

---

# 유비쿼터스 컴퓨팅 전략 및 정책

김완석\* 김정국\*\* 박범수\*\*\* 박태웅\*\*\*\* 이성국\*\*\*\*\*

---

## 목 차

- I. 유비쿼터스 컴퓨팅의 전략적 인프라
  - II. 유비쿼터스 컴퓨팅의 추진과 구현 모습
  - III. 외국의 유비쿼터스의 컴퓨팅 정책 프로젝트
  - IV. 각 국의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략 분석
  - V. 유비쿼터스 컴퓨팅 대응 이슈
  - VI. 결론
- 참고문헌

Key Words: 유비쿼터스

---

Abstract

---

---

\* ETRI 기술평가팀장(현), 공학박사, 이메일 : wskim@etri.re.kr  
\*\* 영진전문대학 네트워크학과(현), 이메일 : dejavu\_kukky@hanmail.net  
\*\*\* ETRI 기술평가팀/연구원(현), 이메일 : pspark@etri.re.kr  
\*\*\*\* ETRI IT전략연구부 부장(현)/평가전문위원(현), 이메일 : taypark@etri.re.kr  
\*\*\*\*\* ETRI 정보화기술연구소 소장(현), 이메일 : leesg@etri.re.kr

# I. 유비쿼터스 컴퓨팅의 전략적 인프라

RFID 태그는 바코드와 유사한 용도로 근거리무선통신기술을 기반으로 유통·물류·사물추적·사물식별 등을 목적으로 사용한다. 개별 사물 자체의 정보를 무선접근점(AP, Access Point)에 전달하는 RFID 태그는 물류분야에 대한 높은 사업 가능성으로 많은 기업들 사이에 핫 이슈가 되고 있다. 그러나 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 인프라 측면에서는 RFID 태그보다는 센서네트워크에 먼저 주목할 필요가 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 객체의 통신플랫폼은 인터넷이 기본이 아니다. 유비쿼터스 컴퓨팅 객체들의 실제적인 통신플랫폼은 RF 인터페이스나 블루투스 와 같은 근거리무선통신기술(Cooltown, EasyLiving, Auto-ID), 빛을 사용하는 모스부호통신(Smart Dust) 등이다. 즉 유비쿼터스 컴퓨팅 객체들은 근거리무선통신을 기반으로 NFC(Near Field Communication)를 통한 다음 인터넷용 AP에 연결되는 형태를 취하고 있어 비 IP 기반의 컴퓨팅 객체인 셈이다. 비 IP 기반의 컴퓨팅 객체들이 제공하는 리얼컴퓨팅을 기반으로 하는 유비쿼터스 서비스는 사용자 혹은 단말을 중심으로 동시성(실시간)을 기반으로 구축되는 센서네트워크인 사용자망(단말망)에 의하여 제공될 것으로 예측하며, 동시성 기반 사용자망이 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술적 인프라로 판단된다. 즉 센서기술중 오늘날 널리 사용되고 있는 다양한 수동·능동형 센서기술과 장치 나노기술에 의해 나타날 나노크기의 센서기술은 차별화하여 파악해야 할 것이다. 일반적 사물이나 인체에 식재될 극초소형 나노센서의 활용은 현재의 기술로는 사실상 무

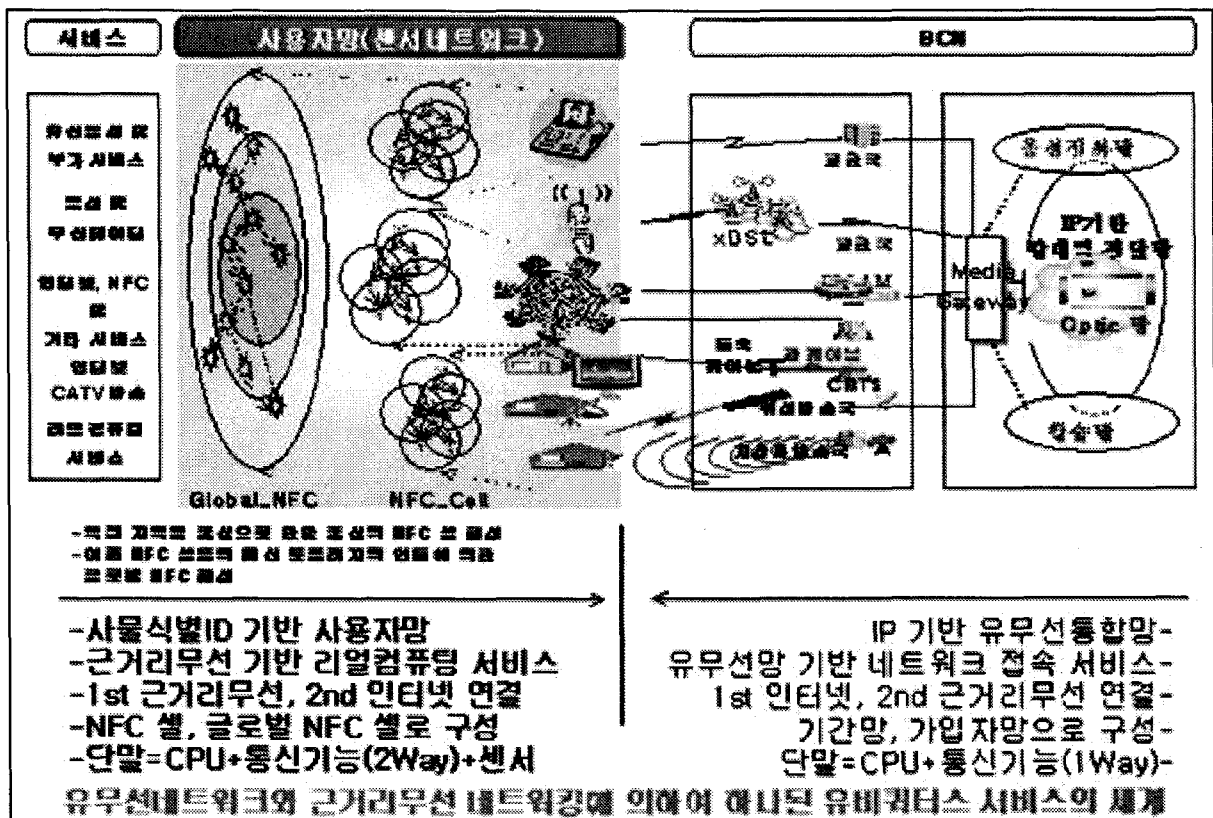
리하나 일반 센서의 활용은 기술상 특별한 장애가 없다. 유비쿼터스 컴퓨팅에 있어서 센서의 정의는 'CPU와 통신기능 그리고 센서'로 구성된 전자객체(칩)인 동시에 자율형 컴퓨팅 단말이다. 따라서 오늘날 소형 단말이나 소형 컴퓨팅 칩의 기술 범위에 유비쿼터스 컴퓨팅 센서를 포함시켜도 무리가 없어리라고 판단된다. 또한, 센서네트워크에 있어 센서에 대한 의미의 재해석이 요구된다. 즉, 나노기술이나 MEMS 기술에 의한 전자장치의 실용화 및 상용화는 현실적으로 한계가 있다. 그러나 유비쿼터스 컴퓨팅의 개념에 의한 사용자중심 혹은 단말중심의 다양한 서비스나 응용의 구현은 현실적으로나 상용화 측면에서 많은 가능성을 제시하고 있다. 그래서 유비쿼터스 컴퓨팅 개념 기반의 센서네트워크는 현재의 기술로 실현 가능한 사용자 혹은 단말을 중심으로 하는 사용자망으로 구축될 수 있으며 구축된 사용자망을 기반으로 단말중심의 다양한 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 및 응용의 활용이 가능하다. 이러한 의미에서 근거리무선통신에 의한 실시간 가상 센서네트워크를 단말 혹은 단말을 소지한 사용자를 중심으로 적용하여 활용할 수 있다는 의미에서 본 고에서는 센서네트워크를 사용자망으로 정의하고 설명한다. 따라서, 'CPU와 통신기능 그리고 센서'로 구현된 단말이 차세대 단말의 한 유형이 될 것이다. 이러한 단말과 사용자망 인프라가 사용자의 물리적 환경에 리얼컴퓨팅 서비스와 실시간 상황인식 서비스를 제공할 수 있을 것으로 파악된다.

사용자망인 센서네트워크는 동시성 가상망으로 NGN을 거쳐서 BCN(최근 디지털타임스에 따르면

정보통신부는 NGcN을 대체하기 위한 3단계의 '브로드밴드 IT 코리아 건설을 위한 광대역통합망 (BCN : Broadband Convergence Network) 구축 추진계획(안)'을 마련했다. 이 프로젝트를 통하여 오는 2010년까지 전국 1,000만 가구에 50Mbps내지 100Mbps급 광대역 서비스를 제공할 예정이라 한다)으로 고도화된 물리적 네트워크인 초고속인터넷과는 상호 보완적 관계를 형성할 것이다. 즉 대용량 초고속 고비용의 네트워크 서비스는 초고속인터넷이 사용될 것이며 단순 저가격의 네트워크 서비스는 사용자망이 활용될 것이다.

또한 화재나 지진, 전쟁 등의 천재지변으로 물리적 네트워크인 초고속인터넷이 장애를 일으키거나 물리적으로 파괴될 경우에 가상망인 사용자망은 물리적 네트워크와는 무관하게 일부의 분야에서는 정상적 통신 서비스를 제공할 수 있다. 따라서 초고속인터넷과 사용자망이 함께 구축됨으로서 네트워크 서비스의 신뢰성이 확보되며 초고속인터넷의 통신 트래픽에 대한 부분적 분산과 사용자 통신 비용을 절감시킬 수 있으며 NFC 기반 융용산업이 활성화될 수 있는 인프라의 역할을 담당하게 될 것이다(<그림 1> 참조).

<그림 1> 유무선통합망과 사용자망에 의한 네트워크의 완성 개요



## II. 유비쿼터스 컴퓨팅의 추진과 구현 모습

유비쿼터스 컴퓨팅 세계인 비 IP 기반의 네트워크 NFC에 대한 인프라 구축과 기반기술개발, 유비쿼터스 서비스와 응용에 대한 사업 준비도 시작 단계에 불과하다. 그래서 차세대 IT 서비스와 응용의 세계인 프론트엔드 영역에서 한국적 유비쿼터

스 컴퓨팅 인프라 구축과 관련 산업의 활성화를 위하여, 국가적으로 수행해야 할 연구개발 영역과 수행할 조직 등이 필요한 시점이다. 이러한 프로젝트는 다음 [표 1]과 같은 주요 8대 사업분야로 제시할 수 있다.

[표 1] 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 Layer 별 8대 사업 개요

계층	사업 개요	연구대상
사업화 전략	비가시적(intangible) 유비쿼터스 서비스의 사업화 모델(국가적 인프라 구축, 공공정보 서비스, 비영리 민생서비스, 상용응용 활성화 인프라 구축 등)과 사업 전개 전략 연구	비가시적 객체인 디지털 콘텐츠, 컴퓨팅 서비스 등에 대한 사업모델
보안	사용자망 기반 단말정보·개인인증정보·실시간 개인 금융 거래·실시간 상황정보 등과 관련한 물리적 인증 대상 객체들에 대한 보안 연구	물리적 대상을 인증하는 기술
응용	유비쿼터스 파이럿 프로젝트(2Way 인터페이스, Location and Role 서비스 기반 전자기기, Near Field Communicator, 망기반 응용 솔루션 등)	2Way 인터페이스 기반 정보기기 용 및 단말용 응용
사물식별 체계	지능형 단말들이 모든 종류의 물리적 객체(제품·서비스·전자기기 등)를 식별하기 위한 전자사물코드체계(MIT AutoID 센터의 RFID 태그의 ePC 혹은 일본의 유비쿼터스ID 등과 유사한 비 IP 기반 객체 식별을 위한 코드체계)의 설계	물리적 객체(정보가전, 단말 서비스 등)를 식별하는 ID
핵심기술	유비쿼터스 서비스 제공을 위한 휴대폰·PDA·노트북·가전 등에 적용할 2Way(블루투스·RF·적외선통신 등의 NFC, 유·무선 인터넷) 인터페이스 통신모듈 칩세트, 차세대 단말(CPU+통신기능+센서), RFID 태그 및 RF 서버 태그의 설계와 개발	NFC를 실현할 수 있는 통신 모듈 및 단말, 태그 S/W 및 H/W
미들웨어	사용자망상의 가상네트워크 서비스 제공을 위한 미들웨어 인프라인 동시성 기반 가상네트워크 응용 S/W 플랫폼의 설계 및 개발	NFC 통신도플러지 연동, 이중 NFC 셀의 심리스한 연결 등
인프라	유비쿼터스 컴퓨팅 인프라인 P2P(Grid 개념 포함) 기반의 사용자망(센서네트워크)의 설계와 구축	P2P방식의 2Way 인터페이스 기반 NFC 통신 인프라
표준화	유비쿼터스 컴퓨팅 관련 기술 및 서비스, 물리적 전자객체 식별코드 등의 표준화 작업	보안, 물리적 전자객체ID, 미들웨어, 인프라 등

이러한 프로젝트는 기존의 다양한 형태의 컴퓨터들이 일상적 모든 기기(시계·핸드폰·신용카드·TV·비디오·오디오·자동판매기·자동차·전철 등) 속에 스며들게 하여 남녀노소, 정상인이거나 장애인에 대한 구분없이 누구나가 컴퓨터에 대한 특별한 조작법을 익히지 않고도 기존의 시계·핸드폰·TV 등을 사용하는 것처럼 IT 서비스를 활용하게 할 것이다. 또한, 프론트엔드측의 차세대 망기반 응용들의 사업화 모델과 사업화 전략 제시와 산업 활성화를 위한 인프라 구축을 목표로 한다. 이러한 프로젝트는 국내 유비쿼터스 컴퓨팅이 유선·무선·유무선통합·근거리무선통신 기술 그리고 PostPC·센서·MEMS·초소형 컴퓨팅 객체(칩) 기술과 사용자망(센서네트워크), 비가시적 서비스의 사업화 전략을 통하여 2005년을 전후하여 서비스와 상용화를 실현할 수 있는 구체적인 안을 제시해야 할 것이다.

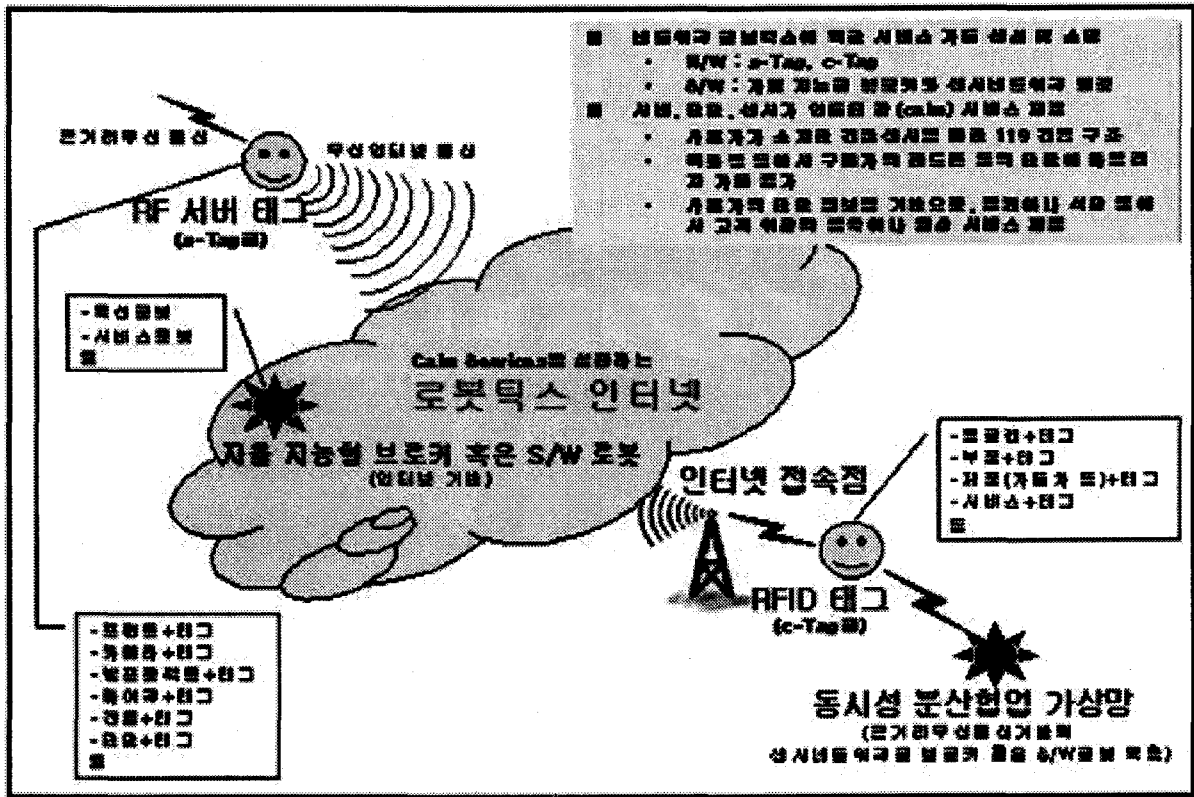
장차 IT 세계의 백엔드측에는 생태학적 특성을 가진 네트워크 로봇틱스 기술과 자율 지능형 브로커(broker), 근거리무선통신과 동시성 분산협업 가상망이 모든 서비스의 근간이 될 것이다. 그리고 프론트엔드측에서는 c-Tag형 RFID 태그들이 수동적 자율 서비스를 제공할 것이다. 그리고 s-Tag형 RF 서버 태그들이 능동적인 자율 제어 서비스와 리얼 컴퓨팅 서비스를 제공할 것으로 추정된다. 이러한 변화에 따라 네트워크 로봇틱스 기술 기반 컴퓨팅의 활용은 가정·업무·여행·오락 등 개인의 다양한 생활 환경속으로 침투할 것이다. 예를 들면, 사용자의 휴대폰·MP3·디지털 카메라·개인 소지품들중에 내장된 위치센서나 체온·혈

압·심장박동수 등을 모니터링하는 건강센서 등의 다양한 개인용 장치로부터 실시간으로 취득되는 실생활과 연결된 정보를 활용하여, 사용자의 건강 상태가 위중할 경우 자동으로 의사와 통화하게 하거나 119 긴급 구조대를 통한 긴급구조 등을 받을 수 있다. 또한, 사용자가 식당에서 식사를 하거나 백화점 등에서 쇼핑할 때, 사용자가 의식하지 않은 상태에서 사용자의 휴대장치에 마일리지를 증가시켜 주거나 쿠폰 등을 부여할 수도 있다.

사용자가 잠시 머무는 식당이나 공원 등에서 사용자의 취향에 맞는 음악이나 대형화면을 통한 영상이나 영화의 예고편을 보여 줄 수도 있다. 종래의 네트워크 구조와 인프라로서는 지원되지 않는 이러한 새로운 서비스와 응용들이 동작할 수 있기 위해서는 개인 혹은 인간중심의 능동형 서비스 제공이 가능한 새로운 차세대 네트워크(Calm services network) 구조와 생태학적 자율 지능형 인프라 서비스인 네트워크 로봇틱스 개념의 제공이 요구된다.

이러한 진화는 프론트엔드 영역이 자율 및 지능화하면 백엔드 영역도 지능적 환경 및 자율형 서비스를 제공하기 위하여 유용한 서비스의 생성과 무익하거나 불편한 서비스 객체들을 소멸시키는 특성을 가지는 생태학적 속성을 가진 네트워크 로봇틱스 개념으로 진화하지 않을 수 없다. 따라서, 유비쿼터스 프로젝트와 BCN 프로젝트를 통하여 백엔드의 IT 세계와 프론트엔드의 IT 세계가 상호보완적으로 진화하여 <그림 2>과 같이 상호연동하여 자율적 분산 협업 기반의 서비스를 제공하는 하나된 모습을 보여 줄 것이다.

〈그림 2〉 유비쿼터스 컴퓨팅화한 IT의 세계



### Ⅲ. 외국의 유비쿼터스 컴퓨팅 정책 프로젝트

미국의 대표적 과학저널 중 하나인 '사이언티픽 아메리칸' 1991년 9월호에는 컴퓨터 과학자들이 유비쿼터스 컴퓨팅의 원전이라 부르는 '21세기를 위한 컴퓨터(The Computer for the 21st Century)' 라는 마크 와이저의 기념비적 논문이 실렸다. 이 논문에서 그는 "미래의 컴퓨터는 우리들이 그 존재를 의식하지 않은 형태로 생활속에 파고들 것이다. 하나의 방 안에 수백 개의 컴퓨터가 자리 잡고 그것들이 케이블과 양방향 무선 네트워크로 상호 접속될 것"으로 예견하였다.

그로부터 10년, 미국을 비롯해 일본, 유럽 등 세계 각 국에서는 '모바일, 브로드밴드, 극소형 컴퓨

터, IPv6, 근거리무선'의 세계가 창출해 내는 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명이 새로운 지식정보국가 패러다임이란 인식아래 정부, 기업, 연구소가 유비쿼터스 컴퓨터 시대를 대비하고 있다.

#### 1) 미국의 추진정책

IT기술의 패권국가인 미국은 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서도 가장 활발한 연구 활동을 보이며 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명을 선도하고 있다. 미 국방부 산하의 고등연구계획국(DARPA)과 미국 기술표준의 총 본산인 국립표준기술원(NIST) 등의 정부기관이 대학 연구소 및 민간기업의 유비쿼터스 컴퓨

팅 프로젝트에 대해 연구자금을 지원함으로써 유비쿼터스 컴퓨팅 연구에 중추적인 역할을 하고 있다. 이와 더불어 HP, IBM, MS 등 다수의 민간기업과 MIT, CMU, 워싱턴 대학 등 많은 대학 연구소들이 적극적으로 연구에 동참하여 가까운 미래의 경제사회 시스템의 근간이 될 수 있는 상업적인 기술과 응용들을 개발하고 있다.

DARPA의 정보처리기술국(IPTO)은 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련하여 캘리포니아 대학(버클리 소재)의 Smart Dust와 Endeavour, OGI/조지아 텍의 Info-Sphere, 워싱턴 대학의 Portolano, 카네기 멜런 대학(CMU)의 Aura 그리고 MIT의 Oxygen 프로젝트 등을 지원하고 있다. 정보기술 산업을 지원하는 NIST의 정보기술응용국(ITAO)은 첨단 기술 프로그램(Advance Technology Program)의 일환으로 퍼베이시버 컴퓨팅(pervasive computing)을 지원하고 있다. ITAO가 지원하는 퍼베이시버 컴퓨팅은 '누구나 쉽게 접속 가능한 무수한 컴퓨터 장치들이 유비쿼터스 네트워크에 연결되어 있는 컴퓨터 환경'으로 정의할 수 있다. 예를 들면 컴퓨터나 센서가 수 많은 장치, 가정, 사무실, 공장, 심지어 양복 등 모든 곳에 존재하는 상황을 말한다. 이와 같은 장치들은 초소형이면서도 분산되고 때로는 내장 장치와 대화하기 위해 통일된 사용자 인터페이스를 요구한다.

미국은 자국의 정보산업 경쟁력 유지를 위해서 유비쿼터스 컴퓨팅 연구를 추진하고 있으며 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 개발과 부분적인 조기 응용 개발에 중점을 두고 있다. 특히 일상 활동과 컴퓨터의 자연스러운 통합이 가능한 HCI(Human Computer Interaction) 기술과 표준 개발을 핵심 요소로 인식하고 있다.

## 2) 일본의 추진정책

일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구는 '어디에나 컴퓨터 환경'이라는 미래를 겨냥한 신기술 체제의 확립을 목표로 지난 1984년 도쿄대학 사카무라 겐(坂村 健)교수가 중심이 되어 제안한 TRON(The Realtime Operating System Nucleus) 프로젝트에서 출발하였다. 사카무라교수는 모든 컴퓨터의 기본 소프트웨어(OS)를 공통화, 메이커, 기종의 종류에 상관없이 호환성을 실현하는 환경을 구축한다는 기본 개념을 바탕으로 지능형 빌딩, 지능형 주택, 지능형 도시, 지능형 자동차망 등의 응용 프로젝트를 활발하게 제안하였다. 현재 일본은 모든 일상 사물과 생활공간에 다양한 기능을 갖는 마이크로 컴퓨터 칩들을 탑재한 '지능형 물체(intelligent object)' 개발에 전력하고 있다.

특히 일본은 자국이 국제 경쟁력을 확보하고 있는 모바일, 광섬유망, 가전, IPv6 그리고 부품 및 재료, 정밀가공 기술 등과 연계시킨 포스트 e-제팬(e-Japan) 전략 차원에서 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명에 대응하고 있다. 이에 따라 총무성은 2001년 '유비쿼터스 네트워크 기술의 장래 전망에 관한 조사연구회'를 출범시켜 관련 기술개발에 관한 국내외 연구동향 등을 조사 및 분석함과 동시에 몇 가지 중점 프로젝트를 제안하고 있다. 이 보고서에 따르면 먼저 의복, 서류, 유가증권, 브랜드 제품에 마이크로 칩을 내장시켜 수 백억 개의 단말 간 협조?제어가 가능한 네트워크 기술을 개발하는 '초소형 칩 네트워크 프로젝트'를 제시하고 있다. 또 비접촉카드를 사용해 순식간에 어떤 단말이라도 마치 자신의 단말처럼 사용할 수 있도록 하는 '무엇이든 MY 단말 프로젝트', 언제 어디에서도 네트워크에 연결, 사무실과 동일한 통신환경을 실현하게 해주는 '어디서든 네트워크 프로젝트' 등의 '유비쿼터스 네트워크 사회'라는 3가지 중점 프로젝트를 제안하였다. 그리고 2005년까지 유비쿼터스 네트워크와 관련하여 무엇이든, 어디서든 네

트위크의 요소기술 개발을 완료할 예정이다.

최근에는 관련 업계 및 학계 전문가들로 구성된 'IT전략의 향후 방향을 수립하기 위한 조사연구회(의장 이데이 노부유키 소니 회장 겸 CEO)'가 결성되었다. 그리하여 유비쿼터스 네트워킹 개념을 포함한 새로운 e-제팬 전략을 마련하고 국가정보화 추진기구인 'IT전략본부(본부장 고이즈미 총리)'에 제안할 예정이며 이를 바탕으로 2003년 6월경에는 유비쿼터스 기반의 새 국가 IT전략이 채택될 것으로 예상된다. 이와 같이 되면 일본 IT업계를 중심으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술개발이 더욱 활발해지고 사회 전체적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 대한 관심이 높아지면서 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 시장선점 노력도 본격화될 것이다.

### 3) 유럽의 추진정책

유럽은 2001년에 시작된 유럽연합(EU) 정보화 사회기술계획(IST)의 일환으로 미래기술계획(FET)이 자금을 지원하는 '사라지는 컴퓨팅 계획(Disappearing Computing Initiative)'을 중심으로 유비쿼터스 혁명에 대한 대응전략을 모색하고 있다. 이 프로젝트는 정보기술을 일상 사물과

환경 속에 통합해 인간의 생활을 지원하고 개선하고자 한다. 우리가 흔히 사용하는 일상 사물에 센서?구동기?프로세서 등을 내장하여 사물 고유의 기능에 정보처리 및 정보교환 기능이 증진된 정보인공물(information artifacts)을 개발하려는 것이다. 동시에 정보 인공물 상호 간의 지능적이고 자율적인 감지와 무선통신을 통해 새로운 가능성과 가치를 창출하고 궁극적으로는 인간의 일상활동을 지원하고 향상시킬 수 있는 환경을 구축하는 것을 목표로 하고 있다.

이러한 목적을 달성하기 위해 연구소?대학?기업이 공동으로 사물의 지능화를 위한 'Smart Its' 프로젝트, 센서가 포함된 투명한 잉크를 이용해 기존 종이의 용도를 증진하는 시스템 개발을 위한 'Paper++' 프로젝트, u-커머스와 관련한 'Grocer' 프로젝트 등 16개의 독립 프로젝트를 수행하고 있다. 이 가운데서도 'Smart-Its' 프로젝트가 가장 눈길을 끈다. 이 프로젝트는 일상사물에 소형의 내장형 장치인 'Smart-Its'를 삽입해 감지, 인식, 컴퓨팅 및 통신기능을 지닌 정보 인공물 개발을 목적으로 한다. 뿐만 아니라, 이들 지능화된 사물간의 대화를 통해 협력적 상황인식과 활동이 가능한 새로운 환경을 실현하고자 한다.

[표 2] 미국, 일본, 유럽의 유비쿼터스 컴퓨팅화 전략 비교

	미국	일본	유럽
추진시기	1991년	2001년	2001년
추진주체	정부기관(DARPA, NIST)과 대기업 자금지원에 의한 민간주도(주요 대학과 첨단IT 기업들)	정부주도에 의한 산?학?관 연합체	EU 주도에 의한 유럽 국가간 협력
추진방향	유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 응용 개발(HCI 기술과 표준 개발을 핵심요소로 인식)	마이크로 기술에 의한 유비쿼터스 네트워크 기술 개발	유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 응용 개발
주 프로젝트	Smart Dust, CoolTown, EasyLiving, Smart Tag, Oxygen, Things That Think,	유비쿼터스 네트워크 기술의 장래전망에 관한 조사연구회	Smart Its, Paper++, Grocer 등 16개 독립 프로젝트
주요 수행기관	Xerox, HP, MS, IBM, UC Berkeley, Univ. of Washington, MIT Media Lab,	NTT, NTT도코모, NTT텔레콤, 소니, NEC, 미쓰비시전기, 마쓰시다전기,	스위스 ETH, 독일 TecO, 핀란드 국립기술연구소



유비쿼터스 컴퓨팅 혁명은 새로운 지식정보국가 건설과 자국의 정보산업 경쟁력 강화를 위한 중심 패러다임이라는 인식 하에 미국, 일본, 유럽의 정부, 기업, 주요 연구소들이 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 개발하고 있다. 여기서는 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅 기술개발 방향과 전략을 비교하여 살펴보기 위하여 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 미국, 일본, 유럽의 전략을 요약하면 [표 2]와 같다.

미국은 자국의 정보산업 경쟁력 유지를 위해서 1991년부터 유비쿼터스 컴퓨팅 실현을 위한 연구개발을 추진해 왔으며 그러한 계획의 일환으로 정부기관인 DARPA와 NIST의 정보기술응용국(ITAO)이 연구자금을 지원하고 있다. 정부기관과 대기업의 자금 지원으로 MIT, CMU 등 주요대학과 HP, MS, IBM 등 민간기업 연구소에서 다양한 프로젝트를 수행하고 있다. 미국은 주로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 부분적인 조기 응용 개발에 중점을 두고 있으며 특히 일상생활 공간과 컴퓨터간의 자연스러운 통합이 가능한 HCI(Human Computer Interface) 기술과 표준 개발을 핵심 요소로 인식하고 있다.

일본은 정부주도로 2001년도부터 전문가들로 구성된 조사연구회를 발족하여 종합적인 추진계획을 이미 수립하였다. 국가 정책적 차원에서 '유비쿼터스 네트워크 사회'를 e-제팬 전략의 목표인 '세계 최첨단 IT 국가'의 구체적인 모습으로 그 중요성을 부여하고 있다. 이러한 계획은 자국이 국제 경쟁력을 확보하고 있는 광, 모바일, 센서, 초소형 기계장치, 가전, 부품, 재료, 정밀가공 기술 등을 연계시켜 조기에 유비쿼터스 네트워크를 구현하여 세계 최첨단 IT 국가를 실현하고 최근에 약해지고 있는 자국의 국가 경쟁력을 강화하기 위한 것이다. 일본의 전략은 미국의 강점 분야인 컴퓨터, 소프트

웨어 등 핵심기술도 중요하지만 마이크로 센서 기술을 이용하여 사람과 사물간의 통신 그리고 사물과 사물간의 통신과 같이 주변기술도 중요하다고 인식하고 추진하는 것으로 보인다.

미국과 일본은 유비쿼터스 컴퓨팅 기술개발 방향과 전략에서 약간의 차이를 보이고 있다. 미국은 기술적 비전 제시와 필요한 부문에서의 조기 응용을 강조하는 데 비해 일본은 국가차원의 정책적 추진에 비중을 두고 있다. 이는 미·일 양국간의 유비쿼터스 컴퓨팅 추진에 대한 시점 차이와 기술력의 차이에서 비롯된 것으로 보인다.

미국은 최첨단 컴퓨터와 소프트웨어 기술력을 토대로 바이오기술(BT)과 나노기술(NT)의 응용을 통해 IT를 새로운 차원으로 발전시켜 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하려 하고 있다. 이는 미국의 컴퓨터와 소프트웨어 기술력에 대한 자신감 그리고 전통적인 실용주의가 그대로 반영된 결과이다. 반면 일본은 자국이 보유한 기술력과 자원을 네트워크화함으로써 유비쿼터스 컴퓨팅을 조기에 확산시키려는 전략을 계획하고 있다.

유럽은 유럽연합(EU)이 중심이 되어 2001년에 시작된 정보화사회기술계획(IST)의 일환으로 미래 기술계획(FET)이 자금을 지원하는 '사라지는 컴퓨팅 계획 (Disappearing Computing Initiative)'을 중심으로 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명에 대한 대응전략을 모색하고 있다.

인터넷 이후 최대의 화두로 떠오른 유비쿼터스 컴퓨팅은 세계 주요국의 추진형태와 방법 및 체제는 다르지만 미래의 국가정보기술 경쟁력을 결정하는 중요한 요소로 인식되고 있다. 그러므로 앞으로 우리의 생활에 또 다른 변혁을 가져다 줄 것

으로 보인다.

1990년대를 전후하여 IT기술 적용주기와 산업 생명주기의 급격한 단축에 의해 새로운 기술전략 패러다임의 발굴이 강하게 요구되고 있다. 즉 신기술 적용주기가 가속적으로 단축되고 있으며 많은 유사 솔루션이 동시에 등장하고 있다.

이제 가장 빠른 기술개발과 적용이 경쟁우위의

주요 요소인 속도의 경쟁시대에 진입하였으며 기술 적용주기가 1년 미만인 기술들이 IT영역에서 나타나고 있다. 따라서 유비쿼터스 서비스의 세계는 빠른 기술개발과 적용에 따라 2005년이 될 수도 있고 2020년이 될 수도 있는 「속도의 세계」이며 「선점의 영역」이다.

## IV. 각 국의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략 분석

미국, 유럽, 일본은 각 국의 차별화된 여건과 각 국이 보유한 핵심기술 영역의 차이로, 세계 각 국이 추구하는 유비쿼터스 컴퓨팅 산업전략은 서로 차별화되어 전개되고 있다. 미국의 경우는 '유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트'가 1988년 제록스사에서 시작되었다. 그 프로젝트에서 제시된 장소 중심의 한 사람에 대한 리얼컴퓨팅에 대한 구현을 MS사의 '이지리빙 프로젝트'나 HP사의 '쿨타운 프로젝트' 등이 개발하고 있다. 동시에 많은 산·학·연 프로젝트들이 이동성과 더불어 장소를 중심으로 하는 자율형 객체(Smart object)를 통한 리얼컴퓨팅을 추구하고 있다. 유럽의 경우는 하노버대학과 VTT대학이 수행한 '유비캠퍼스 프로젝트'와 2000년에 시작된 '사라지는 컴퓨터 계획'을 통하여 이동성을 중시하는 초소형 자율형 객체와 그룹을 중심으로 하는 자율형 협업(Intelligent Cooperation) 인프라를 통한 리얼컴퓨팅의 연구를 추구하고 있다. 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 연구의 근원은 1984년 동경대에서 '트론 프로젝트'를 시작으로 2005년에 완료될 일본 정부의 3대 '유니버시티 프로젝트'에 이르기 까지 어디서나 연결(Anywhere Connection)을 추구하고 있다. 이와

같이 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 핵심적 이슈는 Smart object, Intelligent Cooperation, Anywhere Connection이 핵심으로 파악된다. 따라서 지능을 가진 객체를 통하여 컴퓨팅 객체가 자율적으로 자신의 업무를 수행하는 것을 기본으로 하는 'ubiquitous computing?', 'pervasive computing?', 'disappearing computer?', 'ambient computing?', 'ubiquitous networking?'의 공통된 개념은 물리적 환경을 통하여 사용자에게 서로 특화된 영역에 대한 집중적 기술개발과 표준화 선점을 통하여 차별화된 차세대 컴퓨팅 산업을 육성하는 것이다([표 3] 참조).

한국 입장에서 구체적인 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 개념은 아직 제시되어 있지 않은 상태이다. 하지만 국내의 주요 대형 프로젝트들이 지향하는 바를 정리하여 보면 다음과 같다. ①이음매없는 망통합을 통한 ②브로드밴드 접속 서비스와 ③자율형 컴퓨팅 환경의 구축이 현재 한국에서 진행되고 있는 IT의 진화 방향으로 볼 수 있다. 자율형 컴퓨팅 환경에서 세계 각 국의 유비쿼터스 컴퓨팅 산업영역과 차별화되는 영역으로 정보가전을 한국이 선

택한다고 가정을 해 보자. 이 때 근거리무선통신에 의한 자기조직화 기능을 가진 네트워크 콘텐츠 소비 비용 분산 정보가전(취사 혹은 청소 등의 도구가 아닌 흡시어터, 5.1ch 오디오 등의 다양한 AV기

들) 기술을 집중적으로 개발하여 이 영역에서만 한국이 독자적인 기술 확보와 표준화 선점을 이룩해야 할 것이다.

[표 3] 미국, 유럽, 일본의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략 비교

미국	유럽	일본	한국(제안 예)	비고
Ubiquitous Computing, Pervasive Computing	Disappearing Computer, Ambient Computing	Ubiquitous Network	Ubiquitous Appliance	-영역에 따른 특성 표현 -차세대 산업 도메인(UC=응용)
자율형 컴퓨팅 장치에 의한 서비스 (Service by smart devices)	정보 인공물에 의한 자율적 협업 (Intelligent cooperation by information artifacts)	소형칩, 스마트카드, 문맥 로밍에 의한 어디서나 연결 (Anywhere connection by small chip, smart card, context roaming)	근거리무선통신에 의한 자기조직화 기능을 가진, 네트워크 콘텐츠 소비용 분산 정보가전 (Single function Appliance using short range wireless interface)	근거리무선통신, 센서, MEMS, 초소형 컴퓨팅 객체에 의하여 발생하는 차세대 IT 특성에 의한 서비스 제공
컴퓨터 장치 (Computer Devices)	일상적 사물 (Everyday Objects)	네트워크 (Network)	가전 (Appliance)	각 국은 독자적인 영역의 선택과, 선택된 분야에 대한 집중적인 연구 개발을 통하여 기술과 표준의 선점 효과를 얻고 있음.
자율형+통신 플랫폼+이동성(Smart+Networking+Mobility)				UC의 3대 기능 특성
근거리무선통신, 센서, MEMS, 소형 컴퓨팅 객체(칩)				UC의 4대 핵심 기술

## V. 유비쿼터스 컴퓨팅 대응 이슈

IT기술을 제 1파장(1985 ~ 2000), 제 2파장(2000 ~ 2005), 제 3파장(2005 ~ 2020)으로 나누어 기술과 사업성을 살펴보면 다음과 같다. 제 1 파장에서 생성된 IT 산업은 H/W(IBM), OS(MS), 응용(Oracle)으로 상업적으로 대 성공을 거두었다. 제 2파장에서 NTT\_DoCoMo가 i\_Mode 서비스를

통하여 성공하였지만 넷스터는 많은 사용자를 확보하였음에도 불구하고 지적재산권에 대한 규제로 상업적으로 실패하였다. P2P기술 기반의 망 응용인 메신저도 많은 이용자들을 확보하고 있지만 성공적 사업모델은 도출되고 있지 않은 상태이다. 오락, 게임, 아바타 등의 콘텐츠와 VDSL, i\_mode 등의 유?무선통신 서비스를 통하여 상당한 수익이 발생하지만 제 1파장에서의 IT 산업이 보여준 시장 폭발력은 사실상 제 2파장에서는 재현되고 있지 않다. 되돌아보면 FTP, 전자우편, 웹 등도 많은 이용자가 존재하지만 과금하는 방법이 존재하지 않아 오래전에 사업모델로는 무의미한 기술로 치부되었다. IT기술의 서비스 위력은 FTP, 전자우편, 웹, P2P의 넷스터, 메신저 등에 대한 폭발적인 이용자 수를 통하여 확실하게 증명되고 있다. 특히 1999년 5월에 서비스를 시작한 넷스터는 20개월 만에 약 6,500만 명의 이용자를 확보하였다(출처 2001년 8월 27일 Nielsen/NetRatings(미국) 세계의 가정 인터넷 이용자 수). 이와 같은 IT기술 서비스에 대한 폭발적인 이용자의 확산에도 불구하고 사업모델은 여전히 모호하기만 한 것이 현실이다. 이제 제 3파장인 유비쿼터스 사업과 서비스가 서서히 출현하고 있다.

1988년에 제록스사에 의하여 처음 제시된 프론트엔드측 영역의 유비쿼터스 컴퓨팅 개념에서 백엔드측의 인프라 기반 사업자들을 위한 사업 모델에 대한 모색은 쉽지 않았다. 1998년 IBM에 의하여 유비쿼터스 컴퓨팅 개념을 기반으로 하는 사업자 입장의 백엔드 기술 개념으로 퍼베이시버 컴퓨팅이 기술 비전으로 제시되면서 블루그리드 프로젝트가 지향하는 e-Biz나 RFID 태그와 같은 유비쿼터스 컴퓨팅의 사업화는 활기를 띄게 되었다. 한편 일본의 NTT의 비전은 IT기술 발전에 따라 멀티미디어 브로드밴드 커뮤니케이션을 통한 윤택한 커뮤니티 사회의 제시를 거쳐 정보가 공명하거나

파동쳐 전달되는 레조난트(resonant) 커뮤니케이션 사회 실현을 비전으로 제시하고 있다. 이와 같이 IT 리더들은 단순한 서비스나 제품 개발을 넘어 IT기술 기반으로 새로운 기술 개념과 신사회 실현을 비전으로 제시하고 있다.

그러나 유비쿼터스 사업과 서비스가 상업적으로 거대한 시장을 창출할 수 있을까?

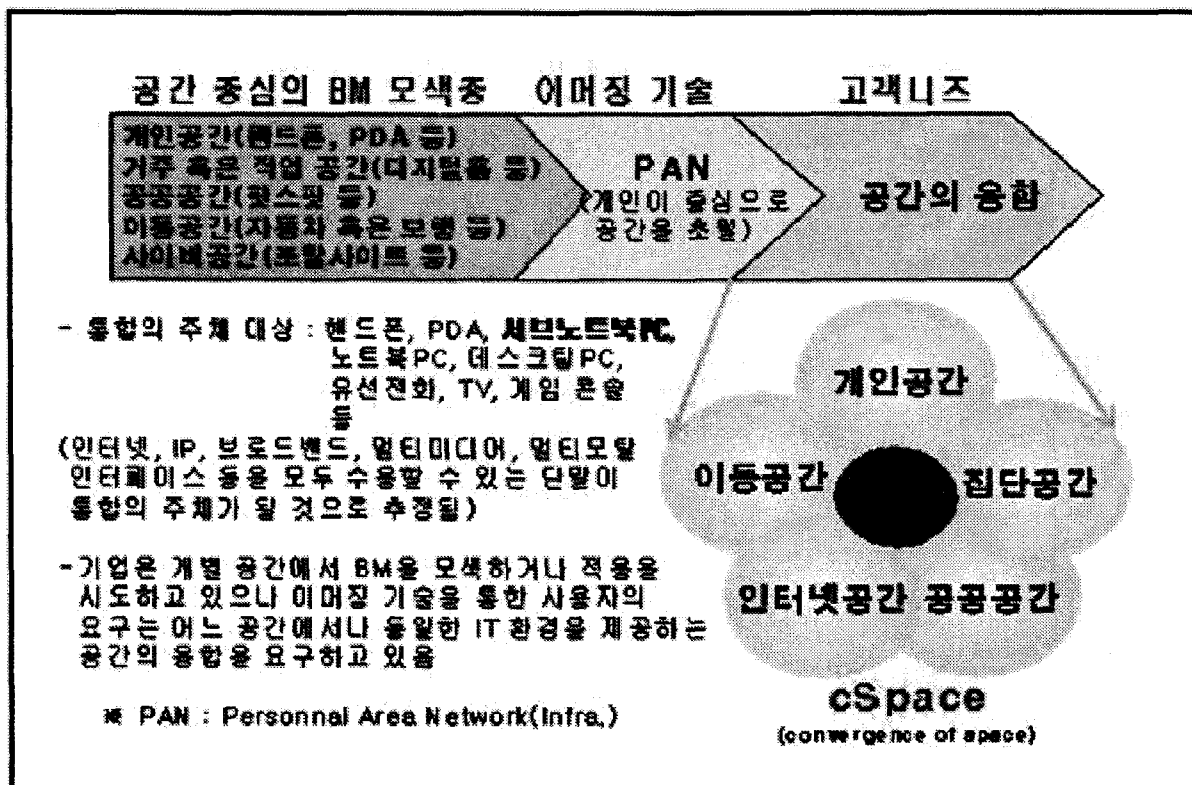
사실 유비쿼터스 컴퓨팅은 많은 미래학자 혹은 인터넷 몽상가들중의 한 사람인 마크 와이저가 제시한 IT기술을 기반으로 하는 미래 복지에 대한 비전으로 모든 것이 질서 정연하고 체계적이며 계속되는 IT산업 발전에 대한 장미빛 미래만을 그리고 있다. 그러나 또 한편의 미래학자들은 부정적인 경제 상황의 시나리오로 2015년부터 석유 생산량의 감소 현상이 일어나면서 전세계적인 인플레이 현상이 일어날 것으로 예측하여 경기침체, 전쟁, 글로벌 재난, 자원고갈, 공해 등으로 인한 혼동의 상황을 언급하고 있다. 그래서 미래는 지금보다 더 경제적으로 각박해 지고 자원이 부족해지는 시대에 살아 남기 위한 에너지 절약, 산업 효율성 극대화의 경제환경이 필요해 질 것이라는 분명 유비쿼터스 컴퓨팅 사회와는 다른 그림을 제시하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 사회의 진화론에는 IT기술 발전에 대한 이야기는 잔뜩 들어 있으나 상용화에 대한 계획은 결여되어 있다. 예를 들어 백엔드측의 페타급 백본망이 필요하게 될 만큼의 복잡하고 방대한 미래의 프론트엔드측 정보서비스 산업중의 하나가 될 엔터테인먼트 산업을 상업적으로 성공시킬 수 있는 유비쿼터스적 서비스 상용화 전략은 무엇인가? 인터넷 기반의 다양한 기술들이 상업적으로 성공하지 못한다면 지속적인 기술 발전은 기대할 수 없다. 따라서 유비쿼터스 기술 기반의 가상네트워크, 망기반 브로커, 리얼컴퓨팅 서비스에

대한 IT기술 개발 못지않게 비가시적(intangible) 서비스와 사업에 대한 상용화 모델과 성공적 사업 전개 방법론에 대한 깊은 연구가 수행되어야 한다. 기존의 산업사회의 가시적(tangible) 서비스와 제품의 사업화에 대한 모델과는 차별화되는 비가시적 서비스와 디지털 콘텐츠의 사업화에 대한 새로운 패러다임의 제시가 필요하다.

한편, 오늘날 신기술에 의한 신서비스의 창출, 이에 따른 새로운 BM의 출현에 따른 조직의 변화와 기업사이의 M&A, 이로 인한 가혹한 구조조정 및 구조조정에 따른 개인과 가정에 위기와 위협 등을 동반하는 도미노적 변화의 가속화가 일상화되고 있다. 이러한 현황에 대한 해결 방안을 찾기 위하여 IT 관련한 몇가지 측면을 살펴보면 다음과 같다.

〈그림 3〉에서, 기업은 폐쇄된 전자공간들인 디지털홈, 텔레메틱스, 핫스팟, 포털 등을 대상으로 BM을 개발하고 있다. 그러나 고객은 집이나 사무실, 자동차 등에서 동일한 환경으로 컴퓨팅 인프라를 사용하기를 원하고 있다. 즉, 이머징 기술을 기반으로 하는 고객의 니즈는 공간의 융합을 원하고 있으나 기업들은 폐쇄된 전자공간들을 중심으로 하는 BM을 개발하고 있는 것이 현 상황이다. 이렇게 기술 발달의 고속성에 따라 기업의 BM 발굴과 고객 니즈사이에는 시차가 발생하고 있다. 이러한 시차는 기업에게 밸류체인 혹은 프로세스의 단축이나 18개월마다 기존 제품의 반 가격으로 2배의 성능을 가진 제품의 개발을 R&D를 통하여 지속적으로 실현하여 온 인텔의 무어의 정책(법칙)처럼 시간적 가속형 사업화를 요구하고 있다.

〈그림 3〉 기업의 BM 개발과 고객니즈의 시차



신기술?신서비스?신BM에 대한 도미노적 변화에 대한 대응 능력이 없는 다수의 글로벌 기업들이 조직의 생사 기로에서 강력한 카리스마를 가진 델/마이클 델, 월마트/리 스캇 주니어, 캐논/후지오 미라타이, 소니/이데이 노부유키, GE/전 잭윌치와 이멜트 등의 영웅적 혹은 전설적 CEO의 영입과 강력하고 가혹한 구조조정을 통한 기사회생한 사례들이 있다. 한편, 다수의 글로벌 기업중에는 영웅적 CEO의 도움이나 강력한 구조조정없이 잘 성장하고 있는 삼성, 노키아, 인텔, 존슨앤존스 등의 기업들도 있다. 이들 양자에 대한 CEO와 경영에 대한 특성을 나열하여 보면 [표 4]와 같다.

먼저 CEO의 특성을 살펴보면, 강력한 카리스마를 바탕으로 상의하달식의 의사소통체계 구축과 현 조직이 대응할 수 없는 변화된 현 상황에 대한 대응을 위한 강력하고 가혹한 구조조정, 기존 관행의 타파 및 재조직한 체계를 통한 공격경영을 단행

하는 것으로 파악된다. 즉, 속도경영과 변화된 현 상황 대응이 주요 특성으로 파악된다. 한편, 특별한 대응없이 도미노적 변화 환경을 유연하게 적응해 내는 성공적인 기업의 특성은 끊임없는 미래투자, 제한없는 신기술에 대한 R&D투자, 인재양성, 지속적인 기업의 강점강화와 창조적인 포트폴리오의 재구성을 들 수 있으며, 이는 도미노식으로 급변하는 미래대응과 급속한 시장과 고객니즈 변화에 대응할 수 있는 생태학적 경영 아키텍처로 파악된다. 신기술, 신서비스, 신BM 그리고 조직의 재구성이나 M&A 등으로 이어지는 급속한 도미노적 변화에 대응할 수 있는 첫째 방안은 영웅적인 CEO의 영입일 수 있으나, 슈퍼맨에 의한 대응은 시간상 유한할 수 밖에 없다. 따라서, 끊임없는 시장과 고객니즈에 아메바처럼 변화하면서 적응할 수 있는 생태학적 경영 아키텍처의 구축이 궁극적인 대응 방안으로 판단된다.

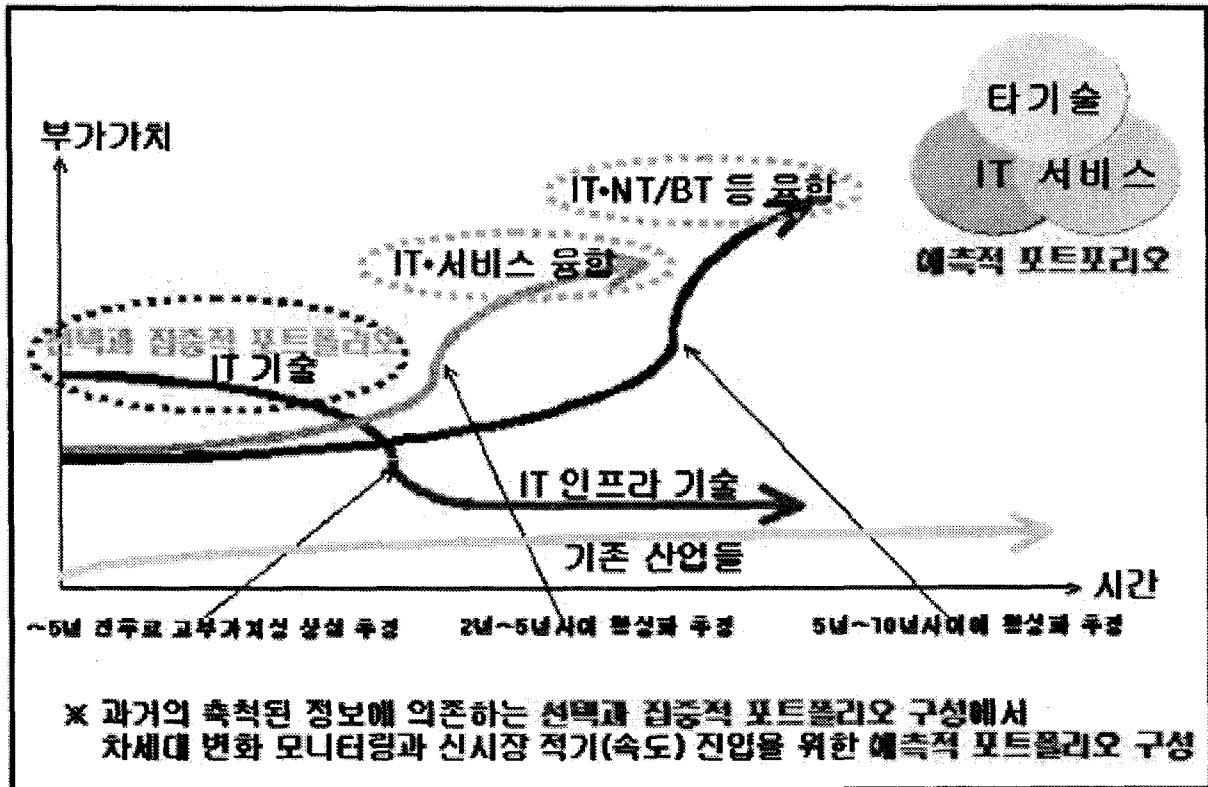
[표 4] 주요 글로벌 기업의 CEO와 경영특성의 비교

기업	CEO	경영 특성	주요 키워드	결론
삼성	이경재	다국적 운영과 속도경영	<ul style="list-style-type: none"> <li>-카리스마</li> <li>-상의하달 (속도경영)</li> <li>-구조조정</li> <li>-공격경영</li> <li>-공급타파 (현상파 타파)</li> <li>-인재양성 (인재양성)</li> <li>-제한없는 R&amp;D</li> <li>-인재양성 (인재양성)</li> <li>-공격경영</li> <li>-공급타파 (공급시스템)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-CEO의 카리스마</li> <li>-속도경영</li> <li>-현상파 해진 능력 (현상파 CEO)</li> </ul>
델	마이클 델	현상파/공격경영/온오프라인영역/델의 강점 강조		
월마트	리 스캇 주니어	현상파		
IBM	로버트 노	공격경영/구조조정/목표설정(발전)/물어보면 제한없는 R&D 투자		
캐논	후지오 미라타이	현상파/공격경영/대규모 사업구조조정/장외공급(물류/제조국 추구)		
소니	이데이 노부유키	공급타파/비인수적 개혁/인재양성		
3M	제임스 맥너니	적극적 M&A/구조조정/공격경영/공로발견		
GE	전 잭윌치/이멜트	구조조정/인재양성/상의하달 내부의 자존심/공격경영투자/공격경영		
노키아		공격적 인모텔 개발 투자/제2목표시장(중국)/공격경영		
인텔		공격경영/무엇의 공격(변화)/수익을 위한 투쟁을 원수		
존슨앤존스		현상파 포트폴리오의 공격적 투자		

또 다른 측면에서 기술 혹은 산업의 주기를 중심으로 살펴보면 <그림 4>와 같은 시나리오를 제시할 수 있다. 인류는 농경시대를 거쳐 산업사회에 진입하였으며, 이제 IT기술을 기반으로 지식사회를 열고 있다. 이러한 과정에서 농업에서 산업으로, 산업에서 지식으로 고부가 가치가 이동하였다. 이제 IT 기술은 기술의 성숙에 따라 융합 혹은 통합 기술로 변환되고 있다. 즉, 성숙한 IT 기술은 먼저 다양한 서비스들의 가치를 높이는 인프라 역할

을 거쳐 점차 타 기술에 대한 고부가 가치를 발생시켜 주는 기반 기술로 전환되고 있는 것으로 파악된다. 따라서, 과거에 축적된 정보를 분석하여 핵심분야를 선택하고 집중하는 사업 형태에서 고부가 가치의 이동을 모니터링하여 이머징 시장과 고객니즈를 수용할 수 있는 예측적 포트폴리오를 구성하는 사업 형태를 취하여야 할 것이다(<그림 4> 참조).

<그림 4> 기술 혹은 산업주기로 본 포트폴리오 구성 방안



## VI. 결론

이와같이 기술과 서비스 그리고 BM 등에 변화의 가속도를 지속적으로 재생성하는 도미노적 변화를 수반하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대한 전략 및 정책에 요구되는 주요 사항을 정리하면 다음과 같다.

- 이머징 기술과 고객니즈에 의하여 발생하는 시차에 대한 대응 방안 모색
- 지속적으로 변화하는 환경에 대응할 수 있는 생태학적 경영 아키텍처의 구축

- 급속한 도미노적 변화가 진행되는 미래시장에 대한 적기 진입이 가능한 예측적 포트폴리오의 구성과 지속적 창조적 파괴를 통한 포트폴리오의 전략적 재구성 혹은 정책 재수립

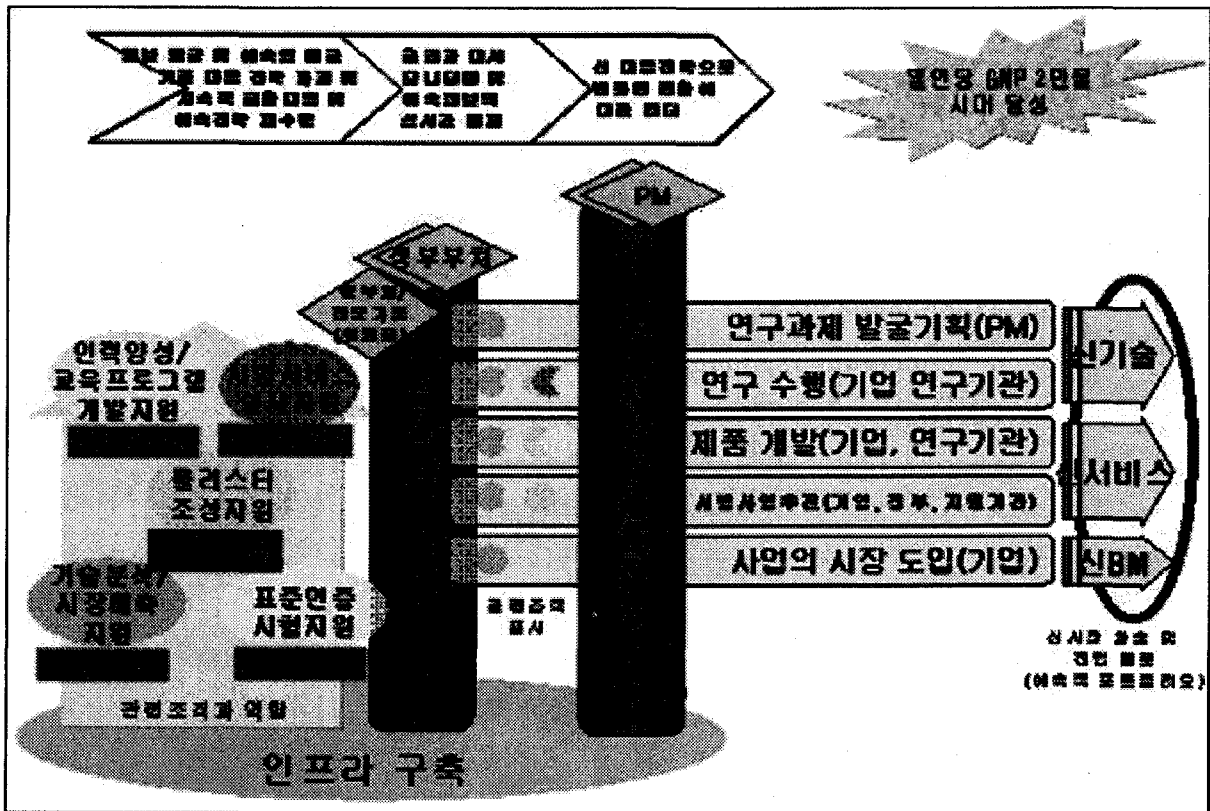
따라서, 도미노적 변화를 수반하는 비가시적 서비스와 사업을 전제로 하는 IT 산업 및 유비쿼터스 컴퓨팅 전략과 정책은 위의 사항을 염두에 두고 입안되고 고려되어야 할 것이며, 정책추진체계로 생태학적으로 동작할 수 있는 시스템화된 아키텍처가 제시되어야 할 것으로 사료된다.

결론으로, 급속히 변화하는 시장과 고객니즈의 신속한 파악과 도미노적 환경변화에 지속적으로 적응할 수 있는 범 국가적인 정책 추진체계에 대한 다양한 제안들 중의 하나의 안으로 <그림 5>를 제

시한다.

본 모델 <그림 5>는 도미노적 변화를 생태학적으로 수용하기 위하여, 새로운 정보의 융합과 예측적 시나리오 구성을 통하여 기존의 전략과 정책을 창조적으로 파괴하고 지속적으로 변화된 상황에 대응할 수 있는 전략과 정책을 재구성한다. 재구성된 예측적 결과들은 변화된 환경과 메가트렌드의 모니터링을 기반으로 통제되고 선택된다. 선택된 새로운 대응전략과 정책으로 진행중의 범 국가적 기술사업들을 선택된 방향으로 사업수행의 가속성 유지를 전제로 강력하게 리드한다. 반년 혹은 1년 미만의 주기로 재조정되는 관련 기관은 신기술·신서비스·신BM을 하나의 결과물로 생성한다. 생성된 결과물들은 투자의 위험을 분산할 수 있도록 구성된 예측적 포트폴리오에 대한 신시장을 창출하면서 진입하게 할 것이다.

<그림 5> 변화의 가속성과 도미노적 환경변화에 대한 생태학적 적응형 정책추진체계안





## 참고문헌

1. 이성국, '미국·일본·유럽의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략의 비교론적 고찰', Telecommunications Review, SK Telecom 제13권 1호, 2003. 2. 25.
2. 김완석, 박태웅, 이성국, 'Ubiquitous Computing의 개념과 업계 동향', 한국전자통신연구원, 제1035호, 2002. 2. 27.
4. 김완석, [21세기 아젠다 u코리아 비전] 마크 와이저가 말하는 '유비쿼터스 컴퓨팅', 한국전자신문, 2002.10.4.
4. 이성국, 김완석, 유비쿼터스 총서4권 '세계 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략', 전자신문사, 2003.10.24.
5. 김완석, 백민곤, 박태웅, 이성국, '클타운: 사람들, 장소, 사물이 함께하는 웹 공간', 한국전자통신연구원, 주간기술동향 제1082호, 2003. 2. 12.
6. 김완석, 백민곤, 박태웅, 이성국, '유비쿼터스 컴퓨팅과 이 지리빙', 한국전자통신연구원, 주간기술동향 1088호, 2003. 3. 26.
7. 김완석, 박태웅, 이성국, 김정국, 백민곤, 'IT 리더들의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략과 핫 이슈', 한국통신학회, 정보통신 제20권 5호, 2003.6.
8. 김완석, 박태웅, 이성국, '유비쿼터스 컴퓨팅 개념과 사업전망', KT, 통신시장 통권 제49호, 2003. 7. 8.
9. 김완석, 김정국, 김효기, 김창석, 구홍서, 이상범, 박태웅, 이성국, '유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 인프라 그리고 전망', 정보처리학회, 정보처리학회지 7월호 '유비쿼터스 컴퓨팅 특집', 2003.7.
10. 김완석, 김정국, 김효기, 김창석, 박태웅, 이성국, 'BCN과 유비쿼터스 컴퓨팅에 의한 차세대 네트워킹 인프라', 정보과학학회, 정보과학학회지 8월호, 'NGcN과 Wireless 특집', 2003.8.
11. <http://postnology.wenetcom.co.kr/>