

# 多種大量データによる知的センサネットワークの基盤技術 術確立と農業分野への適用考察

沼津工業高等専門学校 制御情報工学科 助教 山崎 悟史

近年、機器同士が無線通信によりシステムの高度化を目指す M2M (Machine to Machine) と多種大量データから新たな価値情報抽出を目指すビッグデータ (Big-Data) の両者が融合し、新たなイノベーション創出が期待されている。本研究では、まず Big-Data×M2M システムに必須の基盤技術について論じる。次にそのアプリケーションの一つとして農業に着目し、これまでの勘や経験によるアナログの農業から ICT 技術を積極活用したデジタル的農業の樹立に向け、収集されたセンサ Big-Data から有益な価値情報の創出する諸技術やそれらを活用したシステム像を明らかにする。

**Keyword** M2M (Machine to Machine), ビッグデータ (Big-Data), 農業, 情報のフィードバック活用, 価値情報

## 1. はじめに

近年、機器同士が通信を介して情報交換しシステムの制御を目指す M2M(Machine to Machine) [1]と多種大量データによりこれまで気が付かなかった価値創造を目指すビッグデータ (Big-Data) [2]が注目を浴びている。M2M と Big-Data は、表裏一体をなすものであり、融合し合って新たなイノベーションが創出されると期待されている[3]。M2M システムは複数のセンサをネットワーク網に接続し、センサが検知した情報を伝達、収集し、センサ群を制御するといった機能を提供する。近年、急速に進む社会資本ストックの老朽化対策や東日本大震災発生によるスマート社会実現に向けて、M2M の導入や活用が活発化している[4]。M2M ではセンシング対象のみ変更すれば、農業・漁業、防犯・防災、環境・エコ、建設・保全、医療・介護など様々な分野で適用可能な概念といえる。特に農産業分野に着目すると、世界的な食糧不足への懸念や後継者不足など産業自体の衰退傾向から、国際的競争力の推進が期待されている([5]など)。

本調査研究では、農業用センサ・機器から生じるビッグデータに着目し、それらの分析による知識発見、システム運用に関する動向を調査し、農業用 M2M センサネットワークの現状と将来像を示す。

以降、2. で M2M センサネットワークの基盤技術、3. で農業用 M2M センサネットワークにおけるデータ活用(システム像)と分類について詳述する。

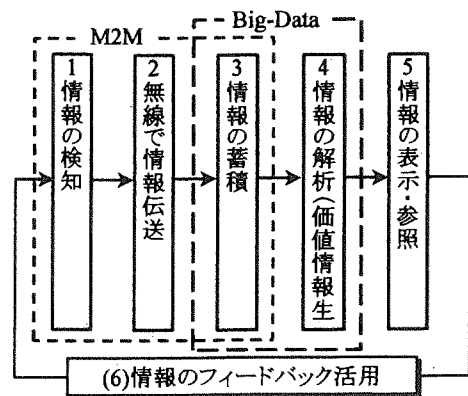


図1 M2M×BigData システムの基盤技術

4. で結論を示し、5. で本調査研究に関する対外発表を示す。

## 2. M2M×Big-Data システムの基盤技術

### 2.1. 情報フィードバック活用

近年、センシング情報源から得られたセンサデータをネットワーク経由で収集した後、処理(プロセッシング)・解析・推論し、環境を適応的に変化させたり、情報、特に予測情報、推奨情報を提供して人の活動を拡張、強化あるいは補助、支援する系を知的環境(Ambient Intelligence)と呼んでいる(8)。また、センサネットワークと合わせてアンビエントセンサネットワークと呼んでおり、従来にない利便性の提供や抜本的なコスト削減が期待できるため、ICT 農業スマートグリッドなど將

来 M2M センサネットワークの基本形態と注目されている。このようなアンビエントセンサネットワークの一形態として、筆者らは、図 1 に示す情報のフィードバック活用ループを提案している。図 1 は M2M センサネットワークの構成において、特に M2M と Big-Data の基本領域を明示しており、以降この形態を M2M×Big-Data システムと呼ぶ。以降、図 1 における各処理概要を述べる。

## 2.2 検知

知的環境における検知（センシング）とは、実空間内の人、もの、あるいは空間自体の状態やイベントを取得する。アンビエント情報には、センサを使って機械的に取得可能なものと、そうでないものがある。前者の一例は、温度や加速度などであり、後者の一例は、人の行動や雰囲気など、複数のセンサ情報から計算機を使って推論などにより取得する。Big-Data は、3 つの特性（Volume, Variety, Velocity）で特徴付けられる。すなわち 3V は、処理すべきデータ量、多様性（構造化、半構造化、非構造化）、データ処理に要求されるリアルタイム性を意味する。

## 2.3 無線伝送

センシングした情報は、近距離無線や携帯電話網などの無線ネットワークを用いて伝送される(4), (11), (12)。提案 M2M システム(9)では、分散された複数の子機からセンシングされた温度情報などは、近距離無線規格 ZigBee を用いて一旦、親機に送られ、親機から携帯電話網(3G 回線)を用いてクラウドシステムに送られる。そこでは TCP/IP プロトコルを用いて情報のやり取りがなされる。このように、M2M における 2 は通信を意味するが、実際は複数の通信方式が活用される場面も多い。また、フィールドなどで有線を用いた場合、動植物による切断、トラクタなどの動機械による切断などが考えられるため、無線伝送が必須となる。

## 2.4 蓄積

データの格納には、ファイルやデータベース管理システム(DBMS)が必要となる。ファイルの利点は手軽さであり、欠点は認識・推論が別に必要となる点である。一般に、M2M データのサイズは大きくなるため、分散ファイルシステムの利用が好ましい。DBMS の利点はデータ管理の容易化と高性能な単純処理であり、欠点は、長いローディング時間である。スキーマが一定の場合、リレーショナルモデル(SQL)などの構造化モデルが適しており、データ形式が一意に定まらない場合は、XML や

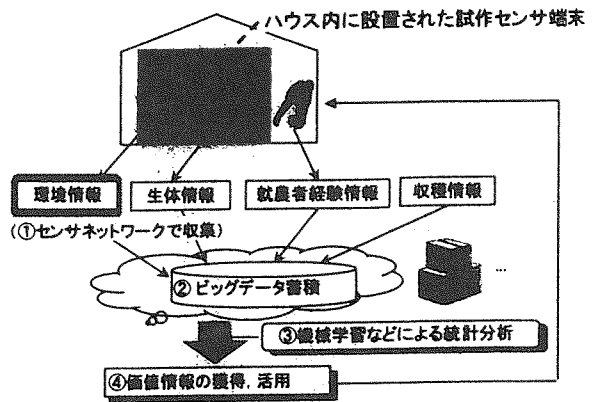


図 2 農業用 M2M×BigData システムの基本構成

JSON 等の半構造モデルなどが好ましく、これは年月経過に伴い属性の追加が必然である。

## 2.5 分析

初期的な分析には SQL が用いられる。HDFS などを用いる場合には MapReduce によるバッチ処理が可能である。ビッグデータから有用な知識を効率よく導き出す場合において、SQL では困難な高度な分析を行うためには、データマイニング技術(機械学習や統計解析)が必要となる。データマイニングとは、意味のあるパターンやルールを発見するために大量のデータを探索し分析する技術であり、Big-Data の解析ツールといえる。それには、目的志向型と探索型がある。目的志向型では特定のターゲット項目を説明、カテゴリ化するのに対し、探索型では、事前に定義された分類や特定ターゲット項目を使わずに、データからパターンの類似性抽出などを試みるものである。

## 2.6 表示・参照

M2M への注目を牽引する一つがスマートフォンに代表される携帯端末である。携帯端末を用いてクラウドサービスを楽しんでいる。

## 3. 農業用 M2M×Big-Data システムの基本構成

図 1 を参考に農業用 M2M×Big-Data の基本構成を図 2 に示す。①センサネットワークによる環境情報の取得、②ビッグデータの蓄積、③機械学習などによる統計的処理、④価値情報の蓄積、活用が key となる。本研究実施に当たり審査委員会から「農業分野で何をデータベース化するのか明確にすべき」旨の留意事項を頂いていたことから、ここでは、表 1 に農業用 M2M データの活用(システム像)、表 2 にそれに必要なデータ分類結果を示す。

表 1 農業用 M2M データの活用(システム像)

資材提供者	適地適作栽培支援, 土壌改良作業指導		
生産者	経営判断支援	経営戦略, 栽培計画支援, 栽培技術判断	
	技術継承支援	作業ノウハウの抽出・継承, 暗黙知の形式知化 GAP(Good Agricultural Practice)支援	
	農作業支援	栽培管理	種苗, 生育観察, 灌水・農薬・肥料等の適正使用支援
		収量管理	収穫量, 収穫時期
		環境管理	植生病気・病害虫判断, 土壌判断, 気象変動対策
労働管理		作業内容・作業時間管理, 気づき管理	
	予測・制御	収穫量, 収穫時期	
流通者	輸送支援	トレーサビリティ管理	
	保管支援	品質管理, リスク管理	
販売者	小売支援	収益(売上)向上, コスト低減, ブランド化維持, 新サービス創出	
	外食支援		
消費者	安全・安心で, 美味しく, 健康的で, 価格が安い農作物が欲しい		

表 2 農業用 M2M データの分類

栽培対象	穀物類(稲, 麦, 豆), 園芸作物類(野菜, 果物), 畜産類(牛, 豚, 鶏)			
栽培方法	土耕栽培, 水耕栽培, 施設栽培: 植物工場栽培(完全制御型, 太陽光利用型)			
肥料	有機, 無機			
農薬	種類, 散布量			
測定点	固定	環境情報	施設内	地上: 気象(温度, 湿度, 照度, CO2), 水分, 降水量, 光・日射量, 風向, 風速 地下: 土壌成分(水分, 温度, 養分, EC)
			施設外	温度, 湿度, 照度, CO2, 光・日射量, 風向, 風速
		生体情報	内面要素: 樹液流, 蒸散量, 転流, 光合成速度, 葉温, 重さ, 糖度, 酸度, PH 外観生育指標: 葉色, 葉面積, 草丈, 茎数	
	流動	就農者経験	種まき, 灌水, 施肥, 除草, 害虫駆除, 農薬散布, 環境調整, 気づき	
		消耗品	防虫剤, 農業廃棄物	
		害虫	病原菌, 雑草	
	稼働	小動物	鳥, 犬, 猫の糞	
		農業機械	運転稼働時間, 農地面積, 農薬散布面積, 作業者の動線管理	
		施設	空調制御データ, ハウス水路量, 温度調節データ, エネルギー消費量	

#### 4. むすび

近年, 機器同士が無線通信によりシステムの高度化を目指す M2M と多種大量データから新たな価値情報抽出を目指す Big-Data による新たなイノベーション創出が期待されている。本報告概要では, まず Big-Data×M2M システムに必須の基盤技術について論じた。次に, アプリケーションの一つとして農業分野に着目し, 農業用 Big-Data を体系化し, その活用(システム像)を明らかにした。

#### 5. 本調査研究に関する対外発表(2013.10～2014.9)

- (1) 山崎悟史, “ICT を利活用した安全・安心なイチゴ栽培に向けて”, JA 伊豆の国苺委員会高設栽培研究会, 報告資料 2 ページ, 2014.7.30, 静岡県農林生産事務所。
- (2) 石田隼己, 山崎悟史, “農作業最適化に向けたオープンな M2M センサネットワークの開発 - システム概念と基本伝送特性 -”, 情報処理学会 モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会 第 70 回研究

奨励賞受賞, 横浜市技能文化会館, 2014.8.28.

- (3) 山崎悟史, 大黒篤, “M2M センサデータからの知識発見 - 農業分野における動向と展開 -”, 電気学会 電子・情報・システム(C) 部門大会講演論文集, TC5-2, pp.294-298, 島根大学, 2014.9.3-6.
- (4) 山崎悟史, 切岩祥和, 大黒篤, “農業 M2M センサデータからの知識発見とその応用”, 電気学会論文誌 C [現在査読中].

#### 参考文献

- [1] 森川博之, 鈴木誠, “M2M が未来を創る”, 信学誌, vol.96, no.5, pp.292-297, 2013.
- [2] J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh and A. H. Byers, “Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity”, McKinsey Global Institute, 2011.
- [3] 小特集 “ユビキタスの次の世界へ～M2M とビッグデータ～”, 電子情報通信学会通信ソサエティマガジン B-plus No.29, Summer 2014.
- [4] 小野 悟, 渡辺 尚, “活用が始まる M2M の現状と展望”, 電気学会論文誌 C, 132(5), pp.626-631, 2012.
- [5] 農林水産省, AI 農業の展開について  
<http://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/kihyo03/pdf/090820-01.pdf>