

## IEEE 802.15.4b LR-WPAN 수신기를 위한 비동기 기반 DSSS O-QPSK의 성능분석

\***임재원**, 강성민, 최인석, 정차근  
호서대학교 시스템제어공학부

### Performance Evaluation of DSSS O-QPSK based non-coherent detection for IEEE 802.15.4b LR-WPAN Receiver.

\*Jae-Won Lim, Sung-Min Kang, In-Suk Choi, Cha-Keun Cheong  
System Control Engineering Hoseo University

**Abstract** - In this paper, the performance of DSSS O-QPSK architecture for IEEE 802.15.4b LR-WPAN (Low-Rate Wireless Personal Area Network) is analyzed. Since the frequency offset of  $\pm 40\text{ppm}$  on 868/915MHz band is recommended in IEEE 802.15.4b LR-WPAN specification, it is required to have a non-coherent detection that is stable operation in the channel environment with large frequency offset is required.

#### 1. 서 론

홈오토메이션은 인간이 생활하는 주거 환경에서 전자기기 등이 추가되는 가사의 관리를 자동화하는 시스템으로 가정, 가사 생활의 자동화를 의미한다. 예를 들면 방법 방재를 위한 주택 보안시스템, 전기 가스의 조절, 계량기 자동계측, 주방기기를 위한 주택제어시스템, 주택의 조명, 냉난방 급탕 관리를 위한 에너지관리시스템이 있다. 홈오토메이션의 응용제품인 창문의 온도 센서의 경우, 센서는 시간당 몇 번 정도의 온도만 알려주면 되기 때문에 소모되는 전력이 적어야 장기간 사용할 수 있고, 유선으로 신호 배선이 어려울 경우는 저가의 무선 통신소자가 적격이다[2].

Zigbee 통신 프로토콜은 IEEE 802.15.4 WPAN(Wireless Personal Area Network) WG(Working Group)에 속한 4개의 TG(Task Group) 중 TG4에서 20 ~ 250kbps 이하의 저속의 데이터 통신 속도를 갖는 LR(Low-Rate) WPAN 표준 기술이다. 근거리 무선통신을 요구하는 분야에서 최소 2년 이상의 배터리 수명을 유지하는 특징을 갖는다. 따라서 응용분야는 홈오토메이션, 공장의 물류 자동화 관리 시스템, 사무실 자동화 시스템, 건강감지 및 모니터링을 위한 헬스케어시스템, 최근에는 텔레콤서비스 등에 응용되고 있다[1].

IEEE 802.15.4 규격에 맞는 제품들이 이제 막 출시가 되고 있는 상태이다. 이와 함께 modem 설계에서 수신 성능 개선을 목표로 시스템에 관한 알고리즘 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 IEEE 802.15.4b LR-WPAN 규격 중 868/900MHz 대역 PHY 표준 시스템의 DSSS O-QPSK 변조방식에서 coherent detection과 non-coherent detection의 수신 성능을 비교 검증한다. 즉 Gaussian 백색잡음 환경에서의 BER 모의실험을 통해 수신 성능을 검증한다. 이를 통해 IEEE 802.15.4 LR-WPAN 규격에서 권고하는 최대 주파수 오프셋에서 수신 성능 평가결과로부터 non-coherent detection 방식이 coherent detection 기반의 DSSS O-QPSK 방식보다 향상된 수신 성능을 갖는 것을 입증한다.

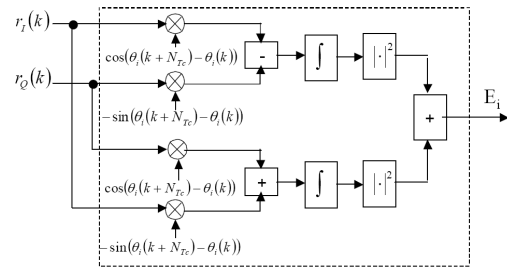
#### 2. 본 론

##### 2.1 IEEE802.15.4b DSSS O-QPSK 변조 구조도

그림 1에서는 IEEE 802.15.4b non-coherent 방식의 수신기에서 사용되는 correlator 구조를 나타낸다. 여기서  $r(t)$ 는 수신된 DSSS O-QPSK 변조신호  $r_I(t) + jr_Q(t)$ 이다. 이때 기준 신호는 DSSS O-QPSK 변조신호의 differential detection 결과이다. 기준 신호는 다음식과 같다.

$$s(t) = \cos(\theta(t + N_{TC}) - \theta_{TC}) + j\sin(\theta_i(t + N_{TC}) - \theta_i(t))$$

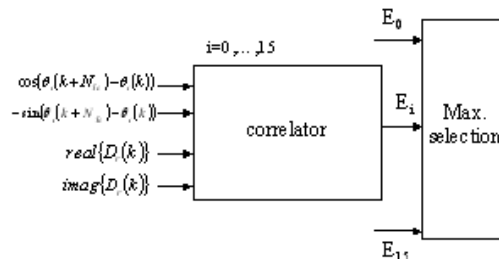
여기서  $N_{TC}$ 는 differential detection을 위한 delay이다.



<그림 1> 802.15.4b DSSS O-QPSK 변조의 비동기 수신을 위한 correlator 구조

##### 2.2 IEEE 802.15.4b differential detection 기반 DSSS O-QPSK 변조 방식을 위한 비동기 수신기 구조도

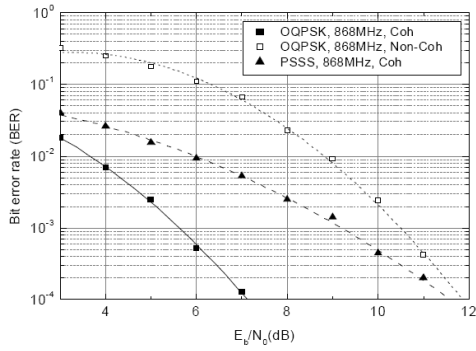
그림 2는 IEEE 802.15.4b DSSS O-QPSK 변조를 위한 correlator를 응용한 differential detection 기반의 비동기 구조를 나타낸다.



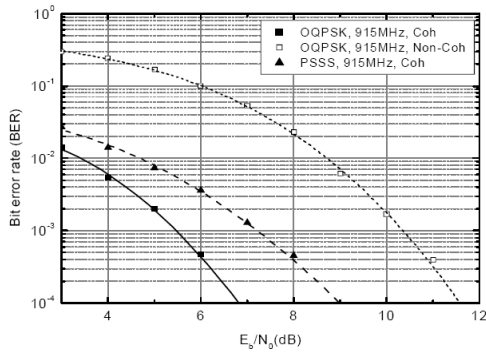
<그림 2> IEEE 802.15.4b differential detection 기반 DSSS O-QPSK 변조 방식을 위한 비동기 수신기 구조도

##### 2.3 BER 모의실험

그림 3과 그림 4는 IEEE 802.15.4b LR-WPAN에서 규정된 868MHz와 900MHz대역 DSSS O-QPSK 변조 신호에 대한 BER (bit error rate) 실험 성능을 나타낸다. DSSS O-QPSK 변조방식은 coherent detection과 differential detection 기반의 non-coherent을 응용한 두 가지 방식을 사용하여 모의실험을 통해 수신 성능을 분석한다. 그림 3과 그림 4를 통해 non-coherent detection기반의 DSSS O-QPSK 변조방식이 BER이 높다는 것을 알 수 있다. 반면에 non-coherent detection 기반의 DSSS O-QPSK 변조방식이 carrier frequency offset error에 대해 coherent 기반의 DSSS O-QPSK 방식보다 안정적인 수신 성능을 나타낸다.



〈그림 3〉 868MHz 대역 신호의 BER 실험 성능



〈그림 4〉 915MHz 대역 신호의 BER 실험 성능

### 3. 결 론

본 논문에서는 868MHz/915MHz LR-WPAN 시스템의 수신 모델에서 주파수 오프셋의 영향으로 인한 성능 열화를 감소시킬 수 있는 알고리즘을 적용시켜 수신 성능을 개선 될 수 있음을 입증하였다. 즉, Gaussian 백색잡음 환경에서의 BER 시뮬레이션을 통해 differential detection을 적용 시켜서 IEEE 802.15.4b 기반의 868MHz/915MHz LR-WPAN non-coherent 수신기의 수신 성능을 개선할 수 있는 방안을 제안 하였다. 또한 Zigbee 시스템 모델 구현을 위한 coherent 기반 방식과 non-coherent detection 기반 방식을 비교를 통해 non-coherent detection 기반 방식이 우수함을 입증하였다.

앞으로 연구는 non-coherent 기반 방식으로 좀 더 주파수 오프셋에 대한 강인성과 수신 성능의 안정성을 증대시키기 위하여 알고리즘을 연구가 필요하다.

#### [참 고 문 헌]

1. Part 15.4b : Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs) - P802.15.4REVb / D4 ,March, 2006
2. 최동훈, 배성수, 최태규 저, 지그비 기술과 활용, 도서출판 세화, 2007