

유비쿼터스 서비스의 단계적 진화 모델에 관한 연구

A Study on the Evolutionary Model for Ubiquitous Service

천안대학교, 제주대학교
진희채, 김도현

요 약 본 논문에서는 u-Korea를 구축하기 위한 유비쿼터스 서비스의 단계별 진화 모델을 개발하고자 한다.

u-Korea 서비스의 단계별 모델을 개발하기 위하여 우선 유비쿼터스 소요 기술을 분류하여야 하고 이것은 네트워크, 미들웨어, 단말 및 응용으로 구성된 4 계층 유비쿼터스 기술구조로 구분될 수 있다. 그리고 각 기술의 발전 방향 등을 토대로 각 계층에 대한 로드맵을 작성한다.

다음 단계에서는 소요 기술의 개발 수준과 구성 요소를 기반으로 유비쿼터스 서비스를 위한 참조모델을 제안하고, 각 서비스의 지능화 수준과 서비스 기술 로드맵에 따라 첫번째 P-to-M 커뮤니케이션, 두번째 상황인지, 세번째 자율성 단계로 유비쿼터스 서비스의 점진적 3단계 발전 방안을 제시한다.

그후 제시된 진화 방법에 따라서 보건·복지 분야의 국내외 유비쿼터스 서비스 사례를 분석하고, 점진적으로 개발되어지는 유비쿼터스 모형을 적용하여 보도록 한다.

주제어 : u-Korea, 유비쿼터스, 단계별 진화모델

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing) 개념은 1988년 XEROX사 PARC(Palo Alto Research Center)의 마크 와이저에 의해 처음 제안되었다. 그는 도처에 언제 어디서나 존재하고, 환경이나 사물 속에 스며들어 보이지 않는 컴퓨터를 구현하여 컴퓨터의 활용과 연결을 의식하지 않아도 되는 인간 중심의 컴퓨팅 환경을 강조하였다. 미래에 도래하게 될 유비쿼터스는 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 의식하지 않는 상태에서 장소에 구애받지 않고 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 제공할 것이다^[1-3].

기존의 인터넷 기반 컴퓨터 기술에서 정보는 데이터베이스화하여 활용됨으로 인하여 실시간적인 정보흐름이 어려웠으며, 우리 주변의 물질세계의 상황 정보를 즉시 제공할 수 없는 한계를 갖고 있다. 그러나 유비쿼터스 환경에서는 센서나 태그를 이용하여 사물을 실시간으로 감지할 수 있고, 마이크로 머신이나 로봇을 활용하여 획득한 정보를 자동적으로 전달하여 사물들의 네트워크(things to things, Internet of things, networks of atoms)화를 지향하며, 궁극적으로 사람, 컴퓨터, 사물들을 네트워크로 연결하고 3차원으로 정보를 전달하는 차세대 기술을 제공함으로써 향후 정보통신 핵심 기술로 발전할 것으로 예

상되고 있다^[14].

이런 변화에서 우리의 생활과 밀접한 환경, 행정, 교육, 보건·복지 분야의 u-Korea 서비스 개발에 대한 체계적인 접근이 시도되고 있다. u-Korea의 개념은 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 기술을 활용하여 보이지 않는 마이크로컴퓨터를 주택, 시설, 상품, 기계 등의 장소와 사물에 심어 모든 사람, 사물, 컴퓨터가 언제, 어디서나 유·무선 초고속정보통신망을 통해 연결되도록 함으로써 국가를 구성하는 모든 정부, 경제, 사회, 일상생활 공간을 지능화하여 국가 경쟁력을 향상시키고 국민의 삶의 질을 혁신적으로 개선하려는 비전을 실현시키려는 새로운 국가경영 정책·전략이라고 정의할 수 있다. 따라서 u-Korea 국가정보화 정책에서는 시간과 공간에 따라 변화하는 모든 상황정보까지 스스로 제공하는 지능화된 사물이 자율적으로 사용자에게 무의적인 서비스를 제공하고, 전자공간과 물리공간이 상호 작용하는 공간 연계형 서비스를 포함한다^[5]. 이런 u-Korea 서비스를 개발하기 위하여는 유비쿼터스 기술을 이용한 서비스 모델의 개발을 통하여 기존의 단순한 모니터링 기능에 한정된 행정, 환경, 교육, 보건 등의 서비스를 유비쿼터스 기반의 복합 단말과 다양한 네트워크를 이용한 응용 서비스로의 개발이 요구된다. 현재 정부에서도 정부 부처별로 u-Korea를 전략적으로 육성하고 있으며, 유비쿼터스 서비스를 선진국과 동등한 수준으로 기술을 확보하고, 중장기적으로 동일한 분야의 세계 서비스 시장을 선점하기 위한 다양한 전략계획을 수립하고 있다. 그러나 아직 국내 외적으로 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위한 구체적인 개발 방안, 참조 모델, 시스템 구성 등에 대한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 논문에서 u-Korea 서비스 모형을 개발하기 위해 필요한 유비쿼터스 단계별 참조 모델을 개발하고자 한다. 이를 위해 먼저 유비쿼터스 기술 구조와 로드맵을 기존의 유비쿼터스 요소 기술 관한 사례 및 기술 자료를 토대로 분석하여 보도록 한다. 그 후 유

비쿼터스 기술 로드맵과 서비스 단계를 구축하고 유비쿼터스 참조 모델을 제안한다. 제시된 참조모델로 진행하기 위하여 현재의 시스템 구조로부터 기술구조와 로드맵을 참고하는 유비쿼터스 서비스 진화 단계를 작성한다. 이렇게 작성된 진화단계를 보건복지 분야의 정보서비스 사례에 도입하여 적용하여 보도록 한다.

2. 유비쿼터스 서비스 및 기술분류 현황

2.1 유비쿼터스 서비스 분류

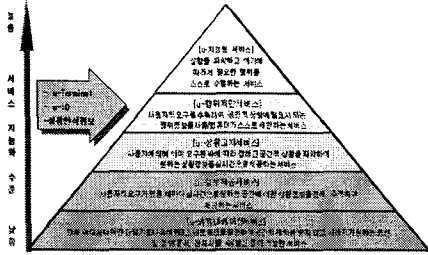
노무라 총합 연구소 등의 자료에 의하면 유비쿼터스 서비스는 크게 사물이나 시스템의 지능화 수준에 따라 다음과 같은 5가지 형태로 구분하여 볼 수 있다. 첫째로 u-커뮤니케이션 서비스는 광대역망, 모바일 네트워크, 초고속무선랜, IPv6 등의 기술이 결합된 유비쿼터스 네트워크를 단순히 전송로로 활용하여 서비스를 제공하는 것을 말한다^{[8][9]}.

다음으로 u-정보제공 서비스는 사용자의 요구가 있을 때마다 실시간으로 원하는 정보를 검색, 추적하여 제공하는 서비스 계층을 말하며 u-상황고지 서비스는 사용자에 의해 이미 지시된 바에 따라 센서나 태그 등이 상황을 스스로 파악하며 원하는 정보를 알아서 제공하는 서비스를 의미한다.

u-행위제안 서비스는 앞의 서비스 단계에서 사용자의 요구를 추측하여 상황에 필요시 되는 행위정보, 조치행위를 미리 사용자에게 제안하는 서비스 단계를 말한다.

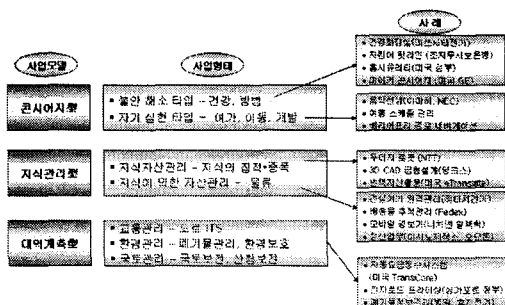
마지막으로 u-지능형 서비스는 완전히 자동화된 스마트한 서비스로서 문제 상황을 지능적으로 파악하고 여기에 필요한 행위를 스스로 수행하여 주는 서비스계층이다. 이 계층의 서비스에서는 사람이 없어도 센서나 로봇 등이 적절한 대응 수단을 강구하는 서비스를 지원한다. 이렇게 u-커뮤니케이션, u-정보제공, u-상황고지, u-행위제안, u-지능형 서비스 등의 유비쿼터스 서비스는 각종 유비쿼터

스 인프라 및 관련 기기 및 콘텐츠 개발 등과 연계되어 국가/사회/개인 생활에 전반적으로 다양한 분야에 활용될 수 있다.



<그림 1> 지능화 수준에 따른 유비쿼터스 서비스 분류

다른 관점에서 유비쿼터스 네트워크의 본질을 통해 분석한 것은 '형태지의 교환 및 공유', '커뮤니티 파위의 증대', '상태감시·위치추적 능력의 확대' 등 3가지로 정의하여 설명하고 있다. 이상의 유비쿼터스 네트워크의 3가지 본질은 콘시어지(concierge)형, 자산관리(知産管理)형, 대역계측(大域計測)형 사업모델 [그림 2]와 같은 3가지 사업모델을 제안할 수 있게 한다. 콘시어지형 사업모델이란 유비쿼터스 네트워크를 활용하여 사람들의 불안과 고민을 해소하고 생활의 질을 향상시키기 위해 보이지 않게 일상생활을 지원하는 것이다. 자산관리형 사업모델이라 지(知)를 살려서 서비스의 고도화와 효율화를 실현시키는 것으로 기업의 서비스 측면에서 중요한 사업모델이다. 대역계측형 사업모델이란 유비쿼터스 네트워크의 본질 가운데 상태감시·위치추적을 최대한으로 활용하여 사회공간의 다양한 현상을 치밀하게 포착하여 가치를 창출하는 사업을 말한다.



<그림 2> 유비쿼터스 네트워크의 3가지 사업모델

이상의 서비스와 모델을 바탕을 상호 비교 분석하여 보면 서비스의 단계별 키워드 및 변화 양상을 살펴볼 수가 있다.

2.2 유비쿼터스 기술 분류

유비쿼터스 관련 기술 분류를 위하여 해외의 주요 프로젝트들에 대한 기술 현황을 정리하여 보면 다음의 [표 1]과 같다. 대표적인 유비쿼터스 프로젝트로는 마이크로소프트사의 Easy-Living 프로젝트, 유럽의 Smart-Its 프로젝트, 미국의 버클리대의 Smart Dust 프로젝트, HP사의 Cooltown 프로젝트, 미국 MIT의 Auto-ID 프로젝트 등이 있고, 이들 프로젝트에서는 근거리무선통신, 센서기술, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems), 소형칩 기술을 개발하고 있다^[10].

<표 1> 주요 유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트와 특성

프로젝트명	핵심 기술	프로젝트 별 특성	공통특성	
Easy-Living (MS)	센서 기술	이동성+지능형	context aware services, autonomous services, location and role services, location 등 sensing services	자율형 (자율센싱, 환경적응/협력, 제어상황, 인식,)
Smart-Its (EU, ETH 등)	소형 칩 기술	무선통신 +협력적 상황인식		
Smart Dust (버클리대)	MEMS 기술	자율센싱+통신플랫폼	블루투스, 광, RF, 모리스 부호통신 등을 통한 NFC	통신 플랫폼 (네트워크, 인터넷 연결성)
Cooltown (HP)	근거리무선 기술	RealWeb(사람+사물+장소의 공존)	착용, 휴대, 부착, 내장 등	이동성 (컴퓨팅 객체의 초소형화)
Auto-ID (MIT)	복합 기술	지능D+인터넷연결성		

이제 기술을 좀 더 그룹화 하기 위하여 마크와이저의 관점에서 유비쿼터스 컴퓨팅의 개념으로 돌아가 보자. 이때의 등장하는 주요 키워드로는 컴퓨터, 네트워크, 인간 그리고 응용이

있다. 키워드를 중심으로 현존하거나 이머징 기술들 중에 유비쿼터스 컴퓨팅에 활용 가능하며 주요한 역할을 수행할 기술들을 정리하여 보면 다음의 <표 2>와 같이 정리할 수 있다.

<표 2> 현존 및 이머징 기술의 진화

기술 분야	현존기술 및 이머징기술	유비쿼터스적 기술 진화
컴퓨터	- 마이크로컴퓨터칩 - 나노, 병렬 등 고집적 기술 - 개인 인증 및 보안 기술	소형/내장형/비가시화 기술
네트워크	- 네트워크IPv6 - 장치접속기술 관련 기술	심리스한 접속기술
인간 (인터페이스)	- 수동 능동형 센서 기술 - 근거리무선기술 (블루투스, RF I/F 등)	인간과 사물간 자율형 직접 인터페이스기술
응용	- P2P/Grid 기술 - WWW, Java, Wap, XML	망기반 복합응용 / 미들웨어 기술

이들 기술은 이미 상용화되었거나 기술적으로 상용화 가능한 수준에 도달하여 유비쿼터스 컴퓨팅에 큰 영향을 미칠 것으로 추정된다. 마이크로 컴퓨터칩 기술의 경우에 동전 크기의 인터넷 서버의 개발이 가능하며, 나노기술이나 나노사이즈의 센서 및 저소비전력화기술 등은 다양한 수동형 혹은 능동형 센서가 개발되어 활용되고 있다.^{[10][11]}

블루투스나 RF인터페이스와 같은 근거리무선통신기술은 우리 주변의 전자장치들을 무선화하는 동시에 스피커, 화면, CD플레이어, 마이크 등을 하나의 독립적인 장치로 만든다. 이들 개별 무선 장치들은 사용자의 의도에 따라 화면, 스피커, 마이크가 연동되어 가라오케 시스템이 되거나 아니면 화면, 스피커가 모여 TV기능을 갖든지 혹은 CD플레이어, 전축 기능을 하게 될 것이다. 각각의 전자기기들은 결합상대나 위치에 따라 각자의 역할이 결정된다. 이와 같이 근거리무선통신기술은 단순한 통신 혹은 인터페이스 기능을 넘어 복합장치 또는 복합가전의 역할을 수행할 것이다. 따라서 유선/무선 근거리무선통신영역을 기반으로

하는 장소 중심의 유비쿼터스 컴퓨팅은 근거리 무선통신 기반의 네트워크와 양방향 인터페이스 단말 센서가 핵심 기술이다. 더불어 P2P기술은 인스턴트 메시지 프로그램에서 보여 주듯이 실시간 커뮤니케이션을 가능하게 하는 동시에 클라이언트 PC를 네트워크하여 슈퍼컴퓨팅 파워를 얻을 수 있도록 한다.

이와 같이 이미 존재하거나 나타나고 있는 기술들 중에서 IPv6은 더 많은 주소 자원을 제공하고, 블루투스, RF인터페이스기술은 근거리 무선통신과 전자객체 기반의 새로운 서비스를 창출하고, P2P와 Grid 기술을 이용한 네트워크를 슈퍼컴퓨팅 기능을 제공하고 있다. 이들 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅의 기반이 될 것이다.

[표 3] 기술 분류 관점에서의 기술 내용 분류

기술 분류	내용
기반기술	어디서나 안전하게 컴퓨터를 사용할 수 있는 기술 - 개인인증기술, 보안기술
하드웨어 기술	하드웨어성능 향상, 인터페이스 기술 - 인간중심의 비가시적 입출력기술 - 나노 병렬 등 고집적 기술 - 소형화기술 - 저소비 전력화 기술 - 내장형기술 - 기억장치기술
접속기술	하드웨어의 네트워크 및 장치기술 - 네트워크 및 근거리무선기술 - 장치접속기술
응용기술	사용자서비스제공기술 - WWW, Java, Wap, XML - Peer-to-Peer 기술
모바일 기술	- 휴대폰 등, PDA

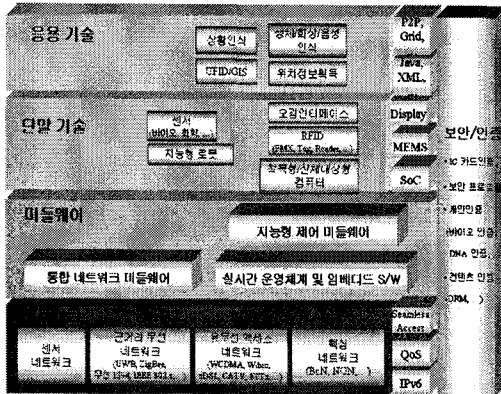
3. 유비쿼터스 기술 체계 및 로드맵

3.1 유비쿼터스 기술 구조

다양한 유비쿼터스 서비스 모델을 제공하기 위해 유비쿼터스 핵심기술과 기술 분류를 바탕으로 소요 기술을 이용한 유비쿼터스 서비스의 기술체계 분류가 요구된다. 본 절에서는 앞에서 살펴본 기술 분류와 소요 기술을

바탕으로 계층적인 기술 구조를 제안하고, 각 계층별로 요소 기술과 기초 기술로 분류하는 형태로 제시하고 있다.

<그림 3>에서는 주요 핵심기술과 기술 분류를 바탕으로 네트워크, 미들웨어, 단말, 응용계층 등의 4 계층으로 나누어 기술을 분류한 기술체계를 나타낸다.



<그림 3> 유비쿼터스 서비스를 위한 기술체계

기본적으로 플랫폼은 미들웨어를 갖고 있으며, 미들웨어를 다시 네트워크에 접속하기 위한 다양한 네트워크와 인터페이스를 제공하는 통합 네트워크 미들웨어, 하드웨어 운영과 응용 지원을 위한 실시간 운영체제와 임베디드 소프트웨어, 장비와 기기를 구성과 제어하는 제어 미들웨어로 구분할 수 있다. 단말도 서비스를 제공하는 응용부와, 정보 수집 및 정보 표현을 위한 단말부로 구분할 수 있다.

상황기반 실감형 응용기술은 시시각각 변화하는 상태와 환경을 언제, 어디서나 실시간으로 파악하여 전자공간의 애플리케이션 영역에 활용한다. 그리고 단말기술은 지능적으로 정보를 수집하거나 인간친화적인 사용자 인터페이스를 제공한다. 미들웨어는 언제나 원하는 정보를 실시간으로 이용자 요구에 맞는 형태로 제공할 수 있고, 서비스를 자유롭게 선택하고, 분산 연산 환경과 서비스를 지원하고, 데이터 네트워크와 제어를 통합하고, 기기 간의 데이터를 통합하며, 다양한 애플리케이션을 구현하기 위한 기반을 제공한다. 네트워크는 자율적으로 정보를 수집하고 초고속으로 전달하는 동

신 플랫폼을 제공한다. 보안/인증은 고도의 인증과 보안으로 프라이버시가 보호되고 다양한 서비스를 누구라도 안심하고 이용할 수 있도록 지원한다.

유비쿼터스 서비스를 제공하기 위해서 네트워크는 정보를 신속하게 전달하는 초고속 네트워크와 정보를 자체적으로 수집할 수 있는 자율적인 센서 네트워크가 필요하다. 초고속 네트워크를 핵심네트워크, 유무선 액세스 네트워크, 근거리 무선 네트워크가 있다. 핵심네트워크는 방송과 통신 및 유선과 무선을 융합하는 광대역통합통신망이나 광기반의 통신망이 될 것으로 예상되고, 유무선 액세스 네트워크에는 휴대인터넷이나 3세대나 4세대 이동통신망, xDSL, FTTx 등이 될 것으로 전망된다. 그리고 근거리무선 네트워크는 UWB, 무선 1394, IEEE 802.15, ZigBee 등이 개발될 것이고, 센서네트워크가 개발될 것으로 예상된다. 네트워크의 기초 기술로 IPv6, QoS, 끊임없는 이동성 기술 등이 필요하다.

유비쿼터스 환경을 제공하는 다양한 네트워크를 통합하면서 센서의 정보를 처리할 미들웨어는 관련 센서나 장치들을 구성하거나 제어할 수 있어야 하며, 장치들 간의 상호 인식할 수 있는 기능 등이 요구된다. 유비쿼터스 관련 기기의 운영과 필요한 정보를 검색하기 위해 실시간 운영체제와 마이크로 형이거나 나노형의 임베디드 소프트웨어 등이 요구된다.

단말부는 사용자에게 정보를 제공하는 인터페이스와 정보를 수집하는 센서부로 나뉘 볼 수 있다. 인터페이스는 인간의 감각 기관과 연동하여 오감 인터페이스와 다양한 형태로 보여주는 형태의 착복형 컴퓨팅 기술 등이 요구된다. 이들 기술을 지원하기 디스플레이 기초 기술이 필요하다. 이때 착복형 컴퓨팅은 센서부의 요소 기술로도 활용된다. 센서부에는 바이오, 화학 등의 센서, 센서의 정보를 이용하여 자율적으로 제어하고 통제하는 로봇, 식별 정보를 제공하는 RFID, 신체내장형 컴퓨팅 등의 기술이 요구된다. 이때 MEMS와 SOC는 센서부를 지원하는 기초 기술이다.

응용부에서 다양한 유비쿼터스 서비스를 사용자에게 제공하기 위한 응용 기술로 인식 기술과 콘텐츠 지원 기술 등이 요구된다. 인식 기술에는 상황인식과 생체/화상/음성 인식 기술 등이 있으며, 콘텐츠 지원 기술로 위치정보 획득과 UFID/GIS 등이 있다. 더불어 응용 서비스를 제공하기 위한 Java, XML 등의 프로그래밍 언어, 데이터를 분산하여 저장하는 데이터 그리드 및 P2P 등의 기초 기술이 필요하다.

3.2 유비쿼터스 기술 로드맵

유비쿼터스 서비스의 모델을 제시하기 위해 앞 절에서 언급한 유비쿼터스 서비스를 위한 요소 기술의 시기를 예측하여 네트워크, 미들웨어, 단말, 응용계층의 기술들에 대한 로드맵이 필요하다. 그러나 각 분야의 전문가들도 이러한 모든 기술발전 유형을 예측하기란 쉽지 않으므로 다양한 자료조사에 의한 기술예측을 수행하도록 한다¹⁾.

유비쿼터스 서비스를 위한 네트워크 기술의 로드맵에서는 센서네트워크, 근거리무선 네트워크, 유무선 액세스 네트워크, 핵심네트워크로 나누어 시기별로 개발될 세부 기술 요소를 <그림 4>에서 보여 주고 있다.

기술요소	2004-2007	2008-2011	2012-2015
센서 네트워크	무선/유선 개발/인식, 센서/태그 결합, 센서의 네트워크 결합	무선 네트워크의 개인	무선 네트워크의 개인
근거리 무선 네트워크	무선랜 802.11n, UWB / ZigBee / 무선 1389	초고속 무선랜 200Mbps	1Gbps 무선랜
유무선 액세스 네트워크	ADSL, VDSL, 2G/3G, 3G/3.1G	FTTH, 4G	
핵심 네트워크	ATM	MPLS	GMPLS

<그림 4> 네트워크 기술의 로드맵

여기서 핵심 네트워크는 음성과 데이터 융합에서 방송과 통신을 융합하는 광대역통합통신망으로 발전할 것으로 예상되고, 전송 기술은 ATM에서 광 기반의 MPLS, GMPLS 등으로 전개될 것으로 보인다. 유무선 액세스 네트워

크는 유선은 ADSL/VDSL에서 FTTH로 발전할 것을 보이고, 무선 이동통신망은 2세대와 3세대를 거쳐 4세대로 발전할 것이며, 그 과정에 휴대인터넷이 지원될 것으로 예상된다. 그리고 근거리무선 네트워크는 무선랜이 200Mbps의 초고속무선랜과 1Gbps 무선랜으로 발전하고, UWB/ZigBee/무선1389/IEEE 802.15 등이 개발될 것으로 보인다. 센서네트워크는 별도의 태그와 센서를 연결하는 형태에서 센서와 태그를 통합하여 연동하고, 센서와 네트워크를 연결하고 센서네트워크와 제어 시스템을 결합하는 형태로 발전할 것으로 예상된다. 초기에는 사물인지, 고정개체 주변 환경 인지, 개체간의 통신 위주에서 점진적으로 상황 인지와 자율적인 제어를 지원하는 통신 서비스를 제공하는 네트워크로 발전할 것이다.

유비쿼터스 서비스를 위한 네트워크 미들웨어 기술의 로드맵에서는 초기에는 Jini, UPnP, Havi 등의 홈네트워크 제어용 미들웨어, Savi와 같은 태그기반의 미들웨어가 개발될 것이고, 그 이후에는 태그와 센서를 통합하여 네트워크로 연결하는 미들웨어가 개발될 전망이다. 그리고 초기에는 자동식별 기능 위주의 미들웨어가 개발되고, 그 이후에는 상황인식 기능을 제공하는 미들웨어가 개발되고, 향후에는 자율적으로 사물을 제어하는 에이전트 기능을 포함한 미들웨어가 개발될 것으로 예상된다.

유비쿼터스 서비스를 위한 미들웨어의 운영체제와 임베디드 소프트웨어 기술의 로드맵에서는 센서 운영체제, 마이크로 임베디드 소프트웨어 플랫폼, 나노 임베디드 소프트웨어 플랫폼으로 나누어 시기별로 개발될 세부 기술 요소가 있다. 여기서 센서운영체제는 실시간에서 극소형으로 발전하고, 임베디드 소프트웨어 플랫폼은 마이크로 형태에서 나노형태로 발전하고 초소형 네트워크 모듈이 추가적으로 개발될 것으로 예상된다.

유비쿼터스 서비스를 위한 인간 친화적 지능형 단말 기술의 로드맵에서는 정보를 수집하거

1) IT신성장동력 계획 및 IT-839 표준화 로드맵과 각 기술의 발전 방향 서베이자료 등을 토대로 작성함^{[13][14]}

나 제어 역할을 담당하는 단말과 사용자에게 정보를 표현하는 인터페이스로 나누어 볼 수 있다.

기술요소	2004-2007	2008-2011	2012-2015
센서/RFID	소형화/지능형/무선형 (Smart Sensor)		
	수동형 센서 (압, 온차기, 온도, 화학, 기계량, 습도, 온도, ...)	다기능 센서	다기능 무선 센서
지능형 로봇	자율형 로봇	네트워크 기반 로봇	지능형 로봇
휴먼 인터페이스	음성인식 장치	감성인식 또는 인간-2D/3D 상호작용	상황인식/Attraction 기능
	음성형	영상 인식	영상 다중 정보 처리 인터페이스
컴퓨팅 디바이스	휴대형 컴퓨터, 박세서리형 컴퓨터	서브컴퓨터(Smart Wear)	신체 내장형 컴퓨터
	2차원 입력 장치, 반지형 무선 입력장치	3차원 입력 장치	

<그림 5> 단말 기술의 로드맵

정보수집 단말에는 센서/RFID, 지능형 로봇, 컴퓨팅 디바이스가 있다. 사용자 인터페이스에는 휴먼 인터페이스와 일부 컴퓨팅 디바이스가 있다. 센서/RFID는 Smart 센서와 같이 소형화, 지능화, 무선화로 발전할 것으로 보이고, 센서는 빛, 전자기, 온도, 화학, 기계량, 습도, 온도 등의 수동형 센서에서 다기능 센서, 다기능 통신 센서로 발전하고, 향후에는 지능형 센서로 발전할 것으로 생각된다. 지능형 로봇은 자율적 독립형 로봇에서 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위해 네트워크 기반의 로봇으로 개발되어 이동하는 센싱 기능을 제공하고, 향후에는 지능적으로 센서에서 얻은 정보를 토대로 다른 로봇과 협업하여 상황을 제어할 수 있는 로봇으로 발전할 것으로 예상된다. 휴먼 인터페이스는 음성인식에서 감성인식으로 그리고 사용자 의도인식과 상호작용 기능으로 발전할 것으로 생각된다. 그리고 접촉형과 생체인식에서 생체 다중 정보 융합과 오감 인터페이스 형태로 발전할 것으로 예상된다. 컴퓨팅 디바이스는 휴대형 컴퓨터에서 액세서리형 컴퓨터를 지나 착용형 컴퓨터와 신체 내장형 컴퓨터로 발전할 것으로 보인다. 더불어 2차원적으로 정보를 입력하는 데서 3차원 입력 장치로 발전하고 반지형 무선 입력장치 등의 다양한 입력 장치가 개발될 것이다^{[15][16]}.

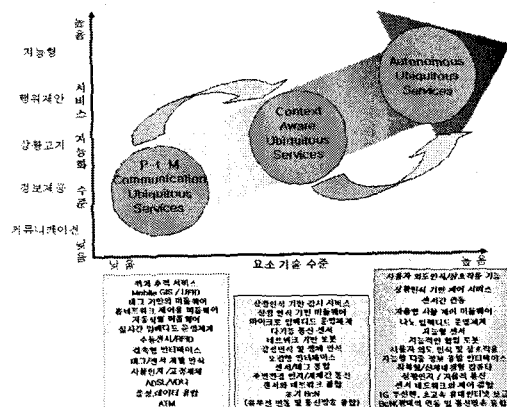
사용자에게 유비쿼터스 서비스를 위한 응용 기술은 UFID/GIS, LBS, 인식 서비스 등이 있으며, 여기서는 이들 기술들에 대한 로드맵을

살펴보고자 한다. UFID/GIS는 Mobile GIS, P2P 기반에서 시맨틱 웹 기반으로 발전할 것으로 예상된다. 그리고 UFID는 RFID 및 센서와 연동하는 형태가 될 것으로 보인다.

LBS는 GIS와 연계하는 형태에서 모바일 웹 GIS 서비스로 발전할 것으로 보인다. 대표적인 응용 기술인 인식 서비스는 위치인식에서 상황인식 기반 감시 서비스에서 상황인식 기반 감시 및 제어 서비스로 발전할 것으로 보인다. 그 외에도 유비쿼터스 서비스를 위한 세부 요소 기술이 보안, SoC, MEMS, 그리드 등의 기술 예측이 요구되나 이들 기술은 응용, 단말 기술의 발전에 따라 개발될 것으로 사료된다.

4. 유비쿼터스 서비스의 발전단계

유비쿼터스 서비스는 앞 절에서 언급한 센서, SoC, MEMS, 근거리무선 네트워크, 상황인지, 지능화와 같은 기술의 발전에 따라 다양한 형태로 전개될 것으로 예상된다. 유비쿼터스 서비스의 발전 단계를 서비스의 요소 기술의 로드맵과 서비스의 지능화 수준 정도에 따라 P-to-M (Person-to-Machine) 커뮤니케이션 단계, 상황인지(context aware) 단계, 자율성(autonomy) 단계로 3단계를 발전 단계를 구분하여 보자.



<그림 6> 유비쿼터스 서비스 발전 단계

1단계에서는 센서와 네트워크가 완전하게 결합되어 있지 않지만 위치 정보를 기반으로 커뮤니케이션과 정보 검색과 추적이 가능한

P-to-M (Person-to-Machine) 커뮤니케이션 유비쿼터스 서비스를 제공한다. 2단계에서 상황 인지(context aware)를 바탕으로 센서와 네트워크가 결합된 네트워크 기반의 상황 고지와 행위 제안이 가능한 상황인지 서비스를 제공한다. 3단계에서는 지능적인 센서와 로봇, 상황인지와 제어가 결합한 높은 지능을 가지고 자율적인 유비쿼터스 서비스가 지원된다.

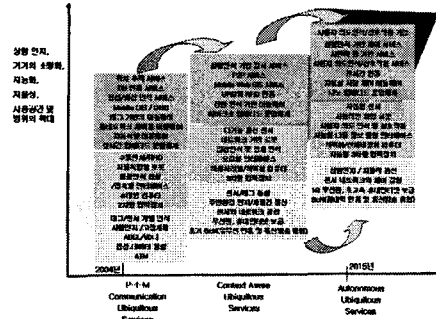
각 단계에 해당하는 기술을 좀더 세부적으로 구분하여 보면 <그림 7>과 같다.

1 단계에서는 수동센서/RFID, 자율독립형 로봇, 실시간 임베디드 운영체제, 접속형 인터페이스, 위치 추적, 음성 및 화상 인식 등의 기술이 제공될 것으로 보인다. 이들 기술을 중심으로 언제 어디서나 어떤 단말로 커뮤니케이션이 가능하고 사용자의 요구가 있을 때마다 실시간으로 원하는 상황 정보를 검색하고 추적할 수 있는 정보 제공 서비스가 지원되는 P-to-M 커뮤니케이션 서비스를 제공한다.

2 단계에서는 상황인식, 네트워크 기반 로봇, 주변환경 인지, 감성 및 생체 인식, 다기능 센서, 오감형 인터페이스, 센서와 네트워크 결합, 초기 광대역통합통신망, 착복형 컴퓨터 등의 기술을 바탕으로 네트워크 기반의 유비쿼터스 서비스가 제공된다. 사용자에게 의해 이미 요구된 바에 따라 정해진 공간적 상황을 파악하여 원하는 상황정보를 실시간으로 제공하는 상황고지 서비스를 제공하고 더불어 사용자 요구를 추측하여 공간적 상황에 필요시 되는 행위 정보를 사물/컴퓨터가 스스로 제안하는 행위제안서비스가 제공될 것이다. 이때 상황 인식을 기반으로 하고 있어 상황인지 기반의 유비쿼터스 서비스라 말할 수 있다.

3단계에서는 센서네트워크와 제어 결합, 상황인지에 의한 자율적 통신, 초고속 휴대인터넷, 광대역 연동 및 통신방송 융합, 지능형 협업 로봇, 지능형 센서, 나노 임베디드 운영체제, 착복형/신체내장형 컴퓨터, 자율형 사물 제어 미들웨어, 상황인지 기반의 제어 서비스 등이 개발될 것으로 예상된다. 이들 기술을 기반으로 상황을 파악하고 이것에 적합하고 필요한 행위를 로봇이나 다른 시스템을 이용

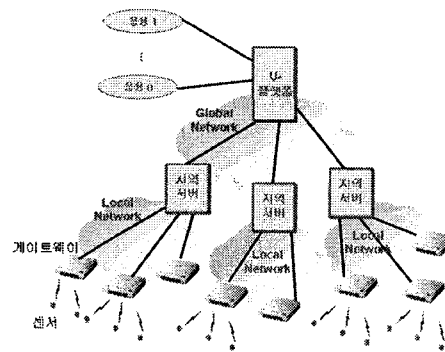
하여 스스로 수행하며, 보다 자율적이면서 지능적인 유비쿼터스 서비스가 제공될 것으로 전망된다.



<그림 7> 서비스 발전 단계에 따른 소요 기술

5. 유비쿼터스 서비스의 단계별 진화모델

u-Korea에서는 e-Korea와는 다르게 사람과 컴퓨터뿐만 아니라 물리적 사물까지 네트워크로 연결하여 국가를 구성하는 모든 정부, 경제, 사회, 일상생활 공간을 지능화함으로써 국가 경쟁력과 국민의 삶의 질을 개선하려고 한다. 이를 위해서는 각 분야에서 구축될 수 있는 유비쿼터스 서비스의 궁극적 참조 모델이 제시되어야 한다. 기술체계를 고려하고 자율성이 확보된 상태의 유비쿼터스 서비스 모형을 그림으로 나타내면 다음의 <그림 8>와 같이 나타낼 수 있다.



<그림 8> 유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델

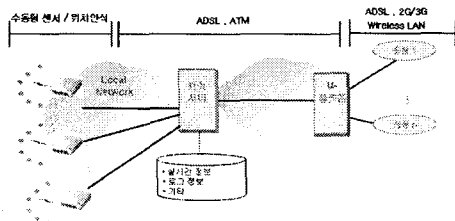
유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델은 기본적으로 센서부, 지역서버, 플랫폼과 응용으로 나누어 볼 수 있다. 센서부는 RFID/센서를 통해 정보를 수집하여 게이트웨이에 전달하고,

지역서버는 여러 게이트웨이에서 수집된 자료를 데이터베이스에 저장하고 관리자에게 정보를 알리는 역할을 수행한다. 플랫폼은 전체 시스템을 관리하여 타 시스템과의 연동과 일반 사용자에게 정보를 공개하는 응용에게 정보를 제공한다.

이제 이 모델에 접근하기 위하여 각 단계별 서비스 모형에 맞추어 참조모델에서 도입될 수 있는 기술들을 배경으로 단계별 참조모델을 제시하여 보자.

5.1 P-to-M 커뮤니케이션 서비스 단계

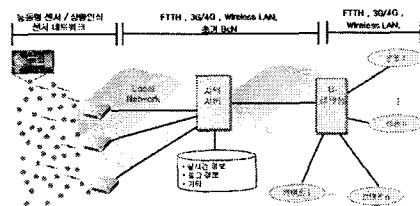
1단계 P-to-M 커뮤니케이션 기반의 유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델에서는 수동 고정형, RFID, GPS 등의 센서를 이용하여 데이터를 수집한다. 게이트웨이와 가까이 위치한 사물의 위치정보, 상황정보 등을 실시간으로 수집하여 지역 서버에 전달하여 데이터베이스에 지속적으로 저장한다. 만약 위급한 상황이 발생할 경우 관리자에게 긴급메시지를 전달한다. 그리고 주기적으로 플랫폼에 가공된 정보를 전달하여 일반 사용자가 확인할 수 있도록 한다. <그림 9>는 1 단계 유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델을 보여주고 있다. 예를 들어 산불 감시에 적용할 경우 온도 센서를 통해 상황 정보를 지역 서버에 전달하여 데이터베이스에 저장하고 관리자가 주기적으로 정보를 검색하고, 위급할 경우 지역 관리자에게 알람 메시지를 전달하여 상황에 대처할 수 있도록 한다. 그 상황과 처리 결과를 플랫폼에 전달하여 산불 이력을 관리하고, 만약 지역적으로 처리가 어려울 경우 플랫폼을 통해 중앙 관리자에게 알려 조치를 취하도록 한다. 산불에 관련된 이력 정보는 응용을 통해 일반 사용자들에게 제공한다.



<그림 9> P-to-M 서비스 단계

5.2 상황인지 기반 유비쿼터스 서비스 단계

2단계 상황인지 기반의 유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델에서는 능동형, 다기능 복합 센서를 위주로 센서 네트워크가 형성되어 멀티홉을 거쳐 다양한 데이터를 수집할 수 있다. 게이트웨이와 먼 거리에 위치한 사물의 정보를 실시간으로 수집하여 지역 서버에 전달하여 데이터베이스에 저장할 뿐만 아니라 상황 정보에 따른 추론 과정을 통해 대처 메시지를 전달한다. 그리고 플랫폼에서는 관련 분야의 콘텐츠 서버와 연결되어 풍부한 정보를 관리자와 일반 사용자에게 제공한다. <그림 10>은 2 단계 유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델을 보여주고 있다. 예를 들어 산불 감시에 적용할 경우 광범위한 지역에 위치 기반의 온도 센서를 배포하여 상황 정보를 획득하여 지역 서버에 전달하고, 위급한 상황이 발생할 경우 지역 관리자에게 알람뿐만 아니라 추론 과정을 통해 행위 고지메시지를 전달하여 상황에 대처할 수 있도록 하고, 플랫폼과 연결된 GIS 서버를 통해 그 지역 정보를 획득하여 산불의 정확한 위치와 범위를 파악할 수 있다.



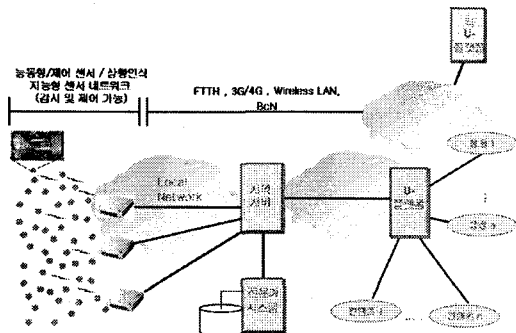
<그림 10> 상황인지 서비스 단계

5.3 자율적인 유비쿼터스 서비스 단계

3단계 자율적인 유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델에서는 센서와 제어 기능이 융합되어 상황인지 기반의 제어 서비스가 제공되고, 지능형 센서나 로봇이 제공된다. 따라서 센서부는 센서와 제어기가 공존하여 실시간 정보를 수집하면서 위급 시 센서는 지역 서버에게 긴급메시지를 전달하고 전문가 시스템은 상황을 인지하여 제어기기에 명령을 내리는 양방향 자

을 통신을 수행한다. 그리고 플랫폼은 콘텐츠 서버와 연동할 뿐만 아니라 타 유비쿼터스 시스템과 연결하여 보다 더 능동적으로 상황에 대처한다.

<그림 11>은 3 단계 유비쿼터스 서비스를 위한 참조 모델을 보여주고 있다. 예를 들어 화재가 발생할 경우 센서를 통해 상황 정보를 획득하여 지역 서버에 전달하고, 전문가 시스템을 통해 소화로봇을 제어하여 불을 끄거나 119에 자동으로 연락할 수 있다. 그리고 플랫폼과 연결된 타 u-교통시스템을 통해 차량과 지역 주민을 대피할 수 있도록 한다.



<그림 11> 자율반응 서비스 단계

이제 각 단계별 모델에서 센서부, 지역서버, 플랫폼 등의 구성 요소에 대한 특징을 구별하여 정리하여 보면 <표 4>와 같다.

<표 4> 각 단계별 모델의 구성 특징

단계	센서부	지역서버	플랫폼
P-to-M 커뮤니케이션 (1단계)	1 홉 센서 연결, RFID/GPS/수동 고정형 센서 위주	실시간 정보 저장	사용자에게 서비스 제공
상황인지 (2단계)	멀티홉 센서 연결, 능동 다기능 이동 센서 위주	상황 인지 기능 지원	콘텐츠 서버 연결
자율성 (3단계)	센서와 제어 융합	전문가 시스템과 연동	타u-시스템과 연결

6. 단계별 진화 적용사례 : 보건·복지

본 장에서는 유비쿼터스 서비스의 단계별 진화모형을 보건·복지 서비스에 적용하여 보도록 한다.

보건·복지 분야는 국민 개인의 삶의 질과 생명 안위등과 관련된 서비스 분야로 유비쿼터스 기술을 이용한 다양한 서비스가 개발되고 발굴되고 있다. 따라서 이 분야에 대한 국내 도입 단계를 적용시켜 보도록 한다.

6.1 보건·복지 정책 및 시스템 현황

정부의 보건 및 복지 분야에서는 복지사회 구현 및 국민 삶의 질 향상을 도모하기 위하여 보건 및 복지 정보서비스를 신속하고 균등하게 제공함으로써 대민서비스를 향상시키고, 보건·복지 정보 활용의 극대화로 보건산업분야에 대한 국제 경쟁력을 확보하고, 보건·복지부와 사회복지부 정보화의 균형적 발전을 도모하고자 한다. 또한, 정보 공동 활용의 체계화 및 보건·복지정보화 촉진의 효율화를 도모한다.

정부의 보건·복지 정보화 계획에 의한 보건·복지 정보시스템들은 복지서비스 분야, 보건산업분야, 보건의료분야, 사회보험 분야로 구분된다. 먼저 복지서비스 분야에는 장애인, 영유아, 저소득층 사회 소외계층을 지원하고 복지 국가를 건설하기 위한 서비스를 제공하기 위해 사회복지 자원관리시스템, 아동보육종합 정보화, 국가 복지정보 포털 사이트 구축, 장애인 차량지원 프로그램 개발 등을 추진하고 있다. 그리고 보건산업분야 정보화 시스템에서는 식품, 의약품 등에 대한 관리 및 안정성을 확보하고, 국가적인 활동들을 정보화하기 위해 수입 식품 정보화, 식품·의약품 등의 독성관리 정보화, 실험실정보화, 식·의약품 종합 정보서비스 구축 등을 추진하고 있다. 보건의료 분야는 국민 건강과 밀접한 질병, 의료와 관련된 모든 정보화가 포함된다. 마지막으로 사회보험 분야에서는 4대 보험을 포함하는 국민 보험 제도를 지원하기 위한 시스템을 구축하고 있다^{[17][18]}.

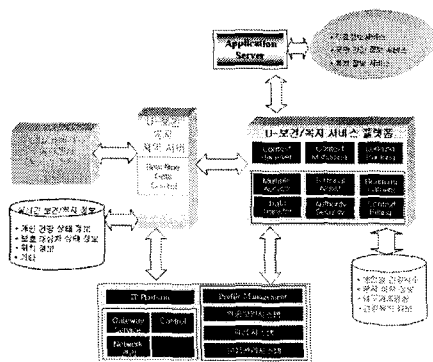
6.2 유비쿼터스 보건·복지 서비스 단계별 모형

6.2.1 1단계 모형

유비쿼터스 보건·복지 서비스를 제공하기 위한 1단계 서비스는 복지 및 건강정보 공유와 원격 진료와 상태 정보를 제공하는 건강 복지 시스템으로 구축될 것으로 예상된다. <그림 12>는 건강 정보와 원격 감시를 제공하는 보건·복지 서비스를 제공하는 모형을 보여주고 있다.

이 시스템은 개인의 건강을 확인하고 원격 의료 서비스를 제공하는 보건 의료 시스템과, 아동, 노인 및 장애인 등의 위치 정보를 이용하여 보호 대상자를 보호하는 원격 케어 시스템이 있다. 그리고 개인별 건강 관리와 보호 대상자에 대한 케어를 함께 제공하는 원격 복지 의료 시스템으로 나누어 볼 수 있다.

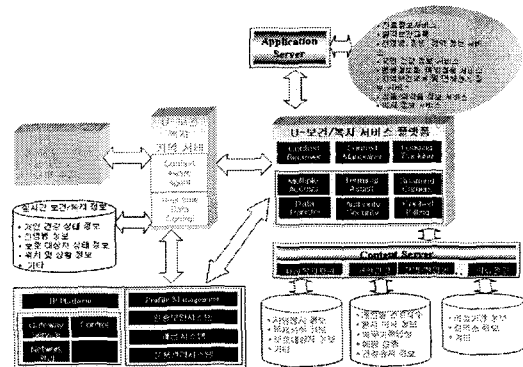
건강 위주의 보건 의료 시스템은 주요 의료 정보, 병력 및 개인 이력정보의 상태를 의료 기관들이 서로 공유하며 개인의 건강관리를 시스템에서 일원화한다. 그리고 집안, 사무실 등에서 모니터 등을 통하여 원격진료를 수행하고 환자 및 개인위생 정보를 관리한다. 더불어, 플랫폼에서 의료정보, 병력 및 개인 이력정보 등의 개인건강 정보를 데이터베이스에 저장하여 응용서버를 통해 의료기관들이 서로 공유하고, 개인이 자신의 건강 상태를 확인할 수 있다. 1 단계 서비스를 제공하는 예로 (주)마쓰시다 전기산업의 건강화장실 시스템, 전자건강 체크 시스템 등이 있다.



<그림 12> 유비쿼터스 보건·복지 서비스 1단계 모형

6.2.2 2단계 모형

유비쿼터스 보건·복지 서비스를 제공하기 위한 2단계 서비스 모형은 상황 인지와 센서 네트워크를 이용한 복지/건강 케어 모니터링 및 보건·복지 관리 시스템으로 구축될 것으로 예상된다. <그림 13>은 건강 정보와 원격 감시를 제공하는 보건·복지 서비스를 제공하는 모형을 보여주고 있다.



<그림 13> 유비쿼터스 보건·복지 서비스 2단계 모형

유비쿼터스 보건·복지 서비스 2 단계 모형의 콘텐츠 서버는 사회복지자원 정보, 개인건강 정보, 질병, 의료 환경 정보 등을 갖고 있으며, 플랫폼은 지역 보건·복지 서버, 콘텐츠 서버, 응용 서버와 정보를 전달하고 전체적으로 시스템을 제어 관리한다. 그리고 응용 서버는 국민에게 진료정보서비스, 원격보건교육, 전염병, 질병, 검역 정보 서비스, 국민 건강 정보 서비스, 병원정보화, 예방접종 서비스, 지역보건 의료 및 면허관리 정보 서비스, 식품/의약품 정보 서비스, 복지 정보 서비스를 제공한다. 이들 서버와 플랫폼 및 사용자들은 IP 기반의 통신망을 통해 상호 정보를 전달한다.

이 시스템은 보호대상자에 대한 상황을 인지하고 신속하게 대처하는 상황 인지 기반의 복지 케어 시스템과, 개인별 건강의 상태를 인지하여 처리하는 상황 인지 기반의 헬스케어 모니터링 및 건강관리 시스템 등이 있다. 그리고 상황 인지 기반의 통합 복지 케어와 헬스케어 시스템으로 구축될 것으로 예상된다.

2 단계 서비스를 위한 시스템은 상황 인식

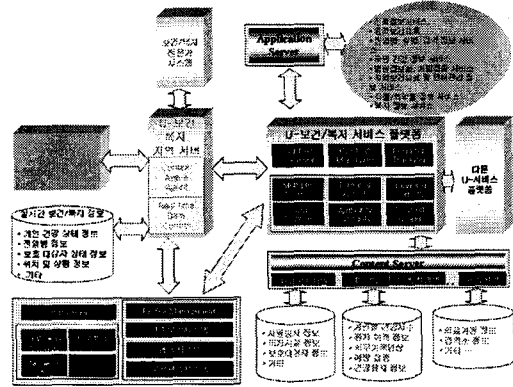
기술의 발전으로 상황에 대한 추론이 가능하여 긴급한 상황에서 대처할 수 있는 방안을 제공하고, 센서와 네트워크 결합으로 광범위한 지역에서 정보를 자율적으로 수집할 수 있을 것으로 사료된다.

2 단계 시스템들 중 헬스케어 모니터링 및 건강관리 시스템은 기존의 의료정보 공유와 실시간 진료시스템을 확장하여 새로운 기술을 추가하고, 다양한 바이오 센스와 결합된 다양한 이동 단말기 및 장비를 이용한 사용자의 건강상태를 파악한다. 특히, 사용자의 시계, 핸드폰, 신용카드 등 네트워크와 연계되는 장비를 이용하여 사용자의 건강상태에 대한 정보를 수시로 전송하고 건강을 관리한다. 더불어, 사용자가 보유하는 장비나 극소장치는 별도의 설치나 변경 없이 인근 시스템과 통신이 가능하게 하여 서비스의 실시간성과 진단, 처방의 유효성을 확보한다. 또한, 기존의 보건·복지 시스템 간의 연동 서비스를 제공되고, 사용자가 보건·복지에 관련된 콘텐츠를 플랫폼을 통해 검색할 수 있다. 이 단계에서는 바이오센서 기술을 이용하여 건강상에 문제가 발생하면 적극적인 컨설팅 및 진료·치료행위를 수행할 수 있다. 또한, 복지 서비스에서는 보호대상자에 대한 케어 서비스뿐만 아니라 의식생활 컨설팅 시스템 등과 연계하여 개인의 의생활, 식생활에 대한 조언 및 조치를 수행할 수 있다.

이모형과 유사한 연구는 미국 오리건주 밀워키에서 엘리트 케어 프로젝트와 미국 로체스터 대학 미래건강센터에서 스마트 의료 홈 프로젝트가 있다.

6.2.3 3단계 모형

유비쿼터스 보건·복지 서비스를 제공하기 위한 3단계 서비스는 상황인지 기반 제어, 지능형 센서, 자율적인 통신 등의 기술을 이용하고 보건·복지 콘텐츠를 통합한 지능형 보건·복지 케어시스템으로 구축될 것으로 예상된다. <그림 14>는 유비쿼터스 보건·복지 서비스를 위한 3단계 모형을 보여주고 있다.



<그림 14> 유비쿼터스 보건·복지 서비스 3단계 모형

2단계 서비스에서 상황 인지에 실시간 제어 기능이 포함되고, 이와 같은 제어 기능을 제공하기 위해 지역 전문가 시스템이 도입된다. 여기서 지능형 의료 지시나 자율적인 케어 서비스를 제공하기 위하여 지능형 로봇, 신체내장형 컴퓨터 등이 실시간 제어 기능을 수행할 것이다. 그리고 지역 전문가 시스템에서 처리하지 못하는 서비스인 경우에는 플랫폼을 통해 다른 시스템이나 타 U-서비스 플랫폼으로부터 서비스를 받을 수 있도록 한다.

또한 보건 의료 서비스와 복지 케어 서비스의 통합과, 보건과 복지 콘텐츠의 통합을 통해 사용자들의 개인 건강, 질병, 의료 및 복지 시설 등의 정보를 획득할 수 있을 것으로 보인다.

이 단계에서 보건의료 서비스는 바이오 기술, 나노기술들이 활용되어 적극적인 진단 및 진료, 처방조치가 이루어질 것이다. 더불어 Smart Wear, Health shoes, 건강벨트 등이 개발되어 의생활을 이용한 건강을 진단하고 관리할 수 있으며, 비만관리, 의약품 및 건강보조식품 관리, 체내 독성물질 감시 장치를 이용하여 자율적으로 건강을 진단하고 관리할 것으로 예상된다.

6. 결론

최근 물리적 생활공간을 네트워크를 연결하고 지능화하여 국민의 삶의 질을 혁신하고

국가 경쟁력을 향상시키기 위한 u-Korea 서비스 개발에 관심이 집중되고 있다. 이에 본 논문에서는 u-Korea를 구축하기 위해 유비쿼터스 서비스 단계별 참조 모델을 개발하고, 단계별 진화방안을 제안하고자 한다.

이를 위해 유비쿼터스 서비스를 제공하는 모형을 우선 개발하도록 한다. 이 개발 방법에서는 우선 유비쿼터스 소요 기술을 분류하여 네트워크, 미들웨어, 단말 및 응용으로 구성된 4 계층 유비쿼터스 기술구조를 제시한다. 그리고 각 기술에 대한 기술발전 방향 등을 토대로 소요기술 로드맵을 작성한다. 이렇게 작성된 기술구분과 기술별 로드맵을 토대로 단계별로 가능한 서비스 유형을 구분하도록 한다.

구분된 서비스 단계는 첫번째 P-to-M 커뮤니케이션 단계, 두번째 상황인지 단계, 세번째 자율성 단계이며 이것이 유비쿼터스 서비스의 점진적 3단계 발전 방안이 된다.

마지막으로 개발된 단계별 진화정책을 보건·복지 분야의 서비스 사례에 적용하여 보고 단계별 모형을 제시하였다. 이와 같은 방식을 통하여 정부 및 민간에서 요구되는 유비쿼터스 서비스를 좀 더 효율적으로 개발할 수 있는 기반을 마련할 수 있다.

< 참고 문헌 >

[1] Mark Weiser, "The Computer for the Twenty-First Century", Scientific American. 1991.
 [2] Mark Weiser, "Hot Topics: Ubiquitous Computing", IEEE Computer. Oct. 1993.
 [3] Mark Weiser, "Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing", Communications of the ACM, July 1993.
 [4] Martin Strassner and Thomas Schoch, "Today's Impact of Ubiquitous Computing on Business Process", Pervasive 2002 short paper proceedings

[5] 최남희, "유비쿼터스 정보기술을 활용한 물리공간과 전자공간 간의연계구도와 어플리케이션 체계에 대한 연구", Telecommunications Review, 제13권 1호, 2003년 2
 [6] 하원규, "u-Korea 구축전략과 행동계획: 비전, 이슈, 과제, 체계", Telecommunications Review, 제13권 1호, 2003년 2월
 [7] 하원규, 김동환, 최남희, "유비쿼터스 IT 혁명과 제3공간-물리공간과 전자공간의 융합", 2003년 2월 전자신문사
 [8] 노무라총합연구소, "유비쿼터스 네트워킹과 시장창조", 2003년 2월 전자신문사
 [9] 노무라총합연구소, "유비쿼터스 네트워크와 신사회 시스템", 2003년 2월 전자신문사
 [10] 김완석, 김정국, 김호기, 김창석, 구홍서, 이상범, 박태웅, 이성국, "유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 인프라 그리고 전망", 한국정보처리학회 제 10권 제 4호 2003년 7월
 [11] 이상학, 조위덕, "유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크", 전자공학회지, 제 30권 제 11호, 2003년 11월
 [12] 정보화 기술연구소 u-Korea 포럼 준비위원회, "유비쿼터스 네트워크 기술의 미래 전망에 관한 검토 사항", 2002년 6월
 [13] 한국정보통신기술협회, "IT 839 전략 표준화 로드맵 종합 보고서", 2003년 12월
 [14] 정보통신부, "IT 신성장동력 마스트 플랜", 2004년 6월
 [15] 이덕동, "Ubiquitous Network와 센서기술", Telecommunications Review, 제13권 1호, 2003년 2월
 [16] 김채규, 김홍남, 임채덕, "유비쿼터스 시대를 향한 임베디드 소프트웨어 발전 방향 및 개발 전략", Telecommunications Review, 제13권 1호, 2003년2월
 [17] 보건·복지부, "2004년 보건·복지 정보화 촉진 시행 계획", 2003년 12월
 [18] 김선경, 이미숙, "유비쿼터스 정보기술을 활용한 차세대 전자정부 서비스의 구도와 프로토타입에 관한 연구", 2002 정보화 촉

진 논문현상 공모 당선작

- [19] 이성국, 김완석, “ 세계 각국의 유비쿼터스
컴퓨팅 전략”, 2003년 10월 전자신문사
- [20] 이성국, “미국 일본 유럽의 유비쿼터스
컴퓨팅 전략의 비교론적 고찰”,
Telecommunications Review, 제13권 1호,
2003년 2월
- [21] Stanford, V., “Using pervasive computing
to deliver elder care”, IEEE Pervasive
Computing, March 2002
- [22] [http://www.futurehealth.rochester.edu/
smart_home/](http://www.futurehealth.rochester.edu/smart_home/)