

# ATM-PON의 AAL2에서 서비스 유형별 부호화 방안의 성능

준회원 김 우 태\*, 정회원 배 상 재\*, 허 재 두\*\*, 종신회원 주 언 경\*

## Performance of Coding Scheme for Various Service Types in AAL2 of ATM-PON

Woo-tae Kim\* Associate Member,

Sang-jae Bae\*, Jae-doo Huh\*\*, Eon-kyeong Joo\* Regular Members

### 요 약

본 논문에서는 ATM-PON의 AAL2에서의 서비스 유형에 맞는 적절한 부호화 방안을 제시하였다. AAL2 계층의 SSCS 중 SSTED에 있는 6개의 예비용 비트 중 2비트를 이용하여 서비스 유형과 각 유형에 적합한 오류정정 부호의 사용 여부를 구별한다. 그리고 BCH와 길쌈부호를 포함하여 서비스의 유형별로 적합한 부호화 방안을 같은 부호화 방식을 사용하는 경우와 다른 부호화 방식을 사용하는 경우로 나누어서 각각에 대해 성능을 분석하였다. 이러한 부호화 방안들 중에서 음성인 경우에는 (127,120) BCH부호를, 그리고 데이터인 경우에는 (127,113) BCH부호를 사용하는 것이 가장 적절할 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

The coding scheme according to service types in AAL2 of ATM-PON is proposed in this paper. The service types and the corresponding error correcting codes are indicated by two of six reserved bits in SSTED of AAL2. Several coding schemes such as BCH and convolutional codes are considered under using the same and different kind of coding schemes. As a result, the (127,120) and (127,106) BCH codes may be the best choice for voice and data service respectively among all the possible schemes.

### 1. 서 론

최근 최근 반도체 및 정보통신기술의 발달로 음성 서비스를 위주로 하던 가입자 단말이 데이터 서비스 중심의 단말로 바뀌고, 인터넷의 확산으로 음성, 데이터 및 영상 등 멀티미디어 서비스를 제공하는 광대역 정보 전달의 필요성을 가속화시켰다. 이러한 데이터 위주의 트래픽을 수용하기 위해서는 가입자 망의 고속 및 고품질화가 요구된다. 이러한 요구조건을 만족시키기 위해서 새로운 망을 구축하는데는 많은 비용이 추가되어야 한다. 따라서 기존

의 가입자 선로와 동축 및 광 선로를 혼용한 새로운 여러 가지의 망 형태가 출현하고 있다. 이러한 필요성으로 개발된 기술이 ATM-PON(asynchronous transfer mode-passive optical network)이다<sup>[1],[2]</sup>. ATM-PON은 광 가입자망을 근간으로 하며 FTTH (fiber to the home) 기술로 가는 과도기적 성격을 갖는 고속 망이다. 이러한 ATM-PON 망에서 음성 및 인터넷 통신 등을 위한 멀티미디어 서비스를 동시에 제공하기 위해서는 AAL(ATM adaptation layer) 유형들 중 AAL2가 가장 적합할 것으로 사료된다<sup>[3],[4]</sup>.

\* 경북대학교 전자전기공학부 (ekjoo@ee.knu.ac.kr)

\*\* 한국전자통신연구원 네트워크서비스연구부

논문번호 : 010368-1204, 접수일자 : 2001년 12월 4일

※ 이 논문은 2001년도 한국전자통신연구원의 지원에 의하여 연구되었음.

그리고 이러한 ATM-PON에서 AAL2 계층을 통한 음성 및 멀티미디어 서비스를 더욱 효율적으로 제공하기 위해서는 각 서비스들의 특성에 맞는 적절한 오류정정부호<sup>[5],[6]</sup>의 사용이 바람직하다. 일반적으로 ATM-PON의 채널 환경은 좋은 편이지만 적은 오류의 발생으로도 다양한 형태의 서비스들이 제공되어야 하는 차세대 멀티미디어 통신에서는 심각한 문제가 발생할 수가 있다. 따라서 오류정정부호를 사용하여 간헐적으로 발생하는 오류까지도 정정해줌으로써 더욱 고품질의 통신을 가능하게 할 수 있을 것으로 사료된다. 오류정정부호에는 부호기 내의 지연소자가 없이 일정 길이의 정보어를 그보다 긴 다른 길이의 부호어로 단순 부호화하는 블록 부호(block codes)와 내부에 지연소자를 가지고 있어 현재의 정보뿐만 아니라 이전 정보어의 영향을 받는 길쌈부호(convolutional codes)로 구분할 수 있다. 일반적으로 메모리가 이용되는 길쌈부호가 블록 부호에 비해 우수한 오류성능을 나타낸다.

현재까지 AAL2 계층에 대한 오류제어 방식에 대한 연구는 CRC(cyclic redundancy check)부호를 사용한 오류검출 서비스 위주로 연구되어 왔을 뿐 서비스 유형별 오류정정 부호화 방식에 대한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 AAL2 계층에서의 서비스 유형을 음성 및 데이터로 크게 2가지로 나누어서 각각에 적합한 부호화 방안을 제시한다. 우선 같은 부호화 방안을 사용하는 경우와 다른 부호화 방안을 사용하는 경우로 나누어서 고려한다. 그리고 같은 부호화 방안도 블록부호와 길쌈부호를 사용하는 경우로, 그리고 블록부호도 해밍 부호, BCH(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem)부호 및 RS(Reed-Solomon)부호를 사용하는 경우로 나누어서 각각에 적합한 부호화 방안을 찾고 그 성능을 분석한다. 그리고 이러한 여러 가지 방안들 중에서 ATM-PON의 AAL2에 가장 적합한 방안을 제시한다.

## II. ATM-PON의 AAL2 계층 및 서비스 유형구분 방식

ATM-PON에 가장 적합한 것으로 알려져 있는 AAL2는 CPS(common part sublayer)와 SSSC(service specific convergence sublayer)의 두 부계층으로 나뉘어져 있다. 그리고 특정 AAL2 사용자 서비스에 따라 각기 다른 SSSC가 정의될 수 있다. CPS는 ATM 망을 통하여 CPS 사용자 사이에

CPS-SDU를 전송하는 기능을 담당한다. 여기에서 제공되는 서비스는 확실한 전송이 보장되지 않으며 오류 발생시에 재전송도 일어나지 않는다. 따라서 확실한 전달이 요구되는 데이터 전송시에는 오류제어가 가능한 SSSC를 사용하여야 한다. 이러한 SSSC는 실제로 분할 및 재조립 기능을 담당하는 SSSAR(service specific segmentation and reassembly sublayer)과 전체 프레임의 오류를 감지하는 기능의 SSTED(service specific transmission error detection sublayer), 재전송을 통한 오류제어 기능의 SSADT(service specific assured data transfer sublayer)로 구성되어 있다. 이러한 SSSC의 부계층들 중에서 오류 감지용으로 사용되는 SSTED-PDU(protocol data unit)의 구조를 좀 더 자세히 나타내면 그림 1과 같다.

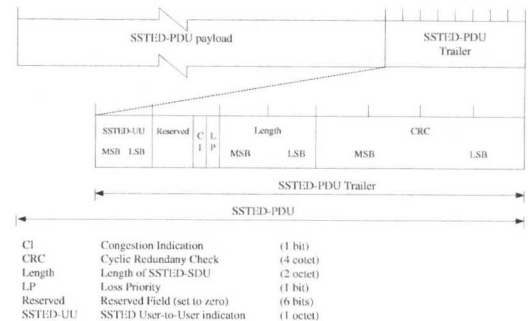


그림 1. 2단 SOVA 복호기 블록도

그림 1에 나타난 바와 같이 폭주에 대응하는 CI가 1비트 할당되어 있고 32비트의 CRC 부호를 사용하여 비트오류를 찾아낸다. 그리고 송신기에서 수신기로 데이터를 투명하게 전달하기 위해 LP의 1비트를 할당하였다. 그리고 6비트의 예비용 비트가 할당되어 있다. 본 논문에서는 이 예비용 비트들을 이용하여 서비스 유형을 구분하고 또한 오류정정부호로 사용여부를 표시하고자 한다. 즉 오류정정부호를 사용하는 경우에는 지시된 서비스 유형에 가장 적합한 부호를 사용하여 부·복호를 수행한다.

ATM-PON은 광 가입자망을 근간으로 하여 FTTH 기술로 가는 과도기적 성격을 갖는 망이므로 구현의 편의성을 고려하여 본 논문에서는 서비스 유형을 음성 및 데이터 등 2가지로 제한하고 각각에 적합한 부호화 방안을 제시한다. 기준으로 잡은 각 서비스 유형들의 오류율과 지연시간을 표 1에 나타내었다.

지연시간에는 민감하고 오류율은 다소 여유가 있

는 기본적인 음성 서비스는 오류율이  $10^{-3} \sim 10^{-4}$  이하이고 지연시간은 40ms 이하로 한다. 그리고 short message, electronic mail, tele fax, remote control 서비스 및 video telephony, tele-shopping, 동영상 등과 같이 지연시간은 좀 늘어나더라도 오류율이 낮아 고품질이 요구되는 데이터 서비스는 오류율이  $10^{-6} \sim 10^{-7}$  이하이고 지연시간은 100ms 이하로 한다.

표 1. 서비스 종류별 요구되는 오류율과 지연시간

Type	Error rate	Delay time(ms)
Voice	$\leq 10^{-3} \sim 10^{-4}$	$\leq 40$
Data	$\leq 10^{-6} \sim 10^{-7}$	$\leq 100$

본 논문에서는 위에서 언급한 바 있는 AAL2 계층내의 SSTED-PDU의 예비용 6비트를 이용하여 서비스 유형 및 부호화 적용 여부를 구분하는 방식을 제시하고자 한다. 우선 서비스 유형인 음성과 데이터를 구별하는 비트로써 1비트를 그리고 부호화 방식을 사용하는지 유무에 대해서 1비트를 각각 지정한다. 예비용 6비트 중 2비트를 이용하여 서비스 유형의 구분 방식을 아래 그림 2에 나타내었다.

1st Bit	2nd Bit
Voice (0) Data (1)	NEC (0) EC (1)

그림 2. 서비스 유형의 구분

그림 2에서 EC(error control)는 오류정정부호를 적용한 경우를 그리고 NEC는 적용하지 않은 경우이다. 위의 그림에서 나타낸 바와 같이 첫째 비트는 서비스 유형을 나타내고 둘째 비트는 부호화 방식의 적용 유무를 나타낸다. 예를 들어 00이면 음성 서비스이면서 오류정정부호를 사용하지 않은 경우이고, 11인 경우는 데이터 서비스이며 오류정정부호를 사용한 경우를 나타낸다.

### III. 부호화 방안 및 성능분석

오류정정부호는 전송 채널에서 인위적 또는 자연적으로 발생하는 잡음으로 인한 오류를 정정하여 신뢰성 있는 통신이 가능하도록 한다. 오류정정부호

에는 부호기 내의 지연소자가 없이 일정 길이의 정보어를 역시 다른 일정 길이의 부호어로 단순 부호화하는 블록부호와 내부에 지연소자를 가지고 있어 현재의 정보뿐만 아니라 이전 정보어의 영향을 받는 길쌈부호로 구분할 수 있다. 일반적으로 메모리가 이용되는 길쌈부호가 블록부호에 비해 우수한 오류성능을 나타낸다.

#### 1. BCH 부호를 사용한 경우의 성능분석

블록부호에는 단일 오류정정 능력을 가지는 가장 기본적인 해밍부호(Hamming code)와 선형블록부호(linear block code)이면서 순회부호(cyclic code)의 특성을 만족하는 부호인 BCH부호 및 BCH부호 중 연접오류정정 특성이 좋은 비2진 부호인 RS부호 등이 있다.

구리선로보다 우수한 광섬유를 이용하는 ATM-PON에서 발생하는 오류는 채널 자체에서 보다는 주변 시스템 등의 잡음에 의해서 주로 발생되리라 예상되므로 이동통신의 경우와는 달리 연접오류 보다는 산발오류가 주된 오류원이 될 것으로 사료된다. 그리고 차세대 멀티미디어 통신에서 음성 및 데이터 서비스를 제공하기 위해서는 서비스 유형에 따라 서로 성능이 다른 오류정정부호가 요구된다. 따라서 블록부호 중에서는 단일오류정정 만이 가능한 해밍부호나, 상대적으로 복잡한 대신 연접오류에 강하고 비2진 부호에 적합한 RS부호보다는, 다양한 오류정정 능력을 가지고 산발오류에 장점을 가진 BCH부호를 사용하는 것이 합당하리라 사료된다.

표 2. BCH 부호어 길이에 따른 페이로드의 활용도

Length of codeword	Acceptable number of frames	Number of used bits	Utility ratio
15	25	375	97.66%
31	12	372	96.88%
63	6	378	98.43%
127	3	381	99.22%

일반적으로 ATM-PON에서 사용되는 페이로드의 길이는 48바이트 즉, 384비트이다. 그리고 오류정정을 위한 복호는 하나의 ATM 셀 내에서 완전히 이루어지는 것이 바람직하다. 표 2에 하나의 ATM 셀 내에 수용할 수 있는 프레임의 수와 ATM 셀 페이로드의 활용정도를 BCH부호의 부호어 길이에 따라 나타내었다. BCH부호의 부호어 길이는  $2^m-1$ 로써 정의된다<sup>[5]</sup>. 여기서 m은 3이상의 임의의 양의 정수

이다. 표 2에 나타난 바와 같이 부호어의 길이가 127일 경우, 3개의 프레임을 사용하면 모두 381비트가 소요되며, 단 3비트만 남게되어 99.22%의 활용율로 최대가 된다. 따라서 부호어 길이를 127로 선택하는 것이 가장 효율적인 것으로 사료된다.

부호어의 길이가 127인 BCH부호에 대해 비트오류율을 구하는 근사식과 컴퓨터 모의실험을 통하여 오류성능을 분석하였다. 모의실험에 사용된 복호 알고리즘은 가장 일반적으로 많이 사용되는 Berlekamp-Massey 알고리즘<sup>[7],[8]</sup>을 사용하였다. 비트오류율에 대한 근사식은 아래와 같다<sup>[9],[10]</sup>.

$$P_B \approx \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n j \binom{n}{j} p^j (1-p)^{n-j}$$

식 (1)에서  $P_B$ 는 비트오류율을, 그리고  $n$ 은 부호어의 길이를 나타낸다.  $p$ 는 BSC(binary symmetric channel)의 채널 심벌 오류확률을 의미한다. 그리고  $t$ 는 정정할 수 있는 비트의 수 즉, 오류정정 능력이 나타낸다.

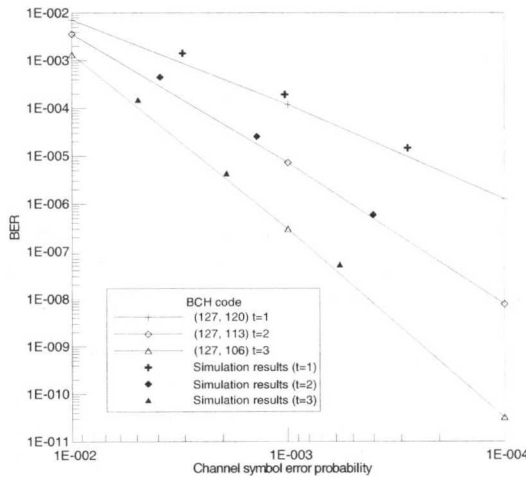


그림 3. 부호어 길이가 127인 BCH부호의 비트오류율

그림 3은 식 (1)을 사용하여 얻은 비트오류율과 모의실험을 통해 얻은 비트오류율을 나타낸다. 그림에서 가로축은 채널상에서 복호기 입력전의 오류확률인 채널 심벌 오류확률을 나타내고 세로축은 복호 과정을 거친 후의 비트오류율을 나타낸다. 그리고 실선으로 나타난 것이 식 (1)을 사용하여 오류정정 능력에 따라 구한 비트오류율이고 실선 근처에 진하게 표시된 것이 모의실험을 통해 얻은 비트오류율이다. 그림에서 나타나듯이 근사식 및 컴퓨터 모의실험으로 구한 오류성능이 거의 유사함을 볼 수 있다. 채널 심벌 오류확률  $10^{-3}$ 을 기준으로 오류

정정 능력이 1인 (127,120) BCH부호는 오류율이 약  $10^{-4}$  그리고 오류정정 능력이 2인 (127,113) BCH부호는 오류율이 약  $10^{-5}$ , 마지막으로 오류정정 능력이 3인 (127,106) BCH부호는 오류율이 약  $2 \times 10^{-7}$ 을 나타낸다.

## 2. 길쌈부호를 사용한 경우의 성능분석

길쌈부호의 성능을 분석하기 위해 컴퓨터 모의실험을 실행한 결과를 그림 4와 5에 나타내었다. 복호 알고리즘은 비터비 알고리즘<sup>[11]</sup>을 사용하였다.

그림 4는 부호율이 1/2인 길쌈부호의 성능이다. 사용되는 메모리 수를 각각 2, 4, 6, 8로 하였을 때의 그림이다. 채널 심벌 오류확률이 약  $4 \times 10^{-2}$ 에서 메모리 수가 2일 때는 오류율이 약  $10^{-4}$ , 메모리 수가 4일 때는 약  $10^{-5}$ , 메모리 수가 6일 때는 약  $10^{-6}$ , 마지막으로 메모리 수가 8일 때는 약  $10^{-7}$ 을 나타낸다. 그리고 그림에서 나타난 바와 같이 메모리의 수가 많아질수록 오류성능이 우수해짐을 볼 수 있다.

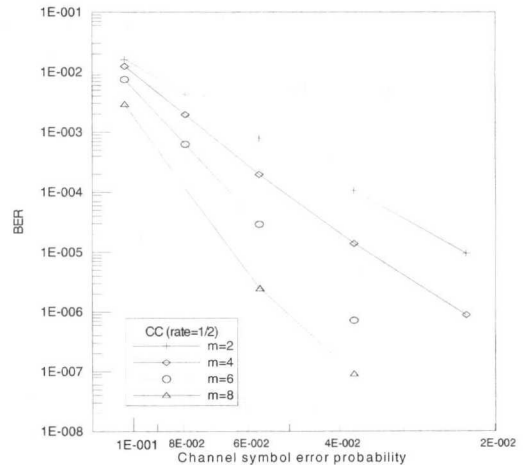


그림 4. 부호율이 1/2인 길쌈부호의 비트오류율

그림 5는 메모리 수가 8인 경우의 부호율에 따른 성능차이를 나타낸 그림이다. 그림에서 나타난 바와 같이 채널 심벌 오류확률이 약  $10^{-1}$ 에서 부호율 1/2은 약  $10^{-3}$ 의 오류율을, 그리고 부호율 1/3에서는 약  $10^{-7}$ 의 오류율을 나타낸다. 예상한 바와 같이 부호율이 낮아질수록 급격히 성능이 향상됨을 알 수 있다.

## IV. AAL2 계층을 위한 서비스 유형별 부호화 방안

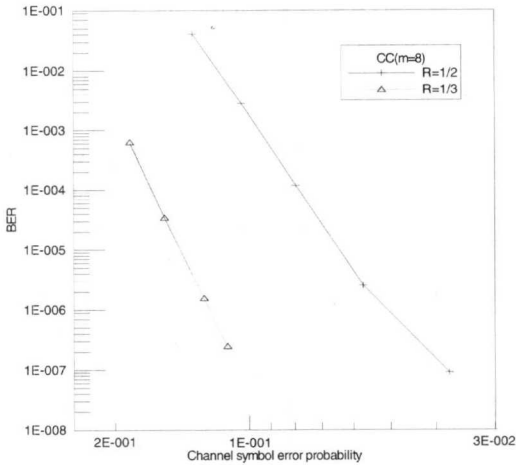


그림 5. 메모리의 수가 8인 길쌈부호의 비트오류율

서비스 유형별 부호화 방안은 동일한 부호를 사용하는 경우와 다른 부호를 사용하는 경우로 나눌 수 있다. 그리고 동일한 부호를 사용하는 경우는 다시 블록부호를 사용하는 경우와 길쌈부호를 사용하는 경우로 나누어진다.

그리고 블록부호를 사용한 경우는 서비스 유형에 따라 오류정정 능력을 달리한다. 즉, 음성 서비스의 경우는 정정 능력을 적게 하고 데이터 서비스의 경우는 많게 한다. 길쌈부호를 사용하는 경우는 구속길이, 즉 메모리의 수를 동일하게 하고 부호율을 달리하는 방법과 반대로 부호율은 동일하게 두고 메모리 수를 달리하는 방법이 있을 수 있다.

이러한 부호화 방식들을 앞 절의 부호화 방식에 따른 성능을 이용하여 간략히 정리하면 표 3과 같이 몇 가지 방식으로 나누어서 고려할 수 있다. 여기서 CC는 길쌈부호를 나타낸다. 동일한 부호를 사용하는 경우 중 BCH부호를 사용하는 경우는 오류정정 능력에 따라서 음성과 데이터 서비스를 구분하였다. 부호어의 길이가 127이면 음성 서비스의 경우 오류정정 능력이 1인 (127,120) BCH부호를 사용하고 데이터 서비스의 경우에는 오류정정 능력이 3인 (127,106) BCH부호를 사용하는 것이 적절하리라 사료된다. 그림 3에서 보면 채널 심벌 오류확률이 약  $10^{-3}$  이하에서 요구조건이 만족됨을 볼 수 있다.

동일한 부호로 길쌈부호를 사용하는 경우는 다시 부호율 및 메모리 수의 고정 여부에 따라 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 우선 동일한 부호율을 사용할 경우는 부호율을 1/2로 두고 부호어의 메모리 수를 달리할 수 있다. 그림 4에 나타난 바와 같이 채널 심벌 오류확률이 약  $4 \times 10^{-2}$ 에서 메모리의 수

표 3. 서비스 유형별 부호화 방안

	Same kind of coding scheme			Different kind of coding scheme
	BCH code	Convolutional code		
Voice	127,120 (t=1)	Memory:2 Code rate:1/2	Memory:8 Code rate:1/2	Block code (127,120) BCH code
Data	127,106 (t=3)	Memory:8 Code rate:1/2	Memory:8 Code rate:1/3	Convolutional code (code rate:1/2 memory:8)

가 2인 경우는  $10^{-4}$ 의 오류율을 그리고 메모리의 수가 8인 부호는 약  $10^{-7}$ 의 오류율을 나타낸다. 따라서 음성 서비스의 경우 메모리의 수가 2인 것을 그리고 데이터 서비스의 경우에는 메모리의 수가 8인 것을 사용한다.

그리고 메모리 수를 8로 고정시킨 길쌈부호라면, 음성 서비스에는 부호율이 1/2인 것을 사용하고 데이터의 경우 부호율이 상대적으로 낮은 1/3인 부호를 사용한다. 그림 5에서 보면 채널 심벌 오류확률이 약  $10^{-1}$  이하정도에서 표 1의 오류율에 대한 요구조건이 만족됨을 알 수 있다.

일반적으로 길쌈부호는 블록부호에 비해 오류정정 능력이 우수한 것으로 알려져 있다<sup>5)</sup>. 그러나 복호 과정에서 사용되는 여러 가지 메트릭(metric)을 저장하기 위한 저장공간이 많이 필요하고 복호가 상대적으로 복잡할 뿐만 아니라 부호어의 길이가 가변적이다. 이에 반해 부호어의 길이가 고정되어 사용되는 BCH부호는 순회부호이므로 기존의 ATM 셀에서 오류검출을 위해 사용되던 순회부호인 CRC(cyclic redundancy check)부호와 유사한 구조를 가지고 있으며 복호가 매우 간단하다. 그리고 구리선로보다 우수한 광섬유를 이용하는 ATM-PON에서는 블록부호정도라도 충분히 발생된 오류를 정정할 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 동일한 부호를 사용하는 경우에는 길쌈부호보다 BCH부호를 사용하는 것이 더욱 적절할 것으로 사료된다.

그리고 다른 부호화 방식을 사용한다면 음성에는 메모리가 없어서 상대적으로 지연시간이 짧은 블록부호를 사용하고 데이터에는 상대적인 성능이 우수한 길쌈부호를 사용한다. 즉, 음성 서비스에는 (127,120) BCH부호를 사용하고, 데이터에는 메모리 수가 8이면서 부호율이 1/2인 길쌈부호를 사용하는 것이 적절할 것이다.

위에서 살펴본 모든 경우를 고려해볼 때 서비스 유형 별로 다른 부호화 방식들을 사용하는 경우보다는 같은 부호화 방식을 사용하는 것이 시스템의 복잡도나 시스템의 구축에 용이 할 것으로 사료된다. 따라서 음성 및 데이터 서비스에 오류정정능력이 다르며 부호어의 길이가 127인 BCH부호를 사용하는 것이 가장 적절할 것으로 사료된다.

표 4. 서비스 유형에 따른 오류정정부호

Bit	Service	Error correction code
0 0	Voice	None
0 1	Voice	(127,120) BCH code
1 0	Data	None
1 1	Data	(127,106) BCH code

그리고 앞에서 제시된 서비스 유형의 구분을 위해서 사용되는 2비트와 제시된 부호화 방식을 정리해 보면 표 4와 같다. 부호화 방식을 사용한 경우, 서비스 유형별로 각각 사용된 부호화 방식의 예를 든다면 음성 서비스를 나타내는 01의 경우는 오류정정 능력이 1인 (127,120) BCH부호를, 그리고 데이터 서비스에 해당하는 11인 경우는 오류정정 능력이 3인 (127,106) BCH부호를 사용하는 것이 가장 적합하리라 사료된다.

### V. 결론

ATM-PON을 사용하면 기존의 가입자 망에 비해 광대역 정보 전달이 가능할 뿐만 아니라 FTTH 기반 시스템에 비해 비용절감의 효과를 얻을 수 있다. 그리고 AAL2 계층은 지연에 민감한 응용에서 저속이며 짧고 가변 길이를 갖는 패킷을 효율적으로 전송할 수 있다. 이러한 AAL2 계층의 SSSS 중 SSTED에 있는 6비트의 예비용 비트를 이용함으로써 서비스 유형과 오류정정부호 사용 여부를 구별해 줄 수 있다.

본 논문에서는 서비스의 유형을 음성 및 데이터 서비스로 크게 2가지로 나누어서 각각에 적합한 부호화 방안을 제시하였다. 따라서 6비트의 예비용 비트 중 음성과 데이터를 구별하는 비트로써 1비트를 그리고 부호화 방식을 사용하는지 유무에 대해서 1비트를 각각 지정한다. 즉 6비트의 예비용 비트 중 첫째 비트는 서비스 유형을 나타내고 둘째 비트는

부호화 방식의 적용 유무를 나타낸다.

서비스 유형별 부호화 방안은 우선 같은 부호화 방식을 사용하는 경우와 다른 부호화 방식을 사용하는 경우로 나누어서 고려하였다. 그리고 같은 부호화 방식도 길쌈부호를 사용하는 경우와 BCH부호를 사용하는 경우로 나누었다. 이러한 부호화 방식의 모든 경우를 고려해볼 때 서비스 유형 별로 다른 부호화 방식들을 사용하는 경우보다는 같은 부호화 방식을 사용하는 것이 시스템의 복잡도나 시스템의 구축에 용이 할 것으로 사료된다. 그리고 같은 부호화 방식을 사용한다면 길쌈부호보다는 오류정정 능력이 3인 (127,106) BCH부호를 사용하는 것이 가장 적절할 것으로 사료된다.

따라서 제시된 부호화 방식의 구분을 위해 사용되는 2비트를 이용하여 음성인 경우는 (127,120) BCH부호를, 그리고 데이터인 경우는 (127,113) BCH부호를 사용하는 것이 가장 적절할 것으로 사료된다.

### References

- [1] "ATM PON Specification," ITU-T Recommendation G.PONB-Draft D, Apr. 1997.
- [2] "High Speed Optical Access Systems Based on Passive Optical Network(PON) Techniques," ITU-T Recommendation G.983, ITU-T Study Group 15, Feb. 1998.
- [3] "B-ISDN ATM Adaptation layer specification: AAL type 2," ITU-T Draft Revised Recommendation I.363.2, Mar. 2000.
- [4] B. Subbiah, "ATM adaptation layer 2 for low bit rate speech and data: issues and challenges," Proc. IEEE ATM Workshop, pp. 225-233, 1998.
- [5] S. Lin and D. J. Costello, Jr., Error Control Coding: Fundamentals and Applications, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1983.
- [6] S. B. Wicker, Error Control Systems for Digital Communication and Storage, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.
- [7] W. W. Peterson, "Encoding and Error-Correction Procedures for the Boss-Chaudhuri Codes," IRE

Trans. Inf. Theory, vol. IT-6, pp. 459-470, Sep. 1960.

- [8] E. R. Berlekamp, "On Decoding Binary Bose-Chaudhuri-Hocquenghem Codes," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 11, pp. 577-580, Oct. 1965.
- [9] B. Sklar, Digital Communications: Fundamentals and Applications, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2001.
- [10] J. P. Odenwalder, Error Control Coding Handbook, Linkabit Corporation, San Diego, July 1976.
- [11] G. D. Forney, Jr., "The Viterbi Algorithm," Proc. IEEE, pp. 258-278, Mar. 1973.

김 우 태(Woo-tae Kim)

준회원



1998년 2월 : 경북대학교  
전자공학과 졸업  
2000년 2월 : 경북대학교  
전자공학과 석사  
2000년 3월~현재 : 경북대학교  
전자공학과 박사과정

<주관심 분야> 오류정정부호, 시공간부호, 이동통신

배 상 재(Sang-jae Bae)

정회원



1993년 2월 : 경북대학교  
전자공학과 졸업  
1995년 2월 : 경북대학교  
전자공학과 석사  
2002년 8월 : 경북대학교  
전자공학과 박사

<주관심 분야> 터보부호, 다중레벨 부호변조, 이동통신, WCDMA

허 재 두(Jae-doo Huh)

정회원



1987년 2월 : 경북대학교  
전자공학과 졸업  
1990년 2월 : 경북대학교  
전자공학과 석사  
2000년 8월 : 경북대학교  
전자공학과 박사  
1987년 2월~현재 :  
한국전자통신연구원  
네트워크연구소 재직(팀장)

<주관심 분야> 광가입자망(PON), 통신망 시스템, 통신 프로토콜, SLA/XML

주 언 경(Eon-kyeong Joo)

중신회원



1976년 : 서울대학교 공과대학  
전자공학과 졸업(공학사)  
1984년 : 미국 Ohio State  
University 전기공학과  
졸업(M.S.)  
1987년 : 미국 Ohio State  
University 전기공학과  
졸업(Ph.D.)

1976년~1979년 : 해군통신전자 기술장교

1979년~1982년 : 한국과학기술원 연구원

1987년~현재 : 경북대학교 공과대학 전자전기공학부  
재직(교수)

<주관심 분야> : Digital Communication Systems,  
Coding and Decoding, Modulation and  
Demodulation, Digital Signal Processing  
for Communications