

BLE 接続による柔軟なセンサ連携手法の提案

大竹 遼† 岸 知二†

早稲田大学 創造理工学研究科 経営システム工学専攻

1. はじめに

近年 IT 技術の発展により、コンピュータやセンサは小型・低価格化し、様々なモノにコンピュータやセンサを搭載させて活用できるようになった。これに伴い Internet Of Things(以下、IoT と称する)の考え方が広まり、パソコンや機械類以外の様々なモノをインターネットに接続して活用する研究が多く行われている。そこで用いられる通信方式のひとつに Bluetooth Low Energy(以下、BLE と称する)通信[1]がある。

BLE 通信は省電力・低価格をコンセプトに設計されており、IoT での利用が注目されている。BLE 通信では GAP/GATT と呼ばれる独自のプロファイルに準じた開発が必要であり、そこでは PC/スマートフォンのプログラム上に利用するデバイスの情報をあらかじめ記述する必要がある。しかし、IoT では様々なモノと接続する必要があり、利用するデバイスをすべてプログラム上に記述することは煩雑である。

そこで、本研究では BLE 通信において、利用するセンサデバイスの情報をプログラム上に記述することなくセンサデータを取得する手法を提案し、その手法に基づいたスマートフォンアプリを実装して、複数のセンサデバイスと通信する評価実験を行った。

2. Bluetooth Low Energy[1]

BLE は Bluetooth4.0 規格の 1 つであり、従来の Bluetooth 通信の 1/3 程度の電力で動作が可能である。BLE では GAP/GATT と呼ばれる独自のプロファイルがあり、GAP では各デバイスの役割を、GATT ではデバイスの機能(Service)/属性(Characteristics)を定義するとともにデータの送受信の方法を規定している。

3. 先行研究

BLE 通信を用いたセンサデバイスの研究では、主にスマートフォンを用いた研究が多く存在し、スマートフォンでセンサデータを取得する研究も数ある。Young ら[2]はセンサデバイスに搭載されている Light、Motion、Temperature の 3 つのセンサのデータから、LED を調光する手法を提案した。センサデバイスと LED を BLE ボードと接続し、ボードとスマートフォンと BLE 通信させている。センサの値をスマートフォンに送り、その値の変化から LED を調光するシステムを提案している。

On a Multi Sensor Cooperation Method using BLE Connection

†Ryo OTAKE, †Tomoji KISHI

†Waseda University, School of Creative Science and Engineering,
Department of Industrial and Management Systems Engineering.

また、山田[3]は動的に変化するデバイスの数やデバイスが持つ情報を把握し、明示的にデバイスを指定することなくデバイスを特定することが可能となる手法を提案している。実行時にスマートフォンの周辺にある BLE デバイスを検出し、検出一覧からデバイスを指定することで、プログラム内で明示的にデバイスを指定することなくデバイスを特定することが可能である。

4. 問題と目的

4.1. 問題

先行研究[2]では、3 種のセンサを利用しているが、センサデータを取得するためには、利用するセンサ情報をあらかじめ定義する必要がある。先行研究[3]では接続するデバイスを明示的に指定することなくデバイスの特定している。しかし、あくまでデバイス情報を一覧表示し周辺のデバイスを把握するだけであり、BLE デバイスとの通信は行っていない。デバイスの操作・動作に関する機能については今後の課題として取り上げている。

GAP や GATT を用いる際には、通信時にスマートフォン側(Central 側とも呼ぶ)のプログラム内に記述したセンサデバイス側(Peripheral 側とも呼ぶ)の情報をもとに BLE 通信を確立させるため、センサデバイス側のデバイス名や MAC アドレス、Service/Characteristic の情報をスマートフォン側のプログラム内に記述する必要がある。

4.2. 目的

IoT により、様々なモノがセンサデバイスや通信デバイスとして利用できるようになる中、あらかじめプログラムに記述することなく実行時にユーザが接続するデバイスを選択できれば、接続の可能性が広がる。

よって、本研究では GAP/GATT を用いて、接続するセンサデバイスをあらかじめ指定せず、実行時に接続するセンサデバイスを選択し通信する手法を提案する。また、GAP では役割に応じてコネクション通信とブロードキャスト通信の 2 種類の通信方法が定義されているため、どちらの方法にも対応できるようにする。

5. 提案手法

5.1. 提案手法の概要

提案手法は以下の手順から構成される。

- ① 周辺にある BLE デバイスの検出及びリスト表示
- ② センサデバイスの選択及び接続
- ③ (コネクション通信の場合)GATT による接続確立後のセンサデータ取得
(ブロードキャスト通信の場合)Advertising Packet によるセンサデータ取得

本手法の全体像を図1に示す。

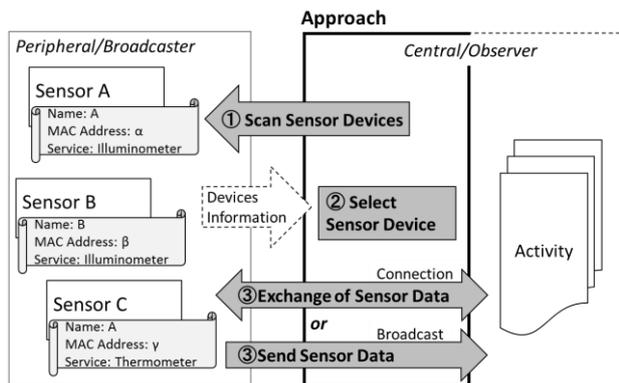


図 1. 手法の全体像

5.2. ①センサデバイスの検出-リスト化

プログラムから周辺の BLE デバイスを検出する方法はスマートフォンの機種(Android, iPhone など)によって多少異なるが、Scan 関数を用いることで可能である。Scan 関数で検出したデバイス情報を随時格納し新規デバイスがなくなるまで格納する。その後格納したデバイスをリスト化することで、周辺の BLE デバイスのリスト表示が可能となる。

5.3. ②センサデバイスの選択と接続

GAP/GATT による BLE 通信のプログラムでは、接続するデバイスの情報(デバイス名、MAC アドレス)を元に接続を開始するため、デバイス情報を取得する必要がある。さらに、柔軟なセンサ連携を実現させるためにはユーザが実行時に接続するデバイスを選択できるようにする必要がある。そこで、5.2 でリスト化したデバイス一覧から利用したいデバイスをユーザが選択し接続する。

5.4. ③センサデータ取得

コネクション通信では、5.3 より選択したセンサデバイスの Service/Characteristic をすべて取得し、その中からユーザが必要なものを選択し、センサデータを取得する。ブロードキャスト通信では、センサデバイスの Advertising Packet 信号にセンサデータを格納し送信する。その後スマートフォンで Advertising Packet を受信し、センサデータを取得する。

6. 評価実験

6.1. 目的

評価実験の目的は、プログラム内に接続するデバイスの情報を記述することなくデバイスとの BLE 接続、及びセンサデータの取得が可能であることを確認することである。

6.2. 実験対象

スマートフォンとして Android を利用した。Android の場合、OS のバージョンが 4.2 以上から BLE 対応(Central)となり、5 以上から Peripheral としても利用可能となった。またセンサデバイスとして、光センサのみを搭載したデバイス、温度センサのみを搭載したデバイス、光センサと温度センサ両方を搭載した Arduino を用意した。センサデバイスはすべて BLE 通信に対応したデバイスである。

6.3. 実験方法

スマートフォン上に表示した検出センサデバイス一覧から、選択するセンサデバイスによって取得するセンサデータが変化することを確認する。w コネクション通信の評価実験では、光/温度センサを搭載した Arduino101 とスマートフォンを BLE 通信させる。スマートフォンのアプリからデバイス検出し Arduino101 を選択することで Arduino101 との接続確立ができることを確認する。そして Service/Characteristic の Value からセンサデータを取得する。ブロードキャスト通信の評価実験では、光センサデバイスが送信する Advertising Packet に光センサのデータを格納しておき、スマートフォンで受信した Advertising Packet からデータを読み取り、光センサのデータを取得する。

6.4. 実験結果と考察

評価実験から接続するデバイスをプログラム内に記述することなくデバイスとの通信及びセンサデータの取得が可能であることを確認できた。また、異なるセンサを搭載した異なるデバイスを複数用意し実験を行うことで、本手法が複数のセンサで利用可能なことを確認した。

今回、センサデバイスとして光センサと温度センサの 2 つを搭載したデバイスを対象としたが、GAP/GATT に準じたセンサデバイスであれば、本手法でセンサデータを取得できると考える。

7. 結論と今後の課題

7.1. 結論

本研究では、BLE 通信における柔軟なセンサデバイス連携手法を提案し、Android を用いて方式の実現性を確認した。本手法を用いることで接続するセンサデバイスの情報をあらかじめプログラム上に記述する必要がなく、柔軟な接続が可能となった。センサデバイス情報の取得では、実行時にユーザに接続するデバイスを選択させ、その選択されたデバイス情報を取得した。これによりユーザの選択するセンサデバイスによって接続するセンサデバイスを変化させることができるため、同一のプログラム上で複数のセンサデバイスと接続することが可能である。

本評価実験では Android 上での実装を用いたため、今後 iPhone 上での実装を用いた評価も必要と考える。また、本研究では複数のセンサデバイスを用いたが、スマートフォンとセンサデバイスの関係は 1 対 1 関係だけに着目しているため、複数のセンサデバイスと同時に BLE 接続する状況も考慮したい。

参考文献

[1]Bluetooth Specification Core Version4.2, 2014.
 [2]Young Seek Cho, Jaerock Kwon, Seyeong Choi: "Development of Smart LED Lighting System Using Multi-Sensor Module and Bluetooth Low Energy Technology", IEEE SECON Conference, pp.191-193, 2014.
 [3]山田真之: "ウェアラブルシステムにおける動的に変化する複数のデバイスの管理機能の研究", 法政大学大学院紀要 情報科学研究科編 11, pp.1-6, 2016.