

主題

# QoS 보장형 차세대 네트워킹 기술동향

## Review on QoS-based Next Generation IP Networking Technology

한국전자통신연구원 손승원, 양선희  
한국정보통신대학원대학교 최문기

### 차 례

- I. 서론
- II. QoS 보장 개념
- III. QoS 보장형 차세대 네트워킹 기술
- IV. 차세대 네트워킹 기술 표준화 및 연구개발 동향
- V. 결론

## I. 서론

90년대 이후 정보화 사회의 활성화와 더불어 전 세계를 연결하는 정보통신 인프라로서 인터넷의 중요성이 급속히 부각되고 있다. 97년 약 9,500만 명에 이르던 세계 인터넷 이용자는 매년 평균 23.6%의 증가를 보여 2002년에는 약 2억 7,600만 명에 이를 것으로 전망(자료: 한국인터넷정보센터)되고 있다. 특히 미국의 경우 인터넷 트래픽의 증가율은 3~5 개월마다 2배씩 증가되고 있어, 이러한 추세로 미루어볼 때 2003년 경에는 음성 트래픽의 25배 수준까지 증가할 것으로 예측되고 있다. 아직은 인터넷의 미래에 대해 모든 서비스를 통합 제공할 것이라는 희망적 전망과 고품질의 서비스 제공이 어려울 것이라는 제한적 전망이 공존하고

있으나, 최근 추세로 미루어볼 때 인터넷이 향후 주요 가입자 서비스로 자리잡게 될 것이 분명하므로 IP 기술이 차세대 통신망 구축 기술을 선도할 것으로 전망된다.

그러나, 현재의 인터넷은 여러 가지 측면의 문제점에 직면하고 있다. 구조 측면에서는 회선 대역 망 구성으로 인한 고비용/저전송 효율 문제, 가입자의 요구에 신속한 대처가 어려운 망 구성 문제, ISP 간의 공평하고 효율적인 망 접속 제한 문제, 망 규모 확장시 홉 수 증가에 따른 지연 증가 문제, 그리고 인터넷 액세스 방법이 제한되는 등의 문제를 안고 있다. 성능면에서는 단순히 최선형(Best-Effort) 방식에 따라 동작하므로 인한 서비스 대기 시간 과다, 대역폭 보장 불능, 실시간성 서비스를 위한 QoS 미보장 등의 문제를 안고 있다. 따라서

인터넷을 통해 최근 주요 인터넷 서비스로 주목 받고있는 전자상거래, 업무용 가입자들을 위한 VPN 서비스, 멀티미디어 서비스 등을 범국민적 규모의 다수 가입자에게 제공하기 위해서는 QoS 보장이 가능한 고성능 인터넷으로 진화 발전이 시급이 요구된다.

QoS가 보장되는 고성능 인터넷 구축을 위해서는 크게 백본망의 광역화 및 고속화와 경제적인 액세스 망의 구축, 고품질 서비스 제공을 위한 QoS 지원 메커니즘의 도입, 인터넷에 대한 통신망/서비스 관리 기능의 고도화 등의 네트워킹 기술이 요구된다. 이외에도 통신 보안 문제라든가 멀티미디어 서비스 제공을 위한 각종 미들웨어 기능, 통신망 간 상호 연동 등의 기술도 추가적으로 요구된다.

본 논문에서는 QoS 보장을 위한 대안 기술인 고성능 네트워킹 기술에 대한 개요와 최근의 연구 동향을 살펴보기로 한다. 본 논문의 구성을 살펴보면, 먼저 2장에서 QoS 보장 개념을 정의하고 이어서 3장에서는 QoS를 지원하는 고성능 네트워킹 기술에 대한 개요를 간단하게 살펴보고 4장에서는 QoS 네트워킹 기술에 대한 표준화 동향과 연구 개발 동향을 소개하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. QoS 보장 개념

최근 새롭게 도입되고 있는 인터넷 서비스는 기존 데이터와 음성 및 영상 정보가 통합된 멀티미디어 형태를 취함에 따라 사용자가 요구하는 서비스의 질이 훨씬 엄격해지고 있다. 따라서 이러한 서비스 수용에 앞서 멀티미디어 서비스에서 요구하는 QoS 정의 및 이를 보장할 수 있는 고성능 네트워킹 기술에 대한 개념 정립이 필요하다.

### 2.1 Quality of Service의 개념

#### ◇ QoS 개념 정립

QoS 개념은 ITU-T와 IETF 등 표준화 기관에 따라 다양하게 정의하고 있다. ITU-T E.800에서는 QoS를 서비스 사용자의 만족 정도를 결정하는 서비스 성능의 종합적인 효과라고 정의하고 있으며, IETF에서는 서비스를 사용하는 형태, 특성, 그리고 요구 수준에 따른 사용자의 요구에 적응하여 제공할 수 있는 네트워크 서비스의 성능 지표로 정의하고 있다.

이는 QoS를 요구하고 보장하는 측면에 따라 다르게 정의될 필요가 있다. 사용자 관점에서는 특정 응용 서비스 사용에 있어서 만족하는 정도를 나타내는 것으로서 서비스 성능에 영향을 미치는 여러 가지 요소로 표현될 수 있다. 망 제공자 관점에서는 어느 수준 이상의 서비스 품질을 보장하도록 제어가 가능한 자원 요소로서 측정 가능하고, 정량적으로 표현될 수 있는 값으로 요약할 수 있다. 망 제공자 관점에서 QoS를 나타내기 위해 기준이 되는 대표적인 변수로서 지연과 손실 및 throughput 등을 고려할 수 있다.

- 지연이나 지연변이는 음성 통신과 같은 실시간 대화형 서비스와 비디오 분배와 같은 비 대화형 실시간 서비스의 품질에 큰 영향을 끼친다. 망 내에서 종단간 지연에 영향을 끼치는 요소로 전송 및 전달 지연, 패킷처리에 따른 프로세싱 지연, 큐잉 지연 등이 있다.

- Throughput은 특정 응용 서비스에 할당해 줄 수 있는 대역폭의 양을 나타내며, 링크의 전송속도, 손실율, 노드의 버퍼 용량, 프로세싱 처리 능력 등에 의해 결정된다.

- 손실은 망 안에서 전달 링크의 오동작 혹은 인터넷 노드의 버퍼 한정에 기인한 버퍼 오버플로우로 생기는 셀 폐기 등에 의해 결정된다.

## 2.2 고성능 네트워크 기술의 개념

차세대 인터넷 서비스에서 요구하는 서비스 품질을 보장하기 위해서는 먼저 앞에서 정의한 QoS 개념에 적합한 네트워크 서비스를 제공할 수 있도록 서비스별로 요구하는 품질 수준에 따른 QoS 분류가 요구된다. 그림 1은 이러한 분류법에 따른 QoS 분류도이다.

QoS는 크게 사용자가 실제적으로 서비스 품질을 느끼는 표현 및 체감 품질과 사용자의 서비스 이용 및 제어의 편리성을 보장하는 이용 및 제어 품질로 나눌 수 있다. 이용 및 제어 품질 관련 품질에는 주소 및 이름 인식성, 서비스의 제어성, 그리고 자원 이용의 효율성 등이 해당되며 이는 주로 주소이름 변환 서버, 서비스 게이트웨이 그리고 정책 서버 등 네트워크 서버를 통하여 제공되고 있다. 서비스 정보의 표현 및 체감과 관련한 품질은 크게 홉바이홉 개념에 따라 보장되는 홉 레벨 품질과 종단 사용자간에 보장되는 종단레벨 품질로 나눌 수 있다. 현재의 인터넷의 주요 홉레벨 품질만을 제공하고 있어서 네트워크 측면의 품질 제어는 용이할지 모르나, 사용자가 요구하는 수준까지의 품질 보장이 어

려왔다. 최근 사용자가 요구하는 서비스 품질 보장이 가능한 인터넷 구축을 위한 다양한 차세대 인터넷 프로토콜의 개발 및 QoS 제공 구조의 연구에 힘입어 새로운 종단레벨 품질 제공 방법들이 제안되고 있다.

### ◇ 고성능 네트워크 기술 개념 정리

종단 사용자간의 서비스 품질은 사용자단말, 전달 링크, 스위치나 라우터 같은 망장치에서의 지연 및 Throughput, 손실 특성 등에 의해 복합적으로 영향을 받게 되므로, 종단간 QoS 보장형 서비스를 지원하기 위해서는 이들 QoS 요소 변수들을 제어할 수 있는 네트워크 서비스 측면의 제어 메커니즘이 필요하다. 예를 들면 망에서 실시간 서비스를 지원하기 위해서는 요구되는 자원을 미리 예약하거나 최소 지연 경로를 찾을 수 있는 라우팅 알고리즘 및 망내의 트래픽 부하를 반영하여 동적으로 경로를 설정하는 경로 제어 메커니즘 등이 이에 해당한다. 이와 같이 네트워크 서비스 레벨에서 사용자의 QoS 보장을 위한 기술이 바로 네트워크 기술로 정의할 수 있으며, 고성능 네트워크 기술이란 이러한 네트워크 기술이 사용자의 요구에 따라 적절

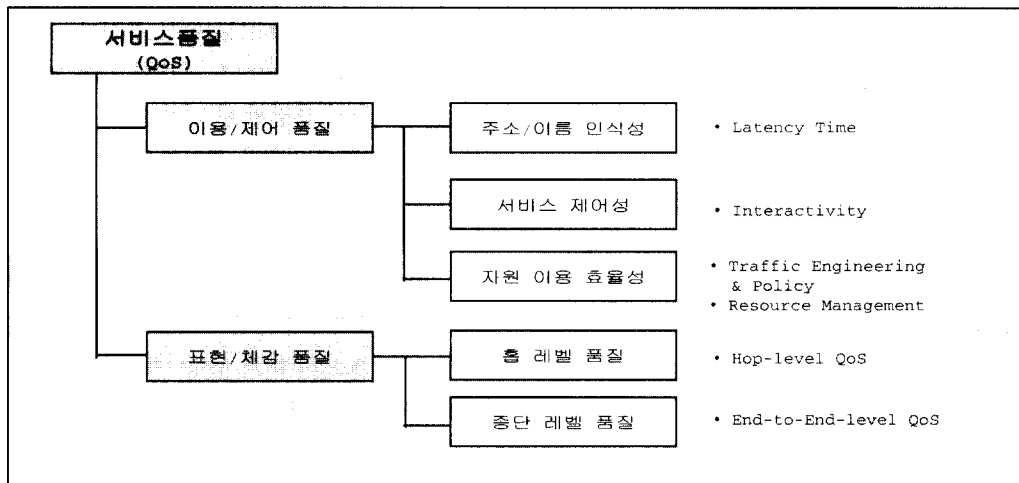


그림 1. QoS 분류

하게 보장하면서 망 운용자의 제어 및 관리 편의성 및 효율성을 보장할 수 있도록 개발되는 것을 의미한다.

따라서, 차세대 인터넷에서 QoS를 보장하기 위한 고성능 네트워크 기술은 동일한 네트워크 자원 상에서 데이터의 손실을 감소시키고 가용율을 높임으로써 네트워크의 효율적인 활용과 서비스의 질적 수준 및 안정성을 향상시키는 기술로 정의할 수 있다. 또한, 정보통신에 대한 이용자 요구사항의 고도화에 따라 현재의 인터넷 문제점 해결을 통해 국민들에게 다양한 고품질의 실시간 인터넷 서비스에 대한 소비자 선택을 보장하고 비용을 저렴화함으로써 인터넷 이용 확대를 촉진하는 기술이라 할 수 있다.

대표적인 고성능 네트워크 기술로는 통합 서비스 제공 기술, 통합 라우팅 기술, 트래픽 관리 기술, QoS 보장형 라우팅 제어 기술, 정책기반 망 자원 관리 기술, 다중 서비스 세션 제어 기술, 통합 망 관리 기능, 망간/서비스간 상호 접속 기술, 망간 연동 기술 등이 있다.

### III. QoS 보장형 차세대 네트워크 기술

이는 현재 인터넷에서 직면하고 있는 기술적인 문제점을 해결하기 위해 각국에서 추진 중인 차세대 인터넷 관련 고성능 네트워크 기술 개발 분야 중 하나이다. 서론에서 언급했듯이 QoS가 보장되는 고성능 망 구축을 위해서는 차세대 네트워크 기술의 확보를 통한 고성능 네트워크 서비스 제공이 필요하며, 이는 백본망의 광역화 및 고속화, 경제적인 액세스 망의 구축, 고품질 서비스 제공을 위한 QoS 지원 메커니즘의 도입, 인터넷에 대한 통신망/서비스 관리 기능의 고도화, 통신망 보안, 통신망 간 연동 등의 각종 네트워크 미들웨어 기술의 도입이 요구된다.

#### 3.1 차세대 네트워크 하부 구조 기술

차세대 인터넷의 하부구조 모델에 대해서는 ATM, SONET/SDH, WDM 등의 대안이 논의되고 있는데, 각 대안이 가지고 있는 장단점의 우열차가 미미하여 콘센서스가 이루어지기 보다는 사업자의 입장에 따라 서로 다른 대안을 선호하는 형태로 복잡화되고 있는 실정이다. 각 구조 대안 특성을 간단히 요약하면, IP over ATM over WDM 구조는 멀티서비스를 지원하는 고속 하부구조로서 비교적 단순한 구조이다. IP over ATM over SONET over WDM 구조는 멀티서비스 지원이 가능하나, 구조가 복잡하고 망 구축 비용이 고가이다. IP over SONET over WDM 구조는 IP 서비스만 지원이 가능하며, 셀 헤드로 인한 오버헤드가 없으며, SONET 계위에서 지원되는 망운용 관리가 가능하다. IP over WDM 구조는 인터넷 백본으로서 가장 단순한 구조이나 추가적인 가상 채널 구성 능력이 요구된다.

백본 망에 대한 시각에서, 기존 통신망 사업자의 입장에서는 회선 교환 음성 서비스 위주의 망으로부터 ATM을 이용한 음성/데이터 통합망으로의 진화 발전을 선호하고 있으며, ISP 사업자의 경우에는 차세대 통신망의 백본 트렁크 기술로 IP over WDM 기술이 전망하고, 백본 스위치로는 기가 라우터를 제안하고 있다.

백본 구조 모델과 관련하여 차세대 네트워크 기술로서 요구되는 핵심 기술은 IP over WDM 및 인터넷 VPN 구성 기술 등이다. 아울러 ATM 인프라 망을 통해 인터넷 트래픽을 효율적으로 전달하기 위한 기술로서 MPLS 기술을 비롯한 IP 사용자간 직접 접속이 가능하도록 하는 경로 설정(IP cut through 혹은 ATM shortcut) 기술이 요구된다.

### 3.2 차세대 네트워크 액세스 기술

향후 사설/기업용 WAN 망 등은 인터넷을 이용한 VPN 망으로 전환되게 될 것이며, 액세스 기술에 대해서는 다이얼-업 모뎀, ISDN, ADSL/UADSL, WLL, HFC, FTTC 등의 다양한 기술적 대안이 사업자별 전략에 따라 혼재할 것이 예상되나, 점차 DSL 기술의 비중이 커지게 될 것이다.

중요한 액세스 기술 중의 하나는 ISP 망 간 접속점에서의 정책 기반 라우팅 제어 기술이다. 다양한 ISP 들이 등장함에 따라 접속점에서의 연결 구성이 복잡해 지고, 각 ISP 도메인의 라우팅 정책과 환경이 동적으로 변함에 따라 ISP 간의 라우팅 정보를 집중적으로 모아서 사업자간 공정 접속이 안정적으로 이루어지도록 제어하기 위한 기술이 요구된다. 정책 기반 라우팅 제어 기술을 적용함으로써 인터넷 망의 구성을 단순화 시키고 망의 연결 신뢰성을 높일수 있다.

### 3.3 QoS 보장을 위한 망 자원 제어 기술

#### ◇ IP 망에서의 QoS 제공 방식

IP 망에서 사용자가 요구한 QoS를 제공하기 위해서는 망의 전달 용량이 충분하거나, 혹은 망에서 사용자별 서비스 품질 요구사항을 만족시킬 수 있도록 트래픽 전달을 제어해야 한다. 망이 충분한 용량을 갖도록 설계하기 위해서는 고속의 링크와 고속 프로세스와 충분한 버퍼를 갖는 고성능 노드 등을 이용하여 실제적으로 망에서 필요로 하는 용량 이상으로 망 구조가 설계되어야 하므로 현실적으로는 거의 의미가 없으며, 향후 충분한 용량을 갖는 WDM 기술 등이 등장할 경우 복잡한 품질 제어 메커니즘이 필요하지 않을 수도 있다.

따라서 망 용량이 적절히 부족한 상태에서 사용자별/서비스별 QoS 요구사항을 지원하기 위해서

는 트래픽 엔지니어링이라는 서비스 품질 지원을 위한 일련의 네트워킹 기능을 망에서 수행해야 한다. 트래픽 엔지니어링은 망으로 유입되는 트래픽의 양을 조절하고, 유입된 트래픽에 대해서는 망 내 노드에서 서비스의 QoS 요구사항을 고려하여 우선 순위 처리를 가능하게 함으로써 서비스별/사용자별 QoS 요구사항을 만족시키도록 망 자원을 제어하는 방법이다. IP 망에서 적용될 수 있는 트래픽 엔지니어링 방법은 요구되는 자원을 사전에 할당하는 방법과 자원의 사전 할당 없이 유입되는 트래픽에 대해 우선순위 제어만을 하는 방법 등으로 나눌 수 있다.

- 사전 예약 방법은 서비스별로 요구되는 자원을 사전에 예약 할당하고, 망으로 트래픽이 유입될 때 패킷을 분류하여 예약된 서비스에 대해서만 해당 자원을 이용하여 트래픽을 전달하게 하는 방법이다. 따라서 망 내 노드간에 자원 예약을 위한 신호 프로토콜과 트래픽 유입에 대한 허용제어 기능이 요구되며, 망 내 노드에서는 유입되는 패킷에 대해 서비스 품질 등급을 고려한 차별화된 패킷 처리와 큐잉 메커니즘이 필요하다. IETF에서 제안한 int-serv(Integrated Services) 모델은 사전 예약에 의한 트래픽 엔지니어링을 함으로써 QoS를 제공하는 방법인데, 동적인 RSVP 신호 프로토콜을 이용하여 자원 예약을 하고, 트래픽에 대한 수락 제어, 패킷의 분류 및 서비스 타입에 따른 차별화된 패킷 큐잉과 스케줄링 기능 등을 통해 요구되는 QoS를 제공한다.

- 사전 예약을 하지 않는 방법은 서비스에 따라 자원을 사전 예약하지 않고, 단지 트래픽을 몇 가지 서비스 등급으로 구분하고, 서비스 등급에 따라 망 내에서의 트래픽 전달 우선 순위만을 제어하는 방법으로서, 사전 예약 방법에 비해 구현이 간단한 대신에 절대적인 서비스 품질 보장이 불가능하다. 최

근 많은 관심을 끌고 있는 IETF의 diff-serv(differentiated Services) 모델이 이 경우에 해당되는데, 각 홉에서 트래픽의 차별화를 위한 큐잉 메커니즘이 있어야 하나 별도의 사전 자원 예약 절차나 수락 제어 기능은 필요 없다.

◇ IP 망에서 QoS 제공을 위한 기능 요구사항  
QoS 보장을 위한 네트워킹 기술은 멀티미디어 서비스나 VPN 서비스 등을 제공하기 위해 사용자가 요구한 서비스 품질을 망에서 지원하기 위한 트래픽 엔지니어링 기술로서 크게 트래픽 분류 및 표현 기술, QoS 지원을 위한 시그널링과 라우팅 기술 그리고 시스템의 트래픽 처리 기술과 자원 관리 기술 등이 요구된다.

- 트래픽 분류 및 표현 기술은 사용자의 QoS 요구사항에 따라 분류(Categorization)하고, 트래픽/QoS에 대한 표현(Description) 체계를 정의하는 기술인데 이는 망 내에서 고려되어야 하는 QoS 파라미터 값을 정의하는 것이다.

- 시그널링 기술은 사용자와 망간에 트래픽/QoS 계약 및 QoS 요구를 전달하고, 자원 확보를 위한 제어 신호를 전달하는 기술이다.

- 라우팅 기술은 망내 토폴로지 및 상태 정보의 수집과 경로 설정을 위한 정보를 망 내 노드간에 교환하게 한다. 또한 종단간 QoS가 지원되는 경로를 찾기 위한 실시간 라우팅 알고리즘 기술이 요구된다.

- 망 노드에서 고성능 패킷 처리 기술은 차별화된 서비스 품질 요구사항에 따른 패킷 큐잉과 스케줄링, 폭주시의 차별화된 패킷 처리 기술 등의 고성능 패킷 처리 기술이다.

- 아울러 망 내의 대역폭 할당 및 관리 등을 지원하기 위한 자원 관리 기술이 반드시 필요하다.

지금까지 인터넷 서비스를 위한 QoS 제공 기술

의 연구 동향을 살펴보면 ATM 망에서는 복잡한 트래픽 엔지니어링 메커니즘을 이용하여 엄격한 수준의 사용자 QoS 요구사항을 만족시킬 수 있는 체계와 기술을 지향한 데 반해, IP 망에서는 서비스의 차별화(Class Of Service)에 의한 품질 차별화를 지향하여, 이를 위한 제어 메커니즘을 단순화함으로써 망에서 용이하게 도입될 수 있도록 추진되고 있다. 그러나 이러한 서비스 차별화 기술은 사용자 트래픽의 품질 지원 측면에서는 종단간의 QoS를 엄격한 수준까지 지원하지 못하므로, 앞으로 이 분야에 대한 더욱 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

그림 2는 차세대 인터넷에서 사용자의 QoS를 보장하기 위한 고성능 네트워킹 기술의 적용 구조를 개념적으로 표현한 것이다.

### 3.4 네트워크 미들웨어 기술

이 외에도 차세대 인터넷은 다양한 하부망을 상호 접속시키고, 통신망 인프라 환경에 구애 받지 않고 다양한 응용 서비스를 편리하게 수용할 수 있도록 ANS/DNS에 대한 통합 서버, 통신망간 상호 연동 및 각종 정보에 대한 네비게이션 기능 등의 다양한 미들웨어 기능, 인터넷 망과 서비스, 가입자 등에 대한 통합 망 관리 기술이 요구된다.

## IV. 차세대 네트워킹 기술의 표준화 및 연구 개발 동향

현재 인터넷을 이용한 QoS 보장형 차세대 네트워킹 기술은 IETF, DAVIC 등의 표준화 기관과 vBNS, Internet2 등의 기술 개발 과제, 그리고 시스코, 베이 네트워크 등 산업체를 중심으로 다양한 형태와 방법으로 개발 중에 있으나, 차세대 인터넷 적용을 위한 통일된 활동은 미흡한 실정이다.

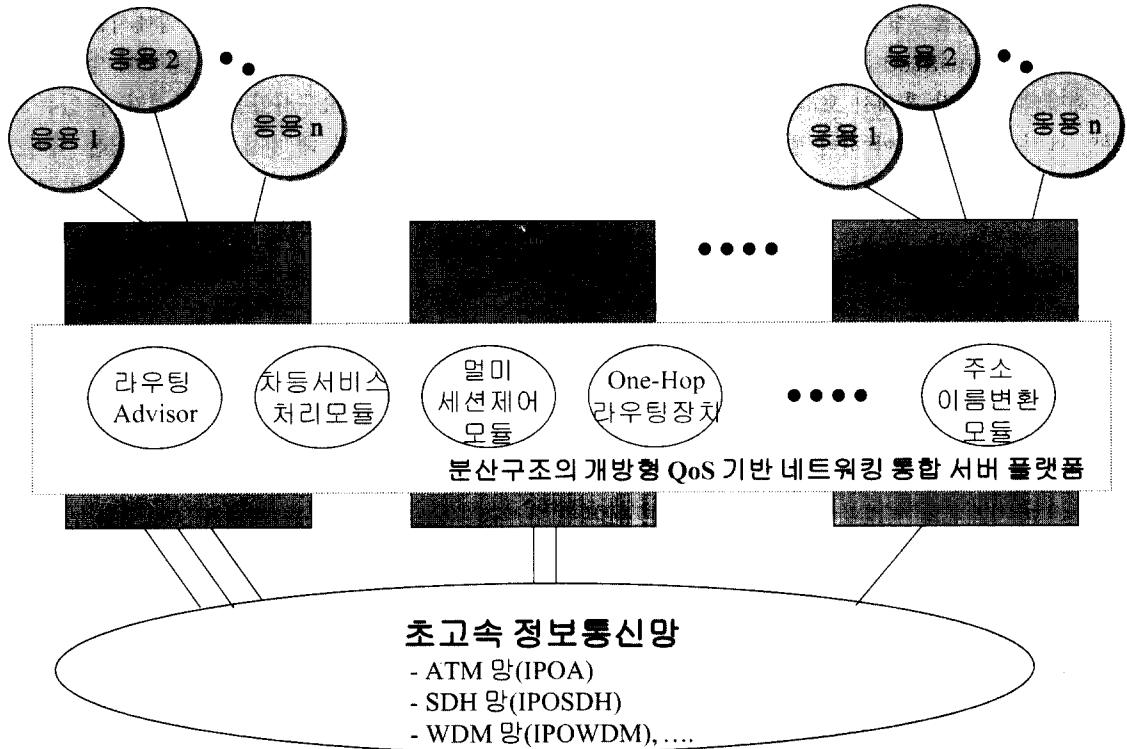


그림 2. QoS 보장을 위한 차세대 네트워킹 구조

#### 4.1 관련 표준화 활동

##### ◇ 통합 및 차등 서비스 모델

인터넷에서의 QoS 제공 기술에 대해서는 IETF와 Internet2 등에서 활발한 연구를 진행 중이다. IETF는 인터넷에서 QoS 지원을 위해 Integrated service(intserv), Differentiated service(diffserv, DS), integrated service over specific link layer(issll), resource reservation(rsvp), RSVP admission policy(rap), IP next generation(ipng), Multiprotocol label switching(mpls), QoS routing(qosr) 등의 작업반을 운영하고 있다. 응용 서비스의 요구에 따른 QoS 보장 구조는 통합서비스(int-serv)와 차등 서비스(diff-serv)의 두 가지 제공 모델이 제안되어 있고, 이들 모델을 이용

하여 인터 도메인 및 인터라 도메인에 적용하는 다양한 시나리오와 diff-serv 모델의 취약 사항을 보완하기 위한 대역폭 제어 기술, ATM 망과 IP의 QoS 제어 기술간의 접목 메커니즘 등의 표준화가 진행되고 있다.

IETF의 통합 서비스 모델에서는 실시간 서비스에서 요구하는 한계 내에서 지연 시간을 보장하기 위해 각 패킷 흐름에 대해 대역폭을 미리 예약하고, 이 흐름의 경로상에 있는 모든 노드에서 협상된 서비스 품질을 제공할 수 있는 구조를 가진다. 이를 위해 각 호스트와 라우터 사이에 RSVP를 이용하여 자원 예약 및 트래픽 특성 교환을 가능하게 하고 있다. 그러나, 통합 서비스 모델은 인터넷 서비스를 제공하는 경로에 위치한 라우터는 반드시 자원 예약과 서비스 품질을 지원할 수 있는 능력을 가지고 있어야 하지만, 어떤 것들은 그렇지 못한 경우가 있

다. 이러한 경우에 통합 서비스 모델은 서비스 품질을 보장하지 못하는 치명적인 약점이 있다.

따라서 IETF에서는 서비스 모델과 망 관리적인 측면에서 지나치게 복잡하지 않으면서 차별화된 서비스의 요구를 만족할 수 있는 접근 방법으로 차등 서비스 모델을 제안하고 있다. 차등 서비스 모델은 망 자원의 효율적인 사용과 비용의 절감을 통하여 사용자의 취향에 따른 차등화된 서비스를 제공하는 데 목적이 있다. 이는 IP 헤더의 TOS영역을 개선한 DS 영역을 이용하여 구현되나, DS 영역의 비트 할당 값으로 종래의 TOS 영역 할당 값과 다른 DSCP(Differentiated Service Codepoint) 영역 6비트를 새로이 규정하고 있다.

#### ◇ 광역 대역폭 브로커 기술

차등 서비스는 최선형 서비스 환경에서의 복잡한 망 기능들을 간소화시키면서 차별적으로 서비스를 제공하는 새로운 구조이나, 이 모델이 갖는 프로토콜 차원의 기능만으로는 QoS를 보장할 수 없다.

차등 서비스는 인터넷망을 포워딩과 라우팅 요소로 분류하여, 망 경계에서 응용 서비스에 따라 IP 헤더의 특정 비트를 세팅하면, 망 내부에서는 IP 헤더의 세팅된 값에 따라 패킷을 포워딩함으로써, 매 홉당 신호나 흐름의 상태를 관리하지 않고 사용자에게 차별화된 서비스를 제공하는 QoS 지원형 서비스 구조이므로, 인터넷에서 차등 서비스 제공을 위한 망 자원의 동적인 할당을 위해서는 광역 대역폭 브로커(Broadband Broker)가 필요하다.

이를 위해 IETF의 Diff-Serv 작업반에서는 차등 서비스 구조에서 QoS를 지원하기 위해 AS간의 쌍무계약에 의해 AS내의 자원관리를 수행하는 Service Level Agreement(SLA) 협상 방법을 채택하여 동적으로 자원을 할당하는 방법을 표준화하고 있다. 이를 수행하기 위해 BayNetworks의 K.Nichols과 UCLA의 L.Zhang는 Broadband Broker(BB)의 개념을 1997년에 제안하

였으며, 이러한 자원관리를 위한 신호 프로토콜로 RSVP, COPS, Diameter 등이 제안되고 있다.

#### ◇ DAVIC Intranet 표준화 활동

기존 인터넷 인프라를 기반으로 한 제한된 품질의 멀티미디어 서비스로는 폭발적으로 증가하고 있는 인터넷 사용자들의 요구를 충족시킬 수 없을 뿐만 아니라, 완전한 상업화 또한 어렵다. DAVIC에서는 이를 위해 1998년 3월부터 일련의 국제 지역 표준 기술 규격 작성을 시작했으며, 이들 규격의 기초가 되는 네트워크 체계를 DAVIC 인트라넷이라고 통칭하고 있다. 여기에서 특히 인트라넷이라고 한 것은 기존의 인터넷이 복수의 관리자에 의해 운영되는 불특정 다수의 연동망인 것과는 달리, DAVIC 인트라넷은 기존 인터넷과 100%호환성을 유지하지만, 하나의 관리주체에 의해 관리되는 IP망이라는 것을 강조하기 위해 인트라넷이라는 용어를 사용하였다. DAVIC은 DAVIC인트라넷의 범주 내에서 성능, 품질, 보안 문제 등을 보장하는 IP 기반의 상업형 고품질 방송형, 대화형 및 저장형 멀티미디어 서비스를 제공할 예정이다.

이를 위해 DAVIC 인트라넷은 이미 IP 기술 및 시스템 표준을 규정하고 있는 많은 표준화 기구의 활동과의 중복을 피하고 IETF등 타 IP 표준화 기구에서 개발된 기술을 요소 기술로서 최대한 활용하며, 필요한 경우 DAVIC 시스템 요구사항을 타 IP 표준화 기구에 적극적으로 제안함으로써 차세대 인터넷 요소기술 개발을 유도하는 견인차 역할을 하는 노력을 기울이고 있다.

DAVIC 인트라넷은 여러 가지 유용한 특성을 가지고 있다. 먼저 인터넷의 기본 패러다임은 각 네트워크마다 다수의 상이한 시스템 규격을 허락함으로써 인해 종단간의 일관된 관리, 자원할당, 우선권할당 및 상업적 운용이 어렵다. 또한 인터넷에 관한 표준을 만드는 IETF내에서는 특정 상업 모델에 따른 요구사항을 충족시키기 위한 움직임을 배제하



로, 특별히 응용프로그램과 전달계층간에, 또는 시스템내의 각 부분의 상업적 역할 분담에 대한 규정이나 표준을 만들기관 사실상 불가능하다. 그러나 IP를 이용한 멀티미디어 서비스의 성공을 위해서는 일정 수준이상의 QoS를 보장할 수 있어야 하며, 이를 위해서는 IP기반 망 내부에서의 전달계층과 응용 계층간의 시스템 상호작용, 그리고 시스템 내부의 여러 가지 상이한 상업적 역할 등 시스템 상호작용의 체계적인 표준화가 필수 조건이다. 이를 위해 DAVIC은 이 분야의 사업화에 관심을 갖고 있는 많은 회사들의 상업적 관심을 반영하는 방향으로 IP기반 대용량 멀티미디어 서비스를 위한 시스템 요구사항 표준화하고 있으며, 이를 만족하는 IP망을 DAVIC 인트라넷이라 부르고 있다

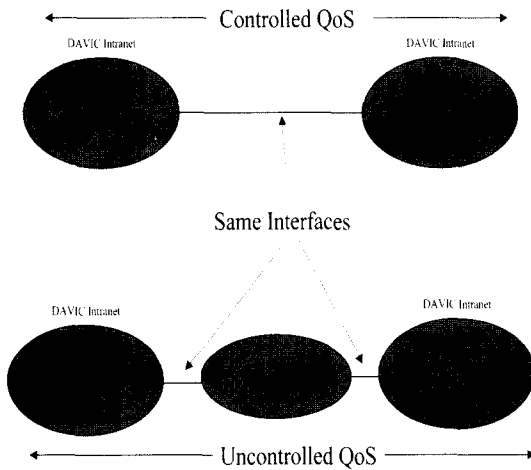


그림 3. DAVIC 인트라넷 특성의 예

그림 3은 DAVIC 인트라넷의 고유한 특성을 이용한 부가가치 있는 응용 서비스의 예를 도시하고 있다. 그림의 위 부분은 DAVIC 인트라넷 간에 직접 연결이 되어있어 종단간 서비스품질 제어가 가능하며 아래 부분은 동일한 인터페이스를 사용하지만 중간에 일반 인터넷을 거쳐가는 경우이어서 종단간 QoS 보장이 어려운 경우이다.

그림 3의 두 경우 모두 망과 망의 접속규격은 IETF 표준을 따르므로 호환성에서 문제가 없다. 또한, DAVIC인트라넷의 경우는 사용자가 원하는 서비스품질을 종단 사용자에게 보장하여줄 수 있으므로, 상업적 가치가 매우 크다.

## 4.2 기술 개발 활동

### ◇ 차세대 네트워킹 개발 사업

차세대 인터넷은 현재 우리가 이용하고 있는 인터넷의 문제점을 해결하기 위해 출발한 것으로서, 이용자가 현재보다 100~1000배 빠른 속도로 원하는 품질의 정보서비스를 이용할 수 있도록 미국과 일본을 중심으로 추진하고 있다. 이러한 차세대 인터넷 사업은 크게, 응용 서비스 개발, 차세대 네트워킹 기술 개발, 진보된 망 운용 기술 개발, 고성능 시험망 구축 및 운영 등 네 가지 기술 분야별로 추진되고 있다.

미국의 경우, 차세대 인터넷 사업으로서 연방정부 주도로 공공학교, 도서관의 보편적 접속 보장, Large Scale Networking분야의 연구개발, 고속 인터넷망에 대한 실험 연구를 강화하고 있으며, 캐나다는 고속 인터넷망 실험, 일본은 인터넷을 이용한 다양한 서비스의 발굴, 고속 인터넷 망 구조 및 고속 라우터 장치기술에 대한 연구개발을 강화하고 있다. 이와 같이 선진각국은 정보통신 서비스의 이용촉진을 통한 정보사회를 조기 실현함으로써 다음 세기의 주도권을 확보하기 위한 노력을 가속화하고 있으며 특히 기존의 전기통신 개념으로는 이를 실현할 수 없음을 인식하고 차세대 네트워킹 기술개발에 대한 연구를 강화하고 있다. 그림 4는 세계 각국에서 추진 중인 차세대 네트워킹 기술 개발 사업을 요약 정리한 것이다.

### ◇ 정책 기반 자원 관리 기술 개발

인터넷이 급속히 팽창함에 따른 가입자 수요의




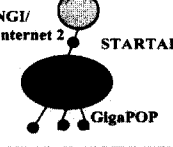
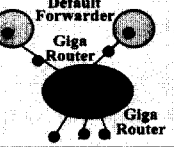
종류	NGI	Internet 2	vBNS	CA*net-II	GMN
구조					
역분망	<ul style="list-style-type: none"> <li>•액배: vBNS, NREN, DREN, Esnet</li> <li>•전배: ATDnet, AAI</li> </ul>	vBNS Abilene	MCI 상용 ATM 망	CA*net I CA*net II	OCN GMN-1, 2, 3
역세스종	NGIX	GigaPOP	GigaPOP NAP	GigaPOP	Giga Router Default Forwarder
제공 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>•정부, 의료, 국방, 환경, 방재, 교육, 과학 연구, 산업 분야 응용 서비스</li> <li>•분산 컴퓨팅</li> <li>•실시간 멀티미디어, 광대역, 멀티캐스팅 응용 서비스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•교신성 연구 협력 및 지원 서비스</li> <li>•과학기간 원격 실시간 액세스</li> <li>•다중 사이트간 대규모 계산/데이터베이스 처리 서비스</li> <li>•공유가상 현실 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•vBNS 응용, IWAY 응용</li> <li>•가상 물리 환경</li> <li>•우주 영상 분석</li> <li>•기상 예측 서비스</li> <li>•Computer Science</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•건강 및 교육용 응용에 우선권 부여</li> <li>•JPEG Video 처리</li> <li>•3D 영상 서비스</li> <li>•원격교육</li> <li>•인터넷 텔레포니 서비스</li> <li>•Multicast Mbone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ECS를 위한 멀티캐스트 응용</li> <li>•인트라넷, 전자상거래, VPN 등</li> <li>•Seamless 응용 실행</li> <li>•네트워크 미들웨어/단말 미들웨어간 상호 협력</li> </ul>
개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>•고성능 망 구축</li> <li>•2 단계 테스트베드 운용</li> <li>•공중시스템기술 시험 차세대 네트워크 기술 개발</li> <li>•실시간 네트워크</li> <li>•QoS 처리 기술</li> <li>•고도 네트워크 기술 국가목표/임무에 적합한 서비스 개발</li> <li>•NGI 통합 서비스</li> <li>•Collaboration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•응용 측면</li> <li>•교육/연구/개인정보의 콘텐츠 중심 개발</li> <li>•차세대 응용 서비스 개발</li> <li>•네트워크 측면</li> <li>•새로운 미들웨어 기술</li> <li>•QoS 보장 기술</li> <li>•인터넷 기반 방송 지원</li> <li>•대용량 정보 전달 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•vBNS 구축/운영</li> <li>•NAP 구축/운영</li> <li>•Routing Arbiter 개발</li> <li>•vBNS 구축</li> <li>•vBNS 진화 연구</li> <li>•대역폭 예약형 서비스</li> <li>•IP over SONET</li> <li>•차세대 스위치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•네트워크 기술 개발</li> <li>•차세대 인터넷 연구 개발</li> <li>•GigaPoP 설치/운영</li> <li>•ARDNOC 운영</li> <li>•응용 서비스 개발</li> <li>•TAP, HEN, ANA, ONPS 과제</li> <li>•건강/교육용 응용 서비스 개발</li> <li>•사업 홍보</li> <li>•국제망 연계 추진</li> <li>•IWAY 상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•고성능 서비스 기술</li> <li>•ATM QoS이용기술</li> <li>•미들웨어 기술 개발</li> <li>•다중계층 라우팅 지원하는 망 구조</li> <li>•대규모 네트워크 기술</li> <li>•기압 네트워크</li> <li>•Address-free 망</li> <li>•Cut-Through 구조</li> <li>•집요된 망 운용</li> <li>•개발형 망관리기술</li> </ul>

그림 4. 차세대 네트워크 기술 개발 사업

급증은 인터넷망을 통한 전송 데이터들의 서비스 품질을 급속히 악화시키고 있으며 QoS 보장형 네트워크 서비스의 중요성이 크게 부각되고 있다. 따라서 QoS를 보장하는 네트워크 기법으로 경로보장, QoS 데이터 품질 조사 및 성능측정 기술 등이 미국을 중심으로 활발하게 연구되고 있다. 그 가운데에서도 QoS에 따른 다양한 policy 라우팅을 실현하는 새로운 기술개발이 활발히 추진되고 있다.

따라서 기존의 IP 라우팅 프로토콜은 네트워크 Prefix, AS번호 등의 IP주소 정보만을 가지고 라우팅 테이블을 작성하고 이에 따라 패킷들을 포워딩시키는 방법을 택하고 있으나, 망의 규모가 커지고 다양한 서비스의 QoS 별 경로배정을 하기 위해서는 보다 효율적인 시스템에 대한 연구가 절실히 요구된다.

특히 QoS 별 policy 라우팅을 실현하고 특별한

정보흐름에 따른 정책기반 경로배정을 위한 라우팅 서버에 대한 연구가 신속히 이루어지지 않으면 QoS 기반 네트워킹, 특히 인터넷의 고도화를 기대하기가 어렵다. 특히 ISP들간의 접속점에서도 효율적인 라우팅 전략을 마련하지 않으면 논리적인 망 구성 시 필수적인 라우팅에 따른 급격한 성능 저하가 발생할 것으로 판단된다. 이러한 의도에서 개발되고 있는 것이 Routing Arbiter이다.

Routing Arbiter는 NSF가 vBNS(very high speed Backbone Network Service), NAP(Network Access Point)와 함께 추진하고 있는 미국의 국책 연구과제 중에서 차세대 라우팅 시스템에 관한 연구이다. 이미 국내에도 아태초고속통신망(APAN: Asia Pacific Advanced Network)을 통하여 vBNS와 연동을 추진중에 있으며, vBNS와 유사한 네트워크 구조를 가지는

ATM 기반의 네트워크를 정부 주도로 구축 시범 운용 중에 있다. 그러나 실제 상용망 특히 인터넷과 연동 시 라우팅상에 여러 가지 문제점이 도출되고 있다. 또한 초고속국가망과 인터넷을 연동시킬 경우 라우팅에 대한 정확하고 세심한 고려없이 물리적인 망 구축만을 염두에 두고 진행할 경우 초고속 국가망을 본격적으로 운용하는 시점에서는 라우팅 정책에 심각한 문제가 우려되고 있다.

#### 4.3 관련 산업 동향

통합 서비스와 차등 서비스 모델의 경우 관련 프로토콜 및 기능 들이 시스코, 베이 네트워크, 루슨트 등 주요 라우터 업체를 중심으로 서서히 채택이 이루어지고 있다. 일부 미국의 인터넷 장비업체들은 Policy 서버를 사용하여 수동 또는 동적으로 자원을 할당하는 방식의 제품을 선보이고 있다. 시스코는 QoS를 지원하기 위해 policy 서버를 포함하는 CiscoAssure Policy Networking이라는 제품군을 선보이고 있으며, 베이 네트워크의 경우도 중단 간 QoS를 지원하기 위해 시스코와 유사하게 policy 기반의 접근 방법을 제시하고 있다. 특히 미국 UCLA에서는 COPS 프로토콜을 이용한 광역 대역폭 브로커를 구현하고 있는데, 이때 광역 대역폭 브로커간의 통신은 정적인 통신 메카니즘을 제안하고 있다. 또한, 미국 Merit사는 Diameter 프로토콜을 이용한 광역 대역폭 브로커를 구현하고 있으며, 캐나다 BCI(British Columbia Institute)에서는 캐나다의 차세대 인터넷망인 CA\*net-II에 사용할 광역 대역폭 브로커 시스템을 개발하고 있다.

라우팅 Arbiter기술의 경우, 아직까지 통일적 표준안이 없으나 NSF의 지원을 받아 vBNS 사업의 일부로 Michigan대학(Merit Inc.), USC(ISI) 및 IBM등이 공동으로 연구 개발하고 있다. 그러나, 라우팅 Arbiter와 Router간의 통신을 위

한 프로토콜에 관해서는 미국에서 잠정적인 기준을 마련 중에 있다.

## V. 결 론

인터넷을 통해 전자상거래 서비스, 업무용 가입자들을 위한 VPN 서비스, 멀티미디어 서비스 등을 범국민적 규모의 다수 가입자에게 제공하기 위해서는 QoS가 보장되는 고성능 네트워킹 기술에 대한 진화 발전이 시급이 요구되고 있다.

QoS가 보장되는 고성능 망 구축을 위해서는 크게 ATM 망, SDH 망 등 백본망의 광역화 및 고속화 그리고 경제적인 액세스망의 구축이 우선적으로 요구되나, 이러한 베어러 서비스 측면의 성능 향상 만으로는 사용자의 QoS 보장이 어렵다. 따라서 인터넷의 비들웨어 측면에서 다양한 고품질의 실시간 인터넷 서비스에 대한 소비자 선택을 보장하고 이를 저렴한 비용으로 제공할 수 있는 QoS 보장형 차세대 네트워킹 기술이 필요하다. 본 논문에서는 이를 위해 QoS 보장 개념을 정의하고 차세대 인터넷 환경에서 사용자의 QoS를 효율적으로 보장하기 위한 기술인 고성능 네트워킹 기술에 대해 고찰하고 관련 기술에 대한 최근의 표준화 및 연구 동향을 살펴보았다.

그러나, 차세대 인터넷을 위한 QoS 보장형 네트워킹 기술에 대한 연구 개발은 국제적으로도 아직 초보 단계에 머물러 있어서, 인터넷 기술의 다른 분야와 비교할 때 상대적으로 외국과의 기술 경쟁력 확보가 가능하므로 이 분야에 대한 국내 연구기관의 집중적인 관심과 연구가 요청된다.

#### ※ 참고 문헌

- [1] Trillium, IP Quality of Service White

Paper, <http://www.trillium.com/>,  
Apr. 1998.

- [2] IETF Internet-Draft, An Architecture for Differentiated Services, 1998.
- [3] IETF Internet-Draft, A Framework for Differentiated Services, 1998.
- [4] IETF Internet-Draft, A Two-Tier Resource management Model for Differentiated Services Networks, 1998.
- [5] IETF Internet-Draft, A Framework for End-to-end QoS Combining RSVP/Intserv and Differentiated Services, 1998.
- [6] [http://www-iri.hpl.hp.com/research/present/brsvp/sld0001.hpml.Resource Management and Differentiated Services](http://www-iri.hpl.hp.com/research/present/brsvp/sld0001.hpml.Resource%20Management%20and%20Differentiated%20Services%22)", 1998.
- [7] <http://www.cs.columbia.edu/~yhwan/g/ftp/src/qos/qos.html>, Quality of Service
- [8] Proceedings of WORDS 97, Taxonomy for QoS Specifications, 1997.
- [9] <http://www.telecoms-mag.com/issues/199808/tci/maamria.html>, Quantifying Internet Quality, 1998.

## 손 승 원

1983年 경북대학교 공과대학 전자공학과(학사)  
1994年 연세대학교 산업대학원 전자공학과(석사)  
1999年 충북대학교 공과대학 컴퓨터공학과(박사)  
1991年~현재 한국전자통신연구원 교환·전송기술  
연구소 인터넷구조팀장  
\*주관심분야: 차세대인터넷기술, 고성능네트워킹기술,  
QoS 보장형 라우팅, IP/ATM 연동기술  
등

## 양 선 회

1984年 경북대학교 전자공학과(학사)  
1986年 한국과학기술원 전기및전자공학과(석사)  
1986年 2月~1988年 7月 한국과학기술원 통신공  
학연구실 연구원  
1988年 8月~현재 한국전자통신연구원 교환·전송  
기술연구소 선임연구원  
\*주관심분야: 고속통신망구조, 고속통신프로토콜, 라  
우팅 알고리즘, 인터넷 QoS 기술,  
IP/ATM 연동기술 등

## 최 문 기

1974年 서울대학교 응용수학과(이학사)  
1978年 한국과학기술원 산업공학과(공학석사)  
1989年 North Carolina State Univ. (공학박사)  
1978年~1999年 2月 한국전자통신연구원 책임연구  
원, 통신시스템연구단장, 초고  
속정보통신연구부장, 인터넷  
기술연구부장 역임  
1999年 3月~현재 한국정보통신대학원대학교 경영학  
부 부교수  
\*주관심분야: 차세대 인터넷 기술, ATM 망 및 프로토  
콜 기술, QoS서비스 제어기술, 멀티미  
디어 서비스