

미디어 아트를 위한 범용 센서 입력 및 출력 제어 장치 개발

이 강 성*, 이 돈 응**

〈요 약〉

본 논문에서는 대화형 미디어 아트에 폭넓게 활용될 수 있는 센서 입력 및 제어 장치 ‘센스미(Senseme)’ 개발에 관한 내용을 기술한다. 본 장치는 대화형 전시 혹은 공연에 활용할 수 있는 32개의 센서 연결부를 제공한다. 믹서형 슬라이드를 센서와 함께 혹은 센서 대신에 사용할 수도 있다. 32개의 디지털 출력 포트를 제공하며 호스트 컴퓨터와의 통신은 USB를 통한 유선 통신 및 지그비(ZigBee)를 이용한 무선 통신 기능을 제공한다. 개발된 보드는 AVR ATmega128을 이용하여 설계되었다. 본 장치가 현재 개발된 다른 장치에 비해 우수한 점은 가변 저항인 슬라이드를 이용하여 오디오 믹서를 사용하는 것과 같은 방법으로 신호 값을 직접 조절할 수 있을 뿐만 아니라, 센서를 연결하여 센서 입력 장치로도 함께 활용할 수 있다는 것이다. 미디어아트용 소프트웨어와의 용이한 연결을 위해서 Max/MSP용 확장 모듈을 개발하였다. 제어 보드 안에 펌웨어를 간단한 명령으로 원하는 동작을 시키도록 구성하였기 때문에, 그 이외의 다른 소프트웨어에서도 직렬통신을 통해 간단한 명령을 전달해 주기만하면 손쉽게 제어할 수 있다. 실제 적용 사례로서 본 장치는 구로 아트 밸리의 예술극장에 있는 풍관의 주요 제어 장치로 사용되고 있다.

검색어: 미디어 아트, 전자음악, 센서, 제어장치, 센스미, Max/MSP

* 이강성, 광운대학교 교양학부 교수 gslee@mail.kw.ac.kr

** 이돈응, 서울대학교 음악대학 교수 dollee@snu.ac.kr

서론

20세기 예술의 주요한 특징 중 하나는 표현 소재 선택의 폭을 급격하게 넓혀 왔다는 것이다. 음악에 있어서 작곡가들은 기존 악기의 전통적인 연주 방법에서 벗어나 새롭고 다양한 소리 표현 방법에 관심을 가지고 연구 기법을 탐구하여 작품에 반영하였다. 또한 전통 악기를 탈피하여 다양한 소재로부터 흥미 있는 소리를 찾았다. 전자 공학과 컴퓨터 공학이 발달하게 되면서 소리의 합성 방법들은 더욱 다양화 되고 조작하기 쉽게 되었는데, 쉽고 유연하면서도 다양한 소리의 재현 방법이 발전함에 따라서 음악가들은 전자음악 및 컴퓨터 음악에 대한 관심의 폭을 확대하며 그들의 작품을 만들어왔다[1]. 미술 분야에 있어서도 20세기에 들어와 물감과 조각의 오랜 전통에서 벗어나 일상의 소재를 회화에 도입하기 시작했다. 표현을 전달하는 방법과 표현의 자유로움을 성취하기 위해 대대적으로 재료가 확장된 것이다[2].

멀티미디어와 퍼포먼스의 상호 작용에 기반한 인터랙티브(interactive) 디지털 아트는 20세기 후반에 와서 다양하게 실험되었는데, 참가자의 선택에 따라서 반응하는 이러한 작품들은 관람자가 직접적으로 작가의 의도에 참여하는 기회를 제공했다. 작가가 선택 가능한 내용을 결정하기는 하지만 참여자들이 무엇을 어떻게 선택하느냐에 따라 수많은 변화가 발생한다[3].

이러한 인터랙티브 디지털 아트의 기반이 되는 기술적인 장치는 대부분 센서 입력 장치 혹은 디지털 신호처리(digital signal processing) 기술에 기초를 두고 있다. 본 연구의 목적은 다양한 센서를 손쉽게 연결하고 효과적으로 데이터를 처리하는 장치를 개발하는 것으로, 앞서 설명한 센서의 종류들 중에서 대량의 신호처리 연산이 필요한 음향, 영상 처리를 제외한 단발성의 자연 현상을 주기적으로 감지할 목적으로 사용되는 센서들을 그 대상으로 한다. 상황과 필요에 맞게 구성된 센서 회로를 쉽게 연결할 수 있고, 센서가 감지한 값을 읽어서 호스트 컴퓨터로 전송하는 센서 입력 장치와 그 위에 다양한 목적에 활용될 펌웨어를 만드는 것이 본 장치의 목적이다.

본 연구에서 개발한 장치와 유사한 형태의 장치들로서는 M-AUDIO사의 UC-33[5]이나 Infusion System 사의 I-CUBEX[6]등이 있다. 라이브 전자 음악에 사용되는 대표적인 전

자 기기들인데, UC-33은 24개의 노브(회전형 가변저항)와 9개의 슬라이드 만으로 구성되어 있다. 각 채널은 0~127 사이의 미디 신호를 발생시킨다. 또 다른 형태인 I-CUBEX는 최대 32개의 센서 장치를 연결할 수 있도록 헤더소켓(32x3)을 제공하고 있으나 슬라이드나 노브는 제공하지 않는다. 32개의 입력 대신에 입력 24포트 출력 8포트로도 구성된다. 각 입력 포트는 3개씩의 단자(Vcc, Signal Input, Gnd)가 제공되며 이 세 개의 단자에 구매한 혹은 직접 구성한 센서 장치를 연결하도록 되어있다. 이 시스템들은 각각의 시스템이 한 가지 필요만 충족시키고 있다는 것이다. 즉, UC-33은 중앙의 감독자에 의해 제어되는 조절 신호를 받아들이기 위한 것임에 반해서 I-CUBEX는 참여자에 의한 센서 입력을 처리하고 출력 제어를 하기 위한 것이 그 주목적이다. 따라서 두 가지 형태의 제어 및 센서 입력이 모두 필요할 경우에는 제어 체계가 다른 두 장치를 함께 써야 하는 복잡한 상황이 생긴다.

이에 본 연구에서 개발한 시스템은 두 가지 목적을 모두 충족시키도록 슬라이드를 포함하는 동시에 센서를 연결해서 함께 사용할 수 있는 연결 시스템을 고안하였고 이 보드의 이름을 센스미(senseme)라 하였다(그림 1). 센스미는 다음과 같은 주요 특징을 갖는다. 메인 보드는 32개의 페이지를 갖는 32개의 기본 포트를 갖는다.

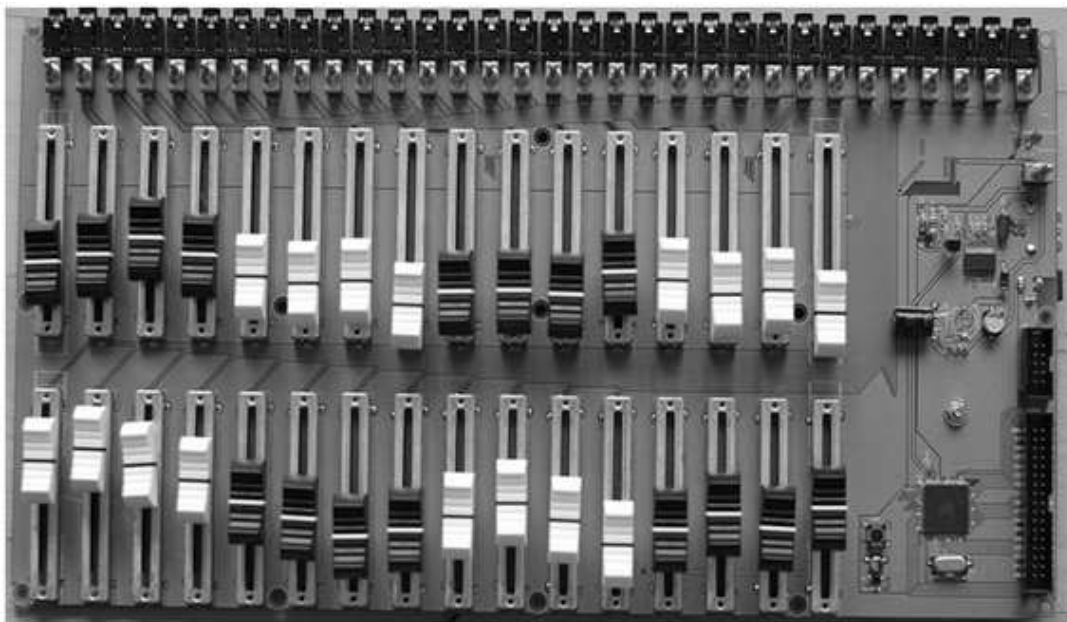


그림 1. 개발된 센스미 보드

1. 가변 저항 역할을 하는 센서는 폰잭(phone jack) 두 단자를 이용하여 아무런 추가 회로 없이 바로 연결이 가능하다(A 타입 센서 구성). 이 때 직렬로 연결되어야 하는 풀다운(pull down) 저항은 슬라이드 형 가변 저항이 담당한다.
- 센서 연결을 위해서 별도의 회로 구성이 필요하다면 폰잭 세 단자를 이용한 회로 구성이 가능하다(B 타입 센서 구성). 이때는 보드에 있는 가변저항은 센서 입력 회로에 연결되지 않은 상태가 되어 독자적인 회로 구성이 가능하다. A 타입과 B 타입 센서의 구분은 스위치를 이용한다.
 - 32개의 디지털 출력 포트를 제공한다. 이 신호들을 이용한 회로를 추가로 구성하는 것이 가능하며 응용 예로는 전등 on/off, 사운드 볼륨제어, 모터 제어등이 있다.
 - Max/MSP 오브젝트를 개발하여 Max에서 직접 제어할 수 있다.
 - 기타 다른 소프트웨어에서도 직렬 통신을 이용하여 쉽게 제어할 수 있다.
 - USB를 통한 직렬 통신 및 ZigBee를 통한 무선 통신을 제공한다

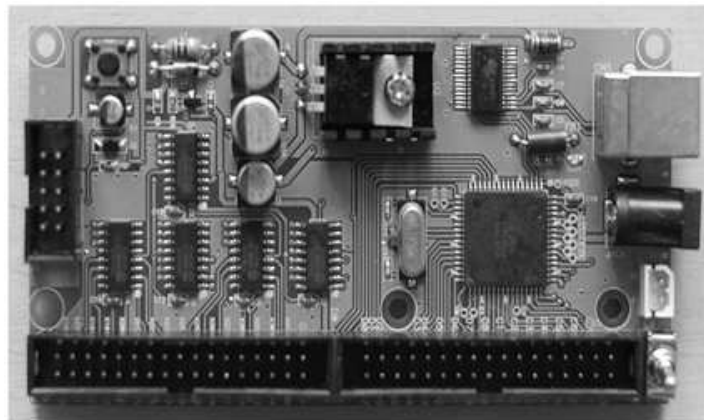


그림 2. 센스미 제어 보드

하지만 때로는 슬라이드 없는 보드가 필요할 경우가 있다. 즉, 센서 입력과 출력 제어만 필요할 경우가 있는데 이를 위해서 '센스미 제어보드'를 추가로 개발하였다(그림 2). 이 보드는 센스미 보드와 동일하나 슬라이드가 없고, 센서를 폰잭에 연결하는 대신 확장 케이블을 통해 별도의 보드에 연결하도록 하는 점을 제외하곤 동일한 구조로 되어있다.

하드웨어 시스템 설계

하드웨어 시스템 구조

센스미의 전체적인 하드웨어 시스템의 구조를 그림 3에 보인다.

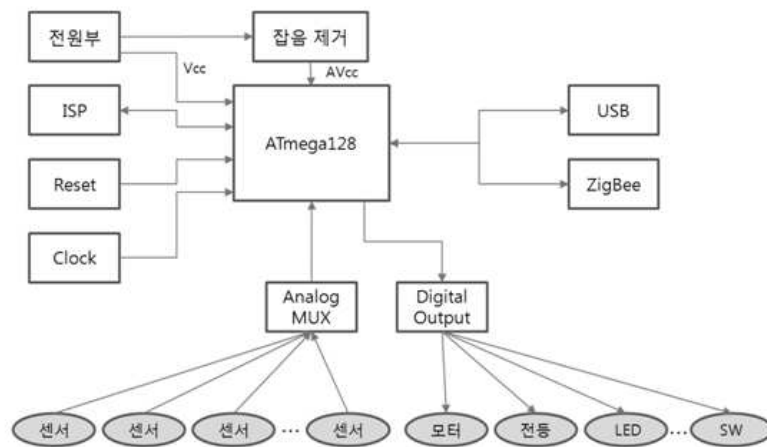


그림 3. 하드웨어 시스템 구조

전원부는 9V~12V 어댑터로부터 받은 직류 전원을 5V로 변환한다. 이 5V 전원은 시스템의 Vcc 즉 디지털 전원으로 사용된다. 아날로그용 전원은 Vcc를 제너(zener) 다이오드를 통과시켜 디지털 회로에서 전달되는 노이즈를 저감시킨 후에 얻어진 약 3.9V의 전원을 사용한다. 전원은 USB라인을 통해서도 공급받을 수 있다. ISP는 프로그램 다운로드를 연결하기 위한 회로이고, 리셋 스위치로부터 시스템을 리셋하기 위한 Reset 회로와 클럭을 공급하기 위한 Clock 회로가 있다. 최대 32개까지의 센서 입력을 받아들이기 위해서 아날로그 멀티플렉서를 이용하여 센서입력을 선택하여 AVR ATmega128의 AD라인에 신호를 전달한다. 모터나 LED와 같은 연결된 장치가 있다면 디지털 출력 회로를 통하여 on/off를 제어할 수 있다. 호스트 컴퓨터와의 직렬 통신은 USB 혹은 지그비를 통하여 이루어진다.

아날로그 MUX를 이용한 32채널 A/D 입력 선택 회로

ATmega128[7]는 8개의 A/D 변환 포트를 제공한다. 이렇게 제한된 환경하에서 32개의 아날로그 입력을 받아들이기 위해서는 아날로그 멀티플렉서(multiplexer)를 이용하면 된다. 센스미 보드 개발에 사용된 아날로그 멀티플렉서는 4051 칩으로 8개의 입력 중 하나를 선택해서 입력 받을 수 있다[8]. 32개의 입력을 구성하는 방법 중 하나는 4개의 A/D 핀(포트 F0~F3 4개 핀)에 주소를 각각 3개씩 부여하여 총 12개의 주소 선을 사용할 수도 있지만, 이들이 동시에 A/D 변환 될 필요가 없다면 이중 멀티플렉서를 이용하여 6개의 주소 선만으로 최대 $64(=2^6)$ 개의 아날로그 입력을 선택할 수 있다.

그림 4에 그 구성 회로의 일부를 보인다. 주소 선으로 E7~E2을 사용한다. E7~E5는 8개의 4051 칩 입력을 선택하는데 사용되고(실제로는 4개만 연결되어 있다), E4~E2는 하위의 4개의 4051 칩에 각각 8개의 아날로그 입력을 선택하는데 사용된다. 이렇게 구성하면 총 5개의 4051을 배치하고 E2~E7 6개의 주소선과 F0 단 한 개의 A/D 변환 단자를 이용하여 32개의 아날로그 입력을 선택할 수 있게 된다.

문제는 주소 선택할 때 실제 선택된 신호가 4051 3번 단자로 출력되는 지연시간인데, 실제 실험한 결과 약 $50\mu s$ 의 지연시간을 주면 충분히 안정된 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 32개의 아날로그 신호를 모두 순차적으로 샘플링 하는 데는 1.6ms 만의 지연시간이 발생하게 된다. 여기에 A/D 변환 시간이나 기타의 작업 시간을 포함해도 10ms 이내에 32개의 신호를 모두 샘플링하는 것이 충분히 가능하다.

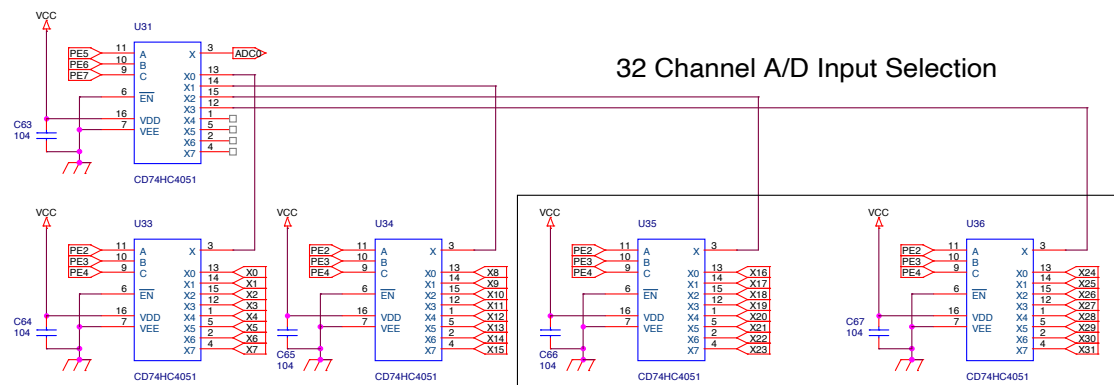


그림 4. 32개 아날로그 입력 선택 회로

입력 소스 선택 회로

신호 입력 및 입력 소스 선택부는 그림 5의 왼쪽과 같은 동일한 회로 32개가 모여 구성된다. 이 구성은 세 개의 부품으로 되어 있는데 맨 위에 것부터 폰잭, 2회로 토글 스위치, 가변 저항이다. 가변 저항 32개는 모두 슬라이드형이다.

폰잭은 내부에 1번-5번 5개의 단자를 가지고 있다. 1-2번, 3-4번은 기본적으로 서로 연결되어 있다. TRS 커넥터를 연결하게 되면 TRS 커넥터의 Tip 부분은 1번과 접촉하게 되고, Ring 부분은 4번, 그리고 Sleeve 부분은 5번과 접촉하게 됨과 동시에, 1-2번, 3-4번 접점은 분리된다(그림 6).

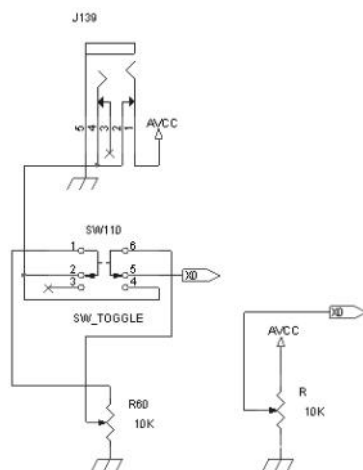


그림 5. 아날로그 입력 소스 선택 회로. 오른쪽 그림은 간략화된 회로

토글 스위치는 스위치 위치에 따라서 1-2, 5-6번 핀이 연결되어 있거나 (A위치), 2-3, 4-5 핀이 연결되어 있게 된다(B위치). 스위치가 A위치에 있고 폰잭에 폰 플러그 (혹은 TRS 커넥터)가 연결되지 않은 경우에, 가변 저항의 윗 단은 AVcc가 공급되므로 단순히 가변 저항의 값에 따른 전압이 A/D 입력으로 사용된다. 신호 값인 X0는 가변 저항의 중간에서 값을 읽어간다. 이것이 센서를 연결하지 않은 경우의 일반적인 연결 회로이다(그림 5의 오른쪽).

센서를 연결할 경우는 센서의 종류에 따라 구성이 달라진다. 만일 가변 저항 역할을 하는 CDS와 같은 센서를 연결할

경우에는 슬라이드 가변 저항을 CDS에 직렬 연결한 형태로 사용할 수 있다. 폰 플러그를 삽입하면 폰잭의 1-2번 단자와 3-4번 단자가 분리된다. 그렇게 되면 가변저항의 윗 단에 더 이상 AVCC가 공급되지 않는다. 폰 플러그의 Tip과 Ring 부분(끝의 두 단자)에 센서를 연결해두면(A 타입 센서 구성)

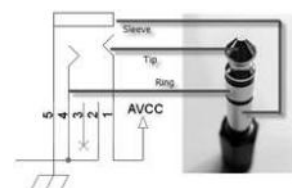


그림 6. TRS 커넥터가 폰잭에 연결된 경우의 접점 상태

센서 한쪽 끝(Tip)에 AVcc가 공급되고 다른 쪽 끝(Ring)은 스위치의 1,2번 단자를 통해서 가변저항과 연결된다(그림 7 왼쪽).

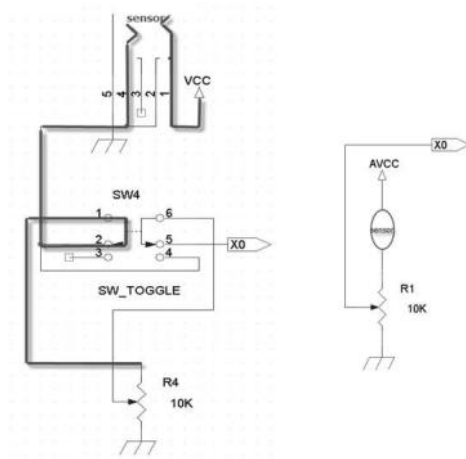


그림 7. A타입 센서 회로가 연결된 경우. 오른쪽 그림은 간략화 된 회로

이 때 슬라이드 가변 저항 값을 최대로 올린 상태에서 센서의 저항이 0Ω 이라면 AVcc가 X0 단자로 출력되며 센서의 저항이 무한대가 되면 X0가 0볼트가 출력된다. 슬라이드 가변 저항 값을 최대로 올리지 않으면 센서의 저항이 0볼트라고 해도 출력 단자 X0의 전압 값이 AVcc가 되지 않기 때문에 입력 값의 범위 폭을 제한하는 결과가 된다. 이러한 특성은 오히려 입력 범위를 손 쉽게 제한하는 도구로 활용될 수도 있다.

또 다른 센서 구성 방법으로, 만일 Tip과 Ring 부분에 센서를 연결하고 Ring과 Sleeve 부분에 저항을 연결한 구조라면 (B 타입 센서 구성. 그림 8), 토글 스위치는 B위치에 있어야 한다. 이 상태에서는 아래에 있는 가변 저항이 회로에서 분리된 상태가 되고 입력 단자 X0도 가변 저항에서 값을 읽어오는 것이 아니라 센서와 저항 사이의 값을 읽게 된다.

좀 더 복잡한 회로를 구성해야 할 경우에도 B 타입 센서 구성으로 연결이 가능하다. AVcc와 GND가 Tip과 Sleeve를 통해서 제공되고 센서 변화에 따른 값을 Ring으로 전달하면 어떠한 회로라도 구성이 가능하다. 센서의 신호가 미약한 경우에는 op-amp등을 이용한 신호 증폭 회로를 추가하는 것도 물론 가능하다.

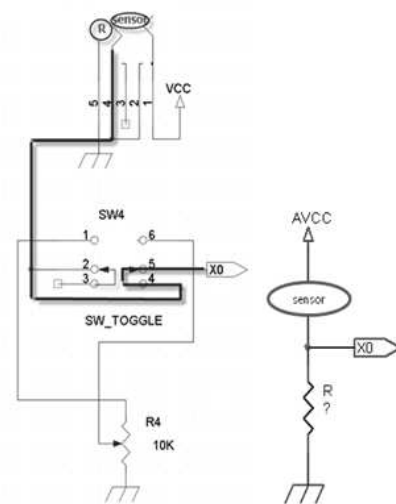


그림 8. 타입 센서 회로가 연결된 경우. 오른쪽 그림은 간략화 된 회로

펌웨어(Firmware) 설계

펌웨어 설계 개요

펌웨어는 개발된 senseme 보드 안에 들어가는 소프트웨어로서 외부로부터 명령을 입력 받고 내부에서는 AD 변환을 수행하여 그 결과를 원활히 호스트 컴퓨터에 되돌리는 것이 그 기능이다. 전체적인 구조를 그림 9에 보인다.

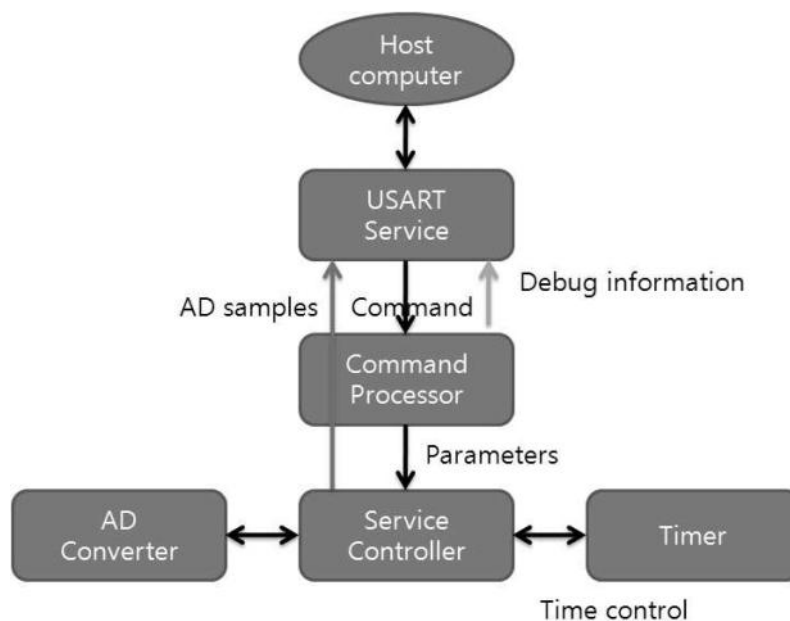


그림 9. 펌웨어의 구조

호스트 컴퓨터와는 USART를 통해서 통신하게 되며, Host 컴퓨터는 USART를 통해서 명령을 전달하고 각종 디버그 정보와 AD 샘플 값들을 전달 받는다. USART는 호스트 컴퓨터로부터 전달받은 명령어를 Service Controller에게 파라미터로 전달하게 되며, Service Controller는 전달 받은 파라미터를 이용하여 타이머 설정을 하고 AD 변환을 하게된다. AD변환된 값은 다시 Service Controller를 통하여 USART로 직접 전달되어 호스트 컴퓨터에 전송 된다.

펌웨어 명령어

senseme 보드는 호스트 컴퓨터부터 명령어를 받아들여 각종 행동을 취하게 된다. 모든 라인의 종료는 '\n' 코드 10이다. 호스트 컴퓨터와 senseme 보드간에 사용할 수 있는 명령어는 다음과 같다. 여기서 n은 0~63, o는 0~255, m은 10 이상의 정수, p는 문자 'A', 'B', 'C', 'D' 중 하나이다.

HELP : 명령어에 대한 간단한 도움말을 얻을 수 있다.

ADONn : n번 센서를 활성화(activate) 시킨다. 예: ADON0, ADON1, ADON2, ...

ADOFFn : n번 센서를 비활성화(inactivate) 시킨다. 예: ADOFF0

ADPm : AD 샘플링 주기를 m ms로 설정한다. 예: ADP100 (100ms)

OUTpo : 8비트 값 o를 포트 p로 내보낸다.

ORpo : 8비트 값 o를 포트 p의 값과 비트 OR 연산 후 내보낸다.

ADNpo : 8비트 값 o를 포트 p의 값과 비트 AND 연산 후 내보낸다.

RESET : 모든 파라미터를 초기 값으로 되돌린다.

CLEAR : 모든 활성화된 센서를 비활성화 한다.

PING0, PING1 : 보드가 살아있다는 것과 통신이 제대로 설정되어 있는 것을 확인하기 위해서 2초에 한 번씩 보내는 메시지를 on 혹은 off 한다. 기본값은 off

ASC, BIN : AD 변환 값을 전달하는 방법을 선택한다. ASC는 텍스트 모드 통신이고 BIN은 이진 모드 통신이다. 이진 모드 통신이 비트수가 작아서 훨씬 효율적이나, 디버그



그림 10. 바이너리 모드의 비트 구성

할 때는 ASC가 유리하다. 바이너리 데이터 포맷은 그림 10과 같다.

DBG0, DBG1 : 디버그 모드 설정 명령이다. DBG1에 의해 디버그 모드로 들어가며 DBG0으로 종료한다. 디버그 모드에서는 여러 가지 내부 활동이 문자열을 통해 호스트 컴퓨터로 보고된다.

펌웨어 테스트의 예

CodeVision AVR의 터미널 기능에서 실행한 명령어 실행 예를 보인다.

리셋 버튼을 누르면 호스트로 OK 메시지를 보낸다. 이것으로 보드와 통신이 제대로 설정되었는지 확인할 수 있다.

```

OK                      // 리셋 버튼을 누르면 받는 메시지

DBG1                    // 디버그 모드로 들어가는 명령을 입력한다.
debug : mode 1          // 보드에서 호스트 컴퓨터로 보내는 디버그 메시지

ASC                      // 아스키 모드로 전환한다(기본은 BIN)
debug : asc mode

ADP100                  // AD 샘플링 간격을 100ms 로 설정한다
debug : adc period 100ms

ADON0                   // 센서 0번을 활성화 시킨다.
debug : adon 0

0 0                     // 센서 0에서 읽은 값.
0 20
0 24
0 23
0 19

ADON1                   // 센서 1을 활성화 시킨다.
debug : adon 1
1 163                   // 센서 1의 값
1 143
0 24                   // 센서 0의 값
1 112
0 55
0 71
...
```

Max 오브젝트의 설계

라이브 전자음악에서 널리 사용되는 Max/MSP를 위한 패치 오브젝트를 C 언어로 만들었다[9]. 오브젝트의 이름은 `senseme` 이다. `senseme` 는 통신 포트를 지정하는 한 개의 파라미터를 가질 수 있다. `senseme`는 시리얼 통신과 연결하여 메시지를 전달 받고 적절하게 처리해서 전달해 주는 역할을 한다. 시리얼 통신이 제대로 설정되지 않았다면 그림 11의 Number 오브젝트등을 이용하여 적절한 포트를 찾을 수 있다. 적절한 포트를 찾으면 Max

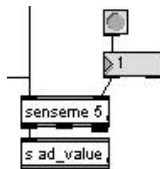


그림 11. senseme 오브젝트

Window에 OK란 메시지를 표시하게 된다.

통신 설정이 완료되면 `senseme` 보드로부터 메시지를 받거나 보내는데, 문자열 메시지를 받은 경우에는 Max Window에 표시를 해준다. 디버그 정보 등이 이에 해당한다. 아스키 숫자 메시지는 AD 변환 값으로 처리해서 (센서 번호, AD 변환 값) 쌍을 리스트로 전달한다.

Max의 period 메시지는 `senseme` 보드의 ADP에 해당하는 명령어로 AD 변환 간격을 설정한다. `on` 은 ADON에, `off`는 ADOFF에 해당하는 명령어들이다. 따라서 period, on 명령 만으로 AD 변환은 시작된다. 리스트를 보내면 지정된 번호의 센서들이 변환을 시작한다.

이렇게 변환된 값들은 그림 11의

`senseme` 오브젝

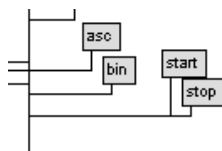


그림 13. asc/bin, start/stop 명령

트에 의해서 (센서 번호, AD 변환 값) 출력이 연속적으로 이루어지게 되는데, 이 값을 받기 위해서 그림 12와 같이 route 오브젝트를 사용한다. 예를 들어 route 1 인 경우에는 센서 번호가 1인 AD 변환 값 만을 읽어 들이게 된다.

통신은 아스키 모드로도 가능하고 바이너리 모드로도 가능하다. 이를 변환하는 명령은 `asc`, `bin` 이다. AD 변환을 잠시 멈출 수도

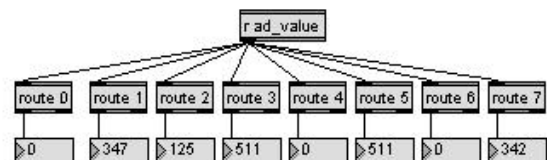


그림 12. route 오브젝트를 이용하여 지정된 센서의 값만 읽어들인다

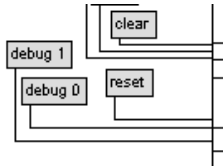


그림 14. debug, clear, reset

있는데 start, stop으로 제어한다.

디버그의 설정은 debug 0, debug 1로 할 수 있고, 전체 AD를 비활성화 시키려면 clear, 전체 파라미터를 초기화 하려면 reset을 이용한다.

연속적인 센서를 활성화 시킬 경우에는 rangeon 명령을 이용할 수 있다. rangeon 8 15는 8부터 15까

지의 센서를 모두 활성화 시키는 명령으로 그림 151에서 (8 9 10 11 12 13 14 15) 리스트를 보내는 것과 동일하다. 마찬가지로 rangeoff 명령도 존재한다.

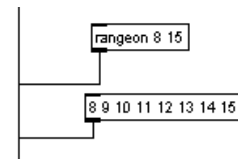


그림 15. rangeon

32개의 출력 포트에 출력 값을 지정하기 위해 outbit와 outbyte 두 명령을 준비했다. 'outbit a b' 는 a번 비트에 b 값을 내보내는 것으로, a는 0~31, b는 0~1 값을 갖는다. 'outbyte p n'는 p포트에 n값을 내보내는 것으로, p는 0~3 (A-D), n은 0~255 값(8비트)을 갖는다.

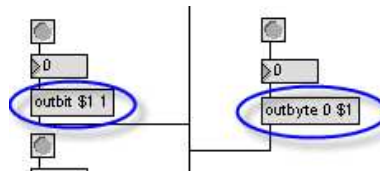


그림 16. outbit, outbyte

전체 샘플 예를 그림 17에 보인다.

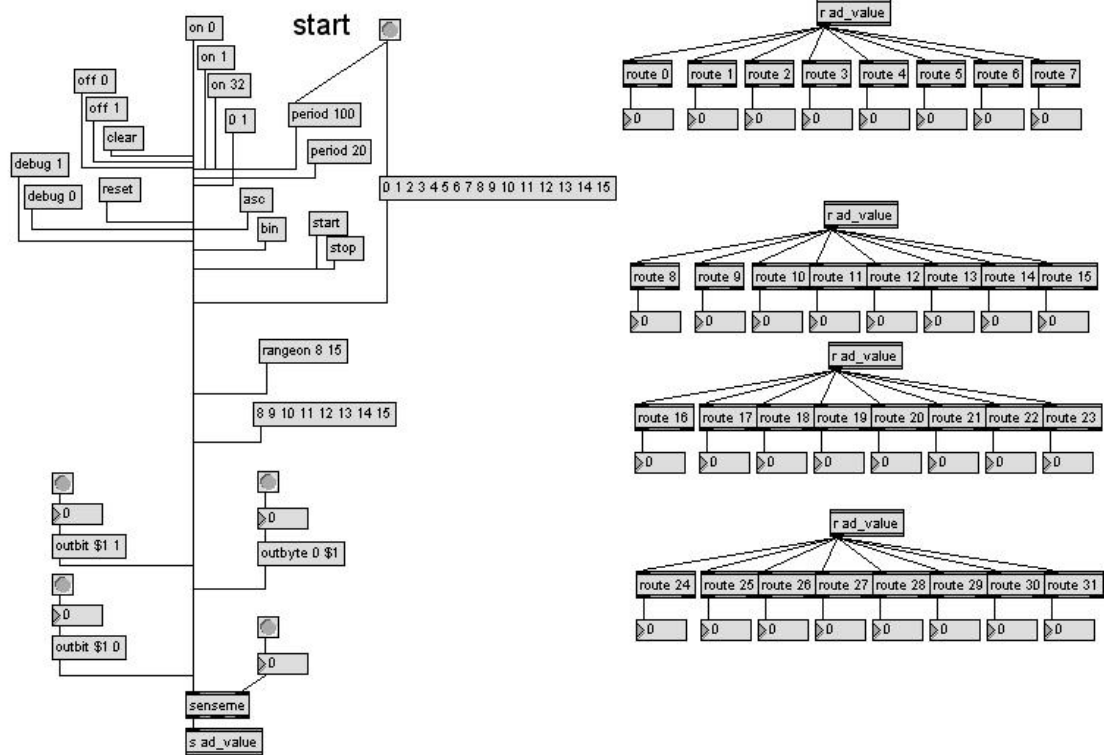


그림 17 senseme 오브젝트 사용 예를 보여주는 샘플 패치

적용 사례

개발된 센스미 보드는 구로 아트 밸리 예술극장 2층 공연장 로비에 설치되어 있는 조형물로 파이프 오르간을 제어하고 전자 플룻을 연주하는데 사용되었다(이돈웅 교수 2008년 작품). 이것은 건반이 없는 파이프 오르간으로 위층에 제어용 컴퓨터와 센스미 보드 그리고 파이프 오르간을 위한 송풍기 및 파이프에 바람을 제어하기 위한 솔레노이드 스위치 등으로 구성되어 있다. 연주 곡을 미디 파일로 입력해 놓으면 파이프로 자동 연주를 한다(그림 19).

위층에 있는 전자 플룻은 센서 입력 데이터를 기반으로 풍관에 소리를 내는 장치이다(그림 20). 손가락 위치의 CDS 센서를 이용해 구멍이 막혔는지 열렸는지 판단하고, 취구부는 작은 관에 바람이 불어 넣으면 안에 있는 막이 움직이면서 바람의 유입 여부를 판단한다. 바람이 유입될 경우에 막힌 구멍의 조합으로 음정을 판단하고, 그에 해당하는 음정의 파이프의 바람 관을 열어주면 소리가 나는 원리로 되어 있다.



그림 19. 구로아트밸리 예술극장의 '풍관'



그림 20. 풍관 전자 센서 플룻



그림 21. 풍관 센서 건반

또한 CDS 센서를 연결한 건반을 만들어 손가락이 건반에 닿는 순간 파이프 오르간에서 소리가 나는 작품도 만들었다(그림 21).

결론

본 논문에서는 대화형 미디어 아트에 사용할 수 있는 센서 입력 및 제어 장치를 개발하고 그 내용을 기술 했다. 본 장치는 대화형 전시 혹은 공연에 활용할 수 있도록 손쉬운 연결이 가능한 32개의 센서 연결부를 제공하고 32개의 디지털 출력을 제어할 수 있도록 구성되었다. 호스트 컴퓨터와의 통신은 USB 및 지그비를 이용한 무선 통신 기능을 제공한다. 본 장치는 가변저항인 슬라이드를 이용하여 오디오 믹서를 사용하는 것과 같은 방법으로 신호 값을 직접 조절할 수 있을 뿐만 아니라, 센서를 연결하여 센서 입력 장치로도 함께 활용할 수 있는 장점이 있다. 노이즈 저감 회로를 적용하여 아날로그 센서 쪽에서의 노이즈를 최소화 했다. 미디어아트용 소프트웨어와의 용이한 연결을 위해서 Max/MSP용 확장 모듈 라이브러리를 개발하였다. 펌웨어를 잘구성해 직렬 통신으로 전달되는 간단한 명령으로 원하는 동작을 쉽게 할 수 있도록 구성하였으므로, 매번 프로그램을 다운로드 할 필요가 없으며, 어떠한 소프트웨어 및 운영체제에서도 이 시스템을 쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 실제 적용사례로서 본 장치는 구로아트밸리 예술극장에 있는 풍관의 주요 제어 장치로 사용되어 안정성과 실제적인 활용 가치가 입증되었다. 이외에도 센서를 이용한 다양한 작품 구성에 센스미가 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 민은기 편저, 서양음악사, 2007, 음악세계
- [2] E.H. Gombrich, 서양미술사, 2002, 예경
- [3] Michael Rush, 뉴미디어 아트, 2003, 시공사
- [4] Forrest M. Mims III, Electronic Sensor Circuits & Projects, 2004, Master Publishing, Inc.
- [5] UC-33 USB MIDI Controller, <http://namm.harmony-central.com>
- [6] Infusion systems ICUBEX, <http://infusionsystems.com/catalog/index.php>
- [7] ATmega128 document, doc2467.pdf, ATMEL, 2002-2007
- [8] 4051 data sheet, http://www.nxp.com/acrobat_download/datasheets/HEF4051B_4.pdf, 2005
- [9] Max/MSP 4.5.5 Software development kit, <http://cycling74.com/twiki/bin/view/ProductDocumentation/MaxUBSDK>

〈Abstract〉

Development of General Sensor Input Device for Interactive Media Art

Gang Seong Lee, Don Oung Lee

This paper describes about the development of general sensor input device and controller, 'Senseme' for the use in interactive media art. This device provides 32-port sensor connector for the use in interactive exhibition or performance. Slides could play a role of pull-down registers in between sensors and A/D converter ports. Without sensors connected, slides are the main input sources to A/D converter. USART communication function through USB connection is prepared for the communication to the host computer and ZigBee wireless communication function is also in the circuit. The board was developed using AVR ATmega128 and it has capability to accept upto 32 input sensors and to provide 32 digital outputs. The main advantage of this device over others is that this is a converged device of sensor input device and audio mixer style slide controller. For the easy communication to the software in host computers, an object module for Max/MSP and a library for Processing are developed. Using the board in other software is also very easy because you can control the board with the simple ASCII commands transferred through the USART. As an example of real application of this device, it is used as a main controller of PUNG-GWAN, which is a pipe organ installed on the wall of Guro art valley concert hall, generating sounds respond to various sensor inputs.

Key words: media art, electronic music, sensor, senseme, controller, Max/MSP

소리의 공간 제어 방법론의 실제적인 응용

김 용 호*

〈요 약〉

본 연구에서는 여러 음원에서 출력되는 음파의 상호 보강/상쇄 간섭 현상을 이용하여 일정한 공간 안에서 소리가 들리는 영역의 위치를 제어하는 ‘음향학적 밝기/대조 제어 이론’을 바탕으로 하는 소리의 공간 제어 기법을 소개한다. 또한 이를 통하여 다수의 스피커로 구성된 청취 환경의 한정된 영역에서 상대적으로 음압의 차이가 존재하는 공간을 만들 수 있는 음향 시스템을 구성하는 실험을 수행한 결과를 분석하고, 실제 구현 가능성을 알아본다. 그리고 이러한 결과를 실제 음악/음향 콘텐츠 제작에 사용하기 위한 방법의 하나로 청취 영역을 손쉽게 제어할 수 있는 Max/MSP 기반의 사용자 인터페이스에 대한 연구를 소개하며, 그 활용성에 대해서 논의한다.

검색어: 소리의 공간제어, 입체음향, 전달함수 측정, Max/MSP

* 김용호, 고려대학교 신소재공학과를 졸업하였고, 현재 카이스트 문화기술대학원에 재학중이며 SoundLab 소속으로 입체음향 및 미디어 아트의 다양한 분야에 대한 연구를 수행하고 있다. breadkim@kaist.ac.kr.

서론

연구 동기

소리의 공간 제어 방법은 크게 두 가지, 즉 소리가 들려오는 발생점(음원)의 위치를 제어하는 것과 소리가 들리는 위치 또는 영역(청취 영역)을 제어하는 것으로 구분할 수 있다. 전자는 흔히 입체 음향이라고 하는 기술로써 인간이 정위감을 느끼는 단서를 이용하여 가상 음원의 위치를 제어하는 것인 반면, 후자는 음파의 보강/상쇄 간섭 현상을 이용해서 소리가 들리는 영역의 위치를 제어하는 것이다(그림 1).

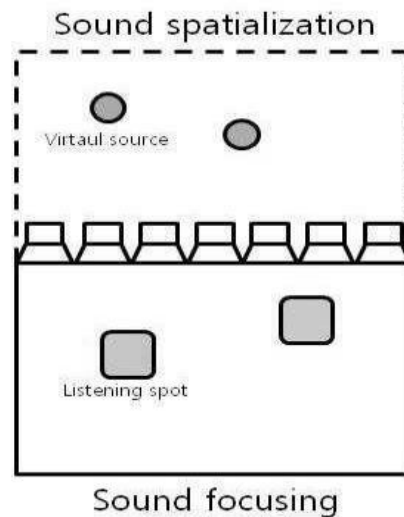


그림 1. 두 가지 소리의 공간 제어

그 동안 소리의 공간 제어에 관한 연구는 흔히 입체 음향이라고 일컫는 3차원(3D) 사운드 분야에서 많이 다루어졌다. 3D 사운드는 사람이 정위감을 느끼는 단서를 이용하여 소리가 들려오는 위치를 제어하는 것(Begault 1994)으로써, 크게 헤드폰이나 이어폰 재생을 사용하는 바이노럴(binaural) 시스템(Gardner and Martin 1995) 또는 여러 스피커를 사용하는 다채널 음향 시스템(Gerzon 1980)(Pulkki 2001)(Berkhout et al. 1993)등이 있다. 이와 같은 입체 음향 기술은 이미 영화, 가상 환경, 게임, 음악 등 우리 주변의 다양한 콘텐츠

츠 산업에 적용되어 쉽게 경험할 수 있다. 나아가 소리가 특정 방향에서 들리도록 미리 제작하는 작업 이외에도 음원의 위치를 실시간으로 제어할 수 있도록 하는 기술 및 이를 위한 사용자 인터페이스 - 특히 Max/MSP(Cycling '74 online)나 pure data(Pd)(Puckette 1996)와 같은 인터랙티브 미디어 아트 프로그램의 외부 오브젝트 - 에 관한 다양한 연구 사례도 살펴볼 수 있다.

이와 같이 3D 사운드에 관한 연구가 이미 어느 정도 상용화 단계에 있는 반면, 소리의 청취 영역을 제어하는 연구는 아직 태동기에 있다고 볼 수 있다. 이론적으로는 지난 2002년에 카이스트 기계 공학과 소음 진동 연구실에서 다수의 음원을 사용하여 원하는 영역의 특정 음향학적 물리 인자를 향상시키는 연구를 통해 그 가능성이 이미 입증되었고, 이후 음향 포텐셜 에너지, 음향 강도(intensity), 음향 파워 등의 물리 인자를 향상시키는 연구가 지속되어 왔다(Chio and Kim 2004). 또한 실용적인 측면에서는 개인 오디오(personal audio)라는 개념으로 이 기술을 사용하여, 그동안 헤드폰으로만 구성이 가능하였던 ‘주변 사람을 방해하지 않는 개인 청취 경험’을 스피커를 사용하여 제공하는 데에 활용하고자 하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다 (Jones and Elliott 2006)(Jones and Elliott 2007).

그러나 이들 중 대부분은 콘텐츠를 감상하는 행위만을 염두에 두고 있으며, 아직까지 콘텐츠의 창작 과정에 초점을 맞추고 이 기술을 적용하기 위한 연구의 사례는 찾기 힘들다. 본 연구에서는 소리의 청취 영역 제어를 예술적인 표현의 한 요소로 사용하고자 하는 콘텐츠 창작자가 실시간으로 소리의 에너지가 집중된 영역(sound focused zone)의 위치를 제어할 수 있는 시스템을 구성하고, 이를 손쉽게 이용할 수 있는 사용자 인터페이스를 개발하는 것을 목표로 한다(그림 2).

관련 연구

1. 초음파 기반의 지향성 스피커

지향성 스피커를 사용하여 청취 영역을 제어하는 기술은 흔히 직진성이 강한 초음파를 음원으로 가청 주파수대의 음파를 만들어 내는 방식을 사용한다. 이와 같은 방식의 대표적인 사례는 MIT Media Lab에서 개발한 Audio Spotlight(Pompei 1999)으로, 초음파 변

환기(ultrasonic transducer)를 사용하여 음향을 출력한다. 이러한 초음파 방식의 지향성 스피커들은 재현되는 음질이 우수하고 청취/비 청취 영역간 음량의 차가 커서 현재는 전시 또는 상품 진열 공간 등에서 원하는 영역에만 소리가 들리도록 하는 용도로 사용되고 있다. 하지만 일반적인 스피커가 아닌 초음파를 위한 특수 트랜스듀서를 필요로 하고, 스피커 자체가 기계적으로 움직이지 않는 이상 실시간으로 청취 영역을 이동하는 등의 제어를 하기에는 어려움이 따른다.

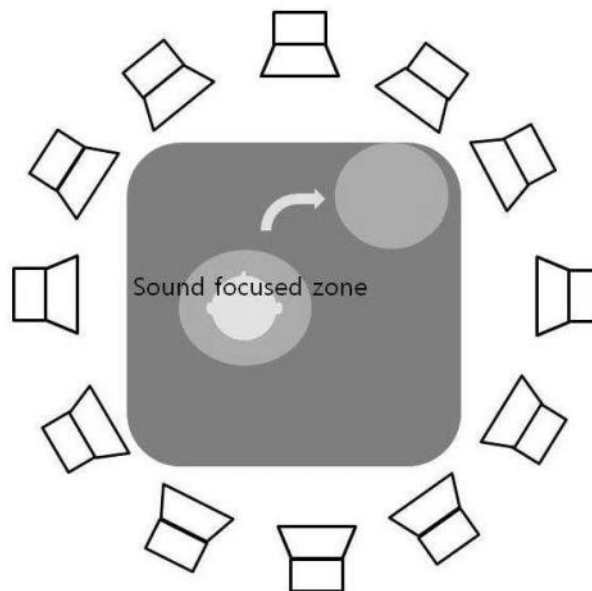


그림 2. 실시간 청취 영역 제어 개념도

2. 개인용 음향 시스템

주변 환경에 소리를 내보내지 않고 사용자 자신만이 들을 수 있는 개인 음향 (personal audio) 시스템 구성에 있어, 헤드폰을 사용하지 않고 여러 대의 일반적인 스피커를 이용하여 관심 영역에만 음향을 집중시키는 방식으로도 구현할 수 있다. 그림 3은 'active headset'의 모습으로, 항공기 좌석 머리받침에 여러 대의 조그만 스피커를 장착하여 청취자의 좌석에서는 소리의 에너지를 전달하는 동시에 옆 좌석(비청취 영역)에서는 원하지 않는 소음을 최소화하게 된다. 이러한 연구 사례는 본 연구의 주제와 매우 유사한 이론에 바탕을 두고 있으나, 청취 영역의 크기 및 위치가 시간에 따라 변하는 동적인 제어는 고려하지 않



그림 3. Active Headrest 실험 세팅

고 있다는 점에서 본 연구와 차이를 보인다.

3. 다수의 음원을 사용한 음향학적 밝기/대조 제어 이론

본 논문의 배경 이론이 되는 “다수의 음원을 사용한 음향학적 밝기/대조 제어 이론”은 여러 스피커에 입력되는 신호들의 크기와 위상을 조절해서 원하는 영역에 음파의 보강 간섭을 일으키는 것이다(Chio and Kim 2004). 다수의 음원을 제어하여 공간상의 음향 포텐셜 에너지를 제어하는 것은 주로 능동적 소음 제어라는 주제로 정숙 공간(quiet zone)을 만들어 주기 위한 목적으로 연구되었으며, 이는 본 연구의 목표인 ‘음향학적으로 밝은(acoustically bright) 공간’을 만드는 것과 반대의 개념에 해당된다. 음향학적으로 밝은 공간이라는 개념은 소리의 에너지가 집중된 영역을 의미하며, 이는 인지적으로는 주어진 전체 영역 내에서 소리가 잘 들리는 영역과 들리지 않는 영역을 구분하여 만드는 문제에 해당한다. 또한 신호의 관점에서 보면, 시간 영역에서 구형파를 만들기 위하여 여러 정현파를 중첩하는 것과 유사한 방식으로 특정한 공간에서 에너지가 큰 파동을 만드는 것이라 할 수 있다.

원형 스피커 배치를 이용한 청취 영역 제어

개요

1. 실험 환경

청취 영역을 제어하는 배경 이론을 실제 환경에서 구현하기 위하여, 본 연구에서는 그림 4와 같이 각각의 음원이 제어 대상 영역의 중심에서 동일한 거리에 위치하는 원형 배열(circle array) 형태의 스피커 시스템을 구축하고 실험을 진행하였다. 이 시스템은 16개의 음원이 r 의 반지름을 가지는 원의 형태로 공간을 둘러싸고 있으며, 그 안에 한 변의 길이가 L_t 인 정사각형 형태의 관심 영역이 설정된다. 본 연구의 핵심은 이 관심영역 내부에 한 변의 길이가 L_b 인 정사각형 형태의 음향학적으로 밝은 공간(bz : bright zone)을 만들고, 그 위치를 bz_i 에서 bz_f 로 이동하는 문제가 된다.

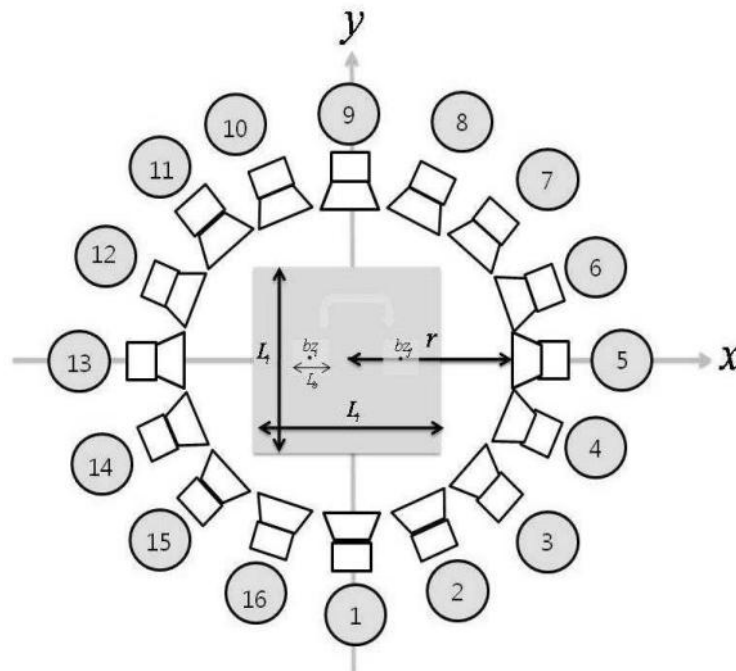


그림 4. 음향 밝기 대조 제어를 적용한 원형 어레이 시스템

2. 실제적인 문제 정의

음향학적으로 밝은 공간을 형성하는 문제를 푸는 과정은 크게 제어 음원과 각 지점 간의 전달 함수를 가지고 공간 상관 행렬을 만들고, 이 공간 상관 행렬의 고유치를 최대로 만들어 주는 고유벡터를 구하는 것으로 요약될 수 있다 (그림 5).

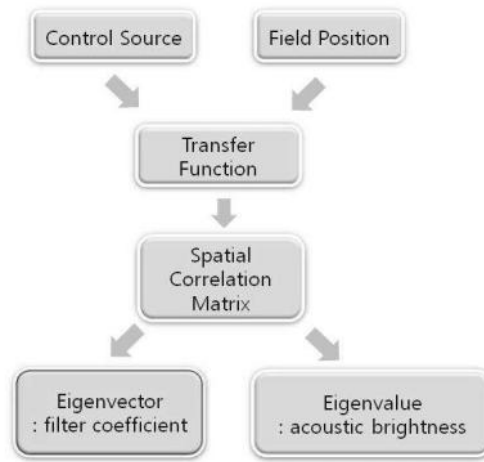


그림 5. 수학적인 답을 얻는 방법 개념도

이 과정에서 얻은 고유벡터의 값은 각각의 스피커에 들어가는 신호의 크기와 위상을 제어하는 필터의 계수를 결정하며, 그 결과로 형성되는 음장은 다음 수식으로 나타낼 수 있다.

$$p(\vec{x}) = \sum_{n=1}^N H(\vec{x}|\vec{x}_c^{(n)}) S(\vec{x}_c)$$

($\vec{x}$: measurement point, $\vec{x}_c$: control source position)

즉, 음향학적으로 밝은 공간을 형성하는 문제는 위 수식의 기저 벡터에 해당하는 전달 함수를 측정하는 일과, 특정 음향학적 물리 인자가 최대가 되도록 하는 이 기저 벡터의 계수를 얻어내는 일 두 가지로 요약이 가능하다.

이상적인 공간에서는 이와 같은 전달 함수를 측정하는 대신 단극 음원의 방사 모델을 말해주는 그린 함수(Green's function)를 사용한다. 그러나 실제의 경우 스피커가 단극 음원

이라는 가정이 정확히 들어맞지 않고, 직접 전달되는 음 뿐 아니라 공간에 의한 잔향이 존재하기 때문에, 대부분 각 지점에 대한 각 음원의 개별적인 전달함수를 측정하는 과정이 반드시 필요하다. 또한, 이론상으로는 영역 내부의 무한한 점에서 전달함수를 측정하여야 하나, 이는 현실적으로 불가능하다. 따라서 실제 실험에서는 우선 제어 음원과 청취 영역의 위치를 정확하게 정의한 뒤, 최대한 좁은 간격의 많은 지점에 대해서 각 음원과의 전달함수를 측정하여야 한다.

3. 공간 형성 및 제어

정리하자면, 음향학적으로 밝은 공간을 형성/제어하는 작업의 핵심은 우선 영역의 기준이 되는 중점을 정의하고, 영역 내 측정 지점에서의 전달함수를 바탕으로 공간 상관 행렬의 최대 고유치에 상응하는 고유 벡터를 찾아 이를 이용하여 각 음원(스피커)의 음량 및 위상을 제어하는 작업으로 요약할 수 있다. 또한, 영역의 중심점을 이동하는 경우 그에 따라 새로운 영역에서 동일한 과정을 반복하여 음원을 지속적으로 제어하게 된다.

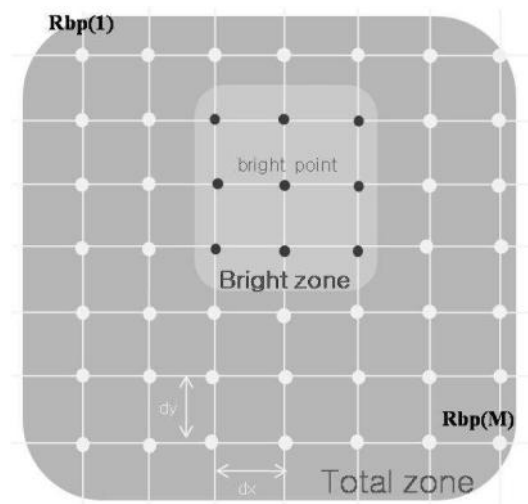


그림 6. 밝은 영역 및 그 내부 측정 지점의 예

실제 구현 및 실험

실험 개요

앞에서 설명한 원형 스피커 배치를 이용한 청취 영역 제어의 실제 구현 가능성을 확인하기 위하여, 실제 공간의 전달 함수를 측정하여 원하는 영역에 소리를 집중하는 기능을 확인하는 실험을 수행하였다. 실험은 카이스트 기계공학과 소음 진동 연구센터 (NOVIC) 1층에 위치한 청음실(listening room)에서 수행되었으며, 단일 주파수에 대한 실험 결과 지정된 영역에 소리가 집중되는 현상 및 해당 영역의 기준점을 변수로 하여 집중된 영역이 움직이는 것을 그래프를 통하여 확인할 수 있었다.

1. 실험 환경



그림 7. 카이스트 소음 진동 연구센터 청음실에 설치된 실험 시스템

실험(그림 7)은 반지름이 1.5[m]인 원형으로 스피커가 배치된 공간에 1.24m x 1.18m인 영역을 설정하고 수행되었다. 사용된 측정 시스템은 그림 8과 같다.

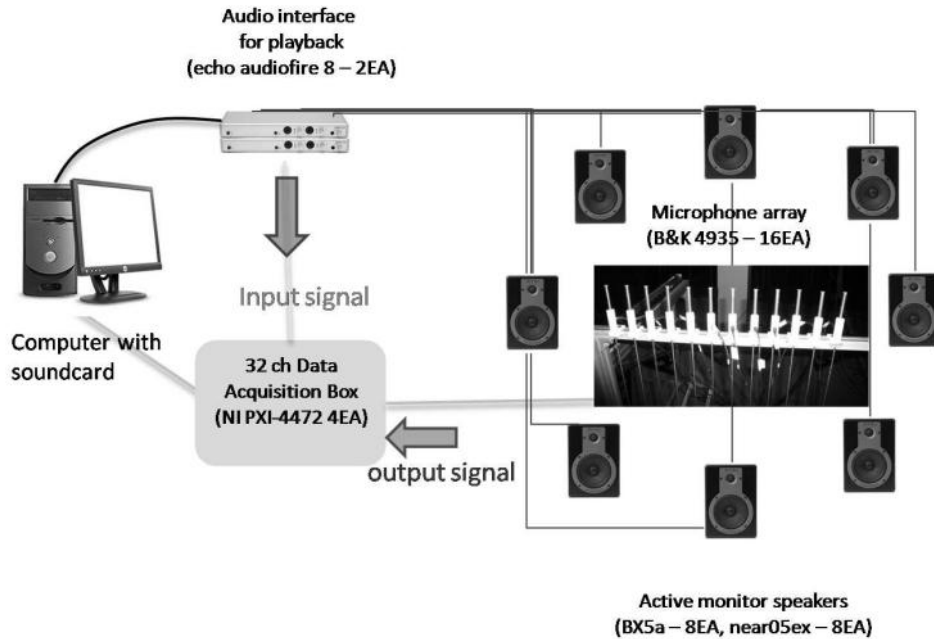


그림 8. 다채널음향 시스템 (카이스트 기계공학동 청음실, 2008.11.5)

2. 전달함수 측정

앞에서 언급된 바와 같이 현실적으로 관심 영역 내의 무한히 많은 지점에 대하여 음원과의 전달함수를 측정하는 것은 불가능하므로, 실제 측정은 일정 간격을 두고 이루어지게 된다. 이때 그 간격(δ)은 샘플링 이론에 의하여 제어하려는 음원 파장의 절반보다 좁은 간격이 되어야 한다 (또한, 전체 공간의 크기는 영역의 직경(L_t)이 파장에 비해 매우 커야 한다).

$$\delta < \frac{\lambda}{2} \quad , \quad \lambda \gg L_t$$

본 연구에서는 3430[Hz](파장 λ : 0.1[m])의 단일 주파수 정현파를 집중하는 실험을 수행하기 위하여 수평 방향으로 $dx = 0.04$ [m], 수직 방향으로 $dy = 0.02$ [m]의 간격으로 전달 함수를 측정하였다.

3. 측정 결과를 바탕으로 한 모의 실험

그림 9는 이상과 같이 측정한 전달함수의 유효성 여부를 판단하기 위하여 각 음원에서 나오는 소리의 음압 및 위상을 표시한 것이다. 실험 결과는 전반적으로 이상적인 단극 음원의 방사 모델과 흡사한 패턴을 보여준다 (일부 지점에서 음압 그래프가 급격하게 변화하는 것을 볼 수 있는데, 이는 측정상의 실수로 해석된다).

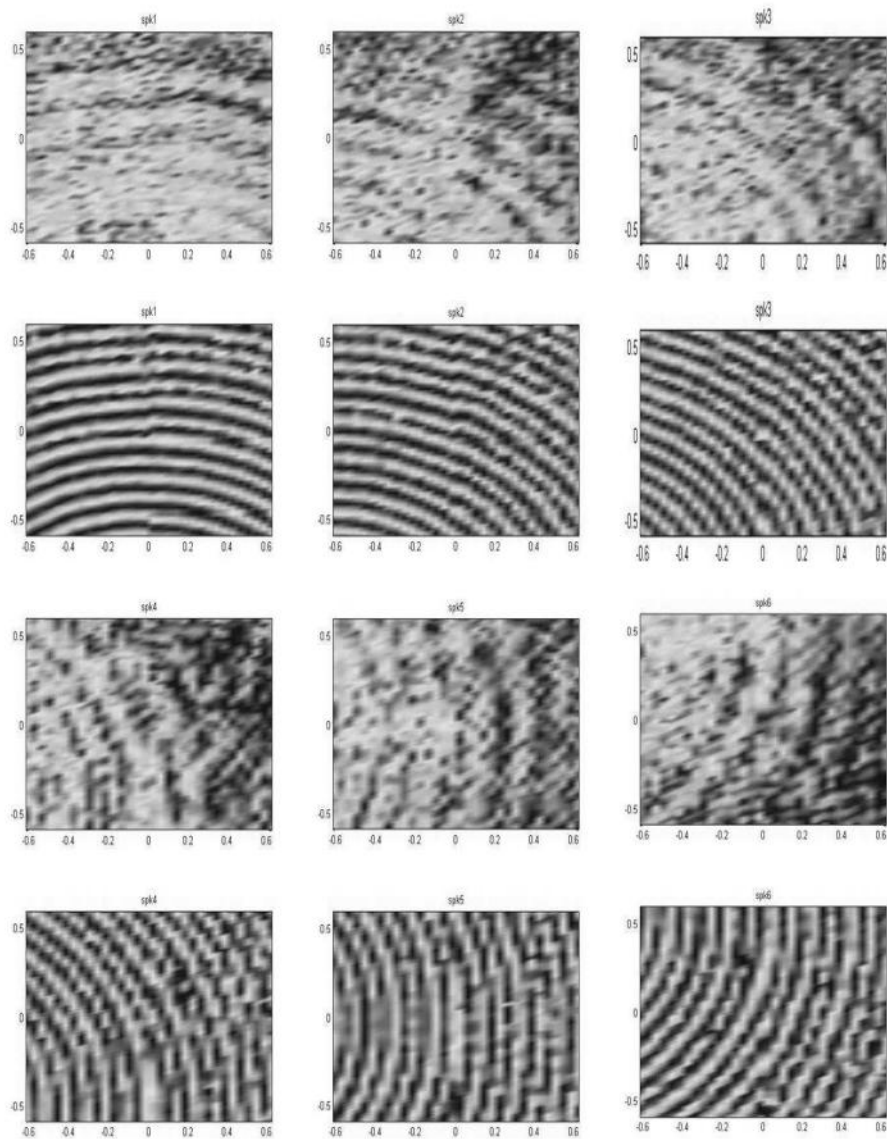


그림 9. 측정된 각 음원이 만드는 각 측정 지점의 음압과 위상 (스피커1~6번)

특정 영역에만 음향 포텐셜 에너지 밀도가 최대가 되는 영역을 만드는 모의 실험의 결과는 아래의 그림 10과 11에 표시되었다. 비록 음량의 한계는 있으나, 서로 다른 지점에서 음향학적으로 밝은 영역을 형성할 수 있다는 가능성은 확인할 수 있다. 또한 중요한 점은 이 결과를 얻기 위한 연산은 상당히 짧은 시간에 수행되므로, 음악 분야의 응용에 있어 실시간에 가깝게 움직이는 영역을 만들기에 크게 부족함이 없다는 것이다.

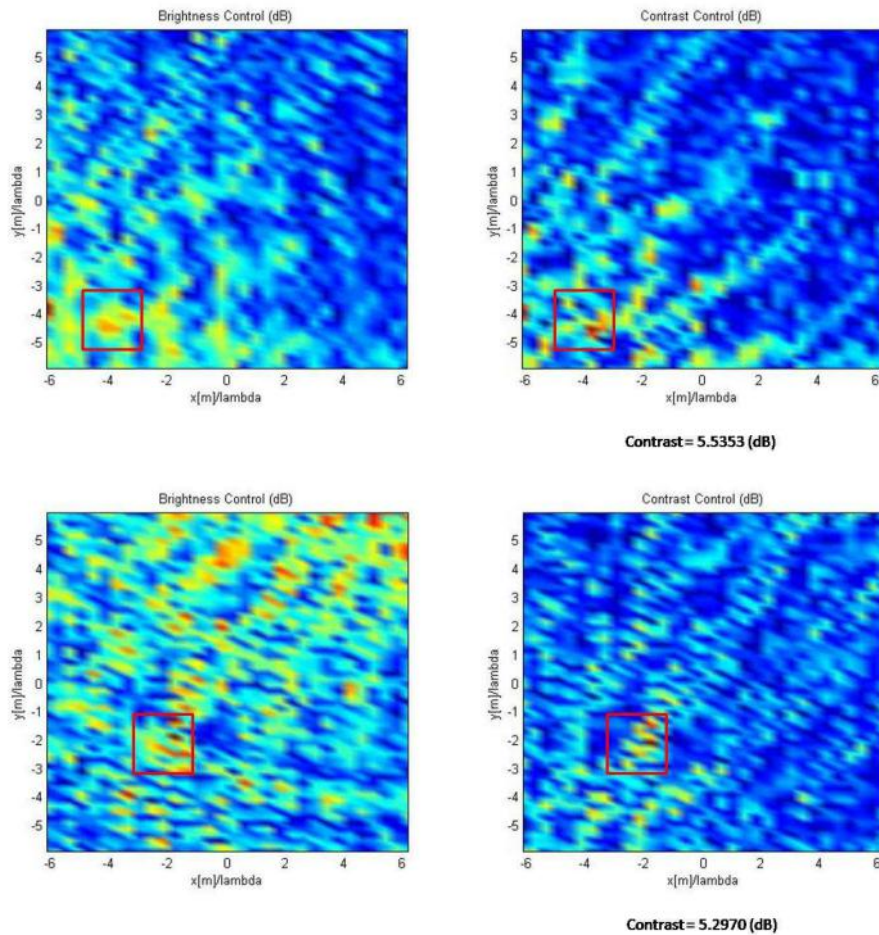


그림 10. 음향학적 밝기/대조 제어를 적용한 집중된 영역 (1)

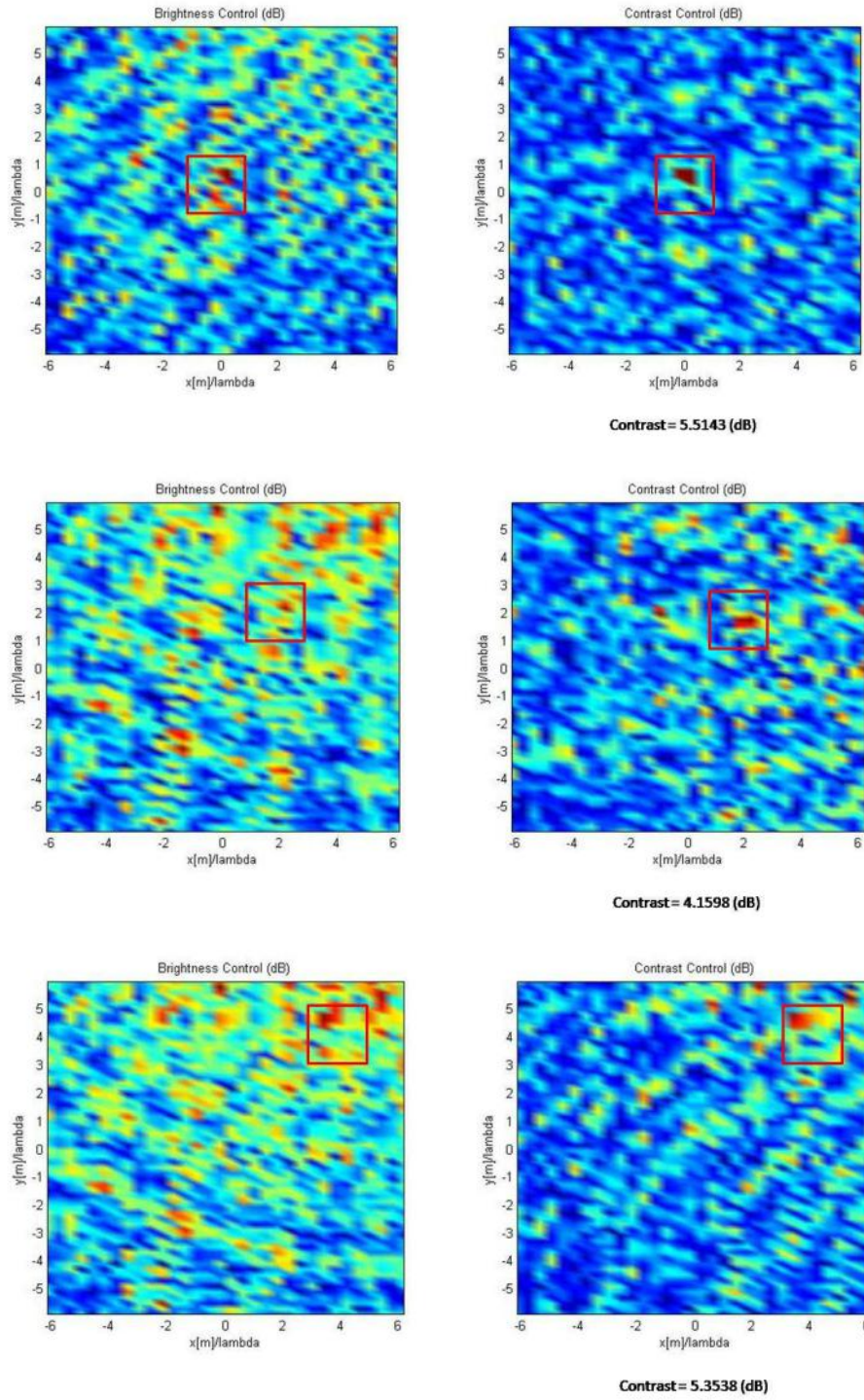


그림 11. 음향학적 밝기/대조 제어를 적용한 집중된 영역 (2)

음악을 위한 응용: 소프트웨어 구현

본 연구의 마지막 단계는 이상에서 살펴본 소리의 공간 제어 기법을 실시간으로 비교적 손쉽게 구현 및 제어할 수 있는 환경을 구축하는 것으로, 그 첫 단계로 Max/MSP 기반의 소프트웨어를 제작하고 있다. 이러한 작업은 그동안 실험실 수준에서만 연구되어 온 배경 이론을 실제 음악 및 멀티미디어 예술 분야에서의 콘텐츠 저작 목적으로 이용하는 일에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

Max/MSP 오브젝트

1. 기본 구성

그림 12는 소리의 공간 제어 기법 구현의 핵심 부분에 해당되는 **region** 오브젝트의 모습이다. 이 오브젝트는 사용자가 설정을 원하는 청취 영역의 중심 위치(x, y 좌표)를 입력으로 받아, 그에 따라 각 음원에 적용할 음량 및 위상의 값을 계산하여 출력한다. 음원의 수는 오브젝트의 인수(argument)로 지정하여 변경할 수 있다 (그림 12는 실험에 사용된 것과 같은 16채널 시스템의 모습이다). 출력단의 수는 채널 수의 두배로, 이는 각 채널마다 적용되는 필터를 정의하기 위한 복소 계수를 위한 실수 및 허수 정보가 필요하기 때문이다.



그림 12. Max/MSP용 외부 오브젝트 region.mxo

2. 실제 응용 사례

실제 사용에 있어 실수부와 허수부로 표시되는 직교 좌표(cartesian coordinates) 값을 크기와 위상으로 표현되는 극 좌표계(polar coordinates)로 변환하여 각 음원에 들어가는 신호의 크기(magnitude)와 위상(phase)를 조절하여야 할 경우 Max/MSP의 기본 오브젝트들을 활용하여 그 기능을 구현할 수 있다. 그림 13에 이와 같은 작업을 수행할 수 있는

간편한 패치가 예시되어 있는데, 해당 채널을 위한 필터 정보를 실수와 허수로 받은 후 “cartopol” 오브젝트를 이용하여 이를 크기와 위상으로 변환하고, 3430Hz의 정현파를 발생하는 “cycle~” 오브젝트의 음량과 위상을 제어한다.

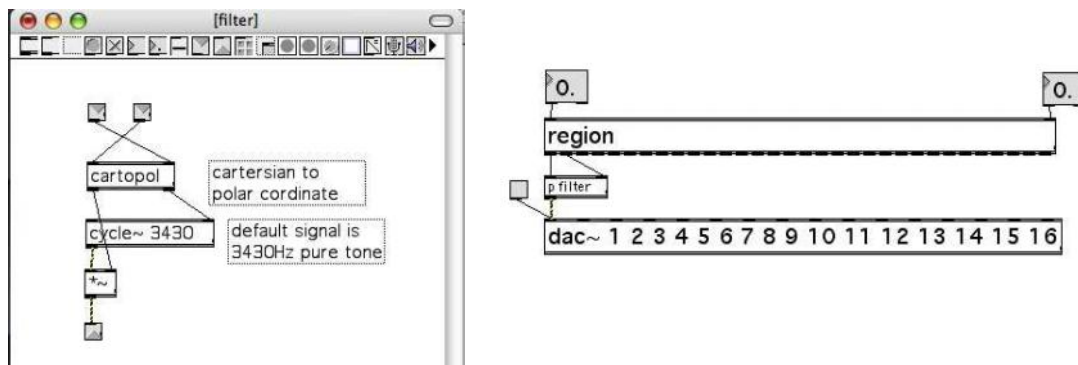


그림 13. region오브젝트를 사용하는 예제

region 오브젝트에 입력되는 좌표를 만들기 위해서 사용될 수 있는 옵션은 매우 다양할 것이다. 현재 영역 기준점의 값을 컴퓨터 화면상에서 받아들이는 GUI(graphic user interface)를 개발하는 과정에 있으며, 장래 다양한 센서 및 컨트롤러 등에 기반한 PUI(physical user interface)와의 실시간 연동을 통하여 사용자의 동작 등을 청취 영역 제어에 직접 응용할 수 있을 것이다.

결론

본 연구에서는 그동안 스피커로 제공하는 개인 음향이라는 측면에서 콘텐츠 감상 방식에 응용되어 왔던 ‘다수의 음원을 사용한 음향학적 밝기/대조 제어 이론’을 음악 및 멀티미디어 분야에 활용하기 위한 목적으로 특정 영역에 소리를 집중하고, 또한 그 영역을 자유롭게 움직이는 문제를 탐구하고 있다. 연구의 바탕이 되는 수학 및 물리학적 이론은 이미 정립이 되어 있는 상태이며, 실제 구현을 위하여 통제된 환경에서의 전달함수 측정 결과를 바탕으로 한 컴퓨터 모의 실험 및 이를 실제 응용하기 위한 소프트웨어 제작 등을 진행하였고 일정한 성과를 거두고 있다.

현재까지의 연구 및 실험 결과를 바탕으로 보면, 소리의 공간 제어 이론을 실제 적용하는 과정에 있어 가장 어려운 부분은 전달 함수 측정일 것이다. 정밀한 측정 장비, 측정 방법에 대한 지식 등이 없이는 정확한 전달 함수를 측정하는 것은 매우 어렵고도 시간이 오래 소요되는 작업이며, 향후 이 부분에 대한 이론적인 연구 뿐 아니라 실질적인 경험을 바탕으로 한 실험 및 측정 기법이 가장 중점적으로 보강되어야 할 것이다.

이러한 어려움에도 불구하고, 본 연구의 의의는 지향성 스피커와 같은 특수 음원이 아닌 일반 음원을 사용하여 소리를 집중한다는 데에 있으며, 이는 현재 대중적으로 보급되어 있는 다채널 음향 시스템을 기반으로 한 청취 공간을 제어 시스템이 구현될 가능성이 있음을 의미한다. 또한, 본 연구에서 제작하고자 하는 소프트웨어 환경은 음악 및 멀티미디어 콘텐츠 제작 분야에 이 이론을 적용하는 작업에 큰 도움을 주는 기초 연구가 될 것이다.

참고문헌

- Durand R. Begault, "3-D sound for virtual reality and multimedia", 1994.
- William G. Gardner and Keith D.Martin, "HRTF measuremts of a KEMAR", Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 97, No. 6, June 1995.
- Michael A. Gerzon, "Practical Periphony: The reproduction of full-sphere sound", presented at the 65th Convention of Audio Engineering Society, London, February 25 through 28, 1980.
- Ville Pulkki, "Spatial sound generation and perception by amplitude panning techniques", Doctoral Thesis, Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, Helsinki Univ. of Technology, 2001.
- A. J. Berkhout, D. de Vries, and P. Vogel, "Acoustic control by wave field synthesis", Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 93, No. 5, pp 2764~2778, May 1993.
- Cycling '74, <http://cycling74.com>.
- Miller Puckette, "Pure Data", Proceedings of the International Computer Music Conference, San Francisco, 1996.
- J-W. Choi and Y-H. Kim, "Generation of an acoustically bright zone with an illuminated region using multiple sources", Journal of the Acoustical Society of America, 444(11), 1695-1700, 2002.
- J-W Choi and Y-H Kim, "Manipulation of sound intensity within a selected region using multiple sources", Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 116, No. 2, August 2004.
- Matthew Jones and Stephen Elliott, "An Active Headrest for personal audio", J. Acoust. Soc. Am., vol. 119, issue 5, p. 2702 , May 2006.
- Matthew Jones and Stephen Elliot, "Personal Audio with multiple dark zones", 19th International Congress on Acoustics, Madrid, 2-7 September 2007.
- F. Joseph Pompei, "The Use of Airborne Ultrasonics for Generating Audible Sound Beams", J. Audio Eng. Soc., Vol. 47, No. 9, pp. 726-731, September 1999.

〈Abstract〉

A Practical Implementation of Sound Focused Zone Control Thoery

Kim, Yong-Ho

This paper introduces the technology to localize the audible range based on the zone control theory of audio signals, which utilizes the constructive/destructive interference of sound waves to create acoustically bright zones using multiple ordinary speakers as sound sources. We review the background theory, analyze the experiment results, and discuss its implementation and practical use. Finally, we present a Max/MSP object which offers the signal processing engine for zone control.

Key words: sound zone control, spatial sound, transfer function, Max/MSP

Spectral Envelope과 Convolution을 이용한 소리합성 연구

이 사 우*, 박 태 홍**

〈요 약〉

본 논문은 시간에 따라 변하는 파형을 분석하고 재합성하는 소리합성에 관한 연구이다. 임펄스와의 효과적인 convolution을 수행하기 위한 STFT(Short Time Fourier Transform)로 부터 spectral envelope이 구해지고, IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)와 OLA(Overlap and Add)방법에 의해 새로운 파형이 생성된다.

본 논문에서는 convolution을 통한 소리합성과 관련된 단계별 과정을 세부적인 설명과 함께 다루고 있다. 모든 과정은 공학용 프로그램인 MATLAB에 의해 구현되었다.

검색어: spectral envelope, convolution, 소리합성, 소리분석, FFT

* 이사우, 한국예술종합학교와 플로리다 주립대학을 졸업하고 현재 한국예술종합학교 미래교육준비단 연구원으로 있다. playworship@gmail.com

** 박태홍, 다트머스 대학과 프린스턴 대학을 졸업하고 현재 툴레인 대학에서 음악학부 교수로 있다. park@tulane.edu

서론

과학 기술이 발전하고 그에 따른 관련 하드웨어와 소프트웨어가 발전함에 따라 소리 합성과 관련된 많은 연구들이 진행되고 있다. 특히 컴퓨터의 계산속도가 급속하게 발전하며 데이터를 이전보다 훨씬 빠르고 효율적으로 처리할 수 있게 되면서, 소리의 데이터를 보다 손쉽게 분석하고 처리하는 것이 가능하게 되었다. 또한 소리를 분석하고 원하는 데이터를 얻어내기 위해 특정 프로그램이나 시스템을 통해서만 가능했던 작업 역시 점점 보편화된 환경에서 구현되고 있다.

이 연구는 시간에 따라 변하는 사운드 파일을 FFT와 저역필터(Low-Pass Filter)를 사용하여 분석하고 주파수의 spectral envelope을 추출하여, 이 데이터를 임펄스에 적용하여 재합성하는 소리합성 과정을 보여준다. 위의 모든 연산과정은 공학용 프로그램인 MATLAB에 의해 구현되었다.

관련 연구

Spectral envelope 추출

1. LPC(Linear Prediction Coding)

LPC는 주로 스피치관련 신호의 spectral envelope을 구하는 분석 도구로 all-pole(IIR) 필터 모델을 근간으로 한다. 각 신호의 샘플을 $s(n)$ 으로, LPC 계수를 a_i 로 나타낼 때, 예상값 $\hat{s}(n)$ 은 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\hat{s}(n) = \sum_{i=1}^p a_i s(n-i)$$

$$a_i = \text{LPC-coefficients}$$

위의 식에서 예상 에리값(LPC-residual)은 $e(n) = \hat{s}(n) - s(n)$ 으로 정의할 수 있으며 다

음은 LPC 시스템의 블록도를 나타낸다.

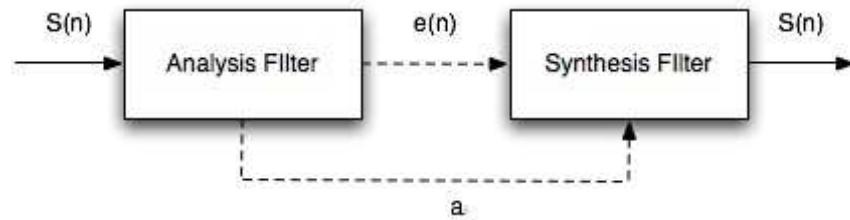


그림 1. LPC 시스템의 블록도

만일 예상 에러값을 없다고 가정한다면, z -변환에 의해 분석 필터(analysis filter)와 그의 역인 합성 필터(synthesis filter)의 전달함수 $A(z)$ 는 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\text{analysis filter, } A(z) = 1 - \sum_{i=1}^p a_i z^{-i}$$

$$\text{synthesis filter, } \frac{1}{A(z)} = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^p a_i z^{-i}}$$

하지만 유한개의 파설을 갖는 신호의 분석에서 LPC를 통해 spectral envelope를 구하는 방법은 몇몇 경우 문제점을 야기하는데, 특히 높은 차수일 때나 고음에서 두 파설의 간격이 넓을 때, envelope이 잔류소음 레벨(residual noise level)까지 떨어지는 현상을 보인다.

2. Cepstrum

“spectrum“ 이라는 단어로부터 만들어진 단어 Cepstrum는 log함수로 변환을 했을 때, 두 개의 곱을 합으로 바꿀 수 있는 성질을 이용하여 만들어 진 것으로, 기존의 Spectrum값에 log를 더하고 역방향의 푸리에 변환을 통해 얻어진다. 신호 $s(n)$ 에 대한 공식은 다음과 같다.

$$s(n) = h(n) * x(n)$$

$h(n)$: impulse response of filter, $x(n)$: excitation

위의 식은 다음과 같이 변환된다.

$$c = F^{-1}(\log|S|) = F^{-1}(\log|H|) + F^{-1}(\log|X|)$$

여기서 c 를 “quefrency” 라고 하며, $\{c_k, k=0,1,\dots\}$ 은 cepstral 계수이다. spectral envelope를 나타내는 H_i 는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$H_i = \exp\left(\sum_{k=0}^p c_k \cos(k\omega_i)\right), \quad \omega_i = 2\pi \frac{f_i}{f_s}$$

이 방법 또한 문제점을 갖는데 신호로 해석되는 크기 스펙트럼에 저역 필터링을 수행하는 특성으로 인해 곡선의 움푹임의 평균값을 나타낸다. 결과적으로 spectral envelope은 피크값보다 낮은 값을 나타낸다. 또한 위의 경우처럼 파셀의 간격이 넓을 때, 두 파셀 사이에서 envelope이 잔류소음 레벨(residual noise level)까지 떨어지는 현상을 보인다.

본 연구

연구과정

소리합성을 위한 전반적인 과정을 살펴보면 다음과 같다.

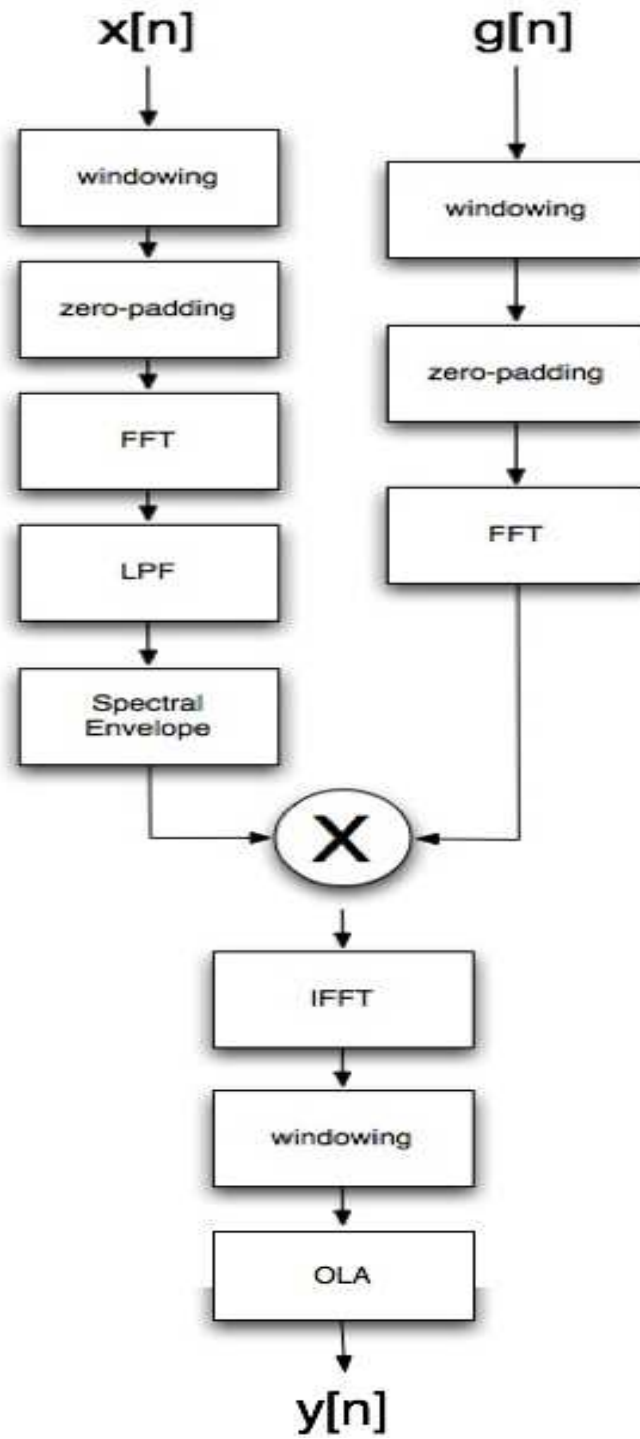


그림 2. 소리합성 과정의 전체 개요도

목표음(target sound)은 시간 영역(time-domain)상에서 정해진 윈도우 사이즈의 크기로 분리 된다. 이렇게 나누어진 샘플들은 windowing과 zero-padding의 과정에 의해 보정된 후에 FFT를 통해 주파수 영역(frequency-domain)으로 옮겨지게 된다. 임펄스에 대해서도 똑같은 과정을 거치게 된다.

이렇게 얻어진 목표음의 FFT 곡선을 통해 저역필터(Low-Pass Filter)를 이용한 spectral envelope 곡선을 구한다. 여기서는 MATLAB상에서 butter 함수와 filter 함수를 사용하였다.

Spectral envelope을 통한 데이터를 임펄스를 FFT해서 얻어진 데이터와 곱한다. 그 결과로 얻어진 데이터는 IFFT를 통해 시간 영역 상으로 돌아오게 된다. 각 샘플마다 동일한 프로세스를 가지며, 이들은 적절한 windowing과정과 함께 오버랩 되며 더해진다. 결과적으로 목표음의 분석과 재합성에 의한, 결과음(output sound)이 탄생하게 된다.

$x[n]$

이번 연구에 사용되는 목표음으로 유리로 된 와인잔을 쳤을 때 발생하는 소리를 녹음해서 사용했는데, 다음은 데이터 정보를 정리한 것이다.

Name	glasswine.wav
Format	mono wave
Length	0.74"(32764 sample)
Bit	16bit
Sampling Frequency	44.1kHz

표1. 목표음(target sound) 정보

다음은 Target Sound의 스펙트로그램을 보여준다.

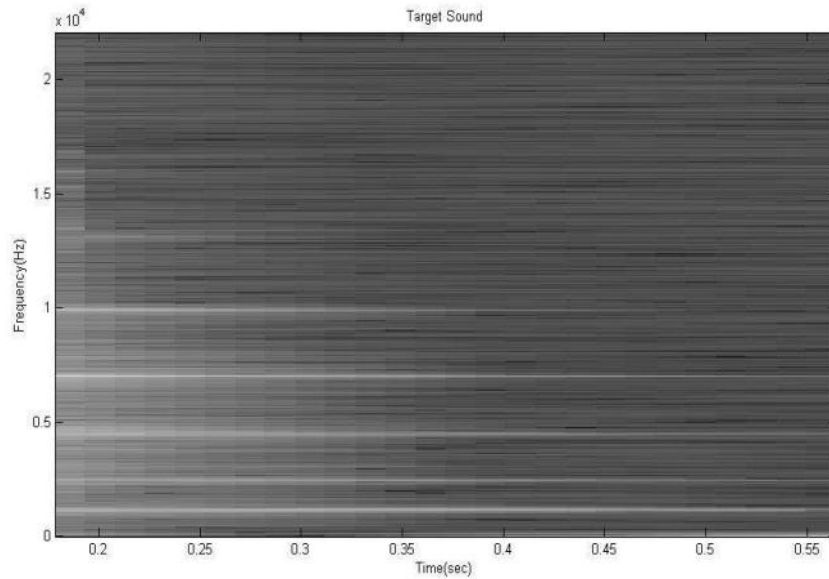


그림 3. 목표음(target sound)의 스펙트로그램

windowing & zero-padding

각각의 나누어진 프레임들은 윈도우 함수에 의한 windowing의 과정을 갖는다. 이번 연구에서는 hanning window가 사용되었다. 다음은 hanning window의 함수와 그래프를 나타낸다.

$$w(n) = 0.5 \left(1 - \cos \left(2\pi \frac{n}{N} \right) \right), 0 \leq n \leq N$$

window size: $L = N + 1$

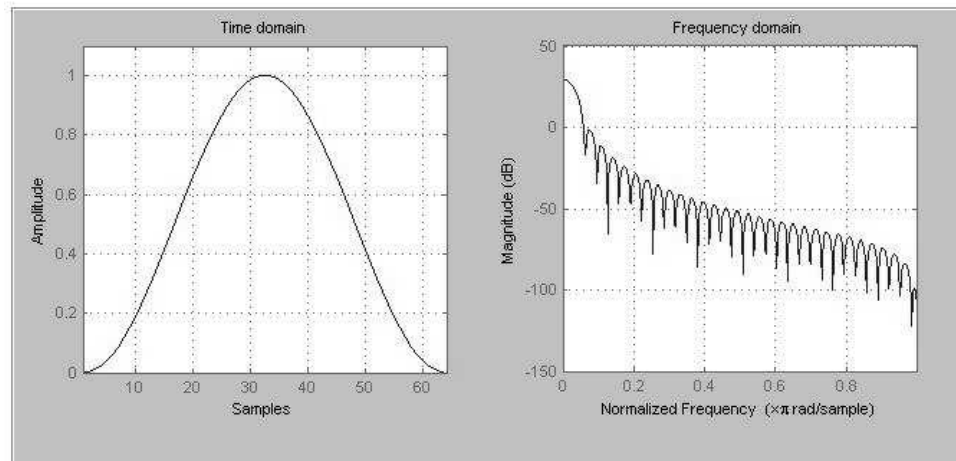


그림 4. hanning window

또한 분석된 데이터와 임펄스와의 곱에서 생길 수 있는 time-aliasing을 피하기 위한 zero-padding의 과정이 필요하다. FFT 크기에서 윈도우 크기를 뺀 나머지 부분은 zero, 즉 0으로 채워진다. 다음은 zero-padding이 적용된 샘플 데이터를 보여준다.

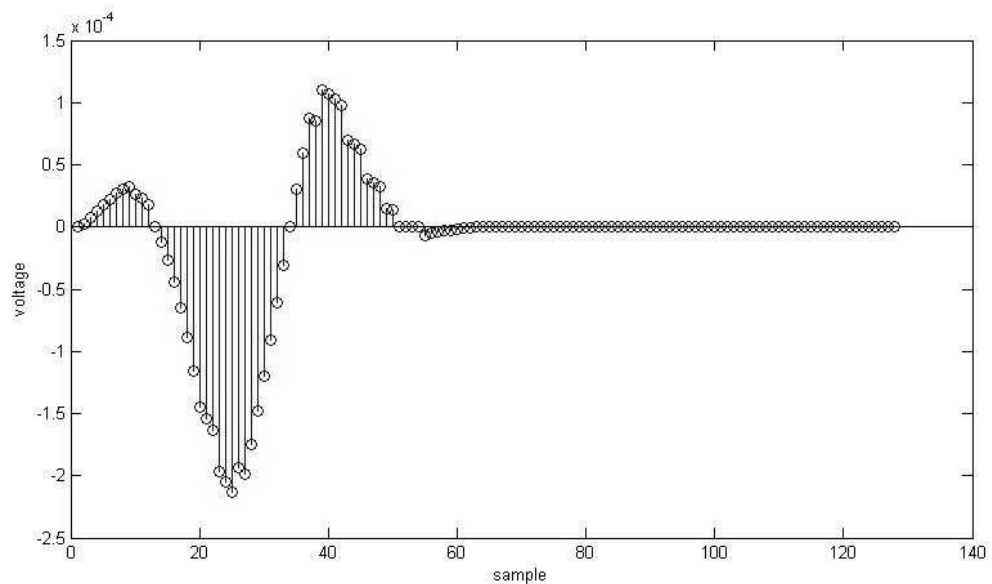


그림 5. zero-padding이 적용된 샘플데이터

다음은 위의 과정들을 담고 있는 MATLAB코드이다.

```
[x, fs, nbits]      = wavread('sounds/glasswine.wav');
xs                  = x(startPtr:endPtr); % snippet of x
win                 = hanning(winLength); % window function
xswin               = win' .* xs; % window it
xsp                 = [xswin zeros(1, nfft-winLength)]; % zero-pad
                    % xs to FFT size
temp                = fft(xsp);
xsff(frameNum,:)    = temp(1:end);
xsPhase(frameNum,:) = angle(xsff(frameNum,:));
xsMag(frameNum,:)    = abs(xsff(frameNum,:));
maxGainX(frameNum,:) = max(xsMag(frameNum,:));
```

LPF(저역필터)를 통한 Spectral Envelope 추출

FFT에 의해 분석된 데이터를 이용해 필터의 주파수 스펙트럼 곡선을 구한다. 필터의 계수를 구하기 위해 butterworth IIR 필터가 사용되었다. MATLAB에서는 butter함수를 사용하며 다음과 같이 표현된다.

`[b a] = butter(n, Wn,'ftype')`

n: order, Wn: normalized cut-off frequency, ftype: filter type

$$H(z) = \frac{B(z)}{A(z)} = \frac{b(1) + b(2)z^{-1} + \dots + b(n+1)z^{-n}}{1 + a(2)z^{-1} + \dots + a(n+1)z^{-n}}$$

```
[b a] = butter(1, Wn, 'low');
xsfilter(frameNum,:) = filter(b,a, xSMag(frameNum,:));
```

여기서 Wn 은 노말라이즈된 차단(cut-off) 주파수를 나타내며, 이 값에 따라 곡선의 형태는 차이를 갖게 된다. 다음의 두 그래프는 5번째 프레임에서의 FFT분석에 따른 주파수 분포 곡선(실선)을 보여준다. Wn 값의 차이에 따른 필터의 spectral envelope(점선)를 보여준다.

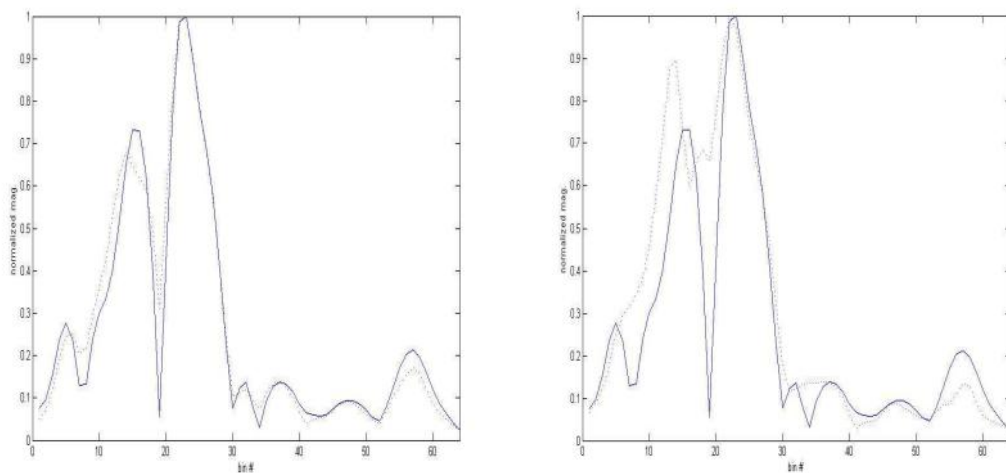


그림6. $Wn = 0.1$ 일 때(왼쪽)의 필터 주파수 곡선과 $Wn = 0.5$ 일 때(오른쪽)의 필터 주파수 곡선, Wn 이 클수록 보다 정확한 곡선을 얻는 것을 알 수 있다.

참고로 x축을 결정하는 bin # 는 주파수와 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$Frequency(bin) = bin \times \frac{fs}{N}$$

fs : Sampling Frequency, N : FFT size

Convolution

이렇게 얻어진 필터의 spectral envelope은 임펄스와의 곱에 의한 재합성의 과정을 갖는다. 다음 코드는 필터로 구현된 spectral envelope과 임펄스 데이터와의 곱을 보여준다.

```
zsMag(frameNum,:) = xsfilter(frameNum,:) .* ysff;
zs(frameNum,:) = zsMag(frameNum,:) .* (cos(xsPhase(frameNum,:))
+ sin(xsPhase(frameNum,:))*i);
```

IFFT

위의 데이터는 IFFT를 통해 시간 영역상의 데이터로 이동하게 된다. 이 과정 역시 각각의 프레임마다 행해지는데, 데이터들이 서로 오버랩하며 더해져서 최종 결과음을 만들게 된다. 밑의 코드는 이 과정을 구현한 것이다.

```
for frameNum=1:numOfFrames-1
    % ifft
    temp = real(ifft(zs(frameNum,:)));
    temp = temp(1:end/2).*win';
    xNew(startPtr:endPtr) = xNew(startPtr:endPtr) + temp;
    % update pointers
    startPtr = startPtr + winLength - overlapN;
    endPtr = endPtr + winLength - overlapN;
end
```

결과

이렇게 모든 과정을 거쳐 구현된 결과음을 목적음과 비교해보면 다음과 같다.

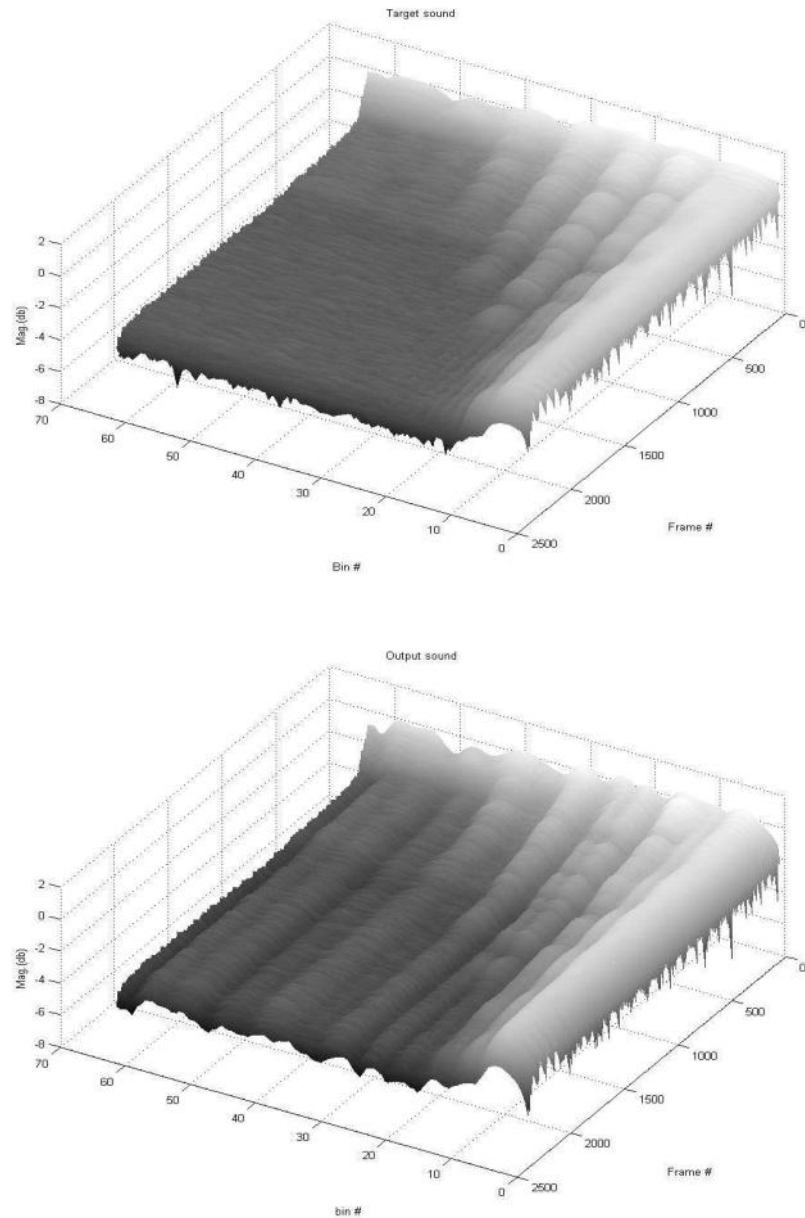


그림7. 목적음(target sound)(위)과 최종적으로 구현된 결과음(output sound)(아래)의 3D 분석 비교

Morphing

이와 같은 분석기반의 소리합성은 다양하게 응용되어 질 수 있다. 그 중 유용하게 사용되어 적용할 수 있는 방법으로 morphing을 들 수 있다. 각각의 envelope의 연산에 의해 다양한 형태의 제어가 가능한 데, 그 중 가장 단순한 형태인 두 개의 파형으로부터 spectral envelope을 구한 후 morphing factor에 의해 선형적으로 제어되는 envelope을 구해보면

$$v'(f) = (1 - m)v_1(f) + mv_2(f)$$

f = frequency, v' =interpolated envelope, v_1, v_2 =given envelope, m =interpolation factor

이렇게 구해진 envelope은 나머지 동일한 과정을 통해 구현되며, 이러한 방식의 morphing기법은, 더 나아가 세 개 이상의 파형에서도 비교적 손쉽게 적용되어질 수 있다는 장점을 갖는다.

결론

본 논문에서는 파형 분석을 통해 spectral envelope을 구하고, 임펄스에 적용하여 구현되는 소리합성 과정을 살펴보았다. 그 결과, 구현된 결과음은 본래의 목적음을 근접하게 재현하였다. 데이터를 FFT하여 spectral envelope를 구하는 일련의 과정들은 MIR(Music Information Retrieval) 분야나 음성인식 같은 분야에서 보다 활발히 연구되고 있으며, 또한 이와 관련된 소리합성 분야에서도 연구가 이루어지고 있다. 이러한 연구들은 훌륭한 전자음악의 도구로서 개발되고 발전하기 위한 많은 가능성을 보여주며, 앞으로도 계속 연구해 나가야 할 과제이기도 하다.

참고문헌

- Beauchamp, W. J., Ed., "Analysis and Synthesis of Musical Instrument Sounds: The Sound of Music", Springer, New York, 2007.
- Rodet, X. and Depalle, P., "Spectral Envelopes and Inverse FFT Synthesis", Audio Eng.Soc,1992.
- Schwarz, D. and Rodet, X., "Spectral Envelope Estimation and Representation for Sound Analysis-Synthesis", Proceedings of the International Computer Music Conference, Beijing, China, 1999.
- Oppenheim, A. V. and Shafer, R. W., Digital Signal Processing, Prentice-Hall, New Jersey, 1975.
- Dolson, M., "The Phase Vocoder: A Tutorial", Computer Music Journal, Vol. 10, No. 4, pp.14-27, 1986.
- Dodge, C. and Jerse, A., T., Computer Music: Synthesis, Composition, and Performance, 2nd Ed., Schirmer, 1985.
- Ingle., K. V. and Proakis, G. J., Digital Signal Processing using MATLAB, 2nd Ed.,Thomson, Canada, 2007.

〈Abstract〉

A Sound-Synthesis Technique Based on Spectral Envelopes and Convolution

Sa Woo Lee, Tae Hong Park

This paper explores sound synthesis based on analysis by synthesis on time-varying waveforms. Spectral envelopes are extracted via the STFT(Short Time Fourier Transform) which are used to compute the product of an impulse and the envelopes in the frequency-domain effectively rendering convolution. The time-domain waveform is finally obtained via the IFFT(Inverse Fast Fourier Transform), and OLA(Overlap and Add) methods. In this paper, a step-by-step procedure and detailed explanation of signal processing concepts pertinent to the synthesis via convolution are introduced. The technical computing language MATLAB was used.

Key words: spectral envelope, convolution, sound synthesis, sound analysis, FFT

센서가 사용된 이돈응의 작품 연구

남 상 봉

〈요 약〉

본 논문은 센서가 사용된 이돈응의 작품 연구이다.

이돈응은 센서를 그의 작품에서 시각 정보들과 청각 정보들을 연결시켜주는 장치로 사용하였다. 그의 음악에서 센서가 사용된 부분은 불확정적인 성격을 띠고 그가 사용하는 음원의 재료는 물 소리, 돌 부딪히는 소리, 숨소리와 같은 자연친화적인 소리가 사용되었으며, 센서를 사용하는 주체는 작품에 따라 작곡자 혹은 연주자가 되었다.

그는 ‘붓으로 그리는 소리’(2000)에서 센서를 누드모델을 크로키하는 화가의 붓놀림 행위를 음악에 필요한 정보로 바꾸어 주는 장치인 전자화판을 만들기 위해 사용하였고, ‘창과 알토색소폰과 전자음향을 위한 한소리’(2005)에서는 다양한 센서 악기들(레버 센서, 광 센서, 밴드 센서 I, 밴드 센서 II, 피에조 센서, 슈퍼장고)를 만드는데 사용하였다. Alco 시리즈에서는 작곡가 겸 연주자의 제스처를 음악에 필요한 정보로 바꾸어 주는데 센서를 사용하였으며, Amusement시리즈에서는 악기 연주자가 스스로 샘플링한 소리를 직접 컨트롤하게 하기 위해 센서를 사용하였다.

결론적으로 이돈응의 전자음악 작품들은 센서가 응용되어진 여러 가지 방법들이 다채롭게 사용되었으며 그의 알고리즘 작법을 통하여 인터랙티브 라이브 전자음악으로 귀결되었다.

검색어: 센서, 인터랙티브, 라이브 전자음악, 알고리즘

센서가 사용된 이돈응의 작품 연구

청중들은 공연장에서 연주자가 연주하는 모습을 봄으로서 정보를 얻게 된다. 그리고 그것들은 작품을 이해하거나 혹은 음악적 분위기를 파악하는데 어떤 식으로든 영향을 미친다. 예를 들어 지휘자가 지휘하는 모습을 보는 것이나 악기 연주자가 악기를 연주하며 취하는 행동을 보는 것, 혹은 그들의 표정의 변화를 보는 것만으로도 청중은 그 음악을 듣고 이해함에 있어 많은 영향을 받는다. 이돈응은 이러한 점에 착안하여 공연장에서 얻을 수 있는 시각적인 정보를 그의 작품을 구성하는 또 하나의 요소로 취급하였고 그 정보들을 변형시키면서 새로운 작품을 만들었다. 이러한 일련의 작업들을 가능하게 하는 도구로서 센서가 사용되었으며, 그것은 작품에서 시각 정보들과 그의 음악을 연결시켜 주는 가교로서의 역할을 했을 뿐만 아니라, 변형되는 정보들의 범위를 무한대로 확장하여 작가로 하여금 다양한 시도를 가능하게 했다. 그의 음악에서 센서는 청중이 작품을 이해하는데 영향을 끼침과 함께 작품에 대한 당위성을 부여하였고, 그것은 그의 음악이 다른 음악들과 비교하여 그만의 독창성을 가질 수 있는 요소로 작용하게 하였다.

I. 센서가 사용된 이돈응의 작품 경향

이돈응은 센서를 통하여 시각적인 이미지들을 음의 형상과 연관시켜 소리를 변화시킨다. 일반적으로 공연장에서 연주자의 행위를 포함한 시각적인 이미지들은 우연적인 요소를 많이 포함하고 있어 이것을 음악적 재료로 사용한 그의 작품들은 불확정성이라는 요소를 공통적으로 내포하고 있다. 그는 또한 소리의 재료 혹은 센서를 사용하는 주체에 변화를 줌으로서 그 작품이 새로운 의미를 가질 수 있게 하였다.

1. 불확정성

불확정성 음악은 우연성 기법을 포함하고 있는 음악으로 소리가 악보에 확정되어 있지 않고 연주자가 현장에서 확정하는 음악을 말한다.¹⁾ 이 음악에서 가장 중요한 특징 중 하나

는 전체가 윤곽적으로 계획되어 있으며 세부적인 것들이 우연에 의해서 다스려진다는 것이다. 이로써 불확정성은 이전 음악에서보다 형식을 더 잘 이해할 기회를 제공하며 작곡가로 하여금 전체적 계획을 정확히 설정하게 하고 계획된 요소에 집중할 수 있도록 해준다. 센서를 통해 변환되는 정보들은 그 센서의 특성이나 연주자 행위의 특성이 가지는 한계 안에서 무작위로 받아들여져 우연적인 성격을 갖는데, 이돈응의 작품에서 이 정보들은 매핑방법을 포함한 작곡자의 알고리즘에 의해 음악적으로 변환되어 쓰인다. 그래서 그의 음악에서 센서가 이용된 부분은 불확정적인 성격을 갖는다.

2. 소리 재료의 변화

음원을 결정하는 재료에 있어 센서의 이용은 그 선택의 범위를 기존의 어쿠스틱 악기소리는 물론이고, 일상적으로 주변 환경에 노출되어있는 소리, 자연의 소리 혹은 공연장의 소음 등 무한대로 확장하여 그것들을 모두 예술적인 범주 안에 끌어들일 수 있게 하였다. 센서를 이용한 초기작품에서 그는 오보에를 비롯한 어쿠스틱 악기의 소리를 음원으로 사용했으나, 점차 그 음원의 재료를 자연적인 소재에서 가져오기 시작하였다. 그는 'ALCO II for Live performance 2001' 에서부터 물소리를 사용하기 시작하여 '물과 숨결 그리고 실시간 음향변조를 위한 'ALCO VII'(2003)부터는 숨결을 '돌, 물, 숨결, 그리고 실시간 음향변조를 위한 ALCO IX'(2003) 부터는 돌이 부딪히는 소리를 음원을 샘플링하는 재료로 사용하여 소리 재료를 변화시켰다. 그는 여기서 그치지 않고 이 재료들을 지역적 특수성과 연관시켜 또 다른 의미를 부여하기 시작했는데, 'ALCO X 부산의 바닷가'(2004)에서는 부산의 바닷물을 직접 소리의 재료로 사용함으로써 음원의 모태가 되는 재료의 종류 뿐 아니라 그 재료가 가질 수 있는 상징적 의미까지 작품으로 끌어들였다. 그 이후 발표된 'ALCO XII New York 2005', 'ALCO XIV Shanghai 2006', 'ALCO XV Schwarzwald 2007'등에서 이러한 경향을 잘 살펴볼 수 있다.

-
- 1) 우연성 음악은 작곡가가 소리를 지배하지 않고 연주현장에서 우연히 얻어지는 일회성 음악을 말한다. 예술학적 견지에서 보면 미완성의 작품으로 인식되는 이 음악은 서양음악의 관점에서 볼 때 그 기본적인 취지에 반대되는 개념으로 반예술(anti-art)라고 부르기도한다. 우연성을 나타내는 단어로 aleatory, chance, indeterminacy등이 있다.

3. 센서를 사용하는 주체의 변화

공연장에서 센서는 악기 연주자나 퍼포머 혹은 작곡가, 심지어 청중 등 공연에 관계되는 모든 사람으로부터 사용될 수 있다. ‘오보와 컴퓨터게임용 장갑 그리고 전자음악을 위한 환영’(1996)을 비롯한 그의 초기작품들에서 센서는 센서 연주자에 의해 따로 다뤄지거나 제한적으로 악기 연주자에 의해 다뤄졌다. 예를 들어 붓으로 그리는 소리(2000)에서는 화가가 센서 연주자의 역할을 하였으며, ‘창과 알토 색소폰, 컴퓨터음악을 위한 한소리’(2005)에서는 악기 연주자와는 별개로 3명의 센서 연주자가 있었다.

ALCO 시리즈에서부터 센서는 전적으로 작곡가에 의해 사용되어진다. 작곡가는 무대 위에서 스스로 음원을 샘플링 하고, 센서 혹은 미디 컨트롤러를 이용하여 샘플링 된 소리를 변조시킨다. 그렇게 하여 작곡가는 연주자와 엔지니어의 역할까지 겸하게 된다.

Amusement 시리즈에서 작가는 센서의 사용을 다시 연주자에게 넘기게 된다. 어쿠스틱 악기 연주자들은 연주하는 중간에 직접 센서를 다룸으로서 자신이 연주하여 샘플링 된 소리를 스스로 센서를 사용하여 변조시킨다.

II. 작품별 센서의 사용 사례

1. 붓으로 그리는 소리

‘붓으로 그리는 소리’는 이돈웅이 2000년 새로운 예술의 해 인터랙티브 네트워크 아트 시리즈 중 3번째 시리즈에서 발표한 작품이다. 당시 작가는 이 시리즈들을 통하여 자연환경, 전통 고유문화, 새로운 문화, 문학, 미술, 영상, 음악, 무용 등이 한데 어우러지는 인터랙티브 네트워크 아트²⁾라는 기존의 네트워크 아트와는 차별화 되는 새로운 기술에 의한 새로운 형태의 예술을 선보였다.

전체적인 줄거리를 간단히 살펴보면 한명의 동양화가가 한명의 누드모델을 한지위에 먹물로 누드 크로키하기 시작하고 이 화가의 제스처는 센서에 인식되어 실시간 음악으로 표

2) 인터랙티브 네트워크 아트는 시간과 공간의 제약을 초월하는 네트워크상의 가상공간에서 다양한 장르의 예술가들이 서로 만나 상호 반응 및 교감을 하며 벌리는 새로운 형태의 미래지향적인 종합예술을 말한다.

현된다. 그 후 마임연주자와 무용연주자가 차례로 나와서 각각 혹은 함께 퍼포먼스를 펼치다가 마지막에 크로키가 끝난 그림들을 찢으며 마무리가 된다.(사진1)



사진 1. 붓으로 그리는 소리 공연 현장

- 전자화판

화가의 제스처를 인식하기 위하여 전자 화판이 제작되었다. 이는 화가의 붓의 위치를 파악하는데 사용되었으며, 위치 정보를 얻기 위해 광센서를 응용하였다. 작가는 2개의 광센서를 이용하여 화판 내에 있는 붓의 위치를 좌표로 인식할 수 있었으며 붓이 움직일 때마다 변하는 x, y의 값을 알고리즘에 적용시켰다. (그림1)

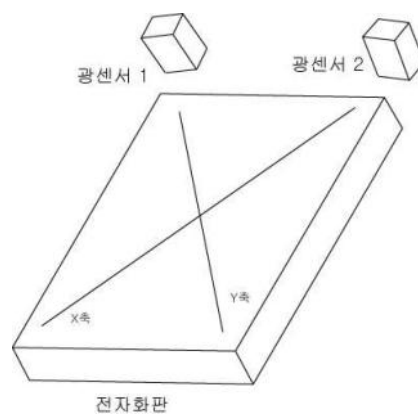
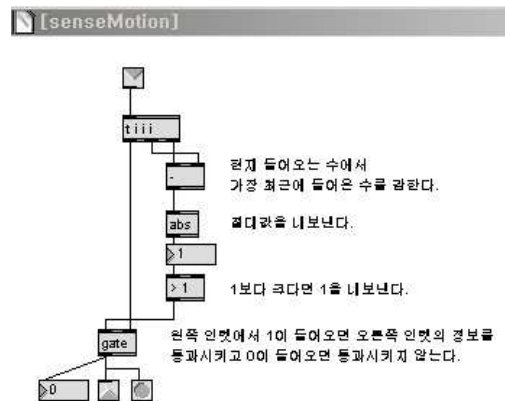


그림 1. 붓으로 그리는 소리 전자화판

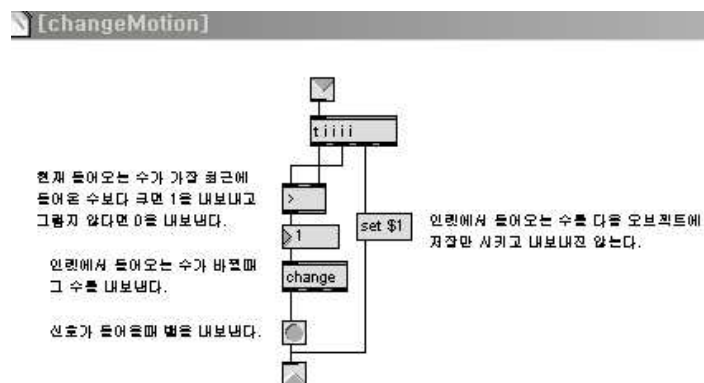
화가가 전자화판 위에 붓을 올려놓는 순간 센서는 그 붓의 위치를 전자화판 위에서 감지

하게 되며 광센서 1은 x축을, 광센서 2는 y축의 값을 얻게 된다. 하지만 센서가 붓의 움직임을 너무 자세하게 측정하기 때문에 컴퓨터는 센서의 조그마한 미동까지 움직임으로 판단한다. 따라서 붓이 움직이고 있는가 정지하고 있는가를 판별 할 수 있는 프로그램이 필요하다. **sencemotion** 패치에 서는 이 문제를 해결하기 위하여 움직임의 차이가 1이하이면 정지, 1보다 크면 움직이도록 정의하고 있다.(패치1)



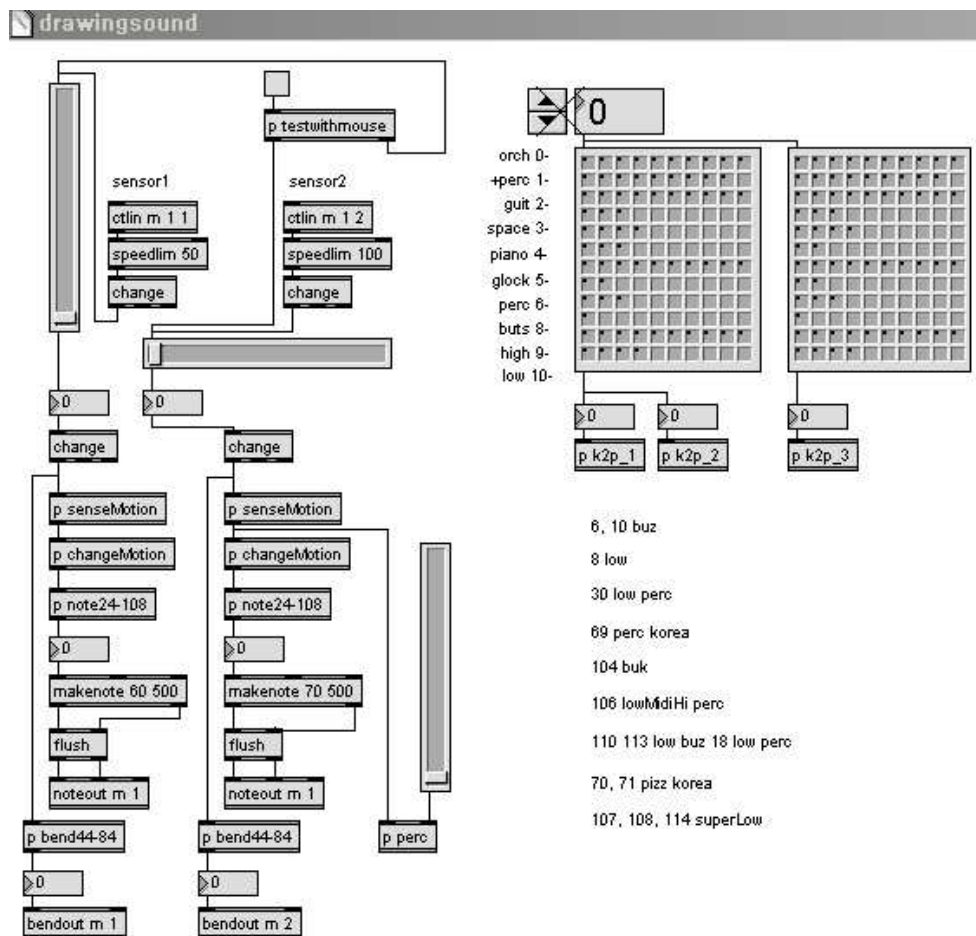
패치 1. 붓으로 그리는 소리 sensemotion

움직임에 대한 정의가 내려진 다음 문제는 이 정보를 트리거하는 시점이다. 작가는 붓이 가는 방향이 바뀔 때 마다 트리거를 할 수 있도록 **changeMotion** 패치에서 정의하고 있다.(패치2)



패치 2. 붓으로 그리는 소리 changeMotion

이렇게 해서 얻어진 정보는 미디악기 K-2000의 음원을 이용하여 연주되며 처음 센서에
서 얻어지는 값에 의해 그 정도가 변하는 bendout 오브젝트에 의하여 음의 휘어짐 현상이
발생한다. 이는 자칫 단조로울 수 있는 알고리즘에 의한 음악을 좀 더 매끄럽고 풍부하게
해준다. 더불어 sensor2에서 들어오는 값은 그 연주되는 알고리즘이 유사한 perc패치에도
동시에 적용되어 그 패치에서 연주되는 음원은 전부 타악기의 소리를 내도록 정의되었다.
그 외 sensor1과 sensor2의 음원에 대한 선택은 작곡가가 음색에 따라 미리 분류해 놓았다
가 현장에서 진행사항을 보며 즉흥적으로 바꾸게 된다. 다음은 위 설명이 정의된 붓으로 그
린 소리의 메인 패치이다.(패치3)



패치 3. 붓으로 그리는 소리 메인패치

화가가 크로키를 하면서 얻어진 정보들은 음을 얻는 방법, 연주하는 방법, 음의 높이를 얻는 방법, 그리고 연주된 음을 휘어지게 하는 방법 등 여러 파라미터에 정보를 주었다. 이는 일대다 매핑 방법이 잘 적용된 예들 중 하나이다. 더불어 이 작품에서 그림 그리는 행위를 어떤 방법으로 수치화 시키고 음악화 하는가에 대한 방법론적인 과정은 연주자의 제스처를 음악으로 적용시키는 인터랙티브 라이브 전자음악의 좋은 예가 될 것이다.

2. 한소리

2005년 9월 19일 독일 베를린 아태주간의 개막식 오프닝 행사로 베를린 박물관 섬에서 작곡가 이돈웅의 ‘창과 알토색소폰과 오케스트라를 위한 한소리’가 그의 전자음악 밴드에 의해 작품의 오케스트라 부분이 전자음향으로 편곡되고 그 전자음향이 센서를 이용한 전자악기로 연주되어 ‘창과 알토색소폰과 전자음향을 위한 한소리’로 재탄생하였다. 창과 알토색소폰 연주자의 즉흥적이고 유연한 빠르기를 맞추기 위하여 전자음향을 완성된 테이프로 쓰지 않고 음향의 각 부분들을 새로운 악기들로 연주했다는 것은 이 음악이 라이브 전자음악으로서 다른 음악들과 차별화 되는 점이다. 이 작품은 미리 준비된 음향이 협연자와 호흡이 맞추어진 센서악기 연주자의 동작과 함께 연주되는 것이 중요하기 때문에 그 효율성을 고려하여 일대일 매핑이 주로 쓰였으며, 특히 이돈웅의 센서를 이용하여 만든 악기들을 대부분 볼 수 있기 때문에 의미 있는 작품이기도 하다.

센서의 종류를 살펴보면 그동안 작곡자 본인이 개발해 왔던 피에조 센서를 응용한 슈퍼장고와 퍼텐셜미터 센서를 응용한 레버 센서를 비롯하여 광 센서, 밴드 센서가 사용되었다.

(표1)

연주자	악기명	사용된 센서
연주자 1	레버 센서	퍼텐셜미터 센서(4개)
	밴드 센서 I	밴드 센서(4개)
	밴드 센서 II	밴드 센서(2개)
	피에조 센서	피에조 센서(2개)
연주자 2	광 센서	광 센서(3개)
연주자 3	슈퍼장고	피에조 센서(4개)

표 1. 한소리에서 사용된 센서의 종류

사용된 각 악기의 특징 및 응용방법은 다음과 같다.

- 레버 센서(lever sensor)

레버 센서는 포텐셜 미터가 전위차로 인한 값을 얻을 수 있다는 점을 착안하여 이돈응 교수가 만든 센서 악기이다. 이 악기는 레버를 움직이는 정도에 따라 포텐셜 미터가 같이 움직이는 구조로 만들어져 연주자 행동의 정보가 레버를 통해 포텐셜 미터로 이동하고 이는 디지털 값으로 변환되어 컴퓨터에서 처리되도록 설계되어 있다. 작품에서는 주로 긴 음향을 연주하는데 쓰였으며, 연주자의 행위에 따라 변하는 파라미터로는 볼륨을 조절하였다. (그림2)(사진2)

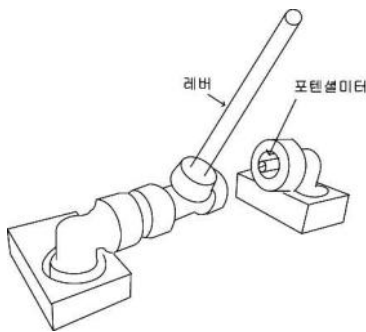


그림 2. 한소리 레버센서 원리

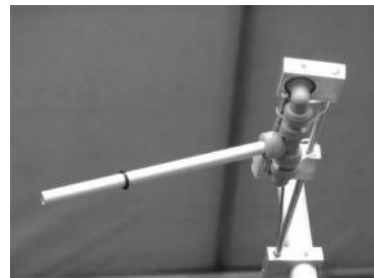
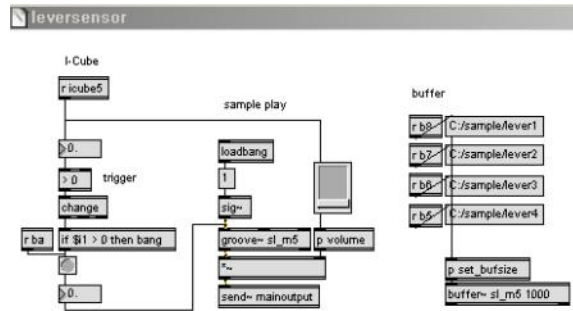


사진 2. 한소리 레버센서

leversensor 패치(패치1)는 4개의 레버 센서 패치중 하나이며 레버의 움직임에 따라 준비된 음향을 출력할 수 있는 트리거와 볼륨 제어가 정의되어 있다. 레버를 움직이기 시작해 그 값이 0보다 커지면 준비된 버퍼를 읽기 시작하며 그 레버의 위치에 따라 볼륨이 조절되도록 되어 있다.(패치4)



패치 4. 한소리 lever sensor

- 광 센서(optical sensor)

광 센서 악기는 적외선 근접센서(일본 SHARP)를 납작한 원기둥 구조물 안에 삽입하여 연주자가 원기둥 위의 공간상에 손이나 다른 객체를 올려놓고 움직이면 그 거리의 변화를 정보화 시킬 수 있도록 설계되었다. 센서와 접촉하지 않고도 행위를 정보화 할 수 있는 적외선 근접센서의 특성상 다른 센서에 비해 연주자의 제스처가 좀 더 자유로울 수 있다. 작품에서는 베이스에 해당하는 음을 주로 연주하거나, 곡의 전환이 일어나는 부분이나 클라이막스 부분에서 연주자의 큰 제스처와 함께 그 부분에 해당하는 음향을 연주하는데 사용되었다.(그림3)(사진3)

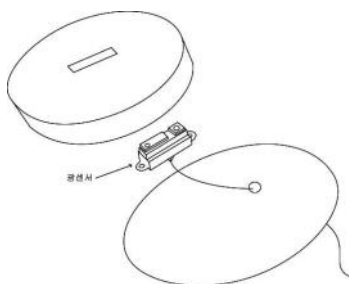


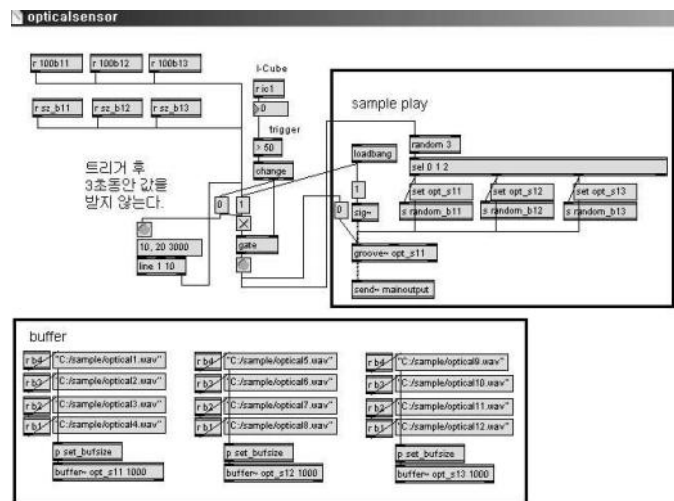
그림 3. 한소리 광센서 원리



사진 3. 한소리 광센서

opticalsensor패치(패치2)는 세 개로 이루어진 한소리 광센서 악기의 패치 중 하나이며 센서의 입력 값에 따라 준비된 음향을 출력할 수 있는 트리거가 정의되어 있다. 센서로부터 받는 값이 50보다 커지면 준비된 세 개의 버퍼중 하나를 읽기 시작하며 센서의 값을 정확

하게 조절할 수 없는 광센서의 특성상 한 번 트리거 된 후에 3초간 값을 받지 않아 한 번의 제스처에 여러 번 반응하지 않도록 프로그램 되어있다.(패치5)



패치 5. 한소리 optical sensor

- 밴드 센서(band sensor) I

밴드 센서 I은 길게 늘어진 16개의 발 중 일정한 간격을 두고 4개의 밴드센서(Flex 센서, 미국 Abrams Gentile)가 발의 상단부에 부착되어 연주자가 제스처와 함께 발을 건드리면 발이 움직이면서 센서가 그 값을 읽어내는 구조의 악기이다. 광센서와 마찬가지로 센서로부터 받아들이는 값이 일정하지 않으며, 연주자가 컨트롤 한다 하더라도 어느 정도는 우연에 의한 값을 기대해야 하는 특성이 있다. 작품에서는 짧은 음가의 연속된 리듬을 나타내는데 사용되었다. (그림4)(사진4)

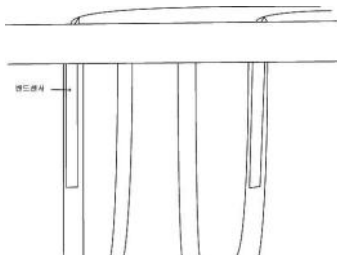


그림 4. 한소리 밴드 센서 원리

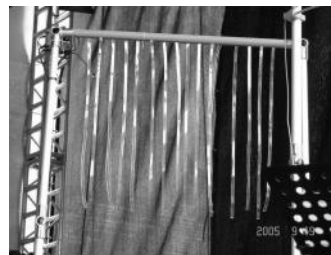
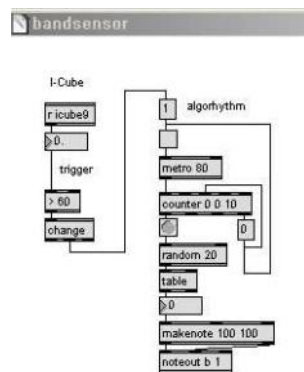


사진 4. 한소리 밴드 센서

bandsensor패치(패치3)는 4개로 이루어진 밴드센서I의 패치 중 하나이며 센서의 입력 값에 따라 알고리즘에 의해 자동 연주할 수 있도록 정의되어 있다. 센서로부터 받는 값이 60 이상 커지면 매트리가 시작되고 알고리즘에 정의되어진 대로 제너럴 미디가 연주된다. (패치6)



패치 6. 한소리 밴드 센서

- 슈퍼장고(Super janggo)

슈퍼장고는 한국의 전통적인 전통 타악기 장구의 연주법의 장점을 살린 새로운 디지털 악기로서 피에조 센서를 이용하여 연주자의 연주행위를 감지해 내고 컴퓨터 프로그램 처리하여 장구를 비롯한 모든 타악기는 물론 다양한 전자음향을 미디 신디사이저의 음원을 통해 연주할 수 있으며, 동시에 소리의 여러 요소들에 대한 제어도 가능하다.(그림5)(사진5) 작품에서 역시 타악기의 역할을 맡아 연주하였다.

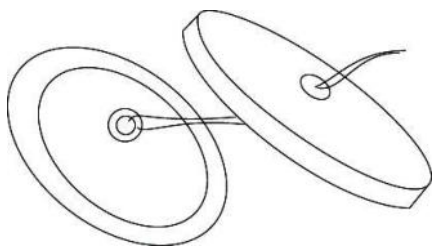
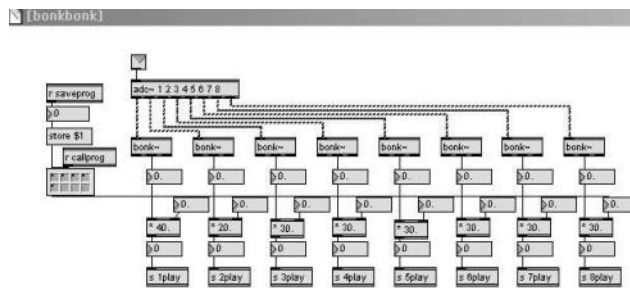


그림 5. 한소리 슈퍼장고 원리



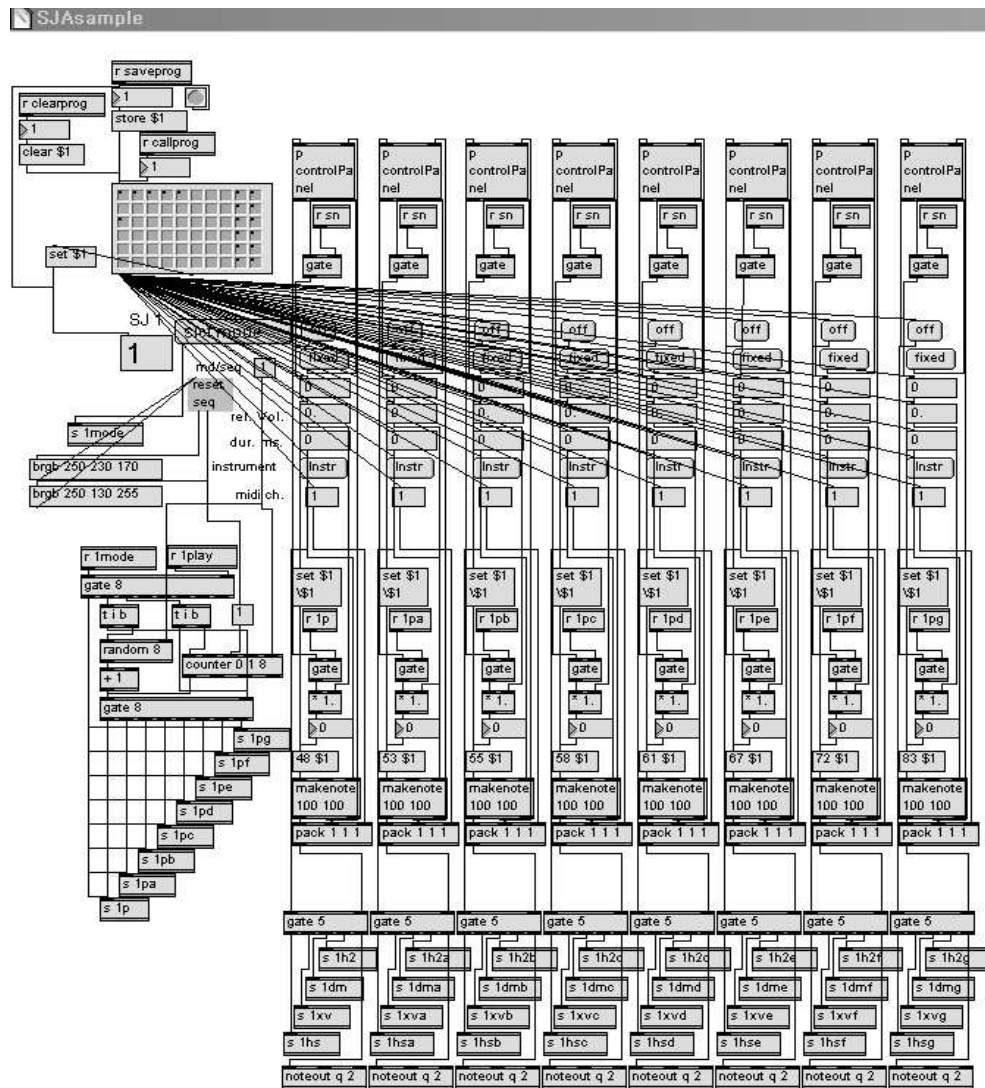
사진 5. 한소리 슈퍼장고

슈퍼장고는 전압치를 이용하는 기존의 센서와는 오디오 신호를 이용하여 그 값을 얻는다. 연주자가 채 혹은 스틱으로 슈퍼장고의 앞면을 때리면 그 면의 뒤에 부착되어 있는 피에조 센서가 때리는 순간 면의 진동을 오디오 신호로 바꾸어 오디오 인터페이스를 통해 컴퓨터에 전해주며, 컴퓨터의 MAXMSP 프로그램에서는 그 값의 피크를 bonk~ 오브젝트를 통해 수치화시키고 그 값은 준비된 음을 연주시키는데 사용된다. bonkbonk패치(패치7)은 bonk~ 오브젝트를 통해 오디오 신호가 수치화되는 과정이 정의되어 있다. adc~를 통해 들어온 오디오 신호는 bonk~ 오브젝트에서 수치화 되고 다른 곳에서의 사용이 용이하도록 일정한 수가 곱해진 다음 각각 정의되어진 악기로 보내어 진다.



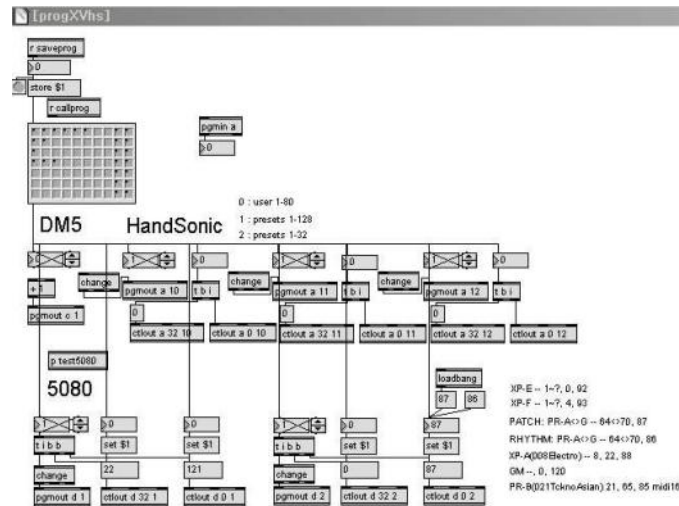
패치 7. 한소리 슈퍼장고 메인패치

SJAsample패치는 bonkbbonk패치로부터 수신된 값들이 미디악기로 연주되기까지의 과정이 정의되어있다. bonkbbonk패치로부터 수신된 값은 nomal, random, 그리고 select 모드 중 선택되어진 한곳으로 들어간 후 프로그램 된 모드대로 응용되게 된다. 여기서 이 값은 트리거, 볼륨, 음높이, 혹은 악기종류 등 여러 가지 다른 매개변수로 치환된 후 미디악기를 통하여 연주된다. 특히 작가는 들어오는 값을 색의 변화로도 바꾸어 악기의 동작을 한눈에 모니터 할 수 있도록 했다.(패치8)



패치 8. 한소리 슈퍼장고 SJA

미디어기의 음원은 Roland사의 Handsonic과 XV-5080이 이용되었다. progXVhs 패치 (패치9)은 SJAsample패치로부터 수신된 값들이 외부 미디어기로 전송되는 과정을 정의하고 있다.



패치 9. 한소리 슈퍼장고 미디어기

- 밴드센서 II, 피에조 센서

피에조 센서는 마치 탐탐(tamtam)이 연상되는 듯 한 커다란 플라스틱 투명판에 부착되어 연주자가 투명판을 때리면 그 진동을 받아 파라미터로 변환하여 사용하였다.(사진6) 그 원리는 슈퍼장고와 같다. 밴드센서는 투명판의 양쪽 귀통이에 부착되어 연주자가 투명판을 구부리면 그 기울기 값이 수치로 변환되어 사용되었다. 원리는 앞선 밴드센서 I와 동일하다.



사진 6. 한소리 밴드센서 II, 피에조 센서

3. ALCO IX

ALCO는 Algorithm composition을 축약해 만든 말로 센서에 의해 제어되는 작곡가 자신의 독특한 알고리즘에 의한 연작물이다. ‘ALCO I for Computer and Live Electronic

Music'이 2001년 5월 판아트홀 현대음악축제에서 발표되었으며 처음의 ALCO는 센서가 포함되지 않은 라이브 전자음악이었다. 'ALCO II for Live-Electronic and Live-Performance'부터 작곡자의 행위를 감지하는 센서가 쓰이기 시작하였으며 그 후로 2007년 6월에 발표된 'ALCO XV "Schwarzwald" for Live-Electronic and Sensors'에 이르기 까지 ALCO 시리즈의 기본 음원은 점차 자연을 소재로 한 것으로 바뀌었고, 알고리즘은 점점 더 복잡해 졌으며, 이펙터(Effector)를 비롯한 전자음향 하드웨어 기기는 기술의 발달과 함께 컴퓨터 프로그램(MAX/MSP) 내에서 구동 되는 등 기술의 변화와 장소의 변화, 그리고 작가의 아이디어의 변화에 따라 계속 변형되어 왔다. 센서는 주로 광센서가 사용되었으며, 2005년 ALCO XII 'New York'에서는 퍼텐셜 미터를 이용하여 자신이 제작한 레버센서를 사용하기 시작했다.

본고에서는 그 중 보존 자료가 완전한 'ALCO IX'을 중심으로 분석하였다. 조약돌, 물, 숨결 그리고 실시간 음향 변조를 위한 ALCO IX로 명명된 이 곡의 기본 음향소재는 조약돌이 물속에서 부딪히는 소리와 물방울 소리, 그리고 숨결 소리이며 연주회장에서 현장의 소리를 즉성 샘플링 하여 변조시킨다. 변조를 위한 파라미터는 손동작을 광센서로 감지하여 입력시킨다. 이 소리들은 기본적으로 증폭과 스펙트럼 변조, 공간적 소리이동, 음고 및 잔향 조절 등을 통하여 새로운 이미지의 소리로 다시 태어난다.³⁾

ALCO IX에서는 4개의 광센서가 사용되었으며 작곡자 자신이 연주자가 되어 센서를 연주한다. 광센서에서 받아들인 파라미터는 피치 변조의 피치 파라미터의 변환을 위한 수식을 위해 사용되었으며, 각각의 파라미터는 Bm1, Bm2, Bm3, Bm4로 정의되어 있다. Bm1의 파라미터는 1차 변조를 거쳐 pitch1, pitch2, pitch3, pitch4로 보내지며, Bm2의 파라미터는 1차 변조를 거쳐 pitch2, pitch3, pitch4에만 보내지게 된다. Bm3와 Bm4의 파라미터는 1차 변조를 거쳐 pitch5, pitch6, pitch7, pitch8로 동시에 보내지게 된다. 보내어진 각각의 파라미터들은 2차 변조과정을 거치며 이 모든 과정을 거친 파라미터들은 피치 변조의 파라미터로 사용된다. 그 내용을 간단히 표현하면 다음과 같다.(그림6)

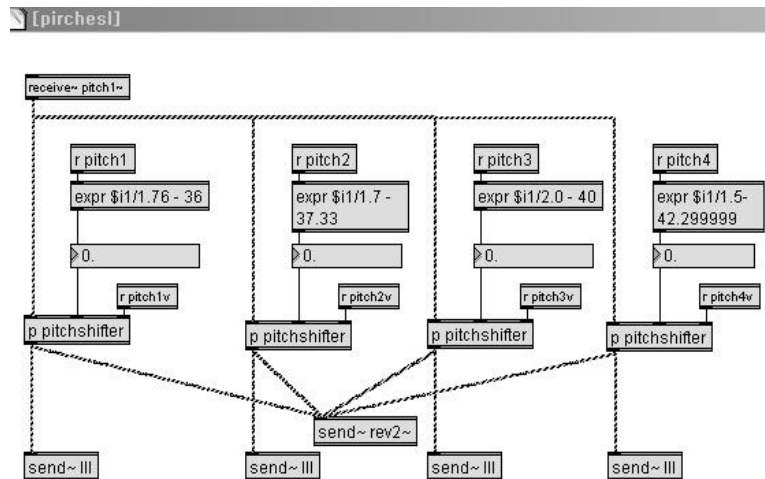
3) 2004년 5월 21일 미래악회 제12회 작곡가의 초상 이돈웅 리사이틀(예술의 전당 리사이틀홀) 프로그램 중

다음 표는 1차 수식에 의한 피치 파라미터의 변환 값을 나타내었다.(표2)

광센서 \ 피치	pitch1	pitch2	pitch3	pitch4
Bm 1	0~97	0~97	0~97	0~97
Bm 2	0	0~127	0~127	0~127
광센서 \ 피치	pitch5	pitch6	pitch7	pitch8
Bm 3	0~105	0~105	0~105	0~105
Bm 4	0~127	a	0~127	0~127

표 2. Alco 1차 수식에 의한 피치 파라미터 변환 결과(범위)

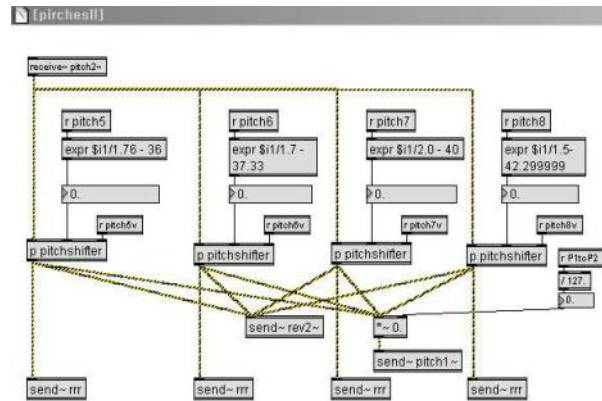
pitchesI패치는 0~97, 0~127의 범위가 다른 두 개의 피치 파라미터를 수신하게 되며, 이것들은 각각의 수식을 거치며 2차 변환된다. 최종 변환된 값들은 피치 변조를 위한 파라미터로 사용된다.(패치11)



패치 11. Alco pitches I

pitchesII 패치는 0~105, 0~127의 범위가 다른 두 개의 피치 파라미터를 수신하게 되며, 이것들은 각각의 수식을 거치며 2차 변환된다. 최종 변환된 값들은 피치 변조를 위한 파라

미터로 사용된다.(패치12)



패치 12, Alco pitches II

다음은 pitchesI과 pitchesII에서 2차에 걸친 피치 파라미터의 변환을 위한 수식을 정리한 표이다.(표3)

순 서		수 식
Bm1	pitch1	$x = n / 1.3 (1 / 1.76) - 36$
	pitch2	$x = n / 1.3 (1 / 1.7) - 37.33$
	pitch3	$x = n / 1.3 (1 / 2.0) - 40$
	pitch4	$x = n / 1.5 - 42.30$
Bm2	pitch2	$x = n / 1.7 - 37.33$
	pitch3	$x = n / 2.0 - 40$
	pitch4	$x = n / 1.5 - 42.30$
Bm3	pitch5	$x = n / 1.2 (1 / 1.76) - 36$
	pitch6	$x = n / 1.2 (1 / 1.7) - 37.33$
	pitch7	$x = n / 1.2 (1 / 2.0) - 40$
	pitch8	$x = n / 1.2 (1 / 1.5) - 42.30$
Bm4	pitch5	$x = n / 1.76 - 36$
	pitch6	$x = n / 1.7 - 37.33$
	pitch7	$x = n / 2.0 - 40$
	pitch8	$x = n / 1.5 - 42.30$

표 3. Alco 1차, 2차의 피치 파라미터 변환을 위한 수식 정리

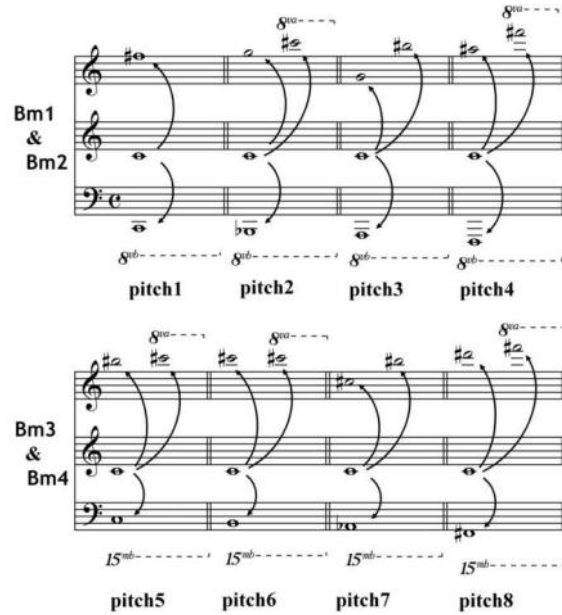
네 개의 광센서로부터 받은 각각의 값이 1차, 2차의 수식을 거쳐 나오게 된 최종 값의 범위를 정리하였다.⁴⁾(표4)

순 서		결 과 (범위)
Bm1	pitch1	-36~19.1 / 4옥타브 증4도
	pitch2	-37.3~19.7 / 4옥타브 증5도
	pitch3	-40~8.5 / 4옥타브
	pitch4	-42.3~22.4 / 5옥타브 장3도
Bm2	pitch2	-37~37.4 / 3옥타브
	pitch3	-40~23.5 / 6옥타브 단2도
	pitch4	-42.3~42.4 / 5옥타브 증2도
Bm3	pitch5	-36~23.7 / 5옥타브
	pitch6	-37.3~24.4 / 5옥타브 단2도
	pitch7	-40~12.5 / 4옥타브 장3도
	pitch8	-42.3~27.7 / 5옥타브 장7도
Bm4	pitch5	-36~36.1 / 6옥타브
	pitch6	-37.3~37.4 / 6옥타브 단2도
	pitch7	-40~23.5 / 5옥타브 증2도
	pitch8	-42.3~42.4 / 7옥타브

표 4. Alco 1차, 2차 수식에 의한 피치 파라미터 변환 결과(범위)

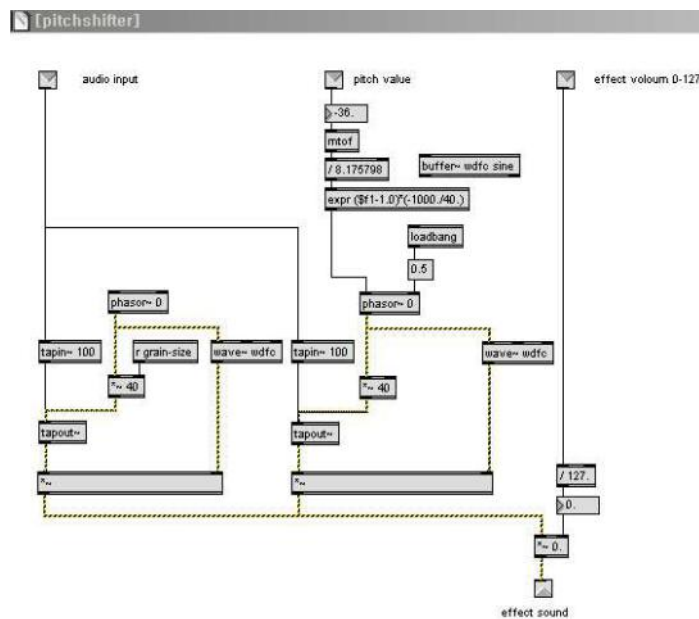
이렇게 다양한 값을 받는다 하더라도 pitch1을 제외한 각각의 pitch들이 두 개의 센서로부터 오는 값 중 하나 만 받게 됨으로 최종적으로 그 pitch들이 실현하게 되는 피치의 범위는 다음과 같다. (악보1)

4) 소수점 둘째 자리에서 반올림



악보 1. ALCO 실현되는 피치의 범위

다음은 피치변조를 위한 알고리즘이다.(패치13)



패치 13. Alco pitchshifter

4. Amusement

플룻과 클라리넷과 라이브전자음악을 위한 유희(Amusement)는 2007년 7월 독일 프라이부르크(Freiburg)에서 아방투어(Aventure) 앙상블에 의해 초연되었으며 이 곡은 제목은 연주자들끼리의 연주로서의 유희는 물론이고, 연주자와 센서, 그리고 청중들과의 음악적 유희도 함께 의미한다. 작가는 프로그램 노트에서 다음과 같이 말했다.

“나는 이제까지 내가 만든 센서로 컨트롤하는 즉흥적 라이브 전자음악을 해왔다. 이번에는 그 중 일부를 연주자들이 직접 컨트롤하게 한다. 연주자들은 악보에 표기된 음을 연주하고 시간 지연을 통해 다시 재생되는 음을 센서를 이용해 즉흥적으로, 실시간 변형하여 곡을 만들어 간다.”

Amusement에서는 4개의 광센서가 쓰였으며 두 개씩 짝을 이루어 두 명의 연주자들에 의해 연주되었다. 광센서에서 받아들인 파라미터는 피치 변조의 피치 파라미터의 변환을 위한 수식을 위해 사용되었으며, 각각의 파라미터들은 [Bm1], [Bm2], [Bm3], [Bm4]로 정의되어 있다. [Bm1]과 [Bm2]의 파라미터는 각각 두 개의 파라미터들로 나뉘어져 [t1p], [t2p], [t3p], [t4p]로 제어된 후 tr1패치로 보내져 피치 변조의 파라미터로 사용되고 [Bm3]와 [Bm4]의 파라미터 또한 각각 두 개의 파라미터들로 나뉘어져 [t5p], [t6p], [t7p], [t8p]로 제어된 후 tr2패치로 보내져 피치 변조의 파라미터로 사용된다. 그 내용을 간단히 표현하면 다음과 같다.(그림7)

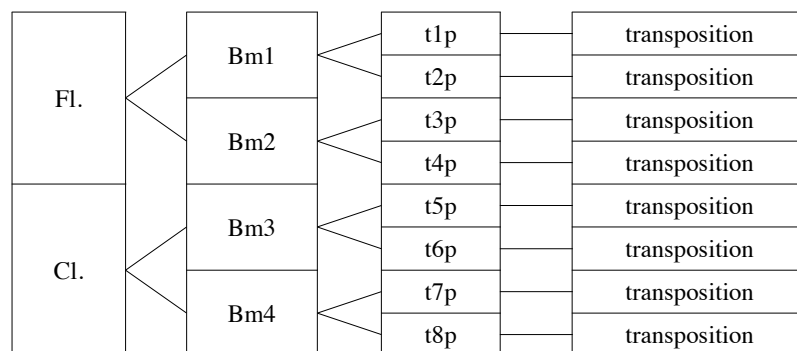
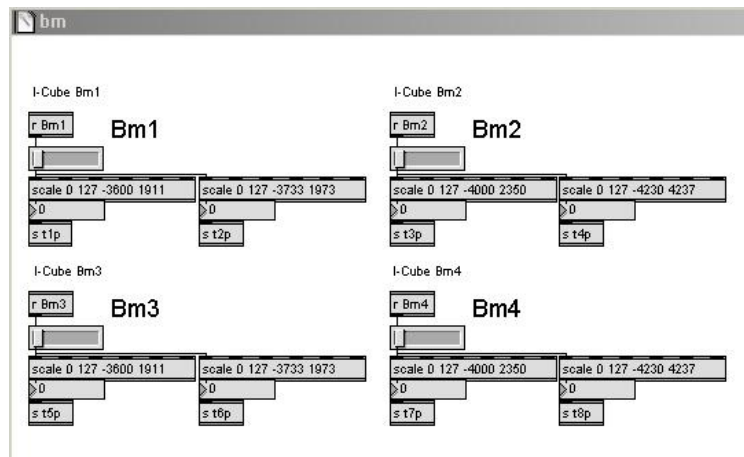


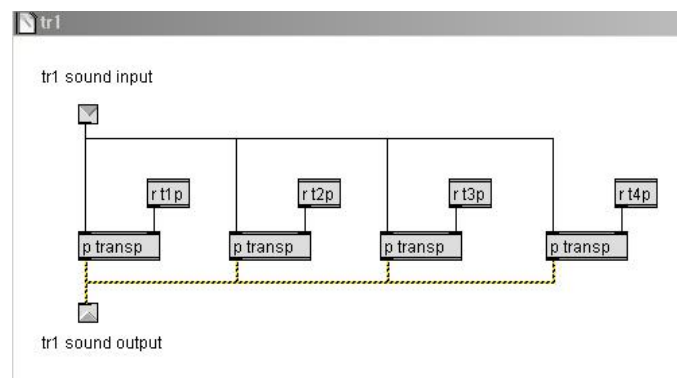
그림 7. Amusement 광센서 파라미터의 매핑 과정

다음 패치는 Amusement 메인 패치에서 광센서와 관련된 부분을 발췌한 것이다. I-Cube로부터 수신한 광센서의 파라미터는 각각 둘로 나뉘어 작곡가가 정의해 놓은 범위로 변환된 후 tr1 패치와 tr2패치로 보내어 진다.(패치14)

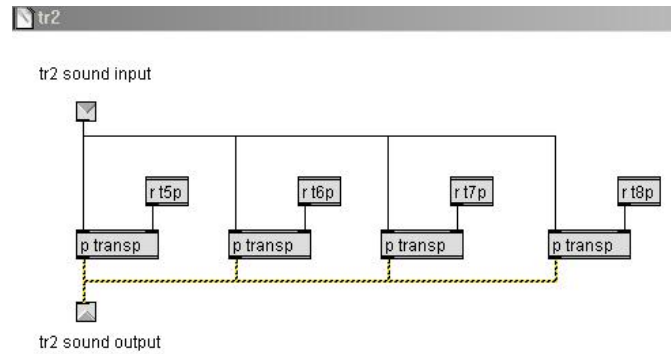


패치 14. Amusement Bm

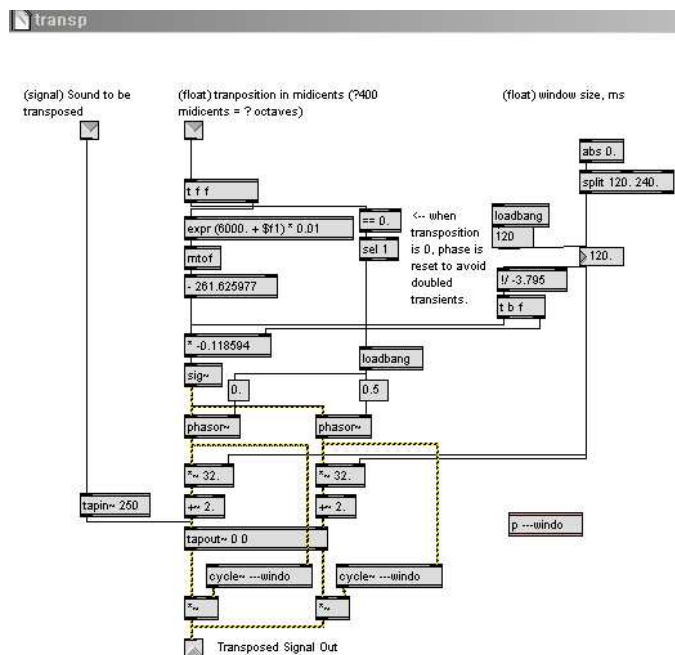
tr1 패치, tr2패치로 보내진 각각의 파라미터는 transp패치로 보내져 피치를 변화시키는 파라미터로 활용된다.(패치15), (패치16), (패치17)



패치 15. Amusement tr1



패치 16. Amusement tr2



패치 17. Amusement transp

위의 파라미터 변조를 거치면 다음과 같은 범위 내에서 피치가 변하게 된다.⁵⁾
(표5)(악보2)

5) 악보화의 용이성을 위해 둘째 자리에서 반올림 하여 표기 하였다.

Fl.	tp	t1p	t2p	t3p	t4p
	범위	-3733 ~ -1973 4옥타브 완전4도	-4000 ~ -2350 4옥타브 완전4도	-4000 ~ 2350 5옥타브 장3도	-4230 ~ 4337 7옥타브
Cla.	tp	t5p	t6p	t7p	t8p
	범위	-3733 ~ -1973 4옥타브 완전4도	-4000 ~ -2350 4옥타브 완전4도	-4000 ~ 2350 5옥타브 장3도	-4230 ~ 4337 7옥타브

표 5. Amusement 피치 파라미터 변조에 의한 피치의 범위

The image displays musical notation for two instruments: Flute and Clarinet in B $\flat$. Each instrument is represented by a grand staff (treble and bass clefs). The Flute part shows four measures with notes and pitch parameters t1p, t2p, t3p, and t4p. The Clarinet in B $\flat$ part shows four measures with notes and pitch parameters t5p, t6p, t7p, and t8p. The notation includes treble and bass staves for each instrument, with notes and pitch parameters indicated below the staves.

악보 2. Amusement 피치 파라미터 변조에 의한 피치의 범위

Amusement에서 광센서로부터 얻어지는 각각의 파라미터들은 피치를 변조하는데 필요한 두 개의 다른 파라미터에 영향을 끼쳤음을 알 수 있다. 한 악기 당 두 개의 광센서가 배분되었고 이로부터 얻어진 정보들이 다시 두 개의 파라미터로 나뉘어 한 악기 당 총 4개의 파라미터가 생기게 된다. 이 값들은 동시에 그 악기의 피치를 변화시키는데 각각 사용되었으며 이는 작품에 있어 새로운 음색을 결정하게 되는 중요한 요소가 되었다.

결론

이돈응의 전자음악 중 센서가 사용된 작품들의 경향과 사례를 연구하였다.

그는 공연장에서 얻을 수 있는 시각정보를 작품을 구성하는 또 하나의 요소로서 취급하였다. 센서는 시각정보를 그의 음악과 연결시켜주는 가교로서의 역할 뿐만 아니라 변형되는 정보들의 범위를 무한대로 확장시켜 작가로 하여금 다양한 시도를 가능하게 했다.

이와 같이 센서는 여러 가지 방법을 통하여 음악으로 접근이 시도되고 있으며, 작곡가는 그것을 통하여 자신의 아이디어를 실현시키고 영역을 확장시킬 수 있다. 이돈응은 이 분야의 대표적인 작곡가로서 그의 작품에서 센서는 단순히 새로운 악기로서의 의미를 넘어서 여러 영역을 연결해 주는 인터랙티브 음악의 매개체로서의 특별한 의미를 가진다.

기술이 빠르게 발전하고, 음악에서 센서의 적용범위가 날로 광범위해 지는 이 시점에서 센서에 대한 연구와 현재에도 센서에 대한 계속된 작업이 이루어지고 있는 작곡가 이돈응에 대한 연구는 앞으로도 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 이돈응, 「무대음향 II」, 교보문고, 2005
- 황성호, 「전자음악의 이해」, 현대음악 출판사, 2001
- 고병오, 「이돈응 작곡 실시간 음향변조를 위한 “ALCO”시리즈의 전자음향기법연구」, 한양대학교 대학원, 2005
- 이석원, 「음악 음향학」, 심설당 2003
- 오희숙, 「20세기음악 1 역사·미학」, 심설당, 2004
- 장재호 「전자음악을 위한 컴퓨터 프로그래밍」, 예술기획, 2002
- 지일구, 김한근, 김종오, 「센서 회로 설계 및 실험 실습」, 성안당, 2004
- Robert Rowe 「Interactive Music systems」, MIT Press, 1944
- S. R. Alten 「Audio in Media」, Thmeson Learning, 2002
- Louise Poissant, 「New Music Dictionary」, LEONARDO, Vol. 30, No.2, 2003
- Curtis Roads, 「The Computer Music Tutorial」, MIT Press, 1996
- Todd Winkler, 「Composing Interactive Music」, MIT Press, 2001

〈Abstract〉

A Study on Donoung Lee's musical works - focusing on the works using sensors

Sangbong Nam

This study examines the music of Donoung Lee using sensors.

Donoung Lee used sensor as a device of connecting visible informations from concert hall to his music. His music using sensors characterized by indeterminacy. He used the sounds of nature as the material for sound source, such as the sound of water, pebbles and breath. And one who user sensor in his music could be a composer on an instrument player.

In "Sound painting with brush"(2000), he used sensors to make a Electro-drawing board which is the device for changing the digital informations for music. In "Hansori for Chang, Alto saxphone, and Electronic sound:(2005) he used sensors to make new sensor instruments such as a lever sensor, a beam sensor, a bend sensor I, a bend sensor II, a piezo sensor, and a super janggo. In "ALCO" series, he used a sensor to change the gesture of player into the digital informations for music. In addition "Amusement" series, he used sensors to let players control the sounds recorded by themselves.

In conclusion, Donoung lee used sensor for his music in various ways and the music was brought to an interactive live electro-acoustic music with the algorithm.

Key words: sensor, interactive, live electro-acoustic music, algorithm.

Salient Musical Feature Vectors for Musical Applications

Taehong Park

1. Introduction

Imagine that we are in a room sitting on table that is 10 meters long and each of us is sitting at the head and tail of the table. We are conversing on the subject of music and all of a sudden I flash an object for less than a second and I ask you “what is it that I just showed you?” Puzzled, by this rather strange behavior and question, you warily say: “it’s a watch.” Now, if we stop for a second and think about this situation one cannot help but realize that this scenario is actually pretty amazing – I only very fleetingly showed this object for a mere split second and yet you were able to identify it with confidence and without hesitation – at least as far as the recognition task is concerned. The answer is correct. It is indeed a watch. One of the reasons it is possible to identify such an object so quickly is due to what is referred to as salient features. Salient features are characteristics of objects that are representative and “salient” for a given objects. In other words, salient features can be regarded as attributes and qualities that are representative of an object. In the case of the watch, we were able to quickly extract salient features of that particular object and immediately determine what it was by noticing that it had a somewhat oval shape, handles that seemed to look like straps, some shiny small metal parts, and a predominantly black colored texture that appeared “rubber-like.” Now, if we apply to this concept to sound objects and musical

signals, the general idea stays the same – if we hear a short sample of a song or audio sample and if we have prior experience with that sound object, we can quickly and often confidently identify what we are hearing. In a way, we extract salient audio features without worrying about the subtle nuances and use those audio features in making sense of what is being heard. In this paper, I will discuss possible applications exploiting feature extraction paradigms for computer music applications, especially in the area of sound synthesis, electro-acoustic music analysis, and pedagogy.

2. Brief Overview of Salient Features and Feature Extraction

Use stuff from my Ph.D. thesis, line segment approximations, MDS, MIR, machine learning, pattern recognition, various algorithms

As mentioned in the introduction, a large part of our hearing system's functionality and the way we perceive sound is through recognizing and extracting salient features of sound. This should not be such a surprising fact if we think of the following scenario. We are running down the street and hear a song gently vibrating in the air which we immediately recognize although there are a lot of other sounds happening in the middle of the city center in Seoul. We recognize the song quite easily albeit the sound quality and SNR is quite poor – we recognize the instruments, the voice, and the musical work itself without having to hear the subtle details which actually seem to get drowned by the surrounding ambient sounds. Thus, in a sense, there are salient parts of a sound object, audio signal, or musical waveform that are important and are somewhat skeletal to the

sonic event that we are hearing. In other words, we are not overly concerned with the minute details and actually seem to use salient characteristics that stand out when the task of identifying and recognizing sound objects is concerned. The question now is what are those salient features and how did we find them? Before we introduce what some of those features are, let's first see where and how some of these important dimensions of sound came from – one of those research areas where features were discovered is called multidimensional scaling (MDS).

The origins of Multidimensional Scaling (MDS) can be traced to the field of psychometrics, proposed and coined by Torgerson (Torgerson 1952). MDS is a technique designed to help understand human judgment achieved through similarity and dissimilarity measurements of objects and has also been applied in musical timbre research. A typical MDS testing environment includes subjects who are presented with pairs of tones and asked to scale the similarity or dissimilarity between them. It is similar to the so-called Semantic Difference (SD) method which comes from the communication literature and is generally used in the study of human reaction to stimuli words presented to a subject. In MDS, adjectives of opposite extremes such as dark-bright are used in order to make similarity measurements and unlike SD, in MDS, pairs of tones are presented to the subject rather than a single tone. The data analyzed in MDS systems are obtained via N number of subjects each relating to M sounds in a pair-by-pair basis. With the acquired data (usually a higher order dimension), a mathematical procedure for dimensional reduction is applied ultimately rendering a low dimensional system. These dimensions are often reduced to 2 or 3 known as timbre spaces as shown in Figure 2.1. The relative distances are typically computed with Euclidean metrics and the resulting axes are analyzed for any relation to spectral and temporal features of a sound.

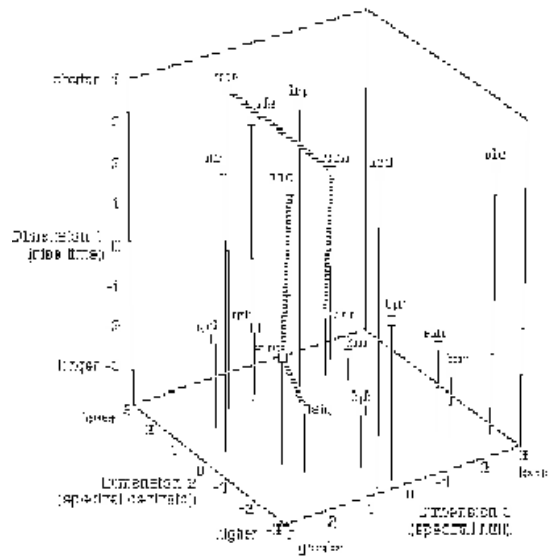


Figure 2.1 Timbre space (McAdams et al. 1995)

Plomp (Plomp 1970) was one of the first researchers to utilize MDS investigations for musical signals studying its application on steady-state portions of 9 musical instrument tones that were divided into 18-1/3 octave sub-bands resulting in 18 dimensions. He continued to use MDS to investigate the contribution of phase to timbre (Plomp 1976) where he discovered that phase played a subtle role in the perception of harmonically structured sound and furthermore discovered that fixed spectral envelopes to be more important than time-variant envelopes in the perception of timbre. He explained his assertion through what he called the spectral space (measure of spectral differences in complex tones) saying, “... the more similar the sound spectra are of two complex tones, the more similar they are in timbre.” In summary, not only was it important to see the significance of phase in a complex tone, but it was also important that the timbre space –space defined by features obtained through MDS showed salient sonic dimensions which correlated to physical aspects of tones.

Similarity studies performed prior to 1975 have primarily dealt with steady-state portions of sound objects concentrating on harmonic qualities of sound. Transient attributes such as onsets and decays were not included in the investigations. Grey (Grey 1975, 1977), however, carried out significant MDS work with tones that were temporally complete as they included the attack, sustain, and decay portion of a tone (flutes, double reeds, single reeds, brasses, and strings were included in his studies). The tones were, however, normalized in fundamental frequency (Eb above middle C), loudness, and duration. His studies revealed three important acoustical feature dimensions:

Spectral energy distribution: Observed as spectral bandwidths and concentrations of frequency amplitude components in the steady-state portion.

Synchronicity: The synchronicity in the collective attacks and decays of upper harmonics, i.e. observation of tone onsets/offsets as to whether upper harmonics enter/leave in close time alignments.

Low amplitude, high precedent energy: most often inharmonic energy, during the attack phase characterized by components of high-frequency, low-amplitude values.

Notable findings of his experiments were not isolated to finding new timbral features but also discovery of possible evidence suggesting a data reduction scheme that may occur somewhere within our hearing system. As shown in Figure 2.2 (b) which presents the decimated version of Figure 2.2 (a), the data reduction occurred in the order of 100:1, implemented with the so-called line-segment approximation that had between 5 to 8 nodes (note the smooth harmonic envelopes decimated to rough representations using only a fraction of the original data points). When synthesized with the reduced data sets, an impressive tone quality,

very close to its original was achieved. The drastic modifications in the complex time-variant functions suggested that micro-fluctuations found in the analyzed tones may not be that significant in the recognition of timbre.

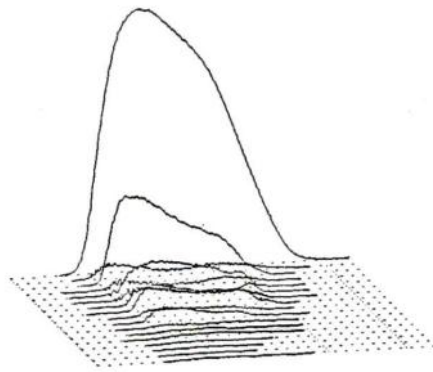


Figure 2.1 (a) Original analysis (Grey 1975)

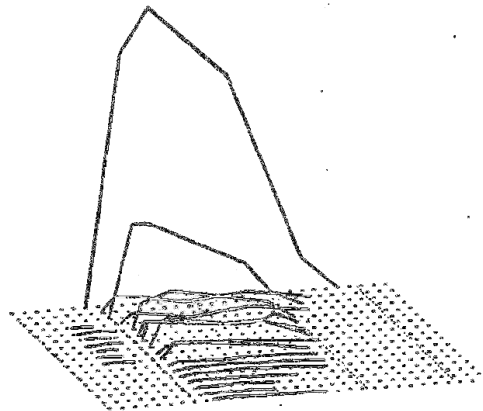


Figure 2.2 (b) Line-segment approximations (Grey 1975)

Further insights that may imply a data reduction scheme in the human auditory system are observed in the fact that for digital telephony of speech data, a sampling rate of 8 kHz is used as a standard. This means that only frequencies up

to 4 kHz are available at any given time. Furthermore, due to data compression techniques such as LPC and codebook based excitation methods such as CELP (Codebook Excited Linear Prediction); a even more limited representation of the original 4 kHz is actually transmitted to the receiver. Remarkably, even under these seemingly poor conditions brought about through decimation and data compression, it is still possible to recognize the speaker and what is being said – in the case of music, recognize the musical work and hear the general and some of the musical subtleties. This is not to say that the sound quality is very high or optimal which it is not, nor is it suggested that “CELP based synthesis” produces all the micro subtleties desirable for a sophisticated digital compositional tool. What it does suggest, however, is that for the recognition of a sound object, the whole range of spectral information is not necessarily required. In short, the sound quality to a “reasonable extent” is not critical in the recognition of a musical instrument, rather salient features seem to be more crucial.

Other studies with MDS resulted in observations of additional salient features such as the spectral centroid (Iverson, Krumhansl 1993), log-rise time and irregularity (Krimphoff, McAdams, Winsberg 1994). McAdams et al. further elaborated on spectral irregularity substituting it with the spectral flux (McAdams, Beauchamp, Meneguzzi 1999). An interesting observation that can be made with timbre space is that timbre judgments seem to be based on physical properties of tones rather than some sort of non-acoustical grouping scheme. In Grey and Gordon’s words “This may indicate that clustering is based more upon perceived features of tone rather than to some cognitive recognition or class-membership naming function” (Grey, Gordon 1978).

3. Feature Extraction Algorithms

In this section we will introduce a number of well-known salient features and possible ways of implementing them in software. Not surprisingly, feature extraction algorithms are generally implemented in the frequency and time-domain. Most of the research in the frequency domain analysis has been based around the Fourier transform. This may be partly due to the fact that the hearing system on one hand seems to do frequency analysis much like the Fourier transform. Specifically, the Discrete Fourier Transform (DFT) version along with the Short Time Fourier Transform (STFT) and its efficient Fast Fourier Transform (FFT) version comprise the backbone of many studies in the frequency domain.

3.1. Harmonic Analysis

One of the most prominent features from spectral analysis has to do with the behavior of harmonics and indeed the knowledge of locations of harmonics themselves – this is especially the case for musical sounds. Although harmonic analysis pertains primarily to feature extraction for pitched sounds; it is important as a large number of sounds are based on pitch-producing resonant structures. We will not delve into how harmonics are automatically computed as there is a myriad of ways of extracting this information. Instead, we will focus on salient features such as shimmer, jitter, inharmonicity, and harmonic expansion/contraction that can be computed once we have knowledge of the harmonic structure.

3.1.1. Inharmonicity

Inharmonicity can be described as the error between measured harmonics and

their theoretical ideal harmonics. As we will have experienced, sounds that have ideal harmonically structured designs, especially those that are static and do not change with time tend to sound “unnatural.” Naturally sounding sonic objects do not behave in this mathematically perfect manner and subtle deviation of the frequency locations of the harmonics occur. Mathematically, inharmonicity may be defined as:

$$h_n = \frac{|f_n - nf_0|}{nf_0}, \quad n \in [2, N] \quad (3.1)$$

N denotes the total number of harmonics, n the current harmonic number, f_n the n th harmonic frequency component and f_0 the fundamental frequency. The net inharmonicity of a given frame can then be computed as the sum of each component with respect to the fundamental denoted as H in the following equation:

$$H = \sum_{n=1}^P h[n] \quad (3.2)$$

For example, inharmonicity is observable in stringed instruments such as the piano or electric guitar where the stiffness of the strings causes inharmonicity especially with higher partials. The stiffness together with string tension contributes to the restoration of string vibration to their rest state.

3.1.2. Harmonic Expansion/Compression (Park 2004)

“Compression” and “expansion” of harmonics are sometimes noticeable in spectra. Harmonic expansion and compression feature represents a method which will give information regarding how much the harmonic series is expanding or compressing with one number – its slope. Figure 3.1 depicts this idea where the

middle “ $y = x$ ” with slope 1.0 is the point of reference. Hence, harmonics that are expanding would have a slope that is greater than 1.0 and harmonics that are compression would have a slope smaller than 1.0, where the extent of expansion and compression would be dictated by slope m .

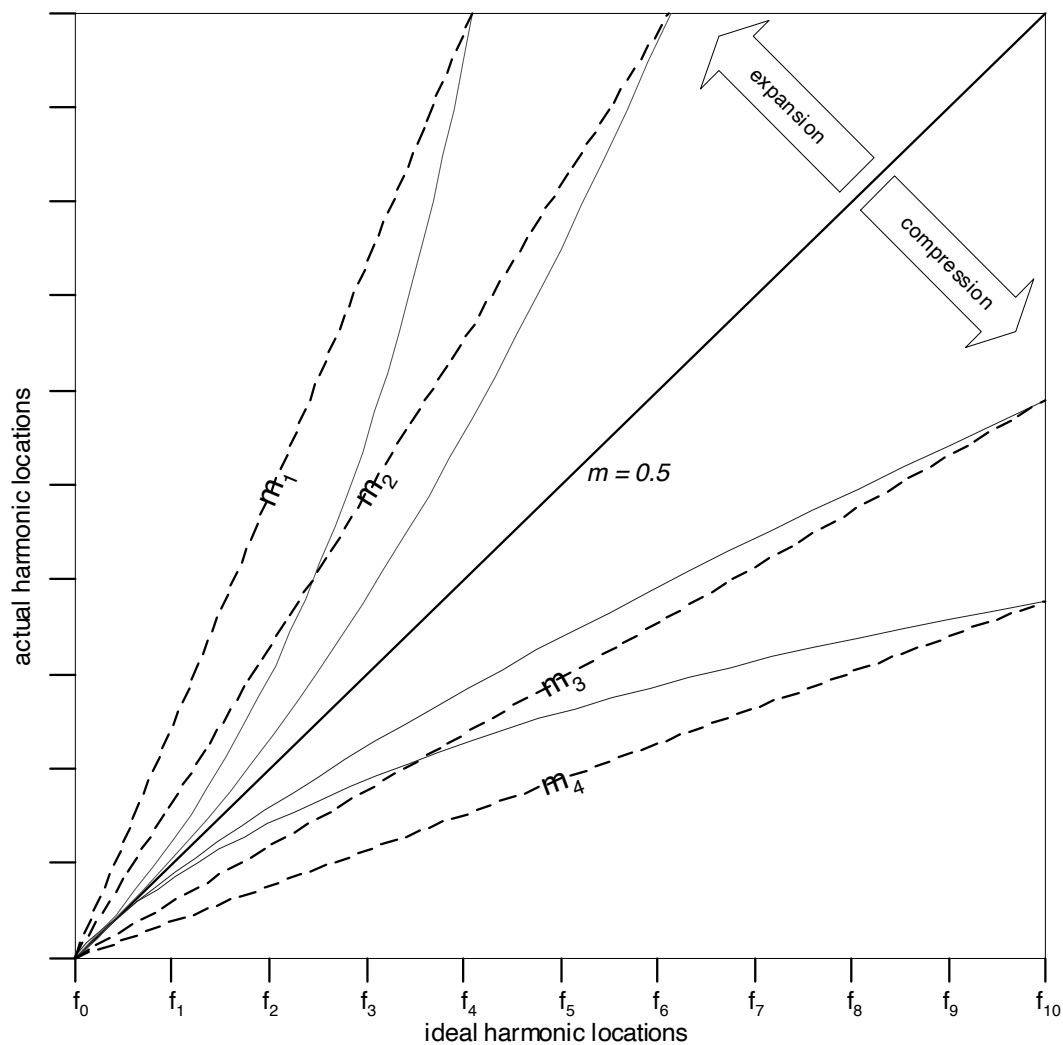


Figure 3.1 Harmonics expansion/compression curves

For a more precise measure of the expansion/compression characteristics,

line-fitting algorithms may be applied instead of a single scalar representation.

3.1.3. Shimmer and Jitter

Shimmer and jitter refer to short-time, subtle irregular variations in the amplitude envelope and frequency envelope of spectra respectively. Figure 3.2 shows a shimmer plot for 9 harmonics of a French horn sample. Note that the “random” amplitude modulation is especially present in the higher harmonics and the lower harmonics have virtually no shimmer properties. In the case of jitter for the same French horn sample, there seems to be little irregularity for all of the harmonics.

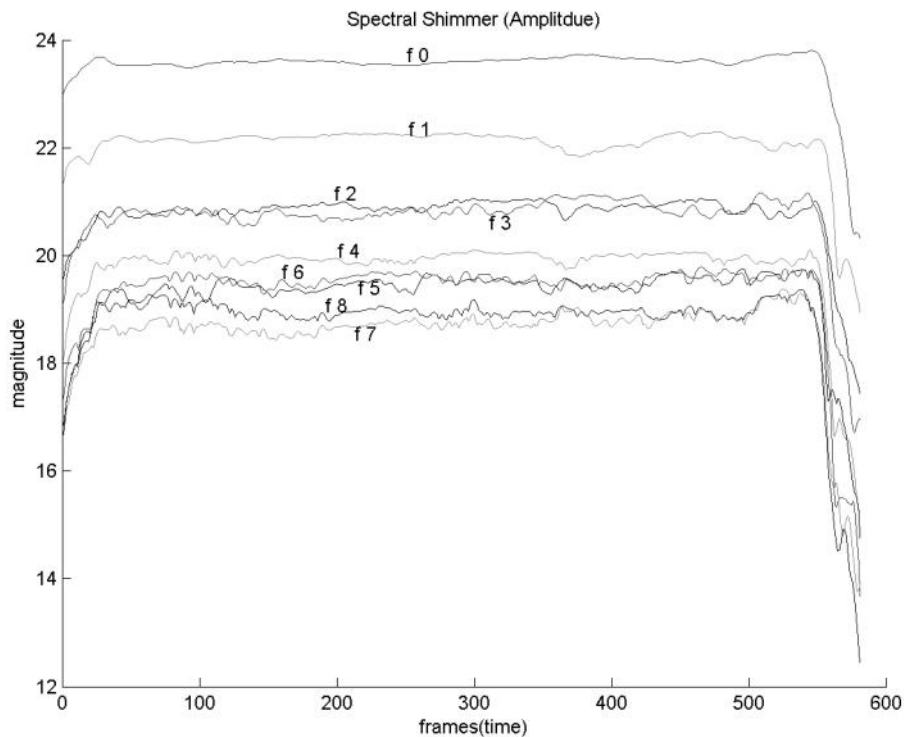


Figure 3.2 Shimmer

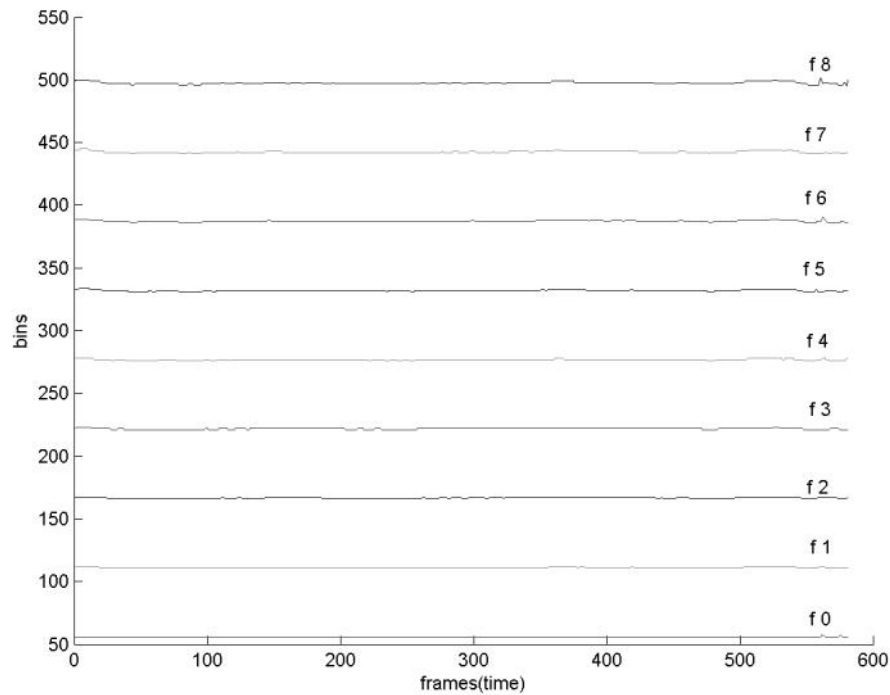


Figure 3.3 Jitter

Jitter is also characteristic in instruments such as the string family. For bowed strings, the unstable interaction between the bow and string – constant action of micro-level pulling and releasing, results in frequency jitter.

3.2. Spectral Centroid

The spectral centroid discussed in previous sections corresponds to a timbral feature that corresponds to the brightness of a sound. This important feature has been elicited in the past (Helmholtz 1954, Lichte 1941) and experimentally observed in MDS based investigations (Krumhansl 1989, McAdams et al 1995,

Lakatos 2000). The spectral centroid can be thought of as the center of gravity for the frequency components of a signal. It exists in many variations including its mean, standard deviation, square amplitudes, log amplitudes, use of bark frequency scale (Sekey, Hanson 1984), and the harmonic centroid. During the lifetime of a sound, the centroid changes as seen in Figure 3.4 and furthermore as one might expect, it varies characteristically with intensity (it has been suggested to use ratio of centroid to intensity by some researchers). For example, a trumpet blown in middle C with pianissimo and forte dynamics result in different spectral centroid characteristics. The centroid, currently one of the MPEG-7 timbre descriptors, is defined as:

$$SC_{Hz} = \frac{\sum_{k=1}^{N-1} k \cdot X[k]}{\sum_{k=1}^{N-1} X[k]} \quad (3.3)$$

$X[k]$ is the magnitude corresponding to frequency bin k , N is the length of the DFT and SC is the spectral centroid in Hertz. Generally, it has been observed that sounds with dark qualities tend to have more low frequency content and those with brighter sound dominance in high frequency (Backus 1976) which can be inferred by the value of the centroid. This should make sense as a spectrum biased towards the high frequency end will produce a brighter sound to that where the spectrum is tilted towards the DC.

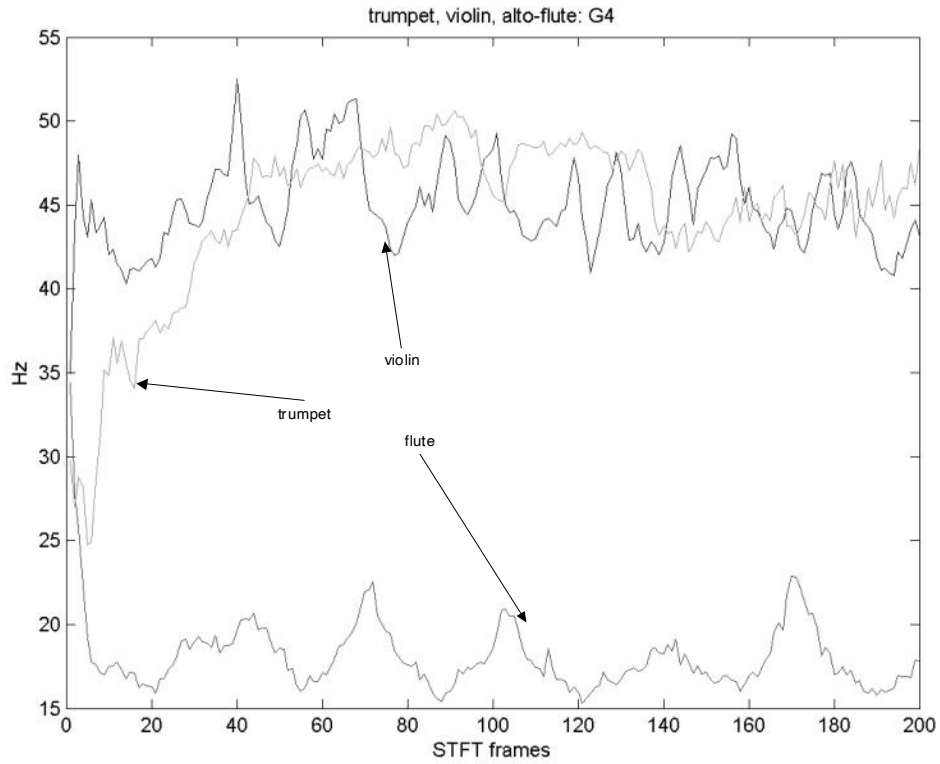


Figure 3.4 Spectral centroid of alto flute, trumpet, and violin: fortissimo G4

It has also been suggested (Kendall, Carterette 1996) that the centroid be normalized in pitch hence making the spectral centroid a unit-less and relative measure since it is normalized by the fundamental frequency f_0 . Some researchers have therefore included both the normalized and absolute versions of the centroid (Eronen, Klapuri 2000)

$$SC_{relative} = \frac{\sum_{k=1}^{N-1} kX[k]}{f_0 \sum_{k=1}^{N-1} X[k]} \quad (3.4)$$

However, with the addition of f_0 it is only useful in the context of pitched

sounds as purely percussive or inharmonic sounds usually are absent of a fundamental frequency. Furthermore, for obvious reasons, a precise pitch-extraction algorithm has to be devised for accurate centroid measurement which is not a trivial problem to solve.

3.2.1. Spectral Irregularity

Spectral irregularity (Krimphoff 1994) also referred to as spectral smoothness (McAdams 1999) basically shows the irregularity of a signal usually computed with the STFT where the average of the current, next, and previous amplitude values are compared with the current amplitude value. Bregman (Bregman 1990) remarks that the smoothness of a spectrum promotes integration of partials to a same source and a single higher intensity partial is more likely to be perceived as an independent sound. It has also been found to be useful in revealing complex resonant structures of string instruments.

$$SI = \sum_{k=1}^{N-1} \left| 20 \log(X[k]) - \frac{20 \log(X[k-1]) + 20 \log(X[k]) + 20 \log(X[k+1])}{3} \right| \quad (3.5)$$

A recent modified version also exists and is expressed as in Equation (3.6).

$$SS = \frac{\sum_{k=1}^{N-1} (X[k] - X[k-1])^2}{\sum_{k=1}^{N-1} X[k]^2} \quad (3.6)$$

Unlike the conventional spectral irregularity algorithm Equation (3.6) is different that it highlights the power of the spectrum due to the nonlinear square operator.

3.2.2. Spectral Flux

The spectral flux defines the amount of frame-to-frame fluctuation in time. It is computed by the 2-norm difference between consecutive STFT frames.

$$SF = \|X[f] - X_p[f]\| \quad (3.7)$$

where the general q-norm is:

$$\|X[f]\| = \left(\sum_{k=0}^{N-1} X[k]^q \right)^{1/q} \quad (3.8)$$

$X[f]$ denotes the magnitude components of frame f and $X_p[f]$ the previous (p) frame's magnitude components of same vector size as $X[f]$. SF also known as the delta magnitude spectrum has also been used to discriminate speech and musical signals. It exploits the fact that speech signals generally change faster than musical signals, noting that in human speech there is a constant game of ping-pong being played between consonants and vowel sounds. In musical signals however, drastic changes tend to vary on a lesser degree.

3.2.3. Log Spectral Spread

The log spectral spread obtained as a salient dimension from MDS experiments with sonar sounds (Tucker 2001) is defined as the energy found between bounded pairs of upper and lower frequencies. The “left and right” bounds are found by applying a threshold value with respect to the maximum amplitude of the spectrum (e.g. -10 dB off the maximum) followed by locating the upper and lower frequency bounds, and finally taking the log of the result. The spread is somewhat similar to the spectral distribution found by Grey (Grey 1977) and is also compared to the richness of a sound. However, no attempts have been made to quantify this factor. The left-bounded frequency by itself has also been detected as

a prominent dimension in his timbre space. Spectral spread may be helpful along with envelopes to observe qualities of instruments such as trombone, French horn, and tuba which generally lack in high frequency content, whereas the trumpet primarily due to its brightness is rich in upper harmonics (Howard, Angus, 2001). The spectral spread has also been specified as one of the MPEG-7 audio descriptors.

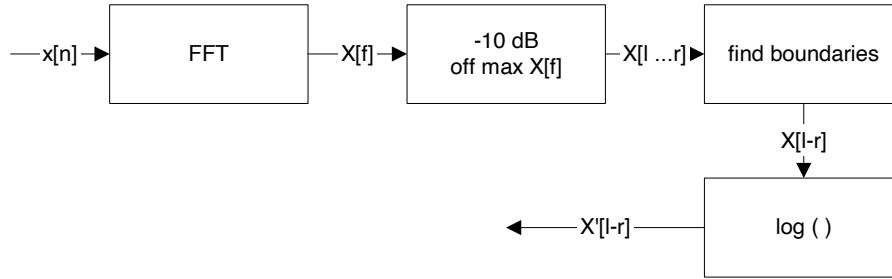


Figure 3.5 Log Spectral Spread Flow Chart

3.2.4. Roll-off

The roll-off point in Hertz is defined as the frequency boundary where 85% of the total power spectrum energy resides. It is commonly referred to skew of the spectral shape and is frequently used in differentiating percussive and highly transient sounds (which exhibit higher frequency components) from more constant sounds such as vowels.

$$SR = R \quad (3.8)$$

R is:

$$\sum_{k=0}^R X[k] = 0.85 \sum_{k=0}^{N-1} X[k] \quad (3.9)$$

$X[k]$ are the magnitude components, k frequency index and R the frequency roll-off point with 85 % of the energy.

3.2.5. Spectral Flatness Measure

The spectral flatness measure is defined as the ratio between the geometric mean (Gm), and the arithmetic mean (Am) as shown in Equation (3.10). It gives insight on the noise content of a signal and has been used in speech research to extract voiced and unvoiced speech signals (Yantorno 2000). As SFM approaches 0 the signal becomes more sinusoidal and as SFM approaches 1 the signal becomes more flat and de-correlated.

$$SFM_{dB} = 10 \log \left(\frac{Gm}{Am} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{\left(\prod_{k=0}^{N-1} |X(k)| \right)^{\frac{1}{N}}}{\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X[k]|} \right) \quad (3.10)$$

Equation (3.10) can be further extended to refer to the tonality (dominant sinusoidal components) denoted by α (Johnston 1988) which ranges from -60 dB to 0 dB and is computed via Equation (3.11) with SFM_{dBmax} set to -60 dB. The closer α is to 1 the more “tonal” the signal becomes and the closer α is to 0 the noisier it is. This method does not imply any sort of harmonicity in the signal but suggests the absence and presence of dominant sinusoidal components which help in segmentation of signal.

$$\alpha = \min \left(\frac{SFM_{dB}}{SFM_{dBmax}}, 1 \right) \quad (3.11)$$

3.2.6. Spectral Envelope

The spectral envelope, which embodies a wealth of information, is really a “zoomed-out” view of the power spectrum. What determines the shape of the envelope is basically the location of dominant peaks on the frequency scale. As described earlier, one surprising finding by Grey was that through line-segment approximation of the envelopes (Grey 1977), he was able to get very good re-synthesis results of the original tones with a 100:1 data reduction. On the distribution of the harmonics, it has been suggested that no harmonics higher than the 5th to 7th, regardless of the fundamental frequency, are resolved individually. Studies have shown that the upper harmonics rather than being perceived independently are heard as a group (Howard, Angus 2001). Further support for this phenomena is made by Hartman who, according to Puterbaugh (Puterbaugh 1999), suggests that for a signal with fundamental frequency below 400 Hz, only the first 10 harmonics play an individual role: harmonics greater than 10 affect the timbre en masse.

Numerous methods exist in determining the spectral envelope. One method is by salient peak detection of the power spectrum. This method is summarized in Figure 3.6, where first the power spectrum is computed via the FFT, followed by salient peak picking and finally interpolation.

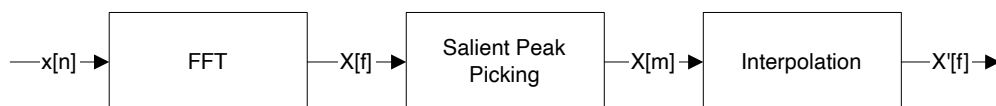


Figure 3.6 Peak detection method for spectral envelope

3.3. Attack time (rise-time)

The traditional attack time or rise-time of a sound is simply defined as shown in

Equation (3.12) also sometimes used without the log operator. It computes the time between a start-point (determined via a threshold value) and the time location of the maximum amplitude of a sound. The log-rise time has been found to be an important dimension in MDS and other timbral studies as discussed before, where it is often found as one of the three dimensions of a given MDS timbre space (Saldanha, Corso 1964; Scholes 1970; Krimphoff 1993; McAdams 1995, Lakatos 2000).

$$LRT = \log(t_{\max} - t_{\text{thresh}}) \quad (3.12)$$

However, a caveat is that the threshold value and maximum gain values do not give an absolute definition of where the attack starts and ends. As a matter of fact, no concrete measurement studies have been published that I know of which describe a clear and unambiguous measurement technique to describe the attack. A slight variation for Equation (3.12) also exists in the form of Equation (3.13).

$$LRT = \log(t_{\text{threshMax}} - t_{\text{threshMin}}) \quad (3.13)$$

Here the only difference is setting a threshold value for the maximum magnitude of a signal with a maximum threshold coefficient, sometimes set to 2% of the maximum magnitude (Misdariis, Smith, Pressnitzer, Susini, McAdams 1998). However, this approach, although sometimes better for some envelopes, is again a static approach to a dynamic problem and may cause errors and inconsistencies when computing the attack time.

3.3.1. Amplitude Modulation (Tremolo)

Amplitude modulation is omnipresent in musical tones, especially in performance situations and is often accompanied by frequency modulation, both being strongly

coupled to each other (Backus 1976). As seen in Figure 3.7 (Park 2000), low frequency oscillation can be seen in the amplitude envelope.

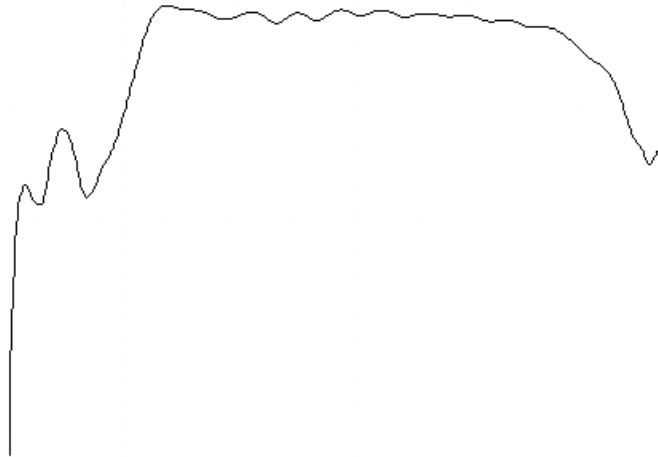


Figure 3.7 Soft tremolo on saxophone

The amplitude modulation frequency typically ranges from 4~8 Hz and is usually found in the steady-state portion of a sound. It can be computed with pitch tracking methods of the sustain portion of the sound. For modulation frequencies between 9 ~ 40 Hz, a “roughness” and “graininess” perception is noted, which also contributes to the resulting timbral quality.

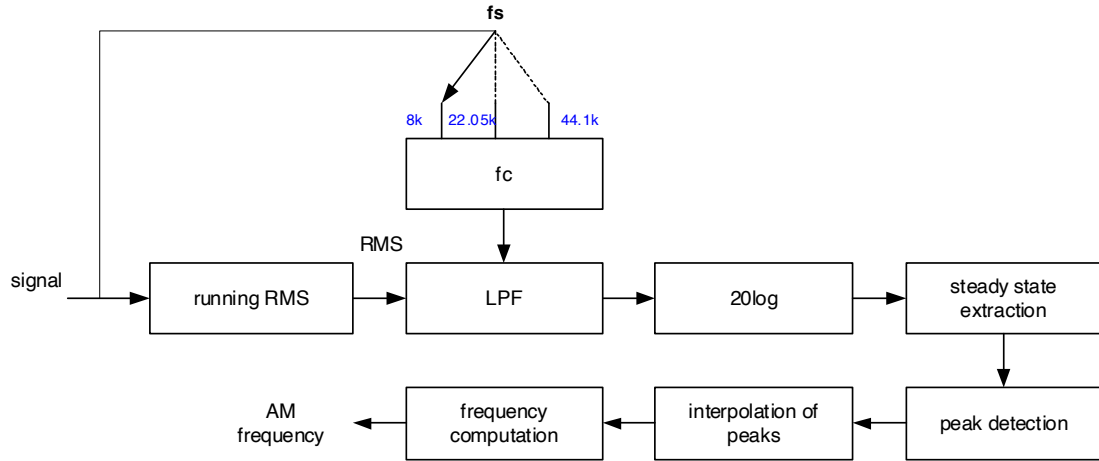


Figure 3.8. Block diagram of AM extraction (Park 2000)

3.3.2. Temporal Centroid

The temporal centroid has been found important as signal descriptors for highly transient and percussive sounds. It has been used along with log-attack time and spectral centroid in MDS experiments by Lakatos (Lakatos 2000). It is defined as the energy weighted mean of the time signal given in Equation (3.14) and is also a part of the MPEG-7 audio descriptors.

$$TC = \frac{\sum_{n=1}^{L-1} nx[n]}{\sum_{n=1}^{L-1} x[n]} \quad (3.14)$$

$x[n]$ is the input signal, n time index and L the length of the signal.

4. Feature Extraction Examples in Musical Applications

A plethora of computer music research exists today, ranging from sound synthesis, audio analysis, to machine learning, and algorithmic composition just to name a few. A large area that has found much interest in recent years is the area of music information retrieval (MIR). As a matter of fact, much of the salient feature algorithms we mentioned previously play an integral role in MIR research. MIR research includes automatic musical instrument recognition, automatic genre detection, voice recognition, fingerprinting, and much more.

4.1. Feature Modulation Synthesis (FMS)

Another area that where MIR research can be used is in the area of sound synthesis – to be more precise, application for a synthesizing sound via analysis: resynthesis by analysis. The idea of this type of sound synthesis system came about during my Ph.D. thesis research between 2002 and 2004 where the notion of modulating timbral features (noise content via LPC) was proposed in the future work part of the thesis and is currently being developed at Tulane University. The system in question is called Feature Modulation Synthesis (FMS) (Park et. al 2007, 2008). The system's concept is quite straightforward and takes the idea of enabling the modulation of an existing sound object via analysis of its timbral dimensions (features) and modification of one, two, or all of the analyzed features to render an altered sound object output. The motive for such a system springs from the lack of concrete nomenclature musicians and composer use when dealing and communicating sonic ideas pertinent to timbre. Making something warm, cold, funky, harsh, or sharp doesn't really mean much and can have different meanings

depending on a person's background and many other factors. Figure 4.1 shows the basic structure of FMS.



Figure 4.1. Basic structure of FMS

s refers to the original input signal, v the extracted feature vectors v' the modulated feature vectors and s' the resynthesized sound object. Although modulating one specific timbral dimension ideally should not affect any other features, in practice, artefacts may and do occur. The first block in Figure 4.1 (salient feature extraction) utilizes various time and frequency-domain-based analysis algorithms. The second feature modulation block changes the desired features and corresponds to an important module in FMS as it contains algorithms that alter the analyzed feature profiles v to desired new feature profiles v' . The final block takes the modulated feature vector v' and synthesizes the modulated sound object via time and frequency-domain processes. A current implementation of FMS has been developed in Matlab using various GUI interfaces (Park et. al 2008) as shown in Figure 4.2.

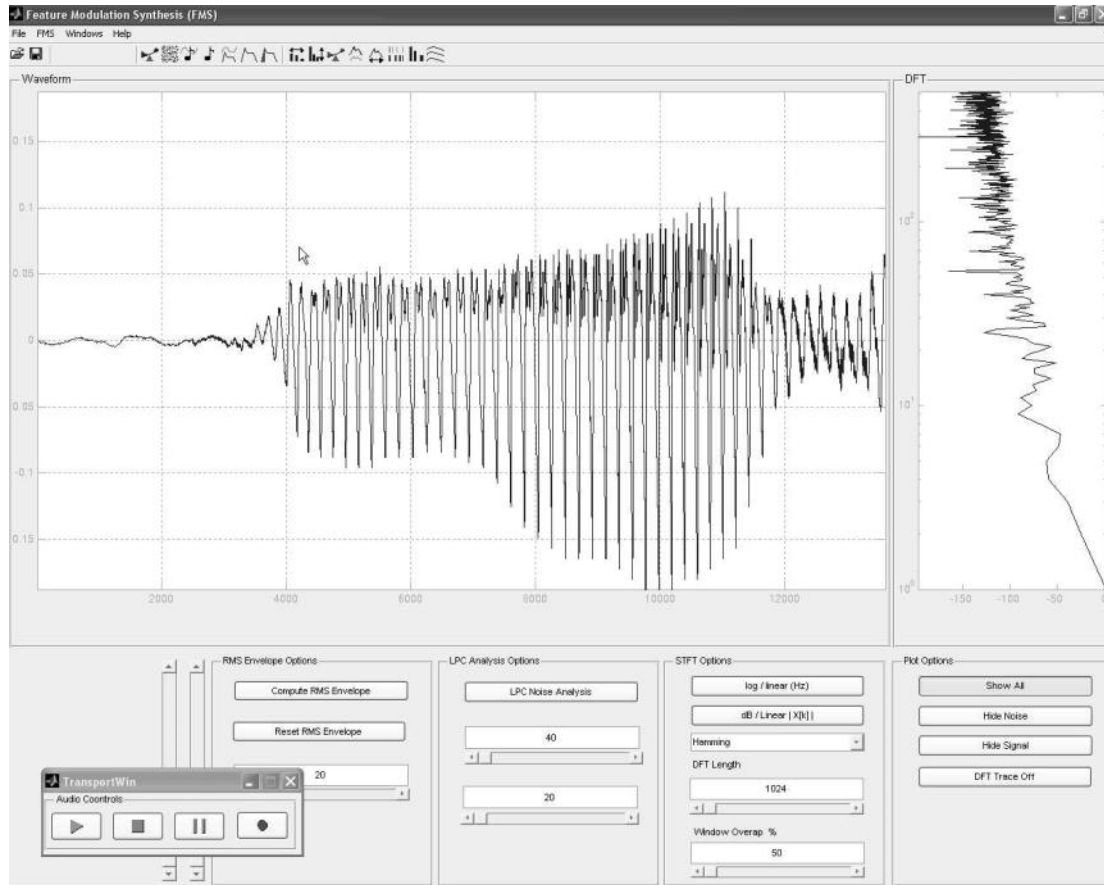


Figure 4.2. Snapshot of FMS Toolbox

The feature extraction and feature modulation algorithms implemented thus far include AM, FM, LPC-noise analysis, attack-time, amplitude envelope, temporal centroid, pitch modulation, Inharmonicity, harmonic expansion, harmonic compression, spectral flux, spectral envelope, spectral spread, spectral centroid, spectral jitter, and spectral shimmer totaling 15 features. Details regarding the implementation and development of the algorithms can be found in the 2007 and 2008 ICMC proceedings (Park et al. 2007, 2008). What is interesting about FMS is that it uses a fundamentally different approach to more common synthesis methods such as additive synthesis, physical modeling, or FM synthesis where one

basically starts off from scratch generating a new sound at the end of the road. In FMS, the idea strictly follows an approach whereby a sound object can be regarded as being decomposed into several audio dimensions. These dimensions are then put back together after some type of modulation and alterations of those dimensions.

4.2. Electro-Acoustic Music Analysis (EASY)

Another system that the Tulane University Music Science and Technology program is currently developing is EASY which is an acronym for Electro-Acoustic Music Analysis System. This system is also very straightforward in its conception and basically utilizes salient features as a means to help gain insights on electro-acoustic music works. The motivation for EASY springs from a lack of software tools (or tools in general) for the analysis of electro-acoustic music in particular, but also as well as musical works that are more traditional based on pitch, harmony, and rhythm. EASY is not an automatic system that analyzes a musical work and outputs results per se, it is rather a system that can be regarded as a tool for aiding and providing the user with sonic measurements via graphic means which can be used as a visual guide in gaining insights on a given piece. The basic idea is quite simple and is based on exploiting salient feature extraction techniques to compute salient audio features from a given sound wave and display them in intuitive and helpful ways for analysis of music, especially electro-acoustic music as traditional pitch, rhythm, and harmonic analyses often yield no useful results. This type of system can help us visualize what we are hearing and also help observe sonic events that we may have missed or are not hearing clearly thus providing further possibilities for visuals informing our aural experience ultimately assist in our understanding of a musical work.

4.3. Real-Time Performance Situations

In the previous section we presented applications for non-real time situations but one can easily imagine how analysis and modulation of salient feature vectors using FMS or EASY can be easily applied to real-time performance situations. For example, imagine a situation where we have an electric bass plugged into the computer producing sound on one end and a laptop performer generating sounds from his/her computer on another end. Both are connected to the house sound system and both have access to each other's direct signal. In this type of setup we can imagine a scene where performer A "listens" to the signal of performer B via salient feature extraction in real-time and decides to use one, two, or N number of features from performer B to modulate the sound that is produced by performer A. For example, using B's spectral centroid profile, impose it on A's output and gradually changing A's output by subtly using the spectral spread profile of A in the beginning and applying 100% of the spread vector from B at the end of the transition phase. Now, the usage of features does not always have to be in the realm of feature congruency or resonance, rather, one could also envision applying features that would be "opposite" or extremely dissimilar to a sound that is being analyzed by modulating the timbre space so that timbre space of A is maximally dissimilar to the timbre space of B and everything in between. A three-dimensional graphic interface comes to mind for this type of application where each dimension would be mapped to a particular feature where each dimension can be dynamically selected for system dynamicity and flexibility. Other scenarios may not even require a separate performer but simply having a database of various feature vector profiles save beforehand and loading them into the current system and modulation sounds that are produced on-the-fly.

Yet another possible application of feature extraction techniques is in the area of video in conjunction with audio. Audio visual works are without a doubt becoming

more of a standard in concert halls, yet there is much difficulty in trying map visuals to the audio and vice-versa. Not that there always needs to be a correlation between the visual and auditory senses ... However, if we used salient feature extraction methods for the audio part and the video part and investigated ideas to link and map features together, interesting and perhaps even a coherent perceptual experience may be obtained. For example, simply computing the spectral centroid of the audio signal which is related to the brightness of sound and mapping it to the brightness factor of the video part in a segment of the work may be a simple yet effective way of correlating the audio with the video. For sure, this is not the most exciting mapping one can think of but perhaps using salient feature extraction of audio and video signals and investigating correlations/non-correlations and applications for artistic endeavors seems to be a potential fruitful area for research and development.

5. Conclusion

In this article we have presented an introduction of feature extraction and related techniques for obtaining audio feature vectors. We have also seen some examples of applications utilizing feature vectors for musical purposes including the FMS and EASY systems and further explored potential application for real-time performance situations. It is clear that there are still many more areas in engineering and sciences that can be exploited for musical purposes and feature extraction seems to be just the tip of the iceberg.

⟨References⟩

- Backus, J. 1976. Input Impedance Curves for the Brass Instruments. *Journal of the Acoustical Society of America*, 60, pp. 470 - 480.
- Bregman, A. 1990. *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. MIT Press: Cambridge.
- Eronen A., Klapuri A. 2000. Musical Instrument Recognition Using Cepstral Coefficients and Temporal Features. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, ICASSP 2000*, pp. 753 - 756.
- Grey, J. M. 1975. Exploration of Musical Timbre. Stanford Univ. Dept. of Music Tech. Rep. STAN-M-2.
- Grey J. M. 1977. Multidimensional Perceptual Scaling of Musical Timbre. *Journal of the Acoustical Society of America* Vol. 61, pp. 1270 - 1277.
- Howard, D. M., Angus, J. 2001. *Acoustics and Psychoacoustics*. Oxford, Boston : Focal Press.
- Johnston, J. D. 1988. Transform Coding of Audio Signals Using Perceptual Noise Criteria. *IEEE on Selected Areas in Communication*, Vol. 6, pp. 314 - 323.
- Kendall, R. A., Carterette E. C. 1996. Difference Threshold for Timbre Related to Spectral Centroid. *Proceedings of the 4th International Conference on Music Perception and Cognition*, pp. 91-5.
- Krimphoff, J., McAdams S., Winsberg S. 1994. Characterisation du Timbre des Sons Complexes. II Analyses acoustiques et quantification psychophysique. *Journal de Physique IV*, Vol. 4, pp. 625 - 628.
- Krumhansl, C.L. (1989). Why is Musical Timbre So Hard to Understand? In J. Nielzen & O. Olsson (Eds.) *Structure and Electroacoustic Sound and Music* (pp.43-53). Amsterdam: Elsevier (Excerpta Medica 846).
- Helmholtz, H. L 1954. *On the Sensation of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music* (translation of original text 1877), New York: Dover Publications.

- Iverson, P., C. L. Krumhansl 1993. Isolating the Dynamic Attributes of Musical Timbre. *JASA* 94(5).
- Lakatos, S. 2000. A Common Perceptual Space for Harmonic and Percussive Timbres. *Perception & Psychophysics* 62(2), pp. 1426 - 1439.
- Lichte, W. H 1941. Attributes of Complex Tones. *Journal of Experimental Psychology*, 28, pp. 455 - 480.
- Misdariis, N. , Smith B. K., Pressnitzer D., Susini P., McAdams S. 1998. Validation of a Multidimensional Distance Model for Perceptual Dissimilarities among Musical Timbres. 16th International Congress on Acoustics and 135th Meeting Acoustical Society of America, Seattle, Washington.
- McAdams, S., Winsberg, S., Donnadieu, S., De Soete, G., and Krimphoff, J. 1995. Perceptual Scaling of Synthesized Musical Timbres: Common Dimensions, Specificities, and Latent Subject Classes, *Psychological Research* 58, 177 - 192.
- McAdams, S., J. W. Beauchamp, S. Meneguzzi 1999. Discrimination of Musical Instruments Sounds Resynthesized with Simplified Spectrotemporal Parameters, *JASA* 104(2).
- Park T. H 2004. Towards Automatic Musical Instrument Timbre Recognition. Ph.D. thesis, Princeton University, Music Department.
- Park T. H., J. Biguenet, Z. Li, C. Richardson, T. Scharr 2007. "Feature Modulation Synthesis (FMS)". *Proceedings of the 2007 ICMC*, Copenhagen, Denmark
- Park, T. H., Z. Li, J. Biguenet 2008. Not Just More FMS: Taking It To The Next Level". *Proceedings of the 2008 ICMC*, Belfast, Ireland.
- Plomp, R. 1970. Timbre as a Multidimensional Attribute of Complex Tones. In R. Plomp & G.I Smoorenburg (eds.), *Frequency Analysis and Periodicity Detection in Hearing*, Leiden: Sijthoff, pp. 397 - 414.
- Plomp, R. 1976. Aspects of Tone Sensation. A Psychophysical study. New York: Academic Press.
- Puterbaugh, J. D. 1999. Between a Place and Some Location, A View of Timbre

- through Auditory Models and Sonopoietic Space. Ph. D. Dissertation. Princeton University Music Department.
- Saldanha , E. L., Corso, J. F. 1964. Timbre Cues and the Identification of Musical Instruments. JASA, Vol. 36, No. 11, pp. 2021 - 2026.
- Sekey, A., Hanson, B. A 1984. Improved 1-bark Bandwidth Auditory Filter. JASA Vol. 75, No. 6.
- Scholes, P. A. 1970. The Oxford Companion to Music. London: Oxford University Press.
- Torgerson. W. S. 1952. Psychometrika. 17. pp. 401 - 419.
- Tucker S. 2001. Auditory Analysis of Sonar Signals. Ph.D. Transfer Report. Department of Computer Science. University of Sheffield.
- Yantorno, R. E. 2000. A Study of Spectra Autocorrelation Peak Valley Ratio (SAPVR) as a Method for Identification of Usable Speech and Detection of Co-channel Speech. Final Report for: Summer research faculty program. Speech Processing Lab, EE&CE, Temple University.

디지털 악가무 랩과 CCRMA의 네트워크 퍼포먼스를 위한 “천, 지, 인”

고 병 오*, 남 상 봉**, 원 숙 영***

〈요 약〉

본 공연은 2008년 10월 9일 한국예술종합학교에서 주최한 ‘isAT2008 (International Symposium for Arts and Technology 2008)’의 공연으로 '천(天), 지(地), 인(人)'의 주제를 가지고 한국 전통음악과 미국 전자음악의 어우러짐을 실현하였다. 한국예술종합학교 디지털 악가무 랩의 연구원들과 미국 스탠포드 CCRMA의 대학원생들은 인터넷 네트워크를 통해 약10,000Km 떨어진 곳을 연결하여 ‘연주자와 인간, 컴퓨터의 조화되지 않는 것으로부터 조화’를 위해 기술과 음악의 어려움을 해결하였으며, 또한 한국과 미국의 연주자, 인간과 컴퓨터의 인터랙션을 통해 기술과 예술이 결합된 형태의 동시성과 상호성을 확보하고자 하였다. 이 보고서는 '천(天), 지(地), 인(人)' 공연에 있어 그 결합을 위한 구체적인 방법을 제시한다.

검색어: isAT2008, 네트워크 퍼포먼스, 디지털 악가무 랩, Stanford CCRMA

* 고병오, 경원대학교 음대 작곡과를 졸업하고 한양대학교 대학원에서 뉴미디어음악(컴퓨터음악) 석사과정을 마쳤으며, 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과(컴퓨터음악) 박사과정(DMA) 휴학 중이다. 현재 한국예술종합학교 미래교육준비단 디지털 악가무 랩의 책임 연구원으로 재직 중이다. kobyongoh@gmail.com

** 남상봉, 서울대학교 음대 및 동대학원에서 작곡을 전공하였으며 현재 한국예술종합학교 미래교육준비단 디지털 악가무 랩의 책임 연구원으로 재직 중이다. sangbongnam@gmail.com

***원숙영, 서울대학교 음대 성악과와 전산학과를 졸업하고 스탠포드 대학교 CCRMA (Center for Research in Music and Acoustics)에서 Music, Science and Technology 석사과정을 마쳤으며, 현재 동대학원의 박사과정(Ph.D)에 재학 중이다. sywon@ccrma.stanford.edu

1. 서론

한국예술종합학교와 미국 스탠포드 대학 사이의 물리적 거리를 극복하고 하나의 공연을 만들기 위해서 음악적 측면과 기술적 측면 모두 많은 준비가 필요하였다. 디지털 악가무 랩은 음악과 기술의 융합의 장을 표방한 “isAT2008 - 3rd space” 공연의 일환으로 스탠포드 대학의 CCRMA와의 네트워크 퍼포먼스를 기획하고, 콘텐츠를 개발하였다. 특히 소리의 전달과정 동안 발생하는 딜레이를 고려한 음악적 콘텐츠가 활발히 논의되었으며, 양쪽의 공연장을 시각적으로도 연결하기 위한 방법도 제시하였다. 기술적인 면에서는 양질의 실시간 오디오 전송을 위해서 CCRMA¹⁾의 SoundWire research group에서 개발한 JackTrip 시스템을 사용하였다. 본 연주는 한국 전통음악, 전통악기 연주와 - 대취타, 설장구, 정가 - 미국 스탠포드 대학의 랩탑 앙상블의 전자음악 협연으로 이루어졌다.

1.1. 디지털 악가무 랩(U-Tech performance lab.)

전통적인 한국의 퍼포먼스는 악(樂), 가(歌), 무(舞) 형태로 표현되며 이것은 음색, 장단, 노래, 몸짓(춤사위)등을 아우른다. 이러한 악, 가, 무 형태의 중요원리와 요소들을 테크놀로지와 결합하여 새롭고 독창적인 한국적 예술 표현 방식의 콘텐츠로 개발한다.

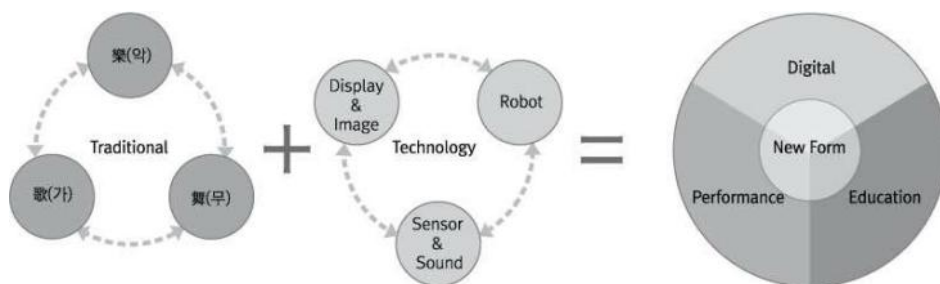


그림 1. 디지털 악가무 랩 개념도

1) CCRMA (Center for Computer Research in Music and Acoustics, Stanford University)

1.2. 사업 내용

디지털 악가무는 크게 다섯 가지 연구 분야로 나뉜다. 첫 번째는 음향 및 센서 응용기술 연구, 두 번째는 공연영상 표현기술의 연구 및 개발이다. 세 번째는 로봇 응용기술 연구 및 개발, 네 번째는 위의 모든 연구가 적용된 New Type 디지털 악가무 모델 연구 및 개발이며, 마지막은 디지털 악가무를 바탕으로 한 전통예술과 다양한 매체 및 기술의 접목을 적용한 교육과정 연구 및 개발이다.



그림 2. 디지털 악가무 랩 사업 분야

2. 스탠포드 대학과의 협연

2008년 10월 9일 “isAT2008 - 3rd space” 공연은 부제와 같이 원거리에 있는 연주자들 간의 협연으로 ‘제3의 공간’을 창조하고자 하였다. 태평양 너머에 있는 두 나라가 네트워크를 통해 협연함으로써 각 나라의 문화, 음악, 음악가, 기술을 아우르고 보다 새로운 음악을 제시할 뿐 아니라, 이 공연이 더욱 활발한 문화 교류를 위한 교두보의 역할을 할 수 있다는 기대 역시 있었다.

본 공연을 위해 한국예술종합학교 미래교육준비단 디지털 악가무 랩의 연구원과 미국 스탠포드 대학 CCRMA의 연구원은 수개월 전부터 콘텐츠를 개발하고 네트워크 환경을 테스트하였다. 기술적인 문제점들의 해결 후에는 한국음악과 전자음악의 조화를 위해 함께 토의하고 사운드를 디자인하며 보다 나은 조합을 만들어 나갔다.

3. Technical issues

3.1. 한국의 광대역통합연구개발망(KOREN)²⁾

한국과 미국의 연결에 있어 양질의 낮은 레이턴시를 갖기 위해 빠르고 안정적인 광대역 네트워크가 필요하였다. 이를 위해 한국예술종합학교는 한국정보사회진흥원에서 운영하는 광대역통합연구개발망(KOREN)에 가입하였다. KOREN은 미국의 초고속 연구망인 Internet2³⁾, 중국의 Cernet⁴⁾과 같은 연구목적에 한정된 초고속 통신망으로서 미래 네트워크 기술 및 서비스를 개발, 검증하는 첨단 연구개발 네트워크로 핵심 기술 개발과 이를 활용하는 서비스 간의 상용화 연계를 지원하기 위해 추진하는 시범 사업의 기반을 제공함에 목적이 있다. 대역폭은 10Gbps(Gigabit per Second)와 1Gbps 두 가지로 운영되고 IPv4⁵⁾와 IPv6⁶⁾ 모두를 지원하고 있다. 한국예술종합학교는 네트워크 관련한 인프라를 10Gbps Base로 업그레이드 하는 2009년까지 한시적으로 1Gbps 대역을 활용하기로 결정하였고 Internet2에 가입되어 있는 미국 스탠포드 대학과 국제적인 네트워크 퍼포먼스를 추진하게 되었다. 본 공연에서 1Gbps 대역폭 안에서 총 140Mbps를 활용하였고 프로토콜은 IPv4를 사용하였다.

2) KOREN: KOREa advanced REsearch Network

3) Internet2: 진보된 네트워크 기술과 차세대 인터넷 창조를 가속화하기 위해 미국의 대학과 정부, 기업이 결성한 컨소시움

4) Cernet: The China Education and Research Network

5) IPv4: Internet protocol version 4

6) IPv6: Internet protocol version 6

3.2. 네트워크 테스트(Networking Test)

한국예술종합학교 디지털 악가무 랩과 미국 스탠포드 CCRMA의 네트워크 퍼포먼스를 위해 양 학교간 네트워크 테스트 계획이 수립되었다. 테스트는 공연 시간대인 매주 목요일 오전10시경에 할 것을 계획하였다. 첫 테스트는 2008년 8월 22일 오전 10시 (미국시간 8월 21일 18시)에 실시되어 10월 9일 공연 당일 아침까지 테스트는 계속되었다. 양자 간의 기본적인 네트워크 상황을 점검하는 것을 시작으로 비디오 전송 테스트, 오디오 전송 테스트, 멀티채널 전송 테스트 등 주제를 달리하여 진행하였다. 테스트는 기본적인 Ping Test⁷⁾ 이외에도 다양한 네트워크 상황 체크가 가능한 iperf⁸⁾ 테스트가 함께 이루어졌다. iperf Test는 크게 전송 대역폭, Ping 속도, 평균 데이터 손실률, 신호 불안정시간 등이 체계적으로 기록되는 테스트 방법이다. 한국에서 미국까지 데이터가 전송되는 경로는 한국예술종합학교 중국장을 시작으로 교내 내부망 - KOREN - 일본연구망 - 미국INTERNET2 - 로스앤젤레스 - 스탠포드 교내망 - CCRMA 스튜디오로 연결된다.

	Jitter	Total/Datagram
CCRMA → K'ART	0.825ms (0.000825초)	26/25512 (0.1%)
K'ART → CCRMA	0.833ms (0.000833초)	0/39542 (0%)
CCRMA → K'ART → CCRMA	PING TEST	
	157ms (0.157초)	

표 1. 한국예술종합학교(K'arts) - CCRMA iperf 테스트 결과

- 전송 평균 딜레이 : 157ms⁹⁾ (0.157초)
- 전송 불균형 속도 : 0.825ms (0.000825초) (스탠포드 → 한국예술종합학교)
- 데이터 전송 실패율 : 26/255512 (0.1%) (스탠포드 → 한국예술종합학교)
- 상태 : 매우 우수함 (북미간 네트워크 전송에 비해 안정성과 속도에서 우수함)

7) ping test: TCP/IP 프로토콜을 사용하는 응용 프로그램으로 다른 호스트에 IP 데이터그램이 도착할 수 있는지를 검사하는 것

8) iperf: 일반적으로 TCP와 UDP 데이터의 전송과 대역폭의 네트워크의 대역폭을 실험

9) ms: milli second (1/1,000 second)

테스트 결과 한국예술종합학교와 CCRMA와의 네트워크는 매우 빠른 속도의 안정성을 가진 것으로 나타났다. 미국에서 한국으로 25,512번의 데이터 신호를 보냈을 때, 26번이라는 전송실패가 있었고 이는 0.1%의 매우 미약한 수치였다. 반면 한국에서 미국으로 보낼 때는 39,542번 전송하는 동안 단 한 번의 데이터 손실이 없는 0%의 완벽한 수치가 나왔다. 미국에서 한국으로 데이터를 보낼 때나 한국에서 미국으로 전송할 때 신호의 불안정한 시간은 0.825ms(0.000826초)이며 이는 10ms(0.01초) 미만으로 사람이 거의 인지하지 못하는 수준이며 이는 매우 안정된 네트워크임을 증명하는 것이었다. 전체적인 네트워크 속도는 157ms(0.157초)로 측정되었다.

3.3. 오디오 전송(Audio Networking Setup)

한국예술종합학교와 스탠포드에 각각 설치된 컴퓨터는 인터넷 IPv4 backbone을 통해 연결되었으며 CCRMA의 책임교수인 Chris Chafe와 Juan- Pablo Caceres가 구현한 JackTrip을 이용해 여섯 채널의 오디오 신호를 주고받았다. JackTrip은 현재 Linux와 Mac OS X 에서 사용가능하며 압축되지 않은 high quality audio signal을 양방향으로 보낼 수 있도록 지원해준다. 우선 한국예술종합학교에서 스탠포드로 보내는 소리는 공연장에서 연주되는 소리를 마이크로 집음하여 두 채널로 믹싱 하고 오디오 인터페이스 MOTU traveler로 디지털 변환 후, Macbook Pro에 설치된 JackTrip을 통해 보내졌고, 반대로 JackTrip에서 받은 스탠포드에서 오는 여섯 채널의 소리는 MOTU traveler를 통해 공연장에 설치된 오디오 시스템(스피커)로 보내지게 된다.

스탠포드에서는 어쿠스틱 악기가 아닌 컴퓨터가 만들어내는(연주하는) 음악이므로 별도의 마이크를 통한 집음 과정 없이 곧바로 JackTrip을 통해 한국으로 보내졌다. 한국에서 오는 소리 역시 JackTrip과 MOTU traveler를 거쳐 공연장의 스피커를 통해 재생하였다.

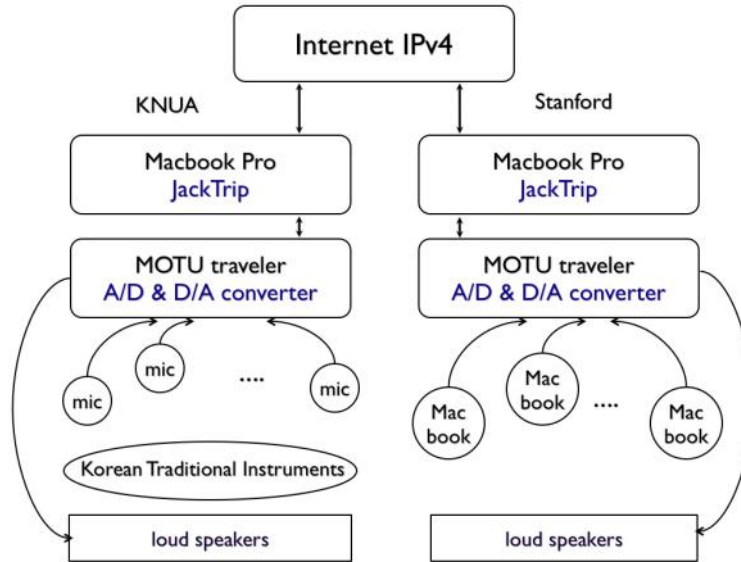


그림 3. 오디오 전송 다이어그램

3.4. 비디오 전송(Video Networking Setup)

CCRMA와의 네트워크 퍼포먼스에서 영상 부분은 기획에서부터 여러 가지에서 기술적 어려움이 있었다. 한국예술종합학교는 ‘isAT2008’을 위해 임시적으로 네트워크 대역을 1Gbps를 10G base로 업그레이드 하려는 계획을 가지고 있었으나 한국예술종합학교의 영상 전송 관련 기자재와 인력 수급 문제와 스탠포드 대학의 네트워크 대역이 1Gbps로 고정되어 있던 관계로 계획했던 2K HD 비압축 영상의 전송계획은 차질을 감수할 수밖에 없었다. HD영상 전송의 경우 대역은 1.5Gbps로 높지만 딜레이는 3ms(0.003초)의 낮은 레이턴시를 가지질 수 있다. 그러나 DV 또는 HDV의 경우 25Mbps(Mega bit per second)의 낮은 대역 대신 300ms(0.3초)에서 700ms(0.7초)라는 높은 물리적인 레이턴시가 있다.

본 공연에서 가장 중심이 된 오디오의 기술적인 포맷은 멀티채널 사운드였다. 그러나 DV 코덱의 특성상 영상 전송 어플리케이션은 2개의 오디오 채널만을 수용하기 때문에 멀티채널 사운드를 전송하기에 비디오와 오디오 사이의 딜레이 간극이 일어날 수밖에 없는 상황이었다. 결국 그 사이의 간극을 수용하고 비디오 전송 어플리케이션으로 오픈소스인 DVT S¹⁰⁾를 사용하였다. DVT는 HDV와 DV포맷 모두를 지원하지만 최대한의 안정적인 전송

속도를 보장하기 위해 해상도가 높은 HDV가 아닌 인코딩 시간이 짧은 DV로 결정되었고 카메라는 Sony PD 170 4대를 사용하였다. 한국에서 미국으로 세 대의 카메라와 두 명의 오퍼레이터가 파견되어 촬영하였고 이는 각 개별의 IP를 할당하여 한국예술종합학교 중극장으로 전송하여 비디오 스위치 시스템에 연결되어 리어 프로젝터에 투사되었다.

DVTS는 720X480 픽셀 해상도의 DV 압축 포맷을 사용하며 IEEE1394 포트 출력에서 영상신호를 받아 IP신호로 변환해준다. 영상을 네트워크 신호로 전환 전송 시 원래 DV가 가진 25mbps의 전송률이 아닌 채널당 30Mbps의 대역을 안정적으로 확보하여 전송한다. 한국에서 미국으로도 모니터링을 위한 별도의 영상 한 채널을 보냈기 때문에 영상전송에만 총 120Mbps의 대역을 사용하였다. 본 공연에 1Gbps급 KOREN이 설치되었으므로 3개의 영상신호(120mbit)를 받는데 아무런 장애가 없었다. DVTS는 DV포맷을 사용함으로 엔코딩과 디코딩 과정을 거치게 됨으로 오디오 신호와는 약 300ms의 간극(間隙)이 발생하였다.

4. Musical Aspect

4.1. 한국 전통음악

4.1.1. 대취타

1971년 6월 10일 중요무형문화재 제46호로 지정되었다. 무령지곡(武寧之曲)이라고도 한다. 장·자바라(속칭 제금)·장구·용고(龍鼓)·소라[螺角]·나발·태평소(太平簫, 胡笛:속칭 날라리)로 편성되며, 편성악기 중 태평소를 제외한 모든 악기가 선율이 없는 타·취악기에 속한다. 한 장단이 12/4박자 20장단이고, 7장으로 구분되며 반복형식을 취한다. 이 음악은 옛날 선전관청(宣傳官廳)이나 오영문(五營門) 및 각 지방의 감영(監營)·병영(兵營)·수영(水營) 등에 소속되어 있던 취타수들에 의하여 임금의 성외출어(城外出御), 총대장의 출입 시, 진문(陣門)을 개방·폐쇄할 때, 육해군영의 의식 등에 연주되었다.

위엄 있는 나발과 애원조의 태평소 소리에 맞추어 수십 명이 일시에 용고를 치는 광경은 듣기도 좋았지만 장엄하기 그지없었다. 현재 연주되고 있는 대취타의 기본편성은 태평소 2, 나발 2, 소라 2, 북 2, 징 2이다.

10) DVTS: Digital Video Transport System

4.1.2. 설장구

설장구란 순수우리말로써 두레패, 걸립패, 농악대 따위에서 장구를 잘 치는 사람을 뜻한다. 이번 공연에 쓰인 설장구 장단은 다드리, 다스름, 올림채, 발버드래, 자진모리, 휘모리의 순서로 연주 하였다.

4.1.3. 여창 정가

정악(正樂)의 하나. 아정(雅正)한 노래라는 뜻으로, 정악 가운데 가곡(歌曲)·가사(歌詞)·시조(時調) 등 성악곡(聲樂曲)을 말한다. 가곡과 시조는 3장 4음보 형식의 시조시 사설을 가지고 있지만, 음악적인 형식은 서로 다르다. 가곡은 세악(細樂)의 반주에 얹어 부르는 거대하고 고상한 노래로, 전체 5장과 2개의 여음(대여음·중여음)으로 구성되어 있고, 시조는 초·중·종 3장 형식의 간단한 음악적 형식으로 누구나 쉽게 부를 수 있다.

가사는 현재 12곡이 전해져 12가사라고 하는데, 《백구사(白鷗詞)》, 《황계사(黃鷄詞)》, 《죽지사(竹枝詞:일명 乾坤歌)》, 《춘면곡(春眠曲)》, 《어부사(漁父詞)》, 《길군악(일명 路謠曲)》, 《상사별곡(相思別曲)》, 《권주가(勸酒歌)》는 하규일(河圭一:1867~1937)이 전창(傳唱)하였고, 《수양산가(首陽山歌)》, 《양양가(襄陽歌)》, 《처사가(處士歌)》, 《매화타령(梅花打令)》 등은 임기준(林基俊:1868~1940)이 전창하였다. 이번 공연을 위해 특정 노래를 부른 것은 아니며 정가 소리를 내었다.

4.2. 전자음악

4.2.1. 스탠포드 랩탑 앙상블(Stanford Laptop Ensemble)

이번 공연을 위해 CCRMA의 대학원생 7명이 모여 Stanford Laptop Ensemble을 만들어 스탠포드에서 연주되는 전자음악 파트를 담당하였다. 이중 대부분이 현재 Slork(Stanford Laptop Orchestra)의 단원으로 활동하고 있으며 공연을 위한 장비와 시스템 역시 Slork에서 지원받았다¹¹⁾.

11) Slork(Stanford Laptop Orchestra)은 CCRMA의 교수인 Ge Wang의 지도하에 CCRMA의 학생들과 연구원들이 함께 창단한 연주단체이다. Live ensemble을 위한 프로그램, 스피커, controller등은 Ge Wang을 주축으로 학생들의 독창적인 아이디어와 노력으로 만들어졌으며 현재에도 weekly seminar를 통해 sonic canvas위에 새로운 소리와 음악구현을 목표로 연구하고 있다.

4.2.2. Chuck

Chuck은 on-the-flying programming이 가능한 오디오 프로그래밍 언어로 실시간으로 변수를 바꾸어가며 소리를 만들어내기 쉽고 다른 인터페이스와의 호환 역시 용이하기 때문에 Slork의 기본 시스템으로 사용되어왔다. 랩탑 앙상블 역시 실시간으로 소리를 쉽게 제어하고 연주하기 위해 기존의 Chuck patch와 이 공연을 위해 새로 만든 patch들을 조합하여 연주하였다. 아래의 표에서 보이듯 악장당 3개의 Chuck patch를 사용하여 sound painting을 하였다.

i) Crystalis (by Ge Wang): keyboard control. 노이즈를 filtering을 하여 기본 소리를 만들었으며 resonance와 register 파라미터의 조절을 통해 바람소리부터 관악기와 비슷한 소리까지 다양하게 만들어낸다. Intro, 1악장, 3악장에 모두 사용되었다.

ii) BaseChant (by Sook Young Won): keyboard control. 남성 베이스의 노래 소리 샘플을 지정된 버퍼로 읽어와 playback rate를 조정하여 pitch shift를 하였다. 소리를 blur하기 위해 low pass filter 사용하였으며 1악장에 사용되었다.

iii) Joy of Chant (by Perry Cook, Rebecca Fiebrink, Ge Wang): keyboard and joystick control. Impulse train소리를 formant filter에 통과시켜 사람의 노랫소리와 비슷한 음색을 만들어내는 패치이다. 조이스틱이 모음의 종류를 결정하고 keyboard에서 음정을 지정받는다. 1악장에서 사용되었다.

iv) ReKontakte(by Luke Dahl) : multi-touch pad control. Stockhausen의 Kontakte에 영감을 받아 이 곡의 레코딩에서 추출한 사운드 샘플을 이용, 변형한 patch이다. M-Audio Trigger finger의 슬라이더와 touch pad에서 입력되는 값을 가지고 Chuck을 이용해 실시간으로 소리 음색을 바꾸며, 빠르게 반복되는 타악소리부터 길게 늘어지는 소리까지 다양하고 흥미로운 소리들을 만들어낸다. 2악장에서 사용되었다.

v) TickTick (by Sook Young Won) : Chuck 의 기본 악기 라이브러리에 있는 Shakers를 이용하여 가볍고 빠르게 움직이는 타악소리를 구현하였다. 2악장에 사용되었다.

vi) EarthBase (by Sook Young Won): TriOsc (Triangle wave oscillator) 의 소리를 기본으로 하여 reverberation을 입히고 지정된 음정을 빠르게 반복해 저음의 두껍고 둥근 소리를 구현하였다. 1악장과 2악장의 간주부분부터 시작하여 2악장의 끝까지 사용되었다.

vii) MultiGrain (by Baeksan Chang): keyboard control. 정기를 부르는 소리를 입력으로 받아 granular synthesis를 이용해 실시간으로 변화를 주었다. Grain의 길이, 위치, 음정을 어떻게 조절하느냐에 따라 비슷하면서도 다른 음색을 만들 수 있으며 Rob Hamilton이 3악장에서 즉흥적으로 변주하였다.

viii) Drops (by Sook Young Won): 물방울이 떨어지는 소리를 모티브로 한 사운드이다. Kijjasak Triyanond의 Drippy v.1 patch를 기본으로 하여 3악장에 맞는 템포와 색깔을 가지도록 변형, 연주하였다.

5. 네트워크 퍼포먼스를 위한 ‘천(天), 지(地), 인(人)’

5.1. 디지털 악가무 랩과 CCRMA의 음악

진행 순서	디지털 악가무 랩	CCRMA	전환
인트로		Electro Ambient sound (Crystalis)	천(天) 영상
천(天)	대취타	Electro Heaven sound (Crystalis, BaseChant, Joy of Chant)	
간주		Electro Earth sound (EarthBase)	지(地) 영상
지(地)	설장구	Electro Drum sound (EarthBase, TickTick, ReKontakte)	
간주			인(人) 영상
인(人)	여창 정가	Natural sound (MultiGrain, Drops, Crystalis)	
간(間)			간(間) 영상

표 2. 천(天), 지(地), 인(人) 음악 순서

5.2. 공연 실황

2008년 10월 9일 본 공연에 앞서 오전에 ‘isAT2008 - 3rd space’ 심포지엄이 진행되었으며 약 10분의 휴식 및 무대 전환 후 예정대로 오후12시(한국시간) 공연이 시작되었다. 한국예술종합학교 중극장에는 약450명(450석)의 관객이 있었으며, 스탠포드 대학 CCRMA에는 Ge Wang 교수를 비롯하여 20여명의 관객이 있었다. 공연시간은 약 30분이었다.

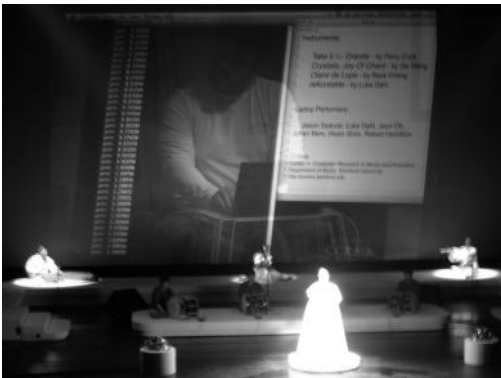




사진 1. 2008년 10월 9일 “isAT2008 – 3rd space” 공연. 디지털 악가무 랩과 CCRMA의 네트워크 퍼포먼스를 위한 “천, 지, 인” (한국예술종합학교 중극장)

5.3. 네트워크 스피커 제작

외형 및 재질: 반구형의 투명 아크릴

채널: 6채널 출력 스피커

기능: 6개의 스피커 유닛의 갇춘 방사형 스피커

액티브 (앰프내장형) 스피커

소리에 따라 발광하는 LED 내장형

스피커 유닛의 사양:

Model	TI42C
Nominal Diameter (inch)	4
Description	2-way
Nominal Response	4Ω
Frequency Response	80Hz-22kHz
Sensitivity(SPL@1w/1m)	85dB
Power Handling(Watts RMS/Peak)	40/80

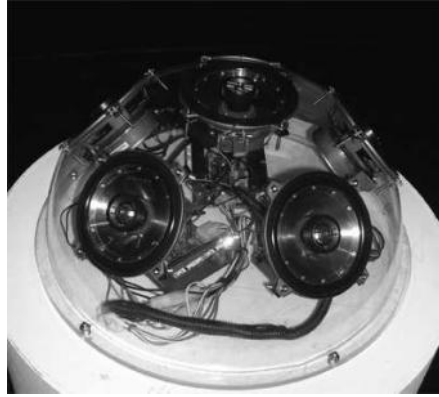


사진 2. 네트워크 스피커

5.4. 사운드 디자인

5.4.1. 한국예술종합학교 중극장 연주자

-입력-

1악장 천(天) - 대취타 8명 - 무선 마이크 8개

2악장 지(地) - 설장구 4명 - 유선 마이크 4개

3악장 인(人) - 거문고, 생황, 대금 - 유선 마이크 4개

여창 정가 - 무선 마이크 1개

미국 스탠포드 대학 CCRMA에서 받은 6채널 랩탑 양상블 사운드

-출력-

한국예술종합학교 사운드 디자인 - 4.1채널(프론트 좌우, 메인 좌우, 우퍼 센터(woofer))

무대 모니터 스피커 - 2채널

네트워크 스피커 - 6채널 랩탑 양상블 사운드

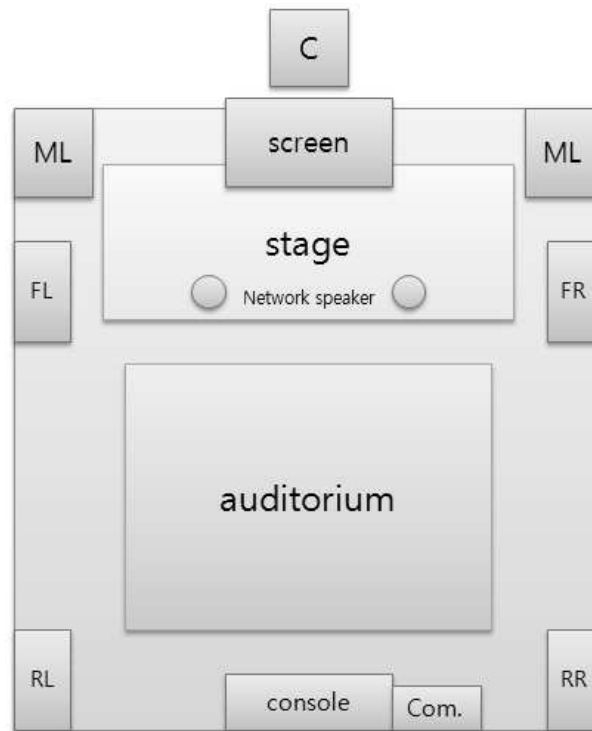


그림 5. 한국예술종합학교 중극장 사운드 디자인

5.4.2. 미국 스탠포드 대학 CCRMA

-입력-

랩탑 양상블 사운드 - 6채널

한국예술종합학교에서 받은 사운드 - 2채널

-출력-

CCRMA 연주회장 사운드 디자인 - 2채널

CCRMA에서 한국예술종합학교로 보내는 랩탑 양상블 사운드 - 6채널

6. 결론

네트워크 기술의 발전에 따라 원거리간의 정보 공유는 물론 문화예술 교류 역시 활발해졌다. 정보통신 기술의 발전으로 보다 양질의 대용량 데이터를 전송할 수 있게 된 것이다. 하지만, 양적 성장에 따른 질적 성장은 등한시 되어온 것으로 보인다. 네트워크 퍼포먼스의 많은 경우일종의 기술시연과 같은 방식으로 콘텐츠의 부제를 보여 왔기 때문이다.

기존의 네트워크 퍼포먼스가 기술시연 중심으로 새로운 예술 장르의 포맷을 생성하거나 담론을 형성하는데 한계가 보였다면, 이번 한국예술종합학교 디지털 악가무 랩과 스탠포드 대학 CCRMA의 네트워크 퍼포먼스는 랩탑 컴퓨터를 이용한 전자음악 앙상블이라는 새로운 형식에 ‘천(天), 지(地), 인(人)’ 그리고 ‘간(間)’의 의미를 내재하고 있는 한국의 전통음악을 결합하고, 멀티채널 사운드 및 영상 전송을 통한 지역 간의 동시성과 상호성을 확보함으로써 기존의 네트워크 퍼포먼스와 차별된 의미를 갖는다.

또한 본 공연을 위해 CCRMA의 SoundWire research group에서 개발한 멀티채널 네트워크 사운드 전송 소프트웨어인 JackTrip을 사용함으로써 첨단 네트워크 기술에 한국의 전통음악을 결합한 형태로 예술적 표현의 가능성을 넓히는 계기가 되었다고 볼 수 있다.

이번 공연을 통해 음악적으로 전통음악과 현대전자음악의 결합하여 전통음악과 현대음악의 새로운 가능성을 제시하였으며, 기술적으로 다수의 연주자와 대규모의 연주회장을 연결하여 안정적인 네트워크로 끈김없이 음악회를 완성하였고, 멀티채널 사운드 소스를 전송받아 확장된 극장에서 재현함에 입체적인 사운드 디자인을 한 점 그리고 네트워크 스피커를 통해 사운드의 전송을 시각적으로 전달한 점 등이 본 공연의 특징이자 성과라 할 수 있다.

본 공연을 마치고 네트워크 퍼포먼스에 있어 지속적인 발전이 필요한 부분은 무엇보다 네트워크의 장점을 살린 콘텐츠의 개발이 시급하다고 할 수 있다. 또한 현재 기술상 불가피하게 발생하는 네트워크 딜레이를 극복하기 위한 방안 역시 고려되어야 한다. 안정적인 네트워크를 이용한 다자간의 네트워크 퍼포먼스 혹은 연주회장의 공간을 네트워크를 통해 시뮬레이션 하는 기술 역시 연구, 개발되어야 할 부분이다. 또한 서로 다른 소프트웨어를 사용함으로써 발생하는 음향 소스와 영상 소스간의 시간차를 극복하기 위해 두 소스를 하나의 소프트웨어로 전송하기 위한 결합된 형태의 포맷 혹은 솔루션의 개발이 필요하다. 더욱이

네트워크 퍼포먼스의 지속적인 연구 및 개발을 위해 연구소 혹은 학교간의 공동연구개발 계획 수립과 상시적인 텔레컨퍼런스 혹은 네트워크 퍼포먼스의 계획이 필요하다.

성공적으로 끝난 본 공연을 통하여 한국과 미국의 문화적, 음악적, 기술적 교류에 큰 성과를 두며 동양의 한국전통음악과 서양의 현대전자음악이라는 이질적인 문화의 결합을 통해 전통음악 혹은 현대음악의 발전된 미래형을 제시함에 의미를 두고자 한다.

Credit

[연주자]

- 한국예술종합학교 -

태평소: 이광호, 민지홍

장구: 김동국

자바라: 김승철

용고: 송정

장: 김현성

나발: 강승호

나각: 이창재

설장구: (청배연희단) 김기창, 최재근, 박근태, 김선희

대금: 이아람

거문고: 박우재

생황: 김태경

가곡: 강권순

- Stanford CCRMA -

Sook Young Won

Robert Hamilton

Luke Dahl

Jason Sadural

Jieun Oh

Juhan Nam

Hwan Shim

[Staff]

연출/음악감독: 원일

CCRMA conductor: 원숙영

- 디지털 악가무 랩 -

음악/음향 디자인: 고병오, 남상봉

영상 제작 프로듀서: 현승열

영상 디자인: 김제민

프로덕션 기획: 이영은

네트워크 스피커 제작: 서울대학교 전자음악연구실, 남상봉

기록영상 사운드 믹싱: 고병오

- 디지털 프로세싱 아카이빙 랩 -

네트워크 프로듀서 : 김남훈

CCRMA 영상 촬영 : 권상준

CCRMA 영상 중계 : 김진희

기록영상 촬영 : 한민우, 나현, 권호창

기록영상 편집 : 김남훈, 한민우

- 네트워크 기술 지원 -

광대역통합연구개발망(KOREN)

정보사회진흥원(NIA). [Online]. Available: <http://www.nia.or.kr/>

- 무대 -

무대 디자인: 박상봉

조명 디자인: 이상봉

조명 감독: 김정화

조명보: 강지혜

무대감독: 신재훈

isAT 총괄 무대감독: 이정훈

인쇄물 및 로고 디자인: 조혜정, 정태인

- 자문 -

네트워크 및 스피커 제작 자문: 이돈응

네트워크 자문: Chirs Chafe

기획: 디지털 프로세싱 아카이빙 랩

주관: 디지털 악가무 랩

주최: 한국예술종합학교 미래교육준비단

참고문헌

- Report, China on the Edge: Explorations in Network-based Performance
SoundWIRE research group at CCRMA, Stanford University. [Online]. Available:
<http://ccrma.stanford.edu/groups/soundwire/>
- J.P. Caceres. JackTrip: Multimachine jam session over the Internet2. [Online].
Available: <http://ccrma.stanford.edu/groups/soundwire/software/jacktrip>
- 정보사회진흥원: 광대역통합연구개발망(KOREN) 사업성과(‘95~‘07), 서울, 정보사회
진흥원, 2007.
- DVTS. [Online]. Available: <http://www.sfc.wide.ad.jp/dvts/>
- 네이버 백과사전 [Online]. Available: <http://100.naver.com/>
- wikipedia: [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

“과학의 예술적 재발견” Artistic rediscovery in science

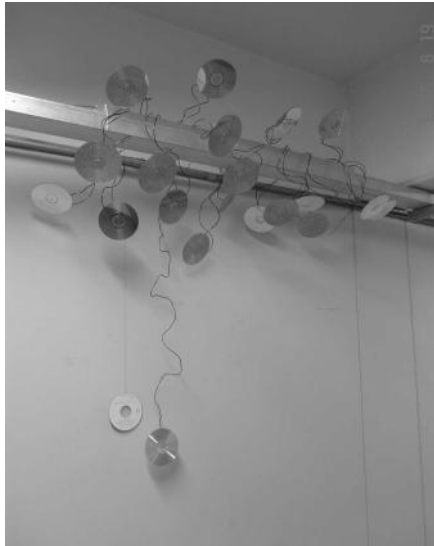
이 돈 응

나는 과학자가 아닌 작곡가이지만 전자음악, 그 중에서도 테크니컬한 면에 중점을 두고 작업을 해왔기 때문에 과학자적인 마인드가 더 강조되어 보이는 것 같다. 요즘 내가 많은 관심을 갖고 집중적으로 연구하는 것에 관하여 이야기하려 한다.

우연한 기회에 평소에 하고 싶었던 설치음향(sound installation)을 할 기회가 있었다. 어느 대학 미술관 개관에 전시될 예정이었는데 그 미술관 규모는 상당히 크지만 그에 비해 아주 적은 예산이 지원될 예정이었다. 언제나 해온 것처럼 내가 하는 예술에서 노고가 들어야 하는 것은 관찮았지만 항상 거의 비어있는 내 주머니를 털어한다는 것은 조금 부담이 되었다.

부담을 줄일 수 있는 아이디어로서 “CD를 진동판으로 이용해 인터랙티브 설치음향(interactive sound installation)을 하자.”라는 생각이 떠올랐다. 나에게는 일반적인 설치작품 보다는 인터랙티브 설치작품이 더 흥미롭고 도전할 가치가 있다고 생각한다. 관객이 단순히 보면서 듣는 것보다는 같이 참여하고 그 반응을 체험하게 하는 것이 더 흥미롭게 느껴진다. 그러나 아쉽게도 그것을 부탁한 사람의 편견과 무지 그리고 의구심에 의해 그 계획이 무산 되었다. 하지만 일단 작품에 관한 아이디어와 계획이 서 있었으므로 완성을 시켜 다른 작은 갤러리에서 전시하였다.

당나귀는 임금님 귀



옆의 사진은 학교의 내 연구실 앞에 걸려있는 오디오 CD를 진동판으로 이용한 작품의 원형이다. 늘어뜨려진 아래의 CD판에다 이야기를 하면 시간지연 프로그램에 의해 잠시 후 위에 달린 여러 개의 CD에서 그 이야기 소리가 다시 들려진다.

CD를 이용한 이 작품에는 한 메시지를 담고 있다. 오디오 CD는 이전의 LP 레코드판을 밀어냈고 이제는 형체도 없는 MP3에 의해 밀려나게 되었다. 또 하나의 디지털혁명인 셈이다. 저장 매체로서의 의미를 다한 CD를 재활용하는 의미에서 CD를 마이크와 스피커의 진동판으로 사용하겠다는 것이다.

과학자들에게는 진동을 감지하고 생성하는 방법이 문제가 되고 상품을 만들어 파는 사람들에게는 마이크와 사운드의 품질과 디자인이 문제가 되지만 예술가한테는 이외에 그것을 사용하는 당위성, 즉 예술적 이야기가 필요한 것이다. 마이크 역할을 하는 CD와 스피커 역할을 하는 CD를 가지고 무엇을 할 것인가? “임금님 귀는 당나귀 귀”라는 동화가 생각났다. ‘숲 속에 외친 소리가 바람이 불 때면 다시 들린다.’라는 의미를 갖고 “당나귀는 임금님 귀”가 태어났다. 그 구조물 앞에서 ‘이거 틀렸다. 원래는 임금님 귀는 당나귀 귀인데’라고 이야기 하면 조금 뒤에 ‘이거 틀렸다. 원래는 임금님 귀는 당나귀 귀인데’라고 들리게 된다.

다음은 헤이리 MOA 갤러리에서 전시한 작품 사진이다.



이 작품은 피에조(piezo)를 이용하였다. 피에조는 게임기 또는 컴퓨터에서 핼(pip) 신호음을 내는 스피커로 사용하거나 콘택트 마이크(contact microphone) 또는 센서로 많이 사용된다. 피에조를 스피커로 사용한다면 상당히 높은 음을 내게 되고, 피에조만으로 콘택트가 아닌 일반 마이크처럼 사용하게 되면 수음을 할 수 없다.

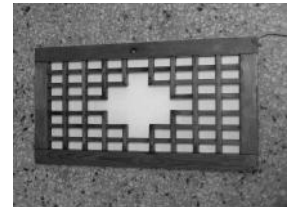
나는 이 피에조를 CD 뒷면에 붙여 사용하였다. 소리를 입력할 때는 CD가 마이크의 수음을 위한 진동판(diaphragm) 역할을 하게 되고 피에조가 CD의 진동을 받아 오디오 신호로 전환시킨다. 소리를 재생할 때는 CD가 피에조의 진동을 받아 피에조가 낼 수 없는 낮은 주파수 영역을 보강하여 음량을 증폭시킨다. 물론 좋은 오디오 품질이 아닌 상당히 높은 주파수 영역이지만 적어도 사람의 목소리를 알아들을 수 있다. 참고로 CD에 피에조를 붙이면 훌륭한 양방향성을 갖고 있는 마이크로 작동된다.

이 작품을 하면서 새로운 발견을 하게 되었는데, 아날로그 음향신호가 전기선을 타고 흐를 때 자석을 가까이 하면 전기선이 울려 소리가 난다. 이미 오래전부터 과학자들이 이 현상을 이용하여 스피커를 비롯한 각종 음향기기, 도청기 등을 만들어왔지만 이번 기회에 우연히 그 원리를 재발견하고 작품에 응용할 수 있겠다는 생각이 들었다. 얼핏 떠오르는 것으로, 한국의 창호지문 창살에 전기적인 장치를 숨기고 창호지를 울리게 할 수 있을 것 같았다. 그리고 거기에 많은 의미도 담을 수 있을 것 같았다.

소리의 창



창호지문은 우리와 함께 천여 년을 살아왔다. 창호지문은 실내와 실외를 경계 짓기도 하지만 소리를 전해 주기도 한다. 현대의 삼중 유리창은 소리를 차단한다. 과거에는 왕실 여인들의 진맥은 명주실을 창호지문에 이어 맥이 뛰는 소리를 듣고 했다는 기록도 있다. 천여 년을 우리와 같이 살아온 창호지문은 그동안 들어온 것도 많으리라고 생각된다. 창호지문을 울릴 수만 있다면 그동안 창호지문이 들어온 방안에서의 정감



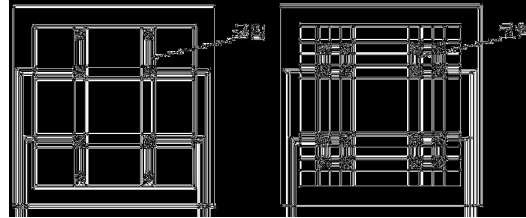
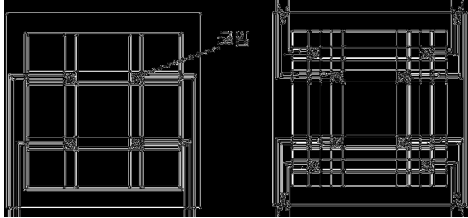
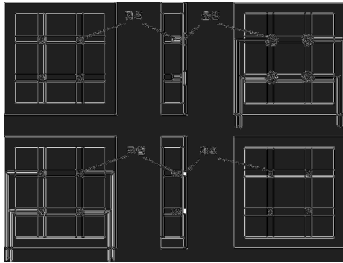
있는 소리, 밀담, 안과 밖에서 서로 부르는 소리, 밖에서 아이들이 노는 소리, 음악, 주변 환경의 소리..... 등등 많은 것을 뱉어내게 할 수 있을 것 같았다.

실험을 위해서 우선 다양한 크기와 모양의 자석과 다양한 굵기의 에나멜선을 구입하여 코일을 감았다. 어느 굵기의 선을 얼마나 많이 감아야 될지도 몰랐다. 물론 서적과 웹 사이트에서 볼 수 있는 복잡한 이론과 공식은 이 분야에 문외한인 나에게는 별로 도움이 되지 못했다. 10mm 두께의 창살과 얇은 창호지에 붙일 새로운 시스템을 만들어야 하는 것이다. 일반적인 스피커는 보이스 코일과 영구자석, 진동판이 일체식이나 이 시스템은 보이스 코일과 영구자석을 분리시켜야하고 그 둘 중 하나를 진동판 역할을 하는 창호지에 접착시켜야 한다.

처음에는 창살 모양에 따라 비교적 많은 코일을 감고 창살에 자석을 붙였다. 소리가 모기 소리 만하게 들리기는 하나 코일 무게가 너무 무거워 창호지가 떨지 못했다. 이번에는 얇은 선을 창호지에 평면으로 작게 감아 붙였다. 소리가 조금은 개선되는 듯했지만 볼륨 레벨을 올리면 열이 발생하여 창호지와 에나멜이 냄새를 내며 타들어가고 합선이 되었다. 이런 일이 쉽게 이루어진다면 벌써 다른 사람들이 만들었을 것이다.

다음에는 철심 코어에 코일을 감고 얇은 자석을 창호지에 붙여보았다. 일반 스피커에 비

해 소리는 작지만 들을 만 하였다. 다음은 효율과 음질을 높여야 되었다. 자석이 너무 두꺼우면 창호지가 제대로 떨지 못하거나 창호지의 장력을 벗어나 코일의 철심에 붙어 버린다. 코일의 철심을 빼면 코일을 감는 것이 문제가 되었다. 코일 직경이 8mm 보다 크면 창살에 심을 수가 없었다. 코일과 자석간의 거리가 너무 멀면 효율이 적고 너무 가까우면 자석과 철심 코어가 부딪는 잡음이 들렸고 코일과 자석간의 적절한 거리 유지도 문제가 되었다. 전체적으로는 창호지문 자체의 구조도 문제가 되어 창호지문 설계도 다시 해야 되었다.



수많은 실험 끝에 창호지문 스피커가 탄생되었다. 물론 기존 스피커에 비하면 효율과 성능이 형편없이 떨어지는 스피커지만 새로운 기능을 가진, 나의 예술을 표현하기에는 충분한 도구가 만들어진 것이다. 이 스피커는 모노스피커가 아니라 다 채널 스피커이다. 한 창호지문에는 코일 12개를 넣었다. 창호지 진동 주파수 특성과 효율성 때문에 코일 3개를 한 채널로 구성하였다. 따라서 한 창호지문 스피커는 운용방식에 따라 모노와 스테레오 또는 4채널 스피커로 사용할 수 있다. 물론 기존의 서라운드 시스템과는 다른 방식의 다 채널 스피커이다. 다 채널로 적절히 잘 믹스된 콘텐츠는 창호지문이 하나의 음향적 화폭으로 변화된 사운드 캔버스라는 느낌을 주게 된다. 창호지문은 점차 잊혀져가지만 모든 사람들이 사용했던 문이다. 나는 이러한 창호지문 스피커에 나만의 소리를 담는 것이 아니라 다른 예술가는 물론이고 모든 사람의 이야깃거리와 소리도 담기를 원한다.

다음은 헤이리 MOA 갤러리에서 전시했던 사진과 현재 서울대학교 음악대학에 설치된 창호지문 스피커 사진이다.



작곡을 하는 사람으로서 새로운 소리 시스템을 만드는 일은 새로운 음악을 작곡하는 것 이상으로 즐거움과 보람을 느끼게 한다. 창호지문 스피커에서의 많은 경험은 나에게 새로운 영역에의 도전에 대한 희망을 키워주었다. 창호지문에서의 기술은 작곡할 때의 한 작곡 기술로 간주될 수 있다. 이 기술은 마치 화성법 또는 대위법, 12음 기법 같은 것이다. 나는 창호지문 기술을 갖고 변주곡을 만들어 간다. 악곡에는 제목과 이야기가 들어있듯이 새로운 변주곡을 만들 때마다 새로운 이야기 거리를 만들어 붙인다.

한잔의 시

한잔이라는 어감이 술과 연관되기 때문에 어색하지만 다른 좋은 제목이 생각나지 않아서 그냥 한잔의 시라고 이름을 붙였다. 만일 이 제목이 아니라면 이 시스템은 단순하고 조잡한 음향 시스템일 것이다. 물론 사람에 따라서는 형편없고 조악한 음향시스템이라고 생각하는

사람도 있고 실제로 그럴 수도 있다. 이 시스템은 탁자와 종이컵이 중요한 요소가 된다. 종이컵을 탁자위의 특정한 위치에 올려놓으면 컵이 진동하여 소리를 내는 시스템이다. 헤이리 MOA 갤러리에서 전시한 작품은 탁자의 특정한 4개의 위치를 멀티채널로 구성하였다. 카페의 손님은 음식을 주문하는 것 이외에 탁자의 4개 채널을 위한 메뉴에 있는 소리 콘텐츠를 주문하고 컵을 통해 소리를 맛 볼 수 있다.

나는 이 시스템을 팔기위해 만든 것이 아니라 예술적인 생각을 실현시킨 것이다. 이것을 고안해 낼 때 다음과 같은 생각을 했다.

사람들은 컵에 맛있는 음료수나 물을 따라 마신다.

“소리는 컵에 담을 수는 없을까?”

“컵에 소리를 담아 귀로 마신다?”



색다른 베토벤

카겔(M. Kagel)의 영화 “음악가”에서 악보로 도배된 베토벤의 방이 나온다. 작곡가 진은숙씨는 서울시립교향악단의 상주작곡가로서 시행한 아르스노바 II 프로젝트에서 “색다른 베토벤”이란 주제로 이 방을 재현시켰다. 다음은 여기에서 나의 변주곡을 관객들에게 들려주었던 사진이다.



악보로 도배된 벽에 보청기를 의미하는 갈때기 모양을 벽과 귀에 대고 악보에 그려진 베토벤의 음악을 듣는다. 또 다른 하나는 ‘한잔의 시’에서처럼 탁자위의 특정한 악보가 놓여진 곳에 종이로 만든 통을 올려놓으면 통이 진동하여 그 악보에 그려진 베토벤의 음악을 들을 수 있다. 이 시스템도 센서나 기존의 스피커 시스템을 사용하지 않고 철심 코어에 감긴 코일을 벽 또는 탁자에 장치하고 자석을 종이에 접착시켜 종이를 떨게 만든 것이다.

나는 이로서 나만의 소리를 들려주는 시스템을 만들게 되었다. 물론 기존의 스피커를 이용하여 더 좋은 소리를 들려줄 수도 있다. 하지만 점차 잊혀져가는 사물에 생명을 불어 넣어 직접 이야기를 하게하는 미술을 펼쳐 보이는 것이 인간의 감성이 메말라가는 디지털 시대에 나의 할일이라고 생각한다.

i장구 개발

최 영 준*, 박 진 현**, 하 지 훈***

Develop iJangu - Interactive Jangu

Youngjun Choi*, Jinhyun Park**, Jihoon Ha***

<요 약>

음악과 미디어 아트의 최영준, 영상디자인의 박진현, 가구디자인의 하지훈 등이 소속한 프로젝트 합은 지금까지 춤과 영상, 영상과 음악, 가구와 영상 등의 두 가지 분야의 다양한 결합을 시도 하여왔다. 가구와 음악 그리고 영상은 관련이 없어 보였으나 i장구(Interactive 장구)에 의해 새로운 컨셉의 타악기가 만들어 졌고 이 악기의 성능을 검증하기 위한 공연 “디지털 본풀이” 가 8월 26일과 27일 국립극장 kb 하늘극장에서 열렸다. i장구의 개발 과정을 살펴본다.

* 최영준, 서울예술대학 디지털아트학부 교수

** 박진현, 계원조형예술대학 멀티미디어디자인과 교수

***하지훈, 계원조형예술대학 가구디자인과 교수

1. 서론

[프로젝트 합]은 두 가지 분야에서의 결합이 아닌 무용, 음악, 미디어아트, 디자인 등의 다양한 역량을 무대라는 공간에서 융합하고자 한다. 미디어 아티스트 최영준이 개발한 i장구와 i해금에 가구디자이너 하지훈의 악기 디자인을 더하고 한국무용의 윤혜정은 i장구를 매고 장구춤을 추게 된다. 윤혜정은 전자해금 연주자들과 함께 춤과 연주가 접목된 라이브 공연을 하게 되고, 전자 장구와 해금의 센서들은 최영준의 프로그래밍을 통하여 박진현의 영상과 연결되어 무대에서 보여 지게 된다. 이와 같은 퍼포먼스는 한국의 전통적인 악기와 춤이 IT기술과 디자인에 접목됨으로서 지금까지 보아왔던 다원예술보다 기술과 예술적인 면이 진보한 형태의 공연이다.

이공연을 위하여 interactive 장구가 개발이 되었는데. 이 장구의 개발 과정을 살펴보자

2. i장구 개발

프로젝트 합 공연에서 장구의 역할은 무용에 사용하는 가벼운 설장구 이다. 기존의 전자 장구(서울대학교 이돈응교수 개발, 그림1)의 성능은 매우 훌륭하나 무용에 사용하기에는 무거워 사용하기가 적합 하지 않았다.



그림 1. 전자장구

그리하여 새로운 소재를 찾기 시작했다. 가구디자이너 하지훈의 도움으로 그 소재를 나무에서 얻었으며 기존의 통나무 장구와는 달리 프레임을 엮어 나무의 총 무게를 줄이고자 노력하였다.



그림 2. CAD 도면

기존의 장구는 양 쪽에 고무판과 피에조 센서를 달아 Max/MSP 의 bonk~ 나 Alesis D4와 DM5 같은 드럼 트리거에 의해 연주하는 시스템이었다. 이 고무판에는 약간의 문제가 있는데 이 양쪽 타점이 쇠파이프에 의해 연결이 되어 있어 북편과 채편의 소리가 서로 섞이는 문제가 있었다. 이러한 문제는 최근의 Roland에서 나오는 V-Drum 시리즈를 벤치마킹하여 TAMA사의 Mesh Head를 사용하여 Roland의 V-Drum 과 같은 효과를 얻고자 하였다. 그 결과 북편과 채편은 망사 드럼 헤드와 뼈대스타일의 분리된 나무 재질에 의하여 북편과 채편의 소리를 완전히 분리 시켰다.

3. i장구 의 특징



그림 3. i장구

I장구에는 몇가지 혁신적인 장치들이 있다. 우선 기존의 장구에 비하여 가벼워 무용에 사용하는 설장고의 역할을 할 수 있다. 기존의 전자 장고가 유선이라 시물놀이에 밖에 사용을 할 수 없었다면 i장고는 무선 시스템으로 선이 없어 무용수가 매달고 춤을 출수 있게 되었다. 또한 북편과 채편사이에 기울기 센서를 달아 무용수의 움직임에 반응하여 영상 시스템과 연동 할 수 있게 하였다.

4. 디자인 컨셉

I장구의 디자인은 기존의 장구와 같이 앉아서 연주 하는 것 만이 아니라 무용수가 장구들 들고 장구춤을 출 수 있도록 디자인 되었다. 또한 I장구의 디자인은 기존 전자장구의 세 가지 문제점을 개선하고자 하였다. 첫째는 기존장구에서 사용된 스테인리스와 같은 금속 소재에서 오는 무게감을 새로운 소재를 통해 경량화 하고자 했다. 두 번째는 장구 연주자의 사용성(연주)과 이동성(장구춤)을 고려하여 기존 장구와 유사한 형태를 유지하고자 하였다. 세 번째는 전세대의 디지털장구에서 찾기 힘들었던 장구의 기본 형태를 유지하되 형태적인 아

름다움을 찾고자 하였다.

현재 제작된 I장구는 컴퓨터모델로 8개의 1차 모델이 제작되었으며 형태의 아름다움과 제작의 편이성을 고려하여 제작용 디자인 시안이 선택되었으며, 총 10대의 목업이 제작되었다. 각 목업은 장구의 형태만이 아니라 장구의 무게, 사용성, 착용감 등의 다양한 고려사항을 장구 연주자와 장구춤을 추는 무용수들과의 협의와 토론을 통해 세부적인 디테일들이 수정, 개선되었다.

첫 번째 지적인 장구의 소재는 전 세대 전자장구에서 사용된 스테인레스의 무게를 줄일 수 있고 연주자들의ダイナ미한 동작에도 견딜 수 있는 견고한 소재를 찾고자 하였다. 처음 제안된 소재는 하지훈 교수가 가구제작을 위해 자주 사용하는 고강도로 압축 성형된 합판을 장구의 형태에 맞게 가공하여 사용하는 것이었으나 가공하고자 하는 형태의 제작과 제작비용 상의 문제로 사용되지 못하였다. 하지만 합판을 격자로 끼워 형태를 만들어내는 기본적인 아이디어가 이 과정을 통해 발전되었으며 최종적인 I장구 형태와 제작 방식을 결정하게 된 가장 중요한 요인이 되었다. 최종적으로 i장구는 합판을 CNC에서 격자의 형태를 가공하여 가로와 세로를 끼움으로서 형태가 완성되는 방식으로 장구의 울림통의 형태를 유지하되 i장구 전체의 경량화를 꾀하였다. 또한 제작 목업의 진행과정에서 무용수의 테스트를 통해 장구 전체의 길이와 폭이 조정되었으며, 또한 경량화를 위한 프레임에 구조적인 하중을 받지 않는 부분을 최대한 제거하여 악기 전체의 무게를 2.8~3Kg사이로 유지하도록 하였다.

I장구의 두 번째 디자인 포인트는 기존 장구와 유사한 사용방법을 유지 하는 것이다. 기존의 장구는 중앙의 울림통 좌우에 채편과 북편을 끈으로 연결하는 방식을 사용하기 때문에 앉아서 연주하는 경우에는 문제가 되지 않지만 장구춤을 추게 될 경우 무용수의 빠른 움직임을 통해 장구가 심하게 흔들리게 된다. 장구의 흔들림은 장구의 채편과 북편을 연결하는 끈을 통해 무용수의 좌측 골반 위쪽에 큰 압박을 가하게 된다. 이번 버전의 I장구는 기존장구의 끈을 제거하여 장구의 구조와 무용수를 밀착시킬 뿐만 아니라 속이 보일 수 있는 구조로 제작되었기 때문에 무용수의 신체조건과 연주방식과 안무 방식에 따라 다양한 방식으로 연주자와 연결될 수 있게 하였다. 이번 버전에서 기존 장구의 형태가 유지되었지만, 채편과 변죽에서 나오는 두 가지 방식의 소리의 구현에 기술적인 어려움으로 구현되지 못하였지만 향후 새로운 버전의 I장구에서는 이와 같은 문제가 개선될 것으로 보인다.

이번 버전의 I장구의 최대 목표는 형태적인 아름다움의 구현이다. 기존 I장구의 단점인 형태적 개성이 부족한 점을 이번 I장구 디자인에서 개선하려고 노력하였으며 소재의 사용과 형태의 구현에서 기존의 장구와의 유사성을 찾으려고 노력하였다. 현재 제작된 I장구는 합판을 가공하여 제작되었기 때문에 기존 장구와 같은 마감처리가 가능하기 때문에 향후 다양한 색과 마감소재의 사용을 통한 세부적인 디자인의 완성도 또한 개선, 발전될 수 있을 것이다.

이번 버전의 I장구는 약 9개월간의 기간이 소요 되었으며 기존의 전자장구의 다양한 문제점을 개선하였지만 이번 버전의 I장구는 새로운 문제점들이 지적되었다. 첫 번째로 구조적으로 발생하는 흔들림의 문제는 북편과 채편에 부착된 센서의 간섭현상을 발생된다. 두 번째 문제는 연주자가 양손으로 반대쪽 북을 치는 연주 방식의 구현이다. 이를 위해 채편과 변죽에서 나는 두 가지 소리를 구현할 수 있도록 하는 새로운 디자인이 필요하게 된다.

이번 버전의 I장고는 기존 전자장구의 문제점인 무게와 형태의 문제를 종합적으로 개선하였을 뿐만 아니라 사용자의 편의성이 고려한 구조와 소재의 개선을 통해 국악기의 전자화의 진일보를 이루었지만, 앞으로 더 많은 투자와 지속적인 노력을 필요로 하겠다.

V. 결과 및 결론

i장고는 기존 장고에 비하여 여러 가지 편의 장치와 업그레이드가 되어 있다. 무선 무용수 그리고 여러 가지 다양한 공연에 사용할 수 있어 새로운 공연을 할 수 있도록 도와준다.

서울국제컴퓨터음악제 2007

강 중 훈

예로부터 인류가 이룩해 놓은 수많은 예술장르들이 그렇듯이 음악이란 예술 또한 과학기술과 밀접한 관계를 이루어 왔다. 이는 비단 피타고라스나 프톨레마이오스, 갈릴레이, 케플러, 헬름홀츠 같은 과학자들뿐만 아니라 가브리엘리, 라모, 타르티니, C.P.E. 바흐, 힌데미트 등 많은 작곡가들의 예에서도 보듯이 음악과 과학은 서로 이끌어주기도 하고 부족한 부분을 채워주기도 하는 등 상호 공생의 관계를 이루어 왔다. 사실 20세기 서양음악에서 발생한 하나의 큰 사건인 소위 ‘음색의 해방’ 혹은 ‘음색의 혁명’이라는 이전시대에서 보지 못한 새로운 패러다임의 등장 역시 작곡가들이나 연주자들의 음색에 관한 체계적이고 논리적인 과학적 성찰이 없었다면 그렇게 역사의 전면으로 대두되기 힘들었을 것이다. 이러한 관점에서 볼 때 서양 전자음악의 태동은 시대적 요구에 의한 응답이었으며, 이후로 줄곧 그 시대에 존재하는 고도의 첨단기술과 결합한 하나의 예술장르로서 그 위치를 굳건히 지켜왔다. 이와 더불어 피에르 쉐퍼의 1948년 실험 이후 반세기가 지난 오늘날에는 대다수 사람들에게 음악의 생산과 소비가 전자적인 수단을 배제하고는 생각할 수 없을 정도로 넓은 의미에서의 전자음악활동이 시대의 보편적인 형상으로 자리 매김하고 있다. 이러한 측면으로 보더라도 세계 각국의 전자음악 작품들을 한자리에서 즐길 수 있는 국제적인 규모의 축전이 대한민국 서울에서 매년 열린다는 것은 전자음악을 좋아하고 아끼는 한 사람으로서 뜻깊은 일이 아닐 수 없다.

올해로 열네 번째를 맞이한 서울국제컴퓨터음악제 2007은 11월 7일부터 12일까지 2회의 학술세미나가 한국예술종합학교와 한양대학교에서 그리고 4회의 음악회가 예술의 전당 자유소극장에서 개최되었다. 모두 30여 개의 나라에서 약 120편의 작품이 응모된 가운데 이들 중 선정된 20여 편의 작품과 초청연주앙상블인 프랑스의 The Duet Ancuza Aprodu - Thierry Miroglio를 위한 작품들을 포함하여 총 31편의 작품이 4일 동안 연주되었다. 세계 각 지역별로 그 분포를 보면 북미에서 3편, 남미의 멕시코와 콜롬비아에서 총 3편, 유럽

지역에서 12편(독일 2, 포르투갈 1, 프랑스 3, 영국 1, 이탈리아 1, 불가리아 1, 스페인 1, 핀란드 1, 실레시아 1), 그리고 아시아에서는 일본작곡가의 작품 1편과 국내작곡가들의 작품을 포함하여 총 13편의 작품이 출품되었다. 이번 음악제 역시 테잎작품을 포함하여 악기와 테잎, 라이브 전자음악, 영상과 전자음악 및 무용가와 전자음악을 위한 작품 등 다양한 장르의 작품들이 선보였으며 특히 센서 및 원격제어기를 사용하여 실시간으로 음악과 영상을 제어하는 첨단기술을 도입한 작품들도 눈에 많이 띄었다.

첫 연주회가 있기 하루 전인 수요일 저녁에 Richard Boulanger의 Csound5 마스터 클래스가 한국예술종합학교 전자음악실에서 열렸다. <The Csound Book>의 편집자이기도 한 그는 최근에 버전 5로 업그레이드 된 Csound의 소개 및 활용 가능성에 대하여 이야기하고 여러 가지 음향합성 방법들의 예를 자세히 설명하였다. 특히 Max Mathews의 라디오 지휘봉(Radio Baton)과 블루투스를 이용한 차세대 게임 컨트롤러인 닌텐도사의 Wii Remote를 사용한 Csound의 활용법은 세미나 참석자들로부터 많은 흥미를 유발시켰다.

연주회 I

미국에서 수학 중인 한국작곡가 양민석의 Momentum for Tape이 첫 번째 연주회의 서막을 장식하였다. 작품의 제목이 암시하듯이 물방울 떨어지는 소리와 낫쇠그릇 두드리는 소리들의 움직임과 방향성에 관련된 물리적 특성들이 잘 표현되었고, 특히 가속도 변화에 따른 소리의 속도, 리듬 그리고 음색의 변화들이 공간적으로 잘 배치된 작품이었다. 정종열(한국)의 Nephilim은 플룻과 인성 그리고 라이브 일렉트로닉스를 위한 작품으로 성경의 이야기를 기초로 작곡되었다. 플룻 소리가 미리 녹음된 인성의 소리를 실시간으로 제어하고 이에 따라 지속적으로 울리는 저음(Drone Sound)이 인상적인 작품이었다. Daniel Zea Gomez(Colombia)의 4채널 테잎을 위한 Cambuche는 벨크로를 떼어낼 때 들릴법한 소리를 시작으로 곡이 진행됨에 따라 소리의 속도가 점점 증가하고 이와 동시에 섬세하게 변하는 음색이 재미있었던 작품이었지만 약간은 단조롭다는 느낌을 떨쳐버릴 수 없었다. 베이스 플룻과 베이스 클라리넷 그리고 라이브 일렉트로닉스를 위한 이돈웅(한국)의 Amusement는 작곡자가 그동안 추구해왔던 센서를 이용한 즉흥적 라이브 스타일에서 한 걸음 더 나아

가 연주자들이 직접 센서를 사용하여 자신들이 연주한 소리를 또다시 제어하는 형식으로 작가의 실험정신을 엿볼 수 있었다. 특히 두 연주자들이 마치 서로 놀이를 하듯 연주를 하고 센서를 제어하는 과정에서 관객들도 어느새 그 놀이에 동참하고 있음을 느낄 수 있었다. 임영미(한국)의 연등제(Lotus Lantern Festival)는 부처님 오신 날에 행하여지는 연등제를 촬영한 영상과 이를 토대로 한 전자음악을 위한 작품이다. 스님들의 목탁소리가 정겹게 울려 퍼지고 반야심경을 대염삼매하는 소리들을 변형시킨 전자음향이 화면과 잘 어우러졌다. Roland Breitenfeld(Germany)의 Licht rodet Kaelte는 파도소리와 물소리, 라이브로 연주되는 악기 소리와 스피커에서 흘러나오는 입자화(Granulated)된 다양한 소음들의 대조를 통하여 Peter Huchel의 시를 영상과 음악으로 재구성한 작품이다. 시의 분위기에 걸맞은 영상과 작곡자 자신이 직접 Radio Baton으로 음악과 영상을 실시간으로 제어함으로써 시인이 느끼는 감정을 자신의 감정에 이입시켜 관객들에게 훌륭히 전달하였다. 다만, 몇몇 샘플들에서 이따금 들려오는 음의 찌그러짐 현상(Distortion)은 그것이 작곡자의 의도된 효과였는지는 의문으로 남는다. Yutaka Makino(Japan)의 Cryoshpere는 비 오는 날이면 들을 수 있는 빗소리, 천둥소리를 변형시켜 만든 Sonic Cloud의 흐름을 주제로 음악적인 면과 음향적인 면이 어느 한쪽으로 치우침 없이 조화를 잘 이루었다. 마지막으로 연주된 Joao Pedro Oliveira(Portugal)의 Beyond는 바이올린과 첼로 그리고 피아노에서 연주된 음들을 변형하여 각각의 악기들이 가지는 한계를 극복하려 한 작품이었다. 특별히 악기들의 특수주법에 의해 발생된 소리들이 테이프파트와 음향적으로 적절히 잘 결합하였다.

연주회 II

작가 자신이 속해있는 현실의 부조리와 모순에 대한 강한 비판의식과 이를 통한 자아성찰은 어느 예술분야를 막론하고 중요한 일이 아닐 수 없다. 일제 강점기의 한국사회가 직면한 불합리하고 모순된 상황을 초현실적으로 노래한 이상의 연작시 <오감도>를 바탕으로 두 명의 무용수와 공동작업을 벌인 김영길(한국)의 호음(HoEum)은 현재 우리 사회가 처한 현실을 다시 한 번 돌아보게끔 만든 작품이었다. <오감도>중 연재가 중단되어 미발표작으로 남아있는 <시제15호>의 여섯 장면을 조곡의 형태로 재창조한 이 작품에서 음악적으로나

기술적인 면에서 작가의 원숙미를 느낄 수 있었고 특히 무용수들의 몸짓 하나하나에 담겨 있는 시적인 의미들이 음악적 내용과 조화를 잘 이루었다. 다음으로 연주된 Sebastien Beranger(France)의 테잎작품 *Le complexe de la goutte d'eau*는 소리를 늘이거나 줄이는 작업을 통하여 얻어진 다양한 형태의 리듬들이 흥미로웠다. 신성아(한국)의 오디오 비주얼 작품 *Spring Flowing*에서는 영상과 음악이 가진 원래의 의미들이 여러 형태의 변화를 거쳐 해체되고 노이즈상태로 까지 다다른다는 작가의 의도를 충분히 엿볼 수 있었다. 올해 새로 명명된 fest-m 2007의 입상작인 정현수(한국)의 눈의 이름(*The Name of Snow*)은 바이올린에 내포된 서정적인 면과 역동적인 면을 잘 표현한 작품으로 전자음향과도 조화를 잘 이루었다. 특히 곡의 후반부에 들려지는 벨소리가 인상적인 작품이었다. 강중훈(한국)의 *Inscape*는 사람들이 일상생활에서 자신들의 의지와는 상관없이 들려지는 소리들을 사운드 콜라주의 형태로 그려낸 실험성이 강한 작품이었다. 8채널 테잎을 위한 Peter Batchelor(England)의 *Kaleidoscope: Arcade*는 제목에서도 알 수 있듯이 여러 종류의 아케이드 게임에서 사용되는 효과음향들이 다채로운 변형을 거쳐 변화무쌍하게 제시되었다. 하지만, 8개의 스피커에 의해 얻을 수 있는 소리들의 공간성 및 방향성에 대해서는 다채널 작품의 경우 청자의 위치와 스피커의 특성 그리고 연주홀의 음향 상태에 따라 많은 차이점이 생길수도 있다는 점을 고려하더라도 조금은 부족한 감이 느껴졌다. 기타와 테잎을 위한 Alejandra Hernandez(Mexico)의 *Trazos(Traces)*는 이날 마지막으로 연주되었다. 기타로부터 표현 가능한 여러 연주법에 의해 발생된 독특한 리듬과 음향들이 다양한 형태로 변조되고 이러한 변조된 소리들이 여러 에피소드를 거치면서 기타연주를 전면과 후면에서 확장 또는 보강하는 역할을 잘 수행하였다. 특별히 곡의 중간마다 들려오는 감미로운 화성과 후반부의 조성 선율이 매혹적으로 다가왔다.

연주회 III

세 번째 연주회는 Richard Boulanger(USA)의 다섯 대의 랩탑 컴퓨터와 영상을 위한 wiiSoundQuest로 시작되었다. 이 작품은 작곡자가 앞선 세미나에서 미리 선보인 'Wiimote'(Wii Remote의 별칭)를 사용하여 작곡된 곡이었기에 많은 기대를 하였었다. 이

날 실제 무대에서는 작곡자 자신을 포함한 총 6명의 연주자들이 Wiimote를 사용하여 연주하였는데 Wiimote의 위치와 움직이는 방향, 회전 그리고 그 속도를 변화시켜가며 소리와 영상을 제어하는 모습이 마치 행위예술가나 무용가의 모습을 보는 것 같은 착각을 일으킬 정도로 열정적이어서 연주가 끝난 후 관객들로부터 많은 극찬과 박수갈채를 받았다. 또한, 곡의 중간에 연주자들이 객석 앞으로 다가가 관객들과의 상호작용을 이끌어내는 모습은 어느 음악회에서도 보기 어려운 광경으로, 관객들도 단순히 감상자의 위치에서 벗어나 자신들이 듣는 음악을 만들어 내는 주체가 된다는 점을 감안할 때 매우 높이 살만하였다. Wiimote에 의해 제어되는 음악의 내용적인 측면에서 볼 때도 wiiSoundQuest는 작곡자의 의도를 잘 전달한 작품이었다. 다만, 실시간으로 소리의 매개변수들을 제어함에 따라 부득이하게 발생하는 클릭현상 및 음의 찌그러짐 현상을 사전에 미리 예방할 수 없었나 하는 의문은 연주가 끝난 이후에도 지워버릴 수 없었다. Arturo Fuentes(Mexico)의 FOSIL KV는 서로 다른 속도로 움직이는 타악기적 소리들이 만들어내는 다양한 음군의 층을 배경으로 간간이 들려오는 오르간 소리와 곡의 후반부에 빈번히 발생하는 길고 나지막한 비상벨 같은 소리들이 특징적이었다. 작곡자에 의하면 이 작품은 모차르트 서거 250주년을 기념하여 작곡되었고, 곡 중간에 나타나는 오르간 소리는 모차르트가 사용했을지도 모르는 아주 오래된 오르간을 사용하였다고 해서 더욱 흥미로웠다. 영상과 전자음향을 위한 최영준(한국)의 Particles and Granular는 키보드와 마우스로 영상을 제어하게끔 작곡자가 직접 OpenGL을 이용하여 프로그래밍을 한 작품이다. 제목이 의미하는 것처럼 영상과 소리에서 가장 작은 단위인 입자들의 상관관계를 주제로 마우스의 움직임에 따라 여러 종류의 입자들과 도형들이 변하고 음악도 이에 따라 변조되는 흥미진진한 작품이었지만 연주 중간에 프로그램 오류가 발생하여 못내 아쉬웠다. 하지만, 이 오류가 프로그램상의 버그인지 입력 장치에 기인한 오퍼레이팅 시스템상의 오류인지는 분간하기 어려웠다. 뒤이어 연주된 Tommaso Perego(Italy)의 Incastro di Mondì도 라이브로 연주되는 악기의 소리를 원격 제어기를 사용하여 작곡자가 만든 게임의 법칙에 따라 소리를 실시간으로 제어하는 작품이었다. 아이디어는 좋았으나 소재의 단순한 나열이라는 느낌과 함께 곡이 너무 쉽게 끝난다는 느낌을 감추기 힘들었다. Jeffrey Revino(USA)의 1인의 타악기주자와 비디오를 위한 Substitute Judgment + Metal Catalogue는 타악기연주자 바로 옆에 조그마한 세 개의 원 모양 스크린에 비디오를 투영시킨 재미있는 구성을 한 작품으로 치매환자들의 삶을 사회에

서 바라보는 일반적인 시각이 아닌 또 다른 시각으로 바라본 작품이었다. 김은진(한국)의 오디오 비주얼 작품 Rainfog는 시종일관 신비로운 음향이 마치 새벽 물안개가 피어오르듯 연주회장을 맴돌았다.

연주회 IV

두 명의 세계적인 연주자들로 구성된 프랑스의 'The Duet Ancuza Aprodu - Thierry Miroglio'가 마지막 연주회를 장식하였다. 프랑스 태생의 타악기주자인 Thierry Miroglio와 현재 프랑스에 거주하는 루마니아 태생의 피아니스트 Ancuza Aprodu에 의해 조직된 이 앙상블은 각종 연주회 및 음악제에서 그 모습을 나타냄과 동시에 전자음악, 연극, 무용, 멀티미디어 같은 다양한 분야의 예술가들과도 함께 공동작업을 해오는 등 현재 세계적으로 활발한 활동을 벌이고 있는 연주단체이다. Sascha Lino Lemke(Germany)의 피아노, 타악기 그리고 컴퓨터를 위한 Chutes가 이날 처음으로 연주되었다. 재즈와 팝음악적인 요소가 다분한 피아노선율과 화성들로 구성된 각 에피소드 사이에 타악기는 이 에피소드를 이끌어주는 역할을 하며 전자음향은 이 둘을 채워주는 보조적인 수단으로 사용되었다. 피아노와 타악기로 대변되는 서로 다른 두 개의 요소가 곡의 전반부와 중반부를 지배하는 가운데 곡이 끝날 무렵 타악기 연주자가 피아니스트 곁으로 다가감으로써 이 두 요소들이 하나가 된다는 상징성이 돋보인 작품이었다. 피아노와 테잎을 위한 Eric Chasalow(USA)의 Due (Cinta)mani (2002)는 피아노의 점묘적인 수법과 이를 녹음한 샘플들의 속도변화 및 역재생 등을 이용한 고전적 테잎 수법이 눈에 띄는 작품이었다. Kaija Saariaho(Finland)의 타악기주자와 라이브 일렉트로닉스를 위한 Trois Rivières Delta는 당나라 시인 이태백의 시에 기초를 둔 작품으로 기술적으로나 음악적으로 완성도가 매우 높은 작품이었다. 특히 하나의 독립된 악기로 취급된 타악기주자의 목소리가 타악기에 의해 발생하는 리듬적 요소들과 사전에 녹음된 타악기 소리를 변형시킨 전자음향에 더해져 환상적인 분위기를 자아냈다. Georg Katzer(Silesia)의 Dialog imaginaer 2는 제목 그대로 피아노와 전자음향의 대화를 위한 작품으로 다양한 소재들을 피아노와 테이프파트가 서로 공유하며 잘 풀어나갔다. 최지연(한국)의 Corpuscles는 공기 중에 보이지도 느껴지지도 않는 수많은 미립자들의 색깔

과 움직임을 타악기와 전자음향으로 표현한 작품이다. 울림이 풍부한 소리들과 미세한 입자들로 구성된 소음들의 음향적 대비가 인상적이었으며 형식적인 면에서도 작곡자의 노련미가 느껴졌다. 피아노와 테잎을 위한 Daniel Teruggi(Argentina/France)의 E Così Via는 다양한 조성적 수법을 도입한 피아노 음향과 이를 뒷받침하는 오스티나토 그리고 타악기적 성격의 전자음향이 특징적인 작품으로 작곡자의 능숙한 음향처리가 돋보였다. 이병무(한국)의 Ueber das Loeschen는 소리의 발생, 변형, 이동, 파괴 등 소리의 다양한 물리적 성질을 소재로 한 작품이다. 악기에서 연주된 소리가 컴퓨터에서 변형된 후 피콜로 드럼 위에 놓인 자그마한 스피커로 방출되고, 이 방출된 소리가 피콜로 드럼이 가진 고유한 물리적 특성에 따라 변형, 증폭되는 효과를 노린 작가의 참신한 아이디어가 돋보였다. 피아노, 타악기 그리고 전자음향을 위한 Michel Pascal(France)의 A feu doux는 끊임없이 흘러나오는 피아노의 상승하는 반음계와 펄스음향에 뒤따르는 클리산도의 대비가 인상적인 작품이었다.

나흘간에 걸친 모든 음악회가 막을 내린 다음 날 서울국제컴퓨터음악제 2007의 마지막 순서로 Gilbert Nouno의 세미나가 한양대학교 컴퓨터 음악실에서 열렸다. 이날 주제는 영국작곡가 Jonathan Harvey의 최근작품들에 나타나는 음향처리 방법에 관한 것으로 그의 현악 사중주 4번에서 사용된 전자음향에 관한 기술적인 측면과 이를 구현하기 위해 사용된 Max/MSP 패치에 관한 설명도 함께 이루어져 그 내용적인 면에서 매우 유익하였다. 하지만, 세미나가 평일 오전 중에 열려서 그런지 참석인원이 첫 세미나만큼 많지는 않았다.

영국에서 산업혁명이 일어난 지 올해로 약 250년이란 세월이 흘렀다. 과학기술이 인류의 삶을 더욱더 풍요롭고 행복하게만 해줄 것이란 믿음이 헛된 것이란 것을 깨닫게 된 지도 벌써 100여 년이란 시간이 지나갔다. 물론 그동안 기술이 눈부신 속도로 진보하고 이에 따라 사람들의 삶도 부분적으로 개선된 것도 사실이지만, 여전히 루이지 루솔로가 노이즈 기계를 만들었던 당시의 상황이나 지금 우리가 처한 현실은 크게 바뀐 것이 없다는 점도 부인할 수 없다. 이러한 점들을 이번 음악제를 통하여 다시 한 번 돌아보고 음악과 과학기술이 결합된 예술을 탐구하는 한 사람으로서 더 많은 고민과 자성적 노력의 절실함을 느끼게 된 계기가 된 것이 음악제가 끝난 이 시점에서 얻은 가장 값진 수확이 아닌가 한다.

끝으로 서울국제컴퓨터음악제 2007을 위하여 각고의 노력을 마다하지 않은 모든 분들께 정의와 감사의 마음을 전하며 앞으로 더욱더 발전하는 서울국제컴퓨터음악제가 되기를 기

대한다.

2008 SICMF의 작품들과 음악적 방향

김 범 기*

〈요 약〉

2008년 서울 국제 컴퓨터 음악제 (이하 SICMF 2008)에 참가하여 작품의 경향과 음악적인 방향을 탐색한 이 글은 참가하였던 작곡가들의 음악적 방향, 그리고 작품에 의도한 철학적인 배경, 그리고 작곡가들이 사용한 기술적인 문제점 등을 논의하였다. 특히 SICMF에서 연주된 곡들은 최근 전 세계의 음악적인 경향을 알 수 있는 좋은 기회로서 바로 동시대의 전자음악 작곡가들이 어떠한 생각과 기술적인 방법으로 예술음악(Art music)에 접근하는지 엿볼 수 있는 좋은 기회였다.

이번 SICMF 2008은 2008년 11월 9일부터 12일까지 예술의 전당 자유소극장에서 연주되었으며 22개국의 80여 작품이 공모하여 선정된 총 12개국 31명의 작곡가가 참가하였다.

특히 테입에서부터 비디오, 연극, 샘플링 키보드와 같은 다양하고 독특한 매체를 사용하는 곡들이 많이 연주되어졌으며 이런 기술적인 면 이외에도 다양한 종교, 철학, 미학적인 배경의 곡들이 연주되어졌다.

그러므로 이글을 통해 SICMF 2008에서 연주된 작품들의 동향들을 직접 듣고 분석함으로써 어떠한 다양한 매체와 철학적인 배경이 작곡가의 사상과 음악에 영향을 끼쳤으며 지금 동시대의 전자음악 작곡가들이 고민하는 것이 무엇인지 살펴보았다.

검색어: 컴퓨터 음악, 전자음악, 현대음악, 참관기, 페스티벌, SICMF, KEAMS

* 김범기, 한국전자음악협회 회원으로 서울대학교에서 학사를 인디애나 주립대학에서 작곡으로 각각 석사와 박사를 받았다. 현재 수원대, 상명대, 가톨릭대, 건국대 강사로 있다.
nicebeom@hotmail.com

서론

2008 SICMF에서는 총 32작품이 연주되었고 Italy, England, USA, Spain 등 많은 나라에서 참가하였다. 예술의전당 자유 소극장에서 4일간의 일정으로 연주되었으며 연주가 없는 낮에는 현재 세계에서 일어나고 있는 다양한 전자음악의 경향을 볼 수 있는 강의를 계속되었다.

참가 연령대도 20대에서부터 50대까지 다양한 연령의 전자 음악가들이 참여하였으며, 전자음악의 매체도, 녹음된 테이프에서부터 비디오를 포함한 극음악까지(Theatrical music) 다양한 형식이 사용되어졌으며, 실시간변주(real-time process)에서부터 실시간 샘플링(real-time sampling)까지 다양한 기술적인 작품들이 연주되어졌다.

이번 SICMF의 특징은 이렇듯 다양성에 있다. 32개의 작품에서 현재 전 세계에서 행하여지고 있는 많은 예술적인 전자음악(Electronic music art)의 형태를 볼 수 있는 좋은 기회였다. 특히 이번 논문에서는 이 작품들의 상세한 설명과 더불어 어떠한 기법과 철학적인 배경으로 작곡되어졌는지, 어떠한 작곡기법 등이 많은 작곡가에게 관심을 받고 있는지에 대하여 비교 설명하며 전개할 것이다.

본론

첫째 날

첫째 날 연주된 곡은 총 8곡으로 tape을 위한 작품, audiovisual media를 위한 작품, 그리고 saxophone 혹은 violin, drum set과 실시간 변주를 위한 곡 등 다양한 매체들이 사용되었다.

먼저 Jeffrey Trevino, "Trailer for UBIK" for tape은 연주자로서 스피커를 배치하였고, 김미정의 거문고와 전자음향을 위한 "심(深)음(音)/Deep sound"은 거문고와 실시간 변형을 통한 음악 이였으며, 세 번째로 연주된 Jeremy Baguyos의 "Balancoire#15" for tape는 테이프를 위한 작품 그리고 여계숙의 "Gang Gang" for audiovisual media은 비디

오와 전자음향을 위한 작품이었다.

또한 Ed Martin의 "Flurry" for soprano saxophone & tape은 악기와 전자음향의 상호연주(interactive)를 사용하였으며, Manuella Blackburn의 "Kitchen Alchemy" for tape은 소리의 변형을 통한 전자음악 이었고, 장재호의 "v efil laicifitra" for audiovisual media은 위에 여계숙의 작품과 같은 비디오와 전자음향을 위한 작품 이었으며 마지막으로 박태홍 "ViPer" for violin, drum set & live electronics는 드럼과 바이올린이 녹음된 곡과 같이 연주되는 작품이었다. 하나하나의 곡을 자세하게 보자면

Jeffrey Trevino / U.S.A.

"Trailer for UBIK" for tape

이곡은 철학적인 배경이 뚜렷하다 먼저 망상과 편집증에 대한 작곡가의 철학이 뚜렷하고 스피커를 정 중앙에 배치하여 연주자로서 어떠한 사물로 대체되는 즉 인간의 사물화, 기계화를 비판하려는 의식이 엿보였다 먼저 이 곡은 어떠한 문장에서 시작되는데 프로그램 노트에서 그는 "망상과 편집증은 당신의 상사가 당신을 살해하려고 할 때 오는 것이 아니라 상사의 전화가 당신을 살해하려고 할 때 오는 것이다" - Philip K. Dick (Paranoia is not when your boss is trying to kill you. Paranoia is when your boss's phone is trying to kill you.)라는 명제를 내세운다. Philip Kindred Dick은 미국의 공상과학소설가로 이 말이 뜻하는 것은 어떠한 사람이 자신에게 반대하는 것보다 더 무서운 것은 어떠한 물건이 자기 자신에게 반대하는 것이 더 무섭다는 뜻이다. 작곡가는 이러한 점을 그의 작품에 받아들이는데 무대 위의 스피커를 간단한 형태의 행위를 통하여 전통적 의미의 연주자로 취급함과 동시에 중요한 시점들에 인성 소리를 제시함으로써 스피커가 단순한 수동적 매개체가 아닌 감정을 전달하는 중개인으로 설정하고 있다.

무대에는 스피커가 단순하게 연주자의 위치에 놓여 있으며 노이즈 소음들이 콜라주로 편집되어서 들렸다. 즉 스피커가 Boss에서 Boss's phone이 되는 순간이며 사람이 연주하는 소리보다 더 과대 망상적인 소리를 전달하는 것이다.

이러한 음악적인 흐름은 John Cage, 백남준 등이 주도한 Fluxus적인 전위성, TV가 사람의 머리가 되고, TV가 열대어를 대신하는 물체의 인성화를 통하여 잃어버린 인간성, 소외된 인간 그리고 이러한 현대사회의 물질화된 인간을 비판하고 있는 것이다.

김미정 Mi-Jung Kim / Korea

거문고와 전자음향을 위한 "심(深)음(音)/Deep sound"

두 번째로 연주된 이곡은 작곡가가 인재로 크게 훼손된 태안반도에 대한 경각심을 음악적인 과정을 통해 나타내려고 작곡했다는 의도를 프로그램 노트에 보여주고 있다.

거문고의 연주에 따라 실제적인 소리들, 즉 새소리, 같은 다양한 소리들이 콜라지 되어 있으며, delay, echoes, modulation of echoes 등이 주요한 음악적인 프로세스로 사용되었다. 또한 buffer에 저장된 소리를 다시 변조하여 연주, 거문고의 소리에 대응하는 counter-material로서 변조된 거문고 소리가 쓰여서 거문고와 변조된 거문고가 사용된다. 태안반도에 있는 자연의 소리는 이러한 거문고에서 모두 나온 것으로 보였다.

Jeremy Baguyos / Philippine

Balancoire#15 for tape

Balancoire#15는 불어이며 한국어로는 그네를 의미한다. 그네를 의미하는 swing은 또한 영어로 재즈의 한 분야를 일컫는 용어이다. 즉 즉흥적인 재즈의 요소를 곡의 중심으로 사용하였다는 것이다.

작곡가는 Leandre의 즉흥 음악 연구에 심취한 이후 그의 보컬 테크닉을 전자음악적으로 요약하고 확장함으로써 이 곡을 작곡하였다고 설명하고 있는데, Joelle Leandre(1951-)는 더블베이스 연주자이자 즉흥연주자로 프랑스에서 활동하는 음악가로서, 피에르 불레즈를 비롯하여, Merce Cunningham, John cage 그리고 Giacinto Scelsi와의 작업을 통하여 많은 현대 음악도 작곡하였다¹⁾.

곡이 진행됨에 따라 이미 만들어진 소리들이 콜라주처럼 다양하게 잘려서 각각의 스피커로 나왔으며 이러한 소리들은 인성을 중심으로 사용되었다²⁾. 이는 Joelle Leandre가 관심을 가지는 분야가 더블베이스뿐만 아니라 인성의 즉흥연주에도 많은 관심을 가지고 있기 때문이다.

이러한 멀티채널(multi-channel)의 작품에서 중요한 것은 5개의 이상의 스피커를 통하여 소리의 방향과 공간을 가상을 만드는지 아니면 5개의 스피커가 각각의 기능적으로 사용되어 많은 소리들을 동시에 울리게 하는 소리의 다양성에 중점을 가지고 있는가에 대하여 생각해 볼 필요가 있다. 이곡은 바로 후자에 속하는 곡으로서, 어떠한 소리가 어떠한 위치에 놓이게 하기 위하여 5개의 스피커를 사용한 것이 아니라, 다양한 소리가 다양한 스피커로 나와서 많은 정보를 제공하기 위하여 멀티채널이 사용되었다는 것이다. 즉 방향성보다는 다양성을 위하여 멀티채널을 사용하였다는 것이다.

여계숙 Ge Suk Yeo / Korea

"Gang Gang" for audiovisual media

여계숙의 작품은 audiovisual media작품으로서, 영상과 음향을 결합시킨 작품이다. 영상은 애니메이션이 사용되어졌으며 여기에 전자음향이 결합되었다. 작곡가는 이곡 "Gang Gang"이 네 개의 sound poem으로서 하나의 순환형식을 취하고 있다고 프로그램노트에 설명하고 있으며, 작품의 분위기와 리듬은 한국의 전통춤인 강강술래에서 이끌어내었고 아주 느린 모션부터 매우 빠른 모션까지 포함하는 거대한 스펙트럼은 생기 있고 즐거운 분위기를 자아냄과 동시에 새와 바다 그리고 전통적 달의 역할과 관련된 추상적인 형상으로 변

1) Martinelli, Francesco. "Joëlle Léandre discography", Bandecchi & Vivaldi. Paperback, 2002

2) 음향적인 콜라주(sound collage)는 시각예술에서 나온 개념으로 아방가르드 작곡가들이 20세기에 실험적으로 사용하였는데 비틀즈의 노래, 베토벤, 슈베르트등 기존의 소리들을 다양하게 음악에 붙여 넣는 기법을 뜻하며, 대표적인 작곡가로는 Iannis Xenakis, John Cage, Brion Gysin, 그리고 William S. Burroughs가 있으며 Liciano Berio의 대표작인 sinfonia가 대표적인 작품이라고 할 수 있다.

형된다. 강강은 미니멀적이고 초현실적인 오페라로 설명하고 있다.

먼저 그의 애니메이션은 매우 단순한 선과 점 형태의 객체로 이루어져 있다. 공간에 많은 점, 선, 면이 등장하는 것이 아니라 필요한 만큼의 산맥과 산을 뜻하는 선과, 강강을 돌고 있는 것처럼 보이는 점들이 최소한으로 제시되었다. 그 후에 점, 선들이 서로 다양한 공간에서 제시되며 어떨 때는 작은 점 하나가 모든 공간을 차지하고 어떨 때는 선과 선이 연결된 모습만이 남게 된다. 이런 선들은 동양화의 특징인 매우 간결한 선을 연상시킨다. 특히 산과, 들과 같은 수묵화의 기법이 쓰인 것처럼 보였다. 게다가 색은 백색과 검은 색으로 명백한 대조를 주고 있으며, 이 또한 동양 수묵화의 색채이기도 하다.

그리고 마지막에 달의 모양을 가진 원이 사라지고 마지막에 거대한 달의 모습이 한 면에서 시작하여 점점 작아지며 다시 나타나 작가가 이야기했듯이 주제의 순환적인 사용이 애니메이션에서도 이루어지고 있다.

음향은 미리 녹음된 소리들로서(prerecorded materials), 강한 비트가 계속적으로 반복되었으며, 첼로(cello), 타악기(Percussion), 인성(voice), 실제소리(real sound)가 패턴화되어서 반복적으로 나옴으로서 미니멀 음악적인 요소도 강하게 사용되었다.

동영상에서도 작은 인간을 대표하는 물체가 계속적으로 반복되며 메타포(metaphor)로서 사용되어지고 있다.

Ed Martin / U. S. A.

"Flurry" for soprano saxophone & tape

작곡가 Ed Martin의 곡 "Flurry"는 소프라노 색소폰과 전자음악을 위한 곡이다. 'Flurry'의 의미는 눈보라로서, 혼란 동요, 질풍이라는 여러 가지 의미가 있다. Ed martin은 프로그램 노트에서 작곡가에게 있어서의 'Flurry'의 의미는 가벼운 눈보라와 생활의 갑작스런 혼란이라는 두 가지의 의미가 있다고 하면서, 남부 플로리다와 텍사스에서 공부하다가 일리노이의 첫 번째 겨울에 내린 눈이 어린 시절의 추억을 생생하게 불러 일으켰고, 남부에서 살 동안 얼마나 그리워하고 있었는지를 자각하게 만든 계기가 되어서 이곡을 작곡하게 되었다고 회상하고 있다. 또한 이곡의 모티브를 탄식 모티브 (sigh motive)³⁾라 이름 붙이

고 그 제스처가 상향 아르페지오와 대조되게 표현되었고, 갑작스러운 폭발음으로 종종 그 활기를 주는 방법으로 이 제목을 암시한다고 적고 있다.

이곡의 전체적인 소리들은 매우 차가운 금속소리, 눈보라를 묘사하는 delay된 작은 소리들 그리고 어떠한 소리들은 saxophone과 매우 유사한 소리들과 key-clicking하는 소리들 그리고 악기의 에코 같은 소리들이 존재하며, 2채널 작품이다. 눈보라와 혼란이 매우 감각적으로 묘사되고 있다.

Manuella Blackburn / UK

"Kitchen Alchemy" for tape

Kitchen Alchemy는 부엌에서의 연금술이라는 뜻으로. 작곡가는 프로그램 노트에서 연금술적인 방법을 어쿠스매틱(acousmatic) 음악의 작곡과정에 적용하는 것과의 유사성을 생각하기 시작했고 이 곡에 적용하였다고 밝히고 있다. 음악의 재료들은 주방의 여러 일상적 기구로부터 가져왔으나 외형적으로 잘 다듬어진 무언가로 변형하여, 원형과의 유사성을 느끼기 힘들도록 하려고 했다.

작곡가가 프로그램노트에서 강조하고 있는 작곡기법에는 Spectromorphology가 있는데, 그것은 Denis Smalley에 의하여 발전된 개념으로 전자-어쿠스틱 음악의 경험을 묘사하고 분석하기 위한 도구로서 이용되는 개념이다⁴⁾. 이 의미는 두 가지의 의미가 존재하게 되는데 Spectro, (spectra, 스펙트럼)이라는 의미와 Morphology (shaping, 모양)이라는 의미이다

분석적인 입장에서 본다면 Smalley의 제안은 매우 중요하다 왜냐하면 지난 35년간 전자-어쿠스틱을 분석할만한 새로운 방법이 존재하지 않았기 때문이다. 물론 Pierre Schaeffer의 이론인 typomorphologies(sound objects)가 그전에는 가장 중요한 방법 중에 하나였으

3) sigh motive란 탄식하는 모티브라는 뜻으로 2도 하행하는 선율을 의미한다.

4) Rodrigo F. Cadiz and Scott D.Lipscomb, "A Perceptual Map of Electro-Acoustic sounds Based on Spectromorphological features", ICMPC conference, Evanston, IL, 2004. p.584

나, 이 새로운 spectromorphology를 사용하면 임시적인 유동성과 구조적인 연관성을 이해하는 framework를 제공하기 때문이다(Smalley, 1997)

Spectromorphology는 크게 spectral typologies와 morphological archetypes로 나뉘게 되며 Smalley에 의해서 다시 noise-note continuum속에서 3개의 다른 spectral typologies를 정의하는데 이 연속성(continuum)은 다시 세 개의 요소 즉 noise, node, 그리고 note로 나뉘게 되며, note는 또한 note, harmonic spectrum, 그리고 inharmonic spectrum으로 나뉘게 된다⁵⁾.

또한 morphology archetypes는 attack-impulse, attack-decay, 그리고 graduated continuant로 이루어져 있다.

작곡가는 이 작품에서 이런 spectromorphological 분석 방법을 역이용하여 자신의 작곡의 큰 구조로서 사용하였다고 하였다.

Spectromorphological 언어의 작곡 방식을 사용하였고, onset(시작), continuant(연속), 그리고 termination(종결)과 같이 언어 문장의 구조와 유사하다. 작은 유닛이 큰 프레임으로 그리고 거대한 구조로 발전하게 된다⁶⁾

그러므로 우리는 쉽게 음악의 형태를 smalley가 정의한 morphology archetype에서 작곡방식을 취했다는 것을 쉽게 알 수 있다. 이러한 onset, continuant, 그리고 termination은 이곡의 작은 유닛에서부터 점차적으로 연결된 거대한 구조에까지 사용되어지고 있다.

곡의 음향은 다채널(multi channel)작품으로서, 다양한 소리들이 사용되었으며, 특히 granular synthesized된 소리들이 사용되었고, 이러한 소리들은 부엌에서 사용되었는지 전혀 알아 챌 수 없는 소리로 변해져있었다. 결국은 작곡가가 부엌에서 녹음된 다양한 소리들

5) 대분류 Spectromorphology :

spectral typologies (spectra, 스펙트럼) morphological archetypes (morphology, 모양)

소분류 spectral typologies :

noise, node, note morphology archetypes: attack-impulse(onset), attack-decay(termination), graduated continuant(continuant)

6) Program note, Seoul International Computer Music festival 2008, p.7

을 granule synthesizer와 spectromorphology적인 방법으로 재구성하여 곡을 전개한 것이다.

장재호 Jaeho Chang / Korea

"v efil laicifitra" for audiovisual media

랜덤함수들은 초기수(seed number)를 같게 주면, 늘 같은 차례로 랜덤해 보이는 수를 만들어 낸다. 우연은 필연의 결과로 만들어 질 수 있으며, 필연 역시 우연의 결과로 만들어 질 수 있다.

유전자의 돌연변이에서 아이디어를 얻어 같은 리듬을 연주하는 유전자들이 어느 순간부터 돌연변이를 일으켜나가는 것을 그렸다.

이 제목인 "efil laicifitra"는 시리즈 작품으로 이 곡은 5번째 곡이다. 단순한 규칙이 복잡한 결과를 만들어 낼 수 있다는 cellular automata이론에 그 바탕을 두고 있다. 이 곡의 제목은 거꾸로 읽어야 하는데, 공생명(artificial life)이라는 말이다. 단지 거꾸로 썼다는 단순한 변화가 우리의 인식에 큰 혼란을 초래하듯, cellular automata나 카오스(chaos)이론에서는 단순한 변화가 큰 차이의 결과를 가져올 수 있다고 이야기 한다⁷⁾.

반면 장재호의 이 곡은 먼저 제목에서부터 작곡가의 의도가 숨어 있다. 작곡가는 모든 면에서 자신이 주장하는 작은 것에서의 혼란을 유발하려고 한다. 제목, 음향, 비디오 등 작가가 표현할 수 있는 모든 것에서 작은 변화를 통하여 관객들의 혼란을 유도하려는 것이다.

비디오작품은 먼저 펀치카드가 3D의 일렬로 지나가며 랜덤하게 만들어진 패턴을 반복하게 되어있으며 연극이나 영화에서 사용하는 take#를 통하여 곡의 중간 중간에 단락을 짓게 함으로서 랜덤한 수에 의하여 만들어진 행렬이 반복, 대조, 유사와 같은 다양한 긴장등을 유발하였다. 특히 take#9에서는 패턴들의 방향이 바뀌는 듯한 효과를 주어, 다시 혼란을 유발하였다. 그것은 곡의 제목에서 유발하려는 역행을 통한 작은 변화인 것으로 연관되어진다.

이 곡은 특히 같은 날 연주된 여계숙의 "Gang-Gang"이라는 곡과 많은 유사성이 있다. 특히 여러 가지 비디오가 모두 실제적인 모습을 촬영한 비디오 작품들이 아니라 전자음악

7) ibid. p7

과의 유사성과 연관성이 있는 애니메이션 작품이라는 것이다. 그럼으로 전자음향과는 매우 효과적으로 연결되어져 있으며, 추상적인 의미들과도 매우 깊은 관계를 가지고 있다는 것이다.

여계숙의 작품 “Gang-Gang”은 물론 이런 메타포들이 동적인 움직임으로 공간을 모두 활용하고 있다면, 아날로그 펀치 input같은 장재호의 작품은 많은 공간을 활용하는 대신에 적은 공간에서 마이크로한 움직임이 전자음향과 함께 매우 세밀하게 진행되었다.

박태홍 Tae Hong Park / Korea/U.S.A.

"ViPer" for violin, drum set & live electronics

작곡가 박태홍의 작품 ViPer는 바이올린, 타악기(드럼키트), 다채널 테이프를 위해 쓰인 곡으로 drum set과 violin, 그리고 live electronics를 위한 이 곡은 violin sound와 저장된 사운드가 동시에 인지되며, drum set에서 나오는 소리가 곧바로 반응하여 나오는데 꼭 real-time연주처럼 느끼게 한다. 패턴의 반복으로 미니멀적인 음악적 흐름이 느껴지며 2번째 파트의 전자음향의 소리가 매우 길게 폐달처럼 지속된다.

이번 SICMF에서는 이러한 곡들이 많이 발표되었다. interactive와 acoustic사운드간의 texture가 소리 융합되게 작곡되어져서 관객들이 소리를 구분 할 수 없는 것들 즉 prerecorded된 소리가 acoustic과 매우 유사하거나 흡사하게 작곡되어진 작품들이다. 같은날 연주된 김미정의 거문고와 전자음향을 위한 심음, Ed Martin의 색소폰과 전자음향을 위한 Flurry와 같은 electroacoustic적인 음악들이 연주되었는데 모두 각각의 음악적인 방향과 연주방법이 틀렸다. 먼저 김미정의 음악은 실시간 연주인(real-time interactive)연주 방식을 통하여 전자음향이 거문고의 한 파장, 에코와 같이 들린 반면 Ed Martin의 곡은 색소폰연주에 대한 하나의 background texture로서 사용됨으로서, 색소폰 연주를 돋보이게 하였다. 반면에 박태홍의 작품 ViPer는 마치 또 다른 Drum-set이 사용되어져서 더욱 많은 연주자가 연주하는 듯 한 착각을 일으키게 만드는 음향의 확장효과를 가지고 만들었다.

둘째날

이날도 첫째 날과 같이 다양한 매체를 사용한 작품들이 연주되었는데 첫 번째 작품인 Matrix Duo, 고병우, 남상봉의 피리, 해금, 아쟁, 가야금과 전자음향을 위한 “Shift No.1”은 Electroacoustic 음악이었으며, 정주희의 “In Biel” for tape은 다채널 작품이었고 그리고 Marc Battier의 “Audioscan” for audiovisual media은 전자음향과 비디오를 위한 작품이며, Mara Helmuth의 Butterfly Within for flute & tape로서 실시간 변주(real-time process)를 통한 작품이었다.

또한 이은화의 “동적음형_kinetic sound” for computer generated music은 Csound를 사용한 작품이었으며, Pei-Yu Shi의 “Gedicht vom Wind des Herbstes” for Saxophone, Piano, Percussion & tape과 임종우의 “Rupture” for string quartet and electro-acoustics는 전자음향과 현악4중주를 위한 작품 그리고 마지막으로, Josue Moreno의 “Kahdeksan” for tape은 다채널 작품이었다.

Matrix Duo, 고병우, 남상봉 Byong-oh Ko, Sangbong Nam/Korea

피리, 해금, 아쟁, 가야금과 전자음향을 위한 “Shift No.1”

컴퓨터 키보드의 shift키는 원래의 기능을 변화 확장 시킨다. 컴퓨터 사용자가 조화와 질서를 가질 수 있도록 보다 정밀한 법칙을 드러낸다. 기존의 예술을 새로운 세계로 shift 시키려 한다. Shift No.1은 이러한 작업의 첫 번째 작품으로 전통음악 단체인 숨(Su:m)과의 공동작업을 통하여 한국 전통음악의 새로운 가능성을 실험하고자 한다⁸⁾.

두 명의 공동작업 작품인 Shift No.1은 프로그램노트에서 설명하듯, shift라는 단어를 통하여 컴퓨터의 키보드가 다시 모두 새로운 기능을 가지게 되는 것처럼, 한국 전통음악을 전자음악을 통하여 새로운 방향으로 모색하려는 시도였다.

2명의 전자음악 controller와 4명의 국악기를 위한 이곡은 Max/Msp를 통한 소리의 실

8) ibid. p.10

시간 변주로서, 일종의 extended technique⁹⁾으로 볼 수 있다. 이 곡을 extended technique으로 본 이유는 악기 자체의 소리에서 다양한 음색을 뽑아내서 악기의 한계를 넘어서려는 시도를 했기 때문이다. 특히 이곡에서는 소음(noise)적인 요소는 없고, 악기의 영역을 확대, 다양한 악기 기법, plucking, tapping같은 다양한 음향을 만들려 하였으며, 중간 중간에 panning적인 효과 또한 자주 쓰였다.

이러한 국악기에 대한 확장된 악기기법은 첫날 김미정의 심음처럼 거문고를 사용하거나 이렇듯 국악기 앙상블을 사용하는 등 매우 활발하게 발표되었다. 특히 국악기의 현대화를 위하여 한국 작곡가들은 전자음향을 통하여 악기의 기능을 확장하려는 노력을 보여 왔다. 특히 젊은 작곡가인 두 명이 보여준 이러한 shift된 국악의 기능은 앞으로도 많은 작곡가들에게 신선한 충격으로 남을 것이다.

정주희 Chung Ju hee / Korea

"In Biel" for tape

한편 작곡가 정주희의 작품 "In Biel"은 불교의식 음악과 실험적인 오르간 곡에 기초를 두고 작곡되어졌다. 즉 서양적인 요소와 동양적인 요소의 결합을 추구한 곡으로 불교 의식 음악에서 나타나는 고유의 음색들과 오르간에 의해 생산되어지는 다양한 음들의 색채들이 이러한 이질적인 음색의 결합은 작곡가의 직관으로 다양한 형태로 형성되어져 곡의 전체적인 구조를 이룬다.

종교음악은 다양한 형태로 나타났다 12세기 오르기눔에서 시작되어, 모테트, 미사곡등이 등장하였으며 20세기음악에서도 꾸준히 종교음악은 계속적으로 작곡되어졌다. Benjamin Britten의 "War Requiem"에서부터 Gubaidulina의 "offertorium concerto"같은 다양한 종교적인 음악이 20세기 작곡되었는데, 작곡가 정주희는 이러한 종교적인 음악을 불교음악과 전자음악이라는 결합을 통하여 종교음악의 새로운 방향을 모색하였다. 곡에서는

9) extended instrumental technique: 1900년대 이후 현대음악에서 나타는 확장된 악기 기법으로서, John cage의 prepared piano같은 확장된 악기 기능부터, Luciano Berio가 주창하였던 Sequenza시리즈의 다양한 테크닉의 실험까지 기존의 악기의 능력을 넘어서려는 시도이다.

granular synthesized 소리들과 바람소리 같은 제스처(gesture) 그리고 종소리, 목탁소리 같은 종교적인 음색들이 사용되어졌다.

Marc Battier / France

"Audioscan" for audiovisual media

많은 작곡가들은 자신이 본 화가와 그림 작품에 감동을 받아 작곡하였다. 해돋이의 인상주의 작품에서 시작했던 인상주의 음악가인 드뷔시와 라벨에서부터, 무솔로그스키의 “전람회의 그림”, Hindemith의 “화가 마티스” 등 많은 작품들은 음악에 직접적인 혹은 간접적인 영향을 끼치게 된다.

Audioscans는 초현실주의 화가인 Roberto Matta¹⁰⁾의 그림에 영감을 받아 작곡된 음악이다. 기존의 작품들과 다르게 작곡가는 이 화가와 화가에 대한 작품을 전자음향을 통하여 나타내려 하였음 그것은 자신이 보는 시간에 따라 음향적인 frequency로 변한다.

특히 보는 관중은 그림의 어느 부분에서 시작하여 다른 부분 그리고 그 다음부분을 관찰한 후 그림의 감상을 멈추게 되는데, 작곡가는 이러한 사실 때문에 그림을 바라보는 시각이 바로 자신만의 시각으로 볼 수밖에 없다 밝히고 있다.

결과적으로 이러한 그래픽 파일은 (픽셀) 소리로 변하게 되는데(주파수와 시가로) 이러한 작업을 통하여 나만의 시각이 바로 나만의 소리로 변하게 되는 것이라고 설명하고 있다. .

비디오와 전자음향을 위한 이곡은 화가의 생전의 모습들이 소개되면서 커튼으로 계속적으로 가리려는 시도를 하고 있다. 커튼은 매우 중요한 요소로써 사용되고 있으며, 검은색 바탕의 하얀 커튼은 하나하나의 장면들을 나누는 효과도 만들고 있다.

중간 중간에 나오는 아날로그적인 사운드가 인상적이며, 따뜻하고 오래된 어떤 느낌들을

10) Roberto Antonio Sebastian Matta Echaurren (1911-2002), Matta로 알려진 칠레의 대표적인 화가로서 20세기 초현실주의의 대표적인 화가로 알려져 있다. 그는 파리에서 일어난 술레리즘운동을 선도한 작가로서 유럽예술에 새로운 바람을 불어일으켰다. Passeron, René. "The Concise Encyclopedia of Surrealism". Trans. J. Griffiths. Ware, UK: Omega Books, 1984.

가질 수 있었다. 이것은 화가의 그림과도 연관이 있는데, 그림에서 나오는 원색적이고 따스한 색깔들을 아날로그 신디사이저의 따스하고 정갈한 아날로그 음으로 환원한 것은 매우 독특한 시도로 보인다.

Mara Helmuth / U.S.A.

Butterfly Within for flute & tape

2006년 건강의 위기로 인하여 영감을 받았던 혼란과 평화의 순간들을 탐구한 것이다.

flute의 특수기법, 실시간 연주, 그리고 배음 등을 매우 조심하게 사용하면서 화성적인 면을 만들었고, flute의 다양한 기법과 현대적인 소리들을 사용하려 하였으며, 짧은 소리들이 이런 화성적이고 긴 음들과 대조를 이룬다. 이곡 역시 악기의 기법적인 한계를 전자음악을 통하여 확대하려는 extended instrumental technique의 일종으로 악기의 다양한 소리들을 실험하였다.

이은화 Eunhwa Lee / Korea

"동적음형_kinetic sound" for computer generated music

소리의 미세한 움직임과 동질감을 표현하려는 단순한 시도를 가지고 두 스피커 간에 다양한 원근 값을 줌으로써 2채널 안에서의 동적인 효과를 최대화 하려고 했다. 매우 뚜렷한 음정과 액센트를 가지고 있는 리듬패턴의 모티브에서 시작하여 점차 파악할 수 없는 음정들로 이어진다. Csound, hetero filter, LPC(Linear Predictive Coding)에 의한 재합성이 사용되었다¹¹⁾.

이곡은 hetero filter와 LPC에 의한 재합성을 Csound에서 구현하여 이것을 Sequence 프로그램으로 동적인 효과가 있는 곡으로 음악적인 제스처가 매우 중시되었다.

11) ibid. p.11

Heterodyne filter는 라디오나 소리의 프로세스에서 사용되는 방법으로, 흔히 기존의 소리를 혼합, 배합함으로써 새로운 frequencies를 발생하는 것을 의미한다¹²⁾. 이것은 그리스어인 hetero 즉 different의 의미와, dyne 즉 power라는 의미가 혼용된 언어로서, 캐나다의 엔지니어인 Reginald Fessenden에 의해서 만들어 졌다. Csound에서는 이런 heterodyne filter에서 분석된 소리가 다시 재합성을 통하여 새로운 소리를 만들었다.

반면 LPC(Linear Predictive coding)은 인성 혹은 스피치의 시그널 프로세스에서 가장 많이 사용되는 방법으로 소리를 디지털로 압축하여 저용량의 샘플을 만든다고 할때 현재의 샘플 $X(n)$ 을 과거 $x(n-1)$ 개의 샘플의 선형 결합(linear coding)으로 예측할 수 있다는 수학 모델에 기초를 둔 방식으로 현재의 샘플의 예측값 $s(n)$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{x}(n) = - \sum_{i=1}^p a_i x(n-i) \quad 13)$$

이것을 Csound에서 다시 재합성(resynthesis)하는 것으로 작곡가 이은화씨는 기존의 음향을 Csound에서 샘플링을 한 다음 위에 설명한 두 가지의 filter들을 사용하여 (heterodyne, Linear Predictive coding) 다시 재합성 한 것이다¹⁴⁾.

이곡은 동적음형이라는 주제로서, prerecorded 사운드와, multichannel을 이용한 다양한 공간의 활용, 그리고 소리의 원재료는 프로그래밍 언어인 Csound를 사용하였으며, 제스처를 매우 중시하는 (gesture) 음악이다.

12) Richard Boulanger, "The Csound", MIT Press: Cambridge, London 2000 pp522-523

13) Charles Dodge, Thomas A. Jerse, "Computer Music", 2nd Ed., Schirmer, 1997, pp.242-243

14) Csound에는 다양한 합성과 프로세스 방법이 존재하는데, 가장 강력한 analysis/resynthesis 알고리즘은 작곡가 이은화가 사용한 adsyn(based on additive re-synthesis) 그리고 lpread/lpreson(based on linear predictive-coding)이며 참고 서적은 Jayant, N.S., and P. Noll. 1984. digital coding of Waveforms. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall 과 Richard Boulanger, The Csound, MIT Press: Cambridge, London 2000 pp522-523, 그리고 Vercoe, B.1995. Csound: A Manual for the Audio Processing System and Supporting Programs with Tutorials. Cambridge, Mass: MIT Press가 있다.

Pei-Yu Shi / Taiwan

"Gedicht vom Wind des Herbstes" for Saxophone, Piano, Percussion & tape

항왕조의 우황제의 시로부터 출발하는데 단어와 의식 속에 있는 것들로 바꾸고 그것을 옮겼다. 음향질감과 리듬이 매우 시적으로 담겨져 있고. 중국의 전통악기 친을 위해 쓰인 자연의 음악을 담고 싶었는데 친만의 고유한 특성과 질감들이 작품 속에 흐르고 있다.

Saxophone, piano, percussion 그리고 전자음향을 위한 이 곡은, 피아노의 특수기법들 즉 현을 tapping한다든지, 다양한 material로 piano를 두들김으로써, John cage의 piano and interlude에서와 같이 prepared된 느낌을 강하게 받았으며, 이러한 소리들은 다양한 overtone을 만들어 소리를 풍성하게 하고, 짧고 절제된 인성인 감탄사, 아 혹은 하! 같은 소리들을 통하여 곡에 액센트를 준다. 악기소리와 전자음악 소리가 구분하기 힘들며, 전자음악이 기존의 소리들과 매우 유사하다.

기존의 악기들과 전자음향의 소리가 매우 유사한곡으로는 첫날 연재된 박태홍의 작품 ViPer가 있다. 특히 둘 다 타악기가 주된 악기로 사용된다는 공통점이 있지만 Pei-Yu Shi의 작품에서는 다양한 인성이 포함되어서 연주되며, 강한 비트와 사운드들이 모두 친이라는 악기 하나에서 나왔다는 것은 매우 흥미롭다.

Josue Moreno / Spain

"Kahdeksan" for tape

이 작품의 제목 Kahdeksan은 핀란드어로 Kaksi라는 이란어와, 쿠르드어의 deh의 합성으로 10에서2를뺀 8개라는 의미를 가진다.¹⁵⁾ 8채널 작품으로 공간과 음향의 움직임이 주요 주제로 하고 있다. 형식적 테크닉은 Adbec structure으로 불리는 공간프로세스로 적용하였다. 간단한 시퀀스가 대조를 통하여 형식적 발전을 이루는 이 테크닉은 Kahdeksan에서 랜덤하게 움직이는 공간사이에서 작품의 뼈대를 이룬다. 이 작품에는 작곡가 자신이 절

15) <http://en.wiktionary.org/wiki/kahdeksan>, 2008, 11. 30.

대 2채널로 곡을 연주 할 수 없다고 단언할 만큼 공간성이 중요시 되는 작품 이며, 사인파와 타악기적 고음이 주요 음향적 소재로 사용되었으며 이를 통하여 마티스 같은 야수파적 분위기를 자아내려 시도하였다.

multi-channel 작품으로 다양한 공간성을 중시하며, prerecorded된 소리들과, 인성 gesture등이 중시된 전자음악으로서, real time max/msp 그리고 recorded된 사운드의 위치가 다양하게 표출된다. 공간이라는 개념이 중시된 작품이다.

이런 공간성을 중시하는 음악은 요즘 미국을 중심으로 각광받는 전자음악의 한 방향으로 가장 대표적인 작곡가로는 Henry Brant(1913-2008)가 있는데 그는 음악에서 리듬 선을 화성과 같은 근대적인 요소가 중요한 것이 아니라 가장 중요한 요소로서 공간성을 지적하였으며 공간성이 중시된 작품들을 작곡하였으며, Josue Moreno의 작품 또한 이러한 공간성을 중시하였다.

임종우 Jongwoo Yim / Korea

"Rupture" for string quartet and electro-acoustics

연속적인 음악에 비연속적인 구조를 넣었지만 결국은 연속성을 갖는 음향으로 반복하여 출현하게 된다. 전자음향에서는 이와는 반대로 단절된 전자음향들이 공간이동과 변조된 음향으로 연속되는 구조 속에 현악사중주와 함께 나타난다.

악기에 부착한 마이크를 통하여 악기의 원형의 소리와 울림을 전자음향을 통해 확대 재생산하였으며 Max/Msp interactive 작품으로서, 악기가 가지고 있는 소리에 확장을 통한 새로운 소리를 시도하는 악기의 확장기법 (extended instrumental technique)을 사용하며, 소리의 확대 즉 거친 소리는 더 거치게 만들며, 낮은 소리는 더 낮게 그리고 sul tasto등의 사운드는 더욱 거칠게 그리고 크게 함으로서 음악의 소리가 다양하게 펼쳐진다.

String quartet을 이용한 전자음악은 멀리 1955년 Lejaren Hiller(1924-92)와 Leonard Isaacson이 Illinois대학에서 만든 Illiac String quarter에서 시작하여, Karl Stockhausen 등이 전자악기로 만든 현악4중주를 만들었고, 최초로 이러한 확장된 악기 기법들(extended instrumental techniques) 사용한 작곡가는 Bruno Bartelozzi로 악기의 여러기법을 스펙

커를 통하여 증폭하는 음악을 작곡하였다. 또다른 작곡가로는 George Crumb으로 그의 Black angel은 악기의 기법과 특수기법을 마이크를 통하여 확장하여 작곡하였다.

작곡가 임종우는 이러한 기법에다가 공간이동이라는(spatialisation)기법을 사용하였는데, 즉 악기의 기법의 확장에다 공간의 확장이라는 새로운 요소를 첨가함으로서 Henry Brant의 공간성의 중요성을 강조하는 새로운 방향을 제시하였다.

셋째날

셋째날에는 매우 다양한 매체들이 사용되었는데 그중에 특히 실험적인 연극음악을 주로 작곡하는 David Bithell의 곡 "The President Has His Photograph Taken" for audiovisual media는 가장 특이한 매체를 사용하는 극으로서, 사진기통을 상징하는 검은 큰박스와 자신의 모습을 찍은 영상들, 그리고 철학적인 질문들이 가득 담겨있는 작품이었다. 특히 셋째날은 철학적 미학적인 질문들을 던지는 곡들이 많이 있었는데 산스크리트어인 삼야마(Samyama)를 주제로 한 Alberto Frizzo, "Samyama" for tape곡과 Joao Pedro Oliveira의 Timshel이라는 히브리어가 인간의 원죄에 대한 질문 등의 내용들이 들어 있는 "Timshel" for flute, clarinet, violin, cello, piano & tape와 같이 고어와 불교적인 질문들이 던져졌다.

그 외에는 김민규의 "Deux Regards" for cello & tape와 Yu-Chung Tseng의 "Birds, Winds, Rains..." for tape, 이승연의 "Miserere" for tape, Jorge Sad의 "L'aube jete son or" for piano & tape, 그리고 문성준의 "In the great green room..." for tape이 연주되었다.

Alberto Frizzo / Italy

"Samyama" for tape

제목은 산스크리트어로 “정의하기-함께하기-통합하기= 삼야마(총체적 제어)”를 뜻한다.

Csound에 있는 additive subtractive synthesis, ring modulation 테크닉¹⁶⁾을 사용하였다.

이 의미는 linear계통인 additive subtractive와 additive의 음향제어와, ring modulation을 통한 음형변조의 두 가지 기법을 사용하였다는 것으로 음의 정의하기와 함께하기 통합하기의 총체적인 의미를 다양한 합성 기법(synthesis)을 통하여 보여주고 있다.

개개의 순수소리와 코드 및 리듬패턴 등의 혼합으로 이루어진 음향적 오브제들은 기존 음악적 요소로 분류되는 음색과 하모니와 리듬, 등의 구별을 흐트려 트리고자 의도하여서 다양한 소리들의 제스처(gesture)들이 사용되어졌고, non-linear계통인 granular synthesis의 기법을 통하여 음색의 변형을 가져왔다. 음역 또한 hi-freq에서 low-freq까지 매우 폭넓은 음역을 사용하였다.

이렇게 Csound를 사용한 작품에는 둘째 날 발표한 이은화의 동적음형이라는 곡이 있으며 이은화는 LPC(linear predictive coding)과 heterodyne filter를 사용하여 음의 분석과 재합성(analysis & resynthesis)기법을 사용하였지만, Frizzo의 작품은 non-linear계통으로 음형의 변조를 통한 새로운 음의합성을 주로 사용하였다.

이렇듯 두 작품에서 Csound를 통한 음의 합성기법이 다양하게 표출되었고 그 차이점을 발견할 수 있는 것은 흥미로운 작업이었다.

David Bithell / U.S.A.

"The President Has His Photograph Taken" for audiovisual media

1928년 쿠르트 바일(Kurt Weil, 1900-1950)의 오페라 “Der Zar Lasst sich Photographieren (The Tsar Has His Photograph Taken, 짜르는 자신의 사진을 찍게 했다)로 부

16) classic synthesis technique에는 크게 frequency-domain과 time-domain으로 나누게 되며, frequency-domain은 다시 linear process와 non-linear process로 나뉜다. 그중에서 Alberto Frizzo의 작품은 linear process중에 하나인 additive synthesis와 subtractive synthesis의 방법을 사용하였으며 linear process는 소리가 기존의 소리에서 사용되어지는 것이지만 마지막에 쓰인 ring modulation은 none-linear process중에 하나로 소리의 변조현상이 일어난다(Boulanger, p237)

터 그 제목을 가져오고 영감을 얻었다¹⁷⁾. 원작은 나의 제목과는 조금 다르게 한 군주가 공포정치 상황을 잇고 자신의 사진을 찍는 것으로 자기에 몰두하는 것을 조금 더 비중있게 다룬다.

5.1 channel, 작곡가의 행위가 중시된 극용(theatrical)작품으로, 육체적인 제스처(body gesture)와 음향적 제스처(sound gesture)가 중심적인 곡의 방향이며, 행위가는 계속해서 네모난 박스에 자신의 얼굴을 넣었다가 빼었다가하는 모습을 반복하는데 이것은 쿠르트 바일의 오페라에 나오는 카메라 상자에 자신의 사진을 찍는 행위를 반복하는 것이다. 카메라 박스 같은 곳에 있는 움직임과, 화면에 나오는 자아가 처음에는 일치하게 존재하지만 후에 스크린에서 움직이는 자아와 실제로 움직이는 자아의 활동이 다르게 나타나고 자아의 이탈, 행위자의 모습이 디지털로만 남게 되며, 자아와 디지털화되어있는 자신의 모습이 완전히 분리 이탈된다. 이러한 모습은 왕 혹은 대통령이라 불리는 권력의 핵심자가 자신의 의견과 행동과 다르게 자신의 사리사욕을 채워가는 것 같은 행위불일치의 사상을 관객에게 전달하는 것처럼 느껴졌으며, 권력에 대한 비판의 메시지가 보였다.

특히 그의 이러한 시도는 fluxus의 한방향이었던 video art에서 추구하는 자아와 디지털된 자아의 구분이 힘들어져서 후에는 디지털된 자아가 진정한 자아로 남게 되고, 녹음되어진 자아는 사라지게 되는 문명 비판적인 모습과 매우 유사하다. 백남준의 Tv Cello(1964)와 같은 인상이 매우 강하게 느껴졌다.

김민규 Min Kyu Kim / Korea

"Deux Regards" for cello & tape

두 개의 시선(Deux Regards)라는 뜻으로 거울과 그림자를 나타낸다. 모든 것이 두 개로 존재하고 두 개로부터 시작되지 않을까 하는 상상 이것이 첼로와 테이프로 표현됨.

17) Der Zar lasst sich photographieren (1927), 오페라 부파로, 쿠르트 바일의 작품 가사는 Georg Kaiser의 독일어 대본이다. 내용은 파리의 한 사진관에서 1914년에 일어난 사건을 중심으로 전개되는데, Tsar(러시아의 황제)를 암살하려고 스튜디오에 위장한 혁명가들이 들어오는데, 혁명가들은 기존의 직원들을 가두고 직원처럼 위장한 뒤 러시아 황제가 사진을 찍을때 사진기에 총을 숨겨놓고 암살하려고 하였다. 그러나 여러 가지 사건들에 의해서 사진을 찍지 못하고 경찰이 들어오자 도망간다. 그리고 사진기에서 총이 제거되고 Tsar는 사진을 찍게된다. (New Grove Dictionary of Opera)

거울은 자연이나 도시들을 반영하는 도구이며 또한 작곡가가 바라보는 세상을 표현하는 도구. 현시대를 살면서 거울과 그림자에 비춰진 자신이나 세상을 보며 우리 자신이 한 사람이 아닌 둘 셋 혹은 그 이상의 사람이 될 수 있지 않을까 하는 것을 표현하려 했다¹⁸⁾.

Deux Regards는 불어로서 2개의 시선이라는 뜻이다. 처음 이곡의 제목을 접하였을 때 메시앙의 *Vingt regards sur l'enfant-Jésus*를 연상 시켰는데 즉 예수를 바라보는 20개의 시각이라는 제목이다. 작곡가가 바라보는 시각을 다른 객체에게 주어서 첼로가 바라보는 시각과 전자음향이 바라보는 시각을 본다는 것은 사물의 객체화를 통한 세상을 바라보는 방법이 아닐까 이곡은 첼로의 특수기법과 다양한 악기 기법을 사용하였고, 확장된 악기기법을 사용하기 보다는 새로운 소리와의 조화를 (두개의 시선) 이루려고 노력한 곡이다.

악기와 테입을 위한 곡은 이번 2008 SICMF에서 많이 등장하는데, 색소폰을 위한 Ed Martin의 “Flurry”, 김미정의 거문고와 전자음향을 위한 “심음”등이 있었는데 이 곡은 김미정의 거문고와 전자음향을 위한 곡과 같이 악기의 어떠한 한계를 넘게하려는 확장된 악기기법도 아니고, 색소폰을 위한 Ed Martin의 “Flurry”처럼 전자음향을 음악일 백그라운드로 사용하려는 시도도 아니었으며, 두 개의 독립된 시선, 즉 두 개의 독립된, 그리고 객체화된 사운드를 통하여 동등성을 획득하려는 시도가 있었다. 즉 전자음향이 어떠한 악기에 종속되는 모습보다는 동등한 입장을 표현하였다는 것이다.

Yu-Chung Tseng / Taiwan

"Birds, Winds, Rains..." for tape

작곡가가 이곡의 주재료를 중국의 심벌에서 가져왔다고 말하고 있으나, 이곡에서는 전혀 심벌의 소리가 들리지 않고 오히려 둥그런 전자음으로 변환되어 있다. 이러한 변환된 음은 관객들에게 하나의 제스처(gesture)로 변형되어서 들리게 되고 곡이 진화되고 발전되어감에 따라, 많은 소리의 제스처들은 서로 얹히게 되고 하나의 정연하고 유사한 제스처들로 함께 소리 낸다. 결과적으로 어떠한 전환된 소리의 파노라마와, 새들과 바람과 빗소리들이 서로

18) Program note, Seoul International Computer Music festival 2008, pp.16

교차하며 대화하는 흥미로운 청각적 이미지 공간이 만들어 지는 것이다.

구성과 극소 몽타주(아주 작은 것들의 연속)가 이 작품의 흥미를 유발하는 소리를 만들어간다. 심벌의 내재된 힘과 아름다움 그리고 가상음악(작품)이 모두 드러나게 되고, 작품의 음의 파노라마적인 이미지들을 형성하게 된 것이다.

멀티채널로 만들어 졌으며(5.1) granular synthesizer를 사용하여 음을 알갱이 수준까지 작게 쪼개 합성한 느낌이 들었다. 심벌의 소리가 전혀 나지 않고 다양한 소리들이 들렸지만 이것들이 오직 한 개의 심벌소리에서 만들어졌다는 것은 작곡가의 음형 변형 능력이 매우 뛰어나다는 것을 보여주고 있다.

이승연 Seungyon-Seny Lee / Korea

"Miserere" for tape

Gregorio Allegri¹⁹⁾의 Miserere Mei, Deus 성가를 주제로 작곡되었으며. 작곡가는 기존 성악곡을 재조명하여 현대 전자음악을 청자에 쉽게 전달해 보고 싶은 작곡가의 의도적 작품이며, 작곡가의 개인의 본질을 고백하고자 하는 소리를 전달한다.

음악에는 많은 콜라지가 사용되었으며 Allegri의 곡을 변형하여 새로운 소리를 만들기보다는 기존의 성가(chant)를 콜라지로 사용하면서 원형을 그대로 살리려는 노력을 많이 하였다. 종교적인 신념을 전자음향과 17세기 성가를 바탕으로 표현하였다.

곡의 중간에는 granular synthesized된 사운드들이 표현되면서 콜라주된 성가곡과 묘한 대조를 이루고 있으며, 이러한 소리들은 노이즈된 사운드들과 함께 곡의 텍스처로서 사용되어지고 있다.

종교적인 재료를 가지고 작곡한 곡이 이번 2008 SICMF에서 많이 보이는데 첫 번째로는 정주희의 In Biel로 불교적인 음형을 다각적으로 변형시켜 작곡한 것인 반면 이승연의 'Miserere' 기존의 성가를 콜라지하여 원형을 그대로 사용하는 방법을 사용하여서 성가의

19) 이탈리아의 작곡가. 1629년 교황청 합창단에 들어갔고, 다수의 미사곡, 모테트등의 기악곡을 작곡했다. 그의 걸작 《Miserere Mei, Deus》는 해마다 성주간 동안 시스티나성당에서 5부 아카펠라 합창단이 부르는 성가로 유명하다 (두산백과사전)

여러 가지 원형의 모습을 그대로 들을 수 있다는 것이다.

Jorge Sad / Argentina

"L'aube jete son or" for piano & tape

이 작품은 Mario Davidovsky를 경외하는 마음으로 쓴 작품으로 2005년에 아르헨티나 피아니스트 Nora Garcia를 위하여 작곡되었다.

Mario Davidovsky는 아르헨티나 태생으로 1960년 미국으로 이민을 와서 콜롬비아 대학에서 전자음악을 가르친 작곡가이다. 가장 유명한곡은 Synchronisms이라고 불리는 작품 시리즈로 live performance와 acoustic 악기를 연주하는 작품들이다²⁰⁾.

어떠한 작곡가나 예술가를 경외하는 곡은 백남준의 Hommage a John Cage를 비롯하여, Xenakis의 Hommage a Ravel(1987), Joan Tower의 Hommage a Messiaen같은 자신의 존경하는 작곡가와 예술가에 대한 경외로서 많은 작품들이 있다.

Jorge Sad의 작품 또한 피아노와 테이프를 위한 작품으로 Davidovsky의 작품인 Synchronisms과 같은 편성을 가지고 있으며, 피아노의 다양한 소리들 즉 현을 pluck하던지 아니면 피아노의 다양한 소리들을 실험하였다.

또한 텍스처는 granular된 사운드를 사용하였으며, 실시간 연주가 아니라 녹음된 테이프와의 연주였다.

문성준 Seong-Joon Moon / Korea

"In the great green room..." for tape

작곡가는 이곡이 유년의 공간에 있는 아늑함, 몽환, 익숙한 냄새와 함께 억압, 공포, 상처가 중첩되어 있고, 마치 뒤엎혀 있는 기억의 지문과 같다고 프로그램 노트에서 고백하고 있

20) Eric chasalow, "Mario Davidowsky: An Introduction", AGNI magazine, Boston University Press 2008 p.50

다.

동화 'Goodnight Moon'-Clement Hurd'의 그림. Magaret Wise Brown²¹⁾ 글의 텍스트를 차용하였다고 밝히고 있으며, 2006년에 작곡된 작품을 개작하였다고 밝혔다.

Margaret의 작품세계는 이솝우화나 신화같은 동화를 쓴 작가가 아니라, 어린이들이 무엇을 듣기 원하는지, 어떤 고민을 하고 있는지에 대하여 보다 관심을 가진 작가였다. 무성준의 In the great green room이라는 작품 또한 작가는 유년의 공간에서 느끼는 여러 가지 고민과 기억들에 대해서 이 곡을 통하여 관객에게 전달하려는 것이다.

말하기(speech)에 있는 단어를 granular 단위까지 쪼개 다양한 공간성, 밀리세컨(ms)까지 쪼개서 음절들을 다양한 dynamic과 소리로 multi-channel을 통해 나오며, multi-channel을 잘 활용하여 다양한 공간성을 주었다. 작은 기억의 파편처럼 단어들은 파편이 되어서 다양한 공간에서 다양한 이미지들을 연상시킨다.

Joao Pedro Oliveira / Portugal

"Timshel" for flute, clarinet, violin, cello, piano & tape

이 작품은 Steinbeck의 소설 East of Eden을 읽는 동안 작곡되었다. 히브리어인 Timshel²²⁾이 소설의 기본적 위치를 차지하고 있으며 인간에게 부여된 선택의 역량에 관계되어 있다. 우리는 작곡을 하는 동안 많은 선택의 문제에 직면하게 되고 최종 작품은 우리가 선택한 옵션들의 결과이다. Timshel은 내가 바른 선택을 했을 때의 즐거움과 그릇된

21) Margaret Wise Brown(1910-1952) 동화작가로 대표작인 Goodnight Moon 그리고 Runaway Bunny가 있으며 삽화는 모두 Clement Hurd가 그렸다. 그 당시에 동화책들은 대부분 신화와 우화같은 이야기들이 유행이었으나, Margaret은 아이들의 관점에서 어린이들이 무엇을 듣기 원하는지 어떤 고민을 하고 있는지에 대하여 보다 집중적으로 이야기를 전개했다. (문진영어동화 Best 외국도서)

22) TimShel은 성경에 나오는 히브리어로 KJV에 나와있는 "Thou Shalt rule over him"의 원문 원어로 쓰이고 있는 단어이다. 그러나 East of Eden에서 스테인벡은 Shalt rule과 do rule이 히브리어의 오역이라고 생각하며 Thou mayest rule over him이라고 번역해야 한다 주장한다. 즉 죄에서 벗어날 수 있는 인간의 자유 의 혹은 선택권이 있다는 생각이다(김유조, 스타인벡, 건국대학교 출판부 1997년)

선택을 했을 때의 슬픔을 보여준다고 작곡가는 서술하고 있다.

음악에서는 악기의 확장된 음형(extended instrumental technique)이 사용되어 졌으며, 전자음향이 pedal tone처럼 사용되어진다. prerecorded sound가 사용되었고, 다양한 악기의 기법이 사용되어졌다.

둘째날 연주되었던 Frizzo의 "Samaya" 그리고 Oliveira의 "Timshel"을 비롯하여 원어적인 접근을 통하여 자신의 작품의 철학을 전하려는 것은 매우 흥미로운 일이다. 첫 번째로는 자신의 작품에서 보여주려는 철학이 명확하게 존재한다는 것이고 또 하나는 바로 이러한 철학적인 면들이 구조와 음향에 끼친 영향들인 것인데 그렇게 됨으로서 다른 전자음악들 즉 상용화된 음악들과 팝음악들과의 구분이 명확하게 된다는 것이다. 인간의 존재와 신에 대한 근본적인 질문으로서 작곡가의 형이상학적인 모습을 표출하는 Art music적인 면이 강하다는 것이다.

넷째 날

Shadow play concerto

Peter Furniss, Clarinet, Robin Michale, Cello, Sarah Nicolls, Piano

21세기를 위한 챔버 앙상블로서, 전자음악과 상호 영향을 주고 있는 현대음악 연주를 이끌고 있다. 앙상블은 최첨단 기술의 시대에서 주어진 새로운 과제를 실행하는 것에 전념하고 있으며, 뿐만 아니라 연주와 readdressing의 고전적 양식을 세웠다. UK 연주회, 서울 국제 컴퓨터 음악제, 한양대학교 백남 음악관에서의 연주회가 있다.

클라리넷 연주자인 Peter Furniss은 맨체스터 태생으로 많은 전자음악들을 세계 초연하였는데 그중에는 Richard Dudas, Dai Fujikura, Arlene Sierra, Mark-Anthony Turnage, Michael Kaulkin, Robin Holloway, Elliott Carter, John Adams, Magnus Lindberg 그리고 Peter Eotvos 같은 작곡가들과 함께 작업한 바 있다.

첼리스트인 Robin Michael은 1976년 생으로 현대음악에 각별한 애정을 갖고 있는데, Ligeti, Kurtag, Ferneyhough, Maxwell Davies, 그리고 Birtwistle과 같은 작곡가들의 첼로 작품을 연주했으며, Joe Cutler의 첼로 콘체르토 세계초연, Steve Reich의 'Cello

Counterpoint' 영국초연, Roxburgh와 Finnissy의 첼로 콘체르토등도 연주하였다.

마지막으로 피아니스트인 Sarah Nicolls는 BBC Radio에서 주목받는 예술가로 선정하였으며, London Sinfonietta, the Philharmonia Orchestra, 그리고 BBC National Orchestra of Wales와 2003년 런던의 Purcell Room에서 열린 Cinesthesia에서 새로운 작품을 연주했다. Sarah Nicolls는 현재 확장된 악기로서의 피아노와 일렉트로닉스가 상호 작용하는 연주를 통해 자신의 연주영역을 확장시켜 나가고 있으며, Brunel University에서 강사로 활동하며 지원받고 있다.

이날 연주된 곡은 주로 영국과 유럽에서 활동하고 있는 작곡가들과 미국의 Steve Reich의 작품이 연주되었는데, 현재 활발한 활동을 하는 작곡가와 이미 역사적으로 유명한 작곡가의 작품을 같이 연주하는 것은 역사성과 실험성을 갖는다는 의미에서 적절한 곡 선택이라고 할 수 있다. 그리고 다양한 매체를 통한 작품 등을 연주하였는데 특히 Jonathan Green의, "Piece for piano and Lamp for piano lamp and live electronics"에서는 Webcam을 이용하여 실시간으로 motion을 탐지하여 음악적인 frequency로 바꾸는 독특한 시도를 하였으며, Pierre Boulez의 Dialogue de l'ombre double for clarinet and electronics은 가상의 클라리넷과 실제 클라리넷 연주자간의 무대적인 연출이 인상적이었다. 그리고 이미 많은 대중들에게 알려져 있는 Steve Reich의 작품은 일반대중에게도 쉽게 접근할 수 있는 대중성을 가지고 있다. 그밖에도 Richard GLOVER의 Virtual Fusion for clarinet, piano, cello and live electronics 그리고 Jonathan Harvey의 Advaya for cello and electronics, Tombeau de Messiaen for piano and tape 그리고 George Christofi의 Granulosis for clarinet, cello and tape는 매우 실험적인 음색을 추구하는 곡이었으며, 마지막 작품인 Linda Buckley의 인도네시아 무영극인 "Wayang"은 이국적인 느낌을 어떻게 전자음향적인 소리로 환원했는지 알 수 있는 좋은 곡들이었다.

Richard GLOVER / UK

Virtual Fusion (2008) for clarinet, piano, cello and live electronics

Virtual Fusion(2008)은 D음과 같은 제한된 음군에 속한 음들 사이에 배음관계와 각 악

기들의 실음에서 발생하는 어쿠스틱 현상을 표현하였다. 특히 D와 D#사이의 긴장감이 중지에 나타나며, Cl., Pf., Cello에서 d음을 통하여 미묘한 음의 변화를 Max/Msp로 구현하였다. 전자파트는 각 배음열의 레벨을 변화시킨 배음들은 반주적인 역할과 그 과정을 통해 초래된 소리들로 제공되며, 이 작품은 계속적인 지속(sustained)과 분리되는(detached)부분으로 나뉜다.

Jonathan Harvey / UK

Advaya (1994) for cello and electronics (Korean premiere)

불교의 가르침인 ‘Advaya’라는 단어와 그 의미를 사용한 것으로 ‘둘이 아님’이며 이원성을 뛰어넘는 것이며 우리는 어쩌면 어떤 환영 속에 놓여 있지만 환영과 실체는 같은 근원으로부터 온다는 것이다²³⁾. Jonathan Harvey는 자신이 추구하는 실제악기와 전자악기의 이원성을 불이라는 Advaya라는 뜻으로 받아들여 두 개가 분리될 수 없는 음악적인 동체로서 작곡을 하였다는 것을 곡에서 의미한다. 이곡에서 사용된 모든 소리는 첼로를 사용하며, 라이브로 악기소리를, 다른소리는 녹음 후 CD로 재생된다든지 샘플러 키보드에 의해 연주된다. 배음의 분석 후 재배열시키는 등의 음향합성기법을 사용하였다. 자연배음의 압축된 배음의 배열이 불안정한 배음렬로 재배열되며, 첼로와 전자 음악파트는 서로 다른 속도로 연주되기도 하지만, 보통 같은 음악적 재료를 사용한다. 예를 들어, 하나의 첼로 주제는 4초가 걸린다면 전자음악파트에서는 작게 분리시킨 음들을 다시 배열 시키고 2분 30초의 시간동안 연주하도록 하는 것이다. cello 소리를 live로 저장한 후 keyboard를 통하여 다시 연주, 첼로의 다양한 특수한 소리들(긁기, 소음 등)을 sampler로 소리를 변조하여 cello가 cello의 대응 선율이 된다.

이러한 곡의 움직임은 정확히 작곡가가 붙인 제목의 내용과 일치한다. 즉 첼로와 첼로의 변형된 소리를 사용함으로써 첼로와 전자음향이 불이(不二, 둘이 아님)의 사상을 보여주는

23) advaya는 불이(不二)라는 뜻으로 둘이 아닌 경지를 뜻한다. 너와 내가 둘이 아니고, 생사가 둘이 아니며, 세간과 출세간, 색(色)과 공(空) 등 모든 상대적인 것이 둘이 아닌 경지를 말한다 (불교경전)

것이며, 악기의 음향과 구조에 영향을 끼치는 것이다.

Jonathan Green / UK

Piece for piano and Lamp (2005) for piano
lamp and live electronics

이곡은 처음에 피아니스트의 제스처로 시작한다. 피아노에 설치된 웹캠을 따라 손으로 동작하면 소리가 난다. 이것은 피아노를 치지 않고도 동작에 의해서만 순수하게 소리가 발생하는 것이다. 그 후 이 짧은 즉흥곡은 제스처, 사운드 그리고 피아니스트의 손동작을 웹캠으로 감지하여 사용된 음악 간의 관계로 확장된다. 연주의 흐름, 연주자의 연기와 실재 피아노와의 상호작용 역시 중요하다. 즉흥 연주는 불협화음의 조각들로부터 시작한다. 고음의 소재들이 더욱 명상적으로 발전해가며 배음열로 바뀌어 나간다. 짧은 에피소드가 뒤따르고 처음으로 다시 돌아가며 즉흥 연주를 마친다. 컴퓨터 파트는 웹캠을 이용하여 연주자의 제스처와 사운드를 받아 granular synthesis, 감산합성등을 활용하며, 실제 녹음된 피아노 소리도 연주된다. 연주자는 컴퓨터와 마찬가지로 이미 결정된 화성의 진행을 따른다.

중간 중간에 고전음악을 인용하고 있으며(쇼팽 피아노곡), 피아노 소리, 모션(motion)에서 나오는 소리를 합성하고 있다.

이러한 모션에 의한 작품들은 실시간 영상에 대한 분석과 그것을 수치로 환원하고 음악적인 결론으로 이끌어야한다. 미학적인 의미로서는 피아노를 친다는 그 사실로만 소리가 나는 것이 아니라 피아노를 친다는 그 관념을 소리가 나는 것으로 실제적인 사실을 넘어선 관념의 피아노 소리가 실제화 된다는 것에 매우 큰 의미가 있다.

George Christofi / Cyprus

Granulosis (2008) for clarinet, cello and tape – SPMN commission

Granule은 과학에서 사용되는 용어이다. 이 작품에서는 독특한 에너지를 동반한 극단적

으로 짧은 소리인 granular synthesis²⁴⁾를 사운드로 사용하였다. 곡의 중요 요소로 활용되는 클라리넷의 짧은 스타카토는 granule과 같은 제스처를 갖도록 하였고 또한 다양하게 변형된다.

주요섹션 사이에는 5개의 패시지가 놓여있다. 첼로와 클라리넷은 유니슨으로 혹은 비정규적인 리듬으로 악센트가 있는 스타카토를 반복한다. 하지만 반복시 새로운 레이어가 첨가되고, 음고가 바뀌거나 다른 연주법을 사용한다. 그래서 이러한 기본적인 소재들이 변형되고 또한 전체곡을 하나로 ‘묶을 수 있는 방법’을 제공한다.

이번 2008 SICMF에는 많은 granular synthesis의 방법이 작곡에 응용되었는데 문성준의 In green...에서부터 Manuella Blackburn의 Kitchen Alchemy, 정주희의 In Biel에서 사용되었으며 Alberto Frizzo의 Samyama같은 작품에서 모두 음원의 알갱이(granule)까지 확대 분석하여 그것을 자른 후 음원의 기본으로 사용한 것이다. 이것은 어떠한 성분을 원심분리기로 가장 작은 단위의 성분으로 분해한 후 그 성분을 다시 사용하는 것처럼, 어떠한 음악의 가장 근본이 되는 작은 단위로 분해한 다음 그 음을 활용하여 작곡하는 기술을 의미한다. 이러한 곡들의 특징은 Christofi의 작품을 포함하여, 작은 알갱이 소리가 들리게 되고, 기존의 소리는 완전히 변형되어 알아 볼 수 없게 되며 이러한 음악에서는 작곡가가 명시하듯이 제스처가 중요한 모습으로 남게 된다.

Pierre Boulez / France

Dialogue de l'ombre double (1985) for clarinet and electronics

이곡은 1985년 Luciano Berio의 60세 생일에 헌정된 곡으로 Paul Claudel의 연극 새틴 슬리퍼("Le Soulier de satin")의 제목에서 유래되었으며, 같은 연주자에 의해서 음악악절(strophe)과 음악의 전환점 (transition)이 번갈아 가면서 대화하는 것처럼 작곡되었다.

24) Granular synthesis는 소리를 합성하는 기본적인 기술로서 시간의 매우 작은 부분까지 쪼개어 그것을 샘플링하여 합성하는 기술을 말한다. 소리라는 것을 Granule이라는 곡식을 알갱이 수준에서 분해하여 합성한다는 뜻이다. (참고서적, Roads, Curtis. "Microsound". Cambridge: MIT Press 2001)

악절들은 매우 정교한 위치에 자리 잡아 놓은 실시간 음향으로 무대에서 라이브로 연주되며 반대로 이미 녹음된 음악의 전환점들은 이곳저곳에 펼쳐져 있는 멀티채널 스피커들에 의해서 분산되어져 진행된다. 각각의 음악악절들은 하나의 음악적인 아이디어로 이루어져 있으며 음악의 전화점들은 지각하지 못하게 하나에서 다른 하나로 전환되도록 만들어 졌다.

이작품은 무대적이며, 특히 Claude's play의 연극의 한 장면에서 영감을 일정부분 받고 있지만, Berio의 Chemins, Karlheinz Stockhausen's의 In Freundschaft 그리고 Boulez 자신의 Domaines for solo clarinet의 음악도 인용하고 있다.

특이한 점은 이미 연주된 Cl.의 소리는 조명이 꺼진 후에 연주되고, 조명이 켜진 후에 무대 위에 있는 클라리넷 연주자가 연주하며 번갈아서 계속적으로 이런 행위가 반복되어져 쓰인다.

Berio는 특히 그의 작품 Sinfonia를 통하여 이런 quotation적인 모습을 곡 전체에서 보여주는 그의 sinfonia에는 드뷔시, 블레즈의 작품, 자신의 작품, 말러의 작품 등 자신이 보여주고자 하는 이미지를 연상시키는 음악들을 인용(quotation)하여 자신의 곡의 전체적인 이미지를 만든다.

Berio에게 헌정된 이 곡은 이러한 특징들을 그대로 담고 있다. 즉 블레즈는 베리오를 유명하게 만들었던 그의 대표작 sinfonia에서 quotation적인 면을 집중적으로 작곡에 응용하고 Berio에게 헌정했던 것이다.

Jonathan Harvey / UK

Tombeau de Messiaen (1994) for piano and tape

메시앙은 배음렬과 그들의 찌그러짐에 의한 음색에 매료되었고 빛의 분광을 발견하였기에 최초의 스펙트럼 작곡가라 할 수 있다.

스펙트럼 작곡(Spectral Music)은 sound spectra의 분석을 토대로 작곡을 하는 방법으로 가장 많이 쓰는 방식은 Fast Fourier transform을 사용하는 spectrum 분석방법에 의존한다. 이러한 작곡방법은 1970년대 초반에 프랑스에서 시작되었는데 후에 Gerard Grisey 그리고 Tristan Murail에 의해 발전되어졌다²⁵⁾.

그럼으로 Jonathan Harvey는 12개의 음조식으로 이루어진 배음열을 이러한 스펙트럼한 화성에 기초를 두고 이음들을 자유롭게 다루었다.

이 곡의 테이프 파트는 12개의 음조식으로 이루어진 배음열로 조율된 피아노로 작곡되었으며, 평균율로 조율된 피아노는 결국 어디에도 속하지 않고, 완전히 분리되지도 않은 배음열들을 결합하고 일그러뜨린다.

위에 Jorge Sad의 "L'aube jete son or"에 나온 Hommage a Mario Davidovsky처럼 자신이 존경하는 작곡가의 곡에서 배음열을 찾아내고 그 것을 바탕으로 작곡하였다.

Steve Reich / U.S.A.

Cello Counterpoint (2006) for cello and tape (Korean premiere)

Cello Counterpoint는 녹음된 테이프와 악기를 위한 네 번째이자 가장 최근의 작품이다. 라이히는 1960년대 San Francisco Tape Music Center에서 테이프 음악 작업을 많이 했지만 70-80년대에는 스튜디오에서의 다양한 경험들에서 나온 컨셉트, 아이디어와 영향들을 실제 악기로 작업하는데 몰두한다. 1990년대에는 New York Counterpoint와 Electric Counterpoint를 작곡했으며 Cello Counterpoint는 전작들에 비해 보다 복잡한 텍스처를 가지며 단악장으로 작곡되었다.

이미 녹음된 미니멀적으로 반복되는 패턴이 있는 테이프소리가 pedalpoint처럼 계속적으로 반복되고 거기에 첼로의 소리가 주선율을 연주한다. cello 소리로 이루어진 패턴과 된 d와 첼로 live가 구별되기 힘들 정도로 비슷한 음형을 가지고 있다.

Linda Buckley / Ireland

Wayang (2008) for clarinet, piano, cello and live electronics – SPNM commission

Wayang이란 말은 wayang kulit라는 그림자 꼭두각시 극장의 인도네시아 풍습으로부터

25) Charles Dodge, Thomas A. Jerse, Computer Music, 2nd Ed., Schirmer 1997, pp.48-55

왔다. 역사적으로 이 꼭두각시 공연은 먼 스크린에 던져지는 그림자와 오일램프, 그리고 가멜란 오케스트라의 음악반주로 이루어진다. 'Bayang'이라는 용어는 그림자나 모방영혼을 의미하는 자바 말에서 유래되었다. 작곡가는 이 신화적인 함축성 - 어떤 문화에서는 그림자란 유령과 유사하며- 그 끝나지 않는 삶에 흥미를 가졌다. 이곡은 그림자의 개념으로 연주한다 -때때로 일렉트로닉스가 청각의 그림자나 실제 소리의 음파유령처럼 행동하고 혹은 그 반대인 것처럼 보이려 했다. Real time Process로 부드러운 3도의 소리가 많이 났으며, echo를 많이 넣어서 몽상적인 분위기를 만들었는데 이것은 꼭두각시의 인형극이 멀리 있는 오일램프의 빛을 받아 모습을 드러내듯, 소리도 울림을 통하여 모습을 드러내려고 하는 의도인 것으로 느껴졌다.

결론

2008 SICMF는 서론에서 제시하였고 본문에서 자세한 설명을 통하여 살펴본 결과 매우 다양한 매체와 주제 그리고 그에 따른 다양한 작곡방법들이 사용되었다.

Jeffrey Trevino의 “Trailer for UBIK”에서 스피커 한 개 만 무대 위에 설치된 곡부터 고병우 남상봉의 공동작업과 국악기 앙상블을 위한 편성이 큰 작품까지, 그리고 단순한 작곡기법에서부터 비디오와 실시간연주 그리고 행위자가 포함된 David Bithell의 “The President Has His Photograph Taken”까지 매우 다양한 크기의 곡들과 매체들이 사용되었으며 이러한 매체들과 곡의 크기를 받쳐주기 위하여, Csound, Granular synthesis, quotation, 실시간 sampling등이 사용되어졌다.

또한 표현하려는 다양한 주제가 있었다. 기름유출사건이 일어난 태안반도에 대한 경각심에서부터 자신의 Health crisis에 대하여 회상하는 매우 개인적인 주제에다가 철학적인 의미를 갖게 만드는 Bithell의 작품과, 자신이 존경하는 작곡가를 위하여 작곡된 Jorge Sad L'aube jete son or" for piano & tape까지 매우 광범위하지만 독특하고 개성이 강한 작품들을 만날 수 있었다.

또 다른 흥미로운 사실은 이국적인 음악적 요소들을 작곡의 모티브로 삼고 있다는 것이

다

Ireland 작곡가인 Linda Buckley의 작품은 ‘Wayang’이라는 인도네시아의 무영극에 바탕을 두고 작곡을 하였음 그런 신화적인 이국성이 곡의 구조에 깊은 영향을 끼치고 있다. 이것은 20세기 초반 조성이 붕괴되는 시점에 새로운 음악적인 방향을 모색하던 많은 조성 음악 작곡가처럼 이국적인 요소를 전자음악에 이끔으로서 새로운 음악적인 방향을 모색하려는 시도로 생각된다.

그리고 그 다음으로 흥미로운 작품들의 경향은 바로 종교적인 경향이다. 여계숙의 “Gang Gang” - 샤머니즘, 정주희의 “In Biel”- 불교적인 바탕, Alberto Frizzo의 "Samyama" - 산스크리트어, Joao Pedro Oliveira의 “Timshel” - 히브리어 구약, 이승연의 "Miserere" for tape -가톨릭 Chant를 사용하여 작곡하였으며 이러한 종교적인 바탕위에 새로운 종교음악의 방향을 확장하려는 시도로 보였다.

또한 연주되었던 악기들은 스피커(Jeffrey Trevino의 작품)부터 시작하여, Violin, Saxo- phone, Percussions, Drum-sets 그리고 국악기인 피리, 해금, 가야금, 아쟁, 거문고 까지 매우 다양한 악기들(acoustic instruments)이 사용되었다.

이외에도 전자음향에, Webcam, 비디오, sampling-keyboard등 다양한 input device들과 장비들이 사용되어졌다.

SICMF에 참가한 나라를 보면, 미국, 영국, 스페인, 이탈리아, 포르투갈, 아르헨티나, 아일랜드, 타이완, 프랑스가 참가하였으며 특히 영국연주단체인 Shadow players에 의하여 많은 영국 작품들이 소개되어졌다.

이렇듯 2008 SICMF는 다양한 주제와 매체를 통하여, 또한 전 세계를 대표하는 작곡가와 현재 활동하고 있는 작곡가들의 작품을 통하여 현재 전자음악을 작곡하는 우리들이 어떠한 미래로 나아 갈 것인지 볼 수 있는 좋은 기회였다.

참고문헌

두산백과사전

문진영어동화 Best 외국도서

김유조, "스타인백," 건국대학교 출판부, 1997

Charles Dodge, Thomas A. Jerse, "Computer Music", 2nd Ed., Schirmer, 1997

Martinelli, Francesco. "Joëlle Léandre discography", Bandecchi & Vivaldi.
Paperback, 2002

Rodrigo F. Cadiz and Scott D.Lipscomb, "A Perceptual Map of Electro-Acoustic
sounds Based on Spectromorphological features", ICMPC conference,
Evanston, IL, 2004

Richard Boulanger, "The Csound", MIT Press: Cambridge, London, 2000

Passeron, René. "The Concise Encyclopedia of Surrealism". Trans. J. Griffiths.
Ware, UK: Omega Books, 1984.

Eric chasalow, "Mario Davidowsky: An Introduction", AGNI magazine, Boston
University Press, 2008

Roads, Curtis. "Microsound". Cambridge: MIT Press 2001

Program note, Seoul International Computer Music festival 2008

New Grove Dictionary of Opera

〈Abstract〉

2008 The Music in SICMF Concerts and It's Musical Trend.

BUM KI KIM

Seoul International Computer Music Festival 2008 (SICMF 2008) was held at Jayu theater from november 9 to 12, 2008 in Seoul Arts Center. Many electronic pieces were performed and it had diverse characteristics and varieties. Many different media used such as audiovisual media, sampling keyboard, Csound, Max/Msp as well.

There were 31 participants from 12 nations and they showed different themes from the most individual confession to philosophical questions and interested in various subjects such as religion, history, shamanism, etc.

Therefore, it was the great chance to observe the musical trend of electronic music today. and it is the report of contemporary electronic music through observing SICMF concerts.

In this report, all pieces are commented and sometimes analyzed if necessary in order to understand technologies of today and research the background of their musical and philosophical interests which become the foundations of its musical form, pitch set, and musical textures.

key words: SICMF, computer music, electronic music, contemporary music, KEAMS

ICMC 2008 참관기 〈Roots and Routes〉

최 흥 찬*, 조 희 영**, 윤 지 원***, 여 운 승****

들어가며

인천국제공항으로부터 아일랜드 벨파스트까지의 여정은 14시간 남짓의 긴 비행시간으로 요약된다. 영국 Heathrow 공항에서의 환승 후, 벨파스트의 전설적인 축구 영웅인 George Best의 이름을 딴 <George Best Belfast City Airport>에 도착하였다. 아일랜드의 이국적인 느낌이 가득한 도심을 지나 Wellington Park 호텔에 도달했을 때의 현지 시각은 밤 12시. 늦은 밤에도 호텔 안은 술자리를 즐기는 현지인들로 가득했다.



Queen's University의 교정

그 다음날 아침, 우리 일행은 Queen's University로 이동하여 컨퍼런스 등록 수속을 밟았다. 운영진 들은 무척 친절했으며 많은 도움을 받을 수 있었다.

올해의 ICMC의 개최지인 Queen's University는 180년여의 역사를 가진 북아일랜드를 대표하는 대학이다. '여왕의 대학'이라는 명칭답게 캠퍼스의 모습은 웅장하고 아름다웠다.

* 최흥찬, 백석예술대학 전임강사
** 조희영, 호서대학교 출강
*** 윤지원, 계명대학교 초빙교수
**** 여운승, KAIST 교수

주최 측이 제공한 1일 현지 관광을 마다하고 참석한 첫 행사는 Apple에서 준비한 Tech Series 세미나였다. DAW(Digital Audio Workstation)를 중심으로 하는 음악제작기법에 관한 좋은 정보들이 제공될 거라 예상했으나, 의외로 매우 초보적인, 특히 개발자나 고급 사용자가 아닌 일반 사용자만을 대상으로 한 논의들이 전부였기 때문에 다소 실망스러웠다. 세미나 참가자 대부분의 반응이 크게 다르지 않았던 것으로 볼 때, Apple에서 준비한 내용의 방향에 약간 문제가 있었다.

세미나 후에 우리 일행은 개최지인 Queen's University의 여러 시설을 둘러보는 시간을 가졌다. 대학의 시설들이 도시의 곳곳에 분산되어 있어서 지리를 익혀두지 않으면, 빠듯한 진행 일정을 따라잡기 힘들 듯했다. 모든 페이퍼 및 패널, 포스터 세션은 Peter Froggatt Center에서 진행되었다. 상설 전시(continuous presentation)은 Great Hall에서, 대부분의 콘서트는 SARC 스튜디오와 Whitla Hall, Mandela Hall에서 이루어졌다.



SARC (Sonic Lab)



Great Hall



Whitla Hall



Mandela Hall

2009년도 ICMC의 개최지로 선정된 McGill University팀의 논문 주제는 <Different Strokes>라는 이름을 가진 인터랙티브 인터페이스였다. 노트북에서의 독립적인 퍼포먼스를 주제로 하는 이 시스템은 Golan Levin의 대표작인 <Yellow Tail>과 유사하여 ‘그리는 행동’을 통해 영상을 생성하고, 이와 연결된 다양한 음향적 변화를 발생시키는 것을 목적으로 한다. 물론 그들이 제안한 것은 <Yellow Tail>과는 달리 단순한 획(Stroke)이 아닌 파티클과 그의 움직임 등도 함께 고려된 복합적 시스템이었다.

OLPC(One Laptop Per Child) 프로젝트의 일환으로 제작된 <XO Computer>를 이용한 소프트웨어의 개발도 매우 재미있는 논문이었다. XO Computer는 최소한의 유저 인터페이스를 지닌 컴퓨터로 아이들의 교육을 위해 특별히 제작된 것이다. 본 논문은 XO Computer를 위한 CSound GUI를 개발하는 것이 그 주제였다. 비영리 프로젝트인 OLPC는 정보 빈곤층 국가의 아동들을 대상으로 하였지만, 그 부산물인 XO Computer를 다양한 가능성을 지닌 소형-저가 플랫폼으로 바라볼 수 있는 계기가 되었다.



I-Maestro라는 이름의 음악 교육 시스템에 대한 발표도 매우 흥미로웠다. 이 시스템의 목표는 바이올린 등의 악기 연주자를 ‘원격 교육’이었으나, 오히려 주목할 만한 것은 시스템에 사용된 센싱 테크놀로지였다. 센싱 데이터의 분석을 통해 얻는 동작 정보의 인식률이 상당한 수준이어서 Live-Electronics, Network Performance 등으로의 적용이 충분히 가능해 보였다. 시스템의 센싱은 3D 가속 센서와 모션 캡처 장치를 통해 이루어졌다. 특히 모션 캡처 장치의 크기나 가격이 만만치 않은 수준인 것을 감안하면, 학생 개인의 교육을 목적으로 한 대중화 및 보급이 쉽지 않을 듯 했다.

스코어 팔로잉(score following)을 위한 MSP Object의 개발에 대한 논문도 발표되었는데, 그 명칭은 <Antescofo>로 ‘선행 악보 추적(anticipatory score following)’ 정도로 번역할 수 있다. 음고(pitch)의 추적을 이용한 스코어 팔로잉 기법은 Miller Puckette의 MSP, pd 오브젝트인 fiddle~이 Phillippe Manoury의 작품에 사용된 이후로 대중화 되었

으나, 1995년에 공개된 이 기술이 현재까지도 널리 쓰이고 있음은 그 후 이렇다 할 새로운 기술이 없었다는 것을 반증한다. <Antescofo>는 그러한 점에서 볼 때 주목할 만하다. 피치 이외의 다양한 음악 정보(음고 및 음표 번호, 구간 번호, 템포, 노트의 예상 길이 등)와 음향 정보(spectral flux, centroid, cepstrum 등)를 분석해 넘으로써 보다 다양한 형태의 인터랙션, 라이브 퍼포먼스와 컴퓨터 음악의 상호작용이 가능하도록 구현되었다.

음악이 시간 예술이라는 점에 착안하여, 시간을 다루는 방법을 바꿈으로서 새로운 형태의 음악 창작을 시도하려 한 시스템인 Cyclotron도 살펴볼 만 했다. 특히 ChucK과 Processing을 사용하여 프로토타입을 개발했다는 사실과, 원형의 사용자 인터페이스를 사용하여 음악을 작곡해가는 시연은 흥미로웠다. Cyclotron은 웹에 공개되어 있는 상태이며, ChucK과 Processing을 다룰 수 있는 사람이라면 누구나 시도해볼 수 있다.

CSound 프로그램을 VST, LADSPA 플랫폼에서 사용할 수 있는 플러그인 형태로 변환해주는 생성기에 대한 논문도 발표되었다. Cubase나 Ableton Live와 같은 VST 호스트 어플리케이션에서 직접 CSound의 오케스트라와 스코어 파일을 재생하거나, CSound Synthesizer를 VST Instrument와 같은 방식으로 사용할 수 있다는 것은 꽤 놀라운 일이다. 사용자 편의성이 극대화 된 DAW에 CSound의 강력한 신호처리 및 음합성 기술을 함께 사용할 수 있다는 사실은 커다란 시너지를 일으키기에 충분하다. 현재 LADSPA 버전은 이미 CSound 5 패키지에 포함이 되어있는 상황이며, VST 버전은 곧 공개될 예정이라고 한다. 곧 AU(Audio Unit) 플랫폼에서도 사용할 수 있기를 바란다.

인공지능 및 Generative Media 분야에서 종종 언급되는 Swarm Intelligence(SI)를 사용한 작곡 시스템을 소개하는 논문도 주목할 만 했다. 주로 동물, 미생물 등의 생태를 시뮬레이션 할 때 사용되는 SI를 음악 창작이나 연주에 접목시키는 것을 목적으로 하며, 스위스 취리히의 ICST(Institute for Computer Music and Sound Technology)에 의해 ISO(Interactive Swarm Orchestra)라는 이름의 프로젝트로 진행되고 있었다. 논문 발표는 이 프로젝트의 첫 번째 결과물을 발표하는 것으로, 프로그래밍을 위한 프레임워크를 공개하는 자리였다.

이 프레임워크는 음악적 실험을 위한 ISO Synth와 Swarm 알고리즘의 그래픽 시뮬레이션을 위한 ISO Flock으로 구성되어 있으며, 프레임워크는 C++ 언어로 개발되었으나 프로그래밍 언어에 익숙하지 않은 사람들도 사용가능 하도록 제작되어 있었다. ISO는 인공지능



ISO Flock

에 기반을 둔 오디오비주얼 아트를 위한 또 하나의 새로운 솔루션이 될 수 있을 듯하다.

매 해 마다 마주치게 되는 반가운 얼굴 들을 이번 ICMC에서도 만날 수 있었다. 연세대학교의 이인권 교수와 유민준은 포스터 세션 현장에서 새로운 기술을 소개하고 있었는데, 그 주제는 <피아노 연습을 위한 특정 패턴 탐색>이었다. 사용자가 특정 형태의 연주를 시스템에 입력하면, 시스템은 입력된 연주의 패턴과 가장 흡사한

내용을 지닌 연습곡을 찾아 사용자에게 출력해주는 것이 그 핵심이었다. 매우 실용적인 내용으로 상업성까지도 충분히 갖춘 기술이었으며, 포스터 세션 당시에도 많은 이들이 관심을 보였다.

알고리즘 작곡 분야는 보다 높은 단계의 인공지능을 도입하려는 시도가 계속되고 있다. 특히, 앞서 발표된 ISO의 Swarm Intelligence외에도 Machine Learning과 Agent 기술을 사용한 시도도 있었다. 특히 이 페이퍼 세션은 실시간으로 인간과 함께 즉흥연주가 가능한 Agent를 설계, 제작하는 것을 주제로 했는데, 그 이름도 <Improvagent>였다. ISO 페이퍼 세션과 마찬가지로 라이브러리 및 프레임워크를 제공하는 것이 주된 발표의 내용이었다.

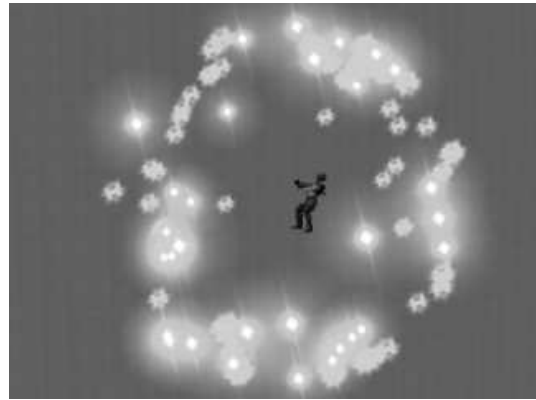
현재로서는 단순한 반주 생성 정도가 현재 상업적으로 사용되고 있는 알고리즘 작곡의 전부이지만, ICMC에서 해마다 공개되고 있는 새로운 인공지능 기법을 사용한 알고리즘 작곡 기술들의 추세를 감안한다면 머지않아 실용적으로도 사용가능한 소프트웨어들이 등장할 것으로 예상된다.

당대 최고의 게임엔진으로 평가 받던 Quake 엔진이 오픈소스로 전환되면서, 많은 수정판이 세계의 개발자들에 의해 수정 및 개발되고 있다. 개인적으로는 ICMC에서 가장 재미있었던 페이퍼 세션인 q3osc는 Quake엔진이 제공하는 1인칭 슈팅 게임 환경, 네트워킹 플레이 환경을 음악의 영역으로 가져왔다. q3osc가 공간내의 캐릭터, 오브젝트(게임 내의 탄환, 부유물)들의 좌표를 OSC(OpenSound Control)를 이용하여 출력하고, Super Collider, ChucK은 그 데이터를 기초로 하여 음향을 출력한다. 다중 유저의 게임 공간이 다중 유저가 함께 간단한 음악을 만들 수 있는 공간으로 바뀌는 것이다. 특히 상영된 시연

영상은 CCRMA에서 <SLOrk: Stanford Laptop Orchestra>에 의해 협연된 것으로 좋은 인상을 남기는 데는 부족함이 없었다.

이번 ICMC의 패널 세션 중 가장 많은 이들이 관심을 보였던 것은 단연 '다중 코어컴퓨팅'을 주제로 하는 세션이었다. CNMAT의 David Wessel과 Stanford의 Ge Wang을 비롯하여 Roger Dannenberg, Miller Puckette 등의 당대 최고의 연사들이 한 자리에 모여 현재 컴퓨터 업계의 화두인 다중 코어 CPU를 어떻게 사용해야 하는가를 논의하였다.

전체적인 패널들의 발언을 요약하면 다중 코어 시스템을 긍정적으로 받아들이는 쪽과 부정적이거나 큰 의미가 없다는 입장을 가지는 쪽으로 나뉘었다. 특히, Miller Puckette은 이미 오래전에 병렬처리 시스템이 컴퓨터 음악의 작곡에 사용된 바가 있으며, 이로 인해 발생하는 복잡성이 큰 문제가 될 것이며 그 문제가 해결하기 위해 쏟아야 할 에너지와 시간이



q3osc의 시연 영상

만만치 않음을 지적했다. 반면에, 새로운 오디오 프로그래밍 언어인 ChucK을 통해 널리 알려진 Ge Wang은 보다 다중 코어 기술을 긍정적인 시각으로 바라보았는데, 특히 병렬 처리를 위한 새로운 소프트웨어 개발 기법이 빠르게 도입되고 있음을 지적하며 곧 공개될 Mac OSX 10.6(Snow Leopard)을 사례로 들었다.



Panel Session

8월 24일 저녁, Whitla hall에서의 오프닝 콘서트로 ICMC 2008의 콘서트 세션이 시작되었다. 컨퍼런스 기간 동안 2회의 점심 콘서트(lunchtime concert)와 저녁 콘서트(evening concert), 밤 콘서트(late night concert)의 구성으로 매일 4회의 콘서트가 개최되었다. 정해진 시간의 콘서트 이외에도 아침 9시부터 저녁 6시까지 계속되는 상설전시(continuous presentation)가 마련되어 있어 언제라도

음악 작품을 즐길 수 있었다.

7일의 ICMC 콘서트를 위해 200여곡의 음악 작품이 선별되었는데, 이 중 7곡이 한국 작곡가들의 작품이었다. 각 콘서트는 Joel Ryan, Elliott Sharp, George Lewis, Mark Applebaum, Simon Waters, Pamela Z, Adrian Moore, Nick Collins 등 8명의 음악 큐레이터에 의해 기획되었다.



Roots Ensemble

ICMC 콘서트 세션의 시작을 알린 오프닝 콘서트는 루츠 앙상블(Roots Ensemble)의 연주를 위한 작품들로 구성되었다. 플루트와 알토 색소폰의 멀티포닉 사운드의 효과를 잘 살린 Mikel Kuehn의 'Crack'을 비롯하여 어쿠스틱 악기와 일렉트로 어쿠스틱을 위한 9곡의 작품이 연주되었다. 오프닝 콘서트가 열린 Whitla hall에서는 매일 저녁 콘서트가 개

최되었는데, 월요일 저녁 공연에서는 미국 스탠포드와 벨파스트간의 네트워크상의 피드백 딜레이를 사용한 Juan-Pablo Caceres와 Alain B. Renud의 'Net:Disturbances'가 눈길을 끌었다.

오후 12시 15분과 1시 30분에 하루 2회씩 열린 점심 콘서트는 SARC의 The Sonic Lab에서 열렸다. 좋은 음향으로 음악을 감상할 수 있었지만, 장소가 협소한 관계로 ICMC 참가자들은 두 번의 콘서트 중 선택한 하나의 콘서트에만 참석할 수 있어 아쉬움이 남았다.

Pamela Z에 의해 선정된 작품들로 구성된 화요일 점심 콘서트는 "Presence of Body"라는 주제로 이루어졌다. 이 콘서트는 김마리나의 테입음악작품인 'in sich selbst'로 시작하였다. 제목에 'being in itself'라는 의미를 담고 있는 이 곡은 인간의 감정을 나타내는 언어들을 사용하여 소리의 알갱이를 만들고 그 알갱이들이 음향덩어리를 이루어



Net: Disturbances

음악이 완성되는 전체적으로 탄탄한 구조를 가진 수준 높은 작품이었다.

뒤이어 조희영의 오디오비주얼 작품인 'The Voice of the Sun'이 발표되었다. 한국의 전통 성악곡인 여창시조를 그래놀러 합성법으로 재구성한 곡을 태양의 이미지와 결합시킨 작품이었으며, 여창의 오묘한 느낌과 추상적인 영상이 적절히 이루어져 국악에 대한 새로운 인상을 남긴 훌륭한 작품이었다.



Time Sculptures III

수요일 점심 콘서트의 곡들 역시 Pamela Z에 의해 선곡되었는데, 이 콘서트는 “Presence of Mind”란 주제로 구성되었다. 이 콘서트에는 독일에서 활동하고 있는 여계숙이 'Time Sculptures III'를 발표하였다. 이 작품은 각자 다른 속도로 경험하는 시간에 관하여 표현한 음악, 영상, 퍼포먼스가 결합된 멀티미디어 작품으로 성악가이기

도 한 작곡자 본인이 직접 무대 위에서 퍼포먼스를 펼쳐 관객들의 좋은 반응을 얻었다.

목요일 점심 콘서트에서는 김석준이 Italo Cavino의 소설 <Invisible Cities>로부터 영감을 받아 창작한 5채널 테입음악작품인 ‘Welcome To Halsa’를 발표하였다. 이 작품은 이번 ICMC의 미대륙 우수 작품으로 선정되었다.

신성아의 ‘spring flowing’는 금요일 점심 콘서트에서 발표되었다. 장은주가 흑백필름을 사용하여 만든 영상과 아날로그 사운드가 결합된 오디오비주얼 작품으로, 영상과 음향의 텍스처가 훌륭하게 조화를 이룬 작품이었다.

상설 전시에서는 두 명의 한국 작곡가의 작품이 발표되었다. 캠퍼스 내의 Great Hall에서 열린 월요일에는 홍민희의 다채널 테입음악 작품인 ‘A Large Bee's Flight Ver. 4’이 발표되었다. 커다란 벌이 내 주위를 돌아다니는 듯 사운드가 청자의 주위를 자유롭게 부유하는 듯한, 다채널의 스피커를 이용한 공간감이 잘 표현된 작품이었다.

영상과 음악이 결합된 멀티미디어 작품들로 구성된 목요일의 상설전시는 SARC의 멀티미디어 룸에서 이루어졌다. 여기서 윤지원의 ‘Phantasma 2007’가 발표되었는데, 레코딩된 피아노와 타악기 음색을 소재로 CLM(Common Lisp Music)에 의해 처리된 컴퓨터 음악과 여운승의 <Woonogram>에 의한 영상화가 훌륭하게 어우러진 작품이었다.

컨퍼런스 기간 중 매일 밤 Mandela Hall에서 열린 콘서트는 클럽에서 진행되는 것과 같이 자유로운 분위기에서 맥주나 음료를 마시면서 관람이 가능하였다. 편안한 분위기에서 연주되는 콘서트인 만큼 점심과 저녁 콘서트에 비해 실험적인 작품들이 많이 연주되었다. 그 중 월요일에 연주된 Allison Ogden과 Krzysztof Wolek의 'Enter the Turtle'는 두 명의 연주자(작곡가)의 두 대의 랩탑만으로 Max/MSP를 이용한 즉흥 연주를 보여주었다.



MoPhOrc: Mobile Phone Orchestra

또한 목요일에 연주된 George Essl, Ge Wang, Henri Penttinen, Jonathan Middleton의 'MoPhOrc: Suite for Mobile Phone Orchestra'은 휴대전화를 악기로 이용한 4개의 조곡으로 많은 이들의 관심을 끌었다.

마지막 공연인 금요일 밤 공연에서는 컨퍼런스 기간 동안 선정된 5명의 랩탑 즉흥연주자와 아이리시 전통 음악가들의 협연으로 ICMC 2008의 대미를 장식하였다.

마치며

Queen's University에서 개최된 2008년도 ICMC는 행사 진행의 준비성과 매끄러움에 있어 매우 안정된 모습을 보여주었다. 특히 '세계 최고의 컴퓨터 음향 시설'이라 평가 받는 SARC(Sonic Art Research Center)의 Sonic Lab.에서 이루어진 콘서트 들은 작곡가와 엔지니어 모두에게 훌륭한 음향적 경험이었으리라 생각된다.

한국전자음악협회 학술지 〈컴퓨터음악저널 에밀레〉

7호 논문 공모

2009년 한국전자음악협회 학술지 〈컴퓨터음악저널-에밀레〉 7호의 글을 공모합니다.

〈컴퓨터음악저널-에밀레〉는 음악과 과학의 창조적인 만남, 이른바 다학제적(multidisciplinary)인 연구를 지향합니다. 체계음악학, 전자음악 및 컴퓨터음악작품의 분석, 음색합성법(sound synthesis), 음악심리학(musical psychology), 악기론, 전자적 수단을 통한 새로운 악기의 개발, 음악적 소프트웨어공학, 음악적 인공지능(AMI : Artificial Musical Intelligence), 컴퓨터의 지원을 받는 작곡 및 분석(Computer-aided Composition/Analysis), 자동작곡(Automatic Composition)등이 〈컴퓨터음악저널-에밀레〉가 받아들이고 연구하려는 학문영역들입니다.

이러한 컴퓨터음악 전반에 걸친 다양한 주제로서 학술논문, 논문 번역문, 작품분석, 음악회 후기, 인터뷰 등 다양한 형태로 모집합니다. 원고는 hwp포맷으로 국문초록, 저자약력을 기입하여 보내주시기 바랍니다. 원고 샘플파일은 한국전자음악협회 홈페이지 <http://www.keams.org> 에서 다운로드 가능합니다. 논문 마감일은 2009년 11월 1일이며 보내실 곳은 남언정 unjungnam@gmail.com 입니다. 많은 응모 바랍니다.

제5차 한국전자음악협회 학술대회 발표논문 공모

한국전자음악협회는 학술지 〈컴퓨터음악저널-에밀레〉의 발행과 더불어 매년 학술대회를 열어 컴퓨터음악의 저변확대와 연구 성과의 발표의 장으로 삼고 있습니다. 학술대회는 매년 11월-12월 중에 열리며 다양한 분야의 음악가와 과학자가 함께 참여하고 있습니다. 또한, 신진 컴퓨터음악인으로부터 최신의 컴퓨터음악 및 기술연구의 소개의 장으로도 활용되고 있습니다.

학술대회 발표를 원하시는 분은 A4용지 한 장 정도의 분량에 발표논문 제목, 요약문, 저자소개 및 연락처를 기입하셔서 2009년 11월1일 자정까지 제출해 주시기를 바랍니다. 보내실 곳은 남언정 unjungnam@gmail.com 입니다. 많은 참여 바랍니다.

■ 서울국제컴퓨터음악제 2010 작품 공모

한국전자음악협회는 서울국제컴퓨터음악제 2010에 연주될 작품들을 공모합니다.

공모 분야

1. 테입음악
2. 악기(8명 이내)와 전자음악(테입 혹은 라이브)
3. 라이브 전자음악
4. 오디오-비주얼 미디어 작품

공모 규정

1. 작품은 2007년 이후 작곡된 것이어야 함
2. 작품의 길이는 15분 이내여야 함
3. 악기를 동반한 전자음악일 경우 연주자는 8명 이내여야 함
4. 특수한 악기를 동반한 음악일 경우 작곡가의 책임 하에 악기와 연주자를 동반하여야 함
5. 모든 작품은 8채널까지만 가능
6. 둘 혹은 그 이상의 작품을 제출할 수 있음

공모 접수 마감 (온라인)

- 2009년 12월 1일 (월) 오후6시 (서울 시각, UTC+9)

접수 방법

1. 접수는 온라인 접수만 가능함
 - 웹하드(<http://www.webhard.co.kr/>)에 접속
 - 아이디: computermusic / 비밀번호: guest
 - '올리기 전용' 폴더에 자신의 이름으로 폴더를 만든 후 아래와 같은 파일 업로드
2. 작품 파일 업로드
 - 오디오 파일은 반드시 mp3, 스테레오 버전으로 올릴 것

- 라이브 전자음악일 경우: 녹음된 오디오 파일(있을 경우, mp3)과 관련 파일(패치, 도큐먼트, 프로그램 등)을 업로드
- 악기를 동반한 전자음악일 경우 반드시 악보 (PDF) 업로드
- 오디오-비주얼 작품일 경우: 영상 파일은 mpeg, mov, avi 등의 포맷으로 올리되, 전체 용량이 200MB를 넘지 않게 할 것

3. 다음 정보를 담은 도큐먼트 파일 업로드 (포맷: TEXT, RTF, PDF, DOC, HWP 중 택일)

- 성명
- 성별
- 국적
- 전화 (휴대전화)
- 이메일
- 홈페이지 (있을 경우)
- 작품제목
- 작품길이
- 공모분야
- 악기 (있을 경우)
- 오디오 아웃풋 채널 수
- 프로그램 노트
- 프로필
- 연주시 특별히 필요한 요구 사항 (있을 경우)

4. 기타 사항

- 올려진 파일은 다른 사람이 절대 다운로드 할 수 없으니 안심하세요.
- 올려진 파일은 수정하거나 지울 수 없습니다. 파일을 다시 업로드해야 할 필요가 있다면, 다른 이름으로 다시 올려주시기 바랍니다.
- 올려진 파일은 접수가 완료된 후 수 일 내에 웹하드에서 삭제됩니다.
- 온라인 제출이 불가능할 경우 이메일로 문의 바람.

지원정책

1. 당선된 작품의 연주에 필요한 비용(연주자 사례비, 악기 렌탈비 등)은 본 회가 지불합니다.
2. 공모에 당선된 해외 거주 작곡자가 한국에 방문하는 경우, 음악제 기간 동안 숙박 비용을 지불합니다.
3. 특별한 이유로 작곡자가 연주자를 대동하는 경우 연주자의 숙박 비용 또한 지불합니다.

* 이 정책은 본 회의 사정에 따라 변경될 수 있습니다.

문의 및 기타 정보

master@keams.org

<http://www.computermusic.or.kr>

회장 임영미

fest-m 2009 작품 공모

fest-m은 젊고 개성있는 작곡가들의 컴퓨터음악이 공연되는 축제입니다. fest-m은, 한국전자음악협회가 주최하고 (주)미디랜드가 후원해 온 한국컴퓨터음악대회가 10주년을 맞이하여 새롭게 변화한 음악 축제로, 매년 공모를 통해 선정된 작품이 연주됩니다. 올 해에도 젊은 작곡가 여러분들의 많은 응모를 바랍니다.

fest-m 2009는 4월중 열릴 예정입니다.

응모 작품 분야 :

1. 테이프음악
2. 라이브 전자음악 (인성 혹은 악기와 전자음악)
3. 오디오-비주얼 작품

제출 할 것 :

1. 다음 항목을 담은 문서
 - 성명
 - 성별
 - 생년월일
 - 전화 (휴대전화)

- 이메일
- 작품제목
- 작품길이
- 공모분야
- 악기 (있을 경우)
- 오디오 아웃풋 채널 수
- 프로그램 노트
- 프로필
- 연주시 특별히 필요한 요구 사항 (있을 경우)

2. 작품 해설

3. 관련 자료 (악보, 녹음, 공연을 위한 Max 패치, 비디오 등)

4. 공연에 필요한 장비 목록 및 세팅

응모 마감 :

2009년 2월27일(금) 오후4시 (당일 우체국 소인 우편물은 유효합니다.)

보낼 곳 :

서울특별시 성동구 행당동 17번지 한양대학교 1층 전자음악조교실 (Tel. 02-2220-1709)

응모 규정 및 참고 사항 :

1. 1974년 1월 1일 이후 출생 작곡가
2. 작품의 길이는 15분 이내
3. 한국전자음악협회에서는 공연장 및 공연장비를 제공하며, 피아노를 제외한 악기 및 연주비용은 지원하지 않습니다.
4. 별도의 응모 접수비는 없습니다.
5. 응모된 작품은 예선 심의를 거쳐 3월16일(월), 한국전자음악협회 홈페이지(<http://www.keams.org>)에 공지됩니다.
6. 공연당일 실연심사를 통해 공연의 최우수작은 '서울국제컴퓨터음악제 2009'에 초대될 수 있습니다.

더 자세한 문의 : master@keams.org