

유비쿼터스 컴퓨팅 비전과 주요국의 연구 동향

The Vision of Ubiquitous Computing and Status of International Research

이은경(E.K. Lee)

정보기반연구팀 연구원

하원규(W.K. Ha)

IT정보센터 책임연구원, 센터장

10여 년 전 마크 와이저(M. Weiser)에 의해 처음 제창된 “Ubiquitous computing”이 도시혁명, 산업혁명, 정보혁명에 이은 「유비쿼터스 혁명」으로 다시금 주목 받고 있다. 미국을 비롯하여 일본, 유럽 등 세계 각국에서는 이미 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 기술이 국가정보화의 새로운 패러다임으로 수용되고 있으며 국가별로 정부와 기업의 정책적 대응과 투자, 연구개발, 시범사업이 시행중에 있다. 본 고에서는 혁명의 시발점이 된 마크 와이저의 유비쿼터스 컴퓨팅의 비전과 개념 등을 살펴보고 미국, 유럽, 일본을 중심으로 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구 동향을 분석 및 정리하였다.

I. 서론

인류역사상 도시혁명, 산업혁명, 정보혁명에 이어 네번째로 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명이 시작되고 있다. 컴퓨터 발명으로 촉발된 20세기 정보혁명은 물리공간에 고착돼 있던 공간개념을 뒤엎고 보이지 않는 전자공간(cyber space)을 창조했다. 반면, 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명은 일상 생활 환경 속에 컴퓨터를 심는 것으로, 모든 사물 및 공간이 지능화되고 언제 어디서나 제한 없는 접속이 이루어진다[1].

유비쿼터스 혁명은 조용한 혁명이지만 그것이 가져올 파급효과는 상당히 클 것으로 점쳐지고 있다. 따라서 세계 각국의 기업은 앞으로 다가올 혁명에 대비하고 혁명을 주도하고자 대학이나 연구소와 연계하여 앞다투어 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 연구 및 애플리케이션 개발에 힘쓰고 있다. 또한 미국을 비롯한 여러 국가들도 유비쿼터스 컴퓨팅의 중요성을 인식하고 국가 차원에서 관련 기술 개발 및 이에 기반하는 경제사회 시스템 구축에 앞장서고 있다.

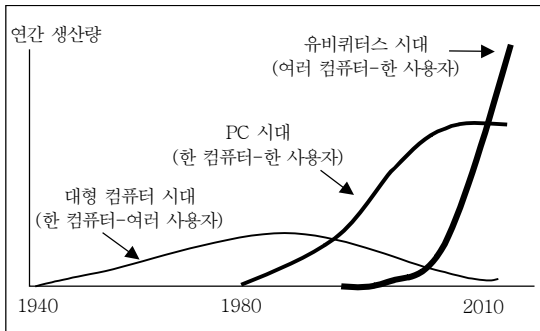
본 고에서는 이같은 “조용하지만 거대한 혁명”의

시발점이 된 마크 와이저의 유비쿼터스 컴퓨팅의 비전과 개념 등을 살펴보고, 미국을 비롯한 유럽, 일본을 중심으로 주요국의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구 동향을 분석 및 정리한다.

II. 마크 와이저의 유비쿼터스 컴퓨팅 비전

현재 매스컴이나 IT 또는 관련 기업들에 의해 자주 사용이 되는 “유비쿼터스”라는 용어는 1988년 XEROX Palo Alto 연구소의 마크 와이저가 차세대 컴퓨팅 비전으로 제시한 “쉬운 컴퓨터” 연구에서 비롯된다.

마크 와이저와 그의 동료들은 연주하는 동안에 끊임없이 악보와 주법에 대해 생각해야 하는 아마추어 연주자와 단지 음악의 완성도에만 신경 쓰는 전문 연주자를 예로 들며 최상의 도구란 사용자로 하여금 그 도구를 이용하고 있음을 자각하지 못하고 수행하고 있는 일에 집중하게 하여 업무의 효율성을 높이는 것이라 생각했다. 이러한 생각을 바탕으로



<자료>: <http://www.ubi.com/hypertext/weiser의 그래프 재정리>
(그림 1) 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 도래

그들은 기존 정보기술이 업무의 보조적 수단이 아닌 그 자체가 중심이 되어 버린 것을 비판하며 인간 중심의 컴퓨팅 기술 즉, 사용하기 쉬운 컴퓨터 개념으로서 유비쿼터스 컴퓨팅 비전을 제시하였다. 다시 말해, 컴퓨터는 우리의 관심의 배후로 숨겨져 상호간의 커뮤니케이션을 통해 다방면에서 인간의 생활을 지원하게 될 것이다.

(그림 1)에서 보는 것과 같이 와이저는 그의 논문¹⁾에서 많은 사람이 한 대의 대형 컴퓨터를 공유하던 메인프레임 시대에서 1980년대부터 시작한 퍼스널 컴퓨터 시대와 광역 분산 컴퓨팅을 제공하는 인터넷 시대를 거쳐 개개인이 환경 속에 편재되어 있는 여러 컴퓨터를 사용하는 유비쿼터스 컴퓨팅 시대가 도래할 것이며 2005년에서 2020년 사이에 일반화 될 것으로 추정하였다.

이 시대에 인터넷에 접속되는 컴퓨터는 수백 개에 이를 것이며, 유선이 아닌 무선으로 접속하고 포켓용 컴퓨터/이동전화/PDA 등과 같은 새로운 모바일 디바이스를 이용하여 접속할 것이다. 또 각종 센서나 컴퓨터화된 칩 등이 벽, 의자, 옷 등에 스며들어 존재하게 되면서 사물들이 지능화되고 이들이 네트워크로 연결됨으로써 언제 어디서나 컴퓨터를 편리하게 이용할 수 있도록 하는 이용자 중심의 컴퓨팅 환경을 제공할 것이다.

마크 와이저가 말하는 유비쿼터스 컴퓨팅은 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 다수의 작고 값싼 특수 기능의 컴퓨터들이 무선의 네트워크를 통해 완전히 연결된다. 즉, 네트워크에 연결되지 않은 컴퓨터는 유비쿼터스 컴퓨팅이 아니다. 둘째, 이러한 컴퓨터들은 사용자의 눈에 보이지 않는다. 셋째, 가상공간이 아닌 실제세계의 어디서나 컴퓨터 사용이 가능하다. 마지막으로 인간화된 인터페이스로서(calm technology)로서 사용자 상황(장소, ID, 장치, 시간, 온도, 명암, 날씨 등)에 따라 서비스가 변한다[2].

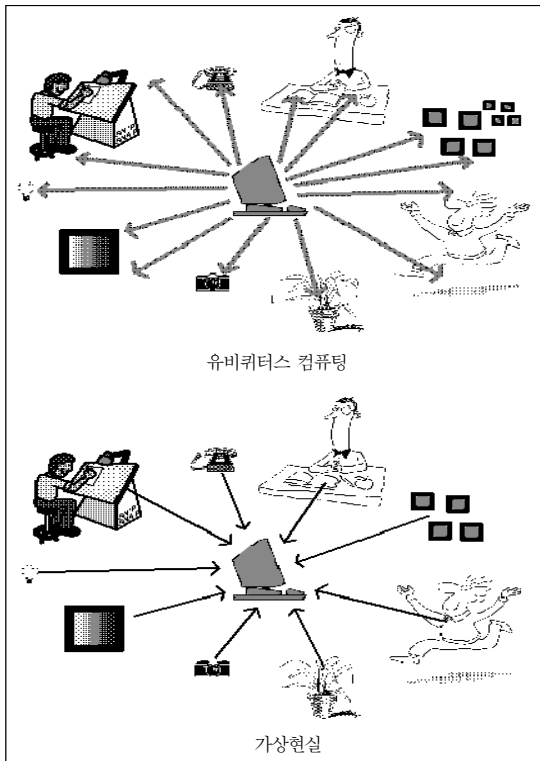
이 같은 특징을 갖는 유비쿼터스 컴퓨팅은 가상 현실의 개념과는 다르다. 가상현실은 실제 세계를 컴퓨터 안에서 체험하기 위해서 전용 의복이나 장갑 및 헤드 마운트 디스플레이 등의 장비를 착용하고 컴퓨터 안으로 들어가야 하지만 유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨터가 현실세계의 사물과 환경 속으로 스며들어 일상 생활에 통합되는 것이다. 마크 와이저는 이 같은 차이를 (그림 2)로 설명하고 있다.

결국 이러한 마크 와이저의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구가 궁극적으로 추구하는 목표는 “고요한 기술(calm technology)”의 실현이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 사용자가 언제 어디서나 컴퓨터를 이용할 수 있도록 상호 연결된 수많은 컴퓨터가 편재되어 있지만 결코 사용자를 귀찮게 하거나, 불편하게 하지 않고 조용히 사용자가 자신을 이용해 주기를 기다리는 컴퓨팅 환경을 지향한다.

당시 마크 와이저의 유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨터 과학분야의 새로운 가능성의 장을 열었다는 평가를 받으며 동 분야 연구자들의 이목을 집중시켰다. 그 후 정보기술의 계속된 발전으로 초기 “일상 환경 속에 편재된 언제 어디서나 이용 가능한 컴퓨팅”이라는 단순한 개념에서 보다 더욱 기술적으로 고도화되고 다양한 분야에서 활용가능성이 있는 새로운 개념을 포함하는 확대된 의미로 발전되어 사용되고 있다.

10여 년 전의 한 연구자에 의해 ‘쉬운 컴퓨팅 개발’을 위해 제창된 유비쿼터스 컴퓨팅은 현재 「차세대 정보기술 패러다임」으로서 자리매김하며 IT 또

1) Mark Weiser, The Coming Age of Calm Technology, 1996.



<자료>: <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/VRvsUbi.gif>
(그림 2) 유비쿼터스 컴퓨팅과 가상현실

는 관련 분야의 향후 발전 전략의 지표가 되고 있다.

뿐만 아니라 세계적으로 기업 및 국가 경영의 차세대 정책 또는 전략적 차원에서 그 가치의 중요성을 평가 받고 있다.

III. 미국의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구

세계 각국은 가까운 미래에 실현될 유비쿼터스 컴퓨팅 사회에 대비하여 IT 관련 분야에서부터 유통, 제조, 서비스 등 다양한 분야에 걸친 전략 및 정책 개발을 위해 국가, 대학, 연구소 및 기업 차원에서 힘을 모으고 있다.

가장 활발한 연구 활동을 보이고 있는 미국은 DARPA, NIST 등의 국가 연구소의 대학 및 기업을 상대로 한 프로젝트 기반 연구에 대한 지원이 눈에 띄며, 기업과 대학 및 연구소 공동 연구와 새로운 패러다임에 편승하기 위한 기업차원의 전략 및 애플리

케이션 개발 연구 등이 이루어지고 있다.

1. 국가 차원의 연구

미 국방부 산하 고등연구계획국(DARPA)²⁾은 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 연구 분야에서 중추적인 역할을 하는 기관으로, 자체적으로 큰 프로젝트를 주도하기 보다는 대학이나 연구 기관으로부터 연구를 신청받아 자금을 제공하고 있다.

DARPA의 정보처리기술국(IPTO)은 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련된 대표적 프로젝트—Smart Dust 및 Endeavour 프로젝트(버클리 대학), Info-Sphere 프로젝트(OGI/Georgia Tech), Portolano(워싱턴 대학), Aura(CMU) 그리고 Oxygen (MIT)—등을 지원하고 있으며 프로젝트의 대부분은 대학을 중심으로 연구되고 있다. 주요 프로젝트의 내용은 다음 대학 및 연구소 차원의 연구 동향에서 언급하기로 한다.

한편, 측정 표준을 촉진하고 유지 및 연구를 통한 정보기술 산업 지원을 담당하는 미 국립 표준기술원(National Institute of Standards and Technology)³⁾의 정보기술응용국(ITA0)은 첨단 기술 프로그램(advance technology program)으로 퍼베시브 컴퓨팅(pervasive computing)⁴⁾을 진흥하고 있다.

ITA0은 퍼베시브 컴퓨팅을 ‘다수의 쉽게 접속 가능한 컴퓨터 디바이스들이 유비쿼터스 네트워크에 연결되어 있는 컴퓨터 환경⁵⁾’이라 정의하고 있다. 고성능 컴퓨터 및 센서가 모든 디바이스와 어플라이언스 및 생활 환경 속에 심어질 것이며, 향후 5년내 저비용 SoC(System-on-a-Chip)를 내장하고 있는 디바이스 및 포터블 디바이스의 보급이 보편

2) DARPA Homepage, <http://www.darpa.mil/ipto>

3) NIST Homepage, <http://www.nist.gov/>

4) 본 고에서는 퍼베시브 컴퓨팅(pervasive computing)을 비롯하여 웨어러블 컴퓨팅(wearable computing), 노매딕 컴퓨팅(nomadic computing), 보이지 않는 컴퓨팅(invisible computing), 임베디드 컴퓨팅(embedded computing) 등을 유비쿼터스 컴퓨팅과 같은 맥락의 개념으로 본다.

5) Pervasive computing refers to the emerging trend toward numerous, easily accessible computing devices connected to an increasingly ubiquitous network infrastructure.

화 될 것이라 전망한다. 또 새로운 패러다임에서도 미국의 정보산업이 선도적 위치를 유지하기 위해서는 인간-컴퓨터 인터페이스(human-computer interaction)와 정보 접근 기술(information access technology)의 혁신과 같은 새로운 기술 개발에 힘써야 한다고 강조한다. 이를 위해 ITAO는 기술 시스템 개발 및 애플리케이션에 대한 연구를 위한 심포지엄을 개최하거나 연구 개발과 관련된 R&D 프로젝트에 자금을 투자하고 있다[3].

NIST 산하의 정보기술연구소(information technology laboratory)는 퍼베시브 컴퓨팅 프로그램을 통해 일상 생활 및 활동과 컴퓨터를 통합하기 위해 자연스러운 형식의 인간-컴퓨터 상호작용(human-computer interaction)의 필요성을 강조하며, 동시에 '스마트 공간 통합(smart space integration)', '퍼베시브 소프트웨어 도구(pervasive software tools)', '퍼베시브 네트워킹 기술(pervasive networking technology)' 등의 연구 프로그램을 지원하고 있다.

2. 대학 및 연구소 차원의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구

캘리포니아 대학(버클리 대학)에서 연구중인 스마트 먼지(smart dust)는 1mm^3 크기의 실리콘 모트(silicon mote)라는 입방체 안에 완전히 자율적인 센싱과 통신 플랫폼 능력 및 100m 또는 그 이상의 무선 송수신 능력을 갖추고 있으며 가벼워 공중에 떠다닐 수도 있는 보이지 않는 컴퓨팅 시스템이다 [4]. 이는 건물 벽면의 도포 또는 공중 살포 등의 방식을 통해 에너지 관리, 제품의 품질관리 및 유통 경로 관리 뿐만 아니라 기상상태, 생화학적 오염, 병력과 장비의 이동 등을 감지하는 군사적 용도로 응용될 것이다.

동 대학에서 진행 중인 Endeavour(1999~2007) 프로젝트⁶⁾는 MEMS 센서, PDA, 카메라 등과 같

은 다양한 IT 기기를 이용하여 대규모의 자기 조직화가 가능하고 적용성이 있는 정보처리 환경 규격과 프로토타입 구축을 목적으로 하고 있다. 한편 조지아 공대를 중심으로 연구되고 있는 InfoSphere 프로젝트⁷⁾는 신선한 정보(fresh information)가 실시간으로 이용자의 상황에 따라 제공되는 공간을 구현 지향한다.

앞에서 언급한 프로젝트들과 마찬가지로 DARPA의 지원으로 수행되고 있는 Portolano 프로젝트와 Aura 및 Oxygen 프로젝트는 모두 '보이지 않는 컴퓨팅' 환경의 실현으로 현실세계와 가상세계를 결합하는 것에 초점을 맞추고 있다. Portolano 프로젝트는⁸⁾ 1999년부터 워싱턴 대학에서 「보이지 않는 이용자 인터페이스」, 「보편적 접속」, 「지능화 서비스」를 통해 이용자가 의식하지 않는 컴퓨팅 환경을 실현하고자 이용자 인터페이스와 네트워크 인프라 및 분산 서비스를 중심으로 연구되고 있다.

MIT Computer Science Lab에서는 사용자 및 시스템 기술의 조합을 통해 퍼베시브, 인간 중심 컴퓨팅을 실현하고자 DARPA와 산업계의 지원을 받아 Oxygen 프로젝트⁹⁾를 수행하고 있다. "Oxygen"이라는 프로젝트 명칭에서도 보듯이 컴퓨터가 산소와 같이 풍부하고 흔한 것이 되어, 이용자가 특별한 지식 없이도 언어나 시각 등 자연스러운 인터페이스를 매개로 언제 어디서나 니즈(needs)에 맞는 서비스를 이용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 구현하고자 한다. Oxygen은 E21s(집의 지하실, 사무실 벽, 차의 트렁크 등에 심어지는 컴퓨터)과 핸드헬드 디바이스 형태의 H21s(어디서나 사용자의 의사소통 및 컴퓨

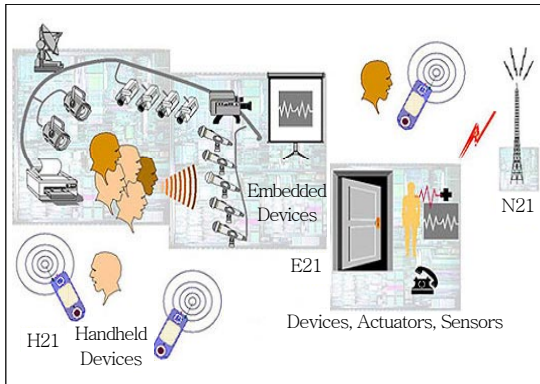
7) <http://www.cc.gatech.edu/projects/infosphere/>

InfoSphere는 OS, 멀티미디어 시스템, 미들웨어 및 실시간 시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅 등의 세부 프로젝트로 구성되어 있다. 그 중 유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트는 상황인지 애플리케이션의 개발 및 진계를 활성화하는 데 그 목적이 있는 'The Context Toolkit'과 거주자를 감지하고 상황에 맞는 도움을 주는 거주 환경 구현에 필요한 기술 개발을 위한 'The Aware Home Research Initiative(AHRI)'을 중심으로 연구되고 있다.

8) <http://portolano.cs.washington.edu>

9) <http://www.oxygen.lcs.mit.edu>

6) <http://endeavour.cs.berkeley.edu>



<자료>: <http://www.oxygen.lcs.mit.edu/>

(그림 3) Oxygen이 묘사하는 시나리오

터 이용을 지원), 그리고 N21s(주변 환경 변화에 맞게 스스로 설정이 가능한 네트워크), O2S(환경이나 사용자의 요구 변화에 맞는 적절한 서비스를 지원하는 소프트웨어)로 구성되어 있다(그림 3 참조). 이는 향후 자연어에 의한 그룹작업의 지원 및 가전 등의 제어, 정보액세스 등에 응용될 수 있다.

보이지 않는 컴퓨팅과 관련된 또 다른 프로젝트인 Aura¹⁰⁾는 1999년 카네기 멜론 대학에서 시작되었다. 사용자의 위치와 상관 없이 보이지 않는 후광처럼 컴퓨팅 및 정보 서비스가 제공되는 컴퓨팅 환경 구현을 목표로 하드웨어, 네트워크, 사용자 인터페이스와 애플리케이션 등과 관련된 다양한 연구를 실시하고 있다.

한편, 웨어러블 컴퓨팅(wearable computing)을 집중적으로 연구하는 MIT 미디어 랩의 여러 프로젝트 중 ‘생각하는 사물 프로젝트(things that thinks)¹¹⁾’는 컴퓨터가 우리 주변의 일상생활 속으로 들어가 그것들의 협조에 의해 인간의 삶을 지원하는 미래 컴퓨팅 비전을 실현하고자 한다. 다시 말해 컴퓨팅과 의사소통을 전통적인 컴퓨터를 뛰어넘어 모든 일상의 사물로 이행해 나가기 위한 것을 탐색하는 데 중점을 둔 연구이다. 이 프로젝트가 갖는 성격은 지금까지 컴퓨터 기술에 대한 관점을 바로 잡

아 컴퓨터는 사람이 쫓아다녀야 하는 대상이 아니라 컴퓨터가 스스로 지능화되어 사람들의 욕구에 맞추도록 하자는 데 있다. ‘생각하는 사물’ 프로젝트에서는 궁극적으로 원자핵부터 글로벌 네트워크까지 디지털 세계의 비트와 물리적 세계의 원자를 통합시키고자 한다.

이 프로젝트는 인간을 주인으로 섬기는 지능화된 사물과 컴퓨터를 연구하여 사람들이 사용하는 모든 기계와 사물들이 사용자의 언어, 행동, 생활습관 등을 스스로 이해하고, 서로가 정보를 주고 받으며, 스스로 생각하여 사람이 의식하지 않고도 사용자를 위하여 일하도록 하려는 것이 목적이다. 이 연구 프로젝트에서 지능화된 사물은 예를 들어, 사무실에 근무하는 사람들의 커피 마시는 습관을 분석하여 시간에 맞추어 미리 신선한 커피를 준비하는 커피메이커나 수분을 감지하여 물을 주는 화분 등이 된다. 이것이 어떻게 실현되는가는 사물에 내장된 센서를 통한 현실 상태의 감지, 상황의 특성추출, 학습을 통한 가능성과 결과에 대한 모델링, 상황분류, 행동화 단계를 거치면서 일어난다[5].

무선인식기술(RFID)을 주로 연구하는 MIT의 Auto-ID Center¹²⁾는 2002년 9월 현재 세계 각국의 69개의 협력사와 공동으로 비트(bits)와 아톰(atoms)의 융합으로 제품의 생산, 판매, 구매 방법 등에 혁신을 가져오려고 노력하고 있다. 모든 상품에 현재 사용되고 있는 바코드 대신 스마트 태그(smart tag)를 부착해 사물에 개별 ID를 부여함은 물론 사물을 지능화 함으로써 사물간, 또는 기업 및 소비자와 커뮤니케이션 할 수 있게 하는 Auto ID 기술을 개발하고자 한다. 이때 사용되는 스마트 태그는 일종의 RFID 태그로 해당 제품의 세부 정보를 담고 있으며, 고주파 신호를 받으면 내장된 정보를 전송하도록 설계되어 있다. 이와 같은 기술의 필드 테스트(field test)가 월마트를 중심으로 진행되고 있으며, 그 결과 소비자와 상품 간의 커뮤니케이션의 가능, 도난 방지 및 관리감독 개선, 공급망의 효율성

10) <http://www-2.cs.cmu.edu/~aura/>

11) <http://ttd.media.mit.edu/>

12) <http://www.autoidcenter.org>

증대 등의 효과가 있는 것이 입증되었다. 또한 Auto ID 기술을 이용해 기업은 제품의 생산 및 배분의 완전 자동화, 재고 축소 및 실시간 재고현황 파악이 가능하며, 소비자는 세부 정보가 포함된 제품 구매 및 가전 기기를 이용한 부족한 제품을 자동 주문하는 등의 혜택을 받을 수 있을 것이다. 그러나 모든 개별 상품에 RFID 태그를 부착하기 위해서는 기술적 장애뿐만 아니라 비용부담의 문제가 해결되어야 할 것이다.

3. 기업의 유비쿼터스 대응 전략

기업을 중심으로 한 미국의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 주로 이동성 지원 및 지능형 공간에 대한 애플리케이션 연구가 이루어지고 있다.

마이크로 소프트의 유비쿼터스 전략으로 관심이 집중되는 'EasyLiving' 프로젝트는 마이크로소프트 빌 게이츠 회장이 21세기 비즈니스 전략의 목표를 어디에 두고 있는지를 알 수 있게 하는 전략으로서 마이크로소프트가 컴퓨터에 깔리는 윈도 시스템을 개발하는 기업에서 인간의 삶의 질을 좌지우지 하는 '컴퓨팅 생활공간을 창조하는 기업'으로 나갈 것임을 보여준다. 이 프로젝트의 내용은 물리적 공간 세계와 전자적인 센싱과 세계 모델링(sensing & world modeling) 공간, 그리고 분산 컴퓨팅 시스템의 결합을 통해 인간에게 가장 쉬운 삶의 공간을 창조하겠다는 프로젝트이다[6].

휴렛패커드는 CoolTown Project¹³⁾를 통하여 유·무선 통신 네트워크 기술과 웹기반의 정보통신 기술을 기반으로 하는 미래 도시 모델을 제시하고 있다. 쿨타운에서는 맞춤형 커스터머 서비스, e-비즈니스, 원격교육, 원격의료, ITS, 화재 및 방재 등을 위한 대응상황 서비스 등이 제공되며, 2002년 현재 영국의 버크셔, 미국의 팔로 알토, 캐나다에 시범 타운을 설립하고 운영중에 있다. 이 프로젝트는 노매딕 컴퓨팅(nomadic computing), 어플라이언스,

네트워크, 웹 등 다양한 분야에 대한 연구를 모두 포함하며 그 중에서도 특히 모바일 서비스를 중심으로 연구가 진행되고 있다.

쿨타운 프로젝트에서 가장 핵심적인 개념은 현실의 사람, 사물, 공간이 동시에 웹 상에서도 존재하는 "real world wide web"의 구축에 있으며, 이러한 웹과 상호작용하는 디지털 커뮤니케이션 수단을 이용해 노매딕 이용자들이 언제 어디서나 커뮤니케이션이 가능한 환경을 실현하고자 한다.

세계 최초의 PC 제조회사인 IBM은 21세기의 삶은 세계 경제의 새로운 화폐로 등장한 '정보'를 어떻게 관리하느냐에 달려 있다고 보고, 이러한 문제의 해결책을 퍼베이시브 컴퓨팅이 제공할 것이라 주장한다. 즉, PDA, 휴대전화, 차량 및 홈 어플라이언스 등과 같은 디바이스에 컴퓨팅 파워를 내장시켜 하나의 이음매 없이 통합된 시스템을 기반으로 언제, 어디서나 쉽게 정보를 교환하고 관리할 수 있는 기술을 개발함으로써 다양한 디바이스 이용에 따른 산만함(distracton)을 줄여 보다 쉽게 정보에 접근 및 관리할 수 있을 것으로 기대한다.

IV. 유럽의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구

유럽은 2001년에 시작된 EU의 정보사회기술 계획(IST)의 일환으로 미래기술계획(FET)이 자금을 지원하고 있는 "사라지는 컴퓨팅(disappearing computing)"을 중심으로 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 대응 전략을 모색하고 있다.

"사라지는 컴퓨팅"은 정보기술을 일상사물 및 환경 속에 통합하여 인간의 생활을 지원하고 개선하고자 한다. 우리가 흔히 사용하는 일상 사물에 센서, 구동기, 프로세서 등을 식재하여 사물 고유의 기능에 정보처리 및 교환 기능이 증진된 정보 인공물(information artifacts)의 고안과 정보 인공물 상호간의 지능적이고 자율적인 감지와 무선통신을 통해 새로운 가능성과 가치를 창출하고, 궁극적으로는 인간의 일상 활동을 지원 및 향상시킬 수 있는 환경 구축을 목표로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 연

13) <http://cooltown.hp.com/>

구소, 대학 및 기업 공동으로 연구하고 있는 “Smart Its”, “Paper+ +”, “Grocer” 등 16개의 독립 프로젝트를 지원하며 그 내용은 <표 1>과 같다.

또한 유럽은 미래 소망을 위한 기술로 엠비언트

인텔리전스(ambient intelligence)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. <표 2>에서 보듯이 주로 위치, 시간 등에 따른 상황인식 및 멀티미디어 중심의 서비스 관련 연구와 홈네트워크, 센서 망, 단말 등에

<표 1> 사라지는 컴퓨팅 실현을 위한 16개 프로젝트

프로젝트	내 용
2WEAR (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 이종 디바이스들 간의 조합으로 구축되는 분산 개인 컴퓨터 시스템에 대한 연구 • 확장성(extensibility) 및 적응성(adaptation)을 고려한 무선 웨어러블 시스템 개발 및 실험을 위한 프로젝트
ACCORD (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 미래 가정 환경 구축 및 운영/관리를 위한 만질 수 있는 인터페이스 환경 개발을 목적으로 함
AMBIENT AGORAS (2001.1.~2003.6.)	<ul style="list-style-type: none"> • 사라지는 컴퓨팅 기술을 이용해 이용자에게 최적화된 공간 제공
e-Gadgets (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 통신 기능을 가진 객체인 e-Gadgets의 구조적 스타일(GAS) 개발
FEEL (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 모바일 기술의 침해 문제를 언급하고, 이러한 문제를 사라지는 컴퓨팅에서 실현되는 비침해 서비스의 도입으로 해결할 수 있음을 “비즈니스 환경”과 “교육환경”을 대상으로 입증하고자 함
FICOM (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 컴퓨터가 식재된 섬유 개발을 위한 프로젝트 • 이같은 섬유로 짜여진 일상사물(옷, 커튼, 벽지, 스포츠 용품 등)은 센싱 및 컴퓨팅 기능을 가지며, 상호간의 커뮤니케이션 및 주위 환경과의 상호작용도 가능
GLOSS (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자, 공간, 디바이스 및 정보들 간의 상호작용을 고려하여 애플리케이션 서비스, 정보 공급 및 개인화된 인터페이스 등 다양한 서비스를 이음매 없이 통합하여 전 유럽 시민들이 언제 어디서나 자유롭게 서비스를 제공받을 수 있는 글로벌 스마트 공간을 구축(생활공간, 업무공간 등)
GROCER (2001.2.~2004.1.)	<ul style="list-style-type: none"> • 식품품 가게의 개별상품에 마이크로프로세서를 식재하여 소비자는 PDA나 휴대전화 등을 통해 상품을 구매할 수 있고, 광고를 제공받으며, 인터넷과 관련된 쇼핑 이외의 업무를 수행할 수 있는 환경 구축
InterLiving (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 가정 환경 속에 통합되어 가족의 세대간 커뮤니케이션을 지원하는 기술 개발 및 파급효과 연구
MIME (2001.1.~2002.3.)	<ul style="list-style-type: none"> • 컴퓨터 및 네트워크 기술을 이용해 사람들이 쉽게 자신의 경험을 기록 및 저장, 편집, 접근할 수 있게 하는 개인 미디어(앨범, 기념품, 일기 등) 개발 및 환경 구축에 초점을 둔 프로젝트
ORESTEIA (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 사람과의 상호작용을 고려한 지능화된 사물 고안 및 사물간의 협조 기능을 위한 내부 아키텍처의 디자인 및 개발
Paper+ + (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 센서가 포함되어 있는 투명한 잉크를 이용해 기존 종이의 용도를 증진하는 시스템 개발 및 평가를 위한 프로젝트 • 주로 책이나 학습자료와 같은 교육용 애플리케이션 개발에 중점을 두고 있음
Smart-Its (2001.1.~2003.6.)	<ul style="list-style-type: none"> • 일상 사물에 소형의 내장형 디바이스인 “Smart-Its”를 삽입하여 감지, 인식, 컴퓨팅 및 통신 기능을 지닌 스마트 사물의 개발 • 스마트 사물 간의 커뮤니케이션을 통한 자발적 네트워킹으로 사물의 기능을 증강하여 이용자의 상황에 맞는 적절한 서비스를 제공할 수 있음 • 사물들간의 의사소통과 관련하여 라벨처럼 부착할 수 있는 무선인식(RFID) 기술의 개발, 블루투스 무선통신기반, 위치와 안전성, 스마트 사물과 환경과의 상호작용 등에 관한 연구 • 관련 프로젝트: <ul style="list-style-type: none"> - TEA: TecO. 휴대전화를 이용한 다중 센서(multi-sensor) 상황 인지에 관한 연구 - Mediacup: TecO. 일상 사물의 감지, 프로세싱 및 통신 기능 증강에 관한 연구 - SoapBox 개발: VTT Technical Research Center
SHAPE (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 혼합현실(mixed reality) 기술 이용한 혼합 인공물(hybrid artifacts)의 개발과 공공장소에 적합한 인공물들 간의 조합(assembly)으로 그 공간을 이용하는 사람들에게 풍부한 정보를 제공하는 환경 구축
SOB (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 사람과 상호작용이 가능한 사물 및 어플라이언스에 쉽게 통합되는 효율적 음향 모델 연구를 통해 제스처와 auditory display만을 이용한 사용자 인터페이스 개발
WORKSPACE (2001.1.~2003.12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 증강현실을 이용한 작업공간 개선에 관한 프로젝트

<자료>: <http://www.cordis.lu/list/fetdc-sy.htm>, <http://www.disappearing-computer.net/> 의 내용을 정리

<표 2> 엠비언트 인텔리전스 연구 동향

<p>Ambient Intelligence Service</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 상황인식 서비스 <ul style="list-style-type: none"> - 플랫폼에 의존하지 않는 상황인식 서비스의 소프트웨어 구조 - 위치정보를 이용한 푸시 서비스 - 상황에 따른 정보의 필터링, 화상처리 • 멀티미디어 관련 <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 멀티미디어 데이터베이스 구성 기술, 유사 화상 검색 - 정보가전과 연계하여 각 기기의 기능을 복합화하는 서비스
<p>Ambient Intelligence Platform</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 홈네트워크 관련 <ul style="list-style-type: none"> - 휴대장치로부터 가전, 일용품 등의 원격 제어 메커니즘 - 상호 접속된 가전기기로 사용자 요구에 대응한 서비스 실행 - 가정 내 모든 물건으로부터 정보수집 및 현실세계를 디지털 세계로 투영 • 센서망 관련 <ul style="list-style-type: none"> - 센서망과 백본의 연계에 의한 상황인식 서비스 제공 - 센서망의 고장진단 프로토콜 • 단말 관련 <ul style="list-style-type: none"> - 인간공학, 심리학 등을 고려한 5~10년 후의 장치 - 유비쿼터스 단말에 최적화 한 OS - 디지털 세계에서의 사건을 실세계에 반영시키는 사용자 인터페이스

<자료>: 일본 총무성, 「유비쿼터스 네트워크 기술의 장래 전망에 관한 조사연구회」 보고서, 「何でもどこでもネットワークの實現に向けて」, 2002. 6.

관한 플랫폼 연구가 이루어지고 있다.

V. 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구

일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 ‘어디에나 컴퓨터 환경’이라는 미래를 겨냥한 신기술 체제의 확립을 목표로 1984년 동경대학 사카무라 겐(坂村 健) 교수가 중심이 되어 제안한 TRON 프로젝트(The Real-time Operating System Nucleus Project)에서 출발한다. 이는 미국의 마크 와이저에 의한 유비쿼터스 컴퓨팅 연구보다도 앞선 것으로 모든 컴퓨터의 기본 소프트웨어(OS)를 공통화하여 메이커, 기종의 종류에 상관없이 호환성을 실현하는 환경을 구축한다는 기본개념을 제안하였다. 그는 PC와 같이 정형화된 형태로 한정된 범위에 이용되는 것만이 아니라 다양한 기구 속에 내장되어 일상생활 속에서 사용되는 각종 도구와 기기를 제어하는 컴퓨터 규격을 개발하고자 하였다.

사카무라 겐 교수는 1984년 그의 논문에서¹⁴⁾ 어디에나 컴퓨터의 환경을 MTRON이라 지칭하고 MTRON 규격은 ‘지적인 물체(intelligent object)’

를 실현하고 환경 제어에 사용하기 위한 규격 체제라 정의했다. 여기서 말하는 ‘지적인 물체’는 인간의 주변에 존재하는 여러 가지 물건 속에 마이크로 컴퓨터를 이식한 것으로, 그것들은 마이크로 컴퓨터의 제어에 의해 능동적으로 동작하며 인간을 둘러싼 환경을 최적으로 해주는 것을 목표로 한다[7]. 또한 대량의 마이크로 컴퓨터가 사용될 미래 생활 공간을 검증하기 위해 주택, 자동차, 사무실, 도시의 미래상인 전뇌 빌딩, 전뇌주택, 전뇌도시, 전뇌자동차망 등의 응용 프로젝트가 제안되었다.

현재 일본에서 준비하고 있는 유비쿼터스 대응 전략은 물리공간에 존재하는 모든 물체 및 생활 공간 그리고 사람이 착용하는 의복, 안경, 신발, 시계 등의 신변용품 등에 다양한 기능을 갖는 마이크로 컴퓨터 칩들이 이식되고 상호간에 연결됨으로써 “언제 어디서나 컴퓨터의 능력이 발휘되는 네트워크의 편재화” 즉, 유비쿼터스 네트워크 중심의 연구가 산·학·관의 연계에 의해 진행되고 있다.

총무성은 2001년 11월 27일 「유비쿼터스 네트워크 기술의 장래 전망에 관한 조사연구회」를 만들고, 유비쿼터스 네트워크 기술에 관한 국내외 연구 개발동향 등을 조사 및 분석하고 그 장래 전망을 명확하게 함과 동시에, 종합과학술회의 및 IT 전략본부에서의 검토상황과 「e-Japan 전략」, 「e- Japan

14) 사카무라 겐(坂村 健), 1984, TRON Total Architecture, Architecture Workshop in Japan 1984년 정보처리학회

<표 3> 일본의 유비쿼터스 네트워크 기술 연구 개발

통신사업자	NTT	<ul style="list-style-type: none"> • 유비쿼터스 네트워크 창조에 초점을 맞추고, 가상세계의 정보가 현실세계의 환경이 되는 정보가 풍부한 환경 실현 • 포토닉 네트워크 기술, 초고속 광처리 기술, 고속 무선접속 기술, 다양한 층에서의 모바일 기술, 정보유통 플랫폼의 고도화, 네트워크 어플라이언스 기술 • MIT Auto ID Center와 협력관계 맺음
	NTT 도코모	<ul style="list-style-type: none"> • 이동하는 단말이나 네트워크 관리방식의 연구, 이동하는 서비스를 이음매 없이 제공하는 방식의 연구, 다양한 액세스나 단말에 대해 보편적 서비스를 제공하는 방식의 연구 수행
연구기관	국제 전기통신 기초기술연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 퍼스널 가이드 에이전트, 커뮤니케이션 로봇, 착용형 및 인형형 인터페이스의 기초연구 등
	통신융합연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 차세대 정보통신 기반 실현을 위한 광통신망 기술, 신세대 모바일 기술, 플랫폼 기술, 정보통신 위 기 관리 기술, 휴먼 커뮤니케이션 기술의 연구 개발 등
기기 제조업체	소니(SONY)	<ul style="list-style-type: none"> • ‘유비쿼터스 가치창조 네트워크(ubiquitous value network)’: 기업경영 슬로건(2001) • 하드웨어의 상시 브로드 밴드 네트워크 접속, 모바일 네트워크 접속과 모바일 게임기 등의 육성 • 하드웨어와 서비스/콘텐츠를 동시에 연결해 주는 사업 • 설계-제품을 연결하는 “메모리스틱” 연구 집중
	샤프(SHARP)	<ul style="list-style-type: none"> • 유비쿼터스 어플라이언스 관련 사업에 집중 * PDA, 모바일계 단말, 휴대전화계 단말의 진화 및 표시 디바이스, 유저 인터페이스, 저소비 전력 화 연구에 주력
	도시바	<ul style="list-style-type: none"> • 모바일 커뮤니케이션, 광대역 네트워크, 홈네트워킹, 디지털 방송을 유기적으로 결합시키는 유비 쿼터스 비즈니스 플랫폼 사업
	히타치	<ul style="list-style-type: none"> • IPv6 망 구축 솔루션 기술, 가가비트 라우터, 액세스 게이트웨이 및 칩의 연구 개발
	후지쓰	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자의 요구에 적합한 서비스를 다양한 통신환경에 적응시켜 실행시키는 기술, 다양한 모바일 환경에 있어 이동성을 제어/관리하는 기술, 트래픽 상황에 부응한 동적인 네트워크 부하 분산기술 등 광대역 네트워크 제어기술의 연구개발에 역점
	일본전기(NEC)	<ul style="list-style-type: none"> • 유비쿼터스 네트워크 실현을 위한 광인프라 기술, IPv6 모빌리티 기술, 트래픽 엔지니어링 기술, 에이전트 기술, 센서 기술, 정보보호 기술 등에 연구개발 역량 집중

<자료>: 전자신문 ‘21세기 아젠다: u코리아 비전’(창간 20주년 미래기획)의 내용을 재구성(2002.6.25.)

중점계획」 등에 입각하여 유비쿼터스 네트워크 사회의 실현을 위하여 대응해가야 할 연구개발 과제나 연구개발 추진대책 등에 대하여 검토하고 있다. 또한 총무성 주관으로 민간, 대학, 정부관련 부처 전문가들로 구성된 ‘유비쿼터스 포럼’을 정식 발족시켜 (2002.6.11.) 차세대 국가 정보화 방향인 유비쿼터스 정보기반 구축에 본격적으로 나설 것임을 천명한 바 있다.

유비쿼터스 네트워크 조사연구회는 유비쿼터스 네트워크 사회의 실현이 새로운 산업 및 비즈니스 시장의 창출과 편리하고 풍요로운 라이프스타일의 실현, 그리고 일본이 직면하고 있는 고령화 문제, 교통혼잡, 지진, 환경관리 등의 사회문제 해결에 기여 할 것이며 나아가 일본의 우위 기술을 살린 국제 경쟁력의 확보를 가져올 것으로 본다[8].

또한 일본의 네트워크 구축을 위한 기술의 연구 개발은 대학, 연구기관 및 기업들에 의해 네트워크 관련 기술분야, 소프트웨어 및 애플리케이션 기술분

야, 보안 및 인증 기술분야 그리고 디바이스 기술분야 등을 중심으로 추진되고 있다.

VI. 결론

미국은 퍼베시브 컴퓨팅이나 보이지 않는 컴퓨팅 등 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 분야에 대한 국가의 적극적 지원으로 다양한 분야의 프로젝트가 대학/연구소를 중심으로 진행되고 있다. 국립과학재단(NSF)은 1997~2001년에 걸쳐 약 20건의 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 프로젝트를 지원하고 있으며, DARPA, NIST 등도 관련 프로젝트에 자금을 조달하고 있다. 또한 HP, IBM, MS 등의 세계적 기업도 유비쿼터스 컴퓨팅 연구에 동참하고 있으며, 이동성 지원이나 지능화 환경 구축을 위한 기술 및 애플리케이션 개발에 중점을 두고 있다.

유럽은 2001년에 시작한 정보화사회기술(IST) 계획의 일환인 ‘사라지는 컴퓨팅 이니셔티브’를 중

심으로 국가, 대학 및 연구소, 기업들 간의 연계를 통해 유비쿼터스 컴퓨팅 연구를 진흥하고 있다.

일본은 2001년 11월 총무성 산하 「유비쿼터스 네트워크 기술의 장래 전망에 관한 조사연구회」를 발족하고, NTT, 소니, 히타치 등의 기업과 함께 유비쿼터스 네트워크 기술의 장래 이미지 검토 및 대응해야 할 연구과제 및 표준화 문제, 사회/경제적 파급 효과 분석 등을 통해 유비쿼터스 네트워크의 조기 실현을 위해 국가가 앞장서고 있다.

결과적으로 볼 때 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 컴퓨터 과학의 특정 분야에 국한된 것이 아니라 사회, 경제, 윤리, 법 등 다양한 측면에서 연구되고 있으며, 국가의 적극적 지원을 기반으로 한다. 미국이나 유럽에서 실시되고 있는 프로젝트는 전반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 인프라 구축을 위한 연구와 사물의 지능화, 인간-컴퓨터 상호작용 연구, 공간의 지능화 등을 목표로 관련 기술 및 애플리케이션 개발을 위해 진행되고 있다. 반면 일본은 “어디서나 컴퓨터의 능력이 발휘되는 네트워크의 편재화”를 위한 연구가 중심을 이룬다.

한편, 우리나라는 ETRI를 중심으로 정보기술의 발전에 따라 물리공간과 전자공간의 전략적 연계 공간으로서 제3공간 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅과 네트워크를 기반으로 하는 공간이 등장할 것이라는 논리하에 최첨단 유비쿼터스 네트워크의 전국적 구축과 이를 기반으로 교육, 의료, 행정과 국방 등 국가사회의 중추 시스템을 접목시킴으로써 국가 경쟁력을 획기적으로 개선하자는 새로운 정보화입국 비전 ‘u-

Korea 21 Grand Strategy’가 제시되고 있다. 이같은 ‘u-Korea 21 Grand Strategy’는 그 동안의 1996년의 ‘제1차 정보화촉진기본계획’, 1999년의 ‘Cyber Korea 21’과 2002년 4월의 ‘e-Korea Vision 2006’ 이후 새로운 정보화 패러다임을 선도할 정보화기본계획의 밑바탕이 될 것이다.

세계 각국은 유비쿼터스 컴퓨팅 시대를 주도하기 위해 유비쿼터스 인프라 확보와 관련 핵심 기술의 선(先)개발 및 세계화에 온 힘을 다할 것이며 동시에 바람직한 유비쿼터스 컴퓨팅 사회의 실현을 위해 국가 간의 긴밀한 협력관계가 유지되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 하원규, 김동환, 최남희, “유비쿼터스 IT 혁명과 제 3공간,” 전자신문사, 2002. 11.
- [2] 김완석, 유비쿼터스 개념과 이머징 기술의 의미, 한국전자통신연구원 세미나 발표자료, 2002.
- [3] NIST, Pervasive Computing Technology Systems and Applications, www.atp.nist.gov/itao/pervasive.htm
- [4] 전자신문, ‘21세기 아젠다’ u코리아 비전(‘창간 20주년 미래기획’), 유비쿼터스 국방, 2002. 10. 25.
- [5] 전자신문, ‘21세기 아젠다’ u코리아 비전(‘창간 20주년 미래기획’), MIT 미디어랩의 차세대 프로젝트, 2002. 7. 2.
- [6] 전자신문, ‘21세기 아젠다’ u코리아 비전(‘창간 20주년 미래기획’), 세계 IT 기업의 유비쿼터스 전략, 2002. 6. 25.
- [7] 사카무라 겐(坂村 健), 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명, 동방미디어, 2002.
- [8] 일본 총무성, 「유비쿼터스 네트워크 기술의 장래 전망에 관한 조사연구회」 보고서, ‘何でもどこでもネットワークの實現に向けて,’ 2002. 6.