[10-17]

# 멀티레벨 변조방식에서 LDPC 복호 알고리즘

*이인기,,*정지원,**최은아, **김내수, **오덕길
*한국해양대학교 전파공학과
** 한국전자통신연구원 통신위성연구그룹

# LDPC Decoding Algorithm for Multi-level Modulation Scheme

*In Ki Lee, *Ji Won Jung, **Eun A Choi, **Nae Soo Kim, **Duk Gil Oh
*Department of Radio Sciences & Engineering, Korea Maritime Univ.
** Communications Satellite Research Group, ETRI

## 요약

8PSK 이상의 멀티 레벨 변조 방식에서는 LDPC 복호를 위해서는 수신 심볼의 Inphase 와 Quadrature 성분을 이용하여 각각의 비트로 분리하여야 하며, 성능은 각각의 비트의 거리와 관계가 있기 때문에 분리 하는 방식이 성능에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에서는 기존의 유클리디언 거리를 이용하여 분리하는 방식을 분석하고 이는 하드웨어 구현 관점에서 많은 계산량을 필요로 하기 때문에 약간의 성능 감소를 가지더라도 섹터를 이용하는 방식을 제안한다. 또한 DVB-S2에서는 BC(Backward Compactible) 모드를 제공한다. BC 모드에서는 변조시 심볼의 위상이 non-uniform 하게 분포되는데 non-uniform한 위상 분포에서 각각 인접한 심볼의 위상의 각도에 따른 LDPC 성능을 분석하였다.

## I.서론

신뢰성이 낮은 광대역 위성방송 채널에서 다채널 및 고품질의 서비스를 제공하기 위해서는 채널 상태에 대한 강력한 오류 제어 방식을 사용해야 한다. 이를 위한 오류 정정 방식으로 실제적인 복호 알고리즘에서 샤논의 채널 용량 한계에 근접한 LDPC(Low Density Pharity Check)코드방식이 관심의 대상이 되어지고 있다. 실제로 위성 고선명 TV(HDTV) 표준인인 DVB-S2(Digital video Broadcastiog) 시스템은 LDPC를 오류정정부호화 방식으로 권고하고있다[1]. DVB-S2 시스템은 변조 방식이 BPSK, QPSK, 8PSK등을 지원하고 있으며, 변조방식이 BPSK 나 QPSK 인 경우에는 LDPC 복호기로 입력되는 값이 각각 수신 심볼의 I(Inphase) 와 Q(Quadrature) 값 자체이나 8PSK 이상의 멀티 레벨 변조 방식에서는 수신 심볼의 Inphase 와 Quadrature 성분을 이용하여 8PSK 인 경우 세 비트를, 16QAM 인 경우 네 비트를 분리하여 LDPC 복호기로 입력하여야 한다. 각각의 비트로 분리시 성능은 각각의 비트의 거리와 관계가 있기 때문에 분리 하는 방식이 성능에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에서는 기존의 유클리디언 거리를 이용하여 분리하는 방식을 분석하고 이는 하드웨어 구현 관점에서 많은 계산량을 필요로 하기 때문에 약간의 성능 감소를 가지더라도 섹터를 이용하는 방식을 제안한다. 또한 DVB-S2에서는 BC모드를 제공한다. BC 모드는 기존의 가입자가 DVB-S 혹은 DVB-S2 규격의 수신기 중 하나만 가지고 있더라도 수신 가능하게끔 제공하는 모드이다. BC 모드에서는 변조방식이 계층적 변조 방식인데 즉 변조시 심볼의 위상이 non-uniform 하게 분포되는데 본 연구에서는 non-uniform한 위상 분포에서 각각 인접한 심볼의 위상의 각도에 따른 LDPC 성능을 분석하였다.

## II.LDPC부복호알고리즘

### 2.1부호화알고리즘

알려진 효율적인 부호화를 위한 알고리즘으로서 Richardson 과 Urbanke[2]가 제안한 삼각행렬 분해법이 있으며,. Linear-congruence 구조[3]를 응용한 삼각행렬형태로서 별도의 변환과정이 필요치 않으며, 특징 부분 행렬들의 역행렬이 항상 존재하도록 보장한다. 그러나 DVB-S2에서 제공되는 블록사이즈 N = 64800 이므로 이를 부호화 하기에는 위의 두 알고리즘 역시 많은 계산량을 필요로 하기 때문에 각각의 주소를 저장하여 주소에 맞게 부호화하는 parity address accumulate 방식을 이용하는데, parity check matrix를 다음의 형태로 나타 낼 수 잇다.

$$H_{(N-K)xN} = \lfloor A_{(N-K)xK} B_{(N-K)x(N-K)} \rfloor$$

여기서 B는 다음 그림 2-1 의 형태이며 이는 Low Triangular parity check Matrix를 나타낸다.

$$B = \begin{bmatrix} 1 & & & & & & & \\ 1 & 1 & & & & & 0 & \\ & 1 & 1 & & & & & \\ & & 1 & 1 & & & & \\ & & & 1 & \ddots & & & \\ & & & & \ddots & \ddots & & \\ & 0 & & & & \ddots & 1 & \\ & & & & & & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

그림 2-1. Sub-matrix of Parity Check Matrix

Matrix A는 cycle-4를 피하고, cycle-6을 최소화 시키면서 sparse 하게 Matrix을 구성하며, 각각의 초기치도