

유비쿼터스 컴퓨팅 기술

□ 김지인 / 건국대학교 인터넷미디어공학부 & 생명분자정보학연구소

Ubiquitous

1. 서론

우리나라에 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)이 소개되고 발전되는 과정에서 대체로 다음의 세가지 형태의 개념이 함께 나타난다. 첫째는 미국의 마크 와이저(Mark Weiser)가 주장한 "Calm Technology" (조용한 기술)로서 "Invisible Computing" (눈에 띄이지 않는 컴퓨팅) 혹은 "Everyday Computing" (언제나 사용이 가능한 컴퓨팅) 그리고 "Computers Everywhere" (어디에서나 사용이 가능한 컴퓨터)를 가능하게 하는 기술인 유비쿼터스 컴퓨팅이다. 그의 주장에 따르면, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 아래에서는 수많은 컴퓨터 하드웨어, 센서 (Sensor) 및 소프트웨어가 네트워크로 연결되어 우리 주위의 모든 장소에 존재하고, 그들의 존재를 일반 사용자들이 알아차리지 못하는 가운데, 조용하게 (마치, 물과 공기처럼) 우리의 일

상 생활 속에 자리를 잡고, 우리에게 필요한 정보를 제공하고, 처리하며, 여러 가지 서비스를 수행하며 우리를 도와줄 것이라는 것이다. 컴퓨터 및 관련 기술이 우리의 삶 속으로 깊숙이 스며들어 마치 "숲속을 거닐듯이" 편안하고 자연스러운 상태에서 컴퓨터를 사용하게 되는 것이라고 한다.

일반적으로 기술이 발전하면 그 기술은 우리의 일상 속으로 녹아 들어가서 우리는 그 기술 자체를 직접 볼 수 없게 된다. 예를 들어, 전기, 전자, 기계공학의 눈부신 발전에 따라, 동력 발생 장치인 모터 (Motor)는 우리 주위의 "여러 가지 장비에 항상 존재하지만, 보이지 않고 드러나지 않으며, 사용법이나 기술에 대하여 우리들이 더 이상 신경을 쓰지 않으면서" 그들을 사용할 수 있게 되었다. 모터는 우리가 사용하는 컴퓨터의 디스크 장치, 음악을 듣는데 사용하는 CD 플레이어, 스크루 드라이버, 전동 치솔, 면도기 등 여러 장치의 동력 발생 장치로 널

리 사용되고 있다. 그렇지만, 우리는 평소에 이들 장비에 모터가 동력 발생 장치로서 설치되어 있는지 느끼기 어려우며, 모터를 작동시키기 위하여 별도의 교육을 받거나 훈련을 받지 않아도 되고, 이들 장치를 동작시키기 위하여 별도의 동작이나 전문 인력을 필요로 하지도 않는다. 마크 와이저에 따르면 동력 발생 기술이 발전을 거듭하면서 자신을 드러내지 않고, 우리의 일상 속으로 그 기술이 “엮여져” 혹은 “스며들어” 갔기 때문에 이런 상황이 가능하다는 것이다.

두번째 개념은 일본 동경대학교의 사카무라 겐교수가 주장하는 것이다. 그는 마크 와이저와는 좀 다른 접근 방식을 취한다. 사카무라 교수가 추구하는 유비쿼터스 컴퓨팅은 무선 통신 기술을 이용하여 “언제 어디에서나” 컴퓨터 사용이 가능하도록 하겠다는 것이다. 우리 주위의 모든 사물에 컴퓨터와 센서(Sensor) 칩(Chip)들을 심고, 그들을 센서 네트워크 혹은 유비쿼터스 네트워크로 연결하여 서로 협력하여 의사 결정을 하게 함으로써 우리들의 삶을 편리하게 바꾸자는 것이다. 그는 전자 제품은 물론 식료품, 의류, 약품 같은 일상 용품에 단말기와 센서를 심어서 서로 필요한 정보를 주고 받을 수 있게 함으로써 유비쿼터스 컴퓨팅을 가능하게 하려는 연구를 진행 중이다. 특히, 휴대용 단말기를 위하여는, 그가 1980년대 초반부터 개발하여 보급한 TRON이라는 내장형 운영체제(Embedded Operating System)를 사용한다. 소위 T-Engine, eCard 등의 장비가 바로 TRON 운영체제 위에서 개발된 것으로서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 단말기를 개발하는데 내장형 시스템으로 활용되고 있다. 사카무라교수는 일본의 소니, 도시바, 후지쯔, 히다치 등의 대기업들과 협조하면서 이들이 개발하는 각종 전자 제품

에 TRON을 사용하게 하였다. 또한, 일본 정부의 지원을 받아 대규모의 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 국책 과제를 수행하고 있으며 TRON House라는 미래형 주택을 샘플로 만들어서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대한 연구를 계속하고 있다. TRON이라는 다소 생소한 운영체제를 고집하는 면이 강하기는 하지만, 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서는 기술적으로나 사업적으로나 세계 최고 수준의 연구를 수행하고 있다.

세번째, 우리나라에서 설정된 개념이다. 유비쿼터스 컴퓨팅이 우리나라에 소개되면서 지금까지의 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 이루어진 발전 상황 및 변화들이 종합되고, 우리나라에서 그간 발전해 온 IT 산업들의 발전 역사 및 발전 방향과 맞물리면서, 그 의미와 적용 범위가 확대된다. 사상 유래를 찾아 보기 힘든 초고속 성장을 거듭하여 세계적 수준에 올라 버린 우리의 IT 산업이 다소 주춤해진 이후, 이러한 흐름을 바꾸어 IT 산업을 부활시킬 수 있는 미래 기술의 하나로서 유비쿼터스 컴퓨팅을 주목하게 된 것이다. 이미 널리 보급된 컴퓨터, 전국 방방곡곡에 구축해놓은 유·무선 초고속 통신망이나 국민들 누구나 가지고 있는 휴대폰, PDA 등 풍족한 IT 인프라를 바탕으로 하여, 그간 축적한 IT 기술과 전문 인력을 활용하기에 유비쿼터스 컴퓨팅 만큼 적합한 기술을 찾기가 쉽지 않다는 것이다. 또한 지금까지 추진해 오던 PostPC, 홈네트워크, IPv6 등의 사업과 유비쿼터스 컴퓨팅은 잘 맞물리는 것으로 알려져 있다. 그리하여 “물리 공간의 시공간적 제약과 사이버 공간의 비현실성을 극복하여 모든 것이 디지털화된 새로운 공간을 창출”해낼 수 있는 차세대 IT 종합 기술로서 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 주목을 받게 된 것이다.

과연 유비쿼터스 컴퓨팅은 많은 사람들이 예측하고 또 기대하는 대로, 우리의 혹은 세계의 IT 산업을 부흥시킬 핵심 요소 기술의 하나로 떠오를 것인가? 아니면 그저 한 때의 지나가는 유행일 뿐인가? 아니면 연구비를 따내기 위하여 사람들을 현혹하기 위한 제안서를 포장하는 전문 용어일 뿐인가? 본고에서는 이러한 문제에 대한 답을 얻을 수 있는 참고 자료를 제공하기 위하여 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 정확한 개념을 소개하고 관련된 국내외의 연구 동향에 대하여 살펴 보려고 한다.

2. 필요성

현재의 컴퓨팅 환경이 가지고 있는 여러 기술적인 문제를 해결해 나가기 위하여 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 절실하게 필요하다. 그 중에서 몇 가지를 먼저 생각해보면 다음과 같다.

첫째로, 현재의 컴퓨터 사용법은 혁신적인 개선이 필요하다. 하드웨어적으로 볼 때, 현재 주로 사용되는 모니터, 키보드, 마우스 등을 이용한 평면적인 컴퓨터 사용 장치보다 훨씬 개선된 입체적이고 자연스러운 새로운 개념의 컴퓨터 사용 장치가 개발되어야 한다. 사람들의 대화 방식이나 생활 습관, 작업 환경 등에 알맞은 새로운 입출력 장치가 필요하다는 것이다. 소프트웨어적으로도 현재의 WIMP (Window, Icon, Menu and Pointing Device) 기반의 GUI (Graphical User Interface) 보다 좀더 인지과학적으로 연구된 컴퓨터 사용 방법의 개발이 필요하다. 사용자의 음성이나 동작, 글씨, 그림 등을 컴퓨터가 인식하고 이를 컴퓨터 사용 방법으로 활용하는 것도 해결 방안이 될 수 있을 것이다. 이렇게 우리들에게 보다 친숙하고 편안한 컴퓨터 사용법을 가지고 컴퓨터를 사용할 수 있게 되면, 우리

들이 수행하는 작업의 생산성을 향상시킬 수가 있고, 신체적 장애로 인하여 컴퓨터의 사용이 자유롭지 못한 사람들이 쉽고 편하게 컴퓨터를 사용할 수 있도록 도와줄 수도 있다.

둘째로, 언제 어디서나 컴퓨터와 인터넷을 사용할 수 있어야 한다. 현재는 컴퓨터와 인터넷에 접속을 하려면 우리가 컴퓨터와 인터넷이 연결되어 있는 장소로 이동하여야 한다. 사용자가 컴퓨터를 항상 가지고 다니는 것도 아니고 가는 곳마다 항상 컴퓨터나 인터넷 접속 장비가 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. 사무실에서나, 회의실에서나, 발표장에서나 혹은 출장지에서 필요로 하는 정보에 항상 접근이 가능하게 되므로, 집에서나 자동차 혹은 지하철 안에서도 항상 동일한 컴퓨팅 환경에 접근할 수 있고 여러 명의 근로자들이 함께 참여하고 정보와 서비스를 공유할 수 있으므로 지식 근로자의 생산성이 매우 높아지게 될 것이다. 우리나라의 경우 현재 무선 인터넷 환경이 매우 빠르게 보급되는 추세인데 이 과정은 유비쿼터스 환경의 구축을 위하여 반드시 지나가야 할 길이라는 것이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 아래에서는 지식 근로자들의 지적 능력을 확장시키고, 컴퓨터와 센서들이 사용자의 상황을 자동으로 파악하여 상황에 맞게 여러 가지 정보와 서비스를 제공하고 도와주므로, 사용자는 높은 지능과 비상한 기억 능력을 갖추고 24시간 일을 하는 훌륭한 비서를 얻게 되는 셈이 된다.

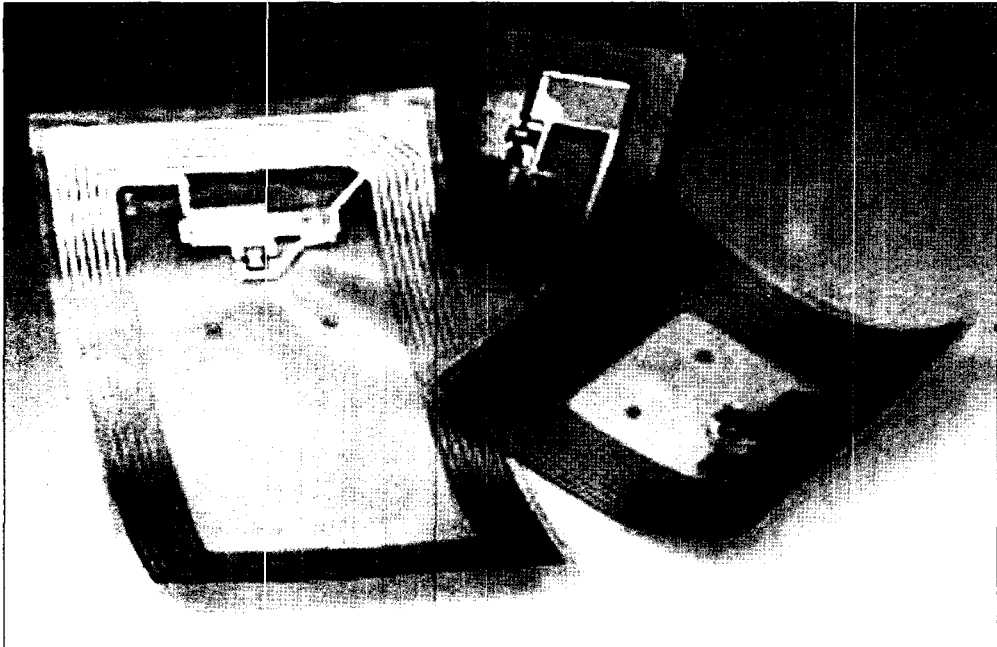
셋째로, 지능형 컴퓨터의 출현이 필요하다. 사람의 지시를 일일이 받지 않아도 스스로 지능을 갖추어서 혹은 다른 컴퓨터와 협력하여 사람들을

최선을 다하여 도와 줄 수 있는 능력을 가진 지능형 컴퓨터가 필요하다. 그러나, 이러한 컴퓨터는 “자기 멋대로 하는” 컴퓨터가 아니라, 지능을 갖추고 “해야 할 일을 알아서 잘 하는” 컴퓨터이어야 한다. 사람들의 잡무를 대신하여 주어서 사람들을 편안하고 안락하게 살게 해주는 컴퓨터가 필요하다는 것이다.

앞에서 언급한 기술적인 이우 이외에 이를 통하여 얻을 수 있는 여러 가지 경제적 이익을 살펴보면 유비쿼터스 컴퓨팅의 필요성이 보다 명확해질 것이다. 이들을 정리하면 다음과 같다.

첫째로, “실시간 경제” 혹은 “Now Economy” 라고 불리는 시스템이 갖추어 진다. 이러한 시스템이 갖추어지면, 기업체에서는 정보 통신 기술을 활용하여 실시간 정보를 가지고 각 개체를 관찰하고 실

제 상황을 모니터링 하는 작업을 수행하므로 자원 관리를 투명하게 하고 예기치 못한 상황에 신속하게 대응할 수 있게 된다. 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 (비접촉식 무선인식기술) 태그를 제품에 부착하여 제품 주문, 추적, 판매 및 관리가 자동화된다. 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



〈그림 1〉 RFID 태그 (<http://www.inf.ethz.ch/research/institutes>)

것이다. 또한 항공기 부품에 태그와 센서를 부착하는 경우, 부품의 수명이 다하거나 고장이 나서 작동을 제대로 하지 못할 경우에 미리 센서가 감지하여 교환 및 수리할 수 있도록 자동으로 알려 주게 되면 경제적으로도 이익이고, 안전성이 증가하는 이익을 얻을 수도 있다.

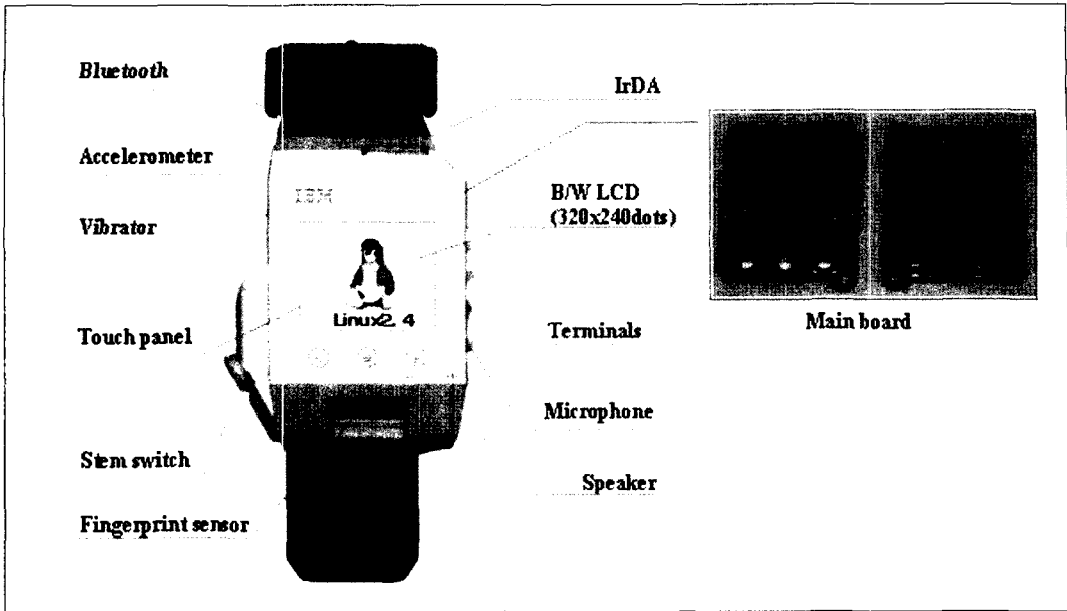
둘째로는, 동적인 가격 책정 정책을 활용하면 가격 구조에 혁명을 가져올 수 있다. 현재는 슈퍼마켓의 우유가 언제나 같은 가격을 갖는다. 만약 우유 가격을 증권시장에서의 주식 가격처럼 시장 상황이나 상품의 상태에 따라 동적으로 변하게 한다면 어떻게 될 것인가? 예를 들어, 유효 기간이 1주일 남아 있을 때 1000원이던 우유가 유효 기간에 가까워질수록 가격이 점점 하락한다고 가정하자. 만약 신선함을 최우선으로 하는 고객이라면 비싼 가격을 지불하더라도 신선한 것을 구입할 것이고 가격을 우선으로 하는 고객이라면 신선도가 떨어져도싼 우유를 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. 현재 케이블 방송이나 위성 방송에서 사용하는 “Pay-per-View”가 좋은 예이다. 또한, 자동차 보험의 경우에 현재의 일률적인 기준보다 실제 운전자의 운전 습관이나 운전 형태, 사용량 등에 따라 보험료를 책정한다면 정확하고 합리적인 보험 경영이 가능하게 될 것이다.

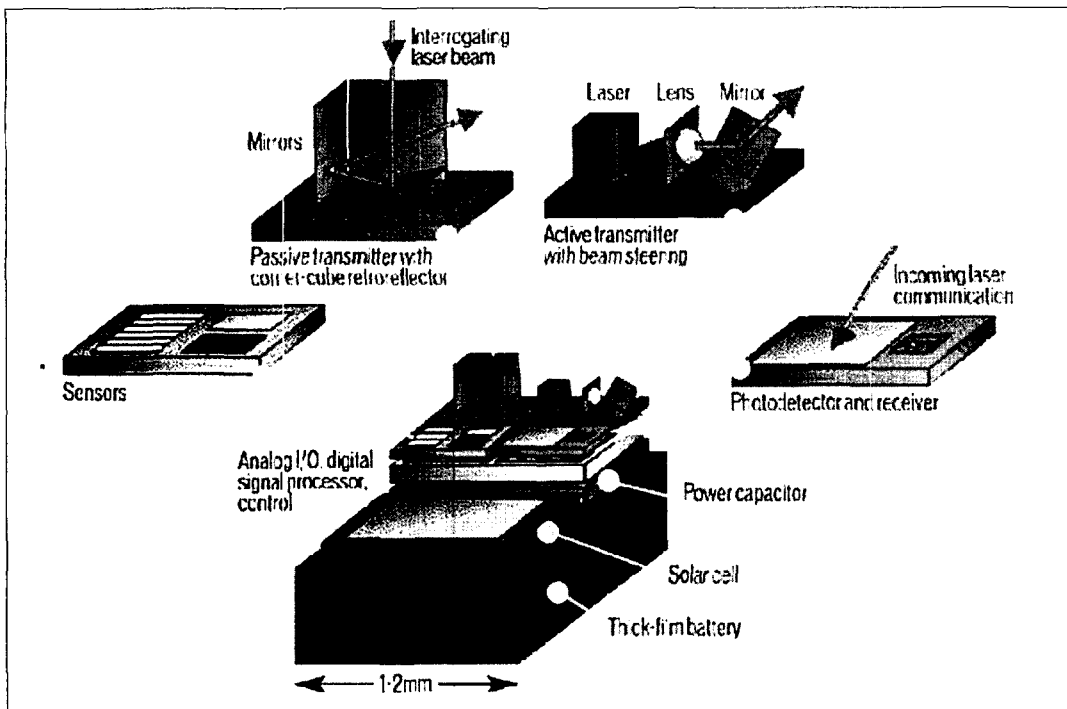
3. 국내외 현황

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 한다. Cooltown 내의 컴퓨터 장비들은 유무선 통신으로 연결되어 있고, 사용자들은 모바일 정보 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 태그를 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 기능이 갖추어져서 무선 통신이 가능하다. 이 시계는 데이터 처리 기능은 물론 빔 프로젝터나 스테레오 시스템과 같은 정보 가전 기기들을 제어하는 기능을 갖추고 있다. 최근 시계 전문사인 일본의 시티즌사와 공동 연구하여 <그림 2>에 보이는 것과 같은 손목



〈그림 2〉 Bluetooth 기능을 갖춘, IBM과 Citizen이 공동 개발한 리눅스 탑재 손목 시계. (<http://www.research.ibm.com/WearableComputing/collaboration/ibmcitizen.html>)



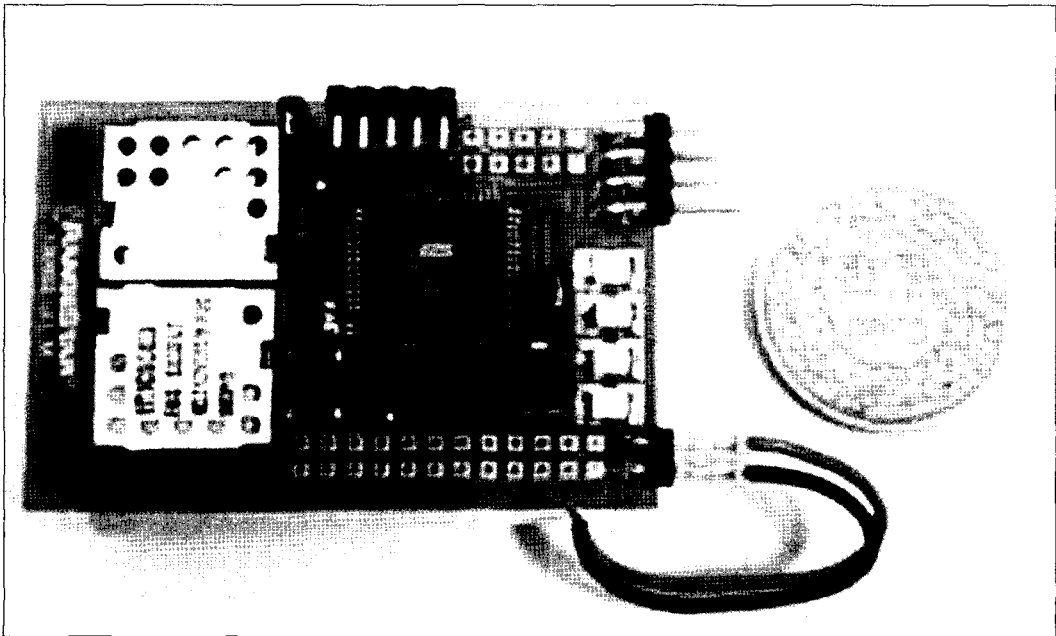
〈그림 3〉 UC Berkeley 대학에서 개발한, 여러 가지 기능을 갖는 Smart Dust의 구조. (http://www.computerworld.com/computerworld/records/images/story/MultifunctionalMote_large.gif)

시계를 개발하였다.

미국의 대학들 중에서 MIT에는 Media Lab을 비롯하여 (컴퓨터 비전 기술을 이용한 Smart Room, Smart Desk, Smart Chair 등 개발) Auto-ID Center, Home of the Future Consortium 등의 연구 그룹들이 활발하게 연구하고 있다. University of California at Berkeley에서 개발한 "Smart Dust"는 이미 상품화 되어 다양한 제품에 응용되고 있다. <그림 3>에 예시된 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 관리, 유통 관

리 등에 이용 가능하며 응용 분야는 무궁 무진하다.

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 도와주는 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. 이 프로젝트는 Smart Dust와 유사한 기능을 가진 지능형 센서를 (<그림 4> 참조) 우리가 일상 생활에서 사용하는 일용품(예를 들면, 컵)에 부착하고, Bluetooth와 같은



<그림 4> 스위스 ETH Zurich 대학에서 개발한 Bluetooth를 지원하는 센서, "Smart-Its" (<http://www.inf.ethz.ch/research/institutes>)

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, 전뇌주택 프로젝트를 통하여 가정에서의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대하여 연구하고 있다. 모바일 단말장치, 유비쿼터스 네트워크, 홈네트워크, 정보 가전 등 현실적으로 이익 창출이 가능한 분야에서부터 연구를 시작하여 건강 화장실 서비스, 노부모 건강 점검 서비스 등으로 차츰 사업 영역을 넓혀 가고 있다. 특히 사카무라 교수는 단말기와 uID Tag를 이용한 정보 처리를 주장하며, 한국, 중국, 일본 등의 동일 문화권의 국가들이 정보 저장 및 처리를 담당하는 uID 센터를 각 나라에 설립하고 서로 협력하여 유비쿼터스 컴퓨팅을 발전시키고 앞장서서 보급하여야 할 것이라는 주장을 하고 있다.

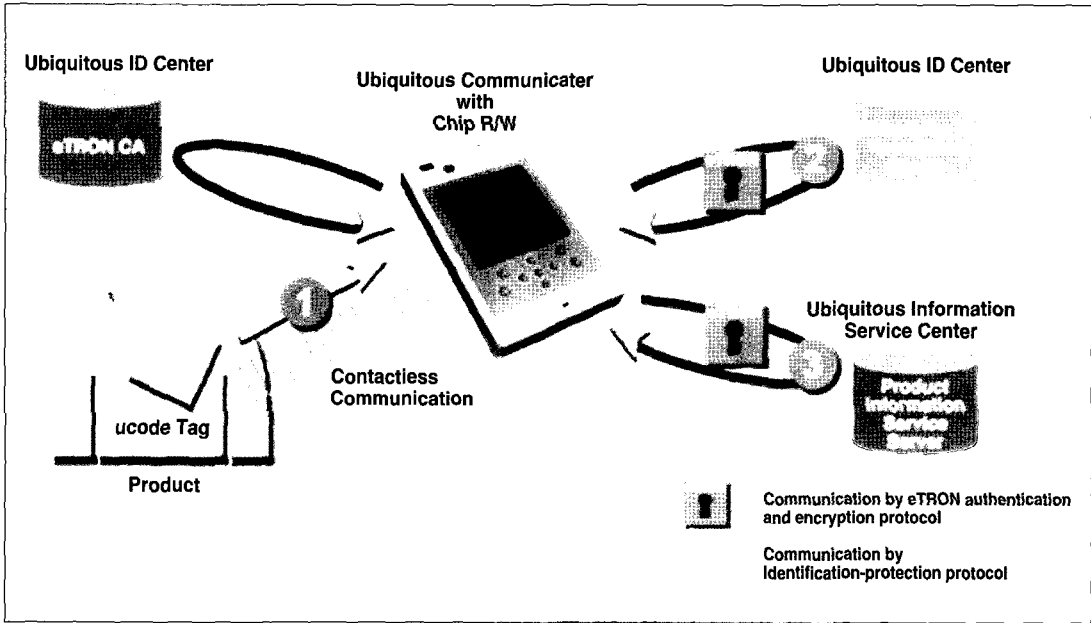
국내에서 진행되는 관련 연구를 살펴보면, 지금까지는 개별적으로 연구들이 진행되었고, 이제 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에 초점을 맞추어 서로 연계하고 협조하면서 연구 역량을 키워 나가기 시작하는 단계이다. 이 분야에서 활동 중인 연구팀들을 대학교를 중심으로 하여 살펴보면 서울대, 한국과학기술원, 한국정보통신대학원대학교, 광주과학기술원, 건국대, 세종대, 단국대, 한양대, 경북대 등이 알려져 있다. 세부 연구 과제로는 컨텍스트 인식, 증강 현실, 임베디드 시스템, Pervasive Computing, 유비쿼터스 통합 소프트웨어 구조, 미들 웨어, 비전 기반 사용자 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 연구소 및 연구실을 설립하여 유비쿼터스 컴퓨팅 시대에 대비한 기초 연구를 수행하고 있는 것으로 알려져 있다.

4. 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 일반화되어 있으나 PDA와 같은 개인용 정보 단말기의 보급 상황은 아직도 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하기에는 부족한 상황이며 앞으로 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



〈그림 5〉 Ubiquitous ID Center를 활용한 정보 검색, 인증 등의 과정. (<http://www.tron.org>)

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 사용하는데 있어서, 아직도 많은 어려움을 호소한다. 현재처럼 모니터, 키보드, 마우스 등을 사용하며 GUI(Graphical User Interface)를 활용하는 방법은 아직도 많은 사람들에게 불편함을 주고 있다. 더구나 PDA나 입을 Wearable Computer의 경우에는 말할 것도 없다. 따라서 이를 해결하기 위한 자연스럽게 간편하며 편리한 인간과 컴퓨터 상호 작용(HCI, Human Computer Interaction) 방법이 고안되어야 할 것이다. 현재까지는 일반적인 사람들의 상호 작용 방법, 예를 들면 음성 인식, 동작 인식 등의 방법을 사용하여 일반인들이 자연스럽게

편하게 컴퓨터를 사용하는 데에는 기술적으로 해결하여야 할 많은 문제가 쌓여 있다.

셋째로는, 통신 문제이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 내에 존재하는 장치들 사이에 일정 이상의 대역폭이 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.

네째로, 보안 문제이다. 유비쿼터스 컴퓨팅에 대하여 비판적이거나 회의적인 의견을 가진 사람들이 가장 많이 언급하는 문제이다. 우리의 모든 생활이

기록되고 저장되면 이를 공개적으로 노출시킨다는 것은 몹시 위협하고 두려운 일이다. 이러한 정보 유출이나 도용을 막기 위한 보안 기술 관련한 연구가 필요하다. 쉽지 않은 문제이지만 반드시 해결하여야 할 문제이다. 이를 위하여 단계 별로 여러 가지 방안이 있을 수 있다. 먼저, 개인 정보가 기록되는 상황이 되면 그 사실을 사용자들이 알 수 있게 해주는 방법이 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 기본 정신은 컴퓨터가 보이지 않아야 하는 것이지만 사용자들은 자신의 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 여러 가지 방안이 있을 수 있다. 아울러 각 사용자들에게 자신의 기록을 조작하거나 변경할 수 있는 권한을 주어서 개인 정보 유출에 대비하는 방법도 가능하다.

5. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅에 관한 개념을 소개하고, 그 필요성에 대하여 살펴 보았고, 국내의 연구 개발 동

향 및 문제점에 대하여 알아보았다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 지금까지 없었던 전혀 새로운 기술 혁신을 주장하는 것은 아니다. HCI, 컨텍스트 인식, 보안, 네트워킹, 증강 현실, 내장형 시스템, 모바일 컴퓨팅, 센서 및 센싱 등 현재 컴퓨터 분야에서 중점적으로 연구 중인 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 그 동안 투자하고 노력한 결과를 바탕으로 하여 새로운 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 연구, 개발하기에 아주 좋은 조건을 갖추고 있다. 미국, 유럽, 일본 등에 비하여 우리가 갖추고 있는 정보통신 인프라는 하드웨어 측면이나 소프트웨어 측면이나, 국민들의 정보통신에 대한 감각적인 면에서나 매우 우수하다고 한다. 그러므로, 지금은 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 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 볼 만한 가치가 충분한 분야라고 생각된다.

● 참고 문헌 ●

- (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) 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.
- (6) 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.
- (7) Edwards, W. and Grinter, R., "At home with ubiquitous computing: seven challenges," in Proceedings of Ubicomp 2001 (LNCS 2201), pp. 256-272, 2001.
- (8) HP Cooltown Project, (<http://www.cooltown.com>)
- (9) Dust Inc., (www.dust-inc.com)
- (10) Smart Its Project, (<http://www.inf.ethz.ch/vs/res/proj/smartits.html>)

필자 소개



김지인

- 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
- 한국과학기술원 전산학과 석사
- University of Pennsylvania 전산정보학 박사
- 금성통신연구원 연구소
- 미국 CCCC
- 건국대학교 컴퓨터공학과 교수
- 현재 : 건국대학교 인터넷미디어공학부 교수
- 한국 정보과학회 중신회원, 한국정보과학회 HCI연구회 운영위원장, 한국 유비쿼터스 컴퓨팅 학회 회장
- ACM, IEEE 회원
- 주관심분야 : Ubiquitous Computing, HCI, Virtual Reality