

主題

Ubiquitous 혁명과 IPv6

모다정보통신 연구소장 김 용 진
모다정보통신 연구원 진 재 경

차 례

- I. 서론
- II. 유비쿼터스 환경
- III. IPv6의 구조 및 기능
- IV. Ubiquitous 환경 구축을 위한 IPv6 발전 방향
- V. 결론

요 약

유비쿼터스 혁명은 현재 사용되고 있는 모든 통신단말기는 물론, 모든 사물에 소형의 컴퓨터가 내장되고 해당사물의 기능 및 상태와 같은 정보를 광대역의 네트워크 환경을 통해서 자유롭게 주고 받는 환경을 구성하여, 기존에 공상과학 영화에서나 볼 수 있었던 미래 인류의 삶을 구체적으로 현실화 시킬 수 있을 것으로 기대된다. 유비쿼터스 환경은 인터넷을 기반으로 구축될 전망이며 무수히 많은 단말 및 각종 센서들을 유무선 통신기술로 연결하기 위해서는 방대한 양의 식별자가 필요하다. 그러나 기존 인터넷 망에서 사용되고 있는 IPv4의 경우 그 식별자인 인터넷 주소가 이미 부족한 상태이므로 유비쿼터스 환경에 적용하기는 어려운 상황이다. 따라서 유비쿼터스 혁명을 위해서는 새로운 인터넷 주소체계를 필요로 하는데 차세대 인터넷 프로토콜로 개발된 IPv6는 이러한 유비쿼터스 환경에 적용될 수 있

는 많은 장점을 가지고 있으며 유비쿼터스 혁명을 시작하고 완성할 수 있는 핵심 기능으로 주목 받고 있다.

본 논문에서는 이러한 미래사회의 모습을 변화시킬 유비쿼터스 혁명과 이러한 혁명을 성공적으로 이끌기 위해 필수적인 네트워킹 기술로서의 IPv6의 주요 특성과 향후 발전 방향에 대해 기술한다.

I. 서론

20세기의 마지막을 화려하게 장식하며, 인류사회의 모습을 획기적으로 변화시킨 정보통신 혁명은, 인간의 삶을 현실세계의 물리적인 공간에서 인터넷 망을 기반으로 한 전자공간으로 확장시켰다. 하루가 다르게 발전하는 컴퓨팅 기술과 유무선 통신기술은 인터넷 망에 현실세계의 또 다른 축소판인 가상의 세계를 구축하였으며, 이러한 가상의 세계는 이전의 상식으로는 불가능한

것으로 여겨졌던 시간적, 공간적 제약을 극복하고 전 세계를 하나의 공간으로 끌어들이는 놀라운 흡입력을 과시하게 되었다. 그러나 이러한 가상의 세계는 실제로 우리가 숨쉬고 있는 현실의 세계와 분리된 또 하나의 새로운 공간으로 존재하게 되어 현실세계와 융합되지 못하는 한계를 가지고 있다. 분리된 두 공간을 하나의 공간으로 통합하여 가상의 세계를 현실로 끌어내고 현실세계의 모든 사물에 컴퓨팅 능력을 부여하여 이들 간의 유기적인 커뮤니케이션을 가능하게 하려는 노력이 유비쿼터스 공간 혁명을 시작하는 계기가 되었다. 유비쿼터스 공간혁명이라는 새로운 개념은 인류의 현재와 미래의 삶을 근본적으로 변화시킬 것으로 기대되고 있다.

정보혁명은 인간의 능력으로는 상상도 못할 정도의 정보처리능력을 보유한 컴퓨터 및 PC의 등장, 그리고 웹 서비스 (World Wide Web Service)로 인해 폭발적으로 확장되었으며, 범 세계적인 정보통신 망으로 발전한 인터넷의 출현으로 본격화되었다. 이러한 정보혁명은 그 동안 도시와 국가, 대륙간에 존재하던 지리적인 공간의 제약을 뛰어넘어 지구 반대편에 위치한 사람들에 거의 무한대의 정보교류를 가능하게 하였다. 그러나 이러한 가상공간의 확대는 다른 한편으로 물리적인 공간과의 괴리를 낳게 되었고, 이는 인간이 물리적인 공간과 동떨어져서는 삶을 연계할 수 없다는 평범한 진리를 일깨워 주는 계기가 되기도 하였다.

유비쿼터스 혁명은 정보통신혁명으로 구축된 가상의 전자공간을 물리적인 현실 세계인 물리공간으로 끌어들이며 두 공간의 통합을 통한 공간혁명의 최종 단계인 유비쿼터스 공간의 창조와 양 공간간의 연계, 어디서나 제한 없는 접속을 지향한다. 유비쿼터스 환경에서는 물리공간에 존재하는 상품, 기계, 건조물, 생물 등의 사물에 어떠한 기능을 수행하는 칩, 센서, 에이전트 등이 포함된

컴퓨터가 이식되며, 이들은 유비쿼터스 공간상에서 자신의 위치와 식별자 등을 인식하고 통일된 주소체계를 사용하여 네트워크를 구성하고 자유롭게 통신한다. 따라서 유비쿼터스 환경에서는 다양한 수많은 개체들의 유기적인 연결을 위하여 무수히 많은 주소를 제공할 수 있는 네트워크 주소체계가 필요하다.

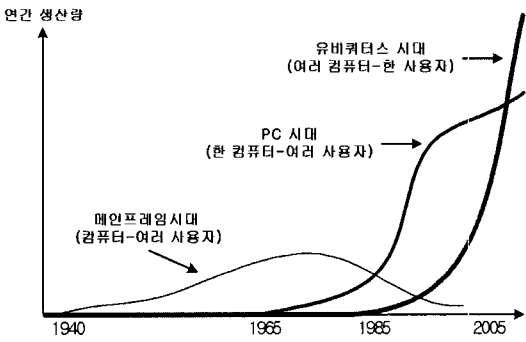
IPv4를 기반으로 한 인터넷 망은 이미 범 세계적인 통신망으로 발전하였으며 전화망, 이동통신망 등의 서로 다른 통신망들을 모두 포함한 All-IP 망으로 진화해 가고 있다. 이러한 인터넷 망의 진화는 궁극적으로 미래 공상과학 영화에서나 볼 수 있었던 유비쿼터스 환경의 기반망으로 성장할 것으로 기대되고 있다. 이렇게 인터넷 망을 활용한 유비쿼터스 환경을 구성하기 위해서는 각 개체에 삽입될 컴퓨팅 기기들의 고유한 식별자를 부여해야 하며 이를 위해서 천문학적 인 수의 IP 주소가 필요하게 될 것이다. 그러나 32비트 주소 체계를 사용하는 IPv4는 논리적으로 약 43억 개의 주소 공간을 제공할 수 있으나 인터넷 초기에 무분별한 클래스(A, B, C) 단위의 주소할당으로 인해 실제 사용 가능한 주소의 수는 10억개 정도로 예상되고 있으며, 이미 그 70% 이상이 할당되어 사용되고 있다. 또한 전 세계적으로 볼 때 미국 중심의 주소 편재 현상을 보이고 있어 범 세계적인 유비쿼터스 환경 구축에 어려움이 예상된다. 그 예로 미국의 Lucent Technologies는 6,700,000 개의 IP 주소 공간을, AOL (America Online)는 1,900,000개의 IP 주소 공간을 이미 확보한 상태이고, 미국의 스탠포드, MIT와 같은 몇몇 대학이 인터넷 초기 시절 A 클래스 주소를 할당 받은 상태인데 이러한 수치들은 아시아 지역의 한 국가가 할당 받은 평균 IP 주소 개수 보다 더 큰 주소 공간을 의미한다. 따라서 유럽 및 아시아의 경우는 벌써부터 인터넷 주소 부족 문제를 겪고 있

는데, 특히 일본의 경우, NEC, Hitachi, Sony 등을 중심으로 한 스마트 정보가전 및 NTT Docomo를 중심으로 한 제3세대 차세대 이동통신 (IMT-2000) 시스템 개발에 많은 노력을 기울이고 있어, 이러한 기능이 포함된 인터넷 단말에 하나의 주소가 포함된다고 가정할 때, 단기적으로는 1000만개에서 장기적으로는 1억개 이상의 새로운 주소가 필요할 것으로 예측되고 있다. 또한 중국, 인도 등 인구 10억을 넘고 있는 국가들에 인터넷이 확산되면서 인구수에 비해 인터넷 주소 부족문제가 더욱 심화되고 있다. 이러한 문제의 해결책으로 임시방편적으로 NAT (Network Address Translator)과 같은 주소 변환기를 이용한 망 구축이 진행되고 있는 실정이나 NAT를 사용하는 방식은 유비쿼터스 환경에서 요구하는 종단간 글로벌 통신망 구조를 해치게 되므로 궁극적인 해결책이 될 수 없다.

유비쿼터스 환경이 요구하는 풍부한 인터넷 주소 공간은 128비트의 주소체계를 통해 거의 무한의 인터넷 주소 공간 (3.4×10^{38} 개)을 제공하는 IPv6 방식을 사용함으로써 해결 가능하다. IPv6는 기존 인터넷 망에서 사용되고 있던 IPv4 주소체계의 단점을 극복하고자 설계되었으며, 현재 프로토콜 디자인이 거의 완료되었고, 실제 적용을 앞두고 있는 기술이다. IPv6는 단지 IPv4를 대체하는 개념에서 발전하여, 인터넷망을 아우르는 유비쿼터스 환경의 구성에 필수적으로 사용될 것으로 전망되고 있다.

본 논문에서는 이러한 미래사회의 모습을 변화시킬 유비쿼터스 혁명과 이러한 혁명을 성공적으로 이끌기 위해 필수적인 네트워킹 기술로서의 IPv6의 주요 특성과 향후 진화 방안에 대해 기술한다.

II. 유비쿼터스 환경

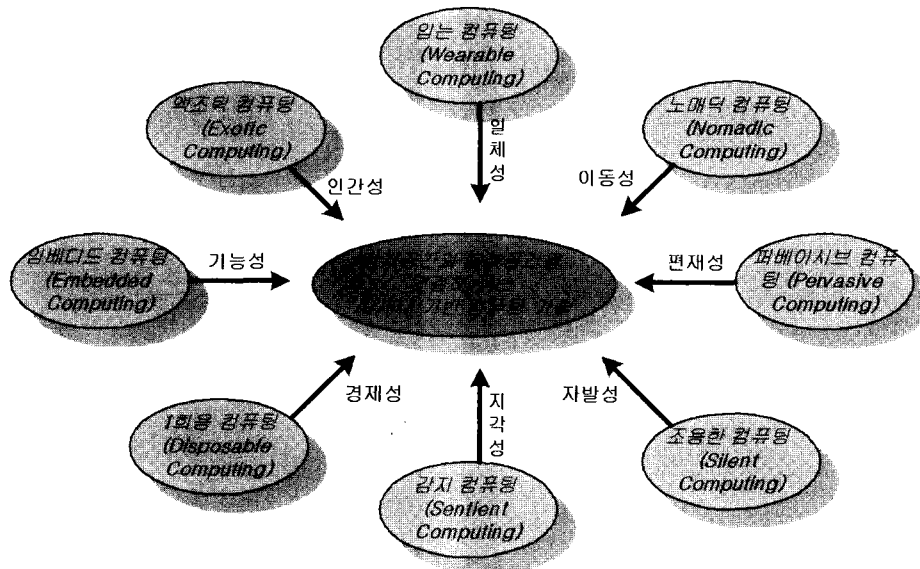


(그림1) 컴퓨팅 환경의 변화 양상
 <출처 : <http://sandbox.xerox.com/weiser/10year/sld037.htm>>

1. 유비쿼터스 컴퓨팅

유비쿼터스란 컴퓨터와 사물, 인간간의 네트워크의 구성을 통해서 다양한 개체간에 유기적인 커뮤니케이션을 제공하는 정보화 발전의 최종 단계이다. 유비쿼터스라는 단어는 본래 라틴어로서 "언제 어디서나 (anytime, anywhere) 동시에 도달하는 곳에 존재한다"란 의미를 가지고 있다. 이 용어는 1988년 Xerox Palo Alto 연구소의 마크 와이저 (Mark Weiser)가 차세대 컴퓨팅 비전으로 제시한 "쉬운 컴퓨터" 연구에서 비롯되었다. 마크 와이저는 1993년 발표한 논문을 통하여 컴퓨터의 진화과정을 인간과의 관계 변화를 중심으로 고가의 컴퓨터를 다수가 공유하는 메인 프레임시대와 1인이 1대의 컴퓨터를 사용하는 PC시대, 그리고 광역 분산 컴퓨팅을 제공하는 인터넷 시대를 거쳐서 다양한 사람들이 내장형의 다양한 컴퓨터를 의식하지 않고 네트워크를 통해서 사용하는 유비쿼터스 사회의 단계로 구분하였다. 그리고 이러한 기술의 진화는 컴퓨터 인터페이스 기술이 비가시적 인터페이스를 사용하는 인간화 기술의 등장과 더불어 새로운 문화의 출현을 주장하였다. 그리고 (그림

1)과 같이 2005년 이후 유비쿼터스 컴퓨팅이 기 에 따라서 물리공간과 전자공간의 연결 여부가



(그림 2) 전자공간과 물리공간을 연결해 주는 차세대 컴퓨팅 기술
 <출처 : 유비쿼터스 IT 혁명과 제3공간 [4]>

존의 메인 프레임 및 PC 시대를 능가할 것으로 결정된다[4].
 전망하였다[1]-[3].

최근 들어서 유비쿼터스 공간의 개념은 최초에 마크 와이저가 생각했던 것과 같이 단순한 물리적인 공간에 컴퓨터화된 센서나 칩이 심어져 있는 것이라고 정의했던 것보다 더욱 확장된 의미로 사용되고 있다. 현재 유비쿼터스 공간개념은 기존에 다른 영역으로 생각되고 있던, 노매딕(Nomadic 또는 Mobile) 컴퓨팅 기술을 포함하는 포괄적인 의미를 지니게 되었다. 유비쿼터스 공간의 구성은 물리공간과 전자공간의 연결을 통한 새로운 패러다임의 완성이며, 이러한 유비쿼터스 공간구성은 차세대 컴퓨팅 기술의 발전을 통해서 시작될 수 있다. 차세대 컴퓨팅 기술은 현재 사용되고 있는 PC와는 성능 및 구조, 기능면에서 전혀 다른 양상으로 발전할 것이며, (그림 2)와 같이 차세대 컴퓨팅 기술의 수준 및 실용화 여부

2. Ubiquitous 환경과 인터넷워킹

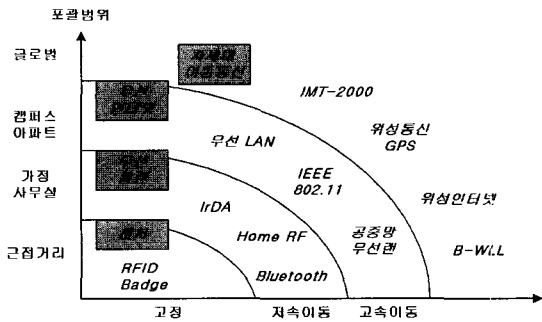
유비쿼터스 공간에서는 언제 어디서나, 무엇이 라도 네트워크를 통해 서로 연결될 수 있는 기회를 부여한다. 이것은 전자공간에서는 컴퓨터를 통해서만 인터넷으로 접근이 가능하였던 한계를 벗어나서 모든 종류의 단말을 사용하고 모든 종류의 물리적인 기기들을 통하여 네트워크에 접근할 수 있는 확장성, 개방성의 제공을 의미한다. 이와 같이 모든 종류의 물리적인 기기들을 기존의 유선 네트워크 토폴로지를 이용하여 연결한다면, 망 구성의 복잡성 증가는 물론 자유로운 접속의 개념과도 상충되는 문제를 야기하게 된다. 그러므로 기본적인 유비쿼터스 공간에서는 유선뿐 아니라 전파를 이용한 무선 환경 하에서 기기들의 네트워크 구성이 보다 중요한 의미를 지닌

다. 무선통신기술은 이동통신기술의 발전과 더불어 다양한 모습으로 발전하여 왔으며, 적용 범위에 따라서 (그림 3)과 같이 센서, 무선 홈 랜, 무선 인터넷, 차세대 이동통신 등의 4가지 카테고리로 분류할 수 있다[4].

가장 근접거리에서 사용될 수 있는 무선 기술인 센서의 경우에는 디바이스의 상태를 감지하기 위해서 사용되며, RFID (Radio Frequency Identification)와 스마트 배지 (Smart Badge) 등의 기술이 사용될 수 있다. 유비쿼터스 공간은 모든 사물에 센서가 삽입되고, 각각의 사물들의 수많은 센서들이 유·무선기술을 통하여 네트워크에 연결된다. 이러한 센서들은 각각의 사물들의 인지에서부터 시작하여 현재 상태 및 기능과 같은 방대한 정보를 제공해주게 되어, 진정한 물리공간과 전자공간의 통합을 이루는 가장 기본적인 서도 핵심적인 기능을 제공하는 유비쿼터스 공간의 구성 단위가 될 것이다. 센서의 발전 단계를 살펴보면, 먼저 센서가 생활 공간에 확산되는 단계로서, 정보가전을 비롯한 도로, 항만, 건물 등의 곳곳에 저전력, 저가의 센서가 내장되고, 이들 센서는 각각 자신의 고유한 기능을 달성하는데 만족하는 단계이다. 두 번째는 이들 센서들이 다양한 유무선 네트워킹 기술을 활용하여 연결되는 단계로서 네트워크에 연결된 센서들은 자신의 정의된 기능을 위해서 필요한 정보를 주고받는다. 마지막으로 세 번째 단계는 센서들의 집합적인 정보가 종합화 되는 단계로서 개별 센서들로부터 수집된 정보를 종합하여 사물의 상태와 기능을 결정짓는 단계이다. 이러한 센서의 발전구도는 전자공간과 물리공간을 연결하는 매개체의 역할을 수행할 수 있도록 하는 것이다. 즉, 물리공간에 존재하는 사물이 가지고 있는 구성 요소들을 전자공간을 이용하여 구체화하고 형상화하는 작업을 위해 필요한 기술이다[4].

유비쿼터스의 기반이 되는 네트워킹 기술은

인터넷을 기반으로 구성될 수 있는데 인터넷 통



(그림 3) 다양한 무선통신 기반의 계층구조
 <출처 : 유비쿼터스 IT 혁명과 제3공간 [4]>

신은 여태까지는 주로 컴퓨터 간의 통신을 이용해 이루어졌다. 그러나 최근 이러한 현상은 큰 변화를 맞고 있다. 무선 제일 먼저 느낄 수 있는 것은 이동통신 단말기를 이용한 인터넷 서비스의 사용자의 증가이다. 이동통신은 인터넷과 함께 최근 10년간 그 사용자 수요가 폭발적으로 늘어난 분야로 이미 가입자 수가 세계적으로 10억을, 우리나라에서는 3000 만명을 넘어 기존 전화서비스 가입자 수를 웃돌고 있다. 이동통신의 특징은 시간과 공간의 제약을 받지 않고 언제 어디서 누구와도 통신을 할 수 있다는 것으로 유비쿼터스 환경이 요구하는 특성을 지니고 있다. 인터넷이 유비쿼터스 환경의 네트워킹 기반 기술이 되기 위해서는 이러한 이동통신의 장점을 수용해야 하며 이를 충족하기 위해 최근 무선 이동 인터넷 서비스들이 속속히 등장하고 있다. 즉 이동통신 단말을 이용하여 위치 정보를 얻고, 게임을 서버로부터 전송 받아 여가 시간을 즐겁게 하고 각종 뉴스 정보를 이동 중에도 실시간으로 받아보고 주식 거래도 하며 기차 및 비행기표도 예약한다. 이러한 무선 이동 인터넷 국내 가입자가 3000 만명을 넘고 있으며 앞으로 2~3년 내 휴대전화를 이용한 인터넷 이용자 수가 컴퓨터를 이용한 이용자 수를 넘어 설 것으로 예상된다.

또한 앞으로 인터넷 단말로 각광 받을 대상으로 20세기 인간의 생활에 편안함과 기동력을 부여한 자동차를 빼 놓을 수 없다. 앞으로 자동차를 타고 고속도로를 진입할 때나 빠져 나올 때 고속도로 사용료를 지불하기 위해 자동차를 멈추고 시간을 지연할 필요가 없다. 지능형 운송 시스템과 연계된 자동차가 인터넷 단말로서 인터넷을 통해 자신의 정보를 제공함으로써 한 달 후 자동적으로 자택에 청구되는 영수증을 처리하면 되는 것이다. 또한 지리정보시스템과 연계해 현재의 위치에서 목적지까지의 최단 거리를 인터넷을 통해 제공받을 수 있다.

이와 함께 인터넷은 정보 가진 단말들과 결합함으로써 그 절정을 맞을 것이며 각 가정 내의 주방용 전자 제품이 인터넷과 연결되어 인간들을 가사 노동에서 해방시킬 수 있을 것이다. 즉 직장 생활을 하는 여성들은 퇴근에 맞추어 인터넷으로 가정 내의 전기 밥솥을 예약하여 귀가에 맞추어 식사를 준비하고 냉장고 내에 식료품이 떨어지면 냉장고는 인터넷을 통해 슈퍼마켓에 자동으로 구매를 하도록 프로그램 해둔다. 이외에도 구두, 시계 등등 모든 생활용품에 인터넷 주소를 부여하여 위치를 파악하고 사용자의 용도에 맞게 제어가 가능토록 한다. 즉 우리 주변의 모든 장치에 인터넷 주소가 부여되고 인터넷을 통한 정보 공유 및 제어가 이루어진다. 인터넷을 통한 전 세계적인 모든 장치간의 인터넷워킹의 시대가 열리는 것이며 이는 유비쿼터스 환경을 위한 필수 조건이다.

현재 전자공간에서는 기존의 32비트의 IPv4 주소체계를 128비트로 확장한 IPv6로 대체하는 작업을 진행 중에 있다. 새로운 IPv6의 도입은 기존의 인터넷이 가지고 있던 한계를 극복하고자 하는 노력의 일환이지만, 차세대 정보통신의 혁명을 이룰 수 있는 중요한 의미를 가진다. IPv6의 도입은 유비쿼터스 공간의 창조를 위해

서 중요한 요소로 평가되고 있다. 무수히 많은 장비 및 단말들의 네트워킹 기능을 지원해야 하는 유비쿼터스 환경은 IPv6의 풍부한 주소공간을 이용하여 구체화될 수 있다. 그리고 유비쿼터스 환경이 지향하는 언제 어디서나 어떤 기기라도 하나의 통합된 네트워킹 환경을 제공할 수 있도록 이동성을 지원하는 부분에서도 IPv6의 도입으로 해결될 수 있다. 즉, IPv6의 주소 자동 구성 기능을 이용하면, 어떠한 기기라도 네트워크에 접속하여 유일한 IPv6 주소를 생성할 수 있고 항상 연결성을 제공할 수 있게 된다. 이를 통하여 비로소 전자공간과 물리공간의 융합을 통한 유비쿼터스 공간의 구성이 가능하게 되는 것이다.

III. IPv6의 구조 및 기능

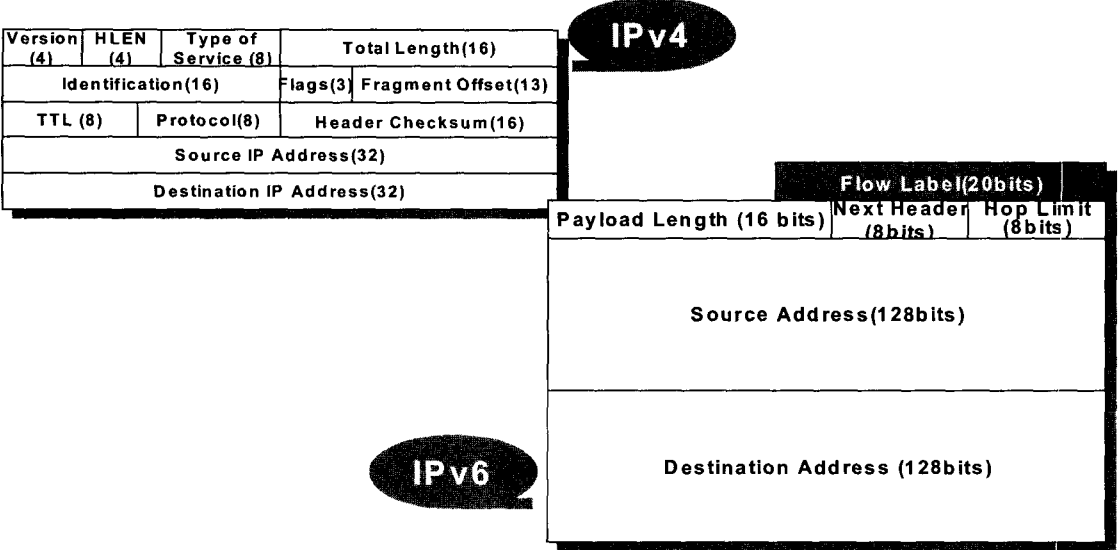
1. IPv6의 구조 및 특성

(그림 4)에 IPv4와 비교해 IPv6 프로토콜 헤더를 보였다.

IPv6는 기존 IPv4의 32 비트의 주소공간에서 128 비트로 확장된 주소자원을 가지고 있으며, IPv4에 비하여 헤더 내 필드의 수를 줄여서 중간 노드에서의 처리를 위한 부하를 감소시키고 효과적인 전송을 가능하게 하고 있으며, 확장헤더를 정의해 효과적인 전송과 향상된 확장성을 제공할 수 있게 되었다. 그리고 Flow Label 필드를 새로 추가하여 플로우 별로 패킷을 구분하여 서비스 품질 보장이나 실시간 서비스 등의 사용자 요구사항을 수용할 수 있게 되었고 인증 헤더 및 암호화 헤더를 지원하여 데이터의 무결성과 보안성을 지원한다. IPv6에서 특히 주목할 만한 점은

2^{128} 개로 구성된 풍부한 주소 공간이다. 이리

한 IPv6 주소공간은 전세계의 인구를 60억으로 킁 환경을 구성할 수 있으며, 이러한 환경은 역



(그림 4) IPv4와 IPv6 프로토콜 헤더 비교

가정할 때 1인 당 약 5.6×10^{28} 개의 주소를 부여할 수 있을 정도의 엄청난 양이다. IPv6의 주소체계는 (그림 5)와 같은 일반적인 유니캐스트(Unicast)주소에서 상위 n비트를 네트워크 구분자로 사용하며, 하위 128-n비트는 하나의 서브망 내에서 호스트 구분자로 사용하는 구조를 가지고 있는데 현재 n을 64로 고려하고 있다 [11][12].

2. 주소 자동 구성 기능

유비쿼터스 환경에서는 하나의 개체에도 수없이 많은 칩과 센서들이 삽입되어 유무선 네트워크

동적으로 변경되고 재구성될 수 있어야 한다. 이러한 네트워크 구성을 위해서 인간이 수동으로 주소를 구성하는 과정을 거쳐야 한다면, 유비쿼터스 환경을 구성하고 유지하는 것이 매우 어렵게 된다. 그러므로 단말이 스스로 자신의 주소를 구성하고 네트워크에 접속하여 필요한 기능을 스스로 수행하는 자동 네트워킹 구조는 필수적이라 할 수 있다. IPv6 노드는 상태 비보존형 주소 자동설정을 사용하여 로컬 IPv6 주소를 자체적으로 생성한다. 이 경우 서브넷 상의 MAC (Medium Access Control) 주소를 네트워크 라우터가 제공한 프리픽스와 결합하여 고유의 인터넷 주소를 생성한다. 서버가 주소를 승인하거나 배



(그림 5) 일반적인 IPv6 글로벌 유니캐스트 주소포맷

포할 필요가 없기 때문에 서버를 수동으로 설정할 필요가 없으며 이를 위한 숙련된 인력이 더 이상 필요 없다. 주소 자동구성을 사용하면 IPv6 프로토콜이 탑재된 개체는 어디서 네트워크에 연결하든 상관없이 포워딩 주소를 자동으로 설정할 수 있다. 이와는 별개로 서버를 이용해 노드에게 주소를 할당하고 이를 통해 노드를 제어하거나 추가 설정 매개변수를 적용하려는 DHCPv6 (Dynamic Host Configuration Protocol Version 6) 서버를 사용할 수 있다.

3. 이동성(Mobility) 지원 기능

유비쿼터스 공간에서는 언제 어디서나, 무엇이 라도 네트워킹을 통해 서로 연결될 수 있어야 하므로 이동성 지원이 필수적으로 요구된다. 그러나 이동성 지원이라는 요구 사항은 기술적으로 충족시키기가 매우 복잡한 것 중의 하나인데, 그 이유는 무선 전송과 관련된 문제 (신뢰성, 로밍, 핸드 오프)에서 IP 프로토콜 관련 문제 (식별, 어드레싱, 설정, 라우팅), 그리고 보안과 관련된 문제 등이 모두 처리되어야 하기 때문이다.

현재의 해결책은 이동 사용자들이 두 개의 주소, 즉 이들이 속한 조직의 네트워크상의 "영구(permanent)" 주소와 일정 시점에 이들이 연결되는 지점에 따라 달라지는 "동적(dynamic)" 주소를 갖는 것이다. IPv4가 처음 생겼을 때 이는 이동성을 고려하지 않아 사용자의 신원과 위치를 구별할 필요가 없었으며, 이 두 가지는 IP 주소로 동일했다. IPv4를 이용한 이동 IP에서는 라우팅 경로 상에 있는 모든 에이전트에게 새 위치에 대한 정보를 제공해야 하기 때문에 이동성에 추가 인프라가 필요하게 된다. 그러나 IPv6를 통한 이동 IP에는 그런 인프라를 필요로 하지 않는다. IPv6를 통한 이동 IP는 Bind Update 기능을 이용해 삼각 라우팅 문제를 해결하고 주소 자동설정에 의해 임시 주소를 쉽게 구현한다. 라우팅은

확장 헤더를 이용해 소프트웨어로 처리되며, 이동 노드를 위해 수신 네트워크에서 특별히 별도의 인프라를 요구하지도 않는다. 결과적으로, 홈에서 멀리 떨어져 있는 동안 모든 사용자는 이 추가 임시 주소를 보유하고 사용자의 홈 주소로 전송된 메시지는 자동으로 임시주소로 포워딩된다. 따라서 IPv6에서 인터넷에 연결할 때 위치는 더 이상 문제가 되지 않는다.

4. 보안 기능

유비쿼터스 환경을 지원하기 위해서는 주소 자동 구성 및 이동성 지원 등이 필수적인데 이들은 모두 인증 및 암호화를 통한 강력한 보안 기능을 요구한다. 왜냐하면 자동 구성의 경우 해커 등에 의해 잘못 이용되면 전혀 의도하지 않았던 나쁜 결과를 가져올 수 있으며 이동 개체의 경우 무선 통신 기술을 활용하는데 무선 기술은 그 특성상 채널이 노출되어 보안에 취약할 수 있기 때문이다.

IPv4에서의 보안기능은 부가적 기능(add-on)이었으며 이것은 전자 상거래 등 중요한 업무처리에서는 분명히 수용할 수 없는 접근법이었다. IPv4에서는 일반적으로 서버가 정당한 노드로부터 수신되고 있는지 판단하기 어렵고, 발신지 주소 위장(스푸핑, spoofing)과 같은 방법을 사용하여 중요한 업무 및 금융 데이터에 접근하거나 서버를 제어할 수도 있다. IPv6는 현대 기업 업무에 필수적인 인증, 보안 암호화, 데이터 무결성 보호 기능을 제공하고 있다. IPv6 표준 기반의 인증 확장 헤더는 패킷이 발신지 주소에서 정확하게 전송된다는 것을 보장한다. 또 다른 표준 확장 헤더는 네트워크 계층에서 종단간 암호화를 제공하는데, 이는 패킷이 조작될 가능성을 배제한다. IPv6 보안 헤더는 호스트 간에 직접 사용하거나 추가 보안을 위해 특수 보안 게이트웨이와 함께 사용할 수 있다.

IPv4 분야에서도 현재 여러 유형의 보안을 사용할 수 있지만, 보안을 위해서는 근본적으로 양쪽 통신자 모두가 어떤 유형의 보안을 사용할 것인지에 대해 합의해야 하는데 이러한 공통성은 IPv6를 통해 쉽게 실현 가능하게 되었다.

5. 멀티캐스트(Multicast) 및 애니캐스트(Anycast) 주소

유비쿼터스 환경에서는 많은 통신 커뮤니티가 구성될 것으로 예상되는데 이를 위해 커뮤니티 구성 멤버들 간의 원활한 통신을 위해 다양한 통신 방식이 요구된다. IPv4는 계층3의 유니캐스트 주소와 더불어, 인터넷상의 화상 회의와 같은 그룹 통신을 필요로 하는 응용 프로그램을 위해 멀티캐스트 또는 클래스 D 주소들도 제공한다. 이러한 멀티캐스트 주소 기능은 IPv6에서도 제공되는데, 특히 IPv6는 멀티캐스트에 범위 개념을 도입해 멀티캐스트의 사용 및 관리를 단순화하는 향상된 기능을 추가적으로 지원한다.

또한 IPv6는 애니캐스트라 불리는 새로운 그룹 유형의 주소도 제공하는데 멀티캐스트와는 달리 이는 그룹에서 발신지에 가장 인접한 구성원만이 응답하도록 한다. 애니캐스트 주소는 매우 유용하게 사용될 수 있는데, 그 이유는 애니캐스트 주소를 통해 가장 인접한 라우터나 가장 인접한 서버에 접근할 수 있기 때문이다.

6. 인트라넷과 인터넷의 통합

유비쿼터스 환경은 인터넷과 인트라넷의 통합을 요구하는데, IPv6는 인터넷과 인트라넷을 위한 통합된 어드레싱 방식을 제공한다. 이와 같은 목적을 위해 글로벌 주소 뿐 아니라 사이트 및 링크 로컬 범위의 주소를 지원한다. 사이트 주소는 인트라넷 내의 네트워크 노드들을 위해 사용되며, 링크 로컬 주소는 단일 링크(라우터가 없는 소규모 네트워크)에 부착된 노드들을 식별하

는 데 사용된다.

7. 라우팅 기능

유비쿼터스 환경에서는 무수한 개체간의 통신이 이루어질 수 있으므로 데이터 전송 시 효과적인 라우팅은 패킷 전송을 위한 프로토콜 설계에 있어서 가장 중요한 이슈이다. IPv4의 경우 클래스 C 주소에 의해 인터넷 라우터의 라우팅 테이블들이 폭발적으로 증가할 것이라는 것을 알 수 있다. 사실상 CIDR (Classless Inter-Domain Routing) 방식이 사용되지 않는 경우 모든 단일 네트워크는 라우팅 테이블 내의 엔트리를 통보 받아야 하는데 클래스 C 주소 블록을 사용하는 네트워크의 숫자는 2백만 개를 넘기 때문에 라우팅 테이블은 엄청난 메모리를 요구하게 된다. 이에 대한 한 가지 해결책으로서 CIDR 방식은 연속적인 주소들 (예를 들면, 195.1.4.0, 195.1.5.0, 195.1.6.0, 195.1.7.0,)을 하나의 엔트리로 네트워크들의 블록에 통보할 수 있게 하는데, 프리픽스를 이용해 전체 주소 비트 중 얼마나 많은 비트들이 의미를 지닌 것으로 간주되어야 하는지를 명시함으로써 (앞의 예의 경우 195.1.4.0/22, 이는 처음 22비트가 195.1.4.0과 같은 각 네트워크를 나타낸다) 계층적인 주소 할당과 라우팅을 가능하게 한다.

IPv6는 CIDR 방식의 지원을 기본으로 하며 네트워크 토폴로지와 연계된 계층적 유형의 주소 할당과 이에 따른 계층적 라우팅을 가능하게 할 수 있다. 계층적 트리의 루트에는 대륙별 주소 할당을 생각해 볼 수 있으며, 대륙 내에 차례로 ISP별, 조직별, 그리고 마지막으로 조직 내의 네트워크별 할당을 생각해 볼 수 있는데 이는 라우터상의 테이블을 단순화시킬 수 있다. 또한 IPv6는 정책 라우팅이나 QoS가 포함되어야 할 가능성을 고려하고 있으며 특정한 정책을 기반으로 한 라우팅의 예로는 발신지 주소

에 의해 결정된 경로상으로 일정한 목적지로의 패킷 전송을 결정하는 라우팅을 들 수 있다. 그리고 IPv6 라우팅은 이동성을 확실하게 지원해야 한다.

8. 흐름(flow)의 개념

유비쿼터스 환경 개체들간의 통신시에는 서비스 품질 관리를 단순화하기 위해서 흐름(Flow)이라는 개념을 도입할 필요가 있다. 흐름은 일정한 방식에 의해 (예를 들어 동일한 응용 프로그램에 의해 생성됨.) 서로 연관된 패킷들의 연속이며, IP 계층에 의해 일관된 방식으로 다루어져야 한다. 패킷들은 발신지 주소, 목적지 주소, 서비스품질, 인증 및 보안 등과 같은 매개변수를 근거로 하여 동일한 흐름에 속할 수 있다. 흐름이라는 개념과 다른 개념들 사이에는 그 어떠한 관계도 존재하지 않는다. 예를 들어, 흐름은 몇몇 TCP 연결들을 포함할 수 있다. 또한 흐름이라는 개념은 비 연결형 프로토콜 상에서 존재하는 것이며 (흔히 데이터그램이라고도 불림.) 따라서 흐름은, 예를 들어 오류의 정정과 같이, 연결형(connection-oriented) 프로토콜들과는 다른 목적을 지닌다. 일반적으로 흐름은 단일 노드 또는 노드들의 그룹을 자신의 목적지로서 가질 수 있으므로, 유니캐스트 또는 멀티캐스트 흐름이 발생하게 된다. 흐름이라는 개념이 도입된 후에는 플로우 레이블(Flow Label)이라는 개념의 도입이 가능해지는데, IPv6는 플로우 레이블을 통해 IPv6 헤더 내의 특정 필드를 예약함으로써 패킷이나 데이터그램에 표시를 할 수 있게 된다. 이를 통해 IPv6는 패킷 수신 시 플로우 레이블의 검사를 통해 패킷이 어떤 흐름에 속하는지를 파악하거나, 서비스품질과 관련된 패킷의 요구를 파악할 수 있는 가능성을 가지게 된다.

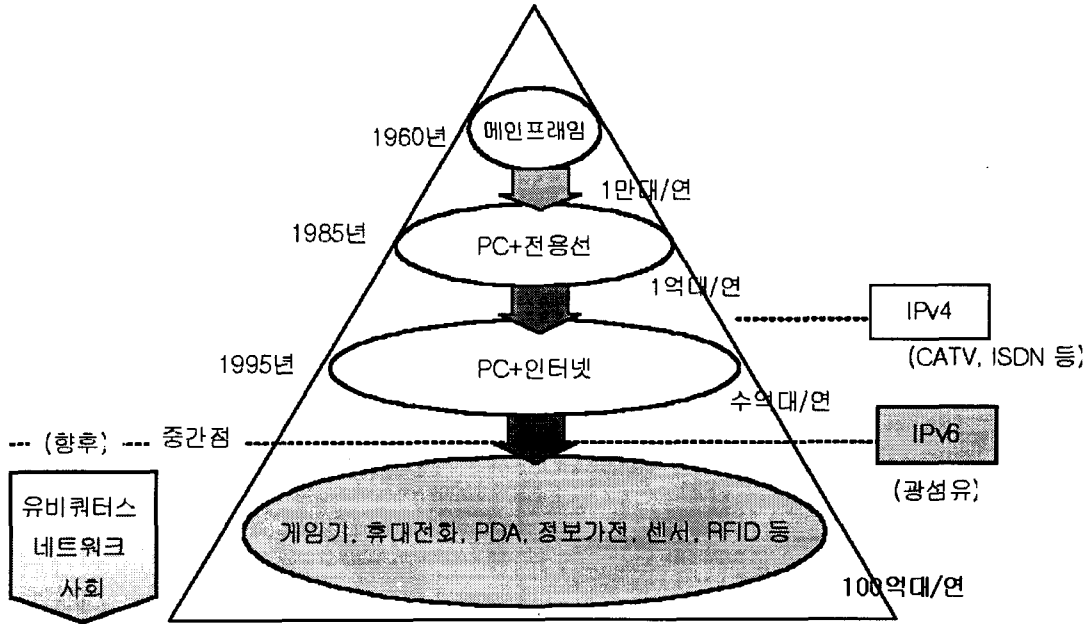
9. 우선순위(Priorities)

프로그램이 특정 서비스 품질을 요청하지 않더라도, 때로는 주요 응용 프로그램에 의해 생성된 트래픽을 비실시간과 실시간 요구 사항 트래픽으로 차별화하는 것이 요구된다. IPv6을 사용하면 특정한 트래픽 플로우에 특수 처리를 위한 필드 값을 설정하여, 긴급하지 않은 데이터 패킷과 화상 회의와 같이 고도로 민감한 실시간 응용 데이터 패킷을 구분할 수 있다. 이와 같은 목적을 위해 IPv6 헤더 내에 "우선순위 (priority)" 필드가 도입되어 트래픽 우선 순위를 구별하게 하였다. 현재까지 우선순위는 뉴스, E-메일, FTP, NFS, Telnet, 라우팅 및 SNMP 프로토콜에 대해 규정하는데 현재의 IPv6 규격 문서에서는 8로 확장되어 "트래픽 클래스 (Traffic Class)"라 불리고 있다.

IV. Ubiquitous 환경 구축을 위한 IPv6 발전 방향

유비쿼터스 공간은 서로 분리되어 있던 물리 공간과 전자공간의 융합을 통한 공간혁명의 최종 단계로 인식되고 있으며, 유비쿼터스 환경이 가져올 미래의 사회변화는 인류의 삶을 결정적으로 변화시킬 것으로 인식되고 있다. 유비쿼터스 환경은 한 가정 당 50Mbps 이상의 대역폭 제공이 가능한 브로드밴드와 상시접속기능 (Always-on), 이동성을 지원하는 모바일과 배리어 프리 (Barrier-Free) 인터페이스, 그리고 IPv6 등을 통해서 구현될 것이다. (그림 6)은 1960년대에서부터 유비쿼터스 환경까지 컴퓨팅 구성 요소 및 단말의 수와 IPv6의 역할을 도식한 것이다. (그림 6)에서와 같이 IPv6는 기존의 인터넷 환경이 게임이나 휴대폰, PDA 등의 개인단말과 정보가전, 센서, RFID등과 같은 장비들이 유비쿼터스 환경으로 진화하는데 필수적인 요소로 자리잡고 있

다. 체계의 정립이 요구된다.



(그림 6) 유비쿼터스 네트워크와 차세대 IT 패러다임
 <출처 : 유비쿼터스 네트워크 신사회 시스템 [6]>

그러나 IPv6가 유비쿼터스 혁명을 성공적으로 지원하기 위해서는 아직까지 많은 부분들에 대한 보완과 진화를 필요로 한다. 한 예로 유비쿼터스 환경에서는 교량과 같은 하나의 사물에도 무수히 많은 센서와 칩이 내장될 수 있다. 이들 센서와 칩들은 자신의 위치를 인식하고 고유한 구분자를 통해서 구별되며, 특정한 기능을 수행하도록 정의되어 네트워크를 통해서 정보를 교류한다. 그러므로 하나의 교량에는 그 구조물의 형태 및 특성에 따라서 적게는 수십에서 수백만 개 이상까지도 센서가 내장될 수 있으며 하나의 사물에 전자공간을 적용하기 위해 하나의 IPv6 단일 네트워크가 필요할 수도 있다. 따라서 현재 정의된 64비트의 Interface ID를 사용하는 IPv6 주소체계는 유비쿼터스 환경 하에서는 적절하지 않을 것이며 결과적으로 실제 운영에 따른 IPv6 주소

또한 유비쿼터스 환경에서는 단순히 각 개체의 주소 자동 구성 뿐 아니라 서비스 자동 구성을 포함해 각 개체에 대한 plug-and-play 기능의 구현이 요구되므로 이에 대한 연구가 필요하다. 이와 함께 보다 편리한 이동성 지원 기능과 기존의 음성서비스가 아닌 데이터서비스에서 패킷 손실이 없는 Fast Handoff 기능의 구현, 그리고 작은 소형의 무선 단말용 IPv6 최소 프로토콜 등에 대한 연구가 필요하며 보안과 QoS에 연관된 기술들에 대해서도 풀어야 할 많은 이슈를 남겨 놓고 있다.

그러나 무엇보다도 IPv6가 유비쿼터스 환경에서 잘 활용될 수 있기 위해서는 기존의 인터넷을 대체해서 실제적으로 운영상에 무리가 없음을 보이고 3세대 이동통신망과 홈 네트워킹 등에 잘 적용될 수 있음을 보이는 것이 필요하다. 즉 실

제 IPv6 제품 구현 및 망 구성과 운용을 통한 경험에 바탕을 둔 문제점 제기와 해결 방안의 제시가 요구되며 이를 바탕으로 국제 표준화도 진행되어야 한다.

현재 IPv6는 본격적인 도입을 준비하는 단계이고, 개선의 여지가 많이 남아있으므로 지금 단계에서 IPv6의 유비쿼터스 환경으로의 접근을 시도한다면 향후에 보다 적은 노력으로 커다란 효과를 얻을 수 있을 것이다. 이를 위해서는 우선 미래 유비쿼터스 사회의 정확한 청사진을 제시하고, 이에 대한 적용적 관점에서 IPv6 시범망의 구축과 운영, 그리고 시범 서비스를 개발하여 적용해 봄으로써 IPv6의 개선방안을 마련해야 할 것이다.

이제 IPv6는 단순히 유비쿼터스 환경을 지원하는 하나의 핵심 기술로서가 아니라 유비쿼터스 사회를 이끌어 가는 견인차로서의 역할을 해야 할 것이다.

V. 결론

앞에서 살펴본 바와 같이 유비쿼터스 혁명은 우리가 살고 있는 현실세계의 물리공간과 전자공간을 연결하여 새로운 사회를 구성할 수 있는 미래 기술로서, 유비쿼터스 사회를 이룩하기 위해서는 IPv6가 사용되어야 한다. IPv6 프로토콜은 구조적으로 미래 지향적인 특징을 가지고 있으며, 활용 여부에 따라서 미래 인류의 삶을 변화시킬 중심기능을 수행할 수 있는 능력을 가지고 있다. 그러나 현재 IPv6의 양상은 기존의 인터넷망의 IPv4를 대체하거나 유무선망의 통합을 이루는데 중점을 두고 있는 상황이다. IPv6라는 자원을 인류의 미래를 위해서 보다 효과적으로 사용하기 위해서는 지금부터라도 적극적인 활용과 개선의 의지를 가져야 할 것이다. 우리나라는 세계에서 일본, 미국, 독일, 네덜란드에 이어 다섯

번째로 많은 IPv6 주소를 보유하고 있으며 국제 IPv6 표준화에도 적극적으로 참여하고 있다. 그러나 이러한 노력을 보다 값진 열매로 돌아오게 하려면 IPv6의 발전을 위해서 유비쿼터스 혁명을 보다 효과적으로 이용할 수 있는 지혜가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] M. Weiser, "Hot topic: Ubiquitous Computing" IEEE Computer, pp. 71 ~ 72, October 1993.
- [2] M. Weiser, "The Computer for the Twenty-First Century", Scientific American, pp. 94 ~ 100, September 1991.
- [3] M. Weiser, "Computer Science Challenges for the Next Ten Years", Xerox PARC, <http://sandbox.xerox.com/weiser/10year/sld001.htm>
- [4] 하원규 외 2, 유비쿼터스 IT 혁명과 제3공간, 전자신문사, 2003.
- [5] 노무라총합연구소, 유비쿼터스 네트워크와 시장창조, 전자신문사, 2003.
- [6] 노무라총합연구소, 유비쿼터스 네트워크 신사회 시스템, 전자신문사, 2003.
- [7] 김선경, 이미숙, 유비쿼터스 정보기술(UIT)을 활용한 차세대 전자정부 서비스의 구도와 프로토타입에 관한 연구, 한국전산원, 2002.
- [8] 박우출 외2, 유비쿼터스 컴퓨팅, 한국정보통신기술협회, 2003.
- [9] 이은경 외1, 유비쿼터스 컴퓨팅 비전과 주요국의 연구 동향, 전자통신동향분석, 제17권 제6호 2002.
- [10] 김용진 외3, 차세대 인터넷 프로토콜 IPv6, 다성출판사, 2002.

- [11] S. Deering, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", IETF RFC2460, December 1998.
- [12] R. Hinden, "IP version 6 Addressing Architecture," IETF RFC 2373, July 1998.
- [13] S. Thomson, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration", IETF RFC2462, December 1998.
- [14] 김용진 외 3, "인터넷을 위한 IPv6 기술," 한국통신학회지, Vol. 17, No. 9, pp. 119 - 132, 2000년 9월.



진 재 경

2001년 2월 광운대학교 전자공학부 졸업 (학사)
 2003년 2월 광운대학교 전자통신공학과 졸업 (석사)
 2003년 1월 ~ 현재 ㈜모다정보통신 모다콤기술연구소 연구원

<주관심분야> IPv6, VoIP, 차세대 네트워크, 이동통신망, 유비쿼터스



김 용 진

1983. 2 : 연세대학교 전자공학과 학사
 1989. 8 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1997. 2 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사

1983. 3 ~ 2002. 8 : 한국전자통신연구원 책임연구원, 차세대인터넷표준연구팀장
 2002. 11 ~ 현재 : 모다정보통신(주) 연구소장
 1997 ~ 2000 : ITU-T SG13 Q.20 (IP over ATM in B-ISDN) Rapporteur
 2000. 3 ~ 2002. 9 : IPv6 포럼코리아 의장
 2001. 7 ~ 2002. 9 : IPv6 Forum OneWorld WG chair
 2001. 7 ~ 현재 : IPv6 Forum/IETF IPv6 Technical Directorate
 2001~현재 : 정보통신부 선정 국제 IT 표준 전문가

<주관심분야> IPv6, 무선인터넷, 트래픽제어, 유비쿼터스