

# IoT デバイスによる洪水検知システム

## Flood detecting system by IoT devices

土屋 陽介\*  
Yosuke Tsuchiya

安達 裕\*  
Hiroshi Adachi

矢田部 小百合\*  
Sayuri Yatabe

鎌柄 拓史\*  
Hiroshi Kamatsuka

\* 産業技術大学院大学  
Advanced Institute of Industrial Technology

In Southeast Asian countries are frequently occurring floods and landslides caused by heavy rain. However, many countries in these countries do not have an advanced meteorological observation system to detect abnormal weather early. Therefore we propose a system that enables early detection and prediction of floods at low cost by using IoT equipment and cloud. In this presentation we report on the composition of the system and the results of demonstration experiment in Brunei.

### 1. はじめに

産業技術大学院大学(以下, AIIT)では 2008 年度から海外大学との共同開発する PBL (Project Based Learning) を実施している[土屋 2014]. 2015 年度はブルネイにあるブルネイ・ダルサラーム大学, ニュージーランドにあるユニテック工科大学および日本の AIIT の 3 か国の大学による共同プロジェクトを実施した. 本プロジェクトにおいては, ブルネイで抱える課題について IoT を利用して解決するサービスを開発するというテーマで, 3 か国の大学の学生が共同で企画から開発までを行った. IoT デバイスとしては ARM プロセッサ搭載のシングルボードコンピュータである Raspberry Pi を採用し, 解決する課題としてはブルネイでしばしば発生する洪水問題について洪水の発生を検知するシステムを構築した.

ブルネイを含む東南アジア諸国においては大雨による水害を始めとした自然災害対策は広く市民生活を悩ませる問題となっている. 特にブルネイには世界最大級の水上集落があり, 水は身近な問題であるため, 増水による災害を素早く検知する仕組みを作成することが求められた. また, 本システムはブルネイのような小さな国や日本の地方自治体で使われることを想定し, 比較的安価なシステムとして構築するようにした. それにより, サービス開始当初は設置台数を少なくしたミニマムな環境で運用ができ, 後に必要に応じて自由に設置台数を増やして(スケールアウト)いける柔軟な運用が可能となる.

本システムは 2017 年 4 月から実証実験として, ブルネイ国内の 5 箇所に観測機器を設置し, 継続的にデータを取得する実験を行う. 本稿では, 開発したシステムの背景と概要, および 2016 年 1 月に行ったブルネイでの事前実験について述べる.

### 2. システム開発の背景

今回共同開発を行ったブルネイだけでなく多くの東南アジアの国々では大雨による川の氾濫などの水害や土砂崩れが頻繁に発生している. これらの国において川は生活用水としての利用や農業用水としての利用, 漁業の場, また人々や物の運搬のための交通インフラとしての利用など, とても重要な役割を持っている. 特にブルネイは, 首都の街の中心部を流れる大きな川に世界最大級の水上集落があり, 約 4 万人がこの川の上に建てられた家に住んでいる. これはブルネイ国内の人口が約 40 万

人ということからもこの水上集落が非常に重要な地域ということがわかる. ここには電気や水道などのインフラも整っており, さらに学校や病院などの公共施設や, 食料品店, ガソリンスタンドなどの商店もすべて水上集落の中に揃っており, 陸上に上がらなくても生活できる環境が整っている. そのため川の洪水問題は人々の生活を脅かす大きな問題となっている. また, 昨今の日本においても大雨やゲリラ豪雨の被害も多数発生していることから, 洪水問題は世界の様々な国でも問題になっている.

そこで我々は IoT を活用した洪水対策のサービスを開発することとした. 洪水問題については各国の政府によって様々な対策がとられており実際にシステムを導入している国もある. 例えばラオスでは日本の ODA により大規模な気象観測システムが導入された事例がある[JICA]. しかしながらこれら従来のシステムには大きく二つの問題があると考えている. 一つ目は保守の問題である. 基幹システムとして正確さや堅牢性などが求められる反面, 高度な仕組みを利用することで, 維持・運用のコストが嵩み継続的な利用ができなくなってしまう問題が発生している. 二つ目は観測密度の問題である. 日本でもゲリラ豪雨のように, 被害が局地化している. ほんの数キロ離れただけで天候が全く異なる事例も多くなった. これら二つの問題に対し我々は投資コストも含めた保守性の課題に答えつつ局地的な観測ニーズにも答えられる装置として Raspberry Pi を利用した簡易的な仕組みの観測システムを開発した.

### 3. システムの概要

#### 3.1 システム全体の構成

本システムは, 図 1 の構成図に示すように, Raspberry Pi と複数のセンサによる観測機器および Web システムの組み合わせにより洪水を検知し, 警告を発信するシステムである. 観測機器側では温湿度センサと水位を計測するための超音波センサのデータを随時収集し Web システム側に送信する. この観測機器は将来的に多数用意し, 各所に分散して設置することを想定している. Web システム側では, 各観測機器からデータを集積し, 観測データの保管と分析および警告の発信を行う. これは Web サービスとなっており, 観測データを Web ブラウザによりいつでも確認することができる. また観測機器に設置された Web カメラの情報も閲覧できる.

#### 3.2 観測機器

作成した観測機器の写真を図 2 示す. 本機器は屋外に設置することを想定しているため, 全天候型のボックスに観測機器一

連絡先: 土屋陽介, 産業技術大学院大学 産業技術研究科,  
東京都品川区東大井 1-10-40, TEL: 03-3472-7831,  
FAX: 03-3472-2790, e-mail: tsuchiya-yosuke@aait.ac.jp

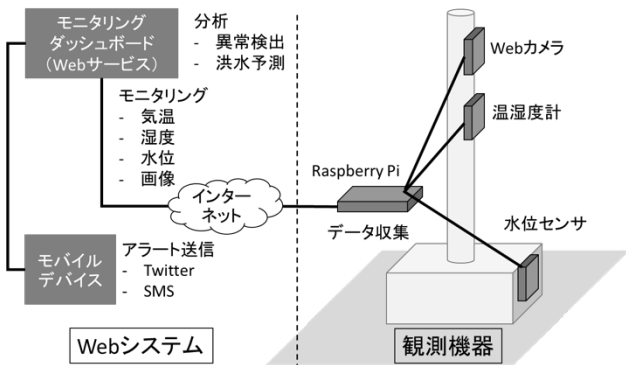


図1 洪水検知システムの構成図

式を納めている。観測機器側として以下の基盤とセンサを利用している。なお、この観測機器は、次節で述べる事前実験を踏まえて今後実施する実証実験に向けてのシステムである。

- Raspberry Pi 3 Model B
- 温度・湿度・気圧センサ (AE-BME280)
- 超音波センサ (HC-SR04)
- Raspberry Pi 赤外線カメラモジュール (Noir Camera V2)

### 3.3 Web サービス

Web システム側では観測機器から送信された観測情報を表示する Web サービスおよび Twitter 等にアラートを発信するアラート機能を提供する。システムの構成は以下のとおりである。

- クラウド環境: IDCF クラウドサーバ (OS: Ubuntu)
- データベース: PostgreSQL
- Web/APServer: Nginx

現在開発中の Web サービスの画面を図3に示す。サイトにアクセスすると、デフォルトでブルネイのある地区の観測データが表示される。これはその地域に設置した観測機器からのデータであり、ここでは 2 時間おきの観測値とそのグラフが表示されている。表上部のプルダウンメニューから別の地区を選択することにより、他の観測機器のデータに切り替えることができ、また表右上のプルダウンメニューではどの観測データをグラフとして表示するかを選択できる。この時点ではまだ実装できていないが、グラフの下部にはその観測機器から撮影された現場の画像データを表示する。また、異常発生時や洪水発生の可能性があるときなどに Twitter でアラートを送信する機能を用意した。

## 4. 事前実験

2016 年 1 月にブルネイ現地に実際に機器を設置し、本格的な実証実験の前の事前実験を行った。本章ではその結果について述べる。

### 4.1 実験の結果

2016 年 1 月 16 日にブルネイ大学構内にある池にプロトタイプとして作成した観測機器を設置し、9:00 から 19:00 までの日中帯に各種センサの計測と、Web システム側へのデータ連携を行った。この実験では、ブルネイでの環境（ネットワーク環境、自然環境）において温度・湿度・水位の計測データの送信・表示、および画像データの送信・表示が正常に動作するか、確認を行った。その結果、温度・湿度においては若干高い数値を示すものの異常値を検出することなく、正常にデータが転送されていた。カメラモジュールで撮影した画像の転送も正常に行われた。ただ、超音波センサによる水位計測では、異常な値（実際の距離

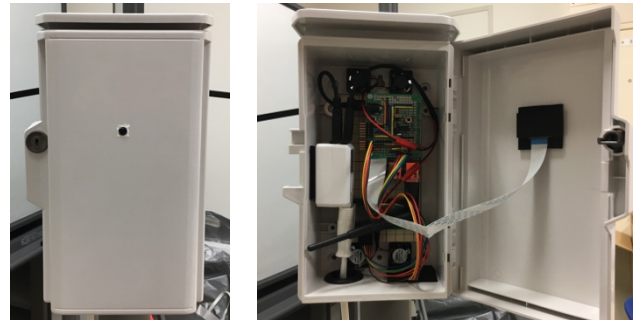


図2 観測機器 (左:外観, 右:内部)

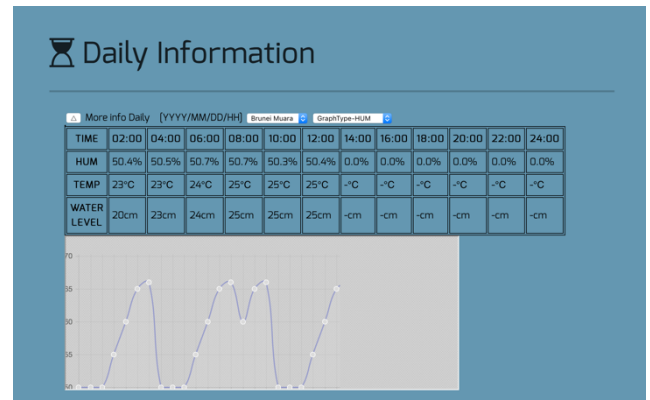


図3 Web サービスの画面（開発中）

と大きく異なる値)を数回検出した。原因は超音波センサで水位を計測する際に、観測機器への干渉、外来ノイズに対する施策が不十分であったためと推察される。

### 4.2 得られた課題

この事前実験から以下の課題が発見された。

- ブルネイでは日差しが強く、観測機器に直射日光が当たると観測機器内の温度が高くなってしまふ。
- 事前実験の当初はブルネイ大学内の Wi-Fi を利用していたが、安定しなかったため 3G 回線を利用した。3G 回線を利用してからは安定してデータを転送できた。

以上の課題に対し、改善を行った上で 2017 年 4 月からの実証実験を行っていく

## 5. まとめ

事前実験ではいくつかの課題は見つかったが概ね正常に動作することが確認された。本稿執筆時点では実証実験は始まっているが、発表時には実証実験で稼働中のシステムを紹介する。今後は観測機器を増やし、ブルネイ国内に分散して多数設置していく、それにより局地的に発生する豪雨にも対応できるようにし、また、集積されたデータを分析することで異常検出や洪水の予測も行えるシステムとしていく。さらには、太陽光パネルを取り付けることにより、スタンドアロンで観測できるシステムとして開発していく。

### 参考文献

- [土屋 2014] 土屋陽介, 中鉢欣秀, 成田雅彦:“3 か国の大学による国際共同開発 PBL”, 産業技術大学院大学紀要, vol. 8, pp.115-118, 2014.
- [JICA] <https://www.jica.go.jp/oda/project/0409500/>