

버스트 트래픽을 갖는 ATM망에서 동적 대역폭 할당에 대한 성능 분석

正會員 朴世珠*, 柳虎龍*, 李在昊*

The Performance Analysis of a Dynamic Bandwidth Allocation in ATM Networks with Burst Traffics

Se Zoo Park*, Ho Yong Ryo*, Jae Ho Lee* Regular Members

要 約

순간 이용 가능한 대역폭과 트래픽 소스로부터 채널 할당을 요구하는 호의 대역폭을 비교하여 호의 수락과 거부를 결정하기 위하여 대역폭 할당 방식이 사용된다. 대역폭 할당 방식은 구성 방식과 호의 제어 방식에 따라 집중 대역폭 할당 방식과 분산 대역폭 할당 방식으로 분류할 수 있다. 집중 대역폭 할당 방식은 각 링크의 순간 이용 가능한 대역폭 등의 정보를 하나의 프로세서가 관리하는 방식이고 분산 대역폭 할당 방식은 각 링크에 대역폭을 관리하는 프로세서를 따로 하나씩 두어 대역폭을 할당하는 방식이다.

본 논문은 ATM 망에서 호를 채널에 동적으로 할당하는 기능을 갖는 객체 프로세서와 각각의 채널에 현재의 이용 가능한 동적 대역폭 정보를 객체 프로세서에 전송하는 역할을 하는 표본화기의 개념을 이용한 대역폭 할당 방법을 제안한다. 또한 기존의 해석 방법과 달리 버스트 입력 트래픽을 나타내기 위하여 입력 분포를 Bulk Arrival 형태로 가정하고 제안한 대역폭 할당 방식의 성능을 분석하였다. 제안한 모델의 정확한 성능 분석을 위하여 지연 시간을 고려한 트래픽의 추정(Traffic Estimation)법을 이용하였고 기존의 제안된 방식과의 성능을 비교하였다.

ABSTRACT

The BW(Bandwidth) allocation mechanism is used to determine the acceptance and rejection of the calls by comparing a current available BW and a requested BW of each call from traffic sources. The BW allocation mechanism is divided into the Centralized and the Distributed BW allocation mechanism according to its structure and control method of calls. In the Centralized BW allocation mechanism, only one processor maintains a current available BW on each link, and in the Distributed BW allocation mechanism, severals of processor located at each link maintain current available BW.

*광운대학교 공과대학 전자통신공학과
Dept. of electronic communication, Kwang Woon
Univ.
論文番號 : 95126-0330
接受日字 : 1995年 3月 30日

In this paper, we propose dynamic BW allocation mechanism using the concept of OBP(Objective BW Processor) and Sampler. The former dynamically allocates input burst traffics to destination channel and the latter located at each channel transmits current available BW to OBP in ATM networks. Unlike existed analysis, we assume input traffic as bulk arrival service to show burst input traffics and analyze the performance of the proposed BW allocation mechanism. In order to obtain exact analysis of performance, we use the traffic estimation method considering delay times and compare with the existed BW allocation mechanisms.

제 1 장 서 론

STM(Synchronous Transfer Mode) 망을 기반으로 하는 현재의 전송 기술은 다양한 트래픽 특성을 갖는 새로운 서비스에 적응하기 위해서 TDM 프레임 개념의 효율적인 다중화 방식을 사용하고 있다. 그러나 다양한 서비스 요구에 대한 증가를 충족시키기 위해서는 TDM 프레임 구조의 복잡성을 피할 수 없어 노드의 경비가 증가하게 되고 프레임의 경직성으로 경로의 동적 선택이나 대역폭의 할당에 한계를 나타내고 있다^[1].

이에 반해 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 망은 다양한 채널의 속도를 다중화하여 통합적 개념의 서비스를 독립적으로 제공하는 형태로, 여러가지 응용 서비스를 지원할 수 있는 정보 전송의 유연성(Flexibility)을 갖는다. 또한 셀(Cell) 단위의 직접적인 다중화가 이루어져 동적인 대역폭의 할당이나 노드간의 경로 선택 등에 의한 제어 비용의 감소를 얻을 수 있다. 이러한 ATM 망은 각각의 노드 간의 실제 물리적인 접속을 가상 경로(VP, Virtual Path)와 가상 채널(VC, Virtual Channel)이라는 논리적인 링크의 개념으로 설정하여 망의 전송 효율을 높일 수 있다.^{[2][3][4][5]}

ATM 망에서 버스트 특성을 갖는 음성이나 화상 등의 정보 서비스를 지원하기 위해서는 망의 현재 사용 가능한 대역폭 상태를 예측 가능하도록 설계하여 효과적인 대역폭 할당을 실현해야 한다.^[6] 기존의 대역폭 할당 연구는 입력 트래픽의 대역폭을 일정한 호로 가정하여 성능 분석을 했으나^[7] 보다 실제적인 ATM 망의 환경에서는 여러 트래픽의 혼합 비율이 다양하고 그에 따라서 버스트한 특성을 가지므로 이에 상응하는 성능 분석이 이루어져야 한다.

본 논문에서는 ATM 망에서의 다양한 버스트 트래픽

특성을 근사 해석하기 위해서 입력 분포를 Bulk Arrival 형태로 가정하고 대역폭 할당 방식을 해석한다. 그리고 현재 연구되고 있는 대역폭 할당의 여러 방법 중에서 집중 대역폭 할당(Centralized BW Allocation) 방법^[9]과 분산 대역폭 할당(Distributed BW Allocation) 방법^[10]의 단점을 보완하여 개선된 대역폭 할당 방법을 제안한다.

제안한 대역폭 할당 모델에서는 객체 프로세서(OBP)와 각 채널의 순간 이용 가능한 대역폭의 정보를 전송로를 통해 객체 프로세서에 전송하는 표본화기(Sampler)라는 프로세서를 정의한다. 객체 프로세서는 순간 이용 가능한 대역폭의 값을 버스트 특성을 갖는 입력 트래픽에 의한 호의 요구 대역폭과 비교하여 입력에 대한 대역폭의 수락과 거절을 결정한다.

또한 정확한 망의 성능을 분석하기 위하여 표본화기에서의 지연 시간(Sampling Time Delay), 전송로상에서의 지연시간(Transmission Time Delay) 그리고 객체 대역폭 프로세서에서의 처리 지연 시간(Processing Time Delay)을 고려한 입력 트래픽 추정 방법(Input Traffic Estimation Method)을 이용한다.^[10]

제 2 장 가상 채널과 동적 대역폭 할당

2-1. 가상 채널

가상 채널(VC)은 물리적으로 연결되어 있는 망에 논리적인 직접 채널(Logical Direct Channel)을 설정함으로써 각각의 호마다 중간 노드(Transit Node)가 직접 대역폭을 할당하지 않고 가상 경로의 번호값만을 인식함으로써 노드의 기능을 단순화시킬 수 있어 망 관리 차원에서 제어 비용을 줄일 수 있다.

그림 1은 가상 경로의 기본 개념을 나타낸 것으로 VP는 다수의 VC로 구성되어 있으며 가상 경로를 설정할 때 VP를 구성한 후 VC를 연결하여 논리적인 직접 링크를 이룬다. 이에 따라 각각의 노드는 다음 노드의 VP나 VC 값의 경로할당 표(Routing Table)를 구성하고, 셀의 헤더에 포함되어 있는 VPI(VP Identifier)나 VCI(VC Identifier) 값을 인식하여 이후의 경로를 할당한다. 그러므로 중간 노드가 각각의 호에 대해 채널을 설정하거나 직접적인 대역폭을 할당하지 않고도 충분한 대역폭 할당 기능을 수행하여 망의 성능을 향상시킬 수 있다.

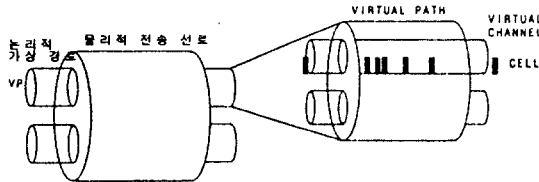


그림 1. VP와 VC의 기본 개념
Fig. 1. The basic concepts of VP & VC

2-2 대역폭 할당

대역폭 할당 방법은 대역폭을 할당하는 프로세서의 기능과 위치에 따라서 집중 대역폭 할당(Centralized BW Allocation) 방식과 분산 대역폭 할당(Distributed BW Allocation) 방식으로 분류할 수 있다.

(1) 집중 대역폭 할당 방식

초기에는 제한된 노드와 각 호가 요구하는 대역폭이 일정한 것으로 가정하여 ATM망에 대한 성능 분석이 이루어 졌다. 크기가 작은 망에서는 각 채널에 요구되는 대역폭에 대한 호의 수락/거절의 처리 과정이 망 전체를 관리하는 하나의 프로세서에 의해서 모두 이루어진다.

그림 2에서 보듯이 각 채널은 현재 이용 가능한 대역폭에 대한 정보를 신호화하여 대역폭을 관리하는 프로세서에 보낸다.

대역폭을 관리하는 프로세서는 입력된 신호 정보를 해석하고 각 호가 요구하는 대역폭과 비교하여 수락과 거절을 결정한다. 이 방식은 초기 규모가 작은 망에 대한 성능 분석을 할 때에는 채널의 종합적인 관리가 가능하고 각 노드가 직접적인 대역폭에 대한 할당을 할 필요가

없어 노드의 기능이 단순화될 수 있지만 규모가 큰 B-ISDN 등에서는 각 호에 대한 대역폭 관리가 매우 복잡해진다.⁽²⁾ 이러한 집중 대역폭 할당 방식을 보완하기 위해 고안된 방법이 분산 대역폭 할당 방식이다.

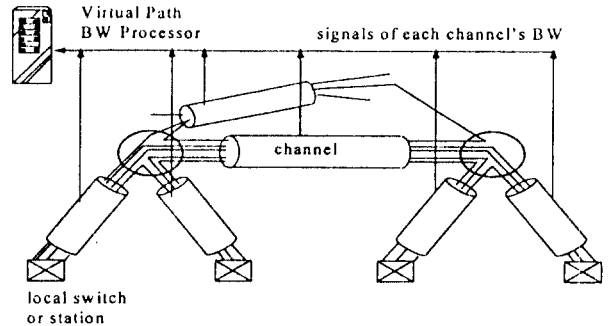


그림 2. 집중 대역폭 할당 방식
Fig. 2. The Centralized BW Allocation Mechanism

(2) 분산 대역폭 할당 방식

망의 규모가 급격히 증가하고 있는 최근에는 초기의 방식으로 대역폭을 할당하기엔 상당한 어려움이 뒤따른다. 즉 각 노드에 대한 요구 대역폭을 하나의 프로세서가 모두 처리기에는 많은 문제점이 발생한다.

분산 대역폭 할당 방식은 대역폭을 관리하는 프로세서를 각각의 채널에 하나씩 두어 그 채널의 대역폭에 대한 처리를 독립적으로 할 수 있도록 하여 트래픽의 유형과 특성에 대해서 보다 능동적이고 유동적으로 제어하는 방식이다.

그러나 이 방식 역시 채널의 수가 증가하는 B-ISDN에서는 프로세서의 수가 채널의 수만큼 존재해야 하므로 일괄적인 망의 유지 및 관리가 어려워 지고 프로세서에 대한 경비가 기하급수적으로 증가하게 되어 결국 망의 유지·관리 비용이 증가하는 단점이 있다.⁽⁹⁾

일반적인 동적 대역폭 할당 방식의 알고리즘은 다음과 같다.

[대역폭 할당 순서]

▷ 호의 발생 : Dpi

OBP에서 Dpi와 Api 비교

if, Dpi < Api

then Bpi(updated value) ← Bpi(current value) + Dpi

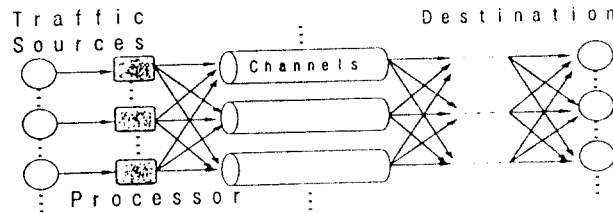


그림 3. 분산 대역폭 할당 방식
Fig. 3. The Distributed BW Allocation Mechanism

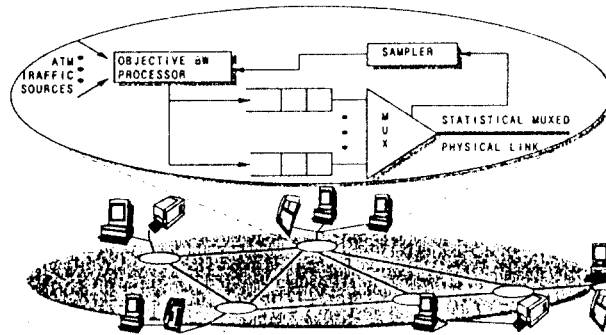


그림 4. ATM 망에서의 제안한 동적 대역폭 할당 모델
Fig. 4. The proposed dynamic BW allocation model in ATM Networks

$A_{pi}(\text{updated value}) \leftarrow C_{pi} - B_{pi}(\text{updated value})$

otherwise, call blocking occurred

▷ After some fixed times,

Makes each D_{pi} allocated to link released that is,

$B_{pi}(\text{updated value}) \leftarrow B_{pi}(\text{current value})$

- D_{pi}

$A_{pi} \leftarrow C_{pi} - B_{pi}(\text{current value})$

단. A_{pi} : path i 의 순간 이용 가능한 대역폭(초기값을 가짐)

D_{pi} : 호의 요구 대역폭(A_{pi} 와 비교 가능할 수 있도록 정규화함)

제 3 장 제안한 동적 대역폭 할당 방식의 모델과 해석

3.1 제안한 동적 대역폭 할당 모델

제안한 대역폭 할당 방식은 객체 대역폭 프로세서와 표본화기를 기본으로 하여 대역폭을 동적으로 할당한다.

그림 4는 ATM망에서 제안한 동적 대역폭 할당 모델이다. 하나의 채널에 하나의 프로세서를 두어 대역폭을 할당하는 분산 대역폭 할당 방식과는 달리 입력 트래픽을 받아들인 후 몇 개의 채널을 관리하는 하나의 프로세서가 대역폭을 할당한다.

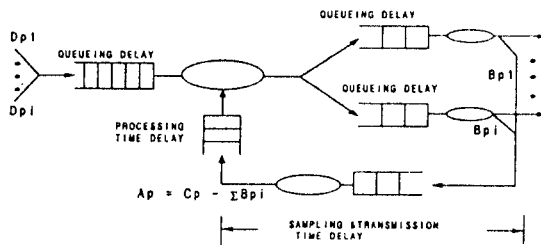
제안한 대역폭 할당 알고리즘은 객체 프로세서가 버스트 입력을 각 트래픽 소스로부터 받아 들인 후, 그 순간

객체 프로세서가 알고 있는 대역폭 정보를 이용해서 동적으로 대역폭을 할당하기 위해서 호의 VCI값과 VPI를 사용하여 호의 대역폭 할당이나 경로의 선택을 결정한다. 호의 요구 대역폭에 대해서 수락이 결정되면 호가 원하는 채널에 할당을 하고 일정한 시간이 지난 후 채널의 사용이 끝나면 이전에 할당된 만큼의 대역폭이 전체 사용 가능한 대역폭에 부가되어 증가하게 된다.

그리고 표본화기는 각 채널에 위치하여 자신의 경로가 받아들일 수 있는(객체 프로세서의 입장에서 볼 때, "이용 가능한") 대역폭의 정보를 객체 프로세서에 신호화하여 전송한다. 표본화기가 전송하는 이용 가능한 대역폭 정보는 일정 시간 동안 즉 주기적으로 채널의 상태를 파악하여 이루어진다.

채널의 상태를 파악하는 주기가 짧으면 그만큼 효율적인 대역폭 할당이 가능할 수 있으나 표본화기의 처리량이 늘어나게 되는 상호 보상관계(trade off relationship)를 갖는다.

그림 4의 제안한 모델을 해석하기 위해 그림 5과 같은 큐잉 모델을 나타낼 수 있다. 여기서 객체 프로세서에서는 버스트 특성을 갖는 트래픽이 서비스를 받기 위해서 기다릴 때 발생하는 큐잉 시간 지연 시간과 호의 수락과 거부를 결정하기 위해 표본화기에서 입력되는 대역폭 정보를 처리할 때 발생하는 처리 지연 시간이 존재한다. 그리고 표본화기에서 대역폭을 주기적으로 표본화하는 순간에 존재하는 표본화 지연 시간과 그 신호 정보



- Cp(Capacity of each path) : 전송로에 할당된 최대 대역폭
- Bp_i(BW on path i) : 각 path i에서 순간 이용중인 대역폭
- A_p_i(Available BW on path i) : 순간 이용 가능한 대역폭
- D_p_i(Demanded BW on path i) : 호의 요구 대역폭

그림 5. 객체 프로세서와 표본화기를 이용한 제안한 대역폭 할당 방식의 큐잉 모델

Fig. 5. The queueing model of the proposed BW allocation method using OBP & sampler

들을 객체 프로세서로 보낼 때 발생하는 전송 지연 등이 존재한다.

3.2 제안한 동적 대역폭 할당 모델의 해석

멀티미디어 트래픽을 보다 정확하게 해석하기 위해 입력 분포를 버스트 특성을 가진 입력으로 표현할 수 있는 Bulk Arrival 형태로 가정하고 그림 5의 제안한 대역폭 할당 방식에 대한 큐잉 모델의 성능을 분석한다. 호의 평균 도착율(Arrival Rate)을 λ 로 정의하여 시스템 내에서 호의 수를 고려하면 그림 4와 같은 상태 천이도(State Transition Diagram)를 얻을 수 있다.

그림 6에서 알 수 있듯이 k 상태로 천이할 수 있는 경우가 이전의 모든 상태에서 가능한 것을 알 수 있다. 즉 이것을 실제의 망 개념에서 보면 다양한 호의 요구 대역폭의 해석이 가능하다는 것을 의미한다. 그러므로 그림 4의 상태 천이도를 기본으로, 제안한 객체 프로세서에서 버스트 입력에 대한 동적 대역폭 할당 모델의 성능을 분석한다.

기존의 성능 분석은 입력 분포의 형태를 일정한 크기의 대역폭을 가진 호로 가정하여 해석을 하였기 때문에 실제의 환경과는 약간의 오차가 발생한다. 이를 극복하기 위해서 다양한 대역폭의 요구를 표현할 수 있는 버스트한 트래픽 모델로 입력 분포를 가정하여 해석한다.

ATM망의 서비스면에서 볼 때에는 서비스 또한 버스트한 특성을 가지고 있으나 본 논문에서의 서비스 분포는 버스트 서비스 큐잉 모델의 특수한 형태인 지수 분포로 가정한다. 즉 버스트 서비스의 형태는 서비스되는 상태가 여러 상태에서 가능한 형태이나 여기서는 한 상태만 서비스되어 천이되는 것으로 가정한다.

입력되는 호와 일정한 시간동안 채널을 점유한 후 사용한 만큼의 대역폭에 대해 채널을 해제함에 따른 대역폭의 변화를 입력 버스트의 크기라고 정의한다.

여기서 어떤 상태로 도착하는 입력 버스트의 크기는 식 (1)과 같은 확률로 나타낼 수 있다.

$$g_i = P(\text{bulk size is } i) \dots\dots\dots(1)$$

그림 4의 상태 천이도에서 k번째 상태에서의 버스트 크기를 갖는 도착율을 식 (2)로 나타낼 수 있으며 식 (2)는 대역폭 할당기에 도착하는 총 입력의 합이 된다.

$$\lambda g_1 + \lambda g_2 + \dots\dots\dots = \lambda \sum_{i=1}^{\infty} g_i \dots\dots\dots(2)$$

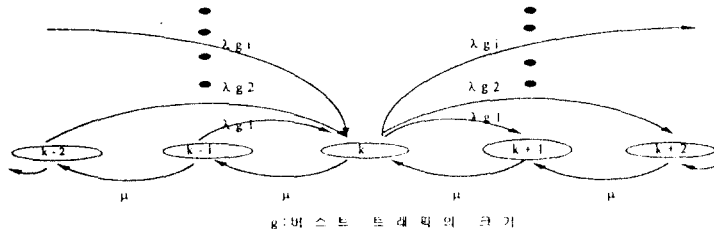


그림 6. 벌크 입력을 갖는 제한한 모델의 상태천이도
 Fig. 6. The state transition diagram of the proposed model with bulk arrivals

그림 4의 상태 천이도에 흐름 보존의 법칙을 적용하면 식 (3)을 얻는다.

$$(\lambda + \mu) p_k = \mu p_{k+1} + \sum_{i=0}^{k-1} p_i \lambda g_{k-i} \quad (k \geq 1) \quad (3)$$

식 (3)에서 상태 천이 확률 P_k 를 구하기 위해 양변을 Z-변환의 표현식으로 바꾸어 쓰면 식 (4)처럼 나타낼 수 있다.

$$(\lambda + \mu) \sum_{k=1}^{\infty} p_k z^k = \frac{\mu}{z} \sum_{k=1}^{\infty} p_{k+1} z^{k+1} + \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{i=0}^{k-1} p_i \lambda g_{k-i} z^k \quad (4)$$

식 (4)는 식 (5)를 이용하면 식 (6)과 같이 바꾸어 쓸 수 있다.

$$\sum_{k=1}^{\infty} \sum_{i=0}^{k-1} p_i \lambda g_{k-i} z^k = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{k=i+1}^{\infty} p_i \lambda g_{k-i} z^k \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \sum_{i=0}^{k-1} p_i \lambda g_{k-i} z^k = \lambda \sum_{i=0}^{\infty} p_i z^i \sum_{j=1}^{\infty} g_j z^j \quad (6)$$

식 (6)은 식 (7)과 식 (8)의 Z-변환의 형태로 표현할 수 있다.

$$P(Z) \cong \sum_{k=0}^{\infty} p_k z^k \quad (7)$$

여기서 식 (8)은 버스트의 크기를 결정하는 Z-변환의 형태이다.

$$G(Z) \cong \sum_{k=0}^{\infty} g_k z^k \quad (8)$$

식 (7)과 식 (8)을 이용하여 식 (4)를 다시 쓰면 식

(9)와 같다.

$$(\lambda + \mu) [P(Z) - p_0] = \frac{\mu}{z} [P(Z) - p_0 - p_1 z] + \lambda P(Z) G(Z) \quad (9)$$

식 (9)를 P(z)에 대한 표현식으로 간단히 정리하면 식 (10)과 같다.

$$P(Z) = \frac{\mu p_0}{\mu(1-z) - \lambda z [1 - G(Z)]} \quad (10)$$

식 (7)에서 P(1)=1이므로 식 (10)에 Z=1을 대입하고 로피탈의 정리(L'Hospital's rule)를 이용하여 초기값 ($p_0 = 1 - \rho$)을 구하면 식 (10)을 식 (11)로 표현할 수 있다.

$$P(Z) = \frac{\mu(1-\rho)(1-z)}{\mu(1-z) - \lambda z [1 - G(Z)]} \quad (11)$$

식 (11)을 역 Z-변환을 하면 대역폭 할당기에서의 상태 천이 확률 P_k 를 얻는다. 식 (1)의 버스트 분포가 기하 분포를 따른다고 가정을 하면 식 (12)와 같다.

$$g_i = (1-\alpha)\alpha^i \quad (\text{단 } i=0, 1, 2, 3, \dots) \quad (12)$$

식 (12)를 식 (8)에 대입하여 식 (13)으로 나타낸다.

$$G(Z) = \sum_{i=0}^{\infty} g_i z^i = \sum_{i=0}^{\infty} (1-\alpha)\alpha^i z^i = \frac{1-\alpha}{1-\alpha z} \quad (13)$$

식 (11)에 식 (13)을 대입하여 정리하면 식 (14)와 같이 나타낼 수 있다.

$$P(Z) = \frac{\mu(1-\rho)(1-az)}{\mu(1-az) - \lambda az} = (1-\rho) \frac{1-az}{1 - \frac{\mu+\lambda}{\mu} az} \dots(14)$$

식 (14)를 역 Z-변환을 하여 상태 천이 확률 Pk를 식 (15)과 같이 구할 수 있다.

$$p_k = (1-\rho) \frac{\lambda}{\lambda+\mu} \left\{ \frac{\mu+\lambda}{\mu} a \right\}^k \quad (k \geq 1) \dots\dots\dots(15)$$

일반적으로 ρ는 평균 도착률(Average Arrival Rate)과 평균 서비스율(Average Service Rate)의 비로서 표현될 수 있으나 식 (15)의 ρ는 버스트 트래픽을 고려한 본 논문에서는 식 (16)으로 나타낼 수 있다.

$$\rho = \frac{\lambda G(Z) |_{z=1}}{\mu} = \frac{\lambda a}{\mu(1-a)} \dots\dots\dots(16)$$

식 (16)을 식 (15)에 대입하면 식 (17)과 같은 상태 천이 확률식을 구할 수 있다.

$$p_k = \frac{(1-\rho)\rho(1-a)}{a + \rho(1-a)} (a + \rho(1-a))^k \quad (k \geq 1) \dots(17)$$

제한한 모델에서 정규화된 호의 대역폭으로 가정한 입력 트래픽 ρ는 버스트의 크기에 따라서 많은 영향을 받는다. 버스트의 크기는 기하 분포를 따르며 k 상태를 현재 이용 가능한 대역폭으로 가정한다. 그러므로 정규화된 대역폭과 기하 분포를 따르는 버스트 입력 가 객체 프로세서에 도착하면 이용 가능한 대역폭의 상태는 계속 Markov Model로서 그림 4와 같은 상태로 천이된다. 이후에 상태 k(정규화된 이용 가능한 대역폭)에 이르면 그 이후의 호의 대역폭 요구는 손실로서 처리된다. 따라서 식 (17)의 상태 천이 확률로서 호의 손실율을 해석할 수 있다.

식 (17)의 상태 천이 확률은 이론적인 식이므로 이 식을 실제의 모델에 적용하여 정확한 성능 분석을 수행하기 위하여 시스템 내에서 발생하는 지연 시간을 고려한다.

일반적으로 지연 시간에는 논리적인 지연 시간(Logical Feedback Delay)과 물리적인 지연 시간(Physical Feedback Delay)이 시스템에 존재한다. 논리적인 지연 시간은 각 시스템에서 신호에 대한 처리를 위해 걸리는 처리 지연이나 주기적으로 대역폭을 신화화하는 데 걸리는 시간 등을 말한다. 그리고 물리적인

지연 시간은 실제 신호를 전송하는 데 걸리는 시간을 의미하는 데 전송 지연은 데이터를 송수신 하는 데 사용되는 매체에 의해서 결정된다.

예를 들어 만약 표본화기가 객체 프로세서로부터 100km 정도 떨어져 있고 매체의 전송 지연이 5μs라 가정하면 두 프로세서 사이에는 0.5ms 정도의 물리적인 지연이 존재하게 되어 모델을 해석할 때 많은 영향을 미치게 된다.

객체 대역폭 할당기에서 현재 알고 있는 순간 이용 가능한 대역폭은 지연시간(전송 지연+표본화 지연+처리 지연)에 의해서 그 지연 시간 만큼의 이전 순간 이용 가능한 대역폭 값이 되므로 지연 시간 이전의 정보로 대역폭을 할당하게 되어 손실이 발생하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 입력 트래픽의 다양한 대역폭을 예측하는 방법(Input Traffic Estimation Method)을 사용한다.⁽¹⁰⁾

객체 대역폭 할당기에서 입력되는 현재 시간의 호와 비교 가능한 대역폭은 지연 시간 이전의 각 링크의 이용 가능한 대역폭 값이어야 하므로 현재의 입력을 지연 시간의 이전으로 추정하여 대역폭을 할당한다. 즉 현재 순간적인 표본화 주기에 의한 지연 시간과 그 이전 순간 표본화 주기에 의한 지연 시간을 정의하여 k 상태에서 의 추정된 입력 트래픽을 구하면 식 (18)과 같다.⁽¹⁰⁾

$$\hat{\rho}_k(t) = \rho_k(t-D_1) + [\rho_k(t-D_1) - \rho_k(t-D_1 - D_2)] \frac{t - (t-D_1)}{|t-D_1-D_2| - |T-D_1|} \dots\dots(18)$$

단, [A] : A를 넘지 않는 가장 큰 정수

D₁ : 순간 표본화 주기에 의한 지연 시간

D₂ : D₁ 이전의 순간 표본화 주기에 의한 지연 시간

식 (18)의 추정된 입력 트래픽을 식(17)에 대입하면 추정된 확률인 식 (19)를 얻을 수 있다.

$$\hat{p}_k(t) = \frac{(1-\hat{\rho})\hat{\rho}_k(1-a)}{a + \hat{\rho}_k(1-a)} [a + \hat{\rho}_k(1-a)]^k \quad (k \geq 1) \dots\dots\dots(19)$$

식 (19)를 이용하여 제한한 모델의 처리율을 구한다. 처리율은 입력 트래픽 중에서 서비스 받은 호와 일정한 호 손실율을 얻기 위한 최소 링크 용량의 비로서 식

(20)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\eta = \sum_{k=1}^n \frac{\hat{\rho}_k(1-\hat{\rho}_k)}{C} \dots \dots \dots (20)$$

C : 최소 링크 용량(minimum link capacity)

제 4 장 성능 분석 및 검토

본 장에서는 3장에서 해석한 결과를 이용하여 제안한 동적 대역폭 할당 모델의 성능을 분석한다. 그림 7에서는 버스트 입력 비율을 0.4로 고정하고 순간 이용 가능한 정규 대역폭(Apk)의 값을 40, 50, 60으로 변환시켜 그에 따른 호의 손실률을 나타내었다. 입력 트래픽이 낮을 때 호의 손실률은 낮은 값을 유지하고 있으며 이용 가능한 대역폭이 크면 그만큼 호의 손실률이 감소하는 것을 볼 수 있다. 그러나 입력 트래픽이 낮을 때(0.1에

서 0.2)와 높을 때(0.8에서 0.9) 이용 가능한 각 대역폭에 따른 손실 정도 격차가 줄어들어 가는 것을 알 수 있는데 이것은 입력 트래픽이 높으면 이용 가능한 대역폭은 트래픽에 크게 영향을 받는다는 것을 나타내고 있다.

그림 8에서는 호의 손실률과 버그트 크기와의 관계를 나타낸 것으로 이용 가능한 정규화 대역폭을 50으로 고정시키고 버스트 입력 비율을 변화시켜 입력 트래픽과의 관계를 도시하였다. 입력 트래픽이 0.1이고 버스트 입력 비율이 각각 0.3과 0.4 그리고 0.5일 때 호의 손실률이 많은 차이를 보이고 있다. 버스트 입력 비율의 크기가 크면 트래픽의 폭주 현상을 자주 유발시켜 호의 지연이나 손실이 증가한다는 사실을 증명해 준다.

그림 9에서는 정규화된 이용 가능한 대역폭을 50으로 고정시키고 버스트 입력 비율의 크기를 변화시키면서 입력 트래픽이 0.2, 0.4 그리고 0.6일 경우에 호의 손실률을 각각 구하였다. 그림 10에서도 버스트 입력 비율

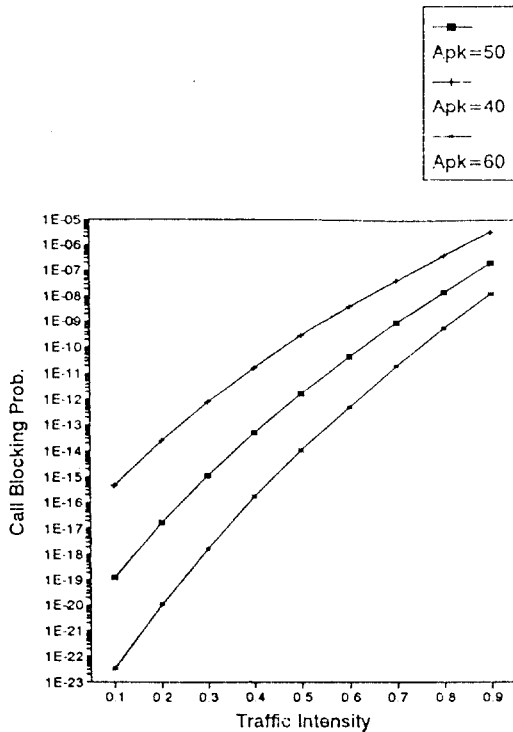


그림 7. 제안한 모델의 트래픽 변화에 따른 호 손실률
Fig. 7. The call loss probability of the proposed model according to traffic intensity (burst input rate : 0.4)

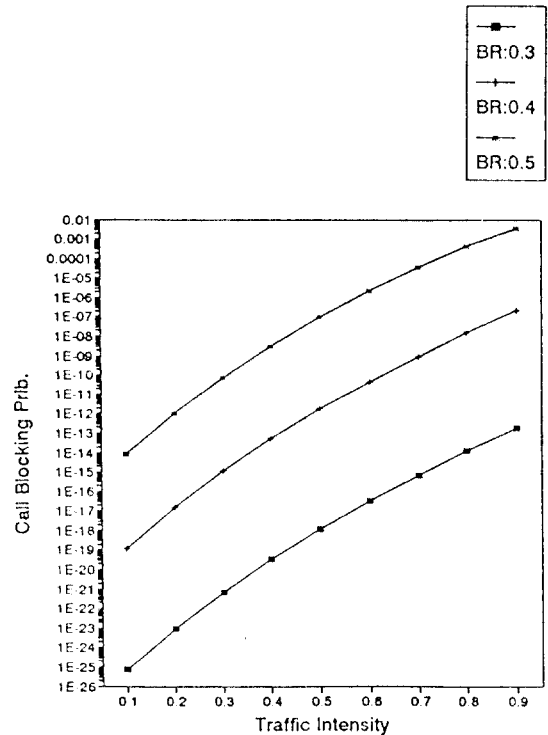


그림 8. 제안한 모델의 트래픽 변화에 따른 호 손실률
Fig. 8. The call loss probability of the proposed model according to traffic intensity (Apk : 50)

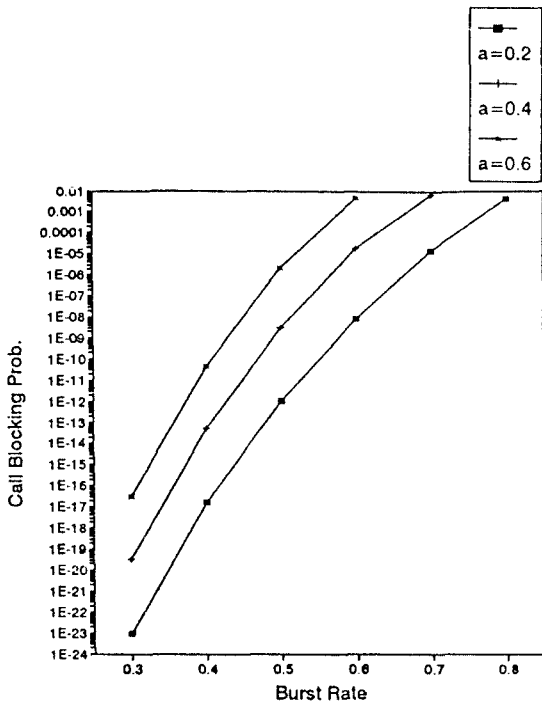


그림 9. 제안한 모델의 버스트 비율 변화에 따른 호 손실률
 Fig. 9. The call loss probability of the proposed model according to burst rate (Apk : 50)

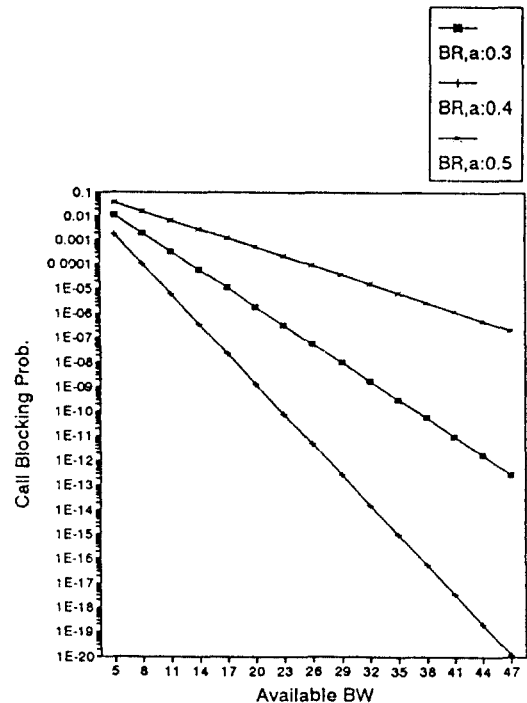


그림 10. 제안한 모델의 순간 이용 가능한 대역폭에 따른 호 손실률
 Fig. 10. The call loss probability of the proposed model according to Apk

의 크기에 따라 호의 손실률이 급격히 변하는 것을 알 수 있다. 버스트의 특성이 거의 없는 즉 버스트 입력 비율의 크기가 0.1에서 0.2 정도에서는 호의 손실이 거의 없다가 0.3 이상에서 0.5나 0.6까지 손실이 많이 증가한다. 이것은 버스트 입력 비율 크기에 따른 여러가지 트래픽 특성에 기인한 것이다.

그림 11에서는 버스트 입력 비율의 크기와 정규화된 입력 트래픽의 크기를 0.3에서 0.5까지 동시에 같은 값으로 변화시키면서 이용 가능한 대역폭과 호의 손실을 비교하였다. 정규화된 이용 가능한 대역폭의 크기가 커질수록 호의 손실이 줄어드는 것을 볼 수 있으며 이용 가능한 대역폭의 크기가 증가할수록 입력 트래픽과 버스트 입력 비율의 크기에 민감한 것을 알 수 있다.

그림 12와 그림 13에서는 제안한 대역폭 할당 방식은 기존의 집중 대역폭 할당 방식과 분산 대역폭 할당 방식과의 성능을 비교하였다.^{[5][11]} 그림 9에서는 제안한 방식과 집중 방식에 있어서 호의 손실률에 대한 비교를 나타

내고 있다. 트래픽 비율이 증가할수록 손실이 증가하는데 제안한 방식이 집중 방식보다 성능이 향상되었음을 알 수 있다. 이 때 제안한 방식의 버스트 입력의 비율을 0.5로 고정시켰다. 트래픽의 세기가 계속 증가할 경우에는 각 호 손실률 차의 간격이 줄어드는 것을 알 수 있는데 이것은 시스템내에서 수용할 수 있는 호에 대한 처리 한계를 나타낸다.

그림 14은 제안한 방식과 분산 방식의 처리율을 나타내었다. 이 때 제안한 방식의 순간 이용 가능한 대역폭의 크기를 50으로 고정시켰다. 두 방식 모두 처리율이 거의 비슷함을 볼 수 있다. 두 방식이 처리율면에서는 비슷하지만 제안한 방식이 기존의 분산형 방식에 비교해 볼 때 대역폭을 할당하는 프로세서의 관리가 용이한 이점이 있으므로 규모가 큰 망에서는 상대적인 성능의 향상을 얻을 수 있다. 이러한 환경(큰 규모의 망)을 고려하기 위해 버스트 트래픽 특성을 가진 입력의 비율을 높게(0.9) 고정시키고 처리율을 해석하였다.

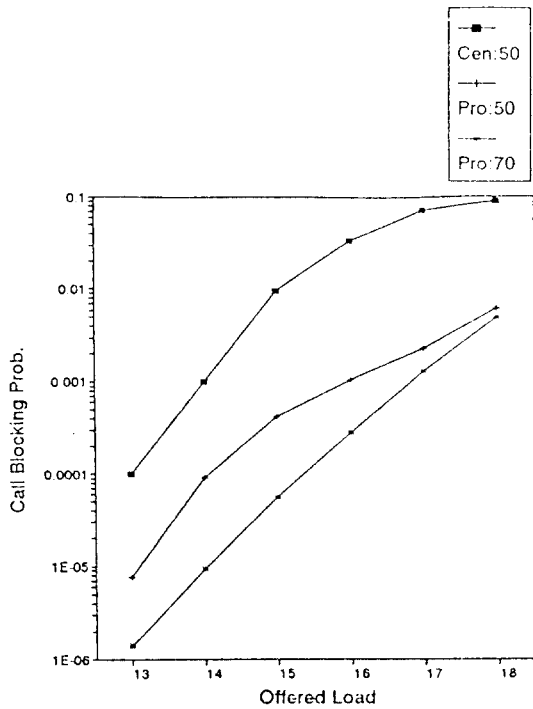


그림 11. 제안한 모델과 집중 대역폭 할당 모델과의 호 손실률에 대한 비교
 Fig. 11. The comparison of the proposed and the centralized model as for call loss probability according to offered load

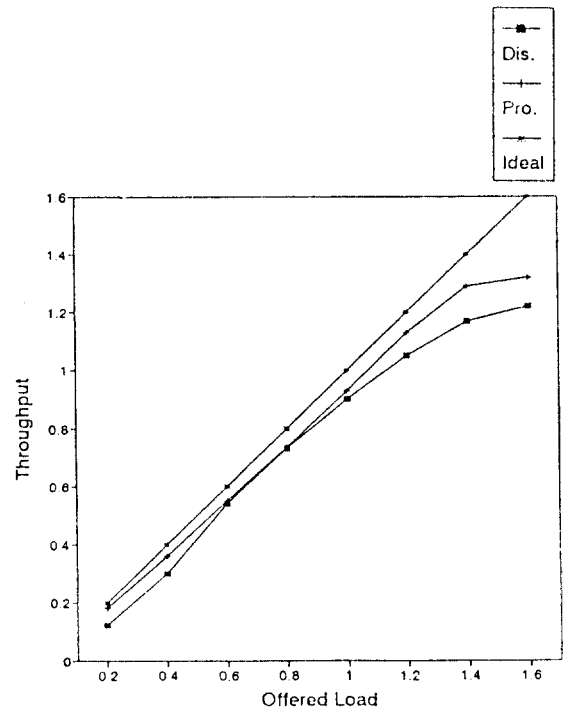


그림 12. 제안한 모델과 분산 대역폭 할당 모델과의 처리율에 대한 비교
 Fig. 12. The comparison of the proposed and the distributed model as for throughput according to offered load (Apk=10 : burst rate=0.9)

제 5 장 결 론

데이터, 음성 그리고 화상 정보 등이 함께 존재하는 멀티미디어 환경에서는 트래픽의 다양성에 기인한 버스트한 특성이 일정한 QoS를 제공하는 데 어려움과 성능 저하를 유발시키는 주요인이 되고 있다. 이런 단점을 극복하기 위해 ATM 망에서는 동적으로 대역폭을 할당하여 버스트한 환경에서의 문제를 적극적으로 해결할 수 있다.

본 논문에서 제안한 대역폭 할당 모델은 표본화기를 통해 각 링크의 대역폭 정보를 전송받은 객체 프로세서를 이용한다. 제안한 방식은 큰 규모의 망에서 대역폭을 관리하는 개체의 수가 많은 분산 대역폭 방식 보다 개체의 수를 줄일 수 있어 비용면에서나 관리면에서 효율성의 증가를 얻을 수 있었다. 그리고 집중 방식보다는 각

노드의 제어 방법면에서 성능의 상승 효과를 얻을 수 있었다. 또한 입력 분포를 버스트 트래픽 특성으로 나타낼 수 있는 벌크 입력으로 가정하여 멀티미디어 환경에 근사시켜 성능을 분석하였다.

해석 결과 입력 트래픽과 버스트 입력 비율이 낮을 수록, 그리고 순간 이용 가능한 대역폭이 클수록 호의 손실률이 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한 제안한 대역폭 할당 방식은 집중 대역폭 할당 방식보다 낮은 호 손실률을 얻을 수 있었고 호의 처리율면에서는 분산 대역폭 할당 방식과 비슷한 처리율을 얻었으나 큰 규모에서 대역폭을 할당하는 프로세서의 관리가 용이하므로 상대적 성능의 증가를 얻을 수 있었다.

본 논문에서는 객체 프로세서가 알고 있는 순간 이용 가능한 대역폭의 정보가 표본화기를 통해서 입력되는데 이 때 전송 시간 지연, 표본화기에서 발생하는 순간 대역폭을 표본화하는데 걸리는 시간 지연 그리고 각 객체

들이 정보를 처리하는데 걸리는 시간 지연을 정확하게 고려하지 않고 입력 분포를 예측하여 해석하였으므로 성능 분석 결과가 약간의 오차가 있으리라 짐작된다. 따라서 이러한 지연 시간을 고려한 정확한 성능의 분석이 이후의 과제가 될 것이다.

참고문헌

1. Imrich Chlamtac, Andrae Farago and Tao Zhang, "How to Establish and Utilize Virtual Paths in ATM Networks" in Proc. of ICC '93, Geneva, pp.1368-1372, May, 1993.
2. Frank Yeong-Sung Lin and Kwang-Ting Cheng, "Virtual Path Assignment and Virtual Circuit Routing in ATM Networks" in Proc. of IEEE GLOBECOM '93, pp.436-441, 1993.
3. Youichi Sato and Ken-Ichi Sato, "Virtual Path and Link Capacity Design for ATM Networks" IEEE JSAC, vol. 9, no. 1, pp.104-111, January, 1991.
4. Ken Ichi Sato, Satoru Ohta and Ikuo Tokizawa, "Broad-Band ATM Network Architecture Based on Virtual Path" IEEE Transaction on Communications, vol. 38, no. 8, pp.1212-1222, August, 1990.
5. Satoru Ohta and Ken-Ichi Sato, "Dynamic Bandwidth Control of the Virtual Path in an Asynchronous Transfer Mode Network" IEEE Transaction on Communications, vol 40, no. 7, pp:1239-1247, July, 1992.
6. Sanghyun Ahn, Rose P. Tsang, Sheau-Ru Tong and David H.C. Du, "Virtual Path

- Layout Design on ATM Networks" in Proc. of IEEE INFOCOM '94, pp.2b.2.1~2b.2.9, 1994.
7. Reuven Cohen and Adrian Segall, "Connection Management and Routing in ATM Networks" in Proc. of IEEE INFOCOM '94, pp.2b.1.1~2b.1.8, 1994.
8. Tomonori Aoyama, Ikuo Tokizawa and Ken-Ichi Sato, "Introduction Strategy and Technologies for ATM VP-Based Broadband Networks" IEEE Journal on Selected in Communications, vol 10, no. 9, pp.1434-1447 December, 1992.
9. Hisaya Hadama, Ryutaro Kawamura, Tsutomu and Ikuo Tokizawa, "Direct Virtual Path Configuration in Large-Scale ATM Networks" in Proc. of IEEE INFOCOM '94, pp.2b.3.1~2b.3.7, 1994.
10. Yoshiyasu Nishibe, Kazuhiro Kuwabara, Tatsuya Suda and Toru Ishida, "Distributed Channel Allocation in ATM Networks" in Proc. of IEEE GLOBECOM '93, pp.417-423, 1993.
11. R. Bolla, F. Davoli, M. Marchese, "Performance of Hop-by-Hop Distributed Routing and Resource Allocation in an ATM Networks" in Proc. of the Third International Conference on Computer Communications and Networks pp.235-241, September, 1994.
12. Leonard Kleinrock, "QUEUEING SYSTEMS", vol. I, Wiley, 1975.
13. Hiroshi Saito, "Teletraffic Technologies in ATM Networks", 1994.



朴世珠(Se Zoo Park) 정회원

1994년 2월 : 광운대학교 전자통신 공학과 공학사
1994년 3월~현재 : 광운대학교 대학원 전자통신공학과 석사과정 재학중

*주관심 분야 : ATM Networks, PCS, 큐잉 Networks



柳虎龍(Ho Yong Ryo) 정회원

1993년 2월 : 광운대학교 전자통신 공학과 공학사
1995년 2월 : 광운대학교 대학원 전자통신공학과 공학석사

1995년 3월~현재 : 광운대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정 재학중

*주관심 분야 : ATM Networks, PCS, 큐잉 Networks



李在昊(Jae Ho Lee) 정회원

1968년 2월 : 광운대학교 통신공학과 공학사
1978년 2월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 공학석사
1988년 8월 : 경희대학교 대학원 전자공학과 공학박사

1970년~현재 : 광운대학교 교수
1985년~현재 : 광운대학교 통신공학연구소 소장
1980년~1992년 : 한국통신학회 이사
1990년~1994년 : 한국전산원 전산통신표준화 연구위원회 위원
1993년 2월~1994년 12월 : 한국통신학회 감사
*주관심 분야 : 데이터 통신, 통신망 제어, 디지털교환기