

ATM망에서 효율적인 문턱 값 기반 호 수락 제어

김 상 철*, 고 성 태**

* 제주대학교 대학원, 제주대학교 정보통신연구소

** 제주대학교 전기전자공학부, 제주대학교 정보통신연구소

An Effective Threshold based Call Admission Control in ATM Networks

Sang-Chul Kim*, Sung-Taek Ko**

* Graduate School, Cheju Nat'l Univ., ITRC

** Faculty of Electric and Electronic engineering, Cheju Nat'l Univ., ITRC

요 약

ATM 트래픽 제어를 위해서 효과적인 호 수락 제어 방법이 필요하다. 이것은 호 수락 과정에서 서로 다른 종류의 서비스들에 대해서 높은 이용률과 공정성을 제공하여야 한다. 본 논문에서는 호 수락의 공정성과 대역폭 이용률을 높이기 위하여 링크에 문턱 값을 적용한 새로운 CST(Complete Sharing with Threshold) 알고리즘을 제안하였으며 부하와 문턱 값의 변화에 따른 성능을 분석하였다.

I. 서 론

ATM망의 효율적인 구축은 대규모의 공중망을 구축 운용해야하는 통신망 사업자로서는 필수적인 과제이며 ATM 노드 선정, ATM 노드간 링크 용량 산출 등을 포함한다. 여기서 링크 용량 산출 문제, 즉 링크 설계 문제는 ATM 트래픽의 다양성과 요구 대역폭의 가변성 등으로 인하여 어려운 문제로 간주되어지고 있으며 현재까지도 기본적인 개념만 제시하고 있을 뿐 구체적인 최적화 알고리즘은 제시하지 못하고있다.

본 논문에서는 호 수락 제어 및 자원관리문제에 대한 효율적인 알고리즘을 제안한다. 효율적인 자원관리방법이 갖추어야 할 조건으로는 얼마나 망의 자원을 최대로 이용하는가 하는 망의 이용률(Utilization)과 동시에 호 수락의 공정성

(Fairness)을 고려하여야 한다.^[1]

가상경로를 사용한 대역폭 이용방법에는 전체 대역 공유 법(CBS : Complete Bandwidth Sharing), 전체 대역 분할 할당 법(CBP : Complete Bandwidth Partitioning), 대역 분할 할당 및 공유 법(MBB: Movable Bandwidth Boundary), 예비 대역 공유 법(RBS: Reserved Bandwidth Sharing), Common Pool을 이용한 예비대역 공유 법(RSC: Reserved Sharing with Common Pool)등이 있으며^[2] 위의 방법들은 링크 이용률과 호 수락의 공정성에서 문제가 있으므로 효율적인 방법이라고 할 수 없으므로 두가지 제어 요소를 고려한 새로운 CST(Complete Sharing with Threshold) 알고리즘을 제안했으며 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 성능을 분석하였다.

II. 본 론

1. 제안된 알고리즘

본 논문에서는 기존의 알고리즘인 CBS 방식의 장점인 높은 대역폭 이용률을 유지하고 문제 시되었던 호 수락의 불공정성을 개선하기 위하여 그림 1과 같이 링크에 적절한 문턱 값을 두어서 호 접속율이 낮은 호만을 문턱 값 이상에서는 연결 수락하는 CST 알고리즘을 제안하였다^{[2],[3]}. 여기서 문턱 값을 어떻게 정하느냐에 따라 링크 이용률과 호 수락의 공정성이 달라지므로 부하와

문턱값의 변화에 따른 성능을 분석하였다.

성능 분석을 위하여 고려한 서비스 종류로는 CBR(Constant Bit Rate)와 VBR(Variable Bit Rate) 두 종류로 나누었다. CBR 트래픽인 경우에는 최대 비트율(PBR : Peak Bit Rate)로 대역을 할당하고 VBR 트래픽인 경우에는 등가대역(EQC : Equivalent Capacity)을 구하여 할당하였다^[4].

1.1. CBR 트래픽의 경우

입력 트래픽이 CBR인 경우에는 최대 비트율로 대역을 할당하고 다음 식(1), (2)을 만족하는 경우에는 호를 수락한다.

$$\begin{aligned} \text{경우 1. } & L_T - (\sum N_i * PBR_i + \sum B_w) \geq 0 \\ & \& \sum N_i * PBR_i + \sum B_w < L_u \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{경우 2. } & L_T - (\sum N_i * PBR_i + \sum B_w) \geq 0 \\ & \& \sum N_i * PBR_i + \sum B_w \geq L_u \\ & \& F_i \leq 1 \end{aligned} \quad (2)$$

여기서,

L_T : 링크 전체 대역폭

i : 트래픽 등급

N_i : 새로운 연결요구를 포함한 트래픽 등급 i 의 연결 개수

$\sum B_w$: 현재 사용중인 대역폭의 총합

L_u : 전송 링크의 문턱 값

F_i : Erlang B에 의한 공정하게 사용할 경우의 트래픽 i 의 대역폭과 트래픽 i 의 현재 사용중인 대역폭의 비

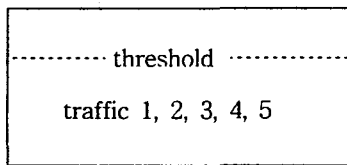


그림 1. 대역폭 할당
Fig. 1 Bandwidth allocation

1.2. VBR 트래픽의 경우

입력 트래픽이 VBR인 경우에는 등가대역으로 할당하고 호 수락 여부는 CBR 트래픽의 경우와 같다.

$$\begin{aligned} \text{경우 1. } & L_T - (\sum N_i * EQC_i + \sum B_w) \geq 0 \\ & \& \sum N_i * EQC_i + \sum B_w < L_u \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{경우 2. } & L_T - (\sum N_i * EQC_i + \sum B_w) \geq 0 \\ & \& \sum N_i * EQC_i + \sum B_w \geq L_u \end{aligned}$$

$$\& F_i \leq 1 \quad (4)$$

위의 식(3), (4)의 경우를 만족하지 못하면 호 수락을 거절하고 재접속을 요구한다. 그림 3은 CST 방식의 호 수락 절차를 보여주고 있다.

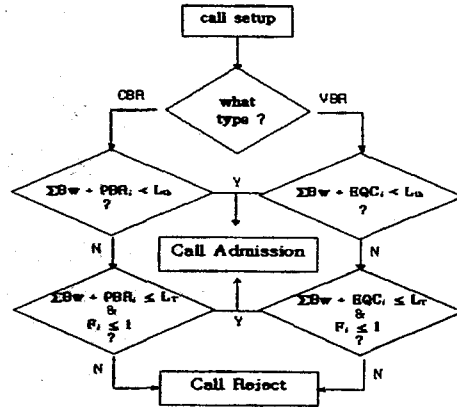


그림 2. 제안된 알고리즘의 호 수락 절차
Fig. 2 Procedure of call admission for the proposed algorithm

2. 성능평가

2.1. 성능평가 요소

제안한 알고리즘의 성능평가를 위하여 표 1과 같은 특성을 갖는 트래픽을 호 준위에서 포아송 분포에 따라 발생 시켰고 전체 대역폭은 가상경로 수에 등가대역을 곱하여 150 Mbps로 정하였다.

표 1. 각 트래픽 특징

Table 1. Characteristics of each traffics

| Traffic type | Peak Bit Rate | Average Bit Rate | Equivalent Capacity | Average Service Time | Inter Arrival Time |
|--------------|---------------|------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| CBR1 | 64Kbps | 64Kbps | 64Kbps | 40.5sec | 1sec |
| CBR2 | 80Kbps | 80Kbps | 80Kbps | 30.3sec | 1.5sec |
| CBR3 | 2Mbps | 2Mbps | 2Mbps | 3.0sec | 2.0sec |
| VBR1 | 10Mbps | 2Mbps | 5.2Mbps | 15.0sec | 1.5sec |
| VBR2 | 5Mbps | 2Mbps | 3.8Mbps | 4.7sec | 2.5sec |

접속부하는 평균 대역폭과 전체 대역폭의 비율로 다음과 같이 정의하였다.

$$\lambda (\text{Load}) = \frac{BW_{av}}{BW_{total}} \quad (5)$$

$$BW_{av} = \sum_{n=1}^5 BW_n * \frac{MH_n}{MI_n + MH_n} \quad (6)$$

여기서,

BW_{av} : 평균 대역폭

BW_{total} : 전체 Link 대역폭

MH : Mean Holding Time

MI : Mean Interarrival Time

n : 서비스 종류

성능분석 요소로서 대역폭 이용률 지수와 호 수락의 공정성 지수를 다음과 같이 정의한다^[5].

$$E(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, C) = \frac{1}{C} * \sum_{i=1}^n x_i \quad (7)$$

E : 링크 이용률

x_n : 각 서비스 type의 throughput

C : 총 링크 용량

$$F((x_1, e_1), (x_2, e_2), \dots, (x_n, e_n)) = \frac{(\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{e_i})^2}{N * \sum_{i=1}^n (\frac{x_i}{e_i})} \quad (8)$$

F : 호 수락의 공정성

N : 서비스 개수

x_n : n의 서비스가 망에서 점유하는 대역폭

e_n : erlang B 공식에 따라 n의 서비스가 공평하게 사용되었을 때 기대 되는 대역폭

링크 이용률과 호 수락의 공정성을 종합적으로 분석하기 위하여 대역폭의 이용률과 호 수락의 공정성을 가지고 성능지수(Performance Index)를 구해서 비교하였다. 링크의 성능을 본 논문에서는 다음과 같이 정의한다.

$$P(E, F) \equiv w * E + (1-w) * F \quad (9)$$

E : 각각의 접속부하에 따른 링크 이용률

F : 각각의 접속부하에 따른 호 수락의 공정성

w : 이용률 가중계수

여기서, $w > 0.5$ 이면 이용률에 가중을 둔 경우이고 $w < 0.5$ 이면 공정성에 가중을 둔 경우이다.

2.2. 부하의 변화에 따른 성능분석

그림 3은 부하와 문턱 값의 변화에 따른 호 블록킹 확률을 보여주고 있다. 여기서 문턱 값이 1일 경우는 CBS 방법을 나타내며 문턱 값이 0.9 이하에서는 CBP방법을 나타낸다. 그림에서 문턱 값이 1인 경우 부하가 증가할수록 블록킹 확률이 낮아지는 이유는 링크 대역폭 근처에서 높은 대역폭의 호는 대역폭의 한계로 호 수락되지 않지만 낮은 대역폭을 갖는 호는 호 수락되어지는

reverse pecking order 현상에 의한 호 수락의 불공정성 때문이다.

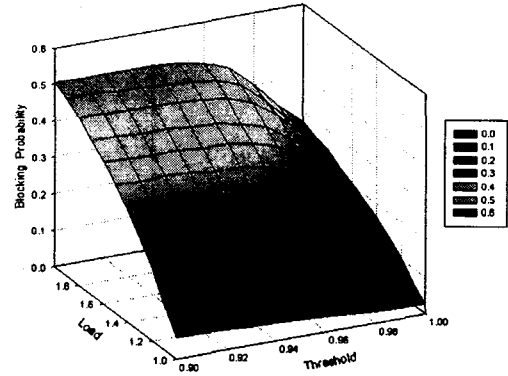


그림 3. 호 블록킹 확률

Fig. 3. Call blocking probability

식(7)과 식(8)의 링크 이용률 지수와 공정성 지수를 이용하여 부하와 문턱 값의 변화에 따른 이용률과 공정성을 그림 4와 5에 나타내었다. 그림에서 보면 알 수 있듯이 문턱 값이 1에 가까워지고 부하가 증가함에 따라 링크 이용률이 높아지고 있다. 다시 말해서 CBS 방법에 근접할수록 링크의 이용률이 좋아지고 있다. 그러나 그림 5에서처럼 호 수락의 불공정이 발생한다. 그리고 문턱 값이 0.9에 가까워질수록 호 수락의 공정성은 높지만 그림 4에서처럼 링크 이용률이 낮음을 알 수 있다. 그러므로 링크 이용률과 호 수락의 공정성은 상호 배타적인 특성을 가지므로 최적의 문턱 값을 찾아내는 것이 중요하다.

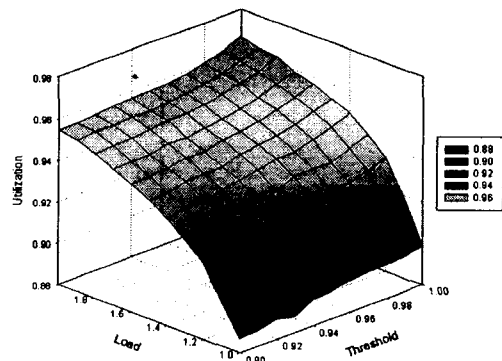


그림 4. 링크 이용률

Fig. 4 Link utilization

링크 이용률과 호 수락의 공정성을 동시에 평

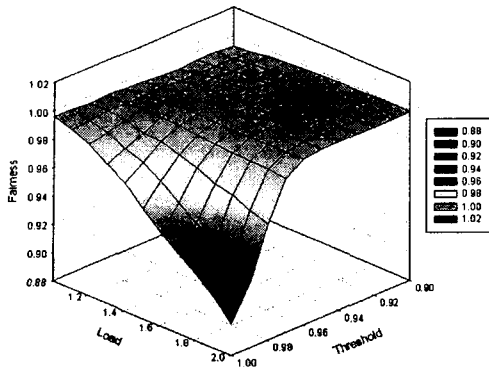


그림 5. 호 수락의 공정성
Fig. 5 Fairness of call admission

가 하기 위해서 식 (9)의 성능지수를 사용하여 이용률 가중계수 ω 가 0.5일 경우의 부하와 문턱값의 변화에 따른 성능을 그림 6과 그림 7에 각각 나타내었다. 그림 6과 7에서 보면 알 수 있듯이 부하가 1.2 이하인 상황에서는 CBS 방법 (Threshold = 1 인 경우)이 좋은 성능을 나타내지만 부하가 1.2에서부터 증가할수록 문턱값은 작은 값으로 두어야 성능이 좋음을 알 수 있다. 즉 부하가 1.2와 2사이에서 좋은 성능을 갖기 위해서는 문턱값이 0.94에서 0.97 사이에 있어야 함을 알 수 있다.

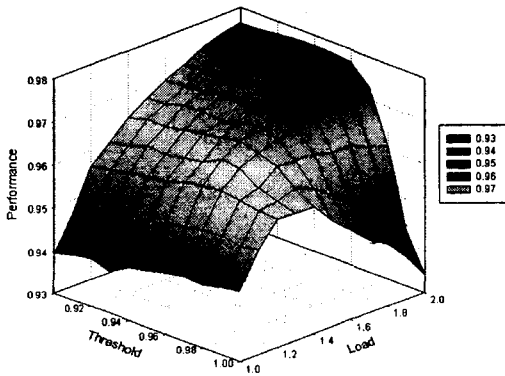


그림 6. 성능
Fig. 6 Performance

III. 결론

본 논문에서는 CBS 방식의 장점을 최대한 살려 대역폭 이용률을 높였다. 또한 링크가 부하가 1이상인 상황에서 CBS 방식에서 문제시되었던

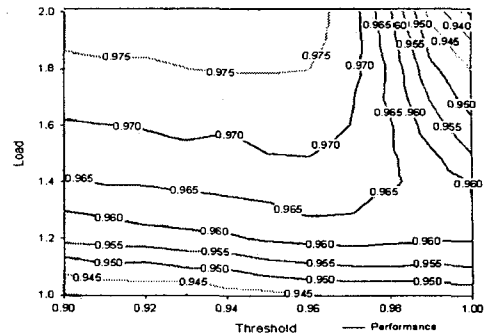


그림 7. 성능
Fig. 7 Performance

호 수락의 불공정성을 줄이기 위하여 링크에 적절한 문턱 값을 두어서 이 문턱 값이 상에서는 호 접속율이 낮은 호만을 수락하여 호 수락의 공정성을 높이는 CST 알고리즘을 제안했다. 컴퓨터 모의 실험을 통하여 이용률과 공정성을 똑같이 고려할 경우에 부하가 높아질수록 문턱값이 낮아져야 하고 대체적으로 0.94에서 0.97사이의 값이어야 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] Zbigniew Dziong, ATM Network Resource Management, McGraw-Hill, pp 185-207, 1998.
- [2] 김상철, 고승일, 고성택, 김경식, 김경연, ATM망의 가상경로상에서 Threshold를 이용한 효율적인 대역관리, 제주대학교 정보통신연구소 논문집 2권, pp 1-10, 11. 1999.
- [3] Hua Wang, Geoff Tagg and Frank Ball, Various Criteria for Multi-Connection Admission Control, ATM'97 fifth IFIP workshop on performance modelling and evaluation of ATM Networks, pp. 64/1 - 63/11, 1997.
- [4] 이문호, 장성현, ATM망에서 가상경로를 이용한 효율적인 호 수락제어, 한국통신학회 논문지 '96-11, Vol. 21, pp. 2897-2907, 1996.
- [5] Rohit Goyal, B.S., M.S. Traffic Management for TCP/IP over ATM, The Ohio State University, pp. 80-82, 1999.