
스마트 펙과 RFID를 이용한 물리적 매체와 디지털 정보의 결합

Connecting Physical Objects and Digital Information with Smart Puck and RFID

한만철*, 김래현*, 박세형*, 조현철*
*한국과학기술연구원 CAD/CAM 센터

요약 본 논문에서는 CD, DVD, 책과 같은 정보 저장 매체와 디지털 환경을 조합하여, 사용자로 하여금 쉽게 정보에 접근 가능하도록 하는 시스템을 소개한다. 이 시스템에서는 RFID를 이용하여 각 물리적 정보 저장 매체를 디지털 정보와 연계하고, 연계된 디지털 정보를 직관적이고 편리하게 이용 가능하도록 하는 "스마트 펙"이라는 인터페이스 도구를 사용하여 사용자가 컴퓨터와 상호작용할 수 있도록 한다. 시스템은 PDP 기반의 테이블 디스플레이 장치, 그 위에 나타나는 정보와 직접적이고 직관적인 인터랙션이 가능한 인터페이스 도구인 스마트 펙, RFID 인식 장치 등으로 구성되었다. 최종적으로는 이 시스템을 이용하여 실제 음악 CD를 디지털 정보로 나타내고, 쉽게 조작하여 재생하는 예시를 보이기로 한다.

핵심어: *Tangible User Interface, RFID, Smart Puck System*

1. 서론

빠른 속도로 발전하고 있는 웹 환경은 현대인들에게 많은 변화를 가져 왔다. 시간과 거리의 제약이 사라짐에 따라, 다양한 정보를 손끝에서 액세스하는 것이 가능해졌다. 이전에는 책을 구입하였을 때 그에 대한 서평을 확인하거나 다른 독자가 어떤 평가를 하는지 알기 위해서는 주위 사람들에게 물어보거나 독서에 관련한 잡지를 읽어야 했고, 음악 CD를 구입했을 때 그 아티스트에 대한 정보를 얻기 위해 발품을 팔아야 했다. 하지만 이제는 웹을 통하여 서적에 대한, 음악에 대한 정보를 쉽게 얻을 수 있다.

변화하는 멀티미디어 컴퓨팅 환경은, 정보를 액세스하는 방법 또한 예전과 차이를 만들었다. 단지 듣기만 하는 음악에서 보고 느끼는 음악으로, 혼자 볼 수밖에 없던 문서는 대화면에서 지인들과 함께 볼 수 있는 정보 단위로 바뀌어가고 있다.

본 논문에서는 이러한 변화에 발맞추어 물리적 매체에 대한 정보를 쉽게 웹 환경에서 얻어오고, tabletop display 상에서 디지털 정보를 쉽고 직관적으로 조작할 수 있는 시스템을 소개한다. 기존에도 다양한 물리적 매체와 디지털 정보의 조합 방법이 시도되었지만, 그 중 가장 최신이며 성공적으로 적용되고 있는 RFID를 이용하여 물리적 매체를 파악하고, 웹 표준을 이용하여 정보를 제공하는 정보 제공자로부터 매체에 대한 정보를 가져와 이를 쉽게 액세스하기 위해 스마트 펙을 사용한다.

2. 기존 연구

기존 연구들에서도 물리적 매체와 디지털 정보를 통합하려는 다양한 시도가 있었다. 바코드에서부터 비전 시스템 등을 이용하여 물체에 부착된 아이디를 시스템이 읽고, 데이터 베이스를 검색하여 이에 대한 정보를 사용자가 사용 가능하게 하는 연구들이 이미 진행되었다. 이러한 물리적 매체의 아이디를 저장하는 장치로 RFID를 사용하는 것에 대한 장점은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 여러 개의 태그를 동시에 읽을 수 있다.
- 2) 태그를 읽는 속도가 빠르다.
- 3) 직선상으로 보이지 않아도 (not line-of-sight) 읽기가 가능하다.

Want[1]는 책과 문서, 명함 등에 RFID를 추가하여 이를 통해 물체와 정보를 연계하려는 시도를 하였으나 이는 단지 연결에만 그쳤다는 점에서 한계를 보인다. Grønbæk[2]은 디지털 환경에 가상 물체를 배치하여 이들을 관리하는 시스템을 제안하였는데, 이러한 가상의 물체에 대한 정보를 미리 입력해 놓아야 한다는 점에서 확장성이 떨어지게 된다.

그리고 기존의 디지털 정보를 활용하는 데스크 탑 PC 환경은 실제 생활에서 우리가 주변의 사물의 물리적인 감각을 통해 직접 상호작용하는 것과 차이가 있고, 사용자의 적응을 요구한다. 이러한 한계를 극복하기 위해 Ishii[3]는 Tangible Bit라는 개념을 제시하여, 물리적 공간과 가상 공간의 경계

를 줄이기 위해 노력하였다. 이러한 개념을 적용한 예로 Sensetable[4]은 사용자가 직접 물리적으로 디지털 정보에 접근하고 조작할 수 있도록 하였다. 또한 SmartSkin[5]에서는 손과 손가락의 위치 및 형태를 추적하며 테이블에서 이들의 거리를 알아낼 수 있도록 하였는데, 자유로운 손 움직임을 통해 디지털 정보를 조작할 수 있다.

Tabletop을 사용하는 기존 연구 중 Entertaible[6]은 다중 사용자가 보드 게임 및 컴퓨터 게임을 즐길 수 있도록 하는 tabletop 게임 플랫폼으로, 32인치 LCD 디스플레이와 터치 스크린을 이용하였다. ToolStone[7]은 사용자의 회전, 기울임 등을 인식할 수 있는 무선 입력 장치로 개발되었다.

3. 제안하는 시스템

3.1 시스템 overview

본 논문에서 제안하는 시스템은 정보 저장 매체 (CD, DVD, 책 등) 와 이에 부착된 RFID, 이를 읽을 수 있는 RFID 리더, 디스플레이와 조작 장치 및 메인 컴퓨터를 포함하는 스마트 픽 시스템으로 구성된다. 이 때 메인 컴퓨터는 LAN 혹은 인터넷을 이용하여 디지털 정보를 가지고 있는 서버에 연결하여 실제 정보를 불러올 수 있도록 한다.

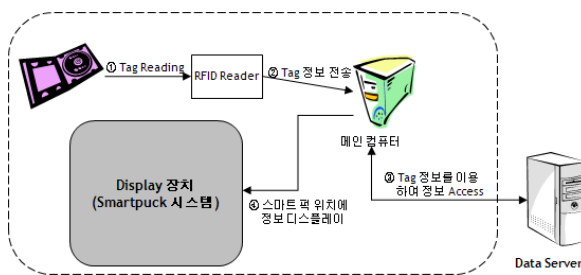


그림 1. 시스템 구조

3.2 RFID를 이용한 물리-디지털 정보 연계

컨텐츠를 포함하는 CD, 책과 같은 정보 저장 시스템을 사용자가 액세스하기 위해서는 이러한 매체를 열거나(책) 컴퓨터와 같은 판독 장치에 삽입하여야 하는(데이터 CD) 행위가 필요하다. 이러한 단계를 줄이고 쉽게 컨텐츠에 접근하기 위해서 이 시스템에서는 RFID를 이용한다.

각 매체에는 RFID 태그가 부착되어 있고, 태그에는 유일한 식별자인 ID가 입력되어 있다. 매체를 RFID 리더에 가까이 하여 ID가 인식되면, 시스템은 이 매체에 대한 정보를 스마트픽 시스템에 나타낸다.

표 1. RFID 시스템의 사양

구분	상세정보
CPU	8Bit RISC micro-controller
UART Speed	38400bps
Carrier Frequency	13.56MHz ± 1KHz
Operating Current	RF carrier ON: 200mA (MAX) RF carrier OFF: 50mA (MAX)
Protocol	ISO 15693
Operation Frequency	13.56MHz
Reading Distance	up to 13cm
Interface	RS232 Serial Communication
Power Supply	9V ± 3% / 300mA
Temperature Range	-25 to +70 °C

RFID 시스템의 사양은 표 1과 같다. 현재 다양한 주파수 대역의 RFID가 사용되고 있는데, 물류에서 주로 사용되는 900MHz대역의 태그는 그 인식 거리가 길지만 인식률이 떨어지는 특성을 가지는데, 이 시스템에서는 긴 인식 거리를 필요로 하지 않기 때문에 인식률이 높은 13.56MHz대역의 태그를 사용하도록 하였다.

RFID가 가지는 다양한 장점 중 하나는 태그 자체에 정보를 저장할 수 있다는 것이다. 하지만 이 시스템에서는 태그가 부착된 매체의 정보를 태그에 직접 입력하지 않고, 단지 RFID를 식별자로만 활용한다. 그 이유는, 태그에 많은 양의 정보를 저장하기 위해서는 태그의 가격이 비싸지고, 정보의 확장성이 떨어지기 때문이다. 특히 제안하는 시스템에서 정보 저장 매체로 사용될 수 있는 책, 음악 CD, 데이터 CD, DVD 등의 컨텐츠는 그 종류 및 정보량에 차이가 있다.

3.3. 스마트 픽 시스템

스마트 픽 시스템은 디지털 정보를 표시하는 50 인치의 PDP 디스플레이 장치, 직관적인 정보 조작을 위한 물리적인 도구인 스마트 픽, 스마트 픽의 위치를 추적하는 적외선 센서, 스마트 픽의 입력을 받아 정보를 처리하는 메인 컴퓨터 및 테이블 형태의 프레임으로 구성되어 있다.

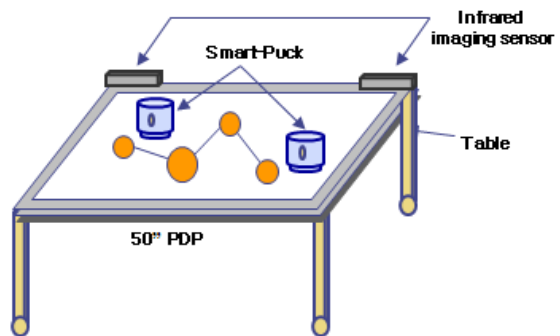


그림 2. 스마트 픽 시스템 구조도

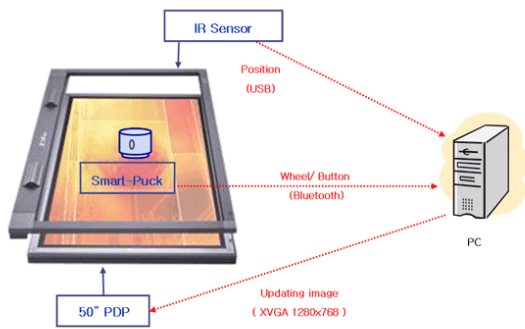


그림 3. 스마트 펍 시스템의 정보 흐름도

그림 2와 같이 테이블 프레임을 제작하여 그 위에 50인치 PDP를 놓혀서 고정하고, 그 위에 적외선 센서를 설치함으로써 tabletop display를 구성하였다. PDP는 WXGA해상도(1280*768)를 지원하는 모델을 사용하고, 적외선 센서는 PDP의 크기에 맞추어 제작이 가능하며 USB 인터페이스를 사용하고 두 점 인식이 가능한 모델을 사용하였다.

그림 3과 같이 적외선 센서는 USB 인터페이스를 이용하여 tabletop display 상에 있는 스마트 펍 및 손가락 등의 위치 정보를 메인 컴퓨터로 전송하고, 스마트 펍은 블루투스 통신을 통하여 회전 입력 및 버튼 입력을 메인 PC로 전송한다. 그리고 메인 PC에서는 위의 입력을 처리한 결과를 PDP 화면으로 출력한다.

그리고 스마트 펍은 실린더 모양의 입력 도구로 제작하였으며, 이 스마트 펍의 기본적인 기능은 사용자의 물리적인 조작인 회전 입력과 버튼 입력을 감지하여 Bluetooth 무선 통신을 통해 메인 PC에 전송한다. 특히 회전 입력은 사용자의 감각을 잘 반영하여 직관적이고 세밀한 조작을 가능하게 한다.

스마트 펍은 또한 사용자로 하여금 시각/촉각적 정보를 얻을 수 있도록 제작되었다. 스마트 펍에 포함된 LED의 색 변화에 따라 사용자는 화면 뿐 아니라 접촉하는 도구에서 직접 정보를 얻을 수 있으며, 스텝 모터에 의한 토크 변화를 통해 자신이 조작하는 정보를 햅틱으로 느낄 수 있다.

스마트 펍은, 회전 입력을 통해 사용자에게 직관적이고 세밀한 조작을 가능하게 해 준다. 특히 연속적이고 범위가 넓은 파라미터의 변경에서 사용자가 직관적으로 변경 속도를 조절하며 세밀하게 입력할 수 있으며, 스크롤 바와 같은 선형적인 입력 방식에 비해 공간적인 한계가 없는 장점이 있다.

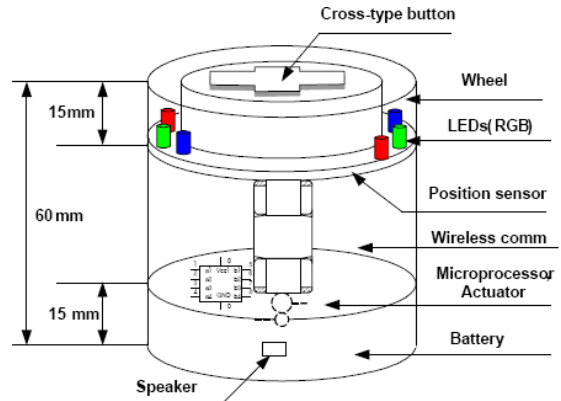


그림 4. 스마트 펍의 구조



그림 5. 스마트 펍 프로토타입

3.4 확장성을 고려한 디지털 정보 저장소

RFID를 이용하여 정보 저장 매체의 ID를 알아낸 후, 이 매체에 저장된 정보를 가져오기 위한 정보의 출처는 다양한 저장소가 될 수 있다. 로컬에 위치한 데이터 서버에 각 매체의 정보를 저장해 놓고 이곳에서 정보를 가져오는 방법이 하나의 방법이 될 수 있는데, 이는 데이터베이스가 방대해짐에 따라 이의 유지보수 및 관리에 시간과 노력이 소요된다는 점에서 좋지 않은 방법이다. 그러므로, 이 시스템에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 현재 제공되고 있는 웹 상의 다양한 디지털 정보 데이터베이스를 활용하기로 한다.

우선 음악 CD의 경우, 실제 노래를 포함하고 있는 것은 물론 음악 CD 그 자체가 될 것이지만, 이에 대한 정보를 CD 데이터베이스에서 얻을 수 있다. freeDB[8]와 같은 웹 기반 데이터베이스에서는 현존하는 다양한 음악 CD에 대해 아티스트, 장르, 연도, 작곡가, 앨범 이름, 각 트랙 이름 및 재생 시간을 제공한다.

Amazon.com에서 제공하는 웹 서비스인 AWS를 사용하면, 음악 CD뿐만 아니라 데이터를 포함하는 CD, 책과 같은 다른 매체에 대한 정보 역시 가져올 수 있다. [9] AWS는 HTTP를 통해 XML 기반의 SOAP(Simple Object Access Protocol) 인터페이스로 액세스가 가능하다.

국내 서비스 업체 중 네이버의 경우에는, OpenAPI라는 서비스를 통해 다양한 정보를 제공한다. [10] 물리적 정보 저장 매체 중 책을 예로 들었을 때, 책의 ID를 이용하여 로컬에 저장된 제목과 저자, 출판사 정보를 알아내고 이를 OpenAPI에 질의하게 되면 이에 대한 결과를 얻을 수 있다.

그러므로 제안하는 시스템에서는 로컬 데이터베이스뿐만 아니라 위에서 소개한 것과 같은 다양한 웹 상 데이터베이스를 활용 가능하도록, HTTP를 통한 XML 기반의 인터페이스를 이용하여 정보를 얻어올 수 있도록 한다.

4. 적용된 데모 시스템

앞에서 제안한, RFID와 스마트 픽을 이용하여 물리적 매체와 디지털 정보를 결합하는 시스템의 일부 기능을 실제로 구현하였다. 다양한 정보 저장 매체가 존재하지만 이 중 가장 가시화할 정보량이 적으면서도 그 효과가 예상되는 음악 CD를 매체로 선정하였고, 이에 대한 어플리케이션을 제작하였다. 이 때, 로컬 데이터베이스를 활용하여 음악 CD의 아티스트, 장르, 연도와 같은 정보 이외에도 실제로 음악을 재생하고, 가능한 경우에는 뮤직 비디오를 재생할 수 있도록 하였다. 스마트 픽 시스템과의 연동 부분은 Microsoft Visual Studio .NET으로 제작하였고, 사용자 인터페이스를 위해 Macromedia Flash를 사용하였다. 그림 6에 스마트 픽 시스템을 마우스 혹은 키보드 메시지로 매핑하는 아키텍처를 나타내었다.

사용자가 태그가 부착된 CD를 RFID 리더에 가까이 하여 태그 정보가 PC로 전송되면, PC에서는 그림 7과 같이 XML로 저장된 CD 리스트에서 현재 CD의 정보를 알아낸다. 기본적으로 각 태그 시리얼에 따른 CD의 아티스트, 앨범 정보는 로컬에 저장되어 있어야 이를 이용하여 다른 서비스에 쿼리를 할 수 있기 때문에 최소의 정보를 XML로 저장하여 놓는다. 추후 외부 서비스와 연동하는 모듈을 이용하여 이 XML파일의 정보를 웹 상의 정보와 연동할 수 있다. 그리고 앞서도 언급했듯이 이 데모 시스템에서는 실제 음악을 플레이하는 기능을 첨가하였는데, 실제 음악은 저작권상의 이유로 웹 상에서 얻을 수 없기 때문에 로컬 폴더에서 재생하도록 하였다.

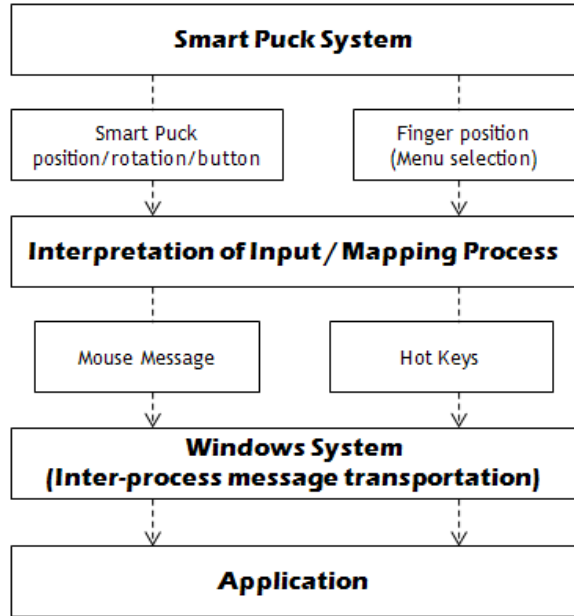


그림 6. 스마트 픽 시스템의 매핑 아키텍처

```
<?xml version="1.0" encoding="EUC-KR"
standalone="yes"?>

<list>
  <cdtag>
    <cd serial="E00401000778A501" no="0"
genre="Jazz" artist="David Benoit"
album="Charlie Brown" year="2000" tracks="10"
photourl="./David_Benoit_-_Here's_to_You,_Charli
e_Brown,_50_Great_Years!/david_benoit_charlie_br
own.jpg"/>
    <cd serial="E00401000778A7C5" no="1"
genre="Acid Jazz" artist="Jamiroquai"
album="Dynamite" year="2005" tracks="12"
photourl="./Jamiroquai_-_Dynamite/jamiroquai_dyn
amite.jpg"/>
    ....
  </cdtag>
  <songs>
    <cd0>
      <song no="0" name="Linus and Lucy"
url="./David_Benoit_-_Here's_to_You,_Charlie_Bro
wn,_50_Great_Years!/01-Linus_and_Lucy.mp3"/>
      <song no="1" name="Charlie Brown Theme"
url="./David_Benoit_-_Here's_to_You,_Charlie_Bro
wn,_50_Great_Years!/02-Charlie_Brown_theme.mp3"/
>
      ....
    </cd0>
  </songs>
```

그림 7. 실제 저장된 XML 파일 (일부)

다음으로 사용자는 tabletop display의 원하는 위치에 스마트 픽을 올려놓게 된다. 그 위치를 감지하여 시스템은 스마트 픽의 위치에 현재 재생되어야 할 CD의 정보를 표시하는데, 이는 다중 사용자에 의해 판독될 수 있고 회전 입력을 통해 선택될 수 있는 정보이기 때문에 스마트 픽을 중심으로 원형으로 나타나게 된다. 또한 스마트 픽의 햅틱 기능을 이용하여, 정보를 선택할 때 양 끝단에서는 물리적인 저항을 느껴 더 이상 스마트 픽을 회전시켜 정보 사이의 이동이 불가능하다는 것을 실제로 느낄 수 있게 된다.

이러한 햅틱 기능은 곡의 선택 뿐 아니라, 볼륨 노브 조절에서 한층 더 유용하게 사용될 수 있다. 사용자가 화면 왼쪽 위의 볼륨 버튼을 누르면 스마트 픽 주위의 정보는 볼륨 노브로 변경되는데, 이 상태에서 스마트 픽을 회전시키면 볼륨이 조절된다. 이 때, 볼륨의 최대값과 최소값에 도달하게 되면 스마트 픽에서는 토크를 통해 사용자에게 limit를 느끼도록 한다.

완성된 어플리케이션을 다음 그림 8에 나타내었다. 그림 9에서는 볼륨 버튼을 눌렀을 때 스마트 픽 주위에 곡 정보에서 볼륨 노브로 변화하는 것을 보여 준다.

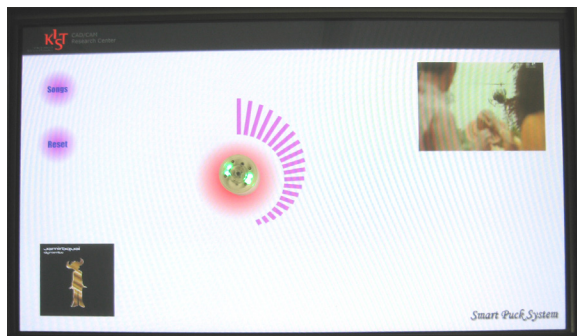


그림 8. 완성된 어플리케이션

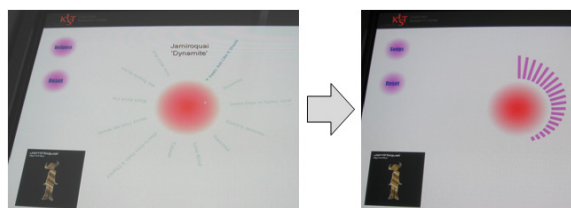


그림 9. 볼륨 버튼을 눌렀을 때의 변화

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 스마트 픽과 RFID를 이용하여 물리적 정보 저장 매체와, 그에 담긴 디지털 정보를 결합하는 시스템에 대하여 소개하였다. 스마트 픽 시스템은 기존의 모니터, 마우스, 키보드로 구성된 데스크 탑 인터페이스를 넘어서,

물리적이고 직관적인 인터페이스를 제공한다. RFID는 기존의 ID 시스템들과는 달리 빠르고 여러 개를 동시에 읽을 수 있으며 편리하게 인식할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이러한 두 기술의 조합에 더불어 현존하는 웹 기술을 이용하여 방대한 웹 상 정보를 이용한 확장성 있는, 조작하기 편리한 정보 제공 시스템을 제시하였다. 그리고 이러한 정보 제공 시스템의 일부 기능을 포함하는 데모 시스템을 구현하였다.

제안하는 시스템의 구현을 통해서, 사용자는 물리적 정보 저장 매체를 쉽고 간단하게 정리할 수 있게 된다. 각 매체에 태그를 부착하고, 그 태그의 일련 번호에 매체의 간단한 정보를 연결시켜 놓는 XML문서만을 직/간접적으로 작성하기만 하면 웹 상의 방대한 정보를 쉽게 tabletop에서 확인할 수 있게 된다. 또한 스마트 픽 시스템을 이용하여 정보를 간단히 조작하고, 보고, 느낄 수 있게 될 것이다.

이 논문에서 제시한 데모 시스템에는 제안한 시스템의 기능의 극히 일부만이 구현되었다. 향후 연구에서는 제안한 시스템의 기능들을 모두 구현하여야 할 것이다. 덧붙여, 이러한 시스템을 사용하였을 때 사용자가 얼마나 더 편리하게 정보를 찾고, 조작할 수 있는지에 대한 유저 스테디가 병행되어야만 평가가 이루어질 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] R. Want, K. P. Fishkin, A. Gujar and B. L. Harrison, "Bridging Physical and Virtual Worlds with Electronic Tags" In proceedings of CHI' 99, pp.370-377, 1999.
- [2] K. Grønbaek, J. F. Kristensen, P. Ørbæk and M. A. Eriksen, "Physical hypermedia: organising collections of mixed physical and digital material" In proceedings of HT' 03, pp.10-19, 2003.
- [3] H. Ishii and B. Ullmer, "Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms" In proceedings of CHI' 97, pp.234-241, 1997.
- [4] J. Patten, H. Ishii, J. Hines and G. Pangaro, "Sensetable: A Wireless Object Tracking Platform for Tangible User Interfaces" In proceedings of CHI'01, pp.253-260, 2001
- [5] J. Rekimoto, "SmartSkin: An Infrastructure for Freehand Manipulations on Interactive Surfaces" In Proceedings of CHI'02
- [6] Philips Research Technologies, Entertaible, <http://www.research.philips.com/initiatives/entertaible/index.html>
- [7] J. Rekimoto and E. Sciammarella, "Toolstone: Effective Use of the Physical Manipulation Vocabularies of Input Devices" In Proceedings of UIST'00

[8] freeDB, <http://www.freedb.org/>

[9] Amazon Web Services,
<http://www.amazon.com/aws/>

Services,

[10] 네이버 Open API, <http://openapi.naver.com/>

[11] XYFer system, <http://www.e-it.co.jp/>