

동적 대역폭 할당을 이용한 ABR 트래픽 제어 방식에 관한 연구

정희원 류호용*, 박권철** 박광채***

A Study on the ABR Traffic Control Mechanism using Dynamic Bandwidth Allocation

Ho-yong Ryo*, Kwon-chul Park**, Kwang-chaeh Park*** *Regular Members*

요 약

효율적인 ABR 트래픽 제어를 위해서 가용 대역폭 정보에 의한 대역폭 할당이 이루어져야 한다. 그러나, 현재 제안되고 있는 가용 대역폭 정보의 추정은 통계적인 값을 이용하여 이루어지기 때문에 버스트한 크기를 가지고 들어오는 트래픽을 고려한 동적 대역폭 할당이 어렵다.

본 논문에서는 효율적인 대역폭 할당을 위해서 출력 버퍼형 ATM 스위치에서 각 VC 접속에 대해서 단일 버퍼를 이용하는 Per-VC 큐잉과 가용대역폭을 측정하기 위한 타이머 및 각 접속의 혼잡 상태를 파악하기 위한 제어기로 구성하였다. 제어기에서는 각 VC의 혼잡 상태를 검사하고, 타이머에서는 각 접속의 Backlogged 시간과 전체 링크 용량을 이용하여 현재 주기 동안의 사용대역폭을 구하고, 이 값을 송신원 측으로 전송하여 이 값에 의해서 동적으로 대역폭을 할당한다.

제안한 방법을 이용하여 통계적인 파라미터를 이용하지 않고, 현재 주기 동안 전송된 대역폭을 이용하여 다음 주기의 대역폭을 할당하여 개선된 링크 효율을 얻을 수 있다.

Abstract

In ATM networks, bandwidth allocation using available bandwidth is important to control ABR traffic efficiently. However, it is difficult to dynamically assign bandwidth on bursty traffic, because the tracking of the existing available bandwidth information uses statistical value. In this paper, we propose a output-buffered ATM switch using Per-VC queueing scheme with timer and Controller. The controller determines whether each VC is in congestion state or not, and the timer can assign dynamically as determining the available bandwidth for the present period by Backlogged time and total link capacity, and then transmitting the determined bandwidth to source. Instead of using statistical parameters, the proposed scheme can improve link efficiency as allocating the bandwidth of the next period, by use of measured bandwidth during the current period.

1. 서론

ATM Forum에서는 트래픽의 특성 및 QoS

(Quality of Service)의 요구 사항에 따라 트래픽을 CBR(Constant Bit Rate), VBR(Variable Bit Rate), ABR(Available Bit Rate) 및 UBR(Unspecified Bit Rate) 등으로 분류하여 특성에 따른 서비스를 제공

* 한국전자통신연구원 교환·전송기술 연구소

** 한국전자통신연구원 ATM교환기술연구

*** 조선대학교 전자·정보통신공학부(kcpark@mail.chosun.ac.kr),
논문번호: 98520-1130, 접수일자: 1998년 11월 30일,

하도록 권고하고 있다^[1-3].

현재 ATM 네트워크에서 사용하는 각 서비스 클래스의 QoS 보장을 위한 자원 관리 방법으로 1 패스 서비스 대역폭 정책(One Pass Service Bandwidth Policing)을 사용하고 있다. 1 패스 서비스 대역폭 정책은 실 시간성 트래픽에 대해서 가장 높은 우선 순위를 부여하고, 손실에 민감한 트래픽에 대해서는 하위의 우선 순위를 할당하여 균일적인 서비스 품질을 보장하는 방법이다. 그러나, ABR 서비스를 지원하기 위해서는 1 패스 서비스 대역폭 정책을 이용할 수 없으므로 2 패스 서비스 정책(Two Pass Service Bandwidth Policing) 방법을 사용한다.

2 패스 서비스 대역폭 정책은 첫 번째 패스에서 각 서비스 클래스의 서비스 요구 사항에 따라서 적절한 대역폭을 할당하게 된다. 즉, CBR 트래픽에 대해서는 응용 서비스가 요구하는 PCR(Peak Cell Rate)에 해당하는 대역폭을 할당하고, VBR 트래픽에 대해서는 응용서비스의 평균 서비스 속도(Sustained Cell Rate) 값과 최대 버스트 크기(Maximum Burst Size)를 이용하여 대역폭을 할당하고, ABR 트래픽에 대해서는 그들의 MCR(Minimum Cell Rate)에 해당하는 대역폭을 할당한다. 두 번째 패스에서 CBR/VBR 트래픽이 ABR 접속의 MCR을 보장한다면 잔여 대역폭을 ABR 접속이 점유할 수 있도록하여 네트워크 대역폭 전체를 사용할 수 있도록하여야 한다.^[3-7] 2 패스 서비스 대역폭 정책에서는 현재 네트워크 대역폭의 사용 현황을 정확하게 파악하여 ABR 접속에 의해서 사용 가능한 대역폭 정보를 스위치가 파악하여 효율적으로 대역폭을 할당하는 방법이 가장 중요하다. 현재 ABR 트래픽 제어를 위해 제안된 방법들은 통계적 파라미터 값을 이용하여 가용 대역폭 정보를 얻기 때문에 정확한 대역폭 예측이 어렵고 알고리즘의 복잡도가 높게 된다.^[8]

본 논문에서는 각 VC 접속에 대해서 단일 버퍼를 이용하는 Per-VC 큐잉 모델을 기반으로 하고, 가용대역폭을 측정하기 위한 타이머와 각 접속의 혼잡 상태를 파악하기 위한 제어기로 구성된다. 먼저 제어기에서는 각 VC의 혼잡 상태를 검사하고, 그렇지 않은 경우에는 스위칭 시스템의 Backlogged 시간 간격과 전체 주기 시간 및 전체 링크 용량을 이용하여 현재 주기 동안의 사용대역폭을 구한다. 그리고, 구해진 값과 이전 주기의 사용 대역폭을 비교하여 가용 대역폭이 증가되었으면 역방향 자원

관리 (Backward Resource Management) 셀의 NI 비트 값을 '0'으로 설정하여 송신원 측으로 전송하고, 그렇지 않은 경우에는 NI 비트 값을 '1'로 설정하여 송신원 측으로 전송한다.

이와 같이 통계적인 파라미터를 이용하지 않고, 현재 주기 동안 전송된 대역폭을 이용하여 다음 주기의 대역폭을 할당하므로써 개선된 링크 효율을 얻을 수 있다.

본 논문의 구성은 2장에서 ABR 트래픽 제어에 대해서 기술하고, 3장에서 대역폭 측정 방법을 이용한 ABR 트래픽 제어에 관해서 기술하였으며, 4장에서는 제안한 알고리즘의 수학적인 해석을 통하여 셀 전송율 이득과 다중화이득에 대해서 검토하고, 결론 부분에서는 향후 과제에 대해서 서술하였다.

II. ABR 트래픽 제어

ABR 트래픽 제어는 제한 방식을 이용한 ACR (Allowed Cell Rate) 속도의 동적인 할당을 위한 ABR Rate Control과 각 접속에 대한 공정성을 보장하기 위한 ABR Capacity Allocation으로 구분할 수 있다.

1. ABR Rate Control

ABR 연결에 대해서 두 종류의 ATM 셀이 전송된다. 즉 데이터 셀과 RM(Resource Management) 셀이다. 그림 1은 ABR 연결상의 데이터 셀과 RM 셀의 흐름도를 나타낸 것이다. 플로우의 일반적인 구조를 보면 ACKs (ACKnowledge)를 사용한 TCP(Transmission Control Protocol) 세그먼트 전송과 유사하지만, ABR 피드백은 셀의 전송 속도를 제어하지만, TCP 피드백 제어는 윈도우 크기(window size)를 제어한다. 따라서, ABR 방식을 "rate control" 이라 하고, TCP 방식을 "credit control" 이라고 한다. 또한 ABR에서는 피드백이 중간 스위치나 목적지에서 제공될 수 있지만, TCP에서의 피드백은 목적지에 의해서만 제공될 수 있다는 차이점이 있다.

소스는 자신의 셀 전송 속도를 조절할 수 있도록 피드백 정보를 제공하는 RM 셀을 정규적으로 수신한다. RM 셀은 소스에 의해 초기화되고, 매 (N_m-1) 데이터 셀 마다 하나의 FRM(Forward RM) 셀을 전송한다. 각 RM 셀이 목적지에서 수신되면, 이것은 방향이 바뀌어 BRM(Backward RM)셀의 형태로 다시 소스에게 전송된다. 각 FRM은 CI(Con-

gestion Indication), NI(No Increase) 그리고 ER 부분을 포함하며, 소스는 전형적으로 $CI=0$, $NI=0$ 또는 1 , ER (Explicit Cell Rate)은 $ICR \leq ER \leq PCR$ 의 범위 안에서 요구되는 전송 속도와 같다. 이 범위 안의 어떤 값으로 BRM 셀이 소스로 반환되기 전에 ATM 스위치나 목적지 시스템에 의해 변하게 된다.

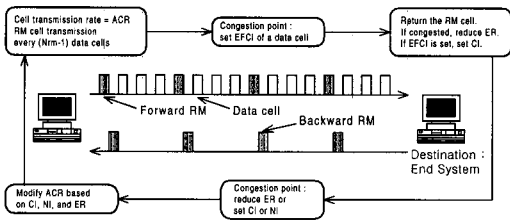


그림 1. ABR 연결에서 데이터와 RM 셀의 흐름도

ABR 연결의 경우, 송신원으로 부터의 셀 전송 속도는 송신원에게 허용된 현재 셀 속도를 나타내는 ACR, ACR이 취할 수 있는 최소 값을 나타내는 MCR, ACR이 취할 수 있는 최대 값을 나타내는 PCR 및 ACR에 할당되어진 초기값을 나타내는 ICR(Initial Cell Rate)에 의해서 결정된다. 이외에도 ABR 트래픽 제어를 위해서 사용되는 파라미터가 존재한다.

송신원은 $ACR=ICR$ 로 셀 전송을 시작하고, 네트워크로부터의 피드백 정보를 기반으로 ACR 값을 조절한다. 피드백 정보는 RM 셀 형태로 주기적으로 제공되며, RM 셀은 송신원에게 피드백 정보를 주기위해 CI 비트, NI비트 그리고 ER의 3 부분을 포함한다.

송신원과 수신원 사이에서 전송되는 RM 셀은 5 옥텟 길이 헤더와 RM 셀을 사용하는 서비스를 확인하기 위한 프로토콜 식별자(Protocol Identifier), RM 셀의 전송 방향 및 혼잡 상태등을 표시하기 위한 메시지 형식(Message Type), 송신원의 ACR 값을 제한하기 위해 사용되는 ER(Excess Rate), 송신원의 현재 ACR 값을 표시하기 위한 현재 셀 속도(Current Cell Rate), 최소 셀 속도 값을 나타내는 MCR, 큐 길이(Queue length), 시퀀스 번호(Sequence number) 및 오류 검사를 위한 CRC-10으로 구성된다.

송신원은 먼저 RM 셀의 두 가지 피드백 비트를 검사하여 만일 전송속도의 증가가 요구되면, RIF(Rate Increase Factor)×PCR 만큼의 고정된 양 만

큼 증가되고, 전송속도의 감소가 요구되면, RDF(Rate Decrease Factor)×ACR 의 양 만큼 지수적으로 감소된다. 마지막으로, ER이 ACR보다 작다면, 소스는 ACR을 ER까지 축소한다. ACR의 모든 값은 MCR과 PCR사이에서 변화된다.

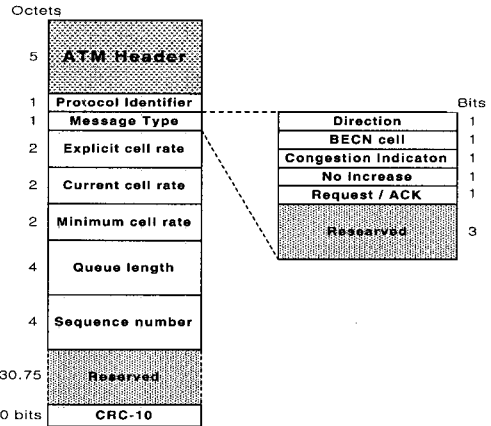


그림 2. RM 셀 형식

그림 3은 ACR에 대한 피드백의 영향을 나타낸 것으로 RIF의 값으로 1/16의 고정 값을 사용하였으며, 그림에서 보듯이 증가는 고정된 속도로 증가한다. RDF 또한 1/16의 고정 값을 갖지만, RDF의 지수적 감소의 효과를 설명하기 위해 1/4의 값을 사용하였다. 선형 증가와 지수적 감소로 인해, 소스는 혼잡(congestion)이 발생하지 않았을 때는 고정 속도로 천천히 증가하지만, 혼잡 상태가 발생하였을 때는 빠르게 감소한다.

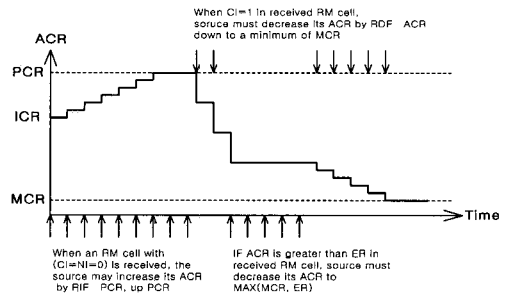


그림 3. 허용 셀 속도(ACR)의 변화

III. 제안한 동적 대역폭 할당 알고리즘

본 논문에서 제안한 ABR 계획 제어 방식을 이

용한 동적 대역폭 할당 알고리즘을 위해서 ATM 스위치는 각 접속의 가용 대역폭을 측정하기 위한 Rate Tracking 과정과 가용 대역폭 정보를 이용한 대역폭을 할당하기 위한 Rate Allocation 과정을 수행한다.

1. Rate Tracking 알고리즘

ATM 망을 통하여 셀의 전송시에 호 수락 제어(Connection Admission Control)과정을 이용하여 자기의 요구 속도를 예약한 후에 셀을 전송한다고 할지라도, 전송되는 정보의 버스트 성 때문에 예약 대역폭의 이상 또는 이하의 대역폭을 이용하여 전송될 수 있다.

ATM 스위치를 연결하는 전송 링크 대역폭을 사용 형식에 따라서 구분하면 예약 대역폭과 사용 대역폭 및 미사용 대역폭으로 구분할 수 있다. 예약 대역폭은 트래픽의 특성에 따라서 Guaranteed Traffic의 예약 대역폭과 ABR 트래픽에 대한 예약 대역폭으로 구분할 수 있다. 사용 대역폭은 Guaranteed Traffic에 의해서 실제로 점유되는 대역폭을 말하고, 미사용 대역폭은 전체 Link 대역폭에서 예약 대역폭을 제외한 대역폭을 말한다. 이러한 미사용 대역폭을 실시간적으로 측정하여 가용 대역폭을 설정하고, 가용 대역폭 정보에 따라서 Link Rate를 할당하게 된다.

본 논문의 ATM 스위치는 가용 대역폭을 측정하는 Rate Tracking 과정과 Rate Allocation 과정에 의해서 얻어진 정보를 이용하여 Rate를 동적으로 할당하는 Rate Allocation 과정을 수행하게된다.

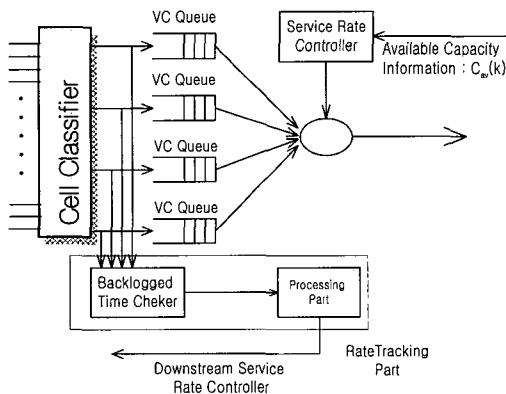


그림 4. 동적 대역폭 할당을 위한 출력 버퍼형 ATM 스위치의 구성도

그림 4은 본 논문에서 제안한 ABR 제한 제어

방식을 이용한 동적 대역폭 할당 알고리즘을 수행하기 위한 출력 버퍼형 ATM 스위치의 구성도를 나타낸 것이다.

입력되는 셀의 VPI/VCI값에 따라서 셀을 저장하는 기능을 하는 셀 분류기(Cell Classifier), 각 VC에 해당하는 셀을 저장하기 위한 VC 큐(VC Queue), 각 VC 큐에 대한 Backlogged 상태를 측정하기 위한 Backlogged 시간 검사기(Backlogged Time Checker)와 Backlogged 시간을 이용하여 가용 대역폭을 측정하는 처리부(Processing Part)로 구성되는 Rate Tracking 부 및 상위 노드(Upstream Node)로부터 잔여 대역폭 정보를 수신하여 각 접속의 대역을 동적으로 할당하는 기능을 하는 서비스 레이트 제어기 (Service Rate Controller)등으로 구성된다.

일반적으로 가용 대역폭 정보는 식 (1)과 같이 정의할 수 있다.

$$C_{av} = C_{link} - \frac{\text{단위 주기 시간 동안 전송된 셀 수}}{\text{단위 주기 시간}} \tag{1}$$

여기서, C_{link} 는 전송 링크의 총 대역폭을 의미한다.

단위 시간 동안 전송된 셀 수를 구하기 위해서 다음과 같은 파라미터를 정의한다.

- $A_k(t)$ = k 접속에 대해서 시간 t 동안 도착한 셀의 수
- $D_k(t)$ = k 접속에 대해서 시간 t 동안 서비스되어진 셀의 수
- γ_k = k 접속에 할당된 대역폭
- $w_k(t)$ = 각 접속의 정규화된 서비스
- $Q_k(t)$ = 시간 t 동안 k 접속의 버퍼에 저장되어진 셀의 수

정의한 파라미터를 이용하여 버퍼에 저장된 셀 수 $Q_k(t)$ 및 정규화된 서비스 양 $w_k(t)$ 를 각각 식 (2)과 식 (3)으로 나타낼 수 있다.

$$Q_k(t) \cong A_k(t) - D_k(t) \tag{2}$$

$$w_k(t) \cong \frac{D_k(t)}{\gamma_k} \tag{3}$$

식 (2)와 식 (3)을 이용하여 k 접속에 대해서 시간 구간 (t_1, t_2) 동안 전송된 셀의 수는 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$D_k(t_2) - D_k(t_1) \cong \gamma_k \cdot [w_k(t_2) - w_k(t_1)] \\ \cong \gamma_k \cdot w_k(t_1, t_2) \quad (4)$$

위의 식에서 전송된 셀 수는 각 접속의 상태에 따라서 달라질 수 있기 때문에 각 접속의 상태를 두 개의 상태로 정의한다.

한 접속의 셀을 저장하기 위한 버퍼에 셀이 존재하는 상태를 Backlogged 상태로 정의하고, 셀이 존재하지 않는 상태를 Absent 상태로 정의한다. 결국 시간 구간 (t_1, t_2) 에서 접속의 상태가 Backlogged 상태에 있는 경우에만 셀의 전송이 발생하고, Absent 상태에 있는 경우에는 셀의 전송이 발생하지 않는다. 따라서, 식 (4)의 양변에 Backlogged 상태에 있는 모든 접속에 대해서 전송된 셀 수를 합하면 시간 구간 (t_1, t_2) 동안 서비스된 셀 수를 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$D(t_2) - D(t_1) \cong \sum_{k \in B(t_1, t_2)} [D_k(t_2) - D_k(t_1)] \quad (5)$$

다시 식 (5)는 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$[D(t_2) - D(t_1)] = \sum_{k \in B(t_1, t_2)} \gamma_k \cdot w_k(t_1, t_2) \\ = \sum_{k \in B(t_1, t_2)} \gamma_k \cdot w_k(t_1, t_2) + \sum_{k \in A(t_1, t_2)} \gamma_k \cdot w_k(t_1, t_2) \\ = \sum_{k \in A} \gamma_k \cdot w_k(t_1, t_2) \quad (6)$$

식 (6)을 이용하여 스위치를 통하여 전송되는 셀의 총수는 Backlogged 시간 구간 전송되는 셀 수와 같다고 생각할 수 있기 때문에 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$D(t_2) - D(t_1) \cong C_{link} \cdot (t_2 - t_1) \quad (7)$$

식 (7)을 식 (1)에 대입하면 임의의 주기 시간에 대한 가용 대역폭을 계산할 수 있다.

$$C_{av} = C_{link} - C_{link} \cdot \frac{(t_2 - t_1)}{T} \\ = C_{link} \cdot \left[1 - \frac{t_2 - t_1}{T} \right] \quad (8)$$

여기서 T는 잔여 대역폭을 측정하기 위한 시간 주기이다.

2. Rate Allocation 알고리즘

2 페스 알고리즘에서 가장 중요한 요소라고 할 수 있는 것이 현재 링크 대역폭의 사용 현황을 정

확하게 파악하여 ER을 계산하고 이에 대한 정보를 RM 셀을 이용하여 송신원 측으로 전송함으로써 전송물의 협정이 이루어져야 한다. 이러한 과정에 의해서 잔여 네트워크 대역폭을 효과적으로 사용할 수 있고 공정한 대역폭의 사용을 보장하여 ATM 네트워크에서의 혼잡 상태에 의한 혼잡 제어와 공정성을 보장할 수 있다.

본 절에서는 2 페스 서비스 정책에서의 두 번째 과정에 속하는 Rate 할당 과정에 대해서 설명한다. Rate 할당과정은 스위치의 Rate Tracking 과정에 의해서 얻어진 가용 대역폭 정보 C_{av} 에 의해서 결정되고, 이 값을 이용하여 ABR 트래픽에 대한 ACR을 갱신하는 과정이다.

1) 상위 스위치 알고리즘

ABR 트래픽 제어는 두 개의 스위치 사이에서 BRM 메시지의 ER 값 및 변환 비트 값을 이용하여 송신원의 출력 레이트를 최소 MCR과 최대 PCR 사이에서 동적으로 할당하여 이를 ACR 값으로 사용한다.

상위 스위치에서는 셀이 입력되면 먼저 셀 분류기에서 셀의 VPI/VCI 값을 이용하여 각 VC 버퍼에 독립적으로 저장하게 된다. 그리고, Backlogged Time Checker에서는 버퍼에 셀을 저장할 때 저장된 셀의 수가 임계치를 넘게되면 버퍼의 혼잡 상태를 알리기 위해서 BRM 셀의 CI 비트를 "1"로 설정하여 전송한다. 그렇지 않고 임계치 이하인 경우에는 FRM 셀의 CCR 부분과 각 접속에 대한 ER 값을 비교한다. 비교한 결과 CCR 값이 ER 값에 비해서 클 경우에는 BRM 셀의 NI 비트를 "1"로 설정하여 전송하고, 그렇지 않으면 NI 비트를 "0"으로 설정하여 ER 값과 같이 BRM 메시지를 이용하여 하위 노드 측으로 전송한다.

다음으로 ER 값을 계산하기 위해서 Rate Tracking과정에서 얻어진 가용 대역폭 정보 C_{av} 를 이용한다. 또한 각 접속에 대해서 대역폭 사용의 공정성을 보장하기 위해서 최대-최소 공정성 공유 (Max-Min Fair Share) 방식을 이용하여 식 (9)와 같이 ER 값을 결정한다.

$$ER_{sw}^i = MCR^i + \frac{\overline{C_{av}}(k) - C_{NB} - C_B^{MCR}}{|M|} \quad (9)$$

여기서, MCR^i 는 i 접속에 대한 현재 MCR 값, C_B^{MCR} 는 Bottleneck 상태 접속들의 MCR의 합,

C_{NB} 는 Bottleneck 되지 않은 접속들의 실제 소스 레이트의 합, N 은 Active 접속의 수를 나타낸다.

그러나, 실제적으로 ER 값이 MCR 값 이하의 값을 가질 수 있기 때문에 최소의 MCR을 보장하기 위해서 식 (10)과 같이 계산된 ER값과 MCR 값의 최대값을 취하게 된다.

$$ER^i = \text{Max} [ER_{sw}^i, MCR^i] \quad (10)$$

그림 5는 상위 스위치 동작을 나타낸 것이다.

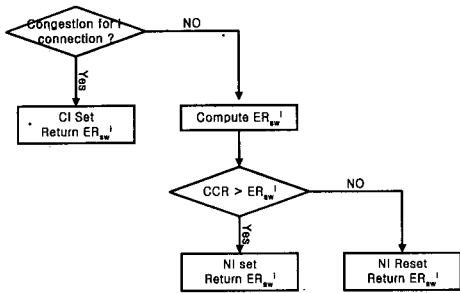


그림 5. 상위 스위치 동작 절차

2) 송신원 알고리즘

ABR 흐름제어에서 송신원은 FRM 셀의 ER 필드를 PCR로, CI(Congestion Indication)비트와 NI(No Increase) 비트를 '0'으로하여 네트워크측으로 전송하고, 수신원에서 되돌아오는 BRM셀의 정보에 따라 자신의 ACR을 조정하게 된다. 송신원은 BRM 셀의 CI 비트와 NI 비트의 상태만을 이용하여 자신의 ACR을 조정하게 된다. 먼저, CI=1인 BRM 셀을 수신한 송신원은 NI비트의 상태와는 무관하게 전송률 감소분을 결정하는 파라미터 RDF(Rate Decrease Factor)를 이용하여 자신의 ACR을 식 (11)과 같이 감소시켜야 한다.

$$ACR^i = \text{Max} [MCR, \min \{ER, (ACR^{i-1} - RDF \cdot ACR^{i-1})\}] \quad (11)$$

CI=0이고 NI=1인 BRM셀을 수신한 송신원은 전송률 조정과정 없이 계속해서 현재의 ACR로 전송할 수 있다. 반면에, CI=0이고 NI=0인 BRM셀을 수신한 송신원은 전송률 증가분을 결정하는 파라미터 RIF(Rate Increase Factor)를 이용하여 자신의

ACR을 식 (12)식에 따라 증가시키게 된다.

$$ACR^i = \min [PCR, ER, (ACR^{i-1} + RIF \cdot PCR)] \quad (12)$$

IV. 성능 분석 및 고찰

본 장에서는 제안한 가용 대역폭 정보를 이용한 동적 대역폭 할당 알고리즘에서 서비스 레이트 갱신에 의한 ACR 값의 변화에 대해서 기술 한다. 성능 분석을 위해서 그림 6과 같은 두 개의 ABR 소스를 가지는 큐잉 모델을 이용하였다. 각 ABR 접속의 PCR 값과 MCR 값을 각각 100 Mbps 및 1.5 Mbps값으로 설정하였으며, 전체 링크 대역폭의 값은 155 Mbps로 설정하였다. 각 ABR 접속은 서비스 시작 시간에 ACR 값을 MCR 값으로 설정되고, 각 주기의 끝에서 링크 대역폭을 이용하여 서비스가 증가 또는 감소하게 되고, RDF와 RIF 값은 1/16 로 설정하였다.

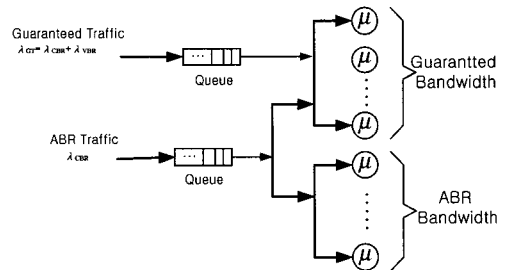


그림 6. 대역폭 할당 알고리즘의 큐잉 모델

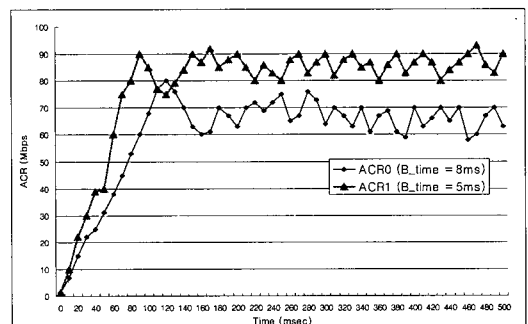


그림 7. Backlogged 시간에 따른 ACR 값의 변화

그림 7는 서비스 레이트 갱신 주기를 10 ms로 하였을 때 각 주기 동안 접속의 Backlogged 시간이

각각 5 ms와 8 ms를 가지는 경우의 ACR 값의 변화를 나타낸 것이다.

Backlogged 시간이 5 ms인 ABR 접속이 보다 빠르게 PCR 값에 가까운 ACR 값을 가진다는 것을 알 수 있었으며, Backlogged 시간이 8 ms일 경우에는 상대적으로 낮은 ACR 값을 가진다는 것을 알 수 있었다.

그림 8에서는 서비스 갱신 주기를 각각 10 ms와 20 ms로 설정하였을때의 ACR 값의 변화를 나타낸 것이다. 10 ms의 짧은 서비스 레이트 갱신 주기를 가지는 ABR 접속이 20 ms 일 때 보다 빠르게 PCR 값에 근접한 ACR 값을 얻을 수 있으며, 상대적으로 높은 ACR 값을 가지고 셀을 전송할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나, 지나치게 짧은 서비스 갱신 주기로 하면 접속의 초기 시간에는 이득이 크지만, 어느 정도 시간이 흐른 후에는 빈번한 서비스 레이트의 갱신으로 시스템의 복잡도와 고속화에 있어서 문제가 될 수 있다.

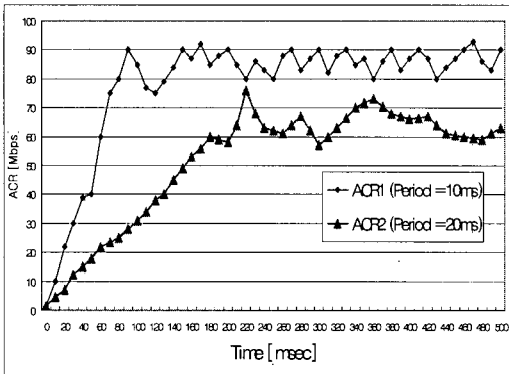


그림 8. 서비스 갱신 주기에 따른 ACR 값의 변화

V. 결 론

본 연구에서는 ATM 스위치의 ABR 페루프 제어 방식을 이용한 동적 대역폭 할당 알고리즘을 제안하고 성능 분석을 수행하였다.

기존의 가용 대역폭 측정 방법은 사용 대역폭의 평균 값과 표준 편차 등의 통계적인 파라미터를 이용하기 때문에 구현이 복잡하고, 고속 통신망에 적용하기에는 부적합한 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 각 VC 접속에 대해서 단일 버퍼를 이용하는 Per-VC 큐잉 모델을 기반으로 하고, 가용대역폭을 측정하기 위해서 타이머와 각 접속의

혼잡 상태를 파악하기 위한 제어기로 구성된다. 먼저 제어기에서는 각 VC의 혼잡 상태를 검사하고, 스위칭 시스템의 Backlogged 시간 간격과 전체 주기 시간 및 전체 링크 용량을 이용하여 현재 주기 동안의 사용대역폭을 구한다. 그리고, ABR 접속의 가용 대역폭 값과 FRM 셀의 현재 셀 속도(Current Cell Rate) 정보 값의 비교를 통하여 가용 대역폭 값이 크다면 BRM 셀의 NI 비트 값을 '0'으로 설정하여 송신원 측으로 전송하고, 그렇지 않은 경우에는 NI 비트 값을 '1'로 설정하여 송신원 측으로 전송한다. BRM 메시지를 수신한 송신원 스위치에서는 CCR 값과 수신된 ER 값 및 케환 비트 값을 비교하여 MCR 값과 PCR 값 사이에서 동적인 대역폭을 할당한다. 본논문의 사용 대역 측정 방법은 상수 값을 이용하여 상대적으로 간단한 방법에 의해서 가용 대역폭을 측정할 수 있다.

성능 분석 결과, 짧은 서비스 갱신 주기와 짧은 Backlogged 시간을 가지는 ABR 접속이 상대적으로 높은 ACR 값을 보장할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나, 접속이 이루지고 어느 정도의 시간이 흐른 후에 빈번한 서비스 갱신은 고속화에 문제가 발생할 수 있다.

향후 연구과제로 제안한 방법이 상대적으로 간단한 방법으로 가용 대역폭을 측정할 수 있으므로 고속 통신망에 적합한 특징을 가지고 있지만, 인터넷 트래픽과 같이 버스트한 특징을 가지는 서비스를 지원하기 위해서는 버스트 트래픽 파라미터를 고려한 가용 대역폭 측정 방법에 대한 연구가 있어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] M. Prycker, Asynchronous Transfer Mode Solution for Broadband ISDN, 3rd Ed., Prentice Hall, 1995.
- [2] U. Black, ATM : Foundation for Broadband Networks, Prentice Hall, 1995. [3]ITU-T Draft Recommendation I.371, "Traffic Control and congestion Control in B-ISDN", 1994.
- [4] The ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Specification Version 4.0", Dec. 1995.
- [5] F. Lu and Raj Jain, "ATM Congestion Control", Survey Paper, OSU, August 1995.

[6] Raj Jain, "Congestion Control and Traffic Management in ATM Networks:Recent Advances and Survey", *ATM Forum/95-0177*, Jan. 1995.

[7] K. Sriram, "Methodologies for Bandwidth Allocation,Transmission Scheduling, and Congestion Avoidance in Broadband ATM Networks", *Computer Networks and ISDN Systems(26)*, pp. 43-59,' 1993.

[8] C. R. Kalmanek and H. Kanakia, "Rate Controlled Servers for Very High-Speed Networks", *IEEE INFOCOM '90*, San Francisco, pp. 12-20, 1990.

[9] Fujitsu, "FETEX-150 ESP B160 Traffic Management", available at <http://www.fujitsu.com/FNC/notes/3129tm.htm>

[10] David Hughes and Kambiz Hooshmand, "ABR Stretch ATM Network Resources", Tech. Tutorial, Data Communications, April 1995.

[11] Connectware, "Available Bit Rate (ABR) Traffic Management", available at <http://www.rtp.connectware.com>, Feb.1997.

[12] IgT, "ATM Switch Traffic Management Essential", available at <http://www.igt.com>, Feb. 1994.

[13] H. Saito, *Telettraffic Technologies in ATM Networks*, Artech House,1994.

[14] M. Aida, "Realtime CAC Scheme for Multiple Service Categories Including ABR with Non-Zero MCR", *IEEE ATM '97*, Lisboa, pp. 253-262, 1997.


[15] A. Kolarov and G. Ramamurthy, "Comparison of Congestion Control Schemes for ABR Service in ATM Local Area Networks" *IEEE GLOBECOM '94*, San Francisco, pp. 913-918, 1994.


[16] C. H. Koo, Kwang Chae Park and Kwon Chul Park, "A Simulation Study of Resource Allocation for ABR Traffics in ATM Network", *5th IFIP ATM'97*, Ilkley, West Yorkshire, U.K., July 1997.

[17] I. Widjaja and F. Callegati, "A Call Admission Control for Multi-service Networks with Declarable and Enforceable Traffic Parameter", *14Th ITC*, Antibes Juan-les-Pins, pp.

213-222, June 1994.

류 호 응(Ho-Yong Ryo) 정회원
 1993년 2월 : 광운대학교 전자통신 공학과 공학사
 1995년 2월 : 광운대학교 대학원 전자통신 공학과 공학석사
 1999년 2월 : 광운대학교 대학원 전자통신 공학과 공학박사
 1999년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 교환·전송 기술연구소 선임연구원
 <주관심 분야> : ATM Networks. PCS. 큐잉 Networks

박 권 철(Kwon-Chul Park) 정회원

 1977년 2월 : 고려대학교 전자공학과(학사)
 1979년 2월 : 고려대학교 대학원 전자공학과(석사)
 1988년 2월 : 고려대학교 대학원 전자공학과(박사)
 1982년 2월~현재 : 한국전자통신연구원 ATM교환기술연구 부장

박 광 채(Kwang-Chae Park) 중신회원

 1975년 2월 : 조선대학교 전자공학과 (공학사)
 1980년 2월 : 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1994년 8월 : 광운대학교 대학원 전자통신 공학과 (공학박사)
 1975년 3월~현재 : 조선대학교 공과대학전자·정보통신공학부 교수
 <주관심 분야> 데이터 통신, 프로토콜, 대역 정보통신, ATM Network, 디지털 교환기