

어린이용 TUI(tangible user interface) 디자인 활용에 관한 연구

A Study of the application of the TUI(tangible user interface)
Design for children

주저자: 최재희 (Choi, Jae Hee)

한성 대학교

논문요약

Abstract

I. 서론

1. 연구 목적 및 중요성
2. 연구 방법과 범위

II. 이론적 배경

1. 편제적 컴퓨팅
2. 인터페이스의 개념

III. TUI(Tangible User Interface)의 고찰

1. TUI의 개념과 특징
2. Tangible에 대한 이해
3. TUI와 GUI(Graphical User Interface)의 비교

IV. 어린이를 대상으로 하는 TUI 디자인

1. 어린이용 인터페이스 디자인
2. 유비쿼터스 환경의 어린이용 TUI디자인

V. 어린이용 TUI 퍼즐 디자인 제안

1. 어린이용 TUI 디자인 사례분석
2. 어린이용 TUI 퍼즐디자인제안에 관한 설문조사
3. 분석 결과 및 해석

VI. 결론

참고문헌

(Keyword)

Ubiquitous computing, TUI(Tangible User Interface), GUI(Graphical User Interface)

논문요약

본 논문에서는 유비쿼터스 시대에 도래하면서 나타나는 컴퓨터의 큰 특징 중 우리가 의식하지 못하는 사이에 우리의 모든 사물과 환경이 컴퓨터화 되는 편제적 컴퓨팅에서 변해가는 인터페이스의 특징과 그 활용방안에 대해 연구하고자 한다.

편제적 컴퓨팅환경이 되면서 기존의 데스크탑 형태의 편평한 사각형의 디스플레이에서 활용되었던 GUI(Graphic User Interface)는 더 이상 발전하지 못할 것이다. 그 대안이 되는 새로운 인터페이스 TUI(Tangible User Interface)의 가장 큰 특징은 ‘만지는 인터페이스’이다. TUI는 표현과 조작 두 가지를 다할 수 있는 인공물(artifacts)을 사용해 디지털 정보에 물리적 형태를 부여 한다. 컴퓨터 안에 갇혀 있는 정보가 아닌 일상생활에서 눈에 보이고 만질 수 있고 들을 수 있는 생활의 일부로 받아들이는 인터페이스인 것이다.

어린이를 대상으로 하는 TUI디자인 활용사례분석과 설문조사분석을 보면 노인, 어린이, 장애인조차 쉽게 사용할 수 있는 컴퓨터가 되어야 한다는 유비쿼터스의 개념과 같이 사용이 매우 쉽다는 것을 알 수 있다. 또한 그 모양은 오히려 전자공간이전의 물리적 공간의 모양을 따르는 것을 알 수 있다. 그것은 TUI 디자인이 직관적이며 경험디자인에 기초를 두고 있음을 알고 있다.

새로운 인터페이스인 TUI는 아직 많이 알려지지 않고 개발단계이지만 앞으로 관련 산업, 기술, 제품, 디자인의 위상을 변화시키고 유비쿼터스 문화의 새로운 요소로 자리매김을 할 것이다. 특히 어린이 관련 분야에서는 교육과 놀이, 음악, 미술등 분야를 굳이 나누지 않더라도 통합적인 목적으로 지정된 시간에 많은 효과를 보리라 예측 한다.

Abstract

One of critical tasks in ubiquitous computing is providing interface optimized to users. In current digital environment, computers are exposed outside but in ubiquitous environment they will lose their visible forms and disappear from sight. This

suggests that computers will be implanted into everything even into clothing and food. These days we are using computers mostly through Microsoft Windows and its GUI (graphical user interface). GUI is not sufficient to comprehend the abundance of human senses and techniques that people develop through interaction with the real world during their life. A representative example is TUI (tangible user interface). The purpose of TUI is to apply human senses and motions, which people have developed in their real life for a long time, to interface. TUI is expected to augment the real physical world by integrating real things and environment around us with digital information. Approach to TUI should be preceded by the understanding of changes in computing, and such changes should be reflected. TUI is new digital interface that will upgrade the importance of relevant industries, technologies and products and be settled as a new element of ubiquitous culture.

I. 서론

1. 연구목적 및 중요성

새로운 인터페이스에 대한 연구에 대한 관심은 나날이 증대되고 있으며 이러한 관심의 변화가 앞으로의 인터페이스에 커다란 변화를 가져올 것이다. 본 논문에서는 기술적인 측면에서 이루어지고 있는 새로운 HCI의 연구경향을 디자인 관점에서 보다 인간의 능력과 경험을 인터페이스 디자인에 반영할 수 있는 개발을 주요 목적으로 한다. 디지털정보와의 상호작용은 이제 대부분 GUI에 국한되어있다. 우리들은 다양한 유비쿼터스 GUI도구들에 의하여 둘러싸여 있는데, 예를 들어 그러한 도구들은 개인용 컴퓨터, 손에 잡히는 컴퓨터, 그리고 핸드폰 등의 바로 그것이다.. GUI는 스크린, 윈도우, 마우스 그리고 키보드에 고정되어있으며 이러한 GUI는 실제 세상에서 일어나는 상호작용의 방법과는 철저히 분리되어있다. 우리들이 GUI세상과 상호작용을 할 때, 우리들은 우리들이 여러 종류의 물리적인 대상물들을 조정하기위한 우리의 기술들, 즉 빌딩블록을 손으로 쌓는 것이나, 또

는 진흙으로 모델들을 만든다든지 하는 능력들을 활용할 수 없게 된다. 문자 인터페이스(CUI)와 그림 인터페이스(GUI)에 이어 이른바 ‘만지고 느낄 수 있는’ 인터페이스가 보편화될 날이 머지않았다. TUI는 그러한 촉각적인 상호작용의 기술들을 활용하기 위한 것으로 그 목적으로 하고 있으며, 이러한 부분이 GUI와 대비되는 중요한 서로 다른 접근방법이라고 할 수 있다. TUI의 중요한 아이디어는 디지털정보에 물리적인 형태를 부여 하는 것이라고 할 수 있다.

2. 연구방법과 범위

연구방법에 대해서는 문헌 연구를 통해 HCI의 새롭게 등장하고 있는 편제적 컴퓨팅과 인터페이스에 대한 이해와 현재 산발적으로 일어나고 있는 TUI에 대한 연구에 대해 이해한다. TUI에 대한 연구는 아직 실용화되지 않은 연구진행인 단계로 정형화된 문헌보다는 각 연구소의 프로젝트위주의 결과보고서, 논문위주로 TUI에 대한 연구 방법이 이루어진다. TUI를 구성하고 있는 Tangible을 다각적인 관점에서 분석해 보고 앞으로의 가능성을 살펴본다. 유비쿼터스의 개념에 맞춰 누구나 쉽게 쓰고 있는지 조차 못 느끼는 컴퓨팅의 개념으로 대상을 어린이로 하는 TUI 디자인 활용에 대해 사례로 분석해 본다. 어린 이용 TUI 퍼즐 제안에 대해서는 물리적 공간의 퍼즐과 전자공간의 퍼즐 사용에 관한 설문분석으로 유비쿼터스 시대의 TUI적합성에 대해 예측 한다.

II. 이론적 배경

1. 편제적 컴퓨팅

현재의 작업환경은 컴퓨터 중심의 환경이라서 사용자들이 컴퓨터를 이용할 때 작업하려는 일보다는 컴퓨터가 중심이 된다. 컴퓨터 자체가 도구가 아니라 목적이 되어버리는 것이다. ‘유비쿼터스 컴퓨팅’이라는 말을 처음 사용한 제록스 연구소(XEROX, Palo Alto Research Center)의 마크 와이저(Max Weiser)¹⁾의 원문에 의하면 이때까지의 컴퓨터 환경은 우리가 일하는 환경을 흉내 내어 사람들에게 친숙함을 제공하려고 했다면 다음세대의 컴퓨터 환경은 실제작업

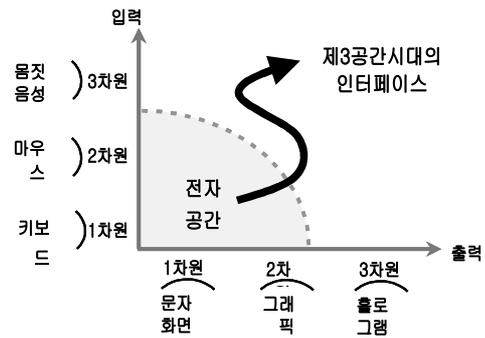
1) Mark Weiser, The Origins of Ubiquitous Computing, IBM Systems Journal, VOL 38, NO 4, 1999, p693-p696

환경에 컴퓨터가 숨겨져 있어야 한다. 와이저에 의하면 유비쿼터스 컴퓨팅의 두 가지의 특징 중 하나는 사방 어디에나 널려 있다(Ubiquity)는 것과 보이지 않는다(Transparency)라는 것이다. 사방에 널려있으면서 보이지 않는다는 뜻은 사용자가 컴퓨터의 존재를 인식하지 못 한다는 것이다. 데스크 탑 형태의 개인 소유의 컴퓨터들은 없어지고, 책상에 문에 방에, 그리고 모든 건물에 컴퓨터가 숨어서, 우리 눈앞에는 컴퓨터들이 보이지 않지만 실제로 우리는 컴퓨터에 둘러싸여 산다는 것이다.²⁾ 과거의 컴퓨팅기술은 화려하게 드러나는 것이었다면 미래의 컴퓨팅 기술은 조용히 숨는 형식이 될 것이라는 것이다 이것을 편재적 컴퓨팅(Ubiquitous Computing 또는 calm technology)의 시대³⁾라고 한다

2. 인터페이스의 개념

멀티미디어에서의 인터페이스를 설명하면 인터페이스란 인간과 컴퓨터사이의 경계, 혹은 상기 인터랙션이 이루어지는 접점을 의미한다. 일반적인 시스템 이론에 의하면 이 경계는 한 시스템이 끝나는 지점을 의미하며, 동시에 그 시스템과 주변 환경이 커뮤니케이션하는 매개역할 장소로 정의될 수 있다. 즉, 인터페이스란 두 시스템간의 인터랙션이 일어나는 접점이라고 할 수 있는 것이다. 인지 심리학자인 도널드 노먼(Donald A. Norman)은 잘 디자인 된 인터페이스가 도구의 사용방법을 사용자가 쉽게 이해하고 사용할 수 있도록 도와주는 도구의 가장 중요한 부분이라고 설명하고 있다.⁴⁾ 유비쿼터스 시대의 인터페이스는 과거와 비교할 수 없을 정도로 복잡하다. 인터페이스의 주체가 사람을 넘어 사물까지 포함하기 때문이다. 인간과 사물 모두가 살아있는 인터페이스의 주체가 된다. 사람과 컴퓨터의 인터페이스는 물론이고 사람과 사물간의 인터페이스(HTI:Human Thing Interface)도 중요해진다. 사물들도 직접 컴퓨터에 접근해(TCI:Thing Computer Interface) 필요한 정보를 요청한다. 특히 유비쿼터스 시대는 2차원을 넘어 3차원의 인터페이스를 요구한다. 따라서 유비쿼터스 기능의 입력 장치는 공간을 떠도는 음성뿐 아니라 허공을 가르는 몸짓까지도 포착해야 한

다. 커다란 몸짓만이 아니라 미세한 눈동자의 움직임도 포착한다. 이들은 2차원 평면이 아닌 3차원 공간과 4차원의 시공간 속에 존재하는 신호들이다.유비쿼터스 세상을 구현하려면 전자공간과 물리공간의 모든 기기와 사물들을 새로운 인터페이스로 연결해야 한다. 지금의 인터넷이 네트워크와 네트워크의 연결이라면, 유비쿼터스 시대의 매개체는 물리공간과 가상공간을 연결하는 인터-스페이스(inter-space)다



[그림 1] 인터페이스의 공간적 진화⁵⁾

III. TUI(Tangible User Interface)의 고찰

1. TUI의 개념과 특징

텐저블 인터페이스는 물리적 표현(예, 입체적으로 조작할 수 있는 물리적 물체)과 디지털 표현(예, 그래픽, 오디오)을 결합하여 만들어지는 것으로서, 컴퓨터에 의해 매개(mediate)되지만 일반적으로 그 자체가 '컴퓨터'로 인식되지 않는 사용자 인터페이스를 일컫는다. 텐저블 인터페이스(Tangible Interface)는 MIT MediaLab의 히로시 이시이(Hiroshi Ishii)가 '만지는 인터페이스'라는 개념을 개발했다. 촉각적 비트'(Tangible bit)의 목적은 디지털 정보를 접촉적으로 만들어 가상공간과 현실 공간상의 사이에 다리를 놓는 것이다.

실체적 인터페이스(Tangible Interface)는 국내에서는 '촉각적 인터페이스'⁶⁾라고 번역 되었다. 그러나 텍츄

2) <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>

3) B. Baxton, Ubiquitous Media and Active Office, Perspective article for ACM Interactions, 1995

4) Donald A. Norman, The Design of Everyday The Design of Everyday Things, Double day New York, 1988

5) 하원규, 김동환, 최남희 공저, 유비쿼터스 컴퓨팅과 제3공간의 기술 p149

6) 이태일, 촉각적 사용자 상호작용을 이용한 별자리 교육 시스템 개발 연구, HCI 2001

얼 인터페이스(Tactual User Interface)와 텍타일 인터페이스(Tactile Interface)도 '촉각적 인터페이스'로 번역되어 사용되고 있으며, 'Haptic'이라는 단어 역시 촉각이라는 뜻이어서 햅틱 인터페이스(Haptic Interface)와도 그 구분이 명확치 않다. 또한 실체적 인터페이스를 '촉각적 인터페이스'로 보는 것은 실체적 인터페이스가 다양한 물리적 객체를 입력 장치로 활용하는 한 측면만을 강조하게 됨으로써 실체적 인터페이스의 정확한 개념을 축소시키게 될 여지가 있다.

2. Tangible에 대한 이해

편제적 컴퓨팅의 개념으로 시작된 새로운 HCI의 연구는 실체적 인터페이스로 구체화된 연구로 진행되고 있다. 이러한 새로운 흐름에 대해서 페러다임이라 일컫는 것은 이것이 단순히 제어방법에 변화를 추구하는 것이 아니며 그 때문에 만지는 인터페이스(Graspable UI)와 구별된다. 만지는 인터페이스는 입력방법에 있어서 마우스뿐만 아니라 여러 종류의 객체를 제어함으로써 보다 다양한 제어를 가능하게 하였으며 이러한 가능성이 실체적 인터페이스의 근본을 이루고 있다. 그러나 보다 근실체적 인터페이스의 특성은 여기에서 물리적으로 구체화된 객체의 역할로서 사용성 이상의 컴퓨팅의 본질적인 개념에 대한 구체화라고 볼 수 있다. 실체적 인터페이스는 환경미디어와 만져지는 미디어를 새로운 시스템 개발에 도입한다. 그래서 TUI시스템이 발생시키는 소리, 바람, 향기, 등 환경미디어의 변화로 정보를 전달 받을 수 있으며 사용자는 손으로 만져지는 미디어로 입력을 할 수 있다. 이처럼 TUI시스템은 인간의 다양한 지각능력과 운동능력을 사용자와 시스템간의 인터렉션에 반영하고자 개발되며 그 때문에 다양한 구성요소들이 결합하여 시스템을 이루게 된다. 구성요소들은 사용자의 운동을 시스템에 입력할 수 있도록 해석하는 역할을 하고 시스템이 사용자에게 전달하려고 하는 정보를 보여준다. 이러한 시스템의 구성요소가 되는 물리적 객체를 텐저블즈(Tangibles)⁷⁾ 라고 한다.

7) "tangibles"이라는 용어는 LogJam video logging과 TooTown audio conferencing systems의 개발 연구에서 사용되었다. TUI 시스템을 이루는 실체화된 객체를 일반적 개념과 구분하기 위해 명사화시켜 새롭게 만든 단어로 본 논문에서는 고유명사로 보고 그대로 인용한다. (참고 : J.Cohen, M.Withgott, and P.

텐저블즈는 실체적 인터페이스의 핵심이며 실체적 인터페이스의 특성의 근본이 된다. 텐저블즈는 시스템 구성에 있어서 입력장치로서만 분류 할 수 없으며 그 형태도 손에 잡히는 작은 사물에서 공간에 이르기까지 다양하다.

실체적 인터페이스에 대한 연구가 현재 지속적으로 진행되고 있어 그 범위와 가능성에 대해서 단정적으로 제한 할 수 없으며 이에 따라 텐저블즈에 대한 가능성 및 범위 역시 아직은 한정할 수 없다.

3. TUI와 GUI(Graphical User Interface)의 비교

GUI는 정보를 비트로 지도화 된 화면상위에 픽셀로 나타내어진다. 그러한 그래픽적인 표현들은 통상적인 리모트컨트롤들로서 조정되며, 마우스와 키보드가 그러한 컨트롤러의 예들이다. 이러한 방법으로 입력도 구로부터 픽셀들이 흡수되면서, GUI는 그래픽적으로 여러 종류의 매체들을 모방하기위한 순응성을 제공하게 된다. 그래픽적인 표현들과 보고, 지적하고, 클릭하는' 상호작용들을 통하여 GUI는 그 전시대에 사용되었던, 사용자가 문자들을 기억하고 타이핑을 처야만 작동되었던CUI(Character User Interface)에 비해 아주 중요한 진보를 이루게 되었다. CUI에서는 응용 프로그램을 가동하기 위해서도 해당 소프트웨어의 이름을 직접 입력해야 했는데 이런 문자 투성이의 인터페이스를 CUI(Character User Interface)라고 한다. 참고로 캐릭터란 '문자'를 의미하는 영문이다. 키보드로 입력하는 문자로 컴퓨터와 대화하는 것이 CUI이지만, 컴퓨터는 융통성이 전혀 없는 기계이므로 명령이 단 한 글자라도 틀렸다면 금방 에러 메시지를 내놓았다. 따라서 컴퓨터를 사용하기 위해서는 먼저 메뉴얼을 철저히 마스터하고 기억해 두지 않으면 안 되었고 그에 따라 CUI에 기초한 OS는 숙련자에게는 대단히 사용하기 편한 것이었지만 초보자들에게는 전혀 어떻게 만져 볼 수도 없는 괴물로 비치게 되었다.

그 후 사용자들의 불편함이 대두되자 텍스트 위주의 화면이 아닌 그래픽을 사용하여 구현하게 되었는데 이것이 GUI(Graphic User Interface)이다. GUI의 시초라고 하면 Windows 시리즈가 되겠다. 그 후 오늘

Piemot, LogJam: A Tangible Multi-Person Interface for Video Logging, Proceedings of CHI99, 1999)

날의 대부분의 운영체제는 그래픽 사용자 인터페이스를 지원한다. 그러나 GUI스크린상위에 위치한 픽셀들과의 상호작용은 우리가 살고 있는, 우리를 둘러싼 물리적인 환경과 우리가 상호작용하는 것과는 모순된 측면이 있었다. GUI는 스크린, 윈도우, 마우스 그리고 키보드에 고정되어있으며 이러한 GUI는 실제

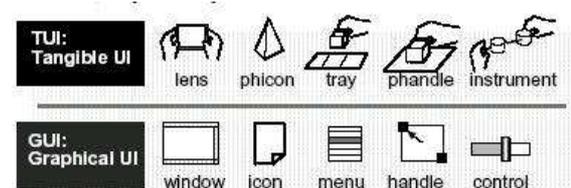
‘만지고 느낄 수 있는’ 인터페이스가 보편화될 날이 머지않았다. TUI는 그러한 촉각적인 상호작용의 기술들을 활용하기 위한 것으로 그 목적으로 하고 있으며, 이러한 부분이 GUI와 대비되는 중요한 서로 다른 접근방법이라고 할 수 있다. TUI의 중요한 아이디어는 디지털정보에 물리적인 형태를 부여 하는 것이라고 할 수 있다.

TUI는 현재의 GUI패러다임을 대체할 수 있는 대안이다. 즉, 마크 와이저가 추구하는 유비쿼터스 컴퓨팅(디지털기술들을 조립해서 물리적인 환경들의 구조로 들어가게 한다거나, 또는 그것을 보이지 않게 만드는 것)을 실현시킬 수 있는 새로운 방법으로 보여주고 있다. 픽셀들을 서로 다른 인터페이스의 집합체로 접목시키는 대신에 TUI는 실제적인, 만져서 알 수 있는, 구체적인 물리적 형태들, 즉 사용자의 물리적환경 안으로 이음새 없이 들어맞는 형태들을 사용한다. 즉, 물리적으로 현재 대중화 되어 있고 구현된 많은 은유적인 도구들(윈도우, 아이콘, 핸들)로부터 실제세상으로 다시금 되돌아오려고 노력하고 있다.

	CUI (Character User Interface)	GUI (Graphic User Interface)	TUI (Tangible User Interface)
발생시기	1970년대	1980년대	2000년대
표현 인터페이스	문자	그림	시각, 청각, 촉각, 환경미디어
방법			
대표적 예	IBM 환경의 MS-DOS	맥켄토시/Window	유비쿼터스 환경의 편재적 컴퓨팅
사용 컴퓨터	개인용 컴퓨터	개인용 컴퓨터, PDA, 핸드폰	모든 사물이나 단순화된 피콘
	 	 	 
사용 환경			
	지정된 공간	컴퓨터의 소형화로 휴대가 쉽다.	주변환경들이 이미 컴퓨터화 되어서 나의 욕구를 충족시킨다.

[표1] GUI와 TUI의 시스템 특징 (필자정리)

세상에서 일어나는 상호작용의 방법과는 철저하게 분리되어있다. 우리들이 GUI세상과 상호작용을 할 때, 우리들은 우리들이 여러 종류의 물리적인 대상물들을 조정하기위한 우리의 기술들, 즉 빌딩블록을 손으로 쌓는 것이나, 또는 진흙으로 모델들을 만든다든지 하는 능력들을 활용할 수 없게 된다. 문자 인터페이스(CUI)와 그림 인터페이스(GUI)에 이어 이른바



[그림 2] TUI에서 GUI 요소들이 실질적으로 설명되는 예들⁸⁾ (서로 대비되는 모습들)

[그림2]는 실제적인 사용자 인터페이스 내에 위치한 윈도우, 아이콘 그리고 핸들등과 같은 GUI요소들의 실제적인 서술의 샘플들에 대해 설명하고 있다. 이것은 촉각적인 상호작용을 가능케 해주는 역할을 하고 액티브렌즈를 통해 3차원적 형상을 볼 수 있음을 의미한다. 예를 들어, 액티브렌즈(팔에 의해 접히는 편평한 판넬 디스플레이)는 실질적으로 윈도우를 설명하는 대응품으로 위치영역을 설정할 수 있다. 아이콘은 “피콘⁹⁾”으로 오브젝트를 들거나 놓거나 했을 시

8) The metaDESK:Models and Prototypes for Tangible User Interfaces, Brygg Ullmer and Hiroshi Ishii, Published in the Proceedings of UIST '97, October 14-17, 1997
9) GUI에서 아이콘이 TUI에서는 만질 수 있는 실제적인 아이콘으로 쓰고 있다.

그 대상을 인식한다. 메뉴는 트레이로 분할된 영역에 오브젝트가 왔을 때 인식하고 핸들은 팬들로 (Phandle) 영역에 오브젝트의 위치변화가 왔을 시 인식하며 컨트롤은 인스트로먼트(Instrument)로 물리적 객체들 사이의 거리를 인식 한다

IV. 어린이를 대상으로 하는 TUI 디자인

1. 어린이용 인터페이스 디자인

사용자 중심의 디자인, 사용자 참여적 디자인, 컨텍스트(context-based) 기반의 디자인이라는 오늘날의 디자인 패러다임 속에서 어린이를 위한 인터페이스는 사용자 또는 고객으로서 낮게 인식돼 온 어린이의 가치와 ‘어린이는 항상 배우고 어른은 항상 가르친다’는 사회적 편견 때문에 그다지 주목을 받지 못하였다. 그러나 1990년대 이후 아동시장의 성장과 더불어 구매 잠재력에 대한 인식이 확산되면서 이들을 대상으로 하는 많은 제품이 소개 되었고 어린이의 요구를 파악하는 방법들과 인터페이스를 객관적으로 평가하기 위한 지침들이 개발되었다.¹⁰⁾ 하지만 이들 가운데 상당수는 단순히 성인을 대상으로 하는 방법들을 그대로 또는 약간만 수정을 통해 적용 하는데 그치고 있어 아이들을 충분히 이해하고 콘텐츠의 효용을 극대화 할 수 있는 새로운 디자인 방법론의 필요성이 제기되고 있다. 뿐만 아니라, 기술 지향적 사회에서 아이들로 하여금 새로운 기술을 일찍부터 접하고 이해하게 하는 노력을 충분히 보상받을 만한 가치가 있는 것으로 기술과 사용자의 만남을 인터페이스를 통해 앞당길 때 얻을 수 있는 효과는 매우 크다.

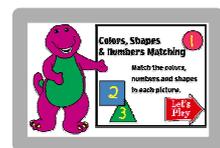
2. 유비쿼터스 환경의 어린이용 TUI 디자인

기술의 인터랙션을 TUI를 이용하여 해결하는 것은 특히 어린나이의 사용자인 경우 더욱 효과적이다. 어린이가 생각하고 조작할 수 있는 능력을 감안하여 인터페이스를 디자인 한다고 생각해 보자. 정보를 표현하는 것부터가 상당한 도전이다. 어린이 사용자는 집중 할 수 있는 시간이 짧고 문장을 정확하게 파악하지 못하는 경우가 많다. 또는 사회적 경험이 적기

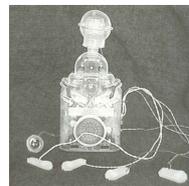
때문에 자기가 알고 있는 범위에서만 생각하기 쉽다. 노랑색 혹은 빨강색이 위험을 뜻한다는 의미를 이해하지 못할 수도 있다. 입력할 때에도 어린이는 세심한 조작을 하기에는 아직 미숙하기만 하다. 전형적인 인터페이스 디자인에서는 사용자가 다양하고 심각한 장애가 발생하더라도 매뉴얼 이라는 도구를 이용해 해결해 나갈 수 있도록 한다. 그러나 어린이는 신체적, 정신적 능력의 모자란 부분을 차츰 사회적인 경험으로 학습해 나간다. 또한 이전에 한번 본 새로운 행동을 모방하려 한다(Muir and Nadel 1998). 다른 사람들의 사회적인 행동을 흉내 내면서 어린이는 기술적인 인터랙션을 할 수 있는 능력을 갖추게 된다. 이것을 통해 어린이 사용자는 기존의 어른들이 사용하는 것과는 다르지만 일종의 기술적인 인터페이스를 다룰 수 있다. 어린이들이 컴퓨터를 대할 때 컴퓨터 화면의 클릭만으로는 생동감 있고 사실적인 느낌을 받지 못한다. 컴퓨터화면은 사용자와 인터랙션 사이에서 인터페이스의 호소력을 제한하는 추상적이고 임의적인 ‘벽’과 같다. 어린이 사용자의 경우 아직 모든 것이 생소하고 잘 파악하지 못하기 때문에 화면상의 간접적인 인터랙션은 이런 상황에서 특히 어려울 수 있다. 그런 면에서 인형과 같이 끌어안고 만질 수 있는 TUI를 이용하는 것이 어린이 사용자에게 더 도움이 된다.



1. 물리적 공간의 바니인형



2. 전자공간의 바니인형



3. 유비쿼터스 공간의 바니인형이 되기전 인터페이스를 부여받지 못한 바니



4. 유비쿼터스 공간의 바니인형

[그림 3] 물리적 공간, 전자공간, 유비쿼터스공간에서의 바니인형의 인터페이스¹¹⁾

10) J. Mc Neal(이동철, 강명주 역), 키즈 마케팅, 세종서적, 1998, pp.19-20

이런 물리적인 인터페이스는 어떤 역할을 할까? 가장 분명한 것은 크기와 실제감이 있다는 것이다. PC 화면상의 조그만 캐릭터와는 달리 인형과 같은 물리적인 인터페이스는 만질 수 있기 때문에 더 실감난다. 물리적 인터페이스 인형은 내장된 스피커로 어린이에게 말도 걸 수 있다. 조금이라도 움직이면 어린이는 주의를 기울이게 되고 확실한 인터페이스가 형성되는 것이다. 화면으로 만나는 인형의 캐릭터는 딱딱한 컴퓨터 모니터 속에 갇혀 있는 반면 이 물리적 인터페이스 인형은 보고 듣고 만질 수도 있다. 예를 들면 [그림4]은 마이크로소프트사의 맥티메이즈 바니(ActiMates Barney)의 '몸체'이다. 내구성 있는 플라스틱 외관 속에는 스피커, 회로보드, 그리고 ROM칩이 내장되어 있다. 그리고 ROM칩이 내장되어 있다. 미리 녹음된 합성음들로 인터랙션하며 어깨와 목 부분에 있는 모터로 간단하게 움직이거나 동작을 취할 수 있다. 그림 밑부분에 보이는 선으로 연결된 센서들로 어린이는 바니인형에 입력하고 바니인형은 말을 하거나 행동하면서 이것에 반응한다. 하지만 [그림4]와 같은 기계적인 모습을 봤을때 어린이 혹은 누구라도 이것이 뭔가 할것 같다는 생각을 하기는 힘들다. 하지만 보송보송한 털옷을 입히자 [그림4]와같이 어디선가 많이 보던 공룡인형이 되었다. 텔레비전에서 흔히 보던 캐릭터와 모습이 유사한 캐릭터 인터페이스를 만나면 어린이들은 가지고 놀기 전이라도 이 인형이 뭔가 말하고 움직이게 될 것이라는 기대를 하게 된다.

이 바니인형의 예는 유비쿼터스 환경과도 밀접한 관계가 있다. 유비쿼터스의 기본개념 중 어디에나 널리 퍼져있다는 편재적 환경의 관점에서 보면 어린이들이 사용하는 사소한 장난감조차 컴퓨터화(지능화)되어서 모든 사물의 컴퓨터화 라는 개념을 같이 하고 있고, 또한 보이지 않고 투명하다는 두 번째 유비쿼터스의 기본개념은 컴퓨터 본연의 모습은 보이지 않지만 물리적인 인터페이스로 대신하는TUI를 씌으로써 훨씬 더 쉽고 편하게 컴퓨터를 대할 수 있고 모든 정보를 직감적으로 눈으로 확인 할 수 있다.

11) Bergman Eric, 정선화 옮김, 포스트 PC시대의 정보기기 디자인, 안그래픽스,p276-277 의 그림재정리

V. 어린이용 TUI 퍼즐 디자인 제안

앞에서 기술한 것과 같이 TUI는 어린이들에게 있어 쉽게 컴퓨터를 접하게 하며, 놀이와 교육 그 외에 여러 가지 효과를 볼 수 있다. 이러한 새로운 인터페이스인 TUI를 좀더 구체적으로 적용하기 위한 연구로 TUI 퍼즐 디자인을 제안 하려고 한다. 특히 물리적 공간에서의 퍼즐과 전자공간에서의 퍼즐, 유비쿼터스 공간에서의 퍼즐 3가지를 비교분석함으로써 각각의 퍼즐에 대한 만족도와 유용성에 어떠한 차이가 있는지 미치는 영향은 어떤 것들이 있는지 연구하고 또한 TUI에 대한 필요성과 우수성을 확인하려 한다.

이에 물리적 공간과 전자공간에서의 퍼즐 비교분석은 이미 사용자들의 설문을 통해 분석할 수 있었지만 유비쿼터스 공간의 TUI퍼즐은 아직 실용화 되지 못한 관계로 아직 연구 중이거나 실용화 초기단계인 어린이용 TUI관련 제품으로 사례분석을 대신해 유비쿼터스 공간의 퍼즐의 기능과 만족도 유용성에 대해 가늠 하도록 한다.

또한, 어린이용 TUI퍼즐 디자인 제안에 관한 설문조사에 있어서도 그 대상을 초등학교 저학년으로 선택하여 설문을 했기 때문에 설문자의 이해를 돕고자 설문자의 정확한 설명을 필요로 하거나 부모의 동참하에 설문을 진행하였다.

설문내용 중 물리적공간과 전자공간의 단어는 전문 용어으로써 쉽게 이해하기 위하여 컴퓨터를 사용한다, 사용하지 않는다는의 개념으로 일반적환경과 컴퓨터환경으로 바꾸어 설문에 임했다.

1. 어린이용 TUI 디자인 사례분석

어린이용 TUI디자인 사례는 아직 실용화 되지 못한 관계로 미국매사추세츠공과대학(MIT)의 TUI미디어 랩과 미국 워싱턴대학의 HIT(Human Interface Technology) 연구소 필립스사등에서 연구중인 제품등을 주 사례로 들었다.

1)삼각형들(Triangles)



삼각형시스템은 그 퍼즐자체가 컴퓨터로서 이것은 사용자들에게 두 손을 사용하여 복잡한 디지털 정보를 이해하고 조절할 수 있게 만들어 준다.

인터페이스 종류	플라스틱 재질의 블록	사용 감각	촉각, 시각
적용분야	수학, 조형감각 개발	인터페이스 방법	조립하기

[표2] Triangles의 인터페이스의 특징

2)미술교육용 전자붓(I/O Brush)

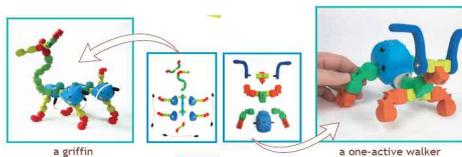


물리적 세계와 가상 세계 사이의 가교 역할을 하기위해 미술교육용 가상환경을 꾸며놓고 컴퓨터에 데이터를 입력하는 전통적인 방법을 좀 더 직관적인 형태로 바꾸는 연구로 도화지에 물감으로 그림을그리는 간접적인 방식이 아니라 자신을 둘러싼 환경에서 필요한 색을 가져와 공중에 그대로 뿌려서 그림을 그릴 수 있다.

인터페이스 종류	붓	사용 감각	촉각, 시각
적용분야	미술교육	인터페이스 방법	그리기, 찍기

[표3] I/O Brush의 인터페이스의 특징

3)토포보(Topobo)- 움직이는 블록



토포보(Topobo)는 움직이는 블록이다. 그런데 블록의 움직임은 사전에 공장에서 정해지는 것이 아니라 사용자가 자유롭게 패턴을 만들어낼 수 있다. 블록으로 동물이나 식물 등을 조립한 후 잡아당기거나 밀거나 뒤틀어주면, 내장되어 있는 모터가 그 움직임을 기억했다가 자동 반복하는 것이다.

인터페이스 종류	플라스틱 재질의 블록	사용 감각	촉각, 시각
적용분야	로봇 개발	인터페이스 방법	조립하기

[표4] Topobo의 인터페이스의 특징

4)마인드 스톰(Mindstorms)



이전까지 진화된 레고 시리즈가 내부에 모터를 달고 나온 것이 전부였던 반면 마인드스톰 시리즈부터는 비로소 사고할 수 있는 브릭이 출현한 것이다. 실제로 갖가지 블록을 조립해 만든 후 자신만의 프로그래밍으로 원하는 장난감을 만들 수 있다

인터페이스 종류	플라스틱 블록	사용 감각	촉각, 시각
적용분야	창의력 개발	인터페이스 방법	조립 하기

[표5] Mind storms의 인터페이스의 특징

5)펄립스사의 포고(Pogo)



이게임의 사용자인 아이들은 실제 물리적 환경에 존재하는 다양한 도구를 이용해 직접 스토리를 만들 수 있다. 사용자는 노래를 하고 여러 장난감을 이용하고 색을 칠하지만 지정된 장난감을 사용해야 하며 카메라 밑에서 디자인해야 한다. 사용자가 선택한 물리도구들은 게임 내 오브젝트로 사용되고 가상현실에 표현된다.

인터페이스 종류	인형카드	사용 감각	촉각,시각,청각
적용분야	가상현실 표현	인터페이스 방법	쓰기,만지기

[표6] Pogo의 인터페이스의 특징

6)핑퐁 플러스 (PingpongPlus)

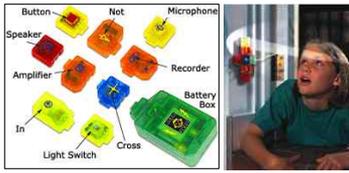


핑퐁플러스는 디지털방식으로 한 단계 개선된 탁구게임의 새로운 버전으로 평상적이고 구속 받지 않는 탁구라켓과 볼로 이루어지는 게임이며, 자극에 대해 민감한 테이블로 모습지어진다. 이 테이블은 감각, 소리 그리고 투영기술로 이루어진다. 테이블위에서 튕겨지는 볼이 물이 떨어지는 것처럼 이미지를 남기게 되고, 게임을 하는 리듬이 음악과 시각적인 모습들을 동반하게 된다

인터페이스 종류	탁구라켓, 볼	사용 감각	시각, 청각
적용분야	디지털 구현	인터페이스 방법	공을 친다

[표7] Pingpong Plus의 인터페이스의 특징

7) 로지블럭(Logiblocs) - Electric Eye



로지블럭은 7개의 블록을 맞추면서 탐색할 수 있는데 유아들은 침실을 위한 정보 장치게임, 거짓말 탐지 게임, light-tag 게임등 여러 가지 게임이 가능하다. 로지블럭은 서로 서로 연결되는 상황에 따라 달리 반응하는 하이 테크의 인터랙티브 조립 블록이다.

인터페이스 종류	플라스틱 재질의 블록	사용 감각	촉각, 시각
적용분야	수학, 조형감각 개발	인터페이스 방법	조립 하기

[표8] Logiblocs의 인터페이스의 특징

8) TENORI-ON - 시각적인 음악



LED스위치가 장착되어 터치센서로 동작하는 뮤직컬 키보드로 음악에 대한 지식이 없는 초보자들에게 손쉬운 작곡을 통해 즐거움을 선사하는 컨셉으로 제작된 제품이며 각각의 LED는 손으로 건드릴 때 빛으로 반응하면서 소리를 낸다. 또한 듣는 음악이 아닌 보는 음악의 새로운 장르를 개척해 나간다는 비전도 갖고 있다.

인터페이스 종류	LED	사용 감각	촉각, 시각, 청각
적용분야	직관적 작곡	인터페이스 방법	손으로 누른다

[표9] TENORI-ON의 인터페이스의 특징

2. 어린이용 TUI 퍼즐디자인제안에 관한 설문조사

유비쿼터스 시대에 맞는 새로운 경향의 퍼즐로 어린이용 TUI퍼즐 디자인 제안을 하려고 한다. 이에 미리 그 유용성을 예측해보고, 대상의 특성을 파악하기 위하여 물리적 공간과 전자공간에서 TUI특성을 유추할 수 있는 설문내용을 작성하였다. 어린이를 대상으로 하는 퍼즐 중에서 기존의 물리적 공간에서 교구를 이용해 맞추는 퍼즐과 전자공간에서 맞추는 퍼즐의 만족도와 유용성에는 어떠한 것이 있는지. 미치는 영향은 어떠한 것들이 있는지 조사 하고자 한다. 각각의 요소들을 작업지원수준, 사용편리성, 미학적인 구성 세 가지 관점에서 결과분석 할 수 있게끔 구성

하였고 문항에 따른 공통의 결론과 상이한 결론에 대해서는 분석을 통해 새로운 TUI 퍼즐에 반영 하고자 한다.

응답자의 일반적 특성을 살펴보면 자녀의 나이를 살펴보면 9세가 25%로 가장 많았고, 8세가 20%, 7세가 13%로 나타났고, 11세와 12세가 10%로 나타났고, 6세는 9%, 13세 1%로 나타났고, 자녀의 성별을 보면 남자아이가 58%, 여자아이가 42%로 나타났고, 교구(퍼즐, 레고, 조립용 장난감)를 선택하는 사람은 엄마가 46%로 나타났고, 어린이 본인이 22%, 아빠 19%, 선생님이 13%로 나타났고, 하루의 인터넷 평균 사용 시간을 보면 1시간에서 2시간이 37%로 나타났고, 2시간에서 3시간이 28%, 3시간에서 4시간이 17%, 1시간 이하가 14%, 하루 중일이 4%로 나타났고.

부모님의 반대 없이 인터넷 사용을 마음대로 할 수 있다면 희망 하는 인터넷 사용시간을 보면 2시간에서 3시간이 36%로 가장 많았고, 1시간에서 2시간 22%, 하루중일 16%, 3시간에서 4시간 14%, 1시간 이하 12%로 나타났고. 컴퓨터를 이용하는 주 내용을 보면 게임이 61%로 가장 많았고, 커뮤니티 이용이 19%, 과제해결 16%, 컴퓨터 공부가 4%로 나타났고. 학교에서 수업의 연장으로 퍼즐을 이용한 수업의 경험을 살펴보면 경험이 있는 경우가 61%, 경험이 없는 경우가 39%로 나타났고

1) 설문내용

아래의 설문내용에 대해 물리적공간의 일반환경과 전자공간인 컴퓨터 환경의 두가지로 조사하였다.

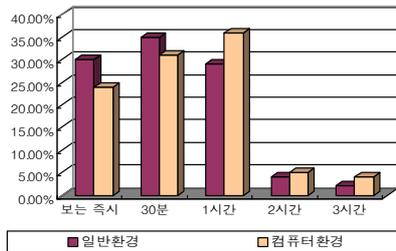
작업 지원 수준	1. 컴퓨터로 퍼즐을 접했을 때 어린이의 흥미와참여도는 어느 정도입니까?
	2. 컴퓨터로 하는 퍼즐 놀이를 통하여 얻는 것은 무엇입니까?
	3. 컴퓨터로 하는 퍼즐을 통하여 원하는 결과물을 완성하는 경우는 어느 정도 입니까?
사용 편리성	4. 컴퓨터로 처음 퍼즐을 접했을 때 익히는 시간은 얼마나 됩니까? (마우스 이용 방법, 또는 드래그 ,화면 전개, 움직임 때의 간격, 각도 등)
	5. 컴퓨터로 하는 퍼즐의 모양은 쓰기 편하게 만들어져 있습니까?
	6. 컴퓨터로 퍼즐을 할 때, 만들고자 하는 결과물에 맘에 들지 않을 때 부분수정이 가능합니까?

미 학 적 인 구 성	<p>7. 컴퓨터용 퍼즐 중에서 가장 마음에 드는 표면효과는 무엇입니까?</p> <p>8. 그 이유는 무엇입니까?</p> <p>9. 컴퓨터용 퍼즐 중에서 가장 마음에 드는 색깔은 무엇입니까?</p>
기 능 성	<p>10. 퍼즐을 하면서 얻을 수 있는 효과를 상상한다면 다음 중 어느 기능을 첨가 시키겠습니까?</p> <p>1) 모니터 안의 결과물들이 밖으로 뿔쳐 나오도록 하겠다</p> <p>2) 퍼즐들이 각각 다른 향기가 나도록 하겠다.</p> <p>3) 나와 멀리 떨어진 친구가 같이 진행 할 수 있게 하겠다.</p> <p>4) 마우스를 이용하지 않고 모니터를 터치하는 방식으로 바꾸겠다.</p>

[표10] CUI와 GUI 환경에서의 블럭사용에 대한 설문내용

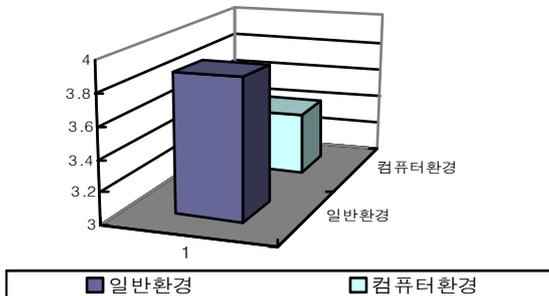
2) 설문내용결과

설문내용결과 많은 부분에서 적지 않은 차이를 나타냈다. 특히 물리적인 환경의 퍼즐이 전자공간의 퍼즐보다 익히는 속도가 빨랐다. 특별한 교육 없이 보는 즉시 감각적으로 어떻게 해야 한다는 예측이 쉬운 반면 전자공간에서의 퍼즐은 재미는 있어 보이지만 그 프로그램을 바로 익힐 수가 없어서 약간의 시간이 더 필요했다.



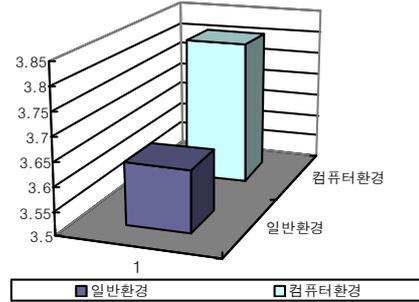
[표 11] 물리적공간과 전자공간에서의 퍼즐을 익히는 시간 비교

물리적공간과 전자공간에서의 퍼즐모양의 편리성을 비교한 결과에서는 물리적 환경의 퍼즐이 손에 쉽게 잡힌다는 이유로 그 편리성에서 우위를 나타냈다.



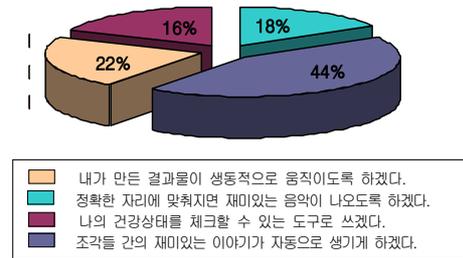
[표 12] 물리적공간과 전자공간에서의 퍼즐모양의 편리성

물리적공간과 전자공간에서의 퍼즐의 완성도에서는 전자공간의 퍼즐이 완성도가 높았다. 중간의 수정이 가능한 기능을 갖고 있기 때문이다.



[표 13] 물리적공간과 전자공간에서의 결과물 완성 정도 비교

또한 퍼즐기능외의 다른 기능이 첨가하기를 바라는 항목에서는 물리적 공간과 전자공간모두 퍼즐이상의 기능이 첨가되기를 바랐다.



[표 14] 퍼즐에서 더 첨가하고 싶은 기능

3. 분석 결과 및 해석

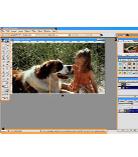
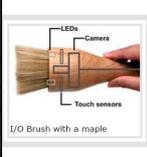
어린이용 TUI디자인 사례를 분석 하면서 알 수 있었던 결과는 일단은 쉽다는 것이다. 전자붓(I/O Brush)의 예를 보면 그 형태가 물리적 공간의 사물과 거의 다름이 없어서 아이들이 전자붓(I/O Brush)을 아무런 거부감 없이 이용하기 시작한다. 하지만 전자공간에서의 전자붓(I/O Brush)과 비슷한 정도의 활용성이 있는 프로그램을 이용하려 할 때, 예를 들면 포토샵(AdobePhotoshop)이나 일러스트(Adobe Illustrator)의 경우 어른대상으로 3개월 이상의 프로그램을 익혀야 편안히 쓸 수 있다. 또한 각 기능에 대해서도 구성여부를 인지하기가 쉽지 않다. 또 하나의 특징은 전자붓(I/O Brush)은 입, 출력이 가능하다는 것이

다. 사물의 표면을 찍으면 그대로 스캔이 되고 캔버스에 바로 그릴 수 있는 시스템이다. 반면 포토샵(Adobe Photoshop)이나 일러스트(Adobe Illustrator)의 경우는 스캐너와 프린터를 다시 옮겨 작업해야 입, 출력이 가능하다.

유비쿼터스의 개념 중 컴퓨터는 어느 특정대상이 아닌 어린이, 노인, 장애인 모두가 쉽게 쓸 수 있어야 한다는 혹은 쓰고 있다는 사실조차 감지 못하는 정도로 쓰기 쉬워야 한다는 것이다. 이는 HCI에서 추구하는 인터페이스로 사용자 중심의 인터페이스로 유비쿼터스에 맞는 인터페이스는 TUI가 될 것이다.

뒤의 (표15)를 보면 재미있는 결과를 발견하게 된다. 유비쿼터스의 인터페이스와 물리적 환경의 인터페이스가 그 모습을 같이하고 있다. 그 의미는 모든 사물에 숨겨져 있는 컴퓨터를 물리적 인터페이스로 대신하고 있다. 사람들이 그전에 써보았던 것, 옛날의 추억을 잊지 못하기 때문에 더욱 편안히 느끼고 좋아하는 이유로 TUI는 물리적 인터페이스를 사용하곤 한다. 경험은 모든 일상 생활의 근간이자 인터랙티브 미디어가 제공해야 할 핵심이다. 경험은 우리삶을 구성하는 직접적인 요소일 뿐만 아니라, 우리가 세상을 이해하는 틀을 제공하고 그안에서 우리의 능력을 개발할 수 있는 토대를 제공한다

어린이용 TUI디자인 사례를 분석 하면서 알 수 있었던 또 하나의 결과는 되도록 그 모양이 단순하다는 것이다. 단순함은 곧 직관력과 통한다. 형태가 단순할수록 이해가 쉽고 즉각적으로 반응 할 수 있다는 것이다.

	물리적 공간의 인터페이스 (사물)	전자공간의 인터페이스 (GUI)	유비쿼터스공간의 인터페이스 (TUI)
삼각형들 Triangles			
TENORI-ON			
마인드 스톰 Mind storms			
필립스사의 의포고(Pogo)			
핑퐁 플러스 Pingpong Plus			
로지블록 Logiblocs			
전자붓 I/O Brus			
토포보 TOPOBO			

[표 15] 물리적공간,전자공간, 유비쿼터스 공간에서의 인터페이스 변화 (필자정리)

VI. 결론

유비쿼터스의 새로운 인터페이스로 대두되고 있는 TUI(tangible User Interface)는 GUI의 한계, 즉 편평한 사각형의 디스플레이, 윈도우, 마우스 및 키보드 등으로 구성되어 있는 컴퓨터의 한계를 극복해 주고 실제적인 대상과 환경으로 디지털 정보를 합체시킴으로써 실제 물리적 세상을 증강시킬 수 있을 것이다. TUI에 대한 접근은 컴퓨팅의 변화에 대한 이해가 우선되어야 하며 이러한 변화 특성들이 반영되어야 한다. TUI는 마우스나 키보드를 이용하는 GUI와 비교할 때 사용자는 컨트롤 장치의 사용법을 익힐 필요가 없이 현실세계의 물체를 통하여 직접 컴퓨터와 상호작용 할 수 있도록 해 준다. 즉 사용자는 현실세계에서의 일상적인 행동을 통하여 컴퓨터에게 명령을 내릴 수 있다. 그리고 이러한 직관적이고, 자연스러운 인터페이스인 TUI는 영상과 음향을 통합하여 상호작용을 쉽게 해준다.

어린이를 대상으로 하는 TUI디자인 활용사례분석과 설문조사분석을 보면 노인, 어린이, 장애인조차 쉽게 사용할 수 있는 컴퓨터가 되어야 한다는 유비쿼터스의 개념과 같이 사용이 매우 쉽다는 것을 알 수 있다. 또한 그 모양은 오히려 전자공간이전의 물리적 공간의 모양을 따르는 것을 알 수 있다. 컴퓨터가 컴퓨터의 모양을 가지고 있지 않고 그저 일상생활의 사물과 다를 바 없는 모양을 가지게 된다는 것이다. 유비쿼터스개념의 사라지는 컴퓨팅, 보이지 않는 컴퓨팅의 개념과 같은 맥락이다. 늘상 쓰던 사물을 쓰던것과 같이 매뉴얼이 필요 없을 정도로 쉽고 편하다는 것이다. 그것은 TUI디자인이 직관적이며 경험 디자인에 기초를 두고 있음을 알고 있다. 그 예로 TUI의 외형이 물리적 인터페이스를 그대로 따르려는 경향이 있었으며 되도록 단순한 블록이나 도형을 인용 하고 있다. 이러한 TUI의 특성을 이용해 TUI 디자인 퍼즐을 제안함으로써 기존의 어린이들이 기본적으로 두뇌 개발뿐만이 아니라 단순히 퍼즐을 가지고 놀이를 하면서 두뇌개발과 음악, 미술의 교육효과까지 볼 수 있으리라 예상한다.

새로운 인터페이스인 TUI는 아직 많이 알려지지 않고 개발단계이지만 앞으로 관련 산업, 기술, 제품, 디자인의 위상을 변화시키고 유비쿼터스 문화의 새로운 요소로 자리매김을 할 것이다. 특히 어린이 관련

분야에서는 교육과 놀이, 음악, 미술등 분야를 굳이 나누지 않더라도 통합적인 목적으로 지정된 시간에 많은 효과를 보리라 예측 한다.

참고문헌

- 1) Jef Raskin, 이견표 옮김, 「인간 중심인터페이스」, 안그래픽스, 2003
- 2) klausfinkenzeller, 강병권, 이근호, 조영빈, 한호현 옮김 「RFID Hand Book」, 영진.COM, 2004,
- 3) 하원규, 김동환, 최남희 공저, 전자신문사, 유비쿼터스 IT혁명과 제3공간」, 2003
- 4) Uwe Hansmann, Lothar Merk, Martin S. Nicklous, Thomas Stober, 이근호, 이기혁, 한호현 옮김. 「유비쿼터스 컴퓨팅 핸드북」, 진한도서,2003
- 5) Eric Bergman, 정선화 옮김, 「포스트PC시대의 정보기기 디자인」, 안그래픽스, 2001
- 6) 김문석, 「유비쿼터스 공간의 디자인 패러다임 변화에 관한 연구」, 한양대학교, 박사학위 논문, 2003
- 7) 김완석, 「유비쿼터스 개념과 이미징 기술의 의미」, 한국통신전자 통신연구원, 세미나 발표자료, 2002
- 8) B. Baxton, Ubiquitous Meadia and Active Office,Perspective article for ACM Interactions, 1995
- 9) Donald A. Norman, The Design of Everyday The Design of Everyday Things, Double day New York, 1988
- 10) G. Fitzmaurice, Graspable User Interface, Ph.D. thesisUniversity Toronto,1996
- 11) Hirano, M., Kase, I., Narita, A., Kobayashi K., Nakanishi, H., Ishii, H. A Tangible Interface for IP network Simulation,, in Extended Abstracts of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '03)
- 12) Ishii, H., and Ullmer, B. (1997)., TangibleBits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms. Proc. of CHI'97
- 13) Ishii, H., and Tangible Media Group., Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between

People, Bits, and Atoms. 2004, 2

14) Mark Weiser, The Origins of Ubiquitous Computing, IBM Systems Journal, VOL 38,NO4,1999

15) Mazalek, A., Davenport, G., Ishii, H., Tangible Viewpoints: A Physical Interface for Exploring Character-Driven Narratives, in Conference Abstracts and Applications of SIGGRAPH '02

16) Nielsen Jakob, usability Engineering, Morgan Kaufmann, 1993

17) Raffle, H., Yip, L., Ishii, H. Robo Topobo; Improvisational Performance with Robotic Toys, in Extended Abstracts of Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH '06),

18) Ryokai, K., Marti, S., Ishii, H. IO Brush; Drawing with Everyday Objects as Ink in Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '04)

19) Ryokai, K., Marti, S., Ishii, H. Designing the World as Your Palette, in Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '05)

20) Wren, C.R.; Reynolds, C.J. "Parsimony & Transparency in Ubiquitous Interface Design", International Conference on Ubiquitous Computing (UBICOMP),September, 2002