

# DOCSIS 기술 및 표준화 동향 분석

## An Analysis of DOCSIS Technology and Standard

김태균(T.K. Kim)            디지털CATV시스템연구팀 선임연구원  
최동준(D.J. Choi)         디지털CATV시스템연구팀 선임연구원  
유웅식(W.S. You)         디지털CATV시스템연구팀 선임연구원  
권오형(O.H. Kwon)        디지털CATV시스템연구팀 책임연구원, 팀장

디지털 방송기술의 발달로 인하여 방송은 전통적인 방송의 영역뿐만 아니라 통신/방송 융합으로 영역을 확대하고 있다. 기존의 방송이 비디오와 오디오에 국한된 반면 다가오는 통신/방송 융합에서는 데이터를 통한 방송의 양방향성의 중요성을 강조하고 있다. 케이블 방송은 다른 매체인 지상파와 위성을 통한 방송과 비교할 때 물리적으로 양방향성을 확보하고 있다는 장점을 가지고 있다. 따라서 본 고에서는 케이블 방송망을 통한 초고속 데이터 전송에 관한 규격인 DOCSIS의 기술 및 표준화 동향을 소개하고, DOCSIS 1.x와 DOCSIS 2.0의 상호운용성에 대하여 설명한다.

## I. 서론

1996년 미국 통신법 개정 이후 통신/방송 시장 개방에 대비하기 위해 미국 케이블 사업자들은 기존 케이블 TV 네트워크에서 양방향 고속 데이터 서비스를 제공할 수 있는 방안을 연구하기 시작했으며, 이러한 노력의 결과로 케이블 사업자들이 설립한 비영리 법인인 CableLabs에서 개발된 기술이 케이블 모뎀이다. 케이블 모뎀 서비스는 일찍부터 케이블 방송 서비스가 널리 보급된 북미 지역에서 특히 보급률이 높으며, 2002년 전세계 광대역 접속 서비스 가입자 가운데 약 43%가 사용하고 있다.

케이블 모뎀은 HFC(Hybrid Fiber Coax) 형태의 기존 케이블 TV 네트워크를 통해 제공되는 초고속 데이터 서비스 기술이다. 미국의 FCC(Federal Communications Commission)는 상향과 하향 모두에서 200kbps의 전송 속도를 초과하는 통신 서비스를 초고속 서비스(advanced services)라고 명칭하고 있다.

이러한 케이블 모뎀을 사용한 초고속 서비스는 구축 비용이 저렴하고 루프 테스트가 필요없어 서비스 프로비저닝이 용이하며 방송/데이터/음성 등 3

가지 서비스를 동시에 제공할 수 있다는 장점이 있다. 또한 전송 거리 제약이 있는 DSL과 달리 케이블 사업자와 가입자 사이의 거리가 서비스 수준에 영향을 주지 않는다는 점도 매력적이다.

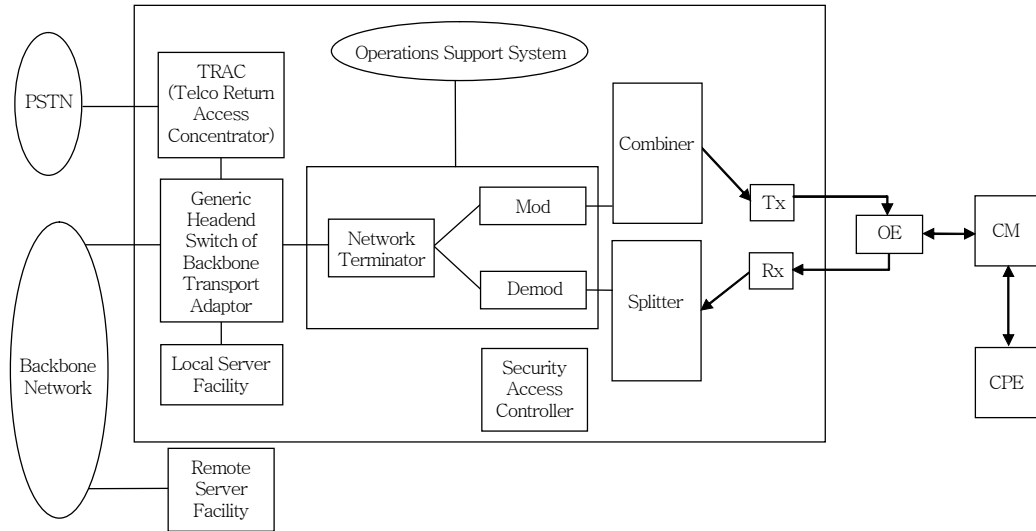
본 고에서는 케이블모뎀을 포함한 케이블 초고속 데이터 서비스를 위한 기술표준인 DOCSIS(Data-Over-Cable Service Interface Specifications)의 기술 및 표준화에 대하여 살펴보고자 한다. 현재까지 DOCSIS 표준은 크게 DOCSIS 1.0, DOCSIS 1.1, 그리고 DOCSIS 2.0으로 구분할 수 있다. (그림 1)은 DOCSIS의 기본 구성도이다.

## II. DOCSIS 개요

본 절에서는 DOCSIS 세대별 특징, DOCSIS 규격 구성, 표준화 절차에 대하여 간단하게 살펴본다.

### 1. DOCSIS 세대별 특징

<표 1>에는 각 세대별 DOCSIS의 특징과 서비스를 구분하여 표시하였다. <표 1>에 나타난 바와 같이 전송속도 면에서 살펴보면 DOCSIS 2.0은 상향



(그림 1) DOCSIS 기본 구성도

<표 1> DOCSIS 세대별 특징

DOCSIS	Key Features	Benefits/Services
DOCSIS 2.0 (30Mbps)	Mandatory SCDMA/TDMA Best of DOCSIS	Symmetric services
DOCSIS 1.1 (10Mbps)	QoS Pre-equalizer Operations Security	Tired service Better than competitor Lower ops costs
DOCSIS 1.0 (5Mbps)	Spec'd for retail Standard spec	High speed data Internet access

채널 성능이 DOCSIS 1.1보다는 3배, DOCSIS 1.0 보다는 6배 개선되었음을 알 수 있다.

## 2. DOCSIS 규격 구성

DOCSIS의 규격은 <표 2>와 같이 SP-CMCI, SP-CMTS-NSI, SP-CMTRI, SP-OSSI, SP-RFI, 그리고 SP-BPI+의 여섯 부분으로 구성되어 있다 [1]-[3].

## 3. DOCSIS 표준화

DOCSIS 표준화 과정은 다음과 같은 절차를 통해 이루어진다[4].

먼저, CableLabs에서 DOCSIS 관련 규격을 만든다. 둘째, 이 규격을 SCTE(Society of Cable Telecom-

<표 2> DOCSIS 규격 구성

Designation	Title
SP-CMCI	Cable Modem to Customer Premises Equipment Interface Specification
SP-CNTS-NSI	Cable Modem Termination System Network Side Interface Specification
SP-CMTRI	Cable Modem Telco Return Interface Specification
SP-OSSI	Operations Support System Interface Specification
SP-RFI	Radio Frequency Interface Specification
SP-BPI+	Baseline Privacy Plus Interface Specification

munications Engineers)의 규격으로 만든다. 셋째, SCTE 규격은 ANSI(American National Standard Institutes)의 표준이 된다. 마지막으로 ITU와 같은 국제기구를 통하여 국제규격으로 만든다.

## III. DOCSIS 표준 규격

각각의 DOCSIS 규격은 케이블 사업자들과 그들의 가입자들에게 보다 다양한 서비스를 제공하는 새로운 기능을 기존의 규격에 추가함으로써 이전 규격을 보강하여 왔다. 이 장에서는 DOCSIS 1.0, 1.1 및 2.0 규격에 포함되어 있는 주요 기능들을 살펴보고자 한다.

### 1. DOCSIS 1.0

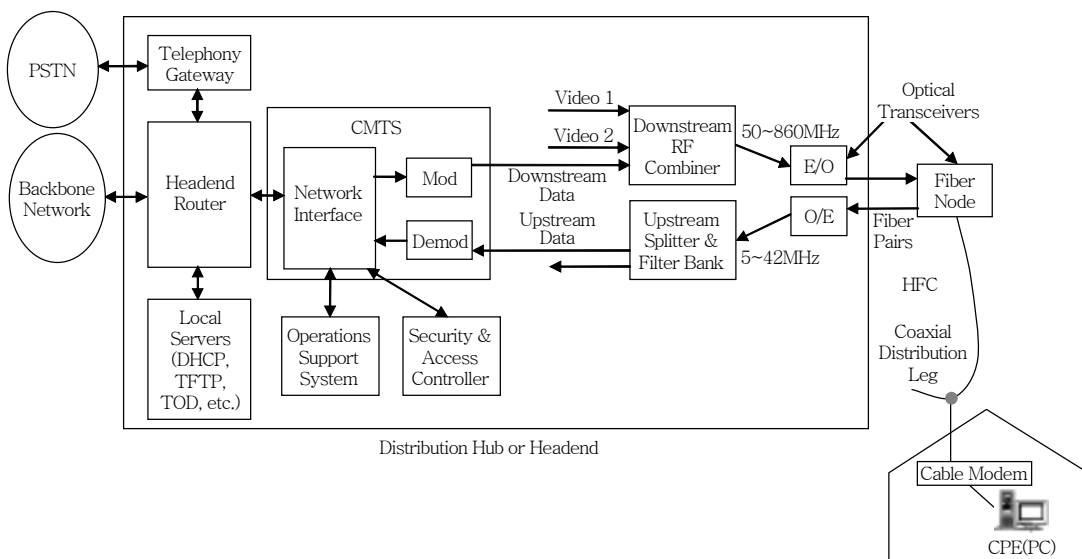
DOCSIS 1.0 규격은 케이블 데이터 서비스를 위한 시작점으로 볼 수 있으며, HFC 망을 이용하여 가입자 장치와 인터넷 간에 IP 데이터를 송/수신할 수 있는 수단을 제공하기 위해 만들어졌다. DOCSIS 1.0에서 정의된 구조는 DOCSIS 규격 이전에 이미 HFC 망에서 서비스중이던 비디오 전송과 호환 가능하도록 설계되었다. DOCSIS 1.0 규격은 케이블 망을 이용하여 이루어지는 가입자와 인터넷 사이의 최선형(best-effort) 데이터 전송 구조를 정의하였다. (그림 2)는 케이블 망에서 IP 데이터를 전송하기 위하여 정의된 주요한 두 가지 요소, CMTS(Cable Modem Termination System)와 CM(Cable Modem) 들을 포함하는 기본 구조를 보여준다.

초기에는 DOCSIS 1.0 규격은 Multimedia Cable Network System(MCNS) 컨소시엄에 의해서 시작되었으며 다음과 같은 요구사항들을 모두 포함하도록 설계되었다[5].

- 모든 가입자에게 동일한 서비스 제공
- 장비들간의 상호 연동을 위한 독점적이지 않은 공개된 기술
- 별도의 설정 과정이 필요 없이 소비 시장에서 팔

- 릴 수 있는 저전력 소비의 CM
- 웹 서핑과 같은 비대칭적 인터넷 서비스에 맞는 비대칭적 데이터 전송 구조
- 하나의 6MHz 주파수 대역에 27~36Mbps의 데이터 대역폭을 가지는 MPEG 스트림에 싸여져서 전송되는 효율적인 하향 데이터 전송 구조
- 하향 채널에서 64QAM 또는 256QAM 모드 지원
- 하나의 0.2~3.2MHz 주파수 대역 내에서 0.32~10.24Mbps의 데이터 대역폭을 가지며 에러에 강인한 상향 데이터 전송 구조
- HFC 망에서 안전한 데이터 전송을 보장하는 간단한 보안 구조
- SNMP와 네트워크를 이용한 간편한 장비 관리
- 장비 업그레이드를 위한 원격 소프트웨어 다운로드

DOCSIS 1.0 상향 MAC 계층은 다수의 CM들이 상향 채널을 공유하기 위해 다중화 방법으로 FDM(Frequency Division Multiplexing) 방법과 TDMA(Time Division Multiple Access)를 사용하여 데이터를 다중화 한다. FDM 방법의 경우 각각의 CM은 5~42MHz의 상향 주파수 대역 중 하나의 특정 채널에 할당되게 된다. TDMA의 경우는 하나의 주파수 채널을 다수의 CM들이 시간을 달리하여 공



(그림 2) 케이블 망에서 데이터 전송을 위한 기본 구조

<표 3> DOCSIS 1.0 상향 채널 파라미터

Channel Width(kHz)	Symbol Rate(ksymbols/sec)	Bit-rate for QPSK(kbps)	Bit-rate for 16QAM(kbps)
200	160	320	640
400	320	640	1,280
800	640	1,280	2,560
1,600	1,280	2,560	5,120
3,200	2,560	5,120	10,240

유하게 된다. 각 CM들은 상향 채널을 통해 자신의 데이터를 전송하기 위해서는 전송에 필요한 대역폭을 요구해야만 하고 CMTS는 각 CM들이 다른 CM들과 충돌 없이 전송할 수 있는 전송 대역폭(time-slot)을 동적으로 할당한다. 결과적으로 다수의 CM들이 하나의 상향 채널상에서 전송 대역폭을 시간을 달리하여 공유하게 된다.

DOCSIS 1.0 규격의 물리 계층은 상향 채널을 통해 전송할 데이터를 QPSK 또는 16QAM 변조 방식을 사용하여 RF 신호로 변환한다. 각 상향 채널들은 모두 5~42MHz 주파수 대역 내에 존재하지만, 각 상향 채널들은 다른 중심주파수를 가지며 <표 3>과 같이 5가지 주파수 대역폭 중 한 개의 대역폭을 가지게 된다.

앞서 설명한 바와 같이 DOCSIS 1.0 규격은 TDMA를 통해 다수의 사용자(CM)들이 자신에게 할당된 대역폭에 데이터를 전송하게 함으로써 하나의 상향 채널을 공유하게 한다. CMTS에 의해 각 사용자에게 할당되는 대역폭은 가변적으로 경쟁 구간(contention burst intervals)과 비경쟁 구간(non-contention burst intervals) 타입이 있으며 CM들에 대한 구간 할당 및 각 구간 타입 정의는 CMTS의 주요한 기능 중 하나이다.

경쟁 구간은 CSMA(Carrier Sense Multiple Access) 방식과 같은 방법으로 모든 CM들이 데이터를 전송할 수 있는 시간 구간을 의미한다. 모든 CM들이 동시에 데이터를 전송할 수 있으므로 충돌이 발생할 수 있다. 충돌이 발생할 경우 일반적인 백오프와 재전송 기술을 사용하여 충돌을 해결한다.

비경쟁 구간은 각각의 CM에게 사전에 할당되어 독점적으로 자신의 데이터를 전송할 수 있는 시간

구간을 의미한다. CMTS는 하나의 CM에게 특정 시간 구간을 할당하게 되며 할당 내역은 모든 CM들에게 MAP 메시지를 이용하여 하향 채널을 통해서 주기적으로(매 1~10초 간격) 전달되게 된다.

한편, 상향 채널에서는 버스트 잡음으로 인한 에러가 발생할 수 있다. 이러한 종류의 잡음들은 전송되는 데이터 블록의 일부 데이터를 손상시키므로 DOCSIS 1.0 규격은 RS-FEC(Reed-Solomon Forward Error Correction) 방법을 사용하여 에러를 제거한다. 이 방법은 전송할 데이터를 여러 개의 부호어(codeword)에 나누고 각 부호어 안에 에러를 정정할 수 있는 패리티 비트들을 추가한다. DOCSIS 1.0 규격에서 사용된 FEC 알고리즘은 하나의 부호어 내에서 에러가 발생한 10바이트까지 정정할 수 있으며 FEC를 위한 패리티 비트의 수는 변경 가능하다.

## 2. DOCSIS 1.1

DOCSIS 1.0은 그 성공적인 개발에도 불구하고 사용자와 인터넷 사이의 최선형 데이터 전송만을 지원한다는 한계점을 가지고 있었다. DOCSIS 설계자들은 이러한 한계점을 극복하고 HFC 망을 이용하는 새로운 서비스를 위하여 기존의 DOCSIS 1.0 규격에 새로운 기능을 추가한 DOCSIS 1.1 규격을 개발하게 된다. DOCSIS 1.1 규격 개발을 위해서 다음과 같은 기본적인 요구사항이 제시되었다[5].

- 여러 가지 잡음 요소들이 존재하는 HFC 망의 상향채널 환경에서도 정확한 신호 수신을 위해 8탭까지 설정 가능한 symbol-spaced linear 사전등화기(pre-equalizer)

- DOCSIS 1.0 규격과의 후방 호환성 지원
- VoIP(Voice over IP) 서비스를 제공할 수 있는 QoS 기능 제공
- 계층적 데이터 서비스와 지연에 민감한 응용서비스를 지원하는 QoS 기능 제공
- 하나의 CM에서 생성되는 데이터 패킷들을 각각 다른 QoS를 지원하는 서비스 플로(service flow)들로 구분할 수 있는 기능 제공
- 데이터 대역폭의 효율적인 사용을 위하여 프레임 분할 및 연결, 페이로드 헤더 압축 기능 제공
- 안전한 네트워크 관리를 보장하기 위해 SNMPv3 기능 제공
- 승인 받지 않은 서비스(theft of service)를 막기 위한 CM 인증 기능 제공
- HFC 망에서의 데이터 프라이버시를 강화하기 위한 키 및 암호화 과정 개선
- IP 멀티캐스트 지원을 위한 표준화된 수단 제공
- 사용자에 따른 방화벽 설치를 허용하기 위한 IP 필터링 기능 제공
- 성능 감시 및 요금 청구에 필요한 기존의 MIB (Management Information Base)들과 통계 자료의 확대

위에서 열거한 여러 요구 사항 중에 특히 QoS에 대한 요구 사항은 가장 중요하게 고려되어, 동일한 HFC 망, 동일한 CMTS 및 동일한 CM에서 다양한 QoS를 가지는 서비스를 제공할 수 있도록 DOCSIS 1.1 규격에 추가되었다. 추가된 기능들은 서비스 플로를 이용하여 구현되는데, 서비스 플로는 식별 가능한 파라미터 집합을 공유하며 CMTS 또는 CM을 통해 전송되는 패킷들의 집합이다. 일반적으로 하나의 서비스 플로에 속한 패킷들은 인터넷에 존재하는 같은 송신자와 같은 수신자를 갖는다. 서비스 수준 정의(service level definition)는 특정 서비스 플로에 속한 패킷들이 어떻게 네트워크 상에서 처리되어야 하는지를 정한다. MSO(Multiple System Operator)들은 그들의 가입자들과 SLA(Service Level Agreement)를 맺을 수 있는데, QoS와 SLA를 적절히 사용하면 새로운 형태의 서비스를 생성하고 제공

할 수 있다. QoS 기능을 이용하는 새로운 서비스 중 대표적인 것이 VoIP 서비스이다. MSO들은 VoIP 서비스를 비디오 서비스 가입자들에게 번들 상품 형태로 HFC 망을 이용하여 전화서비스를 제공하고자 하였으며 CableLabs는 HFC 망에서의 VoIP 서비스 구조를 정의한 PacketCable 규격을 개발하였다. 이 규격은 네트워크 상에서 DOCSIS 1.1 QoS 기능들이 지원되는 것을 가정하여 개발되었다.

### 3. DOCSIS 2.0

DOCSIS 1.0의 경우 앞서 이야기한 것처럼 HFC 망에서 단순한 데이터 전송을 위한 물리계층의 정의 및 MAC 계층에 대한 정의라고 할 수 있다. 이후 DOCSIS 1.1에서는 DOCSIS 1.0을 바탕으로 케이블 망에서 QoS를 제공하기 위한 프로토콜 및 다양한 서비스를 제공하기 위한 상위 계층에서의 규격을 추가적으로 정의하고 있다.

2001년 완성된 DOCSIS 2.0에서는 주로 상향 스트림에 대한 개선을 주요 내용으로 하고 있다. DOCSIS 2.0이 진행되고 있을 당시에 이미 1024QAM 및 우수한 하향 전송 기술이 나왔음에도 불구하고 위의 요구 사항에서 짐작할 수 있듯이 DOCSIS 2.0에서는 하향 채널에 대한 전송 규격은 고려되지 않고, 상향 채널 전송 방식에 대한 규격만 변경되었다. 이와 같이 상향 스트림에 대한 개선이 필요하게 된 이유는 기존의 DOCSIS 1.x는 주로 웹 서비스와 같은 상향 데이터량이 비 대칭적인 특성에 맞게 만들어져 새롭게 등장하는 VoIP, P2P와 같은 서비스를 제공하기에는 부족하였기 때문이다. 상향 대역 부족은 케이블 망을 추가적으로 설치하여 한 셀 당 가입자 수를 줄임으로써 해결할 수 있으나 상당한 추가적인 비용이 요구된다. 또한 상향 대역은 주로 5~42MHz에 배치되어 450MHz 이상의 대역을 사용하는 하향스트림보다 많은 생활 잡음에 노출되어 있어 보다 우수한 전송방식이 필요하였다.

상향스트림에 대한 대역 확장 및 전송 성능 개선을 위하여 DOCSIS 2.0에서는 기존의 물리계층 및 MAC 계층을 바탕으로 추가적인 사항을 정의하는

것과 함께 새로운 전송방식을 추가하였다. 이러한 새로운 규격의 변화를 시도하는 데 있어서 DOCSIS 2.0에서 대표적인 요구사항은 다음과 같다[5].

- DOCSIS 1.0과 DOCSIS 1.1과의 호환성
- 상향 채널 전송 능력에 있어서 보다 대칭적 전송 구조 추구
- 상향 채널의 대역의 대역 효율(spectral efficiency) 향상
- 상향 채널의 잡음에 효과적으로 대처
- 기존의 DOCSIS 1.1에서 제기된 오류 및 비효율적 규격 수정

DOCSIS 1.0과 1.1의 상향 채널은 하나의 물리적인 채널을 다수의 CM이 서로 공유할 때 TDMA 방식을 사용한다. DOCSIS 2.0에서는 새로운 두 가지 전송 방식이 추가되었는데, 하나는 기존의 TDMA 기법을 향상시킨 ATDMA(Advanced Time Division Multiple Access)이고 또 다른 하나는 CDMA 방식을 케이블 환경에 적합하게 개선한 SCDMA(Synchronous Code Division Multiple Access) 방식이다. DOCSIS 2.0 규격에서는 CMTS와 CM 모두 TDMA, ATDMA 그리고 SCDMA를 지원하도록 요구한다. 따라서 DOCSIS 2.0에서의 상향채널의 변경은 물리계층의 전송방식 변경으로 인하여 DOCSIS 1.1로부터의 소프트웨어적인 업그레이드만으로 불가능하며, 새로운 하드웨어를 필요로 한다.

본 장에서는 DOCSIS 2.0 규격의 핵심이 되는 새롭게 추가된 상향채널 전송방식 두 가지에 대하여 개략적으로 살펴 보고 DOCSIS 2.0과 이전의 DOCSIS 1.x와의 상호 운용성에 대하여 논의한다.

#### 가. ATDMA

DOCSIS 2.0에서의 ATDMA는 DOCSIS 1.x의 TDMA와 유사한 구조를 가지고 있지만, ATDMA는 TDMA 보다 몇 가지 측면에서 개선된 방식이라고 생각할 수 있다.

가장 우선적으로 생각할 수 있는 특징은 DOCSIS 2.0 TDMA에서는 보다 넓은 상향 채널 대역과 전송 대역 효율을 제공할 수 있다는 것이다. 이를 위하여

DOCSIS 2.0에서 아래와 같은 변조 모드가 추가되었다[1].

- 고차 변조 추가: ATDMA에서는 기존의 TDMA의 8QAM, 16QAM 그리고 32QAM 변복조 방식에 64QAM 고차 변조 방식이 추가되었으며, 버스트 구간마다 변조 방식이 변경 가능
- 최대 5.12MSymbol/sec 제공(약 6.4MHz 대역 사용)
- 고속 버스트 동기화: 보다 빠른 상향 버스트 동기화를 위하여 preamble 전송 시 보다 높은 전력을 사용할 수 있으며 그 결과 상향 버스트의 preamble 길이를 줄일 수 있어 사용자 대역을 넓힐 수 있음
- preamble 길이 확장: 6.4MHz 채널 대역을 사용할 때 안정된 동기화를 위하여 preamble의 길이를 최대 1536bits까지 확장 가능(DOCSIS 1.x의 경우 최대 1024bits임)

또 다른 특징은 상향 채널에 존재하는 잡음환경에서 효율적으로 전송할 수 있는 전송 방식이 추가되었다. 이와 같은 전송 특성 개선으로 말미암아 앞서 말한 DOCSIS 2.0 상향채널의 고 대역 효율 및 대역 확장이 가능하였다. DOCSIS 2.0 ATDMA에서 전송 성능 개선을 위하여 추가된 특징은 다음과 같다[1].

- 정정 가능한 에러 수 증가: 상향 채널 버스트에 포함되는 Reed Solomon 코드의 최대 체크 바이트 수를 증가시킬 수 있어 DOCSIS 1.x에서는 최대 10바이트의 에러 정정이 가능하였으나 2.0에서는 최대 16바이트 에러 정정 가능
- CM 기반의 사전 등화기 탭 수가 24까지 설정 가능: DOCSIS 1.x에서는 등화기의 탭 수가 8까지 설정 가능하였으나, 설정 가능한 탭 수가 24로 증가하여 케이블 망 내에서의 다중 경로 간섭에 의한 채널 열화 현상을 보다 효율적으로 제거할 수 있음
- 다수부호어에 대한 인터리버(interleave) 방식 추가(DOCSIS 1.x에서는 단일부호어가 연속적으로 전송되어 길이가 긴 버스트 에러가 하나의 부

호어 내에서 발생할 경우 에러 정정이 불가능하였으나, 인터리버의 도입으로 버스트 에러에 대한 특성이 향상됨)

#### 나. SCDMA

DOCSIS 2.0 ATDMA와 DOCSIS 1.x TDMA는 변복조 및 사용되는 오류정정 부호 방법 등 기본적인 구조는 비슷하며, ATDMA가 TDMA 보다 성능과 전송 대역 면에서 개선된 형태이다. 그러나 DOCSIS 2.0 SCDMA는 전송 방식 자체가 기존의 TDMA와는 완전히 다른 형태이다.

SCDMA 방식은 이동통신에서 사용되는 이른바 대역확산 통신 기술을 케이블 채널에 맞게 적용한 것으로 SCDMA 역시 기존의 TDMA 방식에 비하여 대역 효율 및 상향 채널 잡음에 효율적으로 대처할 수 있다는 장점이 있다.

DOCSIS 2.0 SCDMA 전송 모드에서는 사용되는 칩의 수는 128로서 하나의 상향 채널에 128개의 심볼 스트림이 동시에 전송될 수 있으며, 케이블 모뎀의 한 버스트는 하나의 프레임 내에서 둘 혹은 그 이상의 대역 확산 코드를 이용하여 전송될 수 있다. 따라서 최대 64개의 케이블 모뎀이 한 프레임 내에서 동시에 버스트를 전송할 수 있다. CMTS에서는 프레임 단위로 128개의 대역확산 코드 중에서 특정 케이블 모뎀이 사용할 수 있는 코드를 할당하고, 케이블 모뎀이 할당 받은 코드를 몇 프레임 동안 사용할 수 있는가를 결정한다. 그리고 각 할당된 대역(프레임 및 사용 가능한 대역확산 코드 수)에서 사용되는 변조방식은 각 케이블 모뎀에 따라 다르게 설정될 수 있다. SCDMA 전송모드에서 논리적으로 동일한 채널을 사용하는 케이블 모뎀의 전송 시점은 CMTS에서 제어하는 프레임의 시작 시점에 동기를 맞추어 할당 받은 프레임 및 대역 할당 코드를 이용하여 전송한다.

SCDMA에서는 ATDMA에서 64QAM 등 대역 효율 향상을 위한 전송 방식을 모두 포함한다. 추가적으로 SCDMA에서는 동기화 전송을 사용하여 버스트 동기화를 위한 preamble의 길이가 줄어들어

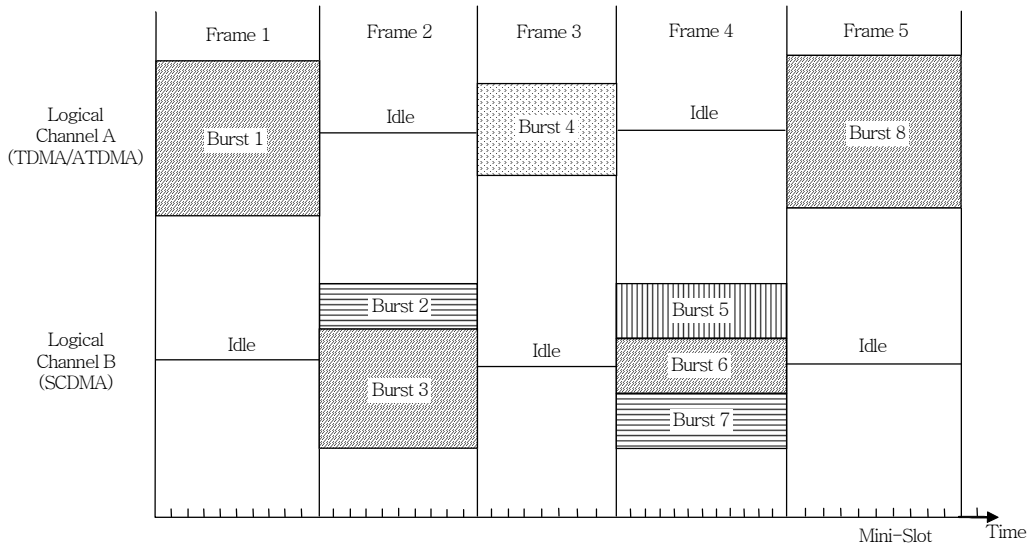
프레임 효율은 좋아진다. 그리고 TCM(Trellis-Coded Modulation)과 함께 128QAM 변조 방식도 가능하다. SCDMA 모드에서는 1.6MHz, 3.2MHz 및 6.4MHz 대역이 사용된다. 따라서 TCM과 128QAM을 사용할 때 전송할 수 있는 최대 전송률은 TCM을 사용하지 않는 64QAM과 같이 30.720 Mbps이며, 최소 전송률은 TCM을 사용하지 않는 QPSK 모드일 때로 1.28Mbps이다.

DOCSIS 2.0에서 새롭게 채택된 SCDMA는 상향 채널의 잡음 환경에 대하여 ATDMA 보다 다양하게 대처할 수 있는 방법을 제공한다. 즉, SCDMA 모드에서는 앞서 말한 ATDMA에서 채택한 상향 잡음 대처기법을 모두 사용할 수 있으며 동시에 SCDMA 전송 특성과 TCM을 이용하여 상향 채널 잡음에 의한 에러를 줄일 수 있다. 특히 SCDMA 전송 모드는 버스트 에러에 강한 특성을 보인다. 이것은 상향 채널에서의 버스트 에러는 케이블 망에서 짧은 시간에 발행하는 잡음으로 인하여 발생하는 경우가 많은데, SCDMA의 경우 전송되는 심볼의 길이가 같은 전송률을 갖는 TDMA에 비하여 128배 길어 짧은 시간 동안의 잡음에 영향을 받는 심볼의 수가 상대적으로 적기 때문이다.

#### 4. DOCSIS 1.x와 2.0 간의 상호 운용성

DOCSIS 2.0 규격은 DOCSIS 1.x 규격과의 역호환성을 완전히 제공한다. 즉 DOCSIS 2.0 규격을 따르는 케이블 모뎀의 경우 DOCSIS 1.x로 운용중인 케이블 망에서도 동작하여야 하며, DOCSIS 2.0 규격을 따르는 CMTS의 경우 DOCSIS 1.x만을 지원하는 케이블 모뎀에 대하여 아무런 문제없이 서비스를 제공할 수 있어야 한다.

하나의 물리적인 상향 채널에 TDMA, ATDMA 그리고 SCDMA 전송 모드가 함께 동작하기 위하여 “논리적 채널”이라는 개념이 도입된다. TDMA와 ATDMA의 경우 CMTS에서 할당 받은 구간 동안 특정 케이블 모뎀이 물리적인 채널 전체를 사용한다. 그러나 SCDMA의 경우 대역할당은 할당하고자 하는 일정 프레임과 함께 대역 확산 코드를 함께 할



(그림 3) 동일한 물리적 채널 내에서 두 개의 논리적 채널 운용 예

당하여 할당된 구간에 다수의 케이블 모뎀이 신호를 함께 전송할 수 있다. 따라서 이러한 차이점으로 인하여 TDMA 혹은 ATDMA 기반으로 동작하는 케이블 모뎀은 SCDMA 할당 구간 동안 데이터를 전송할 수 없으며, 역시 SCDMA로 동작하는 케이블 모뎀은 TDMA 혹은 ATDMA 할당 구간 동안 데이터를 전송할 수 없다. 이를 위하여 DOCSIS 2.0에서는 하나의 물리적인 채널이 다수의 논리적인 채널로 구분될 수 있도록 하고 있으며, 각각의 논리적 채널은 TDMA/ATDMA 모드 혹은 SCDMA 모드 중 한 모드만 지원한다. 각 논리적인 채널은 동일한 중심 주파수를 사용하지만, 각각 독립적으로 동작한다. 따라서 각 논리적 채널은 각 채널 고유의 대역 할당 메시지(MAP)와 채널 설명 메시지(upstream channel descriptor)를 논리적인 채널 상에 존재하는 케이블 모뎀에 제공한다.

(그림 3)은 동일한 물리적인 채널 내에 두 개의 논리적인 채널이 존재하는 예를 나타내었다. 채널 A는 ATDMA와 TDMA 모드로 동작하는 논리적인 채널을, 채널 B는 SCDMA 모드로 동작하는 논리적인 채널을 나타낸다. 각 논리적 채널의 케이블 모뎀은 속하지 않는 논리적 채널이 동작하는 구간 동안에는 데이터를 전송하지 않도록 하여야 하며,

CMTS가 각 채널의 MAP 메시지를 이용하여 조절한다. DOCSIS 1.x TDMA 전송 모드가 DOCSIS 2.0 ATDMA 혹은 SCDMA와 동일한 물리적인 채널을 이용할 경우 DOCSIS 1.x의 상향 대역이 최대 3.2MHz로 제한되어 있어 DOCSIS 2.0의 상향 대역이 6.4MHz로 설정된 경우 상향 대역의 낭비가 발생한다. 따라서 DOCSIS 1.0, 1.1 그리고 2.0이 혼재되어 운용하여야 하는 경우 케이블 망 운용자는 이 점을 고려하여 설계 운용하여야 한다.

#### IV. 활용 분야 및 향후 전망

전통적인 관점에서 볼 때 방송은 단방향으로 비디오와 오디오를 전달하는 것이라고 할 수 있다. 하지만 디지털 기술의 발달로 인해서 방송과 통신의 경계가 흐려지면서 방송도 데이터를 포함하는 양방향성을 가지게 되었다.

케이블 방송은 전달 매체의 특성상 기존의 지상파 및 위성 매체와는 달리 제공이 용이하다. 케이블을 통한 초고속 데이터 전송에 관한 규격인 DOCSIS는 케이블의 양방향성, 통신/방송 융합 서비스를 실현할 수 있게 한다. 현재의 DOCSIS 규격은 지속적인 기술개발을 통하여 향후 기가급 데이터



송수신이 가능한 단계로 발전할 것으로 전망된다.

이와 같이 케이블을 통한 차세대 초고속 인프라가 구축되면 디지털 방송, 기가급 데이터 전송, 기가급 셋톱박스 기술의 개발 등으로 인하여 통신/방송 융합시장이 다가올 것이다.

또한 케이블을 기반으로 초고속 통신서비스, HDTV 양방향 데이터 방송 서비스 및 다양한 응용 서비스를 저렴한 비용으로 제공함으로써 관련 시장을 창출할 수 있을 것이다. DOCSIS 기술 및 표준화는 케이블망을 통한 저렴한 비용으로 방송/음성/데이터 서비스가 가능하도록 하는 차세대 초고속 인프라를 구축할 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] CableLabs, "DOCSIS Overview," Sep. 2003.
- [2] SP-OSSiv2.0-I04-030730, "DOCSIS 2.0 Operations Support System Interface Specification," July 30, 2003.
- [3] Tom Cloonan, "DOCSIS™ 2.0: Getting to Know the New Kid on the Block," Oct. 15, 2002.
- [4] SP-BPI+ -I10-030730, "DOCSIS 1.1 Baseline Privacy Plus Interface Specification," July 30, 2003.
- [5] SP-RFiv2.0-I04-030730, "DOCSIS 2.0 Radio Frequency Interface Specification," July 30, 2003.