

전자상거래 시스템의 서비스 품질 측정에 관한 연구

김정수* · 서상구**

A Study on QoS Measurement for Electronic Commerce Systems

Jeong-Su Kim* · Sang-Koo Seo**

Abstract

Due to the advance of the Internet, the electronic commerce is getting more widely used, and customer's demand for the e-Commerce service quality is rapidly increasing. On the other hand, e-Commerce companies required the Internet services whose quality is provided more reliable service to their customers. Therefore, it is very important to provide both e-Commerce companies and customers with the measurement and service quality in real-life network environment. But the research on the service quality measurement method for electronic commerce systems has been limited because ISP and e-Commerce providers seldom disclose detailed service measures such as, where and how much service delay incurred. In this paper, we construct sample e-Commerce systems and try to measure the service quality of the systems in real network environment. We have analyzed the delay zones and causes using a measurement tool. We must reflect the improvement method against delay causes. Accordingly, the customers can be experiences the better service quality.

We hope that this research will be the groundwork for future research on the service quality of various types of e-Commerce systems and online services.

Keywords : End-to-End, Internet QoS, Service Measurement, Electronic Commerce Systems, Delay Zones

논문접수일 : 2005년 5월 23일

논문게재확정일 : 2005년 9월 20일

※ 본 연구는 2005년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

* 주저자, 광운대학교 경영정보학과 경영정보학박사, (136-701)서울시 노원구 월계동 447-1 광운대학교 경영정보학과,

Tel: 02-943-9575, e-mail: projskim@joins.com

** 광운대학교 경영정보학과 부교수

1. 서론

1990년대 이후 초고속 인터넷 망의 고도화로 인한 e-비즈니스 서비스가 급속히 확산되고 있다. 과거 몇 년 사이에 e-비즈니스에 대한 기업들의 관심은 폭발적으로 증가되었으며 이로 인해 기업들은 e-비즈니스의 대표적인 형태라 할 수 있는 전자상거래의 구축 및 운영에 관심과 투자를 기울이고 있다. 종단간(End-to-End) 지연구간과 그 원인은 무엇인가? 원활한 서비스를 제공하기 위하여 상거래 환경의 영향을 미치는 요소는 무엇일까? 등의 항목들은 대부분 상거래 업체들이 궁금한 내용임에 틀림없다. 현재 전자상거래 사업자는 단 한명의 고객이라도 놓치지 않기 위하여 많은 노력을 하고 있다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고, 가입자가 온라인 서핑 중 오랜 지연 시간 혹은 결제시 장애가 발생한다면 사업자는 커다란 손실을 잃게 됨이 분명하다. 또한 전용선과 달리 초고속 인터넷 서비스 상품은 사업자간 교체 등으로 종단간 지연구간을 파악하기 어렵다. 따라서 본 연구는 신속하고 안정적인 서비스를 제공하기 위해서는 주요 지연구간 파악과 필요 전송 대역폭 및 상거래 시스템의 처리 용량을 예측하는 작업이 필수적이다. 그러나 이러한 작업들은 인터넷 서비스 공급자와 상거래 시스템, 운영 기업들이 쉽게 공개하지 않는 부분이 많다. 그러므로 이전의 많은 관련 연구들은 가상의 인터넷 환경에서 대역폭과 서버 성능에 대한 측정 및 예측 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 실제 인터넷 환경에서 실시간으로 서비스 품질을 측정하는 방안과 서버 로드에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 첫째, 종단간 지연 측정 및 서버 이득 두가지로 분류하여 조사한다. 둘째, 전자상거래 시스템의 서비스 품질 측정을 위하여 비즈니스 트랜잭션을 고려한 예제 상거래 시스템을 구축하였다. 예제 상거래 서비스로 비즈니스 트랜잭션이 활발한

쇼핑몰과 예매 사이트를 구축한 후 이에 대한 프로세스 과정을 살펴본다. 이러한 실험을 목적으로 상거래 환경에 대한 종단간 측정이 가능한 측정 틀 조사와 종단간 상거래 서비스 환경에 대한 적합한 측정 방안을 소개한다. 셋째, 전자상거래 QoS(Quality of Service) 측정 구간을 세구간으로 정의한 후 지연구간과 원인을 파악한다. 실험 결과, 지연구간과 원인을 파악할 수 있었고 이에 대한 개선 방안을 제시하였다. 끝으로 서버 로드 실험으로 시뮬레이션 결과에 따른 지연구간 분석, 동시 접속자 수 증가에 따른 서버 로드 변화와 추이를 살펴본다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 종단간 지연 측정, 웹 세션과 웹 서버 성능 평가에 대한 관련 연구를 고찰한다. 3장은 전자상거래 시스템 구축 내용을 설명하며 구체적으로 쇼핑몰과 예매 상거래 시스템의 프로세스 과정을 소개한다. 그리고 실제 전자상거래 사이트와 예제 사이트에 대한 유사성을 살펴본다. 4장에서는 전자상거래에 대한 종단간 서비스 품질 측정으로 지연구간과 원인을 분석한다. 5장에서는 Discrete-Event Simulation과 Hybrid Simulation에 대한 동시 접속자 수에 따른 서버 로드를 관찰한다. 마지막 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 전자상거래 서비스 환경

1990년대 후반 인터넷과 제반 기술의 급격한 발전과 더불어 인터넷을 이용한 e-비즈니스 환경이 빠르게 조성되면서 B2B(Business-to-Business), B2C(Business-to-Consumer), C2C(Consumer-to-Consumer), C2B(Consumer-to-Business), B2E(Business-to-Employees), Intra-business(Inter-organizational) Commerce, G-2C(Government-to-Citizens), C-Commerce(Collaborative-Commerce), M-Commerce(Mobile-Commerce) 등

〈표 1〉 다양한 전자상거래 서비스

| 유형 | 개 념 | 서비스 |
|------------------------|--|---|
| B2B | 기업과 기업간의 전자상거래 | 물류통합, EDI, 마켓플레이스 |
| B2C | 기업과 소비자간의 전자상거래 | 사이버쇼핑몰, 전자인증, 전자결제 |
| C2C | 소비자와 소비자간의 전자상거래 | 경매, 베희시장 |
| C2B | 소비자와 기업간의 전자상거래 | TV 홈쇼핑, 전자상점, 전자몰 |
| B2E | 조직 구성원의 입장에서 인사관리정보 중심으로 발전된 포탈 | Sales Force Automation ¹⁾ |
| Intrabusiness Commerce | 기업 내 거래(가치 창출이 이루어지는 활동을 주로 기업 내부적 차원에 초점을 맞춤) | Workflow System, 정보공유, 화상회의 |
| G2C | 정부와 기업간의 전자상거래 | B2G ²⁾ , G2B ³⁾ |
| Collaborative-Commerce | B2B, B2C 거래에 있는 상호간 커뮤니케이션을 강조하는 개념 | 기업간 교류, Value Chain Processes 예, http://www.cyclonecommerce.com |
| Mobile-Commerce | 이동 중에 이동전화 단말기와 같은 휴대용 정보기기 등을 이용한 고객 | 온라인 banking, 온라인 스톡 트레이닝, 메시지 시스템 |

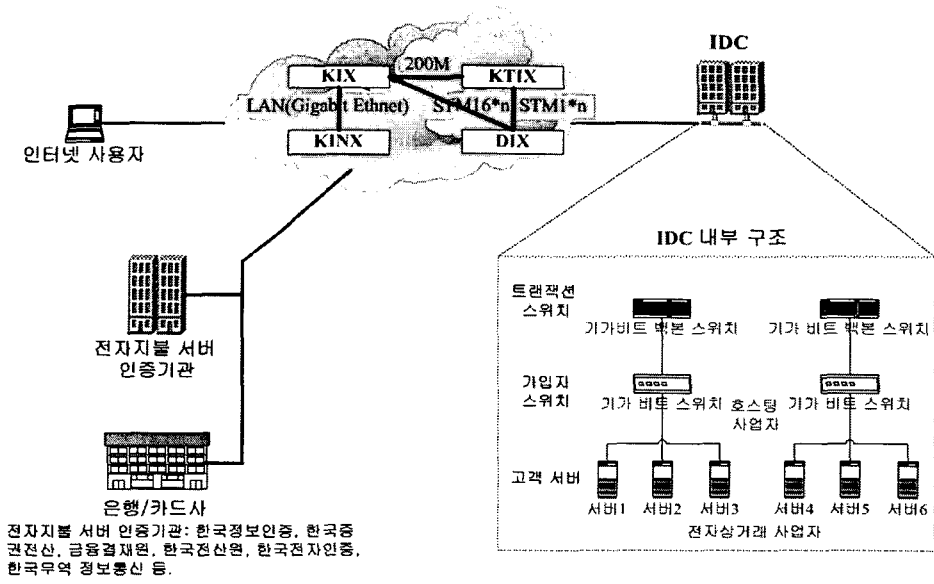
으로 매우 다양한 서비스로 전자상거래가 차지하는 비율이 급속히 증가하고 있다[Turban et al., 2004].

전자상거래의 사업자는 인터넷 망을 이용한 비즈니스 사업자를 일컫는다. 이와 같이 인터넷 망은 4대 IX(Internet eXchange), 국내 대형 ISP(Internet Service Provider) 사업자, 중소 ISP 사업자, 유선 방송 사업자 등으로 세분화 할 수 있다. 이러한 다양한 사업자 중 국내 인터넷 망은 대형 ISP 사업자가 주도하고 있는 상황이다. 뿐만 아니라 고객은 ISP 사업자의 다양한 초고속 인터넷 서비스를 활용하고 있으며 서비스 유형 또한 매우 다양하다. Wireless LAN, ADSL, Cable, VDSL, 엔토피아 등으로 분류할 수 있으며 각 상품마다 보다 더 세분화되어 나누어진다. 이와 같이 고객 댁내에서 인터넷 접속 후 고객

이 원하는 상품이 있는 상거래 사이트로 이동한다. 고객은 여러 사이트를 검색한 후 가장 적합한 사이트에 있는 상품을 구매할 것이다.

이에 반해 전자상거래 사업자는 비즈니스에 관련된 콘텐츠 자료를 전자상거래 서버에 탑재한 후 고객에게 서비스를 제공한다. 사업 규모에 따라 고객에게 더 좋은 서비스를 제공하기 위하여 IDC(Internet Data Center)에 많은 전자상거래 서버가 위치하고 있다. 또한 IDC는 고객들에게 안정적인 서비스를 제공하기 위하여 IDC SLA(Service Level Agreements)를 적용하고 있다. IDC는 백본망에서 라우터, 스위치, 서버와 같은 구성도로 회선 대역폭 서비스와 서버 유형에 따라 비용이 책정된다. 아울러 IDC내의 서비스 중 장애가 발생할 경우 빠른 복구와 고객 배상을 시행하고 있다. 초고속 인터넷 망을 이용한 상거래 환경 서비스 전체 구조와 IDC 내부 서비스 구성도는 <그림 1>과 같다. 서버 집단의 유형은 웹 서버, 애플리케이션 서버(보안 서버, 머천트(Merchant) 서버, 전자 우편 서버, FTP 서버, NTP 서버 등), 데이터베이스 서버 등으로 매우 복잡한 프로세스 처리 구조와 다양한 서버로 구성되어 있다.

- 1) 판매 비즈니스 작업을 자동화 시켜주는 소프트웨어 기술(프로세싱 계약 관리, 정보 공유, 재고품 모니터링과 제어, 상품 추적, 고객 관리, 판매 예측 분석, 고용 성과 평가 등).
- 2) B2G(Business to Government)로 기업과 정부기관의 전자거래(디지털화 된 대민행정 서비스).
- 3) G2B(Government to Business)로 우리나라에 활성화 이전 단계(싱가포르 정부의 통합 디지털 행정서비스).



〈그림 1〉 상거래 환경 서비스 전체 구조

고객이 원하는 상품을 보유하고 있는 상거래 사업자는 충분한 대역폭 용량과 접속한 고객을 수용할 수 있는 서버 성능이 뒷받침되어야 한다. 이와 같이 서버 성능이란 클라이언트 최대 수용량으로 처리량(Throughput), 응답 시간(Response Time), CPU 처리속도, 디스크 I/O(Disk I/O) 속도, 메모리(Memory)량 등과 밀접한 관련이 있다. 만약 수용할 수 있는 최대 서버 용량을 초과했을 경우 서버 장애가 발생할 것이며 이는 고객에게 원활한 QoS를 제공하는데 있어 저해 요소가 될 것이다. 예를 들어 고객이 상거래 사이트에 접속한 후 상품을 구입하기 위하여 비즈니스 트랜잭션 수행 시 이에 대한 응답 시간이 늦으면 아마도 고객은 다른 상거래 사이트로 이동할 것이며 사업자는 매출 기회를 상실하게 될 것이다. 뿐만 아니라 구매 신청에 대한 결제 시 장애가 발생했을 경우 이는 고객에게 커다란 신뢰를 잃을 것이다. 이처럼 중단간 애플리케이션 성능에 대한 중요 파라미터는 고객이 전달받은 클라이언트 응답 시간(지연)을 말한다[Garg 1999; Wesson et al., 2004]. 대표적인 사례로 Internet

Week Online에서 오랜 응답 시간 지연으로 인한 1900억 달러 이윤 손실을 가져온 적도 있었다[Wilson, 1999].

2.2 중단간 지연 측정

인터넷 패스로부터 네트워크 지연구간을 파악할 수 있는 능력은 인터넷 서비스 제공자나 사용자에게 매우 유용한 정보이다. 만약 사용자는 대상 목적지로부터 네트워크 패스의 성능 측정을 사용한 후, 이러한 정보를 서비스 제공자가 받는다면 빠른 네트워크 문제점 파악과 내부도메인 또는 외부도메인 레벨에 대한 트래픽 엔지니어링 가이드가 될 수 있다. 불행하게도 모든 관련된 링크에 대한 링크 로드 정보를 접근하지 않으면 지연구간의 식별은 어렵다는 문제점을 가지고 있다[Hu et al., 2004]. 이처럼 네트워크 관리 기술은 네트워크 성능을 간파하는 것이 결정적이다. 게다가, TCP 충돌 제어와 같은 네트워크 제어 장치의 행동을 이해할 수 있어야 한다. 네트워크 파라미터(예, 지연, 손실, 처리량)로

중단간 플로우를 쉽게 측정할 수 있다. 반면, 네트워크 내부의 개별 링크량에 대한 측정이 난해하다는 단점이 있다[Anagnostakis et al., 2003].

거대한 통신 네트워크의 성능 모니터와 장애 원인에 대한 진단은 도전할만한 연구이다. 이는 두가지 유형으로 접근되며 에이전트를 기반으로 하고 있다. 첫째, 내부 접근법으로 직접적인 활동(direct active) 또는 수동적(passive)인 측정 방법을 들 수 있다. 각 접근 방법은 장점이 있으나, 다음과 같은 한계점도 가지고 있다: 1) 일반적인 사용자에 대한 가용성을 알 수 없다. 2) 짧은 패스의 서비스 범위는 측정이 어렵다. 3) 측정 중 높은 로드 동안에는 사용할 수 없다. 4) 거대한 네트워크 측정에 관한 정보 수집 관련 이슈와 5) 중단간 형상을 추론할 수 있는 홉(hop) 측정 구성을 들 수 있다. 둘째, 외부 접근법은 중단간 성능의 형상을 이해하기 위한 실험 작업을 일컫으며, 이것은 중단간 측정에 대한 진단 문제를 들 수 있다. 최근 측정 인프라스트럭처(Infrastructure) 프로젝트(CAIDA⁴, IPMA⁵, NIMI[Paul 1997], Surveyor⁶)로 호스트들 사이의 패스 형상을 중단간 측정으로 분석 및 정보를 수집하고 있다. 이와 같이 분석 및 정보 수집을 살펴보면 첫째, ping과 traceroute와 같은 진단 툴은 IP 네트워크 내의 지연, round-trip 손실, 연결 결정 등으로 사용된다. 둘째, path-char는 손실률, 패킷 지연, 홉-대-홉 링크 용량 측정으로 traceroute를 확장한 것이다[Downey 1999]. 그러나 이들 접근법도 몇가지 단점이 있다. 1) 지연은 정규화된 트래픽을 입증하지 못한다. 즉, ICMP(Internet Control Message Proto-

col) 패킷은 라우터 내의 적은 우선순위를 가지고 있다. 2) round-trip 보고서와 비대칭 패스를 살펴보면 링크 방향에 대한 지연 속성을 가지고 있다. 3) ICMP 트래픽은 네트워크 관리자에 의해 사용할 수 없도록 제어할 수 있다⁷[Duffield et al., 2004].

지금까지 중단간 지연 측정 방법, 단점 등을 간략히 조사하였다. 세부적으로 중단간 지연 측정에 대한 여러 문헌들을 살펴보면 <표 2>와 같이 요약할 수 있다.

본 연구의 중단간 전자상거래 QoS 측정은 에이전트 방식으로 한 로드 패킷 에뮬레이트로 수동적인 측정방법을 사용하였다. 보다 자세한 측정 방법은 4장에서 언급하기로 하고 본 절에서는 지면 관계상 생략한다.

2.3 웹 세션과 웹 서버 성능 평가

웹 세션(Session)이란 웹 서버와 사용자간에 접속을 유지하기 위한 목적으로 사용된다. 예를 들면, 사용자가 전자상거래 홈 페이지를 방문한 후 장시간 자리를 비우는 경우에도 사용자와 웹 서버는 계속 연결되어 있다. 이렇게 사용되지 않는 사용자가 계속 전자상거래 홈 페이지에 접속되어 있으므로 웹 서버 속도를 저하시키는 문제가 존재하나 세션은 일정시간동안 사용하지 않는 상태가 되면 사용자와 웹 서버간의 연결을 끊을 수 있도록 제공한다. 다수의 사용자 세션 길이와 내부 세션 시간, 세션 당 요구되는 페이지 수, 분산 세션 당 요구되는 수 등을 목표로 앤드 유저로부터 웹 서버 성능을 향상 시킬 수 있는 몇가지 특성을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 불필요한 라운드 트립 제거로 사용자 지연을 감소시킨다. 둘째, 웹 서버에 적합한 TCP Connection

4) CAIDA : Cooperative Association for Internet Data Analysis. [URL] <http://www.caida.org>.

5) IPMA : Internet Performance Measurement and Analysis. [URL] <http://www.merit.edu/ipma>.

6) Surveyor : An Infrastructure for Internet Performance Measurements. [URL] http://www.isoc.org/inet99/proceedings/4h/4h_2.htm.

7) 최근 연구 자료를 보면 패스를 통한 ICMP filtering 때문에 ICMP echo 메시지가 응답이 없는 노드만 50% 이상 발견되고 있다[Anagnostakis et al., 2003].

〈표 2〉 중단간 지연 측정

| 연구자 | 연구 내용 |
|---------------------------|---|
| Wesson et al. [2004] | <ul style="list-style-type: none"> • 연구 동기 : 중요 애플리케이션의 성능을 모니터하는 것은 기업에 있어 필수적이다. 반면, 전형적인 네트워크 분석 툴은 네트워크 인프라와 네트워크 생성 크기에 만족하지 못하는 결점이 있음 • 연구 목적 : 따라서 애플리케이션 성능 관리에 대한 시각적인 시스템 개발(AppVis) 필요성을 토론 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 메시지 정보 수집으로 애플리케이션 지연 매트릭(서버 지연, 네트워크 지연, 총 지연 등으로 분류)을 파악 ◦ PacketShaper(측정 툴)로 ITS(Integrated Tertiary Software)의 지연 매트릭 측정을 위한 네트워크 모니터링 기술로 채택 ◦ 애플리케이션 지연 성능을 효과적인 시각으로 제공함 • 기여점 : UPE(University of Port Elizabeth) 네트워크상의 애플리케이션 성능 관리에 대한 정보 제공과 분석, 애플리케이션 지연 등 시각적인 효과로 사용자가 손쉽게 사용 |
| Duffield et al. [2004] | <ul style="list-style-type: none"> • 연구 동기 : 중단간 측정은 네트워크 성능을 진단하기 위한 일반적인 툴이다. 이는 근본적으로 네트워크 요소 제어와 사용자 체감을 반영할 수 있어야 한다. 그러나 중단간 측정으로부터 사이트 성능 파악이 어렵다는 문제점이 있음 • 연구 목적 : 따라서 멀티캐스트 트래픽의 중단간 지연 측정으로부터 각 링크의 패킷 지연 변수와 논리적인 멀티캐스트 트리 추론을 토론 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 이 방법은 네트워크 요소 중재로 상호 간의 동작에 의존되지 않음 ◦ 시뮬레이션을 통한 평가와 실패 모드를 분석 ◦ Model-Based Simulation과 ns Simulation으로 수행 <ul style="list-style-type: none"> ① Model-Based Simulation 결과, 패킷 손실은 현저하게 감소 ② ns Simulation 결과, 액세스 링크와 백본 사이에 많은 지연이 발생했으며 제안한 알고리즘 적용 후 좋은 결과값을 제공 • 기여점 : 향후 측정된 데이터는 논리적인 멀티캐스트 토폴로지를 결정하는데 적용할 수 있음 |
| Anagnostakis et al.[2003] | <ul style="list-style-type: none"> • 연구 동기 : 몇몇 기술들은 네트워크-내부 지연을 측정하기 위해 제안되었으나, 라우터 응답성은 라우터 내의 새로운 기능 추가 또는 기존 인프라스트럭처 측정에 대한 의심스러운 성능을 제공 • 연구 목적 : 따라서 기존 인프라스트럭처에 대한 네트워크-내부 지연 측정을 수행(라우터상의 ICMP Timestamp를 관찰하기 위하여 cing⁸⁾을 사용) <ul style="list-style-type: none"> ◦ ICMP Timestamp는 TTL-response에 대한 빈도성을 평가(적응성, 성능에 대한 불규칙한 경로, 불안정한 패스 등을 분석) ◦ 내부 네트워크 성능을 중단간(예, active 방식) 측정 방식으로 도입 ◦ cing 관찰 중, 명확한 측정이 아닐 경우 "fail"모드이나 이에 대한 원인 답변은 제공하지 않음. 또한 분리된 링크의 경우 측정이 불가능하다는 한계점이 존재 • 기여점 : 네트워크-내부 큐잉 딜레이(Queueing Delay)를 측정하기 위한 direct 기술은 비간접적인 추론 기술보다 보다 정확한 결과값을 제공 |
| Hu et al. [2004] | <ul style="list-style-type: none"> • 연구 동기 : 인터넷상의 중단간 패스로부터 네트워크 지연구간 파악이 가능한 능력은 네트워크 제공자와 연구자들에게 흥미있는 연구 주제로 대두 • 연구 목적 : 따라서 중단간 패스로부터 네트워크 지연구간을 파악함으로써 최종 사용자에게 보다 효율적인 서비스 제공을 위한 목적 <ul style="list-style-type: none"> ◦ Pathneck⁹⁾을 사용한 trace-driven emulation과 광대역 인터넷을 대상으로 실험 ◦ 실험 결과, 소스에서 목적지까지의 지형적인 관찰과 선택된 구간에 대한 지연구간 파악이 가능 • 기여점 : 인터넷 패스를 대상으로 80% 가량 성공적인 지연구간 감지가 가능 |

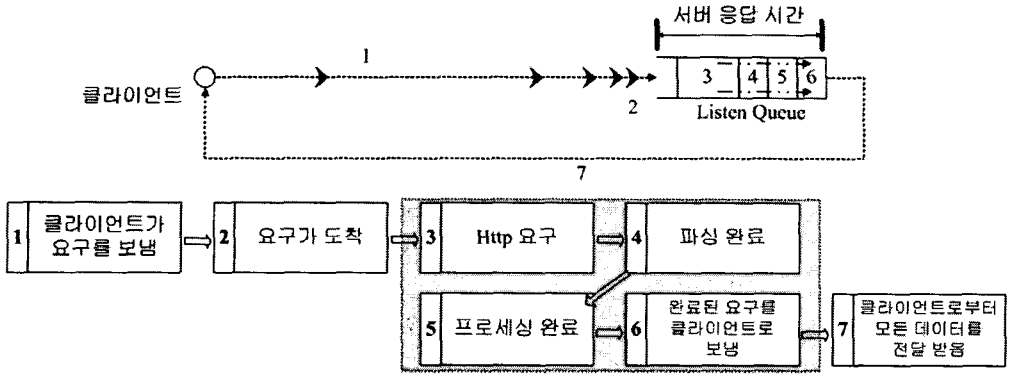
8) 인터넷상의 플로우에 대한 다중 충돌을 학습하기 위한 툴.

9) 목적지에 접근할 필요없이 RPT(Recursive Packet Train)이라 불리우는 표준 관찰 기술을 반영한 툴.

관리 정책 제안으로 사용자 지연을 감소시킬 수 한 과거 연구된 문헌을 정리하면 <표 3>과 같 있으나 처리량은 증가하는 단점이 있다. 이에 대 이 요약할 수 있다.

<표 3> 웹 세션과 웹 서버 성능 평가

| 연구자 | 연구 내용 |
|--|---|
| Padmanabhan et al. [1994] | <ul style="list-style-type: none"> 네트워크 라운드 트립 수에 대하여 불필요한 오버헤드를 추가 <ol style="list-style-type: none"> 수정한 HTTP 제안과 접근 비용을 분석 실험 결과, 지연성 감소와 응답 시간 향상 |
| Padmanabhan[1995], Barford et al. [1999] | <ul style="list-style-type: none"> 인터넷 지연은 네트워크와 서버로 추정 <ol style="list-style-type: none"> 네트워크 : 클라이언트에서 서버까지 연결된 패스 사이에 대역폭 링크 제한으로 인한 충돌 때문 서버 : 디스크 시스템과 CPU 이들 둘 중 하나가 이용률이 높을 때 병목 현상이 발생 HTTP를 향상시킬 수 있는 방안 제안 <ol style="list-style-type: none"> 네트워크 라운드 트립을 줄임 서버 CPU, Disk 등의 시스템 자원 병목 현상이 발생할 때 HTTP 1.0/1.1을 비교 분석한 결과 <ul style="list-style-type: none"> HTTP 1.1로부터 네트워크 요구는 LAN 시험에서 HTTP 1.0 보다 적은 결과값으로 병목 현상이 발생하지 않음 서버 CPU가 병목 자원이 발생했을 때 HTTP 1.0과 HTTP 1.1 사이의 성능 차이는 없음 서버 상의 메모리를 제안했을 때 디스크 시스템은 병목이 발생했고 HTTP 1.1은 HTTP 1.0보다 좋지 않은 결과로 분석됨 이러한 관찰로 HTTP 1.1을 위한 연결 관리 정책 제안 <ul style="list-style-type: none"> 실험 결과, 디스크 시스템에 병목이 발생했을 때 네트워크는 적은 대역폭으로 지연이 감소되었으나 처리량은 증가 |
| Rolia et al. [1995] | <ul style="list-style-type: none"> 매트릭스는 LQM(Layered Queueing Model)을 적용 <ol style="list-style-type: none"> 실험 결과, QoS는 적은 결과값을 산출 클라이언트 응답 시간은 인터넷과 같은 망 지연 환경에서 보다 민감하며 서버 풀 내의 서버 수에 따라 민감 수개월의 시간동안 인터넷 웹 서버와 상업용 인터넷, 거대한 스케일의 모델 파라미터로 수집된 워크로드 매트릭 수용, 측정 툴 등을 기술 |
| Dilley et al. [1996] | <ul style="list-style-type: none"> 서버 설계에 대한 성능 예측과 용량 모델을 LQM으로 적용 후 인터넷 웹 서버와 인터넷 성능을 평가 로컬 실험 결과, 웹 서버로부터 전달된 클라이언트 QoS는 좋은 결과값 도출 |
| Barford et al. [1998] | <ul style="list-style-type: none"> 서버에 실제 사용자가 접근하는 모형 집합을 웹 워크로드 생성 툴(SURGE)로 설계 후 웹 서버를 관찰 <ol style="list-style-type: none"> 서버 파일 사이즈 분산, 요구 사이즈 분산, 빈번히 사용된 파일 비교, 감춰진 파일 주소, 일시적인 레퍼런스 위치, 개별적인 사용자의 유희 주기 등을 관찰 재 입증되는 웹 워크로드 생성으로 요구 가능한 필수 요소를 관찰 <ol style="list-style-type: none"> 다른 웹 서버 벤치마킹과 달리 차별화된 방법으로 서버를 실험 SURGE와 SPECweb96 툴을 비교 실험 결과 <ol style="list-style-type: none"> SPECweb96보다 Open Connection의 수가 많이 발생(CPU 로드가 많이 발생했기 때문) SURGE와 SPECweb96을 비교 실험 결과, TCP Connection이 다르게 발생(SURGE 생성 네트워크 트래픽의 Self-similar때문) |
| Arliitt[2000] | <ul style="list-style-type: none"> 앤드 유저를 대상으로 웹 서버 성능을 향상시키기 위한 몇가지 특성을 제안 <ol style="list-style-type: none"> TCP Connection 설정 후 불필요한 라운드 트립을 제거하면 사용자 지연 방지 웹 서버에 적합한 TCP Connection 관리 정책으로 지연 회피 |
| 김명은 외 1인[2002] | <ul style="list-style-type: none"> 기존에 구현된 웹 이미지 서버로 쇼핑몰 관리 기능, 사용자 로그 기능, 이미지 카탈로그 기능을 추가하여 확장 웹 서버 성능 평가 툴인 WAS(Web Application Server)를 이용하여 웹 이미지 서버 시스템의 응답 시간을 측정 비교 사용자를 계속 증가시켜 웹 이미지 안전성을 평가 |



<그림 2> HTTP 요구 처리 과정

웹 서버 용량과 네트워크 토폴로지에 대한 성능 예측 및 용량 모델은 주로 LQM을 적용 후 인터넷 웹 서버와 인터넷 성능을 평가한다. 이 결과 LQM은 서버로부터 클라이언트 응답 시간을 예측할 수 있다. 이 밖에 서버 용량 설계 시 서버 이용률을 이해하는 것은 중요하다. 이에 대한 측정 가능한 지표는 서버 응답 시간으로 서버 풀 프로세스 상에 하나의 HTTP 요구 수행 시간을 말하며 요구를 완료하기 위한 물리적 자원의 큐잉 딜레이와 서비스 시간 등을 포함한다. 구체적인 HTTP 요구 처리 과정은 <그림 2>와 같다. 1~7번까지 클라이언트 요구에 대한 응

답 처리를 수행하며 이 중 3~6번까지 처리 과정을 서버 응답 시간이라 한다.

3. 전자상거래 시스템 모형과 구축

다양한 웹 사이트에 대한 일 평균 방문자 수는 <표 4>와 같다. 이 자료는 (주)랭키닷컴의 2004년 7월 월간 순위로 고객이 하루 24시간을 기준으로 1시간당 중분류에 해당하는 사이트에 접속하는 일평균 방문자수의 합을 나타낸 것이다. 가입자가 가장 많이 방문한 사이트는 종합 검색 엔진이며 상거래 관련 사이트는 종합쇼핑몰

<표 4> 웹 사이트에 대한 일 평균 방문자 수

(2004년 7월 월간 순위)

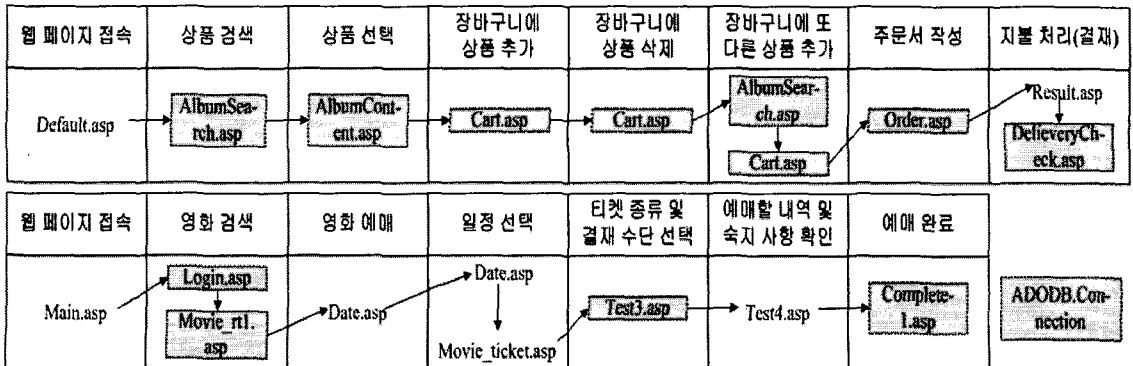
| 순위 | 중분류 | 일평균 방문자 수 |
|----|-----------|------------|
| 1 | 종합 검색 엔진 | 17,214,597 |
| 2 | 커뮤니티 포탈 | 15,392,754 |
| 3 | 유무선 포탈 | 6,224,800 |
| 4 | 종합쇼핑몰 | 4,243,301 |
| 5 | 게임포탈 | 4,224,355 |
| 6 | 은행 | 4,190,455 |
| 7 | 스포츠신문 | 3,434,984 |
| 8 | 종합일간지 | 2,809,661 |
| 9 | 음악정보/음악방송 | 2,067,597 |
| 10 | 티켓예약 | 256,394 |

자료원 : 랭키닷컴(<http://www.rankey.com>)

사이트로 조사되었다. 뿐만 아니라 종합쇼핑몰의 사이트는 240개로 가장 많았으며 다음으로는 종합 검색 엔진이 143개 사이트, 음악정보/음악방송이 128개 사이트 등으로 조사되었다.

이와 같은 다양한 전자상거래 관련 웹 사이트 중 트랜잭션이 활발한 쇼핑몰 사이트와 예매 사이트로 선정하였다. 트랜잭션이란 정보의 교환이나 데이터베이스 갱신 등 연관되는 작업들에 대한 일련의 연속적인 작업을 의미한다. 예를 들어, 돈을 출금하는 하나의 트랜잭션으로 보았다면 출금하는 각각의 단계들이 모두 성공적으로 이루어지며 출금 내용이 은행의 데이터베이스에 실제로 반영된 때를 트랜잭션이 성공적으로 끝났다고 할 수 있다. 만약 어떤 한 단계에서라도 오류가 발생하면 데이터베이스에는 아무런 수정이 이루어지지 않으며 트랜잭션이 시작되기 이전 상태로 유지된다. 본 연구에서는 구축한 상거래 시스템은 온라인상에서 오류없이 연속적인 트랜잭션이 완료했을 때 결제 처리를 자체 데이터베이스에 결과값으로 저장 처리하도록 하였다. 구축한 쇼핑몰과 예매의 연속적인 트랜잭션은 다음과 같다. 쇼핑몰의 트랜잭션은 총 8번으로 고객이 처음 웹 페이지 접속 후 상품을 검색하고 선택한다. 고객이 상품을 결정한 후 장바구니에 상품을 추가 혹은 삭제하고, 또 다른 상품을 장바구니에 추가한다. 그리고 주문서를 작성한 후 마지막 결제 처리로 종료한다. 예매의 트

랜잭션은 7번으로 고객이 예매 사이트의 웹 페이지 접속 후 영화를 선택한다. 원하는 영화를 결정한 후 영화를 예매하고 일정과 시간을 고객이 정한다. 그리고 예매를 결제하고 숙지 사항 전달과 마지막 영화 예매로 완료한다. 이러한 트랜잭션에 대한 클라이언트 Think Time 처리는 배제하였다. 즉, 고객이 원하는 상품을 랜덤하게 선정, 혹은 영화도 고객이 보고자 하는 영화를 랜덤하게 선정하여 연속적인 처리가 가능하도록 시나리오를 반영하였다. 실제 상거래와 같은 대표 웹 기반을 실험하기 위하여 본 논문에서는 URL을 두가지로 분류한다. 첫째, Browser URL로 사이트내의 영화 관람 정보가 주로 정적인 HTML 페이지와 이미지로 구성하였고 둘째, 트랜잭션 URL은 쇼핑 동작 프로세스로 상품 탐색, 장바구니로부터 상품 추가/삭제, 결제 등을 말한다. 이렇게 URL 유형을 두가지로 분류한 이유는 트랜잭션이 활발할 수록 상거래 점대점 접속 구간 대역폭과 서버 용량이 비례할 것으로 판단했기 때문이다. 트랜잭션 URL과 Browse URL 비율은 쇼핑몰은 대략 80 : 20, 예매는 40 : 50으로 설정하였다. 각 비율의 선정은 데이터베이스 갱신과 관련된 ASP 소스로 정하였다. 보다 자세한 내용은 <그림 3>과 같다. 쇼핑몰의 메인 페이지인 Default.asp로 각 하부 관련 ASP 소스는 대부분 데이터베이스와 연동 후 이벤트를 수행한다.



<그림 3> 쇼핑몰과 예매 프로세스

ADODB.Connection은 트랜잭션을 초기화하며 다른 단일 트랜잭션을 호출하는 역할을 한다. 단일 트랜잭션이란 쇼핑몰의 경우 웹 페이지 접속, 상품 검색, 상품 선택, ..., 지불 처리 등과 같이 하나 하나의 프로세스를 말한다. 연속적인 트랜잭션 실패없이 처리한 후 데이터베이스 결과의 갱신과 관련된 ADODB.Connection으로 ASP 소스 내에 이와 같은 개체 변수를 내포하고 있다.

실제 운용중인 전자상거래 사이트와 구축된 예제 전자상거래 사이트가 어느 정도 유사한지를 알아보기 위하여 국외 사이트와 국내 사이트를 각각 선정하여 실험하였다. 측정 틀은 종단간 측정이 가능하며 애플리케이션 성능 문제 및 네트워크 문제를 진단하고 해결책에 대한 제시가 가능한 OPNET사의 IT Guru(버전 10.5)로 ACE와 ACE Decode Module을 사용하였다. Wireless LAN과 ADSL이 설치된 고객 댁내에서 측정도구를 사용하여 총 6일간 측정하였다. 명확한 결과값을 도출하기 위하여 국외, 국내 사이트 대상 서버에 에이전트를 설치한 후 이를 측정하면 명확한 결과값을 얻을 수 있으나 국외 서버에 에이전트 설치의 어려움과 사업자간 복잡한 관계로 인하여 선정된 사이트 이외의 예제 상거래 서버에만 에이전트를 설치하였다. 에이전트 방식

이외, 클라이언트와 서버간의 링크에 입출력되는 패킷을 수집하는 방법으로 TCPdump, 기타 패킷 수집 툴 등이 있으나 배경 트래픽에 따라 TCP 알고리즘의 영향을 받아 매 측정 때마다 그 특성이 달라질 수 있다[전의수 외 1인; 2004]. 따라서 본 연구의 실험에서는 애플리케이션단의 트랜잭션에 대한 패킷을 전용 수집 가능한 에이전트 측정을 대상으로 하였다.

선정된 국외, 국내 사이트는 주로 IIS 웹 서버로 ASP 프로그램을 사용하지만 phono 사이트는 PHP와 ASP를 혼합한 서비스를 제공하였다. 포트 미러링 결과 웹 서버 규모는 쇼핑몰인 cduniverse는 10대, phono는 6대(Linux 5대, Windows NT 1대) 그리고 예매인 movietickets은 10대, movieok는 4대로 비교적 국외 사이트의 규모가 큰 사이트이며 국내 사이트는 중·소형 규모의 사이트로 조사되었다. 예제 전자상거래 사이트는 웹 서버와 데이터베이스 서버로 구성하였다. 측정된 결과값은 <표 5>와 같다.

측정 항목의 정의는 다음과 같다.

- 평균 웹 페이지 사이즈(bytes) : 클라이언트가 해당 웹 사이트에 대한 평균 다운로드 시간으로 이때 측정된 웹 페이지의 평균 사이즈

<표 5> 대표 사이트와 예제 사이트 측정

| 종류 | 사이트 | 평균 웹 페이지 사이즈(bytes) | 웹 페이지당 평균 이미지 콘텐츠(bytes) | 웹 페이지당 이미지 수 | 성공적인 웹 페이지 표준편차 |
|-----|---------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|-----------------|
| 쇼핑몰 | http://www.cduniverse.com/ | 110,439 | 2,249 | 28.105 | 14,588 |
| | http://www.shopping-monaco.com/ | 39.64 | 36.88 | 5.12 | 35.67 |
| | http://www.phono.co.kr/ | 182,995 | 3,819 | 63.833 | 234,390 |
| | Test site 1 | 33,179 | 4,394 | 7.7450 | 26,632 |
| 예매 | http://www.movietickets.com/ | 125,657 | 11,758 | 23.111 | 115,812 |
| | http://www.movieok.co.kr/ | 416,669 | 10,292 | 69.594 | 42,914 |
| | Test site 2 | 136,445 | 7,045 | 17.435 | 30,026 |

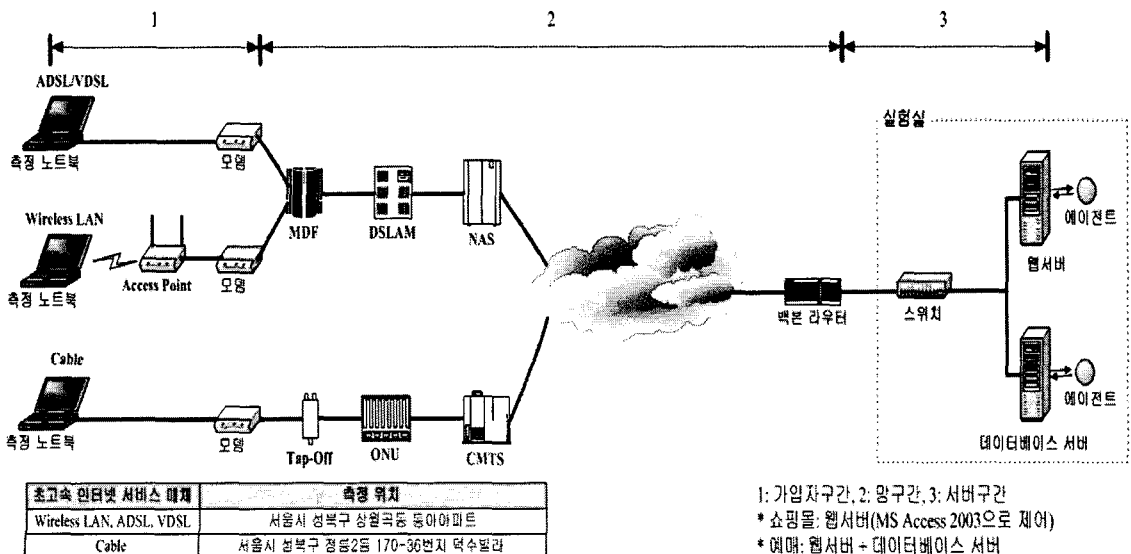
- 웹 페이지당 이미지 수 : 웹 페이지마다 이미지 수
- 웹 페이지당 평균 이미지 콘텐츠(bytes) : 각 웹 페이지당 평균 이미지
- 성공적인 웹 페이지 표준편차 : 클라이언트의 성공적인 페이지 다운로드로 다운로드시간 내에 변화를 말함(수식 = 평균 웹 페이지 사이즈/다운로드 시간)

측정 결과, 쇼핑몰의 경우 웹 페이지당 평균 이미지 콘텐츠, 성공적인 웹 페이지 평균 다운로드 등은 실제 전자상거래 사이트를 반영하고 있다. 예매 또한 각 항목들에 대하여 실제 전자상거래 사이트의 특성을 갖는 것으로 분석되었다.

4. 전자상거래 QoS 측정

전자상거래 측정 사례로 Krishnamurthy[1998]가 연구했던 내용을 참조하였다. 이 연구는 다운로드 시간의 효율성으로 서버 사이클 시간이 오래 걸려도 구매자의 추가적인 요구도 수용할 수

있어야 한다는 전제하에, 기존 연구는 네트워크 대역폭으로 보다 많은 클라이언트를 수용토록 고려한 반면, 이 연구는 쇼핑몰 서버에 초점을 맞추었다. 정의된 LQM 모델 기반 하에 시뮬레이션을 서버 응답 시간, 서버 CPU 이용률, 서버 노드 CPU 이용률, 대·소형 쇼핑몰의 서버 접속 사용자 수 등을 조사하였다. 반면, 본 연구에서는 LQM으로부터 구성된 LAN의 전자상거래 측정이 아닌 WAN과 같은 종단간 인터넷 QoS를 고려하였다. 트랜잭션으로부터 종단간 지연 구간과 원인을 파악하기 위하여 초고속 인터넷 서비스(Wireless LAN, ADSL, Cable, VDSL), 웹 서버와 데이터베이스 서버로 구성하였다. 이와 같이 가입자 단의 초고속 인터넷 서비스를 선택한 이유는 다음과 같다. 전용선과 달리 초고속 인터넷 서비스 상품은 사업자간 서비스 교체 등으로 종단간 지연구간을 명확히 파악하기란 어렵다. 이에 반해 에이전트간 통신으로 예제 전자상거래 사이트에 대하여 지연구간을 파악할 수 있다. 실험 구성도는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 실험 구성도

1: 가입자구간, 2: 망구간, 3: 서버구간
 * 쇼핑몰: 웹서버(MS Access 2003으로 제어)
 * 예매: 웹서버 + 데이터베이스 서버

구간은 크게 3구간으로 분류할 수 있다. 가입자구간, 망구간, 서버구간으로 가입자구간은 측정 노트북에서 모뎀까지를 말하며 망구간은 모뎀 이후부터 백본 라우터 이전까지이다. 마지막 서버구간은 백본 라우터 이후부터 대상 서버까지를 말한다. 이와 같이 세 구간으로 정의한 이유는 ISP사업자와 정부 규정이다. 초고속 인터넷 서비스 매체마다 가입자 구간은 지연 시간이 다르다. 이런 이유는 첫째, 가입자 단의 장비가 다르다. 둘째, 가입자 PC도 다르다. 셋째, 지역에 따른 시설 유형이 다르고 가입자 댁내 망구간도 다르기 때문이다.

웹 서버에 쇼핑몰과 예매 관련 컨텐츠 프로그램이 탑재 되어있고 데이터베이스 서버에 트랜잭션 이벤트 결과값을 저장하기 위한 테이블이 존재한다. 트랜잭션의 영향에 따라 서버의 부하가 어느 정도인지를 시험하기 위하여 쇼핑몰의 트랜잭션 이벤트 결과값은 웹 서버에 있는 MS Access 2003 테이블에 결과값을 저장토록 하였다. 예매는 트랜잭션 이벤트가 발생할 때마다 데이터베이스 서버 내 테이블에 결과값을 저장토록 구성하였다.

종단간 지연구간에 대한 실험 절차는 다음과 같은 순서로 한다.

Step 1 : 대상 서버에 측정 에이전트를 설치

Step 2 : 초고속 인터넷이 있는 가입자 댁내에 에이전트 정보 수집이 가능한 측정노트북 설치

Step 3 : 연속적인 트랜잭션 유형별 10번 반복 측정

- 대상 서버 필터링

Step 4 : 총 평균 응답 시간을 분석

- Tier Pair Circle¹⁰⁾, Data Exchange

Chart¹¹⁾, Tree View¹²⁾을 활용한 관찰

Step 5 : 지연구간 분석

- 애플리케이션상의 큰 지연을 찾기 위해 Show Dependencies 기능을 사용

Step 6 : AppDoctor로 지연 원인을 분석

- 네트워크와 애플리케이션에서의 병목 현상을 분석

Step 7 : 진단

- 개선 방안 제시

연속적인 트랜잭션을 10회만으로 측정하였다. 10회만으로 측정한 이유는 실제 ISP 사업자는 망에 대한 정보를 공개하지 않기 때문이다. 아울러 ISP 사업자처럼 망을 365일 실시간으로 모니터링하기란 어렵기 때문에 수시 10회 측정한 결과값에 대한 평균값으로 지연구간을 파악하였다. 참고로 두 대의 서버 사양은 <표 6>과 같다. 예제 상거래 웹 서버와 데이터베이스 서버는 웹 서버보다 데이터베이스 서버의 사양이 우수하다. 수행되고 있는 프로세스 수에 따라서도 영향이 미칠 수 있으므로 두 대의 서버에는 제시한 소프트웨어와 측정용 에이전트 이외의 다른 소프트웨어는 설치하지 않았다.

쇼핑몰과 예매의 연속적인 트랜잭션을 수행할 때 에이전트간 트래픽이 상호 왕복 작용을 한다. 트래픽 상호 왕복 작용 동안 장애 및 지연을 에이전트로 수집하여 지연구간을 파악한다. 이전 연구 사례를 살펴보면 서비스 응답 지연 원인은 시스템 내의 메모리 사이즈, TCP/IP 스택과 네트워크 인터럽트 핸들러 등 주요 성능 병목 현상 때문으로 실험을 통해 밝혔다[*Hu et al., 1999*]. *Chen[2001]*은 인터넷 서비스 응답 지연을

11) 시간에 따른 tiers간의 통신을 관찰.

12) 트레이스 파일 상의 모든 데이터 패킷들을 리스트하여 보여줌.

<표 6> 웹 서버와 데이터베이스 H/W, S/W 사양

| 서버 | | 스펙 | |
|--------|-----|-----------------------|--|
| 웹 서버 | H/W | cpu | Pentium III 500MHz |
| | | ram | 512MB |
| | | hdd | Intel 82371 AB/EB PCI Bus Master IDE Controller, 5400RPM |
| | | lan-card | Realtek RTL8029(AS) PCI Ethernet Adapter : 100M |
| | S/W | os | Windows 2000 Server |
| | | web server | IIS V5.0 |
| | | program | ASP |
| etc | | Microsoft Access 2003 | |
| 데이터베이스 | H/W | cpu | Pentium IV 2.4GHz |
| | | ram | 512MB |
| | | hdd | SiS PCI IDE Controller, 4200RPM |
| | | lan-card | SiS 900 PCI Fast Ethernet Adapter : 100M |
| | S/W | os | Windows 2000 Server |
| | | database | Oracle 8.0.5 |

크게 두가지 요소로 분류하였다. 첫째, 네트워크 전송 품질 지연으로 지연 지터(Delay Jitter), 손실률(Loss Rate) 등이며 둘째, 서버상의 용량 처리 지연으로 분류하였다. 이와 같은 매트릭 중 지연 지터는 실시간 애플리케이션(예, 화상 회의, 인터넷 전화기(VoIP), 금융트래픽 등)이 아

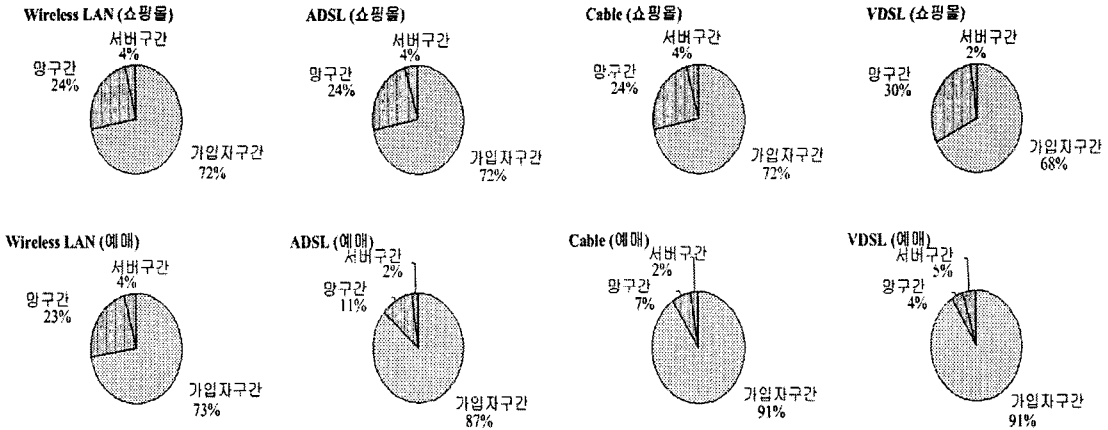
니기 때문에 본 측정과 무관하다. 그 이외 인터넷 서비스 응답 지연 매트릭은 모두 고려되었다. 본 측정의 지연은 대기시간(Latency) 지연, 대역폭(Bandwidth) 지연, 프로토콜(Protocol)/충돌(Congestion) 지연 등이며 보다 세부적인 내용은 <표 7>과 같다.

<표 7> 지연 원인과 개선 방안

| 항목 | 지연 원인과 개선 방안 |
|------------------------------|--|
| Processing Delay Bottleneck | <ul style="list-style-type: none"> • 지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 총 응답 시간 퍼센트로 응답 시간이 초과한 경우를 말함(예, File I/O, CPU Time, Disk Time 등과 같이 기계내의 동작으로 인한 지연 원인) • 개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 프로세싱 속도와 용량 증가(CPU 속도 증가, 물리적인 메모리 증가, 빠른 디스크 추가) ② 애플리케이션 프로그램을 효율적으로 수행할 수 있도록 수정 ③ 컴퓨터를 추가하여 작업을 공유함으로써 로드를 감소 |
| Protocol Overhead Bottleneck | <ul style="list-style-type: none"> • 지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 전송된 데이터 총량의 퍼센트로 프로토콜이 오버헤드 된 경우를 말함(예, 프로토콜상의 보낸 패킷이 승인된 애플리케이션 데이터를 포함하지 않은 경우) • 개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 큰 애플리케이션 메시지를 적게 만든 후 전송 |

| | |
|--------------------------------------|--|
| <p>Chattiness Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 작은 메시지들의 전송으로 인한 네트워크 지연과 각 계층으로부터 프로세싱에 대한 지연 원인 •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 큰 애플리케이션 메시지를 적게 만든 후 전송 ② 네트워크 대기시간 지연을 감소 |
| <p>Latency Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 네트워크를 통해 전달되는 패킷들의 지연 시간으로 병목 현상이 발생 •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① Latency Bottleneck이 지속될 경우 계층을 물리 계층으로 이동 ① 만약 애플리케이션이 “Chattiness Bottleneck”이라면 애플리케이션 응답 시간 향상을 고려 |
| <p>Propagation Delay Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 총 애플리케이션 응답 시간 퍼센트로 네트워크를 통해 전파된 패킷들의 시간을 말함(예, 느린 속도나 거리상의 원인으로 인한 지연) •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 빠른 링크 사용 |
| <p>Transmission Delay Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 총 응답 시간 퍼센트로 라인 속도에 의해 발생하는 전송 지연을 말함 •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 빠른 링크 사용 ② 적은 데이터로 전송 |
| <p>Protocol Delay Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 총 애플리케이션 응답 시간의 퍼센트(예, TCP 흐름 제어, 충돌 제어, 재전송, 충돌 등으로 인한 지연을 말함) •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 전송 계층의 재전송 또는 MAC 계층 충돌로 인한 문제점을 확인 ② TCP를 사용한 애플리케이션이라면 Nagle’s Algorithm¹³⁾을 확인 |
| <p>Connection Resets Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 중복 패킷 또는 지연으로 인한 발생 •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 캡처된 애플리케이션 트래픽 실험을 반복 수행 후 분석 ② 네트워크와 애플리케이션 링크 확인 |
| <p>Retransmission Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① 오랜 시간 지연 또는 패킷 손실이 감지될 때 TCP 재전송 패킷을 보냄 •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 네트워크 용량 증가로 인한 네트워크 충돌을 감소 ② 운용 시스템 버전 업그레이드 |
| <p>TCP Windowing Bottleneck</p> | <ul style="list-style-type: none"> •지연 원인 <ul style="list-style-type: none"> ① TCP 연결에 의해 발생된 대역폭 지연을 말함 •개선 방안 <ul style="list-style-type: none"> ① 목적지 호스트에 대한 전달받은 윈도우 사이즈를 확인 ② 운용 시스템 버전 업그레이드 ③ 소스 호스트 전송 시 윈도우 사이즈를 증가 |

13) TCP Algorithm으로 네트워크 상에 작은 패킷들을 감소시키기 위하여 주로 사용



〈그림 5〉 지연구간 평균 결과값

예제 전자상거래 사이트인 쇼핑물과 예매를 연속적인 트랜잭션을 초고속 인터넷 서비스 항목별로 각각 10번씩 측정한 평균 결과값에 대한 지연구간은 <그림 5>와 같다. Wireless LAN, ADSL, Cable 등의 모든 지연구간은 가입자구간 > 망구간 > 서버구간으로 분석되었으며 VDSL의 예매 경우는 가입자구간 > 서버구간 > 망구간으로 분석되었다. 모든 인터넷 서비스 상품의 지연 원인 진단 결과, 클라이언트 프로세싱과 I/O 속도 증가로 분석되었다. 이를 개선하기 위한 방법은 세가지로 요약할 수 있다. 첫째, 빠른 프로세스, 빠른 디스크 추가로 클라이언트 PC의 전체적인 속도를 향상하는 방법 둘째, 애플리케이션 프로그램을 효율적으로 수행할 수 있도록 클라이언트 PC를 수정하는 방법 셋째, 컴퓨터를 추가하여 작업을 공유함으로써 로드를 감소하는 방법으로 정리할 수 있다[OPNET Technologies Inc.]. 실험 결과로 다음과 같은 사실을 추론할 수 있다. 종단간 전자상거래 QoS 측정을 에이전트 간 수동적인 측정 방법으로 종단간 지연구간과 지연 원인을 명확히 파악할 수 있었다. 또한 이전 문헌연구는 LAN에 대한 LQM으로 주 인터넷 지연 발생 원인은 네트워크와 서버로 추정

을 했으나 전자상거래와 같이 종단간 양방향 패킷이 적은 경우에는 가입자구간의 지연 발생도 고려해야 한다는 의미를 제시한다. 만약 전자상거래가 아닌 양방향 패킷의 양이 많은 동영상과 같은 서비스일 경우 종단간 지연구간과 지연 원인은 이와 다른 결과를 제공할 수도 있다.

5. 서버 로드 실험

서비스 지연 시간을 고려하기 위하여 동시 접속 사용자 수에 대한 서버 Load 변화에 따른 성능 실험을 시뮬레이션으로 적용하였다. 시뮬레이션은 Discrete-Event Simulation과 Hybrid Simulation 두가지로 분류한 후 수행하였다. Discrete-Event Simulation은 다양한 유형의 애플리케이션 성능이 예측 가능하며, ACE 작업으로부터 네트워크 모델을 자동으로 생성할 수 있다. 이러한 애플리케이션 성능을 예측하기 위하여 제공되는 모델 라이브러리를 이용하여 모델을 구성하였다. 그리고 Hybrid Simulation은 Explicit Traffic과 Background Traffic을 병합한 것으로 실제 망의 양방향 트래픽 전송을 클라이언트/서버가 운용하는 것처럼 가장 흡사하게 구성

<표 8> Background Traffic 설정

| Client LAN (LAN Background Utilization) | | Web Server & DB Server CPU Background Utilization | | Cache Server CPU Background Utilization | |
|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| Time(sec) | Background Utilization(%) | Time(sec) | Background Utilization(%) | Time(sec) | Background Utilization(%) |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 90 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 80 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 70 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 80 |
| 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 90 |
| Link Load, Background Load(Intensity(bps)), 공통 | | | | Traffic Flow(Bi-directional) | |
| Direction : → | | Direction : ← | | | |
| Sec | Bits/Sec | Sec | Bits/Sec | Sec | Bits/Sec |
| 0.0 | 1,503,154.15 | 0.0 | 1,803,200.15 | 0.0 | 703,154.15 |
| 301 | 1,599,958.36 | 301 | 1,879,999.36 | 301 | 599,958.36 |
| 601 | 1,603,522.895 | 601 | 1,903,522.895 | 601 | 703,522.895 |
| 900 | 1,605,554.015 | 900 | 1,345,554.015 | 900 | 605,554.015 |
| 1,201 | 1,589,141.84 | 1,201 | 1,672,141.84 | 1,201 | 589,141.84 |
| 1,501 | 1,603,397.965 | 1,501 | 1,777,397.965 | 1,501 | 603,397.965 |
| 1,801 | 1,601,679.17 | 1,801 | 1,967,679.17 | 1,801 | 901,679.17 |
| 2,101 | 1,602,894.215 | 2,101 | 1,893,894.215 | 2,101 | 902,894.215 |
| 2,400 | 1,602,658.46 | 2,400 | 1,652,658.46 | 2,400 | 602,658.46 |
| 2,701 | 1,599,714.545 | 2,701 | 1,643,714.545 | 2,701 | 799,714.545 |
| 3,001 | 1,602,708.835 | 3,001 | 1,656,708.835 | 3,001 | 802,708.835 |
| 3,301 | 1,582,708.2 | 3,301 | 1,999,708.2 | 3,301 | 982,708.20 |

하여 시뮬레이션을 수행하는 것을 말한다. Explicit Traffic은 Discrete-Event Simulation을 사용하여 모델링 하였고, Background Traffic¹⁴⁾은 Device, Link 등에 대한 수작업 설정으로 모델을 구성하였다.

사용자의 만족도에 가장 큰 영향을 미칠 뿐만 아니라 서비스 수준의 중요한 척도인 성능 파라미터로 클라이언트 응답 시간이며 지연구간

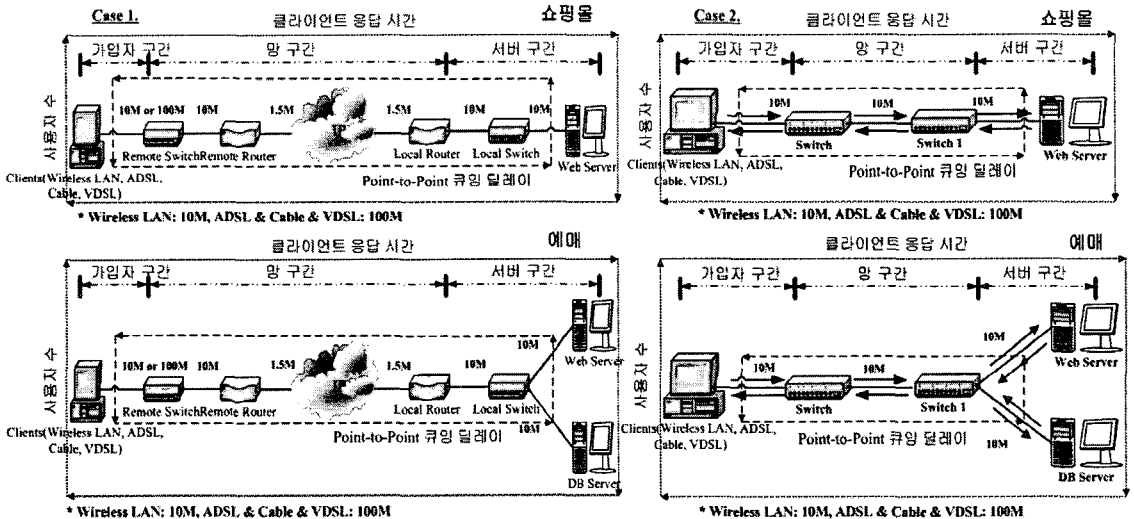
을 분석하기 위하여 Point-to-Point 큐잉 딜레이를 선택하였다[김용수, 2004]. 기타 성능 파라미터로 CPU 이용률, 처리량, 패킷 손실률 등이 있지만 본 논문에서는 가장 대표적인 성능 측정 파라미터인 클라이언트 응답 시간과 지연구간에 대한 분석을 위하여 Point-to-Point 큐잉 딜레이로 제한한다. Hybrid Simulation에 대한 Background Traffic 수작업 설정은 <표 8>과 같이 가정하였다.

워크로드 파라미터는 <표 9>와 같다.

14) Device, Link 등에 대한 총체적인 트래픽을 일컫음.

<표 9> 워크로드 파라미터

| 카테고리 | 파라미터 |
|------------------|---------|
| Packet Loss Rate | 0 |
| Latency | 0 |
| 사용자 수 | 25~3000 |
| 클라이언트 위치 | 리모트 |
| 시뮬레이션 시간 | 1시간 |
| 랜덤 수 생성 | 128 |
| 통계값 | 100 |
| 업데이트 간격 | 500,000 |
| 시뮬레이션 커널 | 최적화 모드 |



<그림 6> 실험 모형

위와 같은 설정을 배경으로 한 실험 모형은 <그림 6>과 같다. 왼쪽 그림은 Discrete-Event Simulation으로 클라이언트와 리모트 스위치간 Wireless LAN은 10M, ADSL, Cable과 VDSL은 100M로 설정했으며 IP망의 구간은 1.5M로 가정하였다. 그리고 지연구간은 이전 4절의 실험 구성도에 대한 지연구간을 참고한 세구간으로 각 구간 범위는 다음과 같다. 가입자구간은 가입자 PC에서 Remote Switch이전까지를 말하며 망구간은 Remote Switch에서 Local Router이전까지

이다. 마지막 서버구간은 Local Router이후부터 대상 서버까지로 가정하였다. 오른쪽 그림은 Hybrid Simulation으로 WAN이 아닌 LAN으로 구성하였고 클라이언트와 서버 사이에 두 대의 스위치를 통하여 서비스를 제공토록 구성하였다. 이 또한 지연구간은 세구간으로, 가입자구간은 가입자 PC에서 Switch이전까지를 말하며 망구간은 Switch에서 Switch1이전까지이다. 끝으로 서버구간은 Switch1이후부터 대상 서버까지로 가정하였다.

이렇게 WAN과 LAN 모형으로 구성된 이우는 지연구간에 대한 분석, 측정된 백데이터 결과로부터 동시 접속자 수 증가에 따른 쇼핑몰과 예매에 대한 서버 로드 변화 추이, Discrete-

Event Simulation과 Hybrid Simulation이 각각 초고속 인터넷 서비스 매체별 클라이언트 응답 시간 순위 결과 등을 분석하기 위함이다. 구성 후, 지연구간에 대한 결과는 <표 10>과 같다.

<표 10> 지연구간 결과값

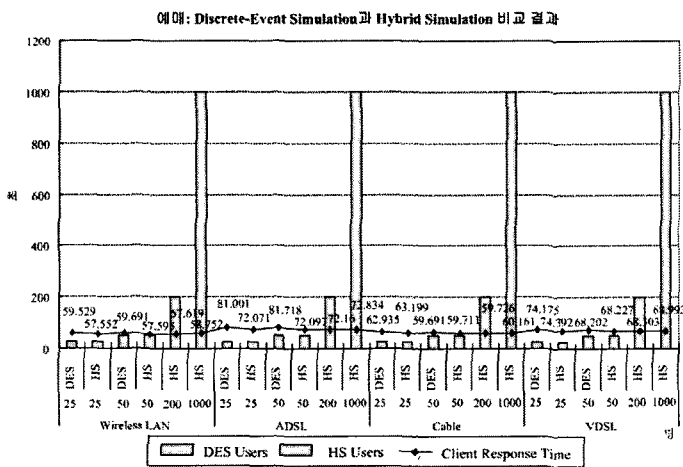
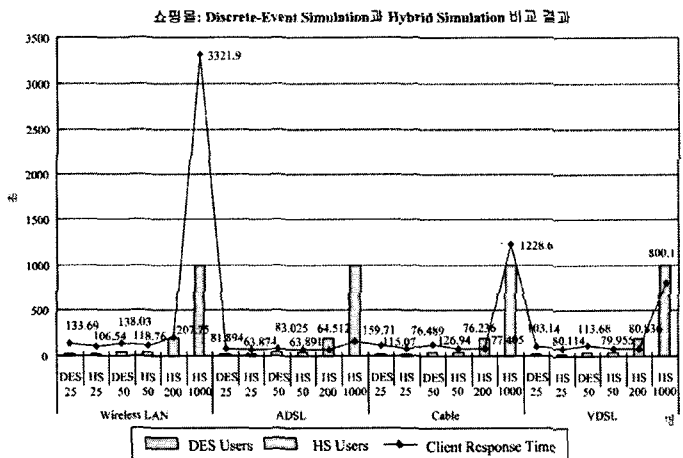
| Case 1 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 쇼핑몰(10M) :: Point-to-Point 규일 블레이 | | | | | | | | | | | | | |
| 초고속 인터넷 서비스 형태 | 시용차 수 | Cloud → Local Router | Local Router → Cloud | Cloud → Remote Router | Remote Router → Cloud | Local Router → Local Switch | Local Switch → Local Router | Remote Switch → Remote Router | Remote Router → Remote Switch | Web Server → Local Switch | Local Switch → Web Server | Client → Remote Switch | Remote Switch → Client |
| | | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) |
| Wireless-LAN | 25 | - | 0.023802 | 0.006363 | - | - | 0.001013 | - | 0.001013 | 0.001029 | 0.001165 | - | 0.001013 |
| | 50 | 0.000376 | 0.043690 | 0.007433 | 0.000426 | 0.000083 | 0.001163 | 0.000083 | 0.001163 | 0.001163 | 0.000083 | 0.000084 | 0.001163 |
| ADSL | 25 | - | 0.030173 | 0.006277 | - | - | 0.001000 | - | 0.001000 | 0.001017 | 0.000995 | - | 0.001000 |
| | 50 | - | 0.032988 | 0.006205 | - | - | 0.000984 | - | 0.000984 | 0.000995 | - | - | 0.000984 |
| Cable | 25 | 0.000450 | 0.050230 | 0.007309 | 0.000551 | 0.000094 | 0.001144 | 0.000094 | 0.001143 | 0.001144 | 0.000094 | 0.000106 | 0.001143 |
| | 50 | 0.000456 | 0.066687 | 0.007293 | 0.000566 | 0.000095 | 0.001141 | 0.000095 | 0.001141 | 0.001141 | 0.000095 | 0.000109 | 0.001141 |
| VDSL | 25 | 0.000495 | 0.034981 | 0.007175 | 0.000558 | 0.000101 | 0.001123 | 0.000101 | 0.001123 | 0.001123 | 0.000101 | 0.000114 | 0.001123 |
| | 50 | 0.000494 | 0.052010 | 0.007178 | 0.000574 | 0.000101 | 0.001123 | 0.000101 | 0.001123 | 0.001123 | 0.000101 | 0.000115 | 0.001123 |

| Case 1 | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 예매(10M) :: Point-to-Point 규일 블레이 | | | | | | | | | | | | | |
| 초고속 인터넷 서비스 형태 | 시용차 수 | Cloud → Local Router | Local Router → Cloud | Cloud → Remote Router | Remote Router → Cloud | Local Router → Local Switch | Local Switch → Local Router | Remote Switch → Remote Router | Remote Router → Remote Switch | Web Server → Local Switch | Local Switch → Web Server | Client → Remote Switch | Remote Switch → Client |
| | | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) |
| Wireless-LAN | 25 | 0.001060 | 0.022555 | 0.004603 | 0.001370 | - | 0.000740 | - | 0.000728 | 0.000677 | - | - | 0.000728 |
| | 50 | 0.001003 | 0.026126 | 0.004944 | 0.001295 | - | 0.000790 | - | 0.000781 | 0.000730 | - | - | 0.000781 |
| ADSL | 25 | 0.000937 | 0.046366 | 0.005057 | 0.001631 | - | 0.000812 | - | 0.000798 | 0.000771 | - | - | 0.000798 |
| | 50 | 0.000905 | 0.050442 | 0.005201 | 0.001568 | - | 0.000828 | - | 0.000820 | 0.000775 | - | - | 0.000820 |
| Cable | 25 | 0.000912 | 0.035965 | 0.005208 | 0.001538 | - | 0.000835 | - | 0.000821 | 0.000795 | - | - | 0.000821 |
| | 50 | 0.000900 | 0.037754 | 0.005435 | 0.001506 | - | 0.000864 | - | 0.000856 | 0.000812 | - | - | 0.000856 |
| VDSL | 25 | 0.000937 | 0.039685 | 0.005138 | 0.001232 | - | 0.000823 | - | 0.000810 | 0.000777 | - | - | 0.000810 |
| | 50 | 0.000911 | 0.040564 | 0.005400 | 0.001212 | - | 0.000859 | - | 0.000851 | 0.000809 | - | - | 0.000850 |

| Case 2 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| 쇼핑몰(10M) :: Point-to-Point 규일 블레이 | | | | | | | 예매(10M) :: Point-to-Point 규일 블레이 | | | | | | |
| 초고속 인터넷 서비스 형태 | 시용차 수 | Client → Switch | Switch → Client | Switch → Switch1 | Switch1 → Switch | Switch1 → Web Server | Web Server → Switch1 | Client → Switch | Switch → Client | Switch → Switch1 | Switch1 → Switch | Switch1 → Web Server | Web Server → Switch1 |
| | | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) | Avg. (%) |
| Wireless-LAN | 25 | 0.0001295 | 0.0013211 | - | 0.0013483 | 0.0001351 | 0.0013608 | 0.0002023 | 0.0011995 | 0.0002012 | 0.0012402 | - | 0.0012628 |
| | 50 | 0.0001295 | 0.0013263 | - | 0.0013535 | 0.0001349 | 0.0013693 | 0.0002053 | 0.0012151 | 0.0002049 | 0.0012566 | - | 0.0012783 |
| | 200 | 0.0001307 | 0.0013435 | - | 0.0013765 | 0.0001361 | 0.0014045 | 0.0002055 | 0.0012270 | 0.0002013 | 0.0012792 | - | 0.0013169 |
| | 1000 | 0.0001557 | 0.0016625 | - | 0.0018708 | 0.0001526 | 0.0023792 | 0.0002111 | 0.0013114 | 0.0002072 | 0.0013894 | - | 0.0015849 |
| ADSL | 25 | 0.0001829 | 0.0022223 | - | 0.0024194 | 0.0001735 | 0.0022899 | 0.0002540 | 0.0019956 | 0.0002285 | 0.0021127 | - | 0.0032142 |
| | 50 | 0.0001820 | 0.0021345 | - | 0.0022393 | 0.0001698 | 0.0022932 | 0.0002539 | 0.0020107 | 0.0002259 | 0.0020724 | - | 0.0032648 |
| | 200 | 0.0001890 | 0.0027838 | - | 0.0029444 | 0.0001719 | 0.0028691 | 0.0002599 | 0.0021971 | 0.0002269 | 0.0020865 | - | 0.0035748 |
| Cable | 25 | 0.0001558 | 0.0025106 | 0.0001435 | 0.0025890 | - | 0.0026437 | 0.0002565 | 0.0016508 | - | 0.0018844 | 0.0002172 | 0.0021157 |
| | 50 | 0.0001558 | 0.0024135 | - | 0.0024014 | 0.0001507 | 0.0021367 | 0.0002584 | 0.0016494 | 0.0002180 | 0.0018599 | - | 0.0021256 |
| | 200 | 0.0001591 | 0.0033858 | - | 0.0035417 | 0.0001506 | 0.0028948 | 0.0002629 | 0.0017861 | - | 0.0020647 | 0.0002199 | 0.0023964 |
| VDSL | 25 | 0.0003000 | 0.6401000 | - | 1.8058000 | 0.0002000 | 0.1826000 | 0.0002964 | 0.0023831 | - | 0.0030148 | 0.0002275 | 0.0041880 |
| | 50 | 0.0001615 | 0.0023204 | - | 0.0023970 | 0.0001535 | 0.0022816 | 0.0002443 | 0.0016367 | - | 0.0017703 | 0.0002145 | 0.0019530 |
| | 200 | 0.0001617 | 0.0025318 | - | 0.0025559 | 0.0001552 | 0.0021647 | 0.0002444 | 0.0016316 | - | 0.0018218 | 0.0002141 | 0.0019634 |
| VDSL | 200 | 0.0001649 | 0.0028925 | - | 0.0029976 | 0.0001571 | 0.0026513 | 0.0002527 | 0.0017235 | - | 0.0019307 | 0.0002177 | 0.0022278 |
| | 1000 | 0.0003300 | 0.5064800 | 0.0001700 | 0.1525500 | - | 0.7427600 | 0.0002877 | 0.0022478 | - | 0.0028723 | 0.0002265 | 0.0038111 |

<그림 6>의 왼쪽은 Discrete-Event Simulation으로 쇼핑물과 예매 모두 지연구간은 망구간으로 분석되었으며 Local Router → Cloud에서 대부분 지연되었다. <그림 6>의 오른쪽은 Hybrid Simulation으로 쇼핑물에 대한 ADSL, Cable, VDSL은 망구간이 지연구간인 반면 Wireless LAN은 서버구간으로 지연이 발생되었다. 대부분 Switch1 → Switch와 Web Server → Switch1에서 대부분 지연된 것으로 분석되었다. 한편 예매는 모든 초고속 인터넷 매체가 서버구간으로 Web Server → Switch1인 것으로 분석되었다. 시뮬레이션을 통한 지연 구간은 실제 망

에서 측정된 지연구간인 가입자구간과 달리 망구간과 서버구간인 것으로 확인하였다. 이는 동시 사용자 수가 증가함에 따라 지연구간도 달라진다는 것을 검증할 수 있었다. 다음으로 측정된 백데이터 결과로부터 동시 접속자 수 증가에 따른 쇼핑물과 예매에 대한 서버 로드 변화 추이, Discrete-Event Simulation 및 Hybrid Simulation의 초고속 인터넷 서비스 매체별 응답 시간 결과는 <그림 7>로 다음과 같은 사실을 검증하였다. 첫째, 쇼핑물과 예매의 경우 Discrete-Event Simulation과 Hybrid Simulation 모두 동시 접속자 수가 점차 증가할수록 클라이언트 응답 시



| 초고속 인터넷 서비스 매체 | 시뮬레이션 종류 | 사용자 수 | 클라이언트 응답 시간 |
|----------------|---------------------------|-------|-------------|
| Wireless LAN | Discrete-Event Simulation | 25 | 133.69 |
| | | 50 | 138.03 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 106.54 |
| | | 50 | 118.76 |
| | | 200 | 207.75 |
| | | 1000 | 3321.9 |
| ADSL | Discrete-Event Simulation | 25 | 81.894 |
| | | 50 | 83.025 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 63.874 |
| | | 50 | 63.891 |
| | | 200 | 64.512 |
| | | 1000 | 159.71 |
| Cable | Discrete-Event Simulation | 25 | 115.07 |
| | | 50 | 126.94 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 76.489 |
| | | 50 | 76.236 |
| | | 200 | 77.445 |
| | | 1000 | 1228.6 |
| VDSL | Discrete-Event Simulation | 25 | 80.114 |
| | | 50 | 80.114 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 79.955 |
| | | 50 | 80.836 |
| | | 200 | 80.836 |
| | | 1000 | 800.1 |

| 초고속 인터넷 서비스 매체 | 시뮬레이션 종류 | 사용자 수 | 클라이언트 응답 시간 |
|----------------|---------------------------|-------|-------------|
| Wireless LAN | Discrete-Event Simulation | 25 | 59.529 |
| | | 50 | 59.691 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 57.552 |
| | | 50 | 57.595 |
| | | 200 | 57.619 |
| | | 1000 | 58.752 |
| ADSL | Discrete-Event Simulation | 25 | 81.001 |
| | | 50 | 81.718 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 72.071 |
| | | 50 | 72.097 |
| | | 200 | 72.16 |
| | | 1000 | 72.834 |
| Cable | Discrete-Event Simulation | 25 | 62.935 |
| | | 50 | 63.199 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 59.691 |
| | | 50 | 59.711 |
| | | 200 | 59.726 |
| | | 1000 | 60.161 |
| VDSL | Discrete-Event Simulation | 25 | 74.175 |
| | | 50 | 74.392 |
| | Hybrid Simulation | 25 | 68.202 |
| | | 50 | 68.227 |
| | | 200 | 68.303 |
| | | 1000 | 68.993 |

<그림 7> 동시 접속자 수 증가에 따른 클라이언트 응답 시간 비교

간은 증가된 것으로 입증되었다. 전자상거래 시스템의 수용성 면에서도 예매보다 쇼핑몰의 서버 로드가 많다는 것을 분석할 수 있었다. 둘째, 쇼핑몰의 경우 동시 접속자 수가 50명인 Discrete-Event Simulation과 동시 접속자 수가 1000명일 때의 Hybrid Simulation에 대한 초고속 인터넷 서비스 매체는 ADSL > VDSL > Cable > Wireless LAN의 순으로 동일하였다. 예매의 경우 동시 접속자 수가 50명인 Discrete-Event Simulation과 동시 접속자 수 1000명일 때의 Hybrid Simulation에 대한 초고속 인터넷 서비스 매체는 Wireless LAN > Cable > VDSL > ADSL로 동일하였다. 이와 같은 결과로, 로컬망에서 대역폭 서비스 품질은 실제 망에서의 품질 측정과 일치하지 않는 것으로 밝혀졌다. 이는 초고속 인터넷 서비스 매체별로 제공되는 대역폭과 상관없이 시시각각 변하는 실망에서 트랜잭션 응답 시간이 다르기 때문이다. 세부적으로 초고속 인터넷 서비스 매체의 응답 시간은 연속적인 트랜잭션 깊이와 비트랜잭션 대 트랜잭션 비율에 크게 의존한다. 즉, 망과 애플리케이션이 많은 일을 수행할 경우 수용 가능한 사용자 수가 감소하였고 반대의 경우 수용 가능한 사용자 수가 증가한다는 것을 확인하였다.

6. 결 론

최근 통신 인프라 고도화로부터 인터넷의 빠른 변화로 사용자들이 요구하는 서비스 품질 또한 빠르게 변하고 있다. 웹 상에서 비즈니스를 하는 사업자들은 인터넷 서비스를 보다 신뢰성 있는 서비스를 위해 많은 노력과 비용을 지불하고 있다. 또한 이 사이트를 방문한 고객들은 보다 빠른 서비스를 제공 받기를 원한다. 그러나 전용선과 달리 초고속 인터넷 서비스 상품은 사업자간 교체 등으로 중단간 지연구간을 명확히

파악하기 어렵다. 따라서 전자상거래 시스템에 대한 중단간 측정이 필요하나 실제 인터넷 망에서 전자상거래 시스템의 적합한 측정 방안은 미흡한 실정이다. 이를 계기로 본 연구는 예제 전자상거래 시스템을 중심으로 서비스 품질 측정을 다음과 같은 절차로 수행하였다. 첫째, 전자상거래 시스템의 중단간 서비스 품질은 인터넷과 서버의 성능을 고려해야 한다. 따라서 관련 연구를 토대로 중단간 지연 측정, 웹 세션과 웹 서버 성능 평가에 대한 연구를 조사하였다. 둘째, 이와 같은 문제점을 접근하기 위해 전자상거래 시스템을 구축하였다. 구축된 상거래 시스템의 중단간 서비스 품질 측정 후 실제 트랜잭션에 대한 지연구간과 원인을 파악하였다. 측정 결과, 모든 초고속 인터넷 서비스 상품에 대한 지연구간은 가입자구간으로 분석되었다. 이는 이전 문헌연구에서 인터넷 지연 발생은 네트워크와 서버로 추정을 했으나 실망에서 서비스하는 전자상거래와 같이 중단간 양방향 패킷이 적은 경우에는 가입자구간의 지연 발생도 고려해야 한다는 시사점을 제시하였다. 마지막 실험인 서버 로드 결과, 1) 실제 망에 대한 지연구간은 가입자구간인 반면 동시 사용자 수가 증가함에 따른 지연구간은 망구간과 서버구간으로 실제 망 측정 결과와 다르다는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 동시 사용자 수가 증가함에 따라 지연구간도 달라진다는 것을 검증할 수 있었다. 2) 쇼핑몰과 예매의 경우 Discrete-Event Simulation과 Hybrid Simulation 모두 동시 접속자 수가 증가할 수록 응답 시간은 증가된 것으로 입증되었다. 전자상거래 시스템의 수용성 면에서도 예매보다 쇼핑몰의 서버 로드가 많다는 것을 분석할 수 있었다. 3) 쇼핑몰의 경우 동시 접속자 수가 50명인 Discrete-Event Simulation과 동시 접속자 수가 1000명일 때의 Hybrid Simulation에 대한 초고속 인터넷 서비스 매체는 동일하였고 예매

또한 같은 초고속 인터넷 서비스 매체 순임을 확인하였다. 로컬망에서 대역폭 서비스 품질은 실제 망에서의 품질 측정과 일치하지 않는 것으로 밝혀졌다. 이는 초고속 인터넷 서비스 매체별로 제공되는 대역폭과 상관없이 시시각각 변하는 실망에서 트랜잭션 응답 시간이 다르기 때문이다. 즉, 초고속 인터넷 서비스 매체의 응답 시간은 연속적인 트랜잭션 깊이와 비트랜잭션 비율에 크게 의존함을 입증하였다.

본 연구 진행 중 연구 한계는 다음과 같이 요약할 수 있다. 구축한 시스템에 대한 트랜잭션 중 결재 부분을 데이터베이스로 제어하였다. 이는 실제 운용되는 상거래 시스템과 같이 전자 지불 서버 인증기관과 은행/카드사에 있는 결재 서버와 연동하지 않았다는 점이다. 만약 실제 운용되는 수많은 상거래 시스템을 대상으로 실험을 진행하였다면 연구 결과 성취도는 보다 높일 수 있었다는 점이다.

향후 연구는 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 실험 사이트인 쇼핑몰, 예매 이외의 다양한 전자상거래, 온라인 게임, 동영상(화상 회의), 주식 교환 서버 등과 같은 대상 시스템에도 제한한 측정 절차에 대한 실험이 필요하다. 끝으로 전자상거래 시스템의 중단간 서비스 품질 예측으로 수용 가능한 사용자 수에 대한 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김명은, 조동섭, "전자 상거래의 이미지 공유를 위한 웹 이미지 서버의 성능 평가", *정보처리학회논문지*, 제9권 제5호, 2002, pp. 530-540.
- [2] 전의수, 이광휘, "통계적 분석을 이용한 HTTP 트래픽 모델링 및 분석", *인터넷정보학회논문지*, 제5권 제4호, 2004.
- [3] 김용수, "2-계층과 3-계층 C/S 시스템의 응답시간 시뮬레이션", *컴퓨터정보학회논문지*, 제9권 제3호, 2004.
- [4] Arlitt, M., "Characterizing Web User Sessions", *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, Vol. 28, Issue 2, September 2000.
- [5] Anagnostakis, K.G., Greenwald, M.B., and Ryger, R.S., "cing : Measuring Network-Internal Delays using only Existing Infrastructure", *Proceedings IEEE INFOCOM*, 2003, pp. 2112-2121.
- [6] Barford, P. and Crovella, M., "A Performance Evaluation of Hyper Text Transfer Protocols", *Proceedings of the 1999 ACM SIGMETRICS International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems*, May 1999, pp. 188-197.
- [7] Downey, A., "Using pathchar to estimate Internet link characteristics", *Proceedings ACM SIGCOMM*, 1999.
- [8] Dille, J., Friedrich, R., and Jin, T., "Measurement Tools and Modeling Techniques for Evaluating Web Server Performance", *Lecture Notes in Computer Science*, 1996, pp. 155-168.
- [9] Duffield, N.G. and Presti, F.L., "Network Tomography From Measured End-to-End Delay Covariance", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol. 12, No. 6, 2004.
- [10] Garg, A. and Schmidt, R., "Network Management : Is it the Network or the Application", 1999.
- [11] Hu, N., Li, L., and Mao, Z.M., "Locating Internet Bottlenecks : Algorithms, Measurements, and Implications", *ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Proceedings of the 2004 Conference on Applications, Technologies, architectures, and protocols for computer communications*, Vol. 34, No. 4, 2004, pp. 41-45.
- [12] Hu, Y., Nanda, A., and Yang, Q., "Measurement, Analysis and Performance Improvement of the Apache Web Server", *18th*

- IEEE International Performance Computing and Communications Conference (IPCCC '99)*, February 1999.
- [13] Krishnamurthy, D. and Rolia, J., "The Internet Vs E-Commerce Servers : When will Server Performance Matter?", *Proceedings of the 1998 Conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative Research*, November 1998.
- [14] OPNET, "Methodologies and Case Studies", IT Guru Product Documentation Release 10.5.
- [15] OPNET, "ACE User Guide", IT Guru Product Documentation Release 10.5.
- [16] OPNET, "IT Guru User Guide", IT Guru Product Documentation Release 10.5.
- [17] Padmanabhan, V.N. and Mogual, J.C., "Improving HTTP Latency", *Proceeding Second WWW Conference '94 : Mosaic and the Web*, October 1994, pp. 995-1005.
- [18] Paul, S., Sabnani, K.K., J.C. and Bhattacharyya, S., "Reliable Multicast Transport Protocol (RMTP)", *IEEE J. Select. Areas Communication*, Vol. 15, 1997, pp. 407-421.
- [19] Rolia, J. and Vetland, V., "Parameter Estimation for Performance Models of Distributed Application Systems", *Proceedings of the 1995 Conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative Research*, November 1995.
- [20] Turban, E., Mclean, E., and Wetherbe, J., *Information Technology for Management 4TH*, Wiley International Edition, 2004.
- [21] Wilson, T., "E-business Buckets Lost Under SSL Strain", Internet Week Online, May 1999.
- [22] Wesson, J.L., Greunen, D.V., and Rademan, J., "The Visualisation of Application Delay Metrics for a Customer Network", *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa*, 2004, pp. 137-144.
- [23] OPNET, <http://www.opnet.com/>.

▣ 저자소개



김 정 수

현재 아라리온(주) New Project Team에서 멀티미디어 칩 관련 펌웨어를 개발하고 있다. 광운대학교 일반대학원에서 경영정보학과 경영정보학박사학위(2005)를 취득하였다. 주요 관심 분야는 분산처리시스템과 응용 기술 분야, 시뮬레이션 분석, NMS 등이다.



서 상 구

현재 광운대학교 경영정보학과 부교수로 재직중이다. KAIST 전산과 공학박사학위(1995)를 취득 후, 1995년~1999년 현대 전자 정보시스템 사업본부에서 근무하였다. 주요 연구 분야는 데이터베이스 시스템, 웹 서비스, QoS 등이다.