

HANbit ACE2000 MPLS 시스템 장애처리 기능의 설계 및 구현

박평구⁰, 김선철, 김관중, 이재섭

한국전자통신연구원, MPLS 시스템팀

A Design and Implementation of MPLS Fault Management Function for HANbit ACE2000 System

MPLS System Team

Pyung-Koo Park⁰, Sun-Cheul Kim, Gwan-Joong Kim, Jae-Sup Lee

Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail: parkpk@etri.re.kr

요약

본 논문은 한국전자통신연구원에서 개발하고 있는 HANbit ACE2000 교환기 기반 MPLS 시스템의 장애처리 기능의 구현 내용을 설명한다. 본 시스템의 장애처리는 장애검출(Fault Detection), 장애격리(Fault isolation), 장애진단(Fault Diagnose), 장애복구(Fault Recovery)와 같은 일련의 과정을 통하여 수행된다. 본 장애처리 기능의 특징은 장애발생시 시스템의 영향을 최소화하여 최대한 서비스의 연속성을 유지할 수 있도록 설계되었다.

1. 서론

최근 인터넷 이용의 증가는 전송 링크의 광대역 지원과 멀티미디어 트래픽의 QoS 보장 등의 문제 해결을 필수적으로 요구하게 되었다. 또한 현재 인터넷 IP 서비스에서 한 단계 향상된 서비스, 즉 가상 사설망(Virtual Private Network) 서비스나 Voice over IP, Video over IP, 웹 호스팅, 전자 상거래 제공 등이 현실적인 문제로 대두되면서 이를 지원할 수 있는 네트워크 구성 요소의 필요성은 증가하고 있다[1]. 이를 해결하기 위하여 IP와 ATM의 통합으로 MPLS 기술 개발이 활발히 진행되고 있다. MPLS는 기존의 hop-by-hop 라우팅에 의해 전달되는 IP 패킷을 네트워크 입력 출력 시 L3 라우팅을 처리하게 하고, 코어에서는 레이블을 이용한 고속 L2 스위칭에 의해 패킷을 전달함으로써 IP 라우팅의 성능과 확장성을 개선하고, 명시적 라우팅과 트래픽 엔지니어링을 제공할 수 있도록 한 차세대 IP 네트워크 기술이다. 또한 MPLS는 가상 사설망 서비스(VPN)나 트래픽 엔지니어링(Traffic Engineering)을 이용한 고품질 음성 전달 서비스 등을 효과적으로 지원함으로써 사업자의 수익성을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있다[2].

본 논문에서는 정보통신부, 과학기술부가 주관하고 총괄 주관 기관인 한국전기통신공사의 관리 하에 한국전자통신연구원(ETRI)이 수행중인 “ATM 기반 인터넷 서비스 시스템(MPLS) 개발사업”的 연구 개발 결과인 HANbit ACE2000 MPLS 시스템을 통해 MPLS 시스템에서 장애처리 방법에 관해서 언급한다.

본 논문의 구성은 제 2장에서 MPLS 장애처리 기술의 국제 표준화 동향에 관해서 알아보고, 제 3장에서는 MPLS(Multiprotocol Label Switching)에 관해 개론적으로 설명한다. 제 4장에서 HANbit ACE2000과 본 논문에서 언급하고 있는 MPLS 시스템에서의 장애처리를 물리적 장애와 운용자에 의한 블록킹으로 구분하여 설명하고 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. MPLS 장애처리 기술의 국제 표준화 동향

ATM 기반의 MPLS 시스템에서는 물리계층 및 ATM 계층에 대한 OAM 기능을 ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) I.610 권고를 수용하여 구현한다. 또한 MPLS 연결에 관련된 장애복구 과정은 최근 internet draft가 소개되고 있다.

I.610에서 제시하고 있는 운용관리 및 장애처리는 계층화 레벨에서 연결을 관리하기 위해 필요하다. 운용관리 계층은 5개의 계층으로 이루어져 있으며 이중 1,2,3 계층까지는 물리계층에 해당하고 4계층과 5계층은 ATM계층에 해당한다. 아래 [표 1]은 이러한 운용관리의 5단계 계층화 레벨을 나타낸다.

[표 1] OAM의 계층화 레벨

ATM	F5	VC 단위에서 동작하는 OAM계층
계층	F4	VP 단위에서 동작하는 OAM계층
물리 계층	F3	Transmission Path 단위에서 동작하는 OAM계층
	F2	Digital Section 단위에서 동작하는 OAM계층
	F1	Regenerator 단위에서 동작하는 OAM계층

I.610에서 제시하고 있는 운용관리 기능은 대표적으로 루프백(Loop Back) 시험, 연속성(Continuity Check) 검사 그리고 성능감시(Performance Monitoring) 기능으로 요약 할 수 있으며, 이 기능들은 각각 F4, F5레벨에서 수행하게 된다. F4, F5는 양단에 연결이 설정되어 있는 경우에만 존재할 수 있고 ETE(End-To-End)와 SEG(Segment) 두 종류에 대해 기능 수행이 가능하다[3,4]. 운용관리와 상태관리 등의 OAM기능은 장애처리와 밀접한 관련이 있으므로, 본 시스템의 장애처리는 운용자 명령에 의한 VP, 물리적 링크, MIM 등의 블록킹을 장애처리와 유사한 메커니즘으로 정의한다.

3. MPLS 기술 개요

현재의 인터넷에서는 패킷을 전송하기 위해서 라우터 테이블에 있는 IP 주소를 사용한 최대 길이 일치 알고리즘(Longest Match Algorithm)을 수행한다. 하지만 레이블 교환에 기반을 둔 MPLS에서는 레이블이라는 고정 길이의 짧은 지정자(Identifier)를 사용한 완전 일치(Exact Match)에 의해 패킷을 전송한다. 이러한 레이블을 사용하기 때문에 간단하고 빠른 패킷의 전달이 이루어 질 수 있다.

레이블은 망의 노드에서 동일하게 전달되는 패킷의 그룹을 나타낸다. 즉 동일한 레이블 값을 갖는 패킷은 동일한 그룹에 속하게 된다. 이러한 패킷 그룹은 라우팅 프로토콜에 의해서 구분되는데 MPLS에서는 이러한 동일하게 전달되는 패킷의 그룹을 FEC(Forwarding Equivalent Class)라는 용어로 표현한다. 동일한 여러 응용서비스로부터의 패킷들은 하나의 패킷 흐름(Flow)을 형성하고 이러한 흐름들은 동일한 FEC를 갖는 스

트림(Stream)을 형성하게 된다. 하나의 흐름은 동일한 FEC의 스트림을 지정하게 된다. 아래의 그림 1은 이러한 관계를 보여 주고 있다.



그림 1. 레이블과 패킷 스트림의 관계

각 노드마다 해당 FEC에 대해서 레이블을 할당하고, 동일한 FEC에 대해서 할당된 레이블에 의해 패킷이 전달되는 경로(LSP)를 설정하게 된다. MPLS는 IP의 각 패킷이 가지고 있던 헤더를 줄이고 지정된 경로를 통해서 패킷을 빠르게 전송하게 된다. 이러한 MPLS의 특징으로 현재의 인터넷의 문제점을 극복하기 위해 많은 연구와 관심을 가지고 있다[2,5].

4. HANbit ACE2000 MPLS 시스템의 장애처리 기능 설계

본 논문에서 장애처리는 물리적 장애와 운용자가 시스템 상태를 관리하려는 목적으로 HMI 명령을 통한 VP, 물리적 링크 및 MIM 모듈단위로 수행한다.

4.1 HANbit ACE2000

HANbit ACE2000 시스템은 ATM 기반의 대용량 교환 시스템으로써 ATM 스위치에 다양한 유형의 가입자 모듈을 수용할 수 있는 개방형 구조이다. 즉, 고속 인터넷서비스는 MIM(MPLS Interface Modul)을 통해서 수용되고 ATM 서비스는 AIM(ATM Interface Module)으로 서비스를 제공하고 있다. 또한 프레임 릴레이(frame relay) 서비스는 MGM(Media Gateway Module)를 접속하면서 기능이 수행된다. MIM 모듈은 최소의 비용으로 가입자에 보다 다양한 서비스를 제공하기 위해 MPLS 서비스 및 순수 ATM 서비스를 동시에 수용 가능한 서비스 모듈로 구성되어 있다. 각 MIM은 포워딩을 담당하는 FEMA(Forwarding Engine and Merging Assembly) 보드를 가지고 이 보드내의 FE(Forwarding Engine)에서 IP 패킷에 대한 포워딩을 담당하게 된다. SMC(Switch Management Controller)는 시스템의 모든 물리적 자원을 관리하고 MSC는 MPLS 서비스 연결제어를 위하여 G-port, VP, VC 등의 자원을 관리한다. 그림 2와 같이 ACE2000 MPLS 시스템은 운용자 명령을 처리하는 MAS(Maintenance and Administration Subsystem), 각 S/W 블록들이 위치하는 MSC와 순수 ATM 연결 및 MPLS 연결서비스

를 수행하는 서비스 정합모듈(MIM)로 구성되어 있다.

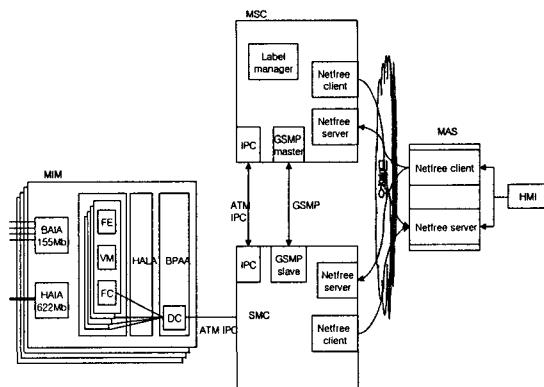


그림 2. HANbit ACE2000 MPLS 시스템 구성도

4.2 MPLS 모듈의 물리계층에 대한 장애처리 과정

MIM 모듈의 물리적 장애에는 링크 장애, 포워딩엔진 장애, DC(Device Controller) 장애로 나누어질 수 있다. 다음의 그림 3은 링크 장애 시 동작 메커니즘을 나타낸다.

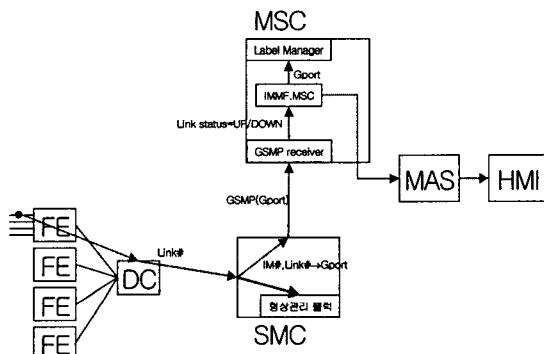


그림 3. 링크 장애처리 메커니즘

링크장애 발생시 DC는 장애발생 링크 번호를 알 수 있다. DC는 이 정보를 SMC로 알려주고 SMC에서는 해당하는 MIM 번호와 링크번호를 통해서 MSC에서 링크 관리를 위한 단위인 G-port로 변환한다. SMC는 모든 물리적 자원을 관리 하므로 MSC에 G-port를 전송하기 이전에 자신의 자원을 관리하고 SMC에 있는 GSMP slave를 통해서 MSC의 GSMP master로 알려주게 된다. 이때 MSC의 장애 상태블럭은 전달 받은 G-port를 해석하여 링크의 상태를 변경한다. 마지막으로 운용자에게 장애의 발생경보를 HMI를 통해 알려준다.

포워딩엔진 장애는 아래의 그림 4와 같은 메커니즘을 통해서 장애관리를 수행한다.

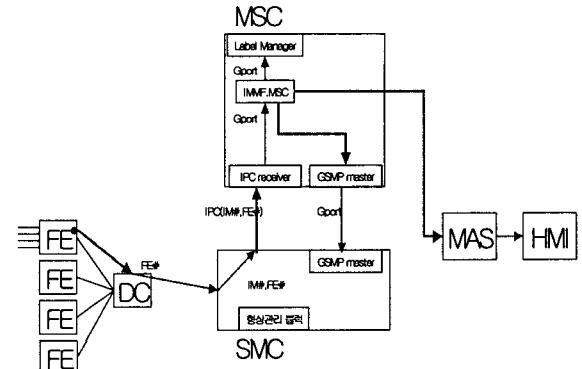


그림 4. 포워딩엔진 장애처리 메커니즘

포워딩엔진에 장애가 발생하면 DC가 장애 발생 포워딩엔진 번호를 SMC에 알려주고 GSMP는 G-port 단위로 통신하기 때문에 SMC는 IPC 통신을 이용하여 MSC에 MIM 번호와 FE 번호 및 장애메시지를 전송한다. MSC에서는 해당하는 포워딩엔진의 모든 링크의 G-port에 대하여 장애처리를 수행한다. 또한 앞에 언급되었듯이 SMC는 전체 시스템의 자원을 관리 하므로 MSC는 G-port 장애 메시지를 GSMP를 통하여 SMC로 알려준다. 또한 장애경보를 HMI에 전송한다.

마지막으로 DC에서 장애 발생시는 포워딩엔진의 장애와 같은 방법으로 SMC에서 MIM 번호를 MSC로 IPC 통신을 통해서 알려주고 MSC는 해당하는 모든 G-port에 대해서 장애처리를 수행한다. 다음의 그림 5는 DC 장애처리 메커니즘이다.

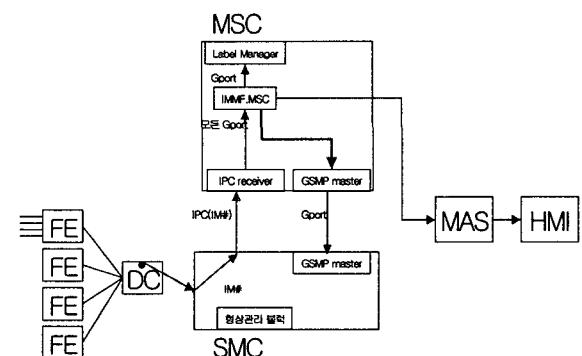


그림 5. DC 장애처리 메커니즘

4.3 운용자에 의한 MIM 모듈의 장애처리 과정

운용자 명령을 통한 상태처리에는 VP 단위, 물리적

링크 단위, MIM 단위로 블록킹을 수행하거나 해제함으로써 MPLS 연결 서비스 상태를 제어 하고자 하는 목적으로 운용된다.

VP 단위 블록킹은 운용자가 HMI를 통해서 MIM 번호와 링크번호를 입력하면 미들웨어를 통하여 MSC에 이 정보 전달하고 MSC에서는 이 정보를 이용하여 운용자가 원하는 VP의 링크에 해당하는 모든 VC의 서비스여부를 검사하여 현재 서비스가 이루어지고 있지 않는다면 블록킹을 수행한다. 이때 MSC는 각각의 VP마다 정보관리를 위한 장애 상태 정보 관리 블럭에 MBLK 비트을 1로 셋팅하여 이 VP에 더 이상의 추가되지 않도록 한다. 이때 만약 해당하는 VC 단위에서 서비스가 이루어지고 있다면 서비스 중이라는 메시지를 HMI로 출력한다. 이때, SMC는 시스템의 링크단위 까지 자원을 관리하므로 VP단위의 블록킹 정보는 전달되지 않는다. 다음 그림6은 운용자 명령에 의한 VP 단위 블록킹에 관한 순서도를 나타낸다.

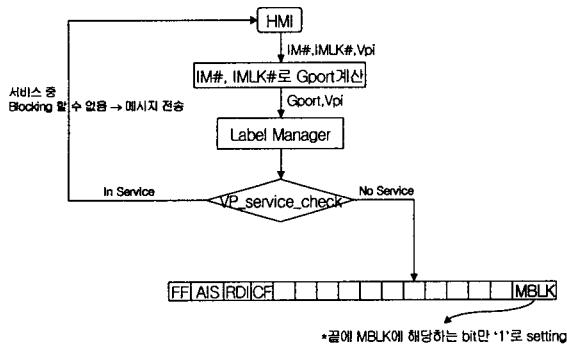


그림 6. 운용자 명령에 의한 VP 블록킹

링크 단위의 블록킹은 HMI에서 MIM 번호와 링크번호를 전달받고 G-port를 이용하여 블록킹을 수행한다. 그림 7은 링크 단위 블록킹의 순서도이다.

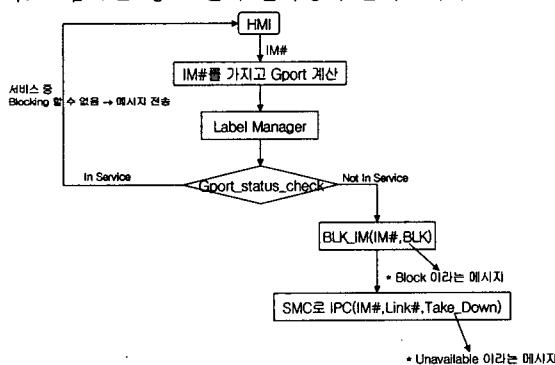


그림 7. 운용자 명령에 의한 링크 단위 블록킹

MIM 단위의 블록킹 메커니즘 역시 MIM 번호를 입력 받는 것을 제외하고 유사하게 수행된다.

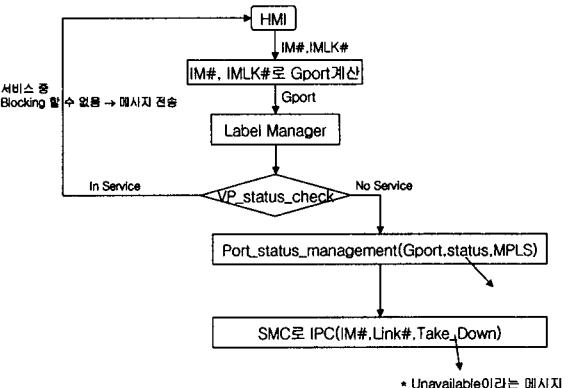


그림 8. 운용자 명령에 의한 MIM 블록킹

링크와 MIM의 블록킹 수행 결과는 SMC로 전달하여 자원관리가 이루어질 수 있도록 한다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 정보통신부가 주관하고, 총괄주관 기관인 한국전기통신공사의 관리 하에 한국전자통신연구원에서 개발한 HANbit ACE2000 MPLS 시스템에서 장애 처리에 관하여 논하였다. 본 연구과제에서 정의한 장애 처리는 객체지향 설계기법을 적용하여 설계하였고, MPLS 시스템의 장애와 운용관리, 상태관리를 고려한 특성을 가진다.

향후과제로 본 논문에서 정의한 장애처리의 보다 객관적인 평가와 구현한 기능이 전체 시스템의 성능에 최적기능이 되도록 적용 보완해야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] W. Szpankowski, "Partricia tries again revisited," JACM, vol.37, no. 4, p.691-711.
- [2] "MPLS 기술 개론", 한국전자통신연구원 1999.
- [3] ITU-T Recommendation I.610, "B-ISDN Operation And Maintenance Principles and Functions", 1999.2.
- [4] Internet Draft "OAM functionality for MPLS networks" 2001.2.
- [5] "ATM 상의 인터넷 서비스 기술 개론", 한국전자통신연구원 1999.