

멀티미디어 서비스에 효과적인 FTTC 가입자망 설계에 관한 연구  
(An Effective FTTC Subscriber Loop Design for Multimedia Service)

김계영, 안성준, 조홍근  
Gye-Young Kim, Seong-Joon Ahn, Hong-Gun Cho

전력연구원 정보통신그룹  
Korea Electric Power Research Institute. Information and Communication Group

**ABSTRACT**

In this paper, we design an effective and secure optical subscriber loop to offer multimedia service to apartment residents.

The designed subscriber loop has the following properties. First, a proxy is connected to HDT(Host Digital Termination) which is a switching device, in order to effectively support multimedia services. Second, a scheduler of HDT dynamically manages bandwidth allocation and reallocation to a subscriber considering the situation of communication traffic. Finally, three alternations are used for safety.

(proxy)를 사용하여 해결할 수 있다.

본 논문에서는 대규모 가입자에게 안전하고 효과적으로 광대역 서비스를 제공하기 위하여 다음과 같은 특성을 가지는 광가입자망을 제안한다.

첫번째는 실시간 데이터의 순간 흐트러짐 현상과 중복 전송을 최소화하며 교환노드의 비용을 적게 하기 위하여 HDT에 스케줄러와 프락시 기능을 둔 것이며, 두번째는 HDT와 ONU사이 에 하나의 광섬유에 3개의 광채널을 전송하기 위하여 파장분할다중화 기술을 사용한 것이며, 세번째는 HDT와 ONU 사이의 고장에 대비하여 세가지 안전책 즉, 우회선로와 보조용 송신기 및 소프트웨어를 사용하여 선로 단선 또는 송수신기의 고장 시에도 효과적으로 데이터를 전송하는 것이다.

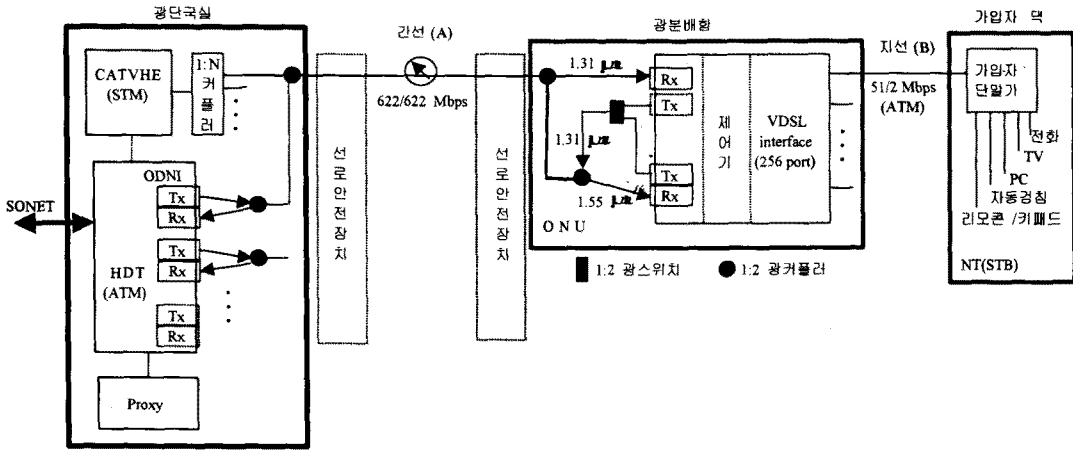
**1. 서론**

80년대 초부터 일기 시작한 인터넷의 열풍으로 통신망에 대한 사용자의 요구가 변함에 따라 이를 수용할 수 있는 통신망 구조에 대한 연구 결과가 다수 발표되었으며 많은 통신회사들은 광대역 서비스를 위한 통신망 재구축 및 진화전략을 수립하고 있다[1]. 이들은 대부분 광대역 서비스를 위하여 전송 매체, 통신망 구조, 장치 등의 효율적인 배치 및 사용에 관심을 두고 있다. 그러나, 광대역이 요구되는 서비스 즉, HDTV, 주문형 비디오(Video on Demand), 고해상도의 영상전화 및 영상회의, CSCW(Compuer Support Cooperative Work), 가상현실(Virtual Reality), 3D 게임 등은 실시간 속성과 전송 중복성이 강한 특징 있다. 지금까지 발표된 통신망 구조로는 앞에서 기술한 광대역 서비스를 제공하는데 다음과 같은 문제점이 있다. 첫째, 서비스 가능한 대역폭이 증가하면 할 수록 교환노드의 비용은 기하급수적으로 증가한다. 둘째, 서로 다른 가입자에게 같은 데이터를 중복 전송하는 율이 매우 높다. 셋째, 손실로 인하여 실시간 데이터의 순간 흐트러짐 현상이 발생한다. 이러한 문제는 사용자 가까이에서 일시적으로 데이터를 저장하고 관련된 제어명령을 수행하는 장치인 프락시

**2. 멀티미디어 서비스에 효과적인 통신망 구조**

본 논문에서 기술하는 광가입자망의 구조는 그림 1과 같다. HDT는 다수의 AAC(ATM Adaptation Card)와 SONET인터페이스로 구성된다. SONET 인터페이스는 한국전력의 전달망과 연결을 위한 것으로 2.5Gbps 전달망으로부터 데이터를 송수신하는 기능을 수행한다. HDT에 연결되는 장치는 CATV 헤드엔드, 프락시 서버, ONU인데 이들간의 인터페이스는 AAC로 이루어지며 각 장치의 VPI는 고정된다. HDT에서 셀 교환은 제어 비트를 추가하는 등의 셀 조작 없이 VPI와 VCI에 의해서만 이루어지므로 ATM 계층까지만 있다.

ONU는 CATV 채널을 동기적으로 수신하기 위한 NIC(Network Interface Card)와 이를 임시적으로 저장하기 위한 버퍼, 교환데이터를 비동적으로 송수신하기 위한 NIC, 주문형 비디오 셀을 임시적으로 저장하는 주문형 비디오 셀 버퍼, 가입자 장치와의 인터페이스를 위한 VDSL NIC로 구성된다. 가입자로부터 전송되어 온 데이터는 큐(queue)에 저장되고 이를 HDT로의 전송은 HDT에 의하여 설정된 순서에 따라 PCR(Peak Cell Rate)와 CDV(Cell Delay Variation)를 확인함에 의하여 수행된다.



(그림 1) 설계된 광가입자망의 구조

CATVHE는 유선 또는 무선을 통하여 전송되어온 아날로그 방송 데이터를 MPEG 형식으로 압축한 데이터와 다른 CATVHE에서 전송되어온 디지털 데이터를 동기적으로 ONU에 전송하는 기능을 수행한다. 프락시는 기능에 따라 VOD용, CSCW용, 인터넷용으로 구별하여 사용할 수 있지만, 본 논문에는 편의상 VOD용 프락시에 한정하여 기술한다. 프락시에 있는 영상저장장치의 총용량의 A%(약 50)는 장기저장소로 사용하고 나머지 B%(100 - A)는 임시저장소로 사용한다. 임시저장소에는 현재 프락시에 없는 비디오를 임시적으로 저장하는 역할을 한다. 임시저장소에 기록된 비디오는 서비스 완료 후에도 다른 가입자의 다른 비디오 요청을 서비스하기 위하여 저장용량이 충분하지 않을 경우에 삭제된다. 가입자가 시청한 비디오와 시청한 횟수에 따라 장기저장소에 기록되는 비디오는 통신망의 여유가 있을 때, 프락시 제어기가 상위 N개의 비디오를 장기저장소에 기록한다. 이 과정에서 장기저장소에 있던 시청율이 저조한 비디오는 삭제되고 시청율이 높은 비디오는 새로이 다운로드 되어 장기저장소에 기록된다.

NT는 ONU와의 인터페이스를 위한 VDSL NIC, 통신망의 운영자의 제어를 받아서 전력사용을 자동으로 검침할 수 자동검침 인터페이스, 영상 데이터를 디스플레이 할 수 있는 TV 인터페이스 그리고 음성전화 인터페이스, PC 인터페이스 등의 필수요소와 영상전화, 팩스, 맥내통신망 인터페이스와 같은 선택요소로 구성된다. 제어기는 VCI를 사용하여 주변장치에 데이터를 보내거나 수신한다.

HDT와 ONU간의 간선은 하나의 광섬유에 파장분할 다중화(Wavelength Division Multiplex)로 CATV 데이터와 교환형 데이터를 송수신 한다. CATV 데이터 전송을 위해서는 1.31 $\mu$ m의 파장을 사용하고 교환형의 하향

데이터를 위해서는 CATV와 다른 파장인 1.55 $\mu$ m의 파장을 사용하며, 교환형의 상향은 1.31 $\mu$ m을 사용한다[2]. CATV는 STM (Synchronous Transfer Mode) 으로, 교환용은 ATM(Asynchronous Transfer Mode)으로 전송되며 전송 대역폭은 상하향 모두 622Mbps급이다. ONU와 NT간의 지선은 두개의 동선을 사용하여 상하향 전송대역폭 2Mbps와 51Mbps급을 최대거리 300m까지 전송할 수 있는 VDSL 기술 사용한다[3].

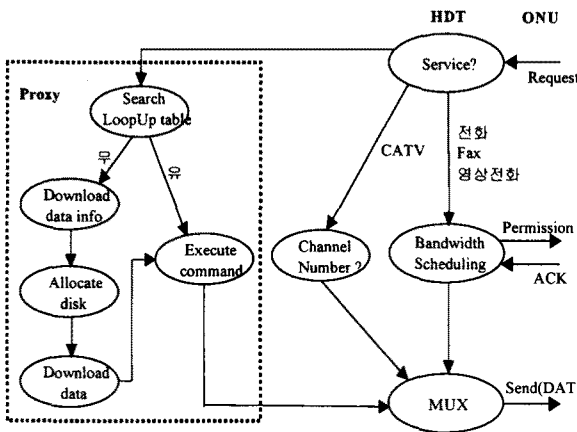
HDT와 ONU사이의 고장에 대한 대책은 간선과 송수신부의 고장에 따라 세가지 대안을 수립했다. 선로단선시는 1:2와 1:N 광스위치 그리고 여분의 광선로를 사용하여 다른 광선로로 통신하도록 하며, ONU의 송신기가 고장시는 여분의 송신기를 사용하여 정상적인 상태와 같은 상태로 송수신할 수 있다. HDT의 송수신기 또는 ONU의 수신기가 고장시에는 소프트웨어적으로 해결한다.

### 3. 대역폭할당 및 관리

가입자가 ONU를 통하여 대역폭 요청을 위한 제어셀을 보내면 HDT에 그림 2 같은 절차에 의하여 허가(Permission), 협상(negotiation) 또는 거절(reject)한다.

가입자 요청한 서비스가 음성전화 또는 영상전화이면 HDT는 UP(Usage Parameter) 설정과 양방향 대역폭 할당 후 호설정(call connection)을 수행한다. FAX 이면 호설정 및 단방향 대역폭 할당한다. CATV 이면 ONU의 트래픽 제어 데이터를 수정 후 요청된 서비스를 허가한다. 주문형 비디오이면 프락시 서버에서 요청한 데이터의 존재 여부를 확인한 후 존재하면 UP를 설정 후 요청한 대역폭 허가 및 서비스를 제공한다. 그러나 요청한 비디오가 없으면 프락시는 원격지에 있는 주문형 비디오 서버에서 해당 비디오의 정보를 얻어서 디스크 용량을 확보한 다음 요청한 비디오 데이터를 다운로드

드 받은 후 UP 설정 후 요청한 대역폭 할당 및 서비스를 제공한다. 인터넷이면 UP을 설정 후 허용 가능한 대역폭을 할당한다.



(그림 2) HDT에서 가입자 요구 처리 과정

가입자 요청한 대역폭 할당, 축소, 확대, 거절 및 위험 상황에 대처하기 위하여 HDT는 현재 주문형 비디오 시청 상황을 나타내는 데이터, CATV 시청 상황을 나타내는 데이터, 가입자별 할당된 대역폭을 나타내는 데이터, ONU에서 상향과 하향 데이터 송수신을 위한 트래픽 제어용 데이터 등을 관리한다. 이 데이터들은 가입자가 대역폭을 요청하거나 서비스가 종료되었을 때마다 수정된다. <알고리즘 I>는 HDT에서 대역폭을 할당하는 과정을 나타낸 것이다. 서비스 종료로 인하여 대역폭 반환이 발생하면 축소된 대역폭은 다시 확장된다.

<알고리즘 I : Bandwidth Allocation> {

```

Step 1 : If (요청한 대역폭을 할당할 수 있는가?)
Then allocate(요청한 대역폭);
Else 1. negotiate(대역폭);
     2. decrease_bandwidth(축소가가능한 서비스);
     3. allocate(요청한 대역폭);
Step 2 : update(관리용 데이터);
Step 3 : send(UP_stream, DOWN_stream)
}

```

<알고리즘 II>은 HDT의 송수신기 또는 ONU의 수신기 중에서 하나가 고장시에는 데이터의 특성 및 사용자 수에 따라 상하향 대역폭을 축소하는 과정을 나타낸 것이다.

<알고리즘 II : Emergency Control> {

```

Step 1 : decrease_channel(CATV channel);
Step 2 : delay(VOD 서비스 대기시간 *2);
Step 3 : decrease_bandwidth(축소가가능한 서비스);
}

```

Step 4 : send(UP\_stream, DOWN\_stream)

ONU에서 가입자로부터 전송되어 온 데이터를 HDT로 전송하는 순서는 HDT에 의하여 정의된 순서에 따라 전송한다. ONU가 가입자로 전송하는 데이터는 버퍼에 저장되어 있는 CATV 데이터와 주문형 비디오 셀 그리고 HDT로부터 전송되어온 후 큐에 저장된 교환형 셀이다. 이들을 전송 방법은 <알고리즘 III>와 같다.

<알고리즘 III : DOWN stream control> {

```

Step 1 : If (CATV_interrupt)
     1. while (*CATV_users != NULL) send(cell);
Step 2 : Else If (VOD_interrupt)
     1. while (*VOD_users != NULL) send(cell);
Step 3 : Else
     1. receive(cell);
     2. If (VPI/VCI == "VOD cell") save(cell);
     3. Else send(cell);
}

```

3. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 아파트와 같은 공동주택의 가입자에게 안전하고 효과적으로 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 FTTC 형태의 광가입자망에 대하여 기술하였다. 설계된 광가입자망의 특성은 다음과 같다. 첫번째는 스케줄러와 프락시를 사용하여 실시간 멀티미디어 데이터의 중복전송과 순간 호트러짐 현상을 최소화 할 수 있는 것이며, 두번째는 중복전송율의 최소화로 교환 비용을 적게 소요하는 것이며, 세번째는 파장분할다중화 기술을 사용하여 간선에 사용되는 광섬유를 적게한 것이다. 향후연구는 HDT와 HDT간, HDT와 SONET 간의 연결설정 및 유지를 효과적으로 수행할 수 있는 지능형 알고리즘 개발이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Suaqna Allmis, "Implementing a Flexible Synchronous Network," IEEE Communications Magazine, Vol. 31, No. 9, pp. 52-55, 1993.  
[2] Yukou Mochida, "Technologies for Local-Access Fiberling," IEEE Communications Magazine, December 1997, Vol. 35, No. 10, pp. 64-73.  
[3] ETSI Draft Technical Report n VDSL technology, DTR/TM-03068, 1996.