



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

석 사 학 위 논 문

비올라 실시간 음색분석을 통한
오디오-비주얼 작품 제작 연구
(멀티미디어음악 <섬>을 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공
신 윤 남

2 0 1 3

석사학위논문

비올라 실시간 음색분석을 통한
오디오-비주얼 작품 제작 연구
(멀티미디어음악 <섬>을 중심으로)

신윤남

지도교수 김준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2013년 1월 일

신윤남의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2013년 1월 일

위원장: 정진헌

위원: 조경은

위원: 김준



동국대학교 영상대학원

목 차

I. 연구의 배경과 목적	1
1. 연구 배경	1
1) 현대음악 예술과 멀티미디어	1
2) 사례 연구	2
2. 연구 목적	5
II. 기술적 연구	6
1. 비올라의 음색 분석	6
1) 비올라의 구조와 주법	6
2) 접촉식 마이크의 사용	8
3) 음색 분석	9
2. 인지심리학을 바탕으로 한 음색의 시각화	16
1) 노이즈 비율에 따른 이미지	16
2) 배음 비율에 따른 이미지	18
3) 엔벨로프에 의한 이미지	19
III. 연구 기술의 작품 적용	20
1. 작품의 의미와 내용	20

2. 작품의 구성	21
1) 작품의 구성과 적용	21
2) 작품의 시스템 구성	27
3) 작품의 무대 구성	28
3. 음색의 시각화 적용 및 영상	29
IV. 결론 및 문제점	37
참고문헌	39
Abstract	41
부록 1 : Max/MSP 패치	43
부록 2 : 악보	44
부록 3 : 첨부 DVD설명	47

표 목 차

[표-1] 작품의 구성	21
[표-2] 노이즈와 음색의 밝기 변화에 따른 이미지 적용	24
[표-3] 음량의 엔벨로프에 따른 채도와 선명도의 변화 적용	25

그 립 목 차

[그림-1] 스크리아빈의 작품 <‘프로메테우스-불의 시’>	2
[그림-2] 소리 파형의 시각화 사례	3
[그림-3] 바이올린 음색의 시각화 사례	4
[그림-4] 비올라의 위치에 따른 명칭과 생김새	6
[그림-5] 활의 위치에 따른 명칭과 생김새	8
[그림-6] 접촉식 마이크 SCHERTLER DYN-V	8
[그림-7] D3의 음고가 있는 노이즈 양의 비교	10
[그림-8] 음고가 정확하지 않은 마찰음	11
[그림-9] 노이즈 비교의 스펙트로그램	12
[그림-10] 연주 위치에 따른 음색의 밝기 변화	13
[그림-11] 연속적인 음색의 밝기 변화	15
[그림-12] 부바키키 효과	17
[그림-13] 채도와 명도에 따른 인지 심리	18
[그림-14] 파트 B의 진행에 따른 음색 변화	23
[그림-15] 파트 B의 음량 엔벨로프의 변화	24
[그림-16] 시스템 구성도	27
[그림-17] 무대 구성도	28

[그림-18] 파트 A의 영상 이미지	29
[그림-19] 사운드 스펙트로그램의 이미지화	30
[그림-20] 파트 B의 영상 이미지	31
[그림-21] 노이즈의 비율 값을 추출하는 패치	32
[그림-22] Max/MSP와 연동된 Resolume	32
[그림-23] 음색 밝기의 값을 추출하는 패치	33
[그림-24] 음색의 밝기를 Resolume에 연동	34
[그림-25] 파트 C의 영상	34
[그림-26] 파트 C'의 영상	35
[그림-27] 파트 A'의 영상	35

악 보 목 차

[악보-1] 파트 A의 주제 선율	22
[악보-2] 파트 B의 주제 선율	23
[악보-3] 파트 C의 비올라 아르페지오 진행	26
[악보-4] 파트 C'의 선율	26

1. 연구의 배경과 목적

1. 연구 배경

1) 현대음악 예술과 멀티미디어

현대시대의 관객들은 디지털 기술이 발전함에 따라 다양한 문화예술을 경험하면서 한 가지 감각만을 충족시키는 예술이 아닌 여러 가지 감각을 충족시키는 예술을 많이 접하고 있다. 관객이 음악을 소리로만 듣는 것이 아니라 시각 이미지를 함께 경험하며 두 가지 감각을 동시에 느끼며 공감각적 효과를 얻게 되어 더욱 다양한 경험을 할 수 있게 되었다. 공감각이란, 자극을 받은 감각에 의하여 다른 감각이 반응하여 색이나 맛 등으로 느껴지며 감각을 공유하게 되는 현상을 말한다. 예로, <렝보>(Jean N. A. Rimbaud, 1854~1891)¹⁾는 알파벳마다의 고유의 색을 띄고 있다고 하였고, <칸딘스키>(Wassily Kandinsky, 1866~1944)²⁾는 음악 소리가 색채로 보이는 공감각을 가져 색의 3요소인 색상, 채도, 명도를 음악의 3요소인 멜로디, 화음, 리듬에 대입하여 표현하였다. 음악사 측면에서 살펴보면 근대시대 <리게티>(Ligeti György, 1923~2006)³⁾의 음색선율과 음색리듬⁴⁾, <존 케이지>(John Cage, 1912~1992)의 우연성 음악, 컬러오르간 등을 지나 현대음악 예술에서는 음색이나 음고 등을 분석하고 변형시킬 수 있고, 또 그것들을 관객에게 다양한 측면에서 다

1) 프랑스 상징주의 대표적 시인

2) 러시아의 표현주의 화가

3) 헝가리의 작곡가로 음향을 중요한 요소로 생각하였다.

4) 악기가 더해지면서 얻을 수 있는 음색의 효과가 만들어짐.

른 감각을 통해 경험할 수 있게 한다. 기술이 발달하면서 더욱 다양한 형태의 공감각적 예술이 발전되어지고 있으며, 미리 계획되어져 예측하여 나타나는 예술이 아닌 실시간으로 분석되어 나타나고 활용되어질 수 있게 되었고 두 가지 매체 이상이 서로 상호작용을 하며 예술적인 형태로 나타나는 것도 많이 볼 수 있게 되었다.

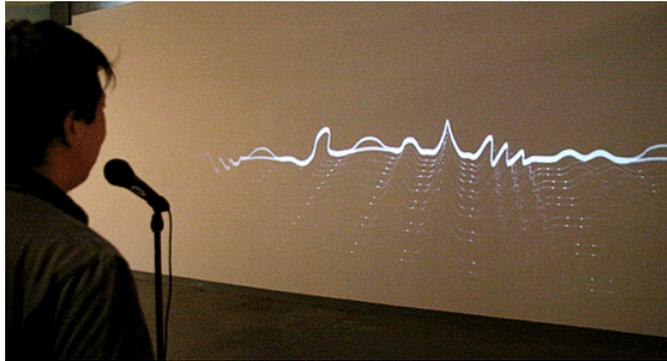
2) 사례 연구

<스크리아빈>(Scriabin Alexandr Nicolayevich, 1872~1915)은 ‘음정에도 색이 있다’고 주장하였고 관현악 곡 ‘불의 시’에서 신비주의 화성(Mystic Chord)이라는 독창적인 화음을 만들어 자연적으로 생성된 우주를 표현하였다. 작품의 이미지를 극대화시키기 위해 각각의 음정에 색깔을 지정하고 의미를 부여하여 공감각적 종합예술을 창조해냈다. 악보에 ‘luce(빛)’라는 파트를 별도로 만들어 소리의 색채 시각화를 위한 작곡을 시도하였고, 빛이 무대 조명을 통하여 음악 흐름에 따라 변화하도록 작곡하여 관객이 소리의 시각화를 경험하도록 하였다. 그러나 감상자는 큰 구성의 오케스트라에 속한 많은 음정과 색채의 공감각을 느끼기 쉽지 않아 직접적인 연결성을 찾기 어렵다.



[그림-1] 스크리아빈의 작품 ‘프로메테우스-불의 시’

[그림-2]는 'Takeluma'라는 Peter Cho의 인터랙티브 아트(interactive art)⁵⁾ 작품으로 관객이 직접 참여하여 마이크에 대고 소리를 내면 소리의 파형⁶⁾의 흐름을 이미지로 보여주어 관객이 소리를 내는 동시에 그에 따른 이미지를 보게 된다. 위의 스크리아빈의 작품과는 다르게 실시간으로 이루어지며 어떤 소리를 내는지에 따라 결과 값이 달라져 다른 이미지를 나타내게 된다. 직접 소리에 반응하는 이미지를 보기 때문에 인터랙티브한 예술성을 경험할 수 있으나, 감상자의 시각에서 소리의 파형 이미지가 음색에 따른 변화가 거의 없기 때문에, 소리의 변화와 이미지의 변화가 같이 일어나는 것이 아니라 소리의 발생과 이미지의 발생으로만 공감할 수 있다.

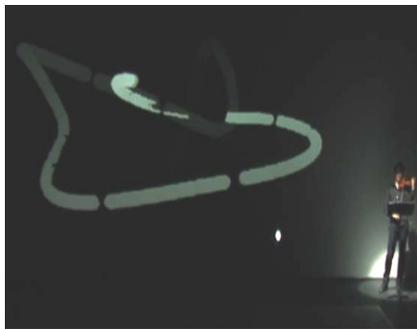


[그림-2] 소리 파형의 시각화 사례

5) 두 가지의 매체가 실시간으로 상호작용하며 이루어지는 예술

6) 음의 진동모양을 시간 차이로 나누어 표시할 때 생기는 형태로, 일반적으로 패턴의 1주기분을 파형이라 하며, 파형의 차이는 음색의 차이가 된다.

[그림-3]은 바이올린 주법에 따른 음색을 실시간으로 시각화한 사례로 바이올린의 연주를 마이크로 수음하여 연주된 주법을 인지하여 음색에 맞는 이미지를 도출하는 원리이다. 레가토(legato)로 연주하는 주법과 브릿지(bridge)⁷⁾에서 연주하는 술 폰티첼로(sul ponticello)의 주법에 따른 이미지의 결과가 다르게 추출된다. 감상자는 연주자의 연주를 들을 때 주법의 변화를 듣기보다 선율이나 음색의 변화를 듣거나 느끼게 된다. 연주의 변화에 따른 음색의 변화를 시각화 한 이미지가 아니라 주법에 따른 이미지의 변화이기 때문에 현악기의 다양한 주법을 알지 못하는 일반 감상자에게는 공감을 형성하기 쉽지 않다. 또한 주법을 인지하여 이미지 결과를 추출하는 방식은 연주되는 주위 환경의 변화와 마이크의 특성에 따라 많은 영향을 받기 때문에 그에 따른 결과 값 추출의 정확성을 얻기 어렵다.



a) 일반 주법 음색의 시각화



b) sul ponticello 음색의 시각화

[그림-3] 바이올린 음색의 시각화 사례

7) 현악기 향판 위에 고정되어 현의 높이를 유지하여주고 지탱하여 주는 것. 진동을 표판에 전하여 준다.

2. 연구목적

현대 멀티미디어 작품들은 연주자와 음악, 그에 부합하는 영상이미지 등이 상호작용해 예술적 표현을 극대화하는 방법을 많이 이용하고 있다. 미리 녹음되어진 연주가 아닌 실시간으로 연주되는 사운드의 결과물과의 상호작용을 보여주게 되는데 근래 이러한 인터랙티브 아트(interactive art) 작품이 많이 나타나고 있다. 관현악기 중 비올라는 바이올린보다는 음역대가 낮아 사람의 목소리와는 더욱 유사하고, 특유의 중저음이 매력적인 악기로, 바이올린이나 첼로의 방대한 음색 분석 자료에 비해 비교적 쓰임과 분석 자료 적은 것이 사실이다. 여러 관현악기에서 음색분석을 작품에 적용시킨 사례들을 보면 특수한 주법들을 인식하게 하여 반응하게 하고 주법에 맞는 이미지가 추출되도록 하는 방식이었지만 마이크의 특성이 각각 다르고 연주되어지는 환경과 주위 소음 등의 배경이 다르기 때문에 정확한 결과를 얻기가 쉽지 않고 연주자의 연주가 자유롭지 못하고 제한적이 될 수 있는 가능성이 많았다. 또한 연주자가 악기를 연주할 때 선율이 흐름에 따라 진행되는 음색이 계속 변화하게 되는데 음색의 변화함에 따른 이미지의 변화도 함께 진행될 수 있도록 연구하였다. 앞서 말한 바와 같이 특정 악기에 대해 전문지식이 없는 청자는 악기의 주법을 구분하여 인지하는 것이 아니라 악기 음색의 변화를 듣게 되기 때문에 쉽게 구분 가능하고 시각화 효율이 좋은 음색의 특징을 찾아 관객이 음색의 변화를 잘 느낄 수 있도록 하기 위해 연구를 진행하였다. 비올라 음색의 특징의 변화를 영상 요소의 실시간 제어에 활용하여 오디오 비주얼 작품을 제작하고자 하였다.

II. 기술적 연구

1. 비올라의 음색 분석

1) 비올라의 구조와 주법



[그림-4] 비올라의 위치에 따른 명칭과 생김새

비올라의 음색은 바이올린에 비해 덜 날카롭고 같은 음고에서도 조금 더 어두운 음색을 띤다. 근대시대까지는 보통 바이올린과 첼로 사이의 음역의 화음을 담당하는 역할을 하여 독주 레퍼토리가 많지 않았지만, 현대에는 비올라만의 음색의 매력에 많은 예술적 활용이 있

다. 비올라는 C3 · G3 · D4 · A4의 개방현을 갖으며, 각 현마다의 음색 특징이 다르다. 기본 연주법과 더불어 다양한 응용적인 연주법이 가능하며 이러한 연주법에 의해 비올라의 음색을 변화시킬 수 있다. 음색이 변화하는 연주법을 살펴보면 기본 보잉(bowing)과 운지법⁸⁾에 의한 연주, 활의 켜는 위치에 따른 연주, 활의 각도 변화나 힘의 조절 등의 활의 사용에 의한 연주가 있다. 현대음악에서는 펙(pegs)을 조정하여 현의 장력을 변화시키며 연주하는 기법이나, 조율 자체를 다르게 하여 연주하기도 한다. 비올라의 몸통 안에 울림기둥이 위치하고 있는데 브릿지의 아랫부분에 위치하여 비올라의 소리가 조화를 잘 이룰 수 있도록 하여주고, 브릿지와 나란한 위치에 있는 f홀의 구멍은 음향적 부분을 고려한 울림에 중요한 역할을 담당하고 있다. 또한 브릿지의 왼쪽 아랫부분엔 겉으로는 보이지 않는 저음 울림대가 부착되어 있는데 이는 앞판에 부착되어 저음부의 울림을 강화하여 준다. 이러한 찰현악기의 연주법으로 알고 있는 것들 이외에 명시되지 않은 연주법을 제외한 활의 잡은 각도나 보잉의 각도, 울림 활(up-bow) - 내림 활(down-bow)의 경우, 활의 어느 부분으로 연주하는지에 따라서도 음색이 많이 변화한다. 활끝(point)으로 연주하게 되면 힘을 주어 연주되기 어려워 비교적 작은 음량의 소리가 나고, 패드(pad)에 가까운 쪽으로 활을 켜게 되면 악센트와 같은 힘을 주어 연주하는 소리를 내게 된다.

8) 현악기에서의 손가락 짚는 방법



[그림-5] 활의 위치에 따른 명칭과 생김새

2) 접촉식 마이크의 사용



[그림-6] 접촉식 마이크 SCHERTLER DYN-V

음색분석을 위해 비올라의 음색을 녹음할 때 접촉식 마이크인 셔틀러(Schertler)를 사용하였다. 특정 음향 공간 안에서 접촉식 마이크가 아닌 일반 다른 마이크를 사용하게 될 경우 마이크가 비올라의 연주 뿐 아니라 공간 안에 있는 주위 소음을 같이 수음하고, 공간 특성이나 마이크의 특성에 영향을 많이 받기 때문에 음색 분석의 결과 값에 대한 정확성이 떨어지게 된다. 핀 마이크를 악기에 붙여서 사용할 경우에는 마이크 방향에 따라 가까이 있는 현의 소리가 비교적 멀리 떨어져 있는 현보다 큰 음량으로 수음되기 때문에 현과 현의 음량이 달라

주의하며 연주해야하는 단점이 있다. 접촉식 마이크는 비올라의 몸통에 마이크를 부착시켜 비올라가 연주되면 울리는 진동의 증폭을 이용하여 수음하기 때문에 공간 특성의 방해를 받지 않는다. 마이크를 악기에 붙이는 위치에 따라 소리의 특성이 매우 다르게 바뀌는데, 여러 번 위치를 바꾸어 사운드를 들어보고 가장 명료한 소리를 얻을 수 있고, 비교적 음색의 특징이 잘 나타나며 f홀과 가까워 울림의 조화가 가장 좋은 브릿지의 아래쪽에 마이크를 부착해 녹음하였다.

3) 음색분석

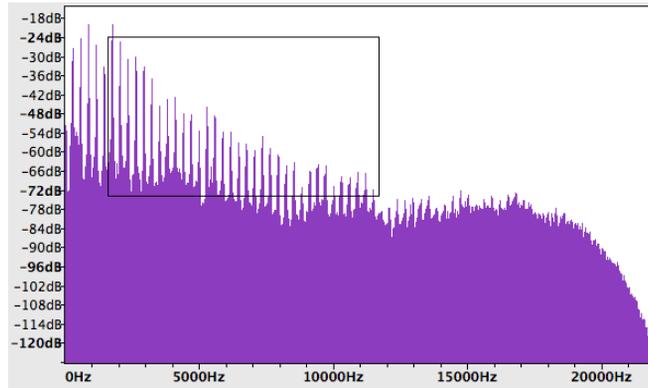
본 연구에서는 기본적으로 연주되어지는 주법과 연주자의 활의 다양한 사용과 운지법, 연주되는 위치 등을 다르게 연주해 녹음하여 분석하였다. 그 중 두드러진 특징으로 연주자가 비올라를 연주할 때 활이 현에 마찰이 되면 노이즈가 발생하게 되는데, 활이 현에 잘 마찰된 소리와 잘 마찰되지 않았을 때 발생하는 노이즈의 특성을 비교하여 본다. 또한 현의 위치를 바꾸어 가며 연주하였을 때의 음색의 밝기 변화를 비교하여 연구하였다. 음색 각각의 명확한 비교 분석을 위해 음고는 통일하여 분석하며 녹음된 비올라의 음색을 FFT(Fast Fourier Transform)⁹⁾를 통하여 어떠한 특징들이 두드러지는지 배음의 구조와 특성을 비교하여 본다.

분석에 사용된 음원의 샘플링 레이트(sampling rate)¹⁰⁾는 48,000Hz이

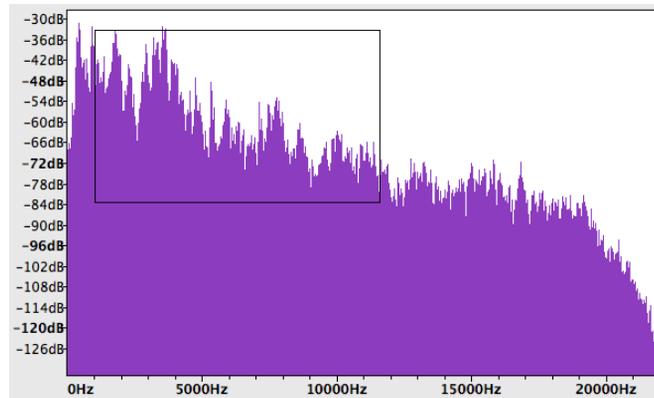
9) 파형 해석에 널리 쓰이는 방법. 데이터의 푸리에 변환에서 직접 파워 스펙트럼 밀도를 구하고 평활화 조작을 반복하여 안정한 스펙트럼을 단시간에 구하는 방법.

10) 1초 동안 몇 번의 추출과정을 통해 표본화 작업을 했는지에 대한 수치.

며 해상도(resolution)¹¹⁾는 24bit이다. 윈도우 타입은 해밍(hamming)이며 윈도우 사이즈(window size)는 1024이고, 가로축은 주파수, 세로축은 음량의 크기를 나타낸다.



a) 일반 연주 음색의 FFT 분석

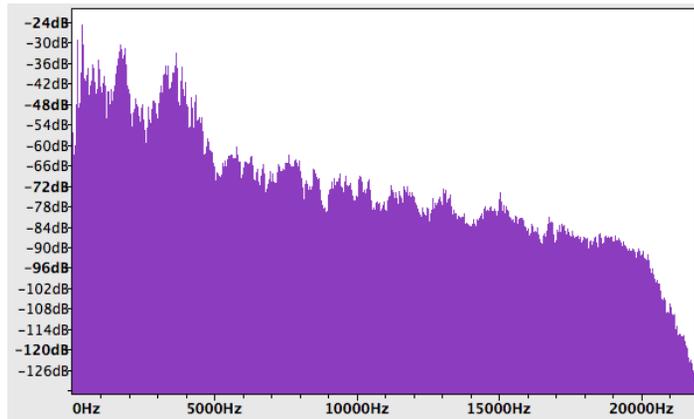


b) 활의 마찰이 강한 연주의 FFT 분석

[그림-7] D3의 음고가 있는 노이즈 양의 비교

11) 음의 크기를 몇 단계로 나눌 것인가를 나타내는 수치.

[그림-7]은 활의 사용에 따른 노이즈의 비교를 나타내는 스펙트럼(spectrum)으로 정확한 비교를 위해 같은 음으로 분석하였다. a)는 활이 현에 잘 마찰되어 연주된, 즉 흔히 현악기의 연주로 볼 수 있는 일반적인 연주로 음고(Pitch)¹²⁾를 들을 수 있다. 사각형 안에 배음이 명확히 보이고 규칙적인 배음의 구조로 정확한 음고를 갖게 된다. 그러나 b)의 경우 a)에 비해 활이 현에 마찰되지 않아 마찰로 인한 노이즈가 많이 발생하게 되고 그로 인해 사각형 안의 배음이 a)의 연주보다 명확하지 않다. 하지만 노이즈의 양이 배음의 구조를 볼 수 없을 만큼 많지는 않으므로 연주된 음고는 들을 수 있다.

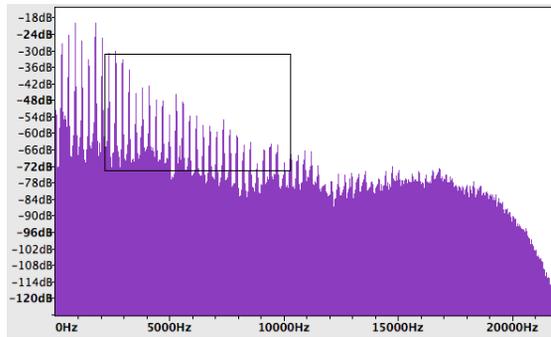


[그림-8] 음고가 정확하지 않은 마찰음

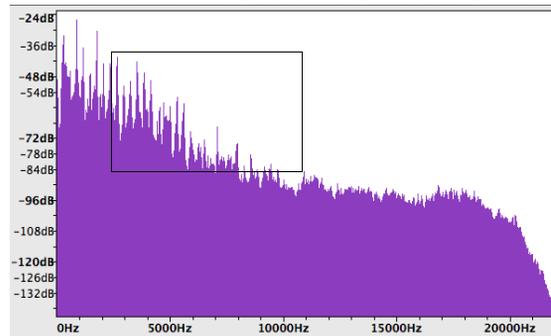
[그림-8]은 [그림-7]의 연주보다 노이즈의 양이 더 많은 사운드로, 활의 마찰과 노이즈 양의 상관관계 분석을 위해 의도적으로 활이 현에 잘 마찰되지 않도록 연주하였다. 정확한 음고가 발생되기 위해서는 규칙적인 배음의 구조가 필요하지만 노이즈의 양이 배음의 규칙적인

12) 소리의 진동 수의 차이를 뜻하며, 진동의 수가 많은 것은 음고가 높다고 느끼며, 진동의 수가 적은 것은 음고가 낮다고 느낀다.

잘 마찰되지 않은 노이즈가 많은 연주로 아랫 배음부터 윗 배음까지 규칙적이지 않은 노이즈가 많이 발생한 연주를 나타낸 것이며 반대로 b)는 아랫 배음부터 윗 배음까지의 선이 가지런히 명확히 잘 보이고 엉켜있지 않아 앞 뒤 배음 간 구분이 잘 되어 있어 규칙적인 배음의 구조를 갖는다. b)는 활이 현에 정상적으로 잘 마찰되어 연주된 경우로 그림과 같이 규칙적인 배음의 형태가 보여 명확한 음고를 갖게 된다.



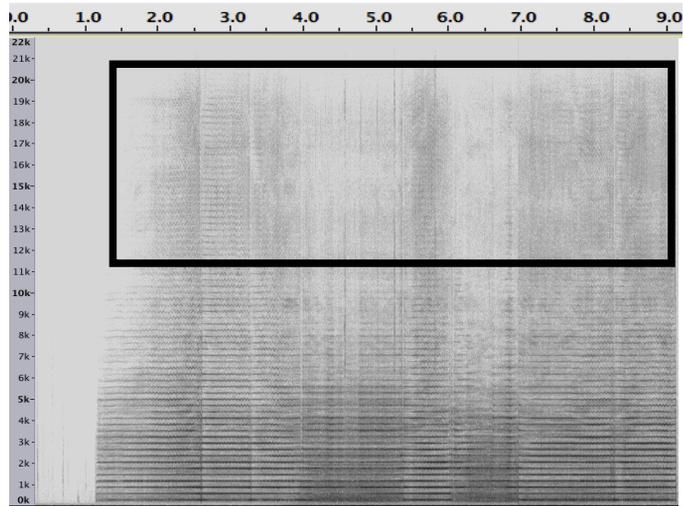
a) 밝은 음색 (f홀 위에서 연주됨)



b) 어두운 음색 (지판 위에서 연주됨)

[그림-10] 연주위치에 따른 음색의 밝기 변화

[그림-10]은 현의 켜는 위치에 따른 음색의 밝기의 변화를 나타내기 위한 분석으로 a)와 b)의 음고는 D3로 동일하다. a)는 공명이 잘되는 비올라의 허리몸통 부분, 즉 f홀 부분 위에서 연주된 사운드로 표시된 사각형 안의 윗배음의 스펙트럼이 명확히 보이며 음량의 크기 또한 크다. 하지만 b)부분의 사각형 안의 윗배음의 스펙트럼은 a)의 연주보다 명확하지 못하고 음량 또한 현저히 적다. b)의 연주는 f홀에서 비교적 멀어 공명이 어려운 지판 위에서 연주한 사운드로 a)의 연주보다 어둡다고 느껴지는 사운드이며, 전체 음량에 비해 윗배음의 음량이 클수록 음색이 밝다고 느껴진다. 이때 연주자의 표현에 의한 음색은 약 8에서 10배음을 기준으로 그 윗 배음이 변화함을 알 수 있다. 또한 어두운 음색은 밝은 음색에 비해 노이즈 비율이 높다는 것을 알 수 있다. 또한 a는 음량의 최고 크기가 -18dB로 b)의 최고 음량 크기인 -24dB과 세로축의 최고 음량 크기 기준이 다른 것을 볼 수 있는데, 음색의 밝기는 음량의 크기에 상관없이 저배음과 고배음의 비율로 비교 인식됨을 알 수 있다.



[그림-11] 연속적인 음색의 밝기 변화

[그림-11]은 이어지는 선율에서의 음색의 변화가 느껴지는지의 여부를 판단하기 위한 분석으로 가로축의 시간이 흐르며 선율이 진행됨에 따라 밝았던 음색이 어두워졌다가 다시 밝아지는 것을 확인할 수 있다. 아랫 배음의 부분은 밝은 음색과 어두운 음색의 배음의 차이가 거의 없지만 윗 배음의 부분은 배음의 차이가 크다. 표시된 원의 부분은 밝은 음색이 연주되는 부분으로 아랫배음보다 명확하지는 않지만 윗 배음이 비교적 많이 보이지만 표시된 사각형의 부분은 윗 배음이 거의 보이지 않아 아랫 배음에 비해 그 비율이 현저히 적어 어두운 음색으로 느껴지게 된다.

3. 인지심리학을 바탕으로 한 음식의 시각화

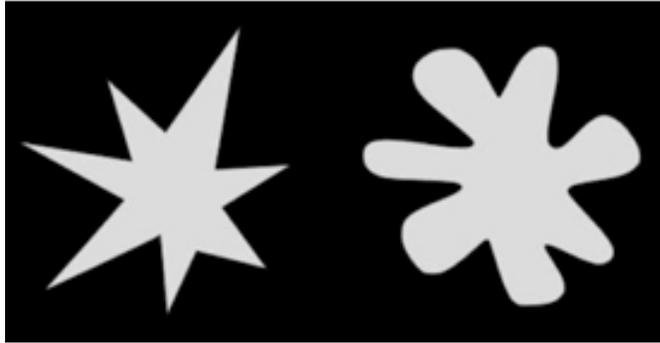
감상자가 음식이 변화함에 따라 이미지가 변화되어지는 공감각을 느끼기 위해서는 먼저 분석된 음식의 특징이 이미지의 특징과 어떻게 연결될 수 있는지 연구하여 객관적인 음식의 시각화를 이루는 것이 중요하다. 인지심리학이란, 인간의 여러 가지 고차원적 정신과정의 특징과 작용하는 방식의 원리 분석 해명을 목표로 하는 과학 기초 심리학의 한 분야로 인간이 지식을 획득하는 방법, 획득된 지식을 축적하는 방법 등을 연구한다. 인간이 사물이나 이미지를 보고 그것을 학습하거나 기억하여 추리해 결론을 얻어내고, 그에 따라 발생한 문제들을 해결하는 정신 과정들을 연구한다. 음식의 변화에 따른 이미지의 생성과 변화가 감상자로 하여금 공감을 얻을 수 있도록 인지심리학을 바탕으로 한 음식의 시각화를 연구한다. 단편적인 이미지를 추출하는 것이 아닌 이미지의 변화가 음식의 변화에 따라 꾸준히 이루어져야 하기 때문에 변화가 용이한 이미지를 기반으로 음식 분석 결과를 접목하여 공감할 수 있는 객관적 시각화를 연구하고자 하였다.

1) 노이즈 비율에 따른 이미지

아래의 [그림-12]는 심리음향이론을 보여주는 것으로 두 도형을 사람들에게 보여주고 어느 쪽이 ‘부바’이고 어느 쪽이 ‘키키’인지 물으면 98%의 사람이 왼쪽이 키키, 오른쪽을 부바라고 답한다는 것을 심리학자 <볼프강 쾰러>(Wolfgang Köhler, 1887~1967)¹⁵⁾가 보고한 그림이다. 이와 같이 특정한 이미지가 자연스레 특정한 소리(음성)와 관련되

15) 독일의 심리학자로 처음에는 음향심리학을 연구하고 후엔 게슈탈트 심리학을 연구하였다.

어 떠오르는 심리적 효과를 <라마찬드란>(Vilayanur Lamachandran, 1951~)박사는 ‘부바 키키 효과’라 하였다.

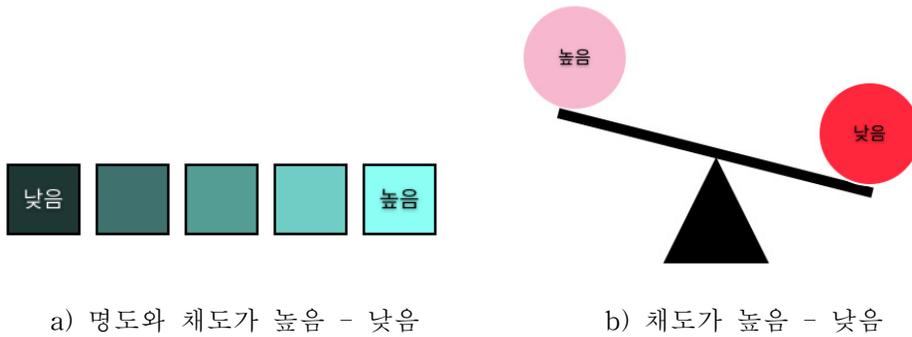


[그림-12] ‘부바 키키 효과’

왼쪽의 ‘키키’의 이름과 같이 쿠·터·교·츠의 거센소리는 배음의 구조가 불규칙한, 즉 노이즈의 양이 많이 들어있는 소리로, 사람들은 보통 노이즈에 대한 이미지를 날카롭고 각이 진 이미지로 상상한다는 결과를 알 수 있다. 비올라에서 활이 정상적으로 마찰하고 정확한 각도로 연주되었을 때는 노이즈가 비교적 많이 발생되지 않아 ‘부바’와 같은 곡선의 이미지를 추출하게 되지만 활의 각도를 비스듬히 하거나 정확히 마찰시키지 않을 경우, 또는 음색에 노이즈가 많이 발생하게 될 경우에는 뾰족한 느낌의 이미지를 추출하게 된다. 노이즈의 양은 고정된 값이 아닌 변화되는 값이므로 이에 따른 이미지의 변화 또한 음색의 변화에 따라 곡선과 직선 느낌의 이미지로 변화한다.

2) 배움 비율에 따른 이미지

사람은 두 가지의 같은 색 중에 채도가 어느 한 쪽이 더 높다면 채도가 낮은 색상 보다 높은 쪽을 더 가볍게, 또는 더 밝게 인지한다.¹⁶⁾ 같은 원의 형태이지만 채도가 더 높은 왼쪽의 원이 더 가벼울 것이라고 인지하게 되고, 명도와 채도가 더 높을 경우 상대적으로 낮은 쪽 보다 더 가볍게 느낀다는 것을 [그림-13]을 통해 알 수 있다.



a) 명도와 채도가 높음 - 낮음

b) 채도가 높음 - 낮음

[그림-13] 채도와 명도에 따른 인지 심리

위의 연구를 토대로 하여 음식의 밝기를 시각화하게 되면 저배음과 고배음의 비율을 바탕으로 한 음식의 밝기는 이미지의 색상을 좌우하게 된다. 고배음의 비율이 저배음의 비율보다 상대적으로 높아 음식이 밝다고 느껴지는 경우 명도와 채도가 높은 이미지로 변화하게 되며, 저배음이 많아 음식이 어둡다고 느껴지는 경우엔 명도와 채도가 낮은 색상의 이미지로 변화하게 된다. 즉 음식의 변화함에 따라 명도와 채도가 변화하게 되는 것이다.

16) 신현정, 시각심리학 (2000) 시그마프레스 3~12쪽

3) 엔벨로프(envelope)¹⁷⁾에 의한 이미지

형태지각 심리에서는 이미지의 크기가 크고 상대적으로 채도가 높으면 이미지의 크기가 작고 낮은 채도의 이미지보다 가까이에 있다고 느끼는데 마치 원근감과 같은 이치이다.¹⁸⁾ 또한 깊이 지각에 의하여 이미지의 상대적 명확성과, 상대적인 밝기 · 상대적 운동 · 중첩 · 결의 밀도 등의 단서로 정보를 파악하는데 형태지각과 마찬가지로 이미지의 크기가 작을수록 멀리 있다고 지각하게 되며, 선명하게 보이는 것보다 흐릿하게 보이는 것, 밝게 보이는 것보다 어둡게 보이는 것을 멀리 있다고 지각하게 된다.

이에 의하여 엔벨로프가 시각화 될 때 음량이 크면 이미지의 크기는 커지고 선명해지며, 음량이 낮은 경우 이미지의 크기가 작아지고 멀리 보이는 것처럼 흐릿하게 보이게 된다.

17) 음량의 포락선을 나타내는 것으로 어택(Attack), 디케이(Decay), 서스테인(Sustain), 릴리즈(Release)순으로 나눌 수 있다.

18) 이정모 외. 인지심리학의 제 문제(2000) 학지사 1~5쪽.

III. 연구 기술의 작품 적용

1. 작품의 의미와 내용

작품 <섬>은 현대사회에서 인간이 느끼는 고립과 외로움을 나타내는 상징적인 장소를 말한다. 정현종의 시 '섬'¹⁹⁾을 읽고 느껴 재해석하여 만들어진 작품이다. 이 시에서 말하는 '섬'은 고립, 단절, 고독, 외로움, 그리움 등을 말하고 있다. 시인은 시에 대해 '섬은 도달 할 수 없는 네 심장이며, 포개질 수 없는 내 심장이다'라고 부가 설명을 하고 있다. 이는 사람과 사람 사이의 소통의 부재를 말하며, 관계함이 없는 현대사회를 표현하기도 한다. 정신없이 돌아가는 현대사회에서 인간은 빠른 속도에 맞추어 살아가지만 표면적으로 보이는 화려한 모습과 달리 그 내면은 외롭고 고독하다. 타인에게 받은 상처와 정신없이 돌아가는 삶, 이로 인한 목적의 상실 등은 인간의 내면을 더욱 지치게 하고 고립되게 만들었다. 노력으로 사람들에게 보여지는 표면적 모습은 밝고 활기찬 모습이지만 섬에서의 모습은 외로움과 현대사회에 대한 두려움을 보이며, 또한 가장 편안한 곳이다. 현대사회에 대한 두려움과 지침으로 인해 인간이 만든 고립의 장소인 섬에서 인간은 꾸미지 않은 본연의 모습을 보인다. 섬은 가장 외롭고 고독하고 고립된 장소인 동시에 가장 편안한 장소인 것이다.

비올라의 연주는 인간의 내면을 표현하는 역할을 하는데 비올라의 사운드를 영상의 프로세싱에 접목시키기 위해 Max/MSP를 사용하게 된다. 이는 Cycling'74 개발한 응용프로그램으로 다른 영상 프로그램

19) 정현종의 시 <섬> 전문 : 사람들 사이에 섬이 있다. 그 섬에 가고 싶다.

과 연동하여 연주된 음색 비율의 결과 값을 추출하여 영상을 프로세싱하게 되며 실시간으로 이루어지게 된다.

2. 작품의 구성

1) 작품의 구성과 적용

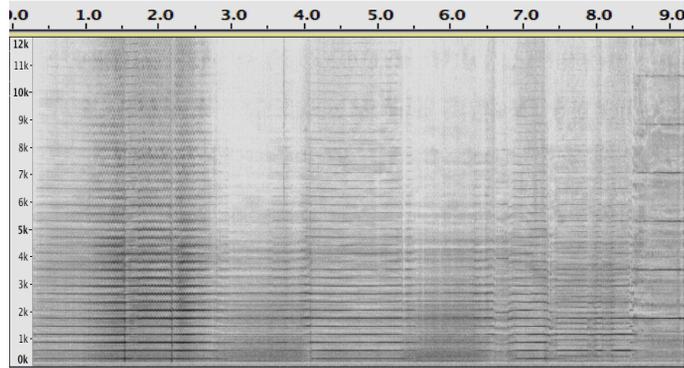
<섬>은 크게 다섯개의 파트로 구성되어 있다. 테이프 음악(tape music)과 비올라의 사운드가 마치 사회 배경과 인간 내면의 감정 흐름을 나타내는 듯 서로 어우러지며 진행한다.

[표-1] 작품의 구성

구성	시간	내용
파트 A	0:00 ~ 1:24	섬에서의 편안함과 외로움의 감정 공존
파트 B	1:24 ~ 3:02	세상과의 갈등
파트 C	3:02 ~ 4:54	융화를 위한 노력
파트 C'	4:54 ~ 6:28	노력과 지침
파트 A	6:28 ~ 7:50	다시 돌아온 섬의 안락함

구성	비올라	영상
파트 A	잔잔한 연주	스펙트로그램의 시각화
파트 B	음색의 연속적인변화	비올라 음색의 시각화
파트 C	아르페지오의 격렬함 표현	물과 불의 공존
파트 C'	실시간 녹음으로 인한 비올라의 듀엣화	불의 파티클과 회상
파트 A	잔잔한 연주	음량 엔벨로프에 따른 불빛

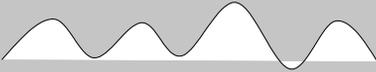
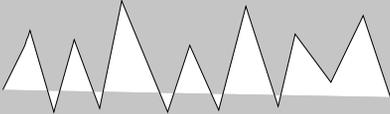
습을 표현한 파트이다. 테이프 음악의 썸머함과 분위기가 긴장감을 표현하며 진행함에 따라 비올라는 음색의 부분에 많은 변화를 주며 연주한다. 어느 정도 음색의 변화를 지정하여 주지만 연주자의 임의대로 음색을 자유롭게 변화시킬 수 있도록 하였다. 음색의 변화가 다른 부분에 비해 많은 반면에 선율은 변하지 않으며, 비올라의 3번째 개방현인 D현에서의 지속음 연주로 음색의 변화가 더욱 잘 느껴질 수 있도록 하였다.



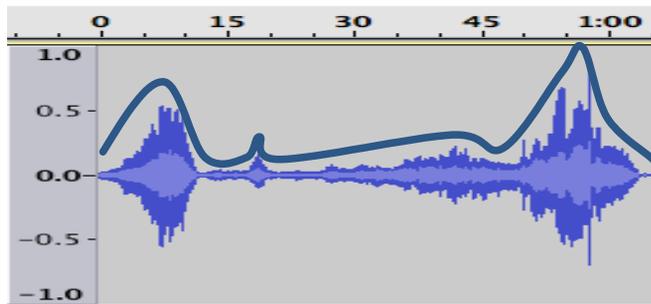
[그림-14] 파트 B의 진행에 따른 음색 변화

[그림-14]는 동일한 음의 진행으로 음색의 변화를 잘 들을 수 있도록 연주한 파트 B의 음색 변화 부분으로, 연주자가 자유롭게 음색을 변화한 것을 녹음하여 분석한 것이다. 처음부터 끝까지 동일한 음의 진행이지만 음색의 밝기의 변화가 명확히 보이고, 음고가 있는 노이즈 양의 비율도 변화하는 것을 볼 수 있다.

[표-2] 노이즈와 밝기 변화에 따른 이미지 적용

노이즈	노이즈의 비율이 적을 때	노이즈의 비율이 많을 때
시각화		
음색의 밝기	밝은 음색일 때	어두운 음색일 때
시각화		

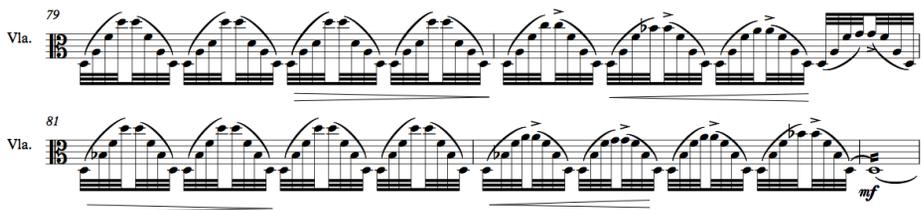
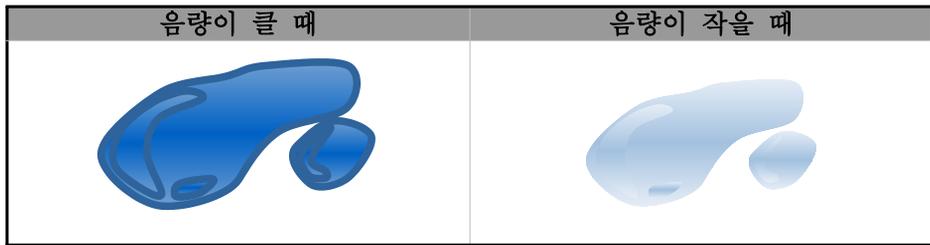
[표-2]에서 보는 바와 같이 작품 ‘섬’은 물과 관련이 된 이미지로 인간의 갈등이 고조되는 부분을 노이즈의 비율에 연관 지어 파도의 형태로 표현하였고, 음색의 밝기가 변화함에 따라 배경 이미지의 물의 색채가 변화하게 된다.



[그림-15] 파트 B의 음량 엔벨로프의 변화

연주자는 감정표현에 의한 다이내믹을 자유롭게 표현하게 되는데 [그림-15]는 그에 따른 음량의 변화를 나타낸 것으로 가로축은 시간, 세로축은 음량의 크기를 나타낸다. 형태지각과 깊이지각의 인시심리를 바탕으로 한 음색의 시각화는 음량의 크기가 클 경우에는 이미지의 채도가 높고 선명하게 보이며 음량의 크기가 작을 경우는 이미지의 채도가 낮아 흐릿하게 보여 멀리서 보이는 것 같은 느낌을 받게 된다.

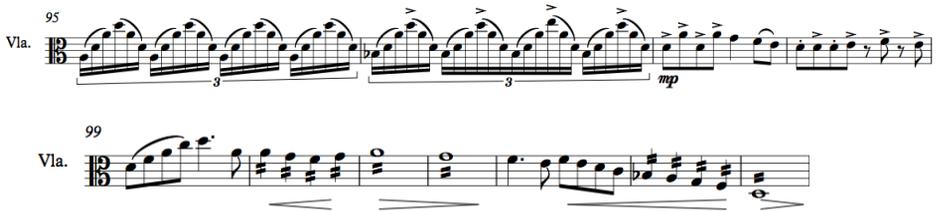
[표-3] 음량의 엔벨로프에 따른 채도와 선명도의 변화 적용



[악보-3] 파트 C의 비올라 아르페지오 진행

파트 C에서는 규격화 되어진 삶, 걱정적인 모습을 표현한 부분으로 규칙적이고 빠른 패턴의 아르페지오 진행으로 어떤 선율이 드러나는 것 보다 분위기를 조성하기 위한 느낌으로 표현하였다. 긴장감 조성을

위해 트레몰로 주법을 함께 사용하였으며, 아르페지오를 진행하는 가운데 작은 멜로디가 표현되도록 악센트로 순차 상-하 진행하여 표현하였다. 트레몰로와 아르페지오는 활의 움직임 수를 같게 하여 아르페지오에서 트레몰로로 넘어갈 때 같은 분위기로 진행 될 수 있도록 표현하였다.



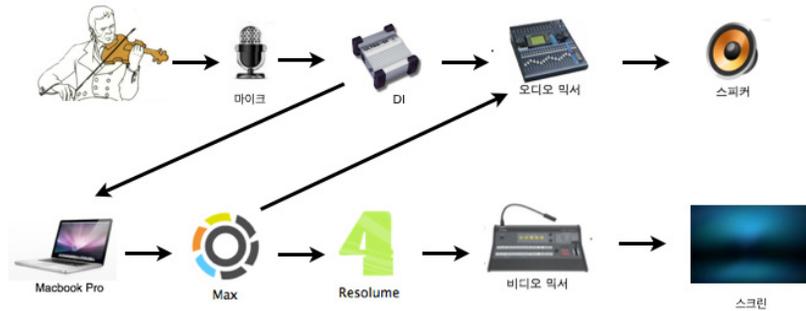
[악보-4] 파트 C'의 선율

파트 C'는 파트 C의 93마디부터 실시간으로 녹음되어 재생되어지는 비올라 연주에 맞추어 듀엣처럼 연주되어지는 부분이다. 96마디부터 비올라 솔로가 듀엣으로 연주되며 아르페지오 진행에 강렬한 선율과 긴장감을 더해주는 연주로 진행된다. 후반부를 지나며 비올라의 선율 중에 가장 높은 피치(pitch)를 연주하며 긴장감과 갈등을 최고조로 이르도록 표현하였다. 파트 A'는 파트 A의 주제 선율이 다시 등장하지 않으나 테이프 음악에서 사용된 바람소리와 잔잔한 분위기를 묘사하며, B파트와 C파트에서 조성한 긴장감 있는 분위기와 다르게 차분하며 다소 지친 듯한 느낌을 표현한다. 테이프 음악에서는 여러 신디사이저로 만들어진 바람소리 등의 자연적인 배경 소리 등을 표현하며 모핑(morphing)²⁰⁾기법을 사용하여 테이프 음악의 사운드 변화를 주고자 표현하였다.

20) 한 사운드가 다른 사운드로 합성 변형되는 과정. 본래의 형태를 변형시키는 기술.

2) 작품의 시스템 구성

본 작품의 전체적인 시스템 구성은 [그림-16]와 같다.



[그림-16] 시스템 구성도

비올라의 연주되는 사운드는 실시간 음색 분석을 하기 위해 MacBook Pro에 연결되어 Max/MSP와 Resolume²¹⁾을 통해 필요한 데이터 처리를 거쳐 영상으로 나타나게 된다. 비올라의 연주되는 사운드 직접 오디오 믹서로 연결되어 관객이 듣게 되며, 일부 비올라의 연주를 Max/MSP를 통해 실시간으로 녹음하여 재생하기도 한다.

21) 영상 제작 및 프로세싱을 위한 프로그램

3) 작품의 무대 구성

무대의 구성은 아래 [그림-17]과 같이 관객이 영상을 볼 때 방해되지 않도록 연주자를 한 쪽으로 배치하였으며, 후반부의 영상이 연주자의 조화가 이루어져 마치 연주자가 영상의 일부인 것처럼 보이도록 영상을 제작하였다.

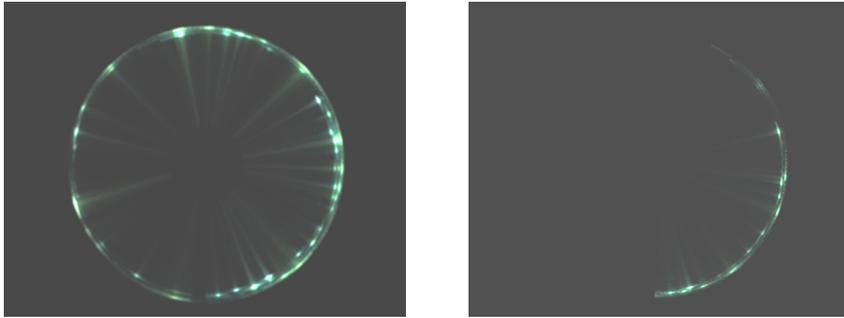


[그림-17] 무대 구성도

3. 음색의 시각화 적용 및 영상

작품 <섬>은 앞서 언급했듯이 인간 내면의 심리를 표현한 작품으로 추상적인 이미지를 표현하지만 섬이라는 장소는 물의 이미지를 포함하고 있기 때문에 전체적으로 물의 색감이 많이 표현되었다.

모든 영상이미지는 Max/MSP와 Resolume의 무선 OSC(Open Sound Control)²²⁾통신 연결을 통하여 실시간 프로세싱 된다.

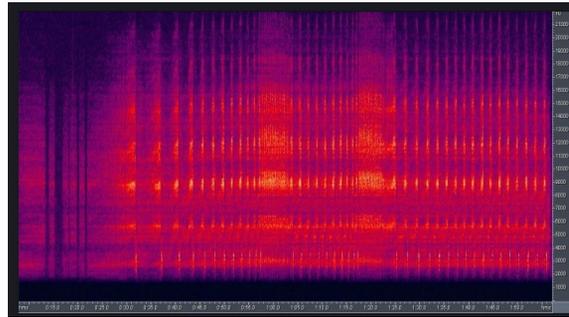


[그림-18] 파트 A의 영상 이미지

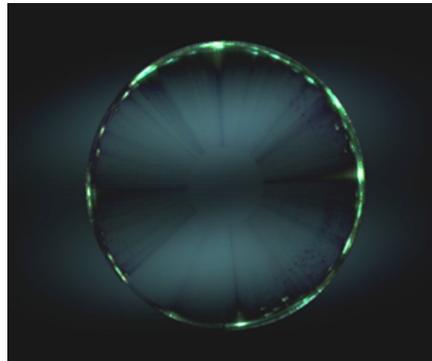
파트 A의 영상은 테이프 음악과 비올라 연주의 스펙트로그램을 원의 형태로 표현한 이미지이다. 음악이 진행하면서 아래부터 서서히 그려지는 원의 형태는 세상과 단절되어 고립됨을 더욱 부각시키며 잔잔한 음악에 맞추어 만들어진 영상이다. 사운드가 Max/MSP에 입력되면 사운드의 주파수와 시간의 흐름에 따른 데이터가 스펙트로그램으로 생성되는데 이는 음색의 특성을 가장 잘 보여줄 수 있는 그림이미지로 파트 A의 이미지에 그대로 적용하였다.

22) 미국에서 개발한 통합 멀티미디어 기술

작품의 흐름상 음량 값이 크지 않고 잔잔한 분위기이므로 명확한 스펙트로그램의 이미지를 볼 수 없지만 원의 뒷 배경인 물의 색감이 조금씩 나타나면서 사운드의 시각화를 서서히 경험하게 된다. 아래의 [그림-19]은 사운드 스펙트로그램을 작품의 원의 이미지에 적용한 것이다.



a) 파트 A의 사운드 스펙트로그램

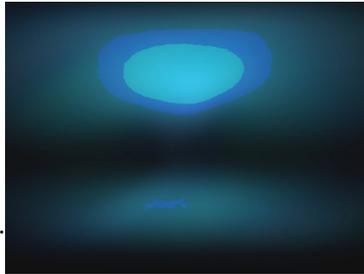


b) 스펙트로그램의 이미지 적용

[그림-19] 사운드 스펙트로그램의 이미지화

파트 B의 영상은 섬에서의 갈등을 물의 이미지로 표현하였다. 비올라의 노이즈 양에 따라 선의 이미지가 프로세싱 되어 변화하며, 음색

밝기에 따라 색채의 밝기(brightness)와 대조(contrast)가 변화되어 나타난다.



a) 배경 이미지



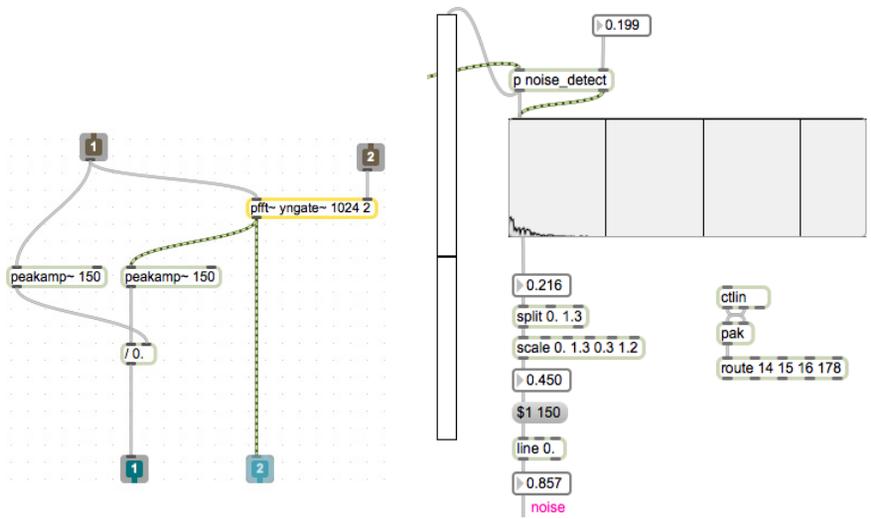
b)노이즈 비율이 적음



c) 노이즈 비율이 높음

[그림-20] 파트 B의 영상 이미지

[그림-20]은 노이즈 비율에 의한 영상의 변화를 보여주는 것으로 물의 색채를 띄는 배경이미지 위에 파도의 형태로 갈등을 표현하며 음색의 시각화를 한다. 앞의 인지심리 연구에 의하여 연주자의 활의 각도나, 활과 현의 마찰이 제대로 이루어지지 않을 경우 노이즈가 많이 발생하게 된다. 노이즈 비율이 높을수록 곡선의 파도 형태에서 날카로운 선의 이미지로 변화하게 된다. 연주되는 음색은 고정된 음색이 아닌 연주가 진행됨에 따라 음색 또한 변화하므로 선의 이미지도 계속 변화하게 된다.

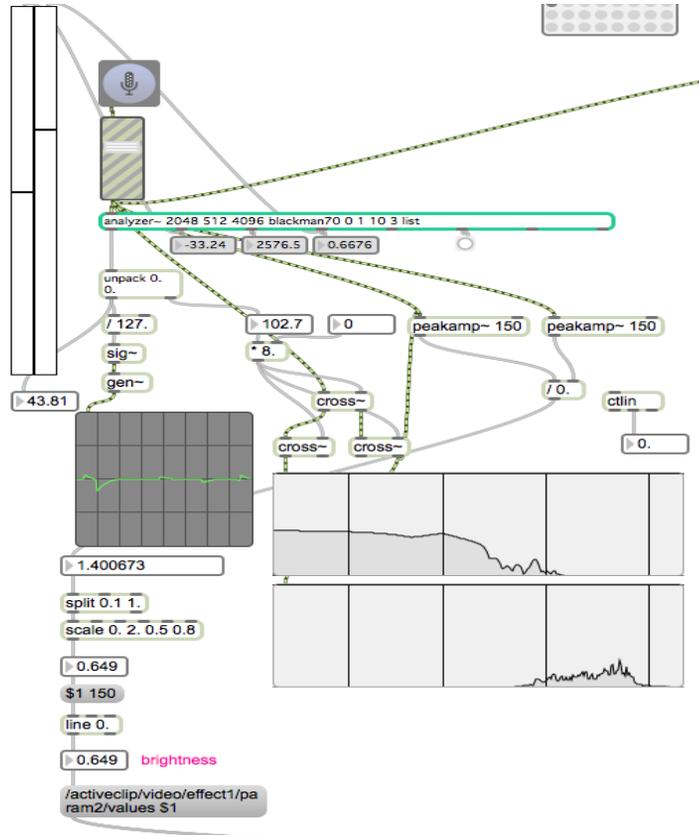


[그림-21] 노이즈의 비율 값을 추출하는 패치

[그림-21]는 비올라 사운드의 노이즈 비율을 추출하는 패치로 노이즈, 즉 잡음을 제거하기 위해 사용되는 용도의 오브젝트를 이용하여 역으로 계산하여 결과 값을 추출하도록 만든 패치이다. 제거해야 하는 노이즈의 양을 추출하여 비올라가 연주하는 전체 사운드에서 노이즈가 차지하는 비율이 얼마나 되는지를 계산하여 준다. 추출된 결과 값은 [그림-22]과 같이 OSC로 Resolume에 연동되어 영상을 프로세싱하게 된다.

Height	0.40	0.19
Jagginess	0.44	0.44
Wobble	0.25	0.00
Attenuation	0.80	1.37
Texture Rep	0.19	2.30

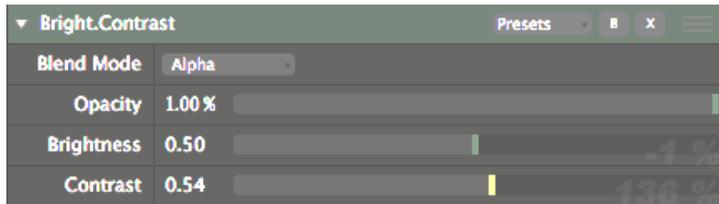
[그림-22] Max/MSP와 연동된 Resolume



[그림-23] 음색 밝기의 값을 추출하는 패치

음색의 밝기는 저배음과 고배음의 비율로서 나타낼 수 있으며, 앞선 음색 분석에서 약 8에서 10 배음을 기준으로 연주자의 표현에 의한 배음비가 달라짐을 알 수 있었다. 곡을 연주할 때 음고가 계속 변화하기 때문에 고정된 주파수영역의 크기나, 비율로는 음의 밝기를 알아낼 수 없다. 따라서 기준이 되는 배음위치를 확정하기 위해 연주되고 있는 음의 음고를 알아야 한다. [그림-23]은 음고를 찾아 8배음을 기

준으로 고역과 저역을 분리하여, 그 비율을 계산하는 Max/MSP 패치이다.



[그림-24] 음색의 밝기를 Resolume에 연동

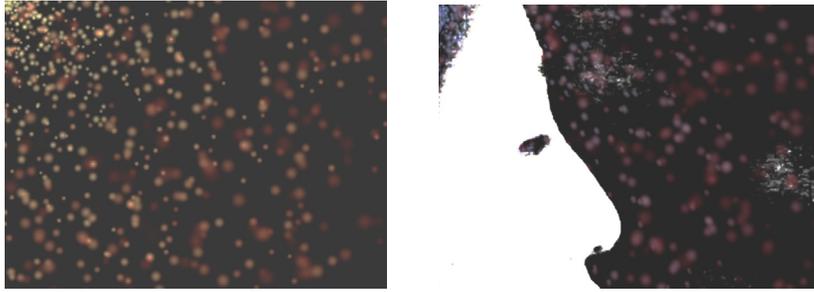
음색의 밝기가 밝아지면 OSC로 연동된 Resolume에서 Brightness와 Contrast의 값이 올라가고 배경 이미지의 영상이 실시간 프로세싱 되어 나타난다.



[그림-25] 파트 C의 영상

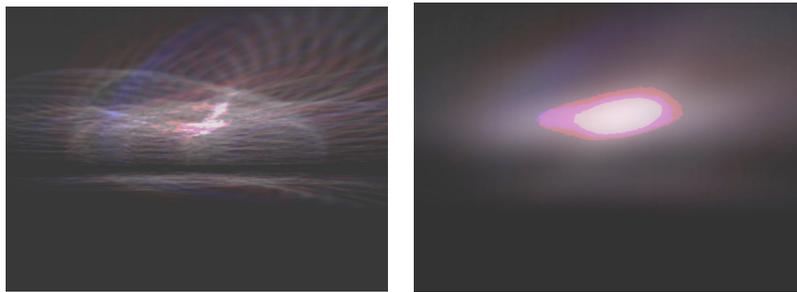
파트 C의 이미지는 화려한 불빛과 분주한 모습들을 물 속에서 보는 시각으로 표현하였으며 이는 고립과 갈등, 화려함과 알 수 없는 슬픔들을 역설적으로 표현하기 위함이다. 파트 C의 후반부로 진행되면서 물에서 공존할 수 없는 불의 이미지로 대조와 역설을 함께 표현하며

극심한 갈등 등을 표현하고자 하였다. 불의 이미지가 등장하며 물 밖의 화려함과 분주함이 더욱 강하게 나타나게 된다.



[그림-26] 파트 C'의 영상

테이프 음악과 비올라의 독주에서 테이프 음악이 점차 줄어들고 비올라의 듀엣으로 진행되며 파트 C에서 등장했던 불의 이미지가 부서진 느낌의 파티클(particle) 이미지로 표현되었다. 비올라의 연주가 절정에 이르면서 영상은 마치 회상하는 듯이 진행된다.



[그림-27] 파트 A'의 영상

‘섬에 우두커니 앉아 저 멀리 바라본 화려한 불 빛’을 표현한 영상 이미지로, 파트 A 초반에는 시각적으로 선명한 빛들이 보이지만 테이프 음악의 흐름에 따라 점차 희미해져 거리가 멀어지는 듯한 느낌을 묘사하였다.

A'파트의 일부는 테이프 음악의 음량 값에 의해 이미지가 표현된다. 형태지각 심리학을 바탕으로 하여 처음엔 명확히 보였던 불빛 이미지의 영상이 음량 값이 작아지면서 조금씩 희미한 영상으로 변화한다. 작품의 마지막으로 다다르면서 테이프 음악의 인간의 숨소리만 남게 되는데 사운드가 들려짐에 따라 이미지가 생성된다.

IV. 결론 및 문제점

본 작품 <섬>은 비올라의 음색 분석을 통해 사운드의 시각화를 멀티미디어 공연예술에 접목시킨 음악작품으로 본 연구를 통하여 비올라의 연속적인 음색의 변화를 분석하고 감상자가 공감할 수 있는 음색의 객관적 시각화를 통해 공감각을 경험하고자 하였다. 비올라의 연주의 음색의 시각화를 통해 창작하여 표현하고자 하는 것을 더욱 극대화시키기 위해 다양한 연구에 따른 기술과 예술적 기법들이 도입되었다. 감상자의 입장에서 인지심리음향의 연구를 토대로 하여 비올라 음색 시각화의 공감을 얻을 수 있도록 연구진행 하였으며, 연주자가 연주에 제약이 없이 실시간 연주에 따른 음색의 이미지를 나타낼 수 있도록 하였다. 노이즈와 엔벨로프, 음색의 밝기의 변화에 영상이 프로세싱 되어 관객이 음색과 영상의 변화를 함께 느낄 수 있도록 하였다. 앞으로 음색의 시각화에 대한 연구의 완성도 있는 결과를 위해 더욱 다양한 연구의 진행들이 필요하다.

첫째, 감상자가 소리를 들을 때 음악의 3요소인 가락, 화성, 멜로디를 듣게 되고 그에 따른 사운드 시각화에 공감하기가 비교적 쉽지만, 음의 3요소 중 하나인 음색의 시각화를 감상자가 공감할 수 있도록 심리음향의 연구 및 표본조사가 더욱 이루어져야 한다.

둘째, 또한 감상자가 소리의 음색을 들을 때 노이즈, 밝기, 음량의 포락선 이외에 어떤 요소들을 듣는지에 대한 연구와 그에 따른 음색의 객관적 시각화도 함께 연구되어야 한다.

셋째, 또한 기존에 악기의 개량 및 재합성, 그리고 보존을 위한 음색 분석 연구가 아닌 공연의 목적으로 이루어지는 실시간으로 분석되는 데이터를 더욱 효과적으로 얻기 위한 연구도 필요하다.

Keyword (검색어) : 컴퓨터 음악(computer music), 멀티미디어
음악(multimedia music), 비올라(Viola), 음색분석(sound analysis),
음색 시각화(sound visualization), 레졸륨(Resolume), Max/MSP,
공감각(synesthesia), 오디오-비주얼(Audio-Visual)

E-mail : youn0080@naver.com

참고문헌

1. 단행본

- 이정모 외. 인지심리학의 제 문제(2000) 학지사
- 신현정, 시각심리학 (2000) 「시그마프레스」
- Adler Samuel 저 「Workbook for the Study of Orchestration」
(QQNorton&Company, 2002)
- Roads, Curtis "The computer music tutorial"
(The MIT Press, 1996)
- Rush, Michael "New Media in Art"
(Thames & Hudson, 2005)

2. 참고논문

- 김혜지, 윤혜정 “국악기 피리의 소리 합성을 위한음색연구“
「동국대학교 영상대학원 멀티미디어 학과」, (2006)
- 오슬아, “바이올린의 실시간 음색분석을 통한 오디오-비주얼 작품
제작 연구” 「동국대학교 영상대학원」(2011)

- 이나래, “바이올린 주법에 따른 음색 스펙트럼 분석 연구”
「이화여자대학교 대학원」, (2006)
- 조순영, “인지심리학을 통하여 본 음악청취”
「서울대학교 대학원」, (1993)
- 황지영, “음악의 시각화를 위한 악기음색과 색청의 공감각적 연구” 「한국디지털아트미디어학회 학술대회 논문지」, (2003)

Abstract

Reserch on audio-visual multimedia productions by real-time timbre analysis of Viola.

Younnam Shin

The development of advanced digital technology in modern society, brought better cultural life than before, and nowadays audience could have experienced synthesis through audio-visual media art.

<Island> is an interactive multimedia music by timbre analysis of viola real-time processed visual image. I analyzed the timbre of many viola sounds, which are popularly used in contemporary music. Through many analyzed the timbre of viola it could possible division special feature of timbre which is auditory identifiable. Timbre was analyzed from the perspective of audience focused on noise, brightness, envelop of viola amplifier. Visual image was processed by the change of timbre, which is controlled by the performer's emotional expression. I studied viola timbre analysis not just <Island>, but also any othder viola media art that is why I analyzed

with Shuttler microphone which can stick on the viola's under bridge so, I could get more accurate numerical with no relationship of place.audience becomes to understand the will and emotion of composer easily experiencing synesthesia by sound visualization.

악보

무용단

$\text{♩} = 62$ 잔잔하게

Via. 17 *p* *mf* *p* *mp* *pp*

Via. 31 *mf* *p* *mf* *p* *mp* *pp*
ritare *legato* *ritare* *legato* 1oct. 2oct.

Via. 47 *mp* *mf* *pp* *mf*
 잔잔하게

Via. 71 *mp*

Via. 75

부록 1

- 비올라 악보 -

77
Vla.

79
Vla.

81
Vla.

83
Vla.

85
Vla.

93
Vla.

Vla. 96

Vla. 99

Vla. 102

Vla. 108

Vla. 118

Vla. 125

부록 3 (첨부 DVD 설명)

1. island_1116.mov : 공연실황
(2012년 11월 16일, 이해랑 예술극장)
2. island.maxpat : 공연에 사용된 Max/MSP 패치
3. Island.wav : Max/MSP에서 사용된 테이프 사운드
4. island.mov : 공연에 사용된 영상

