특 집

유비쿼터스 시대의 건설과 GIS

구 지 희
한국건설기술연구원 GIS/LBS연구사업단장

다음글은 건설기술연구원에서 발간하는 정보지에 수록된 내용입니다.

1. 머리말

인터넷이 보편화되고, 핸드폰에서 TV 수신 및 다양한 오락기능, 아이들의 위치를 엄마가 파악할 수 있는 기능 등이 구현되며, 차량에서는 운전자가 텔레매틱스 시스템을 활용하여 혼잡한 길을 피해서 길 안내를 받을 수 있는 세상이 되었다. 최근에는 정보화사업분야의 화두로 "유비쿼터스"라는 단어가 대두되고 있으며, 요즘은 전자통신분야의 일간지뿐만 아니라, 중앙 일간지에서도 "유비쿼터스"라는 단어를 접할 수 있게 되었다.

유비쿼터스에 관하여 설명하고 있는 자료들을 보면, 유비쿼터스 시대가 도래하면 흔히들 물리공간과 전자공간이 결합된 살아있는 공간으로서의 제3의 공간이 된다고 들 표한다. 도로, 다리, 터널, 빌딩, 건물 벽과 천장, 화분, 냉장고, 컵, 구두, 종이 등 도시공간을 구성하는 수많은 환경과 대상물에 보이지 않는 컴퓨터가 심어져서 지능화되고, 전자공간에 연결되어 서로간에 정보를 주고받는 유비쿼터스 공간이 창조되어 물리공간과 전자공간 간의 단절이 없어지고, 서로 공진화하여 우리가 살고 있는 공간의 합리성과 생산성은 그 어느 때보다 고도화된다는 전망을 하고 있다.

그럼 이와 같은 유비쿼터스에 대하여, 과연 유비쿼터스라는 것이 무엇이며, 유비쿼터스 시대에 정보통신 기술이 아닌 건설분야에서는 어떤 활용을 통하여 어떤 이익을 얻을 수 있으며, 이를 위하여 GIS분야에서 준비해야할 부분은 어떤 것들이 있는지 생각해볼 필요가 있다.

따라서 본 고에서는 유비쿼터스의 개념을 정리하고, 건설분야에서 유비쿼터스 활용전망을 제시하며, 이를 위하여 본 연구원의 GIS/LBS 연구사업단에서 진행하고 있는 연구의 방향을 소개하며, 향후의 발전적인 모습에 대한 전망순으로 서술하고자 한다.

2. 정보화 패러다임의 변화

1946년에 ENIAC 컴퓨터와 1981년에 PC가 탄생한 이래 컴퓨터와 관련된 다양한 정보기술들이 진화해가면서, 사회, 경제, 문화적으로 많은 영향을 주고 있다. 필자가 대학교 학생시절만 해도, XT급 컴퓨터가 처음 나와 디스켓을 바꿔가면서 프로그램을 실행시키다가, 그 몇 년후 AT급 컴퓨터에서 20메가바이트 정도 용량의 하드디스크를 설치하여 사용하였고, 최근에는 수십 기가바이트 용량과 빠른 속도의 컴퓨터를 사용하고 있는 것을 보면, 정보화분야에 있어서 기술의 진보는 매우 빠르고, 그 시대마다의 다양한 특성과 관련 환경이 변화하고 있다. 다음 표 1에서는 정보화 패러다임의 특성을 비교하여 보기로 한다.

3. 유비쿼터스의 개념

라틴어에서 유래한 유비쿼터스는 '언제 어디서나', '동시에 존재한다'는 뜻이다. 이 용어는 일반적으로 물이나 공기처럼 도처에 편재한 자연자원이나, 종교적으로는 신이 언제 어디서나 시공을 초월해 존재한다는 것을 상징할 때 사용된다.

컴퓨터화의 새로운 패러다임으로 유비쿼터스는 유비쿼터스 컴퓨팅과 유비쿼터스 네트워크를 기반으로 물리공간을 지능화함

표 1 정보화 패러다임의 특성 비교[1)]

구 분	전 산 화	정 보 화	지 식 화	유비쿼터스화
대 상	수작업(work)	정보흐름(process)	지식수준(Stock, Level)	사물(Things)
목 표	자동화	자유로운 정보수발신	가치창조	기능 최적화
환 경	폐쇄성(Serve-to-Client)	개방성(PC-to-PC)	투명성(B-to-C, B-to-B)	사람+컴퓨터+사물 통합(Things-to-Things)
도 구	전산기기(OA)	정보시스템(MIS)	지식관리시스템 (KMS)	유비쿼터스 컴퓨팅 (Ubiquitous computing)
성 과	인력감축	정보유통	지식학습	공진화
주요분야	데이터 입·출력 관리	정보자원관리	지식관리	환경과 사물 관리
평가기준	능률성 수준	논리-탐색 가능성 수준	창조, 협업화 수준	연계성, 무결점화 수준
정보기반	메인프레임	PC+인터넷	PC+유, 무선 인터넷	포스트 PC+모든 네트워크
경제원리	전통적인 경제	네트워크 경제	지식 기반 경제	공간간 시너지 경제
정책공간	공공 부문	공공+민간	공공+민간+국제	제3공간=전자+물리공간
시 대	1980년대	1990년대	1990년대 말~현재	2003년~?

과 동시에 물리공간에 펼쳐진 각종 사물들을 네트워크로 연결시키려는 노력으로 정의할 수 있다. 인터넷이 책상에 홀로 떨어져 있던 컴퓨터를 연결시켰다면 유비쿼터스화는 환경속에 떨어져 존재하는 도로·다리·터널·빌딩·건물·화분·냉장고·컵·구두·종이 등과 같은 물리적 사물들을 연결하는 것이다. 따라서 유비쿼터스화는 사물들의 인터넷(things to things, Internet of things, networks of atoms)화를 지향한다. 결국 이는 사람·컴퓨터·사물들을 네트워크로 연결하고 3차원으로 정보를 수발신하게 되는 컴퓨터화의 최종 발전단계를 의미한다.

유비쿼터스의 특징을 살펴보면, 가장 큰 특징을 네트워크 접속으로 볼 수 있다. 네트워크에 접속되지 않은 컴퓨터는 유비쿼터스 컴퓨팅으로 볼 수 없다. 따라서 전세계 수많은 컴퓨터들이 네트워크에 접속하기 위해서는 현재와 같은 IP체계로는 한계가 있

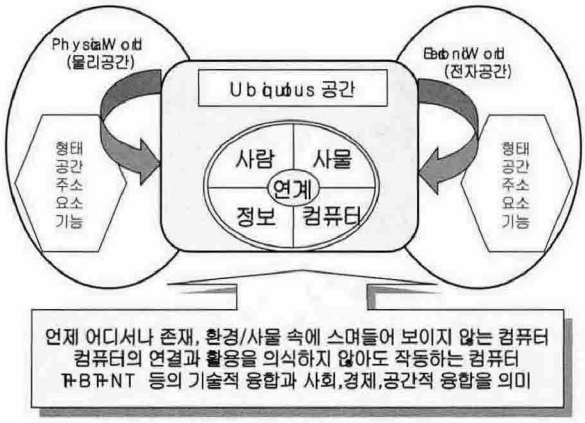

그림 1 유비쿼터스 개념

어서, 지금까지 사용하던 32비트의 IPv4주소를 128비트의 IPv6(Internet Protocal version 6)로 바꾸는 작업을 하고 있다. 모든 사물을 네트워크에 접속하기 위해서는 현재 IPv4가 43억개의 주소밖에 만들 수 없는 한계가 있어, 기하급수적으로 보급되는 컴퓨터나, 단말기, 정보가전 등에 따른 IP주소의 신규 수요를 감당할 수 없게 되어 거의 무한대에 가까운 340간개의 주소를 생성시켜주는 IPv6체계로 변환하고 있는 것이다.

두 번째 특징은 컴퓨터를 사용한다는 인식조차 없다는 것이다. 컴퓨터를 사용한다는 인식조차 없다는 것은 컴퓨터가 눈에 보이지 않는다는 것을 의미한다. 이는 이를테면 방안에 어딘가에 컴퓨터가 내장되어 있어 이용자가 음성으로 내린 명령을 듣고 작업을 수행해 주는 상태를 말한다. 유비쿼터스 컴퓨팅이 목표로하는 세계는 컴퓨터가 '환경'이면서 또한 '생활의 일부'가 되는 세계이다.

세 번째 특징은 상황에 따라 제공되는 서비스가 변한다는 점이다. 영화 "마이너리티"에서 보면 주인공이 어디를 가든 주인공의 홍채를 인식하여 주인공의 성격에 맞는 광고를 하는 장면을 기억할 수 있을 것이다. 이처럼 대상에 따라 다른 성격의 서비스 제공이 가능하다 할 수 있다.

그림 2는 유비쿼터스 사회의 상상도를 나타낸 그림이다. 여기서 보면 가정에서는 식기세척기, 토스터기, 디지털TV, 냉장고, 전자레인지 등이 네트워크로 연결되어 지능화된다. 그래서 냉장고의 일정품목의 식품이 없을 경우 인터넷으로 주문하여 배달이 가능하고, 심지어 돼지고기에 컴퓨터칩이 심어지고, 이 칩이 최적의 상태로 요리하기 위해 스스로 전자레인지의 온도와 시간조절이 가능하게 된다. 건축 자재는 온도, 습도 등을 감지할 수 있게 되어있고, 자동차에서는 텔레매틱스 기능을 활용하여 막히지 않

1) 하원규외 2인, 유비쿼터스 IT혁명과 제3공간, p.48

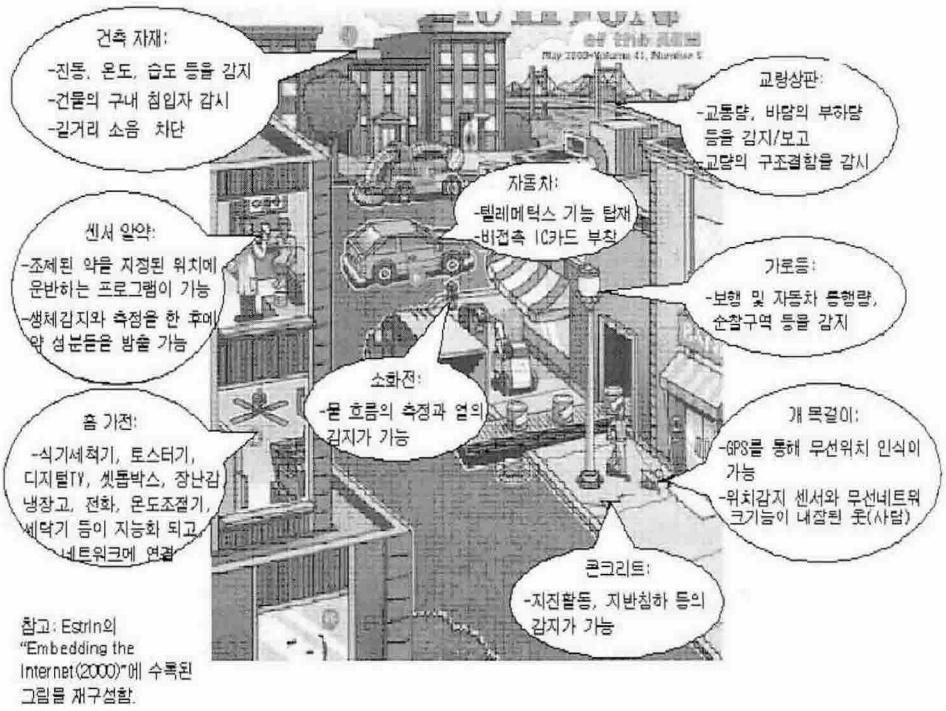

그림 2 유비쿼터스 사회의 상상도

는 길로 안내를 해준다. 개목걸이는 GPS기능이 탑재되어 잃어버려도 개의 위치파악이 가능하고, 가로등은 보행 및 자동차의 통행량을 감지하고, 고장진단이 가능하게 된다.

건설분야에서는 교량상판에 교통량 및 바람의 부하량을 감지·보고할 수 있는 칩이 탑재되고, 교량의 구조결함을 감시하여, 이상이 있을 시 네트워크를 통하여 사고를 미연에 방지할 수 있도록 경보장치를 할 수 있다. 또한, 지진활동 및 지반침하 등의 감지기능을 갖는 콘크리트가 나올 수 있게 된다.

4. 유비쿼터스 기술의 건설교통 분야 활용 전망

교량·터널 등 도로구조물, 상하수도·전기통신 등 지하시설물, 환경시설물 등 국가 기반시설물과 주택·빌딩 등 민간건축물의 공사중 안전관리 및 공용후 유지관리, 교통소통 및 교통안전관리 분야 등에 유비쿼터스 기술을 적용하면 건설 안전성 및 유지관리 경제성이 획기적으로 제고되는 기술혁명이 가능하다.

특히 성수대교·삼풍백화점 붕괴와 같은 대형 건설재해는 물론, 오존피해와 같은 환경피해를 사전에 예측·경보함으로써 대규모 인명피해 및 사회혼란을 미연에 방지할 수 있다.

KAIST "미세정보시스템연구센터"에서 6년간 연구한 끝에 최근 개발한 "미세 원격정보시스템 마이크로스(MICROS)"는 SoC(System on Chip)의 원형이라 할 수 있는 것으로서 이를 이용하면 유비쿼터스 기반의 시설물 관리가 가능해진다. MICROS는 크기가 동전 만하고 약 2년 이상 배터리가 지속될 정도로 극소 전력을 사용한다. 기능적으로는 최소한의 컴퓨팅 능력과 함께 무선 랜(LAN)과 같은 양방향 무선 네트워킹 통신 능력을 보유했다. 제품 단가 역시 대량 생산과 보급이 충분히 가능한 수준이다.

MICROS와 같은 SoC가 제공하는 무선 네트워크 기능을 활용하면 수없이 많은 교량·환경시설물·백화점·박물관 등 각종 물리공간들을 하나로 연결할 수 있다. 도시 공간과 공공시설에 SoC를 부착(삽입)해 감지(sensing), 추적(tracking), 감시(monitoring), 행동화(actuator) 역할을 수행하는 원격 네트워크용 단말기로 활용할 수 있는 것이다.

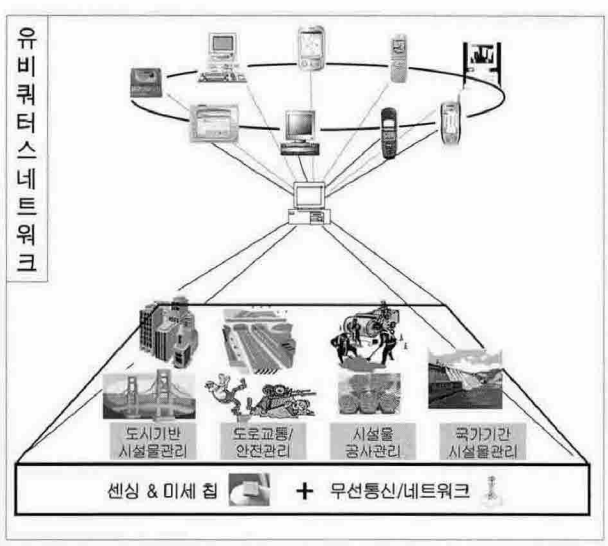

그림 3 유비쿼터스 기술의 건설분야 활용 개념도

예를 들어 모든 교량과 교각에 안전진단용 SoC를 내장하고 이를 연결하면 별도의 전문인력 없이도 육안으로 관찰하는 것보다 훨씬 정확하게 교량의 안전을 진단하고 필요한 조치를 실시간으로 내릴 수 있다. 폐수나 대기오염 물질을 배출하는 모든 지점에 SoC와 오염감지 센서를 뿌려두면 환경상태를 실시간으로 모니터링하고 그 결과를 일반에게 공개할 수 있다. 교통유발부담금 부과대상 건물에는 차량 유출입 센서와 SoC를 부착하여 실시간으로 교통량을 파악하고 이에 따라 정확히 계산된 세금 부가가 가능하다.

지능형 도로(Smart Way)의 예를 보면 눈이 내리면 도로 곳곳은 빙판길로 바뀐다. 날씨가 풀려도 햇볕이 닿지 않는 도로에는 빙판이 그대로 남아 대형 교통사고의 원인이 된다. 실제로 최근 폭설이 내린 영동고속도로 구간에는 하루 평균 10여건 이상의 빙판길 추돌사고가 발생했다. 그러나, 지난해까지만 해도 사고 다발지역으로 꼽히던 강원도 진부령 터널과 대관령 2, 3터널 구간에서는 올 겨울 들어 몇차례 폭설에도 불구하고 단 한건의 접촉사고도 발생하지 않았다. 도로에 쌓인 눈을 자동으로 녹이는 도로결빙방지시스템이 설치됐기 때문이다. 최근 지능형 도로(Smart Way)의 새로운 안전기능으로 관심을 끄는 도로결빙방지시스템은 도로표면에 장착된 특수 센서가 쌓인 눈을 스스로 감지해 도로 위에 액상염화칼슘을 자동으로 뿌려준다. 도로 스스로가 쌓인 눈을 제거해 도로결빙을 막는 것이다. 더욱이 도로결빙방지시스템은 수작업으로 뿌리는 모래나 소금, 염화칼슘보다 제빙효율이 10배나 높아 사고예방 효과도 탁월하다.

이처럼 스마트웨이는 도로라는 물리공간에 센서와 같은 전자공간을 이식하고 사람과 도로가 접속해 자유롭게 정보를 교환한다. 실제로 최근에 건설되는 고속도로는 첨단센서가 심어지고 유무선 통신망으로 촘촘히 연결돼 똑똑한 스마트웨이라 불러도 손색이 없다. 한낱 아스팔트 조각에 불과하던 포장도로가 어느새 유비쿼터스 기술을 구현하는 첨단 매체로 변신한 것이다.[2)]

교통분야에서는 양방향 텔레메틱스의 활용을 통하여 소통정보를 확인하고, 최단경로를 안내받을 수 있으며, 고속도로 자동요금징수시스템(ETCS), 버스관리시스템(BMS) 등에서 유비쿼터스의 활용이 가능하다.

상기의 단편적인 예에서 보듯이 건설이나 교통분야에서 유비쿼터스 기술을 활용하여 적용할 분야는 매우 광범위하다. 또한 건설분야에서 유비쿼터스 기술을 활용하기 위해서는 다음 표 2와 같은 분야의 연구가 가능하며, 본 연구원 GIS/LBS연구사업단에서는 표 2에서와 같은 연구를 추진하고 있다.

표 2 건설분야 유비쿼터스 활용 연구부문 및 내용

연구부문	내 용
건설부문 도입방안 기초연구	- 건설부문 활용대상 개발 - 비용/편익 분석 - 정보기술 결합방안 연구
표준화 부문	- 건설부문 기술 적용 대상 분류 - IPv6의 건설요소 적용방안 - 통신표준규약 개발
CALS 연계부문	- 건설자재조달 부문 - 물류부문
시공부문	- 시공단계별 적용방안 연구 - 건설장비 관리 - 공정관리
유지관리부문	- 교량관리 - 도로관리 - 기타 시설물 - 감리/감독 부문
지리정보 연계부문	- 지리정보 표준 연계연구 - 위치추적 애플리케이션 개발 - 공간 식별자
도시관리부문	- 교통 - 환경 - 도시시설물 관리
시스템 통합부문	- 건설부문 도입을 위한 정보기술 환경 통합화 연구 - 통신망 적용 방안 연구 - 건설자재 및 장비융합형 프로세서 연구 - 관리 시스템 연구 - 보안기술
법/제도 부문	- 대상 공사 법제도화 - 정보보안관련 제도 - 예산관련

5. 유비쿼터스 시대의 GIS

유비쿼터스 기술은 필수적으로 GIS기술과 연계된다. 교량에 센서 등을 부착하여 관리를 하고자 하는 경우 교량의 위치관리가 기본이 되며, 교통분야에서도 이동체의 위치를 파악하고, 가정에서 노인 건강복지 분야에 활용할 때에도 대상물의 위치확인이 기본적인 사항이 된다.

이처럼 유비쿼터스와 GIS 기술은 연계성이 매우 높은데, 이를 위해서는 각 지형지물마다 고유한 ID를 갖고 있어야 한다. 이를 UFID라고 하여 수년전부터 GIS분야에서 이를 부여하는 방안에

2) 2003/01/20 전자신문 게재내용 중 일부 발췌

대하여 연구가 진행되고 있다.

건물, 도로, 교량, 하천 등 인공 및 자연 지형지물에 부여될 단일식별자(UFID:Unique Feature IDentifier)는 쉽게 말해 사람의 주민등록번호와 같다. 가령, 부산시 금정구 장전동에 새로운 공장이 들어선다면 아래와 같은 UFID가 부여될 수 있다.

'2 21 11061 4611 3591300300 00099007652 7'

이같은 UFID 숫자에는 정확한 행정구역(2 21 11061)과 공장의 지형지물분류코드(4611), 도엽번호(3591300300), 각 기관별 지형지물 식별자(0009907652), 오류확인(7) 등 다양한 정보들이 수록된다. 또 이 32자리의 UFID는 아스키(ASCII) 또는 이진(Binary)형태로 저장할 수 있다. 더욱이 건물, 문화재, 철도, 도로, 하천, 호수, 해안, 행정경계, 측량기준점, 지적, 등고선 등 국가 기본지리정보에 포함되는 모든 지형지물에는 UFID가 부여된다. 따라서 UFID 활용체계가 구축되면 항목, 위치, 행정구역, 지도 도엽, 관리기관 등 개별 식별자만으로도 원하는 종류의 각종 속성정보를 검색하고 출력할 수 있다.

실제로 UFID는 좌표가 아닌 지리적 식별자로서 위치 판단을 할 수 있기 때문에 미래 위치기반서비스(LBS)를 위한 필수적인 위치 식별자로도 활용된다. 또한 지형지물 관리기관별로 관리해 온 데이터베이스에 UFID를 주 검색기로 사용함으로써 국가기반시설물들을 통합·관리할 수 있다. 개별 관리되는 데이터베이스에 동일 지형지물의 정보를 중복 입력하지 않게 돼 정보의 일관성을 유지하고 정보 수집 및 입력시 중복 투자도 막을 수 있다.

이처럼 UFID는 현실의 생활 시스템을 그대로 사이버 공간으로 연결하는 매개체 역할을 수행한다. 학원, 식당, 극장, 게임방, 쇼핑 센터 등과 같은 현실의 생활 공간이 위치 정보를 수록한 숫자 ID를 통해 사이버 공간과 곧바로 연결된다. 실제 이웃과 상점 그리고 학교와 회사가 사이버 공간에서도 바로 옆의 이웃과 상점, 학교가 되는 것이다. 집 앞 상점을 직접 들러 물건을 고르듯 사이버 공간의 바로 그 상점에서 물건을 구입할 수 있다. 사람의 주민등록번호처럼 모든 사물과 지형지물에도 조만간 숫자 코드가 부여되고 결국 이 전자식별자가 유비쿼터스 혁명속에서 현실공간과 사이버공간의 융합을 이끌어내는 중요한 코드로 활용된다.

본 연구사업단에서는 유비쿼터스 기술과 GIS기술의 연계를 위하여 국가지리정보체계 구축사업의 일환으로 "유비쿼터스 기술의 GIS 활용방안 연구"를 수행하고 있다. 본 연구는 유비쿼터스 기술을 GIS에 활용하기 위한 기반연구의 성격이 되며, 연구가 진행됨에 따라, 유비쿼터스 환경과 접목된 GIS의 건설분야 활용을 위한 TRM (Technical RoadMap)이 도출될 것으로 예상된다.

6. 맺음말

유비쿼터스 기술은 미래의 기술이 아닌 이미 도래한 일부 분야에서는 활용되고 있는 기술이다. 국가 정보화 정책수립에 있어서도 Cyber Korea, e-Korea 단계를 지나서, u-Korea단계로 진화하고 있다. 산업자원부, 정통부, 과기부 등에서도 유비쿼터스 관련 기술개발 사업들을 진행하고 있다.[3)]

건설은 그 대상물의 특성상 관리해야 하는 부분이 다종 다양하기 때문에 유비쿼터스 환경을 도입하여 새로운 기법으로 관리하면 효율성이 매우 높게 나타날 수 있으며, 이를 통하여 국민의 안전 및 국민의 삶의 질 향상에도 기여할 수 있을 것이다.

유비쿼터스 기술은 정보·통신분야에서만이 연구되어야 할 기술이 아니고, 건설분야에서도 관심을 갖고, 활용분야를 개발하고, 기반기술을 확보하고, 적용성을 검토함으로서, 타 산업에 경쟁력 있는 대응이 가능하게 될 것이며, 이를 위한 연구개발 투자가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 기대된다.

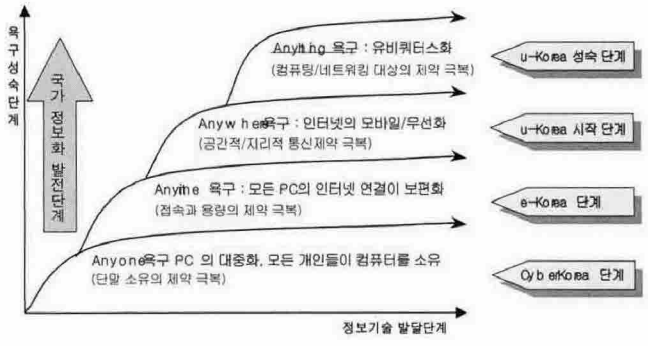

그림 4 국가 정보화 발전단계

3) 산업자원부, '유비쿼터스환경 어플라이언스 솔루션 개발 프로젝트' 추진 중
정보통신부, 'Digital Life 실현을 위한 Digital Home' 구축계획 추진 중 2007년까지 1000만세대를 Digital Home으로 구축
과학기술부, 세계 초일류 후보과제로 지능형빌딩 및 스마트홈 선정