

主題

유비쿼터스 컴퓨팅의 이해

한국정보통신대학교 이 만 재

차 례

1. 서론
2. 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전
3. 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술
4. 유비쿼터스 환경과 생활의 변화
5. 맺음말

1. 서론

컴퓨터 기술의 발전으로 인간의 문명이 발달하였고 결과적으로 인간생활에 많은 도움을 주었다는 데는 아무도 이견을 제시할 수 없을 것이다. 워드 프로세서를 사용한 문서작업이나 인터넷을 사용한 정보검색과 같은 업무는 직업상 컴퓨터를 사용하는 사람에게만 해당한다고 하더라도 은행과 관련된 업무, 정부의 모든 행정처리, 신용카드의 사용에 이르기까지 우리생활에 있어 많은 부분이 컴퓨터의 도움이 없으면 불가능하기 때문이다.

그러나 컴퓨터를 제대로 사용하기 위해서는 윈도우나 워드 프로세서 사용법 등을 별도로 배워야 하며 컴퓨터를 오랜 기간 사용한 사람도 어쩌다 한 번 사용하는 특수한 기능은 익숙치 않게 마련이다. 직장에서 하루 종일 컴퓨터 앞에서 작업하는 많은 사람은 때로는 스스로 컴퓨터의 노예가 아닌가 하는 생각을 한다. 초창기의 PC는

CPU의 성능이 부족하기 때문에 GUI(Graphical User Interface)와 같은 편리한 인터페이스를 제공할 수 없었으며 당연히 사람이 컴퓨터에 적응할 수 밖에 없었다. 그러나 1 GHz 이상의 CPU를 사용하는 지금에 와서는 컴퓨터는 충분한 처리능력을 가지고 있으며 따라서 인간과 컴퓨터의 관계에 있어 이제는 인간이, 원래의 자리인 주인 자리를 차지하고 컴퓨터가 인간의 심부름꾼 노릇을 해야 하는 것이 아닌가 하는 생각을 하게 된다. 이러한 발상의 전환은 Xerox PARC의 마크 와이저(Mark Weiser) [1]에 의해 처음 제시되었으며 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 이름으로 우리에게 알려지게 되었다. 유비쿼터스 환경이란 컴퓨터에 대한 새로운 패러다임이며 21세기의 컴퓨터 관련 정보통신 산업의 발전방향을 한 마디로 표현한 것이라고 할 수도 있다. 여기서 유비쿼터스 컴퓨팅이 무엇을 뜻하며 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하기 위해서는 어떠한 기술이 필요하며 또한 이러한 결과가 인간의 삶에 어떠한 영향을 미칠

것인가를 살펴보도록 한다.

2. 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전

가. 마크 와이저의 유비쿼터스 컴퓨팅

유비쿼터스 컴퓨팅이라는 용어를 처음 사용한 마크 와이저는 인간이 컴퓨터의 존재를 의식하지 않고 사용해야 한다는 점을 강조하였다. 따라서 컴퓨터가 특정한 장소에 설치되어야 하는 것이 아니라 우리 생활에 사용되는 모든 가구나 물체에 컴퓨터 기능을 내장하고 이들을 무선 네트워크로 연결하여 인간이 원하는 것을 알아내고 이에 대해 답을 인간이 원하는 방법으로 제시하도록 하는 패러다임을 제시하였다. 이러한 가구나 물체는 인간의 생활환경에 따라 인간이 위치를 바꿀 경우에도 적절히 대응하도록 한다. 이러한 아이디어가 가능하다는 것을 실제로 보여 주기 위해 ParcTab, Pad, Liveboard라는 세 가지 형태의 컴퓨터를 제시하였으며 이를 통하여 유비쿼터스 컴퓨팅의 기본 개념을 선보였다.

ParcTab은 PDA 보다 작은 형태의 컴퓨터로 사용자의 위치를 환경에 전달하는 기능과 압력센싱이 가능한 스크린으로 소규모의 정보를 입출력할 수 있도록 한 장치이다. Pad는 PDA 또는 노트북 크기의 컴퓨터로 최근 사용되는 태블릿 PC와 유사하다고 볼 수 있다. 다만 1990년 초반의 기술로는 구현이 어려운 무선통신기능을 포함하고 있다는 데 중요한 의미가 있다. LiveBoard는 현재 사용하는 전자칠판 크기의 장치로 입력과 출력이 가능한 장치이다. 이러한 세 가지 장치 중 ParcTab은 사용자의 위치를 알 수 있다는 점에서 가장 흥미로운 기술에 속한다. ParcTab을 활용하면 회의록을 소집할 경우 특정인의 현 위치를 확인할 수 있으며 필요시 전화를 해당 위치로 연결할 수도 있도록 한다. 사용자의 위치를 알아

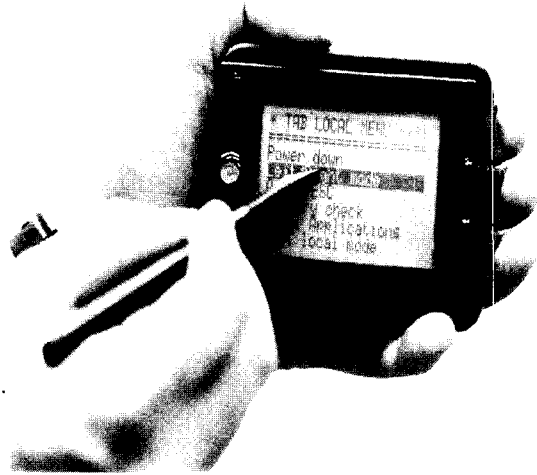


그림 1. Mark Weiser의 ParcTab

야 서비스를 제공할 수 있다는 새로운 개념은 유비쿼터스 컴퓨팅에 있어 매우 중요한 개념이다. 마크 와이저는 1999년 암으로 사망하기까지 유비쿼터스 컴퓨팅에 관한 많은 연구결과를 제시하였으며 컴퓨터는 전기나 수도와 같이 어디에서나 제공되는 유틸리티로 되어야 한다는 새로운 패러다임의 제시는 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련된 모든 연구에게 큰 영향을 끼쳤다.

나. 증강현실(Augmented Reality)

증강현실은 유비쿼터스 컴퓨팅과 유사한 내용을 다루나 기본적인 접근방법이 다르다. Vannevar Bush가 발표한 “As We May Think”[2]에서 기술이 어떻게 인간의 사고(思考)를 도울 수 있는지를 기술하였다. Douglas Engelbart[3]는 Bush의 영향을 받아 메인프레임과 미니 컴퓨터만이 사용되는 시기인 1960년대에 키보드, 마우스, 윈도우, 워드 프로세서와 같은 개념을 발표하여 PC의 사용을 예견하였다. 증강현실의 개념은 Sutherland의 see-through HMD(Head Mounted Display)의 개발로 책상 앞에서 PC를 사용하는

사용자에서 이동중인 사용자로 그 범위를 확대할 수 있었으며 이를 증강현실의 가장 획기적인 제품으로 보기도 한다. 피에르 웰너(Pierre Wellner)는 마크 와이저와 거의 같은 기간에 Digital Desk[4]를 발표하였다. 이전의 방식이 윈도우에 데스크탑 메타포를 사용한다에 비해 Digital Desk는 프로젝터를 사용하여 책상에 윈도우 내용을 투사하고 태블릿과 펜을 사용하여 실제 문서와 전자문서를 동시에 사용할 수 있도록 하였다. 투사하는 내용에 따라 Digital Desk는 계산기가 될 수도 있고 페인트 프로그램을 동작시킬 수도 있다. 그림 2는 Digital Desk의 개념도이다.

다. Tangible Interface

앞서 말한 유비쿼터스 컴퓨팅이나 증강현실이 컴퓨터와 인간의 관계를 새롭게 정립하는데 주안점을 두었다면 Tangible Interface[5]는 인간과

컴퓨터와의 인터페이스를 실제로 느낄 수 있는 물리적인 방식으로 컴퓨터 외적인 곳으로 끌어내는 데 주안점을 두고 있다. Tangible Interface는 여러 종류의 상호작용을 다루고 있으나 기능을 종합해보면 상호작용이 가능한 평면과 이러한 평면에 배치하여 사용되는 여러 도구 또는 이들의 조합으로 볼 수 있다. Tangible Interface에서는 앞서 제시된 Liveboard나 Digital Desk와 같은 평면을 사용한다는 데서 유사점을 찾을 수 있으나 상호작용 측면에서 이를 확대하였다는 데 큰 의의를 갖는다. 그림 3은 Tangible Interface의 한 예로 건축물의 그림자를 컴퓨터로 계산하여 보여 준다. 그림자는 책상 위에 놓여진 건물 모형의 위치를 확인하고 이 데이터를 기반으로 계산한 결과를 프로젝터로 투사하며 임의로 건물 모형을 변경할 경우 실시간으로 변경된다.

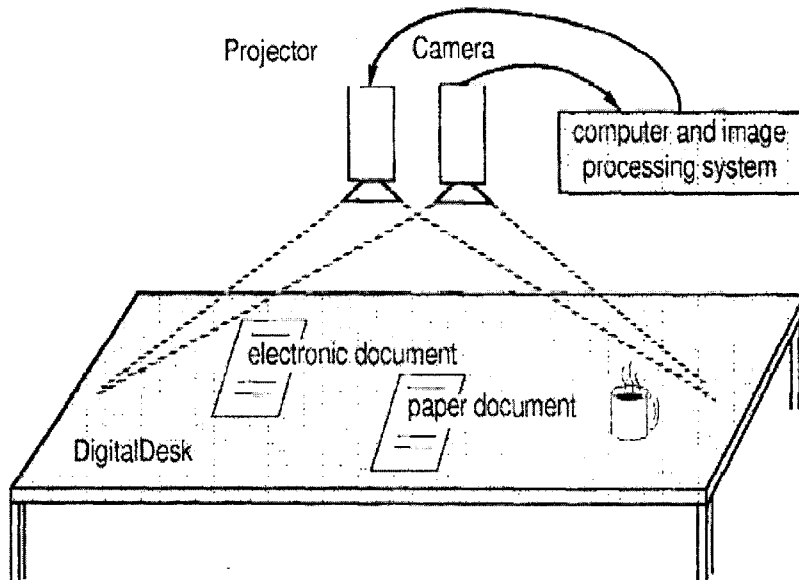


그림 2. Pierre Wellner의 Digital Desk의 개념도

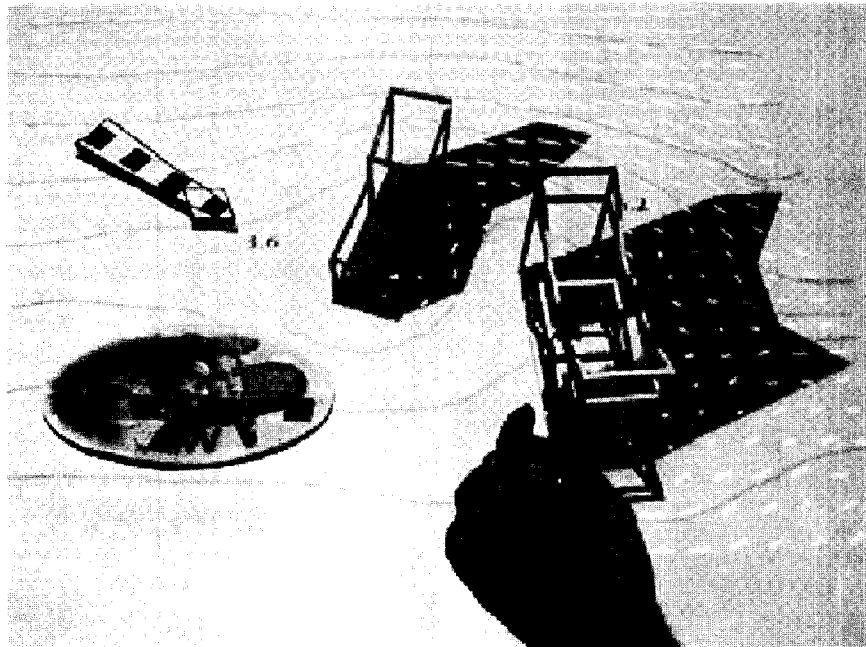


그림 3. Hiroshi Ishi의 Tangible Interface의 예

라. Cooperative Building

앞서 말한 유비쿼터스 컴퓨팅이나 증강현실이 컴퓨터와 인간의 관계를 새롭게 정립하는데 주안점을 두었다면 다른 한 편에서는 컴퓨터와 인간이 사는 공간을 어떻게 결합시키느냐는 데 주안을 두고 연구한 그룹도 있었다. Streitz[6]는

Roomware라는 개념을 설정하고 건축에서 사용되는 책상이나 의자가 컴퓨터 기술을 접목시켜 컴퓨터가 부착된 CommChair, 여럿이 함께 토의할 수 있는 InteracTable이라는 개념을 제시하였다. 연구의 중심이 컴퓨터가 아니라 생활공간에서 출발하였다는 점에서 중요한 의미를 차지한



그림 4. Streitz의 CommChair와 InteracTable

다.

마. Ubiquitous Media

마크 와이저가 제안한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 사용자가 의식하지 않고 써야 한다는 것을 전제로 하고 있으나 이를 위해서 책상, 책, 의자와 같은 기존 인간의 생활방식을 활용하고 있다. 그러나 책상이나 의자는 유비쿼터스 컴퓨팅의 단어가 의미하듯 어디에나 존재하는 것은 아니라는 모순이 있다. Buxton[7]은 이러한 문제를 연구하였고 기술적으로 가능하다고 모든 사람이 그러한 기술을 사용하지 않으며 여기에는 인간의 심리적 저항이 있음을 발견하였다. 예를 들어 컴퓨터 화면에 카메라를 설치하고 이를 이용한 화상전화를 사용하는 것이 기술적으로는 어렵지 않지만 사람들이 이를 활용하지 않는 데는 같은 이러한 문제를 해결하려면 일정한 거리를 유지해야 함을 강조한 화상회의 시스템을 구현하였다. Buxton은 그의 연구내용을 유비쿼터스 미디어라는 이름으로 발표하였다.

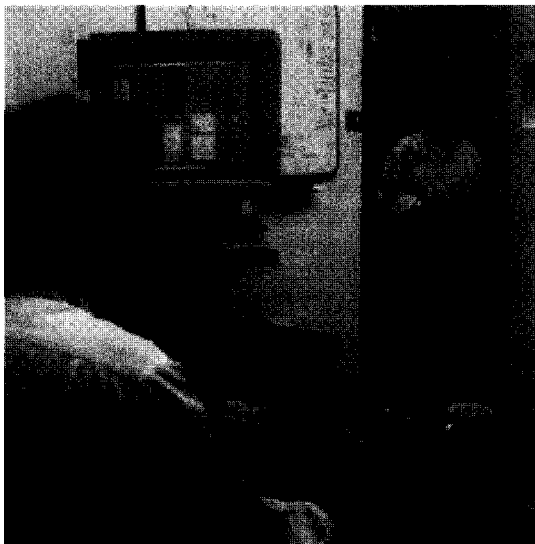


그림 5. 사용자 간의 심리적 문제를 다룬 유비쿼터스 미디어의 개념.

바. 기타 유사 개념의 관계

유비쿼터스 컴퓨팅에서는 주변 환경에 여러 컴퓨터 기능을 갖는 물체를 배치한다. 이에 비해 웨어러블 컴퓨팅은 사용자가 직접 컴퓨터를 가지고 다니도록 하자는 접근방식을 택한다. 웨어러블 컴퓨팅은 필요한 자원을 모두 휴대하여야 하며 주변 컴퓨팅 환경에 제공받지 않아도 된다는 점을 고려하기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅에서 생각하는 만큼의 응용범위를 갖고 있지는 못하나 유비쿼터스 컴퓨팅과 접목할 경우 효과적일 것이다. 휴대폰을 중심으로 한 모바일 컴퓨팅을 웨어러블 컴퓨팅의 일부로 보기도 한다.

앞서 설명한 증강현실은 현실세계에 컴퓨터를 활용하여 추가적인 정보를 제공한다는 점은 다르나 기술적인 배경으로 가상현실 기술이 사용되고 있어 인접한 기술로 보여진다. 또한 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 용어가 와이저와 같은 특정 그룹의 연구내용을 설명하는 용어로 인식되어 IEEE를 중심으로 새롭게 퍼베이시브(Pervasive) 컴퓨팅이라는 별도의 용어를 사용하기도 하였다. 이러한 여러 가지 개념의 상관관계를 도시화하면 그림 6과 같다. 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하기 위해서는 사용자의 컨텍스트(context) 정보를 알아야 하기 때문에 컨텍스트 정보를 기초로 한 서비스를 연구하는 그룹에게는 context-aware 컴퓨팅으로 인식되기도 한다.

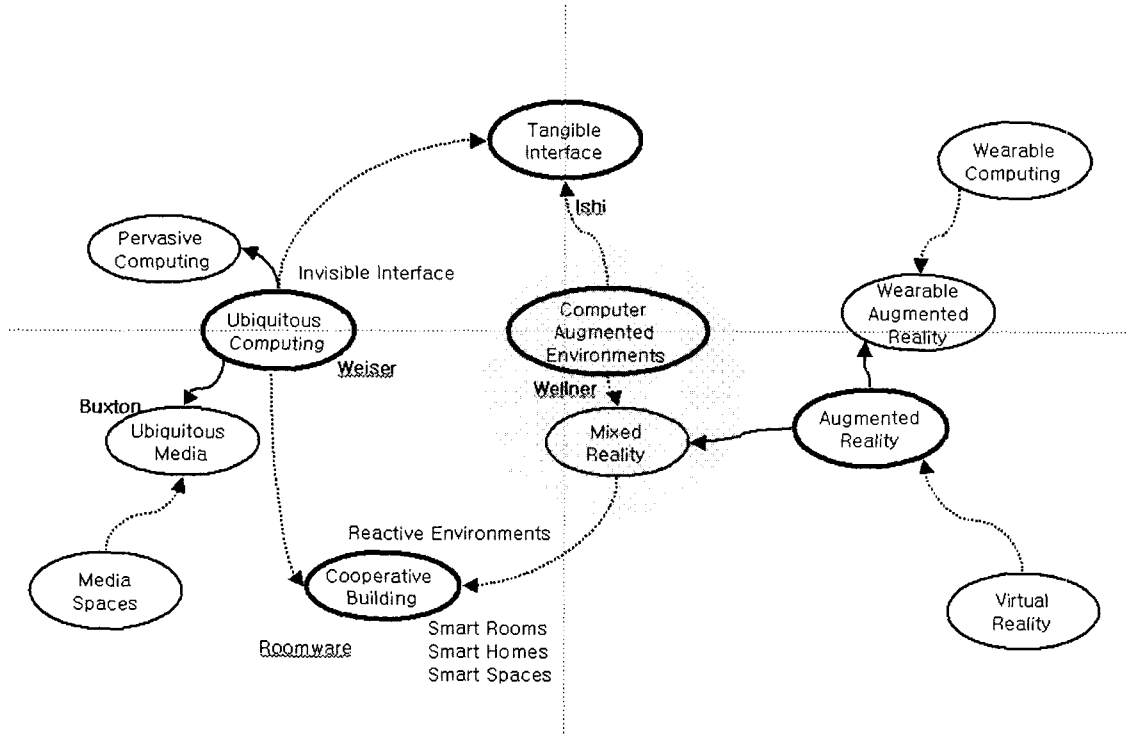


그림 6. 유비쿼터스 컴퓨팅과 유사 개념의 관계

3. 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술

유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하기 위해서는 정보통신 기술의 거의 전 분야와 함께 인간의 생활과 관련된 건축, 기계, 산업공학, 심리학 등의 다양한 분야의 연구를 필요로 한다.

가. 센서 기술

와이저가 제시한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하려면 인간이 과연 무엇을 원하는지를 알아야 인간이 원하는 대답을 얻을 수 있다. 따라서 가장 먼저 인간을 이해해야 하며 이를 위해서는 특정한 사실을 설명하는 6하 원칙에 따른 다음 질문에 대한 해답을 얻어야 한다.

- Where - 사용자나 사물의 위치
- Who - 사용자가 누구인지의 확인

- What - 사용자가 사용하려는 물체가 무엇인지 확인
- When - 사용자가 원하는 동작이 언제 필요한지
- How - 느낌까지를 포함하는 사용자의 희망 사항
- Why - 사용자가 그러한 결과를 원하는 이유

현재 기술로 이러한 모든 문제에 대한 대답을 얻기는 쉬운 일이 아니다. 데스크탑 PC의 경우 사용자는 바로 해당 PC의 앞에 있기 때문에 스크린을 통하여 결과를 보여 주거나 소리를 들려주는 것으로 문제를 해결할 수 있었으나 사용자의 위치를 모른다면 결과를 사용자에게 전달할 수 없기 때문에 사용자가 어디에 있는지를 아는 것은 가장 먼저 해결해야 할 문제이다. 와이저는 ParcTab이라는 배지(badge)를 달고 다니도록 하

여 각자의 위치를 알려 Where와 Who의 두 가지 문제를 한꺼번에 해결하였다. 그러나 이러한 능동적(active) 방식은 사용자가 항상 특정 배지나 카드를 착용해야 하며 그러한 배지를 휴대하지 않은 사용자가 있을 경우에는 해결할 방법이 없기 때문에 여러 가지 다른 방식이 제시되었다. 위치 센싱 기술로는 RF(Radio Frequency)를 사용하거나 적외선이나 초음파를 사용하는 여러 가지 방식이 있다. 적외선은 가장 간단하나 조명의 변화에 따라 센싱 자체가 어려워지면 센서와 물체간에 다른 물체가 놓여 있지 않아야 한다는 문제가 있다. 센싱 대상이 일반적인 물체가 아니고 인간으로 한정한다면 실내 공간의 바닥에 센서를 장착하고 사람의 체중과 발동작의 차이로 누구인지를 알아내는 방식도 사용된다. 배지를 사용하지 않고 일반적인 사물을 확인하기 위해서는 인간이 사용하는 방식인 비전기술에서 출발한다.

앞선 Where의 문제와 결합된 Who라는 문제를 풀기 위해서는 ID 태그 외에 홍채 인식, 지문인식, 얼굴인식, 음성 인식 등 전통적인 인식 기술을 활용한다. 보안문제가 관여되어 있지 않아 실수가 허용되는 경우에는 어려운 문제가 아니나 보안이 매우 중요한 위치를 차지하는 분야에서는 Who라는 문제의 완벽한 해결은 아직 중요한 연구 대상이다. How, Why와 같은 문제는 인공지능 문제에서 다루어야 할 문제로 센서로 입력된 정보를 바탕으로 사용자의 과거의 경력 문제와 개인적 성향을 함께 다루어야 하는 문제로 남는다.

나. 센서 네트워크

앞서 인간과 함께 사물의 위치 파악, 주변의 온도, 습도 등 여러 정보를 얻기 위해서는 많은 수의 센서가 사용됨을 알 수 있다. 이러한 센서로부터 얻은 정보는 서버로 전달되어 인간이 어떠한 것을 필요로 하는지에 대한 정보로 바뀌어져야 하며 이를 위해서는 무선 네트워크가 필요하다. 이 네트워크 구조는 기존의 LAN이나 인터넷 구조와는 근본적으

로 다른 개념을 사용하여야 한다. 센서는 한 번 설치되면 별도의 전원을 공급 받지 않아도 수년간 사용할 수 있어야 하며 또한 각각의 위치도 임의로 변경될 가능성이 매우 높다. 별도의 전원 공급 없이 사용하려면 최초 공급된 배터리 전원을 장기간 사용하거나 태양 전지와 같은 자체 전력을 확보하여야 한다. 또한 네트워크의 구조는 각각의 센서 위치의 변화와 센서의 기능 정지에 따라 자주 변할 수 있도록 구성되어야 한다. 이러한 요구를 수용하기 위한 네트워크 구조를 ad-hoc 네트워크라고 하며 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

비교적 널리 알려진 것으로는 버클리 대학의 Smart Dust[8]를 들 수 있다. 센서, 컴퓨터 기능, 태양전지, 송·수신기 기능을 먼지 수준의 작은 형태로 만들고자 하는 이 프로젝트는 최초 프로토타입을 7mm^2 크기의 모듈로 구현하였으며 1mm^2 크기를 목표로 하고 있다. 유사한 연구로 MIT 미디어 랩에서 진행되는 Pushpin 프로젝트는 두 개의 핀을 통하여 벽에서 공급 받도록 했으며 각 모듈은 통신기능과 LED를 사용한 디스플레이 기능을 구현하여 네트워크 구현과 함께 새로운 응용분야를 찾고 있다.

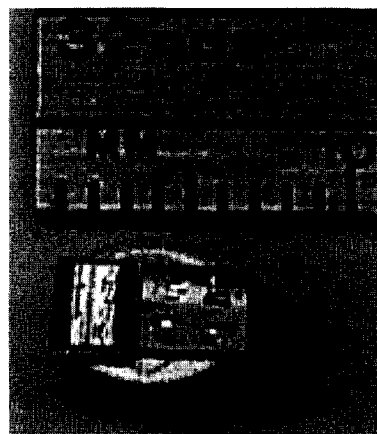


그림 7. 버클리 대학에서 개발한 Smart Dust의 프로토타입

다. 공간 구현을 통한 실험

앞선 요소기술과 이전부터 개발되어 온 인식 기술을 활용하여 유비쿼터스 환경을 구현하고 발생하는 문제점을 파악하는 새로운 연구가 스마트 룸, 스마트 빌딩이라는 이름으로 여러 연구 그룹에 의해 추진되고 있다. 유비쿼터스 환경과는 거리가 있지만 MIT미디어 랩에서는 1994년 가상의 동물과 상호작용을 할 수 있는 공간을 비전기술을 사용하여 ALIVE라는 이름으로 발표하였으며, 이 기능을 기반으로 Intelligent Room을 구성하였다. 앞서 말한 비전 기능을 활용하고 여기에 음성 인식기능을 포함하여 여러 사용자가 함께 일할 수 있는 공간을 구성하였다.

1999년 스탠포드 대학에서는 Interactive

Workspace[9]라는 여러 사용자가 공동으로 작업할 수 있는 공간을 프로젝션 디스플레이와 터치 센싱이 가능한 스마트 보드를 사용하여 꾸몄다. 콜로라도 대학에서는 한 채의 집에 조명, 에어컨 등의 기능을 신경망 이론을 구현한 컴퓨터가 조절하도록 하고 실제로 연구원이 거주하며 실험을 하기도 했다. Cisco사의 경우에는 영국 Walford에 시장에서 구입할 수 있는 각종 첨단 가전제품을 설치하고 이를 연결한 웹 응용 프로그램을 개발하는 Internet Home이라는 미래의 주택을 구현하였다.

ICU의 디지털 미디어 연구소에서도 유비쿼터스 환경을 실험하기 위한 Active Surrounding이라는 스마트 룸을 구현하였다. 이 스마트 룸에는 태그를 사용한 위치 센서와 이와 연동하는 미래의 생활패턴을 시뮬레이션하였다.



그림 8. 디지털 미디어 연구소의 스마트룸 구현

라. 소프트웨어

유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 비록 네트워크를 사용하고 있지만 우리가 익숙한 분산 시스템 환경이나 웹 컴퓨팅 환경과는 아주 다른 운영체제와 어플리케이션 프레임워크를 필요로 한다. 주변 환경을 센싱할 수 있는 스마트 컵을 들고 회의실에 여러 사용자가 모였을 경우를 예로 들어 보자. 방 안에는 컵 외에도 사용자와 상호작용이 가능한 여러 스마트 오브젝트가 존재하게 된다. 이러한 스마트 오브젝트들은 사용자와의 상호작용이 시작됨과 동시에 자신의 존재를 주변 환경에 알리며 해당 공간에서 사용자에게 서비스를 제공하기 위한 구성을 하게 된다.

또 하나의 예로 유비쿼터스 환경이 구현된 스마트 룸의 방안에 들어서 불을 켜는 예를 들어 보자. 사용자는 다음과 같은 여러 행동 중 한 가지를 택할 경우 방안의 불이 켜지는 것을 기대한다.

- 전등 스위치를 올린다.
- 벽에 설치된 대화상자 형태의 전등 켜기 기능을 택한다.
- 주머니에 있는 PDA를 사용하여 전등 켜기 명령을 내린다.
- “소파 옆에 있는 전등 켜” 라고 말로 명령한다.
- “저 불 켜”라고 손가락으로 가르치며 말로 명령한다.
- 불을 켜고자 할 때 사용하는 제스처를 행한다.
- 불이 꺼져 있는 방으로 그냥 걸어 들어간다.

이러한 환경을 위한 소프트웨어는 키보드와 마우스만을 사용한 입력 방식에 비교하면 아주 많은 방식의 입력이 사용됨을 알 수 있다. 여기에 사용되는 입력 장치만 해도 전등 스위치, 방에 설치된 카메라를 통한 제스처 인식, 음성 인

식, 사용자가 갖고 있는 PDA 또는 유사한 지시 장치 등 많은 오브젝트와 다양한 상호작용이 필요함을 알 수 있다. 이러한 소프트웨어 환경의 변화는 새로운 운영체제나 미들웨어를 필요로 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅을 다루는 소프트웨어의 요구사항으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- 오브젝트의 발견: 새로운 장치가 환경에 추가될 경우 이러한 사실의 확인
- 오브젝트의 적응: 새로 발견된 장치가 기존 환경에서 어떤 역할을 맡아야 할지를 결정
- 오브젝트의 통합: 오브젝트의 기존 환경과의 통합
- 장애 대처: 특수 오브젝트가 비정상적으로 동작할 경우 이를 확인하고 시스템에서 제거하는 기능
- 보안: 해당 오브젝트의 동작이 보안 문제를 일으킬 가능성을 확인하고 문제발생시 해결

MIT의 Oxygen[10]은 컴퓨팅 환경이 우리가 항상 호흡하는 산소와 같이 존재해야 한다는 것을 강조하였고 여러 오브젝트를 네트워크로 연결하는 기술에 주안점을 두고 있다. 카네기 멜론의 Aura[11]는 사용자가 관여하지 않아도 저절로 문제가 해결되는 환경을 개발한다는 것을 강조하고 있다. 이 밖에 일리노이 대학의 Gaia[12], UCLA의 Muse[13] 프로젝트 등 미들웨어 개발 프로젝트는 사용자의 이동에 따른 컨텍스트 정보, 제한된 자원의 파악 등 유비쿼터스 환경에 새롭게 등장하는 소프트웨어 문제를 해결하기 위한 연구 프로젝트이다.

4. 유비쿼터스 환경과 생활의 변화

유비쿼터스 컴퓨팅은 처음 제시한 대로 우리 생활에서 인간이 주인역할을 하고 컴퓨터는 충실한 심부름꾼 역할을 하도록 하는 것이 목적이다.

그러나 처음 제시된 것과 다른 목적으로 사용될 경우 유비쿼터스 컴퓨팅은 새로운 문제점을 만들어 낼 가능성이 존재하기 때문에 새로운 기술을 개발할 경우 이러한 문제를 동시에 해결해 나가야 한다.

가. 개인생활의 변화

유비쿼터스 환경은 우리에게 언제(anytime) 어디서나(anywhere) 우리가 원하는 컴퓨팅 기능을 사용할 수 있게 해 준다. 이러한 컴퓨팅 기능의 지원에 따라 우리의 생활방식에 극적인 변화가 올 것으로 예상된다.

이러한 환경의 변화는 컴퓨터 앞에서 두뇌활동에 의존하는 지식산업 근로자에게 가장 먼저 적용될 것이다. 이들은 컴퓨터를 사용한 정보망과 연결되지 않은 상태에서는 작업이 불가능하며 따라서 대부분의 일과시간을 컴퓨터 앞에서 보내거나 다른 사람과의 회의로 보내게 된다. 언제 어디서나 필요한 정보를 얻음으로 이들의 생산성은 이에 비례해서 생산성이 증가할 수 있기 때문이다. 유비쿼터스 환경의 구현으로 특정한 장소에서 특정한 시간에 일해야 한다는 제약이 없앨 수 있다. 이러한 현상은 휴대전화를 사용하는 현대인에게 이미 볼 수 있다. 그러나 이러한 장점과 동시에 다음과 같은 새로운 문제점이 예견된다.

언제 어디서나 일할 수 있다는 것은 한편으로는 모르고 지나쳐도 될 사실을 알게 된다는 것을 뜻한다. 기업은 사원에게 보다 많은 정보를 파악하며 일하기를 권장할 것이며 개인은 이를 위해 불필요한 정보를 보아야 할 경우가 생긴다. 이미 우리는 스팸 메일을 통해 불필요한 정보의 과잉이 어떤 문제를 가져올 지를 어렵듯이 알고 있다. 이러한 과잉 정보는 결국 생산성의 저하를 가져올 가능성이 높다. 또한 근무시간과 휴식시간의 경계가 명확해지지 않음에 따라 실질적인

근무시간의 증가로 발전할 수 있으며 이는 개인 생활의 침해를 뜻한다.

다른 하나의 문제점으로는 불필요한 정보에 따른 방해 때문에 창의적인 생각을 하기 어렵다는 것이다. 창의적인 발상을 하기 위해서는 방해받지 않은 비교적 긴 시간이 필요하다는 것을 우리는 경험을 통해 잘 알고 있다. 유비쿼터스 환경을 구현하기 위해서는 이러한 문제점을 어떻게 해결해야 하는지를 고려하여야 할 것이다.

나. 개인정보의 유출

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 개발은 단순한 컴퓨터 시스템의 운영체제나 소프트웨어 개발과는 커다란 차이점이 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 개발은 인간과 컴퓨터 간의 인터페이스를 다루며 따라서 사용자에 대한 사적인 정보를 필요로 한다. 근대 이전의 계급사회의 경우라면 귀족과 그 집에서 일하는 하인과의 관계, 현대사회라면 매니저와 그의 비서와의 관계를 연상하면 가능하다. 우수한 하인이나 비서는 주인의 의중(意中)을 파악하고 주인이 요구하는 일을 실수하지 않고 처리한다. 우수한 하인이 되기 위해서는 주인의 모든 습관, 주인의 현재의 건강상태, 재정상태, 타인과의 관계 등에 대해 알고 있어야 한다. 우리는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 좋은 하인이나 좋은 비서역할을 기대한다. 이를 위해서는 환경이 개인의 행동을 모니터링하여 앞서 설명한 여러 가지 분야의 정확한 상황을 파악하게 하고 이를 남에게 알려서는 안 되는 사적인 정보를 갖도록 해야 한다.

하인이나 비서는 이러한 사적인 정보에 대한 보안의 중요성을 알기 때문에 이러한 내용을 타인에게 발설하지 않으며 만약 보안에 충실하지 않았을 경우 해당 하인이나 비서에게 법적, 사회적, 경제적으로 커다란 손실을 입게끔 사회 시스템이 구성되어 있어 비교적 안심하고 사적인 정

보를 맡길 수 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅의 경우에는 이러한 하인이나 비서의 역할을 소프트웨어 에이전트가 담당한다. 에이전트가 필요로 하는 정보는 각종 센서로부터 얻어지며 이러한 정보는 센서 네트워크를 통해 서버에 전달된다. 서버는 사용자의 이전 이력 데이터베이스를 참조하여 판단하며 얻어진 결과를 디스플레이, 음성, 환경의 변화와 같은 다양한 방식으로 사용자에게 제시한다. 여기서의 문제는 이러한 판단을 위해 사용되는 개인 정보는 타인에 의해 해킹될 수 있으며 특히 그 개인 정보의 자산 가치가 높을 경우 해킹의 방지는 더욱 어렵다는 것을 우리는 경험적으로 알고 있다.

특히 개인은 자신의 위치정보에 민감하다. 근무시간의 경우 직원의 위치는 상사가 알아야 할 필요가 있으며 이에 대해서는 상사가 알아도 될 것이라 생각한다. 그러나 근무시간이 끝난 이후에는 개인의 위치 정보는 상사라도 알아서는 안 된다는 것이 일반인의 생각이다. 현재 이러한 개인 위치정보의 관리에 대한 연구[16, 17]가 진행되고 있다.

이러한 가능성 때문에 일반인은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 쉽게 받아들이지 않을 가능성도 있다. 이를 방지하기 위해서는 사용자의 개인정보가 센서를 통해 수집될 경우 이러한 사실을 해당자에게 명확히 알리도록 하는 제도가 필요하다. 은행의 현금지급기에는 비디오 카메라가 사용되며 이는 정상적인 목적으로 현금지급기를 사용하는 사람에게는 큰 부담이 되지 않는다. 그러나 개인이 자신의 집안의 위치 정보를 얻기 위한 카메라의 영상정보가 외부에 잘못 공개될 수 있다면 이러한 시스템을 사용할 사람은 없을 것이기 때문이다. 이를 위해서는 특정 컨텍스트 하에서 서비스를 받는 사용자의 개인정보는 해당인의 허락을 받지 않고는 외부에 유출되지 않도록 시스템을 설계하여야 한다. 이러한 원칙을 사용할

경우 해당자는 서비스를 받지 못할 가능성도 있으며 이의 선택은 해당자에게 주어져야 한다.

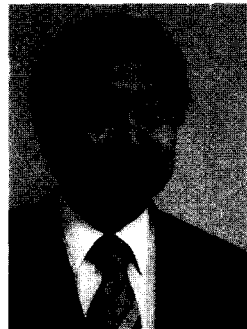
5. 맺음말

지금까지 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 개발된 배경과 유비쿼터스 컴퓨팅과 유사한 개념, 그리고 유비쿼터스 환경을 구축하기 위해 필요한 기술, 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 실제 사회에 적용할 경우 발생할 가능성이 있는 문제를 짚어 보았다. 영화 “마이네리티 리포트”에는 유비쿼터스 환경에서 사용되는 많은 기술이 선보였다. 그리고 그에 따른 문제점도 함께 보여주고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 연구할 경우 단순한 기술적인 문제의 해결만이 아닌 사회적 문제를 함께 해결하는 장치를 마련하여 컴퓨터가 인간을 위해 활용되도록 하는 것이 이를 연구하는 학자로서 취해야 할 태도이다.

참고문헌

1. Mark Weiser, "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing," *Communications of the ACM*, Vol 36, No. 7, pp. 75-84, July 1993.
2. Vannevar Bush, "As We May Think," *Atlantic Monthly*, pp. 101-108, July 1945.
3. Douglas Engelbart, "Augmenting Human Intellect," Summary Report AFOSR-3223
4. Pierre Wellner, "Interacting with Paper on the Digital Desk," *Communications of the ACM*, Vol 36, No. 7, pp. 87-96, July 1993.
5. Hiroshi Ishi, Brygg Ullmer, "Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms,"

- Proceedings of CHI 97, pp. 234-241, March 1997.
6. Streitz, Tandler et. al., "Roomare: Toward the next Generation of Human-Computer Interaction Based on an Integrated Design of Real and Virtual Worlds," Human Computer Interaction in the New Millenium, pp. 553-678.
 7. Jeremy R. Cooperstock, Sidney S. Fels, William Buxton, Kenneth C. Smith, "Reactive Environments", Communications of the ACM, Vol 40, No. 9, pp. 65-73, Sep. 1997.
 8. J. M. Kahn, R. H. Katz, "Next Century Challenges: Mobile Computing for 'Smart Dust,'" Proceedings of the Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 271-298, 1999.
 9. Brad Johanson, Armando Fox, Terry Winograd, "Experiences with Ubiquitous Computing Rooms.", IEEE Pervasive Computing, pp. 67-82, Jan.-Mar. 2002.
 10. MIT Project Oxygen Overview, oxygen.lcs.mit.edu/Overview.html
 11. David Garlan, Daniel P. Siweiorek, Asim Smailagic, Peter Steenkiste, "Project Aura: Toward Distraction-Free Pervasive Computing.", IEEE Pervasive Computing, pp. 22-31, April - June 2002.
 12. Manuel Roman, et. al. "Gaia: a middleware platform for active spaces", ACM SIG-MOBILE Computing and Communications Review, Vol. 6, Issue 4, pp. 65-67, Oct. 2002.
 13. Gregory D. Abword, Elizabeth D. Mynatt, "Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing," ACM Transactions on Computer-Human Interactions, Vol. 7, No. 1, pp. 29-58, March 2000.
 14. Guruduth Banvar, Abrahm Bernstein, "Software Infrastructure and Design Challenges for Ubiquitous Computing Applications," Communications of the ACM, Vol. 42, No. 12, pp. 92-96, Dec. 2002.
 15. Adam Stone, "The Dark Side of Pervasive Computing," IEEE Pervasive Computing, Jan-Mar 2003, pp. 4-8.
 16. Alastair R. Beresford, Frank Stajano, "Location Privacy in Pervasive Computing," IEEE Pervasive Computing, pp. 46-55, Jan-Mar, 2003.
 17. Ginger Myles, Adrian Friday, Nigel Davis, "Preserving Privacy in Environments with Location-Based Applications," IEEE Pervasive Computing, pp. 56-64, Jan-Mar, 2003.



이 만 재

1970 서울대학교 전기공학과 학사

1982 스탠포드 대학교 전기공학 석사

1986 텍사스 오스틴 대학교 컴퓨터 공학과 박사

1986 한국전자통신 연구소 책임 연구원

1989 슬빛 미디어 대표이사

1995 숙명여자대학교 교수

1998 아주대학교 미디어 학부 교수

2001 한국 정보통신대학교 교수, 디지털 미디어 연구소 소장