

主題

광대역이동멀티미디어연구센터: 차세대 유무선 통합망 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 기술연구

영남대학교 전자정보공학부 채영수, 김영탁

동국대학교 정보통신공학과 이재훈

차례

- I. 서론
- II. 차세대 광대역 유무선 통합망 (BcN)에서의 실시간 멀티미디어 서비스 제공
- III. 차세대 무선 통신 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링
- IV. 유무선 통합망 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 연동
- V. 결론

I. 서론

차세대 유무선 광대역 통합 인터넷인 BcN (Broadband Convergence Network)에서는 MMoIP/VoIP, 원격 회의, 원격 진료, 원격 교육 등의 다양한 실시간 멀티미디어 서비스 들을 제공할 수 있어야 하며, 이들 실시간 멀티미디어 서비스들은 영상 화질 및 음성 음질의 품질 보장을 위하여 일정 한도 이상의 통신망 패킷 전달 성능을 요구하고 있다 [1]. 예를 들어 고화질 영상회의 시스템의 경우 1.5 Mbps 이상의 정보 전송 대역폭이 보장되어야 하며, 실시간 대화형 서비스를 위해서는 400 msec 이하의 전달 지연 시간 보장 및 50 msec 이하의 전달 지연 변동 보장이 요구된다. 또한 영상 화질과 음성 음질의 유지를 위하여 패킷 손실율은 1천분의 1 (10^{-3})이

하로 유지되어야 하고, 패킷 에러 발생율은 1만분의 1 (10^{-4})이하로 유지될 수 있어야 한다.

현재의 인터넷에서는 이러한 실시간 멀티미디어 서비스 품질 보장을 위한 기능이 제공되지 않으며, 단지 "최선을 다하여 제공하지만 보장은 할 수 없는", "best effort (최선형, 비보장형)" 개념으로 인터넷 검색과 E-mail/파일/메시지 전송 등의 서비스만이 주로 제공되고 있고, 실시간 멀티미디어 품질 보장형 서비스를 업무용으로 사용하지는 못하고 있다. 차세대 유무선 통합 인터넷인 BcN이 보다 활성화 되고, 이를 기반으로 업무 효율 및 생산성 향상을 위해서는 우선적으로 통신망의 패킷 전달 성능 보장이 가능하도록 구성되고 운영되어야 한다 [2-6].

특히, 광대역 유선 통신망과 함께 다양한 종류의 무선 통신망이 함께 연동되는 융합망

(convergence network) 환경에서 품질 보장형 실시간 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 유선망 구간에서의 대역폭 보장 및 품질 관리와 함께 무선 접속망 구간에서의 품질 관리도 효율적으로 이루어 져야 한다.

영남대학교 광대역이동멀티미디어 연구센터에서는 "차세대 유무선 통합망 환경에서의 품질 보장형 실시간 멀티미디어 서비스 제공을 위한 트래픽 엔지니어링 기술 및 서비스 플랫폼 기술"을 연구 개발하고 있다. 우선 광대역 인터넷에서의 품질 보장형 실시간 멀티미디어 서비스 제공을 위한 BcN 트래픽 엔지니어링 기술을 개발하고 있으며, 현재 상용 인터넷에서 가장 많이 사용되고 있는 Cisco 라우터를 기반으로 4 ~ 8개 정도의 트래픽 유형을 구분하고, 이들 트래픽 유형의 중요도 및 우선 순위에 따라 차별화된 서비스를 제공할 수 있는 "품질 보장형 차세대 인터넷 트래픽 엔지니어링 및 망 운용 관리 시스템"을 개발하고 있다. 특히, 4 ~ 8개 트래픽 유형에 대한 우선 순위를 지정하여 통신망에 트래픽 폭주가 발생하는 경우에도 우선 순위가 높은 프리미엄 서비스의 품질이 지속적으로 보장될 수 있게 하고, 통신망에 장애가 발생된 경우에도 트래픽의 중요도에 따라 복구 방법 및 복구 우선 순위를 지정할 수 있는 기술을 개발하고 있다.

본 고에서는 영남대학교 광대역 이동멀티미디어 연구센터에서 정보통신부 지원 대학 IT 연구센터 (ITRC) 연구과제로 추진 중인 차세대 유무선 통합망 환경에서의 품질 보장형 트래픽 엔지니어링 기술 연구에 대하여 소개한다. II장에서는 BcN 환경에서의 품질 보장형 광대역 실시간 멀티미디어 서비스 제공 구조 및 트래픽 엔지니어링 구조에 대하여 설명한다. III장에서는 차세대 무선 통신환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 기법에 대하여 설명하며, 관련 국제 표준 및 국내외 기술 현황, 영남대 ITRC에서 추진하

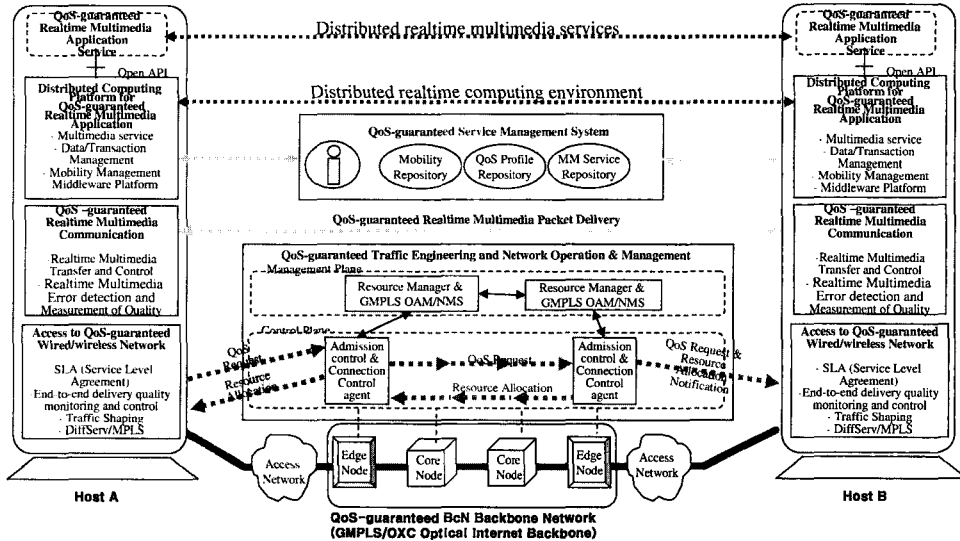
고 있는 연구 내용에 대하여 설명한다. IV장에서는 유무선 통합망 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 연동 방안에 대하여 설명하며, 관련 국제 표준화 동향, 핵심 연구개발 항목, 유무선 통합망 환경에서의 각 계층별 통합 방안에 대하여 설명한다. 끝으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 차세대 광대역 유무선 통합망 (BcN)에서의 실시간 멀티미디어 서비스 제공

1. BcN에서의 실시간 멀티미디어 서비스 제공 구조

차세대 인터넷에서는 품질 보장형 차별화 서비스 제공 (QoS-guaranteed Differentiated Service Provision) 기능이 필수적이며, 서비스의 유형, 중요도에 따라 등급 및 우선 순위를 차별화하고 [3-6], 차별화 등급에 따라 서비스 품질의 차등 및 요금 부담 차등화하게 된다. 이와 같은 기능 구조를 기반으로 제한된 통신망 자원의 효율 극대화, 요금에 따른 이용 효율 극대화를 제공한다 [7-8].

(그림 1)은 영남대학교 ITRC에서 추진하고자 하는 "차세대 유무선 통합망 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 및 멀티미디어 서비스 플랫폼 기술 연구"의 종합적인 개념도를 보여주고 있다. 차세대 광대역 유무선 통합망 (BcN) 환경에서 사용자간 또는 사용자-서버간의 QoS 보장형 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 우선 통신망에서의 트래픽 엔지니어링 기능 및 망 운용 관리 기능이 QoS 보장형 서비스 제공을 보장할 수 있어야 한다. 이를 위하여 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 및 망 운용 관리 기능



[그림 1] BcN에서의 품질 보장형 실시간 멀티미디어 서비스 제공 구조

이 필요하다. QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 및 망운용 관리 기능은 GMPLS/OXC 기반의 광인 터넷의 제어 평면 (control plane) 및 관리 평면 (management plane)의 기능으로 구현되어야 하며, QoS 보장형 signaling을 통한 연결 설정 및 해제, 통신망 성능 관리, 장애 관리, 구성 관리 및 VPN 서비스 관리 등을 담당하여야 한다 [9-10].

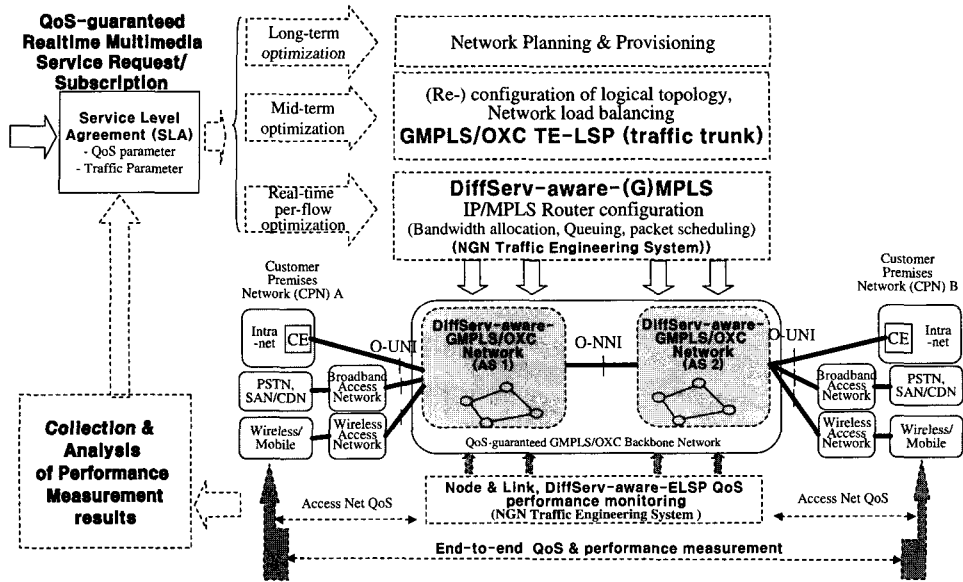
QoS 보장형 멀티미디어 서비스 제공을 위한 단말 장치 (terminal node)에서는 다양한 “QoS 보장형 실시간 멀티미디어 응용 서비스들을 구현할 수 있는 플랫폼 (middleware)” 기능을 갖추어야 하며, 아울러 멀티미디어 정보전달에서 QoS를 보장할 수 있는 “QoS 보장형 실시간 멀티미디어 통신” 기능이 통합되어 있어야 한다. 특히 향후 차세대 유무선 통합망 환경에서는 기존의 초고속 접속망과 함께 다양한 종류의 광대역 무선 접속망 (예: WiFi, WiBro, Ultra Wideband wireless) 이 사용될 것이며, 유선망 구간과 무선망 구간이 연동되는 환경에서도 서비스 품질이 보장될 수 있어야 한다. 또한 사용자의 이동성 및 단말기의

이동성 등이 지원되기 위해서는 통신망의 “QoS 보장형 멀티미디어 서비스 관리 시스템”에서 멀티미디어 응용서비스 profile, 이동성 (mobility) 관리 정보, QoS profile등을 제공하여야 하고, 이를 단말기에서 사용할 수 있어야 한다.

2. QoS 보장형 SLA 및 트래픽 엔지니어링

차세대 광대역 통합망 (BcN)에서의 QoS 보장형 서비스 제공을 위해서는 (그림 2)에서 보는 바와 같이, 사용자의 QoS 보장형 실시간 멀티미디어 서비스 요청 또는 가입에 따라 SLA (service level agreement)를 정의함으로써 시작된다. SLA에서는 각 품질 보장형 차별화 서비스들에서 제공할 수 있는 서비스 품질 및 관련 트래픽 특성/파라미터등을 지정하게 되고, 지정된 서비스 품질을 통신망이 보장하게 된다.

요청된 실시간 멀티미디어 서비스의 서비스 품질을 보장하기 위하여 통신망 사업자의 전달망 (transport network)에서는 요구사항을 만족시킬



[그림 2] BcN에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 기능 구조

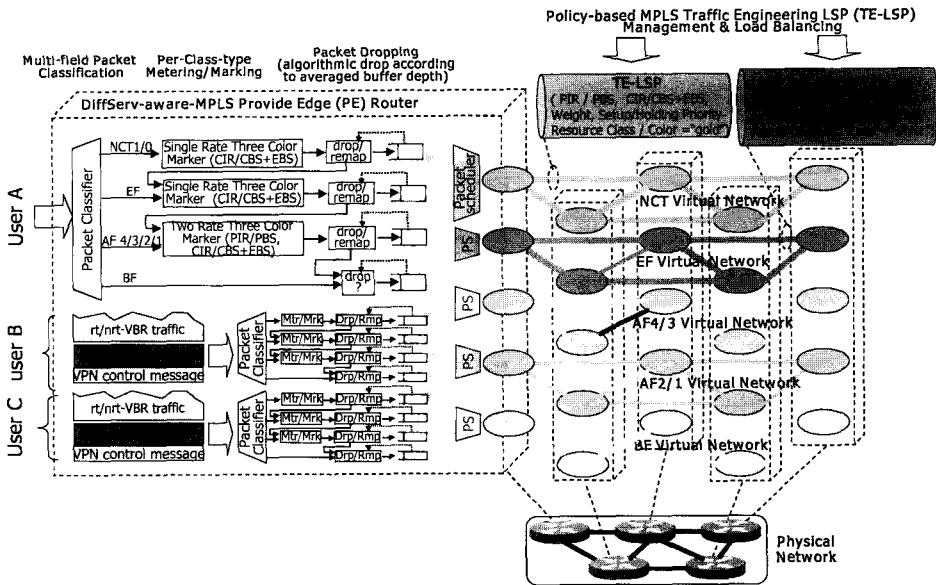
수 있는 통신망 자원을 할당하며, 이를 통하여 전달되는 사용자 정보의 전달 성능을 지속적으로 측정 및 분석하여 QoS가 보장되는가를 확인하여야 한다. 통신망 사업자의 트래픽 엔지니어링 및 망 운용 관리 시스템에서는 장기간에 걸친 network planning & provisioning, 통신망 부하 분산 (load distribution) 및 logical topology 관리를 위한 MPLS 기반의 TE-LSP 설정 및 관리, 각 사용자별 멀티미디어 서비스 패킷 전달을 위한 DiffServ-aware-ELSP의 설정 및 운용 관리 기능들이 제공되어야 한다. 사용자 연결 설정에 따라 실시간으로 제어/관리되는 DiffServ-aware-ELSP의 설정 및 운용 관리 기능은 MPLS Signaling 기능과 autonomous system (AS)간의 연동을 위한 BGP-TE 기능을 기반으로 구현되며[5-6], 각 구간별 DiffServ-aware-MPLS LSR들의 운용 파라미터 설정 및 성능 측정이 이루어져야 한다.

제공되는 서비스의 품질이 사전에 요청된 QoS 수준을 만족하는지 확인하기 위하여 BcN의

유선 및 무선 접속망 (access network) 구간, DiffServ-aware-MPLS 증계망의 주요 구간별 패킷 전달 성능이 지속적으로 측정되어야 하며, 구간별 성능 측정 및 종단간 성능 측정 결과를 종합 분석하여 QoS 보장 여부를 판단하게 된다. 만약 요청된 QoS가 사전에 합의된 SLA의 서비스 품질 수준을 보장하지 않는다면 전달망의 트래픽 엔지니어링/망 운용 관리 시스템은 운용 파라미터의 조정을 통하여 QoS가 보장될 수 있도록 하여야 한다.

3. 품질 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 다중 오버레이 네트워킹

현재 광대역 멀티미디어 서비스의 품질에 관련된 표준으로는 ITU-T I.356 권고안의 5 가지 등급의 ATM bearer service 품질 표준과 Y/1540/1541 권고안의 6가지 등급의 IP 품질 표준이 있다. 또한 IETF에서는 DiffServ-aware-MPLS 구조를 통한 QoS 보장형 차별화 서비스



[그림 3] QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 DiffServ-aware-MPLS 구조의 다중 오버레이 네트워크 구성 방안

제공에서의 각 서비스 품질을 지정할 수 있도록 하고 있다 [5, 6]. 본 연구과제에서는 DiffServ-aware-MPLS 체계의 차세대 인터넷 트래픽 엔지니어링 기술을 연구하며, 이를 통하여 QoS 보장형 실시간 멀티미디어 서비스의 서비스 품질이 보장될 수 있도록 전달망의 각 구간별 및 각 교환 노드별 운용 파라미터를 조정하고, 전체 통신망의 운용 및 자원 이용이 효율적으로 관리될 수 있도록 한다[10].

DiffServ-aware-MPLS 체계의 차세대 인터넷 트래픽 엔지니어링 기능 구조에서 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 사용자 서비스 유형 구분 및 각 유형별 queue 관리, 패킷 스케줄링 등의 기능은 DiffServ-aware-MPLS Edge LSR (LER)이 담당을 하게 된다. (그림 3)은 DiffServ-aware-MPLS Edge LSR (LER)의 기능 구조를 보여주고 있다. 사용자로부터의 QoS 보장형 실시간 멀티미디어 서비스를 위한 연결 설정 요청이 발생하면 DiffServ-aware-MPLS

signaling 절차에 따라 QoS/call request로 요구 사항이 전달되고, 이 요구사항을 만족시킬 수 있는 MPLS LSP의 설정이 이루어지며, 사용자 서비스 트래픽 유형에 따라 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 패킷 선별, 각 유형별 트래픽 측정 및 우선 순위 조정, 구별된 queuing, 패킷 스케줄링에 대한 운영 파라미터 설정 절차가 DiffServ-aware-MPLS Edge LSR (LER)에서 이루어진다.

품질 보장형 차별화 서비스를 보다 효율적으로 제공하기 위하여 본 연구에서는 각 ISP의 도메인 네트워크 내에 각 서비스 등급에 따른 다중 오버레이 네트워크를 구성한다. 각 오버레이 네트워크는 특정 class-type의 서비스 품질 요구사항을 보장하게 되며, 새로운 트래픽 연결 설정 요청에 대한 연결 승인 제어 (CAC) 기능이 이를 관리하게 된다. 사용자 단말기로 부터의 연결 설정 요청은 RSVP-TE를 사용하는 것으로 가정하고 있다.

각 도메인 네트워크 내에서의 다중 오버레이 네트워크 설정 및 관리는 MPLS의 L-LSP들을 각 edge 노드 간에 해당 서비스 유형의 요구사항에 따라 설정함으로써 구성하게 된다. 이들 다중 오버레이 네트워크는 품질 보장형 차별화 서비스별로 논리적인 중계망을 구성하게 되며, 그 도메인 네트워크의 관리 정책에 따라 구성 및 관리 된다.

III. 차세대 무선 통신 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링

1. 개요

현재의 무선/이동통신망은 Bluetooth, IEEE 802.11 WLAN, IEEE 802.16 WMAN, cdma2000, UMTS와 같은 여러 가지의 망으로 이루어져 있다. 무선 LAN (WLAN)의 경우에는 무선 단말기가 인터넷에 접속하기 위하여 WLAN의 Access Point (AP)에 접속을 시도하고, DHCP나 정적 IP를 사용하여 인터넷을 이용한다. 이 방식은 하나의 AP 영역 내에서는 단말의 이동이 가능하지만 AP의 영역을 넘어서게 되면 현재 설정되어 있는 TCP의 연결을 해지하고, 인터넷의 연결을 다시 설정해야 하는 단점이 있다. 이를 극복하기 위하여 IEEE 802.11에서는 TGf에서 AP 간의 handoff를 지원하기 위한 프로토콜의 표준화를 진행 중에 있으며, 이 표준화 작업이 이루어지면 WLAN 내의 다른 AP간 roaming도 가능하게 될 전망이다.

또한 IEEE 802.11에서는 무선 LAN 환경에서 QoS를 제공하기 위하여 TGe에서 표준화가 진행 중에 있다. 그렇지만, 서로 다른 AP간 roaming 시에 어떻게 일관된 QoS를 유지할 것인가에 대한 연구는 아직까지 많이 진행되지 못한 상태이

다. 또한 IEEE 802.16 기반의 무선 MAN은 유선 방식의 xDSL을 무선으로 대체하기 위한 기술로서 WLAN보다 넓은 지역을 좀 더 고속으로 인터넷 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 무선 MAN은 기본적으로는 무선 기반의 고정 가입자 접속 방식을 제공하고 있었지만, 최근에 802.16e에서는 가입자가 AP간 handoff가 가능하도록 가입자의 이동성 제공을 위한 기능을 정의하고 있다.

위에서 언급한 것과 같이, handoff는 무선 단말기가 하나의 셀 (또는 AP 영역)에서 다른 셀 (또는 AP 영역)로 이동을 하더라도 연결이 계속 유지될 수 있도록 하는 기술이다. Handoff 메커니즘의 성능은 이동을 필요로 하는 응용들의 성능에 직접적인 연관이 있으며, 현재와 같이 무선/이동통신망을 이용하는 가입자의 수가 폭발적으로 증가하고, 그로 인해 셀의 크기가 점차 작아지는 환경에서는 handoff의 기능이 이전에 비해서 훨씬 더 중요하다고 할 수 있다.

또한 현재와 같이 이동통신망 뿐만 아니라 무선 LAN 및 무선 MAN과 같이 서로 다른 기술을 이용하는 여러 가지의 망이 혼재되어 있는 상황에서는 WLAN과 같은 좁은 지역을 커버하는 망과, 좀 더 넓은 지역을 커버하는 WMAN, 그리고 좀 더 넓은 지역을 커버하는 이동통신망 등이 서로 지역적으로 계층적인 구조를 이루어서 예를 들면 사무실 내에서는 WLAN으로 연결을 설정하여 트래픽을 송수신 하는 중에, 연결되어 있는 단말기를 외부로 이동하게 되면 WLAN에서 WMAN이나 이동통신망으로 접속이 변경되더라도 계속 연결이 유지되는 vertical handoff 기능의 구현이 필수적이라 할 수 있다.

이를 위해서는 먼저 무선 단말기가 접속되어 있는 망이 어떤 망인지를 감지하여 적합한 망을 선택하기 위한 기준을 정하는 것이 중요하며, vertical handoff 시에도 사용자 트래픽의 QoS를

보장할 수 있는 기술이 필요하다고 할 수 있다. 따라서, 영남대학교 ITRC에서는 이러한 여러 가지의 망이 혼재되어 있는 경우에 효율적인 망 선택 메커니즘 및 이기종 망 간의 이음매 없는 이동성 지원을 위한 효율적인 vertical handoff 메커니즘, 그리고 사용자 트래픽의 QoS 보장과, 그리면서도 망의 자원 이용 효율을 높일 수 있는 기술을 연구한다.

2. 표준화 동향

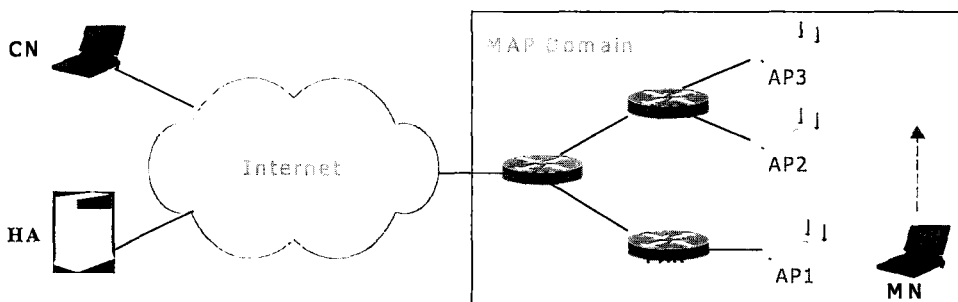
IEEE 802.21[11]에서는 단말이 서로 다른 망에 접속할 수 있는 각각의 인터페이스가 있는 경우에 이기종 망 간의 이음매 없는 핸드오버를 제공하여, 핸드오버가 발생하더라도 사용자가 인지하지 못할 정도로 서비스가 계속 유지되기 위한 메커니즘을 제공한다. 이 워킹그룹에서는 특히 망의 연결을 가능한 한 동시에 하도록 해서 제 2 계층의 trigger 시간을 최소로 하기 위한 기술을 표준화하고 있다.

IETF의 MIPv6(Mobility for IPv6) 워킹그룹 [12]에서는 IPv6 호스트가 이동하면서도 “영구적(permanent)” 홈 주소를 계속 사용할 수 있도록 라우팅 지원을 해주는 기술을 표준화하고 있으며, 이동 중에도 설정되어 있는 연결을 그대로 유지할 수 있게 해준다. MIPv6 워킹그룹에서는 IPv6 호스트 이동성 지원을 위한 기본 프로토콜

을 향상시켜 광역에서 사용 가능하게 해주는 것을 목표로 한다.

MIPSHOP (MIPv6 Signaling and Handoff Optimization) 워킹그룹[13]에서는 이전에 MIP 워킹그룹이 시그널링 오버헤드, 핸드오프 지연, 패킷 손실을 감소시킬 목적으로 개발한 HMIPv6 (Hierarchical Mobile IPv6 mobility management), FMIPv6 (Fast Handovers for Mobile IPv6)에 대한 표준화 작업을 계속 추진해서 완성하는 것을 목표로 하고 있다. HMIPv6는 MAP(Mobility Anchor Point)를 사용해서 홈에 이전트나 CN(correspondent node)으로의 이동성 바인딩 정보를 등록하는데 드는 시그널링 오버헤드나 지연을 감소시키며, FMIPv6는 새로운 링크가 설정되면 신속하게 IP 연결을 설정할 수 있도록 해서 패킷 손실을 감소시키는 기능을 한다.

SeaMoby(Context Transfer, Handoff Candidate Discovery, and Dormant Mode Host Alerting) 워킹그룹[14]에서는 MIP 환경에서 상태 정보(AAA 정보, security context, 사용자에게 할당된 QoS 특성, Robust Header Compression 정보 등)를 전달할 수 있게 해주는 것과, 이동 IP 네트워크에서 실시간 서비스가 가능하게 해주는 것에 대한 표준화 작업을 수행하고 있다. 이 워킹그룹에서 다루는 분야로는 context transfer, handoff candidate discovery,



(그림 4) HMIPv6+FMIPv6 구현의 위한 테스트베드

dormant mode host alerting이 있다. Context transfer는 security context, policy, QoS, header compression, accounting/AAA 정보 등을 이동 노드의 이전 접근 장치에서 새 장치로 전달해주는 것을 뜻한다.

Handoff candidate discovery는 'seamless'한 핸드오프가 가능하도록 다수의 핸드오프 후보들 중에서 하나 이상을 선택해 context transfer를 할 수 있게 해주는 것이다. DMHA (dormant mode host alerting)는 dormant mode에 있는 이동 노드의 위치를 추적해서 패킷을 전달해주는 것이다.

DNA (Detecting Network Attachment) 워킹 그룹[15]에서는 3계층 연결성(L3 connectivity; 즉, IP)을 신속하게 검출하는 기술에 대한 표준화 작업을 수행하고 있다. 이와 관련해서 L3 configuration이나 연결성의 변경을 보다 신뢰적이고 쉽게 검출할 수 있도록, 현재 표준으로 되어 있는 IPv6 configuration 프로토콜들(RFC 2461, 2462, 3315)을 확장하고 정의한다.

3. 연구 개발 내용

Mobile IP 프로토콜에서는 인터넷에 접속되어 있는 이동 호스트 (Mobile Node: MN)가 인터넷상의 임의의 호스트 (Correspondent Node: CN)와 연결을 설정한 상태에서 자신의 접속 지점을 변경하여도 CN과의 연결이 계속 유지될 있도록 하기 위한 메커니즘을 정의한다. 이를 위하여 Mobile IP 프로토콜에서는 MN에게 기존의 인터넷과 같이 홈 주소로서 고정 IP 주소를 할당하고, MN의 홈 주소와 동일한 망 주소를 가지는 홈 에이전트 (Home Agent: HA)를 정의한다. MN은 망의 접속 지점을 변경할 때마다 새로운 망에 존재하는 Access router (AR)로부터 새로운 동적 IP 주소인 COA (care-of address)를 할당받아, 자신의 고정 IP 주소와 COA를 HA로 등

록한다. MN과 통신하고자 하는 CN은 MN의 홈 주소를 이용하여 MN에게 패킷을 전송하고, HA가 MN 대신에 이 패킷을 수신하여 터널링을 통해 원격지에 있는 MN에게 패킷을 전송한다. 이러한 방법으로 MN과 CN 간에는 MN의 위치 변경에 관계없이 투명한 경로가 설정된다. 그런데, Mobile IP 프로토콜에서는 CN으로부터 전송된 패킷이 항상 HA를 거쳐 MN에게 전송되는 삼각 라우팅 문제가 발생하게 되어 패킷이 최적 경로를 따라 전송되지 못하는 문제점을 가지고 있다.

Mobile IP 프로토콜이 가지는 삼각 라우팅의 문제점을 해결하기 위하여 IETF에서는 경로 최적화 메커니즘이 제안되었다. 그렇지만, IPv4 환경에서는 현재의 인터넷에 접속되어 있는 모든 CN에 이러한 기능이 구현되어 있지 못하기 때문에, CN의 구현 여부에 상관없이 경로 최적화를 제공할 수 있는 다른 방안이 제시되어야 한다. 이를 위하여 Mobile IPv4 기반의 망에서 Intermediate Agent (IA)를 이용하여 효율적으로 경로 최적화를 제공할 수 있는 알고리즘이 제안되었다.

Mobile IPv6 (MIPv6) 기반에서는 CN에 경로 최적화를 위한 메커니즘을 기본적으로 구현된다고 가정한다. Mobile IPv6 망에서는 handoff시 걸리는 시간을 좀 더 단축하기 위하여 Hierarchical MIPv6 (HMIPv6)와 Fast handover for MIPv6 (FMIPv6)가 제안되었다. 따라서, 본 연구에서는 기존에 구현된 Linux 기반의 HMIPv6 위에 FMIPv6를 구현하고 (그림 4)의 망 구성도를 이용하여 테스트베드를 구축 중에 있다. 이 테스트베드가 구축되면, MIPv6 만을 사용했을 경우와 HMIPv6와 FMIPv6를 모두 사용하는 경우의 성능을 비교할 수 있을 것이다. 그리고, 이번 연구에서는 HMIPv6와 FMIPv6를 통합하여 handover시 발생하는 지연을 좀 더 줄이기 위한 알고리즘을 개발할 예정이다. 또한

handover 시에도 QoS를 제공할 수 있는 메커니즘을 개발할 예정이며, 제안된 메커니즘의 동작을 테스트베드를 통하여 검증할 예정이다. 이러한 QoS 기반의 handover 메커니즘이 개발된 이후에는, 제 2 계층의 최적의 trigger 시점을 결정하기 위한 메커니즘을 연구할 예정이며, 이러한 triggering의 경우에도 연결의 QoS를 제공할 수 있기 위해서 무엇이 고려되어야 하는지를 연구할 예정이다.

IV. 유무선 통합망 환경에서의 QoS 보장형 트래픽 엔지니어링 연동

1. 개요

인터넷과 이동통신의 보편화로 인하여 VoIP와 Internet TV, PDA나 휴대폰을 이용한 VoD (Video on Demand)와 같은 고품질의 실시간 멀티미디어 서비스가 폭발적으로 증가하고 있는 추세이다. 멀티미디어 트래픽은 기존의 텍스트 모드의 트래픽에 비해서 데이터의 양도 방대하며, 종단간 지연과 jitter에 민감하다는 특징을 가지고 있다. 따라서 인터넷과 이동/무선통신이 통합된 유무선 통합망 환경에서 이러한 서로 다른 특징을 갖는 트래픽들이 요구하는 QoS를 제공하기 위한 노력이 계속되어 왔다.

멀티미디어 트래픽을 송신하는 서버와 그것을 수신하는 클라이언트 입장에서 end-to-end 망을 살펴볼 때 유무선 통합망은 크게 무선 접속망, 역세스망, 그리고 코어망으로 구분할 수 있다. 무선 접속 분야를 먼저 살펴보면, 지금까지는 음성 위주의 연구가 많이 이루어져 오다가 최근에 인터넷 접속과 같은 IP 패킷 통신을 무선 접속 구간에서도 활용하기 위한 기술들이 개발되었다. 이러한 기술들은 3GPP와 3GPP2에서 IMT-2000

enhancement라고 하는 3.5세대의 EVDO/EVDV와 HSDPA 기술의 표준화 형태로 완성되고 있다.

액세스 망의 경우에는 근거리 통신망의 약 95% 이상이 이더넷 기술을 이용하고 있다. 특히 이더넷은 오랫동안 LAN 영역에서 사용되어 오면서 망 관리자에게 매우 익숙해져 있어서 관리 및 운용이 용이하고, 이더넷과 관련된 칩과 장비의 가격이 싸다는 장점을 가지고 있다. 또한 이더넷의 속도도 과거의 10Mbps에서 100Mbps, 1Gbps, 그리고 10Gbps로 향상되어서, 이러한 이더넷을 근거리 통신망에서 뿐만 아니라 메트로 영역 망에서도 사용하기 위한 노력이 계속되어 왔으며, 이러한 결실로 최근에는 메트로 이더넷 기술에 대한 표준화가 진행되고 있다. 기본적으로 이더넷은 공유 매체를 이용하는 방식이기 때문에 사용자가 요구하는 QoS를 제공하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 근래에 이더넷 스위치의 등장과 보편적인 사용으로 인하여 이더넷에서도 QoS를 제공하기 위하여 IEEE 802.1p/Q에서 우선 순위의 기능이 제안되었다. 그렇지만, 이런 우선 순위 기법은 단지 들어오는 트래픽에게 차별화 서비스를 제공하기 위한 방법으로써 각각의 연결이 요구하는 트래픽의 QoS는 보장하지 못한다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하고 이더넷에서 RSVP와 같은 자원 예약 메커니즘을 제공하기 위하여 IETF에서는 SBM (subnet bandwidth manager)라는 메커니즘이 제안되었다. 이 방식에서는 이더넷 망을 구성하고 있는 스위치에 RSVP 기능을 구현하여 제 3 계층의 RSVP와 스위치 간에 기능을 호환하기 위한 방식이다. 그렇지만 이 방식도 RSVP와 마찬가지로 신호 메커니즘으로써 망을 효율적으로 이용할 수 없다는 단점이 있다.

최근에 트래픽의 QoS를 제공하면서도 망을 효율적으로 이용할 수 있도록 하는 QoS-based

routing이 제안되었다. 이 방식은 망의 현재의 부하(load)를 기반으로 최적의 경로를 찾는 메커니즘을 제공한다. 그렇지만 이 방식에서는 망의 현재의 로드를 알기 위하여 많은 제어 정보들이 필요하며, 이러한 정보들이 망의 자원을 낭비하게 되고 또한 현재의 soft-state 방식의 RSVP와는 유기적인 동작을 하지 못하는 단점이 있다. 트래픽 엔지니어링 기술은 트래픽이 요구하는 QoS를 제공하면서도 망 자원을 최대한 이용할 수 있도록 하는 기술이다. 즉, 경로 설정 알고리즘의 경우에는 링크 매트릭으로 망 상태에 따라 동적으로 변하게 되는 파라미터를 선택하여 이에 따라 트래픽의 경로를 결정하고자 하는 constraint-based routing이 연구되고 있다.

또한 IP와 같은 네트워크 계층 아래 ATM과 같은 가상 회선 망을 도입하여 라우터 간의 경로 설정 시 트래픽의 상황에 따라 링크 레벨의 경로를 가변 하여 트래픽 엔지니어링을 수행하는 overlay model 기반 방법도 있다. 또한 최근에는 MPLS를 이용한 트래픽 엔지니어링에 관한 연구도 활발하게 이루어지고 있다 [2-7]. MPLS 망은 IP 계층의 라우팅 기능을 이용하면서도 연결 지향 경로를 다르게 설정하여 트래픽을 전송할 수 있어서 트래픽 엔지니어링 기능을 우수하게 수행할 수 있다는 장점이 있다. 그렇지만, 지금까지의 트래픽 엔지니어링은 유선망에서만 논의가 있어 왔고, 유무선이 통합된 유무선 통합망 환경에서는 사용자 트래픽의 QoS 보장과 망의 자원 이용 효율을 높이기 위한 트래픽 엔지니어링에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

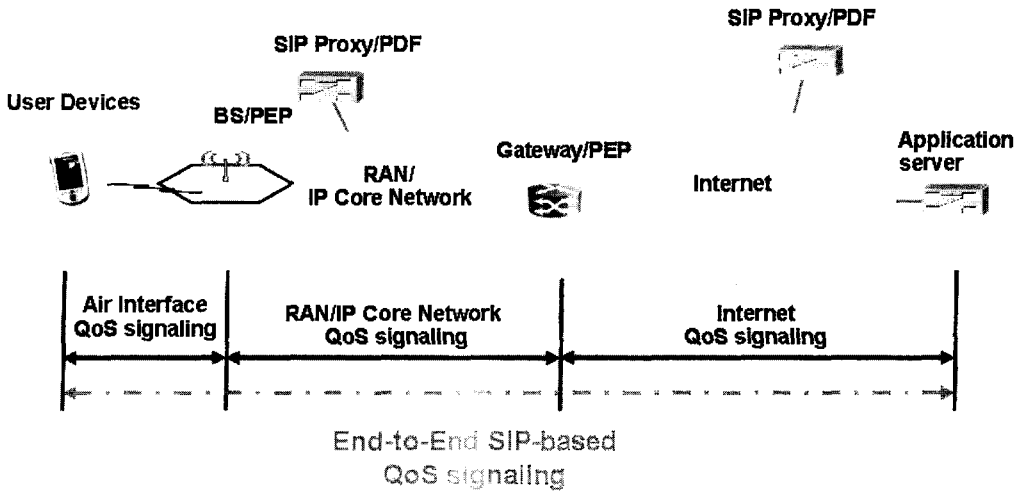
현재 트래픽 엔지니어링과 관련된 라우팅 알고리즘, load sharing, fast rerouting, path protection 등에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으나, 유무선 통합망에서 통신 단말이 이동하는 상황에서도 종단간 QoS를 보장할 수 있으려면, 유선망에서 이동성에 따른 경로 변경 상황에 맞

는 트래픽 엔지니어링에 관한 연구가 이루어져야 하나 아직까지는 미흡한 실정이다. 단말의 이동성을 지원하면서 유무선 종단간의 QoS를 제공하기 위해서는 이동성에 의해 경로가 변경될 때, 트래픽의 특성에 맞는 적절한 constraint-based routing, 새로운 경로에서 QoS 지원을 위한 자원 예약, 적절한 트래픽 스케줄링 및 그에 따른 적절한 트래픽 엔지니어링이 이루어져야 한다.

2. 표준화 동향

현재의 유선망과 무선망은 각각 독립적인 자원 관리 및 QoS 제어 방식을 채용하고 있다. 유선망의 경우 크게 RSVP 제어 메커니즘을 이용한 종단간 회선 방식의 IntServ 모델[17]과 각 라우터에서 패킷 처리 차별화를 이용한 DiffServ 모델[2]의 QoS 보장 방식이 연구되어지고 있다. 이 모델들은 주로 네트워크 계층 및 전송 계층에서 종단간의 QoS를 보장하기 위한 종단 및 세그먼트내의 네트워크 자원 설정 및 관리를 담당한다. 무선망의 경우, IEEE 802.11 그룹은 WLAN MAC 계층에서 QoS를 보장하기 위한 IEEE 802.11e 모델[18]을 제안하였다. 새로운 802.11e MAC은 WLAN상의 QoS를 보장하기 위하여 EDCF와 HCF라는 새로운 MAC 모드와 이를 위한 패킷 스케줄링 기법을 포함한다. 3G 무선망은 3GPP2의 CDMA2000 1xEV-DV와 3GPP의 WCDMA HSDPA 기법을 이용하여 무선 인터페이스 구간에서 UMTS의 QoS 모델인 conversational, streaming, interactive, background 서비스 클래스를 지원한다. 최근 소개된 IEEE 802.16d/e[19, 20] 나 TTA의 WiBro의 경우도 무선 인터페이스 구간에서 UMTS의 QoS 모델을 지원하는 MAC 및 physical 프로토콜을 개발하고 있다.

새로이 소개되어지는 QoS 지원 가능한 무선 데이터 인터페이스 기술과는 달리, 현재의 주요



(그림 5) SIP을 이용한 유무선 통합망의 end-to-end QoS Signaling Architecture

무선 접속망은 음성 위주의 회선 서비스를 위한 QoS 관리만을 담당하고 있다. 따라서 무선망내의 QoS 보장을 위해서 무선 접속망 내의 DiffServ/MPLS 기반 QoS 관리 기법 및 이를 무선 인터페이스 구간의 QoS 보장형 MAC 프로토콜과 연동하는 기법이 연구되어지고 있다. 무선망은 유선 고정망과 달리 단말기의 이동성이 존재하며, 빈번한 핸드오버 환경에서도 활성 세션의 QoS를 보장해주어야 한다. 데이터 패킷 서비스의 경우 고정된 자원을 요구하는 음성 회선 서비스와 달리 각 이동 단말기가 요구하는 QoS가 상이하다. 따라서 핸드오버 수행 시 요구되는 QoS를 고려하여 새로운 BS 선택 및 자원 설정이 필요하다. IETF의 SeaMoby WG[19]에서는 핸드오버 시 BS간 QoS 관련 정보를 교환하고 자원 설정을 협상할 수 있는 context transfer protocol을 개발하고 있다. 또한 응용계층에서 end-to-end QoS signaling을 위하여 멀티미디어 응용세션 관리 프로토콜인 SIP[21]과 SDP[22]을 이용하여 유무선 통합망 환경에서 무선망내의 통합된 무선인터페이스/접속망구간 QoS 관리 기법과 유선망의 QoS관리 기법을 연동함으로써

end-to-end QoS 보장을 위한 연구가 진행되고 있다[23].

3. 연구 개발 내용

유무선 통합망에서 실시간 멀티미디어 트래픽을 효율적으로 전송하기 위해서는 무선망, 그리고, 제 2 계층 스위치와 제 3 계층 RSVP 및 Diffserv, QoS-based routing, 그리고 트래픽 엔지니어링과 같은 기술들이 통합되어 진정한 QoS를 보장하기 위한 기술과 각 계층간의 상호 운용성에 대한 메커니즘의 개발이 필수적이라 할 수 있다. 따라서 영남대학교 ITRC에서는 (그림 5)와 같은 유무선 통합망에서 QoS를 보장할 수 있도록 하기 위하여 무선망과 유선망의 상호 연동 기술, 상이한 전송 특성을 가지는 유선망과 무선망을 효율적으로 통합함으로써 Web browsing, streaming 등의 응용 프로그램 성능을 향상 시킬 수 있는 성능 향상 프락시 기술, 유무선 통합망에서의 일관된 QoS 지원 기술, 계층 간 QoS 호환성 기술, 유무선 통합망 자원의 극대화를 위한 트래픽 엔지니어링 기술에 대한 연구를 수행하고 있다.

이를 위하여 첫 번째로 데이터 링크 계층에서 QoS 제공 메커니즘을 연구하고 있다. 이를 바탕으로 제 2 계층에서의 신호 프로토콜 및 QoS-based routing 연동 메커니즘을 연구하며, QoS를 지원할 수 있는 방법을 제시하고, 이를 통하여 유무선 통합망에서 QoS 제공을 위한 계층간 상호 연동 메커니즘 및 상이한 유선/무선 2 계층을 효율적으로 연결할 수 있는 기법 연구를 수행하고 있다.

두 번째로 RSVP와 Diffserv와 같은 QoS 제공을 위한 신호 메커니즘을 연구하고 이를 무선통신망에 적용하는 경우에 발생할 수 있는 문제점을 분석한다. 이를 바탕으로 종단간 QoS 서비스 제공을 위한 무선통신의 품질 병목 지점을 도출하여 무선통신망의 주요 기능별 세부 개선 사항을 제시한다. 이를 바탕으로 유무선 통합망에서 트래픽의 QoS 요구사항 보장을 위한 트래픽 제어 기법을 연구한다.

세 번째로 유무선 통합망에서의 트래픽 엔지니어링 메커니즘을 연구하고, 특히 이동성 지원 메커니즘을 연구한다. 이를 바탕으로 사용자 트래픽의 QoS를 보장하기 위한 유무선 통합망 설계 및 트래픽 엔지니어링 기능 구현 방안을 연구한다. 마지막으로 위에서 언급한 기능들의 상호 유기적인 동작 및 개선을 위한 테스트 베드를 구축하여 유무선 통합망에서의 서비스 품질 향상 방안을 제시하고 표준 규격을 제시하고자 한다.

V. 결론

차세대 광대역 유무선 통합 네트워크 (BcN)에서는 유·무선 통신, 고품질의 음성·데이터 정보, 통신 및 방송이 융합되며, 이를 기반으로 광대역 멀티미디어 정보를 사용자별로 차별화하여 전달할 수 있어야 하며, 각 정보매체의 특성에

따라 품질이 보장될 수 있어야 한다. 특히, 차세대 통합 네트워크에서는 망의 최적 구조, 효율적인 관리 및 운용을 통하여 서비스 정보 매체별 품질 보장과 서비스 가용성 향상과 함께 통신망의 보안성 강화와 망의 생존성 강화가 필수적이다. 사용자의 광대역 멀티미디어 서비스에 대한 품질 수준은 SLA (Service Level Agreement)에서 정보 전달 성능이 규정되며, 품질 보장형 망에서 이를 만족시키도록 서비스가 제공되며, 통신망의 자원이 할당되어야 한다. 광대역 멀티미디어 정보전달의 차별화 및 품질 보장을 위하여 각 교환기/전송장비 및 단말기에서의 서비스/정보 유형의 차별화 (Differentiation) 및 트래픽 엔지니어링 기능이 필요하며, 통신망 관리 기능 및 자원 관리 기능이 필수적이다.

본 고에서는 영남대학교 광대역 이동멀티미디어 연구센터에서 정보통신부 지원 대학 IT 연구센터 (ITRC) 연구과제로 추진 중인 "차세대 유무선 통합망 환경에서의 품질 보장형 실시간 멀티미디어 서비스 제공을 위한 트래픽 엔지니어링 기술 및 서비스 플랫폼 기술"에 대하여 연구 내용을 소개하였다. 현재, 광대역 인터넷에서의 품질 보장형 실시간 멀티미디어 서비스 제공을 위한 BcN 트래픽 엔지니어링 기술을 개발하고 있으며, 상용 인터넷에서 가장 많이 사용되고 있는 Cisco 라우터를 기반으로 구성된 IP/MPLS 시험망 환경에서 4 ~ 8개 정도의 트래픽 유형을 구분하고, 이들 트래픽 유형의 중요도 및 우선 순위에 따라 차별화된 서비스를 제공할 수 있는 "품질 보장형 차세대 인터넷 트래픽 엔지니어링 및 망 운용 관리 시스템"을 개발하고 있다.

특히, 상용 Cisco Router기반의 IP/ MPLS망에서의 QoS 보장형 차별화 서비스 제공을 위한 다중 오버레이 네트워크 구성 및 관리 시스템을 개발하여 KT (한국통신)과 상용 인터넷 망에서의 적용을 협의 중에 있으며, 차세대 광대역 무

선 접속망과 연동 환경에서의 품질 보장형 차별화 서비스 제공 방안에 대한 연구를 지속적으로 수행하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] BcN2003, "광대역 통합망 (BcN) 기술 및 전략 세미나", 정보통신부, 2003. 11. 18.
- [2] Awduche et al., "Requirements for Traffic Engineering over MPLS" IETF RFC 2702, September 1999.
- [3] S. Blake et al., "An Architecture of Differentiated Services," IETF RFC 2475, December 1998.
- [4] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Multiprotocol Label Switch Architecture", IETF RFC 3031, Jan. 2001.
- [5] F. Le Faucheur, et. al., "Mutiprotocol Label Switching (MPLS) support of Differentiated Services", IETF RFC 3270, May 2002.
- [6] F. Le Faucheur and W. Lai, "Requirements for support of DiffServ-aware-MPLS Traffic Engineering," IETF RFC 3564, July 2003.
- [7] Eric Osborne and Ajay Shimha, "Traffic Engineering with MPLS Design, configure, and manage MPLS TE to optimize network performance", Cisco Press, 2003.
- [8] Hui-Lan Lu and Igor Faynberg, "An architecture framework for support of Quality of Service in Packet Networks," IEEE Comm. Mag., June 2003, pp. 98~105.
- [9] Youngtak Kim and Chul Kim, "QoS-guaranteed DiffServ-aware- MPLS Traffic Engineering with Controlled Bandwidth Borrowing," to be published in GLOBECOM 2004.
- [10] Youngtak Kim, Hae-sun Kim, "Per-Class-Type Virtual Networking for QoS-guaranteed DiffServ Provisioning on IP/MPLS Networks," submitted to ICC 2005.
- [11] IEEE 802.21 Media Independent Handover Service WG.
- [12] IETF MIPv6 WG.
- [13] IETF mipshop WG.
- [14] IETF seamoby WG.
- [15] IETF DNA WG.
- [16] 박은영, 이재훈, 최병구, "중간 에이전트를 이용한 Mobile IP 망에서의 효율적인 경로 최적화 알고리즘", 제 30권 제 6호, pp. 677-684, 2003년 12월.
- [17] Braden, R., Clark, D. and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview," IETF RFC 1633, June 1994.
- [18] IEEE 802.11e/D.10.0 MAC QoS Enhancement, Sept. 2004.
- [19] IEEE 802.16 Task Group d.
- [20] IEEE 802.16 Task Group e (Mobile Wireless MAN).
- [21] Rosenberg, J., Schulzrinne, H., Camarillo, G., Johnston, A., Peterson, J., Sparks, R., Handley, M. and E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, June 2002.
- [22] Handley, M. and V. Jacobson, "SDP: Session Description Protocol", IETF RFC 2327, April 1998.
- [23] Siddiqui, M., Guo, K., Rangarajan, S., and S. Paul, "End-to-End QoS Support for SIP

Sessions in CDMA2000 Networks”, Bell Labs Technical Journal, Vol. 9, No. 3, May 2004.



채 영 수

1994년 2월 : 포항공과 대학교 전자계산학과 학사
1996년 2월 : 포항공과 대학교 전자계산학과 석사
2002년 12월 : Ph.D., Georgia Institute of Technology,

2003년 3월 ~ 2004년 2월 : 삼성전자 통신연구소 책임연구원
2004년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 전자정보공학부 전임강사

<관심분야> 모바일 네트워크, 멀티미디어 통신, 인터넷 서비스 아키텍처



이 재 훈

1985년 2월 : 한양대학교 전자공학과 학사
1987년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
1995년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사

1987년 3월 ~ 1990년 4월 : (주) 데이콤 연구원
1990년 9월 ~ 1999년 2월 : 삼성전자 정보통신부문 선임연구원
1999년 3월 ~ 현재 : 동국대학교 정보통신공학과 조교수

<관심분야> 초고속통신, 다중 액세스 프로토콜, 인터넷 프로토콜



김 영 탁

1984년 2월 : 영남대학교 전자공학과 학사
1986년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
1990년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사

1990년 3월 ~ 1994년 8월 : 한국통신 통신망연구소 선임연구원 / 실장 (전송망구조연구실, 고속데이터 통신연구실)
1994년 9월 ~ 현재 : 영남대학교 공과대학 전자정보공학부 교수

<관심분야> 차세대 인터넷 네트워킹 및 품질 보장형 트래픽 엔지니어링, 통신망 운용 및 관리 시스템