

이중화된 ATM-PON 망에서 전송 지연에 의한 트래픽 충돌의 해결 방법

정희원 박순홍*, 이동춘**, 신동화*, 조용환*

A Method for Solving Traffic Collision by Transmission Delay on the Duplicated ATM-PON Network

Soonhong Park*, DongChoon Lee**, DongHwa Shin*, Yonghwan Cho* *Regular Members*

요 약

ATM-PON은 다중점 연결을 가능케 하는 망으로 이의 핵심 기술에는 레인징 기술이 포함된다. 하지만 이 레인징 기술 측면에서 ATM-PON망의 생존성을 고려해 볼 때, ATM-PON 시스템이 망 장애에도 불구하고 가입자에게 지속적인 서비스를 제공하기 위해서는 대체선로로의 보호 절체를 수행해야 하나 이 때 주 선로와 대체 선로 간의 거리차에 의한 트래픽 충돌 문제가 발생한다. 본 논문에서는 보호 절체가 일어날 때 이러한 레인징의 문제를 해결하기 위하여 전송 지연 초기 결정 방식(방안 1), OLT 내 지연 방식(방안 2), 혼합형 방식(방안 3)의 세 가지 해결 방안을 제안하였고, ITU-T G.983.1에서 제시한 네 가지 보호 절체 구성을 통해 각 방식을 비교 분석하였으며, 이들의 장·단점을 파악하여 각각의 시스템에 적합한 방식을 제시하였다.

ABSTRACT

A ranging is one of techniques that can implement an ATM-PON system with point-to-multipoint connectivity and maintain the same virtual distances from whole ONUs. Also, the ATM-PON system may recover services from disturbances of ATM-PON networks. At this point, the ranging technique has some traffic collision problems. So, this paper suggests three solutions for the ranging problems when it's in protection switching - the way of first decision about equalization_delay(solution 1), the way of delaying in OLT(solution 2) and the way of hybrid(solution 3). There are four protection switching configurations recommended by ITU-T, and We'd also suggest the appropriate ways to each configuration with comparing, contrasting and analyzing its strength and weakness.

1. 서 론

광통신 기술을 이용하여 각 가정까지 광섬유로 연결하여 대용량의 멀티미디어 정보통신 서비스를 제공하고 수동 광소자를 이용하여 이를 저가형으로 가능케 하는 망이 PON(Passive Optical Network)이다. PON의 도입은 현재 일본에서STM(Synchronous Transfer Mode) 방식으로 상용화되어 현장에 배치

되고 있으며, 향후 ATM-PON(Asynchronous Transfer Mode-PON) 시스템 기반의 PON 망이 몇 년 이내에 가능할 것이다^[1].

국간 광전송 시스템의 설치가 80년대 후반을 기점으로 급속히 증가되어 왔고, 허브 기능을 갖는 노드 장치들에 의한 성형, 링형 및 메쉬형의 광선로 네트워크 구조의 추세는 광통신 망의 생존성에 관한 관심을 부각시키고 있다. 이에 따라 루트가 어려운 장애로 인해 가입자가 요청한 많은 트래픽을 거

* 충북대학교 컴퓨터공학과 멀티미디어 통신 연구실(yhcho@cubucc.chungbuk.ac.kr)

** (주)아이티 선임연구원(dcllee@it.co.kr)

논문번호 : 00053-0209, 접수일자 : 2000년 2월 9일

의 전송하지 못할 경우 많은 가입자가 장애로 인한 신호 문제로 심각한 서비스 장애의 고통을 받게 되며, 이는 정보화 시대에서 매우 심각한 사회 문제를 발생시킬 수 있다.

망 장애는 하드웨어 또는 소프트웨어 문제, 자연 재해로 인해 발생할 수 있는데, 망 장애 동안 광선로 절단은 일반적인 시스템 장애로 연결이 된다. 대부분의 광선로 절단은 자연 재해 뿐만 아니라 부주의하게 파헤쳐진 광선로가 원인이 된다. 이러한 장애는 수 십분 이내로 빠르게 복구가 된다 하여도 트래픽 손실로 인한 여파는 엄청날 것이다. 망을 이루는 선로가 망 생존성^[3]을 고려하여 사전에 이중으로 설계·구성되어 있었다면 운용선로 장애 시 보호선로로 대신 전송할 수 있기 때문에 트래픽을 별다른 손실 없이 전송할 수 있었을 것이다.

이와 마찬가지로 ATM-PON 시스템에서도 광선로 상의 장애에 대처하기 위해 보호선로를 구성해야 한다. ATM-PON 시스템에서는 다중점 연결을 위해 여러 ONU(Optical Network Unit) 사이의 전송 지연을 결정하는 레인징(Ranging)이라는 핵심 기술이 사용되고 있다^[7]. 이러한 레인징은 망 장애 시 운용선로에서 보호선로로 변경하는 보호 절차가 일어날 때 운용선로에서 사용하던 전송 지연 값이 변하게 되어 트래픽 충돌 문제가 발생한다.

본 논문에서는, II장에서는 ATM-PON에 적용되는 보호 절차 구성과 보호 절차 구성 시 문제점을 살펴보고, III장에서는 문제점을 해결하기 위해 OLT(Optical Line Termination) 구동 초기에 모든 선로에 대해 레인징을 수행하는 전송 지연 초기 결정 방식(방안 1), OLT측에서 전송 지연 값인 Td를 이용하는 OLT내 지연방식(방안 2), 앞의 두 방법을 모두 이용하는 혼합형 방식(방안 3)을 제안하였다. IV장에서는 III장에서 제안한 방안들에 대해 장·단점을 살펴보고 문제점을 분석하였으며, V장에서는 연구내용의 결과를 기술하였다.

II. ATM-PON 망에 적용되는 보호 절차 구성

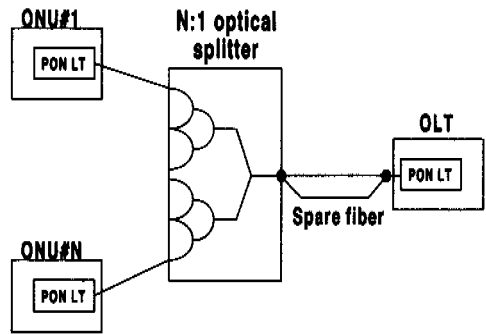
망 생존성을 위한 망 보호 시 OLT와 ONU 사이의 경로를 운용 선로에서 보호 선로로 변경하는 행위를 보호 절차라 한다.

ATM-PON에 적용되는 보호 절차 구성으로는 ITU-T에서 제시한 네 가지 구조가 그림 1의 (a), (b), (c), (d)에 도시되어 있다.

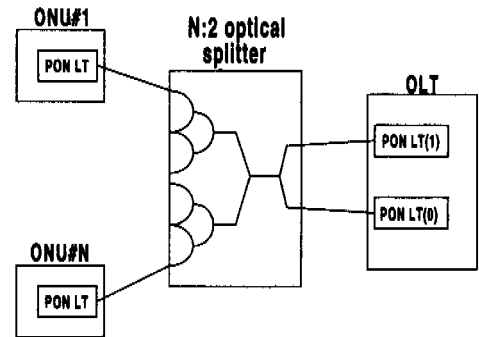
Type A의 특징은 단순히 선로만을 이중으로 설

치하는 것이다. 운용 선로와 보호 선로를 모두 갖추고 있지만 스플리터에 동시에 연결되어 있는 형태는 아니다. 따라서 운용 선로의 단절로 인하여 OLT와 ONU간의 송·수신이 불가능 할 때 스플리터에 연결된 운용 선로 대신 보호 선로를 연결하게 된다.

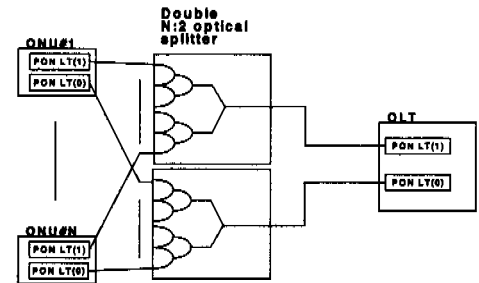
ONU와 OLT들은 하나 뿐이다. 이들을 위한 보호 절차 프로토콜이 필요 없기 때문에 단지 광선로를 위한 보호 절차가 적용된다. 보호 절차가 일어나는 동안 신호 또는 셀 손실이 불가피하다. 서비스 노드와 터미널 장치 사이의 모든 연결들은 스위칭 이후에 설정되어야 한다.



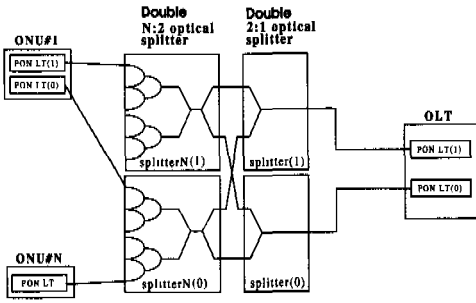
(a) 이중 선로 시스템 구조 (Type A)



(b) 이중 OLT 시스템 구조 (Type B)



(c) 전 이중 ONU 시스템의 구조 (Type C)



(d) 부분적 이중 ONU 시스템 구조 (Type D)

그림 1. ITU-T에서 제시하고 있는 4 가지 망 이중화 방안

Type B의 특징은 OLT가 PON LT(0)과 PON LT(1)의 두 개의 포트를 가지며 OLT와 스플리터 사이의 광선로가 이중으로 구성된다. 이러한 구성은 ONU를 이중으로 구성하는 형태에 비해 비용을 줄일 수는 있지만 OLT측의 망 장애만이 복구될 수 있다. 보호 절체 프로토콜이 필요 없지만 보호 절체가 일어나는 동안 OLT만이 작동될 수 있다. OLT 내의 예비 회로는 콜드 대기가 요구되며, 스플리터의 신호 손실 또는 셀 손실은 일반적으로 불가피하다. Type A와 마찬가지로, 서비스 노드와 터미널 장치 사이의 모든 연결들은 보호 절체 이후에 설정되어야 한다.

Type C의 구조는 OLT측뿐만 아니라 ONU측도 PON LT(0)과 PON LT(1)의 두 개의 포트로 구성되어 있어서 전 이중 시스템 구조라 한다. 준비중인 포트에 의해 OLT와 ONU측의 어느 지점의 장애도 복구될 수 있어 높은 신뢰를 준다. 몇몇의 보호 절체 프로토콜이 요구되며 셀 손실과 같은 신호 단절 없이 보호 절체가 가능하다.

이 구조는 두 개의 스플리터로 구성되어 있는 양방향 보호 절체 구조이다. 양방향 보호 절체 구조란 ONU와 OLT 중 어느 한 측의 망 장애에도 양측 모두 보호 절체를 일으키는 구조를 말한다. ONU측에서 PON LT(1)의 운용 선로에서 PON LT(0)의 보호 선로로의 보호 절체가 발생하였다면 OLT측도 PON LT(1)의 운용 선로에서 PON LT(0)의 보호 선로로의 보호 절체를 일으켜야 한다.

Type D의 구조는 네 개의 스플리터를 사용하여 단방향 및 양방향 보호 절체가 가능한 구조이다. 따라서 ONU의 망 장애로 인한 PON LT(1)의 운용 선로에서 PON LT(0)의 보호 선로로의 보호 절체에도 OLT측은 운용 선로를 그대로 사용할 수도

있다.

만약 ONU가 가입자 빌딩 내에 설치되었다면 국내 배선은 이중으로 될 수도 있다. 만약 각 ONU가 서로 다른 사용자들에 의해 점유된다면, 신뢰성 요구조건은 각 사용자와 한정된 수의 ONU가 이중 구성을 확보하는가에 의존한다. 이러한 고려에 근거하여 Type D는 ONU에서의 부분적 이중화를 허용한다.

상기의 망 구성 정보들을 통해 알 수 있듯이 ATM-PON 시스템은 화재, 자연재해 등의 광선로상의 장애에 대처하기 위해 OLT와 ODN 사이에 보호 선로를 구성하게 된다.

트리 구조의 ATM-PON에서 각 ONU들은 OLT로부터 최소 0Km에서 최대 20Km까지 다양하게 분포되어 있으며 OLT 및 각 ONU 간 총 왕복 지연 시간(round-trip delay)은 0~2ms 까지 그 차이가 다양하다. TDMA 방식을 사용하여 여러 ONU로부터 전송된 상향 셀들은 망의 분기/결합 지점에서 시간적으로 동시에 또는 겹쳐서 도착하면 충돌이 발생한다. 셀의 충돌로 인하여 OLT에서 상당한 비트 오류가 발생하여 결국 전송된 셀은 충돌로 인하여 손실된다. 따라서, 상향 셀들의 충돌을 막기 위해 각 ONU에 대한 거리를 측정하여 그림 2에서와 같이 모든 ONU들이 가상적으로 동일한 거리에 위치하도록 하는 특별한 절차가 필요하며, 이와 같은 특별한 절차를 레인징이라 부른다.

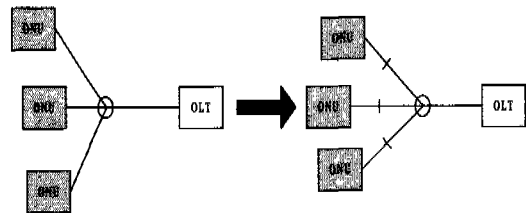


그림 2. ATM-PON 망에서의 레인징 개념

다중점 연결을 가능케 하는 핵심 기술인 레인징은 ATM-PON 시스템이 망 장애에도 불구하고 가입자에게 지속적인 서비스를 제공하기 위해 이와 같은 보호 선로로의 보호 절체가 일어날 때 문제가 발생한다. 보호 절체가 일어나기 전에 사용하던 운용 선로와 보호 절체 후 사용되는 보호 선로의 거리가 달라지고, 이러한 거리의 차는 전송 지연의 차를 유발하며, 이는 각 ONU들로부터 송신되는 상향 신호의 충돌을 가져올 수 있다^[6].

Ⅲ. 트래픽 충돌의 해결방법

3.1 전송 지연 초기 결정 방식(방안 1)

전송 지연 초기 결정 방식은 초기 OLT를 구동하여 각 ONU에 대한 레인징을 수행할 때 먼저 모든 ONU에 대한 운용 선로를 통한 레인징을 수행한다. 이를 통해 구할 수 있는 각 ONU의 전송 지연 값인 Td를 구한다. 그리고, 보호 선로로 보호 절체를 수행한 뒤 모든 ONU에 대한 레인징 절차를 재차 수행하여 각 ONU에 대한 보호 선로 구성 시 Td 또한 구하는 방식이다. 만약 하나의 OLT에 32개의 ONU가 연결된다면 초기에 수행되어야 할 레인징 횟수는 양방향 보호 절체의 경우에는 2회(32개의 ONU에 대해 64회, 절체 행위 2회), 단방향 보호 절체의 경우에는 4회(32개의 ONU에 대해 128번, 절체 행위 128회)의 레인징 절차를 거쳐야 하며, OLT는 각 경우에 대해 모든 전송 지연 값을 저장하고 있어야 한다. 이는 또한, 운용 중에 ONU의 보호 절체 변경에 따라 바로 OLT에서 해당 ONU로 적합한 레인징 타임 메시지를 3회 전달해야 하지만, OLT의 보호 절체 변경의 경우는 레인징 타임 메시지를 각 ONU에 전달하기 위해서 96회(3×32)가 이루어져야 한다. 메시지의 전달의 1회당 1프레임(약 126us)이 소요되므로 총 288(96×3)프레임 혹은 69600us(96×725us)의 시간이 요구된다.

전송 지연 초기 결정 방식은 초기에 운용 선로와 보호 선로의 레인징을 통해 얻은 전송 지연 값 Td를 OLT 내에 기억할 메모리가 요구된다. 그림 3은 Type D를 예로 들어 ONU#1의 가능한 운용 선로와 보호 선로의 Td를 기억한 OLT를 나타낸다.

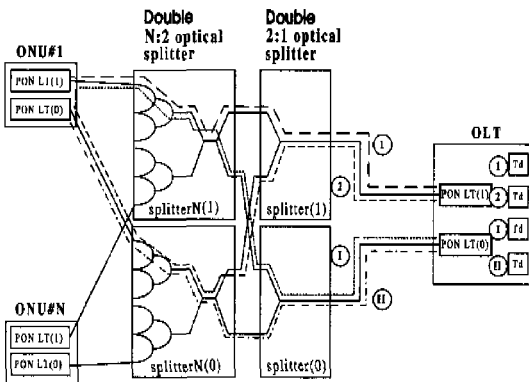


그림 3. ONU#1의 모든 경우의 Td를 기억한 OLT

그림 3에서 Type D는 하나의 ONU에 대해서 4가지의 Td를 기억해야 한다. 따라서 최대 ONU가 32개라면 128가지 Td를 기억해야 한다. 참고로 Type B와 C는 64가지가 된다.

전송 지연 초기 결정 방식의 네 가지 보호 절체 구성에 대한 특징은 다음과 같다. 물리적으로 선로 교체를 하는 Type A는 언급하지 않았다.

Type B의 경우는 OLT의 이중 포트 PON LT(0)와 PON LT(1)에서 운용 선로와 보호 선로를 통해 각 ONU로 트래픽이 도달하는 두 가지 경우가 있어 각 ONU로의 2회의 레인징이 필요하므로 총 레인징 64회, OLT측, 절체 행위 64회의 레인징 절차를 거쳐야 한다.

Type C의 경우는 ONU와 OLT 양측에서 동시에 보호 절체가 발생하는 양방향 보호 절체 방식이다. 그러므로 Type B와 달리 ONU도 이중 포트로 구성되어 있지만 총 레인징 횟수는 Type B와 같은 64회, 절체 행위 64회의 레인징 절차를 거쳐야 한다.

Type D의 경우는 단방향과 양방향 보호 절체가 모두 가능한 방식이다.

양방향 보호 절체의 경우에는 64회, 절체 행위 2회, 단방향 보호 절체의 경우에는 128회, 절체 행위 128회의 레인징 절차를 거쳐야 한다.

3.2 OLT 내 지연 방식(방안 2)

OLT 내 지연 방식은 그림 4에서 도시하고 있는 것과 같이 운용 선로를 통해 구한 ONU의 전송 지연 값 Td를 변경하지 않고, OLT측의 광신호 처리부와 디지털 신호 처리부 다음에 Td를 주어 실제 거리의 차에 대한 전송 지연 오차를 보상해 주는 방법이다. 따라서 초기 OLT를 구동하여 각 ONU에 대한 레인징을 수행할 때 운용 선로를 통한 ONU의 Td만을 구한다(보호 선로 경로에 대한 ONU의 전송 지연 값 Td를 구하지 않는다). OLT측에서 보호 절체가 발생하였을 때 전송 지연 초기 결정 방식과 달리 각각의 ONU에게 보호 절체가 발생하였다는 것을 알려주는 레인징 타임 메시지를 보낼 필요가 없으므로 보호 절체가 매우 빠르게 이루어진다.

OLT 내 지연 방식의 네 가지 보호 절체 구성에 대한 특징은 다음과 같다. 물리적으로 선로교체를 하는 Type A는 언급하지 않았다.

Type B는 보호 절체가 OLT측에서만 일어나는 형태이다. 보호 절체가 일어나면 운용 선로와 보호

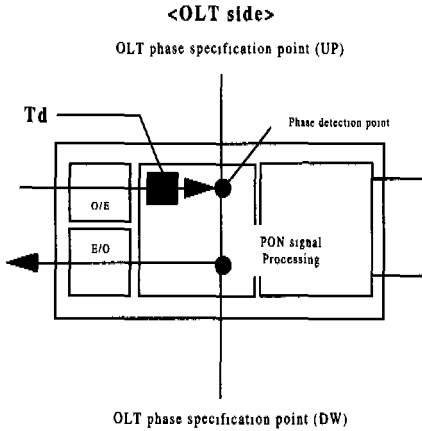


그림 4. OLT 내 Td의 위치

선로간 거리 차이만큼 전송 지연 오차를 OLT 내에서 보상하여 전송함으로써 트래픽 충돌의 해결이 가능하다.

Type C는 ONU측과 OLT측에서 동시에 보호 절체가 일어나는 양방향 보호 절체 형태이다. 보호 절체 발생 시 ONU측에서도 보호 절체가 일어나 초기 레인징을 수행할 때 구한 Td가 달라지는데, OLT는 이 보호 선로에 대한 Td값을 가지고 있지 않다. 따라서 레인징을 다시 수행해 주어야 한다.

Type D는 단방향과 양방향 보호 절체가 모두 가능한 방식이다. 따라서 양방향 보호 선로 구성 시 Type C와 같이 레인징을 다시 수행해 주어야 한다.

3.3 혼합형 방식(방안 3)

혼합형 방식은 전송 지연 초기 결정 방식(방안 1)과 OLT 내 지연 방식(방안 2)을 모두 응용한 방식이다. 초기 OLT를 구동하여 각 ONU에 대한 레인징을 수행할 때 OLT의 운용 선로로부터 모든 ONU에 대한 운용 선로와 보호 선로를 통한 레인징을 수행한다. 그러나, OLT측의 보호 선로를 통한 어떠한 경로에 대해서도 레인징을 수행하지 않는다. 운용 선로를 통해 얻은 각 ONU의 Td를 OLT 내의 OLT측 보호 절체 구성 시 거리 차이 보상을 위한 Td와 함께 사용한다.

혼합형 방식의 네 가지 보호 절체 구성에 대한 특징은 다음과 같다. 물리적으로 선로교체를 하는 Type A는 언급하지 않았다.

Type B는 OLT 내 지연 방식과 같이 OLT 내의 전송 지연 값 Td를 조절하는 것으로 트래픽 충돌의 해결이 가능하다.

Type C는 ONU측에서 보호 선로로의 보호 절체가 발생하면 OLT측에서도 양방향으로 보호 절체가 동시에 발생하는데, ONU측에서 발생하는 전송 지연 차이는 기존의 Td를 보호 선로를 통한 Td로 대체하고, OLT측에서 발생하는 전송 지연 차이는 OLT측의 Td 보상함으로써 트래픽 충돌의 해결이 가능하다.

Type D는 단방향으로 보호 절체가 발생할 때, OLT측에서 발생하였다면 OLT 내의 Td 보상을 해 주고, ONU측에서 발생하였다면 보호 선로를 통해 수행하여 구한 Td로 대체하여 트래픽 충돌을 해결 하며, 양방향으로 보호 절체가 발생할 때는 Type C와 같은 방법으로 해결한다.

IV. 방안별 비교분석

4.1 방안별 장·단점 분석

초기 OLT지연 구동 시 모든 선로에 대해 레인징을 수행하여 전송 지연 값 Td를 측정하는 전송 지연 초기 결정 방식(방안 1)은 다수 ONU로 구성된 망에서는 레인징 타임 메시지 송신 문제 때문에 보호 절체 구성의 지연으로 인해 셀 손실이 발생하여 통신 두절 상황이 초래 될 수도 있는 단점이 있어 소수 ONU로 구성된 망에 적합하다.

OLT 내에 전송 지연 값 Td를 주는 OLT 내 지연 방식(방안 2)은 이중화 모형 Type B와 같이 ONU측이 단일 선로로 구성되어 있고, OLT측에서만 보호 절체가 일어나는 방식에 가장 적합하다. 그러나 양방향 보호 절체가 이루어지는 망(Type C, 또는 Type D)에서는 레인징을 다시 수행해야 하는 단점이 있다.

첫 번째 방안인 전송 지연 초기 결정 방식과 두 번째 방안인 OLT 내 지연 방식을 혼합한 혼합형 방식(방안 3)은 첫 번째 방안이 갖는 OLT측의 보호 절체 발생 시 레인징 타임 메시지를 ONU측에 전송해야 하는 문제를 OLT측에 Td를 줌으로써 해결하였고, 두 번째 방안이 갖는 ONU측의 보호 절체 발생 시 레인징을 다시 해 주어야 하는 문제를 OLT 구동 초기에 레인징을 해 줌으로써 해결한 방식이다. 그러나 경제적 부담이 세 가지 방식 중 가장 크다.

4.2 방안별 비교

3장에서 보호 절체 시 레인징 문제 해결을 위해 제안한 세 가지 방안 들을 보호 절체 Type에 따른

레이징 횟수, 보호 절체 횟수, 레이징 타임 메시지 전달 횟수에 대해 비교하였다. 단, 각 Type의 ONU의 개수는 32개로 하며, Type D는 모든 ONU가 이중화 된 형태로 간주한다.

4.2.1 보호 절체 Type에 따른 레이징 횟수

방안 1은 초기 OLT 구동 과정에서 가능한 운용선로와 보호 선로에 대한 레이징을 모두 해 주기 때문에 첫 번째 ONU에 대한 레이징 횟수는 그림 5와 같다. 방안 2는 오직 OLT측 운용 선로를 통한 레이징을 하는 방식이므로 모든 Type에 대한 레이징 횟수는 1회가 된다. 방안 3은 방안 1과 같은 과정이 필요하므로 방안 1과 레이징 횟수가 같다.

또한, 32개의 모든 ONU에 대한 레이징 횟수는 그림 6과 같다.

그림 5와 그림6에서 세 가지 방안 중 방안 2가 초기 OLT 구동 과정에서 레이징을 가장 적게 수행하는 것을 볼 수 있다. 이는 초기 OLT 구동 시간이 가장 적게 걸리는 것을 의미한다.

그림 5와 그림6에서 세 가지 방안 중 방안 2가 초기 OLT 구동 과정에서 레이징을 가장 적게 수행하는 것을 볼 수 있다. 이는 초기 OLT 구동 시간이 가장 적게 걸리는 것을 의미한다.

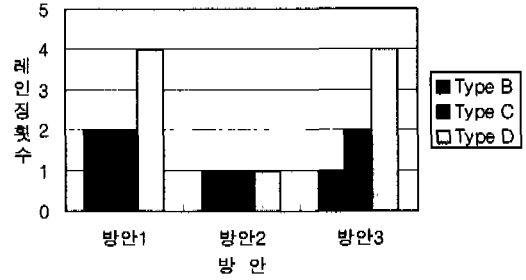


그림 5. 첫 번째 ONU에 대한 레이징 횟수 비교

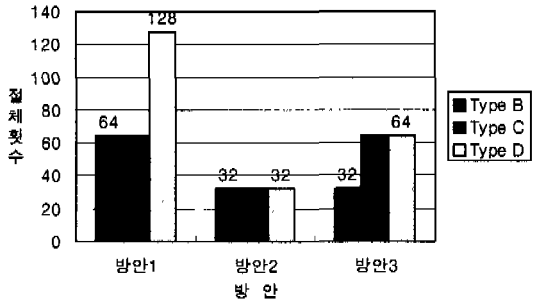


그림 6. 모든 ONU에 대한 레이징 횟수 비교

4.2.2 보호 절체 Type에 대한 절체 횟수

보호 절체 Type에 대한 첫 번째 ONU의 보호 절체 횟수는 그림 7과 같다.

방안 1은 Type B와 같이 단일 구조를 갖는 ONU에 대해 보호 절체가 OLT측에서 1회 수행된다. Type C는 OLT측의 PON LT(1)에서 PON LT(0)으로 1회, ONU측의 PON LT(1)에서 PON LT(0)으로 1회, 총 2회가 된다. Type D는 OLT측에서 2회, ONU측에서 2회, 총 4회가 된다. 방안 2는 레이징을 첫 번째 운용 선로에 대해서만 수행하기 때문에 세 가지 Type 모두 보호 절체가 발생하지 않는다. 방안 3은 Type B에서 보호 절체가 없



그림 7. 첫 번째 ONU에 대한 절체 횟수 비교

표 1. 각 방안별 장·단점 분석

	장 점	단 점	적합한 방식
방안 1	<ul style="list-style-type: none"> - 별도의 레이징 절차 필요 없음 - 구조가 간단함 - 비교적 적은 비용 - 소수 ONU로 구성된 망에 적합함 - Type B, C, D 적용가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 레이징 타임 메시지 전송 필요 - 운용선로 선택상대별 Td 저장의 메모리 필요 - OLT 초기 작동 절차가 복잡함 	Type C
방안 2	<ul style="list-style-type: none"> - OLT 초기 작동 절차가 간단함 - OLT 보호 절체방식에 뛰어남 - 보호 절체가 매우 빠름 - 간단한 이중화 구조에 적합함 - Td를 그대로 이용할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - ONU 절체방식 때 레이징 필요 - CDR 이용을 위한비용 추가 예상 	Type B
방안 3	<ul style="list-style-type: none"> - 별도의 레이징 절차 불필요 - 다수 ONU 구성망에 적합 - OLT 보호 절체 방식에 우수함 - 보호 절체가 매우 빠름 	<ul style="list-style-type: none"> - Td 저장의 메모리와 CDR의 추가 비용 부담이 가장 높음 - 구조가 복잡함 - OLT 초기 작동 절차가 복잡 	Type B Type C Type D

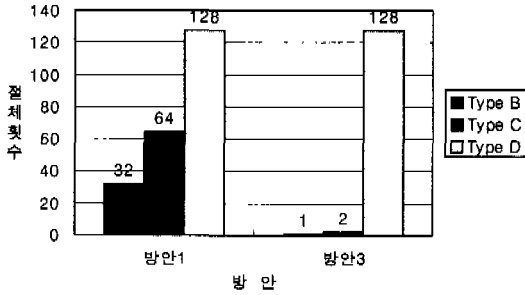


그림 8. 모든 ONU에 대한 절체 횟수 비교

고 Type C에서 1회, Type D에서 ONU측과 OLT측에서 각각 1회, 총 2회 발생한다.

모든 ONU에 대한 절체 횟수는 그림 8과 같다.

4.2.3 레인징 타임 메시지 전달 횟수

그림 9는 ONU 보호 절체 변경에 따른 OLT의 레인징 타임 메시지 전달 횟수를 나타낸다. 방안 1과 방안 3은 보호 절체 변경이 필요한 해당 ONU에서 OLT로의 레인징 타임 메시지를 3회 전달하면 된다. 방안 2는 ONU 보호 절체 변경 시 Type B를 제외하고 Type C, D에서 보호 선로에 대한 전송 지연 값 Td를 갖고 있지 않기 때문에 OLT와 ONU 사이의 송·수신을 할 수 없다. 이를 해결하려면 필요한 선로에 대해 레인징을 수행해야만 한다. 그림 9에서 방안 2는 생략하였다.

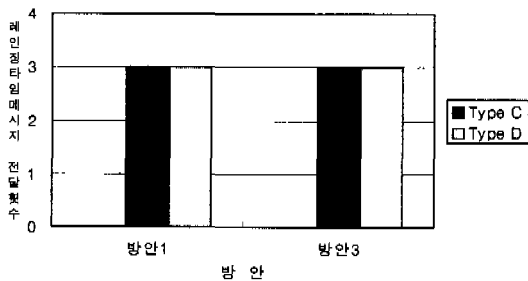


그림 9. ONU 절체 변경에 따른 OLT의 레인징 타임 메시지 전달 횟수

그림 10은 OLT 보호 절체 변경에 따른 OLT의 레인징 타임 메시지 전달 횟수를 나타낸다. 방안 1은 변경된 보호 선로에 대한 Td로 OLT가 보호 절체 변경을 한다는 것을 해당되는 ONU 전체에게 알려 주어야 한다. 그러므로 32개의 ONU 마다 3회씩 레인징 타임 메시지를 전달하면 모두 96회를 전달하게 된다. 방안 3은 OLT 내에 전송 지연 차이를 보상해 주는 Td가 있어 초기 OLT 구동 시 레

인징을 통해 구한 Td 값을 OLT측 선로거리에 상관없이 사용할 수 있기 때문에 ONU측에 레인징 타임 메시지를 보낼 필요가 없다.

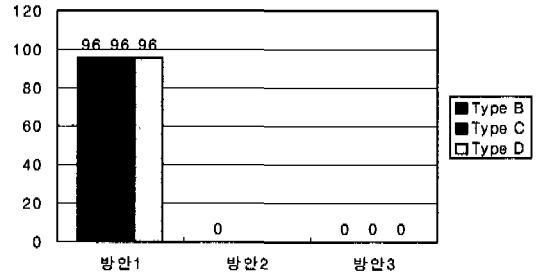


그림 10. OLT 절체 변경에 따른 OLT의 레인징 타임 메시지 전달 횟수

4.3 결과 분석

본 논문에서 제안한 세 가지 방안의 트래픽 충돌 해결 능력을 보호 절체 구성 Type B, C, D 관점에서 보면 전송 지연 초기 결정 방식(방안 1)이 Type C를, OLT 내 지연 방식(방안 2)이 Type B를, 혼합형 방식(방안 3)은 Type B, C, D 모두에서 트래픽 충돌을 해결할 수 있다.

표 2. 각 방안의 트래픽 충돌 해결 여부

	Type B	Type C	Type D
방안 1	×	○	×
방안 2	○	△	△
방안 3	○	○	○

○ : 해결 가능

△ : 레인징 재 수행으로 해결 가능

× : 해결 불가

(단, ONU의 수가 32개 일 때의 경우임)

V. 결론

현재 급속도로 증가하는 인터넷 가입자 수요와 멀티미디어의 대용량 트래픽을 고속으로 제공하기 위한 대안으로 광 가입자망이 부각되고 있다. 광 가입자망은 경제성, 신뢰성, 용이성 새로운 서비스를 쉽게 Upgrade할 수 있는 다양성 등의 장점을 갖는데, 이에 가장 적합한 망이 ATM-PON이라 할 수 있다. ATM-PON은 화재, 자연재해 등의 광선로 상의 장애로부터 신뢰성을 높이기 위해 망 생존성을 갖는 이중화된 형태를 갖추어야 한다.

