

NGN에서 QoS 보장 기술

한국정보통신대학교 최준균

1. 서론

지금의 네트워크 환경을 보면 기존의 전통적인 전화망과 사설 전용선망, 위성방송망, 케이블망 및 무선/이동 통신망을 비롯하여 최근 인터넷까지 다양한 형태의 망이 공존하고 있다. 이러한 현상은 최근의 인터넷과 무선 통신 기술의 급격한 보급에 기인한다. 이는 기존의 네트워크 기술이 단순히 통신 기술에 한정되지 않고, 컴퓨터간에 연결을 위한 수단으로, 그리고 TV를 포함하여 각종 전자 장비간에 연결하는 수단으로 등장하여, 21세기는 인간의 모든 비즈니스 활동 속에 정보통신이 다양하게 개입하게 될 것이다.

최근에는 이러한 서로 다른 망들이 상호 복잡하게 연결되고 있고 새로운 네트워크 기술이 개발됨에 따라 그림 1과 같은 형태로 전개되고 있다. 첫째로 회선 교환 기술과 패킷 교환 기술이 통합되고 있으며, 기존 전화망과 셀룰라 무선 통신망이 통합되고, 데이터 중심에서 영상 및 비디오 트래픽 중심으로 이동하고 있다. 둘째로 IMT-2000을 포함한 무선 통신 기술의 대부분 가입자나 단말 장비가 무선 통신을 사용한 이동 환경으로 급속히 전개됨에 따라 무선 통신 기술이 매우 중요한 요소로 등장하게 되었다. 셋째로 현재 인터넷이 급속히 보급되고는 있으나 이는 Best Effort 형태로만 서비스가 되어서 어떠한 형태로든 종단간의 서비스 품질을 보장을 해주지 못해서 새로운 정보통신 비즈니스의 걸림돌이 되고 있다. 또한 현재의 인터넷은 데이터 중심으로 설계되어 음성이나 영상 및 방송 서비스를 위해서는 많은 기능의 보강이 요구되고 있다. 넷째로 서로 다른 이질적인 네트워크가 공존하는 상황에서 각 네트워크 자원을 효과적으로 이용하는 것은 매우 중요한 문제이고 이를 위해서는 망 리소스의 최적화 방안이 요구된다.

상기한 네트워크 기술은 앞으로 급속한 진전을 보

일 것이며, 이는 삶에 직접적인 영향을 주게 될 것이다. 또한 새로운 네트워크 기술 개발은 바로 사람들이 감지를 하고 제어를 하는 형태로 나타나서 마치 새로운 가전 제품이 개발이 되면 바로 사람들이 활용할 수 있는 것처럼 새로운 네트워크 기술은 바로 사람들이 활용하게 될 것이다.

이러한 통합 네트워크를 향한 망 진화 방향은 다음과 같은 기술 개발 요구사항을 가지고 있다. 첫째로 다양한 네트워크 서비스 등급이 필요하고, 관리가 되고 제어가 가능한 네트워크에 대한 필요성이다. 이는 네트워크가 대부분 모든 형태의 정보통신 서비스를 동시에 수용함에 따라 각 서비스 별로 망 이용 요구사항이 서로 상이한 경우가 발생한다. 즉, 비디오 영상 트래픽은 일정한 대역의 지연 편차가 거의 없는 서비스 등급을 요구하고, 파일 전송의 경우에는 약간의 전달 지연은 허용할 수 있으나 전달 손실은 거의 없기를 요구한다. 따라서 이러한 상이한 요구사항을 갖는 트래픽을 동시에 수용하기 위해서는 서비스 특성에 따라 차등적인 서비스 등급으로 나눌 필요가 생기게 된다. 둘째로 앞으로 대부분 사람들이 이동 중에도 또는 출장이나 휴가 등으로 인해 다른 장소에서도 자신이 사용하던 네트워크 환경을 그대로 유지하기를 바란다. 정보통신 서비스를 접근하는 위치와 환경에 관계없이 중단 없는 서비스 연결성을 제공하고, 어느 지역에서나 서비스를 받을 수 있는 것은 매우 중요하다. 마지막으로 앞으로 네트워크 기술은 수십 년 또는 수백 년을 지속적으로 발전을 할 것이므로 새로운 기술 발전을 촉진하고, 네트워크가 발전하고 정보통신 사회가 진전됨에 따라 이를 용이하게 받아들일 수 있는 개방형 구조를 가져야 한다. 이는 네트워크 기술이 누구에게나 개방됨에 따라 새로운 아이디어나 기술을 가진 사람은 누구나 새로운 네트워크 기술을 개발하는 것이 용이하게 하기 위함이다.

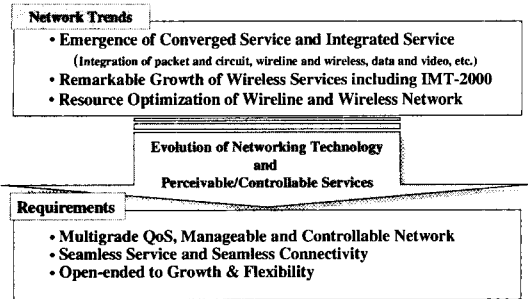


그림 1 통합 유, 무선 통신망의 진화 개념

보다 세부적으로 서비스 측면에서 NGN 기술 요구사항을 살펴보면 그림 2와 같이 기존의 전화, 인터넷, 그리고 방송 서비스를 기반으로 음성, 데이터 및 비디오/영상 트래픽을 통합하며, 콜 센터나 가상 사설 망 등과 같은 부가 또는 응용 기능을 구현하기 위한 지능화된 네트워크를 구축하는 것을 목표로 한다. 이를 위해서는 차별화된 인터넷 서비스, 보장된 서비스 품질, 보안성 및 신뢰도가 요구된다.

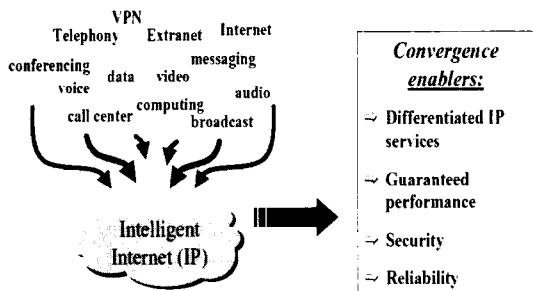


그림 2 서비스 측면 NGN 기술 요구사항

2. NGN 기술 요구사항

2.1 기존 인터넷의 문제점

차세대 네트워크의 요구사항을 검토하기 전에 먼저 지금까지 인터넷의 문제점을 살펴보자. 먼저 현 인터넷은 아무런 사전 전제 조건이나 제약이 없이 임의의 컴퓨터간에 상호 연결하는 측면에서는 매우 효과적인 수단을 제공하고 있다. 그러나 비즈니스 측면에서 안정된 서비스 품질과 항상 가용 상태를 유지하면서 전송 대역을 보장하기 위해서는 현재 인터넷은 불가능하다. 이는 현 인터넷이 네트워크 이용을 위해 사전 예약하는 기능이 없고 현재 가용한 리소스 상태

에서만 상호 접속이 가능하기 때문이다(이를 일컬어 Best Effort 서비스라고 한다.) 이러한 문제점을 해결하기 위해 현재 인터넷 연구그룹에서 검토하고 있는 차별화된 서비스로 Diffserv 서비스 또는 Intserv 서비스 모델은 실질적으로 망에서 운용이 곤란하다. 왜냐하면 차별화된 우선 순위를 주거나 대역을 보장하기 위해서는 이에 상응하는 요금을 받거나 이를 감시할 수단이 있어야 하는데 현 인터넷에서는 이를 위한 마땅한 수단이 없기 때문에 사실상 수용이 불가능하기 때문이다. 또한 현재 가장 시급히 요구되고 있는 정보 보안 능력도 가입자 단말 서비스간에는 가능하나 네트워크 측면의 적절한 보안 능력을 제공하는 것은 현 인터넷 구조에서는 불가능하다. 따라서 이러한 인터넷의 문제점으로 인해 향후 차세대 인터넷은 단 순히 전달 능력의 편리함이 아니라 새로운 비즈니스 모델을 수용하고, 사용량에 따라 과금을 할 수 있는 안정되고 관리가 가능한 인터넷이 요구된다. 또한, 언제 어디에서나 접속이 가능한 99.999% 이상의 가용도 및 신뢰도를 갖는 망이 필요하다.

2.2 차세대 인터넷 기술 요구사항 분석

따라서 차세대 네트워크의 요구사항을 세부적으로 분석을 하면 첫째로 서비스 및 응용 측면에서 요구사항을 살펴보자. 서비스 측면에서 차세대 네트워크에서는 데이터, 음성, 오디오 및 방송/영상 서비스에 따라 서로 다른 전달 요구사항을 수용할 수 있어야 하며, 일대일, 일대 다중 및 방송 등과 같은 다양한 망 연결능력을 가져야 한다. 또한 정보 전달을 함에 있어 적절한 필터링, 분류, 복제 기능이 필요하며, 정보 검색 및 우선 순위 서비스 제공 능력이 필요하다. 또한 단말 및 가입자의 이동에 대비하여 어떠한 이동 상황이라고 하더라도 정보 서비스의 연결성은 유지되어야 한다. 이러한 서비스를 제공함에 있어 사용자와 망 간에 service level agreement(SLA) 계약을 따라 적절한 과금 능력을 가져야 하며 필요 시 트래픽 모니터링 능력이 필요하다.

둘째로 망 구조 측면에서 차세대 네트워크는 제어 가능한 안정된 네트워크가 필요하다. 이를 위해 가입자 정보의 전달하는 계층과 이를 제어 및 관리하는 계층이 분리되어야 한다. 이는 다양한 형태의 광 전송 시스템이나 스위칭 시스템 그리고 광 버스트 또

는 패킷 스위치의 적용이 가능하다. 또한 개방되고 탄력성이 있는 네트워크 프로세서를 사용함으로써 다양한 계층의 스위치 또는 라우터를 사용할 수 있다. 또한 제어 기능을 정보 전달 계층으로부터 분리함으로써 사용자가 요구하는 다양한 액세스 제어 능력, 필터링 능력 및 우선 순위 제공 등과 같은 정보 처리 능력을 제공할 수 있다. 또한 망 제공자가 필요로 할 경우 트래픽 모니터링 능력과 임의로 특정 가입자에 전달 대역을 제어할 수 있다.

셋째로 망 시스템 설계자 측면에서 차세대 네트워크는 라우터 또는 스위치에 접속된 모든 가입자의 상태를 보관하고 이에 따라 지능적으로 서비스 능력을 제공해 줄 수 있도록 가입자 상태 정보를 유지할 필요가 있다. 이를 통하여 송신 가입자 별로 개인화된 서비스 능력을 제공할 수 있고, 정보 흐름에 따라 가상 사설망과 유사한 지능적인 정보 전달 능력을 제공할 수 있다. 나아가 TV, PDA 또는 PC 등과 같은 가입자가 접속하고 있는 단말 유형에 따라 필요한 응용 서비스 레벨의 필요한 능력을 제공할 수 있다. 다음으로 정보 전달 능력을 제공함에 있어서는 사용자의 정보에 따라 라우팅 경로를 제어하고, 대역 및 우선 순위를 제어할 수 있다. 서비스 유형에 따라 인증과 적절한 보안 능력을 제공할 수 있어야 하며, 가상 사설망 그룹 등과 같이 일대 다중 연결이나 멀티캐스트 연결 경로를 제공할 수 있어야 한다.

마지막으로 서비스 품질 측면에서 차세대 네트워크 요구사항을 보면 먼저 스위치 또는 라우터에서 송신/수신 가입자 정보 단위로, 정보 흐름 단위로, 응용 서비스 단위로, 또는 서비스 협약에 따라서 차등적인 네트워크 리소스를 차별적으로 사용할 수 있어야 한다. 또한 글로벌 망에서 종단간, 또는 에지 노드 간에 대역 할당 또는 제어를 포함하여 신호 절차를 통하여 적절한 서비스 등급에 대한 협약하는 수단이 필요하다.

이와 같이 차세대 네트워크는 단순히 지금까지 Best Effort 형태의 서비스뿐만 아니라 지금까지 다양한 산업에서 이루어지고 있는 비즈니스 행위를 지원해 줄 수 있는 네트워크가 필요하며 이러한 네트워크는 기본적으로 보안 능력, 프라이버시, 인증, 신뢰도가 보장되어야 하며, 사용한 네트워크의 정보 전달에서 전달 시간과 서비스 품질에 대하여 예측이 가능해야 한다. 이러한 비즈니스 등급의 네트워크 서비스를 위한 필요한 망 능력의 특징을 3가지로 정리할 수 있는데 이는 VPN(Virtual Private Network), Flow,

및 Class of Service(CoS)로 분류한다. 첫째로 VPN은 향후 망 사용자의 대부분이 가상 사설망 형태로 망을 이용할 것으로 전망한다. 둘째로 향후의 사용자 정보는 한, 두 개의 패킷으로 전달이 가능하지 않고, 비디오 정보나 오디오 정보 같이 대용량 파일 정보에 대한 전달이 필요한데 망에서 이를 여러 조각의 패킷으로 나누어 전달할 때 이를 동일한 정보로 인식하기 위해서는 Flow 라는 정보 구분 수단이 필요하다. 셋째로 망의 전달 능력은 서비스 유형과 SLA 협약에 따라 차등적으로 전달하는 수단이 필요한데 이를 Class of Service라고 한다.

2.3 NGN 기술의 주요 개념 및 특징

차세대 네트워크는 궁극적으로 사람들이 거주하는 모든 가정 및 사무실에 광대역으로 네트워크 접속을 허용하고, 이동 중이거나 고정된 상태이거나 관계 없이 항상 네트워크 접속이 가능하게 하는 것이다. 나아가 네트워크에 접속되어 있는 자신이 소유하고 있는 장비를 네트워크를 통하여 제어하는 것이 가능하게 하는 것이다.

이러한 NGN 서비스 개념은 모든 형태의 정보통신 서비스에 대한 지원이 가능하고, 네트워크 인터페이스에 대하여 개방되고 공정하게 이용할 수 있도록 하며, 각기 다른 네트워크에 대하여 공통의 구조를 채택하여 이를 통합 할 수 있도록 한다. 또한 기존 서비스뿐만 아니라 신규 서비스에 대하여 어떤 시간이나 어떤 장소에서나 멀티미디어 서비스가 제공 가능하게 하는 것을 목표로 한다.

NGN 서비스를 위한 단말 사용자 요구사항을 보면 첫째로 어떠한 제약 없이 중단 없이 서비스가 가능하게 되어야 하며, 둘째로 유선이든 무선이든 관계없이 통합 단말기를 용이하게 사용할 수 있어야 한다. 셋째로 동일한 번호 계획과 네이밍 시스템을 사용해야 하며, 넷째로 서비스 등급에 따라 차등적인 과금이 가능해야 한다.

한편 NGN 서비스를 위한 망 공급자 요구사항을 보면 서로 다른 망 사업자 간에 자원 효율을 높일 수 있도록 경제적인 투자가 이루어져야 하며, 서비스와 망 장비간에 개방형 인터페이스 플랫폼을 제공하여 서비스 제공 비용을 최소화 해야 한다. 또한 망 사업자 간에 통합 과금 시스템을 도입하여 상호 정산을 위한 부가적인 부담을 줄이고, 중단 없는 서비스를

위하여 이동성이나 로밍 서비스를 지원해야 한다.

여기서 특기할 사항은 향후 정보통신 서비스는 플랫폼 개념이 개방형 인터페이스(이를 open application program interface, 즉 Open API 라고 한다)를 가장 중요한 항목으로 취급을 하는 데 이는 망 구조와 기능 구성에 있어 개방적이고 경쟁력이 있는 환경을 제공할 수 있기 때문이다. 또한 Open API는 새로운 신규 서비스를 개발하는 환경에 가장 효과적인 인터페이스라고 판단하고 있다. 또한 NGN이 향후에 등장할 모든 형태의 정보통신 서비스를 수용할 것을 가정한다면 전화에서부터 멀티미디어에 이르기까지 모든 서비스 유형뿐만 아니라 실시간, 차등적인 서비스 품질, 일대일 및 일대다중 연결 등과 같은 다양한 전송 특성을 제공해야 한다. 이와 같이 다양한 정보통신 서비스를 위하여 NGN에서는 서비스를 네트워크로부터 분리하려는 개념이 강하게 등장을 하는 데 이는 즉, 서비스 기능을 전달 능력으로부터 분리시키고, 서비스는 망 하부구조에 관계없이 그 자체 진화적인 요소로 도입이 되어야 할 것으로 분석되고 있다.

3. NGN을 위한 망 구조 요구사항

앞 절에서 언급한 바와 같이 차세대 네트워크에서 서로 상이한 시각과 다양한 요구사항을 수용하고, 현재의 망으로부터 효과적으로 차세대 네트워크로 진화시키기 위해서 검토되어야 할 주요 기술 이슈 들을 정리하면 다음과 같다.

- 기존 망과 상호 호환성 및 연동성
차세대 네트워크에서 가장 중요한 요소는 새로운 망 하부구조를 설계한다고 하더라도 가장 중요한 요소가 기존에 운용하는 망과의 상호 연동성 또는 호환성이나 이는 단순히 망 하부구조 측면이 아니라 서비스 측면에서도 기존에 사용하고 있던 서비스가 새로운 차세대 망이라고 하더라도 중단되어서는 안되기 때문이다.
- 일반화된 이동성 및 로밍의 지원
차세대 네트워크에서는 대부분의 가입자나 응용 서비스가 항상 이동하는 것을 가정을 해야 하며, 향후 네트워크 가입자의 약 80% 정도가 이동 가입자라고 예측하고 있다. 따라서 이동성이나 로밍에 대한 지원은 망의 부가 기능이 아

니라 필수적인 기능으로 인식되고 있다.

- 액세스 기술의 진화 방향을 수용
차세대 네트워크를 구축하기 위해서 가장 많은 투자가 이루어져야 할 부분은 액세스 망 영역이다. 따라서 차세대 네트워크로 진화를 할 때 기존의 액세스 망과 새로운 액세스 망 기술에 대하여 가장 효과적으로 수용할 수 있는 구조를 가져야 한다.
- IPv6 프로토콜 기반의 서비스 품질 제공
현 인터넷은 주소 부족으로 인해 빠른 시간 내에 IPv6 프로토콜로 전환이 될 것이며, 이 경우 IPv6 프로토콜을 기반으로 다양한 서비스 품질을 제공할 수 있는 능력을 가져야 한다. 이를 위해서는 예약 없이 망 자원을 공유하는 Best Effort 서비스뿐만 아니라 신호 프로토콜 등을 사용하여 망 서비스 품질을 예약을 할 수 있는 고품질 서비스도 동시에 제공이 가능해야 한다.
- 디렉터리 개념의 검색 가능한 메타 데이터베이스 개념의 도입
차세대 네트워크에서 보유하고 있는 정보는 향후에 수백 페타 바이트 이상의 정보가 저장될 것이다. 이 경우 가장 효과적으로 정보를 검색을 할 수 있는 최적의 도구가 필요한데 지금까지의 데이터베이스 개념으로는 이러한 능력을 제공할 수가 없고, 새로운 개념으로 네트워크의 검색도구로 효과적으로 검색이 가능한 메타 데이터베이스가 필요하다.
- 광 코어 및 광 메트로 네트워크의 도입
차세대 네트워크는 단위 대역당 전송 단가를 최소화 하기 위해서는 광 네트워크 기술의 도입이 필수적이다. 따라서 망의 주요 백본 네트워크 지역과 메트로 지역에 광 코어 기술과 광 액세스 기술을 적용한 망 장치를 적용하는 것이 효과적이다.
- 망 관리 및 서비스 관리
차세대 네트워크는 SLA 협약, 서비스 품질 관리, 과금 및 서비스 관리 등을 위해서는 효과적인 망 관리 체계를 가지고 있어야 한다. 이는 특히, 타 사업자와 매우 치열한 경쟁적인 환경에

서 망을 운용해야 할 것이기 때문에 망 관리를 위한 비용 부담이 커져서는 경쟁력이 있는 환경을 유지할 수 없게 된다.

- 서비스 상호 호환성 및 서비스 품질 테스트
차세대 네트워크는 망 환경을 아무리 잘 구축을 했다고 하더라도 고객으로부터 불만은 서비스에서 나타나게 될 것이므로, 기존 망과 접속 시 서비스 상호 호환성과 서비스 품질이 지속적으로 유지될 수 있는지 테스트하는 것은 매우 중요한 요소가 될 것이다.

NGN 망 구조에 대한 검토를 위해 먼저 기술적인 측면과 비 기술적인 측면으로 나누어서 설명을 하면 다음과 같다. 먼저 망 구조에 대하여 검토해야 할 주요 사항을 보면 크게 어드레싱/라우팅 구조, QoS 구조 그리고 보안 및 과금 구조로 구분할 수 있다. 비 기술적인 측면에서 망 구조에 대한 검토는 비즈니스 모델을 제공할 수 있는가와 다양한 서비스 시나리오를 수용할 수 있는지 여부에 관심이 집중되고 있다. 차세대 네트워크 구조의 일반적인 요구사항을 요약 정리하면 다음과 같다.

- Internetworking
모든 기존의 망은 차세대 네트워크와 연결되어야 한다.
- Robustness
어떠한 망의 오류 상황에서도 안정되게 운용되어야 한다.
- Heterogeneity
방송, 위성, 무선 및 라디오 망 등을 포함하여 다양한 망 형태를 고려해야 한다.
- Distributed Management
특정한 망의 리소스를 분산 관리가 가능해야 한다.
- Ease of Attachment
별다른 노력이 없이 손쉽게 망에 접속할 수 있어야 한다.
- Accountability
모든 사용하는 리소스에 대하여는 과금을 위해서 측정이 가능해야 한다.
- Mobility
사용자/단말/서비스 이동성뿐만 아니라 네트워크 이동성을 고려해야 한다.

- Policy-driven Network Management
망 운용자에 의하여 망의 상태를 임의로 관리할 수 있어야 한다.
- Intelligent Network/User Configuration
지능화된 형태로 망 및 가입자 관리를 할 수 있어야 한다.
- Resource Allocation Rule
사용자나 응용 서비스에 따라 망의 리소스 할당하는 방식이 공개되어야 하며, 이는 적절한 과금을 동반해야 한다. 또한 이는 장기간 리소스 할당뿐만 아니라 매우 다이내믹한 형태로 짧은 시간 동안의 리소스 할당도 가능해야 한다. 국가 재난 상태나 비상시에는 우선 순위를 가지고 리소스 이용을 제한 할 수 있어야 한다. 리소스 예약은 on-demand나 사전에 예약이 가능해야 한다.

4. NGN에서 주요 QoS 기술 동향

본 절에서는 앞 절에서 설명한 차세대 네트워크의 요구사항과 망 구조 개념을 실현하기 위해 필요한 세부적인 기술에 대한 동향을 살펴본다.

4.1 패킷 스위칭 기술의 의미

차세대 네트워크의 가장 중요한 특징은 패킷 기술이라고 할 수 있다. 이는 기존의 유선의 음성 전화망이나 무선의 셀룰라 이동통신망이 회선 교환 기술을 기반으로 한데 반하여 차세대 네트워크는 패킷 기술을 사용한다. 그림 3은 패킷 기술의 진화과정을 설명한 것이다. 여기서 과거에는 스위칭 기술에서는 회선 교환 망과 패킷 교환 망이 별도로 구축되었으나 점차로 기술 발전과 더불어 패킷 기술이 확대되어 액세스 측면뿐만 아니라 스위칭 측면에도 패킷 기술도 통합될 것이다. 이러한 진화에 대한 근거는 첫째로 회선 교환망의 경우에는 회선 대역 제어와 경로 구성을 위해서는 별도의 제어용 패킷 채널이 필요하고, 과금 정보나 기타 망 운용에 대한 정보를 전달하기 위해서도 별도의 관리 망이 필요하였다. 여기서 이러한 제어나 관리를 위한 정보는 대부분 패킷 형태로 전달되어 처리가 되는 것이 효과적이어서 기존의 X.25나 No. 7 신호 망을 별도로 운용하였다. 따라서 회선 교환망의 경우에는 별도의 패킷 망이 필요로 하여 이중적인 부담이 요구되었다. 둘째로 가입자 정보 소스

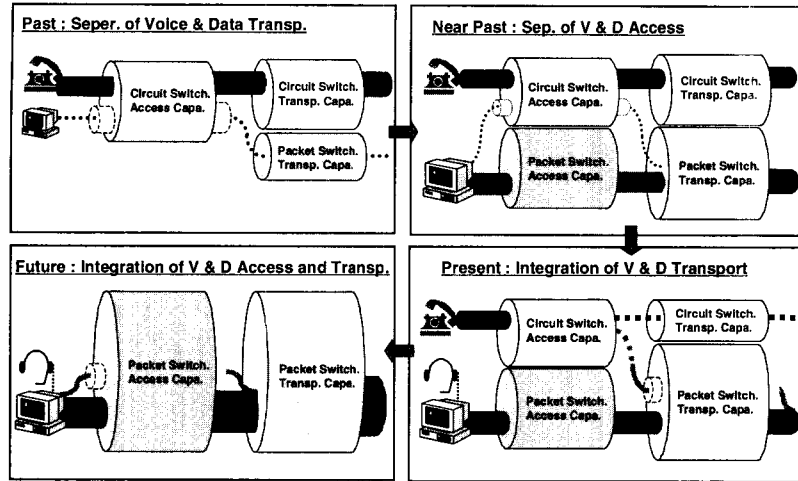


그림 3 액세스 및 스위칭 기술의 진화 과정

측면에서 대부분 가입자 정보는 버스트 형태로 트래픽이 발생되어 항상 채널을 점유한 필요가 없다. 따라서 이 경우에는 on-demand로 정보를 전달하는 것이 효과적이며 이를 위해서는 패킷 방식이 회선 방식보다 효과적이다. 셋째로 지금까지 방송 채널이나 비디오 정보는 연속적으로 보내지는 특성으로 인해 회선 방식이 보다 효과적으로 인식되어 왔다. 그러나 방송 채널이나 비디오 서비스라고 하더라도 수신 가입자가 이를 수신로 채널을 바꾸거나 후진이나 고속으로 전진하는 등 비디오 채널에 대한 제어를 요구하기 때문이 이러한 수신 가입자의 제어 정보를 처리하면서 동시에 스트림 형태의 서비스를 제공하기 위해서는 패킷 형태로 제어를 하는 것이 효과적이다. 넷째로 과거에는 패킷 방식으로 정보를 전달하기 위해서는 망 스위칭 장비나 라우터에서 과도한 프로세싱 부담이 요구되었다. 그러나 최근에 프로세서 기술의 급속한 발전으로 인하여 단일 프로세싱 유닛으로 초당 백만 패킷 이상 처리도 용이하여 패킷 처리에 따른 비용이 큰 부담이 되지 않게 되었으며, 패킷 처리로 인한 장비 비용 증가가 전송 채널 및 교환 장비의 효율과 비교할 때 무시할만한 상태에 이르게 되었다.

따라서 상기한 여러 요인으로 인해 향후의 차세대 네트워크 장비는 전송 장비 뿐만 아니라 스위칭/라우팅 장비에 이르기까지 모든 장비가 패킷 형태로 처리하게 될 것이며, 이를 통하여 앞 절에 설명한 바와 같이 단일 망 구조를 가지면서 동시에 논리적으로 전달 계층, 서비스 제어 및 신호 계층 그리고 응용 서비스

계층의 3 계층의 구조를 실현할 수가 있다.

4.2 트래픽 엔지니어링 기술

차세대 네트워크에서 트래픽 엔지니어링 기술은 기존 전화망 또는 인터넷, 무선망과 차별화시킬 수 있는 가장 중요한 기술이다. 이는 망의 서비스 품질 제공 능력을 해당 망을 다른 망과 차별화시키는 데 가장 중요한 변수가 되며, 특히, 전자 상거래 등과 같은 미래의 통합 서비스 환경을 구축하는 데 가장 중요하기 때문이다. 그림 4는 차세대 네트워크에서 통합 서비스 모델을 보여준다. 여기는 적절한 액세스 장치를 사용하여 비디오 등과 같은 영상 서비스나 전화 등과 같은 사설망 서비스 그리고 인터넷이나 무선 액세스 망을 통한 다양한 휴대 단말 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 서로 다른 형태의 서비스를 동시에 수용하기 위해서는 각기 단말기 또는 서비스 특성에 맞게 망의 리소스를 최적으로 트래픽 엔지니어링해주는 기술은 매우 중요하다고 할 수 있다.

일반적으로 망에서 트래픽을 제어하는 방식은 다음의 3가지 형태로 구분한다.

- 호, 가상채널 및 흐름 단위의 수락 제어
- 이는 가입자가 특정 서비스나 대역 요청을 할 경우 망 공급자는 망 리소스 상태를 확인한 후 이를 수락하는 절차를 말한다. 망의 리소스가 새로운 요청을 위해 적절한 리소스를 할당하거나 서비스 품질을 보장하기 곤란할 경우에는 해당 가입자에서

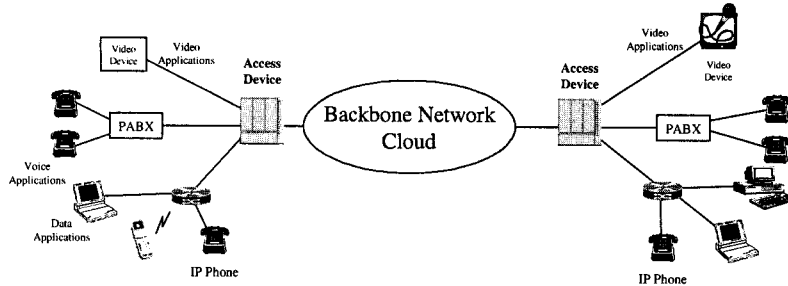


그림 4 차세대 네트워크에서 통합 서비스 모델

서비스 품질 제공을 거절한다. 이 경우는 서비스 품질 보장이 없는 Best Effort 형태로 망에 접속할 수 밖에 없다.

■ 대역 할당

가입자가 영상이나 방송 서비스 같이 특정한 대역 할당을 요구하는 경우 망에서는 각 라우터나 스위치에 해당 대역을 할당할 수 있도록 하고, 대신에 이를 통한 적절한 과금을 한다. 이 때 가입자는 서비스 등급과 요금에 따라 필요한 최적의 대역을 할당하도록 요청하는 것이 필요하다.

■ 버퍼 관리 및 스케줄링

망 운용자는 망의 리소스 상태와 가입자의 대역이나 서비스 등급의 요청 상황에 따라 각 가입자 또는 서비스 등급 별로 최적으로 버퍼를 할당하고, 스위칭 또는 라우팅을 위해서 각 출력 포트당 최적으로 스케줄링을 해야 한다.

차세대 네트워크에서 서비스 품질을 제공하는 방식은 그림 5와 같이 QoS(Quality-of-Service)와 Class-of-Service(CoS)로 구분할 수 있다. 먼저 QoS는 가상 채널이나 흐름 단위로 엄격하게 서비스 품질을 규정할 수 있으며, ATM이나 RSVP(Resource Reservation Protocol) 프로토콜을 사용하여 정보 흐름 경로를 개설할 때 전달할 서비스 품질을 요구할 수 있으며, 이러한 방식은 ATM 가상 채널을 사용하는 경우가 이에 해당되며 종단간에 서비스 품질이 보장된다. 반면, CoS는 특정 채널 단위로 서비스 품질을 제공하지는 않고 망에 전달되는 트래픽을 유형별로 클래스를 구분하여 서비스 품질을 제공하는 방식이다. 예를 들면 DiffServ 서비스처럼 패키지의 특정 필드를 셋팅을 할 경우 이를 다른 패킷보다 우선적으

로 처리하는 방식이다. 이는 입력되는 패킷마다 우선 순위 비트가 셋팅된 순서에 따라 큐잉 방식과 폭주시 폐기 순서를 결정한다.

QoS(Quality of Service)	CoS(Class of Service)
<ul style="list-style-type: none"> □ Hard QoS <ul style="list-style-type: none"> • Per flow, per Virtual Circuit □ RSVP or ATM <ul style="list-style-type: none"> • Request QoS at flow set up • Flows can be carried over VCs that provide required QoS □ End-to-end network protocol/algorithm <ul style="list-style-type: none"> • RSVP, ATM connection 	<ul style="list-style-type: none"> □ Soft QoS <ul style="list-style-type: none"> • Per class □ DiffServ <ul style="list-style-type: none"> • DS bit is marked and checked per packet • Flows can be grouped by source, dest., service class □ Node protocol/algorithm <ul style="list-style-type: none"> • CoS marking, RED • Queuing algorithm

그림 5 QoS와 CoS의 차이점 비교

일반적으로 네트워크에서 서비스 품질을 제공하는 방식은 크게 2 가지로 구분할 수 있다. 이는 첫째로 자원을 예약하는 방식과 자원 예약 없이 서비스 품질을 제공하는 방식으로 구분된다. 이는 네트워크의 자원이 아무리 많고, 처리 능력이 아무리 뛰어나고, 버퍼가 충분하다고 하더라도 많은 사용자가 동일한 망 자원을 동시에 이용하고자 할 경우에는 폭주가 발생할 수 밖에 없고, 이는 리소스 사용상에 적절한 규칙이 없어서는 어느 누구도 만족을 할 수가 없기 때문이다.

첫째로 자원 예약기반 서비스 품질 제공 방식은 주요 ATM 망이나 연결형 서비스를 제공하는 곳에 주로 사용되는데 여기서 가입자의 서비스 품질의 제어를 위해서 여러 수단을 사용한다. 먼저 망 자원이 부족한 경우에 새로운 응용 서비스의 입력을 차단하는 admission control 이 있으며, 망의 리소스 상태에 따라 가입자 쌍 단위 별로 탄력적으로 리소스를 할당을 하며, 폭주가 발생되었을 경우에는 선택적으로 패

킷을 폐기한다. 특히, 이 방식은 망의 리소스를 요청 시에 On-Demand로 제공할 수 있어서 망 전체적인 트래픽 제어의 복잡성은 있지만 가장 효과적으로 리소스를 관리할 수 있는 방식이다.

둘째로 자원 예약 없이 서비스 품질 제공 방식은 현 인터넷 망이나 비연결형 서비스에 적용할 수 있는 방식으로 트래픽을 유형별로 구분하여 차등적으로 서비스를 하거나, 특정 트래픽에 우선 순위를 할당하는 방식이다. Diffserv 서비스 방식이 여기에 해당하며, 이는 입력 트래픽을 리소스가 허용하는 범위 내에서 차등적인 서비스를 하는 효과적인 방식이나 종단간에 서비스 품질을 보장할 수는 없다.

따라서 상기한 MPLS 방식과 이러한 ATM 트래픽 제어 방식과 결합을 하면 가장 효과적으로 서비스 품질을 제공할 수가 있다. 즉, 가입자가 특정한 대역 또는 서비스 등급을 요청할 경우에는 망 사업자는 이를 수락하고, 라벨 번호를 알려준다. 그러면 사용자는 할당된 라벨을 부착하여 전달을 하면 ATM의 트래픽 제어 기능으로 적절한 대역을 제공하고, 망 사업자는 이를 과금의 근거자료로 활용할 수가 있다. 한편 망에서 Diffserv를 지원하는 라우터를 보유하는 경우에는 사용자가 특정한 서비스 등급을 요청을 하며 이를 수락하고 라벨 번호를 알려 주면, 해당 라벨을 가지고 입력되는 트래픽은 비록 서비스 품질을 보장을 받지는 못하지만 Diffserv 등과 같은 차등적인 대역 서비스를 받을 수는 있다. 즉, 여기서 Diffserv만 지원하는 라우터 망이라고 하더라도 MPLS 프로토콜을 결합할 경우에 차등적인 서비스 등급에 따른 비즈니스 모델의 개발이 가능하다. 즉, Diffserv 단독으로는 실질적인 망에 적용을 못하지만 MPLS 기술과 결합을 하면 실질적으로 과금을 할 수 있는 서비스가 가능하다.

이와 같이 MPLS 기술을 적용함으로써 다양한 서비스 등급을 제공할 수가 있는 데 그림 6은 MPLS 망에서 제공 가능한 서비스 등급을 나타낸다. 먼저 현재의 망은 IP 망은 Best Effort 서비스라서 어떠한 형태의 서비스 등급을 제공하는 기능이 없다. 반면 ATM은 상기한 Hard QoS와 같이 가상 채널 단위와 완벽한 서비스 품질을 보장을 한다. 여기에 MPLS 기술을 적용하는 경우에 먼저 Best Effort 서비스는 Diffserv와 결합하여 차등적인 Diffserv QoS를 제공할 수 있으며 이는 해당 가입자 트래픽에 대하여 우선 순위를 제공을 함으로써 가능하다. 가입자와 망

간에 우선 순위에 대한 협약을 최초 가입 시에 하거나 MPLS 신호 프로토콜 등을 통하여 On-demand 형태로 우선 순위 서비스를 요청할 수 있다. 다음으로 ATM의 Guaranteed QoS는 가입자가 요청한 특정한 패킷 흐름이나 특정 기간 동안에만 한정적으로 사용하는 비즈니스 QoS를 제공하여 다양한 서비스 품질을 제공할 수 있다. 특히, 영상 트래픽이나 특정 응용 서비스 등에 대하여 라벨을 부착함으로써 해당 서비스 품질을 제공 받을 수 있다.

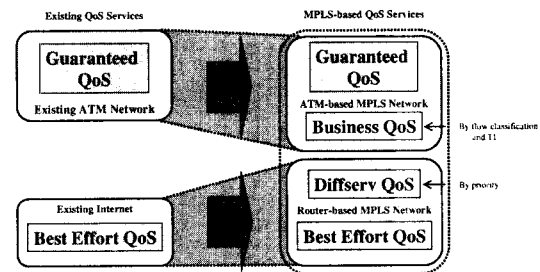


그림 6 MPLS 에서 서비스 품질 등급

다음으로 ATM 망에서 트래픽 제어 방식을 보면 그림 7과 같다. 입력 단에서 신호 절차를 통하여 적절한 대역 요청을 하면 망에서 망의 리소스 상태를 확인하여 이를 수락할지 여부를 결정하여 알려 준다. 이를 위해 가상 채널을 할당하고 해당 대역이나 서비스 등급에 맞는 적절한 버퍼와 스위칭 대역을 할당한다. 가입자는 이러한 협력을 통하여 트래픽을 분류해서 전달을 하면, 망에서는 해당 트래픽이 협약된 대역을 위반하는 지를 확인하고, 이에 따라서 과금을 위해 트래픽 개수를 헤아린다. 망 내부에서는 일부 가상 채널이 폭주가 발생할 경우 필요한 대역을 관리하거나 우회를 하면서 최적 성능을 유지하도록 관리한다.

반면 IP 라우터 망에서는 적절한 트래픽 제어 방식이 없으며, 망에서 폭주가 발생하였을 경우에 이를 적절하게 폐기를 하는 방식을 지원을 한다. 또한 TCP 프로토콜의 경우에는 수신 단말이 처리 능력이 모자랄 경우에는 TCP 프로토콜 상의 윈도우 값을 조절을 함으로써 송신 단말이 너무 빠른 속도로 패킷을 보내지 못하는 기능이 있으나 이는 수신 단말의 처리 능력에 따른 속도 조절 능력이지 망 자체의 트래픽 능력과는 무관하다. IP 망에서 트래픽 제어와 관련하여 유일하게 사용할 수 있는 방식이 Diffserv

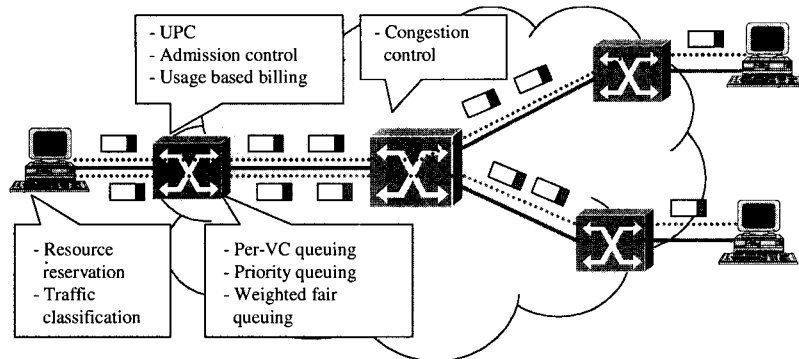


그림 7 ATM 망에서 트래픽 제어 방식

방식인데 서비스 등급에 따라 차등적인 리소스를 할당하는 것이다. 그러나 이는 상기한 바와 같이 신호 프로토콜 등과 같은 적절한 도움이 없으면 그 자체로는 사용할 수가 없다.

4.3 MPLS에서 QoS 제공 기술

현재 인터넷은 교육이나 쇼핑 그리고 정보 입수 등을 위한 Best Effort 수준의 인터넷과 더불어 실질적인 비즈니스에서 요구되는 보안, 인증 및 신뢰도 뿐만 아니라 전달 성능 측면에서도 일정한 성능을 제공하여 목적지까지 정보 전달 시간에 대한 예측이 가능한 고품질의 인터넷이 요구된다.

이러한 차세대 인터넷을 위한 비즈니스 측면의 요구사항은 가상 사설망(VPN), 정보 흐름 다발(Flow), 및 서비스 등급(CoS) 개념의 3 가지 사항으로 정리할 수 있다. 첫째로 현재 일반적인 인터넷을 사용하는 가입자는 점차로 자신들만의 공간인 사설 인터넷 망을 구축하는 것을 매우 활발하게 전개를 하여 향후에 가입자의 50~80% 정도가 사설 인터넷 망으로 전환할 것이라고 전망한다. 왜냐하면 공중 인터넷 망을 활용하여 자신만의 가상 사설 망을 구축하는 경우에는 지리적으로 떨어진 자사 기업 간에 WAN 구성하는 비용이 대폭 절감이 되며, 동시에 자신의 사설 망과 같은 수준의 보안 능력을 가질 수가 있다. 또한, 공중 인터넷에서 발생하는 어드레싱, 프로토콜 처리 또는 호 처리 등의 문제로부터 벗어날 수 있고, 망 구성관리 등과 같은 비용을 절감할 수 있다. 이러한 형태의 사설 망은 소규모 캠퍼스 지역에서는 가상 랜 형태로 구축할 수 있으나 넓은 지역의 공중망을 이용하는 경우에는 MPLS 기술이 가장 효과적으로

가상 사설 망을 제공해 줄 수 있다. 특히, MPLS 기술은 기존의 전송 장비나 ATM이나 프레임릴레이 기술 등을 사용한 스위칭 장비를 활용한 2 계층에서 가상 사설 망을 구축할 수 있을 뿐만 아니라 라우터를 기반으로 한 3 계층에서도 가상 사설 망의 구축이 가능하다. 이와 같이 가상 사설망 구축에 MPLS 기술을 적용하는 이유는 먼저 사용자 계층에서 터널링 방식을 사용하지 않아도 되고, 채널의 개설과 취소가 on-Demand로 가능하기 때문이다. 이밖에 가상 사설망 구축에서 MPLS의 장점은 서비스 품질을 제공이 가능하고, 서비스 공급자 측면에서 가상 사설 망의 유지 관리 비용이 저렴해지며, 서비스 품질을 기반으로 한 부가 서비스가 매우 용이하기 때문이다.

둘째로 차세대 인터넷을 위한 요구사항 중에 가입자 정보 흐름 단위의 flow 개념은 현재 IP 망의 가장 문제점을 해결할 수 있다. 이는 현재 IP 프로토콜에서는 동일한 메시지 정보 스트림이 서로 다른 경로로 도착하여 순서가 뒤바뀌는 경우가 발생할 수 있으며, 비상 상황 시에 특정 메시지를 빨리 보내지 못한다. 향후 영상과 비디오 트래픽 등에서는 회선과 같이 실시간으로 전달하는 것이 필요하며, 메시지에 대한 투명성을 보장하고, 되도록이면 헤더 처리 시간을 줄이는 것이 요구되는 데 이를 위해서는 Flow 개념이 매우 중요하다. 특히 인터넷 사업자의 비즈니스를 지원하기 위해서는 동일한 네트워크 상에 가입자 그룹별, 응용 서비스 별, 메시지 흐름 별로 차등적인 대역 할당이나 트래픽 제어가 필요하기 때문이다.

셋째로 차세대 인터넷에서는 차등적인 서비스 품질에 따른 서비스 등급제를 도입하는 것이 매우 중요한데 이는 현재까지 제안된 인터넷 트래픽 제어 방

식은 이를 만족하지 못하게 때문이다. 먼저 Diffserv 서비스 방식은 각 라우터에서 우선 순위 서비스를 하는 것으로 이는 각 라우터 간의 별도의 정보 교류 없이 우선 순위 서비스를 하여 종단간에 품질 보장을 하지는 못하며, 특히 이러한 우선 순위 서비스에 대한 차등적인 과금이 불가능하기 때문에 실질적으로 공중망 등에 적용하기 곤란하다. 다음으로 Intserv 서비스 방식은 ATM 방식과 유사하나 연결 경로에 대한 정보가 없이 목적지 별로 별도의 버퍼링을 해야 하기 때문에 매우 복잡하고, 특히 과금을 위해서는 별도의 로직이 추가되어야 하기 때문에 경쟁력이 없다. 한편, ATM 에서 서비스 품질제공은 가상 채널 별로 완벽한 트래픽 제어 능력을 가져서 고품질의 비즈니스에 적합하기는 하나 짧은 버스트 성 패킷 정보를 전달하는 데는 부적합하다. 마지막으로 MPLS 의 서비스 품질 보장 방식은 상기한 IP 망과 ATM 망의 서비스 품질보장 방식의 장점을 취한 것으로 가입자 정보를 Flow라는 흐름 단위로 구분하여 여기에 서비스 등급을 제공하는 방식으로 고품질의 서비스를 요구하는 가입자와 최소 수준의 서비스 품질을 요구하는 가입자를 모두 만족시켜 줄 수 있는 방식으로 평가되고 있다.

여기서 차세대 네트워크에서 MPLS 기술이 중요한 이유를 보면 다음과 같다. 첫째로 비즈니스 및 서비스 측면에서 Flow 개념을 통하여 고품질의 비즈니스 서비스와 일반 Best Effort 서비스를 동시에 제공 가능하고, 서비스 특성에 따라 우선 순위를 제공하는 것이 용이하기 때문이다. 둘째로 네트워크 구조 측면에서 연결형 서비스와 비연결형 서비스를 동시에 수용할 수 있으며, 라우팅 및 스위칭 구조에 관계없이 전달망 효율을 극대화 할 수 있다. 또한, 백본망과 액세스 망에 동시에 고품질 서비스를 적용할 수 있으며, 고 신뢰도 망의 구축이 가능하다. 또한, 패킷 방식이지만 회선 에뮬레이션 서비스가 가능하고, 이동 및 무선 서비스를 위한 위치 관리 기능을 포함하여 이동통신망 환경을 지원하기 용이하다. 그 밖에 가상 사설 망에서 요구되는 일대다중 및 방송 분배 채널 구성을 매우 효과적으로 할 수 있다. 셋째로 망 진화 측면에서 MPLS 기술은 다양한 유,무선 전달 및 액세스 방식을 유연하게 수용할 수 있으며, 망의 리소스를 가장 효과적으로 제어 및 관리를 할 수 있다. 또한 다양한 무선 장비뿐만 아니라 하부의 광 네트워크 장비도 최적으로 운용할 수 있게 해준다. 넷째로 서비

스 품질 및 성능 측면에서 멀티미디어 서비스와 Best Effort 서비스를 차등적으로 수용이 가능하고, 트래픽 제어, 우선 순위 제어 및 대역 할당 등에서 비용 대비 최적의 성능 특성을 제공할 수 있다. 또한 제한된 주파수 자원을 사용하는 무선 채널 대역을 사용함에 있어서 다이나믹하게 대역을 제공할 수 있고, 망 폭주 시에 최적으로 트래픽을 제어할 수 있다. 다섯째로 망 효율 측면에서는 스트림 형태의 비디오 트래픽과 버스트 형태의 데이터 트래픽을 분리함으로써 전송 채널뿐만 아니라 스위칭 효율을 극대화할 수 있고, 지연에 민감한 트래픽과 손실에 민감한 트래픽에 대하여 각기 최적의 경로를 찾아서 리소스를 할당할 수 있다.

상기한 특징으로 인해 차세대 네트워크의 전달 방식으로 MPLS 기술을 가장 우선적으로 고려하고 있으며, 이는 특히, 유선 망뿐만 아니라 무선망을 통합하는 데 효과적인 기술로 평가되고 있다.

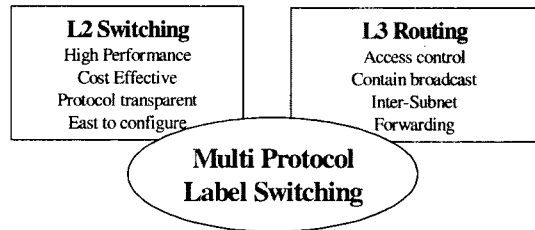


그림 8 L2 스위칭과 L3 라우팅 통합을 위한 MPLS 기술

그림 8은 MPLS 기술의 주요 특징을 나타낸다. MPLS 기술은 보통 데이터링크 계층이라고 불리는 2 계층 프로토콜을 지원한다. 즉, ATM 이나 프레임 릴레이처럼 데이터링크 계층의 가상 채널이나 이더넷 스위치 등에 적용할 수 있다. 이를 통하여 저렴한 가격에 고성능의 스위칭 기능을 실현할 수 있고 상위에 IPv4 든, IPv6 든 어떠한 계층 3 프로토콜도 투명하게 전달이 가능하다. 한편, MPLS 기술은 IP 프로토콜과 같은 계층 3 프로토콜을 동시에 지원한다. 이를 통하여 기존 인터넷의 라우팅 프로토콜과 인터넷 서비스를 제공이 가능하다. 이와 같이 MPLS 프로토콜이 2 계층과 3 계층을 동시에 지원하는 이유는 계층 2 프로토콜은 캠퍼스 내에 LAN 스위치와 같이 고속으로 전송하고, 상위 프로토콜에 관계없이 손쉽게 망을 구성할 수 있으나 대규모 망 구축은 불가능

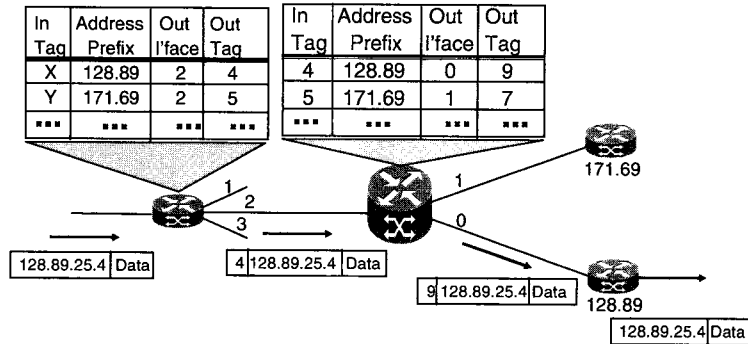


그림 9 MPLS에서 패킷 포워딩 개념

하다. 대규모 망을 구축하기 위해서는 라우터가 필요하다. 이러한 라우팅 프로토콜을 동시에 지원함으로써 대규모 망 구축이 가능하고, 동시에 기존에 인터넷에서 사용하는 모든 응용 서비스를 그대로 수용이 가능하기 때문이다.

그림 9는 이러한 MPLS 포워딩 개념을 보여 준다. 먼저 입력 단에서 목적지가 128.89.25.4를 갖는 패킷이 들어오면 MPLS 라우터는 이를 테이블에서 128.89로 시작되는 주소를 갖는 출력 포트 4번을 찾고, 동시에 패킷 앞에 4번이라는 tag를 붙여 준다. 다음 노드에서는 입력된 패킷의 tag 번호가 4번이면 사전에 약속에 따라 더 세부적으로 목적지 주소를 분석하지 않고 출력 포트 0번으로 전달하며 동시에 패킷 앞부분의 라벨을 4번에서 9번으로 바꾸어서 전달한다. 마찬가지로 다음 노드에서는 9번 라벨을 갖고 입력되는 패킷은 해당 목적지 주소로 바로 전달을 한다. 이와 같이 각 노드에서는 목적지 주소가 128.89를 가질 경우 신호 프로토콜을 통하여 사전에 tag를 4번 그리고 9번을 가지고 입력되는 패킷은 보다 세부적으로 라우팅 테이블을 찾지 않고 바로 전달을 할 수가 있다. 여기서 참고할 사항은 일반적으로 라우터의 주요 기능과 성능은 입력되는 패킷의 목적지를 찾는 후에 이를 전달하는 기능으로 패킷 헤더를 분석하여 목적지에 해당하는 출력포트를 테이블에서 얼마나 빨리 찾는 것이 바로 라우터의 성능이기 때문에 이러한 포워딩 성능을 개선하기 위해서는 라우팅 테이블을 빨리 검색하는 것이 매우 중요하다. 라우터 내에 이러한 검색 테이블이 많을 경우에는 5 만개에서 20 만개에 이르는 경우도 있어서 이러한 테이블 검색을 빨리하는 것이 매우 중요하다. 따라서 MPLS 프로토콜에서는 송신지와 목적지 간에 빈번하게 패

킷을 전달하는 경우에는 사전에 신호 프로토콜 등을 통하여 이를 빨리 전달하기 위한 라벨 번호를 각 라우터에서 약속을 하면 입력된 패킷이 라벨을 가지고 들어올 경우 보다 세부적으로 포워딩 테이블을 분석하지 않고 태그 번호만 보고 바로 출력 포트로 전달하는 기능을 하는 것이다. 물론 모든 가입자가 이와 같이 패킷을 보낼 때마다 라벨을 사용하면 목적지 주소를 가지고 포워딩을 하는 것과 라벨을 가지고 포워딩을 하는 것의 성능의 차이가 거의 없어지지만 일반적으로 스트림 형태의 트래픽만 라벨을 사용하여 전달한다면 라우터의 성능은 대폭 개선할 수 있으며 이것이 바로 L2 스위칭 기능이다. 그런데 라우터 간의 라벨 사용에 대한 약속이 틀렸거나 라벨 사용 시간이 종료가 되어서 테이블에서 삭제가 되었을 경우에는 라우터는 라벨에 의존하지 않고 일반적인 라우터 같이 패킷 헤더에서 목적지 주소를 확인한 후 포워딩을 한다. 이와 같이 MPLS 라우터는 일반적인 라우터와 기능이 동일하면서 동시에 스트림 형태나 실시간 형태 서비스를 위해 양쪽 종단 간에 신호 프로토콜에 의해 라벨을 사용할 것을 약속을 하면 L3의 라우터처럼 전달하지 않고, 일반 ATM 스위치처럼 L2 계층에서 포워딩을 하기 때문에 보다 고속으로 전달할 수가 있고, ATM 과 같이 대역 할당과 제어 기능을 가질 경우에는 협약에 따라 10 Mbps든 50 Mbps든 종단간에 협약된 전달 속도를 제공할 수가 있다. 이는 라우터 형태로 포워딩을 하면 전달 속도를 보장을 못하는 반면에 MPLS 프로토콜과 ATM의 대역 제어 기능을 동시에 사용을 하면 종단간에 원하는 속도를 보장을 받을 수가 있다.

여기서 MPLS와 일반 라우터의 포워딩 방식을 비교하면 그림 10과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같

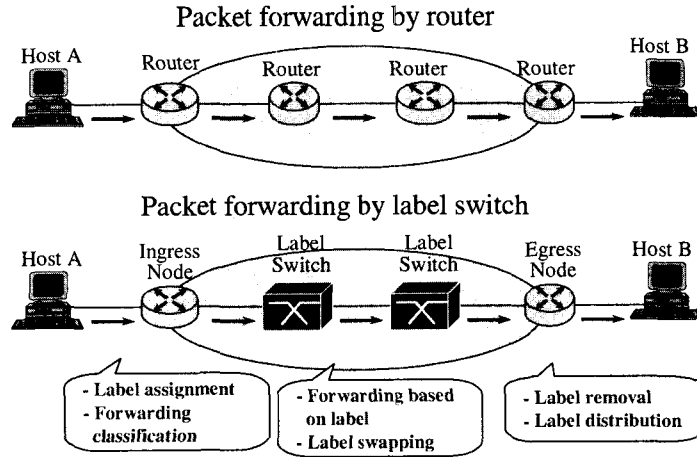


그림 10 라우터와 MPLS 스위치의 포워딩 방식의 비교

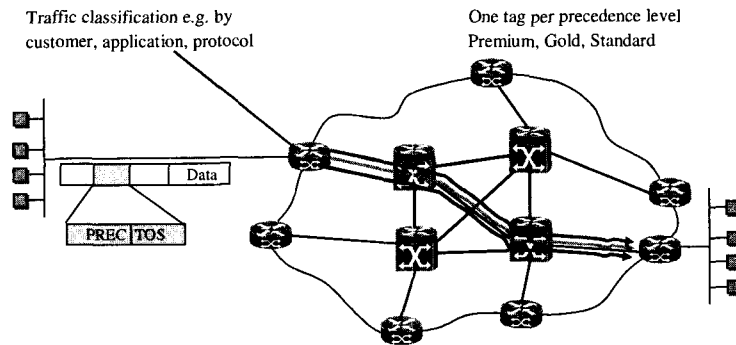


그림 11 MPLS의 차등적인 우선 순위 서비스 개념

이 기본적으로 패킷을 전달하는 절차는 일반 라우터나 MPLS 스위치나 큰 차이가 없다. 그러나 MPLS는 입력에 라벨을 사용하여 사전에 약속을 하기 때문에 사용자가 원하는 서비스 유형에 따라 서비스 등급 및 대역을 할당할 수가 있고, 이를 일반 ATM이나 프레임 릴레이 등과 같은 다양한 물리 선로와 스위치의 성능에 따라 포워딩을 하기 때문에 사용자가 원하는 품질을 제공할 수가 있다.

다음으로 MPLS 기능은 기존의 Virtual LAN 등에서 사용하는 가상 랜 서비스 개념을 글로벌 망에서 실현할 수가 있다. 그림 11처럼 패킷을 전달할 때 신호 프로토콜의 약속에 의해 라벨을 부착을 하는데 라벨의 등급을 나눌 수가 있다. 따라서 라우터는 입력된 패킷을 분석할 때 라벨이 premium 급이면 해당 프리미엄 서비스가 약속한 대역을 제공할 하도록 전

달을 한다. 이러한 라벨을 사용하는 약속은 가입자와 망 사업자 간에 서비스 등급과 응용 서비스 형태에 따라서 약속을 하게 되는 데 신호 프로토콜을 통하여 가입자가 요청을 하면 망 사업자는 이러한 프리미엄 서비스를 위해 망 리소스를 적절하게 제공할 하며 대신에 해당 신호 메시지를 과금을 하기 위한 정보로 사용하여 적절한 요금을 청구할 수 있다.

이와 같이 망에서는 보다 차등적인 서비스를 받기를 원할 경우에는 가입자와 요청과 수락이라는 형태의 계약 절차를 취하지 않고는 적절한 과금을 할 수가 없다. 이는 기존에 인터넷에서 Diffserv 라는 차등적인 서비스 방식이 실질적으로 망에서 사용할 수 없는 이유는 이러한 요청과 수락이라는 협약 절차를 통하여 과금을 할 수 있는 수단이 없기 때문에 과금 기능이 필요 없는 곳에서 차등적인 서비스를 실현하기

위해 Diffserv 방식을 사용할 수는 있으나 실질적으로 요금을 받는 공중망에서는 적용하기가 불가능하기 때문이다.

그 밖에 MPLS 라우터는 이동 망처럼 가입자 한 무선 액세스 지점에서 다른 지점으로 이동을 할 때 중단 없이 서비스가 지속이 되기 위해서는 일정 기간 채널을 기존 액세스 지점과 신규 액세스 지점의 2 군데에서 동시에 패킷을 전달 받을 수 있도록 하는 것이 단말기나 무선 액세스 장비에 부담을 주지 않고 패킷 손실을 줄이는 가장 효과적 방법이다(이를 일명 smooth handover라고 한다). 이러한 동시에 2개 가상 채널을 MPLS 프로토콜에서는 손쉽게 지원하고 handover 가 완료되었을 때는 입력된 패킷의 라벨을 확인하여 포워딩하는 경로에 우선 순위를 가지고 있어 새로운 무선 액세스 지점을 통하여 패킷을 보낼 수가 있다. 즉, 무선/이동 인터넷 환경에서 서비스의 중단이나 패킷 손실이 없이 가장 효과적으로 포워딩하는 수단을 제공할 수가 있다.

한편, 이와 같이 라벨을 할당하는 방식이 신호 프로토콜처럼 사용자의 on-demand 형태의 요청 시에만 하는 것이 아니라 망 운용관리를 위해서나 또는 사용자가 여러 가입자 간에 일정 기간 적절한 가상 사설망을 구축을 요청을 하는 경우에는 네트워크 운용자가 이를 망 관리 센터에서 이를 바로 해당 MPLS 라우터에 망 구성을 지시할 수 있다. 또 다른 방식은 가입자가 신호 절차를 통하여 패킷을 보내지는 않으나 망 운용자가 망의 효율적인 운용을 위해서 특정 서버나 특정 목적지로 향하는 패킷을 일부 통제하고 효과적으로 관리를 하기 위해서는 망 내부에서 가입자와 관계없이 라벨을 부착해서 해당 응용 서버를 향하는 트래픽을 폭주를 막으면서 최적으로 관리를 할 수가 있다.

이와 같이 MPLS 라우터는 기존 전송 장비나 2 계층 스위치 장비의 성능을 최적으로 운용을 하고 망의 트래픽을 제어하고, 차등적인 서비스 품질을 제공할 수가 있어서 기존 라우터가 필요한 최적의 지능을 가지고 망을 운용할 수 있는 가장 효과적으로 진화된 형태라고 할 수 있다.

4.4 광 네트워크 기술

광 네트워크 기술은 차세대 네트워크의 인프라의 가장 중요한 부분을 차지한다. 왜냐하면 광 전송 기

술은 현재 100 Gbits/sec 급 이상의 전송 장비가 망에 구축되고 있으며, 실험실 레벨에서는 이미 수년 전에 수십 테라급 전송 실험이 성공하였기 때문이다. 액세스 구간에서도 가입자당 1 Gbits/sec 급이 상용화된 상태에 있고, 10 Gbits/sec 급 PON 기술이 곧 등장할 예정이다. 따라서 광 네트워크 기술은 대역 측면에서 어떠한 다른 기술로 대체가 곤란하다. 다만 문제점은 광 전송 망은 별도의 운용 관리 망이 필요하고, 회선 형태로 밖에 채널을 제공할 수가 없어서 대역 효율이 매우 낮다는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하고 향후에 대부분 응용 서비스가 IP 기반으로 될 것이라는 전제아래 IP over Optical 기술에 대한 연구가 활발한데 이를 일명 Optical Internet 기술이라고 한다. 그림 12는 Optical Internet 개념을 나타낸 것으로 이는 IP 기술을 광 네트워크에 적용함으로써 2가지 측면의 효과를 기대하는 것이다. 첫째로 IP 기술을 사용하여 광 네트워크를 제어함으로써 별도의 신호 및 제어망을 구축할 필요가 없다는 것이다. 둘째로 IP 패킷을 직접 광 네트워크를 통하여 패킷 방식으로 전달함으로써 광 네트워크의 대역 효율을 높이고, 광 네트워크에 접속하기 위해 중간에 별도의 부가 장비가 필요 없어 경제적인 네트워크를 구축이 가능하다.

이러한 Optical Internet의 주요 특징을 보면 먼저 광 네트워크는 매우 안정되고, 견고하며, 용이하게 제어가 가능해야 한다. 망 오류 발생시에 이를 자동으로 감지하여 복구를 하기 위해서는 지능적인 제어 및 관리 기능이 필요하다. 또한, 광 채널을 실시간으로 가입자에게 제공을 하기 위해서는 IP 기술을 기반으로 광 네트워크를 제어할 수가 있는 데 이를 GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching) 기술이라고 한다.

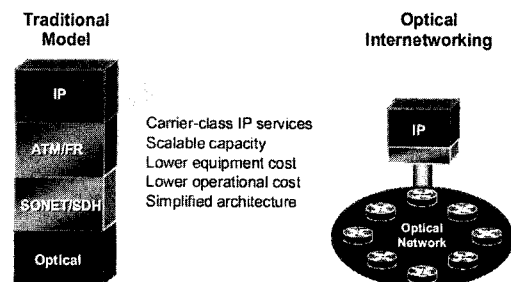


그림 12 IP 기반 Optical Internetworking 개념

그림 13은 GMPLS 기술 등장 배경을 설명하는 것으로 광 계층 측면에서는 다양한 전달 능력을 제공하기 위해서 GMPLS 기술이 필요하고, IP 계층 측면에서는 광 네트워크의 효과적인 제어 및 관리 측면에서 GMPLS 기술을 필요로 한다. 이는 광 네트워크뿐만 아니라 각종 전달 수단에 대하여 통일된 제어 플랫폼을 가지게 되며 기존 SONET/SDH 망을 비롯하여 다양한 전송 망에 대하여 단일의 제어 평면을 통하여 실시간으로 필요로 하는 채널을 제공할 수 있다. 또한 대역 사용에 있어서도 가입자 트래픽 특성에 따라 효과적으로 대역을 할당할 수 있으며, 기존의 TMN으로도 달성하기 곤란한 통일된 망 관리 체계를 구축할 수 있다. 그 밖에 전달 망의 오류 발생시 다단계로 이루어 지던 보호 절차 절차를 계위 별로 효과적으로 관리할 수 있다.

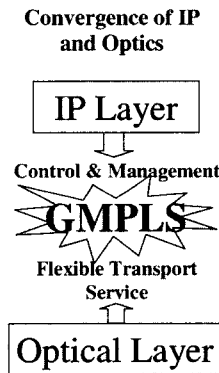


그림 13 GMPLS 기술 도입 배경

그림 14는 GMPLS 기술을 기반으로 IP over Optical 망 구조를 나타낸 것으로 GMPLS 프로토콜의 제어를 받는 광 MPλS(Multi-Protocol Lambda Switching) 망은 광 에지 라우터와 광 코어 라우터로 구성이 된다. 광 에지 라우터는 IP/MPLS 라우터와 접속을 하여 일반 가입자 트래픽이 전달 된다. 여기서 광 MPλS 망은 광 채널이 요구되는 두 지점 간에 광 라벨을 사용한 스위칭 경로를 구성하는 데 이를 optical label switched path(Optical LSP) 라고 한다. 이러한 Optical LSP를 IP 제어 평면 상의 GMPLS 신호 프로토콜을 사용하여 구성을 할 수가 있는 데 여기에는 CR-LDP(Constraint-based Label Distribution Protocol)이나 RSVP-TE(Resource Reservation

Protocol-Traffic Engineering)이 사용된다.

이러한 Optical LSP를 사용한 광 채널은 외부에 MPLS(Multi-Protocol Label Switching)을 사용하는 경우가 보다 효과적인 데 이는 MPLS 망도 두 종단 지점간에 LSP를 사용하여 논리 채널을 구성하기 때문에 광 레벨의 LSP를 이를 직접 수용하거나 통합하여 용이하게 수용할 수 있기 때문이다.

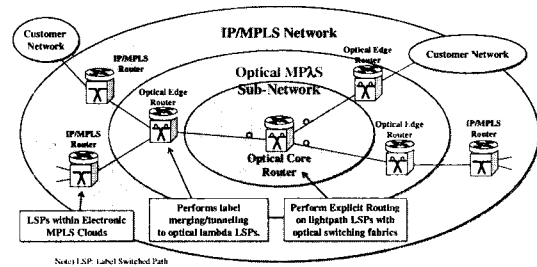


그림 14 GMPLS-based Optical IP Network Architecture

그림 15는 GMPLS 프로토콜의 제어를 받은 Optical Router의 프로토콜 및 기능 구성 형태를 보여 준다. 여기서 광 라우터는 하부에 OXC(Optical Cross-Connect) 같은 광 스위칭 장비를 가지고 있으며 상부의 제어 프로토콜로 GMPLS 신호 프로토콜을 사용한다. 또한 라우팅 프로토콜은 기존 인터넷에서 사용되는 OSPF(Open Shortest Path First) 나 IS-IS(Intermediate System-Intermediate System) 또는 BGP(Border Gateway Protocol)를 확장해서 사용할 것이며, 망 관리나 선로 관리를 위해서는 MPLS-OAM(Operation, Administration and Maintenance)나 LMP(Link Management Protocol)을 사용한다. 또한 외부 접속되는 MPLS LER/LSR(Label Edge Router/Label Switched Router)와 IPCC(IP-Control Channel)을 사용하여 라우팅 정보와 신호 정보를 교환한다.

GMPLS 프로토콜에서 제공할 수 있는 인터페이스 링크 형태를 보면 그림 16과 같다. 첫째로 광 선로 단위로 채널을 제공할 수 있는 데 이를 FSC(Fiber Switching Capable) 이라고 한다. 즉, 물리적인 광 선로 단위로 채널을 제공할 수 있다. 둘째로 한 개의 광 섬유에 여러 개의 광 파장 신호를 전달할 수 있어 이를 LSC(Lambda Switching Capable)이라고 하며, 각 파장 별로 라벨을 할당할 수 있다. 셋째로 한 개의 광

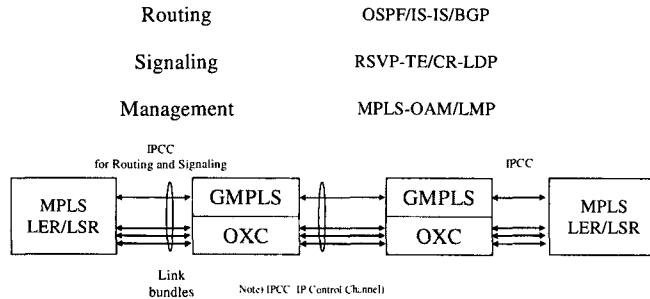


그림 15 GMPLS 프로토콜 및 기능

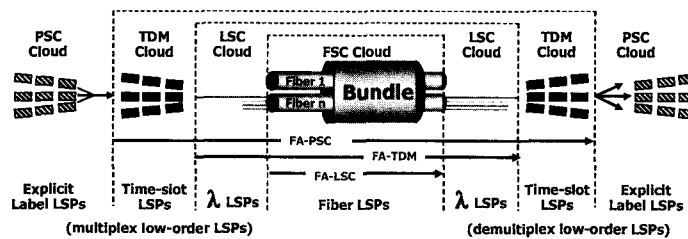


그림 16 GMPLS: LSP Hierarchy

과장 위에 SONET/SDH 나 TDM slot을 할당할 수 있다. 넷째로 TDM 내에 동일한 time slot 내에 여러 개의 논리적인 패킷 채널을 넣을 수가 있는데 이를 PSC(Packet Switching Capable)이라고 한다. 이와 같이 GMPLS 프로토콜은 광 네트워크뿐만 아니라 기존의 SONET 그리고 MPLS 망에 이르기까지 모든 물리적인 전달 수단에 대하여 라벨을 할당함으로써 논리적으로 이를 관리할 수 있는 수단을 제공한다. 이와 같이 GMPLS 기반 광 네트워크는 라벨화된 전달 경로를 계층적으로 통합함으로써 망의 확장성을 용이하게 해주며 다양한 인터페이스에 대하여 라벨 경로를 제공할 수 있다.

5. NGN 기술 동향 정리 및 결론

지금까지 차세대 NGN에서 QoS와 관련된 여러 기술에 대하여 살펴보았다. 여기서 차세대 네트워크를 기반으로 한 미래의 새로운 마켓을 여는 중요한 기술은 그림 17과 같이 다음 3가지로 정리를 하고 있다.

- 미래 정보통신 시장을 위한 핵심 기술
 - Optical transport and networking technology

- Wireless Networking technology
- IPv6 Protocol

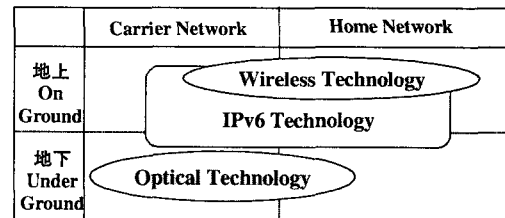


그림 17 미래의 네트워킹 기술을 위한 핵심 기술

첫째로 먼저 백본 망, 액세스 망을 포함하여 도로 상에 그리고 건물과 건물간에 연결은 모두 광 케이블로 연결된 광 네트워크로 구성이 될 것이며, 이는 대역당 가격이나 망 유지 보수 측면까지 포함한 전체망 구성 및 운용 비용은 다른 어느 기술적인 대안보다도 광 네트워크로 통일될 것이라는 전망 때문이다. 둘째로 광 네트워크로 구성하기 어려운 가입자 망 지역이나 특정 지역을 포함하여 향후에 대부분의 가입자가 이동하는 환경이 가장 중요한 변수로 작용을 하기 때문에 지상에서는 무선 네트워크 기술이 가장 중요한 기술이 될 것이다. 이는 가격적인 측면보다 이동 환

경을 포함하여 망을 다양하게 재 구성하기가 용이한 측면이 있기 때문에 가입자의 변동이나 망 서비스 환경 변화에 매우 탄력적으로 대응할 수 있기 때문이다. 셋째로 네트워크를 사용하는 응용 서비스와 가입자 다말 등은 모두 IPv6 기술은 사용하 것이라고 저망한다. 이는 통일된 응용 서비스 플랫폼과 네트워크 플랫폼이 IPv6 기술을 사용할 것으로 전망을 하는 것이다. 물론 현재까지 개발된 IPv6 프로토콜은 이러한 요구를 만족시키는 데는 많은 추가적인 기술 개발이 요구되지만 하부에 MPLS 기술 그리고 상위에 API, XML 등과 같은 응용 서비스 접속 기술이 사용되면 가능할 것으로 생각하고 있다.

그러나 중요한 것은 이러한 IPv6 기술은 단순히 IPv4 프로토콜이나 IPv4 서비스 기능의 연장 선상에 있는 것은 아니라는 것이다. 즉, IPv4 라우터를 IPv6 라우터로 프로토콜만 변환을 해서는 이러한 목적을 달성을 할 수는 없다는 것이다. 현재 복미를 중심으로 하는 라우터 개발 업체 들이 자사의 IPv4 라우터를 IPv6 프로토콜로 바꾸기만 하면 IPv6 라우터로 동작을 한다고 주장을 하나 이는 IPv4 주소 부족 문

제를 해결하는 차원이고 신규 서비스를 수용하는 것과는 거리가 멀다. 그런데 문제는 주소 부족은 라우터에서 발생하는 것이 아니라 단말 가입자나 서비스에서 발생을 하게 되는 데 라우터에서 신규 서비스를 효과적으로 수용할 수 없는 상태에서 IPv6 프로토콜만 탑재한 라우터는 무의미하기 때문이다.

최 준 균



1982 서울대학교 공과대학(학사-전자공학)
1985 한국과학기술원(석사-통신)
1988 한국과학기술원(박사-데이터통신)
1986~1997. 12 한국전자통신연구원, 책임연구원
1990~1991 캐나다 토론토대학, 교환연구원
1993~1996 ITU-T SG13, Associate Rapporteur(AAL) 및 국내 대표
1997~2000 ITU-T SG13, Rapporteur(Q2 : B-ISDN Network Capability)
1997~현재 한국정보통신기술협회(ITA), 통신망구조연구반 의장
1998. 1~현재 한국정보통신대학교 부교수
E-mail : jkchoi@icu.ac.kr

● 제15회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회 ●

- 일 자 : 2003년 10월 10~11일
- 장 소 : 고려대학교 국제관
- 주 최 : 한국어정보처리연구회
- 문의처 : 건국대 안희돈 교수(Tel. 02-450-3338)
 국민대 강승식 교수(Tel. 02-910-4800)
<http://ikc.korea.ac.kr/~han2003>