

IoTを対象とする分散コンピューティング統合フレームワークの開発

生産技術室 城之内 一茂
材料技術室 石川 隆朗

Development of a Framework which Integrates Distributed Computing for IoT System

Kazushige JOUNOUCHI and Takaaki ISHIKAWA

千葉県産業支援技術研究所は県内企業のIoTシステム導入のための支援を行っている。その支援の際、様々な問題を発見した。IoTシステムは複数の分散したコンピュータが協調して動作を行うものであり、ITを専門としていない技術者、オフィスワーカーはそのようなものに不慣れである。本研究ではITに慣れていない技術者等にも容易にIoTシステムを構築することができるフレームワークの作成を行った。本フレームワークを利用することにより簡単にIoTシステムの作成を行うことができた。

1. はじめに

IoT (Internet of Things : もののインターネット) はあらゆる「もの」に通信能力、自立制御機能をもたせ、コンピュータ同士が対話的に情報収集、機器制御を行うものである。

従来は温度、位置等の記録を行うには、人間が何らかの方法でデータを蓄積する必要があった。IoTシステムを使うことにより多種多様のセンサーから大量のビッグデータを低コストで取得できるようになった。取得したビッグデータを用いることにより、統計解析、機械学習を行うことができる。低コストで情報を収集できることにより、データ収集の目的、必要性を考慮する必要がなくなった。従来は解決すべき問題ができてからデータの取得を行っていたが、IoT技術を用いることにより以前から取得していたデータを用い、問題解決を行うことができるようになった。これはデータの「量」が問題解決の「質」を変えた一例と言える。

本研究はIoTシステム構成を記述することにより、装置のセットアップを行う汎用IoTシステム記述言語の作成を行う予定であった。しかし、IoT導入支援事業を行う中で、IoTシステムで利用されているサーバ・クライアントシステム等の技術は予測以上に敷居が高いことがわかった。そこで、本研究はITに慣れていない技術者、オフィスワーカーでも簡単にIoTシステムを構築することのできるIoTシステムフレームワークの作成を行うこととした。

2. 現在のIoTシステム

千葉県産業支援技術研究所では実際に、研究所内の温度、湿度等の情報を収集、蓄積を行うIoTシステムが稼働している。(写真1) このシステムは小型コンピュータ、Raspberry Piを中心にセンサーからデータを読み取り、データベースシステムInfluxDBにデータを蓄積し、データ可視化システムGrafanaを用いてデータの可視化を行っている。オープン・ソース・ソフトウェアを基軸としたIoTシステムとしては標準的な構成と言える。

例えばGrafanaはIT企業のソフトウェア稼働状況の監視を行うために開発されたものである。非常に汎用性が高く、IoTシステムの監視にも応用されている。取得データの多様性のみならず、ローカルなネットワークでの運用からクラウドの利用までできるなど、運用形態の多様性も非常に高くなっている。

汎用のソフトウェアは様々なシチュエーションで利用できるよう、柔軟性があり、自由度の高い設計になっている。そのため、設定に必要な記述は抽象的になり、システム構築の難易度は高くなる。

3. 開発フレームワーク要件

3.1 コンセプト

千葉県産業支援技術研究所では平成29年度より「県内中小企業のIoT導入支援に向けたスマート化実証試験」というIoTシステム導入支援事業を行っている。その中で様々な問題に遭遇した。



写真 1 研究所内既存IoTシステム

オープン・ソース・ソフトウェアで構成された一般的な IoT システムは Linux OS や Apache Web サーバ等で構成され、システム構成に合わせて設定を行わなければならない。その設定は、コマンドラインインターフェイス(CLI)で行われる。普段より PC の操作はグラフィカルユーザーインターフェイス(GUI)で行われることが多く、CLI による PC の操作は不慣れであることが多い。のみならず、CLI に対する忌避感は大い。

IoT システムは複数の分散されたコンピュータが自立、協調し稼働する。一般的に PC はワープロや表計算等、人間が逐次支持を出し操作する用途に使われることが多い。サーバ・クライアントシステム等コンピュータを自立させ動作させることには不慣れである。

ワープロ等で文字を書くというのは、具体的な行為である。コンピュータに自立動作させ運用するには抽象的な指示が必要になる。Linux 等が CLI や設定ファイルなど文章での指示が必要なのは、グラフィックでは具体的な事象しか表現できず、抽象的な行為を表現するためには文章が必要だからである。

そこで、IoT システムの機能を絞り、システム構成の自由度を落とすことで、システム設定で要求される抽象度を落とし、具体的な指示のみでシステムを構成することができる考えた。

同様の例として、スマートフォンとフィーチャーフォン（従来が携帯電話、所謂ガラケー）がある。スマートフォンは様々なソフトウェアを自由に使用することにより種々の目的での利用が可能となっている。その代り、利用に対して知識が必要とされる。

他方、フィーチャーフォンは電話回線による通話、メール、SMS などの限られた機能のみ利用可能である。しかし、利用に際して必要な知識は少なく済み、誰でも簡単に利用できるようになっている。

IoT 導入支援事業は県内企業に赴き、企業に合わせた IoT システムをセットアップする。ヒアリングを行う際、企業の担当者がネットワークの担当者でない場合が多く、ネットワーク構成の情報が得られないこともしばしばある。また、一般的に企業のネットワークシステムの変更をお願いすることは避けたい。そのため、どのようなネットワーク構成でも稼働することが要求される。

半日企業に訪問し、ヒアリング等の打ち合わせを行うと、セットアップにかけることのできる時間は1時間程度となる。

未知のネットワークに対して、短時間で IoT システムが構築できることを要求する。

3.2 対象ユーザー

本研究は30人程度の規模の事業所を対象とする。構成員は情報科学の専門家ではないが、業務でワープロソフト、表計算ソフトを不自由なく使い、Windows ファイル共有でデータの共有を行うことができる技術者、オフィスワーカーを対象とした。以下の知識を必要、不必要とすることを要件とした。

a) 必要な知識

- ・ SSID, パスフレーズを設定した無線 LAN ルーターへの接続
- ・ Windows 共有上にあるファイルへのアクセス
- ・ 表計算ソフトを用いた CSV ファイルの扱い
- ・ SD カードへのイメージファイルの書き込み
- ・ 所謂テキストデータ等のデータフォーマット概念
- ・ IoT センサーの設定

b) 要求しない知識

- ・ Windows OS 以外の PC の操作(Linux 等の知識)
- ・ コマンドラインによる PC の操作
- ・ IP アドレス, サブネット, ルーティング等のネットワークの知識
- ・ リレーショナル DB 等の知識
- ・ サーバ・クライアントシステム等の分散協調動作

3.3 システム要件

IoT 導入支援事業で要望の多かった以下の2つの機能を要件とした。

- ・ 温度計測
- ・ 人の所在検知(部屋レベル)

この2つの機能を Windows OS 上の GUI のみで操作が完結されるようにする。

4. フレームワーク概要

4.1 基本構成

6,000 円程度で購入できる小型コンピュータ Raspberry Pi で構成する。1 台の親サーバに全てのデータをストアする。

センサー情報取得にモノワイヤレス株式会社製 TWELITE を用いた。これはセンサー情報を IEEE802.15.4 通信で送受信するシステムである。温度、湿度センサー、位置情報取得ビーコンとして AMBIENT SENSE PAL を用いた。センサー情報を TWELITE PAL が中継コンピュータの USB 端子に接続された MONOSTICK に送信する。

中継コンピュータは Raspberry Pi を用いた。受信したセンサデータは中継コンピュータから無線 LAN, 有線 LAN を用い親サーバに送信する。親サーバにストアされたデータは Windows ファイル共有で Windows OS PC を用いて、閲覧、取得を行う。

概略図を図 1 に示す。

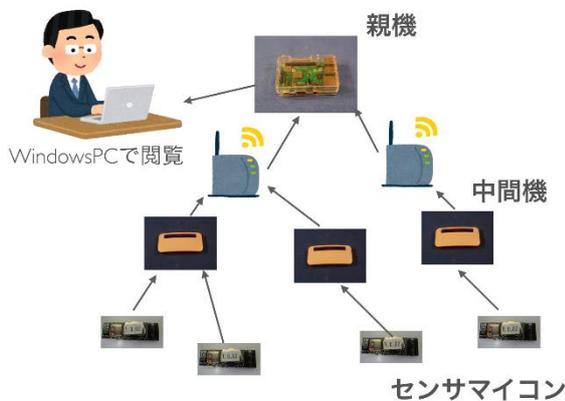


図 1 IoTシステム概略図

4.2 概要

企業のネットワークに DHCP サーバがあり、IP アドレスが振り分けられることを前提とする。その許可が得られない場合、DHCP 機能付きルーターを用意し、専用ネットワークを構築する。DHCP で IP アドレスを取得するため、振り分けられる IP アドレスを予測することはできない。そのためパーマネントな名前と現在の IP アドレスを結びつける必要がある。マルチキャスト DNS(mDNS) 技術を用いることにより、ネットワーク中の DHCP サーバや DNS サーバと協調することなく名前解決を行うことができた。

親サーバはネットワーク内に 1 台のみ存在するので名前は 1 つでよい。中継サーバは複数あり、IoT システムの変更により増加する。そのため、新たな中継サーバを追加するためには、新しい名前を設定する必要がある。Windows OS は Raspberry Pi OS (Linux の一種) で利用されている ext4 ファイルシステムの読み書きができない。Windows PC, Mac 等、近年の PC は UEFI が利用されている。Raspberry Pi もその一つである。EFI システムパーティションは FAT ファイルシステムで構築されている必要がある。この FAT ファイルシステム中のファイルにホスト名を記述することによりホスト名の指定をできるようにした。ブート時にこのファイルを読みホスト名の指定を行う。これは Raspberry Pi OS の無線 LAN 設定ファイル(wpa_supplicant.conf)の設定手法と同様である。

Web アプリケーション等の手法を利用した設定はセキュリティリスクを考え採用しなかった。

センサデータの送受信は Python 言語で作られた http サービスで REST API を用いて行われる。中継サーバは TWELITE から送られたデータを親サーバに POST し、親サーバは POST されたデータを CSV ファイルに追記する単純なものである。

CSV ファイルに蓄積されたデータは Samba ソフトウェアを用い Windows ファイル共有で閲覧ができる。

新規インストール状態の Raspberry Pi OS から新たに追加されたサービスは Samba ファイル共有とセンサデータ送受信 http サービスのみである。このうち本フレームワーク独自のものはセンサデータ送受信 http サービスのみである。

5. 使用方法

本フレームワークは SD カードのイメージとして存在する。SD カードイメージは親サーバ、中継サーバのものがある。

実際の使用方法は以下のとおりである。

- ・親サーバ用 SD カードイメージを SD カードに書き込む。
- ・無線 LAN に接続する場合、SD カードを再マウントし、boot フォルダ直下に wpa_supplicant.conf を記述する。
- ・中継サーバ用 SD カードイメージを SD カードに書き込む。
- ・SD カードを再マウントし、boot フォルダ直下に hostname ファイルを作成し、ホスト名を記述する。無線 LAN を使う場合、wpa_supplicant.conf の設定を行う。
- ・中継サーバの数だけ SD カードの作成を行う。
- ・親サーバ、中継サーバ、センサーを配置し稼働させる。

以上で、Raspberry Pi 実機の操作を行ったり、ssh でリモート操作を行うことなく、Windows OS 上の GUI 操作のみで操作が完結する。

6. 使用例

本フレームワークで作成した IoT システムで当研究所内の温度計測、人の移動検知を行った。

親サーバに蓄積されたデータは図 2 のような形で Windows Explorer から閲覧できる。

4 つの部屋にセンサーを設置し、気温の計測を行ったものが図 3 である。

ある職員の 1 日の移動の足跡を示したものが図 4 である。

以上のデータが Raspberry Pi OS のコマンドラインをユーザーが触らずに取得できる。



図 2 データ取得画面

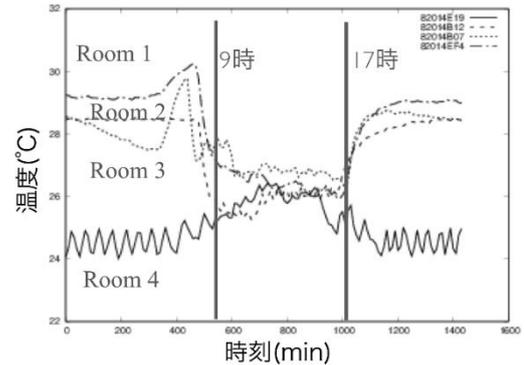


図 3 研究所内の温度変化

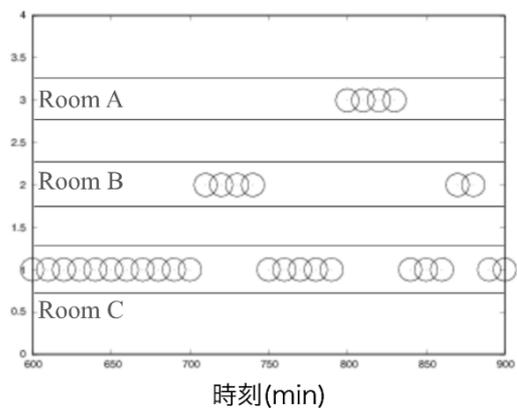


図 4 職員の位置情報

7. 発展性

本フレームワークはユーザーの操作が Windows OS の GUI のみで完結するよう、機能を絞った。

本フレームワークはシンプルで標準的な Raspberry Pi を用いた IoT システムである。ユーザーが Linux の知識や、サーバ・クライアントシステム構築の知識を習得することにより、他のセンサーの利用や、データの可視化、リレーショナルデータベースを用いたデータの蓄積等の発展が可能である。

8. まとめ

千葉県産業支援技術研究所では県内企業に対して IoT 導入支援事業を行っている。Linux や Python 等のオープン・ソース・ソフトウェアを用いた IoT システムの構築は予想以上に高いことがわかった。

そこで、IoT システムの機能を温度、湿度計測、人物位置検知に絞ることにより Windows OS の GUI 操作のみで設定が完結する IoT システム構築

フレームワークの作成を行った。

本フレームワークを用いて簡単に IoT システムの構築を行うことができた。

本フレームワークはシンプルで標準的な Raspberry Pi を用いた IoT システムである。Linux OS 等の知識を習得することにより、容易に拡張ができる。

今後、県内企業の IoT システム導入支援のために利用していきたい。