

유비쿼터스 디스플레이 환경에서의 사진 감상 인터페이스

류한솔[†], 최수미^{††}

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로 변화됨에 따라 사람들은 점점 더 많은 디스플레이를 이용하게 된다. 이러한 유비쿼터스 디스플레이 환경에서는 사용자가 콘텐츠에 대해서 디스플레이들과 지속적으로 인터랙션 할 수 있는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 사용자가 여러 디스플레이를 오가며 사진을 감상할 수 있도록 연속성을 갖는 인터페이스를 제안한다. 제안 시스템은 3차원 공간상에서 사진을 보여주기 때문에 많은 수의 사진을 한 화면에 동시에 보여줄 수 있고, 큐브 메타포를 사용하여 여러 장의 사진을 그룹화 한다. 사용자는 터치스크린을 이용하여 사진을 직접 조작할 수 있으며, 다른 장소로 이동시에도 휴대하고 있는 PDA를 통해 콘텐츠를 지속적으로 이용할 수 있다. 또한 다른 디스플레이를 통해 연속적으로 인터랙션을 할 수 있다. 개발된 시스템은 사용자의 목시적인 움직임에 따라 반응하면서도 주의를 지나치게 집중시키지 않는 앰비언트 디스플레이 형태로 설계되었다. RFID 센서와 초음파 센서를 이용하여 사용자 신원 및 디스플레이와의 접근거리를 인식하고, 사용자와 디스플레이의 근접도에 따라 보여 질 영상과 인터페이스를 자동으로 결정하게 된다.

A Photo Viewing Interface in a Ubiquitous Display Environment

Han-Sol Ryu[†], Soo-Mi Choi^{††}

ABSTRACT

In a ubiquitous computing environment, people more and more become to use multiple displays. When using such ubiquitous displays, it is needed for users to seamlessly interact with the displays for a certain content. In this paper, we propose a seamless interface that allows users to see photos across multiple displays. Many photos can be displayed on a screen at the same time because they are shown in 3D space. And a group of photos is represented using a cube metaphor. A user can manipulate photos directly using a touch screen and also see the photos continuously using PDAs when the user moves to other places. In addition, the user can interact with the photos seamlessly using another display. The developed system was designed to interact according to user's movements and not to draw user's attention too much as a kind of ambient display. Using RFID and ultrasonic sensors it recognizes a user and the user's proximity to the display, and then automatically determines the screen image and the user interface accordingly.

Key words: Ubiquitous display(유비쿼터스 디스플레이), Photo viewing interface(사진 감상 인터페이스), Ambient display(앰비언트 디스플레이)

※ 교신저자(Corresponding Author): 최수미, 주소: 서울시 광진구 군자동 98번지(143-747), 전화: 02)3408-3754, FAX: 02)3408-4321, E-mail: smchoi@sejong.ac.kr
접수일: 2008년 9월 17일, 수정일: 2009년 5월 10일
완료일: 2009년 7월 12일

[†] 준회원, 세종대학교 전자정보대학 컴퓨터공학과
(E-mail: erween@paran.com)

^{††} 정회원, 세종대학교 컴퓨터공학과 부교수

※ 이 논문은 2008년도 세종대학교 교내연구비 지원에 의한 논문임

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로 변화됨에 따라 사용자는 여러 종류의 디스플레이를 통해 생활 전반의 다양한 정보를 주고 받을 수 있게 되었다[1]. 특히, 디지털 카메라의 증가로 인해 디지털 영상이 널리 사용되고 있으며, 이를 보여주기 위한 디지털 액자들이 여러 형태로 개발되고 있다.

이러한 디지털 액자를 조작하기 위해서 리모트 컨트롤러 또는 터치 스크린과 같은 직접적인 인터랙션 방법을 사용할 뿐만 아니라, 카메라, RFID, 초음파, 적외선 등 다양한 장비들을 이용하여 사용자 위치 추적, 제스처 인식에 기반한 묵시적인 인터랙션을 제공하려는 연구들도 이루어지고 있다. 하지만 기존의 대부분의 액자형 디스플레이에 관한 연구는 단일 디스플레이만을 주로 고려하고 있어서, 여러 대의 디스플레이를 연동한 서비스들을 제공하고 있지는 않다.

본 연구에서는 유비쿼터스 디스플레이 환경에 적합하도록 다음과 같은 세 가지의 특징을 갖는 사진 인터페이스를 제안한다. 첫째, RFID와 초음파 센서를 이용하여 디스플레이가 사용자에게 적합한 콘텐츠를 제공하도록 하며, 기기 조작이 미숙한 사용자들도 쉽게 사용할 수 있도록 한다. 둘째, 벽면의 디스플레이들과 사용자가 휴대하고 있는 모바일 장치 간에 네트워크 연결을 통해 사용자가 벽면 디스플레이와 인터랙션을 하다가 다른 장소로 이동할 시에도 지속적인 인터랙션을 제공할 수 있도록 한다. 셋째, 큐브 메타포를 사용하여 6개 단위로 그룹화된 사진들을 3차원 공간에서 볼 수 있도록 하여 사용자에게 감각적인 인터페이스를 제공하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구들을 살펴보고, 3장에서는 전체적인 시스템 구성과 사용자 시나리오 대하여 기술한다. 그리고 월 디스플레이와 PDA 간의 연동에 대해 설명한다. 4장에서는 구현 결과를 제시한 후, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 디지털 앨범 인터페이스

현재 디지털 앨범은 다양한 제품들이 출시되고 있으며, 대부분의 디지털 앨범은 2차원적인 인터페

이스를 제공한다. 이러한 2차원 인터페이스는 한 화면에 많은 양의 사진을 표현 할 수 없는 공간적인 한계를 가지고 있으며, 사진들을 상하 좌우로만 움직일 수 있기 때문에 다양한 시각적 효과를 주기가 어렵다[2].

이러한 한계를 극복하기 위하여 최근에는 3차원적인 인터페이스를 도입하고 있다. Sun사에서 개발한 SITM(Search inside the Music)는 사용자가 원하는 노래를 검색할 수 있는 응용 프로그램이다[3]. 사용자는 3차원 공간을 네비게이션 하면서 자신이 원하는 음반 콘텐츠를 찾을 수 있을 뿐만 아니라, 사용자가 선택한 음악과 비슷한 장르의 앨범 집합을 보여줌으로써 사용자가 원하는 장르의 음악을 빠르게 찾을 수 있도록 해준다.

3차원의 트랜지션 효과를 이용한 예로는 Presenter가 있다[4]. 이 시스템은 이미지들을 슬라이드 형태로 보여주는 디지털 앨범 인터페이스로서 사용자가 어떤 효과를 이용하여 볼 것인가를 선택할 수 있다. 제공되는 효과에는 이미지들을 큐브의 면에 매핑하여 3차원 큐브를 회전하거나 큐브의 안쪽에서 이미지를 감상할 수 있는 방법, 3차원 판넬에 이미지를 매핑하여 보여주는 효과 등이 있다.

모바일 환경에서 많은 양의 정보를 하나의 화면에 효과적으로 보여주기 위해서는 잘 정돈된 분류가 필요하다[5]. PDA의 좁은 화면에서 메타포를 이용하여 많은 양의 사진정보를 잘 보여주는 예로 Required Browser가 있다[6].

3차원 인터페이스를 모바일 환경에서 적용한 예로는 HTC사의 SCLPC++가 있다[7]. SCLPC++는 큐브를 이용하여 메뉴를 구성한 인터페이스로, 제공하고자 하는 콘텐츠의 양에 따라 큐브의 각면을 분할하여 많은 양의 콘텐츠를 하나의 큐브에서 표현하였으며 큐브를 회전 시키면서 여러 가지 메뉴를 사용자가 인터랙션 할 수 있도록 하였다.

2.2 앰비언트 디스플레이와 인터페이스 마이그레이션

사용자의 개입정도에 따라 인터랙션 방식을 달리한 앰비언트 디스플레이[8]에는 독일 프라운호퍼 IPSI 연구소에서 개발한 Hello.Wall 시스템이 있다[9,10]. Hello.Wall은 2.0m×1.8m의 대형 디스플레이로서 발광 셀들로 이루어진 디스플레이를 통해 역동적인 발광 패턴을 제공하고, 이를 이용하여 사용

자에게 여러 형태의 정보를 전달하는 시스템이다. 이 시스템은 디스플레이와 사용자와의 거리에 따라 영역을 세 가지로 나누었다. 사용자가 멀리 있는 경우에는 사용자의 주의를 집중시키지 않는 정보를 디스플레이 해주고, 사용자가 센서에 의해 인지되었지만 단순히 지나가는 거라면 약간의 관련된 정보를 보여주게 된다. 마지막으로 사용자가 디스플레이에 다가서게 되어 지속적으로 센싱 된다면 실제 사용하려는 것으로 판단하여 자세한 정보를 볼 수 있도록 하였다.

만일 여러 디스플레이들을 옮겨가며 사용해야 한다면 인터페이스 마이그레이션이 필요하게 된다. Bandelloni와 Berti는 자연스러운 마이그레이션을 위해서 다음 세 가지 사항이 요구된다고 하였다[11]. 첫째, 인터랙션의 연속성이 유지되어야 한다. 이는 다른 플랫폼으로 사용자가 전환하더라도 지속적으로 인터랙션을 하고 있다는 느낌을 줄 수 있어야 한다는 것이다. 둘째, 플랫폼 어댑테이션이 고려되어야 한다. 일반적인 데스크탑 컴퓨터와 모바일 디바이스 간에는 많은 차이가 있기 때문에 각 플랫폼에 적합한 인터페이스를 제공하여야 한다. 셋째, 인터페이스의 사용성을 고려해야 한다는 것이다. 인터랙션 방법이 어렵거나 각 디바이스의 인터랙션 방법이 제각각 다르다면 사용자의 사용성은 떨어지게 된다.

인텔에서 제안한 Software lenses는 휴대폰과 같은 소형 디스플레이와 월 디스플레이와 같은 대형 디스플레이 모두에 적합하도록, 신축적인 종이(rubber sheet) 메타포를 사용하였다[12]. 특히, 협동 작업에 용이하도록 상이한 플랫폼 상에서 가능한 기본 프리젠테이션과 보다 상세한 정보를 주는 프리젠테이션을 구분하였고, 이들 간의 자연스러운 변경이 이루어지도록 하였다.

또 다른 예로 프라운호퍼 IPSI 연구소에서 개발한 InfoRiver가 있다[13]. 이 시스템은 월 디스플레이와 사용자가 휴대 할 수 있는 모바일 장치 간에 정보를 전달할 수 있도록 하였다. 물방울 형태의 메타포를 사용하여 정보를 표현하고, 강으로 표현된 공간속에서 이러한 물방울들이 떠다니는 사용자 인터페이스를 제공하였다. 이때 사용자가 터치스크린을 통하여 원하는 물방울을 클릭하면 내포된 정보들을 보여주게 된다. 사용자의 요청에 따라 선택된 정보들은 다양한 플랫폼으로 보내질 수 있다.

3. 액자형 앰비언트 디스플레이와 사진 인터페이스

유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 궁극적인 목표는 언제 어디서나 누구나 이용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 추구하고 동시에 사용자가 의도적으로 주의를 집중하지 않더라도 사용자의 상황에 따라 반응하는 컴퓨팅 환경을 제공하는 것이다. 사용자의 주의 집중도와 복잡도에 따라서 디스플레이 시스템들을 분류하고, 각 시스템에서 필요한 기능들을 정리하면 그림 1과 같다 [14-16].

본 연구에서 제안하는 시스템은 월 디스플레이와 PDA를 지원해야 하기 때문에 각 디바이스의 특성에 따른 인터페이스 마이그레이션이 필요하다[17,18]. 벽면의 디스플레이에서는 사용자의 움직임에 기반한 인터랙션과 터치와 같은 직접적인 인터랙션을 통해 사진을 보거나 조작할 수 있고, 소형 모바일 단말기에서는 이동시에 필요한 정보를 위한 직접적인 인터랙션만을 제공한다.

3.1 시스템 구조 및 시나리오

개발된 액자형 앰비언트 디스플레이 시스템은 그림 2와 같은 구조로 이루어졌다[19]. 시스템은 크게 앰비언트 디스플레이 서버와 PDA 클라이언트로 구성된다. 앰비언트 디스플레이 서버는 RFID를 이용하여 사용자를 인식하고, 인식된 사용자에게 따라 다른 3차원 장면을 보여준다. 사용자는 초음파 센서와 터치스크린을 이용하여 인터랙션을 수행하며, 인터랙션에 따른 결과들이 사용자에게 보여지게 된다.

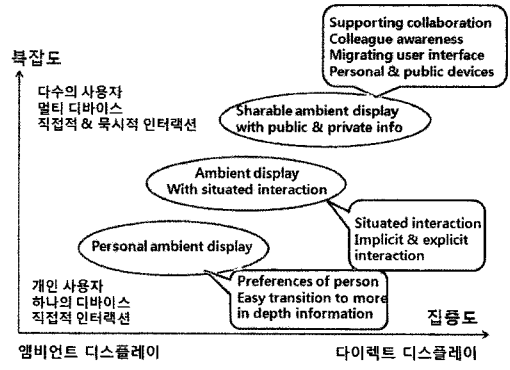


그림 1. 사용자의 주의 집중도와 복잡도에 따른 앰비언트 디스플레이 분류

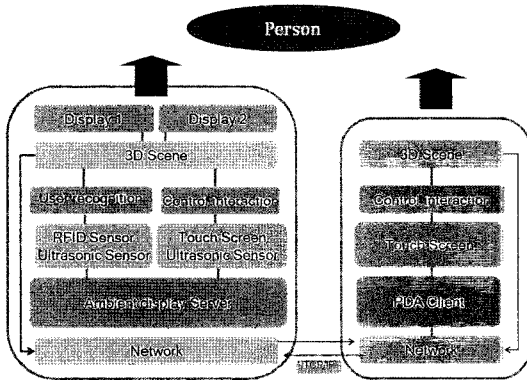


그림 2. 시스템 구조

PDA 클라이언트는 서버로부터 받은 정보와 사용자의 터치 인터랙션 정보를 가지고 3차원 장면을 구성하여 사용자에게 보여준다.

시스템의 개략적인 시나리오는 다음과 같다.

- 홍길동은 PDA를 휴대하고, 목걸이 형태의 RFID 태그를 착용한 채 실내공간을 배회하고 있다. 이때 디스플레이 A는 예술적 효과를 주는 3차원 장면을 보여주고 있다. 우연히 디스플레이 A 앞쪽을 지나던 홍길동은 디스플레이 A의 3차원 공간에 갑자기 나타나는 자신과 관련된 이미지로 이루어진 큐브들에 흥미를 가지게 되어 디스플레이를 향해 다가가기 시작했다.

- 길동의 움직임에 따라 디스플레이에서 보여지는 3차원 공간은 움직이기 시작했고 길동은 디스플레이와 자신과의 위치를 이용하여 3차원 공간을 네비게이션 하였다. 디스플레이에 가까이 다가선 길동은 자신이 보고자하는 큐브를 찾기 위해 간단한 손동작을 통해 다시 3차원 공간을 네비게이션 하였고, 자신이 원하는 이미지들로 이루어진 큐브를 터치 하였다. 선택된 큐브는 자신이 가지고 있는 6개의 이미지의 각각의 크기를 고려하여 전체 화면에 꼭 찬 형태로 보여주었고 길동은 이미지들에 대해 인터랙션을 하였다.

- 인터랙션을 수행 하던 중, 길동은 다른 장소로 이동할 일이 생기게 되었다. 길동은 사용하고 있던 큐브들을 PDA로 전송을 한 후 다른 곳으로 이동하기 시작했다. 길동이 디스플레이 A에서 멀어지자 디스플레이는 자동적으로 처음의 3차원 공간만을 보여주게 되고, 길동은 자신의 PDA에 담은 큐브들을 가지고 지속적인 인터랙션을 수행하며 이동하였다.

- 다른 장소에 도착한 길동은 그 장소에 위치한 디스플레이 B에 다가섰으며 디스플레이 B는 길동이 디스플레이 A에서 수행하던 장면을 그대로 보여 주었다. 길동은 PDA에서 수행하던 큐브들을 다시 디스플레이 B로 전송하고 디스플레이 B는 이를 반영한 장면을 보여주었다.

3.2 앰비언트 디스플레이 서버

앰비언트 디스플레이 서버는 실행과 동시에 두 개의 디스플레이에 감상할 수 있는 3차원 이미지들을 보여준다. 서버는 두 개의 디스플레이에 대해 제어권을 가지고 있으며 인식되는 사용자의 위치에 따라 어느 디스플레이에 장면을 보여줄 것인지를 결정하게 된다. 사용자 인식을 위해 서버는 실행과 동시에 RFID 리더와 초음파 센서를 작동하게 되며 사용자를 감지한다. 센서를 통해 사용자가 인식되면 3차원 공간에 사용자와 관련된 큐브들을 보여주게 되고 터치스크린과 초음파 센서 인터랙션들에 대해 반응하게 된다. 사용자가 PDA로 큐브를 전송 요청하면 서버는 TCP/IP 소켓연결을 하고 선택된 큐브에 들어 있는 이미지 정보를 PDA로 전송한다.

3.2.1 하드웨어

앰비언트 디스플레이는 그림 3과 같이 26인치 TFT-LCD 디스플레이와 RFID 센서, 그리고 초음파 센서로 이루어져 있다. 디스플레이는 터치스크린 기능을 포함하고 있어 사용자가 직접적인 인터랙션을 수행 할 수 있도록 하였으며, Infinity 사의 900MHz 대역폭을 가지는 210UHF: SIRT RFID 리더는 사용자가 지니고 있는 태그를 인식하여 사용자 신원을 파악하기 위해 장착되었다. 이때 RFID 리더의 자체 안테나 만으로는 근접거리의 태그밖에 인식을 할 수

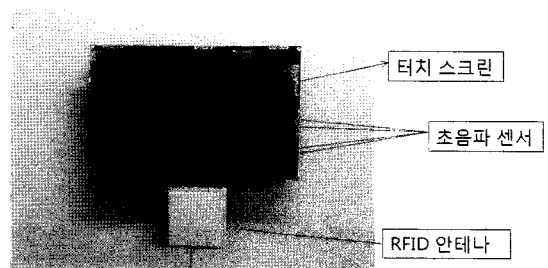


그림 3. 앰비언트 디스플레이 셋업

없기 때문에 그림에서와 같이 디스플레이의 하단에 외장 안테나를 달아서 인식 범위를 넓혔다. 이를 이용한 사용자 인식은 외장형 안테나의 직선거리로 2.4m 이내의 공간에서 인식이 잘 되었다. 디스플레이와 사용자간의 거리를 인식하기 위해서 초음파 센서(HR-SNM4)를 그림에서와 같이 좌우측 프레임과 하단 프레임을 따라 총 네 개를 장착하여 보다 정확한 측정이 가능하도록 하였다. 초음파 센서의 최대 측정 길이는 7m이고 측정 각도는 약 60도이며, 디스플레이로부터 약 5m 반경 안의 공간은 인식이 잘 되었다.

3.2.2 RFID와 초음파 센서를 이용한 사용자 인식

RFID는 Radio Frequency IDentification의 약자로 무선 주파수 인식을 통한 자동인식 기술로서 비접촉식 카드의 대표 격이라 할 수 있는 기술이다. RFID 시스템은 크게 세 가지 요소로 구성되는데 리더, 호스트 컴퓨터 그리고 트랜스폰더라고 불리는 태그로 구성된다. 리더의 안테나에서 전파를 발산하는 동안 아이디와 데이터가 저장된 태그가 자기장 필드 내에 들어가게 되면 활성화 되어 자신이 가지고 있는 아이디와 데이터를 안테나로 전송하게 된다. 안테나는 태그로부터 전송된 아이디를 데이터 신호로 변환하여 컴퓨터에 전송하고 컴퓨터는 미리 정해놓은 서비스를 제공한다. RFID 시스템은 전송 주파수에 따라 저주파수 대역(100~500Khz), 중간 주파수 대역(10~15Mhz), 고주파수 대역(850~950Mhz)로 구분된다. 낮은 주파수 영역의 RFID는 패시브 태그의 크기가 크고 데이터 통신 속도가 느리며 일반적인 최대 인식 거리가 1m 이하이기 때문에 본 연구에서는 3~7m의 인식 거리를 가지며 빠른 데이터 통신속도와 작은 크기의 패시브 태그를 가지는 900Mhz대의 고주파수 대역 RFID를 사용 하였다.

초음파 센서는 음파가 물체에 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 음파의 속도에 따라 거리를 계산하는 센서이다. 음파의 속도는 온도에 따라 다소 차이가 있지만 대개 334m/s 정도의 값을 이용한다. 크게 초음파 센서는 송수신 일체형과 송수신 분리형으로 나누어진다. 송수신 일체형은 트랜스미버라고 부르는데 하나의 센서로 송신 및 수신을 하게 된다. 송수신 일체형 센서의 장점은 센서가 차지하는 공간이 작다는 것이고 단점은 회로를 구성하기가 어렵다는

것이다. 송수신 분리형은 트랜스미터와 리시버가 분리되어 있는 형태로 회로 구성은 간단하지만 차지하는 공간이 크다. 초음파 센서를 사용하기위해서 고려할 사항은 다음과 같다. 첫째, 초음파 센서의 측정 거리를 알아야 한다. 초음파 주파수가 높아질수록 측정거리는 짧아지며 대개 3~4m의 측정 거리를 가진다. 두 번째, 초음파 센서의 측정 각도를 고려하여야 한다. 측정 각도는 음파가 퍼지는 각도를 의미하는 것인데 정면에 있는 물체만을 감지하기 위해 직진성이 좋은 것을 원한다면 측정각이 작은 narrow beam angle 초음파 센서를 사용하여야 하며, 반대로 정면뿐만이 아니라 넓은 범위에서 측정을 하려면 측정각이 큰 wide beam angle 초음파 센서를 사용하여야 한다.

본 연구에서 초음파 센서는 비교적 광범위한 영역 안에서 사용자를 정확히 찾을 수 있어야 하기 때문에 측정값이 큰 와이드 빔 앵글 초음파 센서가 적합할 수 있다. 하지만 와이드 빔 앵글 초음파 센서는 측정 거리가 짧고 센서로부터 사용자의 방향성을 정확히 알 수 없기 때문에 본 연구에서는 네로우 빔 앵글 초음파 센서를 여러 개 사용하여 정확한 거리와 방향을 찾을 수 있도록 하였다. 본 연구에 사용된 HR-SNM4 초음파 센서의 보드는 최대 16개의 초음파 센서를 인식 할 수 있어 센서의 추가만으로 이러한 환경을 구축 할 수 있다.

초음파 센서는 크게 두 가지 사용목적들을 위해 사용된다. 첫 번째는 RFID를 보조해 주는 역할이다. RFID 센서는 특성상 태그를 지속적으로 인식 할 수 없다. 그래서 RFID 센서만 사용하게 되면 태그가 읽히지 않을 때 마다 사용자가 영역을 벗어났다고 간주하게 되어 화면이 전환되어 버린다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 최초로 RFID가 사용자를 인지하는 순간부터 초음파센서를 작동하여 센서와의 거리 값이 5m를 넘어가지 않는 한 콘텐츠를 지속적으로 유지할 수 있도록 하였다. 초음파 측정 시간 간격은 100ms 당 한번씩 측정하도록 설정하여 실시간으로 사용자의 유무를 파악할 수 있다. 초음파 센서의 두 번째 역할은 인터랙션의 도구로써 사용하는 것인데 이는 다음 장에서 설명하기로 한다.

3.2.3 앰비언트 디스플레이 인터페이스

사용자가 디스플레이로부터 멀리 있을 때 디스플

레이에 보여지는 3차원 장면은 거실과 같은 공간을 장식하는 그림 액자의 역할을 할 수 있다. 이러한 3차원 장면은 환경 매핑을 통해서 구성된다. 환경 매핑을 하는 방법으로는 위도-경도 매핑, 큐브 매핑, 구면 매핑, 실린더 매핑, 이중 포물면 매핑 등이 있으며, 각 매핑의 특성은 다음과 같다. 위도-경도 매핑은 극점에서 왜곡현상이 발행하게 된다는 단점이 있고, 큐브맵은 최종 영상을 생성하기 위해 6개의 텍스처 이미지가 있어야 하며 큐브의 가장자리에서 불연속이 발생하게 된다는 단점이 있다. 실린더 매핑은 뒷면과 아래 면에 대한 환경을 저장할 수 없어 경계가 두드러지게 된다는 단점이 있으며 이중 포물면 매핑은 매핑할 때 마다 두 번의 렌더링 과정이 필요하고 두 개의 맵 사이의 가장자리 불일치를 줄이기 위해 블렌딩 과정이 필요해 과정이 복잡하고 자원을 많이 소비한다는 단점이 있다. 이러한 단점들을 감안하여 본 연구에서는 환경 매핑의 가장 대표적인 방법인 구면 매핑을 사용하였다. 구면 매핑은 하나의 장면 안에 천체와 같은 가상의 거대한 구가 있다고 가정하고 이 구의 내부에 이미지를 매핑하여 환경을 구성하는 매핑으로서 원둘레에서 심한 왜곡 현상을 일으킨다는 단점이 있지만 구면에 맞는 텍스처 이미지를 사용함으로써 빠르면서도 좋은 결과의 3차원 장면 얻을 수 있다.

RFID 센서를 통해 사용자의 신원을 파악하게 되면 앰비언트 디스플레이는 인지된 사용자에 따라 미리 지정해 둔 폴더의 이미지를 보여주게 된다. 이때 이미지들은 6개의 이미지가 하나의 큐브를 이루어 3차원 공간상에 나타나게 되는데, 큐브의 개수는 해당 폴더에 존재하는 이미지 개수에 따라 달라진다. 폴더의 경로는 INI 파일 형태로 저장되어 있어 사용자가 쉽게 변경할 수 있다. 이렇게 보여지는 큐브들은 3차원 공간을 벗어나지 않는 범위 안에서 제각각 떠다니게 되고 사용자는 디스플레이와 사용자의 위치관계를 파악하는 초음파 센서를 통해 이러한 3차원 공간을 네비게이션 할 수 있다. 그림 4는 사용자가 전후로 이동 할때의 점진적인 카메라 뷰와 좌우로 이동할 카메라 뷰를 보여준다.

사용자가 직접적으로 인터랙션 할 수 있는 영역까지 접근하게 되면, 사용자는 두 가지 방식으로 인터랙션을 할 수 있다. 첫째, 초음파 센서를 이용하여 근접거리에서 3차원 공간을 네비게이션 할 수 있

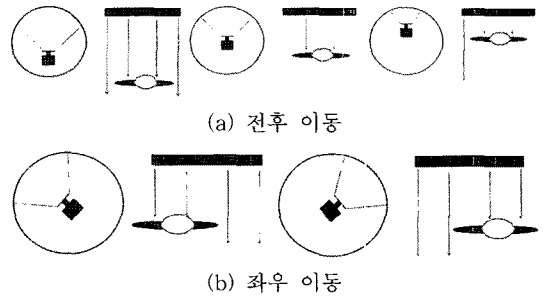


그림 4. 사용자의 움직임에 따른 3차원 공간 네비게이션

며, 두 번째로 터치스크린을 통해 큐브들을 직접 조작할 수 있다.

그림 5는 디스플레이에 근접한 사용자가 초음파 센서를 이용하여 3차원 공간을 네비게이션 하는 방법을 보여준다. 사용자는 자신이 원하는 방향으로 네비게이션 하기위해 초음파 센서위에 손을 대게 되고 초음파 센서는 거리값이 3cm 이하일때 네비게이션 명령을 수행하게 된다. 그림에서 보는바와 같이 전, 후와 좌, 우로의 이동은 각 초음파센서 하나에 인식되는 거리값을 통해 이루어지게 되며 상, 하로의 움직임은 두 개의 초음파 센서 거리값의 조합에 의해 이루어지게 된다. 이러한 인터랙션을 통해서 사용자는 자신이 클릭하고자 하는 큐브를 찾아 3차원 공간

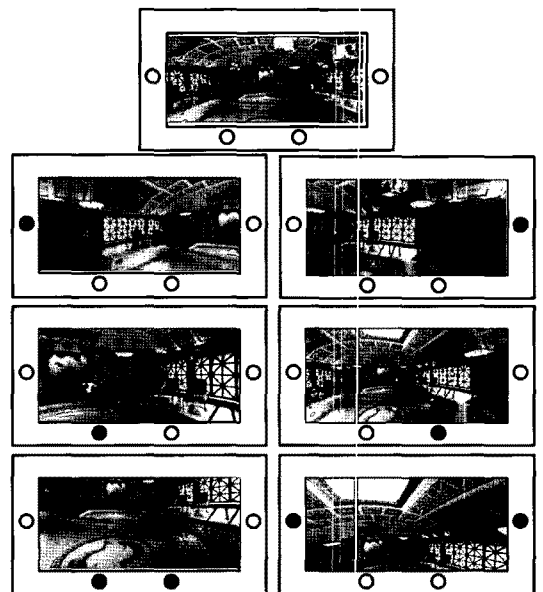


그림 5. 사용자의 직접적 인터랙션에 의한 3차원 공간 네비게이션

을 네비게이션 할 수 있게 된다.

사용자가 보고자하는 이미지들의 집합으로 이루어진 큐브를 클릭하게 되면 앰비언트 디스플레이는 큐브가 내포하고 있는 이미지들을 한 화면에 펼쳐 보이게 된다. 이때 앰비언트 디스플레이는 큐브에 내포된 이미지들의 크기를 알아내어 가로 세로 이미지의 개수를 분류하고 비율에 따라 한 화면에서 최대한 이미지들을 잘 보여줄 수 있도록 정렬하여 준다. 화면의 좌측에는 사용자가 인터랙션 할 수 있는 다섯 개의 버튼이 나타나게 되며 각각의 버튼은 이미지 확대, 축소, 메모, PDA로 보내기, 큐브 닫기 의 기능을 가지고 있다. 확대, 축소 버튼은 사용자가 6개의 이미지 중 하나를 클릭한 후 누르게 되면 해당 이미지가 확대하거나 축소하게 되고, 메모 버튼을 누르면 이미지에 대해 간단한 메모를 추가 할 수 있다. PDA로 보내기가 선택되면 큐브의 이미지들이 PDA로 전송 대기 상태가 되며 큐브 닫기를 누르면 사용자가 큐브를 클릭하기 전의 단계로 돌아가게 된다[20].

3.2.4 서버로 부터의 이미지 전송

사용자가 PDA 클라이언트로 큐브를 보내게 되면 하나의 큐브당 총 6개의 이미지 파일이 전송되어야 한다. 만약 사용자가 고해상도의 이미지를 보내려고 한다가나, PDA로 보내고자 하는 큐브의 개수가 많아지면 전송 데이터의 양이 너무 많아지게 되고 전송 딜레이 시간이 발생하게 된다. 그리고 전송 받고자 하는 대상 플랫폼인 PDA의 디스플레이 최대 해상도는 320×240이며 PDA상의 하나의 큐브 크기는 전체 디스플레이 영역에서 6분의 1 정도의 영역을 가지기 때문에 고 해상도의 이미지를 보내줄 필요가 없다. 또한 PDA의 메모리는 한정적이기 때문에 OpenGL ES 상에서 6개의 이미지를 텍스처 매핑 할 때 용량이 큰 이미지는 리소스를 많이 사용하여 로드하는 시간이 오래 걸리게 된다. 본 연구에서 데이터의 양을 줄이기 위해서 보낼 수 있는 큐브의 개수를 한정 시키고, 이미지의 해상도를 PDA 에 맞도록 낮추었다. 앰비언트 디스플레이 서버는 사용자가 전송 버튼을 클릭시 6개의 이미지를 64×64의 해상도를 가지는 이미지로 변환시켜 전송한다. 우리가 흔히 접하는 사진 이미지의 해상도는 1024×768의 해상도를 가지고 있으며 대략 180~190KB의 용량을 가지고 있다. 이를 64×64 해상도의 이미지로 줄이면 12KB의 용량으로

줄어들어 전체 전송 데이터양을 줄일 수 있으며, PDA상에서 이미지로 이루어진 큐브를 실시간으로 띄울 수 있다.

3.3 PDA 클라이언트

PDA는 hp사의 iPAQ5450 제품을 사용하였다. 이 제품은 320 * 240의 해상도를 가지는 터치스크린 디스플레이를 가지고 있으며, 무선랜이 내장되어 있다. OS는 Pocket PC 2003 OS를 기반으로 하고 있다.

3.3.1 PDA 인터페이스

PDA에서의 인터페이스는 디바이스의 특성을 반영하여 앰비언트 디스플레이 서버에 비해 간단하게 구성되어져 있다[21,22]. 서버로부터 받은 큐브의 개수에 따라 디스플레이의 3차원 공간에 큐브들을 나열하게 된다. 사용자는 PDA에 장착된 버튼들을 이용하여 3차원 공간을 네비게이션 할 수 있으며, 터치스크린을 이용하여 큐브에 대한 인터랙션 할 수 있다. PDA 상에서는 큐브가 펼쳐지지 않으며 사용자는 큐브를 x축과 y축으로 돌려가면서 큐브에 포함된 이미지들과 인터랙션 할 수 있다. 그림 6은 사용자가 PDA와 인터랙션하는 과정을 도식화 한 것이다.

3.3.2 PDA로 부터의 이미지 전송

사용자가 PDA를 통해서 인터랙션을 수행하다가 특정 장소의 앰비언트 디스플레이 영역에 접근하게 되면 PDA에서 인터랙션 하던 이미지들은 서버로 보내지게 된다. 이때 PDA가 가지고 있는 이미지들은 저 해상도의 이미지이고, 어떤 앰비언트 디스플레이든 하나의 서버에서 컨트롤하기 때문에 전송 되는 데이터는 이미지의 파일명과 PDA를 통해 사용자가 인터랙션을 수행 하던 상태 정보만을 전송한다. 앰비언트 디스플레이 서버가 사용자를 감지하였을때 PDA로부터 정보가 들어온다면 서버는 사용자가 감지된 앰비언트 디스플레이에 사용자가 수행하던 인

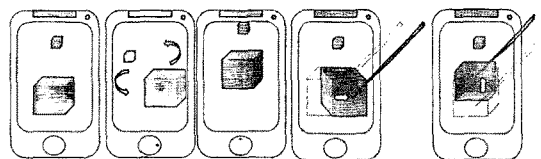


그림 6. PDA에서의 사용자 인터랙션

터랙션을 지속적으로 수행할 수 있는 인터페이스를 제공하여 준다.

4. 구현 및 결과

4.1 시스템 구현 및 실험 결과

사용자가 인식되지 않을 때 엠비언트 디스플레이는 구형 환경 매핑을 통하여 그림 7과 같은 3차원 장면을 보여준다. 만일 사용자가 RFID를 통해서 인식되면 3차원 장면은 그림 8과 같이 사용자와 관련된 사진들을 포함한 큐브들이 떠다니는 모습으로 바뀌게 된다.

그림 8에서 볼 수 있듯이 큐브들은 6개의 사진으로 구성되어 있으며 3차원 공간을 벗어나지 않는 범위 내에서 자유롭게 떠다닌다. 사용자가 인식되는 순간부터 디스플레이에 직접적인 인터랙션을 줄 수 있는 거리에 다다르기 까지 사용자는 움직임에 기반하여 3차원 공간을 네비게이션 할 수 있다.

그림 9는 초음파를 통해 인식된 사용자와 디스플레이간의 거리 값에 따라 3차원 공간을 네비게이션 하는 모습을 보여준다. 사용자가 디스플레이에 대해 위치한 영역에 따라 전, 후, 좌, 우로 네비게이션 하는 모습을 볼 수 있다.

사용자가 직접적인 인터랙션을 수행할 수 있을 정도의 거리로 다가서면, 사용자는 터치스크린과 초음파 센서를 이용하여 직접적인 인터랙션을 수행할 수 있다. 그림 10은 사용자가 직접적인 인터랙션을 통해 원거리에서는 네비게이션 할 수 없었던 방향인 상, 하로 네비게이션 하는 모습을 보여준다. 사용자는 초

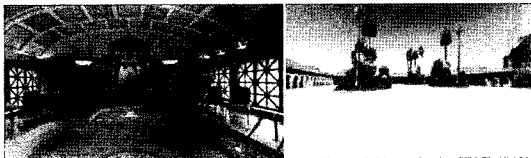


그림 7. 엠비언트 디스플레이의 3차원 배경

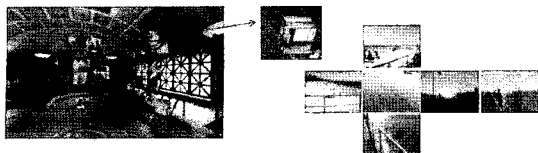


그림 8. 사용자 인식 시 나타나는 사진 큐브

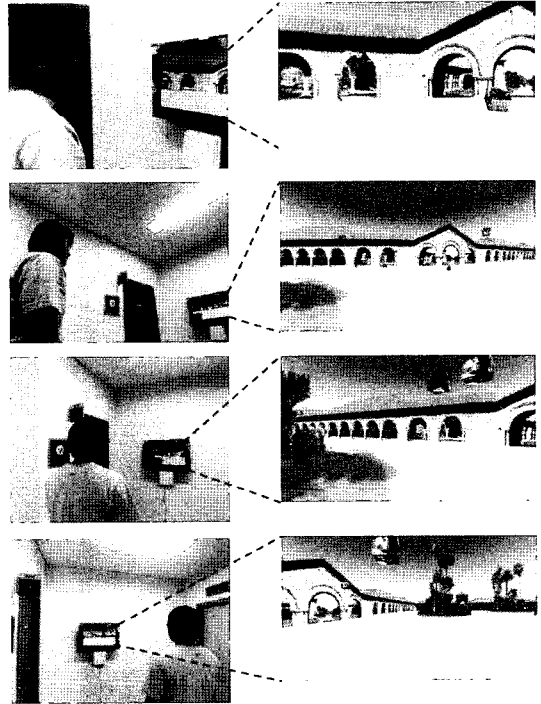


그림 9. 사용자의 움직임에 따른 네비게이션

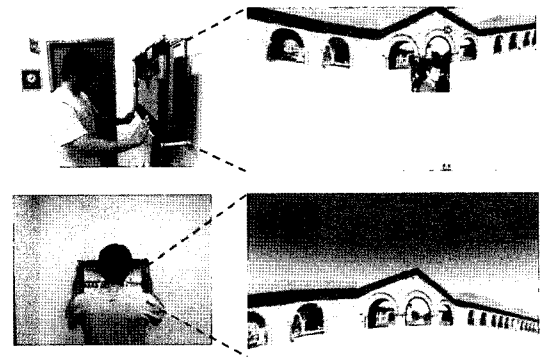


그림 10. 직접적인 인터랙션을 통한 네비게이션

음파 센서를 통해 원하는 큐브를 찾아 공간을 네비게이션 하며 큐브를 터치하게 된다. 터치된 큐브는 가지고 있던 사진들의 가로 이미지 개수와 세로 이미지 개수의 비율에 따라 정렬되어 디스플레이 공간에서 보여지게 된다.

그림 11은 사용자가 큐브를 터치 하였을 때 나타나는 인터페이스이다. 좌측에 위치하는 버튼들을 통하여 사용자는 각 사진에 대한 확대, 축소, 메모 등의 추가적인 작업을 할 수 있다.

사용자가 다른 장소로 이동하기 위해 PDA 전송



그림 11. 큐브 터치시 이미지 정렬

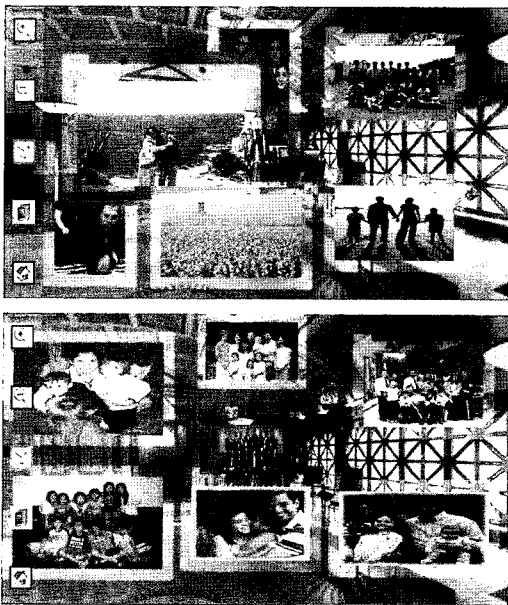


그림 12. 터치 인터랙션에 따른 이미지 확대/축소

버튼을 클릭하게 되면 보고 있던 6개의 사진들은 저 해상도의 이미지로 변환되어 PDA에서 큐브 형태로 나타나게 된다. 그림 13은 사용자가 이동 중에 PDA를 통하여 인터랙션 하는 모습을 보여준다. 사용자는 PDA의 버튼과 터치스크린을 이용하여 큐브를 조작할 수 있다.

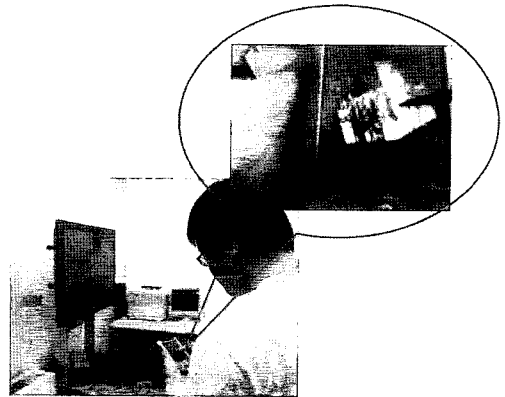


그림 13. PDA 인터페이스

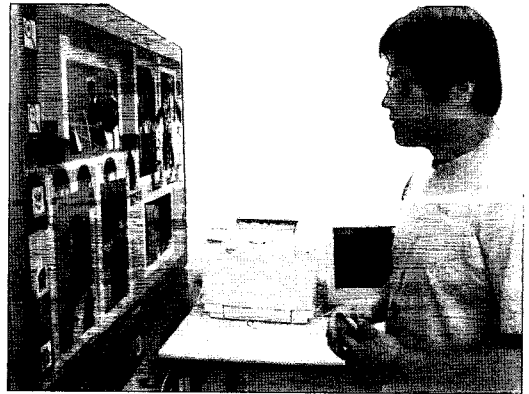


그림 14. PDA로부터 정보를 받아 보여주는 앰비언트 디스플레이 인터페이스

사용자가 이동 중 다른 앰비언트 디스플레이의 영역에 들어가게 되면 사용자가 수행 중이던 인터랙션들이 해당 디스플레이로 보여지게 된다.

4.2 연구 의의

본 연구에서는 기존의 단순한 키오스크 월 디스플레이에서 이용되었던 초음파 센서와 터치스크린을 가정용 액자 시스템에 적용하여 여러 디스플레이 상에서 연속성을 갖도록 새로운 방식의 사진 감상 인터페이스를 개발하였다. 본 연구 의의를 요약하면 첫째, 사용자의 움직임에 기반한 인터랙션을 사용함으로써 마우스 등의 특별한 도구 없이도 벽면에 걸린 디스플레이와 쉽게 인터랙션을 할 수 있도록 하고, 디스플레이와의 접근 거리에 따라 맞춤형 인터페이스를 제공함으로써 보다 편안하게 콘텐츠를 이용할 수 있도록 하였다. 둘째, 사진이 보여지는 전체 배경

을 3차원 공간에 구성함으로써 한 장면에서 많은 수의 사진을 효과적으로 정렬할 수 있을 뿐만 아니라 사진이 등장하거나 사라지질 때 3차원적 효과를 줄 수 있다. 또한 사용자는 자신의 움직임을 통하여, 3차원 공간을 네비게이션 함으로써 보다 흥미롭게 사진을 감상할 수 있다. 셋째, 기존 연구에서 볼 수 없었던 큐브 메타포어를 이용한 마이그레이션을 제공함으로써 사용자가 집안 어디에 있던 지속적으로 콘텐츠를 사용할 수 있도록 하였다. 이러한 마이그레이션 효과를 통해 사용자가 이동시에도 보다 편리하게 사용할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 디스플레이 환경을 위한 디지털 액자 시스템과 이 시스템에 적합한 인터페이스를 제안하였다. 디지털 액자 시스템은 기존의 직접적인 인터랙션 방식과 더불어 디스플레이와 사용자간의 거리를 기반으로 자연스럽게 목시적인 인터랙션을 제공하고, 사용자를 인식하여 각 사용자에 따른 콘텐츠를 자동으로 제공한다. 이러한 인터페이스는 기존의 보여주는 형식의 액자형 디스플레이와 달리 3차원 배경공간에서 사용자 움직임 기반의 인터랙션을 제공함으로써, 기기 조작이 미숙한 사용자도 별다른 학습 없이 디스플레이 인터페이스에 쉽게 적용할 수 있다. 그리고 대형의 월 디스플레이와 소형의 PDA 디스플레이 간에 마이그레이션 기능을 주어 사용자가 이동시나 다른 플랫폼의 디스플레이로 전환하더라도 지속적인 인터랙션을 제공한다. 또한 인식된 사용자에 따른 큐브 형태 콘텐츠 메타포어를 3차원 배경 공간에서 제공하여, 사용자에게 감각적이면서 직관적인 인터페이스를 제공한다. 이러한 큐브 메타포어는 사용자가 다른 플랫폼으로의 이동시, 전송되는 데이터의 단위로 사용되어 사용자가 다른 플랫폼으로 이동하여도 인터랙션의 연속성을 제공한다.

본 논문에서 제안한 멀티모달 디스플레이간의 마이그레이션은, RFID 센서와 초음파 센서를 모두 가지고 있는 앰비언트 디스플레이와 PDA간의 마이그레이션 만을 고려하였다. 따라서 향후에는 다양한 종류의 디스플레이 간의 마이그레이션으로 확장하는 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] B. Brumitt, J. Krumm, B. Meyers, and S. Shafer, "Ubiquitous computing and the role of geometry," *IEEE Personal Communications*, In Special Issue on Smart Spaces and Environments, Vol. 7-5, pp. 41-43, Oct. 2000.
- [2] K. West and P. Lamere, "A model-based approach to constructing music similarity functions," *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2007.
- [3] P. Lamere and D. Eck, "Using 3d visualizations to explore and discover music," *In Proceedings of the 8th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2007)*, 2007.
- [4] "Presentor 0.9," http://albumshaper.sourceforge.net/screenshots_Presenter_0.9.shtml.
- [5] G. Bartolomeo, F. Martire, E. Rukzio, S. Salsano, N. B. Melazzi, C. Noda, J. Hamard, and A. D. Luca, "The Simplicity Device: Your Personal Mobile Representative," *Pervasive 2006*, May 2006.
- [6] S.J. Yoo, Y.J. Choi, S.M. Choi, C. Waldeck, and D. Balfanz, "Ubiquitous Multimedia Access with a Multidimensional Information Browser," *International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS'06)*, Vol. 4239, pp 73-81, Oct. 2006.
- [7] "SCLPC++," <http://forum.xda-developers.com/showthread.php?t=358102>.
- [8] S. Consolvo, P. Roessler, and B. Shelton, "The CareNet Display: Lessons Learned from an In Home Evaluation of an Ambient Display," *International Conference on Ubiquitous Computing (Ubicomp'04)*, pp. 1-17, 2004.
- [9] P. Thorsten, R. Carsten, S. Norbert, and S. Richard, "Hello.Wall - Beyond Ambient Displays," *5th International Conference on Ubiquitous Computing (Ubicomp'03)*, 2003.
- [10] M. Senkiguchi, H. Naito, A. Ueda, T. Ozaki, and M. Yamasawa, "UBWALL ubiquitous

wall changes an ordinary wall into the smart ambience,” *Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects and ambient intelligence*, pp. 47-50, 2005.

[11] S. Berti and F. Paternò, “Migratory Multi-Modal Interfaces in Multi-Device Environments,” *7th international conference on Multimodal interfaces*, pp. 92-99, 2005.

[12] J. Light, “Considering Ubiquitous Display Interactions,” IR-TR-2004-237, Research Library, Intel Research, 2004.

[13] T. Prante, R. Stenzel, C. Rocker, N. Streitx, and C. Magerkurth, “Ambient Agoras - InfoRiver,” *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'04)*, pp. 763-764, 2004.

[14] C. Kray, R. Wasinger, and G. Kortuem, “Concepts and issues in interfaces for multiple users and multiple devices,” *Proceedings of the workshop on Multi-User and Ubiquitous User Interfaces (MU3I)*, pp. 77-81, 2004.

[15] D. Molyneaux and G. Kortuem, “Ubiquitous displays in dynamic environments : Issues and opportunities,” *Workshop on ubiquitous display environments, Ubicomp '04*, 2004.

[16] J.W. Kim and Y.H. Kim, “Implementation of Intelligent Media Service System on Ubiquitous Environments,” Ubiquitous Computing Research Center, Korea Electronics Technology Institute, 2005.

[17] S. Katsikian and E. Rukzio, “The Mobile Teleporter : A Video Follow-Me System,” *2nd European Conference on Smart Sensing and Context (EuroSSC '07)*, UK, 2007.

[18] K. Takashio, G. Soeda, and H. Tokuda, “A Mobile Agent Framework for Follow-Me Applications in Ubiquitous Computing Environment,” *Proc. International Conference on Distributed Computing Systems Workshop 2001*, pp. 202-207, 2001.

[19] 최수미, 윤여진, 류한술, “유비쿼터스 디스플레이와 멀티모달 인터랙션 기술,” *대한전자공학*

회지, 34권, 6호, pp. 83-92, 2007.

[20] P. Villegas, P. Concejero, S. Perez, J. Prieto, L. Aragon, and S. Diego, “Human Factors issues in 3D visualization module for multimedia collections in aceMedia,” *20th International Symposium on Human Factors in Telecommunication '06*, 2006.

[21] J. Hao and K. Zhang, “A Mobile Interface for Hierarchical Information Visualization and Navigation,” *International Symposium on Consumer Electronics '07*, pp. 1-7, 2007.

[22] M. Mosmondor, H. Komericki, and I.S. Pandzic, “3D Visualization on mobile devices,” *Telecommunication Systems*, Vol. 32, No. 2-3, 2006.



류 한 술

2006년 8월 세종대학교 컴퓨터공학부 (공학사)
 2008년 8월 세종대학교 컴퓨터공학부 (공학석사)
 2008년 8월~2009년 3월 누리엔소프트웨어
 2009년 4월~현재 아이토비

관심분야 : HCI, 유비쿼터스 컴퓨팅, 가상현실, 인터페이스



최 수 미

1993년 2월 이화여자대학교 전자계산학과 (이학사)
 1995년 2월 이화여자대학교 전자계산학과 (이학석사)
 2001년 2월 이화여자대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
 1998년 6월~1998년 12월 독일

프라운호퍼 컴퓨터그래픽스연구소 (IGD) 방문 연구원

2001년 3월~2002년 2월 이화여자대학교 정보통신연구소 연구교수
 2008년 9월~2009년 8월 스위스 취리히 연방공과대학교 (ETH Zurich) 방문교수
 2002년 3월~현재 세종대학교 컴퓨터공학과 부교수
 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, HCI, 가상현실, 의료영상, 유비쿼터스 컴퓨팅