29] 음원파일의 필터링	3
[그림-30] 가속 센서에 의한 음원 재생 패치	3
[그림-31] 오디오 시그널의 영상 전환 패치	8
[그림-32] 2차원 영상 패치 1	7
[그림-33] 2차원 영상 패치 2	7
[그림-34] 파티클 생성 패치	8
[그림-35] 파티클을 이용하여 입체 영상을 구현하는 오브젝트	9
[그림-36] 3차원 배경색상 조절 패치	9
[그림-37] 3차원 영상을 생성하는 오브젝트	9
[그림-38] 무대 전면 구상도	4
[그림-39] 가시광선의 스펙트럼과 적외선의 위치	4

[그림-40] 파트 II의 비보이 조명에 부착한 필터	4
[그림-41] 무대 평면 구상도	2
[그림-42] DarwiinRemote OSC를 통해 Max로 전송된 적외선 데이터 값을 보여주는 패치	43
[그림-43] 시스템 구성도	4
[그림-44] 파트 I의 공연 모습	5
[그림-45] 파트 II의 공연 모습	6
[그림-46] 파트 III의 공연 모습	7
[그림-47] 테이프음악에 의한 영상 변화	8
[그림-48] 파트 II의 색소폰에 의한 영상 효과	9
[그림-49] 파트 I의 영상 변화	9

악 보 목 차

[악보-1] 알토 색소폰의 음역	10
[악보-2] 파트 II의 색소폰 악보	10
[악보-3] 파트 III의 색소폰 악보	11

I. 서론

1. 연구 배경과 목적

디지털 기술을 기반으로 한 정보화 시대가 도입되면서 우리의 모든 문화생활은 하루가 다르게 변모하고 있다. 이러한 기술의 발전이 거듭될수록 가장 민감하고 예민하게 반응하는 것은 예술분야이다. 불가능하다고 여겼던 창조적 표현이 가능해지면서 예술의 범위는 넓어졌고 장르 또한 모호해지게 되었다. 미술관에서 열리는 퍼포먼스 공연, 국악과 힙합의 만남, 고전예술과 대중예술이 한 곳에서 펼쳐지는 무대, 무용과 디지털 아트 등 장르를 엄격하게 구분할 수 없는 상황이 되었다. 이러한 변화에 가장 큰 영향력을 행사한 것은 바로 첨단 과학기술의 발전이다. 현재 첨단 기술은 인간의 상상력을 실현 가능케 하는 수단으로 확고하게 자리 잡고 있다. 전자기술과 통신기술의 발달로 멀티미디어 현상이 가속화되었고, 멀티미디어 시스템은 다양한 표현미디어를 하나의 형태로 통합하여 상호작용을 가능하게 하였다. 이러한 첨단기술과 예술의 조화로 이루어지는 멀티미디어 작품에서 가장 중요한 것은 상호작용성이다. 이전의 예술은 창작자가 만들어놓은 작품을 연주자 또는 감상자가 일방적으로 받아들이는 관계였다면, 디지털 기술이 가져온 인터랙티브(interactive)¹⁾ 아트는 창작자와 연주자, 혹은 창작자와 감상자가 끊임없이 소통하는 과정에서 더욱 예술성이 빛난다.

인간은 오감을 가지고 태어난다. 예술작품은 이 오감 중 특히 시각과 청각을 통해 전달되고 있다. 회화가 시각에 의존한 예술이라면, 음악은

1) 상호활동적인, 쌍방향의 의미를 가진다.

청각에 의존한 예술이다. 그러나 인간은 공감각적 정보를 받아들일 수 있으며, 바로 이러한 두 가지 이상의 감각을 동시에 공학적으로 실현하는 것이 멀티미디어이다. 한 가지 감각을 통해 전달되는 현대의 예술작품을 보면 종종 작가가 그 작품에서 의도한 바가 무엇인지 몰라 혼란에 빠지는 경우가 있다. 작가가 전하고자 하는 의미가 제대로 전달되지 않는다면 예술로서의 가치는 없다고 생각한다. 멀티미디어는 각종 전달매체를 통해 작품의 의미를 보다 효율적으로 전달할 수 있으며, 한 가지 감각으로 표현하기에 부족했던 작가의 상상력을 실현시키는데 도움을 준다.

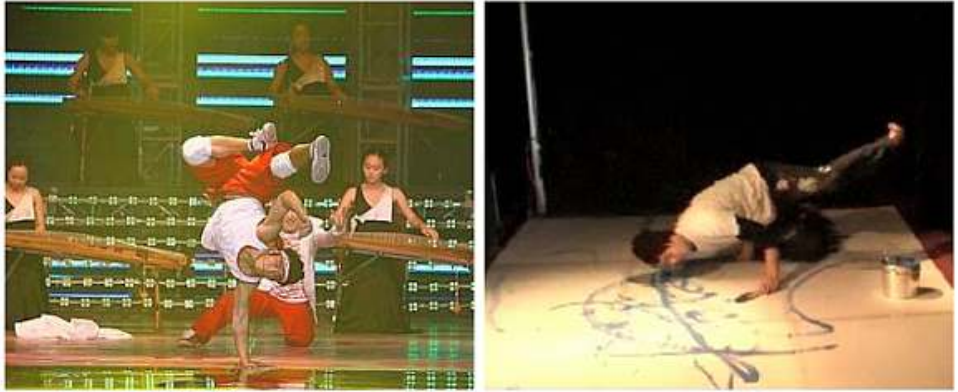
저자는 이러한 멀티미디어의 장점을 활용하여 작가가 전달하고자 하는 의미를 연주자와 소통하고, 연주자에 의해 매번 새로운 표현이 가능하고, 나아가 관객이 한층 쉽게 작가의 의미를 알아가는 인터랙티브 공연예술작품을 만드는 것이 목적이다.

2. 사례 연구

하나의 거리 문화(street culture)라고 알려졌고 주위의 곱지 않은 시선과 냉대를 받으며 춤을 추었던 비보이(b-boy)²⁾는 이제 세계의 문화 코드로 자리 잡고 있다.

기이한 동작, 기예에 가까운 브레이크 춤은 다소 아름답지 못하고 반항적인 느낌이 든다는 편견 때문에 기성 문화에서 멸시되어 왔으나, 현재는 다양한 공연예술의 주축이 되어 활동하고 있으며 이러한 비보이 관련 공연들은 이색적인 소재와 춤으로 대중의 관심을 끌어들이고 있다.

2) 비보이(B-boy)는 힙합 문화에, 특히 브레이크댄스 분야에 몸을 바치는 사람을 말한다.



[그림-1] 비보이 퍼포먼스 공연 장면 1

과격하고 리드미컬한 비보이 동작이 무언극과 만나면서 강한 비트에 춤을 추던 것과는 다른 새로운 반향을 불러일으켰고, 이러한 동작을 예술작품에 응용하려는 사례도 생겨났다. 그러나 이들 작품은 작가와 비보이간의 상호소통 없이 일방적으로 작가의 음악에 맞춰 춤을 추거나 연출자의 의도에 맞게 안무를 구성하고 연기하는 것이 대부분이었다.



[그림-2] 비보이 퍼포먼스 공연 장면 2

<Catch the Sound>에서는 작가가 표현하고자 하는 ‘소리를 잡다’라

는 큰 주제 안에 비보이의 동작으로 인터랙티브하게 음악과 영상이 변화하고 소리가 생성되는 공연예술작품을 만들고자 하였다. 더불어 시각, 청각의 멀티미디어적 요소로 관객들에게 작품의 의미를 쉽게 전달하고자 한다.

II. 작품내용

1. 작품의 구성

작품은 총 4개의 파트로 구성되어 있고, 테이프음악과 색소폰 연주, 비보잉(b-boying)³⁾으로 이루어지며 이 요소들에 의해 영상과 음악을 실시간으로 조절하게 된다.



[그림-3] 실제 공연 무대 구성

본 작품은 현실과 타협하기 위해 내면에 묻어두었던 꿈을 세상 속에 펼침으로 마침내 진정한 꿈을 이룬다는 주된 의미를 가지고 있다. 인생의 한 전환기, 미래의 방향을 결정지어야 하는 중요한 시기, 홀로 서야 하는 독립의 시기, 꿈에서 현실로 내려와야 하는 좌절의 시기에 놓인 자아의 내면은 복잡하고 불투명하다. 떠밀려 가듯 어른의 삶에 발을 내

3) 비보잉은 브레이크댄스(Break Dance)로서, 1970년대 초반에 미국 뉴욕의 브롱크스 지역에서 유래된 춤

던게 되었고, 그 현실이 낯설고 불안하기 때문에 더욱 움츠러든다. 현실과 타협하 내자연스레 행복해지는 것일까. 우리가 정말 행복을 느끼는 순간은 언제일까. 꿈을 포기하지 않고 꿈과 세상에 대한 근본적인 믿음과 희망을 놓지 않는다 내언젠가는 거침없는 세상 속에서도 최선을 다한 본인에게 세상과 사람들은 박수를 보내지 않을까. 본 작품은 ‘소리’라는 매개체를 통해, 꿈과 현실 사이에 놓인 자아가 결국 꿈을 잃지 않고 노력하여 세상과 꿈 모두를 가지게 된다는 희망적인 메시지를 표현한 작품이다.

[표-1] 작품 구성

구 분		Part I	Part II	Part III	Part IV
작품내용		간혀진 소리	외부 소리의 접촉	외부 소리와외 상호동화	안식
음악	테이프음악	Catch the Sound			
	길이	2분 27초	1분 47초	2분 59초	57초
	빠르기	Adagio	Adagio	Allegro	Adagio
	연주		색소폰	색소폰	
영상	테이프음악에 의한 변화	기하변형과 피드백의 2D 그래픽	물결과 빛을 표현한 3D 그래픽	소리에 반응하는 기하변형의 3D 그래픽	기하변형과 피드백의 2D 그래픽
	비보잉 동작에 의한 효과	픽셀의 변화	소리의 파형을 표현		
비보잉	동작	<ul style="list-style-type: none"> - floor dance - freezes - electric - knee rock - worm - swipe - footwork - windmill - zulu spin 등 	acting	<ul style="list-style-type: none"> - popping - dance - side flip - switch - head freezes - UFO - windmill 등 	floor dance

1) 작품의 구성 요소

<Catch the Sound>를 이루는 구성은 테이프음악 · 비보잉 · 색소폰 · 영상 이렇게 네 가지의 요소로 나눌 수 있다. 작품에 있어 이 네 가지 요소들은 각각의 특징을 지니고 있다.

테이프음악은 <Catch the Sound>의 전체적인 느낌과 성격을 반영한다. 비보이의 내면에 갇혀 있던 소리(꿈)가 외부 소리(색소폰)와의 소통을 통해 세상과 교류하게 되고, 점차 외부 소리와 상호동화⁴⁾ 된다는 이야기의 밑바탕 역할을 하고 있다. 즉 비보이와 색소폰 연주자는 테이프음악의 테두리 안에서 작품이 의도하는 의미를 위하여 소통한다.

<Catch the Sound>의 작품 구성요소 중 하나인 비보잉에 대해 서술하고자 먼저 그 유래에 대해 설명하기로 한다. 비보잉은 1970년대 초반에 미국 뉴욕의 브롱크스(Bronx) 지역에서 이민 온 아프리카 사람들에 의해 유래된 춤으로 브레이크 댄스(Break Dance)라고도 한다. 이것은 ‘한 발로 경충 뛰다, 뛰어오르다’를 뜻하는 아프리카어 ‘boioing’에서 유래한 것으로 보인다. 초기에는 톱록스(toprocks) · 플로어록스(floorrocks) · 프리지스(freezes)로 구성되어 있었고, 몸의 각 부분을 이용한 스핀은 1970년대 후반에 등장해 이전 스타일과 결합되었다. 오늘날 잘 알려진 헤드스핀(head Spin) · 윈드밀(windmill) 등의 동작들은 모두 이 시기에 만들어졌다. 비보잉은 크게 파워 무브(power move)와 스타일 무브(style move)로 나뉜다. 파워 무브는 스타일 무브의 사이사이에 이어지는 회전기들로 윈드밀 · 토머스(thomas)·헤드스핀 등 동작이 큰 회전기들을 말한다.⁵⁾ 본래 몸이 유연한 흑인들이 만든 춤이어서 다른 춤에서는 볼 수 없는 화려함과 박력을 가지고 있고, 직관적
















4) 相互同化. 가까이 있는 두 음이 서로 영향을 주게 되는 동화 현상. ≒서로 닮음.

5) <http://www.encyber.com>에서의 「비보잉」 검색.

이다. 현대무용이 인간의 정신과 내재한 영혼의 소리를 자연스럽게 자유롭게 표현할 수 있는 무용이라면, 비보잉은 음악의 비트에 맞춰 직관적으로 표현하는 무용이다. 비보잉 동작의 명칭 또한 직관적이다. 예를 들어 풍차라는 뜻의 윈드밀은 팔과 등의 상반신 축의 힘을 이용하여 다리를 원 모양으로 회전시키는 동작이다. 이 동작은 회전축에 달린 날개를 이용해 바람의 에너지를 끌어내는 풍차의 형상과 비슷하다. 이 형상을 음향적인 느낌으로 표현한다면 바람소리가 떠오를 것이다. 이처럼 본 작품에서는 비보이의 춤동작에 따라 느껴지는 소리를 음향적으로 표현하였고, 비보이 자신이 센서를 통해 각 동작과 연관되는 소리를 재생하는 악기 또는 컨트롤러가 되어 소리에 민감하고 직관적으로 반응하는 자아를 표현하고자 하는 작품의 내용과 결부되어진다.

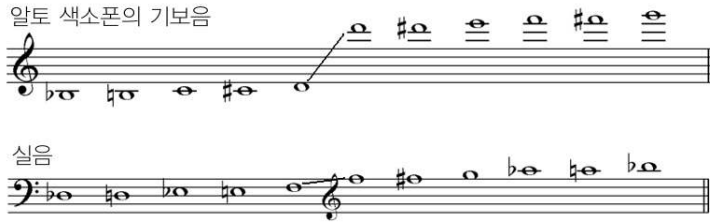
다음의 [표-2]는 작품에 쓰인 비보잉 동작들이다.

[표-2] 비보잉 동작의 예

동작명칭	동작사진		
윈드밀 (windmill)			
스와이프 (swipe)			
프리즈 (freezes)			
웜 (worm)			
풋워크 (footwork)			

<Catch the Sound>의 작품을 이루는 구성 중 세 번째 요소인 색소폰은 비보이 자아와 바깥세상을 연결해주는 통로의 역할인 외부 소리이다. 색소폰은 독특한 울림 때문에 다른 목관악기에 비해 특이한 음색을 가졌으며, 입술에 의한 음조절로 달콤하고 감상적인 소리에서부터 매우 귀를 자극하는 소리까지 연주가 가능하다.⁶⁾ 본 작품에서는 알토 색소폰이 쓰였으며, 음역은 [악보-1]과 같다.

6) 윤성현 역(Samuel Adler 저), 「관현악 기법 연구」 (수문당, 1995), 207쪽.



[악보-1] 알토 색소폰의 음역

색소폰은 특수한 운지를 이용하여 악기가 지원하는 이상의 음을 연주할 수가 있는데, 이것은 배음을 이용한 것이다. 음고는 같지만 배음을 이용하여 내는 소리와 원래의 운지를 이용하여 내는 음색은 다르다. 성대를 이용하여 거친 음색을 표현할 수 있고, 고음역 부분에서는 소리의 진동을 높여 날카로운 음색을 만들기도 한다. 풍부한 울림을 가진 감미로운 음색에서부터 날카로운 음색까지 다른 악기들보다 다양한 표현력을 지닌 색소폰의 특징은 비보이에게 육체적 · 정신적 자극을 심어주는 외부 소리의 매개체 역할로 적합하다.



[악보-2] 파트 II의 색소폰 악보

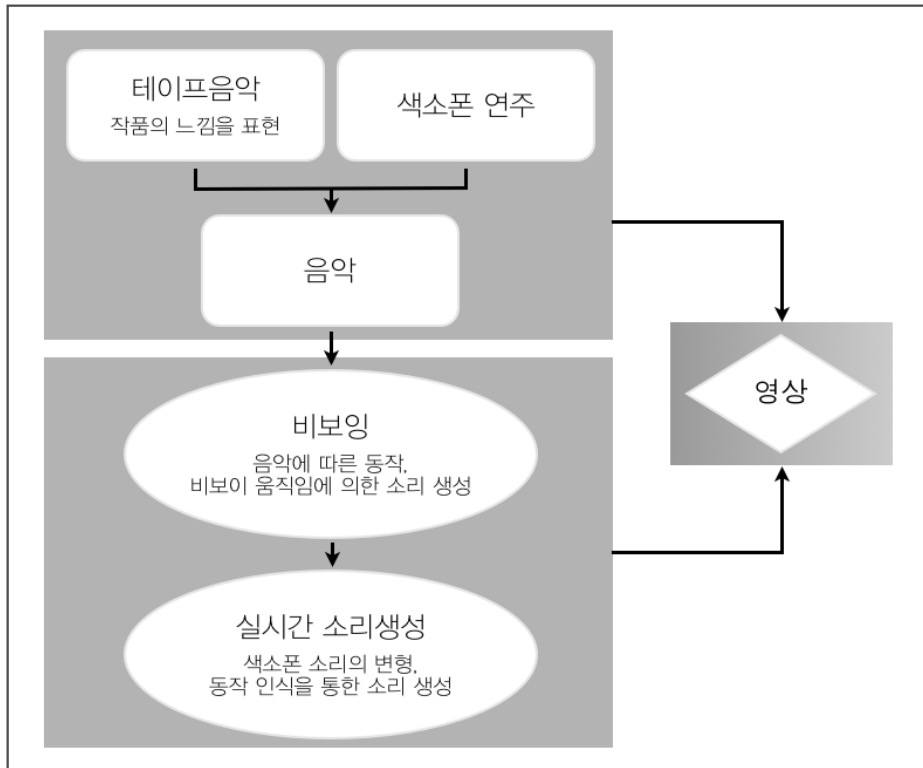
파트 II에서의 감미로운 음색은 비보이에게 정신적 자극을 주어 외부 세계로 나아갈 수 있는 통로를 제공해 주고, 파트 III에서는 악기가 낼 수 있는 낮은 음역에서부터 높은 음역까지 연주하며 비보이에게 육체적인 자극을 주게 된다.



[악보-3] 파트 III의 색소폰 악보

<Catch the Sound>의 작품 구성 중 마지막 요소인 영상은 테이프 음악과 함께 전반적인 작품의 느낌을 시각적으로 표현한다. 영상의 파트별 구성에 대해서는 3. 영상의 구성(p.16~)에서 다시 자세히 설명하기로 한다.

다음은 작품 구성요소간의 상호관계를 나타내는 그림이다.



[그림-4] 작품 구성요소간의 상호관계도

2) 파트별 주제

① Part I

긴 잠에서 깨어난다. 아직도 세상 속에 동화되지 못한 나는 외롭다. 사람들은 이제 그만 현실을 직시하라고 말한다. 꿈이 현실이 될 수는 없을까. 꿈을 내 안에 가두고 현실과 타협해야 하는 것일까.

② Part II

세상이 나에게 무언가를 줄 거라 기다리지 말고 직접 세상을 향해 손을 뻗어보자. 꿈으로 질주하는 그 순간만큼 행복한 것은 없다.

③ Part III

정직한 노력은 어디서나 빛난다. 이제 세상은 나에게 멸시와 질책이 아닌 따뜻한 박수를 보낸다. 더 높이, 더 먼 곳으로 내딛는 발걸음만큼 꿈은 점점 현실이 된다.

④ Part IV

누구나 삶에 대해 고민한다. 인생은 마라톤이다. 꾸준히 자신의 보편적 가치를 추구한다면 꿈이 현실로 이루어질 것이다.

2. 음악의 구성

1) 음악 제작

<Catch the Sound>는 테이프음악과 색소폰 연주, 그리고 비보이의

동작을 통한 실시간 연주로 이루어져 있다. 배경이 되는 테이프 음악 작곡을 위해 Steinberg사에서 개발된 소프트웨어 Nuendo³⁷⁾를 사용하였다. 테이프음악은 크게 가상악기와 전자합성방식을 통한 음원 샘플로 제작되었다. 가상악기는 Omnisphere를 이용하여 주된 선율 부분을 연주하였고, RMX Stylus를 이용하여 드럼 부분을 연주하였다. 음원 샘플은 피아노의 현을 뜯거나 쳐서 만들어낸 소리를 녹음한 후 FOF⁸⁾ 합성방식과 그레놀라(granular) 합성방식을 거쳐 만들었다. 이렇게 전자적으로 합성된 피아노 음원은 자연계에서 들을 수 없었던 독특한 음색을 지니고 있으며, 작품 파트 I에서 현실과 동떨어진 자아의 세계를 효과적으로 표현하는데 쓰였다.

이렇게 제작된 테이프음악이 작품의 전체 배경음악이 되고 색소폰은 본래의 소리와 디지털 신호처리(DSP)⁹⁾를 거쳐 변형된 소리가 작품의 파트에 따라 표현된다.

비보이의 동작 인식을 통해 생성되는 소리는 Max/MSP를 이용하였다. 사용된 효과는 FM(frequency modulation synthesis)과 음원 샘플의 스캐닝(scanning)과 필터링(filtering), 그리고 직접 색소폰 연주를 실시간으로 녹음, 재생한 후 비브라토(vibrato)¹⁰⁾를 주는 것 등이다.

2) 음향적 구조

본 작품은 고립된 자아와 외부 세계라는 두 가지 관점의 대칭적 음향

7) 독일의 스타인버그(Steinberg)사가 개발한 디지털 오디오 워크스테이션(DAW)이다. 믹싱 등 오디오 포스트-프로덕션 작업에 주로 쓰이며, VST, DXi(DirexctX Instrument) 규격을 지원한다.

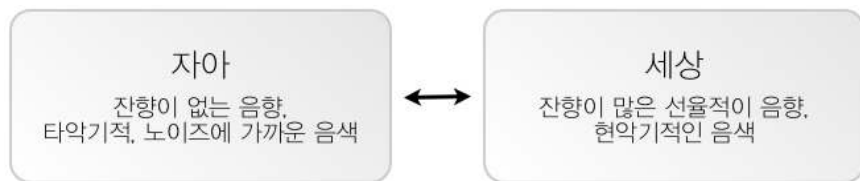
8) Formant를 이용해서 소리를 합성하는 방법. 공명현상이 특정한 주파수대를 강조하거나 약화시켜 생기는 음색.

9) 디지털 신호 처리장치(digital signal processor)는 디지털 신호 처리를 위해 특별히 제작된 마이크로프로세서로 특히 실시간 운영체제 계산에 사용된다.

10) 음악 연주에서 목소리나 악기의 소리를 떨리게 하는 기교. 한 음의 빠른 반복인 트레몰로와는 구별되며, 성악이나 많은 기악 연주에서 흔히 찾아볼 수 있는 기교이다.

구조를 이룬다. 파트 I에서의 세상과 분리되어 있는 자아를 표현할 때 가장 신경 쓴 것은 음악에서도 이것을 확실히 분리시키는 것이었다. 따라서 고립된 자아를 표현하기 위해 잔향이 없는 타악기적인 음색과 소음에 가까운 음향을 썼다면, 외부세계란 의미를 전달하기 위해서 고립된 자아와 비교되는 잔향이 많은 음향과 선율이 있는 음색을 사용하였다. 파트 I에서 자아의 음향은 FOF와 그레놀라 합성으로 만든 피아노 음색과 FM 사운드, 드럼 샘플로 만들어진다. 그레놀라는 미세한 음원 샘플을 배열, 가공, 조합함으로써 밀도 높은 소리를 만들어내는 디지털 음악합성 기법으로, 원래의 음원이 잘게 쪼개져 내는 음색을 준다. 이것은 자아의 꿈이 현실과 대립하게 되면서 점점 뒤틀리고 불투명해진 것을 표현한다. 또 다른 자아의 음향으로 피아노 현을 뜯어 연주한 음원이 있는데, 이것은 FOF 합성방식을 거치면서 현악기가 가지는 레가토적인 음색으로 변화한다. 외부세계는 서양음악에 있어서 가장 중심이 되는 장음계, 단음계, 3화음 구성으로 이루어져 있고, 이것은 불안정한 자아와는 대립적으로 안정된 구조를 갖는다.

다음은 자아와 세상의 음향적 대칭구조를 나타내는 그림이다.



[그림-5] 자아와 세상의 음향구조

파트 II에서도 여전히 외부세계는 잔향이 많은 음향효과를 사용해 표현하였고, 색소폰 또한 외부 소리이기 때문에 딜레이(delay)¹¹⁾ 효과로

11) 원래 신호음에 특정 시간 지연된 신호음이 합쳐지는 효과

간향을 주었다. 자아가 외부세계와 상호동화 되는 과정을 표현한 파트 III에서의 음향은 자아를 간향이 없고 리듬감 있는 드럼 음색으로 표현하였고, 그 외의 음향은 외부세계를 의미한다. 마지막 파트 IV는 세상 속에서 안식을 찾으며 잠이 드는 자아를 전달하고자 파트 I에 쓰인 외부세계의 주선율 음색과 음향으로 표현하였다.

[표-3] 음악 구성

구분		Part I	Part II	Part III	Part IV	
작품내용		간혀진 소리	외부 소리의 접촉	외부 소리와외 상호동화	안식	
음악	테이프 음악	제목	Catch the Sound			
		길이	2분 27초	1분 47초	2분 59초	57초
		제작방법	가상악기 (OMNISPHERE)			
			전자합성방식 (FOF, granular)			
			음원샘플 (피아노음원, 드럼음원)			
	빠르기	Adagio	Adagio	Allegro	Adagio	
	연주	색소폰	X	O	O	X
		비보잉 동작에 의한 음향효과	FM synthesis, scanning, filtering	음원의 재생과 정지, AM vibrato		
		효과		delay	delay, flanger	

3. 영상의 구성

영상은 크게 자아와 외부세계라는 두 가지 이미지를 추상적으로 표현한다. 꿈을 가슴 속에 묻고 살아가는 자아의 내면을 2D 그래픽으로, 외부 세계는 입체감 있는 3D 그래픽으로 제작하였다.

[표-4] 영상 구성

구분		Part I	Part II	Part III	Part IV
작품내용		감혀진 소리	외부 소리의 접촉	외부 소리와외 상호동화	안식
영상	테이프음악에 의한 변화	기하변형과 피드백의 2D 그래픽	물결과 빛을 표현한 3D 그래픽	소리에 반응하는 기하변형의 3D 그래픽	기하변형과 피드백의 2D 그래픽
	비보잉 동작에 의한 효과	픽셀의 변화			
	색소폰에 의한 효과		소리의 파형을 표현한 영상 생성		

자신에게 있어 너무나 소중한고 아름다웠던 꿈이 세상과 대면하게 되면서 무너지고 밝혀 점점 내 안에 가두고 살아가는 자아의 심리 상태를 표현하기 위한 파트 I의 영상은 때로는 뿌옇게 때로는 영롱하게 빛나는 오색의 생성과 소멸로 나타내었다.



[그림-6] 파트 I 영상 1

또한 내 안에 갇혀진 꿈이 꿈틀대는 부분에서는 영상의 픽셀 단위를 조정하여 시각적인 효과를 주었다.



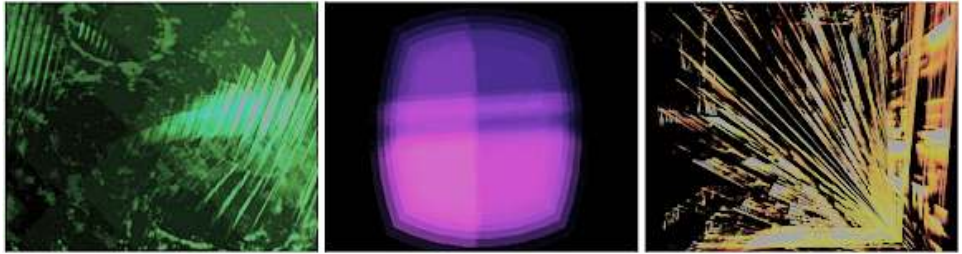
[그림-7] 파트 I 영상 2

파트 II에서는 외부 세계에서 들리는 소리의 모습을 물결의 일렁이는 공간 속에서 헤엄치는 파형으로 표현하였다.



[그림-8] 파트 II 영상

외부 소리와 소통 후 다시 세상을 향해 도전하는 생동감 넘치는 자아를 표현하고자 파트 III에서는 음악의 비트에 맞춘 화려한 영상이 쓰였다.



[그림-9] 파트 III 영상

마지막 파트 IV는 꿈을 성취한 후 다시 내면의 세계로 돌아와 편안히 휴식을 취하는 모습으로 파트 I에서 쓰였던 영상에 변화를 주어 사용하였다.



[그림-10] 파트 IV 영상

III. 기술적 연구

1. 동작을 위한 적외선 LED 센서 제작

파트 II에서 비보이는 외부 세계에서 들려오는 색소폰 소리에 자극을 받아 그 소리와 접촉하게 되고 자신이 소리를 만질 수 있다는 기쁨에 도취되어 공기 중으로 퍼지는 소리를 자유자재로 만지고 움직인다. 이와 같이 본 작품에서는 비보이의 행동에 따라 유연한 예술적 결과를 낳을 수 있어야 한다. 따라서 특정한 장치의 제약 없이 자연스럽게 동작을 취할 수 있는 기술 연구가 필요했다. 손으로 보이지 않는 소리를 잡고 움직인다는 시나리오에 중점을 두고 비보이의 손의 위치를 정확하게 인식할 수 있는 트래킹 시스템에 대해 연구하였다.

트래킹을 위해서는 센서나 카메라를 이용하는데 본 작품에서는 카메라를 사용하여 트래킹 하고자하는 피사체만 정확하게 인식할 수 있는 적외선¹²⁾ 트래킹 방법을 사용한다. 적외선 카메라는 일반 카메라와는 달리 가시광선이 검출되지 않으므로 적외선 LED를 비보이 손에 부착하게 되면 카메라는 적외선 LED의 데이터만 인식하게 된다. 그러나 적외선 LED를 손에 부착할 경우 움직임이 많은 비보이의 동작에 제약을 줄 수 있으므로, 본 작품에서는 적외선 카메라 옆에 적외선 LED를 위치시킨 후 비보이 손목에 반사체를 부착하여 반사체를 통해 들어온 적외선 LED의 데이터 값을 검출하도록 한다.

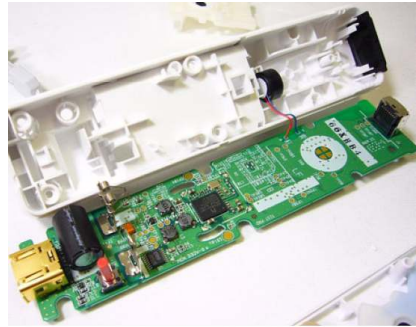
12) 파장이 가시광선보다 길며 극초단파보다 짧은 750 μ m~1mm의 전자파. 눈으로는 볼 수 없고 일반적으로 공기 가운데에서 산란되기 어려우며, 가시광선보다 투과력이 강하다.

1) Wii Remote의 적외선 카메라 이용

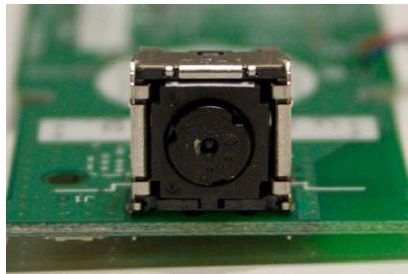
본 연구에서는 Wii Remote를 사용하여 적외선 LED센서 카메라를 제작하였다. Wii Remote는 적외선 파장을 통과시키는 모노크롬¹³⁾ 카메라(monochrome camera)를 탑재하고 있다.



[그림-11] Wii Remote



[그림-12] Wii Remote의 내부



[그림-13] 적외선 카메라

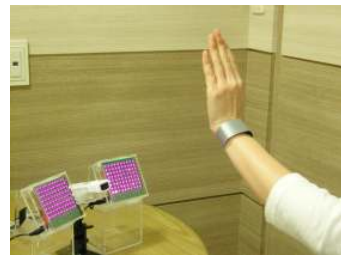
13) 모노크롬(monochrome)은 "한 빛깔"이라는 뜻이며 "홀로"를 뜻하는 $\mu\acute{o}\nu\omicron\varsigma$ (모노스)와 "빛깔"을 뜻하는 $\chi\rho\acute{o}\mu\alpha$ (크로마)를 합한, 그리스어 $\mu\omicron\nu\acute{o}\chi\rho\omega\mu\omicron\varsigma$ (모노크로모스)에서 나온 말이다.[1] 한자 낱말 단색(單色) 또는 단색광이라는 표기도 통용하며 이 모노크롬이라는 용어는 단색 사진이나 단색 영화를 가리키기도 한다. 모노크롬의 빛은 하나의 파장을 가진 빛이지만 실제로는 좁은 파장 범위의 빛을 가리킬 수 있다.

Wii Remote는 센서바에 부착된 적외선 LED의 파장을 감지하여 위치 데이터를 얻어낼 수 있다. 카메라는 센서바의 중앙에서 양끝까지의 거리를 계산하여 위치 데이터를 얻어낸다. 기존의 적외선 센서바는 Wii 본체에 연결해야 작동할 수 있다. 만약 비보이가 센서바를 들고 동작을 취하거나 반대로 Wii Remote를 들고 무용을 할 경우, 작품에서 의도했던 특정한 악기 없이 손으로 소리를 잡는다는 시나리오와 거리가 멀어지게 된다. 따라서 Wii Remote 옆에 적외선 LED 센서를 두고 무용수의 손 주위에 빛을 반사시킬 수 있는 반사체를 부착하기로 한다.

Wii Remote는 다른 기기와의 통신을 위해 블루투스(bluetooth)¹⁴⁾ 통신 기능을 가지고 있다. 때문에 블루투스 통신이 가능한 기기와 손쉽게 통신이 가능하다. 본 작품의 작업은 블루투스 통신기능을 기본적으로 탑재하고 있는 Macbook Pro¹⁵⁾로 진행되어 Wii Remote와 손쉽게 통신이 가능하다.



[그림-14] Wii Sensor bar



[그림-15] 반사체를 부착한 모습

14) 1994년 에릭슨이 최초로 개발한 개인 근거리 무선 통신(PANs)을 위한 산업 표준이다. 나중에 블루투스 SIG에 의해 정식화되었고, 1999년 5월 20일 공식적으로 발표되었다. 블루투스 SIG에는 소니 에릭슨, IBM, 노키아, 도시바가 참여하였다. 블루투스는 반경 10m 이내에서 사용이 가능하며 이는 블루투스 규격의 한계로 인한 것이다.

15) 맥북 프로(MacBook Pro)는 애플 컴퓨터가 파워북 G4의 후속으로 발표한 인텔 프로세서 기반 노트북 컴퓨터이다. 맥북 프로는 2006년 1월 10일 맥월드 엑스포에서 처음으로 소개되었고, 15인치와 17인치 모델이 있다.

2) 적외선 센서 제작

작품을 구성하는데 있어 가장 중요한 요소 중 하나인 적외선LED센서는 한 기판 당 80개의 적외선LED를 사용하였고, 총 4개의 기판을 제작하였다. 많은 양의 적외선LED를 사용한 이유는 첫째, 날개로 사용할 경우 LED의 크기가 너무 작아 카메라에 촬영된 반사체를 정확하게 인식하지 못할 경우가 발생할 수 있기 때문이며 둘째, 비보이를 비추고 있는 다른 무대 조명들 역시 적외선을 방출하는데, 강한 세기의 조명을 사용하게 하면 그 조명의 밝기에 의해 적외선LED의 밝기가 상대적으로 낮아져 카메라가 정확하게 촬영을 못 할 수 있기 때문이다.

적외선LED는 950nm의 파장을 가지고 있고, 100mA의 전류가 흐르는 TSAL6400 제품을 사용하였다.



[그림-16] TSAL6400 적외선LED

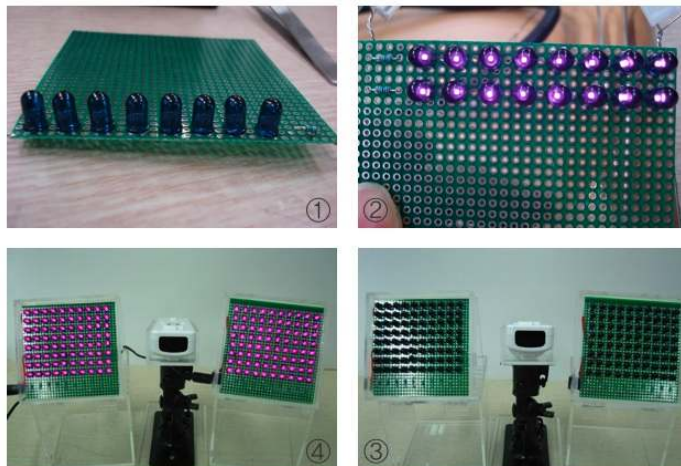
적외선LED센서를 제작함에 있어 먼저 결정해야할 것은 몇 볼트의 전원어댑터를 사용할 것인가와 몇 개의 LED를 직렬로 연결할 것이며, LED 개수에 따른 저항을 계산하는 것이었다. 한 기판 당 12V의 어댑터를 사용할 경우 직렬로 연결할 수 있는 최대 LED의 개수는 8개까지 가능하며, 저항계산 공식인 $R(\text{저항}) = V(\text{전압})/I(\text{전류})$ 를 통해 LED의 저항을 구하였다. 본 센서 제작에서는 LED 8개 당 10Ω 의 저항을 주었다. 또한 어댑터를 구입할 때 주의할 것은 전류의 단위이다. 전류를 구하는 공식은 $I = V/R$ 이고, 본 센서 제작에서는 $12V = xA * 12\Omega$, 즉

1A의 전류가 필요하다는 결론이 나왔다. [표-5]는 센서 제작에 필요한 적외선LED의 저항을 계산한 것이다.

[표-5] 저항 계산

1. LED의 저항공식: $R(\text{저항}) = V(\text{전압}) / I(\text{전류})$
2. $W(\text{전력}) = I * V = I * (I * R)$
3. 전원 어댑터의 전류 공식: $I = V / R$

LED 전압 (V)	저항 (ohm)
1.35V	$(12-1.35)/0.1=106.5\Omega$
2.70V	$(12-2.7)/0.1=93\Omega$
4.05V	$(12-4.05)/0.1=79.5\Omega$
6.75V	$(12-6.75)/0.1=52.5\Omega$
10.8V	$(12-10.8)/0.1=12\Omega$



[그림-17] 적외선 센서 제작과정

3) 적외선 센서 데이터의 매핑

본 연구는 Wii Remote의 적외선 카메라에서 얻어지는 데이터를 사용하여 예술적인 효과를 창출한다. 파트 II에서 비보이의 손목에 장착된 반사체를 통해 색소폰 소리가 변화되기 때문에 반사체의 위치에 따라 얻어지는 Wii Remote의 적외선 데이터 값을 어떻게 받을 수 있는지가 중요하다.

Wii Remote에서 블루투스를 통해 전송된 X, Y, Z축 좌표의 데이터 값은 OSC(OpenSound Control)¹⁶⁾를 사용하여 Max로 전송된다. Wii Remote의 적외선 센서 정보는 Max에서 OSC-route 오브젝트를 통해 2차원 평면의 X, Y 위치 데이터와 반사체의 크기 Z로 전송된다.

파트 II에서 비보이는 연주된 색소폰 소리가 눈에 보이듯 그것을 잡고 위 아래로 움직이는 동작을 취한다. 이 동작을 통해 색소폰 소리의 비브라토 효과가 나오는데, 이는 Wii Remote에서 촬영된 반사체의 Y축 좌표의 값을 이용한 것이다. Max/MSP에서 Y축 좌표의 구간을 설정한 후 반사체의 데이터 값이 그 구간의 범위에 들어올 때와 벗어날 때의 시간차를 계산하여 비브라토의 횟수를 조절하였다.

[그림-18]은 반사체의 Y축 좌표 범위 구간을 설정해 놓은 모습이다.

16) 캘리포니아 버클리 대학 음향 연구소 CNMAT이 주축이 되어 개발한 디지털 악기와 컴퓨터 간의 신호 통신 체계.



[그림-18] Y축 좌표의 설정 구간

2. 동작을 위한 센서 연구

무용과 영상, 그리고 음향을 함께 소재로 사용하고 있는 인터랙티브 시스템은 사용자의 조작 또는 연주자의 행동에 대해 민감해야 하며, 그 민감함은 결과에 언제나 극적으로 반영되어야 한다.

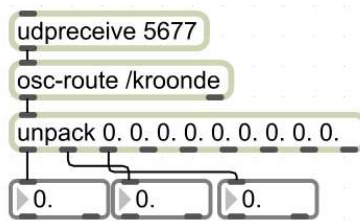
적외선 센서로 공연을 할 경우 비보이는 카메라가 적외선 위치를 인식할 수 있는 범위 내에서 움직여야만 위치 데이터 값을 컴퓨터로 전송하고 Max를 통해 인터랙티브를 창출할 수 있다. 무대의 넓은 공간의 특성상 적외선 트래킹의 범위는 한정적이므로 트래킹 이외의 센서를 함께 사용하여 이러한 한계적 상황을 벗어나고자 한다. 본 작품에서는 프랑스의 La-kitchen사의 인터페이스 Kroonde Gamma를 사용한다. 이것은 무선 마이크 송/수신기와 비슷한 시스템으로 16개의 센서를 장착할 수 있는 무선기와 인터페이스 본체와 통신할 수 있도록 설계되었다. 무선 통신이 가능한 범위는 약 100~300피트 정도로 적외선 트래킹의 제한적 범위 이외의 넓은 무대에서 비보이의 활발한 움직임에 따른

소리의 생성을 표현하는데 적합하다. 무선 베이스는 감지기로부터 수신된 전기신호를 10비트의 디지털 데이터로 변환한 후, 이더넷(Ethernet)¹⁷⁾ 기반의 UDP 네트워크 프로토콜을 통하여 데이터를 컴퓨터로 송신하며, MIDI 데이터로도 송신이 가능하다. 본 작품에서는 OSC(OpenSound Control) 프로토콜¹⁸⁾을 사용하여 통신한다.

La-kitchen Kroonde 센서와 Max/MSP의 통신은 Max용 external object인 OpenSoundControl 오브젝트를 사용하여 이루어진다.



[그림-19] La-kitchen Kroonde



[그림-20] Max에서 OSC-route로 데이터 수신

17) 이더넷(Ethernet)은 LAN을 위해 개발된 컴퓨터 네트워크 기술로, '이더넷'이라는 이름은 빛의 매질로 여겨졌던 에테르(ether)에서 유래되었다. 이더넷은 OSI 모델의 물리 계층에서 신호와 배선, 데이터 링크 계층에서 MAC(media access control) 패킷과 프로토콜의 형식을 정의한다. 이더넷 기술은 대부분 IEEE 802.3 규약으로 표준화되었다.

18) 컴퓨터 간에 정보를 주고 받을 EO의 통신방법에 대한 규칙과 약속.

1) 동작을 위한 센서의 종류

파트 I의 꿈과 현실 사이에 놓인 자아의 심리 상태, 그리고 내면에 꿈틀대는 꿈이란 작품적 내용을 극적으로 표현하기 위해 비보이와 영상, 소리가 긴밀한 상호관계를 가질 수 있도록 만드는 것이 중요하다. 비보이의 동작은 상반신의 힘을 이용해 하반신을 들어 올리는 것이 많아 상체보다는 하체가 좀 더 자유롭고, 다리를 구부리는 동작과 소리가 연관된다면 시각적으로 큰 효과를 주게 된다. 따라서 본 작품에서는 다리의 움직임에 유연한 결과를 가져올 수 있는 세 가지의 센서를 사용하였다.

① 플렉스 센서(flex sensor)



[그림-21] 플렉스 센서

굽혀지는 각도에 따라 저항 값이 변화한다. La-kitchen을 통해 Max의 OSC-route로 전송되는 0부터 100까지의 데이터 값은 평평할 때의 300부터 90°로 굽힐 때의 값 700까지으로 조정하였다. 플렉스 센서는 비보이의 양 쪽 오금¹⁹⁾에 부착하고, 다리의 구부림 정도에 따라 얻어지는 값을 Max/MSP에서 받아 실시간 음향효과를 주게 된다.

19) 무릎의 구부러지는 오목한 안쪽 부분.

② 가속 센서(acceleration sensor)



[그림-22] 가속 센서

움직이는 속도에 의해 값이 변화한다. 약한 진동에도 값이 변화하므로 Max/MSP에서 일정 구간 범위를 설정해 주어 범위 안으로 값이 들어올 때에만 음향효과가 생길 수 있도록 한다. 가속 센서는 무릎 위 대퇴부에 부착하여 비보잉 동작 중 풋워크와 윈드밀, 줄루 스피 등 다리를 빠르게 움직이는 부분에서 연상되는 소리를 생성하도록 하였다.

③ 터치 센서(touch sensor)



[그림-23] 터치 센서

누르는 압력의 정도에 따라 값이 변화하는 센서이다. 이것을 한 손가락 끝에 고정시킨 후 Max에서 설정해준 구간의 범위로 값이 들어올 때는 음이 재생되고 구간에서 벗어나게 되면 멈추게 하였다. 손으로 마

치 보이지 않는 소리가 눈에 보이듯, 그 소리를 잡는 듯 하는 행동에서 음이 재생되고, 손가락을 떼면 음의 재생이 멈추는 효과를 낳고자 하였다.

2) 동작을 통한 소리/영상 프로세싱

[표-6] 동작에 따른 소리/영상 프로세싱

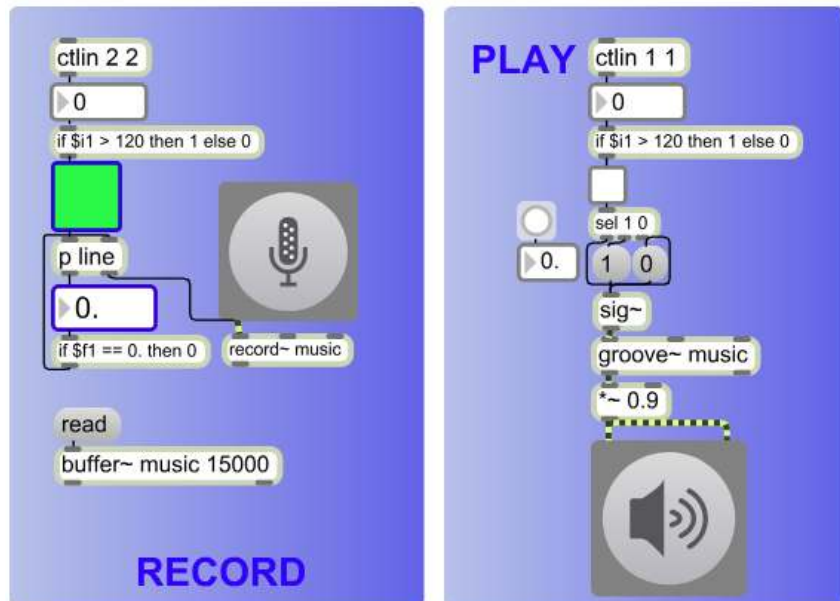
센서	동작명칭	동작사진	음향효과	영상효과
플렉스	연기(acting)		불안정한 심리상태, 내면에 꿈틀대는 꿈을 표현한 노이즈 음색의 FM 효과	픽셀 단위 조정
	웜(worm)		꾸물꾸물 뒷걸음질 치는 지렁이의 모습을 표현한 빠른 클리산도의 음색효과	
	스 와이프(swipe)		빠르게 회전하는 형상을 표현한 바람소리	
가속	풋워크(footwork)		빠른 걸음을 표현한 타악기 음색	X
	윈드밀(windmill)		회오리의 느낌을 표현한 타악기의 트레몰로	
압력	연기(acting)		소리를 잡았다 떼었다 하는 부분을 표현한 소리의 재생과 멈춤	

3. Max/MSP를 이용한 실시간 프로세싱

1) 색소폰 연주의 녹음과 재생

외부 세계로부터 들려오는 감미로운 색소폰 소리에 자극을 받은 자아는 그 소리와 접촉을 시도한다. 손으로 허공에 떠다니는 색소폰 소리를 잡았다 놓았다는 반복한다.

이와 같은 의미 전달을 위하여 Max/MSP에서 색소폰 소리를 녹음하면 실시간으로 음원이 `buffer~`라는 오브젝트에 저장되고, 이 녹음된 음원은 터치 센서를 이용하여 120이상의 압력 값이 들어오면 재생되고, 120미만의 값이 들어올 경우 재생이 멈추도록 설정하였다.

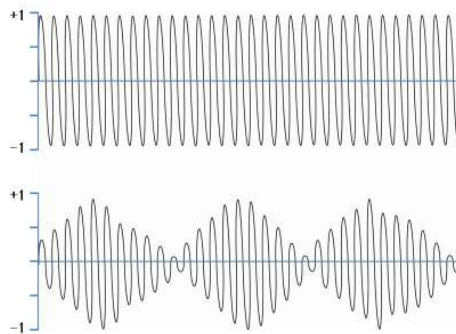


[그림-24] 색소폰 음원의 녹음과 재생을 위한 패치

2) 적외선 반사체에 의한 AM 효과

소리를 만질 수 있다는 기쁨에 도취된 자아는 이제 소리를 잡아 제어 하기에 이른다. 감정을 실어 소리를 잡고 위아래로 움직이니 노래 부를 때면 나오던 비브라토 효과가 생긴다.

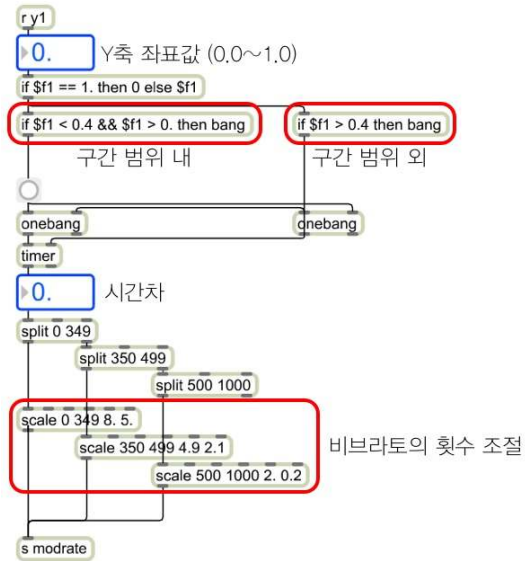
AM(amplitude modulation)은 음량 값의 진폭변화를 이용한 모듈레이션 방식으로 진폭과 진폭주기에 의해 변화한다. AM은 음량 값의 진폭이 변화하면서 시그널의 비브라토를 일으킨다. 진폭의 간격은 0.~0.5사이로 하고 진폭의 주기는 15Hz이하를 사용한다. [그림-25]는 일정한 주파수로 흐르는 오디오 시그널과 AM이 걸린 오디오 시그널의 상태를 비교한 것이다.



[그림-25] 일정 주파수 오디오 시그널과 AM이 걸린 오디오 시그널의 시간영역 모습

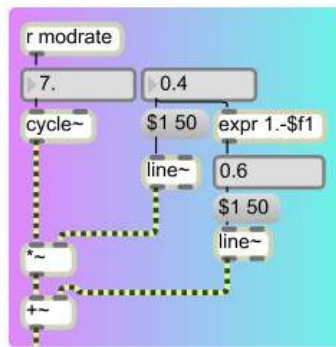
반사체의 위치에 따른 0부터 1사이의 Y축 좌표 값은 OSC-route를 통해 Max로 전달되고, Max/MSP에서 설정한 Y축 좌표의 구간으로 반사체의 데이터 값이 들어올 때와 벗어날 때의 시간차를 계산하여 시간차가 300ms인 경우에는 비브라토의 횟수가 5회에서 8회 반복하도록 설정하였고, 데이터 값의 결과가 0.5초에서 1초미만으로 들어온 경우는

팔을 천천히 움직이는 동작과 연관되게 비브라토의 횟수를 낮게 조절하였다.



[그림-26] 비브라토 조절 패치

cycle~의 값은 비브라토의 속도를 결정하게 된다.

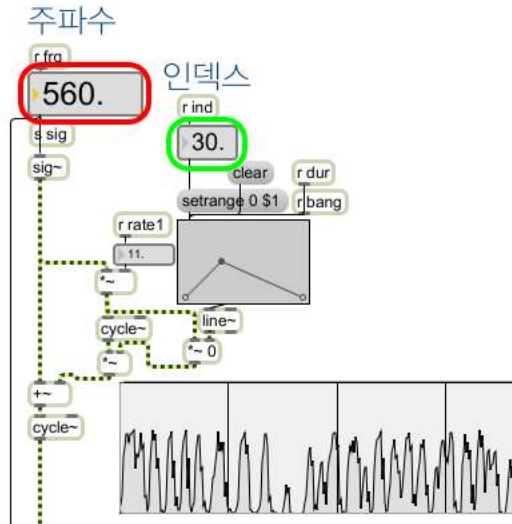


[그림-27] AM(amplitude modulation) 패치

3) 동작에 의한 FM사운드 제어

파트 I에서 비보이가 다리를 구부리는 동작을 취하면 flex센서의 기울기 값에 따라 FM(frequency modulation synthesis) 사운드의 주파수(frequency)와 인덱스(index) 값이 변하도록 하였다. 주파수 값으로 음고(pitch)를 조절하게 되고 인덱스 값은 음색을 조절하게 된다. Flex센서에 의해 받게 되는 0부터 1000까지의 데이터를 주파수는 100부터 560사이의 값으로, 인덱스는 5부터 30사이의 값으로 범위를 조절하여 사용하였다. 주파수와 인덱스 값이 높아지면 많은 배음을 형성하게 된다.

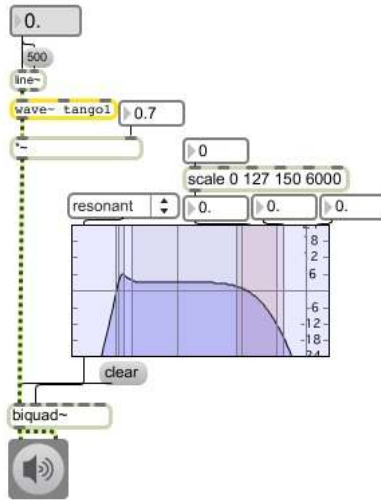
FM 사운드는 주파수와 인덱스를 조절함으로 매우 다양한 소리를 만들 수 있다. 실제로 신디사이저는 이 FM 방식을 사용하여 음원을 만든다. 주파수와 인덱스를 실시간으로 조절하여 FM의 둔탁한 노이즈와 같은 사운드를 생성하게 되고, 꿈과 현실 사이에서 갈등하는 자아의 불안정하고 복잡한 심경의 주제를 음악적으로 표현하고자 사용하였다.



[그림-28] FM(frequency modulation) 패치

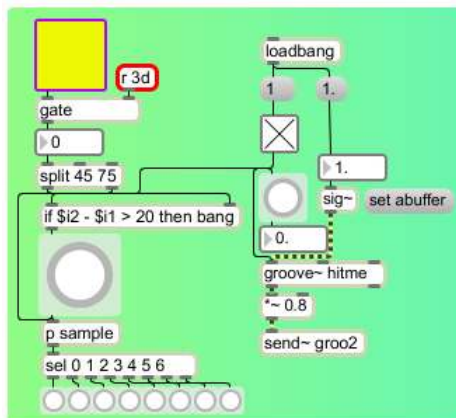
4) 동작을 위한 사운드 매핑

본 작품의 파트 I은 주인공의 내면을 소리라는 매개체를 이용하여 표현한 부분이다. 비보이의 뒀과 스와이프 동작은 Csound의 FOF방식으로 제작된 피아노 음원파일을 이용하여 flex센서의 기울기에 따라 음원 내의 구간을 자유롭게 재생한다. 피아노 음원샘플은 wave~ 오브젝트 안에 있으며, 음원의 시작점인 0부터 음원의 끝인 1사이를 플렉스 센서의 기울기 정도에 따라 이동하게 된다. 또한 센서의 기울기 값에 의해 필터(filter)를 조절한다. 다리를 많이 구부릴수록 낮은 음역대는 필터링 되고 높은 음역대의 소리가 남아 날카로운 음색을 생성한다. [그림-29]는 음원에 필터를 조절하는 패치이다.



[그림-29] 음원파일의 필터링

그 외에 풋워크와 윈드밀 동작에 연관되는 소리를 생성하고자 groove~ 오브젝트를 사용하였다. 허벅지에 부착한 가속센서의 값이 Max/MSP에서 설정해 놓은 범위 안에 들어오면 미리 제작된 타악기 음원샘플이 재생되도록 하였다.

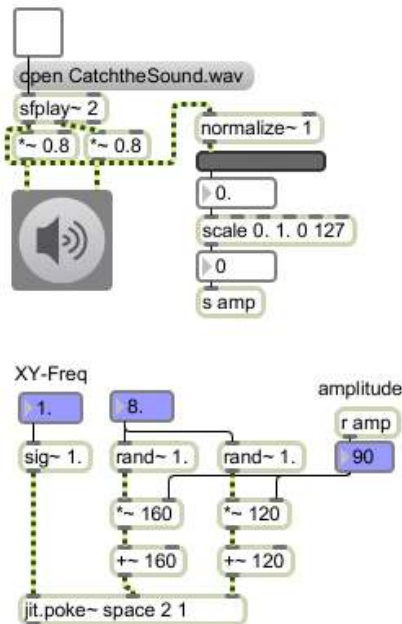


[그림-30] 가속센서에 의한 음원 재생 패치

4. Jitter와 OpenGL을 사용한 영상 제작

1) 2차원 영상

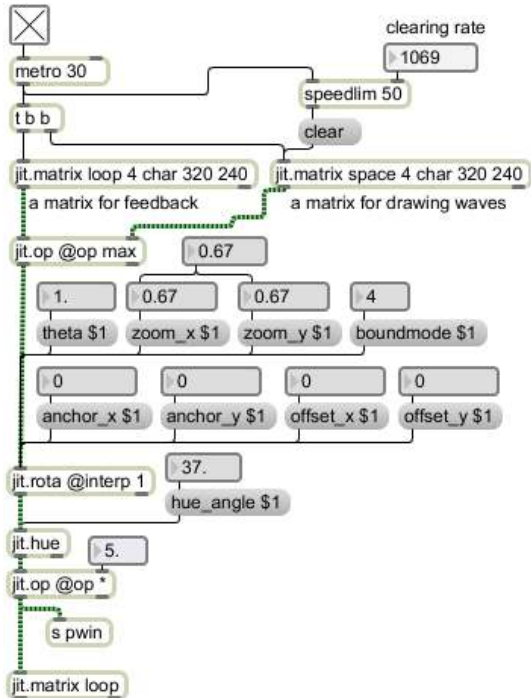
2차원 영상은 테이프음악의 음량 값에 의해 실시간으로 Jitter에서 생성된다. [그림-31]과 같이 2개의 MSP 객체로부터 출력되는 디지털 오디오 데이터는 jit.poke~ 오브젝트에서 매트릭스에 그려질 픽셀의 X, Y좌표로 변환된다.



[그림-31] 오디오 시그널의 영상 전환 패치

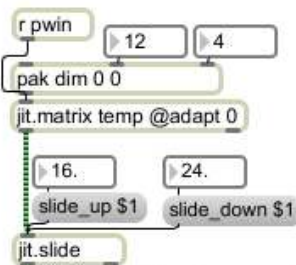
오디오 시그널에 의해 만들어진 영상은 jit.matrix에 loop라는 명칭을 부여함으로써 출력된 영상이 다시 입력단으로 들어가게 된다. [그림-32]와 같이 위쪽의 jit.matrix 오브젝트와 아래쪽 jit.matrix 오브젝트를 loop라는 같은 이름으로 정해주면 출력된 영상이 입력단으로

되돌아오면서 영상에 잔상 효과가 만들어진다. 소리에 의해 생성된 영상은 `jit.rota` 오브젝트에 의해 여러 가지 형태로 변한다.



[그림-32] 2차원 영상 패치 1

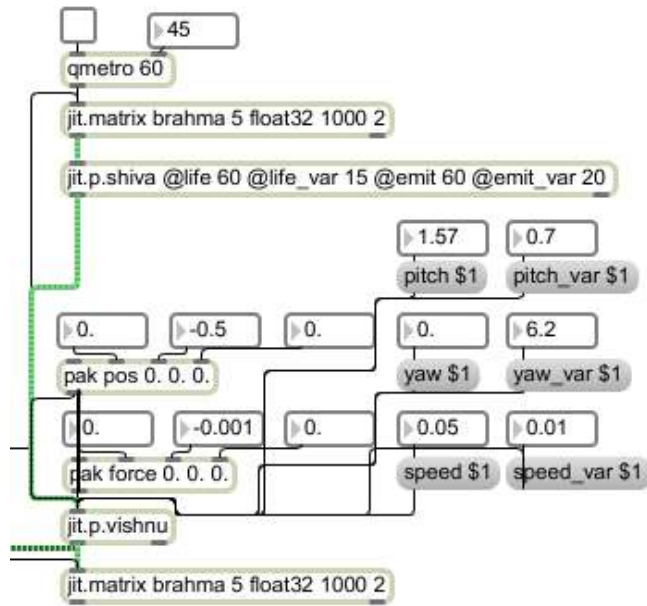
이와 같이 조절된 영상은 `jit.slide` 오브젝트를 거치며 희미하고 잔상이 많은 영상으로 변한다.



[그림-33] 2차원 영상 패치 2

2) 3차원 영상

3차원 영상은 파티클(particle) 시스템과 OpenGL(Open Graphic Library)을 사용하여 제작되었다. jit.p.shiva는 파티클을 생성하는 오브젝트이다. 파티클은 오브젝트에서 설정해 놓은 life의 값만큼 생성되었다가 60까지 오면 소멸된 후 다시 생성되는 것을 반복한다. jit.p.vishnu 오브젝트는 파티클의 경로를 설정해준다. pitch, yaw, speed를 조절함으로 파티클이 움직이는 각도와 빠르기를 실시간으로 바꿀 수 있다.



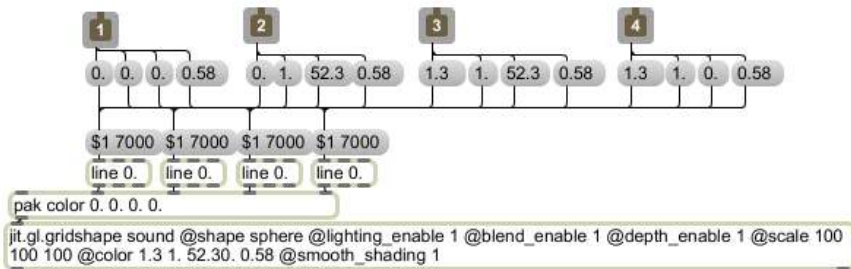
[그림-34] 파티클 생성 패치

이렇게 만들어진 파티클은 OpenGL과 관련된 jit.gl.gridshape 오브젝트를 거쳐 꼬물거리는 형태의 입체적 영상을 만들어낸다.

```
jit.gl.gridshape sound @shape circle @lighting_enable 1 @blend_enable 1 @color 1.5 2.2 0.66 0.05 @automatic 0
@depth_enable 1 @dim 6 6 @name me
```

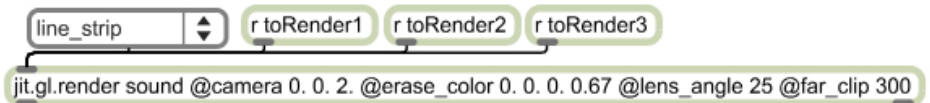
[그림-35] 파티클을 이용하여 입체 영상을 구현하는 오브젝트

[그림-36]은 배경의 색상을 조절하는 패치이다.



[그림-36] 3차원 배경색상 조절 패치

모든 Jitter의 OpenGL 그래픽은 `jit.gl.render` 오브젝트를 통해 생성된다. 한 패치 안에 `jit.gl.render`는 하나만 존재해야 하며, 이 공간에 영상을 그려 넣기 위해서는 반드시 공간명을 오브젝트 내에 명시해야 한다²⁰⁾.



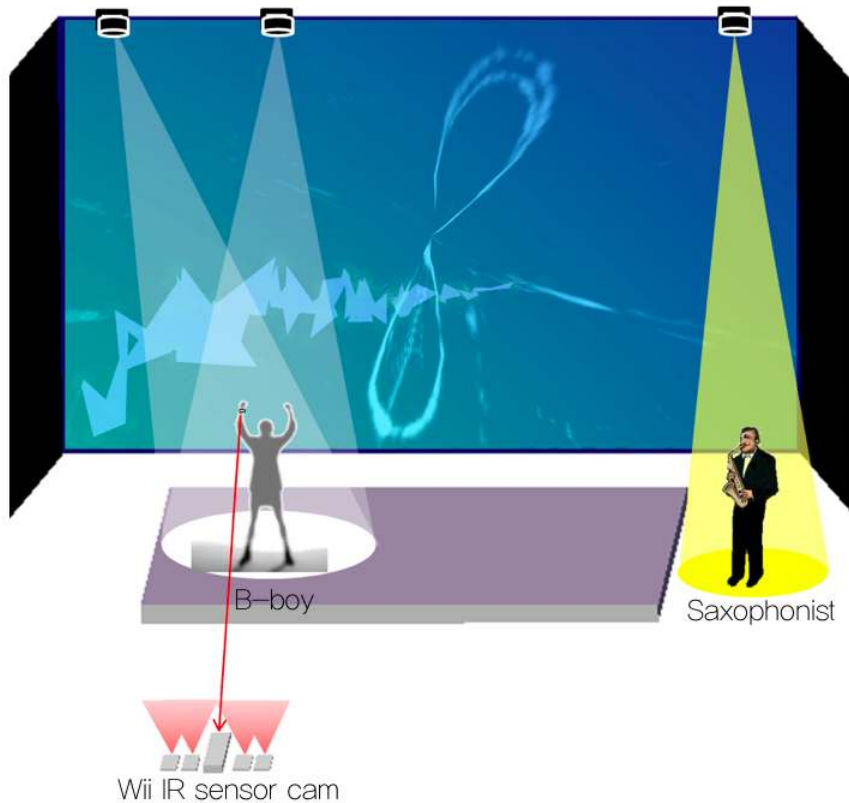
[그림-37] 3차원 영상을 생성하는 오브젝트

20) 동국대학교 컴퓨터음악연구실 편저, 「멀티미디어 음악을 위한 JITTER」 (동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 컴퓨터음악전공, 2008), 70쪽.

IV. 작품에서의 기술 활용

1. 공연을 위한 시스템의 전체적 구조

다음은 작품의 실제 공연을 위하여 구성된 무대 구상도이다.

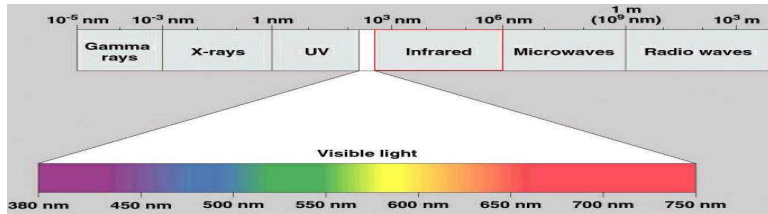


[그림-38] 무대 전면 구상도

[그림-38]에서 보는 것과 같이 Wii 적외선 센서 카메라에서 비추는 적외선 조명은 비보이 손목에 부착한 반사체를 통해 다시 카메라로 들

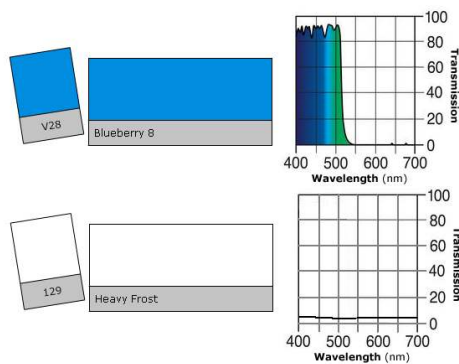
어온다. 이렇게 적외선 트래킹을 할 때 주의해야 할 것은 무대 조명에서 비추는 강한 세기의 빛이 트래킹 되지 않도록 하는 것이다. 무대 조명은 가시광선뿐 아니라 적외선의 파장도 가지고 있기 때문에 적외선을 최대한 차단해줄 수 있는 필터가 필요하였다.

[그림-39]는 가시광선과 적외선 파장의 위치를 보여준다. 적외선 트래킹을 이용하는 파트 II 부분의 조명은 먼저 적외선과 근접해 있는 600~750nm의 색 조명을 피한 후 가시광선의 파장을 최대한 낮출 수 있는 필터를 사용하였다. 또한 색소폰을 비추는 핀 조명의 적외선 파장이 비보이를 비추는 조명에 영향을 주지 않도록 비보이와 색소폰 연주자와의 거리를 최대한 멀리 하도록 설정하였다.

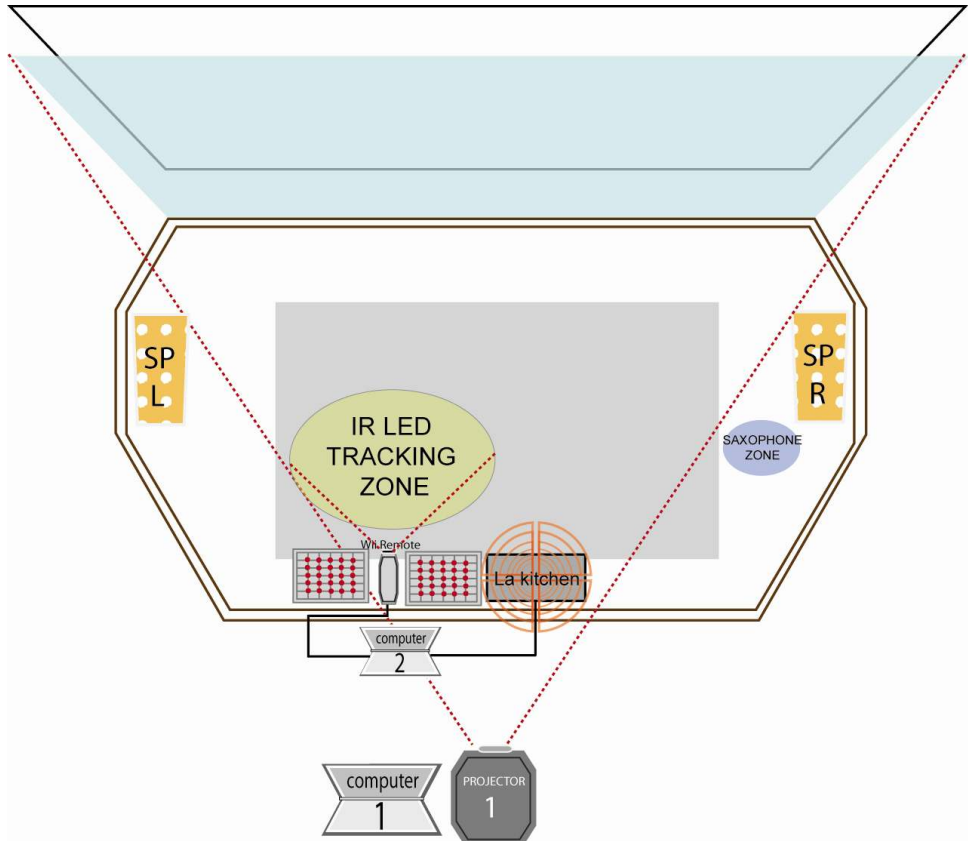


[그림-39] 가시광선의 스펙트럼과 적외선의 위치

[그림-40]은 실제로 파트 II에서 비보이를 비추는 무대조명에 부착한 색 필터와 프로스트 필터의 모습이다.

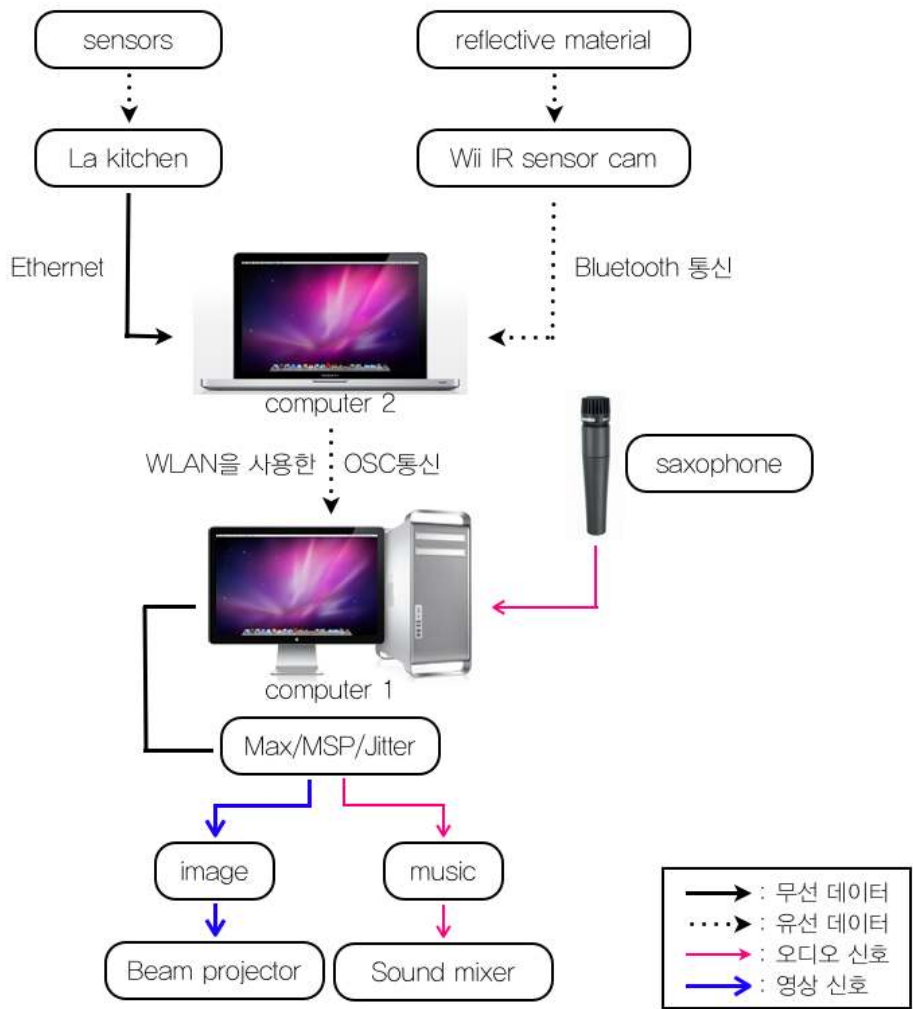


[그림-40] 파트 II의 비보이 조명에 부착한 필터



[그림-41] 무대 평면 구상도

[그림-41]에서 보는 바와 같이 컴퓨터2는 적외선 트래킹 데이터와 센서의 데이터 값을 받는 역할을 한다. 실제 저자가 작품을 컨트롤 하는 공간은 관객석 뒤쪽에 위치하고 있어 무대와 거리 20M가 넘는다. Wii Remote는 블루투스 기반으로 신호를 받을 수 있는 거리가 10M 안팎이므로 무대 앞쪽에 설치한 컴퓨터1을 통해 무선 랜으로 본체 컴퓨터1과 연동되도록 한다. 비보이 몸에 부착한 센서의 데이터 값은 La-kitchen 송수신기를 통해 컴퓨터2로 전송되고 이것은 다시 무선 랜

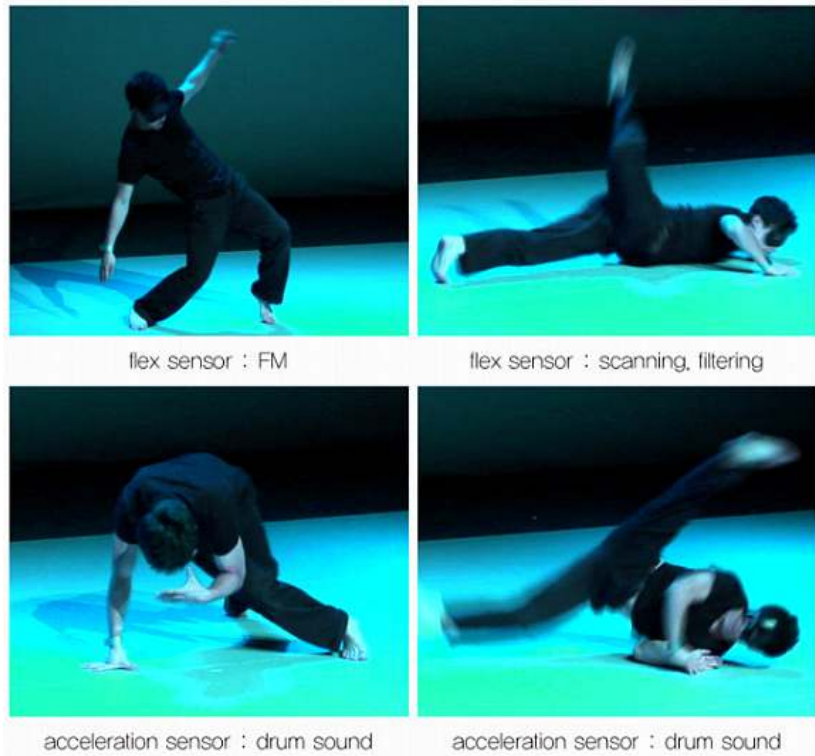


[그림-43] 시스템 구성도

2. 사운드 효과

1) 파트 I의 사운드 프로세싱

파트 I에서는 플렉스 센서와 가속 센서를 활용하여 비보이의 연기와 춤동작과 연관되어지는 음향 효과를 생성하였다.



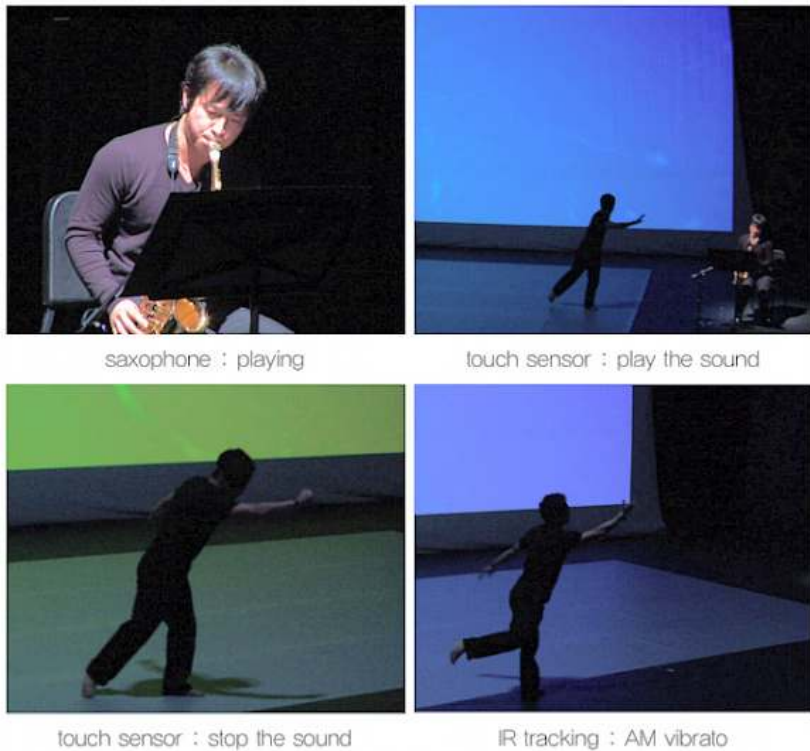
[그림-44] 파트 I의 공연 모습

비보이는 방 한 구석에 놓인 가면을 쓰게 되면서 그동안 가슴 속에 묻어두고 지냈던 꿈에 대한 욕망을 발견하게 되고, 춤을 추며 꿈을 향한 열정을 표출한다.

2) 파트 II의 사운드 프로세싱

파트 II는 색소폰 소리에 자극을 받아 내면의 갈등에서 깨어난 비보이가 허공에 떠다니는 색소폰 소리를 잡고 제어하게 되면서, 외부 세계에 자신의 꿈을 펼치기 위한 도전 정신이 커져 가는 과정을 담아내고자 하였다.

보이지 않는 색소폰 소리를 잡고 제어하는 연기와 연기에 따른 음향 효과가 자연스럽게 연결되도록 압력 센서와 반사체를 이용한 적외선 트래킹 방법으로 구현하였다.

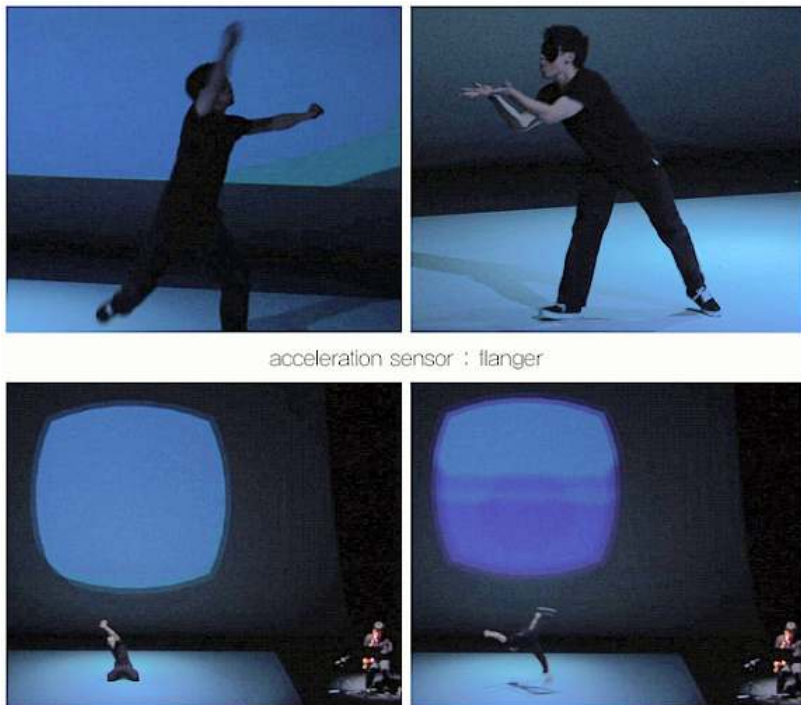


[그림-45] 파트 II의 공연 모습

3) 파트 III의 사운드 프로세싱

외부 소리를 제어할 수 있게 된 것은 즉, 비보이의 꿈이 현실로 이루어진 것을 의미한다. 색소폰(외부 소리)의 음악에 맞춰 자유롭게 춤을 추는 비보이, 그리고 어느 순간부터 비보이의 춤에 맞추어 색소폰의 음악도 점점 고조를 띄게 되며 서로를 닮아가는 모습을 발견한다.

파트 III에서는 비보이가 이미 연주되어 허공에 떠다니는 소리를 잡지 않고, 직접 실시간으로 연주되는 색소폰 소리에 영향을 줄 수 있게 된다. 색소폰 소리를 잡고 끌어 날려버리는 동작으로 색소폰의 음색은 미묘하게 바뀐다.

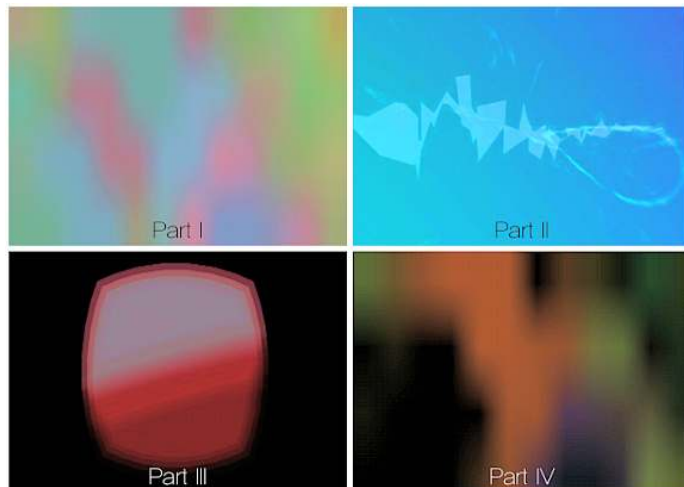


[그림-46] 파트 III의 공연 모습

3. 영상 효과

1) 테이프 음악에 의한 영상 변화

영상은 테이프 음악과 함께 파트별 주제에 따른 이미지로 작품 전반에 걸쳐 나타난다. 내면의 심리 상태를 나타낸 파트 I과 IV에서는 불투명한 빛의 2차원 영상으로 표현하였고, 파트 II과 III의 외부 세계를 의미하는 부분에서는 뚜렷하고 직관적인 빛의 3차원 영상이 나타난다.



[그림-47] 테이프음악에 의한 영상 변화

2) 색소폰에 의한 영상 변화

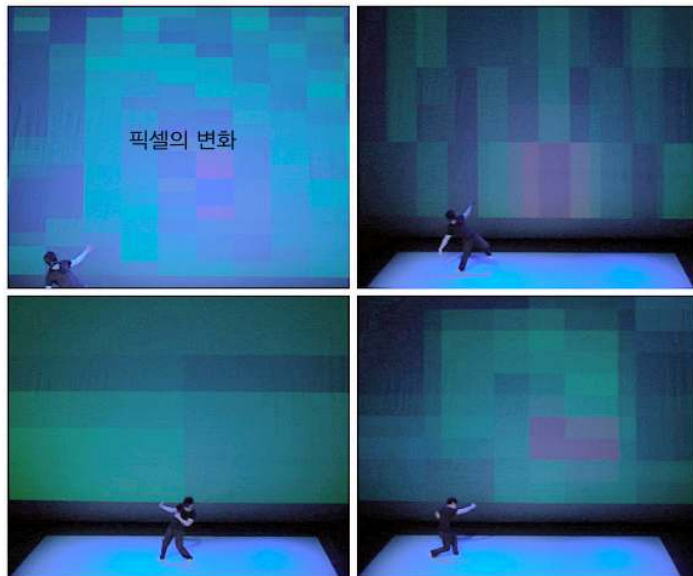
파트 II에서의 색소폰 소리는 물속을 꾸물거리며 헤엄치는 모습으로 나타난다.



[그림-48] 파트 II의 색소폰에 의한 영상 변화

3) 동작에 의한 영상 변화

파트 I에서 꿈에 대한 욕망이 존재함을 느낀 비보이가 꿈틀거리고 춤을 추는 동작에 따라 영상의 픽셀 단위를 조절하여 움직임과 연관되는 시각적 효과를 주었다.



[그림-49] 파트 I의 영상 변화

V. 문제점 및 향후과제

1. 연구 성과

본 연구는 멀티미디어 요소를 활용하여 창작자, 연주자간의 상호작용을 통해, 관객과 쉽게 소통할 수 있는 공연예술작품을 만드는 것에 의의를 두었다. 비보이의 연기와 춤동작을 통해 ‘소리를 잡다’라는 작품적 주제를 시각적, 청각적으로 전달하고자 컴퓨터와 적외선 트래킹, 센서 등의 기술을 이용하였으며 Max/MSP/Jitter라는 응용프로그램을 사용하여 예술적 표현을 구현하였다.

이번 작품을 위하여 제작된 적외선 LED센서와 Wii Remote에 부착된 적외선 카메라는 비보이의 손목에 부착한 반사체를 통한 위치 데이터값으로 비보이의 동작을 인식하여 음악과 영상이 생성되도록 하였다. 그 외에 비보이 몸에 부착한 센서를 통해 들어온 데이터를 이용하여 실시간으로 영상을 제어하고 음악을 생성하는 방법을 연구하여 다음과 같은 결론에 도달할 수 있었다.

첫째, 적외선 트래킹의 데이터를 사용하여 소리의 조절이 가능하다. Wii Remote의 카메라로 촬영되어진 반사체의 위치 데이터는 블루투스 장치를 통해 컴퓨터로 전송되고, Max/MSP에서 설정한 연산으로 반사체의 위치가 이동하는 시간차에 의해 비브라토 효과를 조절하도록 하였다. 이는 위치 데이터를 이용하여 반사체를 인식하고 이를 통해 음악에 적용할 수 있다는 것을 의미한다.

둘째, 센서를 사용하여 비보이 동작에 어울리는 다양한 소리의 표현이 가능하며, 영상을 조절할 수 있다. 대부분의 무용극은 음악의 느낌에 맞게 안무를 구상한다. 이를테면 춤은 수동적인 입장이 되는 셈이다.

그러나 춤동작에 맞추어 그것과 연관되는 소리가 생성된다면 무용수는 주제 안에서 인터랙티브한 표현을 할 수 있다. 이것은 곧 창작자와 연주자간의 상호작용을 통한 공연예술작품을 실현케 한다.

2. 문제점 및 향후 연구 방향

연구를 진행하는데 있어 무대의 환경과 조건으로 인해 몇 가지의 문제점이 발생하였다. 첫째, 무대 조명에서 나오는 적외선 파장을 최소화 했음에도 불구하고, 색소폰 연주자를 비추는 조명과 빔 프로젝트를 통해 영사되는 영상의 밝기와 색깔에 의해 적외선 카메라가 반사체 이외의 데이터를 받는 경우가 생겼다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 적외선 트래킹을 이용한 파트 II 부분은 비보이와 색소폰 연주자간의 거리를 최대한 두어 색소폰을 비추는 조명에 영향을 받지 않도록 하였고, 영상 또한 적외선 파장에 가까운 색깔을 피하도록 영상을 수정하였다.

둘째, 비보이 손목에 부착한 반사체가 적외선 트래킹 할 수 있는 범위를 조금이라도 벗어나게 되면 예상했던 비브라토 효과를 기대할 수 없었다. 소리를 잡고 자유롭게 조절하는 것이 목적이었으나 이러한 문제점이 발견되어 비보이가 반사체를 적외선 트래킹 범위 안에서 움직이며 연기하도록 연습해야 하였다.

현재 무대에서 활발한 활동을 하고 있는 비보이들은 매번 새로운 안무를 구상하며, 브레이크 댄스 이외의 현대무용과 마임 등 다양한 춤을 수용하여 작품에 응용하고 있다. 이것은 관객들에게 자신들의 문화를 쉽게 이해시키고 공감하고자 하는 노력일 것이며, 저자 또한 멀티미디어를 사용한 다양한 방법을 통해 비보잉 동작과 어우러진 창의적인 예술작품을 만드는 것이 향후의 연구 방향이다.

Keyword (검색어) : 비보잉(b-boying), 센서(sensor), 적외선 트래킹(infrared tracking), 오디오-비주얼(audio-visual), 인터랙티브아트(interactive arts)

E-mail: aksglsse@hanmail.net

참 고 문 헌

1. 단행본

- 동국대학교 컴퓨터음악연구실 편저, 「멀티미디어 음악을 위한 JITTER」 (동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 컴퓨터음악전공, 2008)
- 윤성현 역(Samuel Adler 저), 「관현악 기법연구」 (수문당, 1995)
- 이 에스더, 「음향예술의 세계」 (야스미디어, 2005)
- 조재원, 「멀티미디어와 인터랙티브 아트」 (한국학술정보(주), 2001)
- 허은, 안지영, 박상훈, 「멀티미디어와 예술」 (한국학술정보(주), 2001)
- Curtis Roads. 「The Computer Music Tutorial」 Massachusetts: The MIT Press Cambridge. (1996), chapter II
- Jyri Pakarinen, Tapio Puputti, Vesa Välimäki. 「Virtual Slide Guitar」 Computer Music Journal, Vol. 32, No. 3, (Fall, 2008), pp. 42-54.
- Richard Boulanger. 「The Csound Book」 Massachusetts: The MIT Press Cambridge. (2000), chapter 13, 14.

2. 학위논문

- 박상범, 「동작 인식과 Max/MSP/Jitter를 이용한 멀티미디어음악 시스템 연구」, 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2009
- 김영민, 「적외선LED의 트래킹을 이용한 멀티미디어음악작품 연구」, 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2009
- 김지혜, 「트롬본 연주의 실시간 사운드 분석을 통한 인터랙티브 멀티미디어음악 연구」, 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2009

3. 인터넷

- Max/MSP/Jitter Forum
<http://www.cycling74.com/forums/index.php>
- wikipedia
<http://wikipedia.org>
- OpenSoundControl
<http://opensoundcontrol.org>
- CNMAT
<http://cnmat.berkeley.edu>
- adsr

<http://adsr.jp>

- Wii Remote Projects

<http://johnnylee.net/projects/wii>

- 두산백과사전

<http://www.encyber.com>

Abstract

A Study on the Composition of Audio–visual Work through the Movements of B–boying (Focus on Multimedia Music <Catch the Sound>)

Minkyung Kim

The meaning of this study is in creating a performance piece through which an interaction between the composer and performer can occur and that can be easily communicated with the audience by utilizing multimedia element. To communicate in a visual and auditory manner the piece theme of <Catch the Sound> through the performances and dance movements of b–boy, the technologies such as computer, infrared tracking and sensor were using and artistic expression was realized by using the application program called Max/MSP/Jitter.

For this piece, b–boy was attached with the flex sensor, acceleration sensor and touch sensor on their inside curve of the knee, thigh and fingers, and he performed while a reflecting material attached to his wrist for infrared tracking.

When the saxophone is played, the b-boy plays the saxophone sound in real-time using the touch sensor. In addition, vibrato effect was created by using the location data numerical values of the reflector shot through IR LED sensor camera. Lastly, the sound associated with movement along the dance movement of b-boy was created and the image was controlled by using the flex sensor and acceleration sensor.

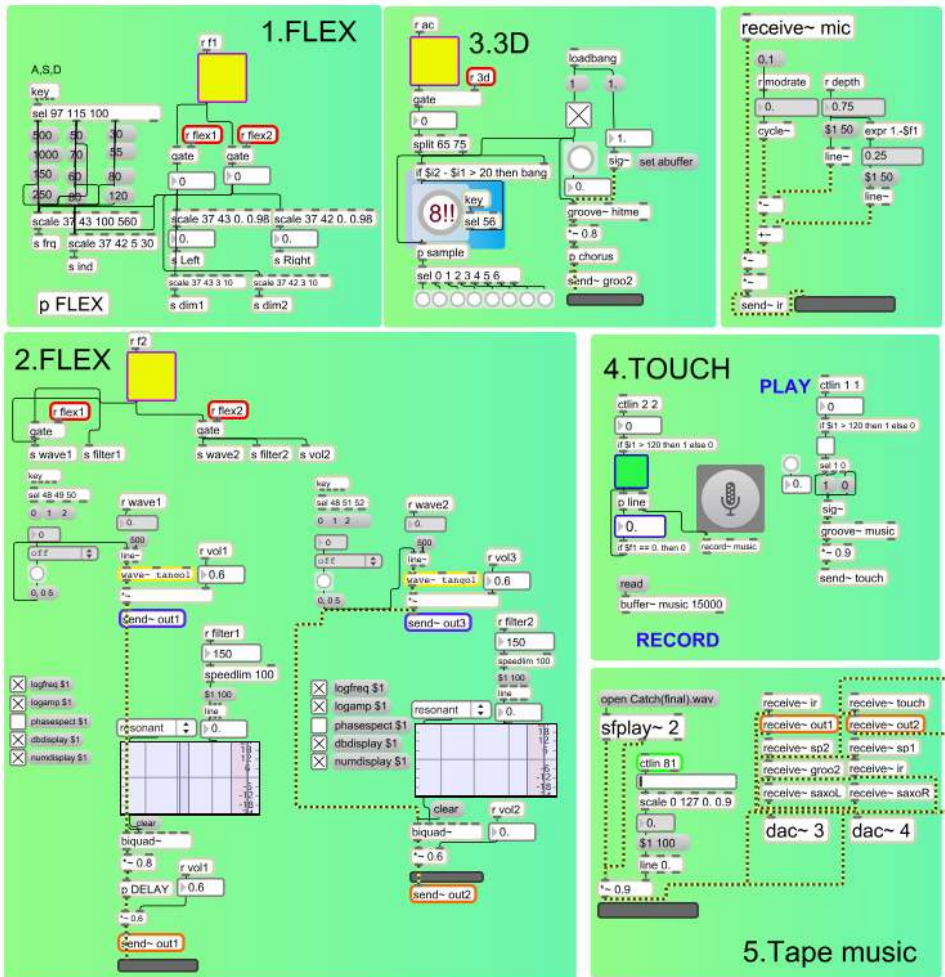
Through such technology, the b-boy was able to interactively control the music and image. In addition, the audiences were able to easily sympathize with the meaning of the artwork piece intended by the artist through such multimedia element.

부 록 - 1 (첨부 DVD 설명)

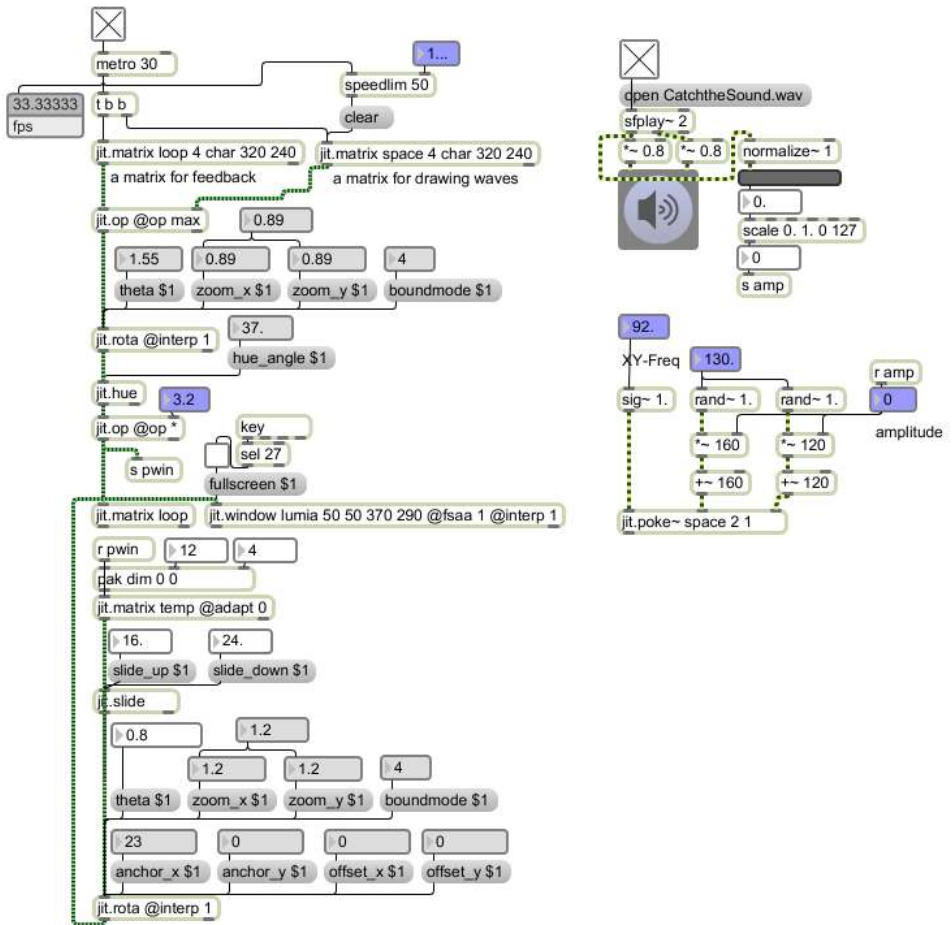
1. **SIMM 2009_Performance** : 2009년 11월 25일 이해랑 예술극장
<Catch the Sound>의 공연실황
2. **Max/MSP/Jitter Patches** : <Catch the Sound> 공연을 위한
Max/MSP/Jitter 패치들
3. **Saxophone Score** : <Catch the Sound> 공연의 색소폰 연주를 위
한 악보
4. **TAPE MUSIC** : <Catch the Sound> 공연을 위한 테이프음악

부 록 - 2 (Max/MSP/Jitter 패치)

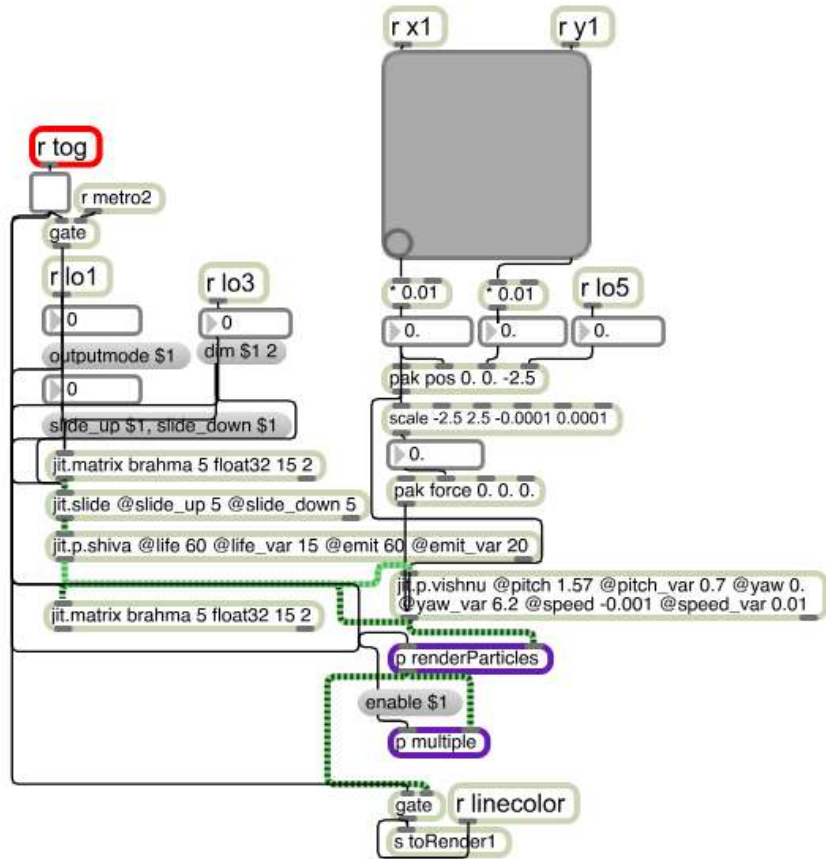
1. Max/MSP 패치



2. Jitter (2차원 영상 패치)



3. Jitter (3차원 영상 패치)



부 록 - 3 (색소폰 악보)

CATCH THE SOUND

MINGYUNG KIM

ALTO SAXOPHONE

$\text{♩} = 60$

7

13

20

26

31 $\text{♩} = 120$

38

2

Musical staff 42-46. Measure 42 starts with a *mf* dynamic. Measure 43 has a *f* dynamic. Measure 44 contains a triplet of eighth notes. Measure 45 has a *f* dynamic. Measure 46 has a *f* dynamic.

Musical staff 47-50. Measure 47 starts with a *mf* dynamic. Measure 48 has a *f* dynamic. Measure 49 has a *f* dynamic. Measure 50 has a *f* dynamic.

Musical staff 51-54. Measure 51 has a *f* dynamic. Measure 52 has a *f* dynamic. Measure 53 has a *f* dynamic. Measure 54 has a *f* dynamic.

Musical staff 55-58. Measure 55 starts with a *ff* dynamic. Measure 56 has a *ff* dynamic. Measure 57 has a *ff* dynamic. Measure 58 has a *ff* dynamic.

Musical staff 59-63. Measure 59 has a *f* dynamic. Measure 60 has a *f* dynamic. Measure 61 has a *f* dynamic. Measure 62 has a *mp* dynamic. Measure 63 has a *mp* dynamic.

Musical staff 64-68. Measure 64 starts with a *mp* dynamic. Measure 65 has a *mp* dynamic. Measure 66 has a *p* dynamic. Measure 67 has a *p* dynamic. Measure 68 has a *p* dynamic.

Musical staff 69-72. Measure 69 has a whole rest. Measure 70 has a whole rest. Measure 71 has a whole rest. Measure 72 has a whole rest.

77 *f* *mp* *f* 3

Musical staff 77-81: Treble clef, 4/4 time. Measures 77-81. Measure 77: *f* dynamic, quarter notes G4, A4, B4, C5. Measure 78: *mp* dynamic, quarter notes D5, E5, F5, G5. Measure 79: *f* dynamic, quarter notes G5, A5, B5, C6. Measure 80: *f* dynamic, quarter notes D6, E6, F6, G6. Measure 81: *f* dynamic, quarter notes A6, B6, C7, D7. A fermata is placed over the final note.

82 *ff* 5 3 3 3

Musical staff 82-84: Treble clef, 4/4 time. Measures 82-84. Measure 82: *ff* dynamic, sixteenth notes G4-A4-B4-C5, D5-E5-F5-G5, A5-B5-C6, D6-E6-F6-G6. Measure 83: *ff* dynamic, quarter notes G6, A6, B6, C7. Measure 84: *ff* dynamic, quarter notes D7, E7, F7, G7. A fermata is placed over the final note.

85 *fff* 3 3

Musical staff 85-86: Treble clef, 4/4 time. Measures 85-86. Measure 85: *fff* dynamic, sixteenth notes G4-A4-B4-C5, D5-E5-F5-G5, A5-B5-C6, D6-E6-F6-G6. Measure 86: *fff* dynamic, quarter notes G6, A6, B6, C7. A fermata is placed over the final note.

91 *p* *mp*

Musical staff 91-98: Treble clef, 4/4 time. Measures 91-98. Measures 91-94: whole rests. Measure 95: *p* dynamic, quarter notes G4, A4, B4, C5. Measure 96: *p* dynamic, quarter notes D5, E5, F5, G5. Measure 97: *mp* dynamic, quarter notes A5, B5, C6, D6. Measure 98: *mp* dynamic, quarter notes E6, F6, G6, A6. A fermata is placed over the final note.

99 3 3

Musical staff 99-104: Treble clef, 4/4 time. Measures 99-104. Measure 99: quarter notes G4, A4, B4, C5. Measure 100: quarter notes D5, E5, F5, G5. Measure 101: quarter notes A5, B5, C6, D6. Measure 102: quarter notes E6, F6, G6, A6. Measure 103: quarter notes B6, C7, D7, E7. Measure 104: quarter notes F7, G7, A7, B7. A fermata is placed over the final note.

105 *pp* *mp*

Musical staff 105-108: Treble clef, 4/4 time. Measures 105-108. Measures 105-106: whole rests. Measure 107: *mp* dynamic, quarter notes G4, A4, B4, C5. Measure 108: *mp* dynamic, quarter notes D5, E5, F5, G5. A fermata is placed over the final note.

109 *p*

Musical staff 109-112: Treble clef, 4/4 time. Measures 109-112. Measure 109: quarter notes G4, A4, B4, C5. Measure 110: quarter notes D5, E5, F5, G5. Measure 111: quarter notes A5, B5, C6, D6. Measure 112: quarter notes E6, F6, G6, A6. A fermata is placed over the final note.

