

VC merging 장치의 운용 방법에 관한 연구

윤빈영*, 정연쾌*, 김환우**

*한국전자통신연구원

**충남대학교 전자공학과

e-mail : byyun@etri.re.kr

Study on operation for VC merging equipment

Bin-Yeong Yun*, Youn-Kwae Jeong*, Whan-Woo Kim**

*ETRI

**Dept. of Electronics Engineering, Chung-Nam University

요 약

MPLS 는 ATM 과 같은 기존의 레이어 2 계층의 스위칭 기술을 사용하여 IP 와 같은 레이어 3 계층 기능을 효과적으로 제공하기 위해서 제안되었다. 이러한 MPLS 가 코어라우터에 적용될 때 확장성을 제공하기 위한 필수적인 방안으로 VC merging 기능이 요구된다. VC merging 기능은 수신된 ATM 셀들을 VCC 별로 AAL5 프레임 단위로 다중화하고 동일한 목적지를 갖는 ATM 셀에 대해서 동일한 VPI/VCI 값을 갖도록 ATM 셀을 생성한다. 본 논문에서는 최대 1Gbps 데이터를 처리하는 SAR 소자를 사용하여 VC merging 장치를 구현하였다. 그리고 이를 MPLS 망에 적용시키기 위해서 VCC 연결 설정에 제한성을 갖는 SAR 소자에도 적용 가능한 연결 설정 및 해제 절차를 제공하였다.

1. 서론

MPLS(Multiprotocol label switching)망에서 코어라우터인 LSR(Label Switching Router) 시스템은 기존의 ATM 교환기에서 요구되는 ATM 서비스 뿐만아니라 IP 서비스를 효과적으로 지원하기 위해서 만들어졌다. 그러므로 LSR 시스템은 기존의 ATM 장치에서 제공하지 않는 VC merging 기능을 추가로 요구한다^[1]. MPLS 시스템의 VC merging 기능은 여러 채널로부터 수신된 ATM 셀들을 VCC 별로 AAL5 프레임 단위로 다중화하고 동일한 목적지를 갖는 ATM 셀에 대해서 동일한 레이블(VPI/VCI)을 갖도록 ATM 셀을 생성한다. 그래서 MPLS 망에서 사용가능한 VCC 개수를 증가시켜서 망의 확장성을 보장한다. 일반적으로 VC merging 장치는 프레임 단위의 다중화가 요구되므로 프레임 저장을 위한 막대한 버퍼가 요구될것이라고 예상되었다. 그러나 비교적 적은 버퍼가 사용될 뿐만아니라^[2], 효과적인 구현방법들이 제안되고 있다^[3,4].

IETF(Internet Engineering Task Force)는 VC merging 기능을 제공할 수 있는 방법으로 두가지 방안을 제안하고 있다^[1]. 첫번째 방안은 ATM 셀 헤더의 PTI(Payload Type Identifier) 필드를 사용하여 AAL5 프레임의 시작과 끝을 구분하고 완전한 한 개의 프레임을 수신한 뒤에 프레임 단위로 인터리빙한다. 두번째 방안은 AAL5 프레임을 복원 및 생성하는 SAR 소자를 사용하여 완전한 한 개의 AAL5 프레임을 복원하고 프레임 단위의 인터리빙을 한다.

IETF에서는 AAL5 프레임이 사용되는 용도에 따라서 여러 개의 다른 포맷들을 권고하고 있다^[6]. 그러므로 SAR 소자를 사용하여 VC merging 기능을 구현하는 경우에는 AAL5 프레임의 복원 및 생성을 위해서 반드시 사용되는 AAL5 프레임의 종류를 알아야 하는 단점을 갖는다. 그러나 이러한 단점에도 불구하고 AAL5 프레임 변환이 가능하므로 서로 다른 AAL5 프레임 사용자들을 연결시킬 수 있는 장점을 갖는다. 또한 일반적으로 SAR 소자에서 제공되는 채널별 트래픽 셰이핑 기능은 버스트한 특성을 갖는 데이터 트래픽을 예측 가능한 트래픽 형태로 변형시킬수 있으므로 망의 효율성을 증가시킨다. 일반적으로 AAL5 프레임을 처리하는 SAR 소자는 수신부와 송신부로 구성된다. 어떤 SAR 소자는 VCC 연결 설정시 송신부와 수신부에 독립적인 연결 설정을 지원하지 않는다. 그러므로 만약 수신부에 레이블 4로 연결이 설정되면 반드시 송신부에도 레이블 4로 설정되어야 하는 제한성을 갖는다.

본 논문에서는 최대 1Gbps 데이터 처리가 가능한 SAR 소자를 사용하여 VC merging 기능을 구현하고 연결 설정에 제한성을 갖는 SAR 소자에 적용할 수 있는 VCC 연결 설정 및 해제 절차를 제공한다. 본 논문에서는 다음과 같은 용어가 사용되었다.

[용어정의]

- 입력연결: VC merging 장치의 upstream에 설정된 VCC 연결을 말한다. 입력연결은 송신부와 수신부에 동일하

게 설정되나, 송신부에 설정된 경로에는 데이터가 전달되지 않는다.

출력연결: VC merging 장치의 downstream에 설정된 VCC 연결을 말한다. 출력연결은 송신부와 수신부에 동일하게 설정되나, 수신부에 설정된 경로에는 데이터가 전달되지 않는다.

채널핸들(Channel Handle): 호스트는 모든 VCC 연결에 대해서 연결관리를 용이하게 하기 위해서 레이블값 대신에 채널핸들을 사용한다. 또한 수신부는 채널핸들을 복원된 AAL5 프레임의 페이로드에 오버헤드로 부착한다. 그래서 외부로 출력된 데이터에 대해서 각각의 채널을 식별하기 위해서 사용된다.

출력연결 채널핸들: 출력연결에 대한 채널핸들값

입력연결 채널핸들: 입력연결에 대한 채널핸들값

리프(leaf): 다중점대점연결은 많은 수의 입력 연결과 한 개의 출력연결이 존재한다. 리프는 다중점대점연결에서 입력 연결을 말한다

루트(root): 다중점대점연결에서 출력 연결을 말한다.

수신채널식별값: 수신부가 연결관리를 용이하게 관리하기 위해서 VCC 연결의 레이블값 대신에 사용되는 채널식별값이다. 수신채널식별값은 입력연결을 수신부에 설정하기 위한 입력연결 수신채널식별값과 출력연결을 수신부에 설정하기 위한 출력연결 수신채널식별값으로 구분된다.

송신채널식별값: 송신부가 연결관리를 용이하게 관리하기 위해서 VCC 연결의 레이블값 대신에 사용되는 채널식별값이다. 송신채널식별값은 입력연결을 송신부에 설정하기 위한 입력연결 송신채널식별값과 출력연결을 송신부에 설정하기 위한 출력연결 송신채널식별값으로 구분된다.

수신채널 패러미터: 수신부에 연결을 설정하기 위해서 사용된다. 수신채널 패러미터에는 폭주발생시 전달순서를 결정하는 전달지연우선순위, 그리고 AAL5 프레임의 종류등이 포함된다. 입력연결을 위한 입력연결 수신채널패러미터와 출력연결을 위한 출력연결 수신채널패러미터로 구분된다.

송신채널 패러미터: 송신부에 연결을 설정하기 위해서 사용된다. 출력연결에 대한 패러미터에는 출력연결 레이블, 트래픽 셰이핑 패러미터, 전달지연우선순위, AAL5 프레임의 종류 연결구분등의 정보가 포함된다. 송신채널패러미터는 입력연결을 위한 입력연결 송신채널패러미터와 출력연결을 위한 출력연결 송신채널패러미터로 구분된다.

2. VC Merging 장치 구조

VC merging 장치는 그림 1 과 같이 수신부, 헤더정보변환부, 송신부, 록업메모리, 그리고 호스트로 구성되며, 수신부는 다시 프레임조립부와 수신제어메모리로 세분된다. 프레임조립부는 그림 2(a)와 같이 스위치 패브릭에서 ATM 셀을 전달 받고 레이블을 어드레스로 사용하여 수신부제어메모리로부터 입력연결 채널핸들과 입력연결 수신패러미터를 전달 받는다. 그리고 AAL5 프레임을 복원하여 페이로드 부분에 입력연결 채널핸들을 헤더에 부착하여 헤더정보변환부로부터 전달한다. 수신제어메모리에는 연결 설정시 호스트에 의하여 각 연결별로 수신채널핸들과 수신채널패러미터가 저장된다.

헤더정보변환부는 그림 2(b)와 같이 수신부에서 전달되는 데이터의 헤더 변환을 수행한다. 헤더 변환은 목적지가 동일한 여러 개의 채널로부터 수신된 데이터를 한 개의 채널로 전달할 수 있는 다중점대점연결을 위한 헤더 정보 맵핑 기능을 제공한다. 헤더정보변환부는 수신부에서 데이터를

전달받아서 입력연결 채널핸들을 어드레스로 사용하여 록업메모리로부터 출력연결 송신채널식별값을 읽는다. 그래서 수신부에서 받은 페이로드와 출력연결 송신채널식별값을 헤더로 갖는 데이터를 송신부로 전달한다.

송신부는 프레임분할부와 송신제어메모리로 구성되며, 프레임분할부는 그림 2(c)처럼 헤더정보변환부에서 출력연결 송신채널식별값을 헤더로 갖는 데이터를 전달 받아서 출력연결 송신채널식별값을 어드레스로 사용하여 송신제어메모리로부터 출력연결 레이블과 출력연결 송신패러미터를 전달받아서 AAL5 프레임을 생성한다. 그리고 생성된 프레임은 출력연결 레이블을 헤더로 갖는 ATM 셀로 분할되어 물리계층으로 전달된다. 송신제어메모리에는 호스트가 연결을 설정할 때, 각각의 송신채널식별값에 대해서 출력연결 레이블과 송신채널패러미터가 저장된다.

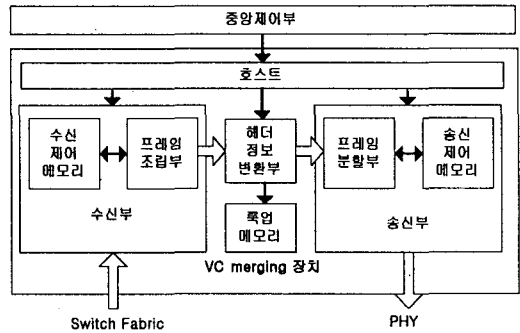
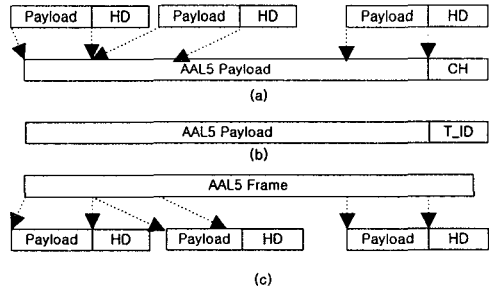


그림 1. VC merging 장치의 구성도



HD: Cell Header, CH:채널핸들, T_ID: 송신채널식별값

그림 2. VC merging 장치의 데이터 프레임 종류

- (a) 수신부에서 처리되는 데이터 구조,
- (b) 헤더정보변환부에서 처리되는 데이터 구조,
- (c) 송신부에서 처리되는 데이터 구조

호스트는 상위제어장치로부터 연결 설정 요구 및 해제 명령을 전달받아서 수신부, 송신부, 그리고 헤더정보변환부를 제어하고, 입력연결과 출력연결에 대한 연결을 관리한다. 이러한 연결을 관리하기 위해서 입력연결관리표와 출력연결관리표가 사용된다. 입력연결관리표에는 입력연결과 이에 대응되는 출력연결에 대한 모든 정보가 저장된다. 여기에는 입력연결 채널핸들, 수신채널 패러미터, 입력연결 레이블, 입력연결 수신채널식별값, 입력연결 송신채널식별값, 출력연결 레이블, 출력연결 채널핸들, 출력연결 수신채널식별값, 그리고 출력연결 송신채널식별값이 저장된다. 출력연결관리표에는 출력연결에 관련된 정보가 저장되며, 여기에는 출력연결 채널핸들, 송신채널 패러미터, 출력연결에 연결된 입력

연결(리프) 개수, 출력연결 레이블, 출력연결 수신채널식별값, 그리고 출력연결 송신채널식별값이 포함된다.

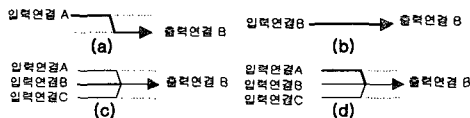
3. 연결 설정 및 해제 절차

호스트는 상위제어장치로부터 연결 설정요구 및 해제 명령을 전달받아서 수신부, 송신부, 그리고 헤더정보변환부에 다음과 같이 입력연결과 출력연결을 설정한다.

3.1 연결 설정절차

상위제어장치는 호스트로 입력연결 레이블, 출력연결 레이블, 그리고 송신 및 수신채널패러미터를 전달하고 연결 설정을 요청한다. 다중점대점연결은 다음과 같은 4 가지 형태의 연결로 구분될 수 있으며 각각의 연결 설정은 그림 4와 같은 순서도에 의하여 이루어진다.

- 1) 그림 3(a)와 같은 입력연결과 출력연결이 다른 레이블 값을 갖는 루트 연결 설정. 즉 입력연결 A에서 출력연결 B로 맵핑되는 연결을 설정하는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부에 각각 A와 B를 갖는 두개의 연결이 설정되며, 헤더정보변환부에서 수신부의 A와 송신부의 B가 연결되도록 맵핑시킨다.
- 2) 그림 3(b)와 같은 입력연결과 출력연결이 동일한 레이블 값을 갖는 루트 연결 설정. 즉 입력연결 B에서 출력연결 B로 맵핑되는 연결을 설정하는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부에 각각 A를 갖는 한개의 연결이 설정되며, 헤더정보변환부에서 수신부의 A와 송신부의 A가 연결되도록 맵핑시킨다.
- 3) 그림 3(d)와 같은 입력연결과 출력연결이 다른 레이블 값을 갖는 리프 연결 설정. 즉 두 개의 입력연결 A,C가 출력연결 B로 연결되는 다중점대점연결에서 출력연결과 동일한 B가 입력연결로 추가되는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부에 각각 A, B, C를 갖는 세개의 연결이 설정되고, 헤더정보변환부에서 수신부의 A, B, C를 송신부의 B가 연결되도록 맵핑시킨다.
- 4) 그림 3(c)와 같은 입력연결과 출력연결이 동일한 레이블 값을 갖는 리프 연결 설정. 즉 두 개의 입력연결 B,C가 출력연결 B로 연결되는 다중점대점연결에서 입력연결 A가 설정되는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부에 각각 A, B, C를 갖는 세개의 연결이 설정되고, 헤더정보변환부에서 수신부의 A, B, C를 송신부의 B가 연결되도록 맵핑시킨다.



• 굵은선은 새롭게 추가된 연결
• 점선은 연결은 존재하나, 데이터가 전달되지 않는 경로

그림 3. 다중점대점연결 설정 종류

그림 4는 다중점대점연결을 설정하기 위한 흐름도이며, 각각의 동작은 다음과 같다.

‘루트연결설정’에서는 다중점대점연결 그룹이 새롭게 생성되는지 여부를 검사한다. 이것은 출력연결관리표에 출력연결 레이블이 이미 등록되었는지 여부를 조사한다. 만약 등록되어 있지 않으면 그림 3(a)와 (b)처럼 루트연결설정으로 판정한다. 그러나 등록되어 있으면 그림 3(c)와 (d)처럼 리프연결로 판정한다. ‘입력연결=출력연결’에서는 입력연결과 출력연결이 동일한 레이블을 갖는지 여부를 조사한다.

만약 동일하다면 그림 3(b)처럼 출력연결과 입력연결이 동일하기 때문에 한 개의 연결만 설정하면 된다. 그러나 만약 다르다면 그림 3(a)처럼 입력연결과 출력연결 두 개의 연결 설정이 요구된다. ‘입력연결 설정’에서는 입력연결 레이블을 사용하여 수신부와 송신부에 연결이 설정된다. 호스트는 입력연결 수신채널패러미터, 입력연결 레이블, 그리고 입력연결 채널번호를 수신부에 전달하고 입력연결 설정을 요청한다. 수신부는 연결 설정을 완료한 뒤에 입력연결 수신채널식별값을 호스트로 전달한다. 또한 호스트는 입력연결 송신채널패러미터, 입력연결 레이블, 그리고 입력연결 채널번호를 송신부에 전달하고 연결 설정을 요청한다. 송신부는 연결 설정을 완료한 뒤에 입력연결 송신채널식별값을 호스트로 전달한다. ‘출력연결 설정’에서는 호스트는 출력연결 수신채널패러미터, 출력연결 레이블, 그리고 출력연결 채널번호를 수신부에 전달하고 연결 설정을 요청한다. 수신부는 연결 설정을 완료한 뒤에 출력연결 수신채널식별값을 호스트로 전달한다. 또한 호스트는 출력연결 송신채널패러미터, 출력연결 레이블, 그리고 출력연결 채널번호를 송신부에 전달하고 연결 설정을 요청한다. 송신부는 연결 설정을 완료한 뒤에 출력연결 송신채널식별값을 호스트로 전달한다. ‘입력연결관리표에 입력연결 등록변경’과 ‘출력연결관리표에 출력연결 등록변경’은 출력연결에 대해서 리프 개수를 1만큼 증가시킨다. 즉 다중점대점연결에 한 개의 새로운 리프가 추가되었음을 표시한다. 이는 다중점대점연결 그룹이 완전히 해제되는지 여부를 구분하기 위해서 사용된다. ‘lookup 메모리 등록’에서는 입력연결 채널번호를 어드레스로 사용하여 출력연결에 대한 출력연결 송신채널식별값을 lookup 메모리에 등록한다.

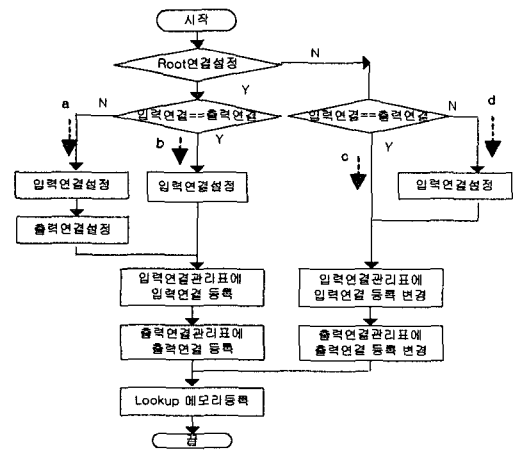


그림 4. 다중점대점연결 설정 절차

3.2 연결 해제절차

상위제어장치는 호스트로 입력연결 레이블을 사용하여 연결해제를 요청한다. 호스트는 연결종류에 따라서 다음과 같이 구분하여 처리한다.

- 1) 그림 5(a)와 같은 입력연결과 출력연결이 다른 레이블 값을 갖는 루트 해제. 즉 입력연결 A에서 출력연결 B로 맵핑되는 연결을 해제되어 다중점대점 연결이 해제되는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부 각각에 설정된 A와 B 두개의 연결이 삭제되고, 헤더정보변환

부에서 수신부의 A와 송신부의 B의 맵핑 관계가 삭제된다.

- 2) 그림 5(b)와 같은 입력연결과 출력연결이 동일한 레이블값을 갖는 루트 연결 해제. 즉 입력연결 B에서 출력연결 B로 맵핑되는 연결을 해제하는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부 각각에 설정된 연결 B가 삭제되고, 헤더정보변환부에서 수신부의 B와 송신부의 B의 맵핑 관계가 삭제된다.
- 3) 그림 5(d)와 같은 입력연결과 출력연결이 다른 레이블값을 갖는 리프 연결 해제. 즉 세 개의 입력연결 A,B,C가 출력연결 B로 연결되는 다중점대점연결에서 출력연결과 동일한 입력연결인 B가 해제되는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부에 각각 A, B, C 세개의 연결이 설정된 상태에서 헤더정보변환부에서 수신부의 B가 제거되어 A와 C만이 송신부로 연결되도록 맵핑된다.
- 4) 그림 5(c)와 같은 입력연결과 출력연결이 동일한 레이블값을 갖는 리프 연결 해제. 즉 세 개의 입력연결 A,B,C가 출력연결 B로 연결되는 다중점대점연결에서 입력연결 A가 해제되는 경우를 말한다. 이때에는 수신부와 송신부에 각각 A, B, C 세개의 연결이 설정된 상태에서 헤더정보변환부에서 수신부의 A를 제거되어 B와 C만이 송신부로 연결되도록 맵핑된다.

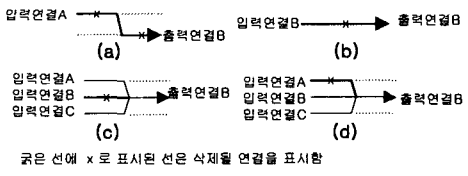


그림 5. 다중점대점연결 해제 종류

그림 6은 다중점대점연결을 해제하기 위한 흐름도이며, 각각의 동작은 다음과 같다.

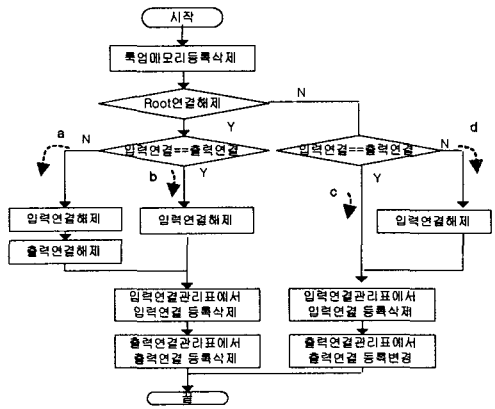


그림 6. 다중점대점연결 해제 절차

‘특업메모리 등록삭제’에서는 호스트는 상위제어계에서 해제가 요청된 입력연결을 전달받고 입력연결관리테이블에서 입력연결 레이블에 대응하는 입력연결 채널번호를 읽는다. 그리고 입력연결 채널번호를 어드레스로 사용하여 특업메모리에 저장된 입력연결 등록을 삭제한다. 그러므로 입력연결과 출력연결의 맵핑 관계가 삭제된다. ‘루트 연결 해제’에서는 그림 5(a)와 (b)처럼 다중점대점연결 그룹이 완전히 삭제

되는지 여부를 검사한다. 이것은 출력연결관리표에서 해제가 요청된 출력연결에 대해서 리프가 한 개 이상 존재하는지 여부를 조사한다. 만약 존재한다면 임의의 입력연결이 출력연결로 맵핑되어 계속사용됨을 의미한다. 따라서 그림 5(c)와 (d)처럼 다중점대점연결 그룹이 계속해서 존재하므로 출력연결을 해제하지 않는다. ‘입력연결==출력연결’에서는 입력연결과 출력연결이 동일한 레이블값을 갖는지 여부를 조사한다. 만약 동일하다면 그림 5(b)처럼 출력연결과 입력연결이 동일하기 때문에 한 개의 연결만 해제하면 된다. 그러나 만약 다르다면 그림 5(a)처럼 입력연결과 출력연결이 각각 해제되어야 한다.

‘입력연결해제’에서는 호스트는 입력연결에 대응하는 입력연결 수신채널식별값을 수신부에 제공하여 연결 해제를 요청한다. 또한 입력연결에 대응하는 입력연결 송신채널식별값을 송신부에 제공하여 연결을 해제한다. 이는 입력연결 설정시 수신부와 송신부에 양방향으로 연결이 설정되었기 때문에 각각 삭제되어야 한다. ‘입력연결관리표에서 등록삭제’에서는 입력연결관리표에서 입력연결에 대한 등록을 삭제한다. ‘출력연결해제’에서는 호스트는 출력연결에 대응하는 출력연결 수신채널식별값을 수신부에 제공하여 연결을 해제한다. 그리고 출력연결에 대응하는 출력연결 송신채널식별값을 송신부에 제공하여 연결을 해제한다. ‘출력연결관리표에 등록 삭제’에서는 출력연결관리표에 출력연결에 대한 등록 정보를 삭제한다. ‘출력연결관리표에서 출력연결 등록 변경’에서는 출력연결관리표에서 출력연결에 대한 리프 개수를 1만큼 감소시킨다. 그러므로 다중점대점연결에서 리프가 한 개 감소했음을 표시한다.

4. 결론

MPLS 는 ATM 과 같은 기존의 레이어 2 계층의 스위칭 기술을 사용하여 IP 와 같은 레이어 3 계층 기능을 효과적으로 제공하기 위해서 제안되었다. 이러한 MPLS 가 코어라우터에 적용될 때 확장성을 제공하기 위한 필수적인 방안으로 VC merging 기능이 요구된다.

본 논문에서는 최대 1Gbps 데이터 처리가 가능한 고성능 SAR 소자를 사용하여 VC merging 장치를 구현하였다. SAR 소자를 사용하는 경우 서로 다른 AALS 프레임 사용자들을 연결시킬 수 있을 뿐만 아니라, 채널별 트래픽 셰이핑 기능에 의하여 트래픽 자원의 효과적인 관리가 가능하다. 그러므로 제안된 VC merging 장치는 MPLS 망에 적용되어 MPLS 망의 유용성을 크게 증가시킨다.

참고문헌

- [1] Bruce Davie et al., "Switching in IP Network", Morgan Kaufmann Publishers, 1998
- [2] Indra Widjaja, "Performance Issues in VC-Merge Capable Switches for Multiprotocol Label Switching", IEEE Journal on selected area in communications, Vol. 17, No. 6, pp. 1178-1189, June 1999.
- [3] Peifang Zhou, "Reducing buffer requirement for VC-merge capable ATM switches", GLOBECOM'99, Vol. 1a, pp.44-8, 1999.
- [4] Pao DCW, "Frame-level interleaving approach to VC merging in input-buffered ATM switch", IEE Electronics Letters, Vol.36, pp.1090-1100, June 2000.
- [5] R.Callon et al., "A Framework for Multiprotocol Label Switching", Internet draft, draft-ietf-mpls-framework-0.5.txt, Sept. 21, 1999.
- [6] RFC1483, "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5", July 1993.