

비접촉식 동작인식 기반 사용자 인터페이스 기술 전망

Prospect of Non-Touch User Interface Technique

김수균¹ · 성 경^{2*}

¹배재대학교 게임공학과

²목원대학교 컴퓨터공학과

Soo-Kyun Kim¹ · Kyung Sung^{2*}

¹Department of Game Engineering, Paichai University, Daejeon, 302-735, Korea

²Division of Convergence Computer & Media, Mokwon University, Daejeon, 302-318, Korea

[요 약]

접촉식 동작인식기반 사용자 인터페이스 기술(touch user interface)의 발전은 새로운 사용자 경험(UX)인 아이폰의 등장과 성공에 있다고 할 수 있다. 특히 애플 아이폰이 출시된 이후, 기존에 많이 쓰였던 전통적인 사용자 경험인 키보드와 마우스라는 큰 틀에서 벗어나게 된다. 현재는 4세대 기술인 비접촉식 동작인식 기반 사용자 인터페이스 기술이 접촉식 인터페이스 기술을 대체하는 방향으로 발전하고 있으며, 3세대에서 4세대로 이동한다고 할 수 있다. 본 논문에서는 비접촉식 인터랙션 기술에 대한 선도 기업을 중심으로 소개할 예정이며, 현재 선보이고 있는 최신 기술과 향후 선보일 기술에 대해 분석하고 비교해 본다.

[Abstract]

The advancement of touch user interface technology is mostly due to the debut and success of the new user experience (UX), the iPhone. The introduction of Apple's iPhone especially made possible for the user experience to break away from the traditional input device of the mouse and keyboard. It is advancing from the current 3rd generation touch interface technology into the 4th generation non-touch user interface technology. This paper will present a non-touch interaction technology that allows interaction in a three dimensional setting through 3-D space touch. It will analyze current technologies and future emerging technologies.

Key word : Image recognition, Depth, Touch user interface, Non-touch user interface, Motion recognition technique.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.3.242>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 28 May 2014; Revised 25 June 2014
Accepted (Publication) 20 June 2014(30 June 2014)

*Corresponding Author: Kyung Sung

Tel: +82-42-829-7643

E-mail: skyys04@mokwon.ac.kr

I. 서론

현재 가장 많이 사용하고 있는 입력 장치로는 마우스, 키보드, 리모컨, 카메라, 마이크로폰, 터치스크린 등이 존재하나, 이러한 전통적인 입력 장치들은 근거리 PC에 사용되거나 원거리의 기존 TV에 적용되고 이용되어 왔다. 현재 태블릿 PC 혹은 스마트 폰에 널리 사용되고 있는 모바일 입력 장치인 터치스크린은 전통적인 입력 장치인 키보드나 마우스를 이용하지 않고, 화면에 나타난 정보에 대해 사람의 손이나 물체가 닿게 되면, 그 위치를 계산하여 저장된 소프트웨어에서 처리하고 이를 화면에 다시 출력할 수 있는 새로운 형태의 입출력 장치이다.

터치스크린은 크게 감압식과 정전식으로 분류할 수 있으며, 감압식은 화면 위에 눌린 위치를 찾아내어 가로와 세로축을 인지한다. 반면 정전식은 액정 유리에 전기가 통하도록 하여 손가락이 닿으면 센서가 감지하는 방식이다. 현재 마우스와 유사한 원리로 작동하는 트랙패드와 있으며, 애플의 파워북 시리즈에 처음으로 탑재되어 각광받았다. 트랙패드는 펜이나 손가락 등의 동작을 인식하여 그 움직임을 기초로 커서를 움직이는 포인팅 장치의 일종이다. 특히 트랙패드 밑에 하나의 버튼이 있어 손가락으로 톡톡 치면 클릭과 같은 반응을 하기 때문에 마치 마우스를 사용하여 클릭하는 것과 같다.

하지만 이러한 기존 입력 장치로는 스마트 TV와 같이 원거리에 위치한 대형 디스플레이에 많은 정보를 입력하기 어렵기 때문에 새로운 형태의 입력 장치가 필요하게 되었다. 수년 전부터 동작인식에 기반을 둔 비접촉식 입력 장치들에 관한 기술들이 속속 발표되며 초기 시장을 형성하고 있어, 향후 인간과 주변 환경의 커뮤니케이션을 극대화시키는 유비쿼터스 시대가 본격적으로 도래 할 것으로 기대된다.

II. 동작인식기술

동작인식기술은 센서의 종류에 따라 접촉식 동작인식 방법과 비접촉식 동작 인식하는 방식으로 구분될 수 있다. 특히 비접촉식 동작인식기술은 사람이 센서를 부착하지 않아도 되며, 사용자의 움직임이 보다 자연스럽다는 장점을 가지고 있다[1].

2-1 접촉식 동작인식기술 현황

접촉식 기술은 센서나 장치를 사용자의 신체에 부착해 획득된 데이터를 동작인식에 활용하는 방법이다. 특히 접촉식 기술에서 사용하고 있는 터치 패널을 이용한 동작 인식 방법은 스크린에 투명한 패널을 씌워 손가락으로 접촉하면, 접촉된 위치를 컴퓨터의 입력으로 사용하게 되는 방법이다.

접촉식 동작 인식 기술은 터치 패널과 같은 입력 장치를 통해 화면 등에 표시되어 있는 것을 직접 터치함으로써 기

를 사용 할 수 있도록 해주는 방식이다.

비접촉식 동작인식 기술은 일반적으로 카메라를 통해 영상 내 물체의 변화를 추적하는 기술이며, 보통 카메라를 향한 뒤 허공에 특정한 동작을 취하게 된다. 반면, 접촉식 동작인식 기술은 터치 패널과 같은 입력 장치를 통해 기기와 직접 닿아야 하기 때문에 상대적으로 비접촉식 동작 인식 기술에 비해 장소에 제약이 있다. 하지만 모바일 및 태블릿과 같은 기기의 등장으로 큰 제약 중의 하나인 장소제약은 어느 정도 줄은 상태이다. 특히 터치 패널의 경우 사용하는 방식과 구조가 유사하기 때문에 업체별로 큰 차이가 없다. 또한 접촉식 동작인식 기술은 접촉 센서를 통해야만 정확하게 데이터를 획득할 수 있으며, 센서를 부착하거나 컨트롤러를 손에 든 사용자의 움직임이 부자연스러울 수 있는 단점이 있다.

2-2 비접촉식 동작인식기술 현황

비접촉식 동작인식기술은 주로 카메라를 이용해 영상으로 사용자의 움직임 정보를 획득하고 이를 활용하는데 쓰인다. 특히 하나 이상의 카메라를 이용하여 얻어진 영상으로부터 사용자의 움직임 정보를 추적하고 인식한다.

비접촉식 동작인식기술의 특징은 사용자에 대해 높은 자유도를 줄 수 있다는 장점이 있지만, 사용자의 움직임에 대한 행동 패턴 및 이를 추적하는 것은 기술적으로 어려움 큰 편이다. 시각 기술에 기반 한 비접촉식 동작인식기술은 초기화(initialization), 추적(tracking), 사용자 자세 예측(pose estimation), 인식(recognition)의 과정을 거친다[2].

- 초기화 과정: 카메라 보정 및 카메라의 내·외부 파라미터를 결정하는 과정
- 추적 과정: 사용자의 움직임이 촬영된 영상으로부터 특징 점들을 추출한 후 이 점들을 연속적으로 추적하는 과정
- 추적된 특징 점의 분석: 사용자의 자세를 예측하고, 사용자의 움직임을 인식하는 과정

특히 비접촉식 시각기술에 기반 한 동작인식기술의 대표적인 사례로는 마이크로소프트의 동작인식 컨트롤러인 키넥트가 꼽힌다.

III. 비접촉식 동작인식기술의 필요성

3-1 비접촉식 동작인식기술 현황

1) 깊이 값을 이용한 동작 인식 방법

깊이 값을 이용한 동작 인식 방법은 카메라로 영상을 입력 받은 후 여러 단계를 거쳐 사람의 동작 (몸, 손, 손가락)을 인식하도록 한다. 특히 적외선 파장이나 음파를 사용하여 측정되는 시간을 계산하여 깊이 값을 구하며, 측정된 이미지를 3차원 형태로 변형하고, 변형한 손이나 사람의 몸 등을 이용해 동작을 인식하는 방법을 사용한다.



그림 1. 마이크로소프트의 키넥트[3]
 Fig. 1. Microsoft kinect.

현재 깊이 카메라가 시판된 이후 깊이 정보를 이용한 동작인식 및 물체 추적이 많이 사용되는 방법이 되었다. 깊이 정보를 이용한 동작 인식 방식은 마이크로소프트의 키넥트[3], 립 모션의 립 모션 컨트롤러(leap motion controller)[4] 등 다양한 상용화 제품이 출시된 것을 보면 어느 정도 안정화 되고 뛰어난 기술이라고 볼 수 있으며, 동작 인식 분야에서 가장 보편적인 방식으로 보인다.

① 마이크로소프트

마이크로소프트는 미국의 소프트웨어 및 하드웨어 개발 업체이다. 그림 1에서와 같이, 키넥트는 마이크로소프트에서 개발한 깊이 인식 카메라이다[4]. 키넥트는 컨트롤러 없이 이용자의 신체를 이용해 게임 등을 조작할 수 있는 마이크로소프트의 X-Box360의 보조 장치이다.

키넥트는 PC용 웹 캠 형상의 모양이지만 다양한 센서를 탑재하고 있다. 키넥트는 장치에 달린 적외선 프로젝션을 이용해 눈에 보이지 않는 적외선을 무수히 많이 출력하여 사물이나 환경에 충돌된 적외선 점이 반사되는 것을 인식하여 깊이 값을 계산하고 3D 형태로 인식한다. 3차원 형태로 인식된 화면을 통해 동작을 최종적으로 인식하게 된다.

② 프라임센스

2005년에 설립된 프라임센스(PrimeSense)[5]는 이스라엘에 위치한 3D 센싱과 자연스러운 인터랙션 개발 업체이며, 현재 애플에서 인수를 확정된 상태이다. 프라임센스의 동작 인식 센서는 마이크로소프트에서 상용화 한 동작 인식 장치인 키넥트에 사용되었다. 적외선 광선의 반사와 CMOS (complementary metal-oxide semiconductor) 이미지 센서를 이용해 깊이 이미지를 생성하여 물체를 찾은 후, 이미지 소프트웨어를 통해 사람의 각각 관절을 인식하고 추적하여 동작을 감지하게 된다. 그리고 컬러 이미지는 카메라가 촬영은 하고 있으나 사용자에게 보여주는 정도로만 사용이 되고 동작 인식에는 사용되지 않는다.

프라임센스에서는 기존의 동작 인식 칩보다 10배가량 작은 Capri 칩을 개발하여 핸드폰이나 태블릿 PC 등 모바일 기기에서의 동작 인식 기술 적용에 대한 가능성을 보였다.

프라임센스에서 개발한 센서 칩은 다양한 업체에서 사용하고 있는데, 앞서 말한 마이크로소프트의 키넥트와는 별도로 하드웨어 제조업체인 아서스와 계약을 하여 동작 인식 카메라도 개발하였으며, 현재 출시는 되지 않은 상태이다.

미국의 메터포트(Matterport)사 에서는 프라임센스에서 개발한 센서 칩을 이용해 10분 이내에 방을 스캔하여 3D 데이터로 변형하는 기술을 개발하였다. 그리고 국제 전자제품박람회인 CES 2013에서 Styku사에서는 가상 탈의실을 선보였는데, 이 기술은 프라임센스에서 개발한 칩을 이용해 사람을 3D 스캐닝 하여 옷을 입었을 때 어떤 모습이 될지 가상으로 보여주는 기술이다. 프라임센스는 자사의 깊이 인식 카메라를 여러 분야에서 활용할 수 있도록 OpenNI(open natural interaction)라는 개발 도구도 함께 배포하고 있으며, 카메라의 3D 센서 컨트롤러나 센서의 기능들에 활용할 수 있도록 하였다.

③ 소프트키넥트의 깊이 인식 시스템

소프트키넥트(Softkinetic)은 동작 인식 하드웨어와 소프트웨어를 개발하는 벨기에의 회사이다. 현재 깊이 인식을 사용하여 사용자 동작을 인식하는 기술을 가지고 있으며, 이를 통해 게임, 건강 분야, 엔터테인먼트 등의 다양한 분야에서 활용되고 있다.

소프트키넥트의 깊이 인식 기술에서는 깊이 이미지 생성을 위해 적외선 파장을 이용하며, 파장을 전송 한 후 대상 물체에서 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 이미지를 생성하는 것이 특징이다(그림 2참조). 그리고 이 기술을 전자제품박람회인 CES 2013에서 혼합신호 및 아날로그 기술 개발 업체인 텍사스 인스트루먼트와의 제휴를 통해 3D TOF(time of flight) 이미지 센서를 공개한바 있다. 현재 3D 동작 인식 솔루션의 낮은 감도로 인한 실시간 추적 성능 저하와 느린 동작 때문에 문제가 되었던 부분을 소프트키넥트의 텡스 센스 픽셀 기술을 이용해 해당 문제를 극복하여 고감도 실시간 동작 추적 응답성을 제공한다고 한다. 또한 소프트키넥트는 CMOS 3D TOF 센서 및 CAPD(current assisted photonic demodulation) 센서기술, 영상 기술 분야에서 여러 개의 특허를 가지고 있으며, 현재 3D 동작 인식에 하드웨어 솔루션을 제공하는 선두 기업이다.



그림 2. 소프트키넥트의 깊이 인식 카메라[6]
 Fig. 2. Depth sensing camera of softkinetic.



그림 3. 립 모션 장치[4]
Fig. 3. Leap motion device.

④ 립 모션(Leap Motion)

립 모션[4]은 미국에 위치한 동작 인식 센서를 이용한 유저 인터페이스를 개발하는 업체이다. 그림 3에서와 같이, 립 모션에서 개발한 립 모션장치는 작은 크기의 장치로써 8입방 피트의 3차원 공간을 읽어낸다.

립 모션의 작동 원리는 마이크로소프트의 키넥트와 비슷하다. 적외선을 이용해 동작을 인식하며 키넥트 보다 200배 높은 감도를 가지며 1/100 mm의 움직임까지 감지한다. 개인용 컴퓨터에 마우스와 키보드의 기능을 대신하는 입력 장치는 립 모션이 대표적이며, 립 모션과 같은 동작 인식 기반의 입력 장치는 개인용 컴퓨터 시장에서 큰 파장을 일으킬 것으로 예상된다.

⑤ 카네스타의 동작 인식

카네스타(Canesta)[7]는 미국의 동작 인식 센서 칩을 개발하는 업체이다. 카네스타에서 개발한 동작인식 칩은 CMOS 기반의 반도체로써 사용자의 동작을 추적하기 위한 동작 인식 센서이며, 특히 사용자의 동작을 인식하여 기기를 작동시키기 위해 개발되었다. 그리고 카네스타에서 개발한 칩을 이용한 첫 번째 제품은 손가락의 움직임을 이용한 모바일 기기용 프로젝션 키보드를 개발했다. 카네스타는 다양한 분야에 CMOS 3D 이미지 센서를 이용한 전자 인식 기술을 제공하며, 센서 모듈 및 개발자 도구를 제공한다 (그림 4참고).

마이크로소프트는 자연스러운 사용자 인터페이스(NUI, natural user interface)를 개발 중에 있으며, 이를 위해 최근 현재 카네스타를 인수하였다.

2) 영상을 이용한 동작 인식방법

영상을 이용한 동작 인식 방법은 앞서 설명한 깊이 이미지를 이용한 방식과는 확연하게 다르다. 깊이 인식 센서가 개발되기 전에는 일반적인 동작 인식은 영상을 이용해 처리하였으며, CMOS 이미지 센서를 이용하여 배경을 제거하고 손을 찾아 실시간으로 추적하여 동작을 인식하는 방식이 사용되었다. 즉 깊이 인식 센서가 처리하는 부분을 이미지 프로세싱 알고리즘을 사용하여 소프트웨어에서 처리하도록 하는 것이다.



그림 4. 카네스타의 가상 레이저 프로젝션 키보드
Fig. 4. Virtual laser projection keyboard of canesta.

영상을 이용한 동작인식방법 중에서 핑거링크 인터액션 시스템[8]은 일본의 IT업체인 후지쓰에서 개발한 시스템이다. 그림 5에서와 같이, 이 시스템은 터치와 동작 인식을 통해 하나의 독립적인 인터페이스를 갖추고 있으며, 터치 패드가 없는 터치리스 센싱과 제스처 인식을 통해 시스템을 조작할 수 있다. 이 기술은 대부분의 동작 인식과는 다르게 깊이 카메라를 사용하지 않고 일반적인 CMOS 이미지 센서를 이용하였으며, 동작 인식과 터치기술을 소프트웨어 적으로 처리하였다. 특히 핑거링크 인터액션 시스템에서 사용하는 기술은 RGB이미지를 이용하여 대상의 색상 및 밝기도 인식하도록 되어 있으며, 이는 깊이 인식을 이용한 방식의 동작 인식에는 사용하지 않는 기술이다. 이 시스템은 모든 기능을 소프트웨어영역에서 처리를 했기 때문에 터치를 위한 터치패드나 동작 인식을 위한 깊이 카메라와 같은 하드웨어가 필요 없다. 그리고 프로젝션을 통해 사용하기 편한 UI(user interface)를 제공하고 있다.

그림 6은 빠르고 정확하게 손가락을 인식하는 새로운 기술에 대해 설명한다. 그림 6(a)는 카메라를 이용하여 테이블 위에 있는 불규칙적인 물체를 자동으로 측정하고 카메라 및 프로젝터와 물체에 대한 좌표를 자동으로 조절하는 방법에 대해 나타내고 있다. 그림 6(b)는 손가락 끝을 찾아내고 인식하는 방법이며, 그림 6(c)는 빠른 속도로 손가락 끝을 인식할 수 있는 방법에 대해 설명하고 있다.

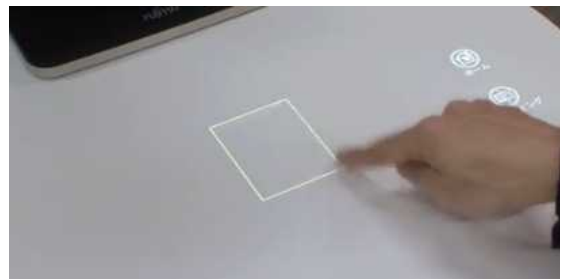


그림 5. 터치리스를 이용한 드래그
Fig. 5. Drag using touchless.

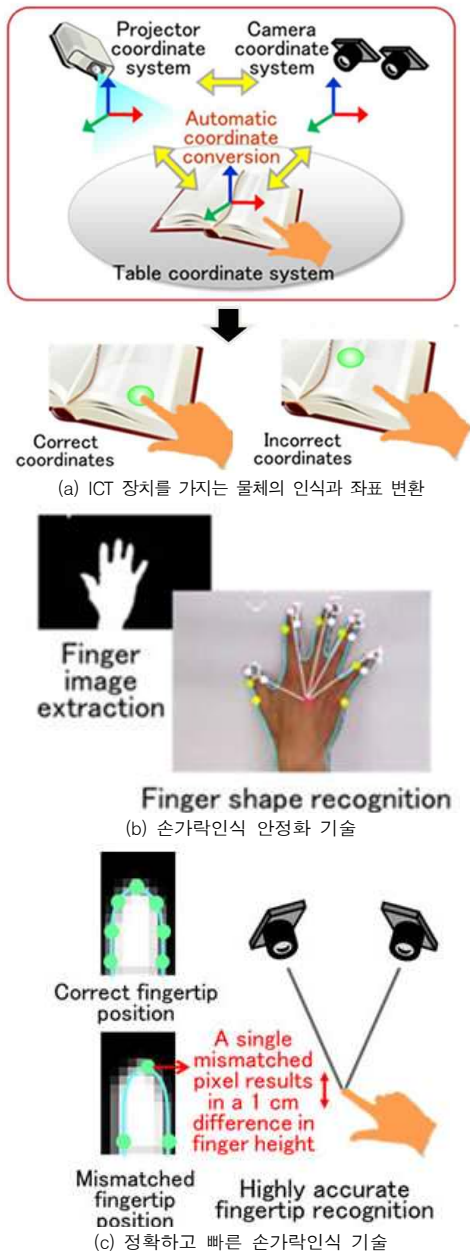


그림 6. 정확하고 빠른 손 감지 기술[8]
 Fig. 6. Accurately and rapidly detecting finger[8].

IV. 비접촉식 동작인식기술의 향후 전망

4-1 가정용 TV에서 비접촉식 동작인식기술의 활용

비접촉식 동작인식 기술은 새로운 사용자 경험(UX)을 제공한다는 면에서 많은 수요가 있을 것으로 기대된다. 특히 기존 입력 장치로는 스마트 TV와 같이 원거리에 위치한 대형 디스플레이에 많은 정보를 입력하기 어렵기 때문에 새로운 형태의 입력 장치가 필요하게 되었고, 이를 비접촉식 동작인식기술

로 대체하게 될 것이다.

기존 TV시장은 디스플레이를 중심으로 기술 발전에 따른 새롭고 다양한 TV를 생산하여 소비자의 소비를 이끌어 내어 시장의 변화를 주도하여 왔다. 현재 TV는 아날로그 시대에서 디지털시대로 발전되어 왔으며, 흑백 TV에서 컬러 TV로, 화질은 SD에서 HD급으로 발전되어 왔다.

HD급 방송에서 쓰이는 콘텐츠는 충전연색 방송이 되도록 하였고, CRT 화면에서 LCD 및 OLED 화면으로 변화되었으며, 디스플레이의 크기는 점점 커지게 되는 등의 발전을 이루었다.

새로운 방송의 시대가 열릴 때 마다 TV도 큰 변화를 이루어 왔으며, 그 변화를 통해 새로운 TV 구매를 유도하며 사용자들의 변화를 이끌어 내었다. 그러나 HD급 방송 이후, 외적인 환경 변화를 통하여 UHD 방송이 송출되기 전에 다음 단계로의 변화를 경험하고 있다. 화질과 같은 하드웨어적인 요소의 발전보다는 소프트웨어와 같은 양질의 다양한 콘텐츠를 만들어 내는 것이 더 중요한 요소가 되었다.

한편 기존 TV는 단방향의 정보를 일방적으로 시청자들에게 제공하지만, 스마트 TV는 TV에 인터넷 접속 기능을 결합하여 PC가 가진 기능을 가져온 것이라 볼 수 있다. 그렇기 때문에 스마트 TV도 TV의 속성을 가지고 있다고 볼 수 있기 때문에 비교적 근거리에서도 사용자와의 위치 때문에 스마트 폰처럼 터치를 하여 특정한 기능을 선택하는 것은 쉽지 않다. 따라서 많은 연구자들은 비접촉식 동작 인식 방법 등과 같은 기능을 스마트 TV의 입력 장치로 사용할 수 있도록 많은 연구를 활발히 진행하고 있다.[9]-[11].

특히 스마트 TV는 각종 앱을 설치하여 VOD 시청, 소셜 네트워크 서비스, 게임 등의 많고 다양한 기능을 활용할 수 있기 때문에 다기능 TV라고 할 수 있다. 향후에는 스마트 TV시장의 폭발적인 성장과 함께 비접촉식 동작인식기술도 크게 발전할 것으로 기대된다.

V. 결 론

아이폰의 등장으로 인해 접촉식 동작인식 사용자 인터페이스 기술은 새로운 사용자 경험을 제공하여 비약적으로 발전하였다. 이를 토대로 4세대 기술인 비접촉식 동작인식 기술은 새로운 사용자 경험(UX)을 제공한다는 면에서 향후 많은 수요 및 성장이 있을 것으로 기대된다. 특히 국내기업 및 연구소에서도 관련 기술을 응용한 다양한 제품을 시도하고 있으며, 앞으로도 본 분야에 대한 연구가 활발히 진행될 것으로 기대된다.

또한 비접촉식 동작인식 기술의 경우 디스플레이가 없는 가전(에어컨, 조명, 선풍기) 등과 연결하여 사용할 경우 가정자동화에도 크게 기여할 것으로 전망된다.

참고문헌

[1] C. J. Im, D. H. Kim, and Y. J. Kim, "Present condition of and prospect for motion recognition based game contents," *The Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol.39, No.4, 2012.

[2] Report: human-device interaction, Korea Creative Content Agency, CT Insight, Technical Report vol.27, 2012.

[3] Microsoft Kinect. Available: <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>

[4] leapmotion homepage. Available: www.leapmotion.com/

[5] PrimeSense. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/PrimeSense>

[6] Softkinetic homepage. Available: www.softkinetic.com/

[7] Canesta, <http://en.wikipedia.org/wiki/Canesta>

[8] Fujitsu Laboratories, Fujitsu develops next-generation user interface for intuitive touch-based operations [Internet]. Available: <http://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2013/0403-01.html>

[9] S. Y. Lee, "Aspect of development of smart TV market and market strategy of major vender", *Journal of Communications & Radio Spectrum*, Vol. 35, No. 1, pp. 2-25, 2011.

[10] H. J. Cho, Present condition of smart TV and political subject, National Assembly Research Service: Technical Report, Vol. 152, 2012.

[11] S. M. Kim and G. Y. Kim, "Acceptance result of smart TV and market prospect", Electronics and Telecommunications Research Institute: Future research creative laboratory. [Internet]. Available: http://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=source=web&cd=1&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.etri.re.kr%2Fetri%2Ffiled.own.etri%3Ffilename%3Dsmart_tv.pdf&ei=13CVU9WJMI P58QX2voHABw&usq=AFQjCNH0HfvVF9popze08Lei4ZO-Ct8Z7g&bvm=bv.68445247,d.dGc&cad=rjt



김 수 균 (Soo-Kyun Kim)

2006년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 (이학박사)
 2006년 3월 ~ 2008년 2월 : 삼성전자 통신연구소 책임연구원
 2008년 3월 ~ 현재 : 배재대학교 게임공학과 교수
 ※ 관심분야 : 게임그래픽, 기하모델링, 게임엔진



성 경 (Kyung Sung)

2003년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
 1994년 3월 ~ 2004년 2월 : 동해대학교 컴퓨터공학과 교수
 2004년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 컴퓨터교육과 교수
 ※ 관심분야 : 가상현실, 정보보호 및 정보관리, 신경회로망, 컴퓨터교육