韓國 OA學會 論文誌
第4卷 第4號, 1999.12.

99-4-4-3-5

ATM망에서 ABR 트래픽 서비스를 위한 스위칭 메카니즘 분석

박 준 식*, 김 노 환**

Analysis of switching mechanism for ABR traffic services in ATM networks

Jun-sik Park*, No-whan Kim**

요 약

ABR(Available Bit Rate) 서비스는 ATM(Asynchronous Transfer Mode)망에서 guranteed 서비스에 의해 사용되고 있지 않는 여분의망 자원을 보다 효율적으로 사용키 위해 최대 전송률이 높고 burst한 특성을 지닌 응용들을 best effort 형태로 지원해주는 서비스이다. ATM 망에서 ABR 흐름제어를 위해 사용되는 스위치는 폭주상태 정보만 제공하는 EFCI(Explicit Forward Congestion Indication)스위치와 fair rate를 source에게 제공하는 ER(Explicit Rate)스위치로 구분할 수 있다. 본 논문에서는 ATM망에서 ABR 서비스를 위하여 EFCI 스위치와 ER 스위치가 ATM망에서 혼용되어 사용될 경우 ABR트래픽을 효율적으로 처리하기 위한 스위칭운용기술에 대해서 분석하였다.

Abstract

ABR uses the extra network resource more efficiently which uses not the guaranteed service in ATM and supports the best effort which the characteristics of application is bursty and maximum transfer rate is high. Switches for using ABR flow control differentiate EFCI switches (which supply only the congestion state information) from ER switches (which supply fair rate to source). This paper analyses the switches operation technique for efficiently managing ABR traffic in case which the network mixes EFCI switches and ER switches in ATM.

* 영동전문대학 전자과 조교수
**동우대학 사무자동화과 조교수
논문접수:1999.19.4. 심사완료:1999.11.30

해 병목점과 비병목점, 소스와 목적지 위치에 대해 EFCI와 ER 스위치의 사용문제를 상호 비교 검토하였다.

Ⅰ. 서 론

B-ISDN이나 ATM LAN등을 통해 분산 컴퓨팅, 멀티미디어 응용 서비스, 고속 파일 전송, LAN간의 상호접속 등의 고속 데이타 서비스에 대한 수요가 점차 증대되고 있다. ABR 서비스는 이와 같이 최대 전송률이 높고 매우 Burst한 특성을 지닌 응용들을 지원하기 위해 ATM Forum에 의해 표준화된 서비스이다. ABR 서비스는 guranteed 서비스(CBR, VBR 서비스)에 의해 사용되지 않고 있는 망 자원을 쉽고 효율적으로 사용토록 지원해 준다. 이러한 적극적인 망 자원의 활용은 자원의 활용도는 높일 수는 있으나 일시적으로 많은 응용들이 망 자원을 요구하게 되면 폭주(Congestion) 현상을 발생시키게 된다. 따라서 이러한 서비스를 사용하는 ATM망에서는 적절한 폭주 제어가 이루어져야 하며, ABR 서비스 제공을 위해 사용되는 feedback 흐름제어방법은 credit-based와 rate-based가 있다. credit-based 방식은 가상연결(VC) 당 window 흐름제어를 사용함으로써 스위치의 버퍼관리 오버헤드로 인해 하드웨어 구조가 복잡하였다. ATM Forum에서는 rate-based 방식을 표준안으로 채택하였다.

또한 ATM Forum에서는 ATM 망에서의 ABR 트래픽 제어시 망의 성능 향상을 위해 Source, Destination 및 Switch의 동작방식을 표준화하였으며[1], 이것은 이미 제안된 여러 스위치 방식들을 모두 수용할 수 있도록 포괄적으로 기술되어 있고, 스위칭 구현 방식은 Vendor에 맡겨져 있다. 초기의 스위치는 거의 대부분이 EFCI 마킹에 의해 단순히 폭주상태 정보만 제공하는 EFCI 스위치를 사용하였으나, 최근에는 공평성에 근거한 정확한 fair rate를 Source에게 제공하는 ER 스위치가 보편화되고 있어서[4] 당분간 ATM망에서 두 가지 스위칭 방식의 혼용은 계속될 것으로 생각된다. 그러나 이들 스위칭 방식은 서로 다른 전송률 제어 방법을 사용하고 있기 때문에 ATM망에서 혼용하여 사용될 경우 ABR 트래픽 처리 시 스위칭 성능의 저하를 초래할 우려가 있다. 본 논문에서는 ATM망에서 효율적인 ABR 트래픽 처리를 위

Ⅱ. ABR 흐름제어와 스위치 동작

1. ABR RM셀 Format

ABR RM 셀의 개략적인 포맷은 그림1.과 같고 각 필드에 대한 상세한 내역은 표 1.에 나타나 있다.

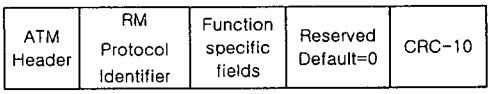


그림 1. RM Cell Format

〈표 1〉 ABR RM 셀 포맷
〈Table. 1〉 ABR RM Cell Format

Field	Octet	bit	Description	Comments
Header	1-5	all	ATM header	PTI=110, VCI=6
ID	6	all	Protocol ID	1: ABR 2:ABT/DT 3:ABT/IT
DIR	7	8	Direction	1: forward, 0: backward
BN	7	7	BECN cell	1: BECN cell 0: not BECN cell
CI	7	6	Congestion Indication	1: congestion ind.
NI	7	5	No Increase	1: no increase
RA	7	4	Req./Ack.	0(no use for ABR)
ER	8-9	all	Explicit Cell Rate	allowed trans. rate by the network
CCR	10-11	all	Current Cell Rate	ACR (Allowed cell rate) or 0
MCR	12-13	all	Minimum Cell Rate	quaranteed min. rate by the network
QL	14-17	all	Queue Length	I.371
SN	18-21	all	Sequence Number	I.371
reserved	22-51	all	reserved	
reserved	52	8-3	I.371	
CRC-10	52/53	2-1/all	I.371	

표2. 는 ABR 흐름제어를 위해 Source에 의해 유지되는 파라메타들이다. 이들 파라메타는 ABR호를 설정할 때, 망 및 착신자와 협의하여 결정하는 것이 있고, Source가 결정하여 통보하는 것이 있다. 이중에서 PCR, MCR, ICR, TBE, FRTT, RDF, RIF는 반드시 알려져야 하는 파라메타이며, Nrm, Trm, CDF, ADTF는 선택적 파라메타이다. ABR 서비스에서 CLP=0으로 전송되는 셀을 "in-rate"라 하며, CLP=1로 전송되는 셀을 "out-of-rate"라 한다. 데이터 셀과 RM셀은 기본적으로 CLP=0 이나, RM 셀은 CLP=1로 전송될 수 있다.

〈표 2〉 ABR 파라메타
〈Table. 2〉 ABR Parameter

이름	내 용	단위 및 기본값
PCR	Peak Cell Rate	cell/sec
MCR	Minimum Cell Rate	cell/sec
ICR	Initial Cell Rate	cell/sec
RIF	Rate Increase Factor	1/16
RDF	Rate Decrease Factor	1/16
Nrm	Number of cells between FRM cells	32
Mrm	FRM, BRM, 데이터셀 할당량 제어변수	2
ACR	Allowed Cell Rate	cell/sec
CRM	Missing RM Cell Count : BRM을 받지않고 보낼수 있는 최대 FRM셀 수	TBE/Nrm
ADTF	ACR Decrease Time Factor	second : 500ms
Tm	FRM Cell간 upper bound 시간	Millisecond : 100ms
FRTT	Fixed Round Trip Time	Microsecond
TBE	Transit Buffer Exposure 망으로부터 첫번째 BRM이 수신되기 전까지 소스가 전송할 수 있는 최대 셀수	16,777,215
CDF	Cutoff Decrease Factor : CRM 개의 FRM을 송신 후 BRM셀을 못 받았을 경우 ACR을 감소하기위해 사용되는 Factor	1/16
TCR	Tagged Cell Rate : 소스의 out of rate RM셀 전송률을 제한	10 cells/sec

2. ABR 흐름제어

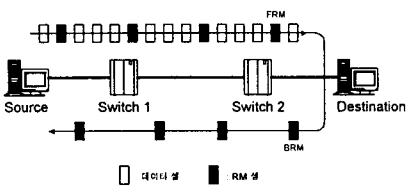


그림 2. ATM Forum 방식 흐름제어 접속 모델

위 그림2.는 ATM 망에서의 Source, Destination, Switch들간의 접속 모델과 함께 ATM Forum 트래픽 제어 방식에서의 제어의 흐름을 보여주고 있다. 순방향 RM(FRM: Forward Resource Management)셀은 Source에서 Destination으로 보내지는 RM셀을 의미하고, 역방향 RM(BRM: Backward Resource Management)셀은 Destination에서 Source로 보내지는 RM셀을 의미한다. 이 접속 모델에서 Source와 Destination 및 중간 Switch의 동작 과정은 다음과 같다.

(1) Source: VC가 설정되면 Source는 ICR로 세팅된 ACR에 의해 셀을 전송한다. ATM Forum에서 정한 Nrm(32개의 데이터 셀)개의 셀 전송마다 FRM 셀을 Destination으로 전송하며 현재 전송률을 CCR 필드에 실어서 보낸다. Destination으로부터 BRM 셀을 받고 그 셀의 CI 비트가 set 되어 있을 경우 전송률을 감소시키고 그렇지 않으면 전송률을 증가시키는데, 이때 변경되는 값과 ER 필드의 값 중 더 작은 값을 새로운 전송률로 선택하게 된다.

(2) Destination: FRM 셀을 접수하면 BRM 셀로서 Source로 되돌려 보내는데 이때 도착한 데이터 셀에서 중간 Switch에 의해 EFCI 비트가 set된 데이터 셀이 있으면 BRM의 CI 비트를 set하여 보내게 된다.

(3) Switch: 중간 스위치는 RM 셀에 있는 CCR 필드 또는 Switch의 출력 큐의 상태를 보고 폭주 발생 여부를 판단하며, 폭주 발생 시 BRM의 ER 필드에 적정한 전송률 값을 설정하거나 CI 비트를 set 한다.

3. EFCI 스위치의 동작

EFCI Switch는 모든 가상연결에 대해 단일 버퍼를 할당하고 폭주의 발생과 해제를 판단하는 임계값으로 아래 그림과 같이 TH 와 TL과 같이 상한과 하한을 두어, 버퍼가 TH 이상으로 찰 경우 셀 헤더에 있는 EFCI비트를 set(EFCI=1)한다. 이 값은 버퍼가 폭주가 해제된 것으로 판단되는 TL값 이하로 떨어질 때까지 계속 유지된다.

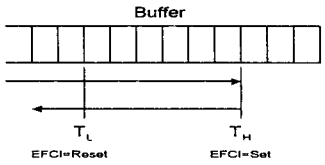


그림 3. EFCI Switch의 TH 및 TL

EFCI Switch는 일반적으로 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 첫째는 폭주 발생 시 EFCI 비트에 의해 Source의 전송률을 낮추게 되는데 이 경우 fair share 이하로 전송하는 VC의 경우에도 전송률을 낮추게 되어 VC간에 공평성이 보장되지 않는다. 둘째 모든 VC가 폭주발생 확률이 비슷하다고 가정할 때 여러 hop을 경유하는 VC의 경우 폭주 상태로 표시될 가능성이 그만큼 커진다. 따라서, 짧은 hop을 경유하는 hop에 비해 자신의 전송률을 증가시킬 기회가 그만큼 적어지게 되어 throughput이 낮아지는 beat-down 문제가 발생된다. 이러한 불공평성을 해결하기 위해 각 VC 마다 별도의 큐를 할당하고 Switch가 각 VC에 대해 fair share를 계산하고 전송률을 초과하는 셀에 대해 개별적으로 EFCI를 관리토록 하는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 ER Switch가 fair share를 계산하는 방법과 동일한 알고리즘을 사용하므로 ER Switch에 비해 구현상의 큰 장점이 없다.

4. ER 스위치의 동작

ER Switch는 현재의 가용 대역폭에 VC간의 공평한 전송률인 fair share와 입력 부하의 정도에 따라 망에서 허용할 수 있는 전송률인 ER 값을 계산하여 역방향 RM 셀의 ER 필드에 실어 Source에 알린다. fair share를 계산하는 방법은 여러 가지 알고리즘이 제안되고 있다. 대표적인 방식으로 비폭주회피 방식인 PRCA (Proportional Rate Control Algorithm), PRCA를 개선한 EPRCA(Enhanced Proportional Rate Control Algorithm)와 폭주회피방식인 ERICA (Explicit Rate Indication for Congestion Avoidance), CAPC(Congestion Avoidance using Proportional Control), NIST등의 알고리즘이 있다.

4.1 비폭주회피 방식

(1) PRCA : Source는 Nrm개의 데이터 셀을 전송할 때 마다, 첫 번째 데이터셀을 제외한 모든 데이터셀에 EFCI를 marking하여 전송한다. 따라서 Destination은 EFCI bit가 marking되지 않은 데이터 셀을 받았을 때 (폭주가 발생치 않았을 때) Source로 BRM을 전송하고 Source는 BRM을 받으면 ACR을 증가시키고 받지 못하면 ACR을 감소시키는 positive한 성격을 갖는다. 이것은 비교적 긴 경로를 갖는 연결이 상대적으로 폭주발생 확률이 높아 전송률을 확대할 기회가 그만큼 적어지는 beat-down 문제가 발생하게 된다.

(2) EPRCA : beat-down 문제가 있는 PRCA 방식에 intelligent marking 기법을 이용한 것으로 폭주가 발생 시 모든 연결에서 평균 ACR(MACR)값 이상을 갖고 있는 Source의 전송률을 선택적으로 감소시키는 방법이다.[9] 이것을 위해 스위치는 모든 활동중인 연결들의 ACR의 평균값을 대표하는 MACR(Mean Allowed Cell Rate)이라는 제어변수를 사용한다. 즉, 모든 연결들의 ACR이 MACR과 같을 때 채널은 모두 공평하게 사용되는 것이며, 스위치는 폭주에 빠져들지 않고 최대한 사용되게 되는 것이다.[8] 각 스위치는 FRM 셀의 CCR 필드에 실린 Source의 현재전송률 정보에 지수가중치 평균(exponential weighed average)을 적용하여 평균전송률 MACR을 구하고 MACR을 이용하여 fair share를 계산한다. 스위치가 폭주기간 동안에 FRM셀을 수신하면 MACR값을 다음 식에 의해 수정한다.

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

-. α: 지수평균 계수(=1/16)

$$\text{Fair share} = DPF \cdot MACR$$

-. DPF : switch down pressure factor(=7/8)

이 방법은 다음과 같은 문제점을 갖고 있다.

첫째, MACR을 정확히 계산하기 위해서는 각 스위치 노드에 부동 소숫점 연산장치가 필요한데 이는 스위치 구현 시 하드웨어의 복잡성을 가중시킨다.

둘째, 폭주상태에 있는 동안 MACR 이상의 전송률을 가진 모든 연결은 똑 같은 값으로 전송률을 감소시켜 각 VC간의 불공평성을 야기시킨다.

셋째, 부동소숫점 연산을 피하기 위해 상기와 같은 지수적 평균기법을 이용하여 MACR의 근사치를 구하게 되는데 이 근사치는 정확한 MACR과는 차이가 있어 결과적으로는 연결시에 대역폭 할당에 있어 부가적인 불공평

성을 초래한다. 이러한 불공평성을 개선하기 위해 EMRCA (Explicit Max-min Rate Control Algorithm)이 제안되기도 하였다.[6]

4.2 폭주회피 방식

Switch로 들어오는 셀의 입력률을 측정하여 보다 정확하고 빠르게 폭주발생을 예측하는 방법으로 요구되는 버퍼의 크기를 줄일 수 있는 장점이 있다. 이 방식은 폭주상태를 판단하기 위해 부하인수(load factor)를 사용한다. 일정기간 마다 Switch로 들어오는 샐 수를 헤아려 셀 입력률(Input Rate)을 결정하고, 이 결정된 입력률과 원래 Switch가 목표로 하는 목표전송률(Target Rate)을 이용하여 부하인수를 구한다. 이때 목표전송률은 링크 대역폭보다 조금 작은 값으로 결정된다.

$$load\ factor(z) = \frac{ABR\ Input\ Rate}{Target\ ABR\ Capacity}$$

(1) ERICA : 이 알고리즘의 목적은 상기의 load factor를 "1"에 가깝게 만드는 것이다. Source는 계산된 부하인수에 반비례하여 그들의 현재 전송률을 변화시키게 된다.[10]

$$VCshare = \frac{CCR}{z}$$

$$Fair\ share = \frac{Target\ ABR\ Capacity}{Number\ of\ active\ VCs}$$

(2) CAPC : 이 알고리즘은 스위치가 목표전송률을 링크대역폭의 85~95% 정도로 낮게 설정하여 스위치의 큐 길이를 작게 유지하여 폭주를 사전에 방지토록 하는 알고리즘이다.

$$Fair\ share = Fair\ share \cdot \min(ERU, 1+(1-z)\cdot Rup),\ \text{if } z<1$$

$$Fair\ share = Fair\ share \cdot \max(ERF, 1-(z-1)\cdot Rdn),\ \text{if } z>1$$

-. Rup : slope Parameter (0.025 ~ 0.1)
-. Rdn : slope Parameter (0.2 ~ 0.8)
-. ERU : maximum allowed increase (1.5)
-. ERF : minimum allowed decrease (0.5)

되돌아오는 RM셀이 스위치에 도착하면 ER필드는 새로운 fair share값으로 변경된다.

(3) NIST : NIST 알고리즘은 버퍼의 수위 변화율을 측정하여 폭주상태를 판단하며, fair share 계산을 위해 VC들의 평균 ACR값을 사용한다.

이러한 폭주회피 방식은 비폭주회피 방식에 스위치에서의 셀 입력률을 측정하는 기능을 추가하여 정확한 망의 상태정보를 얻고 이를 바탕으로 망에서의 폭주발생이나 유휴 대역폭의 발생을 예측하여 폭주에 보다 적절한 대응을 할 수 있다. 그러나, Switch에서 셀 입력률을 측정해야하는 문제로 Switch의 복잡성이 가중되어 실제 구현이 어려우며 망이 평형 상태에 있을 때도 링크의 대역폭을 100% 활용할 수 없다는 문제점이 있다.

5. Fair Rate 할당

ABR 서비스의 fair rate 할당을 위해서 흔히 maxmin 공평성에 근거한 fair rate가 사용되고 있다. 아래 그림5.와 표3.은 maxmin 공평성을 이용한 fair rate 할당방법의 예를 보여 준다.

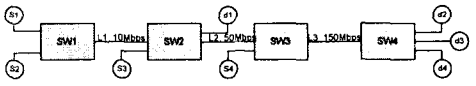


그림 4. Maxmin 공평성을 이용한 fair rate 할당

〈표 3〉 Maxmin fair rate 할당 값 단위 : Mbps

시도수	S1	S2	S3	S4
1차	5	5	25	50
2차	5	5	45	72.5
3차	5	5	45	100

Ⅲ. EFCI와 ER Switch의 운용

1. Switch 운용 환경

ABR 서비스를 위한 Source와 Destination의 동작은 ATM Forum TM 4.0에서 자세히 정의하고 있으나, Source의 전송률을 제어하기 위한 Switch의 방법은 ATM 사업자에게 맡기고 있다. 현재 대부분의 ATM Switch는 EFCI 기능을 수행하고 있다. 그러나 점차 ER Switch가 보편화되고 있는 추세이며 따라서 당분간 ATM 망에서는 EFCI Switch와 ER Switch의 상호 운용은 불가피한 실정이다. 그러나 이들 Switch는 기본동작이 서로 다르기 때문에 효율적인 상호운용 문제가 중요하게 대두된다. EFCI-ER 환경 하에서는 ER Switch의 위치가 ATM ABR 서비스의 성능을 좌우하게 된다. 즉 ER Switch를 처음으로 도입할 경우 기존에 사용되고 있는 어떤 EFCI Switch를 대치토록 할 것인가가 성능을 결정짓는 중요한 요인이 된다.

2. 고려 사항

2.1 Beat down

EFCI-ER 환경에서도 EFCI Switch로 인한 beat down 문제가 여전히 남게된다. EFCI와 ER Switch를 통과한 VC의 ACR은 ER Switch로 인해 높은 수준으로 올라가지 못하는 반면 EFCI Switch에서의 폭주현상으로 인해 낮은 수준으로 감소하게 된다. 이런 결과로 beat down 문제가 발생하게되며 ATM망 내에 EFCI Switch가 많이 사용되면 beat down 문제가 더욱 심각해지고 ER Switch가 많아지면 beat down 문제는 경감된다.

2.2 Switch 이용률

EFCI Switch는 폭주발생 여부에 따라 ACR이 크게 변화하여 쉽게 가용 대역폭을 점유하게 된다. 따라서 EFCI Switch의 이용률은 높게 나타난다. 반대로 ER Switch는 상대적으로 ACR이 소폭으로 변화하여 가용 대역폭에 늦게 반응한다. 이런 현상은 결국 ER Switch의 이용률을 저하시키게 된다.

2.3 부정확한 CCR

EFCI-ER 환경에서는 EFCI Switch에서의 폭주 발생으로 인해 일반 가입자 데이터 셀 뿐 아니라 RM 셀도 장시간 폭주 큐에 쌓여있게 된다. 따라서 RM 셀의 CCR 정보를 사용하는 ER Switch의 알고리즘은 비교적 최신의 Source 전송률 정보를 얻을 수 없게 된다. 결과적으로 ER Switch는 부정확한 CCR 정보를 사용하여 fair rate를 할당하는 결과를 초래한다.

Ⅳ. EFCI-ER Switch 위치에 따른 성능 비교

1. 시뮬레이션 모델

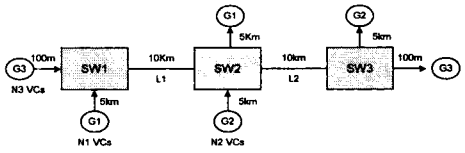


그림 5. 시뮬레이션 모델

시뮬레이션 모델은 3개의 Switch와 G1, G2, G3로 그룹화된 연결로 구성된다. G1은 링크 L1을 G2는 L2를, 그리고 G3는 L1과 L2를 경유하는 연결로 구성되고 연결수인 N1, N2, N3가 이들 G1, G2, G3에 각각 포함된다. 시뮬레이션에 사용된 성능지수로는 최대큐길이(MQL:Maximum Queue Length), 이용률(U:Utilization), 그리고 공평성(F:Fairness)를 사용한다. 여기에서 사용된 F는 다음 식과 같이 정의된다.

$$F = \max[1 - \max(all \mid x_i - 1|), 0]$$

x_i : Source i에 대한 fair 처리량 대한 real처리량의 비율

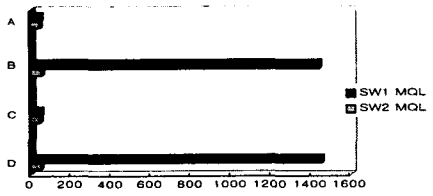
2. 시뮬레이션 결과

2.1 병목점과 비병목점 비교

시뮬레이션은 다음의 4가지 형태의 스위칭 구성 형태에 대해 실시하였다.

(1) A :모든 스위치를 EFCI로 사용
(2) B :SW1은 EFCI, 다른 스위치는 ER을 사용
(3) C :SW1은 ER, 다른 스위치는 EFCI를 사용
(4) D :모든 스위치를 ER로 사용

그림 5.에서 N1=0, N2, N3=2인 경우 SW2가 병목점이 된다. 이때의 시뮬레이션 결과는 그림6.과 같다. MQL1과 MQL2는 SW1과 SW2의 최대 큐 길이를 나타내며, Utilization1과 Utilization2는 SW1과 SW2의 이용률을 나타낸다.



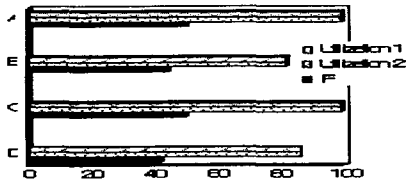
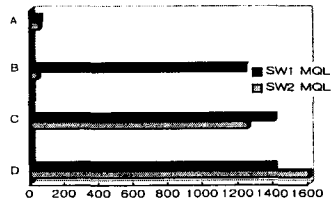


그림 6. 망 환경 N1=0, N2=2, N3=2인 경우 성능비교

시뮬레이션 결과로부터 ER이 병목 지점(B,D)에 위치할 때 성능 면에서 유리함을 알 수 있다. 특히 B의 경우 모든 스위치를 ER로 했을 때(D)와 동일함을 알 수 있다. 한편, ER이 비병목지점(A,C)에 위치할 경우 성능 면에서 전혀 개선되지 못하고 있다.

2.2 소스와 목적지 위치 비교

그림7.은 N1, N2, N3=2인 경우의 시뮬레이션 결과로서 ER이 소스 가까이 있는 것이(C,D) 성능 면에서 유리함을 알 수 있다. 이는 ER기법은 FRM셀로부터 정보를 추출하여 BRM셀의 ER필드를 수정하기 때문에 ER 스위치가 소스에 가까이 있을수록 소스에게 빠른 feedback 정보를 보낼 수 있게 되기 때문이다. EFCI 스위치는 폭주 발생 시 전방향 데이터셀에만 마킹하고 역방향에는 아무 조치를 취하지 않으므로 EFCI 스위치가 소스 가까이 위치할 경우 상대적으로 소스의 반응시간을 느리게 한다.



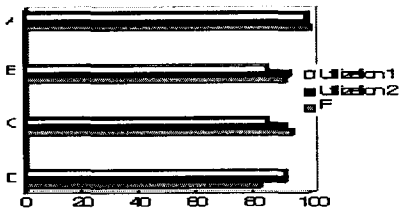


그림 7. 망 환경 N1, N2, N3=2인 경우 성능 비교

V. 결 론

본 논문에서는 ATM망에서 ABR트래픽 서비스 처리를 위하여 EFCI와 ER 스위치가 혼용될 경우 이의 상호 운용기술에 대해 분석하였다. 이들 결과로부터 ER 스위치의 위치에 따라 ABR 서비스의 성능에 많은 차이가 있음을 알 수 있었다. 즉, ABR 서비스의 성능은 ER 스위치를 사용하는 수 보다 폭주가 발생한 스위치가 EFCI인가 ER인가에 따라 성능이 좌우된다고 할 수 있다. EFCI와 ER 스위치를 혼용하는 경우 ER스위치를 폭주위치에 사용하는 것이 바람직함을 알 수 있었다. 최적의 ABR 서비스를 지원하기 위해서는 모두 ER스위치를 사용하는 것이 바람직하나 EFCI와 ER 스위치를 혼용해야하는 경우에도 망 내에서 폭주를 일으킬 가능성이 있는 위치에는 ER 스위치를 사용하는 것이 더 좋은 효율을 제공해 줌을 알수 있다. 특히 Gateway나 파일서버등이 접속되는 스위치와 같이 트래픽이 한곳으로 집중되어 폭주 발생 가능성이 높은 스위치에는 ER 스위칭 알고리즘을 사용하게 되면 전체적인 ABR트래픽 서비스를 향상시킬 수 있다.

참 고 문 헌

[1] ATM Forum, Traffic Management Specification Version 4.0, ATM Forum Technical Committee, April 1996.

[2] K.W. Fendick, "Evolution of Controls for the Available Bit Rate Service", IEEE Communication Magzine, Nov 1996.

[3] R. Jain et., "Source Behavior for ATM ABR Traffic Management:An Explanation", IEEE Communication Magzine, Nov 1996.

[4] A. Arulambalam et al., "Allocating Fair Rates for Available Bit Rate Service in ATM Networks", IEEE Communication Magzine, Nov 1996.

[5] A. Charny et al., "Time Scale Analysis and Scalability Issues for Explicit Rate Allocation in ATM Networks", IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol.4, No.4, Aug 1996.

[6] 박성곤, "ATM망에서 ABR 서비스를 위한 ER 스위치 폭주제어 알고리즘의 성능 개선", 충북대학교, 8. 1997.

[7] 최병은, "ATM 망에서 개선된 전송률기반 과잉밀집 제어의 분석", 아주대학교, 2. 1997.

[8] L. Roberts, "Enhanced Proportional Rate-Control Algorithm", ATM Forum Contribution 94-0735R1, August 1994.

[9] Shivkmar Kalyanaraman st al., "The ERICA Switch Algorithm for ABR Traffic Management in ATM Networks", IEEE/ACM Transactions on Networking, Jan 1997.

저 자 소 개

박 준 식

1988년 동아대학교 전자공학과 (공학사)

1991년 경남대학교 대학원 (공학석사)

1998년~현. 강원대학교 대학원 박사과정

1978~1991 한국통신 부산사업본부

1991~1996 한국통신기술(주) 교환감리실

1997~현재 : 영동전문대학 전자과 조교수

관심분야 : 초고속통신, signal processing, CALS

김 노 환

1978년 숭실대학교 전자공학과 (공학사)

1985년 연세대학교 대학원 (공학석사)

1997년~현. 강원대학교 대학원 박사과정

1980년 금성전기(주) 기술연구소

1983년 현대전자산업(주) 시스템 연구소

1993년~현재 : 동우대학 사무자동화과 조교수

관심분야 : TCP/IP network, ATM network