

유비쿼터스 컴퓨팅 : 어떻게 할 것인가?

전국대학교 김지인*

1. 개 요

유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)은 수많은 지능형 컴퓨터들이 우리의 일상 생활 속으로 스며들어 밖으로 드러나 보이지 않는 상태에서, 서로 유기적으로 연결되어 서로 협조함으로써, 언제 어디서나 우리들을 알아 보고, 우리들에게 필요한 정보나 서비스를 맞춤형으로 즉시 제공하여 우리의 삶의 질을 향상시키는 새로운 컴퓨터 환경을 지향한다. 매릴랜드 대학 전산학과 교수를 거쳐 제록스 연구소에서 전산 분야 연구 책임을 맡았던 마크 와이저(Mark Weiser)는 미래에 출현하게 될 새로운 형태의 컴퓨터에 대하여 전망하면서, 컴퓨터의 발전 방향 및 현재의 기술과 학문의 상황을 바탕으로 하여 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 새로운 개념을 정립하였다[1,2,3]. 그에 따르면, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 아래에서는 특별하게 제작된 수많은 컴퓨터 하드웨어, 센서(Sensor) 및 소프트웨어가 유무선 네트워크로 연결되어 우리 주위의 모든 장소에 존재하고, 그들의 존재를 일반 사용자들이 알아차리지 못하는 가운데, 조용하게 (마치, 물과 공기처럼) 우리의 일상 생활 속에 자리를 잡고, 우리에게 필요한 정보를 제공하고, 처리하며, 여러가지 서비스를 수행하며 우리를 도와줄 것이라는 것이다. 그래서 “Everyday Computing” 또는 “Computers Everywhere”, “Invisible Computing”이 가능하게 되고 컴퓨터가 우리의 삶 속으로 깊숙이 스며들어 마치 “숲 속을 거닐듯이” 편안하고 자연스러운 상태에서 컴퓨터를 사용하게 되는 것이라고 한다.

기술이 발전하면서 우리의 일상 속으로 녹아들어가면 예는 우리 주위에서 많이 찾아 볼 수 있다. 우리의 육체 노동을 덜어 주고, 보다 강력한 힘을 지속적으로

로 공급하기 위하여, 동력 발생 장치가 고안되었다. 초기에는 자연의 힘을 주로 이용하였는데, 풍차는 바람의 힘을 이용하고 물레방아는 물의 힘을 이용하여 인간에게 유용한 동력을 얻기 위하여 발명된 것이다. 자연의 힘을 이용한 동력 발생 장치는 여러 부문에서 우리들에게 유익한 도구로서 활용되었지만, 풍차나 물레방아와 같은 초기의 동력 장치는 동력을 얻기 위한 장치가 실제로 그 장치의 주된 기능을 수행하며 동력을 사용하여 우리에게 도움을 주는 기능(예를 들면, 제분 기능)보다 훨씬 두드러져서 “배보다 배꼽이 더 큰” 상황이었다. 또한, 그 장치의 사용법도 쉽고 편하지는 않아서 동력 장치를 동작시키고 유지하기 위하여 별도의 인력과 기술이 필요한 경우가 많았다. 인간의 기술이 계속 발전하면서, 자연의 힘 대신 증기기관을 이용하여 동력을 발생시킬 수 있게 되었고, 과학 기술이 더욱 발전하면서 전기를 이용한 모터가 발명이 되고 널리 사용이 되게 되었다. 이제 풍차나 물레방아와 같은 장치는 동력 발전 장치로서의 역할보다는 관광 자원으로서의 역할을 주로 수행하고 있다. 전기, 전자, 기계 공학의 눈부신 발전에 따라, 모터는 우리 주위의 “여러가지 장비에 항상 존재하며 보이지 않고 드러나지 않으며, 우리는 그 사용법이나 기술에 대하여 더 이상 신경을 쓰지 않으면서” 그들을 사용할 수 있게 되었다. 우리 주위를 잘 살펴보면 우리는 항상 모터를 사용하는 장비를 찾을 수 있을 것이다. 우리가 사용하는 컴퓨터의 디스크 장치, 우리가 음악을 듣는 CD 플레이어, 스크루 드라이버, 전동 칫솔, 면도기 등 여러 장치의 부품으로 모터는 잘 사용되고 있다. 우리는 평소에 이들 장비에 모터가 동력 장치로서 장치되어 있는지 느끼기 어려우며, 모터를 작동시키기 위하여 별도의 동작을 하지 않아도 되고, 이들 장치를 동작시키기 위하여 별도의 기술이나 인력을 필요로 하지 않는다. 마크 와이저에

* 중신회원

따르면 이는 동력 발생 기술이 발전하면서 자신을 드러내지 않고, 우리의 일상 속으로 그 기술이 “썬어저” 혹은 “스며들어” 있기 때문이다.

컴퓨터 기술도 발전하면서 우리의 일상 속으로 자연스럽게 스며들어갈 것으로 예상된다. 지난 50년 동안 컴퓨터의 크기는 줄어들고, 가격은 내려가면서, 성능은 향상되는 발전 과정을 거쳐왔다. 그 결과 이미 우리 주위에는 수많은 컴퓨터가 산재하여 있다. 각종 가전제품이나 통신기기에는 기본적으로 하나 이상의 컴퓨터가 내장되어 있다. 인터넷이 대중들에게 보급되고, xDSL, Cable, Satellite 등의 기술을 활용하여 고속화 되며, IPv6 체계가 갖추어지고, Bluetooth와 같은 무선통신 기술이 발전하고, 휴대폰, PDA 등 개인용 정보 통신 단말기와 IMT-2000과 같은 관련 기술이 발전하여 “언제 어디서나” 인터넷에 접속하고 멀티미디어 정보를 주고 받는 시대로 다가 가고 있다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 지원하기 위하여 각 개인 당 사용하는 컴퓨터의 수가 증가하는 추세이고, 늘어나는 컴퓨터들을 사용하는 분산 처리, 네트워킹 등과 관련된 많은 연구들이 진행되고 있다. 아울러, 수많은 기기종 컴퓨터들 사이의 상호 운용성(Interpreability)을 지원하기 위한 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)의 ORB(Object Request Broker)와 같은 소프트웨어 구조도 개발되고 있다. HCI(Human Computer Interaction) 기술이 발전되면서, 사람들이 별도의 컴퓨터 기술을 익히지 않고, 편안하고 자연스럽게 사용할 수 있는 새로운 방식의 컴퓨터를 개발하고 있다. 착용형 컴퓨터(Wearable Computer)는 사람들이 항상 컴퓨터를 몸에 지니고 다니면서 활용할 수 있도록 하기 위한 노력의 결과로서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구성하는 중요한 핵심 기술 중의 하나이다. 이러한 과정을 통하여 컴퓨터는 우리 일상으로 스며들어 갈 것이며 사람들은 컴퓨터의 존재를 느끼지 못하면서 컴퓨터를 무의식중에, 자연스럽게 사용하게 될 것이다. 이것이 바로 유비쿼터스 컴퓨팅에서 지향하는 “Calm Technology”가 구현된 모습이며 “Invisible Computing”이 실행되는 상태인 것이다.

방송 기술의 발달로 인하여, 이번 미국과 이라크와의 전쟁이 진행되는 과정은 마치 운동 경기를 중계 방송하는 것처럼 생생하게 우리의 안방으로 전달되었다. 미군과 영국군이 비행기로 이라크의 주요시

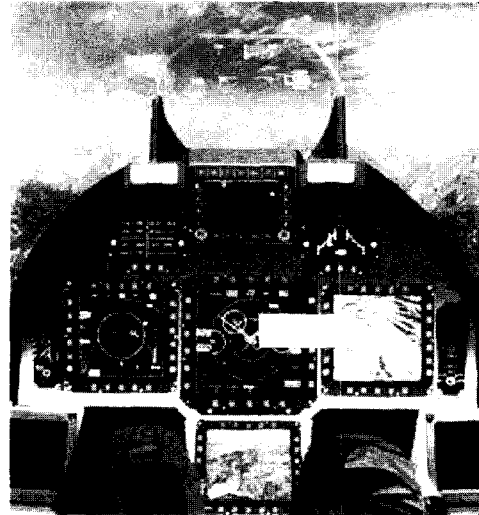


그림 1 증강 현실 기술을 활용하여 제작된 비행기의 창을 통하여 조종사에게 보이는 실제 지형과 컴퓨터가 만들어 준 관련 정보가 함께 표현된다. (<http://www.kaiserelectronics.com>)

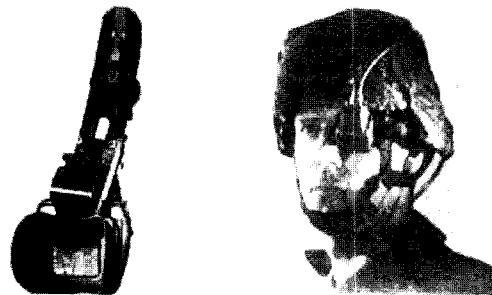


그림 2 지상에서 전투에 참가하는 병사들이 착용하는 Helmet Mounted Display (<http://www.kaiserelectronics.com>)

설을 폭격하여 목표물을 파괴하는 광경이나, 병사들이 탱크를 타고 혹은 도보로 이라크 도시들을 누비면서 총격전을 벌이고 직접 관측한 장면들이 텔레비전을 통하여 중계되면서 시청자들은 실감나게 이라크 전쟁 상황을 시청할 수 있었다. 이것은 조종사나 병사들이 직접 촬영한 장면을 우리가 볼 수 있었기 때문이다. 실제로 비행기 조종사는 헬멧에 부착된 디스플레이 장비를 비롯한 각종 전자 장비를 착용하기 때문에, 그들의 시야에는 이라크 시가지나 목표물이 보

이면서 동시에 중앙 통제 본부에서 보내주는 각종 정보가 함께 보여지게 된다. 그림 1에 보여지는 것과 같이 증강현실(Augmented Reality) 기술을 활용한 장비들을 활용하므로 인공 위성, 컴퓨터 등에서 제공되는 정보들을 바탕으로 하여 이라크와 같이 조종사에게 생소한 지형에서도 정확한 폭격이 가능했던 것이다. 일반 병사들도 개인용 무선 통신 장비를 사용하면서 교신하고, 전체적인 전투 상황을 파악하고 있는 중앙 통제 본부의 지휘를 받으면서 효율적으로 전투를 수행하였다. 그들의 전투 상황도 첩모 위에 부착된 비디오 카메라와 추적 장치를 통하여 본부에 송신되었다. 조종사나 병사들의 전투 상황은 모두 기록되고 분석되어, 중앙 통제 본부에서는 전쟁 상황을 정확하고 빠르게 파악하여 효과적인 작전 수행을 할 수 있었다. 결국 이러한 방향으로 전쟁이 수행된다 보면, 전쟁터에는 수많은 컴퓨터들과 상황 인식을 위한 센서(Sensor) 및 센싱(Sensing) 장비들, 이들로부터의 정보를 처리하여 상황 정보를 얻어내는 컨텍스트 인식(Context Awareness) 장비, 상황 정보를 담은 데이터베이스, 이들을 연결하고 서로 교신하면서 상황에 대처하는 지능형 무선 네트워크 장비, 조종사나 병사들에게 정보를 전달하고 입력을 받는 장비 등 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 기반으로 한 장비들로 가득차게 될 것으로 예상할 수 있겠다.

과연 유비쿼터스 컴퓨팅은 마크 와이저의 예측대로, 향후 21세기 전산 과학의 중요한 연구 과제 중의 하나로 떠오를 것인가? 아니면 그저 한 때의 지나가는 유행인가? 아니면 연구비를 따내기 위하여 사람들을 현혹하기 위한 제안서 포장용 전문 용어인가? 기껏해야 전체주의자들이 사용하는 국민 통제용 도구로 전락할 기술인가? 우리는 유비쿼터스 컴퓨팅을 어떻게 할 것인가? 본고에서는 이러한 문제에 대한 답을 얻을 수 있는 참고 자료를 제공하기 위하여 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 정확한 개념을 소개하고 관련된 연구 동향 및 문제점, 관련 연구 과제 등에 대하여 살펴 보려고 한다.

본고는 다음과 같이 구성되어 있다. 1절의 개요에 이어서, 2절에서는 왜 유비쿼터스 컴퓨팅이 전산 과학자들의 연구 분야로서 필요한지를 살펴보고, 3절에서는 국내외에서 수행되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 연구에 대하여 살펴보고, 관련된 국제 학술대회에 대하여 알아 본다. 마크 와이저 이후 지금까지 10여 년 간 진행되어 온 유비쿼터스 컴퓨팅 분야의 연

구 성과에 대하여 알아보고, 연구를 수행하면서 중요하게 다루어야 할 세부 과제들에 대하여 4절에서 알아본다. 마지막으로 5절에서는 본 논문을 맺는 말을 정리하여 보았다.

2. 필요성

Journal of the ACM의 2003년 1월호에 “향후 50년간 전산 과학에서 다루어야 할 중요한 문제는 무엇인가?” 라는 주제로 특집 논문들을 게재한 바가 있다 [15,16,17,18]. 이들 중에는 Jim Gray가 1999년에 ACM에서 그에게 수여한 Turing Award 시상식에서 강의를 한 내용을 정리한 것이 있는데, 그는 Bush의 Personal Memex[24]와 World Memex에 대하여 언급하면서 이 Memex들이 우리가 향후 전산 과학에서 연구하여야 할 주요한 과제들 중의 하나라고 주장하였다[16]. Memex란 우리가 보고, 듣고, 읽은 모든 내용을 저장할 수 있는 저장 장치이다. Personal Memex는 개인의 경험을 저장하고 필요에 의하여 검색할 수 있는 장치이고, World Memex는 전세계의 전문가들이 만들어 낸 모든 형태의 정보를 기록하여 관리하면서 사용자들이 궁금해 하는 모든 질문에 대답할 수 있는 능력을 가진 저장 장치이다. 문자 정보는 물론이고 음악, 영상, 예술, 영화, 비디오 등 모든 멀티미디어 정보를 다 포함한다. 지금의 웹이 World Memex가 완성되기 이전의 원시적인 형태라고 볼 수 있을 것이다. Gray에 따르면 Memex에는 사람들의 음성, 동작, 표정, 그림, 문자 등을 이해할 수 있고 이를 활용한 출력이 가능한 사용자 인터페이스를 필요로 한다고 하였다. Personal Memex는 언제 어디서나 사용 가능하고 World Memex와 연결도 항상 가능하여야 할 것이다. 결국 그가 말하는 Memex란 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 갖추어져서 개인의 모든 체험과 전세계에 존재하는 모든 지식들을 기록하고 검색하는 기능이 구현된 모습인 것이다.

Lampson[17]은 컴퓨터 응용 기술의 발전 단계에서 나타난 3가지 중요한 사건에 대하여 언급하였다. 첫째는 1960년의 Simulation, 둘째는 1985년의 Communication, 그리고 셋째는 2010년의 Embodiment이다. 시뮬레이션을 통하여 과학 분야의 어려운 문제들을 해결하였고 기업체에서 풀고자 하는 여러가지 문제들을 해결하였다. 다음 사건은 인터넷의 등장을 가져다 준 컴퓨터 통신의 발전이다. 일반인들도 이메일

을 사용하고, 항공권, 도서, 영화 등의 구매가 인터넷을 통하여 가능해져서 새로운 형태의 세계인 사이버 세상을 만들어 내게 되었다. 이제 2010년이 되면 비전, 음성 인식, 로보틱스 등 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 기술의 발전에 따라 컴퓨터가 사이버 세상과 실제 세상(Real World)를 접목하여 우리의 삶을 보다 윤택하게 할 것으로 전망된다. Lampson의 예를 따르면, 고속도로에서 자동차들을 운행하는 방법을 개선하여 치명적인 교통사고를 내지 않도록 할 수 있을 것이라는 것이다. 이를 구현하기 위하여 실시간 비전 기술 및 레이더, 레이저, GPS와 같은 센서 기술, 그리고 도로, 자동차 및 도로 상의 물체들에 대한 모델링 기술 등이 필요하다. 또한 센서에서 감지할 수 있는 여러가지 예기치 못한 상황들에 대한 대처 능력도 있어야 할 것이고 가까운 장래에 발생하는 여러가지 변화에 대하여 대처할 수 있어야 할 것이다. 이를 위하여 센서 및 센싱 기술, 컨텍스트 인식, 분산 지능형 시스템 등의 기술들이 필요한데 이들은 결국 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구성하는 핵심 요소 기술들이었다.

현재의 컴퓨팅 환경이 가지고 있는 여러가지 문제점을 파악하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 기술을 개발하게 되면 이러한 문제들은 자연스럽게 해결될 수 있다는 것은 저명한 전산 과학자가 아니더라도 쉽게 생각해 낼 수 있다. 그 중에서 몇 가지를 먼저 생각해 보면 다음과 같다.

첫째로, 현재의 컴퓨터 사용법은 지속적인 개선이 필요하다. 하드웨어적으로 모니터, 키보드, 마우스를 이용한 인터페이스보다 훨씬 더 사람들의 대화 방식이나 생활 습관, 작업 환경 등에 알맞은 인터페이스가 필요하다. 소프트웨어적으로도 현재의 WIMP (Window, Icon, Menu and Pointing Device) 기반의 GUI (Graphical User Interface) 보다 좀더 인지 과학적으로 연구된 상호작용 방법의 개발이 필요하다. 사용자의 음성이나 동작, 글씨, 그림 등을 컴퓨터가 인식하고 인터페이스로 활용하는 것도 해결 방안이 될 수 있을 것이다. 이렇게 우리들에게 보다 친숙하고 편안한 사용자 인터페이스를 활용하게 되면 우리들이 수행하는 작업의 생산성을 향상시킬 수가 있고, 신체적 장애로 인하여 컴퓨터의 사용이 자유롭지 못한 사람들이 쉽고 편하게 컴퓨터를 사용할 수 있도록 도와줄 수도 있다.

둘째로, 현재에는 컴퓨터와 인터넷에 접속을 하려면 우리가 컴퓨터와 인터넷이 연결되어 있는 장소로

이동하여야 한다. 사용자가 컴퓨터를 항상 가지고 다니는 것도 아니고 가는 곳마다 항상 컴퓨터가 있는 것도 아니므로 소위 "Everyday and Anywhere Computing"은 불가능하다. 1년 365일, 하루 24시간 동안, 어디를 가더라도 항상 컴퓨터를 사용할 수 있고 인터넷에 연결되어 있으려면 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하면 된다. 이러한 환경 하에서는 지식 근로자들이 작업하기가 매우 편하게 된다. 사무실에서나, 회의실에서나, 발표장에서나 혹은 출장지에서 필요로 하는 정보에 항상 접근이 가능하다. 집에 돌아와서나 자동차 혹은 지하철 안에서도 항상 동일한 컴퓨팅 환경을 가질 수 있고 여러 명의 근로자들이 함께 참여하고 정보와 서비스를 공유할 수 있으므로 지식 근로자의 생산성이 매우 높아지게 될 것이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 아래에서는 지식 근로자들의 지적 능력을 확장시키고, 컴퓨터와 센서들이 사용자의 상황을 자동으로 파악하여 상황에 맞게 여러가지 정보와 서비스를 제공하고 도와주므로, 높은 지능과 비상한 기억 능력을 갖추고 24시간 일을 하는 훌륭한 비서를 얻게 되는 셈이기 때문이다.

유비쿼터스 컴퓨팅의 필요성은 이를 통하여 얻을 수 있는 여러가지 경제적 이익을 살펴보면 보다 명확해질 것이다. 이들을 정리하면 다음과 같다[26].

첫째로, "실시간 경제" 혹은 "Now Economy" 라고 불리는 시스템으로 기업체에서 정보통신 기술을 활용하여 실시간 정보를 가지고 각 개체를 관찰하고 상황을 모니터링 하므로 자원 관리를 투명하게 하고 예기치 못한 상황에 신속하게 대응할 수 있게 하여 준다. 예를 들어 재고 관리에 이러한 기법을 도입하면 제품 및 직원에 대한 실시간 정보를 파악하고 주문 상황 및 물류 이동을 즉각 파악할 수 있게 되어 회사 경영이 투명하고 정확해진다. 이로부터 얻어 들이는 경제적 이익-노동력 감소, 비용 절감, 정확도 향상, 효율성 증가 등 - 이 막대할 것이다. 유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용하는 RFID 태그[28,29,30]를 제품에 부착하여 제품 주문, 추적, 판매 및 관리가 자동화 된다. 예를 들어 유효기간이 표시된 음식이나 약품의 경우 변질이나 손상의 우려에 대비하여 주문 및 관리를 수행하여야 하는데, RFID 태그로 이 과정을 자동화 하여 효율적이고 정확한 관리를 할 수 있을 것이다. 또한 항공기 부품에 태그와 센서를 부착하는 경우, 부품의 수명이 다하거나 고장이 나서 작동을 제

대로 하지 못할 경우에 미리 센서가 감지하여 교환 및 수리할 수 있도록 자동으로 알려 주게 되면 경제적 이익 뿐 아니라 안전성 증가의 이익도 얻을 수 있다.

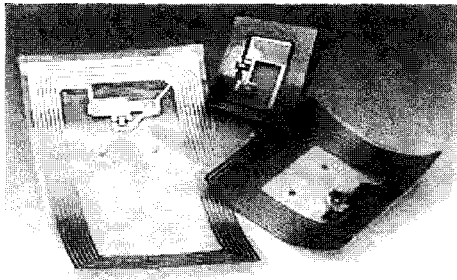


그림 3 RFID 태그

(<http://www.inf.ethz.ch/research/institutes>)

둘째로는, 동적인 가격 책정 정책을 활용하면 가격 구조에 혁명을 가져올 수 있다. 현재는 슈퍼마켓의 우유가 모두 같은 가격을 갖는다. 만약 우유 가격을 증권시장에서의 주식 가격처럼 시장 상황이나 상품의 상태에 따라 동적으로 변하게 한다면 어떻게 될 것인가? 예를 들어, 유효기간이 1주일 남아 있을 때 1000원이던 우유가 유효기간에 가까워질수록 가격이 점점 하락한다고 가정하자. 만약 신선함을 최우선으로 하는 고객이라면 비싼 가격을 지불하더라도 신선한 것을 구입할 것이고 가격을 우선으로 하는 고객이라면 신선도가 떨어져도 싼 우유를 살 것이다. 상품 가격이 동적으로 형성되는 상태가 되는 것이다. 이렇게 되면 시장 상황과 고객들의 취향을 분석하여 슈퍼마켓에서는 우유 구매 일정 및 물량을 조정하게 될 수 있을 것이다. 이렇게 된다면 매우 효율적인 상품 관리가 가능하여 질 것이다.

셋째로, 상품의 가격을 사용한 분량에 맞추어 책정하는 “Pay-per-Use” 방식이 가능하다. 상품에 부착된 태그가 사용량을 측정하여 그것에 맞추어 대금 지불을 한다면 합리적인 경제 활동이 이루어질 것이다. 예를 들어, 자동차 보험의 경우에 현재의 일률적인 기준보다 실제 운전자의 운전 습관이나 운전 형태, 사용량 등에 따라 보험료를 책정한다면 정확하고 합리적인 보험 경영이 가능하게 될 것이다.

지금까지 살펴 본 바와 같이 전산 과학의 발전 방향이나 유비쿼터스 컴퓨팅이 잠재적으로 가지고 있는 경제적 파급 효과 등을 고려하면, 앞으로 보다 많

은 전산 과학자들이 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련된 연구에 전념하는 것은 당연한 것으로 판단된다. 이미 유비쿼터스 컴퓨팅의 시대는 시작되었다고 보아도 무방할 것이다. 우리가 사용하는 휴대폰의 보급이 폭발적으로 증가하고 장비의 기능도 다양하게 발전하는 추세를 살펴보면 유비쿼터스 컴퓨팅에서 지향하는 “invisible”하고 “smart”한 컴퓨터들이 “ubiquitous”하며, 서로 네트워킹 되어 협조하면서 우리를 도와주는 시대가 곧 다가올 것으로 기대된다. 이런 의미에서 유비쿼터스 컴퓨팅의 필요성은 다시 거론할 여지가 없다고 결론을 지을 수 있다.

3. 국내외 현황

미국 제록스사의 PARC(Palo Alto Research Center) 연구소에서 1988년 세계 최초로 유비쿼터스 컴퓨팅 개념이 태동하고, 이를 시범적으로 구현하기 위한 과제가 본격적으로 시작되었다. 마크 와이저의 주도 하에 진행된 이 과제는 지식 근로자들의 작업 환경을 개선하는 것을 목적으로 하고 컴퓨터가 전면으로 나서지 않은 가운데 지식 근로자들의 작업을 도와 주어 그 생산성을 향상시킬 수 있도록 하였다[2,3]. 그 과제의 결과물은 다음과 같이 기능별로 3개로 나누어 정리할 수 있다.

- **ParcTab** : 인치(inch, 1 인치는 2.54 cm) 크기의 개인이 휴대하는 단말기로서 Active Badge 기능을 하는데 사용자의 신분증 역할을 한다. 센서가 Active Badge를 착용한 사용자를 인식하여 문을 통과시켜 주고, 사용자가 자리를 비운 상태에서 전화가 오면 사용자의 위치를 파악하여 가까운 전화로 돌려 주고, 컴퓨터에 다가가면 사용자를 인식하여 각 사용자에게 맞추어 제작된 출력물을 화면에 표현한다.
 - **Pad** : 피트(feet, 1 피트는 30.48 cm) 크기의 개인용 컴퓨터로서 휴대가 가능하며 사용자에게 필요한 정보를 스크랩 하는 종이 역할을 한다. 연습장 및 메모장 기능으로도 활용 가능하다.
 - **Liveboard** : 야드(yard, 1 야드는 91.44 cm) 크기의 컴퓨터로서 칠판 역할을 하여 회의를 진행하는 경우 여러 사람이 정보를 공유하게 한다. 비디오, 그림 등의 정보를 보여 주며 유용한 정보를 공고하는 게시판 역할도 한다.
- 그래서, 이러한 환경 하에서는 지식 근로자들이

ParcTab을 신분증처럼 부착하고 근무하면서, 사무실 공간의 어디에 가더라도 자신의 책상에 있는 것과 같은 환경에서 작업이 가능하다. 또한, Pad를 들고 다니면서 필요한 정보를 쉽고 편하게 입력하거나 출력할 수 있다. 여러 명이 모여서 회의를 하거나 작업을 할 때에는 Liveboard가 설치된 회의실에서 각종 필요한 정보들을ダイナミック하게 검색하고, Liveboard에 표현되는 정보들을 함께 조작하고 공유하면서 작업을 수행한다.

HP에서 개발한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경인 Cooltown은 모바일 환경에서 멀티미디어 데이터 처리가 가능하고, 사용자는 웹에 항상 접근 가능하며, 실세계와 사이버 공간이 자연스럽게 연결이 되는 환경을 목표로 하고 있다[31]. Cooltown 내의 컴퓨터 장비들은 유무선 통신으로 연결되어 있고, 사용자들은 모바일 단말기를 가지고 다니며, 환경 내에 산재된 컴퓨터들은 사용자가 처한 상황을 인식하고 그에 따라 필요한 정보와 서비스를 제공한다. 실험적으로 여러 분야에 이 기술을 적용하였는데 가정에서는 웹 기반의 정보 가전들이 설치되어 사용할 수 있게 되었고, 학교 환경에도 적용하여 학생들과 교사, 직원들이 다양한 정보에 접속하고 공유할 수 있게 하였고 (cooltown @ school), 스타벅스와 같은 커피 체인점들에서 무선으로 인터넷에 접속 가능하게 하여 거리에서도 웹에 접근이 가능하게 하였다. 디지털 박물관 환경에도 이 기술을 적용하여 RFID 태그[28,29,30]를 가진 관람객들에게 맞춤 정보를 제공하고 웹 페이지와의 연동을 통한 다양한 형태의 관람 정보를 제공하기도 하였다.

IBM사는 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 이름 대신에 Pervasive Computing이라는 이름을 사용한다. 많이 알려진 연구 결과물로서는 Wearable Computer 연구 과정에서 개발한 손목시계가 있다. 여기에는 리눅스가 탑재되고 Bluetooth 기능을 갖추어져서 무선 통신이 가능하다. 이 시계는 데이터 처리 기능은 물론 빔 프로젝터나 스테레오 시스템과 같은 정보 가진 기기들을 제어하는 기능을 갖추고 있다. 최근 시계 전문사인 일본의 시티즌사와 공동 연구하여 그림 4에 보이는 것과 같은 손목시계를 개발하였다.

미국의 대학들 중에서 MIT에는 Media Lab을 비롯하여 (비전 기술을 이용한 Smart Room, Smart Desk, Smart Chair 등 개발) Auto-ID Center, Home of the Future Consortium 등의 연구 그룹들이 활발

하게 연구하고 있으며[20,21,22], Georgia Tech의 Future Computing Environments Group[6,7,8,9], University of Washington 등에서도 유비쿼터스 컴

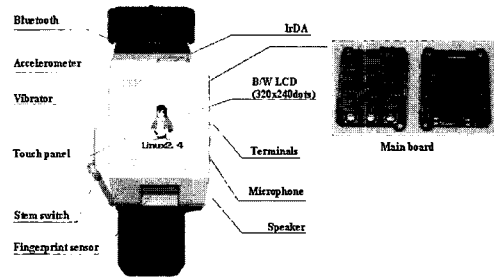


그림 4 Bluetooth 기능을 갖춘, IBM과 Citizen이 공동 개발한 리눅스 탑재 손목 시계 (<http://www.research.ibm.com/WearableComputing/collaboration/ibmcitizen.html>)

퓨팅을 열심히 연구하고 있다. 특히, UC Berkeley에서 개발한 "Smart Dust"는 이미 상품화 되어 다양한 제품에 응용되고 있다[32]. 그림 5에 표현된 대로, 이 장비는 1-2 mm 정도의 모래알 크기를 갖는 아주 작은 지능형 센서로서, 컴퓨터가 내장되고 무선 통신 기능을 갖는 MEMS(micro electro mechanical sensors)이다. 이 안에는 태양 전지를 이용한 자체 전원을 갖추고 있으며 1000 피트의 거리에 떨어져서도 양방향 통신이 가능하다. 그러므로 제품의 품질

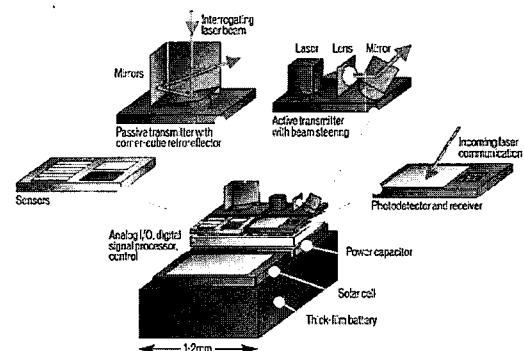


그림 5 UC Berkeley 대학에서 개발한, 여러가지 기능을 갖는 Smart Dust의 구조(http://www.computerworld.com/computerworld/records/images/story/Multifunctional-Mote_large.gif)

관리, 유통 관리 등에 이용 가능하며 응용 분야는 무궁 무진하다.

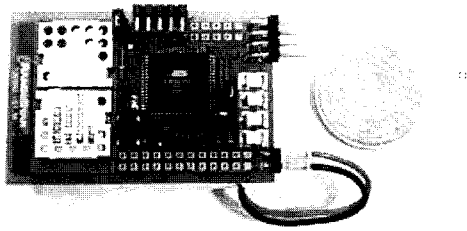


그림 6 스위스 ETH Zurich 대학에서 개발한 Bluetooth를 지원하는 센서, "Smart-Its" (<http://www.inf.ethz.ch/research/institutes>)

유럽에서 진행되는 대표적인 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 EU에서 지원하는 Future and Emerging Technology 프로그램에서 자금을 지원받는 DC (Disappearing Computer) 과제이다. 제목에서 알 수 있는 것처럼, 컴퓨터를 전면에서 사라지게 하여 조용한 가운데 사람들을 도와주자는 것이다. 이 과제에는 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련하여 16개 프로젝트가 수행되고 있는 중이다. 그 중에서 스위스의 ETH, 영국의 Lancaster University, 독일의 TecO, 스웨덴의 PLAY, 핀란드의 VTT 등이 참여하는 Smart-Its Project가 대표적이다[33]. 이 프로젝트는 Smart Dust와 유사한 기능을 가진 지능형 센서를 (그림 6 참조) 우리가 일상 생활에서 사용하는 일용품(예를 들면, 컵)에 부착하고, Bluetooth와 같은 무선 통신 환경 하에서 그들끼리 상호 통신하거나 혹은 다른 장비와 통신하여 사용자들에게 유용한 서비스를 제공하는 시스템을 개발하는 것이다.

일본에서는 동경대학교의 사카무라 교수 연구팀을 중심으로 유비쿼터스 컴퓨팅 연구를 수행하고 있으며 실시간 운영 체제인 TRON을 주축으로 하여 T-Engine, eTRON Card 등의 제품을 가지고 동경대학교의 디지털 박물관 전시 시스템에 응용하였고[12], 전뇌주택 프로젝트를 통하여 가정에서의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대하여 연구하고 있다[4]. 기업체들은 Sony, Sharp, Toshiba, Hitachi, NEC, NTT 등을 중심으로 모바일 단말장치, 유비쿼터스 네트워크, 홈 네트워크, 정보 가전 등 현실적으로 이익 창출이 가능한 분야에서부터 연구를 시작하여 건강 화장실 서

비스, 노부모 건강 점검 서비스 등으로 차츰 사업 영역을 넓혀 가고 있다.



그림 7 동경대학교 디지털박물관의 증강현실 기법을 이용한 유물 전시 (<http://www.um.u-tokyo.ac.jp>)

유비쿼터스 컴퓨팅 분야의 국제 학술대회는 ACM과 IEEE의 지원을 받는 Ubicomp 학술대회가 가장 잘 알려져 있는데, 1999년 독일의 Karlsruhe에서 First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing이라는 이름의 학술대회로 처음 열렸다. 그 이후 2000년 영국의 Bristol의 학술대회에 이어, 2001년에 미국 조지아주의 아틀란타에서 열린 학술대회부터 Ubiquitous Computing (Ubicomp 2001) 학술대회로서 이름을 바꾸었다. 그래서 2002년에는 스웨덴의 Goteberg에서 열렸고, 2003년 10월에는 미국 시애틀에서 열릴 예정이다[25]. IEEE가 후원하는 학술대회로는 International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)가 있는데, 2003년 3월에 처음으로 국제 학술대회를 거행하였고, 2004년에는 미국 플로리다의 올랜도에서 거행할 예정이라고 한다[27].

국내에서 진행되는 관련 연구를 살펴보면, 지금까지는 개별적으로 연구들이 진행되었고, 이제 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에 초점을 맞추어 서로 연계하고 협조하면서 연구 역량을 키워 나가기 시작하는 단계이다. 이 분야에서 활동 중인 연구팀들을 대학교를 중심으로 하여 살펴보면 서울대·KAIST·KJIST·건국대·세종대·단국대·한양대·경북대 등이 알려져 있다. 세부 연구 과제로는 컨텍스트 인식, 증강현실, 임베디드 시스템, Pervasive Computing, 유비쿼터스 통합 소프트웨어 구조, 미들웨어, 비전 기반 사

용자 인터페이스, 지능형 미디어 등 다양한 분야에서 연구들이 진행되고 있다. 국책 연구소들 중에는 KIST의 Tangible Space Initiative는 Tangible Interface, Robotics 및 Agent 기술을 사용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하려 하고 있으며, ETRI에서는 u-Korea 과제를 기획하여 추진하고 있다. 국내의 기업체들의 경우, 아직까지는 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련한 제품을 본격적으로 개발하는 단계는 아니지만 삼성, LG, SK 등 대기업들을 중심으로 유비쿼터스 컴퓨팅 시대를 대비한 기초 연구를 수행하고 있는 것으로 알려져 있다.

국내의 학술 활동을 보면, 2002년 11월, 한국 유비쿼터스 컴퓨팅학회가 설립되어 대학, 연구소 및 기업체에서 연구 인력들이 함께 참여하는 가운데 학술 활동을 하고 있다. 그리고 u-Korea 포럼은 2003년 4월에 창립되었는데, 주로 기업체와 연구소들이 중심이 되어 활동하고 있다. 현재까지는 외국의 기술을 국내에 소개하는 세미나를 개최하는 수준의 활동을 하고 있으나 향후 우리 나라의 연구 역량이 쌓이고 발전되면 국제 학술 교류는 물론 학술대회 개최 및 학회지와 논문지 발간 등 활발한 학술 활동을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 연구과제

지난 10여년 동안 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 많은 연구들이 진행되었다. 이를 통하여 우리는 유비쿼터스 컴퓨팅의 기술적인 특성이 무엇인지, 더욱 연구하여야 할 부분은 무엇인지, 향후 해결하여야 할 기술적인 쟁점들과 사회적인 쟁점들은 무엇인지에 대하여 좀 더 많이 알게 되었다. 본 절에서는 이러한 문제들에 대하여 살펴 본다. 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅을 실제로 응용 분야에 적용할 때에 발생하는 쟁점들에 대한 사례에 대하여 살펴보도록 한다.

4.1 특성

유비쿼터스 컴퓨팅이 지향하는 “Everyday Computing”은 사용자가 이동을 하여 장소가 변하거나, 휴대하거나 사용하는 장비가 바뀌거나, 시간이 지나더라도, 지속적으로 “연결되어” 원하는 작업을 수행할 수 있게 해주는 연속적인 컴퓨팅 환경의 구현을 목표로 한다[6]. 따라서 기존의 컴퓨팅 환경과는 다른 몇 가지 특성을 갖는다.

첫째로, 컴퓨터의 사용이 언제 시작되어 언제 끝나는지 명확한 경계가 모호하다. 사람의 일상 생활이 그러하기 때문이다. 그러므로 “일상 속으로 스며든” 컴퓨터들은 연산, 통신, 작업 등이 반복되고 중단되며 다시 연결된다. 연속적인 작업의 중단과 연결로 이어지는 작업의 흐름을 적절하게 처리하고 사용자의 요구와 기대에 부응하는 결과를 출력할 수 있어야 한다.

둘째로는, 사용하는 중간에 인터럽트가 갑자기 발생하여 컴퓨팅 작업이 중단되기도 한다는 것이다. 역시 실세계에서는 자주 일어나는 현상이다. 그러므로 컴퓨터들은 이에 대한 대처 능력을 갖추고 있어야 한다. 또한 중단된 작업들이 존재하는 것을 사용자에게 알려 주고, 만약 사용자가 다시 작업을 계속할 때에는 이전 상태에서 자연스럽게 작업이 연속적으로 이루어질 수 있도록 처리를 해 주어야 한다.

셋째로, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용자는 여러가지 작업을 동시에 수행하는 경우가 많아서 Context Shifting이 자유자재로 이루어질 수 있어야 한다. 작업간의 이동이 자연스럽게 신속하게 이루어질 수 있도록 하여야 한다는 것이다.

이러한 환경을 구현하려면 Infrastructure가 갖추어져야 하고 사용자들을 위한 단말기들이 개발되어 위에 언급한 요구사항을 다 만족시키면서 환경에 잘 맞추어져서 작동하여야 한다. 즉, 네트워크 장비, 정보 가전 제품, 노트북, 휴대폰, PDA 등의 장비들이 필요한 기능을 적절하게 수행하도록 개발되어야 할 것이다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 장비들은 위에 언급한 기능 이외에도 다음과 같은 특성을 가져야 할 것이다.

- **자연스러운 인터페이스** : 사용자들이 휴대하는 단말기는 정보 처리 및 계산 능력을 가지면서, 통신 능력도 갖추어야 한다. 그리고 사용자들이 사용하는데 쉽고 편해야 한다. 키보드나 마우스를 휴대하는 것을 기대할 수 없으므로 음성 인식, 동작 인식 등 자연스러운 HCI 방식이 개발되어 구현되어야 한다. 이를 통하여 사용자가 수행하는 작업의 생산성 향상이 기대되며 장애인들에게 많은 도움을 줄 것이다.
- **컨텍스트 인식 기능** : 현재 사용자가 처한 상황에 맞는 정보와 서비스를 제공하려면 사용자의 ID, 위치, 상태, 동작 등을 알아낼 수 있어야 한다. 이를 위하여 GPS, Augmented Reality,

Computer Vision, RFID 등 다양한 기술이 사용된다. 대표적인 응용 사례로는 Tour Guide System이 있는데 사용자의 위치와 상황을 시스템이 자동으로 인지하고 이에 따른 관광 안내를 해 주는 시스템인 것이다.

- **자동화된 자료 수집 및 검색 기능** : 사용자들의 모든 경험을 기록하고 저장한 다음, 쉽고 빠르게 그 자료들을 검색할 수 있도록 해 주어야 한다. 대용량의 멀티미디어 자료의 처리, 직관적이고 신속한 정보 검색 방법 등이 요구된다. 예를 들면, Georgia Tech에서는 강의실에서 일어나는 상황을 모두 기록하고 저장하여 학생들의 학습 능력 향상에 도움을 주었다. Class 2000라는 이름으로 시작하여 eClass로 이름을 바꾼 이 과제를 통하여 강의의 모든 내용을 저장하고, 나중에 쉽고 빠르게 검색할 수 있는 방법을 연구하였다[7].

4.2 기술적 쟁점

유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하는데 있어서 해결해야 할 기술적인 쟁점들이 몇 가지 존재한다. 아직 기술적으로 완전하게 해결되지 않은 것들이어서 이들을 완벽하게 해결할 수 있어야 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 구현이 보다 빠르고 쉽게 이루어질 것이다.

첫째로, 컴퓨터의 가용성(Availability)에 관한 문제이다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 수많은 컴퓨터들이 우리 주위에 존재하는 것을 가정한다. 그리고 사용자들도 휴대용 정보 단말기를 어떤 형식으로든지 가지고 다녀야 한다. 그러나 현실적으로 보면, 데스크탑 컴퓨터는 일반화 되어 있으나 PDA와 같은 개인용 정보 단말기의 보급 상황은 아직도 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하기에는 부족한 상황이며 앞으로도 급격하게 나아질 전망이 보이지 않는다. 특별한 상황이 아니면 사용자들이 현재의 PDA와 같은 단말기를 항상 들고 다니려 하지는 않을 것이다. 새로운 형태의 컴퓨터를 개발하여 항상 휴대하게 하는 것도 해결 방안이 될 수 있고, 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 새로운 Killer Application을 개발하여 많은 사람들이 사용하게 하는 것도 좋은 해결 방법이 될 수 있을 것이다.

둘째로는, 컴퓨터를 사용하는데 있어서의 사용자 인터페이스 문제가 있다. 일반인들이 컴퓨터를 사용

하는데 있어서, 아직도 많은 어려움을 호소한다. 현재처럼 모니터, 키보드, 마우스 등을 사용하며 GUI를 활용하는 방법은 아직도 많은 사람들에게는 불편함을 주고 있다. 따라서 이를 해결하기 위한 자연스럽게 간편하며 편리한 인간과 컴퓨터 상호작용(HCI) 방법이 고안되어야 할 것이다. 현재까지는 일반적인 사람들의 상호작용 방법, 예를 들면 음성 인식, 동작 인식 등의 방법을 사용하여 일반인들이 자연스럽게 편하게 컴퓨터를 사용하는 데에는 기술적으로 많은 문제가 있다.

세째로는, 우리의 모든 경험을 기록하고 저장하는 장치에 관한 문제이다. Memex를 구현하여 우리가 보고 듣고 읽은 모든 자료들을 저장하고, 추후에 검색하고 관리하기 위하여 필요로 하는 장치와 기술을 확보하고 구현하는 작업이 쉽지는 않은 것이다. 저장할 공간의 양도 문제가 되고 이들을 효율적으로 검색할 수 있는 방법도 아직까지는 완벽하지 못하다. 개인용 단말기를 이용하여 멀티미디어 자료를 입력하여 압축하고 송수신 하며 저장하고, 검색하는 작업에 대한 종합적인 연구가 필요하다.

넷째로는, 통신 문제이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 내에 존재하는 장치들 사이에 일정 이상의 대역 폭이 확보된 통신이 가능하여야 멀티미디어 자료의 통신이 가능할 것이다. 휴대가 가능한 장비들이 광대역의 초고속 통신을 수행하는 것은 쉬운 일이 아니다. 또한 서로 다른 기종의 장비들이 이동하는 도중에 서로 끊어지지 않고 자연스럽게 통신하는 것이 가능하여야 한다. 현재 이 부분에 대한 많은 연구가 진행 중이며, 괄목할 만한 좋은 결과들이 많이 나오고 있으므로 낙관적인 기대가 가능할 것으로 보인다.

다섯째로, 보안 문제이다. 유비쿼터스 컴퓨팅에 대하여 비판적이거나 회의적인 의견을 가진 사람들이 가장 많이 언급하는 문제이다. 우리의 모든 생활이 기록되고 저장되면 이를 공개적으로 노출시킨다는 것은 몹시 위험하고 두려운 일이다. 이러한 정보 유출이나 도용을 막기 위한 보안 기술 관련한 연구가 필요하다. 쉽지 않은 문제이지만 반드시 해결하여야 할 문제이다. 다음에서 다룰 사회적인 쟁점과도 연결이 되어 함께 연구되어야 할 것이다.

4.3 사회적 쟁점

지금까지 토론한 기술적인 문제 이외에도 많은 사

회적, 윤리적, 법적인 쟁점들이 함께 존재한다. 인터넷의 출현 이후로 예기치 못했던 부작용들이 속출하여 사이버 범죄라는 특이한 현상을 다루어야 했던 것처럼 유비쿼터스 컴퓨팅이 도래하면서 기술자들이 미처 예상하지 못했던 문제점이 드러날 가능성이 있다. 기본적으로는 컴퓨터를 실제 세계에 이식하면서 우리의 생활 패턴에 혁명적인 변화를 가져다 줄 것이므로, 이에 대한 대비를 하기 위하여 기술 이외의 쟁점들에 대한 충분한 연구가 선행되어야 할 것이다.

가장 빈번하게 거론되는 문제는 보안 관련 사항이다. 개인 정보의 유출 방지, 남용 방지, 개인의 사생활 침해 방지에 관한 문제들이 함께 논의되어야 할 것이다. 이를 위하여 단계별로 여러가지 방안이 있을 수 있다. 첫째로, 개인 정보가 기록되는 상황에 되면 그 사실을 사용자들이 알 수 있게 해주는 방법이 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 기본 정신은 컴퓨터가 보이지 않아야 하는 것이지만 사용자들은 자신이 행동이 지금 기록되고 있다는 사실을 알아야 할 권리가 있으므로 사용자에게 컴퓨터가 자신의 행위를 기록 중이라는 사실을 알려 주어서 스스로 대비하고 자신의 행동을 조절할 수 있게 하자는 것이다. 그 다음 단계로서, 일단 행위가 기록이 된 다음에 그 정보에 대한 접근 및 조작 권한을 제한하는 것이다. 또한 이 자료들을 보호하기 위한 암호화 기법이라든가 방화벽 기술의 도입이라든가 저장 장치를 네트워크와 분리시키는 방법 등 여러가지 방안이 있을 수 있다. 아울러 각 사용자들에게 자신의 기록을 조작하거나 변경할 수 있는 권한을 주어서 개인 정보 유출에 대비하는 방법도 가능하다.

개인 정보의 유출 및 악용 방지를 위하여 개인 정보를 사적 혹은 지적 재산으로 간주하여 보호하여야 한다는 주장도 있다. 새로운 제도나 법규가 이에 맞추어 제정되어야 할 것이다. 우리는 누구나 남으로부터 방해 받지 않을 권리가 있다. 특히 유비쿼터스 컴퓨팅과 같은 환경에서 나쁜 의도를 가진 사람들이 개인의 가정이나 사무실에 침투하게 되면 엄청난 재난이 발생할 가능성이 많다. 그러므로 이에 대비한 기술적인 대책 이외에도 법적인 대책도 함께 준비되어야 할 것이다.

또한, 우리는 정부나 권력 기관의 개인 정보에 대한 검색, 조사, 관찰, 수색 등으로부터 자유로울 수 있어야 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 이러한 기관들의 개인 정보에 대한 요구가 더 많을 수가 있다.

국가 안보나 사회 질서 확립을 앞세우는 경우에 이러한 요구들이 정당화되었던 경우를 이전에 많이 보아왔던 우리로서는 매우 염려가 되는 부분이다. 따라서, 이에 대한 법적, 사회적, 윤리적인 해결 방안이 연구되어야 할 것이다.

4.4 응용 사례

우리 집에 홈네트워크가 설치되고 모든 가전 제품에 컴퓨터와 통신 장비가 부착되며 각 장비가 “지능”을 갖추는 유비쿼터스 환경을 구현하려면 생겨나는 문제들은 무엇일까[23]? 실제 사례에서 경험한 쟁점들에 대하여 정리하여 본다.

첫째로, 우리집을 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 맞추어 가는 작업이 필요하다. 일반 가정 주택에서 처음부터 소위 “Smart Home”으로 설계되고 건축된 집을 찾아 보기는 어렵다. 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅 장비들이 한꺼번에 모두 설치되는 경우보다는 필요에 따라 하나씩 점진적으로 설치될 것이다. 그러므로 기존의 주택을 새로운 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 맞추어 변화시키는 방법론이라든가, 새로운 장비가 도입될 때마다 기존의 장비나 시스템과 충돌을 일으키지 않고 조화롭게 설치되고 결합되는 방법론에 대하여 심도가 있는 연구가 필요하다.

둘째로, 우리집에 설치되는 장비들은 즉석에서 연결되어 바로 작동하여야 할 것이다. 설치가 복잡하고 비용이 많이 필요로 하는 장비는 살아 남지 못할 것이다. 소위 “Plug-and-Play” 식의 설치 방법이 연구되고 개발되어야 한다. 우리 가정에는 “시스템 관리자”가 없다. 이를 해결하자면 냉장고, 전화, 텔레비전 같은 가전 제품처럼 설치와 관리가 쉬워야 한다. 문제가 생기면 신속하고 정확한 애프터 서비스가 가능하여야 한다. 혹은 전기나 수도처럼 단말장치는 간단하고 서비스를 공급하는 네트워크의 기능이 우수하여 설치 및 관리가 원격으로 처리 가능하여야 한다.

셋째로, 장비들이 인간 친화적이고 사회 친화적으로 설계되고 제조되어야 한다. 아무리 기술적으로 우수한 제품이라도 사회적으로 그 사용이 용납되지 않으면 사용이 불가능하다. 그러므로 기술 혁신이 일어나더라도 이에 따른 사회적 파장을 정확하게 예측하여 가능한 부작용을 없애거나 최소화 하여야 한다. 가족 구성원들이 모두 문제 없이 사용 가능한 제품인지 여러가지 면에서 분석과 대책이 필요하다. 예를 들면, 텔레비전의 무분별한 시청에 따른 부작용을 줄

이기 위하여 프로그램을 심의하고 등급을 매긴 다음, 부모들이 자식들에게 시청 가능한 프로그램만을 보여줄 수 있도록 통제하는 시스템은 기술 변화와 사회적 고려가 잘 조화된 아주 좋은 예가 될 것이다.

넷째로, 가정에서 사용되는 유비쿼터스 컴퓨팅 장비들은 신뢰도가 매우 높아야 한다. 대학교나 연구소의 실험실에서 사용하는 장비는 고급 기술 인력들이 다루게 되므로 사용자들에 대한 기대 수준이 높지만, 가정에서는 젓먹이 어린이부터 80세 노인까지 다양한 계층의 사용자들이 존재하므로 여러가지 면에서 신뢰도가 높도록 개발되어야 한다. 텔레비전, 냉장고, 전화 등의 수준으로 제품의 신뢰도를 높여 놓아야 한다. 사용법이 쉽고 편해야 하는 것은 재론의 필요가 없다.

5. 결론

지금까지 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 새로운 패러다임에 대하여 개념을 정립하고, 그 필요성에 대하여 살펴 보았고, 국내외 연구 개발 동향, 그리고 현재와 미래의 연구 과제에 대하여 알아보았다. 과연 유비쿼터스 컴퓨팅은 우리의 생활 방식을 완전히 뒤바꾼 새로운 세상을 열어줄 것인가? 그래서 우리의 삶을 정말로 풍요롭게 할 수 있을 것인가? 아니면 전체주의적인 괴물로 변하여 우리의 삶을 고달프고 참혹하게 망쳐 놓을 것인가? 아니면 한때의 반짝했던 유행으로 흘러 가버릴 것인가? 이 시점에서는 좀 더 구체적인 해답이 생각날 수 있을 것 같다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 새로운 기술 혁신을 주장하는 것은 아니다. HCI, 컨텍스트 인식, 보안, 네트워크, 증강현실, 임베디드 시스템, 모바일 컴퓨팅, 센서 및 센싱 등 현재 전산 과학에서 중점적으로 연구중인 많은 부분은 물론이고 사회, 윤리, 경제, 법 등 기술 외적인 문제에 대하여도 많은 연구가 필요하고 이러한 분야의 연구 결과들을 모두 통합하여 유기적으로 연결하여 시스템으로 구성하는 능력을 필요로 하는 분야이다. 그러므로 관련 분야의 기술 인력들의 협력은 물론이고 학제간 협력 연구가 절실하게 필요한 것이다.

우리나라는 정보통신 분야에 그동안 투자하고 노력한 결과를 바탕으로 하여 새로운 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 연구, 개발하고 실제로 구현하기에 아주 좋은 조건을 갖추고 있다. 미국, 유럽, 일본 등에 비하여 우리가 갖추고 있는 정보통신 인프라는 하드웨어 측면이나 소프트웨어 측면이나, 국민들의 정보통신

에 대한 감각적인 면에서나 매우 우수하다고 한다. 그러므로, 지금은 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 우리의 연구 역량이 세계 수준과 격차가 있으나 우리가 가진 우수한 인프라 및 연구 잠재력으로 보아서 세계 최고의 연구 개발 능력을 갖추는 데에 그리 오랜 세월이 필요로 하지 않을 것으로 판단된다. 따라서 정부와 기업의 과감하고 적극적인 투자가 필요한 분야이며, 연구소와 대학에서 총력을 다하여 도전해 볼만한 가치가 충분한 분야라고 생각된다.

참고문헌

- [1] Weiser, M., <http://www.ubiq.com/weiser>.
- [2] Weiser, M., "The computer for the 21st Century." *Scientific American*, Vol. 265, No. 3, pp. 94-104, September, 1991.
- [3] Weiser, M., "Some computer science issues in ubiquitous computing." *Communications of ACM*, Vol. 36, No.7, pp. 75-84, July, 1993.
- [4] 사카무라 켄, 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명, (최운식 번역) 동방미디어, 서울, 2002.
- [5] Ishii, H. and Ullmer, B., "Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms," in *Proceedings of the ACM conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '97)*, March, 1997.
- [6] Abowd, G. and Mynatt, E., "Charting past, present, and future research in ubiquitous computing," *ACM Transactions on Computer Human Interaction*, Vol. 7, No. 1, pp. 29-58, March, 2000.
- [7] Abowd, G., "Classroom 2000: An experiment with the instruction of a living educational environment," *IBM Systems Journal*, Vol. 38, No. 4, pp. 508-530, 1999.
- [8] Abowd, G., <http://www.cc.gatech.edu/fce>.
- [9] Abowd, G., "Software design issues for ubiquitous computing," in *Proceedings of the IEEE CS Annual Workshop on VLSI: System Level Design (IWV '98)*, Orlando, FL, April, 1998.
- [10] Fitzmaurice, G., Ishii, H. and Buxton, W.,

- “Bricks: Laying the foundations for graspable user interfaces,” in Proceedings of the ACM conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '95), pp. 442-449, 1995.
- [11] Fitzmaurice, G. and Buxton, W., “An empirical evaluation of graspable user interfaces: towards specialized, space-multiplexed input,” in Proceedings of the ACM conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '97), pp. 43-50, 1997.
- [12] Shindo, K., Koshizuka, N. and Sakamura, K., “Ubiquitous information system for digital museum using contactless smart cards,” available in <http://www.ssgrr.it/en/ssgrr2003w/papers/220.pdf>.
- [13] Seigneur, J-M., Abendroth, J., and Jensen, C., “Bank Accounting and Ubiquitous Brokering of Trustos,” in Proceedings of the 7th CaberNet Radicals Workshop, Italy, 2002.
- [14] Trevor, J., Hilbert, D., and Schilit, B., “Issues in Personalizing Shared Ubiquitous Devices,” in Proceedings of the 4th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2002), 2002.
- [15] Brooks, F., “Three great challenges for half-century-old computer science,” *Journal of the ACM*, Vol. 50, No. 1, pp. 25-26, January, 2003.
- [16] Gray, J., “What next? A dozen information-technology research goals,” *Journal of the ACM*, Vol. 50, No. 1, pp. 41-57, January, 2003.
- [17] Lampson, B., “Getting computers to understand,” *Journal of the ACM*, Vol. 50, No. 1, pp. 70-72, January, 2003.
- [18] McCarthy, J., “Problems and projections in CS for the next 49 years,” *Journal of the ACM*, Vol. 50, No. 1, pp. 73-79, January, 2003.
- [19] Muhlhauser, M., “Ubiquitous computing and its influence on MSE,” in Proceedings of Multimedia Software Engineering, pp. 48- 55, 2000.
- [20] Rhodes, B., “The wearable remembrance agent: A system for augmented memory,” *Personal Technologies Journal Special Issue on Wearable Computing*, Vol. 1, No. 4, pp. 218-224, 1997.
- [21] Rhodes, B., Minar, N., and Weaver, J., “Wearable Computing Meets Ubiquitous Computing: Reaping the Best of Both Worlds,” in Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers (ISWC '99), pp. 141-149, October, 1999.
- [22] Intille, S., “Change Blind Information Display for Ubiquitous Computing Environments,” available in <http://web.media.mit.edu/~intille/papers/./papers-files/ubicomp02.pdf>.
- [23] Edwards, W. and Grinter, R., “At home with ubiquitous computing: seven challenges,” in Proceedings of Ubicomp 2001 (LNCS 2201), pp. 256-272, 2001.
- [24] Bush, V., “As we may think,” *Atlantic monthly*, July 1945, available in <http://www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm>.
- [25] 유비쿼터스 컴퓨팅 국제 학술대회 (<http://www.ubicomp.org>).
- [26] Langheinrich, M., Coroama, V., Bohn, J., and Rohs, M., “As we may live Real-world implication of ubiquitous computing,” available in <http://www.inf.ethz.ch/vs/publ/papers/uc-implications.pdf>.
- [27] 퍼베이시브 컴퓨팅 국제 학술대회 (<http://percom.org>).
- [28] Texas Instrument RFID Card, (<http://www.ti.com/tiris>)
- [29] Hitachi RFID Chip, (<http://www.hitachi.co.jp/Prod/mu-chip/>)
- [30] RFID Journal, (<http://www.rfid.org>)
- [31] HP Cooltown Project, (<http://www.cooltown.com>)

- [32] Dust Inc., (www.dust-inc.com)
[33] Smart Its Project, (<http://www.inf.ethz.ch/vs/res/proj/smartits.html>)

김 지 인



서울대학교 컴퓨터공학과(학사)
한국과학기술원 전산학과(석사)
University of Pennsylvania 전산정보학
(박사)
금성통신(주) 연구소
미국 COCC
건국대학교 컴퓨터공학과 교수
현재 건국대학교 인터넷미디어학부 교수
한국 유비쿼터스 컴퓨팅 학회 회장
ACM, IEEE 회원
관심분야 : Ubiquitous Computing, HCI,
Virtual Reality
E-mail : jnkm@konkuk.ac.kr

● 2003 소프트웨어공학연구회 튜토리얼 ●

- 일 자 : 2003년 6월 17일
- 장 소 : 이화여자대학교 아산공학관
- 주 최 : 한국정보과학회 · 한국정보처리학회
- 문의처 : 서울여대 이병결 교수 (Tel. 02-970-5609)
<http://www.sigse-kiss.or.kr>