

[WPAN] 블루투스 v4.0 - 저에너지(Low Energy) 기술 동향

블루투스는 근거리에서 기기 간에 저전력으로 무선통신을 하기 위한 표준으로 1999년 12월 블루투스 버전 1.0B가 발표된 이후 AFH(Adaptive Frequency Hopping)를 적용한 버전 1.2가 2003년 11월에 채택되었다. 2004년 10월에는 데이터 전송속도를 최고 3배로 향상시킨 2.0+EDR(Enhanced Data Rate), 2007년 7월에는 연결 방식을 간단하게 하고 보안기능을 강화한 SSP(Secure Simple Pairing)가 포함된 2.1+EDR이 발표되었다. EDR 기능이 제품에 탑재됨에 따라 기존의 전송속도를 2~3배 향상시켰지만 여전히 스트리밍 서비스 등과 같이 고속데이터의 전송에는 한계를 가졌다. 이러한 한계를 극복하고 기존(EDR)보다 8배 이상 향상된 버전 3.0+HS(High Speed)가 2009년 4월에 발표되었다. 버전 3.0+HS는 기존 블루투스 전송방식을 그대로 사용할 뿐만 아니라 802.11 및 PAL(Protocol Adaptation Layer) 기술을 적용하여 블루투스 기기 간 데이터 스트리밍, 동영상 전송과 같은 대용량의 데이터 전송 서비스가 가능하게 되었다. 또한, 전력 관리 기능을 내장해 이전 버전에 비해 전력소모도 줄일 수 있게 되었다.

2007년 6월 블루투스 SIG(Special Interest Group)는 Wibree 포럼에서 표준화를 진행하고 있던 초저전력 응용기술인 Wibree 기술을 블루투스 규격으로 흡수하면서 블루투스 Low Energy라는 새로운 응용 분야를 개척하면서 2010년 6월에 Low Energy 기술이 탑재된 블루투스 버전 4.0을 발표하였다. 버전 4.0을 사용할 경우 전력 소비를 급격하게 줄일 수 있어 스포츠, 헬스케어, 센서, 기기제어 등에 사용 가능한 싱글모드 제품뿐만 아니라 기존 블루투스와 저에너지 기술이 동시에 존재하는 듀얼모드 제품을 만들 수 있다.

블루투스 v4.0 저에너지 기술 특징

블루투스 저에너지 기술은 기존 블루투스 규격과 비교하여 상대적으로 작은 duty cycle을 가지며 저가격 생산이 가능하고, 저속의 데이터 전송률을 통한 전력 소모를 크게 줄일 수 있어 코인 셀 배터리를 이용할 경우 1년 이상 동작이 가능하다. 또한 디바이스 연결 절차를 간소화하였으며, 패킷 사이즈도 기존 블루투스에 비해 작게 설계되었다. <표 1>은 기존 블루투스와 저에너지 기술을 비교하였다.

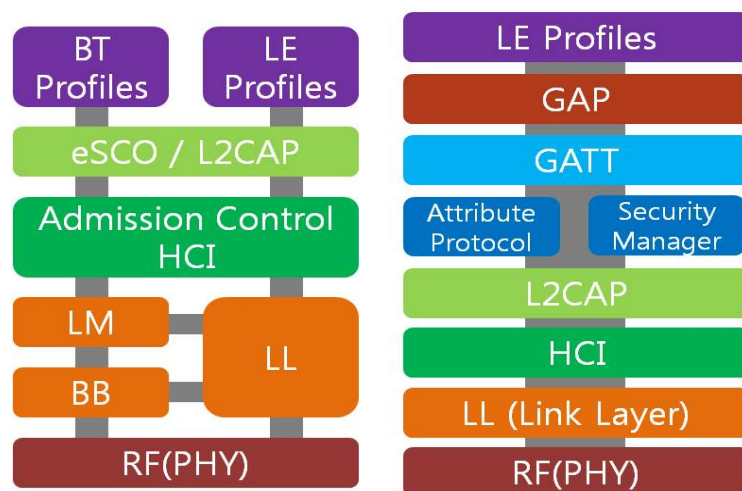
<표 1> 기존 블루투스와 저에너지 비교

기술사항	BR/EDR	LE
RF Channels 수	79	40
데이터 전송 속도	1~3 Mbps	1 Mbps
토폴로지	스캐터넷	스타버스
음성지원	지원	지원하지 않음
데이터 전송시간	100 ms	< 6 ms
파워소모	< 30 mA	<15 mA
주 사용 애플리케이션	휴대폰, 헤드셋, PC, 핸드헬드 디바이스 등	휴대폰, 시계, 스포츠, 헬스케어, 센서, 기기제어 등

블루투스 v4.0 저에너지 프로토콜 구조

<그림 1>과 같이 블루투스 저에너지는 듀얼모드와 싱글모드 두 가지 형태로 구현될 수 있다. 듀얼모드는 기존 블루투스 기술과 저에너지 기술이 공존하는 형태이며 주로 휴대폰에 사용되고, 싱글모드는 센서 등과 같은 독립형 제품에 사용되며 프로토콜 구조는 듀얼모드와 동일하다. 기존 블루투스 기술과 호환을 위해 RF, HCI(Host Controller Interface), L2CAP(Logical Link Control and Adaptation Protocol) 계층의 경우 기존과 동일하고 저에너지 기술을 위해 일부 기능이 추가되었다. 저에너지 기술에서 LL 계층은 기존 블루투스의 BB(Baseband), LM(Link Manager) 역할을 수행한다.

기존 블루투스에서는 GAP(Generic Access Profile) 계층에서 보안 기능을 수행했는데, 저에너지 기술에서는 SM(Security Manager) 계층을 만들어 보안 기능을 강화시켰다. 무선통신 환경에서는 식별과 암호화를 위해 분배 키 방식을 사용하며 키의 보안 능력은 분배하는 디바이스 내의 알고리즘의 성능에 따라 좌우된다. GAP(Generic Access Profile) 계층은 기존 블루투스 기술과 다른 저에너지 블루투스 기술을 위해 새롭게 구현된 계층이며, 저에너지 디바이스들 간의 통신을 위한 역할 선택 및 멀티 프로파일 작동이 어떻게 일어나는지를 제어하는데 사용되고 디바이스 검색, 연결 생성 및 보안 절차 부분에 주로 사용된다. 새로 추가된 계층으로 Attribute 프로토콜이 있는데, 이 프로토콜은 서버와 클라이언트 간에 통신 시 사용되며 클라이언트에서 서버에 있는 Attribute들에 접근하기 위해서 사용되는 Attribute 핸들을 갖고 있다. 프로토콜 동작 명령어로는 "Request", "Response", "Command", "Notification", "Indication", "Confirmation" 등이 있다. Attribute Protocol를 이용하여 서비스 검색, 특성 값 파악, 읽기, 쓰기 등의 기능을 수행하는 GATT(Generic Attribute Profile) 계층도 새로 만들어진 계층이다. GATT는 Attribute Protocol을 사용하여 서비스 프레임워크, 서비스 포맷 및 절차를 정의한다. 이 절차는 검색(discovering), 읽기(reading), 쓰기(writing), 알림(notify), 지시(indicating) 특성의 설정을 정의한다.



<그림 1> 듀얼모드 및 싱글모드 프로토콜 구조 (출처: Bluetooth SIG)

표준화 동향

현재 블루투스 SIG 워킹그룹에서는 저에너지용 프로파일을 만들고 있는 중이며 그 프로파일은 다음과 같다. Simple Remote Control(단순 리모트 컨트롤), Battery Status(배터리 상태), Device Power(디바이스 전력), Generic Input/Output(일반 입/출력), Humidity(습도), HVAC(공조시스템), Location(위치), Temperature(온도), Watchdog(감시), HID(휴먼 인터페이스 디바이스), Heart Rate Monitor(심박모니터), Physical Activity Monitor(신체 활동 모니터), Glucose Meter(혈당 측정기), Blood Pressure Monitor(혈압 모니터), Health Thermometer(체온계), Health Weight Scale(체중계), Pulse Oximeter(맥박 산소포화도), Manufacture Information(제조사 정보), Alert(알림), Emergency(비상경보), Find Me(위치 검색), Net Availability(네트워크 사용가능성), PUID(개인 사용자 인터페이스 디바이스), Proximity(근접), Soft Button(소프트 버튼), Time(시간) 등이 있다. 대부분의 프로파일이 헬스케어, 기기제어, 센서와 같은 분야에 집중되어 있다.

시험인증 동향

2010년 11월에 업데이트 된 PTS(Profile Tuning Suite) 버전 4.1.0에서는 저에너지 프로토콜 계층 중 GATT(Generic Attribute Profile), SM(Security Manager) 및 GAP(Generic Access Profile)가 포함되어 이 계층에 대한 프로토콜 적합성 시험이 가능하며 추가적으로 프로파일 및 ATT(Attribute Protocol) 계층에 대해서는 블루투스 SIG 산하 시험기 개발팀에서 개발 중에 있고 PTS에 탑재될 예정이다. RF 계층은 블루투스 SIG가 검증한 시험기로 시험하도록 되어 있으며 시험 시 Director test mode를 지원해야 하고 HCI(Host Controller Interface) 혹은 2-wire UART Interface로 연결할 수 있어야 한다. 현재, 검증된 시험기는 BITE RF Tester, 7Layers InterLab Solution 등이 있다. LL(Link Layer) 계층은 AT4 Wireless에서 개발한 BITE Protocol Tester로 시험을 할 수 있다. 현재, TTA는 블루투스 저에너지 RF 시험기 및 PTS 장비를 보유하고 블루투스 저에너지의 시험인증서비스를 제공하고 있다.

향후 전망

블루투스 SIG는 매년 20억대의 블루투스 무선 디바이스를 출시시키겠다는 목표 달성을 위해 위와 같은 새로운 응용 분야들의 Profile들을 계속해서 개발하고 있으며 기존의 블루투스 Profile들도 계속해서 보완/추가해 가고 있다. 저에너지 블루투스 무선기술은 다른 무선기술에 비해 명확한 장점과 응용 모델을 제시함으로써 무선기술 업계에서 그 위치를 확고히 할 수 있을 것이다. 지금까지 블루투스 기술은 계속 진화하며 발전했고 향후 사용자의 요구를 충족시키며 새로운 분야로 더 빠르게 확장될 것이다.

장영재 (TTA 시험인증연구소 네트워크시험인증단 선임연구원, yjjang@tta.or.kr)