

センシング技術の活用による 駅等のスマートサービス導入可能性の検証

吉田 龍一¹・森本 哲郎²・西田 純二³・土屋 樹一⁴
・横山 輝明⁵・秋山 豊和⁶

¹非会員, 株式会社ナレッジーク研究所 (〒534-0001 大阪市都島区毛馬町 3 丁目 2 番 3-429 号)
E-mail: ryu@jriss.jp

²非会員, 株式会社社会システム総合研究所 (〒550-0002 大阪市西区江戸堀 1-22-4 肥後橋イシカワビル 5F-503)
E-mail: morimoto@jriss.jp

³正会員, 株式会社社会システム総合研究所 (〒550-0002 大阪市西区江戸堀 1-22-4 肥後橋イシカワビル 5F-503)
E-mail: nishida@jriss.jp

⁴非会員, 株式会社JR西日本コミュニケーションズ (〒530-0003 大阪市北区堂島1-6-20 堂島アバンザ8F)
E-mail: k-tsuchiya@jcomm.co.jp

⁵非会員, 神戸情報大学院大学 (〒650-0001 神戸市中央区加納町 2-2-7)
E-mail: ytel@kic.ac.jp

⁶非会員, 京都産業大学 (〒603-8555 京都市北区上賀茂本山)
E-mail: akiyama@cc.kyoto-su.ac.jp

近年, 鉄道駅におけるデジタルサイネージの普及が進みつつある。デジタルサイネージの運用にはインターネット経由でのデータ更新が必要であるため, 駅へのインターネット回線の導入の契機となっている。我々は, こうした駅のデジタル化の状況を踏まえて, 駅へのセンサノードの設置とデータ公開や提供について, スマートシティの事例としての実証実験を進めている。気温・湿度などの気候データや, 花粉・PM2.5といった環境データは駅や駅周辺の人々にとって有用であると考えられる。また, 振動量や騒音量などのデータを分析対象とする事で, 駅周辺における混雑や活動など, これまで見えなかったものが見える可能性がある。また, こうしたデータのインターネット上への公開によって, 利用者が自身の関心事によってサービス開発を主導することも期待できる。本論文では, このようなセンサーの設置と運用の現状について報告する。

Key Words : *Public transport, Smart City, IOT, Digital-signage, Sensor*

1. 目的と背景

近年, Raspberry PI 等の低価格の小型PCが普及し, また, 多様なセンサーが低価格で調達できるようになった。このような機器調達環境が整った事により, 定点観測のための多数のセンサーを随所に配置し, 大量・多種のデータ取得が可能となった。新しい都市の形として, このようなセンサー類を活用することで利便性を提供する「スマートシティ」の実現が期待されている。サンタンゲールでは街中に3万台超のセンサーを設置して, さまざまなサービスを開発できる基盤の構築に成功している[1]。

これまで, 様々な分析ニーズに対応するために複数のセンサーを設置したくても, センサーの調達価格が障害になり, 思うような観測環境を整えることが難しかった。

昨今, 駅のデジタルサイネージにおいては, ほとんど

のサイネージがインターネット経由で情報の更新を行っている。そのためサイネージにセンサーを設置すれば, センサーの為だけにインターネット環境を構築する必要がなく, 既に設置された資産の有効活用でローコストに実現が可能となる。

また, 様々なサービスを検討し開発するために, 多種の用途に利用するためのセンサーとして, 観測対象・観測方法・データ蓄積方法・データ公開方法について検討する。現在, 我々のグループでは日欧連携スマートシティ基盤の研究開発プロジェクトFESTIVAL [2]に関わっている。この取り組みを, スマートシティの実現のための事例とも捉えて, FESTIVALプロジェクトのスマートシティ基盤への接続も図る。

本論文では, 駅のサイネージに「センサー受信装置」「サーバへのデータ発信装置」「センサーから得られた情報の表示装置」という基幹機能を担わせるため, データ収集基盤および通信システムの構築に取り組んだ事例

を紹介し、今後の課題と展望について述べる。

2. センサーノードの構築

駅におけるデータ観測のために、利用するセンサーやシステム設計を検討した。

(1) 観測対象の検討

駅を観測の拠点として利用するために、駅の関係者やお客さまにとって有用な情報を収集する必要がある。そこで、駅的环境情報として、気温・湿度を観測対象とした。また、お客さまに影響を与えるものとして、花粉量やPM2.5量などの観測を行うこととした。その他、駅における旅客密度の推計や旅客活動量の計測などを目的に、振動（加速度）や騒音を計測することとした。

(2) 観測方法の検討

選定した項目の観測のために、センサノードを設計する。気候に関しては、海外のスマートシティなどで利用実績があり、耐候性の高いLiberium社のMeshliumを採用することとした。Meshliumはセンサー部との接続に省電力無線ZigBeeを利用しており、さまざまなセンサーが利用可能になっていることなどから設置や今後の拡張に有用と考えた。

花粉やPM2.5の観測には、計測用に開発された専用センサーを利用する。これらのセンサーは、データを受信および収集するための専用のマイクロサーバが必要となる。そこで、小型かつ安価なRaspberry PIをセンサーからのデータ収集と送信に利用することとした。

振動や騒音の収集のためには、加速度センサーと音響マイクを接続したRaspberry PIを用意する。また、騒音はMeshliumに接続される専用センサーを利用する。

(3) データ蓄積方法

センサーから取得されるデータは、いったんローカルのマイクロサーバに蓄積する。ローカルに保存する事でデータがサーバへアップロード出来ないときのバックアップの役目を担っている。ローカルに保存されたデータは、その後インターネットを経由してデータ保存のためにセンターサーバへ送信する。インターネットへのデータ送信は、デジタルサイネージのために設置した回線を利用する。全データはサーバへと送信されてサーバ上に蓄積される。

(4) テストベッドへのデータアップロード

FESTIVALプロジェクトでは、各所に設置したセンサーデータを蓄積して公開するための基盤をスマートシティの研究開発テストベッドとして研究開発している。

このテストベッドはNICT [3] が提供するコンピューティング環境であるJOSE (Japan-wide Orchestrated Smart/Sensor Environment) [4] を利用して、コンピューティング資源とネットワーク環境を借用して構築運用している。図1はJOSEを利用するためのネットワーク接続の状況である。我々はゲートウェイとなるコンピュータを用意して、JOSE上のテストベッドをインターネットへ接続している。そのため、インターネットを介してさまざまな場所に設置するセンサーからのデータ収集を可能にしている。

観測データは、このテストベッドに送信して蓄積する。テストベッドの目的のひとつはセンサーデータの公開共有である。データを他の利用者に公開するためのインターフェイスを有しており、外部の利用者やプログラムなどから再利用が可能である。

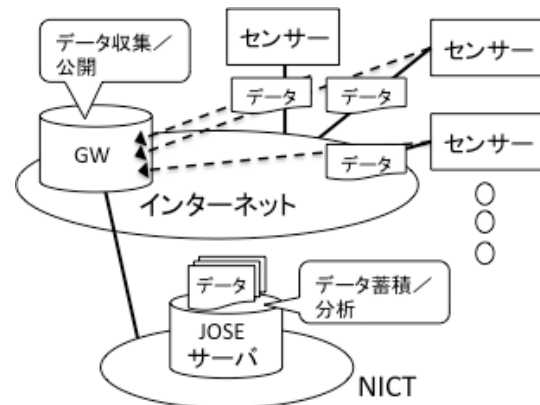


図1 JOSE との接続形態

3. センサーノードの実装

現在、JR西日本の各駅において、駅の時刻表や構内図、運行情報等を表示するためのタッチパネル式のデジタルサイネージの設置が拡大している。このサイネージに今回開発を行った環境センサーを試験設置することとした。

駅でのセンサー設置においては、お客さまに役に立つ様々な情報提供を行うことも重要であるが、「お客さまへの流動を妨げない」「駅的美観を損なわない」等も大事な視点である。

このためセンサーが外部からできるだけ見えないように筐体とセンサー設置方法を工夫した。

(1) センサーの構成

複合環境センサーは、温度・湿度・照度・音量・花粉・PM2.5・気圧・加速度を取得出来るセンサーにより構成した。構築したセンサーを図2に、その構成図を図3に示す。

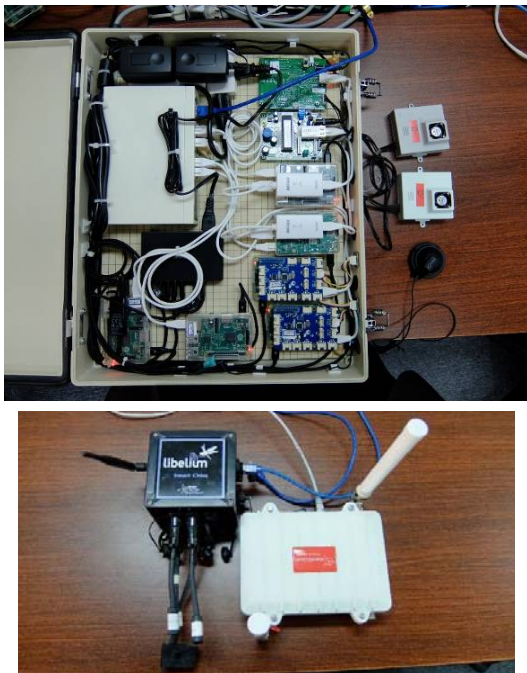


図 2 センサー実機

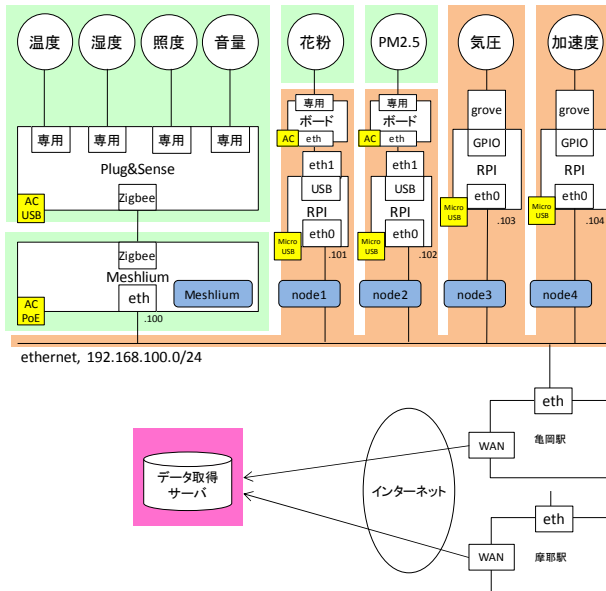


図 3 センサーの構成

(2) ソフトウェアの構成

図 4は本システムにおけるセンサーノード内に用意したソフトウェアの構成図である。各センサーノードとして小型PCであるRaspberry PI (RPI) を利用する。各RPIに対して本体の初期設定, センサーを利用するための設定を施す。そのうえでセンサーから情報を収集してノード内に保存する情報取得プログラムとノード内に保存された情報を送信する情報送信プログラムを動作させる。各センサーからの情報取得方法はそれぞれのセンサー毎に異なるため、情報取得プログラムはセンサー毎に用意する。

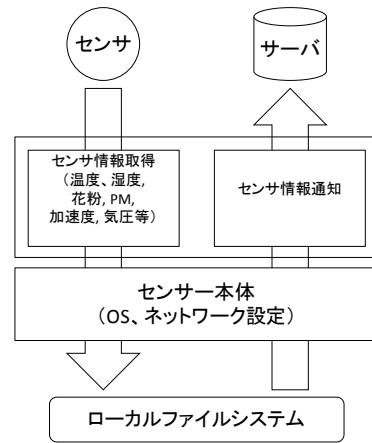


図 4 センサーの情報取得

4. 駅へのセンサーノードの設置

センサーノードは, JR神戸線の新駅である摩耶駅と, 嵯峨野線の亀岡駅に設置し, 試験を行うこととした。

(1) JR摩耶駅

JR摩耶駅は平成28年3月26日に開業した。摩耶駅においては本センサーの設置とは別に, 太陽光を利用した電池パネルを設置し, 駅におけるエネルギー制御についても運用している。

神戸市内における住宅街のテストケースとして位置づけし, 取得データの検証を行うために本駅に設置した。

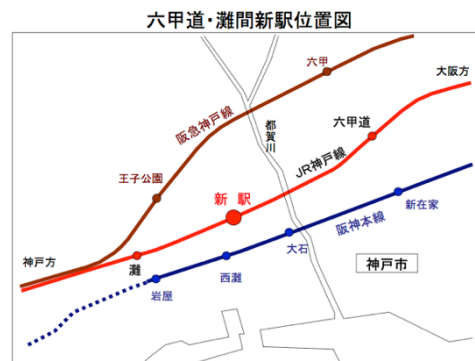


図 5 JR 摩耶駅の位置

摩耶駅のサイネージは壁に埋め込むタイプで, センサーを設置する場所の制約が多い。センサーはサイネージ下部に機器類を収納する箇所があり, 扉が開閉出来るようになっている。その下部収納部にセンサーも設置した。また, センサー受信部についてはサイネージ表示部と下部扉の間にセンサー受信用のスリットを設けセンサー受信部をスリット付近に設置した。



図6 摩耶駅のサイネージ (壁埋込型)



図7 摩耶駅でのセンサーの筐体内への設置

(2) JR亀岡駅

JR亀岡駅は京都北部に位置する駅である。設置要件としては、郊外型のテストケースとしての位置づけである。周辺は緑に囲まれているため、冬は寒く春は花粉量が多いと想定しデータ収集を行うこととした。



図8 亀岡駅のサイネージ

亀岡駅のサイネージは自立式のサイネージでありセンサー設置空間には自由度が高い。そのため、センサー本体は筐体下部にある収納部分に設置し、センサー受信部については筐体背面と内部側面に分けて設置した。サイ

ネージ内部に設置したセンサーは筐体側面に通風口があり、その箇所センサー受信部を設置した。



図9 亀岡駅の筐体背面へのセンサー設置

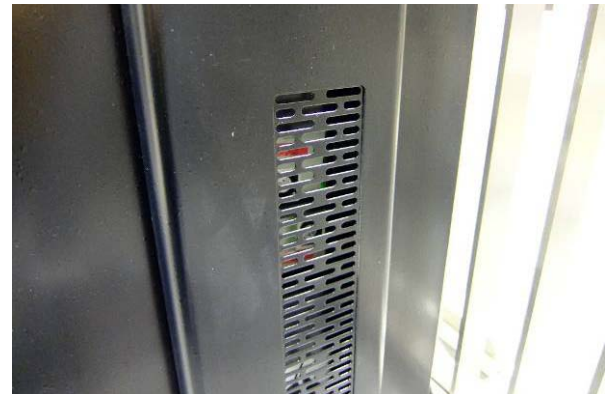


図10 吸排気口へのPM2.5花粉センサーの設置

5. センサーノードからのデータ収集

摩耶駅・亀岡駅に設置したセンサーノードによって、温度・湿度・花粉量・PM2.5量・加速度・騒音量などのデータが観測可能となった。これらの観測結果について紹介する。

(1) 温度・湿度・騒音量

温度・湿度・騒音の計測には、Meshliumを用いた。Meshliumはそれぞれ摂氏温度(°C)・相対湿度(%RH)・音量(dBA)を観測している。Meshliumからのデータ収集用に用意したRaspberry PIによって、Meshlium内のSQL DBに蓄積された情報を収集し蓄積サーバへと送信する。データ収集は毎分実行する。

図10はMeshliumより収集したデータである。センサーノードのデータは蓄積サーバへの送信のため、JSON形式を利用している[5]。TCA/HUMB/MCPの3つの値が温度・湿度・騒音量を現す。また、観測値と共に観測時間も蓄積する。

```
{
  "type": "meshlium",
  "location": "Maya",
  "measured_at": 1460928722,
  "BAT": [ "0", "2016-03-11 19:16:04" ],
  "TCA": [ "10.32", "2016-03-11 19:16:04" ],
  "IN_TEMP": [ "27.75", "2016-03-11 19:16:04" ],
  "HUMB": [ "71.5", "2016-03-11 19:16:05" ],
  "LUM": [ "71.261", "2016-03-11 19:16:05" ],
  "MCP": [ "54", "2016-03-11 19:16:05" ]
}
```

図 11 Meshlium の観測データ

(2) 花粉量・PM2.5量

花粉量・PM2.5量を測定するために、専用センサーを利用する。センサーからは花粉量を推定するための粒子量、1立方メートル当たりのPM2.5微粒子のマイクログラムものそれぞれが出力される。図12はPM2.5センサーからの情報出力の例である。

```
{
  "type": "pm25",
  "location": "Maya",
  "measured_at": 1460928722,
  "value": 8.8371
}
```

図 12 PM2.5 量の観測データ

(3) 加速度

加速度の取得には、Raspberry PIに接続した加速度センサーを用いる。加速度は標準重力1Gを基準にした量として、x,y,zの三方向への観測値が出力される。ノードはデータ収集を毎秒実行して、毎分に1回のペースでサーバへと送信する。

図13は加速度のデータの一部である。蓄積サーバへの送信のため、JSON形式へと変換している。values内に毎秒のx,y,z方向の加速度が格納されている。ノードは1分観測、60個のデータを収集してからサーバへとデータ送信する。

```
{
  "type": "accelerometer",
  "location": "Maya",
  "measured_at": 1461008222,
  "values": [
    [ -0.036, -0.04, -1.032 ],
    [ -0.036, -0.036, -1.032 ],
    [ -0.036, -0.035, -1.030 ],
  ]
}
```

図 13 加速度の観測データ

(4) 気圧

気圧の取得には、Raspberry PIに接続した気圧センサーを用いる。気圧はミリバールとして出力される。図14は気圧と温度を観測した値である。

```
{
  "type": "barometer",
  "location": "Maya",
  "measured_at": 1461008162,
  "temperature": "33.80",
  "pressure": "1014.84"
}
```

図 14 気圧と温度の観測データ

6. 課題と展望

このように、サイネージの既存環境を活用することで、駅においてリアルタイムにセンサーデータをアップロードすることが可能となった。

今回は、各センサーからの情報取得方法がセンサー毎に異なるため、Meshlium以外のセンサーそれぞれに小型PCを用意したが、センサー全体が大きくなってしまった。引き続き、センサーノードの効率化や小型化のために、小型PCI台に複数のセンサーを接続することも検討していく。

今後は、設置された複数種類のセンサーから得られた情報をもとに、利用者向けの提供情報に加工し、デジタルサイネージで情報提供することを計画している。

また、数種類のセンサーを設置することにより、これまで単体のセンサーでは可視化出来なかった事象が、数種のセンサーデータを組み合わせて分析することにより、可視化できることも期待している。

例えば、音響センサーのデータにFFT解析を行うことで、改札前の利用客数を推計し、休日の人出が天候・PM2.5のレベル、花粉のレベルによってどのような影響を受けるかを明らかにするなど、単体のデータでは原因分析ができなかった事象についても踏み込んだ解析が実現可能である。

しかしながら、これら複数のセンサーデータにおける分析結果を検証するためには長期のデータ収集も不可欠である。

本論文では、まだデータの集積期間が短く、センサーからのデータの分析結果を示すことが出来なかったが、今後データ収集が進んだ時点で、これらの点についても研究を進化させていきたい。

謝辞

本研究は、国立研究開発法人情報通信研究機構の「新世代ネットワークの実現に向けた欧州との連携による共同研究開発および実証」の委託を受けて実施しました。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] L. Sanchez, J.A. Galache, V. Gutierrez, J.M. Hernandez, J. Bemat, A. Gluhak and T. Garcia, "SmartSantander: The meeting point between Future Internet research and experimentation and the smart cities", Future Network & Mobile Summit (FutureNetw), 2011, pp. 1-8
- [2] FESTIVAL プロジェクト: <http://www.festival-project.eu/>
- [3] 国立研究開発法人 情報通信研究機構: <http://www.nict.go.jp/>
- [4] 大規模オープンテストベッド JOSE: <http://www.nict.go.jp/nrh/nwgn/jose.html>
- [5] D. Crockford, "RFC4627: The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON)," IETF, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1234.txt>, June 1991.

(2016. 4. 22 受付)

Verification of smart service possibility of introducing such station through the use of sensing technology

Ryuichi YOSHIDA, Tetsuro MORIMOTO, Junji NISHIDA, Kiichi TSUCHIYA,
Teruaki YOKOYAMA, Toyokazu AKIYAMA