

ATM 망에서 멀티클래스 트래픽 제어에 관한 연구

이기학·김점구

안양대학교 전자통신과 교수
성결대학교 정보통신학과 겸사

요 약

본 논문에서는 ATM 망으로 입력되는 트래픽(CBR/VBR)의 QoS 특성을 만족시키기 위한 버퍼할당 및 버퍼관리 메카니즘을 제안하였다.

본 논문에서 제안하는 ATM 망의 트래픽 처리방식은 입력되는 트래픽의 특성에 따라 버퍼를 각각 할당하는 방식을 사용하는 경로분리 메카니즘을 기본으로하며 임계치를 설정하여 버퍼관리 메카니즘의 셀처리 스케줄링 및 알고리즘, 그리고 서비스 클래스의 특성에 따라 요구되는 평균 셀지연과 셀손실을 고찰하였고, CBR/VBR 버퍼의 임계치가 셀지연이나 셀손실에 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

1. 서론

최근의 정보통신 기술은 기존의 단순한 메시지의 전송에서 발전되어 다차원적으로 부호화된 멀티미디어 데이터를 통합하여 하나의 디지털망에서 전송하는 광대역 종합통신망(B-ISDN : Broadband-Integrated Services Digital Network)으로 구현되고 있다. 이는 다양한 속도의 트래픽을 수용하고 광대역 서비스를 충족시키기 위한 방식으로 비동기식 전송모드(ATM : Asynchronous Transfer Mode)를 채택하고 있다.

이와 같이 다양화되고 통합화된 트래픽 특성을 갖는 광대역 종합정보통신망에서 트래픽의 특성 및 QoS(Quality of Service) 요구사항에 따

라 트래픽을 CBR(Constant Bit Rate) 트래픽, 실시간 VBR(RT-VBR : Real Time-VBR) 트래픽, 비실시간 VBR(NRT-VBR : Non Real Time-VBR) 트래픽, ABR(Available Bit Rate) 트래픽 및 UBR(Unspecified Bit Rate) 트래픽으로 분류하여 특성에 따른 서비스 제공을 제시하고 있다[1][4]

ATM기술은 이와같은 다양한 특성의 트래픽을 효과적으로 전송할 수 있으나 ATM 네트워크 내에서 트래픽 폭주가 발생하면 전송을 위한 접속지연이 발생하고, 셀의 손실이 발생하게 된다.

본 논문에서는 입력단의 사용자 파라미터를 토대로 ATM 네트워크에 입력되는 CBR/VBR 트래픽의 QoS 특성을 만족시키기 위한 ATM 스위치에서의 버퍼할당 방식과 버퍼관리 메카니즘을 제안한다.

II. ATM 망의 트래픽 특성

2.1 ATM 망의 트래픽 파라미터

ATM Forum에서는 ATM 망의 트래픽 파라미터는 크게 서비스 품질에 해당되는 QoS 파라미터와 사용자의 사용용량과 관계있는 Usage 파라미터로 나뉜다.[4]

QoS 파라미터는 ATM 망에서 하나의 호(Call)가 설정되기 위하여 전송 파라미터들이 협상(Negotiation)되어진다. 이러한 파라미터들은 ATM 계층에서 연결시 결정되는 QoS와 End-to-end 통신망의 성능을 측정하는 데 이용되며 ATM망은 이러한 파라미터들의 값에 의해서 QoS를 보장할 수 있어야 한다.

Usage 파라미터는 하나의 호가 설정될 때 QoS 파라미터 이외에 또 다른 파라미터인 Usage 파라미터가 협상되어진다. 이러한 Usage 파라미터들은 통신망이 아닌 사용자들에 의해서 결정되어지는 것으로서 통신망은 협정된 파라미터를 위반하지 않는 셀들에 대해서만 QoS를 보장한다.

서로 다른 트래픽 소스에 대해서 원하는 QoS를 지원한다는 것은 매우 어렵고 복잡한 일이다. 예를 들면, 음성의 경우는 지연에는 민감하지만 손실에는 둔감하고, 데이터의 경우는 손실에는 민감하지만 지연에는 둔감한 특성을 갖는다. 반면에, 다른 트래픽 소스들은 지연과 손실에 민감한 특성을 가질 수 있다. 또한, VBR 트래픽은 ATM Forum에서 RT-VBR과 NBR-VBR의 두 가지 트래픽으로 나누어 관리하고 있다. RT-VBR는 ATM Forum의 UNI version 3.1에서 관리하고 있으며 NRT-VBR는 ATM

Forum UNI version 4.0에서 관리하고 있다. RT-VBR의 경우 지연에 민감한 트래픽을 전송할 때 적합하며 CBR 서비스에서 요구하는 대역폭보다는 적은 대역폭을 사용한다.

2.2 ATM망의 서비스 클래스

ATM Forum은 서비스를 하기위해 보장되어야 하는 QoS와 망에서 피크(Peak) 트래픽 시간 동안 셀손실의 양을 제어할 수 있는지 여부에 따라서 서비스 클래스를 정의하고 있다.

CBR은 클래스 A로 그리고, 지연에 민감한지 여부에 따라서 RT-VBR와 NRT-VBR는 각각 클래스 B와 C로 구분하고, 지연에 둔감한 UBR과 ABR 서비스는 클래스 D로 분류한다.

CBR과 RT-VBR 서비스는 채널의 대역폭을 우선적으로 점유하고 나머지 잔여 대역폭을 지연에 둔감한 트래픽들이 점유하게 된다. UBR 트래픽 서비스는 전송효율을 최대로 하기 위해 사용되는 구조로서 피드백 메커니즘이 부족하게 되면 폭주기간 동안 제거될 수 있다.

ABR 서비스(때로는 클래스 Y라고도 불리운다.)는 TCP/IP와 LAN의 상호연결처럼 버스트 데이터(burst data) 응용 프로그램을 지원하기 위해 정의되어지며 피드백(feedback) 메커니즘은 유효 대역폭의 증가와 감소에 따라서 셀손실을 최소한으로 줄이기 위하여 송신 호스트를 제어한다.[3]

III. ATM 스위치의 특성 분석

3.1 ATM 스위치의 기본 원리

일반적으로 사용되는 스위치는 음성 서비스를 처리하는 회선교환의 경우 STM(Synchronous Transfer Mode) 방식의 스위치를, 데이터 서비스인 경우 패킷 스위칭을 이용한다. 이러한 스위치 구조는 현재 각광 받고 있는 ATM망에 직접 적용하기 어렵다. B-ISDN인 경우 UNI 기본 인터페이스로 155.52Mbps를 요구하고 있기 때문에 스위치는 이보다 빠른 동작 속도를 가져야 하며, ATM 스위치를 통과하는 셀 스트림(Cell Stream)의 통계적 특성을 고려하여 설계되어야 하기 때문이다. 물론 ATM 스위치는 기존의 패킷 스위치보다 구현면에서 많은 장점이 있다. 특히, 셀이 53옥테트(Octets)로 고정되어 있기 때문에 S/W 측면보다는 H/W 측면의 구현이 더 용이하며, 가변 길이의 패킷을 처리하는 것보다 훨씬 빠른 스위칭을 할 수 있다. 이 점은 초고속 정보통신망을 구축하는 가장 큰 문제점이 된다.

ATM 스위치는 임의의 입력회선으로부터 발생된 셀들을 하나 또는 그 이상의 출력회선으로 전달하는 것을 목적으로 한다. 이런 스위칭 과정은 집선화(concentration) 기술, 확장(expansion) 기술, 다중화(multiplexing) 기술 및 역다중화(demultiplexing) 기술 등과 결합되어 이루어진다.

이와 같은 ATM 망에서의 스위칭 기술은 공간 스위칭과 시간 스위칭의 두가지 기능을 모두 수행해야 한다. 공간 스위칭은 한 소스에서 발생된 셀을 연결 설정(connection establishment)

시 결정된 하나의 논리적인 출력 가상채널로 전송하는 것으로써 이 때 셀은 헤더 부분에 가상 경로 식별자(VIP:Virtual Pass Identifier)와 가상 채널 식별자(VCI:Virtual Channel Identifier)를 가지고 있으며 이 값은 각 노드를 거칠 때마다 변환된다. 즉, 실제 물리적인 포트들과 관련있는 셀의 VPI/VCI값을 통해 각 노드를 거쳐 사용자가 원하는 목적지까지 셀을 전송하는 것이다. 시간 스위칭은 타임 슬롯 교환에 비유할 수 있지만 ATM 스위치 시스템에는 회선교환처럼 미리 할당된 시간 슬롯 개념이 없기 때문에 둘 또는 그 이상의 셀, 즉 논리 채널이 동일한 시간 슬롯을 사용하려고 할 경우 포트 충돌이 발생하게 된다.

3.2 스위치의 요구 파라미터

ATM 스위치를 구현함에 있어서 고려해야 할 사항은 다음과 같으며, 이런 요구 사항 즉, 요구 파라미터를 얼마만큼 고려하여 구현하느냐에 따라 각기 다른 시스템 성능과 복잡성을 가진다. 이들 파라미터들은 서로 독립적이지 아니며, 상호간의 영향을 끼친다.

3.2.1 QoS(Quality of Service)

B-ISDN에서의 ATM 스위치는 음성전화를 비롯하여 비디오, 데이터 서비스, 또는 여러 미디어들이 혼재된 멀티미디어 데이터 등 모든 종류의 서비스를 전달할 수 있어야 한다. 이러한 서비스들은 다양하고 또한 가변적인 비트율(bit rate)을 가지기도 하며, 여러 QoS를 요구한다. 즉, 서로 다른 셀 손실률, 비트 에러율, 지연시간, 지터(Jitter) 등 매우 다양한 조건을 요구하는 서비스들로서 CBR, VBR, ABR, UBR 특성

의 트래픽 등으로 분류된다.

ATM 스위치는 이런 CBR, VBR, ABR, UBR 특성의 데이터, 즉 다양한 QoS를 요구하는 셀들을 신속하고 안전하게 처리해야 한다.

3.2.2 브로드캐스팅(broadcasting)과 멀티캐스팅(multicasting) 기능

ATM 망에서의 서비스를 처리하기 위해서는 브로드캐스팅과 멀티캐스팅 기능을 수행해야 한다. 즉, 기존의 분배 속성의 데이터뿐만 아니라 하나의 소스로부터 통신망에 있는 모든 곳으로 셀을 전송하거나 또는 특정 다수에게만 셀을 전송할 수 있는 기능을 가져야 한다.

3.2.3 연결 블록킹(connection blocking)

ATM 망은 기본적으로 연결형(connection-oriented) 서비스를 제공한다. 즉, 셀을 전송하기 전에 미리 연결 설정을 통해 소스와 목적지까지 논리적인 채널을 형성하여야 한다. 만약 기존의 연결을 보장할 수 없을 정도로 스위치에 충분한 자원이 남아 있지 않다면 연결 설정 시도는 블록킹(blocking)을 당하게 된다. 이런 블록킹을 어느 일정 범위 이하로 떨어뜨리기 위해서 스위치 구현시 내부 연결 수 및 연결상의 부하 등을 고려하여야 한다.

3.3.4 셀 손실률과 셀 삽입률

일단 연결 설정을 이룬 후 스위치 내부에 입력된 셀들이 같은 링크를 점유하려고 하는 경우 점유하지 못한 셀들은 스위치 내부의 큐에 저장할 수 있는데, 만약 큐의 크기가 저장할 셀들의 수보다 적다면 셀은 손실된다.

셀의 손실을 막기 위해서는 큐의 크기를 크게 해야 하지만 경제성과 큐에서 셀이 서비스를 받

기 위해서 대기하는 지연시간이 증가하므로 적절한 큐의 크기를 정하는 것이 중요하다. 셀 손실은 일반적으로 1×10^{-9} 이하이어야 하고 셀이 잘못 전달되어 원치 않는 목적지로 전송되는 셀 삽입률은 1×10^{-12} 이하이어야 한다.

3.2.5 스위칭 지연과 지터

스위치내에서 셀을 스위치하기 위해서는 어느 정도의 시간이 필요하다. 이 시간을 스위칭 지연이라고 하는데 현재의 기술력으로는 약 10~500 μ s 정도 된다. 이와 같은 지연에 의해 셀간의 지터가 발생하게 되는데 지터는 지연시간의 약 0.1배 이하이어야 한다.

3.2.6 버퍼 크기

ATM 스위치에서 내부 블록킹을 감소시키는 방법 중 가장 보편적인 방법은 버퍼를 두는 것이다. 일반적으로 버퍼를 많이 둘수록 성능은 향상되지만 어느 정도의 버퍼의 수에 다다르면 더 이상 증가하지 않고 어떤 특정의 성능값에 수렴하거나 아니면 버퍼 액세스 시간의 증가로 인한 스위칭 시간 지연 등 다른 요인들로 인해 오히려 성능이 떨어지는 결과를 초래한다. 그러므로 최적의 버퍼 크기를 구현하는 것이 요구되고, 버퍼 크기는 셀 손실률, 지연, 입력의 부하 등의 스위치 성능 요구사항에 따라 달라진다.

3.2.7 버퍼링 방식

버퍼링 방식 또한 성능 및 시스템 복잡도를 상당히 좌우한다. 버퍼를 스위치의 어느 곳에 설치하느냐에 따라 내부 스위칭 속도, 즉 메모리 속도 및 수반되는 메카니즘도 달라지게 된다. 또한 전용 버퍼나 공유 버퍼에 따라서도 CDV(Cell Delay Variation) 등과 같은 많은 트

래픽 특성을 좌우한다.

3.2.8 경로제어 방식

어떤 경로제어 알고리즘을 선택하느냐도 중요한 파라미터 중의 하나이다.

3.2.9 비균일 트래픽(non-uniform traffic)

입력 트렁크로 시간에 대해 균등하게 셀이 입력되는 경우는 극히 드물다. 비균일 트래픽은 트렁크에 셀이 균등하게 입력되지 않는 경우로서 상대적으로 부하가 많이 걸리는 입력 트렁크에서는 다른 트렁크보다 블록킹이 발생할 확률이 증가하게 된다. ATM 스위치는 이러한 부하를 균일한 트래픽 특성을 갖도록 하는 메커니즘을 수행해야 한다.

3.3 ATM 스위치의 버퍼링 방식

2개 이상의 셀이 ATM 스위치 내부 스위칭 소자를 동시에 점유할 수는 없다. 이럴 경우 처리받지 못하는 셀들은 이후의 셀 시간에 처리되기 위해 버퍼링(buffering)을 하게 되며, 이런 버퍼링 방식은 입력 버퍼링(input buffering), 출력 버퍼링(output buffering) 및 내부 버퍼링(internal buffering)으로 분류된다. 이들 버퍼링 방식은 셀 손실, 지연시간, 각 트래픽 종류, 버퍼 크기, 입력에 걸리는 부하 등에 따라 각기 다른 성능을 갖는다.

3.3.1 입력 버퍼형 스위치

이 방식은 입력단에서 발생할 수 있는 충돌을 없애기 위해 각 입력에 버퍼를 두는 방식으로 [그림 3-1]과 같이 구성된다. 입력된 각 셀은 스위칭 소자를 통해 같은 출력회선을 동시에 점유

할 수 없기 때문에 어떤 입력 셀을 처리할 것인지를 결정할 조정 논리회로가 필요하다. 그러므로 한 셀만 서비스하고 서비스받지 못하는 셀들은 다음 셀 타임까지 저장된다.

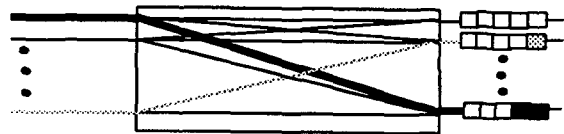
입력 버퍼링 방식은 HOL(Head of the Line) 블록킹을 발생시킨다. 즉, 그림[3-1]의 셀은 다른 출력을 통해 전송될 수 있으나 서비스 받지 못한 셀 때문에 대기하여야만 한다. 이와 같은 문제점 때문에 입력 버퍼형 스위치의 평균 대기 시간은 다른 방식보다 길다.



(그림 3-1) 입력 큐잉 방식 스위치 블록도

3.3.2 출력 버퍼형 스위치

출력 버퍼형 방식은 [그림3-2]와 같이 다른 입력에서 들어와서 같은 출력을 향하는 셀을 한 셀 타임 동안 스위칭하는 방식으로 어느 순간에 처리할 수 있는 셀은 하나밖에 안 된다. 그러므로, 셀간의 충돌이 발생하게 되는데 이 충돌을 해결하기 위해 각 출력단에 FIFO 방식의 버퍼를 두어 처리 받지 못하는 셀을 저장하여 다음 셀 타임에 서비스한다.

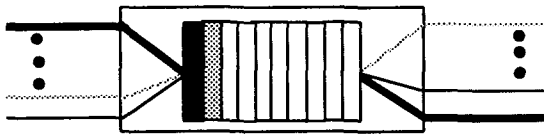


(그림 3-2) 출력 큐잉 방식 스위치 블록도

3.3.3 내부 버퍼형 스위치

내부 버퍼링 방식은 [그림3-3]과 같이 스위치의 내부에 공통 버퍼를 두는 것으로 각 입력은 일단 공통 버퍼에 모두 저장되지만 다른 출력을 향하는 셀들이 모두 하나의 공통 버퍼에 저장되기 때문에 내부 버퍼형 스위치의 공통 버퍼는 단순히 FIFO 방식을 사용할 수 없다.

버퍼에 저장된 셀을 적절한 출력으로 전송하기 위해서는 각 셀이 버퍼, 즉 메모리의 내부 부분에 저장되었는지를 나타내는 주소값을 다루는 메카니즘인 다소 복잡한 버퍼관리 회로가 필요하다.



(그림 3-3) 내부 큐잉 방식 스위치 블록도

IV. 멀티클래스 트래픽의 제어를 위한 버퍼관리 메카니즘 제안

본 장에서는 효과적인 ATM망의 셀처리를 위한 버퍼관리 메카니즘과 셀처리 스케줄링을 제안한다. 각각의 QoS를 요구하는 셀이 ATM망에서 서비스 받기 위해 저장되는 버퍼는 ATM Forum에서 정의하는 4개의 클래스 중에 2개 (CBR/VBR)만을 고려하였고, 셀 손실률과 셀 지

연시간 우선순위에 따라 버퍼를 할당하였다.

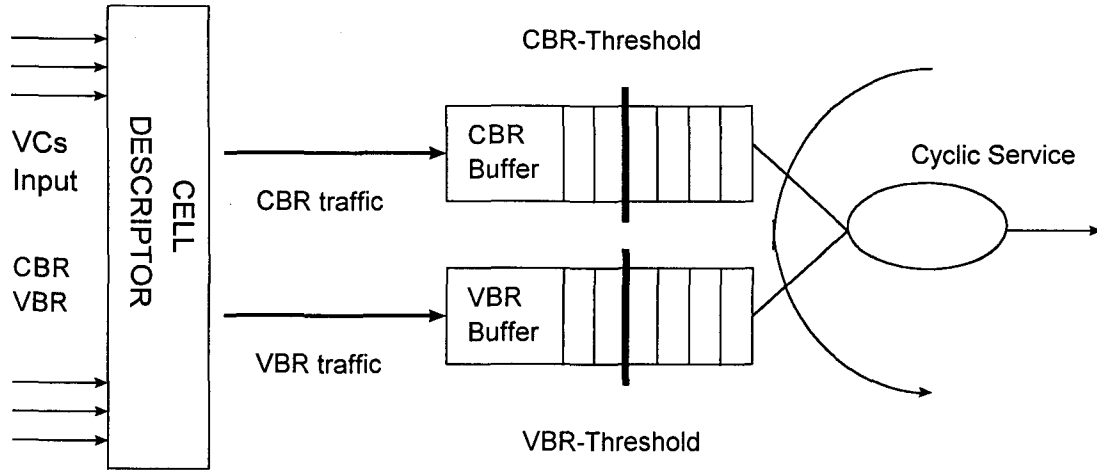
4.1 버퍼할당

ATM 망에서 발생하는 트래픽은 각각의 소스에서 발생된 셀의 특성이 다르고, 셀 전송시 요구되는 QoS 등이 다르다. 이에 따라 ATM Forum에서는 4개의 트래픽 특성으로 분류하고 기본 파라미터와 QoS를 만족시킬 수 있는 전송 특성을 정의하였다.

기존의 공유버퍼형 ATM망에서는 각각의 트래픽이 공통으로 버퍼를 점유하는 방식으로 중앙경로제어 방식을 택하고 있기 때문에 용량이 증가할수록 경로의 수가 급격히 증가하여 제어 어려운 단점을 갖고 있다. 또한, 공유버퍼형 방식을 사용하는 ATM 스위치는 메모리의 액세스 측면에서 보면, 현재 150Mbps에서 64×64정도 까지는 지원이 가능하지만 그 이상의 스위치의 대용량화를 구현하는 경우 현재의 CMOS 기술로 지원 가능한 메모리 액세스(Memory Access) 속도의 한계로 구현이 어려운 단점이 있다.

본 논문에서 제안하는 ATM 망의 트래픽 처리방식은 입력되는 트래픽의 특성에 따라 버퍼를 각각 할당하는 방식을 사용하는 경로분리 메카니즘을 기본으로 하며 임계치를 설정하여 버퍼관리 메카니즘의 셀처리 스케줄링 및 알고리즘, 그리고 서비스 클래스의 특성에 따라 요구되는 평균 셀지연과 셀손실을 고찰한다.

또한, 제안하는 멀티클래스 트래픽의 과부하 제어를 위한 버퍼할당 방식은 각각의 CBR/VBR 트래픽에 기본적으로 버퍼를 할당하는 [그림 4-1]과 같은 메카니즘을 기본으로 한다.



(그림 4-1) 제한한 버퍼할당 메카니즘의 기본 구조

각각의 트래픽은 동일한 특성을 갖는 셀만을 버퍼에 저장하고 전용버퍼를 사용하는 각각의 셀은 FIFO 방식으로 서비스되기 때문에 셀처리가 간단해지고 트래픽의 QoS를 보장할 수 있다. 또한, 유입되는 트래픽의 특성에 따라서 동적으로 임계치 값을 설정하여 줌으로써 2개의 버퍼 사이에 공정성(fairness)을 부여한 효율적인 셀처리가 가능하게 하였다. 그러나, 버퍼의 전단에 트래픽 특성 분류기(Traffic Descriptor)를 설치해야 하는 문제점이 있고, 대용량화를 할 때는 버퍼의 수가 분류된 트래픽의 수에 따라서 증가하는 문제점이 있다. 또한, 트래픽의 불균형(Non-Uniform Traffic)이 발생하면 버퍼의 낭비를 초래할 수 있다.

이와 같은 문제점은 부분 버퍼 공유 방식과 적절히 혼합하여 4개의 트래픽에 버퍼를 각각 할당하지 않고 유사한 특성을 갖는 트래픽끼리 결합하면 해결할 수 있고 각각의 버퍼에 저장된 셀을 서비스하기 위해서 이루어지는 서버 순환 서비스 알고리즘을 적절히 이용하면 우수한 성

능을 얻을 수 있을 것이다.

4.2 셀 처리 스케줄링

셀처리 스케줄링은 버퍼에 저장된 셀을 서비스하는 것으로서 앞의 [그림4-1]에서 나타낸 바와 같이 순환 서비스를 기초로 한다. 셀 처리 스케줄링은 셀의 우선 순위와 관계된 것으로서 시간우선 순위와 공간우선 순위에 따라 전송순서와 전송지연 시간을 적절히 만족시켜야 한다.

[그림4-1]의 모델에서 2개의 버퍼가 순환적으로 서비스를 받으면 트래픽 특성에 따른 우선순위가 이루어지지 않는 기본적인 형태가 된다. 그러므로, [그림4-1]의 모델에 우선순위를 할당하는 것은 2개의 버퍼를 차등적으로 서비스하는 것이다.

[그림4-1]에서 CBR 트래픽에게 대역폭이 할당되어 버퍼를 점유할 수 있는 우선권이 주어지고 VBR 트래픽이 그 다음으로 버퍼를 점유하게 된다. 또한, 각각의 전용버퍼에 임계치를 설정하

여 이것을 조정하여 과부하 유입시 CBR/VBR 멀티클래스 트래픽을 효율적으로 제어할 수 있게 하였다.

그러나, CBR 트래픽의 요구되는 전송지연 시간은 VBR 트래픽이 요구하는 전송지연 시간에 비해서 민감하므로 두 개의 버퍼 간에 이루어지는 서비스 스케줄링이 고려되어야만 한다. 버퍼 스케줄링은 [그림4-2]와 같이 간단히 나타낼 수 있다.

[그림4-2]에서 보는바와 같이 VBR 트래픽은 CBR 버퍼 내의 셀이 없을 때 또는, 임계치 값을 기준으로 서비스를 받을 수 있다. CBR 버퍼를 점유하는 셀은 지연시간에 민감한 트래픽으로서 VBR 트래픽의 서비스는 최소 셀시간만을 할당한다. 이와 같은 동작에서 CBR 트래픽의 전송시간을 보장하기 위해서는 각의 버퍼에 할당된 임계치값의변화에 따라 성능을 평가할 수 있다. [그림4-2]에서 나타낸 스케줄링에 따라 성능을 평가하기 위한 파라미터를 다음과 같이 설정한다.

제안된 셀 스케줄링에 입력되는 트래픽을 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\lambda t = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (1)$$

식 (1)에서유입되는 트래픽의 도착률로서 n개의 도착률의 합은 전체 도착률 λ_t 는 식 (2)와 같은 포아송 분포로 모델링 하였다.

$$P(n) = \frac{e^{-\lambda t}}{n!} \quad (2)$$

Kleinrock에 의하면 포아송 확률분포의 합은

포아송 확률분포를 따르므로 λ_t 도 포아송 확률 분포로 모델링할 수 있다.

본 논문에서는 2개의 우선순위 트래픽을 할당 했으므로 식 (1)은 식 (3)과 같이 된다.

$$\lambda t = \lambda_{CBR} + \lambda_{VBR} \quad (3)$$

λ_{CBR} : CBR 셀의 도착률
 λ_{VBR} : VBR 셀의 도착률

또한, 본 논문에서 트래픽의 세기로 정의한 파라미터는 트래픽 이론(traffic theory)에 의해서 식 (4)와 같다.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

μ 는 서비스율로서 53 옥테트의 고정크기 셀을 서비스하는 ATM 망에서는 균일 확률분포로 모델링하여 "1"로 설정하였다.

식 (4)를 할당한 우선순위 트래픽으로 나타낸 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\rho_t = \rho_{CBR} + \rho_{VBR} = \frac{\lambda_{CBR}}{\mu} + \frac{\lambda_{VBR}}{\mu} \quad (5)$$

본 논문에서 구한 셀손실을 확률은 식 (6)과 같이 구할 수 있다.

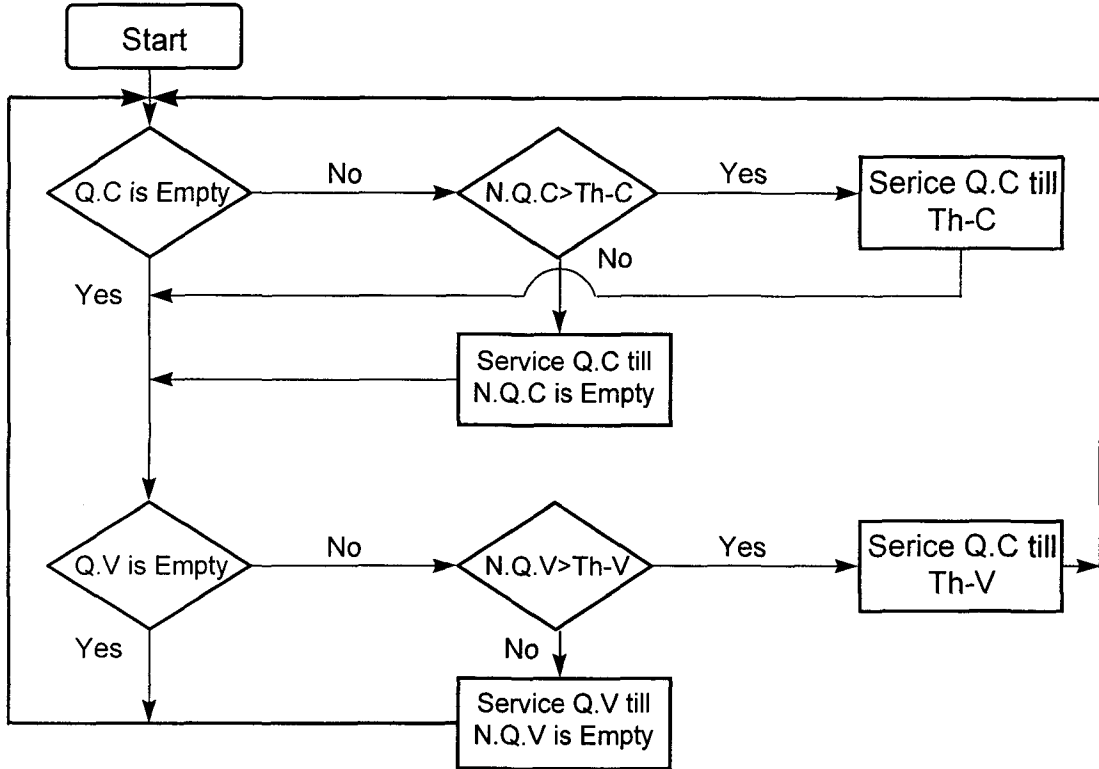
$$P_{Loss} = \frac{LostCell}{LostCell + TransmittedCell} \quad (6)$$

또한 전송지연 시간은 Little의 정리에 의해서 식 (7)과 같은 파라미터로 구할 수 있다.

$$W_{CBR} = \frac{L_{CBR}}{\lambda_{CBR}}, W_{VBR} = \frac{L_{VBR}}{\lambda_{VBR}} \quad (7)$$

L : CBR 셀의 평균 큐 길이
L : VBR 셀의 평균 큐 길이

과부하 제어방식을 시뮬레이션 전용언어인 SIMS-CRIPT II.5를 이용하여 모의실험을 수행하여 성능을 분석한다. 모의실험을 위한 환경은 Pentium



- Q.C : CBR Queue
- N.Q.C : Current CBR Queue length
- Q.V : VBR Queue
- N.Q.V : Current VBR Queue length
- Th. C : CBR Queue Threshold
- Th. C : VBR Queue Threshold

(그림 4-2) 제안된 모델의 셀 처리 스케줄링

V. 성능분석 및 고찰

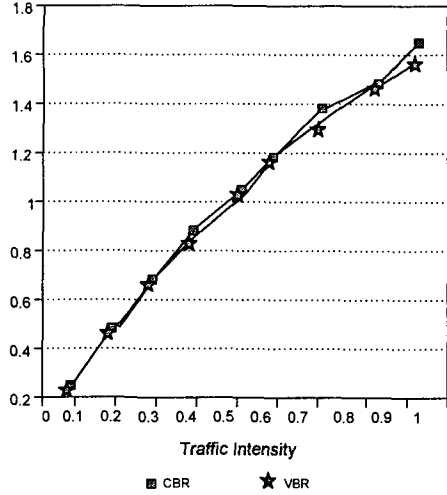
본 장에서 앞의 4장에서 제안한 멀티클래스

PC를 이용하였으며 [그림4-2]에서 나타난 과부하 제어를 위한 스케줄링 알고리즘의 의사코드는 다음과 같다.

```

* Main *
If {CBR Queue is Empty}
  Call ' VBR '
Else
  If {Current CBR Queue > Thershold-CBR}
    Service till Threshold-CBR
    Call ' VBR '
  Else
    Service till Current CBR Queue is Empty
    Call ' VBR '
  Endif
Endif

* Subroutine VBR *
IF {VBR Queue is Empty}
  Return
Else
  If {Current VBR Queue > Thershold-VBR}
    Service till Threshold-VBR
  Else
    Service till Current VBR Queue is Empty
  Endif
Endif
Return
    
```

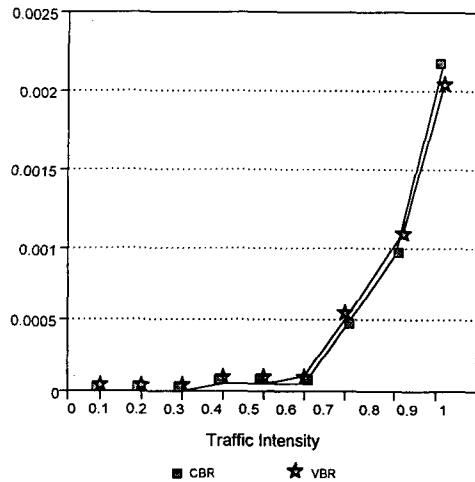


(그림 5-1) 트래픽 세기에 따른 CBR/VBR 트래픽의 평균 셀지연 시간
(CBR Buffer : 7 CBR Threshold : 3)
(VBR Buffer : 7 VBR Threshold : 3)

5.1 전용버퍼의 크기와 임계치 값이 동일한 경우

[그림5-1]에서는 CBR, VBR 전용버퍼의 크기와 임계치가 각각 7, 3[cell]를 동일하게 할당된 경우 트래픽 특성 분류기로 유입되는 트래픽량의 변화에 대한 평균 셀지연 시간을 나타낸 것이다. 이러한 경우 우선순위에 의한 서비스 의미가 상실되어 서비스의 공정성이 유지되므로 [그림4-1]과 같이 CBR, VBR 트래픽 모두 유입되는 트래픽량에 대해 거의 같은 평균 지연시간을 갖는다.

[그림5-2]에서도 마찬가지로 거의 같은 평균 셀손실 확률을 가지며 트래픽량이 0.6 정도까지는 거의 셀손실이 발생하지 않지만 그 이상의 트래픽이 유입되는 경우에는 임계치 값의 영향으로 셀손실 확률이 크게 증가됨을 볼 수 있다.



(그림 5-2) 트래픽 세기에 따른 CBR/VBR 트래픽의 평균 셀손실 확률
(CBR Buffer : 7 CBR Threshold : 3)
(VBR Buffer : 7 VBR Threshold : 3)

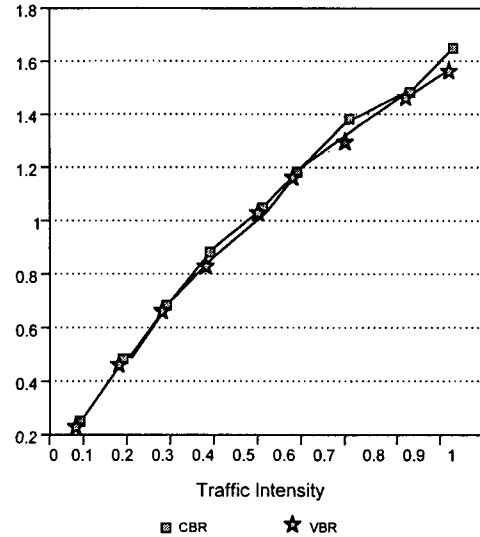
[그림5-1]에서와 마찬가지로 CBR/VBR과 같은 멀티클래스 트래픽이 유입되는 경우 셀지연 시간과 셀손실면에서 거의 차이가 없음을 볼 수 있다.

5.2 할당된 임계치 값이 다른 경우

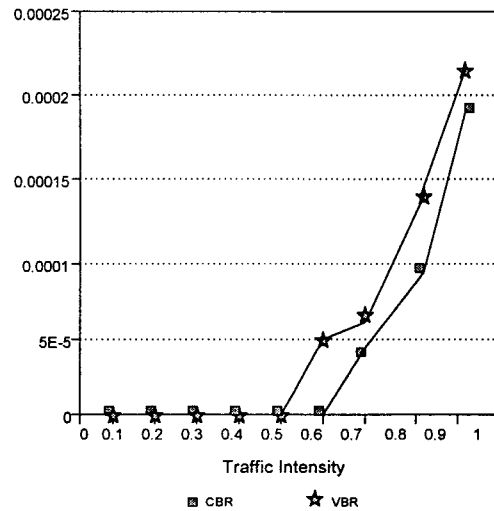
[그림5-3]에서는 CBR 전용버퍼의 크기와 임계치가 각각 7, 3[cell]이고 VBR 전용버퍼의 크기와 임계치의 크기가 각각 7, 3[cell]로 CBR 임계치보다 VBR의 임계치가 작은 경우 비교적 트래픽량이 작은 0.6 이하에서는 평균 셀지연 시간이 차이나지 않지만 0.6 이상의 과부하시에는 지연에 민감한 CBR 트래픽의 평균 셀지연 시간이 VBR 트래픽에 비해서 작아지는 것을 볼 수 있다. 이것은 유입되는 트래픽의 양이 많고 CBR의 임계치가 크므로 서버가 CBR 전용버퍼의 트래픽들의 서비스 시간이 그만큼 지연된다.

[그림5-4]는 [그림5-3]과 같은 버퍼크기와 임계치를 가질 경우 평균 셀손실 확률을 보여주고 있다. 트래픽의 세기가 증가할수록 CBR 버퍼의 임계치가 VBR 버퍼보다 크므로 VBR 트래픽에 비해서 CBR 트래픽의 셀손실 확률이 작은 것을 볼 수 있다.

[그림5-5]에서는 유입 트래픽 세기에 대한 평균 셀손실 확률을 나타내고 있다. 트래픽의 세기가 CBR/VBR의 경우 각각 0.6, 0.5까지는 셀손실이 발생되지 않고 그 이상의 트래픽이 유입되었을 때 셀손실 확률이 나타나는 것을 볼 수 있다. 그리고, 트래픽의 세기가 0.76 정도까지는 VBR 트래픽의 평균 셀손실 확률이 크게 나타나지만 그 이상의 트래픽이 인가되는 경우에는 CBR 트래픽의 평균 셀손실 확률이 크게 나타남을 볼 수 있다. 이것은 서로 다른 값을 갖는 임



(그림 5-3) 트래픽 세기에 따른 CBR/VBR 트래픽의 평균 셀지연 시간



(그림 5-4) 트래픽 세기에 따른 CBR/VBR 트래픽의 평균 셀손실 확률

계치의 영향에 의해서 나타나는 현상으로 과부하가 유입될수록 CBR 버퍼의 임계치값이 적은

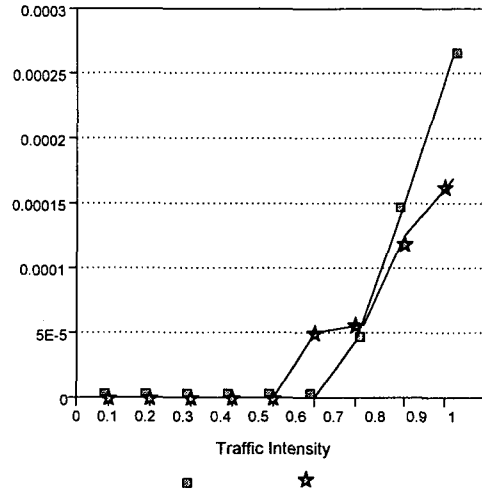
관계로 평균 셀손실 확률이 증가한다는 것을 나타내 주고 있다.

5.3 과부하 유입시 임계치의 영향

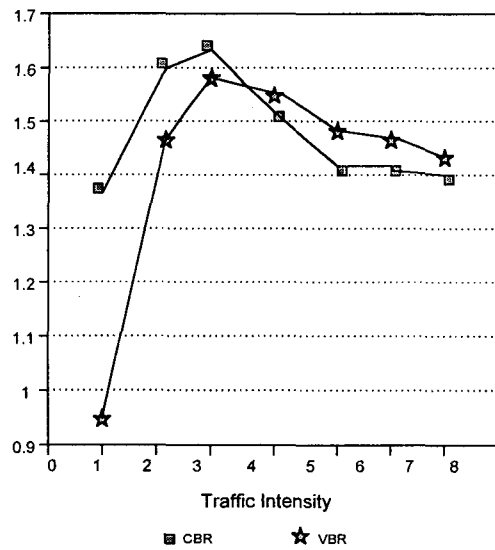
본 절에서는 유입되는 트래픽의 세기가 0.9 정도로 과부하가 인가되는 경우 CBR/VBR 버퍼에서 각각 임계치의 변화가 평균 셀지연 시간과 평균 셀손실 확률에 미치는 영향을 분석하였다.

[그림5-6]에서는 CBR 버퍼의 임계치의 변화에 대한 평균 셀지연 시간을 나타내고 있다. CBR 버퍼의 임계치가 3[cell] 정도 이하에서는 CBR 트래픽의 셀지연이 크지만 그 이상에서는 VBR 트래픽보다 셀지연이 감소되는 것을 볼 수 있다. 여기서 알 수 있듯이 과부하가 유입될수록 임계치의 영향이 좀더 크게 작용하는 것을 알 수 있다.

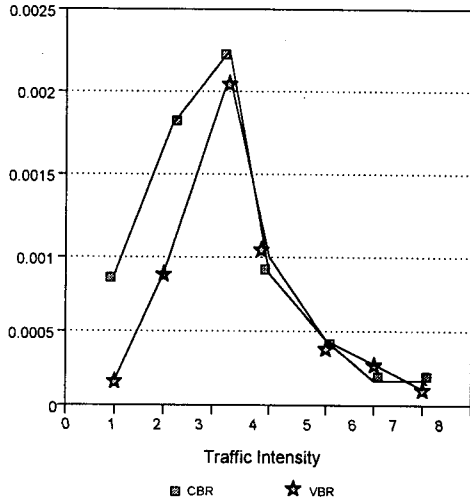
[그림5-7]에서는 [그림5-6]에서와 같은 환경에서 CBR 버퍼의 임계치 변화에 대한 평균 셀손실 확률을 나타내고 있다. CBR/VBR 트래픽 모두 버퍼의 크기가 [그림5-6]에서와 같이 3[cell] 정도까지는 증가하지만 그 이상에서는 크게 감소되는 것을 알 수 있다. 그리고, CBR 버퍼의 임계치가 3[cell] 정도까지는 CBR 트래픽의 셀손실이 VBR 트래픽에 비해서 크게 나타나지만 그 이상에서는 서로 비슷한 셀손실을 나타내는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 과부하가 CBR/VBR 버퍼로 유입되었을 때 각각의 임계치 값 변화에 대해서 평균 셀지연 시간과 평균 셀손실 확률이 민감하게 변화됨을 알 수 있었다.



(그림 5-5) 트래픽 세기에 따른 CBR/VBR 트래픽의 평균 셀손실 확률



(그림 5-6) CBR임계치 변화에 따른 CBR/ VBR 트래픽의 평균 셀지연 시간



(그림 5-7) CBR임계치 변화에 따른 CBR/ VBR 트래픽의 평균 셀손실 확률

VI. 결론

ATM Forum에서는 다양화되고 통합화된 트래픽 특성을 갖는 광대역 종합통신망에서 트래픽의 특성 및 QoS 요구사항에 따라 트래픽을 CBR트래픽, 비실시간 VBR트래픽, AVR트래픽 및 UBR 트래픽 등의 특성이 상이하여 한 개의 버퍼를 공유하는 기존의 방식으로서는 각각의 트래픽의 요수를 만족시키기 위한 QoS의 보장이 어렵고, ATM 스위치의 대응량화를 추구할 때 버퍼내에 혼용되어 저장된 셀의 제어가 어려워지는 단점이 있다.

이와 같은 다양한 트래픽에 대한 스위치의 점유율을 분석하고, 폭주상태를 해소할 수 있는 버퍼링 방식과 버퍼관리 메커니즘이 제시되어야 한다.

본 논문에서는 ATM망으로 입력되는 트래픽의 QoS 특성을 만족시키기 위한 버퍼할당 및 버퍼관리 메커니즘을 제안하였다.

또한 본 논문에서 제안하는 ATM 망의 트래픽 처리방식은 입력되는 트래픽의 특성에 따라 버퍼를 각각 할당하는 방식을 사용하는 경로분리 메커니즘을 기본으로하며 임계치를 설정하여 버퍼관리 메커니즘의 셀처리 스케줄링 및 알고리즘, 그리고 서비스 클래스의 특성에 따라 요구되는 평균 셀지연과 셀손실을 고찰하였고, CBR/VBR 버퍼의 임계치가 셀지연이나 셀손실에 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

그리고 본 논문에서 제안한 ATM 망의 메커니즘의 성능을 입증하기 위하여 모의실험을 하였고, 모의실험 결과 과부하시에 CBR/VBR 트래픽의 셀지연 시간과 셀손실 확률이 CBR/VBR 버퍼의 크기와 임계치에 민감한 특성을 갖는 것을 알 수 있었다. 따라서 CBR/VBR 버퍼의 크기와 임계치를 조정함으로써 서로 다른 특성을 갖는 CBR/VBR 트래픽의 셀지연 시간과 셀손실을 감소시킬 수 있다.

참고 문헌

- [1] Martin De Prycker 1995, Asynchronous Transfer Mode Solution for Broadband ISDN 3rd Edition, Prentice hall.
- [2] Mcdysan, Spohn 1994, ATM theory and application, McGraw-Hill.
- [3] Uyles Black 1995, ATM : Foundation for Broadband Network, Prentice-Hall.

- James P. G. Sterbenz 1994, ATM/B-ISDN Tutorial Notes, GTE Telecommunication Research Lab.
- [4] Shirish S. Sathaye 1995, "Traffic Management Specification Version 4.0", ATM Forum/95-0013.
- [5] David Hughes, Kambiz Hooshmand 1995, ABR Stretch ATM Network Resources, Tech. Tutorial, Data Communications.
- [6] Fang Lu, Raj Jain 1995, ATM Congestion Control, Survey paper, OSU.
- [7] Gravey A., Hebuterne G. 1989, A Space Priority Queueing Mechanism for Multiplexing
- [8] ATM Channels", Computer Network and ISDN System, Proceeding ITC special sem., Australia.
- [9] 1990 "Analysis of Priority Queue with Delay and Loss Sensitive Customer", Proceeding 5th. ITC Sem., Morristown.
- [10] 1991 "Mixing Time and Loss Priorities in a Single Server Queue", Proceeding ITC-13, pp.47-52.
- [11] Kroner H. 1990, "Comparative Performance Study of Space Priority Mechanisms for ATM Networks", Proceeding INFOCOM, Sanfrancisco, CA, pp.1136-1143.
- [12] Kroner H., Hebuteren G. (1991). "Priority Management in ATM Switching Nodes", IEEE JSAC, Vol. 9, No.3, pp.418-429
- [13] Raj jain (1995). "Congestion Control and Traffic Management in ATM Network : Recent Advances and Survey".

A Study on the Control of Multi-class Traffics in ATM Networks

Ki-Hak Lee* · Jeom-Ku Kim**

Abstract

In this thesis, a buffer alloction and management algorithm is proposed in order to satisfy the QoS of CBR/VBR traffics incomming to ATM networks.

Proposed traffic menagement algorithm is based on the route seperation mechanism that allocates buffers acoording to traffic characterics, and sets threshold to allocated buffers.

We developed a cell scheduling algorithm and evaluated cell delay and loss probability characteristics acoording to incomming traffic classes.

The cell scheduling algorithm uses buffer size thresholds to control overload traffic flow.

* Dept. of Electronic Communication, An-Yang Science College.

** Dept. of Computer ased Information Eng. SungKyul Christian University.