

석 사 학 위 논 문

드럼 연주에 의한 실시간 소리 합성과
영상 프로세싱 연구

(멀티미디어음악작품 <AM I STILL HERE>을 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공

박 동 찬

2 0 1 5

석사학위논문

드럼 연주에 의한 실시간 소리 합성과
영상 프로세싱 연구

(멀티미디어음악작품 <AM I STILL HERE>을 중심으로)

박 동 찬

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2015년 1월

박동찬의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2015년 1월

위원장: 박 상 훈 (인)

위 원: 김 정 호 (인)

위 원: 김 준 (인)

동국대학교 영상대학원

목 차

I.	연구의 목적 및 배경	1
1.	연구 목적	1
1)	연구의 배경	1
2)	연구의 목적	2
2.	작품 배경	3
1)	작품의 예술적 배경	3
2)	작품의 기술적 배경	4
II.	기술연구	6
1.	작품의 구성	6
1)	작품의 구조	6
2)	작품의 시스템 구성	7
2.	연구내용	8
1)	피에조 센서 (Piezoelectric sensor)의 활용	9
2)	delay효과 연구	10

3) flanger효과 연구	17
4) chorus효과 연구	24
III. 연구 기술의 적용	27
1. 작품 내용	27
2. 기술의 예술적 적용	27
1) A, A' part의 기술 적용	27
2) C part의 기술 적용	33
IV. 결론	38
1. 연구 성과	38
2. 문제점	38
3. 향후 연구 계획	39
 참고문헌	 41
Abstract	43
부록 : (첨부 DVD 설명)	44

표 목 차

[표 1]	<AM I STILL HERE>의 작품 구조	.....	6
[표 2]	flanger 프리셋	.....	19
[표 3]	chorus 프리셋	.....	25

그 립 목 차

[그림 1]	작품의 신호 처리 과정	.....	7
[그림 2]	드럼에 부착된 피에조 센서의 위치	.....	9
[그림 3]	MSP를 활용하여 제작된 delay 패치	.....	11
[그림 4]	delay를 거친 막명 악기 파형의 변화	.....	11
[그림 5]	delay를 거친 체명 악기 파형의 변화	.....	12
[그림 6]	음량에 따른 영상 frame 변화 패치	.....	13
[그림 7]	jit.rota 오브젝트를 적용하지 않은 영상과 적용한 영상	..	14
[그림 8]	jit.scalebias 오브젝트 활용한 영상 색상 변화 패치	..	15
[그림 9]	jit.sprinkle 오브젝트를 적용하지 않은 영상과 적용한 영상	..	16
[그림 10]	delay를 통과한 스네어 드럼의 색상변화 패치	.....	17
[그림 11]	MSP의 flanger 패치	.....	18
[그림 12]	flanger효과를 거친 베이스 드럼의 파형 변화	.....	20
[그림 13]	flanger효과를 거친 라이드 심벌의 파형 변화	.....	20
[그림 14]	rate 메시지를 활용한 영상 재생 속도 제어 패치	..	21
[그림 15]	flanger를 통과한 스네어 드럼의 색 변화 패치	..	22

[그림 16]	flanger를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화 패치	..	23
[그림 17]	Max/MSP을 활용하여 제작된 chorus 패치 기본 구조	..	24
[그림 18]	chorus 효과를 거친 파형의 변화	..	25
[그림 19]	chorus를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화	..	26
[그림 20]	컨트롤러를 통한 wet sound와 dry sound 조절	..	28
[그림 21]	영상 1의 기본 형태		29
[그림 22]	delay를 통과한 베이스 드럼에 의한 영상의 frame 변화	..	29
[그림 23]	delay를 통과한 하이햇 심벌에 의한 영상 1의 형태 변화	..	30
[그림 24]	delay를 통과한 라이드 심벌에 의한 영상의 변화	..	31
[그림 25]	flanger를 통과한 베이스 드럼에 의한 영상의 변화	..	32
[그림 26]	jit.p.bounds 오브젝트를 이용해 제작된 영상 2의 기본 형태	..	33
[그림 27]	delay를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태와 색의 변화	..	34
[그림 28]	delay를 통과한 스네어 드럼의 영상 색의 변화	..	35
[그림 29]	flanger를 통과한 스네어 드럼의 영상 형태와 색의 변화	..	35
[그림 30]	flanger를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화	..	36
[그림 31]	chorus를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화	..	37

I. 연구의 목적 및 배경

1. 연구 목적

1) 연구의 배경

음악을 시각화 하는 예술의 형태는 기존 음악이 가지고 있는 한계를 벗어나 새로운 미학을 만들어내 대중들에게 다가가고 있다. 그러나 드럼을 중심으로 한 작업은 찾기가 어렵다. 드럼은 타악기가 가지고 있는 특성상 많은 노이즈가 포함되어 있고 기타, 베이스, 보컬 같은 악기들과는 다르게 소리를 통제하기가 힘들기 때문이다.

예를 들어 베이스 드럼, 스네어 드럼, 하이햇 심벌 등 드럼의 각 파트 별로 녹음을 한다고 하더라도, 결과물을 보면 독립적으로 소리가 녹음되어 있지 않다. 그에 따른 영향인지 드럼 머신, 리듬 퍼포머 등 다양한 전자드럼 악기들이 적극적으로 개발되었고, 신디사이저의 발전과 함께 새로운 악기들이 많이 나오게 되었다. 그에 따른 영향으로 전자드럼 악기들을 이용한 실험적인 작품들이 만들어졌으나, 정작 기존 드럼을 활용한 작품은 많이 부족한 현실이다.

현재 드럼은 락, 재즈, 심지어 전자음악 공연에 다양하게 쓰이며 어느 공연이든 쉽게 접할 수 있는 악기이다. 하지만 그 활용은 어디까지나 타악기로서 다른 악기들과의 조화를 이루는 역할을 주로 수행 할 뿐. 독립적인 악기로서의 공연은 다소 제한적이다. 뿐만 아니라 현재 다양한 방법으로 소리를 시각화한 작품들이 많이 연구되고 있는데, 이 역시 드럼을 활용한 작품은 찾아보기가 힘들다.

2) 연구의 목적

드럼에는 체명악기(idiophone)¹⁾인 하이햇 심벌, 크래쉬 심벌, 라이드 심벌이 있고 막명악기(membranophone)²⁾인 베이스 드럼과 스네어 드럼이 있다. 타악기에서 볼 수 있는 대표적인 성질을 모두 가지고 있는 만큼 소리를 이용함에 있어 디지털 시스템을 활용하여 새로운 형태의 소리와 시각화된 영상을 제작하는데 많은 가능성을 내포하고 있다.

드럼을 활용한 작품을 다룸에 있어 가장 어려운 원인으로는 녹음 시 드럼 세트 각 부분에 마이크를 설치해 놓았다 하더라도 악기의 특성상 독립적으로 소스를 받아내기가 힘들다는 점이다. 그래서 음색변화를 얻어내기 위해 이펙터를 통과시켜도 사운드 변화를 만들어내기가 어렵다. 이를 극복하기 위한 방안으로 피에조 센서(Piezoelectric sensor)의 압전효과를 이용한 드럼 트리거(drum trigger)³⁾가 개발되어 다양하게 응용되고 있다.

이스라엘의 Infected Mushroom⁴⁾밴드와 영국의 Squarepusher⁵⁾의 경우 드럼 트리거를 설치하고 드럼을 연주하여 전자 드럼의 소리를 출력 시킴으로써 타악기가 가지고 있는 한계를 뛰어넘는 시도를 하고 있다. 그러나 드럼 트리거를 활용하여 단순히 외장 신디사이저 소리를 출력시키는 것일 뿐. 드럼의 소리자체를 제어하고 변화시키는 것은 아니다.

1) 심벌즈, 종과 같은 금속재질로 만들어진 악기

2) 큰북, 작은북, 팀파니, 탬버린과 같은 가죽재질로 만들어진 악기

3) 드럼 표면에 부착하여 미디 신호와 사운드 신호를 출력하는 장치

4) 1999년에 데뷔한 아미트 두브데바니, 에레즈 아이젠 두 멤버로 이루어진 전자음악 밴드

5) 1994년에 데뷔한 톰 켄킨슨의 솔로 프로젝트이다. drum & bass, house, jazz 등 다양한 장르를 결합한 음악을 하고 있다.

본 연구에서는 이러한 드럼의 가능성을 좀 더 넓히기 위한 방안으로, 작품 <AM I STILL HERE>을 통해 기존 리얼 드럼의 소리를 좀 더 확장시키고, 디지털 시스템을 활용하여 그 소리의 변화를 시각화하는 새로운 기법을 찾고, 그 음색과 영상이 조화롭게 표현될 수 있는 시스템을 만들고자 하였다.

2. 작품 배경

1) 작품의 예술적 배경

<AM I STILL HERE>은 ‘평화로워 보이는 일상의 뒷면에 존재하는 혼란스럽고 불안한 세계’에 대한 불편한 시각과 답답함을 표현한 작품이다. ‘혼란스럽고 불안한’ 느낌을 전달하기 위해서 리얼 드럼 사운드를 변조시키고 그 변조된 소리를 시각화하여 감정의 전달을 극대화 시키는 작품이다.

본 작품의 장르는 IDM(Intelligent Dance Music)이다. IDM이란 전자 음악의 장르 및 스타일의 하나로써, 대부분의 전자 음악이 두드러진 비트를 위주로 춤을 추기에 좋은 구성을 가지고 있는 데 반하여, IDM은 두뇌댄스(Brain Dance)라는 단어로도 알려져 있듯 음악에 맞춰 춤을 추기보다는 추상적인 음색과 구성으로 된 감상에 더 어울린다고 평가되는 음악이다. IDM은 90년대 초에 등장한 일렉트로닉 음악의 한 장르이며, 곡의 구성은 장르의 성격이나 관습보다는 개인의 경험에 의해 좌우되는 경향이 강하다.

본 작품은 위와 같은 IDM의 대표적인 특징이라 할 수 있는 글리치(glitch) 사운드를 응용하여 만든 작품이다. 글리치 사운드란 기존의 정

상적인 음원 샘플을 잘게 자르고 비튼 소리이다. 보통 컴퓨터나 여러 디지털 기기에서는 짧은 사운드 샘플 데이터를 사운드 버퍼에 저장하여 재생하는 방식을 사용하는데, 글리치 사운드는 이 과정의 오류로 인해 버퍼에 있는 짧은 분량의 소리만 반복되어 발생하는 노이즈를 일컫는다.

본 작품은 드럼을 이용하여 글리치 사운드를 만들어내고 그 소리를 시각화하는 시스템을 사용했다. 그러므로 소리적인 측면과 영상적인 측면, 두 개의 미디어의 조화를 염두에 두어야 했다.

드럼에 부착될 피에조 센서는 타악기 연주 기법에 근거하여 최대한 풍부한 소리가 나오는 부분에 부착해야 했다.

그리고 음악으로서의 특성을 고려하여 작품 시간 순으로 사용될 이펙터의 조합과 이펙터가 사용되는 시점을 정하였다. Max/MSP/Jitter⁶⁾를 이용하여 소리변화에 따른 영상 변화를 실시간으로 조절하도록 하였다.

2) 작품의 기술적 배경

본 작품을 구현하는 시스템은 크게 세 가지로 나누어진다. 실시간 소리변화를 처리하는 시스템, 그에 따른 영상을 처리하는 시스템 그리고 이 두 시스템을 컨트롤러를 이용해 실시간으로 제어하는 시스템이 있다. 이 시스템들은 모두 Max/MSP를 이용하여 처리하였다.

Max/MSP는 직관적인 유저인터페이스를 기반의 프로그램으로 미디어

6) Max/MSP는 Cycling'74가 개발한 응용프로그램으로 산술·데이터 처리·MIDI 데이터 처리·음향신호처리 등을 다양한 오브젝트(object)로 제공하며 사용자의 요구에 따라 Java script를 이용 프로그래밍을 할 수 있는 컴퓨터 언어 프로그램.

(MIDI)⁷⁾, 오디오, 비디오 데이터들을 통합적으로 관리, 제어할 수 있는 다양한 오브젝트들을 제공하는 프로그램이다. 이 프로그램을 이용해 실시간으로 피에조 센서를 통해 들어오는 오디오 데이터를 변화시키고 그 데이터를 Jitter 오브젝트로 보내어 실시간으로 영상을 변화시켰다.

7) musical instrument digital interface의 약자. 국제단체인 MIDI Manufacturers Association(MMA)와 일본의 사단법인 음악전자사업협회(AMEI)가 제정하고 공표한, 전자악기의 연주 데이터를 전송하고 공유하기 위한 업계 표준 규격이다. 물리적인 수준의 인터페이스 회로 규격, 연주 데이터를 주고받을 때 필요한 통신 프로토콜, 파일 형식 등에 대한 표준을 규정하고 있다.

II. 기술연구

1. 작품의 구성

1) 작품의 구조

본 작품은 드럼과 테이프 음악(tape music)⁸⁾으로 이루어져 있으며 형식은 A-A'-B-C의 네 가지 구조이다. [표 1]은 작품의 구성을 시간의 흐름으로 도식화한 것이다. intro와 outro는 테이프 음악이 없이 진행되는 파트로서 정확한 시간이 정해져 있지 않다. 드럼 연주는 작품의 시작과 끝까지 즉흥연주(improvisation)로 이루어진다.

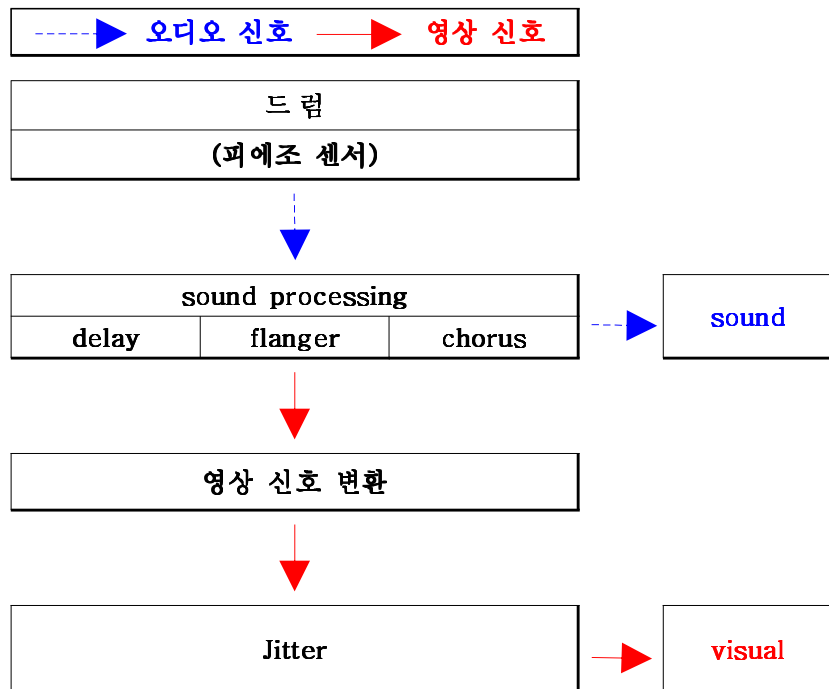
[표 1] <AM I STILL HERE>의 작품 구조

형식	intro	A part	A' part	B part	C part	outro
시간	0" ~ 40"	40" ~ 2' 10"	2' 10" ~ 3' 10"	3' 10" ~ 3' 50"	3' 50" ~ 6' 20"	6' 20" ~ 7' 00"
테이프 음악		→				
드럼 연주	→					
이펙터	delay	→			→	
	flanger		→		→	
	chorus					→
영상		영상 1			영상 2	

8) 미리 제작된 작품의 배경 음악.

2) 작품의 시스템 구성

작품의 구현을 위한 각 장치들의 기능에 대해 살펴보면 다음과 같다. 센서를 통해 개별적으로 들어오는 드럼 사운드는 컨트롤러를 통해 실시간으로 신호 처리가 된다. 그렇게 생성되는 글리치 사운드의 음량 값은 Jitter의 데이터 값으로 보내지게 된다. [그림 1]은 센서를 통해 들어오는 드럼 사운드의 신호 처리 과정을 나타낸 것이다.



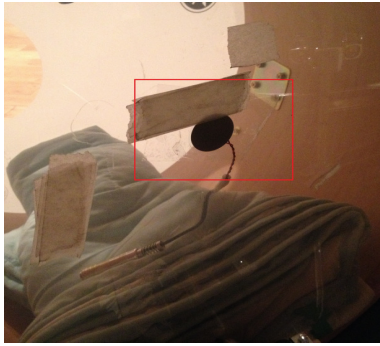
[그림 1] 작품의 신호 처리 과정

2. 연구내용

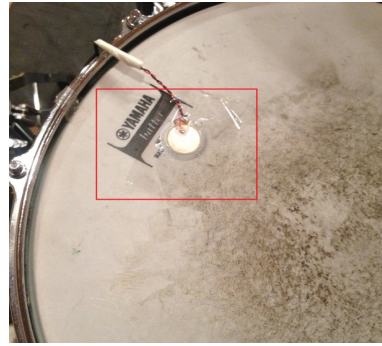
1) 피에조 센서(Piezoelectric sensor)의 활용

피에조 센서(Piezoelectric sensor)는 금속판 사이에 얇은 압전 소자를 끼워 넣은 센서로 진동, 압력 등을 감지할 수 있다. 압전 소자는 압력을 가하면 전기를 발생시키고, 교류 전기를 가하면 진동하는 성질이 있다. 소리에 적용될 경우 음파에 의한 압력이 압전 소자에 작용하여 전하를 띠면, 판 사이에 전기적 힘이 생성되어 압전 물질을 구부리고 전압의 변화를 일으킨다. 작품 <AM I STILL HERE>은 이러한 피에조 센서의 가장 보편적인 기능인 압력 변화의 감지기능을 이용하였다.

작품에서는 드럼의 각 부분. 베이스 드럼, 스네어 드럼, 하이햇 심벌, 라이드 심벌, 탐탐에 설치하였다. 센서의 부착 위치에 따라 실시간 신호 처리된 사운드가 많은 차이가 나기 때문에 센서의 부착 위치는 매우 중요하였다. 각 드럼 파트에서 가장 배음이 많이 올라오는 위치를 선정하여 센서를 설치하였다. [그림 2]



<베이스 드럼>



<스네어 드럼>



<탐탐>



<하이햇 심벌>



<라이드 심벌>

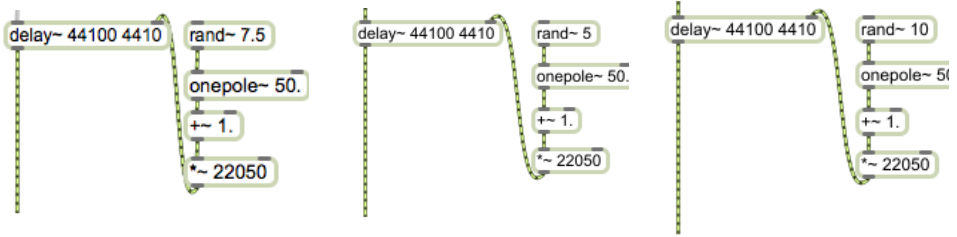
[그림 2] 드럼에 부착된 피에조 센서의 위치

2) delay효과 연구

작품에 시작을 알리는 delay는 작품에서 가장 핵심적인 사운드인 글리치 사운드를 얻어내는데 중요한 효과라 할 수 있다. 기존 베이스 드럼의 엔빌로프⁹⁾가 A(attack)는 약 8ms, D(decay)은 약 62ms, S(sustain)은 약 110ms R(release)은 100ms로서 매우 짧다. 이 같이 짧은 파형의 드럼 소리에 delay를 활용하여 입력신호를 지연시키면 기존의 드럼 파형과는 다른 형태의 파형을 얻을 수 있다. 하지만 단순히 입력신호를 지연시키기만 하는 delay는 사운드를 자칫 혼란스럽게만 만들 수 있고, 글리치 사운드를 얻어내기에는 많은 문제가 있다.

이를 극복하기 위해 [그림 3]과 같이 delay time의 signal 값을 rand~오브젝트를 활용하여 단순히 신호를 지연시키는 것이 아니라 불규칙적인 delay time을 만들어냄으로서 의도적으로 글리치 사운드를 출력시킬 수 있도록 하였다. rand~는 signal을 무작위(random)로 출력하는 오브젝트로 5~10Hz 범위 내에서 드럼 각 부분에 적용하여 글리치 사운드를 유도해내었다. rand~에서 나온 신호는 50Hz를 기준으로 low pass filter 역할을 하는 onepole~오브젝트를 통과하는데, onepole~아래에 있는 +~오브젝트는 rand~에서 0값이 출력될 수 있는 것을 방지하기 위해 설치하였고, *~오브젝트의 22050값은 delay~오브젝트의 기본 설정 값(default)으로 설정하였다. rand~의 파라미터 값은 베이스 드럼은 7.5 Hz, 스네어 드럼과 탐탐은 5 Hz, 하이햇 심벌과 라이드 심벌은 10 Hz으로 설정하였다.

9) 파형의 끝을 서로 연결하여 파형을 둘러싸듯이 그려진 선. 각종 악기는 그 악기 특유의 엔빌로프를 가지고 있고, 사람이 악기 종류를 구분해서 들을 수 있는 중요한 요소가 된다.



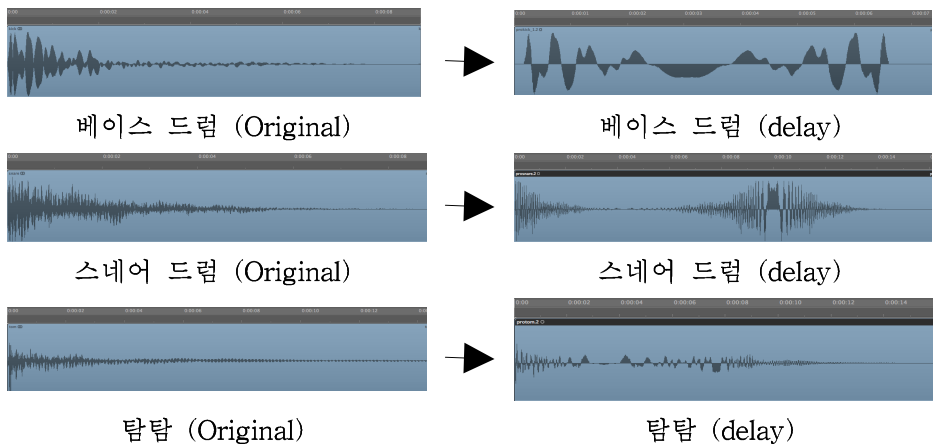
<베이스 드럼>

<스네어 드럼, 탐탐>

<하이햇, 라이드 심벌>

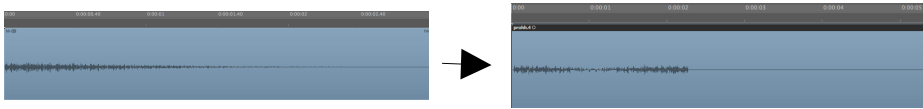
[그림 3] MSP를 활용하여 제작된 delay 패치

[그림 4]는 delay를 통과한 드럼 셋 중 파형의 가장 큰 변화가 있었던 막명 악기의 파형을 예시로 든 것이다. 기존 드럼에서 볼 수 있는 강한 A 이후에 S부분 즉 3" ~4" 초 부분이 불규칙 적으로 지속되는 걸 볼 수 있다.



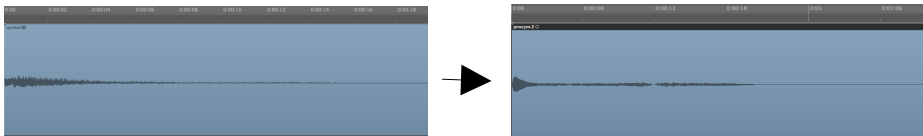
[그림 4] delay를 거친 막명 악기 파형의 변화

delay에서 가장 큰 변화의 폭을 보인 악기는 베이스 드럼과 스네어 드럼으로, 파형의 변화는 크나 음색의 변화는 크지 않다. 오히려 [그림 5]의 채명 악기들은 막명 악기들에 비해 파형 변화의 폭이 작았으나 글리치 사운드에 가까운 결과물을 들을 수 있었다.



하이햇 심벌 (Original)

하이햇 심벌 (delay)



라이드 심벌 (Original)

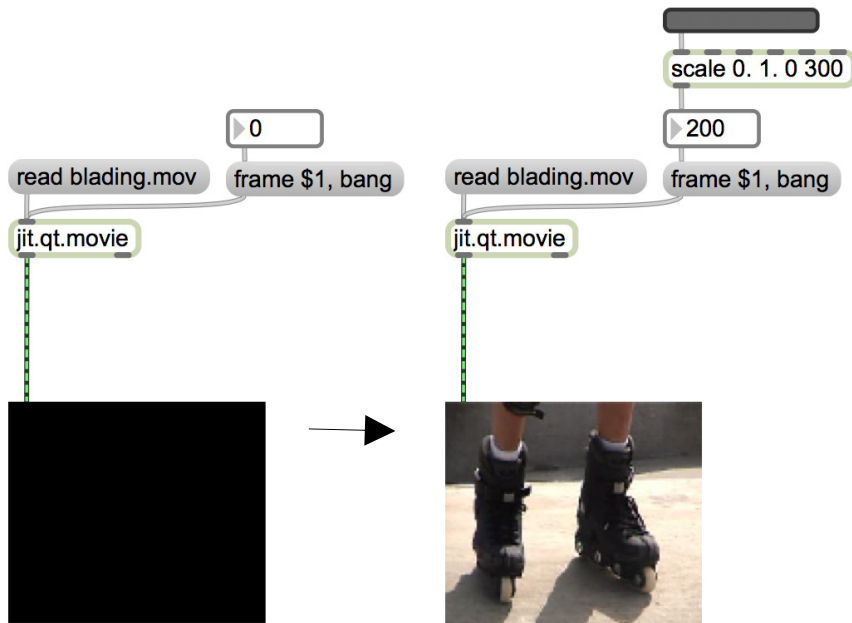
라이드 심벌 (delay)

[그림 5] delay를 거친 채명 악기 파형의 변화

막명 악기들이 파형 변화의 폭은 컸던 이유는 가족의 울림으로 인한 음량 때문이었으며, 채명 악기가 글리치 사운드를 얻을 수 있었던 것은 금속의 미세한 떨림이 지속됐기 때문이다.

① delay를 통과한 베이스 드럼의 영상

영상 프로세싱 부분은 음량 값인 0.~1. 값의 범위를 scale 오브젝트를 이용하여 영상 데이터로 변환되도록 설계하였다. delay를 거쳐 나온 베이스 드럼의 음량 값은 영상의 프레임(frame) 값으로 치환된다. scale로 처리되는 delay의 0.~1.까지의 음량 값은 [그림 6]과 같이 영상패치의 0~300 프레임으로 변화한다.



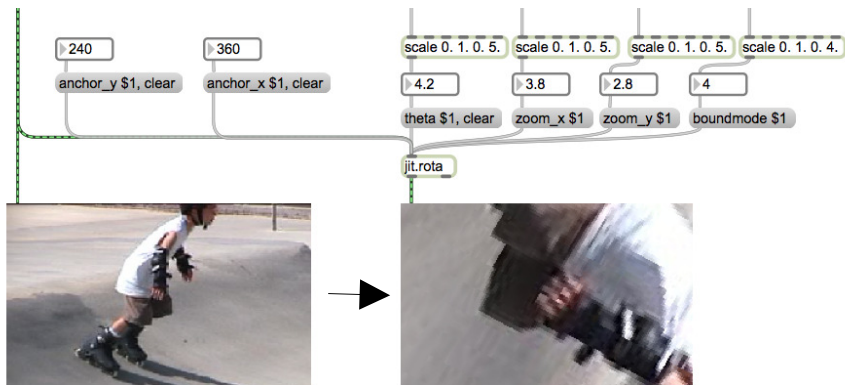
[그림 6] 음량에 따른 영상 frame 변화 패치

delay 사운드가 나오기 전에는 [그림 6]의 좌측처럼 영상의 프레임 값이 0이므로 영상이 출력되지 않는다. delay 사운드가 출력되면 [그림

6]의 오른쪽 그림과 같이 음량 값이 `scale`의 설정 값인 0~300 사이의 값으로 변화하여 영상을 출력시킨다.

② `delay`를 통과한 하이햇 심벌의 시각화

하이햇 심벌은 드럼에서 리듬을 구성하는 가장 중요한 역할을 하므로 베이스 드럼, 스네어 드럼보다 많은 역할을 맡고 있다. `delay`에 의해 실시간 신호 처리된 하이햇 심벌은 [그림 7]과 같이 영상을 회전시키고 확대, 형태를 변화시키는 `jit.rota` 오브젝트로 보내진다. `delay`를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값인 0.~1.을 `scale`를 거쳐 `jit.rota`의 `theta`, `zoom`, `bound mode` 값으로 보내었다. 영상 프로세싱 변화의 기준은 영상의 중심축인 360×240 으로 설정하였다.

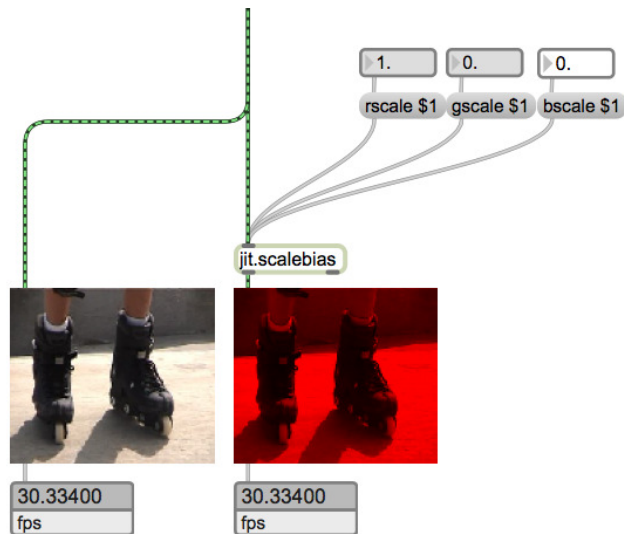


[그림 7] `jit.rota` 오브젝트를 적용하지 않은 영상과 적용한 영상

`theta` 값은 영상을 회전시키는 역할을 하는데, 0.~1.의 음량 값을 0.~

5.로 치환하여 음량 값이 들어 올 때마다 영상이 좌측으로 회전하게 된다. zoom 값은 영상을 확대시키는 역할을 하는 것으로, theta 값과 마찬가지로 0.~5.으로 설정, 음량 값이 들어오는 만큼 영상의 x, y 축으로 영상이 확대된다. bound mode은 Boundary handling mode의 약자로서, 영상의 경계선을 변화시키는 역할을 하는 값이다. 0.~1.의 음량 값을 0~4 값으로 치환하여 음량 값이 들어오는 만큼 영상의 경계선을 변화시킨다.

delay를 통과한 하이햇 심벌은 영상의 색상을 변화시키도록 패치를 구성하였다. [그림 8]과 같이 jit.scalebias 오브젝트를 활용하여 음량 값 0.~1.을 이용하여 영상의 색상을 변화시키는 패치를 제작하였다.

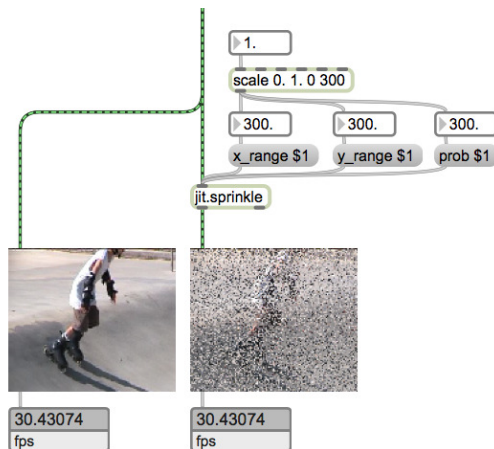


[그림 8] jit.scalebias 오브젝트 활용한 영상 색상 변화 패치

jit.scalebias는 RGB 값을 이용하여 영상의 색상을 변화시키는 오브젝트로 delay를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값 0.~1.을 이용하여 RGB 값을 적용 변화시키는 메시지인 rscale, gscale, bscale 중 적색(R)을 변화시키는 rscale을 이용하여 음량 값이 높아질수록 영상이 적색으로 변하게 되도록 하였다. 이 패치에서 scale 을 사용하지 않은 이유는 jit.scalebias의 메시지 값인 rscale, gscale, bscale의 파라미터 범위가 0.~1. 으로 음량 값의 범위와 같기 때문이다.

③ delay를 통과한 라이드 심벌과 스네어 드럼의 시각화

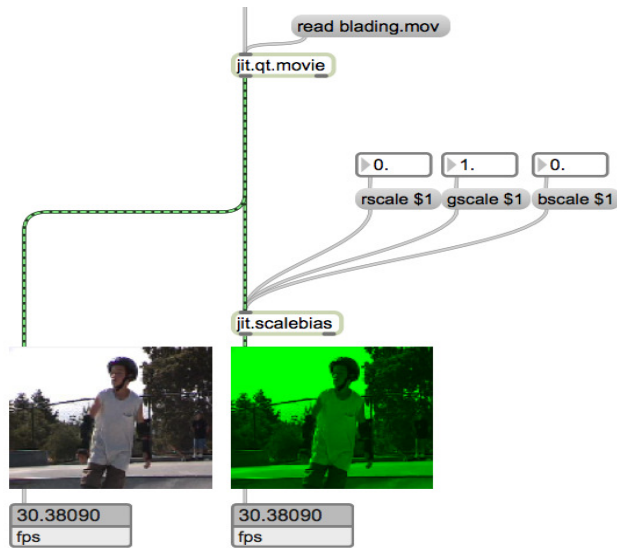
delay를 통과한 라이드 심벌은 jit.sprinkle 오브젝트와 연결된다. jit.sprinkle은 영상에 노이즈를 발생시키는 오브젝트로서 delay를 통과한 라이드 심벌의 음량 값에 반응하도록 설정하였다. [그림 9]는 jit.sprinkle를 적용한 영상과 적용하지 않은 영상의 시각적 차이를 보여주는 예시이다.



[그림 9] jit.sprinkle 오브젝트를 적용하지 않은 영상과 적용한 영상

음량 값 0.~1.을 0~300으로 치환하여 jit.sprinkle에 할당되어 있는 노이즈 양을 설정하는 prob, 노이즈의 범위를 결정하는 x range, y range에 보내어 음량 값에 의해 영상에 노이즈가 발생하도록 하였다.

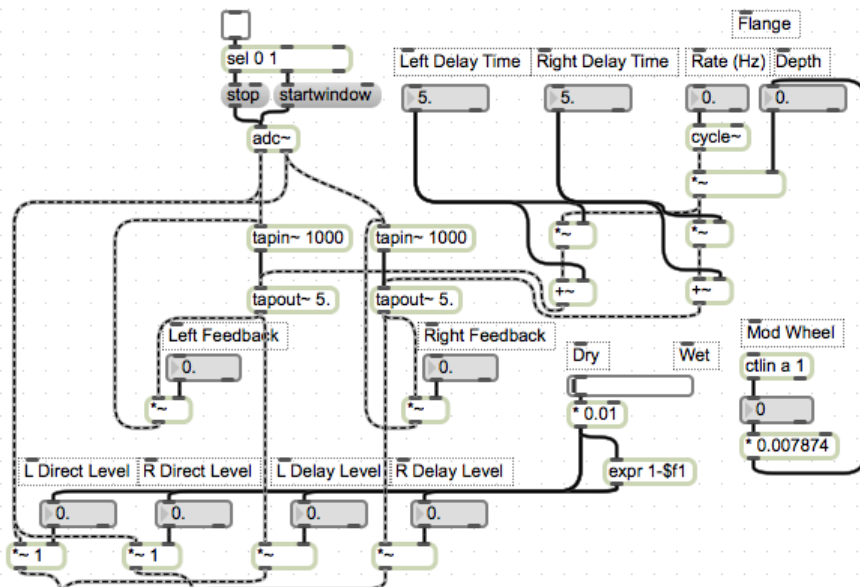
다음으로 [그림 10]와 같이 delay를 통과한 스네어 드럼은 delay를 통과한 하이햇 심벌과 같이 영상의 색상을 변화시키는 역할을 한다. delay를 통과한 스네어의 음량 값 0.~1.이 jit.scalebias의 gscale로 보내져 녹색(G)의 농도를 변화하게 하였다.



[그림 10] delay를 통과한 스네어 드럼의 색상변화 패치

3) flanger효과 연구

두 번째로 사용된 효과인 flanger는 delay를 응용한 것으로, 입력된 음을 약간 지연시켜 다시 원음에 더하는 피드백(feedback)을 활용하여 마치 제트기가 상승하는 소리와 같은 울림을 만들어 낸다. delay time을 시시각각 변화시키면 특성 주파수의 정점이 움직이게 되고 사운드도 주파수 성분이 강조되어 delay와는 다른 형태의 사운드가 만들어진다. flanger는 [그림 11]과 같이 MSP tutorial에 있는 flanger 패치를 이용하였다.



[그림 11] MSP의 flanger 패치

modulation rate은 cycle~ 오브젝트를 통해 발생하는 부분으로

modulation depth와 곱해진 다음 left delay time과 right time과 다시 곱해진다. 마지막으로 left delay time과 right time의 값과 더해진 최종 데이터는 tapout ~ 오브젝트로 들어가게 된다. tapein ~ 오브젝트로 들어가는 데이터 값은 [표 2]의 delay time 란에 정리해두었으며 그 외의 파라미터 값인 modulation rate, modulation amplitude 값 또한 드럼의 각 부분별로 따로 지정해주어 같은 프리셋 값으로 저장해두었다

[표 2] flanger 프리셋

	left delay time	right delay time	modulation rate	modulation depth
베이스 드럼	323ms	29ms	0.5 Hz	0.7
스네어 드럼	373ms	497ms	0.1 Hz	0.8
탐탐	39ms	47ms	12 Hz	0.12
하이햇 심벌	39ms	47ms	6 Hz	0.02
라이드 심벌	5ms	5ms	0 Hz	0

flanger를 위의 프리셋 그대로 사용할 경우 드럼 사운드가 개별적으로 딱딱하게 표현되어 테이프 음악과 어울리지 않는 경우가 발생하였고, 글리치 사운드를 출력하는 데 있어 무리가 있었다. 이를 해결하기 위한 방안으로 vst ~ 오브젝트를 활용하여 fabfilter saturn¹⁰⁾ 플러그인을 활용, 건조하고 딱딱했던 소리들을 보다 부드럽고 글리치 사운드가 많이 일어나도록 유도하였다. [그림 12]은 드럼 셋들 중 대표적으로 큰 변화를 보였던 베이스 드럼의 파형이다.

10) 사운드의 distortion과 saturation을 조절하는 프로그램

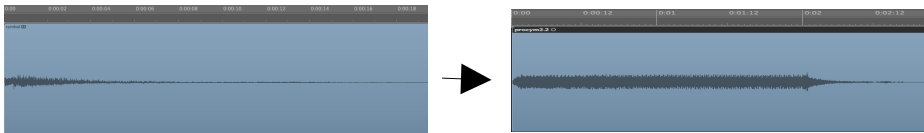


베이스 드럼 (Original)

베이스 드럼 (flanger)

[그림 12] flanger효과를 거친 베이스 드럼의 파형 변화

불규칙한 파형을 보여줬던 delay와는 다르게 flanger는 파형의 형태가 일정하게 유지됨을 알 수 있는데, delay보다 flanger가 글리치 사운드를 만들어내는데 있어 더 효과적이었음을 알 수 있다.



라이드 심벌 (Original)

라이드 심벌 (flanger)

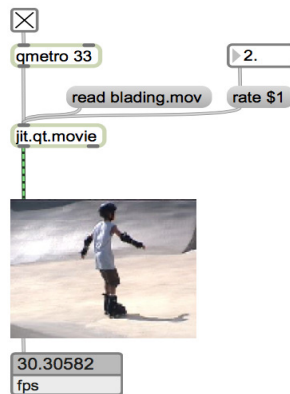
[그림 13] flanger효과를 거친 라이드 심벌의 파형 변화

[그림 13]은 라이드 심벌의 파형 변화를 보여주는데, 베이스 드럼에서 처럼 flanger를 거친 파형의 형태가 기존 형태보다 두껍고 일정한 형태로 유지되고 있음을 알 수가 있다.

① flanger를 통과한 베이스 드럼과 스네어 드럼의 시각화

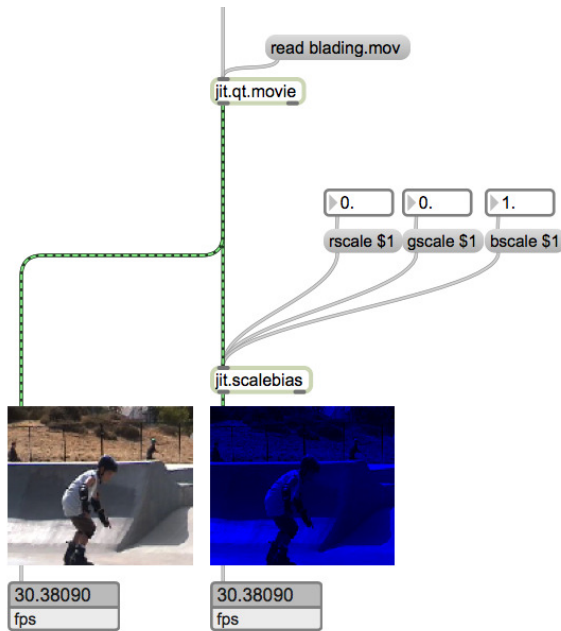
flanger의 영상 프로세싱 부분 또한 음량 값인 0.~1. 값의 범위를 scale를 이용하여 영상 데이터로 변환되도록 설계하였다. flanger를 통과한 베이스 드럼의 사운드는 scale를 통해 rate 값, 즉 영상의 재생 속도를 제어하는 역할을 하도록 하였다.

실시간으로 변하는 rate 값은 자칫 Max/MSP 작동에 무리를 주게 되어 라이브 연주 시 컴퓨터가 멈추는 일이 일어나는데, 이를 해결하기 위해 rate의 적절한 범위를 찾는 작업이 필요했다. [그림 14]는 rate 메시지를 활용한 영상 재생 속도 제어 패치이다. rate에 1값이 들어가면 영상은 기존 형태로 재생되지만 그 이상의 값이 들어가면 재생속도가 그만큼 빨라지게 된다. 예를 들어 rate에 3 혹은 6의 값이 적용하면 영상은 3배, 혹은 6배 빨리 재생되는 것이다. rate에 - 값이 들어가면 영상은 반대로 재생되며 재생속도 역시 적용된 값만큼 빠르게 재생된다.



[그림 14] rate 메시지를 활용한 영상 재생 속도 제어 패치

또한 flanger를 통과한 스네어 드럼은 영상의 색을 변화키는 역할을 하도록 했다. [그림 15]는 jit.scalebias를 사용하여 음량 값 0.~1.에 따라 RGB의 청색(B)을 변화시키는 bscale로 보내져 영상의 색깔을 변화키는 패치이다.

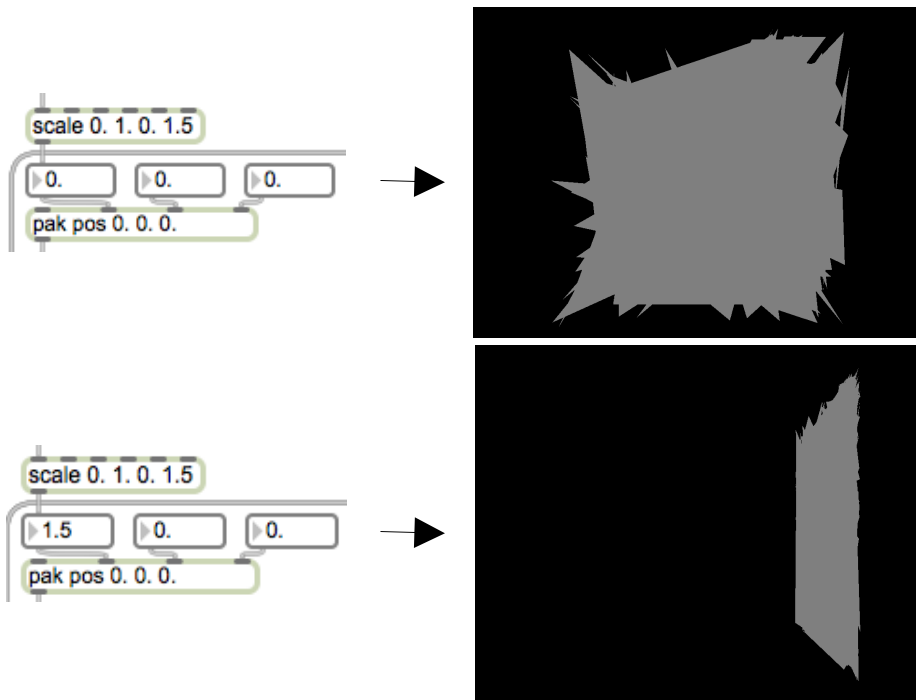


[그림 15] flanger를 통과한 스네어 드럼의 색 변화 패치

② flanger를 통과한 하이햇 심벌의 시각화

flanger를 통과한 하이햇 심벌은 영상의 중간 지점을 중심으로 상하로 움직이게 하는 역할을 하는데, jit.p.bounds 오브젝트의 maxhelp 패치를 이용하여 0.~1.의 음량 값에 따라 위치 값을 변화시켜 영상의

형태를 변화시키는 패치를 제작하였다. flanger를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값을 0~1.5로 치환하여 영상의 포지션을 변화시키는 pos로 보내진다. pos에 0 값이 입력되면 영상은 그 형태를 유지하지만, 음량 값이 높아질수록 영상의 형태가 변화한다.

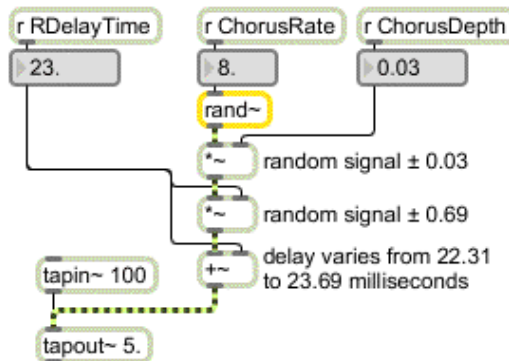


[그림 16] flanger를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화 패치

4) chorus효과 연구

chorus는 입력된 음에 극히 짧게 지연시킨 음을 섞어 만든 효과로서 드럼 사운드의 기계적인 느낌을 더하기 위해 사용되었다. Max/MSP를 활용하여 [그림 16]과 같이 delay time, chorus rate 그리고 chorus depth를 컨트롤러를 통해 실시간으로 조정하여 드럼 사운드의 질감을 변화시켰다.

[그림 17]의 패치를 보면 rand~에서 발생된 8 Hz의 신호는 chorus depth 0.03값과 곱해지고 delay time인 23 ms 가 곱해진 다음 역시 같은 23 ms 값이 더해짐으로서 최종적으로 tapout~로 들어가게 된다. 드럼 사운드의 음색을 변화시켜 기존 드럼 사운드 보다 더 두터운 음색을 가지게 한다.



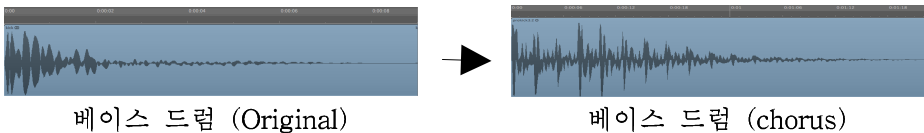
[그림 17] Max/MSP을 활용하여 제작된 chorus 패치 기본 구조

위에 패치를 기본으로 드럼의 각 파트별로 chorus의 delay time과 chorus rate, chorus depth 값을 따로 지정해주어 아래의 표와 같은 프리셋 값으로 저장해두었다. 베이스 드럼, 스네어 드럼, 탐탐은 최저 100ms~1000ms의 delay time을 설정해두었고, 하이햇 심벌과 라이드 심벌은 400ms~1000ms의 값을 설정하였다. 상세한 설정 값은 아래의 표로 정리해두었다.

[표 3] chorus 설정 값

	delay time	chorus rate	chorus depth
베이스 드럼	100ms~1000ms	150 Hz	0.03
스네어 드럼	100ms~1000ms	55 Hz	0.03
탐탐	100ms~1000ms	10 Hz	0.03
하이햇 심벌	400ms~1000ms	10 Hz	0.03
라이드 심벌	400ms~1000ms	10 Hz	0.03

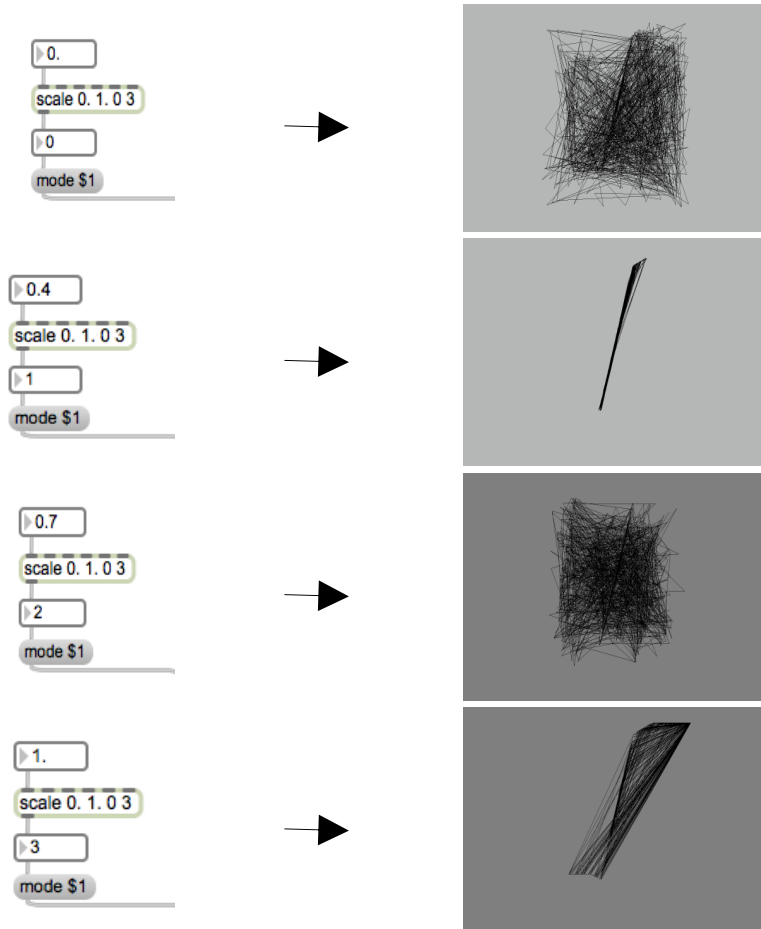
flanger와 마찬가지로 컨트롤러를 통해 실시간으로 피드백 값을 조절하여 좀 더 다양한 형태의 소리를 얻을 수 있으며 [그림 18]을 통해 파형을 살펴보면 기존 베이스 드럼의 파형보다 더 두껍고 파형의 크기가 오래 유지되는 것을 볼 수가 있다.



[그림 18] chorus 효과를 거친 파형의 변화

① chorus를 통과한 하이햇 심벌의 시각화

chorus를 통과한 하이햇 사운드의 음량 값 0.~1.을 0~3의 값으로 치환시켜 [그림 19]의 bound mode 메시지로 보내져 영상의 경계선을 변화시키는 기능을 한다. 기본 설정 값은 0이며, 1은 경계선을 사라지게 하는 기능을 하고, 2는 경계선이 영상을 둘러싸는 형태로 만든다. 마지막 3은 영상의 형태를 기하학적인 모양으로 변화시킨다.



[그림 19] chorus를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화

III. 연구 기술의 적용

1. 작품 내용

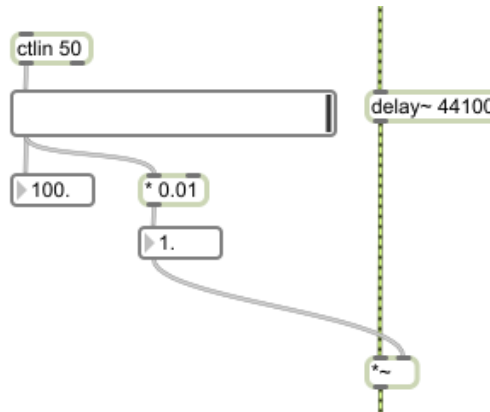
언뜻 평화로워 보이는 일상의 이면에는 무수히 많은 위험과 언제 부서질지 모르는 위태로운 삶의 불안함이 항상 함께 한다. 인간의 평화로운 일상은 괴롭고 힘든 순간을 끊임없이 견뎌내야만 얻을 수 있는 작은 선물과도 같다. 인간의 삶뿐만 아니라 사회, 국가, 더불어 지구와 우주는 이 알 수 없는 불안감과 끝없이 펼쳐지는 불규칙적인 혼란 속에 움직이고 있으며, 어쩌면 수많은 우연과 행운으로 존재하고 있을지 모른다. 작품 <AM I STILL HERE>은 이와 같은 이유모를 불안함에 집중하고 작가는 인간이 가지고 있는 마음부터 크게는 언제 무너질지 모르는 사회의 모습을 표현하고자 하였다.

2. 기술의 예술적 적용

1) A, A' 파트의 기술 적용

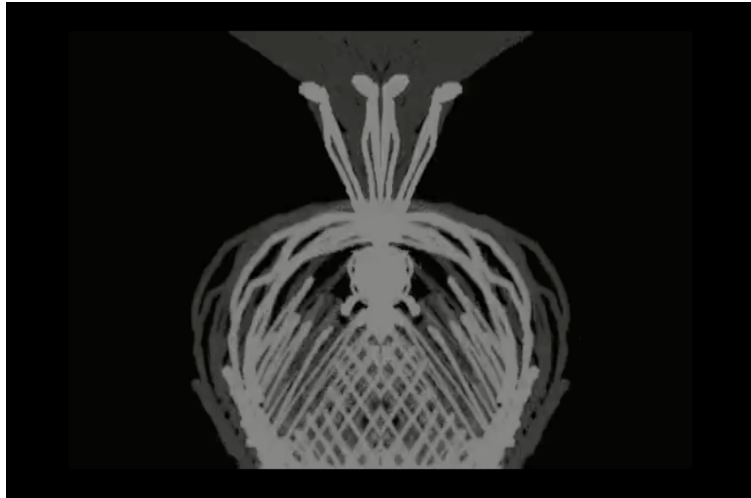
작품 <AM I STILL HERE>의 기술은 전체 네 개의 파트 중 A, A', C에 적용되었고, B 파트의 경우 영상 없이 flanger를 통과한 사운드만이 출력된다. 차분하고 고요한 느낌을 전달하기 위해 드럼 브러쉬 스틱으로 연주되며 delay를 활용한 실시간 소리 합성과 영상 프로세싱으로 다양한 효과를 나타내었다. 그리고 wet sound와 dry sound를 제어하기 위해 [그림 20]과 같이 slider 오브젝트를 활용하여 slider의 값

을 최대 100으로 설정 후 그 값에 0.01을 곱하여 음량 값이 1이 넘지 않도록 설정하고 slider 오브젝트에 컨트롤러를 맵핑하여 wet sound의 양을 실시간으로 조절하였다.



[그림 20] 컨트롤러를 통한 wet sound와 dry sound 조절

컨트롤러를 통해 조절되는 delay의 음량 값은 영상을 실시간으로 변화시키는데, A와 A' 파트에서 사용되는 영상은 기존 영상들을 영상 편집 프로그램을 통해 편집하여 만든 것으로 첫 화면은 [그림 21]과 같다.



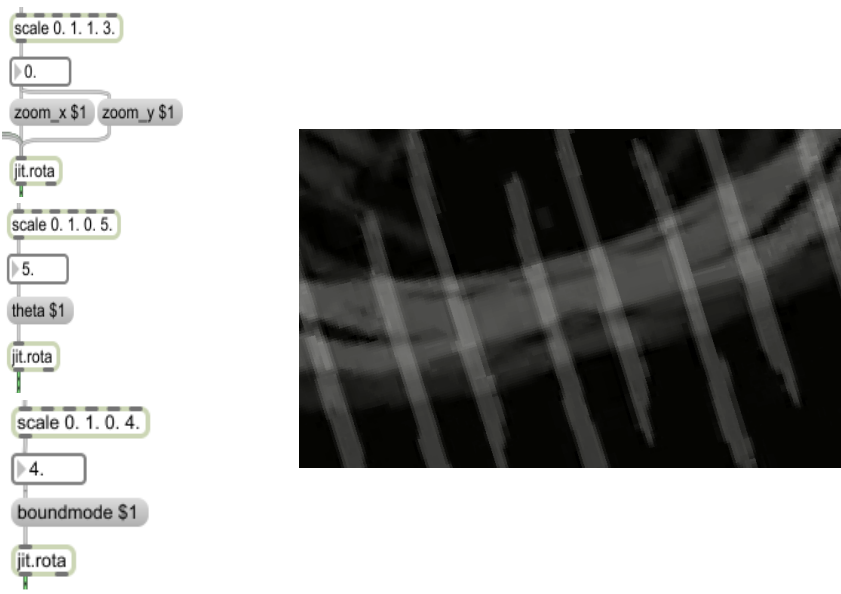
[그림 21] 영상 1의 기본 형태

[그림 21]은 delay가 통과되지 않는 기본 형태이며, 드럼의 각 세트가 delay를 통과하면서 실시간으로 변화한다. [그림 22]는 delay를 통과한 베이스 드럼의 음량 값 0.~1.를 이용해 0~1000 프레임으로 치환되어 베이스 드럼을 연주 할 때마다 영상을 보여주게 된다. 특정 장면이 반복되어 나오는 이 이미지는 이유 없이 떠오르는 마음 속 불안함을 표현한다.



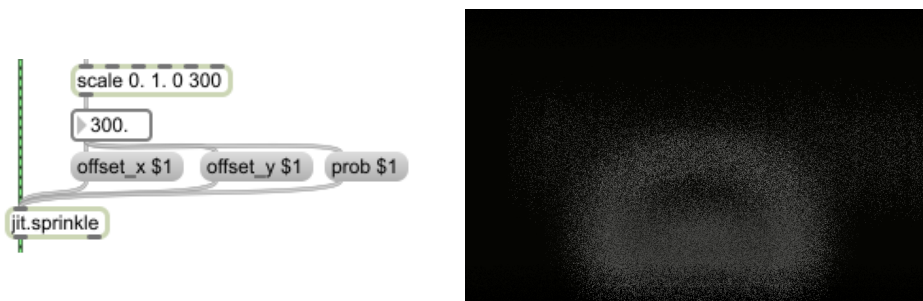
[그림 22] delay를 통과한 베이스 드럼에 의한 영상의 frame 변화

[그림 23]은 delay를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값은 jit.rota로 보내지게 될 총 네 가지의 값으로 치환되어 아래의 그림과 같이 jit.rota의 theta, zoom x, y 그리고 bound mode로 보내진다. 영상의 offset 값은 영상의 중심축인 360 × 240을 기준으로, theta 값은 0~5, zoom x, y 값은 1~3, bound mode는 0~4 값으로 설정했다. 회전되고 확대되는 영상은 불안함이 커지는 모습을 상징한다.



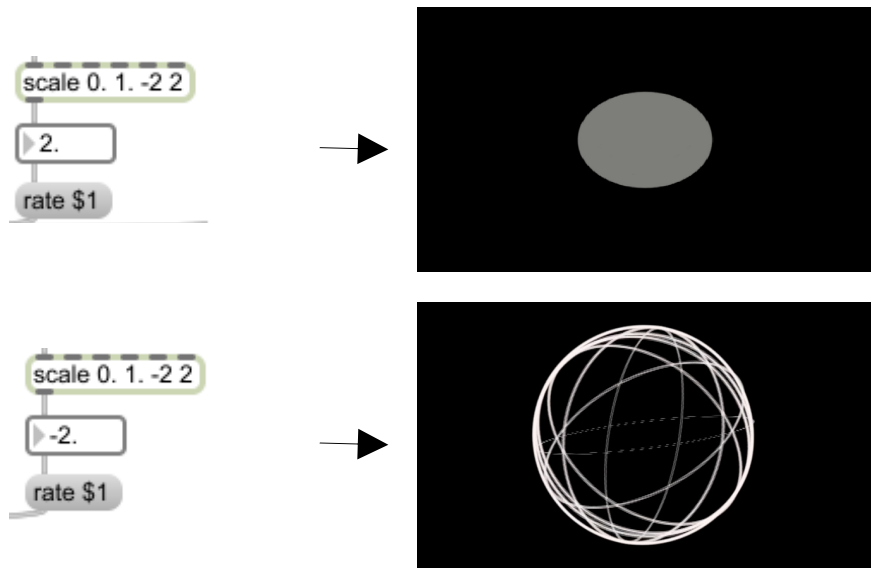
[그림 23] delay를 통과한 하이햇 심벌에 의한 영상 1의 형태 변화

또한 영상 1은 [그림 24]와 같이 delay를 통과한 라이드 심벌의 음량 값에 의해 jit.sprinkle에 반응하여 노이즈를 출력시킨다. 라이드 심벌의 음량 값 0.~1. 값은 0~300 으로 치환되어 영상 1에 보내진다. 노이즈가 출력되는 영상을 통해 불안함이 흐려지고 사라지는 느낌을 표현하였다.



[그림 24] delay를 통과한 라이드 심벌에 의한 영상의 변화

A' 파트는 작품의 질주하는 B 파트로 넘어가기 위한 다리 역할을 하는 부분으로서, 작품 초중반부 flanger를 통과한 베이스 드럼이 영상의 재생 속도를 조절하는 역할을 한다. scale를 통해 영상 재생 속도를 -2~2배로 조절하게 된다. flanger 또한 [그림 20]과 같이 컨트롤러로 맵핑하여 음량 값을 실시간으로 조절하는데, 아래의 [그림 25]와 같이 영상의 형태가 불분명해지고 불안하고 떨리는 느낌을 전달하는데 사용되었다.



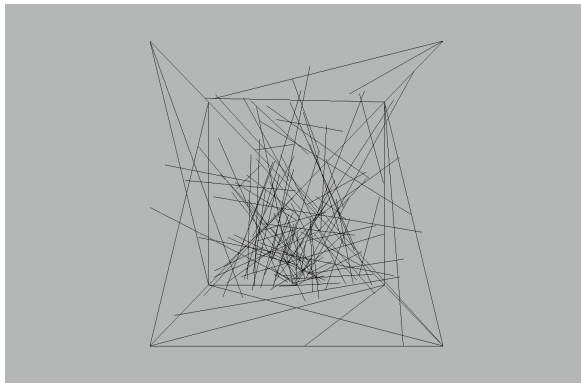
[그림 25] flanger를 통과한 베이스 드럼에 의한 영상의 변화

A' 파트는 라이브 공연 시에는 즉흥적인 느낌을 살려 두 개의 효과를 번갈아 가며 사용하였는데, 그 이유는 A 파트에서 시각화되고 있는 delay가 A' 파트에서 flanger를 통해 영상의 재생 속도를 조절하게 됨으로서 앞서 진행되고 있는 영상 프로세싱 효과가 반감되는 결과를 가져왔기 때문이다. 두 개의 효과를 번갈아가며 진행하면, 각 효과가 가져다주는 감정을 정확히 전달하기가 매우 효율적이었다.

2) C part의 기술 적용

C 파트는 작품의 마지막 절정 부분으로 말렛 스틱을 활용하여 연주된다. 마음 속 혼란이 사라지지 않고 끊임없이 반복되다가 끝내는 폭발하는 모습을 표현하였다.

마음 속 혼란을 표현하기 위해 사용된 영상 2는 영상 편집 프로그램을 이용해 제작된 영상 1과는 다르게 Jitter의 `jit.p.bounds`를 이용해 제작되었다. `jit.p.bounds`는 파티클(particle)을 생성하고 제어하는 오브젝트로 드럼 사운드의 음량 값에 의해 그 형태와 색상이 변화된다. [그림 26]

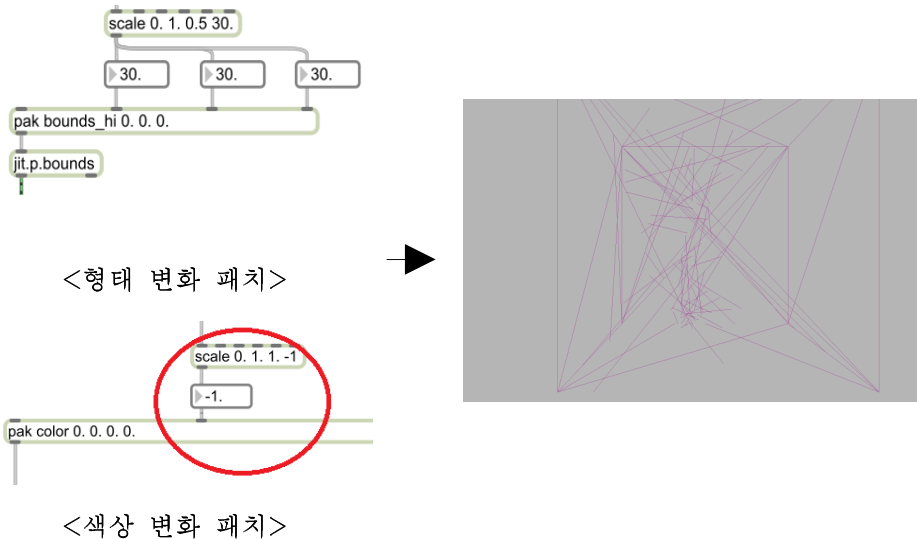


[그림 26] `jit.p.bounds` 오브젝트를 이용해 제작된 영상 2의 기본 형태

C 파트에서는 제작된 모든 사운드 효과들이 사용되는 부분으로 각 효과 별 영상 프로세싱 결과는 다음과 같다.

`delay`를 통과한 하이햇 심벌은 [그림 27]과 같이 영상 2의 형태를 변

화시키는데, 우선 형태를 변화시키는 값은 영상 2의 기본 형태를 유지하도록 bounds_hi를 0.5로 설정해두었다. 그리고 delay를 통과한 하이햇 심벌에 음량 값을 30으로 치환, 적용하여 정 사각형의 형태를 유지한 채 영상의 형태를 변화시킨다. 그와 동시에 영상 2의 색상은 RGB의 값을 적용하여 백색 (255, 255, 255)에서 적색 (255, 0, 0)으로 변화하였다.



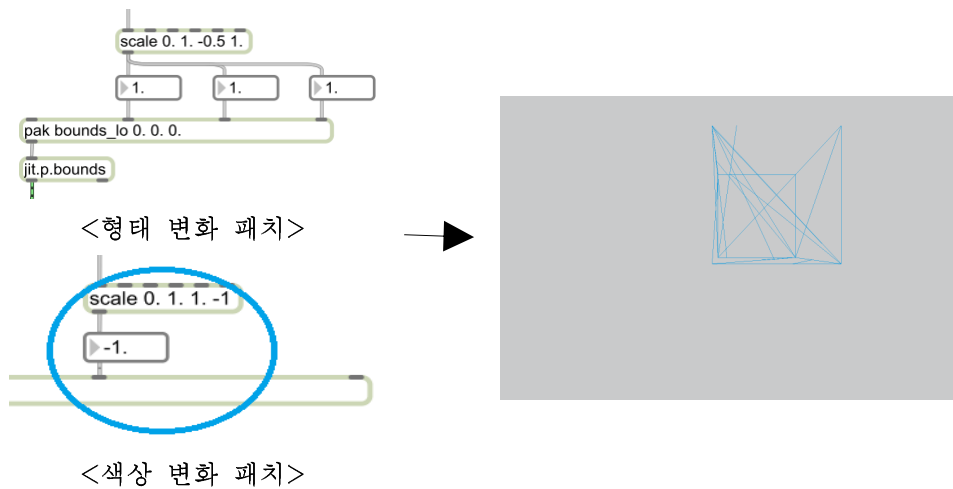
[그림 27] delay를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태와 색의 변화

delay를 통과한 스네어 드럼은 음량 값 0.~1. 녹색(G) 농도를 중심으로 변화게 된다. [그림 28]은 영상 2가 백색 (255, 255, 255)에서 노란색 (225, 228, 0)으로 변한 모습이다.



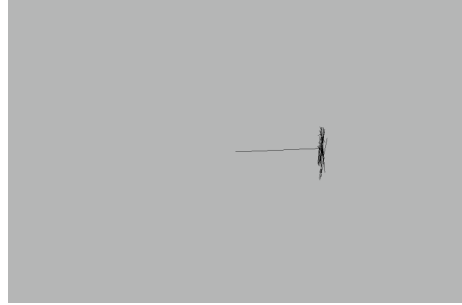
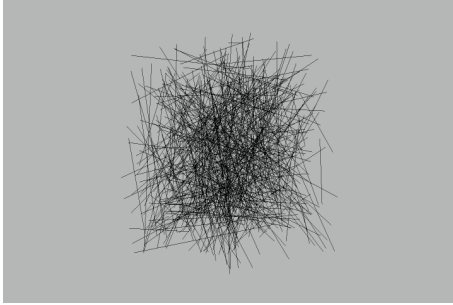
[그림 28] delay를 통과한 스네어 드럼의 영상 색의 변화

flanger를 통과한 스네어 드럼은 [그림 29]와 같이 영상 2의 형태를 변화시키는 역할을 한다. bound_lo의 기본 값 -0.5로 설정하여 기본 형태를 유지시키고, flanger를 통과한 스네어 드럼의 음량 값을 -0.5~1. 값으로 치환, 적용하면 다음과 같은 형태를 얻을 수 있었다.



[그림 29] flanger를 통과한 스네어 드럼의 영상 형태와 색의 변화

flanger를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값은 영상 2의 중간 지점을 중심으로 상하로 움직이게 하는 역할을 한다. flanger를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값은 scale를 통해 0~1.5로 치환된다. 0의 값에서는 [그림 30]과 같은 형태가 유지되며 최댓값 1.5에 가까워질수록 영상의 형태는 사라진다.



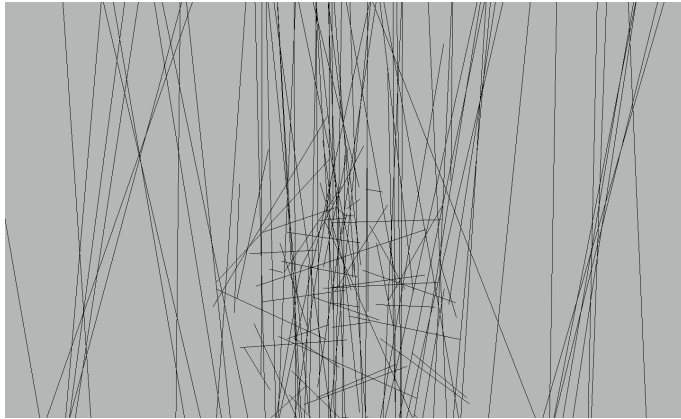
<0값일 때>

<1.5값일 때>

[그림 30] flanger를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화

작품의 마지막 부분에 등장하는 chorus를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값은 불안함이 폭발하여 주체할 수 없는 상태를 표현하는데 사용되었다.

chorus를 통과한 하이햇 심벌의 음량 값은 scale를 통해 음량 값 0.~1.에서 1~3 값으로 치환되고 이 값은 jit.p.bounds의 bound mode로 보내져 영상의 형태를 총 4가지의 형태로 변형시킨다. 0값은 영상 2의 형태가 모두 무너지는 형태, 1값은 기본 형태를 가지고, 작품에 주로 사용된 [그림 31]과 같은 형태는 2값이 보내졌을 때 나타나는 형태이다. 3값은 0값과 마찬가지로 형태가 모두 무너지는 결과를 볼 수 있었다.



[그림 31] chorus를 통과한 하이햇 심벌의 영상 형태 변화

chorus가 끊임없이 나오는 C 파트가 마무리 된 뒤에 최종적으로 드럼 필인(fill-in)으로 작품은 마무리 된다.

IV. 결론

1. 연구 성과

본 연구는 기존 악기의 한계를 시험하고 드럼에서 들을 수 없었던 소리를 연구, 제작하고 소리의 음량 값을 이용해 영상을 제어하여 인터랙티브 효과를 극대화 시켰다는 점에서 이 연구의 의미가 있다고 할 수 있다. 그리고 이번 연구를 통해 얻어진 가장 큰 성과는 기존에 전자드럼에서만 사용되는 글리치 사운드를 드럼으로 구현시키고, 시각화하였다는 점이다. 다양한 악기들을 이용한 멀티미디어 작품들이 많이 선보여지고 시점에서 이 연구를 통해 드럼뿐만 아니라 다른 타악기들을 이용하면 더욱 다양하고 참신한 작품을 만들 수 있을 것이다.

2. 문제점

본 작품을 단순히 적용을 넘어 보다 실용적으로 사용되기 위해서는 다음과 같은 문제점들을 보완해야할 것이다.

첫째, 피에조 센서 사용의 안정성을 높일 수 있는 방안을 모색과 더불어 사운드에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 사운드를 개별적으로 받을 수 있다는 점에서 피에조 센서의 사용은 좋은 선택이라고 할 수 있으나, 드럼으로부터 들어오는 사운드에서 발생하는 노이즈와 피드백 문제는 해결해야할 부분이다. 그리고 본 작품인 <AM I STILL HERE>에 사용된 사운드 효과들은 글리치 사운드에는 효과적일 수 있으나 다

른 종류의 음색을 위한 결과를 얻기에는 비효과적이다. 좀 더 다양한 사운드 효과들은 차후 연구를 통해 보완이 가능할 것으로 보인다.

둘째, 사운드를 시각화하는 과정에서 음량을 이용해 색, 크기뿐만 아니라 형태 또한 변화하는 작업에서 또한 센서를 사용함에도 컨트롤러에 의해 영상이 변하기 때문에 일관성이 떨어지는 문제점이 있다.

셋째, 실연 시 일어나는 프로그램의 레이턴시(latency) 현상이다. 컴퓨터의 안정성이 떨어질수록 발생하는 레이턴시를 보다 직관적인 실연 결과를 얻기 위해선 더욱 효율적이고 안정적인 프로그래밍을 위한 연구와 실험이 필요할 것이다.

3. 향후 연구 계획

이번 연구에서는 음악의 시각화에서 가장 중요하다고 할 수 있는 직관성에서 많은 아쉬움을 남겼다. 실연 시 발생하는 레이턴시 문제를 해결하기 위해 보다 안정적인 프로그램으로 계속 보완할 예정이다. 그와 동시에 패치들을 발전시켜 좀 더 다양한 사운드를 찾아내고 연구하여, 본 작품과 같은 드럼 솔로 공연이 아닌 다른 악기와의 조합을 연구하여 시스템의 적용 범위를 확대하고 보다 새로운 작품으로 발전시켜 나갈 것이다.

검색어(Keyword) : 멀티미디어음악(multimedia music), 컴퓨터 음악(computer music), 실시간 제어(realtime control), Max/MSP/Jitter, drum sound visualization

E-mail : ehdccks14@naver.com

참 고 문 헌

1. 단행본

- 김근호, “오디오 용어사전” (새녘 출판사, 2013)
- 이석원, “음악의 지각과 인지” 2005 (한국음악지각협회)
- Michael H. Thaut. "Rhythm, Music, and The Brain" 2008
- 이석원 「음악음향학」(심설당, 2010)
- 신일수 「무대기술」(무대예술전문인 자격검정위원회, 2005)

2. 참고논문

- 피정훈, “실시간 음량 분석을 통한 3D Visualization 연구”
『동국대학교 영상대학원 멀티미디어 학과』, 2009
- 원지연, “목소리를 이용한 타악(打樂) 사운드 합성과 interactive 작품 제작 연구”
『동국대학교 영상대학원 멀티미디어 학과』, 2013

- 최홍찬, “Max/MSP와 OpenGL을 이용한 인터랙티브 음악 시스템 개발 연구”
『동국대학교 영상대학원 멀티미디어 학과』, 2005
- 안준석, “타악기와 무용수를 위한 인터랙티브 음악 제작 연구”
『동국대학교 영상대학원 멀티미디어 학과』, 2005
- 이희준, “실시간 제어를 통한 멀티미디어음악 창작연구”
『동국대학교 영상대학원 멀티미디어 학과』, 2004

2. 인터넷 사이트

- Cycling '74 Web Document : <http://www.cycling74.com>
- Max/MSP/Jitter Forum : (<http://www.cycling74.com/forums>)
- Max object : <http://www.maxobject.com>
- 위키피디아 : <http://en.wikipedia.org/wiki/>
- 네이버 지식백과 : <http://terms.naver.com/>

Real-Time Sound Synthesis and Visual Processing Study For Drum Performance.

(Based on Multimedia Sound Work <AM I STILL HERE>)

Park, Dong-Chan

The form of art that visualizing music is getting over the limit of traditional music and making new aesthetics. Nowadays it's easy to find sound visualization works with electronic percussions but it's hard to find the work that based on real drums. Because drum has a lot of noise and it is hard instrument to control compare with another instruments. As the drum is usually an instrument that making harmony with other melodic instruments, there's a limit to make a music with only a drum with its pure sound. The work <AM I STILL HERE> will represent researches of drum sound developing system and methods of making sound visualization. In the technique of sound visualization, piezo sensors were used instead of microphones.

To get the individual signal of drum, installing piezo sensors on each percussion such as bass drum, snare drum, hi-hat and ride cymbal was needed.

Piezo sensor uses a principle of pressure sensing then it helps to get cleaner audio signal than using a microphone. Received audio signals pass through the effector in sound processing program Max/MSP and make glitch sounds. Manufactured effector are delay,

flanger and chorus. In the sound visualization side, processed audio signals change to visual signals in the image processing program Jitter.

On the side of testing the limit of traditional instruments, it was meaningful research. The biggest achievement of this study were finding a new drum sound and making a effective sound visualizing system. However, to develop higher quality of sound processing and visualization aspects, more study of Max/MSP/Jitter will be needed. Also it is important to find the most effective patch configuration to make a reliable live performance.

부록 : (첨부 DVD 설명)

1. SIMM 2014 Performance

: 2014 11월14일 이해랑극장 <AM I STILL HERE>의 공연실황

2. Max/MSP Patches

: <AM I STILL HERE>공연을 위한 Max/MSP패치