

# 인터넷 품질 수준 측정을 위한 품질 관리시스템 구현

김진규<sup>†</sup>, 이순흠<sup>\*\*</sup>

## 요 약

인터넷의 이용이 확산됨에 따라 망과 서비스를 효율적으로 설계하고 운용하기 위해서는 인터넷 품질을 유지하기 위한 네트워크 트래픽 및 상태의 측정이 중요한 자리를 차지하게 되었으며, 이를 위한 기준과 시스템이 필요하게 되었다. 인터넷 트래픽 품질의 측정을 통해 사업자는 사용자들에게 현재 어느 정도의 서비스 품질이 제공되고 있는지를 파악할 수 있고, 사용자들은 자신이 체결한 SLA를 사업자들이 준수하는지를 파악할 수 있다. 이에 본 논문에서는 인터넷 트래픽 품질 관리시스템을 설계 및 구현하였다. 또한 이 시스템을 상용 인터넷망에 적용하여 결과를 분석하였다.

## An Implementation of Traffic Management System for Internet QoS Guarantee

Jin Kyu Kim<sup>†</sup>, Sun Heum Lee<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

As the number of IP-users are increasing, it is getting so important for service providers to check the state of the current Internet and their service quality by measuring the traffic quality. We describe a general concept of measurement architecture and internet QoS(Quality of Service) parameters, and we review measurement tools. To meet these requirements, we design and implement the Internet traffic management system.

**Key words:** QoS(인터넷 품질), SLA(서비스레벨협약), Measurement Tool(측정 도구)

## 1. 서 론

최근 인터넷 사용자의 급증으로 인한 트래픽의 증가로 인터넷 품질이 저하되면서 사용자들의 불만이 고조되고 있다. 이러한 사용자들의 불만을 해소하고 사업자들이 좀더 나은 서비스를 제공하기 위해 SLA(Service Level Agreement)를 도입하려 하고 있다. SLA를 도입하기 위해서는 우선 인터넷 트래픽에 대

한 정확한 측정이 선행되어야 한다. 또한 사업자와 가입자가 SLA를 체결한 후에도 인터넷 트래픽 품질이 보장되는지를 파악하기 위해서도 인터넷 트래픽에 대한 정확한 측정이 필요하다. 인터넷 트래픽 품질의 측정을 통해 사업자는 사용자들에게 현재 어느 정도의 서비스 품질이 제공되고 있는지를 파악할 수 있고, 사용자들의 자신이 체결한 SLA를 사업자들이 준수하는지를 파악할 수 있다. 현재 이러한 인터넷 트래픽 품질의 측정을 위한 노력이 많이 이루어지고 있다. 인터넷 트래픽 측정을 위해서 IETF의 IPPM(IP Performance Metrics)[1]에서는 단 방향 지연(one-way delay), 단 방향 패킷 손실(one-way packet loss), 양방향 지연(Round-trip Delay) 등의 다양한 측정 지표들을 정의하고 있다.

트래픽 측정은 크게 두 가지로 나눌 수 있는데,

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김진규, 주소 : 대전시 유성구 가정동 34번지 테이콤 종합연구소(305-345), 전화 : 0505)888-4192, FAX : 0505)889-4192

E-mail : jinsan@chol.com

접수일 : 2003년 5월 9일, 완료일 : 2003년 8월 26일

<sup>†</sup> 테이콤 종합연구소 근무, 망관리개발팀 팀장

<sup>\*\*</sup> 순천향대학교 정보통신공학부 교수

(E-mail : sunheum@sch.ac.kr)

네트워크의 트래픽 특성을 파악하는 수동적인 측정(passive measurement)과 네트워크의 상태를 파악하는 능동적인 측정(active measurement)으로 구분된다. 수동적 측정을 통해 네트워크의 트래픽 특성을 파악할 수 있고, 능동적 측정을 통해 네트워크의 상태를 진단할 수 있다. 따라서, 트래픽 측정은 효율적인 네트워크 관리에 필수적인 역할을 한다.

본 논문에서는 트래픽 측정에 관련된 지표와 도구를 분석하고 시스템을 설계/구현하였으며, 실제 인터넷망에 적용하여 그 결과를 분석하였다.

## 2. 인터넷 품질 측정 방안

### 2.1 트래픽 측정 구조

인터넷 트래픽을 측정하기 위해서는 측정도구가 필요하며, 이는 측정을 하고자 하는 네트워크에 배치되어 원하는 측정 척도(measurement metrics)에 대한 데이터를 수집하고 가공하여 사용자에게 제공한다. 수동적인 측정은 두 네트워크 노드 사이에 분리기(splitter)를 연결시켜서 통과하는 패킷을 복사해서 수동 감시자에게 넘겨주어 네트워크 노드 사이를 통과하는 트래픽 종류와 양을 파악한다. 또는, 네트워크 노드를 통해 지나간 패킷들의 종류와 양에 대한 통계적인 정보를 제공하는 패킷을 주기적으로 제어 정보 수집기에게 전달하여 네트워크 노드의 특정 네트워크 인터페이스를 통해 출입한 트래픽의 종류와 양을 파악할 수 있게 한다. 능동적 측정은 중단 호스트인 능동 감시자가 측정 패킷을 주기적이거나 랜덤하게 네트워크에 투입하여 그 측정 패킷이 측정 구간의 두 능동 감시자 사이에서 지연되는 시간과 손실되는 정도를 측정하여 그 구간의 네트워크 상태를 파악할 수 있게 한다. 수동 측정 방식은 서비스 품질에 미치는 영향이 적으나 트래픽이 적은 경우 충분한 샘플 획득이 어렵고 프록시 서버 등이 사용되는 경우 측정이 어렵다. 능동 방식은 측정하고자 하는 대상에 트래픽이 존재하지 않을 경우에도 직접 테스트 패킷을 전송함으로써 측정이 가능한 장점이 있지만 테스트 패킷 발생으로 망의 상태를 변화시킬 수 있는 문제점을 가지고 있다.[2-4]

### 2.2 인터넷 품질 측정을 위한 지표

인터넷 링크 및 경로의 특성을 파악하고자 하는

노력은 다양한 방면에서 이루어져 왔으며, 이를 위해 품질 측정 척도의 정의가 필수적이다.

IETF IPPM (IP Performance Metrics)[1]에서는 인터넷 링크 및 경로의 특성을 제시할 수 있는 여러 가지 메트릭들을 정의하고 있으며, IP QoS 관련 RFC[5]에서는 차후 인터넷 경로의 QoS 관리 및 특성 파악을 위한 여러가지 파라미터들을 제시하고 있다. 또한 ITU-T에서는 IP 네트워크 사업자가 지켜야 할 네트워크의 성능 목표치에 대해 검토되고 있다.

인터넷에서 서비스 품질 파라미터는 패킷레벨에서 규정하는 값으로 다음과 같이 크게 네 가지로 나눌 수 있다.[6]

(1) 일정한 레벨의 대역폭 (Throughput/Bandwidth): 네트워크가 초당 처리할 수 있는 데이터 전송능력을 나타내는 지표로서 단위는 초당 전송되는 비트의 수(bps)로 나타낸다.

(2) 평균 전송지연 (Latency/Delay): 송신측과 수신측 단말간에서 발생하는 패킷의 가공, 저장, 처리 및 전달에 의한 시간지연을 나타낸다.

(3) 전송지연 변이의 평균 (Delay variation/Jitter): 전송지연의 변이를 나타낸다.

(4) 평균 패킷 손실률 (Packet loss rate): 송신단에서 발생한 전체 패킷 중 수신단에 제대로 전달되지 못하고 손실된 패킷의 비율을 나타낸다.

이외에도 가용도(Availability)라는 파라미터를 정의하기도 하는데, 이는 가입자가 자신의 가장 가까운 서비스제공자인 POP에 접속할 수 있는 확률을 말하며, 전화네트워크에서 호 접속률과 같은 의미이다. 즉 가용도는 연결(호)레벨 파라미터에 해당한다.

### 2.3 인터넷의 품질 측정 도구

사용자 혹은 망 사용자가 실질적으로 SLA의 준수 여부를 판단하기 위해서는 측정 지표의 표준화와 더불어 실질적으로 트래픽을 인가하거나 망의 상태를 모니터링하는 등의 행동을 통하여 현재의 서비스 품질을 측정할 수 있는 서비스 품질 측정 도구가 필요하게 된다[7].

#### (1) PING 기반의 RTT 측정 기술

RTT 및 양방향 패킷 손실을 측정하는데 가장 널리 사용되는 ping과 ping 기반의 측정이다.

TCP와 같은 전송 계층 프로토콜은 ACK의 수신

여부로서 패킷의 손실을 감지하며 ACK 경로의 망 상태는 TCP 전체 성능에 큰 영향을 미친다. 따라서 단방향 지연과 더불어 RTT의 측정은 전송 계층의 성능 평가 분석에 중요한 역할을 한다. ping은 현재 가장 널리 사용되는 툴 중의 하나이며 ping을 기반으로 한 Nikhef ping, fping 등의 다양한 도구가 개발되었다. ping은 대상 호스트 혹은 라우터가 연결 가능한지의 여부를 시험하기 위해 많이 사용되는 응용이다. ICMP ECHO\_REQUEST 데이터그램을 사용하여 호스트 혹은 라우터로부터 ICMP ECHO\_RESPONSE 패킷을 수신 받는 것을 기본 동작으로 한다.[8-10]

(2) SNMP 기반의 품질 측정 기술

MRTG (Multi-Router Traffic Grapher)는 망 링크간의 트래픽 부하량을 측정하는 도구로서, SNMP를 통해 트래픽 모니터링을 실시하여 MIB II의 In/Out octet 정보를 알려주고 자동으로 PNG 형식의 그래프를 생성하는 도구이다.

(3) Traceroute 기반의 경로 측정 기술

인터넷 상에서 지연, 손실과 더불어 가장 중요한 메트릭으로는 데이터 경로가 있다. traceroute는 Van Jacobson에 의해 개발되었으며 인터넷 상에서 경로를 측정하는 가장 대표적인 도구이다.

Pchar은 인터넷 상에서 경로의 특성 즉, 종단간 대역, 지연, 손실을 검사하는 응용이다. Pchar은 pathchar 응용을 재구현 한 것으로 기본적으로는

traceroute와 같이 ICMP TIME EXCEEDED 메시지를 사용하여 측정한다. Pchar은 UDP 패킷의 크기를 가변시키면서 패킷을 전송하고 이에 대한 응답으로 수신하는 ICMP 메시지를 바탕으로 경로상의 대역폭과 RTT 측정을 수행한다.[11,12]

(4) 기상도 형태의 인터넷 품질 측정

각 ISP가 측정한 네트워크에 대한 데이터를 인터넷 기상도(Internet weather report) 형태로 일반인들에게 공개된다. 인터넷 기상도는 TV 속의 일기 예보처럼 실시간으로 지역별로 트래픽 품질 지수를 나타내는 동적인 화면을 말한다.

(5) 웹 속도 측정

좀더 정확한 측정을 위한 여러 가지 도구들이 개발되어지고 있다. UP/DOWN load 속도, 지연, 손실 등을 측정하고 있으며 사용자들이 자신의 네트워크 상태를 측정할 수 있고, 측정시점에서의 품질을 확인할 수 있다.

3. 시스템 설계 및 구현

3.1 시스템 설계 및 구현

그림 1은 구현된 시스템의 전체 구성도이다. 인터넷 품질관리 시스템은 크게 인터넷 품질측정 시스템과 트래픽 분석시스템으로 구성되어 있다. 인터넷 품질측정 시스템의 능동적 품질 측정용 애플리케이션 클라이언트의 모듈 구조는 그림 2와 같

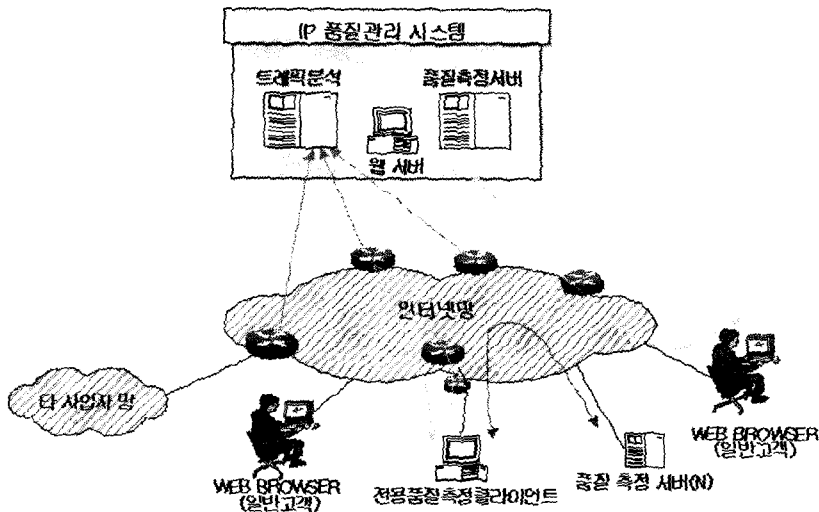


그림 1. 전체 시스템 구조

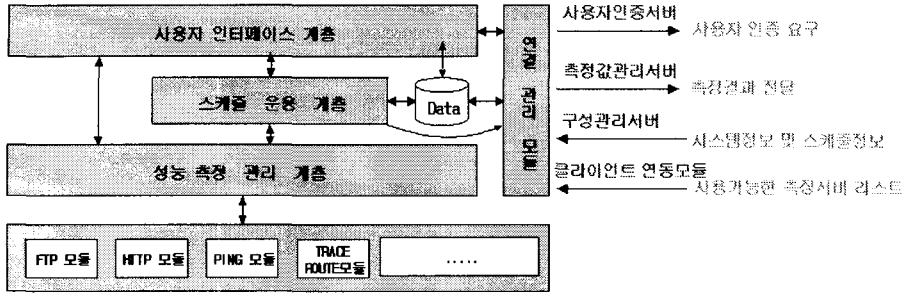


그림 2. 능동적 품질 측정용 애플리케이션 클라이언트 구조도

이 사용자 인터페이스 계층, 스케줄 운용 계층, 성능 측정 관리 계층, 측정 프로토콜 계층, 그리고 서버와의 연결을 위한 연결 관리 모듈로 이루어진다.

프로토콜의 기본적인 포맷은 그림 3과 같다.

시작 플래그는 한 개의 ESC 문자('\033')와 STX ('\002')로 구성된 시작 플래그 값을 갖으며, 끝 플래그는 한 개의 ESC 문자와 ETX('\003')로 구성된 끝 플래그 값을 갖는다. "Type"은 프로토콜의 종류별로 각각 다른 형태값을 갖으며, "Length"는 6자리로 구성되고 "Length" 다음부터 끝 플래그 값의 이전까지

\033\002	Type	Length	Value	\033\003
----------	------	--------	-------	----------

그림 3. 프로토콜의 기본적인 포맷

길이를 의미한다. "Value"는 기본적으로 각각의 필드 구분을 '|' (Vertical Bar)로 하며 각각의 내용은 "이름=값"의 형태로 구성된다. 예를 들어, 인증 문의 포맷은 그림 4와 같이 "Type"을 'A'로 구성하고 내용에는 사용자 아이디, 암호, 측정되는 PC의 하드웨어 및 소프트웨어 정보를 포함하는 내용을 전달받는다. 인증 서버에서는 인증 문의가 성공할 경우 사용자의 PC 정보를 업데이트하고 인증 결과를 전달한다.

그림 5는 단발성 ICMP ping 처리 결과에 대한 내용을 표시하고 있다. 단발성 ping 처리 결과를 나타내는 DB의 SinglePingChkTbl 테이블의 구조와 동일하다.

품질 측정 시스템의 데이터베이스 스키마는 표 1

Type	Value
A	USERID=myid PASSWD=my123 CPUMODEL=PentiumIII G RAMSIZE=256 NICDIST=3 com NICMAC=10D023S0AD0 CLIENTADDR=10.10.10.10 USEROS=WINDOWS98 USERBORwser=IE5 COUNTISP=393

그림 4. 인증 문의 포맷

Type	Value
C	userid=myid COUNT=2
	USERID=myid PROTOCOL=FTP TARGETADDR=10.11.12.13 CLIENTADDR=10.13.14.15 CHECKTYPE=3 STARTTIME=2002-11-21 12:12 ENDTIME=2002-11-21 12:12 CYCLE=6 REPEATTIME=6000 SERVERSAVEFLAG=0 SCHEDULEWORKFLAG=1 FTPPORTNUM=21 FTPFILEPATH=/user/smsadmin/data/a.zip FTPUSERID=Myway21 FTPPASSWD=xxxxxxx FROMREGION= TOREGION=
	USERID=myid PROTOCOL=HTTP TARGETADDR=1.1.12.13 CLIENTADDR=10.13.14.15 CHECKTYPE=3 STARTTIME=2002-11-21 12:12 ENDTIME=2002-11-21 12:12 CYCLE=6 REPEATTIME=6000 SERVERSAVEFLAG=0 SCHEDULEWORKFLAG=1 FTPPORTNUM= FTPFILEPATH= FTPUSERID= FTPPASSWD= FROMREGION= TOREGION=

그림 5. 클라이언트에서 주기 설정 정보 포맷

표 1. 품질 측정 시스템의 데이터베이스 테이블 종류

구분	테이블 이름
구성관련 테이블	UserInfoTbl
	UserPositionTbl
	IspIpBlockTbl
	CheckSiteInfoTbl
	ScheduleTbl
	RouterInfoTbl
	SchedulePingChkTbl
측정관련 테이블	SingleDLChkTbl
	SinglePingChkTbl
	ScheduleDLChkTbl
	SingleULChkTbl
	ScheduleULChkTbl
	SingleTRChkTbl
	ScheduleTRChkTbl
	SingleURLChkTbl
	UserOsChkTbl
	ScheduleURLChkTbl
	UserPcChkTbl

과 같이 구성 관련 테이블과 측정 관련 테이블로 구성되어 있다.

트래픽 분석 시스템은 인터넷망의 백본 라우터로부터 수집된 트래픽 정보를 이용하여 사업자별, 네트워크, 프로토콜, 어플리케이션별 분석을 수행하고, 운용자는 이러한 분석 결과를 웹을 통해 쉽게 활용할 수 있다. 이 시스템의 주요 기능은 백본 라우터에서 트래픽 정보를 수집하고, 수집된 데이터를 각각 사업자번호, 네트워크주소, 어플리케이션, 프로토콜별로 분석하게 된다.

이러한 분석을 통해 IP망을 통해 송수신되는 타 사업자들의 트래픽량을 분석하여 국내의 주요 사업자간 접속 속도와 연결 정책을 수립하고, IP망 고객들이 주로 접속하는 네트워크 분석이나 사용 어플리케이션 등을 파악함으로써 사업에 활용할 수 있는 자료를 확보할 수 있다. 그림 6은 트래픽 분석 기능을 제공하는 시스템 구조도를 나타내고 있다.

(1) DflowNode

라우터로부터 raw flow를 수집하는 시스템으로 여러 개가 존재할 수 있으며 수집한 raw flow는 DFlowServer 시스템 으로 전송한다.

○ CflowdMux

DFlow.Conf 파일을 읽어 라우터로부터 들어오는 raw flow 데이터를 수집하는 프로세스이다.

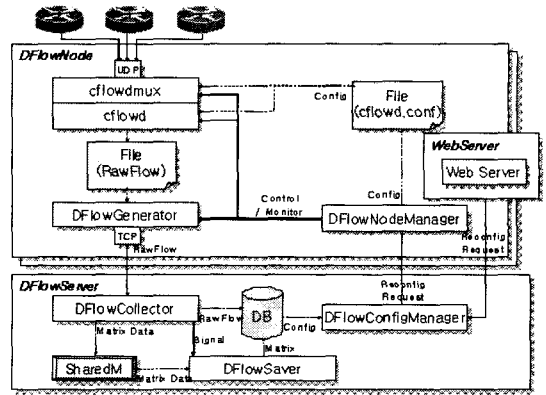


그림 6. 트래픽 분석 시스템 구조도

○ Cflowd

DFlow.Conf 파일을 읽어 raw flow 데이터를 버퍼에 저장하는 프로세스이다.

○ DflowNodeManager

DFlowConfigManager로부터 config 데이터를 수신하여 DFlow.Conf 파일을 만들고 CFlowdMux, CFlowd를 실행한다.

○ DflowGenerator

raw flow 데이터를 주기적으로 읽어 DFlowCollector로 전송한다.

(2) DflowServer

DFlowNode에서 전송한 raw flow 데이터를 수집하여 DB에 저장하는 기능과 여러 가지의 구성 정보를 DFlowNode로 전송하는 기능을 수행한다.

○ DflowConfigManager

DB에 저장된 구성 정보를 읽어 DFlowNode Manager로 전송한다.

○ DflowCollector

DFlowGenerator에서 전송한 raw flow 데이터를 분석하여 raw flow 데이터를 저장하고 Shared Memory에 저장한다.

○ DflowSaver

DFlowCollector가 Shared Memory에 저장한 Matrix 데이터를 주기적으로 DB에 저장한다.

○ DflowMonitor

여러 프로세스들의 동작상태를 감시하여 정지된 프로세스들을 재구동한다.

데이터 분석 모듈은 5분 간격의 플로우 로우 데이터 파일을 받아서 각 시스템에서 필요한 데이터 형태

로 분석하여 저장한다. 이러한 분석 데이터는 5가지 형식으로 구분되는데, AS별 트래픽 분석을 위한 AS 플로우 데이터, 서브넷별 분석을 위한 서브넷 플로우 데이터, 프로토콜 트래픽 분석을 위한 프로토콜 플로우 데이터, 포트별 트래픽 분석을 위한 포트 플로우 데이터, 그리고 심화 분석을 위하여 로우 플로우 데이터를 그대로 저장하는 플로우 데이터가 있다.

다음은 플로우 데이터 포맷의 분석 데이터에 대한 데이터 포맷 구조이다.

```
public class FlowDataTypeDef {
    public String routerAddr_;
    public int routerID_;
    public String interfaceAddr_;
    public int interfaceID_;
    public long startTime_;
    public long endTime_;
    public int srcAS_;
    public int dstAS_;
    public String srcSubNetAddr_;
    public String dstSubNetAddr_;
    public int srcSubNetMask_;
    public int dstSubNetMask_;
    public int protocolNo_;
    public int srcPortNo_;
    public int dstPortNo_;
    public long bytes_;
    public long packets_;
}
```

트래픽 분석시스템의 데이터베이스는 표 2와 같이 크게 코드정보, 네트워크 정보, 라우터 정보, 구성 정보, 플로우 정보의 5가지로 분류하여 설계되었다.

인터넷 품질측정 시스템에는 가입자들이 웹 브라우저를 통해 직접 속도 테스트 등을 수행할 수 있는 고객 품질 측정 기능, 전용품질측정 클라이언트에서 인터넷 백분방 품질을 측정하는 기능과 이렇게 측정된 데이터를 수집, 분석을 통한 인터넷 기상도 등을 제공하였다. 이 시스템의 주요 기능으로는 고객이 스피드 테스트 기능을 이용하여 고객 PC에서 관리 센터에 설치된 품질측정 대항 서버와의 속도를 측정할 수 있으며 각 신문사나 포털 사이트 등과 베틀넷 등 주요 게임 서버에 대한 실시간 인터넷 기상도를

표 2. 트래픽 분석 시스템의 데이터베이스 스키마

데이터베이스	테이블 이름	테이블 설명	
코드 정보	cityCodeTbl	시/도 코드 테이블	
	stationCodeTbl	국사 코드 테이블	
	nationTbl	국가 코드 테이블	
네트워크정보	tcpPortTbl	TCP 포트 테이블	
	protocolTbl	프로토콜 테이블	
	networkTbl	네트워크 정보 테이블	
	asTbl	AS 테이블	
라우터 정보	routerTbl	라우터 테이블	
	routerIfTbl	라우터 인터페이스 테이블	
	protocolTbl	프로토콜 테이블	
	ifMatrixTbl	인터페이스 매트릭스 테이블	
	nextHopTbl	NextHop 테이블	
구성 정보	dFlowNodeTbl	플로우 노드 테이블	
	dFlowConfigTbl	플로우 구성 테이블	
	projectTbl	프로젝트 테이블	
	projectIfTbl	프로젝트 인터페이스 테이블	
	ifGroupTbl	인터페이스 그룹 테이블	
	ifGroupIfTbl	인터페이스 그룹 인터페이스 테이블	
	UserTbl	사용자 테이블	
	플로우 정보	rawFlowTbl	플로우 테이블
		asMatrixTbl	AS 매트릭스 테이블
		netMatrixTbl	네트워크 매트릭스 테이블
portMatrixTbl		포트 매트릭스 테이블	
protocolTbl		프로토콜 테이블	
ifMatrixTbl		인터페이스 매트릭스 테이블	
	nextHopTbl	NextHop 테이블	

제공하였다.(그림 7) 트래픽 측정도구는 기본적으로 benchbee[13]에서 사용하는 측정 지표를 수용하고 추가로 통계 데이터를 보고서가 아닌 사용자가 원하는 기간에 특정지역, 특정 서비스에 대해 속도, 지연, 손실에 대한 통계 데이터를 실시간으로 웹을 통해서 검색할 수 있도록 하였다. 그림 8은 품질측정시스템의 스피드 테스트 품질 측정 화면이다.

트래픽 분석시스템에 접속하면 그림 9과 같은 메인 화면이 나타난다.

화면 구조는 크게 구성관리, 데이터수집, 장비별 트래픽 분석, 회선그룹별 트래픽 분석, 심화분석, 트래픽 유형별 트래픽 분석 등 6개 항목으로 나뉘어져



그림 7. 인터넷 기상도 화면

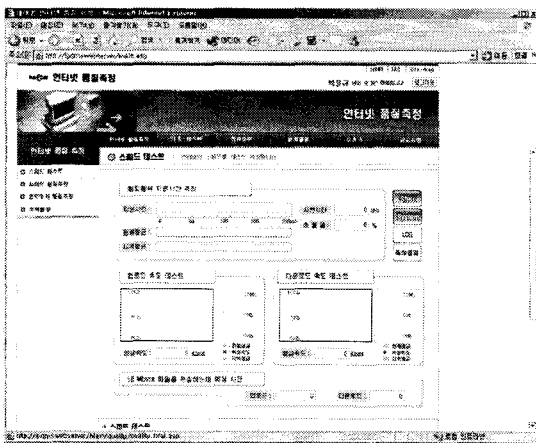


그림 8. 스피드 테스트 품질 측정 화면



그림 9. 트래픽 분석시스템의 초기 화면

있다. 각 항목별 세부 항목의 주요기능은 다음과 같다.

(1) 구성관리 : 트래픽 분석시스템을 운용하기 위

한 기본 구성 정보를 관리한다.

(2) 데이터 수집 : 각 플로노드별로 라우터들로부터 Netflow 패킷의 수집 현황을 파악할 수 있으며, 데이터 수집을 위한 회선그룹 및 프로젝트의 설정 및 수정이 가능하다. 또한, 트래픽 분석을 위한 AS정보, Port정보, 서브네트워크정보, 프로토콜정보 등을 관리한다.

(3) 장비별 트래픽분석 : 한 라우터 장비에 대하여 트래픽 분석을 수행한다. 분석방법은 크게 AS별, Port별, SubNet별, Protocol별 분석이 가능하다.

(4) 회선별 트래픽분석 : 운용자가 설정한 회선그룹별로 트래픽분석을 수행한다.

(5) 심화 분석 : 운용자가 데이터 수집의 프로젝트 설정에서 설정한 프로젝트에 대하여 트래픽 분석을 수행한다. 심화분석의 경우, RawFlow데이터를 DB에 저장하므로 장비별/회선별 그룹에 비해 다양한 분석이 가능하다.

(6) 트래픽 유형별 분석 : 국제 게이트웨이, NSP, IDC 등에 대한 트래픽을 분석 한다.

### 3.2 적용 결과 분석

이 측정의 목적은 교육 전산망에게 신뢰성이 있고 우수한 품질의 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 SLA 준수 여부를 판단할 수 있는 자료를 제공하는데 있다.

SLA 측정 항목 및 산출 방법은 8개의 측정 노드(국사)를 선정하고 국내의 10개 사이트를 선정하여 패킷 지연, 패킷손실, 웹 성능에 대한 항목을 1개월 동안 측정하였다.

먼저 각 노드(국사)에서 국내 5개 사이트와 국제 5개 사이트에 대해 매 15분마다 패킷 지연, 패킷 손실, 웹 성능 항목을 측정하여 데이터를 저장하였다. 패킷 지연은 10회 측정하여 그 평균값으로 산출하였고, 패킷 손실은 10회 측정하여 500msec 이상시 손실 처리하였다. 그리고 웹 성능은 국내의 10개 사이트에 대한 1Kbyte 자료 다운로드때의 평균 시간으로 산출하였다.

그림 10은 안양 노드에서 1개월 동안 측정된 항목에 대한 결과이다. 국내 사이트의 패킷 지연 측정 결과는 1~2 msec이며, 국제 사이트의 패킷 지연은 47~174 msec로서 국내보다 다소 긴 시간이 측정되었다. 패킷 손실은 국내의 사이트에서 거의 없었고, 웹

구분	측정사이트	패킷지연 (msec)	패킷손실 (%)	웹성능 (msec/1Kb)
국내	MBC	2	0	5
	한국경제	1	0	6
	네이버	2	0	4
	다음	1	0	6
	야후코리아	2	0	5
국제	GOOGLE	174	0	15
	YAHOO	159	1	5
	CISCO	138	0	8
	GOO재팬	59	0	24
	네이버재팬	47	0	16

그림 10. 안양 노드에서의 SLA측정값

성능의 측정 결과는 5~24 msec로 나타났다.

각 노드에서의 국내와 국제의 패킷 지연, 패킷 손실, 웹 성능 항목에 대한 측정 결과를 종합하면 그림 11과 같이 산출되었다.

구분		안양	용산	원주	전주	대전	광주	대구	부산
패킷 지연	국내	1.6	1.6	5.6	11.6	3.4	5.6	5.4	8.8
	국제	115.4	116.8	118.8	123.6	116	118.8	121.4	127.8
패킷 손실	국내	0	0	0	0	0	0	0	0
	국제	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0.4	0.2
웹 성능	국내	5.2	9.2	31.8	6.6	26.4	27	28.2	6.2
	국제	13.6	34.2	25.6	30	44	40.8	37.8	33

그림 11. 각 노드의 국내외 측정값

1개월 동안 SLA 성능 측정 항목에 대해 측정된 결과를 보면, 표 3과 같이 교육 전산망의 SLA의 기준값을 모두 만족하였다.

따라서 교육망 위탁 운영 사업자는 교육 전산망을 위해 SLA를 준수하고 있다는 결과를 보여 주었다. 교육 전산망에서의 SLA 기준값은 ISP 사업자와의 협의에 의해 결정되는 것이므로 지속적인 데이터의 수집과 분석을 통해 기준 값을 조정해 나가야 할 것이다.

표 3. 교육전산망 SLA 기준값과 측정값의 비교

항목	기준값	측정값
패킷지연	국내	100 msec
	국제	300 msec
패킷손실	10%이내	국내:0%, 국제:0.23%
웹성능	12초 이내	12.98 msec

#### 4. 결 론

본 논문에서는 망 운영 및 관리에 필수적인 측정 지표를 반영한 효율적인 인터넷 품질 관리시스템을 구현하였다.

본 논문에서 구현된 인터넷 품질 관리시스템은 크게 인터넷 품질 측정 기능과 트래픽 분석 기능으로 구성되어 있다.

인터넷 품질 측정 기능은 가입자들이 웹 브라우저를 통해 직접 속도 테스트 등을 수행할 수 있는 고객 품질 측정 기능을 제공하며, 품질 측정 클라이언트에서 인터넷 백본망 품질을 측정하는 기능을 제공한다. 또한 이렇게 측정된 데이터를 수집 및 분석을 통해 실시간 인터넷 기상도 등과 같이 통합적으로 제공한다. 이러한 인터넷 품질 측정 기능은 타 시스템에서 부분적으로 제공되는 기능을 종합적으로 제공하고 있으며, 실제 망 운영 환경을 잘 반영하는 트래픽 측정 방식과 데이터 수집 방법을 적용하여 품질 측정의 신뢰성을 높였다.

트래픽 분석 기능은 기존의 연구들이 보인 제한된 범위와 전통적인 데이터 트래픽에 국한된 측정으로부터 탈피하여 인터넷망의 백본 라우터로부터 수집된 트래픽 정보를 이용하여 사업자별, 네트워크, 프로토콜, 어플리케이션별 분석 등의 다양한 분석 자료를 제공할 수 있는 기능이 있으며, 사용자가 이러한 분석 결과를 웹을 통해 쉽게 활용할 수 있도록 하였다.

본 시스템을 상용 인터넷 망에 적용하여 결과를 분석하였다. 교육 전산망에 대한 SLA 측정을 위해서 패킷 지연, 패킷 손실 및 웹 성능을 측정하였으며, 측정 결과는 사업자와 고객간에 계약한 SLA 기준값을 모두 만족시킴을 보였다.

향후 인터넷 망에서의 멀티미디어 트래픽에 대한 보다 장기적인 데이터 수집을 통하여 분석 자료의 신뢰성을 높여야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

[ 1 ] IP Performance Metrics(IPPM), <http://www.ietf.org/html.charters/ippm-charter.html>  
 [ 2 ] Chuck Fraleigh, Christophe Diot, Bryan Lyles, Sue Moon, Design and Deployment of Passive Monitoring Infrastructure



[3] Paul Barford, Mark Crovella, Measuring Web Performance in the Wide Area, In Performance Evaluation Review, Aug. 1999.

[4] IP 네트워크 품질측정기술의 현상, NTT 기술저널, Mar. 2001.

[5] S. Shenker, J. Wroclawski, General Characterization Parameters for Integrated Service Network Elements, RFC 2215 <http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc2215.html>

[6] 인터넷 QoS 및 Billing 제공방안에 관한 연구, 한국전산원, 2002. 12.

[7] Tony McGregor, The NLANR Network Analysis Infrastructure, IEEE Comm. Magazine, May 2000.

[8] Nikher ping manual, <http://www-iepm.slac.stanford.edu/pinger/nikhef/ping.txt>

[9] Bing 1.0.4, <http://spengler.econ.duke.edu/~ferizs/bing.txt>

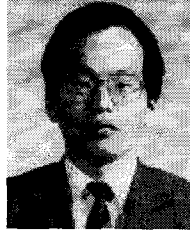
[10] Introduction, <http://cs-people.bu.edu/carter/tools/Tools.html>

[11] 데이콤 종합연구소, "Pchar Overview", 2001.

[12] Allen B.Downey, Using pathchar to estimate

Internet link characteristics, ACM SIGCO MM99.

[13] <http://www.benchbee.co.kr/>



**김진규**

1983년 고려대학교 전자공학과 졸업  
 1985년 고려대학교 대학원 정보통신공학 석사  
 2003년 8월 순천향대학교 정보통신공학 박사학위 취득  
 1987년 1월~현재 데이콤 종합연구소 근무, 망관리개발팀 팀장(책임연구원)

관심분야 : 통신망운용관리, 인터넷 QoS, BcN, 유비쿼터스컴퓨팅



**이순흠**

1983년 고려대학교 전자공학과 졸업  
 1985년 고려대학교 대학원 컴퓨터공학 전공  
 1990년 고려대학교 전자공학과 박사학위 취득  
 1991년~현재 순천향대학교 정보통신공학부 교수

관심분야 : 컴퓨터구조, 병렬처리, 유비쿼터스컴퓨팅