

석사학위논문

인터랙티브 *VJing*을 위한

라이트 드로잉과 컬러 트래킹 연구

(멀티미디어음악작품 <Doctrine of Feedback>을 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원

멀티미디어학과 컴퓨터음악전공

이 현 욱

2008

석 사 학 위 논 문

인터랙티브 VJing을 위한

라이트 드로잉과 컬러 트래킹 연구

(멀티미디어음악작품 <Doctrine of Feedback>을 중심으로)

이 현 욱

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2008년 1월

이현욱의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2008년 1월

위원장: 엄 기 현 (인)

위 원: 조 경 은 (인)

위 원: 김 준 (인)

동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과

목 차

I. 서론	1
1. 연구 목적	1
1) 연구배경 및 동기	1
2) 연구 목적	3
2. 작품 배경	5
1) 예술적 배경	5
2) 기술적 배경	6
II. 본론	7
1. 작품 구성	7
1) 음악의 구성	7
2) 영상 및 무용의 구성	11
2. 연구 내용	16
1) 라이트 드로잉 연구	16
2) 컬러 트래킹 연구	20
3. 작품의 실연	25
1) 매체 간 상호관계	25
2) 무대구성 및 조명설정	26

III. 결론	29
1. 연구 성과 및 예술적 가치	29
2. 문제점 및 향후 연구과제	30
참고문헌	32
Abstract	34
부록 - 1(첨부 DVD 설명)	36
부록 - 2(Max/MSP 패치)	37

표 목 차

[표-1] 주제별 음악의 구성	7
[표-2] 주제별 영상과 무용의 구성	11
[표-3] 장치들의 위치와 용도	26

그 립 목 차

[그림-1] Motion Dive .tokyo	2
[그림-2] Roland V-4	2
[그림-3] 스텔라의 텍스트 노트	8
[그림-4] Atmosphere	9
[그림-5] Stylus RMX	10
[그림-6] Hypersonic 2	10
[그림-7] V-4 신호 순서도	12
[그림-8] 무용수의 움직임 공간	13
[그림-9] 소곡 I의 영상과 무용	13
[그림-10] 소곡 II의 스크린(b)와 스크린(a)의 영상	15
[그림-11] 소곡 II의 영상과 무용	15
[그림-12] 「라이트 드로잉」의 구조도	16
[그림-13] 영상 「피드백」 패치	17
[그림-14] 「컬러 트랙킹」과 「크로마키」 패치	18
[그림-15] 「라이트 드로잉」의 예	19
[그림-16] 「컬러 트랙킹」의 실제	21
[그림-17] 영상 회전, 줌 인/아웃의 예	22
[그림-18] M-Audio의 X-session	22

[그림-19] 「프랙탈」 이미지의 예	23
[그림-20] 사운드 효과 연동	24
[그림-21] 「인터랙션」 구조도	25
[그림-22] 무대 구성도 I	27
[그림-23] 무대 구성도 II	28

I. 서론

1. 연구 목적

1) 연구배경 및 동기

인터랙티브(interactive)란 ‘상호간’의 뜻을 지닌 인터(inter-)와 ‘활동적’의 뜻을 지닌 액티브(active)의 합성어로, 상호활동적인, 곧 쌍방향이라는 의미를 지닌다. 음악작품에서는 인터랙티브 요소를 가미하기 위해 연주자의 감정을 다양한 방법으로 작품에 이입시키는데, 영상을 통한 감정이입은 듣는 음악에서 보는 음악으로 발전시키는데 효과적인 방법이라 할 수 있겠다. 여러 가지 다양한 시도와 실험을 통해 영상은 이제 음악의 감성을 표현하는 중요한 수단으로 사용되고 있고, 좀 더 적극적인 형태로 사람들에게 능동적 즐거움을 주는 공연 및 클럽의 발전은 VJ(visual jockey)라는 신종 직종의 탄생과 함께 듣는 즐거움, 보는 즐거움의 발전을 가져왔다. 영상매체와 공연과의 필연적 만남으로 영상매체는 이제 클럽·연극·무용 등에 빠질 수 없는 중요요소로 자리 잡고 있다. VJing은 VJ가 음악에 맞춰 여러 개의 영상 클립(movie clip)¹⁾들을 「스위칭」(switching)²⁾하고 변화시켜 연속적으로 스크린으로 내보내는 행위를 뜻한다. 대부분의 경우 VJ들은 [그림-1]에 해당하는 Motion Dive³⁾나 Modul8, Resolume 등의 영상 「스위칭」소프트웨어 또는 [그림-2]에 해당하는 Roland V-44⁴⁾등과 같은 하드웨어 「스위

1) 보통 3~5초 정도 길이로 음악에 맞춰 루핑(looping)이 가능하도록 편집된 영상.

2) 두 개 이상의 영상조각을 선택하거나 섞는 행위

3) Motion Dive : 두 개 이상의 영상 클립을 스위칭 하거나 영상에 효과를 줄 수 있는 프로그램.(비슷한 역할을 하는 프로그램으로 Modul8, Resolume 등이 있다.)

쳐」(switcher)⁵⁾를 연동해 영상클립을 「스위칭」하고 영상효과를 주
게 된다.



[그림-1] Motion Dive .tokyo



[그림-2] Roland V-4

- 4) Roland의 영상 스위칭 하드웨어로 4개의 영상 인풋과 Mirror, Chroma-key, Colorize 등 총 8개의 영상 이펙트를 포함하고 있다.
- 5) 영상을 「스위칭」 할 수 있도록 고안된 장치.

공연에 사용되는 영상매체는 보통 미리 제작된 영상 클립이나 스틸사진(still image)의 「스위칭」으로 이루어지는 경우가 많다. 이 경우 음악과 영상의 연동차원에서는 확실하고 계획된 플레이를 할 수 있다는 장점이 있는 반면 클립의 수나 길이 등에 제한을 받는 단점이 있다. 음악에서 느끼는 VJ의 다양한 감정을 영상에 반영하기 위해서는 음악의 장르나 조성 등에 따라 다른 영상클립을 사용해야 한다. 하지만 현재 영상 「스위칭」 소프트웨어들은 많은 영상클립을 사용하면 영상이 느려지거나 끊김이 있어 효율성이 떨어지는 문제가 발생한다. 때문에 미리 제작된 영상클립 아닌 실시간 영상 입력을 이용한 영상매체의 사용이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 「컬러 트랙킹」(Light Tracking)⁶⁾에 관한 연구를 통해 행위자(VJ나 연주자, 무용수 등)에 의해 LED로 그려지는 영상을 실시간제어(real-time control) 함으로써 음악을 듣고 느끼는 행위자의 감정이 움직임을 통해 영상으로 표현되는 방법에 대해 연구하였다. 또한 한 단계 더 나아가 LED⁷⁾의 위치에 따른 $x \cdot y$ 좌표 데이터를 영상과 사운드 이펙트의 「파라미터」(parameter)⁸⁾에 효과적으로 연동하는 방법을 제시한다.

2) 연구 목적

본 연구는 음악작품 <Doctrine of Feedback>을 기반으로, 영상과 무용을 결합한 「하이브리드」(hybrid)⁹⁾를 추구하는 멀티미디어

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

7) 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.

8) 매개변수, 사운드 이펙터의 제어에 필요한 구성요소.

9) 두 가지 기능이나 역할이 하나로 합쳐짐.

어음악 작품을 제작하는데 목적이 있다. 단순히 음악에 맞추어 영상을 「스위칭」하고 무용수의 동작이 이루어지는 공연과 달리 무용수의 움직임을 LED를 이용해 선으로 그려내고, Jitter¹⁰⁾를 통해 영상소스로 만들어 냄으로써 음악과 영상, 무용의 인터랙션을 만들어 낸다. 이를 통해 연주자의 행위에 따른 목적과 감정을 관객이 쉽게 알 수 있도록 하여 일방적인 인터랙티브 공연형태에서 벗어나고자 했다. 또 카메라를 통한 관객의 작품개입 등 여러 형태의 인터랙티브 요소 가미 가능성을 염두 해 두었다. 본 연구의 주된 내용이 되는 「라이트 드로잉」(light drawing)은 빛의 움직임을 캠코더로 입력받아 그림을 그려내는 것으로서 설치(installation)작품 <Light Tracer>¹¹⁾를 통해 실현 된 바 있다. 이는 캠코더와 프로젝터, 리어 스크린(rear screen)¹²⁾ 등의 하드웨어를 통한 실현이었다. 본 연구는 Jitter를 통해 소프트웨어만으로 「라이트 드로잉」을 구현함으로써 Jitter를 통한 여러 가지 실시간 영상효과를 사용해 다양한 영상 기술을 접목시키고자 하였다. 또한 음악의 느낌과 감성을 표현하는 도구로 사용되기 적합한 형태로 구현하는데 가장 큰 목적을 두고 연구를 진행하였다.

10) Cycling '74에서 제작한 프로그램으로 Max/MSP내에서 영상을 실시간으로 제어할 수 있다.

11) 2005년 Karl D.D. Willis가 제작.

12) 후사투영에 사용되는 반투명의 스크린

2. 작품 배경

1) 예술적 배경

작품 <Doctrine of Feedback>은 사전적 의미로서의 「피드백」(feedback)¹³⁾이 아닌 인간의 삶 속에 다양하게 존재하고 끊임없이 반복되는 순환 고리를 의미하는 것으로, 불교의 윤회(輪廻)¹⁴⁾에 입각한 종교적 의미와 철학적 의미로서의 「피드백」을 음악과 영상, 무용의 인터랙션을 통해 표현했다. 인간의 삶은 반복의 연속이라고 해도 과언이 아닐 것이다. 매일 아침 일과를 시작하고 밤이 되면 일과를 마무리한다. 매일 밥을 먹고 또 배설을 하며 태어나고 죽는다. 더 크게 생각해보면 우리가 사는 세상 또한 계절이 반복되며 지구의 자전과 달의 공전 등 셀 수 없이 많은 반복이 일어나고 있다. 그리고 우리는 이러한 반복으로부터 자유로울 수 없다. 작품의 첫 번째 주제가 되는 윤회는 이러한 순환의 고리 속에서 느끼는 인간의 고통과 번뇌의 표현이며 두 번째 주제인 해탈(解脫)¹⁵⁾은 인간의 근본적인 아집(我執)으로부터의 해방을 의미한다. <Doctrine of Feedback>은 반복사상 또는 순환사상으로 표현될 수 있으며 벗어날 수 없는 굴레로부터의 해방을 의미한다.

13) <물리>입력과 출력을 갖춘 시스템에서 출력에 의하여 입력을 변화시키는 일. 증폭기나 자동 제어 따위의 전기 회로에 많이 사용한다.

<심리>진행된 행동이나 반응의 결과를 본인에게 알려 주는 일.

<음향>스피커로부터 나오는 음의 세력이 자신의 마이크로폰에 들어가서 다시 스피커로 나오으로써 음향적으로 반결합(反結合)되는 일.

<컴퓨터>자동 제어에서, 출력의 결과를 목표치와 비교하여 앞 단계로 되돌려 수정하는 제어 기능.

14) 생명이 있는 것, 즉 중생은 죽어도 다시 태어나 생이 반복된다고 하는 불교사상.

15) 불교에서 인간의 속세적(俗世的)인 모든 속박으로부터 벗어나 자유롭게 되는 상태.

2) 기술적 배경

작품의 표현에 있어서 가장 중요한 기술적 도구로 사용된 프로그램은 Max/MSP이다. Max/MSP는 Cycling '74가 개발한 객체(object)기반의 응용프로그램(application)으로, 산술처리, 데이터처리, 미디 데이터처리, 음향처리 등을 실시간으로 할 수 있다. 또 Cycling '74의 소프트웨어 패키지인 Jitter를 사용했는데 Jitter는 다양한 영상합성과 3D 그래픽 생성 등을 위한 기능을 제공하며 Max/MSP에 추가되는 형태로 설치된다. Jitter로 영상을 입력받기 위한 도구로는 3CCD방식을 사용한 디지털캠코더를 사용했는데 3CCD방식은 영상의 R·G·B신호를 3개의 전하결합소자(CCD)¹⁶⁾에서 각각 처리하기 때문에 1개의 전하결합소자에서 R, G, B신호를 모두 처리하는 1CCD방식에 비해 색상표현력이 뛰어나다. 사운드의 제작과 편집에 사용된 프로그램은 Nuendo 3.2¹⁷⁾와 Stella¹⁸⁾·Csound¹⁹⁾이다. 마지막으로 본 작품에서는 총 2개의 캠코더입력과 1개의 영상클립 입력을 「스위칭」하여 2개의 영상아웃단자로 내보내는데 이를 위해 V-4 두 대를 연결해 사용했다.

16) 반도체편(半導體片)과 표면에 설치한 다수의 절연전극을 주체로 한 집적회로로 1970년 미국 벨 연구소에서 발표되었다. 일종의 지연회로 또는 기억회로에 이용된다.

17) 독일의 음악 소프트웨어 제작사인 Steinberg에 의해 개발된 작곡 및 오디오 녹음, 편집 등을 할 수 있는 프로그램.

18) 프로그래밍 기반으로 작곡을 할 수 있는 프로그램.

19) C언어를 기반으로 구현되는 사운드 제작 프로그램.

II. 본 론

1. 작품 구성

1) 음악의 구성

본 작품은 두 개의 소곡이 합쳐진 모음곡(Suite)²⁰⁾ 형식으로 구성되었다. 두 개의 소곡은 각각 다른 악기구성과 편곡으로 이루어져 있으며 전체적인 구성은 다음의 [표-1]과 같다.

[표-1] 주제별 음악의 구성

소곡	<i>I</i>	<i>II</i>
주제	윤회(輪廻)	해탈(解脫)
길이	2분	4분 35초
음악형식	A - B	A - A' - B - C - A

① 소곡 *I*

윤회를 주제로 한 소곡으로 반복적인 삶에서 오는 인간내면의 고통을 표현했다. 작품의 전반적인 분위기인 어둡고 괴로운 느낌을 표현하기 위해 몇 가지 음악적인 선택이 필요했는데 가장 첫 번째로 고려한 것은 선율과 화성의 배제이다. 물론 적절한 선율과 화성적 표현으로 작품

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

의 느낌을 표현할 수 있다. 하지만 불규칙적인 노트들의 나열과 불협화음의 느낌을 의도한바 Stella를 이용한 「알고리즘」 작곡 방식으로 불규칙하게 노트들을 조합하였다. [그림-3]는 Stella로 작곡된 부분의 텍스트 노트이다.

```
(algorithm n1 midi-note (channel 0 length 100)
  (setf note (item (notes (notes c1 d ds f g r in palindrome)
    (notes c3 ds g bf d f af2 ef3 b in heap) in random)))
  (setf rhythm (item (rhythms
    (rhythms q (rhythms e q for 1) h for 10) in random tempo 120)))
  (setf amplitude (item (amplitudes (crescendo from ppp to fff in
  12))))))
(algorithm n2 midi-note (channel 1 length 200)
  (setf note (item (series 0 3 5 7
    forming (items p r i ri in heap) from (notes c3 a)))
  (setf rhythm (item (rhythms (e weight 5 min 2 max 4) q (ts min 3)
  h in random)))
  (setf amplitude (item (amplitudes (crescendo from ppp to fff in
  12))))))
```

[그림-3] Stella의 텍스트 노트

두 번째로 고려한 것은 날카롭고 거친 음원의 선택인데 주로 사용된 음원은 Max/MSP를 이용한 주파수변조 합성(FM synthesis)²¹⁾ 음과 C sound에 의해 제작된 합성음이 사용되었다. 이렇게 제작된 음원들과 사운드 샘플은 Nuendo에서 디지털신호처리(digital signal processing)를 거쳐 최종 완성 되었다.

21) 하나의 오디오 시그널(캐리어, carrier)의 진동에 다른 오디오 시그널(변조기, modulator)의 진동을 가함으로서 새로운 스펙트럼(다양한 주파수들)을 생성하는 방식.

② 소곡 II

해탈을 주제로 한 소곡 II는 소곡 I과 확실한 음악적 차이를 갖는다. 소곡 I이 화성과 선율의 배제를 통해 불협화음을 강조한데 반해 소곡 I I는 뚜렷한 화성전개를 보인다. 또 드럼 리듬을 추가해 음악적인 강약의 표현을 강조했다. 음원선택에 있어서도 소곡 I과는 뚜렷한 차이를 두었는데 합성음만을 사용한 소곡 I과 달리 가상음원(VSTi)²²⁾을 사용함으로써 부드럽고 밝은 느낌을 표현했다. 사용된 가상음원은 [그림-4]에 해당하는 Spectrasonics의 Atmosphere와 [그림-5]에 해당하는 Styl us RMX 그리고 [그림-6]에 해당하는 Steinberg의 Hypersonic 2이다.



[그림-4] Atmosphere

22) 가상 스튜디오 기술(Virtual Studio Technology)의 약자로써 Steinberg에 의해 개발되었으며 Cubase SX, Nuendo등의 소프트웨어 기반이다. 음원으로 사용되는 것들은 따로 'i'(instruments)를 붙여 VSTi라고 한다.



[그림-5] Stylus RMX



[그림-6] Hypersonic 2

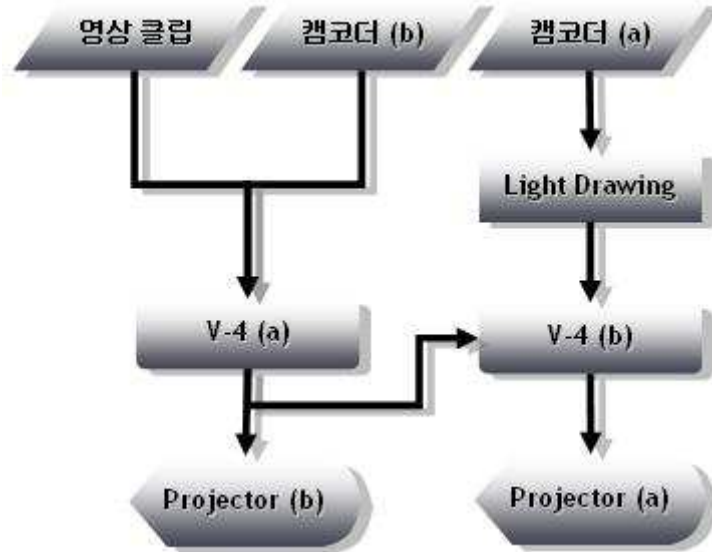
2) 영상 및 무용의 구성

영상 및 무용의 구성 또한 음악의 구성과 마찬가지로 두 가지 주제를 바탕으로 서로 다른 영상과 무용동작으로 구성하였다. 본 작품의 영상은 두 개의 캠코더로 무용수의 움직임을 각각 다른 각도로 촬영하여 미리 제작된 영상클립과 합쳐진다. 이 영상은 두 개의 프로젝터(projector)²³⁾를 통해 정면 벽과 바닥에 설치된 두 개의 스크린에 투영되는데 이때 투영 되는 영상은 [그림-7]과 같이 두 대의 V-4를 통해 「스위칭」된다. 전체적인 영상과 무용의 구성은 다음의 [표-1]과 같으며 자세한 무대구성의 설명은 본 논문 후반부의 3.작품의 실연(page 25~26)에서 다시 다루도록 하겠다.

[표-2] 주제별 영상과 무용의 구성

소곡		<i>I</i>	<i>II</i>
영상	스크린 (a)	영상클립 + 캠코더(b)	캠코더(a)
	스크린 (b)	영상클립 + 캠코더(b)	영상클립 + 캠코더(b)
무용 요소	공간	낮은 공간의 움직임	자유로운 공간의 움직임
	힘	정(靜)적인 움직임	동(動)적인 움직임
퍼포먼스요소		피드백 퍼포먼스	라이트 퍼포먼스

23) 슬라이드·투명지 위의 사진·그림·문자 등을 렌즈를 통해서 스크린 위에 확대 투영하여 보여 주는 광학장치.



[그림-7] V-4 신호 순서도

① 소곡 I의 영상과 무용

소곡 I의 영상은 불을 소재로 한 영상 클립과 천장에 설치된 캠코더 (b)로 입력받은 영상을 V-4(a)에서 겹치도록 하여 사용했다. V-4(a)에서 겹쳐진 영상은 [그림-7]과 같이 프로젝터 (b)로 출력되어 무대바닥에 설치된 스크린(b)에 투영되고 동시에 V-4(b)로 출력된다. V-4(b)는 프로젝터(a)로 영상을 출력하며 프로젝터(a)는 무대 정면에 설치된 스크린(a)로 투영한다. 이 결과 두 개의 스크린에 모두 같은 영상이 투영된다. 캠코더(b)로는 캠코더의 입력 범위 안에 들어오도록 설치된 바닥의 스크린(b)를 입력 받는다. 또 캠코더(b)로 입력받은 영상은 프로젝터(b)로 투영되는데 이때 영상 「피드백」이 발생하게 된다. 무용의 경우 [그림-8]에서와 같이 전체적으로 한정된 공간만을 사용했는데 이는

작품의 예술적 배경이 되는 윤희의 굴레를 표현하기 위한 의도이다. 기술적으로는 무용수가 움직이는 공간이 바닥에 설치된 스크린(b)에 한정됨으로서 「피드백」 효과가 나타나게 된다. 무용의 경우 움직이는 공간을 상(上)과 하(下)로 나누고 동작의 힘을 정(靜)과 동(動)으로 나누어 소곡 I과 II를 각각 다르게 구성했다. 소곡 I에서는 낮은 공간을 주로 이용해 누워서 하는 동작과 앉아서 하는 동작 위주의 정적인 움직임으로 구성했다. [그림-9]는 소곡 I의 영상과 무용의 예이다.



[그림-8] 무용수의 움직임 공간



[그림-9] 소곡 I의 영상과 무용

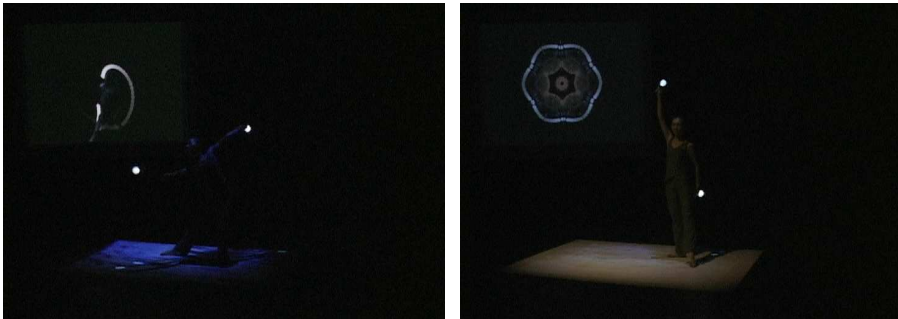
② 소곡 II의 영상과 무용

소곡 II에서는 물을 소재로 한 영상클립을 사용했다. 무대정면과 무대 바닥에 설치된 스크린에 같은 영상을 사용한 소곡 I과 달리 소곡 II에서는 각각 다른 영상으로 구성했다. 스크린(b)에 투영되는 영상은 소곡 I과 같은 입력을 사용했으나 스크린(a)에는 무대 앞쪽에서 무용수의 동작을 촬영한 캠코더(a)의 영상소스를 사용했다. [그림-10]은 소곡 II에 사용된 스크린(b)와 스크린(a)의 영상이다. 캠코더(a)는 무용수가 움직이는 한정된 공간에 맞도록 입력범위를 조정했는데 이는 「컬러 트랙킹」을 할 때의 공간의 범위와 일치시키기 위함이다. 캠코더(a)로 입력받은 영상은 Jitter에 전달되어 「라이트 드로잉」으로 영상처리(image processing)되며, V-4(b)를 거쳐 프로젝터(a)를 통해 스크린(a)에 투영된다. 소곡 I의 무용이 낮은 공간에서의 정적인 움직임인데 반해 소곡 II에서는 윤희의 굴레에서 자유로워짐, 곧 해탈을 표현하기 위해 자유로운 공간에서의 동적인 움직임으로 구성하였다. 또 「라이트 드로잉」을 위해 LED로 제작된 라이트를 들고 움직인다. 소곡 II의 마지막 A부분에서는 음악에 사용된 사운드효과를 조절하는 주체로서 무용이 이루어지며 라이트는 사운드효과를 조절하는 제어기(controller)²⁴로 사용된다. 무용동작은 이를 위해 다시 정적이고 큰 움직임 위주로 구성했다. [그림-11]는 소곡 II의 영상과 무용의 예이다.

24) 이펙터의 파라미터를 제어할 수 있도록 고안된 장치.



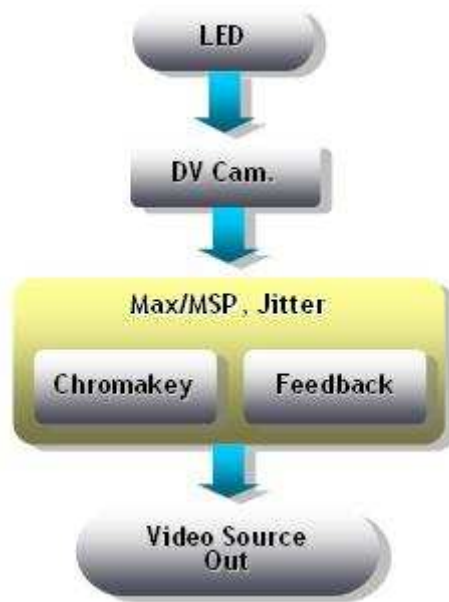
[그림-10] 소곡 II의 스크린(b)와 스크린(a)의 영상



[그림-11] 소곡 II의 영상과 무용

2. 연구 내용

1) 「라이트 드로잉」 연구

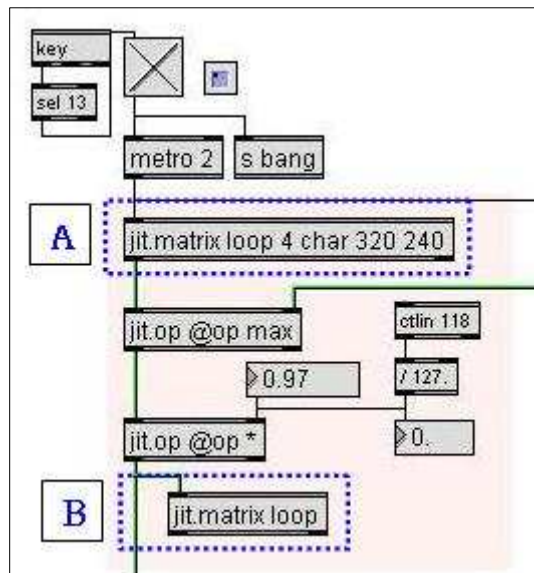


[그림-12] 「라이트 드로잉」의 구조도

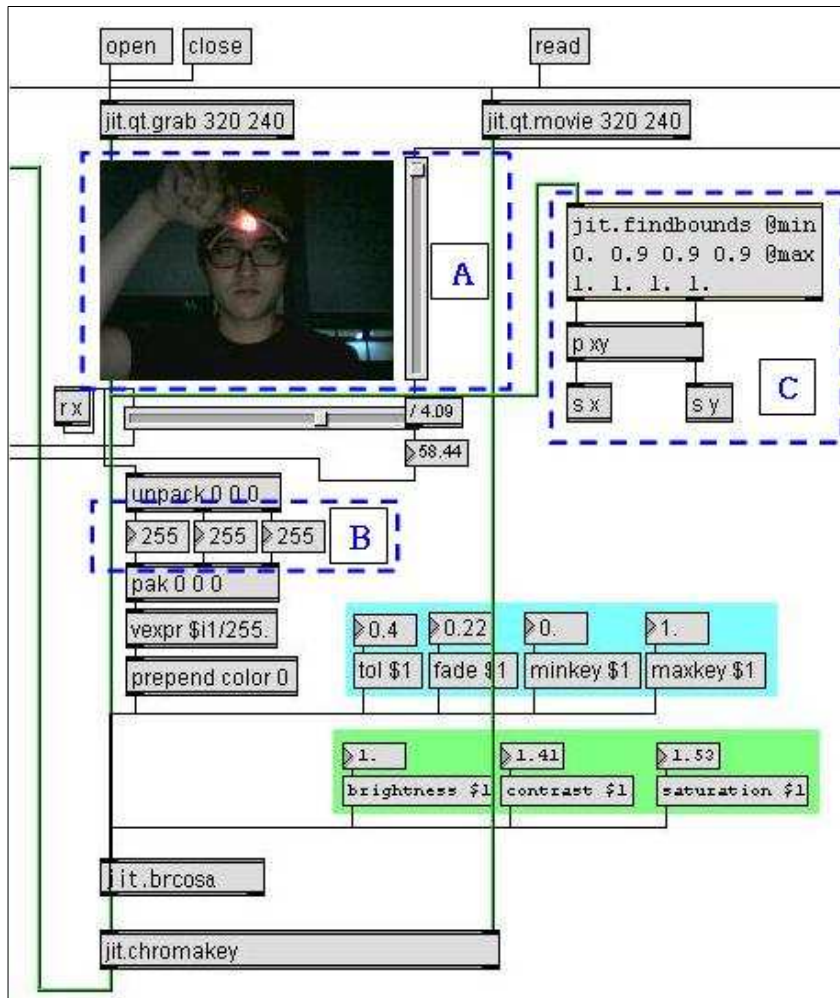
스크린 상에 LED로 그림을 그려내기 위해서는 [그림-12]와 같이 LED 빛을 캠코더를 통해 입력 받고 「피드백」을 이용해 영상의 잔상을 남겨야 한다. Jitter의 오브젝트(object)²⁵⁾ `jit.qt.grab`을 통해 캠코더로 입력받은 영상은 `jit.matrix`로 만들어진 매트릭스와, `jit.op`의 변수(attribute)인 `'op_max'`를 통해 「픽셀」(pixel) 단위로 비교되어 높은 값을 출력한다. 이때 출력된 영상은 [그림-13]의 **B**에서처럼 오브젝트

25) Max/MSP와 Jitter상에서 어떤 역할을 수행하는 객체.

(jit.matrix)에 명칭을 부여함으로써 [그림-13]의 **A**로 그대로 전달되게 된다. <그림 13>의 **A**로 전달된 영상은 jit.op의 변수 'op *'를 통해 출력량이 결정되게 된다. 즉 「피드백」의 양을 결정짓는 역할을 한다. 「피드백」은 0에서 1까지의 범위 곧 0%에서 100%의 범위를 갖는데 「피드백」의 양이 많을수록 잔상의 지속 시간이 길어진다. 잔상의 지속 시간을 늘림으로써 LED로 간단한 도형이나 문자를 그리는 것이 가능하며 지속 시간은 얻어지는 영상결과물의 형태에 가장 큰 요소로 작용한다.



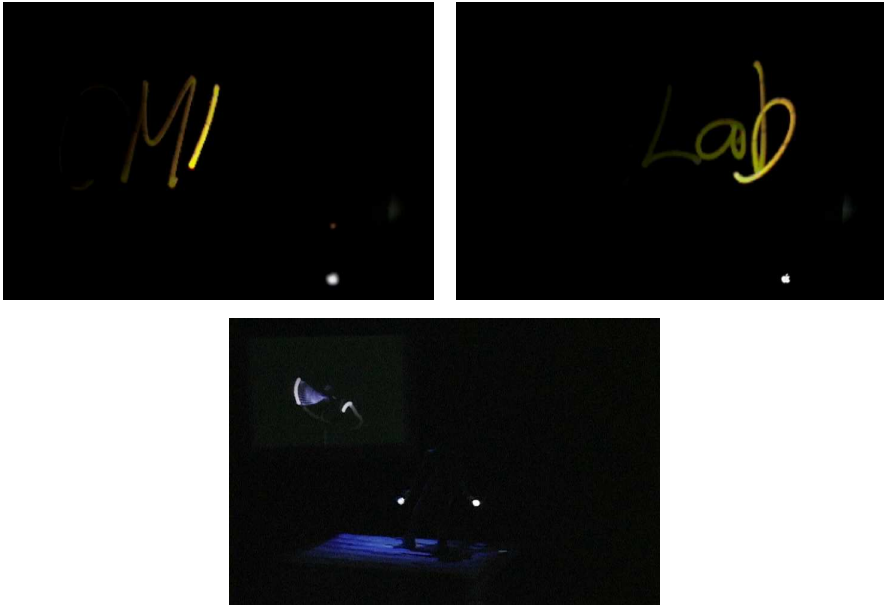
[그림-13] 영상 「피드백」 패치



[그림-14] 「컬러 트랙킹」 과 「크로마키」 패치

[그림-14]의 **A**는 「피드백」을 위해 `jit.op`에 전달되는, 즉 캠코더를 통해 입력받은 영상이다. [그림-14]의 **B**에서 보는 바와 같이 LED는 R·G·B(R:red, G:green, B:blue) 모두 255의 값을 갖는다. 다양한 색의 「라이트 드로잉」 영상을 얻기 위해 연구초기에 여러 가지 색의 LED를 실험 하였으나 어두운 환경에서 R·G·B 모두 255에 가까운 결

과로 확인한 차이가 나타나지 않았다. 때문에 「크로마키」(chroma key)²⁶⁾를 사용해 입력받은 영상의 LED부분, 즉 R·G·B 모두 255값에 가까운 부분만을 미리 제작한 화이트보드 이미지와 「크로마키」 되도록 하였다. 이때 화이트보드 이미지는 다양한 색으로 변화시킬 수 있기 때문에 결과적으로 LED의 색을 변화시키는 효과를 줄 수 있다. [그림-15]는 「라이트 드로잉」의 예이다.



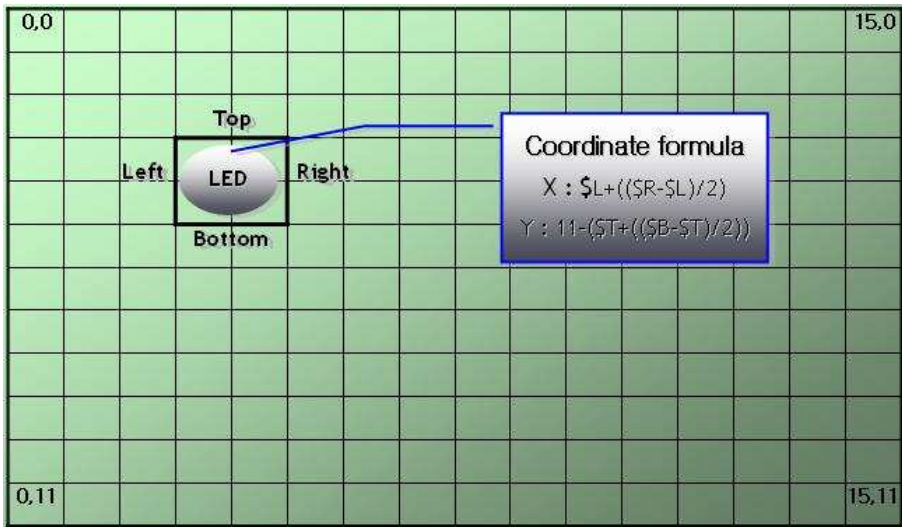
[그림-15] 「라이트 드로잉」의 예

26) 영상을 구성하는 색상 성분에서 특정 색상만을 뽑아내어 키(key) 신호를 만들고 이 키 신호에 의해 2개의 화면을 합성하는 기법 특정 색을 키 신호로 설정하여 그 키 신호의 색 부분만을 제거하고 다른 영상으로 치환(置換) 하는 영상효과.

2) 「컬러 트랙킹」 연구

캠코더로 입력받은 영상에서 LED의 움직임만을 「컬러 트랙킹」하기 위해 사용한 오브젝트인 `jit.findbounds`([그림-14]의 **C**)는 '@min'과 '@max'라는 변수를 통해 $A \cdot R \cdot G \cdot B^{27}$ 의 최소값과 최대값의 범위를 지정하여 범위 안에 해당하는 영상의 「픽셀」만을 찾는다. [그림-16]은 16*12 사이즈의 매트릭스 범위 안에서 LED를 「컬러 트랙킹」하고 간단한 산술연산을 통해 범위의 중심점을 $x \cdot y$ 좌표로 얻어내는 예이다. 그림에서 보는 것과 같이 [그림-16]의 매트릭스는 좌측 상단으로부터 x축은 0부터 15번까지 16개의 「픽셀」로 나뉘어 있으며 y축은 0부터 11번까지 12개의 「픽셀」로 나뉘어 있다. `jit.findbounds`는 총 192개의 「픽셀」 중에서 LED의 색만을 인지하게 되는데, LED색 범위안의 「픽셀」은 left · top · right · bottom의 형태의 위치값을 아웃렛(outlet)으로 내보내게 된다. 이 4가지 형태의 위치값은 수학적 연산을 통해 범위의 중심점을 $x \cdot y$ 좌표로 얻는다. 이는 다른 해상도의 매트릭스에도 동일하게 적용된다. 예를 들어 320*240 픽셀의 크기를 가진 매트릭스의 경우 x축은 0부터 319까지, y축은 0부터 239까지의 범위를 갖게 된다.

27) A:alpha, R:red, G:green, B:blue, 색상을 세 개의 8비트 바이너리 수치로 표현한 RGB형태에 8비트의 Alpha(투명도)가 합쳐져 총 32비트로 색상 값을 표현한 형태.



[그림-16] 「컬러 트래킹」의 실제

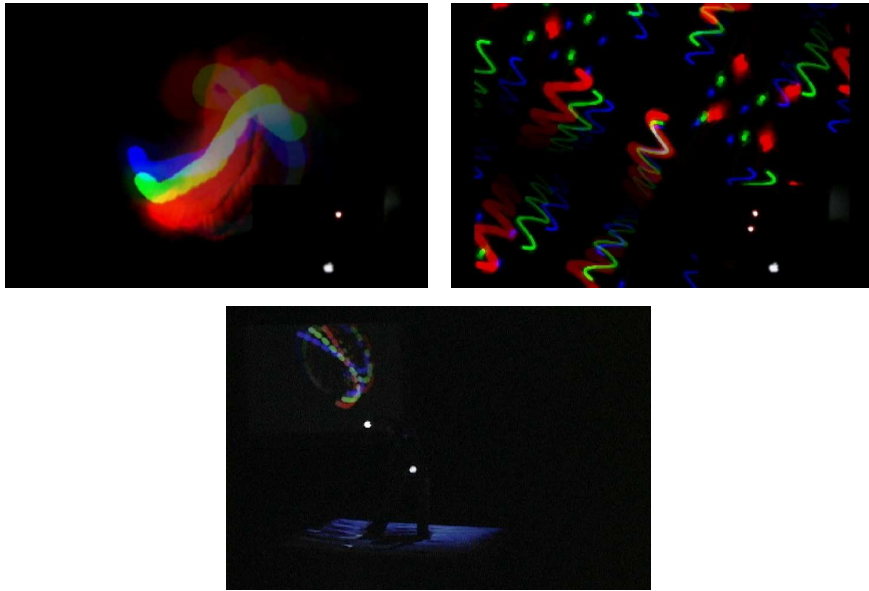
① 영상효과에 적용

「컬러 트래킹」을 통해 얻어진 LED의 위치값은 다양한 영상 이펙터와 사운드 이펙터의 「파라미터」에 연동이 가능하다. 본 연구에서는 `jit.rota`를 이용해 영상의 회전(rotation)과 줌 인(zoom in), 줌 아웃(zoom out) 효과를 줄 수 있는데, LED의 x축의 좌표값은 영상의 회전을, y축의 좌표값은 영상의 줌 인, 줌 아웃을 제어할 수 있도록 하였다. 또한 「미디컨트롤러」(midi controller)²⁸⁾를 이용해 영상 효과를 제어할 수 있는데 사용된 「미디컨트롤러」는 [그림-18]에 해당하는 M-Audio의 X-session이다. `gate`를 통해 LED의 x, y 좌표값과 「미디컨트롤러」중 선택해 영상효과를 제어할 수 있다. 영상이 회전이나 줌 인, 줌 아웃 할 때는 영상의 R·G·B 「플레인」(plane)²⁹⁾을 분리해 각각

28) 미디신호를 제어할 수 있도록 고안된 장치.

29) 영상의 요소 중 하나로 2차원적인 평면을 뜻함.

line을 적용해 각 「플레인」이 분리되어 순차적으로 움직이게 된다.

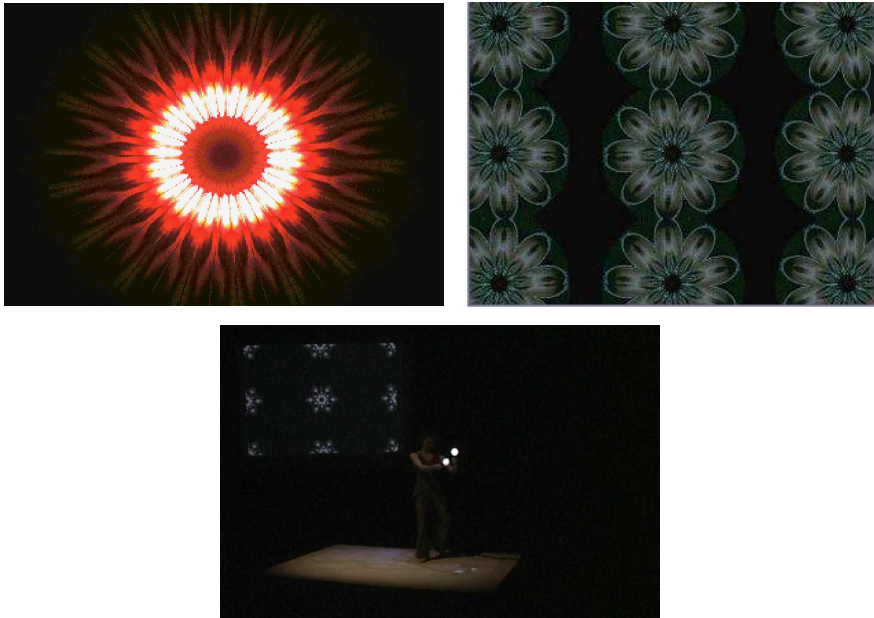


[그림-17] 영상 회전, 줌 인/아웃의 예



[그림-18] M-Audio의 X-session

또 하나의 영상 효과로 `jit.repos`를 사용했다. `jit.repos`는 「픽셀」의 「리포지셔닝」(repositioning)³⁰⁾으로 영상에 다양한 변화를 줄 수 있다. 「픽셀」을 「리포지셔닝」하는데 필요한 매트릭스는 산술적인 연산을 통하여 만들어진다. 때문에 다양한 산술연산을 통해 house mirrors³¹⁾, kaleidoscopes³²⁾등의 영상 효과를 자유자재로 연출할 수 있다. 본 연구에서는 이 「오브젝트」를 통하여 [그림-19]와 같이 「프랙탈」(fractal)³³⁾이미지를 구현했다.



[그림-19] 「프랙탈」 이미지의 예

30) 「픽셀」의 위치를 분석하여 재배치함.

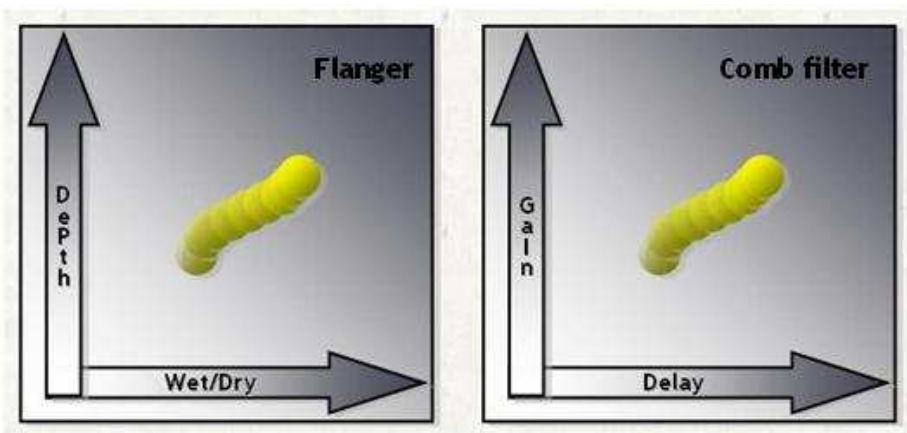
31) 거울에 반사된 효과.(거울놀이)

32) 만화경 효과.

33) 언제나 부분이 전체를 닮는 자기 유사성(self-similarity)과 소수(小數)차원을 특징으로 갖는 형상.

② 사운드효과에 적용

사운드효과는 플랜저(flange)³⁴와 콤필터(comb filter)³⁵의 「파라미터」를 연동 하였다. [그림-20]에서와 같이 플랜저의 「파라미터」로는 x축에 wet / dry, y축에 depth를 연동하였고 콤필터의 「파라미터」로는 x축에 delay time, y축에 gain을 연동시켰다. LED의 움직임은 실시간으로 사운드 효과에 적용되고 LED의 빛이 감지되지 않을 때는 모든 「파라미터」는 자동으로 0의 값을 갖게 된다. 사운드 효과는 selector를 통해 플랜저·콤필터와 「바이패스」(bypass)³⁶를 선택할 수 있다.



[그림-20] 사운드 효과 연동

34) 딜레이타임에 주기적인 변화를 주어 음정과 음색을 바꾸는 효과.

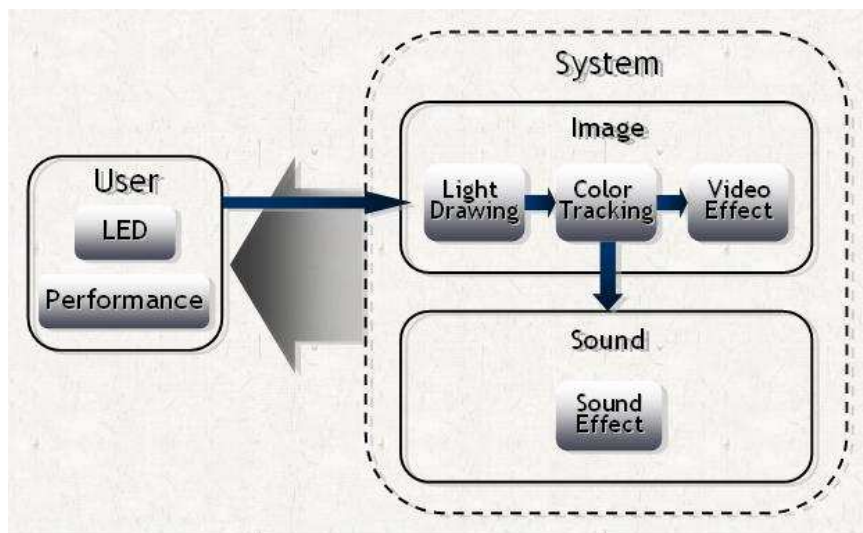
35) 시간차가 서로 다른 직접음과 반사음의 교란으로 음정과 음색을 바꾸는 효과.

36) 사운드효과를 적용하지 않고 통과시킴.

3. 작품의 실연

1) 매체 간 상호 관계

다음 [그림-11]은 행위자의 LED 퍼포먼스에 따른 영상과 사운드의 인터랙션 구조도이다.



[그림-21] 인터랙션 구조도

전술한 바와 같이 LED의 움직임은 Jitter의 「라이트 드로잉」을 통해 선으로 그려지게 되고 동시에 「컬러 트래킹」을 통해 LED의 위치가 x, y 좌표축 형태로 출력된다. 출력된 x, y 좌표값은 Jitter에서 영상과 음악의 「파라미터」에 적용되어 특정한 효과를 만들어낸다. 영상의 경우 LED의 x, y 좌표값을 각각 영상의 회전과 확대에 적용하였으며 음악에는 플랜저의 wet/dry와 depth, 콤퍼터의 delay time과 gain

에 각각 연동시켜 행위자의 움직임에 따라 영상과 음악에 적용된 효과의 「파라미터」가 변화하고, 변화된 음악이 다시 행위자의 움직임에 영향을 주는 인터랙션 구조를 갖는다.

2) 무대 구성 및 조명설정

본 작품에는 프로젝터, 스크린, 캠코더, V-4가 각각 두 대씩 사용되었다. 다음 [표-3]은 사용된 장치들의 위치와 구체적인 사용 용도를 나타내는 표이다.

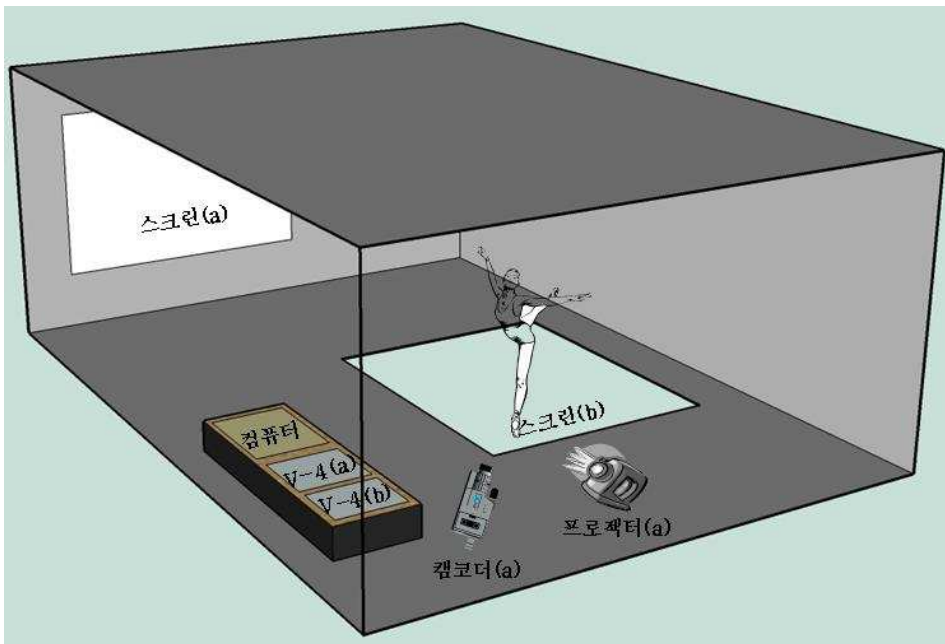
[표-3] 장치들의 위치와 용도

장치	설명
스크린(a)	무대 정면에 설치된 스크린
스크린(b)	무대 바닥에 설치된 스크린
프로젝터(a)	스크린(a)로 투영되는 프로젝터
프로젝터(b)	천장에 설치되어 스크린(b)로 투영되는 프로젝터
캠코더(a)	무대 앞쪽에서 무용수를 촬영하는 캠코더
캠코더(b)	천장에 설치되어 스크린(b)를 촬영하는 캠코더

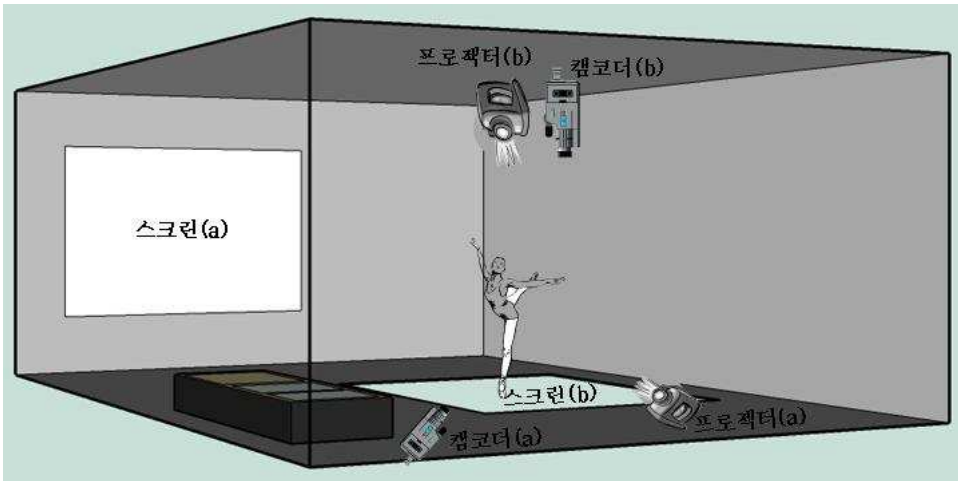
[그림-22]에서 보는 바와 같이 스크린(a)는 프로젝터(a)로부터 투영된 영상이 보여진다. 스크린(b)는 프로젝터(b)로부터 투영된 영상이 보여지며 무용수가 움직이는 공간이 되는데, 이때 무용수의 움직임이 프로젝터(a)의 영상각³⁷⁾ 범위 안에 들어오지 않도록 무대 오른쪽에 배치하였다. 캠코더(a)는 「라이트 드로잉」과 「컬러 트랙킹」을 위해 입력

37) 프로젝터로부터 스크린에 영사되는 빛의 각도

받은 영상을 실시간으로 Jitter에 전달한다. 정확한 「컬러 트래킹」을 하기 위해 캠코더(a)로 입력되는 영상에서 무용수가 들고 있는 LED이 외의 빛은 모두 차단되어야 한다. 때문에 캠코더(a)는 스크린(a)가 화각 안에 들어오지 않도록 무대 왼쪽에 배치되어 무용수의 움직임만을 촬영했다. 캠코더(b)는 [그림-23]에서 보는 바와 같이 스크린(b)의 영상과 무용을 입력받는데 이때 입력받은 영상이 다시 프로젝터(b)로 투영되기 때문에 영상 피드백이 일어난다. 정확한 「컬러 트래킹」이 필요한 부분에서는 모든 조명은 암전하였으며, 나머지 부분에서는 무용수의 머리 위에서 직접 내리 비추는 낮은 조도의 핀 조명을 사용하였다.



[그림-22] 무대 구성도 I



[그림-23] 무대 구성도 II

III. 결 론

1. 연구 성과 및 예술적 가치

본 논문의 주 연구목적은 행위자(VJ나 연주자, 무용수 등)의 동작을 LED를 통해 선으로 그려내고 영상으로 표현하여 VJing에 사용하는데 있다. 또한 LED의 움직임은 「트래킹」한 데이터와 영상, 사운드 이펙트간의 효과적인 연동에 대해 연구하였으며 다음과 같은 기술적 결론에 도달할 수 있었다.

첫째, 「라이트 드로잉」을 통해 VJing에 효과적인 다양한 영상을 만들 수 있다는 것이다. 캠코더로 입력되는 LED의 움직임은 Jitter에서 「피드백」을 통해 선으로 그려지게 된다. 이때 「피드백」의 양을 조절하여 선이 그려지는 시간을 조절할 수 있다. 또한 영상에 다양한 효과를 주어 단순한 선이 아닌 다채로운 영상으로 표현할 수 있다.

둘째, 「컬러 트래킹」데이터의 유용성이다. 「컬러 트래킹」을 통해 영상에서 LED의 색이 포함된 범위를 찾아내고 간단한 수학기산을 통해 범위의 중심점을 $x \cdot y$ 좌표값 형태로 출력할 수 있다. 이 좌표 데이터는 영상 이펙터의 「파라미터」에 연동할 수 있다. 이로써 LED의 움직임은 선으로 그려짐과 동시에 영상 이펙터를 제어해 다양한 영상으로 표현 된다. 또한 $x \cdot y$ 좌표값 데이터는 사운드 이펙터의 「파라미터」에 연동되어 실시간으로 사운드에 효과를 줄 수 있다.

마지막 기술적 결론은 작품<Doctrine of Feedback>의 무대구성에서 하드웨어를 통한 영상 피드백효과를 이용할 수 있다는 것이다. 캠코더의 입력소스와 프로젝터의 출력소스가 동일하면 영상 피드백 효과가 발생하여 영상에 잔상을 남기게 된다. 이와 같은 효과를 사용해 작품

<Doctrine of Feedback>에서는 무용수의 움직임에 잔상이 스크린에 나타나게 된다. 윤희와 해탈로 표현되는 「피드백」은 기술적 배경과 맞물려 예술적 표현 요소가 된다. 음악과 무용은 독립적인 표현 수단으로서 윤희와 해탈을 표현하며 서로에 영역을 간섭할 수 있는 인터랙티브 요소를 갖고 있다. 영상은 무용수의 움직임을 통해 실시간으로 만들어진다. 즉 무용수는 영상을 만들고 음악에 효과를 제어하는 주체가 된다. 때문에 작품의 기술적 요소를 최소한으로 고려해 안무를 구성함으로써 무용자체의 예술성을 충분히 살리고자 했다. 무용수의 움직임은 선으로 그려지며 영상회전, 확대 등 비교적 간단한 영상효과만을 사용했다. 또 사운드효과를 제어 할 때는 간결하고 큰 동작으로 구성하여 관객들로 하여금 음악과 영상, 무용의 인터랙션을 쉽게 인지할 수 있도록 했다. 현재 매스미디어와 대중예술 영역에서는 예술과 기술이 통합되는 경향을 보이고 있다. 하지만 아직도 사람들의 머릿속에는 예술과 기술은 전혀 다른 관념으로 자리 잡고 있는 것이 사실이다. 본 연구는 기술과 예술의 재통합을 통해 새로운 형태의 인터랙티브 공연을 제시했다는데 예술적 의의가 있다.

2. 문제점 및 향후연구과제

일반적인 VJing에 사용되는 영상클립은 주로 5초 내외의 짧은 길이로, 음악의 속도(beat)에 맞게 동기화(sync) 시켜 「루핑」(looping)³⁸⁾ 하는 경우가 많다. 때문에 음악이 흐르는 동안 영상클립의 「스위칭」만으로도 속도를 맞출 수 있다. 하지만 본 연구에서는 무용수의 움직임이 VJing의 영상소재로 사용되기 때문에 적절한 안무를 통해 음악에 속도와 무용동작을 동기화 시켰다. 추후 연구에 있어서 VJ 자신 또는

38) 영상이나 음악 등의 루프(loop)를 반복재생.

연주자들의 동작을 영상소재로 사용할 경우 음악의 속도에 맞는 동작의 연구가 필요하다. 또한 미적, 예술적 관점을 고려한 동작의 연구가 수반되어야 할 것이다. 「라이트 드로잉」에서는 빠른 동작으로 LED를 움직일 경우 선이 끊기는 문제가 발생했다. 이를 해결하기 위해 프로그래밍을 단순화 하여 효율성을 크게 올렸으나 완벽한 해결이 되지 않았다. 이 문제는 향후 하드웨어의 발전을 통해 해결될 수 있을 것이다. 「컬러 트래킹」은 환경에 영향을 많이 받는다. 조명이 있는 환경일 경우 조명을 받는 것들이 「트래킹」에 영향을 주기 때문에 암전상태로 실연이 효과적이었다. 「컬러 트래킹」을 통한 LED의 x·y 좌표값의 활용은 비교적 정확한 효과를 얻을 수 있었는데 . 다만 터치패드는 패드면의 공간이 제어범위로 정해져 있는 반면 캠코더는 화각과 거리에 따라 적용 범위가 달라지고 적용 범위를 가시화 시킬 수 없기 때문에 사용자가 적응하기 쉽지 않다는 단점이 있다. 하지만 「퍼포먼스」와 인터랙션 차원에서는 훌륭한 성과라 할 수 있겠다. 「컬러 트래킹」데이터의 활용은 터치패드나 디멘션 빔(dimension beam)³⁹⁾ 등과 함께 영상, 사운드 제어기로서 활용되기에 훌륭한 수단이 될 수 있을 것이며 하드웨어 제어기로의 발전 및 설치작품 형태로의 발전이 향후 연구 과제라 할 수 있겠다.

Keyword (검색어): VJ(visual jockey), 컬러 트래킹(color tracking), 라이트 드로잉(light drawing), 멀티미디어음악(multimedia music), 인터랙티브(inter active)

E-mail : gonugi@hanmail.net

39) 센서를 이용한 컨트롤러, 3차원(x·y·z)좌표를 이펙터의 파라미터에 적용

참 고 문 헌

1. 단행본

Alten, Stanley R. *Audio in Media*, Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning, 2006.

Boulanger, Richard. *The Csound Book*, Cambridge: The MIT Press, 2000.

Rowe, Robert. *Interactive Music Systems*, Massachusetts: The MIT Press Cambridge, 1993.

Spinrad, Paul. *The VJ Book - Inspirations and Practical Advice for Live Visuals Performance*, Feral House, 2005.

김용운, 「프랙탈과 카오스의 세계」, 우성출판, 1998.

2. 학위논문

전유진, “컬러 트랙킹을 이용한 멀티미디어음악 창작 연구”, 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2005.

3. 인터넷

<Jitter Tutorial Version 1.5.2> <http://www.cycling74.com/downloads/jitter>

<Karl D.D. Willis의 작품설명> <http://lighttracer.darcy.co.nz/>

<Max/MSP Tutorial Version 4.5.5> <http://www.cycling74.com/downloads/maxmsp>

<Max/MSP 사용자 포럼> <http://www.synthesisters.com/hypermail/max-msp/>

Abstract

A Study on Light Drawing & Color Tracking for Interactive VJing

(Focus on Multimedia-Music <Doctrine of Feedback>)

Lee, Hyunwook

VJing often at events such as concerts or clubs is performed in conjunction with programs like Motion Dive, Module8 or hardwares like Roland V-4. In this case, impact can be obtained through movie clip switching in tune with emotions or mood, beat and tempo of the music, or by using various image effects. However, these way can have some demerits which include limited expression of the music by restricted number of clips , as only pre-produced and prepared image clips can be used. Therefore, a method that can make images in real-time is required. In this paper, picture is drawn with light through research on 'light drawing' and 'color tracking' using Max/MSP and Jitter, and also a study was done on method to make real-time images by adding another effects. And this paper also suggests a real-time sound effect control algorithm, in which data of pixel position obtained by color tracking is corresponding to sound effects, and is interacting with images. The multimedia music work <Doctrine of Feedback> is to reinterpret feedback as 'wheel of life'(輪廻) and 'emancipation'(解脫) from

Buddhism , and this work is an interaction of music, dance and images. A dancer dances with two LEDs. The movement of LED is recorded by DV cam, and then drawn as a line through a feedback algorithm in Jitter. And the range of pixel in LED is developed into x and y coordinates through color tracking. The pixel coordinates of the LED is applied to parameter of sound effector and image effector. This study found that dance expressed by LED can be presented in the form of multiple images and LED can be fully used as sound and image effect controller. So, this study opens a new way of making an evolutionary form of performance.

부 록 - 1 (첨부 DVD 설명)

① Doctrine of Feedback.avi

공연실황 녹화 동영상

② Doctrine of Feedback.mxb

작품 <Doctrine of Feedback>의 Max/MSP 패치

③ Doctrine of Feedback.wav

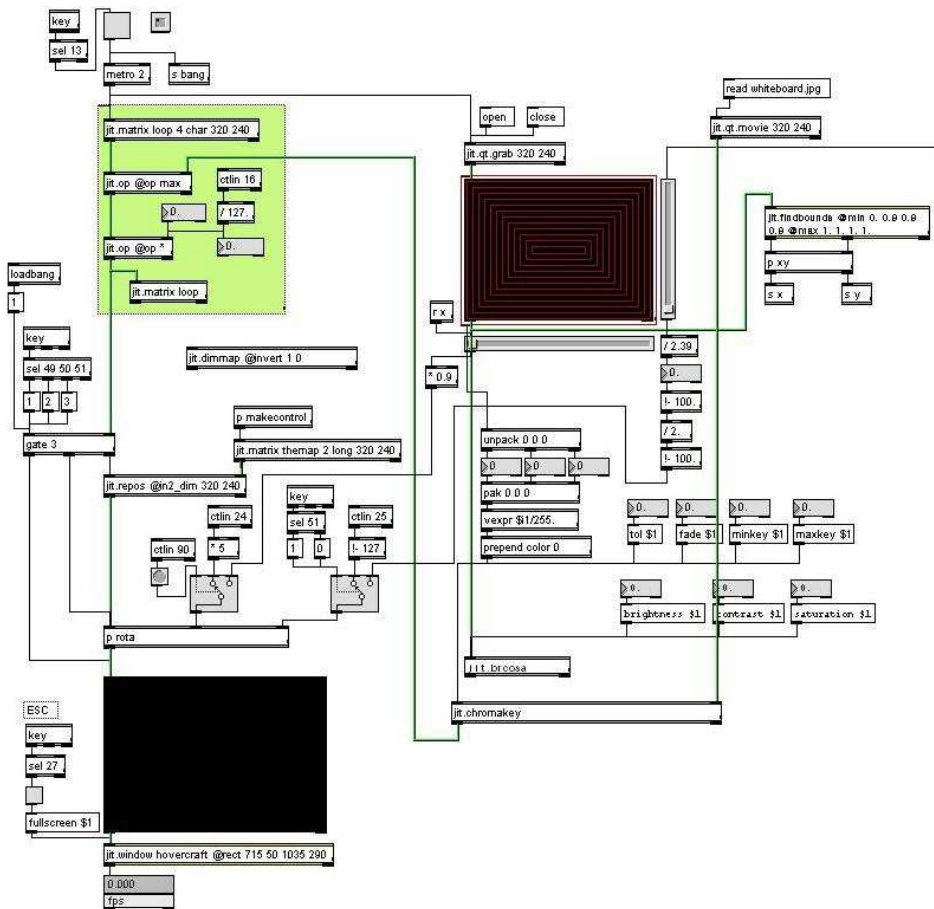
작품 <Doctrine of Feedback>의 테이프 음악

④ fire.mov, water.mov

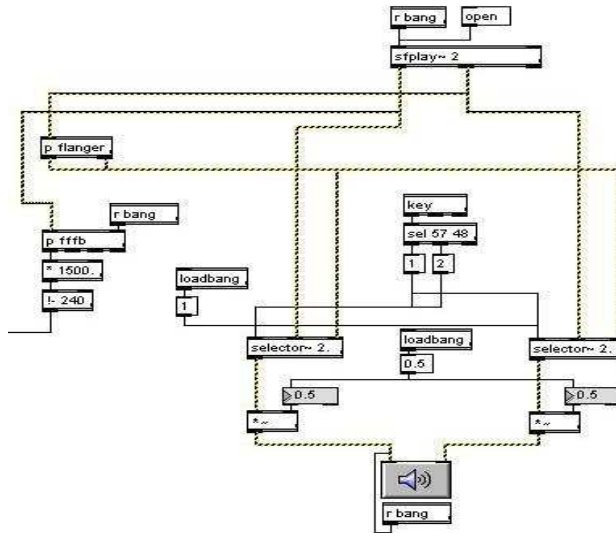
작품 <Doctrine of Feedback>에 사용된 동영상

부 록 - 2 (Max/MSP 패치)

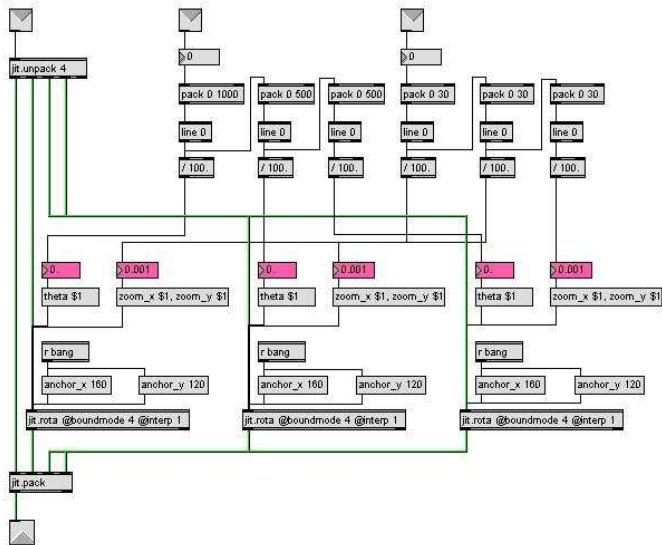
① 「컬러 트래킹」 과 「라이트 드로잉」 패치



② 테이프음악 제어패치



③ 영상회전과 확대 효과 패치



③ 프랙탈 이미지 연산패치

