

한국전자음악협회(KEAMS) 학술지 제7호

컴퓨터음악저널 에밀레

편집위원

여운승 카이스트 교수

이돈응 서울대학교 교수

임영미 한양대학교 교수

남언정 백석대학교 교수

본 학술지는  한국문화예술위원회의 지원에 의해 제작되었습니다.

차례

I. 논문

1. 유민준, 이인권
공간 채움 곡선을 이용한 알고리즘 작곡 9
2. 이교구, Markus Cremer
음악에서의 보컬 신호 인식을 위한 트레이닝 데이터 자동주석기법 연구 29
3. 박시화, 김승훈, 이사무엘 29
COMPath: 인터랙티브 맵 인터페이스 기반의 음악 작곡 환경 43
4. 여운승
텔레매틱 음악 공연 ResoNations를 통하여 본 네트워크 공연 59

II. 후기

4. 이사우
서울국제컴퓨터음악제 2009 77
5. 여운승
International Conference on New Interfaces for Musical Expression(NIME) 2009 85

I. 논문

유민준 · 이인권

공간 채움 곡선을 이용한 알고리즘 작곡

이교구 · Markus Cremer

음악에서의 보컬 신호 인식을 위한 트레이닝 데이터 자동주석기법 연구

박시화 · 김승훈 · 이사무엘

COMPath: 인터랙티브 맵 인터페이스 기반의 음악 작곡 환경

여운승

텔레매틱 음악 공연 ResoNations를 통하여 본 네트워크 공연

공간 채움 곡선을 이용한 알고리즘 작곡

유민준*, 이인권**

〈요 약〉

공간 채움 곡선(space-filling curve)은 임의의 공간 안에 있는 모든 점을 한 번씩 지나
는 곡선의 형태를 뜻한다. 이 공간 채움 곡선은 재귀성, 자기 유사성, 지역성 등의 여러 가
지 특징을 지닌다. 본 논문에서는 이러한 공간 채움 곡선을 소개하며, 이 곡선을 이용하여
알고리즘 적으로 작곡을 할 수 있는 방법을 소개한다. 한 가지 작곡의 예로서 쇤베르크의
음열도표(twelve tone matrix)를 이용한 음열음악 작곡에 힐버트(Hilbert) 공간 채움 곡선
이 사용될 수 있음을 보이고, 여러 종류의 공간 채움 곡선과 공간 채움 곡선의 다차원적인
확장 등을 소개한다. 공간 채움 곡선을 이용하면, 작곡가가 원하는 여러 종류의 음악적 요
소를 한 곡에서 동일한 빈도로 나타나게 할 수 있을 뿐 아니라, 공간 채움 곡선이 지니는
다양한 특성을 갖는 시퀀스 형태로 생성할 수 있다.

검색어: 알고리즘 작곡, 공간 채움 곡선, 음열도표

* 필자는 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정에 재학 중이다. debussy@cs.yonsei.ac.kr

** 필자는 연세대학교 컴퓨터과학과 부교수로 재직 중이다. iklee@yonsei.ac.kr

서론

알고리즘 작곡(Algorithm Composition)은 오래전 기욤 뒤파이(Guillaume Dufay)의 모테트나 모차르트의 <장난스러운 주사위 게임>(Musikalisches Würfelspiel) 등에서 알 수 있듯이, 매우 오래전부터 작곡가들에게 새로운 곡에 대한 영감을 불러 일으키는 역할을 해왔다. 이 작곡법은 컴퓨터라는 뛰어난 계산기기의 발전과 함께 더욱 다양한 형태로 발전해 왔으며, 작곡가의 간섭이 얼마나 필요하나에 대한 오래된 논란을 뒤로 하고라도, 현재까지도 많은 작곡가들에게 자신의 음악적 다양성의 확장을 위한 좋은 수단으로 유용하게 사용되고 있다.

많은 종류의 알고리즘 작곡 기법이 소개되고 있지만, 기본적으로는 여러 가지 수학적 혹은 물리적 모델, 문법(Grammars), 인공지능 기술(예: 유전 알고리즘)의 바탕에 확률적은 값을 파라미터로 하여 전체의 음악, 혹은 음악적 모티브, 음색 등을 생성하는 방법이 가장 많이 사용되고 있다[Roads 96; Miranda 01]. 예를 들어, 오토마타(Automata)의 각각 상태(State)들에 음악적인 의미를 할당한 후, 이 상태들 간의 전위에 확률을 할당하여 연속적인 음악적인 시그널을 생성한다든지, 음악적 의미를 지닌 파티클들을 물리적인 파티클 시뮬레이션을 수행하여 이로 생기는 우연성을 이용하여 음악을 생성한다든지 하는 시도가 이루어지고 있다. 이는 작곡가의 의도에 따른 초기 구성과 확률 파라미터의 값, 그리고 도출된 음악적 결과물의 작곡가의 해석 및 수정에 따라 매우 다양한 결과값들이 생성될 수 있다는 특징이 있다.

본 논문에서는 공간 채움 곡선이라는 새로운 형태의 수학적인 알고리즘을 이용한 알고리즘 작곡법을 제안하고자 한다. 공간 채움 곡선(Space-Filling Curves)[Sagan 94]은 일정 공간 안에 있는 모든 점을 한 번씩 지나는 곡선의 형태를 말하는 것으로, 다차원의 공간을 하나의 선으로 모델링할 수 있다는 장점을 지니기 때문에 다양한 분야에서 사용되고 있는 유용한 수학적 알고리즘이다. 본 논문에서는 공간 채움 곡선을 이용한 한가지 작곡 알고리즘의 예로써, 쇤베르크의 음열도표(twelve tone matrix)를 이용한 음열음악 작곡에 공간 채움 곡선이 사용될 수 있음을 보인다. 공간 채움 곡선은 단순한 직선의 형태가 아닌 여러 직선들이 패턴을 이루면서 이루어지는 형태이기 때문에, 더욱 복잡한 형태의 음열 시퀀스

를 생성할 수 있으며, 그러면서도 패턴에 따른 움직임이 함께 하기 때문에, 일정한 반복성이 나타나게 된다. 또한 공간 채움 곡선의 특성상 음열도표의 모든 점을 한 번씩 지나기 때문에, 전체 음악에서 모든 음이 동일한 비율로 사용되어야 한다는 기준을 만족하게 된다. 엄밀한 의미의 음열음악은 ‘어떤 음이 반복되기 전에 모든 12음을 사용하는 음악’으로 정의하고 있지만, 본 논문에서는 ‘전체 음악에서 반음계의 12음의 개수가 동일하게 사용되는 음악’으로 정의를 조금 약화하여 음열음악을 생성한다.

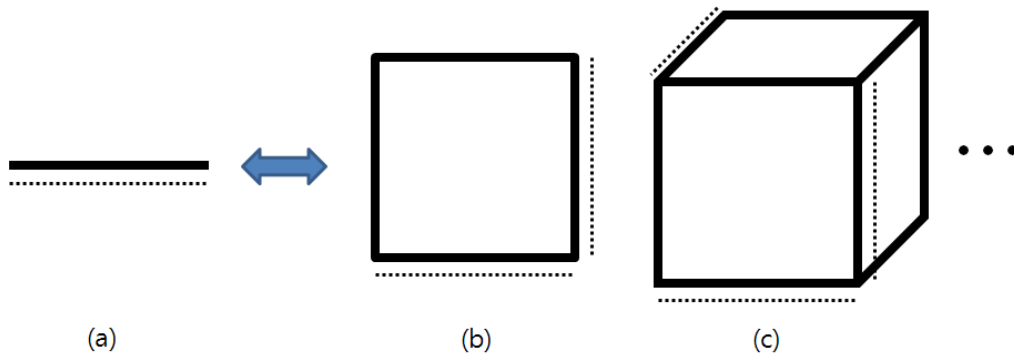
논문에서 사용하는 공간 채움 곡선은 힐버트 곡선(Hilbert Curves)를 이용한다. 힐버트 곡선은 직관적이면서도 알고리즘적으로 쉽게 정의가 가능하며, 다차원으로 확장이 용이한 특징을 갖기 때문에 다양한 공간 채움 곡선 중에서도 특별히 사용빈도가 높은 곡선이다. 본 논문에서도 더욱 용이한 설명을 위하여 이 곡선을 이용한 음열음악 생성에 대하여 설명하고자 한다.

본 논문에서는 음열음악의 생성에 공간 채움 곡선을 사용하는 예를 보이지만, 음열도표 형태의 도표 형태에 어떤 음악적인 요소를 위치하느냐에 따라 매우 다양한 형태로 응용될 수 있다. 또한 어떤 형태의 공간 채움 곡선을 사용하느냐에 따라서도 같은 도표 안에서도 다른 시퀀스가 생성될 수 있다. 또한 공간 채움 곡선은 다차원으로도 확장이 가능하기 때문에, 여러 가지 음악적 요소를 한꺼번에 고려한 음악의 시퀀스를 생성해낼 수도 있다.

공간 채움 곡선

공간 채움 곡선의 정의

공간 채움 곡선(Space-Filling Curve)은 일반적으로 2차원 혹은 3차원 공간 안의 모든 점을 지나는 밀도있는 곡선을 뜻한다. 더욱 엄밀히 정의하면, 하나의 곡선이 유닛 인터벌(unit interval) 사이에 정의되어 있을 때, 이 인터벌과 유닛 스퀘어(unit square; 2차원의 경우) 혹은 유닛 큐브(unit cube; 3차원의 경우)와 연속적으로 매핑을 이루는 경우를 뜻한다(그림 1). 수학적으로 유닛 인터벌은 시작이 0, 끝이 1인 구간을 의미하며, 유닛 스퀘어는 유닛 인터벌이 2차원으로 확장된 형태, 유닛 큐브는 유닛 인터벌이 3차원으로 확장된 형태를 의미한다.



(그림 1) 공간 채움 곡선의 정의. 임의의 곡선이 유닛 인터벌([0,1])(a)에 정의되어 있을 때, 이 유닛 인터벌과 유닛 스퀘어([0,1]x[0,1])(b) 혹은 유닛 큐브([0,1]x[0,1]x[0,1])(c)등과 연속적으로 매핑이 되는 경우를 뜻한다.

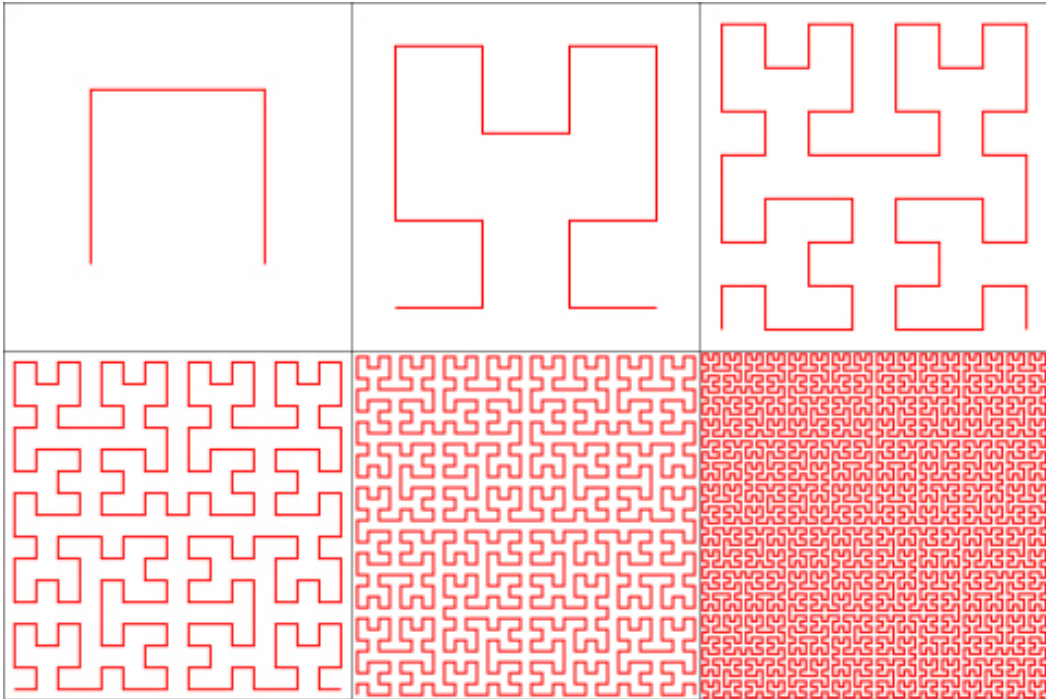
공간 채움 곡선의 특징

공간 채움 곡선은 함수적인 의미로, 단사(injective)적이지는 않지만, 전사(subjective)적인 특징을 지니고 있다. 또한 이 곡선은 유닛 인터벌과 유닛 스퀘어 혹은 유닛 스퀘어 간의 카디널리티(cardinality: 집합의 원소의 개수)가 동일함이 증명되어 있다[Sagan 04]. 이는

공간 채움 곡선을 처음부터 끝까지 탐색하면, 이 곡선이 채우고 있는 2차원 혹은 3차원의 모든 원소들은 한 번씩 모두 탐색할 수 있음을 의미한다.

그림 2에서 이 의미를 더욱 직관적인 형태로 나타내었다. 그림 2에서 6개의 정사각형들을 볼 수 있는데, 첫 번째 정사각형에 4개의 원소(점)이 존재한다고 가정해보자. 이는 3개의 연속된 직선으로 4개의 원소를 모두 지날 수 있다. 첫 번째 정사각형 안에 직선이 4개의 원소를 모두 지나는 형태를 나타낸다. 두 번째 정사각형에서는 16개의 원소가 존재한다고 가정해보자. 이는 13개의 연속적인 직선으로 모든 원소를 다 지날 수 있다. 세 번째 정사각형에는 연속적인 직선으로 64개의 원소를 지나는 형태를 보여주고 있다. 아래편에 3개의 정사각형도 모두 2^{2^n} 개의 원소를 지나는 형태의 연속적인 곡선의 모습을 나타낸다.

즉, 공간 채움 곡선은 2차원 이상의 공간에 있는 여러 개의 원소를 하나의 연속적인 직선으로 모두 탐색할 수 있는 곡선을 의미한다.

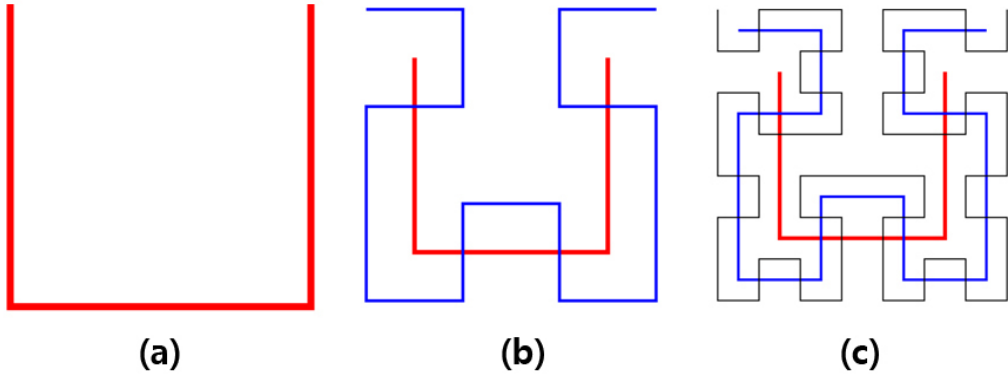


(그림 2) 힐버트 공간 채움 곡선(Hilbert Space-Filling Curve). 각각 1번부터 6번의 반복(iteration)으로 만들어지는 형태를 나타내었다.

공간 채움 곡선의 예 - 힐버트 곡선

일반적으로 공간 채움 곡선은 위의 그림에서 볼 수 있듯이, 연속적인 선형 곡선의 시퀀스들이 반복적으로 적용됨으로써 구성된다. 본 논문에서는 여러 종류의 공간 채움 곡선 중 힐버트(Hilbert) 곡선을 사용하였다(그림 2)[Hilbert 91]. 힐버트 곡선은 독일의 수학자 다비드 힐버트(David Hilbert)가 1891년에 처음으로 소개한 공간 채움 곡선으로, 알고리즘적인 표현이 간단하며 지역성(locality)이 잘 표현된다는 장점이 있다.

힐버트 곡선을 포함한 공간 채움 곡선은 일반적으로 반복(iteration)이 될수록 더욱 조밀하게 공간을 채우게 되며, 반복되는 순서를 오더(order)라고 부른다. 그림 3에서는 반복으로 생성되는 힐버트 곡선의 모습을 나타내며, 3번의 반복된 형태를 나타낸다.



(그림 3) 3번의 반복된 형태의 힐버트 곡선. (a) 첫 번째 오더, (b) 두 번째 오더, (c) 세 번째 오더.

이렇게 반복적으로 이루어지는 형태를 재귀적인 형태라고도 부르며, 재귀적인 형태로 이루어지는 알고리즘은, 표현 및 구현이 간단하다는 장점이 있다. 아래에는 L-시스템으로 표현한 힐버트 곡선을 나타내었다.

```

Alphabet: L, R
Constants: F, +, -
Axiom: L
Production Rules:
L -> +RF-LFL-FR+
R -> -LF+RFR+FL-
    
```

또한 힐버트 곡선의 구현을 위한 내용 및 구현 예제도 인터넷에서 다양하게 찾을 수 있다.

음열음악 생성 예제

음열도표

쇤베르크(A.Schönberg)가 제안한 음열도표는 12개의 음으로 구성되어 있는 음열과 그 음열의 세 가지 변형들, 즉 전위, 역행, 전조를 포함하는 형태로 되어있다(그림 4).

		original →										
mirror ↓	0	3	1	2	10	8	7	6	5	4	9	11
	9	0	10	11	7	5	4	3	2	1	6	8
	11	2	0	1	9	7	6	5	4	3	8	10
	10	1	11	0	8	6	5	4	3	2	7	9
	2	5	3	4	0	10	9	8	7	6	11	1
	4	7	5	5	2	0	11	10	9	8	1	3
	5	8	6	7	3	1	0	11	10	9	2	4
	6	9	7	8	4	2	1	0	11	10	3	5
	7	10	8	9	5	3	2	1	0	11	4	6
	8	11	9	10	6	4	3	2	1	0	5	7
	3	6	4	5	1	11	10	9	8	7	0	2
	1	4	2	3	11	9	8	7	6	5	10	0
		retro ←										

(그림 4) 음열도표 예제. 가장 첫 번째 행에는 원형 음열이, 첫 번째 열에는 원형 음열이 전위된 형태로 되어 있으며, 나머지 행에는 각 행의 첫 번째 열의 음을 중심으로 원형 음열이 전조된 형태의 음열이 나열되어 있다.

음열도표의 가장 첫 행은 원형 음열(O)이 위치한다. 예를 들어, 그림 4에서 원형 음열은 ‘0, 3, 1, 2, 10, 8, 7, 6, 5, 4, 9, 11’의 형태를 띠고 있다. 이 숫자는 피치 클래스(pitch class)를 의미하는 것으로, 예를 들어 0은 ‘C’, 1은 ‘C#’, 11은 ‘B’ 음을 가지는 음들의 집합을 나타낸다.

이 도표의 가장 첫 열에는 원형 음열의 전위형태(inversion 혹은 mirror)가 위치한다. 음열의 전위 형태는 평균 음을 기준으로, 높은 음은 낮게, 낮은 음은 높게 변형시킨 것으로,

$$(12 - P) \bmod 12$$

와 같이 계산 될 수 있다. P는 음열의 피치 클래스를, mod는 모듈러 연산자를 의미한다. 모듈러 연산자는 앞의 값을 뒤의 값으로 나눈 후 나오는 나머지 값을 출력하는 연산자이다. 즉 mod 12 연산자를 취하면 나오는 모든 값들은 0에서 11사이의 값이 나오게 된다.

음열도표의 나머지 행은 각 행의 첫 번째 열에 위치한 값을 기준으로 원형 음열을 전조(transpose) 시킨 값이 위치하게 된다. 이 값들 역시 mod 12 연산자가 취해진다. 식으로 표현하면 다음과 같다.

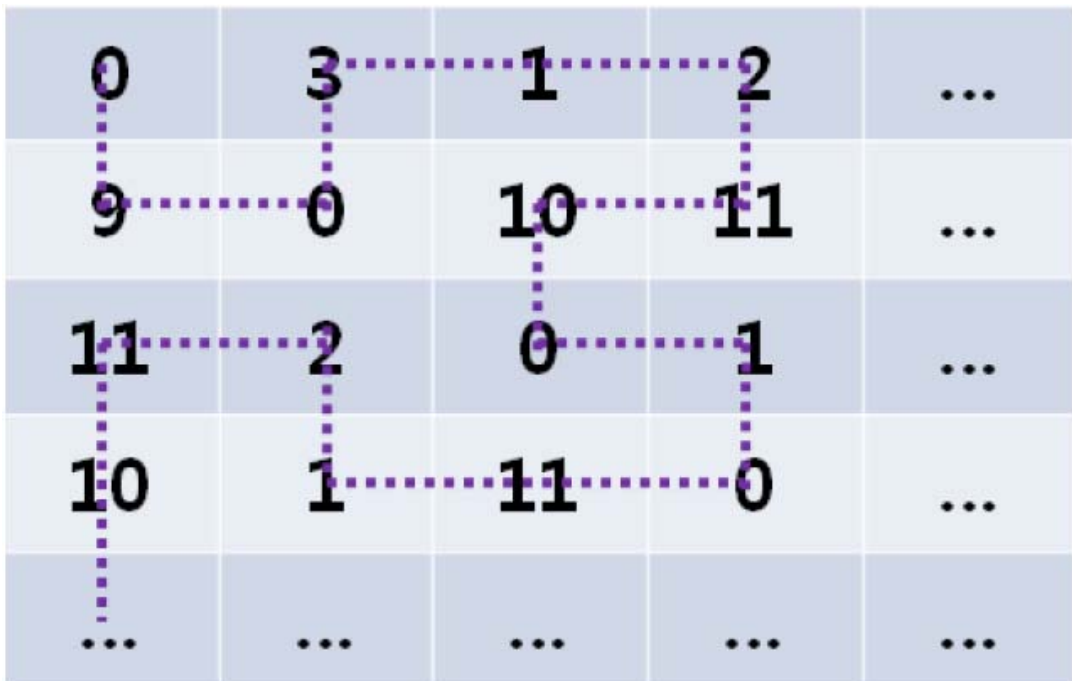
$$(F + P) \bmod 12$$

여기에서 F는 가장 첫 열에 위치한 음의 피치 클래스를 의미한다. 예를 들어, 두 번째 행의 값들은 가장 첫 번째 열에 위치한 ‘9’가 기준이 되며, 9, 12(=0), 10, 11, 19(=7), 17(=5), 16(=4), 14(=2), 13(=1), 18(=6), 20(=8)이 된다.

이 도표를 왼쪽에서 오른쪽으로 읽으면 원형 음열(O)과 원형 음열을 전조시킨 모든 음들이 나타난다. 또한 위에서부터 아래로 읽어 내려가면 전위형태(I)의 모든 전조들이 나타난다. 오른쪽에서 왼쪽으로 읽으면 원형 음열과 그 전조들을 역행(R)한 형태가 나타나며, 아래에서부터 위로 읽어 올라가면 역행전위(IR; 전위의 역행)와 그의 모든 전조들이 나타난다. 여기서 역행(retrograde)이란 음열의 순서를 앞뒤로 바꾼 형태로서, 그림 4의 도표에서 원형 음열을 역행한 음열은 ‘11, 9, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 2, 1, 3, 0’ 형태가 된다.

음열도표를 이용한 음열음악 생성

공간 채움 곡선이 음열도표 안을 탐색하는 순서에 따라, 곡선이 지나는 점에 해당하는 음열도표의 음들이 선택되면서 음정의 시퀀스가 생성되고, 이에 해당하는 음악이 생성된다(그림 5).



(그림 5) 음악 생성의 예. 힐버트 곡선으로 음열도표를 탐색하는 순서에 따라 음열 음악의 음이 결정된다.

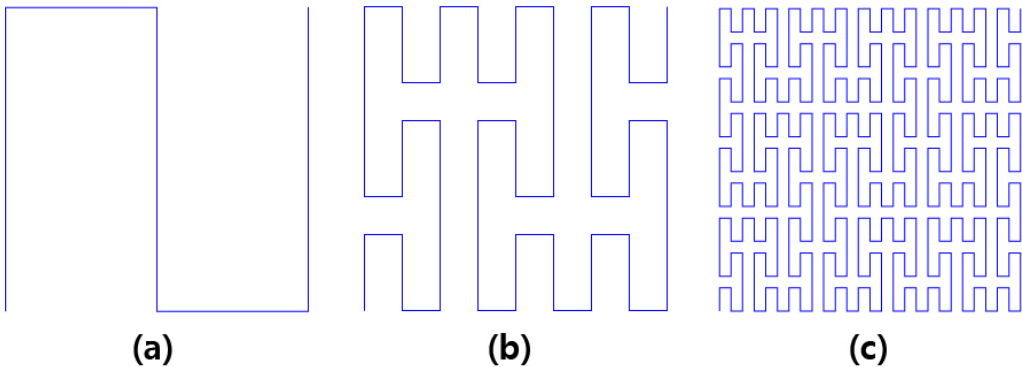
대부분의 공간 채움 곡선이 재귀적인 형태로 생성되기 때문에 2의 제곱승의 크기를 갖는 경우가 많다. 하지만 예제로 사용하고 있는 음열도표의 경우는 음이 모두 12개이기 때문에 12*12 의 크기를 갖는다. 본 논문의 구현에서는, 음열도표를 공간 채움 곡선을 이용하여 탐색하기 위하여 추가적인 빈 공간을 가지고 16*16 크기의 음열도표를 생성한 후에 이를 탐색하고, 실제 12*12 크기의 지역에 곡선이 지나갈 때의 음만을 고려하여 결과 음악을 생성하였다.

결과의 확장

다른 형태의 공간 채움 곡선

1. 피노 곡선(Peano Curve)

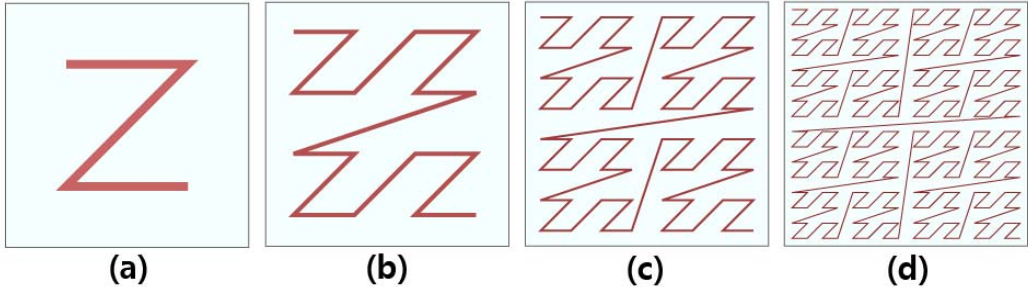
같은 음열도표를 사용하더라도 어떤 공간 채움 곡선을 사용하는가에 따라서 다양한 음악이 생성될 수 있다. 가장 최초의 공간 채움 곡선에 대한 언급은 이태리 수학자인 지우세페 피노(Giuseppe Peano)에게서 찾아볼 수 있다. 수학사에서 큰 의미를 갖는 수학자이기도 한 피노는 1890년에 유닛 스퀘어의 모든 점을 통과하는 하나의 곡선을 발견하였다. 그림 6에서 볼 수 있듯이, 이 피노 곡선(Peano Curve) 또한 재귀적인 형태로 만들어 질 수 있으며, 직선의 연속으로 이루어진 - 수학적인 용어로는 *piecewise linear continuous curves* - 곡선의 형태로 이루어져 있다. 따라서 이 또한 음열도표와 같은 형태의 도표를 탐색하는데 사용될 수 있는 형태이다.



(그림 6) 피노 곡선(Peano Curve). (a) 첫 번째 오더, (b) 두 번째 오더, (c) 세 번째 오더.

2. Z-오더 곡선(Z-order Curve)

수학자 모튼(Morton)이 1966년에 제안한 Z-오더(Z-order) 혹은 모튼-오더(Morton-order) 곡선은 간단하면서도 지역성(locality)이 잘 보존되기 때문에 컴퓨터 과학 분야에서도 종종 사용되는 형태의 공간 채움 곡선이다[Morton 66]. 이 또한 힐버트 곡선을 대체하여 도표를 탐색하는데 사용될 수 있는 형태의 곡선이다. 그림 7에서 Z-오더 곡선을 나타내었다.



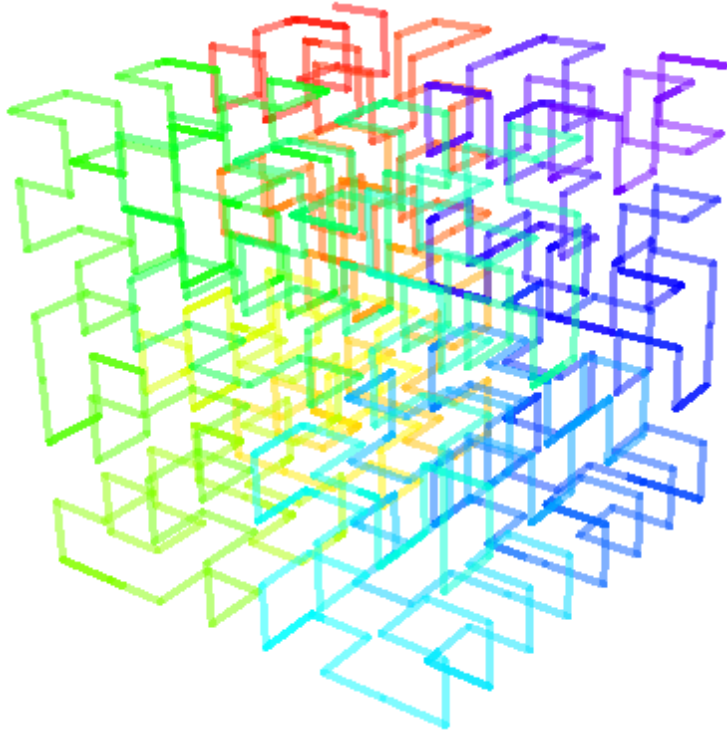
(그림 7) Z-오더 곡선(Z-order Curve). (a)~(d) 첫 번째 오더부터 네 번째 오더까지의 모습.

다차원 확장

쉬베르크가 12음 기법을 제안한 이후, 이 기법은 그 이후, 단지 각 음들뿐만 아니라 음의 길이(duration)나 세기(dynamic) 등도 음열과 유사한 형태를 갖는 형태의 음악 기법으로 발전하였다. 즉 음들의 길이와 세기들도 짧은 길이부터 긴 길이까지, 혹은 아주 작은 세기부터 아주 큰 세기까지 동일하게 나타나는 형태의 작곡 기법들이 제안되었다.

공간 채움 곡선을 이용하면, 음뿐만 아니라 다른 요소들도 함께 고려할 수 있는 음악 생성도 가능하다. 대다수의 공간 채움 곡선은 간단한 형태의 L-시스템으로 반복적으로 구성이 가능하기 때문에, 다차원으로 확장이 가능한 곡선 형태가 많다. 그림 8의 경우 3차원으로 확장된 힐버트 곡선의 형태를 나타내었다.

음정들로 구성되어 있는 2차원 음열도표에서 추가로 3차원 축을 구성하여 이를 음의 길이 혹은 세기로 매핑을 한 후, 3차원 공간 채움 곡선으로 이 공간을 탐색하면, 음정 외에도 길이 혹은 세기가 변형되는 음악을 생성할 수 있다. 또한 길이와 세기를 각각 축으로 설정한 후 4차원 곡선을 이용하여 음의 길이 및 세기가 모두 동일한 빈도로 나타나는 음악을 생성할 수도 있다.



(그림 8) 3차원으로 확장된 힐버트 곡선

결과 및 토의

공간 채움 곡선의 음악 형태

공간 채움 곡선은 임의의 차원의 공간을 빠짐없이 1차원의 직선 형태로 매핑시킬 수 있기 때문에, 정확히 음열도표 안의 모든 음을 한 번씩 지나게 된다. 따라서 정확한 형태의 음열음악 기준을 만족시키게 된다. 이는 확률기반 모델이 아닌 정확한 수학적 모델이 갖는 장점으로 볼 수 있다.

또한 결과 음열음악은 처음에 주어지는 음열의 구성에 따라 매우 다른 음악이 형성된다. 단순한 직선적 형태의 탐색이 아닌, 정교하면서도 패턴적인 형태로 탐색이 이루어지기 때문

에, 단지 몇 음만을 바꾼다고 하더라도 전체 음악에서의 변화는 상대적으로 크다.

또한 공간 채움 곡선의 특징 중 하나는 곡선에서 나타나는 지역성(locality)이다. 즉 공간 채움 곡선의 일정 부분의 모양을 보면, 그 부분과 유사한 형태의 모양이 다른 곳에서도 나타나게 된다. 공간 채움 곡선은 이와 같은 특징을 갖기 때문에, 이는 공간 채움 곡선이 만들어내는 음악의 특징 중 하나로 지역적으로 반복되는 패턴이 감지되게 되며, 이는 무작위적 진행과는 다른 재미있는 형태의 결과가 나타나게 된다.

서론에서도 언급한대로 본 논문에서 음열음악의 정의를 ‘전체 음악에서 반음계의 12음의 개수가 동일하게 사용되는 음악’으로 완화시켜 이에 해당하는 음열음악을 생성한다. 이는 엄밀한 의미의 음열음악이 지니는 범조성 혹은 무조성의 특징에는 어긋난다고도 볼 수 있다. 하지만, 본 논문에서 제시하는 방법은 음열음악이라는 특정한 형태의 음악을 예로 들어서 공간 채움 곡선의 음악적인 적용에 대하여 설명한 것이다. 따라서 작곡가가 자신의 의도대로 음악적 요소들을 음열도표와 비슷한 형태로 정의한 후, 공간 채움 곡선을 이용하여 탐색하여 음악을 생성한다면, 하나의 곡 안에 각 음악적 요소가 동일한 빈도로 나타나는 음악을 생성할 수 있다.

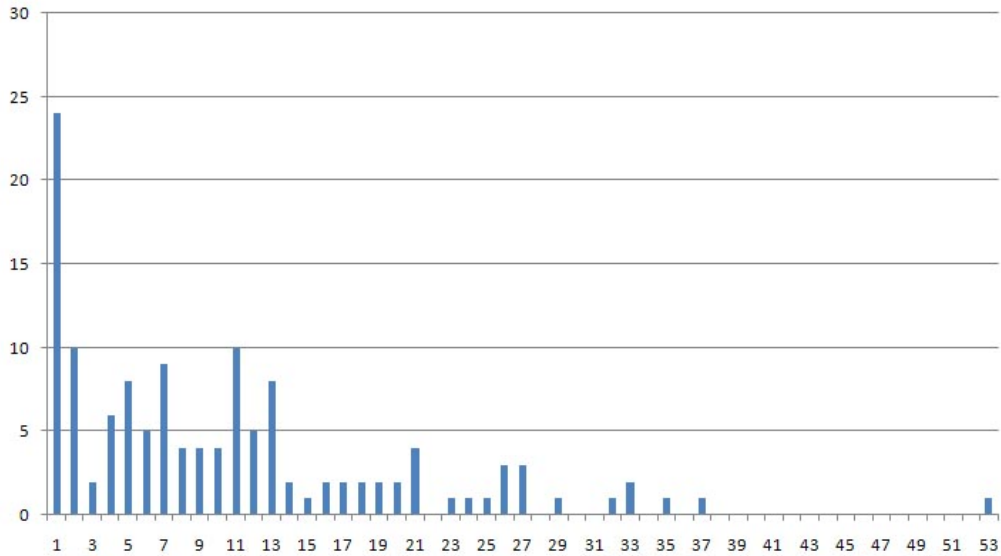
음악적 요소의 배치, 사용하는 공간 채움 곡선의 종류, 사용하는 축의 개수와 각 축에 매핑되는 음악적 요소 등에 의하여 매우 다양한 형태의 음악이 생성될 수 있다.

음악의 반복성 분석

공간 채움 곡선의 특징 중에 하나는 자기 유사성(self-similarity)을 갖는다는 것이다. 즉 유사한 패턴이 지역적으로 반복적으로 나타나고 이 패턴은 계층적(hierarichy)으로 나타난다는 특징이 있다. 즉 큰 커다란 규모의 유사성과 작은 규모의 유사성을 모두 찾아볼 수 있는 형태이다. 음악을 분석한 결과, 이러한 유사성은 생성되는 시퀀스의 진행을 더욱 재미있게 하는 장점이 있었다. 또한 공간 채움 곡선의 복잡한 형태 덕분에, 반복성이 나타나면서도 반복적인 패턴이 너무 일정하지 나타나지는 않는 것으로 보였다.

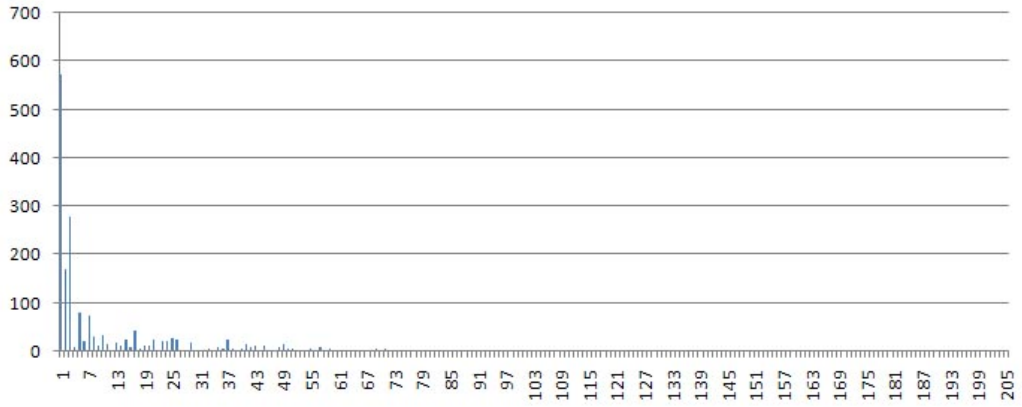
음의 반복이 어느 정도 일어나는지를 측정하기 위하여, 임의의 음이 나온 후, 그 후에 같은 음이 나올 때 까지 그 사이 안의 음의 개수를 세어보았다(그림 9). 상대적으로 넓고 다양한 분포를 보이고 있음을 알 수 있었다. 특히 작은 크기(13미만)의 값이 많이 존재하고

연속해서 같은 빈도의 값을 갖는 숫자들이 몇 군데 보이는데, 이것은 힐버트 곡선의 지역성을 나타내는 것으로 볼 수 있다.



(그림 9) 2차원 힐버트 곡선으로 생성된 음악에서, 임의의 음이 나온 후 다시 그 음이 나오는 사이에 존재하는 음의 개수 분포

또한 차원에 따라서도 나타나는 지역성의 정도 및 결과가 달라짐을 알 수 있었다. 다차원으로 갈수록 상대적으로 반복되는 지역성이 좀 더 많아지는데, 이는 추가적인 차원에 어떠한 음악적 요소를 매핑하는가에 따라서 장점으로 작용할 수 있는 특징이 될 수 있다. 그림 10에서는 3차원 힐버트 곡선에서, 임의의 음이 나온 후 다시 그 음이 나올 때 까지 그 사이 안의 음의 개수를 나타내었다.



(그림 10) 3차원 힐버트 곡선으로 생성된 음악에서, 임의의 음이 나온 후 다시 그 음이 나오는 사이에 존재하는 음의 개수 분포

결론

본 논문에서는 공간 채움 곡선을 이용하여 알고리즘적인 작곡을 하는 방법을 소개했다. 힐버트 공간 채움 곡선을 이용하여 선베르크의 음열도표를 탐색하면서 생성하는 음열음악을 예로 들었으며, 다른 종류의 공간 채움 곡선 및 다차원으로의 확장 등을 소개하였다. 본 논문에서 예로 든 음열음악은 엄밀한 의미의 범조성 및 무조성의 음열음악과는 다른 형태의 음악이고, 일반적으로 음열음악을 작곡하기 위해서는 음열의 선택 외에도 작곡자의 세심한 음열의 배열 및 리듬의 배열, 다성의 배열, 악기 선택 등 많은 노력이 필요하다. 따라서 이 방법만으로 생성하는 음열음악은 많은 부분에서 부족하다.

하지만, 본 논문에서 음열음악을 예로 든 것은, 공간 채움 곡선을 이용하여 음악을 생성할 수 있는 한 가지 예를 든 것으로, 음열도표 같은 형태의 도표에 작곡가가 임의의 음악적 요소를 매핑하면 더욱 의미있는 시도가 가능하다. 예를 들어, 각각 다른 음색을 가지는 사운드들을 도표형태로 매핑한다든지, 음색을 결정하는 파라미터들을 도표형태로 매핑한 후, 여러 가지 공간 채움 곡선으로 탐색하면서 새로운 시도를 할 수 있다. 또한 공간 채움 곡선은 N차원으로 확장이 가능하기 때문에, 여러 가지 요소들을 함께 고려하여 음악적인 의미를 갖는 시퀀스를 생성하는 것도 가능하다. 여러 종류의 공간 채움 곡선이 가지는 각각의 지역성 및 구조성으로 인하여 재미있는 음악적인 시퀀스가 생성될 수 있으며, 이를 이용하여 작곡가들이 새로운 영감을 얻을 수 있기를 기대한다.

* 본 연구는 지식경제부, 문화체육관광부 및 정보통신연구진흥원의 IT산업원천기술개발 사업의 일환으로 수행하였음[2008-F-031-01, 영상 및 비디오 콘텐츠를 위한 계산사진학 기술 개발].

참고문헌

- Roads, C., *The Computer Music Tutorial*. MIT Press 1996.
- Miranda, E. R., *Composing Music with Computers*. Focal Press 2001.
- Sagan, H., *Space-Filling Curves*. Springer-Verlag 1994.
- Hilbert, D., “Über die stetige Abbildung einer Linie auf ein Flächenstück”, *Math. Ann.* 38 (1891), 459-460.
- Butz, A. R., “Alternative algorithm for Hilbert's space filling curve”, *IEEE Trans. on Computers.* 20 (1971), 424-442.
- Morton, G. M., “A Computer Oriented Geodetic Data Base; and a New Technique in File Sequencing”, *Technical Report, Ottawa, Canada: IBM Ltd.*

〈Abstract〉

Algorithm Composition using Space-Filling Curves

Yoo Min-Joon, Lee In-Kwon

Space-filling curve is a continuous curve that passes through every point of arbitrary topological space. It has various features such as recursiveness, self-similarity and locality. In this article, we describe these curves and present a method of algorithmic composition using them. Especially, we generate rough serial music using Schönberg's twelve tone matrix by applying Hilbert space-filling curves. Then we present various space-filling curves and their extension to N dimension. By using these curves, composers can generate musical sequences in which various musical elements that composers design appear equally and which have various features of the space-filling curve.

Keywords: algorithmic composition, space-filling curve, twelve tone matrix

음악에서의 보컬 신호 인식을 위한 트레이닝 데이터 자동주석기법 연구

이교구*, Markus Cremer**

<요약>

우리는 음악 신호에서 보컬과(vocal) 비보컬(non-vocal) 신호를 분리하기 위하여 최소한의 노동력으로 많은 양의 트레이닝 데이터를 레이블(label)하는 새로운 방법을 제시한다. 이를 위하여 보컬이 분리된 채널에 인코딩되어 있는 미디(MIDI) 파일을 합성함으로써 오디오 파일을 생성한 후, 합성된 오디오를 다이내믹 타임 워핑(Dynamic Time Warping) 알고리즘을 이용하여 실제 오디오와 정렬한다. 미디 파일의 보컬 라인에 포함되어 있는 노트 온/오프 정보는 정확한 보컬/비보컬 경계를 제공하고, 최소비용 정렬 궤도로부터 실제 리코딩에서도 상응하는 경계를 구한다. 이와 같이 노동력으로부터 자유로운 레이블링 과정을 이용하여 대규모의 트레이닝 데이터를 구축할 수 있으며, 히든 마르코프 모델을 인식기로 할 경우 기대되는 결과를 얻을 수 있음을 실험을 통하여 보인다. 또한 데이터의 규모가 증가함에 따라 성능도 향상되는 것을 보여줌으로써, 제안된 방법을 통하여 생성된 데이터의 유용성을 입증한다.

검색어: 보컬 자동 인식, 자동 레이블링, 미디, 다이내믹 타임 워핑

* 필자는 서울대학교 융합과학기술대학원 디지털 정보융합학과 교수로 재직 중이다. kglee@snu.ac.kr

** 필자는 미국 Gracenote사의 Media Technology Lab에 재직 중이다. mcremer@gracenote.com

개요

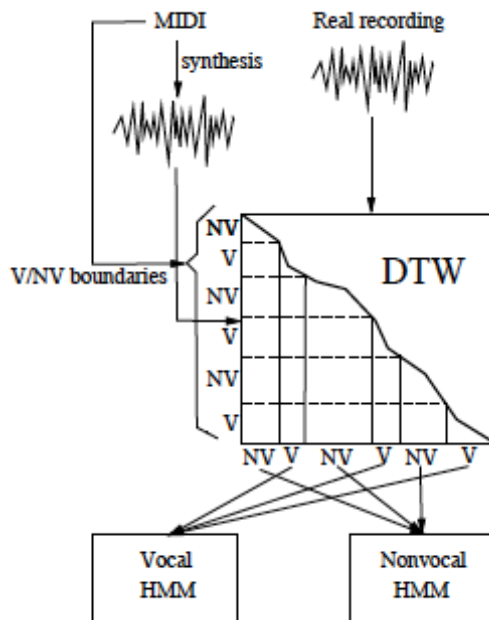
대부분의 대중음악에서 보컬 파트는 가장 중요한 부분 중 하나이며, 음악 정보 검색 분야의 많은 연구자들이 이를 감지하기 위한 수많은 노력을 하여 왔다. 보컬 감지 기술의 응용 분야로는 허밍을 통한 음악 검색(query-by-humming), 음악 구조 분석, 가사오디오 정렬 등이 있다.

많은 연구자들이 보컬과 비보컬 부분의 분리 문제를 분류(classification) 문제로 인식하고, 이 문제를 풀기위해 머신 러닝(machine learning)에 기반한 접근 방법을 택하였다 [Berenzweig 01; Tzanetakis 04; Nwe 04; Rocamora 07]. 즉 입력 신호가 들어올 때 미리 표시되어 있는 보컬/비보컬 데이터로부터 학습된 특성에 기초하여 이를 분류하는 것이다. 이는 비록 보컬/비보컬을 분류하는 이분 분류(binary classification) 문제이나, 각 클래스 내 음향학적 변화가 매우 크므로 오버피팅(overfitting)을 피하기 위해서는 충분한 양의 학습 데이터(또는 트레이닝 데이터)를 확보하는 것이 매우 중요하다. 예를 들어 같은 보컬 부분이라 하여도 여자, 남자, 또는 그룹이 있을 수 있고, 비보컬 부분에서 사용되는 악기의 종류 또한 매우 다양하다 할 수 있다.

음악 신호에 존재하는 이러한 다양성은 음향학적 특징에서의 큰 변화를 의미하며, 따라서 부족한 트레이닝 데이터로 학습된 모델은 오버피팅에 취약하여 성능의 저하를 가져오기 쉽다. 충분한 트레이닝 데이터의 중요성은 지난 수십 년 간 축적된 데이터에 기반한 자동 음성인식(automatic speech recognition) 시스템의 성공에서 입증될 수 있다. 하지만 음악 애플리케이션에서는 그러한 데이터를 찾기가 쉽지 않은데 이는 막대한 시간과 노동력을 필요로 하기 때문이다.

본 논문에서는 이와 같이 보컬/비보컬 분리를 위하여 대규모의 트레이닝 데이터를 준비해야 하는 “병목 문제”를 푸는 인간의 노력을 최소한의 수준으로 유지할 수 있는 해결책을 제시한다. 이 방법의 핵심은 소리가 아닌 미디(MIDI) 파일과 같은 심볼릭(symbolic) 음악 파일을 이용하여 보컬과 비보컬 사이의 경계를 알아내는 데 있다. 일반적인 미디 파일의 경우 보컬 라인의 정보가 별도의 분리된 채널에 있으며, 이때 노트 온/오프(note on/off) 정보로부터 정확한 보컬/비보컬 경계를 알아낼 수 있다. 다음, 미디 정보로부터 합성된 오디오에

다이나믹 타임 워핑(dynamic time warping, 이하 DTW) 알고리즘을 적용하여 실제 오디오와 정렬시킨다. 이렇게 해서 얻어진 최소 비용 궤적은 실제 오디오에서의 정확한 보컬/비보컬 경계를 제공하고, 이를 이용하여 보컬 신호의 레이블(label)이 있는 트레이닝 데이터를 손쉽게 생성할 수 있다. 다음의 그림 1에 이 과정을 표시하였다.



(그림 1) 시스템 개관. 미디 파일로부터 추출된 보컬/비보컬 경계와 DTW 알고리즘을 이용하여 실제 오디오에서의 시간 경계를 찾아낸다.

관련 연구

보컬 감지에 관한 대표적인 사례는 Kim과 Whitman의 연구로, 가수(singer) 인식 시스템에서 보컬 부분을 감지하는 방법을 제안하였다[Kim 02]. 여기서는 보컬 부분이 배음 성분을 가지는, 즉 하모닉(harmonic)하다는 사실에 기반하여 그 정도(harmonicity)를 기준으로 보컬/비보컬 분류를 실행하였으며, 20개의 노래로 테스트한 결과 55%의 성능을 보였다.

Tzanetakis는 보컬 감지를 위한 머신 러닝 방법에서 두 가지의 중요한 문제점을 제시하였는데, 1)가수와 악기 편성에 있어서의 다양성, 그리고 2)절대적으로 기본이 되고 신뢰할 수 있는(ground-truth) 주석을 얻는 과정에서의 어려움이 그것이다. 그는 이 문제를 풀기 위한 부트스트래핑(bootstrapping) 방법을 제시하였는데[Tzanetakis 04], 여기서는 8개의 음향학적 특징과 6개의 분류 알고리즘을 실험에 사용하였으며 10곡의 재즈 음악에 대하여 75%의 정확도를 얻는 데 성공하였다. 그러나 이 경우에도 부트스트래핑 방법으로 주석을 다는 과정을 간소화하였음에도 불구하고 역시 모든 곡에 대하여 동일한 작업을 하기에는 많은 시간이 걸린다.

보다 최근에는 Rocamora와 Herrera가 일련의 실험을 통하여 보컬 부분을 인식하기 위한 여러 특징을 비교하였다[Rocamora 07]. 즉 훈련, 확인, 그리고 테스트를 위하여 각각 다른 3가지 종류의 데이터를 마련하고 여기에 여러 종류의 특징과 분류 알고리즘을 적용하였으며, 이를 바탕으로 46곡의 다양한 음악에 대하여 서포트 벡터 머신(Support Vector Machines; SVMs)과 MFCC(Mel-frequency cepstral coefficients)를 활용하여 78.5%의 인식률을 얻었다.

이상의 사례에서 보듯 보컬/비보컬 분류를 위한 머신 러닝 방법에서의 가장 큰 문제는 수많은 오디오 파일의 내용을 일일이 수동적으로 구분하기 위하여 엄청난 노동력(즉 시간 및 노력)이 필요하며, 이로 인하여 트레이닝 데이터가 절대적으로 부족하다는 사실이다. 다음 장에서는 이에 대한 해결책을 제시한다.

시스템 구성

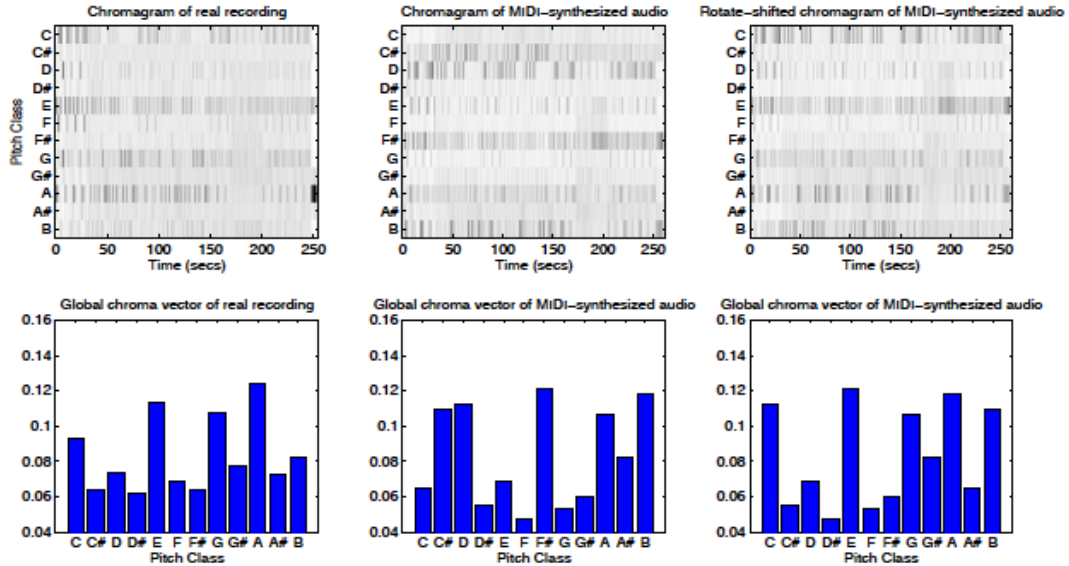
본 시스템은 두 단계로 구성되어 있다. 첫 단계에서는 미디어에서 합성된 오디오와 실제 오디오를 정렬함으로써 자동적으로 보컬/비보컬 주석을 붙이며, 두번째는 훈련을 위한 트레이닝 데이터로부터 음향학적인 특징(acoustic features)을 추출하고 히든 마르코프 모델(hidden Markov models, HMM)을 세우는 단계이다.

자동 주석 방법

디지털 오디오 샘플인 PCM(pulse code modulation) 웨이브 데이터와는 달리 미디 파일에는 음정이나 노트 길이 등의 이벤트 메시지가 시간 신호와 함께 포함되어 있으며, 이로부터 오디오 신호를 합성할 수 있다. 또한 다수의 미디 파일이 각 악기에 대한 정보를 부호화하기 위해 악기별로 다른 채널을 사용한다. 따라서 보컬 멜로디가 분리된 채널에 기록된 미디 파일의 경우, 이로부터 합성된 오디오에서 보컬/비보컬 부분을 구분하는 일은 오디오 샘플 데이터로부터 구분하는 작업에 비하여 훨씬 간단하다. 그러나 일반적으로 이와 같이 미디로부터 합성된 오디오를 직접 사용하는 것은 불가능하다. 미디에서 합성된 신호에는 인간의 음성이 없으므로, 실제 오디오에서 보컬/비보컬 신호를 구분하는 일에 적용할 수 없기 때문이다. 따라서, 미디에서 합성된 오디오와 실제 오디오를 서로 같은 시간에 맞추어 정렬하는 알고리즘이 필요하게 된다. 다음에 이를 위하여 선택한 음향학적 특징을 소개한다.

1. 크로마 피쳐

미디로부터 합성된 오디오와 실제 오디오를 비교하여 정렬하는 작업에 이상적인 음향학적 특징으로는 크로마(chroma)를 들 수가 있는데, 이는 크로마는 단지 음정 정보만을 가지고 있기 때문이다. 크로마 피쳐(chroma feature)는 음악 신호에서의 조성(tonality, 調性)을 설명하는 데 많이 이용되며, 특히 조(key)와 코드(chord)의 인식에 매우 유용하게 쓰인다. 이때 모든 오디오의 녹음이 같은 방법으로 조율(tuning)된 상황에서 이루어지지 않았을 경우도 있으므로, 이를 감안하여 미디에서 합성한 오디오와 원본 오디오를 정렬하기 전 각각의 크로마가 같은 기준값(reference)을 가지도록 이동-회전(shift-rotate)하여야 하며, 이를 위하여 Serra와 Gomez가 제안한 방법을 채택했다[Serra 07].



(그림 2) 실제 리코딩(왼쪽), 미디 오디오(가운데), 이동-회전 이후(오른쪽)에 대한 크로마그램(chromagram, 위)과 글로벌 크로마 벡터(global chroma vector, 아래)의 모습. 적용된 곡은 Red Hot Chili Peppers의 〈Otherside〉이다.

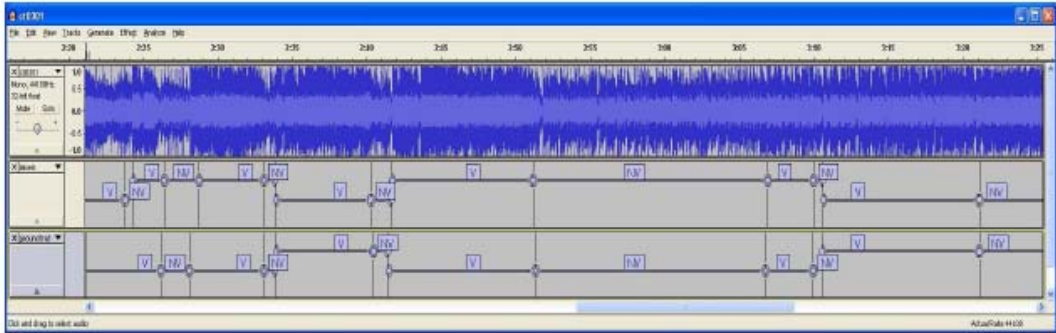
그림 2에서는 상이한 튜닝이 크로마 피쳐에 어떠한 영향을 미치는지 잘 확인할 수 있다. 실제 오디오(왼쪽)와 미디 오디오(가운데)의 크로마그램(chromagram)과 글로벌 크로마 벡터(global chroma vector) 사이에는 두 반응의 차이가 있음을 알 수 있으며, 이 결과에 대하여 상관성(correlation)이 가장 큰 값을 기준으로 하여 이동-회전하면 실제 오디오와 흡사함을 볼 수 있다(오른쪽).

이와 같이 두 크로마그램이 일단 동일한 기준을 가지게 되면, 이를 바탕으로 DTW 알고리즘을 이용하여 서로 길이가 다른 두 오디오를 정렬할 수 있다.

2. 오디오 정렬

비록 미디 파일로부터 보컬의 온/오프 시간을 정확히 알 수 있다 하더라도, 미디 오디오와 실제 리코딩의 길이가 다르고 여기에 예상하지 못한 빠르기의 변화가 있을 수 있으므로 실제 오디오에서의 온/오프 시간과 대응한다고는 보장할 수는 없다. 이를 극복하기 위해서는 크로마 피쳐를 전단(front end, 前端)으로 하여 두 오디오를 동적으로 정렬할 필요가 있으며, 여기에 DTW 알고리즘을 적용한다. 동적 프로그래밍(dynamic programming)

[Myers 81]과 유사한 DTW 알고리즘은 길이가 다른 두 시퀀스를 정렬하는 과정에서의 가격 함수(cost function)를 최소화하는 방법으로 최적화된 궤적을 찾는다. 그림 3은 두 크로마그램에 대하여 DTW를 사용하여 자동으로 얻은 보컬/비보컬 경계를 보여준다.



(그림 3) 자동으로 생성된 보컬/비보컬 경계의 모습. 'V' 는 보컬 부분, 'NV' 는 비보컬 부분을 나타낸다. 원본 오디오 신호의 파형(위), 수동으로 얻은 경계(가운데), 그리고 자동으로 얻어진 경계(아래)가 보인다.

HMM 클래시파이어 (HMM Classifier)

히든 마르코프 모델은 시간에 따른 동적 변화를 잘 설명할 수 있어 특히 음성/오디오의 분류에 광범위하게 이용된다[Rabiner 89].

1. 음향학적 특징

앞에서 언급한 대로 미디 오디오와 실제 리코딩과의 정렬에는 크로마 피쳐가 성공적으로 사용되었으나, 이는 여전히 음정과 조성 정보만을 가지고 있으므로 보컬과 비보컬 구분에 충분한 기능을 제공하지는 않는다. 따라서 여기서는 관련된 선행 연구에 기초하여 다음 세 가지의 음향학적 특징을 선택하였다:

- MFCCs (Mel-frequency cepstral coefficients)
- PLPCs (Perceptual Linear Prediction Coefficients)
- LFPCs (Log Frequency Power Coefficients)

원본 오디오는 44.1[kHz]의 샘플링 주파수를 가는 스테레오 신호이다. 이로부터 위에 언급한 음향학적 특징을 추출하기 전 스테레오를 모노 신호(1채널)로 변환하고 신호의 재생 주파수 범위를 130[Hz]~16[kHz]로 제한한 후, 여기에 25[ms] 길이의 해밍(Hamming) 윈도우를 매 10[ms]마다 적용하여 초당 100개의 피쳐 프레임(feature frame)을 생성하였다.

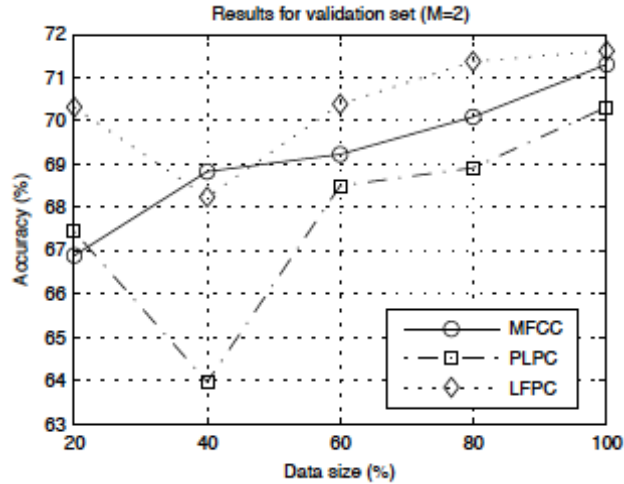
2. 모델 (Models)

역시 앞에 기술된 주석 기법을 사용하여 163개의 오디오 파일로부터 트레이닝 데이터를 생성하였는데, 이는 11시간 이상의 길이, 350만개 이상의 피쳐 프레임에 해당하는 양으로 팝, 락, 재즈, 블루스, 컨트리, 그리고 남성/여성 보컬 등 광범위한 음악을 아우른다. 이들 중 10%를 모델 인준(validation)을 위해 남겨두고, 나머지 90%의 데이터를 이용하여 학습을 진행하였다; 각각의 피쳐에 대하여 보컬/비보컬 HMM을 만들어 총 6개의 HMM을 학습하였으며, 가우시안(Gaussian)을 사용하여 피쳐 분포를 모델링하였다. 각각의 모델은 4개의 숨겨진 상태(hidden state)를 가지고, 각 상태별로 2개를 혼합하여 사용하였다.

트레이닝 데이터의 양이 모델의 성능에 미치는 영향을 조사하기 위하여 20%, 40%, 60%, 80%, 그리고 100%의 데이터를 가지고 각각 모델을 만들었다. 이때 더 많은 데이터를 사용하면 그만큼 더 일반화된 모델을 만들 수 있어 정확도가 좋아질 것이라는 가정 하에 실험을 진행하였다.

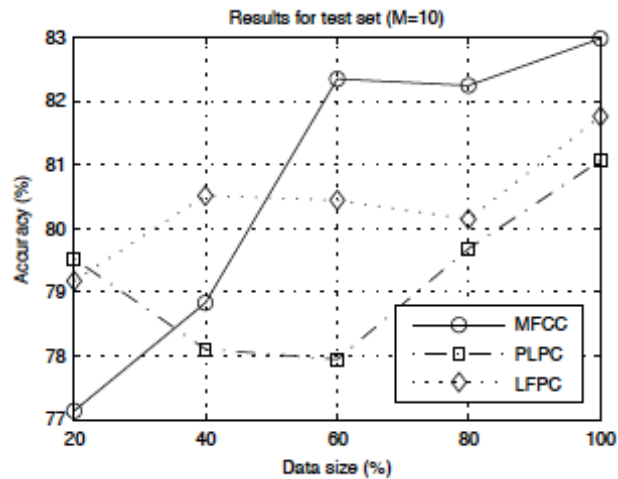
결과

그림 4는 모델 학습에 사용된 데이터의 양을 변수로 세 가지 특징에 대한 정확도(%)를 보여준다. 비록 완벽하게 단조(monotonous) 증가하는 모습은 아니지만, 3가지 모두에 대하여 데이터 크기와 성능이 비례해서 증가함을 알 수 있다. 또한 각기 다른 특징 간 성능 차이가 그리 크지 않음을 볼 수 있다.



(그림 4) 밸리데이션 데이터에 대한 모델의 성능 (M=2).

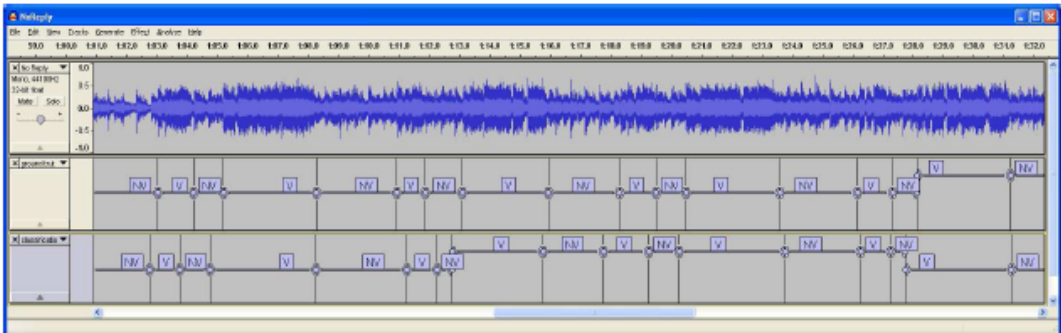
그림 5는 훈련 데이터와 전혀 공통점이 없는 테스트 데이터를 이용하여 실험한 결과이다. 그림 4에서와 비슷한 패턴, 즉 학습에 사용된 데이터의 양이 늘어날수록 그 성능 또한 향상됨을 볼 수 있으며, 이를 통하여 처음 세운 가정이 성립함을 확인할 수 있다. 또한 전반적인 성능 역시 약 7% 증가했음을 알 수 있다.



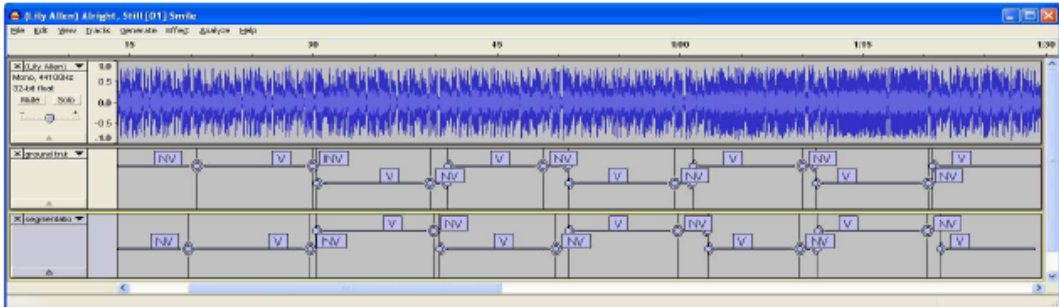
(그림 5) 테스트 데이터에 대한 모델의 성능 (M=2).

그림 6은 본 논문에서 제안한 시스템을 사용하여 자동으로 실행한 보컬/비보컬 인식 결과로, (a)는 The Beatles의 <No Reply>, (b)는 Lily Allen의 <Smile>이다.

(a) No Reply by The Beatles.



(b) Smile by Lily Allen.



(그림 6) (a) The Beatles의 <No Reply>와 (b) Lily Allen의 <Smile>에 대한 보컬/비보컬 분류 결과.

‘V’는 보컬 부분, ‘NV’는 비보컬 부분을 나타낸다.

원본 오디오 파형(위), 수동으로 얻은 경계(가운데), 그리고 자동으로 얻어진 경계(아래)가 보인다.

그림 6에서 우리는 알고리즘에 의해 자동으로 인식된 보컬/비보컬 구분과 인간이 직접 작업한 주석이 상당히 일치함을 볼 수 있다. 사실 인간도 보컬과 비보컬 사이의 명확한 경계를 정하기 어려운 경우가 종종 있음을 감안하면, 이와 같은 결과는 매우 고무적이라 할 수 있다.

결론

본 논문에서는 음악 신호에서 보컬/비보컬 부분을 구분하기 위한 머신 러닝에 있어 트레이닝 데이터를 손쉽게 대량으로 구할 수 있는 새로운 방법을 제시하였다. 연구의 주된 기여는 위에서 제안한 시스템으로 제작된 트레이닝 데이터를 신뢰할 수 있으며, 통계적인 분류 알고리즘이 이러한 데이터를 인식하는 능력을 가지고 있음을 입증한 것이라 할 수 있다.

향후 다음 단계에서는 기존의 여러 사례에서 제시한 정보의 조합, 즉 음향학적 특징의 종류와 사후(posterior) 확률, 또는 가설의 조합을 이용하여 보컬/비보컬 구분의 성능의 향상을 도모하는 것[Ellis 20; Vembu 05]을 연구 과제로 삼을 계획이다. 또한 서두에 언급한 바와 같이 여러 응용 분야가 보컬/비보컬 분류 결과로부터 도움을 받을 수 있는데, 이들 중 특히 가사와 음악 오디오의 정렬에 초점을 두고 응용될 것이다.

참고문헌

- A. Berenzweig and D. Ellis. "Locating singing voice segments within music signals." *Proceedings of IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*, Mohonk, NY, 2001.
- Y. Kim and B. Whitman. "Singer identification in popular music recordings using voice coding features." *Proceedings of International Conference on Music Information Retrieval*, pages 164–169, Paris, France, 2002.
- T. L. Nwe, A. Sheony, and Y. Wang. "Singing voice detection in popular music." *Proceedings of ACM Conference on Multimedia*, New York, NY, 2004.
- L. R. Rabiner. "A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition." *Proceedings of the IEEE*, 77(2):257–286, 1989.
- M. Rocamora and P. Herrera. "Comparing audio descriptors for singing voice detection in music audio files." *Proceedings of Brazilian Symposium on Computer Music*, San Pablo, Brazil, 2007.
- J. Serra and E. Gomez. "A cover song identification system based on sequences of tonal descriptors." *Extended Abstract for MIREX 2007 Task on Audio Coversong Identification*, Vienna, Austria, 2007.
- G. Tzanetakis. "Song-specific bootstrapping of singing voice structure." *Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, Taipei, Taiwan, 2004.
- S. Vembu and S. Baumann. "Separation of vocals from polyphonic audio recordings." *Proceedings of International Conference on Music Information Retrieval*, London, England, 2005.

〈Abstract〉

Automatic Labeling of Training Data for Vocal/non-vocal Discrimination

Kyogu Lee and Markus Cremer

We present a novel approach to labeling a large amount of training data for vocal/non-vocal discrimination in musical audio with the minimum amount of human labor. To this end, we use MIDI files for which vocal lines are encoded on a separate channel and synthesize them to create audio files. We then align synthesized audio with real recordings using dynamic time warping(DTW) algorithm. Note onset/offset information encoded in vocal lines in MIDI files provides precise vocal/non-vocal boundaries and we obtain from the minimum-cost alignment path the corresponding boundaries in actual recordings. This near labor-free labeling process allows us to acquire a large training data set, and the experiments show promising results when tested on an independent test set, using hidden Markov models as a classifier. We also demonstrate that the data generated by the proposed system is good data by showing that the overall performance increases with more training data.

Keywords: singing voice detection, supervised learning, automatic labeling, MIDI, dynamic time warping

COMPath: 인터랙티브 맵 인터페이스 기반의 음악 작곡 환경

박시화*, 김승훈**, 이사무엘***

〈요약〉

본 논문에서는 온라인 지도상의 데이터를 음악적 요소를 지닌 소리들로 변환시켜 줌으로써, 독특하고 새로운 형태의 작곡 환경을 제공하는 COMPath를 제안한다. 이 사용자 환경에서는 지도상에 사용자가 원하는 경로를 그리게 되면 경로 주변의 날씨, 교통량, 뉴스 발생 등의 다양한 데이터를 수집하고 분석하여 이를 음악적인 이벤트로 변환하여 들려준다. 지도상의 실제 정보들을 청각을 통해 들려주는 정보 제공의 기능뿐만 아니라, 다양한 정보들을 음악의 요소로 활용하여 쉽게 음악을 만들어 낼 수 있는 작곡 도구로서의 잠재력도 가지고 있다. COMPath의 사용자 인터페이스와 데이터 수집, 그리고 수집된 데이터를 분석하고 음악적으로 구성될 수 있도록 한 맵핑 과정에 대한 디자인과 구현 방법 등을 기술하였다.

검색어: 맵 인터페이스, 맵 API, 소리화(sonification), 매쉬업(mashup), 인터랙티브 작곡 환경

* 필자는 카이스트 문화기술대학원 석사과정에 재학 중이다. s.h.park@kaist.ac.kr

** 필자는 카이스트 문화기술대학원 석사과정에 재학 중이다. seunghun.kim@kaist.ac.kr

*** 필자는 카이스트 문화기술대학원 석사과정에 재학 중이다. lsme007@kaist.ac.kr

서론

소리화(sonification), 혹은 청각 디스플레이(auditory display)는 정보를 동반하여 오디오 신호를 사용하는 것을 의미한다. 좀 더 구체적으로 표현하자면, 소리화는 인공적으로 합성된 비언어적(non-verbal) 소리를 이용하여 데이터를 나타내거나 다양한 정보 처리를 지원할 수 있다는 생각에 기반을 두고 데이터들의 관계를 어쿠스틱 신호들의 관계로 전환하는 것이다[Kramer 97]. 과학적 시각화와 비슷하게 소리화는 사람들이 자신들의 인지 능력을 데이터 해석을 위해 쓸 수 있도록 하는 것을 목표로 하며, 다양한 예술적 어플리케이션과 연구 영역에 적용되어 왔다. 특히 이런 청각 디스플레이는 데이터에서 소리로의 매핑 방법론이 다양하기 때문에 개별적인 목적에 맞도록 설계를 할 수 있다는 큰 장점을 지닌다.

본 논문에서 우리는 인터넷 맵 인터페이스와 함께 지리학적인 데이터의 소리화를 위한 인터랙티브 환경인 COMPath(Composition with Path)를 제시하려고 한다. 사용자들은 지도상에서 임의의 경로를 그리는 방법으로 해당 경로 상의 교통량, 기온, 풍속, 문화 행사 등의 다양한 지역 정보들을 일련의 소리들 혹은 음악으로 바꿀 수 있다. COMPath는 경로에 따라 다른 소리들의 조합이 가능하다는 특징으로 인해 경로를 디자인하는 것 자체가 음악을 작곡하는 것과 동일하다는 점에서, 새롭고 독특한 형태의 음악 창작 인터페이스로서 의미를 가진다.

본 논문에서는 우선 관련 연구에 대한 리뷰를 바탕으로 COMPath의 의미에 대하여 논의하며, 이후 프로그램의 디자인과 구현 방식에 대하여 자세히 기술하게 된다. 마지막으로 사용 결과에 대한 논의와 함께 향후 연구의 방향을 제시할 것이다.

관련 연구

이미지, 그래프 등과 같은 평면 데이터 공간에서의 시각적 정보들을 청각 영역에서 나타내기 위한 시도는 많이 있어 왔다. 가장 대표적인 예인 웨이브 테레인 합성(wave terrain synthesis) 뿐만 아니라 UPIC 시스템[Xenakis 92], Metasynth[U&I Software], vOICE

method[Jones 04], 그리고 Rasterpiece[Yeo 07]와 같은 그래픽 합성법[Roads 97]에 더 하여, Alty와 Rigas는 사용자가 단순한 2차원 그래프의 윤곽을 따르는 음악적 피치를 들음으로써 그래프를 인지할 수 있음을 보여주었다[Alty 05]. 한편 Brown과 Brewster는 선 그래프의 청각화된 결과를 듣고 그 그래프를 다시 그릴 수 있는지에 대한 가능성을 실험하기도 하였다[Brown 03].

반면, 본 논문에서는 지리적 데이터를 청각화하여 경로 탐색 및 위치 확인 목적으로 사용하는 사례에 더 관심을 둔다. 예를 들어 Zhao는 통계적 데이터의 지리적 분포 패턴을 나타내기 위하여 인터랙티브한 소리화 방법론을 제시하였고, 이를 통하여 시각 장애인들도 친숙한 장소는 물론 처음 접하는 지도상의 지리적인 패턴을 인지할 수 있었다[Zhao 05]. 또한 Ramloll의 경우 (엄밀히 말하자면 지리적인 데이터는 아니지만) 소리화를 이용하여 2차원 테이블 데이터를 청각 영역에서 검색하는 문제에 대하여 연구하였고, 그 결과 시각 장애인들이 음성으로 테스트한 것에 비해 전체적인 작업 부하 및 평균 시간이 크게 감소하였고 성공률은 증가한다는 점을 확인하였다[Ramloll 01].

소리화 엔진은 모바일 내비게이션을 위한 포터블 디바이스에 활용되기도 하였다. Ontrack [Warren 05]은 청취자가 자신의 목적지로 가도록 유도하기 위하여 모바일 음악 재생기의 음량 및 공간적 균형감을 조절하여 내비게이션 신호를 제공한다. 이와 유사하게 Strachan은 ‘위치 인식’이 가능한 소형 음악 재생기를 제시하였는데, PocketPC 기반의 이 시스템은 연속적으로 적절한 음악적 피드백을 주어 사용자를 안내하기 위해 모바일 위치 확인 시스템(Global Positioning System, GPS)과 mp3 재생 기능을 합쳤다[Starchan 05]. City Map[Heuten 06]의 경우 시각 장애인들이 도시 지도를 탐색할 수 있게 해주는 인터랙티브한 3차원 소리화 인터페이스이다. 이밖에도 내비게이션을 위한 청각적 피드백 사용에 관한 많은 사례들이 [Jones 06]에서 논의 되고 있다.

이상에서 언급한 사례와 비교하였을 때 COMPath의 특징은 다음과 같다.

- COMPath에서는 소리화된 결과를 내비게이션 신호로 제공하지 않는 반면, 지도 자체를 소리로 구조화하고 나아가 음악을 만들기 위한 인터페이스로 고려한다. 이러한 맥락에서 Sonic City[Gaye 03] 및 Davos Soundscape[Schacher 08]와 같은 모바일 음악

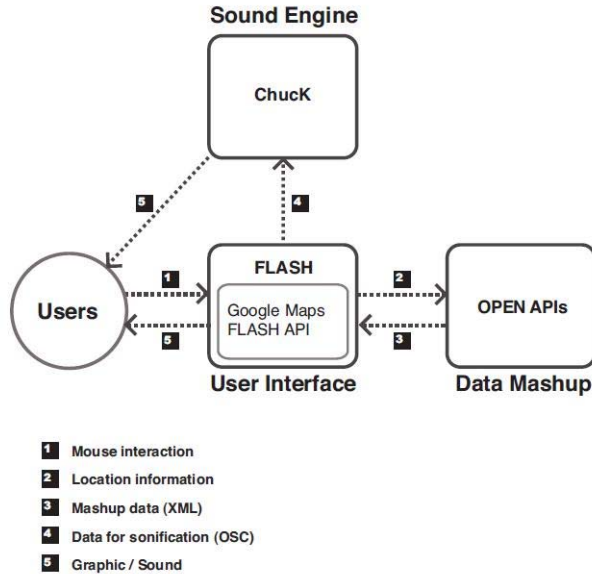
창작 사례가 COMPath의 사용 목적과 비교될 수 있으나, COMPath에서는 인터넷 맵 자체를 인터페이스로 사용하였고 음악적인 이벤트로 매핑될 정보를 선택하였다는 측면에서 차이가 있다고 할 수 있다.

- COMPath의 인터넷 맵 인터페이스는 독특하면서도 사용하기 쉬운 환경을 제공한다. 사용자들은 노드를 표시하고 경로를 그리는 방법으로 다양한 이벤트들을 수집하고 구성할 수 있으며, 이렇게 그려진 경로를 추적하는 속도가 각 지점에서의 음악 재생 시간을 결정하게 되어, 결과적으로 서로 다른 경로는 서로 다른 음악을 만들게 된다. 또한 데이터가 제공되는 모든 영역(현재는 미국 내)이 작곡의 소재가 될 수 있으므로, 작곡을 위하여 실질적으로 무한한 자원을 제공한다.

시스템 구성 및 소리화 매핑

시스템 구성

COMPath의 시스템은 사용자 인터페이스, 데이터 매쉬업 엔진, 그리고 음원 합성 엔진으로 나눌 수 있다(그림 1).



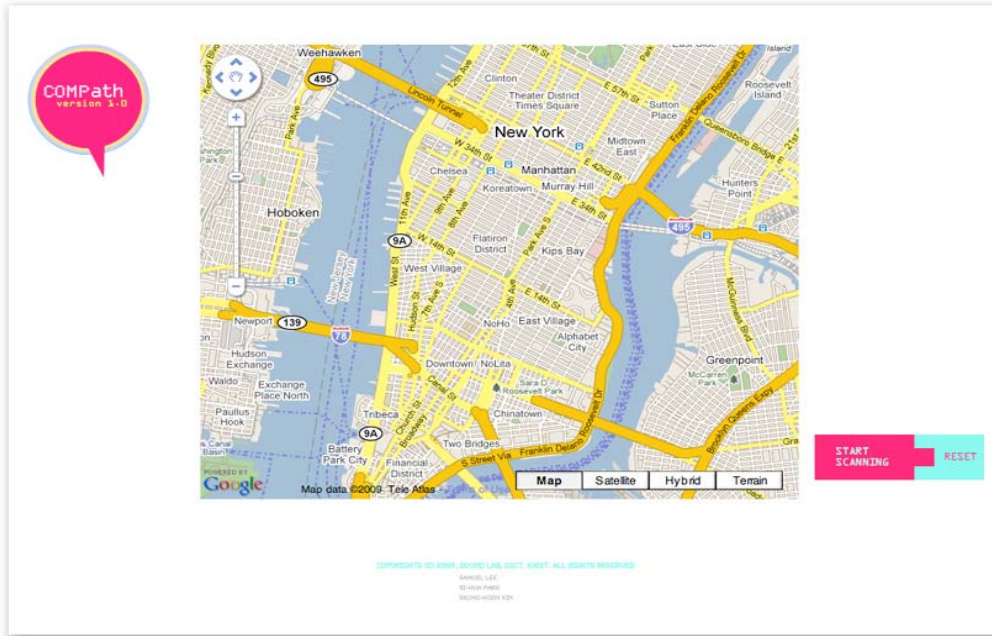
(그림 1) COMPath 구성도

1. 사용자 인터페이스

COMPath의 인터페이스는 온라인 지도를 사용하고 있으며, 간단하고 쓰기 쉽도록 고안되었다(그림 2). 구글 맵(Google Maps)의 API를 이용하여 사용자가 지도상에서 쉽게 경로를 설정하고 수정할 수 있도록 하였다.

사용자는 지도상에서 마우스를 클릭하여 하나의 노드(node)를 지정할 수 있고, 여기에는 분홍색 마커가 생성된다. 동일한 방식으로 사용자가 노드를 추가로 지정하면, 지정된 순서대로 노드 사이에 녹색 경로가 설정되게 되며, 이를 따라 데이터의 소리화가 이루어진다. 또한 지정된 경로는 각 노드의 위치를 옮김으로써 간단히 수정할 수 있다(그림 3).

원하는 경로를 설정한 후 사용자가 'Start Scanning' 단추를 누르면 COMPath는 경로 주변의 교통, 날씨, 기온, 지역 뉴스 등의 다양한 정보를 인터넷에서 얻은 후 다양한 색상과 크기의 마커를 이용하여 지도상에 표시하고, 이후 이를 바탕으로 소리화를 수행하는 과정에서 아이콘을 통하여 현재 진행되는 위치를 보여준다(그림 4, 5).



(그림 2) COMPath 사용자 인터페이스



(그림 3) 간단한 마우스 제스처로 그린 경로, 분홍 마커와 녹색 폴리라인으로 구성됨.



(그림 4) 매쉬업 데이터 시각화: 데이터들의 다른 속성을 보여주기 위해 각각 다른 크기와 색상으로 표현됨.



(그림 5) 현재 진행되고 있는 Sonification 지점을 아이콘으로 표시해 줌.

2. 매쉬업

웹 기술 용어로서의 매쉬업(mashup)은 기존의 여러 웹사이트들에서 서로 다른 기능을 가져와 혼합하여 새로운 사이트나 응용 프로그램을 만드는 과정을 의미한다. 이를 활용하면 기존의 정적인 웹사이트들이 데이터를 동적으로 처리하는 새로운 사이트로 합쳐질 수 있게 된다. 현재 Amazon, Google, Ebay와 같은 상용 서비스에서 공개된 응용 프로그램 인터페이스(open Application Programming Interface, OpenAPI)를 제공하고 있어, 누구나 이러한 사이트의 정보들을 함께 활용할 수 있다.

COMPath는 사용자가 지도상에 선택한 각 지점에 대한 지리적 위치 정보를 Google Maps로부터 얻고[Bibson 06], 이를 바탕으로 다른 OpenAPI를 활용하여 필요한 데이터를 얻는 매쉬업 작업을 실행한다. 즉, 특정 지점의 위도/경도 위치 정보를 외부 서비스에 보

내어 관련 정보를 요청(query)하고, 그에 해당하는 정보를 받아오는 것이다. 여기에 사용되는 OpenAPI의 목록은 아래와 같다.

- Yahoo traffic: 실시간 교통 정보에 관련된 주소 또는 위도/경도 정보를 얻을 수 있다.
- Flickr: 위치 태그(geotag) 정보를 바탕으로 특정 지점에서 찍은 사진 정보를 구한다.
- NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration) 날씨 서비스: 최고/최저 기온, 풍향, 풍속 등 다양한 날씨 정보를 제공한다.
- Eventful: 한 지역 근처의 다양한 문화 행사 정보를 얻을 수 있다.
- Outside.in: 선택된 지점 근처에서 일어난 지역 뉴스를 모아 제공한다.
- Socialight: 특정 위치에서 사람들이 남긴 리뷰나 코멘트를 얻을 수 있도록 한다.

이때 유의할 점은 정보의 종류 및 특징에 따라 쿼리 옵션이 달라질 수 있다는 것이다. 예를 들어 Flickr, Yahoo traffic, Eventful, Outside.in API의 경우 검색 반경이 구체적으로 설정되어야 하는 반면, NOAA의 경우 현재 날짜 정보만 가지고도 검색을 할 수 있다.

이상의 사이트에서 제공하는 OpenAPI에 문의한 정보의 결과는 그림 6에 보이는 예와 같이 모두 XML(extensible markup language) 형태로 제공된다.

```

<ResultSet xsi:schemaLocation="urn:yahoo:maps http://
api.local.yahoo.com/MapsService/V1/TrafficDataResponse.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="urn:yahoo:maps">
  <LastUpdateDate>1253179328</LastUpdateDate>
  <Result type="incident">
    <Title>Lane closed, on HOLLAND TUNL WB at HOLLAND TUNL</Title>
    <Description>This tunnel is open westbound to New Jersey for
passenger cars, buses and two and three axle single unit trucks.
Commercial traffic restricted eastbound to New York, ...
</Description>
    <Latitude>40.728340</Latitude>
    <Longitude>-74.026470</Longitude>
    <Direction>WB</Direction>
    <Severity>2</Severity>
    <ReportDate>1138389020</ReportDate>
    <UpdateDate>1253095042</UpdateDate>
    <EndDate>1253181443</EndDate>
  </Result>
</ResultSet>

```

(그림 6) 야후 트래픽 API를 통해 얻은 XML 결과

3. 음원 합성 엔진

매쉬업된 지역 정보는 소리화를 위하여 음원 합성 엔진으로 전달되어야 한다. 이를 위하여 매쉬업 정보는 OSC(Open Sound Control) 또는 MIDI(Musical Instrument Digital Interface) 메시지로 변환된 후, Max/MSP, Pure data(PD) 또는 Chuck과 같은 프로그램이나 VSTi 같은 미디 기반의 음원 합성 프로그램으로 전송된다.

소리화 매핑 및 구현 결과

지도상의 정보를 소리와 연관시키는 데이터 매핑에는 하나의 완벽한 정답은 없으며, 대신 여러 다양한 가능성이 존재할 것이다. 이와 관련하여 가장 중요한 문제는 정보의 변화 특성을 잘 파악하고 이에 가장 적합한 음악적 매핑을 설계하는 것이다. 예를 들어 특정 정보에서 얻어지는 값의 변화 주기가 짧고 폭이 좁다면 이에 따라 만들어지는 음 높이의 변화는

상대적으로 단순하고 평탄한 성격을 나타낼 것이고, 이 경우 일반적으로 높은 음역의 멜로디보다는 저음역의 베이스 등에 더 어울린다 할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 지도상의 정보를 활용하여 음악적인 요소(음의 높이, 세기 등)와 소리의 성질(음원 합성의 파라미터)를 조절하는 방식으로 간단한 작품을 만들어 보았다. 매핑 설계 과정에서 고려하였던 가장 기본적인 사항은 다음과 같다:

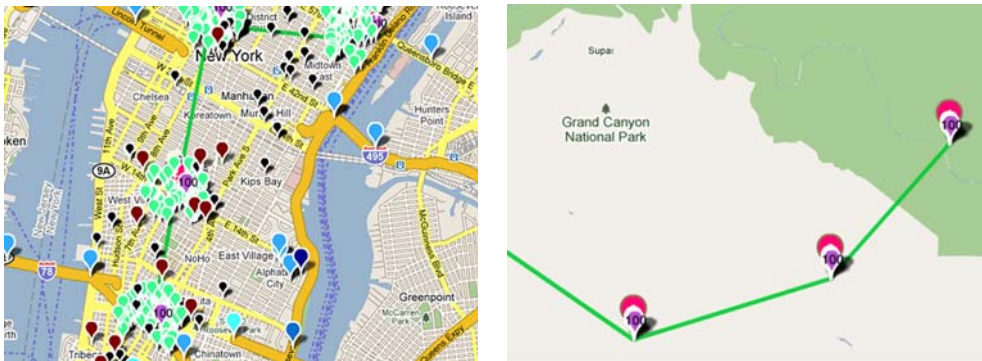
- 거리나 위치 등은 그 지역만의 고유한 숫자로 표현되는 요소이다. 이러한 것들은 음악의 구조적인 요소, 즉 리듬이나 템포를 결정하는 값으로 고려될 수 있을 것이다. 또는 basso continuo와 같이 긴 흐름을 가지고 이어지는 소리의 음조 등으로 활용될 수도 있다.
- 교통량, 이벤트, 장소에 관련된 정보들은 사용자가 지정한 노드를 둘러싼 주변 지역에서 발생된다. 그러므로 이러한 정보들은 개별 악기의 멜로디 및 소리의 음색을 조절하는 데 사용하는 것이 더 어울릴 것이다. 특히 이러한 정보들은 한 노드 주위의 여러 지점에서 측정되므로, 이러한 정보 발생 위치와 노드 사이의 거리를 바탕으로 주변 지역을 더 세분화하고 각각의 영역이 하나의 악기 역할을 하도록 하는 등의 구분도 가능할 것이다.

이러한 내용을 바탕으로, 본 연구에서는 다음의 세 가지 방법을 시도해 보았다.

- 서로 다른 종류의 정보를 서로 다른 악기 소리에 대응시켰다. 이때 소리의 크기는 그 지역에 존재하는 정보의 양과 비례하게 된다. 또한 사용자가 지정한 노드에서의 거리에 따라 방사형 모양으로 지역을 구분한 다음, 이에 따라 소리의 음색을 변화시키는 매핑을 시도하였다.
- 위도, 경도의 위치 정보, 그리고 온도와 같이 상대적으로 변화가 적은 값들은 재생 속도를 결정하도록 하였다. 또한 하나의 노드에서 얻은 데이터를 이용한 음악이 모두 재생되면, 자동으로 다음 지역으로 넘어가도록 하였다.

실험 결과, 비록 완성도가 아주 높지는 않으나 음악적으로 흥미로운 제스처를 가지는 몇몇 결과를 얻을 수 있었다. 이와 관련하여서는 향후 다양한 데이터 매핑 전략 및 그에 따른 적절한 악기 선정에 대한 논의가 진행되어야 할 것이다.

이와 같이 지도 위에 경로를 그리는 간단한 행위만으로도 음악을 충분히 만들 수 있다는 본래의 의의 이외에도, COMPath는 경로 주변의 지역적 특성들을 매우 잘 표현한다. 이는 서로 대조적인 (즉 교통, 기온, 지역 뉴스 등의 데이터에서 확연히 차이를 보이는) 두 지역 -미국 뉴욕의 맨해튼과 애리조나의 그랜드 캐니언 국립공원-에서의 실험 결과로 잘 나타난다. 그림 7의 좌측에 보이는 것처럼 맨해튼 지역은 엄청난 데이터로 인하여 다수의 마커가 지도 위에 표시되고 다양한 음이 연주되지만, 그랜드 캐니언은 특별한 소리를 들을 수 없을 정도로 데이터의 양이 작다. 이 실험을 통하여 COMPath가 들려주는 사운드를 통해 두 지역을 확실히 구분할 수 있음을 확인할 수 있다. 다음 단계에서는 동일한 맨해튼 지역 내에서 서로 다른 경로를 선택하여 테스트를 진행하였다. 결과는 예상대로 그랜드 캐니언과의 비교에 비해서는 훨씬 비슷하나, 둘 사이에서는 서로 확연히 구분이 가능할 정도로 다른 차이를 나타냄을 확인할 수 있었다.



(그림 7) 뉴욕 맨해튼과 애리조나 그랜드 캐니언

결론

COMPath는 온라인 지도를 기반으로 하여 실제 지리상의 다양한 정보를 음악으로 변환하는 인터랙티브한 소리화 도구이다. 인터넷 지도를 이용하여 음악을 만든다는 것 자체가 독특한 행위일 뿐 아니라, 같은 경로라 할지라도 매 시간별 데이터가 변화함에 따라 음악도 함께 변화할 수 있다는 것이 COMPath의 가장 큰 매력 중 하나이다.

현재 COMPath가 가지고 있는 여러 가지 한계점에도 불구하고, 많은 이들이 COMPath가 만들어내는 음악과 그 과정에 긍정적인 반응을 보였고 앞으로 작곡 도구로서의 발전 가능성에도 동의하였다. 향후 과제는 사용자가 음악적 표현을 보다 자유롭게 할 수 있도록 소리화 매핑의 여러 요소를 제어할 수 있는 인터페이스 등 다양한 옵션을 추가해 나가는 것이며, 실제적인 ‘작곡 도구’로서의 가능성을 평가하기 위해 계속해서 보다 객관적인 사용자 테스트를 계속해 나가는 것이다.

참고문헌

- J. L. Alty and D. Rigas. “Communicating graphical information to blind users using music: the role of context.” *Proceedings of the 7th international conference on Human computer interaction*, 2005
- R. Bibson and S. Erle. *Google Maps Hacks: Tips & Tools for Geographpic Searching and Remixing*. O’Reilly, 2006.
- L. M. Brown and S. A. Brewster. “Drawing by ear: Interpreting sonified line graphs.” *Proceedings of the 2003 International Conference on Auditory Display*, Glasgow, UK, 2003.
- L. Gaye, R. Maz’, and L. E. Holmquist. “Sonic city: the e urban environment as a musical interface.” *Proceedings of the 2003 Conference on New Interfaces for Musical Expression*, pages 109–115. NIME, 2003.
- W. Heuten, D. Wichmann, and S. Boll. “Interactive 3D sonification for the exploration of city maps.” *Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction*, pages 155–164, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- M. Jones and S. Jones. “The music is the message.” *Interactions*, 13(4):24–27, 2006.
- W. Jones. “Sight for sore eyes.” *IEEE Spectrum*, February 2004.
- G. Kramer, et. al., *Sonification report: Status of the field and research agenda*. In *ICAD ’97: Prepared for the National Science Foundation by members of the International Community for Auditory Display*, <http://www.icad.org>, 1997.
- R. Ramloll, S. Brewster, W. Yu, and B. Riedel. “Using non-speech sounds to improve access to 2d tabular numerical information for visually impaired users.” *15th Annual Conference of the British HCI Group*, pages 515–529, Glasgow, UK, 2001. BCS-HCI.
- C. Roads. *The Computer Music Tutorial*. MIT Press, Cambridge, MA, 1997.
- J. C. Schacher. “Davos soundscape, a location based interactive composition.” *Proceedings of the 2008 Conference on New Interfaces for Musical*

Expression. 2008.

- S. Strachan, P. Eslambolchilar, R. Murray-Smith, S. Hughes, and S. O'Modhrain. "Gpstunes: controlling navigation via audio feedback." *Proceedings of the 7th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices & Services*, pages 275–278, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- U&I Software. *Metasynth 4*. <http://uisoftware.com/MetaSynth/>.
- N. Warren, M. Jones, S. Jones, and D. Bainbridge. "Navigation via continuously adapted music." *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 1849–1852, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- I. Xenakis. *Formalized Music (Revised Edition)*. Pendragon Press, New York, 1992.
- W. S. Yeo and J. Berger. "Rasterpiece: A cross-modal framework for real-time image sonification, sound synthesis, and multimedia art." *Proceedings of the International Computer Music Conference*, August 2007.
- H. Zhao, C. Plaisant, and B. Shneiderman. "I hear the pattern - interactive sonification of geographical data patterns." *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 1905–1908, New York, NY, USA, 2005. ACM.

〈Abstract〉

ComPath: A Music-Making Environment with Interactive Map Interface

Sihwa Park, Seunghun Kim, Samuel Lee

This paper introduces COMPath, a map-based software platform that provides a novel and unique environment for geometric data sonification as well as creative music making. COMPath allows the user to create musical events from various types of geo-related data with simple and familiar actions on an online map interface; by specifying a path on the map, the user can collect a set of local information along the route, which is then mapped to musical properties. We discuss the potential of interactive online map service as a musical interface, and describe the design and implementation of the user interface, data collection mechanism(mashup), and possible sonification mappings of COMPath.

Keywords: online map interface, map API, musical sonification, mashup, interactive composition environment

텔레매틱 음악 공연 ResoNations를 통하여 본 네트워크 공연

여운승*

〈요 약〉

‘레조네이션스(ResoNations)’는 지리적으로 떨어진 곳에 위치한 음악인들이 컴퓨터 네트워크를 통하여 함께 음악을 연주하는 텔레매틱 공연(telematic concert)으로 2009년 11월 21일(한국 시각)에 개최되었다. 공연은 미국의 뉴욕(New York)과 샌디에고(San Diego), 캐나다의 밴프(Banff), 북아일랜드의 벨파스트(Belfast), 그리고 한국 서울을 광대역 네트워크로 연결하여 진행되었으며, 다섯 도시의 연주자들은 서로의 공연 영상과 음향을 실시간으로 보고 들으며 동시에 음악을 연주하였다.

본 논문에서는 텔레매틱 공연에 대한 고찰을 바탕으로 레조네이션스 공연의 의의를 살펴 보고, 연주된 음악에 대한 설명 및 사용된 음향 및 영상 전송의 기술적인 배경을 소개한다. 또한 공연 진행 과정에서의 경험을 바탕으로 성공적인 네트워크 기반 공연을 위한 준비 및 고려사항을 살펴며, 향후 텔레매틱 공연의 과제 및 전망을 논의한다.

검색어: 텔레매틱 공연, 네트워크 공연, 텔레매틱 미디어, 광대역 네트워크, 딜레이

* 필자는 카이스트 문화기술대학원 교수로 재직 중이다. woony@kaist.edu

서론

레조네이션스(ResoNations)는 미국 뉴욕(New York), 샌디에고(San Diego), 캐나다의 밴프(Banff), 북아일랜드의 벨파스트(Belfast), 그리고 대한민국 서울을 초고속 네트워크로 연결하여 모든 지역의 연주자들이 평화를 기원하는 음악을 동시에 연주한 텔레매틱 음악 공연(telematic music concert)으로 2009년 11월 21일 오전 9시 30분(한국 시각)에 개최되었다. 공연 제목인 ‘레조네이션스’는 ‘레조넌스(resonance)’와 ‘네이션스(nations)’의 합성어로, 서로 다른 여러 나라의 관객과 연주자들이 하나의 음악을 함께 연주하는 과정을 통하여 공명(共鳴)하고 나아가 한 마음으로 세계 평화를 소망한다는 의미를 담고 있으며, 이는 그림 1의 공연 공식 로고에 형상화되어 있다.

공연은 유엔(UN) 산하 국제 비정부기구(NGO)인 와푸니프(WAFUNIF: the World Association of Former United Nations Internes and Fellows)에서 주관하였고, 특히 평화를 기원하는 의미로 뉴욕의 유엔(UN) 본부에서 열린 최초의 텔레매틱 공연이라는 점에서 큰 의미를 가진다. 공연 프로그램은 텔레매틱 미디어의 특징을 잘 활용한 곡으로 구성되었으며, 현대음악/재즈 분야에서 세계적인 명성을 얻고 있는 연주자들이 대거 참여하여 수준 높은 연주를 들려주었다. 규모 면에서도 다섯 도시, 총 27명의 연주자가 참가하였는데, 이는 국내 기관이 참여한 네트워크 기반 국제 협동 공연 중 가장 규모가 큰 사례의 하나라 할 수 있다.

공연에 참여한 다섯 공연장은 서로 광대역 네트워크를 통하여 연결되었으며, 연주자들은 네트워크를 통하여 실시간으로 전송되는 서로의 연주 영상 및 고음질 음향을 통하여 마치 한 장소에 모여 음악을 연주하는 것과 같은 효과를 경험하였다. 또한 각 지역의 청중은 해당 지역의 연주와 더불어 다른 도시의 공연을 함께 감상할 수 있었다.

본 논문에서는 먼저 텔레매틱 공연의 기반인 텔레매틱 미디어(telematic media)를 소개하고, 그 음악적인 의미에 대하여 살펴본다. 이러한 내용을 바탕으로 레조네이션스 공연의 음악 프로그램 구성을 살피고, 이어서 공연의 기술적인 바탕 및 세부적인 준비 과정을 다룬다. 마지막으로 향후 네트워크 기반 텔레매틱 공연의 전망 및 발전 방향에 대하여 논의할 것이다.

SAN DIEGO - BANFF - NEW YORK - BELFAST - SEOUL
NOVEMBER 21, 2009 @ 12:30 AM GMT

ResoNations

INTERNATIONAL TELEMATIC MUSIC CONCERT FOR PEACE



SONICARTSRESEARCHCENTRE



(그림 1) 레조네이션스 공연 공식 로고

텔레매틱 공연

텔레매틱 미디어

시간과 공간의 제약을 뛰어넘으려는 인간의 욕망은 음악에 있어서도 결코 예외는 아니며, 음악 감상에 있어서는 이미 누구나 경험하는 현실이 되었다. 특별히 직접 공연장을 찾는 경우를 제외하면, 휴대용 음악 재생 장치를 이용하여 원하는 노래를 언제 어디서나 즐길 수

있게 된 것은 새삼스럽게 생각하기조차 번거로운 일상의 한 부분이다. 반면 음악을 만드는 일, 특히 다른 사람들과 함께 음악을 연주하는 행위는 공간의 제약을 훨씬 더 크게 받는다. 완성도 높은 연주를 위해 상대의 음악적 의도를 이해하고 교감을 나누는 것은 차치하고서라도, 일반적으로 음악을 함께 연주하기 위해서는 일단 동시에 한 곳에 모여야 한다.

공간적 한계를 넘어 서로 다른 장소에 위치한 연주자들이 실시간으로 합주를 하기 위하여 사람들은 “텔레매틱 미디어(telematic media)”를 활용한다. 이는 지리적으로 분리되어 있는 두 지점 사이의 통신을 가능하게 하는 매체로 흔히 인터넷과 같이 컴퓨터를 이용한 데이터 통신 네트워크를 의미하며, 이미 다양한 분야의 예술 활동에 활용되고 있다 [Wikipedia].

사실 네트워크가 도입되기 이전부터 전신, 전화, 위성 중계와 같은 원격 통신 매체는 이미 음악 및 공연 분야에 적용되어 왔다. 1877년 미국 필라델피아(Philadelphia)에서 연주되는 음악을 전신(telegraph)을 통하여 뉴욕에서 감상한 사례를 필두로 [The Philadelphia Inquirer 1877], 1984년 백남준의 “Good Morning, Mr. Orwell”과 같이 뉴욕과 파리(Paris)를 위성으로 연결하여 동시에 공연을 진행한 경우도 발견할 수 있다. 하지만, 이들 대부분의 경우는 일방적인 공연, 즉 한쪽에는 연주자들이 있고 반대쪽에서는 관객들이 전송된 연주를 감상하는 형식으로 구성되었다. 백남준의 사례와 같이 동시 공연을 시도한 경우 전송 속도 및 안정성 등 여러 기술적인 한계로 인하여 실질적인 동시 합동 공연이라 하기에는 어려움이 있다. 이러한 기술적 제약 중 가장 큰 요소는 데이터 전송 과정에 있어 발생하는 딜레이(delay), 즉 시간 지연 현상이라 할 수 있으며, 특히 시간의 예술이라 할 수 있는 음악에 있어 일정 수준 이상의 딜레이—일반적으로 0.01~0.02[s] 이상—는 정상적인 합주를 불가능하게 한다.

이와 같은 기존의 매체에 비해 현대의 텔레매틱 미디어, 특히 지상 또는 해저에 매설된 광케이블을 통해 연결되는 광대역 네트워크의 경우 상대적으로 짧은 경로로 인해 전송에 따른 딜레이가 크게 줄어들게 된다. 실제로 약 1,000[km] 이내의 거리에서는 동시 연주에 거의 어려움이 없고, 그보다 조금 더 먼 거리의 경우 일정 수준의 혼련을 통하여 딜레이를 극복할 수 있음이 확인되었다[Chafe 04].

네트워크: 음악을 위한 새로운 미디어

광대역 네트워크의 경우 비록 기존의 매체에 비하여 딜레이에 따른 문제가 크게 개선되었으나, 통신을 하려는 두 지점간의 거리에 따라서는 여전히 무시할 수 없는 - 즉 일반적인 연주를 하기 어려운 - 수준에 이르게 된다. 이는 빛의 속도에 따라 결정되는 현상으로, 두 지점을 연결하는 네트워크 케이블의 길이가 물리적으로 짧아지기 전에는 해결이 불가능한 문제이다.

이와 같이 불가피한 문제를 해결함에 있어 장비의 개선 및 훈련을 통하여 극복하고 넘어 서려는 움직임이 있는 반면, 딜레이를 있는 그대로 받아들이고 나아가서는 이를 적극적으로 활용하려는 흐름도 존재한다. 즉 연주자들이 함께 박자를 맞추기 어렵다는 사실을 전제로 그에 적합한 (주로 느린 템포, 불분명한 박자, 많은 즉흥 연주를 특징으로 하는) 음악을 만드는 것으로, 이는 네트워크를 단순히 소리를 전송하는 수단으로 사용하는 것을 넘어 새로운 형태의 음악적 미디어로 재해석하려는 시도라 할 수 있다[Chafe 09]. 본 논문에서는 이러한 맥락에서 레조네이션스 공연의 프로그램 구성을 살펴본다.

공연 내용 소개

이 장에서는 레조네이션스 공연의 참여기관 및 공연장, 지역별 연주자 등 제반 정보를 정리하고, 공연에서 연주된 곡을 소개한다.²⁾

지역별 참여기관 및 공연 정보

1. 뉴욕

- 참여 기관: World Association of Former United Nations Interns and Fellows (WAFUNIF), UN-NGO

2) 공연에 대한 자세한 정보는 공식 홈페이지(<http://resonations.kaist.ac.kr>)에서 확인할 수 있다.

- 공연장: UN 본부 ECOSOC Chambers
- 현지 공연 시각: 2009년 11월 20일 저녁 7:30
- 연주자: Joan La Barbara(voice), Yoon Sun Choi(voice), Robert Dick(flute), Jane Ira Bloom(soprano saxophone), Marty Ehrlich(woodwinds), Oliver Lake (saxophone), Dave Taylor(trombone), Tomas Ulrich(cello), Samir Chatterjee(tabla), Sarah Weaver (conductor and co-composer)

2. 샌디에고

- 참여 기관: Center for Research in Computing and the Arts(CRCA), University of California San Diego
- 공연장: Performative Computing Lab, CRCA, UC San Diego
- 현지 공연 시각: 2009년 11월 20일 저녁 4:30
- 연주자: Mark Dresser(contrabass, conductor, co-composer)

3. 밴프

- 참여기관: The Banff Centre
- 공연장: Telus Studio, JPL Building, The Banff Centre
- 현지 공연시각: 2009년 11월 20일 저녁 5:30
- 연주자: Lee Heuermann(soprano), Charles Nichols(electric violin), Sam Davidson(clarinet and electronics), Chris Chafe(electric cello and composer), Geoff Shoemith(tuba and electronics), Knut Eric Jensen(piano)

4. 벨파스트

- 참여 기관: Sonic Arts Research Centre(SARC), Queen's University Belfast
- 공연장: Sonic Arts Research Centre(SARC), Queen's University Belfast
- 현지 공연 시각: 2009년 11월 21일 오전 0:30
- 연주자: Pedro Rebelo(composer and piano), Franziska Schroeder(saxophone), Manuela Meier(accordion), Steve Davis(drums/percussion), Justin Yang(saxophone/

electronics)

5. 서울

- 참여 기관: 카이스트 문화기술대학원 오디오 및 인터랙티브 미디어 연구실, 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과 컴퓨터음악 연구실
- 공연장: 동국대학교 이해랑 예술극장
- 현지 공연 시각: 2009년 11월 21일 오전 9:30
- 연주자: Quartet X - 조윤범(1st violin), 박소연(2nd violin), 김희준(viola), 오새란(cello), 이승희(해금), 홍의식(saxophone), 여운승(visuals)

그림 2는 서울 공연의 모습을 보여준다. 무대 뒤 4분할된 화면에는 다른 네 공연장의 모습이 각각 보이고 있다.



(그림 2) 서울 공연 장면

레조네이션스는 청중이 직접 참관할 수 있는 공연장 이외에도 공식 홈페이지에 개설된 웹캐스트(webcast)를 통하여 인터넷으로도 중계되었다.

음악 프로그램

본 공연에서 연주된 네 곡은 모두 텔레매틱 공연을 위하여 작곡되었다는 공통점을 가지면서도 각각 다른 독특한 방식으로 동일한 문제에 접근하는 모습을 보여주었다.

1. Hope's Dream (작곡: Mark Dresser, Sarah Weaver)

<Hope's Dream>은 WAFUNIF의 설립자 겸 명예총장인 P. White-Davis Hope를 위한 추모곡이다. 두 명의 지휘자는 연주자들에게 미리 지급된 전통적 형식의 악보 이외에도

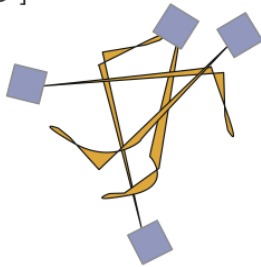
여러 종류의 동작(gesture glossary)을 통하여 음량, 음색, 연주 스타일 등 다양한 음향/음악의 변화를 지시하였으며, 연주자들은 이러한 내용을 미리 숙지한 후 네트워크로 전송된 영상으로 보이는 지휘자의 동작에 따라 연주를 진행하였다.

한 가지 유의할 점은 본 공연에서는 영상과 음향의 동기화는 이루어지지 않았으며, 특히 소리에 비해 화면이 더 늦게 전달되었다. 이러한 상황에서는 영상을 통한 지휘의 시간적 정확성이 매우 떨어지게 되나, 이 곡에서는 음악의 템포가 전반적으로 느리고 각 부분별 연결이 부드럽게 이루어져 딜레이에 의한 영향이 크게 나타나지는 않았다.

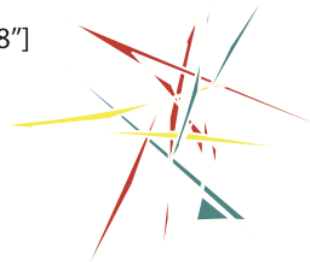
2. Disparate Bodies (작곡: Pedro Rebelo)

이 곡의 특징은 “그래픽 기반의 원격 전자 악보”라 할 수 있다. 작곡자는 원격 제어가 가능한 컴퓨터 소프트웨어 형태의 전자 악보를 각 지역에 미리 배포하였고 이를 이용하여 음악의 진행을 원격으로 제어할 수 있었는데, 이러한 방식을 통하여 영상을 통한 지휘에 비하여 시간적으로 훨씬 빠르고 정확한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 연주자들은 각 악장별로 다른 형태를 가진 그래픽 이미지를 보고 그에 어울리는 음악적인 느낌을 표현하였다(그림 3).

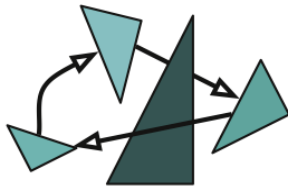
Cue 10: [99"]



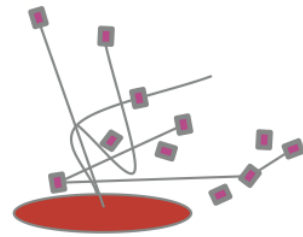
Cue 8: [88"]



Cue 11: [98"]



Cue 9: [88"]



(그림 3) <Disparate Bodies>의 그래픽 스코어 중 일부

3. Rock, Paper, Scissors (작곡: Chris Chafe)

Chafe의 작품인 <Rock, Paper, Scissors>는 각 지역별 대표자 사이의 “가위 바위 보” 결과에 따라 음악의 다음 진행이 결정되는 곡으로, 일종의 확률 모델에 기반한 알고리즘 작곡 기법과 유사한 결과를 보였다. 여기에서는 첫 번째 곡에서와 마찬가지로 영상을 통하여 전송되는 가위 바위 보 경기의 모습이 지연되어 전달되어, 결과를 확인한 후 동시에 연주를 시작하기 위한 정확한 시작 시점 파악에 다소 어려움이 있었다.

4. Green-colored Harmony (작곡: 김준)

마지막 곡인 <Green-colored Harmony>는 곡 전체가 미리 준비된 악보에 의해 연주된 경우로, 연주 방식에 있어서는 상대적으로 가장 전통적인 모습을 보였다고 할 수 있다. 다만, 이 곡은 처음부터 과정에서부터 이미 네트워크 전송에 따른 0.1~0.2[s] 정도의 딜레이를 염두에 두고 그에 따른 혼란을 최소화하도록 구성되었다. 또한 곡의 연주와 함께 연주 내용을 실시간으로 시각화한 애니메이션이 동시에 보였다.

공연 기술 및 진행

이 장에서는 레조네이션스 공연에 사용된 광대역 네트워크 및 음향/영상 전송에 사용된 기술을 설명하고, 텔레매틱 공연의 기술적인 요건을 충족하기 위하여 준비 및 진행 과정에서 유의하여야 했던 점을 함께 살펴본다.

광대역 네트워크

텔레매틱 공연 기술의 가장 중요한 요소는 단연 광대역 네트워크라 할 수 있다. 레조네이션스 공연을 위한 네트워크 연결은 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 후원으로 초당 1기가비트([Gb])를 전송할 수 있는 전용 회선이 사용되었으며, 이는 국내 기간 네트워크와 함께 세계 11개국이 참여하는 국제 연구망인 글로리아드(GLORIAD)로 구성되는 국가과학기술연구망(KREONET)에 연결되었다. 그림 4는 글로리아드 망의 연결 구성을 보여준다.



(그림 4) GLORIAD 망 연결

음향 및 영상 전송

공연 음향과 영상 전송은 별도의 전용 장비 대신 Macintosh 컴퓨터에서 구동되는 JackTrip과 Access Grid 프로그램을 사용하여 이루어졌다.

1. 음향: JackTrip

JackTrip은 Stanford 대학의 Center for Computer Research in Music and Acoustics(CCRMA)에서 개발한 고음질 오디오 전송 소프트웨어로 소스 코드가 공개된 무료 프로그램이며, Linux와 Mac OS X 환경에서 동작한다[Cáceres 09]. 구동 및 환경 설정을 하기 위해서는 터미널에서 명령어를 입력하여야 하고, 별도로 설치하여야 하는 Jack Audio Connection Kit(JACK) 프로그램이 없이는 동작하지 않는 등 사용상의 번거로움에도 불구하고, 현 시점에서 사용 가능한 네트워크 오디오 프로그램 중 데이터 전송 면에서 가장 안정적이며, 네트워크 대역 한도 내에서 동시 송수신이 가능한 고음질 오디오 채널의 수에 제한이 없는 등 여러 장점을 가지고 있어 본 공연의 오디오 전송 프로그램으로 선택되었다.

JackTrip은 여러 컴퓨터 사이의 연결을 동시에 지원하므로 오디오 전송에 있어 다양한 형태의 네트워크 연결이 가능하다. 본 공연에서는 각 지역별 연주를 4채널로 만들어 밴프의 서버로 보내고, 이곳에서 공연 전체의 소리를 취합하여 믹스(mix)한 후 다시 각 지역으로 4채널 오디오 정보를 돌려보내는 방식으로 구성되었다. 각 채널별 오디오는 16-bit, 48[kHz] 형식을 사용하였다.

2. 영상: AccessGrid

미국 Argonne National Laboratory에서 개발한 Access Grid는 화상 회의 및 대화면 멀티미디어 프리젠테이션 등을 위한 무료 소프트웨어로, Linux, Mac OS X 및 Windows 상에서도 동작한다.

네트워크 연결에 있어서는 오디오의 경우와 마찬가지로 모든 공연장의 영상 신호를 하나의 서버(online venue)로 전송하게 되며, 각 지역에서는 이 서버에 접속하여 여러 영상 입력 중 원하는 화면을 손쉽게 선택한 후 이를 다양한 형태로 보여줄 수 있다.

3. 음향과 영상의 동기화

텔레매틱 음악 공연에서 음향과 영상의 동기화는 매우 중요하고도 어려운 문제이다. 특히 일반적으로 영상 전송에서 발생하는 딜레이가 음향에 비해 더 큰 관계로, 영상과 동기화된 음향의 경우 네트워크 전송에 의한 딜레이 이외에 추가로 지연되는 셈이 되어 인터랙티브한 양방향/다방향 음악 공연에는 적합하지 않다.

본 공연에서는 음향과 영상은 동기화(synchronization)되지 않은 상황에서 서로 독립적으로 전송되었으며, 실질적으로는 음향이 영상에 비하여 조금 더 앞서 전달되었다.

공연 진행

다른 텔레매틱 공연과 마찬가지로 레조네이션스 공연에서는 네트워크의 안정적 연결이 가장 기본적인 전제조건이었다. 이를 위하여, 일반적인 공연과 달리 공연 리허설 전 네트워크 신호를 점검하고 오디오 및 비디오 전송을 확인하는 “테크니컬 리허설” 시간을 추가로

확보하였다. 또한 행사에 참여한 공연장 사이에 많은 시차가 있었으므로, 몇몇 지역 간의 개별적인 리허설 이외에 모든 공연장에서 동시에 참여하기에 무리가 없는 전체 리허설 일정을 계획하는 것이 큰 과제 중 하나였다. 표 1에 공연을 위한 리허설 일정을 정리하였다.

(표 1) 공연 리허설 일정

시간	11/19	11/20	11/21(공연일)
06:30~07:30	-	-	신호 및 테스트
07:30~08:30	신호 테스트	신호 테스트	음향/영상 테스트
08:30~09:30	음향/영상 테스트	음향/영상 테스트	간이 리허설
08:30~09:30	부분 리허설	드레스 리허설	본 공연

결론

레조네이션스 공연은 텔레매틱 공연의 기술적인 수준이 매우 높은 단계에 이르렀음을 보여주는 좋은 기회가 되었다. 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 제공한 네트워크는 한 번의 장애 없이 매우 안정적으로 동작하였으며, 오디오 전송에 사용된 JackTrip 역시 다채널 고음질 음향 전송에 뛰어난 성능을 보였다. 비디오 전송을 위한 Access Grid에서 전송된 화질은 다소 아쉬움이 있었으나, 속도와 딜레이, 그리고 사용의 편의성 측면에서는 매우 높은 평가를 할 수 있다. 공연의 콘텐츠인 음악 면에서도 텔레매틱 공연의 다양한 요소를 시험할 수 있는 곡들로 구성되어, 높은 음악적 완성도 뿐 아니라 텔레매틱 음악의 새로운 방향을 확인하는 계기가 되었다.

본 공연에서의 경험을 바탕으로 전망하는 텔레매틱 공연의 향후 연구 주제는 다음과 같다:

- 앞에서 언급한 바와 같이 텔레매틱 공연의 가장 중요한 요소는 딜레이라 할 수 있으며, 따라서 이를 이해하고 받아들이는 방법에 대한 연구가 필요하다. 여기에는 단순히 하드웨어/소프트웨어에서 딜레이를 최소화하거나, 딜레이를 극복하여 실시간에 가까운 연주를 구현하는 것을 넘어, 이를 적극적으로 활용하여 새로운 형태의 음악을 만드는 방법에 대한 체계적인 연구가 있어야 할 것이다.
- 이제까지 대부분의 텔레매틱 음악 공연은 광대역 전용 네트워크가 가설된 대학 및 연구기관 등에서만 가능한 작업이었다, 그러나 일반인들이 사용 가능한 네트워크의 속도 및 안정성이 점차 향상되면서, 텔레매틱 공연은 점차 대중화될 수 있는 가능성을 가진다. 근거리 통신의 경우 이미 일반 가정에 가설된 인터넷 회선으로도 한두 채널의 소리는 큰 딜레이 없이 전송이 가능하며, 이는 JackTrip과 같은 공개 소프트웨어를 이용하여 누구나 구현할 수 있다.

* 본 공연은 한국과학창의재단과 한국과학기술정보연구원의 후원으로 이루어졌다.

참고문헌

- J.-P. Cáceres and Chafe, C., “JackTrip: Under the Hood of an Engine for Network Audio.” *Proceedings of International Computer Music Conference, Montreal*, 2009.
- C. Chafe and M. Gurevich, “Network Time Delay and Ensemble Accuracy: Effects of Latency, Asymmetry.” *Proceedings of the AES 117th Conference., San Francisco*, 2004.
- C. Chafe, “Audio Setup and the Future of the Telematic Medium.” *TelematicMusic: Six Perspectives, Leonardo Music Journal*, 19, 2009.
- The Philadelphia Inquirer, “Music in Flashes: the First Telephone Concert with the Performance in This City and the Audience in New York.” April, 1877.
- Wikipedia, “Telematic Art”, http://en.wikipedia.org/wiki/Telematic_art, last visited: December 2009.

<Abstract>

ResoNations: an International Telematic Music Concert for Peace

Woon Seung Yeo

ResoNations is an international telematic music concert(real-time performance via the internet by musicians in different geographic locations), which features new contemporary music works for peace performed by renowned musicians in five international locations. The performance took place on high-bandwidth internet with JackTrip audio software developed by Chris Chafe and Access Grid video software developed at Argonne National Laboratory. In addition to the local concerts, it was available online as a worldwide webcast.

This paper introduces the fundamental concepts of telematic medium, discusses the significance of ResoNations as a telematic concert, and describes the details of network technology as well as music program for the event. Future research topics on telematic music are also proposed.

Keywords: telematic concert, networked performance, telematic media, broadband network, delay

II. 후기

이사우
서울국제컴퓨터음악제 2009

여운승
International Conference on New Interfaces for Musical Expression(NIME) 2009

서울국제컴퓨터음악제 2009

이사우*

이번 서울국제컴퓨터음악제는 여느 해보다 조금 늦은 11월 29일에 시작하여 12월 3일까지 5일간 계속되었으며, 5번의 콘서트와 2번의 세미나가 예술의 전당에 있는 자유소극장과 한국예술종합학교의 전자음악실에서 각각 열렸다. 작품 공모 기간이 여느 때보다 짧았음에도 불구하고 150여 작품이 응모, 총 32편의 작품이 연주되어 날로 높아져가는 음악제의 위상을 확인할 수 있었다. 이번 음악제에서는 첫 공연을 ‘멀티미디어 콘서트’로 열었다는 점과 세계적인 컴퓨터 음악 연구소인 GRAME를 초청하여 공연과 세미나를 가졌다는 점에서 다른 해와 구별된다고 할 수 있다.

이미 캄캄한 밤하늘에 쌀쌀하게 부는 바람이 매섭게 느껴졌던 첫날 밤, 서울국제컴퓨터음악제는 시작되었다.

콘서트 I

멀티미디어 콘서트로 열린 첫날 공연을 보기 위해 15분전에 도착했을 때, 이미 1층이 다 차버려서 아쉽지만 2층으로 올라가 자리를 잡았다. 무대 디자이너에 의해 만들어진 공간, 입체적으로 배치되어 있는 3개의 스크린과 조명들 ... 시작 전부터 오늘 공연은 이전 공연들과 다를 것이라는 기대를 갖게 하였다.

큐레이터가 의도한 것일까, 일본, 중국, 한국 작곡가의 순으로 발표되는 작품들은 악기나, 소리, 이미지 등을 통해 각 나라의 전통적인 색채와 정서를 느낄 수 있었다. 첫 작품은 일본

* 필자는 한국예술종합학교와 플로리다 대학을 졸업하고 현재 경원대, 숙명여대, 한국예술종합학교, 협성대 강사로 있다. playworship@gmail.com

작곡가 Yukari Uto의 <equal>이라는 작품으로 흰 옷을 입은 세 명의 안무가와 이들을 투영하는 비디오 프로젝션으로 구성되었다. 프리페어드 피아노와 타악기 사운드에 맞추어 무표정한 모습으로 마치 기계의 부속품처럼 움직이는 안무를 보며 신선함과 동시에 일본의 전통 예술인 가부키를 떠올렸다. 두 번째로 발표된 Zhang Xiaofu의 <Visages peint dans les Opera de Pekin II>는 영상이미지와 전자음악을 위한 작품으로 중국 전통 연극인 경극을 소재로 하여 빠른 이미지 전환과 그래놀러 사운드를 통해 주제를 표현한 작품이었다. 최영준이 박진현과 공동 제작한 국악기를 위한 작품 <전자가야금 전자해금 그리고 컴퓨터>는 영상과 함께 단아하고 신비로운 분위기 안에서 다양한 형태의 연주주법과 사운드를 통해 동양적인 느낌과 이국적인 느낌을 동시에 받았다. 마치 가야금 연주가 때때로 어쿠스틱 기타 연주로 느껴졌던 것처럼. 임영미의 오디오비주얼 작품인 <새야새야 파랑새야>는 저음의 사운드 텍스처와 펄스 형태로 화려하게 움직이는 전자음향 사이로 중간중간 나오는 프리페어드 피아노의 둔탁한 사운드가 서로 다양한 제스처로 어우러지는 작품이었다.

인터미션 내내 무대장치를 하고 시작된 양용준의 <breath area>는 무용수와 영상, 음악을 위한 작품으로 무용수의 퍼포먼스, 입체적이며 변화무쌍한 영상과 무대 공간 활용, 조명 등은 전자음악과 잘 어우러져 완성도 높은 멀티미디어 공연을 보여주었다. 신성아의 오디오비주얼 작품인 <all_again v.2009>는 무채색 톤과 그 안에서 천천히 움직이며 보여주는 구체적이면서도 추상적으로 보이는 영상이 전자음향과 동시에 강렬한 인상으로 다가오는 실험적인 작품이었다. 마지막으로 연주된 장재호의 <Space v.1>은 발표자가 타이핑하는 내용에 의해 움직이는 객체들과 그 사운드가 제어되는 작품으로, 보는 이로 하여금 음악을 듣는 것이 아닌 마치 게임을 하고 있는 듯한 착각을 불러일으키게 하였다. 타이핑을 하는 실제의 손과 결과 내용, 제어되는 화면이 하나의 영상 안에서 이루어지고 실행되는 모습은 가히 압권이었다. 특히 작곡자는 타이핑이라는 퍼포먼스로 화면에 나오는 문자를 통해 알고리즘을 제어할 뿐만 아니라 관객들과 교감을 하며 더 나아가 “재미”라는 요소까지 더하여 멀티미디어 공연의 마지막을 장식하였다.

콘서트 II

둘째 날 공연된 첫 작품은 스웨덴 작곡가 Fredrik Gran의 <el algoritmo del antagonista>이었는데 작곡가에 의해 만들어진 알고리즘에 의해 일정한 패턴의 소리가 세밀하게 변형되며 반복되는 작품으로 사용된 알고리즘에 대한 이해나 정보가 없는 상태에서, 음악적으로만 듣기에는 지루하게 들릴 수도 있겠다는 생각이 들었다. 이어 발표된 Kamran Sadeghi의 오디오 비주얼 작품 <kha variations>는 사운드 요소들에 의한 예술적 형상화를 위한 작품으로 거칠고 왜곡된 사운드를 통하여 시각적 극대화를 추구한 작품이었다. 올해 fest-m 대회에서 최우수 작품으로 뽑힌 장한솔의 <트럼본과 트럼펫, 그리고 전자음향을 위한 macrame>는 관악기와 전자음향이 거의 동시에 연주되며, 많은 부분 관악기 사운드의 변형에도 불구하고 두 파트는 매우 독립적으로 들렸다. 적절하게 긴장과 이완하는 관악기의 강렬함에 끊임없이 변화하는 전자음향이 더해져 완성도 있는 작품을 보여주었다. Mei-Fang Lin의 <Figurations>는 다양한 주법의 현악기 소리를 소재로 하여 그레놀러 등으로 프로세스된 소리 알갱이들이 마치 격정적인 어쿠스틱 연주를 하듯 다양한 피치와 다이내믹을 선보이며 화려하게 움직이는 4분 길이가 조금은 아쉬운 작품이었다.

인터미션이 끝나고 연주된 Andre Bartzki의 기타와 라이브 전자음향을 위한 <Traces>는 기타를 이용한 다양한 노이즈가 실시간 변형되는 사운드와 함께 연주된 곡으로 프로세싱에 의한 기타의 물리적 질감이 잘 드러난 작품이었다. 특히 연주자의 거친 플랫 노이즈 사운드가 실시간 프로세싱 되며 쏟아졌던 클라이맥스 부분에서 강한 전율을 느낄 수 있었다. Fabio Babagallo의 작품 <Abrasioni>는 불연속적으로 반복되는 입자화된 사운드를 바탕으로 다른 재질의 사운드가 등장하며 서로 대비를 이루는 작품이었다. 김한신의 오디오 비주얼 작품 <bonum>은 시작부터 끝까지 연속되는 하나의 지속음으로 이루어진 작품으로 두터운 사운드 텍스처 안에서 미묘하게 변하는 음색과 그것이 주는 분위기 그리고 영상이 잘 어울려 작곡가가 의도한 주제를 효과적으로 표현한 작품이었다. 둘째 날 마지막을 장식하였던 우재희의 <무용수와 전자음향을 위한 작품 Goo Oon Mong>은 상황마다 다른 분위기를 연출하는 패드 사운드의 역동적인 움직임 안에서 무용수의 한이 서린 움직임, 또한 장면마다 바뀌는 조명효과와 포그 같은 특수효과가 함께 어우러져 환영과 현실사

이의 방향과 혼돈을 그려낸 작품이었다.

콘서트 III

음악제 셋째 날, 오후 3시에는 이번 음악제에 특별히 초청되어 온 Pierre-Alain Jaffrenou 강사의 “GRAME and ‘mixed music’”이라는 주제로 한국예술종합학교 전자음악실에 열렸다. 프랑스의 7개 국립음악창작센터중 하나인 GRAME의 다양한 활동들을 소개하고, 관련 작품들을 감상하는 시간을 가졌다. 세미나 때마다 자주 느끼는 것이지만, 더 많은 사람들이 참석하고 경험하며 또한 세미나 중에도 보다 적극적으로 질문하고 참여했다면 하는 아쉬움이 들었다.

이날 첫 작품은 김영길의 <두 명의 무용수와 목관 미디컨트롤러와 전자음향을 위한 흥행 물천사>로 시작되었다. 총 길이가 20분이 넘는 작품으로 붉은 조명과 무용수들의 자극적이고 관능적인 몸짓과 각 장면을 상징하는 몽환적인 분위기의 지속음들 위에 무용수들의 움직임에 의해 제어되었던 날카로운 전자음들을 통하여 작품 주제인 섹슈얼리티를 효과적으로 표현하였다. 이어 연주된 Adam Stansbie의 <The Bridge of Arta>는 연주회장을 휘감으며 신비롭고 평화로운 분위기를 연출하는 사운드 텍스처와 점점 분해되고 거칠어지며 역동적으로 움직이는 사운드의 대비가 돋보이는 작품으로 “그것을 지었고, 그것은 부서졌다”는 내용을 잘 형상화한 작품이었다. 스페인 작곡가 Edith Alonso의 <첼로와 라이브 전자음향을 위한 El deseo de lo inalcanzable>는 초고음역으로부터 시작되어 반복되어 나타나는 피치 글리산도와 피치쉬프트 등의 실시간 프로세싱에 의해 보다 역동적이며 조금은 과장된 형태로 들려주는 첼로 연주는 이를 수 없는 유토피아를 꿈꾸는 주제를 설득력 있게 표현하였다. 하지만 화려하고 열정적인 동시에 계속적으로 바뀌는 연주자의 주법은 자칫 산만한 느낌을 줄 수 있다는 생각이 들었다. Denis Miller의 오디오 비주얼 작품 <White Noise>는 제목에 대한 선입견이었을까, 조약함과 화려함을 동시에 갖는, 자극적이며 또한 변화무쌍한 영상과 사운드가 주제를 잘 표현한 작품이었다.

잠시 휴식 후 시작된 Savannah Agger의 <Extended Terminations>는 어디론가 한없

이 빠져 들어가는 두터운 음색의 텍스처 사이로 나오는 짧고 임팩트한 제스처가 인상적인 작품이었다. 이어 연주된 Aaron Einbond의 <비올라와 라이브 전자음향을 위한 Beside Oneself>는 비올라의 서정적이며 동시에 열정적인 연주와 마치 대화하며 절묘하게 섞이는 전자음향의 조화가 돋보이는 작품으로, 긴 여운과 함께 아름다움과 경건함마저 느끼게 하였다. 이어 발표된 강중훈의 <Conversation 2>는 스펙트럼 분석에 의해 만들어진 사운드가 8채널 안에서 서로 다른 움직임을 가지고 전개되는 작품으로 마치 새가 서로 대화하는 것 같은 작곡자의 의도가 예술적으로 잘 표현된 작품이었다. 나무 상자 위에 앉아 웅크리고 있는 독특한 모습과 설정으로 시작하는 멕시코 작곡가 Hugo Morales Murguia의 작품 <Cajon>과 <전자음향을 위한 Enclosure>는 상자를 두들기며 연주하는 행위를 통해 사운드를 트리거하며 동시에 작품의 주제를 효과적으로 표현하기 위한 퍼포먼스를 보여주었으며, 시간이 갈수록 고조되어져 가는 사운드와 함께 어울려 지켜보는 이들에게 흥겨우면서도 강한 인상을 주었다.

콘서트 IV

이날 오후 3시에 어제와 같은 장소에서 “Spatialization techniques with SuperCollider”라는 주제로 Andre Batetzki의 강연이 있었다. 점점 관심이 높아져 가는 주제를 반영하듯 전날보다 많은 사람들이 참석하였다. SuperCollider를 이용하여 8개의 스피커를 직접 디퓨전하는 법을 소개하고 또한 본인이 제작한 관련 UI나 코드, 또한 Reactable같은 다른 장치와 연동 등 새로운 활용에 대하여 경험할 수 있었던 시간이었다.

이 날 공연은 가재발이라는 예명으로 더 알려진 이진원의 <무용수와 라이브 전자음향을 위한 작품 In Between>으로 시작하였다. 무대 위에서 ‘사이’라는 주제를 표현하기 위해 4개의 상자로 공간을 만들고 작곡자는 중앙에서, 무용수들은 상자로 경계 지어진 공간 안에서 퍼포먼스를 보여주었다. 또한 어둠 속에서 소리에 반응하는 각 박스의 발광하는 모습과, 동시에 박스가 스피커로써 공연장에 울렸던 로우파이 사운드는 매우 인상적이었다. 두 번째 작품 Jean-Michel Darremont의 <Livingston>은 실제의 장소 이름인 Livingston의

모습을 전자음악이라는 도구로 묘사한 것 같은 인상을 주었다. 전체 분위기를 묘사하는 지속음의 텍스처 안에서 두꺼비나 곤충들이 내는 소리 같은 작고 다양한 제스처를 갖는 음향들이 아기자기하게 펼쳐져 있는 것 같은 이미지를 작품을 통해 보여 주었다. Joe Candido와 Andrea Leoni의 오디오비주얼 작품 <MAYA>는 3파트로 구성된 오디오비주얼 작품으로 두개의 움직임은 점으로 시작되는 영상은 다양한 FM 사운드로부터 만들어지는 이국적인 분위기가 더해져 관념적이며 추상적인 분위기를 연출했던 작품이었다. 포르투갈 출신으로 이전에도 여러 번 음악제에 참여했던 작곡가 Joao Pedro Oliveira의 <Aphar>는 성경의 내용인 야곱의 꿈을 주제로 만든 곡으로, 그레놀러 합성이나 필터링 기법 등으로 사운드 텍스처를 잘 표현하였으며, 역동적인 제스처와 빠른 전개가 인상적인 곡이었다. 개인적으로 좋아하는 BEAST(Birmingham ElectroAcoustic Sound Theatre) 작곡가들의 작품들과 유사하다는 느낌을 받았다.

인터미션 후에 발표된 이사우의 <zephyr>는 다양한 배음열을 가진 슬라이드 휘슬 소리들이 공연장 안에서 춤을 추는 듯한, 언뜻 사운드 스케이프를 연상하게 하는 작품이었다. 이어서 연주된 이돈웅의 <마림바와 라이브 전자음향을 위한 i_Marimba>는 섬세하게 연주되며 나오는 마림바 소리에 음정의 변화(농현)로 여운을 주며, 시간이 흐르며 스피커를 통해 다시 플레이 되고 그 위에 실제 연주가 오버랩 되면서 색다른 분위기를 연출하였다. Maurice Wright의 오디오비주얼 작품 <OCTET>는 제목이 의미하는 것처럼 8개의 소품으로 이루어진 작품이다. 작품이 전반적으로 기발하고 위트가 있다고 할까. 옛날 유행했던 비디오 게임 같은 익숙하지만 오히려 어색한 부분과 이러한 소리와 화면들이 혼란스럽게 나오며 펼쳐지는 조금은 추상적인 부분이 잘 어우러져 작품의 흥미를 더하였다. 마지막으로 연주된 Gerald Eckert의 플루트과 첼로 그리고 전자음향을 위한 작품 <NEN VII>는 두 악기의 절제된 연주로부터 나오는 하모닉스와 고요하지만 날카롭게 울리는 두터운 텍스처를 가진 지속음들이 서로 섞이고 조화를 이루며 독특한 분위기를 연출하는 인상적인 곡이었다.

콘서트 V

음악제의 마지막 공연은 Grame-Musiques mixtes 콘서트로 진행되었다. 오늘의 공연을 위해 준비된 장비와 연주자들을 보면서 공연을 위해 신경 쓰는 모습을 느낄 수 있었다. 순서가 바뀌어 James Giroudon과 Jean-François Estager의 퍼쿠션과 전자음향을 위한 작품 <Geste immobile>으로 공연이 시작 되었다. 전체적으로 깔리며 분위기를 이끄는 낮은 톤의 지속음 위에 타악기 주자가 악기를 번갈아 가며 펼치는 사운드를 전자음향이 휘감으며 긴장감을 더하였다. 타악기의 울림과 전자음향이 믹스되어 황홀한 분위기를 연출하였다. 이어서 발표된 Pierre Alain Jaffrennou과 James Giroudon의 <Artée>는 잔잔하고 부드러운 사운드와 거칠고 자극적인 사운드의 대비 속에 파고드는 피치글리산도가 인상적인 작품이었다. Vincent-Raphaël Carinola의 바이올린과 전자음향을 위한 작품 <Devant la loi>는 글리산도, 초고역음의 날카로운 사운드, 강한 아티큘레이션의 바이올린 연주와 다양한 제스처를 갖는 전자음향 속에서 개인적으로 혼란스러운 느낌을 받았다. Kaija Saariaho의 <퍼쿠션과 전자음향을 위한 Six Japanese Gardens>는 6가지의 주제로 이루어진 작품으로 현장에서 녹음된 소리의 변형을 통해 세밀하게 변하는 전자음향속에 타악기의 절제된 연주와 울림이 잘 어울리는 작품이었다. Philippe Leroux의 <마림바와 바이올린을 위한 Air-Ré>는 이번 음악제때 발표되었던 유일한 비전자음악 작품으로. 비슷한 음색을 갖는 마림바와 비브라폰이 다양한 음정, 터치, 울림을 공유하며 하나의 악기처럼 들려주는 미묘한 효과가 인상적인 작품이었다.

공연의 마지막 작품이었던 Pierre Alain Jaffrennou의 <퍼쿠션과 비디오 그리고 전자음향을 위한 For one>은 20여 분 동안 실제의 타악기 연주와 스피커를 통해 나오는 가상의 타악기 연주와 음향, 그리고 악기 연주와 동기되어 다양한 포맷으로 등장하는 영상이 어우러진 곡으로 처음부에서 나오는 미디엄 템포의 오스티나토 위에 리듬 패턴과 솔로 연주가 다양하게 펼쳐졌던 작품이었다. 부분적으로 보여주었던 타악기 연주나 영상은 익숙한 것임에도 불구하고 전반적으로 난해한 작품이었다.

다양한 국적과 경험을 가진 작곡가들의 작품을, 다양한 형태로 한 자리에서 경험한다는 것은 매우 흥분되는 일이다. 어느 해나 그렇겠지만, 2009년 서울국제컴퓨터음악제 역시 현대 작곡가들의 음악적 성향과 작곡 방향, 미래의 모습까지도 생각하게 하는 시간들이었다. 이번 음악제를 통해 주었던 메시지가 많이 있겠지만, 새롭게 시도되었던 멀티미디어 공연을 언급하지 않을 수 없다. 이 날 우리에게 주었던 메시지는 아마도 장르나 형태의 경계가 점점 허물어지고 의미 없어진다는 것, ‘음악’이라는 틀을 넘어서서 ‘아트’라고 하는 보다 넓고 정의하기 힘든 세계로 나아가고 있다는 것이 아니었을까? 내년에 있을 2010 서울국제 컴퓨터음악제를 기대해 본다.

International Conference on New Interfaces for Musical Expression(NIME) 2009

여운승*

International Conference on New Interfaces for Musical Expression(이하 NIME)은 음악을 위한 인터페이스에 대한 다양한 의견을 교환하고 지식을 공유하기 위한 국제 학회로, 2001년 Human Factors in Computing Systems(CHI) 학회의 워크숍 프로그램으로 시작된 이후 해를 거듭하며 양과 질적인 면 모두에서 크게 성장하였다.

여타의 학회와 구분되는 NIME의 특징 중 하나는 음악을 위한 컴퓨터 기반 인터페이스에 관한 이론 및 기술 논문을 다루는 논문 발표와 포스터/데모 세션 이외에도, 이러한 연구 결과를 바탕으로 이루어진 음악 및 멀티미디어 작품을 감상할 수 있는 공연 및 전시가 함께 열려 공학과 예술의 만남을 추구한다는 것이다.

2009년, 아홉 번째를 맞이한 NIME 학회는 6월 4일부터 6일까지 사흘간 미국 Pennsylvania 주 Pittsburgh의 Carnegie Mellon 대학에서 개최되었다. 이번 학회에서는 총 50편의 논문, 23편의 데모, 15편의 포스터 발표가 있었으며, 네 차례의 공연을 통하여 총 17곡이 연주되었고, 다섯 편의 설치 작품이 소개되었다. 본 후기에서는 2009년 학회의 세션 구성 등 기본 정보와 함께 큰 틀에서 변화의 방향을 살펴보고, 발표된 연구 내용 중 주요 사례를 정리한다. 이와 함께 공연 내용 및 흥미로운 설치 작품도 소개한다.

* 필자는 카이스트 문화기술대학원 교수로 재직 중이다. woony@kaist.edu

학술 연구

논문 발표 세션

2009년 학회의 논문 발표 세션 목록은 다음과 같다.

- Evaluation and Modeling
- Robotics and New Interfaces
- Electroacoustics
- Computer Systems
- Haptics and Extended Instruments
- Design and Graphics
- Sensing and Conducting
- Control Strategies and Installations
- Mobile Music

예년과 비교하여 주목할 만한 내용으로는 휴대전화 또는 기타 휴대용 멀티미디어 기기를 활용한 음악 제작 및 연주를 다루는 모바일 음악(mobile music) 세션이 새롭게 개설되었다는 점을 들 수 있다. 여기에 다른 세션에서도 컴퓨터와의 무선통신, 소셜 네트워크 등 이와 관련된 내용을 어렵지 않게 찾을 수 있었다. Apple사의 iPhone에서 동작하는 여러 음악 어플리케이션에서 보듯 휴대전화를 이용하여 소리를 만들고 음악을 연주하는 일이 점차 일상화되고, 여기에 Google의 Android 등 새로운 휴대전화 운영체제 및 개발 환경 또한 계속 발달하고 있어, 이 분야는 향후 계속하여 독립된 세션으로 자리매김할 뿐 아니라 더 확대될 가능성이 클 것으로 예상된다. 역시 액정 기반의 휴대전화(주로 스마트폰)와도 관련 되는 주제로 평면에서의 사용자 입력, 특히 멀티터치를 감지하기 위한 인터페이스에 관한 연구 또한 매우 활기를 띠었다.

또한, 전통적으로 강세였던 소리 및 음악 위주의 연구에 더하여 “Design and Graphics” 세션이 강화되었다. 기존의 상호작용 디자인(interaction design) 이외에도 그래픽 정보의

기하학적 요소와 음악적 요소의 대응, 3차원 공간에서의 작곡 등, 청각 영역에 국한되지 않고 시각 및 공간 개념을 적극적으로 수용하려는 움직임이 보였다.

주요 연구발표

여기에서는 내용의 참신함 및 중요성 등에 있어 주목할 만한 연구 내용을 소개한다.

- Freed와 Schmeder는 1997년 처음 소개된 이후 컴퓨터 음악 소프트웨어 및 하드웨어 사이의 표준 통신 규약으로 자리잡은 OpenSoundControl의 새 버전(1.1)을 소개하였다. 단순히 정보를 주고받기 위한 통신 규약을 넘어 음악 및 멀티미디어 콘텐츠 저장을 위한 포맷의 역할을 부여하려는 큰 개념의 전환 이외에도, 새로운 데이터 형식을 추가하고 패턴 매칭 기능을 강화하였다. 이와 함께, 소규모의 임베디드 시스템(embedded system)에서 활용할 수 있는 micro-OSC에 대한 추가 연구도 소개되었다.
- Berdahl은 음악 인터페이스에서 사용자에게 햅틱 피드백(haptic feedback)을 제공하여 연주 능력을 향상시키고 결과를 개선한 결과를 보였으며, 또한 햅틱 장비를 디지털 웨이브가이드 기반 음원에 직접 연결하여 소리를 만드는 실험을 보고하였다.
- Cook은 8년 전 제1회 NIME에서 자신이 발표하였던 “Principles for Designing Computer Music Controller”의 내용을 되돌아보며, 그동안의 경험을 바탕으로 새로운 원칙들을 제시하였다. 특히 인터페이스의 개선/개량 과정에서 간과하기 쉬운 호환성의 문제(backward compatibility), 통신 기술의 발달에 따른 무선 인터페이스 개발 등 세부적인 문제부터 음악과 과학의 학제간 연구에 대한 전망에 이르기까지 다양한 내용을 다루었다.
- Polfreman은 기존의 DAW(digital audio workstation), 또는 시퀀서(sequencer) 인터페이스에 대한 대안으로 3차원 인터페이스를 활용하는 방법을 제안하였다.
- 센서 및 입력장치 분야에서는 평면에서의 터치를 감지하는 인터페이스에 관한 연구가 많았다. Freed는 피에조 방식의 터치 센서를 이용하여 위치 및 압력을 감지하는 기법에 대하여 매우 상세한 정보 및 제작 과정을 소개하였으며, Jones 등은 커패시턴스(capacitance)를 이용하여 평면에서의 터치 정보를 얻어내는 작업을 보여주었다.

한편 Kellum과 Crevoisier는 이차원 평면에서의 멀티터치 입력 데이터를 다양하게 대응시킬 수 있는 매핑 편집기인 SurfaceEditor를 발표하였다.

- 모바일 음악 분야에서는 각기 서로 다른 면에 초점을 맞춘 연구 사례들이 발표되었다. Wang의 “Ocarina”는 iPhone의 터치 스크린과 함께 마이크를 입력 장치로 사용하여 마치 실제 오카리나를 연주하는 것과 유사한 경험을 하도록 하는 프로그램으로, 단순히 소리를 합성하는 기능 이외에도 인터넷을 통하여 다른 사람들의 연주를 확인할 수 있는 소셜 네트워킹(social networking)의 개념을 도입하여 휴대전화의 특징 및 장점을 잘 살렸다. 한편 Gillian 등이 만든 “Scratch-Off,” Weinberg 등이 소개한 “ZooZBeat”는 모바일 음악에서 제스처 기반 인터페이스 및 게임이라는 주제를 중점적으로 다룬 예이다. Bianchi와 여운승이 발표한 “The Drummer”는 네트워크를 통하여 컴퓨터와 연동되는 Nintendo DS 기반의 드럼 연주 인터페이스로, 드럼 연주 이외에도 근거리 네트워크를 이용하여 여러 사용자가 함께 악기를 연주할 때의 특징 및 문제점 등을 다루었다.

포스터 및 데모 세션

포스터 데모 세션에서는 대부분 논문으로 발표된 연구 또는 작품의 실제 구현 결과를 확인할 수 있었다(그림 1). 여러 발표 중 Henriques의 “Double Slide Controller”는 두 손으로 각각 독립적인 슬라이드 제스처를 취할 수 있다는 특징 이외에도 하드웨어적으로 매우 뛰어나고 정교하게 제작되어 많은 사람들의 관심을 받았다(그림 2).



그림1. 포스터 세션 발표장의 모습.



그림2. Double Slide Controller.

키노트 연설

학회의 키노트 연설은 소리 이외에도 물과 불, 전기 등 다양한 미디어를 소재로 작업하는 미디어 아티스트인 Stanford 대학의 Paul DeMarinis 교수가 담당하였다. 사물을 다른 관점에서 바라보고 새롭게 해석하는 그의 작품에 대한 예술적/기술적 소개를 중심으로 한 그의 연설은, 제한된 시간으로 인하여 결론 및 미래에 대한 전망을 충분히 언급하지 못한 부분이 다소 아쉬웠으나 소리가 개입되는 미디어 아트의 방향에 대하여 다시 한번 생각해볼 수 있는 계기가 되었다.

음악 및 설치작품

2009년 NIME의 음악 및 설치작품 부문에는 총 83작품이 제출되어, 이중 18곡의 음악과 다섯 설치작품이 최종 선정되었다.

18곡은 네 번의 콘서트로 나뉘어 공연되었으며, 인터페이스를 사용하여 측정한 연주자의 제스처를 이용하여 만들어진 음악이 주를 이루었다. 이들 중 Wessel의 “Hands On”은 그가 직접 제작한 압력 센서 기반의 터치패드(touchpad)로 구성된 SLABS 인터페이스(그림 3)를 직접 연주한 곡으로 연주자의 동작을 지연시간 없이 즉시 소리로 변환하는 방식으로 만들어졌으며, 기술적으로 흥미로운 연구 주제를 제시함과 동시에 음악적으로 매우 아름다운 결과를 보여주어 청중으로부터 매우 큰 호응을 받았다.

다섯 편의 설치작품은 학회 기간 동안 Prunell Center에서 고정 전시되었으며, 전체적으로 소리에 국한되지 않고 시각적인 요소를 활용하려는 시도가 눈에 띄었다. 특히 Stearns의 “Artificial Analog Neural Network”(그림 4), Smallwood의 “Sound Lanterns”는 빛을 활용하는 작품으로, 자연적인 광량의 변화 또는 사용자의 인위적 조명 조작에 따라 작품에서 나오는 소리 및 빛의 패턴이 변화하게 된다. 한편 Overholt 등이 만든 “Pendaphonics”는 관객이 천정에 매달린 진자를 움직여서 소리와 애니메이션을 만들어낼 수 있는 작품이

다. 2008년 학회에 비하여 작품의 수는 감소하였으나, 전체적인 수준 및 마무리 등에서는 훨씬 향상되었음을 확인할 수 있었다.



그림3. SLABS 인터페이스.

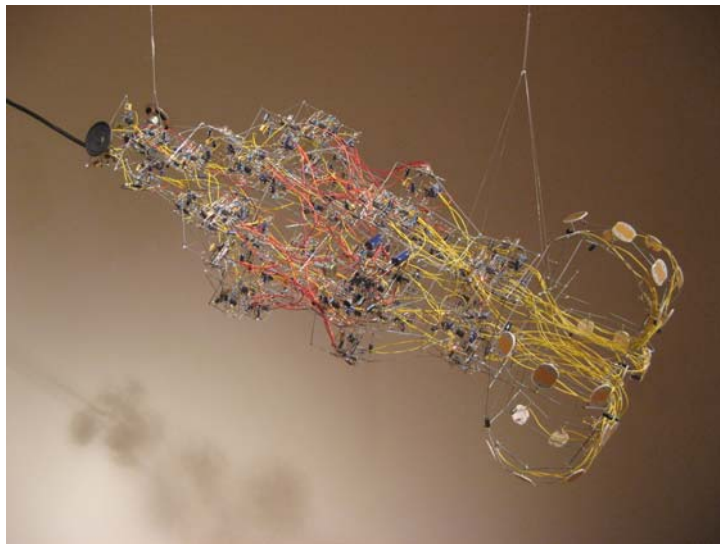


그림4. Artificial Analog Neural Network.

결론

2009년 NIME은 모바일 음악이 향후 컴퓨터음악 분야의 큰 연구 주제가 될 것이며, 시각 예술 등 다른 분야와의 학제 간 연구가 더욱 활발하게 이루어질 것임을 확인하는 계기가 되었다. 또한 2차원 평면 공간에서의 멀티터치 기능을 활용한 인터페이스에 대한 연구도 지속적으로 증가하고 있으며, 높은 가격대의 고성능 센서 및 전자 부품을 사용하는 대신 저렴하면서도 사용 및 구현이 간편한 소재로 인터페이스를 구성하려는 시도도 여전히 활발하였다. 물론 여기에 언급되지 않은 많은 분야에 있어서도 연구의 수준 및 이를 통하여 제작된 인터페이스의 완성도가 점차 향상되고 있다.

2010년 호주 시드니에서 열리는 학회에서는 위에서 언급한 분야에 대한 지속적인 연구가 이어짐과 동시에, 하드웨어에 비하여 이제까지 상대적으로 비중이 작았던 소프트웨어 분야에 대한 연구가 더 이루어지기를 기대한다. 특히 음악 연주에 있어 하드웨어의 보조적인 수단에 그치지 말고, 그 자체로 새로운 연주 및 공연 패러다임을 이끌어낼 수 있는 인터페이스에 대한 논의가 있기를 바라며, 본 후기를 마친다.

한국전자음악협회 학술지 <컴퓨터음악저널 에밀레>

8호 논문 공모

2010년 한국전자음악협회 학술지 <컴퓨터음악저널-에밀레> 8호의 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 학문 영역들입니다.

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 샘플 파일은 한국전자음악협회 홈페이지 <http://www.keams.org>에서 다운로드 가능합니다. 논문 마감일은 2010년 11월 5일이며 보내실 곳은 여운승 woony@kaist.edu입니다. 많은 응모 바랍니다.

제6차 한국전자음악협회 학술대회 발표논문 공모

한국전자음악협회는 학술지 <컴퓨터음악저널-에밀레>의 발행과 더불어 매년 학술대회를 열어 컴퓨터음악의 저변 확대와 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 발표 논문 제목, 요약문, 저자소개 및 연락처를 기입하셔서 2010년 11월1일 자정까지 제출해 주시기를 바랍니다. 보내실 곳은 여운승 woony@kaist.net입니다. 많은 참여 바랍니다.

■ 서울국제컴퓨터음악제(SICMF) 2010 :: 작품 공모

한국전자음악협회는 서울국제컴퓨터음악제 2010에 연주될 작품들을 공모합니다.

서울국제컴퓨터음악제 2010은 9월 2일부터 5일까지 예술의전당 자유소극장에서 열릴 예정입니다.

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)

- 2010년 2월 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 출력 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>

fest-m 2010 작품 공모

fest-m은 젊고 개성 있는 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 여러분의 많은 응모를 바랍니다. fest-m 2010은 4월 중 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 :

2010년 3월 2일(화) 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. 1975년 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 3월 22일(월), 한국전자음악협회 홈페이지(<http://www.keams.org>)에 공지됩니다.
6. 공연당일 실연심사를 통해 공연의 최우수작은 '서울국제컴퓨터음악제 2010'에 초대될 수 있습니다.

더 자세한 문의 : master@keams.org

한국전자음악협회(KEAMS) 학술지 제7호

컴퓨터음악저널 에밀레

발행일 : 2009년 12월 26일
지은이 : 한국전자음악협회(KEAMS)
발행인 : 임영미
발행처 : 예솔
등 록 : 제2-1525호(1993.4.3)

서울시 마포구 성산동 242-19 신지빌딩 5층
Tel : 335-1662(편집부), 3142-1663(판매부), Fax : 335-1643
홈페이지 : www.yesolpress.com
E-mail : yesol1@chol.com
ISBN 978-89-5916-283-3 93670

값 : 11,000원