DBpia

論文 95-6-6-8

ATM 스위치에서의 동적 우선순위 제어

正會員 李 相 善*, 吳 昌 煥**, 金 順 子***

Dynamic Priority Control in an ATM Switch

Sang Sun Lee*, Chang Hwan Oh** and Soon Ja Kim*** Regular Members

要 約

본 논문에서는 ATM망 스위치에서 동적 우선순위 제어방식을 제안하였다. 본 방식에서는 효과적인 버퍼 이용과 셀전송의 자유로운 선택및 셀 순서유지를 위해 임의 저장방식의 공통버퍼와 주소버퍼를 가지는 구조를 사용하였으며 또한 주소버퍼 동작을 이용하여 지연시간 측정방법도 제안하였다.

제안한 방식에서는 서비스품질 요구사항과 스위치상태를 고려하여 만들어진 할당표를 사용하여 일정한 할당기간마다 각 클래스별 전송량을 할당하는 동적인 우선순위를 제어하였다.

시뮬레이션 결과 제안한 방식은 85%의 부하에서도 각 트래픽의 서비스품질을 만족시킬 수 있었으며 기존의 제어 방식보다 우수함을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, dynamic priority control mechanism is proposed for managing priority in an asynchronous transfer mode switch. In this scheme, random access common buffer and address buffer are used in order to achieve efficient buffer utilization, to choose cells for transfer from any class freely, and to maintain the order of cell streams. Moreover the delay time measuring method is proposed. The allocation amount is decided through the allocation table which has already been made considering the quality of service of classes and the state of switch during each constant allocation period.

From the results of simulation, the proposed scheme could control cell loss rate even at the total load of 85%. We have known that the proposed scheme is more effective than the previous proposed schemes.

*LG전자 TV연구소
**한국전자통신연구소
***경북대학교 공과대학 전자전기공학부
論文番號 : 95051-0208
接受日字 : 1995年 2月 8日

www.dbpia.co.kr

Ⅰ. 서 론

ITU-TS(international telecommunication union- telecommunication standardization sector)에서는 광대역 종합 정보 통신망을 효과적으로 구축하기 위해서 비동기 전송방식(ATM : asynchronous transfer mode)을 기반기술로 채택하였다. ATM망은 모든 정보를 셀(cell)이라는 제한된 크기의 정보단위로 된 패킷(packet)으로 만들어 통계적 다중화(statistical multiplexing) 하여 전송하기 때문에 여러 가지 다른 특성의 서비스들을 유연하게 수용할 수 있고 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다.[1-3]

ATM망에서는 접속이 허락된 호에 대해 필요한 만큼의 대역폭(bandwidth)을 할당하지만 최고 비트율(peak bit rate)의 대역폭을 제공하지 않는 한 연결된 호의 트래픽은 예측 불가능한 특성으로 인해 이미 할당된 대역폭을 일시적으로 초과할 수 있다. 이로 인해 망이 폭주에 빠질 우려가 있는데 특히 동화상이나 고속 데이터와 같은 버스트성이 큰 트래픽이 폭주에 많은 영향을 미친다. 따라서, 이러한 ATM망의 단점을 제거하기 위해서, 여러 가지 예방적(preventive), 반응적(reactive) 차원의 망 제어 기술이 필요한데, 그 중의 하나가 우선순위 제어(priority control) 이다.[4-11] 이 제어기술은 일정 기간마다 망에 들어오는 셀의 저장방식(buffering) 및 전송 우선순위를 망 상태와 각 클래스의 서비스 품질(QoS : quality of service)에 따라 변화시킴으로써 모든 클래스의 서비스 품질을 공정하게 보장하면서 망 이용 효율을 높이도록 하는 것이다. 기존에 제안된 우선순위 제어 방식들은 주로 FIFO(first in first out) 공통 버퍼 기반에서 수행되어 왔는데, 이 버퍼를 사용할 경우 버퍼점유 제어만이 가능하기 때문에 폭주가 일어났을 때 신속한 제어가 불가능하였다.[12-14]

본 논문에서는 버퍼 제어를 수행하면서, 동시에 망에서의 트래픽 상태와 각 트래픽 클래스의 서비스 품질을 고려하여 출력 흐름을 동적으로 조절하는 방식을 제안한다. 출력 흐름을 동적으로 조절하기 위해서는 버퍼 내의 어떤 클래스의 셀이든 자유롭게 뽑아 내어 전송할 수 있어야 한다. 각 클래스별로 분리된 FIFO버퍼가 이러한 방식에 적합하다. 그러나, 이러한 버퍼구조를 사용할 경우 버퍼를 완전하게 공유할 수 없기 때문에 망 자원이 낭비되는 단점이 있다.[12,15]

본 논문에서는 버퍼를 완전하게 공유하면서 출력 셀의 자유로운 선택을 위해 각 클래스의 셀들을 메모리의 비어 있는 곳이라면 어느 곳이든 순서에 관계없이 저장시키고, 셀 순서 유지와 셀들이 소속된 클래스 명시를 위해 저장된 셀의 주소들을 각 클래스 별로 분리된 FIFO 주소버퍼(address-buffer)에 기억시킨다. 주소버퍼는 또한 셀 전송 우선순위의 지표가 될 버퍼 점유정도(occupancy)와 지연 시간(delay time) 측정을 위해 활용되기도 한다. 전송될 셀의 양은 할당주기(allocation period)라 정의되는 일정한 시간 구간마다 할당테이블(allocation table)에 근거하여 갱신된다. 할당테이블은 각 클래스의 서비스 품질과 버퍼내 각 클래스의 점유정도및 지연정도에 따라 결정된다. 버퍼 점유도는 카운팅(counting) 과정에 의해서 측정될 수 있으며 지연 시간은 주소 버퍼를 적절히 동작시킴으로써 측정 가능하다.

시뮬레이션을 통해 제안한 방식이 버퍼 관리와 전송제어를 동시에 수행함으로써 각 트래픽 클래스의 서비스 품질을 보다 공정하게 보장하며 망 자원 이용 효율을 높일 수 있음을 보인다.

Ⅱ. ATM망에서의 우선순위 제어

다양한 서비스 품질과 트래픽 특성을 가지는 트래픽들이 ATM망에서 다중화되어 전송되는데 최고 비트율 이하로 대역폭을 할당받은 가변 비트율의 트래픽들은 협상된 대역폭을 초과할 가능성이 있으며 이는 폭주의 원인이 된다. 우선순위 제어는 선택적 셀 저장및 폐기와 전송량 조절을 통한 셀손실 분산과 셀전송 순서 제어를 통한 시간 지연에 민감한 클래스의 서비스 품질보장을 목적으로한다.

우선순위 제어는 서로 다른 트래픽 클래스들 사이의 서비스 품질에 따른 우선순위를 제어하는 경우와 MPEG 영상과 같은 동일 트래픽 내에서 셀 헤드(head)의 우선순위 비트(bit)가 표시하는 낮은 우선순위와 높은 우선순위 셀의 저장및 전송을 제어하는 경우로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 전자의 경우에 대한 내용을 주로 다루었는데 실질적인 적용을 위해서는 후자의 경우도 고려하여야 할 것이다.

본 연구와 관련된 기존의 우선순위 방식의 예는 다음

www.dbpia.co.kr

과 같은 것들이 있다.

1. 축출(push-out) 메카니즘

축출 메카니즘은 버퍼에 들어오는 셀을 모두 받아들이다가 버퍼가 다 차면 들어오는 셀중 낮은 우선순위의 셀일 경우 이를 폐기시키고 높은 우선순위의 셀이면 버퍼내의 낮은 우선순위의 셀을 폐기(discarding) 시키고 그 자리에 들어오는 높은 우선순위의 셀을 저장한다.[12] 이 방법은 주로 동일 트래픽내의 우선순위 제어에 많이 사용되는 것으로서 버퍼를 완전하게 공유할 수 있는 장점이 있지만 낮은 우선순위 셀의 위치 파악이 요구되기 때문에 효과에 비해 구현이 어렵고 여러 클래스의 트래픽 제어에 부적합하며 트래픽 순서 보장이 어려운 단점이 있다.

2. 부분 버퍼 공유(partial buffer sharing) 메카니즘

부분 버퍼 공유 메카니즘은 일반적으로 가장 많이 쓰는 방식으로써 버퍼에 여러 개의 문턱값(threshold)을 두고 클래스들로 하여금 지정된 문턱값 이하만을 사용하며 이를 넘어설 경우 폐기하도록 하는 방식이다.[12,13]

3. 분리 버퍼(separated buffer) 메카니즘

분리 버퍼 메카니즘 은 시간 우선순위 제어를 위한 구조로서 모든 클래스에 각각의 FIFO버퍼를 두고 셀을 다중화시켜 전송할 때 여러 가지 방법으로 전송할 양을 결정하는 것이다.[12,15] 이 방식은 클래스간의 독립성을 보장할 수 있고 비교적 신속한 제어가 가능하나 한 클래스의 버퍼가 다 차게 되었을 때도 다른 클래스의 버퍼를 이용할 수 없기 때문에 버퍼 이용 효율이 나쁜 단점이 있다.

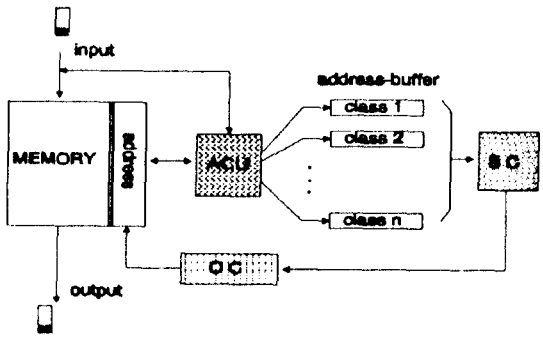
Ⅲ. 제안한 방식의 제어구조및 제어방식

Ⅱ장에서 다룬 기존의 우선순위 제어 방식들은 주로 FIFO공통 버퍼 기반의 공간 우선순위 제어 방식들로서, 지연 시간을 고려할 수 없으며 신속한 제어가 불가능하기 때문에 특히 폭주 발생시 빠른 대처가 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 버퍼 관리 방식에 있어서 개선된 축출 메카니즘을 사용함으로써 공간 우선순위 제어의 장점을 살리면서, 버퍼 이용 효율의 최대화와 출력 셀의 동적 조절을 동시에 실현하기 위해 주소를 가진 공통 버퍼와 저장된 셀의 주소를 기억하는 주소 버퍼를 사용하여 변화하는 망의 상태를 빠르게 제어함으로써 서비스 품질을 공정하게 보장하면서 망의 효율을 높이고자 한다.

1. 스위치내 버퍼 구조 및 셀 저장 방식

그림 1에 나타나 있는 것처럼, 스위치는 셀을 저장하는 임의 저장 방식의 공통 버퍼와 그 주소를 저장하기 위한 각 클래스별로 주어지는 FIFO주소 버퍼, 비어 있는 버퍼의 주소를 찾아서 셀을 저장시키고 저장된 주소를 주소 버퍼에 입력시키는 ACU(address control unit), 주소 버퍼의 상태를 측정하고 측정된 상태에 따라 출력될 셀의 흐름을 계획하는 SU(scheduling unit) 및 공통 버퍼로부터 셀을 뽑아 내어 전송시키는 OC(output controller) 로 구성된다.

FIFO공통 버퍼는 들어오는 셀들을 클래스에 관계없이 순서대로 저장시키고 내보내기 때문에 버퍼내에 높은 우선순위의 셀이 많을지라도 출력 측에서 이를 먼저 내보내는 시간 우선순위 제어를 할 수 없다. 본 논문에서는 버퍼의 비어 있는 공간이라면 어디에나 셀을 저장시킬 수 있게 하고 저장된 셀중 어느 것이든 임의로 추출하여 전송할 수 있도록 함으로써 버퍼 이용 효율을 높이면서 출력할 셀의 자유로운 선택을 가능하도록 하였다. 이것을 구체화하기 위해서는 저장된 셀의 위치를 파악할 수 있어야 하며 셀 순서를 유지시킬 수 있어야 한다.



ACU : address control unit
SU : scheduling unit
OC : output controller

그림 1. 제안한 방식의 제어 블락도
Fig. 1. Block diagram of control mechanism in proposed scheme.

www.dbpia.co.kr

따라서 저장된 셀의 위치를 나타내는 주소를 각 클래스마다 주어지는 FIFO 주소 버퍼에 순서대로 기억시켜 셀들이 소속된 클래스와 들어온 순서를 알 수 있도록 한다. 한 셀에 비해 하나의 주소는 훨씬 적은 비트를 가지기 때문에 주소 버퍼를 사용함으로 인한 메모리 공간의 부담은 적은 편이다. 제안한 구조의 동작 과정은 다음과 같다. 셀이 들어오면, ACU는 메모리의 비어 있는 공간을 찾아서 셀을 저장시키고, 동시에 셀 내의 클래스 정보를 읽고 저장된 곳의 주소를 그 셀이 속하는 클래스의 주소 버퍼에 저장시킨다. SU내에서는 상태 정보가 측정되고 매 주기마다 측정된 상태에 해당되는 테이블상의 전송량을 얻어서 각 클래스의 주소버퍼내 주소들을 해당 량만큼 뽑아 시간 우선순위가 높은 클래스 순위로 OC에 보내면 OC는 이 순서에 따라 셀을 내보낸다.

2. 버퍼 공유 제어 방식

본 논문에서의 버퍼 공유 방식은 기존의 축출 메카니즘을 개선한 방식을 사용한다. 그림 2에서 구체적인 제어 과정을 나타내었다. 총 버퍼 용량이 B, 클래스 i 의 버퍼 이용 최소치가 B_i 라하고 저장된 총 셀의 양을 Q, 클래스 i 의 저장된 셀의 양을 Q_i 라 하면, 클래스 i 셀이 들어 왔을 때 버퍼가 다 차지 않았다면($Q \leq B$) 그 셀을 저장시키고, 버퍼가 다 차게 되었을 경우($Q \geq B$) 는 클래스 i가 버퍼 이용 최소치를 초과하였는지의 여부를 조사하여 초과하였을 때는($Q_i \geq B_i$) 그 셀을 폐기하고 초과하지 않았을 때는($Q_i \leq B_i$) 버퍼 이용 최소치를 가장 많이 초과한 클래스의 셀을 폐기시키고 그자리에 클래스 i의 셀을 저장한다.

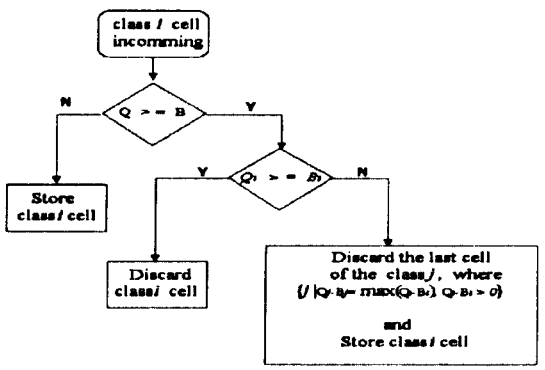


그림 2. 버퍼 공유 제어방식의 흐름도
Fig. 2. The flow chart for buffer sharing control method.

이 방식을 사용할 경우 버퍼 이용 효율이 높을 뿐만 아니라 축출 메카니즘에 의한 공유 방식에 의해 모든 클래스의 서비스 품질을 공정하게 보장해 줄 수 있다.

Ⅳ. 상태정보 측정및 셀전송량 결정

1. 상태 정보 측정

스위치의 출력 부분에서 동적으로 셀을 전송하기 위해서는 각 클래스의 서비스 품질뿐만 아니라 변화하는 망의 상태를 고려하여야 한다. 망의 상태란 각 클래스가 버퍼를 차지하고 있는 양이나 셀들이 망에서 지연된 시간 등을 말한다. 버퍼 점유도는 카운팅(counting) 과정으로 쉽게 측정될 수 있다. 주소 버퍼에 주소값이 들어올 때마다 SU내에 있는 카운터의 값을 1씩 증가시키고, 셀이 전송되거나 버퍼가 넘쳐서 셀이 폐기될 때 1씩 감소시키면 카운터가 표시하는 값은 항상 버퍼 내에 있는 어떤 클래스의 셀수가 되는 것이다.

거의 모든 트래픽 클래스는 망내에서 일정 시간 이하의 지연을 요구한다. 특히 전화나 화상회의 등의 음성과 화상 정보는 짧은 지연 시간을 필요로 하게 된다. FIFO 공통 버퍼의 경우 항상 먼저 들어오는 셀을 먼저 내보내기 때문에 동시에 망으로 유입하는 셀에 대한 조치만 취하면 지연 시간 측정을 할 필요가 없다. 그러나, 동적인 셀 전송 방식에서는 뒤에 들어온 셀들이 먼저 들어온 것들보다 빨리 나가는 경우도 있으므로 지연 시간 측정이 불가피하게 된다. 지연 시간 측정은 지연 시간에 관한 서비스 품질을 보장해 주기 위해서 뿐만 아니라, 허용 가능한 지연 시간을 초과한 셀들을 폐기시켜 불필요한 셀이 다음 노드로 유입되는 것을 방지하기 위해서도 필요하다.

지연 시간은 주소 버퍼의 동작 과정에서 측정될 수 있다. 한 셀을 전송하는데 걸리는 시간을 1 셀시간(cell time)으로 할 때, 주소 버퍼는 매 셀시간마다 주소 버퍼내의 주소들을 다음 공간으로 이동시키도록 한다. 셀이 들어올 때 그 셀이 저장된 주소를 주소 버퍼의 첫 번째 공간에 저장시키면, 그 주소는 그 다음 셀시간에 주소 버퍼의 이동 작용에 의해 두 번째 공간으로 이동된다. 다음 셀의 주소가 들어오면 그전 셀시간에 들어온 셀의 주소는 이미 두 번째 공간으로 이동되었기 때문에 비어있는 첫 번째 공간에 저장시킬 수 있다. 그 다음 셀 시간에 또 주소가 들어온다면 첫 번째, 두 번째 주소는

www.dbpia.co.kr

각각 다음 공간으로 한 칸씩 이동되기 때문에 비어 있는 첫 번째 공간에 저장될 수 있다. 같은 방식으로 들어오는 셀의 주소를 항상 첫 번째 공간에 저장시키고 매 셀 시간마다 다음 공간으로 이동시킨다. 그러면 주소 버퍼의 첫 번째 공간에서 측정하고자 하는 주소가 있는 위치까지의 기억 공간의 수가 그 주소가 나타내는 셀의 지연 시간이 된다. 그림 3의 예를 보면 셀 도착 시간이 상단 부분의 그림과 같이 t_0, t_1, t_3, t_5 일 때 매 셀시간마다 버퍼의 상태를 나타낸 것이 하단의 그림이 된다. 이때 t5 시간에 각 셀의 한 노드에서 지연 시간은 각각 5, 4, 2, 0셀시간이 된다.

2. 전송량 결정

이제 위에서의 방법으로 측정한 각 클래스의 상태 정보와 서비스 품질을 고려하여 적절한 전송량을 결정하여야 한다. 상태는 항상 변하기 때문에 전송 계획 또한 가능한 자주 바뀌어야 한다. 전송량을 바꾸는 기간을 할당 주기라 하면 할당 주기가 짧으면 신속하게 망의 변화에 대응할 수 있는 장점이 있지만 하드웨어적인 설계가 어려워질 수 있다. 또한 할당 주기가 길어지면 신속한 대응이 어렵고 할당 테이블이 복잡해지는 문제점이 따르기 때문에 적절한 할당 주기의 선택이 중요하다.

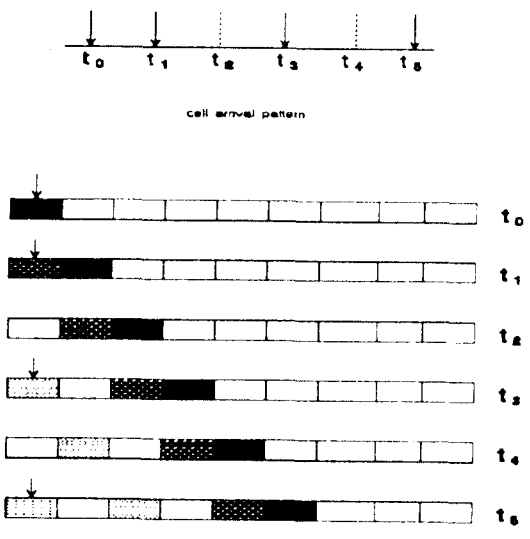


그림 3. 지연 시간 측정 방법
Fig. 3. The measuring method of delay time.

할당 주기가 결정되면 구체적인 할당량을 결정하여야 한다. 미리 테이블을 작성해 두고 매 주기마다 버퍼 점유도와 지연 시간 등의 서비스 품질 파라미터에 해당하는 전송량을 테이블에서 읽음으로써 간단히 할당량을 결정할 수 있다. 각 클래스의 버퍼 점유도를 고려하기 위해서 버퍼에 몇 개의 문턱치를 둔다. 그러면 각 클래스의 버퍼 점유도는 문턱치로 나타낼 수 있다. 문턱치의 수가 많을 수록 버퍼 점유도에 대한 자세한 정보를 알 수 있어 정확한 제어를 꾀할 수 있지만 테이블 구성이 복잡해진다. 테이블을 결정하기 위해서 각 클래스의 문턱치에 가중치를 부여하는데, 모든 클래스는 문턱치가 커질 수록 가중치가 커지며, 문턱치가 낮을때는 모든 클래스의 가중치가 비슷하지만 문턱치가 커질 수록 손실 우선순위가 높은 클래스에 가중치를 크게 줌으로써 낮은 셀손실을 요하는 클래스와 버퍼내 많은 셀을 보유하고 있는 클래스가 많은 전송량을 할당받을 수 있도록 한다. 할당량은 식 (1)과 같이 결정될 수 있다. 즉, 클래스의 수가 N일 때 클래스i 의 현재 가중치를 w_i라하고 할당 주기의 크기를 p 라하면 클래스 i 의 할당량 a_i 는

$$a_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2 + \cdots + w_N} \cdot p \qquad (1)$$

와 같다.

결과적으로 산출되는 할당량은 정수치가 아닌 소수치가 되기 때문에 반올림을 하여 정수치의 할당량을 얻고 반올림된 정수 할당량들의 합이 할당 주기를 초과하거나 미달할 경우 클래스의 우선순위에 따라 가감하는 방식을 취하였다.

Ⅴ. 시뮬레이션 및 결과

1. 시뮬레이션 모델 및 변수

본 논문에서는 트래픽을 크게 비디오, 컴퓨터 데이터 및 음성(voice)의 세 클래스로 분류하여 시뮬레이션 한다.

비디오 트래픽 클래스는 버스트 특성을 나타내기 위해서 중첩된 온-오프(on-off) 프로세서(process)로 모델한다. 즉, 여러 개의 온-오프 프로세서의 소스(source)를 발생시키고 이들을 중첩시킴으로써 버스트성이 매우 큰 트래픽 소스를 얻을 수 있다. 시뮬레이션에서는 15개의 비디오 소스를 발생시켜 사용하였다. 온-오프 프로

www.dbpia.co.kr

세서란 온(on)상태와 오프(off)상태를 반복하면서 온 상태에서만 평균 R의 확률로 셀을 발생시키는 것을 말한다. 즉, 시간 단위를 한 셀이 전송되는데 걸리는 시간으로 정하고 이를 한 슬롯(slot)이라 할 때, 온 상태에서는 매 슬롯마다 셀이 발생할 확률이 R이 되고 발생하지 않을 확률이 1-R이 된다는 것이다. M개의 비디오 소스가 있을 때 이중 m개의 소스가 온 상태라면 한 슬롯 동안 i개의 셀이 발생할 확률 $a_m(i)$ 는

$$a_m(i) = \binom{m}{i} R^i (1-R)^{m-i} \quad 0 \le i \le M \qquad (2)$$

와 같다.

비디오 트래픽에 비해 버스트성이 낮은 데이터나 음성 트래픽은 중첩된 포아송(Poisson) 프로세서로 가정한다. 한 슬롯 시간 동안 도착하는 음성 클래스의 셀수가 i 일 확률 $v(i)$ 와 데이터 클래스의 셀수가 j 일 확률 $d(j)$ 는

$$v(i) = \frac{\lambda_v{}^i e^{-\lambda_v}}{i!}\ ;\ d(j) = \frac{\lambda_d{}^j e^{-\lambda_d}}{j!} \qquad (3)$$

와 같다.

허용 가능한 셀손실률 및 지연 시간은 세 클래스에 있어 매우 큰 차이를 보인다. 본 논문에서는 비디오 트래픽에 대해 HDTV에 적용 가능한 10^{-8}~10^{-9}의 셀손실률과 실시간 전송을 위한 짧은 지연 시간을 요하는 트래픽으로, 데이터 트래픽은 그 종류에 따라 요구하는 서비스 품질이 다양한데 본 논문에서는 10^{-4}의셀손실률과 실시간 전송을 요하지 않는 트래픽에 대해서 시뮬레이션 한다. 음성 트래픽은 비디오 트래픽에 비해 많은 셀손실이 일어나도 인간 청각 특성상 음질에 큰 문제가 없기 때문에 셀손실에 대해 그다지 민감하지 않은 편(10^{-3}~10^{-4})이나, 실시간 전송이 필요하므로 지연에는 아주 민감하다. 따라서 본 시뮬레이션에서 기준으로 사용하는 트래픽 클래스의 서비스 품질을 표 1과 같이한다. 시뮬레이션 결과 표 1의 셀손실률 이하로 될 경우 서비스 품질을 만족하는 것으로 가정하며, 표 1의 지연 시간을 고려하여 전송 우선순위를 계획하며 명시된 시간 지연을 초과한 셀은 폐기하였다. 또한 시뮬레이션에 사용되는 버퍼의 용량은 150셀을 저장할 수 있는 크기로 가정한다. 할당 주기는 6, 9, 12 셀시간등으로 시뮬레이션 해본 결과 차이가 적었으므로 편의상 9셀로 하였다. 매 9셀 전송이 끝날 때마다 새로운 전송량이 결정된다. 또한 할당 테이블에서는 각 클래스의 문턱치에따라 아래와 같이 가중치를 부여한다. a, b, c, . . .를 클래스로 나타내고, 이에 따르는 첨자 1, 2, 3, . . . 을 각 클래스의 문턱치로 표시할 때 초기값 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5에 대해서 다음과 같은 규칙으로 가중치를 부가하였다. 문턱치가 높아질때 b, c, d, . . . 로 갈수록 가중치가 더 큰 폭으로 증가한다.

a_1 b_1 (=a_1) c_1 (=b_1) . . .
a_2 b_2 (=a_2+w * b_1) c_2 (=b_2+w * c_1) . . .
a_3 b_3 (=a_3+w * b_2) c_3 (=b_3+w * c_2) . . .
a_4 b_4 (=a_4+w * b_3) c_4 (=b_4+w * c_3) . . .
a_5 b_5 (=a_5+w * b_4) c_5 (=b_5+w * c_4) . . .

표 1. 트래픽 클래스의 서비스 품질
Table 1. QoS of traffic classes

QoS / classes	cell loss probability	delay time (cell time)
video	10^{-9}	200
data	10^{-4}	500
voice	10^{-3}	200

표 2. 할당 테이블
Table 2. Allocation table

threshold of each class			allocation amount (cell) (allocation period : 9 cell time)					
			delay of voice does not exceed threshold			delay of voice exceed threshold		
video	data	voice	video	data	voice	video	data	voice
1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	5	2	2	5
1	1	3	2	2	5	2	2	5
.	.	.		.			.	
.	.	.		.			.	
.	.	.		.			.	
2	3	2	5	3	1	5	1	3
2	3	3	5	3	1	5	1	3
2	3	4	4	3	2	4	2	3
.	.	.		.			.	
.	.	.		.			.	
.	.	.		.			.	
3	4	3	6	2	1	6	1	2
3	4	4	6	2	1	6	1	2
3	4	5	6	2	1	6	1	2
.	.	.		.			.	
.	.	.		.			.	
.	.	.		.			.	
5	5	3	9	0	0	9	0	0
5	5	4	9	0	0	9	0	0
5	5	5	9	0	0	9	0	0

www.dbpia.co.kr

1	1	1	1	1	1
2	3	4	5	6	7
3	6	10	15	21	28
4	10	20	35	56	84
5	15	35	70	126	210

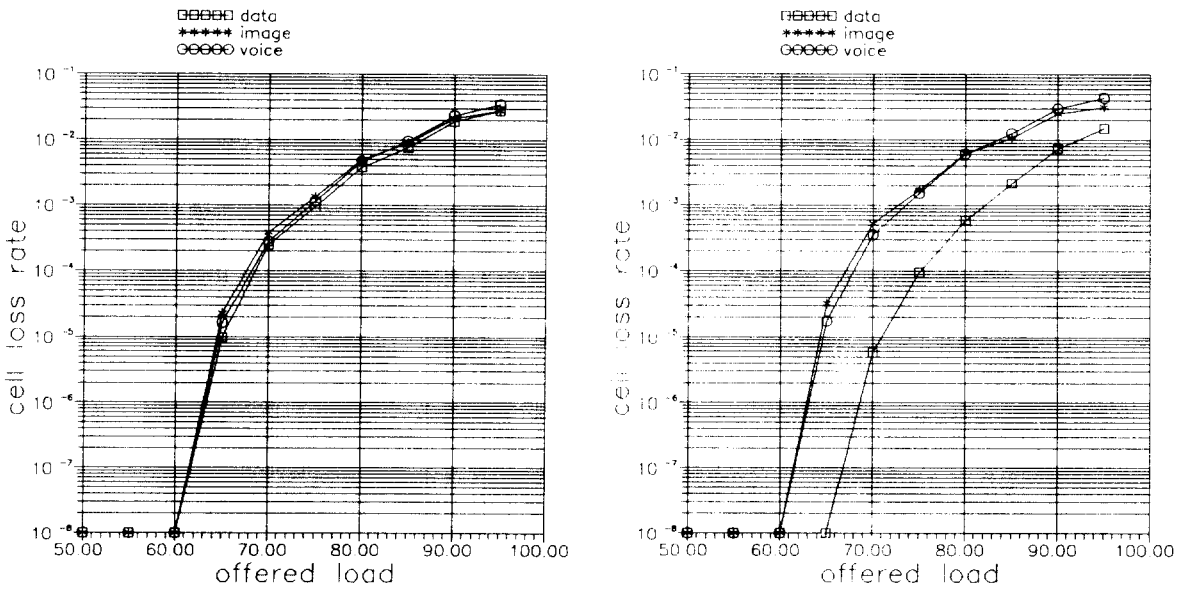
시뮬레이션에서는 초기값을 위와 같이 1, 2, 3, 4, 5로 하고 w 를 1로 해서 연속적인 가중치의 조합들을 발생시킨 후 이중 제 1열을 음성, 제 2열을 데이타, 제 6열을 비디오 트래픽의 가중치로 사용하였다.

세 클래스의 문턱치를 각각 다섯개로 두었기 때문에 조합에 의해 125 가지 경우의 할당량을 얻을 수 있다. 시뮬레이션에서 지연 시간은 음성만 고려하였는데, 그 이유는 비디오의 경우 우선순위가 가장 높기 때문에, 또한 데이터는 허용 지연 시간이 상대적으로 커므로 허용 지연 시간을 초과하지 않는다고 볼 수 있기 때문이다. 음성의 지연 시간이 지연 허용치를 초과한 경우는 데이타와 같은 가중치로 하여 더 많은 양을 할당하였다.

2. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 총 부하를 50%에서 90%까지 증가시켰을 때 나타나는 결과를 보였다. 그림 4에서는 우선순위 제어를 하지 않고 모든 클래스의 트래픽을 균등하게 저장 및 전송했을 때의 결과를 나타낸 것으로, (a)는 FIFO공통 버퍼상에서 우선순위에 관계없이 들어오는 셀의 순서대로 저장한 결과이며, (b)는 제안한 방식의 버퍼에서 우선순위를 고려하지 않고 버퍼 점유정도에 비례해서 전송량을 결정한 결과이다. (a)에서는 모든 클래스의 셀 손실률이 비슷한 것을 볼 수 있고, (b)에서는 음성과 비디오의 셀손실률이 높은데 그것은 이 클래스들이 허용 가능 지연 시간이 짧아서 나타나는 지연에 의한 손실이 크기때문이다.

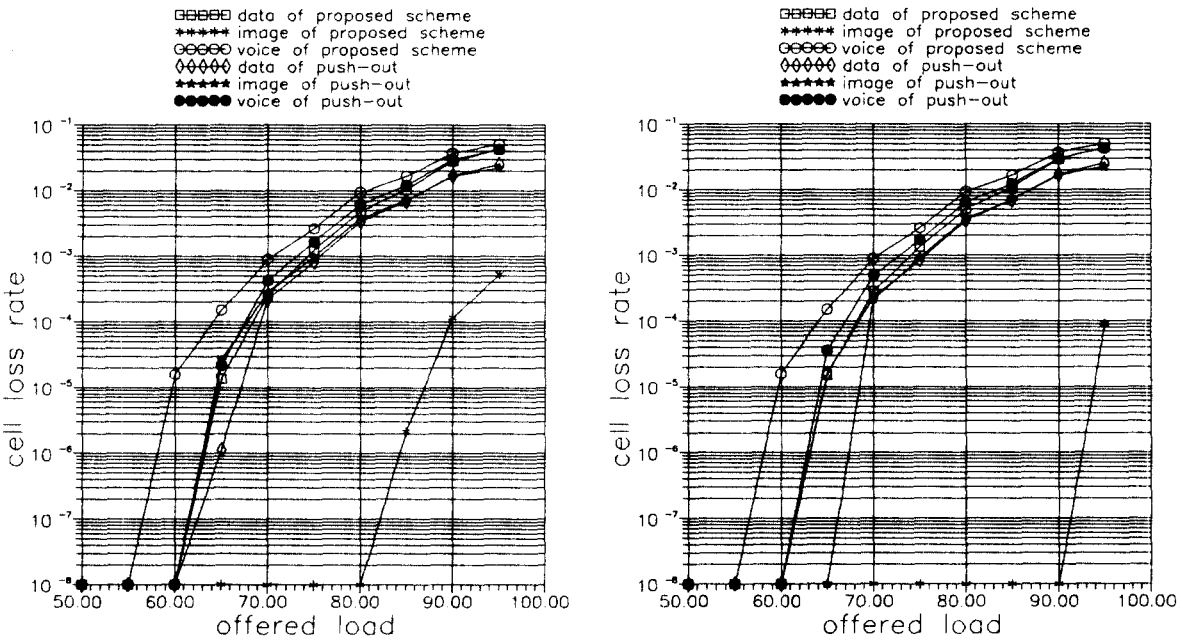
그림 5 은 제안한 방식과 동적인 전송 제어를 하지 않은 채 FIFO기반에서 축출 방식에 의한 버퍼 제어만을 수행한 방식과의 결과를 나타낸 것으로, 세 클래스의 버퍼 이용 최소치의 조합을 (비디오의 버퍼 이용 최소치, 데이터의 버퍼 이용 최소치, 음성의 버퍼 이용 최소치)로 나타낼 때 그림 5(a)는 버퍼 이용 최소치를 (100, 30, 20)로 했을 때의 결과이며 그림 5(b)는 (120, 20, 10)으로 했을 때의 결과인데 버퍼 제어만을



(a) FIFO 공통버퍼 (b)제안한 방식의 버퍼

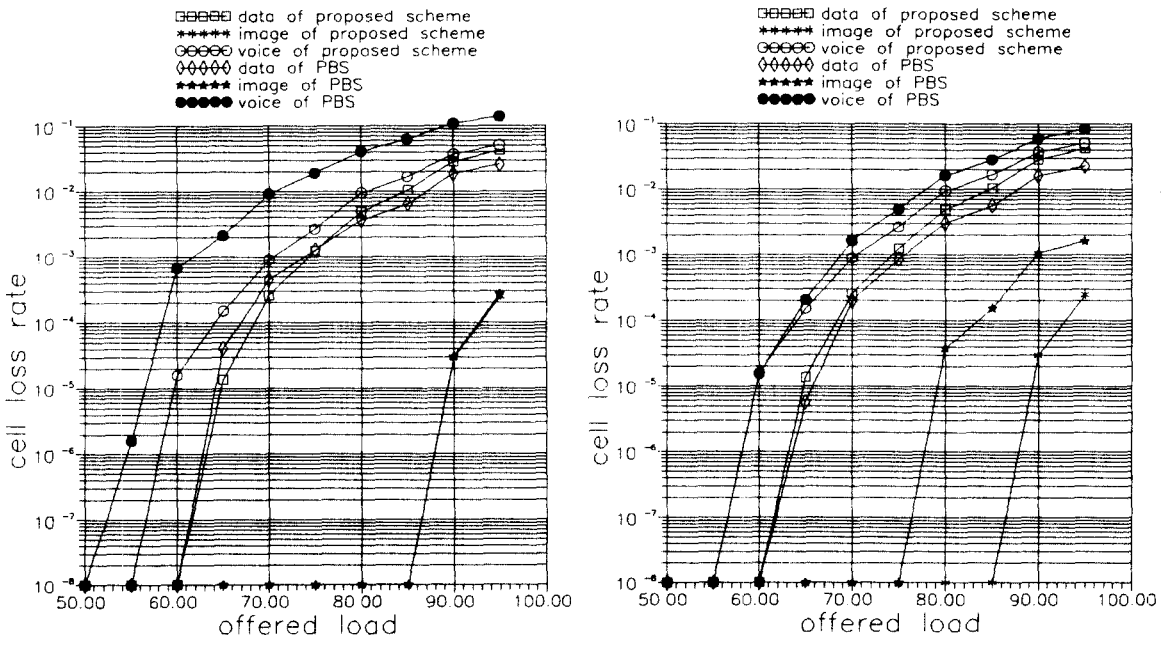
그림 4. 우선순위를 고려하지 않았을 때
Fig. 4. No priority control

www.dbpia.co.kr



(a) (100, 30, 20) (b)(120, 20, 10)

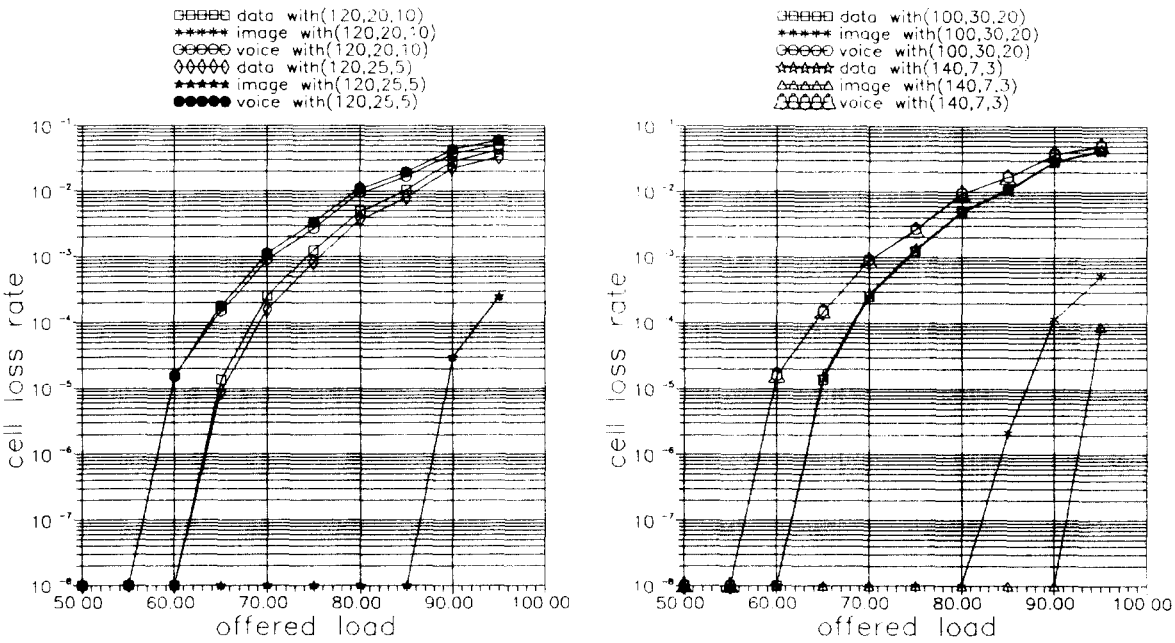
그림 5. 제안한 방식과 축출 방식의 비교
Fig. 5. The comparison between propose scheme and push out



(a) Th.1 = 50, Th.2 = 70 (b) Th.1 = 120, Th.2 = 130

그림 6. 제안한 방식과 PBS 방식의 비교
Fig. 6. The comparison between proposed scheme and PBS

www.dbpia.co.kr



(a) 비디오 클래스 버퍼크기 고정

(b) 비디오클래스 버프크기 바꿈

그림 7. 셀 손실률 조정
Fig. 7. Cell loss rate control.

수행한 방식의 경우는 세 클래스의 셀손실이 거의 비슷하게 나타나고 있는 것을 알 수 있다.

그림 6은 제안한 방식과 기존의 방식 중 가장 대표적인 방식인 부분 버퍼 공유 방식을 비교한 결과를 나타낸 것이다.

그림 6(a)는 부분 버퍼 공유 방식에 있어 문턱값이 Th.1 = 50, Th.2 = 70일 때의 결과로서 비디오 클래스의 셀손실은 제안한 방식과 비슷하지만 음성과 데이터의 손실이 커서 60% 정도의 부하에서 허용 셀손실율을 벗어나고 있다. 그것은 버퍼가 완전히 차기 전에 낮은 우선순위 클래스인 음성과 데이터 셀이 폐기되기 때문이다. 제안한 방식은 75%정도의 부하에서도 허용치 이내를 유지하고 있다.

그림 6(b)에서는 부분 버퍼 공유 방식의 문턱 값이 높게 되었을 때(Th.1 = 120, Th.2 = 130)의 결과를 나타내었는데, 부분 버퍼 공유 방식에서는 75% 의 부하에서, 제안한 방식은 85% 의 부하에서 비디오 클래스의 손실이 나타났다. 이는 부분 버퍼 공유 방식이 순간적인 셀의 폭주에 대해 빨리 대응하지 못한 결과인 것이다.

그림 7에서는 제안한 방식에 있어서 버퍼 사용 최소치를 임의로 조절함으로써 클래스간의 셀손실률을 조정한 결과이다. 그림 7(a) 에서는 비디오 클래스 버퍼 이용 최소치가 120으로 고정하고 데이터와 음성의 버퍼 이용 최소치 변화시켜 세 클래스의 버퍼 이용 최소치의 조합이 (120, 25, 5), (120, 20, 10)로 되었을 때의 결과로써, 비디오 클래스의 셀손실률은 거의 변화가 없으나 데이터와 음성의 경우 버퍼 이용 최소치 조합이 (25, 5)에서 (20, 10)로 변함에 따라 두 클래스 사이의 셀손실률이 거의 같아지는 것을 볼 수 있다. 그림 7(b)는 비디오 트래픽의 버퍼 이용 최소치를 100, 140으로 바꾸었을 때의 결과를 보여주고 있다.

비디오 클래스의 버퍼 이용 최소치 100, 120, 140일 때 셀손실은 각각 80%, 85%, 90%이상의 부하에서 발생한다. 따라서 버퍼 이용 최소치 제어만으로도 클래스간의 셀손실률 조정이 가능함을 알 수 있다.

www.dbpia.co.kr

Ⅵ. 결 론

본 논문에서는 ATM 망 노드에서의 동적 우선순위 제어 방식을 제안하였다. 제안한 방식은 기존의 FIFO 공통 버퍼 기반 우선순위 제어 방식에서 버퍼 제어만을 함으로써 나타난 제어의 한계성을 극복하기 위해 버퍼의 효과적인 관리와 출력 측에서의 동적인 셀전송 제어를 동시에 수행하였다. 본 방식에서는 임의 저장 방식의 공통 버퍼와 주소 버퍼를 사용하여 버퍼 이용의 효율성을 높였고 지연 시간을 측정할 수 있는 방법을 제안하였다.

시뮬레이션 결과, 축출 방식의 버퍼 제어만을 수행하는 메카니즘은 각 트래픽 클래스의 서비스 품질을 제어할 수 없었다. 또한 일반적으로 사용되는 부분 버퍼 공유 방식은 문턱값이 낮을 때는 우선순위가 낮은 클래스의 지나친 셀손실률을 초래하였고, 높을 때는 낮은 부하에서도 우선순위가 높은 클래스의 셀손실이 발생하였다. 제안한 방식은 85%의 부하에서도 각 클래스의 셀손실을 허용치 이내로 제어함으로 더 많은 트래픽 수용이 가능하여 대역폭 이용 효율을 높였다. 또한 버퍼 공유 제어 과정에서 버퍼 이용 최소치를 조정함으로써 클래스간의 셀손실률을 제어할 수 있었기 때문에 서비스 품질이 다른 트래픽 클래스가 수용되었을 때에도 능동적으로 대처할 수 있는 가능성을 보였다.

제안한 방식이 실제 ATM망에서 구현되기 위해서는 가상 경로(VP : virtual path) 기반에서 동적인 우선순위 제어가 향후 추가 연구되어야 한다.

참고문헌

1. *ITU-TS Recommendation* I.121, "Broadband aspect of ISDN," 1988.
2. *ITU-TS Recommendation* I.311, "B-ISDN General Network Aspects," Geneva, 1991.
3. Rainer Händel, and Manfred N. Huber "Integrated Broadband Networks," Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
4. *ITU-TS Draft Recommendation* I.371, "Traffic Control and Congestion control in B-ISDN," Geneva, 1992.
5. Okada, T. H. Ohnishi, and N. Morita, "Traffic Control in ATM," *IEEE Communication Magazine*, September, 1991.
6. A. Gersht and K. J. Lee "A Congestion Control Framework for ATM Networks," *INFOCOM*, pp.701-710, 1989.
7. J. Y. Hui "Resource Allocation for Broadband Networks," *IEEE JSAC*, Vol. 6, No. 9, pp.1598-1608, December, 1989.
8. P. Joos and W. Verbiest "A Statistical Bandwidth Allocation and Usage Monitoring Algorithm for ATM Networks," *ICC*, pp.415-422, 1989.
9. Y. Miyao "A Call Admission Control Scheme in ATM Networks," *ICC*, pp.391-396, 1991.
10. H. Saito and K. Shiomoto "Dynamic Call Admission Control in ATM Networks," *IEEE JSAC*, Vol. 9, No. 7, pp.982-989, 1991.
11. M. Sidi, W. Z. Liu, and I. Gopal "Congestion Control Through Input Rate Regulation," *GLOBECOM*, pp.49.2.1-49.2.5, 1989.
12. H. Kroner, G. Hebuteme, P. Boyer, and A. Gravey "Priority Management in ATM Switching Nodes," *IEEE JSAC*, Vol. 9, No. 3, pp.418-427, April, 1991.
13. David W. Petr, James, and Wineinger "End-to-end Priority Cell Discarding Analysis for ATM Networks," *INFOCOM*, Vol. 3, pp.1178-1185, 1993.
14. Lendros Tassiulas and Yao Hung "Optimal Buffer Control during Congestion in an ATM Network Node," *INFOCOM*, Vol. 3, pp.1059-1066, 1993.
15. Chang Hwan Oh, Masayuki Murata and Hideo Miyahara "Priority Control ATM for Switching Systems," IEICE. *Trans. on Communication*, Vol. E75-B. No. 9, pp.894-904, September, 1992.

www.dbpia.co.kr

李 相 善(Sang Sun Lee) 정회원

1966년 9월 22일생
1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1995년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1995년 3월~현재 : LG전자 TV연구소
※주관심 분야 : ATM망 트래픽 제어, 멀티미디어 통신, HDTV등

吳 昌 煥(Chang Hwan Oh) 정회원

1980년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1983년 2월 : 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1994년 3월 : 오사카대학교 대학원 정보공학과 졸업(공학박사)
1979년 12월~현재 : 한국전자통신연구소 책임연구원
※주관심 분야 : 통신시스템 성능평가, ATM 트래픽 제어, ATM스위치 구조 등

金 順 子(Soon Ja Kim) 정회원

1975년 2월 : 경북대학교 수학교육학과 졸업(이학사)
1977년 2월 : 경북대학교 대학원 수학과 졸업(이학석사)
1988년 2월 : 계명대학교 대학원 수학과 졸업(이학박사)
1980년 5월~현재 : 경북대학교 전자전기공학부 교수
1985년 3월~1985년 8월 : Columbia 대학교 객원교수
※주관심 분야 : ATM망 트래픽제어, Teletraffic Systems, Multimedia 통신등

www.dbpia.co.kr