

[WPAN] 산업현장용 무선센서네트워크 표준화 동향

IEEE 802.15.4 표준의 한계

저전력 저가격의 단거리용 무선 네트워크로 제안된 IEEE 802.15.4 표준은 전송 지연과 신뢰성 확보의 한계, peer-to-peer 간 통신의 제한, 다양한 서비스 품질에 적합한 저전력 운용 방법의 부재 등으로 다음과 같은 문제점이 꾸준히 지적되어 왔다.

- 타임 슬롯 할당으로 대역을 보장받는 Guaranteed Time Slot(GTS) 방식을 사용하더라도 최대 7개의 슬롯만 할당 가능하며, 할당을 위한 노드 간 경합에 따른 데이터 전달 지연 변이로 인해 동시에 많은 디바이스에 고정 지연과 고정 대역을 보장하는데 한계가 있었다.
- 또한 저전력 단거리용으로 설계된 PHY의 특성상 주변 무선 기기에 의한 주파수 간섭에 취약함에 따라 데이터 전송의 신뢰성이 낮은 문제점이 있었다.
- 비컨 기반 multi-hop 네트워크 구성시 노드 간 동기 유지가 어려우며 네트워크 확장에 제한이 있고, 지연 변이가 추가됨에 따른 end-to-end 고정 지연을 보장하는데 한계가 있었다.

특히 최근에는 프로세스 제어, 공장 자동화와 같은 고신뢰성 산업 현장에 저전력 단거리 무선 네트워크를 활용하려는 시장 요청에 따라 IEEE 802.15.4 표준의 전송 신뢰성, 실시간성, 저전력 운용 등을 향상시키기 위한 표준 개정의 요구가 있었다.

산업현장용 무선센서네트워크 표준 개발

이를 지원하기 위하여 IEEE 802.15 Working Group 산하에 2008년 3월부터 IEEE 802.15.4-2006 draft의 MAC enhancement를 위한 IEEE 802.15.4e Task Group(TG) 을 구성하고, 2010년 9월에 1차 표준안을 마련하였다.

IEEE 802.15.4e 표준안은 저지연 실시간 전송 보장을 위하여 DSME(Distributed Synchronous Multi-channel Extension), LL(Low Latency), TSCH(Time Slotted Channel Hopping) 등 세가지 시분할 MAC 모드를 추가하였고, 비동기 저전력 방식으로 LE(Low Energy) MAC과 IEEE 802.15.4-2006에 앞으로 추가될 PHY 표준을 지원하기 위하여 RFID BF(Blink Frame)과 EBR(Enhanced Beacon Request) 등을 추가한 MAC 프레임 구조를 제안하였다.

DSME MAC은 IEEE 802.15.4의 슈퍼프레임을 다수개 추가할 수 있도록 Multi-superframe Order(MO) 개념을 제안하여 기존 표준과 호환되는 구조로 GTS 최대 할당 가능 개수의 제한 문제를 해결하였으며, 무선 채널 상태에 따라 송수신 무선 채널을 적응적으로 바꿀 수 있는 channel adaptation 방식과 타임슬롯마다 송수신 무선 채널을 채널 호핑 순서에 따라 주기적으로 바꾸는 channel hopping 방식을 제안하여 근접 무선 기기의 간섭으로부터 강인한 전송 방식을 제공한다. LL MAC은 공장 자동화용 star 구조에 전송 지연 오버헤드를 최소화 하기 위한 MAC

으로 간략화된 프레임 헤더를 제안하였으며, 중앙집중식 스케줄링 기반으로 공장 자동화용 센서와 액추에이터를 구분하여 타임슬롯을 배정하는 TDMA MAC을 제공한다. TSCH MAC은 슬롯프레임 개념과 타임슬롯 내에서 시각 동기, 메시지 ACK, 채널 호핑 방식을 제안하였으며, non-beacon 기반의 채널호핑 TDMA 액세스를 제공한다. LE MAC은 duty cycle 이 1% 미만인 서비스를 대상으로 1초 미만의 지연이 필요한 서비스에는 Coordinated Sampled Listening(CSL) 방식을 적용하며 수초 이상의 지연에도 문제없는 서비스에는 Receiver Initiated Transmission(RIT) 방식을 제안하여, 마치 무선 채널이 항상 켜져 있는 것 같이 저전력으로 작동할 수 있는 MAC을 제공한다.

향후 추진 일정

IEEE 802.15 TG4e는 지난 5월 회의에서 draft ver.5를 완료하여 recirculation letter ballot을 진행하였고, 지금까지 217명 투표자 중 180명이 투표에 참가하여 165명의 찬성으로 98.2%, 기권은 12명으로 6.7%를 기록하여 7월 IEEE 샌프란시스코 회의에서 sponsor ballot 추진을 요청하였다.

2011년 9월 19일부터 열리는 일본 오키나와 interim 회의에서 sponsor ballot 결과에 따라 제안된 코멘트를 표준안에 반영하고, recirculation sponsor ballot을 요청할 예정이다. 이후 필요에 따라 2011년 11월 회의, 2012년 1월 회의에서 표준안 수정 보완 후, 2012년 3월 회의에서 최종 승인을 목표로 하고 있다.

주성순 (한국전자통신연구원 USN컨버전스연구팀 책임연구원, ssjoo@etri.re.kr)