

석 사 학 위 논 문

컬러 트랙킹을 이용한
멀티미디어음악 창작 연구

(멀티미디어음악작품 『Five True Moments』를 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공
전 유 진

2 0 0 5

석사학위논문

컬러 트래킹을 이용한
멀티미디어음악 창작 연구

(멀티미디어음악작품 『Five True Moments』를 중심으로)

전 유 진

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2005년 12월 21일

전유진의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2006년 1월 일

위원장: 박 상 훈 (인)

위 원: 엄 기 현 (인)

위 원: 김 준 (인)

동국대학교 영상대학원

목 차

I. 서 론 -----	1
1. 연구의 필요성 및 목적 -----	1
2. 연구 배경 -----	2
1) 연구 개요 -----	2
2) 제작 환경 -----	3
II. 본 론 -----	5
1. 작품 구성 -----	5
1) 작품 배경 -----	5
2) 영상과 음악의 주제별 특징 -----	6
3) 「컬러 트래킹」 연구 -----	11
2. 인터랙티브 요소의 설계 -----	18
1) 무대 구성 -----	18
2) 매체 간 상호 관계 -----	20
3. 작품에서의 적용 -----	21
III. 결 론 -----	28
참고문헌 -----	30
Abstract -----	31
부록 - 1(첨부 DVD 설명) -----	34
부록 - 2(Max/MSP patches)-----	35

표 목 차

[표 1] 주제별 작품 구성도 -----	6
------------------------	---

그 립 목 차

[그림 1] 연주 모습 -----	2
[그림 2] <모음곡 1>의 신록과 나무 이미지 -----	7
[그림 3] <모음곡 2>의 손가락 영상과 눈 영상-----	8
[그림 4] <모음곡 3>의 연등 이미지와 나무 이미지 -----	9
[그림 5] <모음곡 4>의 자동차 영상과 발걸음 영상 -----	10
[그림 6] <모음곡 4>의 일탈 영상 -----	10
[그림 7] 기술 구성도 -----	12
[그림 8] 외부 비디오 장치 재생 오브젝트 - 「jit.qt.grab」 ---	13
[그림 9] 「컬러 트래킹」의 기본 오브젝트 - 「jit.findbounds」	14
[그림 10] 사용한 웹 캠 (Unibrain사의 Fire-i 디지털 카메라)-	15
[그림 11] 평면 LED와 LED 점등 시 -----	16
[그림 12] 사용된 두 개의 LED -----	17
[그림 13] 사용된 미디 컨트롤러 -----	17
[그림 14] 무대 배치도와 실제 무대 구성 -----	19
[그림 15] color tracking, image, sound의 상호관계 -----	20
[그림 16] 영상의 겹침 효과와 노이즈 효과 -----	23
[그림 17] 「jit.lumakey」 효과와 「jit.fluoride」 효과 -----	25
[그림 18] 영상의 투명도 조절과 「jit.colorsapce」 효과 -----	27

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

현재 컴퓨터 성능의 발달로 멀티미디어를 이용한 예술 작품 제작이 용이하게 되었다. 따라서 과거의 멀티미디어(multimedia)작품¹⁾에 비해 더욱 생동감 있고, 「인터랙티브」(interactive)²⁾한 예술 작품 제작이 가능해졌다. 주로 음악과 영상이 결합하여 서로 영향을 주었던 형태의 기존 작품들과는 달리 본 연구는 「컬러 트래킹」(color tracking)³⁾이라는 기술을 이용하여 작품의 지휘자인 행위자(performer)⁴⁾라는 또 하나의 매체를 두고 이를 통해 영상과 음악을 실시간 제어함으로써 보다 고차원적인 멀티미디어 작품 형태를 추구하고자 한다. 또한 작품에 있어서 단순히 기술적인 의미보다는 각 매체간의 상호 관계가 갖는 중요성과 그것이 추구하는 예술적인 효과를 관객들에게 어떻게 전달하는가에 보다 초점이 맞추어질 것이다. 특히 작품의 주제를 얼마나 효과적으로 전달하는가는 단순히 기술적인 시도만으로는 불충분하고, 누구나 공감할 수 있는 감성이 보태어져야만 가능하다. 그런 의미에서 본 연구는 「컬러 트래킹」을 이용하여 실시간으로 이루어지는 퍼포먼스와 함께 음악과 영상의 상호 관련성을 보여주고자 하는 동시에 각 매체가 갖는 예술적 특성을 극대화시켜 새로운 형태의 미적 자극을 꾀하고자 한다.

1) 두 가지 이상의 매체를 조화시켜 새로운 시도를 추구하는 예술 작품

2) '상호간'의 뜻을 지닌 인터(inter-)와 '활동적'의 뜻을 지닌 액티브(active)의 합성어로, 상호 활동적인, 곧 쌍방향이라는 의미를 지닌다.

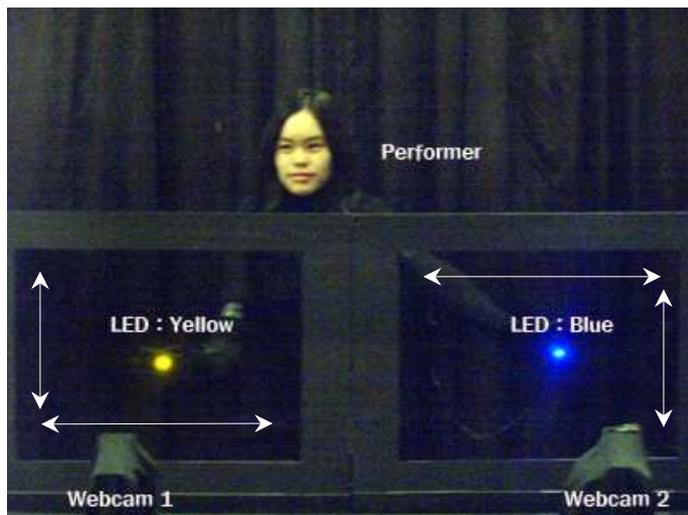
3) 디지털 비디오카메라(DV cam), 웹 캠(web cam) 등 컴퓨터와 연결된 외부영상장치로부터 입력된 영상의 색상을 분석하고 지정된 색상의 위치를 추적하는 기술.

4) 본 작품에서 행위자는 지휘자의 역할을 함과 동시에 연주자의 역할을 하게 된다.

2. 연구 배경

1) 연구 개요

본 연구는 테이프 음악(tape music)⁵⁾과 실시간 Max/MSP⁶⁾ 사운드, Jitter⁷⁾의 영상이 합쳐진 멀티미디어 음악작품으로 「컬러 트랙킹」이란 Jitter의 기술을 이용하여 음악과 영상, 두 매체를 실시간 컨트롤하게 된다. 「컬러 트랙킹」을 위해 두 개의 웹캠(web cam)⁸⁾을 이용하여 행위자(performer)의 움직임을 입력받는다. 행위자는 양손에 건전지가 연결된 색상 LED⁹⁾(노란색-오른손/파란색-왼손)를 장착하고, 컴퓨터는 Jitter를 통해 LED의 위치 값을 계산한다. 두 LED의 위치 값



[그림 1] 연주 모습

5) 미리 녹음 되어진 음악을 말한다.

6) 음악, 소리, 멀티미디어 등을 그래픽 환경에서 실시간으로 제어할 수 있는 오브젝트(object) 기반의 컴퓨터 프로그램. 싸이클링(Cycling)⁷⁴사에서 제작.

7) Max/MSP내에서 영상을 실시간으로 제어 할 수 있는 오브젝트(object) 기반의 컴퓨터 프로

은 X, Y 좌표 값 형태로 변환되어 각 수치는 영상과 음악의 파라미터의 수치와 맞물려 실시간 상호작용이 이루어진다.

2) 제작 환경

영상과 음악, 그리고 이 두 요소를 제어하게 될 「컬러 트랙킹」이라는 기술적 요소가 합쳐진 것이 본 연구의 기본 바탕이라고 하겠다. 영상은 모두 디지털 캠코더(digital camcoder)¹⁰⁾로 직접 제작한 것이며, 각 영상의 효과는 Premiere¹¹⁾에서 미리 처리되거나 Jitter를 통하여 실시간 처리된다. 사운드의 경우 기본적인 악기의 녹음은 Nuendo 2.0¹²⁾을 통하여 이루어졌으며, 가상악기(VST instrument)와 커즈와일(Kurzweil) 2600과 같은 신디사이저(Synthesizer)를 사용하였다. 실시간 사운드 처리의 경우 Max/MSP를 이용하여 합성음을 만들었고, 그 외 Csound¹³⁾, Virtual Waves¹⁴⁾를 이용하여 주파수변조 합성(FM synthesis)¹⁵⁾, 진폭변조 합성(AM synthesis)¹⁶⁾, FOF(fonction d'onde formantique)¹⁷⁾ 소리 합성법을 응용하여 샘플 사운드를 만들었다. 「컬

그램. 싸이클링(Cycling)⁷⁴⁾사에서 제작.

- 8) Firewire 혹은 USB로 컴퓨터와 연결되는 소형 디지털 카메라
- 9) LED(light emitting diode)란 반도체의 p-n 접합구조를 이용하여 주입된 소수캐리어(전자 또는 양공)를 만들어내고, 이들의 재결합(再結合)에 의하여 발광하는 발광다이오드.
- 10) 영상이 MPEG-4의 형태로 레코딩 되고, 메모리 방식으로 저장되는 소형 비디오카메라
- 11) 어도비(Adobe)사에서 만든 동영상 편집 프로그램.
- 12) 슈타인버그(Steinberg)사에서 만든 음악 편집 프로그램.
- 13) C언어를 기반으로 구현된 사운드 제작 프로그램.
- 14) 「시놉틱」Synoptic사에서 제작한 사운드 디자인 프로그램.
- 15) Frequency Modulation Synthesis. 하나의 오디오 시그널(carrier, 캐리어)의 진동에 다른 오디오 시그널(modulator, 변조기)의 진동을 가함으로써 새로운 스펙트럼(다양한 주파수들)을 생성되는 현상.
- 16) Amplitude Modulation Synthesis. 하나의 오디오 시그널(carrier, 캐리어)이 하나의 다른 오디오 시그널(modulator, 변조기)에 의해서 변화될 때 일어나는 현상.

러 트래킹」의 경우 웹 캠(web cam)으로 입력되는 Jitter의 트래킹 오
브젝트를 응용하여 구현하고자 하였다.

17) 주파수 세기의 분포를 일컫는 포르만트(formant)를 이용한 소리 합성법.

II. 본 론

1. 작품 구성

1) 작품 배경

하루의 시간들은 우리의 무의식 속에서 아무 의미 없이 지나가곤 한다. 하지만 그 흐름을 구성하는 때 순간마다 사소하지만 진실된 아름다움이 존재하고 있다. 우리가 그것을 인식하든, 인식하지 못하든, 그에 상관없이 순간의 아름다움이 우리의 생활 속에 차곡차곡 쌓여가고, 결국 그것이 삶을 완성해가는 작은 요소들이 된다. 아침, 낮, 밤, 새벽의 순간들은 정확하게 그 경계를 구분할 수는 없지만 각각이 갖는 의미가 서로 다르고, 그 나름의 독특한 특징을 가지고 있다. 예를 들어 아침의 고요하고 성스러운 분위기는 햇살에 비친 나뭇잎을 생각나게 하고, 낮의 분주하고 활동적인 느낌은 빠르게 지나가는 자동차, 바쁘게 움직이는 사람들을 떠올린다. 이와는 다르게 새벽은 자아를 발견하는 시간이다. 모두가 잠든 새벽 혼자 눈을 뜨고 자신만의 세계를 구축하는 시간이 될 수도 있고, 새벽에 꿈을 꾸는 행위 또한 철저히 혼자만의 무의식 속에서 이루어지는 자의식의 표출 형태이다. 이런 순간들이 갖는 의미가 영상과 음악으로 표현되고 나름의 정의를 가지고 있다. 영상에 담긴 소재들은 너무나 일상적이지만, 동시에 그 순간을 충실하게 반영할 수 있는 것들을 위주로 제작하였다. 음악의 경우도 마찬가지로 단순한 멜로디 패턴을 가지고 리듬을 쪼개거나 음 혹은 음색적인 확장을 꾀하여 모두가 각각의 이야기를 담을 수 있도록 구성되었다.

2) 영상과 음악의 주제별 특징

전체적으로 4개의 작품이 합쳐진 모음곡(Suite)¹⁸⁾형식으로 구성되었다. 4개 작품이 각각 다른 주제의 영상과 음악을 보여주고자 하였으나 주요 악기 구성, 주선율의 변주, 「컬러 트래킹」에 관한 기술적인 요소들을 반복 배치하여 통일성을 주고자 하였다. 전체적인 시간 구성과 파트 별 주제, 특징은 다음과 같다.

[표 1] 주제별 작품 구성도

모음곡	1	2	3	4
주제	아침/신록	새벽/나	밤/연등	낮/바쁜일상 과 일탈
길이	2:20	2:50	2:40	3:07(총길이 10:57)
음악형식	A	B	A'	A''
영상형식	A	B	A'	C

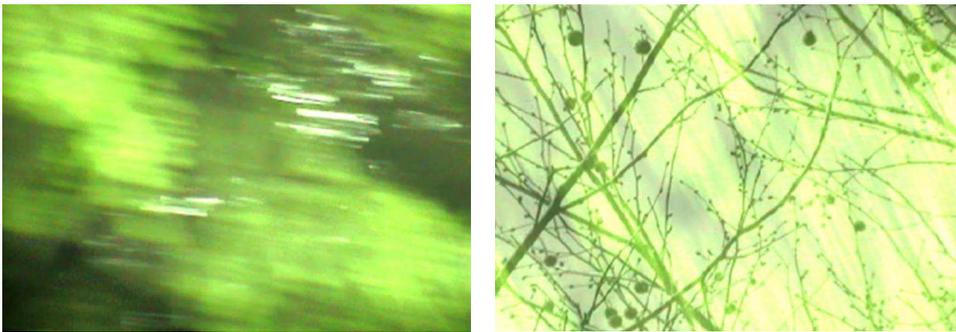
① 모음곡 1 (2:20)

「인트로」(intro)의 역할을 하는 작품으로 Jitter를 이용한 영상과 미리 녹음된 테이프 음악으로 구성된다. 영상은 기차 창밖으로 빠르게 지나가는 신록의 풍경과 느리게 지나가는 앙상한 나무의 실루엣[그림 1]을 담은 2가지 킥타임(Quicktime)¹⁹⁾ 동영상을 가지고 작업하였다. 전체적으로 ‘아침’이라는 주제가 갖는 밝은 느낌을 보여주고 있다. 음악은 피아노, 하프, 첼레스타(celesta)²⁰⁾, 총 3가지 악기를 사용하여

18) 몇 개의 소곡(小曲)을 배열한 기악곡. 조곡(組曲)이라고도 한다.

19) 애플(Apple)사에서 제작한 동영상 파일 포맷. mov라는 확장자를 갖는다.

「인트로」에 알맞도록 밝고 가벼운 느낌을 주고자 하였다. 세 가지 악기는 각기 다른 선율로써 별개의 트랙으로 Max/MSP에서 재생되고, 각 트랙이 하나씩 순서대로 쌓여서 전개가 되는 구성을 취하고 있다. 세 가지 선율은 반복되어 일정한 멜로디 패턴을 만들어간다. 피아노의 멜로디는 모음곡 3과 4에서 변주되어 쓰이게 된다.



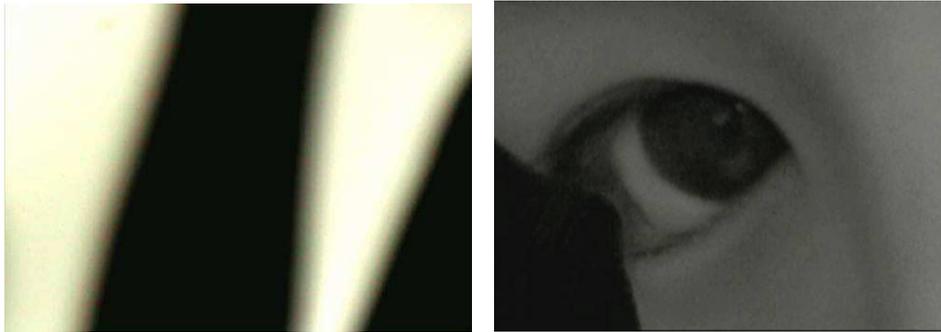
[그림 2] <모음곡 1>의 신록과 나무 이미지

② 모음곡 2 (2:50)

<모음곡 1>이 청명하고 맑은 컨셉이었다면, <모음곡 2>는 「컬러 트래킹」으로 조절되는 Max/MSP의 합성음과 어두운 느낌의 영상이 만들어내는 미묘하고도 몽환적인 ‘새벽’을 주제로 하고 있다. 영상은 역광에서 촬영된 춤을 추는 듯한 손가락의 움직임과, 깜박이는 눈의 움직임을 보여준다. 음악의 경우 Nuendo에서 가상악기의 음색으로 녹음된 트랙이 배경 음악으로 사용되고 있으며, 주된 사운드는 앞서 언급한대로 Max/MSP에서 주파수 변조(frequency modulation) 합성 방

20) 업라이트 피아노와 모양이 비슷한 소형 건반악기.

식을 이용하여 생성된다. 주파수 변조의 각 파라미터는 「컬러 트랙킹」의 파라미터와 맞물려 실시간으로 변화하고 이는 후에 좀 더 자세하게 다루게 될 것이다. 피아노와 같은 어쿠스틱 악기를 사용한 <모음곡 1>과는 달리 좀 더 전자적인 음색을 위주로 사용하였다.



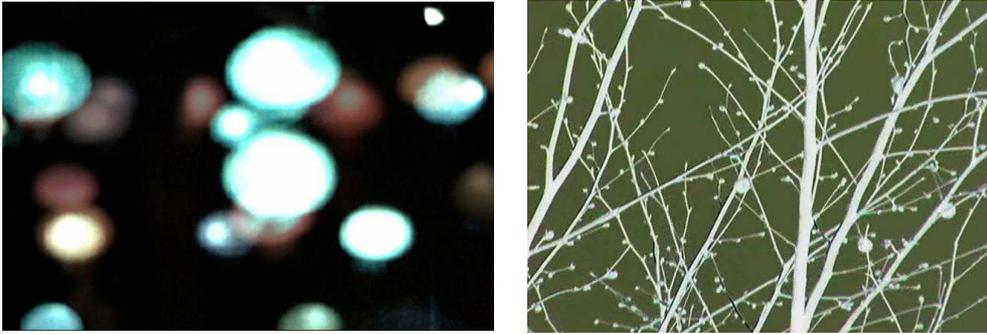
[그림 3] <모음곡 2>의 손가락 영상과 눈 영상

③ 모음곡 3 (2:40)

<모음곡 2>가 어둡고 미묘한 ‘새벽’을 표현했다면 <모음곡 3>은 보다 활동적이고 화려한 느낌의 ‘밤’을 주제로 하고 있다. 여러 가지 색깔의 연등이 나열된 영상이 주로 쓰이고 있으며, <모음곡 1>에서 쓰인 나무 영상[그림 1]에 「반전」(invert)²¹⁾효과를 적용한 영상[그림 3]이 함께 쓰인다. 연등이 나열된 영상은 불규칙한 앵글로 촬영하여 어지럽고 화려한 밤의 느낌을 담고자 하였고, 「반전」효과를 통한 나무 영상의 경우 연등 영상과는 상반된 이미지로 밤이 갖는 고요함을 표현하기 위해 사용되었다. 음악의 경우 <모음곡 1>의 주선율을 피아노가 변주하고 있으며, 하프와 첼레스타가 함께 쓰였고, 콘트라베이스

21) 색을 반전시키는 효과. Color-Negative 효과라고도 한다.

가 추가되었다. 또한 Virual Waves로 만든 FOF 사운드와 「그레놀라」(Granular)²²⁾ 소리 합성법을 바탕으로 Csound에서 제작한 소리가 함께 배치되었다.



[그림 4] <모음곡 3>의 연등 이미지와 나무 이미지

④ 모음곡 4 (3:07)

<모음곡 4>의 주제는 빠르게 돌아가는 도시의 바쁜 일상과 그 속에 존재하는 일탈의 욕구이다. <모음곡 4>는 바쁜 일상과 일탈이라는 두 가지 주제를 갖고 있는데, 작품의 제목이 ‘4개의 진실한 순간’이 아닌 『Five True Moments』가 되는 것도 이 이유에서이다. 두 가지 상반된 주제 중 바쁜 일상을 나타내기 위해, 자동차가 빠르게 지나가는 영상과 바쁘게 걷는 사람들의 영상[그림 4]이 함께 쓰이고 있다. 일탈이라는 주제를 나타내기 위해서는 바다를 가로지르는 직선도로를 달리는 영상[그림 5]을 쓰고 있다. 음악의 경우 이전 파트에 비해 보다 리드미컬하고, 빠른 템포의 느낌을 주고자 하였고, 주로 타악기가

22) Granular Synthesis. 오디오 시그널을 잘게 잘라 각각의 알맹이(grain)의 음량, 엔벨롭 등을 조절하여 새로운 사운드를 생성하는 소리 합성법.

그 역할을 맡고 있다. 역시 음악적으로도 바쁜 일상을 표현하기 위해서 팀파니와 스네어 드럼의 잘게 쪼개지는 리듬을 사용하면서, 이와 반대로 일탈을 나타내는 부분에 있어서는 타악기 소리를 모두 제외하고 <모음곡 1>의 주선율을 변주한 피아노 솔로만이 연주된다. 부가적으로 발걸음 영상에 맞춰 도시의 소음을 모아 편집한 노이즈 샘플 사운드가 함께 쓰이고 있다.



[그림 5] <모음곡 4>의 자동차 영상과 발걸음 영상



[그림 6] <모음곡 4>의 일탈 영상

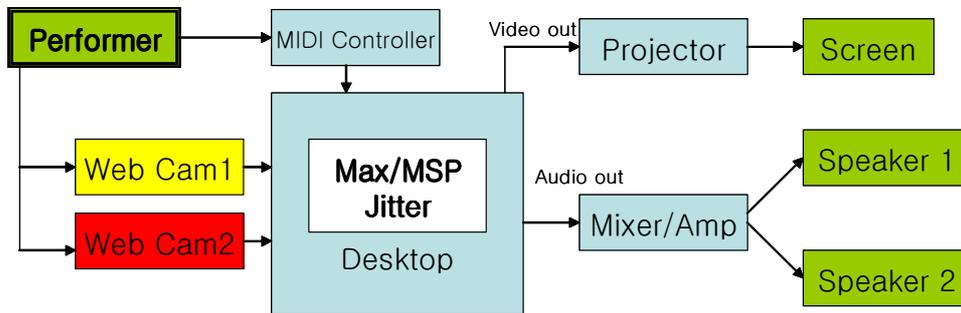
3) 「컬러 트래킹」 연구

① 기술 구성

본 연구의 영상과 음악은 Jitter와 Max/MSP를 바탕으로 제작되었고, 실시간 연주된다. 다음의 기술 구성도와 같이 한 대의 컴퓨터를 중심으로 2 개의 「웹 캠」이 행위자의 양 손에 장착된 LED의 움직임을 인지하고, Jitter를 통해 그 움직임에 관한 데이터를 읽는다. Jitter는 두 개의 LED의 색깔(노란색/파란색)의 움직임을 분석하여 x, y축 좌표 값 형태로 실시간 변환한다. 행위자는 LED를 움직이는 것과 동시에, USB연결 컨트롤러를 통해 영상과 음악의 「페이드 인」²³⁾/「페이드 아웃」²⁴⁾(fade in/fade out)효과를 비롯한 효과의 온/오프(on/off) 명령을 미디 신호로 컴퓨터에 전달한다. 이 미디 신호는 역시 Max/MSP에서 처리되어 각 파트의 시작, 연결, 끝 등을 보다 자연스럽게 제어하게 된다. 영상은 Jitter에서 믹싱(mixing) 되고 최종 출력할 영상은 프로젝터를 통하여 스크린에 투사된다. 사운드도 이와 마찬가지로 Max/MSP에서 최종 믹싱 되고 믹서(mixer)를 거쳐 스피커로 출력된다. [그림 7]

23) 무대나 화면이 점차 밝아지거나 음악이나 효과음의 음량이 점점 커지는 효과.

24) 무대나 화면이 점차 어두워지거나 음악이나 효과음의 음량이 점점 작아지는 효과.



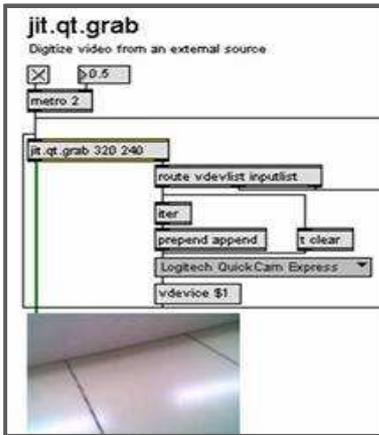
[그림 7] 기술 구성도

② Jitter 기반의 「컬러 트래킹」

행위자의 양쪽 손에 장착된 노란색 LED(오른손)와 파란색 LED(왼손)를 두 대의 「웹 캠」을 이용하여 움직임을 트래킹 한다. 우선 Jitter에서 「웹 캠」을 통한 외부 영상을 입력 받는 오브젝트는 다음과 같다. 「jit.qt.grab」은 「웹 캠」과 같은 외부 비디오 장치의 입력을 받는 Jitter의 기본 오브젝트로 웹에서 무료로 제공되는 비디오 디지털라이저(video digitizer)²⁵⁾를 따로 설치해야만 사용할 수 있다. 또한 Jitter는 기본적으로 퀵타임 플레이어(Quicktime Player)²⁶⁾가 설치되어야 영상을 재생할 수 있다. 따라서 이 두 가지가 부가적으로 설치되지 않으면 「웹 캠」을 이용한 「jit.qt.grab」의 사용이 불가능하다. 본 작에서는 두 대의 「웹 캠」으로부터 영상을 동시에 입력 받기 때문에, 두 개의 「jit.qt.grab」 오브젝트를 사용하였다. 이 오브젝트에는 컴퓨터에

25) 웹 캠, 디지털 카메라 등 컴퓨터에 연결된 외부 영상 장치로부터 입력된 영상을 디지털화해주는 어플리케이션. 본 연구의 경우 윈도우(Windows) 환경에서 퀵타임포맷의 영상으로 디지털화 시켜주는 WinVDIG를 이용하였다. 이는 「<http://www.vdig.com/WinVDIG/>」에서 무료로 다운받아 설치가 가능하다.

26) 미국 애플사가 1991년 매킨토시 컴퓨터에 동영상 지원하기 위하여 개발한 소프트웨어.

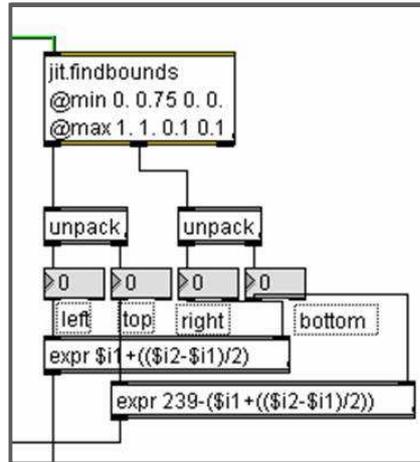


[그림 8] 외부 비디오 장치 재생 오브젝트 - Jit.qt.grab

연결된 모든 외부 비디오 장치를 나열하여 보여주는 기능과, 사용자로 하여금 그 리스트 중에서 원하는 장치를 선택할 수 있게 하는 기능이 있다. 두 개의 오브젝트는 두 대의 「웹 캠」을 순차적으로 선택하고, 이는 결국 노란색 LED와 파란색 LED의 움직임을 따로 인지하게끔 한다.

「컬러 트래킹」은 Jitter에서 기본적으로 제공하는 「jit.findbounds」라는 오브젝트를 응용하고 있다. [그림 8]과 같이 @min과 @max 라는 속성을 갖고 있는 오브젝트로 두 속성은 4개의 부동소수형 데이터를 포함하고 있다. 이 데이터는 오브젝트의 인렛(inlet)을 통해 입력되는 영상의 ARGB(A:alpha, R:red, G:green, B:blue)²⁷⁾값을 말한다. 즉 트래킹하고자 하는 색상이 갖는 ARGB 수치의 최소값과 최대값의 범위를 지정해주면 오브젝트는 그 범위 안에 적용되는 영상의 픽셀(pixel)을 찾는다. 범위에 맞는 색상이 인지되면 그 위치 값을 좌,우,상, 하(left, top, right, bottom)형태의 4가지 파라미터로 출력한다. 4가지 파라미터는 다시 수학적 연산을 거쳐, 0부터 320까지는 가로축 값, 0부터 240까지의 세로축 값으로 변환되고, 이는 결국 색상의 위치를 좌표값 형태로 출력하게 된다. 다시 말해 카메라가 LED의 움직임을 인지하는 영역은 320×240pixels 의 크기를 갖게 된다.

27) 색상을 세 개의 8비트 바이너리 수치로 표현한 RGB형태에 8비트의 Alpha(투명도)가 합쳐져 총 32비트로 색상 값을 표현한 형태.



[그림 9] 「컬러 트랙킹」의 기본 오브젝트 - 「jit.findbounds」

③ 사용된 장치와 컨트롤러

가. 「웹 캠」(web cam)

「웹 캠」의 경우 Firewire(IEEE 1394)²⁸⁾로 연결하는 카메라를 사용하였다. 640×480 VGA(Video Graphics Adapter)²⁹⁾ 센서가 장착되어있고, 초당 재생 프레임수가 최대 30 fps이다. 「웹 캠」에서 입력 받은 영상은 기본적으로 거울을 보는 것과는 반대로 나오기 때문에 「jit.qt.grab」을 통해 나온 영상을 Jitter의 다른 오브젝트를 이용하여 영상의 좌우 위치를 바꾸어주어야 한다.

28) 미국 애플 컴퓨터 회사와 텍사스 인스트루먼트(Texas Instruments)사가 공동으로 제창한 고속 직렬 데이터 버스 규격으로써 IEEE 1394로 규격화되었다. IEEE 1394는 주로 PC와 AV 기기의 접속을 상정한 통신 규격으로서 디지털 동화상 전송 등을 의식해서 만든 것이다.

29) 미국의 IBM이 퍼스널 컴퓨터인 PS/2 시리즈에 채용한 그래픽 표시 규격. 표시 모드는 여기서는 영상의 640×480의 해상도를 말한다.



[그림 10] 사용한 「웹 캠」 (Unibrain사의 Fire-i 디지털 카메라)

대부분 저가 「웹 캠」의 경우 조명의 영향에 민감하므로 어두운 곳에서 색상이 뚜렷하게 인지되지 않는다. 따라서 형광등 같은 일반적인 조명아래에서는 「웹 캠」에서 입력 받은 영상을 Jitter환경에서 따로 「대비」(contrast)³⁰⁾ 및 「밝기」(brightness)³¹⁾ 조절을 거쳐 보다 선명한 색상을 나타내도록 처리를 한 후에 트래킹을 시도해야만 한다.

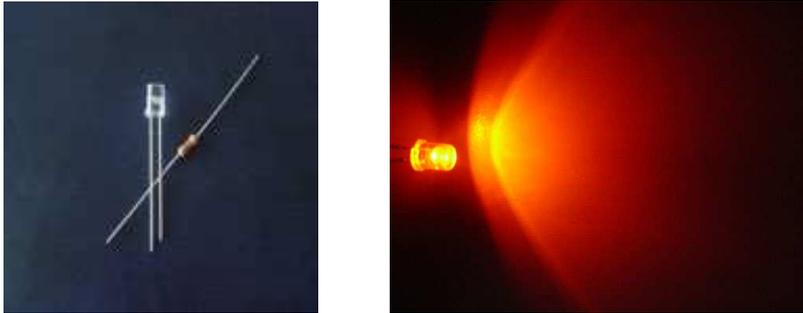
나. LED(Light Emitting Diode)

초기 연구에 있어서, LED가 아닌 색장갑을 이용하였기 때문에, 조명에 따라서 물체의 색이 가변적인 특징을 갖는다는 위험이 있었다. 그러나 LED의 경우, 그 자체로써 빛과 색상을 가지고 있다는 특징이 있기 때문에 특별히 조명의 영향을 우려하지 않아도 되었다. 일반 LED의 경우 직진성이 강하기 때문에 LED불빛을 정면에서 볼 경우, 짧은

30) 검은 색에 이웃하는 회색은 하얗게, 흰 색에 이웃하는 회색은 검게 나타나는 효과.

31) 빛이 투사되었을 때 시각이 느끼는 명암의 정도.

순간이라도 보는 이에게 눈의 피로를 가져다 줄 수 있다. 본 작품의 경우 조명이 없는 암전 상태에서 두 개의 LED불빛만을 관객들이 보게 되므로 직진성이 강한 일반 LED 보다는 빛의 퍼짐이 넓은 평면 LED를 사용하였다.



[그림 11] 평면 LED와 LED 점등 시

평면 LED는 흰색, 노란색, 빨간색, 초록색, 파란색 5가지 색깔로 나뉘는데, 그 중에서도 노란색과 파란색이 비교적 빛의 반사가 적고, 다른 LED 색상에 비해 카메라가 정확히 인지하였다. LED는 흰색, 노란색, 빨간색의 경우 2.2V의 전압이 필요하고, 초록색, 파란색의 경우는 3.4V의 전압을 필요로 한다. LED 한 개당 일반 AA형태의 건전지 (1.5V/EA) 두 개를 직렬로 연결하여 사용하였는데, 노란색 LED의 경우 3V의 전압을 맞추기 위해 470Ω의 저항을 달았다. 두 개의 LED는 [그림 11]과 같이 건전지 소켓과 연결하여 행위자의 양손에 장착하게 된다.



[그림 12] 사용된 두 개의 LED

다. 컨트롤러

각 파트의 시작과 끝, 매끄러운 퍼포먼스를 위해 미디 컨트롤러의 페이더와 패드를 주로 사용하였다. 컨트롤러의 미디아아웃 단자로부터 0 부터 127사이의 미디 값이 컴퓨터로 입력되고, Max/MSP에서 그 값을 이용하여 영상의 투명도와 음악의 볼륨을 조절하게 된다. 또한 패드의 경우 0, 127 두 개의 미디 수치를 전송하여 각 파트의 시작과 끝을 온 /오프(on/off)하기 위해 사용되었다.

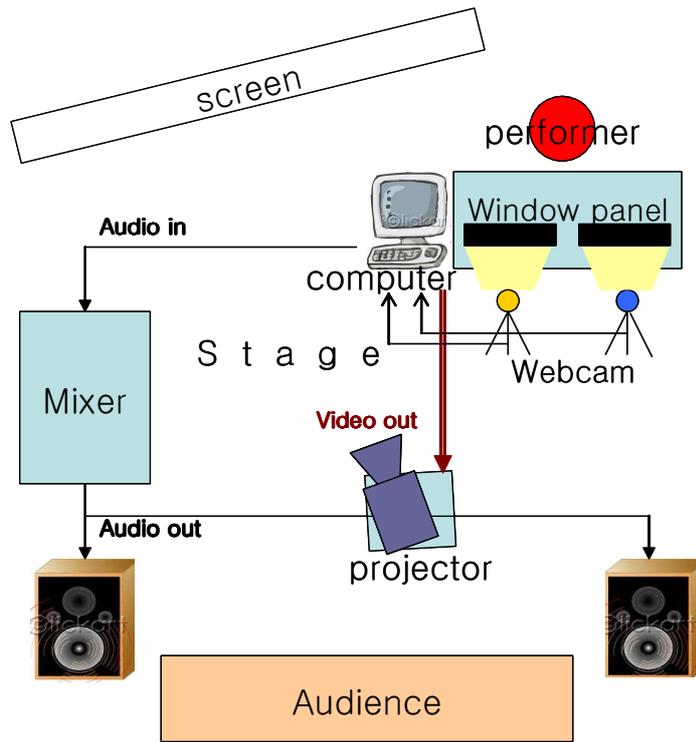


[그림 13] 사용된 미디 컨트롤러 (Korg사의 microKONTROL)

2. 인터랙티브 요소의 설계

1) 무대 구성

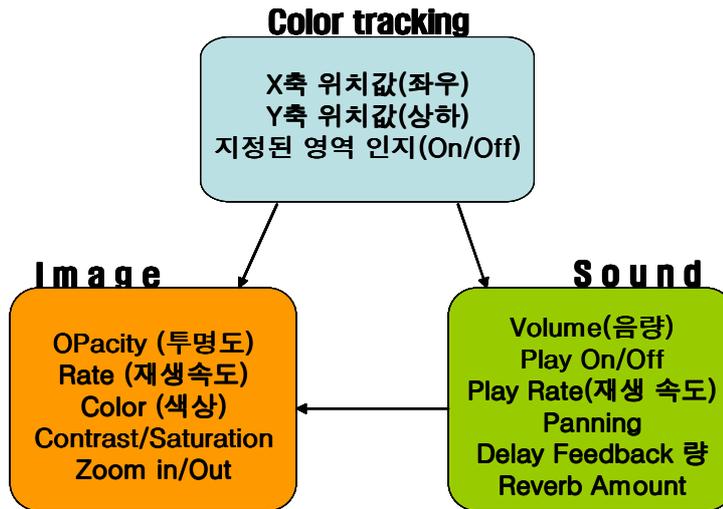
각 매체간의 인터랙티브 관계를 살펴보기 전에 무대 배치를 살펴보자. 무대 중앙에 행위자가 위치하고 행위자의 양팔 넓이로 「컬러 트래킹」을 위해 손의 움직임을 담은 창문형태의 판넬이 놓인다. 두 개의 판넬을 통해 관객은 LED의 움직임을 카메라가 인지하는 것과 동일한 상태에서 볼 수 있다. 따라서 각 판넬 크기는 「웹캠」이 입력 받은 영상의 크기와 일치시킨다. 행위자의 경우 판넬의 영역 안에서 손을 움직이게 된다. 컴퓨터본체의 경우 판넬이 놓인 책상아래 위치하고 모니터의 경우 행위자를 위해 무대의 적당한 곳에 놓인다. 컴퓨터의 오디오 출력과 영상출력은 각각 컨트롤 데스크와 프로젝터로 보내진다. 오디오의 경우 컨트롤 데스크의 믹서를 거쳐 스피커로 출력되고 영상은 프로젝터를 통해 스크린에 투사된다. [그림 14]



[그림 14] 무대 배치도와 실제 무대 구성

2) 매체 간 상호 관계

다음은 「컬러 트래킹」에 의해 조절되는 영상과 사운드의 인터랙티브 요소를 나타내는 다이어그램이다.



[그림 15] color tracking, image, sound의 상호관계

앞장에서 설명했던 것처럼 Jitter를 통해 LED의 움직임은 x, y 좌표 축 형태로 출력된다. 이를 다시 Jitter에서 영상과 음악의 파라미터에 맞게끔 변환시켜 특정한 효과를 만들어낸다. 노란색 LED의 좌우 움직임(x축 값의 변화)이 영상의 투명도를 조절하여, 두 개의 영상을 겹쳐지게 하는 효과를 주기도 하고 음악의 경우도 마찬가지로 특정 사운드의 음량 값을 조절하기도 한다. 파란색 LED의 상하 움직임(y축 값의 변화)에 따라 Max/MSP 사운드를 생성하여 실시간으로 소리를 만들어 내기도 한다. 매체간의 인터랙티브 매핑 구조는 파트마다 조금씩 차이를 두고 있고 그 효과 또한 다르게 나타난다.

3. 작품에서의 적용

1) 모음곡 1

첫 번째 파트의 경우 관객들로 하여금 두 LED의 움직임에 따라 음악과 영상이 변하고 있음을 학습시켜 주고자 하는데 그 의의가 있다. 따라서 노란색 LED(오른손)의 좌우 움직임과 파란색 LED(왼손)의 상하 움직임만 가지고 음악과 영상을 조절하였다.

노란색 LED의 경우 영상의 알파 값(투명도)을 조절하여 두 영상의 겹침(Crossfade) 효과를 이용하였다. 노란색 LED의 좌우 움직임에 따라 [그림 1]의 두 영상이 교차적으로 보여 진다. 이를테면 우측으로 갈수록 신록영상이 보여 지고, 좌측으로 갈수록 나무영상이 보여 지게 되는데, LED의 움직임에 따라 두 영상이 겹쳐지면서 새로운 영상을 표현하고자 하는데 그 의미가 있다. 음악적으로 LED의 좌우 움직임에 따라 패드 사운드의 음량이 조절되어, 영상이 바뀔 때마다 기존의 테이프 음악에 새로운 음색의 사운드가 추가 된다.

파란색 LED의 상하 움직임에 따라 음악적으로는 「플랜지」(Flange)³²⁾ 효과의 파라미터를 변화시켜 LED의 위치가 아래로 내려갈수록 「플랜지」 효과가 적용되게 된다. 그와 동시에 영상은 「jit.wake」³³⁾라는 오브젝트를 사용하여 영상의 「번짐」(Blur)³⁴⁾ 효과를 주어, LED의 위치가 아래로 내려갈수록 영상의 형태가 일그러지고, 영상의 「밝기」가 강해진다.

32) 시간에 따라 딜레이타임이 주기적으로 바뀌면서 음정과 음색이 바뀌는 효과

33) 합성곱(convolution) 방식의 비디오 피드백 효과를 주는 Jitter의 오브젝트

34) 영상을 구성하는 픽셀들의 가장자리가 겹쳐져서 흐리게 나타나는 효과.

퍼포먼스에 있어서, 두 개의 LED를 먼저 따로 보여주어 각각의 LED역할을 관객들로 하여금 인식하게 한 후에, LED를 동시에 움직여 영상과, 음악의 예술적 효과를 보여주고 있다.

2) 모음곡 2

두 번째 파트는 파란색 LED(왼손)의 움직임만을 사용하고 있다. 파란색 LED의 상하 움직임(y축)과 좌우 움직임(x축)에 따라 파트 전체의 영상과 음악이 제어된다. LED를 손으로 가리거나, LED가 카메라 인지영역 바깥에 위치하는 경우 영상은 출력되지 않는다.

상하 움직임(y축)의 경우 Max/MSP의 주파수변조 합성(FM synthesis) 사운드의 캐리어 주파수(carrier frequency)³⁵⁾를 조절한다. LED의 y값이 올라갈수록 캐리어 주파수는 증가하며, 사운드의 피치가 올라간다. 또한 영상의 재생속도(play rate)³⁶⁾가 제어되어 LED의 y값이 내려갈수록 영상의 재생속도가 느려지며, y값이 올라갈수록 재생속도는 빨라진다. [그림 2]의 영상 중에서 깜박이는 눈 영상의 경우 LED의 y값에 따라 화면이 줌(zoom in/out)³⁷⁾ 되어 눈의 크기가 확대되고 축소되는 효과를 낸다.

좌우 움직임(x축)은 Max/MSP 주파수변조 합성 사운드의 「팬」(pan)³⁸⁾ 값을 변화시킨다. 또한 손가락 영상과, 눈 영상의 겹침 효과, 영상의 색상 변화를 주고 있다.

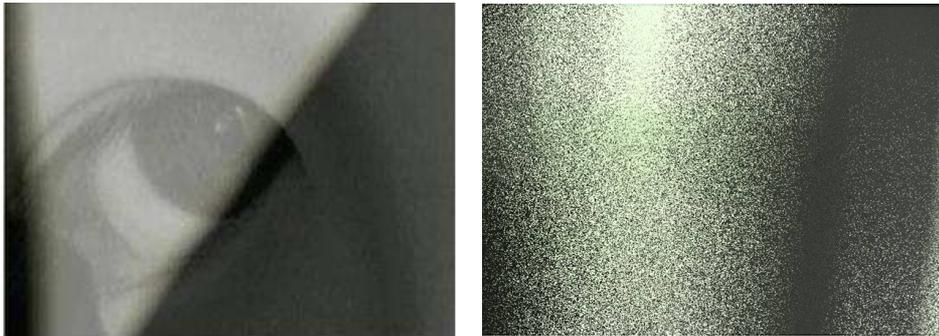
35) 주파수 변조 합성에 있어서 변조가 가해지는 기본 주파수를 말한다.

36) Jitter에서 한 영상의 재생속도는 소수점으로 표현되어 1.0이 그 영상의 정상속도를 나타낸다.

37) 영상의 확대 또는 축소. 카메라 렌즈가 피사체에 가까워지고, 멀어지는 것과 같은 효과를 준다.

38) 두 개의 스피커로 볼륨을 조절하여 소리의 좌우를 느끼게 해주는 효과.

두 번째 파트는 LED의 x,y 움직임 이외에도, 영역을 지정하여 그 영역 안에 LED가 인지되면 특정 사운드를 재생시키거나, 특정 영상효과를 주었다. 앞서 설명한대로 카메라가 LED를 인지하는 영역은 320×240의 크기를 갖는 매트릭스의 형태로 저장된다. LED의 y축 값이 지정한 위치 값 이상(200이상)을 넘어가면 「그레놀라」 사운드가 재생되고 영상의 경우 「jit.scalebias」³⁹⁾란 오브젝트를 이용하여 영상의 ARGB값이 변화하여 노란색으로 바뀌게 된다. 반대로 LED의 y축 값이 지정한 위치 값 이하(50 이하)로 내려가게 되면 Max/MSP에서 핑크노이즈(pink noise)⁴⁰⁾가 재생되고, 동시에 「jit.sprinkle」⁴¹⁾의 파라미터가 변화하여 영상에도 노이즈가 추가된다.



[그림 16] 영상의 겹침 효과와 노이즈 효과

39) 매트릭스의 형태로 저장된 이미지의 4개 채널(ARGB) 값을 조정하는 지터 오브젝트

40) 화이트 노이즈(white noise)를 1 옥타브 당 3 dB(데시벨) 감쇄하는 저역필터를 사용하여 만든 잡음.

41) 이미지에 랜덤한 노이즈를 추가하는 지터 오브젝트

3) 모음곡 3

세 번째 파트는 노란색 LED의 좌우 움직임과, 파란색 LED의 상하, 좌우 움직임을 주로 사용하고 있다.

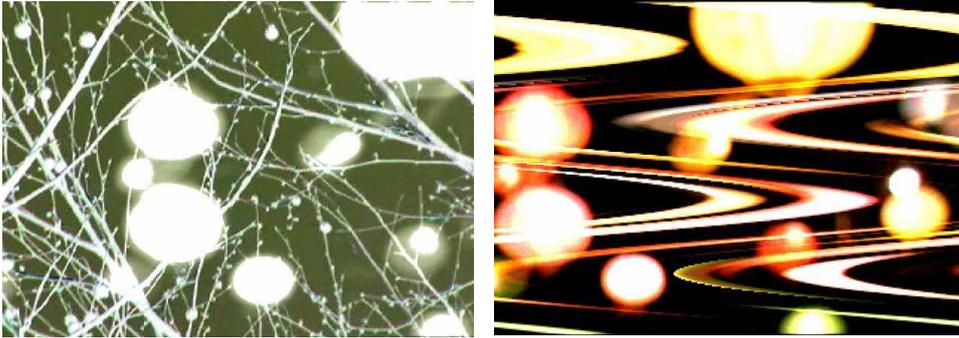
노란색 LED의 경우 좌우 움직임에 따라서 「jit.lumakey」라는 오브젝트의 파라미터가 변한다. 이 오브젝트는 영상의 휘도(luminance) 값을 분석하여 지정된 범위 이하의 픽셀들을 다른 영상의 픽셀로 대체하는 역할을 한다. 간단히 말해 두 영상을 겹쳐지는데, 한 영상의 「밝기」 값을 분석하여 영상의 어두운 부분만 다른 영상이 보이게 된다. 연등 영상의 경우 밤에 촬영된 것으로, 연등을 제외한 배경이 검정색이므로 이 오브젝트를 사용하면 연등을 제외하고 나머지 부분은 가위로 오려낸 듯한 효과를 줄 수 있다. 즉 파라미터 조절에 따라서 연등이 밤하늘에 떠다니다가 나무영상 위로 겹쳐져 마치 나무의 열매와 같은 효과를 주고 있다. 나무 영상의 경우 첫 번째 파트에 쓰인 영상이 반전되어 다시 쓰이고 있기 때문에 LED의 움직임이 좌측으로 갈수록 나무 영상이 보이도록 매핑 구조를 동일하게 하였다. 또한 LED가 좌측으로 움직일수록 사운드의 「딜레이」(delay)⁴²⁾와 「리버브」(reverberation)⁴³⁾의 양을 증가시켜 공간감을 주고자 하였다. 이는 밤이라는 순간이 갖는 비현실성, 꿈 등을 나타내고 있다.

파란색 LED의 상하 움직임은 사운드의 「플랜지」효과와 맞물려, LED의 y값이 내려갈수록 「플랜지」효과의 레벨 값이 증가하고, 변조속도(modulation rate)가 증가하여 궁극적으로 사운드의 변화가 일어난다. 동시에 영상은 「jit.fluoride」⁴⁴⁾라는 오브젝트를 사용하여 영상

42) 원래 신호음에 특정 시간 지연된 신호음이 합쳐지는 효과.

43) 소리가 발생한 후에도 반사되어 음이 계속 들리는 현상.

44) 매트릭스로 저장된 이미지의 휘도 값을 분석하여 네온 글로우(neon glow) 효과를 주는 지터 오브젝트



[그림 17] 「jit.lumakey」 효과와 「jit.fluoride」 효과

이 지그재그로 변형되는 효과를 주었다. 이는 「플랜지」사운드와 연동하기 위해 사용되었다. 동시에 「jit.brcosa」⁴⁵⁾를 이용하여 영상의 채도(saturation)⁴⁶⁾을 조절하여 LED위치가 아래로 내려갈수록 색상이 짙어지게 된다. 파란색 LED의 좌우 움직임은 「플랜지」사운드의 「팬」값과, 중반부 FOF 사운드의 「팬」값을 조절하고 있다.

4) 모음곡 4

마지막 파트는 노란색 LED와 파란색 LED의 상하, 좌우 움직임 모두를 사용하고 있다. 앞서 설명했듯이 이 파트는 일상과 일상 속에서 꿈꾸는 일탈 이라는 두 가지 구분된 주제를 함께 담고 있다. 처음에는 바쁜 일상을 표현하고, 중반부에는 일탈을, 다시 바쁜 일상과 일탈이 합쳐져 마지막은 일탈의 주제로 끝이 난다. 노란색 LED의 움직임은 주로 바쁜 일상을 나타내고 여기에 파란색 LED의 움직임이 합쳐져 일

45) 이미지의 밝기 대비 채도를 조정하는 지터 오브젝트

46) 색의 3속성(屬性)의 하나로 색의 선명도, 색의 진하고 엷음을 나타낸다. 원색에 가까울수록 채도가 높다 라고 표현한다.

탈을 나타내는 영상과 음악을 제어한다.

노란색 LED의 상하 움직임은 자동차영상의 재생속도와, 발걸음 영상의 투명도를 함께 조절한다. 음악의 경우 「딜레이」의 「피드백 계수」(feedback gain)⁴⁷⁾를 제어하여 타악기 사운드의 「딜레이」효과를 준다. 이는 LED의 위치가 아래로 내려갈수록 자동차의 움직임이 느려지고 타악기 사운드에 적용된 「딜레이」의 「피드백 계수」가 증가하여 전체적으로 영상과 음악이 지연되는 듯한 느낌을 준다. 노란색 LED의 위치가 올라가게 되면 발걸음영상의 투명도가 증가하여 자동차 영상에 발걸음영상이 더해지고, 도시의 소음이 녹음된 사운드의 재생속도가 변하게 된다. 노란색 LED의 좌우 움직임은 이 노이즈 사운드의 「팬」값을 조절한다.

파란색 LED의 상하 움직임은 일탈영상의 투명도를 조절한다. 파트 중반부에 타악기 소리가 제외되고 피아노 솔로가 나오면 행위자는 파란색 LED의 위치를 아래로 향하게 하여 자동차영상과, 발걸음영상의 투명도를 떨어뜨려 보이지 않게 하고 대신 일탈영상만을 보여준다. 파란색 LED의 좌우 움직임은 「jit.colorsapce」라는 오브젝트를 이용하여 좌측으로 갈수록 영상의 색상이 원색으로 변하는 효과를 준다. 사운드의 경우 피아노 솔로 트랙에 「딜레이」효과를 주어 일탈을 표현하고자 하였다.

처음의 일상 부분과 중간의 일탈 부분이 합쳐지는 후반부의 경우는 컨트롤러의 패드 이용한 온/오프 미디신호를 주어 지금까지 설명한 「인터랙티브」 매핑 구조 자체를 변화시킨다. 후반부의 경우 노란색과 파란색 LED의 역할은 타악기 트랙의 볼륨 조절과, 「jit.colorsapce」를 이용한 영상의 색상 값을 제어한다. 세 가지 영상의 투명도 조절은 앞부분과 동일하다.

47) 피드백은 출력이 다시 입력에 영향을 미치는 현상으로 그 정도를 나타내는 수치.



[그림 18] 영상의 투명도 조절과 「jit.colorspace」 효과

Ⅲ. 결 론

본 작품은 행위자의 움직임에 따라 음악과 영상의 전체적인 흐름이 진행되고, 각 매체가 갖는 「인터랙티브」 요소들을 조합하여 결국 새로운 예술적 효과를 보여주고자 하는 것이다. 음악과 영상이 갖는 청각적, 시각적 의미가 서로를 침범하지 않고, 얼마나 동등하게 관객들에게 전달되는가, 또한 두 가지 다른 의미가 얼마나 효과적으로 전달되는가에 관한 연구라고도 할 수 있겠다. 이는 궁극적으로 「컬러 트래킹」이라는 기술적 의미와도 맞물려 행위자의 존재 의미를 설명해주는 이유이기도 하다. 색상을 인지하여 그 움직임을 분석하는 「컬러 트래킹」은 카메라를 사용하여 행위자의 움직임을 인지하게 되는데, 이는 관객의 시점과 카메라의 시점이 동일하게 위치하도록 설계하고자 하였다. 이런 형태의 시각적 장치를 계획한 것은 행위자의 움직임의 의미를 단순한 퍼포먼스가 아닌, 영상과 음악을 제어하기 위한 하나의 「인터랙티브」 요소로서 두고자 하는데 있다. 즉, 카메라가 행위자의 움직임을 인식하여 그를 통해 음악과 영상이 변형되듯이, 관객들 또한 행위자의 움직임을 인식하여, 음악과 영상의 변화가 그와 연계된 것임을 인지하고 나아가 그를 전체적으로 조화된 하나의 예술적 자극으로 받아들일 수 있도록 의도한 것이다. 즉 퍼포먼스는 영상과 같은 시각적 매체로서의 의미뿐만 아니라, 작품 전체를 제어하는 지휘와 연주 역할을 겸하고 있다고 하겠다. 그러나 본 연구에선, 퍼포먼스 자체가 갖는 미학적 관점을 깊이 고려하지 못했다. 예술적으로 퍼포먼스가 중요한 의미를 갖는 작품이라면 당연히 그 자체의 미적 요소부터 연구해야 하는 것인데, 영상

이나 음악에 비해 비교적 충분한 접근이 시도되지 않았다.

전체적으로 주제가 다른 네 가지 파트로 나누어지지만 말하고자 하는 바는 다르지 않다. 각각의 파트는 그 파트가 갖는 시간(아침/새벽/밤/낮)적 의미에 충실하고, 각 순간이 갖는 고유한 특징을 담고 있다. 본인은 순간(Moment)을 짧은 시간으로 생각하는 동시에 영원성을 갖는 무한 개념으로 생각한다. 따라서 본 작품은 특정 순간이 갖는 느낌들을 끊이지 않고 흐르는 시간의 형태로 바꾸어 해석하고자 하는데 그 예술적 의의가 있다고 하겠다.

Keyword (검색어): 컬러 트래킹(color tracking), 멀티미디어음악 (multimedia music), 인터랙티브(interactive)

E-mail: jeonyou@gmail.com

참고 문헌

Alten, Stanley R. (Syracuse University). 「Audio in Media」 (Sixth Edition), WADSWORTH, THOMSON LEARNING. (2002).

Boulanger, Richard. 「The Csound Book」 Massachusettes: The MIT Press Cambridge. (2000), chapter 13.

Roads, Curtis. 「The computer music tutorial」 Massachusettes: The MIT Press Cambridge. (1996).

Rowe, Robert. 「Interactive Music Systems」 Massachusettes: The MIT Press Cambridge. (1993).

Rumsey, Francis and McCormick, Tim. 「Sound and Recording: An Introduction」 (Third Edition), The Focal Press. (1997).

Winkler, Todd. 「Composing Interactive Music」 Massachusettes: The MIT Press Cambridge. (1999).

「 Jitter Tutorials 」

: <http://www.cycling74.com/products/dljitterwin.html>

「 Max/MSP Tutorials 」

: <http://www.cycling74.com/products/dlmaxmspwin.html>

Abstract

A Study on the Multimedia-Music Composition by Color Tracking

(Focus on Multimedia-Music 「Five True Moments」)

Jeon, Youjin

Nowadays, it is easy to control multimedia music in real-time with the development of computer technology. This study is about the computer music and the image controlled by color tracking. Color tracking is a technology that analyses informations about the color of the movie from external video devices: web digital camera, digital video camera and follows the tracks of the color already assigned. In this study, two web cams are used for two different color LED attached to performer's both hands separately. With using the object of Jitter, the movie from web cam can be analysed and make to obtain the data about the position of the specified color. If the user gives color information(ARGB) about what is traced, the computer finds the position of the pixel of the image contained identical color information from webcam in real-time. The data about the position of the color can be converted into x, y

coordinates and be applied to change the image and make a sound under "Jitter" and "Max/MSP" circumstances.

All movies used in this study produced by myself with digital camcorder. Background music was recorded with using virtual instruments in a sequencing software. FM synthesis, FOF synthesis and Granular synthesis were applied to design some sample sounds in "Csound" and "Virual Waves".

The multimedia suite "Five True Moments" consists of four parts. Each part has the theme individually. In part 1, two movies(fresh greens & trees) used for expressing its concept, "Morning". Piano and celesta sounds also represent the freshness and calmness of morning. The second part, using FM synthesis in "Max/MSP", electronic sounds were generated in real-time, it means the anxiety, nerve and unreality of dreams that could be feel when the "Dawn" comes. Two movies about my eyes and fingers is used as a symbol of self-expression and self-discovery because dawn is the moment makes me concentrate on myself. In the third part, the movements of the colorful lights and the movie(trees) already used in part 1 represent the floridity of "Night". 「Delay」 and 「Flange」 were applied to harp and FOF sounds. The last part is divided into two sub-parts and each part takes a subject independently. That's why a title is "five true moments" not "four". Percussive instruments including Timpani make a rhythmical music for expressing the busyness of "Day". Piano solo and the movie(driving into the sea) stand for a "Departure from daily

routine".

This work shows four moments' each meanings and unique features. Moreover this work emphasizes the additional moment for unreality existed in an imagination. Through the interaction between image and sound, this work can be communicated with audience. And the real-time control and the performance using color tracking has the meaning of the new generation of multimedia art work.

부 록 - 1 (첨부 DVD 설명)

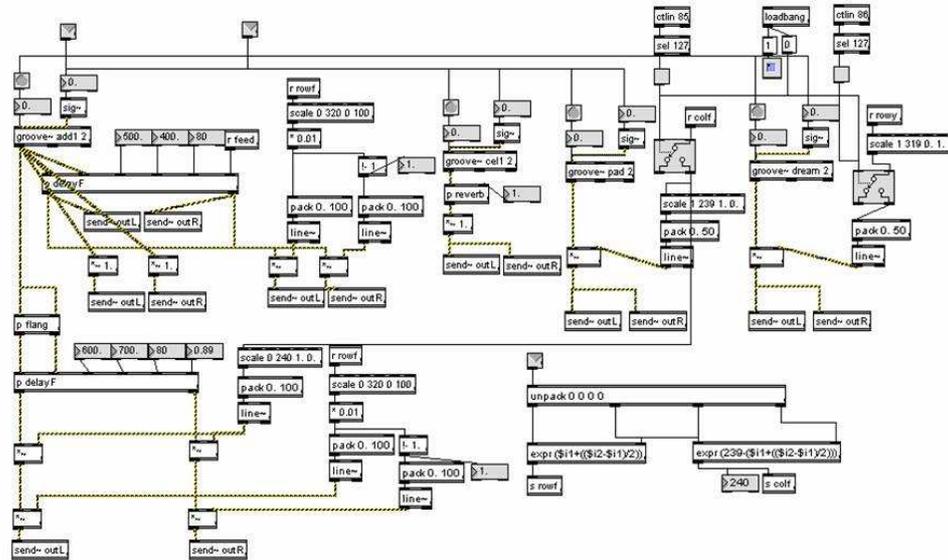
- ① 공연실황 녹화 동영상 - five true moments.avi

- ② 영상과 음악을 실시간 제어하는 「킬러 트랙킹」 기반의
Max/MSP 패치 - 5moments.mxb

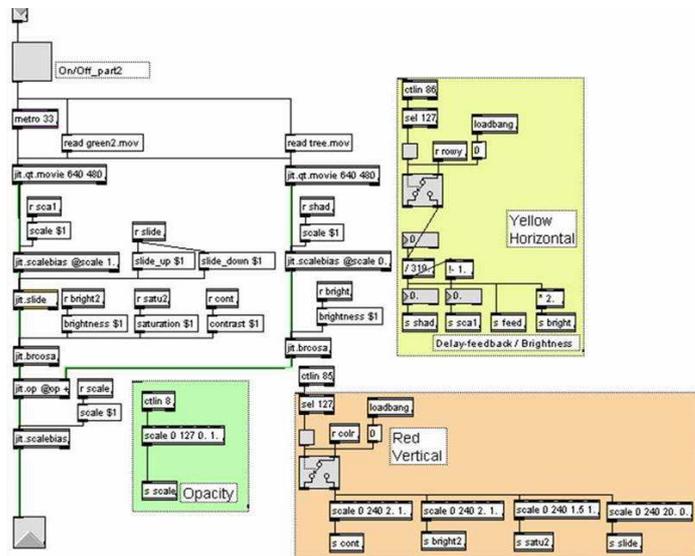
- ③ 연주에 사용된 테이프 음악들 - *.wav

- ④ 연주에 사용된 소스 영상들 - *.mov

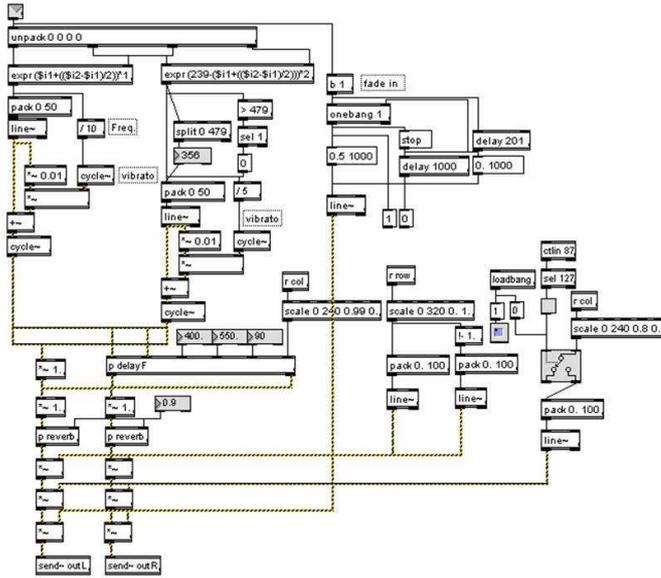
② <모음곡 1>의 음악 컨트롤 패치



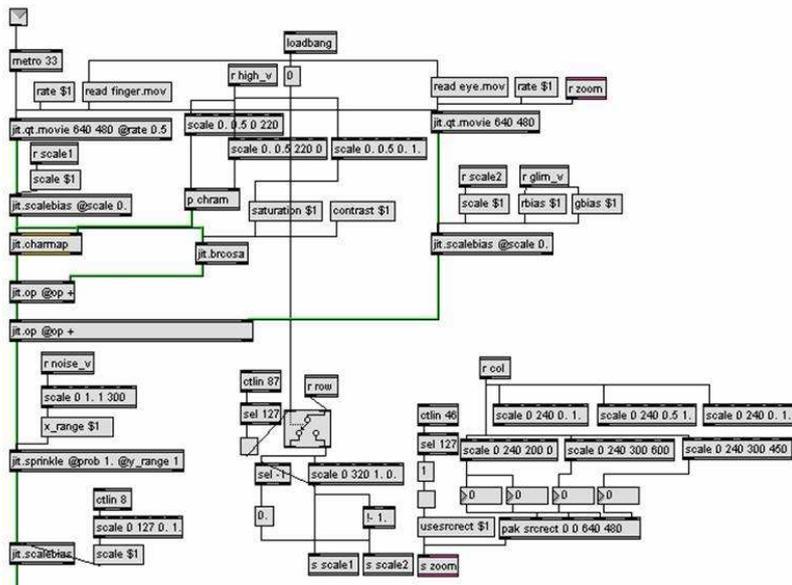
③ <모음곡 1>의 영상 컨트롤 패치



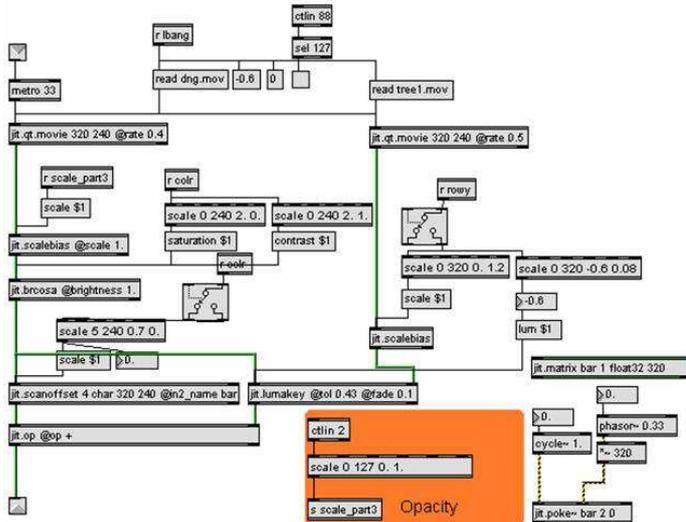
④ <모음곡 2>의 영상 컨트롤 패치



⑤ <모음곡 2>의 음악 컨트롤 패치



⑥ <모음곡 3>의 영상 컨트롤 패치



⑦ <모음곡 3>의 영상 컨트롤 패치

