

차세대 망 SIP 서버 시험을 위한 성능 지표 및 시험기 구현

준회원 김 용 권*, 박 준 형*, 정회원 기 장 근*, 이 규 호**, 최 길 영**, 최 진 규***

Definition of Performance Indices and Implementation of Tester for SIP Servers in Next Generation Networks

Yong-Kwon Kim*, Jun-Hyoung Park* Associate Members, Jang-Geun Ki*, Kyou-Ho Lee**, Gil-Young Choi**, Jin-Kyu Choe*** Regular Members

요 약

본 논문은 차세대 네트워크에 사용되는 SIP(Session Initiation Protocol) 프로토콜에 대한 성능 시험시 필요한 시험방안과 성능 지표들을 정의하고 성능 지표에 영향을 줄 수 있는 요소들을 추출하였으며, 이를 검증하기 위한 시험기를 구현하였다. 구현된 시험기를 통해 SIP 서버에 대한 성능 시험을 수행하여 SIP 서버들에 대한 성능 평가를 실시하였다. SIP 서버 시험의 성능 지표는 크게 서버의 단위시간당 처리율과 트랜잭션 지연시간, 호 설정의 성공과 실패율로 구분할 수 있으며, 성능 지표에 영향을 줄 수 있는 요소로는 사용자 수와 전송 프로토콜, 데이터베이스 액세스 방식, DNS 방식, 호 발생 패턴, 트랜잭션의 정의, 패킷의 크기 등이 있다. 구현된 시험기를 통해 등록 서버와 프록시 서버에 대한 시험을 수행하여 시험대상에 대한 성능 평가를 실시하였으며, 시험을 통해 구현된 시험기를 검증하고 제시된 성능 지표와 입력 파라미터에 대한 타당성을 검증하였다. 본 논문에서 규정한 성능 파라미터와 성능 지표는 차세대 네트워크의 주요 구성요소인 SIP 서버 시스템의 성능 평가시 유용한 지표로 사용될 수 있을 것이다.

Key Words : SIP server test; performance indices; conformance test; SIP implementation.

ABSTRACT

This paper defines test methodologies and performance indices for SIP server system, and describes elements that can have influence on the test of SIP network equipments. Moreover, we implement a tester to evaluate the performance of SIP Servers such as Registrar and Proxy server. The performance indices for testing SIP servers are message processing rate, transaction delay, and call success probability. The parameters that can have an effect on the performance of SIP servers are user population, transport protocol, method of database access, method of DNS, call creation pattern, definition of transactions, and size of packets. We tested several SIP servers that act as Registrar, Proxy, and Redirect server using the implemented SIP tester, and, as a result, verified functions of the tester and performance indices and input parameters defined in this paper. Performance indices and methodologies presented in this paper can be used to evaluate SIP servers in NGN

I. 서 론

네트워크의 진화는 빠르게 진행되고 있으며 현재

망의 진화 방향은 기존의 망을 하나의 망으로 통합하려는 시도로 나타나고 있다. 이러한 관점에서 차세대 네트워크의 가장 큰 목표는 현재 각기 구성되어

* 공주대학교 정보통신공학부(kjg@kongju.ac.kr), **한국전자통신연구원, ***한남대학교 전자정보통신공학부
 논문번호 : 030576-1226, 접수일자 : 2003년 12월
 ※ 본 논문은 2004년도 두뇌한국 21사업에 의하여 일부지원 되었음.

있는 망을 서로 통합하여 운용함으로써 사용자의 다양한 서비스를 충족시키고 서비스 공급자에게는 공급 시장을 넓힐 뿐만 아니라 망의 운용비용이나 투자비용을 줄임으로써 새로운 이익을 창출하고자 하는데 있다.

결과적으로 다양한 서비스를 지원하기 위해서는 유선망과 무선망의 통합은 물론 망의 구성요소들이 다양한 프로토콜을 인식해야 한다. 다시 말해 현재의 PSTN 전화가입자와 인터넷 가입자 사이에 호를 설정하려면 망간 게이트웨이는 관련된 신호 프로토콜들의 상호변환 및 미디어 연동 기능 등을 제공하여야 한다. 현재 많은 국제 표준화 기구에서 이러한 망간 접속이나 혹은 IP 전화와 같은 새로운 서비스를 수용할 수 있는 표준안 제정을 위해 노력하고 있다.

차세대 네트워크에 사용될 것으로 기대하는 프로토콜로는 호 설정을 위한 SIP(Session Initiation Protocol)와 Gateway 제어를 위한 Magaco/H.248, 기존의 SS7과의 호환을 위한 SIGTARN 등이 있다. 호 설정을 위한 프로토콜이 SIP만 있는 것은 아니지만 SIP의 확장성과 간결성으로 인해 다른 프로토콜보다 부각되고 있으며 차후 망 구조나 프로토콜 변화에 빠르게 적응할 수 있는 프로토콜로서 인정 받고 있다.

SIP 서버 시험에 관한 기존의 연구를 살펴보면, SIPStone^[1]은 SIP 서버들의 성능을 벤치마크하고 평가하기 위한 기본적인 성능 지표 및 성능 측정을 위한 구조를 제시하고 있으나 구체적인 적용결과를 보여주고 있지 않다. 그밖에 네트워크 시험장비 개발 업체에 의해 개발된 기존의 SIP 시험장비^[2-4]들은 대부분 SIP 구성요소들에 대해 성능 시험보다는 적합성 시험에 치중되어 있으며, 성능 시험을 지원하는 장비의 경우에도 성능평가의 중요한 지표가 되는 지연시간보다는 메시지별 생성 총수와 수신된 메시지 총수 등 일반적인 사항만을 결과로 보여주고 있다. 하지만 서버의 성능을 시험하기 위해서는 처리 메시지의 총 수뿐만 아니라 각 트랜잭션과 메시지 기능에 따라 소요되는 지연시간도 중요한 성능 지표 중 하나가 된다.

본 논문에서는 SIP 프로토콜에 의해 망이 구성되는 경우 SIP의 중요 구성요소인 등록 서버와 프록시 서버, Redirect 서버에 대한 성능 시험 방안을 도출하고, 성능 시험시 필요한 요구사항과 성능 지표를 제시하였으며, 이를 토대로 구현된 시험기와 성능 시험 결과를 제시하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 SIP 프로토콜과 구성

요소에 대해 기술하고, 3장에서는 네트워크 장비를 시험하기 위한 시험기의 요구조건과 성능 지표에 대해 기술하였다. 4장에서는 구현된 시험기와 이를 이용하여 수행된 등록 서버(Registrar Server)와 프록시 서버(Proxy Server)의 성능 시험 결과 및 본 논문에서 제시된 성능 지표와 고려사항에 대한 타당성에 대해 기술하였다.

II. SIP 프로토콜

SIP(Session Initiation Protocol)^[5-9]는 멀티미디어 세션을 설정하고 수정, 해제시킬 수 있는 응용계층의 제어 프로토콜로서 망 회의(network conferencing), 전화(telephony), 이벤트 통지(events notification), instant messaging 등의 다양한 서비스에 사용되는 세션을 설정할 수 있는 프로토콜이다. 특히 VoIP(Voice of Internet Protocol)^[10] 서비스를 위한 호 설정 프로토콜로서 기존의 H.323 프로토콜보다 우수한 프로토콜로 인식되고 있다.

2.1. SIP 프로토콜

SIP 프로토콜은 Client/Server 방식으로 동작한다. 즉, 요청 메시지를 생성하여 보내는 쪽이 클라이언트가 되고 요청 메시지에 대한 응답을 생성하는 쪽이 서버가 되어 서로간에 필요한 메시지들을 주고 받게 된다. 또한 SIP는 트랜잭션 단위로 동작하며, 메시지와 SDP(Session Description Protocol)^[11]를 이용하여 세션 설정에 필요한 정보를 교환하게 된다. SIP의 중요 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 텍스트 기반 프로토콜로서 융통성 및 확장성이 뛰어나다.
- 최소한의 시그널링 기능만을 제공하는 기본적인 호 신호 프로토콜이다.
- TCP, UDP, SCTP(Stream Control Transport Protocol), TLS(Transport Layer Security) 등의 다양한 전송 프로토콜을 이용할 수 있다.
- SIP는 병렬 검색이 가능하다. 즉, 서버가 forking 기능을 이용하여 사용자가 있을 수 있는 곳으로 동시에 메시지를 복사해 전달할 수 있다.

그림 1은 네트워크 계층에서의 SIP 위치를 나타낸 것이다. SIP는 애플리케이션 계층이며 전송프로토콜에 독립적이기 때문에 TCP, UDP, SCTP 등 다양한

전송 프로토콜을 사용할 수 있고, 세션 설정을 위한 프로토콜로는 SDP를 사용하게 된다.

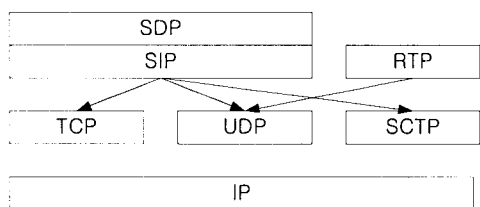


그림 1. SIP 계층

SIP 프로토콜은 4개의 계층적 구조를 가지고 있다. 첫번째 계층이 SIP의 신텍스(syntax)와 메시지를 인코딩(encoding)하기 위한 계층이며, 다음은 메시지의 전송을 담당하는 전송 계층이 존재한다. 다음 계층은 SIP의 기본적인 동작단위가 되는 트랜잭션 계층이며 최상단 계층으로서 TU(Transaction User) 계층이 존재한다. TU 계층은 메시지 전송이 필요한 경우 실제 메시지를 생성하고 응답에 적절한 행동을 취할 수 있는 가장 상위 계층이다.

2.2. SIP 구성요소와 역할

SIP의 구성요소는 크게 SIP 단말 역할을 수행하는 UA(User Agent)와 사용자의 등록을 담당하는 Registrar 서버, 사용자를 대신해 메시지를 전달해주는 Proxy 서버, 사용자의 이동성을 보장하기 위한 Redirect 서버로 구별할 수 있다. 그 외에 데이터베이스 역할을 수행하는 Location 서버가 있을 수 있다. 그림 2는 이러한 SIP의 구성요소 간에 연결 구조도 나타낸 것이다.

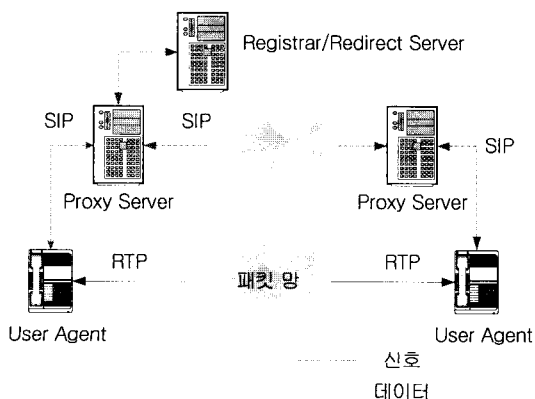


그림 2. SIP 망 구성도

그림에서 SIP 서버들은 논리적인 구분이며, 실제 구현에서는 하나의 장비에 구현될 수도 있고 필요에 따라 분리 될 수도 있다. UA와 서버간 호 설정을 위해서 SIP 프로토콜을 사용하며, 실제 음성이나 비디오 정보는 RTP(Real Time Protocol)^{[12],[13]}를 이용하여 전송 될 수 있다. RTP 프로토콜은 VoIP에서 음성을 전달하기 위한 프로토콜 중 하나이다.

프록시 서버는 stateless 서버와 stateful 서버로 나누어지며, stateless 서버는 트랜잭션에 대한 정보를 관리하지 않고 단순히 메시지를 전달해주는 서버이다. 반대로 stateful 프록시 서버는 트랜잭션을 관리하고 필요에 따라 요청 메시지와 응답 메시지를 생성하고 송수신 한다. 그러므로 stateful 프록시 서버는 클라이언트 트랜잭션과 서버 트랜잭션을 포함하며 두 트랜잭션을 관리하는 프록시 TU(Transaction User) 계층을 가지고 있다.

2.3. SIP 호 절차

SIP 프로토콜은 클라이언트/서버 방식의 프로토콜로서 메시지의 종류는 크게 요청 메시지와 응답 메시지로 구분된다. 다시 요청 메시지들은 메소드(Method)에 따라 구분된다. 표 1은 요청 메시지를 메소드별로 구분하고 그 기능을 간단히 나타낸 것이다.

표 1. 요청 메시지의 종류

메소드 (Method)	내 용
INVITE	기본적으로 SDP에 의해 기술된 세션 정보를 포함하고 있는 호 설정 요구 메시지
REGISTER	서버에 등록하기 위한 등록 요구 메시지
ACK	호 설정 수락등과 같은 응답 메시지에 대한 확인 메시지
BYE	호 종료를 요청하기 위한 메시지
CANCEL	호 설정 메시지인 INVITE를 취소하기 위한 요청 메시지
OPTIONS	다른 UA나 프록시에 그들의 능력을 문의하는 메시지

응답 메시지는 3자리 정수로 만들어지며, 가장 앞 자리를 이용하여 크게 6가지로 분류하고 다시 큰 분류에 대하여 99가지 종류의 응답 메시지가 있을 수 있다. 표 2는 응답메시지를 분류하고 그 의미를 간략히 나타낸 것이다.

표 2. 응답 메시지의 분류

응답 메시지	의 미
1xx	임시적 응답
2xx	요구 메시지에 대한 긍정 응답
3xx	Redirection에 관련된 응답
4xx	클라이언트 에러 응답
5xx	서버 에러 응답
6xx	망 에러 응답

UAC(User Agent Client)는 SIP 규정에 정의된 응답 메시지의 번호가 아닌 경우 대표 응답 메시지로 처리하게 된다. 예를 들어 UAC가 434번과 같이 의미를 알 수 없는 응답을 수신하게 되면 400번 응답을 수신했을 때와 동일하게 처리한다.

SIP는 기본적으로 세션을 정하기 위한 프로토콜이다. 즉, VoIP의 경우 호 설정과 해지를 메시지 송수신을 통해 수행한다. 그림 3은 호 설정을 위한 SIP 메시지 절차를 나타낸 것이다.

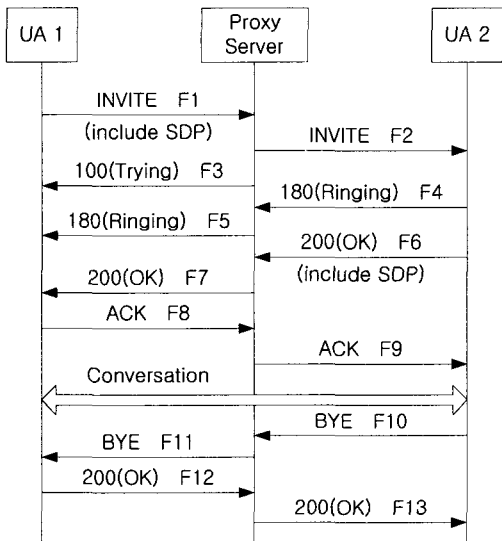


그림 3. 호 설정을 위한 메시지 절차

호 설정은 UA(User Agent)1이 UA2에게 INVITE(F1) 메시지를 송신하는 것으로 시작된다. 이때 일반적인 경우 메시지에는 세션 정보를 나타내는 SDP 데이터가 포함된다. Proxy 서버는 UA1로부터 수신한 메시지를 UA2에게 전달하게 되고 UA2의 전화는 벨소리를 울리고 180(Ringing) (F4) 메시지를 송신자에게 보낸다. UA2가 연결을 수락하

면 호 수락 메시인 200(OK) 긍정 응답을 UA1에게 보내고 UA1은 이에 대한 응답으로 ACK(F8) 메시지를 UA2에게 송신한다. ACK 응답을 송신하게 되면 호가 설정된 것이고 UA1과 UA2는 서로 통화할 수 있다. UA2가 통화가 끝나고 연결을 종료하면 BYE(F10) 메시지를 UA1에게 송신하고, UA1이 이에 대한 긍정응답으로서 UA2에게 200(OK) 메시지를 전달하게 되면 호는 종료된다.

위의 메시지 절차는 UA1과 UA2간에 호 설정과 종료를 위한 기본적인 시나리오로서 그림에서 알 수 있듯이 프록시 서버는 UA들간에 메시지를 상호 전달해준다. 세션 정보 교환을 위한 SDP 데이터는 메시지의 바디(Body)에 포함되어 전달된다. INVITE 메시지에 송신자(Caller)의 SDP 데이터가 있는 경우 수신자(Callee)는 200(OK) 메시지에 반드시 자신의 SDP 데이터를 포함시켜야 한다. 만약 INVITE에 송신자의 SDP 데이터가 없으면 200(OK) 메시지에 수신자의 SDP를 포함시켜 송신하고 송신자(Caller)는 ACK 메시지에 송신자의 SDP를 포함시켜야 한다.

그림 4는 등록과 Redirection을 위한 대표적인 절차를 나타낸 것이다. 그림 4(a)는 등록을 위한 절차로서 인증 절차를 포함한 것이며, 그림 4(b)는 Redirection을 위한 절차를 나타내었다.

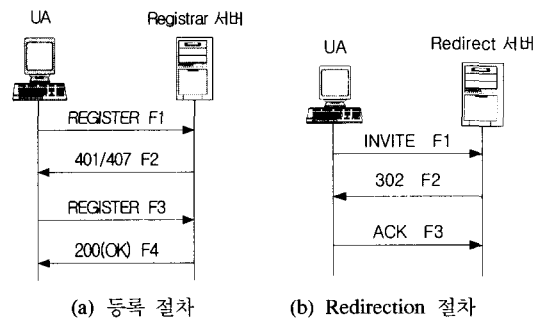


그림 4. 등록과 Redirection 절차

III. 시험기의 구성과 성능 지표

본 장에서는 SIP 구성요소를 시험하기 위한 시험기의 기본적인 요구 조건과 시험기 구조 그리고 각 모듈의 역할에 대해 설명하고, SIP 서버 시험에 필요한 성능 지표의 정의와 성능 지표에 영향을 줄 수 있는 요소들에 대하여 기술하였다.

3.1. 시험기의 요구조건

SIP 구성요소의 시험뿐만 아니라 일반적인 시험기에 요구되는 기본적인 요구조건을 표 3에 나타내었다¹⁴⁾.

표 3. 시험기의 기본적인 요구조건

시험기 요구조건	내 용
반복성	성능 시험을 위해 스크립트 등을 이용한 반복 시험이 가능해야한다.
투명성	시험기는 시험기간 동안 시험대상에 영향을 주지 않아야 한다.
에뮬레이션	시험대상에 따라 네트워크 구성요소를 에뮬레이션할 수 있어야한다.
최소 측정 단위시간	시험기의 최소 측정 단위시간은 측정하고자하는 단위시간보다 작아야한다.
동기화	시험기 모듈간 정밀한 동기화가 이루어져야 정확한 시간을 측정할 수 있다.
고성능	시험기의 성능은 시험대상의 성능보다 높은 성능을 가지고 있어야 한다.

시험기는 시험환경에 따라 필요한 네트워크 구성요소를 시험기가 에뮬레이션해야 한다. 예를 들면 시험대상이 SIP 서버라면 시험기는 User Agent Server 혹은 User Agent Client등의 SIP 단말로서 동작해야 하며, 관련 프로토콜 규정에 의해 구현되어야 한다.

시험기의 모듈간 정밀한 동기화는 지연시간의 측정에 있어 매우 중요하다. 또한, 시험기의 성능은 시험대상의 성능보다 높은 성능을 가지고 있어야 한다. 예를 들어 시험대상인 Proxy 서버가 초당 100개의 호를 처리할 수 있다면 시험기는 이보다 많은 호를 처리하고 생성할 수 있어야한다. 만약 시험기가 10개의 호를 처리할 수 있다면 시간지연 요소가 시험대상의 처리시간이 아닌 시험기 자체에 의해 영향을 받을 수 있기 때문이다. 그러므로 시험기는 시험대상의 성능보다 반드시 우수해야한다.

3.2. 시험기의 구성모듈

그림 5는 SIP 서버의 적합성과 성능 시험을 위한 시험기의 구조도를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 성능 시험기는 크게 관리(Management) 모

듈, 호 발생기(Call Generator) 모듈, 시나리오(Scenario) 모듈, 측정(Measurement) 및 로그(Log) 모듈, 그리고 통계(Statistics) 모듈 등으로 구성된다. 표 4에 각 모듈별 기능을 간단히 나타내었다.

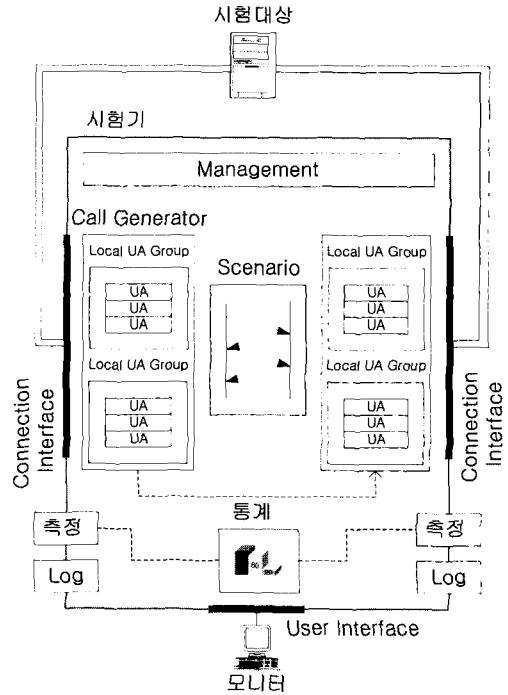


그림 5. SIP 성능 시험기 구조도

표 4. 시험기 모듈별 기능

모듈	기능
관리모듈	- 시험 환경 저장 및 로드 기능 - 시험 스크립트 작성 기능 - 시험 시작/ 일시중지/종료 기능 - DNS 테이블 생성 기능 - 시험 모드 설정 기능(적합성, 성능, 자동, 수동 모드)
호 발생기 모듈	- Local/Remote UA instance 생성 기능 - SIP/SDP 프로토콜 설정기능 - 호 발생 패턴 설정 기능
시나리오 모듈	- 정해진 시나리오의 선택 또는 임의의 시나리오 작성 기능
측정모듈	- 통계자료에 필요한 데이터 측정 - 메시지 내용 수집
통계모듈	- 호 처리 총 지연시간 계산 - 트랜잭션 지연시간 계산 - 단위시간당 호 설정 성공 수 계산 - BHCA - 호 설정의 성공/실패율 계산
로그 모듈	- 각종 통계자료 저장기능

시험을 위해 각종 환경 변수와 네트워크 설정이 끝나면 호 발생기 모듈에서 호를 생성하게 된다. 시험기에서 호 발생기 모듈이 설정된 변수(호 발생패턴, SIP/SDP 설정 등) 값에 따라 하나의 호를 생성한다는 의미는 시나리오에 따라 메시지 교환 절차를 수행할 Local UA와 Remote UA의 instance를 생성하는 것과 동일하다. 즉, Local UA와 Remote UA instance가 하나의 쌍이 되어 시험을 수행하게 된다. 생성된 Local UA에 의하여 메시지가 시험대상으로 전송될 때마다 측정 모듈은 네트워크 카드로부터 성능 측정에 필요한 데이터들(메시지의 종류, 메시지 전송시간, 메시지 내용 등)을 수집한다. Local UA가 전송한 메시지는 시험대상을 거쳐 Remote UA에 전달되고 이때에도 시험대상과 연결되어 있는 인터페이스에서 측정 모듈이 도착된 메시지에 관한 정보를 수집하게 되고, 인터페이스에서 측정되고 수집된 정보들은 로그 모듈에 의하여 파일로 저장된다. 통계 모듈은 수집된 정보를 이용하여 각종 성능 지표를 계산하고 시험관리자에게 보여주게 된다.

3.3. SIP 서버 성능 시험 지표

SIP 서버의 성능 지표는 서버의 트랜잭션 처리율과 처리 지연시간이 될 것이다. 표 5는 각 서버들의 성능 지표를 나타낸 것이며, 표에서 지연시간들은 결국 성능 지표를 위해 정의된 트랜잭션의 지연시간이 된다.

등록 지연시간은 그림 4(a)에서 REGISTER 요청 메시지를 송신한 후 인증 절차 거쳐 200(OK) 응답 메시지를 수신할 때까지의 트랜잭션 지연시간이며 Redirect 지연시간은 Redirection을 위한 INVITE 요청 메시지를 송신 후 Redirection 응답 메시지인 302메시지를 수신할 때까지의 트랜잭션 지연시간을 의미한다.

ITU-T의 E.721은 ISDN에서의 GoS(Grade of Service) 파라미터 지연시간에 대한 권고 사항을 기술하고 있다. 권고안에 따르면 ISDN 망에서 Local connection의 경우 사용자의 95%이상에서 접속 지연시간은 6초, 응답 신호 지연시간은 1.5초, 호 종료 지연시간은 0.6초의 지연시간을 가져야 한다고 권고하고 있다^{15,16)}. 이러한 ITU-T 권고안과 SIP 프로토콜에서의 재전송 규정 등을 고려할 때 프록시 서버는 표 6에 나타낸 지연시간을 만족해야 한다.

SIP 규정에 의하면 재전송은 메시지를 송신한 후

T1(기본값=500ms) 시간이 지나면 메시지를 재전송된다. 재전송이 시작되면 망의 부하를 증가시킬 수 있기 때문에 프록시 서버는 재전송이 발생하지 않는 범위 내에서 메시지를 처리할 수 있어야 한다.

표 5. SIP 서버의 성능 지표 정의

SIP서버	성능지표	정 의
Registrar 서버	등록 성공률	등록을 시도한 호와 등록에 성공한 호의 비율
	등록 지연시간	REGISTER 메시지 전송 후 200(OK) 메시지를 받을 때까지의 시간
	등록 처리율	Registrar 서버가 단위시간당 처리할 수 있는 등록 호의 수
Proxy 서버	호 설정 성공률	호 설정을 시도한 호와 설정에 성공한 호의 비율
	접속 지연시간	INVITE 메시지 송신 후 180(Ringing) 메시지를 받을 때까지의 시간
	응답신호 지연시간	호 수락 메시지인 200(OK) 메시지 송신 후 ACK 메시지를 수신할 때까지의 시간
	호 종료 지연시간	BYE 메시지를 송신 후 200(OK)메시지 수신 때까지의 시간
	호 처리율	단위시간당 처리할 수 있는 최대 호의 수
Redirect 서버	Redirect 성공률	Redirect를 시도한 호와 성공한 호의 비율
	Redirect 지연시간	INVITE 메시지 전송 후 3xx 메시지 수신 시간
	Redirect 처리율	단위시간당 처리할 수 있는 호의 수

표 6. 성능 지표의 지연시간 기준

성능 지표	지연시간[ms]
접속 지연시간	1,500
응답신호 지연시간	500
종료 지연시간	500
등록 지연시간	1,000
Redirect 지연시간	500

그림 6은 호 설정 절차에서 성능 지표가 되는 지연시간을 나타낸 것이다. 그림에서 접속 지연시간은 UA1이 통화를 위해 INVITE 요청 메시지를 송신하고 Ring-back 신호에 해당하는 180(Ringing) 메시지를 수신할 때까지의 시간이며 응답 신호 지연시간은 수신자인 UA2가 수화기를 들어 호 수락의미

의 200(OK) 응답을 송신한 후 ACK 메시지를 수신할 때까지의 시간이다. 호 종료 지연시간은 호 종료를 위해 BYE 메시지를 송신하고 이에 대한 응답 200(OK) 메시지를 수신할 때까지의 지연시간을 의미한다. 시험에서는 호 설정 후 호 종료를 위한 BYE 메시지 전송 시간차이(Tb)가 없는 것으로 수행하였다. 또한 Ti와 같은 시험기 내에서의 메시지 처리시간을 상수화하여 지연시간 계산에서 제외시켰다.

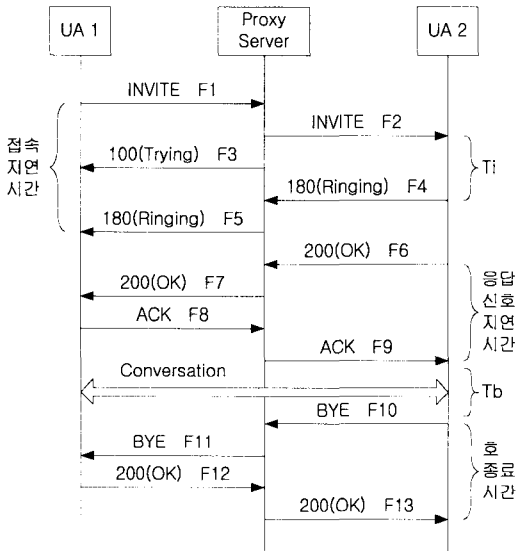


그림 6. 호 설정을 위한 지연시간

3.4. SIP서버 성능 시험시 고려사항

SIP 서버의 성능 시험을 위해서는 사전에 성능 시험에 영향을 줄 수 있는 사항을 고려해야만 보다 타당성 있는 성능 시험을 수행할 수 있다. 성능 시험에 영향을 줄 수 있는 요소들을 정리하면 다음과 같다.

- i) User Population : SIP 서버의 DB (database)에서 관리하는 사용자 수
- ii) 데이터베이스 타입 : 순수 메모리만 이용, 디스크와 캐쉬 메모리 이용, 별도의 네트워크 DB 이용 등
- iii) DNS 타입 : 외부 DNS 서버이용, 시험기의 DNS 서버이용, 테이블형식의 DNS 이용
- iv) 호 발생패턴 : 호 발생분포, 호 발생시간간격 등

- v) 전송계층 프로토콜 : TCP, UDP, SCTP, TLS
 - TCP : 연결 설정에 시간 소요되고, 최대 설정 가능 연결 수에 제한 있음
 - UDP : 패킷 손실에 따른 재전송이 고려되어야 함
- vi) 호 트랜잭션 정의 : SIP은 여러 개의 임시 (provisional) 응답을 수신할 수도 있고, forking 기능으로 인해 여러 개의 최종응답을 수신할 수도 있으므로 정확한 트랜잭션 정의 필요
- vii) 인증(authentication)절차 : Registrar 서버는 인증 절차를 포함해 시험해야하며, 프록시 서버는 인증 절차를 포함할 수도 있고 제외 할 수도 있다. 이러한 인증절차에 의해 지연시간이 변화할 수 있다.
- viii) SDP 크기 : SDP 크기가 크면 UDP을 사용하는 경우 여러 개의 데이터그램으로 나뉘어 전송

등록 서버의 경우 시스템에 평균 등록되어 있는 사용자의 수에 따라 성능에 영향을 줄 수 있다. 서버가 REGISTER 메시지를 수신하게 되면 사용자의 등록여부와 업데이트를 위해 기존 사용자에게 대한 검색을 수행하게 된다. 그러므로 평균 등록 사용자 수에 따라 성능에 영향을 줄 수 있다. 전송 프로토콜은 각 전송 프로토콜에 따라 특성이 다르다 예를 들어 UDP는 SIP 프로토콜에 의해 재전송이 이루어지며 메시지 전달에 대한 보장을 할 수 없다. 하지만 TCP의 경우 전송 프로토콜 자체에 재전송 기능을 가지고 있으며 TCP의 연결을 위한 3-Handshake와 각 메시지에 대한 TCP ACK 응답 등 부수적인 TCP 메시지 절차가 필요하기 때문에 평균 지연시간에 영향을 줄 수 있다.

IV. 시험기 구현과 서버 성능 시험

지금까지 SIP 서버를 시험하기 위한 시험기의 구조와 성능 시험에 필요한 성능지표 그리고 성능 시험에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 요소에 대하여 기술하였다. 본 장에서는 JAVA 언어를 이용하여 구현한 시험기에 대해 설명하고, 구현된 시험기를 이용하여 시험한 SIP 서버의 성능 시험 결과에 대하여 기술하였다. SIP 서버 시험에서는 성능 시험 전에 먼저 시험대상의 SIP 기능을 시험하기 위한 적합성 시험을 수행하여 시험대상인 서버와 시험기의 SIP 기능을 검증하였다.

4.1. 구현된 시험기의 구조와 기능

SIP 서버 시험기는 JAIN-SIP API^[17]를 이용하여 JAVA 언어로 개발되었다. JAIN SIP API는 통신망에서 SIP를 이용한 다양한 서비스를 구현할 수 있도록 SIP 스택에 접근할 수 있는 다양한 인터페이스를 정의하고 있다. 이러한 인터페이스는 트랜잭션 모델을 토대로 만들어졌으며 메시지 처리나 트랜잭션 처리를 위한 이벤트는 J2SE의 Listener/Provider 이벤트 모델링을 이용하고 있다.

JAIN SIP는 요구/응답메시지를 생성하고 처리하기 위해 크게 javax.sip, javax.sip.address, javax.sip.header, java.sip.message의 4개 패키지로 구성되어 있다. sip 패키지는 다이얼로그와 트랜잭션 상태를 관리하는 클래스 이외에 요구와 응답에 관련된 이벤트들을 처리하고 SIP 프로토콜에 사용되는 타이머들을 관리하는 클래스들로 이루어져 있다. address 패키지는 SIP 프로토콜 상에서 다양한 URL을 지원하고 라우팅 방법을 정의할 수 있는 인터페이스들로 이루어져 있으며, message 패키지는 요구 메시지와 응답 메시지를 정의하고 생성하기 위한 인터페이스들로 구성되어 있고, header 패키지는 메시지 헤더 필드를 생성하고 수신된 메시지의 헤더를 처리하기 위한 인터페이스들로 구성되어 있다. 이러한 JAIN SIP API를 이용하여 구현한 SIP 시험기의 전체적인 구성도는 그림 7과 같다.

가. MultiSipTest 클래스

MultiSipTest 클래스는 시험기 프로그램이 시작되는 main 메소드를 포함하고 있는 클래스이며, 전체적인 시험기의 GUI를 제공하고 각종 시험환경변수 설정 메뉴, 적합성 시험 또는 성능 시험을 위한 윈도우 제어 메뉴 등으로 구성되어 있다.

나. SipTestManager 클래스

SIP 서버 적합성 및 성능시험을 위해 시험기 프로그램에서 필요한 각종 Manager 클래스 객체를 생성하고 관리하는 클래스이다.

다. PropertyManager 클래스

SipTestManager에 의해 객체화되며 SIP 프로토콜 스택과 관련된 각종 속성 값들을 관리하는 클래스이다. 이 클래스는 GUI 사용자 인터페이스를 통해 각종 속성 값들을 지정할 수 있도록 하기 위해 ConfigFrame 클래스 객체를 생성해 이용한다. 표 7

은 사용자 인터페이스를 통해 설정하는 각종 속성 값을 간략히 나타낸 것이다.

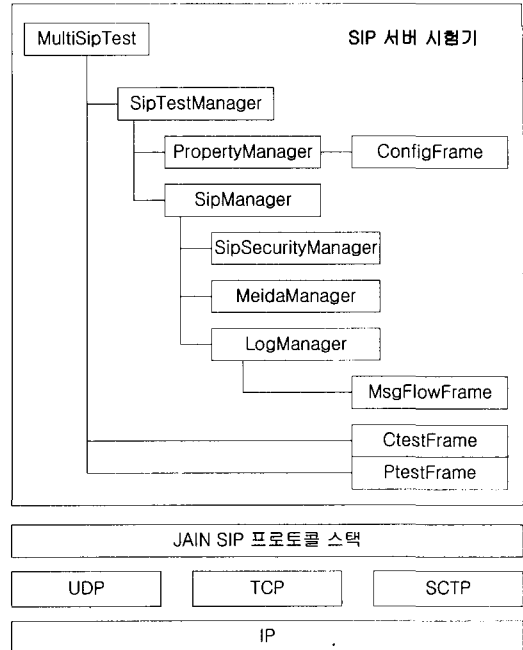


그림 7. SIP 서버 시험기 구조도

표 7. 프로토콜 속성을 위한 속성 값

분 류	파 라 미 터
Proxy 서버 설정	IP 주소, 포트번호, 전송 프로토콜
Registrar 서버 설정	IP 주소, 포트번호, 전송 프로토콜
UA 설정	IP 주소, 포트번호, 전송 프로토콜
파일 설정	Log file, Output file지정
media 관련 설정	Media 자원(source), media 포트번호, 엔코딩

라. SipManager 클래스

SipManager 클래스는 시험기 기능과 SIP 프로토콜 스택과의 인터페이스를 담당한다. 즉, 시험기에서 생성된 각종 메시지들은 SipManager 클래스에 정의된 메소드들을 통해 SIP 프로토콜 스택에 전달되어 시험대상 시스템에 전달되고, 시험대상 시스템으로부터 수신된 응답 메시지들은 JAVA 언어의 이벤트 모델을 이용하여 SipManager가 일단 SIP 프로토콜 스택으로부터 넘겨받은 후 다시 이벤트 모델을 이용해 해당 시험기 기능에게 전달한다. 이때 SipManager를 통해 송수신되는 모든 메시지들은

LogManager의 로그 기능을 통해 파일로 저장되며, MsgFlowFrame 클래스 객체를 이용해 화면에 표시된다.

마. CtestFrame/PtestFrame 클래스

CtestFrame 클래스와 PtestFrame 클래스는 각각 적합성 시험 및 성능 시험을 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 클래스이다. 그림 8에 PtestFrame 클래스 객체를 이용한 성능실험의 실행화면 예를 나타내었다. 시험시 등록 서버와 프록시 서버 시험 중 하나를 선택하고, 메시지 발생시간간격과 발생분포(Random 또는 Uniform 등), 발생 호의 총 수 등을 설정한 후 시험을 시작하면 메시지들이 발생된다. 시험도중 송수신되는 모든 메시지들은 MsgFlowFrame에 표시된다.

텍스트 필드들은 시험기간 내 발생하는 메시지 수를 제어하기 위한 값들을 입력하는데 사용된다. 또 Refresh 버튼은 화면의 상단 부분에 있는 각종 파라미터 값들을 이용해 SIP 메시지를 구성하는데 사용되며, 구성된 메시지는 화면 하단부분에 나타나게 된다.

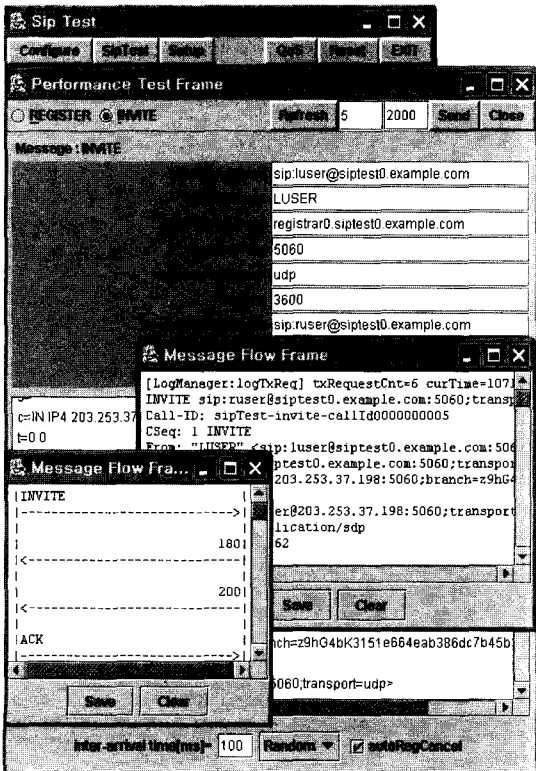


그림 8. SIP 서버 시험기의 성능시험 실행화면 예

4.2. SIP 서버 성능 시험

서버 시험은 등록 서버와 프록시 서버를 중심으로 수행되었으며, 시험을 위한 환경은 그림 9와 같다. DNS 서버는 Linux 환경이며 UA와 서버는 윈도우 환경에서 시험하였다. 시험환경은 JAVA 언어를 사용함으로써 OS에 독립적으로 수행될 수 있다. 시험대상으로는 공개 SIP 서버 중 하나인 NIST(National Institution of Standards and Technology) SIP 서버^[18]를 리눅스 시스템에 포팅하여 사용하였다.

SIP 서버 성능 시험을 위해서는 기본적인 적합성 시험이 선행되어야 한다. 그러므로 본 논문에서는 구현된 시험기와 시험대상의 적합성 시험을 위해 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)의 SIP 적합성 항목^[19] 중 앞에서 언급된 기본적인 호 설정에 대한 적합성 시험을 수행하였다.

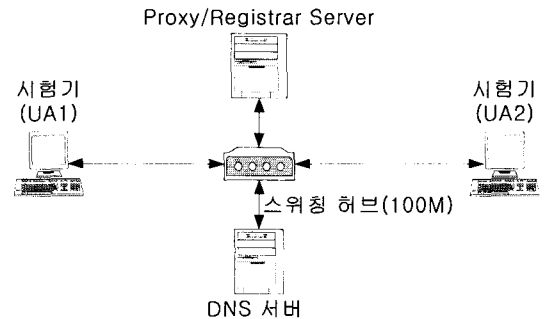


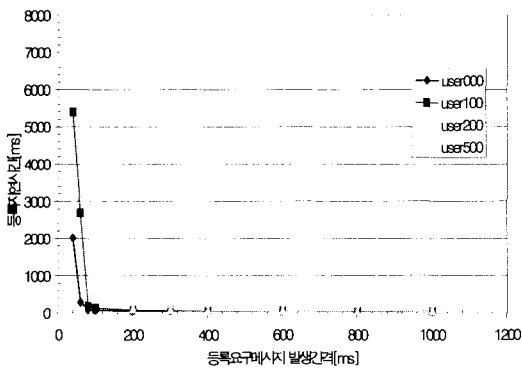
그림 9. SIP 서버 시험환경

가. 등록 서버 성능 분석

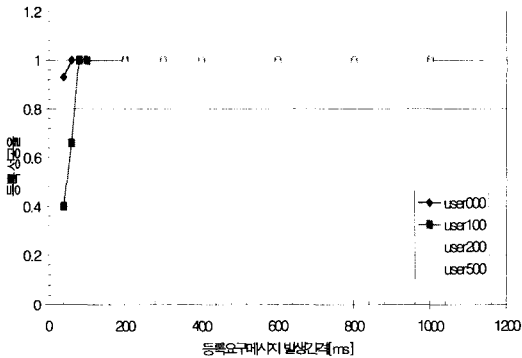
그림 10에 등록 요구 메시지 부하량에 따른 등록 지연시간 변화 및 등록 성공률을 나타내었다. 시험에서 전송프로토콜은 UDP를 사용하고, 시험대상 시스템에 각각 0, 100, 200, 500명이 등록된 상태로 설정한 후 그림 4(a)에 나타난 메시지 교환절차를 수행하는 등록요구 메시지들을 시험대상 시스템에 인가하여 구한 결과이다. 등록요구 메시지 발생은 프와송 분포를 가지며, 그림의 x축은 등록요구메시지들의 평균 발생시간간격을 나타낸다.

그림 10에서 알 수 있듯이 시험대상 시스템의 등록 성능은 등록된 사용자 수에 의해 영향을 받으며, 등록자 수가 많아질수록 등록지연시간은 증가하고 등록 성공률은 낮아짐을 알 수 있다. 주요 원인은

등록서버가 REGISTER 메시지를 수신하게 되면 기존에 등록된 사용자인지 혹은 기존의 바인딩 정보를 수정하기 위한 것인지를 확인하기 위한 절차를 수행하기 때문에 지연시간에 영향을 주는 것으로 판단된다. 등록자수가 500명으로 가정하였을 때 실패 없이 처리할 수 있는 최대 등록요구 호 부하량은 등록 요구메시지 발생시간간격이 약 300ms일 때이다. 그러므로 시험대상 시스템의 최대 처리량은 초당 약 3.3개 정도가 되며, 이 때의 평균 등록지연 시간은 약 240ms 정도이다.



(a) 등록 지연시간



(b) 등록 성공률

그림 10. 등록서버 성능시험 결과 (UDP 프로토콜 사용)

그림 11에는 동일한 시험환경에서 전송프로토콜을 TCP로 사용한 경우 등록 요구 메시지 부하량에 따른 등록 지연시간 변화를 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 TCP 프로토콜을 사용하는 경우 UDP를 사용하는 경우보다 전체적으로 평균 등록지연 시간이 증가함을 볼 수 있다. 등록 성공률의 경우 TCP는 신뢰성 있는 메시지 전달을 보장하므로 전

송에러에 의한 실패는 없으며, 대신 설정 가능한 최대 TCP 연결 수가 시스템 자원(resource)에 의해 제한을 받는다.

TCP 프로토콜 사용시 시험대상 시스템의 최대 등록 요구메시지 처리량은 초당 약 5개 정도이며, UDP 프로토콜을 사용하는 경우와 비교해 볼 때 최대 처리량은 약간 증가하고 평균 등록지연시간은 약 400ms 정도로 증가함을 볼 수 있으며 등록 지연시간 증가의 주원인은 TCP 연결 설정에 따른 추가적인 메시지 절차로 인해 시간지연이 추가되기 때문이다.

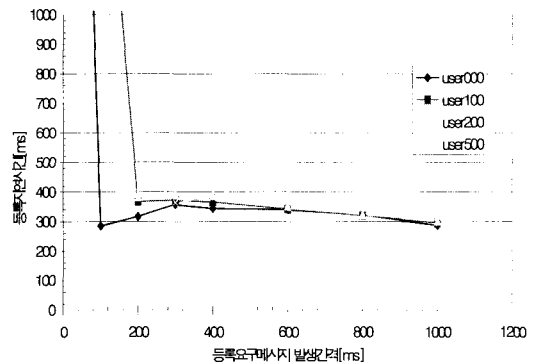
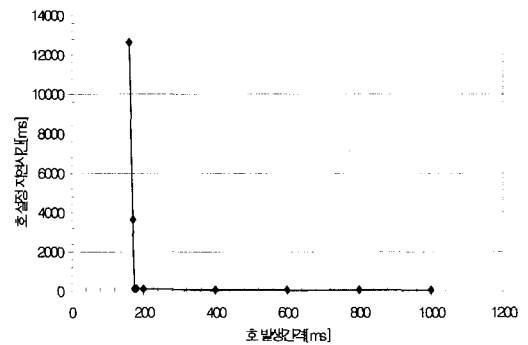


그림 11. 등록서버 성능시험 결과 (TCP 프로토콜 사용)

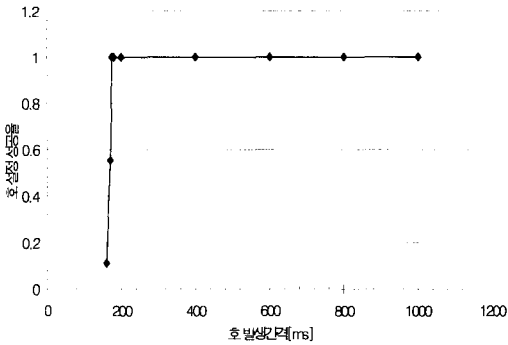
나. 프록시 서버 성능 분석

그림 12에 호 부하량에 따른 호 설정 지연시간 변화 및 호 설정 성공률을 나타내었다. 이 결과는 그림 3에 나타낸 메시지 교환절차를 수행하는 호 요구 메시지들을 프와송 분포에 따라 발생시켜 시



(a) 호 설정 지연시간

그림 12. 프록시 서버 성능 시험 결과(계속)



(b) 호 설정 성공률

그림 12. 프록시 서버 성능 시험 결과

협대상 프록시 서버에 인가하여 측정한 결과이며, 그림에서 x축은 호 요구 메시지들의 평균 발생시간 간격을 나타낸다.

그림 12에서 호 요구 메시지 평균 발생간격이 약 175ms 이상인 경우 호 설정 지연시간이 급격히 증가하고 호 설정 성공률이 급격히 낮아짐을 알 수 있다. 따라서 시험대상 시스템의 최대 호 처리 성능은 초당 약 5.7호 정도이다.

V. 결론

본 논문은 SIP 서버를 시험하기 위한 방안과 서버 성능 시험에 있어 성능을 판단하기 위한 성능 지표를 각 서버별로 정의 하였으며 성능 지표에 영향을 미치는 요소에 대하여 기술하였다. 또한 SIP에서 GoS를 만족하기 위한 접속지연시간과 응답신호 지연시간, 호 종료 지연시간에 대하여 정의하고 ITU-T 와 SIP 규정을 이용하여 SIP 성능 시험시 판단기준이 될 수 있는 평균 지연시간을 제시하였으며, 이를 토대로 SIP 서버 성능 시험을 위한 시험기 구조와 기능들을 설계하고 JAVA 언어를 이용하여 시험기를 구현하였다. 구현된 시험기를 이용하여 등록 서버와 프록시 서버 기능을 수행하는 SIP 서버들에 대한 성능 시험을 수행하였으며, 사용된 메시지 절차는 등록 서버의 경우 인증 절차를 포함하는 메시지 절차이고, 프록시 서버는 일반적인 호 설정과 종료 절차를 이용하였다. 그밖에 다양한 환경에서의 시험을 통해 시험기의 동작 및 성능 지표, 시험에 영향을 줄 수 있는 요소에 대한 타당성을 검증하였다.

본 논문에서 규정한 성능 파라미터와 성능 지표는

차세대 네트워크의 주요 구성요소인 SIP 서버 시스템의 성능 평가시 유용한 지표로 사용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] Henning Schulzrinne, Sankaran Narayanan, Jonathan Lennox, Michael Doyle, "SIPstone-Benchmarking SIP Server Performance", SIPStone, Apr. 2002.
- [2] NETTEST, "interWatch Performance & Verification System", NETTEST, 2001.
- [3] RADCOM, "The Performer Performance Analysis System Data sheet", RADCOM, 2003.
- [4] SPIRENT, "Abacus2 Data sheet", SPIRENT, 2003.
- [5] MSF, "Implementation Agreement for SIP Profile", MSF-IA-SIP.001-FINAL, Jun. 2002, <<http://www.msforum.org/techinfo/approved/MSF-IA-SIP.001-FINAL.pdf>>
- [6] IETF, "SIP : Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, Jun. 2002.
- [7] Omar Abouabdalla & R. Sureswaran, "SIP - functionality and structure of the protocol", APAN(Asia-Pacific Advanced Network) 2003 conference, Jan. 2003.
- [8] IETF, "Session Initiation Protocol (sip) Working Group", IETF <<http://www.ietf.org/html.charters/sip-charter.html>>
- [9] Henning Schulzrinne, "Session Initiation Protocol", Columbia University, 2003, <<http://www.cs.columbia.edu/sip>>
- [10] 최선환, "SIP 기반 VoIP", TTA 저널, 제179호, pp.93-100.
- [11] IETF, "SDP : Session Description Protocol", IETF RFC 2327, Apr. 1998.
- [12] IETF, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time applications", IETF RFC 3550, July 2003.
- [13] IETF, "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control", IETF RFC 3551, July 2003.

- [14] Amila Jamak, Graham Toppin, "Performance Evaluation of Telecommunications Systems", GN Nettest, 2002, <http://www.nettest.com/upload/telecom_perf_eval.pdf>
- [15] ITU-T, "Network grade of service parameters and target values for circuit-switched services in the evolving ISDN", ITU-T E.721, Feb. 1999.
- [16] Igor D.D. Curio and Miikka Lundan, "SIP Call Setup Delay in 3G Networks", Proceeding of the Seventh International Symposium on Computers and Communications(ISCC'02), July 2002.
- [17] Sun Microsystems, "JSLEE and the JAIN Initiative", 2003, <<http://java.sun.com/products/jain>>
- [18] NIST, "About the IP telephony project", NIST SIP, <<http://dns.antd.nist.gov/proj/iptel>>
- [19] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks Technology Compliance Specifications", TS 102 027-1 V2.0.9 DTS/TIPHON-06021-1, Dec. 2002.

김 응 권(Yong-Kwon Kim) 준회원



1999년 공주대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2001년 공주대학교 대학원 전기전자정보공학과 졸업(공학석사)
 2001년 ~ 현재 공주대학교 대학원 전기전자정보공학과

박사과정 재학중

<관심분야> 차세대 인터넷 기술, 인터넷 망 관리

박 준 형(Jun-Hyoung Park) 준회원

2002년 공주대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2004년 공주대학교 대학원 전기전자정보공학과 졸업(공학석사)

기 장 근(Jang-Geun Ki) 정회원



1986년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1988년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1992년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 1992년 ~ 현재 공주대학교

정보통신공학부 교수

2002년 - 2003년 미국 Univ. of Arizona 방문교수
 <관심분야> 컴퓨터 네트워크, 차세대 네트워크, 멀티미디어 통신

이 규 호(Kyou-Ho Lee) 정회원



1980년: 경북대 전자공학과 공학사
 1982년: 경북대 대학원 전자공학과 공학석사
 1998년: The University of Gent, Belgium 정보/컴퓨터공학 공학박사

1986 - 1988 미국 AIT Inc, 연구원

1983 - 현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
 <관심분야> 고속인터넷 기술, IP기반 실시간응용기술, 병렬처리기술을 이용한 고성능 네트워크프로세서, 고속 패킷처리 기술, IP 스위치 및 라우터 시스템기술

최 길 영(Gil-Young Choi) 정회원



1985년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
 1987년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 1987년 2월 ~ 현재 한국전자통신연구원 광대역통신망연구단

BcN서비스연구그룹, BcN서비스검증팀 책임연구원.
 <관심분야> 차세대 네트워크

최 진 규(Jin-Kyu Choe)

정회원



1980년 고려대학교 전자공학과
졸업(공학사)

1982년 고려대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학석사)

1987년 고려대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학박사)

1987년 9월 - 1990년 8월

대전공업대학 조교수

1999년 - 2000년 미국 Oregon State Univ. 방문교수

1990년 8월 - 현재 한남대학교 교수

<관심분야> 통신망 성능평가, 디지털시스템설계