

석사학위논문

적외선LED의 트래킹을 이용한

멀티미디어음악작품 연구

(멀티미디어음악작품 <Atonement>를 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원

멀티미디어학과 컴퓨터음악전공

김 영 민

2009

석사학위논문

적외선LED의 트래킹을 이용한  
멀티미디어음악작품 연구

(멀티미디어음악작품 <Atonement>를 중심으로)

김영민

지도교수 김준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2009년 1월 일

김영민의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2009년 1월 일

위원장: 조경은 (인)

위원: 엄기현 (인)

위원: 김준 (인)

동국대학교 영상대학원

## 목 차

I. 뉴미디어를 통한 예술의 형식 변화	1
1. 예술의 형식 변화	1
1) 멀티미디어와 예술의 결합	1
2) 의미전달의 적극성	2
2. 작품의 의미와 기술적 접목	3
1) 속죄의 연속을 통해 표현한 인간의 이기심	3
2) 멀티미디어 요소를 통한 작품 제작	4
II. 기술적 연구와 예술적 구성	5
1. 작품 제작을 위한 기술적 연구	5
1) 영상반전	5
2) 적외선 트래킹	9
① 적외선 필터	11
② 흑·백 영상	12
(3) MIDI 네트워크	16
2. 작품의 실연을 위한 시스템 구성과 무대 구성	19
1) 작품의 시스템 구성	19
2) 작품의 무대 구성	20
3) 적외선LED 악기 제작	22
3. 기술적 응용을 이용한 작품 구성	23
1) 테이프음악의 구성 및 제작	23

2) 영상과 퍼포먼스 구성 및 제작	26
① 1악장의 영상과 퍼포먼스	28
② 2악장의 영상과 퍼포먼스	28
③ 3악장의 영상과 퍼포먼스	30
<b>III. 연구의 의의와 향후 계획</b>	<b>31</b>
1. 기술과 예술의 결합이 가져온 의미전달의 용이함	31
2. 기술적 한계가 가져온 연구의 문제점	32
3. 빛과 소리의 유사성을 이용한 작품 계획	33
<b>참고문헌</b>	<b>35</b>
<b>Abstract</b>	<b>38</b>
<b>부록 1 (Max/MSP 패처)</b>	<b>39</b>
<b>부록 2 (첨부 DVD설명)</b>	<b>40</b>



## 그림 목 차

[그림-1] 영상반전 효과 전	5
[그림-2] 영상반전 효과 후	5
[그림-3] 영상반전효과 영상흐름도	6
[그림-4] 영상반전을 위한 패쳐	8
[그림-5] 작품에의 영상반전 적용	8
[그림-6] 가시관성의 스펙트럼과 적외선의 위치	10
[그림-7] 적외선 트래킹의 좌표	10
[그림-8] 적외선필터	11
[그림-9] 적외선필터가 장착된 카메라	11
[그림-10] 적외선필터 장착 후 적외선LED 촬영	11
[그림-11] jit.rgb2luma 오브젝트를 이용한 영상	13
[그림-12] gray scale image	13
[그림-13] binary image	13
[그림-14] 적외선LED 트래킹을 위한 패쳐	14
[그림-15] binary image 위치	15
[그림-16] IP주소와 이름 설정	17
[그림-17] MIDI 네트워크 설정 유틸리티	17
[그림-18] 네트워크 연결 확인	18
[그림-19] 시스템 구성도	19
[그림-20] 2악장의 무대구성	21
[그림-21] 3악장의 무대구성	21
[그림-22] 적외선LED	22
[그림-23] 적외선LED 악기	22
[그림-24] 4도 화성	24

[그림-25] 리디안 선법의 사용과 멜로디의 4도 진행	24
[그림-26] 영상구성도	27
[그림-27] 1악장의 퍼포먼스A	28
[그림-28] 1악장의 퍼포먼스B	28
[그림-29] 2악장의 영상	29
[그림-30] 2악장의 퍼포먼스와 영상	29
[그림-31] 3악장의 영상	30
[그림-32] 적외선LED를 이용한 퍼포먼스	30

## 표 목 차

[표-1] 작품 구성표	23
[표-2] 악장별 영상과 퍼포먼스	26

# I. 뉴미디어를 통한 예술의 형식 변화

## 1. 예술의 형식 변화

### 1) 멀티미디어와 예술의 결합

사람의 말과 행동을 통해 전달할 수 있는 표현의 범위는 한계가 있다. 예를 들어 색을 표현 하는 “누리끼리하다”라고 하는 말은 눈으로 직접 보고 확인하지 않는 이상 정확한 색을 떠올리지 못한다. 이러한 표현의 한계를 넓혀 준 것은 멀티미디어 기술의 발전이라 볼 수 있다. 기술의 발전은 영상매체의 발전을 도와 텔레비전 혹은 컴퓨터, 모니터, 그리고 영사기의 개발과 거듭된 발전을 가져와 인간들에게 시각적인 즐거움을 주었으며 이러한 현상은 영화나 드라마 같은 문화적인 매체의 발전을 가져왔다.

소리매체의 발전은 음악 혹은 일상생활의 모든 소리를 이용하여 기존에 가지고 있는 음악의 표현 범위를 넓혀주고 있다. 이 모든 것은 멀티미디어의 발전이 가져온 결과이며 예술의 범위를 넓히고 의미 전달의 한계를 넘어설 수 있는 도구로 사용되고 있다.

과거로부터 현재까지 내려오는 예술의 영역 중 하나인 연극의 기원을 살펴보면 원시시대 종교의식 중 하나로서 시작되었다. 그리고 그리스의 남동부에 위치한 「애티카」(Attica) 지역의 유적에서 발견되어진 기원전 4~5세기경 「디오니소스」(Dionysos)<sup>1)</sup> 신에게 드리던 축제의 찬가에서부터 본격적인 극의 형태로 갖추기 시작되어 현재까지 발전을

---

1) 그리스 신화에 등장하는 술의 신.

거듭하여 이어져 내려오고 있다. 현재에 이르러서는 일반적인 극의 형태에 미디어를 이용한 다양한 시도와 실험을 통해 만들어진 요소를 접목하여 새로운 형태의 극으로 거듭나고 있다. 하지만 그러한 작품들의 대다수는 의미전달의 목적보다는 연기자들의 퍼포먼스에 더욱 비율이 높다.

## 2) 의미 전달의 적극성

예술이란 청중들이 작가가 전달하고자 하는 의미를 이해하고 그로 인해 재미를 가지는데 목적이 있다. 현대의 예술작품은 「포스트모더니즘」(Postmodernism)<sup>2)</sup>사조의 영향을 통해 자율성이 중시되고 다양성을 인정받았다. 이러한 현상으로 인해 일반적인 예술작품이 가졌던 의미전달의 목적과 개념을 해체하는 새로운 예술적 성향이 나타나기 시작했다. 이러한 성향은 관객의 의미 수용에 많은 결합을 가져오기 시작하여 일반관객들의 외면을 받기도 하였다. 여기에 멀티미디어와의 결합을 통해 작가들은 표현하는 폭을 이전보다 더욱 넓히는데 많은 힘을 쏟고 있다. 하지만 극을 중심으로 한 공연에서는 실시간으로 연주와 퍼포먼스를 인터랙티브(interactive)<sup>3)</sup>하게 미디어를 사용하지 못하고 미리 준비된 영상물을 상영하는 등 의미의 전달과 관객들이 가지는 재미의 한계적 상황을 벗어나지 못하였다.

본 작품은 이러한 한계적 상황을 벗어나 실시간으로 미디어와 연기자와의 상호작용성을 통하여 관객들이 작가의 의미를 전달 받는데 더욱 도움이 되고 관객들이 더욱 재미를 느낄 수 있는 작품을 만드는데 그

---

2) 1960년대 일어난 문화 운동이자 이념. 19세기의 사실주의 해체를 주장하고 개인의 개성과 자율성 다양성을 주장.

3) 서로 작용하는, 쌍방향성.

목적을 가지고 있다.

## 2. 작품의 의미와 기술적 접목

### 1) 속죄의 연속을 통해 표현한 인간의 이기심

본 작품의 제목인 <어톤먼트>(atonement)는 속죄라는 사전적인 의미를 가지고 있다. 속죄란 자신이 지었던 죄를 반성하고 반성을 통해 죄를 사함을 의미한다. 기독교적인 의미로 속죄란 하나님의 아들인 예수 그리스도가 이 세상에 인간의 몸으로 태어나 인간들을 대신하여 죽음으로 세상의 모든 인간들의 죄를 대신 사하여 주심을 의미하며 The atonement라고 한다. 인간은 많은 자아를 가지고 살아간다. 선함과 악함, 이 두 가지를 선택하여야 하는 많은 고뇌와 갈등은 인간이라면 누구나 가질 수 있는 마음의 연결고리이다.

본 작품에서는 인간은 언제든지 선과 악을 번갈아 가며 가질 수 있으며 악을 저지른 뒤 선을 통해 속죄하며 죄를 사함 받기를 원하는 마음을 표현하고 인생을 사는데 수도 없이 반복되는 이 행위 안에서 그저 마음의 평안만을 위하여 구원받기를 원하는 인간의 이기심에 대해 표현 하려고 하였다. 이러한 추상적인 내용을 관객들이 보고 이해하기 편하게 작품으로 만들기 위하여 속죄와 인간의 이기적인 욕망에 대해 잘 서술되어 있는 성경의 한 부분을 인용하였다. 작품의 이야기 구조는 성경의 요한복음<sup>4)</sup>에 수록되어 있는 예수님과 간음한 여인<sup>5)</sup>의 이야기에서 모티브를 가져왔으며 연기자는 간음한 여인의 입장에서 무용과

---

4) 성경의 신약성서 두 번째 단락으로 세례 요한이 집필한 부분.

5) 요한복음 18장.

연기를 결합한 퍼포먼스를 행한다.

## 2) 멀티미디어 요소를 통한 작품 제작

영상과 소리를 미디어적인 요소로 접목시키기 위해 Max/MSP를 이용한다. Max/MSP는 Cycling'74가 오브젝트(object)<sup>6)</sup>를 이용하여 MIDI<sup>7)</sup> 처리, 산술처리, 음향처리, 영상처리 등을 실시간으로 가능하게 하기 위하여 개발한 응용프로그램(application)이다. 그리고 더 정확하고 흥미로운 영상처리를 하기 위하여 Jitter라는 응용프로그램을 사용한다. Jitter 역시 Cycling'74에서 개발 되었으며 Max/MSP와 연동하여 사용이 가능하다. 이 두 응용프로그램은 다양한 영상과 사운드 처리를 실시간으로 가능하게 해준다는 장점을 가지고 있으며 GUI(graphic user interface)<sup>8)</sup> 방식을 채택하고 있어 사용자가 쉽게 사용 할 수 있도록 해준다.

사운드는 미리 만들어 놓은 테이프음악(tape music)<sup>9)</sup>과 함께 실시간으로 행해지는 그레놀러 합성(granular synthesis)<sup>10)</sup>을 위하여 Max/MSP를 이용하였으며 후반부에 나오는 연기자의 대사는 음정변화 효과(pitch shift)<sup>11)</sup>를 이용하여 연기자의 감정표현을 더욱 활발히 하게 하였다. 마지막으로 연기자의 모습과 위치 변화를 정확하게 추적하기 위하여 적외선(infrared)<sup>12)</sup>LED를 이용하였다.

- 
- 6) Max/MSP와 Jitter에서 주어진 데이터의 이용을 가능하게 하는 기능을 가진 대상.
  - 7) Music Instrument Digital Interface의 약자. 음악을 위한 디지털 악기들이 상호 연결되어 이용 할 수 있게 하는 일종의 디지털 신호 규약체계.
  - 8) 사용자가 컴퓨터와 정보를 교환할 때, 그래픽을 통해 작업할 수 있는 환경을 말한다. 마우스 등을 이용하여 화면에 있는 메뉴를 선택하여 작업을 할 수 있다.
  - 9) 미리 만들어 놓은 음악.
  - 10) 원래의 소리를 조각조각 나누어 합성하여 만든 새로운 사운드.
  - 11) 음의 높낮이를 변화시키는 기능.

## II. 기술적 연구와 예술적 구성

### 1. 작품제작을 위한 기술적 연구

#### 1) 영상반전 (Invert)

영상반전은 카메라에 찍힌 피사체의 색을 반전시켜 색상을 바꾸는 것이다. 본 연구에서는 영상반전을 위해 Max/MSP를 사용하였다. 그리고 그 결과 일반 카메라에 사용되는 필름에 피사체를 촬영했을 때 생기는 이미지와 같은 영상을 얻을 수 있었다. [그림-1]과 [그림-2]는 영상반전의 예이다.



[그림-1] 영상반전 효과 전



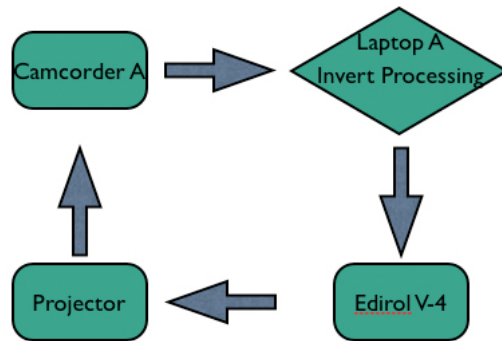
[그림-2] 영상반전 효과 후

[그림-3]은 영상의 촬영에서부터 출력까지의 모습을 설명한다. 카메라를 통하여 촬영한 영상은 Max/MSP를 이용하여 영상반전 효과를 만들어 내고 그 영상은 영상 믹스<sup>13)</sup>(mix)장치인 V-4<sup>14)</sup>를 거쳐 프로젝터를 통해 스크린에 출력되게 된다.

12) 가시광선 영역의 바깥에 위치한 빛의 종류.

13) 두 대의 컴퓨터에서 출력되는 영상을 적절히 섞음.

14) Edirol에서 출시된 영상 믹스 장치.



[그림-3] 영상반전효과 영상흐름도

영상반전 효과를 만들어내기 위해서는 먼저 무용수를 촬영하여야 한다. 무용수의 모습을 촬영하기 위해서는 `jit.qt.grab` 오브젝트를 사용한다. 그리고 영상반전 효과를 이용하여 새롭게 형성된 이미지를 무용수의 반대편에 만들어낸다. 이를 위해 촬영된 영상의 방향을 반대로 하는 기능을 가진 `jit.dimmap` 오브젝트를 사용한다.

이로 인해 무용수는 [그림-5]와 같이 스크린에 출력되어진 새로운 이미지를 마주보게 되고 상호적으로 두 명이 같이 퍼포먼스를 펼치는 것과 같은 효과를 가지게 된다. 이러한 효과를 내기 위해서는 카메라에서 받아들이는 영상의 밝기(`brightness`), 그리고 대비(`contrast`)와 채도(`saturation`)를 조절해줘야 한다. 그 이유는 카메라의 기능과 조명의 밝기 및 조명의 종류 등 주위 환경에 따라 색의 범위가 다르게 촬영되기 때문이다. 주위환경에 의해 변형된 모습을 촬영한 영상을 조절해 주기 위하여 `jit.brcosa` 오브젝트를 사용한다.

마지막으로 이렇게 조절된 영상을 반전시키는 효과를 위해 `jit.op @op` 오브젝트를 이용하여 만든다. Jitter에서는 영상의 색상을 만들기 위해 4개의 플레인(`plane`)<sup>15)</sup>을 사용한다. 각 플레인은 영상의 투명도를

15) Jitter에서 색을 표현하기 위해 사용되는 가상의 공간.

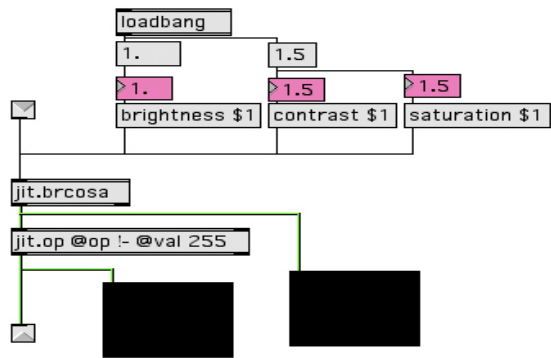


조절하기 위한 alpha 플레인 과 빛의 3원색인 RGB 색상체계를 이용하기 위한 red 플레인, green 플레인, blue 플레인으로 구성 되어 있다. R·G·B 각 플레인들은 설명의 편의를 위해 빨강색, 녹색, 파랑색으로 표시하지만 실제로는 0~255의 값을 가진 셀로 구성되어 있을 뿐 실제 색상을 갖고 있는 것은 아니다. 하나의 영상을 플레인으로 각각 나눠서 보게 된다면 0~255까지의 값을 가지고 있는 셀들로 구성이 된 「그레이 스케일」(gray scale)<sup>16)</sup> 이미지로 나뉘게 된다. 그레이 스케일 상에서 데이터가 0이면 완전한 검정색을 나타내며 255는 하얀색을 나타낸다. 이러한 데이터를 가지고 있는 영상을 [그림-4]에서 보는 바와 같이 jit.op 오브젝트를 이용하여 255이하의 데이터를 가지고 있는 모든 셀들은 반대의 값들을 갖도록 명령 받는다. 0은 255로 255는 0으로 서로 변환된 값을 가지게 되어 검정색은 흰색으로 흰색은 검정색으로 반전을 이루게 되는 것이다.

이렇게 각 플레인 안에 있는 셀들이 본래 가지고 있던 고유의 데이터들은 변화하게 되고 이러한 변화를 겪은 각 R·G·B 플레인들은 또 다시 결합하게 되어 영상반전효과가 나타나게 된다. [그림-5]는 영상반전효과를 작품에 적용한 모습이다.

---

16) 백색과 흑색 사이의 회색 영역을 표시하기 위하여, 백색과 흑색의 비율을 변화시킨 일련의 색조.



[그림-4] 영상반전을 위한 패처



[그림-5] 작품에의 영상반전 적용

## 2) 적외선 트래킹(tracking)

본 작품에서는 연기자의 위치를 추적하여 움직임에 따라 영상과 소리가 변화한다. 이렇게 피사체의 움직임을 추적하여 위치 데이터를 추출하는 것을 트래킹이라 한다.

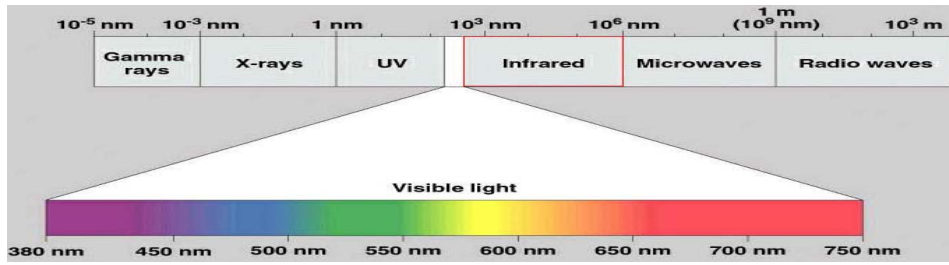
트래킹을 위해서는 센서나 카메라를 이용하는데 본 작품에서는 카메라를 이용한 트래킹을 사용하였다. 카메라를 이용한 트래킹 방식 중 뉴미디어작가들이 일반적으로 많이 사용하는 방식은 지정한 색의 움직임을 파악하는 컬러 트래킹(color tracking)이다. 하지만 컬러트래킹에는 다음의 문제점들이 있다.

첫째, 컬러트래킹에서 이용하는 색은 빛을 통해 반사되어 우리 눈에 보이게 되는 것인데 빛을 내는 발광매체의 종류와 세기에 따라 카메라에 입력되는 색의 변화가 커서 트래킹하기 어렵다. 둘째, 트래킹하려는 색을 가진 다른 피사체가 무대 위에 있다면 원하는 피사체의 위치를 정확하게 추적하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 피사체를 더욱 정확하게 트래킹할 수 있는 적외선 트래킹을 사용한다. 적외선은 가시광선의 스펙트럼 바깥 쪽에 약 750nm 이상의 파장으로  $10^3\text{nm} \sim 10^5\text{nm}$ 의 파장의 길이를 가지는 전자기파를 말한다.<sup>17)</sup> [그림-6]은 가시광선의 스펙트럼과 적외선의 위치이다.

적외선은 가시광선의 범위 안에 있지 않기 때문에 빛은 내고 있지만 일반적인 빛 아래에서는 사람의 눈에 보이지 않는 특징이 있다. 따라서 무용수의 몸에 적외선이 발광하는 LED를 부착하고 퍼포먼스를 하더라도 관객들은 적외선LED가 있음을 인지하지 못하고 작품의 변화에 주목하게 된다.

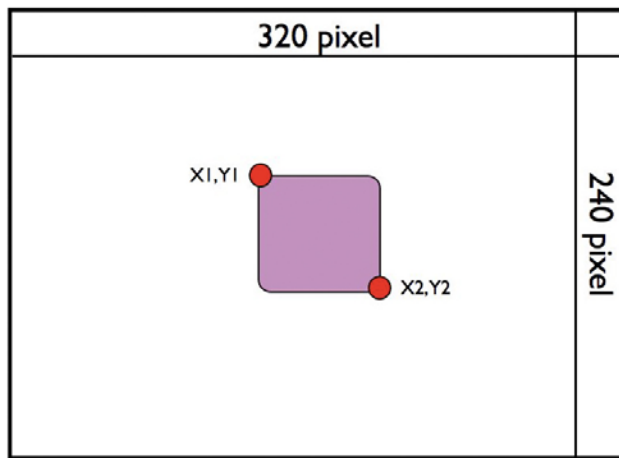
---

17) 권효근, 「적외선 LED 랜드마크와 레이저 비전을 이용한 3차원 측정기 구현」. (2005 울산 대학교 대학원 전기 전자 정보 시스템 공학부 석사 학위 논문, 11쪽)



[그림-6] 가시광선의 스펙트럼과 적외선의 위치

이렇게 적외선LED를 장착한 무용수는 무대에서 움직이게 되고 카메라는 그 모습을 촬영하여 Jitter에서 설정한 범위 안에서 적외선LED의 위치를 X1(left), Y1(top), X2(right), Y2(bottom)의 4가지 형태의 데이터로 출력되어 활용 할 수 있다. 본 작품에서는 아래 [그림-7]과 같이 가로 0~320 pixel, 세로 0~240 pixel의 범위를 설정해 주고 이 범위 안에서 데이터들이 추출 되도록 하였다.



[그림-7] 적외선 트래킹의 좌표

### ① 적외선 필터

정확한 적외선의 위치 값을 받기 위해서는 카메라로 적외선LED만을 촬영해야 하기에 제일 먼저 카메라에 적외선 필터를 장착한다. [그림-8]과 [그림-9]과 같이 적외선 필터를 카메라의 렌즈 부위에 장착하고 촬영하면 [그림-10]과 같이 적외선LED, 혹은 적외선LED 주위만 촬영되고 나머지 부분은 전부 검정색으로 나타나게 된다.



[그림-8] 적외선필터



[그림-9] 적외선필터가  
장착된 카메라



[그림-10] 적외선필터 장착 후 적외선 LED 촬영

## ② 흑·백 영상

위의 적외선필터를 이용하여 촬영된 적외선LED는 더욱 정확한 위치의 경계를 나눠주기 위하여 Jitter의 오브젝트를 이용하기 시작한다. 먼저 `jit.rgb2luma` 오브젝트를 이용하여 [그림-11]과 같이 화면을 흑백의 모습으로 전환시킨다. Jitter는 4개의 플레인을 가지고 있지만 `jit.rgb2luma` 오브젝트는 4개의 플레인의 데이터를 입력 받아 각 위치의 따라 다르게 나오는 휘도<sup>18)</sup>값을 적용시켜 하나의 플레인으로 출력시킴으로 그레이 스케일 형태의 흑백 영상을 만들 수 있다.

하지만 이 영상의 각 셀들은 [그림-12]와 같이 0~255까지의 데이터를 가지고 있음으로 만약 비슷한 데이터들이 주위에 있다면 정확한 적외선LED의 영역을 분할하여 트래킹하기 힘들다. 그래서 [그림-14]와 같이 `jit.rgb2luma` 오브젝트에서 나온 값들은 `jit.op` 오브젝트를 사용하여 0~255의 값을 가진 영상 중에서 적외선LED의 정확한 범위를 설정한다. 그리하여 [그림-13]과 같이 90보다 더 높은 데이터를 가진 셀들은 1의 데이터를 가진 흰색으로, 그 이하의 데이터를 가진 셀들은 0의 데이터를 가진 흑색으로 분리하여 흑·백 영상으로 출력하게 되며 정확하게 영역이 분할된다.

---

18) 일정한 넓이를 가진 광원 또는 빛의 반사체 표면의 밝기를 나타내는 양을 말함.



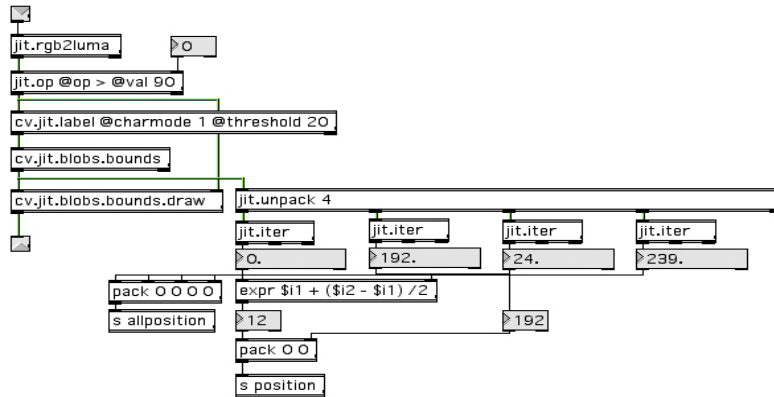
[그림-11] jit.rgb2luma 오브젝트를 이용한 영상



[그림-12] gray scale image



[그림-13] 흑·백 영상



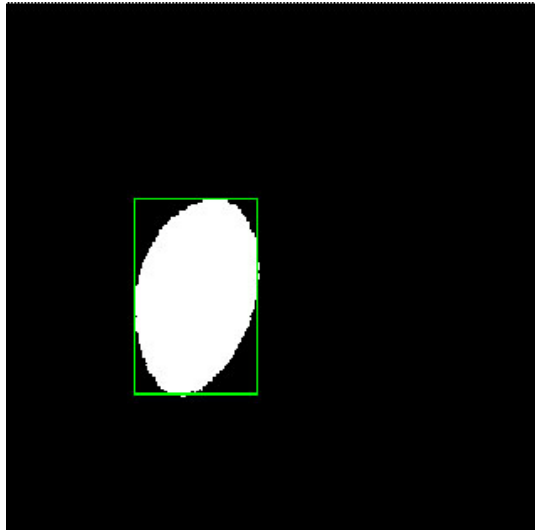
[그림-14] 적외선LED 위치 트래킹을 위한 패처

이렇게 변환된 영상의 1의 값만 가진 피사체의 위치 변화 데이터를 트래킹하기 위해서 cv.jit 오브젝트를 사용하였다. cv.jit 오브젝트는 일본의 오오가키에 위치한 뉴미디어 아트를 연구, 개발하는 IAMAS대학에서 개발한 오브젝트로서 Open CV<sup>19)</sup>를 응용하여 개발하였다.

본 작품에서는 흑·백 영상으로 전환된 적외선LED의 모습을 트래킹하기 위해 cv.jit.blobs.bounds 오브젝트와 cv.jit.blobs.bounds.draw 오브젝트를 사용한다. cv.jit.blobs.bounds 오브젝트는 1의 데이터를 가진 피사체의 위치를 추적하고 위치 값을 출력해 주는 역할을 하며 cv.jit.blobs.bounds.draw 오브젝트는 1의 값을 가진 피사체의 영역을 [그림-15]처럼 선을 통해 사람이 인지 할 수 있도록 도와준다. [그림-15]와 같이 1의 값을 가지는 피사체의 모습 즉 적외선LED의 모습만을 찾아내어 [그림-7]에서 언급한 4개의 데이터 X1, Y1, X2, Y2의 값을 출력시켜 작품에 사용하였다. [그림-14]는 적외선 LED의 위치를 트래킹 하기 위하여 사용한 패처이다.

19) Intel에서 제작하여 사람의 얼굴, 행동, 움직임등의 변화를 실시간으로 분석 할 수 있도록 하는 오픈소스 라이브러리.





[그림-15] 흑·백 영상의 위치

### 3) MIDI 네트워크

작품에서는 두 대의 카메라를 사용하여 한 대는 연기자를 촬영하였고 다른 한 대는 적외선LED를 촬영하였다. 적외선LED를 촬영하기 위해서는 적외선 필터를 장착하여야 하는데 이 경우 연기자의 모습을 촬영하는데 어려움이 있어 두 대의 카메라가 필요하다. 카메라의 영상을 Jitter에서 받아 사용하기 위해서는 IEEE1394<sup>20)</sup> 케이블로 컴퓨터와 카메라를 연결하여야 하는데 이럴 경우 한 대의 컴퓨터에 한 대의 카메라만 장착이 가능하다는 단점이 있다. 그래서 작품을 위해 두 대의 컴퓨터를 사용하고 각 컴퓨터에 카메라를 한 대씩 연결하였다.

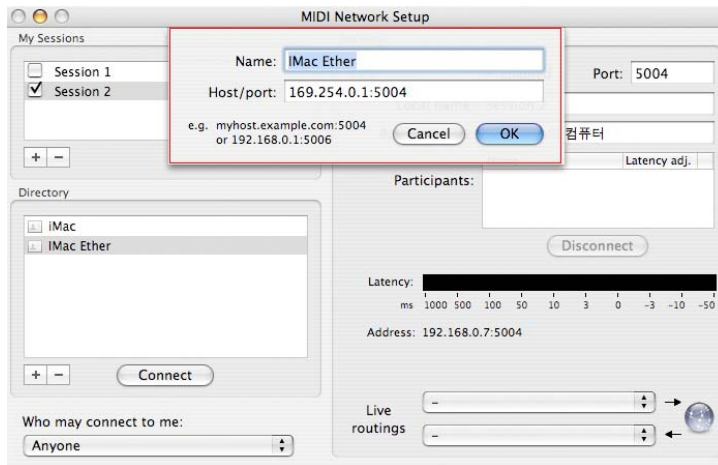
본 작품에는 Macbook Pro 와 iMac이 각 한 대씩 사용되었다. iMac을 주컴퓨터로 사용하여 작품의 사운드와 1악장과 2악장의 영상을 제어하는 용도로 사용하였고 Macbook Pro는 부컴퓨터로 적외선LED를 촬영하여 트래킹 데이터를 추출 하는데 사용하였다.

사운드컨트롤과 트래킹 데이터의 추출을 동시에 실행하면 컴퓨터가 오류를 일으키는 경우가 발생하였기에 동시에 사용은 불가능 하다. 그래서 사운드 관련 패치는 주컴퓨터에서 제어하고 부컴퓨터에서 발생하는 적외선LED 트래킹 데이터를 주컴퓨터로 전송하기 위해 주컴퓨터와 부컴퓨터 사이에 네트워크를 구축하여 미디신호를 전송하였다. 컴퓨터와 컴퓨터 사이에 서버 없이 LAN케이블로 직접 연결하여 각 컴퓨터에 IP주소를 설정하고 네트워크 설정을 인식시킨 후 사용하였다.

네트워크 연결 작업을 위해 사용되는 LAN케이블은 컴퓨터와 컴퓨터 사이의 네트워크를 구축하여 데이터의 전송을 위해 사용되는 cross케이블<sup>21)</sup>을 사용한다. 이렇게 각 컴퓨터를 연결 후 [그림-16]처럼 IP주소를 입력시켜 각 컴퓨터의 위치를 지정해 준다.

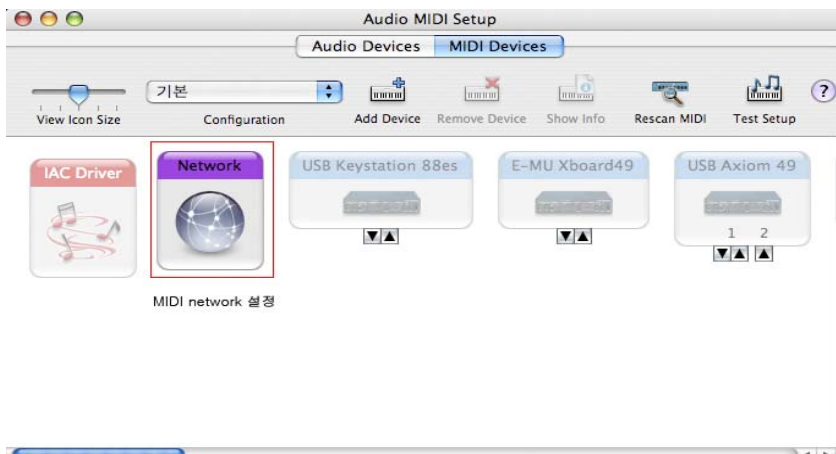
20) 디지털 정보 전송 전용 케이블. 오디오, 영상 등 다양한 디지털 정보처리에 사용.

21) direct케이블을 구축하는 1번~8번 케이블 중에서 1,2번 과 3,6번 케이블을 변화주어 사용하는 케이블.



[그림-16] IP주소와 이름 설정

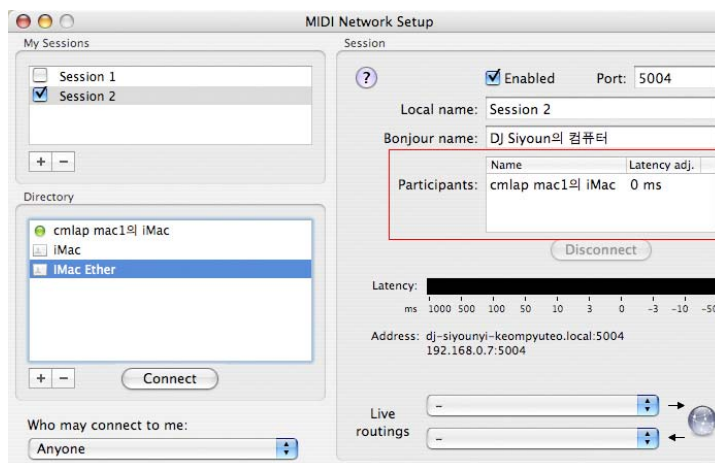
매킨토시 컴퓨터는 [그림-17]과 같은 MIDI장비를 설정해 주는 유틸리티를 제공한다. 이러한 유틸리티는 일반적인 MIDI장비의 인식, 그리고 사용 설정과 함께 네트워크로 연결된 MIDI 데이터를 이용할 수 있도록 도와주는 기능까지 포함하고 있다.



[그림-17] MIDI 네트워크 설정 유틸리티

이 설정 창 에서 연결하려는 상대컴퓨터의 이름과 IP주소를 설정하면 네트워크 안에 연결되어 있는 상대컴퓨터의 이름을 [그림-18]과 같이 확인 할 수 있다. 이렇게 연결된 컴퓨터들은 마스터와 클라이언트의 구분 없이 데이터를 송수신할 수 있다.

주컴퓨터와 부컴퓨터의 Max/MSP패처의 MIDI port를 모두 네트워크 세션으로 할당해 주고 완료시키면 적외선LED의 트래킹 데이터들은 MIDI데이터의 형식으로 전송되게 된다.

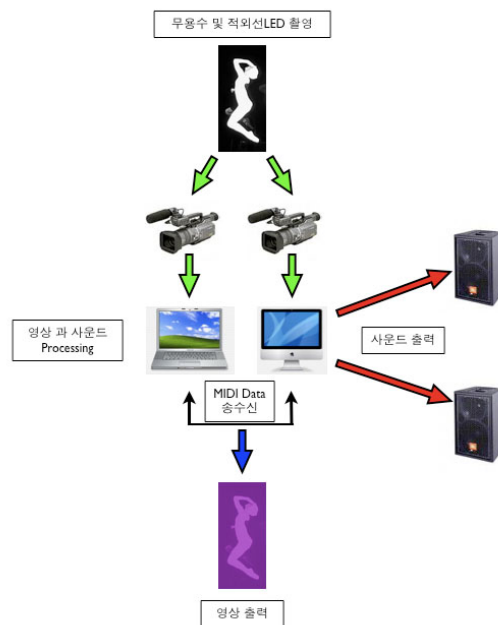


[그림-18] 네트워크 연결 확인

## 2. 작품의 실연을 위한 시스템 구성과 무대 구성

### 1) 작품의 시스템 구성

작품의 실연에는 두 대의 컴퓨터, 두 대의 카메라, 그리고 오디오 인터페이스 등 많은 장비들을 동시에 사용하기 때문에 서로 송수신 되는 복잡한 신호체계를 최대한 간략하게 시스템을 구성하는 것이 가장 중요하다.



[그림-19] 시스템 구성도

[그림-19]는 시스템 구성도인 데 카메라 두 대를 사용하여 무용수의 모습과 적외선LED를 각각 촬영하였다. 카메라로 촬영된 영상은 각기 연결된 컴퓨터로 입력되고 적외선LED의 트래킹 데이터를 실시간으

로 추출하여 네트워크를 통해 컴퓨터 두 대 사이에서 MIDI 신호로 송수신 된다.

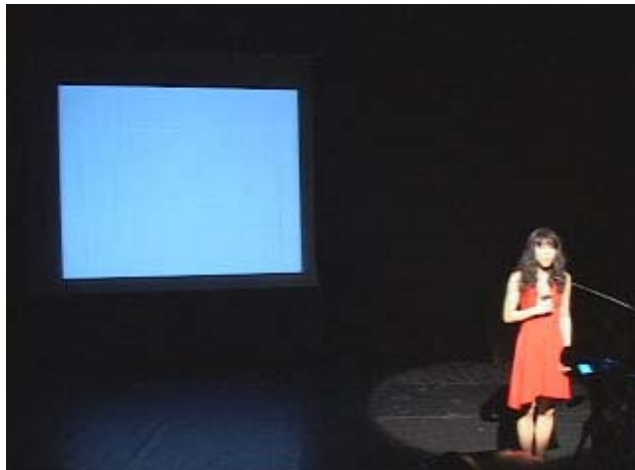
이 데이터에 의해 영상은 프로세싱되어 프로젝터로 출력되고 사운드는 스피커로 출력된다. [그림-19]의 초록색선과 파란색선은 영상의 입력과 출력을 나타내며 빨간색선은 사운드의 출력을 나타낸다. 두 대의 컴퓨터 사이를 연결하는 검정색 선은 MID데이터의 송수신을 나타낸다.

## 2) 작품의 무대 구성

작품을 이끌어 가는 중요한 매체는 무용수이다. 그러므로 무용수의 움직임이 가장 활발하게 진행 될 수 있도록 무대를 구성하는 것이 가장 중요하다. 작품의 구성은 3악장으로 되어 있고 각 악장의 이야기 구성에 따라서 무용수는 무대의 좌·우를 번갈아 가며 연기를 하게 된다. 특히 2악장의 경우 스크린에 나오는 영상과의 상호작용이 무엇보다 중요하므로 [그림-20]과 같이 무용수는 스크린의 바로 앞에서 연기를 펼쳐야 한다. 스크린을 무대의 좌측에 설치하였고 스크린과 무용수를 촬영하기 위해 우측 관객석 앞에 두 대의 카메라를 설치하였다. 3악장에서 무용수는 적외선LED를 손에 휴대한 후 무대의 우측에서 대사를 하며 연기를 하는 부분이 있는데 이를 위해 [그림-21]과 같이 무대의 우측에 무선마이크를 설치하였다. 또한 전체적인 사운드의 출력을 위해 무대의 좌·우의 끝에는 스피커를 설치하여 관객들에게 음악과 대사를 전달하였다.



[그림-20] 2악장의 무대의 구성



[그림-21] 3악장의 무대구성

### 3) 적외선LED 악기제작

작품을 구성하는데 있어 가장 중요한 요소 중 하나인 적외선LED악기에는 총 108개의 적외선LED를 사용하였다. 작품의 영상과 사운드 제어에 하였으므로 적외선LED 악기라 칭한다. 많은 양의 적외선LED를 사용한 이유는 첫째, 날개로 사용할 경우 LED의 크기가 너무 작아 카메라가 정확하게 촬영을 못할 경우가 발생할 수 있기 때문이며 둘째, 무용수를 비추고 있는 다른 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.



[그림-22] 적외선LED



[그림-23] 적외선LED 악기

작품에 필요한 형태로 제작하였으며 건전지를 이용하여 전원을 공급한다. 그리고 악기의 뒷면에 스위치를 부착하여 기계의 작동을 조절한다. [그림-22]는 적외선LED의 모습이고 [그림-23]은 작품을 위해 제작한 적외선LED 악기의 모습이다.



### 3. 기술적 응용을 이용한 작품 구성

[ 표-1 ] 작품 구성표

악장	1악장	2악장	3악장
주제	선	악	속죄
시간	00:00~01:24	01:25~05:00	05:00~07:45
음악형식	A - A'	A - A' - B - C - D	A - B - A' - B'

본 작품은 총 3개의 악장으로 구성되어 있다. 선(善)한 마음을 가지고 있는 인간이 악(惡)으로 변하며 다시 그 악(惡)함을 속죄하는 모습까지 구성하기 위해 크게 3 악장으로 구성하였다. [표-1]은 작품의 구성을 나타낸 표이다.

#### 1) 테이프 음악의 구성 및 제작

선함을 표현하는데 있어 가장 먼저 떠올린 이미지는 하얀 양 그리고 순진한 아이다. 작품의 주인공을 성별을 여자로 선정하였기 때문에 여성의 고유한 아름다움과 서정성을 하얀 양 혹은 아이와 연관시켜 표현할 수 있는 느낌, 곧 음악적으로 순수함과 신비함을 표현하는데 가장 어울리는 음을 찾기 위해 많은 시도를 하였다. 선법은 「리디안」(Lydian) 선법<sup>22)</sup>을 사용하였는데 리디안 선법의 특징 중 하나인 중4도<sup>23)</sup> 관

22) 고대 그리스의 선법. F음을 마침 음으로 한 F음으로부터 한 옥타브위의 F까지의 음렬.

23) 3개의 온음으로 구성된 4도음정.

계의 느낌과 매력이 이곡의 느낌과 잘 맞을 수 있기에 선택한 결과였다. 리디안 선법이 4도중심의 음계라는 점에 착안하여 주된 멜로디 위에 4도 중심의 화성을 쌓아 더욱 모호한 분위기의 화성을 구성하였다.



[그림-24] 4도 화성



멜로디의 4도 진행과 리디안 선법

[그림-25] 리디안 선법의 사용과 멜로디의 4도 진행

작곡을 위해 「로직 프로 8.0」(Logic Pro 8.0)<sup>24)</sup>를 사용하였다. 음악을 주로 이끌어가는 악기는 피아노와 바이올린이다. 피아노와 바이올린은 좋은 음질의 테이프음악을 제작하기 위해 연주자의 실연을 녹음하였다. 한편 테이프음악에 들어가는 사운드이펙트는 Max/MSP를 이용하여 자체적으로 제작한 사운드와 VSTi<sup>25)</sup>, 그리고 로직프로의 라이브러리에 내장되어 있는 사운드이펙트를 주로 사용하였다. 주로 사용한 VSTi는 atmosphere<sup>26)</sup>와 FM8<sup>27)</sup>이다.

24) Apple사에서 출시되는 음악작곡 및 편곡 응용 프로그램.

25) Virtual Studio Technology Instruments의 악자. 컴퓨터에서 사용 할 수 있도록 제작되어진 소프트웨어 악기.

26) Spectra sonics에서 제작한 VSTi

27) Native Instruments에서 제작한 VSTi.

마지막 3악장의 음악은 1·2악장의 음악과는 전혀 다른 스타일로 구성하였다. 이 부분을 만들 때 생각한 이미지는 병든 노파였다. 작품의 주인공인 마리아가 시간이 흘러 노인이 되었을 때를 상상하며 이미지를 떠올려 작곡하였다. 그리고 1·2 악장이 무조음악의 구성을 가지고 있는 반면 3악장에서는 청중들이 쉽고 편안하게 들을 수 있도록 조성음악으로 작곡하였다. 그리하여 노인이 과거를 회상하며 지난 과거를 이야기하는 듯 한 이미지를 만들 수 있도록 하였다. 특히 VSTi를 이용한 효과음의 사용은 최대한 자제하여 어쿠스틱한 효과를 주기 위해 최대한 노력하였다.

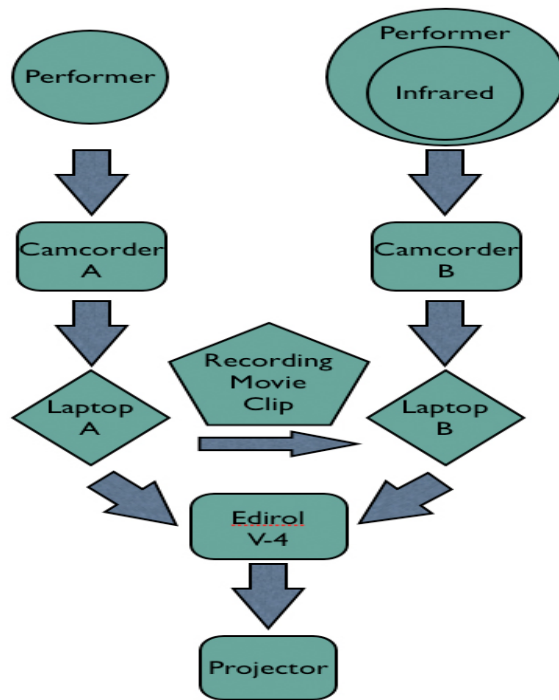
## 2) 영상과 퍼포먼스 구성 및 제작

작품을 구성하는데 있어 필요한 영상의 핵심은 무용수를 촬영 하는 것이다. 퍼포먼스를 행하는 무용수를 촬영하여 그 모습을 Max/MSP를 통해 프로세싱하고 그 데이터를 가지고 Jitter를 이용하여 다시 한번 영상처리를 거친 후 프로젝터로 출력시켜 스크린에 무용수의 모습이 나타나게 한다. 카메라는 무용수를 촬영하기 위한 용도로 한 대, 그리고 작품의 후반부에 적외선LED를 촬영하기 위해 한 대, 총 두 대를 사용한다. 그리고 두 대의 카메라에서 영상을 받기 위해 두 대의 컴퓨터를 사용하였으며 각 컴퓨터에서 출력되는 두 영상을 믹스하기 위해 비디오 믹서 장치인 V-4를 사용한다.

[표-2]는 영상과 퍼포먼스의 구성 표이고 [그림-26]은 무용수를 촬영하고 영상이 프로세싱 되는 순서를 나타낸 것이다.

[표-2] 악장별 영상과 퍼포먼스

악장	1악장	2악장	3악장
영상	없음	영상반전	2악장 녹화 영상의 출력과 프로세싱
퍼포먼스	순수함	선과악의 반전	악을 행하였던 과거의 속죄



[그림-26] 영상구성도

## ① 1악장의 영상과 퍼포먼스

1악장은 전체 작품 중 주인공의 과거의 기억을 나타내는 부분이다. 성경에는 나와 있지 않지만 간음하는 여인이 과거에는 선한 인물이었으며 때 묻지 않은 인생을 살고 있었다는 가정 아래 그 모습을 표현하려고 하였다. 그래서 음악은 서정성 있고 약간은 발랄한 소녀의 이미지를 구축하기 위해 리듬위주의 연주를 구사하였으며 퍼포먼스 역시 그에 맞는 안무를 구상하였다. [그림-27]과 [그림-28]은 1악장의 퍼포먼스 실황이다.



[그림-27] 1악장의 퍼포먼스 A



[그림-28] 1악장의 퍼포먼스 B

## ② 2악장의 영상과 퍼포먼스

2악장의 영상은 영상반전효과 위주로 구성되었다. 2악장은 주인공이 선에서 악으로 변화되는 모습과 악으로 변한 후 괴로워하는 모습을 의미한다. 카메라의 위치는 무대의 우측에서 스크린을 촬영하고 있으며 무용수는 무대의 우측에서 1악장 후반부부터 스크린 방향으로 이동해온다. 스크린에 도착했을 때 영상은 페이드 인(fade in)<sup>28)</sup>으로 시작

되고 메인 컴퓨터에서 프로세싱 되어 만들어진 새로운 영상을 주인공이 발견하면서 심경변화를 나타내는 퍼포먼스를 구사한다.

2악장 처음에는 새로운 자신의 모습을 발견하며 신기해하는 모습을 담았으며 시간이 흐를수록 또 다른 자신이 스스로를 변화시켜 가지고 있던 선한 심성을 버리고 악한 마음을 가지게 되는 모습을 표현한다. 그리고 그 악한 심성을 가진 후 스스로 양심의 가책을 받아 괴로워하는 모습까지가 2악장에서 표현하는 내용이다. [그림-29]와 [그림-30]은 2악장에 사용된 영상과 퍼포먼스의 실황 모습이다.



[그림-29] 2악장의 영상



[그림-30] 2악장의 퍼포먼스와 영상

본 작품의 2악장을 공연할 때 공연장의 조명의 영향을 많이 받아 가장 적당한 밝기와 위치로 설정해 주기 위해 많은 노력을 하였다. 공연장의 크기와 조명의 위치, 종류, 그리고 밝기가 작품을 시연하고 작업 하던 곳과 많은 차이가 있어 영상반전 효과를 적용한 영상이 너무 밝게 나오는 상황이 발생하였다. 그래서 jit.brocosa 오브젝트를 이용하여 색상의 대비와 채도를 일반적인 비율보다 더욱 높게 주어 영상이 더욱 정확하게 보여 질 수 있도록 하였다. 그리고 2악장의 영상을 실시간으로 녹화하여 3악장에 사용한다.

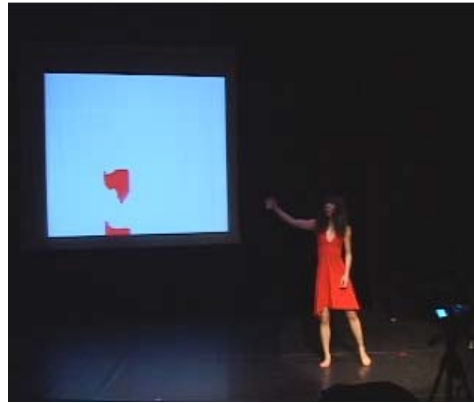
28) 영상이 서서히 환해지면서 모습을 드러냄.

### ③ 3악장의 영상과 퍼포먼스

3악장은 1·2악장에서 일어났던 모든 상황을 정리하고 작품이 가지고 있는 속죄라는 의미를 직접적으로 관객들에게 전달하는 부분이다. 3악장은 하얀 영상이 스크린에 출력되면서 시작되고 녹화된 2악장의 영상을 부컴퓨터로 옮겨 놓는다. 무용수는 적외선LED를 손에 장착한 후 상·하·좌·우로 움직이며 퍼포먼스를 시작한다. 카메라는 적외선LED만 촬영하고 위치를 추적하여 그 정보를 부컴퓨터의 영상 컨트롤 패쳐와 메인컴퓨터의 사운드컨트롤 패쳐로 전송한다. 그리고 그 위치에 해당하는 부분만 지워져 영상이 나타나게 된다. 적외선LED를 사용하여 지우는 의미는 지난 시간 만들어 냈던 죄를 깨끗이 속죄하여 새롭게 본다는 의미를 가지고 있다. 무용수는 1·2악장의 움직임과는 다르게 상당히 정적인 움직임을 추구하는데 시간이 흘러 나이가 든 주인공의 모습을 표현하기 때문이다.



[그림-31] 3악장의 영상



[그림-32] 적외선LED 이용한 퍼포먼스



### Ⅲ. 연구의 의의와 향후 계획

#### 1. 기술과 예술의 결합이 가져온 의미전달의 용이함

본 연구는 멀티미디어적인 요소들을 예술작품과 결합 할 경우 관객들과 작가의 피리감을 줄이고 의미전달을 쉽고 간편하게 할 수 있는데 그 목적과 의의가 있다. 극의 형식을 가진 예술장르의 대부분은 관객들과의 대화 혹은 상호적인 정보의 공유를 위한 내용을 삼입하지 않는 이상 관객들에게 일방적으로 의미의 수용을 강요한다. 본 작품은 무용과 영상 그리고 적외선LED의 기술적인 결합을 통해 관객에게 작품이 가지고 있는 의미를 전달하기 위해 노력하였고 그에 따른 몇 가지 성과가 있었다.

첫째, 실제 무용수와 가상으로 만들어진 무용수의 상호작용성이다. 작품 초기에 가상의 무용수를 만들기 위해 소프트웨어 안에서 많은 변수를 적용시켜 보았다. 많은 어려움 속에서 찾아낸 작업의 큰 모티브는 가상과 허상이라는 단어였다. 현실에는 존재하지는 않지만 영상속에는 존재하는 무용수를 만들기 위해서는 존재함을 무존재함으로 교체하는 것이 필요했다. 그리고 작품 내용의 큰 맥락인 선과 악이라는 개념이 또 하나의 아이디어로 작용하였다. 그래서 얻어진 결론이 전환과 반전이였다. 이러한 결론을 작품에 적용시켜 영상의 반전을 가져왔으며 이렇게 만들어진 이미지를 무용수의 반대편에 위치시킴으로 상호작용적인 이야기를 만들어 작품에 적용 할 수 있었다.

둘째, 트래킹을 통한 작품의 세밀화이다. 적외선의 특징을 활용하여 위치 변화 트래킹의 정확성을 높였다. 그리고 적외선LED 트래킹 데이터를 이용한 작품의 적용은 다른 트래킹 방법보다 훨씬 세밀하게 할

수 있었다. 다른 트래킹은 환경에 따른 여러 가지 변수로 인해 불필요한 데이터들이 입력될 경우가 많았다. 하지만 적외선LED를 이용한 트래킹은 불필요한 데이터를 입력받지 않음으로써 직관적으로 작품에 대입할 수 있었다.

셋째, 작품에서 멀티미디어 요소의 역할상승이다. 다른 극을 중심으로 하는 작품의 경우 멀티미디어 요소는 주체가 되기보다는 부차적인 구성요소로서 역할을 해왔다. 하지만 본 작품에서 영상과 적외선LED 등은 작품을 구성하는 주체적인 요소로 이야기를 이끌어왔다. 1,2악장은 영상의 변화를 통해 극의 흐름을 주도 하였으며 마지막 적외선LED를 통해 극의 주제를 표현함으로써 작품의 결론을 내릴 수 있었다.

네 번째는 주변 환경의 변수에 대한 연구이다. 예술작품에서 멀티미디어 요소는 인간을 편리하게 하는 역할을 하지만 과도하게 사용하게 되면 각 요소들의 충돌로 인해 많은 어려움을 겪게 된다. 본 작품 역시 조명, 카메라, 컴퓨터 등 무대 환경과 멀티미디어 요소의 충돌로 인하여 많은 어려움을 겪었다. 하지만 이러한 변수 요소를 연구하면서 해결이 가능하였다.

## 2. 기술적 한계가 가져온 작품의 문제점

본 작품을 진행하면서 몇 가지의 문제점이 드러났다. 대부분의 기술적 문제점들은 리허설을 통해 해결하였지만 작품을 준비하는 공간과 실연하는 공간의 환경 변화로 인해 발생한 기술적 문제점부터 작품의 예술성과 목적까지 여러 가지 문제점이 발생하였다.

첫째, 작품을 구성하는 장치의 변화로 인해 발생하는 데이터의 변화이다. 무용수가 스크린 앞에서 연기를 하면 입력되는 영상과 출력되는 영상의 피드백 현상이 발생한다. 물론 이 점은 작품을 실연하면서 발생하

는 당연한 결과이지만 실연 시 작품을 연구할 때와 다른 장비를 사용함으로써 영상의 색이 달라진다. 이러한 문제의 해결을 위해 환경에 맞춰 색의 대비와 채도에 변화를 주어야 한다.

둘째, 영사범위와 스크린 크기의 한계이다. 무용수가 스크린 앞에서 연기를 하여야 하기 때문에 활동범위에 한계가 발생한다. 또한 스크린에 영상을 영사시키는 프로젝터의 영사범위도 한계가 생긴다. 더 높고, 넓은 범위로 활동하고 싶다면 활동 범위에 맞춰 프로젝터의 영사범위를 맞춰줘야 하며 스크린의 크기 또한 바꿔줘야 한다.

셋째, 조명과 적외선LED의 충돌이다. 적외선LED의 위치만을 트래킹하기 위해 적외선필터를 카메라에 장착한다. 하지만 공연장에서 무용수를 비추는 조명에서도 적외선이 나오고 있어 조명 아래 있는 무대의 모습 또한 카메라에 촬영이 될 가능성이 있다. 이럴 경우 적외선필터를 사용하여 적외선LED만을 촬영하겠다는 목적을 달성하기 힘들다. 이러한 문제를 해결하기 위해 조명의 세기를 낮게 하여 적외선LED와의 충돌을 최대한으로 하여야 한다. 하지만 전체적으로 무대가 어두워져 무용수의 모습을 관객들이 정확하게 보기가 힘들게 될 수 있다.

### 3. 빛과 소리의 유사성을 이용한 작품 계획

본 작품의 중심에는 적외선LED라는 요소가 있다. 하지만 궁극적인 요소는 빛이라는 점을 작품을 마무리하고 정리하면서 느낄 수 있었다. 사람이 눈으로 사물을 보고 색을 판단할 수 있는 이유는 이 모든 것들은 빛에 반사되어 시각적으로 감지가 가능하기 때문이다. 본 작품에서는 1,2악장에는 빛을 통해 이루어진 색의 변화에 대한 연구가 이루어졌으며 3악장에서는 일반적인 시각적 지각이 가능하지 않은 적외선LED

를 통해 흑과 백 혹은 빛과 어두움이라는 이분법적인 요소를 접목시켜 연구를 할 수 있었다. 또한 작품의 제작에 많은 변수를 주었던 것도 조명등 빛과 관련된 요소들이었다. 이렇듯 빛은 작품의 제작하는데 있어 필수요소였으며 필요악의 요소이기도 하였다.

빛은 파장(wavelength)<sup>29)</sup>을 가지고 있다. 그 파장에 따라 색이 다르게 보이기도 하며 이러한 색은 예술적 요소로 사용된다. 소리 역시 파장을 가지고 있다. 파장에 따라 음고(pitch)<sup>30)</sup>의 변화가 발생하며 파형의 변화를 통해 음색이 바뀌는 등 예술적 요소로 사용된다. 이와 같이 빛과 소리는 비슷한 특성을 가지고 있다.

본 연구는 극 형식의 예술작품에 멀티미디어 요소를 첨가함으로써 예술적 수준을 향상시키고 관객과의 소통을 조금 더 가까이 하는데 목적을 가지고 있었다. 그 결과 빛이라는 또 다른 예술적 요소를 접할 수 있었으며 빛과 소리의 접목을 통해 새로운 작품에 응용한다면 더욱 발전되고 다양한 작품이 완성될 것이다.

Keyword (검색어) : 컴퓨터음악(computer music), 적외선LED (infrared LED), 트래킹(tracking), Max./MSP, Jitter, Open CV

E-mail : eyelisten@dongguk.edu

29) 파동이 한주기 이동하는 거리

30) 음의 높고 낮음.

## 참고문헌

### 1. 단행본

- 김동욱 역, (Wilson, Edwin 저) 「세계 연극사」  
(한신문화사, 2000)
- 이문호, 정성환 「컴퓨터비전 실무 프로그래밍-실전편」  
(홍릉과학출판사, 2007)
- Dixon, Steve "Digital Performance" (The MIT Press, 2007)
- Dodge, Charles "Computer Music" (Thomson Learning, 1997)
- Holman, Tomlinson "Sound For Digital Video"  
(Focal Press, 2005)
- Kostka, Stefan "Materials and Techniques of Twentieth-Century  
Music" (Pearson Prentice Hall, 2006)
- Loy, Gareth "Musimathics" (The MIT Press, 2006)
- Miranda, Eduardo Reck "Computer Sound Design"  
(Focal Press, 2002)

- Puckette, Miller "The Theory and Technique of Electronic Music" (World Scientific, 2007)
- Roads, Curtis "Micro Sound" (The MIT Press, 2004)
- Rowe, Robert "Interactive Music Systems" (The MIT Press, 1994)
- Roads, Curtis "The Computer Music Tutorial" (The MIT Press, 1996)
- Rush, Michael "New Media in Art" (Thames & Hudson, 2005)
- Watkins, John. "The Art Of Digital Video 4th edition." (Focal Press, 2008)

## 2. 참고논문

- 권효근, "적외선LED 랜드마크와 레이저 비전을 이용한 3차원 측정기 구현" 「울산대학교 대학원 전기 전자 시스템 공학부」, (2005)
- 신호, "조명을 통한 무용 예술의 고간 시각화 방안 연구" 「상명대학교 예술 디자인 대학원」, (2007)

- 이현욱, “인터랙티브 VJing을 위한 라이트 드로잉과 컬러 트래킹 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2008)

### 3. 인터넷

- Max/MSP, Jitter Forum  
<http://www.cycling74.com/forums/index.php>
- OpenCV Reference manual  
<http://public.cranfield.ac.uk/c5354/teaching/dip/opencv/manual/>
- Mac OS X Tiger : A musician's guide  
<http://www.soundonsound.com/sos/jul05/articles/tiger.htm>
- cv.jit Main  
<http://www.iamas.ac.jp/~jovan02/cv/>

# **Abstract**

## **Multimedia Music Research Using Infrared LED Tracking (Focus on Multimedia Music - 'Atonement')**

**Kim, Young Min**

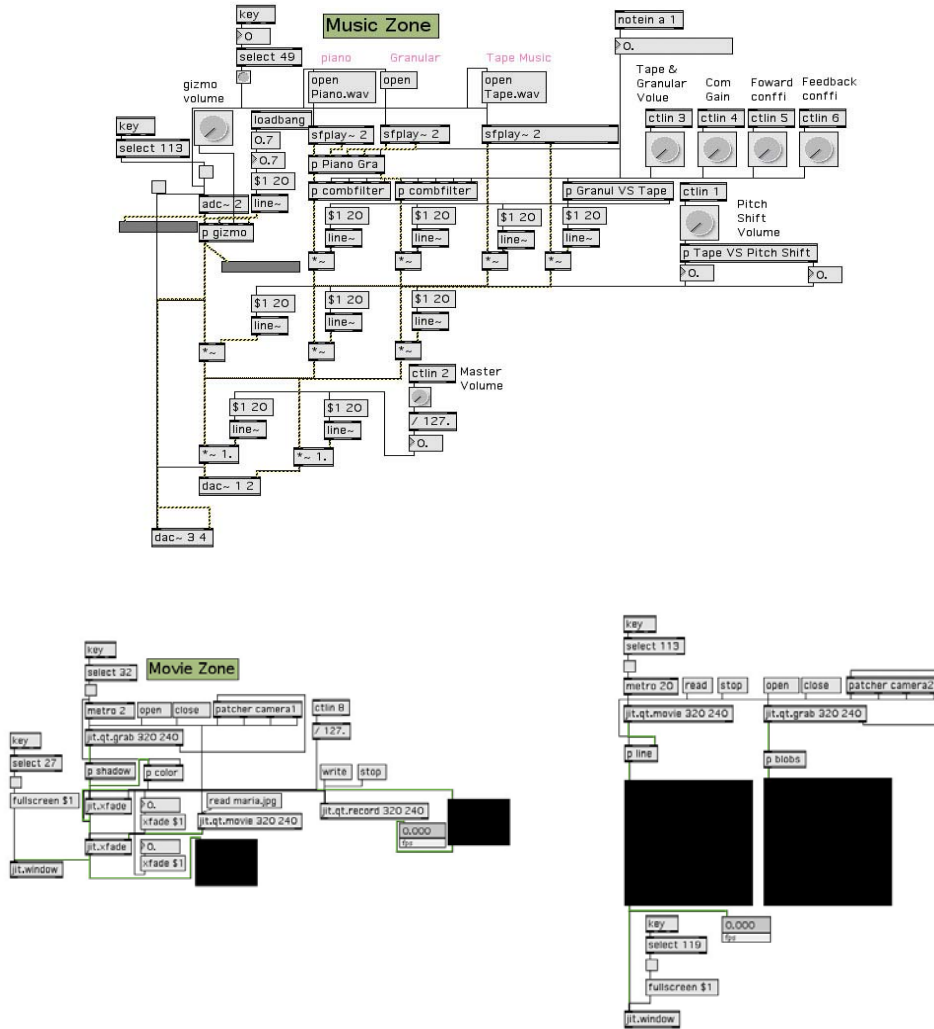
The merging of media and art has brought forth to us a new genre. Influenced by post modernism, this new genre puts emphasis on the autonomy and differentiation in efforts to progress modern art.

However, the audience has a hard time trying to understand this new genre of art and considers it to be challenging. Therefore, this research aims to help capture the interests of the spectators by deciphering the new genre into laymen's terms.

The work <Atonement> is a multimedia piece that incorporates audio and real time video. As the performer's position changes, the audio and video will also be impacted. In order to extract precise data from the performer the execution of this procedure will require the use of infrared LED attached to the performer's body. The extraction of the movement data from the infrared LED will require the use of a device that uses the OpenCV theory.



## 부록 1 : Max/MSP 패처



## 부록 2 : 첨부 DVD의 내용

1. Atonement 국립극장 별오름 극장 공연 실황 동영상
2. Atonement Main.maxb : 주컴퓨터 Max/MSP, Jitter 패처
3. Atonement Sub.maxb : 부컴퓨터 Max/MSP, Jitter 패처
4. Atonement.wav : 마스터 테이프음악
5. Tape.wav : 테이프음악 1
6. Piano.wav : 테이프음악 2
7. Granul.wav : 테이프음악 3