

정책기반 자원관리 시스템의 설계 및 구현

정윤희, 최태상, 정태수
한국전자통신연구원 인터넷기술연구부
e-mail : yhjung@etri.re.kr

A Design and Implementation of Policy-based QoS Resource Management System

YoonHee Jung, TaeSang Choi, TaeSu Jung
Internet Technology Department, ETRI

요 약

현재 인터넷에서 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위해 다양한 메커니즘이 제안되고 있다. 통신망에서 QoS를 지원하기 위해서는 해당 응용 서비스마다 적절한 자원을 할당하고 자원 사용을 모니터링 및 제어하며, 이례적인 사건이 발생하였을 경우 자원을 재할당할 수 있도록 지원하는 자원관리 기능이 요구된다. 본 논문에서는 차등서비스를 제공하는 인터넷에서 QoS를 제공하기 위해 망자원을 관리 및 제어하는 정책기반 자원관리시스템의 설계 및 구현에 대해 기술한다. 정책기반 자원관리 시스템은 도메인 내의 사용자나 망 관리자로부터 QoS요구를 받으면 도메인 내의 자원사용량과 자원사용정책에 따라서 내부자원을 할당하고, 이웃도메인과는 QoS가 보장되도록 SLA(Service Level Agreement)를 체결하는 기능을 수행한다. 구현한 정책기반 자원관리시스템은 정책정보를 PIB(Policy Information Base)의 형태로 정책 데이터베이스에 저장하며, 정책서버와 정책 클라이언트 사이에는 COPS(Common Open Policy Service)프로토콜을 사용하여 정책 정보를 송수신함을 특징으로 한다.

1. 서론

지난 몇 년간 웹의 확산으로 인터넷 사용자의 수가 폭발적으로 증가하고, 비디오 텔레컨퍼런스, Video-on-Demand(VoD), 가상현실 등과 같은 새로운 응용들 뿐 아니라 기존의 전화, 라디오 및 TV 서비스까지 인터넷으로 제공되면서 인터넷 트래픽은 엄청나게 증가하였다. 따라서 현재의 인터넷 대역폭을 확대하는 것이 필수 불가결한 상황이 되었으나, 단순히 망의 용량을 늘리는 것으로 모든 조건하에서 모든 사용자의 요구 사항을 맞출 수 없다. 왜냐하면, 인터넷 트래픽의 경로나 서비스 패턴을 알기 어렵고 peak rate를 예측하기가 비현실적인 상황에서, 망의 용량을 어느 만큼 늘려야 할 지를 결정하기란 쉽지 않다. 또한 특정 서버로의 일시적인 엄청난 트래픽 증가까지 고려하여 단순히 망의 용량을 증가하는 것은 자원을 효율적으로 활용할 수 없어 비경제적이라 할 수 있다. 그리고 인터넷 응용들은 멀티미디어, 많은 대역폭 요구, 엄격한 시간 엄수, 멀티 캐스트 지원 등을 요구하며 그 특성이 변화하고 있어, 최선형 전달을 원칙으로 하는 현재의 인터넷으로는 비교적 적은 부하가 걸리는 망일지라도 전송 지연이 발생하여 실시간을 서비스를 요구

하는 응용에 일정 수준의 QoS(Quality of Service)를 보장하기 어렵다.

따라서 향후 고속의 인터넷 또는 차세대 인터넷은 인터넷 상에서 전자상거래, 원격 의료 등의 고도의 응용서비스가 보편적으로 사용되게 하기 위해 서비스의 품질(QoS: Quality of Service)을 보장할 수 있는 기술이 필요로 하고 있다.

본 논문에서는 먼저 인터넷에서 QoS를 제공하는 방법에 대해 살펴보고, 그 중에서 가장 각광을 받고 있는 방법 중에 하나인 차등서비스 모델에 대해 살펴본다. 차등서비스에서 사용자에게 QoS를 제공하기 위해서 자원사용정책에 따라 해당 응용 서비스마다 자원을 적절하게 할당하고, 도메인 내외부의 자원 사용에 대한 수락을 제어하며, 도메인 내의 망 장치들의 구성을 제어하는 정책기반 자원관리 시스템의 설계 및 구현에 대해 기술한다.

2. 차등서비스 모델

2.1 인터넷에서 QoS 제공 방법의 연구 동향

인터넷 표준화 기구인 IETF는 인터넷에서 사용자의 요구사항에 따른 QoS를 제공하기 위해 여러가지

서비스 모델과 메커니즘을 제시하고 있다. 그 중에서 주목 받고 있는 것은 크게 통합서비스, 차등서비스, MPLS(Multi Protocol Label Switch)등을 들 수 있고, 그 외 트래픽 엔지니어링, QoS 라우팅과 Constraint-Based Routing(CBR)이 QoS 와 관련된 기술이라 할 수 있다.

통합서비스는 자원을 예약하는 신호 프로토콜을 사용하여 단대단(end-to-end) 자원을 예약하여 사용자에게 QoS 를 제공한다. 그러나 흐름마다 자원을 예약하여야 하므로 확장성 문제가 대두되고 있다. 차등서비스는 흐름마다 자원을 예약하는 것이 아니라, 망의 에지 노드가 사용자가 요구하는 QoS 에 따라 데이터 패킷을 분류하면, 망의 코어 노드는 분류된 트래픽을 차등적으로 포워딩하여, 사용자에게 차별화된 서비스를 제공하는 방법을 통해 확장성 문제를 해결하는 메커니즘을 사용한다.

MPLS 는 라벨에 따라 패킷을 포워딩하는 것으로서, 라벨을 사용하여 도메인 내의 한 종단간에 다수의 경로를 설정할 수 있으며, 설정된 경로는 서로 다르고 가변적인 대역폭을 가져, 트래픽의 지연 및 손실 민감도에 따라 차별화된 서비스를 제공할 수 있다.

트래픽 엔지니어링 기술은 망에서 혼잡이 발생하지 않도록 망을 구성하는 기술이며, QoS 라우팅은 QoS 요구에 따라 가장 만족하는 경로를 찾는 반면에 CBR 은 QoS 라우팅의 확장으로서, 망의 토폴로지, 흐름의 요구사항, 링크의 가용자원, 정책 등을 고려하여 경로를 찾는다. 즉, 로드가 큰 최단경로보다는 로드가 작은 더 긴 경로를 계산하여, 망에서 트래픽을 고르게 분배되도록 한다.

앞에서 언급한 바와 같이, 트래픽 엔지니어링, QoS 라우팅 및 CBR 기술은 망에서 트래픽을 고르게 분배되도록 하여 사용자에게 QoS 를 제공하며, 통합서비스와 차등서비스 모델과 MPLS 는 트래픽의 지연 및 손실 민감도에 따라 서로 다른 경로를 설정하거나 망을 구성하여 사용자에게 차별화된 서비스를 제공한다.

2.2 차등서비스

앞에서 언급한 바와 같이, 차등서비스는 망 경계에서 서비스에 따라 IP 헤더의 특정 비트를 세팅하거

나 마킹된 서비스를 조절하며, 망 내부에서 IP 헤더의 세팅된 값에 따라 패킷을 포워딩함으로써 매 홉당 신호나 흐름의 상태를 관리하지 않고 사용자에게 차별화된 서비스를 제공한다.

차등서비스를 수행하기 앞서 망관리자는 라우터가 해당 응용 서비스에 자원을 적절하게 할당하도록 구성 정보를 분배하여야 한다. 이를 위한 방법은 크게 탑-다운 분배, 신호에 의한 분배와 실시간 측정에 의한 구성정보의 변경의 3 가지를 들 수 있다. <표 1>은 각 구성정보 분배 방법의 특징을 보여주고 있다.

<표 1> 구성정보 분배 방법

방법	특징	
탑-다운 분배	서버에 의해 노드의 구성정보를 분배	일괄처리가능
신호에 의한 구성정보 변경	신호 메시지를 사용하여 구성정보를 분배	SLA 를 동적으로 재협상할 수 있음.
실시간 측정에 의한 구성정보 변경	중요한 망노드에서 현재의 트래픽을 측정하여 구성정보를 변경	

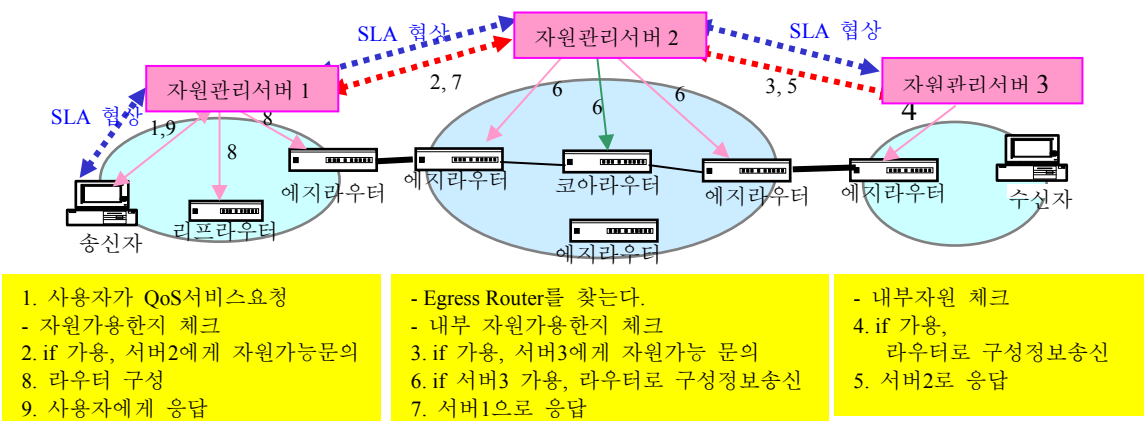
신호에 의한 구성정보 변경 방법은 신호 프로토콜에 대한 표준화가 선행되어야 하며, 실시간 측정에 의한 구성정보 변경 방법은 유휴상태에 있는 흐름들이 동시에 활성화되면, 망의 과예약 상태가 발생하여 예약된 트래픽의 손실을 가져올 수 있다.

따라서 본 연구에서는 서버에 의해 일괄적으로 노드의 구성 정보를 분배하는 탑-다운 분배 방식을 채택하였으며, 이를 수행하는 정책기반 자원관리 시스템을 설계 및 구현하였다.

3. 정책기반 자원관리 시스템

3.1 개요

차등서비스 모델은 사용자에게 QoS 를 제공하기 위해서 자원사용정책에 따라 해당 응용 서비스마다 적절하게 자원을 할당하고, 도메인 내외부의 자원 사용에 대한 수락을 제어하며, 도메인 내의 망 장치들의 구성을 제어하는 자원관리 기능을 필요로 한다.



(그림 1) 정책기반 자원관리 시스템

(그림 1)은 차등서비스를 제공하는 인터넷에서 자원관리서버가 망 자원을 관리 및 제어하는 것을 보여 주고 있다. (그림 1)에 나타난 바와 같이 자원관리서버는 도메인내에서 사용자나 망관리자로부터 QoS 요구를 받으면 도메인 내(인트라-도메인)의 자원 사용량과 자원사용정책에 따라서 내부자원을 할당하고, 이웃 도메인(인터-도메인)과는 QoS가 보장되도록 SLA(Service Level Agreement)를 체결하는 기능을 수행한다. 인터-도메인 사이에는 SLA를 협상하는 단계와 실제 자원을 요청하는 2단계로 구성된다.

3.2 정책기반 자원관리 서버 관련 기술

정책기반 자원관리 서버를 구현하기 위한 관련 기술은 크게 인트라-도메인에서 소요되는 기술과 인터-도메인에서 소요되는 기술로 나눌 수 있으며, <표 2>와 <표 3>은 각각의 소요 기술을 나타내고 있다.

<표 2> 인트라-도메인 소요 기술

	소요기술	세부기술
1.	망토폴로지 및 QoS에 따른 라우팅 정보	동일한 목적지에 대해 QoS에 따라 ER이 다양
2.	자원정보 DB	DB 기술
3.	망구성제어	-Provisioning -Tunneling -RSVP
4.	정책	- 표현체계 - 정책분석틀
5.	GUI	- 망관리자와의 인터페이스 - 모니터링 기술
6.	호스트관련기술	- 호스트에 의한 자원요청

<표 3> 인터-도메인 소요 기술

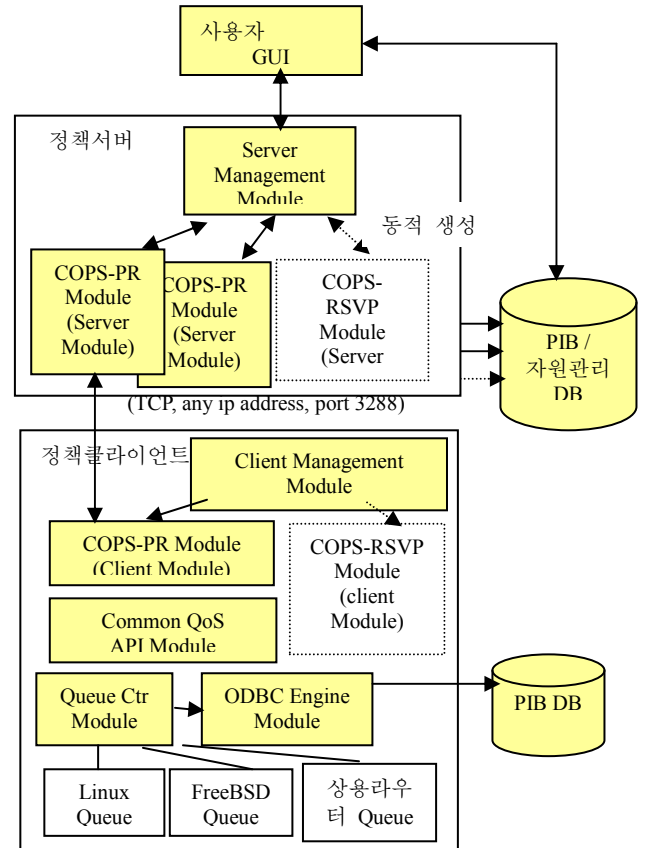
	소요기술	세부기술
1.	SLA	표현체계 SLA 분석틀
2.	SLA 협상 및 자원요청 신호프로토콜	COPS, RSVP, SNMP, CORBA, BGP, etc,...

3.3 정책기반 자원관리 시스템의 설계 및 구현

본 연구에서 구현한 정책기반 자원관리시스템의 구성도를 도시하면 (그림 2)와 같다. (그림 2)에 나타난 바와 같이, 정책기반 자원관리시스템은 크게 사용자 GUI, 정책서버, 정책 클라이언트 그리고 정책 데이터베이스의 4가지로 구성된다.

사용자 GUI는 정책을 에디팅, 변환 및 검증의 기능을 수행한다. 정책서버는 정책 데이터베이스내의 정보가 생성, 삭제 및 수정됨을 인지하여, 이를 정책 클라이언트로 전송한다. 정책 클라이언트는 서버로부터 송신한 정책을 실행하는 라우터와 같은 망장치로서, policy-aware와 policy-unaware로 나눌 수 있다. policy-unaware 장치는 proxy 서버를 통해 정책 정보를 송수신한다. 현재 구현한 정책 기반 자원관리 서버는 망관리자로부터 정책을 수신하여 망 구성을 제어하는 것에 초점을 맞추어 구현하였으며, 추후 라우팅 정보와 자원관리 DB를 구축하여 이들과의 인터페이스를

추가하고, 사용자에게 의한 자원요청을 받아 들일 수 있도록 확대할 예정이다. 또한 현재 정책관련 정보를 PIB(Policy Information Base)의 형태로 DB에 저장하였지만, 디렉토리형태로 저장하여 LDAP(Light Directory Access Protocol)으로 액세스토록 할 예정이다. 정책 클라이언트에서도 정책을 PIB의 형태로 저장하였지만, MIB(Management Information Base) 표준화 추세에 따라 MIB 형태로 저장하고 SNMP(Simple Network Management Protocol)을 통해 액세스하는 기능을 추가



할 예정이다.

(그림 2) 정책기반 자원관리시스템의 구성도

가. 하드웨어 구성

정책서버와 클라이언트는 linux에 구현하였으며, 사용자 GUI는 Jbuilder를 사용하여 winNT에 구현하였다.

- 정책 서버 : Linux
- 정책 클라이언트 : PC 기반의 라우터(차등서비스를 제공할 수 있는 Linux)
- 사용자 GUI : WinNT
- 데이터베이스 : PostgreSQL

나. 소프트웨어 구성

정책기반 자원관리시스템을 구성하고 있는 사용자 GUI, 정책서버, 클라이언트와 데이터베이스에 대한 기능을 살펴보면 다음과 같다.

1) 사용자 GUI

- 정책 에디팅 : Borland Jbuilder3 Enterprise 를 사용하여 정책을 에디팅
- PIB/자원관리 데이터베이스 액세스 : JDBC-ODBC API 를 사용하여 액세스
- 정책서버와의 통신 : TCP/IP 소켓을 사용

2) 정책서버

■ Server Management Module

- 사용자 인터페이스와의 통신 : 사용자 인터페이스로부터 정책이 새로 생성되거나 삭제 또는 변경됨을 인지하면, 데이터베이스로부터 정책을 읽어, 해당되는 모든 Client-PR Module 에 알리고 결과를 사용자 인터페이스에 알림
- 클라이언트와의 통신 : 클라이언트로부터 연결 설정요구를 수신하면 해당 클라이언트에 대한 기존의 연결이 있는지를 확인하여 동적으로 COPS-PR/COPS-RSVP Module 을 생성

■ COPS-PR/COPS-RSVP Module

- COPS 프로토콜 구현 : COPS 프로토콜을 구현한 모듈로서, 클라이언트로부터 메시지를 수신하여 이를 처리하고 COPS 메시지를 생성
- 데이터베이스 액세스 : 데이터베이스에 저장된 정책을 클라이언트로 송신하고, 수신된 클라이언트에 대한 정보를 데이터베이스에 저장

3) 정책 클라이언트

- Client Management Module : 자신이 지원하는 COPS 타입마다 별도의 프로세스를 생성한다.
- COPS-PR/COPS-RSVP Module : 정책 서버의 COPS-PR/COPS-RSVP Module 과 동일한 기능을 수행한다.
- Common QoS API Module

- COPS-PR Module 과의 통신 : 메시지큐를 사용
- 클라이언트 지원타입에 따른 데이터베이스 액세스 : 클라이언트가 정책을 지원하는 타입에 따라 PIB 또는 MIB 을 액세스 한다. 본 연구에서는 PIB 을 지원하며, PIB 정보를 PostgreSQL 데이터베이스에 저장하고 unixODBC 를 사용하여 액세스

■ ODBC Engine Module : Common QoS API Module 로부터 수신된 데이터의 내용이 단순히 데이터베이스의 내용을 검색할 경우에는 데이터베이스를 액세스하고, 망 구성을 변경하여야 하는 경우에는 Queue Control Module 을 호출하며 Queue Control Module 로부터 새롭게 구성된 망의 정보를 수신하면 이를 데이터베이스에 저장함

■ Queue Control Module : Common QoS API Module 로부터 수신된 망 구성 정보를 디바이스가 지원할 수 있는 형태로 변환하여 망 구성을 제어함. 본

연구에서는 먼저 linux 를 기반으로 한 라우터 시스템의 큐를 제어하였으며, 추후 FreeBSD 및 시스코 등과 같은 상용 라우터를 제어할 수 있도록 기능을 확장할 예정임

4) 데이터베이스

PostgreSQL 데이터베이스를 사용하였으며, 정책서버와 라우터는 unixODBC 를, 사용자 GUI 는 JDBC-ODBC API 를 사용하여 데이터 베이스를 액세스하였다.

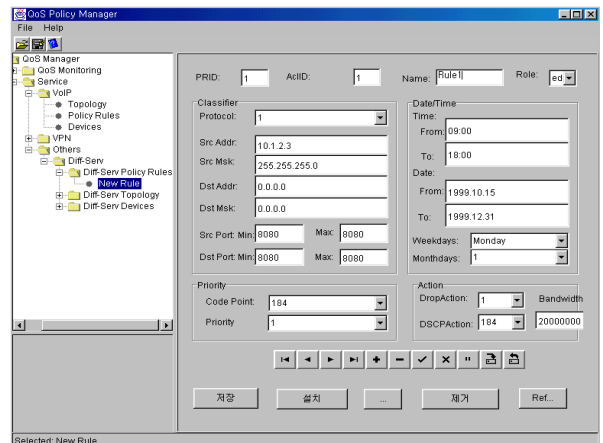
4. 정책기반자원관리시스템의 구현에 및 시험망

4.1 정책기반 자원관리시스템의 구현 예

본 절에서는 정책기반 자원관리 시스템의 실제 사용 예 가운데 몇가지를 살펴보기로 한다.

가. 사용자 GUI 의 정책 에디팅 화면

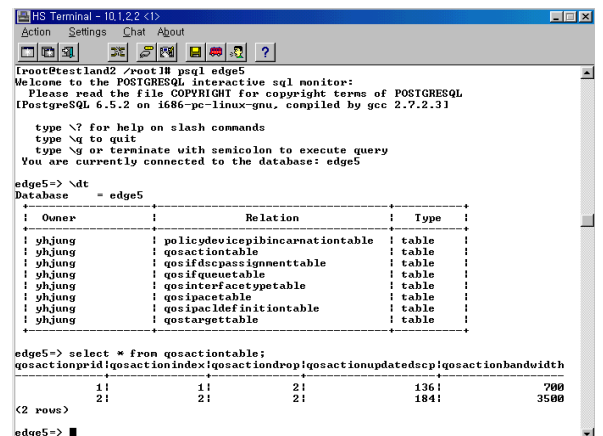
(그림 3)은 망 관리자가 정책을 에디팅하는 화면의 한 예를 보이고 있다. 정책은 소스 IP 주소, 소스 네트워크 마스킹, 목적지 IP 주소, 목적지 네트워크 마스킹, 포트번호, 코드 포인트,대역폭, 시간, 날짜 등의 정보를 가짐을 알 수 있다.



(그림 3) 정책 에디팅 화면

나. 정책저장 데이터베이스

(그림 4)는 정책 클라이언트에서 정책이 PIB 의 형

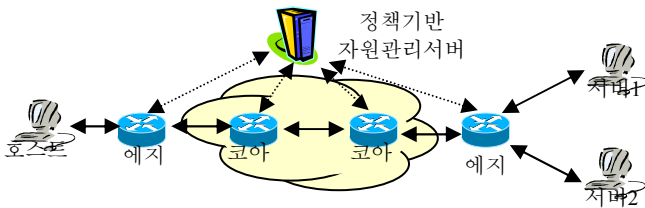


(그림 4) 정책 클라이언트에서의 데이터베이스 화면

태로 저장된 데이터베이스의 내용을 나타내고 있다.

4.2 시험망구축 및 시연

본 연구에서는 구현된 정책기반 자원관리시스템의 기능을 시험하기 위하여 (그림 5)와 같은 시험망을 구축하였다. 에지와 코아노드는 리눅스 커널 2.6.10 을 사용하였으며, 차등서비스를 위해 ds 6.0 을 설치하였다.



(그림 5) 시험망의 구축

시험 시나리오는 두개의 서버에서 시작되는 트래픽에 서로 다른 서비스 품질을 할당하여 동일한 서비스에서 품질의 차이를 경험하는 것이다. 먼저 코아 라우터는 정책서버로부터 각 서비스 클래스에 얼마큼의 대역폭을 할당할 지에 대한 정책을 수신하여 이를 바탕으로 큐를 구성하였고, 에지 라우터는 각 서비스 클래스에 대역폭 할당량 정책뿐 아니라 소스, 목적지 주소 및 응용에 따른 특정 흐름에 어떤 코드포인트로 마킹할 지에 대한 정책을 수신하여 이를 바탕으로 큐를 구성하고 흐름에 따라 적절하게 코드포인트를 마킹하도록 하였다.

본 시험에서 서버 1 에서의 MPEG-1 스트림은 BE(Best Effort)로 전송하고 서버 2 에서의 동일 스트림은 EF(Expected Forwarding)로 호스트에 전송하였다. 호스트에서 Window Media Player 를 사용하여 서버 1 과 서버 2 에서 수신된 MPEG-1 스트림을 동시에 디스플레이한 결과, 서버 1 로부터의 수신된 스트림은 동영상과 소리가 끊어졌으며 서버 2 로부터 스트림은 끊어짐 없이 잘 플레이되는 것을 볼 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 차세대 인터넷 분야에서 관심의 초점이 되고 있는 인터넷 환경에서 QoS 를 제공하기 위해서 요구되는 정책기반 자원관리시스템을 설계하고 구현하였다. 정책기반 자원관리시스템은 차등서비스를 제공하는 인터넷 망에서 라우터와 같은 망 장치가 서비스 클래스마다 자원을 적절하게 할당하고, 흐름별로 서로 다른 서비스 품질을 제공 받을 수 있게 한다.

정책기반 자원관리시스템은 인터넷에서 사용자에게 QoS 를 제공하기 위해 망 자원을 더욱 더 효율적으로 관리 및 제어하기 위해 다음과 같은 연구 개발을 진행할 예정이다.

- 망 토폴로지 자동 인식
- 정책을 디렉토리 형태로 저장하고 LDAP 을 이용한 액세스

- 정책정보가 영향을 주는 정책 클라이언트 자동 인식
- FreeBSD 및 시스코 등의 상용 라우터 제어 기능
- 이웃 도메인의 정책기반 관리서버와의 협상기능

참고문헌

- [1] Roger S. Pressman. "Software Engineering, A Practitioner's Approach", 3rd Ed. McGraw Hill, 1997
- [2] F. Reichmeyer, L. Ong, A. Terzis, R. Yavatkar, "A Two-tier Resource Management model for Differentiated Services Networks", IETF Internet-draft, 1998.11.
- [3] S.Blake, D.Black, M.Carlson, E.Daries, Z. Wang, W.Weiss, "An Architecture for Differentiated Services", IETF RFC 2475, 1998
- [4] X. Xiao, L.M. Ni, " Internet QoS: the Big Picture", 1999
- [5] J. Boyle, R Cohen, D. Durhan, S. Herzog, R. Rajan, A. Sastry, "The COPS(Common Open Policy Service) Protocol", IETF Internet-draft 1999.2.
- [6] F. Reichmeyer, S. Herzog, K.H.Chan, D. Durham, R. Yavatkar, S. Gai, K. McCloghrie, A. Smith, "COPS Usage for Policy Provisioning", IETF Internet-draft 1999.6.
- [7] M. Fine, K. MxCloghrie, S. Hahn, K. Chan, A. Smith, "An Initial Quality of Service Policy Information Base for COPS-PR Clients and Servers", IETF Internet-draft 1999.2.
- [8] Luis Sanchez, Keith McCloghrie, Jon Saperia, "Evaluation of COPS/PIB and SNMP/MIB approaches for configuration management of IP-based networks", 1999. 10.
- [9] W. Almesberger, J.H. Salim, A. Kuznetsov, "Differentiated Services on Linux", 1999.3
- [10] <http://www.merit.edu/internet/working.groups/i2-qbone-bb/>