

ATM 망에서 적응적 분할 버퍼 공유 기법에 관한 연구

이 용 학* · 정 동 성**

A study on the Adaptive Partition Buffer Sharing Scheme in ATM Networks

Yong-Hak Lee* and Dong-Sung Chung**

ABSTRACT

In this paper, The APBS(Adaptive Partition Buffer Sharing)scheme in ATM network were performance evaluation. we assume that each priority cells are generated with arrival rates λ_H , λ_M and λ_L according to poisson distribution and service is processed with mean service rate μ . The results, APBS scheme can not only guarantee the quality of services for high priority cells but also adaptively service low priority cells according to current buffer state. Therefore, our APBS scheme can improve the quality of service and efficiently utilize the resource of networks.

Key words : ATM, Adaptive partition buffer sharing, Traffic control, QOS

1. 서 론

광대역종합정보통신망(B-ISDN)의 전송 및 교환의 근간을 이루는 비동기 전송 모드(ATM) 통신망에서는 음성, 영상, 데이터, 및 아직 알려지지 않은 미지의 서비스에 이르기까지 다양한 응용서비스를 효과적으로 모두 수용할 수 있어야 한다¹⁾. 이러한 ATM망은 특성이 다른 다양한 서비스 트래픽을 통계적 다중화 방식으로 전송하므로 다른 전송 기법에 비해 전송 효율이 높다. 반면에 효과적인 트래픽 제어를 수행하지

못할 경우 다중화기 버퍼에서의 셀 전송 지연 및 오버플로우에 의한 셀 손실이 발생할 수 있는 문제점을 지니고 있다²⁾. 즉, 망의 과밀 상태가 발생할 경우 각 트래픽의 서비스 품질(QOS:Quality of Service)를 보장하지 못하게 되므로 ATM 망에서는 망의 과밀에 의한 셀 손실의 최소화와 망 자원 사용의 극대화란 서로 상충되는 목표를 달성해야 한다. 그러므로 ATM 망은 다양한 대역 폭과 서비스의 종류에 따라 고정 전송 속도 및 가변 전송 속도를 가지며 정보의 전송 지연과 정보 손실의 정도에 따라 서비스 품질면에 있어서 서로 상이한 특성을 가지게 된다. 따라서 각 트래픽이 요구하는 서비스 품질에 따라 서로 다른 우선 순위를 부여하여 각 트래픽을 처리하여야 하는 우선 순위를 결정해 주어야 한다.

ATM 망에서의 대표적인 서비스 품질의 결정 요소

* 제주대학교 통신공학과

Dept. of Telecommunication Eng., Cheju Nat'l Univ

** 제주관광대학 국제정보통신과

Dept. of International Information Telecommunication, Cheju Tourism College

는 지연 시간과 손실이 있다. 그러므로 각 트래픽이 요구하는 지연 시간과 손실의 정도에 따라 각 패킷에 우선 순위를 부여하여 트래픽을 제어할 필요가 있다. 지연 우선 순위 제어는 지연시간에 민감한 트래픽에 높은 우선 순위를 부여하여 버퍼의 상태와 각 패킷의 우선 순위에 따라 서비스하는 순서를 제어해 주는 것이며, 손실 우선 순위는 각 트래픽의 손실 확률 요구 정도에 따라 부여된다.

통신망에서 손실 우선 순위 제어를 하는 주요 목적은 다중화기나 교환기에서 손실에 민감한 트래픽의 손실량을 줄이는 것이다. 그런데 지연 우선 순위 제어방식을 그대로 손실 우선 순위 제어방식으로 사용할 수가 없다. 그것은 버퍼에 오버플로우가 일어날 경우, 지연 우선 순위 제어에서는 요구되는 패킷 손실률에 관계없이 비선택적으로 패킷을 버리기 때문이다. 따라서 손실 우선 순위 제어로 사용할 수 있는 방식은 패킷 손실률에 따라 선택적으로 패킷을 폐기하는 방식이라야 한다³⁾.

우선 순위를 서비스의 측면에서 보면 서비스 실행 중단 가부에 따라서 non-preemptive priority 와 preemptive priority의 두 가지로 구분할 수 있다. non-preemptive priority는 고우선도 셀이 버퍼에 도착하였을 때 저 우선도 셀이 서비스 중일 경우 저 우선도 셀의 서비스가 끝날 때까지 기다렸다가 도착된 고 우선도 셀을 서비스하는 것을 말하며, preemptive priority는 고 우선도 셀이 도착하였을 때 저 우선도 셀이 서비스 중일지라도 저 우선도 셀을 폐기시키고 도착된 고 우선도 셀에 대하여 먼저 서비스를 수행하는 것이다. 본 논문에서는 서비스 측면에서 non-preemptive priority로 가정하고CCITT의 밀집 제어 방식을 적용적 분할 버퍼 공유 기법으로 모델링하여 성능을 분석하였다.

II. 우선 순위 버퍼 제어 기법

ATM 망은 비디오 신호와 같은 버스트한 특성을 가진 트래픽, 연속적인 데이터 트래픽, 시간 지연에 민감한 트래픽, 손실에 민감한 트래픽등의 다양한 트래픽을 함께 수용하며 망 자원의 효율적인 활용을 위

해 통계적 다중화 기법을 사용한다. 그러므로 ATM에서는 이러한 트래픽 특성을 만족시키기 위해서 셀 지연 우선도와 셀 손실 우선도를 사용하여 트래픽을 제어한다. 우선 순위 버퍼 제어 기법에는 시간 우선 순위 제어 기법과 손실 우선 순위 제어 기법으로 구분될 수 있다. 시간 우선 순위 제어 기법은 높은 우선 순위 셀이 낮은 우선 순위 셀에 비해서 적은 대기시간을 갖고 서비스되어 지는 H. Cobhan이 제안한 HOL(Head-of-Line) 방식이 있다⁴⁾. 그리고 손실 우선 순위 제어 기법은 공간 우선도 방식이라고도 하며 제한된 버퍼의 사용에 대한 우선 순위이다.

2.1. 손실 우선 순위 제어 기법

망의 과밀 현상 발생시 셀 손실에 민감한 트래픽에 고 순위를 부여하여 QOS를 보장하며, 저 순위 셀을 선택적으로 폐기하여 과밀 제어를 한다. ATM 망에서 손실 제어가 수행되는 곳은 전송 링크나 교환 단에서 일어나며 이는 버퍼 관리 기법과 직접적인 관련이 있다 하겠다. 현재 많이 연구되고 있는 저 순위 셀을 폐기하는 버퍼링 기법에는 패킷-추출 기법(Push-out scheme), 부분 버퍼 공유 기법(Partial Buffer Scheme)의 두 가지 기법이 있다.

2.1.1. 패킷-추출 기법(Push-out scheme)

PUSH-OUT 기법은 Fig. 1과 같이 버퍼가 완전히 채워질 때까지 λ_H 의 도착율을 가지는 고순위 셀과 λ_L 의 도착율을 가지는 저 순위 셀 모두를 받아들인다. 버퍼가 채워진 후 도착하는 저 순위 셀은 폐기되며, 고순위 셀이 도착하면 버퍼 내에 저 순위 셀이 있을 경우에는 저 순위 셀을 추출하고 고순위 셀이

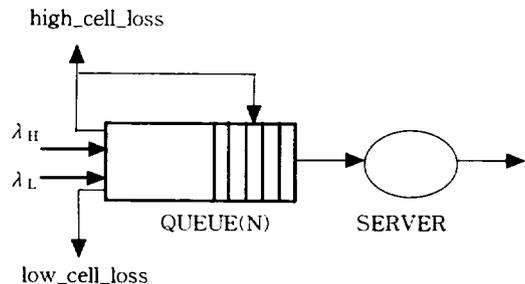


Fig. 1 Queuing model of the push-out scheme.

그 위치에 들어간다. 그러나 저 순위 셀이 없을 경우에는 고순위 셀이 손실된다.

이 기법은 저 순위 셀과 고순위 셀이 버퍼 전체를 공유하기 때문에 버퍼의 이용률을 높일 수 있는 장점이 있지만 고순위 셀들이 버퍼내의 어떤 곳에 위치한 저 순위의 셀 이라도 추출할 수 있어야 하므로 구현이 복잡하고 처리 시간이 길어져 고속망인 ATM 망에서는 적합하지 않다⁵⁾.

2.1.2. 부분 버퍼 공유 기법(Partial Buffer Sharing Scheme)

부분 버퍼 공유(PBS) 기법은 Fig. 2와 같이 주어진 임계값(TH1 : Threshold 1)까지는 도착율이 λ_L 을 가지는 저 순위 셀과 도착율이 λ_H 을 가지는 고 순위 셀 들이 버퍼를 공유하다가 임계값을 넘어서면 고순위 셀 만을 받아들이고 저 순위 셀은 폐기시키며 버퍼가 완전히 채워지면 고순위 셀도 폐기된다.

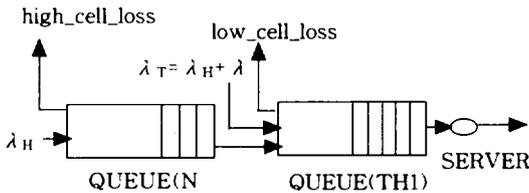


Fig. 2 Queuing model of the PBS scheme.

이 기법은 패킷 추출 기법에 비해 효율은 떨어지지만 구현하기가 쉽고 하드웨어적으로 처리할 수 있어

ATM과 같은 고속 전송에 적합한 것으로 평가되고 있다⁵⁾. 그러나 입력되는 저 순위와 고순위 셀의 조성비율에 따라 임계값을 변화시키지 못하므로 과도한 저 순위 셀의 손실이 일어나 망의 처리 율을 저하시키면서 자원을 낭비하는 결과를 초래한다. 특히, 저 순위 셀의 비율이 상대적으로 높을 경우에는 더욱 심각하다.

III. 적응적 분할 버퍼 공유 기법의 시스템 모델링 및 해석

본 논문에서는 적응적 분할 버퍼 공유(APBS: Adaptive Partition Buffer Sharing) 기법을 해석하기 위하여 전체 버퍼의 크기를 N으로 가정하고 첫 번째 임계치(TH1)까지는 모든 우선 순위 셀이 버퍼를 점유하고, 첫 번째 임계치를 지나 두 번째 임계치(TH2)까지는 고 우선도와 중간 우선도 셀이 점유한다고 가정한다. 그리고 두 번째 임계치를 지나서는 고 우선도 셀 만이 버퍼를 점유한다고 하였고 또, 각 우선 순위 셀의 도착과정은 서로 독립이며, 포아송 분포를 따른다 하고 도착율의 상태에 종속되는 M/M/1/K큐잉 모델로 해석하였다. 각 우선 순위 셀의 도착 율 관계는 다음과 같다.

$$\lambda_T = \lambda_H + \lambda_M + \lambda_L \tag{1}$$

$$\lambda_T^* = \lambda_H + \lambda_M \tag{2}$$

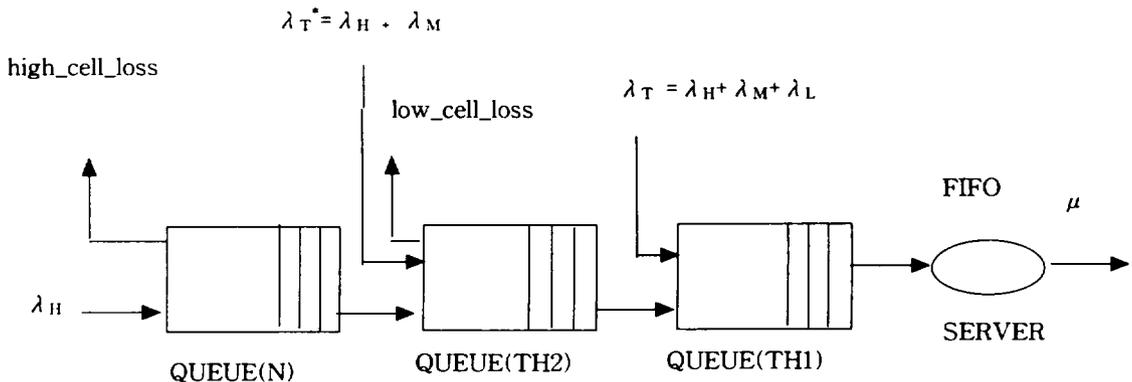


Fig. 3 Queuing model of APBS scheme.

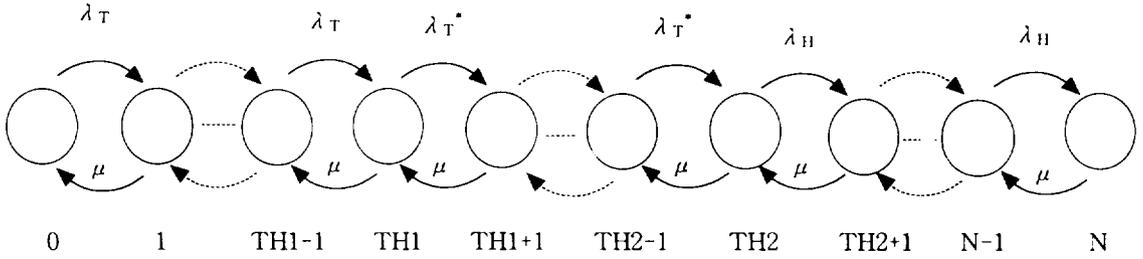


Fig. 4 State transition diagram of APBS scheme.

여기서

- λ_T : 전체 셀 도착률
- λ_T^* : 제어구간에서의 셀 도착률
- λ_H : 고순위 셀 도착률
- λ_M : 중간순위 셀 도착률
- λ_L : 저순위 셀 도착률

모델링한 시스템을 해석하기 위한 큐잉 모델은 Fig. 3과 같다.

Fig. 3의 적응 분할 버퍼 공유 기법의 큐잉 모델을 해석하기 위하여 Markov Chain을 이용한 상태천이도는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4의 상태천이도로부터 초기 확률 조건 식 (3)과 각 상태에 대한 흐름 보존의 법칙을 이용하여 평형 상태 방정식을 세워 각 상태에서의 천이 확률을 식 (4)로부터 구할 수 있다.

$$P_i = \frac{\lambda_T}{\mu} \cdot P_0 \quad (3)$$

$$P_i = \frac{\lambda_T}{(\lambda_T + \mu)} \cdot P_{i-1} + \frac{\mu}{(\lambda_T + \mu)} \cdot P_{i+1} \quad (4)$$

모든 상태 확률의 합은 "1"이 된다는 사실로부터 초기상태 확률 P_0 을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^{TH1} \rho_T^i + \sum_{i=TH1+1}^{TH2} (\rho_H + \rho_M)^{i-TH1} + \sum_{i=TH2+1}^N \rho_H^{i-TH2} \right]^{-1} \quad (5)$$

여기에서 $\rho_T (= \rho_H + \rho_M + \rho_L)$ 는 전체 트래픽의 세기를 나타낸다.

전체 트래픽의 세기에 대하여 서비스할 수 있는 버퍼의 공간이 제한되어 있으므로 셀에 대한 손실이 발생하는데 저 순위 셀에 대한 셀 손실이 발생한 첫 번째 임계값까지는 셀 손실이 없지만 그 이상에서는 저 순위 셀을 모두 상실하므로 저 우선도 셀에 대한 셀 손실률은 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} P_{low-loss} &= \sum_{i=TH1+1}^N P_i \\ &= \sum_{i=TH1+1}^{TH2} \rho_T^{TH1} \cdot (\rho_H + \rho_M)^{i-TH1} \cdot P_0 \\ &\quad + \sum_{i=TH2+1}^N \rho_T^{TH1} \cdot (\rho_H + \rho_M)^{TH2-TH1} \cdot \rho_H^{i-TH2} \cdot P_0 \end{aligned} \quad (6)$$

중간 우선도 셀의 손실은 두 번째 임계값까지는 손실이 발생하지 않지만 그 이상에서는 중간 우선도 셀의 손실은 저 우선도 셀의 손실 식 (6)을 구할 때와 같이 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P_{medium-loss} &= \sum_{i=TH2+1}^N P_i \\ &= \sum_{i=TH2+1}^N \rho_T^{TH1} \cdot (\rho_H + \rho_M)^{TH2-TH1} \cdot \rho_H^{i-TH2} \cdot P_0 \end{aligned} \quad (7)$$

고 우선도 셀의 손실은 제한된 버퍼에 여유 공간이 없을 경우에 도착하는 셀에 대해 발생하는데 고 우선도 셀에 대한 셀 손실률은 다음과 같이 P_N 으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 P_{high-loss} &= P_N \\
 &= \rho_T^{TH1} \cdot (\rho_H + \rho_M)^{TH2-TH1} \cdot \rho_H^{N-TH2} \cdot P_0 \quad (8)
 \end{aligned}$$

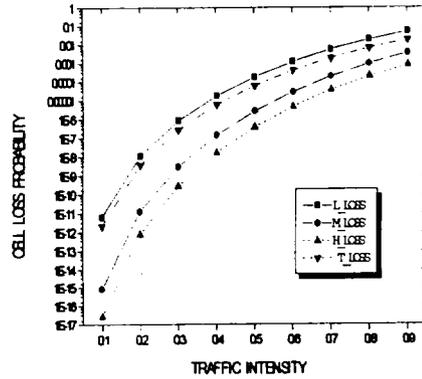
또한, 전체 셀 손실 확률은 도착한 각 우선도 셀 손실의 합으로 나타낼 수 있으므로 식 (6), 식 (7), 식 (8)에 셀 도착률을 이용하여 전체 셀 손실 확률을 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 P_{total-loss} &= \frac{\lambda_H}{\lambda_T} \cdot P_{high-loss} + \frac{\lambda_M}{\lambda_T} \cdot P_{medium-loss} + \frac{\lambda_L}{\lambda_T} \cdot P_{low-loss} \quad (9)
 \end{aligned}$$

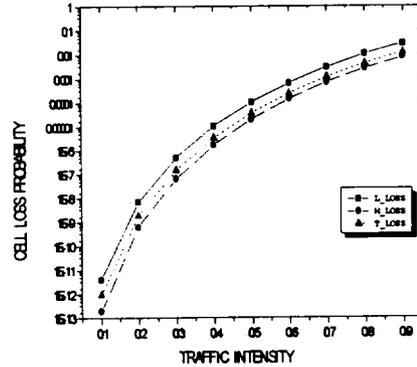
IV. 결과 및 고찰

본 장에서는 앞에서 해석한 각 우선 순위에서의 셀 손실 확률식을 이용하여 각각의 손실 확률을 구하여 성능을 분석하였다.

Fig. 5는 버퍼의 크기를 15, 첫 번째 임계값의 크기를 10, 두 번째 임계값의 크기를 13으로 하고 트래픽의 양 ρ 를 점차 증가시켰을 때, 적응적 분할 버퍼 공유 기법의 각 우선 순위 손실 확률을 구한 결과 트래픽의 양이 증가할수록 각 우선도 셀에 대한 셀 손실 확률이 증가함을 알 수 있다. 그리고 같은 조건하에서 하나의 임계치를 앞의 두 번째 임계값의 크기, 즉 13으로 하여 부분 버퍼 공유 기법의 각 우선 순위 손실 확률을 구한 결과, 적응적 분할 버퍼 공유 기법과 마찬가지로 트래픽의 양이 증가할수록 각 우선도 셀에 대한 셀 손실 확률이 증가함을 알 수 있다. 그러나 본 논문에서의 임계값을 두 개로 분할한 적응적 분할 부분 버퍼 공유 기법에서는 트래픽 세기가 증가함에 따라서 같은 버퍼의 크기에서 하나의 임계치를 갖는 부분 버퍼 공유 기법에 비해 우선도가 낮은 셀의 손실율은 약간 증가하는 현상이 나타나고 있지만 우선도가 높은 셀의 손실과 전체 입력 트래픽에 대한 셀 손실이 적게 발생한다는 것을 알 수 있고, 특히 우선도가 높은 셀의 손실율은 더욱 감소함을 알 수 있다(Fig. 6). 따라서 ATM 망에서 두 개의 임계치로



(a) APBS Scheme



(b) PBS Scheme

Fig. 5 Cell loss probability according to traffic intensity. (N:15, TH1:10, TH2:13)

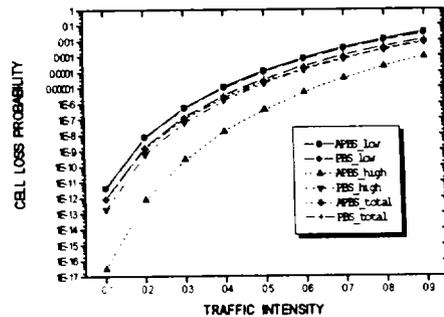


Fig. 6 The cell loss probability of low priority and high cell and total cell according to traffic intensity. (N:15, TH1:10, TH2:13)

분할함으로써 각 우선도 셀에 대한 셀 손실을 줄일 수 있을뿐만 아니라, 더 많은 트래픽을 처리하면서도 전체의 셀 손실은 줄일 수 있다.

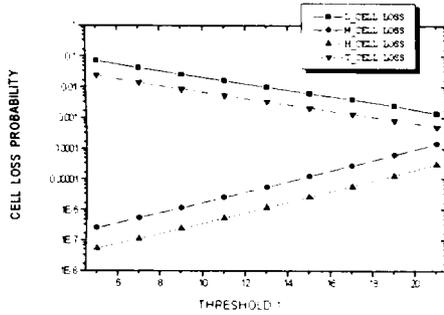


Fig. 7 Cell loss probability according to TH1 variation. (N:25, TH2:23, traffic intensity:0.8)

Fig. 7는 버퍼의 크기를 25, 트래픽 세기 ρ 를 0.8로 하고, TH2를 23으로 고정하여 TH1을 7에서 21로 변화시켰을 때의 셀 손실을 구하였다. 이 결과, 같은 트래픽 세기에서 저 우선도 셀에 대해 버퍼의 공간을 크게 해 주므로써 저 우선도 셀에 대한 손실을 보장할 수 있고, 전체의 셀 손실도 점차 감소하게 된다는 것을 알 수 있다. 그러나 중간 우선도와 고 우선도 셀 손실은 버퍼의 공간을 크게 해 줄수록 점차 증가하는 현상을 볼 수 있다.

Fig. 8는 Fig. 7과 같은 조건하에서 첫 번째 임계값을 3으로 고정하여 두 번째 임계치를 7에서 21로 변화함에 따른 각 우선 순위 셀 손실 확률을 구하였다. 여기에서 보면 저 우선도 셀과 전체의 셀 손실은 변

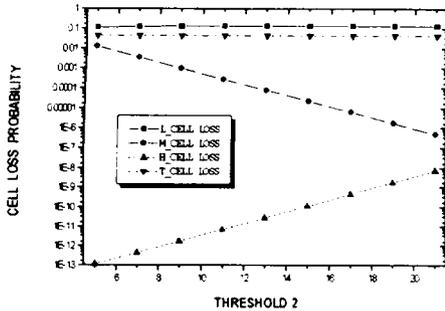


Fig. 8 Cell loss probability according to TH2 variation. (N:25, TH1:3, traffic intensity:0.8)

화가 거이 없고, 중간 우선도 셀에 대한 손실만을 보장할 수 있으며 고 우선도 셀 손실은 점차 증가함을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 ATM 망의 우선 순위 제어 기법중 손실 우선 순위 제어 기법으로 트래픽 제어를 하기 위하여 버퍼를 적응적으로 분할하였다. 그리고 발생된 트래픽을 세 개의 우선 순위 그룹으로 나누어 ATM 망에서의 셀 손실 확률에 대한 성능을 비교 분석하였다. 분석 결과 본 논문에서 임계치를 두 개로 분할한 적응적 분할 버퍼 공유 기법이 한 개의 임계치만을 갖는 부분 버퍼 공유 기법보다 버퍼의 길이가 같을 경우에 더 많은 트래픽을 처리 할 수 있었다. 그리고 적응적 분할 버퍼 공유 기법에서는 각 우선도 그룹에 대하여도 적은 셀 손실 확률이 발생하였으므로 기존의 임계치 하나만을 두는 부분 버퍼 공유 기법에 비하여 높은 성능을 유지함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- 1) Onvural, R.O., 1995, *Asynchronous Transfer Mode Network : Performance Issues*, 2nd ed., Artech House, Norwood, pp.169-174.
- 2) Minzer, S.E., 1989, *Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode(ATM)*, IEEE Comm.magazine, pp.17-24.
- 3) 이재용, 1997, 입출력 단에 버퍼를 가지는 ATM 교환기의 손실 우선 순위 제어의 성능 분석, 한국통신학회논문지 제 22권 제 6호, pp. 1148-1149.
- 4) Kleinrock, L., 1975, *Queueing System*, Vol.1, Vol.2, Wiley, New York.
- 5) 박원기, 한치문, 최형진, 1994, ATM 스위치 네트워크에서의 2-레벨 임계치를 갖는 셀 우선 순위 제어방식, 한국통신학회논문지, 제 19권 제 3호, pp.479-491.
- 6) Byrne, W.R., 1989, *Broad ISDN Technology and*

- Architecture*. IEEE Network. pp.23-28.
- 7) Gnedenko B.V. and Kovalenco I.N., 1968. *Introduction to Queueing Theory*. Israel Program for Sci. Transl., Jerusalem.
- 8) Golub, G.H. and Loan, C.F.V., 1989. *Matrix Computation*. Second Edition. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- 9) L. Kleinrock, L., 1976. *Queueing System II*. pp.119-126.
- 10) J.J. Bae and T. Suda, 1991. *Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks*. proceedings of the IEEE. Vol. 79. No. 2. pp.170-189