

논문 02-01-01

통합LAN 구성 방식의 제어 알고리즘에 따른 성능 분석

Performance Analysis of Control Algorithm for Construction Scheme of Converged LAN

金容權*, 奇長根*, 崔眞圭**, 林成勇**, 李圭皓***

Yong-Kwon Kim*, Jang-Geun Ki*, Jin-Kyu Choe**, Seong-Yong Lim**, Kyou-Ho Lee***

요 약

통합 LAN은 다양한 트래픽을 수용해야 하므로 통합LAN의 성공적 개발을 위해서는 통합 LAN 구성을 분석하고 평가하는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 SLAM II를 이용한 성능 분석 프로그램을 개발하고, 큐 관리 방식과 스케줄 알고리즘 등을 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과, cyclic 서비스 알고리즘이 가중치에 의한 우선순위 알고리즘보다 성능에 더 큰 영향을 주는 것으로 평가되며, Back Pressure 구현은 큐 관리를 용이하게 할 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract

Converged LAN accepts diverse traffics so that performance analysis is very important for successful development of converged LAN. In this paper, we develop simulation program using SALM II and simulate queue management scheme and scheduling algorithm for converged LAN. The result of simulation shows the effect of performance for cyclic service algorithm larger than priority algorithm using weight. And queue management can be easy by implementation of Back Pressure scheme.

keyword: Converged LAN, queue management, scheduling algorithm, cyclic service, Back Pressure

1. 서 론

음성, 영상 및 데이터 등과 같은 다양한 서비스에 대한 이용자의 요구 증대와 IP를 기반으로 하는 패킷

망 기술의 빠른 발전은 망의 광대역화 및 효율적인 망 운영을 위한 통합으로의 진화를 가속시키고 있으며, 국내외로 이러한 통합 망과 통합서비스에 대한 기

* 公州大學校 情報通信工學部
(Division of Info. & Communication Eng., Kongju Nat. Univ.)

** 韓南大學校 電子情報通信工學部
(School of Info. Tech. & Multimedia Eng., Hannam Univ.)

接受日:2002年 2月 27日, 修正完了日:2002年 7月 11日

*** 韓國電子通信研究院
(Electronics and Telecommunications Research Institute)

※ 본 연구는 2001년도 한국전자통신연구원의 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과임.

술 연구 및 서비스 개발이 추진되고 있다[1].

IP 기반의 단일 체계 통신망인 통합 LAN 시스템은 다양한 멀티미디어 트래픽을 수용하고, 이에 따르는 새로운 서비스에 유연하게 적응하여야 한다[2]. 따라서 통합 LAN 시스템의 구조 및 기능은 새롭게 분석되고 평가되어야 한다. 또한 다양한 트래픽에 대한 특성 분석을 토대로 종합적인 성능 분석이 수행되어야 할 것이며, 성능 분석 결과를 기반으로 최적 구성 방안이 수립되어야 할 것이다. 통합LAN에서 고속 대용량 스위치는 전체 구성에서 핵심이 된다. 따라서 고속 대용량 스위치를 중심으로 성능 분석하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 40Gbps 스위칭 용량을 가진 통합 LAN 환경에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제1장은 서론으로 연구의 필요성을 기술하였으며, 제2장에서는 통합 LAN 구성을 위하여 사용될 수 있는 알고리즘에 대해 분석하였다. 제3장에서는 통합LAN 성능 분석을 수행하기 위해 시뮬레이션 전용언어인 SLAM II[3]를 사용한 성능분석 모델 및 프로그램을 개발하고, 다양한 구성 방안에 대한 성능 분석을 하였다. 마지막으로 제4장에서는 이상의 연구 결과에 대한 내용을 종합 분석하였다.

II. 혼잡 제어 및 회피 알고리즘

라우터에서 종단의 혼잡 제어/회피 기법을 보완하기 위해서는 몇 가지 방법들이 요구된다. 혼잡제어와 관련된 라우터 알고리즘은 큐 관리와 스케줄링 두 가지로 구분할 수 있다[4]. 큐 관리는 필요할 때 적절하게 패킷을 폐기하여 큐의 길이를 관리하는 것이고, 스케줄링은 패킷을 다음에 어디로 전송할 것인지를 결정하고 흐름들간의 대역 할당을 관리하는데 주로 사용된다. 전통적인 큐의 길이 관리는 Drop Tail 이다. Drop Tail은 큐가 가득 차면 비로소 패킷을 폐기하고 이것을 혼잡신호로 하여 송신 호스트에게 전송물을

낮추게 한다. 그러나, 이 방법은 큐의 공간을 단일 연결이나 몇몇 flow가 점유하는 문제가 있고 버퍼가 가득 찼을 때 패킷 폐기가 발생하므로 혼잡이 해소되는데 많은 시간이 걸린다. 이러한 문제를 해결하기 위해 큐가 가득 차기 전에 패킷을 폐기하고 그 효과로 버퍼 오버플로우 전에 네트워크의 혼잡 정보를 송신 호스트에 보낸다. 그리고 그 응답으로 전송률을 낮추어 혼잡을 해소하는 능동 큐 관리 방식으로 RED 알고리즘이 제안되었다[5]. RED 알고리즘은 일정한 한계값을 두어 평균 큐 길이가 이것을 넘으면 패킷 폐기 확률을 구하여 임의로 폐기하는 방법을 사용하였다. 현재 라우터의 큐 관리 기법중에서 가장 타당한 방법으로 여겨지고 있으며 많은 연구가 이루어지고 있다.

2.1 일반적인 RED 알고리즘

RED 알고리즘은 평균 큐 길이(Avg)를 계산한다. 평균 큐 길이는 최대 임계치(THmax), 최소 임계치(THmin)와 비교된다. Avg가 THmax보다 작을 때는 패킷을 폐기하지 않고 THmax보다 클 경우는 큐에 도착하는 모든 패킷을 폐기한다. Avg가 THmax과 Thmin의 사이에 있는 경우에는 도착하는 패킷을 Avg의 함수인 폐기 확률 Pa(Discard Probability)로 폐기한다. RED 알고리즘은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 하나는 일시적으로 폭주하는 트래픽에 영향을 적게 받도록 Avg(평균 큐 길이)를 계산하는 것이고, 다른 하나는 혼잡 정도에 따라 패킷을 폐기할 확률을 계산하는 것이다. 균일한 간격으로 패킷을 폐기하는 것은 바이어스(bias)와 전역 동기화(수신측 버퍼에서 패킷을 폐기하기 시작하면 전역의 송신측에서 일제히 전송률을 줄이는 현상)를 피하기 위한 것이고, 충분히 많은 패킷을 폐기하는 것은 Avg를 조절하기 위한 것이다.

2.2 스케줄링 알고리즘

가. FIFO

라우터는 일반적으로 FIFO(First In First Out) 큐잉 규칙을 사용해 왔다. 단일 큐가 출력포트에 유지되는 것이다. FIFO 큐잉 규칙은 지연에 민감하거나 우선권을 가진 패킷에 대해서도 특별한 관리가 이루어질 수

없다는 단점이 있다. 단지 FIFO 순서에 의해 다루어지게 된다. 작은 패킷들이 큰 패킷의 다음에 큐잉 되면 작은 패킷이 먼저 전송되는 경우보다 전체 평균 지연 시간이 커지게 된다.

나. FQ (Fair Queueing)

FIFO의 단점을 해결하기 위한 방법으로 제안된 것이 FQ(Fair Queueing)이다[6]. 만약 N개의 채널이 출력을 공유한다면, 각 채널의 전체 대역폭은 1/N을 할당받아야 한다. 그리고 만약 어떤 채널이 할당받은 몫보다 적게 사용한다면, 그 나머지를 여러 채널에게 똑같이 나누어주어야 한다. 이러한 구조는 각각의 흐름이 매 사이클마다 정확히 한 패킷씩 전송할 수 있으므로 공정하게 된다. 많은 패킷을 전송하는 연결의 경우는 자신의 큐가 매우 길어져 지연이 커지게 된다.

다. WFQ (Weight Fair Queueing)

Fair Queueing하는데, 각 큐에 대해서 라운드 로빈 방식으로 프로세싱하며, 각 채널에게 Weight를 부여함으로써 각 채널에게 다른 대역폭을 제공할 수 있다. 실제적인 패킷 시스템에서 지연과 공정성의 특징의

관점에서 이상적인 트래픽 스케줄링 알고리즘으로 알려져 있다. 그러나, N개의 세션을 서비스하는 WFQ 스케줄러의 가상시간 계산이 너무 복잡한 단점이 있다.

라. WRR(Weight Round Robin)

WRR은 연결들에 대해서 라운드 로빈 형태로 데이터를 처리한다. 서비스되는 데이터의 양은 패킷 단위로 처리하게 된다. 만약 각 연결마다 다른 가중치를 가질 경우, 각 연결에서 서비스되는 패킷의 수는 상대적으로 가중치에 비례하게 된다. WRR은 구현 상 WFQ와 비교해서 구현의 복잡도가 낮고, 상대적으로 공정성이 우수하다.

III. 시뮬레이션 모델링 및 성능 분석

3.1 시뮬레이션 모델링

시스템에서 중요한 핵심적인 역할을 하게 될 가입자 보드와 40Gbps 스위치에 대한 시뮬레이션을 행하였

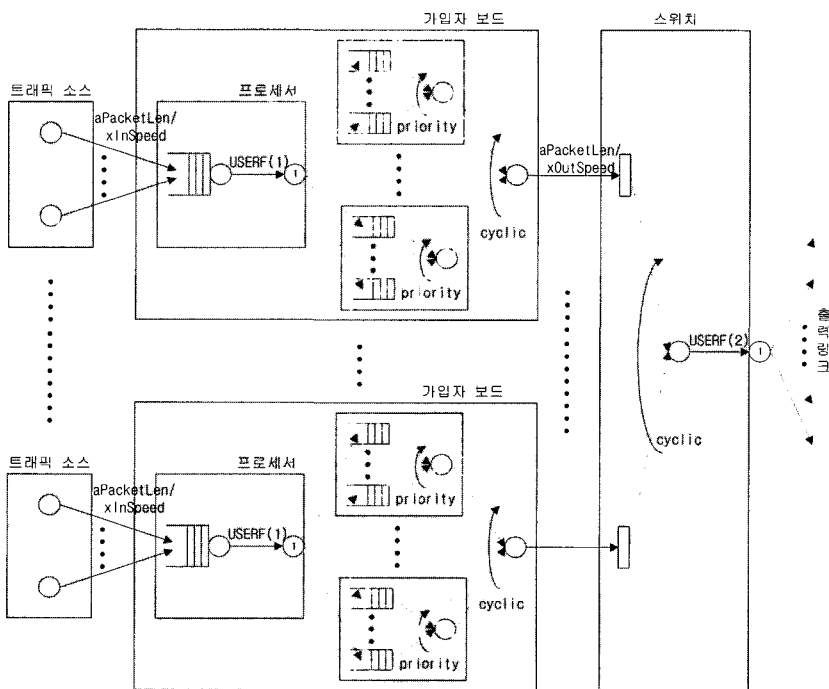


그림 1. 시뮬레이션 모델
Fig. 1. Simulation model

다. 그림 1은 가입자보드에서의 큐 관리 방식에 따른 성능 분석을 위한 시뮬레이션 모델이다. 대상 시스템은 크게 가입자 보드들과 스위치로 구성된다. 가입자 보드내 프로세서는 입력되는 패킷들의 헤더를 분석하여 출력포트나 우선순위 등을 알아내어 해당되는 포트를 통하여 스위치로 출력한다.

그림 1에서 트래픽 소스들로부터 인가되는 모든 패킷들은 가입자 보드에 있는 입력 큐에 저장되며 입력 큐는 FIFO로 동작하도록 모델링하였다. 또한 프로세서가 입력 패킷을 처리하는 시간은 랜덤 분포를 가지며, 평균시간은 트래픽 타입에 따라 다르게 줄 수 있도록 모델링되었다. 프로세서의 처리를 마친 패킷은 스위치로 전송되는데, 이때 패킷의 목적지 주소와 우선순위에 따라 전송 순서가 결정된다. 즉 목적지 주소에 따라 결정된 출력링크 별로 큐 그룹을 가지고 있으며 각 큐 그룹은 가중치에 따른 우선순위를 고려하여 서비스되는 큐들로 구성된다. 각 큐 그룹간에는 cyclic 서비스 방식이 적용되며, 큐 그룹내의 큐들간에는 가중치에 따른 우선순위 서비스 방식이 적용된다. 스위치는 각 가입자 보드들을 cyclic 방식으로 서비스한다. 따라서 가입자 보드로부터 스위치로 보내지는 패킷들은 자신의 서비스 차례가 될 때 실질적으로 스위치로 보내지게 된다. 스위치 출력링크의 큐 오버플

로우를 방지하기 위하여 Back Pressure 스킴이 적용된다.

이와 같은 기본 환경에서 가입자 보드 내에서 목적지(출력링크)별로 큐그룹을 만들지 않고 단지 우선순위별로만 큐가 존재하는 경우, 우선순위 큐들간에 가중치를 고려한 랜덤 확률에 의해 서비스를 적용하는 것 대신에 절대적인 우선순위에 의해 서비스를 하는 경우, Back Pressure 스킴이 없는 경우 등의 변형된 환경에 대해서 시뮬레이션을 할 수 있도록 프로그램이 개발되었다. 표 1은 적용 가능한 알고리즘을 정리한 것이다.

3.2 기본 알고리즘 성능 분석

그림 2에 기본 알고리즘에서 트래픽 소스가 1M 또는 10M, 큐길이가 100 또는 50인 경우에 대한 패킷 손실률을 나타내었다. 먼저 입력 트래픽 소스가 1M 트래픽 소스들로 구성된 경우와 10M 트래픽 소스들로 구성된 경우에 대한 패킷 손실률을 비교해보면 1M 트래픽 소스의 경우가 패킷 손실률이 더 높다. 이에 대한 주된 원인은 트래픽 양이 많아져 패킷 손실이 발생하면 손실된 패킷을 발생시킨 트래픽 소스의 발생 트래픽 양을 줄이게 되는데, 1M 트래픽 소스에 비해 10M 트래픽 소스의 경우가 폐기되는 패킷당 받

표 1. 적용 가능 알고리즘 조합
Table 1. The set of applicable algorithms

패킷 저장할 큐 선택 알고리즘	서비스할 큐 선택 알고리즘
RED(가입자 보드에서 목적지별로 큐그룹 존재)	큐그룹간 Cyclic, 큐그룹내 가중치확률에 따른 큐선택, without BackPressure
	큐그룹간 Cyclic, 큐그룹내 절대우선순위에 따른 큐선택, without BackPressure
	큐그룹간 Cyclic, 큐그룹내 가중치확률에 따른 큐선택, with BackPressure
	큐그룹간 Cyclic, 큐그룹내 절대우선순위에 따른 큐선택, with BackPressure
RED(가입자 보드당 큐그룹 1개)	큐그룹간 Cyclic, 큐그룹내 가중치확률에 따른 큐선택, without BackPressure
	큐그룹간 Cyclic, 큐그룹내 절대우선순위에 따른 큐선택, without BackPressure
RED + WFQ준비	WFQ with BackPressure
	WFQ without BackPressure

생량 조절 능력이 훨씬 크기 때문이다. 예를 들어 1M 트래픽 소스들로 구성된 경우 셀 손실이 10개 발생해야 입력 트래픽 양이 10M 정도 줄어든다면 10M 트래픽 소스의 경우에는 셀 손실이 1개만 발생해도 입력 트래픽 양을 10M 정도 줄일 수 있게 된다.

큐 길이가 100인 경우와 50인 경우를 비교해보면 정규화 트래픽 부하량이 1보다 작을 때에는 대체적으로 큐 길이가 100인 경우가 50인 경우보다 패킷 손실률이 작다. 그러나 정규화 트래픽 부하량이 1이상인 과부하 상태에서는 거의 차이를 보이지 않으며, 이는 패킷 손실이 많이 발생할수록 그만큼 입력 트래픽 양을 조절하기 때문이다.

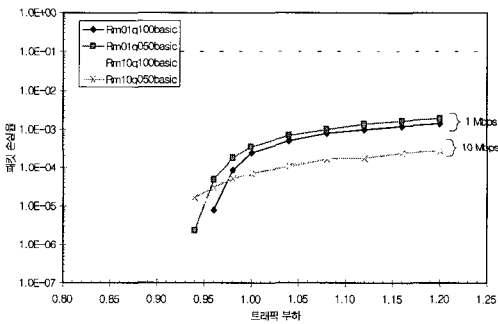


그림 2. 패킷손실률
Fig. 2. Packet loss rate

그림 3에는 1M 트래픽 소스에 대해 큐 길이가 100 또는 50인 경우의 우선 순위별 지연시간을 나타내었고, 그림 4에는 우선 순위별 패킷 손실률을 나타내었다. 그림 3에서 알 수 있듯이 정규화된 입력 트래픽 양이 0.9~1 사이에서 우선 순위가 낮은 트래픽은 지연시간이 급격히 증가하는 반면 우선 순위가 높은 트래픽은 별로 많이 증가하지 않음을 볼 수 있다. 큐 길이가 100인 경우와 50인 경우에 지연시간을 비교해보면 대체적으로 큐 길이가 100인 경우가 지연시간이 약간 큰 경향을 보인다. 그림 4에서는 우선 순위별 패킷 손실률의 차이를 확인할 수 있으며, 과부하가 걸리더라도 우선 순위가 가장 높은 트래픽에서는 손실이 발생하지 않음을 볼 수 있다. 또한 그림 3과 그림 4에서 큐 길이가

길수록 대체적으로 지연시간은 크고 패킷 손실률은 작은 현상을 확인할 수 있다.

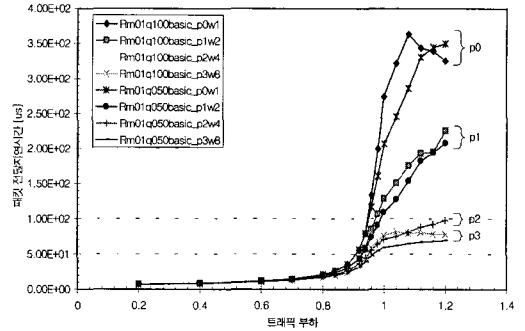


그림 3. 우선 순위별 지연시간(1Mbps)
Fig. 3. Delay time by the priority order(1Mbps)

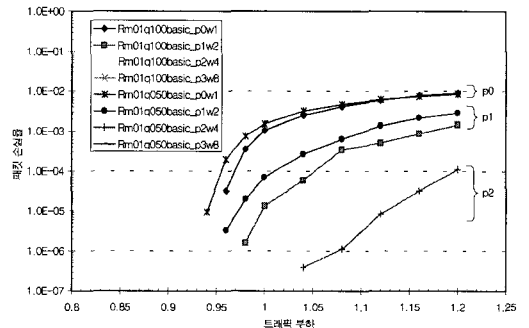
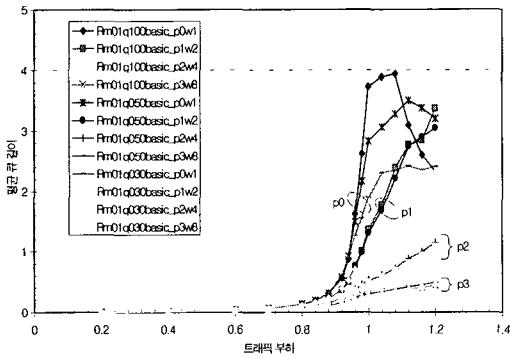


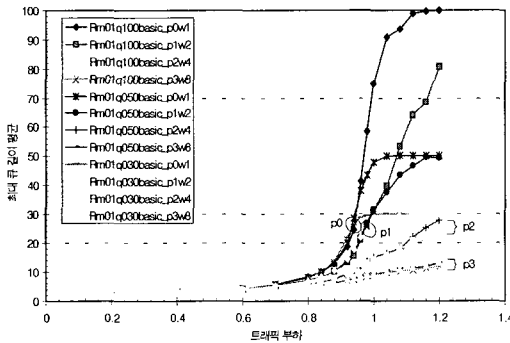
그림 4. 우선 순위별 패킷 손실률(1Mbps)
Fig. 4. Packet loss rate by the priority order(1Mbps)

그림 5에는 1M 트래픽 소스에 대해 큐 길이가 100, 50, 30인 경우의 우선 순위별 평균 큐 길이와 최대 큐 길이(평균)를 나타내었다. 여기서 최대 큐 길이(평균)이란 가입자 보드가 8개이고 또한 각 가입자보드마다 우선 순위가 같은 큐가 목적지(8개)별로 존재함으로써 이들 큐 길이의 최대 값들을 평균하여 구한 값을 의미하며, 이 값을 통해 개략적인 우선 순위별 최대 큐 길이 값을 알 수 있을 것이다. 이 그림들에서도 알 수 있듯이 트래픽 입력 양이 많아지면 우선 순위가 낮은 경우가 높은 경우에 비해 큐 길이가 급격히 증가함을

볼 수 있다. 또한 최대 큐 길이(평균)은 평균 큐 길이에 비해 대략 20배 정도의 값을 갖는 것으로 나타났다.



(a) 평균 큐 길이
(a) Average queue length



(b) 최대 큐 길이(평균)
(b) Maximum queue length(average)

그림 5. 우선 순위별 큐 길이 변화(1Mbps)
Fig. 5. Variation of queue length by the priority order(1Mbps)

3.3 Back Pressure 스킴의 영향 분석

기본 알고리즘은 출력 큐의 길이가 지정된 임계치 이상일 경우 가입자보드에서 해당 출력 큐로의 전송을 억제하는 Back Pressure 스킴(scheme)을 포함하고 있다. 그림에서 Back Pressure 스킴이 없는 경우는

출력 큐의 길이가 무한대로 가정하였으며, Back Pressure 스킴이 있는 경우는 출력 큐 길이가 100 또는 50 이상이 되면 Back Pressure 스킴이 트리거 되도록 하였다. 만일 Back Pressure 스킴이 없는 경우 출력 큐 길이를 100 또는 50으로 제한하면 출력 큐가 전체적인 병목요소가 되며, 출력 큐에서 패킷 손실이 너무 많이 생겨 비교할 수 없다.

그림 6에는 트래픽 소스는 1M, 입력 큐 길이 100 또는 50이고 최대 출력 큐 길이의 변화를 나타내었다. 그림에서 실선은 가입자 보드내의 큐 길이가 100인 경우이고 점선은 가입자 보드내의 큐 길이가 50인 경우를 나타낸다. 그림에서 Back Pressure 스킴이 없는 경우 최대 출력 큐 길이가 각각 100 또는 50 값을 훨씬 넘고 있음을 볼 수 있다. 따라서 Back Pressure 스킴을 적용하면 최대 출력 큐 길이를 각각 100 또는 50으로 제한할 수 있다.

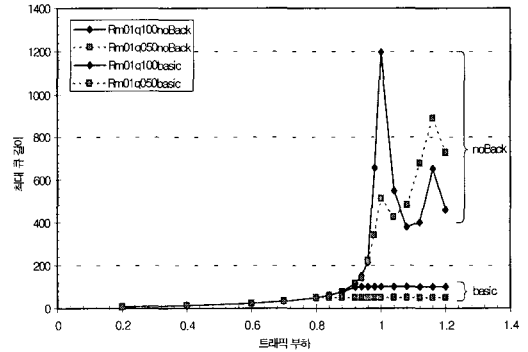


그림 6. Back Pressure 유무에 따른 최대 출력 큐 길이(1Mbps)
Fig. 6. Maximum output queue length with or w/o Back Pressure(1Mbps)

3.4 우선순위별로 서로 다른 큐 길이를 가질 경우에 대한 분석

앞에서 살펴본 기본 알고리즘은 가입자 보드의 각 큐 그룹에 속한 우선 순위별 큐들이 모두 100 또는 50으로 동일한 길이를 갖는 것으로 가정했었다. 여기서는 우선 순위별 큐들이 서로 다른 길이를 가질 경우에 대한 분석을 수행한다.

그림 7에는 1M 트래픽 소스에 대해 4개의 우선순위 큐들의 길이가 모두 100인 경우 대 160:120:80:40인 경우 우선순위별 지연시간을 나타내었다. 그림에서 큐 길이가 모두 동일한 경우에 비해 서로 다른 길이를 갖는 경우 전반적으로 지연시간은 약간 증가함을 볼 수 있다. 먼저 우선순위가 낮은 트래픽의 경우는 큐 길이가 100이상의 값으로 커졌기 때문에 당연히 지연시간이 증가하는 것으로 생각할 수 있으며, 우선순위가 높은 트래픽의 경우는 큐 길이가 비록 100 이하로 작아졌지만 실제 우선순위가 높은 트래픽에 대한 큐는 최대 길이가 40이하에서 주로 동작하기 때문에 큐 길이 감소에 의한 지연시간 감소효과가 미미하며, 오히려 우선순위가 낮은 트래픽의 전송량 증가에 의한 영향을 더 크게 받는 것으로 판단된다.

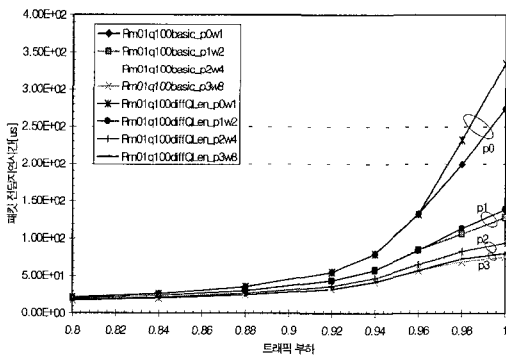


그림 7. 우선순위에 따른 큐 길이 변화에 대한 지연시간(1Mbps)

Fig. 7. Delay time for variation of queue length by the priority order(1Mbps)

3.5. WFQ 알고리즘 적용시의 성능 분석

기본 알고리즘은 큐그룹 내에서 서비스할 큐를 선택할 때 우선순위 가중치에 따른 확률로 서비스할 큐를 선택한다. WFQ 알고리즘은 가상도착시간과 가상종료시간 개념을 도입하여 큐그룹에 속한 각 큐의 맨 앞에 위치한 패킷의 가상종료시간을 서로 비교하여 가장 작은 시간을 갖는 패킷을 먼저 서비스한다. 여기서는 이와 같은 2가지 알고리즘의 시뮬레이션 결과를

비교한다.

그림 8과 그림 9에는 우선순위별 지연시간과 패킷 손실률을 나타내었다. 그림에서 두 알고리즘은 성능 측면에서 큰 차이를 보이지 않는다. 그 이유는 큐 그룹간에 적용되는 cyclic 서비스 알고리즘이 큐 그룹내의 큐들간에 적용되는 알고리즘보다 성능에 더 큰 영향을 주므로 그 차이가 두드러지지 않는 것으로 판단된다.

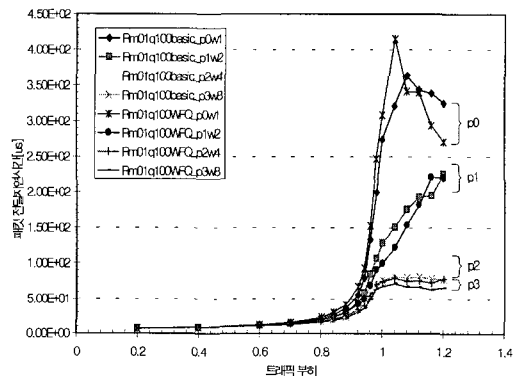


그림 8. 기본 알고리즘 및 WFQ 알고리즘의 우선순위별 지연시간

Fig. 8. Delay time for basic and WFQ algorithm

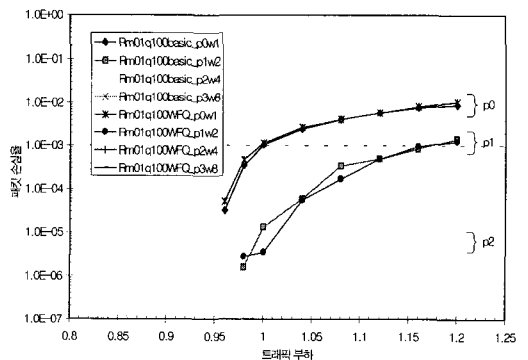


그림 9. 기본 알고리즘 및 WFQ 알고리즘의 우선순위별 패킷 손실률

Fig. 9. Packet loss rate for basic and WFQ algorithm

IV. 결 론

본 논문은 통합LAN의 구성 방안 연구로 시뮬레이션 전용언어인 SLAM II를 사용한 성능 분석 모델 및 프로그램을 개발하였다. 또한 개발된 프로그램을 이용하여 다양한 구성 방안에 대한 성능 분석을 하였다. RED, Back Pressure, WFQ 등의 알고리즘을 적용하고, 트래픽 소스와 가입자보드의 큐 크기를 변화시키면서, 우선순위에 따른 패킷 손실률, 큐 길이 변화, 전달지연 등을 구하여 그 결과를 분석하였다.

이상의 결과를 종합하면 다음과 같이 분석된다. 첫째, 스위치가 고속 대용량이므로 만일 입력되는 소스트래픽이 크지 않다면 큐의 크기나 큐 관리 기법에 의한 영향은 그리 크지 않은 것으로 판단된다. 둘째, 큐 그룹간에 적용되는 cyclic 서비스 알고리즘이 큐 그룹내의 큐들간에 적용되는 가중치에 의한 우선순위 알고리즘보다 성능에 더 큰 영향을 주는 것으로 판단된다. 셋째, Back Pressure 구현은 큐 관리를 용이하게 할 수 있을 것으로 판단된다.

본 논문에서 구현된 시뮬레이션 프로그램은 통합 LAN 분석에 사용될 수 있으며, 본 논문에서 분석된 결과는 새로운 통합 LAN의 개발 시 성능 분석 모델링 연구 및 구성 최적화를 위한 방법론 구축 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

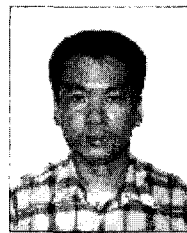
1. 한국통신학회지, 개방형 네트워크 기술, 18권5호, 2001년5월
2. Jerry Ryan, *The converged network infrastructure : An inductury guide*, ATG.
3. A.Alan B. Pritsker, *Introduction to Simulation and SLAM II*, System Publishing Co., 1986.
4. Bernhard Suter, T.V.Lakshamn, D.Stiliadis, A.Choudhury, "Efficient Active Queue Management for Internet Router," Lucent Tech., 1997.
5. Floyd, S., and Jacobson, V., "Random Early Detection gateways for Congestion Avoidance," IEEE/ACM Trans. on Networking, V.1 N.4,

August 1993, p. 397-413.

6. A.K. Parekh and R.G.Gallager,"A Generalized Processor Sharing Approach to Flow Control in Integrated Services Networks: The Single-Node Case," IEEE/ACM networking, vol.1, no.3, pp.344-357, 1993.

저 자 소개

金 容 權 (學生會員)



1971년 6월 30일생
1999년 공주대학교 전자공학과 졸업(공학사) 2001년 공주대학교 대학원 전기전자정보공학과 졸업(공학석사) 2001년 ~ 현재 공주대학교 대학원 전기전자정보공학과 박사과정 재학중

주관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 멀티미디어 통신

奇 長 根 (正會員)



1961년 7월 15일생
1986년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사) 1988년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사) 1992년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사) 1992년 - 현재 공주대학교 부교수 2002년 6월 -

현재 University of Arizona, Visiting Professor

주관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 멀티미디어 통신

崔 眞 圭 (正會員)



1958년 9월 20일생.
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 University 방문교수 1990년 8월 - 현재 한남대학교 교수

주관심분야 : 통신망 성능평가, 디지털시스템설계

林 成 勇 (正 會 員)



1976년 8월 29일생
1999년 한국과학기술원(KAIST)
전기및전자공학과 졸업(공학사)
2001년 한국과학기술원(KAIST)
전자전산학과 졸업(공학석사)
2001년 2월 ~ 현재 한국전자통신
연구원 인터넷기술연구부 근무

주관심분야 : 하이브리드 시스템, 분산시뮬레이션, 시
뮬레이션 연동, 네트워크 시뮬레이션 등.

李 圭 皓 (正 會 員)



1958년 3월 5일생
1980년 경북대 전자공학과 졸업
(공학사) 1982년 경북대 대학원
전자공학과 졸업(공학석사) 1998
년 The University of Gent, Belgium,
정보/컴퓨터공학과 (공학박사) 1986
년 - 1988년 미국 AIT Inc, 연구

원 1983년 - 현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
주관심분야 : 고속인터넷 기술, IP응용기술, 고성능 네
트워크프로세서, 고성능 라우터 기술