creative commons
COMMONS DEED

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

dCollection

석 사 학 위 논 문

밴드음악을 활용한 실시간 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션 연구

(멀티미디어 작품 <Blue Lagoon>을 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원

멀티미디어학과 컴퓨터음악전공

라 경 외

２０２２

석 사 학 위 논 문

밴드음악을 활용한 실시간 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션 연구

(멀티미디어 작품 <Blue Lagoon>을 중심으로)

라 경 외

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2021년 12월

라경외의 음악석사(컴퓨터음악)학위 논문을 인준함

2022년 1월

위원장 김 정 호

위 원 정 진 헌

위 원 김 준

동국대학교 영상대학원

목 차

Ⅰ. 서 론 ……1

1. 연구 배경 및 목적 ……1

2. 사전 연구 ……2

1) 사운드 프로세싱 연구 ……2

2) 비주얼라이제이션 연구 ……5

II. 작품 제작을 위한 기술연구 ……7

1. 밴드악기 특성 분석 ……7

1) 드럼(Drum) ……7

① 스네어 드럼(snare drum) ……8

② 베이스 드럼(bass drum) ……9

③ 탐탐 드럼(tom-tom drum) ……10

④ 심벌(cymbal) ……11

2) 베이스 기타(bass guitar) ……12

3) 일렉트릭 기타(electric guitar) ……13

2. Max를 활용한 사운드 프로세싱 ……14

1) pitch tracking synth 효과 ……15

2) phase vocoder 효과 ……16

3) granular synthesis 효과 ……18

4) delay 효과 ……19

5) flanger 효과 ……20

6) panning 효과 ……21

7) reverb 효과……23
3. 비주얼라이제이션 시스템 연구……24
1) 비주얼라이제이션 시스템……24
2) Ebo suite를 활용한 영상제작……28
① 드럼 영상제작……30
② 베이스 기타 영상제작……31
③ 일렉트릭 기타 영상제작……32
3) Arena를 활용한 영상제작……33
① 드럼 영상제작……33
② 베이스 기타 영상제작……34
③ 일렉트릭 기타 영상제작……35
4) OSC 통신을 활용한 실시간 영상제어……36
5) MIDI 신호를 활용한 실시간 영상제어……39
① Ableton Live에서 MIDI 신호를 내보내기 위한 설정……40
6) 무선 공유기를 활용한 컴퓨터의 원격제어……40

III. 작품 구성 및 기술 적용……42
1. 작품 소개……42
2. 작품 구성 및 기술 적용……43
1) 사운드 프로세싱 적용……43
2) 비주얼라이제이션 적용……46
3) 무대 시스템 구성……51
3. 기술 적용 효과……52

IV. 결 론……54

참 고 문 헌……56

ABSTRACT……59

부록 : 첨부 DVD 설명……61

동국대학교 DONGGUK UNIVERSITY 1906

그 림 목 차

[그림-1] 사운드 프로세싱 연구로 진행한 어쿠스틱 기타 연주……3
[그림-2] 비주얼라이제이션 연구로 진행한 작품 '터널'의 이미지……5
[그림-3] 드럼세트……7
[그림-4] 스네어 드럼……8
[그림-5] 스네어 드럼의 주파수 스펙트럼……8
[그림-6] 베이스 드럼……9
[그림-7] 베이스 드럼의 주파수 스펙트럼……9
[그림-8] 탐탐 드럼……10
[그림-9] 탐탐 드럼의 주파수 스펙트럼……10
[그림-10] 심벌……11
[그림-11] 심벌의 주파수 스펙트럼……11
[그림-12] 베이스 기타……12
[그림-13] 베이스 기타의 주파수 스펙트럼……12
[그림-14] 일렉트릭 기타……13
[그림-15] 일렉트릭 기타의 주파수 스펙트럼……13
[그림-16] pitch tracking synth 효과 패치……15
[그림-17] phase vocoder 효과 패치……17
[그림-18] granular synthesis 효과 패치……18
[그림-19] delay 효과 패치……19
[그림-20] flanger 효과 패치……20
[그림-21] panning 효과 패치……22
[그림-22] reverb 효과 패치……23

[그림-23] 사운드 프로세싱 및 비주얼라이제이션 시스템 설계도……27
[그림-24] Ebo suite로 eISF를 활용하는 주요화면……29
[그림-25] 드럼 음량 값에 따른 영상의 변화……33
[그림-26] 베이스 기타 음량 값에 따른 영상의 변화……34
[그림-27] 일렉트릭 기타 음량 값에 따른 영상의 변화……35
[그림-28] 오디오 신호를 Ebo suite 컴퓨터로 보내기 위한 패치……36
[그림-29] OSC 통신으로 전송된 신호를 받기 위한 패치……37
[그림-30] 오디오 신호를 Arena 컴퓨터로 보내기 위한 패치 ……38
[그림-31] MIDI 신호를 활용한 Arena 매핑 설정……39
[그림-32] Ableton Live의 Link 기능 활성화……41
[그림-33] 작품 <Blue Lagoon> 공연 실황……42
[그림-34] A'-B파트까지 진행되는 실시간 비주얼라이제이션……46
[그림-35] D파트 비주얼라이제이션……47
[그림-36] E-A'파트 비주얼라이제이션……48
[그림-37] 베이스 기타 솔로 비주얼라이제이션……49
[그림-38] 드럼 솔로 파트 비주얼라이제이션……50
[그림-39] 무대 시스템 구성도……51
[그림-40] 작품 <Blue Lagoon> 공연 실황 이미지……53

표 목 차

<표-1> 2가지 프로그램을 사용한 악기별 영상효과……25
<표-2> 드럼 세부악기의 주요 표현 효과……30
<표-3> 베이스 기타의 주요 표현 효과……31
<표-4> 일렉트릭 기타의 주요 표현 효과……32
<표-5> 작품 <Blue Lagoon> 기본정보……43
<표-6> 작품의 음악 구성표……45

Ⅰ. 서 론

1. 연구 배경 및 목적

밴드음악[1]은 Jazz와 Rock음악의 탄생으로 시작해 대중들에게 매우 친숙한 형태의 음악이다. 20세기에 등장한 밴드음악은 21세기로 넘어오면서 기술의 발전과 함께 성장하였으며 악기 구성과 연주법에 따라 다양한 장르로 세분화되었고 여러 음색을 표현하는 방식이 정교해졌다. 더 나아가 밴드음악은 컴퓨터의 성능의 발전으로 인해 컴퓨터음악과 융합된 형태의 멀티미디어(multimedia)[2] 예술로도 발전하였다. 창의적인 악기의 조합이 이루어지고 조명과 영상 등을 비주얼라이제이션(visualization)[3]을 통하여 시청각 정보를 받아들이도록 하며, 이러한 것들이 유기적으로 상호작용하는 다양한 인터랙션(interaction)[4] 기술이 시도되고 있다.

본 논문에서 다루어지는 작품 <Blue Lagoon>은 밴드음악과 전자음악(electronic music)[5]적인 요소가 재조합된 소리와 그 소리를 시각화한 작품을 창작한다. 밴드음악으로 드럼, 베이스 기타, 일렉트릭 기타를 사용하여 각 악기마다 리듬, 화성, 멜로디의 조화로움을 극대화하기 위해서 실시간 사운드 프로세싱(real-time sound processing)[6]과 비주얼라이제이션을 활용한 멀티미디어 작품으로 탄생시켰다.

---

1) 2개 이상의 악기가 함께 연주하는 음악, 이 작품에서는 드럼과 베이스 기타, 일렉트릭 기타로 연주하는 음악으로 칭한다.
2) 컴퓨터를 사용하여 다양한 정보매체가 혼합되어 만들어진 디지털 매체
3) 문자, 소리 등을 시각화하는 행위
4) 2개 이상의 매체가 서로 상호작용 하는 것을 뜻함
5) 전자악기가 주로 사용된 음악을 칭하는 용어
6) 실시간으로 소리를 변형, 보정하는 행위

2. 사전 연구

1) 사운드 프로세싱 연구

사운드 프로세싱에 대한 연구는 전자악기의 발전과 함께 오래전부터 연구되어왔고 계속해서 발전하고 있다. 컴퓨터 성능의 향상과 전자악기의 발전은 자연적으로 존재하지 않는 새로운 사운드와 음향효과를 창의적으로 만들어 낼 수 있는 무한한 가능성을 열었다. 또한 대중들에게 익숙한 악기와 새롭게 융합하는 연구도 끊임없이 시도되고 있다. 본 연구에서는 어쿠스틱 악기의 본연의 느낌을 해치지 않으면서 사운드 프로세싱이 더해졌을 때 연주의 효과가 더욱 극대화되고 확장되는 음향효과를 만들어보고자 하였다.

사전 연구로 어쿠스틱 기타(acoustic guitar)[7]에 사운드 프로세싱을 적용하는 것을 진행했다. 기타연주법 중 핑거스타일(finger style)[8] 주법을 사용했으며 일반적인 어쿠스틱 기타의 기초주법인 스트로크(stroke)[9]나 아르페지오(arpeggio)[10]에서 태핑(tapping)[11] 주법이 더해져서 퍼커시브(percussive)[12]한 연주를 선보이는 것이 특징이다.

---

7) 통기타, 포크기타라고도 불린다. 6현의 금속줄로 음계, 화음, 리듬을 표현할 수 있다. 속이 비어 있는 나무 울림통에서 소리가 증폭되어 출력된다.
8) 어쿠스틱 기타의 기본주법과 태핑주법이 혼합되어 연주하는 형태
9) 어쿠스틱 기타의 6현을 한번에 연주하는 것
10) 어쿠스틱 기타의 6현을 분할하여 연주하는 것
11) 손가락의 끝부분이나 손가락의 대부분을 기타줄에 빠르게 부딪혀서 연주하는 것
12) 때리거나 두드려서 타악기 같이 리듬을 연주하는 것

[그림-1] 사운드 프로세싱 연구로 진행한 어쿠스틱 기타 연주

어쿠스틱 기타 한 대로 단음연주, 화음연주, 리듬연주를 동시에 표현할 수 있어 음악적 표현의 폭이 넓다. 따라서 다양한 사운드 프로세싱을 시험해 보기에 좋은 악기라 판단하여 선정하였고 Max[13]를 사용하여 사운드 프로세싱 패치를 제작하였다. 기존에 들어보지 못했던 음향효과를 만들기 위해서 2개 이상의 음향효과를 합쳐서 사용하였는데 복잡한 효과가 나타나다 보니 자연스럽게 기타연주에 적용하는데 어려움이 있었다. 또한 펑거스타일 기타연주는 다이나믹레인지(dynamic range)[14]가 매우 넓어서 음량이 작은 구간에는 음향효과가 너무 약하고 음량이 큰 구간에는 음향효과가 너무 과하게 나타나게 되어서 적절한 음량을 효율적으로 조절하지 못했던 점이 아쉬웠다. 본 논문에서 다루어질 작품 <Blue Lagoon>에는 이러한 부족한 부분들을 보완하여 제작하였다. 첫 번째로 음향효과를 적용하기 좋은 연주구간을 만들었다. 두

13) Cycling '74에서 개발한 인터랙티브 미디어를 구현하기 위한 소프트웨어이다. 데이터의 연산과 처리 및 프로그래밍이 가능한 Max와 음향 시그널 데이터 처리가 가능한 MSP, 그리고 real-time video 및 2D/3D 그래픽을 다루는 Jitter로 나누어져 있다.

14) 가장 작은 소리와 가장 큰소리의 범위를 나타낸 것

번째는 음향효과가 잘 나타나도록 강하게 나타나는 효과는 분리하고 실시간 음량 값을 분석하여 알맞은 밸런스로 조절하여 완성도를 높였다. 세 번째로 2개 이상의 악기를 추가하여 거기에 걸맞는 음향효과를 만듦으로써 다양한 사운드 프로세싱을 연출하였다.

동국대학교 DONGGUK UNIVERSITY 1906

2) 비주얼라이제이션 연구

[그림-2] 비주얼라이제이션 연구로 진행한 작품 '터널'의 이미지

비주얼라이제이션 연구에는 Arena[15]를 사용했다. Arena는 VJing[16] 퍼포먼스나 오디오 신호와 관련한 인터랙션 시스템을 설계하기에 용이하다. 오디오 신호 뿐만 아니라 OSC[17] 통신과 MIDI[18] 신호를 활용한 네트워크 시스템을 구축할 수 있다. 사전 연구로는 2021년 'Seeing sound listening image' 전시회에 참여한 '터널'이라는 미디어아트 작품에서 Kinect sensor[19]를 이용한 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션의

15) Resolume에서 개발한 영상 프로그램으로 여러 개의 영상을 믹스, 편집하는 기능이 뛰어나고 실시간으로 비주얼라이제이션을 구현하기에 용이하다.
16) 실시간으로 이미지나 영상으로 조작하고 음악과 동기화 시키는 행위를 뜻함
17) UC Berkeley의 CNMAT에서 개발한 네트워크 프로토콜. Open Sound Control의 약자이다.
18) Musical Instrument Digital Interface의 약자로 전자악기끼리 디지털 신호를 주고 받기 위한 신호규격을 말함
19) Microsoft에서 개발한 것으로, 컨트롤러 없이 사용자의 신체를 이용하여 게임과 엔터테인먼트를 경험할 수 있는 엑스박스 360과 연결해서 사용하는 주변기기이다. 인체의 움직임을 감지하여 3차원 데이터를 전송하는 기기이다.

인터랙션을 진행했다. Kinect sensor로 사람의 skeleton tracking[20] 데이터를 받아 인체의 움직임에 따라 영상과 소리가 변화하는 인터랙션을 구현하였다. Max, Ableton Live[21], Arena를 OSC 통신으로 실시간으로 데이터를 주고받는 시스템을 설계하여 영상의 움직임과 소리의 변화를 동시에 연출하여 관객이 작품에 몰입할 수 있도록 하였다.

Kinect sensor를 사용하여 인터랙션을 구현하다 보니 인체를 인식하는 범위가 한정적이고 옷차림새에 따라 인식이 불안정한 문제점이 있었다. 그렇기 때문에 움직임에 따른 소리와 영상이 인터랙션이 매끄럽게 되지 않게 된 점이 아쉬웠다. 본 논문의 작품 <Blue Lagoon>에서는 이러한 점들을 보완하여 제작하였는데 첫 번째로 소리와 영상 간에 인터랙션이 자연스럽고 안정적으로 구현될 수 있게 하였고 두 번째로 소리의 변화가 영상으로도 직관적으로 느껴질 수 있도록 시스템을 구축하여 멀티미디어 작품으로 완성하였다.

20) 인체의 골격을 인식하는 방식

21) 1999년에 설립된 독일 베를린 소재 Ableton AG에서 개발하고 2001년부터 판매하는 DAW(Digital Audio Workstation)이다. 컴퓨터로 음악을 작곡, 녹음, 편집, 재생을 할 수 있다. 공연을 하기에 용이하고 영상과 인터랙션을 구현 할 수 있다는 것이 특징이다.

II. 작품 제작을 위한 기술 연구

1. 밴드악기 특성 분석

작품 <Blue Lagoon>에서는 밴드음악의 핵심적인 악기인 드럼, 베이스 기타, 일렉트릭 기타가 사용되었다. 악기별로 알맞은 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션을 구현하기 위해서는 먼저 각 악기들의 특성을 분석할 필요가 있었다.

1) 드럼(Drum)

[그림-3] 드럼세트[22]

1930년대에 빅밴드[23]와 스윙(Swing)[24] 음악이 등장함에 따라 드럼이 주목받기 시작했다. 따라서 리듬적 활력을 제공하고 음악의 전체적인 흐름을 주도하는 것이 음악적 구성에서 중요하다는 인식이 생겨났다. 스윙 시대 이전에는 드럼의 역할이 각종 효과음을 표현하는데 그쳤

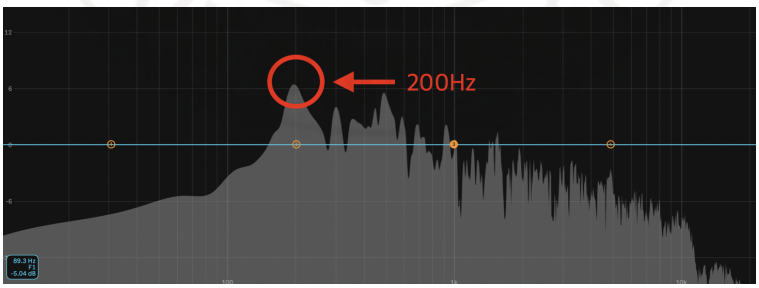
22) 출처 : http://mapexdrums.com
23) 10명 이상의 대규모 편성으로 이루어진 밴드를 뜻함
24) '흔들거리다'라는 단어에서 유래된 것으로 규칙적으로 반복되는 리듬감을 뜻함. Jazz 음악의 한 장르

지만 스윙 시대 후기로 갈수록 튜닝 가능한 탐탐 드럼, 라이드 심벌, 하이햇 등이 드럼세트에 포함되며 음악의 박자를 유지하는 데에 핵심적인 역할을 맡게 되었다. 드럼세트의 구성에는 스네어 드럼, 베이스 드럼, 탐탐 드럼, 심벌로 나누어 볼 수 있다.

① 스네어 드럼(snare drum)

[그림-4] 스네어 드럼[25]

스네어 드럼은 리듬의 표현에 있어서 핵심적 역할을 한다. 드럼통 중 유일하게 아랫면에 스네어 와이어(snare wire)[26]가 장착되어 있어 차별화된 소리를 가지며, 반응이 즉각적이고 섬세하다. 스네어 드럼의 핵심주파수는 200Hz ~ 250Hz 부근이며 와이어의 선명한 소리는 4kHz ~ 8kHz 부근에서 나타난다.



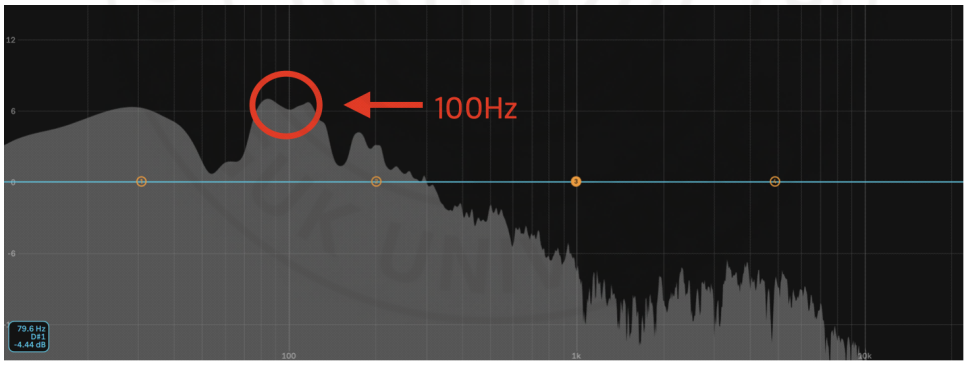
[그림-5] 스네어 드럼의 주파수 스펙트럼

25) 출처 : https://www.thomann.de
26) 금속재질에 가는 줄 묶음으로 된 장치. 스네어 드럼의 아랫면에 부착시켜 사용한다.

② 베이스 드럼(bass drum)

[그림-6] 베이스 드럼[27]

킥 드럼(kick drum)이라고도 불리며 드럼세트 구성 중 가장 큰 울림통이며 가장 낮은 음고를 만들어낸다. 페달을 사용하여 연주하며 스네어 드럼과 함께 기본 비트의 결정적인 역할을 한다. 베이스 드럼의 핵심주파수는 80Hz ~ 100Hz 부근이다.



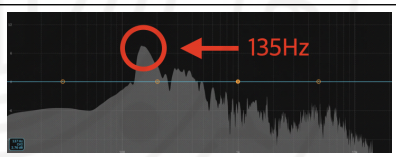
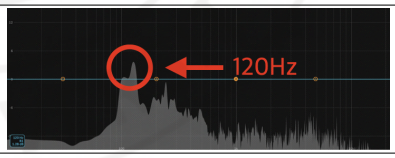
[그림-7] 베이스 드럼의 주파수 스펙트럼

27) 출처 : https://www.musicstore.com

③탐탐 드럼(tom-tom drum)

[그림-8] 탐탐 드럼[28]

탐탐 드럼은 드럼세트에서 가장 많은 갯수를 차지하고 스네어 드럼에 부착되어 있는 스네어 와이어가 없는 울림을 생성한다. 크기에 따라 다양한 음고[29]를 표현 할 수 있다. 탐탐 드럼의 세부 명칭은 작은 인치에서 큰 인치 순으로 하이탐(high tom), 미들탐(middle tom), 로우탐(low tom) 또는 플로어탐(floor tom)으로 칭한다. 하이탐의 핵심주파수는 135Hz ~ 140Hz, 미들탐의 핵심주파수는 120Hz, 로우탐의 핵심주파수는 80Hz ~ 90Hz이다.

하이탐의 주파수 스펙트럼	
미들탐의 주파수 스펙트럼	
로우탐의 주파수 스펙트럼	

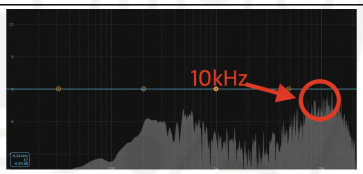
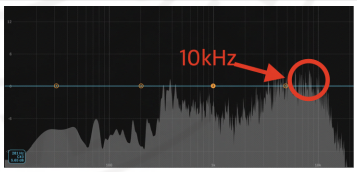
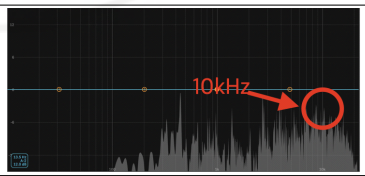
[그림-9] 탐탐 드럼의 주파수 스펙트럼

28) 출처 : https://bateraclube.com.br
29) 음의 높낮이를 뜻함

④ 심벌(cymbal)

[그림-10] 심벌[30]

심벌은 하이햇(hi-hat), 크래쉬(crash), 라이드(ride)로 크게 3가지 종류로 나누어 볼 수 있다. 심벌은 10kHz 이상의 고음역이 생성되는 것이 특징이며 크기에 따라 음색의 차이가 생긴다. 드럼세트의 종류 중에서 가장 화려한 소리를 생성하며 밴드음악의 활력을 불어넣는 역할을 한다.

하이햇의 주파수 스펙트럼	
크래쉬의 주파수 스펙트럼	
라이드의 주파수 스펙트럼	

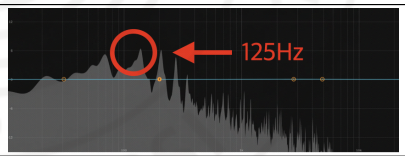
[그림-11] 심벌의 주파수 스펙트럼

30) 출처 : https://www.andertons.co.uk

2) 베이스 기타(bass guitar)

[그림-12] 베이스 기타[31]

베이스 기타는 콘트라베이스의 큰 부피와 불편한 휴대성을 개선하기 위해 일렉트릭 기타와 비슷한 형태를 가진 4현 전기악기로 만들어졌다. 4현 베이스가 가장 보편적인 형태이고 연주자에 따라서 5현, 6현 베이스를 사용하기도 한다. 밴드음악에서 베이스의 역할은 리듬악기와 멜로디 악기 사이의 빈 공간을 풍성하게 채워주는 것이다. 주로 드럼과 함께 음악의 중심을 잡아주는 핵심적 역할을 맡는다. 베이스 기타의 핑거주법(finger style)[32]의 핵심주파수는 125Hz 부근이고 슬랩주법(slap style)[33]을 사용할 때는 2.5kHz ~ 3kHz 부근의 주파수가 강조된다.

베이스 기타 핑거주법 주파수 스펙트럼	
베이스 기타 슬랩주법 주파수 스펙트럼	

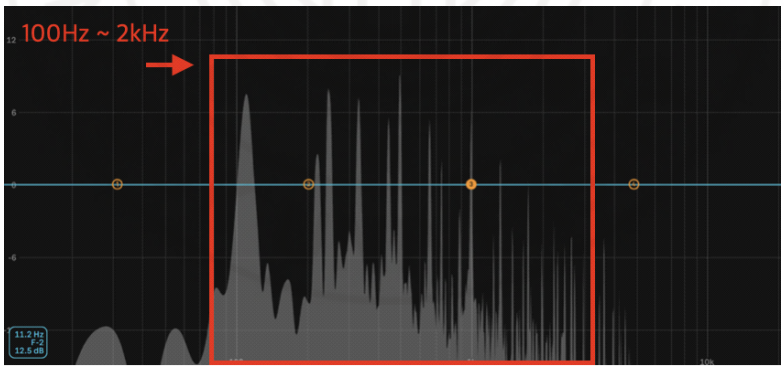
[그림-13] 베이스 기타의 주파수 스펙트럼

31) 출처 : https://www.wueste-welle.de
32) 줄을 손가락으로 튕기는 방식
33) 줄을 손가락으로 빠르게 내리치거나 뜯어서 연주하는 방식

3) 일렉트릭 기타(electric guitar)

[그림-14] 일렉트릭 기타[34]

어쿠스틱 기타의 단점인 작은 음량을 극복하기 위해 개발되었다. 어쿠스틱 기타와 같이 6현이 가장 보편적인 형태이고 연주자에 따라 7현 이상의 악기를 쓰는 경우도 있다. 일렉트릭 기타는 밴드음악의 화음과 멜로디를 주로 담당하게 되며 리듬파트에 합류하기도 한다. 주로 연주하는 주파수 영역은 100Hz ~ 2kHz 부근으로 폭넓게 연주하기 때문에 베이스 기타와 같이 주파수를 특정하기 어려운 부분이 있다. 그래서 주파수를 구분하여 사용하지 않고 일렉트릭 기타 소리를 그대로 받아서 사운드 프로세싱 및 비주얼라이제이션을 제작하였다.



[그림-15] 일렉트릭 기타의 주파수 스펙트럼

34) 출처 : https://www.nicepng.com

2. Max를 활용한 사운드 프로세싱

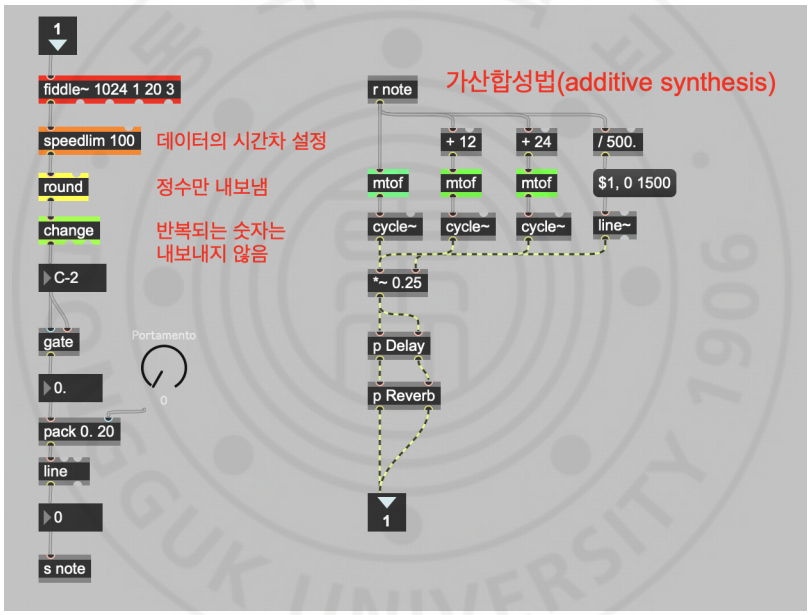
밴드음악을 구성하는 각각의 악기들이 가진 표현의 한계를 극복하고자 Max로 제작한 사운드 프로세싱을 함께 사용하였다. Max는 입력된 소리를 개발자가 원하는데로 자유롭게 연결, 변조하는 것이 가능하다. 단순히 어떠한 음향효과를 넘어서서 여러 미디어와 통신하고 인터랙션을 구현하기에 용이하기 때문에 창의적인 소리를 만들기에 적합하다. 드럼과 같은 타악기는 음이 짧게 끊어지는 특성이 있다. 이것을 보완하기 위해서 delay[35]와 granular synthesis[36]를 사용하였고 reverb[37]를 사용하여 넓은 공간감을 표현하였다. 일렉트릭 기타는 음 길이를 길게 쓰고 화음연주를 하는 특성을 보인다. 이것을 확장하기 위하여 phase vocoder[38]를 통해 소리를 재합성하고 pitch tracking synth[39]를 통해 일렉트릭 기타와 합성된 소리가 함께 연주되도록 하였다. 베이스 기타의 음색은 저음역대에 밀집해 있어 단조로운 음색특성을 보인다. 이것을 보완하기 위해서 flanger[40]를 사용하여 악기의 음색을 변조시켰고 panning[41]의 빠르기를 조절하여 악기 소리의 불규칙한 떨림과 입체적인 위치 변화를 구현하였다. 사전 연구에서 어쿠스틱 기타에만 음향효과를 적용했던 것을 여러 악기로 분배함으로써 각 악기의 음색의 유기적인 변화가 나타나도록 설계하였다. 연구를 진행한 음향효과를 살펴보

35) 입력된 소리를 지정한 시간만큼 지연시켜서 출력하는 효과
36) 소리를 grain단위(50ms이하의 짧은 소리)로 분할하여 재조합 및 변형하여 합성하는 방식
37) reverberation의 줄임말. 잔향이라는 뜻으로 소리가 멈춘 뒤에도 벽이나 천장에 반사된 소리가 남아서 들리게 되는 현상
38) 소리를 FFT분석을 통해 재합성하는 방식으로 소리의 음고와 길이를 변형시킬 수 있다.
39) 소리의 음고를 분석하여 MIDI 신호로 변환한 것을 가산합성음(additive synthesis)으로 출력하는 효과
40) 입력신호와의 아주 짧은 시간차(1~10ms)를 이용하여 만들어내는 효과. 입력신호의 특정 주파수의 음량이 증가하거나 감소되면서 음색의 변화를 만든다.
41) 소리의 이미지를 좌우로 움직이게 하는 효과

고, 각 악기에 적용한 방식에 관하여 설명하도록 하겠다.

1) pitch tracking synth 효과

pitch tracking synth 효과는 입력된 소리의 음고를 분석하여 MIDI[42]신호로 변환해 내보낸 데이터를 가산합성(addictive synthesis)[43]방식으로 만들어진 소리와 함께 출력되게 하는 음향효과이다.



[그림-16] pitch tracking synth 효과 패치

[그림-16]은 fiddle~오브젝트를 활용하여 제작한 pitch tracking synth 패치이다. fiddle~의 첫번째 슬롯에서 float pitch MIDI[44]신호

42) Musical Instrument Digital Interface의 약자로 전자 악기간의 정보를 주고받기 위한 규격
43) 여러 개의 파형들을 결합하여 음색을 만들어내는 방식
44) 소리를 소수로 변환하여 내보내는 것

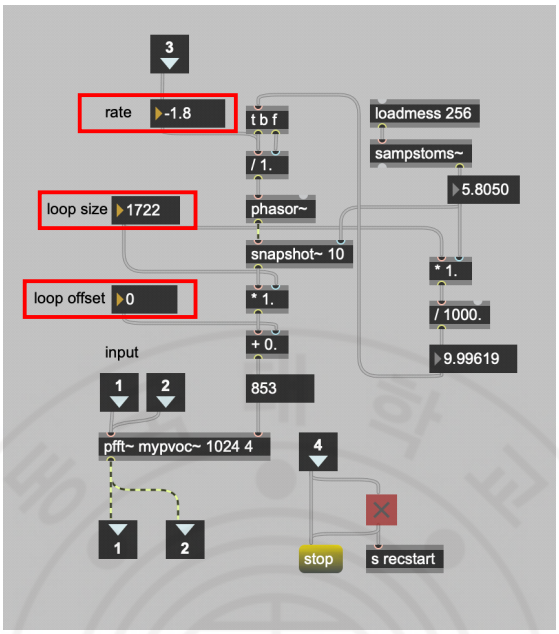
가 출력된다. 여기서 MIDI 신호를 반복해서 내보내는 시간이 너무 짧으면 원치 않는 잡음이 발생한다. 이 문제점을 보완하기 위해서 speedlim오브젝트에서 100ms 값을 주어 시간 간격을 설정하였다. round오브젝트는 소수로 나오는 MIDI 신호의 정수만 걸러서 내보내도록 한다. change오브젝트에서는 반복되는 숫자의 경우 한 번씩만 내보내도록 한다. 이후 전송된 MIDI 신호를 float데이터[45]로 변환시켜주는 mtof오브젝트를 cycle~[46]오브젝트로 제작한 가산합성음과 연결하여 MIDI 신호와 동일한 음이 출력되도록 하였다. 이어서 delay 서브패치와 reverb를 연결하여 부드러운 느낌의 lead synth[47]와 같은 음색을 구현하였다. 본 논문의 작품 <Blue Lagoon>에서는 사운드 프로세싱을 일렉트릭 기타연주에 주로 활용하였고 다른 음향효과들과 결합하여 풍성한 효과를 내는 방식으로 사용하였다.

2) phase vocoder 효과

phase vocoder 효과는 녹음된 음원의 재생시간을 조절하거나 음고를 조절할 수 있는 음향효과이다. 일반적으로 녹음된 음원의 재생시간을 조절하게 되면 원본의 음고가 변화하게 되고 품질이 저하된다. FFT[48] 분석을 이용하여 만들어진 phase vocoder는 주파수 전체 대역을 bandpass filter[49] 로 나누어서 분석을 한 후에 재합성하는 방식으로, 위와 같은 문제들이 발생하지 않고 음원을 조절할 수 있다.

---

45) 주파수 정보를 숫자 소수점까지 표시하는 데이터
46) Max에서 제공하는 정현파를 출력하는 오브젝트
47) 신디사이저로 만들어진 멜로디를 연주하는 악기소리의 종류
48) Fast Fourier Transform의 약자. 오디오 신호를 유용하게 분석할 수 있도록 변환시켜주는 알고리즘이다. 오디오 신호의 주파수 성분을 분석하기 위하여 사용한다.
49) 특정 주파수 대역만 통과시키도록 하는 필터

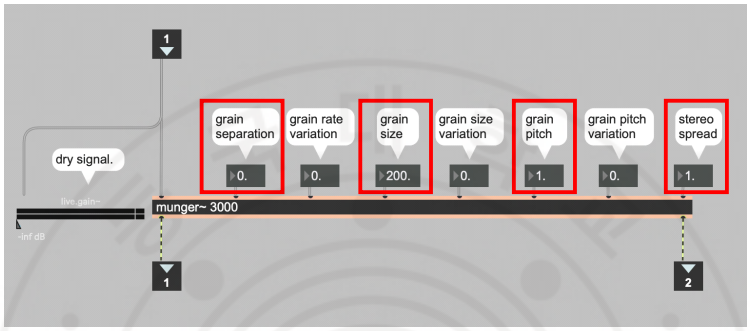


[그림-17] phase vocoder 효과 패치

[그림-17]은 pfft~오브젝트를 활용하여 만들어진 phase vocoder 패치이다. rate 파라미터는 재생되는 음원의 속도를 제어한다. 원음을 그대로 재생하는 값은 1이며 수치가 높아질수록 음원의 속도가 증가하게 되고 0에 가까울수록 느려지게 된다. 음수를 입력하게 되면 음원이 거꾸로 재생이 되며 값이 0에서 멀어질수록 거꾸로 재생되는 음원의 속도가 증가하게 된다. loop size는 음원의 반복구간을 설정 할 수 있으며 프레임 단위를 사용한다. loop offset 파라미터는 loop size에서 설정된 반복구간의 시작점을 조절할 수 있다. 본 논문의 작품 <Blue Lagoon>에서는 pitch tracking synth와 함께 일렉트릭 기타연주에 적용하였다.

3) granular synthesis 효과

granular synthesis 효과는 입력된 소리를 곡물(grain)이라는 뜻을 가진 grain단위로 분해하여 grain간에 간격, 음고, 배열을 재조합 및 변조할 수 있는 음향효과이다.



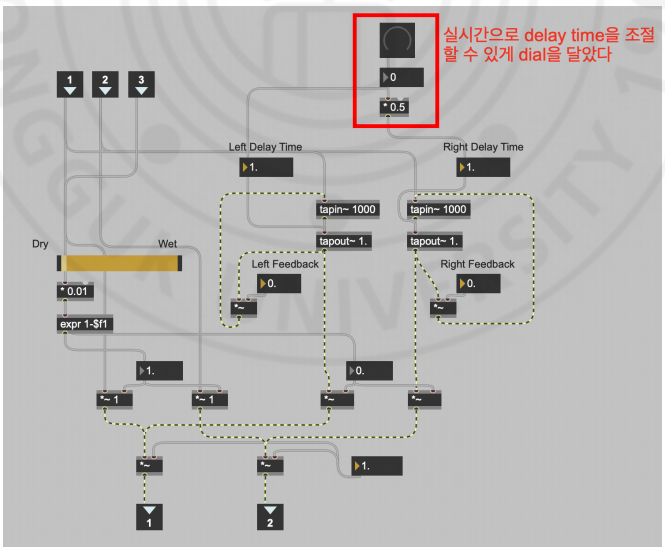
[그림-18] granular synthesis 효과 패치

[그림-18]은 munger~[50] 오브젝트를 활용하여 만들어진 패치이다. munger~에서 제공하는 여러 개의 파라미터가 있는데 grain separation에서는 grain의 간격을 조절하고 grain size에서는 grain단위로 분해되는 소리크기를 설정할 수 있다. grain pitch는 분해된 음고를 설정하며 원음 상태는 1의 값을 가진다. stereo spread에서 소리의 공간감을 조절할 수 있으며 원음 그대로의 상태는 1의 값을 가진다. 그리고 각 기능의 variation은 설정한 값에서 무작위로 변화하는 범위를 설정한다. granular synthesis 효과와 원음 소리를 적절하게 믹스하기 위해 live.gain~ 오브젝트를 매핑하여 활용하였고 밴드악기마다 다양한 음색을 표현하는 데에 사용하였다. 드럼의 세부악기인 심벌에 grain size를 30ms로 설정하여 음이 아주 짧게 조각나면서 음고의 변화가 나타나도록 하였고 일렉트릭 기타에서 grain size를 200ms로 설정하고 원음과 믹스하여 사용하였다.

50) 프린스턴 대학교 음악학과 댄 트루먼에 의해 제작된 Max 오브젝트

4) delay 효과

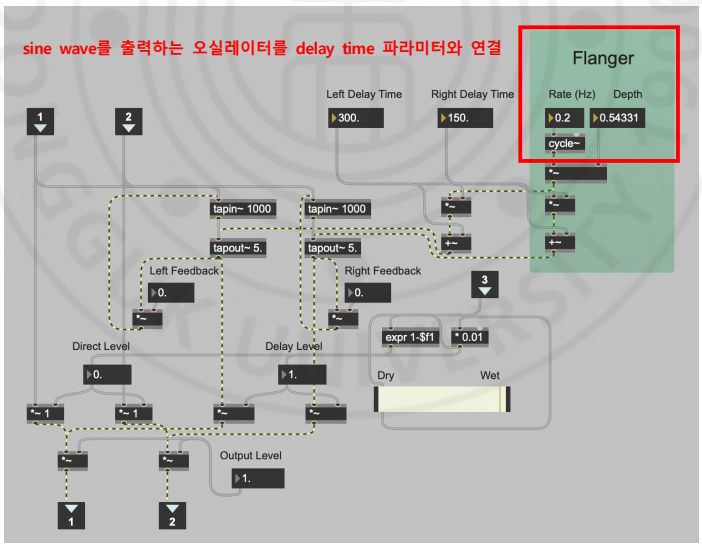
delay 효과는 원음을 지연시켜서 출력하도록 하는 음향효과이다. Max에서 제공하는 tapin~, tapout~오브젝트를 사용하여 구현할 수 있다. tapin~에서는 오디오 신호를 설정된 시간(delay time) 만큼 저장하게 되고 그 시간을 초과하면 저장된 신호를 내보냄과 동시에 새로운 오디오 신호를 받는다. tapout~에서는 tapin~의 저장된 오디오 신호를 설정된 시간 만큼 지연시켜서 출력시킨다. 출력된 오디오 신호를 일정비율로 곱하여 다시 tapin~로 보내게 되면 feedback 음향효과가 만들어진다. expr오브젝트를 사용하여 원음(dry)과 delay 효과소리(wet)의 음량비율을 조절하여 사용이 가능하다. 본 논문의 작품 <Blue Lagoon>에서는 베이스 기타와 드럼의 세부악기인 베이스 드럼과 스네어 드럼에 주로 활용하였고 실시간으로 delay time을 다양하게 사용하여 다채로운 효과가 나타나도록 하였다.



[그림-19] delay 효과 패치

5) flanger 효과

flanger 효과는 delay 효과에서 파생된 음향효과로, delay 효과를 구현하는 tapout~에서 sine wave를 생성하는 cycle~를 연결하여 sine wave의 주기성에 따라 delay time이 변화하여 생기는 효과를 말한다. 이 효과는 원음의 음고에 영향을 주며 주기적으로 변화한다. cycle~의 빠르기(rate) 설정값이 느리게 설정되어 있으면 원음의 음고가 미세하게 주기적으로 변화하고 빠르게 값을 설정하게 되면 날카로운 속성의 음색으로 변화한다. tapout~에 연결하는 cycle~은 다른 파형을 생성하는 오실레이터(oscillator)[51]로 대체하여 응용하는 것도 가능하다. 본 논문의 작품 <Blue Lagoon>에서는 일렉트릭 기타와 베이스 기타에 주로 활용하였고 delay 효과와 함께 결합하여 사운드 프로세싱을 적용하였다.



[그림-20] flanger 효과 패치

51) 발진기를 의미하며, 전자악기의 오디오 파형을 생성시키는 장치를 말한다. Max에는 cycle~외에도 정수 배음을 가지는 톱니파(saw~), 홀수 배음을 가지는 사각파(rect~), 삼각파(tri~)를 제공한다.

6) panning 효과

panning 효과는 스테레오(왼쪽과 오른쪽 2개의 오디오 신호) 사운드 필드(sound field)[52]에 모노(1개의 오디오 신호)를 배치하는 것으로 오디오 신호의 스테레오 강도 조절을 하여 균형을 만들어내는 것을 말한다. 좌우 신호가 같은 오디오 신호의 균형을 바꾸게 되면 출력되는 신호가 커지지 않도록 설정해야 하는데 이것은 실제로 불가능하다. 완벽하게 똑같은 2개의 오디오 신호가 합쳐지면 1개의 신호일 때보다 6dB가 증가한다. 하지만 2개의 서로 다른 오디오 신호의 경우는 3dB가 증가하게 된다. 일반적으로 대부분의 스테레오 신호는 좌우 신호가 비슷하지만 완벽하게 동일한 신호는 아니다. 그렇기 때문에 스테레오 신호는 모노 신호가 2개 합쳐진 것보다 3 ~ 6dB 사이의 증가 값을 가진다. blance panning의 경우 pan을 조절하는 컨트롤러가 어느 한쪽으로 극단적인 값을 가질 때에는 약 4.5dB의 음량 값을 가지도록 해야한다. 본 작품에서는 panning 효과가 주기적으로 일어나며 그 빠르기 또한 조절할 수 있는 음향효과를 구현하고자 했다. 그래서 좌우 음량 값의 각각 2개의 `cycle~`를 연결하여 `cycle~`의 빠르기에 따라 음량이 변화하도록 하였다. 2개의 `cycle~`의 빠르기 값이 같으면 panning 효과가 아닌 음량이 커졌다 줄어들었다 하는 tremolo 효과로 바뀌기 때문에 `cycle~`의 음량 값을 왼쪽은 0.1를 곱하고 파라미터를 연결하여 `cycle~` 의 빠르기 값과 동일한 값이 음량에 적용되도록 하였다. 이렇게 되면 `cycle~` 의 빠르기 값이 증가함에 따라 panning 효과가 주기성을 띄게 되며 주기성이 빨라질수록 빨려들어가는 듯한 음향효과를 만들 수 있었다. 본 논문의 작품 <Blue Lagoon>에서는 일렉트릭 기타와 베이스 기타에 주로 활용하였다. panning의 빠르기를 조절하여 오디오

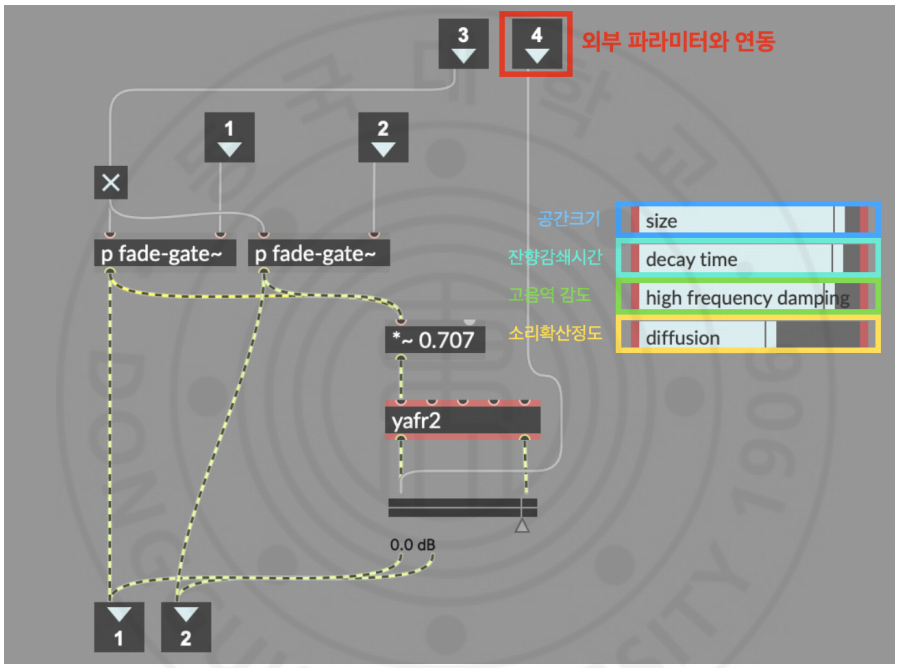
52) 오디오 신호가 존재하는 공간을 말한다. 감상자가 음의 공간이 3차원으로 느껴지도록 한다.

신호가 모노에서 스테레오로 실시간으로 변화하도록 구현하였다.

[그림-21] panning 효과 패치

7) rerverb 효과

reverb 효과는 가상공간의 잔향을 표현하는 음향효과로 풍성한 공간감을 만들어 내는데 효과적이다. reverb 효과는 크게 초기 반사음(early reflection)과 잔향음(reverberation)으로 구성되고 세부 파라미터를 이용하여 다양한 공간감을 구현할 수 있다.



[그림-22] reverb 효과 패치

[그림-22]는 yafr2[53]를 활용하여 만들어진 reverb 효과 패치이다. 본 논문의 작품 <Blue Lagoon>에서는 다른 음향효과와 함께 밴드악기에 각각 적용하였고 reverb 음량을 외부 파라미터와 연동하여서 작품이 전개되는 동안에 실시간으로 reverb 효과를 조절할 수 있도록 사용하였다.

53) Max의 Package Manager에서 제공하는 패치. Randy Jones에 의해 개발되었다.

3. 비주얼라이제이션 시스템 연구

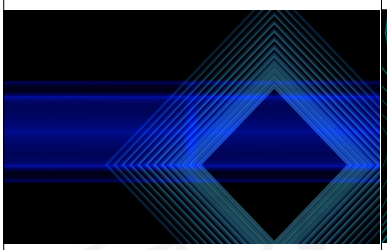
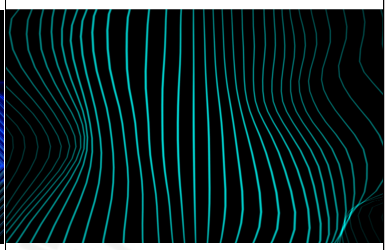
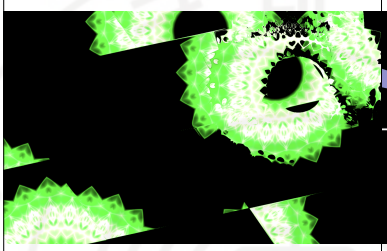
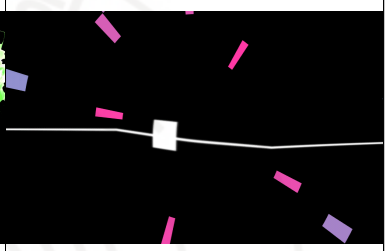
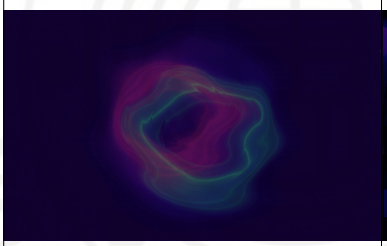
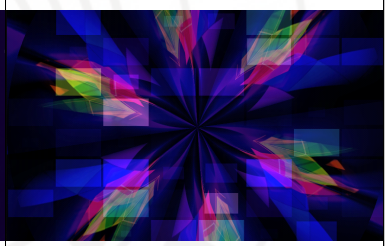
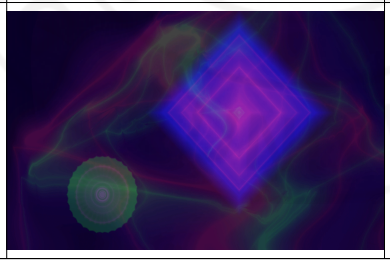
1) 비주얼라이제이션 시스템

소리와 인터랙션이 이루어지는 비주얼라이제이션을 제작하기 위해서는 소리의 특정한 정보를 영상 프로그램에 전달하도록 하고 그 소리 정보에 따라 영상의 변화가 일어나게 해야 한다. 본 논문에서는 Ableton Live 내부의 음향효과를 사용하여 밴드악기를 주파수 대역별로 분리하여 영상에 적용하도록 하였다.

비주얼라이제이션 제작에 사용한 프로그램은 Ableton Live 내부에서 실행되는 Ebo suite[54]와 Arena이다. 다음은 각 프로그램 별로 밴드악기를 시각화한 영상을 나타낸 표이다.

54) Ebo Studio에서 개발한 Ableton Live를 영상제작 프로그램으로 사용 할 수 있는 플러그인. 오디오를 편집하는 것과 같은 방식으로 영상을 제작, 샘플링, 재생, 믹싱 및 컨트롤이 가능하다.

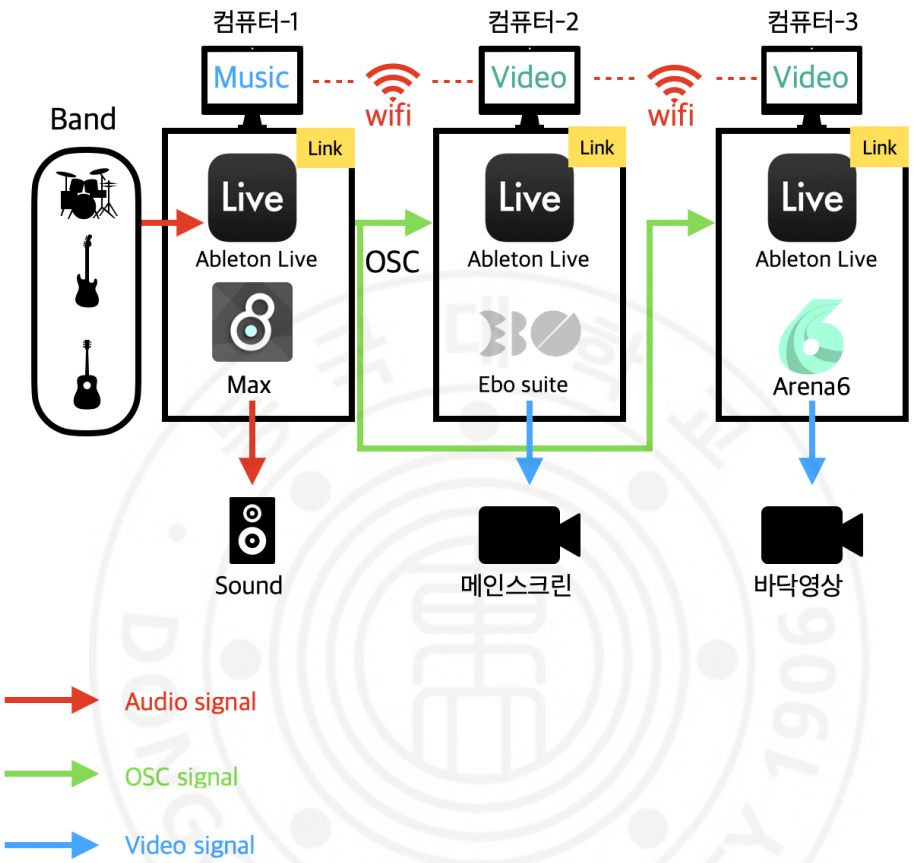
<표-1> 2가지 프로그램을 사용한 악기별 영상효과

악기	Ebo suite	Arena
드럼		
베이스 기타		
일렉트릭 기타		
전체악기		없음

Ebo suite로 제작한 영상은 메인스크린에 매핑하였다. 드럼, 베이스 기타, 일렉트릭 기타의 음량 값과 주파수를 분석해 인터랙션이 일어나는 영상을 제작하였고 작품의 전개에 따라 단독으로 나오거나 함께 믹스되어 나타난다.

Arena로 제작한 영상은 공연 스테이지에 매핑하였다. 작품의 전개 중에서 악기별로 솔로연주가 진행되는 구간에 일시적으로 나타나도록 하였다. 악기마다 영상을 제작하고 각 악기의 음량 값과 주파수를 분석해 인터랙션이 일어나도록 하였다.

2개의 영상을 1개의 오디오 신호로 제어하기 위해서 OSC 통신과 MIDI 신호를 사용하였다. OSC 통신은 밴드음악을 출력하는 컴퓨터에서 영상을 송출하는 컴퓨터로 오디오 신호를 전송하고 MIDI 신호는 영상을 원하는 구간에만 재생하도록 Arena 내부기능을 제어한다. 이로써 실시간으로 소리와 영상의 인터랙션이 가능하도록 설계하였다.



[그림-23] 사운드 프로세싱 및 비주얼라이제이션 시스템 설계도

[그림-23]은 사운드 프로세싱 및 비주얼라이제이션 시스템 설계도이다. 초기에 작업할 때에는 1대의 컴퓨터를 사용하였으나 시스템 과부화로 인하여 정상적으로 작동하지 않았다. 그래서 공연의 안정성을 위하여 밴드악기가 입출력되는 컴퓨터와 영상을 송출하는 컴퓨터 2대를 사용하였다. 3대의 컴퓨터는 무선 공유기를 사용하여 OSC 통신을 주고받을 수 있도록 하였다. 밴드악기의 오디오 신호가 컴퓨터-1로 입력되고 Ableton Live 내부에서 구동되는 Max for Live로 사운드 프로세싱

된 소리가 스피커로 출력이 된다. 동시에 컴퓨터-1에 오디오 신호를 OSC 통신으로 컴퓨터-2와 컴퓨터-3으로 전송된다. 컴퓨터-2와 컴퓨터-3에 Ebo suite와 Arena로 제작된 영상은 전송된 오디오 신호와 인터랙션이 일어나게 된다.

2) Ebo suite를 활용한 영상제작

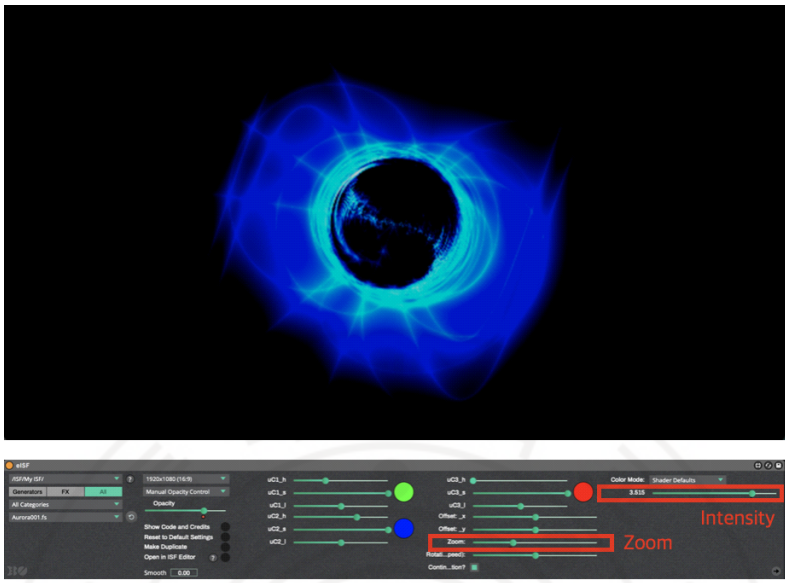
Ebo suite 영상효과중 ISF를 활용한 영상효과에 주목했다. ISF는 "Interactive Shader Format"의 약자이며 GL셰이더[55]를 실행하고 상호작용하는 방법을 설명하는 메타데이터[56]와 결합한 파일형식이다. 해당 형식을 지원하는 모든 호스트에서 즉시 공유 및 재사용할 수 있는 GL 셰이더와 인터랙션하기 위한 간단하고 최소한의 인터페이스를 생성할 수 있다. eISF는 ISF파일을 Ableton Live에서 실행하고 새롭게 재조합할 수 있는 영상효과이다. 각각의 악기에 대한 ISF파일을 불러온 트랙을 생성하고 Max for Live에서 제공하는 envelope follower[57]를 각 악기의 트랙에 적용하고 ISF파일에서 원하는 기능의 파라미터와 매핑을 하여서 오디오 신호 값에 반응하도록 설계하였다. [그림-24]는 eISF를 활용하는 Ebo suite의 주요 화면이다.

---

55) 텍스트 기반으로 된 영상을 재생, 조작하는 파일형식

56) 대량의 정보 중에서 찾고 있는 정보를 효율적으로 찾아서 사용하기 위해 일정 규칙에 따라 콘텐츠에 대하여 부여되는 데이터이다.

57) Abeton Live 내부의 Max for Live 기반으로 만들어진 플러그인. 적용한 악기의 소리특성을 원하는 파라미터와 매핑할 수 있다.

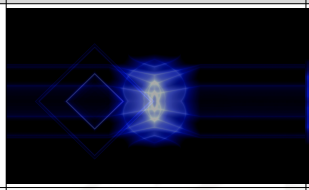
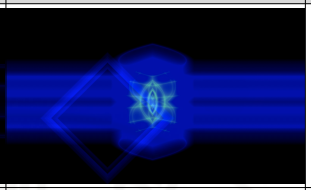
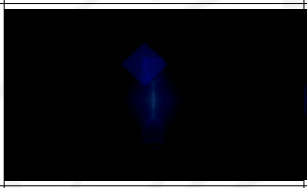
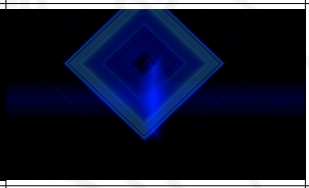
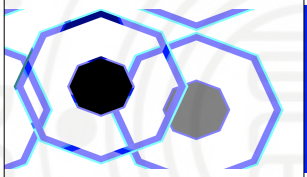
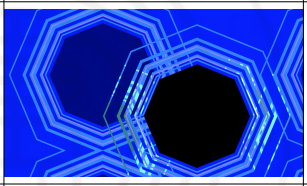
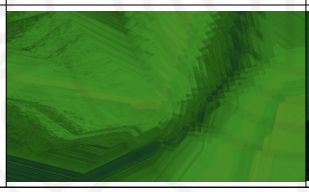
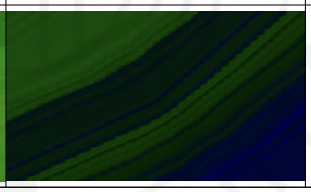


[그림-24] Ebo suite로 eISF를 활용하는 주요화면

[그림-24]와 같이 Ebo suite를 활용한 영상은 밴드악기별로 제작하였으며 각 악기의 음색에서 느껴지는 것을 비주얼라이제이션 하였다. 사전에 밴드악기의 특성을 분석한 것을 토대로 드럼에서는 베이스 드럼, 스네어 드럼, 탐탐 드럼, 심벌소리를 구분하고 FFT분석을 통하여 주파수를 분리하여 사용하였다. 세부악기마다 비주얼라이제이션을 적용하여 세부악기의 음량 값에 따라 크기와 위치 변화가 일어나도록 하였다. 베이스 기타에 대한 비주얼라이제이션은 핑거주법과 슬랩주법을 구분하여 주법에 따라 인터랙션이 일어나는 영상을 각각 제작하였다. 일렉트릭 기타에 대한 비주얼라이제이션은 음량 값에 따라 형태가 변화하는 인터랙션을 주로 활용하였다. 작품에서 밴드악기가 다같이 연주하는 구간에서는 각 악기와 인터랙션되는 영상들이 함께 믹스되어 나타나도록 하였다.

① 드럼 영상제작

<표-2> 드럼 세부악기의 주요 표현 효과

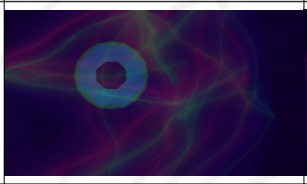
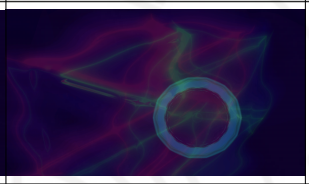
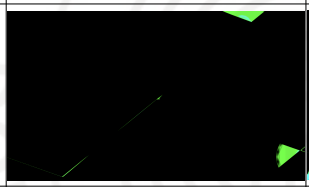
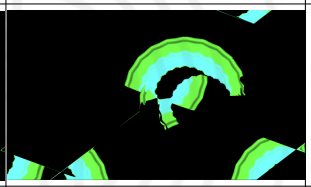
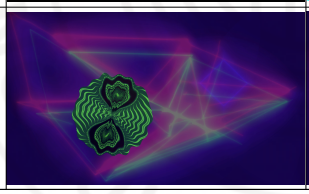
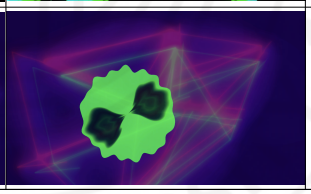
세부악기	영상1	영상2	효과
베이스 드럼			음량 값에 따른 무늬 변화
스네어 드럼			음량 값에 따른 마름모 형태의 크기와 위치 변화
탐탐 드럼			음량 값에 따른 팔각형 형태의 무늬와 위치 변화
심벌			음량 값에 따른 무늬와 시점 변화

드럼의 세부악기의 음량값을 FFT분석을 통해 분리하여 각각의 세부악기의 음량과 인터랙션하는 영상을 제작하였다. 드럼에서 베이스 드럼의 핵심주파수인 80Hz~100Hz 주파수 음량 값이 커지면 파란색 가로 줄무늬 영상이 움직이도록 하였으며 스네어 드럼의 핵심주파수인 200Hz 주파수 음량 값이 커지면 마름모 영상이 움직이도록 하였다. 탐탐 드럼의 핵심주파수인 135Hz, 120Hz, 90Hz 주파수의 음량 값에는 팔각형의 위치 변화와 무늬 변화가 일어나도록 하였고 심벌의 핵심주파수인 10kHz 대역의 음량 값이 커지면 잘게 쪼개지는 초록색 무늬 영상이 움

직이도록 하였다. 작품에 전개에 따라 파트별로 적용하도록 하였으며 드럼 음색의 특징인 트렌지언트(transient)[58]가 강조되고 직관적으로 느껴지도록 하였다.

② 베이스 기타 영상제작

<표-3> 베이스 기타의 주요 표현 효과

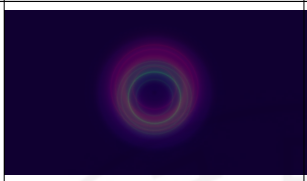
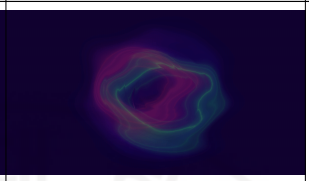
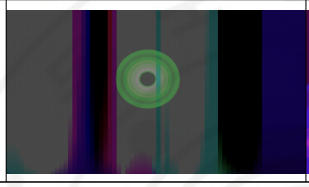
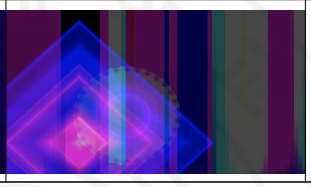
주법	영상1	영상2	효과
핑거주법			음량 값에 따른 형태와 위치 변화
슬랩주법			음량 값에 따른 무늬 변화
솔로			음량 값에 따른 형태와 위치 변화

베이스 기타의 음량 값을 받아서 형태와 위치 변화가 일어나도록 하였으며 작품 전개에서 핑거주법과 슬랩주법의 핵심주파수를 FFT분석을 통해 분리하고 주법이 변화하는 구간의 영상을 구분하여 제작하였다. 핑거주법의 핵심주파수인 125Hz 주파수 음량값에는 원형 모양의 크기와 위치 변화가 일어나도록 하였으며 슬랩주법의 핵심주파수인 3kHz 주파수 음량 값에는 무늬의 형태가 변화하도록 하였다.

58) 소리 발생시 순간적으로 매우 짧으면서 음량이 가장 큰 부분

③ 일렉트릭 기타 영상제작

<표-4> 일렉트릭 기타의 주요 표현 효과

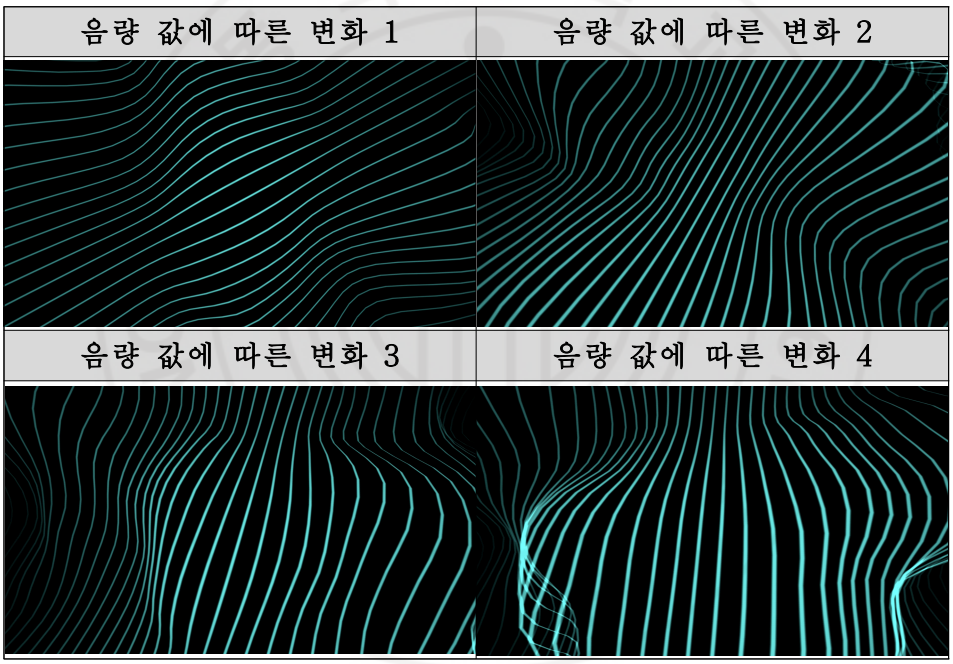
형태변화	영상1	영상2	효과
변화-1			음량 값에 따른 형태 변화
변화-2			음량 값에 따른 무늬 변화

일렉트릭 기타의 음량 값을 받아서 원형의 형태가 일그러지는 형태로 변화하도록 하였고 무늬의 색감이 다채롭게 변화하도록 하였다. 밴드악기가 함께 연주되는 구간에서는 구의 형태를 세로 줄무늬 형태로 변화하도록 하여 역동적인 느낌을 표현하였고 다른 악기들의 영상과 조화를 이루도록 하였다.

3) Arena를 활용한 영상제작

Arena로 제작한 영상은 총 세 가지로 작품의 전개에서 드럼, 베이스 기타, 일렉트릭 기타의 솔로연주 구간에만 인터랙션이 일어나도록 하였다. 각 악기의 소리와 인터랙션이 일어나는 영상을 각각 제작하였고 음량 값에 따라 영상의 형태와 움직임이 변화하도록 하였다.

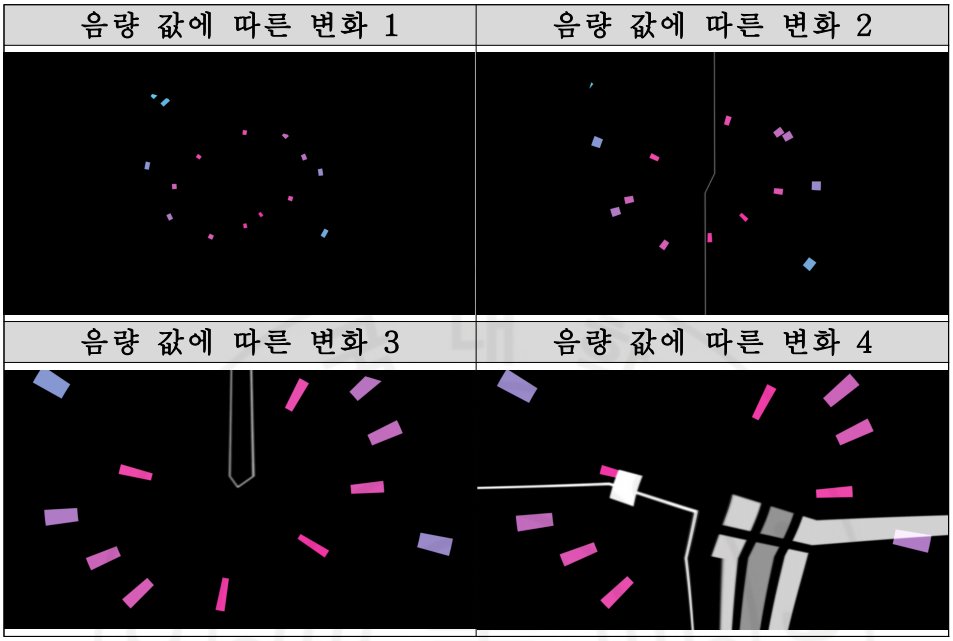
① 드럼 영상제작



[그림-25] 드럼 음량 값에 따른 영상의 변화

[그림-25]와 같이 드럼 음량 값에 인터랙션이 일어나는 영상은 드럼 음량의 트렌지언트에 반응하여 줄무늬의 굴곡과 각도, 굵기가 변화하도록 설계하였다. 음량 값이 클수록 선의 굵기가 굵어지면서 물결치게 된다. 동시에 선의 각도도 회전하게 된다.

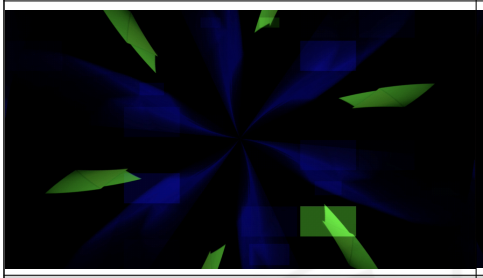
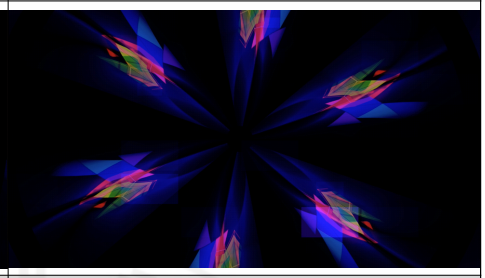
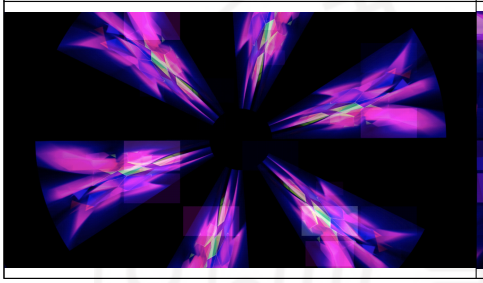
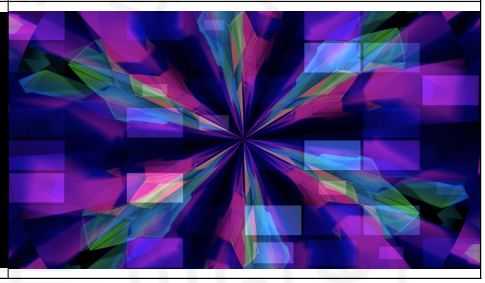
② 베이스 기타 영상제작



[그림-26] 베이스 기타 음량 값에 따른 영상의 변화

[그림-26]과 같이 베이스 기타 음량 값에 인터랙션이 일어나는 영상은 베이스 기타의 음량 값에 따라 작은 입자인 파티클(particle)의 크기와 길이의 변화가 나타난다. 음량 값이 클수록 파티클의 크기가 커지고 각도가 더 많이 회전한다. 동시에 가운데에서 생성되는 흰색선도 음량 값이 클수록 선 두께가 두꺼워지며 갯수도 늘어나게 된다.

③ 일렉트릭 기타 영상제작

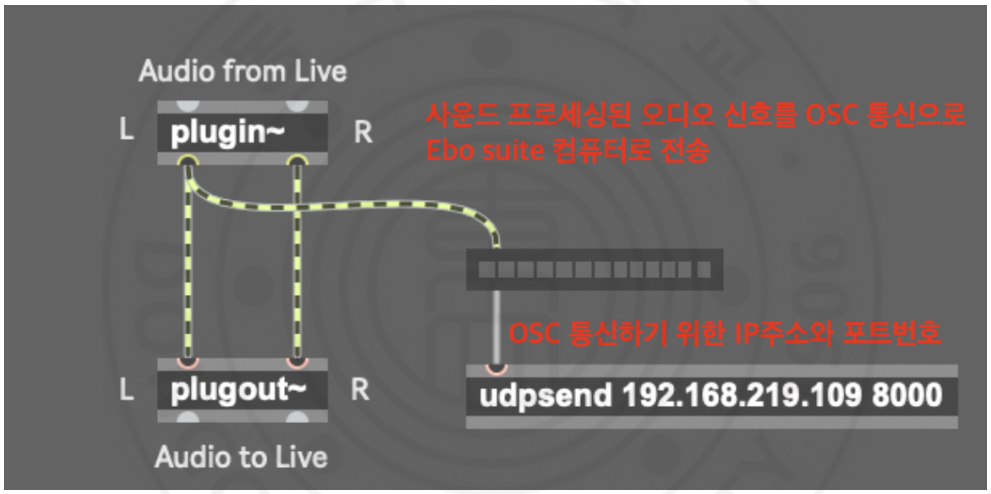
음량 값에 따른 변화 1	음량 값에 따른 변화 2
	
음량 값에 따른 변화 3	음량 값에 따른 변화 4
	

[그림-27] 일렉트릭 기타 음량 값에 따른 영상의 변화

[그림-27]과 같이 일렉트릭 기타의 음량 값에 따라 무늬의 색상과 크기의 변화가 나타난다. 음량 값이 클수록 붉은색을 띄게되며 영상을 채우는 조각들도 많아지게 된다. 동시에 영상의 각도 변화도 일어나서 음량 값이 클수록 더 많이 회전하게 된다.

4) OSC 통신을 활용한 실시간 영상 제어

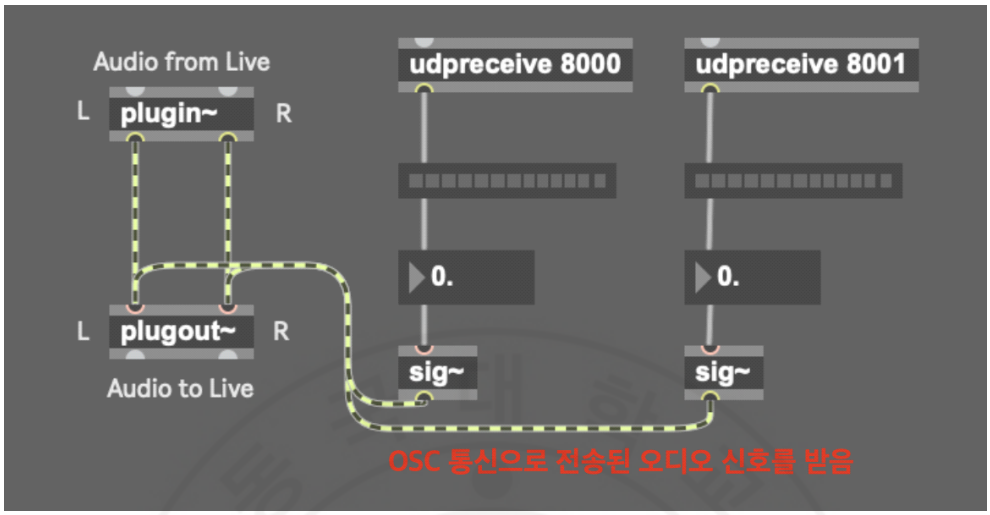
실시간 밴드음악과 영상의 인터랙션을 구현하기 위해서는 오디오 신호 데이터를 수치로 변환하여 영상 프로그램으로 전송하고 수치에 따라 영상이 반응하도록 해야한다. Max로 사운드 프로세싱된 소리를 수치로 변환하여 Ebo suite와 Arena로 보내주어야 한다. 사운드 프로세싱을 진행한 컴퓨터와 Ebo suite를 사용한 컴퓨터와 Arena를 사용한 컴퓨터를 실시간으로 연동하기 위해서 OSC 통신을 활용하였다.



[그림-28] 오디오 신호를 Ebo suite 컴퓨터로 보내기 위한 패치

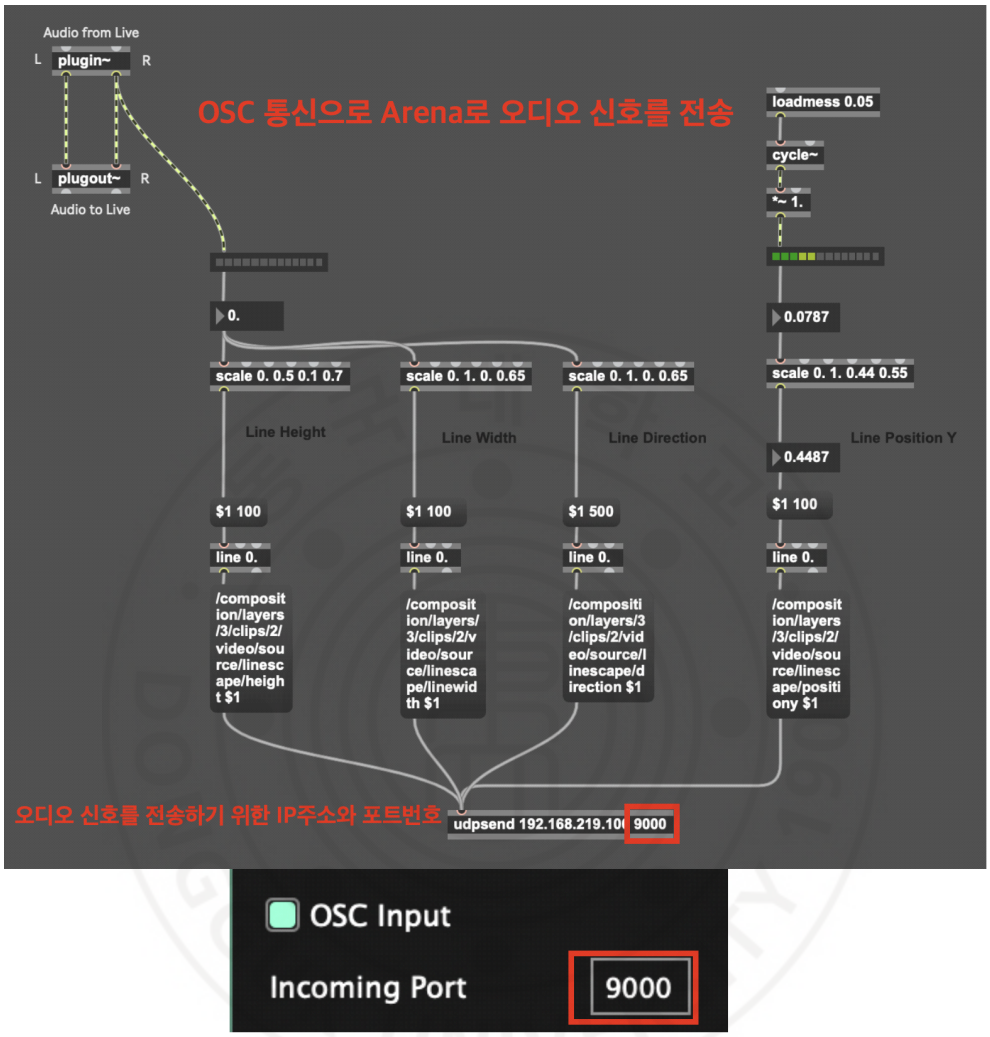
[그림-28]은 OSC 통신을 이용하여 사운드 프로세싱 컴퓨터의 오디오 데이터를 Ebo suite 컴퓨터로 전송하기 위한 패치이다. udpsend오브젝트에 Ebo suite 컴퓨터의 IP주소[59]를 입력하고 포트를 지정하였다.

59) Internet Protocol address의 약자. 컴퓨터 간에 네트워크 시스템을 위해 사용되는 번호이다.



[그림-29] OSC 통신으로 전송된 신호를 받기 위한 패치

[그림-29]는 OSC 통신으로 전송된 정보를 받기 위한 패치이다. 전송된 신호를 sig~오브젝트를 이용하여 오디오 신호로 변환하여 출력하였다.



[그림-30] 오디오 신호를 Arena 컴퓨터로 보내기 위한 패치

[그림-30]은 사운드 프로세싱 컴퓨터의 오디오 신호를 OSC 통신으로 수치로 변환하여 Arena 컴퓨터로 전송하기 위한 패치이다. Arena 컴퓨터의 IP주소를 udpsend에 기입하고 포트 번호를 동일하게 설정한다.

5) MIDI 신호를 활용한 실시간 영상 제어

MIDI 신호는 전자악기 또는 미디 컨트롤러를 제어하는데 사용하기도 하지만 조명이나 영상을 제어하는 컨트롤러에도 사용이 가능하다. 본 논문에서는 MIDI 신호를 Arena를 조절하기 위한 용도로 사용했다. Ableton Live에서 원하는 마디에 MIDI 노트를 생성하고 그 MIDI 노트를 Arena의 바이패스, 영상전환하는 기능과 매핑하였다. Ableton Live와 Arena를 MIDI 매핑을 하려면 아래와 같은 별도의 설정이 필요하다.

[그림-31] MIDI 신호를 활용한 Arena 매핑 설정

① Ableton Live에서 MIDI 신호를 내보내기 위한 설정

1. 오디오 MIDI 설정-> MIDI 스튜디오 보기-> IAC드라이버 더블클릭-> 기기가 온라인상태임 체크

2. Ableton Live의 preferences-> Link tempo MIDI-> MIDI ports에서 out : IAC드라이브(버스1) track, sync, remote 체크-> MIDI 트랙에서 MIDI to 채널설정을 IAC드라이버(버스1)으로 설정

3. Arena의 preferences-> IAC드라이버의 MIDI input 체크

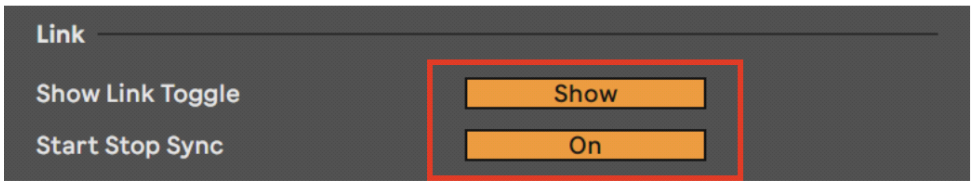
위와 같이 설정하면 Ableton Live의 MIDI 출력신호가 Arena의 MIDI 입력 값으로 들어가게 되고 2개의 프로그램 간에 MIDI 매핑이 가능해진다.

6) 무선 공유기를 활용한 컴퓨터의 원격 제어

3대의 컴퓨터를 동시에 제어하기 위해서는 Link 기능을 사용해야 한다. Ableton Live에서 제공하는 기능을 이용하여 같은 WiFi 망으로 연결되어 있는 컴퓨터라면 서로 Link 할 수 있다.

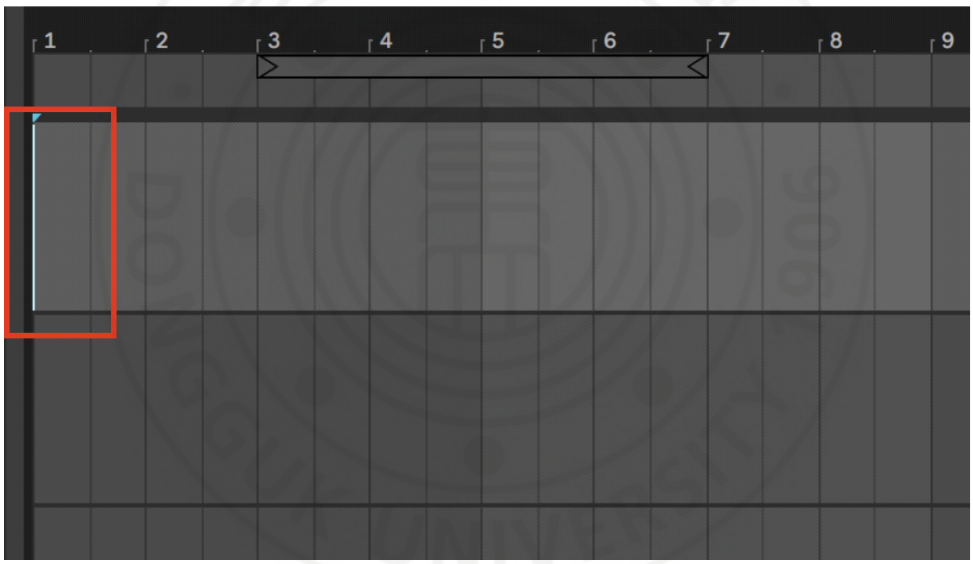
Ableton Live의 preferences-> Link tempo MIDI에서 Link 기능을 활성화 할 수 있고 Link된 컴퓨터는 start/stop sync가 가능하다. 이 기능을 활용하여서 3대의 컴퓨터를 동시에 start 시킬 수 있었다. 다만 여기서 주의할 점은 Ableton Live에서 플레이헤드(playhead)는 sync가 되지 않는다. 그렇기 때문에 같은 마디에서 시작하도록 각각의 컴퓨터에서 플레이헤드를 같은 마디에 위치시켜야 한다.

Link 설정에서 활성화



Link 버튼 활성화

Playhead 같은 위치에 체크



[그림-32] Ableton Live의 Link 기능 활성화

III. 작품 소개 및 기술 적용

1. 작품 소개

연구된 밴드음악을 활용한 실시간 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션을 이용한 멀티미디어 작품 <Blue Lagoon>은 2021년 11월 13일 동국대학교 이해랑예술극장에서 진행된 'SEEING SOUND LISTENING IMAGE(보는 소리, 듣는 영상) XⅧ' 공연에 초연되었다.

[그림-33] 작품 <Blue Lagoon> 공연 실황

작품 <Blue Lagoon>은 밴드음악과 전자음악 사운드의 융합과 소리의 실시간 시각화를 직관적으로 표현한다. 대중들에게 익숙한 밴드음악을 기반으로 한 락(rock)사운드 위에 다채로운 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션이 더해져 청각과 시각을 사로잡는 작품이다. 바다에서 분리되어 나온 호수를 뜻하는 푸른빛에 블루라군(blue lagoon)은 그 자체로 경이로운 풍경을 자아낸다. 해양 휴양지에서 느껴지는 시원함과 자연의 아름다운 느낌을 작품에 녹여내고자 했다.

<표-5> 작품 <Blue Lagoon> 기본정보

조성	E major
템포	104
곡 길이	5:17
장르	rock
sound processing 사용 프로그램	Max
visualization 사용 프로그램	Ebo suite, Arena
작품 구성	A-A'-B-C-D-E-C'-Bass solo-Drum solo

2. 작품 구성 및 기술 적용

1) 사운드 프로세싱 적용

A 파트는 일렉트릭 기타연주로 시작하여 드럼과 베이스 기타가 순차적으로 도입된다. Max로 만든 사운드 프로세싱이 실시간 연주를 보강한다. A' - B 파트에서는 밴드 연주가 전개되면서 필인(fill-in)[60]의 요소로 사운드 프로세싱이 적용되었다. C파트에서 일렉트릭 기타의 아르페지오 연주와 함께 Max 사운드 프로세싱을 결합하여 오묘하고 독특한 사운드를 연출한다. D - E파트에서는 밴드연주의 기량을 보여주는 파트로 빠른 속주와 타이트한 리듬 섹션으로 곡의 분위기를 고조시킨다. 파트가 전환될 때에 전환효과를 극대화 시키기 위해서 사운드 프로세싱이 적용되었다.

60) 음악에서 곡의 파트가 전환될 때 채워주는 연주를 말함

C'파트에서는 곡의 다이나믹이 줄어들면서 다시 일렉트릭 기타 연주와 사운드 프로세싱이 돋보이는 전개가 이어지면서 베이스 기타 솔로 파트로 넘어간다. 이는 블루라군에서 바다 속을 들여다보는 듯한 느낌을 선사한다. 베이스 기타 솔로 파트는 총 3개 파트로 나뉘어져 있는데 솔로 파트 후반으로 진행될수록 점점 더 사운드 프로세싱을 강하게 적용하여 분위기를 고조시키도록 하였다. 베이스 기타 솔로에서는 바다 속에 풍경을 상상하며 작곡을 하였는데 고요하고 신비로우면서 몽환적인 느낌을 자아내도록 하였다.

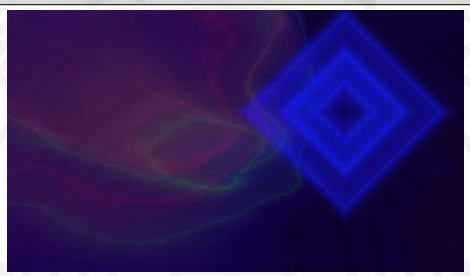
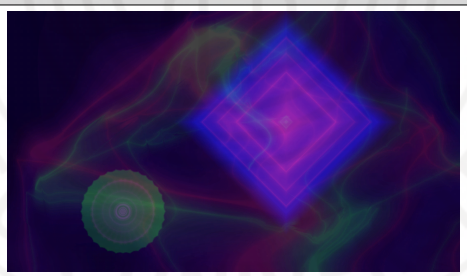
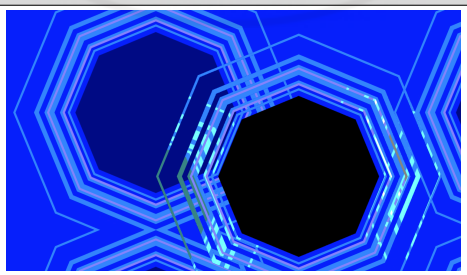
베이스 기타 솔로 파트 이후 D파트로 전개되면서 곡의 분위기를 환기시키며 물속에서 바깥으로 다시 나오는 분위기를 연출한다. 이후 후반부를 장식하는 드럼 솔로 파트로 넘어가게 되는데 드럼 솔로 연주가 돋보이도록 베이스 기타와 일렉트릭 기타는 여백있는 리듬섹션만 연주한다. 곡의 클라이맥스로 치닫는 드럼 솔로 파트에서는 연주력의 절정과 사운드 프로세싱이 어우러지면서 화려한 마무리를 장식한다. 다음은 곡 파트별 사운드 프로세싱을 적용한 음악 구성표이다.

<표-6> 작품의 음악 구성표

파트	악기구성	사운드 프로세싱
A	일렉트릭 기타, 드럼	flanger, delay, reverb
A’	일렉트릭 기타, 드럼, 베이스 기타	X
B	일렉트릭 기타, 드럼, 베이스 기타	delay, reverb, granular synthesis
C	일렉트릭 기타	pitch tracking synth, phase vocoder, granular synthesis, panning
D	일렉트릭 기타, 드럼, 베이스 기타	X
E	일렉트릭 기타, 드럼, 베이스 기타	X
C’	일렉트릭 기타	flanger, delay, reverb, phase vocoder
베이스 기타 솔로	일렉트릭 기타, 드럼, 베이스 기타	flanger, delay, reverb, panning, granular synthesis
D	일렉트릭 기타, 드럼, 베이스 기타	X
드럼솔로	일렉트릭 기타, 드럼, 베이스 기타	flanger, phase vocoder, granular synthesis

2) 비주얼라이제이션 적용

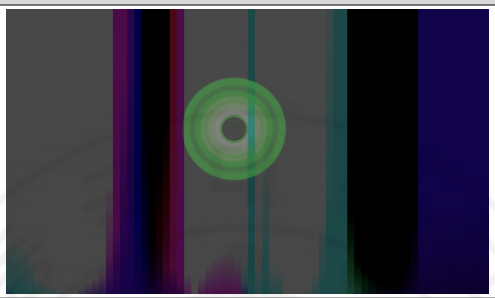
A파트에서는 일레트릭 기타의 음량 값에 반응하는 비주얼라이제이션이 나타나며 이후 드럼, 베이스 기타 효과가 합쳐진다. A’ - B파트로 진행함에 따라 곡의 다이나믹이 고조되다가 C파트에서 다시 일렉트릭 기타 연주로만 전개되면서 잔잔한 분위기를 연출한다.

A파트 일렉트릭 기타와 드럼의 합쳐진 영상

A’파트 일렉트릭 기타, 베이스 기타, 드럼이 합쳐진 영상

B파트에서 드럼그룹의 적용된 영상


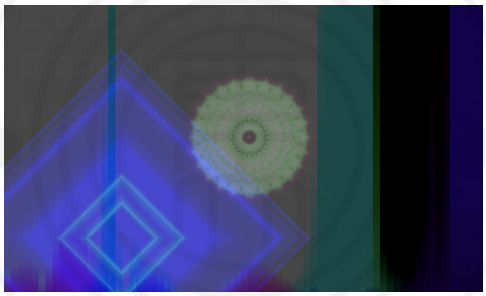
[그림-34] A‘ - B파트까지 진행되는 실시간 비주얼라이제이션

D파트로 넘어가면서 힘있고 파워풀한 밴드음악이 연주되며 악기별로 각각 연동된 비주얼라이제이션이 합쳐지며 화려한 분위기를 만들어 낸다.

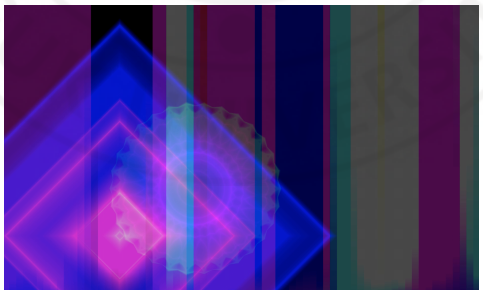
D 파트 영상변화 1



D 파트 영상변화 2

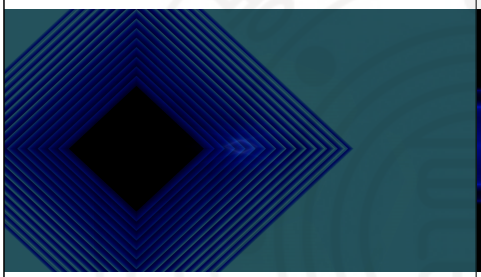
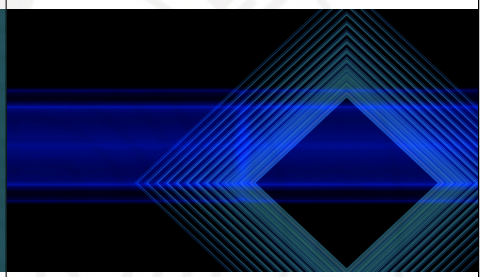
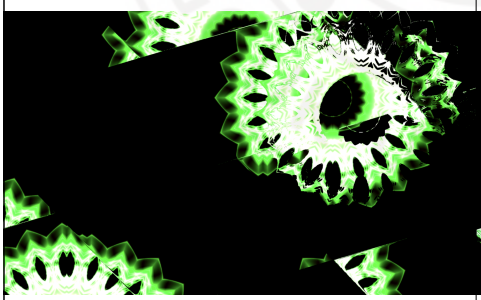
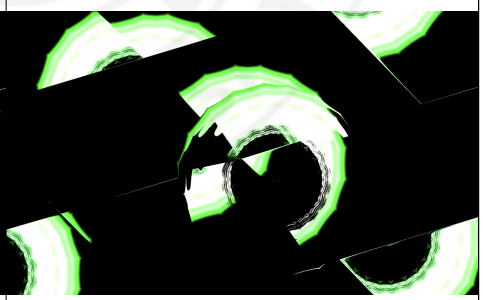


D 파트 영상변화 3



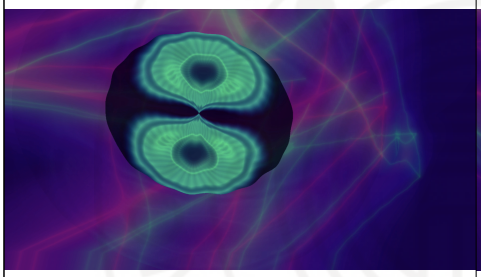
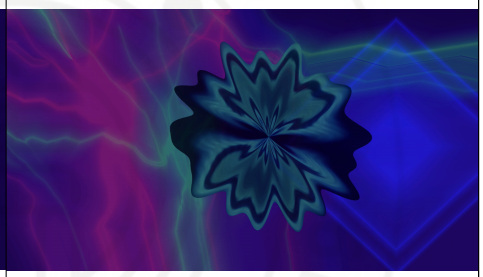
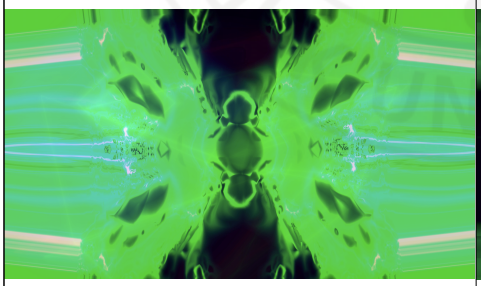
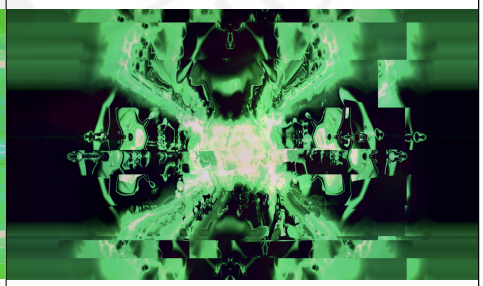
[그림-35] D파트 비주얼라이제이션

E파트에서는 드럼에 적용된 비주얼라이제이션 위주로 진행된다. 베이스 드럼과 스네어 드럼의 적용된 영상이 실시간으로 인터랙션된다. 심플하고 간결한 영상효과가 밴드연주와 어우러지면서 세련되고 멋진 느낌을 연출한다. 뒤이어 전개되는 A'파트에서는 베이스 슬랩연주와 인터랙션이 되는 영상으로 전환된다. 슬랩연주를 조각나는 영상효과와 결합함으로써 날렵하고 역동적인 연주의 느낌을 표현했다.

E 파트 영상 1	E 파트 영상 2
	
A' 파트 영상 1	A' 파트 영상 2
	

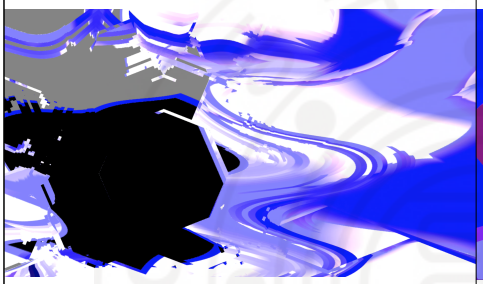
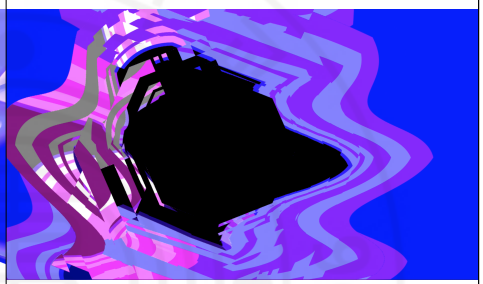
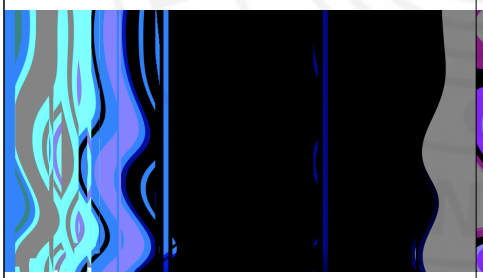
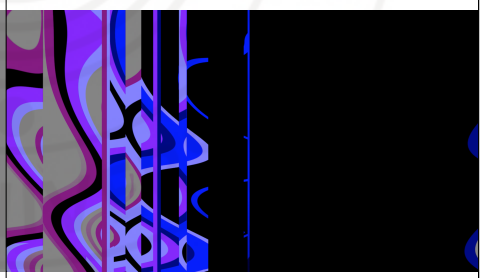
[그림-36] E - A' 파트 비주얼라이제이션

베이스 기타의 솔로 파트에서는 베이스 기타와 연동된 구 형태의 비주얼라이제이션이 일렉트릭 기타와 드럼 비주얼라이제이션 영상과 함께 결합된다. 구의 형태가 화면 안에서 베이스 기타 음량에 따라 무작위로 움직이면서 스네어 드럼의 음량에 따라 일그러지는 형태가 연출이 되면서 수심이 깊은 바다 속 모습을 형상화한다. 그리고 베이스 기타 솔로의 후반부에 나오는 속주 부분에 영상의 변화를 주어서 속주의 느낌을 더욱 극대화시켰다.

베이스 기타 솔로 이미지 1	베이스 기타 솔로 이미지 2
	
베이스 기타 속주 이미지 1	베이스 기타 속주 이미지 2
	

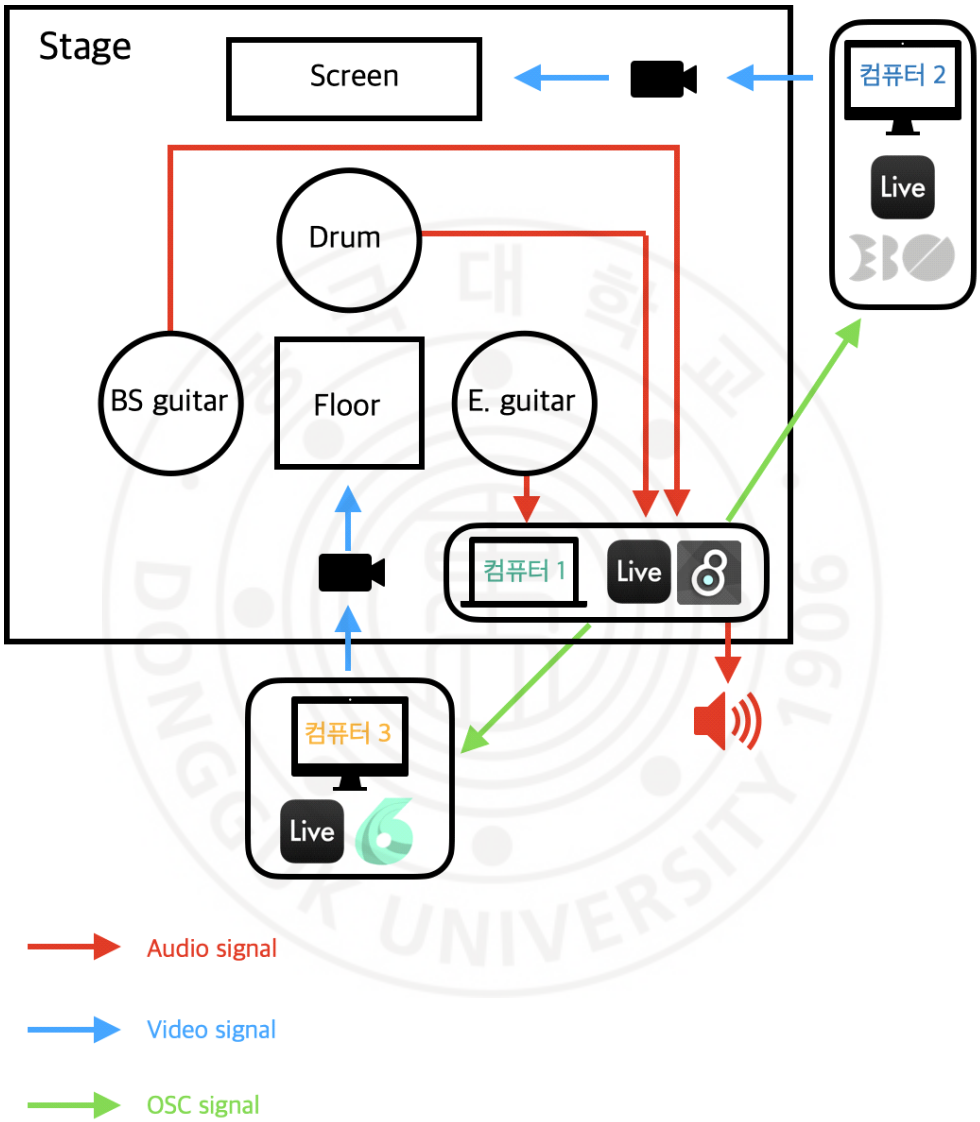
[그림-37] 베이스 기타 솔로 비주얼라이제이션

베이스 기타 솔로파트 이후에 나오는 드럼솔로 파트에서는 B파트에서 사용했던 영상의 변형을 주어서 사용했다. 드럼 솔로와 인터랙션 되어서 형태가 변형이 일어나는 느낌이 직관적으로 느껴지도록 하였고 드럼 솔로 후반에 속주와 함께 클라이맥스로 전개되면서 세로의 형태로 변형되어 인터랙션이 이루어지도록 하였다.

드럼 솔로 이미지 1	드럼 솔로 이미지 2
	
드럼 속주 이미지 1	드럼 속주 이미지 2
	

[그림-38] 드럼 솔로 파트 비주얼라이제이션

3) 무대 시스템 구성



[그림-39] 무대 시스템 구성도

[그림-39]는 무대 시스템 구성을 나타낸다. 정면에 스크린이 있고 중앙에 드럼, 왼편에 베이스 기타, 오른편에 일렉트릭 기타가 배치되고 사운드 프로세싱을 담당하는 컴퓨터를 일렉트릭 기타 앞에 배치하였다. 드럼은 어쿠스틱 드럼세트를 사용하는 것이 이상적이었지만 단독 공연이 아닌 여러 팀이 함께 꾸미는 공연이었기 때문에 단시간에 무대 전환이 가능한 전자드럼으로 셋팅하였다. 전자드럼과 베이스 기타. 일렉트릭 기타의 출력신호를 사운드 프로세싱 컴퓨터로 보내고 실시간으로 사운드 프로세싱을 적용하여 스피커로 출력하였다. 동시에 OSC 통신을 활용하여 사운드 프로세싱 컴퓨터의 오디오 신호를 영상을 송출하는 컴퓨터 2대로 전송하여 소리와 인터랙션이 일어나는 영상을 송출하도록 하였다.

3. 기술 적용 효과

작품 <Blue Lagoon>은 밴드음악에 실시간 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션을 적용한다. 밴드악기의 음량 값을 Max로 제작한 7가지 사운드 프로세싱을 적용하였고 각 악기마다 다른 수치를 적용하여 사용하였다. 악기의 특성을 고려해서 동일한 사운드 프로세싱을 적용하여도 새로운 음향효과가 나타나도록 하였으며 두 가지 이상의 사운드 프로세싱을 동시에 연결하여 활용하기도 하였다.

비주얼라이제이션 방식은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 각 악기의 전체 음량을 사용하여 인터랙션이 일어나는 방식이고 두 번째는 각 악기의 부분적인 주파수 대역만 사용하여 인터랙션이 일어나는 방식이다. 드럼의 경우 전체 음량을 사용하기보다 세부악기들의 주파수를 분리한 것을 주로 사용하였고 베이스 기타와 일렉트릭 기타는 주로 전체 음량에 인터랙션이 일어나도록 하였다.

[그림-40] 작품 <Blue Lagooon> 공연 실황 이미지

IV. 결 론

작품 <Blue Lagoon>은 밴드음악과 실시간으로 인터랙션하는 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션을 구현하는 멀티미디어 작품이다. 밴드악기가 전자음악적인 기술적 구현을 위해 연주를 하는 것이 아닌, 밴드악기 본연에 연주에 방해되지 않으면서 동시에 자연스럽게 어우러지는 사운드 프로세싱 과 비주얼라이제이션의 인터랙션을 이루고자 하였다. 악기마다 가진 음색과 음량, envelope[61]을 이용하여 청각적인 음향효과를 시각화하고 각 악기마다 연동되는 영상들이 조화를 이루며 나타나는 다채롭고 화려한 분위기를 연출하였다. Max를 활용하여 사운드 프로세싱을 적용하고 여러 대의 컴퓨터가 오디오 신호를 주고받고 서로 통신할 수 있는 네트워크 시스템을 만들었다.

실시간 소리를 시각화하기 위해서 Ableton Live 내부에서 구동되는 Ebo suite를 사용하여 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션을 동시에 작업하고 효과적으로 인터랙션이 일어나도록 하였다. 다만 작업을 진행하면서 겪었던 문제점은 1 대의 컴퓨터로는 녹음된 오디오 소스로 작동시키는 것은 큰 문제가 없었으나 실시간 연주에 사운드 프로세싱을 적용하면서 비주얼라이제이션을 구동하는 것은 한계가 있었다. 실시간 연주에 지장을 받지 않으려면 6ms 이하의 지연시간을 갖도록 버퍼사이즈(buffer size)[62] 값을 낮게 설정해야 하는데 실시간 비주얼라이제이션을 함께 구동하면 CPU[63] 과부하가 심해져 안정적인 구동이 힘들었다. 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여 총 3 대의 컴퓨터를 사용하였는데 무선 공유기로 OSC 통신하도록 설계하여 안정적인 실시간 퍼포먼스를

61) 시간에 따른 소리의 음량 변화
62) 한번에 처리하는 오디오 샘플(sample)의 양. 설정 값이 낮을수록 빠른 지연시간을 가진다.
63) 중앙처리장치라는 뜻으로 컴퓨터의 중앙에서 모든 데이터를 처리하는 장치이다.

구현할 수 있었다. 다만 3대의 컴퓨터를 설치하는 시간이 오래 걸리고 장비가 많아져 불편함이 있었다. 앞으로 한 대의 컴퓨터로 사운드 프로세싱과 비주얼라이제이션을 안정적으로 구현하기 위한 연구가 이루어진다면 보다 간편하고 수월하게 작품을 구현할 수 있을 것이다.

기술의 발전과 함께 시·청각적 요소를 결합하고 제어하는 것은 점점 더 수월해지고 완성도가 높아지고 있다. 이것은 또한 다양한 매체를 활용한 예술적 표현이 가능해지면서 감상자와의 더욱 친밀한 예술적 공감대를 만들어 낼 수 있게 되었다. 기술의 발전은 놀랍도록 빠르게 진행되었고 앞으로 더욱 가속화 될 것이라 전망한다. 예술은 기술의 도움 없이는 설득력을 가지지 못한다. 좋은 예술은 좋은 기술을 동반한다. 더욱 긴밀하게 기술을 받아들이고 창의적인 작품으로 대중들과 소통하는 것을 고민하는 것이 현시대를 살아가는 예술가가 갖추어야 하는 지혜로운 모습일 것이다.

Keyword(검색어):
컴퓨터음악(computer music), 멀티미디어음악(multimedia music), 소리합성(sound synthesis), 소리시각화(sound visualization), Max/MSP, 실시간 사운드 프로세싱(real-time sound processing) Resolume Arena, Ebo suite, Drum set, Bass guitar, Electric guitar

E-mail : kyungoye@naver.com

참 고 문 헌

1. 단행본

- 김근호,「오디오 용어사전」, (새녘풀찬사, 2013)

- 김영민, 「사운드 디자인을 위한 맥스」, (Real Lies Media, 20117)

- Charles Dodge, Thomas A. Jerse, 「Computer Music : synthesis, composition and performance」, (Schirmer Books, Second Edition, 1997)

- Cutis Roads, 「The Computer for music」, (MIT Press, 1996)

2. 참고 논문

- 김진우, 「우두 드럼의 실시간 사운드 프로세싱을 이용한 멀티미디어 음악 작품 제작 연구 : 멀티미디어음악 작품 를 중심으로」 (동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2021)

- 안효진, 「전기 기타의 실시간 사운드 프로세싱을 이용한 인터랙티브 멀티미디어 작품 제작 연구 : 멀티미디어음악 작품 <기억>을 중심으로」(동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2021)

- 오아영, 「하모니카 연주의 실시간 사운드 프로세싱과 LED를 이용한 멀티미디어 작품 제작 연구 : 멀티미디어음악 작품을 중심으로」(동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2020)

- 이도경, 「피아노 연주를 통한 실시간 오디오 비주얼 작품 제작」(동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2018)

- 조환희, 「베이스 트롬본과 피아노의 실시간 사운드 프로세싱을 이용한 멀티미디어작품 제작 연구」(동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2019)

- 최아영, 「피아노 연주의 실시간 사운드 프로세싱을 이용한 멀티미디어작품 제작 연구」 (동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, 2019)

3. 웹사이트

- Ableton Live
http://ableton.com

- Arena
http://resolume.com

- Ebo suite
http://ebosuite.com

- Max
http://docs.cycling74.com/max8

- Max for Live
http://maxforlive.com

ABSTRACT

Real-time Sound Processing and Visualization System Study using Live Band Music (focus on Multimedia Music <Blue Lagoon>)

Rha, Kyung Weoi

Department of Multimedia
Graduate School of Digital Image and Contents
Dongguk University

Band music is a very familiar form of music to the public, starting with the birth of Jazz and Rock music. Band music, which appeared in the 20th century, grew with the development of technology as it moved into the 21st century, subdivided into various genres according to the composition and playing method of musical instruments, and the method of expressing various tones became sophisticated. Furthermore, band music has also developed into multimedia art in the form of fusion with computer music due to the development of computer performance. A combination of creative instruments is formed, and audiovisual information is accepted through visualization of lighting and images, and various interaction

technologies in which these interact organically are attempted organically.

The work "Blue Lagoon" covered in this paper creates a work that visualizes the sound of a recombination of band music and electronic music elements. It was created as a multimedia work using real-time sound processing and visualization to maximize the harmony of rhythm, harmony, and melody for each instrument using drums, bass guitar, and electric guitar as band music.

DONGGUK UNIVERSITY 1906

부록 : 첨부 DVD 설명

1. Blue Lagoon.mov : 2021년 11월 13일 동국대학교 이해랑예술극장 <Blue Lagoon> 공연 실황

2. Max for Live : 작품에 사용된 Ableton Live 프로젝트 폴더