

# ATM망에서 가상경로를 이용한 效率的인 呼 受諾 制御

正會員 李 門 浩\*, 張 星 顯\*

## An Effective Call Admission Control Using Virtual Path in ATM Networks

Moon Ho Lee\*, Seong Hyun Chang\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서는 ATM 망의 가상경로상에서 Common Pool을 이용한 효율적인 호 수락 제어에 관하여 논한다. 호 수락 제어는 새로운 호에 대하여 기존의 연결된 호와 새로 요청된 호의 서비스 품질을 만족시키는 범위내에서 연결 여부를 결정하는 것이다. 제안한 알고리즘은 새로운 호의 요청에 대하여 기존 호의 대역폭과 새로운 호의 대역폭 합이 전체 대역폭을 초과하지 않으면 호를 수락한다. 그러나 요구 대역폭이 전체 대역폭을 초과하는 경우 미리 예비된 대역폭 Common Pool을 이용하여 다시 호의 수락 여부를 결정한다. 한편 제안한 알고리즘을 위하여 간단한 네트워크 모델을 통한 컴퓨터 모의실험을 통하여 호의 블록킹 확률을 구하여 평가하였다.

### ABSTRACT

This paper presents an effective call admission control algorithm using the Common Pool on the virtual path in ATM networks. Call admission control decides whether or not to accept a new call, so as to ensure the service quality of both individual existing calls and of the new call itself. In the proposed algorithm, a new call is accepted when the sum of the bandwidths of existing calls and of the new call will not exceed link capacity. If the sum of their bandwidths exceed link capacity, reserved bandwidth of Common Pool is considered to accept the new call. Computer simulation results using a simple network model are also given to evaluate accuracy and call blocking probability by the proposed method.

### I. 서 론

ATM 방식에서는 서로 다른 서비스품질(QoS) 요구수준과 비트율을 가진 음성, 비디오, 데이터와 같은 다양한 트래픽의 정보를 고정 길이 패킷(Packet)인 ATM셀(Cell)로 분할하여 전송이 이루어지며, 서로 다른 가상연결(Virtual connection)에 속하는 셀들에

\* 전북대학교 정보통신공학과  
Dept. of Inform. & Telecom. Engineering, Chonbuk Univ.  
論文番號: 96291-0914  
接受日字: 1996年 9月 14日

대해서 통계적 다중화(Statistical multiplexing)방법으로 정보원의 가변적인 정보 전송량을 조절함으로써 망 자원의 활용도를 최대화 하도록 하고 있다. 이러한 ATM의 장점으로는 첫째, 셀이라는 고정된 길이의 패킷을 요구에 따라 가상연결에 할당 함으로써 대역 할당에 있어 커다란 융통성을 가질 수 있고, 둘째 버스트(Burst) 특성이 강한 트래픽을 버퍼를 사용하여 통계적 다중화함으로써 셀 손실과 셀 지연은 발생할 수 있지만 대역을 효율적으로 사용할 수가 있다. 반면에 이러한 장점을 얻기 위하여는 효율적인 대역 관리방법이 고안되어야 하며, 또한 트래픽 파라메타(Traffic parameter)는 추정으로 인하여 불 확실성을 내포하게 되므로 추정된 트래픽 파라메타의 불 확실성에 망 성능이 둔감하도록 트래픽 제어방법이 설계되어야 하는등 제어상의 어려움이 생긴다.

CCITT에서 권고하고 있는 트래픽 제어의 방법으로는 호 수락제어(CAC:Call Admission Control), 사용자 파라메타 제어(UPC:User Parameter Control), 우선순위제어(Priority Control), 폭주제어(Congestion Control)등의 기능들이 있는데[1], 호 수락제어는 가상채널/가상경로 연결요구에 대한 수락여부를 결정하거나 재할당에 대한 요구의 수용여부를 결정하기 위하여, 각각 호 설정단계나 호 재협상 단계에서 취해지는 일련의 조치들이다. 또한, 사용자 파라메타 제어, 우선순위제어, 폭주제어등은 호 설정이후에 취해지는 일련의 조치들로서 ATM망에서의 트래픽 제어는 이들 각각이 서로 밀접한 연관을 가지고 이루어지게 된다.

STM(Synchronous Transfer Mode)망에서는 새로운 연결이 요구될때 요구 대역폭이 링크의 잔여용량을 초과하면 새로운 호를 거절하지만, ATM망에서는 모든 정보가 고정된 크기의 셀로 세분되어 필요한 만큼의 셀이 발생되고, 이것이 망을 통해서 전달되기 때문에 호의 대역폭이 분명하지 않다. 따라서, 어떠한 GOS(Grade Of Service:셀손실 확률등) 수준하에서 링크의 이용율을 극대화 하기 위해서는 새로운 연결의 예상되는 트래픽 특성과 새로운 호를 포함한 이미 연결된 호의 품질수준, 그리고 현재의 망 부하등을 기초로하여 새로운 호를 받아들여야 할 것인지 아닌지를 적절하게 결정하여야 한다.

또한, 호의 연결 수락 제어를 위해서는 가입자가

선언한 트래픽 기술인자(Traffic Descriptor)를 이용해서 새로운 호의 트래픽 특성을 예측해야 하는데, 트래픽 특성 선언을 위하여 어떤 트래픽 기술인자를 사용할 것인지에 관한 문제가 많은 연구의 주제가 되고 있으며, 가상 일반적으로 선택되고 있는 트래픽 기술인자는 최대비트율(PBR:Peak Bit Rate), 평균비트율(ABR:Average Bit Rate), 버스트니스(Burstness), 비트율 분산, PBR 지속기간등이 있다.

이와같이 ATM망에서 호 연결요구시 망내의 상황을 분석하여 호 연결여부를 결정하는 호 수락 제어방법에는 수학적 모델의 해석에 기초한 방법, 출력링크의 트래픽의 실측에 기초한 방법, 신경회로망을 이용한 방법, 등가대역폭에 기초한 방법등이 제안되고 있는데, 등가대역폭에 기초한 방법은 실시간적으로 등가대역을 구하기 어렵다는 단점이 있는 반면에 상대적으로 호 수락제어 알고리즘을 간단하게 구현할 수가 있고, 망의 서비스 품질요구를 특정수준 이하로 유지할 수 있으며 등가대역 계산을 간단히 할 수 있는 알고리즘의 연구로 실시간 처리가 가능하다는 장점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 최대비트율(PBR)과 평균비트율(ABR)만을 이용하여 실시간적으로 계산이 용이한 등가대역 할당방법을 고찰하고, ATM망의 가상경로상에 Common Pool이라고 하는 예비 가상경로 대역을 확보하여 망의 트래픽 상황 변동에 효율적으로 대처할 수 있는 호 수락 제어 알고리즘을 제안하며, 모의실험을 통하여 제안된 알고리즘의 성능을 분석한다.

## II. 자원 관리 기술 및 호 수락 제어

### 1. ATM망의 자원관리 기술

ATM망에서 망 자원이란 물리적 전송링크상의 가상경로(VP: Virtual Path)및 가상채널(VC: Virtual Channel)을 의미한다. 이러한 자원 즉 대역폭관리의 주된 목적은 망내에 이미 존재하고 있는 어떤 연결에 대해서 서비스품질(QOS) 요구수준을 만족하면서 대역폭의 이용율을 최대로 하는 것이다. 따라서, 호 수락제어 기능과 병행하여 가상경로를 이용한 자원관리 기능을 이용하게 되면 망의 폭주(Congestion)에 대해서 예방적인 제어를 수행하는데 소프트웨어 처리시간의

감소를 기대할 수 있으며, 자원의 관리를 위해서는 다음과 같은 사항들을 만족시켜야 한다[2].

- 1) 이미 연결된 서비스에 대해서 서비스품질(QoS) 요구 수준을 만족 시켜야 한다.
- 2) 대역폭의 이용율을 최대한으로 하여야 한다.
- 3) 등가대역의 계산에 사용되는 트래픽변수(Traffic parameter)가 간단하여야 한다.
- 4) 구현(Implementation)이 단순하여야 한다.

대역폭을 관리하는 측면에 있어서 VBR 서비스에 대한 등가대역 할당 방법과 전송링크의 관리방법은 매우 중요하다. ATM망에서 가상경로를 이용한 대역폭 할당은 ATM 스위칭 시스템이 확보하고 있는 사용가능한 가상경로대역을 고려하여 수행되며 트래픽의 변화에 따라 할당된 대역이 적절하게 변경될 수 있어야 하는데, 지금까지 가상경로를 이용한 대역폭 이용 방법들을 살펴보면 그림 1과 같다[3].

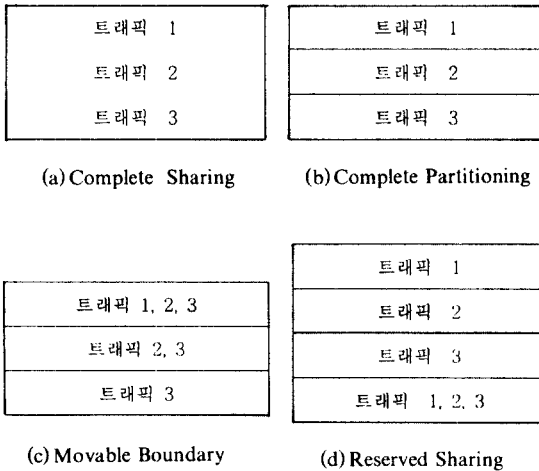


그림 1. 가상경로를 이용한 대역폭 이용방법

그림 1(a)의 링크 공유법(CBS: Complete Bandwidth Sharing)은 모든 입력트래픽이 전송링크용량 전체를 공유하는 방법으로서, 전체적인 트래픽 부하량이 폭주되지 않을때는 대역이용율 측면에서 볼 때 이상적인 성능을 가지게 된다. 그러나, 입력 트래픽의 부하량이 폭주 상태가 되면 광대역의 서비스들은 협대역의 서비스들에 의해 접속기회를 잃게 되고(Reverse pecking order) 이에 따른 호의 블럭킹 확률이 증가되

어 서비스 품질(QOS) 저하가 발생한다.

그림 1(b)의 링크 분할 할당법(CBP: Complete Bandwidth Partitioning)은 입력 트래픽의 형태에 따라서 전송링크 용량을 분할하여 할당하여 줌으로써 특성이 다른 트래픽간의 간섭을 방지하고 통계적 다중화 효과를 증대시킨 방법이다. 따라서, 트래픽이 폭주상태에 있을때에도 광대역 서비스에 대해서 적절한 성능을 보장할 수 있게 되지만, 트래픽 부하량이 변하여 초기의 트래픽 부하조건과 다르게 될때에는 대역 이용율이 저조하게 되고, 트래픽 변화에 대해서 효율적으로 대처하지 못하게 되어 성능의 저하가 예상되는 단점이 있다.

그림 1(c)의 링크 분할 할당 및 공유법(MBB: Movable Bandwidth Boundary)은 어떤 특성의 트래픽에 대해서는 그 트래픽에 할당된 대역폭 뿐만 아니라 다른 트래픽에 할당된 대역폭을 공유하도록 하는 방법이다. 이것은 호의 블럭킹 확률이 있어서는 각 트래픽 형태에 대해서 좋은 특성을 가지게 되지만 트래픽 부하가 많아질 수록 특정 트래픽에 대해서는 최소한의 성능을 보장할 수 없는 단점이 있다.

그림 1(d)의 예비대역 공유법(RBS: Reserved Bandwidth Sharing)은 입력트래픽의 형태에 따라서 전송링크 용량을 분할하여 할당을 하고 부가적으로 어떤 트래픽에 할당된 용량이 부족할 때는 각 트래픽이 공동으로 사용할 수 있는 예비대역을 확보하여 대역폭을 관리하는 방법이다. 따라서, 호 블럭킹 확률의 개선은 물론 뜻밖의 트래픽 변화에 효율적으로 대처할 수 있는 장점은 있으나, 예비대역폭을 항등비트율(CBR)서비스와 가변비트율(VBR)서비스가 공동으로 사용하여 각각의 서비스에 최대비트율(PBR)을 할당하고 있기 때문에 ATM의 장점인 통계적 다중화의 이득을 기대할 수 없을 뿐만 아니라, 링크공유법(CBS)에서와 마찬가지로 Reverse pecking order 현상이 나타나게 된다.

## 2. 호 수락 제어

호 수락 제어(CAC: Call Admission Control)방법은 먼저 사용자(User)가 네트워크에게 서비스(호 또는 연결)를 요구하면서, 평균비트속도, 최대비트속도, 버스트특성, 최대비트속도 지속시간등 트래픽 특성과 함께 지연이나, 셀의 폐기율등과 같은 요구품질 등급

을 망에 신고하면, 이 신고값에 따라 망은 망자원의 사용상태를 보아 할당할 대역폭을 결정하여 호를 수용하거나, 새로운 대역폭 할당이 가능하지 않는 경우 새로운 호의 수락을 거부한다. 이때 중요한 고려사항은 버스트 트래픽 속성을 나타낼수 있는 변수의 결정과 호의 수락판정 알고리즘의 선택등인데, 버스트 트래픽 속성의 규정변수가 되기 위하여는 단말에서의 제어가 쉽고 신고 가능하여야 하며 이 신고값에 대하여 망에서 쉽게 사용상태를 감시할 수 있어야 하고, 망측에서 트래픽의 상황을 파악할 수 있는 변수일 필요가 있다.

망내의 자원관리 기술로 우선 망자원관리 및 운용을 용이하게 하기 위해 동일 방향의 가상채널(VC)을 묶어 가상경로(VP)의 개념을 사용하는데, 복수의 가상채널(VC)을 가상경로(VP)로 다중화시켜 가상경로(VP) 단위로 망자원을 관리하게 된다. 호 수락제어는 이 호가 사용할 가상경로(VP)의 사용상태를 보고 판단하며, 이 가상경로(VP)의 용량 할당 방법은 아래의 3가지가 고려되고 있다[4].

- 호마다 할당: 호발생시 할당하고 종료시 복구
- 예측 할당: 예측에 의한 동적인 할당
- 고정 할당: VP용량을 산출하고 고정량 할당

한편, 현재까지 제안되고 있는 호 수락 제어방법은 수학적 모델에 기초한 방법, 출력링크를 실질적으로 측정하는 방법과 이러한 일반적인 제어 방법과는 달리 각 호의 대역폭 할당을 미리 구해진 등가 대역폭

(Equivalent Bandwidth)을 이용하여 호 접수 제어에 적용하는 방법이 제안되고 있다. 또한 사용자가 망에 신고하는 트래픽 파라미터의 불확실성을 고려한 확률변수, 신경회로망, 퍼지 망을 이용한 호 수락 제어 방법도 제안되고 있다.

위에서 제안되고 있는 호 수락 제어의 일반적인 특징은 미래의 링크 이용 상황을 예측하기 위해 보다 간단한 방법들을 제안하고 있다. 이러한 특징은 망의 상황을 정확히 분석, 예측하기에는 다소 어려운 단점이 있는 반면에 고속의 패킷 교환망인 ATM 망에서 호 수락을 위한 처리시간을 단축시켜 망의 성능을 유지시켜주는 장점이 있다.

표 1에는 상기한 네가지 호 수락 제어 방법에 대한 장,단점을 비교하였다. 첫째로 수학적 모델의 해석에 기초한 방법은 망의 순간적인 셀 손실율을 임계치 이하로 유지시키기 위하여 트래픽 소스의 통계적 특성을 분석하여 이용하는 방법이다. 그러나 멀티미디어를 지원해야 할 B-ISDN의 트래픽은 매우 다양하며 또한 다중화된 트래픽들의 수학적 모델링이 현재까지는 잘 알려져 있지 않다. 그러나 정확한 트래픽 모델링이 이루어진다면 확률적 계산에 의해 망의 서비스 요구를 확실히 만족시킬 수 있는 방법이 될 것이고, 한번 연결 가능한 호의 수가 계산이 된다면 매우 간단한 알고리즘을 이용하여 호 수락 제어를 수행할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

둘째로, 측정에 의해 현재 다중화된 호들이 발생시

표 1. 호 수락 제어방법에 대한 비교

제어방법	장 점	단 점
수학적 모델의 해석에 기초한 방법	- 정확한 서비스 품질요구를 만족시킴 - 최대 연결 가능한 호의 수가 결정되면 간단한 수락 제어 알고리즘 적용가능	- 다양한 트래픽의 모델링 및 분석이 어려움 - 트래픽 클래스 마다 가상 채널 할당 및 재분배 알고리즘은 처리시간을 증가시킴
트래픽의 실측에 기초한 방법	- 트래픽의 특성 변화에 동적인 대처가 용이 - 현재 망내의 상황분석이 용이 - 제어 알고리즘 간단	- 잘못 예측된 트래픽에 의해 서비스 품질이 저하됨
등가대역폭에 의한 방법	- 제어 알고리즘 간단 - 망의 서비스 품질요구를 특정 수준 이하로 유지 가능	- 트래픽 특성변화에 따른 오버헤드 - 실제계의 Expansion factor의 계산이 힘들
신경회로망에 의한 방법	- 트래픽의 불확실성에 대한 대처가 용이	- 트래픽 특성 변화에 따른 신경 회로망 재학습 - 구현이 어려움

키는 트래픽의 특성을 분석하고 이를 기초로 해서 미래의 망의 상황을 예측하여 호의 연결에 대한 수락여부를 결정하는 방법이다. 이 방법은 트래픽 특성 분석 및 호 수락 제어 알고리즘이 간단하다는 이점을 가지고 있다. 그러나 이 방법은 이전에 측정된 트래픽의 특성과 매우 다른 트래픽이 발생된다면 트래픽의 예측이 부정확하게 되며, 따라서 서비스 품질 요구를 만족시킬 수가 없다.

세째로, 등가대역폭에 의한 호 수락 제어 방법은 수락 제어 알고리즘이 매우 간단하다는 이점을 가지고 있으나, 등가 대역폭 산출시 Expansion factor가 각각의 버스트니스(Burstness)에 대해 미리 구해져 있어야 하며, 트래픽 소스의 특성이 변한다면 이에 따른 제어기의 수정도 불가피하다. 그러나 등가 대역폭을 산출하는 간단한 알고리즘의 연구가 계속 지속되고 있으며 간단한 계산식은 호 수락 제어의 성능을 향상시킬 것으로 기대된다.

네째로, 트래픽의 불확실성에 대처하기 위한 방법 중 신경회로망을 이용한 방법은 가입자가 선언하는 트래픽 파라미터에만 의존하지 않고 호 수락 제어기가 트래픽의 불확실성을 가지고 제어를 수행한다는 측면에서 이점이 있으나 새로운 서비스가 추가될 경우 신경회로망 제어기를 재학습 해야 하며, 다양한 서비스 등급을 동시에 지원하는 제어기의 구현이 어렵다.

### III. Common Pool을 이용한 효율적인 호 수락 제어

호 수락 제어를 가장 간단히 수행하는 방법은 정보원의 최대비트율로 대역폭을 할당해 가면서 링크용량이 찰때까지 새로운 연결 요청을 수락하는 것이다. 그러나, 이방법은 종합정보통신망(B-ISDN)의 많은 가변비트율(VBR) 트래픽들에 대해서 통계적 다중화에 따른 장점을 활용하지 못해 링크효율이 낮다는 단점이 있다. 따라서 가변비트율(VBR)트래픽들에 대해서는 최대비트율 보다 적은 대역폭(등가대역폭)을 할당함으로써 다중화 이득을 얻을 수 있는 통계적인 대역폭 계산 방법들이 많이 연구되고 있다[6][7][8][11].

본 논문에서는 Noiseless coding theorem에 의한 등가대역 계산 방법을 이용하여 ATM망의 가상경로상

에서 Common Pool이라고 하는 예비 가상경로 대역을 확보하여 망의 트래픽 상황변동에 효율적으로 대처할 수 있는 호 수락 제어 알고리즘을 제안한다.

#### 1. 등가대역 계산 방법

ATM정보원은 ATM망을 통해서 전송되는 ATM셀들을 불규칙하게 발생하게 되며, 그것의 등가대역은 심볼 또는 단위시간당 셀의 수(셀률)로 표시되는데, 그것은 수신기에서 미리 결정된 QOS수준으로 정보원의 셀 스트림(Cell stream)을 회복할 수 있도록 ATM 가상채널을 통해서 전송된다. 정보의 기본단위가 비트(Bit)가 아닌 셀(Cell)이라는 사실을 제외하면, ATM 정보원의 등가대역 계산은 디지털통신에서 Noiseless Source Coding문제와 유사하다.

Noiseless Coding Theorem에 따르면 Entropy rate (h)는 정보원의 심볼당 요구되는 용량을 표시하기 때문에, 만일 ATM 정보원에서 초당 최대비트율(PBR)의 심볼을 발생한다고 하면 그것의 등가대역(EQC)은 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$EQC = PBR \cdot h$$

$$= PBR \cdot \alpha(1 - \text{Log}(\alpha)) \quad (1)$$

여기서,  $\alpha = ABR/PBR$  ( $0 < \alpha < 1$ )

만일 ATM계층에서 최대비트율이 동일한 여러 등급의 정보원이 다중화 될때 각 트래픽 등급의 평균 비트율을  $ABR_i$ 로 표시하면 i번째 트래픽 등급에 대한 등가대역(EQC<sub>i</sub>)은 식 (2)로 주어지며, i번째 등급에 할당된 대역폭(BW<sub>i</sub>)에 다중화 할 수 있는 다중화 갯수(N<sub>i</sub>)는 식 (3)으로 주어진다.

$$EQC_i = PBR \cdot \alpha_i (1 - \text{Log} \alpha_i) \quad (2)$$

$$N_i = [BW_i / EQC_i] \quad (3)$$

여기서,  $\alpha_i = ABR_i / PBR$

[Y]은 Y보다 크지않은 수 중에서 가장 큰 정수

#### 2. 호 수락 제어 알고리즘

본 논문에서는 앞절에서 보인 바와 같은 등가대역 계산방식을 이용하여 ATM망의 예상치 못한 트래픽 변화에 효율적으로 대처 할수 있는 예비대역 공유법(RBS)을 응용한 호 수락 제어 알고리즘을 제안한다.

먼저 입력 트래픽을 그 트래픽 특성에 따라 항등비트율(CBR) 트래픽과 가변비트율(VBR)의 두 종류로 분류한다. 또한, 각 트래픽들이 서로 간섭하는 것을 방지하기 위하여 그림 2와 같이 가상경로대역을 CBR 및 VBR 트래픽 영역으로 구분하고, 각 트래픽의 서비스 등급별로 일정량의 대역폭을 Off-line상태에서 미리 예측하여 할당한다. 등급별 대역폭 할당은 각 서비스 등급에서의 표준화된 트래픽 양 즉 어랑(ergang)을 가지고 erlang B 공식을 이용하여 다중화갯수에 의한 등급간 소요 대역폭 비율로써 전체 전송링크의 대역폭을 배분한다.

또한, 예측의 오류 및 예상치 못한 트래픽의 발생에 대비하기 위하여 서비스 등급이 다른 트래픽들이 서로 공유하면서 등급간 완충 역할을 할 수 있도록 예비 가상경로대역(Common Pool)을 마련하는데, CBR과 VBR 트래픽간의 상호간섭을 배제 시키기 위하여 각각의 영역에 여러개의 Common Pool을 확보하여 선택적으로 이용하게 한다. Common Pool의 대역폭 할당에 있어서는 CBR 트래픽에는 최대비트율을 할당하고, VBR 트래픽에는 최대비트율 대신 식 (1)를 이용하여 계산된 등가대역(EQC)을 할당함으로써 ATM의 통계적 다중화의 장점을 살리고 망자원, 즉 전송링크를 효율적으로 사용 한다.

또한, 서비스의 요구대역폭이 상대적으로 크거나 발생빈도가 적은 트래픽은 망자원을 효율적으로 이용함은 물론 Common Pool에서의 Reverse pecking

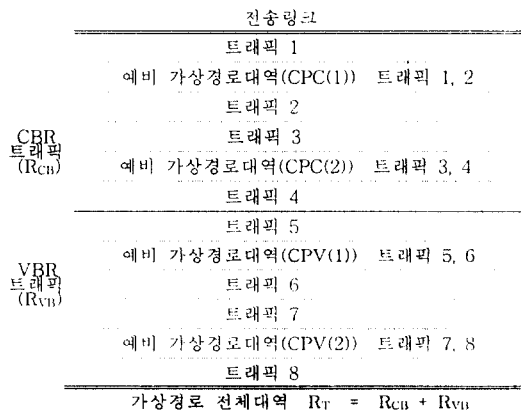


그림 2. 가상경로 대역 구분 예

Order현상을 사전에 예방하기 위하여 요구대역폭이 비슷한 등급의 트래픽끼리 같은 Common Pool을 사용하도록 제한한다.

또한, 아울러 각 등급별로 입력 트래픽의 호 블럭킹율을 측정하여 기준치를 초과 한 경우에는 해당 가상경로 대역의 재할당을 시도한다.

그림 3은 제안한 호 수락 제어 알고리즘의 절차를 나타내고 있다.

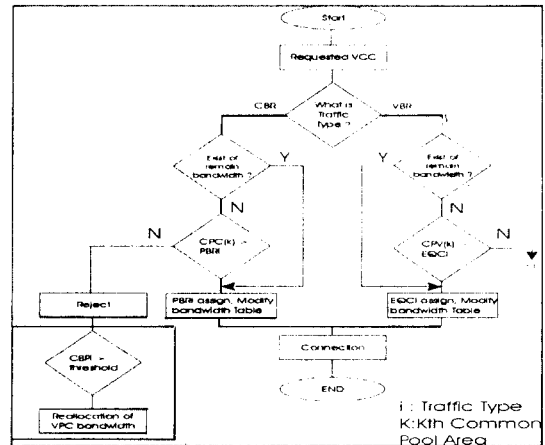


그림 3. 제안한 호 수락 제어 알고리즘

2.1 항등비트율(CBR) 트래픽의 호 수락 제어

입력트래픽이 CBR일 경우에는 식 (4)를 만족하는 범위내에서 호를 수락하고 최대비트율(PBR) 전송속도로서 대역을 할당한다.

$$R_{CB} - \sum (N_i * PBR_i) \geq 0 \tag{4}$$

여기서, R<sub>CB</sub>: CBR 트래픽의 가상경로대역

PBR: 입력 트래픽의 최대비트율 전송속도

N: 새로운 연결요구를 포함한 가상채널

연결 개수

i: 트래픽 등급

- 트래픽의 각 등급별로 예상되는 가상채널수를 예측하여 표 2와 같이 호 연결수락 테이블을 작성하고, 수락 가능한 채널수를 참조하여 호의 수락 여부를 결정한다.

표 2. 호 연결 수락 테이블 예

등급 (i)	최대비트율 (PBR)	가상 채널수 (N <sub>V</sub> )	연결수행수 (N <sub>C</sub> )	수락 가능수 (N <sub>A</sub> = N <sub>V</sub> - N <sub>C</sub> )
1	64 Kbps	30	25	5
2	2 Mbps	20	19	1
3	4 Mbps	15	15	0
4	6 Mbps	32	30	2
.	.	.	.	.
n	34 Mbps	8	7	1

- 해당 등급에서 가상경로 대역의 부족으로 인하여 호 수락이 불가능할 경우 CBR 트래픽 영역에 확보된 Common Pool을 이용하여 식 (5)을 만족할 경우 최대비트율(PBR)을 할당하여 호의 연결을 수락하고, Common Pool의 용량을 갱신한다.

$$CPC(k) \geq PBR_i \tag{5}$$

- CBR 트래픽에 할당된 가상경로대역(RCB)의 부족으로 인하여 특정 트래픽의 호 블럭킹율(CBP)이 기준치를 초과할 경우에는 해당 가상경로 연결(VPC)의 전체적인 대역의 재할당을 시도한다.

2.2 가변비트율(VBR) 트래픽의 호 수락 제어

입력트래픽이 VBR일 경우에는 식 (6)을 만족하는 범위내에서 호를 수락하고 식 (1)에 의해 계산된 등가대역(EQC)을 할당한다.

$$R_{VB} - \sum (N_i \cdot EQC_i) \geq 0 \tag{6}$$

여기서, R<sub>VB</sub>: VBR 트래픽의 가상경로대역

EQC: 입력 트래픽의 등가대역

N: 새로운 연결요구를 포함한 가상채널 연결 개수

i: 트래픽 등급

- 트래픽의 각 등급별로 예상되는 가상채널수를 예측하여 표 3과 같이 호 연결수락 테이블을 작성하고, 수락 가능한 채널수를 참조하여 호의 수락 여부를 결정한다.

표 3. 호 연결 수락 테이블 예

등급 (i)	최대 비트율 (PBR)	평균 비트율 (ABR)	등가 대역 (EQC)	가상 채널수 (N <sub>V</sub> )	연결 수행수 (N <sub>C</sub> )	수락 가능수 (N <sub>A</sub> = N <sub>V</sub> - N <sub>C</sub> )
1	2 Mbps	64 Kbps	285 Kbps	50	48	2
2	2 Mbps	1 Mbps	1.7 Mbps	35	34	1
3	2 Mbps	1.5 Mbps	1.9 Mbps	43	39	4
4	10 Mbps	2 Mbps	5.2 Mbps	25	25	0
.	.	.	.	.	.	.
n	34 Mbps	10 Mbps	22.2 Mbps	16	14	2

- 해당 등급에서 가상경로 대역의 부족으로 인하여 호 수락이 불가능할 경우 VBR트래픽 영역에 확보된 Common Pool을 이용하여 식 (7)을 만족할 경우 등가대역(EQC)을 할당하여 호의 연결을 수락하고, Common Pool의 용량을 갱신 한다.

$$CPV(k) \geq EQC_i \tag{7}$$

- VBR 트래픽에 할당된 가상경로대역(RVB)의 부족으로 인하여 특정 트래픽의 호 블럭킹율(CBP)이 기준치를 초과 할 경우에는 해당 가상경로 연결(VPC)의 전체적인 대역의 재할당을 시도한다.

IV. 모의 실험 및 분석

1. 모의실험 환경

제안한 호 수락 제어 알고리즘의 성능평가를 위한 트래픽은 참고문헌 [6]의 연구 결과와 가상의 데이터 서비스를 추가하여 표 4와 같은 5가지의 트래픽을 고려하였다. 표에서 보듯이 CBR 트래픽으로는 Voice(전화)와 같은 64Kbps 트래픽과 Moving Picture(MPEG 1)나 고속 화일 전송 서비스와 같은 2Mbps의 트래픽을 선정하였고, VBR 트래픽으로는 VBR moving picture(동화상 비디오 텍스)와 영상전화와 같은 비교적 버스트 특성이 적은 트래픽을 고려하였다.

이때 모의 실험을 위한 가정 및 조건들은 다음과 같다.

- Arrival process: Poisson process

표 4. 입력 트래픽의 형태

트래픽 등급(i)		최대 비트율 (PBR)	평균 비트율 (ABR)	서비스 종류
CBR	Type 1	64 Kb	64 Kb	Voice
	Type 2	80 Kb	80 Kb	** Arbitrary B-ISDN Service **
	Type 3	2 Mb	2 Mb	File transfer CBR moving picture
VBR	Type 4	10 Mb	2 Mb	VBR moving picture
	Type 5	10 Mb	2 Mb	Video Telephony

- holding time : Negative exponential distribution
- Total link capacity of a VPC: 181. 536 Mbps
- Reserved link capacity of each traffic type : 6%

구 분	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Mean Inter arrival time	1.0	1.5	2.0	1.5	2.5
Mean Holding time	40.5	30.3	0.6	15.0	4.7

- Partition of link capacity of VPC

구 분		실험 1	실험 2	실험 3
CBR	Type 1	4.096	3.84	3.84
	Type 2	3.04	2.8	2.8
	CP 1	0	2.496	0.496
	Type 3	8.0	6.0	8.0
VBR	Type 4	119.6	109.2	109.2
	CP 2	0	15.6	15.6
	Type 5	46.8	41.6	41.6

- Call Blocking Probability:  $10^{-4}$

이때 각각의 트래픽 등급에 대한 호 연결 수락 테이블은 식 (1)을 이용하여 등가 대역을 계산하고 위의 조건을 수용하여 표 5와 같은 결과를 얻었다.

모의 실험 환경으로는 SUN workstation을 사용 하였으며 C 언어 대신에 Xwindow상에서 BONEs (Block

표 5. 연결 수락 테이블

트래픽 등급(i)		최대 비트율 (PBR)	평균 비트율 (AVR)	등가 대역 (EQC <sub>i</sub> )	가상채널수		
					실험 1	실험 2	실험 3
CBR	Type 1	64 K	64 K	64 K	64	60	60
	Type 2	80 K	80 K	80 K	38	35	35
	Type 3	2 M	2 M	2 M	4	3	4
VBR	Type 4	10 M	2 M	5.2 M	23	21	21
	Type 5	10 M	2 M	5.2 M	9	8	8

Oriented Network Simulator)라는 Tool을 이용하여 모의 실험을 수행하였다.

### 2. 모의실험 결과 및 분석

그림 4는 실험 1, 2, 3의 결과로 얻은 가상경로상의 전체적인 호 블럭킹 율을 나타낸 것이며, 그림 5, 그림 6 및 그림 7은 각각 실험 1, 2, 3의 방법을 통해서 얻은 결과치로서 이 그래프들은 각각의 트래픽 형태 별로 부하증가에 따른 호 블럭킹 율의 변화 정도를 나타낸 것이다.

그림 4에서 실험 2, 3의 방법이 실험 1의 방법보다 전체적인 호 블럭킹 율이 적음을 보여주고 있다. 즉,

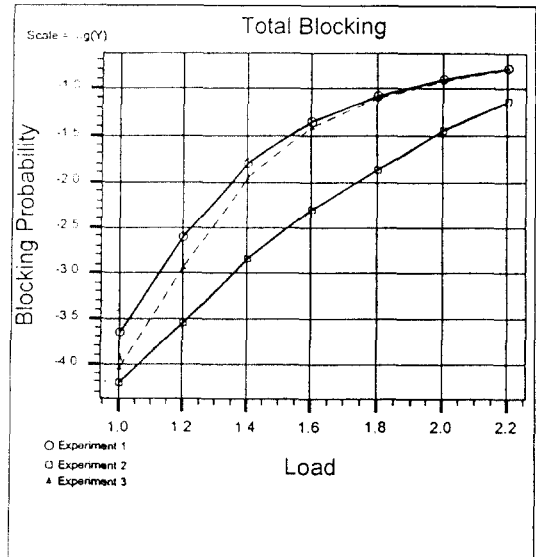


그림 4. 각 실험방법에 의한 전체적인 호 블럭킹 율



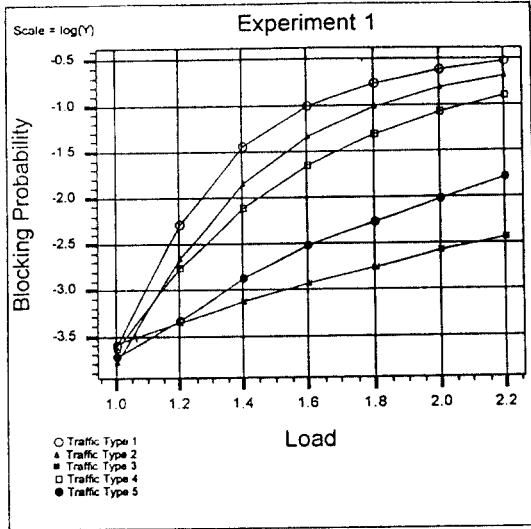


그림 5. 실험 1의 호 블러킹 율

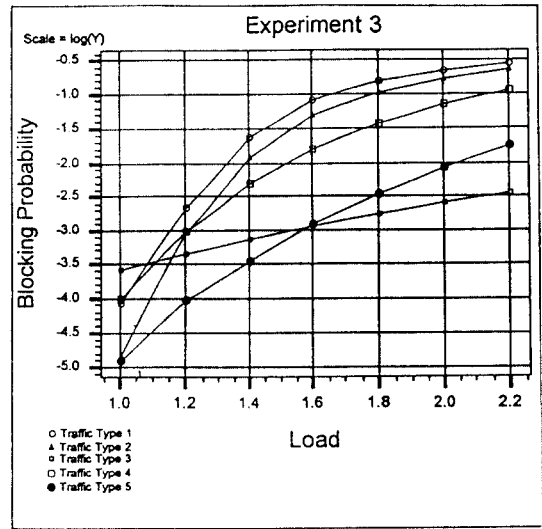


그림 7. 실험 3의 호 블러킹 율

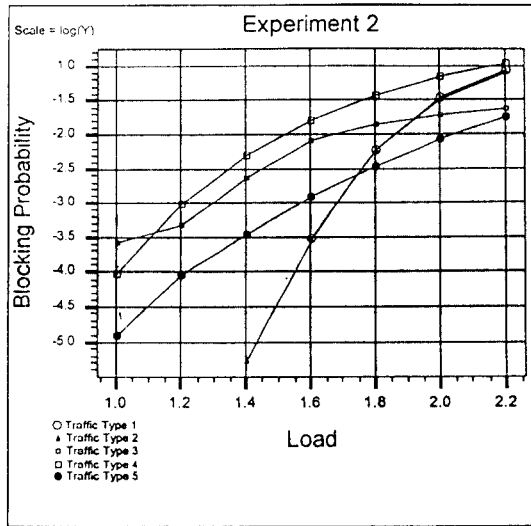


그림 6. 실험 2의 호 블러킹 율

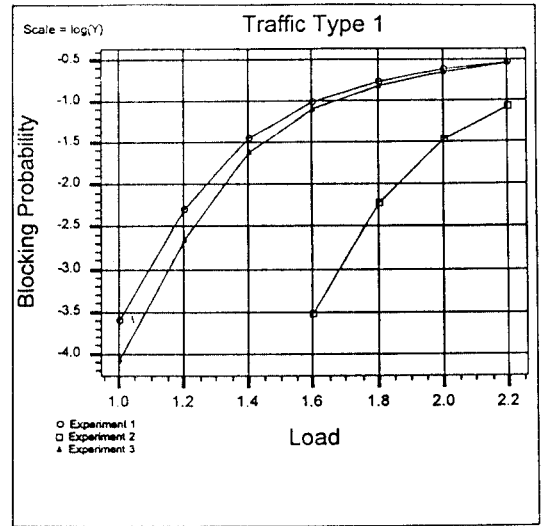


그림 8. Traffic Type 1의 호 블러킹 율

ATM망의 가상경로 대역을 각 트래픽등급에 따라 분할하여 할당하는 것보다 일정량의 예비대역을 Common Pool에 할당하여 공동으로 사용하게 하는 방법이 호의 연결수락 제어를 함에 있어 효과적임을 확인하였다.

그림 8부터 그림 12까지는 각 실험 방법에 의한 호 블러킹 율을 비교하기 위해 트래픽별로 구분하여 부

하중가에 따른 호 블러킹 율을 나타낸 것이다.

또한, 그림 10에서 각 실험방법에 의한 트래픽 3의 호 블러킹 율을 분석해 보면 실험 1의 방법보다 Common Pool을 사용한 실험 2의 방법의 경우가 호 블러킹 율이 더 높아진 것을 알 수 있다. 이것은 예비대역으로 확보한 Common Pool을 트래픽 1, 2, 3이 공동으로

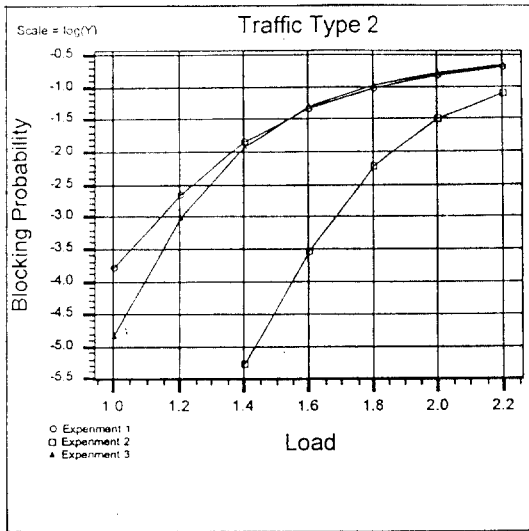


그림 9. Traffic Type 2의 호 블럭킹율

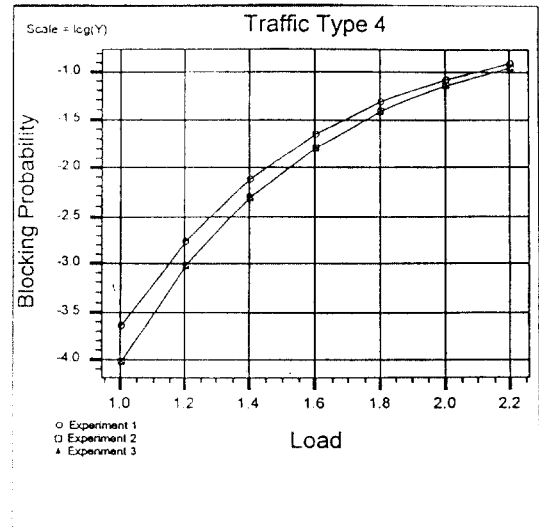


그림 11. Traffic Type 4의 호 블럭킹율

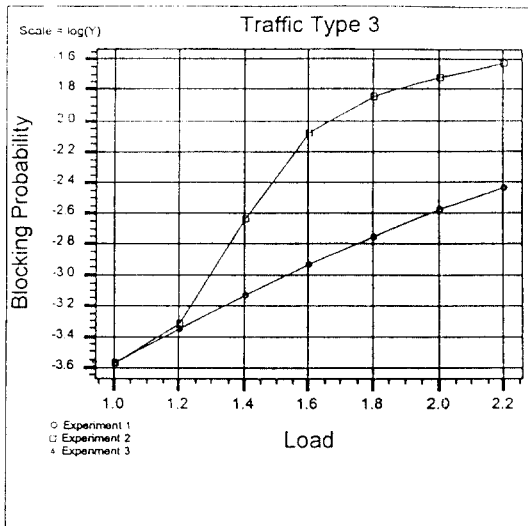


그림 10. Traffic Type 3의 호 블럭킹율

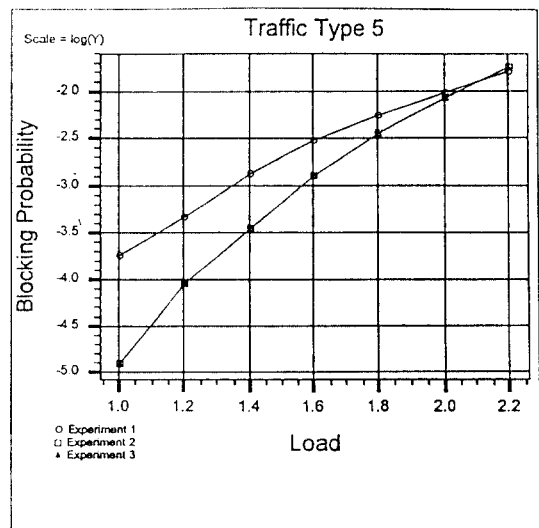


그림 12. Traffic Type 5의 호 블럭킹율

사용하기 때문에 상대적으로 요구대역폭이 큰 트래픽 3는 Common Pool에서 Reverse pecking order 현상이 일어났음을 보여주는 것이다.

이상의 결과에서 보듯이 실험 2의 방법이 전체적인 호 블럭킹을 측면에서는 성능이 가장 좋게 나타났으나, 요구대역폭이 큰 특정 트래픽(Type 3)의 경우는

호의 블럭킹이 더 심하게 나타나고 있다. 따라서, ATM망의 가상경로상에서 Common Pool을 사용하여 호의 연결수락을 제어할 경우에는 요구대역폭이 비슷한 트래픽 등급끼리 Common Pool을 사용하게 할 때 각각의 서비스에 대해서 호의 블럭킹 수준을 만족할 수 있음이 확인 되었다. 또한, 실험 1의 방법

보다 본 논문에서 제안한 방법으로 Common Pool을 이용하여 호 수락 제어를 한 실험 3의 경우가 모든 트래픽에 대해서 호의 블럭킹율이 향상되었다.

## V. 결 론

본 논문에서는 ATM망의 가상경로상에서 Common Pool을 이용한 효율적인 호 수락 제어 알고리즘을 제안하고 컴퓨터 모의 실험을 통하여 성능 분석을 실행하였다.

ATM 정보원을 항등비트율 서비스와 가변비트율 서비스로 분리하고 가상경로대역을 표준화된 여러 트래픽 등급으로 분류하여 할당하여 줌으로써 서로 다른 트래픽간의 간섭을 배제하고, 항등비트율 서비스와 가변비트율 서비스 영역 각각에 예비 가상경로대역(Common Pool)을 둬으로써 각 트래픽 등급에 최초 할당된 가상경로대역의 부족으로 인해 빈번한 가상경로대역의 재할당을 억제하였으며, Common Pool에서 상대적으로 요구대역폭이 큰 트래픽의 Reverse pecking order현상을 배제하기 위해서 요구대역폭이 유사한 트래픽들끼리 Common Pool을 사용할 것을 제안 하였다.

컴퓨터 모의실험 결과 ATM망의 가상경로 대역을 각 트래픽등급에 따라 분할하여 할당하는 것보다 일정량의 예비대역을 Common Pool에 할당하여 공동으로 사용한 방법이 호의 연결수락 제어를 함에 있어 효과적임이 확인 되었다. 또한, 특정 트래픽, 즉 상대적으로 요구대역폭이 큰 트래픽은 Common Pool에서 Reverse pecking order현상이 나타나기 때문에 요구대역폭이 유사한 트래픽끼리 묶어서 Common Pool을 사용하게 할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

1. CCITT, "Recommendation I.371-Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN", March, 1993.
2. 이병기, 강민호, 이종희, "광대역 통신 시스템", 교학사, 1993.
3. H. S. Park, W. S. Rhee, D. Y. Kwak, J. K. Kim, "The effective bandwidth management strategy using reserved common pool", JCCNS '93.
4. 성단근, "ATM 트래픽 엔지니어링", 텔레콤, 1991, 11.
5. F. Vakil, "A Capacity Allocation Rule for ATM Networks", GLOBCOM'93, pp. 406-416, Houston, TX, Nov. 1993.
6. Tutomu Murase, Hiroshi Suzuki, Shohei Sato, and Takao Takeuchi, "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, December, 1991.
7. Yasuhiro Miyao, "A Call Admission Control Scheme in ATM Networks", ICC'91, pp 391-396, 1991.
8. Tutomu MURASE, Hiroshi SUZUKI, Takao TAKEUCHI, "A Call admission control for ATM Networks based on individual multiplexed traffic characteristics", ICC'91, pp. 193-198, 1991.
9. Gallassi, Rigolio, Verri, "Resource Management and Dimensioning in ATM Networks", IEEE Network Magazine, pp. 8-17, May, 1990.
10. M. Kawarasaki and B. Jabbari, "B-ISDN architecture and protocols", IEEE Journal on Selected Areas on Communications, vol. SAC-9, no. 9, pp. 1405-1050, December 1991.
11. Jaime Jungok Bae, Tatsuya Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks", proceedings of the IEEE, vol. 79. no. 2, pp. 170-189, February, 1991.
12. 조재남, 박주용, 이광재, 이문호, "고속 양방향 서플링 네트워크를 위한 적응 콘트롤 라우팅 알고리즘", JCCI'92, pp. 91-97, 1992.
13. 이문호 외, "ATM망에서 가상채널을 이용한 고속 Rerouting 방법", 한국특허번호 94-20106.



**李 門 浩(Moon Ho Lee)** 정회원  
전남대학 전자공학과 박사, 통신  
기술사  
일본 동경대학 정보통신공학 공박  
1970년~1980년: 남양 문화방송(주)  
송신소장  
1985년~1986년: 미국 미네소타  
주립대학 포스트  
닥터  
1990년 7월, 1995년 12월, 1996년 12월: 독일 하노버,  
아현공대 연구  
교수

현재: 전북대학교 정보통신공학과 교수  
※ 관심분야: 디지털 이동통신, 영상통신

**張 星 顯(Soeng Hyun Chang)**

정회원



전북대학교 대학원 정보통신공  
학과 공학석사  
동대학원 박사과정 재학中  
※ 관심분야: ATM 네트워크, 무선  
ATM