



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

석사학위논문

아쟁 음색분석을 통한
실시간 Sound Processing과
Visualization 연구

- 멀티미디어음악 작품 <Shade in the water>를 중심으로 -

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공
박 다 해

2016

석사학위논문

아쟁 음색분석을 통한 실시간

Sound Processing과 Visualization 연구

- 멀티미디어음악 작품 <Shade in the water>를 중심으로 -

박 다 해

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2015년 12월

박다해의 음악석사(컴퓨터음악) 학위 논문을 인준함.

2016년 1월

위원장 박 상 훈

위 원 김 정 호

위 원 김 준

동국대학교 영상대학원

◀ 목 차 ▶

I. 서론	1
1. 연구 배경	1
1) 특수주법의 도입	2
2) 전통 악기의 개량화	3
3) 컴퓨터 음악의 발전	3
4) 소리의 시각화	4
2. 연구 목적	5
II. 본론	7
1. 작품의 구성	7
1) 작품 내용	7
2) 작품 구조	9
① 시스템 구성	11
② 음악 구성	12
③ 영상 구성	20
④ 무대 구성	22
2. 기술적 연구	24
1) 음악 제작	24
① 아쟁의 음색분석	24
② Max/MSP를 활용한 아쟁 이펙터(effecter) 제작	26
③ 사운드 프로세싱	28

2) 영상 제작	28
① Quartz composer를 활용한 영상 제작	28
② 떡의 움직임 영상 제작	33
3. 연구기술의 작품 적용 및 효과	34
1) A section	34
2) B section	36
3) C section	37
4) A' section	38
III. 결론	40
참고문헌	42
Abstract	44
부록-1 : 작품 <Shade in the water> 악보	46
부록-2 : 첨부 DVD 설명	50

◀ 표 목 차 ▶

[표-1] 서양 현악기의 특수주법	2
[표-2] 작품의 각 section별 주제와 내용	9
[표-3] 작품 <Shade in the water>의 구조와 기법	10
[표-4] 작품 <Shade in the water>의 음악 구성	13
[표-5] 작품 <Shade in the water>의 장구 연주법	18
[표-6] 작품 <Shade in the water>의 section별 영상 구성	20
[표-7] 아쟁의 주법에 따른 음색분석	25
[표-8] A section에 적용된 기술과 효과	35
[표-9] B section에 적용된 기술과 효과	36
[표-10] C section에 적용된 기술과 효과	37
[표-11] A' section에 적용된 기술과 효과	38
[표-12] section별 기법에 따른 소리의 시각화	39

◀ 그림 목 차 ▶

[그림-1] 작품 <Shade in the water>의 소리의 시각화	6
[그림-2] 바라의 형태와 바라춤	8
[그림-3] 작품의 신호 흐름	11
[그림-4] sul ponticello 주법	14
[그림-5] col legno 주법	15
[그림-6] glissando 주법	17
[그림-7] 장구의 연주 모습	18

[그림-8] 작품 <Shade in the water>의 영상 흐름	21
[그림-9] 작품 <Shade in the water>의 무대 구성요소	23
[그림-10] delay 패치의 구조	26
[그림-11] mungger~오브젝트의 구조	27
[그림-12] pitch shifter의 구조	27
[그림-13] 실시간 사운드 프로세싱	28
[그림-14] Quartz Composer의 이미지의 색상 제어	29
[그림-15] Max/MSP의 X, Y position의 제어	30
[그림-16] Quartz Composer의 영상 이미지의 움직임 제어	30
[그림-17] Quartz Composer의 선의 형태 제어	31
[그림-18] pizzicato 주법에 의한 영상 인터렉션	32
[그림-19] col legno 주법에 의한 영상 인터렉션	32
[그림-20] 아쟁의 음색에 따라 변하는 먹선의 움직임과 색상	33
[그림-21] 먹의 움직임 패턴 제작	33
[그림-22] 먹선의 움직임 제어	34
[그림-23] Quartz Composer의 X, Y position의 제어	35
[그림-24] 주법에 따른 영상 제어	36

◀ 악 보 목 차 ▶

[악보-1] 개방현에 조율된 10현 대아쟁의 음역	3
[악보-2] A section의 11~15마디 부분	14
[악보-3] A section의 16~20마디 부분	15
[악보-4] B section의 31~34마디 부분	16

[악보-5] C section의 68~75마디 부분	16
[악보-6] C section의 80~87마디 부분	17
[악보-7] A section의 1~10마디 부분	19
[악보-8] C section의 76~87마디 부분	19

I. 서론

1. 연구배경

현대 국악 창작곡은 서양음악의 특수 주법과 화성의 도입으로 우리나라의 대표적 전통음악에서 사용하는 선율과 장단에서 벗어나는 계기가 되었다. 새로운 음계(scale)와 다양한 악기 편성의 조합을 시도하게 되면서 창작 국악곡의 발전을 기대하게 되었으며, 오늘날에는 퓨전 국악곡과 국악 관현악곡 등이 독립적인 하나의 장르로 자리 잡게 되었다.

시대적인 흐름에 따라 창작 국악곡에 대한 관심과 더불어 전통 국악기의 음색 연구에 대한 기대 가치가 높아지고 있다. 작곡가와 연주자의 의도에 의한 새로운 특수주법을 개발하게 되었고, 컴퓨터에 의한 소리의 합성과 음색분석 기술이 점차적으로 발전함에 따라 국악기에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 또한, 컴퓨터 기술의 발달은 이러한 전통 국악기의 음향을 직관적으로 느낄 수 있는 소리의 시각화(sound visualization)를 구현할 수 있게 하였다.

본 연구는 Max/MSP를 활용하여 전통 국악기의 이펙터(effecter)를 제작하고, 전통 국악 현악기 중 하나인 아쟁 연주와 실시간 소리의 합성에 의한 사운드 프로세싱(sound processing)을 구현하고자 한다. 더 나아가 전통 국악기의 다양한 음색 변화를 구현할 수 있도록 새로운 가능성을 제시하고, 아쟁 사운드의 음색분석을 통해 실시간 영상 제어를 통한 소리의 시각화를 연구하고자 한다.

1) 특수주법의 도입

현대에는 국악 현악기의 일반적인 주법 외에 작곡가나 연주자의 의도에 따라 독창적이고 다양한 특수주법이 개발되고 있다. 이처럼 특수한 연주 효과가 도입되면서 새로운 음색변화를 시도할 수 있게 되었다.

예를 들어, 현대 창작 국악곡에는 서양 현악기의 특수주법인 술 폰티첼로(sul ponticello), 피치카토(pizzicato), 콜 레노(col legno), 트레몰로(tremolo), 글리산도(glissando), 하모닉스(harmonics), 더블 스톱핑(double stopping) 등이 창작 국악곡에 도입되었다. 이는 바이올린, 첼로, 콘트라베이스 등과 같은 활대를 사용하는 악기의 주법으로 ‘활대의 길이에 따른 분할과 현에 가해지는 압력 및 각도 등을 활용하여 다양한 음색을 표현할 수 있다.’¹⁾ 본 연구는 이러한 아쟁 주법에 따른 음색의 변화를 탐색하고, 본 작품에 적용하고자 한다. [표-1]은 서양 현악기의 특수주법을 설명한 것이다.

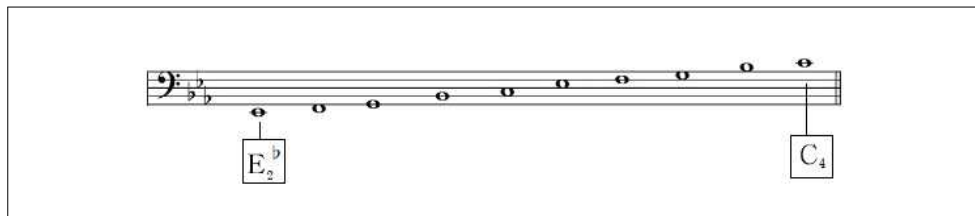
[표-1] 서양 현악기의 특수주법

명칭	연주법
sul ponticello	브릿지(bridge) 위나 부근에서 활을 긋는 주법
pizzicato	손가락으로 통기는 주법
col legno	활대로 현을 두드리는 주법
tremolo	한 음 또는 두 음 이상의 화음을 같은 속도로 떨리듯이 연주하는 주법
glissando	음높이가 다른 두 음 위에서 미끄러지듯이 연속적으로 연주하는 방법
harmonics	인공적 또는 자연적으로 배음을 얻어내는 주법
double stopping	두 음 이상의 줄을 동시에 치는 주법

1) 이화연, “이해식 대아쟁 독주곡 <아쟁 도스리기>의 음악구조와 연주법 연구” (한국예술종합학교 전통예술원 음악과 아쟁전공 예술전문사학위논문, 2012)

2) 전통 악기의 개량화

창작 국악곡의 발전은 우리나라 전통 악기의 개량화에 점진적인 영향을 주었다. 국악 현악기 중 아쟁(牙箏)은 중·저음역대의 악기로 음역대에 따라 소아쟁과 대아쟁으로 분류된다. 아쟁은 본래 7현으로 구성된 찰현악기였으나 현대에는 음을 더 보강하여 10현 아쟁으로 음역을 확장시켰다. 10현 대아쟁을 개방현(open string)에 두고 조율 할 경우, 가장 저음에 해당하는 음은 E 이고, 가장 고음은 C 에 해당한다.²⁾ 아래 [악보-1]은 개방현에 조율된 10현 대아쟁의 음역으로 본 연구에서는 Max/MSP을 활용하여 아쟁의 음역을 확장시키고, 피치 쉬프팅(pitch shifting)을 통해 단선율적인 사운드를 화성적인 전자음향 효과로 구현할 수 있도록 연구하였다.



[악보-1] 개방현에 조율된 10현 대아쟁의 음역

3) 컴퓨터 음악의 발전

컴퓨터 음악의 발전은 악기의 음역을 확장시키는 효과와 동시에 소리의 합성에 의한 다양한 음색 변화를 구현할 수 있게 하였다. 이는 악기

2) 김주현, “10현 대아쟁의 연주훈련을 위한 연구 : 스케일과 주법 연습곡을 중심으로,” (연세대학교 교육대학원 음악교육 전공 석사학위논문, 2012), 33

연주자들의 이펙터 활용도가 늘어나는 계기가 되었다. 기존의 전자기타 (electric guitar) 연주자들이 사용하는 사운드 이펙터에는 딜레이(delay)³⁾, 코러스(chorus)⁴⁾, 플렌저(flanger)⁵⁾, 피치 쉬프터(pitch shifter)⁶⁾, 리버브(reverb)⁷⁾ 등의 음향 효과가 있는데, 현대에는 전자기타 외에 다양한 악기에도 그 효과를 사용할 수 있다. 또한, 전자 기술의 발달은 기존의 아날로그 방식으로 구현된 이펙터를 디지털 형태의 이펙터로 구현할 수 있게 하였다. 본 연구에서는 Max/MSP를 활용하여 프로그래밍(programming)된 이펙터를 전통 국악 현악기인 아쟁에 적용시켜 아쟁 사운드에 어울리는 실시간 소리 합성에 의한 전자음향을 구현하고자 한다.

4) 소리의 시각화

‘음악은 인간이 가지고 있는 사상, 감정 등을 음의 구성을 통해 표현해 내는 시간적 예술이다.’⁸⁾ 시간의 흐름에 따라 음악을 보고 들을 수 있는 작품으로 제작하기 위해서는 소리의 높낮이(pitch), 음색(timbre), 어택(attack) 등의 분석이 필요하다. 아쟁의 음색 정보를 얻기 위해서 본 작품은 먼저 음의 길이, 음의 높이, 강약, 주법 등을 악보에 표기하여 소리의 시각적 효과에 필요한 요소를 분석하였다. 이에, Max/MSP를 활용하여 실시간으로 연주되는 아쟁 주법에 의한 음색을 분석하고, 소리에 대한 수치화된 데이터 값을 신호로 전달하여 영상 이미지(image)로 시각화하고자 한다.

3) 소리를 지연시켜 반복시켜주는 음향 효과.

4) 딜레이 시간을 변화시켜 두 사람 이상이 소리 내는 듯한 음향 효과.

5) 딜레이를 응용한 코러스 계통의 효과.

6) 음의 높낮이나 화성적인 소리로 변화를 주는 효과.

7) 주위 물체의 반사로 인해 음이 얼마동안 존재하는 잔향 효과.

8) 최삼화, 「음악의 기초이론」 (음악춘추사, 2005), 9쪽

2. 연구 목적

아쟁은 주로 활을 현에 마찰시켜 줄을 켜거나 가야금처럼 손으로 뜯어 연주하는 악기로 일반적인 주법에는 농현(弄絃)⁹⁾, 전성(轉聲)¹⁰⁾, 퇴성(退聲)¹¹⁾, 추성(推聲)¹²⁾ 등의 주법이 있다. 이러한 주법 외에 서양 현악기의 특수주법이나 새롭게 시도된 실험적인 주법을 사용하기도 한다. 이에 특수주법을 본 작품 <Shade in the water>에 적용시키고, 아쟁의 새로운 음색을 구현할 수 있도록 주안점을 두었다. 또한, 본 연구는 아쟁의 주법에 의한 다양한 음색 변화와 실시간 사운드 프로세싱을 위한 이펙터를 제작하는데 목적을 두었다. 아쟁 이펙터를 활용하여 전자음향의 소리 합성에 의한 새로운 음색을 구현하고자 한다. 더 나아가 아쟁음색을 실시간 분석하여 소리에 따라 영상이 인터랙션(interaction)하는 소리의 시각화를 목적으로 연구하고자 한다.

첫 번째로, Max/MSP를 활용하여 아쟁 이펙터를 제작하는 방법을 모색하였다. Max/MSP의 delay(딜레이), comb filter(콤 필터), grain(그레인), pitch sifter(피치 시프터) 등을 활용하여 아쟁 이펙터를 제작하고, 전자기타의 이펙터와 같은 효과를 전통 국악기에 적용할 수 있도록 하였다. 이는 아쟁 사운드와 전자음향의 실시간 소리 합성에 의한 사운드 프로세싱을 가능하게 하였다. 미디 컨트롤러(MIDI-controller)를 사용하여 설정한 범위 안에서 파라미터(parameter)의 값을 제어하여 음색 변화를 구현하는 방식이다.

본 연구에서는 아쟁의 실시간 프로세싱을 통해 아쟁의 음역과 특수주법을 포함한 음색 및 배음(overtone)¹³⁾의 범위를 더욱 확장시킬 수 있는

9) 줄을 짚고 흔들어서 소리 내는 주법으로 굵은 농현과 가는 농현이 있다.

10) 음을 얇게 굴러서 소리 내는 주법이다.

11) 한 음 아래로 휘어 소리 내는 주법이다.

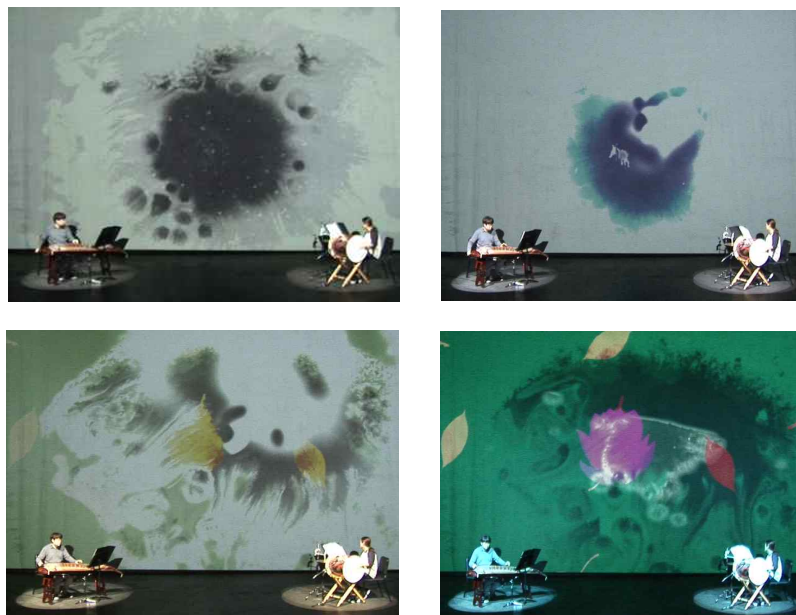
12) 한 음 위로 밀어 올려서 소리 내는 주법이다.

13) 진동수가 서로 다른 여러 개의 음이 결합되어 있는 부속음을 말한다.

방법을 제시하고자 연구하였다.

두 번째로, 아쟁의 주법에 의한 실시간 음색분석을 통해 소리의 시각화를 구현하였다. Max/MSP의 analyzer~오브젝트에서 분석된 아쟁 음색의 데이터 값을 추출하여 Quartz Composer로 보내지면 osc receiver에서 신호를 받아 영상의 색상이나 형태, 움직임 등의 변화를 실시간으로 제어하여 소리의 시각화를 직관적으로 느낄 수 있도록 하였다.

세 번째로, 아쟁의 음색분석에 따른 실시간 영상 제어를 통해 인터랙션이 직관적으로 느껴질 수 있는 방법을 연구하였다. 우리나라 전통 국악기에 걸맞는 한국의 전통적인 여백의미를 살리고, 흑백의 선과 먹의 번짐이나 움직임 그리고 색상의 변화를 통해 소리의 시각화를 구현하는 것을 목적으로 연구하였다. [그림-1]은 본 작품에서 먹의 번지는 효과를 통해 소리의 시각화를 연출하는 장면 중 한 부분이다.



[그림-1] 작품 <shade in the water>의 소리의 시각화

II. 본 론

1. 작품의 구성

1) 작품 내용

고대 그리스 철학자 탈레스(Thales)¹⁴⁾는 ‘물’이 모든 만물의 생성 근원이라고 정의 내렸다. 그는 최초의 자연철학자로 불리는데, “만물의 아르케(Arche)는 무엇인가? 만물의 아르케는 물이다”라고 문답하였다. 아르케는 ‘처음’, ‘시초’라는 뜻으로 자연과학에 대한 연구가 활발했던 고대 그리스에서 물질의 근원에 대한 철학적 질문을 던지게 되면서 아르케의 개념이 논의되었다. 작품 <Shade in the water>는 이러한 탈레스의 자연관에서 모티브를 얻어 아르케의 개념을 인간의 삶에 비유했다. 이에, 본 작품은 ‘탄생’(시작)과 ‘소멸’(끝)이라는 두 가지 대조되는 테마(theme)를 중심으로 인간의 삶과 죽음을 표현하고자 한다.

생성과 소멸, 창조와 파괴, 애정과 갈등, 빛과 어둠 등의 대조적인 요소들을 물질의 근원인 ‘물’을 매개체로 인간의 전반적인 삶과 죽음의 과정을 수면 깊은 곳에 드리워지는 음영(shade)의 움직임과 변화를 영상 속에서 역동적으로 연출한다. 더불어 악기 연주에서는 우리나라 전통 현악기인 아쟁과 타악기인 장구를 편성하였다. 음영은 영혼의 의식이 잠재된 ‘물’, 아쟁은 ‘하늘의 바람’, 장구는 ‘바다의 울림’을 표현하고자 구성하였

14) 기원전 6세기경의 고대 그리스의 철학자로 밀레투스학파의 창시자이다. 아리스토텔레스는 탈레스를 “철학의 아버지”라고 칭했으며, 그리스 7대 현인으로 ‘물’이 만물의 기원이라 정의했다.

다. 장구는 ‘바라’라는 악기와 함께 타악기적인 효과를 연출하며, 본 작품에서 바라는 ‘천둥의 소리’를 표현한다. 금속성 타악기인 바라는 주로 불교의식에서 춤을 출 때 사용되는 무구로 불교 음악 또는 무속 음악에 사용된다. [그림-2]에서 (a)는 바라의 형태이고, (b)는 본 작품에서 장구와 함께 사용한 모습이다. 바라의 금속성 음색은 어두운 음영 속에 잠재되어 있는 인간의 영혼 또는 혼돈(混沌, chaos)을 무속적인 의식의 형태로 연출하였다. (c)는 불교의식에 추는 바라춤¹⁵⁾의 모습이다. 본 작품은 고대 그리스 신화의 세계관에서 ‘스틱스(Styx)’ 강은 지상과 저승의 경계를 이루는 강으로 ‘물’이라는 매개체를 통해 인간의 영혼이 삶과 죽음의 경계를 수면 속에 드리워진 어두운 음영을 통해 넘나들고, 끝없는 탄생과 소멸의 반복을 표현하고자 하였다.



(a) 바라



(b) 바라와 장구



(c) 바라춤

[그림-2] 바라의 형태와 바라춤

15) 바라춤은 ‘바라’라는 서양악기의 심벌즈(Cymbal)와 같은 형태의 무구를 들고, 추는 춤으로 절에서 영혼을 극락으로 천도하는 영산재와 같은 의식에서 추는 불교 무용의 하나이다.

2) 작품 구조

작품 <Shade in the water>는 Max/MSP를 활용하여 아쟁의 이펙터를 제작하고, 아쟁의 주법에 의한 음색분석과 실시간 사운드 프로세싱에 의한 음색변화에 따라 영상이 실시간으로 인터랙션하는 멀티미디어음악 작품이다.


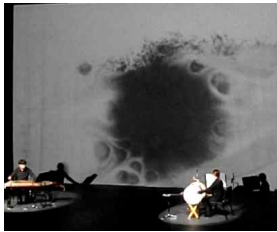



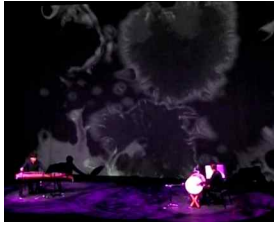


본 작품의 전체 A-B-C-A'의 네 부분으로 구성되어 있으며, 악기 편성은 아쟁과 장구로 구성되었다. 또한, 영상과 테이프 음악(tape music)을 함께 활용하였다. 아래 [표-2]는 각 section별 주제와 작품 내용 설명한 것이다.

[표-2] 작품의 각 section별 주제와 내용

	영상	주제	내용
A	물속에 비친 음영과 물줄기의 흐름	인간의 영혼과 혼돈	물속의 음영은 인간의 삶과 죽음, 즉 영혼을 연결해주는 매개체이며, 물줄기는 음영 속에 잠재되어 있는 인간의 영혼 또는 혼돈을 움직임으로 표현.
B	수면 위에 연꽃과 낙엽	생성과 소멸	모든 만물의 근원인 '물'에서 생성되고, 소멸되는 자연물을 표현.
C	물의 파장과 물거품	충돌과 파괴	생성과 소멸에서 오는 물리적인 충돌과 파괴를 물의 파장의 움직임을 통해 역동적으로 표현.
A'	물속에 비친 음영과 물줄기의 흐름	탄생과 죽음	인간의 탄생과 죽음의 반복을 표현.

[표-3]은 작품의 전체 구조와 기법을 도식화 한 것이다. 각 section별로 사용된 아쟁의 특수주법과 사운드 프로세싱에 사용된 Max/MSP의 소리 합성법을 나열하였다. 영상은 [표-3]에서 제시한 작품 주제와 내용에 따른 네 가지 주요 장면이다.

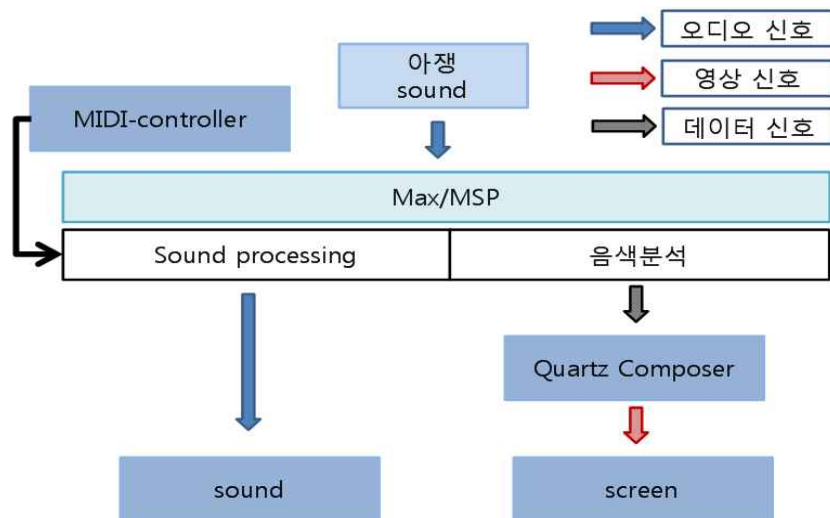
[표-3] 작품 <Shade in the water>의 구조와 기법

	연주자	영상	아쟁의 특수주법	사운드 프로세싱
A			sul ponticello, glissando	delay, granular synthesis
			col legno	
B	<아쟁> 		pizzicato	pitch shift, granular synthesis
			col legno	
C	<장구/바라> 		tremolo	grain (pitch variation control), pitch shift
			glissando	
A'	<장구/바라> 		sul ponticello, glissando	pitch shift, granular synthesis
			col legno, Artificial hamonics	

① 시스템 구성

실시간으로 연주되는 아쟁의 사운드는 Max/MSP의 이펙터로 보내지고, 소리의 합성에 의한 사운드 프로세싱으로 음색 변화가 일어난다. 아쟁의 사운드는 analyzer~오브젝트를 통해 음색, 음량, 음고 등이 실시간으로 분석되고, 음색 변화의 데이터 값이 Quartz Composer의 osc receiver 로 전송이 되어 실시간 영상을 제어할 수 있도록 구현하였다.

각 악기의 사운드를 마이크로 수음을 할 때 아쟁은 울림통 안쪽으로 마이크를 세팅하였다. 장구는 연주자를 기준으로 왼쪽에 가깝게 마이크를 세팅해야 수음이 비교적 효과적이는데, 이는 연주자의 오른쪽 채편 옆에 바라가 세팅되어 있기 때문이다. 바라의 금속성 음색이 장구의 울림에 비해 수음이 잘 되기 때문에 장구의 사운드에 간섭이 일어나지 않기 위한 대안이다. 아쟁과 장구는 각각 마이크 인풋(input)을 하나로 세팅하고 스피커로 보내지는 아웃풋(output)은 테이프 음악을 포함하여 총 3개로 설정하였다. [그림-3]은 본 작품의 신호 흐름(signal flow)이다.



[그림-3] 작품의 신호 흐름

② 음악 구성

본 작품의 음악은 A-B-C-A' 형식으로 아쟁과 장구의 주법에 따라 네 부분으로 구성하여 전체 작품을 악보로 표기 하였다. 아쟁은 국악 현악기 주법 외에 서양 현악기의 특수주법을 표기하였고, 장구는 바라와 함께 울림통이 있는 가죽의 음색과 금속성 음색의 리듬적인 효과만을 표기하였다. 이에, 장구는 일정박의 장단이 제시되지 않는다. [표-4]는 본 작품의 전체 시간에 따른 음악 구성을 도식화한 것이다. 본 작품은 아쟁의 주요 주법인 농현, 진성, 추성, 퇴성, ♯(본래 음보다 한 줄 밑에서 눌러내는 표)가 전체적으로 사용되었고, 테이프 음악은 저음의 앰비언스 사운드(ambience sound)¹⁶⁾로 곡의 분위기를 유도하였다. A section은 서양의 특수 주법인 glissando, sul ponticello, col legno를 사용하였다. glissando는 두 음 사이의 음역 폭을 넓지 않게 하여 아쟁의 미분음(microtone)이 섬세하게 연주되도록 의도하였고, sul ponticello 주법은 브릿지 위에서 활의 각도를 급격하게 세워 금속성의 사운드를 연주할 수 있도록 표현하였다. col legno 주법은 활등으로 현을 내리쳐서 나무를 두드리는 음색 효과를 표현하였고, 각 section으로 넘어갈 때 마다 짧은 연결구와 같은 역할을 할 수 있도록 의도하였다. B section에서 제시되는 pizzicato의 경우, 가야금과 같이 양손을 사용하여 손가락으로 뜯어서 연주하도록 하였다. 이때 Max/MSP의 pitch shifter를 통해 현의 울림에 대한 음폭(音幅)¹⁷⁾이 더욱 확장된다. C section에서 아쟁은 급격한 트레몰로와 음역의 폭이 넓은 글리산도를 사용하였으며, 장구 연주와 함께 즉흥적인 요소를 가미하여 정형화된 리듬의 프레임(frame)에서 벗어나 연주자의 기량에 따라 임의적으로 즉흥 연주되는 음색의 유연성¹⁸⁾을 유

16) 인위적으로 유도하는 소리가 아닌 자연적으로 발생하는 주변 소리.

17) 사람의 목소리나 악기가 낼 수 있는 최저 음에서 최고음까지의 넓이.

도하였다. A' section에서는 A section과 동일하고, 인공적인 하모닉스(harmonics)¹⁹⁾를 추가하여 부드럽고 투명한 음색 효과를 표현했다.

[표-4] 작품 <Shade in the water>의 음악 구성

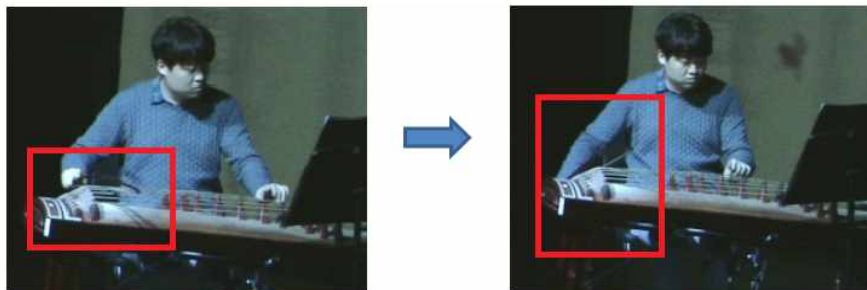
	A	B	C	A'
시간	00:00~04:10	04:10~06:20	06:20~07:10	07:10~10:22
주제	인간의 영혼과 혼돈	생성과 소멸	충돌과 파괴	탄생과 죽음
마디	1~32	33~57	58~95	96~125
박자	$\frac{12}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{12}{8} \rightarrow \frac{6}{8}$	$\frac{12}{8}$
tempo	Slowly (♩. = 60)			♩. = 80
아쟁	glissando, sul ponticello, col legno (활등으로 현을 내려치기)	finger pizzicato, col legno (활등으로 현을 내려치기)	tremolo, glissando, col legno (활대로 현을 내려치기)	glissando, sul ponticello, col legno, harmonics (인공적 하모닉스)
장구	주어진 박자 안에서 점점 템포가 빨라진다.	-	날카롭고 거칠게 채를 굴려서 연주한다.	주어진 박 안에서 점점 템포가 빨라진다.
바라 (금속성 타악기)	-	-	오른손에서 채로 바라와 함께 즉흥 연주한다.	-

18) 우연성 음악(Chance music, Aleatoric music)은 20세기 이후의 현대음악에서 추구하는 사조로 '불확정성의 음악'이라고 불린다. 연주자들에 의한 즉흥연주의 창조성을 목적으로 하고 있다.

19) 인공적으로 배음을 얻어내는 방법으로 현악기 특수주법의 하나이다.

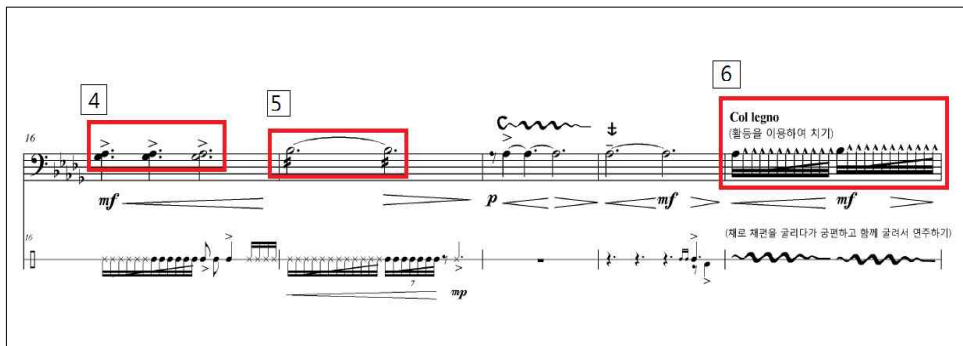
아쟁의 일반적인 주법과 서양음악의 특수 주법을 본 작품의 악보에 기보하였다. [악보-2]는 본 작품에서 A section의 11~15마디 부분이다. ①은 sul ponticello 주법으로 아쟁의 브릿지 위나 그 부근에서 활을 그어 소리 내는 주법으로 소리가 가늘고, 금속성의 날카로운 쇳소리가 나는 것이 특징이다. 아래 [그림-4]의 같이 활을 브릿지의 아주 가까이 곳에서 세워서 연주한다. ②는 굵은 농현으로 얇은 농현도 있으며, 아쟁 연주자의 왼손으로 현을 집어 눌러주는 주법이다. 현의 장력을 이용해 음을 흔들어 물결과 같은 파동을 얻는 기법으로 현을 눌러주는 깊이와 속도에 따라 다양한 음색 효과를 기대할 수 있다. ③은 퇴성 주법으로 음을 한, 두음 정도 아래로 끌어내려서 연주한다. ④는 전성 주법으로 줄을 튕긴 후 왼손으로 줄을 세게 굴러서 짧은 앞꾸밈음을 내주는 주법이다. ⑤의 표기법은 원래 음보다 한 줄 아래에서 눌러 음을 만들어 내는 주법이다.

[악보-2] A section의 11~15마디 부분

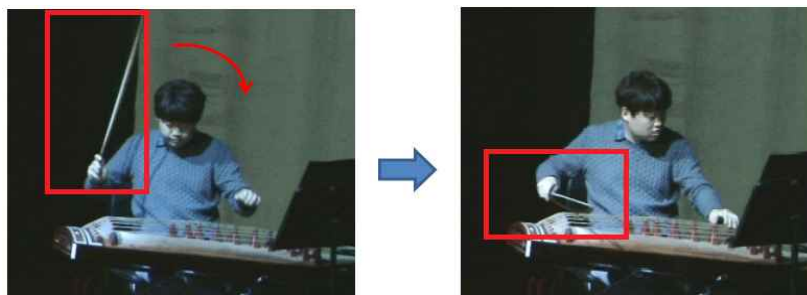


[그림-4] sul ponticello 주법

[악보-3]은 본 작품에서 A section의 16~20마디 부분이다. ④는 double stopping 주법으로 두 음 이상을 동시에 활로 그어주는 오른손 주법이다. 화성감이 느껴지기 때문에 더욱 강하고 풍부한 소리를 낸다. ⑤는 tremolo 주법으로 어떤 음이나 화음을 주어진 박자만큼 일정하게 떨리듯이 반복하는 주법이다. 현을 활로 비벼내는 것과 같은 연주법으로 활의 마찰에 의한 거친 소리를 연출할 수 있다. ⑥은 col legno 주법으로 활등이나 활대로 현을 내리쳐서 순간적으로 현에 부딪히는 거친 소리를 표현할 수 있다. 이때 활 등을 이용해서 현을 내리칠 경우, 활의 목부(木部)인 나무로 된 부분을 내리쳐서 강렬한 소리를 연출한다. 아래 [그림-5]는 col legno 주법의 모습으로 활등을 위에서 아래로 내리치는 모습이다.

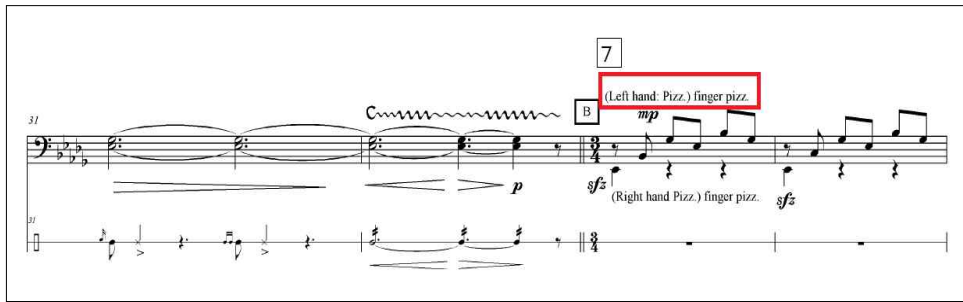


[악보-3] A section의 16~20마디 부분



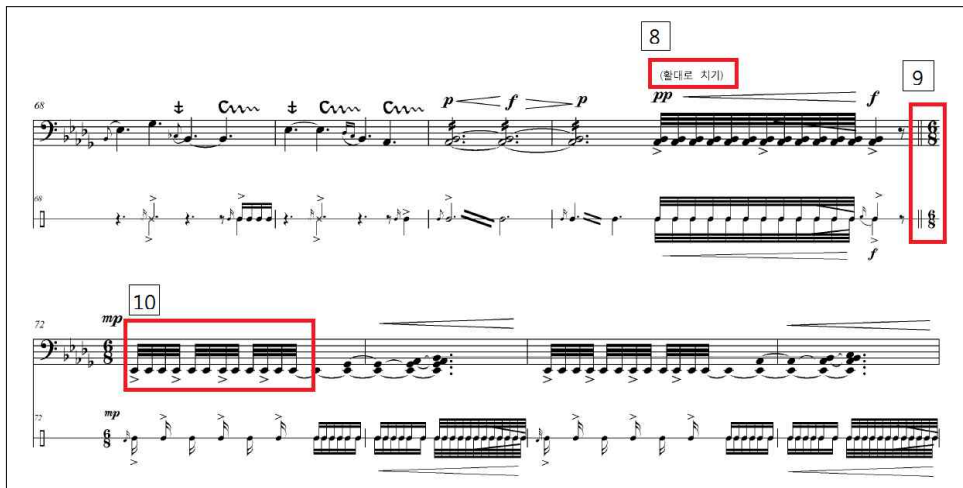
[그림-5] col legno 주법

[악보-4]는 본 작품에서 B section의 31~34마디 부분이다. [7]은 pizzicato 주법으로 가야금의 연주법과 같이 줄을 짧게 튕겨서 소리 내는 주법이다. [7]은 활대를 사용하지 않고 양손으로 현을 뜯어서 소리를 낸다.



[악보-4] B section의 31~34마디 부분

[악보-5]는 본 작품에서 C section의 68~75마디 부분이다. [8]은 일정한 박자 동안 활대로 쳐서 연주한다. col legno 주법과 동일하다. 71마디는 연결구와 같은 역할을 하며, 장구와 함께 점점 빠르게 연주하여 끝맺는다. [9]에서는 변박이 되면서 [10]에서는 급격한 tremolo로 거친 사운드 효과를 표현한다.



[악보-5] C section의 68~75마디 부분

[악보-6]은 본 작품에서 C section의 80~87마디 부분이다. 11은 glissando 주법으로 음높이가 서로 다른 두 음의 사이를 활로 미끄러지듯이 연주하는 주법이다. 여러 음 위를 활대로 거칠고 굵게 긁어내는 듯 강렬하고 역동적인 음색 효과를 표현하였다. [그림-6]은 glissando 주법의 모습이다.

11

(여러 음을 글리산도 하듯이 활로 굵게 긁어서 거칠게 연주)
 (오른손에서 채로 바와 함께 빠른 연주) (왼손으로 공편에서 바와 함께 빠른 연주)
 (양손으로 왼쪽에서부터 오른쪽으로 연주)-피포먼스

[악보-6] C section의 80~87마디 부분



[그림-6] glissando 주법

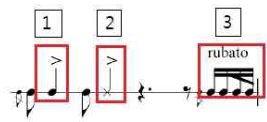
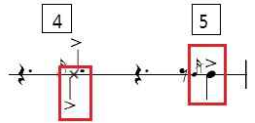
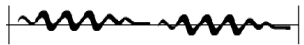
장구는 궁편²⁰과 채편²¹의 안쪽(북편)에서 바깥쪽(변죽)까지 연주하는 위치에 따라 점차 음색적인 효과가 달라지기 때문에 악보에서 연주자가 그 위치를 구별하여 연주할 수 있도록 제시하였다. [그림-7]은 장구의 안쪽 부분과 바깥쪽 부분을 연주하는 모습이다. 장구의 안쪽은 무겁고 낮은 소리가 나며 바깥쪽으로 연주할수록 가볍고 높은 소리가 난다. 궁편을 연주할 경우 궁굴채는 사용하지 않으며, 손으로 연주하고, 채편은

20) 일명 북편이라고 부르며 왼쪽 가죽 면을 가리킨다.

21) 장구의 오른쪽 가죽 면을 뜻하며 채로 연주한다.

열채를 사용한다. [표-5]은 본 작품에서 장구의 연주법을 임의로 제시한 것이다. 또한, C section에서 아쟁과 장구 연주에 즉흥적인 요소를 가미하여 정형화된 리듬의 프레임(frame)에서 벗어나 연주자의 기량에 따라 임의적으로 연주되는 음색의 우연성²²⁾을 유도하였다.

[표-5] 작품 <Shade in the water>의 장구 연주법

표기	연주법
	① 채편의 안쪽을 친다.
	② 채편의 바깥쪽을 친다.
	③ 주어진 박자 안에서 템포를 자유롭게 연주한다. (점점 빠르게 연주한다.)
	④ 짧은 꾸밈음과 동시에 채편과 궁편을 동시에 바깥쪽을 친다.
	⑤ 짧은 꾸밈음과 동시에 궁편의 안쪽을 친다.
	채로 채편을 굴려서 연주한다.

안쪽(복판)



바깥쪽(변죽)



[그림-7] 장구의 연주 모습

22) 우연성 음악(Chance music, Aleatoric music)은 20세기 이후의 현대음악에서 추구하는 사조로 '불확정성의 음악'이라고 불린다. 연주자들에 의한 즉흥연주의 창조성을 목적으로 하고 있다.

[악보-7]은 본 작품에서 A section의 1~10마디이다. 장구는 전체적으로 일정한 장단이 주어지지 않고, 음색 효과를 중심으로 표현하였다. 본 작품에서 사용하는 장구 리듬의 주요 형태는 ①~⑤로 구성되어 있다.

The image shows a musical score for the A section, measures 1 through 10. It consists of two staves: a piano staff (top) and a drum staff (bottom). The tempo is marked 'Slowly (♩. = 60)'. The piano part features various dynamics including *p*, *mp*, and *mf*, along with glissando markings. The drum part shows rhythmic patterns corresponding to the numbered boxes 1 through 5. Box 1 is at measure 3, box 2 at measure 4, box 3 at measure 5, box 4 at measure 8, and box 5 at measure 10.

[악보-7] A section의 1~10마디 부분

[악보-8]은 본 작품에서 C section의 76~87마디 부분이다. subito *p*에서 아주 여리게 시작하여 사운드가 점점 커지는 격렬한 분위기를 연출한다. ①, ③은 장구 채편 옆에 바라와 함께 즉흥 연주한다. ②, ④는 즉흥적인 퍼포먼스와 연주가 가미된 부분이다.

The image shows a musical score for the C section, measures 76 through 87. It features a piano staff and a drum staff. The piano part starts with a 'subito *p*' marking and transitions to *mp*. The drum part includes detailed annotations in Korean: (연주자가 즉흥적인 요소를 가미하여 격렬하게 장구 연주) for box 1, (오른손에서 채로 바라와 함께 즉흥 연주) for box 2, (여러 음을 글리산도 하듯이 활로 긁어 붙여서 거칠게 연주) for box 3, (오른손에서 채로 바라와 함께 즉흥 연주) for box 4, and (양손으로 왼쪽에서부터 오른쪽으로 연주)-퍼포먼스 for box 5. The score also includes measure numbers 76, 79, 80, and 83.

[악보-8] C section의 76~87마디 부분

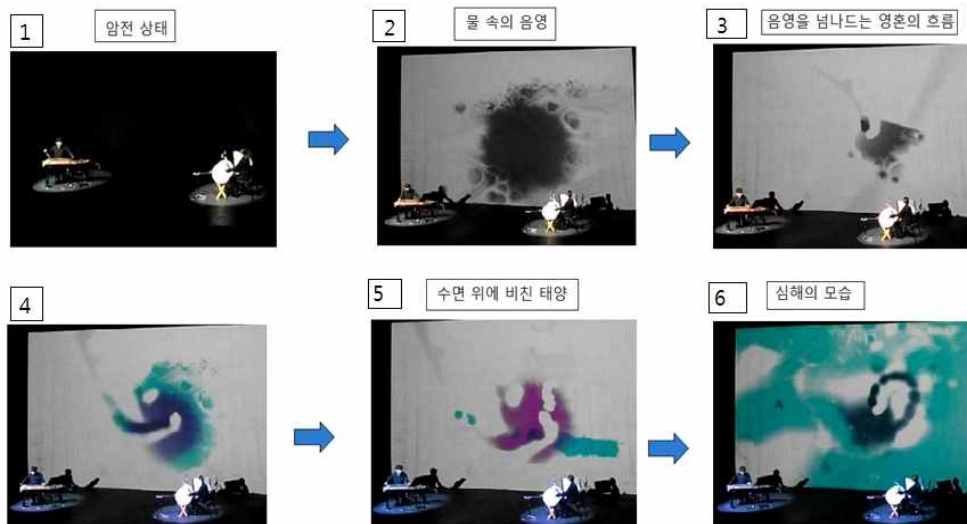
③ 영상 구성

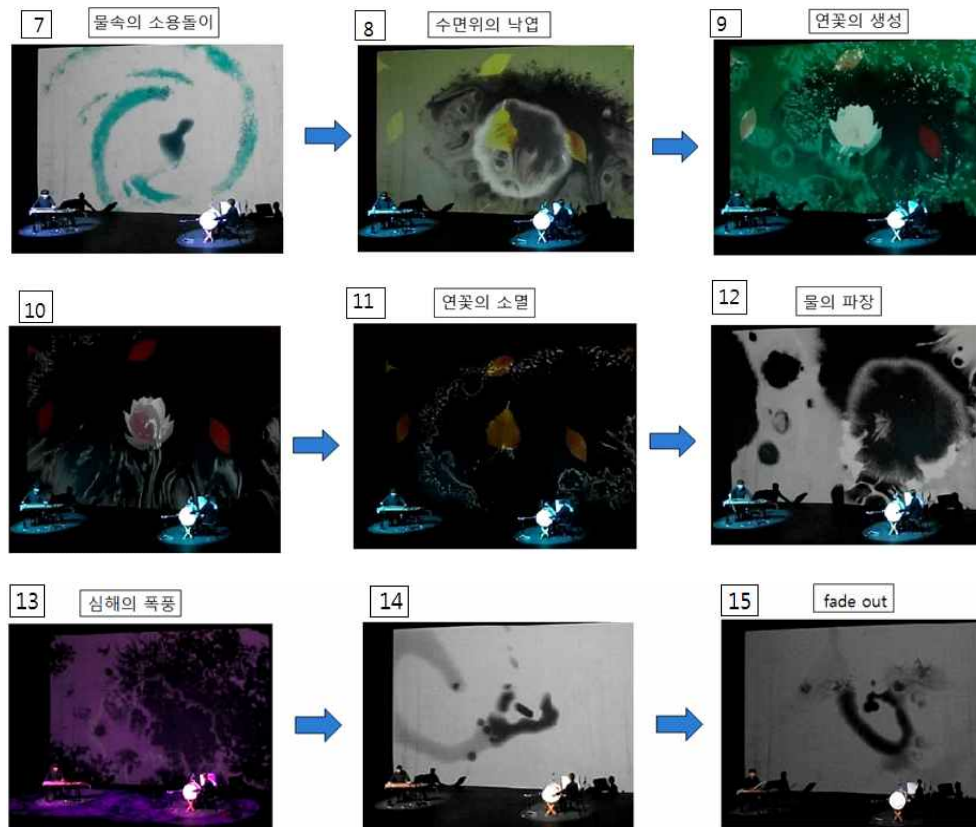
본 작품의 영상 구성은 주제에 따른 흐름으로 크게 A-B-C-A' 네 부분으로 나눌 수 있다. A section에서 '인간의 영혼과 혼돈'을 주제로 아쟁과 장구의 정적인 연주가 시작되고, 영상은 어두운 음영으로 시작된다. B section에서는 '생성과 소멸'이라는 주제로 연꽃이 생성하고 소멸하는 과정을 표현했다. 연꽃은 고대 인도에서 '생명의 창조'를 뜻하는데, C section으로 넘어가면서 연꽃은 소멸된다. 이는 신성한 생명의 소멸을 뜻하며, '생성과 소멸'로 인한 물리적인 '충돌과 파괴'를 표현했다. A' section에서는 끝없는 '탄생과 죽음'을 통해 반복되는 인간사를 표현하였다. 세부적으로 ①~⑮까지의 영상 구성의 흐름을 나타내고 있다. [표-6]은 본 작품의 section별 영상 구성이다.

[표-6] 작품 <Shade in the water>의 section별 영상 구성

	A	B	C	A'
시간	00:00~04:10	04:10~06:20	06:20~07:10	07:10~10:22
주제	인간의 영혼과 혼돈	생성과 소멸	충돌과 파괴	탄생과 죽음
내용	① 암전	⑥ 심해의 모습	⑪ 연꽃의 소멸	⑭ 인간의 영혼과 혼돈의 세계로 되돌아옴
	② 어두운 음영	⑦ 소용돌이	⑫, ⑬ 물의파장, 폭풍	
	③ 영혼의 흐름	⑧ 수면 위의 낙엽 생성		
	④ -	⑨ 연꽃의 생성		⑮ fade out
	⑤ 수면 위에 비친 태양	⑩ -		

[그림-8]은 영상의 흐름에 따른 움직임이나 변화 등을 요약하여 나열한 것이다. 물속에 드리워진 어두운 ‘음영’(shade)을 중심으로 물의 파장이나 물줄기의 흐름 등을 표현하고 있다. A section에서 ①부분은 스크린이 암전의 상태에서 시작하여 깊은 암흑 속에서 아쟁 연주자가 연주를 시작하는 것으로 연출하였다. ②부분은 흰 배경에 검은 먹을 뿌려놓은 것 같은 음영이 화면에 나타나면서 우리나라의 전통적인 흑백의 미를 표현하고자 했다. ③부분에서는 음영의 크기와 모양이 변화하면서 ‘물’이라는 매개체를 통해 인간의 영혼이 물줄기처럼 세상 속을 흘러가는 모습을 표현하였다. ④부분부터 영상의 색채가 더해지면서 물의 이미지를 연상할 수 있도록 표현하였다. ⑤부분은 수면 위에 비춰진 하늘의 모습이다. 물의 색채와 대조적으로 붉은 색의 ‘태양’이 수면에 비춰지는 모습을 표현하였다. 수면을 경계로 이승(하늘)과 저승(바다)의 세계를 넘나드는 영혼의 모습을 표현하였다. ⑥~⑪부분은 심해의 변화와 자연물의 생성과 소멸을 표현하였고, ⑫와 ⑬부분은 점점 충돌하고 파괴되는 인간의 ‘갈등’을 표현하였다.





[그림-8] 작품 <Shade in the water>의 영상 흐름

④ 무대 구성

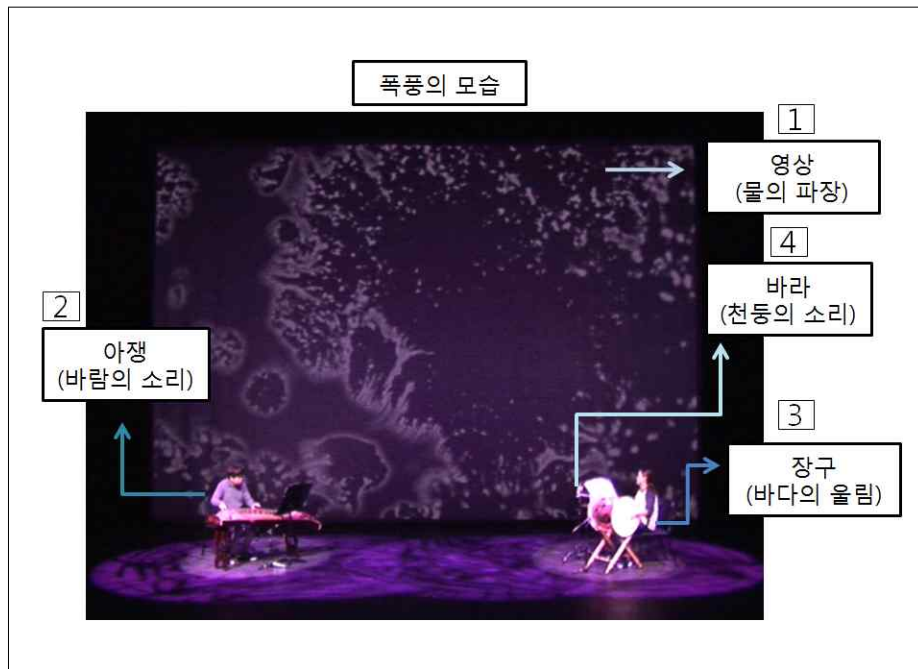
작품 <Shade in the water>의 무대 구성은 사물놀이²³⁾의 악기 구성에 모티브를 얻었다. 쟁과리는 ‘천둥’, 징은 ‘바람’, 북은 ‘구름’, 장구는 ‘비’를 의미한다. 북과 장구는 가죽으로 만들어져 ‘땅’을 상징하고, 쟁과리와 징은 쇠로 만들어져 ‘하늘’을 상징한다. 이것은 음과 양을 뜻한다.

무대 위에 영상은 ‘물의 파장’, 아쟁은 ‘바람의 소리’, 장구는 ‘바다의 울림’, 바라는 ‘천둥소리’로 거대한 대양의 움직임 설정하였다. 이러한 네

23) 사물놀이는 쟁과리, 징, 장구, 북을 중심으로 연주하는 풍물놀이에서 유래된 음악이다.

가지 요소를 가지고 역동적이고 거센 ‘폭풍’을 표현하였다. [그림-9]는 네 가지 요소를 가지고 구성된 무대의 모습이다. ①은 영상(물의 파장), ②는 아쟁(바람의 소리), ③은 장구(바다의 울림)와 바라(천둥소리), ④는 네 가지 요소가 모두 조합된 ‘폭풍’을 표현한 모습이다.

정면의 스크린에는 아쟁 연주자에 의한 실시간 사운드 프로세싱으로 제어되는 영상이 나타난다. 아쟁 연주자는 무대의 왼쪽에 위치하며, 장구 연주자는 오른쪽에서 서로 각각 마주보듯이 대각선으로 배치하였다. 이는 아쟁 연주의 실시간 사운드 프로세싱이 제어되는 동안 장구 음색이 아쟁 연주자의 마이크에 수음되지 않기 위해 대안이다.



[그림-9] 작품 <Shade in the water>의 무대 구성요소

2. 기술적 연구

1) 음악 제작

① 아쟁의 음색 분석

작품 <Shade in the water>은 아쟁의 주법에 따라 다양한 음색을 표현할 수 있다. 본 작품에 사용된 특수주법으로 sul ponticello, col legno, pizzicato의 음량(dB)²⁴과 주파수(Hz)²⁵의 데이터 값을 추출하여 활용하였다. 아쟁의 지속음(sustain)을 기준으로 다양한 주법과의 음색 차이를 비교 분석하였다. 아쟁의 각 주법을 분석하기 위해 Max/MSP의 analyzer~오브젝트를 이용하여 음색분석에 필요한 요소들 중 음고(pitch)와 배음(overtone)을 추출하였다.

[표-7]은 본 작품에서 사용된 아쟁의 주법과 음색분석을 비교하여 도식화한 것이다. 각 주법에 따른 배음의 FFT(Fast Fourier transform)²⁶ 분석으로 아쟁의 sustain의 음량은 -9.5dB~45.8dB에 분포하고 있다. sustain을 기준으로 sul ponticello 주법을 비교해보면 음량은 -28.1dB~24.4dB 사이에 분포하며, 비교적 낮은 음량값을 나타낸다. sul ponticello 주법을 연주할 경우 급격하게 활을 세워서 브릿지 가까이에서 연주하기 때문에 현과 브릿지 사이의 마찰에 의해 많은 노이즈가 배음에 발생하는 것을 알 수 있다. col legno 주법은 -16.7dB~39.4dB 사이의 음량값을 갖고 있고, 활을 현에 내려칠 때 장력에 의해서 노이즈의 진폭이 넓게 분포된다.

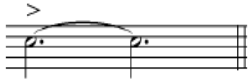
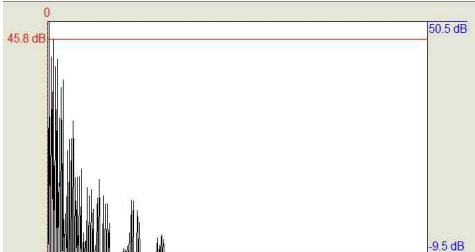

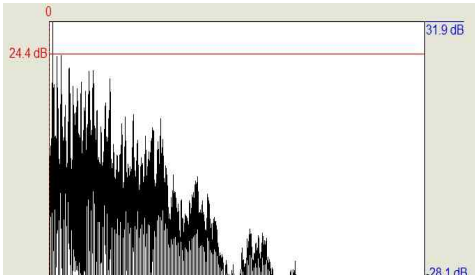

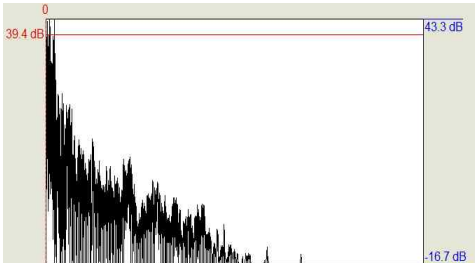


24) 데시벨(dB)은 소리의 크기를 측정하는 상대적인 표시단위이다.

25) 헤르츠(Hz)는 주파수를 측정하는 단위로 주기적으로 반복되는 진동수를 뜻한다. 1Hz는 1초에 1회 진동한다.

26) 고속 푸리에 변환으로 이산 데이터 값을 변환하여 계산하기 위한 알고리즘.

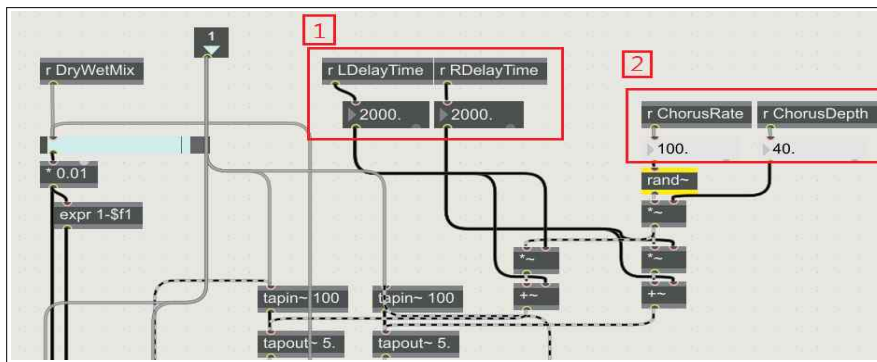
pizzicato 주법은 -20.9dB~34.1dB 사이의 음량을 가지고 있다. 배음의 분포가 지속음과 비슷하게 분포되어 있지만, 음량이 비교적 낮다. [표-7]의 분석 결과와 같이 아쟁의 주법에 따른 배음의 음량값을 본 작품의 소리 시각화에 활용하였다.

[표-7] 아쟁의 주법에 따른 음색분석

악보	음색분석
 <p><sustain></p>	 <p>45.8 dB (left), 50.5 dB (right), -9.5 dB (bottom right)</p>
<p>sul ponticello..... (on the bridge)</p>  <p><sul ponticello></p>	 <p>24.4 dB (left), 31.9 dB (right), -28.1 dB (bottom right)</p>
<p>Col legno (활등을 이용하여 치기)</p>  <p><col legno></p>	 <p>39.4 dB (left), 43.3 dB (right), -16.7 dB (bottom right)</p>
<p>(Left hand: Pizz.) finger pizz.</p>  <p><pizzicato></p>	 <p>34.1 dB (left), 8145.42 (top center), 39.1 dB (right), -20.9 dB (bottom right), 8145.42 (bottom left), 13904.58 (bottom center)</p>

② Max/MSP를 활용한 아쟁 이펙터(effecter)제작

아래 [그림-10]과 같이 ①은 delay time과 ②는 chorus rate, chorus depth이다. ①과 ②의 값을 조절하면 아쟁의 사운드를 발현악기인 비파의 비브라토와 같은 효과를 얻어낼 수 있는 이펙터이다. 아쟁의 지속음을 연주할 경우 더욱 현을 떨어주는 효과를 구현할 수 있다. delay의 반복되는 사운드가 진폭이 좁은 비브라토와 같은 음정의 변화를 느끼게 한다. delay time의 값을 점점 크게 늘릴수록 더욱 격하고 거친 효과를 구현할 수 있다.

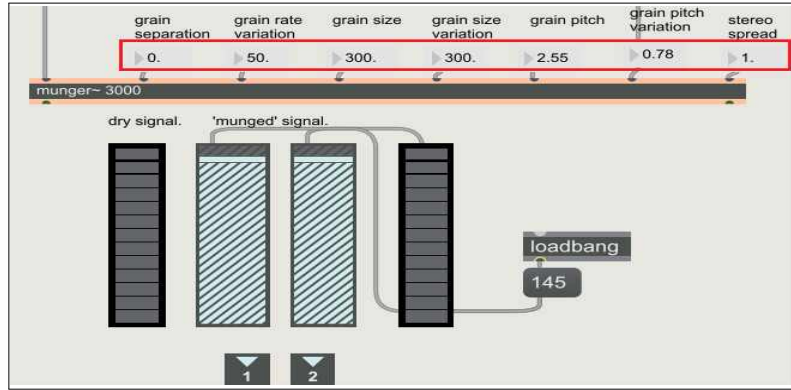


[그림-10] delay의 패치 구조

그레인놀러(granular synthesis) 합성법은 사운드를 잘게 쪼개는 효과를 준다. 본 작품에서는 아쟁의 특수주법인 sul ponticello의 금속성 음색의 사운드나 col legno의 목금의 타악기적인 효과에 granular synthesis를 적용하였다.

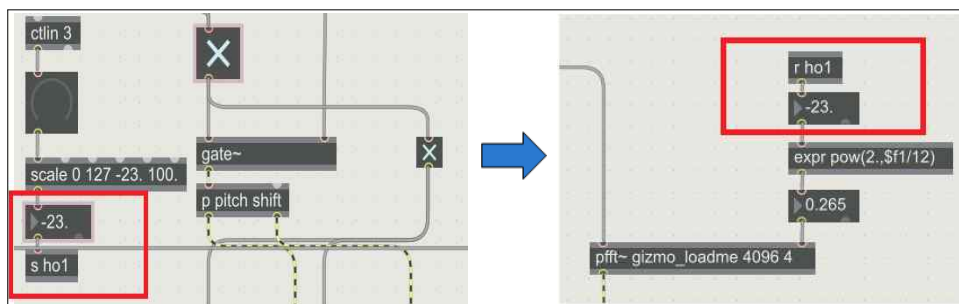
아래 [그림-11]와 같이 munger~오브젝트의 grain pitch, grain rate, grain size의 파라미터의 값을 조절하여 아쟁의 잘게 쪼개진 소리를 구현할 수 있다. grain pitch의 값을 최소 2.55~최대 4.0 사이의 양을 조절하여 아쟁의 음정을 변화시켰다. grain pitch variation과 stereo spread 값은 각각 0.78과 1로 고정된 값으로 설정해두었고, grain rate variation과 grain

size 값을 실시간 사운드 프로세싱에 의해 파라미터의 값을 변화시켜 다양한 아쟁의 음색변화 효과를 얻어낼 수 있었다.



[그림-11] munger~오브젝트의 구조

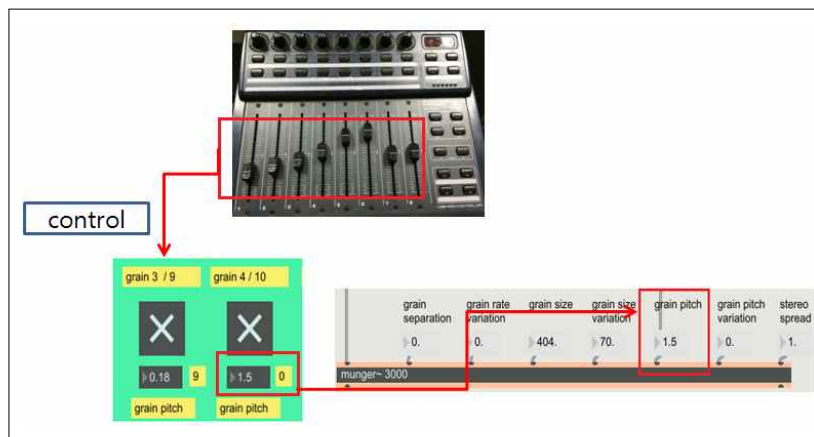
본 작품에서 사용된 특수주법 중 tremolo와 glissando 주법에는 pitch shifter를 활용하여 저음역의 아쟁의 선율을 보강하고, 고음역의 선율이 동시에 구현될 수 있도록 제작하였다. pitch shifter의 값을 조절하여 단 선율의 아쟁의 사운드가 보다 화성적인 효과가 느껴질 수 있도록 구현할 수 하였다. 이러한 방법은 아쟁의 조율된 음계의 한계점을 보완할 수 있다. 아래 [그림-12]와 같이 MIDI-controller에서 조절된 값이 오른쪽 그림과 같이 값이 치환되어 아쟁의 음정의 변화시킨다.



[그림-12] pitch shifter의 구조

③ 사운드 프로세싱

아래 [그림-13]은 MIDI-controller를 이용하여 아쟁 이펙터의 파라미터의 값을 조절하는 모습이다. Max/MSP에서 granular synthesis를 프리셋(preset) 형태로 제작하여 grain pitch의 기본 값을 설정해놓고, 특수주법에 따라 MIDI-controller로 조절할 수 있도록 하였다.



[그림-13] 실시간 사운드 프로세싱

2) 영상 제작

① Quartz Composer를 활용한 영상 제작

실시간 아쟁의 연주에 따라 Max/MSP의 analyzer~오브젝트에서 음색 분석한 음고와 배음의 데이터 값을 추출한다. 이러한 데이터의 값은 Quartz Composer의 osc receiver²⁷⁾에서 신호를 받아 영상의 색상이나 형태, 움직임 등의 변화를 실시간으로 제어하여 소리의 시각화를 구현 하였다.

27) Max/MSP에서 추출되는 데이터 값의 신호를 받는다.

아래 [그림-14]는 RGB color²⁸⁾에 따른 영상 이미지의 색상을 제어한 것이다. RGB color의 조절에 따라 색상을 다양하게 조절할 수 있다.

영상 이미지의 배경 색상에 각각 input 파라미터의 범위를 설정하여 제어하였다. ①은 red의 값을 0~0.5, green은 0.5~1, blue는 0~0.4 그리고 alpha 값은 1로 고정하여 낙엽의 색깔과 배경색을 동일하게 변화시켰다. ②는 red 값을 0~0.3, green은 0.5~1, blue는 0.5~1, alpha 값은 0.7~1로 설정하였다. alpha 값을 미세하게 설정함으로써 먹이 퍼지는 부분을 제외한 테두리 부분이 하얗게 변지는 듯 하는 현상이 나타나는데, 물거품이 일어나는 것 같은 효과를 줄 수 있다.

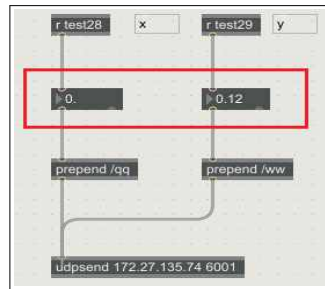


[그림-14] Quartz Composer의 이미지의 색상 제어

[그림-15]는 Max/MSP에서 실시간 아쟁의 음색분석으로 얻은 데이터를 통해 Quartz Composer에 X, Y의 position의 파라미터의 값을 조절한다. 음영의 이미지를 center로 기준점을 두었을 때 Max/MSP patch 안에서 X, Y축의 값은 최소 -3.0~3.0의 좌표 범위 안에서 움직임을 줄 수

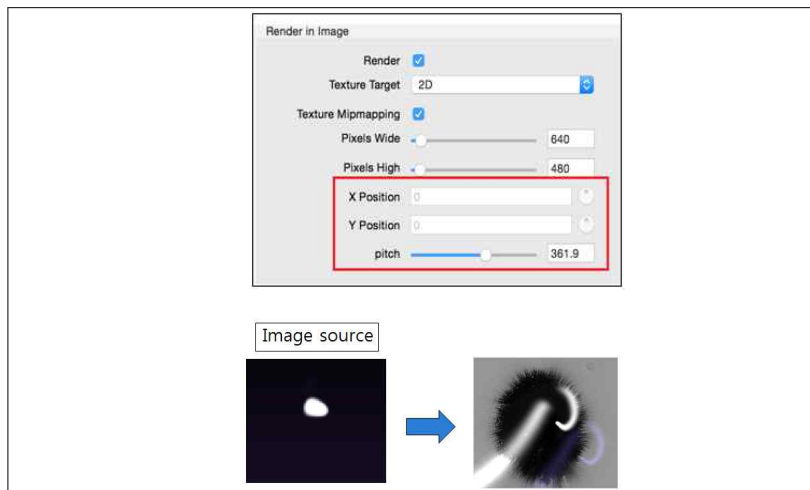
28) Quartz Composer에서 이미지의 색상을 제어할 수 있는 오브젝트이다.

있도록 설정하였다. 변수 값에 따라 이미지 소스가 파도와 같은 형상으로 물결이 치는 효과를 줄 수 있는데, 이러한 곡선의 움직임을 통해 음영 위에 물결치는 파도 또는 영혼의 움직임을 표현하였다.



[그림-15] Max/MSP의 X, Y position의 제어

Quartz Composer에서 영상의 움직임을 제어하기 위해서는 아래 [그림-16]과 같이 X, Y의 position을 제어하여 이미지를 렌더(render)할 수 있다. render in image²⁹⁾ 오브젝트로 인해 이미지의 원 소스가 곡선을 그리며 움직임을 줄 수 있다.

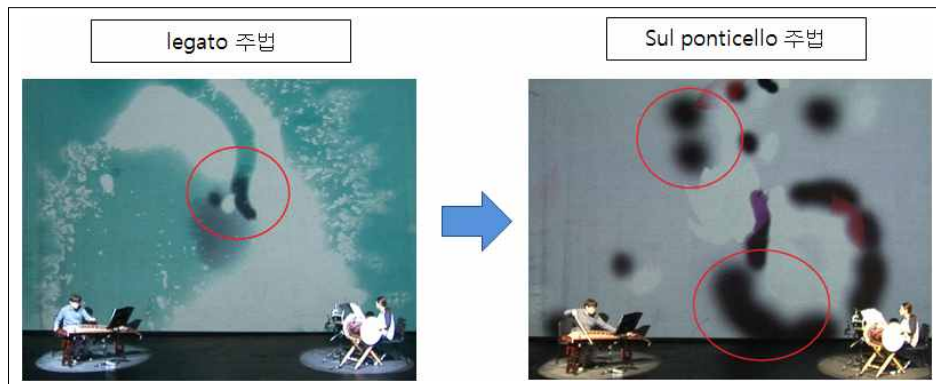


[그림-16] Quartz Composer의 영상 이미지의 움직임 제어

29) Quartz Composer에서 이미지의 움직임을 제어할 수 있는 오브젝트이다.

[그림-17]은 Quartz Composer의 render in image 오브젝트에서 pitch 값의 파라미터에 변화를 주었을 때 모습이다. 아쟁의 일반적인 legato 주법과 특수주법인 sul ponticello 주법을 비교하였다. pitch 값은 아쟁의 sul ponticello가 연주될 때 곡선의 두께가 변화하도록 적용하였다. Max/MSP의 analyzer~오브젝트에서 분석된 25개의 배음 중 sul ponticello 주법이 연주될 경우 3~8번째 배음의 값을 활용하였다.

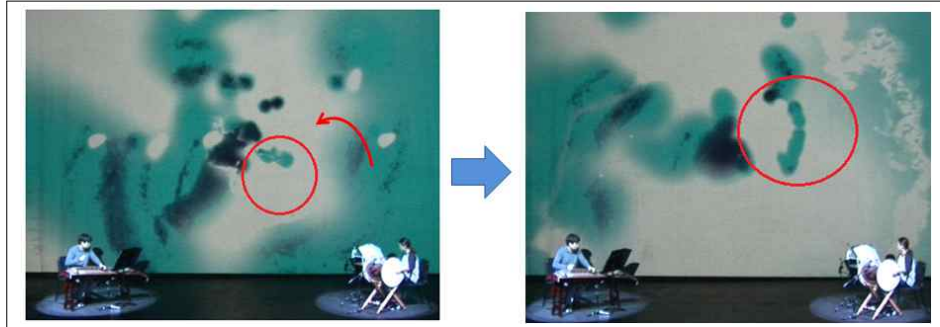
render in image 오브젝트의 pitch 값은 최소 0~최대 600까지 값을 조절할 수 있다. 500이상의 값을 주었을 경우 두께가 급격하게 늘어나거나 화면의 X, Y좌표에서 곡선이 벗어나게 되는 경우가 있기 때문에 Max/MSP에서 scale오브젝트를 사용해 200~300까지의 범위를 설정하여 급격한 곡선의 변화를 줄였다.



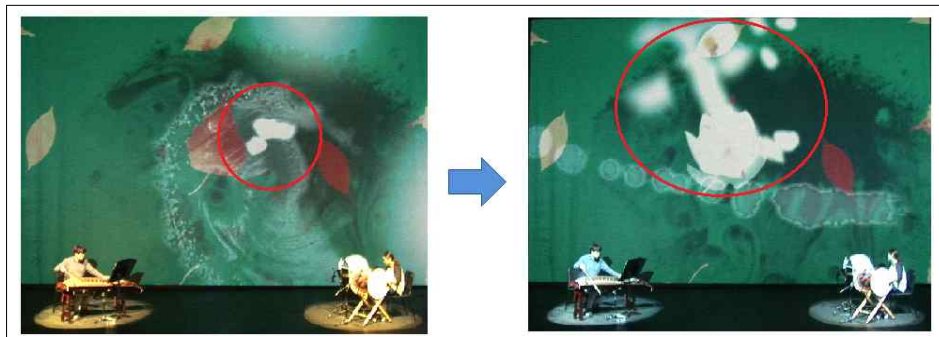
[그림-17] Quartz Composer의 선의 형태 제어

[그림-18]과 [그림-19]는 pizzicato와 col legno 주법을 연주할 때 표현되는 영상 이미지이다. pizzicato와 col legno 주법의 특징은 짧은 음가에서 연주되고, 울림에 의한 잔향이 있는 특징을 가지고 선의 움직임으로 구현해 보았다. 아쟁 연주자가 양손으로 pizzicato 주법을 연주할 때 이미지 소스는 짧은 음가에 맞춰 선을 원호로 그리고 있다. col legno 주법

은 채를 위에서 아래로 내려칠 때 생기는 현의 장력에 따라 이미지가 주위에 뿌러지듯 분산되어 연출된다.

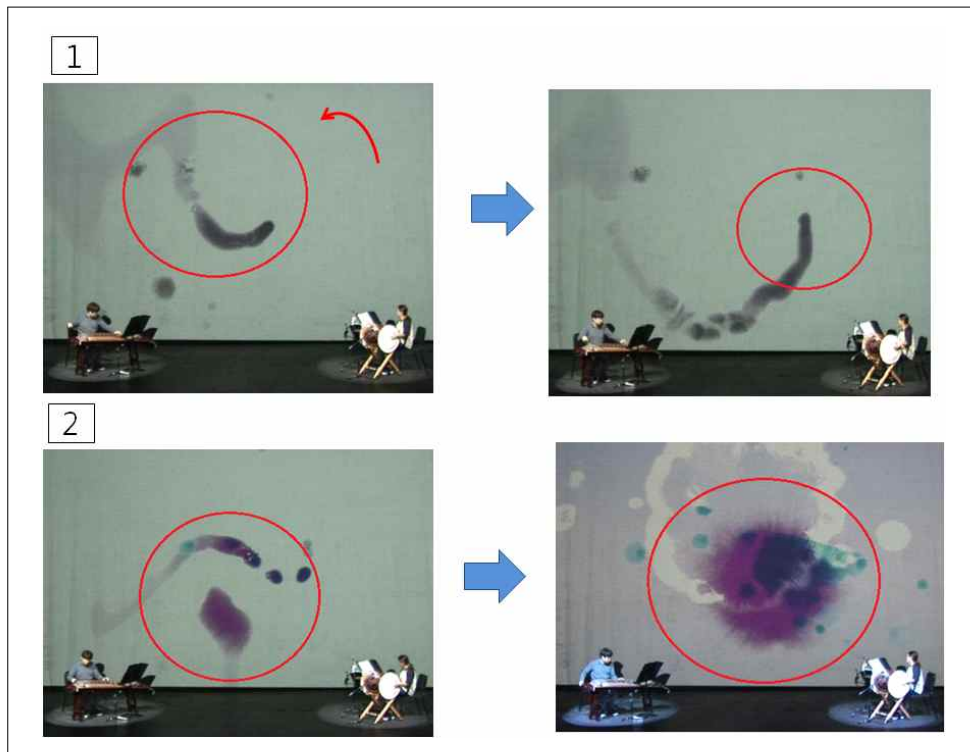


[그림-18] pizzicato 주법에 의한 영상 인터렉션



[그림-19] col legno 주법에 의한 영상 인터렉션

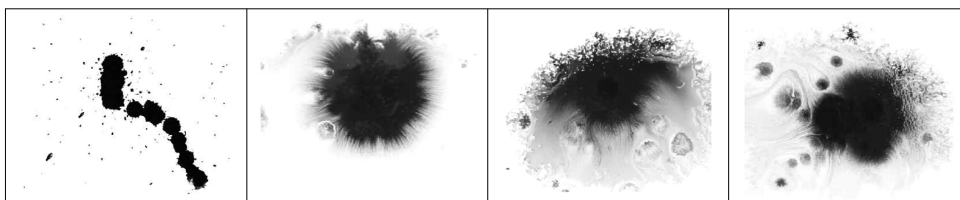
[그림-20]은 ①에서 아쟁의 지속음이 연주되면서 선의 움직임이 시작된다. 선은 원호를 그리면서 움직이는데, 흰 백지에 붓으로 먹을 그린 듯 하는 느낌을 주기 위해 Quartz Composer에서 레이아웃(lay-out)을 흰 백의 배경과 검정색을 겹쳐서 마스킹 효과를 주었다. ②는 아쟁의 선율에서 sul ponticello와 glissando 주법을 연주했을 때의 영상으로 먹선의 색이 변화한다. 이러한 먹선은 원형의 형태로 변화하는데, pitch shifter와 granular synthesis 소리 합성법을 동시에 사용하여 아쟁의 음색을 변화시킬 경우 그림과 같이 빨간색 음영과 파란색 음영의 색이 겹쳐서 혼합되는 효과를 얻어낼 수 있다.



[그림-20] 아쟁의 음색에 따라 변하는 떡선의 움직임과 색상

② 떡의 움직임 영상 제작

[그림-21]은 떡의 움직임 형태를 제작하기 위해 실제 한지에 떡을 떨어 뜨려 흡수되는 장면을 카메라로 촬영하였다. 부가적으로 떡의 주변에 퍼지는 패턴이나 흘림 등의 움직임을 AE(After Effect) tool을 활용해서 효과를 주었다.

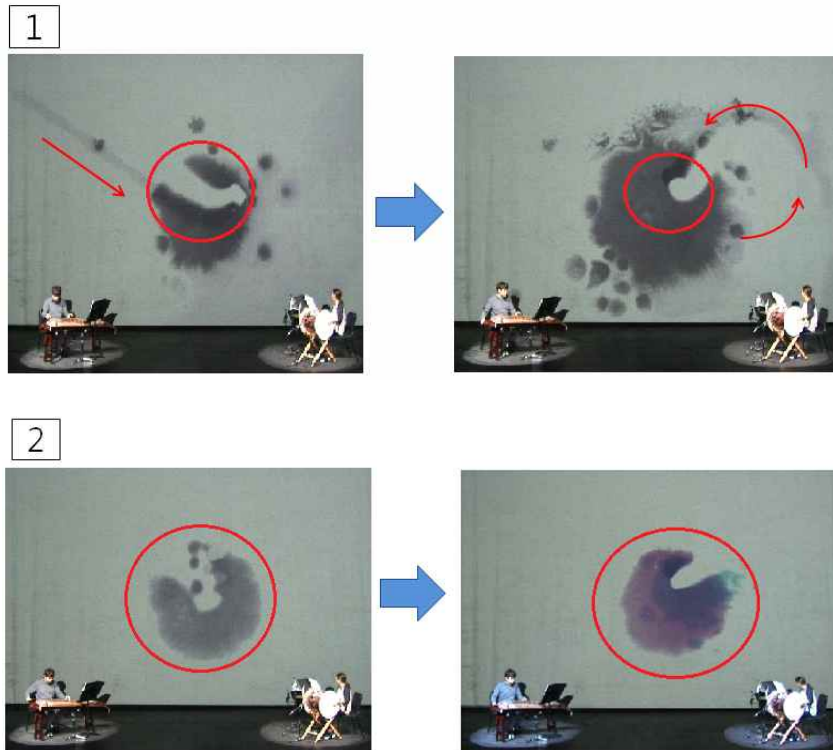


[그림-21] 떡의 움직임 패턴 제작

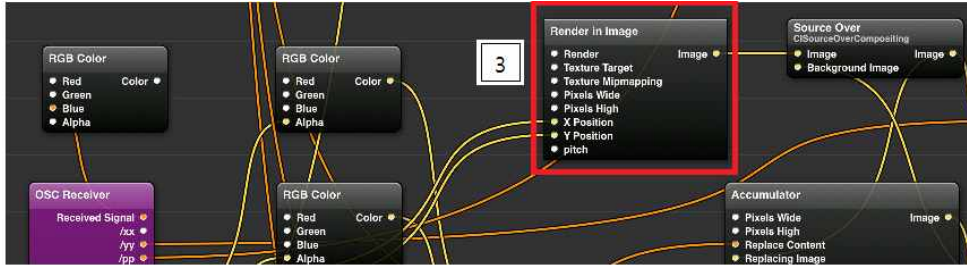
3. 연구기술의 작품 적용 및 효과

1) A section

A section의 ‘인간의 영혼과 혼돈’ 주제로 깊은 물속에 드리워진 음영은 인간의 삶과 죽음을 의미한다. 본 작품의 영상은 물속의 ‘음영’을 나타내면 아쟁과 장구는 정적인 연주로 시작된다. ‘음영’을 중심으로 인간의 영혼과 혼돈의 움직임은 먹선으로 표현하였다. [그림-22]의 ①은 먹선의 움직임은 Quartz Composer에서 X, Y 좌표의 값을 제어하였다. ②는 아쟁의 sul ponticello 주법에 의해 음영의 먹색이 빨간색으로 변하였다. [그림-23]의 ③은 영상의 X, Y좌표를 제어하는 Quartz Composer의 render in image 오브젝트이다.



[그림-22] 먹선의 움직임 제어



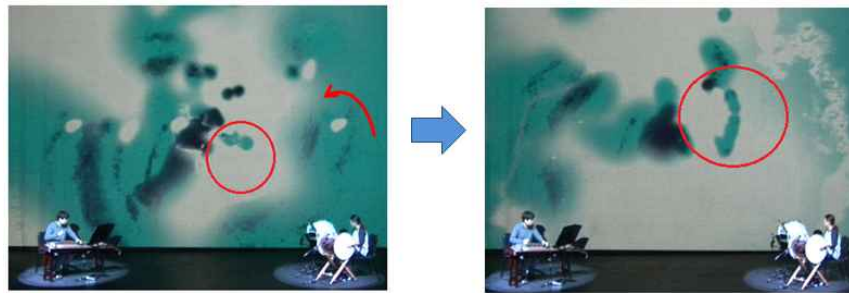
[그림-23] Quartz Composer의 X, Y좌표 제어

[표-8] A section에 적용된 기술과 효과

	주제	적용 기술	내용 및 효과
A	인간의 영혼과 혼돈	delay, granular synthesis, pitch shifter (아쟁의 이펙터 활용)	delay time과 chorus rate, chorus depth의 값을 조절하여 아쟁의 음색을 비파의 비브라토와 같은 효과를 얻어 내었다.
		sul ponticello, glissando, col legno (아쟁의 특수주법)	sul ponticello 주법은 금속성의 소리를 가진 음색이며, col legno 주법은 나무에 거칠게 부딪히는 음색 효과를 준다. 두 주법에 granular synthesis를 적용하여 잘게 쪼개지는 음색변화 효과를 얻었다.
		Quartz composer를 활용하여 영상 이미지의 x, y축을 제어	아쟁의 주법에 따른 영상 이미지의 색상과 움직임에 변화를 주었다.

2) B section

B section에서는 ‘생성과 소멸’이라는 주제로 모든 만물의 근원인 ‘물’에서 생성되고, 소멸되는 자연물을 표현하였다. [그림-24]는 아쟁 연주자가 양손으로 현을 뜯어서 pizzicato 주법을 할 경우 영상 이미지가 짧은 음가에 맞추어 원호를 그리며 움직인다.



[그림-24] 주법에 따른 영상 제어

[표-9] B section에 적용된 기술과 효과

	주제	적용 기술	내용 및 효과
B	생성과 소멸	granular synthesis, pitch shifter (아쟁의 이펙터 활용)	grain pitch, grain rate, grain size 등의 파라미터의 양을 조절하였다. 아쟁의 잘게 쪼개진 소리를 구현 할 수 있다.
		pizzicato, col legno (아쟁의 특수주법)	pizzicato는 양손으로 튕겨서 소리를 내는 주법으로, pitch shifter와 같이 활용하였다.
		아쟁의 특수 주법에 따른 음색분석을 통해 영상 이미지의 움직임을 제어	pizzicato와 col legno의 음색 분석 데이터 값을 활용하여 소용돌이 이미지의 움직임을 표현하였다.

3) C section

생성과 소멸에서 오는 물리적인 충돌과 파괴를 물의 파장의 움직임을 통해 역동적으로 표현하였다. 또한, 점점 충돌하고 파괴되는 인간의 ‘갈등’을 거대한 바다의 폭풍으로 비유하여 격정적으로 표현하였다.

[표-10] C section에 적용된 기술과 효과

	주제	적용 기술	내용 및 효과
C	충돌과 파괴	granular synthesis, pitch shifter	pitch shifter의 파라미터 값을 조절하여 아쟁의 음고를 변화시켰다.
		아쟁의 이펙터 활용	화성적인 효과를 구현할 수 있다. 아쟁의 조율된 음계의 한계점을 보완할 수 있었다.
		아쟁과 장구(바라)의 즉흥적 연주 적용	바라의 금속성 타악기를 추가하여 폭풍우의 천둥소리와 같은 효과를 연출하였다.
		연꽃과 낙엽의 색상이 변화하도록 하였다.	아쟁의 사운드에 실시간 프로세싱에 의한 음색변화 연꽃의 색깔이 붉은색에서 흰색으로 변화하는 효과를 연출했다.
		먹의 번짐과 파장의 움직임을 제어하였다.	아쟁의 격한 tremolo와 glissando 주법에 의해 폭풍우가 휘몰아치는 먹의 번짐을 제어하였다.

4) A' section



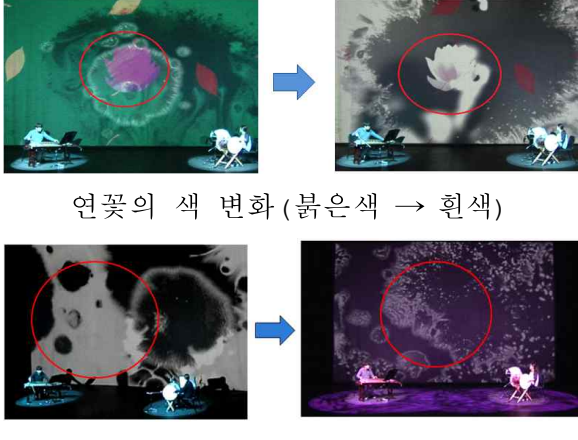
A' section에서 '인간의 영혼과 혼돈' 주제로 시작하였고, A section에서 '인간의 탄생과 죽음'이라는 주제로 끝없이 반복되는 인간사의 모습을 표현하였다. 물속에 비친 음영과 물줄기가 다시 인간사에 도달하고 충돌과 파괴로 소멸했던 영혼이 다시 탄생함을 표현하였다.

[표-11] A' section에 적용된 기술과 효과

	주제	적용 기술	내용 및 효과
A'	탄 생 과 죽 음 의 반복	grain, pitch shifter	아쟁의 음역을 확장시켜 화성적인 효과를 주었다.
		아쟁의 이펙터 활용	비파의 트레몰로와 같은 효과를 얻어낼 수 있다.
		grain, pitch shifter를 동시에 사운드 프로세싱하여 영상을 제어하였다.	아쟁의 실시간 사운드프로세싱에 의한 영상 이미지의 색상과 움직임 변화를 주었다.

[표-12]는 각 section별로 특수주법과 사운드 프로세싱에 따른 영상의 색상 변화를 도식화한 것이다.

[표-12] section별 기법에 따른 소리의 시각화

	특수주법 (사운드 프로세싱)	소리의 시각화
A (A')	sustain sound ↓ sul ponticello, glissando (pitch shift)	 <p>음영의 색상이 변함 (먹 → 파란색)</p>
B	pizzicato (pitch shift) ↓ col legno (grain)	 <p>배경색의 변화 (파란색 → 연두색) 노란색 낙엽 이미지 삽입</p>
C	tremolo (pitch shift) ↓ glissando (pitch shift, grain)	 <p>연꽃의 색 변화 (붉은색 → 흰색) 배경색의 변화 (연보라색 → 보라색)</p>

Ⅲ. 결 론

본 작품 <Shade in the water>은 우리나라 전통 국악 현악기인 10현 대아쟁과 장구의 연주로 영상이 함께 있는 멀티미디어 작품이다. Max/MSP를 이용하여 아쟁의 이펙터를 제작하였으며, 실시간 사운드 프로세싱으로 아쟁의 음색 변화를 구현하였다.

첫째, 아쟁은 개방현에서 가장 저음에 해당하는 E 이고, 가장 고음은 C 에 해당한다. 중·저음악기에 해당하는 아쟁은 이펙터를 이용하여 고음역까지도 연주할 수 있도록 확장시켰다. 단선율적인 아쟁의 선율이 보다 풍부한 화성이 들릴 수 있도록 하였으며 아쟁의 사운드와 전자음향의 소리 합성을 통해 새로운 음색을 개발하였다.

둘째, 아쟁의 주요 주법인 농현(가늘거나 굵게 현을 떨어주는 주법), 전성(현을 튕긴 후 왼손으로 줄을 세게 굴러서 소리 내는 주법), 퇴성(소리를 낸 음을 끌어내리는 주법), 추성(줄을 밀어 올려 소리를 내는 주법) 등의 주법 외에 서양 음악의 특수 주법을 작품에 도입하여, 기존의 아쟁의 음색에 보강하여 더욱 독특한 소리를 구현할 수 있다. 이러한 특수주법에 이펙터를 이용하여 보다 풍부하고 새로운 음색 변화를 기대할 수 있다. 이에, 이펙터는 아쟁의 음역과 특수 주법을 포함한 음색 그리고 배음의 범위를 더욱 확장시키는 가능성을 제시해 주고 있다.

셋째, 실시간 아쟁의 음색분석에 따른 영상 제어로 아쟁의 음색 변화를 직관적으로 느낄 수 있는 소리의 시각화(sound visualization)를 구현하였다. 영상 이미지의 색상의 변화와 움직임 등을 눈으로 인지하고 청각뿐만 아니라, 시각적으로도 음악을 느낄 수 있다는 주안점을 고려하였다. 그러나 대중들이 보다 쉽게 인지할 수 있는 방법을 모색해야 한다. 예술성과 동시

에 대중들에게 음악을 쉽게 접근하고 이해할 수 있으며, 설득력이 있는 직관적인 소리의 시각화가 필요하다. 앞으로 많은 사람들이 소리는 눈으로도 느낄 수 있는 직관적인 작품이 될 수 있도록 연구해야 할 것이다.

Keyword (검색어): 아쟁(Ajaeng), 장구(Jang-gu), 바라(Bara, Korean traditional percussion), 멀티미디어 음악(multimedia music), 소리의 시각화(sound visualization), 음색 분석(timbre analysis), 전통 국악기(Korean traditional instrument)

E-mail: spicy7@naver.com

참 고 문 헌

1. 국내문헌

가. 단행본

- 황성호, 「전자음악의 이해」 (현대음악출판사, 1993)
- 김근호, 「오디오 용어사전」 (새벽녘출판사, 2013)
- 최삼화, 「음악의 기초이론」 (음악춘추사, 2005)
- 최지원, 「Form+code in design: 코드에서 만들어지는 예술: 디지털 미학 입문서」 (길벗, 2014)
- Blum, Frank, "Digital interactive installations : programming interactive installations using the software package Max/MSP/Jitter" (Lightning Source Inc, 2008)
- Madden, Charles(Charles B.), "Fractals in music : introductory mathematics for musical analysis"
- Graham Robinson, Surya Buchwald "Learning Quartz composer" (Addison-Wesley, 2005)

나. 참고논문

- 이화연, "이해식 대아쟁 독주곡 <아쟁 도스리기>의 음악구조와 연주법

- 연구,” (한국예술종합학교 전통예술원 음악과 아쟁전공 예술전문사학사 학위논문, 2012), 33.
- 이관웅, “아쟁산조에 관한 연구,” (중앙대학교 박사학위논문, 2011), 43.
 - 김주현, “10현 대아쟁 연주훈련을 위한 연구,” (연세대학교 석사학위논문, 2012), 11.
 - 김찬다운, “아쟁의 특수주법 연구” (서울대학교 대학원 석사학위논문, 2010), 25.
 - 손호석, “DSP를 이용한 디지털 이펙터 구현 = Digital Effector Implementation Using a DSP Board” (인하대학교 대학원: 전기공학과 제어 및 시스템 석사학위 논문, 2009), 11.
 - 홍의식, “Saxophone의 음색분석을 통한 오디오-비주얼 작품 제작 연구” (동국대학교 영상대학원 석사학위논문, 2011), 18.
 - 나준하, “Max/MSP/Jitter를 이용한 기타 이펙터 제작과 실시간 소리 시각화 연구” (동국대학교 영상대학원 석사학위논문, 2015), 9.

다. 인터넷

- 국립국악원 국악사전 연구자료 「바라춤」 (<https://www.gugak.go.kr>)
- Quartz composer : <https://developer.apple.com/>
- doopedia: <http://www.doopedia.co.kr/>
- wikipedia: <https://www.wikipedia.org/>
- cycling74: <https://cycling74.com/>

ABSTRACT

Research on real-time sound processing by timbre
analysis of Ajaeng and sound visualization
(Focus on Multimedia Music - 'Shade in the water')

Park Da-hae

Department of multimedia computer music

Graduate School of Digital Image and Contents

Dongguk University

<Shade in the water> is an interactive performance with sound visualization, Max/MSP effector and real-time sound processing by using a timbre of Ajaeng. This work is performed by Ajaeng, Jang-gu and Ba-ra which called metal musical percussion for Korean traditional dance with visual image at the same time. The goal of this study is to find the way of interactive performance technique and to communicate with audience by using a feature of Ajaeng and Max/MSP effector and real-time sound visualization.

This system suggests concept of music from listening music to watching music, and providing a new listening method to listeners.

The timbre of Ajaeng is analyzed through Max/MSP and altered to data, and used a parameter values for visualization.

Using Max/MSP, to analyze the timbre of Ajaeng, and the sounds are used as data to apply to the image. The analyzed data of Ajaeng timbre controls position and size of image that color values of the image is converted FFT analysis data of timbre . Quartz Composer is used for sound visualization that controlled by timbre analysis of Ajaeng sound.

The timbre of Ajaeng analyzed in real time is sound visualized in technical part of the work. 'Shade in the water' is a multimedia musical work to communicate with audiences using the existing technologies from a new perspective.

부록-1: 작품 <Shade in the water> 악보

Shade in the water

DA HAE PARK

Slowly (♩. = 60)

A

11 *sul ponticello*-----
(on the bridge)

Ordi-----

12

- 1 -

16 *Col legno*
(활등을 이용하여 치기)

mf *p* *mf* *mf*

17 (채로 채면을 굴리다가 공반하고 함께 굴러서 연주하기)

mp

21 *arco*. (Right hand)

pizz. (Left hand)

mp *p*

22 *rubato*

26 *sul ponticello*-----
(on the bridge)

arco.

mp *mf*

27

- 2 -

31 *Crescendo* **B** (Left hand Pizz.) finger pizz. *mp*
 (Right hand Pizz.) finger pizz. *sfz*

35 *sfz*

41 *accel.* (활등을 이용하여 치기) *f*

- 3 -

48 *arco.* *Crescendo* *subito p*

55 *Crescendo* **C** *mp* *mf*

61 (원대로 치기) *rit.*.....
 (날카롭고 거칠게 재를 굴러서 연주한다.) *rit.*.....

- 4 -

64 *a tempo*

mp

65 *a tempo*

68

(말대로 치기)

f

69

72 *mp*

mp

- 5 -

76 *subito p*

(연주자가 즉흥적인 요소를 가미하여 격렬하게 정구 연주)

mp

78 *subito p*

(오른손에서 재로 바리와 함께 즉흥 연주)

80

(여러 음을 글리산도 하듯이 활로 굽게 긁어서 거칠게 연주)

(오른손에서 재로 바리와 함께 즉흥 연주)

(양손으로 왼편에서부터 오른편으로 연주)-피르미스

81

(양손으로 오른편에서부터 왼편으로 연주)-피르미스

85 *f*

86

87

92 *ff*

ff

93

ff

- 6 -

♩ = 80 A'
a tempo

96 *p* *mp* *gliss.*

97 *C*

98

99

100

101 *gliss.* *mf*

102 *C*

103

104 *C*

105 *C*

106 *f* *subito p* *mp*

sul ponticello-----
 (on the bridge)

Ordi,-----

106

107

108

109 *5*

110 *gliss.*

111 *mf* *p* *mf* *mf*

Col legno
 (활등을 이용하여 치기)

111

112

113

114

115

(재로 재편을 글러다가 공명하고 함께 글러서 연주하기)

116 *p*

(순가락으로 두드려서 연주하기)

116

117

118

119

120

121 *pp*

121

122

123

124

125

부록-2: (첨부 DVD설명)

1. Shade in the water: 2015년 11월 13일 이해랑 예술 극장
작품 <Shade in the water>의 공연 실황
2. sound: Max.MSP 패치 및 테이프 음악
3. visualization: Quartz composer 패치