

# ATM 망의 가상 경로 상에서 효과적인 대역할당 알고리즘 연구

정희원 심덕주\*, 천상훈\*, 박경섭\*

## A Study on Efficient Bandwidth Allocation Algorithm on Virtual Path in ATM Network

Douk Joo Shim\*, Sang Hun Chun\*, Kyung Sup Kwak\* *Regular Members*

### 요 약

ATM 망에 있어서 가능한 한 최대의 호 요구 수락과 함께 적절히 구분된 서비스 품질(QoS)의 제공이 요구된다. 본 논문에서는 기존의 부분 예약 공유 기법을 보완하여, 서비스 중에 대역폭을 동적으로 재분배하는 대역 할당 알고리즘을 제안하였다. 제안한 기법은 서비스들로 하여금 보다 많은 접속기회를 갖도록 한다

### ABSTRACT

For ATM networks, it is required to allow call admission as many as possible as well as to provide appropriately differentiated QoS(Quality of Service). In this paper, we proposed an algorithm that improves Partial Reserved Sharing and allocates dynamically the bandwidth during on service. The proposed method can achieve more opportunity of connection for all generated services.

### I. 서론

ATM은 다양한 정보를 수용하기 위해 고정 비트율 서비스(CBR : Constant Bit Rate), 가변 비트율(VBR : Variable Bit Rate) 서비스, 가용 비트율(ABR : Available Bit Rate) 서비스, 그리고 비규정 비트율(UBR : Unspecified Bit Rate) 서비스를 제공한다<sup>[12]</sup>.

본 논문에서는 기존의 부분 예약 공유(Partial Reserved Sharing) 알고리즘<sup>[2]</sup>을 보완하고, 각 서비스 클래스의 예약영역을 새로운 호의 연결 설정시 동적으로 재 할당하는 알고리즘을 제안하였다. 기존의 알고리즘에서는 Reverse Pecking Order 현상을 줄이기 위하여 오프라인에서 계산된 예약영역을 각 서비스 클래스에 할당하여 호 차단율을 줄였다. 그

러나 이 방식은 각 서비스 클래스별로 발생할 수 있는 호 요구의 불균형에 능동적으로 대처할 수 없다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 초기에 할당된 예약영역의 크기를 호 요구 시 재조정하였고, 보다 효율적인 자원관리를 할 수 있음을 보였다.

### II. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 CBR 및 VBR의 2 가지 서비스를 고려하였다. 왜냐하면 요구 대역폭이 다르고, VBR 서비스는 가변 비트율의 특성을 가지고 있기 때문에 대역폭 변화에 영향을 주는 중요한 트래픽이기 때문이다<sup>[5]</sup>.

제안한 알고리즘은 부분 예약 공유 기법과 마찬가지로 각 서비스의 예비 대역폭을 얼량 B 식을 통

\* 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부  
논문번호:99174-0506, 접수일자:1999년 5월 6일

하여 계산한다. 또한 공유 대역을 제외하고, 다중화 개수에 의한 등급 간 소요 대역폭의 비율로 미리 연결 가능한 가상채널의 개수와 대역폭을 정하여 계산한다. 이 알고리즘의 특징은 초기 설정한 예비 대역폭을 각 서비스의 요구에 따라 사용하고, 해당 서비스가 종료되면 그 대역폭을 반환한다. 이렇게 하게 되면 연결 시간이 짧고 대역폭이 적은 서비스들은 상대적으로 접속의 기회가 많아지고, 또한 대역폭이 큰 서비스들은 초기의 예비 대역폭의 할당으로 reverse pecking order 현상을 줄일 수 있게 된다.

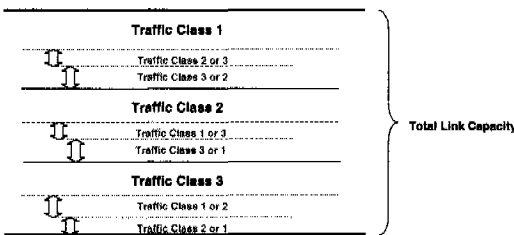


그림 1. 가상경로의 초기 대역폭 할당

그림 1에 대역폭의 초기 사용 상황을 나타내었다. 그림 1에서 보듯이 각 예비 대역폭의 일부분은 다른 종류의 서비스가 사용할 수 있도록 하고 있는 것을 볼 수 있다.

다음으로 연결 설정 과정을 나타내 보면,

▷ CBR 트래픽의 대역폭 할당 과 호 수락제어에 서 다음 식을 만족하는 범위에서 호를 수락하 고 최대비트율로 대역폭을 할당한다.

$$R_{CB} - PBR_i \geq 0, \quad R_{CB} = R_{CB} - PBR_i \quad (1)$$

$R_{CB}$  : 예약된 CBR 서비스의 대역폭  
 $i$  : 트래픽 등급

(예: CBR 클래스 1, CBR 클래스 2,...)

▷ 위의 대역할당에서 실패하게되면 다른 서비스 의 예약영역의 남은 용량을 조사하여 가장 많이 남 아있으면서 호 차단율이 최고가 아닌 영역을 선택 하여 대역폭을 할당할 수 있는지를 조사한 뒤, 할당 이 가능하면 연결을 설정한다.

$$Find \ Max(CBP(s_i)),$$

$$Find \ Max(Rm(s_j)), \ i \neq j \neq k \quad (2)$$

$CBR(s_i)$  : 서비스 등급  $i$  의 호 차단율  
 $Rm(s_j)$  : 서비스 등급  $j$  의 예비영역 중 잔여용량

$$R_j - PBR_k \geq 0, \quad R_j = R_j - PBR_k \quad (3)$$

▷ 위의 시도가 실패하면 호를 차단한다. 다른 영 역에 대한 시도는 보다 빠른 처리를 위하여 하지 않는다.

▷ 마찬가지로 VBR 서비스인 경우 초기 대역폭 할당을 할 때 등가대역폭을 할당한다.

$$R_{VB} - PBR_i \geq 0, \quad R_{VB} = R_{VB} - EQC_i \quad (4)$$

$R_{VB}$  : 예약된 VBR 서비스의 대역폭  
 $i$  : 트래픽 등급

(예: VBR 클래스 1, VBR 클래스 2,...)

▷ 위의 대역할당에서 실패하게되면 CBR 서비스 의 대역폭 할당에서와 같이 다른 서비스 예약영역 을 조사하여 대역 할당을 시도한다.

$$Find \ Max(CBP(s_i)), \quad Find \ Max(Rm(s_j)) \ i \neq j \neq k \quad (5)$$

$CBP(s_i)$  : 서비스 등급  $i$  의 호 차단율  
 $Rm(s_j)$  : 서비스 등급  $j$  의 예비영역 중 잔여용량

$$R_j - PBR_k > 0, \quad R_j = R_j - EQC_k \quad (6)$$

▷ 위의 대역할당이 실패하면 호를 차단한 후 지 금까지 연결된 서비스들과 연결된 모든 정보를 수 정한다.

연결 설정 후 서비스가 이루어지고 있는 동안에 다른 예약영역에 기 설정된 서비스가 종료되면 해 제된 대역폭은 기존의 예약영역으로 반환된다. 그러 므로써 초기에 분배한 영역으로 회복되며, 원래의 서비스 등급에게 접속의 기회가 돌아오게 되어 최

소한의 접속기회를 보장할 수 있게 된다.

그림 2의 Reserved Bandwidth Resizing 부분이 바로 다른 예약영역에 대역폭을 할당하여 초기의 분배된 대역폭의 크기를 변경하는 부분이다. 실제적으로 대역폭의 크기를 조정하는 것이 아니라 다른 서비스 예약 영역에 대역을 할당함으로써 가상적으로 각 예비대역의 크기가 변화하는 것이다.

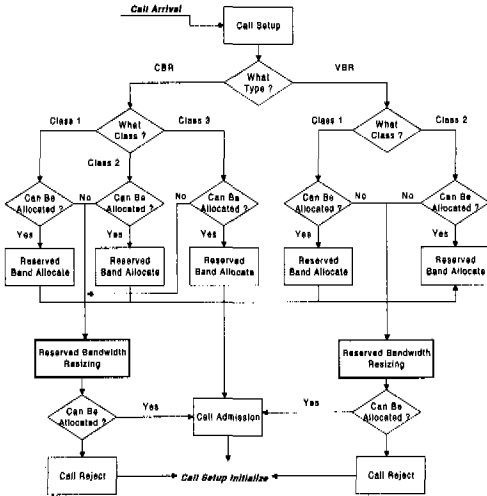


그림 2. 제안한 알고리즘의 흐름도

### III. 모의 실험

본 장에서는 제안한 알고리즘을 검증하기 위해서 시뮬레이션으로 C++ 프로그램과 데이터베이스 기술을 사용하였다.

두 개의 알고리즘을 공정하게 비교하기 위한 방법으로, 발생하는 서비스 종류와 요구 대역폭, 서비스 시간 등, 모든 것이 똑 같은 조건이 되도록 서비스 종류, 요구 대역폭, 서비스 발생 시간, 서비스 시간 등을 발생시켜 데이터 베이스에 기록한 후 두개의 파일로 복사하여 각 알고리즘을 구현한 시뮬레이터에 적용하였다. CBR 서비스 3 개와 VBR 서비스 2 개를 사용 하였다. 표 1에 각 서비스에 대한 대역폭과 평균 서비스 시간에 대한 자료를 나타내었다.

부하 량은 각 서비스의 도착 율을 조절하여 정하였으며 표 2에 정리하였다. 서비스 발생은 포아송 분포에 따라 발생시켰으며, 서비스 시간은 지수(exponential) 분포를 따르도록 하였다<sup>2,6,7</sup>. 망에 접속을 요구하는 부하 량은 동일한 비율로 증가시켰으며 각각의 부하 량에 따른 호의 차단 율을 구하

여 비교하였다. 또한 가변 대역폭을 시뮬레이션 시간 동안 추적하여 부하에 따른 대역폭의 변화를 나타내었다. VBR 서비스는 1차 AR(Autoregressive) 모델을 사용하여 대역폭을 가변 시켰다. 두개의 VBR 서비스 클래스는 동일한 평균 비트 율을 갖지만 서로 다른 최대 비트 율을 가지기 때문에, AR 모델의 Gaussian 항에서 서로 다른 분산 값을 적용하였다.

표 1. 서비스 파라메타

서비스	평균 비트율	최대 비트율	평균 서비스 시간
CBR class 1	64 kbps	64 kbps	40.5 sec
CBR class 2	80 kbps	80 kbps	30.3 sec
CBR class 3	2 Mbps	2 Mbps	0.6 sec
VBR class 1	2 Mbps	10 Mbps	15.0 sec
VBR class 2	2 Mbps	5 Mbps	4.7 sec

표 2. 부하량에 따른 도착율

Type	$\lambda(\text{load } 1.0)$	$\lambda(\text{load } 1.2)$	$\lambda(\text{load } 1.4)$	$\lambda(\text{load } 1.6)$	$\lambda(\text{load } 1.8)$	$\lambda(\text{load } 2.0)$
CBR1	5.7296	6.8755	8.0214	9.1673	10.3132	11.4592
CBR2	8.5944	10.3132	12.0321	13.7510	15.4699	17.1887
CBR3	11.4592	13.7510	16.0428	18.3347	20.6265	22.9183
VBR1	8.5944	10.3132	12.0321	13.7510	15.4699	17.1887
VBR2	14.3240	17.1887	20.0535	22.9183	25.7831	28.6479

### IV. 모의 실험 결과

이후에 나타낸 모든 그림에서 표시된 범례-scheme 1은 기존의 알고리즘에 의한 결과이며 범례-scheme 2는 본 논문에서 제안한 알고리즘에 의한 결과이다. 본 논문에서 사용하는 '예비 영역' 또는 '예비 대역', '예비 대역폭' 등은 각 트래픽 등급에 할당되어 사용되는 예약 영역이다. 본 논문에서는 단방향의 181.536 Mbps의 대역폭을 갖는 단일 가상 경로를 가정하였다. 두 알고리즘의 초기 조건으로부터 예상 가능한 연결 수를 고려한 소요 대역폭을 배분한 값을 표 3에 나타내었다.

초기에 설정한 예약 대역폭에 차이가 있지만 기법 1의 공유영역을 감안한다면 비슷하다. 그림 3은 부하 량이 1.6일 때의 전체 대역폭의 변화량을 나타낸다. 기법 1에서는 예비영역의 크기를 고정적으로 운용하기 때문에 사용되지 않는 영역이라도 다른 종류의 서비스가 사용할 수가 없다.

표 3. 예약된 초기 대역폭

서비스		Scheme 1	Scheme 2
CBR	class 1	3.84 Mbps	4.096 Mbps
	class 2	2.8 Mbps	3.04 Mbps
	class 3	6.0 Mbps	8.0 Mbps
	sharing	2.496 Mbps	0 Mbps
VBR	class 1	109.2 Mbps	119.6 Mbps
	class 2	41.6 Mbps	46.8 Mbps
	sharing	15.6 Mbps	0 Mbps

그러므로 자기의 예비 영역이 아닌 경우에는 다른 예비 영역이 아무리 많이 남아 있어도 접속을 할 수 없으나 기법 2(본 논문에서 제안한 알고리즘)에서는 그림 6에서 보듯이 초기에 증가하는 서비스에 예비 대역폭을 빌려주어 충분히 사용할 수 있게 하였음을 알 수 있다. 이렇게 빌려준 대역은 나중에 해당 서비스가 종료되면 다시 돌려 받기 때문에 어느 특정한 서비스의 접속율이 낮아지는 현상을 최소화 할 수 있게 된다. 그림 4와 그림 5는 기법 1과 기법 2의 각 서비스별 대역폭의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 그림 4의 우측 부분에서 VBR 클래스 1의 트래픽과 VBR

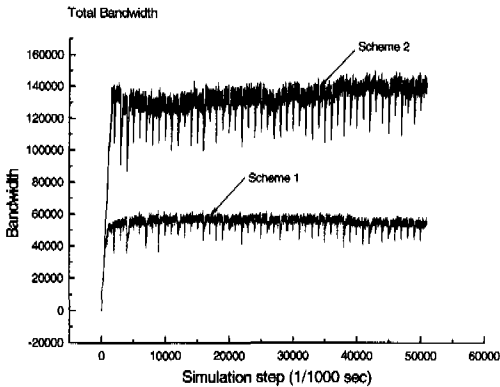


그림 3. 전체 대역폭의 변화

클래스 2의 트래픽이 서로 교차하는 부분이 있는데 이것은 공유하고 있던 대역폭을 어느 한쪽(VBR 클래스 2)이 사용하여 오다가 시뮬레이션의 39,000 step 쯤에서 다른 한쪽(VBR 클래스 1)이 공유 대역폭을 점유하기 때문에 나타나는 현상이다. CBR 클래스인 경우는 공유 대역폭의 크기도 작고, 이러한 공유 대역폭의 점유빈도가 많으므로 그림에서는 구별하기가 쉽지 않다. 하지만 확실하게 보이는 것은 고정적으로 할당된 예비 대역폭의 한계에 의해

CBR 클래스 3 인 경우 공유 대역폭의 점유가 끝난 대략 4,900 스텝에서 거의 변화하지 않고 고정적인 크기로 지속됨을 볼 수 있다.

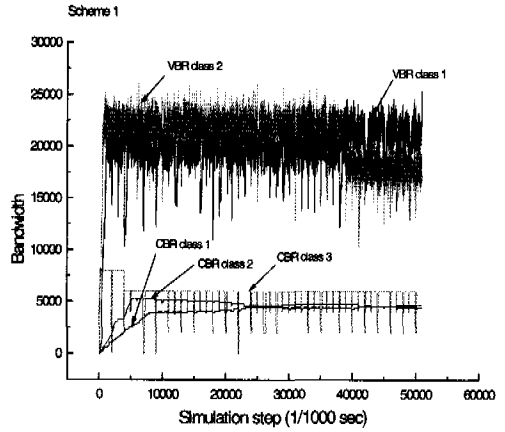


그림 4. 기법 1의 대역폭 변화

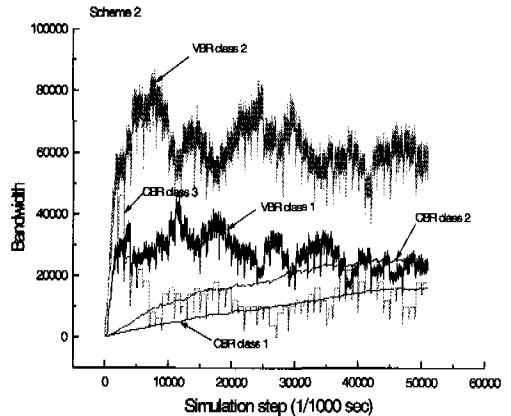


그림 5. 기법 2의 대역폭 변화

반면에 기법 2의 각 서비스별 대역폭의 변화를 나타낸 그림 5에서는 큰 변화를 보이면서 대역폭의 전체적인 변화가 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 그림 6에서 보면 초기의 설정된 예비 영역의 크기는 119,600 bps 였으나 급격하게 감소하고 있음을 보인다. 그림 7에서 보면 VBR 클래스 2의 예비 영역은 급격하게 증가하고 있음을 보이고 있다. 이것은 VBR 클래스 2가 VBR 클래스 1의 예비 영역을 초기부터 사용하고 있음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 CBR 클래스의 서비스들 까지 이용하고 있게 때문에 예비 영역의 크기는 어떤 일정한 값에 가까워지려 하고 있다. 즉, 어떤 일정한 조건(부하

량이 지속되면 예비 대역폭의 크기도 가장 효율적 사용이 가능한 상태로 천이됨을 알 수 있다. 그림 8은 부하량이 2.2 일때의 60,000 step 까지의 기법 2의 VBR 트래픽 예비 영역과 대역폭의 변화를 나타낸 것이다. 그림 9는 호의 차단율을 나타낸 것이다. 기법 1에 비해 기법 2의 호 차단율이 매우 낮게 나타나는데 이것은 다른 서비스의 예비영역으로부터 가능한 대역폭을 충분히 얻어 올 수 있기 때문이다. 시뮬레이션 결과 본 논문에서 제안한 알고리즘은 동적인 대역폭의 할당을 통하여 보다 효율적으로 대역폭을 이용함을 알 수 있었다. 그러나 어느 특정한 트래픽의 증가로 인한 전체 부하량이 증가하게 되면 통계적 다중화의 이점이 줄어들고 동적 대역 할당에 따르는 노드의 처리부하가 증가하게 되는 단점도 있다.

사용한 발생 서비스가 프로그램에서 설정한 도착율이나 평균 서비스 시간 이하의 값을 가짐으로써 나타는 현상이다. 그러므로 더 오랜 시간동안 시뮬레이션을 하게 되면 위의 그림들에서 표시한 점근선으로 수렴한다.

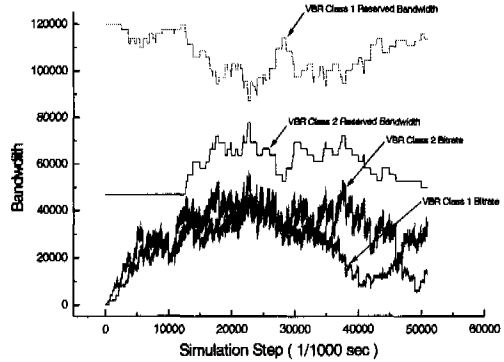


그림 8. 부하량이 2.2일때 VBR 트래픽의 변화

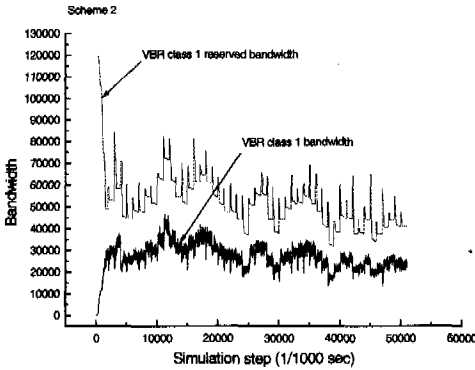


그림 6. VBR 클래스 1의 예비영역과 대역폭

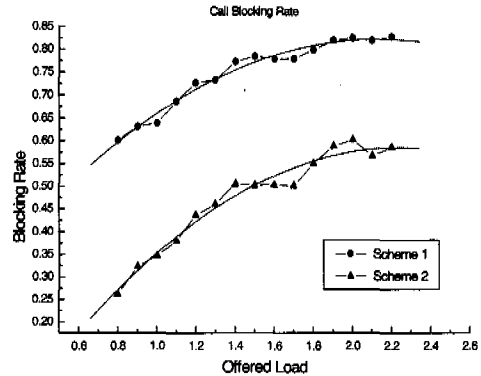


그림 9. 호 차단율

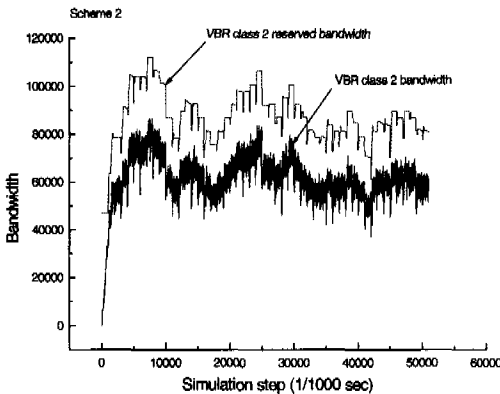


그림 7. VBR 클래스 2의 예비영역과 대역폭

그림 9의 호 차단율에 대한 결과에서 부하가 증가하였는데도 차단율이 떨어지는 것은 시뮬레이션에

본 논문에서는 서로 다른 대역폭을 갖는 가상 연결들이 가상 경로를 통하여 연결될 때, 각 가상 연결들에게 적절한 대역폭을 할당하여 줌으로써 망의 자원을 효율적으로 사용할 수 있도록 하고, 통계적 다중화의 이점도 취할 수 있도록 하는 알고리즘을 제안하였다. 하지만 실제 망에 부과되는 트래픽의 형태를 정확히 예측하기 힘들고 상황에 따라 매우 다양하게 변화하기 때문에 이러한 조건을 모두 수용하는 호 요구 처리나 운용 방법을 구현하는데는 많은 어려움이 있다. 알려진 많은 알고리즘들 중에

### V. 결론

서 부분 예약 공유 기법과의 비교 및 성능 분석을 통하여 보다 개선된 대역폭의 이용을 확인할 수 있었고, 상대적으로 대역폭이 작은 서비스들은, 대역폭이 큰 서비스들이 갖는 호 접속율을 유지하면서도, 많은 접속의 기회를 갖는 모습을 보였다. 즉, 기존의 알고리즘에서 발생하는 Reverse pecking order 현상을 줄일 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] 이병기, 강민호, 이종희, “광대역 통신 시스템”, 교학사, 1993.

[2] 이문호, 장성현, “ATM망에서 가상경로를 이용한 효율적인 호 수락 제어”, 한국통신학회논문지'96-11, vol.21, no.11, pp. 2897-2907, 1996.

[3] 이우섭, 박홍식, 황지원, “ATM망에서 ABR 서비스를 위한 트래픽 제어 연구”, 한국통신학회 논문지'95-8, vol.20, no.8, pp. 2346-2360, 1995.

[4] Jorg Liebeherr, Ian F. Akyildiz, Debapriya Sarkar, “A Bandwidth Control Scheme for Connectionless ATM Traffic with Multiple Traffic Classes”, ICC'96, pp. 757-761, June, 1996.

[5] Song Chong, San-qi Li, Joydeep Ghosh, “Dynamic Bandwidth Allocation for Efficient Transport of Real-Time VBR Video over ATM”, IEEE Infocom'94, vol. pp. 1c.2.1-1c.2.10, June 1994.

[6] Ying-Dar Lin, Wen-Jong Su, Chi-Chun Lo, “Virtual Path Management in ATM Networks”, ICC'96, pp. 642-646, June 1996.

[7] Ariel Orda, Giovanni Pacifici and Dimitrios E.Pendarakis, “An Adaptive Virtual Path Allocation Policy for Broadband Networks”, IEEE Infocom '96, vol.1, pp. 3b.4.1-3b.4.8, March, 1996.

[8] Ken-ich sato, Satoru Ohta, Ikuo Tokizawa, “Broad-Band ATM Network Architecture Based on Virtual Paths”, IEEE Transactions on Communications, vol.38, no.8, pp. 1212-1222, August, 1990.

[9] Chao-Ju Hou, “Routing Virtual Circuits with Timing Requirements in Virtual Path Based

ATM Networks”, IEEE Infocom'96, vol.1, pp. 3b.3.1-3b.3.9, March, 1996.

[10] 한국과학기술원, “실시간 ATM 트래픽 생성 기술에 관한 연구”, 한국전자통신연구소 최종연구 보고서, pp. 8-10, 1994.

[11] ITU-T 권고 I.371, “Traffic control and congestion control in B-ISDN”, 1992.

[12] The ATM Forum Technical Committee, “ATM User-Network Interface Specification Version 3.1”, November, 1991.

심 덕 주(Douk Joo Shim)

비회원



1996년 7월 : 인하대학교 전자공학과 졸업  
 1998년 8월 : 인하대학교 전자공학과 대학원 졸업  
 1998년 9월 ~ 현재 : 우진전자 주식회사  
 <주관심 분야> ATM 망, ATM 트래픽 제어

천 상 훈(Sang Hun Chun)

비회원

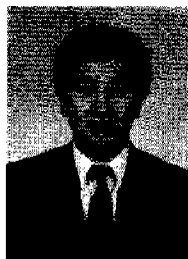


1990년 2월 : 인하대학교 전자공학과 졸업  
 1992년 2월 : 한국과학기술원 전기전자공학과 석사  
 1995년 8월 ~ 현재 : 인하대학교 전자공학과 박사과정

<주관심 분야> ATM 트래픽 제어, 멀티미디어

곽 경 섭(Kyung Sup Kwak)

정회원



1977년 2월 : 인하대학교 전기공학과 학사 졸업  
 1979년 2월 : 인하대학교 전기공학과 석사 졸업  
 1981년 12월 : 미 Univ. of So. Calif. 전자공학과 석사 졸업

1988년 2월 : 미 Univ. of Calif. 통신 이론 및 시스템 박사 졸업

1988년 2월~1989년 2월 : 미 Hughes Network  
Systems 연구원

1989년 3월~1990년 3월 : 미 IBM Network  
Analysis Center 연구원

1999년 1월~현재 : 본학회 총무이사

1999년 3월~현재 : 인하대학교 전자공학과 정교수

<주관심 분야> 위성 및 이동 통신, 멀티미디어 통  
신