

# ATM 망에서의 ABR 다점 대 점 연결을 위한 효과적인 VPI/VCI 할당 알고리즘

정회원 천 상 훈\*, 광 경 섭\*

## An Efficient VPI/VCI Allocation Algorithm for ABR Multipoint-to-point Connection in ATM Networks

Sang Hun Chun\*, Kyung Sup Kwak\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서는 ATM 망에서의 ABR 다점 대 점 연결을 위한 효과적인 VP 확장 알고리즘을 제안한다. ABR 다점 대 점 연결은 VC 머징 (VC merging) 방식 또는 VP 머징 (VP merging) 기법을 이용하여 구현할 수 있다. 본 논문에서는 VP 머징 기법을 이용하며, VP 자원 부족 문제점을 해결하기 위해 VP 확장 알고리즘을 제안한다. 제안한 기법은 표준 VPI/VCI 구조를 따르기 때문에 VP 확장에 따른 별도의 VPI/VCI 테이블을 필요로 하지 않는다. 성능 평가를 위해서 VC 머징 방식과 제안한 기법의 성능을 비교한다. 실험 결과 제안한 기법은 다점 대 점 연결의 각 소스에 대역폭을 공평히 분배할 수 있음을 알 수 있었다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose an efficient VP extension algorithm for ABR multipoint-to-point connection in ATM networks. The VC merging or VP merging is used to implement ABR multipoint-to-point connection. We use the VP merging technique. To solve the scarcity problem of VP resources, we propose an efficient VP extension algorithm. Since the proposed scheme follows the standard VPI/VCI format, it doesn't require another table according to the VP extension. We compare the proposed scheme with VC merging algorithm. The result shows that the proposed method can provide fair bandwidth allocation among the sources in multipoint-to-point connection.

### I. 서론

최근 ATM 포럼에서는 ABR 다점 대 점 (multipoint-to-point) 통신을 ATM 망에서 지원하기 위한 방안을 주요 토의 중의 하나로 연구 중이다. 왜냐하면 현재의 ATM 표준은 ABR 점 대 점 (point-to-point) 연결과 ABR 점 대 다점 (point-to-multipoint) 연결만을 지원하고 있기 때문이다. ABR 다점 대 점 연결에서 정보는 다수의 소스로부터 하나의 목적지로 향하며, 이 때 각 소스로

부터의 셀은 머징 포인트(merging point)에서 합쳐지고 인터리빙(interleaving) 된다. ATM에서 컴퓨터 등의 데이터 정보는 ATM 적응 계층 5(AAL5)를 이용하여 주로 서비스된다. 그러나 AAL5 계층은 셀을 구분하기 위한 식별자가 없기 때문에 여러 소스로부터의 셀이 인터리빙 되는 경우 AAL5 목적지는 수신된 셀이 어느 소스에 속한 것인지 알 수 없게 된다. 이러한 셀 인터리빙 문제점을 해결하기 위해 다수의 해결 방안이 제안되었다<sup>[1-6]</sup>. 대표적인 방법으로는 VC 머징 기법과 VP 머징 기법이 있다.

VC 머징 기법은 다점 대 점 연결의 각 소스에

\* 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부  
논문번호:99130-0413, 접수일자:1999년 4월 13일

동일한 VPI/VCI 값을 할당한다. 따라서 이 경우 머징 포인트에서 셀 단위 스케줄링을 수행하면 셀 인터리빙 문제가 발생한다. AAL 5는 EOM(End Of Message) 셀을 사용하여 셀 패턴을 패킷 단위로 구분할 수 있기 때문에, VC 머징 기법에서는 셀 인터리빙을 방지하기 위해 AAL5 소스로부터의 셀을 패킷 단위로 축적하고 스케줄링 한다. 따라서 이 기법의 경우 머징 포인트에는 각 소스에 대한 버퍼가 필요하며, 패킷 단위 스케줄링이 요구된다<sup>[3,4,5]</sup>.

제한한 기법은 합병 잡음과 합병 지연 문제를 등 VP 머징 기법은 각 소스에 동일한 VPI 값을 할당하지만 VCI는 서로 다른 값을 할당한다. 이 때 VPI는 다점 대 점 연결을 정의하고 셀 교환에 사용되며, VCI는 다점 대 점 연결의 각 소스 정의에 사용된다<sup>[6]</sup>. 목적지는 각 소스를 VCI 값으로 구분할 수 있기 때문에 머징 포인트에서의 셀 인터리빙은 아무런 문제도 발생하지 않는다.

ABR 다점 대 점 연결은 다수의 서로 다른 소스에서 동일한 목적지로 데이터를 전송하기 때문에 소스와 목적지 사이의 링크에 병목 현상이 발생한다. VC 머징 기법의 경우 각 소스에 같은 VCI를 할당하기 때문에 소스 파라미터를 이용하는 ERICA 같은 폭주 제어 알고리즘에 형평성(fairness) 문제를 유발시킨다. 반면에 VP 머징 기법은 각 소스에 다른 VCI를 할당함으로써 형평성의 문제를 해결할 수 있다. 그러나 기존의 VP 머징 기법은 교환기에 두 개의 VPI/VCI 테이블을 요구한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 VPI 필드의 MSB 비트를 이용하여 주소 비트 할당 체계를 다점 대 점 연결과 비다점 대 점 연결에 대해서 달리함으로써 단일 VPI/VCI 테이블을 사용하는 VP 머징 기법을 제안한다. 따라서 본 논문에서 제안한 VP 확장 기법은 VC 머징 기법의 폭주 제어 형평성 문제점을 해결하고, 동시에 기존의 VP 머징 기법의 다수의 VPI/VCI 테이블을 요구하는 문제점을 해결할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서 기존의 머징 알고리즘을 고찰하고, III 장에서 새로운 VP 확장 알고리즘을 제안하며, IV 장에서 제안된 망 모델 하에서 제안된 기법의 성능을 분석하고, V 장에서 결론을 맺는다.

## II. 머징 알고리즘

그림 1과 그림 2는 Ren 과 Siu의 VC 머징 알고

리즘을 나타낸다<sup>[3]</sup>. 그림 1은 패킷 단위의 셀 버퍼링과 스케줄링을 나타낸다. 머징 포인트는 다점 대 점 연결의 각 소스에 대해서 독립된 셀 버퍼를 유지하며, 각 소스로부터의 셀은 패킷 단위로 각 버퍼에 저장된다. 패킷 구분으로 EOM 셀이 이용된다. 각 버퍼의 셀은 패킷 단위로 스케줄링되어 하나의 패킷이 전송을 완료한 후에 다음 패킷이 전송된다. 이러한 과정으로 목적지에는 패킷 단위로는 셀 인터리빙이 없는 고유의 셀 패턴이 전송된다.

VC 머징 기법의 경우 목적지로부터의 모든 BRM(backward resource management) 셀은 같은 VPI/VCI 값을 갖기 때문에 머징 포인트는 소스를 구분할 수 없다. 따라서 목적지로부터의 모든 BRM 셀은 특별한 조치가 없는 한 다점 대 점 연결의 모든 소스로 향하게 된다. 이것은 역 트래픽을 증가시키고, 소스에는 오정보(erroneous information)가 운반되게 된다. 그림 2는 이러한 문제점을 해결하기 위한 머징 포인트 알고리즘을 나타낸다. 목적지로부터 BRM 셀이 수신되면 소스 속도 조정에 필요한 정보를 추출하여 지역 변수에 저장하고 이 BRM 셀은 폐기한다. 소스로부터 FRM(forward resource management) 셀이 도착하면 지역 변수에 저장된 정보를 이용하여 소스 속도를 조정 후 새로운 BRM 셀을 발생하여 소스에 전송한다. 이러한 과정으로부터 각 소스에 대해 FRM 셀과 BRM 셀의 비율을 1로 조절할 수 있다.

그림 1에서 패킷 단위 저장은 소스의 고유 셀 패턴을 변경시키고, 패킷 단위 스케줄링은 셀 버퍼 점유량을 증가시킨다. 기존 연구 결과 이 기법은 머징 포인트에 많은 메모리를 요구하며, 패킷 단위 버퍼링에 따른 트래픽 지연 및 트래픽의 버스트가 증가함을 보였다<sup>[5,6]</sup>.

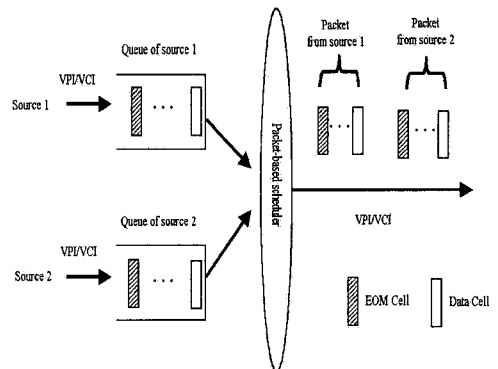


그림 1. 패킷 단위 버퍼링과 패킷 단위 스케줄링

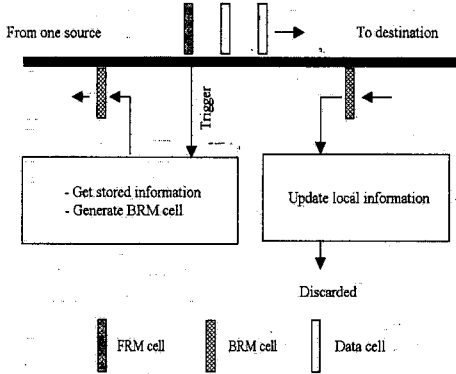


그림 2. 머징 포인트 알고리즘

또한 소스 속도 조정 시 VC 머징 기법은 소스를 구분할 수 없기 때문에 소스 관련 파라미터를 이용할 수 없다<sup>[5]</sup>. 따라서 기존의 EPRCA (Enhanced Proportional Rate Control Algorithm) 또는 ERICA (Explicit Rate Indication for Congestion Avoidance) 와 같은 소스 파라미터를 이용하는 소스 속도 조정 방법을 그대로 적용할 수 없다.

VP 머징 기법은 다점 대 점 연결의 각 소스의 VCI가 서로 다르기 때문에 셀 인터리빙이 아무런 문제도 일으키지 않는다. 목적지는 VCI 값으로 소스를 결정할 수 있고, 해당 소스에 BRM 셀을 전송한다. 머징 포인트는 목적지로부터 수신한 BRM 셀의 VCI 값으로 해당 소스를 확인하여 이 BRM 셀을 소스에 전송한다. 따라서 VC 머징 기법에서처럼 FRM 셀과 BRM 셀의 비율을 1로 유지하기 위한 특별한 알고리즘이 필요 없다. 또한 VCI 값으로 소스를 구분할 수 있기 때문에 소스 관련 파라미터를 이용하는 기존의 ERICA와 같은 속도 조정 기법을 그대로 이용할 수 있다.

### III. 새로운 VPI 확장 알고리즘

본 논문에서는 ATM 교환기에 적용되는 새로운 VPI 확장 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 VPI/VCI 테이블을 분할하여 각각 다점 대 점 연결과 점 대 점 연결에 할당한다. 즉 기존의 12 비트 VPI 공간을 두 개의 11 비트 VPI 공간으로 나누고, 각 공간을 점 대 점 연결과 다점 대 점 연결에 할당한다. 그림 3은 제안된 알고리즘의 VPI/VCI 테이블 분할 및 할당 방법을 보인다. 테이블을 다점 대 점 연결 영역과 점 대 점 연결 영역으로 분할하며, 두 영역의 구분은 VPI 필드의 최상위 비트

(MSB, Most Significant Bit)를 이용한다. MSB 비트가 1 이면, 점 대 점 연결을 나타내고, 0 이면 다점 대 점 연결을 나타낸다.

VPI/VCI 값 할당에 있어서 점 대 점 연결은 표준 형식을 따른다. 그러나 다점 대 점 연결의 경우 표준과 반대 형식을 취한다. 즉 VPI 값을 16 비트로 확장하여 VCI 필드에 삽입하며, VCI 값은 12 비트로 감축하여 VPI 필드에 삽입한다. 따라서 제안된 알고리즘의 경우 다점 대 점 연결의 정의에는 VCI 필드가 사용되고, 점 대 점 연결의 정의로 VPI 필드가 사용된다. VPI 필드의 MSB 비트를 연결 구분에 사용하기 때문에 다점 대 점 연결의 경우 VCI 값으로는 11 비트 만이 가능하고, 마찬가지로 이유로 점 대 점 연결의 경우 VPI 11 비트 만이 가능하다.

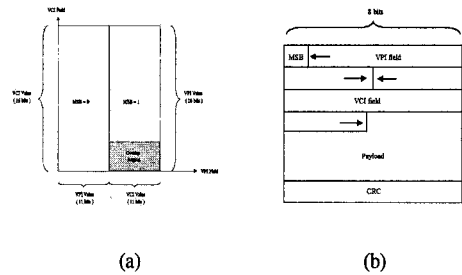


그림 3. VPI/VCI 분할 및 할당 방법 (a) VPI/VCI 테이블 (b) ATM 셀 형식

이상에서 언급한 방식으로 VPI/VCI 값을 할당하는 경우 점 대 점 연결과 다점 대 점 연결의 겹침 구간 ( VPI 값: 0 - 2047 그리고 VCI 값: 2048 - 4095) 이 존재하며, 이 구간의 VPI/VCI 값은 점 대 점 연결에 할당한다. 이상으로 본 논문에서 제안한 VPI/VCI 할당 방식을 알고리즘적 표현으로 설명하면 다음과 같다.

```

/* During connection setup */
If ( connection_type == non-multipoint-to-point){
    VPI_field = VPI_value; /* 11 bits */
    VCI_field = VCI_value; /* 16 bits */
    MSB_of_VPI_field = 1; /*
non-multipoint-to-point connections */
}
If ( connection_type == multipoint-to-point){
    VPI_field = VCI_value; /* 11 bits */
    VCI_field = VPI_value; /* 16 bits */
    MSB_of_VPI_field = 0; /*
    
```

multipoint-to-point connections \*/

기존의 VP 머징 알고리즘은 VP를 확장하기 위해서 VPI 값을 18 비트로 확장하고 VCI 값을 10 비트로 감축하였다<sup>6)</sup>. 이 경우 기존의 12 비트 VPI 값을 갖는 교환기와 연동이 불가능하기 때문에 12 비트 VPI 값과 18 비트 VPI 값을 갖는 두 개의 테이블을 교환기에 유지해야 한다.

제안된 알고리즘은 기존의 VPI/VCI 테이블 구조를 유지하며, 연결 설정 시 다점 대 점 연결과 점 대 점 연결을 구분하여 VPI/VCI 값을 할당하고, 교환기에서는 VPI 필드의 MSB 비트를 이용하여 연결 형태를 구분하여 VPI/VCI 값을 추출할 수 있다. 따라서 VP 확장에 따른 별도의 VPI/VCI 테이블이 필요치 않으며, 기존의 교환기를 그대로 이용할 수 있다.

#### IV. 실험 결과

본 장에서는 제안된 기법과 Sonia 알고리즘 [5]의 성능을 비교한다. Sonia 알고리즘은 Ren 과 Siu 알고리즘과 마찬가지로 VC 머징 기법을 사용한다. Ren 과 Siu 알고리즘의 경우 머징 포인트는 소스로부터 FRM 셀을 수신하는 즉시 새로운 BRM 셀을 발생하여 소스로 전송한다. 이 BRM 셀은 지역 변수에 저장된 정보를 소스로 운반한다. 그러나 지역 변수에는 목적지로부터 수신된 BRM 셀로부터의 정보가 저장되기 때문에, FRM 셀이 머징 포인트에 도착한 후에 목적지로부터 BRM 셀이 도달하는 경우 오 정보를 소스에 전송하게 된다. 이를 방지하기 위해 Sonia 알고리즘에서는 목적지로부터 BRM 셀이 도착하면 정보를 지역 변수에 저장하며 이 셀을 폐기한 후, 소스로부터 FRM 셀이 도착하면 새로운 BRM 셀을 발생하여 지역 변수 정보를 소스에 운반한다.

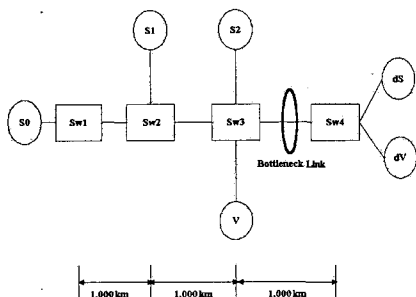
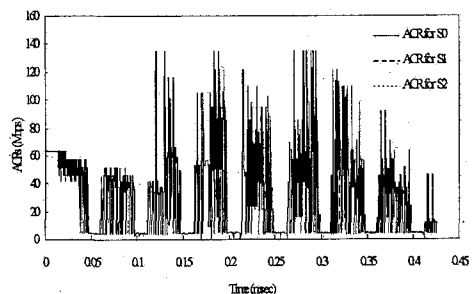


그림 4. 시뮬레이션 망 모델

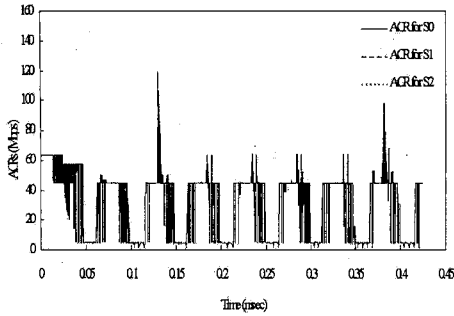
실험에 사용된 망 모델을 그림 4에 나타내었다. 하나의 ABR 다점 대 점 연결과 하나의 VBR 점 대 점 연결을 고려하였다. ABR 다점 대 점 연결은 세 개의 소스 (S0, S1, S2) 와 하나의 목적지 (dS) 로 구성하였다. VBR 점 대 점 연결은 하나의 소스 (V) 와 하나의 목적지 (dV) 로 구성하였다. ABR 소스는 무한히 많은 셀을 갖는 영구 발생원으로 가정하였고, V는 각각 25ms 간격을 갖는 on-off 트래픽으로 가정하였다. 모든 링크 속도는 150 Mbps로 가정하였고, 교환기 Sw3과 교환기 Sw4 간의 링크에 병목 현상이 발생토록 하였다. 종단 시스템과 교환기 간의 거리는 1km이고, 사용된 ABR 파라미터 값은 [5]와 같다. 다만 소스 속도 조정에서 BRM 셀의 ER(Explicit Rate) 필드 값을 최대로 이용하기 위해서 RIF(Rate Increase Factor) 값을 1로 취하였다.

제안된 기법은 VP 머징 기법을 사용하고, 교환기로 링크 활용도 목표치(Target Link Utilization) 90%, 고정 측정 구간(Fixed Measurement Interval) 1ms로 설정된 ERICA 교환기를 사용하였다<sup>7)</sup>. Sonia 알고리즘의 경우 하나의 셀을 고정 길이 패킷으로 가정하여 머징 포인트에서의 패킷 단위 버퍼링과 스케줄링을 생략하였고, 위에서 언급한 ERICA 교환기 시스템에서 소스 관련 파라미터의 이용 절차를 생략한 수정된 ERICA 알고리즘을 사용하였다.

그림 5와 그림 6에 제안된 기법과 Sonia 알고리즘의 성능을 비교하였다. 그림 5로부터 Sonia 알고리즘의 경우 VBR 트래픽 하에서 ABR 소스의 대역 할당에 형평성이 없고, 진폭 진동이 큼을 알 수 있다. 이것은 Sonia 알고리즘의 경우 대역 할당에 형평성을 기할 수 있는 소스 관련 파라미터 이용 절차를 사용할 수 없기 때문이다. 그림 6으로부터 정상 상태에서 제안된 기법의 경우 큐 길이의 최대값 변화가 거의 없지만, Sonia 알고리즘의 경우 변화가 큼을 알 수 있다.



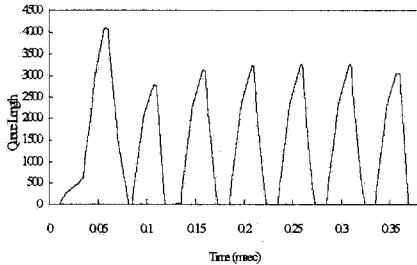
(a)



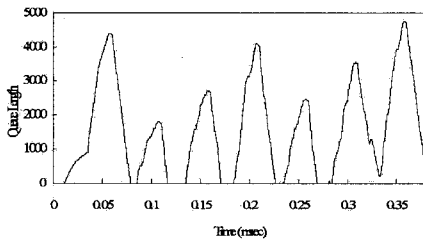
(b)

그림 5. ACR(Allowed Cell Rate).

(a) 제안한 알고리즘 (b) Sonia 알고리즘



(a)



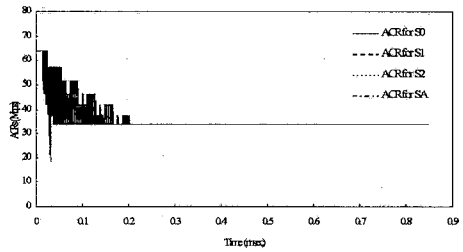
(b)

그림 6. 교환기 3의 큐 길이.

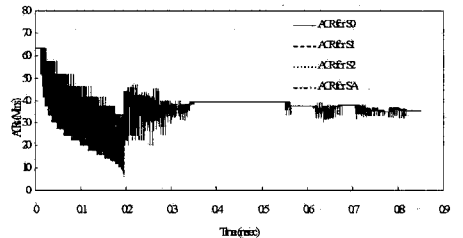
(a) 제안한 알고리즘 (b) Sonia 알고리즘

그림 7과 그림 8은 그림 4의 망 모델에서 VBR 트래픽을 ABR 점 대 점 연결로 대체한 경우의 실험 결과이다. 이 때 ABR 점 대 점 연결은 소스 SA에서 목적지 dSA로 정보를 전송한다. 그림 7로부터 Sonia 알고리즘의 경우 과도기 상태에서 진폭 변화율이 크고, 정상 상태에 도달하는 과정에서도 빈번한 소규모 진폭 변동이 관찰된다. 이러한 결과 역시 Sonia 알고리즘의 경우 각 소스에 관련된 정보를 이용할 수 없기 때문에 속도 조절에 있어서 큰 오

차를 발생하기 때문이다. 그림 8에서 제안된 기법의 경우 과도기 상태에서의 큐 길이 구간이 Sonia 알고리즘 보다 넓다. 그림 7로부터 제안된 기법의 경우 과도기 상태에서 각 소스의 속도는 35 Mbps 이상을 유지한다. Sonia 알고리즘의 경우는 이와 달리 최고 속도 변화는 제안된 알고리즘과 유사하지만 최저 속도는 최고 속도보다 약 20 Mbps 적은 값을 유지한다. 따라서 제안된 기법은 과도기 상태에서 소스의 평균 속도가 Sonia 알고리즘에 비해서 높으며 이에 따라 과도기 상태에서의 큐 길이 구간이 넓다.

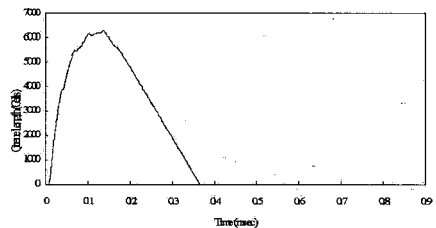


(a)

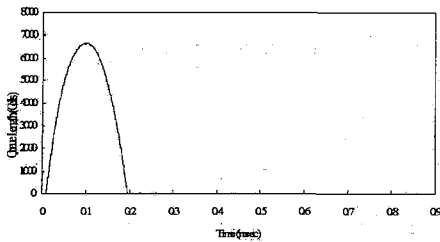


(b)

그림 7. ACR(Allowed Cell Rate). (a) 제안한 알고리즘 (b) Sonia 알고리즘



(a)



(b)

그림 8. Queue length of switch 3 of the network model shown in Fig. 4.

(a) Proposed algorithm (b) Sonia's algorithm

### V. 결론

본 논문에서는 ABR 다점 대 점 연결을 위한 효과적인 VP 확장 알고리즘을 제안하였다. 제안된 기법은 VPI 필드의 MSB 비트를 사용하여 다점 대 점 연결과 점 대 점 연결을 구분한다. 점 대 점 연결의 경우 기존의 VPI/VCI 값 할당 방식을 따르지만, 다점 대 점 연결의 경우 VPI를 16 비트로 확장하여 VCI 필드에 삽입하고, VCI를 12 비트로 감축하여 VPI 필드에 삽입한다. 따라서 VPI를 12 비트에서 16 비트로 확장함으로써 VP 자원을 16 배 확장하였다. 제안된 기법은 기존의 VPI/VCI 구조를 갖기 때문에 VP 확장에 따른 별도의 VPI/VCI 테이블을 필요로하지 않는다. 또한 성능 면에서 VC 머징 기법에 비해서 VBR 트래픽에 의한 과밀집 하에서도 다점 대 점 연결의 소스 대역 할당에 있어서 형평성을 기함을 알 수 있었다.

### 참 고 문 헌

[1] W. Ren, K. Y. Siu, and H. Suzuki, "Performance evaluation of multipoint-point ABR and UBR." ATM Forum/96-1402, October 1996.

[2] C. Diot, W. Dabbous, and J. Crowcroft, "Multipoint communication: A survey of protocols, functions and mechanisms," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol.15, no.3, pp. 277-290, April 1997.

[3] W. Ren, and K. Y. Siu, "Multipoint-to-point ABR Service in ATM Networks," In Proceedings of the international Conference on Communications, ICC97, pp. 1185-1190, Montreal, June 1997.

[4] S. Fahmy, R. Jain, R. Goyal, and B. Vandalore, "Fairness for ABR multipoint-to-point connections," ATM Forum/97-0832.

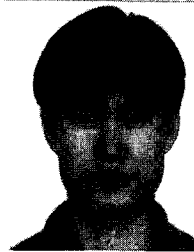
[5] S. Fahmy, R. Jain, R. Goyal, and B. Vandalore, "A Switch algorithm for ABR multipoint-to-point connections," ATM Forum/97-1085R1.

[6] R. Venkateswaran, C. S. Raghavendra, X. Chen, and V. P. Kumar, "Support for Multiway Communications in ATM Networks," IEEE ATM 98 Proceedings, pp. 339-348, May 26-29, 1998.

[7] R. Jain, S. Kalyanaraman, R. Goyal, S. Fahmy, and R. Viswanathan. ERICA switch algorithm: A complete description. ATM Forum/96-1172, August 1996.

천 상 훈(Sang Hun Chun)

비회원

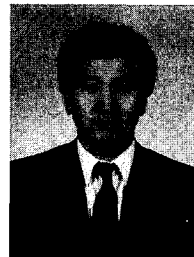


1990년 2월 : 인하대학교  
전자공학과 졸업  
1992년 2월 : 한국과학기술원  
전기전자공학과 석사  
1995년 8월~현재 : 인하대학교  
전자공학과 박사과정

<주관심 분야> ATM 트래픽 제어, 멀티미디어

곽 경 섭(Kyung Sup Kwak)

정회원



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

1988년 2월 : 미 Univ. of Calif. 통신 이론 및 시스

템 박사 졸업

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

1989년 3월~1990년 3월: 미 IBM Network Analy-  
sis Center 연구원

1999년 1월~현재: 본학회 총무이사

1999년 3월~현재: 인하대학교 전자공학과 정교수

<주관심 분야> 위성 및 이동 통신, 멀티미디어 통  
신