

# センサネットワークとビッグデータ解析を用いた応用技術開発

(組込みシステム技術と無線ネットワーク技術の応用)

応用技術部 部長 藤本和貴

本研究では、複数のセンサを相互に接続して計測を行うセンサネットワーク技術、組込み技術を用いたデータ収集システムを開発するとともに、収集したデータの解析を行うビッグデータ解析システムを用いた応用技術開発を行い、県内企業への技術移転を行うことを目的とする。

平成 27 年度はセンサネットワークの基礎となるセンサユニットとデータの収集を行うサーバユニットを試作し、クラウド上のサーバへの通信試験を行った。

## 1. 緒言

本研究では、組込み技術、センサネットワーク技術、ビッグデータ解析を要素技術として、その応用技術開発を行う。

組込み技術は産業用・家庭用の機器で電子制御・計測を行うものの多くに用いられている技術であり、生産機械・工場、環境・エネルギー、スマートコミュニティ、医療・介護・見守り、防災など、応用分野が広い技術である。汎用コンピュータ(PC等)と異なり、ハードウェアとソフトウェアが一体となっており、その種類が非常に多いことが特徴である。

また、センサネットワーク技術は数多くのセンサを配置して有機的に結合し、協調して動作する技術であり、環境・機器の計測・制御に用いる技術である。HEMS(Home Energy Management System)、BEMS(Building Energy Management System)、SEMS(Small Office Energy Management System: 小規模EMS)、スマートグリッド、環境モニタリング、等に用いる。その中でも特にM2M(Machine-to-Machine)技術は、コンピュータネットワークに繋がれた機械同士が人間を介在せず相互に直接情報交換し、自動的に最適な計測・制御が行われるシステムである。

ビッグデータ解析技術は近年急速に注目されている技術である。ビッグデータについては定量的な定義はないが、従来のデータベース管理ツールでは処理が困難なほど巨大なデータの集積を指すことが多く、収集、選択、保存、検索、解析、可視化が困難なデータを対象とする。予め有意性を限定してデータを収集・解析・検証していたこれまでの手法から、全件のデータを取得して傾向・相関を把握することが可能になる。用途例としては、電力センサの計測値から機器の稼働状況の把握・異常の検知を行う、温度・湿度・照度・土壌水分等の環境データから農作物の育成監視・予測を行う、

形状・振動等のデータから建築物・構造物の異常検知を行う(インフラマネジメント)等が想定される。

ビッグデータ解析のためには、容量・処理能力等に考慮したハードウェア・ソフトウェアの構成が必要となり、ハードウェアとしては分散処理システム、クラウド・コンピューティングが、ソフトウェアとしては専用のオープンソースソフトウェア(Hadoop、MapReduce等)が用いられることが多い。収集した多量のデータ間の関連付けを行い、データの可視化による、異常の予兆検知等に用いる。

いずれの技術も県内企業が関心を持っており、開発の要望があるものであり、県内の地場産業が新産業へ進出するための基盤技術となるものである。

## 2. 目的

本研究では、センサネットワークおよびビッグデータ解析を応用した計測・解析システムの開発を行って技術知見を蓄積し、県内企業への技術移転を行うとともに、実用化のために解決すべき課題であるセンサ・通信の信頼性向上、耐環境性の向上、速度の向上、長期間運用のための駆動電源の確保、新規計測手法の開発等に関する技術開発を行う。

具体的には以下のものを行う。

- ・センサネットワークを介したデータ収集  
計測機器に通信機能を組み込んでデータの収集を行うシステムを構築する。計測対象は温度・湿度・照度・電流・傾斜等を想定し、対象によりセンサを選定する。  
開発にあたっては、信頼性と拡張性を考慮してオープンシステム、オープンソースを活用する。
- ・収集したデータの蓄積・解析を行うシステムの構築  
センサネットワークを介して収集したデー

データを蓄積し、解析を行うシステムの構築を行う。解析のためのサーバとして、ローカルサーバを構築する手法とクラウド上のサーバを利用する方法を検討する。

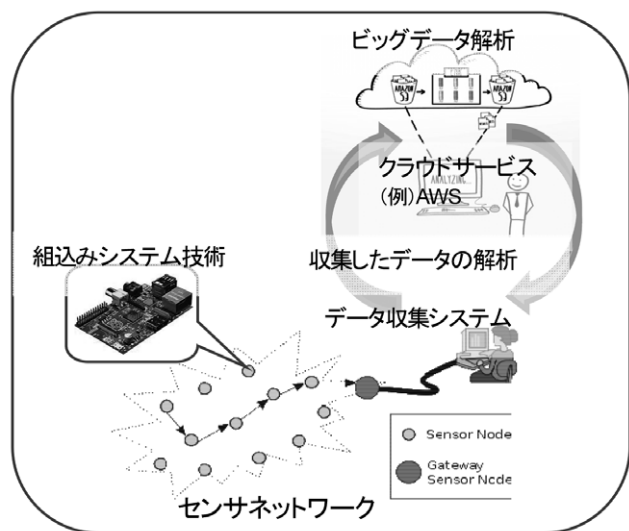


図1 センサネットワークおよびビッグデータ解析

### 3. 実験

平成27年度はセンサネットワークの試作、クラウドサーバへの送信実験を行った。

具体的には、計測試験のために無線通信機能を有するセンサユニットおよびサーバユニットを試作し、両者間の通信試験を行った。また、センサユニットで計測したデータをサーバユニットへ送信し、収集したデータをクラウド上のサーバへの送信を行った。そのために必要となるハードウェアと通信プログラムの試作を行った。さらに、複数のセンサを用いた際の負荷試験を行った。

#### 3.1 センサユニットおよびサーバユニットの試作

図2に示すセンサユニットおよびサーバユニットを試作した。

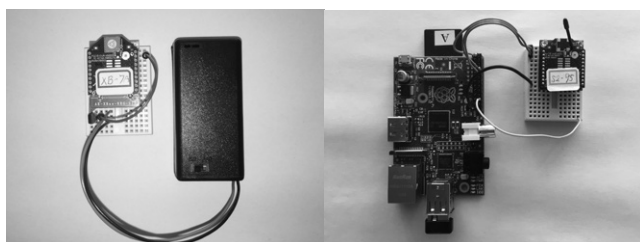


図2 センサユニットおよびサーバユニット

センサユニット(子機)はDigi International社のXBee<sup>[1]</sup>を使用している。XBeeは2.7～3.3Vの直流電源で駆動でき、デジタル入出力、アナログ入力、PWM出力の機能を有している。アナログ入力は0～1200mVの範囲で入力可能であるので、対応する電圧範囲の出力が可能なセンサであればXBeeのアナログ入力に直接接続することが可能であり、今回の実験では温度センサLM61BIZを使用している。また、電源は電池(単3×2本)により供給している。

サーバユニットにはARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータであるRaspberry Pi<sup>[2]</sup>を使用している。OSにはRaspbianを使用し、センサユニットのXBeeとの通信のためにRaspberry Piのシリアル入出力(UART)にXBeeを接続し、XBeeの電源(3.3V)もRaspberry Piから供給している。XBeeとの通信プログラムはC言語あるいはpythonを使用しており、オープンライブラリであるXBee-2.1.0およびlibxbee3<sup>[3]</sup>を使用している。

通信試験においては、サーバユニットからセンサユニットへコマンドを送信し、そのレスポンスをサーバユニット上で確認した。送信するプログラムはXBeeの識別子(Node Identifier)を読みだす'NI'コマンド、XBeeに接続されている入出力の状態を読みだす'IS'コマンドを使用し、いずれも正常に通信が行うことが可能であることを確認した。また、複数(1～7)のXBeeについて通信を行うことが可能であることも確認した。

なおXBeeの設定については、サーバユニットはAPI Coordinatorモード、センサユニットは常時通信を行うことが出来るAPI Routerあるいは間欠動作が可能なAPI End Deviceモードを使用している。

図3に3点のXBeeの温度を継続して計測した例を示す。

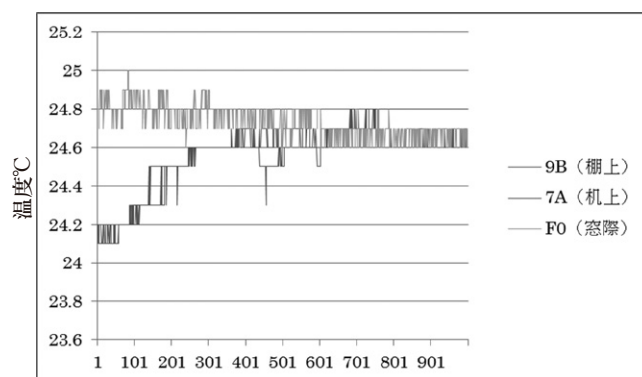


図3 通信試験の計測例

### 3.2 クラウドサービス

収集したデータを蓄積・解析するために、ローカルに設置したサーバおよびクラウド上のサーバを検討した。

ローカルサーバについてはPCベースのハードウェアを利用してOSにLinux (Ubuntu)を導入し、解析ツールとしてHadoopの導入・設定を行った。

クラウドサービスの活用については、企業等で導入しやすいクラウドサービスを活用することも目的として、AWS (Amazon Web Services)、Nifty Cloud等の商用のクラウドサービスの利用の検討を行い、いくつかの機能の試用を行った。人が操作するためのWebインターフェイスからの設定、および、組込み機器からの起動方法としてプログラムからの起動方法であるCLI<sup>[4]</sup> (Command Line Interface)の検討を行った。

クラウドサーバへの通信プロトコルとしては、汎用性が高いHTTP (Hypertext Transfer Protocol)とMQTT (MQ Telemetry Transport)を検討し、商用に提供されているクラウドサーバへの送信試験を行った。

試験に用いた試作システムの構成を図4に示す。

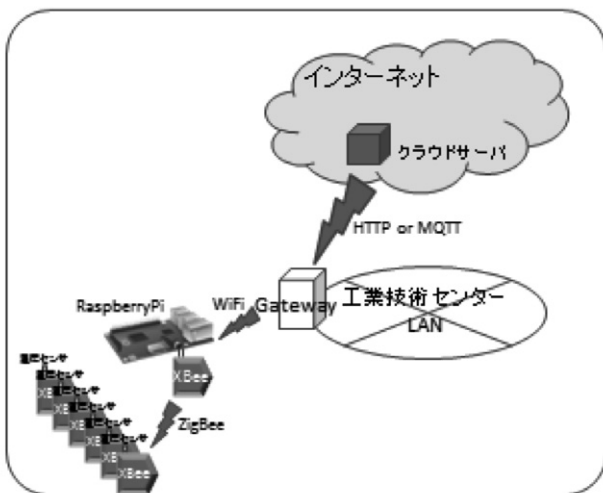


図4 試作システムおよびクラウドサービスの利用

ハードウェアについては、通信テストで用いたサーバユニットおよびセンサユニットとほぼ同様の構成であるが、収集したデータをクラウド上のサーバへ送信するために、サーバユニットのRaspberry PiにWiFiインターフェイスを装着し、工業技術センターのLAN上に設置した無線ルータにWiFi通信により接続して、ここを介してクラウド上のサーバにデータの送信を行った。

サーバユニット上のプログラムは、Linux (Raspbian)

上で動作するpythonにより作成しており、ライブラリとして、Xbeeからの通信についてはlibxbee3を、クラウドへの通信はurllib2<sup>[5]</sup>をそれぞれ使用している。

クラウドサーバには株式会社スカイディスク (<https://skydisc.jp/>)のセンサクラウドGINGAを利用した。専用に用意されているhttpインターフェイスを利用して、クラウドサーバ上のセンサ情報(センサのID、名称、設置場所等)の登録・更新、および、センセ計測データの送信・記録・読出が可能である。

### 4. 結果

基本的な機能に限定したセンサユニットとサーバユニットを試作し、センサ情報の取得と計測データの収集、および、クラウド上のサーバへの通信を行うことが可能であることを確認した。

通信プロトコルとしてHTTP、MQTTのいずれでも通信を行うことが可能であり、GINGAクラウドへの通信、AWS Kinesisへの送信を行うことが可能であった。

また、センサネットワーク上のセンサユニットの数を増やした際のサーバユニットへの通信について、6パケット/秒の通信頻度においても通信に支障はなかった。しかし、サーバユニットからクラウドサーバへhttpプロトコルによる通信においては処理速度が十分ではなかったために、数時間でサーバユニットのメモリがオーバーフローを発生した。センサユニットを減らし、3パケット/秒の通信試験においても徐々に通信の遅延が発生し、数日でサーバユニットのプログラムが停止した。今後は効率的な通信方法を検討する必要がある。

今後は計測データの種類の拡張と信頼性の向上、長時間運用のための電源の確保を検討するとともに、クラウドの効率的な活用方法を検討していく。

### 参考

- [1] Digi International 社 Xbee 製品紹介 : <http://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions>
- [2] Raspberry Pi Foundation : <https://www.raspberrypi.org/>
- [3] libxbee3 : <https://github.com/attie/libxbee3>
- [4] AWS CLI : <https://aws.amazon.com/jp/documentation/chi/>
- [5] urllib2 : <https://docs.python.org/2.7/library/urllib2.html>