
MIDI파일을 이용한 실시간 합주 기법

Real-time Orchestra Method using MIDI Files

이지혜, 김스베틀라나, 윤용익
숙명여자대학교 멀티미디어학과

Ji-Hye Lee(leejh@sm.ac.kr), Svetlana Kim(xatyna@nate.com),
Yong-ik Yoon(yiyoona@sm.ac.kr)

요약

Web 2.0 시대를 맞아 최근 웹상에는 소셜 미디어 서비스(Social Media Service)가 각광받고 있다. 환경적 변화에 맞춰 사용자의 요구를 충족시키는 소셜 미디어 서비스로써 합주서비스를 제공하고자 한다. 합주서비스는 MMMD(Multi Media Multi Device) 개념으로 음원을 제공하고자 한다. 즉, 합주곡을 하나의 재생장치를 통해 듣는 것이 아니라, 악기 별로 재생장치를 선택해 연주함으로써 오케스트라에서 음악을 감상하는 것 같은 실감을 부여할 수 있다. 목표를 충족시키기 위해서 합주곡을 구성하는 악기 별 음원을 분리하고 연주를 위해 필요한 음원을 추출하고 음원을 각 재생장치로 전달하는 작업을 AET Process로 정의하였다. 음원 간의 동기화를 제어하기 위해서 쉼표를 이용한 동기화 알고리즘을 제안하였다. AET Process와 쉼표를 이용한 동기화 처리 방법을 이용하여 사용자에게 실감 있는 합주 서비스를 제공할 수 있다.

■ 중심어 : | 합주 서비스 | 실감 서비스 | 소셜 미디어 | MMMD |

Abstract

Recently, Internet users have an interest about Social Media Service in Web2.0 environment. We suggest the orchestra service as social media service to meet user satisfactions in changed web environment. We accept a concept of the MMMD (Multiple Media Multiple Devices). In other words, Internet users listen to the music not only one device but multiple devices. Each one of multiple devices can play a sound source under earmark instruments for providing users with actual feeling like an orchestra. To meet the purpose, we define 3 steps. First, we separate the sound source based on instrument information. Second, we exact the suitable sound source for play orchestra. In final step, the sound source transmits to each suitable playing device. We named the 3 step for AET process. Beside we suggest synchronization method using rest point in the MIDI file for control sound sources. Using the AET process and synchronization method we provide the orchestra service for meet user's satisfactions to users.

■ keyword : | Orchestra | Media Service | Social Media | MMMD |

I. 서론

최근의 웹은 Web2.0의 웹으로서 기존의 인터넷 유저

와는 다른 형태의 인터넷 유저가 활동하고 있다. 이들은 소비자로서의 역할을 하는 기존의 인터넷 유저의 역할에서 더 나아가 자신이 직접 참여하고, 자신의 요구

* 본 연구는 숙명여자대학교 2009학년도 교내연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

접수번호 : #091208-003

접수일자 : 2009년 12월 08일

심사완료일 : 2010년 03월 02일

교신저자 : 윤용익, e-mail : yiyoona@sm.ac.kr

를 만족시키기 위한 적극적인 인터넷 유저로 발전하였다. 적극적인 인터넷 유저의 활동을 통하여 개인의 취향과 필요를 충족시키기 위한 다양한 소셜 네트워킹(Social Networking)이 형성되었으며, 확산된 소셜 네트워크에서의 여러 종류의 소셜 미디어(Social Media)가 공유되고 있다. 무수한 소셜 미디어의 종류 중에서도 인터넷 유저의 만족감을 증대시키기 위한 실감형 서비스를 제공할 수 있는 실감형 미디어가 각광 받고 있다[4][5]. 실감형 서비스란 기존의 3D에서의 서비스를 실세계로 반영함으로 실제로 유저의 감각을 자극하여, 느낄 수 있는 서비스를 만끽할 수 있도록 하는 4D로의 진화를 의미한다. 실감을 제공하기 위한 연구는 영상콘텐츠를 대상으로 많은 연구가 진행되고 있다. 본 과제에서는 음악콘텐츠를 이용하여 실감 서비스를 제공하기 위한 방안을 연구한다. 한 가지 악기로 연주되는 단순 음원이 아닌, 다수의 음원이 융합된 음악을 유저에게 제공함으로써 진보된 콘텐츠를 원하는 유저의 니즈(needs)를 만족시킬 수 있다. 따라서 우리는 MIDI 파일을 이용하여 개인의 공간에서도 마치 음악회에서의 오케스트라를 즐기는 것과 같은 실감을 서비스하기 위한 가상의 연주 홀(Virtual Hall)을 제안한다.

II. 관련 연구

음악파일을 이용한 국외의 연구 사례를 살펴보면, 음원을 조합하여 하나의 미디어를 창출해내는 연구들을 볼 수 있다. 1999년 ICMC에서 발행한 논문 중 IBM에서 연구한 “Higher-level Composition Control in Music Sketcher : Modifiers and Smart Harmony”[1] 논문에서 제안한 Music Sketcher program은 음원을 조합(Harmony)하여 음악을 생산해내는 도구이다. 음조, 양식, 화음, 코드타입으로 구성된 Harmony context를 이용하여 블록의 음높이를 변형하여 음을 생성한다.

2006년 발표된 “Seeds of Harmony: Edutainment Project on Music Creativity”[2] 논문은 온라인에서의 멀티유저를 위한 edutainment 플랫폼인 “Seeds of Harmony”을 개발하였다. 플랫폼 내에서 사용자는 음

악을 생산하기 위하여 음악의 템포와 박자, 볼륨과 악기를 선택할 수 있고 사용자 선택 정보에 따라 “Seeds of Harmony”는 음악을 생산한다. “Seeds of Harmony”는 MIDI 스탠더드를 기반으로 하며, 127개의 악기를 제공할 수 있다.

국내와 마찬가지로 국외에서도 음악파일, MIDI파일에 대한 관심이 증대되고 있지만[3], 이를 통하여 실감 효과를 부여하고자 하는 연구는 미비한 실정이다. 많은 연구가 음악파일을 하모니 시키는 분야에 초점을 맞추고 있으며, MIDI 파일을 각각의 음원 별로 추출하여 Context에 맞게 다시 패키지 하여 전송하는 연구의 활동은 거의 없다.

III. Virtual Hall

개인적인 공간에서 마치 오케스트라의 연주를 듣는 것과 같은 실감 효과를 유저에게 서비스하기 위해서 본 논문에서는 연주 홀과 같은 효과를 표현할 수 있는 가상의 공간으로서의 Virtual Hall을 제안한다. Virtual Hall에서 제공하는 합주서비스는 엔터테인먼트(entertainment)적 요소가 추가된 다중미디어 제공과 교육적인 효과를 누를 수 있는 2중 미디어 제공 서비스로 분류될 수 있다.



그림 1. 다중 미디어 개념도

[그림 1]에서 나타내는 다중미디어 서비스의 경우에는 서비스를 요청한 유저의 상황정보(Context Knowledge)가 필수적이다. 유저의 환경에서 MIDI 음원을 재생할 수 있는 단말(device)의 종류를 파악하여

합주의 가능여부를 조사하고, 획득된 정보를 기반으로 합주 서비스를 제공할 수 있다. 유저의 환경 내에서 A타입과 B타입의 MIDI 파일을 재생할 수 있는 디바이스들이 있다고 가정한다면, 시스템에서는 A타입과 B타입의 MIDI 파일을 각각의 디바이스로 전송하여 합주가 가능하도록 동기화를 맞춰 서비스를 제공한다. 유저의 개인적 공간의 환경적 차이에 따라 MIDI파일의 종류도 달라지며, 합주의 스케일 또한 다양하게 제공될 수 있다.



그림 2. 2중 미디어 개념도

[그림 2]에서 나타내는 2중 미디어 서비스의 경우에는 다수의 악기들로 작성된 연주곡에서 특정 악기를 제외한 MIDI파일을 유저에게 제공하는 것을 의미한다. 이는 음악 교육적인 사례로 적용할 수 있으며, 예를 들어, 유저가 피아노, 바이올린, 첼로로 이루어진 3중주곡을 연주하고자 하고 유저는 피아노만을 연주할 수 있을 경우에, 시스템에서는 해당 3중주곡에 대한 바이올린과 첼로의 MIDI 파일을 유저에게 제공하여 유저에게 해당 연주를 들으면서 자신은 직접 피아노를 치면 3중주곡을 완성할 수 있는 기회를 제공한다. 합주연습을 할 경우 모든 연주자가 모이지 않아도 자신만의 공간에서 MIDI 음원을 제공받아 자신의 파트를 연습할 수 있다는 교육적이 장점을 가지는 것이 바로 2중 미디어의 특징이다.

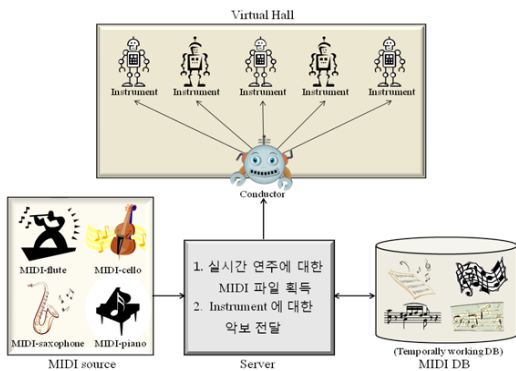


그림 3. Virtual Hall 처리과정

[그림 3]은 본 논문에서 제시한 Virtual Hall의 처리과정을 도시화한 것이다. Virtual Hall의 개념적 수행과정은 우선 MIDI파일 즉, 악기별로의 음원을 획득한다. 획득된 음원을 MIDI Database에 저장한다. 수행단계에서는 요청된 곡에 대한 MIDI 파일을 분석한 후, MIDI Database에서 추출하여 각각의 악기(instrument)로 전송한다. 이 때, 각각의 악기별로 동기화를 맞춰주도록 한다.

IV. AET Process

사용자에게 실감 형 합주 서비스를 제공하기 위해서는 첫째, 사용자의 환경정보에 대한 분석이 필요하다. 둘째, 분석된 환경 정보에 기반을 두어 사용자의 환경에 적합한 MIDI 파일을 추출한다. 마지막으로 추출한 MIDI 파일을 사용자가 선택한 플레이어로 전송해 합주 서비스가 가능하도록 한다.

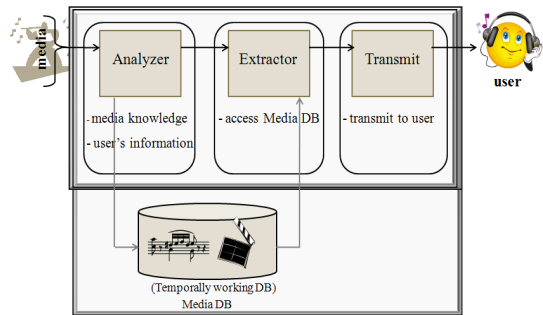


그림 4. AET 처리과정

위의 3단계를 Analyzer, Extractor, Transmit로 정의하고, 3단계의 과정을 [그림 4]와 같은 AET Process로 정의한다. AET Process를 통하여 사용자는 굳이 연주홀을 방문하지 않아도 자신만의 개별화된 공간에서 오케스트라 효과를 만끽할 수 있다.

1. Analyzer

Analyzer에서는 사용자의 상황 정보(Context Knowledge)를 분석한다. 사용자의 환경 내에 MIDI 파

일을 재생할 수 있는 디바이스들이 어떠한 악기 (instrument)의 사운드를 제공하는지를 분석하여 그에 해당하는 MIDI 파일(악보)에 대한 정보를 획득한다[9]. 더불어, 사용자에게 한 차원 높은 실감 효과를 제공하기 위해서 온톨로지 (Ontology) 개념을 반영하여 사용자의 상황을 인식(Context-awareness)하여 상황에 적합한 음원을 선택하도록 한다. 예를 들어, 같은 연주곡 일지라도 장조와 단조의 차이로 인해 분위기가 확연히 달라지는 곡도 있으며, 연주 속도의 차이로 인해 경쾌한 분위기와 느슨한 분위기로 연주곡의 차이가 나타나기도 한다. 이러한 점을 고려하여 사용자의 상황, 즉 이전에는 경쾌한 분위기의 곡을 선택하도록 분석하고, 저녁에는 조용하게 들을 수 있는 곡을 선택하도록 분석한다. 혹은 사용자의 연령에 따라 어린 나이의 사용자일 경우에 장조의 연주곡을 선택하도록 분석한다. Analyzer 에서는 사용자의 환경정보 (Environment Knowledge)와 온톨로지 기반의 상황인식정보 (Context awareness Knowledge)를 토대로 제공할 MIDI 파일에 대한 분석을 실행하고 분석정보를 다음 단계인 Extractor로 전달한다.

2. Extractor

Extractor 에서는 Analyzer 에서 분석한 정보를 토대로 MIDI 파일이 저장된 MIDI Database에서 실제로 제공될 MIDI 파일을 추출한다[8]. MIDI Database내에는 연주곡 카테고리 별, 악기별 MIDI 파일이 저장된다. MIDI Database에서 추출한 MIDI 파일은 다음의 Transmit단계로 전달되어 전송된다.

3. Transmit

Transmit 에서는 추출된 음원을 전송하는 역할을 수행하며, 이 단계의 핵심 수행과정은 MIDI 파일간의 동기화를 제어하는 부분이다. 한 가지의 MIDI 파일만을 제공하는 것이 아니라, 다수의 MIDI 파일이 추출되고 다수의 디바이스(instrument)에서 재생이 되기 때문에 동기화는 본 과제에서 필수적으로 처리해야 하는 부분이다. 다수의 악기로 이루어진 합주 서비스를 더욱 리얼하게 서비스하기 위하여 각각의 악기별로의 연주의

지연이 발생하지 않도록 혹은 발생하였을 경우 대비할 수 있는 알고리즘이 필요하다.

Analyzer, Extractor, Transmit 3단계의 수행과정을 거쳐서 최종적으로 사용자는 실감형 합주서비스를 제공할 수 있다.

V. Synchronization

Virtual Hall 내에서 실감형 합주 서비스를 제공하기 위하여 가장 핵심적으로 처리해야 하는 부분은 바로 MIDI 간의 동기화를 제어하는 부분이다[6][7]. 한 가지 MIDI 파일만을 이용하는 것이 아닌 다수의 MIDI 파일을 동시에 실행하기 때문에 각각의 MIDI 파일 간의 조화가 이루어져야 하며, MIDI 파일간의 조화로운 합주 서비스의 필수 조건이다.

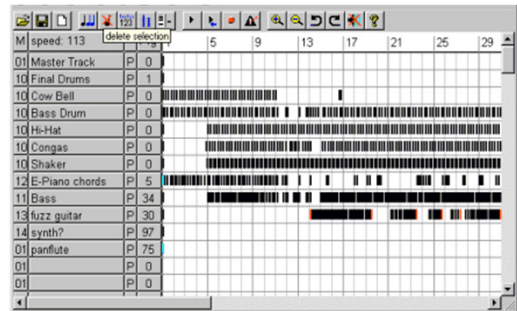


그림 5. MIDI 파일의 표현 예

[그림 5]와 같이 각각의 MIDI 파일의 시작시간과 종료시간이 다르며, 악기에 따라 중간에 쉬는 시간 또한 존재하기 때문에 합주 연주 시 동기화를 맞춰야 하는 필요성이 있다.

만약 합주를 하기 위한 음원이 악기 별로 모두 동시에 시작하고 종료시간 또한 동일하다면 음원간의 동기화를 맞춰주는 별도의 처리과정이 없더라도 사용자에게 조화로운 합주 서비스를 제공할 수 있다. 하지만 대부분의 합주를 위한 연주곡들은 다양한 악기 별로 다양한 시작시간과 종료시간 악기마다의 음원의 특징을 가지고 있기 때문에 동기화를 맞춰 줄 별도의 알고리즘이 필요하다. 본 과제에서는 여러 개의 MIDI 파일 사이의

동기화를 맞춰주기 위한 방법으로 MIDI 파일 내의 ‘쉽표’를 이용하여 음원이 잠시 멈춰있는 동안 동기화 처리를 제공하도록 한다. 쉽표의 위치를 파악하여 그 순간의 타임을 전달해 기존에 플레이 되도록 설정된 타임과 비교를 한다. 이를 통해 느리거나 빠른 정보를 파악하여 쉽표인 공간을 줄이거나 늘이는 방법으로 유동적으로 MIDI 파일간의 동기화를 맞추도록 한다.

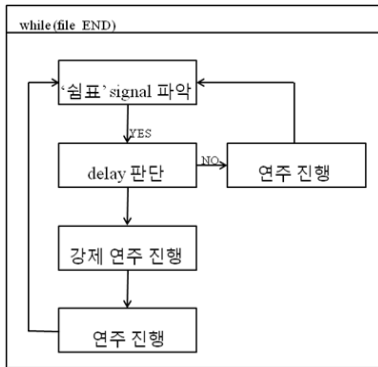


그림 6. MIDI 파일의 지연을 처리하기 위한 과정

[그림 6]의 순서도에 따라 음원 파일이 종료되는 시점까지 쉽표 시그널이 발생하면 해당 음원이 정상적으로 재생되고 있는지 판단하고, 그렇지 않을 경우 지연을 판단해 지연요소를 해결하도록 한다. 지연의 유무를 판단하기 위하여 현재의 음원 재생시간과 기존의 재생시간을 비교할 수 있는 시맨틱 테이블이 구성되어야 한다. 해당 시맨틱 테이블을 이용하여 지연을 판단하고 지연을 제거하여 조화로운 합주 서비스를 제공할 수 있다.

MIDI 파일에 대한 정보를 저장하고 있는 시맨틱 테이블은 Analyzer 단계에서 MIDI 파일을 분석한 후에 생성된다. 테이블에는 해당 MIDI 파일은 어떠한 연주곡에 이용되는 음원인지 파악하기 위해 연주곡(music)의 정보를 저장하고, 또한 해당 MIDI 파일이 어떠한 악기를 표현하는지 알기 위해 악기(instrument) 정보 또한 저장한다. 지연 여부를 판단하기 위해 시맨틱 테이블에는 시간의 정보를 나타내기 위한 다양한 스키마를 정의한다. 우선 첫째로, 해당 음원파일의 총 재생시간인 full-time 스키마를 정의하고, 지연을 제거하기 위해 필

요한 쉽표(rest-point)를 알아내기 위한 스키마를 정의한다. 해당 MIDI 파일에서 쉽표가 몇 번 이용되는지 카운트한 정보를 저장하는 num of rest point 스키마를 정의하고, 해당 rest point 의 시작 시간과 쉽표의 시간을 나타내는 rest during time 스키마를 정의한다. 아래의 [표 1]은 MIDI 파일에서 지연을 해결하기 위한 쉽표에 초점을 맞춰 작성한 시맨틱 테이블의 일부를 개략적으로 나타낸 표이다.

표 1. MIDI 파일의 기본 정보가 정의된 시맨틱 테이블

music	instrument	full-time	num of rest point	rest point-time	rest during-time

쉽표를 이용하여 MIDI 파일의 지연을 해결하는 방법을 설명하면, 아래의 [그림 7]과 같이 5개의 악기 별로 MIDI 파일이 할당되고 그림과 같이 음원이 합주된다고 가정한다. 그림에서 붉은 블록으로 표시된 부분이 각각의 MIDI 파일에서 가지고 있는 쉽표 구간이다.

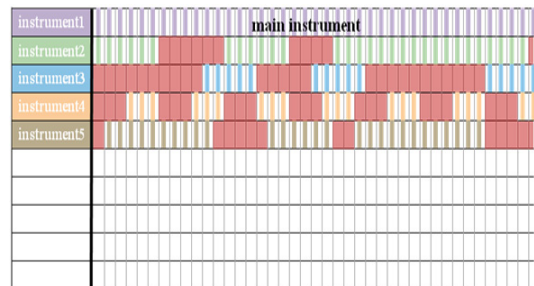


그림 7. 합주서비스를 제공하는 MIDI 파일 예

예를 들어, [그림 7]에서의 instrument5에 대한 지연 여부를 판단한다고 가정하면, 우선 시맨틱 테이블에는 해당 음원의 쉽표구간의 카운트 정보가 저장되어 있을 것이고, 각각의 쉽표구간에 따라 시작하는 타임과 진행 시간이 저장되어 있다. 시맨틱 테이블 내에 저장된 기존의 타임과 실제로 연주가 시작된 후의 타임을 비교하여 두 개의 시간이 동일하다면 지연이 발생하지 않을 것이기에 별도의 처리과정 없이 진행한다. 하지만 두

개의 타임의 차이가 발생하였다면 지연이 발생한 것으로 판단하여 쉽표구간을 유동적으로 줄이거나 늘려서 쉽표구간이 끝난 후 연주되는 구간에서는 시맨틱 테이블 내에서 정의된 타임과 맞추어 재생이 되도록 처리한다.

[그림 8]은 MIDI 파일이 연주를 하다 쉽표구간을 만난 순간의 rest point-time을 이용하여 연주의 지연을 처리하는 알고리즘을 기술한 것이다.

```

if(Acrp == Asrp)
{
    return true;
}
else
{
    gap = Acrp - Asrp; // d 값
    if(Acrp > Asrp)//지연발생
        modify_time = restduring_time - (gap + α);
    else
        modify_time = restduring_time + (gap + α);
    playpointtime = cur_ptime+modify_time;
    return playpointtime;
}

```

그림 8. 지연을 처리하는 알고리즘

실제 연주에서 쉽표구간이 시작되는 시간을 current rest point-time으로 A_{crp}로 표현한다. 이와 대비하기 위한 시맨틱 테이블 내의 rest point-time은 A_{srp}로 표현하고, A_{crp}와 A_{srp}를 비교하여 지연을 처리하여 MIDI 간의 동기화를 제어하도록 한다. 즉, 연주곡의 오리지널 데이터를 저장하고 있는 시맨틱 테이블에서 추출한 쉽표구간의 시간과 실제 연주가 진행되면서 추출된 쉽표구간의 시간을 비교하여 연주의 지연여부를 판단하도록 한다. A_{crp}와 A_{srp}의 비교 결과 시간의 값이 일치하면 true를 리턴하여 지연이 발생하지 않았으니 진행을 유지한다. 하지만, A_{crp}와 A_{srp}의 비교결과 값의 차이가 생겼을 경우, 지연이 발생한 것으로 지연을 처리하는 알고리즘을 처리하도록 유도된다. 첫 번째 지연의 경우로 A_{srp}의 값보다 A_{crp}의 값이 큰 경우로, 시맨틱테이블 내에서 정의된 쉽표구간을 지나서까지 연주가 진행된 경우이다. A_{crp}와 A_{srp}의 값의 차이를 gap 변수에 저장하고 시맨틱테이블에 저장된 쉽표구간

의 진행시간과 gap의 값을 이용하여 지연을 처리한다. 만약 2초의 지연이 발생하면 gap 변수에 2의 값이 저장되고, restduring_time에서 gap 값을 감소시키면서 쉽표의 진행시간을 줄이고 시맨틱테이블에 저장된 연주곡의 데이터에 맞게 정확한 시간에 다시 연주가 진행되도록 한다. 이때 정확한 시간의 값을 구하기 위해 gap 값뿐만 아니라, 하드웨어적으로 발생하는 지터와 같은 지연에 대한 시간을 알파 값으로 정의하고 처리하기 위해 gap 변수 값과 더해주는 작업을 수행한다. 두 번째 경우는 A_{srp}의 값보다 A_{crp}의 값이 작은 경우로 첫 번째의 경우와는 반대로 gap 변수의 값만큼을 추가해줌으로써 지연을 처리한다.

VI. 결론

본 논문에 의해 제시된 방법론을 이용하면, 오케스트라 홀과 같은 특수한 장소가 아닌 사용자의 개인적인 공간에서도 합주 서비스를 제공받을 수 있다. 적극적인 유저의 활동을 통하여 개인의 취향과 필요를 충족시키기 위한 다양한 소셜 네트워킹이 형성되었고, 확산된 소셜 네트워크에서의 여러 종류의 소셜 미디어가 공유되고 있다. 무수한 소셜 미디어의 종류 중에서도 실감형 서비스를 제공하는 실감 미디어가 각광 받고 있는 추세이다. 본 논문에서 제시한 Virtual Hall은 시대의 변화에 발맞춘 서비스로써 멀티 디바이스로 제공받을 수 있는 합주 서비스를 제안하여 사용자가 실제로 실감을 만끽할 수 있도록 설계된 시스템이다. 시스템을 통하여 사용자의 오감을 만족시킬 수 있으면 서비스의 범위를 4D로 진화하는 효과를 얻을 수 있다.

참고 문헌

- [1] S. Abrams, D. V. Oppenheim, P. Don and J. Wright, "Higher-level Composition Control in Music Sketcher: Modifiers and Smart Harmony," ICMC Proceedings, 1999.

[2] K. A. Wai , "Seeds of Harmony: Edutainment Project on Music Creativity," Proceedings to the Asia-Pacific Educational Research Association International Conference, 2006.

[3] 김규년, 정의필, "전문 오케스트라와 머금가는 사 이버 오케스트라 시스템 개발", 2000년 대학기초 사업 최종 연구개발결과보고서, 2001.

[4] ETRI, "실감재현 시스템(SMMD)을 기반으로 한 오케스트라 미디어 기술 개발", 2009.

[5] S. Schertenleib, M. Gutiérrez, F. Vexo and D. Thalmann, "Conducting a Virtual Orchestra," IEEE Society, 2004.

[6] J. K. Yun, H. R. Lee, and K. R. Park, "Multiple Devices Synchronization and Control Architecture for Orchestral Media Service System," IEEE, 2009.

[7] J. K. Yun, H. R. Lee, and K. R. Park, "Orchestral Media: The Method for Synchronizing Single Media with Multiple Devices for Ubiquitous Home Media Services," International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology, 2008.

[8] G. Ozcan, C. I. Han and A. Alpkocak, "Melody Extraction on MIDI Music Files," IEEE International Symposium on Multimedia, 2005.

[9] Y. Raimond, C. Sutton and M. Sandler, "Interlinking Music-related Data on the Web," IEEE Multimedia, Vol.6 No.2, 2009.

저 자 소 개

이 지 혜(Ji-Hye Lee)

준회원



- 2008년 : 숙명여자대학교 멀티미디어학과(이학사)
- 2008년 ~ 현재 : 숙명여자대학교 멀티미디어학과 석사과정 <관심분야> : 미들웨어, 멀티미디어, 온톨로지, 영상서비스

김 스베틀라나(Svetlana Kim)

정회원



- 2004년 : 숙명여자대학교 멀티미디어학과(이학사)
- 2007년 : 숙명여자대학교 멀티미디어학과(이학석사)
- 2007년 ~ 현재 : 숙명여자대학교 멀티미디어학과 박사과정

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 분산 미들웨어, 모바일 에이전트, MPEG-21

윤 용 익(Yong-Ik Yoon)

정회원



- 1985년 : 한국과학기술원 전산학과 석사(전산학)
- 1994년 : 한국과학기술원 전산학과 박사(전산학)
- 1985년 1월 ~ 1997년 9월 : 한국전자통신연구원 책임연구원

▪ 2004년 7월 ~ 2007년 7월 : 미국 University of Colorado Visiting Professor

▪ 1997년 9월 ~ 현재 : 숙명여자대학교 정보과학부 교수 <관심분야> : 미들웨어, 멀티미디어 시스템, 영상 서비스 시스템, 콘텐츠 전달 시스템, IPTV 서비스