

석사학위논문

첼로 음색의 실시간 분석과 소리
시각화 연구

(멀티미디어음악작품 <Twisted Treeline>을 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공
김 형 준

2015

석 사 학 위 논 문

첼로 음색의 실시간 분석과 소리 시각화 연구

(멀티미디어음악작품 <Twisted Treeline>을 중심으로)

김 형 준

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2015년 1월

김형준의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2015년 1월

위원장: 김 정 호 (인)

위 원: 정 진 현 (인)

위 원: 김 준 (인)

동국대학교 영상대학원

목 차

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
1) 연구 배경	1
2) 연구 목적	3
2. 작품 배경	4
II. 본론	6
1. 작품 내용	6
1) 작품 구성	6
① 시간적 구성	6
② 내용적 구성	7
③ 무대의 구성	9
④ 시스템 구성	9
2. 연구 내용	10
1) 음악 제작	10
2) 첼로 연주의 분석과 사운드 프로세싱	11
① 첼로 연주 및 테이프 음악(tape music) 분석	11
② 사운드 프로세싱	20

3) 영상 효과 및 패턴의 제작	22
① 페이드 효과	23
② 확산 패턴의 제작	25
③ 원(circle)형 패턴의 제작	28
④ 선(line)형 패턴의 제작	30
⑤ 회전 패턴의 제작	31
⑥ 낙하 패턴의 제작	35
⑦ 진동 패턴의 제작	36
⑧ 빛(spotlight)효과	37
3. 작품에서의 적용	38
1) 파트 A	38
2) 파트 B	40
3) 파트 C	41
4) 파트 D	42
 III. 문제점 및 향후 계획	 44
 참고문헌	 46
Abstract	49
부록-1 : (cello score)	51
부록-2 : (첨부 DVD 설명)	54

표 목 차

[표-1] 작품 <Twisted Treeline>의 시간적 구성	6
[표-2] 작품 <Twisted Treeline>의 마디 구성	11

그 립 목 차

[그림-1] 시스템 구성도	10
[그림-2] 작품에서 사용하는 analyzer~의 기능	12
[그림-3] 두 주법의 차이 분석 및 적용	13
[그림-4] 작품에서의 buddy오브젝트 활용	15
[그림-5] 첼로 어택 분석을 위한 reattack 재조정	17
[그림-6] 첼로의 음의 높낮이 분할 방식	18
[그림-7] 분석된 음량 데이터 변환 및 활용 방식	19
[그림-8] 콤파ilter(comb filter)의 활용	21
[그림-9] 팬 조절을 위한 패치	21
[그림-10] BFC2000	22
[그림-11] Max에서의 페이드 효과 작동 방식	23
[그림-12] Quartz Composer에서의 페이드 효과 작동 방식	24
[그림-13] 페이드 효과의 구현	24

[그림-14] 확산 패턴의 이미지 변경 및 삽입	26
[그림-15] 확산 패턴의 개수 및 방향 설정	26
[그림-16] 확산 패턴의 실제 운동 방향	27
[그림-17] 렌더링의 제어	28
[그림-18] 형태 변환을 위한 오브젝트들의 통합	29
[그림-19] Noise Amount 파라미터에 의한 형태의 변화	30
[그림-20] 회전운동 구현을 위한 파라미터 조작	32
[그림-21] 원형 운동을 위한 두 가지 파형의 조합	33
[그림-22] 세 축의 운동으로 구현되는 나선형 패턴	34
[그림-23] 작품에서 적용된 나선형 패턴의 화면	35
[그림-24] 파라미터 설정에 의한 진동 패턴의 구현	36
[그림-25] spotlight 효과를 위해 사용된 오브젝트	37
[그림-26] 파트 A에서 적용된 spotlight 효과	38
[그림-27] 파트 A에서 적용된 운동 패턴	39
[그림-28] 파트 B에서 적용된 운동 패턴	40
[그림-29] 파트 C에서 적용된 운동 패턴	42
[그림-30] 파트 D에서 적용된 운동 패턴	43
[그림-31] 파트 D에서 적용된 spotlight 효과	43

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

1) 연구 배경

사람들은 음악 감상 시 귀로부터 전달된 정보를 뇌에서 해석하게 된다. 각각의 주관을 가진 사람들에 의해 음악이 새롭게 해석된다는 것인데, 작곡가의 의도와는 달리 음악의 느낌이 왜곡되어 전달될 가능성이 크다. 이것은 어떤 관점에서는 긍정적인 효과를 거둘 수 있겠으나, 결국 작곡가의 의도가 관철되지 않는 경우가 생길 수 있으며 부정적인 결과 초래할 수도 있다. 그렇기 때문에 귀 뿐만 아니라 눈을 통하여 시각화된 정보를 함께 전달하는 방식으로 작곡가의 의도와 곡에 대한 이해도를 한층 더 증대 시킬 수 있다.

소리 시각화(sound visualization)는 1976년 Atari¹⁾에 의해 최초로 이루어졌다. 음악의 시각적인 표현을 위하여 제시된 아이디어가 장비의 발전과 맞물려 개발되었다. 실시간으로 분석하여 생성하는 방식을 가지고 있는 것은 아니었지만 대중적으로 배포된 시각화의 사례로 볼 수 있다. 시각화는 음악 재생하였을 때 그것을 분석하여 시각화하는 방식에서 예술적 요소가 첨가 되면서 대중적인 분야로 차츰 발전하고 있다. 디즈니의 작품 <Fantasia>²⁾가 그 대표적인 예이다. 1940년에 제작된 Walt Disney Production의 작품으로 클래식 음악에 맞춰 애니메이션(animation)이 움직이도록 시도한 작품이다. Atari의 시각화가

1) 미국의 컴퓨터 제조업체로 가정용, 오락용 컴퓨터를 개발한다.

2) 각각의 주제를 가진 8개의 장으로 구성되어진 디즈니의 애니메이션이다.

직관적이고 기술적인 표현이라면 <Fantasia>의 경우는 예술적인 표현으로 볼 수 있다. 대중적인 지지를 얻지는 못하였으나 음악을 분석하여 각각의 악기와 음색(timbre)·음의 높낮이(pitch)·음량(amplitude) 값을 색상·형태 등으로 데이터를 변환한 뒤 영상으로 표현하는 방식을 시도하면서 음악의 시각화 작품의 좋은 선례가 되었다. 음악에 맞춰 시각화 되어진 영상이 청중들에게 보여 지게 됨으로써 좀 더 작품에 흥미를 부여하고 이해하기 쉽도록 돕는다. 이러한 방식으로 관객에게 귀 뿐만 아니라 눈을 통하여 여러 가지 정보를 제공하며 작품의 몰입도를 높이는 것이 음악의 시각화가 가지는 장점이다.

본 연구에서는 다양한 주법과 미세한 음의 높낮이 조절이 가능한 현악기인 첼로의 연주를 시각화 하였다. 첼로는 현악기의 특성상 현의 장력(tension)으로 음의 주파수를 소수점 단위로 조절 할 수 있다. 또한 첼로 연주의 시각화에 음량도 함께 사용하였는데 음량의 경우 대부분의 악기가 연주자의 조절에 따라 자유자재로 구사하는 것이 가능한 요소이기 때문에 많은 작품에서 흔히 사용되고 있는 요소이다. 음량뿐만 아니라 음의 높낮이까지도 미세하게 조절이 가능한 것이 현악기의 장점이다. 일반적으로 음의 높낮이는 색상과 연동되며 한 음이 연주될 때 마다 하나의 색상이 해당되는 음의 높이에 맞춰 변화하는 경우가 많고 음량은 크기의 변화에 연동되어 음량이 커지거나 작아질 때 영상의 요소도 함께 커지거나 작아지는 경우가 많다. 또한 첼로는 여러 가지 주법을 표현해 낼 수 있는데 대표적으로 pizzicato³⁾·staccato⁴⁾·legato⁵⁾·sul ponticello⁶⁾를 들 수 있다. sul ponticello의 경우에는 관악기가 낼 수 없는 현악기의 특징적인 사운드인데 브리지(bridge) 근

3) 현을 손가락으로 뜯어 음을 내는 연주법.

4) 음을 하나하나 짧게 끊어서 연주하는 연주법.

5) 음과 음 사이를 끊지 않고 연주하는 연주법.

6) 현악기의 브리지 가까이에서 연주하는 연주법.

처의 현을 활로 연주하여 매우 날카로운 음색을 낼 수 있다. 이 음색적 특징을 가지고 조금 더 다양한 시각화를 표현할 수 있기 때문에 본 작품에서는 첼로 연주에서 발생하는 다양한 데이터를 활용하여 시각화를 표현하였다.

2) 연구 목적

현재까지의 다수의 멀티미디어 작품과 시각화 작품들은 추상적인 이미지를 가지고 있는 경향이 있다. 분석을 통하여 데이터를 추출한 뒤 시각화를 하는 방식은 대부분 유사하지만 그것을 어떠한 오브젝트(object)⁷⁾에 어떻게 매핑(mapping)⁸⁾하여 표현할 것인가는 상이하다. 첼로 연주에 의해 발생하는 음악적 요소들을 시각화의 데이터로 잘 활용한다면 아주 매력적이겠지만 이 데이터들은 효과적으로 추출하고 컨트롤하기가 굉장히 힘든 경우가 많다. 첼로 연주는 장력에 의해 현이 운동하여 각 요소들의 유동성이 매우 높아 데이터로의 효과적인 활용과 직관적인 표현이 어렵다.

본 연구의 주된 목적은 첼로의 사운드와 여러 가지 데이터를 분석한 뒤 효과적으로 데이터를 활용하여 시각화를 시도하는 것이다. 또한 작품을 통하여 첼로의 사운드와 주법에 대해 조금 더 쉽게 이해하고 작품의 의도를 명확하게 알 수 있도록 하는 것이 이번 연구의 두 번째 목적이다. 첼로 연주뿐만 아니라 미리 녹음된 배경음악 또한 실시간 분석을 통하여 화면에 표현되도록 하는 시각화를 구현하였다. 작품 <Twisted Treeline>에서는 첼로의 음색분석과 주법에 의한 변화 그리고 배경이 되는 여러 악기의 음악적 분석의 데이터를 영상의 표현에

7) 특정 작업을 수행하기 위한 함수들을 포함하고 있는 기능적 집합체.

8) 특정 영역에 데이터를 할당하는 것.

적용하여 관객과 더 쉽게 소통하고 다가가는 것에 주안점을 두었다.

2. 작품 배경

작품 <Twisted Treeline>은 인간의 방황에서 이야기가 시작되어 방황하는 인간이 뒤틀린 숲에 도달하게 되고, 이 숲을 지나는 동안 내면의 고뇌와 심적 변화를 나타내는 작품이다. 네 개의 다른 숲의 영역을 지나가면서 인간은 슬픔·외로움·괴로움·착잡함 등의 복잡한 감정을 느끼게 된다. 이 네 개의 숲을 지나면서 인간은 고뇌를 떨쳐버리고 조금 더 성장하게 된다. 첼로 연주자는 나무로 표현되어 심적 변화를 조금 더 극적으로 만들어 주는 역할을 하며, 실질적으로 청중들이 이러한 고뇌와 감정을 느끼고, 해소하게 된다.

본 작품의 음악과 영상은 Max/MSP와 Quartz Composer⁹⁾를 통해 실시간으로 표현된다. Max는 1980년대 말 프랑스 전자음악 연구소인 IRCAM에서 개발된 프로그램이다. 여러 가지 오브젝트를 이용하여 데이터를 주고받을 수 있는 기능을 기본적으로 가지고 있다. Max는 주기적으로 기능이 추가되어 오디오 신호를 생성하거나 실시간으로 프로세싱¹⁰⁾ 할 수 있는 MSP와 영상을 생성하거나 제어할 수 있는 Jitter가 추가 되었다. 첼로의 오디오 신호를 MSP를 통하여 실시간으로 프로세싱을 한다. Quartz Composer는 Apple에서 제공하는 개발자(developer)용 프로그램인 X-Code의 그래픽(graphic)파트의 프로그램이며 노드(node)¹¹⁾형식의 표시 방식을 기반으로 개발되어 접근성이 좋은 프로그램

9) 애플(Apple)에서 제공하는 실시간 영상 처리 프로그램.

10) 명령을 통하여 데이터를 처리 또는 재처리하는 과정.

11) 데이터 이동을 점과 선을 이용하여 직관적으로 보여주는 그래픽 표시 방식.

램이다. 여러 가지 다른 프로그램들과의 연동이 매우 용이하며 2D뿐만 아니라 3D까지 손쉽게 구현이 가능하다. Jitter의 영상 기능을 거의 동일하게 수행하며, 더 높은 해상도와 좋은 성능을 발휘하는 프로그램이다. 작품 <Twisted Treeline>에서는 Max의 MSP 기능을 사용하여 첼로와 배경음악을 실시간으로 분석한다. 이후 분석된 정보를 프로그램 내부 통신을 통하여 Quartz Composer로 전송되어지고 이 전송된 정보를 기반으로 2D 이미지를 화면에 표현한다. 3D를 표현하는 오브젝트의 경우 시각화를 위한 사용은 배제하고 오로지 시점의 움직임만을 위해 사용하였다. 그 외에도 연주에 변화를 주기 위한 미세한 파라미터(parameter)¹²⁾를 조절하기 위하여 컨트롤러(controller)¹³⁾를 사용하였다.

12) 사용자가 원하는 방식으로 정보가 처리되도록 하기 위하여 추가 하거나 변경하는 수치 정보.

13) 제어를 위한 장치로 본 작품에서는 사운드 프로세싱을 위한 파라미터 조작에 사용하였다.

Ⅱ. 본 론

1. 작품 내용

1) 작품 구성

① 시간적 구성

작품 <Twisted Treeline>의 음악과 영상은 A·B·C·D 네 부분으로 구성되어 있다. 연주자는 메트로놈 사운드를 Max를 통하여 전달받게 되어 배경 음악과 같은 시간에 연주를 하고 마무리 하게 된다. [표-1]은 작품 <Twisted Treeline>의 시간적 구성이다.

[표-1] 작품 <Twisted Treeline>의 시간적 구성

파트	A	B	C	D
시간	00:00 ~ 01:54	01:54 ~ 03:22	03:22 ~ 5:00	05:00 ~ 06:20
주제	도착	방황·두려움	피로움·슬픔	외로움

② 내용적 구성

가. 파트 A: 도착 (01:54)

첼로의 sul ponticello 주법을 이용한 연주로 ‘A: 도착’이 시작된다. 연주자의 sul ponticello 주법으로 날카로운 음색을 표현하여 앞으로 여행할 숲에 대한 두려움과 기대를 표현하였다. sul ponticello 주법이 끝난 후엔 legato 주법으로 변경하여 ‘A: 도착’이 끝날 때 까지 연주한다. 배경으로 사용된 음악은 녹음된 하프의 소리와 오케스트라 소리가 첼로와 함께 연주되도록 하였다.

나. 파트 B: 방황 · 두려움 (01:28)

첼로 연주자의 연주가 빨라지면서 숲을 방황하는 느낌을 주도록 하였다. 또한 첼로 사운드를 콤필터(comb filter)¹⁴⁾에 통과시켜 매우 날카로운 사운드를 만들었으며 스피커의 왼쪽에서 오른쪽으로 소리가 움직이도록 팬(pan)¹⁵⁾을 조절하여 넓은 숲의 공간감을 연출하였고 점점 긴장을 고조시키는 역할을 하여 길을 잃은 사람의 긴장감과 두려움을 표현할 수 있도록 하였다. B의 중간 부분(02:26)부터 첼로 연주가 점점 느려지면서 새로운 환경에 서서히 적응하는 사람의 심리 상태를 표현하였다.

14) 주파수 형태가 빗살(comb)모양으로 변형되는 필터.

15) 소리를 한쪽에서 다른 쪽으로 움직이는 것.

다. 파트 C: 괴로움, 슬픔 (01:38)

첼로의 연주속도가 최고조로 빨라지면서 끝이 보이지 않는 숲(고뇌)에 대한 인간의 괴로움을 나타낸다. 파트 B와 마찬가지로 첼로 사운드를 콤팩터로 프로세싱 하였는데 파트 B보다 피드백 게인(feedback gain) 파라미터 값을 더욱 크게 올려 찢어지는 것 같은 사운드를 만들어 괴로움을 표현하였다. 푸른색 계열의 색상을 사용하여 자신들의 숲에 허락 없이 들어온 인간에 대한 나무와 꽃의 차가운 시선을 표현하였다.

라. 파트 D : 외로움 (01:20)

첼로 연주가 전체 파트 중 가장 느리게 연주되며 sul ponticello 주법의 비중 또한 가장 큰 부분이다. 괴로움 끝에 결국 해답을 얻지 못하고 숲을 홀로 맴도는 인간을 표현하였다. 정적인 연주와 영상을 통하여 인간의 처절한 외침에도 불구하고 외면하는 숲의 이미지를 표현하였다. 모든 연주가 끝나게 되면 화면은 다시 서서히 검은색으로 변화하여 칙흑 같은 어둠을 표현하였다.

③ 무대의 구성

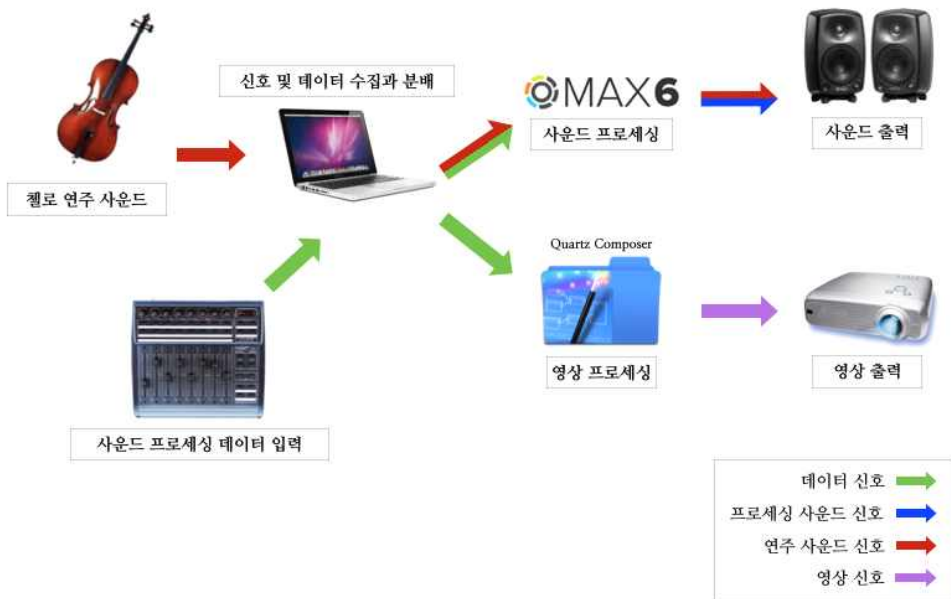
무대 정면의 벽면 전체에 스크린을 설치하였고 첼로 연주자가 스크린 바로 앞에서 연주한다. 첼로 연주자의 위치는 파트 A, B의 영상이 연주자와 잘 겹칠 수 있도록 최대한 스크린과 가깝게 배치하였다.

④ 시스템 구성

첼로 연주자의 사운드가 Max/MSP를 통하여 컴퓨터로 전달된다. 전달된 사운드는 MSP의 analyzer~오브젝트로 실시간 분석이 되어 어택(attack)¹⁶⁾, 음량, 음의 높낮이, 스펙트럼(spectrum)¹⁷⁾의 데이터가 생성된다. 생성된 데이터는 Quartz Composer로 전송되어 오브젝트에 데이터가 적용되어 영상을 생성하게 되고 생성된 영상은 스크린을 통해 출력된다. 분석을 위한 첼로 사운드를 제외한 출력용 사운드는 본래의 사운드와 프로세싱을 거친 사운드를 함께 출력시켰다.

16) 악기의 소리가 나기 시작하는 시간대를 지칭하는 용어.

17) 소리를 파장의 순서대로 나열한 것.



[그림-1] 시스템 구성도

2. 연구 내용

1) 음악 제작

작품에 사용된 음악은 무조(atonal)¹⁸⁾로 작곡되어졌지만 연주자의 편의와 혼란을 배제하기 위하여 E-flat minor로 맞추어 작곡하였고 첼로 음역대의 특성에 따라 가온음자리표¹⁹⁾를 사용하였다. 음악의 전체 길이는 총 145 마디로 구성되어 있다.

18) 조성이 없는 것.

19) 가온 ‘다’ 음이 중심이 되는 자리표.

[표-2] 작품 <Twisted Treeline>의 마디 구성

파트	A	B	C	D	Total
마디	1 ~ 29	30 ~ 71	72 ~ 106	107 ~ 145	145
마디 수	29	42	35	39	

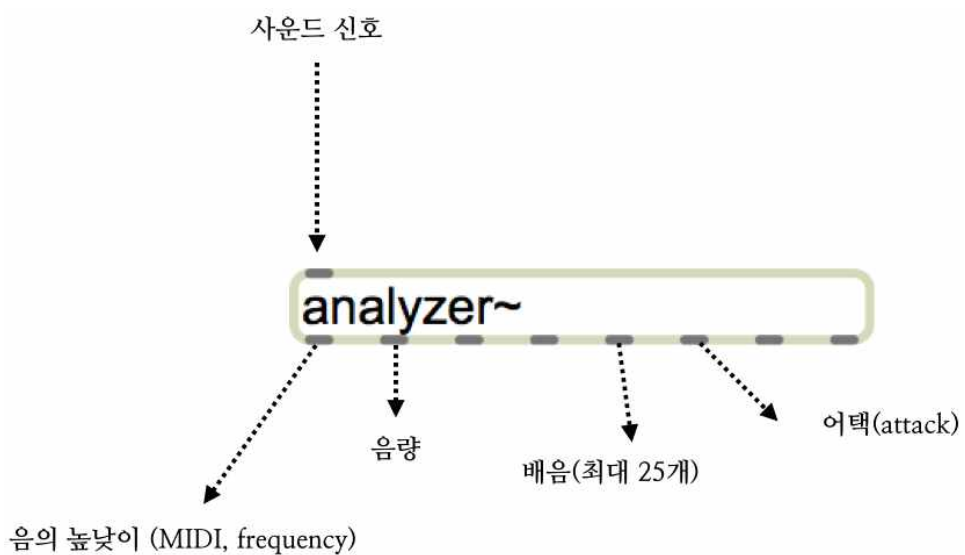
전형적인 기승전결(development) 구조를 가진 곡이며 특징으로는 파트 A·B·C·D 모두 하나의 음계(scale)를 따르고 있지만 각 구성별로 독립된 곡이라는 느낌이 들도록 박자와 주법의 변화를 다양하게 적용하였다. 전체적으로 끊어지지 않고 이어서 연주하는 레가토 주법 위주로 연주될 수 있도록 하였으며 파트 A 와 파트 C에서만 특징적으로 sul ponticello 주법으로 일부 마디를 연주한다.

2) 첼로 연주의 분석과 사운드 프로세싱

① 첼로 연주 및 테이프 음악(tape music) 분석

가. 첼로의 음색분석

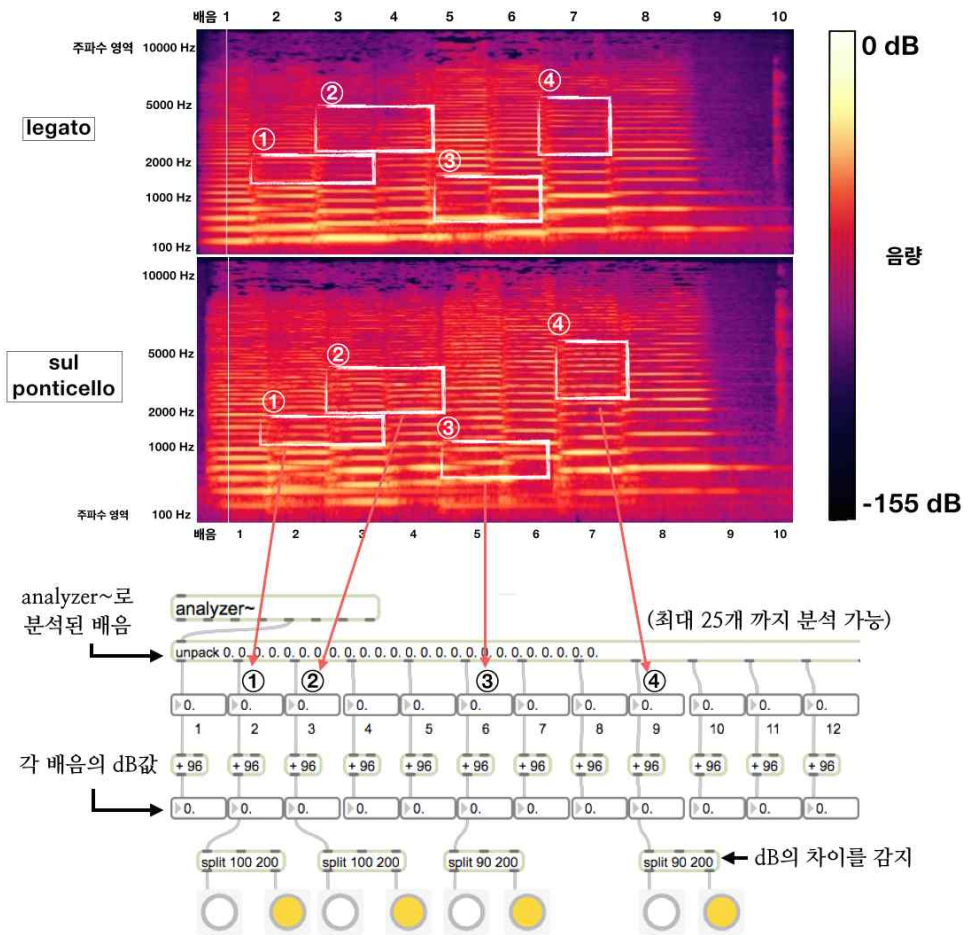
sul ponticello 주법으로 연주 될 때와 legato 주법으로 연주 될 때의 차이를 Max/MSP의 analyzer~오브젝트로 실시간 분석을 하도록 하는 것이 분석의 핵심이다. 첼로 사운드가 입력되면 음의 높낮이와 음량, 배음 그리고 어택이 발생하게 된다. 음색은 배음을 이용하여 분석하였다.



[그림-2] 작품에서 사용하는 analyzer~의 기능

작품에 사용된 두 주법은 여러 가지 차이가 있지만 배음(overtone)²⁰의 차이가 가장 크다. 이 차이를 컴퓨터에 인식 시켜 영상을 생성할 데이터를 다르게 전달할 수 있도록 하였다. 첼로의 분석에는 최소 10개의 배음구조를 상세히 비교 분석하여 활용하였다. sul ponticello 주법의 경우 특정 배음이 증가하는 양상을 보이는데 특히 1000, 2000, 5000Hz 대역의 주파수가 눈에 띄게 증가하게 된다.

20) 기본음의 정수배가 되는 부속 음이며 기본음과 함께 악음을 이룬다.



[그림-3] 두 주법의 차이 분석 및 적용

[그림-3]의 sul ponticello 주법의 경우 최소 네 개의 주파수 대역의 데시벨(dB)²¹⁾이 legato 주법에 비해 100dB 이상 눈에 띄게 증가하는 양상을 보인다. 이 스펙트럼 분석의 음량 정보를 기반으로 analyzer~ 오브젝트로 첼로 주법의 분석을 하였다. 이 오브젝트는 음의 높낮이와 음량분석 이외에도 최대 25개의 배음을 분석할 수 있는 기능을 가지고

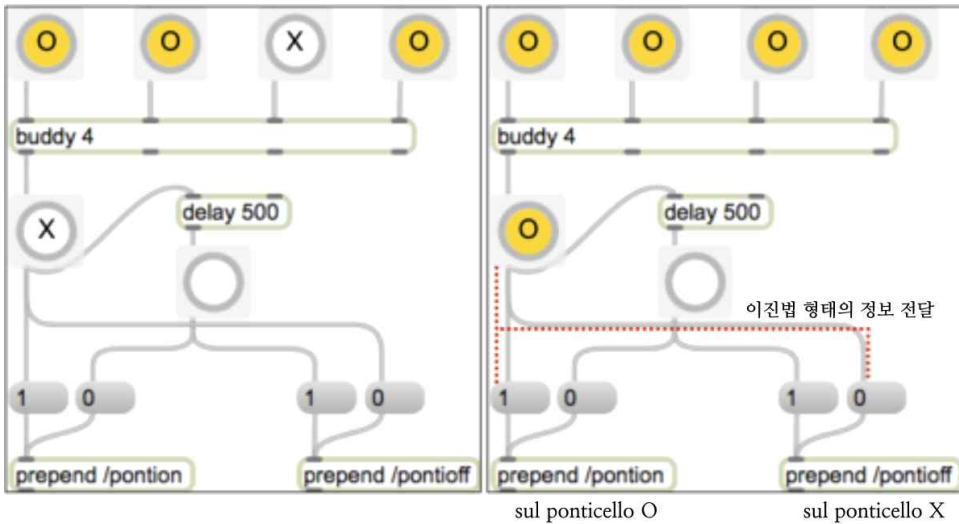
21) 소리의 상대적인 크기를 나타내는 단위.

있다. 스펙트럼으로 분석된 2~4 배음과 5~7 배음을 analyzer~오브젝트의 25개 배음과 비교한 결과 2, 3, 6, 9번째의 배음과 매우 유사하거나 일치한다는 결과를 얻었다. sul ponticello 주법으로 연주될 때 음량이 증가하는 것을 인식하기 위하여 총 네 개의 split오브젝트를 사용하였다. 이 오브젝트는 부등호 역할을 하는데 인렛(inlet)²²⁾으로 특정한 숫자가 입력되면 설정된 범위에 해당하는 경우 좌측 아웃렛(outlet)²³⁾을 통하여 뱅(bang)신호²⁴⁾가 출력되고 범위를 벗어난 숫자의 경우 우측 아웃렛으로 신호가 출력된다. 첼로 연주자가 sul ponticello 주법으로 연주를 시작 하면 실시간 분석을 통하여 총 네 개의 split오브젝트에서 좌측 아웃렛으로 신호를 각각 출력하게 된다. 출력된 뱅 신호는 buddy오브젝트로 통합되어 입력되게 된다. buddy오브젝트는 최소 '2' 이상으로 설정된 특정 숫자에 해당하는 개수의 뱅 신호가 입력되면 입력된 뱅 신호를 통합하여 단 하나의 신호로 출력하는 기능을 한다. 하지만 설정된 개수를 충족하지 못하면 신호를 출력하지 않는다. 이번 연구에서는 buddy오브젝트의 숫자를 '4' 로 설정하여 4개의 split오브젝트에서 출력되는 뱅 신호가 입력되면 하나의 신호로 출력하도록 설정 하여 sul ponticello를 인식하도록 하였다.

22) Max 오브젝트에서 데이터가 입력되는 부분.

23) Max 오브젝트에서 데이터가 출력되는 부분.

24) 대부분의 Max 오브젝트를 실행하기 위한 일회성 데이터.



[그림-4] 작품에서의 buddy오브젝트 활용

[그림-4]의 오른쪽 그림과 같이 설정한 배음 영역에서 4개의 뱃 신호가 동시에 출력되면 컴퓨터에서 첼로가 현재 sul ponticello 주법으로 연주되고 있다는 것을 buddy오브젝트에 의해 인식하게 된다. 해당 주법이 맞을 경우 1, 0으로 데이터를 변형하여 Quartz Composer로 이진법²⁵⁾적 방식으로 전송하고 그 데이터는 4초간 sul ponticello 주법에 해당하는 영상이 생성되도록 Quartz Composer에 명령한다. 1, 0의 데이터를 전송한 뒤 delay오브젝트에 의해 0.5초가 지난 뒤 다시 0, 1로 데이터를 즉시 재전송 하는데 이것은 1, 0에 의해 생성된 영상이 중복 되는 명령으로 인하여 지속적으로 재 생성될 수 있는 가능성을 배제하기 위해 더 이상 sul ponticello 주법에 해당하는 영상을 추가 생성하지 않도록 하는 명령이다. 효과적인 표현을 위하여 첼로 연주자가 sul ponticello로 연주할 시 4초 이내로 연주를 제한하여 영상과 시

25) 0과 1 두 종류의 숫자로 데이터를 나타내는 방식.

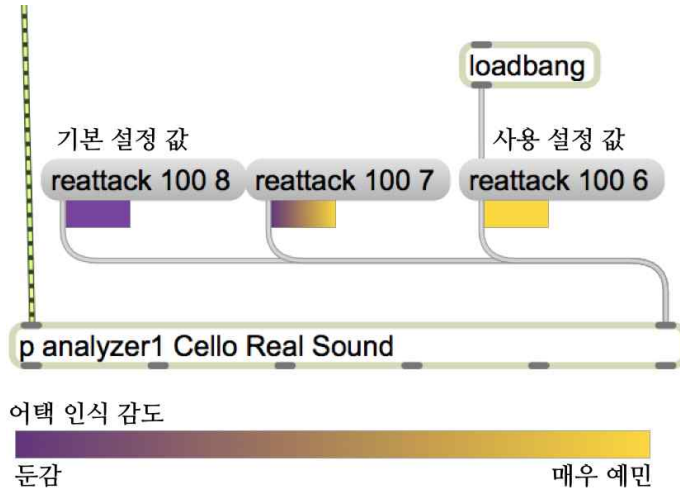
간을 맞추어 서로의 시작과 끝이 일치하게 하여 조화롭게 보이도록 하였다.

나. 첼로의 어택 분석

첼로의 연주를 감지하는 방식의 가장 핵심적인 요소로서 연주자가 연주를 했을 때 컴퓨터에서 보잉(bowing)²⁶⁾을 인식하여 뱅 신호를 출력하여 어택이라는 데이터를 생성한다. 첼로의 경우 다른 악기에 비해 어택을 결정짓는 기준이 모호하다. 관악기의 경우 입김을 불었을 때의 음량 값이 불지 않았을 때의 음량 값과 매우 큰 차이를 가지게 된다. 첼로는 staccato나 tremolo로 주법을 사용하여 연주를 하였을 때에는 연주를 하지 않았을 때와 음량 값의 차이가 극명하게 나기 때문에 어택의 감지가 쉽다. 그러나 이 작품에서 주로 사용되는 legato 주법은 어택의 감지가 쉽지 않다. 이 주법은 활을 켤 때 상당히 부드럽게 보잉을 하기 때문에 음량의 차이가 급격히 변화하지 않고 서서히 증가하게 된다. 이를 감지하도록 하기 위하여 analyzer~오브젝트의 reattack의 수치를 조절하였다. 기본 값인 100ms²⁷⁾ · 8dB의 설정을 100ms · 6dB의 설정으로 변경하여 마이크에서 들어오는 첼로의 신호를 조금 더 예민하게 인식할 수 있도록 조치하였다.

26) 현악기를 연주하기 위한 운궁법.

27) 시간의 단위로 1000분의 1초를 말한다.



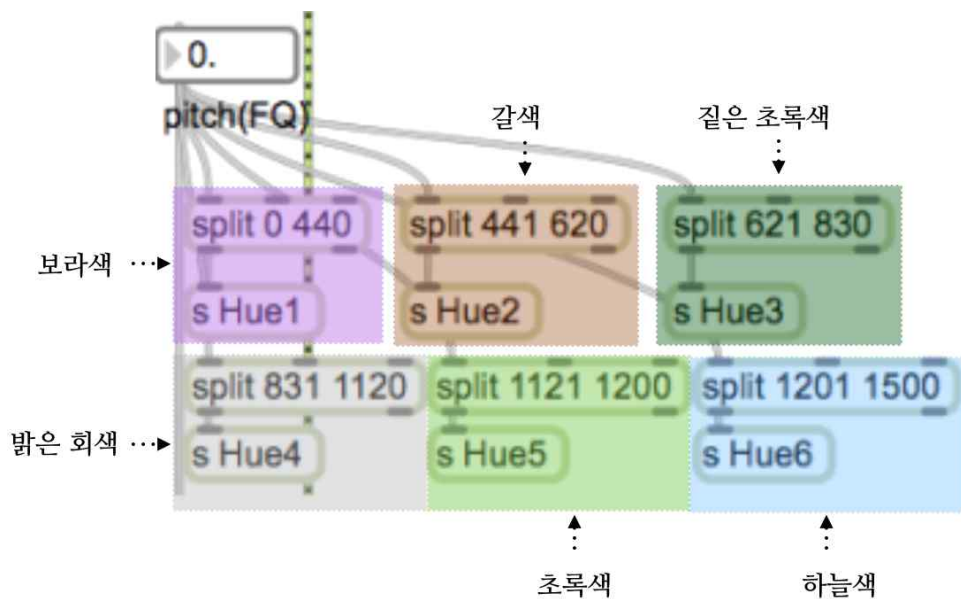
[그림-5] 첼로 어택 분석을 위한 reattack 재조정

다. 첼로의 음량과 음의 높낮이 분석

첼로의 오디오 신호를 analyzer~오브젝트에 전달하면 음의 높낮이와 음량데이터가 분석된다. 음의 높낮이의 경우 미디(MIDI)²⁸⁾신호로 변환된 수치와 주파수로 변환된 수치를 얻을 수 있다. 첼로의 음의 높낮이를 활용하기 위해서는 음을 구획화 하여 분할하는 작업을 거칠 필요가 있다. 시각화에 사용될 분할된 데이터를 얻기 위하여 전체적인

28) 각기 다른 악기를 공통된 전자언어를 사용하여 서로 소통할 수 있도록 설계된 컴퓨터 네트워크.

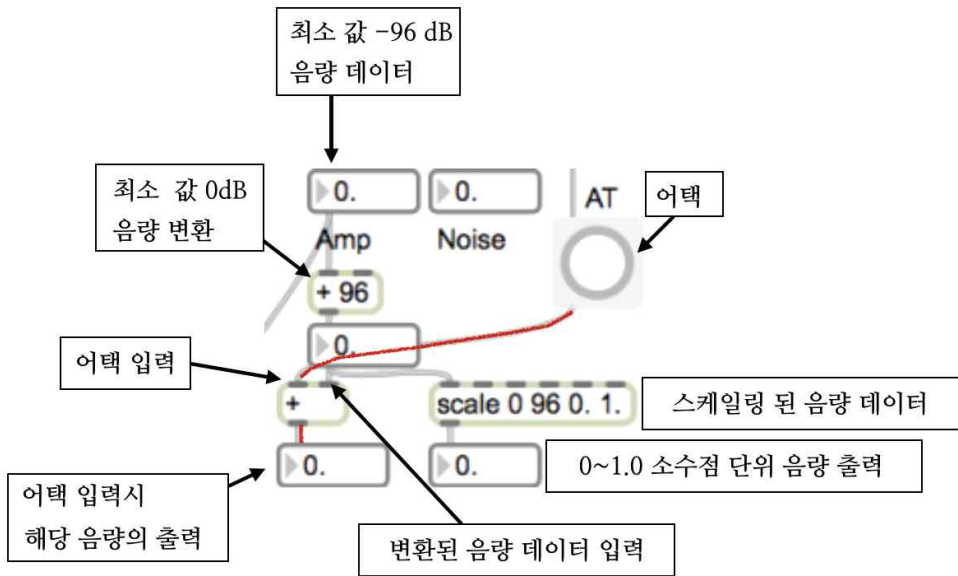
음의 높낮이를 측정한 뒤 [그림-6]과 같이 split오브젝트를 활용하여 6단계로 음역대를 분할하였고 분할된 음역대는 6가지 색상으로 각각 매핑하였다. 첼로 연주를 컴퓨터가 인식하여 어택 값을 생성하면 그와 동시에 현재 음의 높낮이를 분석하여 해당하는 색상이 어택 값에 의해 영상으로 표현되도록 하였다.



[그림-6] 첼로의 음의 높낮이 분할 방식

라. 첼로의 음량 분석

첼로의 음량은 마이크로부터 전달된 오디오 신호를 Max로 전달하여 analyzer~오브젝트로 분석하여 얻는다. 기본 단위는 데시벨(dB)로 측정되며 최소값은 -96dB로 설정되어 있다. 원활한 데이터 활용을 위



[그림-7] 분석된 음량 데이터 변환 및 활용 방식

하여 위의 [그림-7]과 같이 +연산 오브젝트를 사용하여 96을 더하여 최소값이 0이 되도록 설정하였다. 첼로의 음량은 두 가지 형태로 활용되었는데 첫째로 어택 값을 이용하여 필요할 때에만 음량 값을 사용하는 방식이다. +연산 오브젝트 내부에 아무런 숫자를 설정하지 않으면 우측 인렛을 통하여 입력되는 값에 0을 항상 더하게 된다. 그렇게 되면 본래의 음량 값이 오브젝트 내부에서 머물게 되는데 +연산 오브젝트의 좌측 인렛에 어택 값을 연결하여 어택이 생성되는 순간 +0 연산이 시작되어 아웃렛을 통하여 음량 값이 출력될 수 있도록 설정하였다. 이 방식은 빠르게 변화할 필요가 없는 영상 생성방식에 활용하였다. 둘째로 scale오브젝트를 이용하여 높은 단위의 음량 값을 원하는 크기로 줄여 사용하였다. +연산 오브젝트를 사용하지 않고 scale오브젝트만을 이용하여 값의 크기를 0에서 1까지 소수점단위로 변환하여 영상의 미세한 변화를 줄 수 있도록 활용하였다. ‘파트 C’의 꽃의 폭풍에

사용된 방식이며 음량의 크기에 맞춰 오브젝트의 크기가 변화할 때 이 방식을 사용하였다.

마. 테이프 음악의 분석

배경으로 사용된 음악은 하프와 현악기의 pizzicato 주법으로 연주된다. analyzer~오브젝트를 이용하여 어택 값만을 분석하여 활용하였는데 이 두 가지 악기를 구분하기 위하여 총 세 개의 트랙을 사용하였다. 첫 번째 트랙과 두 번째 트랙은 각각 하프와 pizzicato 주법에 할당하였고 나머지 세 번째 트랙은 배경이 되는 효과음을 배치하여 어택분석을 교란할 수 있는 요소를 배제하였다. 분석된 데이터는 파트 A·B·D에서 사용되었다.

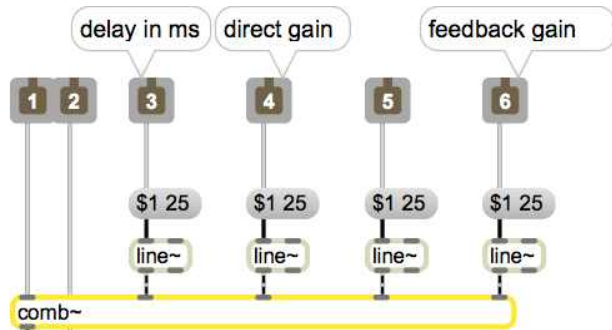
② 사운드 프로세싱

첼로연주에 의해 생성된 사운드는 MSP의 콤필터(comb filter)에 의하여 변형되고 새롭게 재생성 된다. 콤필터는 주파수 형태를 빗살(comb)모양으로 변형하는 필터의 종류 중 하나로 플랜저(flanger)²⁹⁾와 같은 이펙터(effecter)들은 모두 콤필터를 응용한 것이며 사운드의 특성을 날카롭게 바꿔주는 특징을 가진다.

본 작품에서 사용된 콤필터는 딜레이 타임(delay time)과 다이렉트 게인(direct gain)을 중점적으로 사용하여 사운드를 프로세싱 하였다. 딜레이 타임을 실시간으로 조정하게 되면 음의 높낮이가 미세하게 변화한다. 다이렉트 게인을 실시간 조정하여 콤필터에 의해 프로세싱 된

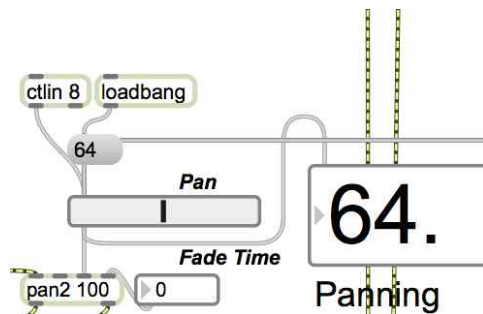
29) 딜레이를 응용한 이펙터의 하나로 제트기의 상승 및 하강음과 같은 울림을 만들어 낸다.

사운드와 조화롭게 믹스(mix)되도록 하였다. 마지막으로 피드백 계인으로 음색 적 변화를 실시간으로 변화시켜 날카로운 사운드를 생성하였다.



[그림-8] 콤필터(comb filter)의 활용

콤필터에 의해 프로세싱된 사운드는 첼로에서 직접 출력되는 사운드와 믹스되어 청중들에게 전달된다. 스테레오(stereo) 스피커 시스템을 활용하여 좌측 스피커에서는 첼로의 드라이 사운드가 들리도록 설정하였고 프로세싱된 첼로의 사운드는 좌측 스피커에서 우측 스피커로 이동하도록 팬을 조절하였다. 콤필터를 활성화시킴과 동시에 팬을 실시간으로 조작하여 좌측 스피커에서 생성된 콤필터 사운드가 우측 스피커로 서서히 이동하면서 마치 무대를 한 바퀴 도는 것 같은 느낌을 주도



[그림-9] 팬 조절을 위한 패치

록 하였다. 팬의 기본 값은 64이며 사운드의 밸런스가 중앙에 오도록 설정된다. 값이 1일 때 좌측 스피커에 모든 사운드가 집중되며 1부터 127의 값까지 서서히 움직이게 되면서 밸런스가 좌측에서 우측으로 옮겨가는 방식을 구현하였다. 원활한 조작을 위하여 컨트롤러에 매핑하여 사용하였다. 사용된 컨트롤러는 Beringer의 BFC2000이다. BFC2000은 8개의 페이더와 채널을 공유하는 8개의 노브(knob)로 구성되어있다. 총 6개의 페이더를 할당하여 콤팩터의 파라미터와 팬의 파라미터에 매핑하여 실시간으로 컨트롤 하였다.



[그림-10] BFC2000

3) 영상 효과 및 패턴의 제작

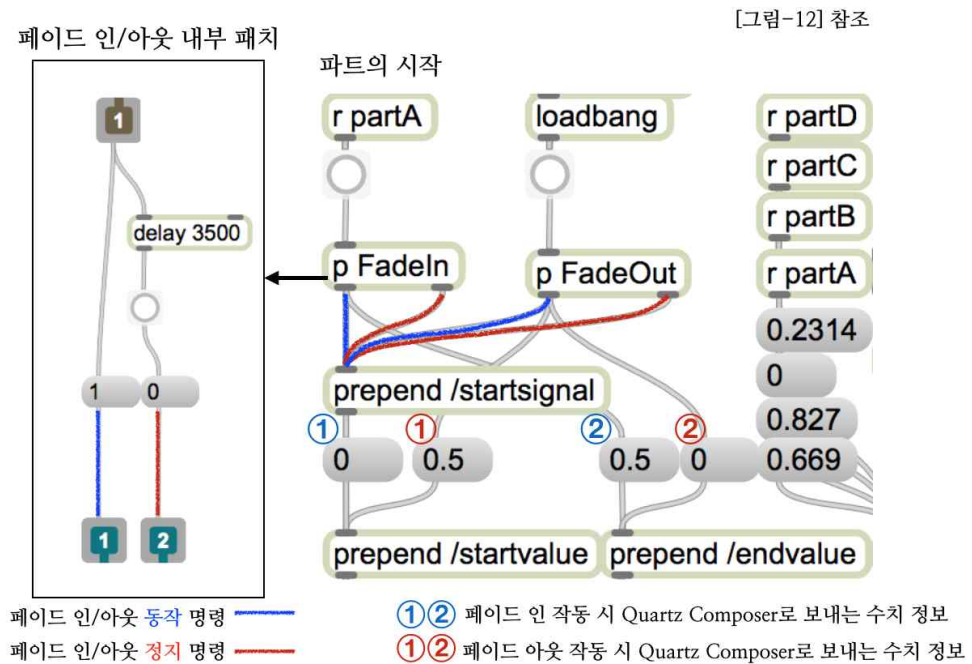
각 파트별 영상은 첼로의 연주를 분석한 데이터에 의해 실시간으로 렌더링(rendering)³⁰된다. 각각 페이드 효과와 더불어 5가지의 패턴을 조합하여 표현하였다.

30) 설정된 모델링, 움직임, 카메라, 텍스처 매핑, 조명 등의 과정을 모두 연산 처리를 해 2차원의 최종적인 화면으로 만들어 내는 것.

① 페이드 효과

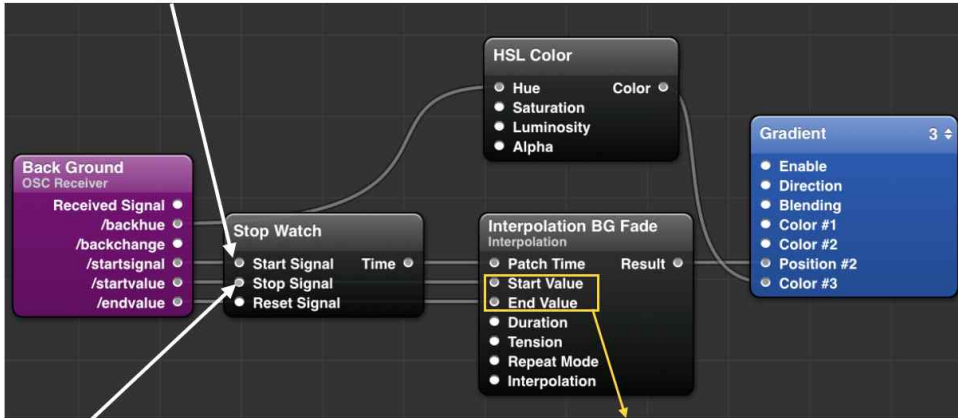
페이드 효과는 모든 파트의 시작과 종료부분에서 사용되었다.

[그림-11]의 ①번 아웃렛에서 `prepend /startsignal`의 인렛으로 1이라는 이진법 명령이 전달된다. 그와 동시에 `prepend /startvalue`와 `/endvalue`의 인렛에 0과 0.5라는 숫자를 입력시켜 1과 0, 0.5라는 세 가지 작동 명령을 Quartz Composer로 전달하게 된다. 이 세 가지 명령의 전달과 동시에 3.5초 뒤 ②번 아웃렛으로 0이라는 명령을 하달하여 그 다음 파트에서 내려질 명령이 전달되기 전까지 아무 동작도 하지 않도록 설정하였다.



[그림-11] Max에서의 페이드 효과 작동 방식

페이드 인/아웃 동작 명령

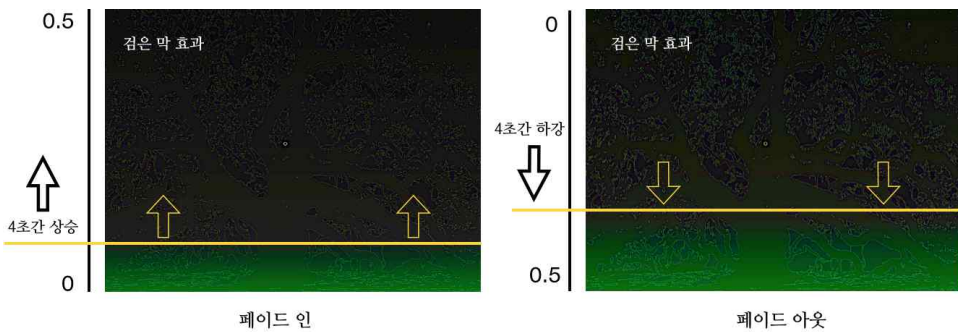


페이드 인/아웃 정지 명령

	페이드 인	페이드 아웃
Start Value	① 0	① 0.5
End Value	② 0.5	② 0

[그림-12] Quartz Composer에서의 페이드 효과 작동 방식

0과 0.5의 데이터는 검은색 막과 같은 역할을 하는 부분의 시작점과 끝점을 설정하게 되고 1이라는 데이터를 사용하여 0에서 0.5까지 4초간 아래에서 위쪽으로 서서히 이동을 하도록 [그림-13]과 같이 설정하였다.



[그림-13] 페이드 효과의 구현

페이드 인과 아웃은 시작 값과 종료 값을 서로 반대로 설정하여 페이드 인의 경우 시작 값이 0, 종료 값이 0.5가 되도록 페이드 아웃의 경우 0.5와 0으로 설정하였다.

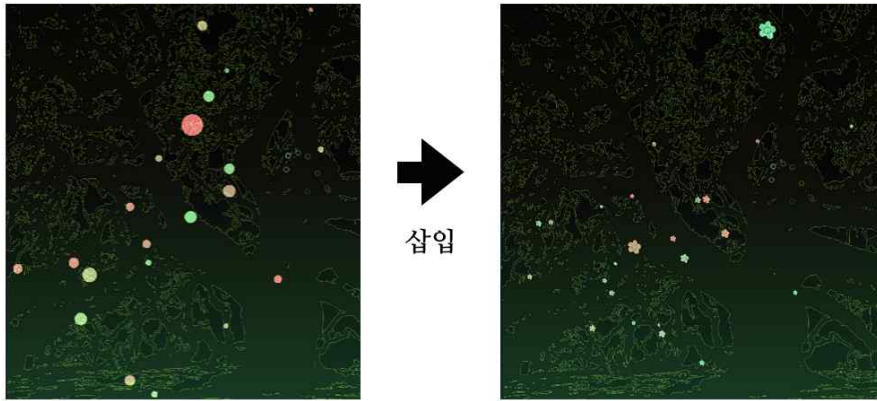
② 확산 패턴의 제작

확산 패턴의 경우 작은 꽃이 확산되는 패턴을 표현하기 위해 제작하였다. 이 형태는 Quartz Composer의 내부 플러그인(plug-in)³¹⁾과 외부 플러그인을 조합하여 표현하였다. 하프와 현악기의 tremolo주법에 의해 발생하도록 설정하였고 꽃의 형태 자체를 구현하기 위하여 Kineme³²⁾외부 플러그인을 사용하였으며 그 중 Kineme GL Structure 오브젝트³³⁾에 꽃의 이미지를 삽입하여 [그림-14]와 같이 화면 전체에 꽃의 형상이 떠다니도록 하였다.

31) 메인 프로그램이 할 수 없는 업무를 실행하는 어플리케이션의 중요한 프로그램과 연관한 하부 프로그램.

32) Quartz Composer 사용자를 위한 포럼. 외부 플러그인 제작 및 배포를 하기도 한다.

33) 원의 형태를 가진 요소들을 생성하고 무작위성 움직임을 부여하는 오브젝트.

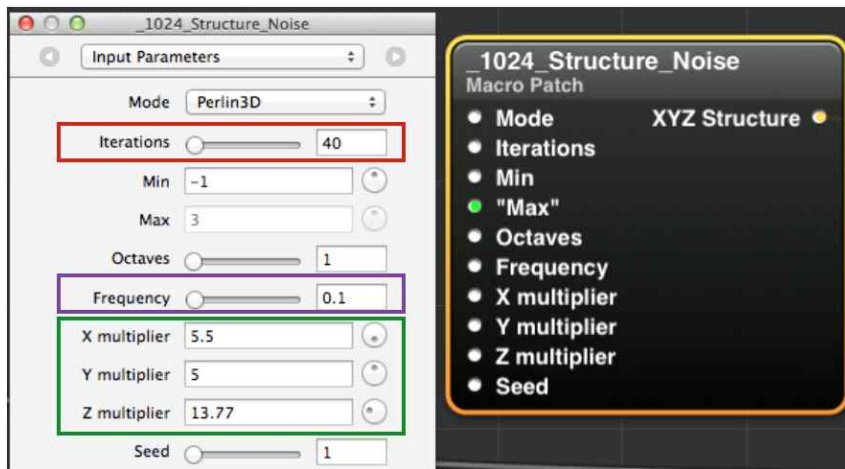


이미지 삽입 전

이미지 삽입 후

[그림-14] 확산 패턴의 이미지 변경 및 삽입

또한 _1024_34)외부 플러그인 중 하나인 _1024_Structure_Noise오브젝트를 사용하여 꽃의 형상이 신호에 맞게 확산될 수 있도록 아래의 [그림-15]와 같이 설정하였다.

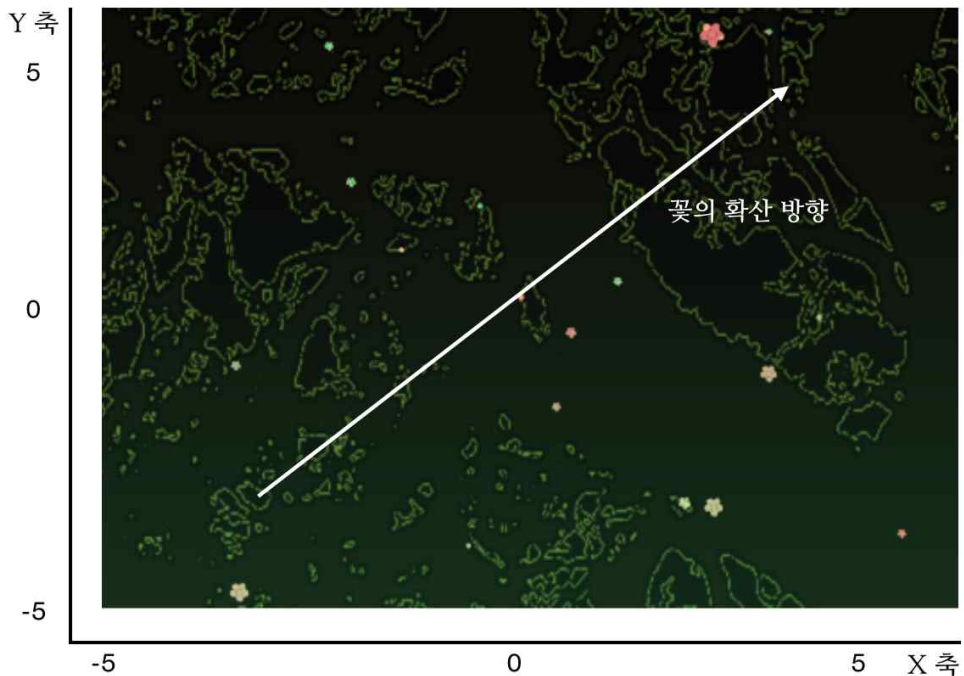


 꽃의 최대 개수
 꽃의 이동 형태
 꽃의 이동 방향

[그림-15] 확산 패턴의 개수 및 방향 설정

34) Quartz Composer의 외부 플러그인을 제작하는 개인 개발자.

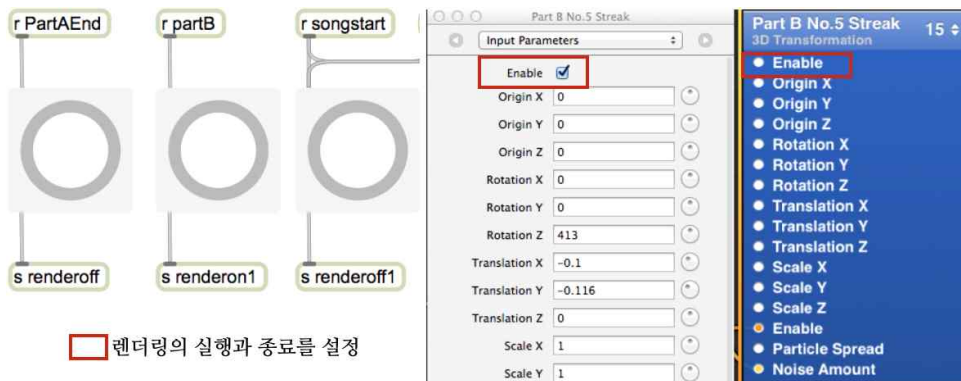
확산하는 꽃의 최대 개수는 원활한 영상 생성을 위하여 40개로 제한하였다. Quartz Composer에서 화면의 좌, 우는 x축으로 인식하고 위, 아래는 y축으로 인식하며 중앙의 위치 값은 두 축 모두 0이다. 그렇기 때문에 X multiplier 수치를 5.5로 설정하여 좌측에서 우측으로 꽃이 확산되도록 하였으며 y축도 마찬가지로 Y multiplier 수치를 5로 설정하여 아래에서 위쪽으로 확산되도록 하였다. x축과 y축의 값을 동시에 구현하게 되면 좌측 아래에서 우측 위로 대각선 방향으로 확산이 진행된다. Z multiplier는 꽃의 형태가 매우 작은 상태에서 커지면서 확산될 수 있도록 13 이상의 수치를 입력하였다.



[그림-16] 확산 패턴의 실제 운동 방향

③ 원(circle)형 패턴의 제작

원(circle)형의 오브젝트는 총 6개가 활용되었으며 각각의 오브젝트는 고유의 색상을 띄고 있다. 파트 C를 제외한 모든 파트에서 원형 오브젝트가 사용되었으며 원활한 영상의 생성을 위하여 파트별로 6개씩 총 18개의 오브젝트를 할당하여 해당하는 파트에서 렌더링이 시작되고 파트가 종료되면 렌더링도 함께 종료되는 구조를 가지고 있다. 아래 [그림-17]과 같이 Quartz Composer에서 해당 오브젝트의 Enable 파라미터에 0이라는 데이터를 전송하게 되면 렌더링이 종료되며 1이라는 데이터를 전송하면 다시 렌더링이 시작 된다.

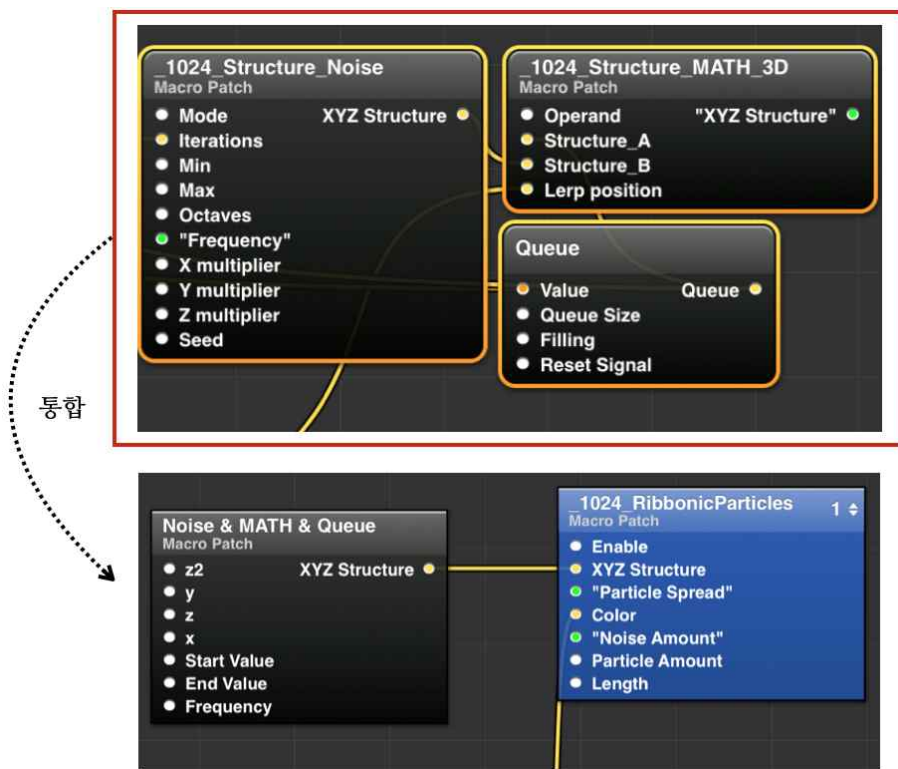


[그림-17] 렌더링의 제어

대부분의 패턴의 기반이 되는 오브젝트이며 파라미터의 변화에 따라서 원형에서 선(line)형으로도 변형이 가능하다. 기본적인 형태의 구현을 위하여 `_1024_RibbonicParticles` 오브젝트³⁵⁾를 사용하였다. 이 오브

35) 선을 리본형태로 변환시키는 기능을 하는 오브젝트.

젝트는 한 지점을 기점으로 여러 점들이 모여 하나의 원형을 만들어 내는 방식을 취하고 있는데 형태의 변환을 위하여 추가적으로 `_1024_Structure_MATH_3D` 오브젝트³⁶⁾와 `Queue` 오브젝트³⁷⁾ 그리고 `_1024_Structure_Noise` 오브젝트³⁸⁾를 사용하여 변형이 쉽도록 확장성을 부여하였다. 이 세 가지 오브젝트는 하나의 패치로 합치는 작업을 거쳐서 각자 고유의 기능을 편리하게 활용할 수 있도록 아래의 [그림-18]과 같이 제작하였다.



[그림-18] 형태 변환을 위한 오브젝트들의 통합

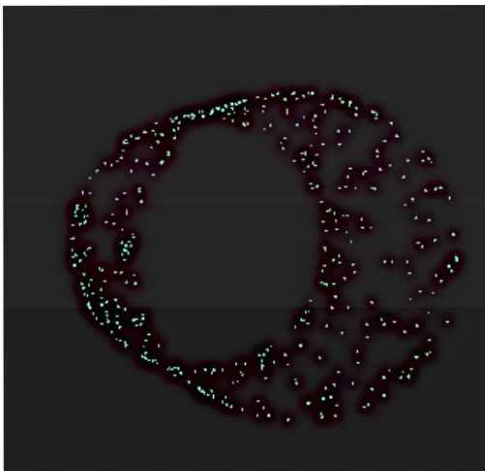
36) 형태의 변화에 사용되는 빈도가 높은 함수 오브젝트.

37) 순서 및 개수를 정해주는 오브젝트.

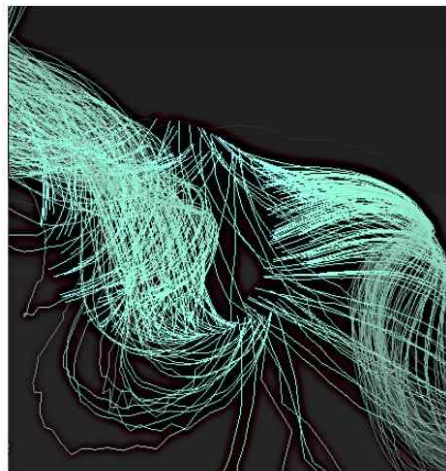
38) 특정 형태가 상하좌우로 진동하도록 설정해 주는 오브젝트.

④ 선(line)형 패턴의 제작

선형 패턴은 원형 패턴과 같은 작동방식을 가지고 있지만 특정 오브젝트의 수치를 변화시켜 선형으로 만들 수 있다. 원형 패턴을 만들기 위해 사용한 `_1024_RibbonicParticles` 오브젝트의 XYZ Structure를 변화시켜 만들 수 있는데 이를 위해 `_1024_Structure_Noise` 오브젝트의 Noise Amount 파라미터를 조절하였다. 이 파라미터는 값이 높아질 경우 본래의 형태와는 다르게 길게 뻗어나가는 형태를 취하게 된다.



Noise Amount 감소



Noise Amount 증가

[그림-19] Noise Amount 파라미터에 의한 형태의 변화

[그림-19]의 좌측은 파라미터 값이 0.001 수준의 매우 낮은 값으로 설정되었을 시 나오면 형태이며 기본적인 원형 패턴이다. 우측은 파라미터 값을 1 이상의 높은 값으로 설정하게 되면 나타나는 꼬리와 같은 형태이며 작품에 사용된 선형 패턴이다.

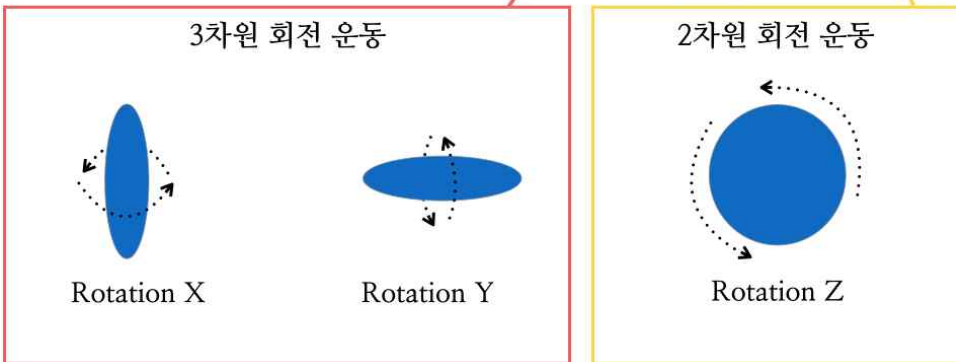
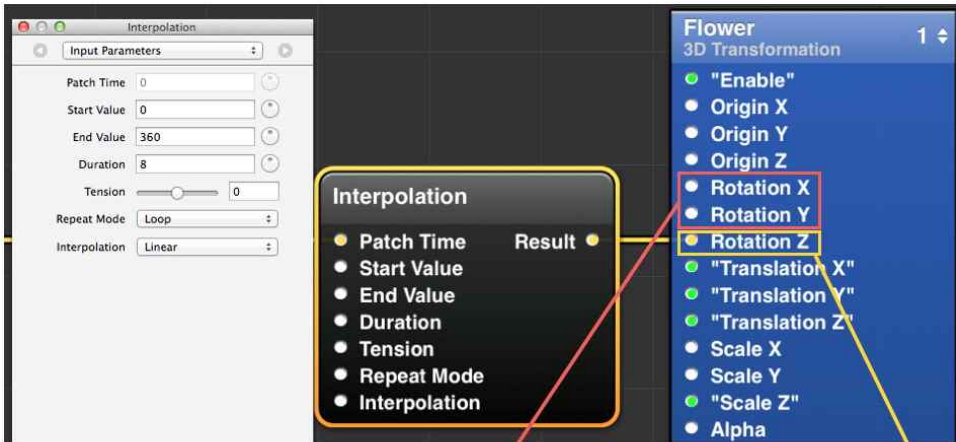
⑤ 회전 패턴의 제작

회전 패턴은 두 가지 형태를 제작하였는데 첫 번째 형태는 중심축을 기준으로 2차원적인 회전을 하는 형태이며 두 번째 형태는 중심축도 함께 움직이면서 3차원적인 나선형 회전을 하는 형태이다.

가. 2차원적 회전 형태

2차원적 회전은 꽃의 확산형태에서 중심축을 설정한 뒤 회전을 시키는 방식이다. Kineme GL Structure오브젝트를 사용하여 꽃이 떠다니는 형태를 만든 다음 3D Transformation오브젝트³⁹⁾의 내부로 오브젝트를 삽입한다. 이 오브젝트는 x축과 y축의 회전을 가능하게 하여 2차원적인 형태를 3차원적 형태로 바꾸는 기능을 제공하는데 x와 y축은 사용하지 않고 오직 z축의 회전을 사용하기 위하여 이 오브젝트를 사용하였기 때문에 결과적으로 3차원이 아닌 2차원 운동을 하도록 하였다. 대부분의 오브젝트는 자체적으로 회전을 하는 기능을 제공하는데 Kineme GL Structure오브젝트는 해당하는 기능이 없다. 그렇기 때문에 3D Transformation오브젝트의 Z Rotation 파라미터를 이용하여 회전이 가능하도록 구현하였다.

39) 2차원적인 요소를 3차원적인 요소로 변환하는 오브젝트.

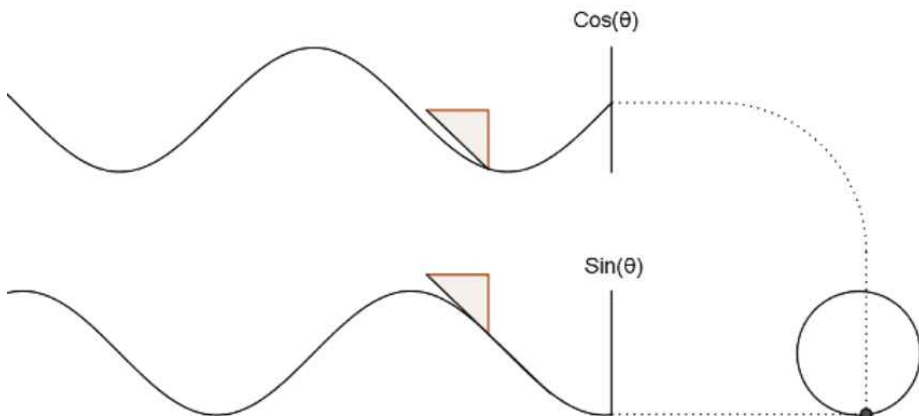


[그림-20] 회전운동 구현을 위한 파라미터 조작

Interpolation오브젝트를 z축에서만 사용하여 2차원적인 360도 회전운동을 하도록 설정하였으며 x와 y축은 사용하지 않았다. 또한 이 오브젝트의 기능 중 하나인 반복 기능을 활용하여 계속 회전할 수 있도록 설정하였다.

나. 3차원 회전 운동

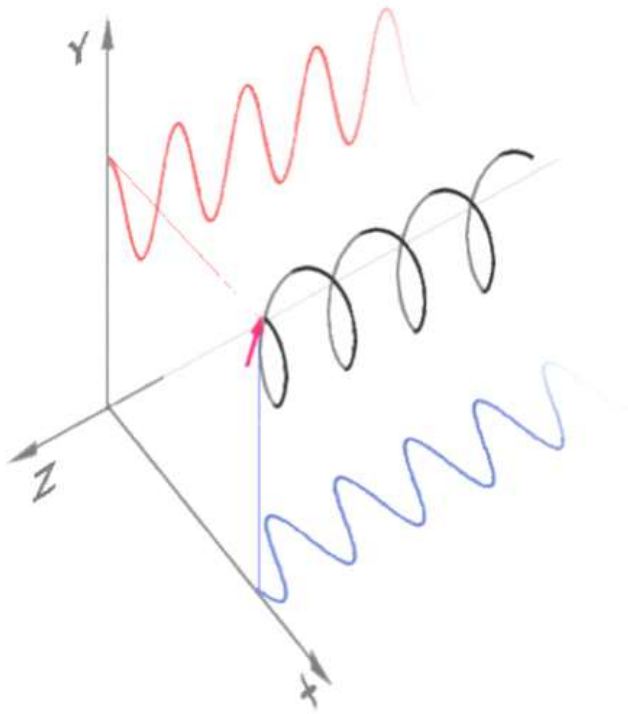
3차원 회전 운동을 하도록 설정하기 위해서는 x축을 회전시키거나 y축을 회전시키는 방법 이외에 z축의 위치를 변화시키는 방법으로도 가능한데 z축의 변화로 인하여 원근감을 구현할 수 있다. 본 연구에서는 나선(spiral)형의 움직임을 구현하기 위하여 z축과 함께 x, y축의 회전을 함께 시도하였다. `_1024_RibbonicParticles` 오브젝트는 `Kineme`와 마찬가지로 x, y, z축의 회전 파라미터를 제공하지 않기 때문에 `Wave Generator` 오브젝트를 사용하여 x, y축의 회전을 구현하였다. 이 오브젝트는 여러 가지 파형(wave)을 발생시키는데 이 중 사인(sin)파형과 코사인(cos)파형을 사용하여 원형의 형태로 회전할 수 있도록 하였다.



[그림-21] 원형 운동을 위한 두 가지 파형의 조합

위의 [그림-21]⁴⁰⁾과 같이 한 축은 사인파형을 다른 한 축은 코사인 파형을 그리도록 오브젝트를 연결하여 원형의 운동을 할 수 있도록 설정하였다.

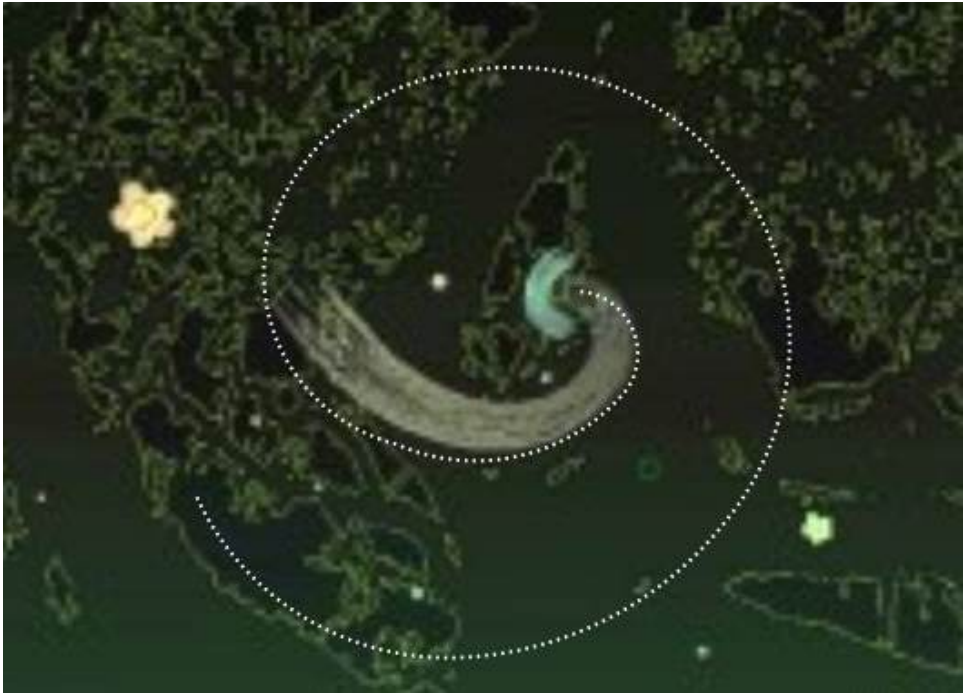
40) <http://www.businessinsider.com/7-gifs-trigonometry-sine-cosine-2013-5>



[그림-22] 세 축의 운동으로 구현되는 나선형 패턴

3D Transformation 오브젝트의 Scale Z 파라미터를 조절하여 원형의 운동을 하는 영상을 같은 비율로 일정하게 전, 후 운동을 하도록 설정하여 위의 [그림-22]⁴¹⁾와 같은 나선형의 움직임을 하는 패턴을 구현하였다.

41) <http://www.businessinsider.com/7-gifs-trigonometry-sine-cosine-2013-5>
<http://www.radartutorial.eu>



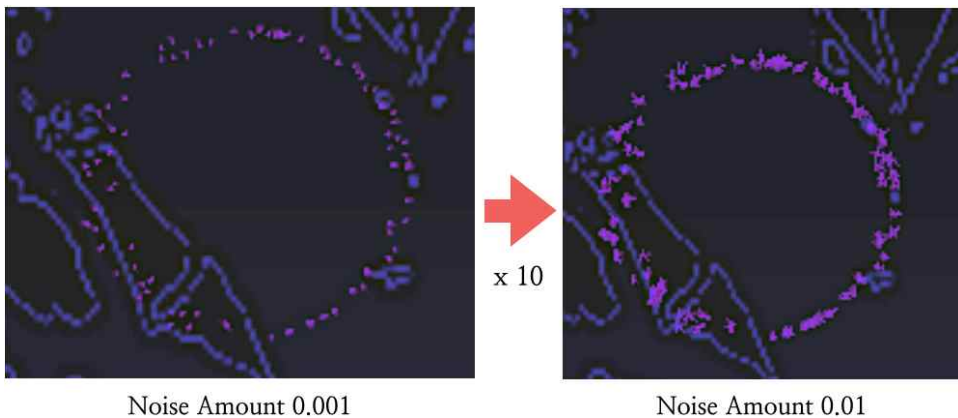
[그림-23] 작품에서 적용된 나선형 패턴의 화면

⑥ 낙하 패턴의 제작

낙하 패턴은 중력의 효과를 주기 위하여 제작한 패턴으로 화면의 y축을 변화시켜 위에서 아래로 떨어지는 방식으로 제작하였다. y축의 최대 높이인 2를 시작 값으로 설정하고 최저 높이인 -2를 종료 값으로 설정한 뒤 Interpolation 오브젝트로 반복하는 방식으로 중력의 효과를 구현하였다. 너무 빠르거나 느리지 않도록 반복 시간은 5초로 설정하여 실제로 지구에서 물체가 떨어지는 속도와 비슷한 느낌을 주도록 하였다.

⑦ 진동 패턴의 제작

진동 패턴은 선형과 마찬가지로 원형 패턴에서 발전한 형태이다. 선형 패턴의 제작 방식과 매우 흡사하며 원의 형태를 구성하는 패치에 연결되어 있는 _1024_Structure_Noise 오브젝트의 Noise Amount 파라미터를 조절하는 것 또한 선형 패턴과 같다. 선형 패턴의 경우 파라미터 값을 1 이상으로 설정하여 길게 늘어나도록 하는 반면 진동 패턴은 0.01 이하의 값으로 설정하여 짧게 늘어나게 되는데 늘어나는 길이 워낙 짧기 때문에 마치 진동하는 것처럼 느껴지게 된다. 이 특징을 이용하여 새로운 패턴을 제작한 것이 진동 패턴이다.



[그림-24] 파라미터 설정에 의한 진동 패턴의 구현

위의 [그림-24]와 같이 0에 가까운 0.001의 파라미터 값을 설정하면 거의 움직이지 않는 원형으로 유지되며 10배에 해당하는 0.01의 값을 설정하게 되면 무작위성을 가진 움직임을 하게 되어 마치 진동하는 것처럼 느껴지게 된다.

⑧ 빛(spotlight)효과

작품의 핵심이 되는 배경의 나무 형태의 이미지를 조금 더 극적으로 표현하기 위하여 제작한 기술이다. 일반적으로 이미지의 선명도를 조절하는 방식이 아닌 특정 부분의 선명도와 밝기를 조절 할 수 있도록 구현하였다.



[그림-25] spotlight 효과를 위해 사용된 오브젝트

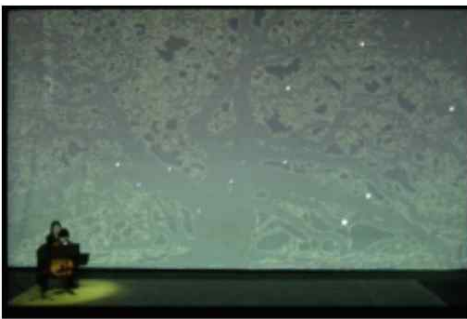
위의 [그림-25]에서 총 세 가지의 오브젝트를 사용하여 빛의 강도와 선명도를 조절하였는데 각각의 오브젝트는 순차적으로 연결되어 있다. 하나의 오브젝트만을 사용하게 되면 빛의 강도를 조절하는 것이 아주 제한적이며 효과 또한 미미한 수준에 머물게 된다. 그렇기 때문에 빛의 강도를 조절할 수 있는 오브젝트인 Concert오브젝트와 Spot Light 오브젝트를 중점적으로 사용하였으며 Noise Reduction오브젝트를 이용하여 이미지의 선명도를 획기적으로 증가시킬 수 있었다.

3. 작품에서의 적용

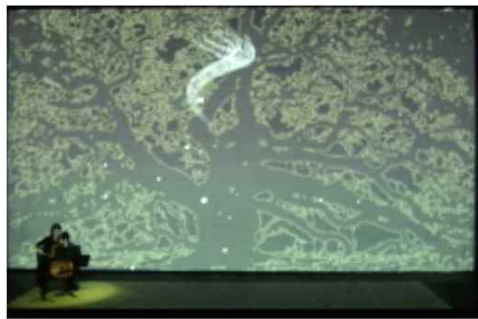
1) 파트 A

관객이 어둠속에서 우여곡절 끝에 숲에 도착한 것을 표현하기 위하여 검은색 영상에서 초록색 영상으로 자연스럽게 2초간 페이드 인 효과를 적용 하였다. 마치 무대의 막이 올라가는 것 같은 효과를 얻을 수 있었 으며 비디오 믹서와 같은 외부 장비의 도움 없이 화면의 전환 효과를 얻을 수 있었다. 음악이 시작되고 숲과 인간의 미묘한 교감을 나타내기 위한 sul ponticell 주법이 감지되면 spotlight효과가 작동하도록 하여 영상의 전체적인 밝기가 증가하도록 적용하였다. 매우 날카로운 사운드 와 은은하게 퍼져 나오는 영상의 효과가 묘한 조화를 이루게 되었다.

(legato)



(sul ponticello 와 comb filter)



[그림-26] 파트 A에서 적용된 spotlight 효과

마치 나무의 뒤쪽에서 신비한 빛이 발생하여 나무가 인간과의 대화를 시도하는 것 같은 효과를 얻을 수 있었다. 인간의 예고 없는 방문에 대한 두려움과 기대를 표현하기 위해 3차원 운동 패턴을 적용한 6가지 오브젝트를 배치하였는데 각각의 오브젝트는 초록색 · 짙은 초록색 · 밝

은 회색·갈색·하늘색·보라색으로 구성되어졌으며 이 색상들은 숲을 연상시킬 수 있도록 구성한 것이며 인간의 방문이 두려워 이리저리 방황하는 숲의 정령을 표현하기 위해 사용하였다. 첼로 연주의 6가지 음의 높낮이를 각각의 색상에 매핑하여 해당하는 음이 연주될 때 마다 발생하는 어택에 의해 해당 색상의 오브젝트가 나선 운동을 하도록 하였으며 마치 화면 밖으로 튀어나올 것 같은 효과를 얻을 수 있었다. 인간의 방문이 마냥 신기하여 주변을 맴도는 작은 요정들을 표현하기 위하여 하프 연주에 의해 발생하는 어택을 활용하였다. 이는 확산 패턴을 꽃의 이미지에 적용하여 첼로 연주자의 등 뒤에서 퍼져 나오도록 설정하였는데 마치 주변을 맴돌다가 다른 곳으로 사라지는 것 같은 효과를 얻을 수 있었다.



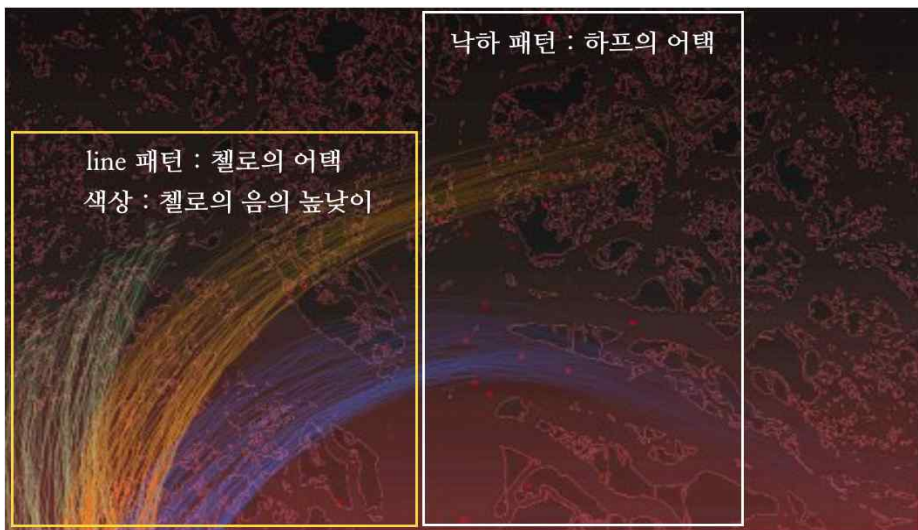
[그림-27] 파트 A에서 적용된 운동 패턴

위의 [그림-27]과 같은 결과물을 토대로 앞으로 숲을 지나가야만 하는 인간의 불안한 감정과 허락 없이 숲에 발을 들인 인간에 대한 숲의

분노와 혼란 그리고 호기심을 표현할 수 있었다.

2) 파트 B

긴장감을 고조시키기 위하여 파트 A의 초록색에서 검은색으로 서서히 바뀌었다가 다시 붉은색으로 서서히 영상이 바뀌게 되는 페이드 효과를 적용하였다. 페이드 아웃 효과로 인하여 하나의 장(scene)이 바뀌는 효과를 얻었으며 그와 더불어 붉은색과 빠른 곡의 구성으로 긴장감을 충분히 끌어올릴 수 있었다. 길을 잃은 인간의 극도로 불안한 마음과 자신들만의 영역에 들어온 인간에 대한 숲의 분노를 파트 A로부터 이어받아 계속 고조시킬 수 있도록 6가지의 오브젝트에 line 패턴을 적용시켜 매우 불안정한 화면의 효과를 얻을 수 있었다. 첼로의 보잉이 감지될 때 마다 정해진 위치까지 line 패턴이 길게 퍼지게 되어 나뭇가지의 형태가 되도록 구성하였다.



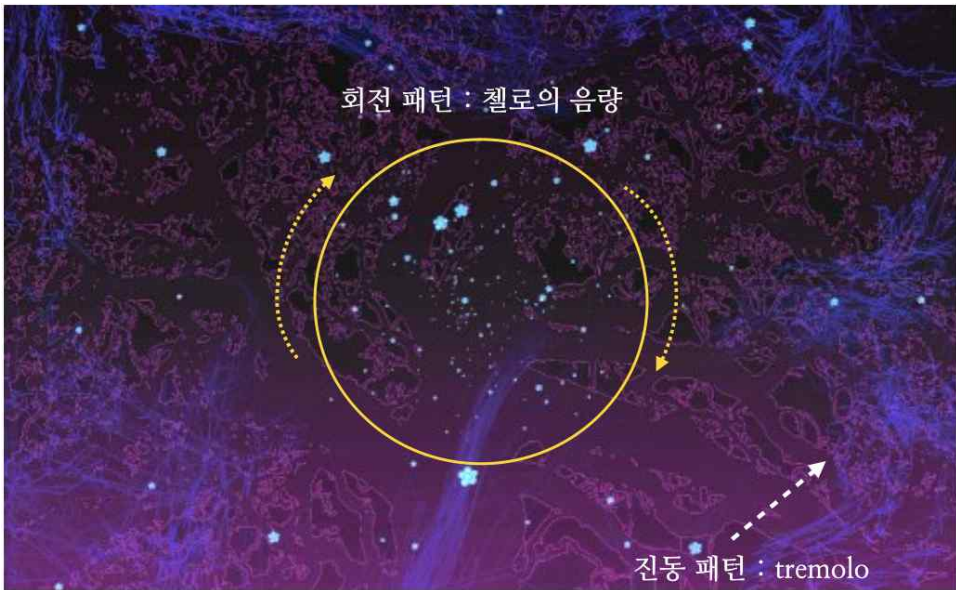
[그림-28] 파트 B에서 적용된 운동 패턴

관객은 음악과 형상화 된 나뭇가지를 통해 점점 더 긴장감을 느끼게 되고 약간의 불편함마저 느낄 수 있도록 의도하였다. 인간에 대한 숲의 격한 반응을 표현하기 위하여 콤팩트에 의해 프로세싱 된 사운드를 첼로 사운드와 믹스하여 출력하였으며 파라미터를 조절하는 컨트롤러와 화면의 밝기를 조절하는 spotlight효과의 파라미터를 연동시켜 소리가 날카로워질수록 영상의 밝기가 매우 증가할 수 있도록 하였다. 음악의 2분 26초 구간부터 조금씩 긴장감을 해소하기 위하여 음악이 느려지고 낙하 패턴이 적용된 비의 이미지를 사용하였다. 하프의 어택에 의해 비의 색상이 붉은색에서 초록색으로 바뀌도록 설정하여 음악과의 조화를 통해 점점 눈과 마음이 편해지는 효과를 얻을 수 있었다.

3) 파트 C

숲에 발을 들인 인간과 숲의 갈등이 최고조가 되는 순간이며 이를 표현하기 위하여 진동 패턴과 회전 패턴을 사용하였다. 파트 B의 붉은색에서 서서히 1초 동안 검은색이 되었다가 자주색으로 서서히 변화하게 되는 페이드 효과를 사용하였으며 진동 패턴은 마치 테이프 음악의 tremolo 주법과 연동되는 것처럼 느껴지도록 화면의 테두리에 배치하여 화면의 격렬한 진동으로 갈등을 효과적으로 표현할 수 있었다. 갈등에 의해 몹시 괴로운 인간의 심적 변화를 나타내기 위하여 꽃의 이미지에 회전 패턴을 적용하였고 이 패턴은 첼로 연주자의 연주 음량에 의해 회전의 크기가 조절 될 수 있도록 하여 마치 폭풍과 같은 순간을 연출할 수 있었다. 회전 패턴의 색상은 밝은 하늘색으로 차가운 느낌이 들도록 구성하였으며 인간에 대한 나무와 꽃의 차가운 시선이 표현

될 수 있도록 하였다. 콤팩터를 가장 많이 사용하여 매우 날카로운 첼로 사운드가 최고조에 이르는 감정을 잘 표현 할 수 있도록 하였다.

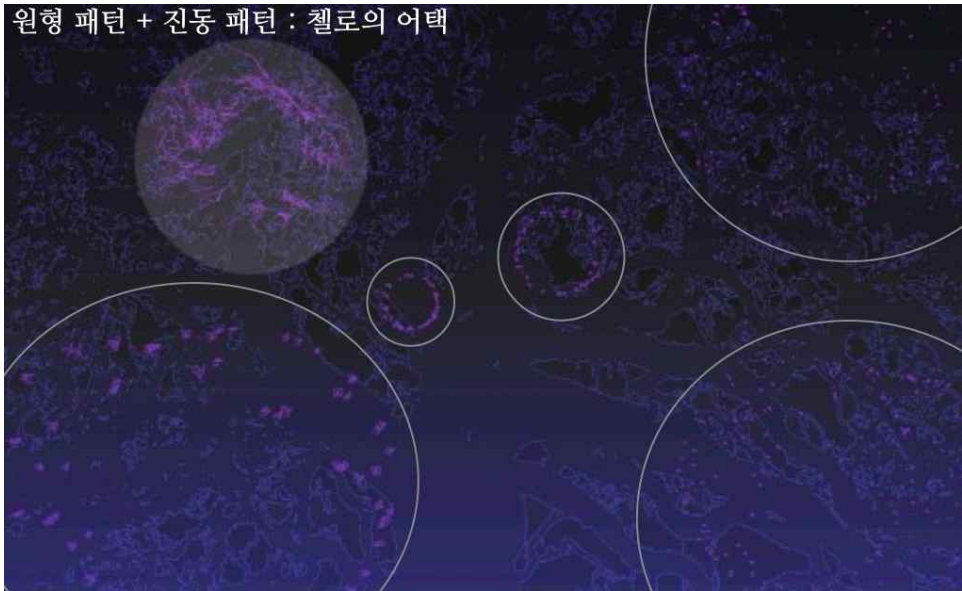


[그림-29] 파트 C에서 적용된 운동 패턴

4) 파트 D

파트 C의 자주색에서 검은색으로 바뀌었다가 보라색으로 서서히 바뀌도록 페이드 효과를 적용하여 인간의 외로움을 표현 할 수 있도록 하였다. 갈등이 해소된 후 정적인 숲의 상태를 표현하기 위해 여섯 개의 각각 크기가 다른 원형 오브젝트를 사용하여 첼로의 연주에서 발생하는 어택에 따라 원의 경계선이 아주 미세하게 떨리도록 진동 패턴을 적용 하였다. 콤팩터의 파라미터를 아주 천천히 미세하게 증가 시켜 인간과 숲 모두가 갈등에 지쳐버린 느낌을 표현 하였다. 음악이 종료 되면 1초간 페이드아웃 효과가 작동하도록 하여 칠흑 같은 어둠속에

홀로 남아있게 되는 인간을 표현하도록 하였다.



[그림-30] 파트 D에서 적용된 운동 패턴

위의 [그림-30]은 6개의 오브젝트가 첼로의 어택에 의해 하나씩 번갈아가면서 진동하는 모습이며 아래의 [그림-31]은 파트 D의 공연 상황이다.

(legato)

(sul ponticello 와 comb filter)



[그림-31] 파트 D에서 적용된 spotlight 효과

Ⅲ. 문제점 및 향후 계획

본 작품 <Twisted Treeline>은 음악과 영상미디어를 융합한 멀티미디어 작품이다. 첼로의 연주와 설정된 음악에 맞게 영상이 실시간으로 생성되어 청중들에게 작품을 이해하기 쉽도록 돕는 것이 이번 연구의 핵심이다. 감상자는 첼로의 보잉과 음악의 박자에 따라 그려지는 영상의 변화를 실시간으로 느낄 수 있다. 앞으로 본 연구의 더욱 완성도가 높은 결과물을 얻기 위해 연구해야할 요소들이 있다.

첫째, 조금 더 구체적이고 직관적인 영상 표현이다. 현악기의 경우 legato 주법이 기본적인기 때문에 급작스럽게 영상이 생성된다면 직관적이라고 보기 힘들다. 마치 물이 흐르는 것 같은 영상이 나타난다면 많은 청중의 공감을 이루어 낼 수 있을 것이다. 이와 같이 제한적인 표현 방식 내에서 최대한 자유롭고 구체적으로 청중들에게 공감을 이끌어내는 표현방식을 연구해야 한다.

둘째, 실시간 렌더링의 개선을 위한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 영상 생성에 관여하는 모든 오브젝트가 실시간으로 작동하게 된다. 미리 생성되어진 상태의 영상을 보여주는 것이 아니기 때문에 컴퓨터의 자원소모가 매우 크다. 가장 중요한 부분을 담당하는 영상이외에는 미리 렌더링 된 영상 소스를 활용하거나 움직이지 않은 이미지 형태로 활용하여 자원의 소모를 줄이는 추가 연구가 필요하다.

셋째, 두 프로그램 사이의 통신 방식 개선을 위한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 프로그램 내부 통신을 사용하였다. 동일한 두 프로그램 사이의 통신 속도는 최소 10ms 이하로 매우 빠른 속도로 이루어지지만 서로 다른 두 프로그램 사이의 통신 속도는 100ms 이상의 속도로 이루어지는 것을 연구를 통해 알 수 있었다. 원활한 영상 생성을 위하

여 프로그램 사이의 통신 속도는 최소 20ms 이하를 유지해야 하지만 Max와 Quartz Composer 사이의 통신 속도는 약 130ms 이상의 속도에서만 원활한 정보 전달이 이루어졌다. 이는 한 대의 컴퓨터로 너무 많은 데이터를 분석하고 전송하여 영상을 생성하기 때문에 나타나는 현상인 경우가 많다. Quartz Composer의 경우 아직 개발이 완료되지 않은 프로그램이기 때문에 통신의 장애가 더욱 두드러지게 나타났다. 소리와 영상이 20ms 이상의 차이가 나게 되면 청중은 두 요소의 상호작용이 완벽하게 이루어진다고 느끼기 힘들게 된다. 그렇기 때문에 새로운 통신 방식이나 두 대의 컴퓨터를 활용하여 20ms 이하의 통신 속도를 유지할 수 있는 방법을 연구해야 한다.

향후 연구 과제로는 음의 높낮이나 음색과 같은 특정 요소들을 많은 사람들이 어떠한 색상이나 형태로 생각하는지에 대한 구체적인 기준을 확립하는 것이 필요하다. 이 기준은 사람들이 살아온 환경이나 문화적 특성에 따라 현저한 차이를 보인다. 그렇기 때문에 여러 통계자료와 문화적 특징을 고려하여 많은 사람들의 공감을 이끌어 낼 수 있고 이해하기 쉬운 작품을 만들 수 있도록 연구해야 한다.

Keyword (검색어): 컴퓨터 음악(computer music), 멀티미디어 음악(multimedia music), 소리 시각화(sound visualization), 퀴츠 컴포저(Quartz Composer), Max/MSP

E-mail: smallpine1@naver.com

참 고 문 헌

1. 단행본

- 김윤철 역(Alten, Stanley R) 「미디어 음향」
(커뮤니케이션북스, 2006)
- 이석원 저 「음악 음향학」 (심설당, 2003)
- ColinWare "Information Visualization, Second Edition:
Perception for Design" (Interactive Technologies)
(Morgan Kaufmann; 2 edition 2004)
- Dodge, Charles "Computer Music" (Thomson Learning, 1997)
- John Culhane "Walt Disney's Fantasia"
(Harry N. Abrams; Reissue edition 1999)
- Miranda, Eduardo Reck "Computer Sound Design"
(Focal Press, 2002)
- Puckette, Miller "The Theory and Technique of Electronic Music"
(World Scientific, 2007)

- Roads, Curtis "The Computer Music Tutorial"
(The MIT Press, 1996)
- Rush, Michael "New Media in Art" (Thames & Hudson, 2005)

2. 참고 논문

성예진, “첼로 연주를 이용한 인터랙티브 멀티미디어 음악 제작 연구”
「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」 (2005)

최명선, “첼로 연주와 영상의 실시간 연동을 통한 멀티미디어 음악 창작 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」 (2005)

오슬아, “바이올린의 실시간 음색 분석을 통한 오디오-비주얼 작품 제작 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」 (2010)

3. 인터넷

- Max/MSP : <http://www.cycling74.com/>
- Quartz Composer : <https://developer.apple.com/>
- wikipedia : <http://www.wikipedia.org/>

- Quartz Composer 외부 플러그인

<http://www.kineme.net/>

<http://1024d.wordpress.com/qc-plugins/>

<http://www.zugakousaku.com/index.php?ref=ja>

<http://1024d.wordpress.com/category/quartz-composer/>

Abstract

Research on real-time timbre analysis of cello and sound visualization

(Focus on Multimedia Music - 'Twisted Treeline')

Kim, Hyung Jun

The development of multimedia technology brought many changes in the field of art. Sound visualization is one of the technology that collects data such as pitch or loudness of the sounds and utilize those data value to determine image's shape such as size and color. By visualizing sound, the artist obtains an opportunity to deliver the intention intuitively to the audiences.

This study is focused on Multimedia Music <Twisted Treeline>, and by use of collected data from sound of cello. The data was processed with Max/MSP, and used for visualization through Quartz Composer. The pitch value was used for changing colors, and loudness was used to control size of the image. The characteristic timbre in accordance with playing style were analyzed and applied to control brightness of various visualization.

As the result, the effect of visualization caused feeling of

unstableness and anxiety through synergy between cello sound and image which is intended through the study. But this study need more research on objective standard image for visualization as each audience has different standard image of sound they heard. Also, signal latency occurred between softwares delayed sound visualize process. For further research, there will be various instruments with solutions of the problem those were found on this research.

부록-1 : (cello score)

Twisted Treeline

s.pont

9

mp.

16

23

29

34

40

47

55

2

63 *v n v v n*

72 *v n*

78 *f p*

86 *n v n v n v n v*

93 *v n n v n*

97 *v n v n n v n*

100 *6 3*

102 *6 6 3 6 v f*

105 *s.pont*

114

121

128

135

140

부록-2 : (첨부 DVD설명)

1. Twisted Treeline : 2014년 11월 14일 이해랑 예술 극장
<Twisted Treeline>의 공연 실황
2. Sound : Max/MSP 패치 및 테이프 음악
3. Visualization : Quartz Composer 패치