

테이블탑 인터랙션 기술의 연구동향

글 _ 박지형 _ KIST 지능인터랙션 연구센터장 _ jhpark@kist.re.kr

1. 서론

최근들어 컴퓨팅 환경은 컴퓨터 플랫폼과 인터페이스 면에서 많은 변화가 일어나고 있다. 개인적으로 사무실이나 집안에서 사용되던 데스크탑 환경에서 벗어나 이동식 기기나 랩탑에서부터 보면, 테이블탑에 이르는 새로운 컴퓨팅 환경에서의 사용도 매우 급속적으로 성장하고 있다. 또한, 컴퓨팅 환경의 변화와 더불어 인터랙션 기술도 매우 다양하게 사용자 편리성 위주로 변화하고 있다. 인터페이스 기술이 과거의 커맨드 라인 인터페이스(Command Line Interface)에서 현재의 그래픽컬 유저 인터페이스(Graphical User Interface)로 변화하면서 사용자 관점에서 많은 변화가 있어온 것처럼 다음 세대의 인터페이스 방식으로 네추럴 유저 인터페이스(Natural User Interface)나 탭블 유저 인터페이스(Tangible User Interface)가 주목을 받고 있다. 그리고 이런 변화의 중심에 테이블탑 인터랙션 기술이 있다.

테이블탑 인터랙션은 테이블 형태의 디스플레이 표면을 컴퓨팅 환경으로 활용한다. 유비쿼터스 환경에서의 활용성이 높고 멀티터치 기술과의 연동으로 다중 사용자 환경에서 동시적으로 인터페이스하여 협업 및 공동 사용이 가능하기 때문에 새로운 컴퓨팅 환경으로 주목받고 있다. 최근 마이크로소프트사의 서피스 컴퓨팅(Surface Computing)이나 MERL(Mitsubishi

Electric Research Laboratory)의 다이아몬드 터치(Diamond Touch)와 같은 플랫폼들이 널리 알려지고 있으며, 국내에서는 KIST 지능인터랙션연구센터에서 관련 연구를 선도하고 있다. 본고에서는 테이블탑 인터랙션 기술의 내용과 최신 동향을 소개하고자 한다.

2. 테이블탑 인터랙션

테이블탑 인터랙션 기술은 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 테이블 상의 디스플레이 표면이 디지털 정보를 가시화하고 조작하는 대상이 되므로 사무실이나 일상 생활의 유비쿼터스 환경에서 워크벤치로의 활용성이 높다는 장점이 있다. 둘째, 사용자 편의성이나 효율적인 높은 내추럴 유저 인터페이스(Natural User Interface 이하 NUI)를 활용하고 있다. 테이블 디스플레이 표면을 맨손으로 터치하여 입력하는 NUI의 한 형태인 멀티터치 기술을 사용하게 함으로써 사용자에게 직관적인 인터랙션을 가능하게 해준다. 이는 테이블의 디스플레이 표면을 입력과 출력 장치로 동시에 활용하기 위해서 필수적인 기술이다. 셋째, 테이블 위에 올려놓을 수 있는 다양한 TUI 개념의 기기들 또는 물체들을 입력장치로 활용할 수 있다는 점이다. 본 장에서는 현재까지 개발된 대표적인 몇가지 사례를 통하여, 테이블탑 인터랙션 기술을 분석하여 관련 연구 동향을 소개한다.

2.1 테이블상에서의 가시화 기법

테이블의 디스플레이 표면에 디지털 정보를 표현하는 일반적인 방법은 그래픽 객체들로 가시화하는 것이다. 주로 세 가지 방법이 사용되고 있다.

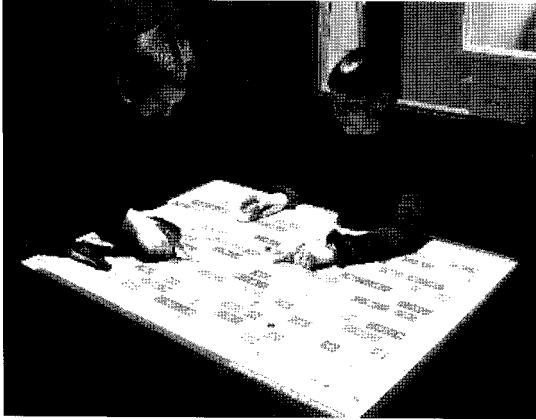


그림 1. MERL의 Diamond Touch: 전면 프로젝터, 투사방식 사용 (출처: www.merl.com)

첫째, 전면 프로젝터 투사방식(Front-Projected Display)이다. MERL의 다이아몬드 터치(Diamond Touch)에서 사용된 이 방식은 프로젝터가 테이블의 상단에 설치되어 그림 1에서와 같이 이미지를 테이블 상의 전면에 투사한다. 테이블의 디스플레이 표면 재질에 큰 제약이 없이 구현이 용이하다는 장점이 있지만 밝은 조명의 환경에서는 부적합하다. 또한, 사용자의 신체나 테이블 위에 놓일 수 있는 인터랙티

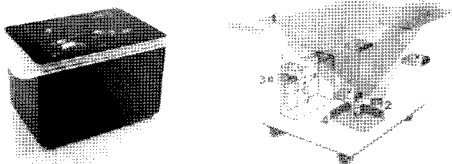


그림 2. Microsoft의 Surface Computing: 후면 프로젝터 투사방식 사용 (출처: www.microsoft.com/surface)

브 오브젝트 등의 장애물에 영상이 가려질 수 있다는 단점이 있다.

둘째는 후면 프로젝터 투사 방식(Back-Projected Display) 방식이다. Microsoft사의 서피스 컴퓨팅(Surface Computing)에서 사용된 이 방식은 반투명의 디스플레이용 테이블의 하단에 설치된 프로젝터에서 테이블의 후면으로 이미지를 투사한다. 테이블의 표면이 반투명하여 테이블의 하단에 설치된 카메라에서 테이블 건너편을 볼 수 있다는 특징 때문에 주로 FTIR(Frustrated Total Internal Reflection)과 같은 적외선 비선 인식 방식의 멀티터치 감지 및 인식기술이 사용된다. 영상이 장애물에 가리는 문제를 해결했다는 장점이 있지만, 테이블의 하부 공간 확보가 필요하다.



그림 3. KIST의 IRS Tabletop: 디스플레이 패널 장착 방식 사용

셋째는 테이블에 LCD 또는 PDP와 같은 디스플레이 패널을 장착하는 방식이다. 프로젝터를 사용하지 않기 때문에 밝은 조명하에서도 높은 가시성을 얻을 수 있다. 설치 및 이동이 자유롭고 테이블의 하부 공간이 필요 없다는 것이 장점이다. 디스플레이 패널 상단에 센서 배열을 설치하여 멀티터치 센싱과 인터페이스가 이루어져야 하는 기술이 필요하다. 따라서, 디스플레이 장치 상에 적외선 LED 배열을 활용하는 적외선 어레이 방식의 멀티터치 기술을 사용한다.

2.2 멀티터치 입력 시스템

NUI 개념의 인터랙션 기술 중 가장 대표적으로 알려진 것이 다수의 터치를 동시에 입력하는 멀티터치 인식 및 입력 시스템이다. 2006년 Jefferson Y. Han이 TED에서 FTIR 기반의 멀티터치 태보를 선보이고 나서 널리 알려졌다. 테이블 상에서 인터랙션 방식으로서의 직관성과 협력 작업의 용이성 때문에 테이블탑 인터랙션을 위한 핵심기술로 주목받고 있다.

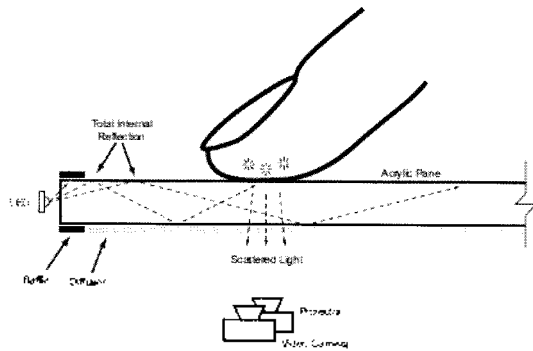


그림 4. Jefferson Y. Han의 FTIR 개념도 (출처: Low-Cost Multi-Touch Sensing through Frustrated Total Internal Reflection, UIST 2005)

FTIR은 그림 4에서 볼 수 있듯이 터치 표면을 아크릴과 같은 투명한 재질의 매개로 설치하고, 디스플레이 옆면에서 적외선을 쏘아 전반사된 빛의 산란을

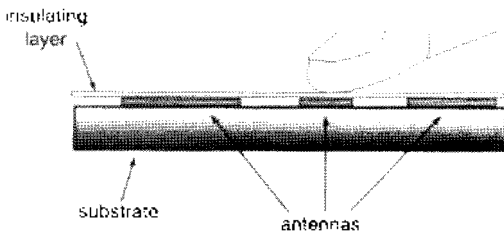


그림 5. MERL의 Diamond Touch 개념도 (출처: Diamond Touch: A Multi-User Touch Technology, UIST 2001)

카메라로 감지하는 방식이다. 저렴한 비용과 안정적인 성능이 장점이지만 화면 뒤쪽의 공간이 필요하다는 단점이 있다.

MERL의 Diamond Touch는 사용자의 의자에 인가한 미소전류로 손을 인식한다. 그림 5처럼 가로와 세로 격자로 짜인 안테나가 미소전류를 감지한다. 여러 명의 사용자를 구분하여 감지할 수 있고 감지 해상도가 높다는 장점이 있다. 반면 특수한 표면이 필요하기 때문에 전면 프로젝터 투사 방식이 가시화의 유일한 대안이라는 단점과 사용자가 의자에 앉아있을 때만 작동한다는 단점이 있다.

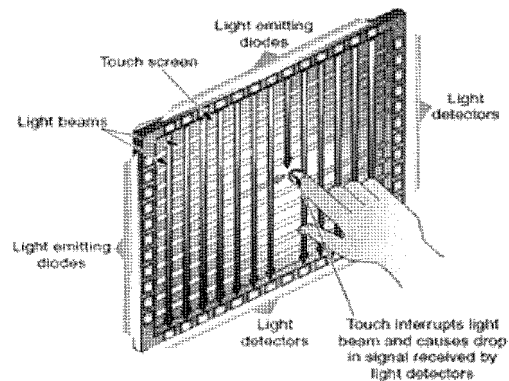


그림 6. 적외선 배열 방식 개념도 (출처: www.inexio.co.kr/)

적외선 배열 방식은 테이블 표면의 측면에 적외선 LED의 발신부와 수신부를 배열시키고 장애물에 적외선이 차단되는 신호를 이용하여 터치를 감지하는 방식이다. 테이블 표면에 얇은 장치를 올려놓기만 하면 되기 때문에 설치가 쉽고 가격이 저렴하다는 장점이 있지만, 멀티터치 센싱 및 인터페이스 구현의 기술적 과제가 있다.

2.3 텐저블 입력장치

테이블탑 인터랙션 중에서 핸드 터치는 직관적이고

〈특집 1〉 테이블탑 인터랙션 기술의 연구동향·박지형

간단한 입력 방식이지만 입력의 정확도나 다양성 측면에서 한계가 있다. 터치 이외에도 직관적이고 다양한 인터랙션을 가능하게 하는 텐저블 입력장치에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

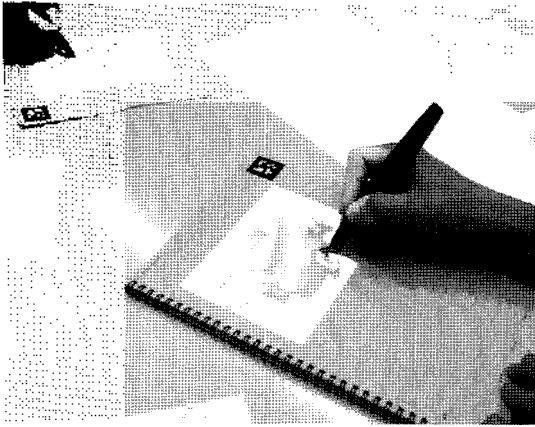


그림 7. Anoto사의 디지털 펜(Digital Pen)
(출처: The Shared Design Space, SIGGRAPH 2006)

Anoto 사의 디지털 펜은 종이나 테이블의 표면에 점 모양의 패턴으로 부호화된 좌표를 펜에 내장된 카메라로 인식하여 동작한다. 펜은 일상적으로 사용되는 정보 입력 도구이기 때문에 테이블탑 환경에서 적용

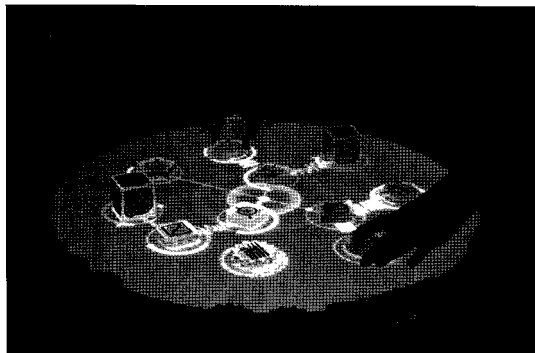


그림 8. reactTable 음향 장치: 사용자는 테이블 위에서 Puck 을 움직여 reactTable을 연주 (출처: www.reactable.com)

하기에 친근하다는 장점이 있다. 또한, 터치입력보다 글씨나 그림 등의 정보 입력에 적합한 측면 때문에 활용도가 높다.

테이블탑 환경에 텐저블 입력장치를 집복시켜서 음향 장치를 구현한 사례로 reactTable 이 대표적이다. 그림 8에 보이는 것처럼, reactTable상에서는 특정한 분량의 마커로 구분되는 Puck이라고 불리는 텐저블 오브젝트를 이용하여 인터랙션 한다. 테이블 하단의 적외선 카메라는 Puck의 모양을 보고 위치와 방향을 인식하여 음향을 구성해 낸다. 이런 Puck은 거의 무한정에 가까운 종류의 마커로 구분 가능하고, 협력 작업이 용이하며, 다수의 Puck이 동시에 입력 가능하고 가격이 저렴하다는 장점이 있다.

이상 소개한 텐저블 입력장치 이외에도 테이블탑 환경에서 RFID나 초음파 등을 연동한 응용들이 활발히 개발되고 있는 추세에 있다.

3. 최근 기술 동향

Hype Cycle은 신기술이 시장에서 수용되는 과정에

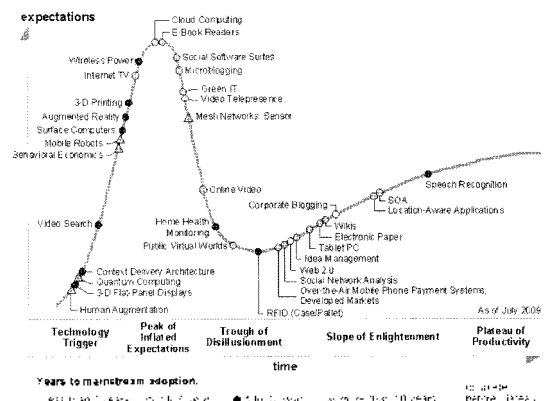


그림 9. Gartner의 2009년 Hype Cycle of Emerging Technology: Surface Computers는 기술에 대한 기대치가 점점 높아지고 있음.
(출처: Gartner's Hype Cycle Special Report for 2009)

대한 모델이다. Hype Cycle에 따르면 신기술은 촉발, 흥분, 실망, 재모색, 보급의 성숙단계를 거친다. 그림 9의 2009년 Hype Cycle에 따르면 테이블탑 인터랙션 기술의 하나인 Surface Computing은 현재 기술에 대한 기대치가 점점 높아져 가는 흥분기에 도달하고 있다고 분석되었다. 실제로 2008년 마이크로소프트가 Surface 를 상용화하여 출시한 이래 테이블탑 인터랙션 기술에 대한 기대는 더욱 높아지고 있다.

하지만, 아직 테이블탑 인터랙션 기술은 시장에 보급되기엔 충분히 성숙한 상태가 아니며 이러한 앞선 기대감과 더불어 테이블탑 환경에서 발생할 수 있는 문제에 대해서도 논의가 시작되고 있다. 따라서 최근의 기술 개발 동향은 새로운 방식의 인터랙션을 제시하는 것뿐만 아니라 테이블탑 환경에서 발생한 문제점에 대한 해결책을 제시하는 방향으로도 전개되고 있다. 이번 장에서는 이런 테이블탑 환경에서의 문제점과 그 해결책을 제시하는 기술들의 예를 보이고자 한다.

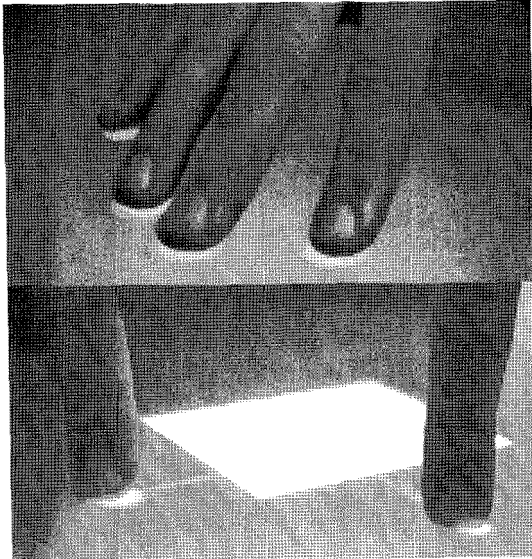


그림 7. Microsoft Research의 Ripple System
(출처: Ripples: Utilizing Per-Contact Visualization to Improve User Interaction with Touch Displays, UIST 2009)



그림 8. KIST의 I-Grabber (출처: I-Grabber: Expanding Physical Reach in a Large-Display Tabletop Environment Through the Use of a Virtual Grabber, Interactive Tabletops and Surfaces 2009)

테이블탑에서의 터치 입력은 기존 GUI에서의 마우스 커서와 같은 커서가 필수적이지 않다. 그러나, 커서의 부재는 테이블탑 환경에서 터치 포인트의 위치가 모호해지는 문제 (ambiguity problem)을 일으킨다. 예를 들면, 사용자가 자신이 정확히 어느 위치를 터치했는지 알지 못하는 문제, 또는 실수로 터치한 것을 소프트웨어의 오동작으로 오인하는 문제 등이 있다. Ripple System에서는 그림 7과 같이 사용자에게 터치 포인트에 대한 비주얼 피드백을 주어 이와 같은 문제를 해결하고 있다.

테이블탑 환경에서 드러난 다른 문제점 중의 하나는 물리적으로 멀리 떨어진 물체에 대한 접근성 문제이다. 테이블탑의 크기가 커지면 커질수록 사용자가 팔을 뻗어 조작할 수 없는 영역(unreachable area)이 생긴다. 이 영역의 물체를 조작하려면 사용자는 취급할 물체를 자신이 조작할 수 있는 영역(reachable area)으로 끌어오도록 테이블탑의 가장자리로 이동할 수밖에 없다. KIST의 I-Grabbers는 이런 접근성 문제를 해결하기 위하여 고안되었다. 그림 8에서와 같이 사용자는 두 개 점을 터치하여 가상의 집게를 조작한다. 집

계를 사용하면, 사용자가 터치할 수 있는 영역 이상으로 뻗어나가서 물리적으로 멀리 떨어진 물체에 접근할 수 있다.

4. 결론

본고에서는 테이블 디스플레이 표면에서의 가시화 기법, 멀티터치 입력 및 인식시스템, 텐저블 입력장치에 대하여 현재까지 개발된 대표적인 테이블탑 인터랙션 기술에 대한 연구동향에 대해서 살펴보았다. 또한, 이러한 기술이 발전해 감에 따라 드러나는 문제점들에 대한 해결책을 나룬 예들의 최신 기술 동향도 소개하였다.

테이블탑 인터랙션 기술은 새로운 컴퓨팅 환경 중 가장 주목받는 분야로서 지속적으로 다양하고 새로운 연구가 계속되고 있다. 그러나, 이기술이 널리 보급되어 사용되기 위해서는 테이블탑 디스플레이 상의 가시화 기술과 멀티터치의 입력 및 인터페이스, 저가의 시스템 보급과 시스템의 확장성을 모두 만족하는 기술 개발의 과제가 남아있다. 유비쿼터스 환경에서의 활용성과 멀티터치 기술과의 연동으로 다중 사용자 환경에서 동시에 인터페이스하여 협업 및 공동 사용이 가능하기 때문에 수년내에 사무실, 교육환경이나 게임 환경에서 새로운 NUI를 이용한 컴퓨팅 환경으로 사용될 것으로 전망된다.