

Zigbee を用いたネットワークの構築

著者 岩腰 真悟

指導教員 小松 貴大

1. はじめに

農業において IoT を活用した技術を導入する取り組みが進んでいる。気温、湿度といった環境データを活用した事例は数多くあるが、作物自体の生体データを IoT に活用したものは少ない。そこで、農作物栽培・酪農での作業の効率化を図るために、農作物の生体データを活用した研究が活発に行われ始めている。福井県農業試験場園芸研究センターでは、新種のみディトマトの成長の度合を、上へと伸びていく蔓の先端から約 15cm 下の茎径と生産量との関係について調べている。しかしながら栽培の特徴上、計測する茎の位置は 2m 以上の高さであるため移動式の高所作業台に乗る必要がある。また、ビニールハウス内で育てているみディトマトは 1000 株程度であるため、1 つの苗を計測する時間とその労力の関係からすべての苗の茎系データを定期的に収集する事ができていない。

この問題を解決するために、「みディトマトの茎径を定期的に計測し、無線通信によるネットワークを介して計測データを蓄積するセンサデバイス」を開発することが求められる。そこで、みディトマトの蔓の先端から 15cm 下の位置における茎径を自動計測する機械の製作を機械工学科、計測したデータを収集するためのネットワークの構築を電子情報工学科で担当し、収集したデータの解析は機械工学科及び物質工学科で行うセンサデバイスネットワーク（以下システムと略称）を製作するためのチームが発足され、JST へ研究費を申請するに至った。本研究では、「Zigbee」という近距離無線通信規格を用いたセンサネットワークの構築に関する部分を担当する。

2. 概要

今回開発するシステムが持つ機能は以下のとおりである。

- ① 茎径センサが定期的に農作物の茎径データを計測する。
- ② 計測した茎径データ（アナログ電圧値）を送信機である Xbee のアナログピンに入力される。
- ③ 送信機が入力された電圧値を 10bit のデジタルデータに変換して、送信機などの情報とともに無線通信で受信機へ送る。
- ④ 受信機は、送られてきたデータを収集し、記憶

媒体にデータを CSV ファイルとして蓄積する。

⑤ CSV ファイルのデータと実際の収穫量との関係を生産工学の観点から解析し、肥料などの調整量を割り出す。

本研究では、③と④を担当し、センサが取得したデータを送る送信機とそれを受け取る受信機を製作し、システムの実現を目指す。送信機は Xbee 単体で、受信機は送られてきたデータを保存するためにマイコン、及びデスクトップで制御する。

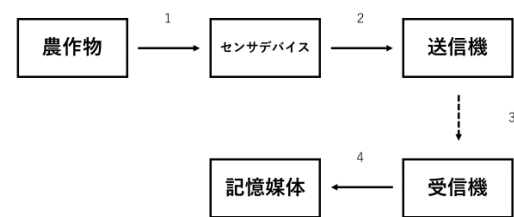


図 1 システムの流れ

3. 用語説明

3.1 Zigbee

Zigbee とは、Bluetooth のような近距離無線通信規格の一つで、ほかの通信規格に比べて、低コスト・低消費電力である点が特徴である。周波数帯域は 2.4GHz、伝送速度が 250kbps と、低速だが、複数のノードを使用することで広範囲に通信ネットワークを構築することが可能である。

3.2 Xbee

Xbee とは、DIGI インターナショナル社が販売している Zigbee 通信モジュールのことである。Xbee シリーズは複数存在し、さらにワイヤアンテナ型、PCB アンテナ型、U. FL コネクタ型の 3 つに分けられている。今回使用したのは「Xbee ZB S2C ワイヤアンテナ型」である。動作電圧は 3.3V、室内/アーバンレンジは最大 60m、屋外/見通しレンジは最大 1200m、最大入力アナログ電圧は 1.2V となっている。

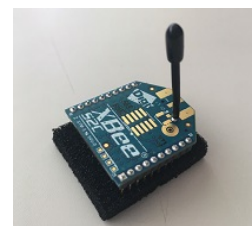


図 2 今回使用する Xbee モジュール

3.3 X-CTU

X-CTU とは、DIGI インターナショナル社が提

供している Xbee 設定用のソフトウェアである。

Xbee は X-CTU を通して初期設定を行うことによって、その仕様を決定し、通信を行う。主な設定内容は、ネットワーク ID (PAN ID)、通信を行うノードのアドレス、通信モード、PIN モード、サンプリング時間である。

4. 実験内容

4.1 Arduino による受信データの読み取り

送信機のアナログ入力 Pin に入力された電圧値を数秒間隔で受信機に送信する。受信機側は受け取ったデータを元に受信機に取り付けられた LED を点灯させる。また、送られてきているデータの値は受信機を制御している Arduino を介してシリアル通信によって確認する。送信機と受信機の間隔は約 40m として受信機で受け取ったデータを確認する。

4.2 中継機能の確認

XBee に搭載されているマルチホップ機能によって本来通信できない距離にあるノードがデータをやり取りすることができる。この時、受信機にはどのようなデータが送られてくるのかを確認する。

通信距離による問題で通信が行えない状況にある送信機 1 と受信機を用意する。送信機と受信機の間にも別の送信機 2 を用意させ、その送信機を稼働させる。受信機に送られたデータを PC で確認する。送信機 1 のアナログ Pin には 0.7[V] を入力しサンプリング時間は 1 秒とした。送信機 2 のアナログ Pin には 0.67[V] を入力しサンプリング時間を 5 秒とした。

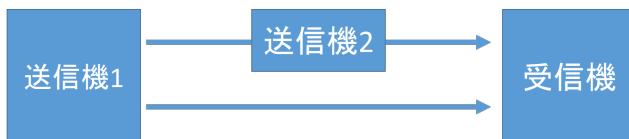


図 3 中継機能による通信モデル

5. 実験結果

5.1 Arduino による受信データの読み取り

送信機側からのデータをもとに受信機に取り付けた LED を点灯させることができた。また、送信機の可変抵抗を変化させることによって、LED の明るさを変化させることも成功した。

シリアルモニタに表示される受信データを確認すると、パケット内のデータは 16 進データとなっており、そのうちの電圧値データは 0~3FF までの値で表されていることがわかった。

5.2 中継機能の確認

受信機に送られてきたデータを表 1 に示す。

表より、16:31:10 に送信機①と受信機の通信が切断され、16:31:39 から送信機①と受信機の通信が再開され、さらに送信機②と受信機の通信も並行して行われた。

このことから、送信先ノードから送られたデータはその他のノードを中継して、そのままのデータが受信機に送られる。また、データの受信は並列して行われることが分かった。受信した電圧値データも 254=0.69[V], 23A=0.67[V] より、近い値が受信できたことが確認できた。

表 1 受信機が取得したデータ

日付	時間	電圧データ(16進)	送信元
01-27-2018	16 31 :10.005	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :10.942	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :39.995	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :40.011	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :40.089	23A	送信機2
01-27-2018	16 31 :40.402	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :41.370	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :42.370	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :43.386	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :44.308	254	送信機1
01-27-2018	16 31 :44.871	23A	送信機2
01-27-2018	16 31 :45.308	254	送信機1

6. 考察

送受信機の基礎的な動きは確立できたが、XBee のデータサンプリングやデータ収集をするためのプログラムについては運用できるまでには至っていないので、その完成を目指す。また、機械工学科が製作しているセンサデバイスとの仕様のすり合わせをして、実機によるデータ収集を可能にしていきたい。受信機に用いた Arduino の欠点として、Arduino に用意されているシリアル通信のバッファでは、複数個の送信機から一斉にデータが送られてきたときに対応しきれないので、複数個のデータ受信に対応できる設計をし、受信機の受信性能を向上させたい。

参考文献

- [1]. 研究者 北嶋 友喜 指導教員 斉藤 徹
(2012)「無線通信モジュールを用いたセンサネットワーク構築」(平成 24 年度卒業論文)
- [2]. Dr. S. S. Riaz Ahamed 「THE ROLE OF ZIGBEE TECHNOLOGY IN FUTURE DATA COMMUNICATION SYSTEM」
- [3]. きむ茶工房ガレージハウス
<http://www.geocities.jp/zattouka/GarageHouse/micon/XBee/XBee1.htm>