

석 사 학 위 논 문

실시간 동작 추적을 이용한  
멀티미디어음악 제작 연구  
(작품 <To Forgive and Regret>을 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원  
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공  
이 동 빈

2 0 1 0

석사학위논문

실시간 동작 추적을 이용한  
멀티미디어음악 제작 연구

(작품 <To Forgive and Regret>을 중심으로)

이 동 빈

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2010년 1 월 일

이동빈의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2010년 1 월 일

위원장: 조 형 제 (인)

위 원: 조 경 은 (인)

위 원: 김 준 (인)

동국대학교 영상대학원

## 목 차

I. 연구 배경과 목적	1
1. 연구 동기	1
1) 기술의 발달과 예술의 결합	1
2) 관객 소외 현상	2
2. 연구 진행	4
1) 멀티미디어 작품 고찰	4
2) 기술 요소의 선택	5
II. 작품 내용	6
1. 작품의 배경과 의미	6
1) 음악, 영상, 무용극으로 표현한 인간관계	6
2) Scratch 기법에 부여된 작품의 주제	7
2. 작품 구성	9
1) 음악의 구성	9
① 음악의 형식	9
② 첼로와 테이프 음악의 구성 요소	10
2) 극의 구성	15
① 배우의 연기 내용 및 무대 이동	15
3) 실연 시스템의 구성	18
① 무대와 시스템(카메라, 컴퓨터, 네트워크)의 구성	18
② 신호 흐름 체계	19

III. 실시간 구현을 위한 기술	20
1. 배우의 동작 추적	20
1) 동작 추적 데이터	20
2) 데이터 검출을 위한 Max/MSP/Jitter 패치의 구현	22
2. 영상 효과의 기술 요소	25
1) Motion Painting I : 밑 색 칠하기	25
2) Motion Painting II : 덧칠하기	26
3) Scratch : 덧칠 벗겨내기	27
4) Invert : 영상 반전과 얼룩 효과	29
3. 사운드 효과의 기술 요소	32
1) 실시간 사운드 프로세싱 : 첼로	33
2) 실시간 사운드 프로세싱 : 테이프 음악	35
IV. 기술 요소의 작품 적용	37
1. 작품에 적용된 영상 효과	37
1) Motion Painting과 Scratch 효과의 적용	37
① Section A의 영상 효과와 퍼포먼스	37
② Section B - c의 영상 효과와 퍼포먼스	38
③ Section A'의 영상 효과와 퍼포먼스	39
2) 영상 반전과 얼룩 효과의 적용	41
① Section B - d, e의 영상 효과와 퍼포먼스	41
2. 작품에 적용된 사운드 효과	44
1) 첼로 연주의 실시간 사운드 프로세싱	44
2) 테이프 음악의 실시간 사운드 프로세싱	46

V. 적용 결과 및 문제점 분석	48
1. 영상 효과 구현의 문제	48
1) 동작 추적 데이터의 활용	48
2) 작품 실연 시 고려사항	49
2. 사운드 효과 구현의 문제	50
1) 동작 추적 데이터에 의한 첼로 사운드 처리	50
2) 실연에 따른 문제점의 보완	51
VI. 결론 및 향후 계획	52
1. 연구 의의	52
2. 향후 연구 계획	53
참고문헌	54
Abstract	57
부록 1 (Cello Score)	59
부록 2 (Max/MSP/Jitter Patch)	64
부록 3 (첨부 DVD의 내용)	66

## 그림 목 차

[그림-1] 기술의 발달과 예술의 결합	2
[그림-2] 멀티미디어 공연 예 A	4
[그림-3] 멀티미디어 공연 예 B	4
[그림-4] 작품 개요	8
[그림-5] a에서 배우의 연기	16
[그림-6] b에서 배우와 영상	16
[그림-7] c에서 배우의 연기	16
[그림-8] d에서 배우와 영상	16
[그림-9] e에서 배우의 연기	17
[그림-10] a''에서 배우와 영상	17
[그림-11] 배우의 연기 범위와 무대 구성도	18
[그림-12] 신호 흐름도	19
[그림-13] blob의 구분	21
[그림-14] 동작 추적 데이터 검출을 위한 패치 다이어그램 A	22
[그림-15] 동작 추적 데이터 검출을 위한 패치 다이어그램 B	23
[그림-16] 움직임이 적을 때	24
[그림-17] 움직임이 많을 때	24
[그림-18] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 A	25
[그림-19] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 B	26
[그림-20] jit.op을 활용한 영상 혼합의 예	28
[그림-21] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 C	28
[그림-22] 영상 효과 생성을 위한 패치 다이어그램 D	30
[그림-23] 영상 효과 생성을 위한 패치 다이어그램 E	31
[그림-24] comb filter의 주파수 특성	33

[그림-25] 사운드 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 A	34
[그림-26] 사운드 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 B	36
[그림-27] 밀 색 칠하기 퍼포먼스	37
[그림-28] 밀 색 칠하기 영상 효과	37
[그림-29] 덧칠하기 퍼포먼스	39
[그림-30] 덧칠하기 영상 효과	39
[그림-31] 덧칠 벗겨내기 퍼포먼스와 영상 효과	40
[그림-32] 그림자 효과 A	41
[그림-33] 그림자 효과 B	41
[그림-34] d'의 영상 효과	42
[그림-35] d'의 퍼포먼스	42
[그림-36] 섹션 B - e의 영상 효과	43
[그림-37] 섹션 B - e의 퍼포먼스	43
[그림-38] 배우의 퍼포먼스와 사운드의 변화 장면 예 A	44
[그림-39] 사운드 변화에 대한 다이어그램 A	45
[그림-40] 배우의 퍼포먼스와 사운드의 변화 장면 예 B	46
[그림-41] 사운드 변화에 대한 다이어그램 B	47

## 악보 목차

[악보-1] a의 주제 선율	11
[악보-2] d의 주제 선율	13
[악보-3] d'의 빠른 악절	13
[악보-4] e의 빠른 악절	14

## 표 목 차

[표-1] 시간의 흐름에 따른 음악 형식	9
[표-2] 연기 내용과 무대 이동	15



# I. 연구 배경과 목적

## 1. 연구 동기

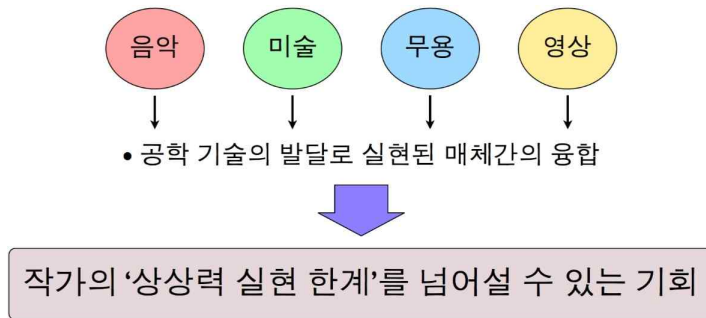
### 1) 기술의 발달과 예술의 결합

현대 사회에 들어서 미디어의 발달은 인류에게 가장 큰 영향을 끼친 사건이라 할 수 있다. 인류는 과거에는 상상할 수 없었던 문화 환경에서 살아가고 있으며, 미디어의 발달은 과거의 예술 환경 즉, 음악, 미술은 물론 무용, 연극 및 이를 포함한 모든 무대 예술에 지대한 영향을 끼치는 존재로 발달하였는데, 이 모든 것이 컴퓨터를 기반으로 한 공학 기술의 개발로써 이루어지게 되었다.

과거의 예술은 사람의 말, 행동, 악기 연주, 노래, 연기 등 전달할 수 있는 표현 범위에 극명한 한계가 존재해 왔다. 예술가들은 상상한 것을 표현할 수 없는 한계에 부딪힐 때면, 오히려 이를 통해 더 독특한 방향으로 자신의 예술성을 표현해 오곤 했다. 그러나 현대에 들어서 하드웨어와 소프트웨어 등 컴퓨터 공학 기술의 발달은 과거의 예술가들이 상상만 해오던 것들을 직접 현실 세계에 표현할 수 있도록 도구와 소재가 되어 주었다. 이러한 기술의 발전은 또한 매체간의 발전을 도와서 그 전에는 실재하지 않았던 새로운 예술 매체를 탄생시키기도 했다.

새롭게 탄생한 예술 매체의 대표적인 예라 할 수 있는 영화의 발명으로 알 수 있듯이, 대부분의 새로운 매체와 예술적 표현 방법이란 인간에게 시각적인 자극과 즐거움을 주는 것이었다. 비디오 아트를 위시한 설치 작품의 활성화와 기술의 개발은 특히 음악가들에게 새로운 예술 창조의 기회와 아이디어를 제공해 주었으며, 이러한 기회와 더불어 소

리 매체의 발전은 전통적인 음악 연주나 20세기 중반의 해프닝 위주의 퍼포먼스<sup>1)</sup>를 뛰어 넘어 기존에 가지고 있던 음악의 표현 범위를 넓혀 주고 있다. 이렇듯 공학 기술의 발달은 서로 다른 예술 요소들의 결합을 용이하게 하여 필연적으로 멀티미디어의 발전을 가져와 주었다. 그리고 이를 통해 현대의 예술가들은 기존에 존재해온 각각의 장르를 뛰어 넘어 예술의 범위와 지경을 더 넓히고, 과거에는 불가능했던 ‘상상력 실현의 한계’를 넘어설 수 있는 기회를 가지게 된 것이다.



[그림-1] 기술의 발달과 예술의 결합

## 2) 관객 소외 현상

일반적으로 인류 역사에 존재해 온 예술의 가장 큰 목적은, 관객들이 작가가 전달하고자 하는 의미를 이해하고 그로 인해 감정의 변화나 재미를 느끼는데 있었다. 현대 예술은 ‘포스트모더니즘(Postmodernism)’<sup>2)</sup> 사조의 영향을 받아 작가의 자율성이 중시되었다. 포스트모더니즘의

- 1) 전위음악가로 불린 존 케이지의 <4분 33초>(1952년 발표)를 예로 들면, 연주자는 악보 없이 4분 33초간 피아노 앞에서 아무런 소리도 내지 않음으로서 ‘지금 이 순간, 연주 공간에서 발생하는 모든 소리가 음악이다’라는 작곡가의 주장을 표현한 작품이었다. 이로써 Happening Performance라는 평을 듣기도 했다.
- 2) 1960년대에 일어난 문화 운동이자 정치, 경제, 사회의 모든 영역과 관련되는 한 시대의 이념을 의미한다.

영향으로 인해 예술에 있어서 일반적인 방식의 의미 전달이나 표현의 개념을 해체시킨 ‘전위적인’ 예술 경향이 나타나기 시작했다. 대표적으로 음악과 미술에서는 19세기 후반의 인상주의를 거치게 되는데, 인상주의 작가들의 시도는 나중에 사실주의나 초현실주의 등으로 발전하며 예술적 화두가 되었다. 하지만 이러한 인류의 예술적 진보와 성취 아래, 다른 한 편으로는 현대 예술이 오히려 예술이 가질 수 있는 대의의 의미를 의도적으로 외면하고 있다는 비판도 존재해 온 것이 사실이다. 즉, 지극히 추상적이고 관념적인 표현으로만 기울어 관객이 작가의 의도를 파악하지 못할 정도의 ‘관객 소외’ 현상이 두드러져 ‘예술을 위한 예술’로서만 존재하게 되었다는 것이다.

공학 기술의 발전으로 인하여 독립적으로 존재해온 매체들은, 서로 다른 매체와의 결합을 통해 ‘멀티미디어 예술’로 탈바꿈할 수 있었다. 이러한 경우 관객이 직접 체험할 수 있는 설치 작품 등을 통하여 ‘관객 소외’ 현상에 대한 비판 또한 상쇄해 갈 수 있었다. 반면에 설치 작품이 아닌 경우에는, 작가가 의도한 내용의 전달을 위해 만들어낸 영상물의 반복 상영 등 주로 시각적인 효과에만 한정되었다.

작품 <To Forgive and Regret>은 이러한 한계적 상황을 벗어나면서 관객 소외를 지양하고자 했으며, 활용 가능한 멀티미디어 요소를 예술적 표현이 부족하지 않도록 다루고자 했다. 그리하여 작가가 전하고자 하는 내러티브를 효과적으로 전달하기 위한 고민으로부터 작품의 제작이 시작되었다.

## 2. 연구 진행

### 1) 멀티미디어 작품 고찰

매체와 매체간의 결합을 통한 멀티미디어 작품들은, 현대의 예술가들에게 이미 널리 새로운 창작의 방법으로 사용되고 있다. 이러한 경향은 아방가르드(전위예술)<sup>3)</sup> 작가에서부터 대중적인 예술을 추구하는 연예인의 콘서트에 이르기까지 광범위하게 퍼져있다. 단순한 예로, 작은 규모의 소극장 콘서트가 아닌 이상 대부분의 대중 가수들 또한 영상물과 함께 공연을 진행한다. 나아가 녹화된 영상물이 밴드의 연주에 맞춰 실시간으로 편집, 변화하는 등 멀티미디어 요소의 상호 작용에 대한 시도들은 앞으로도 점차 대중화될 것이다.



[그림-2] 멀티미디어 공연 예 A



[그림-3] 멀티미디어 공연 예 B

순수 예술 분야 또한 이와 다르지 않아서 특히 무용과 음악 작품에 영상물과의 결합이 꾸준히 시도되고 있다. 위의 [그림-2]는 브라질 안

---

3) 20세기 초 프랑스와 독일을 중심으로 자연주의 및 신고전주의에 대항하여 등장한 예술 운동. 오늘날에는 기성예술에 대한 반항이나 혁명적인 정신 그 자체가 대중사회의 다양한 풍속에 확산되어, 어떠한 특정한 장르에 그치지 않고 첨단적인 경향의 총칭이 되었다.

무가 ‘Antonio Gomes’의 현대 무용 작품 <Choreographer>이며, [그림-3]은 네덜란드 작곡가 ‘Ronald Boersen’의 작품 <Solid Movement>의 한 장면이다. <Choreographer>은 다수의 무용수가 등장, 안무를 펼치면 뒤의 스크린에서 그에 어울리는 메시지를 담고 있는 영상물이 함께 공연되는 형식이다. 무용 공연에 영상물을 결합시킨 멀티미디어 작품이지만, 개별 무용수들과 음악, 영상이 어떠한 상호 작용을 이루지는 않는다. 반면 <Solid Movement>는 무용수가 입고 있는 ‘sensor suite’에 의해 동작에 따라 영상과 음악이 실시간으로 상호 작용을 이룬다.

## 2) 기술 요소의 선택

작품 <Choreographer>와 <Solid Movement>는 현대 무용과 영상물의 결합이라는 공통점을 갖지만, 결정적인 차이점을 가지고 있는데 그것은 ‘매체와 매체간의 상호 작용 유무’이다. 실시간으로 매체간의 상호 작용을 이끌어 낼 수 있는 공연은 그 특성으로 인해 관객에게 호기심을 이끌어 내어 관객 소외 현상을 지양할 수 있으며, 또한 공연마다 그 내용이 조금씩 달라지는 라이브 공연의 특징을 가져서 새로움을 추구할 수 있다. 그것이 본 작품 <To Forgive and Regret>의 지향점이다.

매체와 매체간의 상호 작용을 이루기 위해 예술가들은 발전된 현대 컴퓨터 공학 기술을 자신이 추구하는 작품에 맞게 선택하여 사용하고 있다. 작가가 <To Forgive and Regret>에 활용하기 위하여 선택한 기술은 ‘배우에게 의상 및 활동 반경에 대한 제약을 최대한으로 줄여 주도록 하자’는 전제 조건에 적합한 ‘blob detection’ 기술이다. 이는 배우의 연기, 무용 동작을 수치화하기 위하여 신체나 의상에 별도의 센서를 부착해 주어야 하거나, 그 동작 반경에 제한을 두어서 공연의 또 다른 주체가 되는 배우의 상상력을 가로막지 않기 위함인 것이다.

## II. 작품 내용

### 1. 작품의 배경과 의미

#### 1) 음악, 영상, 무용극으로 표현한 인간관계

작품의 제목 <To Forgive and Regret>은 단어 그대로 ‘용서’와 ‘후회’라는 두 가지 의미를 지니고 있다. ‘용서’란 지은 죄나 잘못된 일에 대하여 꾸짖거나 벌하지 아니하고 덮어 준다는 사전적 의미를 갖고 있다. 보통, ‘용서’라는 것은 관념으로서 존재하지만 본 작품에서는 서양 미술의 기법중 하나인 스크래치(scratch)를 통해 음악과 영상이 어우러지는 무용극의 형태로서 표현해 보고자 했다. ‘후회’라 함은 이전의 잘못을 깨우치고 뉘우친다는 사전적 의미로서, 본 작품에서는 용서의 반대편에 위치하는 의미를 부여하였다. ‘용서’와 ‘후회’ 둘 다 타인이 아닌 자신의 마음가짐에 달린 관념으로서 존재하며, 이미 벌어진 사건에 대해 자신이 품거나 또는 품고자 하는 마음가짐일 수 있다.

본 작품에서 의미하는 ‘용서’와 ‘후회’란 타인에게 표출하지 않으면 전달되기 힘든 지극히 개인적인 것이다. 작곡가는 이렇듯 개인적인 감정을 관객에게 전달함으로서 관객 스스로가 ‘아무에게도 말 할 수 없었던’ 개인의 사건이나 기억을 통해 공감을 이끌어낼 수 있도록 했다. 작품에 등장하는 배우와 연주자는 관객의 시점을 통해 어떠한 이상을 향한 동반자, 친구, 또는 연인으로 받아 들여 질 수 있다. 하지만 남과 여라는 성 차이와 더불어 배우와 연주자라는 설정의 간극은, 상반되는 개념으로 의도한 ‘용서와 후회’라는 작품의 메시지를 의미하는 장치로서 활용된다.

## 2) 스크래치 기법에 부여된 작품의 주제

스크래치 기법은 특정한 색의 크레파스나 유화 물감을 칠한 다음 검은 색으로 덧칠하여 바탕색이 무엇인지 보이지 않게 한 뒤, 손가락이나 기타 뾰족한 도구를 통하여 덧칠된 색을 벗겨내어 바탕색이 들어나도록 하는 미술 기법<sup>4)</sup>이다.

스크래치 기법을 작품에서 이야기하는 용서의 의미로 활용하는 방법은 다음과 같다. 등장한 연기가 사랑과 신뢰의 의미로 스크린에 밝은 색(긍정적인 감정을 의미)을 칠하게 되면 연주자는 이에 반대되는 어두운 이미지의 선율(부정적인 감정을 의미)을 연주한다. 밝은 색은 퍼포먼스를 통해 검은 색으로 덧칠되는데, 이는 사랑이나 신뢰에 반대되는 의미를 상징한다. 후반부에 홀로 남은 연기가 덧칠된 이미지에서 검은 색을 벗겨내고 바탕색을 찾고자 하는 행위가 바로 ‘자신의 긍정적인 감정(밑 색 칠하기)을 상대방은 부정(덧칠하기)했지만, 그럼에도 나는 용서 하겠다’라는 의미를 상징한다.

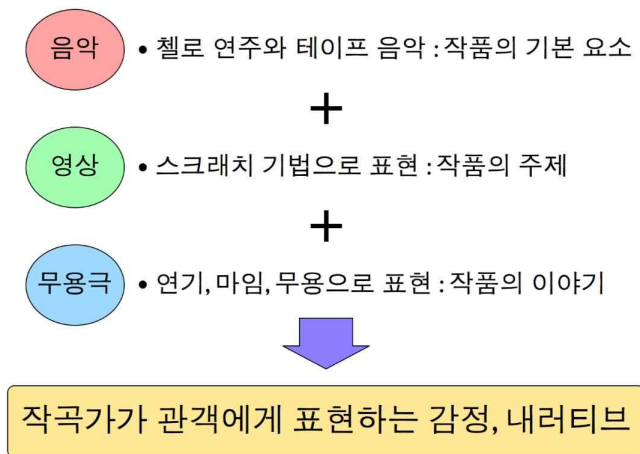
작품 제목에 주어진 ‘후회’의 의미는 중반부와 후반부에서 다루어지는 연기의 퍼포먼스와 스크린에 보여 지는 영상을 통해 표현되며, 관객에게는 결말까지 ‘처음부터 신뢰(밑 색을 칠한)하기만 한 나의 잘못이 아니었을까?’, ‘나의 신뢰를 저버린 상대방을 용서하는 것이 과연 항상 옳은 걸까?’<sup>5)</sup>에 대한 근원적인 고민을 하도록 유도하였다.

---

4) 결과물을 놓고 볼 때 ‘관화’와 유사한 효과를 낸다. 그러나 관화의 결과물이 좌우 대칭의 결과물이란 점에서 스크래치는 작가, 관객이 같은 방향으로 작품을 볼 수 있는 조금 더 직관적인 기법이라 할 수 있다. 특히 미리 조각되는 원판이 필요한 관화와 다르게 일반 회화처럼 선의 굵기와 표현 방법 등을 작업 중에 마음껏 바꿀 수 있는 장점이 있다.

5) 작품에서 이야기하는 ‘후회’의 감정은 일반적으로 자신이 어떠한 잘못된 행위를 한 뒤 자책하는 감정과는 별도로, ‘애초에 상대방과 관계를 갖게 됨 그 자체’를 후회하는 것이다.

작품 <To Forgive and Regret>은 위와 같이 작가가 이야기하고자 하는 내용들이 관념적이지 않고 직관적으로 관객에게 전달되도록 힘을 추구했다.



[그림-4] 작품 개요



## 2. 작품 구성

### 1) 음악의 구성

#### ① 음악의 형식

본 작품 <To Forgive and Regret>은 크게 세 개의 섹션(section)으로 구성되어 있다. 아래의 [표-1]은 작품의 음악 형식을 시간의 흐름에 따라 도식화한 것이다.

[표-1] 시간의 흐름에 따른 음악 형식

형식	Section A			Section B			Section A'
	a	b	a'	c-c'	d-d'	e	a''
시간	1'11"	39"	53"	1'12"	1'54"	1'23"	2'10"
주제	신뢰와 믿음			배신과 괴로움			용서와 후회

섹션 A의 세부 형식(a-b-a')은 작품의 전체 형식을 축약하고 있다. a에서 리듬의 기저를 이루는 타악기 소리는 남자 주인공의 상대방을 향한 두근거림(긍정적 감정)에서부터 고통과 괴로움(부정적 감정)을 지나 체념의 감정까지를 표현하는 중요한 요소이다. 작품은 전반적으로 교회선법을 사용하여 일반적인 장, 단조의 조성 음악과는 차이를 가진다. 섹션 A와 A'는 같은 선율(a의 주제)을 연주하는 첼로로 인하여 주인공이 갖는 감정이 긍정적인 감정에서 부정적인 감정을 지나 다시 긍정적인 감정으로 돌아오는 바를 의미한다. 하지만 A를 이루는 주요한 타악기의 사용이 A'에서는 자제됨으로서 '처음의 긍정적인 감정과 똑 같

은 마음으로 돌아가고 싶어도 그럴 수 없는' 주인공의 상황을 전달해 주는 역할을 한다.

## ② 첼로와 테이프 음악의 구성 요소

작품 <To Forgive and Regret>은 미리 작곡되어진 테이프 음악(tape music) 위에 첼로가 연주되어진다. a-b-a'-c-c'-d-d'-e-a''의 확장된 구조를 택한 이유는 다음 장인 '2) 극의 구성(p. 15~17)'에서 설명될 배우의 연기 내용을 확인하면 알 수 있다. 이는 마치 관객에게 '대사가 없는 연극이나 영화 한 편'을 본 것과 같은 세밀한 내러티브를 전달하고픈 작곡가의 바램 때문인 것이다.

곡이 시작되면 섹션 A - a부터 연주되는 주제 선율이 나오기 전에 먼저 타악기의 전주가 시작된다. 테이프 음악의 반주 음 중 가장 크기가 작은 소리면서도 중요한 역할을 맡고 있는데, 이는 작품의 주인공인 남자 배우의 두근거리는 맥박 소리, 심장 소리 등을 의미한다. 주제 선율이 시작되기 전 배우의 연기와 어우러져 관객에게 '주인공이 상대방(연인)에게 품고 있는 감정'을 미리 전달해 주는 역할을 한다.

작품의 선율은 조성 음악의 범주에서 분석되어질 수 있는데, 'C 음'을 기준으로 교회 선법<sup>6)</sup>인 리디안 선법(lydian mode)<sup>7)</sup>으로 주제 선율이 작곡되었다. 리디안 선법은 한 옥타브를 이루는 음렬이 4~5번째 음과 7~8번째 음이 반음이고 나머지는 온음의 음정을 갖는다. 작품에서 사용된 음렬은 'C 음'을 기준으로 했으므로 C, D, E, F#, G, A, B, C로

6) Church Mode. 중세와 르네상스 시대에 걸쳐 서양 음악의 기초를 이룬 음계를 말한다. 근대 서양음악의 장(Major), 단(minor) 음계가 성립하기 이전의 선법으로서 이론적으로 '그레고리안 성가'에 그 기원을 둔다.

7) '도레미파솔라시' 한 옥타브의 음 체계로 볼 때, '파' 음으로부터 시작하여 파 음으로 끝나는 음렬.

반복되는 옥타브의 음렬이 발생한다. 다음은 A - a에서 처음 등장하는 첼로 선율의 악보이며, 곡의 전반부를 상징하는 모티브(Motive)<sup>8)</sup>이다.



[악보-1] a의 주제 선율

음악의 모티브에 리디안 선법을 사용한 이유는 이 선법이 중세 서양 음악에서 ‘F 음’을 시작 음으로 사용한 정격선법 음렬이지만, 현대에 들어 재즈(Jazz)등의 대중음악에서는 4도 음이 블루스<sup>9)</sup> 노트로 쓰이는 플랫 파이프(5b) 음이란 특징 때문이다. 이러한 특성으로 인해 특히 청자에게 몽환적인 느낌을 줄 수 있는데, 본 작품에서는 로맨틱하면서 감성적인 느낌을 주기 위하여 사용되었다. a의 주제 선율을 중심으로 이어지는 b와 a’에서도 ‘C음 기준의 리디안 선법으로 작곡된’ 선율이 흐른다. 이러한 특징은 작품의 중반부(섹션 B - d 이후)에 등장하는 ‘4도 화성’<sup>10)</sup>을 사용한 것에서도 알 수 있다.

첼로 연주의 반주라 할 수 있는 테이프 음악은 Max/MSP를 통해 만들어진 합성음과 VSTi<sup>11)</sup>를 활용해 만든 음, 샘플 라이브러리에서 발췌한 효과음(대표적으로는 b, a’ 부분의 리듬에 등장하는 ‘심장 박동

8) 동기. 어떠한 행동을 일으키게 하는 내적 직접요인의 총칭. 여기에서는 하나의 음악 작품에 가장 기초가 되는 ‘악구’를 의미한다.

9) 재즈에서 파생된 현대 대중음악의 한 장르.

10) Quartal Chord. 완전 4도의 간격으로 쌓아 올린 화음. 본 작품에서는 C음을 기준으로 쌓아 만들었으며, 1옥타브 내에 구성된 음들을 아르페지오로 사용했다.

11) Virtual Studio Technology Instrument의 줄임말로써, ‘가상악기’라고도 부르는 소프트웨어 전자 악기이다. 독일의 Steinberg에서 개발한 VST 기술을 토대로 현대의 여러 소프트웨어 개발사들이 제품을 발표하고 있다.

소리'이다)들을 DAW<sup>12)</sup>인 누엔도(Nuendo)<sup>13)</sup>로 편집, 제작한 것이다. 섹션 A의 b에서 처음 등장하는 합성음은 웨이브테이블(Wavetable)<sup>14)</sup> 합성 방식으로 만들어낸 음이다. 합성음에 부여된 음정 또한 모티브에서 연주되는 리디안 선법의 음렬을 사용하였으며, 변조에 사용된 소스 파형은 첼로와 같은 현악기이면서 금속성의 소재를 사용한 어쿠스틱 기타<sup>15)</sup> 샘플을 사용하였다. 만들어낸 합성음은 C1부터 C6음을 기준으로 하는 옥타브의 리디안 선법 음렬을 전부 만들어 작품 진행 중 장식 음이 필요할 때 편집, 삽입하였다.

테이프 음악 제작 시 주로 사용된 VSTi는 Native Instrument에서 개발한 'Absynth 2'와 Spectrasonics에서 개발한 'Omnisphere', 'Stylus RMX'이다. Absynth 2의 사운드는 섹션 B로 넘어가서 등장하는 배경 음인데, 작품의 전반부가 '긍정적인 감정'을, 중반부가 '부정적인 감정'을 의미할 때 그 부정적인 요소를 상징하는 사운트라 할 수 있다. 섹션 B의 c와 c'는 곡의 분위기가 전반부와 가장 확연하게 차이난다 할 수 있는 d 부분에 넘어가기 까지, 관객에게 급작스런 변화가 아닌 서서히 변화하는 느낌을 들려주기 위한 '경과 요소'이다.

d에 들어서 음악은 전반부와 확연한 느낌 차이를 들려준다. 작품의 최절정인 e 부분까지 가기 위해 기존과는 다른 패턴의 리듬이 사용되었으며, 리디안 선법이 아닌 프리지안 선법(phrygian mode)<sup>16)</sup>이 사용되었다. 프리지안 선법 역시 리디안 선법과 마찬가지로 'C 음'을 기준으로 음렬을 만들었으며, C, Db, Eb, F, G, Ab, Bb, C로 구성된다.

---

12) Digital Audio Workstation의 줄임말. 하드 디스크를 기반으로 한 녹음 및 편집 기능이 장점이다.

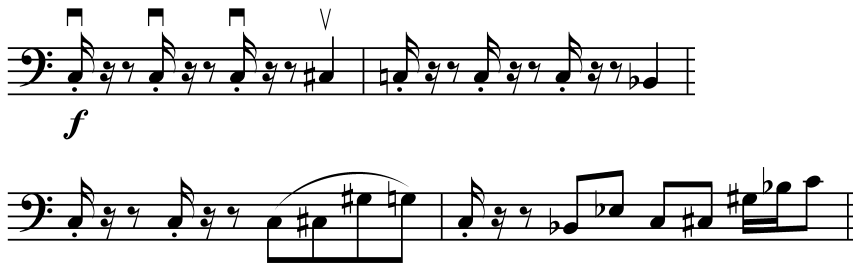
13) Steinberg에서 개발한 DAW. 소규모 스튜디오에서부터 개인 작업자까지 PC를 사용하는 사람들에게 많이 보급되었다.

14) 실제 악기의 샘플링 음원을 기반으로 합성하는 방식.

15) 일반적으로 말하는 포크 기타(folk guitar). 나일론 현이 아닌 쇠(steel) 현을 사용.

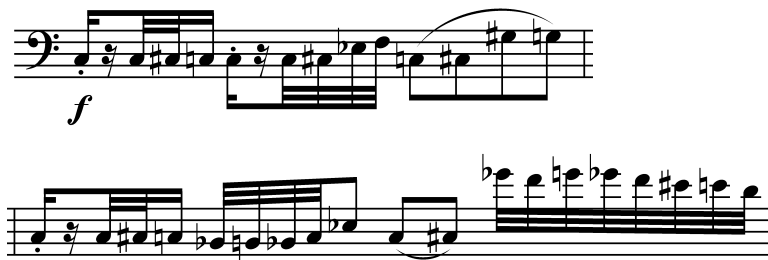
16) '도레미파솔라시' 한 옥타브의 음 체계로 볼 때, '미' 음으로부터 시작하여 미 음으로 끝나는 음렬.

섹션 B에서 이러한 선법을 사용한 이유는 ‘C-minor’의 단조 스케일에 2번째 음인 D음까지 플랫 되었으므로 한층 강화된 어둡고 음침한 분위기를 연주할 수 있기 때문이다. 특히 d 부분에서 첼로 특유의 저음이 부각되어지게 연주할 수 있는 음역으로 작곡되었으므로 섹션 B에서 이야기하고자 한 ‘배신과 괴로움’의 분위기를 더욱 잘 낼 수 있었다.



[악보-2] d의 주제 선율

d를 지나 d' 부분에 이르러 첼로는 점점 짧고 빠른 악절을 연주하기 시작한다. 다음의 [악보-3]은 d에서 등장한 모티브가 d'에서 빠른 악절로 변화한 모습을 보여준다.



[악보-3] d'의 빠른 악절

작품의 절정부인 e는 배우의 연기와 영상 효과, 음악이 최고조에 다다르는 부분이다. Stylus RMX로 만들어진 4종류의 리듬 사운드가 테이프 음악에 더해지고 첼로 선율 또한 작품에서 가장 높은 음역의, 가장

빠른 악절을 연주하며 주인공이 처한 고통과 괴로움을 극적으로 표현한다. e의 말미에서 긴장감이 최고조에 올랐을 때, 음악은 모든 악기의 사운드를 발산하고 급격히 A의 시작을 알리던 타악기 소리로 대체된다. 섹션 B의 마지막과 섹션 A'의 이러한 시작을 통해 긴장감이 최고조인 상황에서 급속도로 긴장이 풀리는 상황을 연출했다.



[악보-4] e의 빠른 악절

섹션 A'는 섹션 A의 모티브가 다시 반복되며 본 작품이 처음과 끝이 연결된 구조의 작품임을 알게 해 준다. 작품의 주제인 '용서'의 의미를 담고 있는 부분이며, 음악은 처음으로 돌아와 연기와 영상으로 표현된 작품의 주제를 보조해 주는 역할을 한다. 섹션 A에서 리듬의 바탕을 이루던 타악기 소리는 A'에서 자제되는데, 곡의 흐름상 단순히 똑 같은 사운드의 반복이 아니라 '처음으로 돌아가고자 하지만 온전히 같을 수 없다'는 의미를 부여한 것이다.

## 2) 극의 구성

### ① 배우의 연기 내용 및 무대 이동

전 장의 ‘1) 음악의 구성(p. 9~14)’에서 설명된 곡의 시간 흐름에 따라 배우의 동선과 연기 내용이 달라진다. 아래 [표-2]는 작품이 진행되는 동안 달라지는 배우의 연기 내용과 무대 이동을 도식화한 것이다.

[표-2] 연기 내용과 무대 이동

형 식		배우의 연기 내용	배우의 무대 이동
A	a	만남, 사랑의 감정 연기	무대 중앙
	b	밑 색 칠하기 동작	무대 좌측 구석
	a'		
B	c	의아함의 표현	다시 중앙으로 이동
	c'	얼룩 뿌리기 동작	
	d	스크린에 비친 자신에 대한 놀라움과 스스로에 대한 의심	스크린 앞부터 전체 플로어
	d'		
	e	고통과 괴로움의 표현	플로어, 무대 전면
A'	a''	덧칠 벗겨내기 동작과 퇴장	플로어의 전, 후면, 무대 좌측으로 퇴장

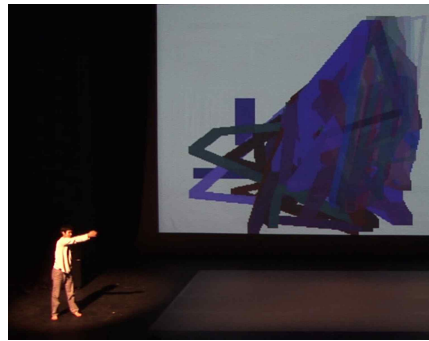
A 부분, 암전상황에서 조명의 페이드인<sup>17)</sup>으로 무대가 밝아 오면 중앙에서 있던 배우의 연기가 시작된다. 배우는 누군가를 기다리고 있는

17) fade in. 영화나 TV에서 어둠던 화면이 점점 밝아지는 효과. 반대로 페이드아웃은 암전까지 점점 어두워지는 효과를 말한다. 라디오나 녹음에서 작은 음량이 점차 뚜렷해지는 효과도 의미하며, 본문에서는 조명이 어두운 상태에서 점점 밝아지는 효과를 의미한다.

데, 관객에게는 연기자로 직접 등장하지 않는 ‘주인공의 연인’(무대 좌측에 자리한 첼로 연주자로 상징)을 의미한다. 연인과의 사랑을 표현하는 배우의 연기가 진행되고 b 부분에 들어서 무대 좌측 구석이 밝아 오며 배우가 이동, ‘주인공의 마음’을 상징하는 가상의 캔버스<sup>18)</sup> 위에 색을 칠하는 동작이 시작된다. 관객은 그때부터 배우의 연기와 스크린에서 펼쳐지는 영상 효과를 동시에 감상하게 된다.



[그림-5] a에서 배우의 연기



[그림-6] b에서 배우와 영상



[그림-7] c에서 배우의 연기



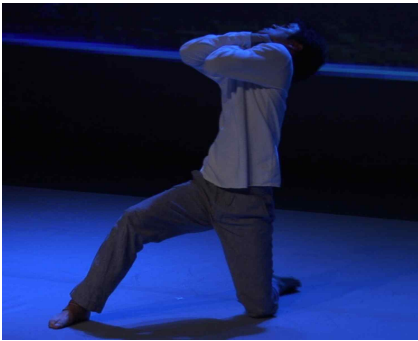
[그림-8] d에서 배우와 영상

18) 캔버스는 화가들이 유화를 그릴 때 주로 사용하는 종이의 대체품이다. 작품에서는 남자 주인공의 마음으로 설정되었으며 ‘나의 마음에 신뢰와 사랑을 쌓아간다’는 의미를 담고 있다.

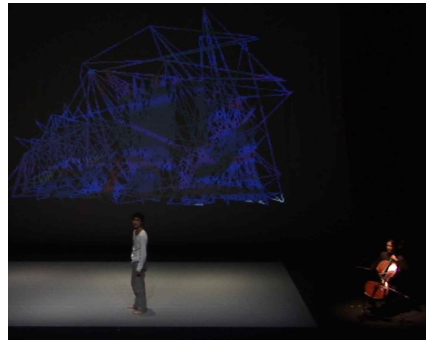


B가 진행될 때, 배우는 다시 무대 좌측에서 중앙으로 이동한다. 자신의 마음에 색색의 칠을 하던 배우는 어두워지기 시작하는 음악 흐름에 맞춰 무대 중앙에서 다시 색을 칠해보고자 하지만 A에서와 같은 색을 칠할 수 없음을 알게 되고 의아해 하며 놀라워하기 시작한다. 이 때 배우는 색을 ‘칠하는’ 동작 보다 눈에 보이지 않는 물감을 ‘뿌리는’ 동작을 하게 된다.

d 부분에 들어서 확연히 달라진 음악 흐름위에 배우의 동작은 격렬해지기 시작한다. 바닥에 설치된 댄스 플로어를 기준으로 전후좌우 가리지 않고 큰 동작으로 무대를 누비게 되며, 곡의 절정인 e 부분에 다다르게 될수록 고통과 괴로움을 표현하는 연기를 하게 된다.



[그림-9] e에서 배우의 연기



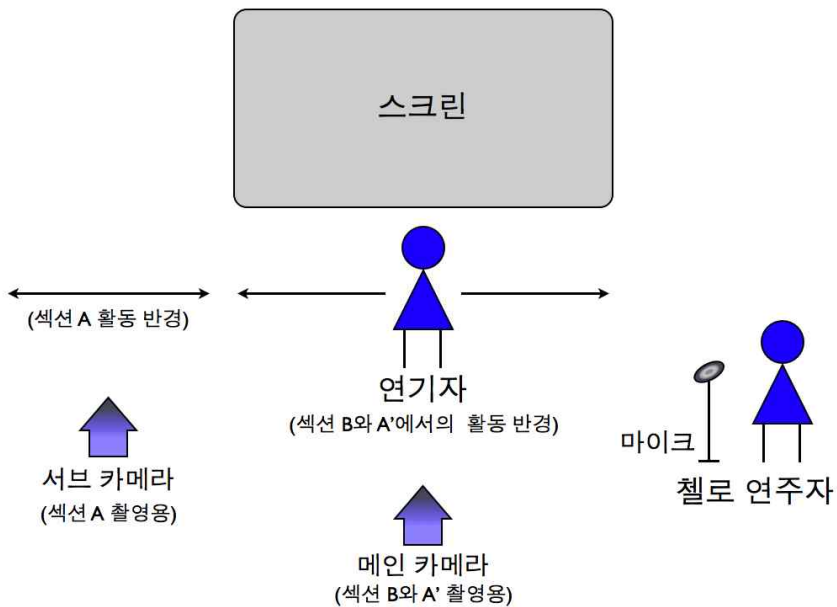
[그림-10] a''에서 배우와 영상

괴로움의 끝에 무대 중앙 전면에서 쓰러진 배우는 A'가 시작되면 다시 천천히 일어나 극의 마무리를 짓게 된다. 검은 색으로 얼룩진 스크린 앞에서 덧칠을 벗겨내는 동작을 하는데, 원하는 만큼 깨끗하게 지워지지 않는 얼룩을 보게 된다. 그렇게 배우는 다시 처음으로 돌아가고 싶지만 그 것이 본인의 뜻대로 되지 않음을 알게 되며 체념과 후회 가득한 표정으로 서서히 퇴장한다.

### 3) 실연 시스템의 구성

#### ① 무대와 실연 시스템(카메라, 컴퓨터, 네트워크)의 구성

작품이 실연되는 무대 뒤에 영상 효과가 상영될 와이드 스크린이 설치되었으며 스크린의 좌우 너비에 맞춰 무대 바닥에 직사각형 모양의 댄스 플로어가 설치되었다.



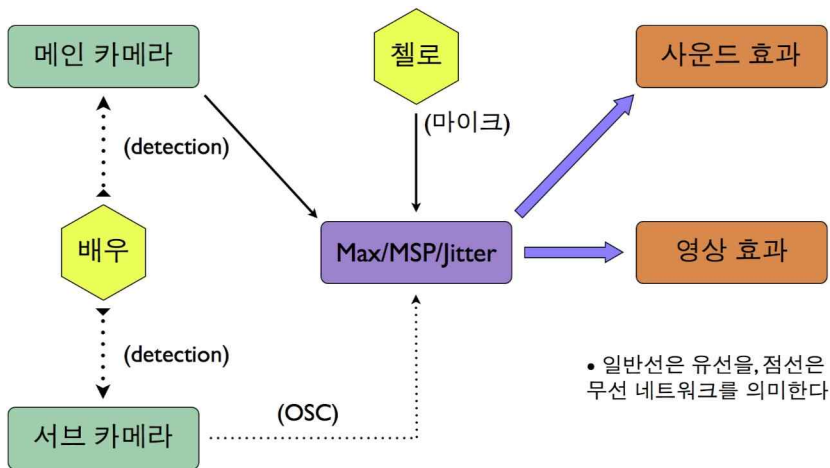
[그림-11] 배우의 연기 범위와 무대 구성도

객석의 바로 앞 무대 정면에는 배우의 움직임을 감지하기 위한 메인 카메라가 설치되고, 관객이 보는 무대의 좌측면으로 서브 카메라가 한 대 더 설치된다. 이는 고정된 메인 카메라 앞에서만 배우의 연기가 진행되지 않고, 메인 카메라의 앵글을 벗어나는 무대의 좌측 구석에서도 연기가 진행되기 때문이다. 댄스 플로어를 지나 관객이 보는 무대의 우

측면으로 첼로 연주를 수음하기 위한 마이크가 설치되었고, 메인 카메라와 마이크에서 수집된 데이터는 객석 뒤에 설치된 메인 컴퓨터 시스템으로 보내진다. 객석 좌측에 설치된 서브 카메라에서 수집되는 배우의 움직임 데이터 또한 메인 시스템으로 보내져야 영상 효과에 반영될 수 있는데, 실연 시에 OSC<sup>19)</sup>를 이용 무선 네트워크로 메인 컴퓨터 시스템에 보내 주었다. 이는 무대에서 객석 뒤의 메인 시스템까지 케이블을 최소한으로 사용하기 위한 조치였다.

## ② 신호 흐름 체계

위의 무대 구성에 따라, 작품에 사용된 소재들의 신호 흐름은 다음과 같이 정리된다.



[그림-12] 신호 흐름도

19) Open Sound Control의 약자. 미국 U.C. Berkley 대학교의 CNMAT(The Center for New Music and Audio Technologies) 연구소에서 개발한 멀티미디어 네트워크 기술.

### Ⅲ. 실시간 구현을 위한 기술

#### 1. 배우의 동작 추적

##### 1) 동작 추적 데이터

비디오에서의 물체 추적은 컴퓨터 비전(computer vision)<sup>20)</sup>의 주요 연구 분야로서 지능형 로봇, 무인 감시 체계 등의 핵심 기술로 여겨지고 있다.<sup>21)</sup> 움직이는 영상을 인식하고, 구분할 수 있는 기술을 위해 컴퓨터 비전이 제시하는 방법은 크게 ‘edge detection’, ‘corner detection’, ‘ridge detection’과 ‘blob detection’의 네 가지로 나뉘어진다. 위의 방법 간에는 미묘한 차이가 있지만 현재는 촬영된 이미지의 인식과 분석, 움직이는 영상의 구분에서부터 궁극적으로 인간의 표정과 감정을 판단<sup>22)</sup>하는 등, 의학 치료 및 서비스업 분야에까지 널리 쓰이게 할 수 있다.

작품에 적용된 인식 방법은 blob detection을 이용한 것으로서, 이는 주변보다 더 밝거나 어두운 지역의 영상을 찾아내는데 그 목적을 두고 개발되었다. ‘edge’는 주변의 색상이나 조명의 정도가 급격히 달라지는 부분(영상에서 윤곽선을 찾아낼 수 있다), ‘ridge’는 비슷한 색이 이어지는 동안 중심 되는 점이 안으로 오목하게 들어가 보이는 부분, ‘corner’는 기울기의 값이 크게 달라지는 부분(영상에서 각이 기울어지는 포인트를 찾아낸다)을 말한다. 반면에 ‘blob’은 얼룩 및 비슷한 색상

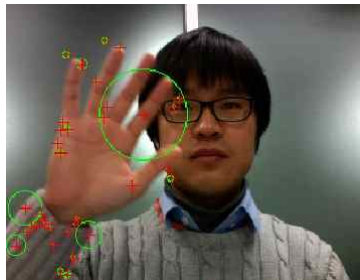
20) 기계의 시각에 해당하는 부분을 연구하는 컴퓨터 과학의 최신 연구 분야 중 하나.

21) 최규형, 최영주, 정지홍, 서용덕 공저 “다중물체추적을 이용한 유동인구 행태 분석”, 한국문화콘텐츠진흥원 문화콘텐츠기술연구소(CT) 육성사업 연구 결과 중 (2007)

22) 표정의 차이를 컴퓨터가 인식, 사용자의 기분과 감정 상태까지 구분할 수 있음을 의미한다.

이나 주변부에 비하여 상대적으로 밝거나 어두운 부분을 의미한다.

OpenCV<sup>23)</sup>에서 다루어지는 blob은 사물을 인식하는데 있어서 필요한 기본 과정중 하나이다. 또한 blob detection이 edge detection, ridge detection, corner detection과 가장 다른 점은 대상 이미지의 상대적인 명암비율을 구분한다는 것에 있다. 사물을 인식하는데 있어서 이러한 구분 방식을 작품에 적용하기 위하여 IAMAS<sup>24)</sup>에서 개발한 cv.jit 오브젝트 라이브러리<sup>25)</sup>를 Max/MSP/Jitter에 설치하여 사용하였다. 다음의 [그림-13]은 cv.jit 오브젝트 라이브러리를 통해 촬영된 영상에서 blob의 좌표를 검출하는 장면이다.



[그림-13] blob의 구분

cv.jit 오브젝트 라이브러리에서는 프레임 별로 촬영된 이미지가 실시간으로 명암비율이 달라지기 때문에 움직임이 없는 배경 앞에서 ‘움직이는 물체’를 인식하는 것이다.

---

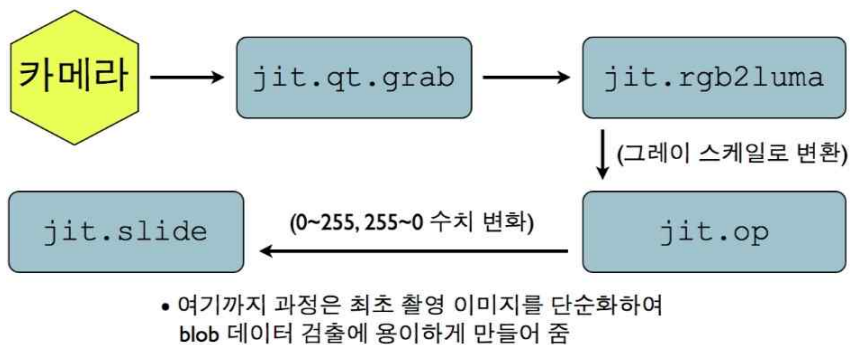
23) OpenCV(Open Computer Vision)는 인텔에서 개발된 실시간 이미지 프로세싱에 중점을 둔 라이브러리이다.

24) 일본 나고야 인근 오오가키에 설립된 대학. IAMAS(Institute of Advanced Media Arts and Science)라는 이름에서 알 수 있듯이 뉴미디어 아트 분야를 전문적으로 연구한다.

25) Computer Vision for Jitter. OpenCV를 기반으로 개발된 Jitter용 그래픽 오브젝트 라이브러리이다.

## 2) 데이터 검출을 위한 Max/MSP/Jitter 패치의 구현

[그림-14]는 Max/MSP/Jitter에서 blob을 검출할 수 있도록 작성된 패치의 시작 부분을 도표화한 것이다. 움직이는 물체의 blob을 검출하기 위해서는 먼저 실시간으로 비디오 촬영을 해야 하는데 이를 위해 `jit.qt.grab` 오브젝트를 사용했으며, 실험과정에서는 MacBook Pro 모델에 내장된 iSight 카메라를 사용하였다.



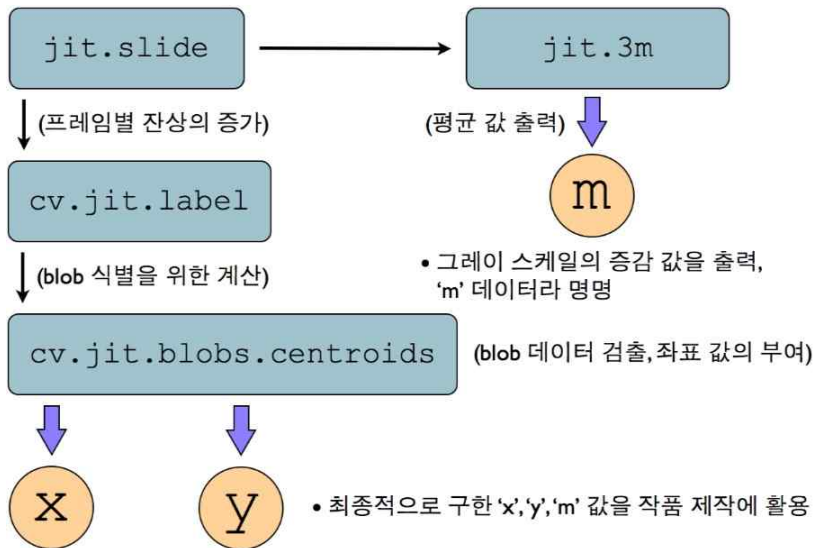
[그림-14] 동작 추적 데이터 검출을 위한 패치 다이어그램 A

촬영된 이미지는 `jit.rgb2luma` 오브젝트에 입력되며, 이 오브젝트는 Jitter가 가진 4개의 ARGB<sup>26)</sup> 플레인 데이터를 입력 받아 단일 플레인으로 출력함으로써 그레이 스케일(Gray Scale)<sup>27)</sup> 데이터로 바꾸어 준다. 그레이 스케일에서는 데이터가 0이면 완전한 검은색을 나타내고 255이면 하얀색을 나타내는데, 그레이 스케일로 변환된 촬영 데이터는 `jit.op` 오브젝트를 통해 0부터 255까지와 255부터 0까지의 데이터로

26) Jitter는 다양한 색상을 가진 영상을 표현하기 위해 RGB(Red, Green, Blue) 색상 체계를 사용하고 있다. 빛의 삼원색인 빨간색, 녹색, 파란색을 서로 조합하여 색상을 만들어 내는 것이며 여기에 알파(Alpha) 플레인을 더하여 ARGB라 표현한다. 알파 플레인은 영상의 투명도를 결정하는 역할을 한다.

27) 흰색과 검은색 사이의 영역(회색)을 표시하기 위해 각각의 비율을 변화시킨 것을 의미한다.

뒤집어져 변화된다. 변화된 데이터들은 `jit.slide` 오브젝트에 입력되고 이 오브젝트는 슬라이드(`slide`) 값의 증가를 통해 입력된 영상의 프레임에 잔상 효과를 만들어 준다. 이 경우 촬영된 영상은 그레이 스케일 과정과 `jit.op`을 거쳐 흑백의 데이터로 단순화 되었으므로 RGB 값으로 입력된 이미지보다 색을 인식하고 연산하는 시스템의 운영 효율성이 증가하며, `blob` 데이터를 검출하기에도 보다 용이해진다.



[그림-15] 동작 추적 데이터 검출을 위한 패치 다이어그램 B

[그림-15]는 [그림-14]에 이어지는 `blob detection` 검출 패치의 나머지 부분이다. 그레이 스케일로 단순하게 변화된 데이터는 `cv.jit.label` 오브젝트에 입력되어 색을 식별하고 고유한 값을 표시할 수 있도록 픽셀별, 프레임별 명암비율로 계산 된다. `cv.jit.blobs.centroids` 오브젝트는 검출되는 여러 개의 `blob` 데이터를 각 구성 요소 중심 영역으로 계산해 주는 역할을 한다. 그리고 이 오브젝트는 `cv.jit.label`에 이어져서 함께 기능해야만 식별 가능한 `blob detection` 데이터를 검출

할 수 있다. 이러한 과정을 통해 카메라에 입력된 움직임을 blob 데이터로 검출하게 되고, 발생한 blob 중 가장 큰 blob 중심의 x, y 좌표 값을 구할 수 있다.

cv.jit.label의 전 단계 검출 과정(입력된 영상에 잔상이 부여된 그레이 스케일로 검출되는 과정)에 jit.3m 오브젝트를 이용, 데이터의 평균값을 출력하여 blob detection 이외의 사용 데이터로 관리해 주었다. jit.3m은 Jitter에서 사용하는 ARGB 플레인의 평균값을 출력하게 되는데, 지금은 데이터가 입력되기 전에 이미 4개의 플레인을 1개의 플레인으로 출력했으므로 하나의 평균값만이(ARGB중 A) 나오게 된다. 다음의 [그림-16]과 [그림-17]은 jit.3m으로 구한 그레이 스케일 잔상 데이터의 증감을 눈으로 식별할 수 있도록 패치 내부에 jit.pwindow 오브젝트로 표시해준 것이다. 움직임을 없을 경우 0에, 움직임을 많아지면 255에 가까워진 그레이 스케일의 잔상 수치가 발생한다.



[그림-16] 움직임을 적을 때



[그림-17] 움직임을 많을 때

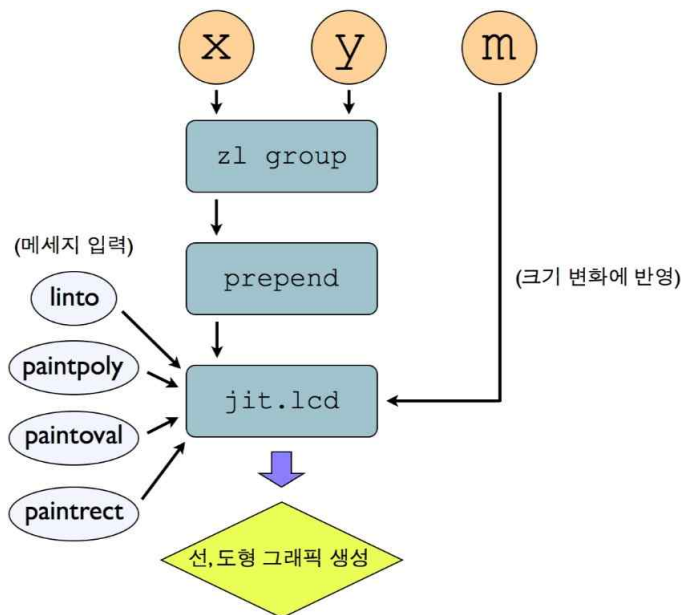
지금까지 설명된 과정을 통해 발생하는 blob의 x, y 좌표 값과 그레이 스케일 잔상의 증감 값(편의상 ‘m’ 데이터라 명명했다)을 가지고 작품 제작에 활용하였다.



## 2. 영상 효과의 기술 요소

### 1) Motion Painting I : 밑 색 칠하기

blob을 Max/MSP/Jitter에서 검출할 수 있도록 구현된 패치를 통해 얻어진 x 좌표 값, y 좌표 값, 그리고 m 데이터 값(움직임에 따른 그레이 스케일의 증감 값)을 통해 스크린에 ‘밑 색 칠하기’ 영상 효과를 구현하였다.



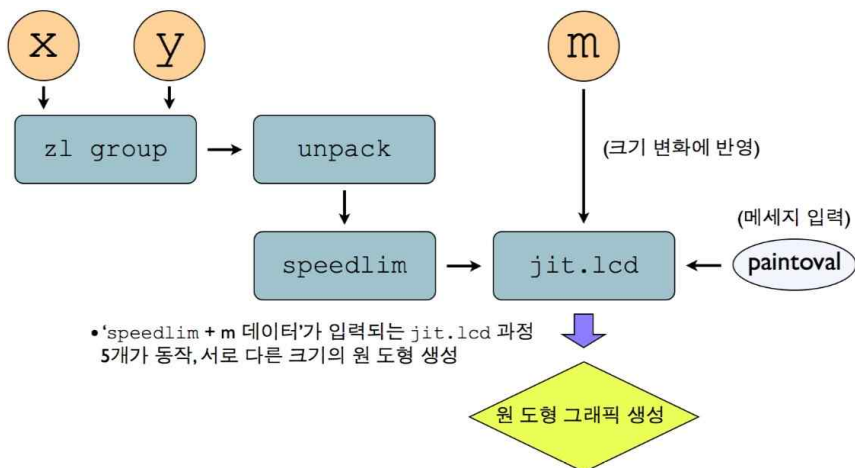
[그림-18] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 A

검출된 x, y 데이터는 발생하는 수치가 카메라에 촬영된 피사체의 움직임에 따라 많은 변동을 보이므로 zl group 오브젝트를 거치도록 했다. zl group은 연속적으로 입력되는 데이터의 양을 구간별 순서대로 출력해준다. zl group을 거쳐 출력된 데이터는 prepend 오브젝트를

거치며 'lineto', 'paintpoly', 'paintoval', 'paintrect' 등 네 종류의 메시지로 구분, jit.lcd 오브젝트에 입력되고 이 오브젝트는 RGB 컬러를 중심으로 정형화된 도형과 선으로 그래픽을 생성시키게 된다. 또 다른 중요한 사항은 m 데이터 값의 활용으로서, 카메라에 촬영된 피사체의 움직임이 많고 적음을 그레이 스케일의 증감으로 구분해 주어 패치에서 jit.lcd로 생성되는 선의 굵기와 도형의 크기 변화에 반영했다.

## 2) Motion Painting II : 덧칠하기

앞서 설명된 내용이 Max/MSP/Jitter로 만들어진 정형화된 도형과 선을 통해 작품의 주요 퍼포먼스인 '밑 색 칠하기'를 위한 것이었다면, 두 번째 패치는 배우의 연기가 긍정적인 내용에서 부정적인 내용으로 옮겨지는 '덧칠하기' 퍼포먼스를 위한 것이다. 이 패치 또한 x, y, m 데이터를 이용하며, 앞에서 활용된 '선과 그 외의 도형' 그래픽과는 다르게 '원 도형'을 중심 그래픽으로 사용한다.



[그림-19] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 B

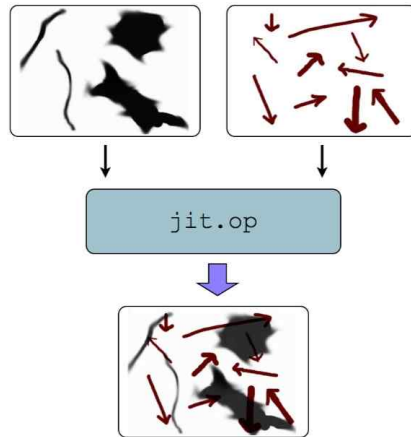
원 도형의 선택은 색색으로 칠해진 밑 색 위에 마치 ‘물감을 흘뿌리는 듯한’ 효과를 나타내기 위함이었으며, jit.lcd가 앞에서도 사용된 paintoval 메시지와 함께 서로 다른 크기의 원 도형을 그리기 위한 기본 오브젝트로 활용되었다. x, y 값은 역시 zl group을 통해 입력되고, 여기에 unpack 오브젝트와 speedlim 오브젝트를 지나 한 프레임에서 발생한 좌표 값과 그 다음 프레임에서 발생한 좌표 값이 순차적으로 출력될 수 있도록 했다. 생성된 원 도형은 고유한 크기를 가지게 되며, 이러한 과정 다섯 번이 동시에 일어나도록 구성하여 서로 조금씩 다른 크기의 원 도형 다섯 개가 겹쳐져서 출력되도록 했다. m 데이터는 배우의 움직임에 따라 원 도형의 크기가 달라지는 것에 쓰인다. 그러나 생성되는 원의 표현에 있어 다섯 개의 수치가 서로 조금씩 다르므로, 배우의 동작에는 구체적이고 직관적으로 반응하지만 스크린에 생성되는 영상은 추상적인 느낌이 들도록 했다.

### 3) Scratch : 덧칠 벗겨내기

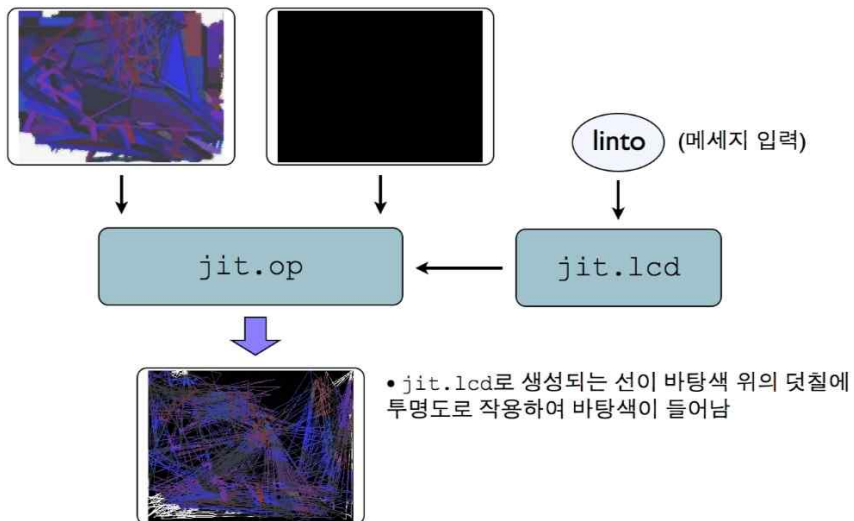
덧칠 벗겨내기 영상 효과는 미술 기법인 스크래치 기법에서 아이디어를 얻었으며 이 과정에 작품의 주제인 ‘용서’의 의미를 부여하였다. 앞서 설명한 두 가지 방식으로 ‘밑 색’을 칠하고, 그 위에 ‘덧칠’이 이루어진 다음, 다시 덧칠을 걷어 내어 최초의 밑 색을 드러내는 것이다. 이 Max/MSP/Jitter 패치 역시 마찬가지로 blob detection으로 검출된 x, y 값을 사용했지만 m 값은 활용되지 않았다. jit.lcd와 prepend, lineto 메시지를 통하여 선을 생성시키는 것이 첫 패치와 같으나, 최종적으로 영상을 출력시키기 전에 jit.op을 이용하여 서로 다른 영상을 혼합해 사용하였다.

jit.op은 좌우 두 개의 인렛을 각각 사용하여 하나의 출력으로 합쳐

서 내 보낼 수 있으며, 작품에서는 1번 인렛에 A에서 활용된 ‘밑 색이 칠해진’ 영상을, 2번 인렛에 lineto 메시지를 통해 실시간으로 생성되는 ‘선 그리기’ 효과를 입력하였다.



[그림-20] jit.op을 활용한 영상 혼합의 예



[그림-21] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 C

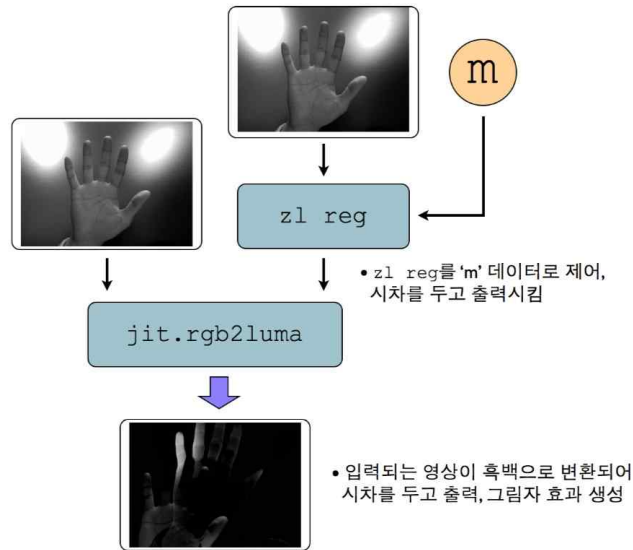
작품의 첫 부분에서 만들어낸 밑 색이 칠해진 효과를 ‘바탕’으로, 그 위에 jit.op을 통해 생성된 배경(극의 흐름처럼 검게 덧칠되어 밑 색이 전혀 드러나지 않는)을 덧칠된 효과로 가리워 주고, 마지막으로 배우의 움직임이 jit.lcd에 입력되어 ‘투명한 선’(덧칠된 검은 색 영상에 투명도로 작용)을 생성시켜 관객에게는 마치 배우의 동작으로 인해 덧칠된 색이 벗겨져 그 아래 밑 색이 다시 들어나는 효과를 느낄 수 있도록 연출하였다.

#### 4) Invert : 영상 반전과 얼룩 효과

영상 반전과 얼룩 효과는 작품의 중반부에서 절정부에 이르기까지 사용되었으며, 카메라에 촬영된 피사체의 색과 상하좌우를 반전시켜 색상과 출력 이미지에 나타내는 것이다. 이 기술은 카메라를 사용하는 일종의 트릭으로서, 앞서 설명한 패치들과의 조합을 통해 결과적으로는 서로 다른 세 가지 패턴의 효과를 만들어 낸다.

첫 번째 패턴은 작품 시작 후 4분 2초 다음부터 시작되는 d 부분에서 나타난다. 카메라에 촬영된 배우의 모습이 스크린에 비쳐지는데, 흑백으로 변환 배경위로 마치 흑백사진을 촬영, 현상하기 이전의 모습처럼 밝은 부분과 밝지 않은 부분으로 구분되어 윤곽선만이 뚜렷하게 보이는 효과이다. 스크린의 영상 자체가 암전, 비 암전을 반복하여 깜박거리며 마치 그림자가 실제 배우의 뒤를 이어 행동을 따라하는 모습처럼 보이는데, 이러한 효과를 만들어내기 위해 촬영된 배우의 모습을 2개의 인렛으로 각각 입력시켰다. 입력된 영상은 둘 다 jit.rgb2luma를 거치게 되며 단일 플레인의 흑백 매트릭스로 변환된다. 다만 2개의 영상 중 하나는 jit.rgb2luma에 입력되기 전 z1 reg 오브젝트를 거친 다음 입력된다. z1 reg에 입력된 영상은 배우의 움직임(그레이 스케일

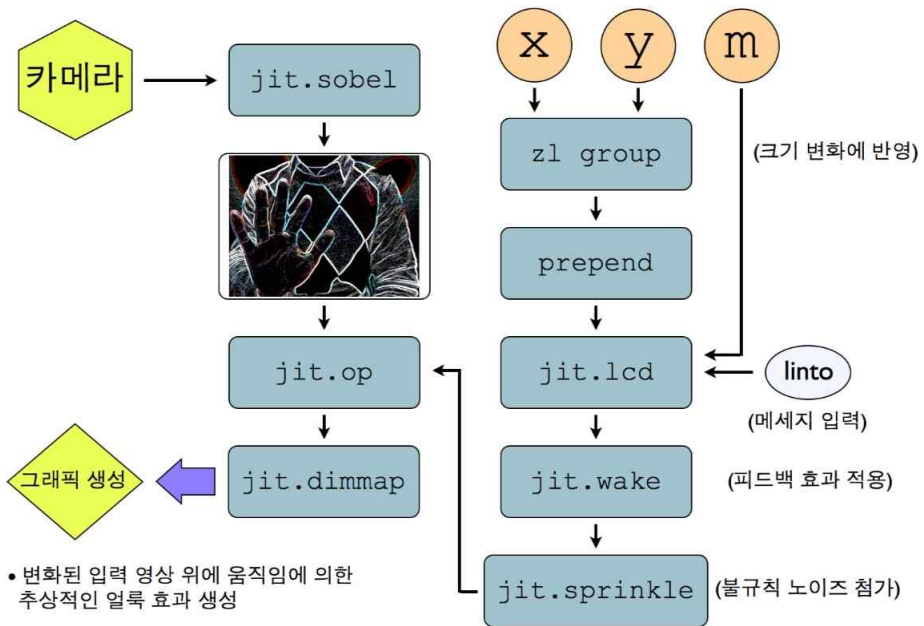
잔상의 증감 값, m 데이터)으로 제어되어, 제어되지 않은 다른 인렛의 입력 영상과 함께 `jit.op`을 통해 결합된다. 이로써 영상은 흑백으로 변환되어 바로 출력되는 영상과, m 데이터로 제어되어 뒤늦게 출력되는 영상이 결합되어 나온다. 즉, 관객은 실제 카메라 앞에서 연기하는 배우와, 그 모습이 촬영되어 스크린에 상영되는 모습이 약간의 시차를 두고 펼쳐지게 되는 효과로 '실제 행동 후 뒤늦게 행동을 따라하는 그림자'와 같은 모습을 보게 된다.



[그림-22] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 D

두 번째 패턴과 세 번째 패턴은 '얼룩 효과'라 명명했으며, 특히 세 번째 패턴은 앞서 소개한 모션 페인팅(motion painting)을 위한 패치들과 함께 동작한다. 패턴들은 `jit.sobel`을 사용하여 만들어지는 영상 효과를 기본으로 하는데, 이는 촬영된 영상의 기울어진 부분, 경사진 부분과 가장자리 부분을 인식하여 흑백으로 반전시켜 도드라지게 표현해 준다. 즉, 촬영된 이미지를 마치 판화의 결과물처럼 보이도록 바꾸어 주는 것이다.

jit.sobel로 생성된 이미지는 작품의 d' 부분부터 시작되어 절정을 지나 A'가 시작되기 전까지 배경화면으로 사용된다. 작품의 절정부에 이르러 사용되는 효과는 밑 색 칠하기에 이어지는 덧칠 효과의 확장으로서, 역시 jit.lcd가 활용되었다. 작품의 말미에 사용되는 덧칠 벗겨내기 효과에 사용되듯이 jit.op을 사용하였는데, 1번 인렛에는 jit.sobel로 생성된 이미지와 2번 인렛에는 jit.lcd로 그려지는 선을 입력받아 결합시킨다. jit.lcd에 입력되는 데이터는 카메라로 촬영되는 배우의 움직임에 대한 blob detection 데이터이며, jit.op으로 결합된 영상 효과가 jit.dimmap을 통해 연기하고 있는 배우의 반대 방향으로 스크린에 출력된다.



[그림-23] 영상 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 E

jit.lcd를 통해 그려지는 선은 일반적인 직선, 곡선의 형태가 아닌 불규칙하고 추상적인 느낌의 이미지인데, 이는 입력된 데이터가 jit.wake 오브젝트를 거치면서 피드백<sup>28)</sup> 효과를 적용 받고, 그 다음으로 jit.sprinkle 오브젝트를 거치며 결과물에 불규칙한 노이즈가 첨가되어 나타나는 현상이다. 이러한 요소를 통해 배우의 움직임과는 반대로 나타나는 추상적인 얼룩(노이즈가 추가된 변화된 선)이 스크린에 비치는 영상 효과와 배우의 모습마저 뒤덮게 된다.

### 3. 사운드 효과의 기술 요소

작품 <To Forgive and Regret>에 적용되는 사운드 효과는 두 가지로 나누어지며, 하나는 실제로 연주되는 첼로 사운드를 마이크를 통해 Max/MSP에 입력 받은 뒤 부분적으로 프로세싱 하는 방법, 다른 하나는 첼로 연주를 위한 반주의 형태를 가진 데이프 음악의 개별 트랙에 프로세싱을 가하는 방법이다. 작품을 위해 구현된 Max/MSP 패치는 사운드 효과를 위한 하나의 멀티 이펙터(multi effector)<sup>29)</sup>라 할 수 있으며, 적용되는 사운드 효과는 콤 필터링(Comb Filtering)<sup>30)</sup>과 앰프 모듈레이션(Amplitude Modulation)<sup>31)</sup>, 스테레오 딜레이(Stereo Delay)의 패닝(panning) 기능을 활용한 것이다.

---

28) 어떠한 입력에 의해 나타난 결과(출력)이 다시 입력에 작용되어 결국에는 출력의 결과물을 늘리거나 줄이는 등 변화를 주게 되는 자동 조절의 원리를 의미한다.

29) 주로 일렉트릭 기타 연주자들이 라이브 공연을 위해 활용하는 장치. Rack의 형태로 연주자 등 뒤에 설치되거나, 연주 중간에 바로 바로 효과를 바꿀 수 있도록 발판의 형태로 만들어진 것이 많이 쓰인다.

30) 마치 이빨 모양의 주파수 특성을 형성하는 특수한 필터로서, 시그널의 형태가 빗(Comb.)으로 쓸어내리는 모양을 닮았다 하여 이런 이름이 붙었다.

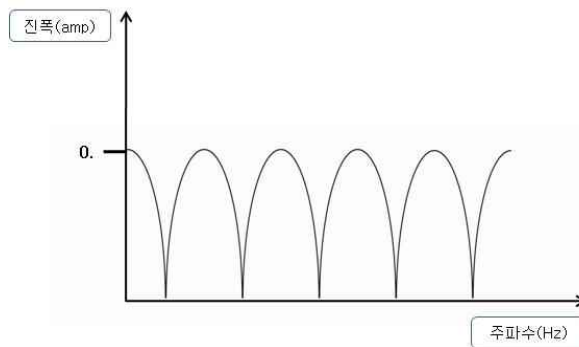
31) ‘진폭 변조’는 오실레이터 신호의 진폭 값을 별도의 오실레이터 신호에 의해 제어함으로써 원래 소리에 포함되지 않던 새로운 신호를 만들어 낼 수 있는 기법이다.



## 1) 실시간 사운드 프로세싱 : 첼로

배우의 움직임과 음악의 상호 작용을 이루기 위해 사용된 기술 요소 역시, 본 작품의 핵심 기술인 카메라와 실시간 blob detection을 이용한 것이다. ‘2) 데이터 검출을 위한 Max/MSP/Jitter 패치의 구현(p. 22~24)’에서 설명한 blob 데이터 검출로 x, y 좌표 값과 m 데이터 값을 구해내어 첼로 사운드에 콤 필터링과 앰프 모듈레이션을 적용하였다.

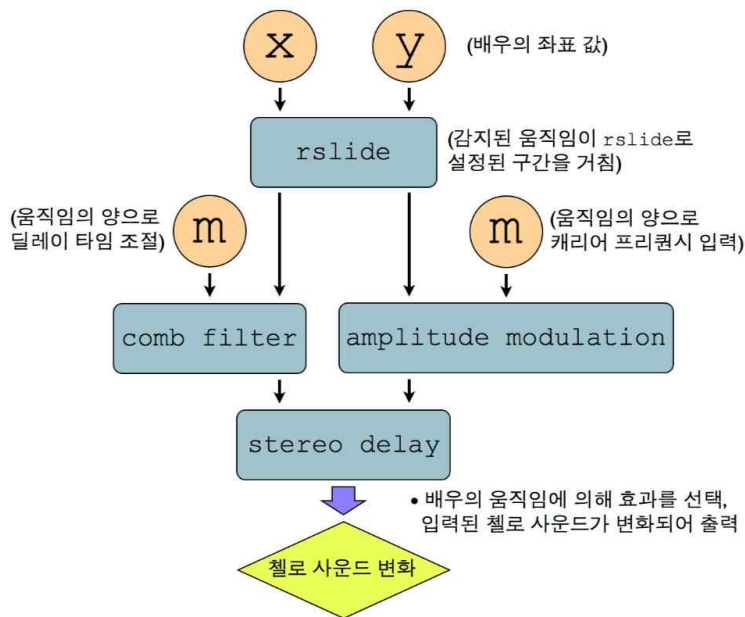
배우의 움직임을 통해 얻은 x 좌표 값과 y 좌표 값, m 데이터 값은 프로세싱을 위해 만들어진 콤 필터에 입력된다. Max/MSP에서 콤 필터를 만들기 위해 comb~ 오브젝트를 입력한 뒤, 그 주요 값인 ‘딜레이 타임(delay time)’, ‘딜레이 텀스(delay depth)’, ‘다이렉트 게인(direct gain)’, ‘딜레이 게인(delay gain)’, ‘피드백 게인(feedback gain)’ 등을 설정해 주었다. 이 중 딜레이 타임을 제외한 나머지 수치는 사운드 효과를 위해 일정 값을 입력시켜 주었고, 딜레이 타임은 배우의 움직임으로 인해 발생하는 m 데이터 값으로 컨트롤된다.



[그림-24] comb filter의 주파수 특성

콤 필터의 모양은 일정한 규칙에 따라 여러 개의 ‘밴드 패스 필터(Band Pass Filter)’<sup>32)</sup>가 나열되는 것과 유사한 주파수 특성을 가진다.

콤 필터를 거쳐 가는 n번째 중심 주파수 'fn'을 구하는 계산식은  $[fn = n \times \text{샘플링 주파수} / \text{지연되는 샘플의 개수}]$ 인데, 예를 들어 샘플링 주파수가 48kHz이고 콤 필터의 딜레이 타임이 5%인 경우, fn은 n = 1일 때 200Hz, n = 2일 때 400Hz, n = 3일 때 600Hz가 되는 것이다. 즉, 딜레이 타임이 커지면 주파수 폭의 간격이 좁아지므로 원래의 사운드와는 관계없이 독특한 피치감이 생겨나게 되는 것이다.



[그림-25] 사운드 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 A

딜레이 타임에 영향을 주기 전, 입력되는 x 값과 y 값은 rslider 오브젝트를 통과하며 콤 필터와 앰프 모듈레이션의 선택이 이루어지는데 사용되었다. rslider는 선택을 위한 스위치의 개념으로 활용하였다. 마우스로 드래그(drag)하여 좌측과 우측 어느 쪽이든 '레인지(range)'를 설정할 수가 있으며 오퍼레이터가 패치에서 마우스로 설정한 부분이

32) 밴드 패스 필터는 설정된 주파수를 중심으로 하는 일정한 범위 내의 주파수는 통과시키고, 그 외의 주파수는 통과시키지 않는 특성을 가진다.

콤 필터링이 일어나는 부분, 설정되지 않은 부분이 앰프 모듈레이션이 일어나는 부분이 된다.

첼로 연주는 마이크와 adc~ 오브젝트를 통해 MSP로 입력된다. 작품에서 연출한 바를 위하여 배우의 움직임이 첼로의 연주를 부분적으로 변화시켜 주는 것과, 테이프 음악의 프로세싱에 사용되는 것 외에 다른 목적으로 사용되면 전체적인 음악 사운드에 영향을 미치게 된다. 입력되는 첼로의 사운드와 MSP 프로세싱을 거쳐 출력되는 사운드가 공연장의 상황에 따라 조절 가능하도록 독립적인 아웃풋을 가진 오디오 인터페이스가 필요하며, 프로세싱 된 첼로의 사운드가 주 사운드로 사용되는 부분에서는 기본 입출력되는 첼로의 아웃풋을 낮추고 프로세싱 아웃풋을 증폭시킬 수 있도록 했다.

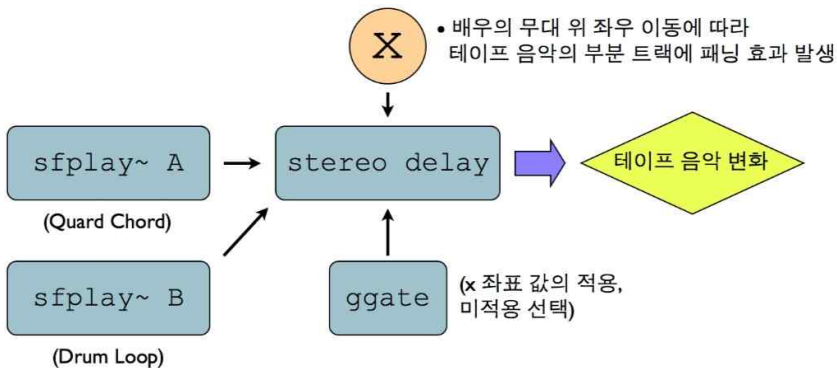
## 2) 실시간 사운드 프로세싱 : 테이프 음악

작곡가의 의도에 맞게 테이프 음악에 사운드 효과를 주기 위해서 가장 중요한 부분은, 배우의 움직임 데이터를 통해 사운드가 변화되는 부분과 그렇지 않은 부분을 구분하여 각각의 소리를 서로 다른 채널로 출력시키는 것이다. 마이크로 입력되는 첼로 사운드와는 달리, 테이프 음악은 미리 작곡되어져서 sfplay~ 오브젝트를 통해 사운드 변화가 일어나지 않는 나머지 부분과 함께 처음부터 플레이된다. 실연을 위하여 모두마이크의 아웃풋 채널이 필요했으며(반주입력되는 스테레오테이프 음악, 반주 이외에 사운드 효과가 적용되는 테이프 음악, 첼로, 첼로의 사운드 효과 트랙, 첼로 연주자를 위한 메트로놈<sup>33)</sup> 트랙), 채널별 볼륨 또한 오퍼레이터가 직접 조절할 수 있도록 했다.

---

33) Metronome. 음악의 템포를 나타내는 기계로서 매우 추상적인 표현인 ‘빠르게’, ‘느리게’ 등의 음악 템포 지시를 수치화하였다.

테이프 음악의 사운드 효과는 스테레오 딜레이의 좌우 패닝으로 쓰였다. 작품에서의 모든 사운드는 기본적으로 최종 아웃풋 이전에 스테레오 딜레이를 거치고 나가도록 제작되었으나, 테이프 음악에 적용된 패닝 효과는 첼로 연주에 영향을 주지 않도록 ggate 오브젝트로 분리하여 다루어졌다. Max/MSP에서 딜레이 효과를 구현하기 위해 한 쌍의 tapin, tapout 오브젝트를 사용하였으며 ggate는 배우가 움직이는 x 좌표 값이 필요한 시점마다 오퍼레이터가 선택, 패닝에 적용될 수 있도록 해주었다. 작품에서는 가장 기본적인 수평 방향의 패닝 방법을 사용했으며 이것은 좌우의 스피커에서 같은 소리를 내어 각각의 음량을 조절함으로 얻을 수 있다. 즉, 소리가 출력될 때 좌우 스피커의 음량 값이 같으면 관객은 스피커 사이의 중간 지점에서 소리가 나는 것으로 감지하나 우측 채널의 음량을 높이고 좌측을 낮추면 소리가 들리는 방향이 우측으로 바뀌게 된다. 작품의 d 부분에서 4도 화성 구성음이 첼로 리듬위에 얹어져서 등장하는 부분과, 절정에 이르러 배우가 무대 위를 좌우로 가로 지르며 이동할 때 등장하는 드럼 루프(drum loop)의 일부분에 패닝 효과가 적용되었다.



[그림-26] 사운드 효과 생성에 대한 패치 다이어그램 B

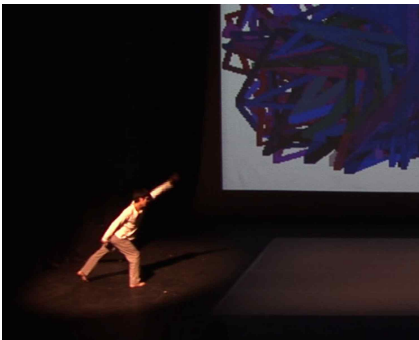
## IV. 기술 요소의 작품 적용

### 1. 작품에 적용된 영상 효과

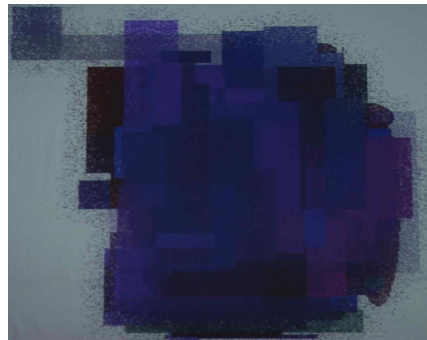
#### 1) Motion Painting과 Scratch 효과의 적용

##### ① Section A의 영상 효과와 퍼포먼스

작품의 도입부를 이루는 섹션 A는 세부적으로 a-b-a'의 세 도막 형식을 띄고 있다. 작품의 큰 주제 중 '신뢰와 믿음'을 표현하고 있으며, 스크래치 기법의 '밑 색 칠하기'를 영상 효과로 구현하는 부분이다. 극의 구성에서 설명되었듯이 등장한 배우는 자신의 연인을 기다리며 사랑과 신뢰의 마음을 표현한 연기를 하다가 무대 좌측에 위치한 서브 카메라 앞으로 이동, 관객에게는 보이지 않는 가상의 캔버스 위에 색을 칠하는 퍼포먼스를 한다.



[그림-27] 밑 색 칠하기 퍼포먼스



[그림-28] 밑 색 칠하기 영상 효과

작품이 전체적으로 이야기하는 ‘용서’의 의미를 나타내기 위해서 섹션 A의 밑 색 칠하기 퍼포먼스가 발단이 된다. 그림을 그리거나 색을 칠하는 행위 그 자체가 용서의 의미를 담고 있지는 않다. 그러나 긍정의 의미로 그러한 퍼포먼스가 표현된 뒤, 이를 뒤엎는 부정의 의미가 나타난 후 마지막으로 다시 처음 선보였던 긍정의 부분으로 돌아가고자 하는 행위가 주제의 의미를 담게 되는 것이다.

애초에 밑 색 칠하기 퍼포먼스에서 나타나는 영상 효과는 특히 색깔에 있어서 빨강, 노랑, 파랑 등의 원색을 사용하여 표현하였으나, 작품의 또 다른 주제인 ‘후회’의 감정을 후반부에 나타내기 위하여 보통 순진무구, 동심 등이 연상되는 밝은 원색 계열에서 조금은 어두운 계열의 색으로 수정하였다. 이를 통해 다가올 ‘배신과 괴로움’에 대한 복선<sup>34)</sup>과 ‘아이가 아닌 어른의 감정’이란 의미로 활용하였다.

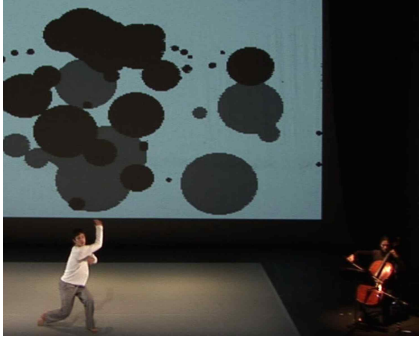
## ② Section B - c의 영상 효과와 퍼포먼스

섹션 B - c 부분에서 사용되는 효과는 ‘덧칠하기’로서 구성되었다. B는 A와 다르게 긍정의 의미가 아닌 부정의 의미가 등장하기 시작하는 부분이다. 무대 좌측에서 사랑과 신뢰의 의미로 색을 칠하던 남자 배우는 무대 중앙으로 돌아와 앞 장면과는 상반되는 내용의 퍼포먼스<sup>35)</sup>를 펼치기 시작한다. 음악은 어두운 느낌으로 흐르기 시작하고 배우의 표정에는 무언가 불안함이 감돈다. 무대 중앙에 설치된 메인 카메라 앞에서 밑 색 칠하기처럼 신뢰의 몸짓을 해보려 하지만, 스크린에서 나타나는 영상은 무채색의 얼룩일 뿐이다. 자신의 손짓으로 인해 아름다운 선과 도형, 색이 칠해지지 않음을 알게 된 주인공은 의아함을 느끼게 되

34) 앞으로 전개될 사건을 미리 짐작하게 하는 것. 어떤 사건이 우발적으로 일어나는 것이 아니라는 인상을 주기 위해 그 가능성을 미리 암시해 두는 문학적 장치이다.

35) II. 작품 내용 - 2. 작품 구성 - 2) 극의 구성 중 [표-2] 참조.

며 자신이 손짓하자 검은 물감이 뿌려지게 되는 의도치 않은 상황 앞에서 당황하게 된다.



[그림-29] 덧칠하기 퍼포먼스



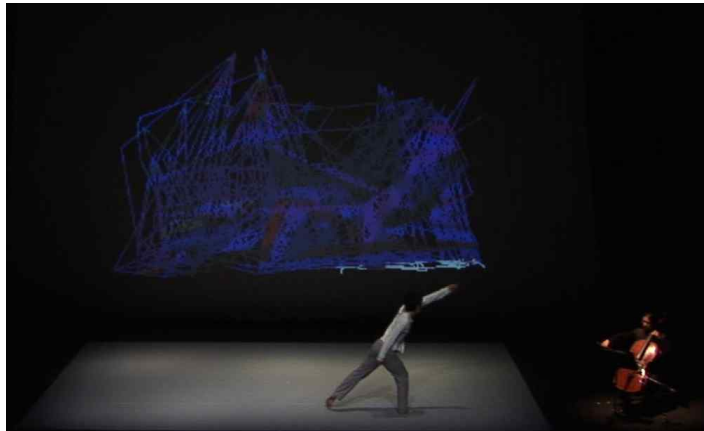
[그림-30] 덧칠하기 영상 효과

섹션 B의 c와 c' 부분이 연출되는 86초 동안 공연장 조명의 영향을 받아 애초에 연출하고자 했던 어두운 색감의 조명보다 밝은 색감의 조명으로 수정해야 했다. 또, 작품 제작 중 실험했던 공간보다 넓은 공간에서 실제 공연이 이루어 졌으므로 실험 시 예상했던 범위보다 더 넓게 적용된 스케일링 값을 덧칠하기 영상 효과 패치에 부여했다. 리허설 때 발견된 문제점(배우의 몸짓에 의해 발생하는 blob 데이터가 예상 수치보다 낮게 유입되는 점)을 보강하기 위하여 실제 공연 시에는 오퍼레이터가 입력되는 계산식의 수치를 실시간으로 수정했다.

### ③ Section A'의 영상 효과와 퍼포먼스

섹션 A'는 작품의 순서상 마지막 부분에 해당된다. 섹션 B의 '배신과 괴로움'으로 인해 결국 무대에 쓰러진 배우는, 작품의 도입부와 같은 리듬 구조로 이루어진 섹션 A'가 진행되며 서서히 다시 일어선다. 지금까지 일어났던 이야기를 마무리하고 작품이 가진 '용서'의 의미를 직접적으로 관객에게 전달하는 부분이다. 쓰러져 있는 배우의 주변에서 서

서히 조명이 들어오며 첼로의 연주가 작품의 도입부를 다시 연주한다. 부정의 검은 색으로 덮여진 스크린 앞에서 덧칠을 벗겨내고자 하는 동작을 취하게 되면 벗겨지는 검은 덧칠 사이로 최초에 그가 칠했었던 색과 도형들이 부분적으로 들어나게 된다. 주인공은 모든 덧칠을 벗겨내어 다시 처음으로 돌아가고자 하는 마음을 표현하지만, 아래 그림처럼 모든 덧칠을 깨끗하게 벗겨내는 것이 본인의 뜻대로 되지 않음을 깨닫고 체념과 후회의 표정을 지으며 서서히 퇴장하게 된다.



[그림-31] 덧칠 벗겨내기 퍼포먼스와 영상 효과

이렇듯 작품의 주제인 ‘용서’는 주인공이 긍정과 부정을 모두 겪은 다음 그래도 상대방을 향한 긍정의 시도를 한다는 것에서 표현된다. 반면에 마지막 장면은 ‘후회’의 의미도 포함하는데, 이는 끝까지 긍정하지 않고 중간에 포기하는(덧칠을 끝까지 벗겨내지 않는) 주인공의 퍼포먼스와 표정 연기에서 찾을 수 있다. 관객은 섹션 B에서 주인공의 고통과 괴로움을 보게 된 다음, 마지막에 이르러 주인공이 용서의 의미로 덧칠을 걷어내는 시도를 하지만 끝내 마무리 짓지 못하는 연기를 보게 된다. 이를 통해 후회의 의미가 전달되도록 연출한 것이다.



## 2) 영상 반전과 얼룩 효과의 적용

### ① Section B - d, e의 영상 효과와 퍼포먼스

섹션 B의 d와 e 부분은 작품이 절정으로 올라서는 부분이다. 형식상 전체 길이의 2/3 지점에 위치해 있으며, 음악적으로 타악기의 추가와 리듬 구조의 변화, 선율 흐름이 빨라지고 연주 음역 또한 매우 넓어진다. 영상 효과는 앞선 ‘4) Invert : 영상 반전과 얼룩 효과(p. 29~31)’에서 설명한 ‘그림자 효과’와 ‘얼룩 효과’, 그리고 ‘반대로 생성되는 배우의 모습과 얼룩 효과’가 연출된다.



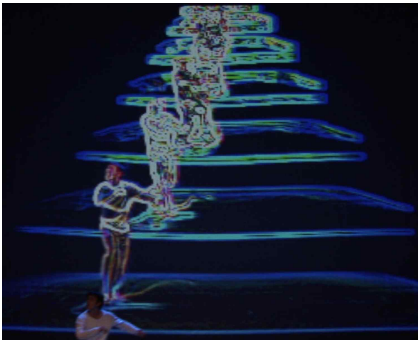
[그림-32] 그림자 효과 A



[그림-33] 그림자 효과 B

jit.rgb2luma를 이용해 생성한 그림자 효과는 작품의 내용상 의아함과 놀라움을 느낀 주인공이 점점 처음의 사랑과 순수함이 아닌 의심과 괴로움의 감정으로 들어서게 됨을 의미한다. [그림-32]에 나타난 영상처럼 ‘실제 행동 후 뒤늦게 따라오는’ 그림자 효과를 생성한 이유는, 먼저 주인공이 갖게 되는 ‘자신의 감정에 대한 의심’을 뜻 하며, 다음으로 ‘감정을 정리하고 싶지만 뒤늦게 따라 오는 미련’을 의미한다. jit.sobel을 이용해 생성한 영상 효과는 작품의 d’ 부분부터 시작되

는데, 상대방에 대한 배신감과 자신의 감정에 대한 의심으로 인해 주인공이 순수한 마음을 잃고 괴물처럼 변해버렸음을 의미한다. 관객은 무대 위에서 연기하고 있는 배우와 스크린에 나타난 배우의 모습을 함께 보게 되면서 서서히 고조되는 음악과 함께 극의 절정부로 들어선다. 특히 이 부분에서 영상에 나타난 자신의 일그러진 모습을 배우 또한 함께 보고 감정을 이입함으로써, 극이 진행될수록 변화해 가는 본인의 모습에 괴로움을 표현한다.

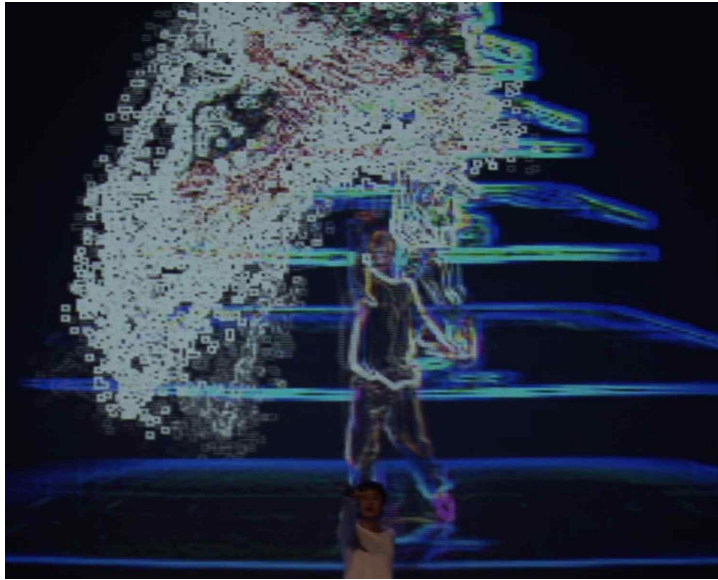


[그림-34] d'의 영상 효과

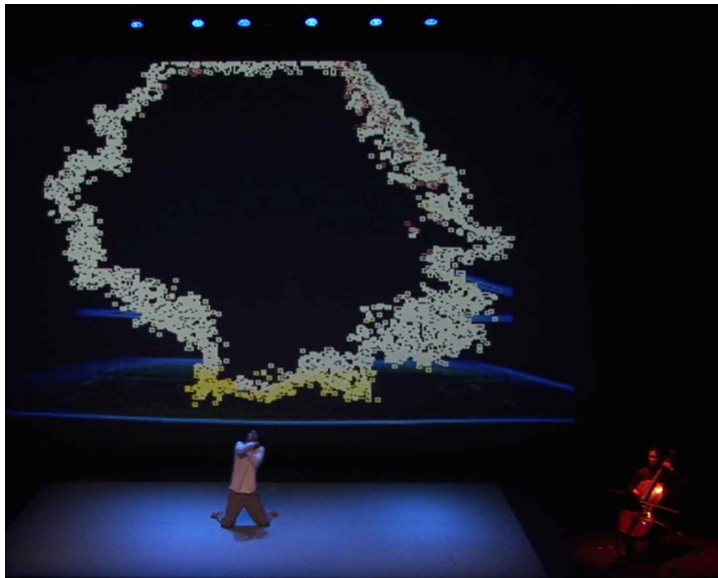


[그림-35] d'의 퍼포먼스

기존에 등장하지 않던 타악기의 등장과 함께 e 부분이 시작된다. 일그러져 변화했지만 본인과 같은 방향을 바라보던 영상 효과는 이 부분에서 jit.dimmap을 통해 배우와는 정 반대의 위치로 마주보게 된다. 배우의 몸짓은 일그러진 얼룩 선이 되어 스크린에 표현되고, 마치 무대 위 배우의 뒤를 쫓는 듯이 보인다. 이러한 효과를 통해 주인공이 처한 괴로움의 감정을 극적으로 표현하며, 무대 전면 중앙에서 서서히 쓰러져 가는 주인공의 모습 위로 얼룩이 쌓이는 연출을 통해 해소되지 못한 감정적 고통을 표현하였다.



[그림-36] 섹션 B - e의 영상 효과

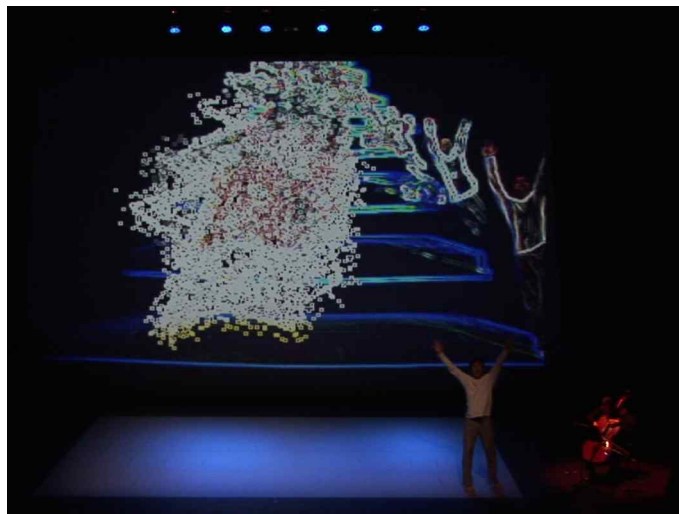


[그림-37] 섹션 B - e의 퍼포먼스

## 2. 작품에 적용된 사운드 효과

### 1) 첼로 연주의 실시간 사운드 프로세싱

배우와 첼로 연주의 상호 작용이 일어나는 부분은 섹션 B - c' 부터다. 자신이 칠하고자 하는 의도와는 관계없이 얼룩이 생성되는 영상에 주인공은 놀라기 시작하며 d의 새로운 주제로 음악이 연결된다. 이 부분에서 앰프 모듈레이션이 일어나는데, 빠르게 손짓하며 물감을 흩뿌리는 행동은 카메라와 blob detection 구현을 위한 Max/MSP/Jitter 패치를 거쳐 첼로 사운드에 트레몰로 효과를 일으킨다.

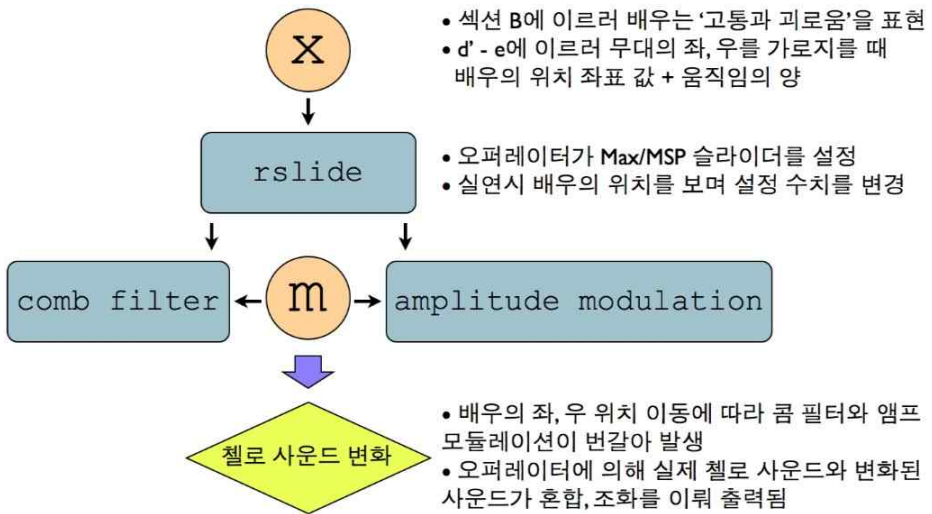


[그림-38] 배우의 퍼포먼스와 사운드의 변화 장면 예 A

작품의 절정인 d'와 e 부분에서 오퍼레이터는 MSP 슬라이더(rslide 오브젝트로 만들어진)<sup>36)</sup>의 필터 선택 부분을 절반으로 선택한 뒤, 첼로의 모듈레이션이 일어나는 아웃풋 채널을 최대한으로 증폭시켜 격렬하

36) III. 실시간 구현을 위한 기술 - 3. 사운드 효과의 기술 요소 중 34페이지 참조.

게 움직이며 괴로움을 표현하는 배우의 행동에 걸맞게 사운드 변화가 극심해 지도록 한다. 앰프 모듈레이션의 선택과 달리 콤 필터의 선택이 절반 이상을 이루지 않는 이유는 필터의 특성상 주파수 대역의 변화로 실제 공연 시 첼로 사운드가 테이프 음악에 묻히기 때문이었다. 배우의 동선이 무대 위 플로어 전부를 사용하는데, 무대를 좌우로 가로지르면 MSP 슬라이더의 콤 필터와 앰프 모듈레이션 선택 부분을 가로지르는 것과 같다. 즉, 무대 좌측에서 배우의 퍼포먼스가 있으면 콤 필터가, 우측에서 퍼포먼스가 있으면 앰프 모듈레이션 효과가 일어나며, 결과적으로는 무대 전면에서 격렬해지는 배우의 퍼포먼스를 통해<sup>37)</sup> 사운드 효과가 혼란스러운 느낌으로 관객에게 전달된다.

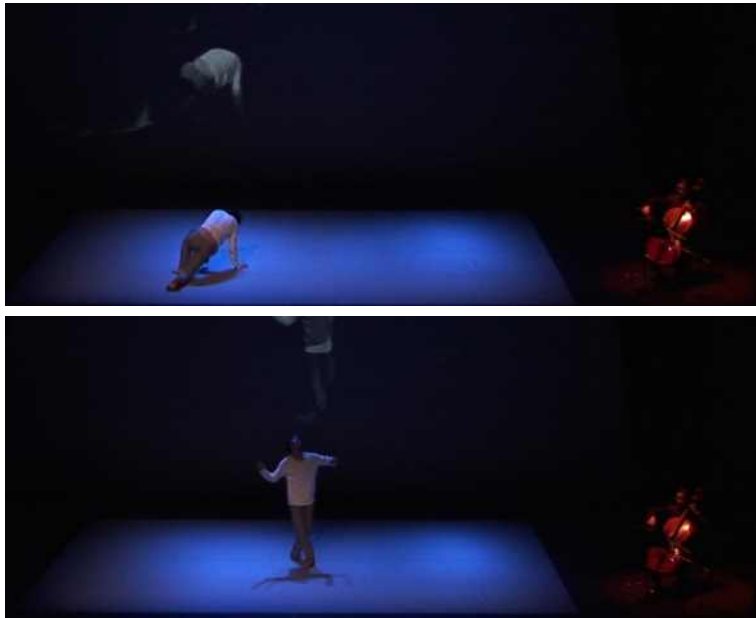


[그림-39] 사운드 변화에 대한 다이어그램 A

37) 메인 카메라는 작품의 시작부터 끝까지 꼭 찬 앵글로 무대를 촬영하고 있기 때문에 플로어의 전면에서 카메라를 향해 다가서면 Zoom-In 한 것과 같으므로 왼손과 오른손의 움직임을 서로 다른 데이터로 유입할 수 있다.

## 2) 테이프 음악의 실시간 사운드 프로세싱

배우의 무대 위 동선에 따라 스테레오 딜레이의 좌우 패닝이 제어되는 부분이다. 스테레오 딜레이는 상호 작용이 일어나는 사운드 효과가 모두 통과하여 발생하는 최종 아웃풋의 바로 전 단계에 있으므로 오퍼레이터가 그 양을 조절할 수 있다. 미리 작곡된 테이프 음악의 특정 부분에서 배우와의 상호 작용이 일어나도록 하기 위해 공연 시 출력되는 테이프 음악을 독립된 트랙으로, 배우와의 상호 작용이 일어나는 부분을 단독 트랙으로 mix-down<sup>38)</sup> 하였다.

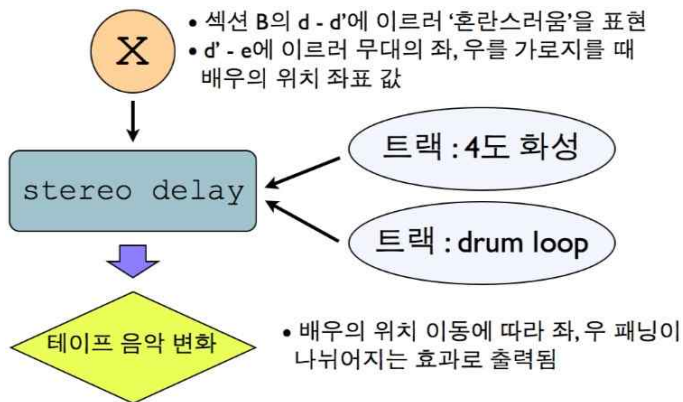


[그림-40] 배우의 퍼포먼스와 사운드의 변화 장면 예 B

단독 트랙에는 d 부분에서 등장하는 4도 화성 사운드와 e의 절정에서 등장하는 드럼 루프 사운드의 한 부분을 선택, sfplay~로 공연 시작

38) 여러 독립적인 트랙을 사용하여(멀티 트랙) 녹음된 결과물을 믹스를 통해 최종적으로 단일한 스테레오 결과물로 만드는 과정.

과 함께 출력한다. 카메라에 촬영된 배우의 위치인 x 값이 스테레오 딜레이의 패닝과 연동되는데, 첼로 사운드에 적용되는 콤 필터, 앰프 모듈레이션과는 무관하게(Max 슬라이더 또한 적용되지 않는다) 무대의 좌우로 이동하는 배우의 위치를 따라 4도 화성 사운드와 드럼 루프 사운드가 연동되어 움직인다. 이로 인하여 관객은 혼란스러운 표정으로 해매는 배우의 연기와, 리듬이 달라진 첼로 연주 위에 더해지는 극단적인 패닝 효과를 통해 극의 긴장감 및 혼란한 감정을 더 가깝게 받아드리도록 했다.<sup>39)</sup>



[그림-41] 사운드 변화에 대한 다이어그램 B

39) 테이프 음악은 등장하는 악기별로 적절한 좌, 우의 분배를 통한 mixing 과정을 거쳤다. 4도 화성과 drum loop은 배우의 무대 이동과 함께 좌, 우로 따라 다니는(위치에 따라 치우치는) '적절하지 않은 분배'를 들려준다.

## V. 적용 결과 및 문제점 분석

### 1. 영상 효과 구현의 문제

#### 1) 동작 추적 데이터의 활용

작품 <To Forgive and Regret>에서 제일 중요한 것은 카메라에 촬영되는 배우의 움직임을 blob detection 기술로 데이터화 하여 극의 내용에 맞게 영상 효과로 구현하는 것이다. 작품 제작 시 중점을 둔 부분도 검출된 데이터의 효과적인 활용방안이었으나, 다음과 같은 문제점으로 인해 연출 시 몇 가지 제한을 두어야 했다.

먼저 동작 추적 데이터의 불연속성<sup>40)</sup>이다. 기술의 핵심은 카메라에 촬영된 이미지가 프레임별로 명암의 차이가 구분될 때, 그 차이를 실시간으로 연속 구분하여 프레임 단위로 달라진 데이터를 통해, 촬영된 피사체가 움직였음을 인식할 수 있는 것이다. 채도의 차이를 구분하는 기술이라 할 수 있는 ‘컬러 트래킹(color tracking)’<sup>41)</sup>에 비하여 퍼포먼스 대상에게 어떠한 색채의 차이를 의도적으로 구분해야 하는 제한을 두지 않음(예를 들어 색깔이 상이한 특정 의상을 입어야 하거나, 특정한 색을 가진 소품을 들고 움직여야 함을 들 수 있다) 두 기술의 가장 큰 차이인 것이다. 작품을 제작하며 실험을 진행한 결과, 퍼포먼스 대상의 움직임과 의상 등에 자유를 부여하는 데에는 성공적이었지만 명암의 차이를 인식하는 기술 특성상 그 발생 데이터가 부드러운 연속성

40) 예를 들어 데이터 유입 시 0부터 100까지 순차적으로 유입이 되어야 하는데, 0에서 40까지 유입된 뒤 70부터 80까지만 건너 뛰어 유입되는 등의 문제를 의미한다.

41) 촬영된 이미지에서 특정한 색깔을 구분하여 추적하는 기술.



을 갖기 힘들었다. 또한 주변 상황과 퍼포먼스 대상의 움직임에 따라 가장 작은 데이터 값에서 가장 큰 데이터 값으로 편차가 크게 변화하는 것에 약점이 있었다. 이러한 기술적 문제를 유발되는 데이터가 평균 값을 이루도록 구현하였으며, 그리하여 피사체의 작고 세밀한 움직임 보다는 큰 움직임을 영상 효과 구현 대상으로 삼는 것이 예술성을 표현할 수 있는 방법이 될 수 있었다. 즉, 손가락 끝의 움직임만을 가지고 ‘작은 그림을 그리는 행위’보다는 손바닥과 팔의 전체적인 움직임을 통해 ‘큰 도화지에 색을 칠하는 행위’가 더 예술성과 완성도를 높일 수 있는 방법이었다. 이러한 결과는 배우에게 무대 위 동선과 복장에 있어서 최대한의 자유를 부여하는 것에는 성공하였으나, 반면에 표현의 제약이 되어 버린 것이라 할 수 있다.

## 2) 작품 실연 시 고려사항

데이터의 불연속성 외에도 작품 실연 시 공간과 조명이 또 하나의 문제점으로 발생하였다. 작품 제작 기간 동안 실험이 진행된 공간(연구실)과 작품이 실연되는 공간(공연 극장)의 면적이 같을 수 없는 것은 거의 모든 멀티미디어 작품에 동일하게 적용되는 조건이다. 이러한 조건을 토대로 실험 시 가장 실연 공간에 가까운 환경을 구성하는 것과 피사체의 움직임을 예측하여 데이터를 검출하기 위해 많은 노력을 기울였다. 무용극에 따른 배우의 움직임은 작곡가가 구상해 놓은 이야기 구조에 영향을 받으므로 카메라로 검출될 데이터를 미리 예측하기란 크게 어려운 일이 아니었으나, 다만 조명이 사용되는 실제 공연장에서의 데이터 검출 문제는 예측이 어려운 문제였다.

실험 시 발견된 문제점을 극복하기 위하여 실험 장소(연구실)의 모든 실내등을 암전으로 한 뒤 직경이 큰 휴대용 손전등 여러 개를 사용하

여 조명의 효과를 내거나, 실험 장소에서 배우가 움직이는 장소로 설정해 놓은 부분만 실내등을 점등시키는 방식 등을 사용하여 예상 데이터를 검출, Max/MSP/Jitter의 영상 효과 구현 패치에 반영하였다. 그러나 실제 공연장에서 이루어진 최종 리허설 시 조명의 조도에 따른 검출 데이터의 변화, 그로인해 카메라 앵글 안에 담겨진 배우의 움직임보다 너무 크거나 작은 '예측을 벗어난 데이터의 검출 문제'가 발생하게 되었다. 결국 의도했던 조명의 효과(강한 원색을 뿌려주는 등)를 부분적으로 포기하고 일정한 조도로 조명을 비춰주는 방법으로 작품의 몇 부분을 수정해야 했으며, 이에 컨트롤러를 이용, 실제 공연 시 검출되는 blob 데이터가 패치에 유입되어 계산되는 부분을 오퍼레이터가 개입하여 부분적으로 조절해 주어야 했다.

## 2. 사운드 효과 구현의 문제

### 1) 동작 추적 데이터에 의한 첼로 사운드 처리

작품 <To Forgive and Regret>에서 음악, 영상과 더불어 큰 축을 차지하는 무용극의 특성상, 사운드 효과나 영상 효과를 위하여 안무에 제한을 두어 더 좋은 효과를 이끌어내는 것이 작품의 완성도를 위한 한 방법이 될 수 있다. 그러나 이는 기술적인 완성도를 통해 해결해야 할 문제이지, 주체가 되는 배우의 상상력에 많은 제한을 두는 것은 좋은 해결 방법이 아니다. 배우의 자연스러운 퍼포먼스를 통해 관객들에게 사운드 효과가 예술적으로 들릴 수 있도록 하기 위해 존재하지 않는 합성음이나 악기 소리를 생성시키는 것이 아닌, 첼로의 연주와 더불어 그 소리가 변화되는 것을 추구하였다. 그러나 데이터의 불연속성은 영상 효과 구현만이 아닌 사운드 효과 구현 시에도 문제가 되었다. 배우

의 위치 이동과 움직임의 많고 적은 양은 사운드 효과 구현의 최소 조건이었는데, 특히 위치 이동에 있어서 연속적이지 못한 데이터의 양은 오퍼레이터가 작품에 개입하게 되는 부분이 늘어나게 하였다. 첼로 연주가 음악 구성에 있어서 예술적으로 표현되었다 할지라도, 배우의 퍼포먼스와 시간 흐름상 완벽하게 맞아 떨어지지 않으면 작품을 보는 관객에게는 단지 ‘소음’처럼 들리게 될 수도 있다. 그리하여 수차례의 실험과 연습, 리허설을 거쳐 오류를 줄여 나가고자 했지만 오퍼레이터, 배우, 첼로 연주자의 호흡이 언제나 일치하기에는 다소간의 무리가 있는 것도 사실이다.

## 2) 실연에 따른 문제점의 보완

배우와 연주자의 상호 작용을 통해 영상 효과와 사운드 효과를 구현, 제어하는 ‘인터랙티브 퍼포먼스’를 추구하였으나, 위와 같은 문제들로 인하여 오퍼레이터가 실연에 개입하는 것이 작품의 완성도를 높일 수 있는 가장 손쉬운 방법이었다. 특히 관객에게 감정상의 단절이 일어나지 않도록 하기 위해, 장면 전환간의 암전 및 페이드인·아웃 효과는 필수적이다. 최초의 시스템에서는 실연 시 오류를 최소화하기 위하여 모든 장면 전환과 아웃풋 볼륨 변화가 자동으로 이루어지도록 하였으나, 자동으로 수치화 해놓은 내용들이 오히려 실연 중에 배우의 감정 변화를 통제하는 것으로 판단되었다. 그리하여 오퍼레이터가 공연에 개입해 장면 전환, 사운드 효과 선택, 아웃풋 볼륨 값 제어 등을 하는 것이 작품의 완성도를 높이기 위한 최선의 선택이자 문제점 보완 방법임을 알게 되어, 작품의 실연 시 적용하였다.

## VI. 결론 및 향후 계획

### 1. 연구 의의

음악을 이용한 청각 요소, 영상 효과를 이용한 시각 요소, 여기에 배우의 연기와 극 요소를 결합, 작곡가가 이야기하고자 하는 내러티브와 감정을 관객에게 전달할 수 있는 ‘멀티미디어 음악극’을 제작하였다.

작품의 제작을 위하여 다양한 기술이 사용되었고, 이는 매체간의 결합, 그리고 실시간으로 상호 작용을 이루기 위해 선택된 것이다. 무엇보다 본 작품에서는, 작곡가와 더불어 작품의 주체인 배우에게 신체, 의상, 행동반경에 자유를 부여하기 위하여 여타의 센서나 의상, 활동범위 등의 제한을 두지 않도록 하였다. 이를 위해 센서의 활용 없이 카메라를 이용한 실시간 blob detection 기술을 사용하였고, 두 대의 카메라를 설치하여 무대의 구석부터 전면까지 배우의 활동 반경을 넓혀 주었다. 이러한 제작 과정은 결론적으로 최초의 아이디어였던 ‘배우의 퍼포먼스에 자유를 높여준다’에 부합되지만, 영상 및 사운드 효과 구현 시 배우의 연기나 안무에 또 다른 제한을 두게 되는 아쉬움을 남기게 되었다.

본 연구와 실연 과정을 거치며, ‘조명의 사용이 기술 적용 시 문제가 되지 않는지?’, ‘구현되는 효과의 예술적 표현을 돕기 위한 오퍼레이터의 개입과 그 범위는 어떻게 설정해야 하는지?’ 등의 고민을 하게 되었다. 이러한 고민은 연구의 성과와 더불어, 다른 기술 요소와 아이디어의 결합(예를 들어 다른 방식의 감지 기술 및 트래킹 기술과의 통합, 부분적인 센서의 활용 등)을 통해 더 나은 작품을 제작하기 위한 첫걸음이 되었다.

## 2. 향후 연구 계획

작품 <To Forgive and Regret>의 중심에는 실시간 blob detection이라는 요소가 있다. 작품에 사용된 기술을 통해 알 수 있게 된 것은 기계에 시각을 부여해 사물의 움직임을 구분하는 것을 넘어서, 궁극적으로는 인간의 감정까지도 구분이 가능할 수 있다는 것이다. 이를 통해 느낀 점은, 기술적인 요소를 더 연구하여 배우의 단순한 행동만이 아닌 표정에서 드러나는 깊은 감정 연기를, 다른 매체와 예술적으로 세밀하게 결합, 표현하는 것이 가능하겠다는 것이다.

본 작품과 연구 결과에서 드러난 전술된 문제점들은 결국 컴퓨터 공학의 깊은 연구를 통해 극복할 수 있으며, ‘극 형식의 예술 작품’에 있어서 다른 매체와의 결합은 관객과 깊은 소통을 가능하게 하는 도구가 됨을 확인할 수 있었다. 나아가 새로운 작품을 창작할 때 내용의 전달에만 몰두하지 않고 다양한 공학 기술을 예술적으로 표현하고자 하는 바에 초점을 맞춘다면, 더욱 세밀한 감정의 표현과 예술적 본질에 가까이갈 수 있는 방법이 될 수 있을 것이다.

Keyword (검색어) : 무용극, 스크래치, Interactive Performance, Motion Painting, OpenCV, blob detection, Max/MSP/Jitter

E-mail : dreambin@dongguk.edu

## 참고문헌

### 1. 단행본

- 동국대학교 컴퓨터음악 연구실 편저, 「멀티미디어 음악을 위한 JITTER」 (동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 컴퓨터음악전공, 2008)
- 윤성현 역 (Adler, Samuel 저) 「관현악 기법연구」 (수문당, 1995)
- 정성환 「오픈소스 OpenCV를 이용한 컴퓨터 비전 실무 프로그래밍」 (홍릉과학출판사, 2007)
- 조재원 「멀티미디어와 인터랙티브 아트」 (한국학술정보, 2003)
- 황성호 「전자음악의 이해」 (현대음악출판사, 1993)
- Dodge, Charles "Computer Music" (Thomson Learning, 1997)
- Puckette, Miller "The Theory and Technique of Electronic Music" (World Scientific, 2007)
- Roads, Curtis "The Computer Music Tutorial" (The MIT Press, 1996)

## 2. 참고논문

- 견재기, “인터랙티브 아트의 상호작용성 분석을 위한 유형 분류 모델 연구” 「국민대학교 테크노디자인전문대학원 디지털미디어디자인학과」, (2007)
- 고규훈, “인터랙티브 퍼포먼스의 실시간 상호작용과 이로 인한 기존 공연과의 차별성” 「성균관대학교 공연 영상문화연구소」, (2002)
- 김기락, 정기철 공저, “피터팬의 꿈 : 컴퓨터 비전 기술을 이용한 인터랙티브 아트에 관한 연구” 「한국디자인트렌드학회」, (2007)
- 김영민, “적외선LED의 트래킹을 이용한 멀티미디어음악작품 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2009)
- 박상범, “동작인식과 Max/MSP, Jitter를 이용한 멀티미디어음악 시스템 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2009)
- 최규형, 최영주, 정지홍, 서용덕 공저, “다중물체추적을 이용한 유동인구 행태 분석” 「한국문화콘텐츠진흥원」, (2007)
- Bretzner, Lars and Lindeberg, Tony "Feature Tracking with Automatic Selection of Spatial Scales" (CVAP in KTH - Royal Institute of Technology, 1996)
- Levin, Golan "Computer Vision for Artists and Designers :

Pedagogic Tools and Techniques for Novice Programmers”  
(Carnegie Mellon University School of Art, 2004)

- Lindeberg, Tony "Feature Detection with Automatic Scale Selection" (CVAP in KTH - Royal Institute of Technology, 1998)

- Mikolajczyk, Krystian and Schmid, Cordelia "Scale & Affine Invariant Interest Point Detectors" (Kluwer Academic, 2004)

- Nagashima, Yoichi "Real-Time Interactive Performance with Computer Graphics and Computer Music" (Laboratories of Image Information Science and Technology, 1998)

### 3. 인터넷

- cv.jit Objects (<http://www.iamas.ac.jp/~jovan02/cv/>)

- Max/MSP/Jitter Forum (<http://www.cycling74.com/forums/>)

- OpenCV Library (<http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>)

- Wikipedia ([http://en.wikipedia.org/wiki/Blob\\_detection](http://en.wikipedia.org/wiki/Blob_detection))

([http://en.wikipedia.org/wiki/Interactive\\_art](http://en.wikipedia.org/wiki/Interactive_art))

([http://ko.wikipedia.org/wiki/인터넷\\_퍼포먼스](http://ko.wikipedia.org/wiki/인터넷_퍼포먼스))



# Abstract

## A Study on Multimedia Music Composition using Real-Time Motion Tracking (Focus on Multimedia Music, <To Forgive and Regret>)

Dong Bin Lee

The development of media may be regarded as the event which has exerted the biggest effect on mankind in the modern society. Mankind lives in the cultural environment that could never be imagined in the past, and the media has developed to be an existence that has an enormous effect on the traditional cultural environment, that is, all performing arts including dance and dramas as well as music and fine arts, which have been caused by the technological development based on the computer. The traditional art could not help but be clearly limited to the expressive range because it had to be delivered only through human words, playing musical instruments, singing and acting. Whenever artists reached the limits as they could not express only with their imagination, they used to express their own artistt ein more unique directions, getting out of the bounds instead of frustration. Thanks to the development of engineering technology, the media, which had been existed as individual arts, such as fine arts, dance and dramas, could change into the 'Multimedia Arts' through combination with other media.

The production of <To Forgive and Regret>, an artistic work, started from an agony where the artist tried to deliver the narrative that the artist wanted to deliver effectively, and the artist tried to express the available factors of multimedia in an artistic way. The title literally has two meanings, namely 'Forgive' and 'Regret'. The dictionary definition of 'Forgive' is to cover up sins and faults without scolding or inflicting punishment on a transgressor. Usually, in everyday life, an act of forgiveness is expressed by language, but in this artistic work, the act was expressed in a form of dance drama, where music and images came together, through the scratch technique which is one of Western artistic techniques. The dictionary definition of 'Regret' is an act where a transgressor is penitent for what he or she has done wrong before, and in this artistic work, it is located at the opposite side of 'Forgive'. Both 'Forgive' and 'Regret' exist as an idea depending on the mental attitude of the artist, not anybody else, and they may be the mental attitude toward what has happened already, which the artist has already obtained or tries to obtain.

The 'Forgive' and 'Regret' are very private things that may not be delivered unless they are expressed to others. Delivering private emotion to audience, the composer made it possible to draw out the sympathy through personal events or memories, which audience 'could not tell anybody' by themselves. In the sight of audience, the actor and the performing musician may be accepted as partners moving toward an ideal, friends or lovers. However, the gap in the establishment of situation including actors and performing musicians, as well as the difference between genders, is also used as a device delivering the message of the artistic work, 'Forgive' and 'Regret' that were introduced as an opposite conception.

# 부록 1 : Cello Score

1

## To forgive and regret

for Actor, Cello and Interactive Multimedia Music

- Solo Cello -

$\text{♩} = \text{c. } 80$   
**INTRO** 8

Cello 

**A - (a)**  
9 (Seccion A : 로맨틱한 느낌으로)  
*mp*



13



17




21  
*mf*



25 **A - (b)**



28  
*mf*



31



35



A - (a')

39 *p*

43

47 *mp*

51 *mf*

$\text{♩} = \text{c. } 58$

55 **B - (c)** (Secion B - c, c': 나른한, 미스터리한 느낌으로)

*p*

59 **B - (c')**

63 *f*

66 *mf*

69 *mp*

3

71 *mf* *mp* *p*

3

B - (d) (Secion B : 절도있고 단단한 느낌으로)

75 *f*



79



82



85



88



92 B - (d')



93



94

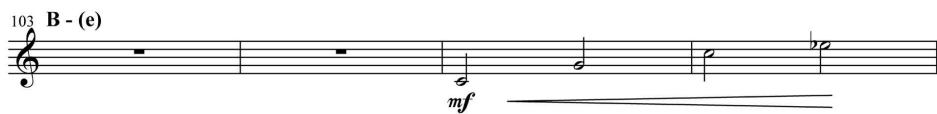
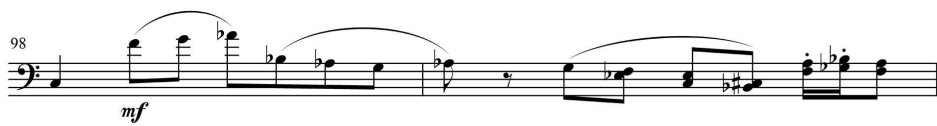


95



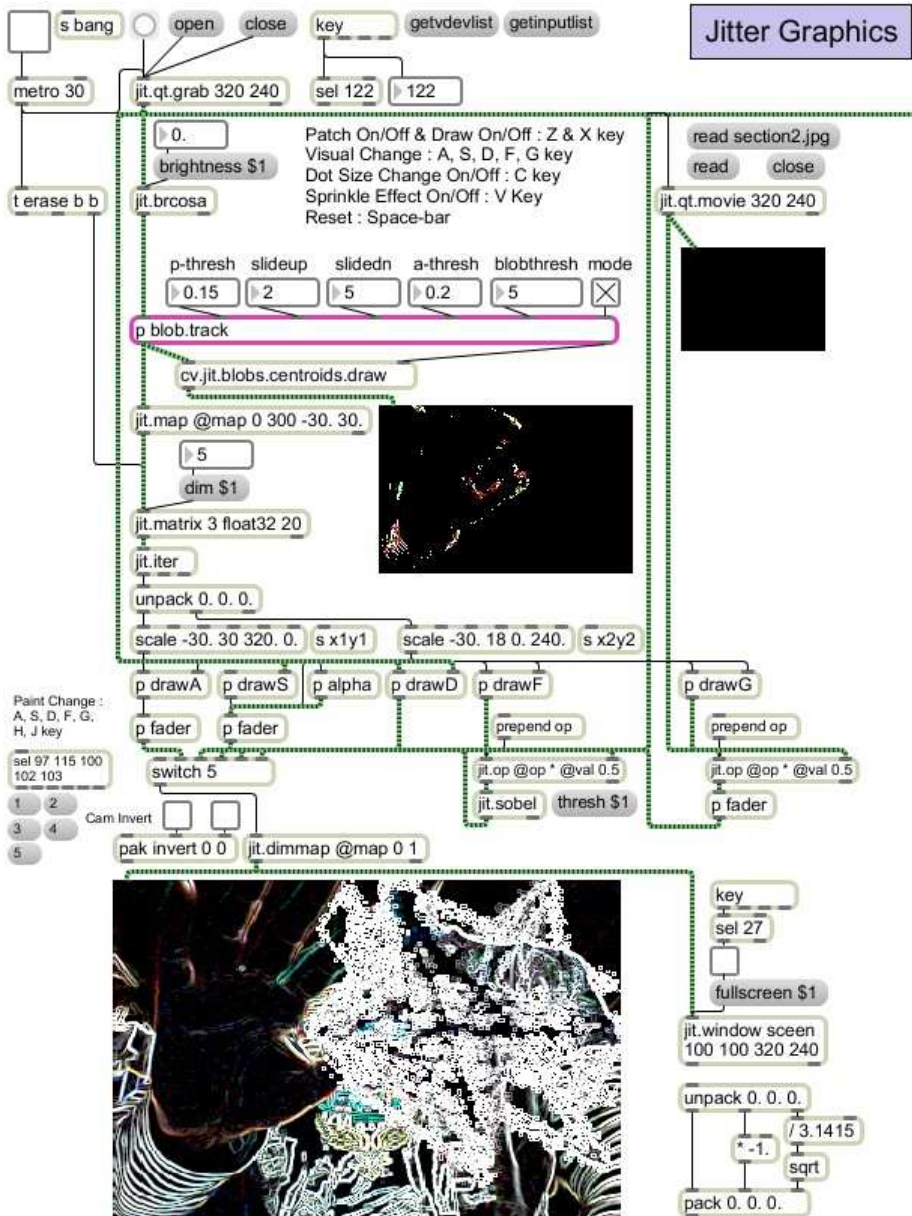
96



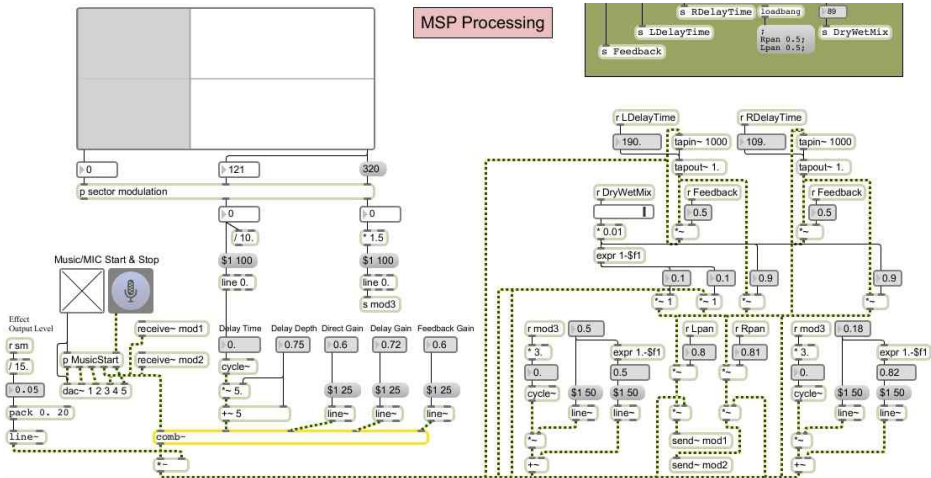
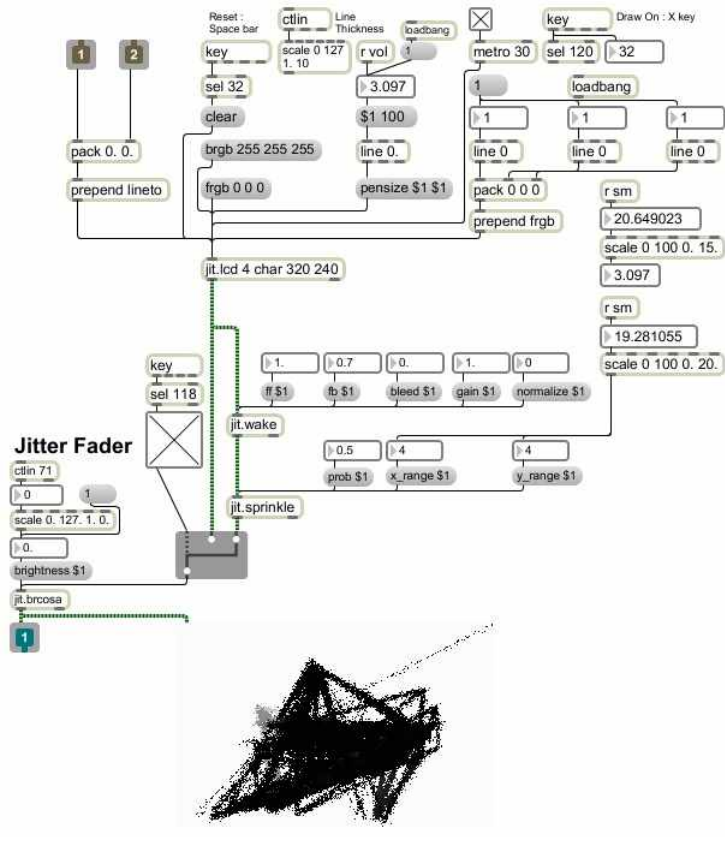




## 부록 2 : Max/MSP/Jitter Patch







### 부록 3 : 첨부 DVD의 내용

1. To Forgive and Regret.mov : 2009년 11월 25일 동국대학교 이해랑 예술극장 공연실황
2. Audiovisual(OSC-receive).maxpat : 실제 공연 시 메인 컴퓨터 시스템에서 사용되었던 Max/MSP/Jitter Patches
3. Audiovisual(OSC-send).maxpat : 실제 공연 시 서브 컴퓨터 시스템에서 사용되었던 Max/MSP/Jitter Patches
4. To Forgive and Regret(MR).wav : 실제 공연 시 사용되었던 테이프 음악
5. section.jpg : 섹션 A' 사용을 위한 그림 파일