

IEEE 802.15.4 시스템을 위한 수신단 연구

양승익*, 최신일*, 오혁준**
광운대학교 전자정보대학 전자통신학과

A Study of IEEE 802.15.4 System Receiver

Seung-Yik Yang*, Sin-Il Choi*, Hyuk-jun Oh**
Department of Electronics and Communications Engineering,
Kwangwoon University
E-mail : *sanjini5@kw.ac.kr, *wangjacs@kw.ac.kr, **hj_oh@kw.ac.kr

Abstract

In this paper, a zigbee system is based on IEEE 802.15.4 is a technology. It is a wireless communication and Ubiquitous Sensor Network which we have been concern about. It attempts to provide a low data rate, low power, low cost and short sensor wireless networking on the device-level communication. These devices are likely to operate in offices and factories.

In this paper, we introduce some receiver schemes and show a BER performance.

I. 서론

USN(Ubiquitous Sensor Network)은 모든 사물에 전자 태그(tag)를 부착하여 사물과 주위 환경을 인식하고, 무선 상에서 실시간으로 정보의 수집 및 활용이 가능하도록 구성된 네트워크를 말한다. USN은 Wireless PAN, Ad-hoc 네트워크 기술의 발전에 따라 빠른 속도로 활성화되고 있으며, 또한 RFID(Radio Frequency Identification) 기술과 결합하여 사물에 태그를 부착하여 각종 물류 정보의 흐름을 파악하는 기술도 등장하고 있다. 이러한 USN을 구성하는 노드로서 다양한 송수신 센서가 사용 가능한데, 센서를 선택하는 데 있어서 가장 중요한 요소로는 저전력 사용과 충분한 송수신 범위를 들 수 있다. USN은 산업, 가정, 의료, 군사 등 다양한 분야에서

활용이 가능한 데 실제 이러한 분야에서 사용 시 대용량의 정보 전달보다는 배터리의 교환 없이 일정 거리 이상의 전송 범위 확보하는 것이 무엇보다 중요하기 때문이다. 이러한 추세에 따라 현재 USN 센서의 통신 프로토콜로서 IEEE 802.15.4 [1] 기반 ZigBee가 각광을 받고 있으며 특히 최근의 RFID의 표준화 기술을 반영하고 부품의 원가를 최소화 함으로써 다른 경쟁 통신 프로토콜에 비해 우위를 점하고 있다.

본 논문은 IEEE 802.15.4 기반으로 하는 ZigBee 모델의 여러 가지 수신단의 성능에 대한 비교분석을 하여 최적의 수신단의 방향에 대해 제시를 하였다.

II. 본론

IEEE 802.15.4 system에서는 CRC-16 (Cyclic Redundancy Check-16)을 사용하여 에러 체크를 하며, 입력 bit stream을 symbol로(4bit을 1symbol) 변환한 후 32Chip의 PN sequence로 spreading한다. 그 후 I channel, Q channel로 serial to parallel을 거쳐 OQPSK 변조를 한다. IF 주파수의 N배 over-sampling을 한 후 I channel과 Q channel의 각 chip은 아래의 식 (1)과 같이 half-sine pulse shape을 거쳐 DAC(digital to analog converter)를 통과 후 RF 단으로 신호를 전송한다.

$$P(t) = \begin{cases} \sin\left(\pi \frac{t}{2T_c}\right), & 0 \leq t \leq 2T_c \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

Receiver 구조는 수신 데이터가 ADC를 거쳐 아날

로그신호를 디지털신호로 변환한다. ADC 에서 IF 주파수의 N 배로 over-sampling 을 한다. ADC 를 통과한 데이터는 matched filter 를 통과 한다. Matched filter 를 사용하여 수신된 값을 여러 수신단 구조에 따라서 성능의 차이를 볼 수 있다. 여기서는 4 가지 종류의 수신단 구조를 살펴보자..

A. Correlator based receiver

송신 신호를 복소수 베이스 밴드 파형으로 나타내면 식 (2)로 나타낼 수 있다

$$v_{BB}(t) = \sqrt{\frac{E_b}{T}} \exp \left\{ j \left(2\pi \int_{-\infty}^t f_i(\tau) d\tau + \phi_0 \right) \right\}. \quad (2)$$

여기서 $f_i(t)$ 는 시간 t 에서의 주파수이다. 위의 식을 나타낼 수 있는 또 다른 식은 offset quadrature phase shift-keying signal(OQPSK)이다.

Continuous Phase frequency Shift Keying (CPFSK)에서 in-phase $i(t)$ 와 quadrature- phase $q(t)$ 는 식(3) 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} i(t) &= \cos(\phi(t) + \eta(t)) \\ q(t) &= \sin(\phi(t) + \eta(t)) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 $\phi(t)$ 는 ISI 영향을 받은 손상된 phase 신호이다. 그리고 $\eta(t)$ 는 신호에 의존적인 phase 잡음이다.

여기서 channel 에 의한 phase 잡음의 영향을 줄이기 위해 envelop detection 을 사용한다.[2]

B. Coherent receiver

Coherent receiver 는 Correlator based receiver 와 구조는 같지만 PLL 을 통해 phase 를 완벽하게 동기화를 시켜서 matched filter output 에서 신호를 검출한다.

C. Differential receiver

빠르게 변화하는 채널에서 주파수 옵셋과 추정하는 것은 어려운 일이다. 그래서 많은 수신기에서 differential detection 의 방법이 사용된다.

Differential detection 은 다른 시간의 신호의 차를 이용하여 신호를 검출하는 방법이다. 채널 응답이 빠르게 변화하는 채널에서는 두 신호 사이의 phase error 를 찾아서 보상하는 것은 쉬운 일이 아니다. 그래서 differential detection 을 사용하면 phase error 를 보상하는 과정이 필요 없기 때문에 복잡한 수신기를 상당히 단순하게 만들 수 있다.

D. Zero-crossing receiver

일반적으로 ZIFZCD 는 phase axis generators, zero-crossing detector, zero-crossing counter 와 symbol decision

device 로 구성되어있다.[3]

위의 4가지 수신단의 시뮬레이션 결과를 아래 그림 1에 나타내었다.

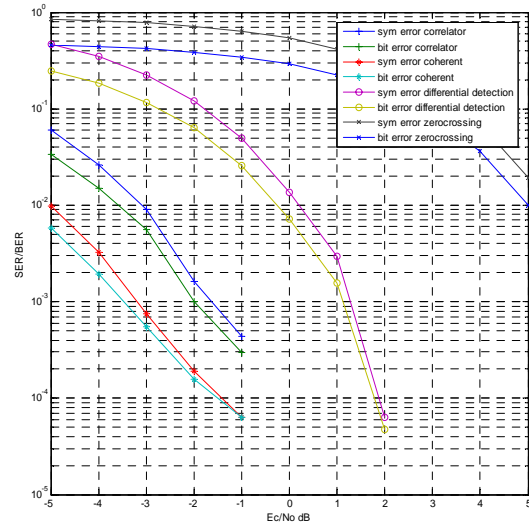


그림 1 수신단에 따른 성능 결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 IEEE 802.15.4 에서 사용될 수 있는 여러 가지 수신기구조에 대해 알아보고 이 구조를 시뮬레이션을 통해서 최적의 수신단의 방향에 대해 제시를 하였다. 이후 연구에서는 수신단의 동기화에 대한 연구와 구현을 할 것이다.

참고문헌

[1] IEEE Std 802.15.4-2003 : Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks(LR-WPANs).
 [2] J. Proakis, *Digital Communications*, Fourth Edition, McGraw Hill, 2000.
 [3] E. K. B. Lee and H. M. Kwon, "A New Baseband Zero-Crossing Demodulator for Wireless Communications, Part - I: Performance Under Static Channel", IEEE Military Communications Conference, San Diego, Nov. 5-8, 1995