

# LMDS 시스템을 이용한 멀티미디어 서비스 제공시 채널용량에 관한 연구

곽옥문<sup>o</sup>, 김동현, 박두일, 염지운, 최광주  
LG 정보통신(주)

okmoonk@lgic.co.kr

## A Study on Channel Capacity when support Multimedia Service Using LMDS System

O. M. Kwak<sup>o</sup>, D. H. Kim, D. I. Park, J. W. Youm, K. J. Choi

LG Information & Communications, Ltd.

### 요 약

본 논문에서는 DAVIC 표준안에 근거하여 주파수 대역폭이 하향스트림 120MHz와 상향스트림 60MHz로 디지털 LMDS 서비스 망이 구축되었을 때, 하향스트림과 상향스트림 구조 및 프레임 관계에 대하여 기술하고, 이를 기반으로 하여 LMDS 상에서 멀티미디어 서비스 제공시 음성:전용회선:데이터를 10%:30%:60% 비율로 가정하고 서비스별 수용 가능한 가입자 채널 용량을 산출하였다.

### 1. 서론

세계적으로 시내전화에 대한 규제 완화로 광대역 교환 기술 및 무선 접속 기술에 대한 관심이 증대되었다. 이러한 서비스를 제공하는 사업자들은 서비스 품질, 시장에서 성공할 가능성, 사업성을 충분히 검토한 뒤 사업을 추진한다. 따라서 광대역 통신망사업과 같이 대규모의 투자를 해야하는 사업은 사업자 입장에서 상당한 위험 부담을 안게 된다. 한편, 정부도 가입자까지의 완전한 광케이블망 구축을 목표로 초고속 정보통신망사업을 진행하여 왔다. 그러나 초고속 정보통신망사업은 부분적인 광케이블화로 우회하였는데, 이것은 광대역 가입자망 경제성이 큰 부담이 될 뿐만 아니라, 기존의 통신망인 무선망이나 케이블망을 이용하여도 고속 데이터 서비스가 가능하기 때문이었다. LMDS 시스템을 광대역 가입자망으로 이용할 경우 서비스 제공의 신속성 및 운용 유지 보수가 용이할 뿐만 아니라 광케이블에 비해 가입자 선로 비용을 절감할 수 있다. 한편, LMDS를 이용한 제공 서비스 중 가장 큰 시장은 고속데이터통신서비스이다. LMDS는 인터넷 접속을 하

는데 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 사무실이나 공장, 대학 구내망을 상호 접속하는 전용선으로 사용될 수 있다. 두번째로 가능성 있는 시장은 수 천 개의 음성 채널을 전송할 수 있기 때문에 음성서비스 제공에도 잠재력을 가지고 있다. 단순한 POTS(Plain Old Telephone Service) 제공 외에도 향후 광대역의 잇점을 충분히 활용하는 양방향 멀티미디어 서비스가 이루어 질 것이다. 이러한 서비스를 근간으로 하여 LMDS 시스템을 구축하기에 앞서, 셀 당 가입자의 채널 용량에 관한 계산은 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 LMDS 시스템을 구축하였을 때, 하향스트림과 상향스트림간의 프레임 관계에 대하여 기술하고, 서비스 별 수용 가능한 가입자 채널 용량을 산출하였다. 본 논문에서는, 서론에 이어서 본론의 1절에서는 가입자 채널 용량 설계시 고려사항에 대해 제시하며, 2절에서는 LGIC 자체에서 개발 규격으로 채택하고 있는 하향스트림과 상향스트림의 구조와 프레임의 관계에 대하여 살펴보고, 3절에서는 2절에서 기술한 자료를 근거로 하여 서비스별 가입자 수용 용량을 산출하며 마지막으로 결론을 맺었다.

### 2. 본론

#### 1) 가입자 채널 용량 고려사항

LMDS 시스템에서 가입자 채널 용량 계산에는 많은 변수가 존재한다. 이에 주요한 요소는 크게 3가지 즉, 서비스율, 가입자 선호도, 기지국 설계 방식에 좌우된다. 다음 [표 1]은 채널 용량 산출을 위한 주요 요소에 대한 내용을 제시하였다[1].

[표 1] 채널용량을 산출하기 위한 주요 요소

구분	내용
서비스 사용율	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최번시간의 통화율</li> <li>• 시간당 평균 통화량 및 통화시간</li> <li>• 데이터 전송율 / 평균 파일 크기</li> <li>• QoS 서비스 보장</li> </ul>
가입자 선호도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역당 인구밀도</li> <li>• 사무실/가정의 고속 데이터서비스 선호도</li> <li>• 사무실/가정의 전용선 선호도</li> <li>• 사무실/가정의 전화서비스 선호도</li> <li>• 사무실 가입자 점유율</li> <li>• 가정 가입자 점유율</li> </ul>
기지국 설계 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 편파 방식 적용</li> <li>• 기지국 서비스 반경</li> <li>• 기지국 셀실계 (주파수 재사용)</li> <li>• 기지국의 가입자 수용 용량</li> <li>• 다수의 채널 사용 여부</li> <li>• 강우감쇄의 영향</li> <li>• 빌딩 및 숲 같은 장애물</li> </ul>

본 논문에서는 이러한 채널 용량 산출을 위한 중요한 요소를 고려하여 채널용량을 산출시 적용하였다. LMDS 시스템을 이용한 망을 구축하게 되면 광대역 서비스를 제공할 수 있다. 제공 가능한 서비스는 음성, 고속 데이터 서비스(인터넷), 전용선 서비스이다. 음성 서비스 시장은 기존의 유선전화, 셀룰라 폰, PCS, WLL 등 경쟁이 치열해 지고 있으나, 기존의 POTS 서비스인 음성 서비스를 기본 서비스로 제공해야 가입자에게 편리함을 줄 수 있다는 장점을 감안하여 기본적인 서비스로 제공한다. 또한 LMDS 주파수 대역폭이 넓다는 장점을 이용하여 전용선이나 고속 인터넷 서비스에 비중을 증대시켜야 한다. 그리고, LMDS 서비스는 가입자의 수요와 성향에 의해 셀내에서 서비스를 차별화시킬 수 있다. 즉, 사무실과 공장지대에서는 고속 데이터 및 전용선 서비스를 제공하는 것이 타당하며, 가정에서는 인터넷 서비스 및 전화서비스를 조기에 확산시키는 것이 수익성에 부합된다고 생각된다. 본 논문에서는 앞에 설명한 다양한 요구사항을 고려하여 음성:전용선:데이터 서비스를 10%:30%:60%의 비율로 산정하여 LMDS 시스템을 이용한 채널용량을 산출하였다.

2) 하향스트림과 상향스트림 구조

채널 용량을 계산하기 앞서 주파수 대역폭의 정의가 필요하다. 따라서, 본 절에서는 DAVIC 권고안에 기반하여 하향/상향 프레임의 정의를 하였다. DAVIC 1.3 규격에서 권고하는 ATM 패킷의 전송 구조는 하향 스트림 188Bytes, 상향 스트림 53Bytes의 길이를 갖는 패킷을 사용한다. 프레임은 타임슬롯으로 구성되며, 한 개의

타임슬롯은 하나의 ATM 셀을 의미한다. 타임슬롯의 개수는 사용되는 주파수 대역폭 및 변조방식의 비율에 의해 정해지며, 슬롯 할당 규칙에 의해 동적으로 제어된다. 본 고에서 제안하는 기본적인 하향채널의 주파수 대역폭은 40MHz로, 상향채널의 주파수 대역폭은 5MHz로 정하며, 이것에 대한 하향/상향 프레임의 관계는 [표 2]와 같다. 이 표에서 보듯이 하향스트림의 경우 QPSK 변조방식을 사용하므로, 40MHz 대역폭에 전송속도는 약 53.7Mbps를 가지며 프레임당 타임슬롯은 728개이다. 상향스트림의 경우 DQPSK 변조방식을 사용하므로, 5MHz 대역폭에 채널당 전송속도는 약 6.45Mbps를 가지며 프레임당 타임슬롯은 82개이다. [표 2]와 관련하여 ATM 전송의 경우 하향스트림과 상향스트림과의 관계는 다음 수식과 같다[2].

$$\frac{N_u \cdot 68 \cdot 8}{R_u \cdot 2} = \frac{N_D \cdot 204 \cdot 8 \cdot \frac{2}{7}}{R_D \cdot 2}$$

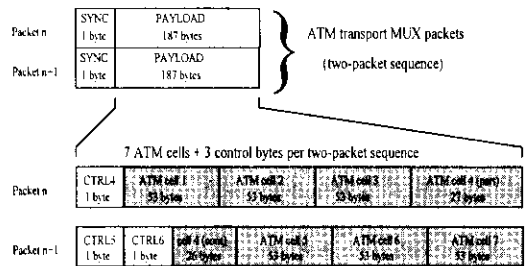
, Where  $R_u$  : 상향채널 심볼율

$N_u$  : 상향채널 타임슬롯수

$R_D$  : 비터비 디코딩 후 다운스트림 심볼율

$N_D$  : 하향스트림 타임슬롯수

[그림 2]를 설명하기에 앞서, ATM 패킷을 LMDS 네트워크로 전송하기 위해서 새로운 프레임 구조가 적용된다. 이 새로운 구조는 인터리빙과 FEC 블록을 위해 동작을 이루게 할 수 있어야 한다. 188byte ATM 전송 Mux 패킷은 LMDS 네트워크에서 ATM을 전송할 수 있게 한다. 이 패킷 구조는 동기화 페이로드를 제공한다. 이 형식은 [그림 1]에 나타나 있다.



[그림 1] ATM 패킷 전송시 프레임 구조

[그림 2]는 [표 2]를 기반으로 한 LMDS 하향 TDM 프레임 구조를 나타낸 것이다.

하향 프레임의 구조는 한 프레임당 즉 5.819ms당 728개의 ATM 셀 또는 208개의 MPEG2-TS 구조를 갖는다.

[표 2] 하향 / 상향 프레임 관계

Description		Units	Description		Units
Framing period	5.819	ms	Framing period	5.819	ms
Time Slot per Frame	727,96767		Time Slot per Frame	82	
ATM Cell Rate	125101.85	Cell/s	ATM Cell Rate	14091.768	Cell/s
ATM Rate	53.043185	Mbit/s	ATM Rate	5.9749098	Mbit/s
Time Slot Efficiency	371/376		Time Slot Efficiency	63/68	
Bit Rate	53.758168	Mbit/s	Bit Rate	6.4490786	Mbit/s
Reed-Solomon Efficiency	188/204		Reed-Solomon Efficiency	53/63	
Reed-Solomon Bit Rate	58.333333	Mbit/s	Channel Bit Rate	7.6658843	Mbit/s
Convolutional Code Eff.	7/8		Rsd/Rsu	7.6094722	
Channel Bit Rate	66.666667	Mbit/s	QPSK Modulation	2	
QPSK Modulation	2	bit/symb	Channel Symbol Rate	3.8329422	Mbaud
Channel Symbol Rate	33.333333	Mbaud	Excess Bandwidth	0.3	
Excess Bandwidth	0.2		Channel Bandwidth	4.9828248	MHz
Channel Bandwidth	40	MHz	Available Bandwidth	500	MHz
Available Bandwidth	2000	MHz	Number of Channels	100.34469	
Number of Channels	50				

상향 프레임의 주기의 경우에도 하향 스트림 TDM 프레임 주기와 마찬가지로 동일한 5.819ms를 갖는다. 한 프레임은 82개의 타임 슬롯으로 구성된다. 상향 타임 슬롯의 구조에서 1byte의 guard는 엔트리 이후의 상향 동기화 에러를 위해 제공된다. Preamble은 망 엔트리 이후의 상향 동기화 유지와 상향 타이밍의 에러의 측정을 위해 제공한다.

3) 서비스별 가입자 수용 용량

[표 3]에서는 기본 하향 스트림 40MHz 1채널, 상향 스트림 5MHz의 4채널을 사용하여 시스템을 구성하였다. 따라서 하향스트림의 경우 40MHz 주파수 대역에서 728개의 타임슬롯이, 상향스트림의 경우 20MHz 주파수 대역에서 328개의 타임슬롯을 사용할 수 있다. 그러나 하향스트림의 경우 실제 채널 전송시 AIU(Air Interface Unit)는 NIU(Network Interface Unit)에 의해 요구되는 처리량을 제한하기 위해, 한 NIU에 대해 MAC PDU(Protocol Data Unit)로 포장되는 데이터가 프레임의 7%인 약 51개 셀을 넘을 수가 없기 때문에 실제로 사용 가능한 타임슬롯은 678개이다. LMDS 시스템 구성시 기본 시스템 구조로 하향스트림 40MHz, 상향스트림 20MHz로 설계하고, 본 고에서는 하향스트림 120MHz 대역에 상향스트림 60MHz로 확장하여 시스템을 구성하였다. 이때, 상향스트림의 경우 사용 가능한 타임슬롯 수는 1개의 Polling 타임슬롯과 2개의 Guard 타임슬롯 및 Contention 타임슬롯 5%를 제외한 75개이다. 상향스트림의 경우 총 가용 타임슬롯 수는 900개의 타임슬롯이 된다. 하향스트림에서 WLL(Wireless Local Loop)의 경우 양방향 대칭형 서비스이므로 상향과 하향스트림의 타임슬롯 수는 동일하다. 따라서 하향스트림에서 WLL에서 사용하고 남은 타임슬롯은 인터넷 서비스 및 전용회선 용도로 사용된다. 앞에 설명한 내용을 정리하여 [표 3]로 나타내었다.

[표 3] 채널용량의 구성

구 분	하향스트림	상향스트림
할당 주파수 대역폭	120MHz	60MHz
1채널 대역폭	40MHz	5MHz
총 채널 수	3	12
채널당 타임슬롯 수	728	82
채널당 오버헤드	51(7%)	3(3.6%)
채널당 가용 슬롯수	-	75
총 가용 슬롯수	-	900

[표 3]의 채널용량을 구성을 근거로 하여 음성:전용선:데이터를 10%:30%:60%의 비율로 정하여 산정한 결과를 정리해 [표 4]에 나타내었다. 산출내역을 설명하면, 먼저 WLL과 전용선은 양방향 대칭 서비스를 제공하며, 인터넷은 양방향 비대칭 서비스라는 특징을 고려하였다. WLL의 경우 최번시간에 서비스할 수 있는 가입자 수를 산출하기 위해 채널 수 90개, 호손율을 0.01, 0.02, 평균 통화시간을 1.76분으로 가정하였다. 한 개의 셀에 서비스 되는 시간당 호수 Q는 다음과 같이 계산된다[3].

$$Q = \frac{\text{호량} \times 60\text{분}}{\text{평균통화시간}} \dots\dots 1)$$

예를 들어 평균통화시간은 1.76분이며, 채널 수가 90이고 호손율 0.02일 때 호량은 78.3여량이 되어 1)식에 대입하여 구하면 WLL 가입자 최번시간에서의 통화 호수는 2,699호가 된다.

그리고, 인터넷 서비스의 경우 호손율(Blocking Rate)을 0.01, 0.02, 평균 사용시간을 37분이라 가정하고 계산하였다.

서비스 속도로서는 WLL의 경우 64Kbps를, 전용선의 경우는 E1(2.048Mbps)의 속도를 가정하였다.

3. 결론

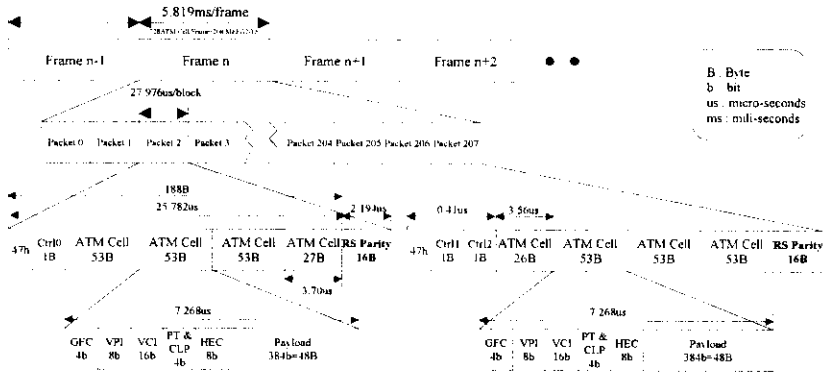
본 논문에서는 주파수 대역폭 할당에 따른 가용한 타임슬롯 수를 서비스 비율 10%:30%:60%로 구분하였을 때의 각 타임슬롯을 이용한 서비스별 채널용량을 산출하였다. 그 결과 하나의 셀에 하향 120MHz 상향 60MHz 대역폭을 사용하여 서비스할 경우 WLL은 동시 통화 회선 수가 최대 90회선이며, 호손율 B=0.02를 적용하였을 때 2669통화호를 수용할 수 있고, 전용선은 E1급 10회선을 제공할 수 있으며, 인터넷 회선은 64Kbps급 540회선을 동시에 접속 사용할 수 있고, 평균 회선 접속 사용시간 37분, 호손율 B=0.02 적용시 854 Call을 수용할 수 있는 것으로 나타났다.

결론적으로 통신사업자가 할당된 주파수 대역폭을 사용하여 수용 가능한 가입자 수의 결정은 호손율 및 평균 호 접속시간에 의해 가변적으로 나타남으로 서비스 지역의 제공서비스의 특성에 따라 가변적으로 적용할 필요가 있음을 알 수 있었다.

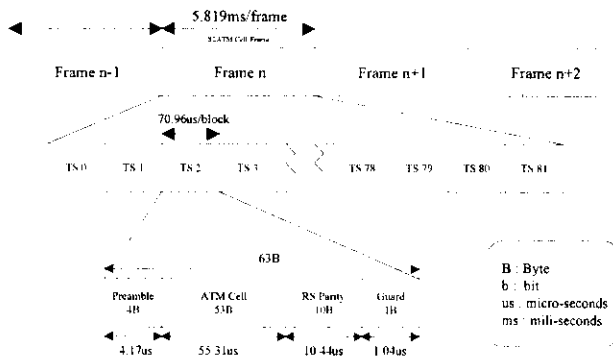
향후 연구과제로는 셀 Site별 가입자가 정해졌을 때 서비스별 타임슬롯의 사용 비율을 산출하기 위한 방법 연구가 필요하며, 또한 채널용량을 증대시키기 위한 연구도 필요하다.

**참고문헌**

- [1] "LMDS Executive Summary", 해태텔레콤 양방향 디지털 LMDS 기술시연설명회.
- [2] DAVIC 1.3 Specifications, Revision 6.3, 1997.
- [3] 셀룰러 이동 통신 방식 설계, 시그마프레스.



[그림 2] 하향 프레임 관계



[그림 3] 상향 프레임 관계

[표 4] 가입자 채널용량

B : Blocking Rate

서비스	상향 스트림 비율	상향스트림 전송속도	상향스트림 타임슬롯	상향스트림 동시 사용자 수	Q (총통화호수) B: 0.01	Q (총통화호수) B: 0.02	하향스트림 전송속도	하향스트림 타임슬롯
총괄	100%	-	900	-	-	-	-	2,031
WLL	10%	64Kbps	90	90	2,547	2,669	64Kbps	90
전용선	30%	2.048Mbps	270	10	-	-	2.048Mbps	270
인터넷	60%	64Kbps	540	540	833	854	-	1,671