

# ABR 다점 대 점 연결을 위한 효과적인 VP 확장 알고리즘

정회원 천 상 훈\*

## An Efficient VP Extending Algorithm for multipoint-to-point ABR Service

Sang-Hun Chun\* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 ATM 망에서의 ABR 다점 대 점 연결을 위한 효과적인 VP 머징 (merging) 알고리즘을 제안한다. ABR 다점 대 점 연결은 VC 머징방식 또는 VP 머징기법을 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.

ABSTRACT

In this paper, we propose an efficient congestion control 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.

### 1. 서 론

최근 ATM 포럼에서는 ABR 다점 대 점(multipoint-to-point) 통신을 ATM 망에서 지원하기 위한 방안을 주요 토픽 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 소스로부터의 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 위

한 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 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 추적하고 스케줄링 한다. 따라서 이 기법

\* 재능대학 정보통신계열(altari@mail.jnc.ac.kr)

논문번호: T01006-0323, 접수일자: 2001년 3월 23일

의 경우 머징 포인트에는 각 소스에 대한 버퍼가 필요하며, 패킷 단위 스케줄링이 요구된다<sup>[3,4,5]</sup>.

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. ATM은 VPI 필드로 12 비트를 VCI 비트로는 16 비트를 사용하고 있다. 따라서 VP 머징 기법의 경우 하나의 물리 링크에 대해서 4096 (12 비트) 개의 다점 대 점 연결만을 수용할 수 있다.

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 비 다점 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 새로운 VP 확장 알고리즘을 제안하며, III 장에서 제안된 망 모델 하에서 제안된 기법의 성능을 분석하고, IV 장에서 결론을 맺는다.

## II. 제안한 VP 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 1은 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.

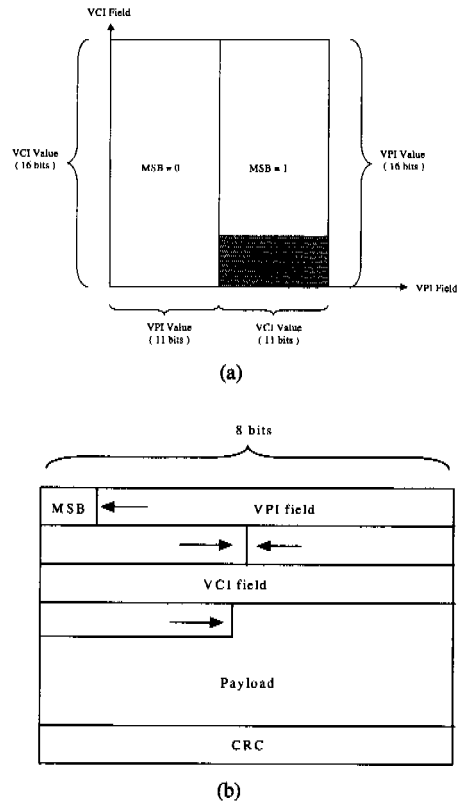


그림 1. VPI/VCI 분할 및 할당 방법 (a) VPI/VCI 테이블 (b) ATM 셀 형식

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 점 대 점 연결의 경우 VPI 11 비트 만이 가능하다. 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 = 0;
    /* 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 = 1;
    /* 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.

### III. 모의 실험 결과

실험에 사용된 망 모델을 그림 2에 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 가

정하였고, 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.

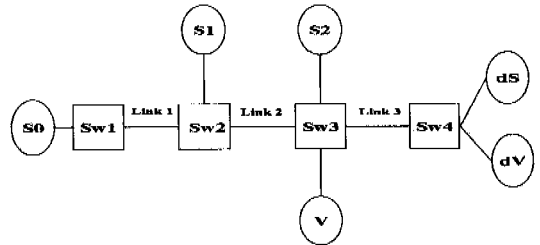


그림 2. 실험에 사용한 망 모델

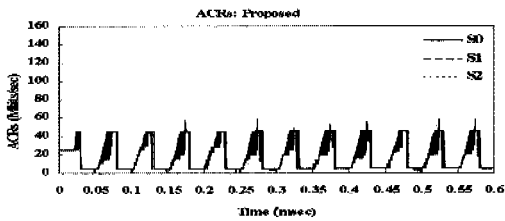
제안된 기법은 VP 머징 기법을 사용하고, 교환기로 링크 활용도 목표치(Target Link Utilization) 90%, 고정 측정 구간(Fixed Measurement Interval) 1ms로 설정된 ERICA 교환기를 사용하였다<sup>[7]</sup>. Sonia 알고리즘의 경우 하나의 셀을 고정 길이 패킷으로 가정하여 머징 포인트에서의 패킷 단위 버퍼링과 스케줄링을 생략하였고, 위에서 언급한 ERICA 교환기 시스템에서 소스 관련 파라미터의 이용 절차를 생략한 수정된 ERICA 알고리즘을 사용하였다. 다만 ER 값을 최대로 이용하기 위해서 RIF(Rate Increase Factor)를 1로 가정하였다. ABR 파라미터 ICR (Initial Cell Rate) 값과 링크 길이를 아래와 같이 변화시켜 성능을 조사하였다:

- ICR = 25 Mbps
- Link1 = 50km, 2000km
- Link2 = 500km
- Link3 = 50km, 2000km

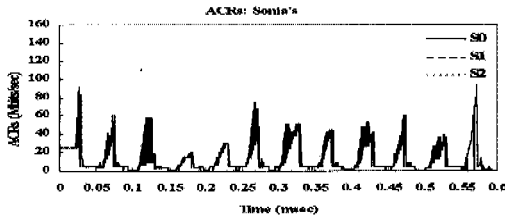
<ICR=25 Mbps, Link1=50km, Link3=2000km>

그림 3은 ABR 송신원의 전송속도 ACR 값을 나타낸다. 두 기법 모두 초기속도 25Mbps에서 출발하여 진동함을 알 수 있다. 그림 3 (a)의 정상상태에서 제안된 기법은 세 송신원의 ACR 값이 0 근처에서 출발하여 약 50 Mbps 까지 점진적으로 증가하고, 다시 0으로 떨어지는 규칙적인 버스트 형태를

나타낸다. 이것은 VBR 트래픽이 링크3 (Link3)을 점유하는 동안(on)에는 ABR 송신원에 대역할당이 이루어지지 않고, VBR 트래픽이 없는 구간(off)에서는 ABR 송신원에 대역할당이 이루어짐을 나타낸다. 그림 3 (b)에서 Sonia 기법의 경우 정상상태에서 세 송신원의 ACR 값이 0 근처에서 출발하여 점진적으로 증가하지만 버스트마다 최대값이 다르다. 또한 버스트 형태도 불규칙적으로 머징잡음이 관측된다. 또한 VBR 폭주구간(on)에도 소량의 대역할당이 빈번히 관측된다.



(a)



(b)

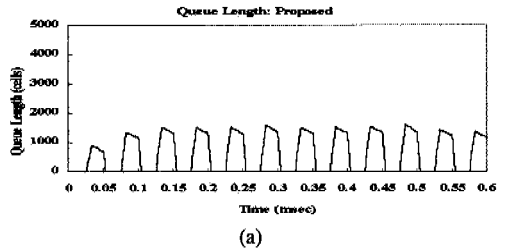
그림 3. ACR(Allowed Cell Rate); ICR = 25Mbps, Link1 = 50km, Link2 = 2000km (a) 제안한 알고리즘 (b) Sonia's 알고리즘

그림 4는 교환기 Sw3의 큐 길이를 나타낸다. 그림 4 (a)에서 제안된 기법의 경우 최대값이 1500 셀 정도인 규칙적인 버스트를 나타낸다. 그러나 그림 4 (b)에서 Sonia 기법의 경우 버스트마다 최대값이 다르고 불규칙적이다. 따라서 대역을 효율적으로 사용하지 못함을 알 수 있다.

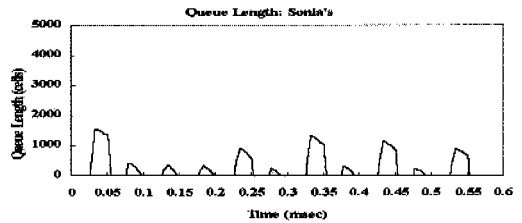
<ICR=25 Mbps, Link1=2000km, Link3=50km>

그림 5는 ABR 송신원의 전송속도 ACR 값을 나타낸다. 두 기법 모두 초기상태에서 큰 진동이 관측된다. 그림 5(a)에서 제안된 기법의 경우 정상상태에서 세 송신원의 ACR 값은 VBR 트래픽이 없는 구간에 주로 50 Mbps에 도달함을 알 수 있다. 그러나

간혹 이 구간에서 100Mbps 까지의 불규칙 버스트가 관측된다. 그림 5(b)에서 Sonia 기법의 경우 정상상태에서 ACR 값이 매우 불규칙적이고, 버스트 최대값은 120 Mbps 이상이다. 이처럼 두 기법에서 모두 머징 잡음이 빈번히 관측되는 것은 링크 1의 긴 귀환지연에 기인한다. 그림 6은 교환기 Sw3의 큐 길이를 나타낸다. 그림 6(a)에서 제안된 기법의 경우 버스트 최대값이 비교적 일정하게 잘 유지되지만, 그림 6(b)에서 Sonia 기법의 경우 불규칙적이다.

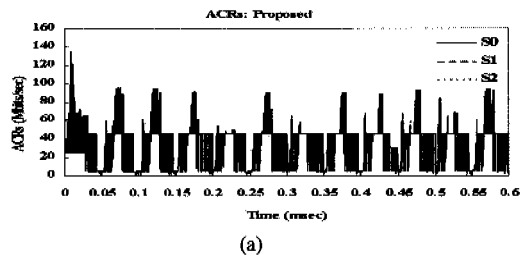


(a)

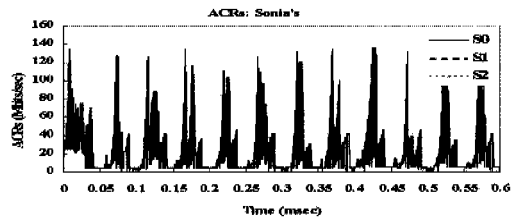


(b)

그림 4. 교환기 Sw3의 큐 길이; ICR = 25Mbps, Link1 = 50km, Link2 = 2000km (a) 제안한 알고리즘 (b) Sonia's 알고리즘

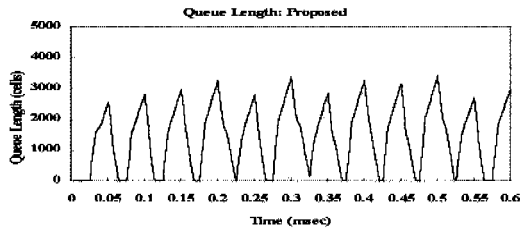


(a)

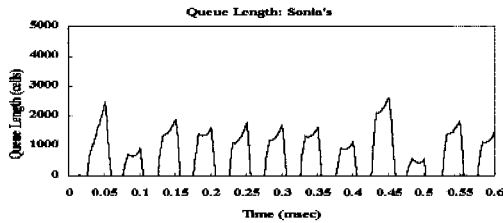


(b)

그림 5. ACR(Allowed Cell Rate); ICR = 25Mbps, Link1 = 2000km, Link2 = 50km (a) 제안한 알고리즘 (b) Sonia's 알고리즘



(a)



(b)

그림 6. 교환기 Sw3의 큐 길이; ICR = 25Mbps, Link1 = 2000km, Link2 = 50km (a) 제안한 알고리즘 (b) Sonia's 알고리즘

#### IV. 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 필요로 하지 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.

#### 참고 문헌

[1] The ATM Forum Technical Committee, "Traffic management specification version 4.0," af-tm-0056.000, April 1996.  
 [2] S. Fahmy et al., "Feedback consolidation algorithms for ABR point-to-multipoint

connections in ATM networks," *Proceedings of the IEEE INFOCOM98*, vol.3, pp. 1004-1013, 29 March-2 April 1998.

[3] Y-Z Cho and M-Y Lee, "Efficient consolidation algorithm for multicast ABR service in ATM networks," *ELECTRONICS LETTERS*, Vol.33, No.14, pp. 1190-1192, July 1997.  
 [4] Wenge Ren, K.-Y. Siu, and Hiroshi Suzuki, On the performance of congestion control algorithms for multicast ABR service in ATM, *Proceedings of the 2nd IEEE ATM Workshop*, San Francisco, August 1996.  
 [5] Dong Hunt, Open issues for ABR point-to-multipoint connections, ATM Forum Contribution 95-1034, August 1995.  
 [6] L. Roberts, Rate based algorithm for point-to-multipoint ABR service, ATM Forum Contribution 94-0772RI, November 1994.

천 상 훈(Sang-Hun Chun)

정회원



1990년 2월 : 인하대학교

전자공학과 졸업

1992년 2월 : KAIST 전기전자

공학과 석사졸업

2000년 2월 : 인하대학교

전자공학과 박사졸업

2000년 3월~현재 : 재능대학 전자통신과 전임강사  
 <주관심 분야> ATM 트래픽 제어, 멀티미디어, 초고속 인터넷