



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

전기기타의 피치 트래킹을 이용한
멀티미디어음악 작품 제작 연구
(멀티미디어음악 <A Voyage of Light>를 중심으로)

지도교수 김 준

동국대학교 영상대학원
멀티미디어학과 컴퓨터음악전공
강 효 석

2 0 1 3

석사학위논문

전기기타의 피치 트래킹을 이용한
멀티미디어음악 작품 제작 연구
(멀티미디어음악 <A Voyage of Light>를 중심으로)

강효석

지도교수 김 준

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2013년 1월 일

강효석의 음악석사학위(컴퓨터음악전공) 논문을 인준함.

2013년 1월 일

위원장: 박 상 훈



위원: 조 형 제 (인)



위원: 김 준



동국대학교 영상대학원

목 차

I. 연구의 배경과 목적	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	2
II. 기술적 연구	5
1. 전기기타와 노이즈	5
2. 소리의 원천에 대한 고찰	6
3. 노이즈 제거	9
4. 여과된 신호의 증폭	10
5. 엔벨로프 조정	12
6. 소리 합성	13
7. 인터페이스	14
III. 작품에서의 기술 적용	16
1. 작품의 내용	16
2. 작품의 구성	17
1) 작품의 구조	17
2) 작품의 시스템 구성	18

① 컴퓨터 운용	18
② Signal Flow	19
③ 영상 정보 운용	21
3. 파트별 기술 적용	24
1) Intro 1에서의 기술 적용	24
2) Intro 2에서의 기술 적용	26
3) Intro 3에서의 기술 적용	27
4) Melody-Solo에서의 기술 적용	28
5) Bridge-Unison Section에서의 기술 적용	29
6) Bridge-Noise에서의 기술 적용	31
IV. 결론 및 향후 계획	32
1. 연구의 의의	32
2. 연구의 문제점	32
3. 향후 연구 계획	33
참고문헌	34
Abstract	36
부록 1 : <A Voyage of Light> 악보	38
부록 2 : 첨부 DVD설명	41

표 목 차

[표-1] 작품의 구조	17
[표-2] 프리셋 운용	20
[표-3] 파트별로 사용한 영상 클립	22
[표-4] 프리셋별 엔벨로프	24

그 립 목 차

[그림-1] 내장형 센서가 탑재된 신색스	3
[그림-2] 부착형 센서인 Roland의 GK-3와 모듈 GR-55	3
[그림-3] 전기기타의 픽업과 뮤트 상태의 전기기타의 노이즈	5
[그림-4] 액티브 픽업과 배선도	6
[그림-5] 패시브 픽업과 액티브 픽업의 노이즈 비교	7
[그림-6] 험버커 픽업	8
[그림-7] 싱글코일 픽업과 험버커 픽업의 노이즈 비교	8
[그림-8] pfft~ngate~를 이용하여 노이즈를 소거	10
[그림-9] overdrive~를 이용하여 배음을 증폭	11
[그림-10] average~를 거친 직후의 엔벨로프 그래프의 변화	13
[그림-11] 소리합성을 위한 패치	14
[그림-12] 사용자 인터페이스	15
[그림-13] 컴퓨터 운용도	18
[그림-14] Signal Flow	19
[그림-15] Max/MSP와 Quartz Composer간의 통신을 위한 패치	21
[그림-16] Resolume Arena에 영상클립을 마운트 시킨 모습	23

[그림-17] Intro 1 작동원리 -----	25
[그림-18] Intro 1에서의 영상 -----	26
[그림-19] 코러스와 핑퐁 딜레이 -----	27
[그림-20] 기타의 음량에 따라 반응하는 구체 -----	28
[그림-21] 유니즌 섹션의 악보 -----	30
[그림-22] 유니즌 섹션의 영상 -----	30
[그림-23] 음높이를 필터의 중심주파수로 활용 -----	31

I. 연구의 배경과 목적

1. 연구의 배경

전통적인 악기, 이를 테면 피아노, 바이올린, 클라리넷, 트럼펫 등은 각각 건반을 누른다든가 현(弦)을 문지른다든가 바람을 불어 넣는다든가 하는 각 악기 고유의 연주법으로 소리를 낸다. 한편 공학 기술의 발달은 음악의 영역에 까지 영향을 미쳐 20세기 중반 이후, 개발된 기술을 응용하여 소리 합성을 통한 다양한 악기의 출현을 가속시켰다. 이를 토대로 전통적인 악기와 새로운 기술을 융합하여, 기존의 악기에서 원래의 소리가 아닌 다른 소리를 내도록 하기도 하고, 반대로 악기의 형태는 전통적인 모습과는 다르지만 기존에 가지고 있었던 악기 고유의 소리를 내도록 하는 것도 가능해졌다.

흔히 소리의 3요소는 음높이(pitch), 음량(loudness), 음색(timbre)이라 말을 한다. 음높이는 진동의 주기성(frequency)에 의해 결정이 되고, 음량은 신호의 진폭(amplitude)에 의해 결정이 되며, 음색은 배음의 결합 형태에 따라 결정된다. 그런데 미국국가표준학회의 정의에 따르면, 음색이란 ‘동일한 음량과 음높이를 갖는 두 개의 소리가 청자로 하여금 다르다고 판별할 수 있도록 하는 속성¹⁾’이다. 따라서 음높이와 음의 세기를 고정 변수로 활용하고, 음색을 변화시킨다면 악기의 형태가 무엇이든지 다양한 소리를 낼 수 있도록 만들 수 있을 것이다.

음량을 추적하는 기술은 상대적으로 쉽다. 예를 들어, 마이크는 진동을 전기 신호로 변환시키는 역할을 하는 장치인데 이때 마이크에서 변환된 전압의 변화가 곧 진폭의 변화 즉, 음량의 변화가 된다. 이것은

1) American National Standard Institute (ANSI) 12.9 (1960)

일대일 대응 함수이기 때문에 많은 계산을 필요로 하지 않는다.

음의 높이를 추적하는 기술은 보다 까다로운데, 이것은 주파수별 진폭에 대한 분석을 하고, 상대적으로 진폭이 큰 주파수를 선별하여 배음관계를 계산하는 등의 다소 복잡한 절차를 거쳐야 하기 때문이다.

오랜 시간 동안 많은 음악가와 공학자들이, 기존의 악기형태를 유지하면서도 악기가 내는 소리는 기존의 그것과 다르게 하기 위하여 악기의 음높이와 음량을 추적하려는 노력을 기울여 왔다. 오늘날 이와 같은 추적 기술이 이미 상당히 발달되어 있는 것도 사실이다.

그러나 상업화와 산업화는 정보에 배타성을 지니게 만들어 예술가들이 작품 제작을 하기 위해서는 막대한 비용을 지불해야만 하거나, 정보제공의 규격화, 몰개성화로 인해 특수성을 지녀야만 하는 예술 작품의 제작에 정작 필요한 정보를 제공받지 못하는 경우도 생기게 되었다.

2. 연구의 목적

악기의 음높이를 추적하여 멀티미디어 작품에 활용하는 연구는 이전에도 계속되었다. 그런데, 색소폰이나 트롬본과 같은 관악기나 목소리 등의 음높이를 이용한 작품제작과 연구는 상대적으로 많았으나 전기기타의 사용은 적었다. 실제로 많은 수의 기타 연주자가 존재함에도 불구하고, 이를 멀티미디어 작품 제작에 활용하지 못하는 것은 자원 활용에 있어 아쉬운 현상이며, 예술가 스스로 예술적 한계를 설정한다는 측면에서 돌파의 필요성이 있다.

현재 전기기타의 음높이를 추적하여 연주에 바로 사용할 수 있는 장치 중에 상업적인 용도로 판매하고 있는 것은 기타 신디사이저의 형태를 취하고 있는 제품들이며, [그림-1]에서 보듯이 음높이를 추적할 수

있는 센서가 내장되어 있다.



[그림-1] 내장형 센서가 탑재된 신색스(SynthAxe)

이러한 형태가 아닌 보통의 전기기타에서 음높이를 추적하려면 [그림-2]에서와 같이 별도의 센서를 기타의 몸통에 부착하고 같은 제조사에서 만든 음원 모듈(sound source module)을 사용해야만 한다.



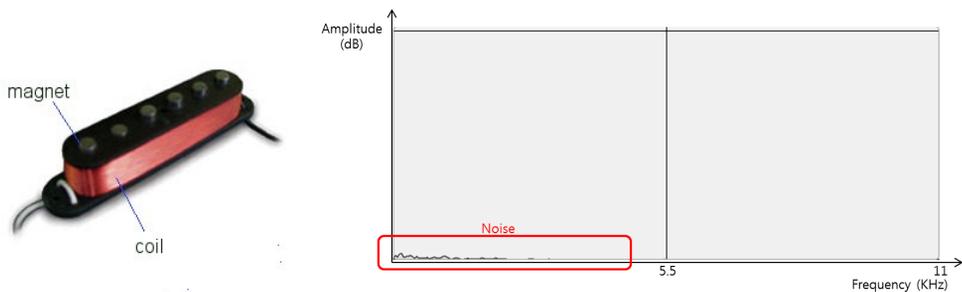
[그림-2] 부착형 센서인 Roland의 GK-3(왼쪽)와 모듈 GR-55(오른쪽)

본 연구는 일반적인 전기기타의 세팅, 다시 말해서 내장 센서나 별도의 외부 장치 없이도 기능을 하는 음높이 추적 방법을 찾아보고 이를 실시간 연주에 활용하며 얻어진 파라미터를 사용해서 멀티미디어 작품의 제작에 응용하는 방법을 모색하기 위한 것이다.

II. 기술적 연구

1. 전기기타와 노이즈

전기기타가 다른 악기와 달리 음높이의 추적이 용이하지 않은 가장 큰 이유는, 악기가 구조적으로 가지고 있는 문제에 기인한다. 그것은 바로 노이즈(noise)²⁾가 다른 악기에 비해 많이 발생한다는 데 있다. 그 중에서도 전기기타는 전자기유도³⁾라는 방식으로 픽업(pick-up)⁴⁾을 통해 소리를 내는데, 이 방식에서는 노이즈가 기본적으로 발생하며 [그림-3]에서 보듯이 이것의 음량은 유의한 수준이다. 또한 탄현(彈絃)이라는 연주방식도 문제가 되는데, 연주에 필요하지 않은 음을 뮤트(mute)한다고 하더라도 어느 정도의 발생은 연주상 불가피하며 이는 곧 음높이 추적의 난점으로 귀결된다.



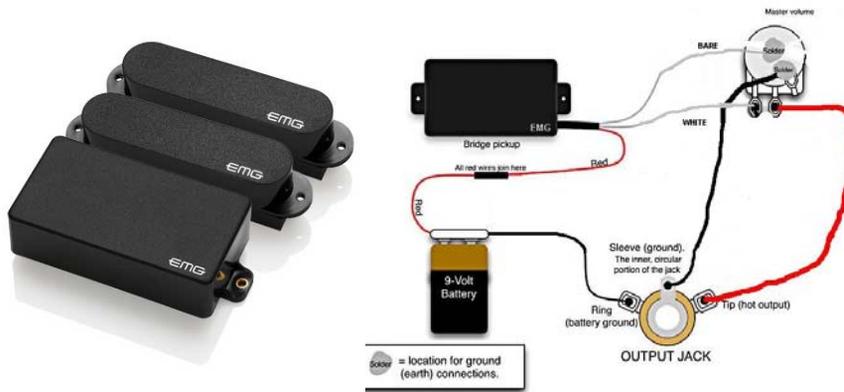
[그림-3] 전기기타의 픽업과 뮤트 상태의 전기기타의 노이즈

- 2) 주기성을 갖지 않은 신호. 따라서 음높이를 가지고 있지 않음
- 3) 도체(導體)의 주변에서 자기장을 변화시켰을 때 전류가 흐르는 현상
- 4) 전기기타의 몸통에 부착하여 현의 진동을 전기신호로 변환하는 장치

음높이 추적 기술은 기본적으로 배음렬을 이용하여 판별하는 방식을 택한다. 즉, 배음이 위치한 주파수 영역을 해석하여 기음(fundamental)이 어떤 음인지를 찾아내는 것이다. 만약 노이즈가 많다면 배음과의 구분도 모호해질 것이고 결과적으로 음높이 추적은 불가능하다는 것이다. 따라서 전기기타의 음높이 추적을 용이하게 하는 핵심은 ‘노이즈의 관리’라고 할 수 있다.

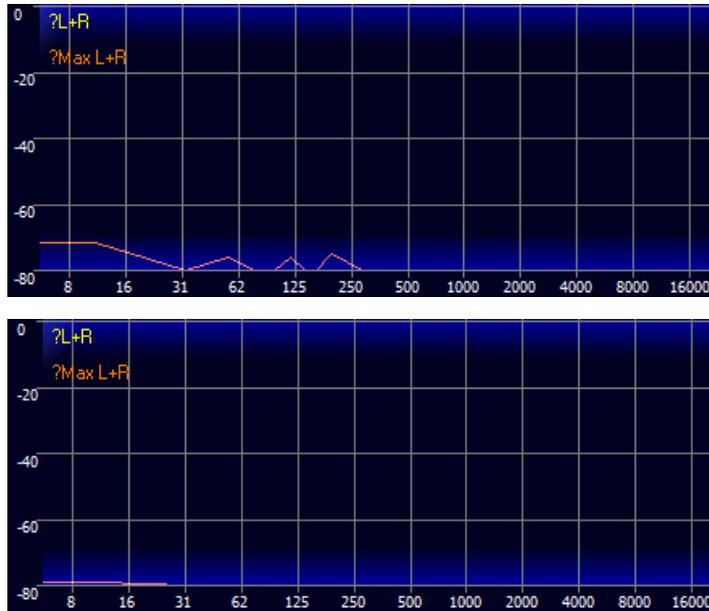
2. 소리의 원천에 대한 고찰

전기기타의 음높이 추적을 용이하게 하는 기본은 어떻게 노이즈를 관리하는가에 달려 있다. 이의 해결을 위해서는 되도록 노이즈가 적은 악기의 사용이 우선되어야 한다. 전기기타의 픽업은 기타줄의 진동을 통해 스스로 전기를 발생하는 패시브(passive) 방식과 거기에 더해 보조 전력을 이용하여 신호를 증폭하는 액티브(active) 방식이 있다. 패시브 픽업에서 얻어진 전기적 신호는 매우 약하기 때문에 필연적으로 노이즈가 많을 수밖에 없는 반면에 액티브 픽업은 상대적으로 적다.



[그림-4] 액티브 픽업과 배선도

오늘날에는 노이즈가 덜 발생하도록 설계된 패시브 방식의 픽업도 많이 나오고는 있지만, 안정성이라는 측면을 고려할 때 역시 구조적으로 개선을 한 액티브 형태가 나올 수밖에 없다. [그림-5]는 뮤트 상태의 패시브 픽업과 액티브 픽업의 스펙트로그램⁵⁾을 비교한 것인데, 액티브 픽업에서는 패시브 픽업에 비해 노이즈가 현저하게 줄어든 것을 알 수가 있다.



[그림-5] 패시브 픽업(위)과 액티브 픽업(아래)의 노이즈 비교⁶⁾

불가피하게 패시브 방식의 픽업을 사용해야 하는 경우라면, 험버커 (humbucker) 픽업을 사용하는 것이 좋다. 험버커 픽업은 [그림-6]에서

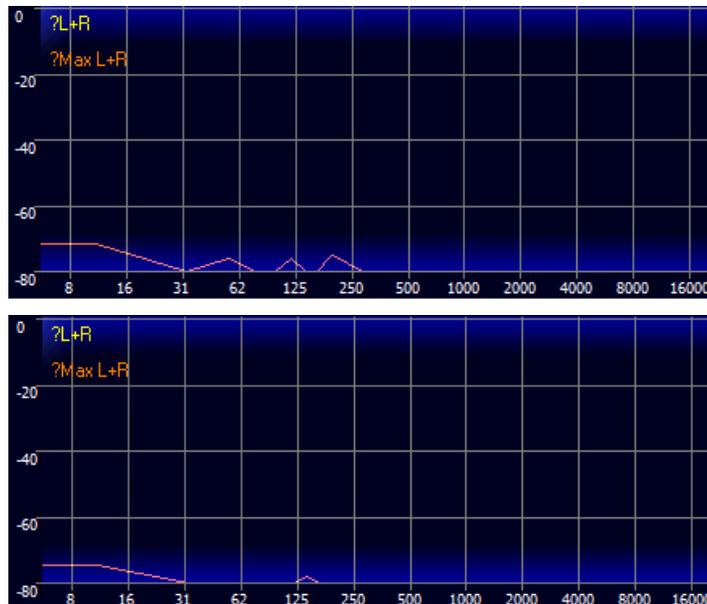
-
- 5) 주파수를 정의역으로 진폭을 공역으로 하는 그래프의 일종. 본 연구에서는 Waves PAZ frequency를 사용하여 실험
 - 6) 본 연구에서는 패시브 픽업으로 미국 Suhr의 FL 픽업, 액티브 픽업으로 EMG의 SA 픽업을 사용

와 같이 싱글코일(single coil) 픽업 두 개를 나란히 붙이되 코일을 감는 방향을 반대로 하여 노이즈를 줄이는 방식을 취하고 있다. 따라서 노이즈로부터 자유로우며, 결과적으로 음높이 추적이 보다 용이해진다.



[그림-6] 험버커(humbucker) 픽업

[그림-7]은 패시브 방식의 픽업에서 싱글코일 픽업과 험버커 픽업의 노이즈를 비교한 것이다. 그림에서 보듯이 험버커 픽업은 패시브 방식임에도 불구하고 노이즈를 상당량 줄일 수 있다.



[그림-7] 싱글코일 픽업(위)과 험버커 픽업(아래)의 노이즈 비교

일반적으로 패시브 방식의 픽업을 사용하면 전기기타와 앰프를 연결하는 케이블의 길이를 되도록 짧게 유지하도록 권장한다. 이는 패시브 방식의 픽업이 가지고 있는 구조적인 특성상, 케이블의 길이가 길면 길수록 신호가 더욱 약화되어 노이즈가 현저하게 증가하기 때문이다.

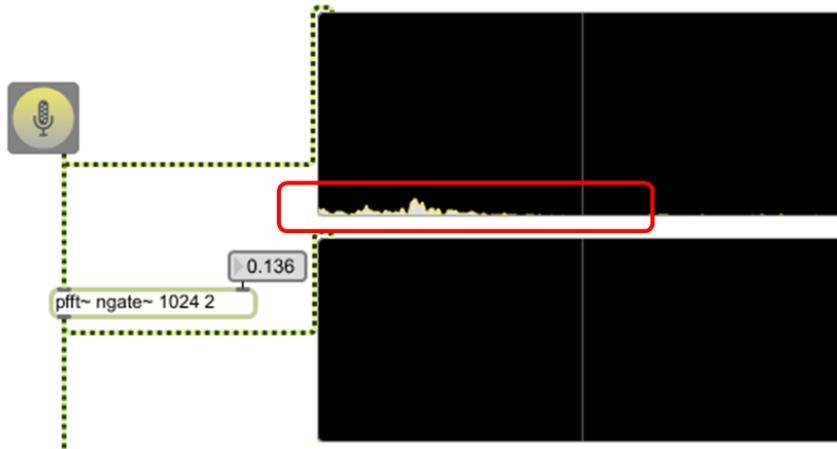
3. 노이즈 제거

노이즈를 제거하기 위하여 일정 수준 이하의 음량은 걸러주어, 추적해야 할 대상의 범위를 좁혀준다. 보통, 노이즈는 의도적으로 연주하는 음보다 음량이 작으므로 이 차이를 이용하여 노이즈를 걸러주는 것이다. 중요한 것은 기준이 되는 음량 수준을 잘못 결정하면, 연주하는 음, 즉 추적해야 하는 음도 걸러지기 때문에 주의가 필요하다.

본 연구에서는 Max/MSP⁷⁾의 pfft~ngate~오브젝트를 이용하여 해결하였다. pfft~ngate~는 사용자가 규정해 주는 음량 수준 이하로는 소리를 소거해줄 수 있다.

[그림-8]은 pfft~ngate~를 사용하여 노이즈를 소거해 주는 Max/MSP 패치이다. 그림에서 보듯이, Max/MSP 상의 기준 음량값을 0.136으로 설정하여 그 이하는 모두 소거시킨다. 이런 방법으로 노이즈가 없는 깨끗한 신호를 확보한다. 다시 말해서 원래의 신호가 가진 노이즈를 제거하여 배음만 남기는 것이다.

7) Cycling74에서 개발한 MIDI 및 사운드 컨트롤 응용프로그램



[그림 8] pfft~ngate~를 이용하여 노이즈를 소거

4. 여과된 신호의 증폭

연주는 시종일관 똑같은 세기로 되지 않는다. 기술적인 이유와 표현적인 이유가 있겠는데, 먼저 기술적인 이유는 사람에게는 기계와 같은 정확성을 요구할 수 없기 때문이다. 둘째로 표현적인 이유는, 센 음과 여린 음이 적절하게 조화를 이루어야 음악적인 효과를 기대할 수 있다는 것이다. 따라서 한 작품 안에서의 셈여림은 필연적으로 다양해질 수밖에 없다.

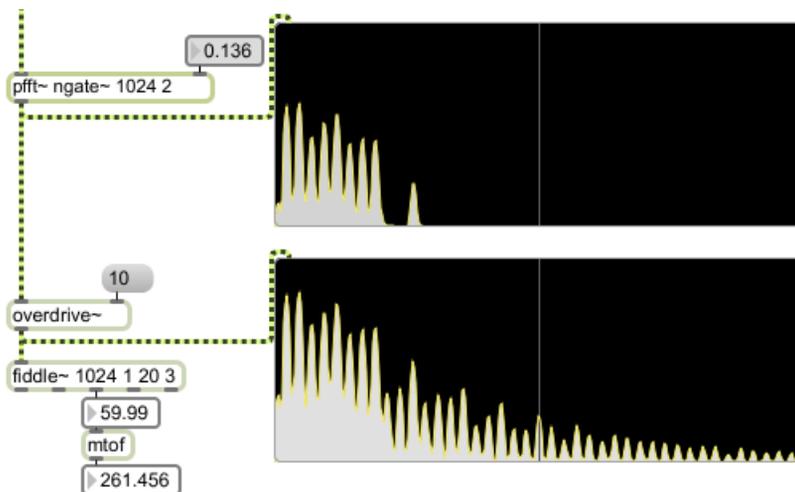
매우 여리게(*pp*)나 여리게(*p*) 연주를 하면 그 연주된 음의 음량 수준은 노이즈의 그것과 확연한 차이를 만들어 내지 못한다. 따라서 기음보다는 작은 음량을 가지고 있는 고(高)배음이 노이즈 제거를 위한 신호 처리에 의해 소거될 확률이 높아진다. 결과적으로 약하게 연주하는 음은 음높이 추적이 불가능해질 수 있다. 따라서 약하게 연주할 때도 음높이 추적을 안정성 있게 하기 위해서는 신호를 증폭할 필요가 있다.

음높이를 추적하는 방식은 배음렬을 통해서이다. 그런데 pfft~

ngate~ 이후의 신호는 본래의 신호가 가진 노이즈를 제거하였기 때문에 배음만 가지고 있다. 바로 이 신호를 증폭하는 것이다. 이렇게 하면, 배음렬도 더욱 두드러지게 나타날 것이고 이에 따라 추적도 용이해진다.

본 연구에서는 overdrive~ 오브젝트를 사용하였다. overdrive~는 오디오 신호를 증폭해 주는 역할을 한다. [그림-9]는 C3음을 튕겼을 때의 신호가 overdrive~를 거치면서 배음렬이 두드러지는 것을 보여준다.

이와 같은 과정을 거친 신호를 Miller Pukette⁸⁾이 음높이 추적을 위해 개발한 오브젝트인 fiddle~에 연결하면 음높이를 실시간 추적할 수 있다.



[그림-9] overdrive~를 이용하여 배음을 증폭

8) 現 University of California, San Diego의 교수이며, 1980년대부터 Max/MSP 연구자로 활약함

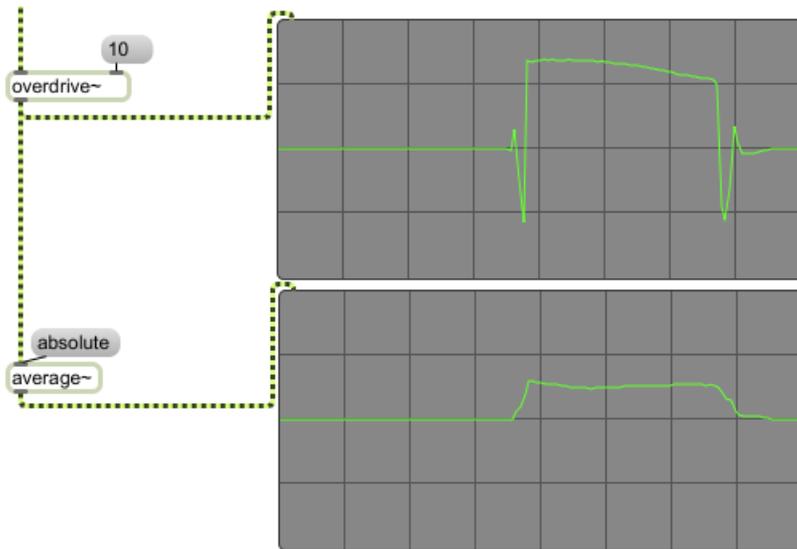
5. 엔벨로프 조정

본 연구는 전기기타에서 확보한 음높이를 근거로 소리를 합성하여 실시간 연주에 활용하는 것이 취지이다. 서두에 언급하였듯이 소리의 주요 요소는 음높이, 음량, 음색이다. 여기서는 음량에 대해 서술하려 한다.

음량의 시간적 변화 즉, 앰프 엔벨로프(amp envelope)를 활용하는 방법은 두 가지인데, 하나는 기타의 그것을 그대로 사용하는 것이고, 또 하나는 창작하는 것이다. 본 연구에서는 기타를 탄현할 때의 앰프 엔벨로프를 그대로 사용하는 쪽을 택했다.

소리는 전기적인 장치를 이용하는 한 전기적인 특징을 가질 수밖에 없다. 전기 신호는 음의 값과 양의 값을 오간다. 이 때 아주 짧지만, 0의 값을 갖는 시점이 오기 마련이다. 이렇게 되면 자연스럽게도 소리는 나지 않는다. 그 순간에는 진폭이 0이므로 음량도 0이 되기 때문이다. 이 문제의 해결을 위해서 기타의 줄이 진동하는 동안 진폭값이 0으로 떨어지지 않도록 설정하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 절대값의 평균을 취하는 방법을 택했다. Max/MSP에는 average~오브젝트가 있는데, average~는 일정 구간 내의 수치의 평균을 구하므로 전기신호가 매우 짧은 순간 0이 된다고 하더라도 오브젝트를 통해 구한 값이 0이 될 확률은 없다. 또한 이 오브젝트의 옵션 가운데 절대값을 구하는 메시지인 absolute가 있어서 이 메시지를 오브젝트로 보내면 average~는 절대값만을 취하며 따라서 안정적인 엔벨로프를 확보할 수 있게 된다. [그림-10]은 average~를 거치면서 변화된 엔벨로프를 보여준다.



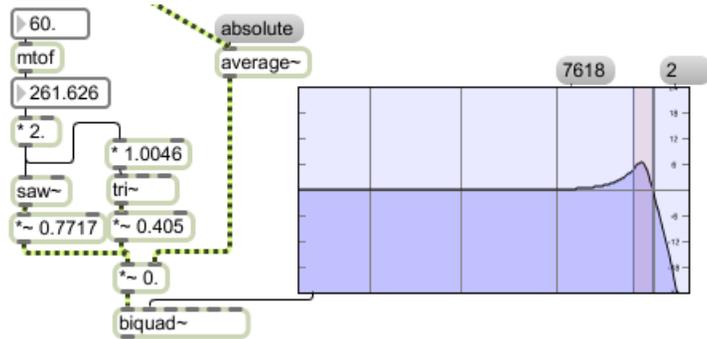
[그림-10] average~를 거친 직후의 엔벨로프 그래프의 변화

average~ 오브젝트는 overdrive~ 오브젝트와 연결하는 것이 가장 효과적이다. 왜냐하면 기타의 본래 신호에 연결하면 노이즈의 앰프 엔벨로프가 함께 따라오기 때문이고, 노이즈 게이트를 통과한 직후에 연결하면 신호의 진폭이 너무 작아서 엔벨로프의 변화의 폭도 작아지기 때문이다. 그러므로 overdrive~ 직후에 연결하는 것이 적합하다 하겠다.

6. 소리 합성

음높이와 음량을 확보하면 남은 것은 음색이다. 본 연구에서는 두 개의 오실레이터(oscillator)를 이용하여 가산합성(additive synthesis) 하였다. 두 개의 오실레이터는 각각 톱니파(sawtooth wave)와 삼각파(triangular wave)를 발진(發振)하며 미묘하게 디튠(detune)하였다. 이

렇게 합성한 소리는 최종적으로 컷오프(cut-off) 주파수가 7618Hz이고 Q가 2인 로우패스 필터(lowpass filter)를 거치게 된다. [그림-11]은 소리합성을 위한 Max/MSP 패치를 보여준다.



[그림-11] 소리합성을 위한 패치

7. 인터페이스

실제 공연장에서는 공연을 준비하는데 주어지는 시간이 길지 않을 수도 있다. 따라서 사용자 인터페이스(user interface)는 필요한 정보를 일목요연하게 보여주고 손쉽게 파라미터를 조정할 수 있도록 만드는 것이 중요하다.

인터페이스는 크게 세 개의 부분으로 이루어져 있다. 오디오 정보 부분, 영상 정보 부분, 오디오-비디오간 통신 부분이다.

오디오 정보 부분은 기타의 원래 신호, pfft~ngate~직후의 신호, overdrive~직후의 신호를 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 설계되어 있으며, 직관적으로 파라미터를 조정할 수 있도록 노브를 달아 두었다. 또 dry signal과 wet signal의 음량을 믹스할 수 있도록 노브를 달았고, 피치 엔벨로프(pitch envelope) 및 앰프 엔벨로프를 설정할 수

있도록 function 오브젝트를 배치하였다.

영상 정보 부분은 음높이와 음량으로부터 추출한 파라미터를 영상 툴(tool)에 적용하기 위하여 해당 파라미터를 얼마만큼 변환시킬지 조정할 수 있도록 하였다.

통신 부분은 툴 간에(본 연구에서는 Max/MSP와 Quartz Composer) 통신이 원활하지 않을 시 강제적으로 이어줄 수 있도록 상황조치를 위한 버튼을 달아 두었다.

[그림-12]는 최종적으로 사용자가 보게 되는 인터페이스이다.



[그림-12] 사용자 인터페이스

Ⅲ. 작품에서의 기술 적용

1. 작품의 내용

사람은 세상에 나면서 죽는 날까지 일종의 여행을 하고 있는 셈이다. 어렸을 때는 아직은 힘이 없지만 꿈은 가득하여 세상의 모든 것이 신기하고 무엇이든 이룰 수 있다는 희망에 부풀어 있다. 청소년기가 되면 아는 것도 많아지고 힘도 세져서 스스로 무언가를 찾거나 이루기 위하여 본격적인 여행을 개시하게 된다. 청년기가 되면 어떤 종류가 되었든 간에 수많은 경험을 하고, 보고 듣고 배우는 것도 많아진다. 그러나 세상은 보기만큼 호락호락하지만은 않다. 인생에서는 노력한 만큼 얻을 수 없는 것들도 있다는 것을 알게 되고, 인간관계는 너무나 복잡하며, 좌절과 시련을 겪기도 한다. 하지만 죽는 그 날까지 열심히 살아가는 것도 사람의 소명이다. 시련을 통해 배우고 익히고, 같은 실수를 되풀이하지 않기 위해 조심하고 노력한다. 어찌면 좌절과 시련은 더 발전한 존재가 된 자기자신을 이루는 일부분일지도 모른다.

멀티미디어 음악작품 <A Voyage of Light>는 빛에 빚대어 인간의 삶을 돌아보고자 하는 작품이다. 작품에서 빛은 미미한 존재로 태어났고 보잘것없고 왜소하다. 그러나 점점 성장하고 어느덧 어엿한 에너지 덩어리가 된다. 빛은 더 많은 것을 보고 듣고 알기 위해 여행을 시작한다. 여행에서 많은 것을 경험하게 되지만 동시에 어둡고 낮설고 힘든 현실을 마주하게 된다. 암담한 현실에서는 좀처럼 빠져나올 수가 없다. 마침내 빛은 그런 현실에서부터 많은 것을 체득하게 되고, 아픈 경험마저 자신의 일부로 녹여내어 더 큰 또 하나의 존재가 된다. 빛은 이제 자신의 모습을 인정하고 받아들이며 여정을 계속한다.

2. 작품의 구성

1) 작품의 구조

본 작품은 [표-1]에서 보듯이, 전체적으로 네 개의 파트로 이루어져 있다. 테이프음악(tape music)은 반주로만 활용을 하고, 파트에 따라 기타가 본래의 소리도 내고 합성음을 내기도 한다. 영상은 파트에 따라 실시간으로 상호작용할 때도 있고, 미리 만든 클립(clip)이 재생되기도 한다.

[표-1] 작품의 구조

파트	세부구조	시간	기타의 소리
Intro	Intro 1	0'00"~1'08"	Synthesizer
	Intro 2	1'09"~1'46"	Guitar
	Intro 3	1'47"~2'26"	Guitar
Melody	Head-In ⁹⁾	2'27"~3'15"	Guitar
	Solo	3'16"~4'40"	Guitar+ Synth.
Bridge	Unison Section	4'41"~5'01"	Guitar+ Synth.
	Noise	5'02"~6'04"	Synthesizer
Melody	Head-Out	6'05"~6'53"	Guitar

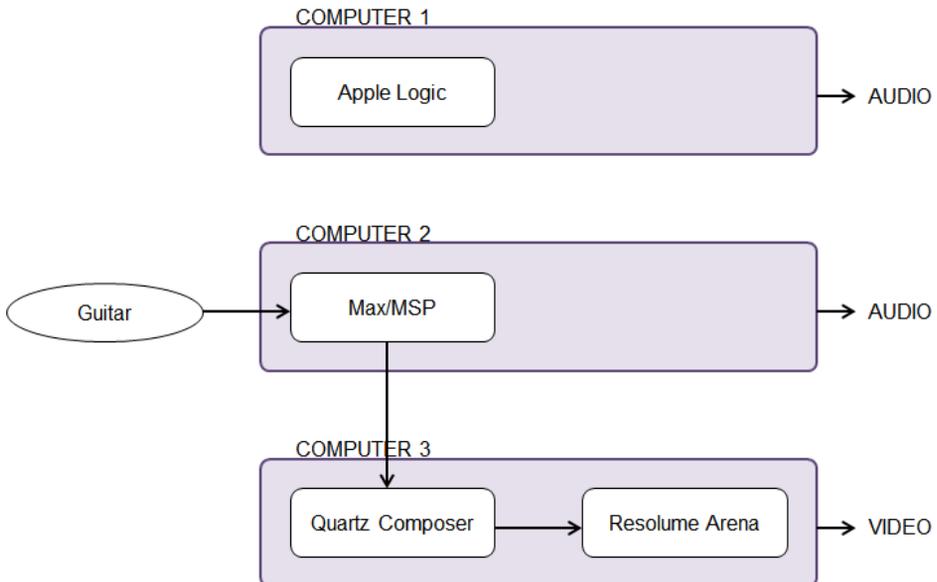
9) 재즈에서 사용하는 용어로, 도입부에서의 주제가 되는 선율을 의미. 마찬가지로 Head-Out은 결말부에서의 주제 선율을 의미

2) 작품의 시스템 구성

① 컴퓨터 운용

[그림-13]은 작품 공연에서의 컴퓨터의 운용을 도식화 한 것이다.

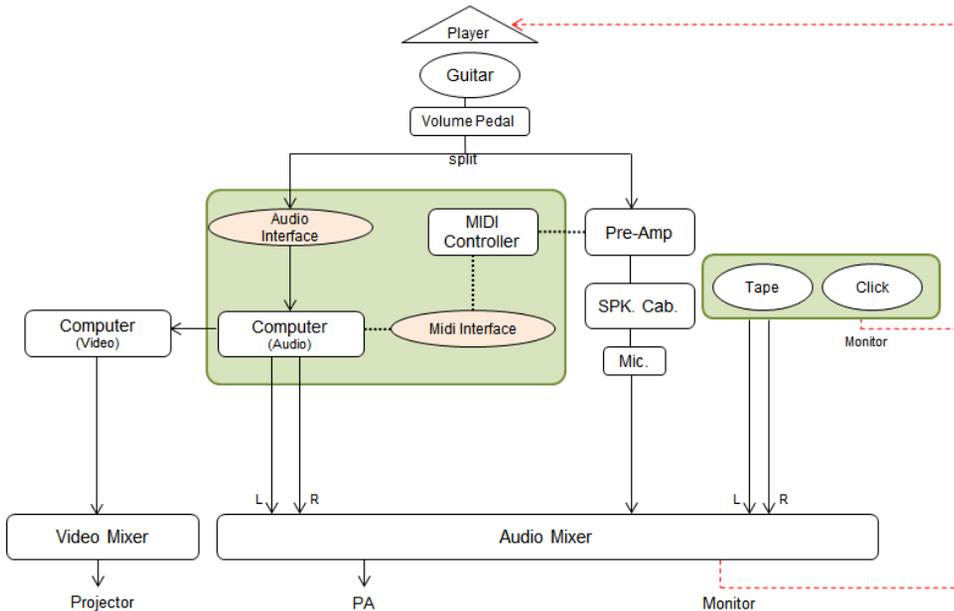
본 작품에는 세 대의 컴퓨터를 사용하였다. 세 대의 컴퓨터는 각각 테이프의 재생, 기타 이펙터, 영상 제어 기능을 한다. 이렇게 기능에 따라 컴퓨터를 분리한 이유는 되도록 컴퓨터의 CPU에 가해지는 부담을 덜어 오작동을 막기 위함이다.



[그림-13] 컴퓨터 운용도

② Signal Flow

[그림-14]는 Signal Flow를 도식화 한 것이다.



[그림-14] Signal Flow

전기기타의 소리신호는 두 개로 나뉘어 하나는 기타의 앰프로 가고 또 다른 하나는 Max/MSP로 바로 들어간다. 전기기타는 앰프가 있어야만 제 소리를 내는 이른바 반쪽 악기이므로 앰프를 거친 이후의 소리가 전기기타 본연의 소리라 하겠다. 그럼에도 불구하고 또 다른 신호가 앰프를 거치지 않고 Max/MSP로 바로 들어가는 이유는 기타로부터 발생하는 소리신호 정보를 앰프로 인한 왜곡 없이 확보하기 위함이다. Max/MSP를 거치며 가공된 신호는 오디오 믹서를 통해 공연장 음향 시스템으로 나간다. 또한 가공된 데이터는 Quartz Composer로 보내어

영상을 실시간으로 제어하게 되며, 다시 Resolume Arena에서 파트별로 다른 영상클립을 선택한다. 최종적으로 만들어진 영상은 비디오 믹서를 통해 공연장에 영사한다.

한편, 기타의 앰프와 Max/MSP는 미디 컨트롤러로써 제어하며 이는 파트별 프리셋(preset)을 불러오는 데에만 활용을 한다.

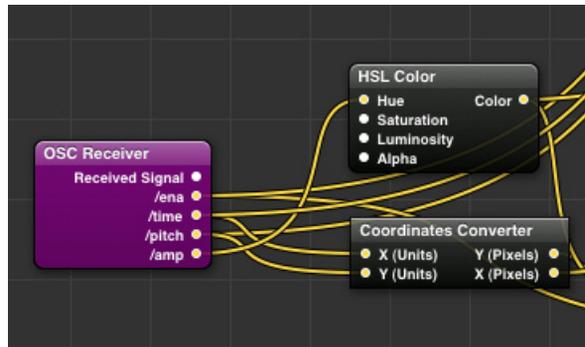
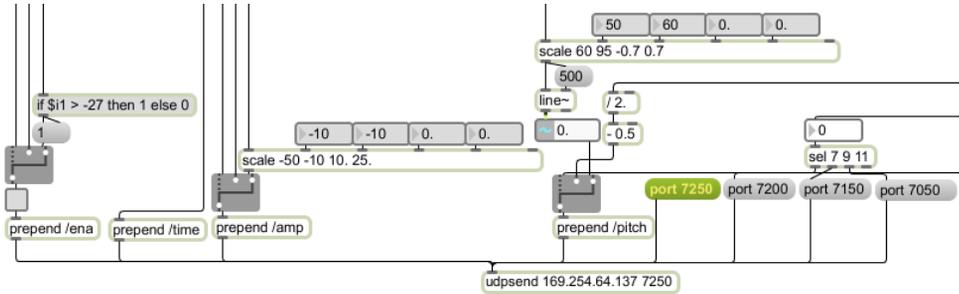
[표-2]는 프리셋에 따른 기타 앰프와 Max/MSP의 변화를 보여준다.

[표-2] 프리셋 운용

번호	파트	기타 앰프 채널	Max/MSP
1	Intro 1	Mute	Pitch/Amp. Envelope 1
2	Intro 1	Mute	Pitch/Amp. Envelope 2
3	Intro 1	Mute	Pitch/Amp. Envelope 3
4	Intro 1	Mute	Pitch/Amp. Envelope 4
5	Intro 1	Mute	Pitch/Amp. Envelope 5
6	Intro 2 & 3	Clean	Chorus, Delay
7	Head-In	Over Drive	Chorus, Delay
8	Solo	Over Drive	Synthesizer, Chorus, Delay
9	Unison Section	Over Drive	Chorus
10	Noise	Mute	Synthesizer, Delay
11	Head-Out	Over Drive	Chorus, Delay

③ 영상 정보 운용

소리신호에서 얻어진 파라미터는 Quartz Composer를 통해 실시간으로 영상을 제어한다. Max/MSP와 Quartz Composer 간의 통신은 OSC¹⁰⁾를 이용하였다. [그림-15]에서처럼 Max/MSP에서 udpsend 오브젝트를 통해 데이터를 보내면 Quartz Composer의 OSC receiver 오브젝트에서 받아서 영상에 적용하는 것이다.



[그림-15] Max/MSP와 Quartz Composer 간의 통신을 위한 패치

10) UC Berkely의 CNMAT(Center for New Music & Audio Technology)에서 개발한 통합 멀티미디어 네트워크 기술

이렇게 만들어지는 비디오 클립은 곡 전반에 걸쳐 모두 적용되지는 않는다. [표-3]에서와 같이 실제로 소리와 영상이 상호작용하는 파트는 모두 다섯 개이며, 그 밖의 파트는 미리 제작된 영상을 재생한다.

[표-3] 파트별로 사용한 영상 클립

파트	Intro 1	Intro 2	Solo	Unison	Noise
클립	clip 1	clip 2	clip 3	clip 4	clip 5

이 때, 프리셋별로 통신 포트를 달리하기 때문에 두 툴 간에 교신되는 파라미터가 다른 클립에 적용되는 문제는 없다. 요컨대 해당 영상 클립에 필요한 데이터만 교신하기 때문에 필요 없는 데이터 처리에 따른 과부하가 걸리지 않는다는 것이고, 따라서 시스템 운용을 안정적으로 가져갈 수 있다.

이런 방법으로 만들어진 다섯 개의 영상 클립은 모두 Resolume Arena의 layer에 mount 시킨다. Resolume Arena는 VJing을 위해 만들어진 툴이므로, 클립의 빠른 전환과 실시간 영상효과 처리에 매우 뛰어난 성능을 가지고 있다. 본 연구에서는 클립의 전환을 위해서만 사용하였다.

Resolume Arena는 별도의 운용자를 필요로 한다. 운용자는 음악파트에 따라 영상클립을 선택하는 역할만 맡게 된다.

Resolume Arena에서는 크게 두 개의 레이어를 사용하였다. 하나는 음악 파트에 따른 클립을 재생하고, 또 다른 하나는 마치 음악에서 사용하는 테이프처럼 처음부터 끝까지 배경이 되는 영상을 재생한다. 배경영상은 실시간으로 처리되는 영상클립을 강조하기도 하고, 클립과 이어져 영상에 연속성을 부여하기도 한다.



[그림-16] Resolume Arena에 영상클립을 마운트 시킨 모습

[그림-16]은 실시간 상호작용하는 Quartz Composer의 다섯 개의 클립을 Resolume Arena의 위쪽 레이어에, 배경이 되는 영상을 아래쪽 레이어에 마운트 시킨 모습이다. 영상 운용자는 별도의 컨트롤러를 이용하여 음악 파트에 따라 각각의 영상클립을 선택할 수 있다.

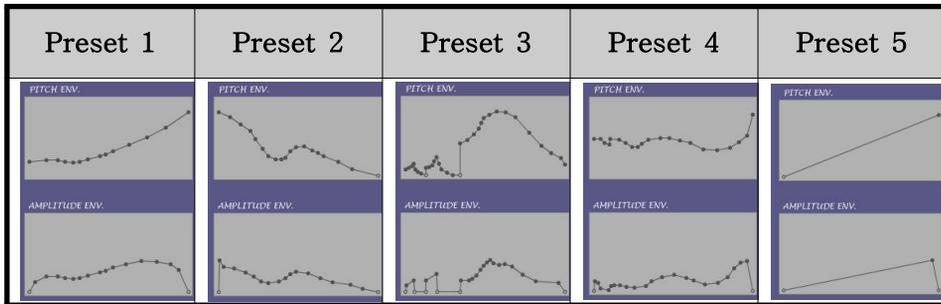
3. 파트별 기술 적용

1) Intro 1에서의 기술 적용

이 파트에서는 전기기타를 이용하여 합성음을 낸다. 청중은 무대에서 기타 연주자만 보게 되지만, 기타 앰프를 뮤트 시켜 놓기 때문에 청중이 듣는 소리는 합성음뿐이다.

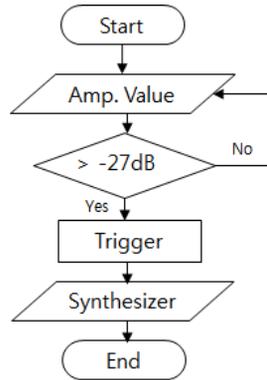
합성음은 Max/MSP를 통해 만든다. Max/MSP의 function 오브젝트를 이용해서 피치 엔벨로프와 앰프 엔벨로프를 만들고, 이것을 프리셋에 미리 저장하여 미디 콘트롤러로써 불러내는 것이다. [표-4]는 프리셋별로 사용한 피치 엔벨로프와 앰프 엔벨로프를 보여준다.

[표-4] 프리셋별 엔벨로프



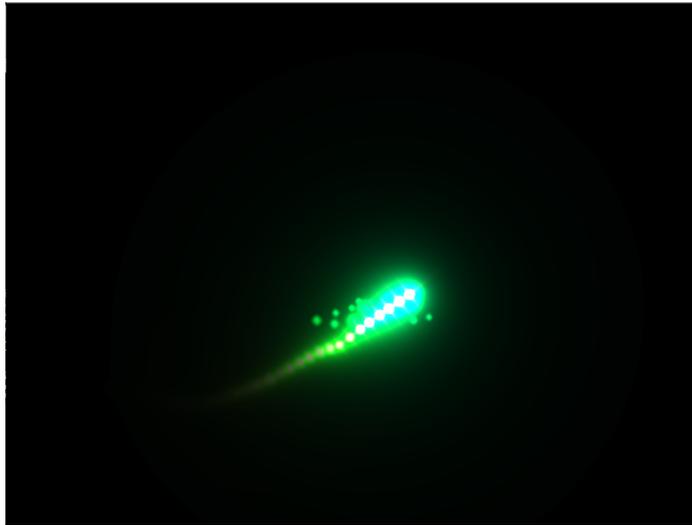
기타는 이 합성음이 나기 시작할 수 있도록 방아쇠(trigger)의 역할을 한다. 일정 음량 수준 이상의 신호가 기타에서 나오게 되면 Max/MSP에서의 합성음이 나기 시작한다는 것이다. 이때 어느 정도의 음량 수준을 판별의 지표로 삼는가 하는 것은 사용하는 오디오 인터페이스에 따라 다르게 나타날 수 있는데, 본 연구에서는 M-Audio의 FireWire Solo를 사용하였고, 인풋 게인(input gain)을 12시 방향으로 고정하였

다. 본 작품에서 판별의 기준이 된 음량 수준은 -27dB 이었다. [그림-17]은 이 파트에서의 작동원리를 순서도를 통해서 보여주고 있다.



[그림-17] Intro 1 작동원리

음높이는 영상에서, 개체의 Y 좌표 즉 영상의 높낮이에 관계된다. 음높이가 높으면 Y 좌표값도 커져서 개체가 위로 올라가며, 음높이가 낮으면 Y 좌표값도 작아져서 개체는 아래로 내려간다. Max/MSP에서의 피치 엔벨로프를 그대로 영상 파라미터로 대입하기 때문에, 청중은 음높이와 똑같은 영상을 눈으로도 확인할 수 있다. [그림-18]은 피치 엔벨로프가 실제로 적용되어 빛이 위아래로 움직이고 있는 영상이다.



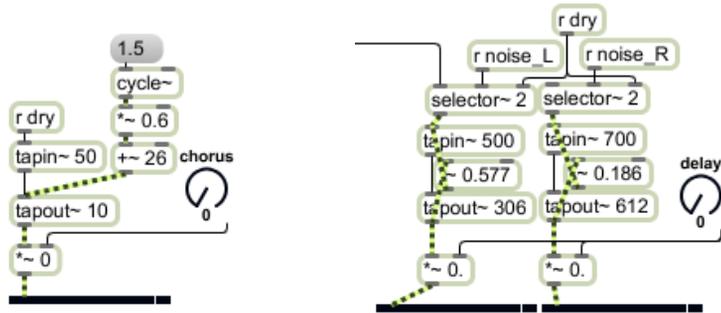
[그림-18] Intro 1에서의 영상

2) Intro 2에서의 기술 적용

일반적으로 코러스(chorus)라고 불리는 이펙터는 도플러 효과를 이용하여 음을 소폭 디튠하는 이펙터이다. 이렇게 디튠을 시키면 음향학자들이 말하는 이른바 두터운 소리를 만들 수 있다. 뿐만 아니라 코러스 이펙터만의 독특한 음색 덕분에 기타리스트들에게 오랫동안 널리 애용되어 왔다. 딜레이(delay)는 시간차를 두어 원래의 소리를 반복 재생하는 이펙터의 한 종류이다. 딜레이 이펙터를 좌우로 나누어 한 쪽은 8분음표 단위로 반복하고 다른 한쪽은 4분음표 단위로 재생하게 되면 사람은 양쪽에서 소리가 왔다 갔다 하는 느낌을 받게 되는데, 이를 핑퐁 딜레이(ping pong delay)라고 부른다. 핑퐁 딜레이를 사용하면 공간감이 느껴져서 원래의 소리보다 덩치가 큰 느낌을 받게 된다.

[그림-19]는 본 작품에서 사용한 코러스와 핑퐁 딜레이이다. 이 파트에서는 기타라는 악기 하나가 다른 모든 소리를 뚫고 넓은 공간감을

만들어 주는 것이 핵심이었으므로 코러스와 핑퐁 딜레이를 사용하였다.

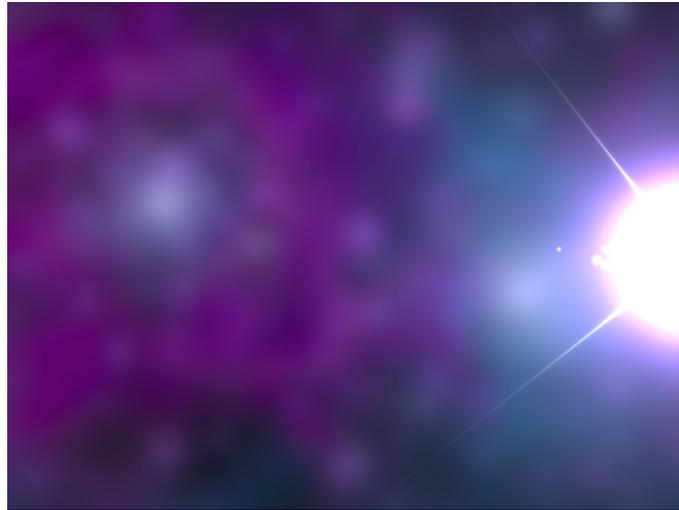


[그림-19] 코러스(왼쪽)과 핑퐁 딜레이(오른쪽)

3) Intro 3에서의 기술 적용

이 파트는 음량의 변화에 따라 영상에 등장하는 구체(球體)의 크기가 실시간으로 상호작용한다. 연주상의 특징은 볼륨페달을 사용한다는 것이다. 즉 손으로는 기타를 치고, 발로는 음량을 조절한다. 이러한 주법을 볼륨주법이라고 하는데, 볼륨페달이 나오기 전에는 전기기타에 장착되어 있는 볼륨 조절 노브를 손가락으로 돌려가며 연주하였다. 그런데, 기타 연주는 원래 양손을 모두 사용하기 때문에 이와 같은 주법은 난이도가 매우 높을 수밖에 없다. 그래서 오늘날에는 볼륨페달을 사용하여 보다 손쉽게 볼륨주법을 연주한다.

볼륨페달을 거친 소리신호는 Max/MSP에서 실시간으로 음량 분석을 하게 되고, scale 오브젝트를 거치면서 영상제어 파라미터로 변환된다. 변환된 데이터는 OSC를 통해 Quartz Composer로 들어가고 최종적으로 구체의 크기를 제어하는 것이다. [그림-20]은 기타의 음량에 따라 반응하는 영상을 보여준다.



[그림-20] 기타의 음량에 따라 반응하는 구체

4) Melody - Solo에서의 기술 적용

작품 <A Voyage of Light>는 큰 틀에서 볼 때 재즈의 형식을 취하고 있다. 재즈는 작곡자가 만든 주제 선율을 처음에 연주한 이후에는 연주자 임의대로 즉흥연주를 한다는 것이 특징이다.

이 파트는 전기기타의 즉흥연주가 주를 이룬다. 즉흥연주는 악보에 기보된 대로 연주하는 것보다는 상대적으로 정밀하지 않은 연주가 많을 수밖에 없는데, 경우에 따라서는 잘못 연주되는 음이 날 수도 있으며, 피킹(picking)이 정확하게 이루어지지 않는 경우도 생길 수 있다. 그러나 연주 때마다 다르게 느끼는 연주자의 감성을 그대로 표현할 수 있고, 청중과의 교감 정도를 고려하며 연주할 수 있다는 것은 즉흥연주의 묘미라 할 수 있다.

기술적으로 볼 때, 이 파트의 핵심은 기타 신디사이저의 활용이다. 앰프를 통해서 나오는 기타 소리는 마이크를 통해 수음하고, 이를

Max/MSP를 이용하여 만든 합성음과 재합성하여 드라이 시그널을 만든다. 드라이 시그널은 다시 코러스와 딜레이로써 신호처리하여 웨트 시그널을 만든다.

이 파트에서의 영상은 전기기타의 음높이와 음량으로써 제어한다. 음높이는 영상의 Y 좌표와 관계하며, 음높이에 따라 개체의 높낮이가 제어된다. 음량은 영상 개체의 작동에 관계하여, 기타에서 나오는 신호의 음량이 -27dB을 넘으면 영상 개체가 작동을 시작하며 그 이하일 경우에는 작동을 멈춘다.

5) Bridge - Unison Section에서의 기술 적용

이 파트는 전체 작품 속에서 청중들을 환기시키고, 전환점을 만드는 기능을 한다. 이를 위해 유니즌(unison) 기법을 사용하였다. 유니즌이라고 하는 것은 모든 악기가 같은 패턴으로 연주하는 것을 의미한다. 이런 방식은 음악에 힘을 느끼게 해 주며, 동시에 격렬함을 유도할 수 있다.

더불어 소위 폴리리듬(poly rhythm)이라고 불리는 기법도 사용하였다. <A Voyage of Light>는 기본적으로 8분의 7박자의 곡이다. 선행한 파트를 통해 8분의 7박에 익숙해진 청중들에게 좀 더 긴장감을 주기 위하여 박자는 그대로 둔 채로 리듬을 복잡하게 만드는 것이다. 청중들은 원래의 박자를 인지하지 못하게 되고 마디의 구분도 모호해져서 긴장감을 느끼게 되는 것이다. [그림-21]은 이 파트의 악보이다.



[그림-21] 유니즌 섹션의 악보

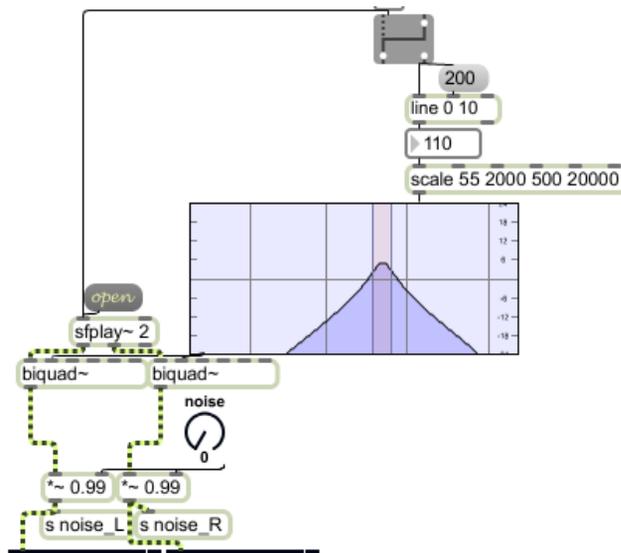
영상도 강렬한 느낌을 바탕으로 하였다. 빛이라는 것은 빛나고 있을 때보다는 깜빡일 때가 더욱 주의를 끌게 된다. 그래서 음량이 -27dB 이상이 되면 영상이 작동되도록 하여 빛이 번쩍이는 효과를 주었다. 개체의 X/Y 좌표는 임의의 값이며, 좌표 변화의 속도 또한 임의이다. 이렇게 파라미터를 임의로 둔 이유는, 일정하지 않음은 불확실성을 야기하고, 불확실성은 인간에게 긴장감을 유발시키기 때문이다.



[그림-22] 유니즌 섹션의 영상

6) Bridge - Noise에서의 기술 적용

이 파트에서는 화이트 노이즈(white noise)를 샘플링하여 레조넌스 필터(resonance filter)를 이용한 감산합성법(subtractive synthesis)을 사용하였다. 기타에서 확보된 음높이 정보는 필터의 중심 주파수로 변환하여 활용하였다. 즉, 기타의 음높이에 따라 필터의 중심 주파수가 변하게 되므로 청중은 소리의 변화를 느낄 수 있게 된다. 파라미터의 변환 직전에는 line오브젝트를 달아서 기타의 음높이가 급격하게 변하더라도 중심 주파수는 선형(線形)의 변화가 되도록 하였다. [그림-23]은 작동원리를 보여주는 Max/MSP 패치이다.



[그림-23] 음높이를 필터의 중심주파수로 활용

IV. 결론 및 향후 계획

1. 연구의 의의

본 연구는 전기기타의 음높이를 정확히 추적하고, 이를 소리의 합성에 이용하여 다양한 음색 변화를 유도할 수 있었다는 데 의의를 둘 수 있다. 나아가 이 정보를 영상에도 적용하여 시각적으로도 활용할 수 있기 때문에 멀티미디어 공연 예술 구현의 가능성을 볼 수 있었다.

본 연구에서는 전기기타를 이용했지만, 다른 악기에도 동일하게 적용할 수 있다. 정확한 음높이 추적이 가능해졌기 때문이다. 이는 악기의 형태에 구애됨이 없이 다양한 소리를 낼 수 있다는 것을 의미한다. 많은 예술가들이 표현 방법의 확장을 시도하고 연구를 하고 있다는 점에서 이 점은 그들의 기본적인 욕구를 다소나마 충족시킨 것이라고 할 수 있겠다.

2. 연구의 문제점

연구의 진행 과정에서 발견된 문제점은 크게 두 가지이다.

첫 째는 공연장소에 대한 문제이다. 전기기타는 앰프를 사용하기 때문에 기본적으로 음량이 크다. 공연 장소가 좁으면, 기타 앰프에서 나오는 소리 즉, dry signal이 과도하게 들리게 되어 처리된 합성음과의 균형을 무너뜨릴 여지가 있다. 이는 곧 청중들의 몰입을 방해하는 요소로 작용할 수 있다는 것이다. 따라서 공연장의 소리를 책임지는 엔지니어와의 공조로 소리간의 균형을 최대한 맞추어 주는 과정이 절대적으로 필요하다.

둘째는 fiddle~이 갖는 특징 때문에 생기는 문제이다. fiddle~은 55Hz 미만의 음높이는 판별해 내지를 못한다. 기타는 일반 튜닝법¹¹⁾을 따를 경우, 최저음이 E1음으로서 41Hz까지 낼 수 있다. 즉, 41Hz와 55Hz 사이의 음인 E1, F1, F#1, G1, G#1 다섯 개의 음은 이용할 수 없다는 한계를 가진다.

3. 향후 연구 계획

본 연구에서는 대부분 기타의 앰프 엔벨로프를 그대로 이용하였다. 소리의 중요한 요소인 엔벨로프를 다변화 시킨다면 같은 음색, 같은 음높이라고 하더라도 또 다른 소리의 형태를 만들 수 있을 것이다. 향후, 본 연구에서 고찰한 신디사이저에 다양한 엔벨로프를 적용하는 방법을 연구한다면 전기기타를 개조하지 않고도 자신이 가지고 있는 악기를 통해 다양한 음색 변화를 유도할 수 있을 것이다.

Keyword (검색어) : 컴퓨터 음악(computer music), 멀티미디어 음악(multimedia music), 피치 트래킹(Pitch Tracking), 기타 신디사이저(Guitar Synthesizer), Max/MSP, 퀴즈 콤포저(Quartz Composer),

E-mail : chrishk@hanmail.net

11) 6번줄부터 1번줄까지 개방현의 음이 E1, A1, D2, G2, B2, E3가 되는 튜닝법

참고문헌

1. 단행본

- 박영욱 「미디어 아트는 X예술이다」 (향연, 2011)
- Ascott, Roy (이원곤 번역) 「테크노에틱 아트」
(연세대학교 출판부, 2009)
- Chadabe, Joel “Electric Sound” (Prentice Hall, 1997)
- Cipriani, Alessandro & Giri Maurizio
“Electronic Music and Sound Design volume 1”
(ConTempoNet, 2010)
- Dodge, Charles & Jerse, Thomas A. “Computer Music-2nd ed.”
(Schirmer, 1997)
- Roads, Curtis “The Computer Music Tutorial”
(The MIT Press, 1996)

2. 참고논문

- 양동훈, “포먼트-기타 이펙트를 활용한 오디오-비주얼 작품 제작 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2012)
- 홍의식, “Saxophone의 음색분석을 통한 오디오-비주얼 작품 제작 연구” 「동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과」, (2011)

3. 인터넷

- EMG pickups
<http://www.emgpickups.com>
- Max/MSP Forum
<http://www.cycling74.com/forums>
- Quartz Composer
<http://www.quartzcomposer.com/compositions>
- Roland
<http://www.roland.co.jp>
- Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Guitar_synthesizer
<http://en.wikipedia.org/wiki/SynthAxe>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Timbre>

Abstract

Multimedia music using electric guitar pitch tracking

KANG, Hyoseok

Traditional instruments such as piano, violin, trumpet etc make sound with their own way. Technology has influenced music scene so that engineers have made various instruments using sound synthesis technology. Nowadays, there are numerous instruments which are not like traditional shape but have traditional sound and vice versa. Commercial guitar synthesizer has been developed already and it is divided into two types. One is built-in pitch tracking sensor type, and the other is external type. If a guitarist wants to use their own instrument, he or she has to equip the latter. This study shows us how to detect pitch without any guitar modification and how to develop guitar synthesizer with Max/MSP.

Electric guitars make much hum or noise, which is considerable. This causes the difficulty of pitch tracking. Thus, if we manage hum or noise, we can detect pitch easily. It is a good choice to use active pick-ups. If you have only passive one, a humbucker pick-up is helpful because it reduces hum or noise. Noise gate is also an answer and we have to set proper noise threshold. The signal after noise gate becomes too weak for us to detect pitch, so we have to amplify it.

Because this signal will have pure harmonics series, it turns into healthy signal after amplification.

Accurate pitch tracking is the first step to make guitar synthesizer. Using this method in multimedia performances will expand the capability of artistic expression. Eventually, audiences will be likely to experience rich and better performances.

부록 1 : <A Voyage of Light> 악보

A Voyage of Light

composed by KANG Hyoseok

A ♩=85 1'09"

freely

B Guitar

E.P.

C ♩=98 Am

Drums & Bass

D Am⁷ B^bM⁷ Am

Am⁷ B^bM⁷ Am

Bm⁷ CM⁷ Bm

Am⁷ B^bM⁷ Am

The musical score is divided into four sections: A, B, C, and D. Section A is a 4/4 piece with a tempo of 85 bpm, marked 'freely', and a duration of 1'09". Section B is a guitar part in 4/4 time, spanning measures 3 to 39, with an 'E.P.' (Electric Piano) part starting at measure 23. Section C is a 4/8 piece for 'Drums & Bass' with a tempo of 98 bpm, starting at measure 40. Section D is a piano part in 4/4 time, spanning measures 44 to 59, with various chord markings: Am⁷, B^bM⁷, Am, Bm⁷, CM⁷, and Bm.

2

E Am 60 61 62 63

F Am⁷ 64 B^bM⁷ 65 Am⁷ 66 (A⁷) 67
Guitar Synth. Solo

Dm⁷ 68 69 Am⁷ 70 71

F^M 72 E⁷ 73 Am⁷ 74 (E⁷) 75

G Am⁷ 76 B^bM⁷ 77 Am⁷ 78 79

Am⁷ 80 B^bM⁷ 81 Am⁷ 82 83

Bm⁷ 84 CM⁷ 85 Bm⁷ 86 87

Am⁷ 88 B^bM⁷ 89 Am⁷ 90 91

H Am 92 Am 93 Am 94
Unison

G/A G^b/A^b 95 B^b/C B/C[#] 96 97

98 99 100 F[#]m

I 101 102 103 104 5'59"

freely

J Am⁷ 105 106 107 108

Drums & Bass

K Am⁷ 109 B^bM⁷ 110 Am 111 112

Am⁷ 8^{va} 113 B^bM⁷ 114 Am 115 116

L Am⁷ 117 118 119 120

121 122 123 124 125 *rit.*

부록 2 : 첨부 DVD설명

1. A Voyage of Light.wmv : 공연실황
(2012년 11월 16일 이해랑 예술극장)
2. A Voyage of Light.maxpat : Max/MSP 패치
3. A Voyage of Light QC 폴더 : Quartz Composer 패치
4. A Voyage of Light.avc : Resolume Arena 콤포지션
5. A Voyage of Light.wav : 데이프음악
6. noise.wav : 화이트 노이즈 오디오 샘플
7. A Voyage of Light(back_ground).mov : 배경영상

