
ATM 망에서 공정한 ABR 서비스를 제공하는 확장된 VS/VD 스위칭 알고리즘

양 해 권*, 전 광 탁**

An enhanced VS/VD switching algorithm to support fairly ABR service in ATM

Hae-kwon Yang, Koang-tak Jeon

요 약

최근 ATM Forum은 ABR 트래픽 관리를 위한 흐름제어 메커니즘에 중점을 두고 있다. 이 연구의 목적은 통신 링크를 최적화 하기 위해 잔여 대역폭을 효율적으로 관리하고 경쟁하는 ABR VC들 사이에 공정하게 분산시키기 위한 것이다. ABR 트래픽은 가변적이고 버스트한 특성 때문에 트래픽의 형태를 예측하기 어렵고 또한 지연에는 민감하지 않지만 손실에 민감하다. 이러한 특성은 네트워크의 UPC 기능을 어렵게 만들고 스위치에서 폭주를 유발하여 성능을 감소시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해 ATM Forum에서 다양한 흐름제어 메커니즘이 연구되었다. 특히, 속도 기반 방식이 ABR 트래픽에 대하여 표준화되었고, EFCI, ER, VS/VDdhk 같은 다양한 흐름제어 메커니즘이 연구되고 있다. VS/VD는 서로다른 네트워크를 격리함으로써 기존의 ER 방식보다 성능이 더 우수하다.

본 논문에서는 확장된 VS/VD 흐름제어 알고리즘을 제안하고 기존의 큐임계값 방식을 적용한 VS/VD 흐름제어 알고리즘과 비교한다. 시뮬레이션 결과로 지연과 공정성 측면에서 문제점을 개선하는 것을 보인다.

Abstract

The ATM Forum has been focusing on flow control mechanism for ABR traffic management. The goal of this activity is to efficiently manage the leftover network bandwidth and fairly distribute it among contending

* 군산대학교 정보통신공학과 교수

** 군산대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

접수일자 : 1999년 12월 7일

ABR VC so that communication links can be optimally utilized. ABR traffic is difficult to predict traffic shape because it has bursts and variable behavior. Also it's sensitive to lose but not to delay. This behavior makes difficult to UPC function in network and cause of congestion in switch, thus performance is degraded. To resolve this problem, various flow control mechanism has been worked in the ATM Forum. Especially, the rate-based flow control mechanism for ABR traffic has been standardized in the ATM Forum, Sept. 1994. Thus, various flow control mechanism has been working which likes EFCI, ER, VS/VD. VS/VD control

is superior than existed ER control because it isolate different networks from each other.

In this paper, we propose an expanded VS/VD flow control algorithm and compare with existed VS/VD flow control algorithm. Simulation result shows that this algorithm improve a problem in aspect of delay and fairness.

1. 서 론

최근 ATM Forum에서 중요한 프로토콜 개발에 대한 연구는 ABR 서비스의 트래픽 관리에 중점을 두고 있다. 그 목적은 통신 링크를 최적으로 이용하기 위해 경쟁하는 ABR VC (Virtual Channel)들 간에 공정하게 대역폭을 분할할 수 있도록 망내 잔여 대역폭을 효율적으로 관리하기 위한 것이다. ABR 서비스는 트래픽의 군집성이 크고 가변적인 특성을 가지므로 트래픽을 예측하기 어렵다는 점과 지연에는 민감하지 않지만 손실에는 민감한 특성을 지닌다. ABR 트래픽의 이와 같은 특징은 통신망의 UPC(User Parameter Control) 기능을 어렵게 만들고 스위치의 혼잡을 유발시켜 전체적 성능의 감소를 초래한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 ATM 망에서 ABR 서비스를 제공하기 위한 여러 가지 흐름제어 방식들이 ATM Forum을 중심으로 연구되어 왔다. 현재 ATM Forum에서는 속도기반 방식으로 EFCI(Explicit Forward Congestion Indication), ER(Explicit Rate), VS/VD(Virtual Source/Virtual Destination) 흐름 구조에 대해 활발한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구에 대한 표준은 ATM Forum 트래픽 관리 규격 4.0에 기술되어 있다^[1].

ABR 트래픽은 CBR과 VBR이 사용하고 남은 대역폭을 사용해야 하기 때문에, ABR 서비스 계층은 사용 가능한 가변적인 용량을 처리해야만 한다. 그래서 사용 가능한 링크 용량에 현재 ABR

트래픽 부하를 적용하기 위해 흐름제어가 필요하다. 본 논문에서 제안하는 흐름제어는 기존 ER 방식 스위치와 VS/VD 스위치가 상호연동되어 사용되기 위해 ERICA 스위치 방식에서 적용되는 과부하 인자를 사용하여 확장한 VS/VD 스위치 알고리즘을 제안하였다. 제안된 VS/VD 스위치가 사용되면 서브넷내 ABR 트래픽 흐름의 격리와 단축 제어 루프에 의해 피드백 지연을 감소하여 기존 큐 임계값을 적용한 VS/VD 방식에서 발생하는 지연 시간과 버퍼낭비의 문제점을 해결할 수 있는 장점이 있고, ACR(Allowed Cell Rate)을 효율적으로 제어할 수 있으며 스위치내 큐의 크기를 줄일 수 있어 더 나은 ABR 서비스를 제공하는 것을 주차장 모델에 대한 시뮬레이션을 통해 보인다.

본 논문은 제 2장에서 속도기반 방식중 ABR 트래픽 흐름제어 알고리즘인 EFCI, ER, VS/VD 스위치 각각의 장·단점을 기술하고 제 3장에서 제안된 VS/VD 스위치 구조를 제안한다. 제 4장에서는 제안된 흐름제어 구조의 타당성을 입증하기 위해 시뮬레이션 결과를 보이고, 마지막으로 제 6장에서 결론과 향후 연구과제를 제시한다.

II. ABR 트래픽 흐름제어 알고리즘

ABR 트래픽 흐름제어 방식은 크게 크레딧 기반 방식과 속도기반 방식으로 구분할 수 있다. 크레딧 기반 방식은 전송되는 트래픽을 링크 단위로 제어하는 방식으로 대역폭과 전파지연이 큰 고

속 통신망의 환경에서 사용하기에는 부적합하다. 그러나 속도기반 방식은 소스에서 전송되는 데이터의 속도를 종단간에서 직접 제어할 수 있기 때문에 고속 통신망 환경에 적합한 흐름제어 방식으로 평가되고 있다. ATM Forum에서도 셀 손실률의 보장을 요구하는 ABR 트래픽을 제어하기 위한 방식으로 크레딧 기반 방식과 속도기반 방식 사이에 많은 토의 끝에 '94년 9월에 EPRCA를 근간으로 하는 속도기반 방식을 표준으로 채택하였다 [2][3][4][5]. ATM Forum에서는 스위치의 동작 방식을 망에서 소스로 피드백이 수행되는 방식에 따라 EFCI 스위치 방식, ER 피드백 스위치 방식, VS/VD 스위치 방식으로 구분하고 있다^[1].

1. EFCI 알고리즘

이 방식은 RM 셀을 액세스하지 않고 EFCI라는 단일 비트 피드백을 사용하여 폭주상황을 전달한다. 스위치에 입력된 데이터 셀이 Q_i 로 정의된 큐 길이의 임계값을 초과하면 폭주가 선언되고, 임계값보다 낮다면 폭주가 해제된다. 만약, 폭주가 일어난다면 스위치가 각각의 RM 셀 내에 있는 EFCI 비트를 1로 설정하여 목적지에 보낸다. 이러한 설정 과정은 큐의 길이가 폭주 해제 임계값 이하로 줄어들 때까지 계속된다^{[1][6]}.

2. ER 알고리즘

ER 흐름제어 구조는 EFCI의 단점을 보완하여 각 스위치와 목적지에서 각 VC마다 전송속도를 직접 계산하고 소스에 통지함으로써 폭주 상황에 빠르게 응답하는 장점을 가지고 있다. 그러나 각 VC당 최적의 전송속도를 계산하고 RM 셀을 액세스하여 처리해야 하는 이유 등으로 계산량이 많아진다. 따라서 스위치가 복잡해지고 스위치의 가격도 비싸진다는 것과 스위치에서의 처리 시간이 길어지는 단점이 있다.

1) EPRCA

EPRCA(Enhanced Proportional Control Algorithm)에서 각 스위치는 운용중인 지수적 가중 평균을 사용하여 MACR(Mean Allowed Cell Rate)을 유지한

다. 폭주기간동안 스위치가 FRM 셀을 수신할 때 MACR은 다음과 같이 갱신된다^[7].

$$MACR = (1 - \alpha)MACR + \alpha CCR \dots\dots\dots (1)$$

여기서 α 는 일반적으로 1/16으로 설정된 지수적 평균 인자이고 CCR은 RM 셀에 기록된 VC의 현재 셀 속도이다. 공정 대역폭 공유는 MACR의 일부처럼 계산된다.

$$Fair Share = DPF \times MACR \dots\dots\dots (2)$$

여기서 DPF는 1에 최대가 가까운 스위치 down pressure 인자이다. 스위치가 BRM 셀을 수신했을 때 만약 그것의 큐 길이가 Q_i 보다 크다면 ER 필드를 공정공유 값까지 감소한다.

2) ERICA

ERICA(Explicit Rate Indication for Congestion Avoidance) 방식은 스위치의 과부하상태를 나타내기 위해 부하인자 z 를 사용한다. 부하인자는 다음과 같이 정의된다^[8].

$$z = \frac{Input Rate}{Target Rate} \dots\dots\dots (3)$$

입력속도는 고정된 평균간격동안에 측정되고, 목적속도는 링크 대역폭의 95~98%로 설정된다. 이 알고리즘의 목적이 부하인자를 1에 가깝게 유지하는 것이기 때문에 소스는 계산된 부하인자에 비례해서 현재의 전송속도를 변경해야만 한다. 효율성을 이루기 위한 VC 공유와 공정공유는 다음과 같다.

$$VC Share = \frac{CCR}{z} \dots\dots\dots (4)$$

$$Fair Share = \frac{Target Rate}{Number of active connections} \dots\dots\dots (5)$$

스위치는 BRM 셀의 ER 필드를 수신할 수 있는 공정공유와 VC 공유의 최대값으로 갱신한다. VC들의 링크상에서 할당은 다음과 같이 계산된다.

$$VAL = Max\{VC Share, Fair Share\} \dots\dots\dots (6)$$

이 기본 알고리즘을 본 논문에서 제안한 VS/VD 구현을 나타내기 위해 사용하였고, 전체적인 구현

을 위해 이 절에서 주어진 방식을 응용하여 간단히 확장하였다.

3. VS/VD 스위치 알고리즘

ATM Forum에서 더욱 개선된 새로운 흐름제어 구조로서 피드백 루프를 여러 부분으로 분할하여 흐름을 제어하는 방식으로 ATM Forum 트래픽 관리 규격 4.0에서 VS/VD 스위치 구조를 제시하고 있다. VS/VD 구조는 속도기반 흐름제어를 사용하고, 크레딧 기반 흐름제어와 유사하게 여러개의 루프로 분할된 트래픽 제어 방식을 사용한다. 이 방식은 스위치가 단단한 ABR 접속을 하나의 작은 루프상에서 목적지처럼 동작하고(VD), 다른 하나는 소스처럼 동작하도록(VS) 함으로써 각각 구분하여 제어하도록 한다. 앞에서 설명한 것처럼 VS/VD 방식은 스위치가 각각의 루프를 구별해서 제어할 수 있도록 ABR 접속을 여러 개로 분할할 수 있게 허용한다. 분할된 트래픽 제어의 이득은 서로 다른 각 네트워크를 격리할 수 있는 것이다. 하나의 루프에서, 스위치는 데이터를 수신하고 소스 종단시스템에 RM 셀을 되돌리는 목적지 종단 시스템처럼 동작한다. 다른 하나의 루프는 스위치에서 모든 VC들의 전송속도를 조절하고 데이터와 RM 셀의 전송을 스케줄 하는 소스 종단시스템처럼 동작한다. ATM Forum에서는 VS와 VD는 소스와 목적지가 하는 기능과 완전히 동일한 기능을 수행하도록 하고 있다^{[9][10]}.

따라서 사용 가능한 대역폭 변화나 VC 수의 변화 등 동적인 망 환경에서 적응성이 뛰어나고 폭주에 빠르게 대응할 수 있는 장점이 있다. 이런 VS/VD를 구현하기 위해 종단시스템간의 동작이 유기적이고 협동적으로 이루어야하고, per-VC 큐잉이 실현되어야만 한다.

VS/VD 구조에서 데이터 셀 및 RM 셀은 per-VC 큐를 통해 per-class 큐로 들어간다. VS/VD 스위치 입력단의 per-class 큐에는 큐 임계값이 정해져 있고 데이터 셀 및 RM 셀들이 per-class 큐의 임계값을 넘을 경우 폭주상황으로 판단하고, EPRCA 알고리즘에 따라 ABR 트래픽의 전송속도를 제어한다.

Ⅲ. 제안된 흐름제어 알고리즘

기존의 큐 임계값 검출 방식은 폭주를 검출하는데 있어서 지연이 발생하고 폭주가 발생하는 시간이 길게 되는 단점을 가지게 된다. 여기서 지연이란, 기존의 큐 임계값 방식에서 폭주 검출은 트래픽의 셀이 큐 임계값까지 쌓일 때까지의 시간과 폭주가 검출되었을 때 큐 임계값을 넘은 셀들이 폭주 제어 알고리즘에 따라 큐 임계값 이하로 내려가는데 걸리는 시간, 즉 폭주를 해결하는 시간만큼 더한 시간이 지연이 된다. 결과적으로 각 피드백 루프에서 지연으로 인해 ABR 트래픽의 전송이 불필요하게 확장되어, 많은 양의 버퍼를 낭비한다. 버퍼 낭비에 대한 보완 방법으로 큐 임계값을 작게 하여 지연을 줄일 수 있으나 폭주 주기의 길이는 최대 ABR 큐 길이에 의해 결정되며 큐 길이는 다시 RIF나 RDF 같은 트래픽 파라미터에 의해 결정된다.

1. 제안된 흐름제어 방식

본 논문에서 제안한 흐름제어 구조는 기본적인 VS/VD 스위치를 개선하여 ERICA 방식의 과부하 인자를 적용하여 확장한 VS/VD 흐름제어 구조이다. 이 방식은 입력 속도와 목적 속도에 따라 흐름제어를 수행하여 폭주 발생시 폭주를 좀 더 빨리 검출할 수 있고, 폭주 정보를 VS/VD 스위치를 이용하여 소스에 통지함으로써 폭주 상황을 빠르게 해결할 수 있다. 따라서 전체적으로 ABR 트래픽의 처리량을 높일 수 있으며 과부하 방식을 적용함으로써 버퍼 용량의 낭비를 줄일 수 있고, 안정상태에 빠르게 도달할 수 있다. 그림1에 제안된 VS/VD 스위치의 구조를 보인다. 간단히 표시하기 위해 ABR 클래스 큐 이외의 다른 큐들은 표시하지 않았다.

VS/VD 스위치의 입력속도는 per-class 큐로 입력되는 속도의 총합으로 측정되고 식(3)과 같이 과부하 인자를 계산하기 위해 사용된다. 목적속도는 전체 대역폭의 98%로 계산했다. 전체적인 흐름에서 속도를 계산하기 위해 테이블내에 값을 저장하지 않고 동적으로 계산하는 방법을 사용했다. 이렇

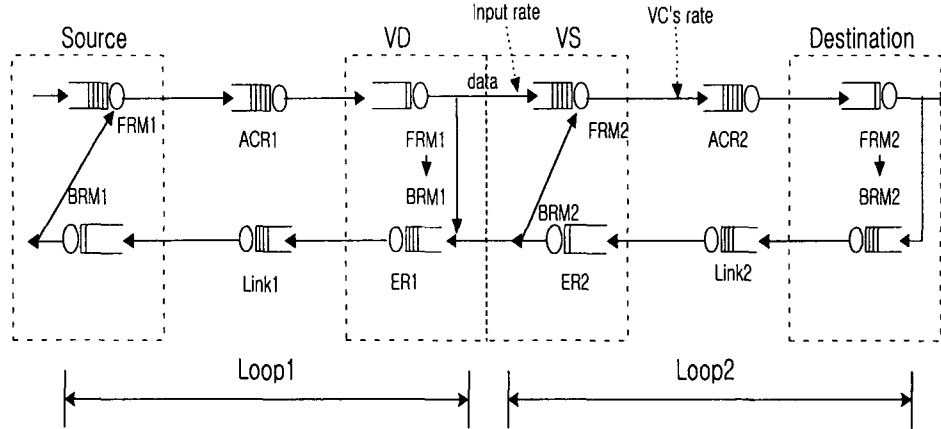


그림 1. 제안된 VS/VD 스위치의 흐름제어

계 함으로써 계산하는 동안 저장된 값을 검색하는 시간을 줄일 수 있다.

과부하 인자 z 를 1로 유지하면 최적의 상태가 되기 때문에, z 가 1이상이면 폭주로 인지하여 CI 비트를 1로 설정하여 소스에 되돌린다. 각 VC에 대해 소스는 EPRCA 알고리즘에 따라 전송속도를 제어하고, VS/VD 스위치는 루프2의 VS에 이 정보를 통지하여 다음 루프에서도 이전 루프의 정보를 고려하여 전송속도를 제어하도록 한다. 만약 과부하 인자 z 가 1 이하로 사용하고 있으면 각 VC들의 BRM 셀의 정보를 바꾸어 소스가 전송속도를 증가시키도록 한다. 그래서, FRM1이 되돌려지고 마찬가지로 BRM2가 수신될 때 모두 할당 속도를 계산한다. 이렇게 과부하 인자를 사용하여 VC의 전송속도를 제어하는 방법은 사용 가능한 대역폭을 각 VC들이 공정하게 사용하도록 할 수 있다는 장점이 있다.

제안된 VS/VD는 주기적으로 과부하 인자와 접속된 VC들의 수를 주기적으로 모니터하고, BRM 셀의 피드백을 제공하여 속도 계산을 위해 루프2에서 BRM2내 ER2를 ER 값으로 VS에 전달하고, 루프1은 ER1의 값을 ER로 변환하여 소스에 전송한다. 제안된 알고리즘의 계산은 다음과 같이 수행된다.

측정간격의 끝에서

$$\text{Target ABR Capacity} = 0.98 \times \text{Total ABR Capacity} \quad (7)$$

$$z = \frac{\text{ABR Input Rate}}{\text{Target ABR Capacity}} \quad (8)$$

$$\text{Fair Share} = \frac{\text{Target Rate} - \text{Constrained Rate}}{\text{Number of active connections} - \text{Number of constrained connections}} \quad (9)$$

스위치의 VD가 FRM 셀을 수신하면

$$\text{CCR}[VC] = \text{CCR in RM Cell} \quad (10)$$

$$\text{ER1} = \text{Min}\{\text{ER1}, \text{VAL2}, \text{ACR2}\} \quad (11)$$

스위치의 VS가 BRM 셀을 수신하면 식 (12)와 같이 VC Share를 계산하고, ACR2 값을 식 (13)과 같이 조정한다.

$$\text{VC Share} = \frac{\text{CCR}[VC]}{z} \quad (12)$$

$$\text{ACR2} = \text{Max}\{\text{ACR2}, \text{VAL2}\} \quad (13)$$

스위치는 BRM 셀의 ER 필드를 수신할 수 있는 공정공유와 VC 공유의 최대값으로 갱신한다. z 가 1보다 크다면 VC들의 링크에 할당할 수 있는 값 (VAL)은 식 (14)와 같이 계산되고, z 가 1보다 작다면 VAL은 식 (15)와 같이 계산된다.

$$\text{VAL2} = \text{Max}\{\text{Fair Share}, \text{VC Share}\} \quad (14)$$

$$\text{VAL2} = \text{Max}\{\text{Fair Share}, \text{VC Share}, \text{ER2}\} \quad (15)$$

VS에서 ACR은 식 (16)과 같이 계산되고, 식 (11)과 (16)을 이용하여 Link2에 폭주가 일어나면 ER1과 ACR2를 변경하여 루프1과 루프2 모두 폭주에 응답하도록 할 수 있다. 루프1이 피드백 지연 후에 응답하지만 루프2는 즉시 응답할 수 있다.

IV. 시뮬레이션 및 결과 분석

1. 시뮬레이션 모델

본 논문에서 제안된 알고리즘의 시뮬레이션을 위한 망 모델은 그림2 처럼 제안된 스위치 방식의 성능을 평가하는데 일반적으로 사용되는 망 환경으로 구성하였다[11]. 이 모델은 전체 10개의 소스와 10개의 목적지를 갖고 중간에 3개의 VS/VD 스위치를 갖는 네트워크이다. 링크의 전송 속도는 155Mbps이고 스위치간 링크 길이는 1000Km로 하였다. 본 논문에서는 NIST ATM Simulator4.0을 사용하여, 먼저 큐 임계값을 사용하는 기존의 VS/VD 스위치에 대한 시뮬레이션 결과와, 과부하를 적용한 제안된 VS/VD 스위치에 대해 시뮬레이션 결과로부터 응답시간, 수렴시간, 처리량을 서로 비교하였다. 링크에서의 지연은 5×10^{-6} sec/Km이다. 따라서 MH 소스에서 RM 셀을 VS/VD1 SW내 가상 목적지 VD1까지 전송하여 되돌아오는 시간은 약 $2000 \times 5 \times 10^{-6}$ sec으로 약 10msec 정도가 소요된다. 또한 스위치에서 출력 큐 길이는 3000 셀이고 VS의 큐 길이는 3000셀로 하였다. 기존 방식을 시뮬레이션 하기 위한 큐 임계값(Q_i)은 출력 큐에서 2700 셀이고, VS에서 2700셀로 하였다. 시뮬레이션을 위한 트래픽 파라미터는 표1과 같다.

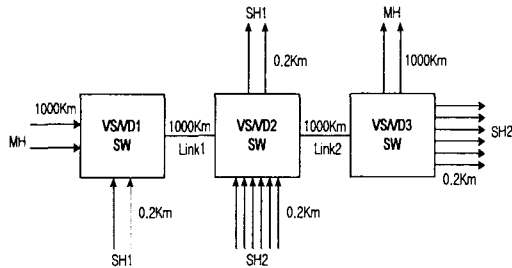


그림 2. 시뮬레이션 모델

시뮬레이션 모델에서 MH그룹은 다중 홉 트래픽 소스이고 WAN 환경으로 가정하였고, SH그룹은 단일 홉 트래픽 소스이며 LAN 환경으로 가정하였다. 다중 홉을 경유하는 MH그룹을 구성하기 위해 단일 홉보다 훨씬 긴 링크로 구성하였다.

2. 결과 및 분석

시뮬레이션은 큐 임계값 방식을 적용한 기존의 VS/VD 방식과 과부하를 적용한 제안된 VS/VD 방식에 대하여 동일한 환경 및 파라미터로 실시하였고, 이 방식들의 상대적인 성능을 평가하기 위해 응답시간, 처리량, 스위치간 링크 속도의 세가지 결과를 비교하였다.

표 1. 시뮬레이션에 사용된 트래픽 파라미터

Parameter	Value
PCR	155 Mbps
MCR	1.49 Mbps
ICR	7.49 Mbps
Nrm	32
Mrm	2
RIF	0.0032
RDF	0.0625
ADTF	0.875 sec
CRM	0.0625
Trm	100 ms
TBE	16777215 cell
CDF	0.0625
TCR	10 cells/sec

그림3과 4는 각각 기존의 큐 임계값 방식과 제안된 방식에서 소스원 MH, SH1, SH2의 ACR 추이를 보인다. 그림3에서 소스 MH는 74.45msec에서, SH1은 92.73msec에서, SH2는 35.22msec에서 각각 공정공유 값에 도달한다. SH1과 SH2는 스위치에서의 피드백 지연이 작아서 MH보다 상대적으로 속도가 빨리 증가한다. MH의 속도 증가는 15.23msec부터 시작하는데 이것은 스위치까지의 피드백 지연 때문이다. 그림4를 그림3과 비교하면,

각 소스가 PCR에 도달하는 시간이 더 짧아졌다는 것을 알 수 있다. 이것은 입력 속도로 폭주상황을 판단하기 때문이다. 따라서 폭주 상황에 대한 급격한 셀 손실은 발생하지 않는다.

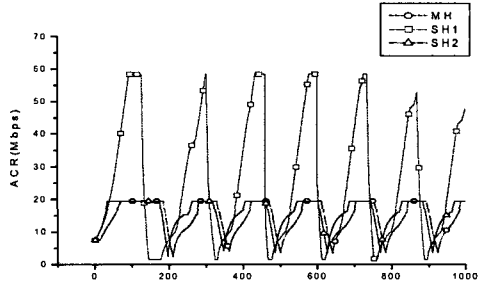


그림 3. 기존 큐 임계값 방식에서 MH, SH1, SH2의 입력 ACR

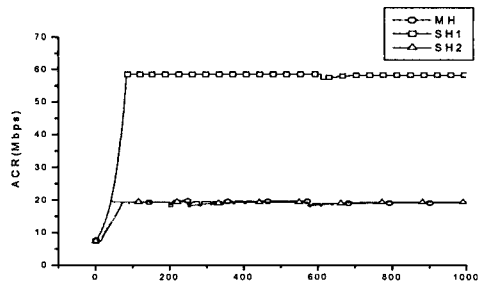


그림 4. 제안된 방식에서 MH, SH1, SH2의 입력 ACR

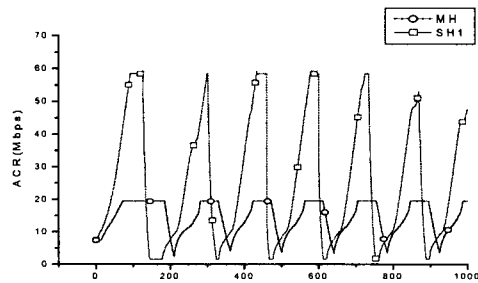


그림 5. 기존 큐 임계값 방식의 VS/VD1에서 입력 ACR

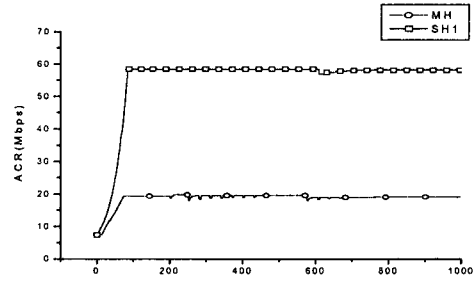


그림 6. 제안된 방식의 VS/VD1에서 입력 ACR

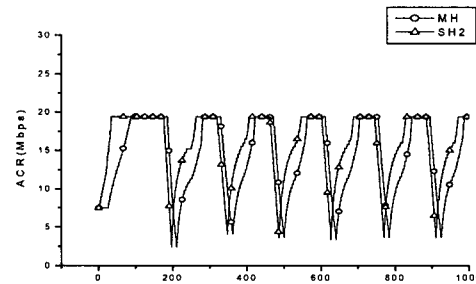


그림 7. 기존 큐 임계값 방식의 VS/VD2에서 입력 ACR

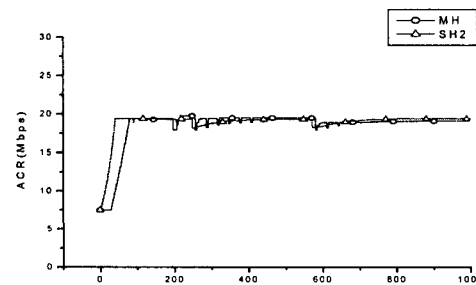


그림 8. 제안된 방식의 VS/VD2에서 입력 ACR

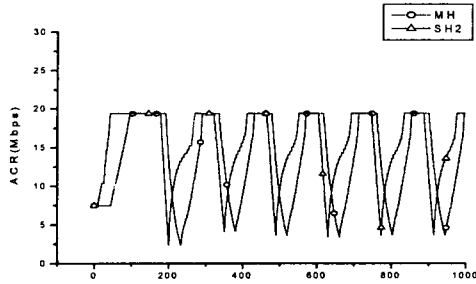


그림 9. 기존 큐 임계값 방식의 VS/VD3에서 입력 ACR

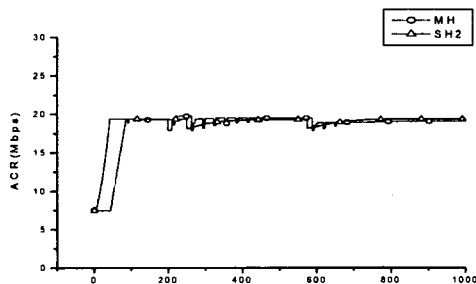


그림 10. 제안된 방식의 VS/VD3에서 입력 ACR

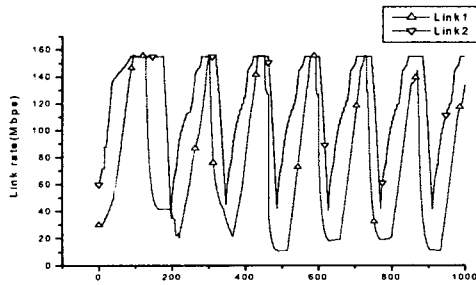


그림 11. 기존 큐 임계값 방식에서 링크 속도

그림11, 그림12는 기존의 큐 임계값 방식을 사용했을 때와 제안된 방식을 사용했을 때 VS/VD1, VS/VD2, VS/VD3를 통과하는 VC들의 링크1, 링크2에서의 용량을 보인다.

그림11에서 BB1은 93.7msec에서 155Mbps에 도달하게 된다. 폭주상황이 93.8msec에서 127.96 msec까지 유지되는데, 링크거리가 1000Km로 피드

백 지연이 커서 BRM 셀이 소스로 되돌아가는데 오랜 지연이 걸리기 때문이다. 이 구간에서 셀 손실이 발생한다. 링크2는 VS/VD3까지 링크 용량을 보인다. 링크2의 용량이 155Mbps에 도달하는 시간은 87.1msec로 BB1과 비교했을 때 약 6.7msec빠르다. 이것은 VS/VD를 연속적으로 사용하면 링크의 효율이 좋아진다는 점을 나타낸다.

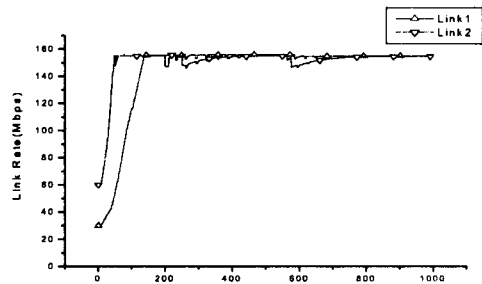


그림 12. 제안된 방식의 링크 속도

그림12에서 링크1은 137.9msec에서, 링크2는 48.3msec에 155Mbps에 도달한다. 그림11과 비교하면 링크1이 기존의 방식보다 수렴하는데 걸리는 시간이 더 길지만, 링크2는 더욱 짧아지는 것을 알 수 있고, 전체적으로 큰 변동 없이 수렴상태를 유지하여 성능이 향상되는 것을 알 수 있다.

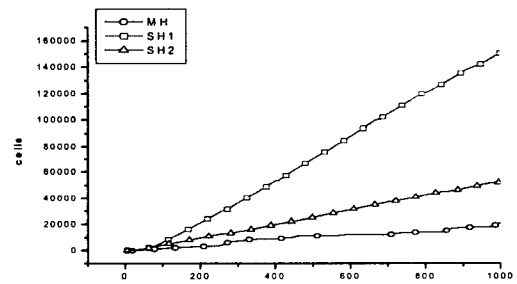


그림 13. 기존 큐 임계값 방식에서 수신된 셀 수

처리량을 비교하기 위해 표2에 시뮬레이션 시간 동안 최종 목적지에서 수신된 셀 수를 정리하였다. 제안된 방식에서 MH의 수신된 셀 수는 증가하고, SH1과 SH2에서 수신된 셀의 수는 오히려 감소하

지만, 그림13과 그림14에서 보듯이 전체적으로 큰 변동없이 수율을 안정적으로 제공하고 있음을 알 수 있고, 또한 성능이 향상 되었음을 알 수 있다.

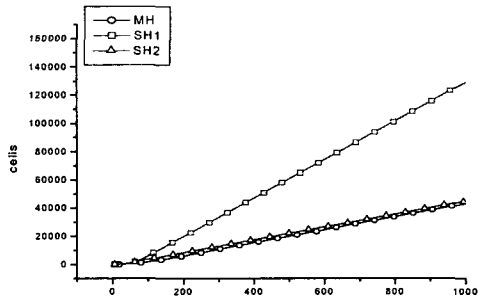


그림 14. 제안된 방식에서 수신된 셀 수

표 2. 수신된 셀 수 비교

수신된 셀 수 방식	MH	SH1	SH2
기존의 방식	20913	150791	52377
제안된 방식	43006	129191	44909

V. 결 론

최근 ATM Forum에서 중요한 프로토콜 개발에 대한 연구는 ABR 서비스의 트래픽 관리에 중점을 두고 있다. 그 목적은 통신 링크를 최적으로 이용하기 위해 경쟁하는 ABR VC들간에 공정하게 대역폭을 분할할 수 있도록 망내 잔여 대역폭을 효율적으로 관리하기 위한 것이다. ABR 서비스는 트래픽의 군집성이 크고 가변적인 특성을 가지므로 트래픽을 예측하기 어렵다는 점과 지연에는 민감하지 않지만 손실에는 민감한 특성을 지닌다. 이러한 문제를 해결하기 위해 ATM 망에서 ABR 서비스를 제공하기 위한 여러 가지 흐름제어 방식들이 ATM Forum을 중심으로 연구되어 왔으며 현재 속도기반 방식으로 EFCI(Explicit Forward Congestion Indication), ER(Explicit Rate), VS/VD(Virtual Source/Virtual Destination) 흐름제어구조에 대해 활발한 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서 제안하는 흐름제어구조는 기존 ER 방식과 VS/VD 방식이 상호연동되어 사용되기 위해 ERICA 스위칭 방식에서 사용되는 과부하 인자를 적용하여 확장한 VS/VD 흐름제어 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘에서는 폭주를 방지하기 위해 과부하인자를 계산하여 1 이상이면 폭주로 간주하고 전송속도를 감소하도록 하고, 1 이하이면 전송속도를 증가시키도록 통지한다.

본 논문에서 제안된 알고리즘을 적용하여 시뮬레이션을 수행한 결과 기존의 VS/VD 방식에서 발생하는 지연시간의 문제점을 해결할 수 있는 장점이 있고, ACR(Allowed Cell Rate)을 효율적으로 제어할 수 있으며 링크 사용률을 향상시킬 수 있어 더 나은 서비스를 제공할 수 있다는 것을 보였다.

앞으로 CBR, VBR 등의 다양한 트래픽이 존재하는 좀더 복잡한 망 환경을 고려하면서, 실제적인 서비스를 제공하기 위한 지속적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] ATM Forum Traffic Management Specification 4.0, Mar. 1996.
- [2] Katsumi Yamato, Hiroshi Esaki, "Congestion control for ABR Service Based on Dynamic UPC/NPC", IEICE Trans, Commu. Vol. E79-B, No. 2, pp. 142-147, Feb. 1996.
- [3] Michel Ritter, "Network Buffer Requirements of the Rate-based Control Mechanism for ABR Services", pp. 1191-1192, 1996.
- [4] R. Jain, "Congestion Control and Traffic Management in ATM Networks : Recent Advances and A Survey", ATM Forum/95-0177, Jan. 1995.
- [5] A. W Barnhart, "Explicit Rate Performance Evaluation", ATM Forum/94-0983R1, Oct. 1994.
- [6] 홍성익, 신병철, "EFCI 스위칭만으로 이루어진 ATM망에서의 새로운 폭주 제어 방식의 제안", 한국통신학회 추계 종합학술발표회 논문집(下), Vol. 16, No. 2, pp. 409-412, Nov. 1997.

[7] L. Roberts, "Enhanced PRCA(Proportional Rate Control Algorithm)", ATM Forum/94-0735R1, Aug. 1994.

[8] Raj Jain, Shiv Kalyanaraman, et al, "ERICA Switch Algorithm: A Complete Description", ATM Forum/96-1172, August, 1996.

[9] Christan Cseh, Raschid Karab, Peter Reichl, "Segmentation of the Traffic control Loop for Available bit Rate-Service", Univ. of Technology Aachen, 1996.

[10] Hiroshi Saito, Konosuke Kawashima et al. "Performance issues in Public ABR Service", IEEE Communications magazine, Vol. 34, No. 11, 1996.

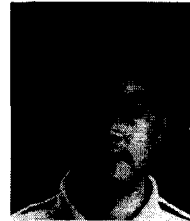
[11] N. Golmie, Y. Chang and D. Su, "NIST ATM Network Simulator, operation and programming", Version 4.0, NIST Internal Reports, Mar. 1998.



양 해 권(梁海權)
1972. 3 - 1976. 2 서울대학교
전기공학과 졸업(공학사)
1981. 3 - 1983. 8 울산대학교 대학원 졸업(공학석사)
1986. 3 - 1992. 2 전북대학교 대학원 졸업(공학박사)

1977.12 - 1983. 9 풍산금속공업(주) 동력부 과장대리
1983. 9 - 1987. 8 한국전력기술(주) 전기부 과장
1985. 9 - 1987. 2 호원대학교 전자계산학과 전임강사
1987. 3 - 2000.10 현재 군산대학교 공과대학 정보통신공학과 교수

*관심분야 : ATM, 통신망 성능분석, 이동통신



전 광 탁(全光鐸)
1991. 3 - 1998. 2 군산대학교
정보통신공학과 졸업
(공학사)
1998. 3 - 2000. 2 군산대학교
대학원 정보통신공학과
졸업(공학석사)

2000. 3 - 2000.10 현재 군산대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정 재학중

*관심분야 : 무선 ATM, 통신망 성능분석, 무선망 프로토콜