충격 잡음 채널 환경에서 LDPC 부호화 OFDM 시스템의 성능 열화에 관한 연구

*오휘명, *최성수, *김영선, *이재조, **황금찬
*한국전기연구원, **연세대학교
*hmoh, *sschoi, *yskim, *jjlee@keri.re.kr, **kcwhang@yonsei.ac.kr

A Study about Performance Degradation of LDPC Coded OFDM Systems over Impulsive Noise Channel

*Hui-Myoung Oh, *Sungsoo Choi, *Young Sun Kim, *Jae-Jo Lee, **Keum-Chan Whang
*KERI(Korea Electrotechnology Research Institute), **Yonsei University

요 약

본 논문은 전력선 통신 모뎀의 고속화를 위해 적용되고 있는 부호화 직교 주파수 분할 다중 방식(Coded OFDM) 시스템에 대해 전력선 채널에서 나타나는 충격 잡음(Impulsive Noise)이 미치는 영향에 관한 것이다. 본 논문에서는 채널부호로서 특별히 저밀도 패리티 체크(LDPC) 부호를 사용하였을 경우를 고려하여 가우시안 잡음 및 충격 잡음 채널 하에서 sum-product 복호기 입력단 신호의 로그우도비율(LLR)을 유도하였다. 충격 잡음 채널 환경에 대해 유도된 LLR 계산식을 시스템에 실제 구현하는 것이 용이하지 못하기 때문에, 가우시안 잡음에 최적화된 LLR 계산식을 적용했을 경우에 나타나는 성능 열화 정도를 시뮬레이션과 확률적 계산을 통해 확인하였다.

I. 서론

전력선 통신 기술은 다양한 디지털 통신 기술의 발달과 함께 속도 향상 및 시스템 안정화가 이루어져 이미 실용화 단계에 있다. 현재 전세계적으로 고속 전력선 통신 분야에서 상용 제품으로 개발되어 있는 모뎀은 옥내 소규모 로컬 네트워크 구성이나 인터넷 공유와 같은 용도 및 라스트 마일(last mile)에 해당하는 엑세스망 구성 등에 사용되고 있다. 최근에는 홈네트워크 분야에서 가전기기들 간의 제어네트워크 구성은 물론 기존의 고속 데이터 전송 및 비디오, 오디오 신호 전송에도 활용될 수 있는 초고속 전력선통신 모뎀 개발이 경쟁적으로 진행되고 있다.

부호화 직교 주파수 분할 다중(Coded OFDM) 시스템은 한정된 주파수 대역과 송신 전력 제한 환경에서 대용량 데이터를 효과적으로 송신 할 수 있도록 하는 방식으로서, OFDM 변복조는 다중 경로 특성에 의한 주파수 선택적 페이딩 환경에서 강점을 보이며 각각의 부반송파마다 다른 디지털 변조방식을 적용하여 채널 특성에 따라 정보량을 변화시키면서 대용량 전송을 가능하게 하고, 채널부호는 잡음 및 간섭신호에 의해 왜곡된 정보를 정정해 줌으로써 대용량으로 전송된 데이터의 신뢰성을 향상시켜주게 된다. 현재 전력선 통신 모뎀에 채택되어 있는 부호는 리드-솔로몬(Reed-Solomon) 부호와 길쌈(Convolutional) 부호가 결합된 연쇄 부호가 일반적이며, 초고속 전력선 통신 모뎀에는 보다 강력한 오류정정 능력을 가진 터보(Turbo) 부호가 채택되고 있고, 최근에는 채널 용량에 근접한 성능을 가지는 것으로 알려진 저밀도 패리티 체크(LDPC: Low Density Parity Check) 부호에 대한 적용 가능성이 연구되고 있다.

한편, 전력선 통신은 신호 전달 매체인 전력선이, 통신용이 아닌 전기 에너지 전달용이기 때문에, 열 잡음 등의 배경 잡음과 외부로부터 유입되는 협대역 신호 잡음 및 전력기기들의 개폐동작에 의한 충격 잡음을 가지게 되고, 따라서 이를 극복할 수 있는 방안이 요구된다. 이중에서도 충격 잡음은 전력선 통신 채널의 중요한 특징 중 하나로서, 임펄스(Impulse) 신호와 유사하게 시간 영역에서는 불연속적이면서 주파수 영역에서는 광대역 상에 퍼져 전체 사용 주파수 대역에 영향을 주게 된다.

본 논문에서는 초고속 전력선 통신 모뎀에 LDPC 부호화 OFDM 시스템을 채택하고자 하는 연구의 일환으로, 충격 잡음 환경하에서의 LDPC 부호화 OFDM 시스템 수신기 성능을 분석하기 위한 sum-product 복호기 입력단 신호의 로그우도비율(LLR)을 유도하고, 충격 잡음에 의한 성능 열화 정도를 시뮬레이션과 확률적 계산을 통해 확인하고자 한다.

II. LDPC 부호화 OFDM 시스템

본 논문에서 다룬 LDPC 부호화 OFDM 시스템은 그림 1과 같이, 송신부에서는 정보원에서 발생한 이진 데이터가 LDPC 부호기를 통해 부호화된 후 양극성 변환되어 OFDM 변조되며, 수신부에서는 수신된 신호를 OFDM 복조한 후 LDPC 복호함으로써 추정된 정보를 얻게 된다.

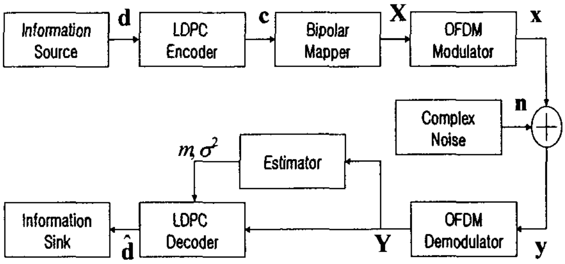

그림 1. LDPC 부호화 OFDM 시스템 블록도