

ATM망의 가상경로 상에서 효율적인 대역관리*

고 승 일** · 고 성 태*** · 김 경 식*** · 김 경 연*** · 최 영 복****

An Effective Bandwidth Management of Virtual Path in ATM Networks

Seung-Il Ko**, Sung-Taek Ko***, Kyung-Sik Kim***, Kyung-Youn Kim***
and Young-Bok Choi****

ABSTRACT

ATM(asynchronous transfer mode) is able to realize the full integration of various kinds of services. Effective bandwidth allocations using statistical multiplexing gain have been studied for the full integration of different kinds of services. In this paper, we present call admission control algorithm using complete bandwidth sharing and reserved bandwidth sharing. Complete bandwidth sharing is an efficient way for utilization of bandwidth. Reserved bandwidth sharing is an efficient way for preventing reverse pecking order. Using these two bandwidth allocations is an effective way for bandwidth utilization and stopping reverse pecking order. A computer simulation shows the results of the algorithm

Key words : ATM, Common pool, Complete bandwidth sharing, Reserved bandwidth sharing

1. 서 론

ATM 통신방식은 BISDN을 실현시키기 위해 적절한 통신방식으로 여겨지고 있다. BISDN은 성질이 서로 다른 갖가지 서비스들을 통합적으로 제공할 수

있어야 하는데, 제공되는 서비스로는 고정비트율 서비스(CBR: constant bit rate), 가변비트율(VBR: variable bit rate), 가용비트율(available bit rate), 비규정비트율(UBR: unspecified bit rate)로 나눌 수 있다. ATM은 서로 다른 서비스품질(QOS)요구 수준과 대역폭을 가진 음성, 비디오, 일반 데이터 등 다양한 트래픽의 정보를 53바이트의 셀로 분할하여 전송이 이루어지고 서로 다른 가상연결(virtual connection)에 할당한다. 이러한 가상연결은 같은 목적지를 갖는 가상경로(virtual path)로 다중화 됨으로써 망 자원의 활용도를 최대화하도록 하고 있다. ATM은 종래의 회선 다중방식에 비해 주어진 대역으로 더 많은 사용자를 수용할 수 있는 통계적 다중화(statistical multiplexing)

* 이 논문은 1998년도 정보통신부 우수대학원 연구과제 지원비에 의해 수행되었음

** 제주대학교 대학원

Graduate School, Cheju Nat'l Univ.

*** 제주대학교 전자공학과

Dept. of Electronic Engineering, Cheju National Univ.

**** 동명정보대학교 정보통신학과

Dept. of Information & Communication Eng. Tongmyong Univ. of Information and Technology

효과가 있다. 이는 한 사용자가 이용하지 않는 순간의 망 자원을 다른 사용자가 이용하게 함으로써 망의 이용효율을 극대화 할 수 있는 방법이다. 이 장점을 얻기 위하여 적절한 트래픽 제어 방법이 연구되어야 한다^[2-6].

본 논문에서는 트래픽 제어 종류의 하나인 호 수 락제어(CAC: call admission control)시 공유가상경로(common pool)를 사용하였던 부분 예약 공유법(partial reserved sharing)^[3]과, 모든 입력 트래픽이 전송링크 용량 전체를 공유하는 방법인 링크 공유법(complete bandwidth sharing)을 적절히 사용하여 reverse pecking order 현상을 줄이면서 보다 많은 사용자가 망에 접속하여 망의 이용률을 최대화 할 수 있는 대역 할당방법을 제안한다.

II. 트래픽 제어의 기본목표 및 연결수락제어

2.1. 트래픽 제어의 기본목표

ATM의 장점은 효율성 증대 및 다양한 서비스를 동시에 지원할 수 있는 유연성이 있다. 그러나 이러한 장점이 충분히 발휘되려면 트래픽 제어의 문제가 해결되어야 한다. 이를 위해서 ATM망은 연결 수락 제어(CAC), 사용자 변수제어(UPC), 망 변수제어(NPC), 우선 순위제어(PC), 체증제어(CC)등의 트래픽 제어능력을 제공한다. 트래픽 제어 문제는 기존의 패킷통신망에서도 많이 연구되었었다. 그러나 이 경우에는 BISDN에서 고속의 연결성 및 비연결성 실시간 서비스가 요구하는 까다로운 서비스 품질이나 지리적으로 광활한 서비스 지역 등을 고려하지 않았었다. 그러므로 기존의 패킷 망은 대역에 의해서 제한되었는데, BISDN은 기본적으로 지연에 의해서 제한된다. 예를 들면, BISDN에서는 고속의 전송률 및 상대적으로 긴 전달 지연으로 인해, 기존 패킷통신에서 많이 사용한 윈도우(window)방식 흐름제어가 큰 효과를 나타내기 힘든 것으로 간주된다. 보다 근본적인 문제는, BISDN에서는 체증에 대한 대책이 체증이 일어난 후에 처리하는 것보다, 체증이 일어나지 않게 미리 예방하는 측면에서 검토되어야 한다는 점

이다. ITU-T에서 제시한 트래픽 제어의 기본목표는 다음과 같다.

첫째, 망의 보호이다. 즉, 일시적으로 많은 자원을 이용할 수 있는 권리가 악용되는 것을 막는 것이다.

둘째, 망의 성능 유지이다. 즉, 망이 제공하는 셀 전달 지연이나 셀 손실률 등의 성능지수가 어느 범위 내에 유지되도록 하는 것이다.

셋째, 망 자원의 효율적 사용이다. 즉, 요구되는 서비스 품질을 만족하는데 필요한 최소한의 자원만을 사용하도록 하는 것이다^[1-2].

2. 연결수락 제어(CAC: Connection Admission Control)

연결수락제어는 스위치가 연결요구를 허락할 것인지 거절할 것인지를 결정하는 소프트웨어 기능이다. CAC는 고속 교환속도에서는 빠르고 간단해야한다.

CAC 복잡도는 트래픽 표현자(최대비트율, 평균비트율, 버스트길이가 등)와 관련되며, 가장 간단한 CAC 알고리즘은 최대속도 할당으로써, 이 때 최대 속도의 합이 증계선 대역폭을 초과할 경우, 연결요구가 허락될 수 없다. Fig. 1에 최대속도 CAC를 나타냈으며, 여기에서 요구된 대역폭 R이 최대속도 CAC 로직에 들어온다. 파이프의 대역폭은 P로써, 임의의 비율 A는 이미 할당되어 있다. 만일 요구된 R이 유용한 대역폭(P-A)을 초과하면, 이때 요구는 거절되며, 그렇지 않다면 허락된다^[2].

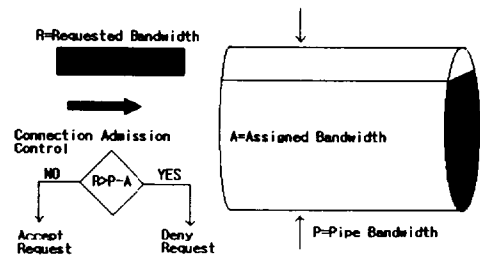


Fig. 1 CAC OF PBR(Peak Bit Rate)

III. 제안한 알고리즘

본 논문에서 논의된 알고리즘의 성능을 비교하기

위해서 다음과 같은 종류의 트래픽을 (Table 1) 사용하였다. 서비스 종류는 CBR과 VBR로 나누고 CBR 서비스 중 다른 2개의 트래픽 대역폭에 비해 대역폭이 큰 트래픽 3의 경우를 BW-CBR이라 명명한다 (broad bandwidth CBR). VBR 서비스는 가변비트율의 특성을 가지고 있으므로 PBR(peak bit rate)과 ABR(average bit rate) 사이의 등가대역폭(EQC)으로 할당한다.

Table 1 Each Service Characteristic

Service	Peak Bit Rate	Average Bit Rate	Equivalent Bandwidth	Average Service Time
CBR 1	64Kbps	64Kbps	64Kbps	40.5sec
CBR 2	80Kbps	80Kbps	80Kbps	30.3sec
CBR 3	2Mbps	2Mbps	2Mbps	0.6sec
VBR 1	10Mbps	2Mbps	5.2Mbps	15.0sec
VBR 2	5Mbps	2Mbps	3.8Mbps	4.7sec
VBR 3	5Mbps	2Mbps	3.8Mbps	4.7sec

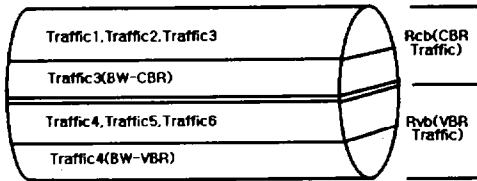


Fig. 2 Bandwidth Allocation

Fig. 2와 같이 BW-CBR, BW-VBR인 경우에는 미리 서비스 수준에 맞는 대역폭을 Erlang B 공식을 사용하여 미리 대역폭을 할당한다^[3]. 나머지 트래픽의 경우에 할당하다 남은 여분의 대역폭을 공유한다. 그리고 BW-CBR, BW-VBR의 경우에는 할당된 대역폭에 우선 순위로 접속하다가 할당된 대역폭이 부족할 시 공유대역폭을 사용할 수 있다. 이렇게 미리 큰 트래픽을 할당하는 이유는 reverse pecking order 현상을 사전에 예방하는 것이다. 세부적인 절차는 다음과 같다.

3.1. CBR 트래픽

입력트래픽이 CBR인 경우에는 먼저 BW-CBR을 찾아낸다. BW-CBR이 아닌 경우에는 식(1)을 만족하는 경우 호의 수락여부를 결정한다.

$$R_{CB} - R_{BCB} \geq PBR_i \tag{1}$$

여기서,

R_{CB} : 예약된 CBR 서비스의 대역폭

R_{BCB} : 할당된 BW-CBR 서비스의 대역폭

i : 트래픽 등급

BW-CBR인 경우에는 Erlang B 식을 사용하여 대역폭을 할당하고 식(2)를 만족하는 범위 내에서 호를 수락한다.

$$R_{CB} - \sum N_{BCB} * PBR_{BCB} \geq 0 \tag{2}$$

여기서,

N_{BCB} : 새로운 연결요구를 포함한 BW-CBR의 가상채널 연결 개수

식(2)에서 수락되지 못한 BW-CBR의 호는 식(3)을 만족하는 범위 내에서 호의 수락여부를 결정한다.

$$R_{CB} - R_{BCB} \geq PBR_{BCB} \tag{3}$$

이상에서 실패하면 호를 차단하고, 재접속을 요구한다.

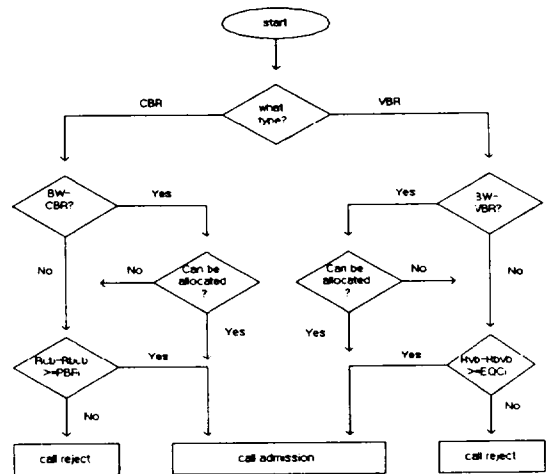


Fig. 3 Proposed Algorithm

3.2. VBR 트래픽

입력트래픽이 VBR인 경우에는 먼저 BW-VBR을 찾아낸다. BW-VBR이 아닌 경우에는 식(4)를 만족하는 경우 호의 수락여부를 결정한다.

$$R_{VB} - R_{BVB} \geq EQC_i \quad (4)$$

여기서,

R_{VB} : 예약된 VBR 서비스의 대역폭

EQC : 등가 대역폭

R_{BVB} : 할당된 BW-VBR 서비스의 대역폭

i : 트래픽 등급

BW-VBR인 경우에는 Erlang B 식을 사용하여 대역폭을 할당하고 식(5)를 만족하는 범위 내에서 호를 수락한다.

$$R_{VB} - \sum(N_{BVB} * EQC_{BVB}) \geq 0 \quad (5)$$

여기서,

N_{BVB} : 새로운 연결요구를 포함한 BW-VBR의 가상채널 연결개수

식(5)에서 수락되지 못한 BW-VBR의 호는 식(6)을 만족하는 범위 내에서 호의 수락여부를 결정한다.

$$R_{VB} - R_{BVB} \geq EQC_{BVB} \quad (6)$$

이상에서 실패하면 호를 차단하고, 재접속을 요구한다. CBR 서비스와 VBR 서비스에 있어서 다른 점은 CBR의 경우는 PBR을 대역으로 할당하는데 VBR의 경우는 EQC로 할당하여 자원을 효율적으로 사용한다는 점이다. 제안한 알고리즘은 Fig. 3과 같이 요약될 수 있다.

IV. 시뮬레이션

먼저 시뮬레이션을 위하여 common pool 사용 시, Table 2와 같이 전체 대역폭을 각각 0%에서 100%까지 common pool로 할당(0%:부분 예약 공유법, 100%:링크 공유법)하였다.

Table 2 Number of Virtual Connection in Common Pool

Bandwidth Ratio of Common pool	Number of Virtual Connection in Common Pool					
	CBR1	CBR2	CBR3	VBR1	VBR2	VBR3
1(0%)	60	40	10	20	10	10
2(10%)	54	36	9	18	9	9
3(20%)	48	32	8	16	8	8
4(30%)	42	28	7	14	7	7
5(40%)	36	24	6	12	6	6
6(50%)	30	20	5	10	5	5
7(60%)	24	16	4	8	4	4
8(70%)	18	12	3	6	3	3
9(80%)	12	8	2	4	2	2
10(90%)	6	4	1	2	1	1
11(100%)	0	0	0	0	0	0

이를 위해 가상경로 수를 Erlang B 공식을 사용하여 배정하고 가상경로 수를 균일하게 조정하여 common pool의 대역을 할당하였다. 전체 대역폭은 가상경로 수에 등가 대역을 곱하여 207.84 Mbps로 정하였다.

입력트래픽과 출력트래픽은 호 준위에서 포아송분포(Poisson process)에 따라 발생시켰으며 전체적인 블럭킹 확률을 구하기 위해 다음과 같은 부하량을 사용하였다(Table 3).

Table 3 Each Service Traffic Arrival Rate

Part	Arrival Rate					
	CBR1	CBR2	CBR3	VBR1	VBR2	VBR3
Experiment 1	2.4327	2.1825	27.1826	2.1214	3.4159	3.4159
Experiment 2	4.8653	4.3650	54.3653	4.2428	6.8318	6.8318

전체 블럭킹 확률(Fig. 4)을 컴퓨터 모의 실험으로 구한 결과 링크 공유법이 부분 예약 공유법보다는 전체적인 블럭킹 확률이 좋음을 알 수 있다. 그러나 개개의 트래픽 특성별로 본 블럭킹 확률(Fig. 5)은 common pool을 많이 할당함으로써 reverse pecking order 현상이 두드러짐을 알 수 있다.

그래서 본 논문에서는 링크 공유법의 장점인 대역폭 효율과 부분 예약 공유법의 장점인 reverse pecking order 현상방지를 위해 광대역의 경우와 비

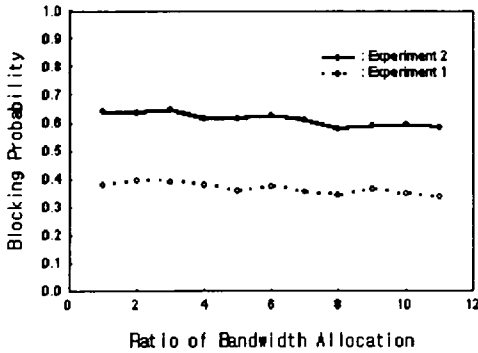
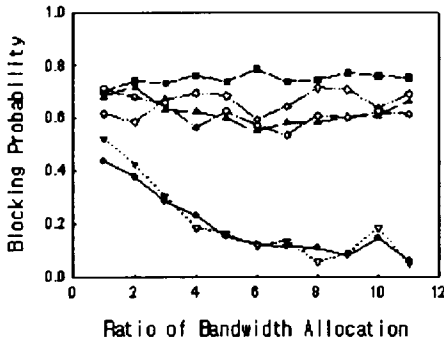


Fig. 4 Total Blocking Probability



●: CBR1 ▽: CBR2 ■: CBR3 ◇: VBR1
 ▲: VBR2 ○: VBR3

Fig. 5 Each Service Blocking Probability

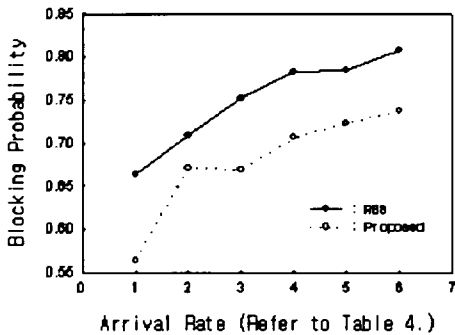


Fig. 6 Total Blocking Probability

스한 협대역의 트래픽들로 나누어 링크 공유법과 부분 예약 공유법을 사용하였다. 광대역의 경우 가상경

로를 미리 할당함으로써 reverse pecking order 현상을 미연에 방지하고 부분 예약 공유법 사용 시와 전체적인 블러킹 확률을 비교하여 보았다. 이때 사용한 부하량은 전체적으로 균등하게 증가시켰다(Table 4).

Fig. 6과 같이 전체적인 블러킹 확률이 부분 예약 공유법 사용할 때보다 좋아짐을 알 수 있다. 아울러 광대역의 트래픽을 사전에 가상경로 대역 할당함으로써 reverse pecking order 현상도 줄일 수 있다.

Table 4 Each Service Traffic Arrival Rate

Service	Rate (1)	Rate (2)	Rate (3)	Rate (4)	Rate (5)	Rate (6)
CBR1	4.8653	5.8384	6.8114	7.7845	8.7575	9.7306
CBR2	4.3650	5.2380	6.1110	6.9840	7.8570	8.7300
CBR3	54.3653	65.2384	76.1114	86.9845	97.8575	108.7306
VBR1	4.2428	5.0914	5.9399	6.7885	7.6370	8.4856
VBR2	6.8318	8.1982	9.5645	10.9309	12.2972	13.6636
VBR3	6.8318	8.1982	9.5645	10.9309	12.2972	13.6636

V. 결 론

본 논문에서는 서로 다른 대역폭을 갖는 서비스들이 호 접속 시 대역 할당방법 중 등가대역 할당 방법을 사용하여 기존의 부분 예약 공유법시 블러킹 확률은 떨어지나 reverse pecking order 현상이 일어나지 않는다는 점, 그리고 링크 공유법 사용할 때 블러킹 확률은 좋아지나 reverse pecking order 현상이 일어난다는 점을 이용하여, 광대역의 가상경로만을 대역 할당함으로써 reverse pecking order 현상을 보완하고 링크 공유법을 사용하여 블러킹 확률을 개선시키는 알고리즘을 제안하였으며, 컴퓨터 모의실험을 통하여 본 결과 제안된 알고리즘이 부분 예약법 공유시의 reverse pecking order 현상의 수준을 유지하면서 블러킹 확률이 향상됨을 알 수 있었다.

참고문헌

1) 이병기, 강민호, 이종희, 1993, "광대역 통신시스

- 템.” 교학사.
- 2) 임주환, 성단근, 한치문, 김영선. 1997, “ATM 교환.” 홍릉과학출판사.
 - 3) 이문호, 장성현. 1996, “ATM망에서 가상경로를 이용한 효율적인 호 수락제어.” 한국통신학회 논문지'96-11. Vol. 21. pp. 2897-2907.
 - 4) S. Chan, E. Wong, K. T. Ko., 1997. “Fair Packet Discarding for Controlling ABR Traffic in ATM Networks.” IEEE Transactions on Communications, Vol. 45, No. 8. pp. 913-916.
 - 5) Iikka, Norros, J. W. Roberts, A. Simonian, J. T. Virtamo. 1991. “The Superposition of Variable Bit Rate Source in an ATM Multiplexer”. IEEE Journal on selected areas in communications, Vol. 9, No. 3. pp. 378-387.
 - 6) T. Murase, H. Suzuki, S. Sato, T. Takeuchi. 1991. “A Call Admission Control Scheme for ATM Networks Using a simple Quality Estimate.” IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 9, No. 9. pp. 1461-1470.
 - 7) 김건석, 한기준. 1994. “ATM 망의 비연결형 서비스를 위한 가중평균치 방법에 의한 동적 대역폭 할당 알고리즘.” 한국정보과학회 논문지, Vol. 21, No. 8. pp. 1507-1514.