

WDM/SCM-FTTH 가입자망에서 효율적인 대역할당을 위한 프로토콜

조 충 건, 박 혁 규, 김 영 철, 강 동 국, 안 계 현, 김 영 천
전북대학교 컴퓨터공학과
전화 : 063-270-2413 / 핸드폰 : 011-656-5014

Simple Protocol for Dynamic Bandwidth Allocation in WDM/SCM-FTTH Access Network

Choong-Kun Cho, Hyuk Gyu Park, Young Chul Kim, Dong Kook Kang, Kye Hyun Ahn,
Young Chon Kim
Dept. of Computer Engineering, Chonbuk University
E-mail : ckcho@networks.chonbuk.ac.kr

Abstract

The capacity of backbone networks has largely kept pace with the tremendous of growth of Internet traffic. But there has been little progress in the access networks. In this paper, we introduce the access network that is able to offers high bandwidth and its simple protocol. The network architecture is basically multiple ring and use WDM(Wavelength Division Multiplexing), SCM (SubCarrier Multiplexing), and static WADM (Wavelength Add/Drop Multiplexer) for simplicity , low cost, and offering high bandwidth.

I. 서론

지난 몇 년간 다중화된 데이터 흐름을 전달하는 기간 망은 SONET, WDM, 광인터넷과 같은 고속 광 전송 기술을 이용하여 테라급까지 발전하였으나 가입자망은 이게 미치지 못하고 있다. 따라서 가입자망의 고속화를 위하여 xDSL, HFC, FTTH등 다양한 망 구조와 진화방안들이 제시되고 있다. 그러나 최근 인터넷과 멀티미디어 서비스의 영향으로 통신대역 요구량이 큰 폭으로 증가하여 가입자망이 더욱 방대한 대역폭을 수용할 수 있어야 한다. 이러한 요구조건을 만족시킬 수

있는 기술로서 광가입자망이 가장 유망한 기술로 인정받고 있다.

이러한 광가입자망은 기술 수준, 가입자의 형태, 서비스 품질, 경제성들을 고려해 볼 때 크게 수동형 광가입자망(PON)과 능동형 광가입자망(AON)으로 구분될 수 있다. PON은 다수의 ONU(Optical Network Unit)가 수동 광 분배기를 통해 하나의 OLT (Optical Line Terminal)를 공유하는 트리 구조의 망이다. PON에서 하향 채널은 OLT가 모든 ONU에게 방송을 하여 정보를 전송하는 형태지만 상향 채널은 다수의 ONU에 의해 공유되는 형태를 이루게 된다. 반면 AON은 능동형 소자를 가진 다수의 가입자가 하나의 OLG에 의해 데이터 전송이 모두 제어되는 중앙집중식 망이다.

본 논문에서는 이러한 두 가지 광가입자망의 장점을 취하고 새로운 기법을 더한 새로운 망 구조를 소개하고 그에 따른 단순한 매체접근제어프로토콜을 제안한다.

II. WDM/SCM-FTTH 가입자망의 구조

그림 1은 정적 WADM을 기반으로 하는 WDM/SCM-FTTH 망 구조를 나타낸다. WDM/SCM-FTTH 망의 물리적 구조는 링 구조를 기본으로 하고

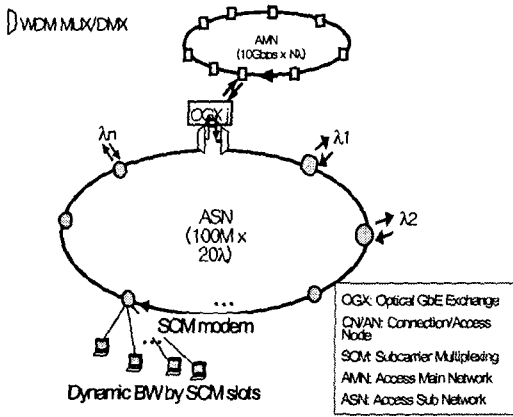


그림 1. 물리적 망 구조

있으며, 구조를 단순화하기 위해 한쪽 방향으로만 데이터가 전송되는 단방향 링으로 구성하였다. 전체적인 구조는 단일의 OLX(Optical Label Exchange)와 다수개의 OGX(Optical GbE Exchange)가 연결된 AMN(Access Main Network)과 각 OGX를 중심으로 다수개의 WADM이 연결되어 있는 ASN(Access Sub-Network)으로 구성된다. 또한 WADM을 중심으로 다수개의 광 SCM 모델이 연결되어 있다.

하나의 ASN 내부의 스테이션간의 데이터 전송은 OGX를 통해 ASN 내부에서 데이터 패킷을 스위칭함으로써 이루어진다. OGX와 WADM은 광섬유를 통해 연결되어 있으며, 광섬유의 이용 효율을 높이기 위해 WDM 기법을 사용한다. 광섬유의 각 파장은 각각의 WADM에 할당되며, 고정된 파장만을 삽입/추출한다. 또한 WADM과 각 스테이션은 삽입/추출된 단 파장을 통해 데이터를 전송한다. 이때 파장의 이용 효율을 높이기 위해서 SCM 기법을 사용한다. 즉 하나의 WADM에 연결된 스테이션은 삽입/추출된 파장의 SCM 채널을 통해서 데이터를 전송한다. SCM 채널들은 WADM에 연결된 스테이션을 통해 공유되며, 스테이션의 트래픽 상황에 따라 동적으로 할당된다. OGX는 실제적인 데이터 전송 제어 기능을 수행하는 교환기로서, 서브 망에서 경쟁을 이루고 있는 하위 노드들 간에 효율적인 스케줄링을 담당한다. 계층적으로 하위 노드들인 WADM이나 스테이션에서 보내는 데이터를 목적지 노드에 맞도록 파장 변환하고, 하위 노드들의 대역 요청에 대해서는 망 상황에 따라 대역 할당을 수행한다. 또한 서브 망에서 이웃 망으로 전송되는 데이터와 이웃 망에서 서브 망으로 보내지는 데이터들을 제어한다. 정적 WADM은 고정된 파장을 삽입/추출하는 장치로서, OGX가 담당하는 서브 망에 다수 개 존재한다. OGX가 보내는 정보를 스테이션들에게 브로드

캐스트하고, 스테이션들이 보내는 정보를 결합하여 OGX로 전달한다. 스테이션은 가입자망의 종단에 위치하며, 사용자에게 서비스를 제공한다. SCM을 통해 WADM으로부터 데이터를 수신하거나 전송하고 OGX에 요청하여 전송과 수신에 필요한 SCM의 채널을 할당받는다. SCM 채널을 액세스하기 위해 광 모뎀을 사용한다.

그림 2는 하나의 ASN을 중심으로 표현한 논리적 구조를 보여주는 것이다. OGX는 λ_0 에서 λ_{19} 까지 20개의 파장을 가지고, WADM마다 고정된 파장이 할당되어 있으며 하나의 WADM에는 10개의 스테이션이 존재한다. OADM과 스테이션에게 대역을 할당하는 모든 프로세스와 스케줄링은 OGX에서 이루어지는 master-slave의 계층적 구조이다. 따라서 WDM/SCM-FTTH 망은 물리적으로는 링 구조로 구성되어 있지만, 논리적으로는 파장을 중심으로 한 트리구조로 볼 수 있다. 각 스테이션들은 제어 정보 전송을 위해 하나의 SCM 채널(10Mbps)을 제어 채널로 이용하고 있으며 따라서 실제 데이터를 전송하기 위한 채널은 10-90Mbps로 가변적이다.

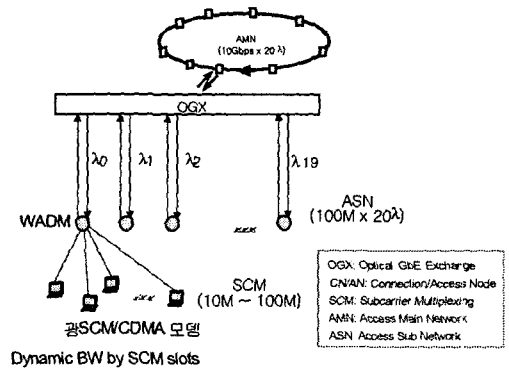


그림 2. 논리적 망 구조

III. 매체접근제어 프로토콜

본 논문에서는 한 OADM내에서 다수의 station들이 10개의 SCM채널을 공유하므로 요청/허가 (Bandwidth-on-demand) 기반의 동적 대역 할당 알고리즘을 설계하여 망 자원을 효율적으로 사용하도록 하였고 이에 필요한 제어프레임은 별도의 제어 채널을 통해 전달하도록 하였다.

본 절에서는 이에 필요한 제어프레임과 프로토콜에 대하여 서술한다.

3.1 제어 메시지

제어 메시지 구조는 이더넷 MAC 제어 프레임의 기반으로 하였으며, 다음 그림 3은 일반적인 이더넷 제어 프레임의 구조이다.

Preamble (7)	SFD (1)	DEST (6)	SRC (6)	Type (2)	OPCODE (2)	Data (44)	CRC (4)
-----------------	------------	-------------	------------	-------------	---------------	--------------	------------

그림 3. 이더넷 MAC 제어 프레임

type이 0x8808로 정의된 이더넷 프레임은 제어 메시지로 인식되어 데이터가 저장될 부분에 제어를 위한 정보들이 저장된다. OPCODE를 위하여 2Byte가 할당되어 있고 전체 프레임 크기 이더넷 프레임의 최소 길이인 64Byte를 고려하여 실제 제어 정보를 위해 할당된 크기는 제어 프레임 당 44Byte가 된다. 제안한 매체 접근 제어 프로토콜에서는 이 이더넷 MAC 제어 프레임 중 OPCODE로 할당된 부분과 데이터 부분만을 확장시켜 이더넷과 최대한의 호환성을 유지하였다.

다음의 표 1은 본 연구에서 정의한 제어프레임의 전송정보와 기능을 나타낸다.

표 1. 제어 프레임의 전송정보와 기능

제어프레임	전송정보	제어기능
CONNECTION SETUP_REQ	요청채널수	스테이션의 등록 요구
CONNECTION SETUP	할당채널정보	OGX의 등록 요구 응답
CONNECTION SETUP_ACK	할당채널정보	스테이션의 등록 확인
CONNECTION SETUP_NACK		스테이션의 등록 거절
REQ	요청채널수	추가 대역 할당 요구
REQ_NACK		추가 대역 할당 요구 거절
ALLOCATION	할당채널정보	추가 대역 할당
RELEASE_REQ	해제채널정보	대역 해제 요구
RELEASE_ACK	해제채널정보	대역 해제 요구 응답
RELEASE_CONF	해제채널정보	대역 해제 확인

3.2 프로토콜

제어 프레임과 데이터 프레임의 전송은 다음과 같은 경우로 나눌 수 있다.

- 초기 연결 설정 절차 : 망 초기화와 새로운 스테이션의 등록
- 데이터 프레임 전송 절차 : 데이터 프레임의 전송

- 대역 할당 절차 : 동적 대역 할당
- 대역 해제 절차 : 할당된 대역의 일부 혹은 전체의 해제

(1) 초기 연결 설정 절차

그림 4는 호 기반의 트래픽이 발생되는 본 환경에서 하나의 호가 발생되었을 경우 이에 대한 초기 연결 절차를 설명한다. 이와 같이 각 절차는 신뢰성 있는 전송을 위하여 요구/응답/확인 3단계 절차(3 way handshaking)방식을 기본으로 하였다. 스테이션이나 OGX에서 필요한 절차를 요구하면 상대방에서는 그에 대한 응답을 보내고 확인 절차로서 ACK에 해당하는 프레임을 전송함으로써 하나의 절차를 마치게 된다.

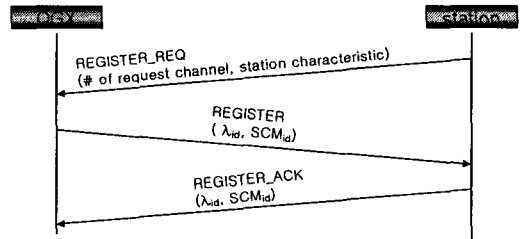


그림 4. 초기 연결 설정 절차

(2) 데이터 프레임 전송 절차

(1)의 절차로 할당된 SCM채널을 통하여 데이터를 전송하게 된다.

그림 5는 OGX를 통하여 할당된 채널을 통해 데이터가 전달되는 과정을 보여준다.

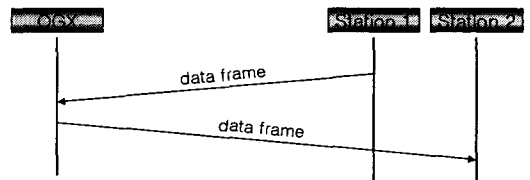


그림 5. 데이터 프레임 설정 절차

(3) 대역 할당 절차

데이터를 전송하는 과정에서 트래픽상황에 따라 일정한 조건이 만족되었을 경우 스테이션은 동적으로 대역 할당을 요청하게 된다. 이를 위하여 추가 채널을 요구하는 프레임들 (1)과 같은 방법을 통해 OGX로 전송한다. 이때 OGX(스케줄러 역할)는 스테이션의 요구와 망

상황을 종합하여 대역을 할당한다.

(4) 대역 해제 절차

스테이션측에 더 이상 대역을 필요로 하지 않는 경우 자원의 낭비를 고려하여 해제절차를 수행한다. 또한 대역할당의 효율성, 공정성을 위하여 이미 할당되었던 대역을 강제로 해제시킬 필요가 발생할 수 있다. 이러한 경우 마찬가지로 (1)과 같은 방법을 통해 OGX혹은 스테이션에 해제를 요청하고 이 후 해제 절차를 수행한다.

IV. 결론

본 논문에서는 광가입자망의 대표적 형태인 PON과 AON의 장점과 기술적 난점을 취합하여 현재의 통신망 서비스 요구를 수용하며 미래의 통신 트래픽 요구량의 증가를 수용할 수 있는 확장성 구조와 망의 트래픽 요구에 따라 망을 동적으로 구성할 수 있는 WDM/SCM-FTTH망을 소개하고 각 스테이션의 전송 대역 요구량에 따라 OGX와 각 스테이션간에 SCM 채널을 할당할 수 있는 단순한 매체 접근 제어 프로토콜을 설계하였다.

다음 연구로서 소개한 WDM/SCM-FTTH망에 적합한 스케줄링 알고리즘을 설계하여 그 동작을 검증하고 효율성 등에 대한 성능평가가 뒤따를 것이다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] Chungpeng Fan, "Optical Networking - A Paradigm Shift of Technology," *WDM Forum*, Jun. 1 998.
- [2] Biswanath Mukherjee, "Optical Communication Networks," *McGraw-Hill*, New York, 1997.
- [3] Shun Yao, Yoo, S.J.B., Mukherjee, B., and Dixit, S. "All-optical packet switching for metropolitan area networks: opportunities and challenges ", *IEEE Communications Magazine* , Vol. 39 Issue: 3 ,pp 142 - 148, March 2001.1994 •