

차세대 인터넷 QoS 관리 시스템의 설계 및 구현

최태상[†]·정윤희[†]·손승원^{††}

요약

중단간 인터넷 QoS 관리는 해결하기 쉽지 않은 문제이다. 대표적인 이유로는 실제 인터넷 환경에서 중단간의 인터넷 관리 자체가 충분히 이해되거나 사용되지 않고 있을 뿐만 아니라 인터넷의 구조 및 기능적인 특성으로 인해 전화 통신망에 비해 상대적으로 관리가 어렵다는 것이다. 이를 위해 해결해야 될 주요 기술들은 안전 전송 기술, 신뢰성 있는 수송 기술, 서비스 품질의 구분 기술, QoS 기반 라우팅 기술, QoS 모니터링 기술, 고객위주의 서비스 관리 기술 등이 있다. 이러한 여러 가지 해결해야 될 문제에도 불구하고 인터넷은 차세대 응용이나 서비스가 운용될 통신 플랫폼이 될 것이 확실시되며, 보다 고도의 인터넷 관리 기술이 뒷받침 되지않고는 고품질의 인터넷 상용 서비스를 제공하는 것은 쉽지않을 것이다. 본 논문은 중단간의 중단 없는 인터넷 QoS 관리 구조를 제안하며 현재 개발 중인 시스템의 구조와 각 요소들의 기능을 자세히 설명한다.

Design and Implementation of Next Generation Internet QoS Management System

Tae-Sang Choi[†] · Yoon-Hee Jung[†] · Sung-Won Sohn^{††}

ABSTRACT

Seamless end-to-end Internet Quality of Service (QoS) management is very challenging not only because Internet management is not well understood and practiced in the real world but because the nature of the Internet is hard to predict and manage. Secure transmission, transport reliability, ability to differentiate service qualities, QoS-based intelligent routing, QoS monitoring, and customer-oriented service management are essential technical huddles to be coped with. Despite of these difficulties, the Internet becomes the platform of choice for the next generation applications and services. Without a solid management solution, it is not easy to deploy high quality commercial services. In this paper, we propose an architecture of seamless end-to-end Internet QoS Management System and describe the design principles and system components of our developing prototype system.

1. 서론

인터넷은 엄청난 속도로 성장하고 있으며 일상 업무에서 빼놓을 수 없는 중요한 부분이 되었다. 따라서 인터넷이 새롭게 등장하고 있는 혁신적인 네트워크 응용 서비스를 위한 플랫폼이 될 것이라는 데 대해 의심

의 여지가 없을 것이다. 이러한 서비스를 제공하기 위해 아직 해결되어야 될 문제들로는 안전 전송 기술, 신뢰성 있는 수송 기술, 서비스 품질의 구분 기술, QoS 기반 라우팅 기술, QoS 모니터링 기술, 고객위주의 서비스 관리 기술 등이 있다. 정보기술이 발달된 전 세계 각국의 산업계, 학계, 연구계에서는 이와 관련된 연구 및 제품 개발, 시험망 구성, 성능 및 상호 운용성 시험 등 다양한 분야에서 활발히 활동 중에 있다. 최선형 서비스만을 제공할 수 있는 현재의 인터넷과는 달리

※ 본 논문에서 제안된 연구는 정보통신부의 정책과제로 지원되었다.

† 정희원 : 한국전자통신연구원 선임연구원

†† 정희원 : 한국전자통신연구원 인터넷구조팀장

논문접수 : 1999년 10월 13일, 심사완료 : 1999년 11월 6일

차세대 인터넷은 안전하고, 신뢰성 있고, 서비스 품질을 차등화 할 수 있는 상용 서비스를 제공할 수 있게 된다. 새롭게 등장하고 있는 차세대 인터넷[4] 및 서비스의 성공을 위해서는 자동화된 중단없는 중단간의 인터넷 서비스 및 네트워크의 관리의 중요성을 아무리 강조해도 무리가 없을 것이다. 이 기술은 서비스 제공자 뿐만 아니라 서비스 고객을 위해서도 아주 중요한 영향을 준다. 고객들은 원하는 품질의 서비스를 요청하고 요청된 서비스가 얼마나 잘 준수되고 있는지를 모니터링하며 문제 발생시 이를 자동화된 서비스 관리 인터페이스를 통해서 보고할 수 있게 된다. 인터넷 서비스 제공자는 요청된 서비스를 서비스 및 네트워크 설치 프로세스를 통해서 구성 설치하며 서비스 및 네트워크의 상태와 서비스 품질을 모니터링하고 문제 발생시 문제를 찾아내고 분석한 뒤 이를 해결하고 이 과정 중에 고객들에게 문제 처리 상태를 보고하는 방식의 능동적인 대처를 할 수 있게 된다. 또한 이 기술을 이용해서 인터넷 제공자들 간에도 문제에 관련된 보고를 서로 교환할 수 있게 된다.

현재의 인터넷에서는 대부분의 인터넷 서비스 제공자나 엔터프라이즈 네트워크의 네트워크 요소들에 대해서 매우 제한된 형태의 상태, 문제, 성능, 회계 관리가 사용되고 있어서 네트워크 관리 뿐만 아니라 서비스 관리는 현실적으로 요원한 상태이다. 그러나 인터넷이 네트워크 서비스를 위한 플랫폼으로 탈바꿈 되면서, 고객들은 그들이 사용하는 서비스를 하나의 토탈 솔루션으로 고려하기를 원한다. 이러한 요구사항을 충족시키기 위해서는 중단없는 중단간의 인터넷 관리 시스템이 필요하며, 이는 고객관리, 서비스 관리, 네트워크 관리, 네트워크 요소 관리가 유기적으로 밀접하게 상호 작용하여야 가능해 진다.

전화 통신 환경에서는 이러한 문제가 이미 오래 전에 이슈화 되었으며 여러 가지 해결책을 찾기 위한 노력을 경주해왔다. Tele Management Forum (TMF)[1]는 이러한 문제를 인식한 대표적인 산업 표준 단체이며 여러 가지 솔루션을 제공하고 있다. 그 중 서비스 관리 비즈니스 프로세스 모델 (SMBPM)[2]은 고객 관리 프로세스, 서비스 관리 프로세스, 네트워크 관리 프로세스, 정보 시스템 관리 프로세스를 정의하고 있으며 각 프로세스는 고유의 기능을 수행하며 타 프로세스와의 교류를 위한 인터페이스를 정의하고 있다. 이 관리 프로세스들은 아직 완전히 정의가 끝나지 않은

상태이며 정의가 끝난 것들도 전화 통신망의 관리를 주목적으로 하고 있다. 그러나 여기서 사용되고 있는 개념은 차세대 인터넷 관리를 위해서도 아주 유용하게 적용될 수가 있다.

최근 인터넷 커뮤니티에서는 IP 네트워크의 QoS 제어를 위한 자동화 방법에 많은 관심을 쏟고 있다. IETF 정책 프레임워크 워킹 그룹은 정책 기반 네트워크 관리 구조[3]라는 인터넷 드래프트를 작성했는데 주요 목표는 인터넷에서 자동화된 정책기반의 QoS 제어를 위해 안전하고 확장성 있는 관리 프레임워크를 제공하는데 있다. 중단 사용자간의 서비스 품질은 사용자 단말, 전달 링크, 스위치나 라우터 같은 망 장치에서의 지연 및 Throughput, 손실 특성 등에 의해 복합적으로 영향을 받게 되므로, 중단간 QoS 보장형 서비스를 지원하기 위해서는 이들 QoS 요소 변수들을 제어할 수 있는 네트워크 측면의 제어 메커니즘이 필요하다. 예를 들면 망에서 실시간 서비스를 지원하기 위해서는 요구되는 자원을 미리 예약하거나 망내의 트래픽 부하를 반영하여 라우터의 큐잉 기능을 적절히 설정하거나 혹은 설정된 트래픽 특성이 제대로 운영되는지를 모니터링 하는 기능 등이 이에 해당한다. 이와 같이 네트워크 레벨에서 사용자의 QoS 보장을 위한 기술이 바로 IETF 정책 프레임워크 워킹 그룹이 추구하는 주요 목표이다.

또한 Internet2의 QBONE (QoS Backbone) 대역폭 브로커 워킹 그룹에서는 서로 다른 인터넷 관리 도메인 간의 대역폭을 협상하기 위한 대역폭 브로커 규격 [4] 작업을 진행 중에 있다. 이 규격은 고객과 인터넷 서비스 제공자들간의 자동화된 중단간의 자원 할당을 위해서 필요하다. 이 두 활동은 주로 네트워크 관리의 범주에 속하며 서비스 관리 부분을 거의 다루고 있지 않다. 따라서 TMF의 서비스 관리 모델과 IETF 및 QBONE WG의 관리 모델을 적절히 통합하면 차세대 인터넷의 네트워크 및 서비스 관리를 위한 매우 흥미로운 프레임워크를 도출할 수 있을 것이다.

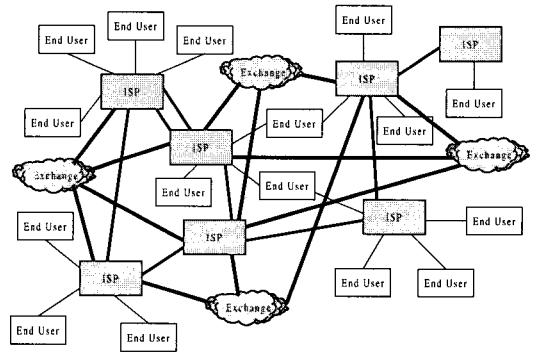
인터넷의 QoS 특성을 보통 지연, 지연변이, 대역폭, 및 신뢰성으로 대별한다. 이 네 가지를 모두 만족하기 위해서는 프로토콜을 이용하거나 트래픽 엔지니어링 기술을 활용한 망 요소의 QoS 기반 자원 할당, QoS 기반 라우팅, QoS 모니터링 및 피드백, QoS 상태의 관리 및 보고 등이 적절히 조화를 이루어야 한다. 본 논문에서 제안한 시스템은 위에서 언급된 여러 가지

기술 중 트래픽 엔지니어링에 기반한 자원할당 및 관리, QoS 모니터링, 그리고 QoS 상태의 관리 및 보고를 해결하기 위한 방안을 제시한다. 프로토콜 기반 자원 할당과 QoS 기반 라우팅은 현재 진행 중인 연구의 연장 선상에서 차후에 시스템에 고려될 예정이며, 본 논문에서는 상기에서 언급한 세가지 개념, 서비스 비즈니스 관리 모델, 정책 기반 네트워크 관리 모델 및 대역폭 브로커 모델을 기반으로 한 중단 없는 중단간의 QoS 관리 시스템 구조를 제안한다. 다음 장에서는 주요 인터넷 관리 이슈를 요약 설명하고, 제 3장에서는 TMF의 비즈니스 프로세스 모델을 설명하고 이 모델과 제안된 관리 모델과의 관계를 묘사하고, 관리 기능 구조와 각 요소를 설명한다. 제 4장에서는 제안된 구조를 기반으로 한 프로토타입 시스템을 자세히 설명한다. 마지막으로 결론 및 향후의 계획을 서술한다.

2. 인터넷 관리의 주요 이슈들

현재 및 차세대 인터넷을 어떻게 관리할 것인가를 고려하기 전에 이들의 특성을 잘 이해하는 것이 매우 중요하다. 전화통신망의 네트워크 및 서비스 관리와 비교할 때 인터넷 관리는 잘 연구되거나 사용되지 않고 있다. 중요한 원인 중 하나는 최근이 될 때까지 인터넷이 상용 서비스 플랫폼이 아니었다는데 기인한다. 대부분의 중요한 응용 서비스는 비교적 정보 보호가 잘 되어있고 신뢰성이 있는 특정 기관이 구축한 네트워크나 전용선으로 구축된 폐쇄적인 네트워크 환경에서 사용되어왔다. 또한 대부분의 사용자들이 최선형 서비스만 존재하는 현 인터넷에서 제공되는 그렇게 높지 않은 품질의 서비스에 익숙해 있다는 것도 중요한 이유가 될 수 있다. 그러나 인터넷이 고 품질의 상용서비스 플랫폼으로 활용됨에 따라 상황은 완전히 달라지고 있다. 인터넷 서비스 제공자들의 비즈니스의 성패의 여부가 인터넷 관리 프로세스에 좌우되기 때문이다.

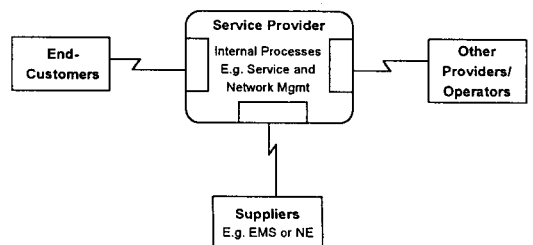
(그림 1)[5]은 현 인터넷의 구조를 간략히 잘 표현하고 있다. 다양한 최종 사용자의 연결 형태와 인터넷 retail 및 wholesale 사업 환경의 혼합, 여러 개의 upstream 서비스를 제공할 수 있는 환경, 다양한 유형의 PoP 및 exchange point 등이 잘 표현되어있다. 물리적으로는 차세대 인터넷이 고 대역폭의 전송로, 보



(그림 1) 현 인터넷의 구조

다 빠른 PoP 혹은 Exchange point 등의 특성을 제외하곤 현재의 구조와 비슷할 것 같으나 기능면에 있어서는 많이 다를 것이다. 더욱 정교한 대역폭 관리 기능, 폭주 제어 기능, 트래픽 관리 기능, 품질 제어 기능 등이 첨가될 것이다.

이렇게 물리적, 논리적, 기능적으로 복잡하게 될 차세대 인터넷을 관리하기 위한 중요한 이슈들을 파악하기 위해 ISO에서 정의하고 있는 네트워크 관리를 위한 다섯 가지의 주요 기능 분야인 구성, 고장, 성능, 회계, 보안 관리를 기준으로 살펴본다. 그림 2는 가장 상위의 개념에서 인터넷 관리를 위해 필요한 기능 요소와 그들 간의 관계를 보여 준다. 중단 없는 자동화된 중단간의 인터넷 관리를 위해서는 최종 고객들이 고객 관리 인터페이스를 통해 관리 과정에 직접 참여할 수 있어야 하며, 인터넷 서비스 제공자는 고객들과의 교류 외에 타 인터넷 서비스 제공자 및 네트워크 서비스 제공자 혹은 장비 공급업자와 자동화된 인터페이스를 통해 교류를 할 필요가 있다. 각 프로세스의 내부 기능 및 인터페이스에 대한 자세한 내용은 아래에서 기술한다.



(그림 2) 인터넷 관리를 위한 상위 개념의 비즈니스 컨텍스트 및 범위

● 구성 관리

구성관리는 현재의 자원 상태나 자원들간의 상호 관계(예, 네트워크 토폴로지)를 감시하거나 목록을 작성하며, 자원들간의 구성, 상태, 관계를 제어하는 프로세스를 의미한다. 전자도 구성관리에서 가장 기본이 되는 매우 중요한 프로세스이나 최근 인터넷 커뮤니티에서는 후자에 더 많은 관심을 가지고 있다. 전통적으로 네트워크 자원의 원격관리는 확장성, 신뢰성 및 편리성이 요구됨에도 불구하고 텔넷이나 SNMP를 이용해서 주로 이루어져왔다. 다음은 인터넷 구성관리상 필요한 주요 내용을 서비스, 네트워크, 네트워크 요소 관리 측면에서 살펴본다.

- 서비스관리 측면의 주요 내용은 서비스 토폴로지 감시, 인프라 및 인터 서비스 설치, 서비스 자원 목록 관리, 고객 및 타 인터넷 서비스 제공자간의 서비스 계약(Service Level Agreement) 협상 등을 들 수 있다.
- 네트워크 관리 측면에서는 서비스 설치용 데이터(예, QoS 변수, 정보보호 변수 등)와 네트워크 설치용 데이터의 매핑 및 서비스 토폴로지와 네트워크 토폴로지의 매핑이 필요하며, 요청된 특정 설치(provision)를 위해서는 알려진 토폴로지, 자원목록 및 정책정보를 기반으로 현재 가용한 자원의 상태를 점검하고 요청한 정책과 기존의 정책이 충돌되는 부분이 없는지 확인한 뒤 정책을 적용해야 될 네트워크 요소를 결정한 뒤 이를 반영한다.
- 네트워크 요소 관리 측면의 주요 내용은 각 요소 별로 시스템 의존적인 데이터를 요청된 서비스의 기능(예, 큐잉 방식, 필터링 규칙, 등)에 맞게 셋팅하며 네트워크 관리 계층에서 사용될 토폴로지 데이터나 자원 목록 데이터를 수집하는 역할을 한다.

● 고장 관리

고장관리는 서비스나 네트워크 상에서 문제를 찾고 격리 시키며 신속하게 처리를 하면서 이 과정을 보고하는 전반적인 프로세스이다. 일반적으로 고장관리는 네트워크 관리자의 몫이었으며, 따라서 고객들은 인터넷 서비스 제공자 망 내부에서 일어나는 일에 대해서는 전혀 알 수가 없었다. 그러나 인터넷이 상업용 서비스 플랫폼화 되면서 고객들은 인터넷 서

비스 망 내부에서 일어나는 문제와 이들의 처리과정 및 처리 일정에 관심을 갖기 시작했으며 이러한 요구사항은 인터넷 서비스 제공자로 하여금 내부 환경에 대해 더욱 개방하거나 고객과의 교류를 확장하게 만들었다. 고장 관리도 3가지 측면에서 살펴보도록 한다.

- 서비스 관리입장에서는 고장 처리 프로세스가 주된 업무이다. 고객과 서비스 제공자 혹은 서비스 제공자간의 인터페이스를 자동화함으로써 고장 처리 관련 상태 정보를 서로간에 처리 전과정을 통해서 신속하게 공유할 수 있게 된다. 특히 QoS 제어를 위한 새로운 요소들의 고장관리를 고려할 필요가 있다.
- 네트워크 관리 측면에서는 네트워크와 관련된 고장의 발견, 원인 구명 및 고장 해결을 처리하는 것이 중요한 업무이다. 또한 서비스 관리 계층과 네트워크 요소 계층과의 교류 또한 중요하다. 네트워크의 문제를 발견했을 때는 서비스 관리 계층의 고장 처리 프로세스를 시작하여 고객들에게 네트워크 문제를 알려 줄 수도 있으며, 반대로 고객의 고장 보고가 네트워크 고장 관리 프로세스를 시작하게 할 수도 있다. 이렇게 여러 계층의 관리 프로세스들간의 자동화된 인터페이스를 제공하는 것은 중단없는 중단간의 서비스 및 네트워크 관리를 위해서 아주 중요하다.
- 네트워크 요소 관리 측면에서는 차세대 인터넷용 네트워크 장비들은 액티브 대역폭 관리 기능, 큐 관리, policing 및 shaping을 위한 새로운 요소들이 많이 첨가되었으며 이를 항상 감시하고 문제 발생시 신속하게 처리하는 것이 중단간의 QoS 보장을 위해서 매우 중요하다.

● 성능 관리

성능관리는 자원의 사용 데이터를 수집하고 분석하여 의미있는 정보로 변경하여 고장 관리 프로세스에 전달하거나 네트워크의 배치 혹은 규모의 조정시 활용하는 제반의 프로세스이다. 성능 관리는 인터넷 관리 특히 차세대 인터넷 관리에서 가장 힘든 부분 중 하나이다. 서비스 품질 보장형 서비스는 서비스의 구축은 가장 기본적인 사항이며 요청된 서비스 품질의 끊임없는 감시가 더욱 중요하다. 성능 관리도 위의 경우처럼 세 가지의 경우로 나누어 살펴본다.

- 서비스 관리 측면에서는 중단간의 서비스 품질 모니터링이 주 업무이다. 인터넷 서비스 제공자들은 단방향 지연, 양방향 지연, 지연 변이, 패킷 손실 비율과 같은 중단간의 성능 지표를 측정하여야 한다. 반면에 고객들의 주된 관심사는 그들이 요청한 서비스 품질이 제대로 지켜지고 있는가 하는 것이다. 이러한 요구사항은 고객과 인터넷 서비스 제공자간의 성능 데이터를 교환할 수 있는 자동화된 인터페이스를 정의하면 가능해진다. 현재 대부분의 인터넷 서비스 제공자들은 이 프로세스를 보유하고 서비스 제공하지 못하고 있으나 차세대 인터넷에서 고객관리를 위해서는 필수적으로 제공해야될 서비스 관리 측면에서의 프로세스이다.
- 네트워크 및 네트워크 요소관리 측면에서는 특정 네트워크나 네트워크 요소의 성능 관련 데이터를 수집하고 분석(예, 단일 diff-serv[6] 도메인의 성능 지표, 한 네트워크에서의 단일 RSVP[7] 플로우의 지연 변이, 한 라우터의 큐잉 성능 지표, 등)하여 중단간의 성능 측정을 수행하는데 필요한 정보를 제공하게 된다.

● 회계 관리

회계 관리는 자원 사용 데이터를 수집하고 이 정보를 과금의 대상인 각 최종 고객들에게 할당하는 과정이다. 전화통신 환경과는 달리 인터넷상에서 자원 사용량 측정은 상당히 어려운 부분 중의 하나이다. 현재로는 크게 두 종류의 방법이 사용되고 있는데 하나는 Radius[8]나 TACACS+[9]와 같은 틀에서 사용하고 있는 단순 회계 방법(simple accounting method)이며, 두 번째는 IETF의 실시간 트래픽 플로우 측정(Realtime Traffic Flow Measurement (RTFM)) [10] 워킹그룹과 Cisco의 Netflow[11]에서 정의하고 있는 내부 회계 방법(interior accounting method)이다. 전자의 경우 각 고객들별로 총 자원 사용량을 측정하며, 후자는 서비스 별로 나누어서 자원 사용량을 측정함으로써 서비스별 과금이 가능하다. 그러나 인터넷 트래픽의 특성상 두 번째 방식은 아직 해결해야 될 많은 문제점을 지니고 있다. 이 방법 외에 여러 인터넷 서비스 제공자들이 특정 서비스를 제공하기 위해 개입될 경우 중단간의 회계관리를 위해서 해결해야 될 많은 문제가 있다. 또한 차등서비스를

고려해야 될 경우에는 과금 체계가 더욱 복잡해질 것이다.

● 정보보호 관리

정보보호 관리란 크게 정보보호 위반을 찾아내거나 정보보호 관련 기록을 유지하는 등 네트워크에서 정보보호 환경을 관리하는 것과 네트워크 관리 업무를 안전하게 수행하는 제반 기술들로 나누어 볼 수 있다. 정보보호 위반의 발견과 관련해서는 주된 이슈는 엔트프라이즈 및 공중 인터넷 상에서 고장방지가 보장되거나 확장성 있는 침입발견 메커니즘 및 실시간 침입 추적 메커니즘이며, 관리업무의 안전성에 관련해서 주된 이슈는 최대한 오버헤드를 줄이면서 관리 정보를 안전하게 전달할 수 있는 수송 프로토콜 기술과 원격에서 관리 장비를 제어할 수 있는 방법 등이 있다.

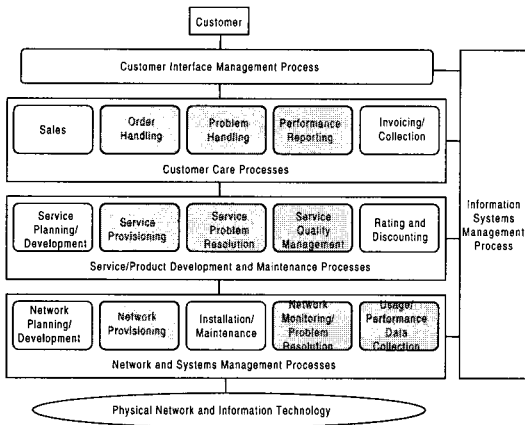
3. 시스템 구조

3.1 비즈니스 프로세스 모델

제 2장에서는 ISO의 다섯 가지 주요 관리 기능 분야를 중심으로 TMN의 서비스 관리, 네트워크 관리, 네트워크 요소 관리 계층으로 나누어 주요 관리 이슈를 다루어보았다[12]. 이러한 관리 기능들은 여러 관리 프로세스들의 집합으로 이루어진 여러 계층으로 나누어 볼 수 있다. 각 프로세스는 특정 관리 기능을 수행하며 같은 계층 혹은 타 계층의 프로세스들과 중단 없는 관리를 위해서 정보를 교류한다. TMF는 이러한 목적을 위해 서비스 관리 비즈니스 프로세스 모델(Service Management Business Process Model (SMBPM))을 정의했으며 (그림 3)에서 도식화하고 있다.

첫 두 계층은 서비스 관리와 관련된 관리 프로세스들을, 세번째 계층은 네트워크 관리 프로세스들을 보여주고 있다. 작은 박스로 표시된 각 프로세스는 매우 복잡한 내부 기능들과 타 프로세스와의 인터페이스로 구성된다. 이 모델을 다섯 가지 관리기능 분야 모두를 지원한다. 그 중 짙은 색으로 표시된 프로세스들이 본 논문의 관심의 대상인 분야로서 QoS provisioning을 포함한 서비스 구성 관리, trouble administration을 포함한 고장 관리, QoS 모니터링에 초점을 맞춘 성능 관리 분야로 나누어 진다.

본 논문에서는 이 모델을 기반으로 중단 없는 중단간의 인터넷 QoS 관리를 위한 관리 플랫폼을 제안한



(그림 3) TMF의 서비스 관리 비즈니스 프로세스 모델

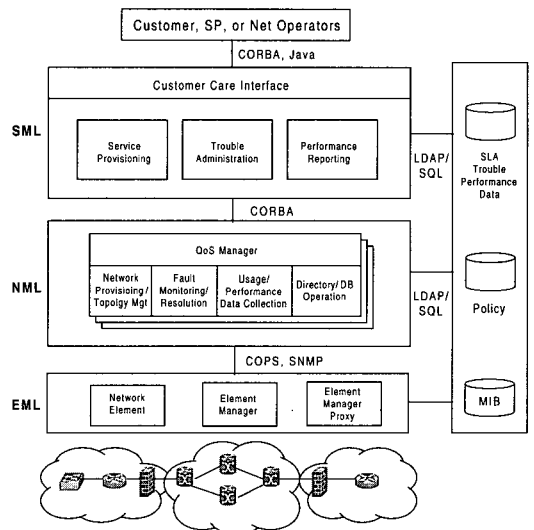
다. 한 가지 단순한 예를 들어보면 다음과 같다. 고객이 한 인터넷 서비스 제공자에게 VPN과 같은 특정 서비스를 고객 관리 서비스 인터페이스를 통해 신청을 하면, 인터넷 서비스 제공자는 서비스 신청을 받아서 처리를 하는 과정에 고객과 계속 서비스 설치과정에서 일어나는 상태를 보고한다. 한편 인터넷 서비스 제공자는 내부의 QoS 서비스 관리자를 통해서 신청시 전달된 QoS 및 타 여러 변수(정보보호 관련 등)를 적합한 정책으로 변환한 뒤 정책 저장 DB에 저장하고 QoS 네트워크 관리자에게 신청사실을 알려 계속 처리하게 한다. QoS 네트워크 관리자는 저장된 정책을 읽어와서 정책에 충돌이 없는지, 요청된 서비스를 위한 자원의 가용 여부 등을 점검한 후 필요한 네트워크 장비들에 정책이 반영되게 장비에 의존적인 정책 정보를 내린다. 만약 신청된 서비스를 설치하는 데 하나 이상의 인터넷 서비스 제공자의 개입이 필요할 경우에는 고객과 인터넷 서비스 제공자간의 협상과 비슷한 과정이 반복되어야 한다. 일단 서비스 설치가 완성되면, 그 결과를 QoS 서비스 관리자에게 통보하고, QoS 서비스 관리자는 고객에게 전달하는 과정을 거치게 된다. 또한 QoS 서비스 관리자는 항상 QoS 네트워크 관리자의 도움으로 설치된 서비스의 품질을 감시하고 고객에게 품질의 상태를 SLA와 대비 정기적으로 보고한다. 고객들은 고객 관리 인터페이스를 통해서 언제든지 문제가 발생시 이에 대한 고장 보고를 보낼 수 있으며, 인터넷 서비스 제공자는 QoS 서비스 관리자 중 고장 처리 프로세스를 통해서 문제를 파악하고 해결하며, QoS 네트워크 관리자도 네트워크 상에서 발생한 문제

가 고객 서비스의 품질에 영향을 줄 경우에는 QoS 서비스 고객 관리자를 통해서 고객들에게 알려줄 수 있다. 또한 문제 처리 과정의 상태는 적절히 고객들에게 보고된다.

개념 비즈니스 프로세스 모델과 실제 기능 모델과의 매핑 및 구현의 세부사항과 관련해서 다음 장에서 자세히 서술한다.

3.2 기능 구조

(그림 4)는 본 고에서 제안된 QoS 관리 시스템의 기능 구조를 보여준다. 이 구조는 전체적인 관리 프레임워크를 위해서 TMN 모델[12]을, 자동화된 비즈니스 프로세스 워크플로우를 위한 TMF의 서비스 관리 비즈니스 프로세스 모델과 네트워크와 네트워크 요소 관리(특히 QoS 기반 자원 설정)을 위해 IETF의 정책기반 관리 모델을 기반으로 하고있다. 현재 본 시스템이 지원하는 관리 기능은 구성, 장애, 성능, 그리고 일부의 보안 관리이며 구조는 회계 및 과금 등 기타 향후에 필요한 관리 기능을 첨가하기에 용이하게 확장성을 고려하여 설계되었다. 초기 일차 시스템이 안정화되면 이러한 관리기능을 계속 확장해갈 예정이다.



(그림 4) 제안된 시스템의 기능 구조

서비스 관리 계층에는 세가지 관리 프로세스가 정의되어있으며, 통합 고객 처리 인터페이스 프로세스를 통해 고객, 타 서비스 제공자 혹은 네트워크 관리자

등과 정보를 교환한다. 시스템과의 정보 교환 형태는 크게 두 가지로 나뉘어 질 수 있는데, 첫 번째로 고객이나 타 서비스 제공자의 관리 시스템이 프로그래밍 인터페이스를 통해 서로 정보를 교환하는 경우이며, 두 번째는 네트워크 관리자가 직접 그래픽 사용자 인터페이스를 통해서 관리 시스템을 접근하는 경우이다. 첫 번째의 경우에는 CORBA IDL 인터페이스[13]를 사용하며, 두 번째의 경우에는 자바/CORBA 베평을 활용한 웹 인터페이스를 제공한다. 이 세 가지의 프로세스들은 아래쪽으로는 네트워크 계층의 QoS 네트워크 관리자와 CORBA IDL 인터페이스를 이용해서 통신한다. 또 다른 중요한 인터페이스로 디렉토리 혹은 데이터베이스 서버와의 관계이다. 이 인터페이스를 통해서 SLA, 고장 리포트, 성능 리포트 등을 저장하거나 불러온다. SLA는 두 가지 형태로 저장되는데 하나는 서비스 설정과 관련 없는 정보(즉, 고객의 연락처, 계약기간, 등)으로 나머지는 서비스 설정과 직접적인 관계가 있는 형태로 저장된다. 후자의 경우 정책 스키마(예, QoS 정책, 라우팅 정책, 보안 정책, 등)로 변환되며 네트워크 계층의 QoS 네트워크 관리자가 차후에 사용하게 된다.

네트워크 관리 계층에서는 하나 이상의 QoS 네트워크 관리자가 존재하며, 각각은 자체 네트워크 도메인(예, 하나의 Diff-Serv 도메인)을 책임진다. 주요 기능으로는 네트워크 자원 설정, 장애 모니터링 및 해결, 성능 데이터 수집, 정책 스키마 관리 등이 있다. 이들은 CORBA IDL 인터페이스를 통하여 서비스 관리 프로세스와 정보를 교환한다. 관리 오퍼레이션의 주체는 양쪽 중 어느 곳이든 가능한데, 서비스 관리 계층의 서비스 설정 프로세스가 특정 QoS의 네트워크 설정을 위해서 이 인터페이스를 통하여 필요한 정보를 전달할 수 있으며, 반대로 QoS 네트워크 관리 프로세스는 서비스 관리 계층의 성능 리포팅 프로세스에게 네트워크 성능 데이터를 전달해 주기 위해 이 인터페이스를 이용할 수도 있다. 네트워크 자원 설정을 위해서 QoS 네트워크 관리자는 디렉토리 서버로부터 필요한 정책 스키마와 네트워크 토폴로지 정보를 가지고 오며 이를 바탕으로 어떠한 네트워크 요소에 정책을 적용할 것인가를 결정한다. 실질적인 설정이 이루어지기 전에 QoS 네트워크 관리자는 네트워크 요소 관리자도 동일하게 이해할 수 있는 형태의 정책정보로 재가공을 하며 이 정보를 COPS(Common Open Policy

Service) 프로토콜[14]을 이용해서 전달하게 된다. 한편 장애, 성능, 네트워크 토폴로지의 관리는 SNMP 프로토콜에 기반하고 있다.

네트워크 요소 관리 계층에는 여러 형태의 네트워크 요소가 존재할 수 있는데, 첫 번째 형태는 COPS 클라이언트 역할과 요소 관리 에이전트 역할을 수행하는 요소이며, 두 번째로는 하나 이상의 같은 종류의 네트워크 요소를 관리하는 네트워크 요소 관리자인데, 네트워크 관리 계층으로는 관리 에이전트의 역할을 각 요소들을 위해서는 관리자의 역할을 수행한다. 네트워크 요소의 자원 설정을 위해서는 COPS 메시지를 인터셉트한 뒤 지원되는 요소가 COPS를 지원할 경우에는 변경 없이 전달하며, 지원하지 않을 경우에는 이 요소들을 위해 COPS 클라이언트 프락시 역할을 수행한다. 네트워크 관리 계층과 마찬가지로 장애, 성능, 네트워크 토폴로지의 관리는 SNMP 프로토콜에 기반하고 있다.

4. 시스템 구현

현재 본 고에서 제안된 구조로 프로토타입 시스템을 구현 중에 있다. 이 시스템의 주요 목표는 종단간의 QoS 기반 자원 설정에 있다. 이 시스템은 세 가지 컴포넌트, QoS 서비스 관리자, QoS 네트워크 관리자, QoS 네트워크 요소 관리자로 구성되어 있다.

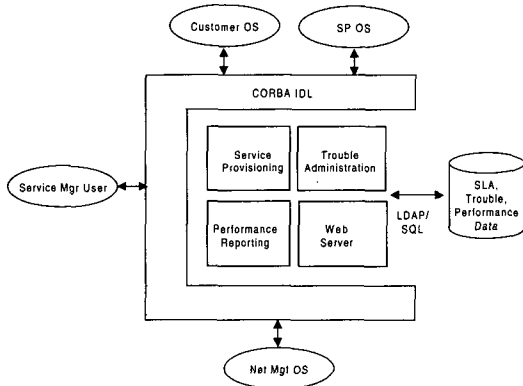
4.1 QoS 서비스 관리자

앞장에서 언급되었듯이, TMF의 서비스 관리 자동화 리엔지니어링 팀(SMART)[15]은 서비스 주문 처리[16], 고객 대 서비스 제공자 장애 처리[17], 그리고 성능 리포팅[18]을 위한 기술 문서를 정의하였다. 이 문서들은 하부 통신 기술에 독립적인 정보 모델과 서비스 인터페이스를 정의하고 있다. 관리 대상이 되는 자원이나 서비스, 장애 유형, 상태 코드, 서비스 주문 유형, 성능 메트릭의 범위는 주로 전화통신 서비스를 목표로 삼고 있다. 이러한 서비스 관리 프로세스를 인터넷 서비스 관리에 적용하기 위해서는 자원의 표현을 위해 적절한 변경 및 확장이 필요하나, 다행히 이들의 기능 요구사항, 상태 모델, 기본적인 프로토콜 방식들은 그의 수정 없이 사용가능 하거나 일부의 변경만으로도 적용이 가능하다.

본 고에서 제안된 QoS 서비스 관리 프로세스는 위에서 언급된 관련 설계 문서에 정의된 기능에 차세대

인터넷 환경에 적합하게 수정 혹은 확장한 자원의 유형을 기반으로 구현되었다. 특히 본 고에서 제안된 QoS 서비스 관리 프로세스에 새롭게 첨가된 부분 중 가장 중요한 요소는 네트워크 관리 계층 프로세스와의 CORBA IDL을 기반으로 한 프로그래밍 인터페이스이다. 이 부분은 SMART의 서비스 관리 프로세스에서 빠져있으나 진정한 중단간의 중단 없이 자동화된 관리를 위해서는 제외될 수 없는 가장 중요한 요소이다.

QoS 서비스 관리 프로세스를 사용하는 주 사용자 중 하나인 엔드프라이즈 혹은 서비스 제공자의 네트워크 관리자가 쉽게 시스템에 접근하고 사용할 수 있도록 하기 위해서 자바 및 웹 통합을 통해서 편리하고 사용이 간편한 그래픽 사용자 인터페이스를 제공한다. 자세한 QoS 서비스 관리자의 구현 구조는 (그림 5)에서 보여 주고 있다.



(그림 5) QoS 서비스 관리자의 구현 기능 구조

4.2 QoS 네트워크 관리자

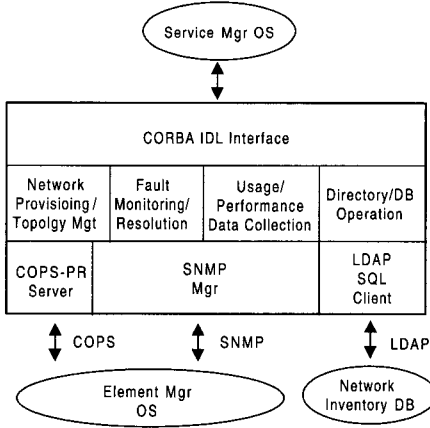
이 컴포넌트는 인터넷의 구성, 장애, 성능, 및 일부의 보안 관리를 책임지는 네트워크 관리 시스템이다. 구현 구조는 IETF의 정책기반 네트워크 관리 구조(PBNM)를 기반으로 한다. PBNM은 정책 관리 툴, 정책 리포지토리, 정책 결정 점(Policy Decision Point(PDP)), 정책 실현 점(Policy Enforcement Point(PEP)) 등의 네 가지 주요 요소로 구성되어 있다. 정책 관리들은 사용자에게 서비스를 보여주며, 고객들과 정보를 교환하며, 그리고 PDP들을 관리한다. PDP는 QoS 서비스 관리 프로세스의 사용자들로부터 전달받은 정책을 정책 리포지토리에 정책 스키마 형태로 저장하며, 정책간의 충돌 여부를 감시하고, PEP와 정책 정보를

서로 교환하는 역할을 한다. PEP는 정책을 자신이 관리하는 네트워크 요소 장치에 구체화하기 위한 과정에 참여하여 정책 결정을 위한 요청을 PDP에게 보내고, PDP에게서 받은 정책을 설치하고, 설치된 정책의 상태나 과금, 회계 정보 등에 대한 리포트를 PDP에게 보내는 일을 담당한다. 정책 리포지토리는 사용자가 요청한 서비스 정책이 저장된다. 현재 IETF의 정책 프레임워크 워킹 그룹에서는 표준화된 정책 스키마를 정의하기 위한 작업을 진행 중에 있다. 이러한 스키마는 다양한 정책을 표현할 수 있는데 대표적인 예로는 QoS 정책, 라우팅 정책, 보안 정책 등을 들 수 있다. PDP와 PEP간에는 COPS 프로토콜을 이용하여 정책 정보를 교환한다.

현재 PBNM은 인터넷 서비스를 위한 정책 기반의 QoS 자원 설정에 주력하고 있으며 이는 전반적인 관리 측면에서 보면 구성관리의 일부분에 속한다. 그러나 효과적인 QoS 관리를 위해서는 QoS 장애, 성능, 능동적인(proactive) QoS 고장 관리가 병행되어야 한다. 본 고에서 제안된 시스템의 QoS 네트워크 관리 프로세스는 이러한 요구사항을 충족하기 위해 PBNM을 기반으로 확장된 형태로 설계되었다. 서비스 관리 프로세스와의 정보 교환을 위해서는 CORBA IDL 인터페이스를 제공하며, 네트워크 QoS 자원 설정을 위해서는 PDP 기능, LDAP을 활용한 정책 리포지토리, COPS 프로토콜 중 정책 서버를 기반으로 한 자원 설정을 위해 정의된 IETF의 COPS-PR[19] 프로토콜 서버 기능을 구현 중에 있다. 효과적인 인터라- 및 인터-도메인 네트워크 자원 설정을 위해 네트워크 토폴로지 모니터링 및 갱신 기능도 첨가되었다. 그리고 SNMP를 기반으로 한 네트워크 장애관리와 QoS 성능 데이터 수집 기능을 통하여 설치된 QoS 서비스 자원의 장애여부를 감시하고 상시 QoS 성능을 모니터링 하여 요청된 기준을 만족하지 못할 경우에 적시에 해결을 하기 위한 기능을 제공한다.

IETF는 실시간 네트워크 성능 측정을 위하여 실시간 트래픽 플로우 측정(Realtime Traffic Flow Measurement(RTFM)) 구조를 제안하였다. 이 구조는 미터, 미터 리더, 미터 관리자, 데이터 분석 응용, 네 가지로 구성된다. QoS 네트워크 관리자는 이 구조를 기반으로 미터 리더와 미터 관리자 기능을 포함하였으며 이를 통한 QoS 자원 활용 상태를 모니터링하고 필요시 적절한 피드백을 하여 항상 요청된 QoS가 만족될

수 있도록 하고 있다. (그림 6)은 QoS 네트워크 관리자의 구현 구조를 보여 준다.



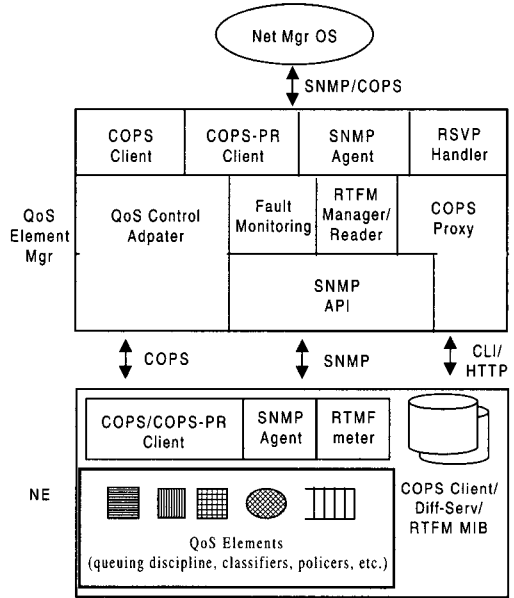
(그림 6) QoS 네트워크 관리자 구현 기능 구조

4.3 QoS 요소 관리자

QoS 요소 관리자의 주된 기능은 요소 장치의 플랫폼과 무관하게 QoS 제어 기능을 제공하는 것이다. 인터넷에 사용되는 네트워크 요소 장치로는 라우터와 여러 형태의 스위치(L2/L3/L4, 패스트이더넷, 기가비트 이더넷, ATM, MPLS, 등)가 있다. 각 장치마다 고유한 QoS 제어 기능을 가지고 있다. 본 고에서 제안된 QoS 요소 관리자는 어댑테이션 계층을 을 두어 플랫폼 독립적인 QoS 제어 인터페이스를 제공함으로써 QoS 네트워크 관리자가 이를 플랫폼에 상관없이 사용할 수 있게 하였다. 네트워크 요소 장치에 QoS 자원을 설치하기 위해서 COPS 프로토콜의 클라이언트 역할을 하며, COPS 프로토콜을 지원하지 않는 네트워크 요소 장치를 위해서는 프락시 역할을 한다.

또한 네트워크 요소 관리자는 장애 및 성능 관리 기능도 수행한다. IETF의 Diff-Serv와 RAP(Resource Allocation Protocol) 워킹 그룹에서는 Diff-Serv MIB [20]과 COPS Client MIB[21]을 정의하고 있으며 본 프로토타입 시스템에서는 현재 드래프트 상태에 있는 표준을 기반으로 필요한 부분을 확장해서 구현을 하고 있으며 향후 표준이 완성되면 변경된 내용을 반영할 예정이다. 네트워크 요소 장치 및 동일한 타입의 네트워크 요소 장치로 구성된 서버네트워크의 QoS 성능 모니터링을 위해서는 RTFM을 기반으로 미터를 구현하였다. 이 미터에서 수집된 정보는 QoS 네트워크 관

리자가 네트워크 전체 수준의 QoS 성능 모니터링을 위해 사용되어 진다. (그림 7)은 QoS 요소 관리자의 구조를 상세히 보여 주고 있다.

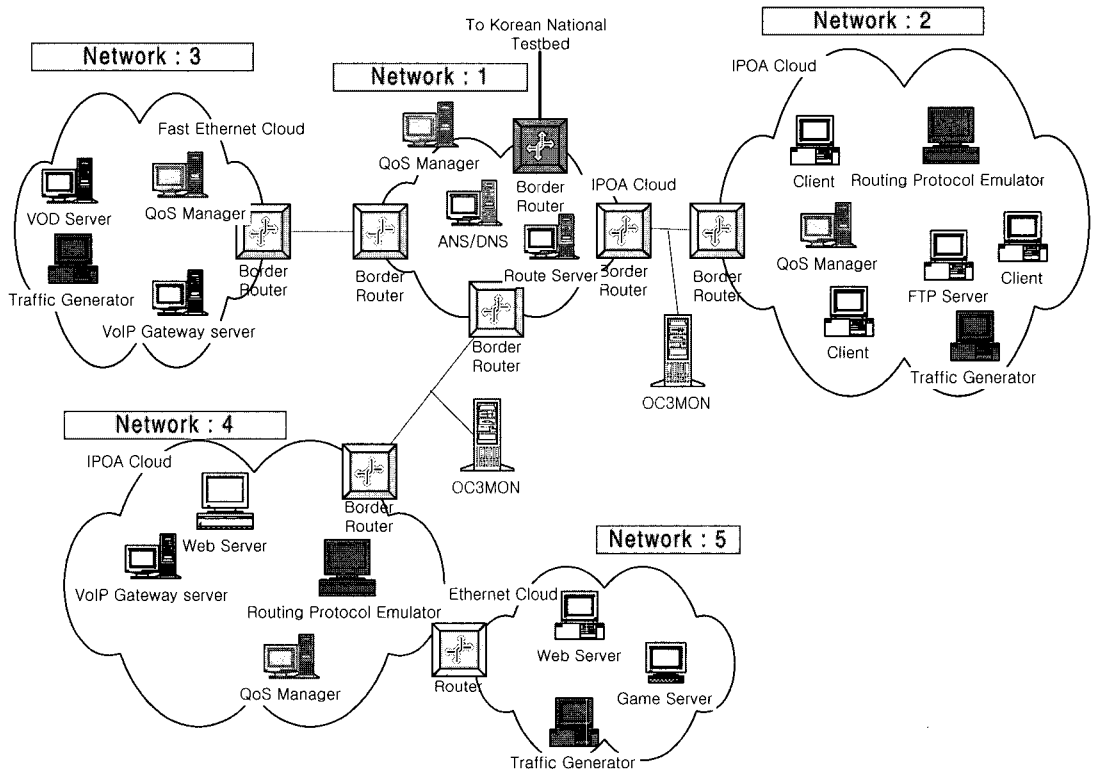


(그림 7) QoS 네트워크 요소 관리자 구현 기능 구조

4.4 테스트베드와 목표 응용 서비스

(그림 8)은 본 고에서 제안된 시스템을 시험하기 위한 테스트베드의 구성을 보여주고 있다. 테스트 베드는 실제 차세대 인터넷을 시뮬레이션할 수 있게 연구실 환경에 구축되었다. 네개의 AS와 다섯개의 네트워크 도메인(그림에서는 네트워크로 표시되어 있음)으로 구성되어 있는 이 테스트베드에는 8대의 라우터, 시스코 7507 1대, Linux 기반의 라우터[22] 4대, FreeBSD 기반의 라우터[23] 2대와 Fore Powerhub 한대로 이루어져 있다. 도메인 1, 2, 4는 IPOA를 기반으로한 네트워크이며 도메인 3은 패스트이더넷 네트워크이고, 도메인 5는 일반 이더넷 네트워크이다. 도메인 1, 2, 3, 4는 Diff-Serv 모델을 지원하며 각 보더 라우터들은 BGP4 라우팅 프로토콜을 이용해서 라우팅 정보를 업데이트 한다. 본 시스템은 도메인 1, 2, 3, 4에 설치되어 운영되고 있다.

우리의 첫 목표 응용서비스는 가상 사설 망(VPN)인데, 사용자는 제안된 QoS 관리 시스템을 이용해서 원하는 VPN을 설치하고 이를 모니터링 할 수 있다. 인



(그림 8) 테스트 베드 구성도

터라- 및 인터-도메인 서비스 설치가 가능하며 문제 발생시 고객과 서비스 제공자는 적절한 장에 리포트를 발행하여 문제를 해결하기 위한 프로세스를 시작하게 할 수 있다.

5. 결론 및 향후할 일

본 논문에서 우리는 중단간의 중단없는 QoS 관리 시스템의 구조를 제안하였으며, 이를 기반으로 한 현재 개발 중인 프로토타입 시스템의 설계 원칙과 시스템 컴포넌트에 대해 자세히 설명하였다. 이 시스템은 전반적인 관리 프레임워크를 위해서는 TMN 구조를 따르며, 자동화된 워크플로우 프로세스 통합을 위해서는 TMF의 SMBPM을 기반으로 하고 있으며 QoS 설치를 위해서는 IETF의 PBNM을, QoS 성능 모니터링을 위해서는 RTFM을 바탕으로 하고 있다. 본 시스템은 위에서 언급된 여러 가지 모델을 확장하여 통합 솔

루션을 제공하고 있다. 시스템의 확장성을 위해서 객체지향 기술을 적용하여 서비스 관리와 네트워크 관리를 통합하였으며, 시스템의 신뢰성과 보안을 위해서는 COPS 프로토콜을 이용하여 보안에 민감한 서비스 및 네트워크 설치 정보를 전달하였다. 사용자의 편리성을 고려하여 자바, 코바, 웹 기술을 적절히 활용한 사용자 그래픽 인터페이스를 제공하였다.

개발 중인 프로토타입 시스템은 현재 초기 단계이며 완성을 위해선 많은 일들이 남아있다. 현재 제공되는 기능으로는 QoS 기반의 서비스 설치 및 모니터링이며 QoS 기반의 라우팅 정책 관리, 과금 등 많은 부분이 고려되어야 한다. 그리고 Diff-Serv 기반의 네트워크만 현재 지원되며, Inter-Serv 기반 및 MPLS 기반의 네트워크의 지원을 위한 확장도 필요하다. 그리고 프로토타입 시스템 개발이 완료되면, 시스템의 신뢰성 및 성능 검증도 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

[1] TMF, <http://www.tmforum.org>.
 [2] NMF, A Service Management Business Process Model, 1995.
 [3] G. Waters, J. Wheeler, A. Westerinen, L. Rafalow, R. Moore, "Policy Framework Architecture, Internet Draft," Mar. 1999.
 [4] Internet2, <http://www.internet2.org/qos/qbone>.
 [5] Geoff Huston, ISP Survival Guide: Strategies for Running a Competitive ISP, Wiley, 1999.
 [6] S. Blake, D. Black, M. Carlson, et., "An Architecture for Differentiated Services, Internet Draft," Oct. 1998.
 [7] IETF, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) Version 1 Functional Specification," RFC2205, Sep. 1997.
 [8] C. Rigney, et al, Remote Access Dial In User Service, Internet Draft, Feb. 1995.
 [9] C. Finseth, "An Access Control Protocol, Sometimes Called TACACS," RFC 1492, Jul. 1993.
 [10] N. Brownlee et al, "Traffic Flow Measurement: Architecture, Internet Draft," Jun. 1999.
 [11] Cisco, <http://www.cisco.com/warp/public/732/netflow/>.
 [12] ITU-T Recommendation M.3010, "Maintenance: Telecommunications Management Network," Oct. 1992.
 [13] OMG, "The Common Object Request Broker: Architecture and Specification," Revision 2.2, Feb. 1998.
 [14] J. Boyle, "The COPS (Common Open Policy Service) Protocol," Internet Draft: draft-ietf-rap-cops-03.txt, 1998.
 [15] TMF, <http://www.tmforum.org/smart>.
 [16] NMF, "Ordering SP to SP Interface Business Agreement," NMF 503, SMART Ordering Team, Jul. 1997.
 [17] NMF, "Customer to Service Provider Trouble Administration Requirement Specification," NMF 501, SMART Trouble Administration Team, Aug. 1996.
 [18] NMF, "Customer to Service Provider Performance Reporting Requirement Specification," 1995.
 [19] F. Reichmeyer, K. Chan, D. Durham, R. Yavattkar, S. Herzog, et al, "COPS Usage for Policy Provisioning," Internet Draft, Feb. 1999.
 [20] F. Baker, "Management Information Base for the Differentiated Services Architecture," Internet

Draft, Jun. 1999.

[21] A. Smith, D. Partain, J. Seligson, "Definitions of Managed Objects for COPS Protocol Clients," Jun. 1999.
 [22] W. Almesberger, "Differentiated Services on Linux," Internet Draft, Jun. 1999.
 [23] A. Terzis, et al, "A Prototype Implementation of the Two-Tier Architecture for Differentiated Services," RTAS99, Vancouver, Canada.



최 태 상

e-mail : choits@etri.re.kr

1995년 미주리-캔사스 주립대학
 컴퓨터통신학과 공학박사
 1996년~1998년 한국전자통신연
 구원 멀티미디어통신팀
 1999년~현재 한국전자통신연구
 원 인터넷구조팀

관심분야 : 차세대 인터넷 품질 관리분야, Interactive Multimedia Service System 분야, Network, System, and Service Management



정 윤 희

e-mail : yhjung@etri.re.kr

1990년 한양대학교 산업공학과 학사
 1992년 한국과학기술원 산업공학과
 석사
 1992년~현재 한국전자통신연구원
 관심분야 : 차세대 인터넷 QoS 분야

손 승 원

e-mail : swsohn@etri.re.kr

1984년 경북대학교 공과대학 전
 자공학과 졸업(학사)
 1994년 연세대학교 산업대학원
 전자전공 졸업(석사)
 1999년 충북대학교 컴퓨터공학과
 졸업(박사)

1991년 8월~현재 한국전자통신연구원 인터넷구조팀장
 관심분야 : 차세대인터넷, QoS 보장 기술, 라우팅 구조 및 알고리즘, 인터넷 네트워킹