

LMDS 시스템에서 전파지연시간이 서비스 영역에 미치는 영향에 관한 연구

박두일*, 김동현, 최광주, 오성환

LG 정보통신(株) 중앙연구소 이동통신기기실

doolly88@lgic.co.kr

A Study of limitation of Service Area by transmission delay in LMDS System

Doo-ill Park*, Dong-hyeon Kim, Kwang-joo Choi, Seong-hwan Oh

Mobile Communications Research Lab. LGIC

요약

본 논문에서는 최근 광대역 무선 가입자망으로 각광받고 있는 LMDS (Local Multipoint Distribution Service) 시스템에서 Head_End의 AIU (Air Interface Unit)와 HUB 사이의 거리에 따른 전송지연 시간과 HUB와 가입자 장치(CPE: Customer Premises Equipment)내의 NIU(Network Interface Unit)간의 전송 지연 시간에 의하여 서비스 반경이 제한되어 지는 것에 관하여 살펴보고 적절한 서비스 반경에 대하여 제안하였다.

1. 서론

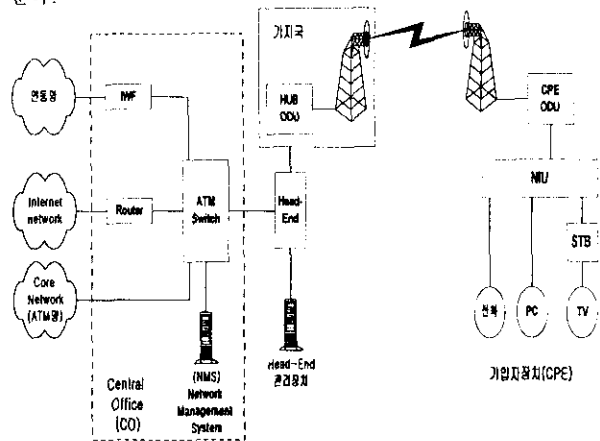
최근 기술의 급격한 발달과 더불어 다양한 멀티미디어 응용 서비스의 제공이 요구됨에 따라 트래픽의 양이 급증하게 되었다. 이를 해결하기 위해서 많은 정보통신 장비 제조업체들은 다양한 종류의 멀티미디어 개발 및 이를 수용할 수 있는 통신망 구축을 위한 경쟁력 있는 장비 개발을 위해 노력하고 있다. 다양한 멀티미디어 정보를 수용할 수 있는 통신망의 조건으로는 채널의 광대역화와 다양한 데이터를 수용할 수 있는 구조로 개발되어야 한다. 유선망에서는 광통신시스템의 개발과 ATM (Asynchronous Transfer Mode)기술의 접목으로 이를 수용할 수 있게 되었으며, 무선망에서는 멀티미디어 서비스를 통합하여 제공하기 위한 광대역 통신망의 구축이 요구되고 있다. 또한 정보통신부는 초고속 정보통신망 구축사업과 관련하여 1997년 4월 국내 LMDS 및 무선 CATV 관련 주파수 분배를 공고하였다. [1,2]

본 논문에서는 무선 광대역시스템(무선 LAN, 무선 ATM, TDMA, CDMA, LMDS/ MMDS 등)중에서 ATM 망을 기반으로 하는 LMDS 시스템에 대하여 살펴보기로 한다. 특히 TDM/TDMA 방식을 사용하는 LMDS 시스템에서 Headend와 HUB 사이에서의 전파 지연시간이 시스템에 미치는 영향에 관하여 분석하고, 전파 지연시간에 따른 서비스 영역의 제한에 대하여 살펴보기로 한다.

본 논문에서는 2절에서 LMDS 시스템의 망 구조에 대하여 살펴보고, 3절에서는 DAVIC에서 제안하고 있는 ATM 패킷 구조를 가지는 LMDS 시스템에서의 전송 프레임구조에 관하여 알아본다. 그리고 4절에서는 상하향 전송프레임간의 관계에 대하여 알아보고, 5절에서는 LMDS 시스템에서의 Headend와 HUB 사이의 거리에 따른 전파지연시간이 시스템의 동기에 미치는 영향에 대하여 살펴보고, 6절에서는 LMDS 시스템에서 Headend에 의한 서비스 반경과 가입자 밀집도에 따른 HUB의 배치에 관하여 살펴보기로 한다. 마지막으로 7절에서는 결론과 향후 연구 과제에 대하여 살펴본다.

2. LMDS 시스템의 망 구조

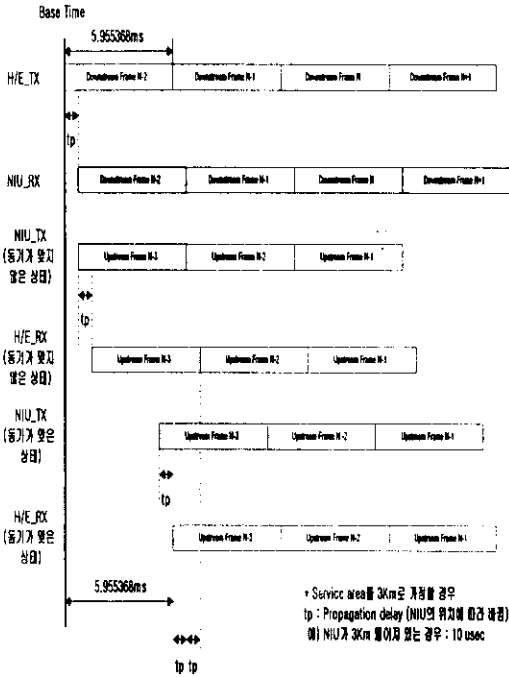
LMDS란 멀티미디어통신을 위한 망구조로서 기지국과 가입자간의 통신로를 무선화하여 단방향 무선 CATV 서비스 및 양방향 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 ATM 기반의 멀티미디어용 고정통신 시스템이다. [그림 1]은 LMDS 시스템의 구성도를 보여 준다.



[그림 1] LMDS 시스템의 구성도

LMDS 시스템의 구성은 [그림 1]에서 보여주는 것과 같이 Central Office(CO)장비들과 Head-End 장비, 기지국장비 및 가입자 장치로 분류할 수 있다. Central Office에 설치되는 장비로는 ATM 교환기, 망관리장치, IWF(Inter Working Function), Router 등이 있으며, Head-End 장비로는 ATM Interface unit, AIU(Air Interface Unit), RF MODEM, DSFC(Downstream Frequency Converter), Upstream Tuner 및 Head-End 관리장치로 구성된다. 기지국장비는 Head-End에서 전송한 IF 신호를 Upconverting 시켜 가입자에게 RF로 송신하고, 가입자로부터 수신되어 온 RF 신호를 Downconverting 시켜 Head-End로 보내주는 역할을 한다. 가입자장치는 CPE ODU와 NIU 및 응용서비스에 따른 주변장치들로 구성되어 있다.

에 영향을 미치게 된다. [그림 5]는 Headend와 HUB가 매우 가까이 있어 Headend와 HUB 사이의 전파 지연이 거의 발생하지 않는 경우에 HUB와 가입자장치간의 전파 지연시간만을 고려하여 Time Slot의 전파 지연과 동기에 관한 그림이다.



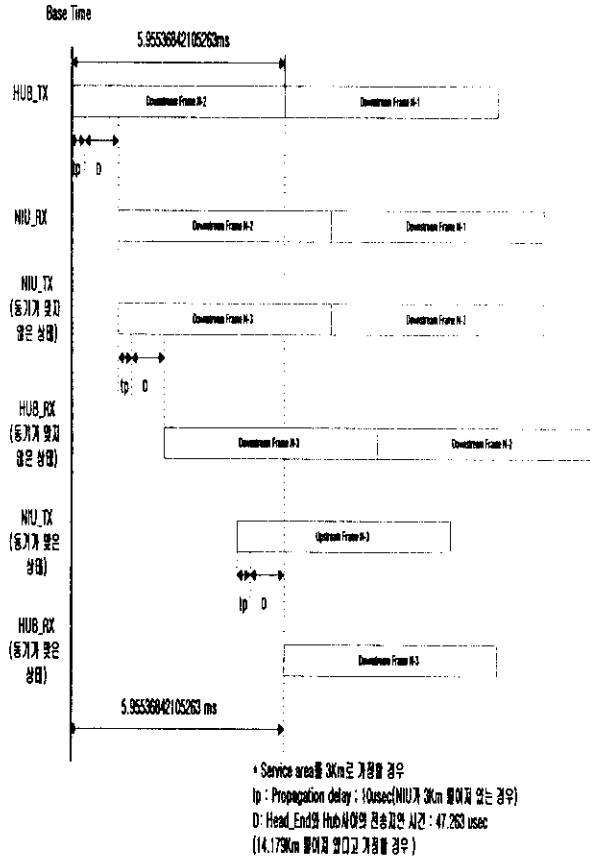
[그림 5] Headend와 HUB 사이에 지연이 발생하지 않는 경우의 전송지연과 동기

또한, Headend와 HUB 사이의 거리가 많이 떨어져 있어 이 사이에도 전파 지연이 생길 경우에는 시스템에서 이를 고려하여야 한다. [그림 6]은 Headend와 HUB 사이의 거리가 많이 떨어져 있어 상당한 전파 지연이 발생하는 경우의 Time slot의 전파 지연과 동기에 관한 그림이다. [그림 6]에서 가정하 것처럼 Headend와 HUB 사이의 거리가 14.179Km 떨어져 있고 HUB의 서비스 반경을 3Km로 할 경우 Headend와 HUB 사이에 47.263us(= 14179m + (3 * 10⁸m/s))의 전송지연이 일어나고 HUB와 NIU 사이에 10us의 전송지연이 일어난다. 따라서 Headend와 가입자장치의 NIU사이에는 (47.263us * 2) + 20us = 114.526us의 Round trip delay가 존재한다. 그리고 [그림 4]에서와 같이 상향스트림의 한 타임 슬롯의 길이는 57.263이므로 이는 상향프레임상의 2개의 Time Slot의 크기와 일치하므로 가입자장치가 동기가 맞지 않은 경우에 가입자장치로부터의 Polling response Message를 위하여 2개의 Guard time slot을 가지도록 Poll time slot을 할당 하면 서비스 반경내에서는 동기가 맞지 않은 가입자 장치가 있다고 하더라도 다른 Time slot에 영향을 미치지 아니하므로 시스템에는 영향을 주지 않는다.

6. LMDS 시스템에서 Guard Time Slot의 수에 따른 서비스 반경 분석

LMDS 시스템과 같은 고속의 TDMA 시스템에서는 Time Slot에 할당된 시간이 매우 짧기 때문에 프레임의 동기화 하는데 높은 정밀도가 필요하다. 특히, 무선통신시스템의 경우에는 Propagation Delay가 필연적으로 발생하게 되는데, 이로 인한 보상방안으로는 Channel Data Rate를 낮추거나 Guard Time을 두어

Overlap이 발생되지 않도록 하는 방법 등이 있다. 그러나, 본 논문에서는 제안된 상향구조에 대하여 Propagation Delay 현상에 대하여 이 문제를 해결하기 위한 방안으로 Guard Time Slot 수를 서비스반경에 따라 가변적으로 제어하는 방법을 제시하였다. 즉, Guard Time Slot 수가 2개인 기본 구조에서는 [그림 7]과 같은 망구조에서 광선로길이(R1)가 14.179Km, 무선구간에서의 통신반경(R2)이 3Km로 설정하였을 때 서비스반경이 17.179 Km가 되는 것으로 계산 되었으며, 그 이상의 서비스반경이 요구될 경우에는 8.589Km(57.263 * (3 * 10⁸) + 2 * 10³)의 간격으로 하나의 Guard time slot 수를 증가 시킴으로써 시스템동기에 영향을 미치지 않으면서 서비스반경을 증가시킬 수 있음을 보이고 있다. [표 2]는 Guard Time Slot 수에 따른 Headend와 Hub 간의 거리를 나타낸 것이고, [그림 8]은 Guard Time Slot 수에 따른 서비스반경을 나타낸 것이다.



[그림 6] Headend와 HUB 사이에 지연이 발생하는 경우의 전송지연과 동기

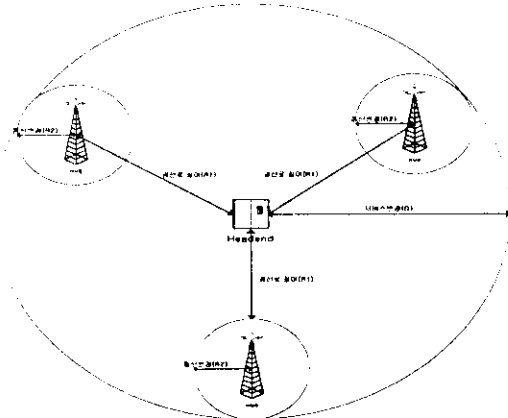
[표 2]의 Guard time slot의 수를 산출하는 방법으로는 Headend와 HUB 사이의 거리가 14.179Km 보다 작을 경우는 2이고, Headend와 HUB 사이의 거리가 14.179Km 보다 클 경우는 {(Headend와 HUB 사이의 거리 - 14.179Km) ÷ 8.589Km}의 몫 + 3]으로 나타난다.

7. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 국내에 적용 가능한 LMDS 시스템에서 사용되는 상향형 Frame 구조를 제안하였으며, 이 Frame 구조를 사용하여 서비스 할 경우에 Headend와 가입자장치 간의 거리에 대한

Description		Units	Description		Units
Frame Period	5.955368	ms	Frame Period	5.955368	ms
ATM Cell Rate	122242.647059	cells/s	ATM Cell Rate	17463.235294	cells/s
ATM Rate	51.830882	Mbit/s	ATM Rate	7.404412	Mbit/s
Time Slot Efficiency	0.986702		Time Slot Efficiency	0.926471	
Bit Rate	52.529412	Mbit/s	Bit Rate	7.992063	Mbit/s
Reed Solomon Efficiency	0.921569		Reed Solomon Efficiency	0.841270	
Convolutional Code Efficiency	0.875		Rsd/Rsu	6.0	
Channel Bit Rate	65.142857	Mbit/s	QPSK Modulation	2	bit/symb
QPSK Modulation	2	bit/symb	Channel Symbol Rate	4.750	Msymb/s
Channel Symbol Rate	32.571429	Msymb/s	Excess Bandwidth	0.3	
Excess Bandwidth	0.2		Channel Bandwidth	6.1750	MHz
Channel Bandwidth	39.085714	MHz	Available Bandwidth	500	MHz
Available Bandwidth	2000	MHz	Number of Channels	80.971660	
Number of Channels	51.169591				

<표 1> Downstream/Upstream Framing Relationship



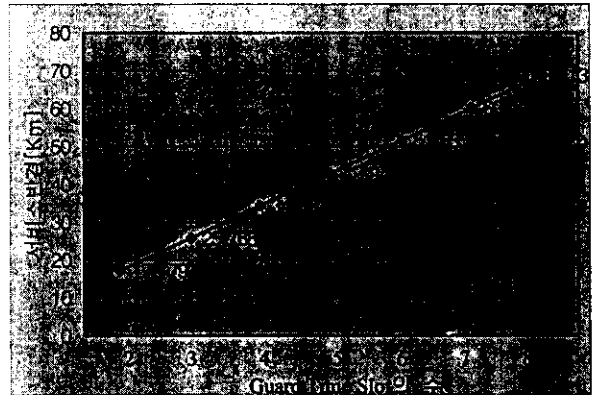
[그림 7] LMSD 시스템에서의 서비스 반경

Guard Time Slot 의 수			4	5
Headend 와 HUB 사이의 거리(Km)	14.179	.768	1.57	9.946

[표] Guard Time Slot 의 수에 따른 Headend 와 HUB 사이의 거리

전파지연시간(Propagation Delay Time)이 시스템성능에 미치는 영향에 대하여 분석해 보았다. 분석결과 Headend 와 Hub 간의 광선로 길이 및 공간상의 전파지연시간을 고려한 Head-end 의 서비스 반경은 상향 Frame 의 Time Slot 구조와 Propagation Delay 에 의하여 결정되어짐을 알 수 있었다. 즉, 상향프레임에서 Guard Time Slot 수가 2 개인 기본구조에서 시스템동기를 유지하면서 서비스 가능한 거리는 Headend 로부터 Hub 까지 14.179Km 로 분석되었다. 그리고 Guard Time Slot 수를 하 씩 증가 시킬때 따라 8.589 Km 씩 거리가 증가되어짐을 알 수 있었다. 결론 으로 Head-end 를 Central Office 에 집중시켜 설치하는 망구조로 운용하고자 할 때에는 Headend 와 Hub 간의 거리에 따라 상향 Frame 에서의 Guard Time Slot 수를 철히 조절하여야 되는 것으로 분석되었다. 이를 위해서는 상향 Frame 의 Guard Time Slot 구조를 유

연성 있게 제어할 수 있도록 Frame 구조설계 및 프로토콜 지원이 필요할 것이다.



[그림 8] Guard Time Slot 의 수에 따른 서비스 반경

향후 연구 과제로는 프로토콜상에서 진송지연에 의한 영향을 보완하기 위한 방 에 대한 연구가 가로 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 정보통신부 공고 제 1997-49 호, "가입자 회선(WLL)용 주파수 분배", 1997년 4월 9일.
- [2] 정보통신부 공고 제 1997-50 호, "무선 CATV 전송용 주파수 분배", 1997년 4월 9일.
- [3] 염지운, 최광주, 오성환, "국내 LMSD 시스템의 전파전달 모델 연구 및 시뮬레이션",
- [4] 함진호, 장진경, 정희창, "차세대 멀티미디어 응용과 유무선 고속통신망기술", 주간기술동향 800 호, 1997년 6월
- [5] DAVIC 1.3 Specification Part 8 'Lower Layer Protocol and Physical Interface', Digital Audio-Visual Council, 1997년
- [6] 이재원, 이석호, 정한욱, "광대역 무선가입자망(LMCS)시스템 구현방안 연구, 정보통신연구 제 11 권 제 3 호, 1997년 9월