

# 안드로이드 환경에서 BLE 장치제어를 위한 어플리케이션 설계

김재성\*, 박석천\*\*, 김우성\*\*\*

\*가천대학교 일반대학원 모바일소프트웨어학과

\*\*가천대학교 컴퓨터공학과 정교수(교신저자)

\*\*\*BTC Secu R&D Center 연구소장

e-mail : binggom@hanmail.net

## Design of Application for BLE Device Control in Android Environment

Jae-Sung Kim\*, Seok-Cheon Park\*\*, Wo-Sung Kim\*\*\*

\*Dept. of Mobile Software, Gachon University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Gachon University(Corresponding Author)

\*\*\*Chief Technology Officer, BTC Secu CO., LTD.

### 요 약

사물인터넷을 실현하는데 있어서 중요한 역할을 하는 것은 센싱 기술 즉, 감지 기술이다. 이러한 감지 기술 중 널리 사용되고 있는 감지 기술이 블루투스다. 하지만 기존의 블루투스 기술은 전력 소모가 많아 장시간 사용에 많은 어려움이 존재하기 때문에 센서 에는 부적합하다는 단점이 있다. BLE는 기존 블루투스 기술의 단점인 비효율적인 전력 소모를 보완한 기술로, 다양한 기기간의 쌍방향 통신을 무선으로 연결하며 장기간의 배터리 수명을 보장한다. 따라서 본 논문에서는 안드로이드 환경에서 BLE 장치를 제어하기 위한 어플리케이션을 설계한다.

### 1. 서론

최근 사물인터넷(IoT)이 주목을 받으면서 BLE(Bluetooth Low Energy)가 급부상하고 있다. 사물인터넷을 실현하는데 있어서 중요한 역할을 하는 것은 센싱 기술이다. 하지만 기존의 블루투스 기술은 전력 소모가 많아 장시간 사용에 많은 어려움이 존재하고 센서 에는 부적합 하다는 단점이 있다. BLE는 기존 블루투스 기술의 단점인 비효율적인 전력 소모를 보완한 기술로, 다양한 기기간의 쌍방향 통신을 무선으로 연결하며 장기간의 배터리 수명을 보장한다. 실제로 우리 생활에서 BLE기술의 활용은 무궁무진하다. 가깝게는 웨어러블 디바이스뿐만 아니라 가정에서 기존 적외선 리모콘의 제약을 극복하고, BLE 모듈을 이용하여 조명, 가전기기, 에어컨 및 히터를 스마트폰으로 쉽게 제어할 수 있다. BLE는 무선 통신 외에도 장기간의 배터리 지원, 저렴한 비용 등을 특징으로 커넥티비티 구현에서 선호도가 높아지고 있다. 최근 BLE기술은 iOS나 윈도우, 안드로이드와 같은 주요 운영체제와 함께 주요 스마트폰 신제품들에 지원되고 있어 그 활용도는 점차 확대될 것으로 예상된다.

따라서 본 논문에서는 여러 가지 BLE 장치를 안드로이드 디바이스에서 효율적으로 제어하기 위한 어플리케이션을 설계하고자 한다.

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어 2장에서는 이와 관련된 연구들에 대해 살펴보고, 3장에서 안드로이드 환경에서 BLE 장치제어를 위한 어플리케이션을 설계하고, 4장에

서 결론을 맺는다.

### 2. 저전력 블루투스(BLE)

#### 2.1 개요

BLE는 Bluetooth 4.0이라는 이름으로 더 많이 알려져 있는데, 최근에는 Bluetooth SIG(Special Interest Group)에서 Bluetooth SMART라는 이름으로 통일하여 부르고 있다. Bluetooth SMART는 Bluetooth 4.0, Bluetooth Low Energy 그리고 BLE와 동일한 의미다.

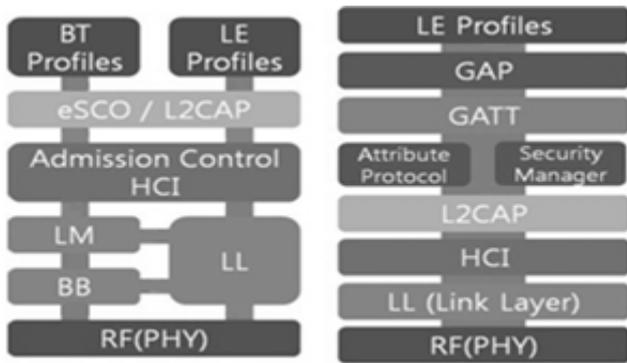
<표 1> Classic-Bluetooth와 BLE의 비교

구분	Classic Bluetooth	Bluetooth Low Energy
저 전력 구현	저 전력 무선 연결을 형성	처음부터 초저전력(ULP) 무선 기술로서 설계
Connection interval	고정	가변 (7.5ms ~ 4sec.)
연결	연결 지향적	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 연결되지 않은 상태(전력소모를 줄이는)로 있을 수 있고, 이 때 연결되는 양 끝은 서로를 인식하고 있지만 필요시에만 연결</li> <li>■ 연결되어도 그 시간을 가능한 짧게 유지</li> </ul>
송수신	무선헤드셋 등 활동성 높은 연결	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 컴팩트한 무선 센서들(매 0.5초마다 데이터 교환) 예) 리모콘</li> <li>■ 적은 양의 데이터(예: 몇 바이트 정도)를 드문드문(예: 초당 수 회에서 분 당 일 회 미만) 송신</li> </ul>

BLE와 Classic-Bluetooth의 가장 큰 차이는 초저전력이고, <표 1>에서 버전 간 차이점을 비교하였다. Bluetooth 2.x버 전에서 저 전력 기능이 추가가 되기는 하였지만 이는 초저전력 기능이 적용된 것은 아니다[1].

### 2.2 프로토콜 구조

(그림 1)과 같이 블루투스 저에너지는 듀얼모드와 싱글 모드 두 가지 형태로 구현될 수 있다. 듀얼모드는 기존 블루투스와 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(Logical Link) 계층은 기존 블루투스의 BB(Baseband), LM(Link Manager) 역할을 수행한다.



(그림 1) 듀얼모드 및 싱글모드 프로토콜 구조

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. GAP계층은 기존 블루투스와 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 프로토콜을 이용하여 서비스 검색, 특성 값 파악, 읽기, 쓰기 등의 기능을 수행

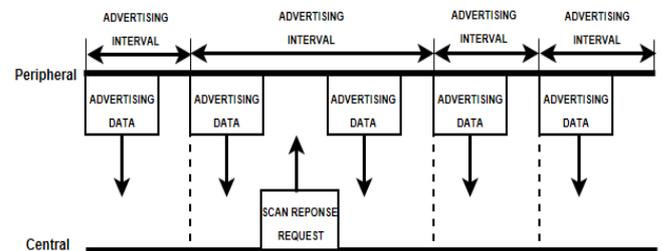
하는 GATT(Generic Attribute Profile)계층도 새로 만들어진 계층이다. GATT는 Attribute 프로토콜을 사용하여 서비스 프레임워크, 서비스 포맷 및 절차를 정의한다. 이 절차는 검색(discovering), 읽기(reading), 쓰기(writing), 알림(notify), 지시(indicating) 특성의 설정을 정의한다[2].

### 2.3 GAP

GAP는 BLE에서 게시(advertising)와 연결(connection)을 제어한다. GAP는 특정 장치가 다른 장치들에게 어떻게 보여 지도록 할 것인가와 어떻게 두 장치를 연결할 것인가를 결정한다. GAP는 장치들이 말할 수 있는 다양한 역할들에 대해 정의하고. 그 중 가장 핵심이 되는 개념은 중앙 장치와 주변 장치이다. 주변 장치는 주로 작고, 저전력으로 동작하고, 제한된 리소스를 가진 장치들로 리소스가 풍부한 중앙 장치에 연결되어 동작하도록 설계된 장치이다. 중앙 장치는 스마트폰이나 태블릿과 같이 충분한 전원과 메모리 등의 리소스를 갖춘 장치이다.

GAP를 이용해서 게시를 할 때 Advertising Data Payload와 Scan Response Payload를 포함할 수 있다. 두 가지는 서로 구분되며 31바이트까지 데이터를 포함할 수 있다. 하지만 Advertising Data Payload 가 필수인데 반해 Scan Response Payload는 선택적이다. Advertising Data Payload 는 중앙 장치가 인식할 수 있도록 주변 장치에서 계속 송출되는 데이터이다. Scan Response Payload 는 중앙 장치에서 장치 이름과 같이 추가적인 정보를 요구하기 위해 정의된 것으로 선택적으로 구현된다.

게시 과정은 (그림 2)와 같이 이루어진다. 먼저 센서 장치는 특정한 게시 주기(advertising interval)를 가지고, 이 주기마다 advertising packet을 전송한다. 주기가 길어질수록 전력소모를 줄여주지만 중앙 장치에서의 반응이 느려진다. 만약 수신 장치(중앙 장치)에서 Scan Response Data 에 관심이 있다면 추가로 요청을 보낼 수 있고 주변 장치가 여기에 데이터와 함께 응답한다.



(그림 2) Advertising 동작과정

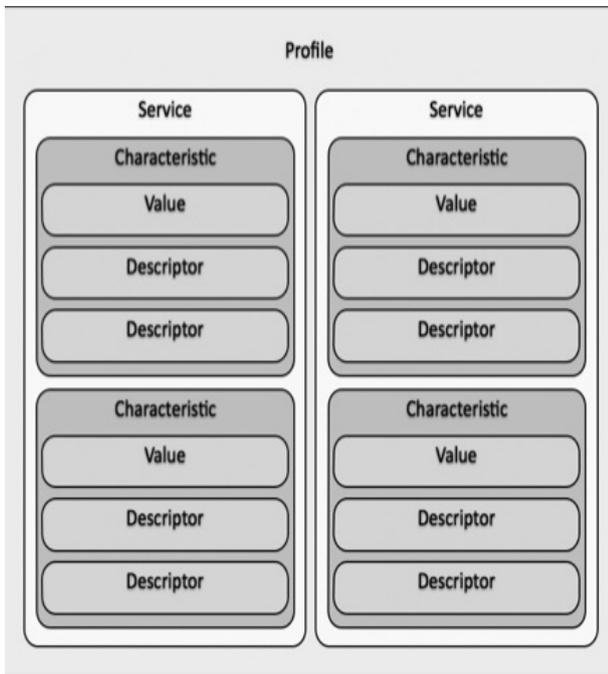
주변 장치는 31바이트 정도의 작은 데이터를 실어서 게시를 함으로써 낮은 비용으로 주변의 중앙 장치에 자신의 존재를 알릴 수 있다. 중앙, 주변 두 장치가 연결되면 게시 과정은 종료되어 외부 장치에서 검색 할 수 없다. 두

장치가 연결된 후에는 GATT 서비스와 특성(characteristic)을 사용하여 양방향으로 통신하게 된다[3].

### 2.4 GATT

GATT는 BLE 장치가 연결된 이후 서로 어떻게 통신하는지에 대해 정의한다. 일반적으로 주변 장치가 GATT 서버 역할을 하며 ATT lookup data, service, characteristic에 대한 정의를 가지고 있다. GATT 클라이언트(폰, 태블릿 등)에서는 GATT 서버로 데이터 요청을 보낸다. 모든 동작은 GATT 클라이언트에서 시작되어 GATT 서버로부터 응답 받게 된다.

BLE에서 사용하는 GATT 기반 동작 구조는 프로파일(profile), 서비스(service), 특성(characteristic)에 기초하며 (그림 3)과 같은 수직 구조를 이룬다.



(그림 3) GATT 기반 동작 구조

프로파일은 BLE 주변 장치(센서장치)에 실제로 존재하는 것은 아니며 Bluetooth SIG 혹은 주변장치 디자이너에 의해서 만들어진, 미리 정의된 서비스의 묶음이다.

서비스는 데이터를 논리적인 단위로 나누는 역할을 하며 특성(characteristic)이라 불리는 데이터 단위를 하나 이상 포함하고 있다. 각 서비스는 UUID(Universally Unique Identifier)라 불리우는 16bit 혹은 128bit 구분자를 가지고 있다.

GATT 기반 동작구조에서 가장 하위 단위는 특성이다. 특성은 단 하나의 데이터만을 포함한다. 서비스와 유사하게 특성도 16-bit 또는 128-bit UUID 를 가지고 있고 표준 특성 리스트를 제공한다[4].

### 3. BLE 장치 제어를 위한 어플리케이션 설계

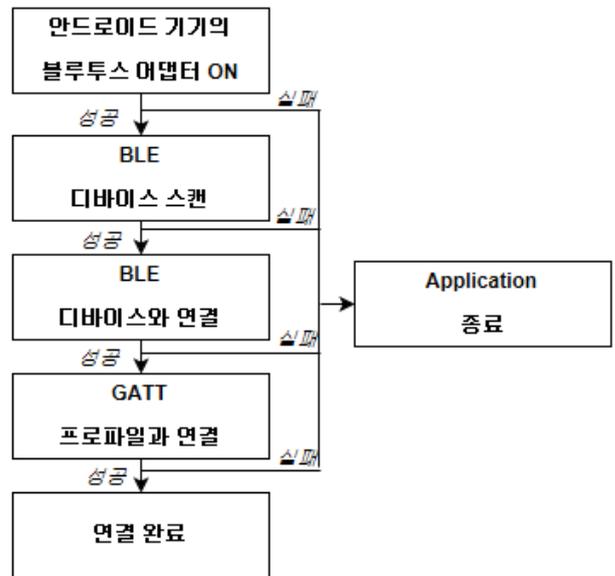
#### 3.1 제안된 어플리케이션 서비스

본 논문에서는 스마트폰에서 BLE장치를 통제하고 제어할 수 있는 서비스를 제공하기 위해 다음 두 가지 기능을 기본으로 하여 어플리케이션을 설계하였다.

첫 번째는 안드로이드 장치와 BLE 장치와의 연결 기능이고, 두 번째는 안드로이드 장치에서 BLE 장치와 통신하여 BLE 장치를 제어하는 기능이다.

#### 3.2 BLE 장치와의 연결 기능

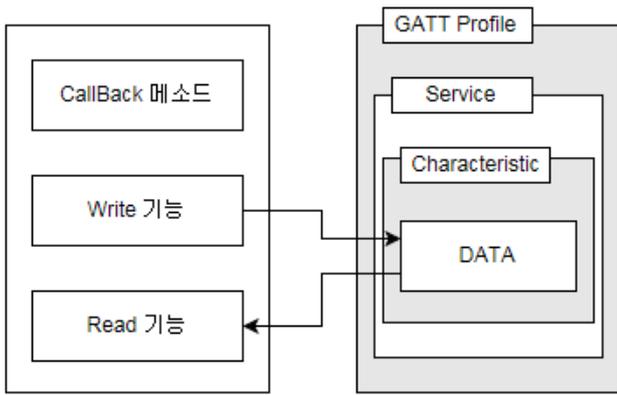
BLE 장치와의 연결 기능을 (그림 4)와 같이 설계했다. 첫 단계는 안드로이드 기기의 블루투스 어댑터를 켜는 단계이다 이후 주변의 BLE 장치를 스캔하고 연결을 원하는 BLE 장치와 연결 한다. 장치를 스캔하고 연결하는 과정은 GAP에 기반 하여 이루어진다. BLE 디바이스와 연결이 이루어진 후에 연결된 BLE 장치와 어떻게 통신할지 정의된 GATT 프로파일과 연결을 하면 모든 연결과정이 완료된다. 각 과정에서 연결이 실패되면 어플리케이션은 종료된다.



(그림 4) 안드로이드 기기와 BLE 장치 연결과정

#### 3.3 BLE 장치와의 통신 기능

BLE 장치와의 통신기능을 (그림 5)와 같이 설계했다. 연결된 장치에 어떤 행동이 감지되면 Callback 메소드가 호출되며 이를 통해 어플리케이션 사용자들에게 장치의 변화를 알릴 수 있다. Callback 메소드 내부에서 브로드캐스트 메시지를 통해 이벤트를 전달하는 방식이다. 연결된 장치에서 읽어올 데이터가 존재하면 장치에서 알림(notify)을 보내고 알림을 받은 어플리케이션은 Read 기능을 통해 데이터를 읽어온다. 또한 사용자의 데이터를 Write 기능을 통해 기기의 특성에 전달한다. 장치와 데이터를 주고받으면서 안드로이드 기기에서 BLE 장치를 통제할 수 있다.



(그림 5) 통신 기능 모듈구조와 GATT 프로파일 구조

### 사사의 글

본 논문은 미래창조과학부의 2015년 고용계약형 SW석사과정 지원사업(과제번호:H0116-15-1003)을 지원받아 수행한 결과입니다.

### 참고문헌

[1] 박영진, 조희섭, “저전력 블루투스 : 스트림 데이터의 데이터율 및 샘플링율의 분석”, 2013.  
 [2] [http://www.tta.or.kr/data/weekly\\_view.jsp?news\\_id=3345](http://www.tta.or.kr/data/weekly_view.jsp?news_id=3345)  
 [3] <https://learn.adafruit.com/introduction-to-bluetooth-low-energy/gap>  
 [4] [http://www.kdb.or.kr/info/info\\_06\\_view.php?dbnum=180503](http://www.kdb.or.kr/info/info_06_view.php?dbnum=180503)

### 4. 결론

사물인터넷은 “사물들이 인터넷으로 연결되어 서로 소통한다.”는 개념으로 사물들이 어떻게 소통할 것 인지 방식을 결정하고, 사물들 간의 연결을 통해 각 제품의 활용을 극대화하는 것이다. 즉, 사람, 사물, 데이터 등 모든 것이 인터넷으로 연결되어 정보가 생성, 수집, 활용하는 등의 기술을 통칭하는 개념이다. 기존의 블루투스 장치들이 장치들 간의 통신이었다면, BLE는 저 전력 기술과 더불어 사물인터넷에 대응하는 특징을 지닌 규격이다. BLE에서는 단순히 장치들 간의 통신에 머물지 않고 우리 생활에 더욱 밀착된 서비스와 편리하게 연동되도록 하여 24시간 깨어있는 지능형 장치가 될 수 있고 각 장치별로 축적된 데이터들을 블루투스로 연결해 능동적으로 데이터를 활용할 수 있다.

이에 본 논문을 통해 IOT 기술의 한 축이 되는 BLE 기술에 대해 연구하였고 이를 활용할 수 있도록 어플리케이션을 설계 하였다. 어플리케이션에서 제공하는 기능으로는 BLE 장치와 원활히 연결될 수 있도록 하는 연결기능과 BLE 장치를 제어 할 수 있게 하는 통신기능이 포함되어 있다. 통신기능에서는 Callback 메소드와 Broadcast 메시지를 통해 사용자에게 장치의 변화를 알릴 수 있도록 설계하였다.

본 어플리케이션을 이용하여 BLE장치를 제어하여 가정 기기 조명 온난방 기기 뿐 아니라 무궁무진하게 많은 장치들을 제어 할 수 있다. 향후 연구 과제로는 본 논문에서 설계한 내용을 바탕으로 BLE 메쉬 네트워크 기술에 대해 연구할 것이다.