

유비쿼터스 컴퓨팅의 실태와 발전에 관한 연구

김 경 우*

The Study on the Status and Development of International Ubiquitous Computing

Kyung-Woo Kim *

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅이란 마크 와이저의 주장처럼 급진적이지 않으며 포괄적으로 유비쿼터스 컴퓨팅을 정의할 수 있는 적절한 정의로 판단된다. 각국의 실태에서 미국이나 유럽에서 실시되고 있는 프로젝트는 전반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 인프라 구축을 위한 연구와 사물의 지능화, 인간-컴퓨터 상호작용 연구, 공간의 지능화 등을 목표로 반면 일본은 어디서나 컴퓨터의 능력이 발휘되는 네트워크의 편재화를 위한 연구가 중심을 이룬다. 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 컴퓨터 과학의 특정 분야에 국한된 것이 아니라 사회, 경제, 윤리, 법 등 다양한 측면에서 연구되고 있으며, 국가의 적극적 지원을 기반으로 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅이 다양한 센서를 통해 정보를 받아들이고, 판단하며, 커뮤니케이션 기술을 등을 제시하였다. 이를 근거로 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전모델을 제시하였으며 진화과정에서 정형화된 가치시스템에 한계가 있으나 5가지 유형의 비즈니스모델이 나타날 것으로 전망한다.

Abstract

Ubiquitous computing is not radical as Mark Weiser argues and includes things. The status of each nation is as follows. Project of America or Europe are practice for computing infra, intelligence of things and space and man-computer co-relation study, otherwise Japan centers the studying of network ubiquity utilizing computing competence. In this thesis I analyzed real status on the ubiquitous computing case study of each nation, and I proposed computing development model, factor ,structured value system, five type business and technology model.

▶ Keyword : Ubiquitous Computing, Disappearing Computer, Embedded, Pervasive Computing, Mobile Computing, Disposable Computing, Sentient Computing.

• 제1저자 : 김경우
• 접수일 : 2004.09.18, 심사완료일 : 2004.11.16
* 서울보건대학 인터넷정보과

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅은 기계가 사용자의 행동을 배워 필요한 솔루션을 제공하는 개념이다. 유비쿼터스(Ubiquitous)란 라틴어로 '편재하다'라는 의미로 모든 곳에 존재하는 네트워크라는 것은 지금처럼 책상 위 PC의 네트워크화뿐만 아니라 휴대전화, TV, 게임기, 휴대용 단말기, 카 네비게이터, 센서 등 PC가 아닌 모든 비 PC 기기가 네트워크화되어 언제, 어디서나, 누구나 대용량의 통신망을 사용할 수 있고, 저요금으로 커뮤니케이션 할 수 있는 것을 가리킨다.

1998년 유비쿼터스란 용어를 처음으로 사용한 미국 제록스 팰로앨토연구소의 마크 와이저(Mark Weiser) 소장은 유비쿼터스 컴퓨팅이 메인프레임, PC에 이은 제3의 정보혁명의 물결을 이끌 것이라고 주장하였다.[1] 일본의 트론(TRON) 프로젝트를 주도해 세계의 주목을 받은 바 있는 도쿄대 사카무라 켄 교수는 저서 '유비쿼터스 컴퓨팅 혁명'을 통해 '선진국의 경우 저성장 사회로의 이행이 가속화되고 있는데 유비쿼터스 컴퓨팅은 지속적 성장이 가능한 순환형 시스템의 정착을 가능하게 해줄 것'이라고 전망하고 있다. 그는 저서에서 유비쿼터스 환경하에서는 정보습득과 활용이 최적화돼 소모성 자원의 효율적인 사용이 가능해질 것이며, 유비쿼터스 컴퓨팅이 대량 생산의 획일적인 '하드와이어드' 사회를 개개인의 다양성에 적절하게 대응할 수 있는 '프로그래머블' 사회로 탈바꿈시켜줄 것으로 전망하였다.

세계 최대의 소프트웨어 업체인 마이크로소프트(MS)의 빌 게이츠 회장은 컴덱스 기조 연설에서 'SPOT(Smart Personal Object Technology)'를 새로운 화두로 제시했다. SPOT는 인터넷 기능을 구현해 언제, 어디서나 온라인에 손쉽게 접속할 수 있도록 해주는 알람시계, 부엌용 전자기기, 스테레오 장비 등과 같은 소형 전자기기. 즉 유비쿼터스를 다르게 표현한 것이다. 전세계 IT산업에 가장 큰 영향력을 행사하는 인물 중 하나인 게이츠가 유비쿼터스 시대의 본격적인 개막을 선언하였다. 컴퓨터 발명으로 촉발된 20세기 정보혁명은 물리공간에 고착해 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 크다고 할 수 있다. 따라서 세계 각국의 기업은 다가올 혁명에 대비하고자 대학이나 연구소와 연계하여 앞다투어 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 연구 및 애플리케이션 개발에 힘쓰고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)을 정의하기에는 오늘날의 기술과 정보통신 환경이 너무 빨리 그리고 많이 달라지고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅에 대해서 대부분의 사람들은 그 개념에 대해서 불확실해하거나 모호하다고 여긴다. 본 논문에서는 사실적, 기술적인 문헌과 규범적인 방법으로 미국, 유럽, 일본을 중심으로 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅의 추진실태를 알아보고 그 구현기술의 요소는 무엇이며 이에 따른 발전모델을 제시하고자 한다.

1.1 IT기술의 성장과 이동

오늘날의 과학기술로 컴퓨터의 파워를 존재하게 할 수 있는 곳은 크게 나누어 보면 전자공간(Cyber Space)과 실세계(Real World)이다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅은 전자공간상에서의 가상 컴퓨팅(메일서버, 웹서버, 데이터베이스 서버 등과 같은 인터넷 기반 서버의 이용)과 실세계의 리얼 컴퓨팅(마이크로 컴퓨터, 휴대단말, 센서, MEMS: Micro Electro Mechanical Systems) 등과 같은 인터넷(비인터넷 클라이언트의 이용)으로 구성되는 것으로 해석할 수 있다. 컴퓨팅 파워를 구성하는 두 공간의 구조를 살펴보면 유선 기반의 서버 컴퓨팅, 유선, 무선, 근거리무선 기반의 클라이언트 컴퓨팅이 존재하고 있다. 오늘날, 전자공간의 가상 컴퓨팅은 일반화되어 있으나, 실생활 공간상의 리얼 컴퓨팅은 초보 단계라고 볼 수 있다. 한편, IT환경이 유선, 무선, 유무선통합, 근거리무선통신 그리고 서버PC, PostPC, 센서, MEMS 등 초소형 컴퓨팅 객체로 전개됨에 따라 전자공간과 실세계는 사실상 서로 통합 혹은 융합이 되고 있다. 모든 객체가 하나되는 글로벌화가 진행되는 동시에 모든 객체가 특화되는 개인화라는 서로 상반된 두 가지 기술 진화의 방향이 실세계와 전자공간에서 조화된 세 차례의 파동을 일으키면서 하나되고 있다. 첫째 파동은 서버기술과 유선통신 기술 영역이 이음매없는 망통합으로 진화되고 있으며, 둘째 파동은 클라이언트와 포스트PC기술과 무선 및 유무선통합망 기술은 초고속, 대용량의 멀티미디어 데이터에 대한 브로드밴드접속 서비스를 제공하고 있으며, 셋째 파동은 내장 초소형 컴퓨팅 객체와 MEMS, 센서기술 및 근거리 무선 통신기술은 자율형 컴퓨팅 환경을 제공하는 방향으로 진화하고 있다. 셋째 파동의 특성은 내장 초소형 컴퓨팅 객체와 MEMS, 센서기술 및 근거리 무선 통신기술에서 찾을 수 있는 동시

에 세계 각국의 주요 유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트의 특성을 통하여도 확인할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 IT 기술 진화 파동의 성숙에 따라 성숙된 IT 인프라를 기반으로 하는 IT·서비스의 융합, IT·NT의 융합, IT·BT의 융합 등으로 기술진화 성장동인이 이동하고 있다.

1.2 유비쿼터스 컴퓨팅기술기반과 개념비교

앞에서 IT의 특성인 통합과 다양화가 발생하는 제 3의 파동인 자율형 컴퓨팅 환경의 특성을 <표 1>을 통하여 유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트들로부터 추정하여 보면, MS사의 이지리빙 프로젝트에서는 이동 컴퓨팅과 지능적 환경으로 정의하고 있으며, 유럽 공동체(EU)의 '사라지는 컴퓨팅계획(Disappearing Computing Initiative)'의 Smart-Its는 무선통신 기반 네트워킹 기능을 가진 지능형 객체로 정의하고 있다. 마찬가지로 대부분의 유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트들은 이음매없는(seamless) 네트워킹 이동성과 자율형 객체를 특성으로 한다. 이 특성들은 사용자의 물리적 환경을 통하여 리얼 컴퓨팅 서비스를 제공하는 것으로 파악된다.

미국, 유럽은 각국의 차별화된 여건과 각국이 보유한 핵심기술 영역의 차이로 세계 각국이 추구하는 유비쿼터스 컴퓨팅 개념은 서로 차별화되어 전개되고 있다. 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구의 근원은 1984년 동경대에서 시작된 '트론 프로젝트'를 시작으로 2005년에 완료될 일본 정부의 3대 'u-네트워크 프로젝트'에 이르기까지 어디서나 연결을 추구하고 있다. 미국의 경우는 1988년 제록스 컴퓨팅기술사에서 시작한 '유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트'에서 제시된 장소 중심의 한사람에 대한 리얼 컴퓨팅에 대한 구원을 MS사의 '이지리빙 프로젝트'나 HP사의 '쿨타운 프로젝트' 등이 개발하고 있는 동시에 많은 산·학·연 프로젝트들이 이동성과 더불어 장소를 중심으로 하는 자율형 객체를 통한 리얼 컴퓨팅을 추구하고 있다. 유럽의 경우는 하노버대학과 VTT대학이 수행한 '유비캠퍼스 프로젝트'와 2001년에 시작된 '사라

지는 컴퓨터 계획'을 통하여 이동성을 증시하는 초소형 자율형 객체와 그룹을 중심으로 하는 자율형 협업인프라를 통한 리얼 컴퓨팅의 연구를 추구하고 있다. 이와 같이, 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 핵심적 이슈는 Smart object, Intelligent Cooperation, Anywhere Connection이 핵심으로 파악된다. 따라서, 지능을 가진 컴퓨팅 객체가 자율적으로 자신의 업무를 수행하는 것을 기본으로 하는 'ubiquitous computing', 'disappearing computer', 'ubiquitous networking'의 공통점은 물리적 환경을 통하여 사용자에게 서로 특화된 영역의 선택에 대한 집중적 기술개발과 표준화로 차별화된 컴퓨팅 서비스를 제공하고 있다.

한국은 근거리무선통신, 센서, MEMS, 초소형 내장형 컴퓨팅 객체를 중심으로 하는 자율형 컴퓨팅 환경에서 세계 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅과 차별화되는 영역인 가전을 선택하여 유비쿼터스 정보가전 프로젝트를 추진한다고 할 때 근거리무선통신에 의한 자기조직화 기능을 가진 네트워크 콘텐츠 소비자 분산 정보가전 기술개발을 집중적으로 수행하여 이 영역에서만 독자적인 기술확보와 표준화 선점을 이룩해야 할 것이다. 아직은 구체적인 한국적 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 개념이 제시되어 있지 않은 상태로 판단되나 국내의 주요 대형 프로젝트들이 지향하는 것은 이음매없는 망통합을 통한 브로드밴드 접속 서비스와 자율형 컴퓨팅 환경의 구축이 현재 한국에서도 진행되어야 할 IT의 진화 방향이라고 할 수 있다. 그래서 자율형 컴퓨팅 환경의 기술이 슈인 지능형 자율공간(Smart Space - Just here), 지능형 자율객체(Smart Object - Just this device)를 통하여 보다 나은 인간적 활동이 가능한 스마트 라이프(Smart Life - Just me)가 실현되어 '사람이 명령하지 않아도 컴퓨팅 객체의 서비스(Just Its의세계)'를 받을 수 있게 될 것으로 예측한다.[2]

표 1. 유비쿼터스 4대 핵심기술 기반 프로젝트 공통 특성
Table .1 Analysis of performance comparison in ubiquitous core technology

프로젝트명	개별프로젝트의 주요이슈	주요특징
Smart-Its(EU,ETH 등)	무선통신+협력적 상황인식(소형칩기술)	자율형(자율센싱, 환경적응, 협력, 제어, 상황인식) 통신플랫폼(인터넷연결성, 네트워킹) 이동성(컴퓨팅객체의 초소형화로 휴대, 부착용이)
Smart Dust(버클리대)	자율센싱+통신플랫폼(MEMS기술)	
EasyLiving(MS)	이동성+지능형(센서기술)	
Cooltown(HP)	Real Web(사람+사물+장소의 공존: 근거리무선통신기술)	
Auto-ID(MIT)	지능+ID+인터넷연결성(복합기술)	

표 2. 미국, 유럽, 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 개념 비교
Table.2 Computing conception comparison of America, Europe, Japan, Korea

미국	유럽	일본	한국	비고
Ubiquitous Computing, Pervasive Computing	Disappearing Computer, Ambient Computing	Ubiquitous Network	Appliance	영역에 따른 특성표현
Service by smart devices	Intelligent cooperation by information effects	Anywhere connection by small chip smart card, context roaming	Single function Appliance using short range wireless interface	근거리무선통신, 센서, MEMS, 초소형컴퓨팅개체에 의하여 발생하는 차세대 IT특성에 의한 서비스제공
Computer Device	Everyday Objects	Network	Appliance	각국은 독자적인 영역의 선택과 선택된 분야에 대한 집중적인 연구개발을 통하여 기여
자율형+네트워크+이동성(Smart+Networking+Mobility)				IT기술진화에 따른 제3파장 특성
근거리무선통신, 센서, MEMS, 초소형컴퓨팅개체(칩)				제3파장의 4대핵심기술

II. 유비쿼터스 컴퓨팅비전

1988년 XEROX Palo Alto 연구소의 마크 와이저는 인간 중심의 컴퓨팅 기술 즉, 사용하기 쉬운 컴퓨터 개념으로서 유비쿼터스 컴퓨팅 비전을 제시하였다. 와이저는 그의 논문에서 [1] 많은 사람이 한 대의 대형 컴퓨터를 공유하던 메인프레임 시대에서 1980년대부터 시작한 퍼스널컴퓨터 시대와 광역 분산 컴퓨팅을 제공하는 인터넷시대를 거쳐 개인이 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 이용자중심의 컴퓨팅환경을 제공할 것이다. 마크 와이저가 말하는 유비쿼터스 컴퓨팅은 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째, 다수의 작고 값싼 특수 기능의 컴퓨터들이 무선의 네트워크를 통해 완전히 연결되며, 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 가상현실의 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. 국내에서도 차세대 이동통신에 관한 각종 연구·개발 사업들이 진행되고 있다. 초고속 패킷 무선전송 기술과 애드호크(Ad hoc) 네트워크 및 SDR 플랫폼 그리고 SIP 기반으로 서비스 및 개인 이동성이 제공되는 이동 멀티미디어 서비스 등이 대표적이다. 우리나라 하원규 박사는 유비쿼터스를 제 3공간으로 정의하고 그 개념은 '침이나 센서와 같이 아주 작아서 도처의 사물속에다 집어 넣거나 입을 수도 있으며, 이들을 무선으로 연결시키는 것' 이라고 정의 하였다. [3] 또한 그것은 컴퓨팅(Computing), 통신(Communication), 접속(Connectivity), 콘텐츠(Contents), 조용함(Calm)의 5C의 5Any화(Anytime, Anywhere, Anynetwork, Anydevice, Anyservice)를 지향한다고 하였다. 하원규 박사는 기존의 연구와는 시각을 달리하여 기술적인 면보다 철학적인 면을 강조하였다. 이것은 세계적인 유비쿼터스 컴퓨팅 흐름과는 다소 거리가 있을 수도 있지만 마크 와이저도 '비가시성' 을 이해하기 위해서는 기술적인 접근과 더불어 인문 과학이나 사회과학 측면의 접근이 필요하다고 하였다. u-Korea 21 Grand Strategy는 그 동안의 1996년의 제1차 정보화촉진기본계획, 1999년의 Cyber Korea 21과 2002년 4월의 e-Korea Vision 2006 이후 새로운 정보화 패러다임을 선도할 정보화기본계획의 밑바탕이 될 것이다.

III. 미국의 유비쿼터스 컴퓨팅 실태

미국은 DARPA, NIST 등의 국가 연구소의 대학 및 기업을 상대로 한 프로젝트 기반 연구와 새로운 패러다임에 편승하기 위한 기업차원의 전략 및 애플리케이션 개발 연구 등이 이루어지고 있다.[4]

미 국방부 산하 고등연구계획국(DARPA)은 국가차원에 서유비쿼터스 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(워싱턴대학), Aura(CMU) 그리고 Oxygen (MIT) 등을 지원하고 있으며 프로젝트의 대부분은 대학을 중심으로 연구되고 있다. 한편, 측정 표준을 촉진하고 유지 및 연구를 통한정보기술 산업 지원을 담당하는 미국립 표준기술원(National Institute of Standards and Technology)[4]의 정보기술응용국(ITAO)은 첨단 기술 프로그램(advance technology program)으로 퍼베이시브 컴퓨팅(pervasive computing) [5]을 진흥하고 있다. ITAO는 퍼베이시브 컴퓨팅을 다수의 쉽게 접속가능한 컴퓨터 디바이스들이 유비쿼터스 네트워크에 연결되어 있는 컴퓨터 환경이라 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 보편화 될 것이라 전망한다. 캘리포니아 대학에서 연구중인 스마트 먼지(smart dust)는 1mm 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. Oxygen은 E21s(집의 지하실, 사무실 벽, 차의 트렁크 등에 심어지는 컴퓨터)과 핸드헬드 디바이스 형태의 H21s(어디서나 사용자의 의사소통 및 컴퓨터 이용을 지원), 그리고 N21s(주변 환경 변화에 맞게 스스로 설정이 가능한 네트워

크), O2S(환경이나 사용자의 요구 변화에 맞는 적절한 서비스를 지원하는 소프트웨어)로 구성되어 있다. 웨어러블 컴퓨팅(wearable computing)을 집중적으로 연구하는 MIT 미디어 랩의 여러 프로젝트 중 생각하는 사물 프로젝트(things thatthinks)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 잡아 컴퓨터는 사람이 쫓아다녀야 하는 대상이 아니라 컴퓨터가 스스로 지능화되어 사람들의 욕구에 맞추도록 하자는 데 있다. 생각하는 사물프로젝트에서는 궁극적으로 원자핵부터 글로벌 네트워크까지 디지털 세계의 비트와 물리적 세계의 원자를 통합시키고자 한다. 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 특성 추출, 학습을 통한 가능성과 결과에 대한 모델링, 상황분류, 행동화 단계를 거치면서 일어난다[5]. 무선인식기술(RFID)을 주로 연구하는 MIT의 Auto-ID Centers는 2002년 9월 현재 세계 각국 69개의 협력사와 공동으로 비트(bits)와 아톰(atoms)의 융합으로 제품의 생산, 판매, 구매 방법등에 혁신을 가져오고자 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 소비자 와 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 효율성증대 등의 효과가 있는 것이 입증되었다.[6] 마이크로 소프트의 유비쿼터스 전략으로 관심이 집중되는 EasyLiving프로젝트는 마이크로소프트 빌 게이츠 회장이 21세기 비즈니스 전략의 목표를 어디에 두고 있는지를 알 수 있게 하는 전략으로서 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].

전스(ambient intelligence)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

IV. 유럽의 유비쿼터스 컴퓨팅실태

유럽은 2001년에 시작된 EU의 정보화사회기술 계획(IST)의 일환으로 미래기술계획(FET)이 자금을 지원하고 있는 소모성 컴퓨팅(disappearing computing)을 중심으로 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 대응 전략을 모색하고 있다. 소모성 컴퓨팅은 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 연구소, 대학 및 기업 공동으로 연구하고 있는 Smart Its, Paper++, Grocer 등 16개의 독립 프로젝트를 지원하며 주요 내용은 <표 3>과 같다. 또한 유럽은 미래 소망을 위한 기술로 엠비언트 인텔리

V. 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구

일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 어디에나 컴퓨터 환경이라는 미래를 겨냥한 신기술 체제의 확립을 목표로 1984년 동경대학 사카무라 겐(坂村 健)교수가 중심이 되어 제안한 TRON 프로젝트(The Realtime Operating System Nucleus Project)에서 출발한다.[7]

이는 미국의 마크 와이저에 의한 유비쿼터스컴퓨팅 연구보다도 앞선 것으로 모든 컴퓨터의 기본소프트웨어(OS)를 공통화하여 메이커, 기종의 종류에 상관없이 호환성을 실현하는 환경을 구축한다는 기본개념을 제안하였다. 사카무라 겐 교수는 1984년 그의 논문에서[8] 어디에나 컴퓨터의 환경을 MTRON이라 칭칭하고 MTRON 규격은 지적인 물체(intelligent object)를 실현하고 환경 제어에 사용하기 위한 규격 체제라 정의했다. 여기서 말하는 지적인 물체는 인간의 주변에 존재하는 여러 가지 물건 속에 마이크로 컴퓨터를 이식한 것으로 그것들은 마이크로 컴퓨터의 제어에 의해 능동적으로 동작하며 인간을 둘러싼 환경을 최적으로

표3. 유럽의 독립된 프로젝트 별 내용
Table. 3 Self Project in Europe

프로젝트	내 용
2WEAR (2001.1.~2003.12.)	1. 다양한 이종 디바이스들 간의 조합으로 구축되는 분산 개인 컴퓨터 시스템에 대한 연구 2. 확장성(extensibility) 및 적응성(adaptation)을 고려한 무선 웨어러블 시스템 개발 및 실험을 위한 프로젝트
ACCORD (2001.1.~2003.12.)	미래 가정 환경 구축 및 운영/관리를 위한 만질 수 있는 인터페이스 환경 개발을 목적으로 함
AMBIENT AGORAS (2001.1.~2003.6.)	사라지는 컴퓨팅 기술을 이용해 이용자에게 최적화된 공간 제공
e-Gadgets (2001.1.~2003.12.)	통신 기능을 가진 객체인 e-Gadgets의 구조적 스타일(GAS) 개발
FEEL (2001.1.~2003.12.)	현재 모바일 기술의 침해 문제를 언급하고, 이러한 문제를 사라지는 컴퓨팅에서 실현되는 비침해 서비스의 도입으로 해결할 수 있음을 비즈니스 환경과 교육환경을 대상으로 입증하고자 함
FICOM (2001.1.~2003.12.)	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
MIME (2001.1.~2002.3)	컴퓨터 및 네트워크 기술을 이용해 사람들이 쉽게 자신의 경험을 기록 및 저장, 편집, 접근할 수 있게 하는 개인 미디어(앨범, 기념품, 일기 등) 개발 및D환경 구축에 초점을 둔 프로젝트

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.(9)

표 4. 일본의 유비쿼터스 네트워크 기술 연구 개발
Table. 4. Ubiquitous Network Research Development in Japan

NTT	포토닉 네트워크 기술, 초고속 광처리 기술, 고속 무선접속 기술, 다양한 층에서의 모바일 기술, 정보유통 플랫폼의 고도화, 네트워크 어플라이언스 기술
NTT도코모	이동하는 단말이나 네트워크 관리방식의 연구, 이동하는 서비스를 이음매 없이 제공하는 방식의 연구, 다양한 액세스나 단말에 대해 보편적 서비스를 제공하는 방식의 연구 수행
국제 전기통신 기초기술연구소	퍼스널 가이드 에이전트, 커뮤니케이션 로봇, 착용형 및 인형형 인터페이스기초연구 등
통신융합연구소	차세대 정보통신 기반 실현을 위한 광통신망 기술, 신세대 모바일 기술, 플랫폼 기술,
소니(SONY)	네트워크 하드웨어의 상시 브로드 밴드 네트워크 접속, 모바일 네트워크 접속과 모바일 게임기
샤프(SHARP)	유비쿼터스 어플라이언스 관련 사업에 집중: PDA, 모바일계 단말, 휴대전화계 단말의 진화 및 표시 디바이스, 유저 인터페이스, 저소비 전력화 연구
도시바	광대역 네트워크, 홈네트워킹, 디지털 방송을 유기적 결합 유비쿼터스 비즈니스 플랫폼 사업
히타치	IPv6 망 구축 솔루션 기술, 기가비트 라우터, 액세스 게이트웨이 및 칩 연구

(자료) 전자신문 21세기 아젠다: u코리아 비전, 미래기획의 내용을 재구성(2003.6.25.) (10)

해주는 것을 목표로 한다. 일본은 총무성 주관으로 민간, 대학, 정부관련 부처 전문가들로 구성된 유비쿼터스 포럼을 정식 발족시켜 (2002.6.) 차세대 국가 정보화 방향인 유비쿼터스 정보기반 구축에 나서고 있다. 유비쿼터스 네트워크 조사연구회는 유비쿼터스네트워크 사회의 실현이 새로운 산업 및 비즈니스 시장의 창출과 일본이 직면하고 있는 고령화 문제, 교통혼잡, 지진, 등의 사회문제 해결에 기여할 것으로 본다(8).

VI. 유비쿼터스컴퓨팅의 구현기술과 발전모델

4.1 유비쿼터스 컴퓨팅의 구현방법

유비쿼터스컴퓨팅은 '장소에 구애받지 않는 컴퓨팅', '자연스러운 컴퓨팅', '자율적 컴퓨팅' 개념으로 사용되며 다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경속에 내재되어 있고, 이들이 서로 연결되어, 필요한 곳에서 컴퓨팅을 구현할 수 있는 환경을 말한다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨팅기능의 내재성강화나 컴퓨터의 이동성 제고 등 2가지 방법으로 구현가능하다.

내재성이란 컴퓨팅기능이 환경에 내재되어 이로부터 정보를 획득하고 활용하는 것으로 날이 어두워지면 자동차의

헤드라이트가 켜는것이라든지 물건과 함께 쓰고 버릴 수 있는 일회용컴퓨팅(Disposable Computing), 센서 등을 통해 새로운 정보를 컴퓨터가 미리 제공해주는 감지 컴퓨팅(Sentient Computing) 그리고 사용자가 명령하지 않아도 일을 수행해내는 조용한 컴퓨팅(Silent Computing)으로 구현할 수 있다. 휴대성의 구현으로 상시 들고 다닐 수 있을 정도의 소형 컴퓨팅디바이스를 들 수 있다. 이에는 노매딕(Nomadic Computing)으로 네트워킹의 이동성을 극대화하여 특정장소가 아닌 어디에서든지 컴퓨터를 사용할 수 있게 만드는 기술과 입을 컴퓨팅(Wearable Computing)로 옷이나 안경처럼 착용하는 것으로 향후 체내이식형 컴퓨팅(Implantable Computing)으로 발전해 갈 것이다.(11)

4.2 유비쿼터스 기술요소

유비쿼터스 컴퓨팅이란 다양한 센서를 통해서 정보를 받아들이고, 프로세스를 사용하여 판단하며, 커뮤니케이션 기술을 통해서 다른 기기와 의사소통을 한다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅의 구성요소는 센서, 프로세서, 커뮤니케이션, 인터페이스, 보안 등을 들 수 있다.(12)

4.2.1 센서

센서는 외부의 변화를 감지하는 유비쿼터스컴퓨팅의 입력장치로 시침각정보는 물론이고 빛, 온도, 냄새 등 물리화학적인 에너지를 전기신호로 변환시킨다. 이러한 센서는 어디서나 구현되고 눈에 띄지 않기 위해서는 소형화가 되어야 하고, 대량으로 보급하기 위하여 저가화의 기술과 한번 쓰고 버리는 형태(Disposable Computing)가 되어야 한다.

또한 상시적인 전력소모가 있기에 저전력기술도 중요하다. 의 설계가 필수적이다. 복합센서 모듈인 Smart Dust에서

표 5. 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 무선기술대안
Table.5 Wireless alternative for Ubiquitous computing

구분	주파수	최대거리	최대속도	비고
Bluetooth	2.4GHz	10m	1Mbps	IEEE802.15.1
UWB:WPAN-HR(high rate)	3.1~10.6GHz	10m	110Mbps(10m) 220Mbps(4m)	IEEE802.15.3
ZigBee: WPAN-LR(low rate)	2.4GHz 868/915MHz	30m	250Kbps 20/40Kbps	IEEE802.15.4

(자료) IEEE802.15표준안(14)

센서는 능동형과 수동형으로 구별하며 전자는 소리센서로 사람의 음성(성문)을 분석하여 누구인지 확인하는 것으로 외부환경, 사물자체를 대상으로 감지하여 정보를 전송하는 방식이다.

RFID(Radio Frequency Identification), 바코드시스템을 제외한 대개의 센서시스템이 여기에 해당하며 센싱되는 데이터의 부정확성이 크기 때문에 빛, 소리, 충격 등에 대한 지능형 소프트웨어가 필수적이다. 인간과 유사하게 오감에 해당하는 능동형센서로서 시각, 청각, 촉각은 물리센서로 구현하고 후각, 미각은 화학센서로 구현한다. 온도, 자기, 가스감지 등에서는 인간보다 월등한 센싱능력을 갖고 있으나 냄새, 요리의 맛 등은 센서로 충분히 감지 평가할 수 없다. 후자는 수동형 심시스템으로 RFID가 가장 보편적으로 사용중이며, 액티브 배지, 바코드 기술 등도 활용된다. 액티브배지(Active Badge)는 Xerox의 Mark Weiser가 ID태그의 일종으로 제안한 개념으로 최근 MIT에서 응용분야로 개발하고 있다. 바코드도 2차원, Color화 등을 통해 잡지광고의 바코드입력으로 쇼핑을 하고 영화포스터바코드를 휴대폰에 입력하여 영상정보를 다운로드하는 등 다양한 정보제공이 가능하다.

4.2.2 프로세스기술

사람의 두뇌에 해당하는 것으로 센서를 통해 얻은 데이터를 분석하고 판단하는 장치이다. 유비쿼터스 컴퓨팅에서는 네트워크를 통해 상시적으로 필요한 자원을 활용할 수 있기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅에서는 컴퓨터에서와 같은 고성능프로세서가 불필요하다. 유비쿼터스컴퓨팅 프로세서용OS(Operating System)기본조건은 처리부담이 적고 실시간처리가 가능해야 한다. 초소형의 미세칩에 OS를 넣어야 하기 때문에 가능한 간단한 구조를 가져야 하며 저전력

는 OS로 TinyOS를 제안하였다. 일본은 동경대의 사카무라 겐교수가 주도되어 '84년에 시작한 유비쿼터스 컴퓨팅프로젝트인 실시간 정보처리가 가능하고 프로세서의 복잡도에 따라 유연하게 OS변환이 가능한 TRON(The Real-time OS Nucleus)이라는 운영체제를 제안하였다. 트론은 비pc 기기들에 장착을 고려하여 설계되어 자동차, 전자기기 등 실시간 제어가 필요한 분야에 우수한 성능을 발휘하여 리눅스 대표업체인 몬타비스타라는 트론과 리눅스를 융합한 새로운OS개발을 시도하였다.

4.2.3 커뮤니케이션기술

사용자와 인근사물과의 상호작용이나 기기간 상호작용을 지원하기 위한 근거리 무선통신기술이 필요하다. 근거리 무선통신기술로 블루투스(Bluetooth), Zigbee 등은 지속 정보전송기술로 기기제어 등에 적합하고 UWB(Ultra-WideBand)등 영상전달 등에 필수적이다.[13]

수시로 바뀌는 서비스범위내 개체들을 네트워크로 통합해야 하며 네트워크를 구성하는 개체들의 고장 등이 발생해도 네트워크를 재구성하여 기능을 유지시켜야 한다. 또한 사물 기기들을 식별하기 위해 IPv6기반의 IP체계도 필요하다. IPv4는 인터넷에서 사용하고 있는 주소체계로 32비트로 구성되어 최대 약 43억개 주소할당이 가능하나 현재 주소고갈상태에 이르러 IPv6는 128비트체계의 주소할당 방식으로 "43억*43억*43억*43억"개의 주소가 가능해 지기 때문에 모든 사물의 주소할당이 가능하다.

4.2.4 인터페이스기술

입력도구는 센서기술을 통해 음성인식, 문자인식, 동작인식 등으로 발전하여 인간에 근접한 형태의 지능화된 인터페이스가 필요하며 인터페이스의 핵심이 되는 디스플레이는 도

처에 존재하는 디스플레이 네트워크로 발전할 전망이다. 차량운전 중 시선이동을 최소화하기 위해서 자동차전면유리에 디스플레이를 내장한다든지 프린터, 냉장고, 자동차 등의 기기뿐만 아니라 거울, 벽면 등 사람이 마주치는 다양한 곳에 디스플레이가 부착되는 사례를 들 수 있다.

4.2.5 보안기술 및 프라이버시(Privacy)

인터넷과 마찬가지로 유비쿼터스 컴퓨팅역시 보안에 취약하므로 기밀성(Confidentiality), 인증(Authentication), 무결성(integrity)을 보장해 주는 기술이 필요하며 인증수단으로는 센서, 생체정보, 키터치 습관, 서명 등 행동특징을 인증에 활용하는 기술도 개발되고 있다.

4.3 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전모델

4.3.1 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전

유비쿼터스 컴퓨팅은 크게 6단계를 거치면서 최근 일상용품에 RFID칩을 이식하며 현재는 3단계로 진입하고 있다. 반도체기술의 발전으로 점점 소형화, 저가격화, 저능화로 기기에서 일상용품으로 언제 어디서나 구현이 가능한 유비쿼터스 컴퓨팅사회의 실현을 촉진하고 있다.

4.3.2 유비쿼터스 컴퓨팅 가치시스템 발전

현재 유비쿼터스 컴퓨팅이 진화과정에서 정형화된 가치시스템에 한계가 있으며 이에 5가지 유형의 비즈니스모델이 나타날 것으로 전망하고 있다.

첫째, 유비쿼터스 컴퓨팅 구현을 위한 기술적인 표준을 제공하는 기술제공자이다. 기술간 경쟁이 치열해지면서 독점적인 영향력을 행사하는 기업보다 대부분 단체나 연구권 소기업 형태로 운영되고 있다.

둘째, 센서, 프로세서, 네트워크 부품 등 요소기술 관련 부품 등을 제공하는 부품기반 제공업체이다. 센서는 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전과 더불어 기하급수적으로 수요가 확대 될 것으로 예상되나 컴퓨팅이 대중화 되기 위해서는 센서가

격의 인하가 필수적이며 센서를 통한 부가가의 확대는 쉽지 않을 것이다.

셋째, 유비쿼터스 컴퓨팅기능을 수행하는 제품 및 시스템 사업자시스템이다. 이에 유비쿼터스 컴퓨팅전용단말이나 네트워크장비, 태그리더기, 가중 컴퓨팅 디바이스 등의 시스템이 있다.

넷째, 부품, 제품 및 시스템 등을 연결하여 하나의 유비쿼터스 컴퓨팅으로 통합, 솔루션을 제공하는 업체로 현재 SI전문기업이나 IT컨설팅 등이 유리하다.

다섯째, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 생성되는 다양한 형태의 정보를 가공하여 사용자의 의사결정을 지원하는 분야이다. 유비쿼터스컴퓨팅에서 가장 부가가치가 높은 것으로 기대된다.

4.3.3 유비쿼터스 컴퓨팅의 응용영역 발전

응용분야의 용도에서는 특정용(Vertical)은 기업이나 공공기관들이 제한된 목적을 위해 유비쿼터스 컴퓨팅을 도입하는 것으로 지능형 박물관을 들 수 있다. 일반용은 일상생활에서 사용될 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 응용으로 지능형 주택 등이 있다. 목적에 있어서 효율성(Efficiency)과 풍부성(Enrich)으로 나눌 수 있으며, 효율성은 유비쿼터스의 도입을 통해 비용을 줄이거나 성과를 높이는 등의 경제적 성과에 초점을 맞춘 응용분야이며, 풍부성의 측면에서는 가치적으로 직접적인 효과가 나타나지는 않지만 그동안 간과되었던 정보를 획득하여 부가가치를 높여준다.

4.3.4 컴퓨팅 네트워크의 발전

PCS와 IMT2000이 발전함에 따라 우리는 'Anytime, Anywhere, Anybody' 형태의 3A를 주장해왔다. 하지만 끊임없는(Seamless) 통신서비스제공을 위해서는 3A이외에 'Anynetwork, Anydevice, Anyservice' 개념을 추가한 6A기반의 서비스가 요구된다. 그리고 이같은 서비스를 실현하기 위해서는 'Computing, Communication, Connectivity, Contents, Calm' 등 5C 기술이 필수적이다.

표 6. 유비쿼터스컴퓨팅 발전단계
Table 6 Development Stage of Ubiquitous computing

단계	구분	비고
1단계	기내재화	전자제품 MPU내재화
2단계	Mobile기기	휴대폰, PDA, N/PC휴대형정보기기 보급
3단계	생활용품 내재화	의류, 먼도기 등 일상용품내재화
4단계	Wearable device	각기의 초소형화, UI의 개선
5단계	환경에 내재화	생활공간에 센서 및 컴퓨팅기내재화
6단계	Ubiquitous Computing	환경, 사물, 인간의 인터페이스 네트워크구성

따라서 차세대 이동통신 서비스는 현재의 네트워크만을 이용하는 것이 아니라 무선 통합, 홈 네트워크, PAN, 인체 네트워크, 마이크로 네트워크 등 다양한 통신 네트워크의 발전과 상호 연계를 통해서만 제공될 수 있다. 이러한 서비스가 이루어지기 위해서는 마이크로 네트워크부터 유무선 및 방송네트워크에 이르기까지의 모든 네트워크가 통합·운영되는 명실 상부한 유비쿼터스 네트워크 구축이 전제되어야 한다.

유비쿼터스 네트워크를 구현하려면 브로드밴드 액세스 기술, 이동(Wireless & Mobile) 기술, 서비스 이용 및 네트워크 접속을 상시 보장하는 기술, IP 네트워크 기술 등과 같은 이동통신 인프라 기술이 중요하다. 특히 인간이 접촉할 수 있는 모든 사물을 기반으로 이루어질 유비쿼터스 네트워크 구축을 위해서는 각 요소마다 고유의 식별 정보를 사용할 수 있는 새로운 IPv6 주소 체계도 필요하다.

이같은 이동(Wireless & Mobile) 기술을 바탕으로 사용자 주변의 마이크로 네트워크가 임의적으로 구성(Ad hoc Network)되고 이동 또는 위성 네트워크를 포함한 매크로 네트워크와 결합하여, 궁극적으로 유비쿼터스 네트워크를 형성하게 된다. [15]

국내 IT산업을 이끌어온 이동통신은 다른 어떤 분야보다도 일찍 유비쿼터스 네트워크 및 서비스를 실현할 수 있는 영역이다. 최근 각광받고 있는 무선 인터넷 단말의 휴대성과 문자 또는 멀티미디어 정보 그리고 유무선 네트워크 및 서비스의 통합과 개발 추진 등이 이동통신을 이용해 유비쿼터스 서비스를 실현하는 대표적인 사례들이다.

Ⅶ. 결 론

유비쿼터스 컴퓨팅이란 '어떤 사람이라도, 언제 어디서나, 각종 단말기와 사물을 통해서 브로드 밴드 네트워크에 접속을 하고 서비스를 받을 수 있는 공간 또는 환경'이다. 이것은 마크 와이저의 주장처럼 급진적이지 않으며 포괄적으로 유비쿼터스 컴퓨팅을 정의할 수 있다. 각국의 실태에서 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 편재화를 위한 연구가 중심을 이룬다. 우리나라는 유비쿼터스 컴퓨팅과 네트워크를 기반으로 하는 공간이 등장할 것이라는 논리하에 새로운 정보화입국 비전 u-Korea 21 Grand Strategy가 제시되고 있다. 아직은 구체적인 한국적 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 개념이 제시되어 있지 않은 상태이나 IT의 진화 방향이라고 할 수 있다. [16] 유비쿼터스 컴퓨팅이 다양한 센서를 통해 정보를 받아들이고, 프로세스를 사용하여 판단하며, 커뮤니케이션 기술을 통해서 다른 기기와 의사소통을 하는 기술적 구성요소로서 센서, 프로세서, 커뮤니케이션, 인터페이스, 보안 등을 제시하였다. 이를 근거로 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전모형을 제시하였으며 진화과정에서 정형화된 가치시스템에 한계가 있으나 5가지 유형의 비즈니스모델이 나타날 것으로 전망한다. 단계별진화와 가치시스템의 비즈니스모델은 유비쿼터스 컴퓨팅의 발전과 응용으로 시장의 활성화와 높은 부가가치를 예측할 수 있다. 장기적인 발전과제와 고려할 요소는 다음과 같다. 첫째, 유비쿼터스 컴퓨팅의 장기적 발전을 위하여는 기술의 표준화와 부품의 저가화, 소프트웨어의 기술이 필요하다 둘째, 유비쿼터스의 도입이 목적과 손익면에서도 분명하여 이슈가 크지 않으나 향후 경제적 문제가 보급의 장애요인이 될 것이다. 셋째 네트워크가 복잡할수록 정보의 복잡성이 기하급수적으로 높아지기 때문에 이를 효과적으로 제어하고 통제하는 기술개발이 필요하다.

참고문헌

- [1] Mark Weiser, "The Computer for the 21st Century", (<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>), 2004.
- [2] Mark Weiser, "Ubiquitous Computing", (<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCompHotTopics.html>), 2003.
- [3] 하원규 외, 『유비쿼터스 IT 혁명과 제3공간』 (서울 : 전자신문사, 2003), p. 91-93, 2003.

- [4] 자료: NIST Homepage, <http://www.nist.gov/>
- [5] Mark Weiser, "the world is not a desktop", "Some Computer Science Issues in Ubiquitous" (서울 : 전자신문사, 2003), 2003.6.23.
- [6] Mark Weiser, "The Computer for the 21st Century" : "Some Computer Science Issues in Ubiquitous" (<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCACM.html>) : "the world is not a desktop" (<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/ACMInteractions2.html>) 등
- [7] 사카무라 겐, "유비쿼터스 컴퓨팅 - 그 실현을 위하여", u코리아 포럼 창립 기념 세미나 발표자료, (<http://www.ukoreaforum.or.kr/>) 2003. 6.
- [8] 사카무라 겐(坂村 健), 1984, TRON Total Architecture, Architecture Workshop in Japan 1984년 정보처리학회
- [9] 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.
- [10] 전자신문 21세기 아젠다: u코리아 비전, 미래기획)의 내용을 재구성(2003.6.25.)
- [11] Thad E.Starner, Wearable Computers: No Longer Science Fiction, IEEE pervasive computing1(1),2002.
- [12] Panu Korpippa, Jani Mantyjarvi, Juha Kela,Heikki Keranen, Esko-Juhani Malm, Managing Context Information in Mobile Device,IEEE pervasive computing2(3),2003.
- [13] 노경택, 무선비디오통신을 통한 피드백채널 기반의 에러복구 알고리즘, 한국컴퓨터정보학회제7권2호, 34 쪽, 2002.6
- [14] Roy Want, Gaetano Borriello, Trevor Pering, Keith I.Farkas, Disappearing Hardware,IEEE pervasive computing1(1),2002
- [15] 오기욱, 무선인터넷의 WAP기반서비스와 자바서비스 간의 성능비교, 한국컴퓨터정보학회, 제8권 2호,64 쪽, 2003.6.
- [16] 전황수, "유비쿼터스 컴퓨팅 혁명", ETRI u코리아 포럼 창립 준비반 회의 발표자료, (<http://www.ukoreaforum.or.kr/>) 2004.

저자 소개

김 경 우

서울보건대학 인터넷정보과

<전공> 행정정보, 전자상거래,

ERP, CRM, PMIS, SCM,

UBIQUITOUS COMPUTING

