

# マルチホップネットワークにおけるリンクごとの送受信の同期によるIoTデバイスの省電力化

Power saving of IoT devices with synchronizing transmission/reception per link in multi-hop networks

河竹 純一

指導教員 串田 高幸

東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科コンピュータサイエンス専攻

キーワード：IoT, マルチホップネットワーク, 省電力化

## 1. はじめに

IoT デバイスがセンサから取得したデータを無線通信を介してサーバに送信するときの手法の一つに、複数のIoT デバイスを経由するマルチホップネットワークがある。マルチホップネットワークを用いたユースケースのひとつにスマートパーキングがある[1]。スマートパーキングでは車両の検出のためにセンサで取得した距離データを送信する。課題は、サーバまでのホップ数がIoT デバイスごとに異なることによって、中継するIoT デバイスがネットワーク機能を起動し続ける必要があり、電力を浪費することである。

## 2. 提案方式

図1に提案方式の概要図を示す。図1はIoT デバイスがマルチホップネットワークを介してセンサで取得した距離データをサーバに送信する状況を表す。提案方式はIoT デバイスがセンサで取得した距離データを送信するタイミングをサーバで算出する。送信タイミングはプログラム実行時間と通信時間を末端のIoT デバイスからのホップ数の分、足し合わせた時間から算出される。送信時はパケットの衝突を避けるため、1台ずつ順に間隔を空けずに送信する。サーバで算出したタイミングでセンサから取得した距離データの送信と受信の時刻を同期させることによってIoT デバイスのネットワーク機能の起動時間を削減する。

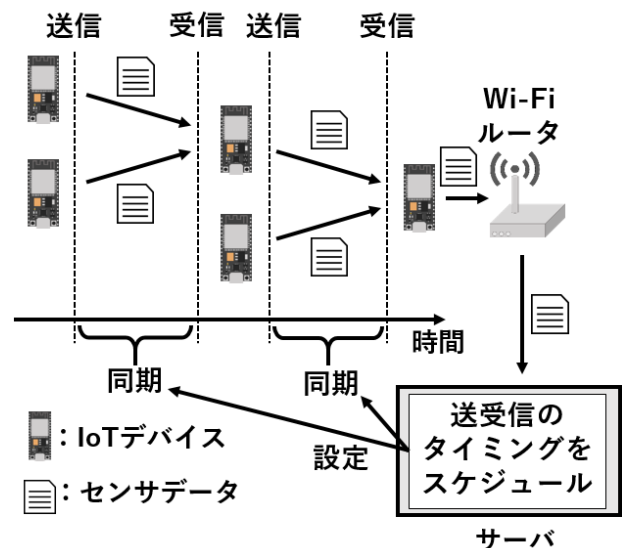


図1 提案方式の概要図

## 3. デモンストレーション

デモンストレーションは、課題で示したネットワーク機能を停止することができない状況と、提案方式による省電力化の効果をそれぞれ赤色と緑色のLEDの点灯を用いて視覚的に示す。デモンストレーションはスマートパーキングに基づいて行う。スマートパーキングでは駐車場における車両の入出庫を距離センサを用いて検出する。

図2にデモンストレーションの構成図を示す。IoT デバイスはESP32 (通信用), ESP32 (電流測定用), 電流測定センサ, LED で構成されている。VIN/GND は入力電圧と接地を示し、電源に接続される。6台のIoT デバイス (A-F) を使用し、マルチ

ホップ通信でセンサから取得した距離データをサーバに送信する。送信データは、タイムスタンプ、送信元の IoT デバイス、距離データの値を含んでおり、送信データ 1 個あたり 16[bytes]である。

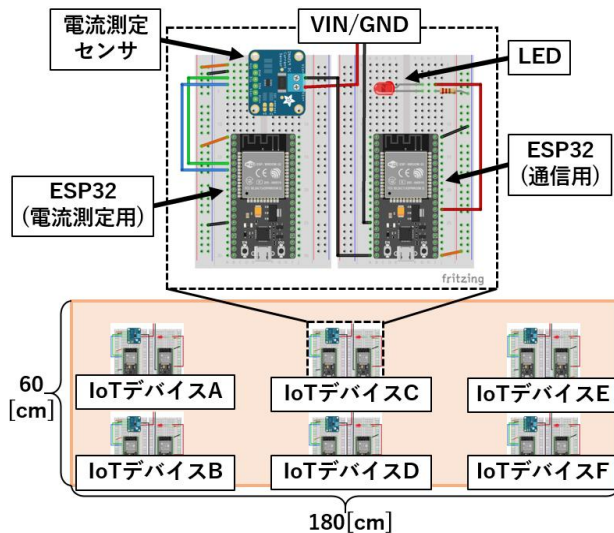


図2 デモンストレーションの構成図

次にデモンストレーションの流れを説明する。最初に IoT デバイス A-F を起動し、図3の黒い破線の矢印で示す通信経路であらかじめ設定される。このような通信経路にする理由は、スマートパーキングのマルチホップネットワークにおいて単一の親ノードに対して複数の子ノードが接続しているためである。次にセンサから距離データを取得した直後にサーバに送信する。それぞれの IoT デバイスはネットワーク機能の起動時に赤色の LED を点灯させる。複数の IoT デバイスからセンサから取得した距離データを送信すると、中継する IoT デバイスが受信するタイミングが異なるため、赤色の LED の点灯時間が末端の IoT デバイスよりも増える。その次に提案方式に基づいてセンサから

取得した距離データを送信する。それぞれの IoT デバイスはネットワーク機能の起動時に緑色の LED を点灯させる。センサから取得した距離データの送信は末端の IoT デバイスから順にホップ数に応じて行う。例えば図3の構成では、ホップ数2の IoT デバイス A, B がホップ数1の IoT デバイス C にパケットが衝突しないように順に送信する。IoT デバイス C がセンサから取得した距離データを受信したのちにホップ数1の IoT デバイス C, D, F が、サーバと直接的に通信可能な IoT デバイス E にパケットが衝突しないように順に送信する。このとき、間隔を空けずに順に送信することにより、ネットワーク機能を起動する時間が限定される。起動する時間が緑色の LED の点灯により表示されるため、消費電力が削減できることが示される。

また、ESP32 (電流測定用) で測定した電流値をサーバで収集し、課題の状況と提案方式のそれぞれの消費電力をブラウザで閲覧できるようにする。これらの消費電力の増加の割合が異なるため、数値を比較することで消費電力が削減されることが示される。

#### 4. おわりに

課題はホップ数の違いにより中継する IoT デバイスがネットワーク機能を起動し続ける必要があり、電力を浪費することである。課題に対して、センサから取得した距離データを送信するタイミングをサーバで算出するスケジューリング手法を提案する。課題の状況と提案方式の違いをそれぞれ赤色と緑色の LED の点灯を通じて視覚的に示す。

#### 参考文献

- [1] J. Chinrungrueng, U. Sunantachaikul and S. Triamlumlerd, "Smart Parking: An Application of Optical Wireless Sensor Network," 2007 International Symposium on Applications and the Internet Workshops, Hiroshima, Japan, 2007, pp. 66-66, doi: 10.1109/SAINT-W.2007.98.

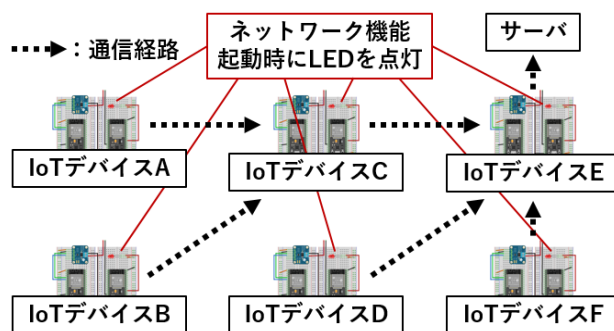


図3 赤色または緑色の LED を点灯