

M2M

矢島 啓太, 池上 久典

Keita YAJIMA, Hisanori IKEGAMI

1 はじめに

近年, 国内外において M2M(Machine to Machine) の利用が広く普及しており, 2000 年頃から, 建機やエレベータの稼働状況を遠隔監視することに使用されてきた¹⁾. 近年, 無線通信・ビッグデータの解析技術の発達により, センサ群から送られる膨大なデータをリアルタイムに解析できるようになったことと, M2M 導入の初期コストが削減されたことから, M2M 市場は拡充している²⁾. 様々な機器同士がネットワークでつながることで, エネルギー管理や環境モニタリング, 医療, 交通, 物流, ヘルスケアおよび農業など多種多様な分野での応用が期待される. 本報告では, M2M の概要, 利用例を述べた上で関連技術の中でもセンサネットワークについて特筆し, 今後の展望についてまとめる.

2 M2M

2.1 M2M の概要

M2M とは, 機械と機械が人の手を介さずに情報交換することで, 自動的に機器制御を行う考え方や仕組み, サービスのことである. 建機やエレベータの遠隔監視以外にも, 自動販売機における在庫発注や電子マネー使用, 及びマンションの防犯など様々なものに利用されるようになった. このように, M2M は既に身の回りに溢れており, M2M 市場も拡大している²⁾. これは主に, センサ技術の向上や無線方式の多様化が要因として存在する.

センサ技術向上の例として, 匂いセンサがある. 匂いセンサはガスセンサから発展している. 1950 年代からガスセンサは酸化物質半導体を利用した手法で開発された. このガスセンサの原理を利用し, 様々な匂いを判別してきた. 技術の発展から, 応答・回復速度が速くなり, 人間の感覚とセンサ出力との相関が高くなったため, 人間の感覚と近い情報を安定的に取り出せるようになった.

また, 無線技術の多様化が進むにつれ, M2M においても様々な通信方式が使われるようになった. 例えば ZigBee は M2M を主目的として標準化された通信規格である. ZigBee の特徴は安価で低消費電力, およびネットワークの構築が容易であることが挙げられる. その他にも用途に応じて RFID での通信や 3G 回線なども使用される.

2.2 利用例

農業への導入がなされている. 例えば, NEC は JA やつしろに農業 ICT サービスを提供している. 促成栽培では, 炭酸ガスが野菜を生育を早める. しかし, 炭酸ガス

濃度を管理しないと炭酸ガス過剰症や欠乏症に陥る. これを解決するために, 常に炭酸ガスを計測し, 炭酸ガス調節装置で濃度を自動的に調節することで, 野菜にとって最適な環境を整えることが可能である.

防災用途にも普及している. 匂いセンサを用いた火災警報システムが導入されている. 火事の元になる物質が燃える匂いを計測した瞬間, 警報装置が稼働し, 火事の警報を促す. タバコやお香などの匂いの場合には計測しても警報を発さない.

2.3 M2M を支える技術

M2M を支える技術は主にセンサネットワーク, ビッグデータの 2 つである. M2M は機器の自動制御を行うため, ノード(センサ)で計測, データ集約技術は特に重要である. しかし, ノードで計測した膨大な情報を全て送る場合, ネットワークの混雑によるリアルタイム性の欠如や信頼性の低下を引き起こしてしまう恐れがある. これを解決するための技術がセンサネットワークである.

3 センサネットワーク

3.1 センサネットワークの概要

センサネットワークとは, ノードが検出したデータを単に発信するだけではなく, 周囲のノードのデータを効率的に中継するための技術である. これは, 全てのノードが各自で, データを中継するか, どのような行動をすればよいかを判断することを意味する. 多数のノードの自律協調動作により, 信頼性の高い通信環境を実現する.

センサネットワークにおいて, インターネットの OSI 参照モデルで提供される通信規約と同一の通信規約は用いない. センサネットワークにはセンサネットワーク用の新たな通信規約が望まれ, 研究されている. 従来のネットワーク用の通信規約はスループットや遅延対策が優先されている. しかし, 一旦配置したセンサ群の電池交換や充電のための回収が容易ではないことから, 長時間使用可能である必要があり, 電力容量の増加と省電力な通信規約が望まれる.

3.2 センサネットワークの通信規約

センサネットワーク用の通信規約はレイヤごとに異なり, 果たす役割も異なる. 各レイヤがセンサネットワークで果たす役割の内容を Table 1 に示す.

ノードの消費電力削減効果はデータリンク層に依るところが大きい.

ノードは通信を行っている時間が非常に短い. しかし, データを送受信しないときのノードの活動は送受信時と

Table1 センサネットワークにおける各レイヤの役割

レイヤ名	役割
データリンク層	物理的に直接接続されたノード間でのデータ通信を実現する。多元接続をサポートするMACプロトコルをもつ。
ネットワーク層	任意の2点間のデータ通信を提供する。データ配送処理を効率化する。
トランスポート層	無線リンクでの再送処理を提供する。ネットワークの輻輳を回避するための転送制御を提供する。

同程度の電力を消費してしまう³⁾。よって、活動状態にする必要のないときはノードを休止状態にする必要がある。これの実現のため、MACプロトコルを利用して省電力にするLEACHという技術と、適応型トポロジを利用するSpanという技術がある。

3.3 LEACH

MACプロトコルのスケジューリング方式はTDMA(Time Division Multiple Access)として知られている。TDMAとは時分割多元接続とも言い、ある周波数帯域を一定時間で分割し、各時間ごとでクライアントに周波数を割り当てるといったものである。スケジューリング方式はデータの送受信時以外はノードを休止させることができるため、省電力の観点では理想的である。これを、センサネットワークに適用した仕組みがLEACHである。

ネットワーク内でノードをいくつかのクラスタに分ける。そして、そのクラスタ内の1つのノードはクラスタヘッドという役割を担っている。クラスタヘッドとはベースステーションに対して、クラスタ内のノードから受信したデータをまとめて送信する。クラスタヘッドは一定時間毎に交代する。ただし、特定のノードが何度もクラスタヘッドの役割を担わない。これは、特定のノードに通信負荷が集中して消費電力が多くなることを防ぐためである。クラスタヘッドが一定期間毎に変遷していく様子をFig. 1に示す。

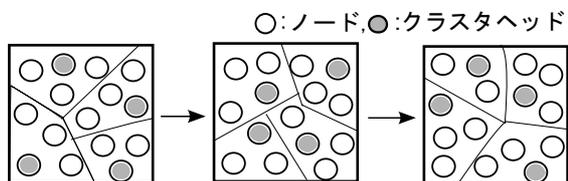


Fig.1 クラスタヘッドの変遷

Fig. 1の4つに区切られている1つをクラスタという。クラスタ分けの手順は下記ようになる。

1. クラスタヘッドを決定する
2. クラスタヘッドが周辺ノードに信号を送る
3. 周辺ノードは信号の強さから一番近いクラスタ

ヘッドを判断する

4. 周辺ノードはクラスタヘッドの形成するクラスタに所属する

信号が一番強い、一番距離が近いクラスタヘッドにデータ送信を行うようにすることで、データ送信時間を短縮する。送信時間が短縮された分、ノードの活動時間が短縮され、省電力に繋がる。

3.4 Span

Spanとは、ノードを高密度に配置した上で、通信には必要最低限のノードを利用することでネットワーク全体の寿命を伸ばすという手法である。ノード同士が協調して、どのノードを活動・休止状態にするか、ベースステーションへの中継を行うかを自律的に決める。ネットワーク内の全ノードに接続できる最小限のノードを活動状態にし、その他のノードを休止状態にすることで省電力を実現する。このとき、活動状態にしたノードのことをコーディネータという。なお、コーディネータは近隣ノードから受け取ったデータのルーティングを行う。

各ノードは、一定期間毎に自身がコーディネータになるか判断し、ネットワークをその都度構築していく。一度に多くのノードがコーディネータになるかどうか判定すると、コーディネータの必要数より多くなってしまいう可能性がある。コーディネータになるノードは周りに信号を送るときに電力残量に応じて遅延時間を設定することで、最終的にどのノードがコーディネータになるかを決定する。

4 M2Mの展望

M2Mは各国の重要な国策と定められている。アメリカのスマートグリッドやヨーロッパでの交通事故緊急予測(e-Call)もその一部である。日本も例外ではない。安倍内閣は国策として「国土強靱化計画」を掲げ、M2Mを本格導入する構えである⁴⁾。このように、社会インフラを高度化するためにM2Mは今後さらに普及していくと考えられる。しかし、現在、普及が進んでいるM2M技術は、導入企業によって用いる通信規約や計測したデータ形式が異なる。これらの違いが今後の普及に大きな影響を与える可能性がある。M2Mの普及のため、ITU-Tや3GPPといった組織がM2Mの標準化に向けた運動を進めている。

参考文献

- 1) モノが情報発信源となる新たな価値観 part1 — it leaders. <http://it.impressbm.co.jp/e/2012/01/31/4177>.
- 2) 日本国内 m2m マーケット市場展望 2012 — 携帯通信市場調査レポート : roa hoaldings. http://japan.roaholdings.com/report/report_name.html?num=302.
- 3) 安藤繁, 田村陽介, 戸部義人, 南正輝. センサネットワーク技術 ビジネス情報環境の構築に向けて. 東京電機大学出版局, 2005.
- 4) 新しい公共〜イノベーション、新産業の創出. http://www.icr.co.jp/newsletter/report_tands/2013/s2013TS286_2.html.