

차세대 네트워크 컨버전스 기술

한철민* · 김변곤**

원광대학교 Post BK21* · 군산대학교 전자정보공학부**

목 차

I. 서론	2.3. 네트워크 컨버전스의 문제점
II. 차세대 네트워크 컨버전스	2.4. 유비쿼터스와 네트워크 컨버전스
2.1. 유·무선 네트워크 컨버전스	III. 결론
2.2. 차세대 네트워크 표준화 동향	참고문헌

I. 서론

기술은 소비자가 꿈꾸는 상상에 의해 진화한다. 그 꿈과 상상이란 소비자가 느끼는 불편함에 의해서 비롯되며, 보다 나은 편리함을 추구함으로써 진화한다. 통신의 발전도 원거리에 있는 사람에게 정보를 전달하기 위해 발전된 기술이 유·무선에서 이동통신에 이르기까지 인간이 추구하는 편리함의 욕구에 따라 기술과 서비스가 새롭게 개발되고 창출되어 왔다.

통신 기술의 진화는 크게 전송기술과 서비스 기술로 나누어 볼 수 있고, 일반적으로 서비스는 전송 기술에 종속되어 발전하기도 하지만, 때에 따라서는 서비스 요구에 의해서 새로운 전송 기술이 개발되어 지기도 한다.

1990년대 이전의 전송기술은 음성, 방송, 케이블TV, 전력, 인터넷 등의 특성에 맞게 전화망, 방송망, 케이블망, 전력망, 인터넷 망과 같이 독립된 네트워크를 구축하여 개발되었다. 즉 서비스에 특화되어 전송기술이 개발되었고, 그에 알맞는 네트워크가 구성된 것이다.

하지만 인터넷이 일반화 되면서 정보를 더욱 저렴하고 편리하게 서비스 받기 위한 소비자들의 요구가 높아지면서, 인터넷 망을 새롭게 구축하지 않고, 기존의 망을 이용하여 인터넷 서비스를 할 수 있는 xDSL, Cable Modem, Homeplug 전송 기술들이 개발되었다.

이러한 인터넷망의 보편화는, 기존의 단일네트워크를 구성하여 서비스 되던 통신의 대표적 서비스인 음성과 방송이 IP 망을 통해 서비스되면서 통신 시장의 새로운 패

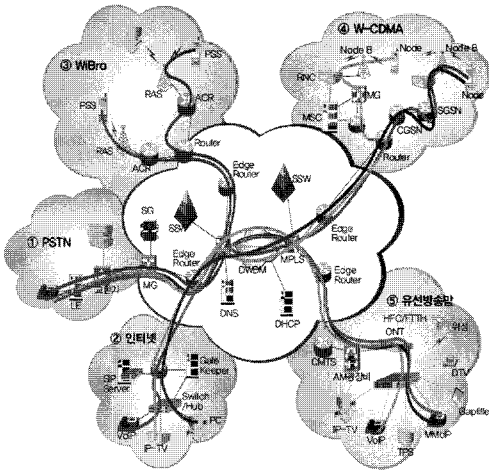
러다임이 제시되기 시작하였다. 다시 말하면, 기존의 인터넷망에서 서비스하지 못했던 음성, 방송, 멀티미디어 등의 실시간 서비스를 QoS(Quality of Service) 기술의 발전과 새로운 전송 프로토콜들의 등장으로 가능하게 된 것이다. 이로 인해 인터넷망을 통해 일상에서 이루어지는 모든 서비스들을 보다 편리하게 제어 및 관리할 수 있어, 기존의 음성과 비디오 서비스에 국한되던 통신 서비스가 보다 다양해지고 새로운 시장 형성이 가능할 것이라는 가정이, 유비쿼터스 네트워크를 실현하기 위해 디지털 네트워크 컨버전스가 대두되는 이유이다.

BcN(Broadband Convergence Network)와 NGN(Next Generation Network)을 기반으로 언제 어디서든 사용자가 원하는 서비스를 제공받을 수 있는 유비쿼터스 네트워크를 지향하고 있고, 그러한 발전 방향에서 네트워크 컨버전스는 All IP 네트워크를 통해 기존의 음성과 비디오와 같은 서비스측면에서 통합과 전송기술, 정책적 측면에서의 통합으로 나누어 볼 수 있을 것이다.

II. 차세대 네트워크 컨버전스

2.1. 유·무선 네트워크 컨버전스

기존의 방송(비디오/음성) 및 음성, 인터넷 서비스들은 특정 서비스를 바탕으로 유·무선으로 구성된 독립적인 네트워크 안에서 서비스 되어왔다. 하지만 인터넷의 발전으로 인해 특정 서비스에 국한되던 기존의 네트워크



출처: 정보통신부·한국정보보호진흥원 「BcN의 주요장비에 대한 정보보호 가이드(V1.0)」

그림 1. BcN 아키텍처 및 연동 개념도

사업자들(전화망, 케이블망, 전력망, 이동통신망, 무선망)이 사업의 다각화를 위해 인터넷 서비스를 제공하게 되었고, 인터넷의 전송기술의 발전은 기능적 서비스 통합을 야기시켰을 뿐 아니라, 단일 네트워크를 통해 서비스의 부가가치를 높일 수 있고, 새로운 수익창출을 극대화할 수 있다는 주장과 필요성을 갖게 되었다. 그리고 소비자들이 언제 어디서나 그들이 요구하는 다양한 서비스들을 제공받고 싶어 하는 욕구가 증가하게 되었다. 따라서 독립적으로 구성되어 발전되어온 유·무선 네트워크를 하나의 IP 네트워크로 구성하기 위해서, 다음과 같은 기술 및 서비스의 통합이 이루어지게 되었다.

유·무선을 통합하기 위해서는 몇 가지 고려해야 할 사항이 있다. 첫째로, 현재 통신서비스를 이루고 있는 네트워크의 구조에 대한 이해, 둘째, 각각의 네트워크의 전송 기술, 셋째, 각각의 네트워크에서 요구하는 서비스, 다섯째, 서비스를 통합하기 위한 정책이 그것이다.

그림 1은 BcN을 통해 각각의 네트워크들이 컨버전스되어 연동 개념도이다. 네트워크 구성은 기존의 인터넷망과 전화망(PSTN), 유선방송망(Cable), 이동통신망(W-CDMA), Wibro를 통해 융합서비스가 이루어지는 것을 나타내고 있다. 첫째, 음성·데이터 컨버전스는 Circuit망에서 전송되는 음성신호를, 패킷망인 IP 데이터로 전송하기 위한 연동이다. Circuit망인 PTSN과 패킷망인 인터넷, Wibro,

WCDMA망 사이의 제어시그널 및 데이터 연동으로 볼 수 있다. 둘째, 유선·무선 컨버전스는 유선 통신 기술을 기반으로 하는 유선망과 무선 통신 기술의 발전으로 새로이 생긴 무선망 사이의 연동을 나타내며, 유선 가입자망인 인터넷과 무선 가입자망인 Wibro, WCDMA망 사이의 제어(시그널) 및 데이터 연동으로 볼 수 있다.

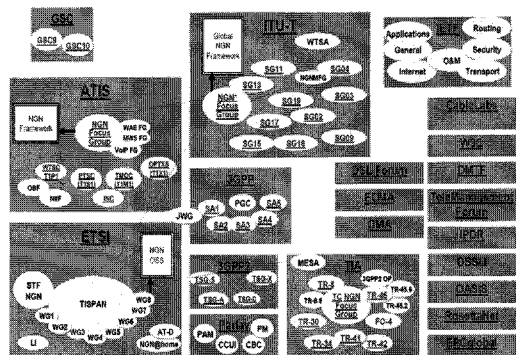
셋째, 통신·방송 컨버전스는 아날로그 신호를 전송하는 유선방송망(HFC)의 고도화에 따라, 방송망을 통한 IP 데이터를 송·수신하기 위한 연동으로써, 양방향 통신기술과 CMTS 등 패킷망과의 연동 장비를 이용하여 VoIP, DTV 및 T-Banking 등의 서비스를 제공하고 있다.

2.2. 차세대 네트워크 표준화 동향

유·무선 통합과 QoS가 제공되는 차세대 융합 네트워크(NGCn : Next Generation convergence Network)가 ITU-T(International Telecommunication Union - Telecommunication)에서 워킹그룹이 결성되어 추진 중이며, All IPv6 기반의 네트워크를 구성하기 위한 방안을 제시하고 있다. 국내에서는 광대역통합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해, BcN(Broadband convergence Network) 표준을 제정하여, 2010년까지 광대역통합망 구현을 목표로 하고 있다.

그림 2는 NGN 표준화 단체에 대한 워킹그룹의 상관 관계를 나타낸 다이어그램이다.

그림 3은 FGNGN과 NGN-GSI의 표준화 연계 과정을 나타내고 있으며, FGNGN의 각 워킹그룹의 표준화 분야에 대한 세부 내용을 표 1에서 설명하고 있다.

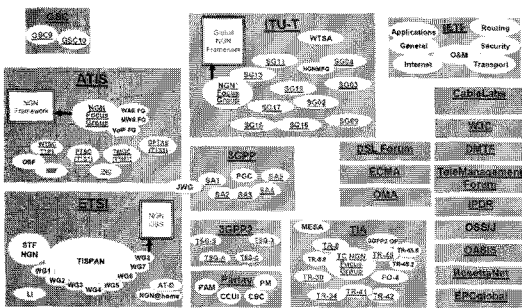


출처 : Anthony M Rutkowski, ATIS at SUPERCOMB

그림 2. NGN 표준화 단체 구성도

표 1. FGNGN 워킹그룹 별 표준화 추진 동향

WG	주제	주요 표준화분야
WG1	SR(Service Requirements)	Release Plan을 기반으로 한 NGN의 범위, 서비스 요구사항 및 능력에 관한 표준 개발
WG2	FAM(Functional Architecture and Mobility)	기능 구조 개발 및 특정한 경우의 구조 모델 개발과 이동성 관련 구조 및 요구사항 개발
WG3	QoS	End-End QoS 및 망 성능 표준 개발
WG4	CSC(Control & Signalling)	QoS 제공을 위한 제어 기능 개발 및 자원 관리 표준개발
WG5	SeC(Security Capability)	NGN 환경에서 Security 프레임워크 개발
WG6	Evol(Evolution)	PSTN/ISDN의 NGN으로의 진화 시나리오 개발
WG7	FPBN(Future Packet-based Bearer Network)	현 패킷 패킷 통신망의 문제점 도출 및 미래 패킷 통신망 요구사항 개발



출처 : Anthony M Rutkowski, ATIS at SUPERCOMM

그림 3. NGN 표준화 단체 구성도

BcN에서는 다양한 멀티미디어 서비스들을 네트워크에 융합하기 위해 노력하고 있는데, 그림 4에 나타낸 것처럼, 여러 통신 서비스들이 네트워크로 집약 될 때, 터미널(terminal)이 액세스 네트워크를 통해서, 전달 망으로 집약되는 것을 도식화 한 것이다.

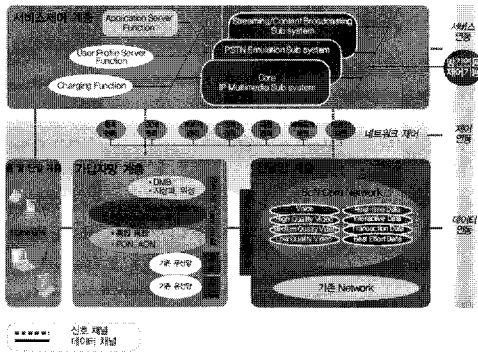
- 서비스 제어 계층 : 신규서비스 도입에 용이한 개방형 서비스와 차별화된 서비스 품질 제어/서비스 사용 인증 기능 제공
- 네트워크 제어 : 요청된 서비스에 따른 가입자 및 전달망 자원의 제어와 가입자 접속 인증 기능 제공
- 전달망 계층 : 다양한 가입자망 접속에 대한 통합과 품질보장형 Service Edge Node 및 Label Switch 중심의 BcN 코어 망으로 차별화된 품질 제공 및 세분화

된 보안성 제공

- 가입자망 계층 : 동·방 통합 및 단대단 품질 보장을 위한 FTTH, HFC 고도화와 Common Access Node를 위한 가입자망 통합
- 홈 및 단말 계층 : 지능형 홈서버와 유비쿼터스 단일 망의 홈네트워크
- 연동 : 연동은 크게 전달망 연동, 망 제어 연동, 서비스 연동으로 나눌 수 있으며, 전달망 연동은 물리적인 측면에서 네트워크 기술간의 연동을 말하며 망 제어 연동은 네트워크 자원에 대한 제어와 트래픽에 대한 인증, 보안, 사용자 정책 등을 관리하며, 서비스 연동은 여러 서비스 제공 서버들을 활용하여 사용자에게 끊임없는 서비스를 보장한다.

BcN과 NGN은 유비쿼터스 네트워크를 구현하기 위해, 네트워크 구조와 기능 및 서비스 주요 요구사항 등에 대한 연구가 진행 중에 있고, All IP 네트워크를 기반으로 유비쿼터스 네트워크를 구현하기 위해 QoS와 서비스 기능적 측면에서 융·복합 기술개발에 중점을 두고 있다.

우리나라에서 추진 중인 BcN 서비스와 현재 ITU-T에서 표준화하고자 하는 NGN 서비스와 표준화 결과를 고려하여 어떠한 차이가 있는지를 살펴볼 필요가 있다. ITU-T의 NGN 서비스는 우리나라에서 구현하고자 하는 BcN 서비스가 지니고 있는 범위 및 특성 등과 대부분 공통적인 특성을 갖고 있다. 그러나 BcN 서비스는 유무선



출처: 정보통신부-한국정보보호진흥원 「BcN의 주요장비에 대한 정보보호 가이드(V1.0)」 의

그림 4. BcN 표준 모델 구조도

통신 및 방송 서비스 등이 유무선 초고속 광대역 네트워크에서 어떻게 융합되어 효율적으로 서비스가 제공되고, 이들 서비스들이 서로 융합되는 과정에서 어떠한 기능들이 상호 작용을 하게 될 것인가에 대한 전달 망으로써의 기술 개발에 중점을 두고 있다.

그림 4에서 BcN/NGN은 서비스 계층(Service Stratum)과 전송 계층(Transport Stratum)으로 구성되어 있으며, 서비스 계층은 IP 텔레포니, 비디오 컨퍼런싱, 비디오 채팅과 같은 세션 기반 서비스와, 비디오 스트리밍이나 브로드캐스팅과 같은 비 세션 기반 서비스를 지원하기 위하여 응용/서비스 지원 기능 및 서비스 제어 기능(SCF: Service Control Function)을 포함한다.

SCF는 서비스 수준에서의 세션 제어, 등록, 인증 및 권한 부여기능 등을 수행한다. 전송 계층은 전송 제어 기능(TCF: Transport Control Functions)과 전송 기능(TF: Transport Functions)으로 구성되며, TCF는 다시 NACF(Network Attachment Control Functions)와 RACF(Resource and Admission Control Functions)로 나누어진다. NACF는 NGN 서비스를 이용하기 위해 망에 접근하고자 하는 종단 사용자에 대한 등록 및 네트워크 환경의 식별/인증 기능을 제공하며, 액세스 망의 IP 주소 공간을 관리하여 접근 세션을 인증한다.

그림 5는 NGN 구조에서 RACF의 위치 및 타 기능요소와의 관계를 보여준다. RACF는 SCF에게 전송망 인프라의 추상적인 뷰를 제공하며 서비스 제공자에게 전송 시설의 상세 정보(예, 네트워크 토폴로지, 연결 상태, 자원 활

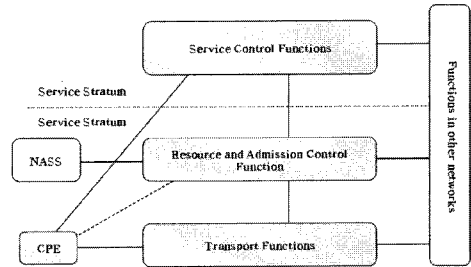


그림 5. NGN과 RACF의 상관관계

용 정도, QoS 메커니즘/기술, 등)를 숨기는 역할을 한다. 또한 RACF는 QoS 제어, NAPT/Firewall 제어, 및 NAT 주소 변경 등과 같은 NGN 전송 자원 제어를 요청하는 다양한 응용들의 요구를 수용하기 위해서 SCF와 Transport Function과 상호 작용을 한다. RACF는 SCF의 요구에 대해 정책(policy) 기반으로 전송자원의 가용여부, 승인결정, 결정된 정책의 전송망에 적용과 같은 전송계층의 자원 제어를 수행하며, 전송계층과는 대역폭 예약 및 할당, 패킷 필터링, 트래픽 분류, 마킹, 폴리싱, 우선순위 처리, 네트워크 주소 및 포트 매핑 및 방화벽 기능의 제어를 수행한다. 또한 RACF는 전송계층 제어를 함에 있어서 네트워크 능력 및 사용자의 특성을 고려하며 이를 위해서 NACF와 상호협력을 통해서 필요한 기능을 수행한다. 주요 관련 기능으로는 네트워크 접근 등록, 사용자 인증, 파라미터 조정과 같은 전송계층 등록 정보를 검토하기 위한 기능 등이 있다.

2.3. 네트워크 컨버전스의 문제점

최근 5년 동안 네트워크 컨버전스의 발전을 전송 기술적과 서비스 기술적, 그리고 정책적인 측면에서 바라보면, 전송 기술적인 발전은 비약적으로 이루어졌으나, 그에 부응하는 서비스 기술과 정책적인 측면은 그러하지 못하다. 여기에서 한 가지 문제점이 발생함을 알 수 있다. 기술의 발전이 정책에 끼치는 영향보다는 정책이 기술에 끼치는 영향이 크다고 볼 수 있다.

우선적으로, 방·통 융합 서비스에 따른 서비스 단일화에 때문에, 기존의 망 사업자와 인터넷 서비스 제공자(ISP) 사이의 이해관계를 해결해줄 수 있는 정책적 대안이 마련되어야 한다. 그리고 All-IP 네트워크를 통해 유비쿼터스 네트워크 서비스를 제공하기 위해서는 IP 네트워크

에서의 각각의 서비스에 대한 서비스 완료율을 높일 수 있는 대안을 찾아야한다.

지금까지 전송기술 측면에서 IP 네트워크가 비약적인 발전을 해 왔으나, 유비쿼터스 네트워크를 지향하는 종단 대 종단 QoS 측면에서 많은 통신 서비스들이 네트워크에 집약 되었을 때, 첫째(QoS 관점) “기존의 독립망으로 구성되던 각각의 서비스들을 All IP 네트워크에서 보장해줄 수 있는가?”, 둘째(정책적 관점) “네트워크로 서비스가 집약될 때, 중복되는 서비스들에 대한 정책적 대안이 있는가?”, 그리고, 유비쿼터스 네트워크를 구성하기 위해서는 All IPv6망으로 구성이 되어야 하며, 유·무선 연동에 문제가 없어야하는데, 셋째(이동성 관점), “IPv6가 이동성을 해결하기 위해 개발되었으나, 모바일 IPv6구현은 언제쯤 가능할까?”, 라는 질문에 명확한 답변을 내리기 힘들다.

첫 번째 질문에 대해, BcN과 NGCn에서 제시하고 있는 QoS 모델은 전송 측면에서, 네트워크에 수많은 통신 서비스가 집약될 것을 가정하여, 대략 600만 서비스 플로우(flow)를 구분하여 트래픽 제어(traffic control)을 제공할 예정이다. 그럼에도 불구하고, 네트워크에서 임의의 가입자가 전송한 패킷에 대한 완료율을 보장할 수 없다는 것은 왜 일까?

그 이유는, 가입자에 대한 서비스 보장과 서비스 플로우 구분 없이 best-effort 서비스나 CoS(Class of Service)만 제공해서, BcN과 NGN이 전송 기술 관점에서 초고속 통신망 구축 방법과, 비즈니스 관점에서 많은 통신 서비스들을 네트워크에 집약했을 때, 발생될 수 있는 이종 네트워크 간의 융합 또는 서비스 계층(layer) 간의 연동 기술 개발, 그리고 코어 네트워크에 집중된 QoS 연구에 몰두하였기 때문이다.

다시 말하면, 가입자(subscriber) 또는 액세스(access) 네트워크에서 폭주(congestion)나 충돌(collision)이 발생하지 않는 네트워크 모델에서는 NGN의 중앙 집중적인 QoS 모델은 이상적이나, 실질적으로 IP 네트워크에서 폭주나 충돌이 주로 발생하는 가입자 또는 액세스 네트워크에서 가입자 구분에 따른 서비스 플로우에 대한 근본적인 QoS 대안 없이, 데이터가 코어 네트워크로 전송되기 때문에 종단간 QoS가 보장되지 않는 상황이다. 이러한 이유로 실시간 서비스를 제공하고 있는 서비스 프로바이더(provider)들은 가입자 또는 액세스 네트워크에서 전송완료율을 보장 받을 수 없어 IP 네트워크에서 과금 정책을 현실화 할 수 없다.

두 번째 질문에 대해서는 기존의 서비스 사업자와 All IP 네트워크가 구성됨에 따라서 새롭게 파생될 수 있는 신규 사업자들, 그리고 정부와 국가와 국가 사이의 이해득실이 연관되어 있기 때문에, 본 논문에서는 가입자 구분 및 통신 서비스 플로우 구분에 따른 우선순위(priority)를 할당하여 종단 대 종단 QoS를 제공하는 관점만 언급하도록 하겠다.

세 번째, IP기반에서 이동성(mobility)에 대한 기술 개발은 IPv4에서부터 IPv6로 진화되기 까지, 지속적으로 연구 되어져 왔다. 하지만 아직까지 인터넷 프로토콜 측면에서 이동성을 제공할 수 있는 시기에 대해서는 누구도 장담하지 못하고 있는 실정이다. 이 부분에 대한 문제는, 현재의 모든 통신이 OSI 7 계층을 기초로 하여, 각각의 물리적인 통신망의 구성과 전송 기술이 해당되는 기술에 적합한 계층을 새롭게 개발하였고, 이종 네트워크끼리 통신을 하기 위해서는 연동기술이 또다시 개발되어야만 했다. 다시 말하면, OSI 7 layer에 해당하는 전송 기술들이 독립적으로 작용하고 있다는 것이다. 이 같은 이유로 모바일 IP의 서브넷(subnet)이 바뀔 때, 세션(session) 설정이 새롭게 이루어지면서 새로운 IP를 할당 받게 되는 문제로 인해, 임의의 이동 가입자가 네트워크에 재 접속해야하거나, 세션 설정에 걸리는 지연(delay) 시간을 극복하지 못하고 있다.

2.4. 유비쿼터스와 네트워크 컨버전스

네트워크 컨버전스의 발전 단계는 표 2에 나타낸 것처럼, 도입기, 성숙기, 완성기로 나눌 수 있다.

도입기는 차세대 네트워크를 구축하고 이에 따른 기능적 서비스(음성, 방송, 인터넷) 통합을 이루기 위한, 기존 사업자 간 또는 국가 간 표준을 추진하기 위한 정책적 대립시기이다. 현재는 도입기에서 성숙기로 발전하는 과도기로써, 초고속 통신을 위한 전송기술과 QoS, 보안 기술들이 진일보하여, VoIP 및 IPTV, DMB, Wibro 등의 시범 서비스를 시작하고 있으며 다양한 서비스 들이 추진 또는 활성화되고 있다. 하지만 완전한 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위해서는 IP 네트워크에서 이동성 제공에 대한 방법론이 더욱 연구 되어져야하며, USN(Ubiquitous Sensor Network), 센서, MEMS, RFID 기술에서 추진하고 있는 새로운 서비스들을 예측하고 이것들이 네트워크에 끼칠 영향들을 보다 면밀히 분석하여 BcN 및 NGN의 표

표 2. 네트워크 컨버전스 발전 단계

도입기	단기적으로는 서비스의 통합으로 기존 서비스 사업자와의 정책적 대립시기
성숙기	서비스 사업자의 정책적 틀이 확립되고 새로운 서비스 창출과 서비스에 따른 전송기술 및 네트워크의 기술적 발전기
완성기	All IP 네트워크로 디지털 컨버전스화된 유비쿼터스 서비스 시대

준화 재구성이 필요하다.

또한 광대역 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 서비스 플랫폼은 개방형 구조에 기반한 개인화/차별화된 MMoIP 서비스, Mobile 연계 VOD 서비스, 유·무선실시간 연동게임, 고품질 유·무선 화상전화 연동 서비스, u-Healthcare 서비스, u-School/shop 서비스 및 주문화된 서비스의 제공이 가능한 통합 서비스 플랫폼이 되어야 한다.

III. 결론

유비쿼터스 네트워크 서비스를 제공하기 위해 산업 전반에서 많은 노력을 기울이고 있다. 현재 BcN에서의 네트워크 컨버전스는 도입기에서 성숙기로 발전하는 단계로, 기능적 서비스 통합에 집중하고 있다. 하지만 USN(Ubiquitous Sensor Network)과 같이 다양한 서비스들이 네트워크로 컨버전스되어 활성화되기까지는 많은 서비스들에 대한 표준들이 새롭게 제시되고, 연구되어야만 한다. 그러기 위해서는 네트워크 컨버전스의 시대적 발전방향을 예측해볼 필요가 있다. 현재의 통신서비스들은 음성과 비디오 서비스에 국한되기 때문에, 유선, 무선, 이동통신 서비스 제공자들이 각각이 독립 망을 구성하여 서비스를 영위하였다. 따라서 이들의 중복되는 서비스들이 일시적인 통합은 이루어질 것이나, 유비쿼터스 네트워크를 지향하면 할수록 서비스 기술들은 사용자의 요구 및 편리성에 따라 더욱 다양해 질 것이다. 이에 따라 서비스에 적합한 통신 프로토콜도 새롭게 대두될 수 밖에 없다. 네트워크 컨버

전스의 발전 방향은 기능적 서비스 통합에서 더 나아가 All-IP 네트워크를 기반으로 새롭게 대두될 다양한 서비스들을 제공할 수 있는 전송기술들과 이들 인터페이스간의 연동기술을 제공해 주는 것이며, 그러한 새로운 서비스들을 IP 네트워크에서 서비스할 때, 각각의 서비스들의 단대단 QoS 보장 방법과 서비스에 알맞는 프로토콜을 예측하고 개발하는 것이 큰 핵심이라고 본다.

참고문헌

- [1] Hui-Lan Lu, "Resource and Admission Control for Next Generation Networks", Bell Labs, Lucent Technologies, ITU-T Workshop, 20-21 April 2006.
- [2] 서민호, 김강희, 유재영, "차세대 디지털 컨버전스 플랫폼", TCI Report 2006.
- [3] 정보통신부 "광대역통합망(BcN)주요장비에 대한 정보보호 가이드(v1.0) 2006

저자소개



한 철 민(Han Cheol Min)

2002. 한남대학교 전자공학과(BS)
 2004. 전북대학교 전자공학과(MS)
 2007. 전북대학교 전자공학과(Ph.D)

2006.4-2007.2 한국전자통신연구원 BcN단 스위칭기술팀 계약직연구원
 2007.9-현재 원광대학교 Post BK21 Post Doc.
 ※관심분야 : Internet QoS, Network Protocol, BcN, Ubiquitous Network



김 변 곤(Kim Byun Gon)

1990. 항공대학교 항공전자공학과(BS)
 1997. 전북대학교 전자공학과(MS)
 2001. 전북대학교 전자공학과(Ph.D)

2005.3-현재 군산대학교 전자정보공학부 조교수
 ※ 관심분야 : USN, Ad-hoc Network, BcN