

フィジカルコンピューティングデバイスを用いた農業用スマートセンサの開発

Development of agricultural smart sensor using physical computing devices

○伊藤 良栄* 川北 健二郎**

○Ryoei Ito, Kenjiro Kawakita

1. はじめに

農業用水を管理する土地改良区は、職員数の減少や高齢化の問題を抱えるところが少なくなく、将来的にきめ細かな水管理が困難になることが予想される。したがって、水管理業務の省力化、簡素化は急務である。その一方で、農業法人や担い手への営農集約化や作付け品種の多様化などに伴う水需要の変化に対応するため、水管理は需要主導型へと変貌しつつある。

水資源同様に供給と需要が広範囲に存在する電力システムでは、特に福島第一原発事故以降、自然エネルギー等の再生可能エネルギーを効率よく取り込む分散供給化に対応するため、スマートグリッドの構築が進められている。丹治ら(2010)は、スマートグリッドの概念を水田灌漑に適用し、その実現には水田スマートメータが必要と指摘している。

本研究では、水田スマートメータの前段として、センシングとデータ通信機能に特化した農業用スマートセンサの開発を目的とした。

2. フィジカルコンピューティング

フィジカルコンピューティングは、ニューヨーク大学から始まった教育プログラムである。現代の複雑になりすぎて特別な知識を持った技術者しかプログラミングできないコンピュータ・エレクトロニクスに対して、センサ・アクチュエータ・マイコンなど単純な部品を組み合わせることにより、プログラミングの経験がない人でも楽しみながらおもしろいシステムを構築できるようにする仕組みである。このコンセプトは、**Make, Fabrication** 等のプロジェクト

を支えるバックボーンとなっている。

フィジカルコンピューティングの代表的なマイコンや I/O ボードには、**gainer, funnel, wiring** 等があげられるが、今回は最近急速に普及が進んでいる **Arduino** を用いた。

3. システムの設計

丹治ら(2010)は、水田スマートメータが備えるべき機能として、取水量、排水量、水田水位、水温、水質、気温、日照、風速、降水量等のモニタリングをあげている。一方、データ通信系については全く言及していない。電力系と異なり農地では有線系の通信インフラはほとんど整備されていないので、農業用スマートセンサには無線機能が必須である。また、流量メータなどはまだ高価なため、今回は接続用インタフェースを用意するにとどめ、カメラ画像による監視機能を持たせることにした。

Table 1 にシステムの構成機器の一覧を示す。

表 1 システム構成
Table 1 List of components

種類	機器名	規格	値段
デジタルI/Oボード	Arduino UNO R3	Atmel AVR マイコン実装済み	2500円
Zigbee	Xbee Pro ZB	250kbps	2800円
Arduino用シールド	Wireless SD Shield	Xbee & SDスロット搭載	2500円
リアルタイムクロック	RTC8564	I2Cインターフェース	500円
シリアルJPEGカメラ	LS-Y201	解像度 QVCA(320×240)	4800円

Arduino はマイコン(**Atmel AVR**)と少量の部品で構成される安価な組み込みボードである。**Arduino** ブートローダの採用により、プログラミングの経験が少ない人でも容易にプログラムを作成できる。また各種ライブラリを用いることにより、リアルタイムクロックや**JPEG** カメ

* 三重大学大学院生物資源学研究所 Graduate School of Bioresources, Mie University

** 三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie University (現四日市市役所)

キーワード: IT、水利システムの計測・管理・制御、Arduino

ラなど様々なモジュールを付与できることも特徴である。

XBee は、無線通信規格 IEEE 802.15.4 の通信プロトコルの一種である ZigBee のモジュールであり、消費電力が少なく、理論上 500m～1.5km の通信距離が見込める。

4. 結果と考察

表 1 より、本システム一式の総費用は 1 万 5 千円以下となることがわかる。XBee を用いたことで、データ収集に必要な通信コストを削減できた。今回は組み立て済みの Arduino 基板を用いたが、AVR マイコンとわずかな部品で同等の機能を実現できるので、さらなるコストの削減が可能である。

本実験に先立ち、将来的な各種センサの接続テストを行った。具体的には、アナログ・デジタル温度、照度および湿度の各センサから正常に計測データを取り込めることが確認できた。

本システムでは、RTC より一定時間ごとに割り込みをかけてカメラで撮像し、そのデータを SD カードに保存する。しかる後、ユーザからのリクエストに応じて XBee 経由で XMODEM により PC に画像データを転送するようプログラミングを行った。

次に、開発した農業用スマートセンサの性能を確認するために以下の二つの実験を行った。

まず、XBee のデータ通信性能について調べた。見通しの良い野外にてループバックテストを実施し、画像データ転送に十分な受信強度を測定した。その結果、安定して画像が取得できる受信強度は -85dBm であり、その時の距離は 300m ほどであった。(図 1) それ以上離れると通信時間の増加や転送エラーによる再送が発生したが、440m 付近までは何とか画像転送が可能であった。

図 2 にカメラの撮像例を示す。使用した JPEG カメラ の解像度は 320×240 ドットと低い、圃場の様子はある程度確認できたため、水田の通水状況などは十分把握可能と思われる。

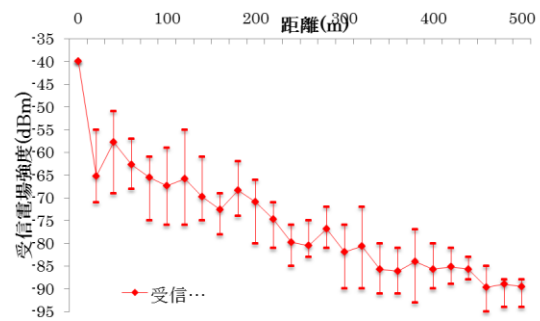


図 1 ループバックテスト結果
Fig. 1 Result of loopback test



図 2 撮像例
Fig. 2 Example of captured image

5. 結論

以上、本研究では Arduino と JPEG カメラや XBee と組み合わせることで、農業現場でも実用可能な無線通信機能を有した安価なスマートセンサを構築できた。XBee はメッシュネットワークもサポートすることから、より長距離かつ複数ノードによる巨大なセンサネットワークも構成可能である。

今後は、水管理に必要な水位や流量情報の取り込みが課題である。

参考文献

丹治 肇・小林 慎太郎・桐 博英：将来のエネルギー供給変化に対応した水田灌漑システムの展望, 水文・水資源学会誌, 23(1), 43-56, 2010

フィジカルコンピューティング | 国立大学法人 九州工業大学 情報工学部 | 飯塚キャンパス

<http://www.iizuka.kyutech.ac.jp/faculty/physicalcomputing>