

平成 29 (2017) 年度修士論文発表内容要旨

電子情報システム専攻

氏名	森部 智也	研究室名	片山研究室
題目	地上ノードとドローンを用いた 圃場での放射温度測定のためのセンサネットワーク		

1 背景と目的

蒸散活動や光合成活動を推定する上で重要な生体情報である作物の葉温は、放射温度計を用いる事で安価かつ非接触での測定が可能である。本研究では、放射温度計を搭載した地上ノード・ドローンを併用して葉温を測定し、データの補完を行う無線センサネットワーク (WSN: Wireless Sensor Network) を提案する。提案 WSN ではドローンは空中から圃場全体の葉温を一日に数回測定し、地上ノードは作物付近で圃場内の局所的な葉温を数十分に一回測定する。これにより圃場全体を被覆する広域測定と、正確かつ定期的な測定を両立できる。本研究では提案 WSN 実現のため、圃場における電波伝搬特性の評価及び通信プロトコルの検討・実装を行う。

2 圃場内での電波伝搬特性評価

圃場内で通信を行う際には通信路上に存在する作物等が原因となり電波伝搬損失が発生することが考えられる。そこで地上ノード・基地局などの地上機器が圃場内で安定して通信できる機器配置を明らかにするために、作物が存在する圃場内において受信信号強度 (RSSI) を測定し圃場における電波伝搬特性の評価を行う。送受信間距離を変えた複数の測定エリアを設けることで距離減衰の評価を行い、各測定エリア内において 15cm 間隔で 3 つの測定ポイントを設けることでシャドウイング等による短区間変動による減衰を評価する。

測定の結果、作物がある圃場内での減衰指数は 3.9 と、他の環境に比べ高い値となった。これは作物により直接波が遮られたために見通しが無い環境となり、回折や反射により電波が届くため減衰指数が増加したと考えられる。また、作物が存在する圃場内でアンテナ高が作物の高さと同等の場合に RSSI の標準偏差が最大となった。これは風による作物の揺れにより直接波の減衰度合いが変化し、標準偏差の増大につながったと考えられる。

3 葉温補完を可能にする通信プロトコル

ドローンで取得した葉温は不正確である可能性があるため、地上ノードで取得した葉温をグランドトゥールズとして用いて補完することが有効である。この葉温の補完にはドローンで取得した葉温に対して同じ時刻・同じ場所で地上ノードが取得した葉温が必要となる。地上ノードは省電力化のために行うスリープ動作中には他の機器との通信が行えない。そこで、ドローンと地上ノードで対応が取れたデータを取得するための機能を備えた通信プロトコルを検討した。平均消費電流、予想されるデータの時間同期精度で評価した結果、図 1 に示すような、定期的なセンシング後から地上ノードは短い間隔で起床を繰り返してドローンの居場所を確認し、

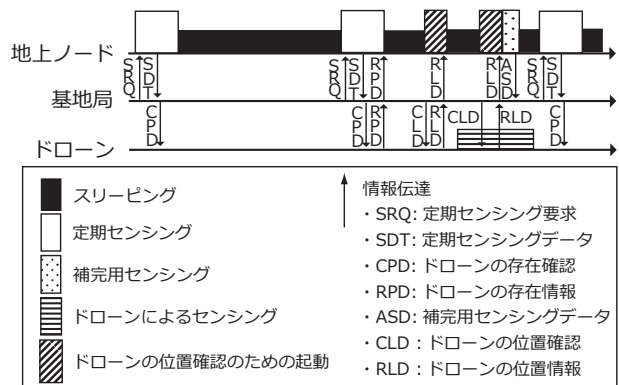


図 1: 提案通信プロトコル

ドローンが自身の付近に存在する場合に補完用のセンシングを行う通信プロトコルが妥当であると結論した。

4 プロトタイプ実装

提案した通信プロトコルを用いた WSN を、放射温度計・カメラ・GPS モジュールを接続した RaspberryPi を搭載したドローン、放射温度計を接続した Arduino で構成した地上ノードを用いて試作し、実験を行う。

実験の結果、ドローン位置の確認から地上ノードの補完用センシングまで 2 秒以内で行えており、葉温を補完するために十分良い精度で時間同期が取れていた。またドローンから 20m 以内に地上ノードが存在する場合にのみ補完用のセンシングを行っており、ドローン・地上ノード間の位置同期がとれていた。さらにドローン・地上ノード間の温度測定誤差はドローン測定範囲内ではほぼ一様に発生していた。このため、ドローンの取得温度補完方法としては地上ノードの測定結果に合わせるように一様に温度を増加又は減少させる簡単な補完方法でも十分有効であると考えられる。

5 まとめ

本研究では地上ノードとドローンを併用した WSN 実現のため、圃場における電波伝搬特性評価及び通信プロトコルの検討・実装を行った。その結果、作物存在下での RSSI 距離減衰及び短区間変動による減衰度合いが明らかになった。この知見を用いた WSN 構成により通信の高信頼化が期待できる。また地上ノードをドローンと同期させる通信プロトコルを構築し、十分に葉温の取得が可能であることを示した。

業績

1. 原著論文 農業情報研究 掲載 (2017-03)
 2. 国際会議 IEEE CCNC(2018-01)
- 他、国際会議 2 件、国内学会 7 件