



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](#)

석 사 학 위 논 문

컴퓨터음악과 phase music을 이용한  
인터랙티브 멀티미디어 퍼포먼스 연구  
(멀티미디어음악 작품 <The Phase>를 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과

전 우 진

2 0 1 7

석사학위논문

컴퓨터음악과 phase music을 이용한  
인터랙티브 멀티미디어 퍼포먼스 연구  
(멀티미디어음악 작품 <The Phase>를 중심으로)

전 우 진

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2016 년 12 월

전우진의 음악석사(컴퓨터음악)학위 논문을 인준함

2017 년 1 월

위원장 박 상 훈 (인)

위 원 김 정 호 (인)

위 원 김 준 (인)

동국대학교 영상대학원

## 목 차

I. 서 론 .....	1
1. 연구 배경 및 목적 .....	1
II. 기술 연구 .....	3
1. 사운드 시스템 .....	3
1) 음향효과 연구 과정 .....	4
2) 딜레이 음향효과 .....	7
3) 전자기타 음향효과 .....	8
① 실시간 granular synthesis .....	9
② 실시간 phase vocoder .....	9
4) 오보에 음향효과 .....	11
2. 영상 시스템 .....	12
1) 영상 시스템 .....	12
2) 영상 구성 및 연출 .....	13
① 사운드의 시각화 .....	13
② 영상과 사운드의 연동 .....	16
③ 영상의 배치 .....	19
III. 연구 기술의 작품 적용 .....	20
1. 작품 소개 .....	20
2. 작품 구성 .....	21
1) 음악 구성 .....	21

2) 무대 구성 .....	23
3) 시스템 구성 .....	24
3. 작품 내 기술 적용 .....	25
1) A 파트 적용 효과 .....	25
2) B 파트 적용 효과 .....	26
3) C, C' 파트 적용 효과 .....	27
4) 페이즈 음악을 위한 연구 기술 적용 .....	29
 IV. 결론 및 고찰 .....	 31
 참 고 문 헌 .....	 33
 ABSTRACT .....	 35
 부록-1 : 작품 <The Phase> 연주 악보 .....	 37
부록-2 : 첨부 DVD 설명 .....	43

## 표 목 차

[표-1] 작품 구성 .....	21
[표-2] A 파트 음악/영상 구성 .....	25
[표-3] B 파트 음악/영상 구성 .....	26
[표-4] C 파트 음악/영상 구성 .....	28

## 그 립 목 차

[그림-1] 사운드 시스템 설계도 .....	4
[그림-2] 사운드의 배음을 나누는 pfft~ 패치 .....	6
[그림-3] 딜레이 음향효과 .....	7
[그림-4] pfft~를 이용한 phase vocoder 패치 .....	10
[그림-5] 오보에 배음 필터링 후 pitch shifting 패치 예시 .....	11
[그림-6] 영상 시스템 설계도 .....	13
[그림-7] 오보에 사운드에 반응하는 영상 패치 .....	14
[그림-8] 오보에 음량에 반응하는 영상의 블룸효과를 위한 패치 .....	15
[그림-9] 블룸효과 처리가 된 오보에 시각화 영상 .....	16
[그림-10] jit.gl.gridshape의 color값에 따라 색이 바뀌는 도형 .....	17
[그림-11] jit.gl.gridshape의 dim값에 따라 바뀌는 도형 .....	17
[그림-12] Max/MSP/Jitter와 Arena4 간의 OSC통신 .....	18
[그림-13] MadMapper2를 이용한 영상 배치 .....	19
[그림-14] 공연 이미지 .....	20

[그림-15] 작품 무대 구성 .....	23
[그림-16] 망사막 .....	24
[그림-17] 공연 시스템 구성 .....	24
[그림-18] 전자기타 박자가 어긋남을 시각화한 영상 변화 .....	26
[그림-19] B 파트 고조되는 부분의 영상 변화 .....	27
[그림-20] 오보에의 피치가 어긋남을 시각화한 영상 변화 .....	28
[그림-21] phase vocoder 사운드를 시각화한 영상 변화(블룸 효과) .....	29

# I. 서론

## 1. 연구 배경 및 목적

페이즈 음악(phase music)은 1960년대 중·후반 미니멀리즘 작곡가인 Steve Reich<sup>1)</sup>가 phasing<sup>2)</sup> 작곡기법을 사용하여 만든 하나의 음악 장르이다. 페이즈 음악의 기본적인 형식은 두 개 이상의 소리 샘플이나 악기들을 이용하여 같은 멜로디를 미세하게 다른 박자로 연주하게 하는 것이다. 멜로디는 점점 어긋나기 시작하여 묘한 음색을 만들어 내고 그 간격은 점점 벌어져 화음을 이루기도 하다가 다시 같은 박자로 만난다. La Monte Young, Terry Riley, Philip Glass 와 함께 미니멀리즘<sup>3)</sup> 음악의 창시자로 알려져 있는 Steve Reich는 곡 「Different trains」로 1990년 Grammy Awards의 Best Contemporary Classical Composition 부문에서 수상 할 정도로 인정받는 작곡가이다.

그의 초기 음악은 특정 소리를 샘플링 하여 두 개의 테이프에 똑같이 녹음시킨 다음 각자 다른 기계에 재생 시키는 방식으로 만들어졌다. 두 개의 기계가 정확히 같은 속도로 재생되지 않는 점을 이용한 것인데, 음악을 들어보면 멜로디가 막 어긋나기 시작할 때 들리는 오묘하고 매력적인 사운드를 느낄 수 있다. Steve Reich는 이후 샘플링사운드뿐만 아니

---

1) 1936년생으로 1960년대에 활동한 미국의 작곡가이다. 미국의 현대음악에 지대한 영향을 끼친 작곡가로 알려져 있으며, 현재도 페이즈 음악으로 활발하게 활동 중이다.

2) 두 개의 악기가 반복되는 같은 멜로디를 서로 다른 박자로 연주해 점점 음악이 어긋나게끔 만드는 작곡기법이다.

3) 1960년대 대두된 예술사조 중 하나로 예술적 소재의 가장 기본적인 요소만을 사용하는 것이 특징이다.

라 실제 연주를 통한 음악과 공연을 통해 왕성한 활동을 한다. 그는 페이즈 음악에 대해서 ‘단순한 한 가지 패턴만을 들려주기 때문에 청취자가 지속적으로 변화하는 소리의 질감에 귀를 기울일 수 있다’<sup>4)</sup>라고 말하는데, 이는 페이즈 음악이 단순히 음악을 벗어나 음향심리학적인 요소까지 포함하고 있음을 말해준다.

아날로그 사운드가 디지털화 되면서 phasing의 의미도 조금 달라졌다. 사운드는 주기적인 신호들이 모여 만들어진 것이고, 그 신호들이 가시화되면서 신호들의 위치나 시간차이를 수치화 시킬 수 있게 되었다. 따라서 phasing은 단순히 반복되는 멜로디가 서로 어긋나는 것이 아니라 신호들의 위치나 시간차이 데이터를 컨트롤하는 기법이 되었다. 이렇게 페이즈 음악은 컴퓨터를 만났을 때 더 많은 가능성을 가질 수 있게 되었다. 실제 연주와는 조금 차이가 있겠지만 한 대의 악기로 여러 악기의 멜로디가 어긋나는 것 같은 효과를 만들어 낼 수 있고, 악기의 피치가 서로 조금씩 어긋나는 효과를 이용한 페이즈 음악도 시도해 볼 수 있다. 이는 실제 어쿠스틱공연에서 쉽게 시도할 수 없는 부분이다.

본 연구는 페이즈 음악을 위한 사운드 및 영상시스템 제작을 연구한다. Max/MSP/Jitter<sup>5)</sup>를 이용하여 실제 연주에서 볼 수 없는 다양한 효과들로 페이즈 음악을 재해석하고 색다른 감성을 표현해 내고자 한다. 먼저 공연에 사용된 기술들에 대해 알아보고 후반부에는 공연에 직접 연구 기술을 적용한 방법과 효과를 언급한다.

---

4) Mertens, Wim. 1983. American Minimal Music: La Monte Young, Terry Riley, Steve Reich, Philip Glass, p.37 & 48. Translated by J. Hautekiet; preface by Michael Nyman. London: Kahn & Averill; New York: Alexander Broude.

5) Max/MSP/Jitter는 Cycling'74에서 개발한 프로그램으로 주로 음향신호와 MIDI데이터 처리를 목적으로 하고, 산술적인 여러 데이터 처리와 함께 사용자의 요구대로 프로그래밍이 가능한 컴퓨터 언어 프로그램이다.

## II. 기술 연구

### 1. 사운드 시스템

이 시스템에 사용되는 악기는 전자기타와 오보에 각각 한 대씩이며, 사운드 시스템은 크게 멜로디의 박자가 조금씩 어긋나는 rhythm phasing과 멜로디의 음정이 여러 갈래로 어긋나는 pitch phasing을 담당하는 음향효과로 나누어진다. 첫 번째 rhythm phasing 음향효과는 간단한 딜레이(delay) 음향효과인데, 전자기타와 오보에는 각각 같은 형태의 딜레이 음향효과 2개를 따로 통과한다. 두 번째 rhythm phasing 음향효과는 phase vocoder<sup>6)</sup>를 이용하는데, 이 음향효과는 전자기타에만 사용된다. pitch phasing 음향효과는 granular synthesis<sup>7)</sup>와 phase vocoder를 함께 사용한다.

전자기타는 granular synthesis을 거쳐 연주되는 음의 옥타브 위아래로 넓게 pitch phasing된다. 지속음이 많은 오보에 같은 경우 pitch shifter<sup>8)</sup>를 거쳐 미세한 pitch phasing을 통해 detune<sup>9)</sup>효과를 얻는다. 이외에 사운드 음향효과와 관계없이 연주자들이 phasing효과 때문에 헛갈리지 않도록 음향효과가 걸리지 않은 사운드를 수신기를 통해 이어폰으로 듣게 해준다.

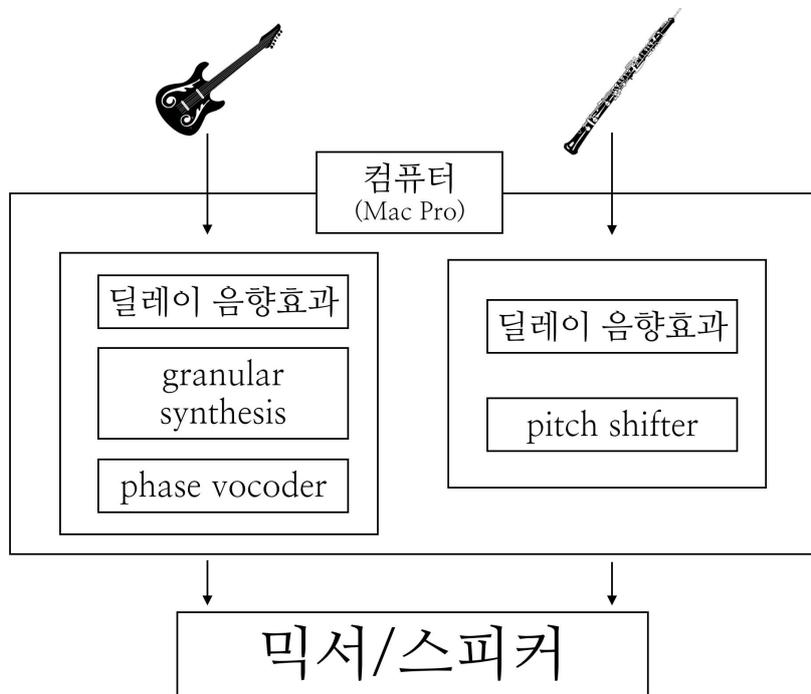
---

6) 음원을 컴퓨터로 분석하여 그 데이터를 재합성하여 음의 높낮이나 길이를 변형시키는 소리 합성방식을 말한다.

7) 사운드샘플(grain)을 미세하게 나누어 재조합 및 가공하여 새로운 사운드를 만들어내는 소리 합성방식을 말한다.

8) 입력 신호의 피치(높이)를 변화시키는 음향효과를 말한다.

9) 여러 악기 소리의 조율이 약간씩 틀렸을 때 나는 현상으로, 아주 미세한 양의 detune은 음색의 변화를 가져온다.



[그림-1] 사운드 시스템 설계도

### 1) 음향효과 연구 과정

rhythm phasing을 처음 구현하려 했을 때 모티브로 삼은 것이 재생속도가 다른 두 개의 테이프를 다른 속도로 재생하는 방식을 사용한 Steve Reich의 초반작품들이었다.

Max/MSP/Jitter에서 groove~ 오브젝트는 음원을 원하는 타이밍에 원하는 속도로 원하는 부분만 재생시켜줄 수 있다. 최초에 시스템을 구상할 때, 이 오브젝트를 여러 개 사용하여 음원을 실시간으로 녹음하고, 같은 음원을 동시에 재생시키다가 한쪽 음원의 시작점을 아주 조금씩 늦게

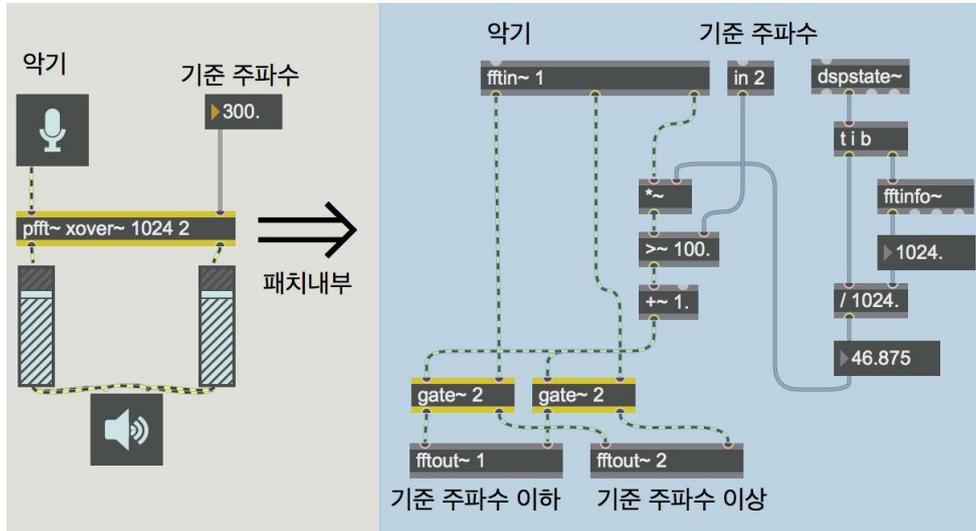
재생하는 방법으로 페이즈 음악을 구현하려 했다. 그러나 아무리 일정한 박자위에 연주한다고 해도 연주 때마다 다른 라이브 연주에서 일정한 길이의 음원을 샘플링 하여 연주의 박자와 정확히 맞추는 일은 불가능하고, 연주자가 녹음된 음원 위에 연주하는 것 또한 거의 불가능하다. 따라서 이 방법은 실제 공연에 사용하기에는 부적합하다고 판단했다. 대신에 선택한 것이 간단한 딜레이 음향효과를 이용하는 방법이다.

작품 전반적으로 들어가게 될 음향효과들이 많아 현재 연주되고 있는 악기의 소리가 묻히지 않게 하는 것도 중요한 요소였다. 그래서 각 악기가 가지는 음역에서 원하는 부분의 음역만 골라내 음향효과를 입히는 방법을 사용했다. 이 방법은 FFT<sup>10)</sup>분석이 필요하기 때문에, FFT분석기능을 갖는 pfft~ 오브젝트<sup>11)</sup>를 통해 기준점이 되는 주파수를 정하고 이를 기준으로 음원을 여러 갈래로 나누어 내보냈다.

---

10) Fast Fourier Transform: 고속푸리에변환이라고 하며 컴퓨터를 이용하여 복잡한 파형이나 신호들을 보다 간단하게 변환시켜주는 알고리즘을 이야기 한다. 주로 파형을 분석하여 그 데이터를 이용해 원하는 대로 소리를 재합성 할 때 많이 사용된다.

11) pfft~ 오브젝트는 patcher fft라는 뜻으로 fft분석 기능을 사용자가 원하는 대로 이용할 수 있게 하는 서브패치를 말한다. pfft~ 다음에 사용자가 지정한 이름이 붙고 그 다음에는 한 샘플에 들어가는 FFT데이터의 크기(FFT-size), 그 다음에는 FFT데이터 간에 겹치는 데이터의 크기(overlap-size or hop-size)를 적어준다.



[그림-2] 사운드의 배음을 나누는 pfft~ 패치

[그림-2]는 FFT분석을 통해 기준 주파수에 따라 악기 사운드를 나누어 주는 패치이다. pfft~ xover~ 오브젝트의 내부를 살펴보면 악기 사운드가 fftin~ 을 거쳐 FFT데이터로 가공된 후에 >~ 오브젝트로 들어가 지정해준 기준 주파수보다 낮으면 1이 나오고 +~ 오브젝트를 거쳐 2가되어 양 쪽 gate~ 오브젝트<sup>12)</sup>의 두 번째 아웃렛(outlet)을 연다. 반대로 기준 주파수보다 높은 소리가 들어오면 >~ 에서 0이 나오고 +~ 에서 1이 나와 gate~ 의 첫 번째 아웃렛을 연다. 이렇게 나누어진 소리는 각각의 음향효과를 거치게 된다.

12) 오른쪽 인렛으로 들어오는 신호를 왼쪽에 들어오는 숫자에 따라 어느 아웃렛으로 내보낼 것인지를 결정할 수 있는 오브젝트이다. 0이 들어오면 모든 아웃렛이 닫히고 n이 들어오면 n번째 아웃렛이 열린다.



[그림-3]은 딜레이 음향효과에서 도플러 효과가 일어나는 현상을 최소화하기 위해 Max/MSP/Jitter에서 제작한 패치이다. `trigger` 오브젝트<sup>15)</sup>를 이용하여 오른쪽 상단의 노브에서 데이터가 들어올 때마다 신호를 보내 `toggle` 오브젝트<sup>16)</sup>를 작동시켜 `gate` 오브젝트의 왼쪽 인렛(inlet)에 빠른 속도로 1과 2를 보내면 딜레이 타임이 양 쪽 `tapout~` 오브젝트에 빠르게 번갈아가며 들어간다. 딜레이 타임을 결정하는 `tapout~` 오브젝트 2개에서 번갈아 가며 지연된 소리가 나오기 때문에 지속적으로 딜레이 타임이 변하면 일어나는 도플러 현상을 최소화 할 수 있게 되었다.

### 3) 전자기타 음향효과

전자기타에는 `rhythm phasing`에 사용할 음향효과들로 `granular synthesis`와 `phase vocoder`를 사용하였다. 이 때 실제 들어오는 소리 전체에 효과를 주게 되면 악기의 본래 사운드가 묻혀버릴 수 있고 음악적으로도 좋지 못한 사운드를 낼 수 있기 때문에, FFT분석을 통해 악기의 파형을 일정 주파수 기준으로 양 쪽으로 나누어 해당 악기의 원하는 음역에 원하는 음향효과를 사용할 수 있도록 하였다.

---

15) 들어오는 신호를 원하는 형태로 여러 곳으로 보낼 때 사용하는 오브젝트이다. [그림-3]에서는 `t` 라는 약자로 사용하고 있다.

16) 이 오브젝트에는 on상태와 off상태가 있는데 on상태가 되면 아웃렛으로 숫자 1이 나가고 off상태가 되면 숫자 0이 나간다.

## ① 실시간 granular synthesis

granular synthesis는 전자기타의 소리를 원하는 크기로 잘라 다시 재합성시킴으로써 rhythm phasing 효과를 준다. 또한 granular를 거치는 소리는 피치조절이 가능해서 전자기타의 부족한 음역을 보강해주고 pitch phasing 효과를 주기도 한다. 이 음향효과는 Max/MSP/Jitter에서 실시간으로 granular synthesis를 할 수 있게 해주는 `disis_munger~` 오브젝트<sup>17)</sup>를 이용하여 만들어졌다. 이 오브젝트는 들어오는 사운드를 몇 초 단위로 자를 것인지, 그 단위를 어느 범위 안에서 임의로 정해지게 할 것인지, 각각 잘라진 사운드 샘플의 pitch shifting 여부와 정도를 조절할 수 있다.

## ② 실시간 phase vocoder

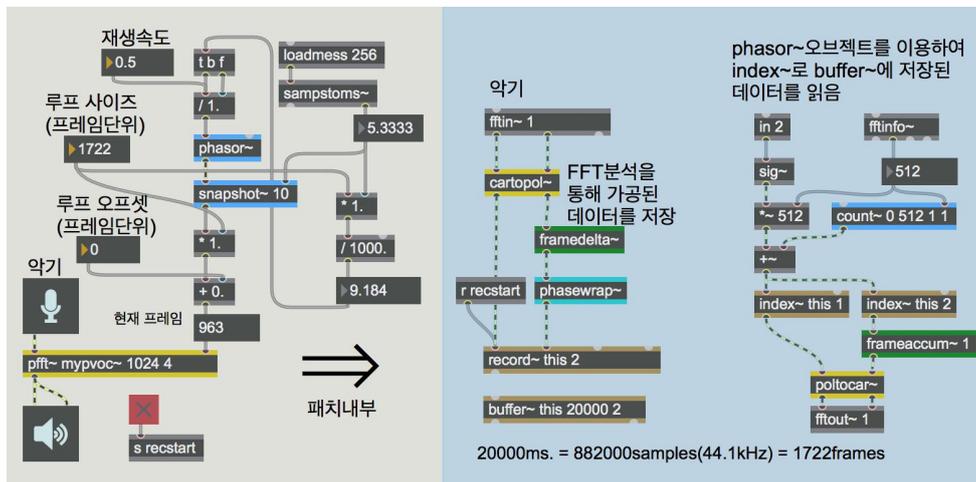
phase vocoder는 피치 변화 없이 음원의 재생속도조절이 가능하기 때문에 전자기타에 느린 rhythm phasing 효과를 줄 수 있다. 피치 변화 없이 샘플의 재생속도를 조절하기 위해 FFT분석을 이용하는데, 이를 통해 가공된 데이터를 원하는 속도로 읽을 수 있다. `pfft~` 오브젝트를 이용하여 가공된 데이터를 저장하고 저장된 데이터를 FFT의 데이터 단위인 프레임(frame)단위로 읽는다. 약기 사운드가 FFT분석을 통한 일련의 데이터 가공과정을 지나 `buffer~` 오브젝트<sup>18)</sup>에 저장되고, 저장된 사운드

---

17) Max/MSP/Jitter의 외부(external)오브젝트이다. 멀티채널 granular synthesis 기능을 가지고 있고, Max/MSP/Jitter 32bit 환경에서만 작동한다. Columbia University에서 만들었으며 이번 작품이 사용된 버전은 이후에 Virginia Tech에서 수정된 버전이다.

18) 사운드샘플을 컴퓨터 메모리(RAM)에 저장하여 읽을 수 있게 해주는 오브젝트이다. `record~` 오브젝트를 이용하여 `buffer~` 오브젝트에 샘플을 저장할 수도 있고 재생기능을 갖는 여러 오브젝트와 이름을 공유하면 그 샘플을 재생시킬 수 있다.

를 `index~` 오브젝트<sup>19)</sup>를 이용하여 재생시킨다. `index~` 오브젝트는 왼쪽 인렛으로 들어오는 숫자에 해당하는 부분의 샘플을 읽는 기능을 하기 때문에 `buffer~`에서 읽고자 하는 부분에 해당하는 숫자가 연속적으로 들어와야 한다. `phasor~` 오브젝트<sup>20)</sup>가 0에서 1까지 반복해서 움직이는 것을 이용하여 0에서 1 값을 재생을 원하는 위치의 샘플 값으로 대치시키고 `phasor~`의 왼쪽 인렛에서 재생속도를 조절한다.



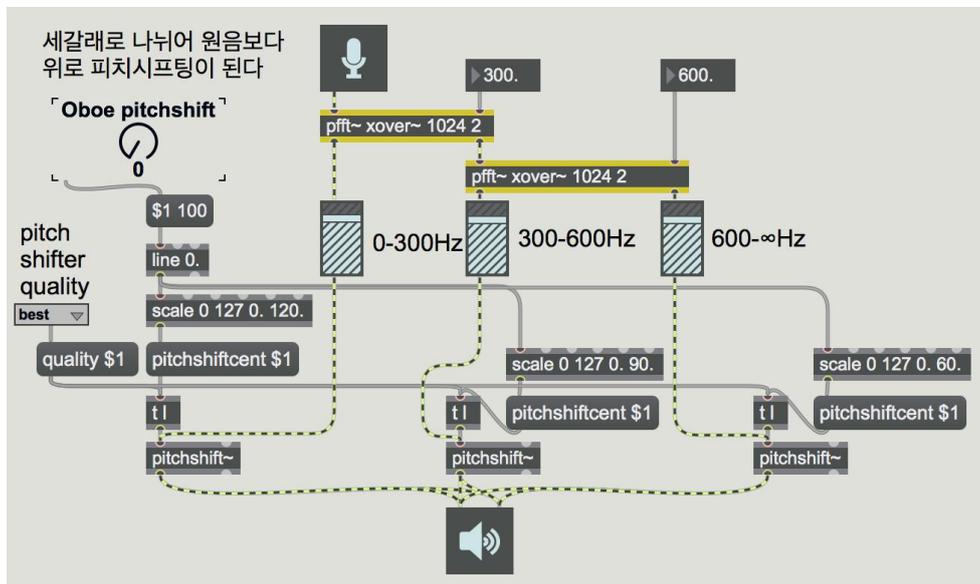
[그림-4] pfft~를 이용한 phase vocoder 패치

19) Max/MSP/Jitter에서 재생기능을 갖고 있는 다른 오브젝트들과 달리 사운드를 시간 단위로 읽는 것이 아니라 음원의 보간(interpolation)없이 샘플(sample)단위로 읽는다. 샘플에서 해당하는 위치의 숫자가 연속적으로 들어와야 재생이 된다. 여기서 보간은 디지털 사운드를 읽을 때 누락된 신호 요소를 임의로 채워서 읽는 것을 말한다.

20) sawtooth파형을 만들어내는 오브젝트이다. 왼쪽 인렛으로 들어가는 숫자가 1초 동안 0에서 1까지 몇 번이나 움직이느냐를 결정한다.

#### 4) 오보에 음향효과

오보에에 사용된 음향효과는 pitch shifter와 FFT분석을 통한 배음 필터링이다. [그림-2]의 `pfft~` 오브젝트를 여러 개 사용하여 원하는 수만큼의 배음 필터링을 거친 후, 나누어진 소리를 각각 여러 개의 pitch shifter와 연결이 가능하다. 아래 [그림-5]는 그것을 보여주는 패치 예시이다.



[그림-5] 오보에 배음 필터링 후 pitch shifting 패치 예시

pitch shifting 정도를 조절해주는 `pitchshiftcent` 명령어를 이용하여 그 사운드들이 각자 다르지만 일정한 비율로 벌어지도록 한다. 그 비율은 각 pitch shifter에 달린 `scale` 오브젝트<sup>21)</sup>를 이용하여 정해준다.

21) 들어오는 데이터 범위를 사용자가 원하는 범위로 치환시켜준다. `scale` 뒤에 붙는 2개의 숫자는 들어오는 데이터의 범위를 말하고 그 뒤의 두 개는 치환되어 나가는 데이터를 말한다.

## 2. 영상 시스템

### 1) 영상 시스템

영상 시스템을 제작할 때에도 Max/MSP/Jitter를 사용하였다. 이 방법은 영상을 따로 만들어서 음악과 연동시키는 방법보다 컴퓨터에 더 부담이 가지만, 더 직관적이기 때문에 Max/MSP/Jitter를 선택했다. Max/MSP/Jitter는 영상을 그릴 수 있는 특정한 가상공간이 존재하는데, 이를 매트릭스(matrix)라고 한다. Max/MSP/Jitter에서 지원하는 도형에 한하여 단순한 도형 하나로 여러 가지 기하학적인 형태를 만들 수 있다.

영상은 각 악기를 시각화한 형태로 설계하여 연주자 앞 쪽의 망사막<sup>22)</sup>에 출력하는 방식을 선택했다. 영상이 망사막 안으로 정확히 들어가기 하기 때문에, 여러 개의 영상을 원하는 곳에 배치할 수 있게 해주는 프로그램인 MadMapper<sup>23)</sup>를 사용하였다. 그리고 Max/MSP/Jitter의 영상효과만으로는 역동성을 주는데 한계가 있어, VJing에 주로 사용되는 프로그램인 Arena4<sup>24)</sup>를 사용하였다.

Max/MSP/Jitter를 포함한 모든 프로그램은 Syphon<sup>25)</sup>이라는 프로그램을 통해 영상을 공유할 수 있다. 이것을 이용하면 Max/MSP/Jitter에서 만든 영상에 Arena4의 영상효과를 입힐 수 있고, 만들어진 여러 개의 영상을 MadMapper2로 보내 영상을 원하는 위치에 배치 할 수 있게 된다.

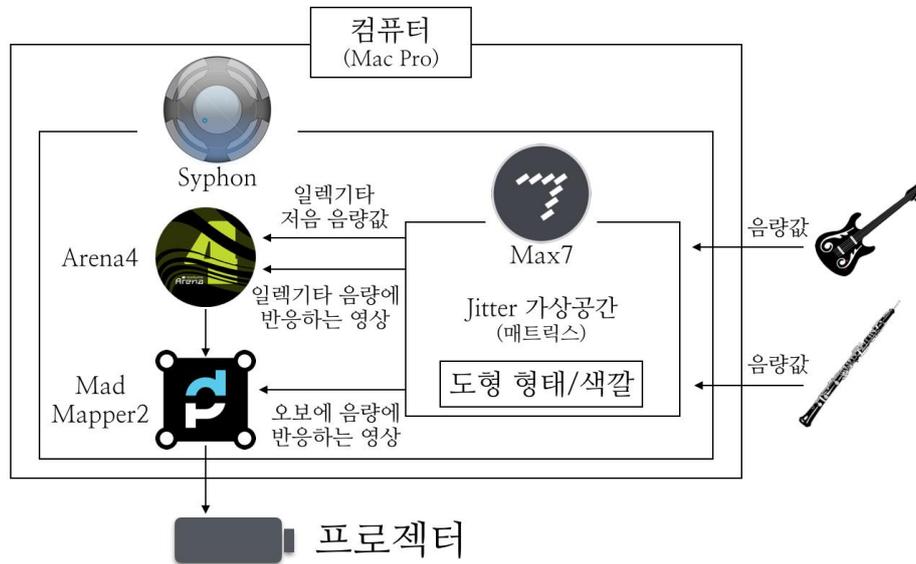
---

22) 연극에서 특수한 효과를 주기위한 막으로 자주 사용되는 것을 말하며, 흔히 '사막'으로 알려져 있다.

23) 아티스트들이 개발한 비디오 매핑 프로그램으로 영상을 원하는 위치에 원하는 형태로 출력하게 해준다.

24) Resolume에서 개발한 영상 믹싱 프로그램으로 VJing에 주로 사용된다.

25) 아티스트들이 개발한 프리웨어 프로그램으로 이것을 통해 여러 영상 프로그램들이 실시간으로 같은 영상을 공유할 수 있게 된다.



[그림-6] 영상 시스템 설계도

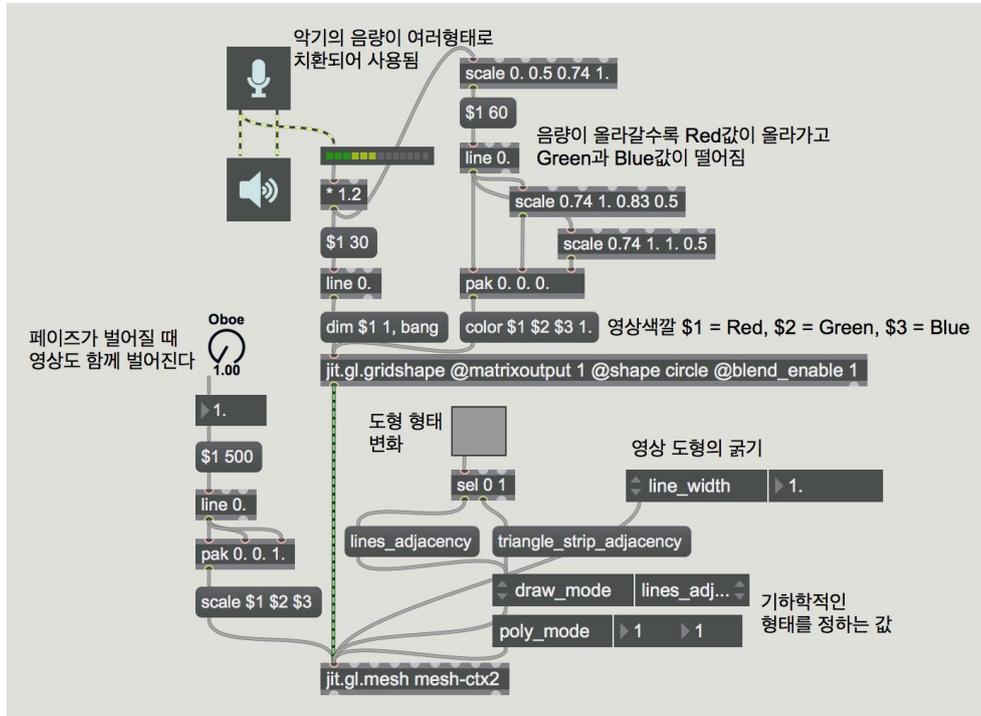
## 2) 영상 구성 및 연출

Max/MSP/Jitter에서 제공하는 간단한 도형들과 그 도형들이 이루는 기하학적인 형태와 색깔, 도형의 블룸효과(bloom effect)<sup>26)</sup>까지, 이 모두가 악기의 사운드와 연동되도록 패치를 제작하여 사용하였다.

### ① 사운드의 시각화

먼저 전자기타를 시각화한 영상은 여섯 개의 줄을 간단히 형상화 했다. 보랏빛을 띠는 줄을 여섯 개 만들고, 오보에는 사운드 홀의 모양을 본떠 원 형태로 만들었으며, 이 영상들은 악기 사운드에 반응한다.

26) 카메라로 강렬한 빛을 찍을 때 빛이 퍼져 보이는 현상을 흉내 낸 영상효과이다.

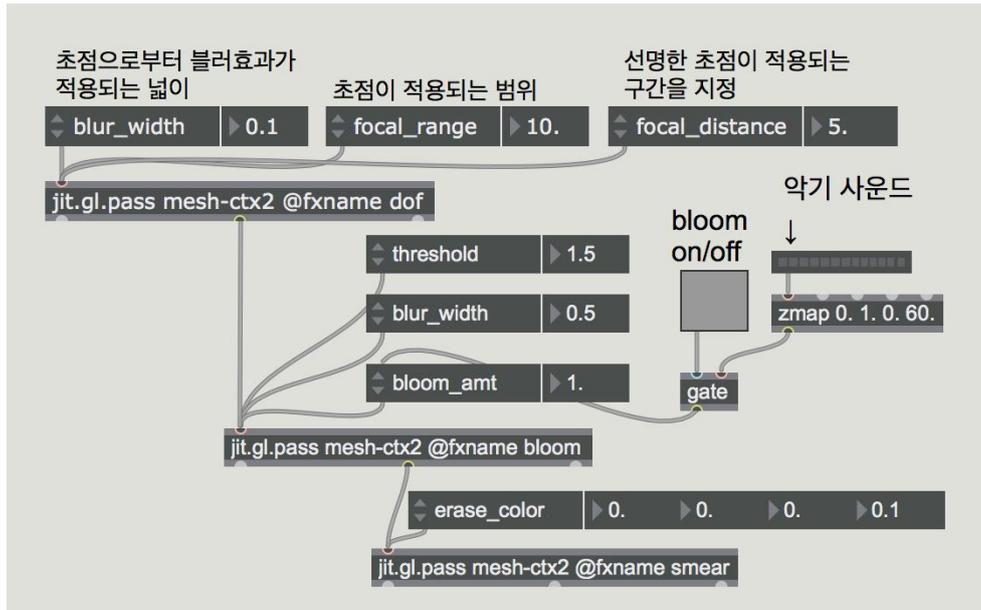


[그림-7] 오보에 사운드에 반응하는 영상 패치

[그림-7]의 패치는 오보에 사운드에 반응하는 영상을 만드는 패치이다. `jit.gl.gridshape` 오브젝트는 가상의 공간에 도형의 모양, 크기, 색깔, 개수, 선 굵기, 3차원공간에서의 위치 등을 결정하고 `jit.gl.mesh` 오브젝트는 `jit.gl.gridshape`와 연동하여 원하는 도형의 패턴을 반복시켜 기하학적인 형태를 만들어낸다. `draw_mode`라는 명령어를 통해 그 형태를 선택할 수 있는데, `toggle`을 이용하여 음악 파트마다 다른 형태의 모양이 나오도록 만들었다. 그렇게 만들어진 영상은 사용자가 정해준 이름만 공유하면 `jit.world` 오브젝트를 통해 실시간으로 출력된다.<sup>27)</sup> 전자기

27) 각 오브젝트의 이름의 뒤에 붙어있는 'mesh-ctx2'가 이름이며, 임의로 수정가능하다.

타와 오보에 모두 [그림-7]의 패치가 각각 3개씩 더 있으며, 여러 겹으로 겹쳐진 영상들이 악기의 음량과 phasing 효과에 반응하도록 만들어졌다.



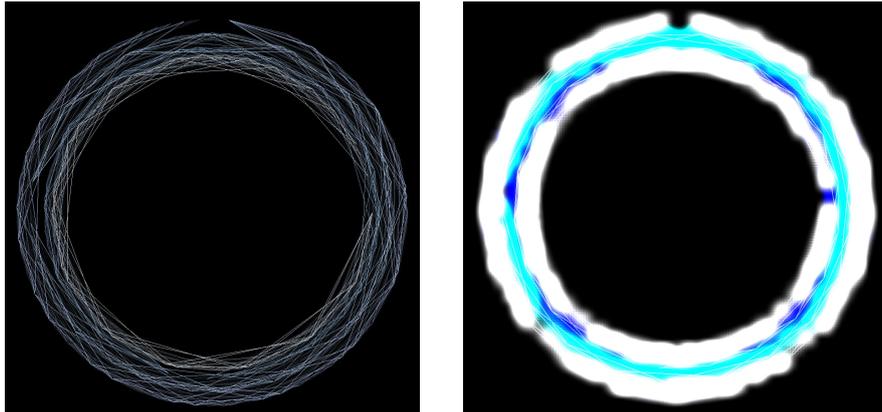
[그림-8] 오보에 음량에 반응하는 영상의 블룸효과를 위한 패치

[그림-8]은 영상에 블룸효과를 주기위한 패치이다. 영상에 특수한 효과를 주는 `jit.gl.pass` 오브젝트 2개가 쓰였다. `jit.gl.pass`는 영상에 블러(blur) 계열효과를 주는 기능을 가지고 있는데, `fxname`<sup>28)</sup>옆에 적어진 단어가 영상에 줄 효과를 뜻한다. 첫 번째 `jit.gl.pass`는 영상의 초점 값을 정해주는 `dof`(depth of field)<sup>29)</sup>를 결정하고, 두 번째는 블룸효과의 양을 정해주는 역할을 한다. 첫 번째 오브젝트에서 `focal_distance` 명령어를 통해 픽셀마다 초점 값을 정해주고, 두 번째 `jit.gl.pass`에서 초

28) `fx`는 특수효과를 말하며 `fxname` 다음에 붙는 이름은 해당하는 `jit.gl.pass` 오브젝트가 가지는 특수효과를 표시해준다.

29) '심도'라고 하는 영상용어이다. 초점이 선명하게 포착되는 영역을 말한다.

점에서 떨어진 픽셀은 블룸효과에 더 가중치를 받게 된다. 블룸효과가 들어간 오보에 영상은 [그림-9]에 있다.



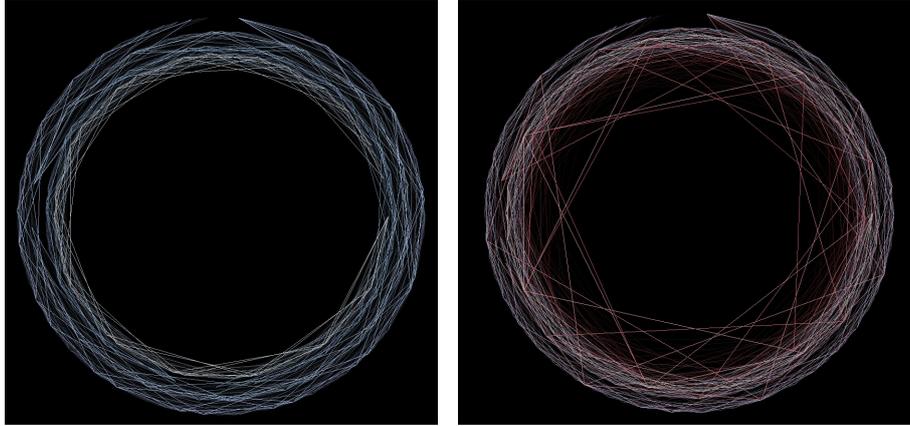
[그림-9] 블룸효과 처리가 된 오보에 시각화 영상

## ② 영상과 사운드의 연동

[그림-7]과 [그림-8]의 패치에서 생성되는 영상은 악기의 음량에 반응한다. 악기에서 나오는 신호가 [그림-7] 왼쪽 상단 음량막대모양의 `meter~` 오브젝트<sup>30)</sup>를 거치면 0에서 1사이의 음량 데이터로 변환된다. 그리고 그 데이터는 `scale`이나 `zmap` 오브젝트<sup>31)</sup>를 통해 영상을 제어할 수 있는 적당한 수치로 치환되어 실시간으로 영상을 제어한다.

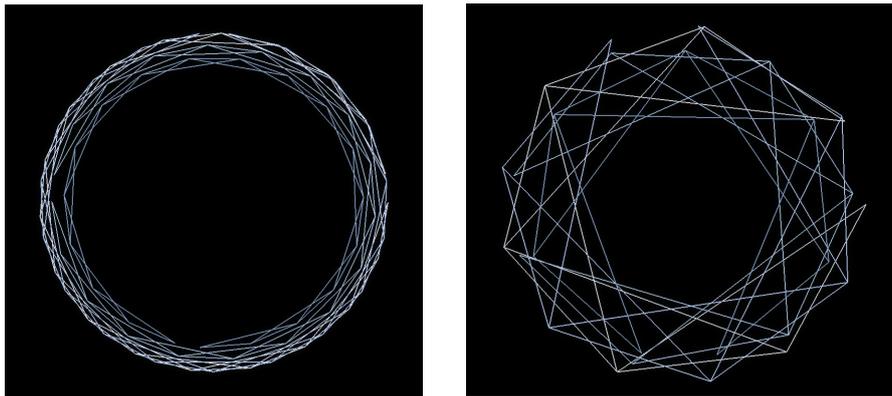
30) 신호가 `meter~` 오브젝트를 거치면 음량을 막대그래프로 표시해주고 아웃렛으로 0에서 1의 범위로 치환된 음량 데이터가 나온다.

31) `scale` 오브젝트와 같은 기능을 하지만 `scale` 오브젝트는 지정해준 범위를 넘어가도 같은 비율로 계산을 해서 내보내는 반면에, `zmap` 오브젝트는 범위 안의 데이터만 치환시킨다.



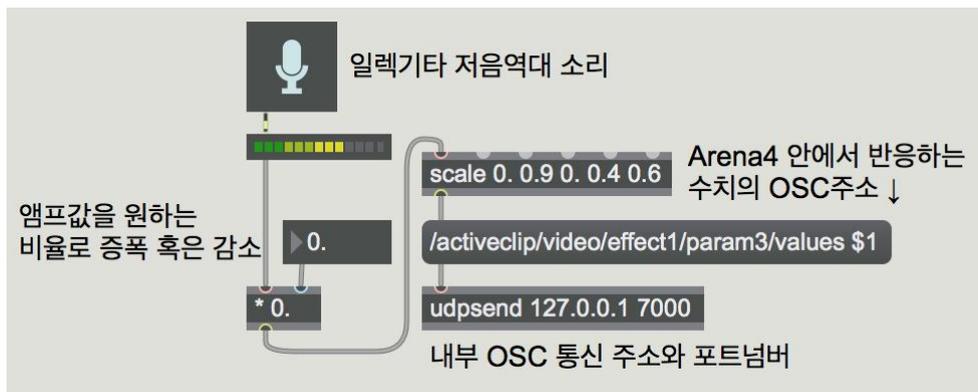
[그림-10] jit.gl.gridshape의 color값에 따라 색이 바뀌는 도형

[그림-7]의 color 명령어를 통해 도형의 Red, Green, Blue 값을 조절할 수 있는데, 음량이 올라가면 빨간색수치는 올라가고 나머지 수치는 상대적으로 내려가도록 만들어졌다. 그 결과 [그림-10]과 같은 형태로 영상을 변화 시킬 수 있게 되었고, [그림-11]처럼 dim 명령어를 통해 도형의 기하학적인 형태가 음량에 반응하도록 만들 수 있었다.



[그림-11] jit.gl.gridshape의 dim값에 따라 바뀌는 도형  
음량이 낮을 때(좌), 음량이 높을 때(우)

Max/MSP/Jitter에서 뿐만 아니라 Arena4의 영상효과가 전자기타의 음량에 반응하도록 만들었다. 전자기타 음량에 반응하는 영상을 Arena4가 Syphon을 통해 영상을 공유하고 있고 Arena4의 'Goo'라는 영상효과가 입혀져서 디렉터가 원할 때 악기의 음량에 따라 영상이 위아래로 뒤틀리는 효과를 얻을 수 있다. 전자기타의 모든 음량에 반응하는 것보다 처음에만 반응하도록 하는 것이 더 낫다고 생각하여 전자기타에 로우패스필터<sup>32)</sup>(low pass filter)를 걸어준 트랙을 따로 만들어 그 트랙의 음량을 Max/MSP/Jitter에서 OSC<sup>33)</sup>를 통해 Arena4로 보낸다.



[그림-12] Max/MSP/Jitter와 Arena4 간의 OSC통신

[그림-12]를 보면 악기의 사운드가 **scale** 오브젝트를 통해 영상효과에 적당한 수치로 치환되고, 그 데이터는 바로 아래 주소의 \$1으로 들어가 컴퓨터 내부 IP(127.0.0.1)와 포트번호(7000)가 적어진 **udpsend** 오브젝트<sup>34)</sup>로 들어가면 Arena4의 주소에 해당하는 수치가 움직인다.

32) 사운드의 저역 부분만 통과시켜주는 필터를 말한다.

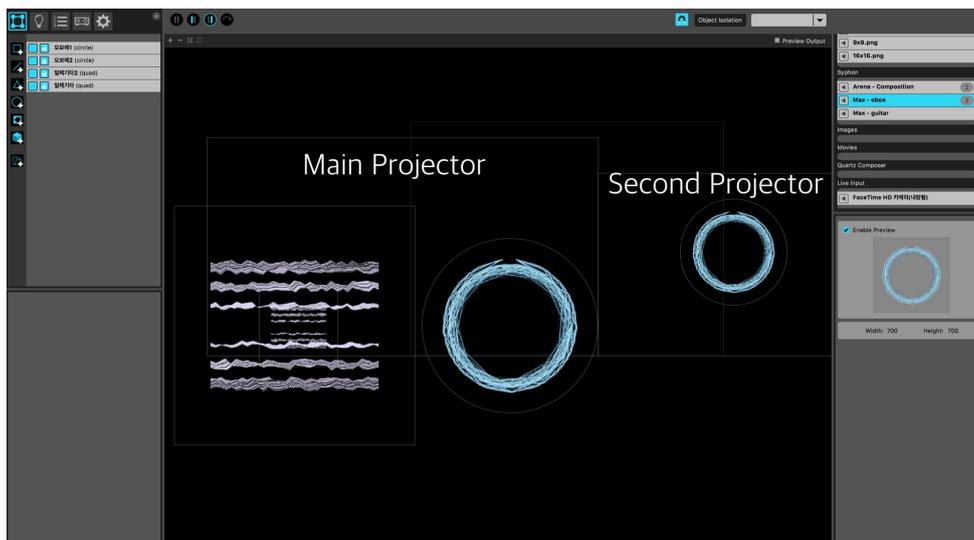
33) Open Sound Control: 신디사이저, 컴퓨터, 다른 멀티미디어장비들이 음악 공연을 위해 데이터를 주고받는 네트워크 통신을 말한다.

34) OSC가 호환되는 UDP(User Datagram Protocol)을 말하며 네트워크를 통해 데이터를 보낼 때 사용된다.

### ③ 영상의 배치

Max/MSP/Jitter에서 나오고 있는 영상과 Arena4를 거쳐 나온 영상 등을 모두 조합해 배치해야 하기 때문에 여러 개의 영상을 조합하여 프로젝터로 보내는 프로그램인 MadMapper2를 사용하였다.

전자기타와 오보에를 시각화한 영상이 각각 2개씩 사용되었다. 연주자 앞에 들어갈 영상이 하나 출력되고 그 뒤로 같은 영상이 약 3배정도의 크기로 하나 더 출력된다.



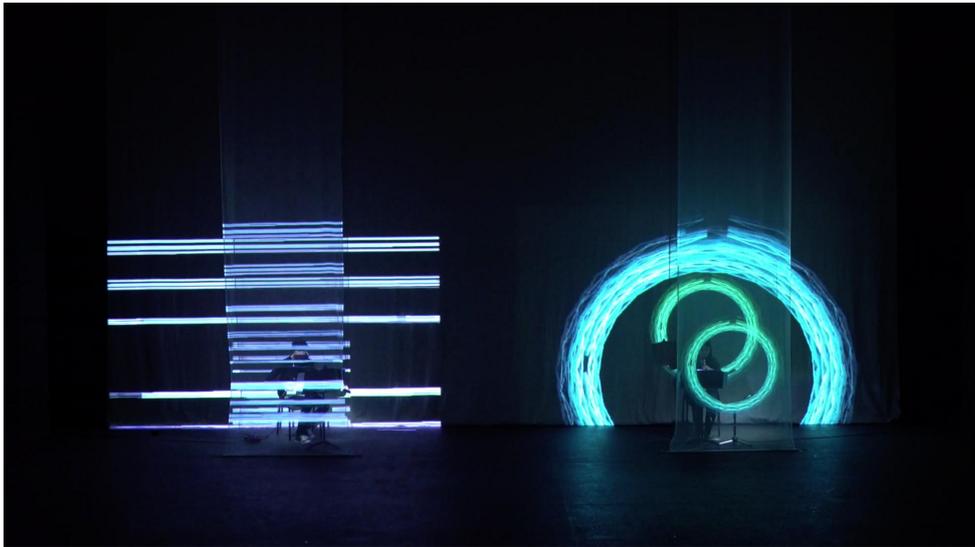
[그림-13] MadMapper2를 이용한 영상 배치

[그림-13]은 MadMapper2를 이용한 영상 배치 모습이다. 오보에 시각화 영상의 해상도를 위해 메인프로젝터 이외에 프로젝터 하나를 더 사용할 것이기 때문에 메인프로젝터로 출력될 영상과 두 번째 프로젝터로 출력될 공간을 따로 만들어 영상을 배치시켰다.

### Ⅲ. 연구 기술의 작품 적용

연구된 시스템과 기술들은 2016년 11월 18일 동국대 이해랑극장에서 진행된 한국멀티미디어학회공연 ‘보는 소리 듣는 영상 XIII’ 중 <The Phase>라는 작품에 사용되었다. 악기는 전자기타와 오보에를 사용하였다.

#### 1. 작품 소개



[그림-14] 공연 이미지

작품 <The Phase>는 미니멀리즘 음악가인 Steve Reich의 페이즈 음악을 모티브 삼아 컴퓨터음악으로 재해석한 작품이다. 전반적인 phasing 기법은 Steve Reich의 곡인 「Four Organs」와 「Electric Counterpoint」에서 모티브를 받았다. Steve Reich의 일반적인 페이즈 음악 공연과는

다르게 같은 종류의 악기는 두 대 이상 존재하지 않고 오로지 라이브 사운드와 그것을 이용한 컴퓨터음악 사운드만 작품에 사용된다. 악기 하나로 phasing 효과를 구현하고 페이즈 음악의 의미를 훼손하지 않는 범위 내에서 컴퓨터음악을 사용하였을 때만 가능한 여러 음향효과들을 이용해 곡을 더욱 풍성하게 만들었다. 영상은 음악을 직관적으로 시각화하여 음악을 돕는다.

## 2. 작품 구성

### 1) 음악 구성

[표-1] 작품 구성

구성	Intro/A	B	C/Climax	A'	C'/Climax
시간	00:00~01:45	01:45~02:42	02:42~04:40	04:40~05:07	05:07~06:35
전자기타	느린 박자	rhythm phasing	rhythm phasing	느리고 자유롭게	rhythm phasing
오보에	없음	단순한 선율	pitch phasing	없음	pitch phasing
영상	기타시각화	오보에/기타 시각화	변형/색깔 반응	없음	변형/색깔 반응

[표-1]은 작품의 전체적인 구성이다. 인트로에서는 granular synthesis 와 phase vocoder로 기타의 느린 rhythm phasing과 pitch phasing을 보여준다. 이어지는 A 파트에서는 전자기타가 상대적으로 느린 속도로 단순한 멜로디를 연주하여, 간단한 rhythm phasing을 관객들에게 인지 시

킨다. 영상 역시 상대적으로 단순한 영상이 나온다.

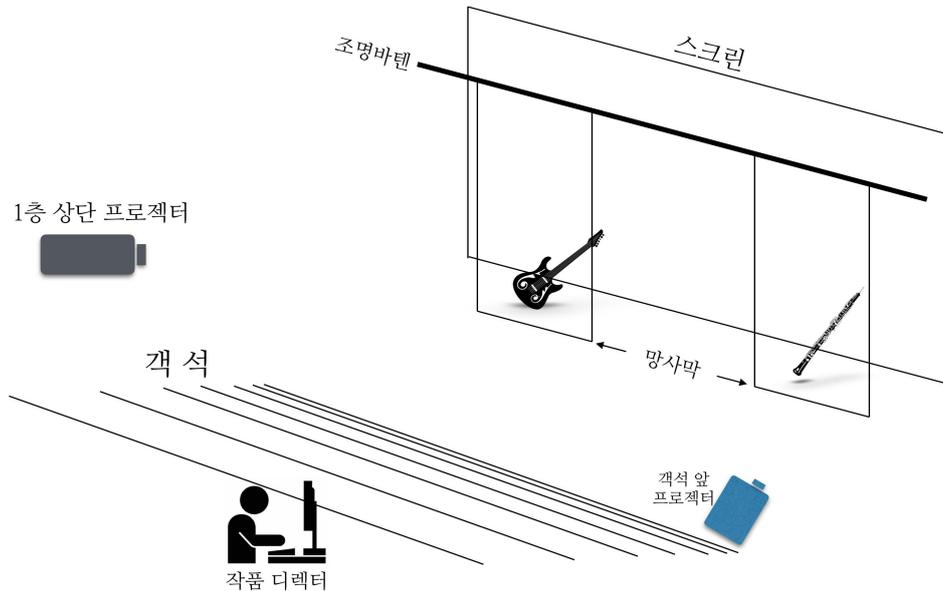
B 파트로 넘어가면 전자기타의 연주속도가 빨라지고 오보에가 전자기타와 화음을 이루며 나온다. 오보에는 지속음을 내면서 pitch phasing을 보여준다. B 파트 후반부에는 전자기타의 rhythm · pitch phasing과 오보에의 pitch phasing이 함께 나오면서 B 파트의 클라이맥스가 나온다. 이때 오보에 시각화 영상은 음량에 따라 색깔과 굵기가 변하고 전자기타 시각화 영상은 Arena4의 영상효과를 이용해 클라이맥스를 만든다.

작품에서 가장 고조되는 부분인 C 파트에서는 전자기타가 뒤를 받쳐주고 오보에가 주 멜로디를 연주한다. 오보에 시각화 영상의 모양이 바뀌고 B 파트와 비슷한 형태로 진행되다가 클라이맥스에서는 전자기타와 오보에가 3도 화음을 이루는 단순한 멜로디를 같은 박자로 반복한다. 오보에는 rhythm phasing을 하고, 전자기타는 베이스 줄을 치는 빈도를 높이면서 pitch phasing으로 저음과 고음을 강조하며 C 파트 클라이맥스를 이끌어간다.

C 파트가 끝나면 작품 앞부분에서 나왔던 멜로디로 분위기를 환기시킨다. 음향효과가 들어간 소리는 전혀 나오지 않고 전자기타 소리만으로 연주한다.

마지막 클라이맥스인 C' 파트는 C 파트의 클라이맥스부분을 천천히 연주하기 시작하다가 C 파트만큼의 고조된 분위기를 만들고 전자기타의 조용한 하모닉스로 작품이 마무리된다.

## 2) 무대 구성

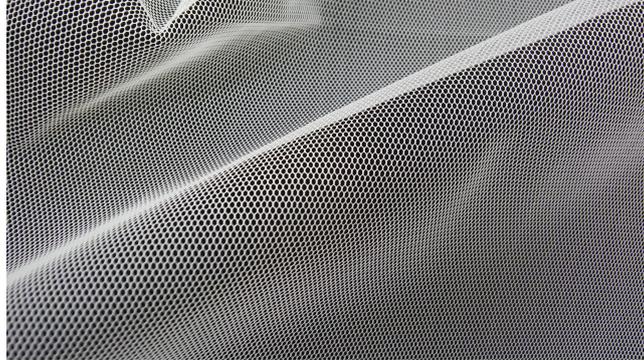


[그림-15] 작품 무대 구성

무대구성은 [그림-15]와 같이 전자기타와 오보에가 적정 간격을 두고 앉고, 폭이 약 1.8m인 망사막을 조명바텐(light batten)<sup>35)</sup>에 달아서 각 연주자의 앞쪽에 펼친다. 망사막에는 각 악기를 시각화한 영상이 출력된다. 무대에 메인 스크린이 있지만 연주자 앞에 영상이 맺힌다면 관객이 느끼는 음악과 영상의 연동성을 더 강조할 수 있다. 그러나 본 공연 때는 망사막의 폭이 생각보다 넓지 않아 망사막에 출력되는 영상의 크기가 충분히 크질 못해서 망사막에 출력되는 영상 이외에 메인 스크린에도 본 영상의 약 세배 크기 영상이 겹쳐서 출력되게 만들었다.

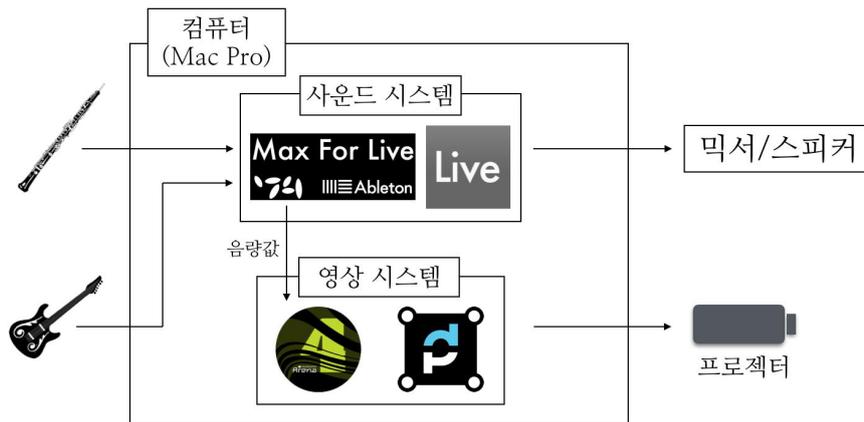
작품 디렉터는 1층 상단 프로젝터가 위치한 곳 바로 옆에서 영상과 음악을 모니터링하면서 작품을 제어한다.

35) 특수조명기구나 다양한 무대장치가 매달릴 수 있도록 만들어진 장치를 말한다.



[그림-16] 망사막

### 3) 시스템 구성



[그림-17] 공연 시스템 구성

시스템 구성은 [그림-17]과 같이 먼저 사운드 시스템으로 악기 사운드를 받고 사운드 시스템을 통과한 사운드가 스피커로 출력된다. 사운드 시스템에서 얻어낸 각 악기의 음량 데이터는 영상 시스템으로 보내져 음량에 따라 영상이 반응하고, 입력된 여러 영상을 사용자가 의도한 구도대로 프로젝터를 통해 망사막과 스크린에 출력된다.

### 3. 작품 내 기술 적용

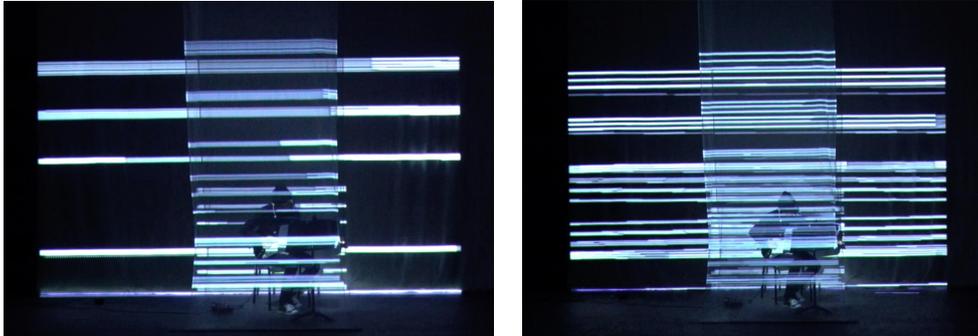
#### 1) A 파트 적용 효과

[표-2] A 파트 음악/영상 구성

시간 요소	00:00~00:42	00:42~00:55	00:55~01:24	01:24~01:45
전자기타	느린 rhythm phasing	저음 pitch phasing	rhythm phasing	pitch phasing
영상	없음		phasing에 따라 여러 줄로 갈라짐	약간의 블룸효과

인트로와 A 파트는 전자기타만 나오는 부분인데, 인트로에서는 차분한 분위기에서 phase vocoder로 먼저 전자기타 멜로디에 뒤늦게 따라오는 느린 rhythm phasing 효과로 시작하여 granular로 저음 pitch phasing을 만들어 무거운 분위기를 만든다. 이어지는 A 파트에서 전자기타에 딜레이 음향효과가 걸려 나오면서 전자기타 멜로디가 점점 어긋나는 효과를 보여준다. 어긋나기 시작한 박자는 같은 두 개의 멜로디가 화음을 이룰 때까지 어긋났다가 다시 만나기를 2번 정도 반복한다. 뒷부분에는 phase vocoder를 이용하여 전자기타의 느려지는 멜로디도 살짝 보여준다. 단순히 느려지는 것이 아니라 약간의 음색변화도 있기 때문에 음악적으로 색다른 효과를 낸다.

A 파트 영상은 아래 [그림-18]에서 볼 수 있듯이 전자기타 음량에 반응하고, 딜레이 음향효과를 통해 전자기타 박자가 어긋나기 시작하면 여섯 개의 줄에서 각각 다른 줄들이 벌어져 나와 rhythm phasing을 표현한다.



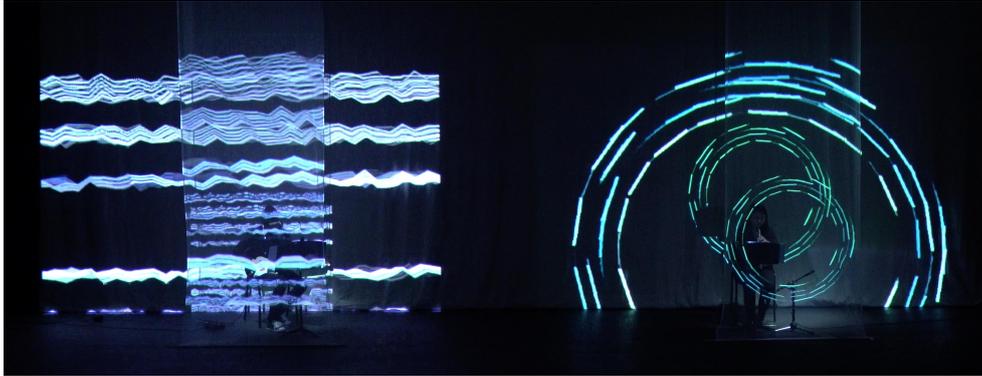
[그림-18] 전자기타 박자가 어긋남을 시각화한 영상 변화

## 2) B 파트 적용 효과

[표-3] B 파트 음악/영상 구성

시간 요소	01:45~02:12	02:12~02:25	02:25~02:42
전자기타	rhythm phasing		높고 낮은 pitch phasing
오보에	rhythm phasing	pitch phasing	
영상	전자기타는 rhythm phasing/ 오보에는 pitch phasing에 따라 영상이 반응함		전자기타에 Arena4 효과 들어감/오보에는 색깔과 굵기가 사운드에 반응

B 파트는 전자기타와 오보에가 함께 나오기 시작하는데, 두 악기 모두 딜레이 음향효과를 통해 멜로디가 조금씩 어긋나고 다시 만나기를 반복한다. 중반부에는 지정해준 주파수를 기준으로 오보에의 소리를 여러 갈래로 나눈 후 pitch shifter로 보내 각각 다른 비율로 피치가 어긋나게 만들어, 오보에의 피치가 여러 갈래로 디튠 되는 것 같은 효과를 만든다. B 파트의 고조되는 부분에서는 granular synthesis로 전자기타의 소리를 pitch phasing하여 저음을 보강하고 phase vocoder를 적극적으로 사용하여 음향효과를 거친 사운드가 음악을 고조시킨다.



[그림-19] B 파트 고조되는 부분의 영상 변화

B 파트의 영상은 [그림-19]와 같이 전자기타의 rhythm phasing과 오보에의 pitch phasing을 직관적으로 표현하고, 고조되는 부분에서 전자기타 시각화 영상이 Arena4 영상 효과를 거쳐 위아래로 영상이 움직이는데, 주로 기타의 저음에 반응한다. 그리고 오보에 시각화 영상은 고조되는 부분에서 원모양을 이루는 선들의 두께가 음량에 반응하여 음악을 시각적으로 돕는다.

### 3) C, C' 파트 적용 효과

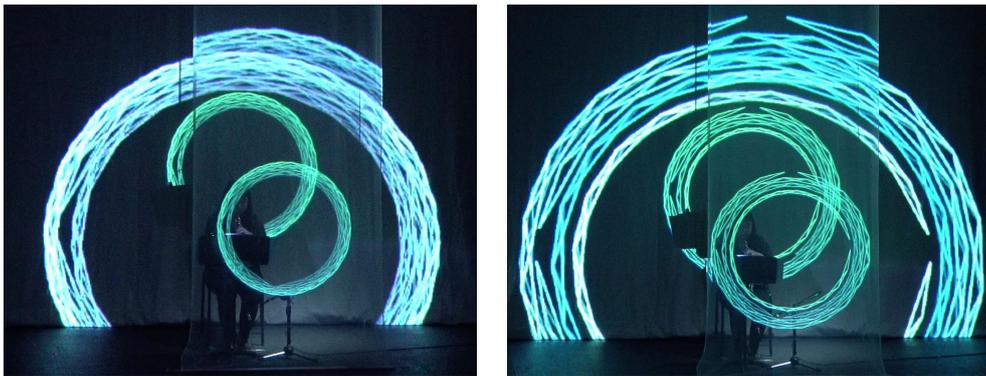
C 파트에서는 전자기타가 rhythm phasing을 하면서 음악을 받쳐주는 역할을 하고, 오보에가 주 멜로디를 이끌어간다. A 와 B 파트에서 나온 두 악기의 phasing효과가 모두 나오고, 클라이맥스에서 granular를 이용하여 기타의 피치를 옥타브 유니즌<sup>36)</sup>(unison)으로 넓게 phasing 시켜 저

36) 한 옥타브 위나 아래의 음이 동시에 울리는 음향효과를 말한다.

[표-4] C 파트 음악/영상 구성

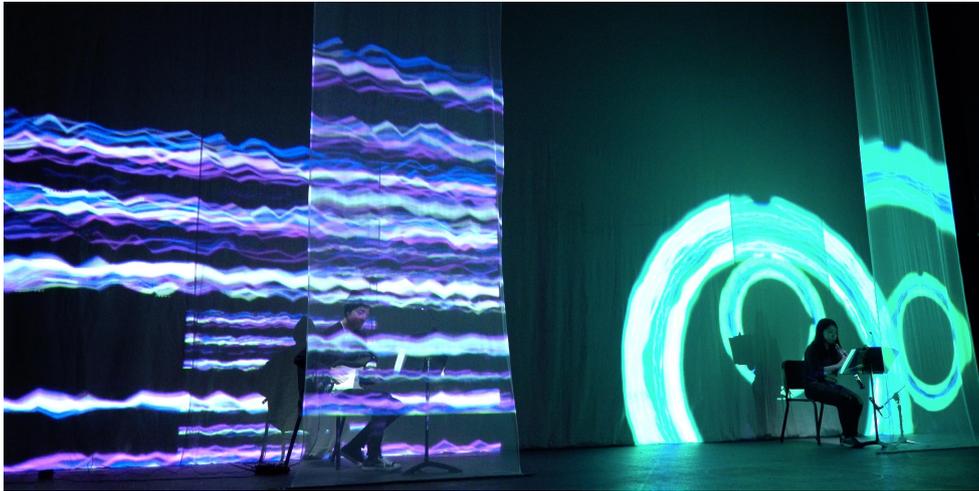
시간 요소	02:42~04:00	04:00~04:24	04:24~04:41
전자기타	rhythm phasing	rhythm/pitch phasing	rhythm/pitch phasing
오보에	rhythm/pitch phasing	rhythm phasing	rhythm/pitch phasing
영상	오보에의 영상 형태가 바뀔/나머지는 B 파트의 효과와 같음	전자기타에 Arena4 효과 들어감/오보에는 색깔이 사운드에 반응	전자기타와 오보에의 pitch phasing 사운드에 블룸효과가 반응함

음역과 고음역대 사운드를 가득 채운다. 그 사운드를 phase vocoder에 통과시켜 느려지는 rhythm phasing을 이용한 고음역대 전자기타 사운드가 음악을 한층 더 날카롭게 고조시킨다. pitch phasing을 한번 거친 전자기타 사운드가 phase vocoder를 통과함으로써 악기 2대 만으로 기존 페이즈 음악에서 찾아보기 힘든 음향적으로 풍부한 효과를 낼 수 있었다.



[그림-20] 오보에의 피치가 어긋남을 시각화한 영상 변화

C 파트 영상은 먼저 [그림-20]과 같이 C 파트에 들어서면서부터 오보에 시각화 영상의 모양이 바뀌어 분위기를 조금 반전시키고, 오보에의 pitch phasing을 시각화하여 보여준다. C 파트의 클라이맥스에서는 위에서 설명한 phase vocoder를 거친 사운드를 아래 [그림-21]처럼 블룸 효과로 시각화하였다. 영상의 빛 번짐 효과가 음악의 클라이맥스를 돕는다. C 파트가 끝나고 잠시 A' 파트로 넘어가 분위기가 다운되고 또 한 번 C' 파트에서 같은 패턴을 반복하며 곡이 마무리된다.



[그림-21] phase vocoder 사운드를 시각화한 영상 변화(블룸 효과)

#### 4) 페이지즈 음악을 위한 연구 기술 적용

곡 전반적으로 음향효과를 많이 활용한 작품이기 때문에 멜로디를 작곡하고 곡 구성을 생각할 때 음향효과를 통해 얻어진 소리의 적절한 배치가 아주 중요했다. 목적 없이 사용된 의미 없는 음향효과는 작품에 해가 될 뿐이기 때문이다. 이 작품의 경우 오보에와 전자기타가 이외에 다

른 악기나 음악 없이 거의 단선율만을 연주하는 단순한 형태이기 때문에 연구한 음향효과들을 더 과감하게 사용할 수 있었다.

여러 악기들이 많이 나오는 Steve Reich의 곡에서는 다른 악기들이 그 자리를 대신했지만 이 작품에서는 컴퓨터를 이용한 음향효과 덕분에 선율악기 단 2대만으로 더 풍성한 페이즈 음악을 만들 수 있었다. 단순한 딜레이 음향효과로 페이즈 음악의 기본적인 특징을 세밀하게 가지기도 하고, granular synthesis와 phase vocoder, pitch shifter를 사용하고 조합하여 매력적이면서 효과적인 사운드를 만들어 곡을 풍성하게 만들어 냈다. pitch shifter를 사용한 오보에 사운드는 마치 기존 페이즈 음악에서 쓰였던 기법처럼 자연스럽고, 전자기타 사운드에 사용되는 phase vocoder와 granular synthesis의 조합 또한 페이즈 음악에 아주 어울리는 매력적인 사운드를 만들어 낸다.

이 작품은 멀티미디어음악 작품으로써 음악이 중심이 되는 작품이기는 하나 다른 미디어와의 인터랙션(interaction) 또한 중요하다. 이 작품에서는 영상이 사용 되었고, 그 영상의 활용 기준은 음악을 직관적으로 표현할 수 있고 그 영상이 음악을 극적으로 만드는데 도움이 되느냐이다.

작품의 음악이 단순한 멜로디의 반복이 많기 때문에 영상 또한 간단한 패턴의 반복과 음악의 기승전결을 표현하는 포인트가 될 효과 몇 개 정도만 사용되었다. 간단하게 악기를 형상화하고 phasing을 시각화한 영상 구성이 음악에 좀 더 설득력을 실어주었고, 특정 사운드에만 반응하는 영상효과는 음악을 더 극적으로 만들었다. 결과적으로 화려한 영상보다 더 효율적이고 세련된 작품을 만들 수 있었다.

## IV. 결론 및 고찰

본 연구를 통해 페이즈 음악에서 phasing을 리듬만이 아닌 여러 의미로 확장시킬 수 있음을 증명하고자 페이즈 음악을 위한 컴퓨터음악 시스템을 만들었다. 이 시스템은 phasing을 이용한 음악적 효과, 그것을 시각화한 영상, 그리고 그 둘의 인터랙션으로 구성되어있다.

사운드 시스템은 딜레이 음향효과와 phase vocoder가 각 악기를 rhythm phasing 시킨다. 또한 FFT분석을 통해 오보에의 배음을 여러 단계로 나누어 pitch shifter로 미묘한 pitch phasing을 만들고, granular synthesis로 전자기타를 pitch phasing 시켜 매력적인 음향 효과를 만들었다.

영상은 모두 실시간으로 만들어지고, 악기를 형상화한 형태로 만들어졌다. 영상이 악기의 음량에 반응하도록 만들어졌으며, 전자기타 시각화 영상은 rhythm phasing을, 오보에 시각화 영상은 pitch phasing을 직관적으로 표현한다. 연출에 있어서 부족한 부분들은 여러 프로그램들의 영상효과를 이용하였다. 이렇게 만들어진 영상들은 음악에 직관적으로 반응하여 음악을 더 극적으로 만들어준다.

이전 페이즈 음악은 어쿠스틱 악기 위주의 작품이 다수지만, Steve Reich의 초기 작품들은 주변의 소리나 사람의 목소리를 편집하여 만들었다. 이때 밀리세컨드(millisecond)단위로 어긋나는 사운드는 플랜징(flanging), 코러스(chorus)효과 같은 오묘한 음색변화가 일어난다. 이처럼 출발부터 음향효과적인 요소와 관련이 많았던 페이즈 음악은 컴퓨터가 개입하기 아주 좋은 조건을 가지고 있다. 컴퓨터를 통한 아날로그의 디지털화가 진행되면서 phasing이라는 단어 자체도 리듬, 피치, 배음, 파

형의 위상 등 아주 다양한 의미로 사용되기 때문에 활용할 수 있는 범위도 더 넓어졌다. 단순히 딜레이 효과를 이용하여 기존의 페이즈 음악을 흉내 내는 것뿐만 아니라 컴퓨터의 기술을 이용하여 피치를 조금씩 어긋나게 만드는 것도 페이즈 음악이 되었다. 배음을 분석하여 사운드 일부분의 리듬과 피치를 어긋나게 만드는 것도 페이즈 음악이고, 꼭 리듬과 피치가 아니더라도 배음들의 위상(phase)을 바꿔 음색을 바꾸는 것도 페이즈 음악이다. 얼마든지 기존 페이즈 음악을 훼손하지 않으면서도 다양한 해석이 가능하다는 것이다.

물론 기존에 여러 사람들의 긴 연습을 통해 만들어진 어쿠스틱공연만이 주는 감동이 있다. 하지만 컴퓨터를 이용한 phasing의 음악적인 활용 가능성과 그 결과가 주는 매력 또한 상당하다. 그리고 이는 페이즈 음악에만 국한된 이야기는 아니기 때문에 잠재적인 가능성은 더 크다고 할 수 있다. 컴퓨터를 이용해 이색적인 사운드를 만들어 낼 수 있고, 본 작품에 쓰인 여러 효과들 중에서 하나만 가지도고 좋은 작품을 만들 수 있다. 앞으로도 phasing과 같이 컴퓨터음악에서의 기본적인 요소들로부터 얼마나 예술적으로 좋은 효과를 얻을 수 있는지를 알아보는 것이 주목할 만한 추가적인 연구과제가 될 것이다.

Keyword(검색어)

인터랙티브 멀티미디어 음악(Interactive multimedia music),  
소리시각화(sound visualization), 컴퓨터음악(computer music),  
스티브 라이히(Steve Reich), 페이즈 음악(phase music), Max/MSP/Jitter

E-mail: hokamja@naver.com

## 참 고 문 헌

### 1. 단행본

Kostka, Stefan M. Materials and Techniques of Twentieth-Century Music. Prentice Hall, Third Edition, 2006.

Leon Harkleroad. The Math Behind the Music.  
Cambridge University press, 2006.

R. Murray Schafer. The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World. Inner Traditions/Bear, 1993.

Glenn D. White, Gary J. Louie. The Audio Dictionary.  
University of Washington press, Third Edition, 2005.

Charles Dodge, Thomas A. Jerse. Computer Music: synthesis, composition and performance. Schirmer Books, Second Edition, 1997.

Curtis Roads. The Computer Music Tutorial. MIT press, 1996.

## 2. 참고논문

Mertens, Wim. American Minimal Music:

La Monte Young, Terry Riley, Steve Reich, Philip Glass.

Translated by J. Hautekiet;

preface by Michael Nyman. London: Kahn & Averill;

New York: Alexander Broude. 1983.

김진웅, 「줄타기를 이용한 인터랙티브 멀티미디어 시스템 제작 연구」

(동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2016)

서희숙, 「포먼트 기법을 이용한 판소리 시각화 연구」

(동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2015)

이동규, 「Interface(INPUTO)를 이용한 인터랙티브 콘텐츠 연구」

(동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2011)

## 3. 웹사이트

MSP Analysis Tutorial 4: Signal Processing with `fft`,

[https://docs.cycling74.com/max7/tutorials/14\\_analysischapter04](https://docs.cycling74.com/max7/tutorials/14_analysischapter04)

# ABSTRACT

## Interactive Multimedia Performance by Phase Music and Computer Music Techniques (Focus on Multimedia Performance <The Phase>)

Jeon, Woojin

Phase music is a form of music that uses phasing as a primary compositional technique. Phasing is a compositional technique in which two instruments play the repetitive same melody in different beats. Thus, the two instruments gradually shift out of unison. It was popularized by minimal music composer Steve Reich.

The computer music system made in this study is for phase music and interactive multimedia performance. The system developed in this study consists of controlling sound effects for phasing, the visualized image controlled by instrument's sound and interaction between the two.

The sound effects are divided for rhythm phasing and for pitch phasing. Delay effector and phase vocoder are used for rhythm phasing, and pitch shifter, granular synthesis and frequency filter are used for pitch phasing.

The video system is designed to shape the musical instruments, and all video images are created in real time. In this study, composer used electric guitar and oboe, and the video images respond to the volume values of these two instruments. Video image of the electric guitar mainly visualizes rhythm phasing, and that of the oboe visualizes pitch phasing. So this images react eidetically to the instruments, thereby assisting the music.

As digitization of analogue sound, phasing can be quantified, and it is now possible to use various methods such as pitch phasing. Not only rhythm and pitch phasing, but also tone change by change harmonics phase is phase music. These can create compelling music without compromising any existing phase music.

Of course, that is not mean acoustic phase music is bad. However, the potential for musical use of phasing using computers are also attractive. And that is not limited in phase music. In the future, it will be an additional research topic to learn how artistic effects can be obtained from the basic elements of computer music, such as phasing. And that is not limited in phase music.

부록-1 : 작품 <The Phase> 연주 악보

<The Phase>

Oboe & E. Guitar Score

Free Tempo

Oboe

E. Guitar

1

5

9

Tempo = 90

13

17

21

25

29

33

*f*

37

41

Musical notation for measures 41-44. The top staff features a melodic line with a slur over measures 41-44. The bottom staff provides a rhythmic accompaniment of eighth notes.

45

45

Guitar Tremolo

Musical notation for measures 45-48. The top staff features a melodic line with a slur over measures 45-48. The bottom staff provides a rhythmic accompaniment of eighth notes. The text "Guitar Tremolo" is written below the bottom staff.

49

49

Guitar Tremolo

Musical notation for measures 49-52. The top staff features a melodic line with a slur over measures 49-52. The bottom staff provides a rhythmic accompaniment of eighth notes. The text "Guitar Tremolo" is written below the bottom staff.

53

53

Musical notation for measures 53-56. The top staff features a melodic line with a slur over measures 53-56. The bottom staff provides a rhythmic accompaniment of eighth notes.

57

57

Musical notation for measures 57-60. The top staff features a melodic line with a slur over measures 57-60. The bottom staff provides a rhythmic accompaniment of eighth notes.

61

65

69

73

77

81

85

89

93

97

101 Tempo = 70

*p*

105 accel. Tempo = 90

*mf* *f*

109 *ff*

113

## 부록-2 : 첨부 DVD 설명

1. The Phase.mov : 2016년 11월 18일 이해랑 예술극장 <The Phase>  
공연 실황
2. The Phase Score : 작품 악보 폴더
3. The Phase Project : Ableton Live9(Max for live) 작품 사운드 시스템 파일/패치 폴더
4. The Phase.avc : Arena4 작품 프리셋 파일
5. The Phase.mad : MadMapper2 작품 프리셋 파일