

NS-2를 이용한 BcN 전달망 성능분석

장희선* · 김영부** · 조기성**

요 약

본 논문에서는 기존의 차별화된 서비스 제공과 달리 보장형 서비스품질 제공 방안을 제시하고, NS-2를 이용한 시뮬레이션 결과를 제시한다. 한정된 자원을 요구하는 가입자별로 공정하게 나누어 가지는 경우 각각의 가입자들은 서비스품질의 저하를 느끼게 되어 전체적으로 가입자의 만족이 줄어든다. 따라서 보장형 서비스품질 제공 기법을 이용하여 제한된 자원내에서만 가입자를 서비스하고 이후에 요구하는 서비스 플로우에 대하여 서비스 제공을 거절함으로써 기존의 가입자의 만족을 증대시킬 수 있음을 알 수 있다.

Performance Analysis of Broadband Convergence Transport Network Using NS-2 Simulator

Hee-Seon Jang* · Young-Bu Kim** · Ki-Sung Cho**

ABSTRACT

For the efficient business, the telecommunication providers should have an attention for the minimization of the basic setup cost to implement the network infrastructure. Furthermore, the provision of the quality of service (QoS) to the service users is crucial for the service providers and vendors. In this paper, we propose the new algorithm to provide the user's QoS under the various traffic in the broadband convergence network. Using the NS-2 network simulator, we evaluate the QoS for the proposed algorithm, and compare those with the results of the previous differentiated service network.

Key words : BcN(Broadband convergence Network), Quality of Service

* 평택대학교 경상정보학부 e-비즈니스연구소

** 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단

1. 서 론

World Wide Web의 탄생으로 촉발된 인터넷 붐은 최근 통신, 방송, 인터넷이 혁명적으로 대통합되는 디지털 컨버전스(Digital Convergence) 시대로 빠르게 진전되고 있으며, 이로 인해 오늘날 생활 주변에서 뿐만 아니라 기업, 정부에 이르는 모든 사회조직에 구조적인 변화를 초래하고 있다. Off-line 중심의 상거래 구조가 On-line 중심의 구조로 개편되어 가고 사회조직 또한 가상 공간을 활용하게 됨으로써 시공간을 초월한 가히 혁명적인 문화 패턴의 변화를 이끌어 가고 있다. 그 중에서 가장 큰 변화는 과거의 text 위주에서 다양한 미디어를 활용한 멀티미디어 형식으로 변환된 정보교환 방식에 있다. 이러한 정보교환 방식의 변화는 바로 네트워크의 입장에서 광대역 통신경로의 요구로 연결되게 됨에 따라 통신 네트워크의 구조적인 변화를 유도하게 되었다.

트래픽의 라우팅 기술 측면에서 발전동향을 살펴보면, PSTN의 고정회선 기반의 고정 라우팅, IP의 고정회선 기반의 동적 라우팅, IPOA의 가상회선 기반의 동적 라우팅, MPLS의 가상회선 기반의 label swapping 기술, optical networking의 동적 회선(light path)기반의 label swapping 기술로의 천이가 이어지고 있다[1, 2]. 그리고 QoS 보장 메커니즘들에 대한 다양한 논의를 바탕으로 망 차원에서 QoS 제공 시나리오를 크게 2가지 대안으로 제시할 수 있다. 먼저, 첫 번째 시나리오는 IP 기반 진화 시나리오으로써 전통적인 router 망 기반에서 QoS 보장 메커니즘을 수용하는 방안을 의미하고 두 번째는 ATM 기반 진화 시나리오으로써 ATM망 기반에서 MPLS나 MPOA 기술을 수용하는 방안을 나타낸다[3, 4, 7, 8].

일반적으로 서비스품질(QoS)에는 다음과 같은 세 가지 요인을 고려한다.

- 트래픽 분류(traffic classification) : QoS 확인 및 트래픽 마킹 기술 등을 포함한다.

- 트래픽 제어(traffic control) : 하나의 망 요소내에서의 QoS를 의미하며 큐잉, 스케줄링, 폴리싱 및 트래픽 셰이핑 등을 포함한다.
- OAM 기능 : QoS 정책, 관리, 계정(과금) 기능 등을 포함한다.

최근 광대역 통합 네트워크(BcN : Broadband Convergence Network)에서는 가입자의 서비스품질 제공을 위하여 보장형 서비스 트래픽(GR : Guaranteed Rate)을 정의하고 이에 대하여 차별화된 서비스품질을 제공하고 있다. 즉 기존의 DiffServ (Differentiated Services) 네트워크에서는 망에서 제공하는 자원을 특정 트래픽(EF 또는 AF)이 공정하게 나누어 이용함으로써 전체적인 서비스품질의 저하를 초래하게 되었다. 그러나 최근 논의되고 있는 서비스품질 제공 라우터(QSR : QoS Router) [5, 6, 9, 10]에서는 보장형 서비스 트래픽의 경우에 대하여 사전에 정의된 자원내에서만 도착하는 플로우들에 대하여 자원을 할당해주고 이후에 도착하는 플로우들에 대하여 서비스를 거절함으로써 사용중이던 플로우들의 서비스품질(지연 또는 지터)에 영향을 미치지 않도록 설계하고 있다.

본 논문에서는 위와 같은 서비스품질의 제공을 위한 DiffServ 네트워크의 성능을 분석하고 QSR 네트워크에서의 보장형 서비스 트래픽에 대한 성능을 비교, 분석함으로써 QSR의 설계 방안을 모색하고자 한다. 이를 위하여 DiffServ와 QSR의 주요 특징을 살펴보고 NS-2를 이용한 시뮬레이션을 통하여 주요 성능 파라미터를 비교, 분석한다.

2. DiffServ 네트워크

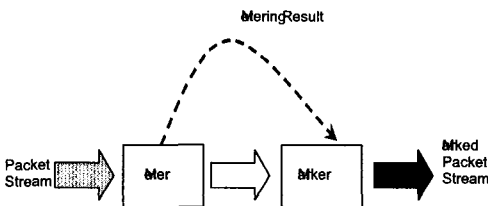
IETF에서는 DiffServ 라우터에서 처리해야 할 트래픽을 DSCP(DiffServ Code Point)로 구분하며 다음과 같이 세 가지 트래픽 등급으로 나눈다.

- EF(Expedited Forwarding) : 지연과 지터를 최

소화해야 하는 트래픽으로 분류되며, 약정된 대역폭을 모든 플로우들이 공유하고 하나의 code point 값을 가진다.

- AF(Assured Forwarding) : 네 개의 부 등급이 존재하며 각각의 등급은 세 개의 드랍 우선순위를 가질 수 있다. 따라서 총 12개의 code point 값이 존재한다.
- BE(Best Effort) : QoS 보장이 없으며 가용한 대역폭을 사용한다.

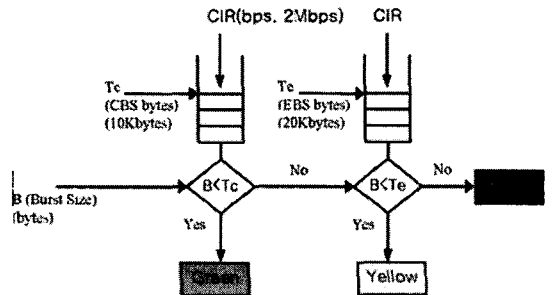
DiffServ 네트워크에서의 Traffic conditioning 은 예지 라우터에서 입력되는 트래픽이 사전에 약속된 사용자의 트래픽 프로파일을 따르는지의 여부를 확인하고, 순응 여부에 따라 기본적인 QoS 처리를 해 주거나 다른 QoS 처리를 해 주는 근거를 마련해 주는 프로세스를 말한다. 여기에서 말하는 기본적인 QoS 처리는 패킷의 우선순위를 변경해 주는 마킹(marking)이나 rate limiting을 통한 packet drop과 같은 것이 될 수 있다. 다른 QoS 처리는 트래픽 컨디셔닝의 결과가 흐름 제어나 패킷 스케줄링 과정에서 영향을 받을 수 있음을 말한다. 트래픽 컨디셔닝을 광범위한 측면에서 정의하면, 트래픽 컨디셔너는 packet classifier, meter, marker, 그리고 dropper나 shaper로 구성된다. 그러나 좁은 의미에서 트래픽 컨디셔너는 미터와 마커로만 구성되며, 트래픽을 측정하고 그 결과에 따라 순응 여부를 패킷에 표시하는 기능만을 포함하게 된다. (그림 1)은 미터와 마커로만 구성된 트래픽 컨디셔너를 보여주고 있다.



(그림 1) 트래픽 컨디셔닝

미터와 마커는 기능적인 측면에서는 구분되지 않, 일반적으로 함께 존재한다. 미터는 장비로 입력되어 패킷 클래시피케이션된 트래픽 플로우를 측정한다. 일반적으로 트래픽 플로우의 입력 속도를 통해 대역폭을 측정하거나 버스트 정도를 측정하게 된다. 미터는 사전에 약속된 트래픽 프로파일과 입력된 플로우의 트래픽 프로파일과 비교함으로써 순응 여부를 결정하게 되며, 그 결과에 따라 마커는 필요한 마킹 처리를 하게 된다. 일반적으로, 미리 약속된 트래픽 프로파일을 만족하는 경우, 일정한 범위 내에서 초과하는 경우, 일정한 범위를 넘어서는 경우의 세 가지로 구분을 하며, DiffServ에서는 각 경우에 대해 패킷을 Green, Yellow 그리고 Red로 표시를 한다. Cisco 장비의 경우는 Committed, Excess, 그리고 Violated라는 용어를 사용해서 각 경우를 나타내기도 한다.

DiffServ의 경우 single rate three-color marker (srTCM)과 two-rate three-color marker(trTCM)이 대표적인 마커 혹은 트래픽 컨디셔너로 사용되고 있다. RFC 2697 및 2698에 각각 기술되어 있는 srTCM과 trTCM은 기본적으로 이중 토큰 버킷 구조를 사용하고 있다. (그림 2)는 srTCM의 동작 방식을 보여준다. 입력된 패킷의 크기 B가 토큰 카운터 Tc(CBS) 보다 작으면 green 패킷으로 마크되며, Tc 보다 크지만 Te(EBS) 보다 적은 경우 yellow 패킷으로 마크되고 Te 보다 큰 경우에는 red 패킷으로 마크된다.

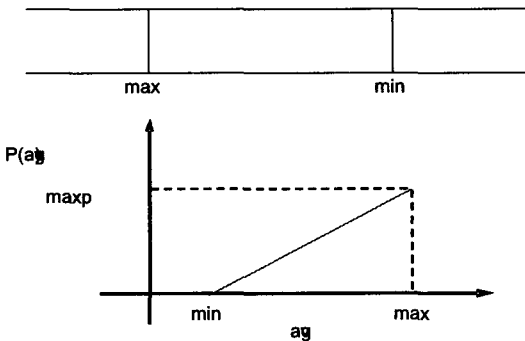


(그림 2) srTCM Policer의 동작원리

Random Early Detection 혹은 Random Early Discard라고도 불리는 RED는 TCP 동작 특성을 이용한 대표적인 혼잡 제어 기법이다. 기본적인 동작은 큐에 두 개의 threshold(min, max)를 두고 세 구간에서 서로 다른 drop 확률을 적용하는 것이다. 평균 큐 사이즈 AVG에 따른 확률 p는 다음과 같이 구한다.

$$p(AVG) = \text{maxp} \times (AVG - \text{min}) / (\text{max} - \text{min})$$

평균 큐 사이즈(AVG)에 따른 drop 확률 p(AVG)를 그림으로 나타내면 (그림 3)과 같다. AVG=min인 경우 패킷은 drop 되지 않고 큐에서 대기할 수 있으며, AVG=max인 경우 최대 drop 확률 maxp로서 도착하는 패킷이 폐기된다.



(그림 3) RED 큐에서 drop 확률 값

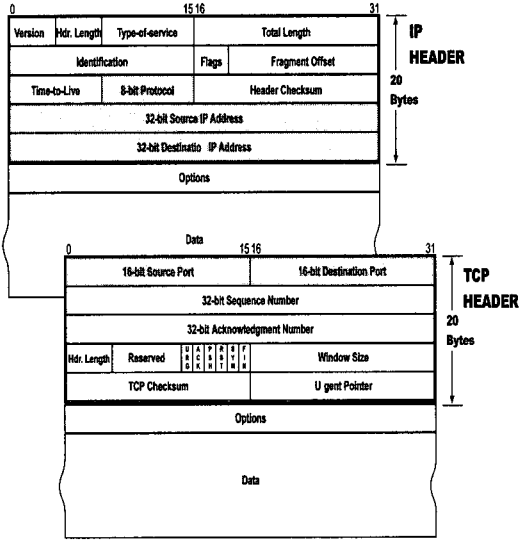
스케줄링은 버퍼에 저장된 패킷들을 서비스 하는 방식을 말하며, 스케줄링 알고리즘은 간단하면서도 효율적이어야 하고 공정해야 한다. 대표적인 큐잉 및 스케줄링 방식으로 FIFO(First-In First-Out) 방식이 있다. FIFO 큐잉은 단일 FIFO 큐를 사용하는 것을 말한다. FIFO 큐잉에 사용되는 스케줄링 방식은 First Come First Service, 즉 패킷의 클래스나 우선 순위에 상관없이 먼저 입력된 패킷을 먼저 서비스하게 된다. Best Effort 서비스 모델 만을 가지고 있는 전통적인 인터넷 망에 사용되는 큐잉 및 스케줄링 구조에 해당한다. FIFO

외에 DiffServ에서 제공하는 스케줄링 기법으로는 대표적으로 RR(Round Robin), PRI(Priority), WRR(Weighted Round Robin), WIRR(Weighted Interleaved Round Robin) 및 WFQ(Weighted Fair Queueing)가 있다.

3. QSR 네트워크

기존의 라우터들은 class 기반 QoS를 제공한다. 즉, 클래스 별로 트래픽 컨디셔닝(traffic conditioning) 기능을 수행하고 클래스 레벨에서 트래픽 제어 및 혼잡 제어/회피 기능을 수행한다. 따라서 대부분의 트래픽은 클래스 기반 WFQ 및 수정된 DRR 기능을 이용하여 트래픽이 제어되며, RED 또는 WRED 기능을 이용하여 혼잡을 제어한다. 그러나 이러한 기능들로는 실시간 응용을 보장하기 어려우며 과도한 TCP/IP 또는 UDP 트래픽에서 발생하는 혼잡을 제어하는 데 한계가 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 플로우 레벨에서 트래픽을 제어하여야 한다. 이를 위하여 많은 플로우의 상태 정보를 관리하기 위하여 묵시적 시그널링(implicit signaling) 방법을 이용한 라우터의 개발이 필요하게 되었다.

하나의 IP 플로우는 패킷의 stream으로 정의된다. 동일한 플로우의 경우 5개의 요인(소스 IP 주소, 도착 IP 주소, IP 프로토콜 ID, 소스 포트 주소, 도착 포트 주소)들이 동일한 값을 가진다. (그림 4)는 5개의 튜플과 관련된 IP 및 TCP 헤더 정보를 보여준다. 즉 20 bytes의 IP 헤더 정보내에 소스 IP 주소(32bit), 도착 IP 주소(32bit) 및 프로토콜 ID(8bit) 정보를 저장하며, 20 bytes의 TCP 헤더에 나머지 소스와 도착지 포트 정보(16bit)를 관리한다. 서비스 품질을 제공하기 위해서 QSR 라우터는 5개요인, DSCP 및 IP 소스 주소 중 한 가지를 이용하여 QoS 플로우 유형을 결정하게 된다.



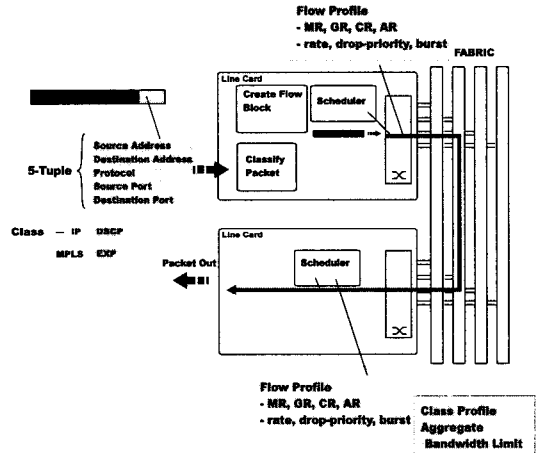
(그림 4) TCP/IP 헤더

IP 플로우들은 다음과 같은 레벨들로 이루어진다.

- GR(Guaranteed Rate, 보장형) : 일정한 비율을 갖는 플로우들을 지원한다. 혼잡이 발생하더라도 GR 플로우의 패킷들은 해당 서비스 처리율을 보장받는다. 음성, 실시간, 스트리밍 비디오와 같은 실시간 플로우들에 해당된다.
- MR(Maximum Rate, 최대형) : 일정하지 않은 비율을 가지며 서비스 처리율이 보장되지 않는다. MR 플로우에 대해서는 출력 포트에서 어떠한 폴리싱 기법도 존재하지 않는다. 주요한 제어 트래픽에 해당하는 높은 우선 순위 플로우들을 의미한다.
- AR(Available Rate, 가용형) : 탄력적(가변적) 유형의 플로우에 해당하며 웹 페이지나 TCP를 사용하는 응용 서비스를 의미한다. AR 플로우들은 출력 포트에서 가용한 대역폭을 공유한다. 일반적으로 가장 낮은 우선순위를 가지며 혼잡시 첫 번째로 discarded 된다. 기존의 베스트 에포트 트래픽에 해당된다.
- CR(Composite Rate, 복합형) : GR과 AR의 혼합형이다. 즉, 사전에 약정된 비율 만큼은 보장

(GR)을 해주고 약정 비율보다 많은 대역폭을 요구하는 경우 AR과 공정하게 서비스된다.

지금까지의 서비스 레벨에 대한 처리 과정을 그림으로 요약하면 다음 (그림 5)와 같다. MR 트래픽의 경우는 항상 우선 순위를 가지므로 고려 대상에서 제외하였다. 각각의 트래픽에 대한 기본적인 처리 원칙을 요약하면 다음과 같다.



(그림 5) 트래픽 처리 과정

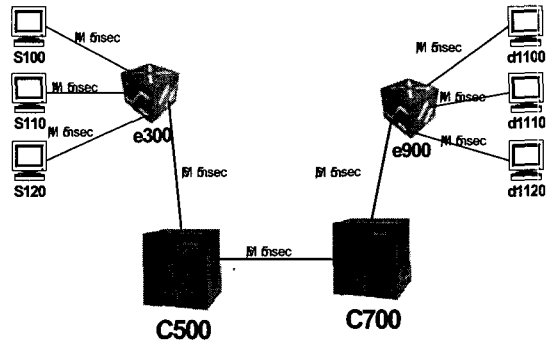
- GR 트래픽의 경우 : 총 대역폭 중에서 GR 트래픽에 대한 대역은 항상 예약되어야 한다. 예약된 대역폭 보다 많은 트래픽을 요구하는 플로우에 대해서 플로우 자체를 드랍한다.
 - CR내 GR 트래픽의 경우 : 사전에 약정된 대역폭을 보장해 주어야 한다. 즉 전체 CR 트래픽으로 할당된 대역폭 중 일부를 GR용으로 항상 예약되어야 한다(AR이 추가적으로 대역폭을 요구하는 경우 요구 AR 플로우를 드랍한다). 사전에 약정된 대역폭 이상으로 GR 트래픽이 발생하는 경우 약정 트래픽 이상으로 발생하는 트래픽에 대해서 AR과 경쟁하여 대역폭을 공유한다(fair-share).
- 기존의 DiffServ 라우터와 주요한 차이점으로써

먼저, GR 트래픽의 경우 약정된 대역폭 이상으로 대역폭을 추가적으로 요구하는 플로우에 대해서 드랍한다. 반면, DiffServ 라우터의 경우 각각의 클래스에 대하여 사전에 할당된 대역폭 이상으로 요구하는 플로우에 대해서 할당된 대역폭(자원)을 똑같이 공유한다. 이로 인해 DiffServ에서는 각각의 플로우에 대한 지연이 길어지게 되어 서비스 품질이 악화된다. 그러나 QSR의 경우에는 할당된 대역폭 값 내에서 각각의 플로우들에 대한 대역폭을 항상 보장해 준다. 이 경우 QSR에서는 플로우의 손실율이 증가하지만 반면, 각각의 플로우들에 대한 서비스 품질은 확실하게 보장해 주게 된다.

그리고 CR 트래픽에 대해서는 GR 트래픽에 대한 대역폭 보장 이외에는 DiffServ 라우터에서의 클래스별 트래픽 처리와 유사하다. 즉, DiffServ에서는 임의의 클래스에 할당된 대역폭이 사용되지 않거나 남는 경우 다른 클래스의 트래픽이 사용하다가 순위가 높은 트래픽이 발생하는 경우 사용하던 대역폭을 넘겨 주게 된다. 그러나 QSR에서는 CR 내 GR 트래픽 용으로 항상 대역폭이 예약되어 있어 다른 트래픽(AR)이 사용할 수 없게 된다. CR 내 GR 트래픽용으로 약정된 대역폭 이상으로 GR 트래픽이 발생하는 경우 AR과 경쟁하여 대역폭을 공유하는 기능 구현은 DiffServ 라우터에서와 동일하다.

4. 성능분석

DiffServ와 QSR의 성능 비교 분석을 위하여 (그림 6)과 같은 파라미터를 가정한다. 여기서 세계의 소스(S100/EF, S110/AF, S120/BE)와 각각의 소스에 대한 목적지로서 d1100, d1110, d1120 세계의 클라이언트를 가정하였다. 흐름제어를 위하여 S100-d1100, S110-d1110 사이에는 srTCM 폴링 기법을 사용하고 RED 기법을 적용하였다. 그리고 S120-d1120 사이에는 폴링 기법을 적용하지 않고 FIFO를 통하여 서비스 처리를 하였다.

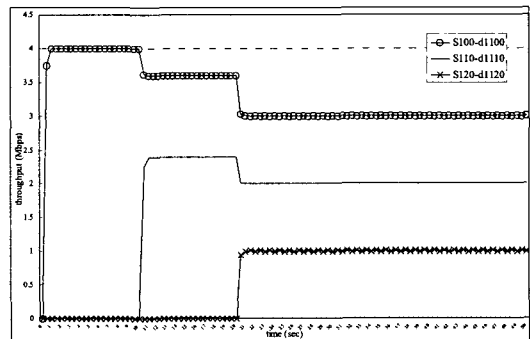


(그림 6) 네트워크 구조

NS-2를 이용한 DiffServ 라우터 시뮬레이션을 위한 트래픽 발생 과정을 요약하면 <표 1>과 같다. 그리고 DiffServ 라우터에서의 WRR 스케줄링 기법을 적용할 경우 그 서비스 처리율을 나타내면 (그림 7)과 같다.

<표 1> DiffServ 파라미터

| 구분 | 파라미터 |
|-------|--|
| 트래픽 | CBR |
| 간격 | 1Kbytes를 0.002sec 간격 |
| 시간 | 60sec |
| 패킷의 수 | 30,000pkts(=60/0.002) |
| 대역폭 | 4Mbps(=30000×1000×8/60) |
| 총 대역폭 | 12Mbps(=4×3) |
| 시나리오 | S100-d1100은 0sec에 발생 S110-d1110은 10sec에 발생 S120-d1120은 20sec에 발생 |



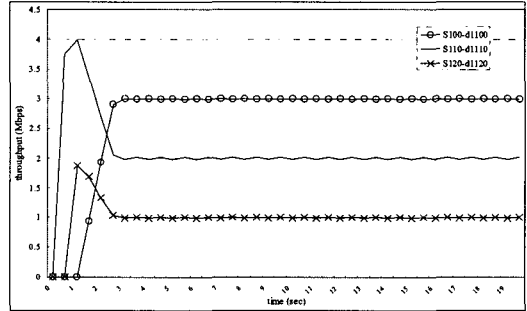
(그림 7) DiffServ 네트워크에서의 처리 수율

WRR에서의 가중치는 EF:AF:BE = 3:2:1을 가정하고, 시뮬레이션 시간이 10초일 때까지 S100-d1100의 트래픽이 처리되며 10초부터 S110-d1110 사이의 트래픽이 발생한다. AF 등급에 비하여 EF 등급의 경우가 처리 비율이 높기 때문에 보다 많은 자원을 할당 받고 있음을 알 수 있다. 즉 시뮬레이션 시간이 20초일 때까지 S100-d1100 트래픽은 3.6Mbps(=6M×3/5)의 자원을 할당 받고 나머지 자원 2.4Mbps(=6M×2/5, 6M-3.6M)는 S110-d1110 트래픽이 사용한다. 이후 20초부터 S120-d1120 사이의 트래픽이 발생하게 되어 WRR 스케줄링 기법에서 정한 3:2:1의 가중치를 토대로 서비스 처리가 이루어진다. 각각의 서비스 대역폭은 EF(3M = 6M×3/6), AF(2M = 6M×2/6), BE(1M = 6M×1/6)와 같이 정해짐을 알 수 있다.

QSR 라우터를 시뮬레이션하기 위한 트래픽 발생 과정을 요약하면 <표 2>와 같고, 각각의 서비스 등급별 서비스 처리율을 나타내면 (그림 8)과 같다.

<표 2> QSR 파라미터

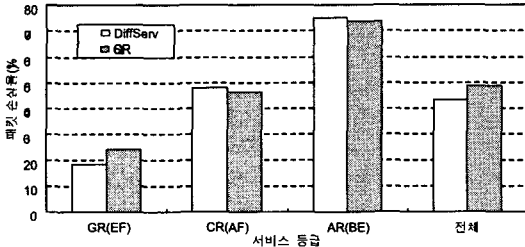
| 구분 | 파라미터 |
|-------|--|
| 트래픽 | CBR |
| 시간 | 20sec |
| 플로우 | 5개(S100-d1100) |
| 간격 | 플로우별 1Kbytes를 0.008sec (S100-d1100) 1Kbytes를 0.002sec (S110-d1110, S120-d1120) |
| 패킷의 수 | 플로우별 2,500pkts(=20/0.008) (S100-d1100) 10,000pkts(=20/0.002) (S110-d1110, S120-d1120) |
| 대역폭 | 플로우별 1Mbps(=2500×1000×8/20) (S100-d1100) 4Mbps(=10000×1000×8/20) (S110-d1110, S120-d1120) |
| 총 대역폭 | 13Mbps(=1×5+4×2) |
| 시나리오 | S100-d1100 5개의 플로우들은 각각 1, 1.5, 2, 2.5, 3sec에 발생 S110-d1110은 0sec에 발생 S120-d1120은 0.5sec에 발생 |



(그림 8) QSR 네트워크에서의 처리 수율

앞에서 정의한 WRR의 비율에 따라 안정상태에서는 결국 S100-d1100(3M), S110-d1110(2M), S120-d1120(1M)의 자원을 사용하게 된다. S100-d1100의 경우에는 최대 할당 대역폭인 3Mbps를 쓰고 있다면 이후에 도착하는 플로우들이 손실되었음을 알 수 있다. 만약, 서비스 품질을 제공하지 못하고 모든 플로우들에 대하여 동일한 서비스 품질을 제공한다고 가정하는 경우 5개의 각각의 플로우들은 0.6Mbps(=3M/5)의 자원을 할당 받게 된다.

DiffServ와 QSR의 성능 비교를 위하여 패킷 손실율을 비교하였다. 동일한 상황을 가정하기 위하여 QSR에서 S100-d1100 사이에는 총 4개의 플로우(DiffServ 라우터에서와 동일하게 총 4Mbps의 자원을 요구)가 발생한다고 가정하였다. DiffServ에 비하여 QSR에서는 해당 서비스 등급에 대하여 할당된 대역폭을 초과하는 자원 요구의 경우 서비스를 거절하므로 기존에 할당된 서비스의 경우에는 확실하게 대역폭을 보장해 주지만 상대적으로 패킷 손실율이 증가하게 된다. 이를 (그림 9)에 나타내었다. 그림에서도 보듯이 CR(AF) 및 AR(BE)의 경우 비슷한 패킷 손실율을 보이지만 GR(EF)의 경우 QSR에서 패킷 손실율이 다소 높음을 알 수 있다. 전체적으로 비교할 때 QSR에서의 패킷 손실율은 48.53%인 반면, DiffServ 라우터에서는 43.35%로서 5.18% 정도 차이가 남을 알 수 있다.



(그림 9) 등급별 패킷 손실율

5. 결 론

통신환경 변화의 한 축을 담당하는 네트워크 기술의 발전 동향은 통신 기술의 배타적인 통합 해법으로서의 ATM 기술 출현, ATM 서비스 창출 실패와 인터넷 붐으로 인한 ATM 기술의 IP에의 기생, IP와 ATM의 통합 기술로서의 MPLS 기술의 출현, QoS 보장형 고속 라우터 기술의 출현, WDM 기술의 발전에 따른 Optical networking 기술의 출현 그리고 이러한 네트워크 기술의 유연한 통합을 위한 개방형 통신 기술의 출현 및 광대역 통합 네트워크의 기술 발전 등으로 전개되고 있다.

서비스품질 제공을 위하여 기존의 DiffServ 네트워크에서는 망에서 제공하는 자원을 특정 트래픽(EF 또는 AF)이 공정하게 나누어 이용함으로써 전체적인 서비스품질의 저하를 초래하게 되었다. 이에 따라 광대역 통합 네트워크에서는 가입자의 서비스 품질 제공을 위하여 보장형 서비스 트래픽(GR : Guaranteed Rate)을 정의하고 이에 대하여 차별화된 서비스 품질을 제공하고 있다. 최근 논의되고 있는 서비스품질 제공 라우터(QSR : QoS Router)에서는 보장형 서비스 트래픽의 경우에 대하여 사전에 정의된 자원내에서만 도착하는 플로우들에 대하여 자원을 할당해주고 이후에 도착하는 플로우들에 대하여 서비스를 거절함으로써 사용중이던 플로우들의 서비스품질(지연 또는 지터)에 영향을 미치지 않도록 설계하고 있다. 본 논문에서는 위와 같은 서비스품질의 제공을 위한

DiffServ 네트워크의 성능을 분석하고 QSR 네트워크에서의 보장형 서비스 트래픽에 대한 성능을 비교, 분석함으로써 QSR의 설계 방안을 제시하였다.

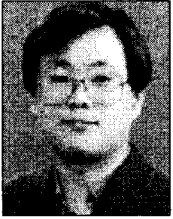
참 고 문 헌

- [1] M. Balakrishnan, and R. Venkateswaren, "QoS and Differentiated Services in a Multiservice Network Environment", Bell Labs Technical Journal, Oct.-Dec., pp. 222-239, 1998.
- [2] The ATM & IP Report, "Next Generation Networks : Rethinking Routing", Vol. 7, No. 6, 2000.
- [3] QoS Forum, "White paper-Introduction to QoS Policies", April, 2000.
- [4] QoS Forum, "White paper-The Need for QoS", July, 1999.
- [5] CASPIAN, "Apeiro QoS Implementation", CASPIAN networks, December 2004.
- [6] CASPIAN, "QoS Overview", CASPIAN networks, December 2003.
- [7] 김학용, "QoS 기술의 이해", 네트워크매니아, Netmanias-wp-sub-104, 2003.
- [8] 김효곤, "인터넷 QoS", KRNET2000, pp. 199-209, 2000.
- [9] 이순석, 김영부, 전경표, "광 인터넷 네트워크 기술 동향", 텔레콤, 제17권, 제1호, 2001년.
- [10] 장성욱, "QoS 보장형 패킷 스위칭 시스템", 광인터넷워크숍, 2005.



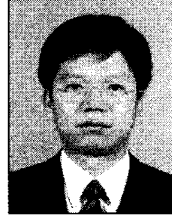
장 희 선

울산대학교 산업공학과(공학사)
 KAIST 산업공학과(공학석사)
 KAIST 산업공학과(공학박사)
 현재 평택대학교 경상정보학부 교수
 관심분야 : 트래픽 엔지니어링



김 영 부

한양대학교 전기공학과(공학사)
한양대학교 전기공학과
(공학석사)
현재 한국전자통신연구원 팀장
관심분야 : BcN 원천기술



조 기 성

경북대학교 전자공학과(공학사)
경북대학교 전자공학과
(공학석사)
현재 한국전자통신연구원 팀장
관심분야 : BcN 통합제어기술