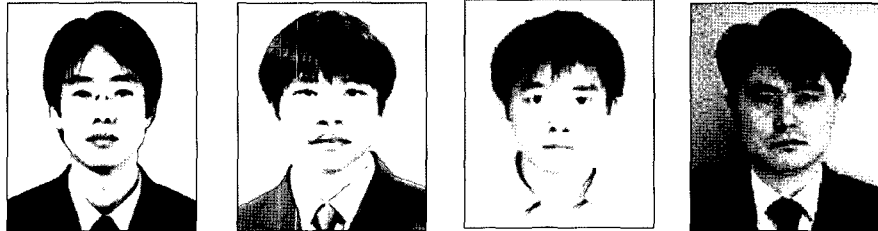


# 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징과 기술동향

## Ubiquitous Computing and Its Trends



김 상 수\*

조 주 상\*

조 영 기\*

백 성 옥\*\*

\*세종대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
\*\*세종대학교 컴퓨터공학과 부교수

### 1. 서 론

라틴어로 '언제 어디에나 존재한다'는 뜻의 유비쿼터스라는 용어는 미국의 Mark Weiser가 IT 분야에서 처음으로 도입하여 사용하였다.<sup>1)</sup> 유비쿼터스 컴퓨팅은 사용자가 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자

유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 IT 환경을 뜻한다. 사람, 기기, 환경 등 사람의 일상생활 속에 컴퓨터를 내장하여 상호 커뮤니케이션이 가능하게 하여 삶의 질을 높이는 새로운 컴퓨팅 환경을 의미한다.<sup>2),3)</sup>

따라서 기존의 '사람과 컴퓨터'가 인터넷을 이용한 정보통신망으로 연결되는 e-공간 중심의 정보화에서 '사람, 컴

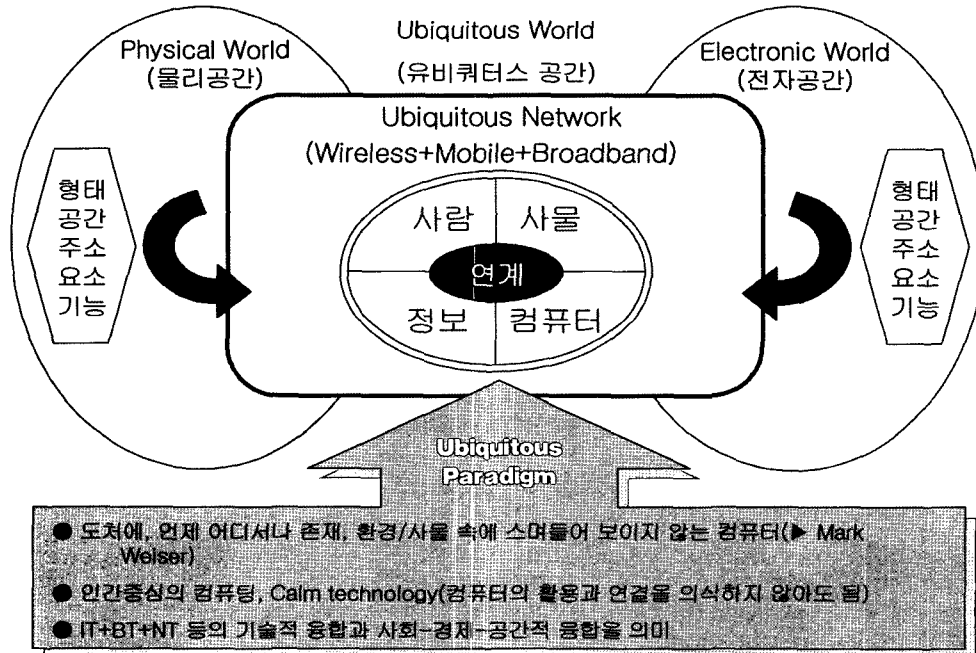


그림 1 유비쿼터스의 기본 개념<sup>4)</sup>

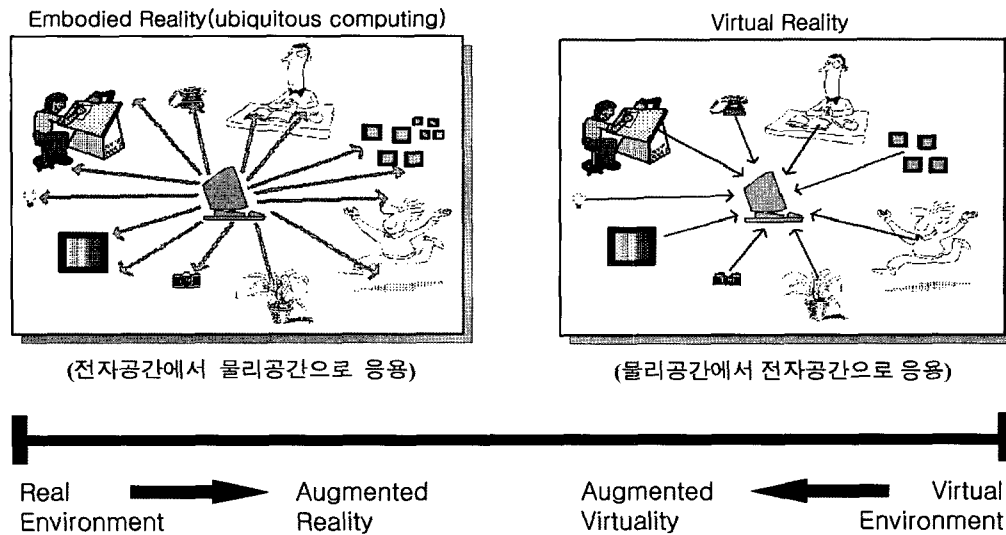


그림 2 Embodied Reality(ubiquitous computing)과 Virtual Reality<sup>7)</sup>

퓨터와 사물'이 유선 또는 무선 통신망을 연결하는 u-공간 중심으로 정보화의 기본 방향이 확대되는 것이라 할 수 있고, [그림 1]에서 보는 것처럼 물리공간과 전자공간을 하나로 보고 서로 정보를 주고 받을 수 있는 유비쿼터스 공간을 만드는 한단계 발전된 컴퓨팅 환경이라 할 수 있다.

본 논문의 구성은 2장에서 국내외적으로 활발하게 논의되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징을 기술하고 기존의 컴퓨팅과 비교 설명한다. 3장에서는 유비쿼터스 혁명으로 다가올 미래 사회와 환경에 대해 기술하고, 4장에서 미국, 유럽, 일본의 회사와 연구소에서 활발하게 진행되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 동향에 대해 알아본다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징

유비쿼터스의 특징에 대한 많은 논의가 있는데 유비쿼터스를 처음으로 언급한 Mark Weiser는 다음과 같이 유비쿼터스 컴퓨팅의 조건을 제시하였다. 첫째, 네트워크에 연결되지 않은 컴퓨터는 유비쿼터스 컴퓨팅이 아니다. 둘째, 인간화된 인터페이스로서 눈에 보이지 않아야 한다. 셋째, 가상공간이 아닌 현실세계의 어디서나 컴퓨터의 사용이 가능해야 한다. 넷째, 사용자 상황(장소·ID·장치·시간·온도·명암·날씨 등)에 따라 서비스는 변해야 한다는 것이다.<sup>5)</sup>

또한, 그동안의 유비쿼터스 IT 속성 및 특징에 대한 논의를 바탕으로 Gregory D. Abowd와 Elizabeth D. Mynatt는 유비쿼터스 컴퓨팅의 특성을 인간과 컴퓨터간의 상호작용을 쉽게 할 수 있는 자연스러운 인터페이스를 가진 컴퓨팅, 사용자의 상황과 위치를 파악하여 다양한 서

비스를 제공하는 상황인지 컴퓨팅, 경험을 바탕으로 융통적이고 보편적으로 접근할 수 있는 컴퓨팅이라고 설명하고 있다.<sup>6)</sup>

이 밖에도 국내외적으로 유비쿼터스의 특징에 대한 많은 논의가 있는데, 이를 종합해 보면 생활속의 모든 도구에 태그, 칩 및 센서 등이 내재되어 인터넷을 이용하여 연결되고, 전자공간과 물리공간이 통합되어 언제 어디서나 사용자가 손쉽게 편리하게 사용할 수 있다는 특징을 가지고 있다. [그림 2]는 Mark Weiser가 만화에서 표현한 유비쿼터스 컴퓨팅의 모습을 보여준다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 장소, 시간 등의 특정한 상황과 환경으로부터 구애받지 않고 능동적으로 지원되어야 하며, 스스로 학습하는 기능을 가지고 사용자 행위의 변화를 예측하고 판단하는 자율 시스템을 가져야 한다.<sup>8)</sup>

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 무엇보다 중요한 것은 컴퓨터와 사람간의 친화도를 높이는 데 있다. 다양한 미디어 기술들은 사람에게 컴퓨터를 자연스럽게 사용할 수 있는 기능들을 제공해 준다. 특히 지능형 미디어 기술의 역할은 이런 점에 있어서 매우 중요하다고 볼 수 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 미디어의 역할<sup>9)</sup>과 지능형 미디어 기술의 필요성을 5가지로 요약할 수 있다.<sup>10)</sup>

- ① 현재 PC에서 주로 사용하는 마우스나 키보드 등의 사용 대신, 음성이나 사용자의 제스처, 얼굴 표정 인식 등과 같은 multi-modality 입력 방식이 사용되는 것은 필연적이며, 여러 modality에서의 입력 내용들을 통합한 후 분석하여, 사용자의 요구나 의도를 정확하게 파악할 수 있는 지능형 미디어 기술이 필요하다.
- ② 컴퓨터는 사용자 입력 장치를 통한 사용자와의 상호

작용을 최소한으로 줄이기 위해, 주변 환경의 상황을 파악하기 위한 context-awareness 기능이 필요하다. context-awareness는 실내 온도, 풍향, 습도, 위치 측정 등과 같은 일반적인 센싱 상황들과 주변 환경의 물체 인식 등의 미디어 기반 상황들이 기존에 저장되어 있던 사용자 프로파일 등과 통합 분석되는데 지능형 미디어 기술이 필요하다.

- ③ 인터넷과 무선 통신들을 통해 멀티미디어의 정보들이 전달될 때, 개인의 취향과 요청에 맞는 멀티미디어를 제공하기 위해 지능형 미디어 기술이 필요하다.
- ④ 디지털 비디오, 오디오의 기능을 어디서나 자유롭게 접할 수 있게 될 것이다. 그런 상황에서, 현재 이메일을 개인적인 용도로 사용하는 것처럼, 컴퓨터 기반의 다양한 미디어를 개인적인 용도로 사용하는 것이 보편화될 것이고, 그러면 지능형 미디어 기술의 활용도는 더욱 높아 질 것이다.
- ⑤ 일상 생활 속에서, 사람이 보고, 듣고, 느끼는 모든 내용들이 인식되어 저장될 것이다. 심지어는 사람이 감지하지 못하는 것들도 (예를 들면, 적외선을 통한 인식 내용, 3차원 파노라마 촬영 내용 등) 포함된다. 이런 상황에서, 미디어와 관련된 방대한 데이터와 정보들을 처리 및 분석하여, 활용할 수 있는 지능형 미디어 기술이 필요하다. 한 예로, 사람들이 서로 대화하는 내용이 자동 기록되고, 그 장소의 배경과 그곳에서 일어나는 사건들이 모두 정보화되어 실시간으로 분석된다면, 대화 가운데, 대화의 수준을 더욱 더 향상시킬 수 있는 보조적인 지식이나 미디어 정보들의 제공이 가능하다.

표 1 기존 컴퓨팅과 유비쿼터스 컴퓨팅과의 비교<sup>11)</sup>

구분	기존의 컴퓨팅	유비쿼터스 컴퓨팅
주체(중심)	기계	사람
컴퓨팅 기기의 역할	제한적 역할 (계산/제어/통신)	자기완결형 (계산/제어/통신, 센싱, 인터페이스)
인간의 역할	컴퓨터를 위한 센서 인터페이스 제공 모든 의사결정자	최종 의사결정자
목적	효율성	효율성+심층성 +쾌적성

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 컴퓨터가 도구에서 환경으로 변화된다. [표 1]에서 보는 것처럼 기존의 컴퓨팅의 주체는 컴퓨터, 디바이스 등의 기계이고 컴퓨팅 기기가 제한적 역할을 하였던 반면, 유비쿼터스 컴퓨팅의 주체는 사람이고 컴퓨팅 기기가 모든 역할을 수행한다. 또한, 기존의 컴퓨팅에서 인간의 역할은 센서, 인터페이스를 이용하여 모든 의사결정을 내려야 했지만, 유비쿼터스 컴퓨팅에서 사람은 최종 의사결정자의 역할만 하면 된다.

### 3. 유비쿼터스의 공간 혁명

유비쿼터스 IT 혁명은 어디서부터 전자공간이고, 어디까지가 물리공간인지를 구분하는 것 자체가 무의미하도록 전자공간과 물리공간의 구분이 불분명하고 그들 사이의 경계를 모호하게 만들 것이다. 물질과 정보가 항상 동일 공간에 존재하며, 물질은 정보를 향하여 있으며, 정보는 물질 내에 포함된다. 사람의 육체와 정신이 하나로 구성되어 분리될 수 없는 것과 같이, 물질과 정보가 일체되어 '살

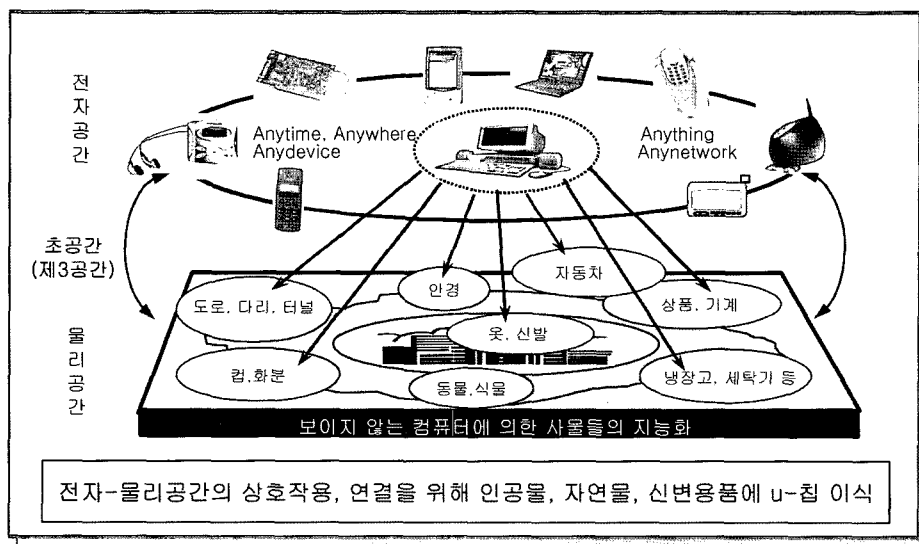


그림 3 유비쿼터스 공간<sup>7)</sup>

아 숨쉬는 공간(Living Space)'을 만들어 낼 것이다.<sup>12)</sup>

UIT(Ubiquitous Information Technology)는 [그림 3]에서 보는 바와 같이 전자공간을 물질화시키는 측면과, 물리공간을 전자화시키는 측면으로 이해될 수 있다. 물질화된 전자공간과 전자화된 물리공간이 만나서 제 3의 공간(유비쿼터스 공간)이 만들어 진다.

유비쿼터스 혁명은 유비쿼터스 컴퓨팅과 유비쿼터스 네트워크의 상호 유기적 연계와 BT(Biology Technology), NT(Nano Technology)를 통합한 컨버전스 기술 개발로 이루어질 차세대 IT 혁명이다.<sup>8)</sup>

앞으로 다가올 유비쿼터스 시대는 모든 정보가 공간상을 자유롭게 이동하고, 생활 속의 모든 사물에 컴퓨터와 네트워크 장치가 내재되어 사람과 사물 모두가 융합되고 통합함에 따라 자연스럽게 최적의 서비스가 제공되는 지금까지는 상상할 수 없었던 생활혁명이 시작된다.<sup>13)</sup> [그림 4]는 앞으로 다가올 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 실례를 보여준다.

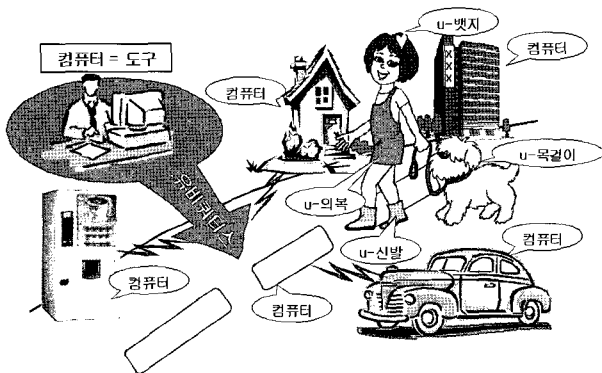


그림 4 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 실례<sup>7)</sup>

#### 4. 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 동향

유비쿼터스 컴퓨팅은 새로운 지식정보 국가 건설과 자국의 정보산업 경쟁력 활성화를 위한 신 전략 기술로 인식됨으로써 미국, 유럽, 그리고 일본 등 IT분야 선진국가에서 유비쿼터스 환경을 구축하고 관련 시장을 선점하기 위한 적극적인 투자와 활발한 연구를 진행하고 있다.

따라서 [표 2]에서 보는 바와 같이 각국의 추진하는 전략방식과 유비쿼터스에 대한 개념 표현 방식 면에서 각 나라마다 차이를 보이고 있다. 미국은 기술적 비전 제시와 필요한 부문에서 초기 응용을 강조하는데 비해, 일본은 국가 차원의 정책적 추진에 비중을 두고 있으며, 유럽은 유럽 연합(EU)이 중심이 되어 '사라지는 컴퓨팅 계획'을 중심으로 대응전략을 모색하고 있다.

표 2 미국, 유럽, 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 개념 비교<sup>14)</sup>

	표현 방식	서비스 유형
미국	Ubiquitous Computing, Pervasive Computing	자율형 컴퓨팅 장치에 의한 서비스(Service by smart devices)
유럽	Disappearing Computer, Ambient Computing	정보 인공물에 의한 자율적 협업(Intelligent cooperation by Information artifacts)
일본	Ubiquitous Network	소형칩, 스마트 카드, 컨텍스트 로밍에 의한 장소에 구애받지 않는 네트워크 접속(Anywhere connection by small chip, smart card, context roaming)

#### 4.1 미 국

미국은 1991년부터 유비쿼터스 컴퓨팅 실현을 위한 활발한 연구 개발을 추진하고 있으며, 최첨단 컴퓨터와 소프트웨어 기술력을 토대로 BT, NT와의 융합을 통해 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현한다는 전략을 가지고 있다.<sup>14)</sup> 그 중 핵심적인 프로젝트로 MIT, UC버클리, CMU, 로체스터 등의 대학과 MS, HP 등이 추진하는 프로젝트가 대표적이다.

##### ① UCB (University of California at Berkeley)의 스마트 먼지(Smart Dust)

1mm<sup>3</sup> 크기의 silicon mote라는 입방체 안에 자율적인 감지 능력과 통신 능력을 가진 보이지 않는 컴퓨팅 시스템으로써 [그림 5]와 같은 극소형 크기의 이점을 활용하여 공기 중에 떠 다닐 수 있다. 스마트 먼지를 이용하면 건물 내 최적환경을 자동으로 알려줄 수 있을 뿐 아니라 산물 감시나 군사 첩보용 등으로 활용이 가능하다.

##### ② MIT (Massachusetts Institute of Technology)

- 생각하는 사물 프로젝트(Things That Think)

MIT의 Media 연구실에서 수행되는 이 프로젝트는 컴퓨터가 우리의 일상 생활로 들어와 그것들의 협조를 통해 인간의 삶을 지원할 수 있도록 디지털적으로 보강된 사물

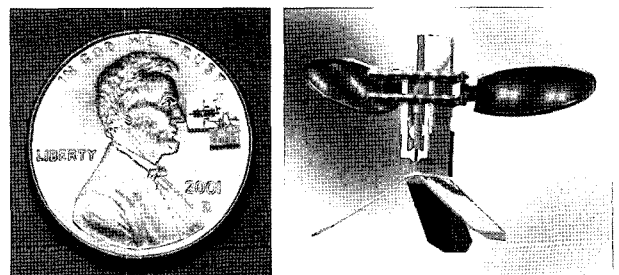


그림 5 스마트 먼지의 크기(좌)와 형태(우)<sup>15)</sup>

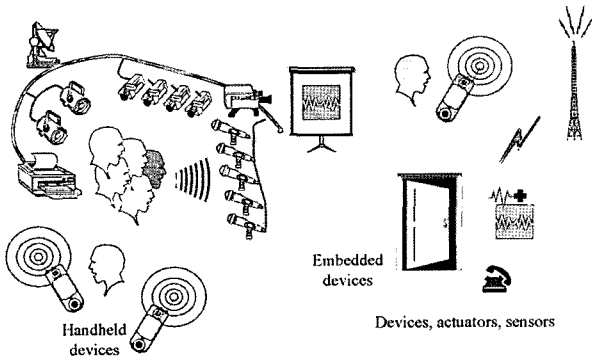


그림 6 Oxygen 프로젝트의 개요<sup>16)</sup>

들과 환경에 대한 연구를 기반으로 하고 있다. 예를 들면 사람들의 커피에 대한 취향을 파악하는 커피 메이커라든가 수분을 조절할 수 있는 화분, 지능형 부엌(smart kitchen) 등을 통해 인간 삶의 편리성을 위한 지능형 사물과 이들 간의 커뮤니케이션에 대한 연구가 수행되고 있다.

- Oxygen 프로젝트

1999년 미국 국방성의 지원으로 시작된 이 프로젝트는 눈에 보이지 않는 컴퓨터 망이 가정과 사무실, 자동차 등 사람이 가는 곳이면 어디든지 침투하도록 하는데 목표를 두며 센서와 마이크, 카메라가 집이나 차 안에 내장되어 각종 정보를 수신하도록 하는 기기들을 포함하고 있다.<sup>16)</sup>

Oxygen 프로젝트는 [그림 6]에서 보는 바와 같이 크게 Enviro21s(E21s), Handy21s(H21s), Networks(N21s), User Requirements(O2S) 등으로 나누어지며, 각각 Embedded 디바이스와, Handheld 디바이스, 네트워크 장치, 사용자 지원 소프트웨어로 구분될 수 있다.

③ CMU (Carnegie Mellon University)의 Aura 프로젝트

컴퓨터 시스템에서 가장 중요한 자원은 프로세서나 메모리, 디스크, 네트워크 등이 아닌 사용자의 의도(User Attention)라는 기본 목표를 바탕으로 하드웨어, 네트워크, 사용자 인터페이스 및 응용 어플리케이션에 관한 연구를 진행하고 있다.<sup>17)</sup> 주요 연구 분야로는 시스템의 상세 부분을 사용자로부터 숨기고 사용자의 의도를 파악하는 업무 구동 컴퓨팅과 에너지 절약을 지향하는 지능형 네트워크, 음성 인터페이스 등이 있다.

④ 로체스터 대학 미래 건강 센터의 스마트 의료 홈

실제의 가정 공간을 본떠서 설계된 스마트 의료 홈(그림 7)은 다섯 개의 방으로 이루어져 있으며 적외선 센서, 컴퓨터, 바이오 센서, 비디오 카메라 등으로 구성되어 곳

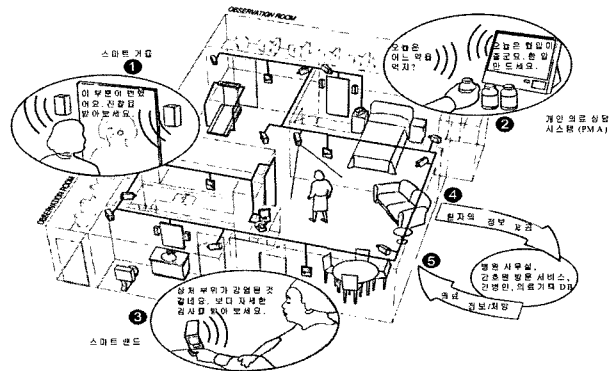


그림 7 스마트 의료 홈 프로젝트<sup>18)</sup>

곳에 설치된 센서로부터 수집된 정보는 개인 의료 상담 시스템에 전달되어 의사에게 전송될 수 있다. 또한 스마트 밴드와 개인 의료 상담 시스템(PMA)을 통하여 환자의 상태를 지속적으로 체크할 수 있으며, 스마트 거울을 통하여 피부의 변화 및 암 발병 가능성을 체크할 수 있다.

⑤ MS (Microsoft)의 EasyLiving 프로젝트

마이크로 소프트의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략으로 추진되고 있는 EasyLiving 프로젝트는 물리적 공간세계와 전자적인 센싱 및 세계 모델링 (Sensing & Worldmodeling) 공간, 그리고 분산 컴퓨팅 시스템의 결합을 통해 인간에게 가장 편리한 삶의 공간을 창조하겠다는 목표 하에 추진되고 있다.<sup>19)</sup> 현재 구현된 데모 프로그램으로는 사용자가 스크린 앞에 앉으면 자동으로 사용자를 인식하여 메일을 검색하거나 미리 선택된 영화를 볼 수 있으며 자리를 떠나면 상영이 중단된다. 또한 사용하던 컴퓨터에서 다른 컴퓨터로 이동하면 자동 로그 오프와 자동 로그인 기능이 실행될 수 있다.

⑥ HP (Hewlett-Packard)의 CoolTown 프로젝트

모바일 컴퓨팅의 미래에 대한 HP의 비전을 제시하기 위해 시작된 이 프로젝트는 현실의 사람, 사물, 공간이 동시에 웹 상에서도 존재하는 '현실과 같은 월드 와이드 웹 (Real World Wide Web) 구현' 및 이를 위한 소프트웨어, 서비스, 정보기기의 연구 개발을 목표로 하고 세계의 여러 지역에 쿨 타운 센터를 설치하여 근거리 무선 통신과 웹 서비스 기술의 활용을 제시하고 있다.

4.2 유럽 (EU)

1999년부터 유럽에서는 유비쿼터스 환경 구축을 위한 프로그램을 진행 중이며, 정보기술을 일상 사물과 환경 속에 통합하여 인간의 생활을 지원하고 개선하는데 초점을

맞추고 있다. 즉, '사라지는 컴퓨팅 계획 (Disappearing Computing Initiative)' 을 통하여 일상 사물에 센서, 프로세서 등을 심어서 사물을 정보 인공물(Information Artifacts)로 격상 시킨다는 개념을 통한 전략을 추진하고 있다.<sup>13)</sup>

이에 따라 유럽(EU)은 2001년부터 '사라지는 컴퓨팅 계획(Disappearing Computing Initiative)'의 총 17개 프로젝트를 통하여 유비쿼터스 혁명에 대한 대응 전략을 모색하고 있다.

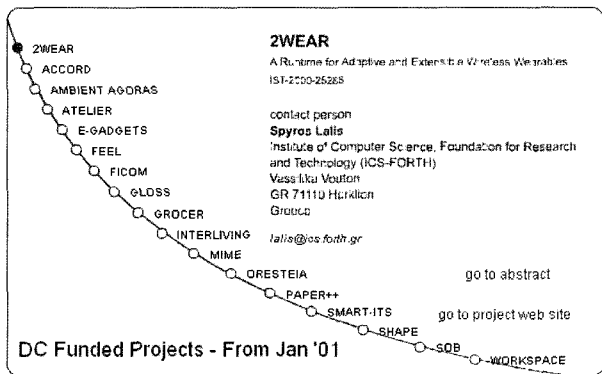


그림 8 유럽(EU)의 사라지는 컴퓨팅(Disappearing Computing)을 위한 17개 프로젝트<sup>20)</sup>

사라지는 컴퓨팅의 17개 프로젝트 중에서 가장 대표적인 프로젝트로는 Smart-Its 프로젝트가 있다. 소형의 내장 디바이스인 Smart-Its를 개발하여 사물에 부착한 후 감지, 인식, 컴퓨팅, 무선통신 등의 기능을 부여하여 지능화된 사물을 만드는 프로젝트 이다.

[그림 9]는 Smart-Its가 부착된 머그컵을 사용하여 컵의 이동경로 탐지 및 손목 시계형 컴퓨터와의 정보 교환의 활용 예를 보이고 있다.

### 4.3 일본

일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 '어디서나 컴퓨터 환경'이라는 신기술 체제 확립을 목표로 1984년 TRON (The Realtime Operating System Nucleus) 프로젝트를 중심으로 출발하여 2002년부터 '유비쿼터스 네트워크 3대 프로젝트'를 진행하고 있다. 3대 프로젝트의 분야로는 '초소형 칩 네트워킹 프로젝트', '무엇이든 내 단말기 프로젝트', '어디서든 네트워킹 프로젝트' 등으로써 현재는 요소기술 확보를 목표로 연구 개발을 추진하고 있으며, 일상 사물과 생활 공간에 다양한 기능을 갖는 마이크로 컴퓨터 칩들을 탑재한 지적 물체(Intelligent Object) 개발에 전력을 기울이고 있다.<sup>21)</sup>

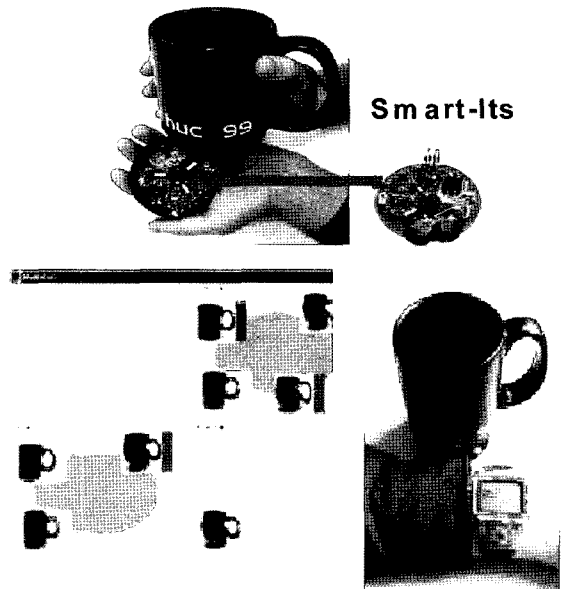


그림 9 머그컵에 부착된 Smart Its(위)와 Smart Its의 활용방안(아래)

초소형 칩 네트워킹 프로젝트는 의류, 서적, 서류, 브랜드 제품 등에 마이크로 칩을 내장하여 100억개 이상의 단말기간에 협조 및 제어가 가능한 네트워크 기술 개발을 목표로 하고 있으며 무엇이든 내 단말기 프로젝트는 비 접촉 카드를 통하여 순식간에 어떠한 단말이라도 자신의 단말처럼 사용할 수 있도록 하는 기술 개발을 목표로 하고 있다. 여기에는 1만분의 1이하 속도로 실시간 응답과 사용자 인증 기능을 포함하고 있다. 어디서든 네트워킹 프로젝트는 언제 어디에서라도 네트워크에 연결되어 사무실과 동일한 통신 서비스를 실현하게 해주는 환경구축을 목표로 한다.

또한 일본은 1984년 사카무라 켄이 제안한 TRON 프로젝트를 중심으로 [그림 10]과 같이 T-Engine을 포함한 총 7개의 TRON으로 나누어 여러 응용 프로젝트를 통해 '유비쿼터스 네트워크 사회'의 실현을 위한 기반 기술을 수행하고 있다.

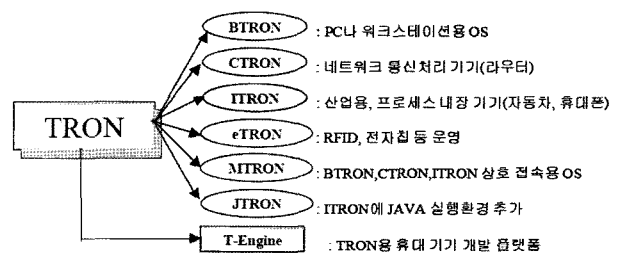


그림 10 TRON의 구성도<sup>22)</sup>

TRON의 응용 프로젝트들로는 TRON 지능형 주택, TRON 지능형 빌딩, 지바 TRON 컴퓨터 도시, TRON 기반의 자동 교통정보 시스템, B-TRON 멀티미디어 통신, TRON 디지털 박물관 등이 있다.

## 5. 결 론

지금까지 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 개념과 유비쿼터스 사회의 도래에 따른 환경과 기술에 대해 알아보았고, 각 나라의 추진 전략에 따른 연구 및 개발 프로젝트에 대하여 살펴보았다.

새로운 패러다임으로 등장한 유비쿼터스 컴퓨팅은 조용한 혁명이지만 그 파급효과는 엄청난 충격을 줄 것이며, 이미 사회의 흐름은 혁명의 변화 물결을 타고 있다. 우리나라도 이런 변화의 물결에 따라 유비쿼터스를 통한 산업 성장 및 국가 발전을 추진해 나가야 한다. 이미 국내에 구축되어 있는 정보 통신 인프라는 하드웨어나 소프트웨어 측면에서 매우 우수한 기술력을 가지고 있으므로 이를 활용한 '유비쿼터스 사회 구현'을 실현하도록 많은 연구와 개발이 이루어 져야 할 것이다.

이를 위하여 현재 특정 영역 단위로 추진되고 있는 정책의 중복성을 방지하고 각 부처간의 협력을 통해 종합적인 조정을 할 수 있는 국가 차원의 지원이 필요한 시점이며, 세계의 IT 강국들과 연구 역량의 격차를 줄이기 위한 노력을 기울여야 한다.

## 참 고 문 헌

1. 황종성, 이규정, 정희창, 류영달, 오달수, "유비쿼터스 환경구축에 대한 국내외 동향 분석-u-Korea 추진을 위한 선진사례 발굴 및 동향 분석", 한국전산원, 2004
2. Mark Weiser, "The Computing for the 21st Century", Scientific American, Vol. 265, No. 3, pp. 94-104, 1991
3. Mark Weiser, "Some computer science issues in ubiquitous computing", Communication of ACM, Vol. 36, No. 7, pp. 75-84, 1993
4. 최남희, "유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 응용과 과제:u-비즈니스를 중심으로", 2003
5. 황종성, 이규정, 박정은, "유비쿼터스 IT 사회의 발전 방향과 정부역할에 관한 연구", 한국전산원, NCA I-RER-04081, 2004
6. Gregory D. Abowd & Elizabeth D. Mynatt, "Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing" ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 7, No. 1, 2000
7. 하원규, "유비쿼터스 IT혁명의 발전구도와 u-Korea 기본구상", ETRI, 2004
8. 류영달, "유비쿼터스 관련 네트워크 기술", 한국전산원, 2004
9. Muhlhauser, M., "Ubiquitous computing and its influence on MSE [multimedia software engineering]", Proceedings of International Symposium on Multimedia Software Engineering, pp48-55, 2000
10. 백성욱, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 지능형 미디어 기술", 한국정보과학회지, Vol. 21, No. 5, pp. 36-42, 2003
11. 김재운, "유비쿼터스 컴퓨팅 : 비즈니스 모델과 전망", 2003
12. 김동환, "유비쿼터스 코리아의 개념과 구도-제3공간의 관점", 2002
13. 권수갑, "Ubiquitous Computing 개념과 동향", 전자 부품연구원 전자정보센터, 2003
14. 서삼영, "유비쿼터스 환경 구축에 대한 국내외 동향 분석", 한국전산원, 2004
15. Warneke B., "Packaging Needs for Smart Dust", BSAC lunch seminar, 2001
16. <http://oxygen.lcs.mit.edu>
17. <http://www.cs.cmu.edu/~aura>
18. [http://www.futurehealth.rochester.edu/smart\\_home/Smart\\_home.html](http://www.futurehealth.rochester.edu/smart_home/Smart_home.html)
19. <http://research.microsoft.com/easyliving>
20. <http://www.disappearing-computer.net/projects.html>
21. 김완석, 이성국, "세계 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략", 전자 신문사, 2003
22. SBR&C Analysis, "유비쿼터스 비즈니스 : 일본 사카 무라 켄 교수의 TRON 프로젝트", Ubiquitous Serious 3, 2003 