
사용자와의 거리에 따라 다른 형태의 정보를 제공하는 디지털 거울 연구

- 사용자 니즈 분석을 중심으로

A Study on a Digital Mirror System Offering Different Information by Distance

박지은, Jieun Park*, 이문헌, MoonHeon Lee**, 함원식, Wonsik Hahm***, 소연정 Yeonjung
Soh****, 최혜주, Heaju Choi***, 정지홍, Jihong Jung****, 한민수, MinSoo Hahn*****

요약 거울은 인간이 자신의 모습을 들여다보기 위해 오랜 세월 동안 이용했던 친숙한 도구이다. 디지털 기술의 발달로 우리는 빛과 정보를 함께 반사해 주는 거울에 대한 여러 가지 접근들을 보아 왔다. 전통적인 거울은 빛의 즉각적인 반사에 의해 일어나는 자동적인 시각적 피드백 덕분에 특별한 조작성이 필요하지 않으나, 빛과 정보가 함께 반사되는 디지털 거울에서는 다른 형태의, 좀 더 적극적인 사용자 인터랙션을 기대할 수 있다.

본 논문에서는 사용자와 거울간의 거리에 따른 행태 조사결과를 바탕으로 인터랙션 유형을 분류 정리하였다. 이를 바탕으로 사용자와 거울간의 거리에 따라 다른 서비스를 제공하는 디지털 거울에 적합한 사용자 인터페이스를 제안하였고, 초기 모델로 적외선 격자를 이용한 조작, 비전 기반의 정면 이미지 획득 및 얼굴 확인, 그리고 적외선 위치 확인을 통해 사용자와 인터랙션 하는 거울을 설계하였다.

아울러 결과물의 초기모델에 대한 분석을 통해 더 개선된 형태의 '거울을 응용한 시스템'의 설계 가능성 및 사용자 중심적 프로세스를 적용한 개발 사례를 제시한다.

Abstract A mirror is a familiar tool for human beings who have been seeing themselves through it for a long time since it was created. As evolving Digital Technology, many approaches about digital mirrors which reflect not only the light, but also the information have been studied. Traditional mirrors on the wall do not need any special control to perform their automatic visual feedbacks, reflecting lights. On the contrary, digital mirrors can actively provide more information to the user than the traditional ones. In this paper, we propose an active digital mirror system of which functions are changed according to the user-mirror distance. First of all, we investigated users' behaviors on mirrors and categorized the interactions by user-mirror distance. Based on the previous result, we designed the user interface of the mirror, and developed a prototype which has three recognition modules: a distance measuring module using infrared sensor arrays, a user recognition module by computer vision technique, and a control perception module using infrared sensor grid. In addition, the next steps for improving the user-centered digital mirror system, and the possibility for developing a mirror-shaped computer system were suggested.

핵심어: 디지털 거울, 사용자 인터페이스, 인터랙션, 적외선 센서, 컴퓨터 비전, 거리, Digital Mirror, User Interface, Interaction, Infrared Sensor, Computer Vision, Distance

본 논문은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 디지털미디어연구소 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

*주저자 : 한국정보통신대학교 공학부 디지털미디어연구소 석사과정, 서울시 강남구 도곡동 517-10 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 212호

**공동저자 : 한국정보통신대학교 공학부 디지털미디어연구소 석사과정

***공동저자 : 국민대학교 테크노디자인대학원 인터랙션디자인 랩 석사과정

****공동저자 : 국민대학교 테크노디자인대학원 부교수

*****교신저자 : 한국정보통신대학교 공학부 정교수, 디지털미디어연구소장 mshahn@icu.ac.kr

1. 서론

거울은 인간이 자신의 모습을 들여다보기 위해 오랜 세월 동안 이용했던 친숙한 도구이며, 그 자체로서 사용자의 상과 사용자 자신 사이의 접점이자 인터페이스의 역할을 하고 있다. 전통적인 거울은 빛의 즉각적인 반사에 의해 일어나는 자동적인 시각적 피드백 덕분에 특별한 조작이 필요하지 않았다. 그러나 사용자가 원하는 정보가 거울 면에 디스플레이 되는 형태로 디지털 거울을 정의할 경우, 빛과 정보가 함께 반사되는 이 디지털 거울에서는 거울 면에 제시된 정보 오브젝트에 대한 사용자의 새로운 인터랙션 욕구 및 기대가 발생한다. 이에 따라 사용자의 자연스런 반응 및 조작을 시스템에 전달할 입력 디바이스의 필요성도 함께 증대되고 있다.

본 논문에서는 여러 가지 관련 연구들에서 시도된 다양한 조작 방법들에 대한 고려에 더하여, 전통적인 거울에서 사용자가 행동하는 모습 및 간단한 정보를 half-silvered mirror 뒤에 스크린을 두어 디스플레이하는 형태의 디지털 거울에서 이루어진 사용자 행태 조사를 통해 디지털 거울 시스템의 구상에 필요한, 디지털 거울이 가져야 할 속성을 추출하고 기술적인 지원을 고려하여 사용자와 거울간의 거리를 하나의 인터랙션 요소로 인정하는 working prototype을 구현하였다.

2. 거울 사용자 행태 조사를 기초로 한 디지털 거울 인터랙션 디자인

기술이 발전하면서, 백설 공주의 마법 거울을 실현하기 위해 많은 연구들이 이루어졌다. 매력적인 인공 지능은 아직 요원할 지도 모르나, 기본적인 컴퓨터 시스템을 동반하고 거울 면에 어떤 형태로든 갖가지 정보의 상이 맺히도록 하는 디지털 거울에 대한 연구는 이미 일반인에게도 잘 알려질 정도이다. 특히 Easy living, Smart Home 등 유비쿼터스 시대의 홈 환경 프로젝트에 대한 하나의 application 으로의 접근들은 현재 상용화 단계에까지 이르고 있다[1-3]. 이러한 여러 가지 디지털 거울들의 조작 방식은 대체로 조작을 아예 생략하거나, computer vision을 이용하여 사용자의 손모양을 추출하고 gesture를 입력하거나[4], 터치스크린을 사용하거나, RFID나 이미지 등의 tag를 인식하여 해당 메뉴를 입력하는 등의 방법[5] 이 사용되고 있다. 그러나 이러한 연구들은 서비스 중심의 콘텐츠 및 기반 기술에 중점을 두었으며, 거울 위주의 역할을 하는 제품이 아닌 디지털 정보 출력의 역할로 사용되고 있는 경우가 많았다.[2] 이런 경우, 사용자 인터페이스 방식 또한 거울 중심이 아닌 디지털 정보 표현에 치우쳐져 있어 사용자가 이러한 시스템을 전통적 거울의 용도로 사용할 때 방해요소로 방치될 가능성이 있었

다. 이러한 점을 보완하려면 사용자와 거울간의 관계 및 행태에 대한 조사를 기초로 연구를 진행할 필요가 있다고 생각되었다.

따라서, 본 연구에서는 거울 사용에 방해받지 않으면서도 디지털 정보를 효과적으로 받아 들을 수 있도록 하는 사용자 인터페이스 방식에 대해 조사하고, 이를 디지털 거울 시스템을 제안하는 데에 활용하였다.

2.1 거울 사용자 행태 조사

기반 조사	사용자 조사	결과 분석	UI 설계 및 사례제작
일반 거울에서의 사용자 행동요소 추출	추출된 사용자 행동 요소를 디스플레이 미러의 환경에서 수행하게 함	사용자 니즈 및 사용자 행동 패턴 분석	분석된 데이터를 반영
	정보 창에 대한 사용자의 반응 및 조작하는 행위 관찰		

그림 1. 연구 방법: 기반 조사, 사용자 조사, 결과 분석, UI설계 및 사례 제작의 단계로 이루어졌다. 기반 조사 과정에서 일반 거울에서의 사용자 행동 요소를 추출하고, 사용자 조사 과정에서 디스플레이 미러 실험 환경을 사용해 거울에 나타난 정보 창을 사용자들이 어떻게 조작하는지 관찰하였다. 결과 분석 과정에서는 사용자의 니즈와 행동 패턴을 분석하고, 이를 UI설계 및 사례 제작에 반영하였다.

먼저 일반 거울에서 사용자들의 거울 사용 행위를 보기 위한 방법으로 관찰법을 통해 사용자 행동 요소를 추출하였다. 특히 일반 거울의 사용 예에서, 지하철이나 공공장소에 설치된 큰 거울의 이용에 있어 사용자들이 자신이 관심을 가진 부위, 예를 들면 얼굴을 보고 싶은 것인지 전신의 실루엣을 점검하고 싶은 것인지에 따라 스스로 거울과의 거리를 조정하여 사용하고 있음을 발견하였다. 이로써 거울과 사용자 간의 거리가 사용자 니즈의 반영으로 중요한 인터랙션 요소라는 가설을 세웠다.

테스트용 디지털 거울 시스템을 사용한 조사에서는 일반 거울에서의 사용자 행동 관찰 결과를 토대로, 사용자들에게 앞 모습, 옆/ 뒷모습, 옷매무새, 얼굴 상태, 머플러 등의 착용 상태를 점검하도록 하였다. 동시에 디지털 거울에서 정보를 함께 디스플레이 할 경우 각 태스크 별로 얼마나 정보 창을 허용하거나 필요로 하는 지 조사하였다. 또한 정보 창에 대한 사용자들의 반응 및 조작 행위를 조사하기 위해 사전 설문, 사용자 관찰을 진행하였다. 그리고 이러한 과정상의 문제점과 사용자 니즈를 추출하기 위해 사후 인터뷰를 실시하였다.

이를 통해 디지털 거울에서의 사용자 행동에 대한 패턴과 사용자 니즈를 분석하여 UI설계에 반영하였다.

2.1.1 조사계획 및 환경

시선 설문	태스크 수행 및 관찰	사후 인터뷰
신상정보 (오른손, 왼손잡이 여부)	사진 설문에서 얻은 사용자 행위 데이터를 디스플레이 미러에서 사용자가 직접 수합	태스크 수행 과정상의 문제점 도출
일반 거울에서 자주 행하는 행위에 대한 설문조사	이전, 디스플레이 미러에 정보창을 제공해 이에 대한 사용자의 반응 및 정보창을 조작하는 행위 관찰	

그림 2. 조사계획: 사진 설문 단계에서 신상정보를 파악하여 오른손 사용자나 왼손 사용자를 파악하고, 일반 거울에서 자주 하는 행동에 대해 조사하였다. 태스크 수행 및 관찰 단계에서는 직접 태스크를 주고 사용자의 조작 행위를 관찰하였다. 사후 인터뷰에서는 태스크 중 사용자에게 어려웠던 점 및 특정한 행위의 이유 등을 주로 질문하였다.

- 반사율 50%의 Half Silvered-Mirror(40cm x 150cm, 30도 기울어진 전신거울) 안쪽에 23인치 LCD 모니터 설치하여 정보 창을 원격에서 제어
- Front View, Side View, Rear View, Perspective View의 카메라들을 설치하여 사용자 관찰
- 정보 창을 사용자가 조작하려 할 때, 사용자와 대화를 통해 사용자가 원하는 정보 창 크기, 형태, 위치 등을 원격에서 제어하여 사용자에게 보여줌
- 정보 창 변경 완료 후 화면 캡처



그림 3. 관찰 조사를 위한 환경

2.1.2 조사 실행

조사 계획에 따라 거울 위의 정보에 대한 사용자의 조작 요구를 알아보기 위해 거울을 자주 사용하며 디지털 제품에 익숙한 20명(남 10, 여 10)의 사용자를 전신 거울 앞에 서도록 한 후 task를 제시하여 그 결과를 정리하였다. 조사용 테스트베드는 2.1.1에 제시된 대로 40cm x 150cm 크기의 전신 거울 내부에 23인치 LCD 모니터를 약 80cm 높이의 선반에 세로로 설치하고 그 앞에 50%의 투과율을 가지는 half-silvered mirror를 부착하여 정보 창을 표시할 수 있었다. 테스트베드는 디스플레이를 끈 경우 일반적인 거울로 사용이 가능하다. 본 연구에서는 조사를 통해 첫째, 거리에 따라 거울에 비치는 상의 크기 및 사용자가 볼 수 있는 자신의 모습 범위가 달라지는 것에 주목하고 일반적인(전통적이며 디지털 정보가 사용자의 모습과 함께 보이지 않는) 거울에서 사용자가 선호하는 거리 및 거리에 따라 어디에 관심을 두는지를 알아보았다. 둘째로 정보와 사용자의 모습이 함께 디스플레이 될 경우 사용자가 선호하는 정보 오브젝트의 위치, 크기, 및 필요도를 어떻게 느끼고 있는지에 대해 분석하였다. 또한 사용자에게 정보 오브젝트에 대한 간단한 task(정보 창의 이동 및 크기 변경)를 주고 어떤 식으로 조작 명령을 내리는 지 관찰하였다.

2.1.3 조사 결과 및 분석

조사 결과, 첫째, 사용자는 디지털 거울을 근거리에서 사용

할 때, 정보 창을 변경(정보 창의 확대, 축소, 이동 등)하는 것에 대해 적극적인 모습을 보였다. 이때, 대부분의 사용자는 정보 창을 조작하는 행위에서 거울 면에 신체를 직접 접촉하지는 않았다.

둘째, 사용자가 디지털 거울을 원거리에서 사용할 때, 정보 창을 변경하는 것보다는 정보 창의 핵심 내용(정보 창의 헤드라인, 이미지 등)에 관심을 보였다.

셋째, 사용자가 디지털 거울을 일반적인 거울 기능을 중심으로 사용할 때, 자신이 보고 있는 신체 부위를 피해 정보 창을 위치 시켰다.

넷째, 사용자가 디스플레이 미러를 정보 창 중심으로 사용할 때, 자신의 시선과 가까운 위치의 여백에 정보 창을 위치 시켰다. 또한, 정보 창을 조작하는 행위는 복잡하지 않았다.

그림 4, 5 등의 예에서 볼 수 있듯이 사용자는 자신이 목적이 되는 부위에 따라 창을 이동시켰으며 자신의 모습을 가리지 않는 거울의 기본적인 기능을 중시하였다. 사용자가 거울을 '보는' 것이 주된 목적인 상황일 때에는 거울을 이용하는 데 있어 정보 창에 방해 받지 않기를 원했고, 정보 창은 별다른 조작 없이 자동적으로 작동되기를 원하였다. 정보 파악에 도움이 될 수 있도록 사용자는 거리에 따라서 정보의 크기나 형태가 유동적으로 바뀌길 원했다. 근거리에서 사용자는 한 눈에 정보를 볼 수 있도록 시선 가까이 정보 창을 배치하고자 하였다.

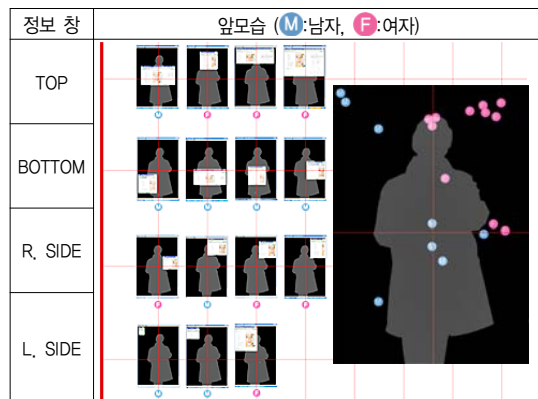


그림 4. 정보 창 위치변경 분석의 예 - 전신 (앞모습)



그림 5. 정보 창을 조작하는 행위 분석의 예 - Front View

2.1.4 사용자 인터페이스 디자인

관찰조사를 3회 실시한 결과를 토대로 사용자의 니즈와 행위를 분석하여 최종적으로 다음과 같은 UI 가이드라인을 제안하였다.

- 사용자와 자연스럽게 인터랙션이 가능하고, 행위 및 거리에 따라 정보가 자동적으로 반응하여 실행된다.
- 사용자의 모습과 디지털 정보가 겹치지 않아야 한다.
- 사용자의 모습이 사용자 인식을 위한 도구로 사용 가능하다.
- 사용자는 조작기능이 필요 없는 쪽을 선호하므로, 불필요한 조작을 제거한다. (단, 정보 위치 변경이나 삭제와 같은 최소한의 조작은 가능하게 한다.)
- 거울의 기본적 기능을 유지해야 한다.

기본적으로 사용자와 거울의 거리가 멀면 정보 창은 커지고 가까우면 정보 오브젝트가 작아진다. 아울러 사용자의 좌우 방향 위치 이동에 따라 사용자와 정보가 서로 반대 방향에서 서로를 향해 다가오며, 중앙에서 만난 후 사용자가 다시 이동하면 교차되어 멀어진다. 이는 거울에 비치는 사용자의 모습과 정보창이 겹쳐지지 않도록 자동적으로 정보 창이 이동하게 하여 불필요한 조작을 줄일 수 있으며 같은 방향일 경우보다 반대 방향에서 이동해 올 경우 정보 오브젝트가 더욱 시선에 노출되기 쉽기 때문이다. 조사 결과에 따라 사용자와 거울간의 거리를 조작 거리, 근거리, 원거리의 세 단계로 나누고 사용자가 멀리 있을 경우에는 일반적인 정보나 광고(예: HCI Korea 2006 전시 안내 이미지)를 디스플레이 하도록 디자인하였다. 가까이 다가오면 사용자가 누구인지 인식하고 그에 맞는 관심 정보(예: 취미 표시 및 관련 이미지)를 보여주며, 더욱 가까이 다가오면 정보에 대한 관심이 있는 것으로 간주하여 기존 정보에 관련된 더욱 자세한 정보(예: 인식한 사용자의 취미에 관련된 동영상 강의나 광고 등)를 보여준다. 즉 '거리'라는 요소가 정보 오브젝트의 크기와 함께 콘텐츠의 상세함 및 깊이까지 조절하는 인터랙션 요소로 작용하도록 설계하였다. 단 사용자가 조작 거리 내에서 정보 창을 치우려는 동작을 할 경우는 창보다 사용자 자신의 모습을 보고 싶어 한다고 가정하여 사용자의 팔 동작 방향에 맞추어 정보 창을 이동 시키고, 그 반대편에는 사용자의 모습을 더 잘 보여주기 위해 다른 각도에서 찍은 사용자의 얼굴을 함께 보여주며 중간, 즉 얼굴이 비춰지는 위치는 비워 두어 거울 사용의 주목적을 최대한 배려하였다. 또한 인터뷰 결과, 정면 외에도 정측면, 측면 및 뒷모습에 대한 사용자 니즈가 추출되었기에 이러한 점을 시스템 설계에 포함하였다. 정보 창을 이동시킨다는 행위는 사용자의 관심이 일반적 정보에서 자신의 모습으로 이동하였다고 해석할 수 있다. 따라서 이러한 조작이 들어올 경우 사용자의 모습

을 가리지 않는 공간적 한도 내에서 다양한 '사용자의 모습에 대한 정보'를 요구하는 명령으로도 사용할 수 있다고 분석하였다.

위의 사항을 고려하여 시스템에서 제공할 인터랙션 내용을 기술하였다(그림 6).

1. 사용자와 거울의 거리가 멀면 정보창은 커지고 가까우면 정보창이 작아지며 사용자의 얼굴 아래쪽으로 나란히 위치한다.
2. 사용자와 정보가 서로 다른 위치에서 서로를 향해 다가오며, 중앙에서 만난 후 크로스 되며 멀어진다.
3. 거울을 보다가 얼굴인식(거울을 통한 사용자 인식의 가장 자연스러운 방식으로, 근거리에서 촬영된 사용자의 얼굴을 자동적으로 인식하는 것)이 되었을 경우 정보내용은 관심정보로 바뀐다.
4. 가까이에서는 정보창의 위치 조작이 가능하다.
5. 거울에 비치는 사용자를 촬영하고, 사용자가 정보 창을 치우면 정보 대신 다른 각도에서 찍은 모습을 거울에 맺힌 사용자의 상 옆 잉여 공간에 실시간으로 업데이트 한다.

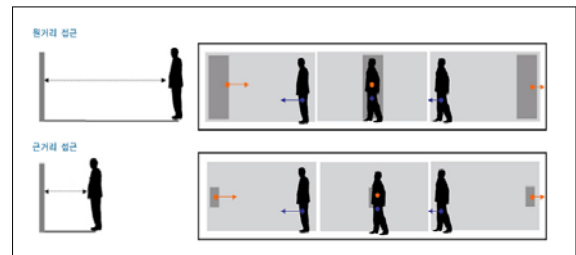


그림 6. 인터랙션 디자인 컨셉: 사용자가 가까이 다가오면 누구인지 인식하고 그에 맞는 정보를 보여주며 거리에 따라 정보의 크기 및 수위를 달리한다.

3. 인터랙션을 고려한 디지털 거울 시스템 설계

상기한 기존 연구 및 조사 결과를 바탕으로, 거리에 따라 각각 다른 정보를 제시하는 새로운 디지털 거울을 제안하였다. 거리에 따라 멀리서는 크고 간략한 정보 오브젝트를, 가까이 오면 작고 자세한 오브젝트를 제시하는 서비스를 기본으로 하고, 가까이 다가온 사용자가 범위 내에 들어올 경우 사용자를 인식하고 관련된 정보로 전환하는 형태의 디지털 거울을 구상하였다. 따라서 사용자의 거리 및 위치를 파악하는 모듈, 비 접촉식 조작 모듈, 사용자 인식 모듈의 구현이 필요하다.

위의 요구사항에 맞추어 거리 및 위치에 따라 다른 정보를 보여주기 위해 IR을 사용자 방향으로 쏘아 위치를 인식하는 모듈, 그리고 비 접촉식 조작 방법에 대한 사용자의 요구사항을 만족시키기 위해 IR로 그리드를 거울 면 약 10 cm위에

틀을 만들어 고정하였다. 이 틀 위에 센서를 배치하고 IR빔을 통과하는 손의 위치를 파악, 그 통과 순서 및 방향에 따라 조작 명령을 입력하도록 하여 사용자가 굳이 다른 장치를 부착하지 않고 자연스러운 인터페이스의 하나로 거울 시스템을 받아들일 수 있도록 하는 것을 목표로 설정하였다.

또한 거울이라는 특성으로 인해 사용자들이 거울을 정면으로 향하게 되는 특성에 주목하고, Computer Vision을 통한 얼굴 인식으로 이미 등록된 사용자를 인식하도록 설계하였다. 그리고 정측면 및 측면 등의 모습을 보고 싶어하는 사용자의 니즈를 충족하기 위해 거울 양 옆에 부착한 카메라로 사용자의 측면 이미지를 얻어오도록 추가 배치하였다.

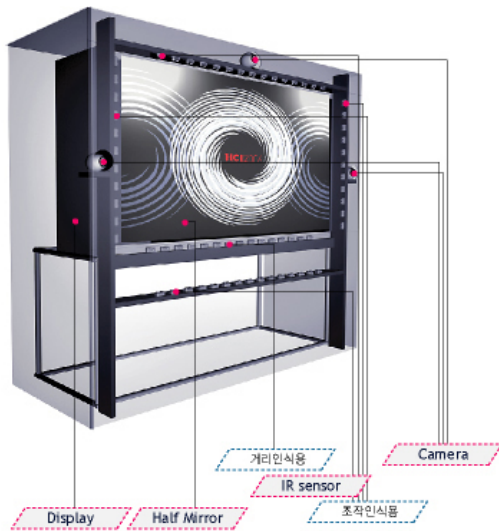


그림 7. 시스템 구성도: 디스플레이, Half-silvered mirror, 거리 인식용 IR sensor, 조작 인식용 IR sensor, 카메라로 구성되어 있다.

3.1 사용자 위치 인식

디스플레이 하단의 정면 사용자를 향한 13개의 IR센서(10cm 간격, 모델명:GP2Y0A02YK)으로 이루어진 array로 사용자의 위치를 단계별(0~50cm, 50~100cm, 100cm외)로 인식하며, 각 좌우 5단계로 사용자의 위치를 판별하여 렌더링 시스템에 전송한다. 각각의 적외선 송수신 센서는 사람의 몸통 부분에 반사되어 나오는 시간을 측정을 한 후, 그것을 아날로그 신호 형태의 전압 값으로 결과를 보여주며, 그것을 디지털 신호로 변환(A/D converter)해서 사용자가 어느 정도로부터 각각의 적외선 송수신 센서로부터 떨어져 있는지를 측정한다.

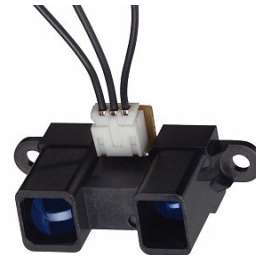


그림 8. IR 센서 (GP2Y0A02YK)

3.2 사용자 인식

거울 시스템의 사용자 인식에 적용 가능한 기술은 크게 생체인식과 같은 얼굴인식이나 음성인식을 이용한 방법과, 사용자가 매일 가지고 다니는 친숙한 아이템에 RFID 기술을 적용한 전자 태그를 부착하여 인식하는 방법으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 사용자와 거울 사이의 자연스런 상호작용을 통한 인식을 위해 컴퓨터 비전에 기반한 얼굴인식 모듈을 개발하여 적용하였다. 디스플레이 비전에 기반한 얼굴 인식은 조명 조건을 우리가 조절할 수 있다는 가정 하에서 진행되었다. 왜냐하면 너무 낮은 빛이나 너무 센 빛과 등조도 상태나 조명의 변화는 카메라를 이용한 인식에 어려움을 주기 때문이다.

거울 시스템의 사용자 얼굴 인증을 위한 얼굴인식 모듈은 다음과 같이 크게 두 부분으로 나뉜다. 첫 번째로, Viola가 제안한 AdaBoost 방법[6,7]을 이용하여 입력 받은 카메라 영상에서 배경을 제외한 사용자의 얼굴을 추적하여 추출한다. 두 번째로 이렇게 추출된 얼굴 영상을 정규화하여 은닉 마코프 모델(HMM: Hidden Markov Model)로 구성된 얼굴인식기를 통해 사용자를 인식한다. 카메라로 얼굴 영역을 검출한 뒤 영상 DB에 보관된 얼굴 특징 데이터와 비교하여 현재 카메라 앞에 있는 얼굴을 인증(identification)한다. 디자인된 얼굴 검출기는 표 1과 같이 95.5퍼센트의 확률로 얼굴 영역을 추출하였다.

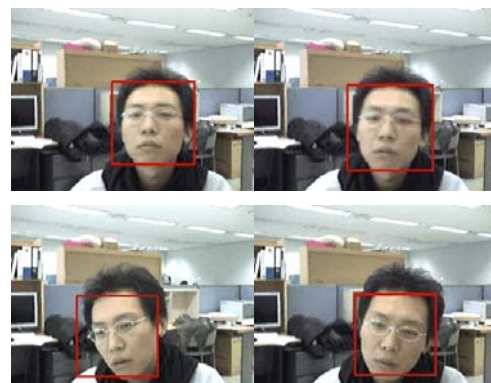


그림 9. 얼굴영역의 검출 결과

표 1. 얼굴 검출기의 정확도

합계	얼굴 검출	검출 못함	배경을 오인
335	320	8	7
100%	95.5%	2.4%	2.1%

인증 과정을 위해서는 각 개인의 특징을 학습한 후 앞에서 설명한 얼굴추적 모듈의 결과로 추출된 정규화된 얼굴 영상에 대해 HMM 모델 파라미터를 계산하여 기존 학습 데이터와 비교하여야 한다. 얼굴 특징을 HMM을 이용하여 모델링하기 위해서 먼저 학습 얼굴 영상들을 눈, 코, 입의 3 단계 영역으로 중첩되게 나눈 뒤, 상태 천이 확률을 구하고 관측 벡터(observation vector)를 구한다. 이를 학습에 이용함으로써 대표 얼굴 영상과 각 개인이 갖는 얼굴의 특징을 수치화할 수 있다.

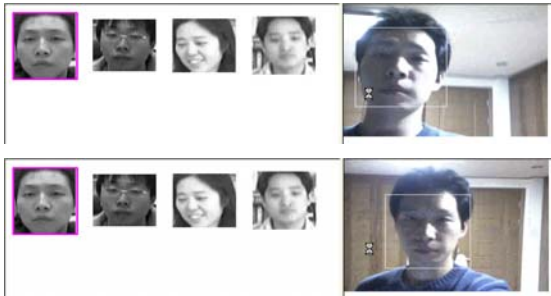


그림 10. 얼굴 검출과 얼굴 인식 결과

3.3 조작 인식

아래 그림과 같이 사용자가 거울에 가까이 와 렌더링된 정보 오브젝트를 조작하려는 의도가 있을 경우, 손의 위치를 IR센서(적외선 센서, 모델명:GP2Y0A02YK, 가로 14개x 세로 9개)에서 쏜 적외선이 반사된 값으로 14x9의 레즐루션으로 감지할 수 있다. 각 IR센서간의 거리는 간섭을 피하기 위해 10cm로 두며, 100마이크로초 차이를 두어 순차적으로 IR beam을 발광한다. 적외선 센서는 발광부와 수광부로 이루어져 있으며, 발광된 적외선이 사용자의 손에 부딪혀 반사되는 시간을 측정하여 센서와 손의 거리를 추산한다. 정확도를 위하여 가로방향 및 세로방향 두 가지 값을 사용하고 포인트 단위로 사용자의 손 위치를 반환한다. 사실 포인트 단위의 값 반환만을 구현하려면 수광부와 발광부를 나누어 위아래로 배치하여도 같은 효과를 거둘 수 있다. 그러나 하단의 위치 인식 IR의 정보를 이용, IR그리드를 이루는 각 변에 해당하는 기둥에 모터를 달아 각도를 변화시켜 좀 더 먼 거리에 있는 사용자의 조작을 지원하는 차후 목표를 위하여 수광 및 발광부가 함께 붙어 있는 센서를 선택하였다.

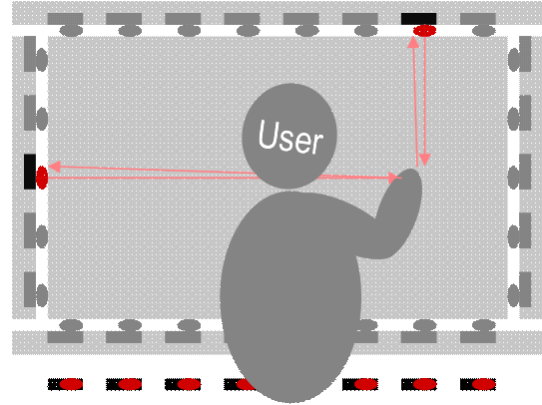


그림 11. 조작 인식 원리: 적외선 센서는 발광부와 수광부로 이루어져 있으며, 발광된 적외선이 사용자의 손에 부딪혀 반사되는 시간을 측정하여 센서와 손의 거리를 추산한다. 정확도를 위하여 가로방향 및 세로방향 두 가지 값을 사용하고 포인트 단위로 사용자의 손 위치를 반환한다.

위 그림과 같이 사용자 손의 위치 및 이동된 경로를 추적하여 사용자가 거울 면 위에서 손 전체로 어떠한 경로를 그렸는지 파악하고, 이를 조작 명령으로 인식하여 렌더링 시스템에 넘긴 후 이제 맞게 정보 오브젝트를 이동시켜 디스플레이 한다.

4. 프로토타입 설치

상기한 과정을 거쳐 하드웨어를 제작하고 성능 테스트 후 HCI Korea 2006 Design Award전시에 프로토타입을 설치하였다. 그러나 전시 환경이 예상했던 것과 달리 보조 조명으로는 제어할 수 없을 정도로 조명 여건이 실험 환경과 판이하게 달라 비전 기반 사용자 인식의 정확성을 보장하기 어렵다고 판단하였다. 따라서 사용자 인식 기능은 매뉴얼로 전환한 상태에서 시연하였다. (그러나 6개월 후 다른 전시장에서는 만족할 만한 결과를 보였다.) 매뉴얼 조작은 전시한 디지털 거울 시스템 프로토타입의 좌측에 터치 모니터를 연결하여 몇 가지 분류된 사용자 타입을 시나리오에 따라 사용자에게 맞춰 참여 팀원이 선택하도록 하였으며, 위치 인식 및 조작 기능은 전시장에서도 문제없이 동작하였다. 워킹 프로토타입에서는 거리 요소에 따라 사용자와의 거리를 3단계로 나누었다. 전시장의 공간에 제한이 있었기 때문에, 각 거리 구간을 조정하고 인터랙션을 간소화 할 필요가 있었다. 조작 가능 거리는 시스템 하드웨어의 사용자 쪽으로 가장 튀어나온 단면을 0으로 하여 거울 앞 30cm까지로 설정하였으며, 30cm에서 70cm 사이의 구간에서는 사용자를 인식하고, 70cm에서 1m까지의 구간에서는 사용자의 위치만을 인식하여 각각 단계에 맞게 정보 오브젝트를 표시하였다.

그림 12. Working Prototype 제작 및 시연: 사용자들은 거리와 위치에 따라 반응을 보이는 거울에 만족감을 보였다.



시연을 체험해 본 사용자들은 거리와 사용자 니즈와의 관련성에 대체로 동의하였다. 그리고 거울 사용의 주목적인 자신의 모습 점검을 해치지 않기 위한 노력에 대해 긍정적으로 평가하였다. 또한 몇몇 체험자들은 본 시스템의 상업적 이용 방법 및 설치비용에 대해 질문하기도 하였다.

5. 결론

디지털 거울은 사용자의 상을 반사하는 본연의 기능에 정보를 덧붙여 비춰줄 수 있는 장점을 가진다. 조사 결과, 사용자들은 정보의 수용에 긍정적인 반응을 보이기는 하지만 자신을 비추는 본연의 역할을 더욱 중요하게 여기고 있다.

본 논문에서는 사용자와 거울간의 거리 및 사용자의 위치에 따라 사용자의 상이 거울에서 차지하는 면적과 정보 오브젝트가 차지할 수 있는 면적 및 영역이 달라지기 때문에, 더욱 나은 인터랙션을 위해 사용자의 위치 정보를 획득, 이에 맞추어 적절한 피드백 및 콘텐츠를 제공하는 거울을 제안하였다. 그러나 이는 일종의 프레임워크로, 앞으로는 사용자가 원하는 명령을 자연스럽게 입력할 수 있도록 지원하는 행동 유도를 위한 UI widget 및 조작 명령을 위한 IR센서의 입력 방식 정의에 대한 연구를 이어나갈 필요가 있다.

본 연구를 통해 제작한 프로토타입은 서비스 및 사용자 위치에 따라 그에 적합한 조작 방법을 제공하는 디지털 거울의 test bed로 활용가능하며, 아울러 결과물의 초기모델에 대한 분석을 통해 더 개선된 형태의 '사용자와 거울간의 거리를 이용한 상호작용적 디지털 거울 시스템'의 설계에 기여할 것이다. 또한 관련 시스템의 개발에 여러 전공의 접근을 적용, 아이디어 수립-사용자 관찰-사용자 조사-사용자 인터페이스 디자인-개발 가능성 검토-하드웨어 및 소프트웨어 개발 진행-사용성 점검 이라는 프로세스를 적용함으로써 User Centered Design을 적용한 디지털 거울 시스템 설계 방법론의 한 사례를 제시했다는 점에서도 의의를 가질 수 있다.

거울을 응용한 상호작용적 시스템은 여러 가지 용도로 쓰일 수 있다. 특히 이번 프로토타입의 경우 크기 및 장소 면에서 공공장소의 여러 사람들이 이용할 가능성을 배제하지 않았다. 예를 들면 지하철이나 엘리베이터에 붙은 거울에 필연적으로 사람들이 나타내는 관심을 이용해 그 사용자 개인에게 적절한 정보를 보여주고 더욱 접근하게 하여 광고를 함께 보여주는 등의 시나리오를 생각해 볼 수 있다.

그러나 이러한 적용을 위해서는 다수 사용자가 동시에 디지털 거울을 이용하는 경우에 대한 고려 및 시간에 따라 달라지는 빛에 조금 더 독립적인 사용자 인식 방법 등을 개발하여야 한다. 아울러, 디스플레이의 가격과 유지 보수의 편의성, 공간 활용성 등을 위해 거울-디스플레이가 일체화 된 하드웨어가 필요하다. 또한 본 연구에 사용된 워킹 프로토타입의 경우 정보 창 조작에서 센서가 사용자의 손을 인식하고 있는지에 대한 피드백을 따로 지원하지 않고 창의 움직임으로 대체하였는데, 이에 대한 즉각적 피드백이 없어 사용자가 창 조작에 어려움을 겪기도 하였다. 향후 피드백 및 시각/ 청각 사용자 인터페이스 디자인에서 보완할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한 더 나은 디지털 거울 설계를 위해 이 prototype에 대한 사용자들의 반응과 사용성을 점검, 분석하여 이를 향후 연구에 반영해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Philips Research : Mirror Display. <http://www.research.philips.com/newscenter/pictures/display-mirror.html>
- [2] Cullinan, C. & Agamanolis, S. Reflexion: a responsive virtual mirror, interactive, 2002
- [3] Kidd, Cory D., Robert J. Orr, Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkinson et al. "The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research," Proc. Of the Second International Workshop on Cooperative Buildings - CoBuild'99, 1999.
- [4] 박정우, 이동욱, 박지은, 이만재, "유비쿼터스 환경을 위한 지능형 거울 시스템", HCI 2005
- [5] 이동욱, 조주희, 안현상, 이만재, "지능형 거울 시스템을 통한 넥타이 스타일리스트", HCI 2005
- [6] P. Viola and M. Jones, "Robust Real-time Object Detection," in Proc. 2nd International Theories of Vision -Modeling, Learning, Computing, and Sampling, July, 2001
- [7] P. Viola and M. Jones. "Asymmetric AdaBoost and a detector cascade," in Proc. Neural Information Processing Systems (NIPS), 2001: 1311-1318
- [8] The Facial Recognition Technology (FERET) Database, <http://www.itl.nist.gov/>, DVD-ROM,

released in 2001.

[9] H. Othman, T. Aboulnasr, "A separable low complexity 2D HMM with application to face recognition," IEEE Tr. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, pp. 1229-1238, vol. 25, Oct. 2003

[10] Mirror Project, <http://www.mirrorproject.com>

[11] Miragraphy, http://www.hitachi.co.jp/Prod/elv/jp/tosi/solution/c_tosi_solu_mirror.html



박 지 은

1999년 2월 ~ 2004년 8월 아주대학교 미디어학과 졸업. 2004년 9월 ~ 현재 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 석사과정. 관심분야는 유저 인터페이스, 인터랙션, HCI임



이 문 현

2000년 2월 ~ 2005년 2월 KAIST 전산과 졸업. 2005년 3월 ~ 현재 한국정보통신대학교 디지털미디어연구소 석사과정. 관심분야는 HCI, HRI임



함 원 식

2005년 2월 울산대학교 정보디자인과 졸업. 2005년 3월 ~ 현재 국민대학교 테크노디자인 전문대학원 인터랙션디자인랩 석사과정 재학 중. 관심분야는 서비스/컨텐츠기획, 시나리오 구현, 유저 인터페이스임.



소 연 정

2004년 8월 명지대학교 시각디자인과 졸업. 2005년 3월 ~ 현재 국민대학교 테크노디자인 전문대학원 인터랙션디자인랩 석사과정 재학 중. 관심분야는 인포메이션 비주얼라이제이션, 인터랙션, HCI임.

최혜주



2004년 2월 국민대학교 공업디자인과 졸업. 2005년 3월 ~ 현재 국민대학교 테크노디자인 전문대학원 인터랙션디자인랩 석사과정 재학 중. 관심분야는 HCI, 제품 PUI임.



정 지 홍

현재 국민대학교 테크노디자인대학원 인터랙션디자인랩 부교수. 관심영역: 사용자 행태 분석, 멀티모달 인터페이스, 인포메이션 비주얼라이제이션



한 민 수

(PH.D.) 1989, Univ. of Florida, USA Speech Engineering. 현재 한국정보통신대학교 공학부 정교수, 디지털미디어연구소장. 관심분야는 음성 부호화, 분석 및 음성 인식, 3-D 오디오, 디지털 신호 처리 및 잡음 제거, 패턴 인식, 음성/오디오 기술의 상업화 및 표준화임.