

# 트래픽 엔지니어링 기능을 제공하는 정책기반 네트워크 관리 시스템 (Traffic engineering capable policy based network management system)

김 현 철, 윤 병 우, 최 원 석, 정 진 욱  
(Hyuncheol Kim, Byungwoo Yoon, Wonseok Choi, Jinwook Chung)

성균관대학교, 전기전자컴퓨터공학부

**요약** 본 논문은 관리 정책과 트래픽 엔지니어링을 기반으로 네트워크를 관리하는 통합 네트워크 관리 시스템의 구조에 관한 것이다. 본 논문에서는 제안하고 있는 방식은 네트워크 관리 정책을 단순히 네트워크 인프라에 적용하는 것이 아니라 네트워크 정책에 따라 실시간 트래픽 엔지니어링 기능을 병행하여 네트워크 자원을 최대한으로 사용하고 사용자에게 양질의 서비스를 제공하기 위한 정책 기반 네트워크 관리 시스템 구조를 제시하였다. 정책기반 서버, 트래픽 엔지니어링 서버, 그리고 네트워크 관리 서버간의 효과적인 인터페이스 및 연동 방식 또한 본 논문에서 기술하고 있다. 본 논문에서 제안한 정책 기반 네트워크 관리 시스템을 통하여 네트워크 관리자는 네트워크의 문제를 실시간으로 파악하고 이를 해결하기 위해 실제 네트워크 인프라를 어떻게 변경해야 하는지에 대한 해답을 효과적으로 도출할 수 있게 된다.

**Abstract** In this paper, we present the functional architecture for the traffic engineering capable policy based network management system. In this paper, we also examine the traditional approach to network management, contrast it with the policy based approach. The architecture includes the traffic engineering facilities, especially MPLS traffic engineering functions, to provide maximum network resource utilization. The policy server should communicate with the traffic engineering server and network manager to enforce the network policy efficiently. The interfaces and interworking methods are described in this paper.

## 1. 서론

폭발적인 사용자 증가를 보이고 있는 인터넷은 다양한 트래픽 특성을 지원하기 위해 전달 네트워크의 핵심인 백본을 비롯하여 하위 네트워크 구조는 더욱 복잡해지고 있고 네트워크 트래픽 또한 괄목할만한 성장세를 지속하고 있다. 실시간, 대용량 처리 능력을 필요로 하는 다양한 멀티미디어 응용 프로그램도 속속 등장과 더불어 SOC(System On Chip) 기술의 발전은 단말이나 네트워크 장비의 처리능력을 무어의 법칙(Moore's Law)을 넘어서는 수준에 이르게 하고 있다. 응용 프로그램의 다양화와 네트워크를 이용한 다양한 인터넷 및 ERP(Enterprise Resource Planning), VPN(Virtual

Private Network) 솔루션과 VoIP(Voice over IP)와 같은 새로운 형태의 응용 프로그램들의 등장은 응용 프로그램이 요구하는 서비스 품질을 만족시키기 위해 효과적이고 신속한 네트워크 관리, 네트워크 트래픽 관리, 그리고 지속적인 네트워크의 존속성(Survivability)을 필수적으로 요구하고 있다.

그러나 기존의 네트워크 관리 시스템은 네트워크 장비의 설정과 구성, 그리고 네트워크의 지속적인 감시를 통해 장애를 신속하게 처리하는데 그 주된 목적이 있었기 때문에 네트워크 관리 기능에 이러한 요구사항을 충분히 반영할 수 없었다. 개인 인터넷 사용자를 제외한 현재 인터넷 사용자의 대부분을 차지하고 있는 학교, 기업 및 연구소 등은 인터넷에 연결되어

있는 자신들의 네트워크를 독립적으로 운영하고 있으며 소수 네트워크 관리자의 직관이나 경험에 많은 부분을 의존하여 네트워크를 관리하는 경우가 지배적이다. 더구나 백본 네트워크를 포함하여 기존의 네트워크 관리는 주로 네트워크의 구성과 성능에 주로 초점이 맞춰져 있었기 때문에 네트워크 트래픽을 생성하고 중단하는 단말이나 장비에 대한 시스템 관리를 병행하여 유기적으로 네트워크를 관리하고자 하는 노력은 전무한 상태이다.

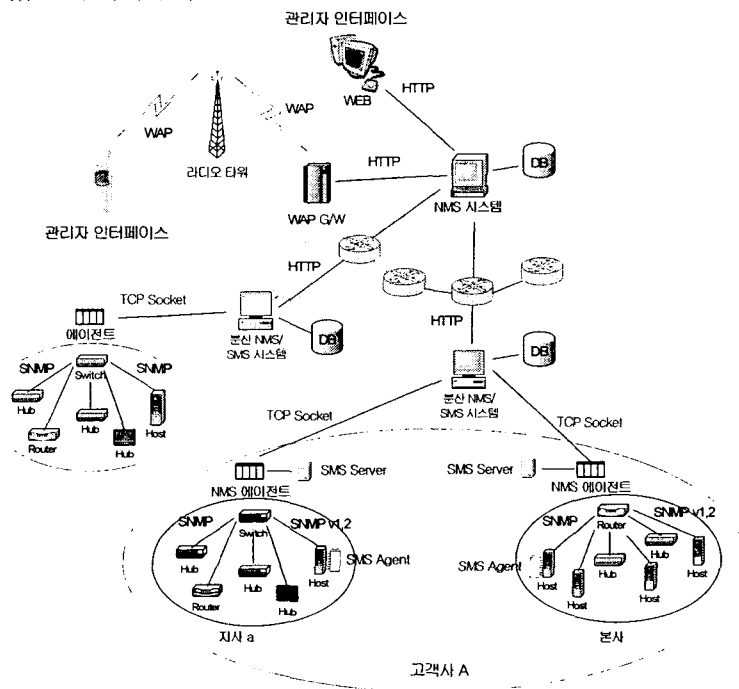
이와 같은 상황에서 사용자가 요구하는 양질의 서비스를 제공하고 네트워크 자원을 최대한으로 사용하기 위해 네트워크 장애나 트래픽의 혼잡 제어, 그리고 단말을 비롯한 네트워크를 구성하는 시스템에 대한 신속하고 명확한 관리 및 네트워크 트래픽 엔지니어링 기술과의 접목은 네트워크 관리자나 사업자, 서비스 제공자의 주된 관심사가 되었다. 이러한 필요성에 의해 네트워크 관리를 위한 많은 솔루션(NMS : Network Management System)들이 출시되었으나 대부분의 네트워크 관리 솔루션들은 네트워크에 대한 전문적인 지식이 있는 관리자만이 제대로 사용할 수 있었고, 더군다나 복잡해지고 다양해지는 네트워크 환경에서 네트워크 관리 지식을 보유한 네트워크 관리자를 양성하는데도 많은 비용과 시간을 필요로 하였다.

상기한 바와 같이 현재까지의 NMS 솔루션은 (그림 1)에서 도시하고 있는 바와 같이 실시간/비실시간 네트워크 모니터링을 통해 네트워크의 문제를 파악하고 제어할 뿐, 네트워크에서 발생한 문제점들을 해결하기 위해 상황에 맞게 실제 네트워크 하부구조를 어떻게 변경시킬 것인가에 대한 해답은 전혀 제공하지 못했다. 또한 네트워크 관리를 위해 실시간으로 수행되는 네트워크 모니터링 자체가 네트워크나 시스템의 성능을 저하시키는 요인으로 작용하기도 하였다.

이러한 상황에서 네트워크 관리자들은 양질의 서비스를 제공하고 네트워크 자원을 최대한으로 사용하기 위해 다양한 QoS 기법을 적용하고자 하였지만

여러 벤더의 다양한 장비로 구성된 네트워크에서 QoS를 구현한다는 것은 쉽지 않을 뿐만 아니라 다른 네트워크와의 연동을 통해서 QoS를 제공하는 것은 많은 시간과 노력을 필요로 하였고 때때로 이러한 시도 자체가 불가능한 경우도 많았다. 또한 IP를 기반으로 음성, 데이터 서비스를 비롯한 모든 서비스를 통합하여 단일 네트워크에서 실현하고자 하는 NGcN(Next Generation converged Network)에서는 네트워크 도메인간의 유기적인 연동을 통한 QoS 제공이 필수적인 상황이기 때문에 기존의 네트워크 관리 시스템을 이용한 서비스 제공 방식은 더 이상 새로운 네트워크에 적용할 수 없게 되었다.[1][2][3][4]

이러한 네트워크 환경 및 관리 환경의 변화는 네트워크 관리 정책과 서비스 제공을 위한 비즈니스 정책만 세우면 자동으로 네트워크 관리 정책을 네트워크에 효과적으로 반영시켜 줄 수 있는 통합 네트워크 관리 솔루션을 절대적으로 필요하게 되었다. 아울러 이러한 솔루션은 기존의 네트워크뿐만 아니라 앞으로 등장할 광 인터넷 기반 NGcN에도 효과적으로 적용될 수 있는 구조를 갖고 있어야 한다.[5][6]



(그림 1) 일반 네트워크 관리 시스템 구성도

## 2. TE-PBNMS

통합 네트워크를 효과적으로 수행하고자 하는 여러

가지 방안들 중에 기존의 네트워크 하부구조와 차세대 인터넷에서도 쉽게 적용이 가능한 정책 기반 네트워크 관리 솔루션, 즉 PBNMS(Policy Based Network Management System)이 현재 가장 많은 주목을 받고 있다.

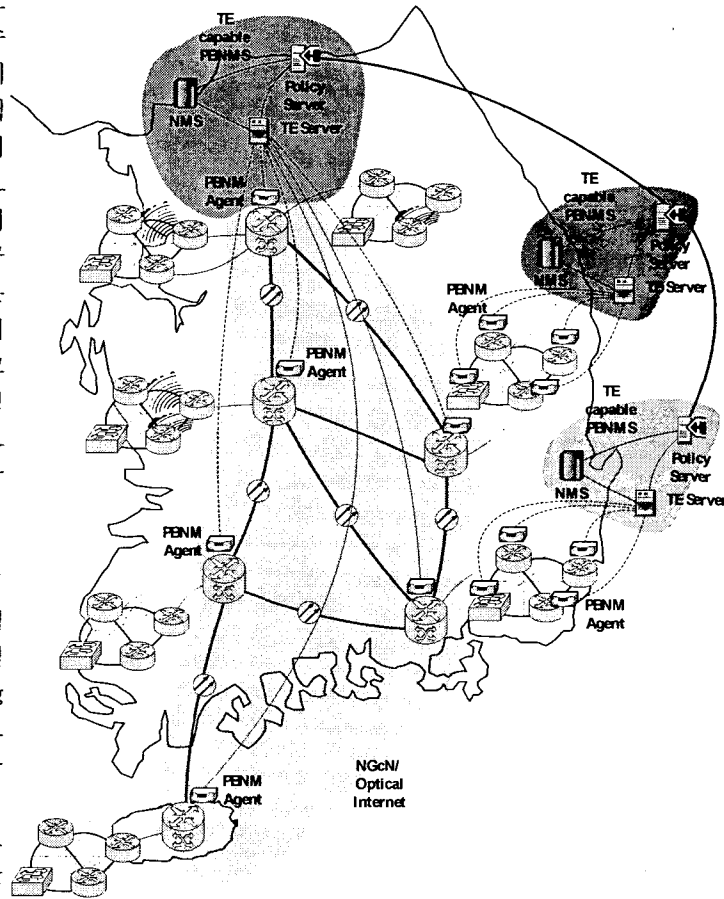
정책기반 네트워크 관리는 네트워크 관리, 서비스 관리, 그리고 비즈니스 프로세스와 네트워크 하부구조를 유기적으로 연동시킴으로써 보다 빠르고 효과적으로 네트워크 수행능력을 제고(提高)하고자 하는 네트워크 관리 방식이다. 여기서 정책은 규칙, 조건, 실행 방법 등을 의미하며 각 정책은 하나 이상의 규칙으로 구성되고 조건을 포함하고 있어 조건이 인정되었을 때 실행되는 구조를 갖는다. 즉, PBNM 솔루션은 네트워크에서 발생하는 모든 상황에 대하여 이런 정책 규칙을 인지하고 정책에 규정된 조건을 만족하는 경우 해당 실행 방법을 통해 자동적으로 관리를 실행시키는 역할을 담당한다.

본 논문에서 제안하고 있는 트래픽 엔지니어링 기능을 제공하는 정책 기반 네트워크 관리 시스템 (TE-PBNMS : Traffic Engineering capable PBNMS)은 Web을 기반으로 네트워크 내의 시스템 관리 기능과 네트워크 관리 기능을 분산 처리하여 다양한 네트워크 구성에도 효과적으로 적용될 수 있는 정책기반 네트워크 관리 시스템이다. 즉, TE-PBNMS는 복잡하고 다양한 가입자 시스템 및 네트워크에 대해서 네트워크 정책 및 서비스 정책에 의거하여 원격지에서 실시간으로 모니터링하고 분석하고, 자동으로 네트워크 및 시스템의 자산, 성능 그리고 장애 관리를 수행하는 통합 네트워크 관리 시스템이다.[7][8][9]

특히, TE-PBNMS는 향후 인터넷 백본과 MAN (Metropolitan Area Network)의 전송 시스템으로 사용될 OTN (Optical Transport Network) 또는 ATM (Asynchronous Transfer Mode)에서 효과적으로 트래픽 엔지니어링 기능을 수행하기 위해 MPLS /GMPLS (MultiProtocol Label Switching / Generalized MPLS) 기반의 트래픽 엔지니어링 기능을 제공한다. 아울러 ATM을 사용하지 않는 기존의

네트워크 환경에 대해서는 소스 라우팅 기법을 이용한 트래픽 엔지니어링 기능을 선택적으로 제공한다.

TE-PBNMS는 TE-PBNMS를 구성하는 정책 기반 서버와 트래픽 엔지니어링 서버간의 유기적인 연동을 통하여 네트워크 정책이 네트워크 관리자 트래픽 관리를 수행하는데 있어 실제로 적용될 수 있는 효과적인 네트워크 구성 방법을 제공한다.[10][11][12]

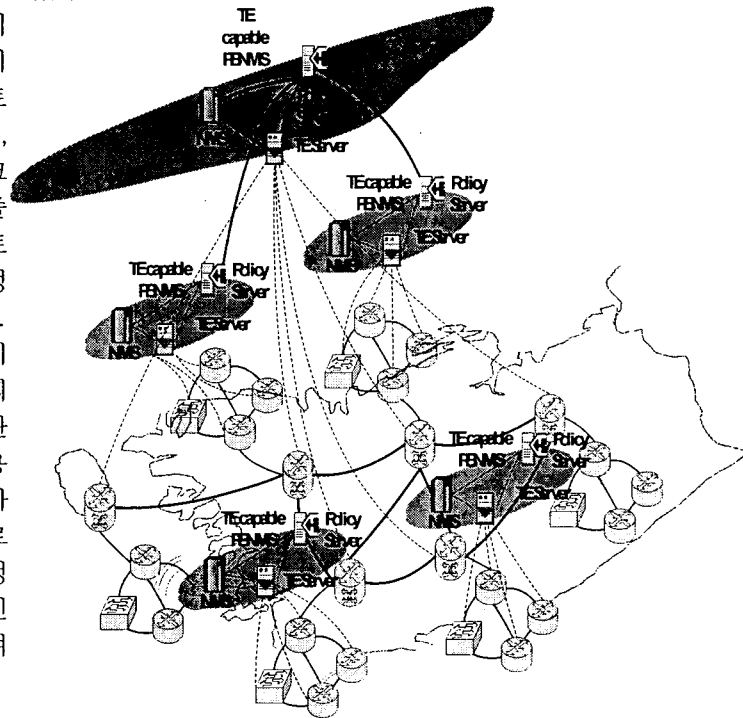


(그림 2) NGcN을 위한 TE-PBNMS 구성도

TE-PBNMS는 Web을 기반으로 네트워크 내의 시스템 관리 기능을 수행하고 네트워크 관리 기능을 분산 처리하여 다양한 네트워크 구성에도 효과적으로 적용될 수 있는 정책 기반 네트워크 관리 시스템이다. 즉, TE-PBNMS는 기존의 네트워크 관리 및 시스템 관리 솔루션에서 제공하는 관리 기능을 모두 포함하며 네트워크 관리자로서 하여금 네트워크 관리도메인에서 정책 기반 네트워크 관리를 효과적으로 수행하기 위한 기능과 네트워크 내의 트래픽을 상황에 맞게 적절하게 분산시켜 최대한의 네트워크 자원 사용과 부하 분산 기능을 제공하는 트래픽 엔지니어링 기능을 추가적으로 제공한다.

(그림 2)는 국가적인 차원에서 차세대 인터넷(NGcN)에 TE-PBNMS를 적용한 구성도를 나타내고 있으며 (그림 3)은 단일 도메인 또는 MSP(Management Service Provider) 환경에서 TE-PBNMS를 구축하여 통합 네트워크 관리를 수행하는 네트워크 형상을 도시하고 있다.

(그림 2)와 (그림 3)에서 도시하고 있는 바와 같이 TE-PBNMS에서 제공하는 네트워크와 시스템에 대한 계층적, 분산적인 관리 기능은 네트워크 관리자의 관리 부담을 덜어줄 뿐만 아니라 네트워크 관리 트래픽을 최소화하여 네트워크 성능을 최대화 할 수 있게 해준다. 아울러 TE-PBNMS는 관리 시스템에서 네트워크 관리 정책에 의거하여 행해지는 네트워크 관리자의 모든 관리 행위를 유용한 네트워크 관리 지식으로 가공, 보고하는 기능을 제공함으로써, 추후 이러한 관리 지식과 정책을 바탕으로 더욱 효율적인 네트워크 관리를 할 수 있는 여건을 제공한다.[13][14]



(그림 3) NGcN을 위한 TE-PBNMS 계층적 구성

TE-PBNMS는 네트워크와 시스템에서 발생한 상황을 실시간으로 파악하여 미리 정해진 정책에 따라 자동으로 네트워크 관리를 수행하고 이러한 상황을 네트워크 관리자에게 신속하게 사용자 인터페이스를 통해 보고함으로써, 신속한 장애 처리를 할 수 있는 기능을 제공한다. 아울러 네트워크 관리자는 TE-PBNMS가 제공하는 네트워크 토폴로지의 가시적인 맵을 통해 네트워크의 전체 상황을 한눈에 파악할 수 있다.

네트워크 관리자의 이동성을 보장하고 네트워크 관리자의 위치에 종속되지 않은 신속한 네트워크 관리 수행을 위해 TE-PBNMS는 WAP(Wireless Application Protocol) 프로토콜을 통한 무선 단말기 및 이동 단말기 인터페이스를 제공하며 이를 통해 네트워크 관리자는 위치와 무관하게 언제, 어디서든 관리 시스템에 접속하여 관리 행위를 할 수 있다.

(그림 4)에서와 같이 제안된 TE-PBNMS는 다수의 독립적인 소프트웨어 패키지 형태로 구성되어 네트워크 상황에 알맞게 재구성 할 수 있는 기능을 제

향후 인터넷 백본과 MAN은 WDM/DWDM(Wavelength Division Multiplexing/ Dense Wavelength Division Multiplexing)에 기반을 둔 광 인터넷으로 진화할 것이 유력하기 때문에 이러한 네트워크를 위해 TE-PBNMS는 MPLS/ GMPLS 기반의 트래픽 엔지니어링 기능을 제공하고 이더넷과 같은 기존의 네트워크를 위해서도 소스 라우팅을 이용한 트래픽 엔지니어링 기능을 제공한다.

TE-PBNMS가 제공하는 기능을 개괄적으로 살펴보면 다음과 같다.

- ① 네트워크의 관리 도메인 구분을 통한 계층적, 분산 관리 기능
- ② WAP 프로토콜을 이용한 무선 단말 인터페이스 기능
- ③ 실시간 장애 감시 및 보고 기능
- ④ 임계값 기반의 네트워크 성능 분석 및 장애 감시 기능
- ⑤ 네트워크 트래픽 분석 기능

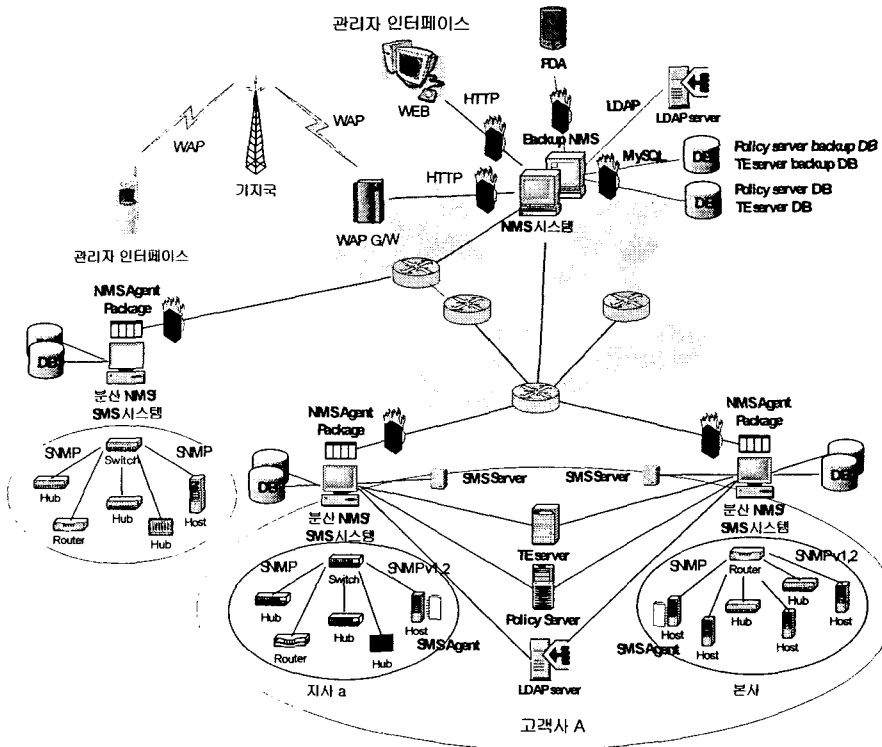
- ⑥ 지식 기반 장애 정보 분석을 통한 네트워크 자문 기능
- ⑦ 시스템 관리 기능
- ⑧ 트래픽 엔지니어링 기능
- ⑨ 라우팅 프로토콜 연동 기능
- ⑩ 정책 기반 서버 기능

다음과 같다.

① 자원 관리 모듈 : 관리 도메인 네트워크 내의 스위치, 라우터 등과 같은 네트워크 장비를 관리 대상에 등록하거나 삭제하는 기능을 수행한다. 또한 등록이 되어 있는 장비에 대한 검색 및 장비에 대한 등록 정보를 변경하는 기능을 제공한다. 추가로 이러한 변경 내역을 이용한 이력관리 기능도 포함되어 있다.

② 장애 분석 모듈 : 장애 분석 모듈은 네트워크 장비 혹은 네트워크의 회선에서 발생한 장애를 분석하는 모듈이다. 이러한 장애에는 각 성능 및 장애 파라미터(에러율, 패킷 전달 실패율 등)에 대한 임계치를 설정하여, 임계치를 초과하였을 때 장애로 판단하는 모듈과 네트워크 장비에서 실시간으로 발생하는 트랩 정보를 수신하여 이를 분석하는 트랩 분석 모듈이 있다.

③ 성능분석 모듈 및 유틸리티 모듈 : 성능 분석 모듈은 DB에 누적된 네트워크 정보를 바탕으로 이용률, 패킷 전달율과 같은 성능 파라미터를 분석하는 모듈이다. 여기에는 해당 기간동안 누적된 데이터를 바탕으로 분석하는 누적 성능 분석 모듈과 실시간으로 분석하는 실시간 분석 모듈이 있다. 유틸리티 모듈은 관리자가 등록된 장비들을 관리하기 위해서 추가적으로 필요한 여러 가지 툴들이 있다. 이 중에는 장비의 상태를 파악하기 위해서 사용되는 ping이나 경로를 파악하기 위해서는 사용되는 traceroute 그리고 매니저 서버에 이상이 있거나 서버 시스템에 접속하여 다른 작업등을 수행하기 위해서 사용하는 telnet 같은 프로그램이 있고 MIB-II가 지원되는 장비의 특정 mib값을 보기 위해서 사용되는 MIB Browser 같은 툴들이 있다. 이와 같은 툴들을 자체적으로 구현하거나 필요한 외부 프로그램을 실행시켜주므로 네트워크 관리를 위해 사용되는 툴들을 하나의



(그림 4) 단일 관리 도메인에서의 TE-PBNMS 구성도

### 3. NMS 구성 및 기능

NMS는 정책 서버, 트래픽 엔지니어링 서버와 함께 TE-PBNMS의 가장 중요한 부분 중의 하나로 정책 서버에서 결정된 사항을 토대로 실제 네트워크 관리를 수행하는 기능을 수행한다. 그러나 대부분의 새로운 네트워크 관리 기능은 트래픽 엔지니어링 기능이나 정책 기반 서버와 연관되고 NMS는 기존의 네트워크와 연관된 기능을 수행한다.

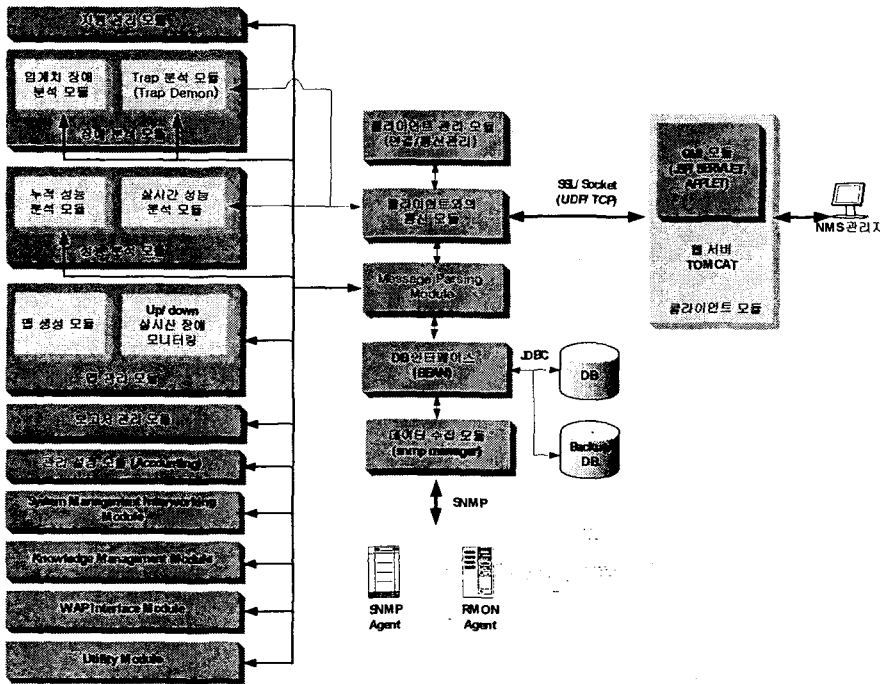
본산 네트워크 관리를 위해 NMS는 계층적으로 구성될 수 있으며 시스템 관리와의 연동을 통해 기존의 시스템 관리를 지속적으로 수행할 수 있는 기능을 제공한다. (그림 5)는 TE-PBNMS에서 사용하고 있는 NMS의 구성을 상세하게 도시하고 있으며 NMS를 구성하고 있는 각 모듈의 기능을 살펴보면

인터페이스를 통하여 모두 제공하는 기능을 수행한다

기능이 있다. 자문 정보는 DB에 저장되며, 다양한 검색 기능을 제공한다

⑦ 클라이언트 관리 및 통신 모듈 : 클라이언트 관리

리 모듈은 서버와 애플릿과 같은 웹 애플리케이션간의 연결을 관리하는 부분이다. 서버와 애플릿간의 실시간 데이터에 대한 송수신시 필요하다. 클라이언트 통신 모듈은 서버와 웹 애플리케이션간의 소켓을 이용한 통신을 관리하는 부분이다. 수신한 데이터를 분석하며, 요구하는 정보가 있을 때에는 해당하는 정보를 DB 인터페이스를 통해 DB에서 정보를 추



(그림 5) TE-PBNMS NMS 구성

- ④ 맵 관리 모듈 : 관리 도메인 네트워크의 네트워크 토폴로지를 네트워크 맵을 통해 관리하기 위한 모듈이다. 기본적으로 네트워크 토폴로지 관리를 위한 맵의 생성 모듈과 PING과 같은 네트워크 톨을 이용한 장비의 실시간 UP/DOWN 상태를 모니터링 모듈이 있다
- ⑤ 보고서 관리 모듈 : 관리 도메인 내의 네트워크 장비 및 회선과 같은 네트워크 자원 정보와, 각 성능 및 장애 분석 결과 정보를 관리자에게 보고서 형식으로 제공하는 기능이다. 기본적으로 이러한 보고서를 생성하는 기능과 생성된 보고서를 관리하는 보고서 관리 기능이 있다
- ⑥ 관리 설정 모듈 및 지식 관리 모듈 : 관리 설정 모듈은 네트워크 관리 시스템에 대한 전체적인 환경 설정 모듈이다. 여기에는 로그인 사용자 및 사용자에 대한 권한을 관리하는 사용자 관리 설정과 네트워크 정보 수집 시 설정하는 폴링 주기 설정 등이 있다. 지식 관리 모듈은 자원의 성능 및 장애 분석 결과에 대한 관리자의 관리행위, 의견 그리고 조치 등의 관리자의 자문 정보를 기록하는 기능을 제공하는 모듈로 관리자의 자문 정보 입력 및 자문 정보 검색

출하여 다시 송신하는 기능을 한다

⑧ 데이터 베이스 인터페이스 모듈 및 데이터 수집 모듈 : 데이터 베이스 인터페이스 모듈은 DB 인터페이스 모듈은DB에 대한 모든 접근을 관리하는 모듈이다. DB 접근 시에는 JDBC를 이용하며, DB에 있는 정보를 이용할 때에는 해당 정보를 자바 빈 객체 형태로 사용하게 된다

데이터 수집 모듈은 SNMP 에이전트 혹은 RMON 에이전트가 존재하는 네트워크 상의 장비를 대상으로 SNMP 프로토콜을 사용하여, 폴링 기법으로 네트워크 정보를 수집하는 모듈이다. 이렇게 수집한 정보는 DB 인터페이스 모듈을 이용하여 DB에 저장된다

⑨ GUI 모듈 : GUI 모듈은 실제 관리자가 관리 행위를 하는 사용자 인터페이스를 관리하는 모듈이다. 이러한 관리 인터페이스는 JSP/Servlet, 애플릿 등을 이용하여 생성된다. 기본적으로 웹 환경에서의 접근을 위해 웹 서버가 필요하며, JSP/Servlet 기술을 이용한 구현 시에는 Tomcat과 같은 구동 모듈이 필요하다

⑩ WAP 인터페이스 모듈 : WAP 인터페이스 모듈은 이동 단말기 상에서 제한된 대역폭과 화면인터페이스의 제약을 극복하여 무선인터넷

환경에서의 TCP/IP 통신과 연동하는 WAP 프로토콜을 이용한 통신방식을 통해서 관리행위를 가능하게 하는 모듈이다. 이동단말기를 통해서 관리자는 언제 어디서든지 관리행위를 할 수 있게 되고 이동성을 부여받아 관리자의 활동반경 및 관리영역을 확대할 수 있게 된다. WAP을 구현하기 위해서는 XHTML을 확장한 WML이라는 언어를 사용하여 페이지를 구성하며, JSP와 DB와의 연동을 뜻한다. 따라서 DB와 JSP의 연동뿐만 아니라 WML태그에 대한 지식이 필요하다. 차후에 무선단말기상에 그래픽과 같은 그래픽컬하고 동적인 관리정보를 보여줄 수 있게 하기 위해 J2ME나 쉐일라(BREW)와 같은 무선어플리케이션 프로그래밍 기술을 습득하여 동적이고 그래픽컬한 화면 인터페이스를 제공할 수 있다

#### 4. 결 론

기존의 네트워크 관리 시스템은 네트워크 장비의 설정과 구성, 그리고 네트워크의 지속적인 감시를 통해 장애를 신속하게 처리하는데 그 주된 목적이 있었다. 한편 ATM을 기반으로 하는 MPLS의 파급과 더불어 고속 전달 기능을 제공하는 초고속 네트워크의 등장은 라우터로 구성된 인터넷을 기존의 방식보다 더 능동적이고 효과적으로 제어할 수 있는 여건을 제공하였다. 또한 폭발적인 증가를 보이고 있는 사용자의 대역폭 요구는 네트워크 관리자나 서비스 제공자에게 단순히 네트워크를 구성하고 감시하는 차원의 네트워크 관리 시스템이 아니라 네트워크 정책에 기반을 두고 제한된 네트워크 자원을 효과적으로 운용하여 최상의 서비스 품질과 네트워크 자원의 사용 효율을 제공하는 네트워크 관리 시스템을 절실하게 필요로 하고 있다.

또한 네트워크마다 독립적인 네트워크 관리가 아니라 표준화된 정책을 바탕으로 서비스 제공자간에 효과적인 연동을 통하여 양질의 서비스를 제공하는 네트워크 인프라 구축이 네트워크 관리 시스템의 주된 관심사가 되었다. 본 논문은 네트워크 관리 정책을 통해 네트워크를 관리하는 통합 네트워크 관리 시스템의 구조에 대해서 살펴보았다. 특히 네트워크 관리 정책을 단순히 네트워크 인프라에 적용하는 방식이 아니라 네트워크 정책에 따라 실시간 트래픽 엔지니어링 기능을 수행하여 네트워크 자원을 최대로 사용하고 사용자에게 최고의 서비스 품질을 제공하는 정책 기반 네트워크 관리 시스템의 구조를 제시하였다. 또한 본 논문에서는 정책 기반 서버, 트래픽

엔지니어링 서버, 그리고 네트워크 관리 서버간이 효과적인 인터페이스 및 연동 방식에 대해서도 기술하고 있다. 본 논문에서 제안한 정책 기반 네트워크 관리 시스템을 통하여 네트워크 관리자는 네트워크 문제를 실시간으로 파악하고 이를 해결하기 위해 실제 네트워크 인프라를 어떻게 재구성해야 하는지에 대한 해답을 쉽게 도출할 수 있게 된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] GyuMyung Lee Junkyun Choi, and MunKee Choi, "Flow based Admission Control Algorithm in the DiffServ-Aware ATM Based MPLS Network", ETRI Journal, Vol. 24, Feb. 2002.
- [2] Panos Trimintzios, David Griffin, Panos Georgatsos, Danny Goderis, Leonida Georgiadis, and Christian Jacquenet "A management and Control Architecture for Providing IP Differentiated Services in MPLS Based Networks", IEEE Com. Mag., May 2001.
- [3] Taiwon Um, Junkyun Choi, and Youngae Kim, "Signaling and Control Procedures Using Generalized MPLS Protocol for IP over an Optical Network", ETRI Journal, Vol. 24, Apr. 2002.
- [4] Jeremy Lawrence "Designing Multiprotocol Label Switching Networks", IEEE Com. Mag., Jul. 2001.
- [5] Changcheng Huang, Vishal Sharma, Ken Owens, and Srinivas Makam, "Building Reliable MPLS Networks Using a Path Protection Mechanism", IEEE Com. Mag., Mar. 2002.
- [6] Ken-ichi Sato, Naoaki Yamanaka, Yoshihiro Takigawa, and Masafumi Koga "GMPLS Based photonic multilayer router Architecture : An overview of Traffic Engineering and Signaling Technology", IEEE Com. Mag., Mar. 2002.
- [7] Mark L. Steven, Walter J. Weiss, "Policy Based Management for IP Networks" Bell Labs Technical Journal, Oct.-Dec., 1999.
- [8] Raju Rajan, Dinesh Verma, "A Policy Framework for Integrated and Differentiated Services in the Internet", IEEE Network, Sep., 1999.
- [9] Mark L. Steven, Walter J. Weiss, H. Mahon, "Policy Framework" Internet Draft, IETF, Sep. 13, 1999.
- [10] Dinesh C. Verma, "Simplifying Network

Administration Using Policy Based Management",  
IEEE Network, Mar., 2002.

[11] Paris Flegkas, Panos Trimintzios, "A Policy Based Quality of Service Management System for IP DiffServ Networks", IEEE Network, Mar., 2002.

[12] Lundy Lewis, "Implementing Policy in Enterprise Networks", IEEE Com. Mag., Jan., 1996.

[13] Ashfaq Hossain, Houshing F. Shu, Charles R. Gasman, and Randolph A. Royer, "Policy Based Network Load Management" Bell Labs Technical Journal, Oct.-Dec., 1999.

[14] K. Nahrstedt, A. Hossain, and S. M. Kang, "A Probe-Based algorithm for QoS Specification and Adaptation", Proc. of 4th Intl. IFIP workshop on Quality of Service, IFIP, Mar. 1996.