

ATM망에서 ABR 트래픽 제어방법에 관한 연구

강 경 숙* · 김 복 심* · 안 기 중**

ABR Traffic Control Method in ATM Networks

Kyoung-Suk Kang*, Bogsim-Kim* and Khi-Jung Ahn**

ABSTRACT

This paper proposes an enhanced ERICA+ Algorithm, which calculates FS based on MCR, to provide accurate fair allocation. It provides MCR guarantees and fairly divides the remained available bandwidth.

Simulation results show that the proposed algorithm achieves a better performance in link utilization, fairness, and transient response. Therefore, this proposed algorithm seems to be suitable for various ABR services properly with raising the fairness in ATM Networks.

Key words : ABR traffic control, ERICA, ERICA+, FS, MCR

1. 서 론

ATM은 다양한 특성의 트래픽을 통계적으로 다중화하여 효과적으로 정보를 송수신하는 정보전달 방식이다. ATM기술을 이용한 ATM망은 서비스 객체의 미디어들을 트래픽 특성과 요구사항에 따라 CBR, rt-VBR, nrt-VBR, ABR 및 UBR 트래픽으로 나누어 서비스를 제공한다¹⁾.

이런 다양한 트래픽들을 ATM망에서 투명하게 수용하기 위해서는 각 미디어의 트래픽 특성에 맞게 망 자원을 적절히 할당해야 한다.

특히 ABR 서비스는 최소셀 전송률에 대한 보장만 하고 링크의 상태에 따라 최대 셀 전송률까지 동적으

로 가용대역폭을 활용하여 트래픽을 전송하는 방식이므로, 셀 손실률을 줄이기 위해서는 피드백에 의한 흐름제어가 필수적이다.

ATM망에서 ABR 트래픽 제어를 효율적으로 하기 위해서는 링크 이용률 극대화, 가용대역폭에 대한 빠른 접근, 각 ABR 연결에 대한 공정한 대역폭 할당, 망에 폭주 발생시 신속한 폭주제어가 필요하다(Prycker, 1995). 따라서 구현의 복잡도를 줄이면서 우수한 성능을 가진 효율적인 스위치 알고리즘의 개발은 중요한 문제이며 ABR 트래픽 제어를 위해 기존에 여러 가지 방법이 제안되었다.⁶⁾

본 논문에서는 ERICA+ 스위치 알고리즘을 이용하여 ATM망에서 ABR 트래픽을 위한 여분의 대역폭이 있는 경우 모든 ABR 소스에게 MCR 값의 대역폭을 미리 할당하고 남은 가용대역폭을 활성중인 소스의 개수로 나누어 재할당함으로써 최대 최소 공평성을 만족하면서 뛰어난 망 성능을 제공하는 효율

* 제주대학교 대학원

Graduate School, Cheju Nat'l Univ.

** 제주대학교 통신·컴퓨터 공학부, 산업기술연구소

Dept. of Telecom. Eng., Res. Insti. Ind. Tech., Cheju Nat'l Univ.

적이고 정확한 전송률 기반의 폭주제어 알고리즘을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 ABR트래픽 제어알고리즘을 기술하고, III장에서는 본 논문에서 제안한 알고리즘에 대해서 설명하고, IV장에서는 시뮬레이션을 위해 제안된 모델 및 환경에 대해 설명한 뒤 시뮬레이션 결과를 분석하고, V장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해서 기술한다.

II. 기존의 ABR트래픽 제어알고리즘

ABR 트래픽은 셀지연에도 민감하지 않지만 낮은 셀 손실률이 보장되어야 하는 트래픽으로써 이 장에서는 기존에 제안된 ABR 트래픽 제어알고리즘을 소개하고자 한다.

2.1. 이진 피드백 스위치

이진 피드백 스위치에서는 데이터 셀의 EFCI 비트를 이용해서 폭주 발생 유무를 수신원에게 알리게 되고, 수신원은 되돌아가는 RM 셀을 통하여 송신원에게 이 사실을 전달하는 방식으로 모든 VC가 하나의 FIFO 버퍼를 공유하기 때문에 VC간의 불공평성의 문제가 발생할 수 있다.

2.2. ER 피드백 스위치

ER 피드백 스위치는 VC간의 공평한 몫인 FS와 입력 부하의 정도에 따라 망에서 허용할 수 있는 전송률인 ER 값을 결정하여 역방향 RM 셀의 ER 필드에 실어 송신원에 알려준다. ER 피드백 스위치는 FS와 이를 이용한 ER 계산 알고리즘에 따라 다양하게 구현될 수 있다. 현재까지 ATM 포럼을 통해 제안된 대표적인 ER 기반의 스위치의 예에는 EPRCA, ERICA, CAPC, NIST 스위치 알고리즘 등이 있다.¹⁾

2.2.1. ERICA 스위치 알고리즘

ERICA 스위치 알고리즘은 일정한 측정기간 동안 입력률을 측정하고, 측정된 입력률을 스위치가 목표

로 하는 목표 전송률로 나누어 부하 지수(load factor) Z를 계산한다. 이 부하지수에 의거하여 모든 VC들에 대해 전송률을 수정하도록 요청, FS와 스위치에 인가된 부하에 근거하여 ER을 계산한다.

$$FS = \frac{\text{Available Bandwidth}}{\text{Number of Active Connections}} \quad (1)$$

ERICA 스위치 알고리즘은 폭주의 회피성, max-min 최적성, 빠른 응답성, 파라미터 설정의 용이성 등의 특징을 만족하게 설계되었다.

2.2.2. ERICA+ 스위치 알고리즘

ERICA는 안정된 상태에서는 높은 이용률을 보이는데 반해서, 목표이용률이 고정되어 있다는 단점이 있다. 그렇기 때문에 목표 이용률이 높은 값으로 설정된 상태에서 트래픽이 폭주한다면, 큐 길이는 무한히 커지면서 큐를 신속하게 비울 수 없는 상태가 되고 목표 이용률이 낮게 설정되면 망 이용률이 저하되어 망자원의 낭비를 초래한다.

이를 해결하기 위해서는 식(2)과 같이 교환기에서 큐의 경계를 관찰하여 유입되는 트래픽의 정도에 따라 큐 제어함수 $f(Q)$ 를 전체 가용 용량에 곱해서 ABR 가상연결이 이용할 수 있는 용량을 계산해야 한다.

$$\text{목표ABR용량} = f(Q) \times \text{전체 ABR용량} \quad (2)$$

목표 용량의 계산은 $f(Q)$ 를 고정시키는 것보다 큐의 경계에 따라 동적으로 계산하는 것이 바람직하다.

III. 제안 알고리즘

본 장에서는 서비스 우선순위를 고려하여 공평성을 부여하기 위해 MCR에 기반한 트래픽 제어 알고리즘을 제안하였다. 기존의 ERICA나 ERICA+ 스위치 알고리즘은 ABR 소스가 호 설정 단계에서 망과 협의하는 MCR이나 PCR에 관계없이 FS값을 구함으로써 ABR 소스의 서비스 요구사항의 관점에서 볼 때는 공정한 대역폭 할당을 이루지 못한다. 여기서는 MCR값을 토대로 남은 대역을 공평하게 나누는 방식

을 취함으로써, 공정한 대역폭 할당 및 남은 대역을 효율적으로 이용할 수 있게 제안하였다.

3.1. 기본 메커니즘

ERICA와 ERICA+ 스위치 알고리즘은 각 VC에 대해서 식(1)와 같이 일정한 FS값을 갖는다. 이는 모든 VC들에게 공평성을 부여하기 위해 제안된 방식이었으나, 각 VC들의 서비스 요구대역이 다른 만큼 똑같은 대역 할당은 서비스 요구대역이 적은 VC에 대해서는 대역의 낭비를, 서비스 요구대역이 많은 VC에 대해서는 기본적인 MCR 보장도 받기 어려운 상황을 초래할 수 있다.

본 논문에서는 ERICA+ 스위치 알고리즘을 이용하여 FS 계산에 가중치를 부여한 알고리즘을 제안하였다. ABR트래픽이 지연한계의 보장이나 지터 보장을 요구하지는 않으나 MCR이상의 최소전송율은 보장해야 하므로 대역할당시 MCR을 기본적으로 할당

하고 남은 대역을 공평하게 나누는 방식을 취함으로써, 공정한 대역폭 할당 및 남은 대역을 효율적으로 이용하면서 서비스 요구사항에 맞게 서비스 하고자 함이다.

$$FS_i = MCR_i + \frac{\{ABR Capacity - \sum_{i=1}^N MCR_i\}}{\text{Number of Active Connections}} \quad (3)$$

3.2. 스위치 알고리즘

Fig. 1은 순방향에서의 스위치 알고리즘으로 일정한 측정간격마다 측정된다. 매 측정간격마다 ABR 입력 셀 수를 측정하여 입력률을 계산하고 목표대역 전송률을 구하고 식(3)과 같이 FS를 구한다.

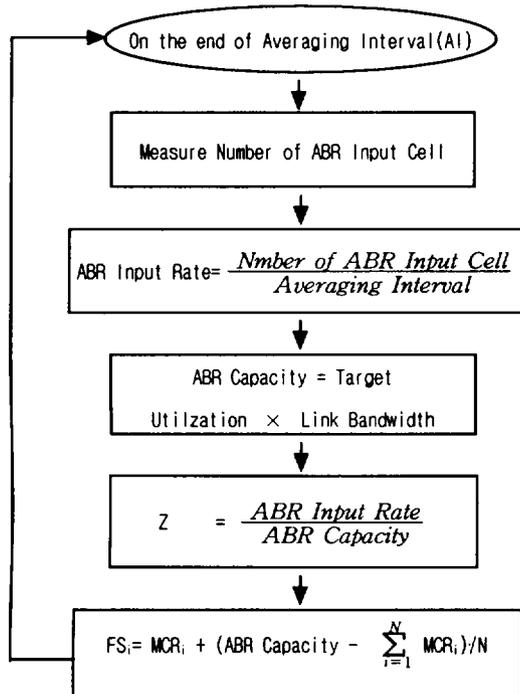


Fig. 1 Switch Algorithm (End of Averaging Interval)

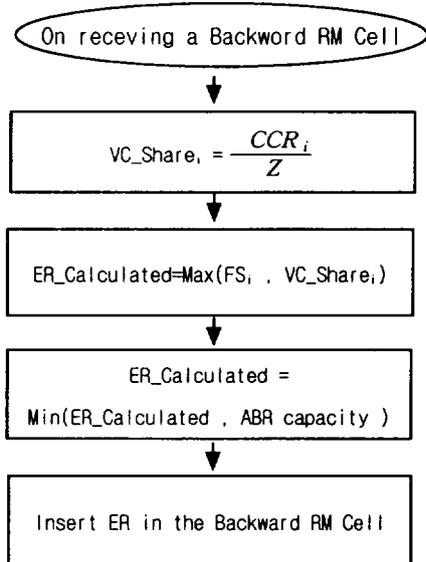


Fig. 2 Switch Algorithm (Backward RM Cell)

Fig. 2는 역방향에서의 스위치 알고리즘으로 순방향에서 구한 부하지수로부터 VS를 구한다. 이 VS와 순방향에서 구한 FS로부터 ER값을 계산하고, 계산된 ER값과 ABR 가용대역으로부터 재계산된 ER값을 역방향 RM 셀에 실어 송신원측으로 보내는 메커니즘이다.

IV. 시뮬레이션 모델 및 파라미터

본 장에서는 시뮬레이션 모델 및 시뮬레이션 파라미터에 대해 살펴보고 시뮬레이션 결과를 분석해 보고자 한다.

4.1. 시뮬레이션 모델 및 파라미터

본 논문에서는 NIST가 ATM과 HFC 망의 성능 평가와 연구를 위한 실험장비를 제공할 목적으로 개발한 'The NIST ATM/HFC Network Simulator' 를 이용하여 시뮬레이션 하였다.

시뮬레이션 모델은 Fig. 3 과 같다.

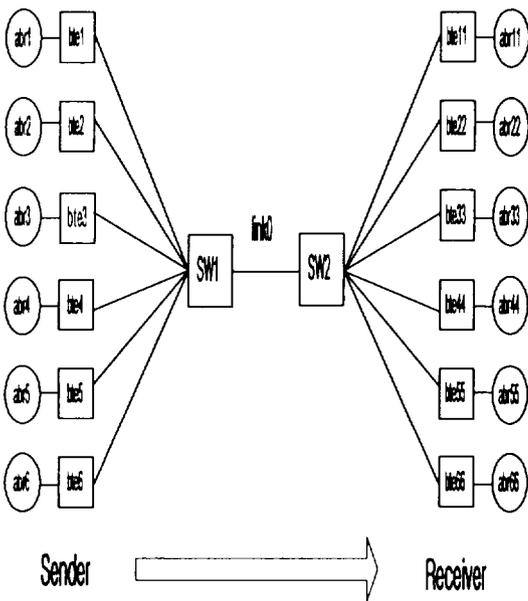


Fig. 3 Simulation Model

Table 1. Source Traffic used in the Simulation

Source	Traffic	PCR	MCR	ICR
1	ABR	10	0	3
2	ABR	20	0	7.49
3	ABR	30	5	7.49
4	ABR	150	10	20
5	ABR	150	30	35
6	ABR	150	40	50

시뮬레이션 트래픽 특성은 Table 1에서 보여주고 있다.

시뮬레이션 하는데 필요한 파라미터는

- ① ATM 스위치간 링크속도는 155Mbps
- ② ATM 스위치간 거리는 LAN인 경우 0.2Km, WAN인 경우 1000Km
- ③ 측정간격 5ms, 1ms
- ④ 그외 시뮬레이션에 사용된 계수 설정값은 Table 2와 같다.

Table 2. Simulation Parameter

Parameter	Value
RDF	0.0625
RIF	0.0625
Nrm	32
swich buffer size	512.1024(Cell)

4.2. 결과 및 분석

시뮬레이션에 대한 성능 평가는 송신원의 ACR의 변화, 스위치의 큐지연, 목적원의 링크이용을 중심으로 평가하였다. 시뮬레이션에서 ATM 스위치에 연결된 입력소스가 각각 다르기 때문에 소스별 ACR의 변화를 살펴보았다. ACR1~ACR6은 각각 BTE1~BTE6까지의 ACR을 나타낸다.

Fig. 4는 ERICA+ 방법하에서 (a) ACR의 변화, (b) 수신된 셀수, Fig. 5는 제안된 방법하에서 (a) ACR의 변화, (b) 수신된 셀수 나타낸다. ERICA+ (Fig. 4(a))와 제안된 방법(Fig. 5(a))에서의 ACR의 변화를 비교해 보면 ACR1~ACR4까지는 ERICA+에서 할당대역이 높고 ACR5~ACR6은 제안방법이 할당대역이 높다. 이것은 제안한 방법이 MCR에 따라 대역폭을 할당하기 때문에 MCR과 PCR이 큰 소스 5와 6에서 상대적으로 할당 대역폭이 높고 ERICA+에서는 서비스 요구에 상관없이 대역이 할당됨을 알 수 있다. 또한 MCR에 따라 ACR값이 반영되었기 때문에 ACR값이 안정적이고 망 상황에 따른 적응이 빨라 큐길어도 낮아졌음을 알 수 있다. Fig. 4의 (b)는 ERICA+ 방법하에서 목적원에서 수신된 셀 수를 보여준다. 일단 연결이

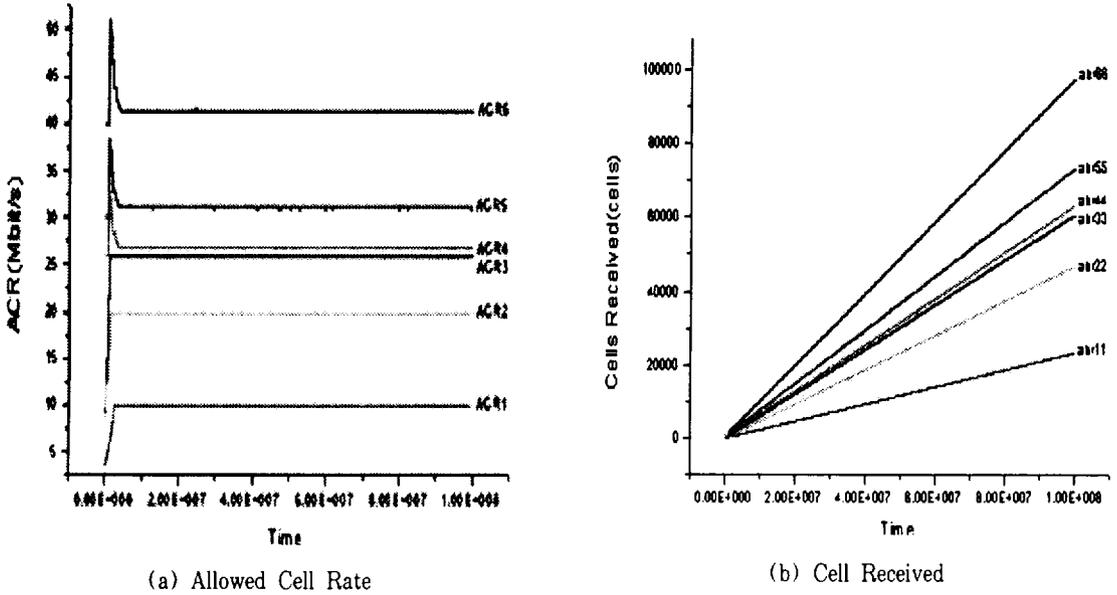


Fig. 4 Results for a Simulation Model in a LAN (ERICA+)

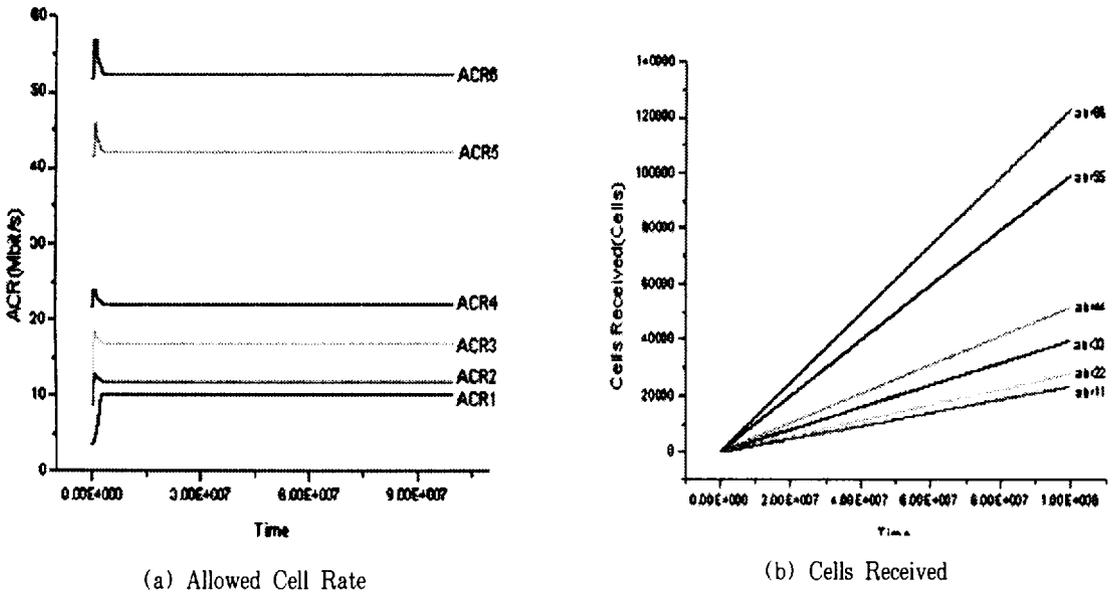


Fig. 5 Results of the Proposed Algorithm in a LAN Environment

설정되고 난 후에 추가로 유입되는 트래픽이 없어 시간에 따라 수신된 셀 수가 선형적으로 증가함을

보여준다.

Fig. 5는 LAN환경하에서 제안한 알고리즘의 시뮬레

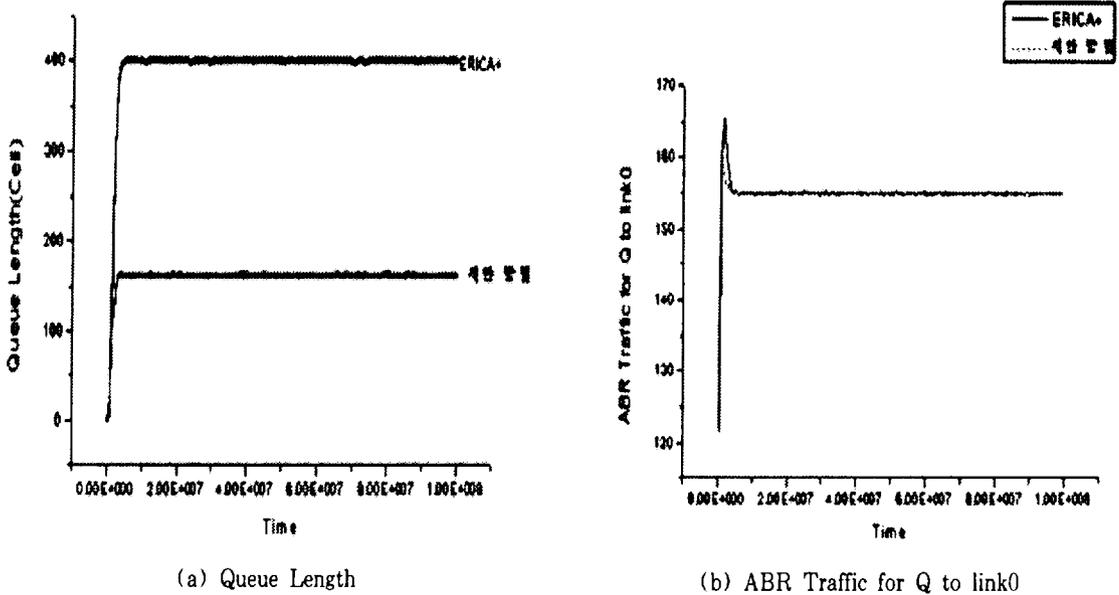


Fig. 6 Results of the Proposed Algorithm in a LAN Environment

이선 결과이다. Fig. 5의 (a)는 제안한 방법에서 송신원의 ACR 변화를 보여준다. MCR값이 높은ACR5와 ACR6인 경우는 다른 트래픽에 비해 높은 우선순위를 부여받아 상대적으로 많은 대역을 할당받고 있다.

Fig. 4의 (a)의 ACR 변화와 비교해 볼 때 ACR이 안정상태에 이르는 시간이 짧고 대역폭 변화도 적음을 알 수 있다.

Fig. 5의 (b)는 제안한 방법하에서의 목적원의 수신된 셀 수를 나타낸다. Fig. 5의 (b)와 비교해 볼 때 abr55와 abr66이 상대적으로 많은 셀을 수신했음을 알 수 있다.

Fig. 6은 LAN에서 ERICA+ 스위치 알고리즘과 제안 알고리즘의 성능을 비교해 본 것이다. Fig. 6의 (a)는 LAN에서 ERICA+ 스위치 알고리즘과 제안 알고리즘의 큐길이 변화를 나타낸다. ERICA+ 에 비해 제안방법이 큐에 쌓인 셀 수가 적음을 알 수 있다. 이는 트래픽 요구조건을 빨리 반영하여 서비스 해주기 때문에 빠르게 안정상태에 도달하게 됨으로써 대역을 효율적으로 사용한 결과라 볼 수 있다. Fig. 6의 (b)는 link0 를 이용하려는 ABR 트래픽을 나타낸다. 초기에는 저 부하상태여서 큐제어합수가 1보다

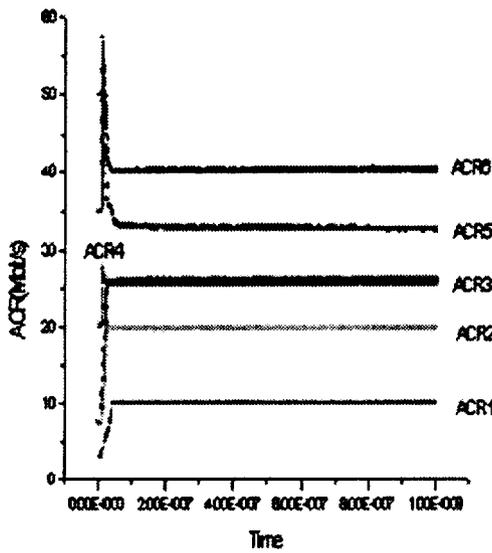
높은 값으로 설정되어 가용대역이 155Mbps 이상이 되다가 안정상태로 되면서 155Mbps로 일정하게 유지됨을 알 수 있다. 링크이용은 ERICA+ 나 제안 알고리즘이나 모두 155Mbps로 일정하다.

WAN 환경에서와 측정간격이 1msec일 때, 스위치 버퍼크기가 1024셀일 때 시뮬레이션 결과는 Fig. 7과 Fig. 8에서 보여주고 있다.

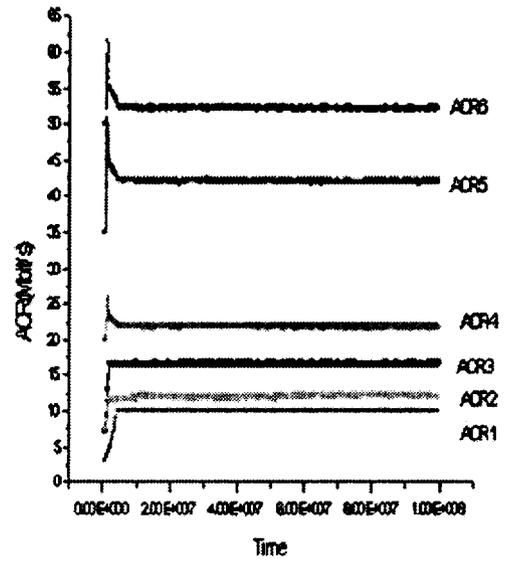
V. 결 론

본 논문에서는 각 트래픽들의 우선순위를 고려하기 위해 MCR값에 기반하여 VC단위로 FS를 구하는 알고리즘을 제안하였다.

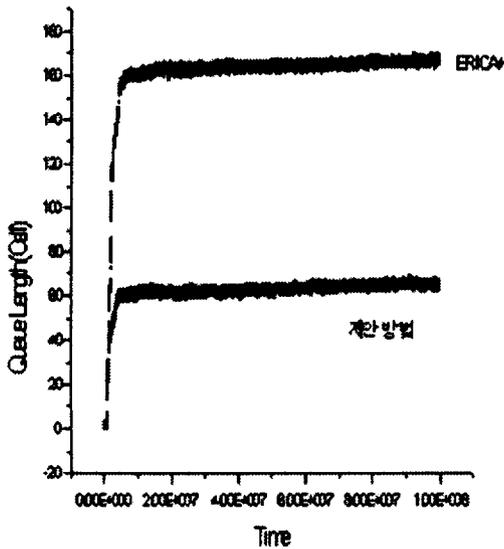
지금까지 여러 조건하에서의 시뮬레이션 결과를 살펴 보았다. 제안한 알고리즘의 ACR 변화는 MCR값에 따라 달라지므로, ACR값이 한 값으로 수렴하지 않고 서비스 요구대역에 따라 비례하여 할당되어 ACR 변화의 폭이 서비스 요구사항을 고려하지 않았을때보다 안정적임을 알 수 있었다. 또한 측정간격이 짧을수록 안정상태에 이르는 시간이 짧고 대역폭 변



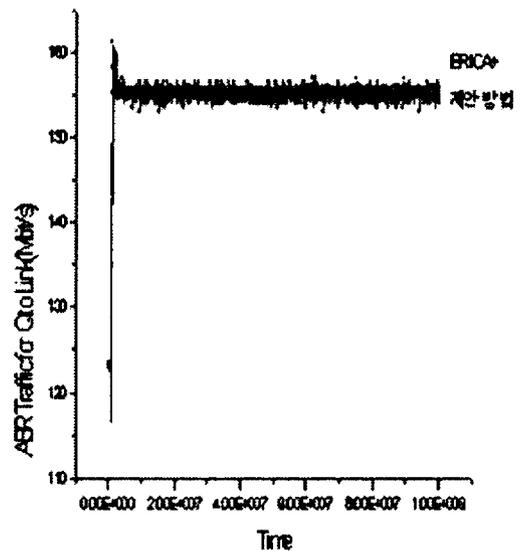
(a) Allowed Cell Rate (ERICA+)



(b) Allowed Cell Rate (Proposed)



(c) Queue Length



(d) ABR Traffic for Q to link0

Fig. 7 Results of the Proposed Algorithm in a WAN Environment at Averaging Interval 1 msec

화도 적응을 알 수 있었다. 큐길이는 제안 알고리즘에서 적게 나타남을 알 수 있는데, 이는 제안방법이 트래픽 요구조건을 빨리 반영하여 서비스 해주

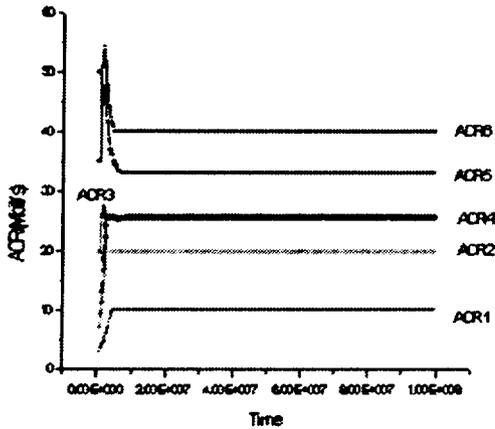
기 때문에 빠르게 안정상태에 도달함으로써 대역 효율적으로 사용한 결과라 볼 수 있다.

향후 연구과제로 좀 더 다양한 환경에서 시뮬레이

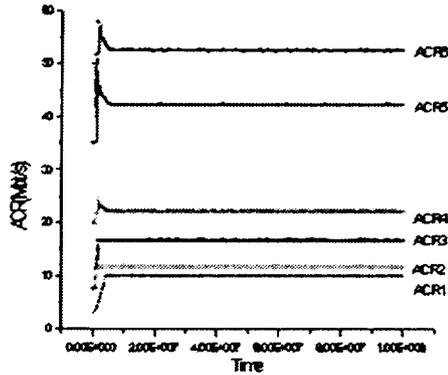
선이 필요하며, MCR값이 결정되는 연결수락제어과정과 연동시켜 트래픽제어를 함이 필요하다고 본다.

참고 문헌

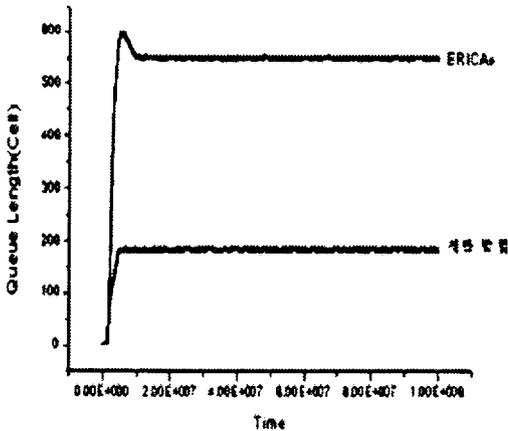
- 1) ATM Forum Technical Committee. 1996. April. *ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0*. ATM Forum/af-tm-0056.000.
- 2) Chang, Y., N.Golmie, L.Benmhamed and D.Siu. 1994. *Simulation study of the new rate based EPRCA traffic management mechanism*. ATM Forum.
- 3) Golmie, N., Y.Chang and D.Siu. *NIST ER Switch Mechanism*. 1995. ATM Forum/95-0695.
- 4) Jain, R., S. Kalyanaraman, S. Fahmy and R. Goyal. 1996. Oct., *Tutorial Paper on ABR Source Behavior*. ATM Forum/96-1270.
- 5) Jain, R., S. Kalyanaraman and R. Viswanathan. 1994. Sept., *The OSU scheme for congestion avoidance using explicit rate indication*. ATM Forum/94-0883.
- 6) Jain, R., S. Kalyanaraman, R. Goyal, S. Fahmy, and R. Viswanathan. 1997. Jan., *The ERICA Switch Algorithm for ABR Traffic Management in ATM Networks. Part I: Description*. *IEEE/ACM Transactions on Networking*.
- 7) Jain, R., S. Kalyanaraman, R. Goyal, S. Fahmy and R. Viswanathan. 1997. Jan., *The ERICA Switch Algorithm for ABR Traffic Management in ATM Networks. Part II: Requirements and Performance Evaluation*. *IEEE/ACM Transactions on Networking*.
- 8) Kalyanaraman, S., B.Tech. M.S., 1997. *Traffic Management for the Available Bit Rate(ABR) Service in Asynchronous Transfer Mode(ATM) Networks*. The Ohio State University.



(a) Allowed Cell Rate (ERICA+)



(b) Allowed Cell Rate (Proposed)



(c) Queue Length

Fig. 8 Results of the Proposed Algorithm with Buffer Size 1024 Cells