

스마트 펍 시스템 : 디지털 정보의 물리적인 조작을 제공하는 실감 인터페이스 기술

(SmartPuck System : Tangible Interface for Physical Manipulation of Digital Information)

김 래 현 [†] 조 현 철 ^{**} 박 세 형 ^{***}
(Laehyun Kim) (Hyunchul Cho) (Sehyung Park)

요 약 현재 가장 일반적인 데스크 탑 PC환경에서는 정보 입력을 위해 키보드와 마우스가 사용되고 출력장치로는 시각적으로 정보를 보여주는 모니터를 기반으로 하고 있다. 이런 환경에서는 디지털 정보를 다루기 위해서는 가상의 마우스를 움직여 모니터 상의 원하는 그래픽 아이콘을 선택해야 한다. 이때 가상의 커서는 테이블 위의 물리적인 마우스의 상대적인 움직임을 표현해 준다. 이런 데스크탑 메타포는 사용자에게 물리적인 감각을 통한 직관적인 인터페이스를 제공하지 못한다. 본 논문에서는 사용자가 “스마트 펍”이라는 물리적 도구를 가지고 컴퓨터와 상호작용할 수 있는 실감인터페이스를 소개하고자 한다. 스마트 펍 시스템은 인간의 아날로그적인 지각과 반응 그리고 컴퓨터상의 디지털 정보와의 거리를 줄여주는 역할을 한다. 이 시스템은 PDP기반의 테이블 디스플레이 장치와 그 위에서 보여지는 정보와 직접적이고 직관적인 인터랙션이 가능한 물리적인 도구인 스마트 펍, 그리고 스마트 펍의 위치 추적 장치 등으로 구성되었다. 마지막으로 이러한 시스템을 적용한 예들을 보여주고자 한다.

키워드 : 스마트펍 시스템, 실감인터페이스, 물리적 인터랙션

Abstract In the conventional desktop PC environment, keyboard and mouse are used to process the user input and monitor displays the visual information as an output device. In order to manipulate the digital information, we move the virtual cursor to select the desired graphical icon on the monitor. The cursor represents the relative motion of the physical mouse on the desk. This desktop metaphor does not provide intuitive interface through human sensation. In this paper, we introduce a novel tangible interface which allows the user to interact with computers using a physical tool called “SmartPuck”. SmartPuck system bridges the gap between analog perception and response in human being and digital information on the computer. The system consists of table display based on a PDP, SmartPuck equipped with rotational part and button for the user’s intuitive and tactile input, and a sensing system to track the position of SmartPuck. Finally, we will show examples working with the system.

Key words : SmartPuck System, Tangible User Interface, Physical Interaction

1. 서 론

기존의 GUI(Graphical User Interface) 기반의 컴퓨팅 환경에서는 데스크 위에 마우스와 키보드를 통해 정보를 입력하고 그 결과를 모니터로 보는 기계 중심적인

인터페이스이다. 마우스의 물리적인 위치는 책상 위에 있고 마우스의 상대적인 움직임을 모니터 화면에 가상의 커서를 이용하여 보여진다. 사용자는 모니터의 그래픽 아이콘들 위에 정확히 마우스 커서를 옮기는 일에 일정 기간 적용이 필요하다. 이러한 방식은 GUI 기반의 많은 응용프로그램에서 숙달된 사용자의 개인화된 정보 처리에는 성공적인 결과를 보여주고 있다.

하지만, 미래의 컴퓨팅 환경에 맞는 HCI(휴먼 컴퓨터 인터페이스) 기술은 시각, 청각, 촉각 등의 인간의 감각을 통한 직관적이고 물리적인 방식을 통한 누구나 쉽게 정보에 접근을 할 수 있게 하는 인간 중심적인 인터페

[†] 정 회 원 : 한국과학기술연구원 시스템부 선임연구원
laehyunk@kist.re.kr

^{**} 비 회 원 : 한국과학기술연구원 시스템부 연구원
hcho@kist.re.kr

^{***} 비 회 원 : 한국과학기술연구원 시스템부 책임연구원
sehyung@kist.re.kr

논문접수 : 2006년 5월 9일

심사완료 : 2007년 6월 13일

이스를 추구하고 있다. 특히, 촉각을 통한 정보의 직접적이고 물리적인 조작을 가능하도록 하는 기술인 TUI(Tangible User Interface)[1]가 많은 주목을 받고 있다.

본 논문은 테이블 형태의 디스플레이 상에서 디지털 정보를 쉽고 직관적으로 조작할 수 물리적인 도구(스마트 픽)들을 제공하는 새로운 사용자 인터페이스를 소개하고자 한다. 스마트 픽은 디지털화된 정보와 인간의 아날로그적인 접근 방식의 갭을 극복하기 위한 물리적이고 직관적인 정보 접근 방식을 제공하는 도구이고 테이블 기반의 디스플레이는 여러 명의 사용자가 공동으로 작업할 수 있는 환경을 제공할 수 있다. 그림 1은 두 명의 사용자가 스마트 픽 시스템을 이용해서 작업하는 것을 보여준다.

기존의 TUI 기술의 단점들을 보완한 스마트 픽 시스템의 장점은 다음과 같다.

- 스마트 픽은 물리적이고 직관적인 정보의 입력을 위해 실린더 형태의 회전입력과 버튼 입력을 구현하였고 이런 입력들을 감지하여 무선 Bluetooth로 PC에 전달한다.
- PDP 기반의 테이블 디스플레이는 프로젝터 방식에 비해 캘리브레이션이 필요없고 사용자의 손이나 몸에 화면이 프로젝션 되지 않으며, 일상 조명하에서도 선명한 화면을 볼 수 있다.
- 적외선 방식의 추적 시스템을 사용하여 테이블 디스플레이에 동시에 두 점의 터치를 감지할 수 있어서 다양한 응용에 적합하다.
- 스마트 픽 시스템을 인터넷 지도 검색 프로그램인 Google Earth의 인터페이스와 정보 키오스크에 적용하여 사용자가 정보를 직관적으로 검색할 수 있게 하였다.



그림 1 스마트픽 시스템

2. 기존 연구

기존의 컴퓨터 환경은 주로 마우스와 키보드를 이용

한 GUI(그래픽 유저 인터페이스)를 기반으로 하고 있다. 이런 방식에서는 사용자가 GUI의 사용 방법을 배워서 익숙해지는 시간이 필요하게 되고 직관성이 떨어진다. 또한 사용자가 한 사람으로 제한되어 있기 때문에 여러 명이 동시에 협업을 하는 데는 적합하지 않은 환경이다.

이런 단점을 극복하고 여러 명의 참여자가 동시에 컴퓨터 환경에서 협업을 할 수 있고 마우스나 키보드를 대신하여 물리적으로 정보에 접근하여 제어할 수 있는 TUI(Tangible User Interface) 기술이 등장하였다.

Hiroshi Ishii 교수가 이끄는 MIT미디어 랩의 Tangible 그룹은 이 분야에서 가장 활발한 활동을 펼치고 있다. 그는 디지털 정보를 직접 만지고 체험할 수 있는 물리적인 형태로 제공하는 Tangible Bits라는 개념을 제시하였다[2]. 이것을 통해 사람과 디지털 정보단위인 비트, 그리고 아날로그인 아톰 사이 즉, 물리적 공간과 사이버 공간의 경계를 없애는 것에 목적을 두고 있다. Tangible Bits의 구현 예로 metaDESK[3], mediaBlocks[4], 그리고 Sensetable[5] 등의 시스템을 통해 사용자가 직접 물리적으로 정보에 접근하고 조작할 수 있도록 하였다. 특히, Sensetable을 기반으로 도시계획이나 지리정보시스템(GIS)에 대한 적용, 전자회로 설계와 같은 실험 측면에서의 접근, 사업 프로세스와 IP 네트워크 구성과 같은 다이어그램 측면에서의 접근 등 많은 과제들을 연구하고 있다.

ToolStone[6]은 무선의 입력도구로써 도구 자체의 물리적인 조작, 즉 회전, 뒤집기, 기울기 등을 센싱할 수 있다. 이를 이용해서 줌기능, 3차원 회전, 그리고 가상 카메라 조절 같은 몇가지 인터랙션 기법을 제공하였다. 하지만, ToolStone은 데스크탑 환경에서 기존의 마우스를 대신하여 좀더 직관적인 입력을 제공하는 도구이다.

이러한 실감 인터페이스의 가장 기본적인 이슈는 물리적인 인터페이스를 통한 정보를 조작 시, 그 물리적인 도구들의 위치를 추적하는 기술과 적당한 디스플레이 기술에 관한 것이다.

기존의 시스템에서 위치를 추적하기 위해서는 컴퓨터 비전 기술을 이용하거나[3], Sensetable에서처럼 상용 시스템인 Wacom의 센싱 테블릿 시스템 등을 이용하여 물리적인 도구의 위치를 추적하였다. 하지만, 컴퓨터 비전 기술은 물리적인 도구를 이동시 느린 반응속도가 문제가 되었고 상용화된 센싱 테블릿을 사용할 경우는 스크린의 크기가 제한적이고 여러 개의 테블릿을 연결하여 사용할 때 그 연결 부위에서 보드간 상호 간섭으로 인한 갭이 발생하는 단점이 있다.

디스플레이 경우 대부분 프로젝터를 사용하여 스크린의 표면에 화면을 프로젝션하는 방식을 사용하였다[5].

이 경우는 사용자가 손을 이용해 정보 조작시 손 위에 화면이 투사되는 단점이 있다. 반대로 스크린 아래서 투사하는 방식은 스크린 아래 공간을 활용할 수 없다는 단점이 있다. 또한 프로젝터를 이용시 두 가지 경우 모두 선명한 화면을 얻기 위해 어두운 조명 환경이 요구되고 위치가 이동될 때마다 다시 캘리브레이션이 필요한 단점들이 있다.

3. 스마트픽 시스템

3.1 시스템 구조

스마트픽 시스템은 정보를 보여주고 물리적인 상호작용을 지원해 주는 50인치 PDP 디스플레이 장치, 직관적인 정보 조작을 위한 물리적인 도구인 스마트 픽, 스마트 픽의 절대적 위치를 추적하는 적외선 이미지 센서 시스템, 그리고 테이블 형태의 프레임으로 구성된다. 아래의 그림 2는 스마트 픽 시스템의 구성도를 보여준다. 디스플레이를 위해 테이블 형태의 프레임을 제작하여 그 프레임 위에 50인치 PDP를 고정하였다. 그 위에 적외선 센서 시스템을 설치하는 형태로 구성되었다. 스마트 픽은 PDP 표면에 놓고 사용자가 스마트픽을 움직이면 적외선 센서를 통해 위치가 추적된다. 이동성을 보장하기 위해 프레임의 다리에는 바퀴를 부착하였다.

그림 3에서 시스템의 정보 흐름을 보여준다. 메인 PC

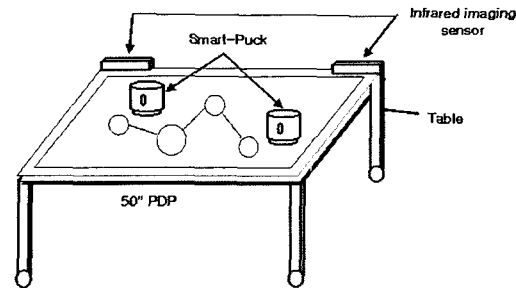


그림 2 스마트픽 시스템 구조도

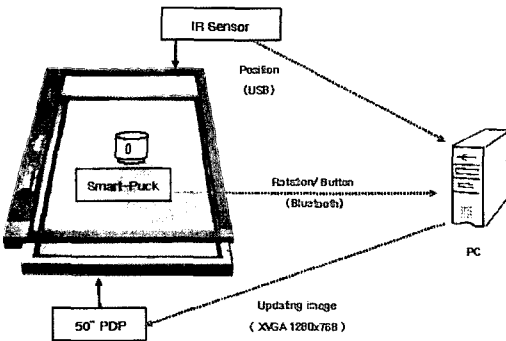
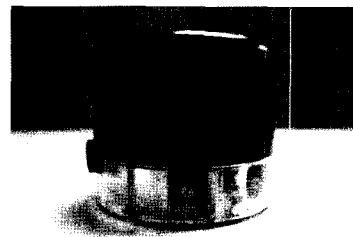


그림 3 정보 흐름도

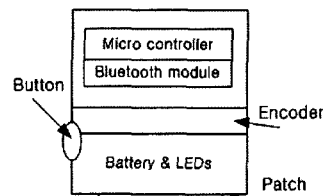
에서는 스마트 픽의 사용자에게 의한 상호작용, 즉 회전, 버튼, 그리고 위치 등의 정보가 필요하다. 회전이나 버튼 입력이 있으면, 스마트 픽 자체에서 이를 센싱하여 Bluetooth 무선 통신을 통해 PC에 전달한다. 스마트 픽의 위치는 USB로 PC와 연결된 XYFer적외선 센싱 장치[7]로부터 절대적인 위치 정보를 받는다. 메인 PC는 이러한 입력된 정보를 통해 사용자의 의도를 파악하여 해당되는 새로운 영상을 파이오니아 PDP 디스플레이 장치를 통해 사용자에게 제공한다. 이때 영상의 해상도는 XVGA(1280×768)이다.

3.2 스마트픽

스마트 픽은 그림 4에서처럼 실린더 모양의 입력 도구로써, 사용자의 물리적인 조작 즉, 회전과 버튼 입력을 감지하여 Bluetooth 무선 통신을 통해 PC에 전달한다. 회전 입력은 기존의 많은 전자제품에서 효과적으로 사용되고 있다. 예를 들면, 수동 카메라의 줌인, 줌아웃 기능, 비디오 플레이어의 조그셔틀 기능, 마우스의 스크롤 기능 등에서 볼 수 있다. 이러한 회전 입력은 사용자의 감각을 잘 반영할 수 있기 때문에 스마트 픽의 회전 기능을 통해 세밀한 조작이 가능하게 한다. 사용자가 회전부를 돌리면 엔코더가 회전 정도를 감지한다. 버튼 기능은 기존의 마우스에 버튼과 비슷한 역할을 할 수 있다. 선택을 하거나 모드를 바꾸거나, 시작과 끝을 알리는 기능 등에 사용된다. 스마트 픽의 상태를 알려주는 LED가 하단에 있어서 사용자가 쉽게 파악할 수 있다. 바닥에는 PDP와의 스크래치를 방지하기 위해 형광을 부착하였다.



(a) 스마트픽의 실제 이미지



(b) 스마트픽의 구조도

그림 4 스마트픽

스마트 픽을 PDP 위에 놓고 움직일 때 스마트 픽의 절대적인 위치를 알아야 한다. 이를 위해 테이블 프레임의 상단에 XYFer 적외선이미지 센서 시스템을 부착하여 동시에 두 점을 인식할 수 있도록 하였다.

4. 적용 예

개발된 스마트 픽 시스템을 적용한 두 가지 예를 다음과 같이 보여주고자 한다.

4.1 구글어스(Google Earth) 인터페이스

구글어스는 구글사에서 제공하며, 지구의 위성사진부터 도시의 도로와 작은 건물까지 연속적으로 탐색할 수 있는 인터넷 프로그램이다. 구글어스는 기본적으로 마우스와 키보드를 이용한 인터페이스를 사용하는데, 스마트 픽 시스템을 통해 이런 인터페이스를 대체하였다(그림 5). 이를 구현하기 위해 스마트픽에서 받은 입력을 해석하여 메시지를 통한 IPC(Inter-process communication)를 이용하여 구글어스 프로그램의 마우스 메시지로 전송하는 방식으로 구현하였다.

기본적인 조작인 화면 이동은 시작 위치에 스마트픽을 놓고 버튼을 누른 상태로 스마트픽을 움직이면 화면이 움직인 경로를 따라 이동하게 된다. 지리 정보의 자세한 정도를 조절할 수 있는 줌인과 줌아웃 기능은 스마트픽의 시계방향/반시계방향의 회전입력을 이용하여 구현된다. 또한 기울임(tilt) 정도 변환과 회전(rotation) 이동도 각각 픽의 드래그와 회전입력을 이용한 인터페이스를 제공하며, 스크린 왼쪽 부분의 메뉴 버튼을 통해 구글어스가 제공하는 다양한 화면 보기 모드를 변경할 수 있다. 또한 적외선 센싱 시스템을 이용하여 동시에 두 점 인식이 가능하므로 픽을 옮기지 않고도 다른쪽 손가락으로 왼쪽의 메뉴 버튼을 누름으로써 자연스런 인터페이스를 제공한다.

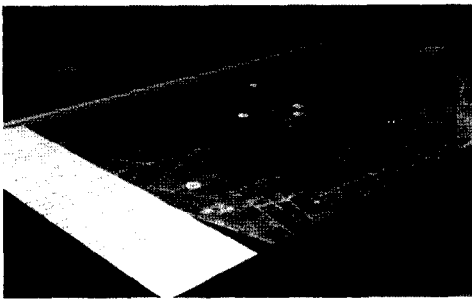


그림 5 구글어스의 인터페이스로 사용

4.2 정보 키오스크(Information Kiosk)

공공시설이나 대형서점 같은 곳에 설치되어 행정 절차, 시설물 이용방법 등의 정보를 제공하는 키오스크를

많이 볼 수 있다. 본 스마트 픽 시스템을 본 연구센터의 연구분야에 대한 정보를 제공하는 키오스크에 적용하여 두 점 인식 및 회전 인터페이스를 통해 직관적인 인터페이스를 구성하였다.

그림 6에서 스크린 왼쪽 부분에 회전 메뉴를 두어 사용자가 스마트 픽을 회전 시키면 회전 방향과 정도에 따라 해당하는 정보가 선택되고 오른쪽 부분에 관련 정보가 스크린에 보여진다. 이때 회전 메뉴는 스마트 픽을 화면상의 특정 영역에 옮기면 활성화된다(그림 7(a)). 또한 동영상 재생을 위한 선택이나 상세 정보 선택을 정밀하게 하기 위한 방법으로 선택적으로 픽에서 일정 거리 위쪽으로 떨어져 픽을 따라다니는 보조커서를 들 수 있다(그림 7(b)).

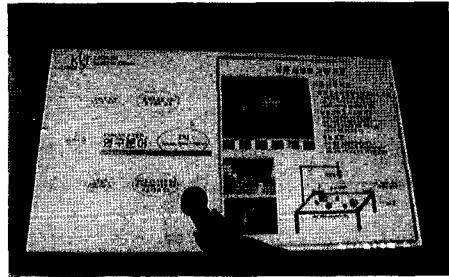
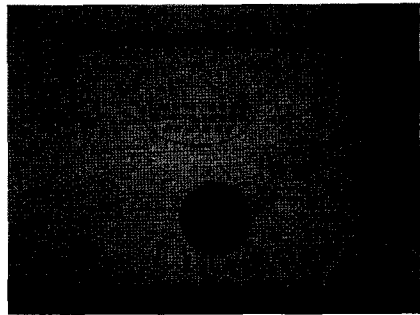
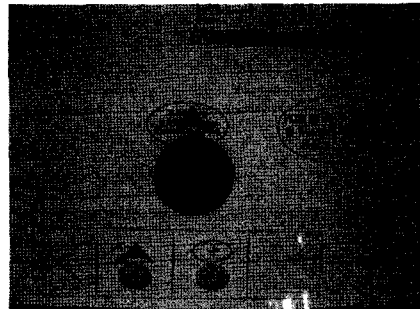


그림 6 스마트 픽 시스템 기반의 정보 키오스크



(a)



(b)

그림 7 스마트 픽을 통한 인터렉션

7. 결론

본 논문에서는 기존의 모니터, 마우스, 그리고 키보드로 구성된 데스크 탑 인터페이스를 넘어서 물리적이고 직관적인 인터페이스를 제공하는 스마트 픽 시스템을 소개하였다. 이 시스템은 기존의 TUI의 단점인 프로젝션 방식의 디스플레이를 대체한 PDP기반의 테이블 디스플레이, 효과적인 물리적 입력 도구인 스마트 픽, 그리고 센싱 시스템으로 구성되었다. 스마트 픽은 사용자의 직관적인 입력인 회전, 이동, 버튼 등을 통해 정보를 직접 조작할 수 있다. 이러한 시스템의 활용 예로써 구글어스 프로그램에 효과적인 인터페이스로 사용하였고 다양한 정보 키오스크에 적용 가능성을 보여주었다.

앞으로 현재의 스마트 픽 시스템을 보완하여 스마트 픽을 통한 입력뿐만 아니라 시각, 청각, 촉각을 통한 정보의 피드백을 제공하는 기능을 추가하고자 한다. 또한 스마트 픽 시스템이 정보의 특성을 물리적인 변수로 변환하여 보다 직관적인 인터페이스로 다양한 응용에(예를 들면, GIS 기반의 도시 계획, 3차원 엔지니어링 모델의 어셈블리 등) 사용될 수 있음을 보여주고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] Brygg Ullmer, Hiroshi Ishii, "Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces," In Human-Computer Interaction in the New Meillenum, Addison-Wesley, August 2001, pp. 579-601
- [2] Hiroshi Ishii, Brygg Ullmer, "Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms," In proceedings of CHI'97, pp. 234-241.
- [3] Ullmer, B. and Ishii, H., "The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces," in Proceedings of Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '97), pp. 223-232.
- [4] Ullmer, B., and Ishii, H., "mediaBlocks: Tangible Interfaces for Online Media (video)," in Extended Abstracts of Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '99, pp. 31-32.
- [5] Patten, J., Ishii, H., Hines, J., Pangaro, G., "Sensetable: A Wireless Object Tracking Platform for Tangible User Interfaces," in CHI'01, pp. 253-260.
- [6] Jun Rekimoto and Eduardo Sciammarella, "Tool-Stone: Effective Use of the Physical Manipulation Vocabularies of Input Devices," Proc. of UIST 2000.
- [7] XYFer system, <http://www.e-it.co.jp>



김 래 현

1994년 한양대학교 금속공학과 학사. 1996년 연세대학교 전산학과 석사. 2003년 University of Southern California, 전산학과 박사. 1996년~1999년 한국과학기술연구원(KIST) 위촉 연구원. 2003년~현재 한국과학기술연구원(KIST) 선임 연구원. 관심분야는 햅틱스(Haptics), 컴퓨터 그래픽스(computer graphics), 인간-컴퓨터 인터랙션(HCI - Human computer interaction), 가상 현실(Virtual Reality)



조 현 철

2003년 고려대학교 컴퓨터학과 학사. 2005년 고려대학교 컴퓨터학과 석사. 2005년~현재 한국과학기술연구원(KIST) 연구원. 관심분야는 인간-컴퓨터 인터랙션(HCI - Human computer interaction), 컴퓨터그래픽스(Computer Graphics)



박 세 형

1977년 서울대학교 기계설계학과 학사. 1984년 Cornell 대학교 기계공학과 석사. 1992년 KIAST 정밀기계과 박사. 1980년~현재 한국과학기술연구원(KIST) 연구원, 선임연구원, 책임연구원. 관심분야는 형상설계(Geometric modeling), 인간-컴퓨터 인터랙션(HCI - Human computer interaction), 역설계(Reverse Engineering), NC 프로그래밍(NC Programming)