
서비스 응답시간 보장을 위한 패킷 손실에 관한 연구

A study on Packet Losses for Guaranteeing Response Time of Service

김태경*, 서희석**, 김희완***

성균관대학교 정보통신공학부*, 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부**, 삼육대학교 컴퓨터학과***

Tae-Kyung Kim(ttkim@rtlab.skku.ac.kr)* Hee-Seok Seo(histone@kut.ac.kr)** Hee-Wan Kim(hwkim@syu.ac.kr)***

요약

사용자가 요청한 서비스의 품질을 보장하기 위해서는 고려해야 할 요소가 많이 있으나, 그 중에서 가장 중요한 요소는 응답시간을 사용자에게 투명하게 제공할 수 있어야 한다. 서비스 응답시간을 측정하기 위해서는 네트워크 지연시간(network latency), 시스템에서의 지연시간(system latency), 소프트웨어 구성 요소 지연시간(software component latency)을 측정하여야 한다. 본 논문에서는 네트워크 지연시간에 대하여 모델링을 수행하고, 패킷 손실이 지연시간에 미치는 영향에 대하여 분석을 수행하였다. 또한 NS-2 (Network Simulator)를 이용하여 제시한 수식의 유용성을 제시하기 위해서 시뮬레이션을 수행하였다. 이러한 연구는 서비스제공자와 사용자가 SLA (Service Level Agreement)의 체결 시에 응답시간을 보장해 줄 수 있는 방안의 제시가 가능하다.

■ 중심어 : | 응답시간 | 패킷손실 | SLA |

Abstract

To guarantee the quality of service for user request, we should consider various kinds of things. The important thing of QoS is that response time of service is transparently suggested to network users. We can know the response time of service using the information of network latency, system latency, and software component latency. In this paper, we carried out the modeling of network latency and analyzed the effects of packets loss to the network latency. Also, we showed the effectiveness of modeling using the NS-2. This research can help to provide the effective methods in case of SLA(Service Level Agreement) agreement between service provider and user.

■ keyword : | Response Time | Packet Loss | SLA |

1. 서론

SLA는 Service Level Agreement의 약어로 서비스의 사용자와 제공자 사이에 제공할 서비스의 품질에 대

하여 품질 정도(Quality of Service, QoS)를 보장하기 위해 맺는 약속이다 [1][2]. 서비스란 단순히 하나의 서비스 제공자로부터 오는 것이 아니라 여러 서비스 제공자들 사이의 연관성을 통해서 만들어지므로, SLA는 복

잡하게 구성되며, 또한 한 서비스의 제공자가 다른 여러 서비스의 제공자가 제공하는 서비스를 사용할 수도 있기 때문에 서비스간의 SLA를 체결할 수도 있다. 이러한 다양한 SLA를 관리하기 위해서는 SLA 관리가 필요한데, SLA 관리[3]는 서비스 제공자가 생성한 서비스에 대하여 SLA를 체결하기 위해 서비스 제공자와 사용자 간의 협상 및 요구 사항을 처리해서 SLA 서비스를 구성하는 것을 의미한다. 이러한 SLA를 보장하기 위해서는 QoS의 각 파라미터에 대한 모니터링이 필요하며, 주기적 혹은 사용자의 요청 시에 서비스의 품질에 대한 정보를 제공하여 약속된 품질에 대한 서비스가 제공되지 못했을 경우에는 이에 대한 보상을 해 주어야 한다.

여기에서 중요한 것은 품질을 측정하기 위한 SLA 모니터링이다. SLA 모니터링을 바탕으로 해서 서비스 제공자들은 그 결과를 사용자들에게 알리고, 위반 사항에 대해서는 보상을 해야 한다. SLA의 품질을 측정하는 요소인 QoS의 파라미터들에 대해서 모니터링 방법은 매우 다양하며, 이들을 이용한 SLA 관리 솔루션의 연결은 현재 부족한 상태에 있다. 즉, 어떻게 하면 네트워크 트래픽 모니터링과 네트워크 성능 분석을 통해서 어떤 QoS 파라미터를 만족시키고, 이를 SLA 평가에 효율적으로 이용할 수 있는 지에 관한 해결 방안이 명확하게 제시되지 않고 있다. 이에 본 논문에서는 SLA의 중요 요소인 응답 시간에 대하여 패킷 손실이 지연시간에 미치는 영향에 대하여 분석을 수행하였다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 2장에서는 관련 연구와 네트워크에서의 성능 인자들에 대해서 살펴보고, 3장에서는 네트워크 지연시간 측정을 위한 모델링의 수행 및 이를 통한 네트워크 지연 시간에 대한 수식을 제공하였으며, 이를 통하여 패킷 손실이 네트워크 지연시간에 미치는 영향에 대한 분석 및 이들의 관계를 시물레이션을 통하여 유효성을 증명하였다. 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대하여 언급하였다.

II. 관련연구 및 네트워크 성능 인자

1. 관련연구

QoS와 관련된 많은 연구들이 현재 진행 중에 있다. 그 중 몇 가지의 프로젝트는 다음과 같다. 첫 번째로, Bhoj [4] 등이 여러 도메인에 걸쳐서 관리 정보를 공유할 수 있는 웹 기반의 아키텍처를 개발하기 위해서 연구를 수행하였는데, 이 아키텍처는 인터넷 서비스의 SLA의 자동화된 관리가 가능하도록 제안하였다. 또한 이 연구에서는 서비스 제공자(service provider)가 검증할 수 있고, 의미가 있는 사전에 정의된 SLA의 행동에 대해서 그들의 사용자(customers)에게 알릴 수 있는 방안에 대해서 제시를 하였다. 그리고 Liu [5] 등이 수행한 연구에 의하면, 응용 계층의 SLA와 네트워크 계층의 성능을 매핑하는 정형화된 통계적인 방법론을 제시하였다. 이 연구에서는 응답 시간(response time)을 응용 계층의 SLA로 간주하고, 링크의 대역폭과 라우터의 처리량을 네트워크 계층의 성능 인자로 하여 응용 계층의 응답 시간을 네트워크 인자에 대하여 직접적으로 연결시키는 함수를 제시하였다. 여기서 중요한 점은 데이터 네트워크를 순회하는 응용 프로세스의 흐름을 파악하여, 매핑에 대한 분석을 수행하는 것이다. 이외에 다른 프로젝트들도 멀티미디어 네트워크에서 QoS 매핑에 대한 연구를 수행하였다 [6][7]. 또한, 차세대 인터넷 기술들과 애플리케이션을 개발하기 위해 공동 연구를 수행하는 Internet2에서는 Internet2 Measurement Working Group [8]에서 QoS를 보장하기 위한 기반 구조 구축 및 네트워크 성능 측정에 대한 연구를 수행하고 있으며, IETF [9]의 IPPM Working Group에서는 인터넷상의 IP 프로토콜에 대해서 성능 측정의 기준을 구분하였는데, 그 기준으로는 연결성, 지연변이, 손실 패턴, 양방향 지연 및 손실, 단방향 지연 및 손실, 패킷 재배열, bulk transport capacity 와 link bandwidth capacity 등이 있다. 이와 같이 전 세계 여러 곳에서 네트워크 성능 측정 및 QoS를 보장하기 위한 SLA 보장에 대해서 연구를 수행하고 있으나, 네트워크 성능 인자와 QoS 인자의 매핑에 대한 연구 및 이를 SLA에 반영하는 방법에 대한 연구는 아직 부족한

상황이다. 이에 본 연구는 패킷 손실이 네트워크 지연시간에 미치는 영향의 분석 및 통계적인 수식을 제공하여 SLA의 중요 요소인 응답시간 보장 방안을 제시할 수 있다.

2. 네트워크 성능 인자

네트워크 성능 인자인 SLA QoS 인자들의 성능을 측정하기 위해서 사용되는 네트워크 계층에서 측정되는 측정요소를 의미한다. QoS의 인자들은 크게 다음과 같은 인자들을 포함하게 된다[10].

● 신뢰성(Reliability)

: 서비스의 요청 시에 어느 정도 정확하게 작동하고 있는지에 대한 정보를 나타내는 인자이다. 따라서 서비스 제공 도중의 장애를 최소화하는 점을 고려해야 함으로, 데이터가 전송되는 동안은 지속적인 서버와의 연결을 유지시켜 줄 수 있어야 한다. 또한 이 인자의 값은 전송 도중의 데이터 손실이나 훼손 정도로 판단하게 된다. 일반적으로 오류 발생 확률이나 오류간의 평균 시간으로 측정된다. 이러한 신뢰성은 가용성(Availability)으로 간주되기도 하는데, 가용성은 언제든지 사용자가 원할 때 사용할 수 있는지에 대한 정보를 나타내는 인자이다. 네트워크의 가용성을 표시하기 위해서는 MTBF (Mean Time Between Failure)와 MTTR (Mean Time To Repair)를 사용하여 나타낸다.

● 지연(Latency)

: 일반적인 지연(Latency)의 정의는 패킷의 첫 번째 부분이 한 관찰지점을 지나가는 시간에서 다른 관찰 지점을 패킷의 마지막 부분이 지나가는 시간의 간격을 의미한다. 지연의 변이(variation)를 지터(jitter)라고 하며, 멀티미디어 서비스의 경우 지터의 영향을 많이 받게 된다.

● 손실(Loss)

: 네트워크 경로를 따라서 발송자에 의해서 보내지게 되는 패킷은 손실되거나 혹은 결과적으로 목적지에 도달하지 못하게 되는데, 이러한 정보를 손실(loss)이라고

한다. 하나의 패킷의 손실은 네트워크 애플리케이션에 작은 영향을 끼치지만, 손실이 반복되면 전체 성능에 큰 영향을 미치게 된다.

또한, IETF의 IP 성능 워킹 그룹에서는 인터넷 서비스 인자들을 설정하기 위한 작업을 수행하고 있는데, 이러한 인터넷 서비스 인자들은 다음과 같다.

Framework for IP Performance Metrics(RFC 2330)

IPPM Metrics for Measuring Connectivity (RFC2678)

A one-way Delay Metric for IPPM(RFC2679)

A one-way Packet Loss Metrics for IPPM (RFC2680)

A Round-trip Delay Metric for IPPM(RFC2681)

III. 네트워크 모델링 및 시뮬레이션

1. SLA와 서비스 응답시간

SLA와 QoS의 성능을 연결하기 위해서 우선 SLA 체결 시에 필요한 요소들이 무엇인지를 파악해야 한다. SLA 체결 시에 필요한 요소로는 서비스가 보장되는 유효한 시간(Valid time), 보장되어야 하는 서비스의 범위(Scope), 제공되는 서비스의 품질의 정도(Service level indicator) 그리고 보상에 대한 문제 등이 있다.

제공되는 서비스 품질정도에서, SLA 체결 시에 가장 중요한 요소로는 사용자가 요청한 서비스의 응답시간이다[11]. 이것은 서비스 요청자가 시스템의 내부 구조 및 처리절차나 세부적인 프로세싱 방식에 관계없이 자기가 요청한 서비스의 결과를 예상시간 이내에 받아보기를 원하기 때문이다. 서비스 응답시간을 측정하고 사용자와 서비스제공자 사이에 체결한 기대치를 보장해주기 위해서는 일반적으로 응답 시간에 영향을 미치는 요소들을 파악하고, 그 요소들 중에서 조정 가능한 인자와 조정 불가능한 인자를 파악하여야 하며, 조정 가능한 인자들은 그 인자들의 영향 정도를 파악하여 요청한 서비스가 약

속된 시간 이내에 수행되도록 관리를 하여야 한다.

조정 가능한 인자들의 값으로는 대역폭, 패킷의 크기, 도착률 그리고 패킷의 손실 등이 있다. CPU나 디스크 I/O같은 요소도 고려할 필요가 있으나, 이들 요소는 CPU의 성능 향상 및 메모리가 GB급으로 커짐에 따라 이러한 요소들의 영향은 네트워크 지연에서는 다른 요소에 비해 영향을 덜 받게 되었다. 그래서 본 논문에서는 CPU나 디스크 I/O가 네트워크 지연에 미치는 영향은 미비하기 때문에 고려하지 않았다. 3.2절에서는 다양한 대역폭을 가진 네트워크 상황에서 네트워크 지연에 대한 모델링 및 손실이 발생하였을 경우의 최대 지연시간에 대한 제시를 하였다.

2. 패킷 손실이 네트워크 지연시간에 미치는 영향 분석을 위한 모델링

패킷의 손실이 네트워크 지연시간에 미치는 영향을 측정하기 위해서 본 절에서는 앞서 수행한 연구[6]를 발전시켜 패킷 손실에 대한 모델링을 수행하였다. [6]에서는 서비스 응답시간을 결정하기 위해 네트워크 자원의 양을 조절하는 하는 연구를 수행하였으며, 본 논문에서는 패킷 손실이 네트워크 지연시간에 미치는 영향 분석을 수행하였다.

네트워크 지연시간은 패킷의 손실이 발생할 경우와 발생하지 않을 경우로 나누어서 고려할 수 있다. 이러한 상황을 측정하기 위해서 아래의 [그림 1]과 같은 일반적인 성형 네트워크의 구성도를 이용하여 모델링 및 수식의 제시, 그리고 NS-2를 이용한 시뮬레이션을 수행하여 그 유효성을 제시하고자 한다.

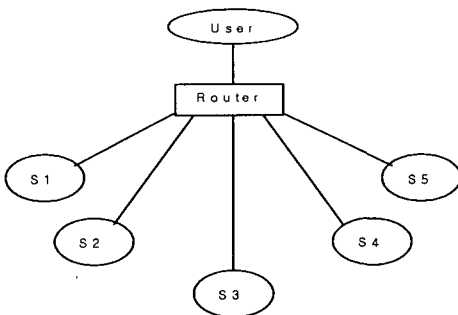


그림 1. 성형 네트워크 구성도

[그림 1]의 네트워크 구성도를 이용하여 아래의 [그림 2]와 같이 모델링을 수행하였다. 각각의 서버는 M/M/1 모델과 간단한 수식을 이용하여 모델링을 수행하였다. 사용자가 수행하는 프로그램이 S1서버에서부터 S5까지 5개의 서버에서 동시에 수행되는 과정을 모델링 한 것이다.

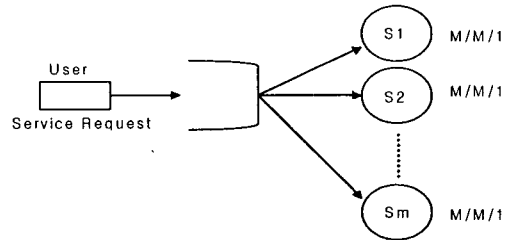


그림 2. 모델링 된 네트워크 구성도

서비스 응답시간에 대한 수식은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 이는 네트워크 지연시간을 M/M/1 모델을 이용하여 표현한 것이다.

일반적으로 M/M/1 큐잉 모델에서 작업의 평균 개수를 $E(n)$ 이라고 하고, 큐잉 지연의 평균 응답시간을 \bar{R} 이라고 하면, 다음 식과 같이 나타낼 수 있다[12].

$E(n) = \frac{\rho}{1-\rho}$ 이 되고, \bar{R} 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\bar{R} = \frac{E(n)}{\lambda} = \left(\frac{\rho}{1-\rho}\right) \frac{1}{\lambda} = \frac{(1/\mu)}{1-\rho} = \frac{1}{\mu-\lambda} \quad (1)$$

단 μ 는 작업의 서비스율 (service rate)을, λ 는 작업의 도착률 (arrival rate)을 의미하고, $\rho (= \lambda/\mu)$ 는 이용률을 나타낸다.

여기서, T_s 를 서비스 시간이라고 정의하면 위의 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\bar{R} = \frac{1}{\mu-\lambda} = \frac{T_s}{1-\lambda T_s} = \frac{\bar{M}/B}{1-\lambda \bar{M}/B} = \frac{\bar{M}}{B-\lambda \bar{M}} \quad (2)$$

서비스 시간을 네트워크 요소로 매핑하기 위해서 링

크의 데이터 전송률과 평균 패킷의 크기의 곱으로 서비스 시간을 계산하였다 [5]. 이를 이용하여 네트워크 지연시간을 계산하면 다음과 같다.

$$Network_latency = \sum_{j=1}^l \frac{D}{2.3 \times 10^8} + \sum_{k=1}^k \frac{\bar{M}}{B} + \sum_{l=1}^l \frac{\bar{M}}{B - \lambda M} \quad (3)$$

여기서, D는 서비스를 요청한 시스템에서 서비스를 수행한 시스템까지의 거리를 의미하며, \bar{M} 은 패킷의 평균적인 크기를 나타내고, B는 사용된 대역폭이며, λ 는 패킷의 도착률(arrival rate)을 의미한다. 또한 j, k, l 등의 변수들은 출발지에서 목적지까지의 네트워크 경로별로 다른 대역폭, 거리 등을 반영하기 위해서 사용되었으며, 각각의 합이 전체 네트워크 지연의 값으로 계산된다.

서비스의 응답시간은 네트워크 지연 (network latency), 시스템 지연 (system latency), 소프트웨어 컴포넌트 지연 (software component latency)의 합으로 나타낼 수 있으며, 네트워크 지연은 전파 지연 (propagation delay), 전송 지연 (transmission delay), 큐잉 지연 (queueing delay)의 합으로 표현된다.

위의 네트워크 지연의 수식에서 $\sum_{j=1}^l \frac{D}{2.3 \times 10^8}$ 는 전파 지연을 의미하며, $\sum_{k=1}^k \frac{\bar{M}}{B}$ 는 전송 지연을 나타내며, $\sum_{l=1}^l \frac{\bar{M}}{B - \lambda M}$ 는 큐잉 지연을 표현한 것이다.

시스템 지연에는 디스크 I/O나 CPU 처리 지연이 있으며, 소프트웨어 컴포넌트 지연에는 서버와 데이터베이스 트랜잭션 지연을 의미한다. 이 논문에서 시스템 지연과 소프트웨어 컴포넌트 지연은 측정할 수 있는 알고리즘의 값으로 가정하고, 네트워크 지연에 대해서만 분석을 수행하였다.

응답시간을 향상시키는 방안으로 각각의 응용 프로그램을 수행시킬 때 각 서버나 데이터베이스의 설정 가능한 인자들을 각 서비스 별로 세분화하여 설정하여 제공

해도 응답 시간의 향상을 가져올 수 있다. 이는 기존에 제품 개발사에서 수행하는 성능 튜닝을 의미하는 것이고, 본 논문에서는 성능의 인자가 응답 시간에 미치는 영향에 대해서 모델링을 하고 시뮬레이션을 수행하여 그 유효성을 보이는 것이다.

일반적으로, 네트워크 충돌 발생의 증가는 패킷 재전송을 유발하고, 이로 인해 네트워크 사용 효율이 떨어져 시스템의 자원과는 무관하게 서비스의 응답 시간이 떨어질 수 있다. 패킷의 재전송 시간은 일반적으로 다음과 같은 식에 의해서 측정된다.

$$Retransmission\ time = 2 \times Round\ Trip\ Time = 4 \times Network_latency$$

따라서 패킷의 손실이 발생할 때의, 네트워크 지연 시간은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Network_latency \leq 4 \left(\sum_{j=1}^l \frac{D}{2.3 \times 10^8} + \sum_{k=1}^k \frac{\bar{M}}{B} + \sum_{l=1}^l \frac{\bar{M}}{B - \lambda M} \right) \quad (4)$$

전송 도중에 발생하는 패킷의 손실은 전송 기간 중에 계속적으로 재전송되므로, 실질적으로 네트워크 지연시간에 영향을 미치는 패킷의 손실은 전송이 마무리되는 시점에 발생하는 것이다. 패킷의 손실이 발생하였을 때, 최악의 경우에는 12번의 재전송을 수행한 후에 연결을 끊게 되는데, 대략적으로 9분 정도가 소요된다[13]. 그러므로 본 논문에서는 네트워크에 치명적인 에러가 있어서 계속적으로 패킷이 재전송 되어도 패킷이 목적지에 도달하지 못하는 경우는 고려하지 않았다.

3. 시뮬레이션 방법 및 결과

2에서 제시한 수식을 증명하기 위해서, 본 논문에서는 NS-2 (Network Simulator)를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. NS-2는 LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 개발되었으며, TCP, 라우팅 프로토콜, 멀티캐스트 프로토콜, RTP

(Real Time Protocol), SRM(Scalable Reliable Multicast) 등 다양한 인터넷 프로토콜에 대한 시뮬레이션을 수행하기 적절한 여러 환경을 제공하고 있는 시뮬레이션 도구이다[14].

첫 번째로 수행한 시뮬레이션은 [그림 1]의 네트워크 구성에서 TCP 프로토콜 설정한 후에, 그 위에 ftp 애플리케이션을 설정하였다. 그리고 사용자(user)로부터 각각의 서버 s1, s2, s3, s4, s5로 5초 동안 패킷을 전송하도록 하였다. 그리고 각각의 서버에 전달된 패킷의 수를 측정하였다. 두 번째로는 NS-2에 있는 에러 모델을 이용하여 패킷의 손실이 발생하도록 설정을 하였다. 네트워크의 각 경로에서 손실률을 0.02로 설정한 후에 5초 동안 전송된 패킷의 수와 손실된 패킷의 수를 측정하였다. 시뮬레이션을 위해 설정된 각각의 인자들의 값은 다음과 같다.

표 1. NS-2 시뮬레이션 환경

| 경로 | 대역폭 | 시뮬레이션 1 | 시뮬레이션 2 |
|---------|--------|---------|------------|
| 사용자~라우터 | 45Mb | 손실률 = 0 | 손실률 = 0.02 |
| 라우터~S1 | 100Mb | | |
| 라우터~S2 | 100Mb | | |
| 라우터~S3 | 1.54Mb | | |
| 라우터~S4 | 10Mb | | |
| 라우터~S5 | 10Mb | | |

또한 각각의 D의 값은 25km로 설정하였다. [표 1]에 설정된 값으로 시뮬레이션을 수행한 결과의 값은 다음과 같다.

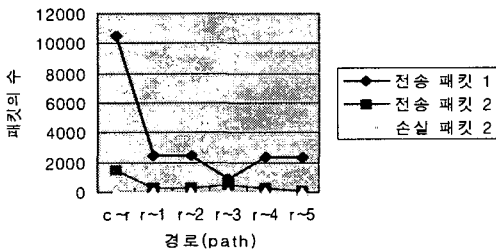


그림 3. 시뮬레이션 결과

[그림 3]에서 c~r은 사용자로부터 라우터까지 전송

된 패킷의 수이며, r~1은 라우터로부터 각각의 서버에 전송된 패킷의 수를 의미한다. 도표에서 제시된 바와 같이, 손실률이 설정되지 않은 전송 패킷 1(첫 번째 시뮬레이션)은 전체 전송된 패킷의 수가 10489개로서 손실률이 0.02로 설정된 전송 패킷 2(두 번째)의 1510보다 694.6% 많이 전송이 되었다. 즉, 패킷의 손실로 인하여 패킷의 전송 지연이 발생한다는 것은 자명하게 알 수 있다.

2에서 제시한 수식의 유효성을 증명하기 위해서는 전송되는 패킷의 수를 제한하여, 손실이 발생한 경우와 발생하지 않는 경우의 두 가지 방식에 대하여 네트워크 지연 시간을 측정하였다. 시뮬레이션 2에서 전송된 전체 패킷의 수는 1510개이며, 전송하는데 걸린 시간은 6.011276초가 소요되었으며, 시뮬레이션 1에서는 1510개의 패킷이 전송하는데 걸린 시간은 1.82918초가 소요되었다. 따라서 2에서 제시한 바와 같이 패킷의 손실이 발생하였을 때의 지연시간은 7.31672보다 작게 나타났다. 이를 각 경로 별로 나타내면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

표 2. 네트워크 지연 시간의 비교

| 경로 | 전송된 패킷의 수 | 패킷 손실 발생시 지연시간 | 패킷 손실이 없을 때 지연시간 | 손실이 없을 때 지연시간의 4배 |
|--------|-----------|----------------|------------------|-------------------|
| 라우터~S1 | 254 | 5.898572 | 1.665191 | 6.660764 |
| 라우터~S2 | 274 | 5.992581 | 1.70955 | 6.8382 |
| 라우터~S3 | 538 | 6.032082 | 4.02465 | 16.0986 |
| 라우터~S4 | 317 | 6.017577 | 1.808964 | 7.235856 |
| 라우터~S5 | 86 | 5.968097 | 1.524046 | 6.096184 |

NS-2를 이용하여, 패킷의 손실이 네트워크 지연 시간에 미치는 결과를 [표 2]의 네트워크 지연 시간의 비교에서 제시하였다. 패킷의 손실로 인하여 네트워크의 지연 시간에 미치는 영향은 위의 수식 (1)에서 제시한 것처럼, 패킷의 손실이 발생하지 않았을 경우에 소요되는 시간의 4배보다 지연 시간이 적게 소요되는 것으로 결과가 제시되었다.

IV. 결론 및 향후 계획

사용자가 요청한 서비스의 품질을 보장하기 위해서는 고려해야 할 요소가 많이 있으나, 그 중에서 가장 중요한 요소는 응답시간을 사용자에게 투명하게 제공할 수 있어야 한다. 응답시간에 영향을 주는 요소는 여러 가지가 있으나, 본 논문에서는 네트워크 지연시간에 대하여 모델링을 수행하고, 네트워크 지연시간의 측정 요소들을 거리, 대역폭, 패킷의 크기, 도착률 등으로 매핑하여 수식을 제공하였다. 또한 네트워크에서 비정상적으로 트래픽이 증가하거나 이상이 발생하여 패킷의 손실이 발생하면, 네트워크 지연에 많은 영향을 주게 된다. 이러한 패킷 손실의 영향에 대하여 일반적인 재전송에 관련된 수식을 이용하여 패킷 손실이 네트워크 지연시간에 주는 영향을 분석하였다.

이러한 연구는 [15]에서 조사된 바와 같이 응용 계층의 성능 문제와 관련하여 45%는 네트워크 문제로, 45%는 응용 프로그램의 디자인 문제나 버그와 관련하여 발생하며, 10%는 호스트와 디스크의 문제로 발생한다. 이 논문에서 제시한 네트워크 지연시간의 측정 수식이나 패킷의 손실에 대한 연구는 SLA를 보장하기 위한 QoS 성능인자의 매핑 관계 및 영향관계를 분석할 수 있으며, SLA의 중요 요소인 응답시간을 보장하는 방안에 대한 기반지식을 제공함으로써 위에서 제시한 응용계층의 성능 문제를 해결할 수 있는 기본적인 바탕을 제공할 수 있다.

향후 연구계획으로는 서비스 제공자와 사용자간에 체결한 SLA의 응답시간에 대하여 패킷 손실이나 다른 요인이 발생하였을 경우에도 서비스의 응답 시간과 성능과 관련된 인자들과의 협상(negotiation)을 통하여 체결한 서비스 응답 시간을 보장하는 방안에 대해서 연구를 수행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] TM Forum, "Performance Reporting Concepts and Definitions," TMF701v2.0, Nov. 2001.
- [2] TM Forum, "Service Level Agreement Management Handbook," GB917v1.5, Jun. 2001.
- [3] TM Forum, <http://www.tmforum.org>.
- [4] P. Bhoj, S. Singhal and S. Chutani, "SLA Management in Federated Environments," 5-24 Comp. Nets., Vol.35, No.1 Jan. 2001.
- [5] B. Hua Liu, P. Ray and S. Jha, "Mapping Distributed Application SLA to Network QoS Parameters", IEEE 2003.
- [6] L. A. DaSilva, "QoS Mapping along the Protocol Stack: Discussion and Preliminary Results," Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC'00), June 18-22, New Orleans, LA, Vol.2, pp.713-717, 2000.
- [7] T. Yamazaki and J. Matsuda, "On QoS Mapping in Adaptive QoS Management for Distributed Multimedia Applications," Proc. ITCCSCC'99, July 1999.
- [8] Internet2 Measurement Working Group, <http://www.internet2.edu/measurement>
- [9] IETF, <http://www.ietf.org>
- [10] J. Park and J. Baek, "Management of Service Level Agreements for Multimedia Internet Service Using a Utility Model," IEEE Communications Magazine, May 2001.
- [11] NSF CISE Grand Challenge in e-Science Workshop Report, <http://www.evl.uic.edu/activity/NSF/index.html>, Jan 24, 2002.
- [12] R. Jain, The art of computer systems performance analysis, John wiley & sons, Inc., 1991.
- [13] W. R. Stevens, TCP/IP Illustrated, Volume 1, Addison Wesley, 1999.
- [14] NS, <http://www-mash.cs.berkeley.edu/ns>.
- [15] Brian L. Tierney, "End-to-End Application

Monitoring using the Distributed Monitoring Framework," Lawrence Berkeley National Laboratory, 2002.

저자 소개

김 태 경(Tae-Kyung Kim)

정회원



- 1997년 2월 : 단국대학교 수학교육(학사)
- 1996~1997 : 기아 정보 시스템
- 1997~2001 : 서울신학대학교 종합 전산실 주임 대리
- 2001년 2월 : 성균관대학교 정보통신공학(석사)

- 현재 : 성균관대학교 정보통신공학부 박사과정 수료.
- <관심분야> : 그리드 네트워크, 네트워크 보안, 네트워크 QoS

서 희 석(Hee-Seok Seo)

정회원



- 2000년 2월 : 성균관대학교 산업공학과 졸업(공학사)
- 2002년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 졸업(공학석사)
- 2004년 3월 : 한국 정보 감리 평가원(선임 연구원)

- 2005년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 졸업(공학박사)
- 2005년 3월 : 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 전임강사
- <관심분야> : 네트워크 보안 시뮬레이션, 지능형 시스템, 분산 에이전트

김 희 완(Hee-Wan Kim)

정회원



- 1987년 : 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
- 1988년 : 한국전력공사 정보처리처(DBA)
- 1995년 : 성균관대학교 정보공학과(공학석사)

- 1996년 : 정보처리 기술사(정보관리 부문) 취득
- 1999년 : 정보시스템 감리인(한국전산원) 자격 취득
- 2002년 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부(공학박사)
- 1996년 삼육의명대학 전산정보과 조교수
- 2001년~현재 : 삼육대학교 컴퓨터과학과 부교수
- <관심분야> : 컴퓨터 및 네트워크 보안, 동시성 제어, 분산 DB, 보안 시뮬레이션