

Raspberry Pi を用いた 野鳥観察システム

佐々木 征央 諏訪 敬祐

近年日本において情報技術が進歩し IoT (Internet of Things) の概念も人々の生活に普及を受けてきた。しかしながら、現在様々な分野で利用されているにも関わらず認知度はまだ低い。本研究では、人手を介して観察をすることが多い野鳥観察を、低廉なマイコン Raspberry Pi とクラウドサービスを用いて新たな IoT のあり方の提案と検証を行った。省スペースで鳥巣箱にセンサを取り付け、リアルタイムで観測に必要なデータを取得することができ、それによって、少ない労力で野鳥の観察を支援するシステムを構築した。

キーワード：野鳥観察, Raspberry Pi, IoT, リアルタイム, レスポンシブデザイン, Word Press

1 はじめに

1.1 研究の背景

(1) IoT の認知度

近年日本において情報技術が進歩してきたが、IoT (Internet of Things: モノのインターネット) の認知度はまだまだ低い [1]。

IoT とは従来は主に PC やサーバ、プリンタ等の IT 危機が接続されてきたインターネットにそれ以外の様々な“モノ”を接続する技術である。現在ではスマートフォン、タブレット端末でもモノに取り付けたセンサなどのデータを、人手を介さずにインターネット経由で情報を収集することができる [2] [3]。

リクルートテクノロジーズの IT エンジニアを対象にした「IoT (Internet of Things)」に関するインターネット調査によると、2015 年 10 月、IoT を知っているかというアンケートに対して「IoT を知っている」と回答したのは、3117 人中約 17% の 528 人と少ない。さらに「IoT によって生活が変わっていくと思うか」は、知っていると答えた対象者の 71.2% が「変わっていくと思う」と回答、「変わっていかないと思う」の 13.1% を大きく上回った。以上のことから、IoT は今後少なからず生活を変えていく影響があると認識しているにも関わらず、一方でそもそも IoT とは何なのか知らない人が多いということがわかる。図 1 は IT エンジニアを対象にした「IoT (Internet of Things)」に関するインターネット調査の結果を示す。

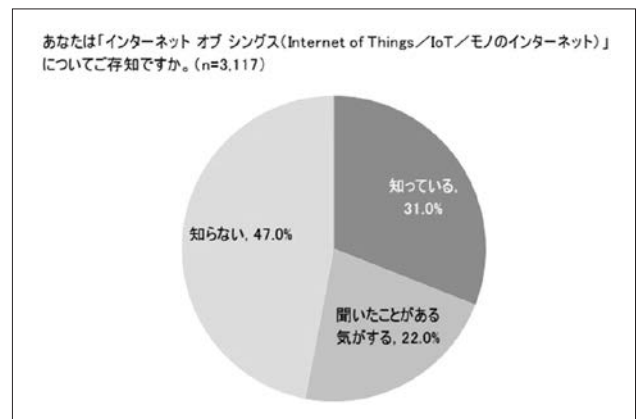


図 1 Internet of Things について知っているか
出典：2015 年リクルートテクノロジーズ発表資料

(2) IoT の需要

IDC JAPAN の発表によると、2014 年の国内ビッグデータソフトウェア市場規模は、前年比 39.3% 増の 110 億 9,100 万円。国内ビッグデータソフトウェア市場は高い成長を継続する見込みで、2019 年の同市場規模は 470 億 6,100 万円となり、2014 年～2019 年の年間平均成長率は 33.5% に達するという。図 2 は国内ビッグデータソフトウェア市場 エンドユーザー売上額予測を示す。

ビッグデータテクノロジーの採用企業はテクノロジーに詳しいネット系企業などから一般企業に拡大しており、従来のオープンソースソフトウェア中心のインテグレーションから商用ソフトウェアやクラウドサービスの採用が増加しているという。

このような市場の質的転換が今後も継続する一方、IoT (Internet of Things) の普及やデジタルエコノミー

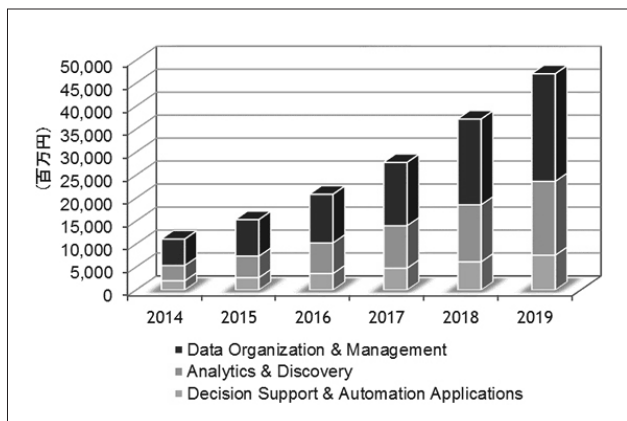


図2 国内ビッグデータソフトウェア市場 エンドユーザー売上額予測 2014年～2019年

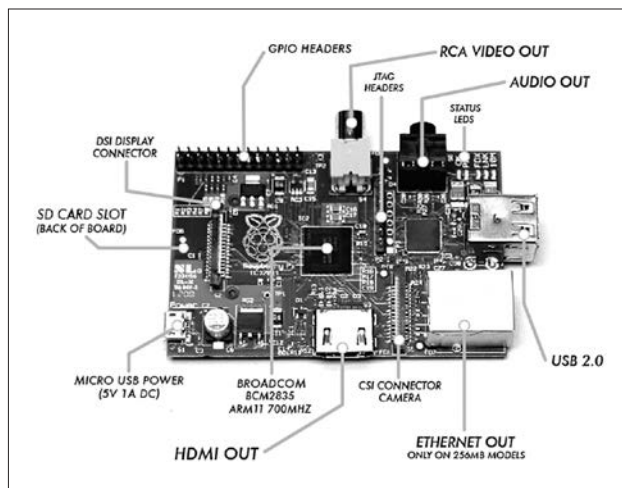


図3 Raspberry Pi 本体

の拡大によるデータソースの増大、企業の競争力強化のためのデータ活用の拡大などから市場は中期的に高い成長を遂げると IDC では指摘している [9].

以上のことから、IoT の普及はデータソースの活用の拡大を促し、市場は高い成長を遂げると予測されているため需要が期待できる。IoT は現在、設備の監視、在庫管理、自然観察など様々な分野で利用されているが、中でも「観察」は、場所をとらずに安価で実現できるためニーズがある。

1. 2 研究の目的

本研究では、人手を介して観察をすることが多い野鳥観察を、低廉なマイコン Raspberry Pi とクラウドサービスを用いて手間をとらず安価で、万人が気軽に利用できる環境構築をし、新たな IoT のあり方の提案とその検証を行うことを目的とする。

2 関連技術

2. 1 Raspberry Pi

ラズベリーパイは、コンピュータのモニターやテレビに差し込む低コスト、クレジットカードサイズのコンピュータであり、開発当初は学校で基本的なコンピュータ科学の教育を促進することを意図して作られた [3]. 図3は Raspberry Pi 本体を示す。マシンは小さいが標準的なキーボードとマウスを使用することができる。

スペックは CPU プロセッサコアとして 700 MHz の ARM1176JZF-S, GPU に VideoCore IV, 512MB の DRAM を内蔵した Broadcom BCM2835 SoC を搭載している。内蔵ハードディスクやソリッドステートドライブを搭載しない代わりに、SD メモリーカードを起動および長期保存用のストレージに利用する。財団が推薦しているプログラミング言語は Python であるが、普通の Linux であるため、ARM Linux で実行可能な他のどん

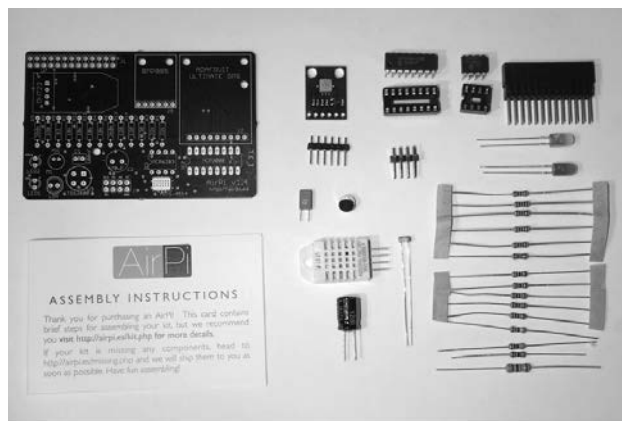


図4 Air Pi Kit v14. Raspberry Pi weather station shield

な言語も利用できる。そのことから多岐にわたって利用されている。

2. 2 AirPi

Air Pi は、基本的に自動的に測定値を読んで意味のある情報に解釈し、最終的にインターネット上に直接各種センサのデータをアップロードするためのプログラミングを用いる Raspberry Pi のモジュールである [4][6].

温度、相対湿度、気圧、光レベル、煙、一酸化炭素および窒素酸化物の濃度を測定するために Air Pi は構築され、約 55 ポンドと安価である。その上、センサの様々な組合せで使用することを意図しているため、非常に安価にセットアップを簡単に行うことができる。

また、非常に低メンテナンスで、理論的には完全に人間の介入を必要とせず、数ヶ月間実行することができ、環境を長時間モニタリングするには優れている。図4は Air Pi の組み立てキットを示す。

3 開発環境

本研究では、Raspberry Pi を用いて巣箱の内部環境を観測し、その結果をクラウドサービスで処理を行いホームページ上に観測結果を表示させる。使用した開発環境を表 1 に、示す。

本研究では、巣箱内の環境項目を観測するために Air Pi [4] とカメラモジュールを用いた。このキットには、基盤上に複数のモジュールを取り付けることで、同時に起動し観測することが可能となる。今回組み立てて使用したセンサと計測内容を表 2 に示す。

表 1 開発環境

OS	Raspbian Mac OSX 10.9.5
データベース	MySQL5
Web サーバ	heteml
ウェブサービス	Word Press Ustream MJPEG Streamer Ubidots
テキストエディタ	mi
開発言語	PHP Javascript Python HTML, CSS

表 2 用いたセンサと計測内容

センサ名	計測内容
温度センサ	周囲の摂氏温度 (°C) を計測する
相対湿度センサ	相対湿度 (%) を計測する
騒音センサ	音量 (mV) を計測する
光量センサ	センサに当たる光の加減 (lux) を計測する
一酸化炭素センサ	一酸化炭素濃度 (ppm) を計測する
二酸化窒素センサ	二酸化窒素濃度 (ppm) を計測する
動画	小屋内部の様子を撮影する

4 実装

本研究で構築システムは、巣箱に取り付けられた Raspberry Pi モジュールを用いて内部環境の観測を行い、計測されたデータは有線の LAN を通じてクラウドへ送られる。適切な表示形式に処理が施されたデータはブラウザ上に作成されたホームページで表示されモニタリングを行う流れとなっている。

このシステムで行っていることは大まかに 3 つある。まずクラウドサービス (Ubidots) [5] のアカウントを取得しログインする。続いて Raspberry Pi と Air Pi を起動することで、通信が始まる。通信した際、Ubidots アカウント上にデータソースと適当な変数が作成されているか確認が行われる。条件を満たしていることで、計測された観測値が送られ、処理、表示がされる。取得した段階のデータは全て数値の生データであり、モニタリングを行うにあたりユーザは状況を把握しにくいいため、ウィジェットを用いることで数値以外にゲージやラインチャート等処理結果の表示方法を変更することでデータの推移が確認できる。Ubidots と通信しないカメラモジュールは独立して起動した後、作動し撮影した映像をサーバに送信する。すべてのモジュールのデータは



図 5 データの計測と情報の処理

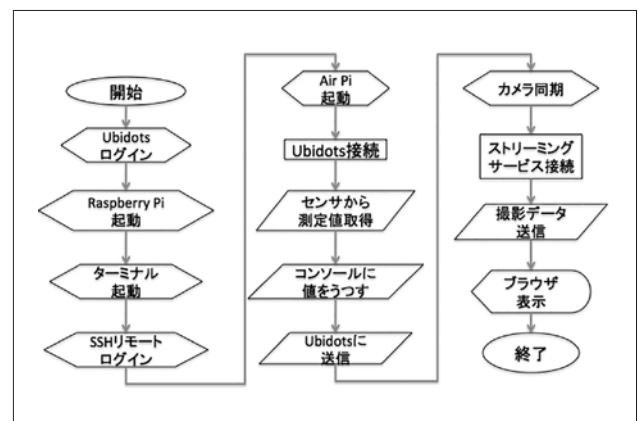


図 6 システムのフローチャート

Recent activity	
Date	Value
2015-01-13 18:37:07 +0900	419.35483870967744
2015-01-13 18:37:02 +0900	254.83870967741936
2015-01-13 18:36:59 +0900	332.258064516129
2015-01-13 18:36:57 +0900	432.258064516129
2015-01-13 18:36:54 +0900	277.4193548387097
2015-01-13 18:36:51 +0900	354.83870967741933
2015-01-13 18:36:48 +0900	361.2903225806451
2015-01-13 18:36:46 +0900	361.2903225806451
2015-01-13 18:36:43 +0900	377.41935483870964
2015-01-13 18:36:41 +0900	338.7096774193548
2015-01-13 18:36:38 +0900	316.1290322580645
2015-01-13 18:36:36 +0900	274.19354838709677
2015-01-13 18:36:32 +0900	300
2015-01-13 18:36:29 +0900	267.741935483871

図 7 観測値 (騒音レベル)

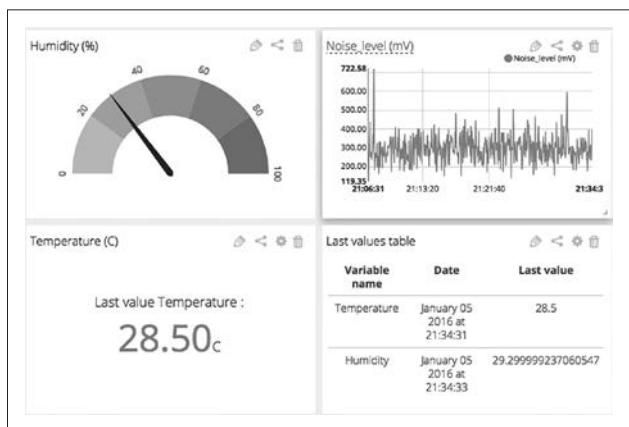


図 8 ウィジェット反映

処理された表示形式でブラウザ上に表示され、リアルタイムで情報を得ることができる。データの計測と情報の処理を図5に、フローチャートを図6に示す。

観測されたデータは、はじめに数値データとして図7のようにデータソースの Recent Activity へ取り込まれる。内容は観測された日時と、その時の観測値である。観測値はモジュールセンサで計測できる限界の範囲で取り込まれる。図7の場合、小数点第14位まで読み込んでいる。しかしながら数値だけでは直感的にわかりにくいいため、先述したウィジェットを用いることで、誰もが理解できる表示にすることができる。しかしながら、全ての観測結果をラインチャートにすればいいという訳ではなく、観測する内容や環境によって、適切なウィジェットを選択することが必要になる。図のように、湿度など、百分率で判断するような項目にはゲージを、デ

表 3 ウィジェットの種類と機能

英語表記	日本語表記	機能
Statement	文字,数値	数値を条件に沿って表示する
Line Chart	折れ線グラフ	時間と計測値単位に応じたグラフを表示
Metric	数値	数値のみ大きく表示
Map	地図	経緯度情報から地図を表示
Multi-line Chart	2重折れ線グラフ	比較や相関関係が可能なグラフの表示
Gauge	ゲージ	定められた範囲内の割合を表示
Indicator	標識	モジュールが起動しているかどうかの表示
Switch	切り替え	モジュール起動を制御できるスイッチの表示

ータの推移を一目でわかるようにしたい場合はラインチャートを、リアルタイムの観測した数値のみの表示、日程毎に最後に観察した観測値を併記する表示方法などがある。以下にウィジェットの種類と機能をそれぞれ示す。図7は騒音レベルの観測値、図8と表3は無償で選択できるウィジェットの種類と機能を示す。

5 検証

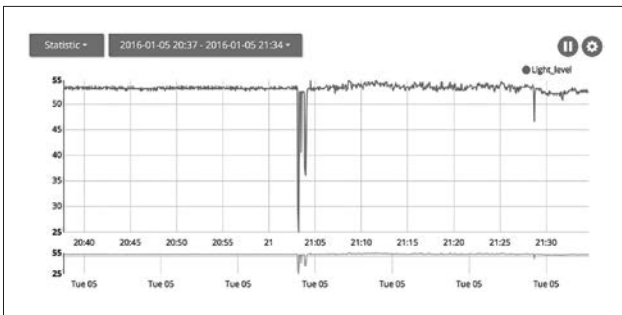
5.1 検証方法

本研究で構築したシステムの検証は、作成したシステムを鳥小屋に取り付け稼働させ、動作及び測定値に異常がないかを精度として検証する。図9は巣箱内部の設置状況を示す。

5.2 検証結果

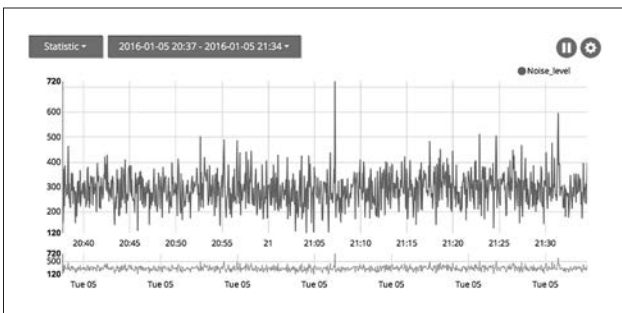
今回、検証結果として、システム稼働時間2016年1月05日20:37:50～21:34:28までのセンサモジュールデータの推移をUbidotsのソーシーズの詳細データ表示を結果として以下に示す。

(1) Light_level (照度)



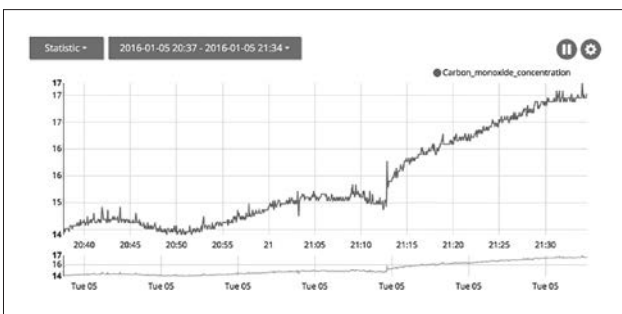
21:00～21:05 で下がった部分は、一時的に部屋の電気を消した時である。それ以外は常時電気をつけている状態だったため、計測に問題はない。

(2) Noise_level (騒音レベル)



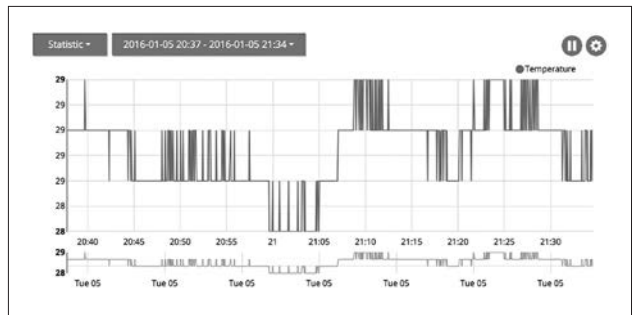
21:07 頃に一度大きな声を出したのが数値でも反映されている。

(3) Carbon_monoxide_concentration (一酸化炭素濃度)



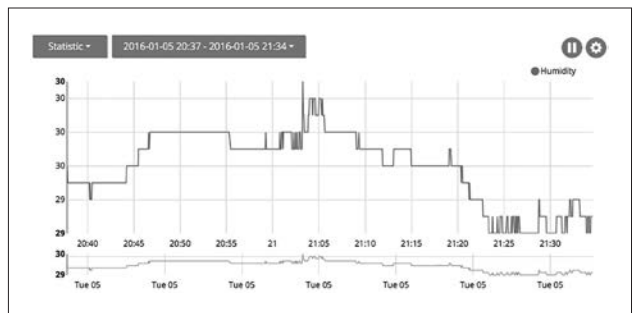
一酸化炭素は平均で 16ppm 程度である。頭痛が発生する 200ppm 程度の数値は測定されていない。

(4) Temperature (温度)



温度は事前に 0.5 度の区分で設定されているため、グラフではこのように表示される。部屋は 20 度に設定していたが、平均的に 8.5 度ほど高く計測された。

(5) Humidity (湿度)



測定時の天気は晴れで乾燥していた。29～30%を測定している。

(6) Nitrogen_dioxide_concentration (二酸化窒素濃度)

Air Pi を起動させるためのコードを github から引用して作動させたところ、この二酸化窒素のセンサモジュールが動作しないことを発見した。こちらの対策は現在まだ公式でも未対応となっている。

(7) カメラ画像

鳥小屋自体はそこまで小さくないが、Raspberry Pi を取り付けると思っていた以上に内部は狭くなってしまう。図 10 は撮影した内部の様子を示す。撮影時は鳥の人形を用いた。改善案として挙げられるのは、鳥小屋を大きくすることや、特定のセンサモジュールだけでなく外に取り付けることでスペースを確保できる。

5.3 ブラウザ上でのデータの確認

計測されたデータは作成したホームページ上に表示される。

さらに観測したデータだけではなく、自らの手で日記を投稿する機能を加えた。リアルタイムで観測した値は単なる瞬間的なデータの一つに過ぎないが、日記で記録



図 10 巣箱内部の写真



図 11 日記投稿反映画面

していくことでより詳細に確かな情報を残すことができる。画像の貼付けにも対応しているため、視覚的に気付いたことも文章にして残すことができる。また、過去の投稿にも遡って閲覧することができるためより観察を支援する。図 11 は日記を投稿した後の反映されたホームページの画面である。

6 おわりに

6.1 まとめ

Raspberry Pi 対応のモジュールを用いることで、省スペースで鳥巣箱にセンサを取り付けることができた。リアルタイムで観測に必要なデータを得ることができ、それによって、少ない労力で野鳥の観察を支援するシステムを構築した。また、詳細なデータはクラウドのソースから生データをみることで、初回時に計測した日時から最終観測までの推移を確認して分析することにより観察を支援する。

観測値や映像のリアルタイムの情報だけでなく、自らの手で日記を同ページに残すことで、過去の観測に遡って詳細を閲覧できることを可能にした。

今後の課題として、温度センサの観測精度の向上、二酸化窒素の動作、実際の野鳥に対する運用を行うこと

で、誰もが気軽に観察ができる実用的なシステムにすることが挙げられる。

6.2 今後の展望

本研究では気象モニタリングを行うために必要なセンサモジュールのデータをわかりやすく表示し、環境を配慮する目的で Air Pi を用いて野鳥観察システムを構築した。本研究に利用した Ubidots のクラウドサービスは任意のセンサを自由な表示形式を選択することができるため、各々のユーザインタフェースに沿って適した情報を伝える事ができる。また、後付けでセンサを加えることや複数の Air Pi を同期してホームページに表示ができるため、より精度の高いモニタリングシステムを迅速に実現することができる。GPS 機能を取り付けることや、複数の Air Pi を同期して数カ所の鳥小屋のモニタリングすることで、より難しい条件の観測の敷居を下げる事ができる。

謝辞

ご指導を承った本学メディア情報学部小池星多教授、横井利彰教授、環境学部北村亘講師、またご協力いただいた諏訪研究室の学生の各位に深謝する。

参考文献

- [1] SB クリエイティブ ビジネス+IT ビッグデータソフトウェア市場、今後 5 年間は 30% 超の大幅成長が続く (<http://www.sbbit.jp/article/cont1/30066>), 2015 年 8 月
- [2] 日経 Linux ラズパイマガジン 第 5 部, 2014 年 5 ~ 7 月号
- [3] 林和孝 名刺サイズの魔法のパソコン Raspberry Pi で遊ぼう! 改訂第 2 版, 2014 年 4 月
- [4] Air Pi 公式サイト <http://airpi.es/index.php>
- [5] Ubidots 公式サイト <http://ubidots.com/>
- [6] Handson the AirPi kit v1. 4, a weather station <http://blog.ubidots.com/hands-on-airpi-kit-a-weather-station-using-raspberry-pi>
- [7] Github Air Pi で用いた python コード https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_DHT
- [8] 宮城大学 小嶋研究室 <http://www.myu.ac.jp/~xkozima/lab/raspTutorial3.html>
- [9] IoT が加速する次のイノベーション 日経 BP イノベーション ICT 研究所長 桔原豊富夫 <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20131224/526916/>