



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

범패를 이용한 실시간 인터랙티브  
멀티미디어음악 제작 연구  
(멀티미디어음악 작품 <Aruna>를 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원  
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공  
강 신 애

2016

석사학위논문

범패를 이용한 실시간 인터랙티브

멀티미디어음악 제작 연구

(멀티미디어음악 작품 <Aruna>를 중심으로)

강 신 애

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2015년 12월

강신애의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함

2016년 1월

위원장 정 진 현



위 원 박 상 훈



위 원 김 준



동국대학교 영상대학원

석사학위논문

범패를 이용한 실시간 인터랙티브  
멀티미디어음악 제작 연구  
(멀티미디어음악 작품 <Aruna>를 중심으로)

강 신 애

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2015년 12월

강신애의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함

2016년 1월

위원장 정 진 현

위 원 박 상 훈

위 원 김 준

동국대학교 영상대학원

# 목 차

I. 서 론 .....	1
1. 연구 배경 및 목적 .....	1
2. 작품배경 .....	2
1) 음악적 배경 .....	2
2) 기술적 배경 .....	3
II. 작품 내용 .....	5
1. 작품 의미 .....	5
2. 작품 구성 .....	6
1) 음악 구성 .....	7
2) 영상 구성 .....	10
3) 무대 구성 .....	12
4) 시스템 구성 .....	14
III. 기술연구 및 작품 적용 .....	15
1. 사운드 이펙터 연구 .....	16
1) 실시간 포먼트 분석 .....	16
2) 포먼트 재합성 .....	19
3) 적용 효과 .....	24
2. 영상 시스템 .....	25
1) 가상공간 설계 .....	25
2) 공간 이동 인터페이스 .....	27

3) 파티클 설계 .....	28
4) 소리의 시각화 .....	30
5) 작품에서의 적용 .....	35
IV. 결론 및 고찰 .....	40
참 고 문 헌 .....	42
ABSTRACT .....	47
부록 : 첨부 DVD설명 .....	49

## 표 목 차

<표-1> 작품의 전체 구성 .....	6
<표-2> 작품의 음악 구성 .....	7
<표-3> 악기별 종교적 의미 .....	8
<표-4> 복청계의 가사와 뜻 해석 .....	9
<표-5> 섹션별 영상 구성 .....	10
<표-6> 색채의 종교적 의미 .....	13
<표-7> 소리의 시각화 계획 .....	31

## 그 립 목 차

[그림-1] 목소리를 분석한 음향 스펙트로그램 .....	4
[그림-2] 모음에 따른 음향 스펙트로그램 분포 .....	5
[그림-3] 파트별 행성의 모습 .....	11
[그림-4] 영상 파트에서 사용된 만다라 이미지 .....	12
[그림-5] 무대 구성도 .....	12
[그림-6] 시스템 구성도 .....	14
[그림-7] ‘애’ 분석 .....	16
[그림-8] ‘오’ 분석 .....	16
[그림-9] 실시간 포먼트 분석 패치 .....	17
[그림-10] ‘애’(좌)와 ‘오’(우)의 실시간 분석 패치 .....	18
[그림-11] 포먼트 재합성 설계도 .....	19
[그림-12] 플랜저 .....	20

[그림-13] 플랜저 전 후 비교 스펙트로그램 .....	21
[그림-14] 컴프레서 패치 .....	22
[그림-15] 필터 패치 .....	22
[그림-16] 피치시프트 패치 .....	23
[그림-17] gizmo_loadme .....	23
[그림-18] 이펙터 적용 전·후 스펙트로그램 ‘애’, ‘오’ .....	24
[그림-19] 가상공간 설계 .....	26
[그림-20] 랜더러 설정 .....	27
[그림-21] 공간 이동 인터페이스 .....	28
[그림-22] 행성1 패치 .....	29
[그림-23] 행성1 영상 .....	29
[그림-24] 행성4 만다라 패치 .....	29
[그림-25] 행성4 만다라 영상 .....	30
[그림-26] 행성2 패치 .....	32
[그림-27] 행성3 피치 디텍팅 .....	33
[그림-28] 행성3 크기 변경 패치 .....	34
[그림-29] 행성1 의 모습 .....	36
[그림-30] 소리의 시각화(행성2)(a)(b) .....	37
[그림-31] 소리의 시각화(행성3)(a)(b) .....	38
[그림-32] 행성4의 만다라 .....	39



# I. 서론

## 1. 연구배경 및 목적

예술은 기술의 발달과 더불어 다양한 형태로 활용되고 발전되어 왔다. 작품을 표현함에 있어서도 여러 가지 매체들이 결합하여 새로운 형태의 예술로 표현된다. 이러한 작품 중에서도 한국의 불교음악을 활용한 작품은 찾아보기가 힘들다. 종교음악은 고유의 형태를 중시한다는 점과 해당 종교에 대한 이해와 연구가 선행되지 않으면 새로운 해석을 더 하는 것이 어렵기 때문이다. 그중에서도 특히 가창곡을 이용한 작품은 찾아보기가 힘들다.

본 연구는 종교 음악을 떠나 한국의 전통 음악으로서 불교 음악의 가치를 알리고 새로운 예술적 가능성을 드러내기 위해 불교 음악을 활용한 멀티미디어음악 작품을 연구했다. 연구의 주요 소재는 범패의 가창곡인 독송이다. 독송은 문화적 가치는 뛰어나지만, 악기 편성과 가사, 독창곡이라는 점 때문에 큰 규모의 공연으로서는 부족한 것이 사실이다. 본 연구는 이점에 주목해 컴퓨터 음악의 포먼트 기법을 활용해 독창곡을 위한 새로운 사운드를 개발했다. 또한, 작품을 위한 영상 시스템을 개발하여 불교 음악을 뛰어넘는 하나의 멀티미디어 공연으로 재창조하였다. 영상 시스템에 활용된 도형과 색채는 불교적 의미를 해치지 않기 위해 관련 연구를 통해 선정되었다.

## 2. 작품배경

작품 <Aruna>는 순수한 모습을 잃고 점점 타락하는 인간이 순수했던 자아를 되찾기 위해 노력하는 과정을 표현한다. 본 작품에서는 이를 불교음악의 가창곡과 네 개의 행성을 사용한 영상으로 표현한다. 각 행성은 인간이 탐욕과 집착을 하나씩 버릴 때 얻는 깨달음을 의미한다. 인간은 깨달음을 얻기 위해 노래와 몸짓을 통해 수행한다. 그리고 인간이 모든 집착을 버리고 참된 진리를 깨달을 때 본래의 순수한 모습을 되찾게 된다.

### 1) 음악적 배경

작품 <Aruna>는 종교의식 일부분을 재현하고 그 의식의 한 부분인 범패와 악기연주로 잃어버린 선한 본성을 찾아가는 과정을 표현하였다. 범패는 불교에서 제(齋)를 지낼 때 부르는 노래를 뜻한다.<sup>1)</sup> 가곡, 판소리와 함께 우리나라 3대 성악곡 중 하나로<sup>2)</sup> 통일신라시대부터 시작되었다고 추정된다.<sup>3)</sup> 고려 시대에 성행하였다가 1911년 사찰령<sup>4)</sup>(寺刹令) 제정으로 제도적으로 금지되기도 하였으나 소멸하지 않고 현재까지 이어지고 있다. 범패가 사용된 대표적인 불교 의례로는 영산제<sup>5)</sup>가 있다. 범패를

---

1) 김응기(법현), 「불교음악 영산제 연구」 (운주사, 2007) p. 27

2) 김응기(법현), 「불교음악 영산제 연구」 (운주사, 2007) p. 159

3) 송방송, 「한겨레음악대사전」 (보고사, 2012) 권3. p. 944~48

4) 1911년 일제가 한국불교를 억압하고 민족정신을 말살하기 위해 제정·공포한 법령.  
(한국민족문화대백과) <http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Index>

5) 범패(梵唄)가 쓰이는 현행 다섯 제(齋) 중의 하나. 대한민국 중요무형문화재 제50호로 지정되어있으며 2009년 유네스코 세계 무형문화유산으로 등재되었다.

소리 내는 방법은 경문에 곡조를 붙여서 노래하는 것이다.<sup>6)</sup> 산스크리트어 경전에서 비롯된 경문 글자에 음을 붙이고<sup>7)</sup> 높낮이를 달리하거나 모음을 한없이 길게 늘이는 등 유동적으로 그 방법을 변경할 수 있다.<sup>8)</sup> 범패는 음악적 훈련이 된 승려가 혼자서 노래하는 경우가 많은데 이 경우 무박절로 자유로이 모음을 확대시킨다. 즉, 범패는 모음을 중심으로 구성된 곡이다. 모음이 주된 선율을 만들어 내고 곡의 마디는 소리 내는 모음의 길이로 결정된다. 범패를 소리 낸다는 것은 몸과 마음을 정화한다는 종교적인 의미를 포함하고 있다.<sup>9)</sup>

## 2) 기술적 배경

본 작품은 사람의 목소리를 분석하고 활용하여 제작되었다. 사람의 목소리는 성대의 진동으로 만들어진다. 진동으로 만들어진 소리는 고유의 진동수를 가진 소리 에너지로 나타난다. 소리 에너지는 다양한 주파수의 성분들로 구성되는데 특정 주파수에서 소리 에너지의 강도가 크게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이를 포먼트<sup>10)</sup>라고 한다. 포먼트 주파수는 주파수대역이 낮은 주파수에서부터 제1 포먼트(formant 1), 제2 포먼트(formant 2), 제3 포먼트(formant 3) 등으로 부른다.<sup>11)</sup>

6) 김응기, 「靈山齋 作法舞 梵唄의 研究」(원광대학교 박사학위논문, 2004)

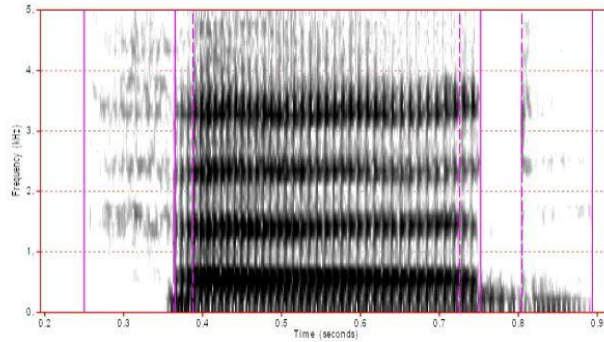
7) 세종대왕기념사업회 편, 「한국고전용어사전」(2001)

8) 윤소희, 「범패의 위격과 율조 변화」, 『영남범패와 대만범패를 중심으로』 제23권 (한국정토학회, 2015) pp. 187-217

9) 최로덴, 「세계의 주요 불교국가의 불교음악-수행 의식의 노래: 범패(梵唄)」, 『불교와 문화』 7~8월호 (대한불교진흥원, 2004)

10) 음성의 모음을 주파수에 의해 분석한 결과

11) 방용찬, 「포먼트 주파수를 이용한 향상된 음성시각화 An improved speech visualization using formant frequency」(고려대학교 학위논문, 2011) p. 8



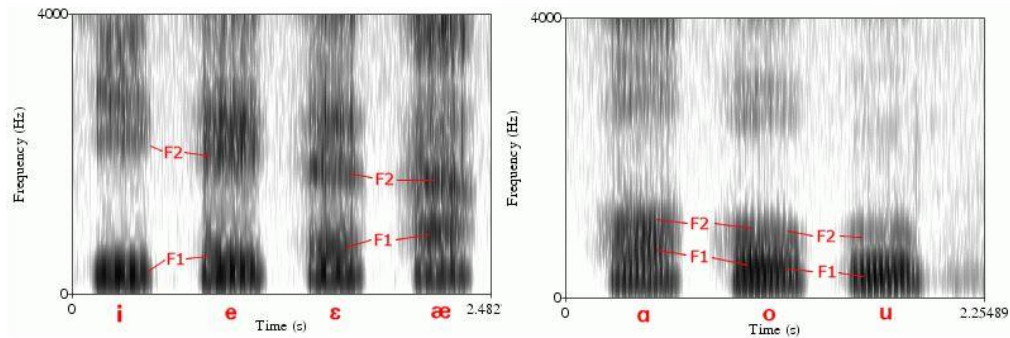
[그림-1] 목소리를 분석한 음향 스펙트로그램<sup>12)</sup>

[그림-1]은 목소리의 음향 스펙트로그램이다. 음향 스펙트로그램이란 소리를 분석하여 시각화한 것이다. 가로축은 시간을 세로축은 주파수를 나타낸다. [그림-1]에서 특정 부분이 짙은 가로선으로 나타난 것을 볼 수 있는데, 이곳이 포먼트 주파수이다. 일반적으로 목소리에는 크게 3~4개의 포먼트 주파수가 생긴다.<sup>13)</sup> 이때 오디오 신호의 포먼트 주파수를 분석하면 소리의 모음적 특성을 구분할 수 있다.

[그림-2]는 서로 다른 모음의 음향 스펙트로그램이다. 모음마다 고유의 주파수 분포를 가지고 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 특정 소리의 포먼트 주파수를 알면 이 소리가 어떤 모음과 유사한지 알 수 있다. 이는 반대로 포먼트 주파수로 소리를 합성해 특정 모음의 소리를 만드는 것도 가능하다는 것을 의미한다. 본 연구에서는 이러한 포먼트 주파수의 특징을 활용해 범패 소리를 예술적으로 재창조하는 사운드 이펙터를 개발했다. 사운드 이펙터는 Max/MSP를 사용해 개발했다.

12) <http://home.cc.umanitoba.ca/~krussll/phonetics/acoustic/spectrogram-sounds.html>

13) 김형태, 「보이스 오디세이(목소리에 숨겨진 비밀을 찾아서)」 (북로드, 2007) p. 171, p. 214



[그림-2] 모음에 따른 음향 스펙트로그램 분포<sup>14)</sup>

## II. 작품 내용

### 1. 작품 의미

작품 <Aruna:明星 명성>에서 아루나(aruna)란 산스트리트어로 석가모니가 깨달음을 얻은 새벽별을 뜻한다. 작품은 진정한 깨달음을 얻기 위해 노력하고 정진해야 함을 표현한다. 불교에서 말하는 깨달음은 정각(正覺) 즉, 바른 깨달음을 뜻한다. 물질적 가치가 중시된 대중들의 삶은 탐욕으로 가득 차 있어 이것이 고통의 원인이 되어 마음을 혼돈다. 중심을 잃은 마음이 스스로를 그르치게 하는 것이다. 바른 깨달음은 고통에서 벗어나 나를 되찾고 정신적 가치를 우선할 때 얻을 수 있다. 본 작품

14) <http://home.cc.umanitoba.ca/~krussll/phonetics/acoustic/>

은 이렇게 한 인간이 자신의 탐욕을 버리고 깨달음을 얻는 과정을 아무나에 빗대어 표현한다.

작품에서 사용된 범패는 영산재에서 쓰이는 홑소리로 이루어진 복청계<sup>15)</sup> 라는 독창곡이다. 복청계 독송<sup>16)</sup>이 주는 의미는 순수함을 잃고 퇴색되어버린 자아를 정화하는 것이다.<sup>17)</sup> 복청계는 가사를 통해 번뇌가 소멸해 본래의 모습을 되찾은 인간을 노래한다. 본 작품은 복청계의 내용을 통해 일반 대중들도 노력과 수행을 통해 자신을 정화시키고 바른길을 나아갈 수 있다는 메시지를 전달한다.

## 2. 작품 구성

[표-1] 작품의 전체 구성

구성	A 섹션	B 섹션	C 섹션
라이브 음악	경쇠	범패독송 포먼트 이펙터	범고
테이프 음악	테이프 음악	테이프 음악	-
영상	행성	행성과 만다라	-

[표-1]은 작품의 전체 구성이다. 작품은 크게 라이브 음악과, 테이프 음악(tape music), 영상으로 이루어진다. A 섹션은 작품이 시작되는 부분으로 테이프 음악이 깔리면 퍼포머가 경쇠 연주를 하면서 등장한다.

15) 전문 승려가 부르는 범패(梵唄) 소리의 하나. 대개 칠언사구 또는 오언사구로 된 정형시. 이웅백, 김원경, 김선풍, 「국어국문학자료사전」 (한국사전연구사, 1998)

16) 소리내어 경문을 읽는다.

17) 寬昌, 「梵唄在佛教的現實價值談」 『<魚山梵唄文化節> 首屆 2007』 p. 18

퍼포머는 경쇠 연주가 끝나면 무대 중앙에 위치한다. 이때 영상은 네 번째 행성 중 첫 번째 행성이 나타난다.

B 섹션은 작품의 핵심이 되는 부분으로 독송과 퍼포머의 목소리에 제작된 사운드 이펙터가 적용되는 파트다. 이때 영상은 곡의 진행에 따라 행성을 차례로 보여주고 마지막에는 깨달음을 의미하는 만다라를 보여준다. 이때 각 행성의 형태와 색상은 소리의 시각화 기법을 통해 실시간으로 바뀐다.

독송이 끝나면 테이프 음악과 영상이 서서히 페이드 아웃되면서 마지막 C 섹션이 시작된다. 이때 퍼포머는 무대 뒤쪽에 설치된 범고<sup>18)</sup>를 연주한다. 범고 연주는 약하게 시작했다가 점차 강하고 빠르게 바뀌고, 작품은 범고 연주의 하이라이트를 마지막으로 끝난다.

## 1) 음악 구성

작품 <Aruna> 의 음악은 악기의 구성에 따라 세 파트로 나뉜다. [표-2]는 작품 전체 음악 구성이다.

[표-2] 작품의 음악 구성

구 분	A 섹션	B 섹션	C 섹션
악 기	경쇠	북청계 독송	범고
테이프 음악	○	○	×
이펙터	×	○	×

18) 불교 의식에 쓰이는 북.

본 작품은 암전 된 무대 뒤에서 들리는 경쇠<sup>19)</sup> 소리로 시작된다. A 섹션은 테이프 음악과 함께 퍼포머의 경쇠 연주가 주를 이룬다. 테이프 음악은 작품의 성격과 분위기를 돕는 역할을 한다. 작품에서 등장하는 악기는 경쇠와 법고가 있는데, 각각의 악기는 종교적 의미를 반영하여 선정되었다. [표-2]는 각각의 악기의 의미를 보여준다.

[표-3] 악기별 종교적 의미

구 분	의 미
경 쇠	- 침묵을 깨고 범패가 연주될 장소를 정화함 - 정갈한 마음가짐으로 준비를 알림
법 패	- 올바른 깨달음을 얻기 위해 수행 - 맑은 정신과 본성을 길러내고 되찾게 됨
법 고	- 어리석음을 깨우치고 비로소 진리를 얻게 됨

작품의 시작을 알리는 경쇠의 울림은 범패가 행해질 공간을 정화하고 성스러운 의식의 장(場)으로 만들어 낸다는 의미를 가지고 있다. 퍼포머는 섹션 A에서 무대를 돌아다니며 경쇠를 연주한다. 이후 퍼포머가 무대 중앙에 위치하면 경쇠 연주를 멈추고 범패 독송을 준비한다. 섹션 B는 테이프 음악이 흘러나오는 가운데 퍼포머가 북청계를 부르면서 시작된다. [표-3]은 북청계의 가사와 가사의 뜻을 해석한 것이다.

19) 사찰에서 예불할 때 흔들여 소리를 내는 작은 종. 광철환, 「시공 불교사전」 (시공사, 2003) p. 37



[표-4] 복청계의 가사와 뜻 해석<sup>20)</sup>

복청계(伏請揭) <훗소리-독창>	
복청대중동음창화 (伏請大衆同音唱和)	엮드려 청하옵나니 대중들은 동음으로 노래해 주소서
신묘장구대다라니 (神妙章句大陀羅尼) <sup>21)</sup>	신비하고 묘한 대다라니를 동음으로 노래해 주시옵소서

복청계의 가사 중 ‘신묘장구대다라니’ 라는 구절은 불경에 나오는 주문으로 악행과 번뇌를 끊어내고 탐욕, 어리석음, 노여움의 삼독(三毒)을 소멸하여 깨달음을 이루게 해줄 것을 소망하는 진언<sup>22)</sup>이다. 공간의 침묵을 깨고 울려 퍼지는 복청계는 인간이 가진 맑고 깨끗한 본성을 되찾고 본래의 순수한 모습으로 돌아가고자 하는 노력을 뜻한다.

곡의 중반부에서 등장하는 이펙터의 음색은 실시간으로 분석된 범패의 포먼트에 새롭게 합성된 목소리이다. 이펙트는 복청계의 모음을 모방하며 때로는 낮게 혹은 높게 소리 낸다. 이는 마치 여러 사람으로 구성된 합창단의 소리처럼 들리는데 본래의 모습으로 돌아가려는 중생들의 마음이 더해져서 하나가 되는 의미를 함축하고 있다. 합창을 이룬 이펙터의 소리는 복청계 독송이 결합하여 점점 곡의 절정에 이르고 해탈의 경지의 이른 마음의 울림을 표현해낸다.

테이프 음악은 범패 독송이 끝남과 동시에 끝난다. 무대가 조용해진 가운데 퍼포머는 무대 한쪽에 설치된 법고를 향해 걸어간다. 이어서 연

20) 채혜련, 「영산재와 선율」 (국학자료원, 2011) p. 64

21) 천수경에 나오는 주문(呪文).

22) 부처의 가르침을 나타낸 산스트리트어로 된 주문. 보통 번역하지 않고 읽는다.

주되는 법고는 하늘과 땅 그리고 중생의 마음에 공명을 일으킨다. 불교에서 법고 연주가 가지는 의미는 북소리로 중생의 어리석음을 깨우치게 한다는 것이다. 법고는 도입부에서 작게 연주되고 점점 크고 빠르게 진행된다. 이를 ‘올리다’라고 표현한다. 이 행위는 진리를 얻기 위한 소망이 고취되어가는 것을 나타낸다. 작품은 법고 연주를 마지막으로 끝난다.

## 2) 영상 구성

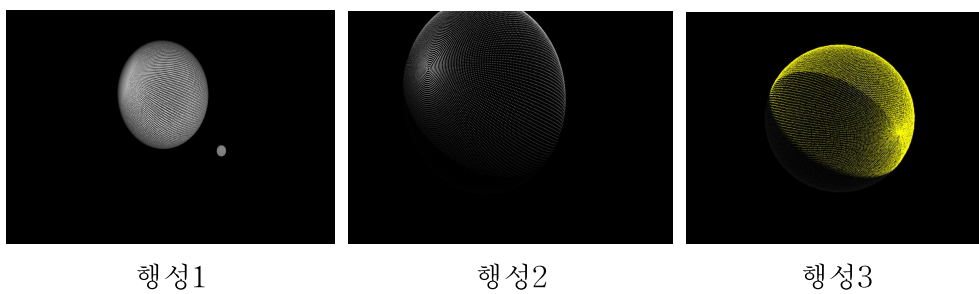
영상은 작품의 A 섹션과 B 섹션에 사용되며 a, b, c의 세 파트로 나뉜다. 영상은 북청계 독송에 따라 반응하며 섹션과 섹션을 부드럽게 연결해주는 역할을 한다. [표-5]는 섹션별 영상의 구성을 도식화하여 나타낸 것이다.

[표-5] 섹션별 영상 구성

구 분	A 섹션	B 섹션			C 섹션
파 트	a	b		c	a
내 용	행성1	행성2	행성3	행성4 (만다라)	행성1

영상은 우주와 행성을 주제로 하여 전개된다. 네 개의 행성은 정각을 깨우친 별 아루나와 이와 조우하기 위해 번뇌와 집착을 이겨내는 과정을 의미한다. 퍼포머의 등장과 함께 영상은 명성을 뜻하는 흰색의 행성1이 나타난다. 북청계 독송이 시작되면서 행성1의 명성은 b 파트의 행성2로

교체된다. 행성2에서는 깨달음을 얻기 위한 고뇌가 행성의 움직임으로 표현된다. 북청계의 중반부에서 행성3이 나타난다. 행성3은 순수했던 본성을 찾아가는 과정을 의미하고 있다. 각 행성의 모습은 [그림-3]과 같다.

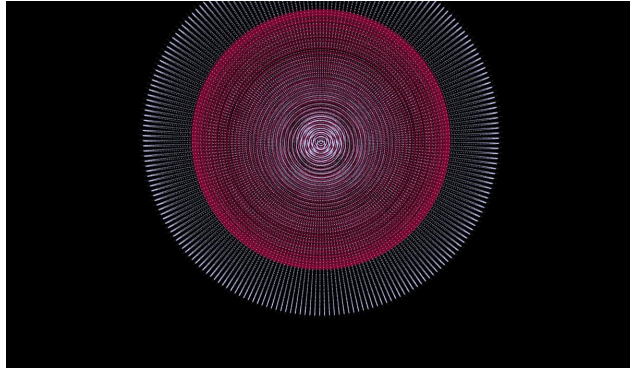


[그림-3] 파트별 행성의 모습

북청계 후반부에서는 영상에서 행성은 사라지고 23)만다라가 나타난다. 만다라라고 하는 것은 신이 거주하는 곳이라는 의미로 불상이나 보살상을 올려놓는 원형의 흙으로 만든 단(壇)을 뜻한다. 이것은 성역 공간(聖域空間)의 의미를 지니며 단(壇)의 형태가 아닌 그림의 형태로 제작되기도 한다. 불교에서는 깨달음의 경지를 겹겹의 원으로 나타낸다.<sup>24)</sup>

23) 김영옥, 「만다라 길 -사유의 숲으로」 (서예문인화(이화문화출판사), 2010)

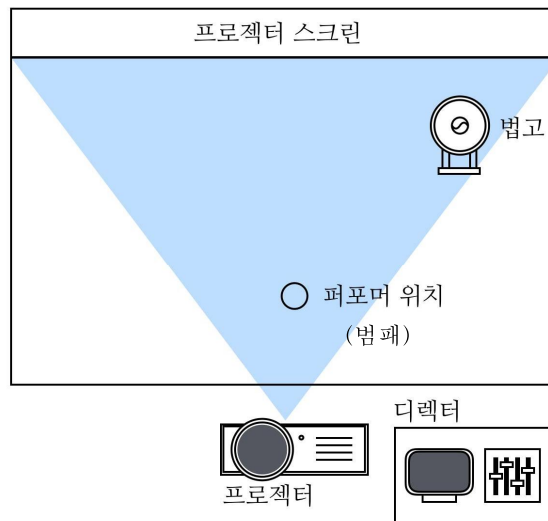
24) 임석진 외 40인, 「철학사전」 (도서출판 중원문화, 2009)



[그림-4] 영상 파트에서 사용된 만다라 이미지

[그림-4]는 겹겹이 쌓인 만다라로 깨달음의 경지가 깊어졌음을 표현한다. 만다라의 등장은 수행 끝에 번뇌와 집착을 버리고 결국 올바른 깨달음에 얻게 되었음을 뜻한다.

### 3) 무대 구성



[그림-5] 무대 구성도

작품 <Aruna>의 무대구성은 [그림-5]와 같다. 프로젝터는 무대 앞에서 프로젝터 스크린에 영상을 투사하고 퍼포머는 무대 중앙에 위치한다. 디렉터는 무대 밖에서 영상과 음악을 제어한다. 무대 뒤쪽에는 법고 연주자를 위해 미리 법고를 설치하였다. 작품은 조명이 꺼진 무대 뒤에서 울리는 경쇠의 소리로 시작된다. 경쇠를 든 퍼포머의 등장과 동시에 푸른 빛 조명으로 서서히 무대를 밝힌다. 청색은 바른 깨달음을 얻기 위한 색(色)이라는 종교의 의미를 반영하여 연출하였다<sup>25)</sup>. 이처럼 작품에 사용한 모든 색채는 불교의 의미를 반영하여 연출했다.<sup>26)</sup> [표-6]은 본 작품에서 사용한 색채의 종교적 의미를 정리한 내용이다.

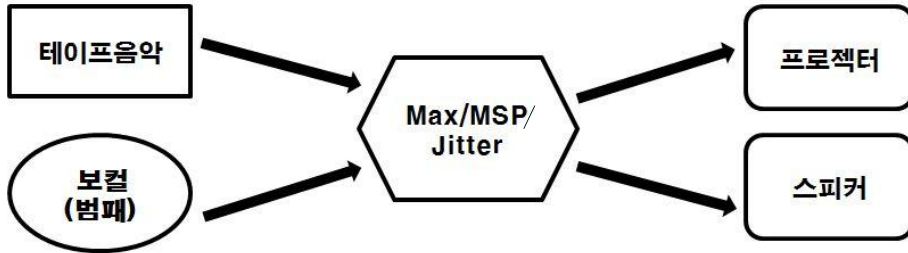
[표-6] 색채의 종교적 의미

구분	내용
청 색	- 다른 색에 비해 뛰어난 힘을 지님 - 흐트러짐 없는 마음으로 진리를 추구함을 의미
황 색	- 지성을 잃지 않음 - 변하지 않는 마음을 나타냄
적 색	- 불교에서 가장 중요시 되는 색 - 수행에 정진하는 태도와 자비를 나타냄
백 색	- 청정, 순수를 의미 - 깨끗한 마음과 번뇌를 없앤 상태
흑 색	- 여러 가지 존재 또는 물질을 감추는 성격을 지님

25) 박성렬, 「선택받은 색」 『종교의 색』 (경향미디어, 2006) p. 51

26) 홍윤식, 「고려불화의 특징과 그 이해를 위하여」 『고려, 영원한 미, 고려 불화 특별전』, (서울 호암 갤러리, 1993) p. 171

#### 4) 시스템 구성



[그림-6] 시스템 구성도

본 작품의 시스템 구성은 [그림-5]와 같다. 음악을 담당하는 부분은 테이프 음악, 보컬, 범고 세 부분이다. 먼저 테이프 음악은 Max/MSP에서 재생되어 전체적인 곡의 흐름과 분위기를 조성한다. 테이프 음악에는 사운드 이펙터와 영상 시스템을 적용하지 않는다. 보컬은 본 작품의 핵심 파트로서 사운드 이펙터와 영상 시스템이 적용되는 파트다. 보컬의 목소리 신호를 받은 Max/MSP는 이 신호를 포먼트 분석하고 재합성한다. 또한, 영상 시스템에서는 보컬 신호를 분석해 소리의 시각화의 재료로 사용한다. 본 작품의 마지막 부분에 연주되는 범고는 사운드 이펙터의 적용 없이 바로 믹서에 연결된다.

### Ⅲ. 기술연구 및 작품적용

본 연구에서는 범패에 알맞은 사운드 이펙터와 영상 시스템을 개발하였다. 사운드 이펙터는 범패 독송 파트의 예술적 미학을 강화시키고 그 단점을 보완하기 위해 제작되었다. 범패는 각종 타악기와 불교악기가 어우러져서 행해지는 종합 예술이지만 독송 파트에서는 그 편성이 징이나 목탁 같은 리듬 악기에 한정된다. 이는 독송의 경전 내용에 주목하게 하는 효과가 있지만, 음악적으로는 중압감과 표현력에 한계가 생긴다.

일반적으로 솔로 보컬로 음악을 채워야 하는 경우 코러스와 같은 딜레이 계열 이펙터를 주로 사용한다. 그러나 코러스 이펙터는 예술적 표현의 한계가 있고 잘못 사용할 경우 소리가 자연스럽지 못하게 들릴 우려가 있다. 때문에 본 연구에서는 포먼트 분석과 재합성 방식을 통해 독송만으로 음악적 스펙터클을 만들 수 있는 사운드 이펙터를 개발하였다.

영상 시스템은 깨달음을 의미하는 새벽별과 하나 된 우주, 완벽한 공간을 의미하는 만다라를 형상화하기 위해 OpenGL을 사용한 우주공간으로 제작됐다. 관객의 시점은 음악의 진행에 따라 하나의 별에서 다른 별로 이동하고 마지막에는 깨달음의 경지인 만다라에 도달한다.

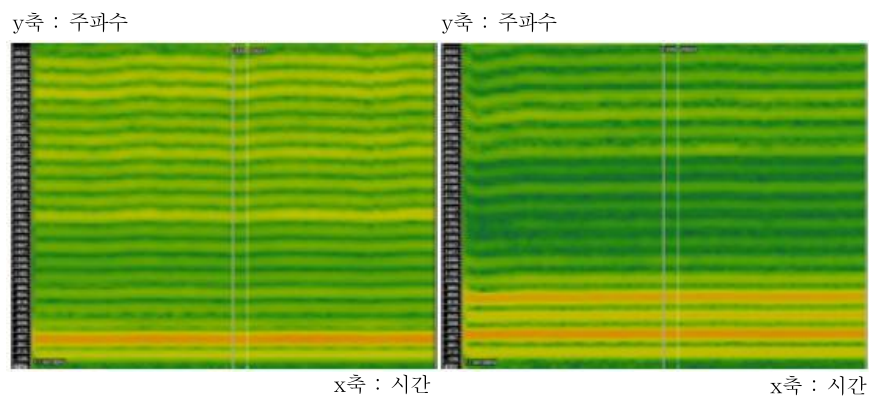
각 행성에서는 독송이 다양한 소리의 시각화 기법을 통해 시각화 된다. 이때는 목소리의 음량이나 피치에 따라 행성의 색깔이 바뀌는데 이때는 소리의 시각화 기법과 종교적 의미를 동시에 만족하는 색을 선정했다. 영상 시스템은 Jitter의 OpenGL 계열 오브젝트로 제작되었으며 음악과의 연동은 MSP 오브젝트를 사용했다.

## 1. 사운드 이펙터 연구

범패의 독송은 대부분 모음으로 이루어져 있다. 본 연구에서 이러한 특징에 주목해 실시간으로 포먼트를 분석하고 재합성하는 사운드 이펙터를 제작했다. 이펙터는 실시간 포먼트 분석과 포먼트 재합성 파트로 구분된다. 포먼트 분석은 소리의 모음적 특성을 결정짓는 주파수와 음량을 찾아내는 것을 말한다. 모음 재현에 불필요한 오디오 신호는 이때 걸러진다.

본 연구에서는 재합성 파트에서 네 개의 포먼트 주파수를 사용했다. 특정 모음은 네 개의 사인 웨이브를 사용해 바로 만들 수 있지만, 이는 기술적인 복제에 불과하다. 예술적 표현을 위해서 포먼트가 풍성한 음역대의 사운드로 재합성 되어야 한다. 이를 위해 포먼트 재합성 파트에서는 다양한 소리 합성 기법을 응용해 이펙터 사운드의 풍부함을 높였다.

### 1) 실시간 포먼트 분석



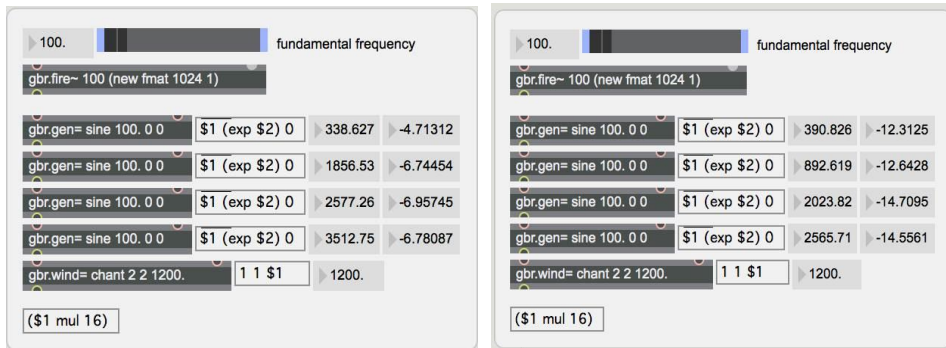
[그림-7] '애' 분석

[그림-8] '오' 분석





[그림-9]는 실시간 포먼트 분석 패치이다. 퍼포머가 목소리를 내면 마이크를 통해 버퍼 역할을 하는 gbr.dline~로 오디오 신호가 들어오게 된다. 들어온 신호는 FTM 데이터 형식으로 변환된다. 이 변환된 데이터가 gbr.copy로 입력돼 FFT 분석이 실행된다. FFT 분석으로 주파수별 음량이 나오면 gbr.peaks는 설정된 개수만큼 상위 포먼트 주파수를 추출한다. 추출된 포먼트 주파수는 gbr.gen=으로 네 개의 사인웨이브가 산 합성되어 gbr.ola~에서 MSP 신호로 변환된다.

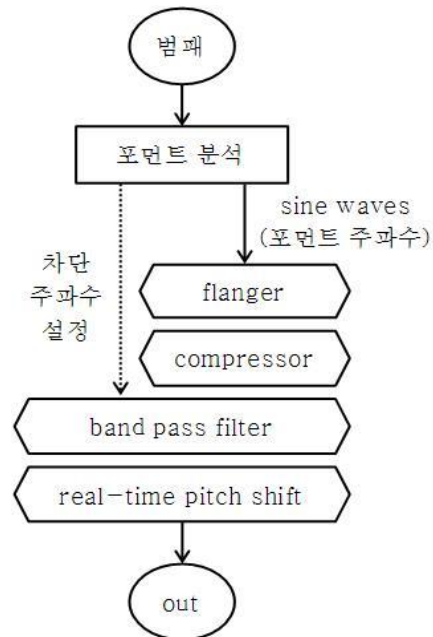


[그림-10] ‘애’(좌)와 ‘오’(우)의 실시간 분석 패치

[그림-10]은 스펙트로그램 분석에 사용한 ‘애’와 ‘오’의 소리를 실시간으로 분석한 것이다. 분석된 결과를 살펴보면 ‘애’ 소리의 포먼트 주파수는 약 338Hz, 1856Hz, 2577Hz, 3512Hz으로 스펙트로그램 분석 때와 동일하게 나왔다. ‘오’ 소리의 포먼트 주파수는 약 390Hz, 892Hz, 2023Hz, 2565Hz로 스펙트로그램 분석과 한 개 주파수의 차이를 보였다. 하지만 추출된 포먼트로 가산 합성된 사인 웨이브를 ‘오’로 인식하는 데는 문제가 없었다.

## 2) 포먼트 재합성

포먼트 재합성 과정에서는 다양한 소리 합성 기법을 통해 오디오 신호를 음악적으로 풍부한 소리로 재합성한다. 재합성 파트는 [그림-11]과 같이 설계되었다.



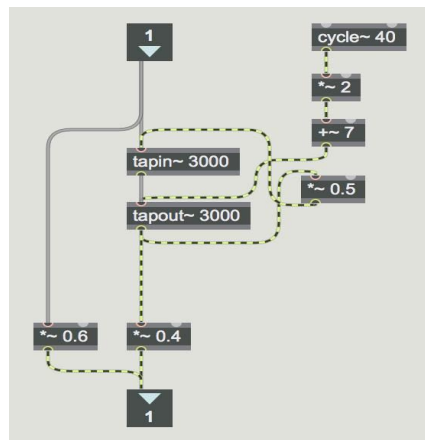
[그림-11] 포먼트 재합성 설계도

첫 번째 플랜저 파트는 플랜징(flanging)<sup>28)</sup> 효과를 이용해 오디오 신호의 주파수 스펙트럼을 확장하는 역할을 한다. 두 번째 컴프레서 파트는 필요시에 오디오 신호의 다이내믹스를 보정한다. 세 번째 필터 파트는

28) 딜레이를 응용한 이펙터의 하나. 입력된 음을 약간 지연시켜(1ms-10ms 정도로) 원음에 보탠다. 「과플러음악용어사전 & 클래식음악용어사전」 (삼호뮤직, 2002)

앞선 과정을 통해 약화됐을지 모를 오디오 신호의 모음적 특성을 재보정한다. 이때는 포먼트 분석을 통해 얻은 포먼트 주파수를 네 개의 밴드 패스 필터의 차단 주파수로 설정한다. 마지막 피치 시프트(pitch shift) 파트는 이펙터 신호의 피치(pitch)를 높이거나 낮춤으로써 퍼포머 외에 다른 사람이 같이 노래 부르는 듯한 효과를 준다.

첫 번째 플랜저 파트는 도플러 효과(Doppler effect)<sup>29)</sup>를 이용해 오디오 신호의 주파수를 변조하는 역할을 한다. 이펙터는 [그림-12]와 같이 설계되었다.

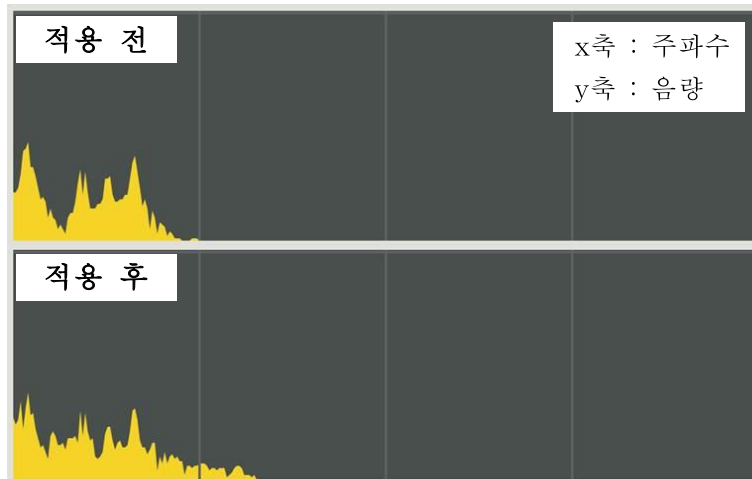


[그림-12] 플랜저

오디오 신호가 들어오면 먼저 tapin~에 저장된 후 tapout~에서 입력된 시간만큼 지연된다. 이때 tapout~의 딜레이 시간에 모듈레이션을 가하면 오디오 신호 파장에 실시간으로 변화가 생겨 도플러 효과가 발생

29) 1842년 C.J.도플러가 발견한 음향현상으로 파원(波源)에 대하여 상대속도를 가진 관측자에게 파동의 주파수가 파원에서 나온 수치와는 다르게 관측되는 현상을 말한다. 「오디오 용어사전」(새녘출판사, 2013)

한다. 본 이펙터 파라미터는 modulation frequency 40Hz, depth 2, offset 7의 고정 값이다. tapout~의 피드백 또한 50%로 고정이다.

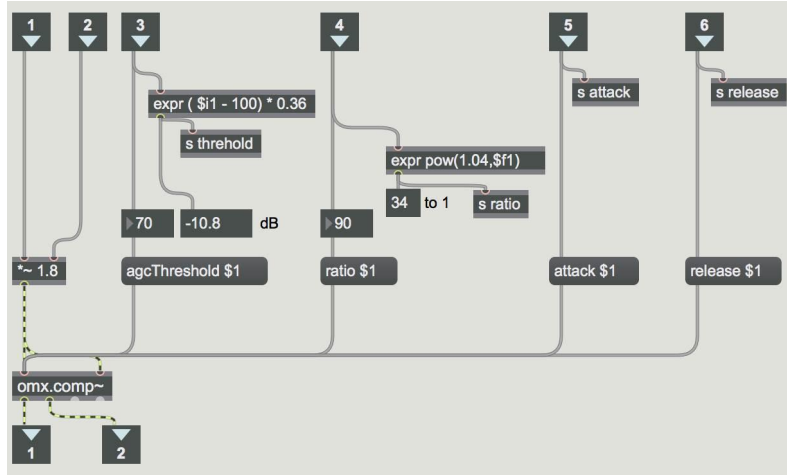


[그림-13] 플랜저 전 후 비교 스펙트로그램

[그림-13]은 포먼트 분석에 사용했던 ‘애’ 소리에 플랜저 이펙터를 적용하기 전과 적용한 후의 스펙트로그램이다. 적용 전 그림을 보면 네 개의 포먼트 주파수가 명확하고 나머지 음역대의 음량은 낮은 것을 볼 수 있다. 이는 소리의 모음적 특성은 명확하지만 풍부함이 부족하다는 것을 의미한다. 반면 플랜저를 적용했을 때의 소리를 보면 포먼트 주파수는 유지되면서 주변 음역대의 음량이 뚜렷하게 증가한 것을 볼 수 있다. 소리의 모음적 특성이 유지되면서 풍부함이 증가한 것이다.

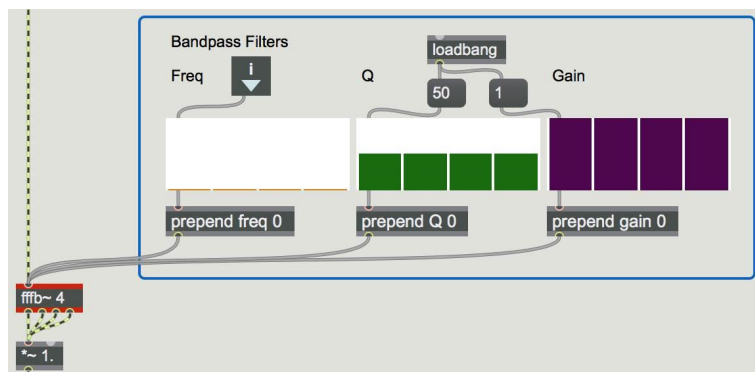
두 번째 이펙터는 컴프레서다. 컴프레서는 오디오 신호의 다이내믹스를 제어하는 데 사용한다. 본 연구에서 제작한 컴프레서는 `omx.comp~`를 사용해 오디오 신호의 전반적인 다이내믹스를 높이고 클리핑(clipping)<sup>30)</sup>을 방지하는 역할을 한다.

30) 앰프의 레벨이 한계출력에 다다르면 발생하는 현상.



[그림-14] 컴프레서 패치

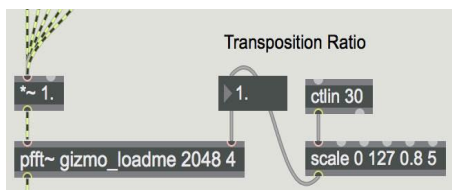
[그림-14]는 제작된 컴프레서 화면이다. 두 번째 inlet 데이터는 인풋 오디오 신호를 증폭시키는 역할을 한다. 이때 플랜저 이펙터를 통해 생성된 주파수 대역의 음량이 증가해 오디오 신호가 더 풍부해진다. 컴프레서의 ratio는 10 이상의 수를 사용해 threshold 이상의 사운드를 강하게 압축한다.



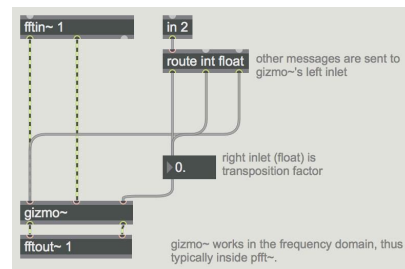
[그림-15] 필터 패치

플랜저와 컴프레서에 의해 프로세싱 된 소리는 그전보다 풍성하게 들릴 수 있으나 독송의 모음적 특성이 줄어드는 역기능이 있을 수 있다. 세 번째 이펙터 필터는 실시간 포먼트 분석을 통해 얻은 포먼트 주파수를 밴드 패스 필터(band pass filter)의 차단 주파수로 사용해 독송의 모음적 특성을 보존한다. 필터는 [그림-15]와 같이 설계되었다. fffb~의 네 개의 필터의 차단 주파수는 inlet을 통해 포먼트 주파수로 실시간 변경된다. 이때 차단 주파수를 제외한 주파수 대역이 필터링 된다.

지금까지 이펙터 사운드는 포먼트 주파수를 유지하기 때문에 합성음과 오리지널 사운드와 피치가 같다. 따라서 오리지널 사운드와 이펙터 사운드가 동시에 들릴 때 그 효과가 뚜렷하지 않을 수 있다. 마지막 이펙터 파트인 피치 시프트는 이펙터 사운드의 피치를 변화시킴으로써 이 문제를 해결한다. 이때 이펙터 사운드는 보컬과 완벽히 분리되어 화음을 주는 등 다양한 예술적 가능성을 제시한다.



[그림-16] 피치시프트 패치



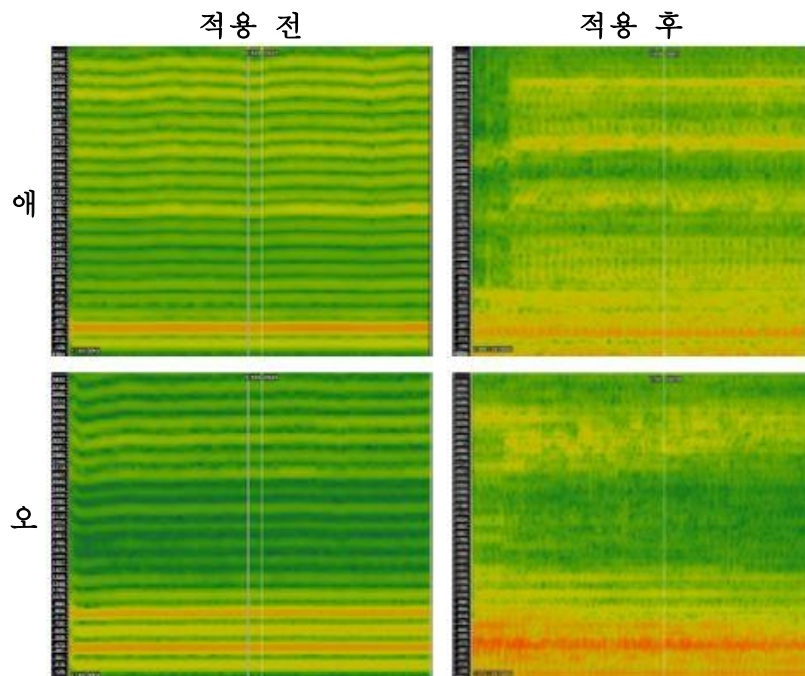
[그림-17] gizmo\_loadme

[그림-16]은 FFT 기법을 활용한 피치 시프트 패치이다. 오디오 신호가 pfft~로 들어오면 신호는 [그림-17]의 gizmo\_loadme 패치로 전달된다. fftin~을 통해 gizmo~가 신호를 받으면 세 번째 인렛에 입력된 피

치 변환 비율만큼 피치를 옮긴다. 본 시스템은 여기에 ctlin을 사용해 미디컨트롤러로 피치 변환 지수를 제어할 수 있게 설정했다.

### 3) 적용 효과

본 연구의 사운드 이펙터는 보컬 사운드의 예술적 재현을 위해 제작되었다. 이를 위해서 이펙터 사운드는 오리지널 사운드의 모음적 특성과 음향적 풍부함을 동시에 가지고 있어야 한다. 이 파트에서는 완성된 사운드 이펙터의 효과를 측정하기 위해 오리지널 사운드와 합성음을 스펙트로그램 분석했다. 분석 소스는 포먼트 분석 당시 사용한 ‘애’와 ‘오’ 소리를 동일하게 사용했고, 피치 시프트는 음역 비교를 위해 적용하지 않았다. 분석 결과는 [그림-18]과 같다.



[그림-18] 이펙터 적용 전·후 스펙트로그램 ‘애’, ‘오’



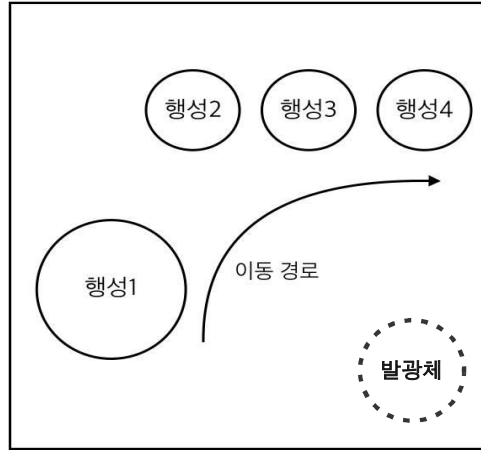
그림의 스펙트로그램 중 붉고 노란 부분이 포먼트 주파수 대역이다. 이펙터 적용 전후 사진을 비교해 보면 이 포먼트 주파수 대역이 그대로 유지된 것을 볼 수 있다. 변경된 것은 포먼트 주파수를 제외한 주파수 대역이다. 포먼트 주파수 주변 대역은 전체적으로 그 음량이 크게 증가한 것을 볼 수 있다. 이펙터를 적용하고 사운드가 전체적으로 풍부해진 것이다. 따라서 이를 통해 본 연구의 사운드 이펙터가 원음의 모음적 특성을 보존한 풍부한 사운드를 만들었음을 알 수 있다.

## 2. 영상 시스템

본 연구에서 제작한 영상 시스템은 Jitter OpenGL 라이브러리를 사용해 만든 가상의 우주 공간이다. 가상공간 내에는 파티클로 만든 여러 행성과 발광체(發光體)가 있다. 각 행성은 저마다 경전의 메시지를 색으로 표현하며 상황에 따라 소리를 시각화한다. 별과 별 사이의 이동은 공간 이동 인터페이스로 작동한다. 공간 이동 인터페이스는 랜더러(renderer)의 위치를 이동시키는 원리로 작동하는데, 이때 예술적 표현을 위해 발광체의 위치도 같이 변화시킨다.

### 1) 가상공간 설계

가상공간은 [그림-19]와 같이 설계되었다. 공간 내에 네 개의 행성이 있으며 곡의 진행에 따라 랜더러 위치는 화살표의 방향으로 이동한다. 이때 발광체도 영상적 효과를 위해 같이 이동한다. 랜더러 위치가 바뀌면 화면의 화각이 바뀌어 관객이 해당 위치로 이동한 것 같은 효과가 생긴다.

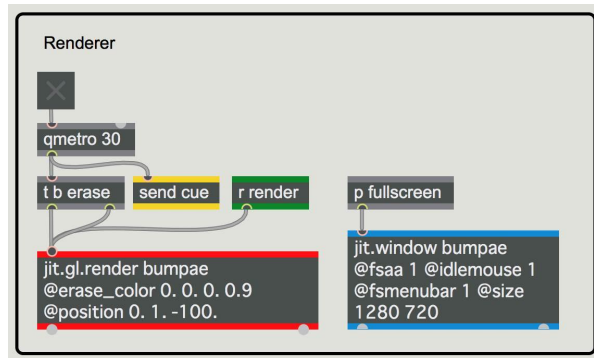


[그림-19] 가상공간 설계

영상 시스템의 이동 경로는 깨달음을 의미하는 만다라로 가는 여정이다. 이때 각 행성은 불교적 의미를 담은 색상으로 표현된다. 첫 번째 행성은 흰색으로 마음의 번뇌를 없앤 청정한 상태를 나타낸다. 두 번째 행성의 붉은색은 수행에 정진하는 마음가짐을, 세 번째 행성의 파랑과 노랑은 각각 진리를 추구하는 마음과 지성을 잃지 않는 마음을 나타낸다. 특히, 두세 번째 행성에서는 소리의 시각화 기법을 통해 독송과의 인터랙션으로 색을 보여준다. 마지막 행성인 만다라에서는 실시간으로 계속 변하는 색으로 불교적 깨달음을 표현한다. 영상 시스템이 마지막 행성에 도착하면 렌더러의 위치는 다시 뒤로 물러나며 화면이 페이드 아웃된다.

Jitter에서 OpenGL을 사용하기 위해서는 렌더링 오브젝트 `jit.gl.render`가 필요하다. `jit.gl.render`은 가상공간의 크기, 배경 색상, 카메라 시점 등 기본 정보를 설정한다. 또한, `jit.gl.render`는 파티클의 크기, 색상 변화 등 가상 세계의 변화를 Jitter 데이터로 렌더링 해 `jit.window`로 전달하는 역할도 동시에 한다. [그림-20]은 가상 세계의 기본이 되는 `jit.gl.render`

와 jit.window 설정 패치 화면이다.

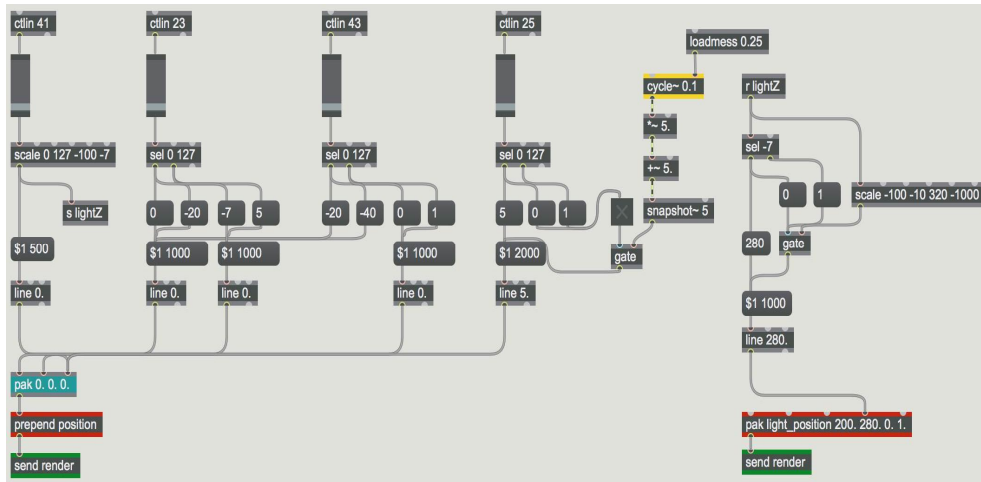


[그림-20] 랜더러 설정

## 2) 공간 이동 인터페이스

공간 이동 인터페이스는 jit.gl.render의 위치를 변경함으로써 관객이 별을 이동하는 효과를 준다. 미디 컨트롤러 데이터가 ctlin으로 들어오면 미디 데이터(0~127)는 네 개의 별 주변 위치로 데이터 매핑된다. 위치 데이터는 모듈레이션을 통해 실시간으로 변할 수 있다. ctlin 25는 cycle~를 통해 실시간으로 변하는 데이터를 제어한다. ctlin 25의 값이 127 미만일 경우는 gate가 닫혀 있지만, 값이 127일 때 gate가 열리면서 cycle~ 데이터가 위치 데이터로 사용된다. 모든 위치 데이터는 send를 통해 jit.gl.render에게 전달된다. OpenGL에서는 3차원 가상공간에서 발광체와 그림자 사용이 가능하다. 본 인터페이스는 랜더러 위치 외에 발광체(빛)의 위치도 제어한다. 발광체의 위치는 행성의 밝기와 그림자의 형태를 보정하는 용도로 조정된다. [그림-21]의 우측에 있는 light\_postion 메시지는 jit.gl.render의 발광체 위치를 변

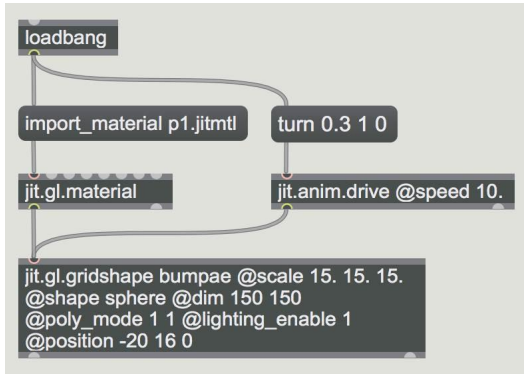
경한다.



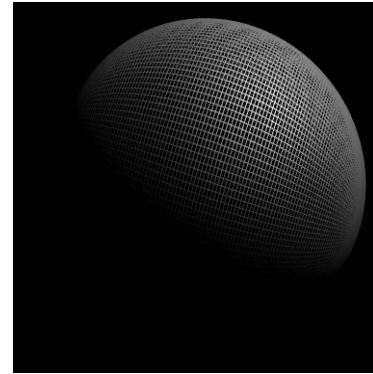
[그림-21] 공간 이동 인터페이스

### 3) 파티클 설계

본 영상 시스템에서 OpenGL 파티클은 별과 행성의 이미지를 형상화한다. 본 시스템의 행성은 기본적으로 [그림-22]와 같이 jit.gl.gridshape 기반으로 설계되었다.

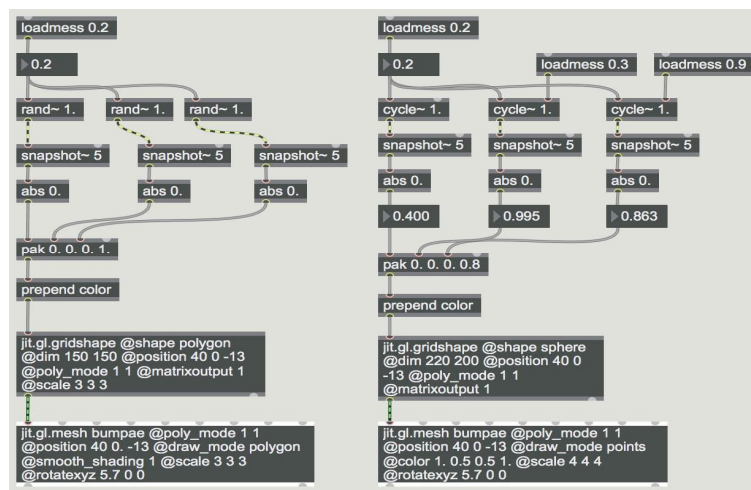


[그림-22] 행성1 패치



[그림-23] 행성1 영상

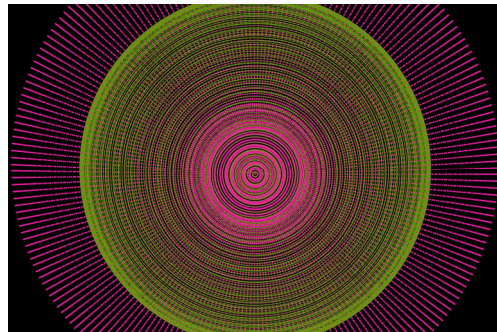
jit.gl.gridshape는 도형의 형태, 크기, 위치 등의 정보를 받아 행성을 만들어내는 오브젝트다. jit.gl.material은 도형의 겉면의 질감, 빛에 반응하는 성질 등을 제어한다. jit.anim.drive는 도형의 x, y, z 축의 자동적인 움직임을 설정한다. [그림-22]는 패치를 통해 완성된 행성 1의 모습이다.



[그림-24] 행성4 만다라 패치

[그림-23]은 네 번째 행성인 만다라를 생성하는 패치 화면이다. 만다라는 두 개의 `jit.gl.gridshape`를 겹쳐 만든다. 이때는 폴리곤 패턴을 변화시켜 만다라 패턴을 만들기 위해 `jit.gl.mesh`를 사용한다. 두 개의 `jit.gl.gridshape` 중 하나는 패턴으로 폴리곤(polygon) 알고리즘을 사용했고, 나머지 하나는 점(points) 알고리즘을 사용했다.

`cycle~`, `rand~` 같은 오실레이터는 실시간으로 만다라의 색상을 실시간으로 변화시킨다. 이 경우 한 개의 행성의 RGB 데이터는 각각 다른 세 개의 오실레이터 데이터를 전달받는다. 오실레이터의 속도가 서로 다르고, `rand~`의 경우 데이터를 무작위로 내보내기 때문에 만다라는 매번 다른 색을 띄운다. [그림-25]는 생성된 행성4가 만드는 만다라 화면이다.



[그림-25] 행성4 만다라 영상

#### 4) 소리의 시각화

일찍이 아리스토텔레스(Aristoteles, B.C.384~B.C.322)는 <De Sensu>에서 음악과 색의 관계에 대해 언급했다.<sup>31)</sup> 그는 사람이 음악을 들을 때

31) 아리스토텔레스(Aristoteles, B.C.384~B.C.322), 「De sensu et sensato」 (1260 이전)

그것을 색으로도 받아들인다고 했다.<sup>32)</sup> 이후 이는 소리의 시각화라는 주제로 연구되었다. 소리의 시각화는 세부적으로 정해진 법칙은 없지만 크게 동의하는 공통분모가 있다. 예를 들어, 칸딘스키가 “색의 소리는 너무 명확해서 베이스 음표를 듣고 밝은 노랑을 떠올리는 건 불가능하다”라고 말했듯이 밝은색은 높은 피치의 색에 대응한다.<sup>33)</sup> 또한, 일반적으로 인간은 큰 소리를 들었을 때 대부분 큰 도형을 연상한다.<sup>34)</sup> 이처럼 음과 색은 일정한 관계를 가진다. 본 연구는 이 중에서도 불교적 의미를 지닌 색을 골라 독송 소리의 시각화를 구현했다. 여기서 고음은 밝은색, 큰 소리는 큰 도형에 매핑 된다.

[표-7] 소리의 시각화 계획

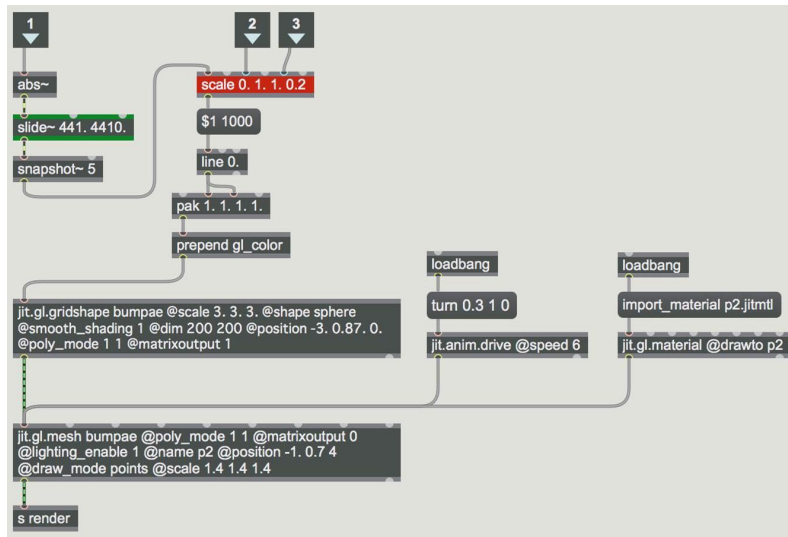
구분	대상	표현 방식	불교적 의미
행성2	음량	작은 소리 / 흰색 → 큰 소리 / 빨강	- 진리를 깨닫기 위한 수행자의 마음
행성3	음량	작은 소리 / 작은 도형 → 큰 소리 / 큰 도형	- 진리를 깨닫기 위한 과정의 번뇌와 갈등
	피치	낮은 피치 / 파랑 → 높은 피치 / 노랑	- 흐트러지지 않는 마음 - 변하지 않는 순수함

32) Aristotle, “De Sensu” in The Works of Aristotle (London, U.K.: Oxford Univ. Press, 1907) p. 439b.

33) Poast, Michael. 「Color music: Visual color notation for musical expression.」 (Leonardo 33.3, 2000) p. 215-221.

34) 황지영, 김준 「전자음향의 시각화에 관한 연구」 (한국공학·예술학회 3.1, 2001) p. 31-40.

본 영상 시스템은 두 번째, 세 번째 행성에 소리의 시각화 기법을 활용한다. 행성별 시각화 대상과 표현 방식은 [표-7]과 같다. 행성2는 무음일 때 행성1의 색상과 같은 흰색이다. 행성2의 색은 이후 보컬의 음량이 커짐에 따라 빨강에 가까워진다. 소리의 에너지가 무채색에서 유채색으로의 변화로 표현된 것이다. 이는 곡의 진행에 따라 마음의 번뇌가 없는 상태(흰색)에서 지혜를 얻어 가는 과정(빨강)을 함축적으로 나타낸다.



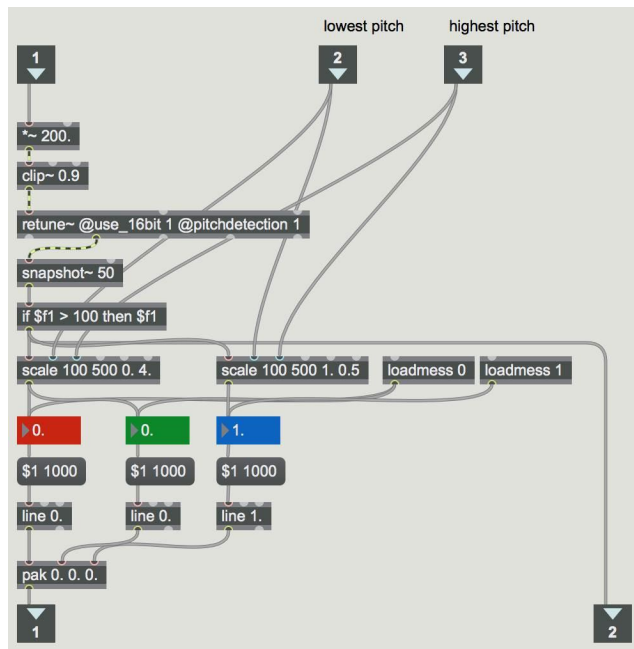
[그림-26] 행성2 패치

[그림-26]은 행성2를 생성하고 독송의 음량을 분석해 시각화하는 패치다. 소리의 시각화는 첫 번째 inlet으로 보컬의 오디오 신호가 들어오는 것으로 시작한다. abs~는 오디오 신호를 음량 개념으로 바꾸기 위해 모든 신호를 절댓값으로 바꾼다. 이후 slide~는 소리의 세기를 샘플 단위가 아닌 전반적인 소리의 크기로 측정하기 위해 오디오 신호를 대수적(logarithmically)으로 변경한다. 변경된 신호는 scale을 통해 색에 맞는



데이터로 매핑 되어 행성2의 색상을 변경한다. 행성2는 보컬의 세기가 빨간색, 크기가 작을수록 흰색에 가까워진다.

행성3은 독송의 음량뿐 아니라 피치도 시각화한다. 음량의 변화는 행성의 크기에 영향을 준다. 소리의 세기가 작을 때 행성이 작아지며 소리가 커질 때 행성도 같이 커진다. 오디오 신호의 피치는 행성의 색상을 바꾼다. 행성은 보컬의 피치가 낮을 때 파란색에 가까워지며 고음으로 갈수록 노란색을 띤다. 보컬의 피치를 시각화하기 위한 패치는 [그림-27]과 같다.

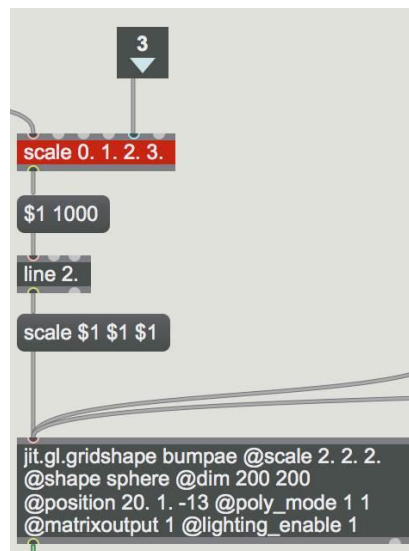


[그림-27] 행성3 피치 디텍팅

패치 첫 번째 inlet으로 오디오 신호가 들어오면 \*~ 오브젝트는 피치 디텍팅(pitch detecting)을 위해 소리를 증폭시킨다. 이후 clip~은 클

리핑 사운드를 제거해 retune~으로 보낸다. retune~은 오디오 신호를 분석해 소리의 기음(fundamental note) 주파수를 두 번째 아웃렛으로 내 보낸다. snapshot~은 MSP 주파수 데이터를 받으면 Max 데이터로 변경한다. 다음에 연결된 if 오브젝트는 100Hz 이하의 주파수를 제거하는 역할을 한다.

도출된 주파수는 소리의 시각화 계획에 따라 scale을 통해 데이터 매핑 된다. 행성은 보컬이 낮은 피치일 때는 차분한 이미지를 갖는 파란색을 띠며, 높은 피치일 때 노란색으로 변한다. 이는 예술적으로 순수한 상태에서 선한 마음을 갖게 되는 과정을 의미한다.



[그림-28] 행성3 크기 변경 패치

[그림-28]은 행성3의 변경 패치이다. 행성3의 음량의 시각화 원리는 행성2 때와 동일하다. abs~와 slide~로 오디오 신호의 크기를 구하고 이

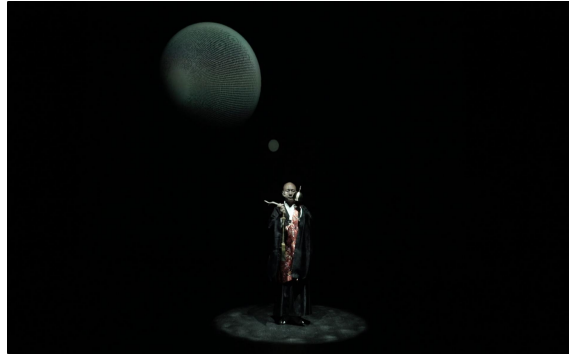
데이터를 scale로 보낸다. scale은 독송의 음량을 행성의 크기에 맞게 데이터 맵핑한다. 변환된 데이터는 scale 메시지 변수에 입력되어 jit.gl.gridshape의 크기를 변형한다. 행성3은 보컬의 세기가 작을 때 작아지며 세기가 커질수록 같이 커진다.

## 5) 작품에서의 적용

작품 <Aruna>는 테이프 음악과 복청계의 소리에 반응하는 영상 그리고 포먼트를 이용한 이펙트로 만들어진 작품이다. 본 작품에 나오는 영상들은 우주의 별을 뜻하고 있고 또한 울바를 깨달음을 주는 별의 의미한다. 아루나를 만나기 위한 여정은 행성의 이동과 움직임으로 표현되었다. 또한, 각 파트마다 사용된 조명의 색채도 종교적 의미가 결합하여 사용되었다. 이때 영상과 조명의 조합은 복청계가 주는 의미를 더욱 극대화 시킨다.

### ① A 섹션에서의 기술적용

A 섹션에서는 퍼포머가 무대를 돌아다니며 경쇠를 연주하고, 무대의 중앙에 와서 정지하면 행성1이 서서히 등장한다.



[그림-29] 행성1의 모습

[그림-29]는 행성1의 모습이다. 행성1은 탐욕을 버리고 진리를 깨닫기 위한 수행자의 마음을 의미한다. 이때 편 조명은 여러 색이 조합되어 사용되는데 이는 완전한 깨달음인 만다라를 암시한다. A 섹션은 경쇠 연주와 함께 끝난다.

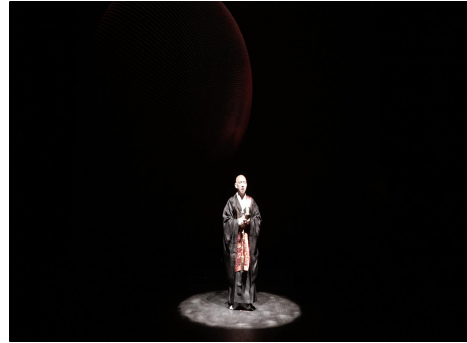
## ② B 섹션에서의 기술적용

B 섹션에서는 퍼포머의 복청계 독송이 시작되며 이때 영상 시스템은 행성1에서 행성2로 서서히 이동한다. 이때는 미디컨트롤러를 사용하여 `jit.gl.render`의 위치를 이동 시킨다.

[그림-30]은 작품에서 적용된 행성2의 모습이다. 행성2는 독송의 음량에 따라 색깔이 변한다. 행성2는 독송의 음량이 작을 때는 [그림-30]의 (a)와 같이 흰색에 가까운 색을 띠며 보컬이 클 때는 [그림-30]의 (b)처럼 붉은색을 띤다. 이때 관객은 영상을 통해 직관적으로 소리의 변화를 감지하게 된다. 특히, 퍼포머가 큰 소리를 낼 때 보이는 붉은 색은 강한 소리와 결합하여 관객에게 큰 인상을 준다.



(a)음량이 작을 때



(b)음량이 클 때

[그림-30] 소리의 시각화(행성2)

B 섹션에서 음향 효과는 본 연구를 통해 개발한 포먼트 이펙터와 예술적인 효과를 강화하기 위해 그래놀러 소리 합성<sup>35)</sup>이 사용되었다. 섹션의 시작인 행성2 파트에서는 포먼트 이펙터가 주로 사용되었다. 이때 이펙터 사운드는 독송의 모음 소리를 재현함으로써 독송 소리와 자연스럽게 어우러진다. 관객은 이 때문에 독송 소리만으로 느낄 수 없는 예술적 숭고함을 느끼게 된다.

곡이 절정 부분으로 진입할 때 영상 시스템은 행성2에서 3으로 이동한다. 행성3에서는 음량뿐만 아니라 독송의 피치까지 시각화한다. 이때 행성3은 독송의 음량에 따라 크기를 변화시킨다. 소리가 작을 때는 크기가 작아져 응축된 에너지를 표현하고, 퍼포머가 크게 소리를 낼 때는 큰 크기로 에너지의 발산을 표현한다. 피치의 시각화는 소리가 저음일 때는

35) 사운드를 약 500ms 이하의 조각으로 짧게 쪼개어 내보내는 소리 합성 기법. 그래놀러 소리 합성기법은 사운드 조각에 피치 시프트를 적용하기도 한다.

[그림-31]의 (a)와 같이 행성을 파랑, 고음일 때는 [그림-31]의 (b)와 같이 노랑에 가깝게 변화시킨다.



(a) 저음일 때 시각효과



(b) 고음일 때 시각효과

[그림-31] 소리의 시각화(행성3)

행성3에서 사운드 이펙터는 영상의 변화와 함께 작품의 강한 하이라이트를 연출한다. 이때 포먼트 이펙터는 합성음을 퍼포머가 낼 수 없는 높은 피치로 이동시켜 강한 긴장감을 연출한다. 관객은 이때 퍼포머 외에 다른 사람이 같이 노래를 부르는 느낌을 받는다. 그래놀러 소리 합성은 이 효과를 더욱 강화한다. 여러 개의 소리 조각은 길게 소리를 유지하는 독송에 리듬감을 부여하고 소리의 공간을 메워준다. 또한, 절정 부분에서는 소리 조각의 피치도 같이 상승시켜 강한 하이라이트를 연출한다.



[그림-32] 행성4의 만다라

음악의 하이라이트가 끝나면 [그림-32]와 같이 만다라가 등장한다. 이는 앞선 수행의 과정을 통해 진정한 깨달음을 얻었음을 나타낸다. 만다라는 수시로 색깔을 바꾸며 이전 영상에서 주지 못한 여러 색채를 보여준다. 영상 시스템은 독송이 끝날 때 함께 페이드 아웃된다. 작품은 C 섹션 법고를 마지막으로 끝난다.

## IV. 결론 및 고찰

오늘날 문화 예술은 기술과의 융합을 통해 이전에 제시하지 못한 새로운 예술적 가능성을 보여주고 있다. 매체 간의 융합을 통해 기존의 예술은 그 표현 영역을 확장하기도 하고, 아예 새로운 장르를 탄생시키기도 한다. 본 연구는 대한민국의 전통문화로서 가치를 인정받았지만, 멀티미디어 작품 소재로는 주목받지 못한 범패에 주목했다. 그리고 소리 합성과 소리의 시각화 기법을 통해 범패의 새로운 예술적 가능성을 드러내었다.

본 연구에서는 독송의 모음적 특성에 주목해 사운드 이펙터를 개발했다. 사운드 이펙터는 실시간으로 독송의 포먼트 주파수를 분석하고 이를 이용해 원래 소리의 모음적 특성을 보존한 새로운 사운드를 만들어 냈다. 이펙터 사운드는 원래 소리와 합쳐져 독창이 줄 수 없는 풍성한 음색을 만들고, 독송이 가지고 있는 단점을 보완했다.

영상 시스템에 사용한 네 개의 행성은 깨달음을 얻는 과정을 불교적 색채를 통해 전달한다. 이때 각 색채는 소리의 시각화 기법을 통해 제시된다. 독송의 음량과 피치에 맞게 제시된 색채는 소리와 어우러져 관객에게 강한 몰입감을 준다.

본 연구의 마지막에는 제작한 시스템을 실제 범패 공연에 사용해 그 효과를 가늠해보았다. 일반적으로 범패의 독송은 적은 악기 편성과 독창이라는 점 때문에 큰 규모의 공연에는 적합하지 못했다. 그러나 본 공연에서는 사운드 이펙터와 영상 시스템을 통해 독송이 그 단점을 극복할 수 있었다.



Keyword(검색어)

멀티미디어음악(multimedia music), 컴퓨터 음악(computer music),  
범패(Bumpae), 소리의 시각화(sound visualization),  
영산재(Yeongsanjae), 포먼트 분석(formant analysis),  
포먼트 합성(formant synthesis)

E-mail: [realshinae@gmail.com](mailto:realshinae@gmail.com)

## 참 고 문 헌

### 1. 단행본

김응기(법현), 『불교음악 영산재 연구』 운주사, 2007.

송방송, 『한겨레음악대사전』 보고서, 2012.

세종대왕기념사업회, 『한국고전용어사전』 2001.

김형태, 『보이스 오디세이(목소리에 숨겨진 비밀을 찾아서)』 북로드,  
2007.

이응백 외, 『국어국문학자료사전』 한국사전연구소, 1998.

곽철환, 『시공 불교사전』 시공사, 2003.

채혜련, 『영산재와 선율』 국학자료원, 2011.

김영옥, 『만다라 길 -사유의 숲으로』 이화문화출판사, 2010.

임석진 외 40인, 『철학사전』 도서출판중원문화, 2009.

박성렬, 「선택받은 색」 『종교의 색』 경향미디어, 2006.

홍윤식, 「고려불화의 특징과 그 이해를 위하여」 『고려, 영원한 미, 고려 불화 특별전』, 서울 호암 갤러리, 1993.

삼호뮤직 편집부, 『과플러음악용어사전 & 클래식음악용어사전』 삼호뮤직, 2002.

김근호, 『오디오 용어사전』 새녘출판사, 2013.

寬昌, 「梵唄在佛教的現實价值談」 『魚山梵唄文化節』 首屆, 2007.

Aristoteles, B.C.384~B.C.322), 「De sensu et sensato」 (1260 이전.)

Aristotle, 「“De Sensu” in The Works of Aristotle」 London, U.K.: Oxford Univ. Press, 1907.

Poast, Michael, 「Color music: Visual color notation for musical expression.」 Leonardo 33.3, 2000.

Prentice Hall, 「Essentials of Music Technology」 Penn State University, 2002.

Mitch Gallagher 「The Music Tech Dictionary」 COURSE TECHNOLOGY PTR, 2008.

## 2. 참고논문

김응기, 「靈山齋 作法舞 梵唄의 研究」, 원광대학교 박사학위논문, 2004.

윤소희, 「범패의 위격과 율조 변화」, 『영남범패와 대만범패를 중심으로』 제23권, 한국정토학회, 2015.

최로덴, 「세계의 주요 불교국가의 불교음악-수행 의식의 노래: 범패(梵唄)」, 『불교와 문화』 (7~8월호), 대한불교진흥원, 2004.

방용찬, 「포먼트 주파수를 이용한 향상된 음성시각화 An improved speech visualization using formant frequency」, 고려대학교 석사학위논문, 2011.

황지영, 김준 「전자음향의 시각화에 관한 연구」, 한국공학·예술학회 3.1, 2001.

정보연, 「佛畫에 사용된 顔料의 特性 研究」, 중앙대학교 석사학위논문, 2001.

능화스님, 「佛敎文化遺産 梵唄와 作法舞」, 학술논문 학술지 한국무용연구 Vol.21, 2003.

김응기. 「특집 2: 전통공연문화의 연구사와 당면과제: 불교음악의 연구사와 당면 과제-범패전승 교육기관 설립 중심으로」, 공연문화연구 8.단일호, 2004.

이정순, 「영산재 범고무 춤사위로 본 사상적 의미 분석 : 인천시 무형문화재 제10호 예능보유자 능화스님을 중심으로」, 중앙대학교 석사학위논문, 2011.

美山 千香士 Chikashi Miyama, 「マルチメディア・インタラクティブ作品の制作について Creating multimedia interactive works」, 國立音樂大學 Kunitachi College of Music 情報處理學會研究報告音樂情報科 (127号 2003-MUS-053) , 2003.

Norbert Schnell • Diemo schwarz,

GABOR, MULTI-REPRESENTATION REAL-TIME  
ANALYSIS/SYNTHESIS, Real-Time Applications Team  
IRCAM, 2005.

Norbert schnell et al., FTM-COMPLEX DATA STRUCTURES FOR  
MAX, IRCAM, 2005.

### 3. 웹사이트

<http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Index> (한국민족문화대백과)

<http://home.cc.umanitoba.ca/~krussll/phonetics/acoustic/spectrogram-sounds.html>

<http://home.cc.umanitoba.ca/~krussll/phonetics/acoustic/>

<http://ftm.ircam.fr/index.php/Gabor>

[http://ftm.ircam.fr/index.php/Main\\_Page](http://ftm.ircam.fr/index.php/Main_Page)

<http://cnmat.berkeley.edu>

<http://www.cycling74.com>

# ABSTRACT

## A Study on Interactive Multimedia Music for Bumpae and Computer Music (with focus on Multimedia Music <Aruna>)

Kang, Shinae

Bumpae is a kind of Buddhist music when monks perform ancestral rites for Buddha. Bumpae includes dancing, singing, and playing instruments. The songs of Bumpae have a unique feature which uses vowels to connect each letter of scriptures. So, the vowels have taken the largest part of the songs of Bumpae. In this study, a song 'Bokcheongge' is selected.

This study focuses on the feature of Bumpae and has developed a sound effector and a video system for it. The sound effector produces sound which has the same vocality of original sound by using real-time formant analysis and resynthesis technique. So, this effector can give different effects such as delay effectors used for vocals which cannot be naturally produced.

Next, the video system has been made for implying meaning of the lyrics of Bumpae. Sound visualization techniques have been

used. All colors and shapes used have been selected based on buddhistic world view. The pitch and amplitude variation affects the shape, size, and color of objects in the system. Combination of the sound effector and video system can create a synergy effect while making a new impression to the audience.



## 부록 : 첨부 DVD설명

1. Aruna.mov : <Aruna> 공연실황 (2015.11.13 이해랑극장)