

## ATM 망에서 QOS 향상을 위한 적응적 부분 버퍼 공유 기법

正會員 姜寅坤\*, 李海正\*, 魯善植\*, 李東垠\*, 金永川\*

### Adaptive Partial Buffer Sharing Scheme to Improve the Quality of Services in ATM Networks

In Kon Kang\*, Hae Jung Lee\*, Sun Sik Roh\*, Dong Eun Lee\*, Young Chon Kim\* Regular Members

#### 要 約

본 논문에서는 기존의 부분 버퍼 공유 방식의 성능을 개선하기 위하여 적응적 부분 버퍼 공유 방식을 제안하였다. 제안된 적응적 부분 버퍼 공유 방식은 고순위 셀에 대한 서비스 품질을 만족시킬 수 있을 뿐만 아니라 전체 트래픽의 세기, 저순위와 고순위 셀의 비율, 버퍼 크기, 현재 버퍼의 상태에 따라 적응적으로 저순위 셀을 서비스할 수 있도록 하였다. 따라서 적응적 부분 버퍼 공유 방식은 서비스 품질을 향상시키면서 망의 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

제안된 적응적 부분 버퍼 공유 방식의 성능을 평가하기 위하여 해석적 분석을 실시하였다. 또한 기존의 부분 버퍼 공유 방식과 성능을 비교하기 위하여 트래픽의 세기, 저순위와 고순위 셀의 비율, 버퍼 크기등에 따른 셀 손실율을 측정하였다.

#### ABSTRACT

In this paper, we present an APBS(adaptive partial buffer sharing) scheme to improve the performance of conventional partial buffer sharing scheme. The proposed APBS scheme can not only guarantee the quality of services for high priority cells but also adaptively serve low priority cells according to total traffic intensity, low/high priority cell ratio, buffer size and current buffer state. Therefore, our APBS scheme can improve the quality of services and efficiently utilize the resource of networks.

The performance of the proposed APBS scheme is analytically evaluated in terms of cell loss rate in case of varying traffic intensity, low/high priority cell ratio and buffer size and also is compared with those of conventional PBS scheme.

---

\* 전북대학교 컴퓨터공학과  
Department of Computer Eng., Chonbuk National  
University  
論文番號 : 94231-0830  
接受日字 : 1994年 8月 30日

## I. 서 론

최근의 통신망은 고속화 및 광대역화, 개인화, 그리고 지능화의 방향으로 발전하는 추세이다. 다양한 복합 매체를 전송 교환할 수 있는 고속화 및 광대역화 통신망인 B-ISDN은 N-ISDN에서 제공하는 음성 및 지속 데이터 뿐만 아니라 고속의 데이터 전송, 정지 화상 및 동화상의 전송, HDTV 방송등의 다양한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이러한 서비스들의 특징은 다양한 대역폭과 서비스의 종류에 따라 고정 전송 속도 및 가변 전송 속도를 가지며 정보의 전송 지연과 정보 손실의 정도에 따라 다른 QOS(Quality of Service)를 가진다. 이런 다양한 요구 조건을 제공하기 위해 CCITT에서는 ATM(Asynchronous Transfer Mode)을 B-ISDN의 새로운 전송 기술로 채택하였다.<sup>[1,2,3,4]</sup>

ATM은 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 있다.<sup>[5]</sup> 이러한 망의 과밀 상태가 발생할 경우 각 트래픽의 QOS를 보장하지 못하게 되므로 ATM 망에서는 망의 과밀에 의한 셀 손실의 최소화와 망 자원 사용의 극대화란 서로 상충되는 목표를 달성해야 한다.

CCITT 권고안 1.371에서는 ATM 셀 헤더의 CLP(Cell Loss Priority) 비트를 이용하여 셀에 우선 순위를 부여하고, 이 우선 순위에 따라 셀을 서비스한다. 우선 순위 제어 기법에는 지연에 민감한 시간 우선 순위 기법과 셀 손실에 민감한 손실 우선 순위 방법이 있다.<sup>[4,5,6,7]</sup> 손실 우선 순위 제어 기법중 부분 버퍼 공유 기법은 고속망에 적합하므로 ATM 망에 적용을 위하여 많은 변형들이 연구되었다. 부분 버퍼 공유 방식은 임계값에 따라 확률적으로 모든 저순위 셀을 폐기한다. 그러나 저순위 셀의 비율이 많은 경우에는 저순위 셀이 버퍼 충만도에 많은 기여를 하지만 임계값이 넘으면 모두 폐기되므로 버퍼 등 망 자원을 효율적으로 이용하지 못한다. 따라서, 저순위 셀의 비율에 따른 가변적 폐기율을 갖도록 하는 것이 필요한데, 저순위 셀만을 고려할 경우 자원의 이용률을 높일 수 있으나 고순위 셀의 폐기 가능성이 높아진다.

본 논문에서는 부분 버퍼 공유 방식의 단점을 보완하

기 위한 새로운 적응적 부분 버퍼 공유 방식을 제안하였다. 제안된 적응적 부분 버퍼 공유 방식은 저순위 셀의 비율 및 버퍼의 상태에 따른 저순위 셀의 서비스율(또는 폐기율)을 효율적으로 결정할 수 있도록 하여 고순위 셀의 서비스율을 보장하면서 저순위 셀의 서비스를 최대한 제공함으로써 QOS를 향상시키고, 버퍼 등 망 자원을 효율적으로 이용할 수 있도록 하였다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 Markov model에 의한 해석적 분석 및 기존의 방법들과 성능을 비교하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 우선 순위 버퍼 제어 기법에 대하여 다루었고, III장에서는 적응적 부분 버퍼 공유 기법을 제안 하였으며, IV장에서는 적응적 부분 버퍼 공유 기법의 모델링 및 해석적 분석을 실시하였다. V장에서는 제안된 방법과 기존 방법들과의 성능 비교 및 분석을 하였으며, 마지막으로 결론을 다루었다.

## II. 우선 순위 버퍼 제어 기법

ATM 망은 비디오 신호와 같은 버스티한 특성을 가진 트래픽, 연속적인 데이터 트래픽, 시간 지연에 민감한 트래픽, 손실에 민감한 트래픽등의 다양한 트래픽을 함께 수용하며 망 자원의 효율적인 활용을 위해 통계적 다중화 기법을 사용한다. 통계적 다중화 기법은 처리율을 높이는 방법으로 호의 최대 대역 요구치보다 적은 대역을 호에 할당하기 때문에 망에서 과밀 현상이 발생하면 적지 않은 셀 손실을 가져오게 된다. 망의 과밀 현상으로 인해 발생하는 셀 손실이 서비스에 미치는 영향을 줄이기 위해 CCITT에서는 서비스의 종류별로 QOS를 지정하였는데 망 제어 정보나 영상의 골격을 나타내는 정보등에 대해서는 QOS가 높고, 음성 정보등의 서비스는 상대적으로 셀 손실에 영향을 적게 받으므로 QOS를 낮은 등급으로 지정하고 있다. 그러므로 CCITT에서는 망의 과밀시에 저 순위를 갖는 셀을 먼저 폐기시켜 전체적인 서비스의 QOS를 만족시키는 우선 순위 제어 방법을 권고하고 있다.<sup>[1,9,10]</sup>

### 2.1 시간 우선 순위 제어

시간 우선 순위 제어는 지연에 민감한 트래픽이나 긴급 전송을 요구하는 실시간 트래픽을 고순위로 하여 셀의 큐잉 지연 시간을 줄이는 방법이나 큐잉 지연 시간이

전체 지연시간에 미치는 영향은 셀 처리 지연 시간, 전파 지연 시간등에 비해 매우 작고 셀들의 순서 유지가 보장되지 않으므로 ATM 망 환경에서 유용하게 적용되기에는 문제점이 있다. 대표적인 시간 우선 순위 제어 방법으로는 H.Cobham이 제안한 HOL (Head-of-Line)방식이 있다.

### 2.2 손실 우선 순위 제어

손실 우선 순위 제어는 과밀 현상 발생시 셀 손실에 민감한 트래픽에 고순위를 부여하여 QOS를 보장하며, 저순위 셀을 선택적으로 폐기하여 과밀 제어를 한다. ATM 망에서 손실 제어가 수행되는 곳은 전송 링크나 교환단에서 일어나며 이는 버퍼 관리 기법과 직접적인 관련이 있다. 현재 많이 연구되는 저순위 셀을 폐기하는 버퍼링 방법은 푸쉬-아웃과 부분 버퍼공유 방식이 있다.

#### 2.2.1 푸쉬-아웃 기법

푸쉬-아웃 기법은 그림 1과 같이 버퍼가 완전히 채워질 때까지는  $\lambda_h$ 의 도착율을 가지는 고순위 셀과  $\lambda_l$ 의 도착율을 가지는 저순위 셀 모두를 받아들인다. 버퍼가 채워진 후 도착하는 저순위 셀은 폐기되며, 고순위 셀이 도착하면 버퍼내에 저순위 셀이 있을 경우에는 저순위 셀을 축출하고 고순위 셀이 그 위치에 들어간다. 그러나 저순위 셀이 없을 경우에는 고순위 셀이 손실된다. 이 기법은 저순위 셀과 고순위 셀이 버퍼 전체를 공유하기 때문에 버퍼의 이용률을 높일수는 있지만, 실제로 구현시 많은 문제가 있다. 즉, 고순위의 셀들이 버퍼내의 어떤 곳에 위치한 저순위의 셀이라도 축출할 수 있어야 하므로 구현이 복잡하고 처리 시간이 길어져 고속 망인

ATM 망에서는 적합하지 않다.<sup>(7,11)</sup>

#### 2.2.1 부분 버퍼 공유 기법

부분 버퍼 공유 방법은 그림 2와 같이 주어진 임계값(TH1)까지는  $\lambda_l$ 의 도착율을 가지는 저순위 셀과  $\lambda_h$ 의 도착율을 가지는 고순위 셀들이 버퍼를 공유하다가 임계값(TH1)을 넘어서면 고순위의 셀만을 받아들이고 저순위 셀은 폐기시키며 버퍼가 완전히 채워지면 고순위 셀도 폐기되는 기법이다. 부분 버퍼 공유 기법은 푸시-아웃 방식에 비해 효율은 떨어지지만 구현하기가 쉽고 하드웨어적으로 처리할 수 있어 ATM과 같은 고속 전송에 적합한 것으로 평가되고 있다.<sup>(7,11)</sup> 그러나 입력되는 저순위와 고순위 셀의 조성 비율에 따라 임계값을 변화시키지 못하므로 과도한 저순위 셀의 손실이 일어나 망의 처리율을 저하시키면서 자원을 낭비하는 결과를 초래한다. 특히, 저순위 셀의 비율이 상대적으로 높을 경우에는 더욱 심각하다.

### Ⅲ. 적응적 부분 버퍼 공유 기법

본 논문에서 제안한 적응적 부분 버퍼 공유 기법은 고정된 임계값에 의해 확일적으로 저순위 셀을 폐기하는 부분 버퍼 공유 기법의 단점을 보완하기 위해 저순위 셀의 비율 및 버퍼의 상태에 따라 저순위 셀의 폐기율을 효율적으로 제어할 수 있도록 하였다. 제안된 적응적 부분 버퍼 공유 기법은 버퍼의 상태가 임계값에 도달할 때까지는 부분 버퍼 공유 방식 처럼 고순위 및 저순위 셀 모두를 서비스하지만 버퍼의 상태가 임계값 이상으로 될 경우에는 저순위 셀의 비율과 버퍼의 상태에 따라 적응

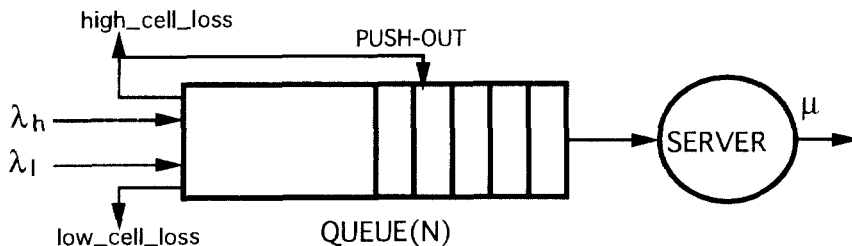


그림 1. 푸쉬-아웃 기법의 큐잉 모델  
Fig. 1. Queuing model of the push-out scheme

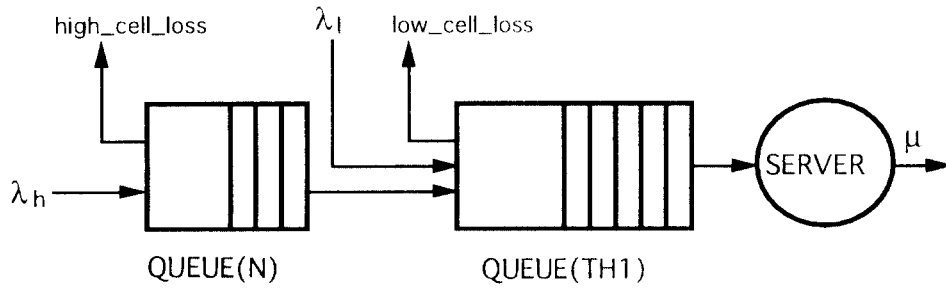


그림 2. 부분 버퍼 공유 기법의 큐잉 모델  
Fig. 2. Queuing model of the PBS scheme

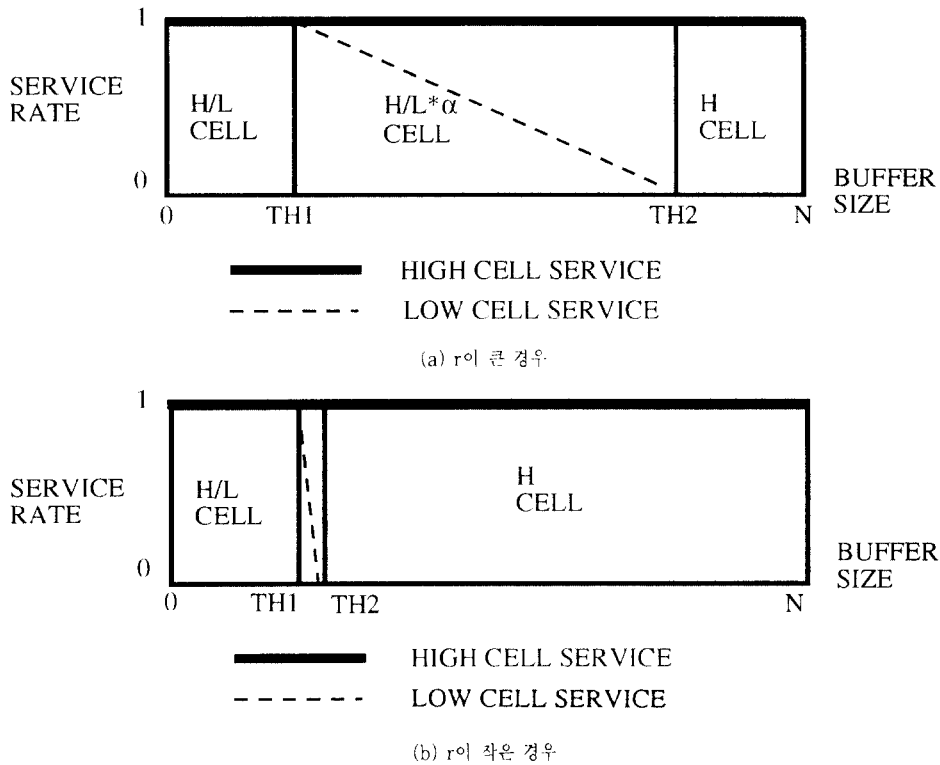


그림 3. 저순위 셀의 서비스율  
Fig. 3. Service ratio of the low priority cell

적으로 저순위 셀의 서비스율을 조정할 수 있도록 하여 망 자원의 이용률을 높이고 QOS를 향상시킬 수 있도록 하였다.

### 3.1 적응적 부분 버퍼 공유 기법의 동작

적응적 부분 버퍼 공유 기법은 첫번째 임계값( $TH1$ ) 까지는 고순위 셀과 저순위 셀 모두를 서비스한다. 현재 버퍼의 상태가 첫번째 임계값을 넘어서면 전체 셀의 입

력 부하, 전체 셀에 대한 저순위 셀의 비율( $r$ ), 현재 버퍼의 상태에 따라 저순위 셀의 서비스율 및 두번째 임계값(TH2)을 산출하고, 두번째 임계값까지는 저순위 셀의 서비스율에 따라 서비스를 한다. 따라서, 저순위 셀의 비율이 많은 트래픽의 경우에는 첫번째 임계값 이후에서 각각의 서비스율에 따라 두번째 임계값까지 저순위 셀을 서비스한다. 이 때 저순위 셀의 서비스율은 버퍼의 상태에 따라 그림 3-(a)와 같이 서서히 감소한다. 반대로 저순위 셀의 비율이 적고 고순위 셀의 비율이 많은 경우에는 버퍼의 이용을 고순위 셀에 최대한 제공하기 위하여 첫번째 임계값 이후에서 저순위 셀의 서비스율을 그림 3-(b)와 같이 급격히 감소되도록 하였다. 그리고 고순위 셀만으로 구성된 경우에는 부분 버퍼 공유 방식과 같이 운영된다. 현재 버퍼의 상태가 두번째 임계값을 초과하면 저순위 셀은 폐기하고 고순위 셀만을 서비스한다. 이와같이 동작하는 적응적 부분 버퍼 공유 방식에서 좋은 성능을 얻기 위해서는 저순위 셀에 대한 최적의 서비스율을 결정하는 것이 매우 중요하며, 첫번째 임계값(TH1), 전체 셀의 입력 부하, 저순위 셀의 비율, 현재 버퍼의 상태 등이 저순위 셀의 서비스율을 결정하는데 중요한 파라미터로 작용한다.

### 3.2 저순위 셀 서비스율 결정

저순위 셀의 서비스율을 결정하기 위하여 다음과 같이 변수를 정의 하였다.

- 버퍼 크기 : buffersize
- 버퍼의 현재 상태 : currentbuffer
- 첫번째 임계값 : TH1
- 저순위 셀 부하 :  $\lambda_1$  ( $0 \leq \lambda_1 \leq 1$ )
- 저순위 셀 제어 구간 :  $X = \text{currentbuffer} - \text{TH1}$
- 특성화 함수 :  $f(k)$  ( $0 \leq k \leq X$ )

본 논문에서 특성함수  $f(k)$ 는 버퍼 크기, 첫번째 임계값, 저순위 셀의 부하와 함께 저순위 셀의 서비스율을 조정할 수 있도록 하는 함수이며, 특성함수  $f(k)$ 의 변화에 따라 저순위 셀의 서비스율은 그림 4와 같이 선형적인 특성과 비선형적인 특성을 갖도록 할 수 있다. 특성함수  $f(k)$ 에서  $k$ 의 의미는 특성함수  $f(k)$ 를 조정하여 저순위 셀에 대한 서비스율을 변화시킬 수 있도록 하는  $f(k)$ 의 종속 변수이며,  $k$ 값은 현재 버퍼의 위치에서

첫번째 임계값까지의 차이를 나타낸다. 그러므로  $k$ 의 범위는 현재 버퍼의 위치가 첫번째 임계값일 경우 최소값을 갖고, 현재 버퍼의 위치가 두번째 임계값일 경우에 최대값을 갖는다. 특성함수  $f(k)$ 의 범위는  $k$ 의 변화에 따라 저순위 셀의 서비스율이 선형적인 특성과 비선형적인 특성을 가질수 있도록 전체 실수 영역에 해당한다.

본 논문에서는 저순위 셀의 서비스율이 선형적인 특성을 갖도록 특성함수  $f(k) = C$ (상수)로 고정하였다. 따라서 저순위 셀의 서비스율이 그림 4에 있는 선형적인 특성을 나타내고 있으며  $C$ 값의 변화에 따라 저순위 셀의 서비스율이 달라질 수 있다.

특성함수를  $f(k)=C$ 로 고정하고 전체 버퍼의 크기, 첫번째 임계값, 저순위 셀의 부하를 이용하면 저순위 셀이 서비스 받을수 있는 두번째 임계값을 결정할 수 있다.

$$TH2 = ((\text{buffersize} - TH1) * \lambda_1 * f(k)) + TH1$$

두번째 임계값이 결정되면 첫번째 임계값에서 두번째 임계값까지 저순위 셀의 서비스율을 결정하기 위해서는 그림 3의 점선에 해당하는 서비스 기울기가 요구되며 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\text{서비스기울기}(slope) = \frac{(\text{저순위} + \text{고순위})\text{셀의 서비스율}}{\text{두번째 임계값} - \text{첫번째 임계값}}$$

여기에서 각각의 버퍼 상태에서의 저순위와 고순위 셀의 서비스율의 합은 "1"이므로 서비스율을 결정하기 위한 기울기를 식 (1)과 같이 정리할 수 있다.

$$slope = ((\text{buffersize} - TH1) * \lambda_1 * f(k))^{-1} \quad (1)$$

첫번째 임계값에서 두번째 임계값까지 저순위 셀의 서비스율을 결정하기 위하여 앞에서 결정된 서비스 기울기를 이용하면 각각의 버퍼 상태에 해당하는 저순위 셀의 서비스율을 결정할 수 있다. 각 상태에 대한 저순위 셀에 대한 서비스율은 식 (2)와 같다.

$$\alpha = 1 - (slope * X) \quad (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (2)$$

본 논문에서는 저순위 셀의 서비스율이 1에 근접하게 되면( $f(k) \approx 0$ ) 모든 저순위 셀에 대하여 서비스를 하게 되므로 하나의 버퍼에 모든 고순위 셀과 저순위 셀을 순서적으로 받아들이고 처리하는 단일 버퍼 공유 방식이 되고 저순위 셀의 서비스율이 0에 근접하게 되면( $f(k)$

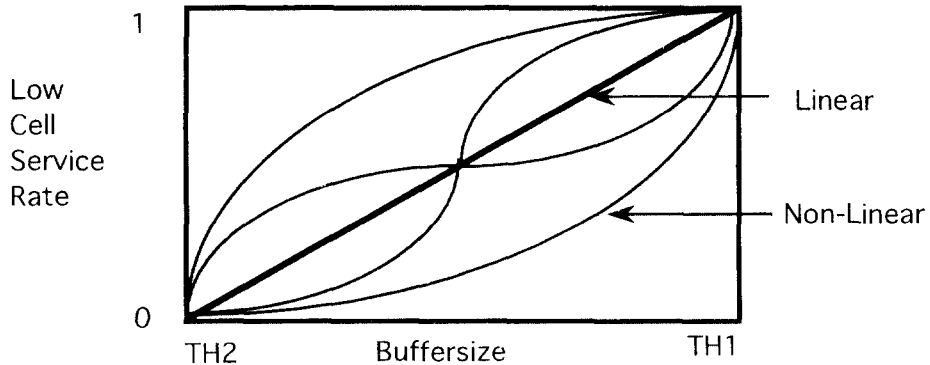


그림 4. 서비스율에 대한 특성 곡선  
Fig. 4. Characteristic curves of service ratio

>> 1) 모든 저순위 셀에 대하여 서비스를 하지 않기 때문에 하나의 임계치를 두어 임계치를 초과하는 저순위 셀에 대해 모두 폐기하는 부분 버퍼 공유 방식으로 근사화 될 수 있다.

이를 이용하여 저순위 셀에 대한 전체적인 서비스율은 다음과 같이 구해진다.

i)  $0 \leq \text{currentbuffer} \leq \text{TH1}$

$$\alpha = 1$$

ii)  $\text{TH1} < \text{currentbuffer} \leq \text{TH2}$

$$\alpha = 1 - (\text{slope} * X)$$

$$X = \text{currentbuffer} - \text{TH1}$$

iii)  $\text{TH2} < \text{currentbuffer} \leq \text{buffersize}$

$$\alpha = 0$$

#### IV. 적응적 부분 버퍼 공유 기법의 모델링 및 분석

각각의 셀의 도착과정은 서로 독립이며, 포아송 분포를 따른다고 가정하여 도착율이 상태에 종속되는 M/M/1/K 큐잉 모델로 해석하였다. 그림 5와 같이 첫 번째 임계치까지는  $\lambda_1$ 의 도착율을 가지는 저순위 셀과  $\lambda_h$ 의 도착율을 가지는 고순위 셀을 모두 서비스 하고 첫 번째 임계값과 두번째 임계값 사이에서는  $\lambda_h$ 의 고순위 셀과  $\alpha * \lambda_1$ 의 저순위 셀을 서비스한다. 버퍼의 상태가 두번째 임계값 이상에서는  $\lambda_h$ 의 고순위 셀만을 서비스

하고 만약 버퍼가 완전히 찬 상태이면 고순위 셀도 폐기된다. 각 셀의 도착율 관계는 식 (3)과 식 (4)와 같다.

$$\lambda_i = \lambda_h + \lambda_1 \quad (3)$$

$$\lambda_i^* = \lambda_h + \alpha \lambda_1 \quad (4)$$

여기서

$\lambda_i$  : 전체 셀 도착률

$\lambda_i^*$  : 제어 구간에서의 셀 도착률

$\lambda_h$  : 고순위 셀 도착률

$\lambda_1$  : 저순위 셀 도착률

$\alpha$  : 저순위 셀 서비스율

적응적 부분 버퍼 공유 기법의 큐잉 모델을 해석 하기 위해 Markov Chain을 이용한 상태 천이도는 그림 6과 같다. 그림 6의 상태 천이도로부터 Balance Equation을 이용하여 각각의 상태 확률을 구할 수 있다.

i)  $0 \leq i \leq \text{TH1}$

$$P_i = (\lambda_i/\mu)^i P_0$$

ii)  $\text{TH1} < i \leq \text{TH2}$

$$P_i = (\lambda_i/\mu)^{\text{TH1}} * (\prod_{j=\text{TH1}+1}^i ((\lambda_h + \alpha \lambda_1)/\mu)) * P_0$$

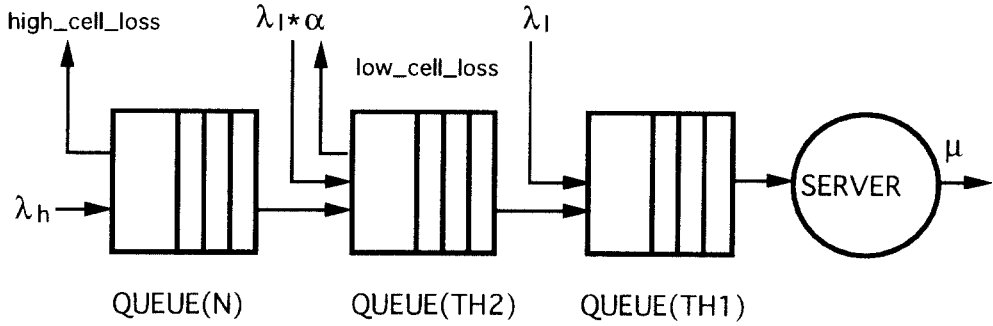


그림 5. 적응적 부분 버퍼 공유 방식의 큐잉 모델  
Fig. 5. Queuing model of APBS scheme

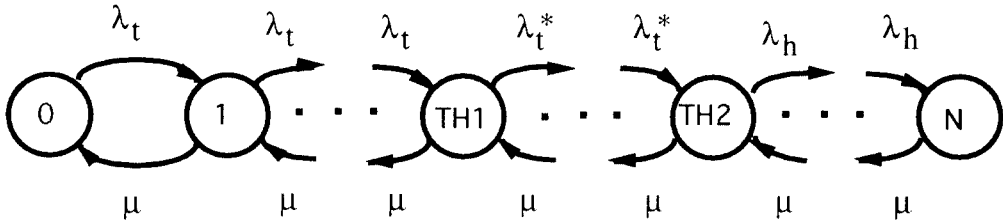


그림 6. 적응적 부분 버퍼 공유 방식의 상태 천이도  
Fig. 6. State transition diagram of APBS scheme

iii)  $TH2 < i \leq buffersize$

$$P_i = (\lambda_h/\mu)^{TH1} * (H_{j=TH1+1}^{TH2} ((\lambda_h + \alpha\lambda_t)/\mu)) * (\lambda_h/\mu)^{i-TH2} * P_0$$

모든 상태 확률의 합은 1이므로 식 (5)를 이용하여 초기상태 확률  $P_0$ 을 구할 수 있다.

$$\sum_{i=0}^{buffersize} P_i = 1 \tag{5}$$

$$P_0 = [ 1 + \sum_{i=1}^{TH1} \rho_i^i + \sum_{i=TH1+1}^{TH2} \rho_i^{TH1} * (H_{j=TH1+1}^i (\rho_h + \rho_i * \alpha)) + \sum_{i=TH2+1}^{buffersize} \rho_i^{TH1} * (H_{j=TH1+1}^{TH2} (\rho_h + \rho_i * \alpha)) * \rho_h^{i-TH2} ]^{-1} \tag{6}$$

전체 트래픽의 세기에 대하여 서비스할 수 있는 버퍼의 공간이 제한되어 있으므로 셀에 대한 손실이 발생하는데 저순위 셀에 대한 셀 손실의 발생은 첫번째 임계값 (TH1)까지는 셀 손실은 없지만 첫번째 임계치(TH1)에서 두번째 임계값(TH2)까지는 서비스율에 따른 셀 손

실이 발생하고 두번째 임계값(TH2) 이상에서는 저순위 셀을 모두 상실하므로 저 순위셀에 대한 셀 손실율은 식 (7)과 같이 구할 수 있다.

$$P_{low-loss} = \sum_{i=TH1+1}^{TH2} (P_i * (1 - \alpha_i)) + \sum_{i=TH2+1}^{buffersize} P_i = \sum_{i=TH1+1}^{TH2} \rho_i^{TH1} * (H_{j=TH1+1}^i (\rho_h + \rho_i * \alpha)) * P_0 * (1 - \alpha_i) + \sum_{i=TH2+1}^{buffersize} \rho_i^{TH1} * (H_{j=TH1+1}^{TH2} (\rho_h + \rho_i * \alpha)) * \rho_h^{i-TH2} * P_0 \tag{7}$$

고순위 셀의 손실은 버퍼에 여유 공간이 없을 경우에 도착하는 셀에 대해 발생하는데 고순위 셀에 대한 셀 손실율은 식 (8)과 같다.

$$\begin{aligned}
 P_{high-loss} &= P_{buffer-size} \\
 &= \rho_l^{TH} * (H_{i=TH+1}^{TIL} (\rho_h + \rho_l * \alpha_l)) * \\
 &\quad \rho_h^{buffer-size - TH} * P_{TH} \quad (8)
 \end{aligned}$$

또한, 전체 셀 손실 확률은 저순위와 고순위 셀의 손실 확률의 합으로 나타낼 수 있으므로 식 (9)와 같다.

$$P_{total-loss} = \frac{\lambda_l}{\lambda_l} P_{low-loss} + \frac{\lambda_h}{\lambda_l} P_{high-loss} \quad (9)$$

## V. 성능분석

기존의 부분 버퍼 공유 기법과 제안한 적응적 부분 버퍼 공유 기법의 성능을 비교 분석하기 위하여 셀 손실에 영향을 미치는 버퍼의 크기, 트래픽 세기, 저순위와 고순위 셀의 비율, 저순위 서비스율, 임계값 등의 파라미터를 변경하면서 버퍼에서의 셀 손실에 대한 성능 분석을 실시하였다. 본 논문에서는 ATM 망에서 요구되는 고순위 셀의 손실율을  $10^{-9}$ 으로 가정하였다. 그리고 전체 버퍼의 크기 30, 첫번째 임계값 10, 저순위 셀의 부하 0.5, 특성함수  $f(k)=1$ 일 경우 트래픽 세기에 따른 각각

의 셀 손실율을 구하였다. 그림 7과 8에서는 고순위 셀의 손실율이 부분 버퍼 공유 방식보다 조금은 높지만 요구되는 고순위 셀의 손실율  $10^{-9}$ 을 만족시키면서 저순위 셀과 전체 셀 손실율 측면에서 부분 버퍼 공유 방식보다 적응적 부분 버퍼 공유 방식이 좋은 성능을 보였다. 그림 9는 그림 7과 같은 조건하에서 트래픽 세기를 0.3과 0.7로 고정시키고 저순위 셀의 부하를 변화시키면서 셀의 손실율을 구하였다. 트래픽 세기가 0.3인 경우 고순위 셀의 손실율은  $10^{-9}$ 을 유지하면서 저순위 셀의 손실율과 전체 셀 손실율에서 부분 버퍼 공유 방식보다 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. 그림 10은 트래픽의 세기가 0.7로 증가하였을 경우에는 저순위 셀의 부하가 전체 부하의 80%인 지점에서부터 저순위와 전체 셀 손실율에서 부분 버퍼 공유 방식 보다 많이 발생함을 볼 수 있다. 이러한 현상은 버퍼의 길이 때문에 발생하며 해결 방안으로서 버퍼의 크기를 확장시키거나 특성 함수  $f(k)$ 의 값을 증가시키므로써 보완될 수 있다. 동일 조건에서 전체 버퍼의 크기만을 60과 120으로 확장하여 측정된 결과를 그림 11과 12에 나타내었다. 그림 12에서 알 수 있듯이 버퍼의 크기를 120으로 확장했을 경우 저순위 셀 손실율과 전체 셀 손실율에서 부분 버퍼 공유 방식 보다 더 좋은 성능을 갖는다. 또한, 이러한 보완책



그림 7 트래픽 세기에 따른 저순위 셀과 전체 셀의 손실율  
Fig. 7. The cell loss probability of low priority cell and total cell according to traffic intensity



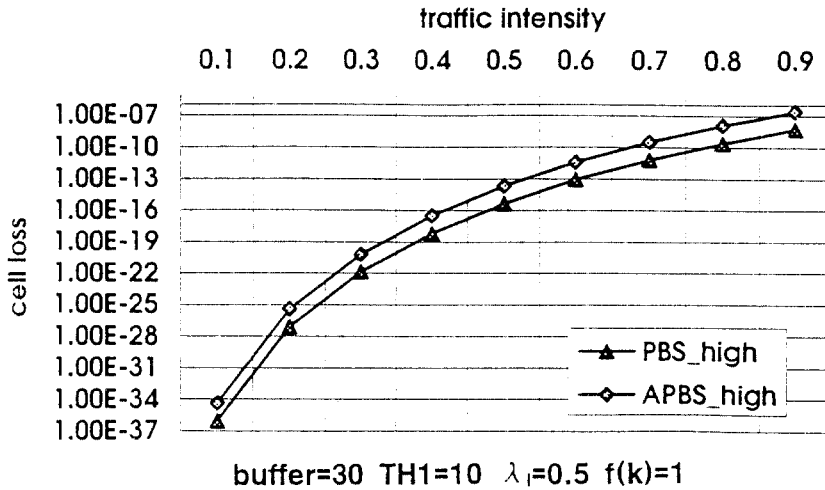


그림 8. 트래픽 세기에 따른 고순위 셀의 손실율  
 Fig. 8. The cell loss probability of high priority cell according to traffic intensity

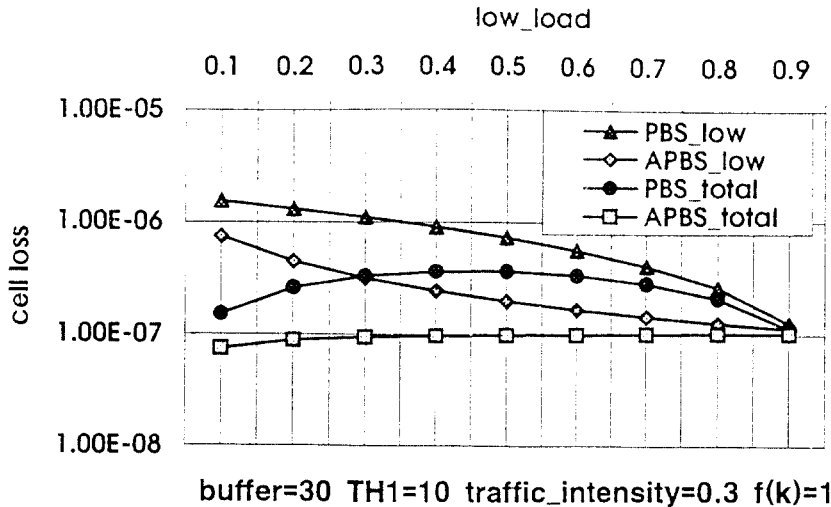


그림 9. 저순위 셀의 변화에 따른 저순위 셀과 전체 셀의 손실율  
 Fig. 9. The cell loss probability of low priority cell and total cell according to low priority cell ratio

은 버퍼 크기를 작게 유지하면서 특성 함수  $f(k)$ 의 값을 증가 시키므로써 해결할 수 있는데 전체 버퍼의 크기를 60으로하고 특성 함수  $f(k)=4$ 로 했을 경우 저순위 셀과 전체 셀 손실율 측면에서 매우 좋은 성능을 보여주었다. 그러나  $f(k)$ 를 증가시킬 경우 버퍼의 이용율이

감소될 수 있다. 따라서 트래픽의 세기, 저순위 셀과 고순위 셀의 비율에 따른 적절한 버퍼의 크기와 특성 함수  $f(k)$ 값을 조정함으로써 망에서 요구하는 고순위 셀의 QOS를 보장하면서 저순위 셀의 손실율과 전체 셀 손실율은 부분 버퍼 공유 방식 보다 더 좋은 성능을 유지할

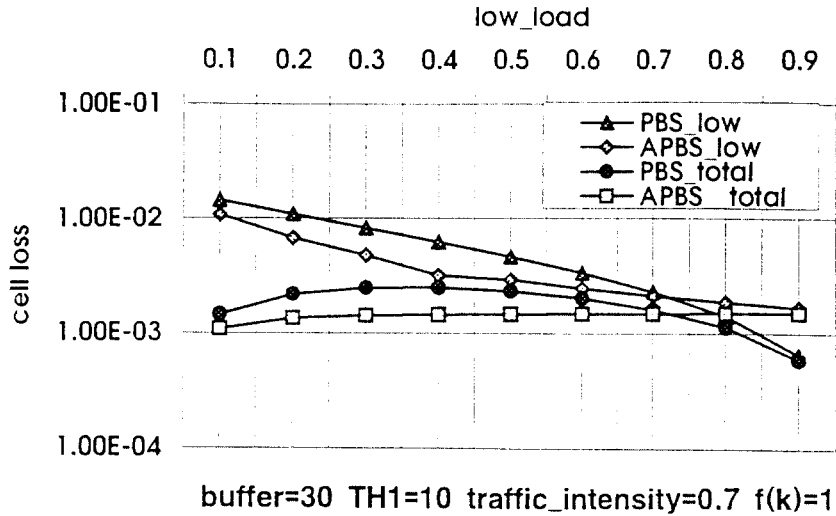


그림 10. 저순위 셀의 변화에 따른 저순위 셀과 전체 셀의 손실율  
 Fig. 10. The cell loss probability of low priority cell and total cell according to low priority cell ratio

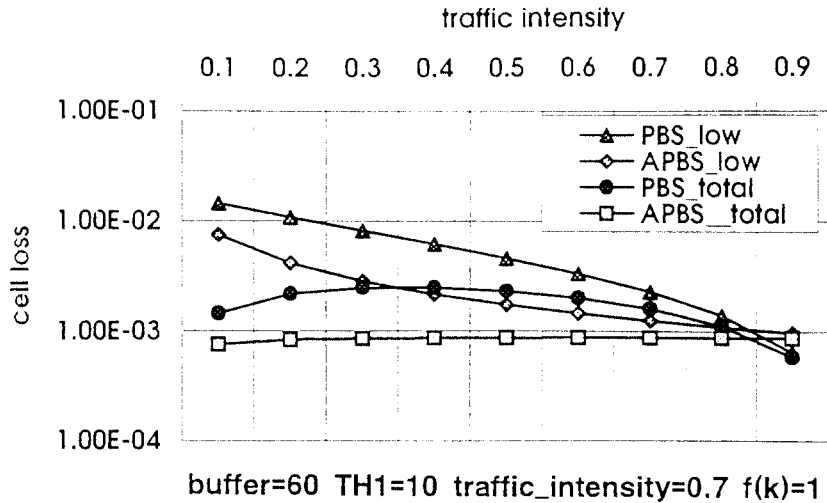


그림 11. 버퍼의 증가에 따른 셀 손실율  
 Fig. 11. The cell loss probability according to increase of buffer size

수 있다.

### VI. 결 론

ATM 망은 다양한 서비스 트래픽을 통계적 다중화

방식으로 전송하므로 망 자원의 이용율을 극대화할 수 있는 장점을 가지고 있지만 효과적인 트래픽 제어를 하지 못하면 과밀이 발생하여 트래픽의 QOS를 보장하지 못하게 된다. 그러므로 ATM 망에서는 망의 과밀에 의한 셀 손실의 최소화와 망 자원 이용의 극대화란 서로

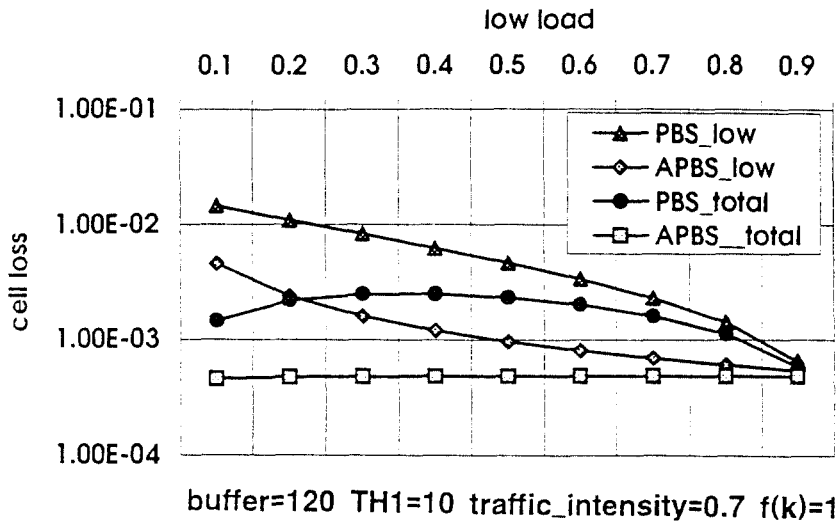


그림 12. 버퍼 증가에 따른 셀 손실율  
Fig. 12. The cell loss probability according to increase of buffer size

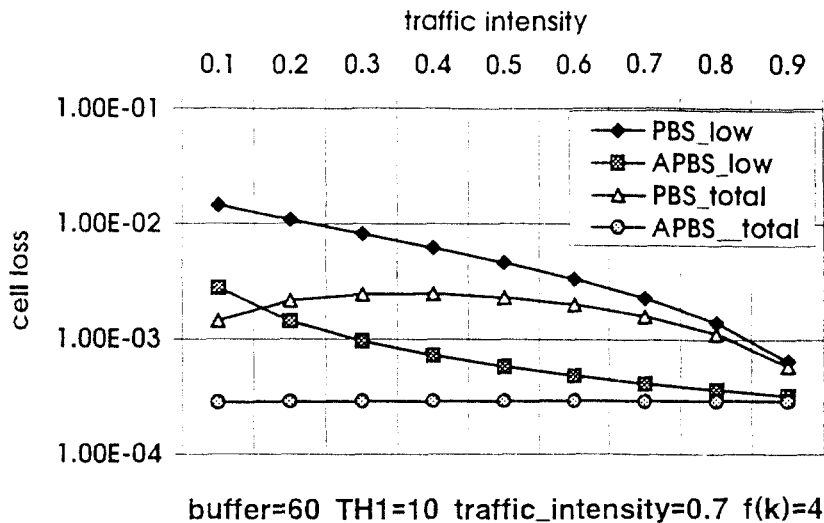


그림 13. f(k)의 증가에 따른 셀 손실율  
Fig. 13. The cell loss probability according to the increase of f(k)

상충되는 목표를 달성해야 한다.

본 논문에서는 망자원 활용의 극대화와 QOS 보장을 목적으로 하는 우선 순위 제어 기법 중 기존의 부분 버퍼 공유 기법이 가진 획일적인 저순위 셀의 폐기로 인한 망 자원 이용율의 저하라는 문제점을 보완 및 개선한 새

로운 적응적 부분 버퍼 공유 기법을 제안하였다. 제안한 방법에 대해 해석적 방법을 이용하여 성능 평가를 실시하였다. 또한, 기존의 부분 버퍼 공유 방식과 제안한 적응적 부분 버퍼 공유 방식을 트래픽 세기, 저순위 셀의 비율, 버퍼 크기, 특성 함수등을 이용하여 셀 손실율을

비교 및 분석하였다. 비교 결과, 제안된 적응적 부분 버퍼 공유 방식이 버퍼의 상태, 저순위 셀과 고순위 셀의 비율에 따라 저순위 셀의 서비스율을 효율적으로 결정하기 때문에 망에서 요구하는 고순위 셀의 QOS를 유지하면서 저순위 셀의 손실율과 전체 셀 손실율 측면에서 좋은 성능을 가짐을 볼 수 있었다. 특히, 적응적 부분 버퍼 공유 방식은 저순위 셀의 부하가 많은 트래픽을 서비스하는 망에서 상대적으로 매우 좋은 처리율을 갖는다. 하지만 버퍼의 크기가 작고 전체 트래픽의 새기가 큰 경우에는 저순위 셀의 손실율과 전체 셀 손실율이 부분 버퍼 공유 방식보다 증가될 수도 있다. 이러한 셀 손실율의 증가는 버퍼의 크기와 특성 함수  $f(k)$ 를 조절함으로써 셀손실율을 부분 버퍼 공유 방식 보다 감소시켜 사용자가 요구하는 QOS를 보장하면서 망 자원의 이용율을 최적화할 수 있다.

본 논문에서 제안한 적응적 부분 버퍼 공유 방식은 B-ISDN 트래픽 제어 연구에 많은 도움이 될 것이며, 일반적인 버퍼 제어 연구에도 적용될 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. CCITT Draft Recommendation I.371. "Traffic control and congestion control in B-ISDN", SG XVIII, Geneva, Switzerland, June 1992.
2. S. E. Minzer, "Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode(ATM)." IEEE Comm. magazine, pp.17-24, Sep. 1989.
3. W. R. Byrne, "Brandband ISDN Technology and Architecture." IEEE Network, pp.23-28, Jan. 1989.
4. Setiadi Yazid and H. T. Mouftah, "Congestion control Methods for B-ISDN", IEEE Communications Magazine, July, 1992.
5. C. Anthony Cooper and Kun I. Park, "Toward a Broadband Congestion Control Strategy." IEEE Network Mag. May, 1990.
6. Bae, J.J and T. Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Network." Proceedings of IEEE, Vol. 79, No. 2, pp.170-189, 1991.
7. Wen-Tsuen Chen and Uan-Jium Liu, "A Priority-Based Buffer Management Architecture for an ATM Multiplexer." The Proceedings of ISS, Oct. 1992.
8. Miltiades E. Anagnostou, Michael E. Theologou, Konstantinos M. Vlakis and Emmanuel N. Protonotarios, "Quality of Service Requirements in ATM-based B-ISDNs", Computer Communications, Vol. 14, No. 4, May, 1991.
9. Eckberg, A. E., et. al., "Controlling Congestion in B-ISDN/ATM : Issues and Strategies", IEEE Comm. Magazine, pp.64-70, 1991.
10. Gillian M. Woodruff, Runroj Kositpaiboon, Gordon Fitzpatrick and Philip Richard, "Control of ATM Stastical Multiplexing Performance." Computer Networks and ISDN System, Vol. 20, No. 1, Dec. 1990.
11. 박원기, 한치문, 최형진, "ATM 스위치 네트워크에서의 2-레벨 임계치를 갖는 셀우선순위 제어방식." 한국통신학회논문지 제 19권 제 3호, pp.479-491, 1994, 3.

姜寅坤(In Kon Kang)

정회원

1966년 4월 22일생

현재 : 전북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 수료  
한국통신학회 논문지 제18권 제1호 참조



李海正(Hae Jung Lee) 정회원

1965년 11월 15일생

1991년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)  
1994년 2월 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

1994년~현재 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정  
1991년~1992년 : 포스테이타(주) 연구원



魯善植(Sun Sik Roh) 정회원

1970년 5월 28일생

1993년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)  
1995년 2월 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

1995년~현재 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정  
\*주관심 분야 : B-ISDN, 지능망



李東垠(Dong Eun Lee) 정회원

1966년 6월 15일생

1991년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)  
1994년~현재 : 전북대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정

1991년~1993년 : 포스테이타(주) 연구원  
\*주관심 분야 : B-ISDN, Multimedia

金永川(Young Chon Kim)

정회원

1956년 12월 10일생

현재 : 전북대학교 컴퓨터공학과 부교수  
한국통신학회 논문지 제18권 제1호 참조