

Thread メッシュネットワークを用いた 野菜工場支援システムの検討

仲山 尚希† 荒川 雅夫†† 仲 逸男†† 山本 寛†
† 立命館大学情報理工学部 †† 旭ゴム株式会社

1. はじめに

近年、日本の農業において高齢化や後継者不足が問題となり、安定した収穫が可能となる野菜工場に注目が集まっている。野菜工場では、様々なセンサから環境情報を収集するために、工場内のいたるところにセンサノードを設置する必要がある。しかし、このような野菜工場の環境では、LPWA (Low-Power Wide-Area) のような長距離無線通信では電波干渉により安定して情報を収集することは困難である。そこで本研究では、Thread というメッシュネットワークに対応した近距離無線通信を用いて、各センサノードの通信範囲を狭めることで電波干渉の影響を抑えつつ、メッシュネットワークを構築することで工場内全域から情報を収集する野菜工場支援システムを研究開発する。

2. 野菜工場支援システム

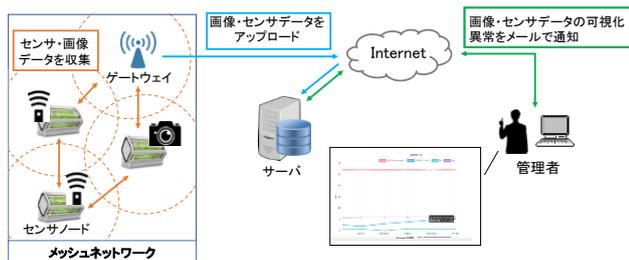


図1. 野菜工場支援システムの全体像

本システムでは、Thread メッシュネットワークを用いて工場内全域に設置したセンサデータから、環境情報(水温、溶存酸素, pH, EC)や作物の生育状況(画像)をゲートウェイに集約し、サーバにアップロードする。また、管理者に対して、サーバからインターネット経由で環境情報や生育状況の可視化や環境の異常状態の通知を行う。本システムの全体像を図1に示す。センサノードは、Thread に対応したマイコンボードである Particle XENON を中心とし、水温センサ、溶存酸素センサ、pH センサ、EC センサやシリアル JPEG カラーカメラから構成されており、ゲートウェイは Thread と Wi-Fi 通信に対応したマイコンボードである Particle ARGON を使用する。

Thread とは、IPv6 と 6LowPAN を用いたメッシュネットワークの構築が可能な通信規格であり[1], IEEE 802.15.4 と 6LowPAN を組み合わせて使用している。メッシュネットワーク内の経路制御には RIP (Routing Information Protocol) を用いており、メッシュネットワークの構築が可能な Bluetooth Mesh や Zigbee Mesh と比べ、スループットが高くパケットロス率が低いという特徴がある。本研究では、作物の生育状況を撮影した画像を収集することを想定してい

るため、スループットの高い Thread を採用する。

3. 性能評価実験

試作した Thread を活用したセンサネットワークについて、データの受信成功率を評価するための性能評価実験を行う。この実験では Thread の有効性を明らかにするために、センサノードとゲートウェイ間の通信に Thread を使用した場合と、LPWA の一つである LoRa を使用した場合についてデータの受信成功率を比較する。実験は、半径 25m の範囲内にセンサノードを 3 台、5 台、10 台設置し、データの送信間隔を 1 秒、2.5 秒、5 秒に設定し、10 バイトのデータを 100 回送信し、受信成功率を計測する。

図2に Thread と LoRa の受信成功率を示す。この図より、Thread を使用した場合はどの条件においても受信成功率は約 99%であったのに対し、LoRa では設置台数が 10 台のとき、著しく受信成功率が低下している。これは、Thread ではメッシュネットワークを構築することで、より安定した経路が選択できたのに対し、LoRa では通信範囲が広いことによる電波干渉や通信チャネルの占有が発生したことが原因である。この実験により野菜工場の環境において、Thread の利用が LoRa より有効であることがわかる。

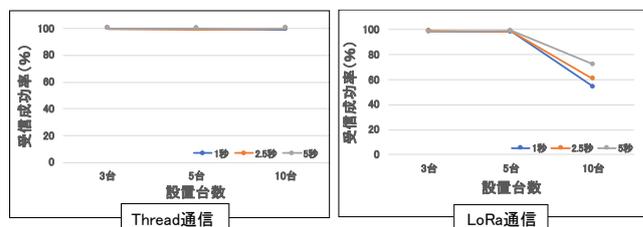


図2. Thread と LoRa の受信成功率

4. まとめと今後の予定

本研究では、限られた範囲に多量のセンサノードが設置される野菜工場の環境においても、工場内全域から安定して情報を収集する野菜工場支援システムの検討/試作を行った。また、野菜工場の環境において、Thread の利用が LoRa より有効であることを明らかにした。

Thread を利用した場合にも、設置台数の増加により受信成功率が急激に低下する可能性があるため、今後は設置台数をさらに増やした場合の性能評価や、通信方式の改良を検討する。また、Thread により肥料ポンプや照明用 LED を制御するシステム構成も検討する。

参考文献

- [1] W. Rzepecki, et. al., "IEEE 802.15.4 Thread Mesh Network - Data Transmission in Harsh Environment," Proc. FiCloudW 2018, 6 August 2018.