

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 정보화도시 모델에 관한 연구

김 창 연

한국토지공사 경영정보처 처장 · 건국대 부동산학과 박사과정 수료

cykim@iklc.co.kr

A Study on the Information City Model in Ubiquitous Computing Environments

Kim, Chang Yeun

Korea Land Corporation · Dept. of Real Estate Studies, Konkuk University

Abstract: Information technology has influence enough on our resident culture to concepts such as information era or information society. Thus, new concept like home network, cyber APT, cyber village have been regarded as interesting subjects in real estate science. The vision of information city is an implementation of ubiquitous computing environments that makes anybody to be able to access the source of information and knowledge in anywhere and anytime with ant methods. Information city offers city information control center, unlimited time and space of digital contents services with the support of network infrastructure and city management. Furthermore, It paved the way for paradigm shift of traditional urban development. It also contributes city value and citizen welfare that prevention of crime and disaster, information traffic system(ITS) and urban management

This paper gives the key point in information city development project that organization of information communication services and suggestion of business model in cooperation with public enterprise in connection with real estate development, local government, communications service provider, and the like.

Keyword: 정보사회, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경, 정보도시

information society, ubiquitous computing environments, information city

I. 서론

인류문명은 원시수렵시대 이후 생산경제의 개막, 고대문명의 발상, 산업혁명과 시민혁명의 전개라는 인류사의 3대 전환기를 거쳐 오늘날에는 제4의 전환기라 할 수 있는 정보기술혁명의 시대로 접어들었다. 이처럼 인류문명은 이전과 전혀 다른 획기적이고 새로운 생산기술과 도구가 등장할 때마다 생활양식이 크게 바뀌면서 그 패러다임도 함께 변해 왔다. 수 만년에 걸친 인류 문명사를 시대별로 나누면 크게 원시수렵시대, 농업시대, 산업시대 그리고 정보화시대로 구분할 수 있다. 21C들어 지구촌 선진문명권에는 정보통신기술의 비약적인 발전으로 사회전반에 걸쳐 정보기술혁명이 일어나면서 정보화시대를 꽃피우고 있다. 정보화시대는 컴퓨터가 발명된 이후 지난 50여년 동안 진행되어 온 「초기 정보화시대」인 정보중심의 시대와 머지않아 닥쳐올 「고도 정보화시대」인 사이버공간의 시대로 구분할 수 있다.

정보시대는 정보통신산업이 사회의 지배산업으로 등장한 시대이다. 이 시대는 네티즌들이 사무실이나 가정에서 정보와 지식 그리고 기술을 생산한다. 정보자원과 컴퓨터 그리고 두뇌노동이 생산수단의 핵심으로 등장하고, 지리공간 정보, 인터넷 등이 주요 사회간접자본으로 인식되며, 두뇌를 컴퓨터에 그리고 지식과 정보의 교환통로를 인터넷에 의존하는 시대이다. 앞으로 다가올 고도 디지털시대인 본격적 사이버공간시대로 접어들면, 물리적 국토공간과 사이버공간 사이의 최적연계를 위한 공간개념의 일대 변화가 전개될 것으로 전망되며, 인간의 감각기관을 센서에 그리고 삶의 터전을 사이버공간에 의존하게 될 것이다. 즉 모든 사물이 개별적으로 지능화됨과 동시에 서로 네트워크로 연결되는 '지능기반사회'로 한 걸음씩 다가서게 될 것이며, 이것이 바로 유비쿼터스¹⁾의 시대로 진입

하게 되는 것이다.

이에 본 연구에서는 이러한 정보화 시대에 부합하는 디지털 인프라의 구현과 콘텐츠서비스의 제공을 바탕으로 하는 정보화 도시를 개발함에 있어서 요구되는 정보화도시 적용모델을 제시하여 향후 정보시대에 어울리는 도시개발의 새로운 방향을 제시하고자 한다.

II. 정보화도시의 개념적 접근

1. 정보화 시대의 도래

1975년에 퍼스널 컴퓨터가 등장하면서 정보기술분야는 비약적으로 발전하기 시작했다. 1980년대 들어 퍼스널 컴퓨터의 보급이 확대되면서 공공기관과 기업의 업무자동화가 빠르게 진행되고 그에 따라 사회적으로 생산성과 효율성이 크게 높아지기 시작했다. 특히 1990년대에 퍼스널 컴퓨터가 일반가정까지 널리 보급되고, 네트워크의 네트워크라 불리는 인터넷의 대중화로 전 세계의 정보네트워크가 '1초 정보생활권'을 형성하였다. 그 결과 우리나라를 비롯하여 미국, 유럽, 일본 등 세계 각 국에는 이전과 전혀 다른 새로운 형태의 기업과 비즈니스 모형이 등장하고 디지털경제라는 새로운 경제체제가 생겨났다. 이처럼 1990년대 중반에 본격화된 퍼스널 컴퓨터와 인터넷의 융합으로 가능해진 정보산업의 급속한 대중화 현상을 흔히 정보기술(Information Technology : IT)혁명이라고 한다. 이러한 정보기술이 앞으로 더욱 빠르게 발전하면서 이제까지와는 또 다른 모습의 IT혁명과정이 전개될 것으로 보인다. 그것은 다름 아닌 물리적 국토공간과 사이버공간의 융합혁명단계이

의 라틴어에서 유래하였으며, 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)이란 언제 어디서나 컴퓨팅이 가능한 상태로 '모든 사물이 네트워크로 연결된 상태'를 의미한다.

1) 유비쿼터스는 '언제 어디서나 존재한다'라는 뜻

다. 이 단계에서는 나라마다 사이버공간과 물리 공간간의 괴리와 부조화를 줄이고 융합시키려는 국가적 노력과 기술개발이 집중되면서 국제적으로 IT패권시대가 더욱 치열하게 전개될 것으로 전망된다. 따라서 IT혁명의 대열에서 낙오하는 국가나 기업 그리고 개인은 급변하는 경쟁환경에서 도태될 수밖에 없을 것이다.

2. 정보화 도시의 정의

어느 도시의 거주민들의 정보화 서비스에 대한 이용 환경이 개선되어 가는 현상을 정보통신 기술 발전의 시각에서 본다면, 정보통신 서비스는 홈 네트워크에 기반한 가정 정보화 서비스를 거쳐 모바일 컴퓨팅 기반의 개인 정보화 서비스로 발전되어, 궁극적으로 광대역 유무선 통신을 기반으로 하는 정보화 도시와 같은 지역 정보화 서비스로 발전하게 된다. 최근 마이크로프로세서의 저가화, 소형화, 고성능화 및 소프트웨어의 최적화에 따라 디지털 신도시에 필요한 모든 정보산업 기기에 정보통신 기술이 접목되는 디지털 융합(Digital convergence) 시대가 도래하였다. 즉, 정보화도시는 초고속 유·무선 통신망이라는 인프라를 기반으로, 가정의 홈 네트워크 서비스(Home Network Service)를 구현하고, 행정, 교통, 교육, 의료, 방법 및 방재, 환경 및 상거래 등의 분야에 정보 통신 기술을 융합하여 주거 개개인에게는 최적의 생활환경, 상업 단지에는 최적의 사업 환경, 업무 단지에는 고부가가치 서비스 환경을 실시간으로 제공하는 도시를 구축하는 것이다.

요컨대, 정보화도시란 정보기술 발전 및 수요 패턴 변화에 맞게 도로·공원·녹지 등의 기반 시설이 잘 갖춰진 “기존 택지개발” 방식에 보다 균일화된 초고속 인프라망을 구축하여, 도시내의 주거, 상업, 업무단지 사이의 도시정보시스템을 통해 도시하부 및 주요 시설물에 대한 상황을 종합관리하고, 또한 도시 내 각종 정보통신 서비스 구현을 통해 언제 어디서나 실시간으로

정보가 교류될 수 있는 정보환경을 지향함으로써 효율적이고 체계적인 도시운영과 거주민에 대한 ‘삶의 질’ 향상에 기여하는 미래형 도시라 할 수 있겠다.

III. 선행연구 검토

Ishida(2000)는 현재 각국의 도시 네트워크를 시도하고 있는 사례분석을 통해 정보화도시를 디자인하기 위한 3가지 계층모델을 제시하였다. 첫번째 계층은, 정보계층(information layer)이다. 월드와이드웹 아카이브(일종의 정보창고)와 실시간 지각 데이터가 도시와 유사한 것을 사용하여 통합되고 재편성되며 이러한 형태의 정보를 통합하기 위해서 지리 데이터베이스를 사용한다. 두번째 계층은 인터페이스 계층(interface layer)이다. 2차원 지도와 3차원 가상공간은 디지털 도시²⁾에 대한 직관적인 광경을 제공한다. 아바타(음성 대화형 디지털 인물 화상), 자동차, 버스, 기차, 헬리콥터처럼 움직이는 물체들을 애니메이션화 함으로써 도시에서의 동적인 활동들을 보여준다. 세 번째 계층은 거주자들과 여행자들이 상호 작용하는 상호 작용 계층(interaction layer)이다. 사회적인 상호 작용은 디지털 도시에서 중요한 목표로서 아름다운 3차원 공간을 만들지라도 그 정보화 도시에 아무도 살지 않는다면 매력적인 도시가 될 수 없다라고 주장하였다.³⁾ Sproull and Patterson(2004)는 정

2) 최근 관련 학계에서는 미래형 도시를 정의함에 있어 디지털도시, 유비쿼터스도시, 정보도시, 사이버도시 등 그 용어가 혼재되어 사용되고 있는 현실이나 각각의 용어에 있어 구분하는 실익은 없는 듯 하다. 이는 아직까지 도시차원의 구체적인 미래형 도시 모델이 갖춰지지 못하였으며 또한 현실로 구체화된 사례가 없기 때문일 것이다. 이에 본 연구에서는 그 의미상 가장 보편적인 용어라 할 수 있는 정보화도시(Information City)로 정의하고자 하며, 향후 학계차원의 용어정립이 요구된다 하겠다.

보화 도시(Information City)를 구축함에 있어 설계의 고려사항을 언급하였는데, 첫째 정보도시를 누구에게, 어느 정도까지 개방할 것인가의 통제 문제, 둘째 실제 커뮤니티와 연관된 정보화 도시의 크기와 단위를 어떻게 나타낼 것인가에 대한 문제, 셋째 정보기술에 접근할 수 있는 능력뿐만 아니라 사용하는 기술 격차에서 발생하는 정보격차의 문제 그리고 마지막으로 편리함으로 인해 실제 도시보다는 정보화 도시에 참여하려는 사람이 증가할 우려이다. 공통 관심사를 형성하기 위해서 같은 도시의 사람들을 연결함으로써 흥미롭고 유익한 사회적인 결과를 도출할 수 있다. 설계자는 이런 사항들을 고려하여 단순한 정보 전달이 아닌 구성원들의 참여를 지원할 수 있는 정보화 도시를 설계해야 한다고 주장한다.⁴⁾ 김정훈(2003)은 유비쿼터스 도시에 있어 특히 도시 인프라 부문이 전통적인 개념의 사회간접자본(SOC: Social Overhead Capital)이 아니라 새로운 개념인 시스템-온-칩(SoC: System on Chip) 기술과 결합된 개념으로 발전할 것이라 하였다. 즉, 도시의 수많은 각종 도시공간과 공공시설에 칩이나 센스를 부착해 무선 네트워크로 연결함으로써 실시간으로 상황정보를 수집·관리할 수 있는 새로운 대안인 도시형 SoC 인프라에 대한 연구 및 투자가 필요함을 강조하였다.⁵⁾ 장준호(2004)는 U-산업의 가치사슬을 논의함에 있어 주로 콘텐츠 서비스 측면을 강조하였다. 즉, U-단지 건설시, U-home 서비스센터(Health, Safety, 지능형 로봇서비스 등), U-Media Center(VOD, shopping, learning 등 실시간 서비스), Telematics Center(교통정보, 교통신호제어, 응급상황 대처)를 세

워서 이곳에서 기존 서비스 주체(병원, 보안, 경찰 등)와 연결하고, 시스템을 보급해 주어야 한다고 하며, 컴퓨터 통신망이 Centralized Distributed Recentralized 하면서 진화하듯이 U-단지에서는 몇 가지 핵심 주제에 대한 집중화된 U-서비스센터가 세워져야 한다. 시간이 흘러가면 U-home, U-Media Center의 기능은 집안의 홈서버와 각종 서비스 기관의 Main System 속으로 융합해 들어갈 것이라고 주장하였다.⁶⁾

1. HP사의 Cool Town

가. 쿨타운의 개념

HP사가 추진하는 쿨타운의 광의의 개념으로는 현실세계의 사람, 사물, 장소가 웹페이지를 보유하게 되어 인터넷상의 가상공간과 현실세계를 하나로 묶음으로써 현실생활에 도움이 될 수 있는 웹서비스를 실현하고자 하는 것이며, 협의의 개념은 스마트 전자기기를 웹과 연동하기 위한 일련의 핵심 애플리케이션(Application)과 표준을 개발하며 단말기의 컴퓨팅화를 구현하고 이를 활용하기 위한 정보기기를 개발하는 것이 된다.

나. 쿨타운 환경

3) Ishida, T., "Understanding Digital Cities," Digital cities, 2000, pp.7-17

4) Sproull, L. and Patterson, J. F., "Making Information Cities Livable," Communications of the ACM, v.47 no.2, 2004, pp.33-37

5) 김정훈, "유비쿼터스 도시건설-새로운 도시공간 개념을 찾아서", 국토연구원, 2003.10.06

6) 장준호, "U-산업의 가치사슬 : Leadership의 현주소", 정보통신부, 2004.



<그림 1> 콜타운 환경 사례

2. MS사의 Easy-Living

1) Easy-Living의 개념

Easy-Living 사업의 개념은 “유비쿼터스 컴퓨팅 = 이동컴퓨팅 + 지능적 환경”으로 정의할 수 있는데, 여기서 이동 컴퓨팅은 무선 연결성과 컴퓨터 이주성, 지능적 환경은 헨즈프리 인터페이스와 상황인식 컴퓨팅 개념으로 대표된다. 즉, 상황인식과 위치감지, 분산, 이동 및 무선 등의 컴퓨팅을 통해 유비쿼터스 스페이스(Ubiquitous Space)의 가능성을 보여주었고 지능형 환경을 기반으로 이동컴퓨팅 기술을 지원 하는 시범사업이며, 일상생활에 적용할 유비쿼

터스 컴퓨팅의 구체적인 접근을 시도하였다. 또한, 유비쿼터스 컴퓨팅은 ① 위치감지 컴퓨팅, ② 증강된 현실(Augmented Reality), ③ 객체감지 인터페이스(필콘 : Physical Icon)로 구체화 된다.

2) Easy-Living의 주요 시나리오

MS사가 추구하는 본 프로젝트의 주요 시나리오 환경은 ① 인지력과 월드모델 (Perception and the World Model), ② 개인확인 (Personal Identity), ③ 분산 컴퓨팅 (Disaggregated Computing), ④ 자동행위 (Automatic Behavior) 개념으로 전개된다.

3. 일본의 지역정보센터

일본의 지역정보화센터는 지역특성을 고려한 다양한 프로그램의 개발로 특화된 지역정보화센터의 성격을 갖고 운영되고 있다. 예를 들면, 관광, 산업 그리고 교육 프로그램의 특성화를 통한 전문적인 지역정보센터가 운영되고 있으며, 구체적인 추진사항은 다음과 같다.

4. 시사점

HP의 클타운 프로젝트는 도시라는 이름에 비해 개인을 중심으로 공간에 제한을 받지 않고 단말과 이를 이용한 정보서비스의 구현을 초점을 두고 진행하고 있다. 물론 MS사의 Easy-Living 역시 실험적인 성격이어서 이러한 요소기술의 불연속적인 발전이 어느 일정한 규모 이상의 사회구성원들의 호응을 얻음으로써

<표 1> 일본의 지역정보센터

	오가키 시 (오가키 정보화센터)	기후 현 (Softopia Japan)	모로야마 町	야마토 시	야마다 시
추진 방향	· 정보네트워크의 거점 · 인재육성	· 신규 벤처 기업 지원 · 정보화 이벤트 통한 홍보, 관·학 연계	공무원이 지역정보화의 중심이 되어 주도적으로 추진	인접 대도시에 흡수되는 것을 방지하기 위한 정보화 정책	· 초중학교를 비롯한 각종 기관들의 네트워크 · 시민서비스의 향상 · 초중학생 중심 멀티미디어 교육환경제공 정책
운영 방식	제3섹터방식: -운영: 민간 -비용: 중앙정부, 현, 시가 부담	재단 법인을 설립하여 운영	지역학교와 연계하여 주민 정보화 교육 실시	인터넷 활용 연구회를 조직하여 사이버 토론 실시	자체비+중앙정부 보조비용
특징	· 초/중학교 멀티미디어 교육지원, · 멀티미디어 체험코스	동경대를 비롯한 관내 대학과 많은 연구 프로젝트 진행	젊은 공무원을 중심으로 행정지역, 정보화 연구, 동아리 운영	야마토 커뮤니티를 운영하여 회원제로 시민과의 공개행정	초중학교의 화상회의시스템
비고	· 인터넷 프라자 · 교육시설 · 중소기업 지원용으로 현에서 사용	1층 : 장애인용 멀티미디어 시설 외 벤처기업을 위한 시설 임대	디지털 카메라를 이용한 홍보와 정보전달, 정보 교육, 홍보 지속화	향후 인터넷 방송 시설 및 위성방송 수신기기 설치하여 사업 준비 중	멀티미디어 특화

출처: 지방행정정보화 연찬회 학술자료, 양영철 제주대학교 교수

생활의 단면이 변화되는 과정을 경험하게 됨은 자명하므로 디지털 도시의 비즈니스 모델이 콘텐츠 다양성과 단말의 개발 정도에 따라 변모되리라는 점이다.

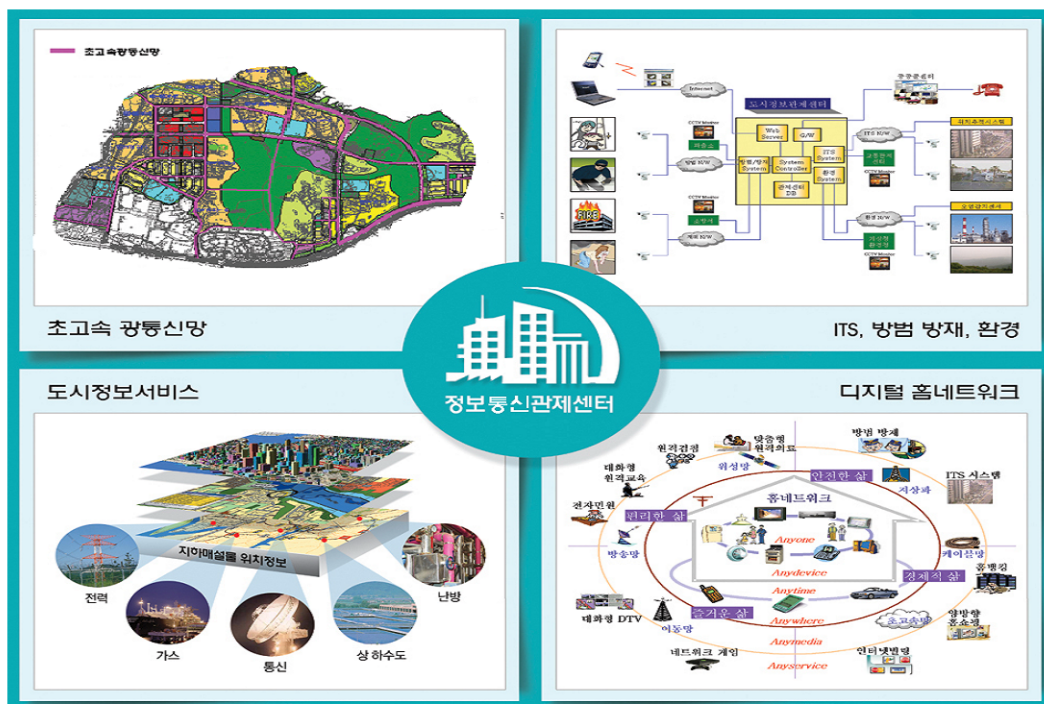
본 연구가 추구하는 정보화 도시 모델은 이러한 설익은 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 개념보다는 주거공간의 디지털화 내지 단지내 커뮤니티 구성을 목표로 추구하는 민간부분의 개발보다는 통신인프라를 기반으로 주민과 단지 및 업무지구 간의 편익을 제고시킬 수 있는 콘텐츠를 제공하기 위한 비즈니스 모델의 고안을 특성으로 한다. 일본의 지역정보센터의 경우, 지역정보화를 접근하는 형태는 현재까지 나타난 현상으로 유추한다면, 유비쿼터스 컴퓨팅이나 신도시 건설시의 지능화된 설계보다는 기존 도시를 중심으로 지역적인 특성을 고려하여 주민편의성 콘텐츠나 정보 체험 현상을 촉진하는 홍보 및 교육을 개발하고 제공하는 방법을 따르고 있다. 지역정보화센터는 어떤 획일적 형

태의 기능보다는 각 지역별 특성을 반영하여 운영하는 것이 그 예라 하겠다.

결국, 정보화 도시의 바람직한 모습은 도로, 공원, 상하수도, 전기 등 기존 인프라 시설과 함께 초고속 광통신이 기반이 되는 정보통신 인프라를 기본적인 하드웨어적 측면에 공공복지 차원의 부가적 도시정보 및 관제서비스를 축이 되는 소프트웨어적 측면의 도시로 논의가 전개되면서 개인 휴대단말과 콘텐츠의 다양성이 추가되는 구조로 전개되어야 할 것으로 본다.

IV. 정보화 도시 적용모델 고찰

정보화도시의 적용모델은 서론에서 언급한 바와 같이 크게 디지털 인프라 기반의 하드웨어 측면과 디지털 콘텐츠 서비스의 소프트웨어 측면의 2부분으로 나뉘며, 정보통신관제센터가 그 연결고리가 되는 구조이다.



<그림 2> 정보화 도시 개념도

1. 정보 인프라

가. 통신인프라 공급측면

1) 도시 네트워크

향후, 유비쿼터스 네트워크는 3세대 이동통신(IMT-2000)과 휴대인터넷, 이동 무선인터넷, 고정 무선인터넷, 초광대역 인터넷을 기반으로 하므로, 지능형 이동전화, PDA, 노트북 컴퓨터를 자유롭게 활용할 수 있는 네트워크 구축이 필요하다. 이동통신 분야는 이동통신 3사(SKT, KTF, LGT)의 통신망 정책에 따라 현재 CDMA-1x 기술과 IMT-2000 이 혼재할 수 있으며, 신도시의 경우는 IMT-2000을 우선 구축할 수 있으며, 4세대 이동통신은 2010년 이후에는 도입 가능할 것으로 전망된다. 디지털도시에서는 이동(도보, 대중교통, 자가용 등 이용)중에 휴대용 정보단말을 사용할 수 있도록 하며, 이동통신회사에서 준비중인 위치기반서비스(LBS) 등 다양한 서비스를 사용할 수 있도록 한다. 또한, 디지털 인프라의 공동구축, 공동운영 기법을 도입하여 통신사업자의 투자비를 최소화할 수 있도록 지원하여 저렴한 통신요금을 실현함으로써 기업 및 개인의 경쟁력 강화에 도움이 되도록 할 수 있겠다.

2) 정보통신관제센터

6) LBS는 어떤 정보 기기 사용자가 어디에 있는지에 관한 정보를 활용하는 서비스이다. 예컨대, 무선 스마트폰 사용자에게 사람이 여행하고 있는 지역에 관한 특별한 광고를 제공할 수도 있을 것이다. LBS는 어떤 네트워크 사용자가 현재 위치하고 있는 위치정보를 알아내기 위해 여러 기술들을 활용한다. 그 중 하나가, 원래 미국 국방부를 위해 개발된 24개의 나브스타 위성들을 이용한 GPS이다. 이 위성들을 이용하면 지상 50~100m 내의 범위에 있는 GPS 수신기의 위치를 알아낼 수 있다.

다양한 정보통신서비스를 경제적으로 제공할 수 정보통신관제센터를 건립하여 정보시설, 관제시설, 통신시설을 구축할 수 있도록 하며, 주요 공공기관 등을 유치하여 공공서비스와 정보서비스를 동시에 제공할 수 있도록 한다.

3) 주거지역 네트워크

아파트단지과 단독주택단지의 균일한 서비스를 목표로 하며 이를 위하여 모든 가정에 광케이블을 포설하는 FTTH(Fiber to the Home)를 실현하며, 방송·통신융합서비스가 가능하도록 가구당 평균 100Mbps 이상의 대역폭을 제공할 수 있는 네트워크를 구축한다.

4) 업무·상업지역 네트워크

기업(중소 또는 벤처)에서 저렴한 통신비용으로 초고속통신을 할 수 있도록 최신기술의 광기반의 도시네트워크를 구현하여야 하며, 업무·상업지역의 건물은 모든 건물에 광케이블을 제공할 수 있는 FTTO(fiber to the Office)를 실현하며 건물은 1등급 이상의 정보통신인증을 받을 수 있도록 한다.

5) 공공 네트워크

공원, 광장, 놀이터, 주차장, 공공건물 등에서 휴대 정보단말의 자유로운 이용이 가능하도록 유비쿼터스 환경을 지향하고, 공공장소에 무인 단말(Kiosk)을 설치하여 휴대 정보단말을 소지하지 못한 주민을 위해 다양한 지역정보 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 공공장소의 이용 편리성과 안전을 위해 방범, 방재, ITS 시스템 등을 구현하여 유관기관과 협력체제를 통한 입주민의 삶의 질 향상을 도모한다.

나. 통신인프라 수요측면

정보화도시의 정보통신 인프라 수요는 다음과 같이 유선망, 전용회선, 광단국의 3개 부문으로 구분하여 예측한다.

1) 기간(유선) 통신망

기간(유선) 통신망은 정보화도시 내에 통신을 위한 기본 인프라로써 각 지역별 특징에 따라 다양한 회선종류와 다양한 수요가 예상된다. 예컨대, 주거지역의 경우 음성서비스를 위한 회선과 인터넷과 같은 데이터서비스를 위한 회선이 요구되며, 상업지역, 업무지역, 도시지원시설, 무선기지국 등에서도 유선인프라를 요구하고 이들의 요구는 사용하는 서비스의 종류에 따라 다양한 속도와 다양한 회선 종류가 요구된다.

2) 전용회선

전용회선의 주요 수요처는 일반 가정의 개인보다는 공공기관이나 기업, 사무실, 기타 공공인프라가 주류를 이룰 것이다. 기본 유선 인프라가 광케이블로 구축되기 때문에 충분한 대역을 제공할 수 있을 것으로 예상되며 다양한 고품질의 서비스와 Traffic의 증가로 요구되는 대역폭은 100Mbps가 주류를 이룰 것으로 본다.

3) 광단국

광케이블로 도시 네트워크를 구현하기 위해서는 주요 위치마다 광단국 장비가 들어가야 하며 이러한 단국이 위치하게 될 곳으로는 아파트 관리사무소 내 배선분배함(MDF)⁸⁾, 단독주택 지역 근처의 놀이터, 공공기관이나 각 건물 지하

7) 배선분배함(MDF)은 외부회선과 내부회선이 연결되는 유닛(unit)을 말한다. 이것은 내부 네트워크에 연결하기 위해 빌딩 내로 들어오는 공중 또는 사설 회선을 위해 있는 것이다.

의 통신장비실 등이 있다.

다. 공공포탈 시스템

1) 교통정보시스템(ITS)

정보화도시의 공공네트워크 중 ITS와 연동된 도시정보관제센터의 교통시스템을 활용하여 공공포탈 시스템의 교통정보 서비스 시스템을 구성한다. 예컨대, 마을버스 위치정보, 도착 예정시간, 예상 소요 시간 등의 버스 배차 운행정보를 제공하거나, 차량 항법장치에 의한 차량 위치, 주정차 안내서비스, 교통량에 따른 교통통제 및 교통상황 실시간서비스, 버스노선 안내정보 등을 제공한다.

2) 방법시스템

정보화도시의 방법시스템은 민간 방범회사에서 제공하지 못하는 공원, 가로, 광장 등의 공공장소에 대한 서비스 등을 포괄한다. 즉, CCTV, 웹카메라 등 원격감시장비를 사용한 주요 공공장소 실시간 모니터링 서비스 및 범죄나 사고 발생시 공공 콜센터나 공공 포탈 웹사이트를 통한 신고 접수와 도시 경찰 네트워크와 연계하여 처리한다.

3) 방재시스템

방재시스템이란 주요 시설물에 대한 재해 감시 화면 및 정보 제공 및 방재데이터베이스를 구축함으로써 도시 취약 지역에 대한 정보를 제공하며, 재해가 발생하는 경우, 공공콜센터나 공공포탈 웹사이트를 통한 신고 접수와 주민들의 빠른 상황대처를 위한 재해상황 및 재해대처 정보를 제공한다.

4) 전자민원시스템

온라인 민원상담서비스의 경우 도시 내의 공공기관과 연동하여 시스템을 구성하며, 민원서류 발급대행서비스의 경우 도시 내 디지털물류시스템과 연동하여 민원서류발급, 요금지불, 택배 서비스를 제공한다.

라. 정보 인프라 설계

1) 통신인프라

유선인프라의 경우는 디지털도시 중앙의 도시정보관제센터를 축으로 대규모 수요가 예상되는 업무/상업지역 중심의 링(Ring)과 아파트 단지 사이의 링으로 도시간선네트워크 (Metro Network의 Backbone)를 형성하고, E-PON⁹⁾과 같은 점 대 다점(point to multi-point) 기술을 활용하여 종단의 가입자를 수용한다. 단독주택 지역은 링에서 분기하여 간선망을 구축하고, 각 아파트단지 및 상업/업무 지역내 건물, 단독주택 및 공공장소의 네트워크는 이런 링형 백본¹⁰⁾과 링과 연결된 간선망에서 분기하여 네트워크를 구성한다. 그리고, 무선 인프라의 경우는 서비스 보급 대상지역 중 전파음영지역, 통화밀집지역, 전파혼재지역 등을 분석하여 연속적인 통화를 보장할 수 있도록 지형적 특성 및 통화량을 고려하여야 하며, 기지국 설계에 있어서는 서비스 대상지역의 전파환경을 고려한 예측모델을 구분하여 셀반경, 안테나 설치 높이 등을 설정한 후, 기지국을 배치한다. 또한 제공하고자 하는 서비스의 품질목표를 만족시키기 위하여 지형환경,

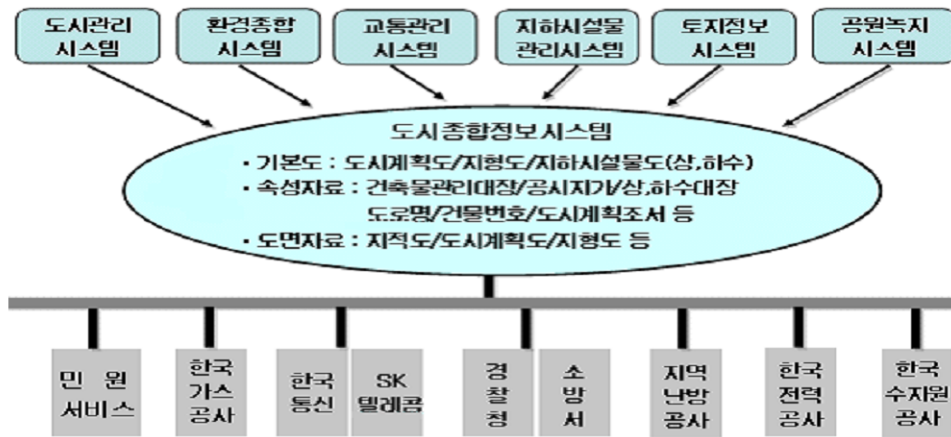
전파환경, 통화권역의 환경 및 시스템의 특성을 고려하여 표본적인 설계기준을 설정하며, 기지국 배치계획은 서비스 보급 계획에 따라 대상지역의 예상가입자 분포를 감안하여 충분한 커버리지 및 수용용량을 갖도록 초기에 배치한다.

2) 정보통신관제센터

단일 건물에 유선/위성/인터넷 방송국, 무선통신국, IDC, 콘텐츠 벤처기업, 유선통신국과 같은 통신기반 시설과 도시관제센터, 정보통신 교육센터, 행정 민원실, 우편국 등의 공공시설을 밀집시킴으로써 주민들에게 더욱 편리한 접근성을 제공하고 운영측면에서도 효율적인 관리가 가능한 구조로 설계하여 행정 및 주민의 편의를 도모하기 위한 시설이다. 즉, 정보통신과 행정, 도시관리, 공공콜센터, 우편, 문화센터가 집합된 복합 건물의 형태로서, IDC(Information Data Center), 유선방송 등이 복합적으로 입주할 수 있는 통신센터 빌딩을 건축하고 내부시스템 및 기본인프라 구축한다. 또한, 소규모 무인국사 개념의 통신시설을 보유한다. 관제센터는 도시의 공공 네트워크에 연계된 시스템을 종합 운용하여 도시관리기능을 제공하는 도시종합통제센터를 말하며, 관제센터의 구성을 보면 각종 제어기기와 운용시스템, 데이터 저장용 서버 등으로 구성되는 기기실과 CCTV, 웹카메라 등으로 전송되는 화면을 볼 수 있는 멀티스크린과 통신단말 등을 보유한 관제센터, 그리고 각종 기기, 전산시스템 등을 운용, 유지 보수하는 요원실 등으로 구성한다. 관제센터의 기능은 방범기능, ITS, 기상/오염기능, 재해기능, 비상통신기능을 제공하며, 적용 내용으로는 산업설비, 물류센터, 변전소, 무인 기지국, 산불, 공장, 건설현장, 물류창고, 상하수처리장에 대한 감시와 주정차 단속, ITS, 쓰레기투기 감시 등의 역할을 수행한다.

8) PON (passive optical network : 수동광통신망)은 광케이블 망을 통해 최종사용자에게 신호를 전달하는 시스템이다. 이 시스템은 PON이 어느 위치에서 종말 처리되느냐에 따라, FTTC(fiber to the curb), FTTB(fiber to the building) 또는 FTTH(fiber to the home)등으로 나뉘어진다.

9) 백본(backbone)은 자신에게 연결되어 있는 소형 회선들로부터 데이터를 모아 빠르게 전송할 수 있는 대규모 전송회선을 말한다.



자료 : 김형목, 지하시설물관리시스템 개선방안 연구, 한국토지공사, 2003. 10. 참조

<그림 3> 도시정보시스템 구성도

3) 가입자망(아파트, 단독주택 단지)

기존의 경우 각 사업자 별로 별도의 인프라를 필요에 따라 구현하거나 타 사업자의 네트워크를 임차하여 서비스를 제공하는 형태였으나 디지털도시는 공통의 규격을 제시하여, 동일한 품질의 인프라를 구축하도록 통신인프라의 공유화를 목표로 한다.

4) 공공네트워크

정보화 도시의 공공서비스 제공을 위한 ITS 용 각종 센서 및 측정기에서 관제센터의 제어시스템간 연결을 위한 통신관로 및 케이블을 포함한 네트워크를 말한다. 예컨대, PDA 등의 휴대정보단말을 통한 연결을 지원하며, 도시 내 Kiosk 단말 설치 등 다양한 접속환경을 지원하기 위한 인프라를 구성한다.

2. 콘텐츠 서비스

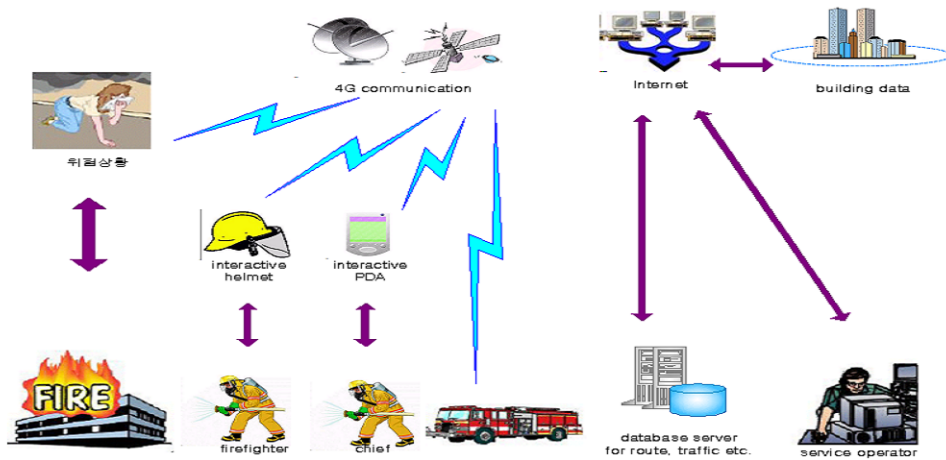
가. 도시관리 서비스

1) 도시정보서비스

도시정보서비스란 도시정보시스템(Urban Information System)을 기반으로 체계적인 도시하부 시설물을 관리하고, 이를 토대로 종합적인 도시계획 수립을 위한 의사결정 지원과 정보화, 지방화 시대에 부응하는 양질의 민원 행정 서비스를 의미한다. 이러한 도시정보서비스를 통해 도시의 부를 증대하는 정보 네트워크 도시 구현, 시민 중심의 열린 디지털 시정 도시 구현, 시민의 삶의 질을 향상시키는 생활 속의 정보 도시 구현, 창조적 지식기반 도시 건설이 기대된다.

2) 방법·방재 서비스

범죄, 화재, 가스 폭발, 붕괴, 교통 사고 등 재해 발생시 자동으로 경보를 발령하여 주고 실시간으로 대응 조치를 취하여 입주민의 안전을 완벽하게 보장하는 서비스를 말한다.



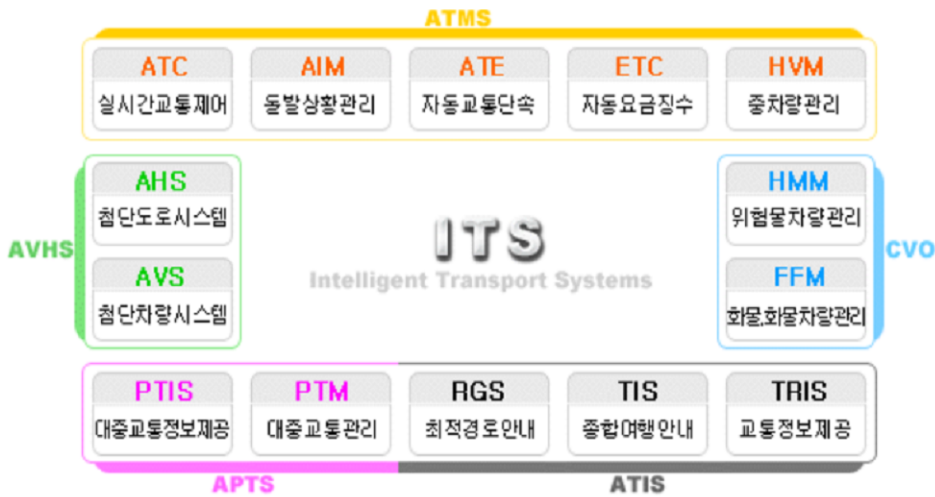
자료 : 문채 외, 도시방재에 관한 연구, 국토연구원, 2003. 7. 참조

<그림 4> 방범·방재 서비스 구조도

3) 지능형 교통 시스템 (ITS : Intelligent Transport System)

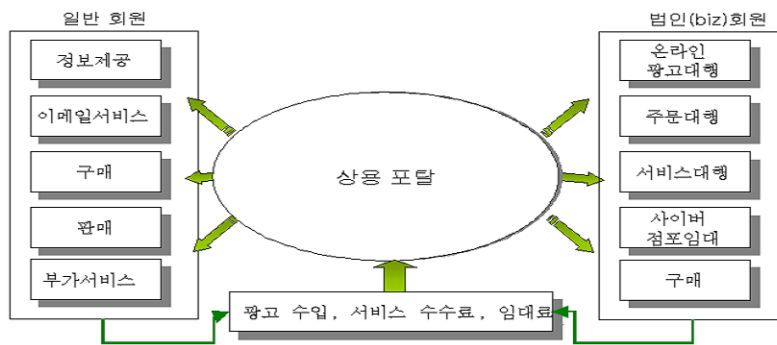
도로, 자동차, 철도, 항공, 해운 등 기존의 교통시스템에 전자, 통신, 제어 등 첨단 기술을 접

목시켜 신속, 저렴하고 안전한 교통 환경 확보와 운영의 효율화를 기하기 위한 교통시스템이며, 현재 정부의 ITS 기본계획에 따르면 2006-2010년까지 3단계 ITS가 추진되며 성숙, 고도화 단계로 지능형교통시스템이 전국에 확산

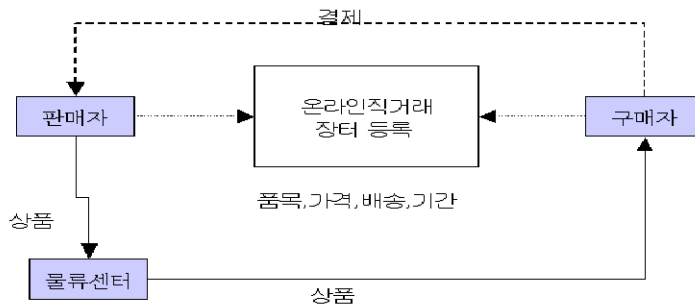


자료 : <http://its.gccity.net/> 참조

<그림 5> 지능형교통시스템(ITS)의 구성



<그림 6> 상용포털 서비스 개념도



<그림 7> 온라인 쇼핑물 개념도

되고 차세대 기술이 구현될 전망이다.¹¹⁾

나. 상거래 서비스

1) 상용포털 서비스

상용포털 서비스의 구매자와 판매자는 주로 디지털도시의 거주민, 공공기관, 사업자, 혹은 경우에 따라서는 상용 포털의 운영자이며 상용 포털은 일반회원과 법인회원에 따라 각기 다른 서비스를 제공한다.

2) 온라인 쇼핑물

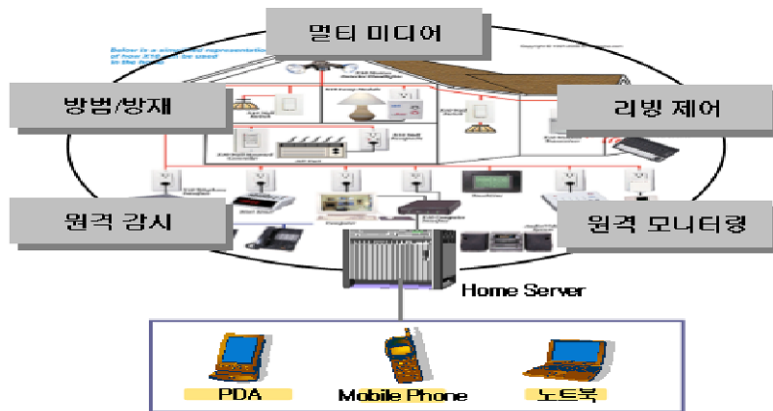
온라인 쇼핑물은 B2C 전자상거래의 대표적인

모델로서 최근 거래량이 증가하고 있으며, 초기에 B2C 판매를 주로 하던 대규모의 쇼핑물들이 일반 소비자뿐만 아니라 기업 고객을 대상으로 하는 판매와 서비스로 영역을 확장시키고 있다. 또한, 백화점이나 할인점 등의 오프라인 유통업체가 자사의 온라인 쇼핑물을 열어서 온·오프라인 유통 채널을 동시에 갖추어 경쟁력과 시장 확대를 추구하고 있는 추세이다.

3) 디지털 물류센터

정보화 도시 내에서 발생하는 물류관련 서비스 니즈를 충족시키기 위하여, 화주(화물주)와 차주(운송) 모두에게 관련 서비스를 제공하는 지역 밀착형 물류 서비스 제공을 목적으로 하는 물류센터를 말한다. 예컨대, 콜센터, 인터넷등 온라인이 통합된 서비스제공으로 주문, 수거, 수배송 서비스를 복수의 물류서비스를 제공하는

11) 정보통신부, “광대역통합망(BCN) 구축 추진 계획(안)”, 2003.



자료 : 최우혁, "홈네트워크 산업 활성화 정책방향", 한국정보진흥원, 2004. 8. 참조

<그림 8> 디지털 홈 개념도

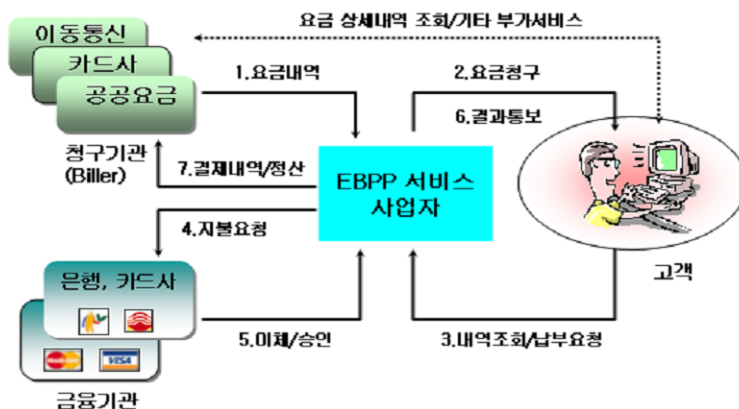
운수송사업자(차주), 창고 보관 사업자와 정보기술 관련 업체가 화주에게 관련 서비스를 편리하고 저렴하게 이용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

다. 생활환경 서비스

1) 디지털홈

디지털홈은 가전기기(에어컨, 냉장고, 오디오

와 비디오 기기 등), 창문 및 조명기기 등을 제어하는 홈 오토메이션 기능과 인터넷, 무선 이동통신을 통해 원격지 또는 주거공간 내부에서 관련 기기와 설비를 제어, 가능한 첨단 기능을 시스템화시킨 디지털도시의 전형적인 주거공간일 것이다. 실용성 측면에서 디지털홈 구축의 이점은 이러한 주거 환경을 기반으로 실생활과 직결된 서비스가 제공될 수 있어야 하고, 자연스러운 생활 패턴과 부합할 수 있어야 할 것이다.



자료 : <http://home.hanbill.com/> 참조

<그림 9> 인터넷 빌링 개념도

2) 인터넷 빌링(Electronic Bill Presentment & Payment : EBPP)

전기, 상하수도, 가스, 전화와 같은 유틸리티 뿐만 아니라 정보통신 서비스 등 주기적으로 발생하는 이용 요금 및 이용 내역을 조회하고, 요금청구서 및 이용 내역서를 이메일, 팩스, 휴대전화 등으로 전송 받을 수 있으며, 이용 요금도 납부할 수 있는 인터넷 온라인 빌링 서비스를 의미한다.

3) 사이버 빌리지

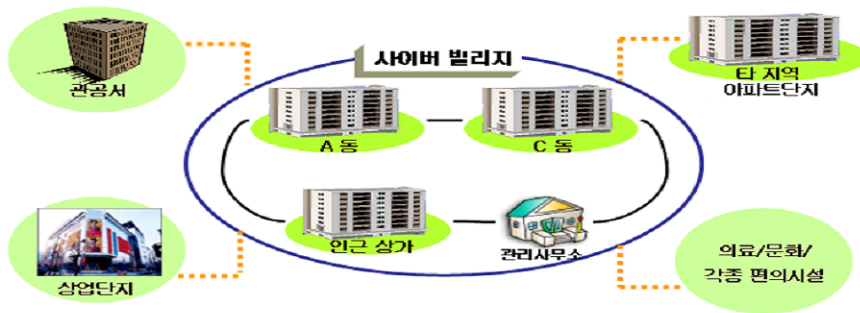
디지털 홈이 디지털 컨버전스에 의해 창조되는 주거 공간의 생활 혜택을 의미하는데 반해,

사이버 빌리지는 각 주거단지별 존재하는 포털 사이트를 중심으로 단기간 주민들, 또는 확장 개념으로, 특정 지역 주민들간에 사이버 공간상에서 형성되는 지역 공동체를 의미한다.

라. 교육 서비스

1) 공교육 서비스

공교육 서비스는 지구 내 초·중·고등학교 ICT (Information and Communication Technology)를 활용하여 학교 교육을 활성화시키고 NEIS(National Education Information System)를 통한 교육행정 정보시스템의 제공으로 구성된다.



자료 : <http://www.kwcv.or.kr/> 참조

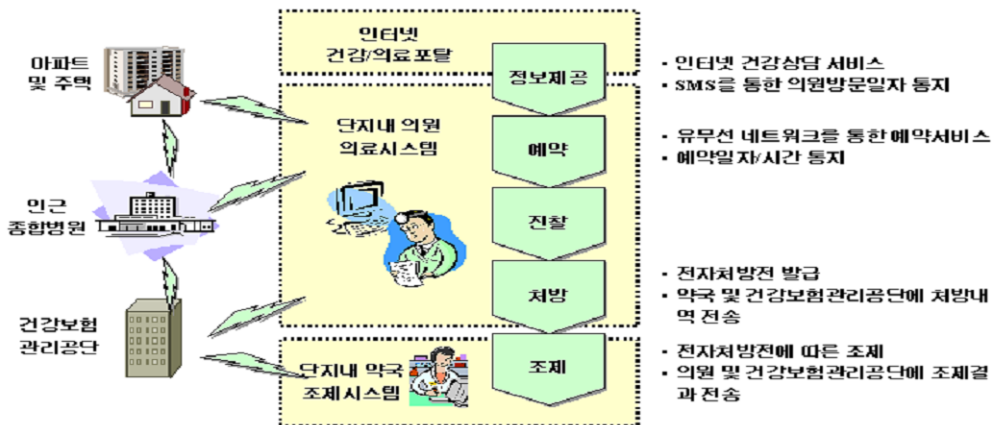
<그림 10> 사이버 빌리지 개념도



<그림 11> 공교육 서비스 개념도



<그림 12> 사교육 서비스 개념도



<그림 13> 전자 처방전 개념도

2) 사교육서비스

사교육서비스는 도시 내 여러 분야별 학원 등을 연결하는 형태를 취하여야 하며 이는 ASP(Application Service Provider)¹⁰⁾ 사업자의 등장이 예상되는 분야의 하나이다.

마. 의료 서비스

1) 전자 처방전

디지털도시의 초고속 인터넷망을 이용하여 주민이 개인 병원에서 진료를 받은 후에 종이 처방전 대신에 약국에 전자 처방전을 전달함으로써 신속하고 정확한 처방 조제가 가능한 형태의 서비스이다.

10) ASP는 소프트웨어 기반의 서비스 및 솔루션들을 중앙 데이터 센터로부터 광역통신망을 통해 고객들에게 배포하고, 관리하는 회사이다.



<그림 14> 원격진료 개념도

2) 원격 진료

원격진료 서비스는 도시 내의 일반적인 진료 서비스를 사이버 공간으로 확대하여 주기적인 건강 검진을 필요로 하는 각종 성인병(당뇨병, 심장 질환 등), 노인 질병 등을 주변 대형 병원과 연계하여 재택 진료를 제공하는 서비스를 지칭한다.

하게 한다. 재정·인사·조달 등 11대 핵심업무의 전자화를 통해 전국 어디서나 인터넷을 통해 민원 서류를 신청하거나 발급 받을 수 있는 단일 창구 기능을 제공한다.

바. 공공 및 행정 서비스

2) 온라인 투표

1) 전자정부 행정포탈

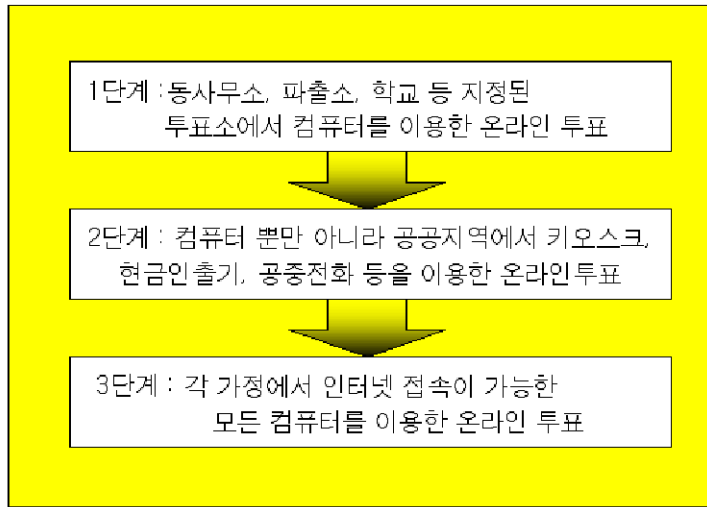
도시 내 각 가정에 인증 솔루션이 포함된 온라인 투표 소프트웨어를 제공하거나 지정된 투표 장소에서 키오스크(Kiosk) 등 컴퓨터 장비와 네트워크를 설치함으로써 투표, 집계와 통계의 편리성을 높인다. 즉, 휴대폰, PDA, IMT 2000 단말기 등 각종 정보 기기를 활용할 수 있으며 휴대폰을 갖고 있지 않은 주민들은 은행 현금인출기(ATM: Automatic Teller Machine)나 공중

전자정부 행정포탈 서비스가 현재 전국적으로 시행되고 있으며, 디지털도시 내에서도 전자정부 온라인 서비스를 가정에서 편리하게 이용

<표 2> 전자정부 행정포탈 서비스 내용

서비스 구분	서비스 내용
인터넷을 통한 민원안내 (4,000여종의 민원안내)	- 민원사무에 대한 설명, 처리 기관, 처리 절차, 수수료, 구비 서류, 관련 법 제도 등
민원신청, 처리 서비스 (393종의 전자적 민원처리)	- 행정자치부의 주민등록표 등 초본 열람 및 교부 신청 등 46종, 국세청 130종, 환경부 25종 - 전자서식, 전자서명 인증, 전자지불, 전자적 열람 및 발급 등
행정 정보 공동 이용 서비스 (20종)	- 민원 구비서류 감축, 일반행정 업무 처리를 위한 행정 정보의 공동 이용 - 주민등록등(초)본, 토지(임야)대장 등 주요 정보 20종의 공동 이용

자료 : <http://www.egov.go.kr>



<그림 15> 온라인 투표의 단계적 시나리오

전화 등 다른 정보 수단을 이용하여 투표를 가능하게 한다.

3) 인터넷 종합국세 서비스

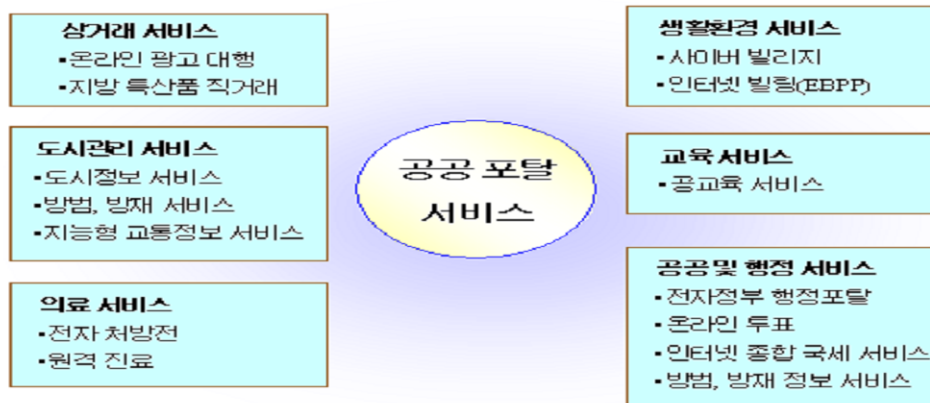
2002년 4월부터 본격 서비스에 들어간 종합국세서비스는 디지털 도시민들에게도 온라인을 통해 서비스들을 제공한다. 예컨대, 홈택스 서비

스(HTS : Home Tax Service)는 납세자가 가정이나 사무실에서 인터넷, 휴대폰을 이용하여 세무 신고, 고지, 납부, 민원 증명, 세무 상담 등 모든 국세업무를 편리하게 처리할 수 있는 국세청의 세무서비스이다.

<표 3> 인터넷 종합국세 서비스 내용

서비스	서비스 내용	서비스 시작
전자 민원	사업자등록증명 발급신청, 납세증명 발급신청, 사업자등록증명 예약신청, 납세증명 발급신청, 휴업사실증명 발급신청, 폐업사실증명 발급신청, 납세사실증명 발급신청, 소득금액증명 발급신청, 전자민원 서식	2002. 4. 1 첫 시행
전자고지	고지서 확인	2002. 4월 부가가치세
전자 납부	전자납부확인, 고지분납부, 전자신고분납부, 자진납부	전세목
신고 안내	안내 내용 확인	2002. 4월 부가가치세
전자 신고	신고서 전송 - 부가 가치세, 원천세 - 특소세 면세 승용차(승용자동차 회사 대상) 신고서 작성(일부 시범운영 세무서) - 부가 가치세, 원천세, 주세, 특별 소비세 전자 신고 확인	

자료 : www.nts.go.kr



<그림 16> 공공포탈 서비스

사. 공공포탈 서비스

공공포탈 서비스는 공유성이 높은 서비스를 디지털도시 주민들에게 온라인을 통해 통합적으로 제공하는 서비스를 말하며, 상용 포탈과는 공공서비스를 제공하는 측면에서 구분되고, 각종 정보 및 서비스를 종합적으로 제공한다는 면에서 포탈의 성격을 갖춘 디지털도시의 공공종합서비스로 정의한다.

V. 결론

사람들이 흔히 말하기를 지금은 ‘정보화 시대’라고 한다. 디지털 시대는 인터넷 확산으로 가능해진 정보화를 기반으로 서비스 통합과 정보공유를 통한 새로운 사고와 가치를 요구하는 지식정보 사회로 발전하는 힘의 원천이 되고 있다. 그리고 이제는 디지털 시대를 넘어 한 단계 더 진화한 유비쿼터스 시대로의 진입을 바라보고 있다. 즉, 모든 사물이 개별적으로 지능화될과 동시에 서로 네트워크로 연결되는 ‘지능기반 사회’로 한 걸음 씩 다가서고 있는 것이다.

정보화 도시는 언제 어디서나 누구든지 어떤 수단으로든 정보와 지식의 원천에 접속할 수 있

는 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 구현함을 비전으로 한다. 네트워크 인프라, 도시 운영, 그리고 도시 서비스의 디지털화를 지원하는 도시정보관제센터의 설치와 디지털 콘텐츠의 무한공간에서의 서비스 제공 등 미래 지향형 도시설계 개념을 창출함으로써 정보화 도시는 종래 도시개발의 패러다임을 전환할 계기를 마련하게 될 것이다. 정보통신네트워크와 디지털서비스가 선도하는 정보 접근성을 앞세운 도심의 방법·방재, 지능형 교통정보 및 도시관리 정보서비스 등은 도시의 가치를 증진시키고, 도시민의 복지에 기여할 것이다.

정보화 사회의 진전에 발맞추어 정보화 도시를 현실 속에 구현하고 또한 지속적으로 개발해나가기 위해서는 개발관련 절차 등 체계적인 제도적 준비가 요구된다. 제도적인 준비는 그 절차와 제정까지 장기간이 소요되는 점을 고려하여 관계 전문가들의 참여와 유관 기관간의 협의체 운영, 그리고 개발 추진주체 등이 함께 하는 사회적 합의를 바탕으로 추진되는 것이 바람직할 것이다.

우리나라는 과거 산업화에 일찍 눈뜨지 못하여 일제의 강압적 지배와 그로 인한 6.25 전쟁 및 남북분단의 뼈아픈 경험을 갖고 있다. 지금 지구촌 문명은 21C 세계사적인 새로운 문명 패러다임이 바뀌고 있는 정보화시대를 맞이하고

있다. 이러한 때에 우리는 디지털혁명시대의 특징적 현상들을 깊이 이해하여 정보화 시대에 앞서 나가는 국가경쟁력을 키워야 할 것이다. 그 일환으로 우리의 삶의 터전인 도시를 유비쿼터스 환경으로 만들어 나가는 일은 결코 게을리해서는 아니 될 것이다. 새로이 건설되는 도시는 물론, 기존의 도시들도 단계적으로 정보화 시대에 어울리는 디지털 환경이 구현된 도시로 만들어 우리의 삶의 질을 높이고 동시에 국가경쟁력도 강화하는 계기로 삼아야 할 것이다.

참고문헌

1. 김덕현 외3인, "상수도 유수율 향상을 위한 무선 영상원격검침 시스템 적용 분석," 서울시립대학교 토목공학과, 2002
2. 김용관, "GIS/LBS/교통정보 관련 기술," TTA저널[제89호]
3. 김형목, "지하시설물관리시스템 개선방안 연구," 한국토지공사 연구개발처, 2003.10
4. 문채 외, "도시방재에 관한 연구," 국토연구원, 2003.10
5. 오길완 외, "2003 정보통신기술 산업전망 (2003년~2007년)," 한국전자통신연구원
6. 이형호 외, "광인터넷 포럼 운영," 정보통신연구진흥원, 2003.12
7. 임주완 외, "광인터넷기술, 이동통신, 유무선 통합서비스, 휴대인터넷 등," 한국통신학회지, 2003~2004
8. 정성환, "KT의 유비쿼터스 전략," KT 경영연구소, 2003.4.15
9. 진대제 외, "Broadband IT KOREA 건설을 위한 광대역통합망 구축 기본계획," 정보통신부, 2004.2
10. 하원규 외, 『유비쿼터스 IT혁명과 제3공간』 전자신문사, 2002
11. 한은영, "지상파 이동멀티미디어방송(DMB) 도입 정책," 정보통신정책 제16권5호 통권 343호, 2004.3.16
12. 국내 무선사업자, "무선통신관련 각 무선사업자 홈페이지(SKT, LGT, KTF)," 2003.
13. 대한국토도시계획학회, "정보통신 시범도시 프로토타입 개발," 2002
14. 대한국토도시계획학회, "시범도시제도의 도입과 발전방향," 2002
15. 서울특별시 도시개발공사, "Digital Media City 기본계획," 2001
16. 정보통신부, "광대역통합망(BCN) 구축 추진 계획(안)," 2003
17. NGcN 포럼, "유무선통합 - NGcN 창립 세미나 자료집," 2002.10
18. u-Korea 포럼, "u-Korea Forum 창립기념 세미나," 2003.4
19. "Broadband IT 구현을 위한 광대역통합망 (BcN) 기술 워크샵," 2004.6.17~18
20. E. Churchill, A. Gurgensohn, L. Nelson, and A. Lee, "Blending Digital and Physical Spaces for Ubiquitous Community Participation," Communications of the ACM, Vol.47, No.2, 2004
21. D. Ferguson, J. Sairamesh, and S. Feldman, "Open Frameworks for Information Cities," Communications of the ACM, Vol.47, No.2, 2004
22. J. Hill, M. Horton, R. Kling, and L. Krishnamurthy, "The Platforms Enabling Wireless Sensor Networks," Communications of the ACM, Vol.47, No.6, 2004
23. P. Kavassalix, S. Lelis, M. Rafea, and S. Haridi, "What Makes a Web Site Popular?," Communications of the

- ACM, Vol.47, No.2, 2004
24. A. Perrig, J. Stankovic, and D. Wagner, "Security in Wireless Sensor Networks," Communications of the ACM, Vol.47, No.6, 2004
 25. L. Sproull and J.F. Patterson, "Making Information Cities Livable," Communications of the ACM, Vol.47, No.2, 2004
 26. R. Szewczyk, E. Osterweil, J. Polastre, M. Hamilton, A. Mainwaring, and D. Estrin, "Habitat Monitoring with Sensor Networks," Communications of the ACM, Vol.47, No.6, 2004
 27. A. Woo, S. Madden, and R. Govindan, "Networking Support for Query Processing in Sensor Networks," Communications of the ACM, Vol.47, No.6, 2004