

9 軸センサーノードからの高速オンライン処理を実現する エッジコンピューティング基盤

野口大輝¹ 岩井将行¹

概要: 近年の日本では 携帯電話回線の普及によって通信機能を有する機器をどこでもインターネットに繋がられるようになった。これにより, 多様なデバイスまたはセンサーノードが IoT 機器として身の回りの気象データや物体の運動をセンシングしデータとして集め, そのデータをもとに危機予測を行うことにより, 地震大国と言われている日本においてあらゆる自然災害を早期に発見し身の安全を守るために備えることが求められている。その早期発見を補助するシステムを提案する。

An Edge Computing Platform enabling High-Speed Online Processing from Nine Axis Sensor Nodes

DAIKI NOGUCHI¹ MASAYUKI IWAI¹

1. はじめに

日本における自然災害雨というのは, 位置, 地形, 地質, 気象などの自然的条件から, 台風, 豪雨, 豪雪, 洪水, 土砂災害, 地震, 津波, 火山噴火などによる災害が他国と比べ発生しやすい国土となっている。

急峻な山地や谷地, 崖地が多い上に, 地震や火山活動も活発である等の国土条件に, 台風や豪雨, 豪雪などの気象条件, 土石流, 地すべり, がけ崩れ等の土砂災害が発生する条件などがあり特に, 近年の林地や傾斜地又はその周辺における都市化の進展など土地利用の変化と相まって, 土砂災害による犠牲者は, 自然災害による犠牲者の中で大きな割合を占めている[1][2]。

また, 異常気象による自然災害の他に, 地盤を人為的に削る・盛ることや造成地で起こる法面崩壊などの災害も存在する。

特に神奈川県逗子市の住宅街で発生した崩落事故. 道路脇の斜面が突然崩落し通学途中だった女子高校生が巻き添えになるといった事故が起きた. 現場周辺は閑静な住宅街であり, 斜面は 5 メートルほどの高さまで補強されていたが現場は急傾斜地で, ハザードマップでは崖崩れなどが起きる恐れがある「土砂災害警戒区域」に指定されていた[3]。

近年, 自治体が SNS を災害時の情報発信に活用する事例が増加している. こういった背景には熊本地震での被災者の情報収集手段の調査 (総務省調査) で発災時から復旧にまでに利用した情報手段の中に SNS が含まれていたことが挙げられる[4]。

現在自治体から枠を広げ様々な機関で防災・減災への ICT 導入の動きが加速している[5][6]。

そこで我々はIoTの技術を活用し, 専門的な知識を必要とせず. 容易に構築することができるシステムを開発することが求められていると考えた。

2. 関連研究

田村らは 429.250~429.7375MHZ 帯の周波数(特定小電力無線)を利用し, 3 軸 MEMS センサーを使用し X 軸・Y 軸・Z 軸をそれぞれの計測を行う. 傾斜計センサーが出力するデータは時刻, センサーID, センサー番号, 転倒検知/ヘルスチェック(電池電圧低下情報) である. 信号送信間隔 1 日に 1 回としている. 電源は持ち運びを想定して作られているため単三電池もしくはリチウムイオン電池での駆動となっている. このデバイスでは長期的な経過を観察し危険予測を行うといった場面では有効かもしれないが, 突発的な自然災害では少し不向きである[7]。

小泉らは Zigbee を用いたフルメッシュネットワークを構築し, 対象範囲を限定せずに多点で面的な計測を行う. この実験での各センサーノードからデータ回収率は 86%~91%という結果が示されている. メリットとして測定範囲を広域にすることができるがそれとトレードオフにデメリットとして 100%に近いデータ送信ができない点で突発的な災害を見逃してしまう可能性があると考ええる。

そこで我々は突発的な災害のセンシングを可能とする高速オンライン処理を実現するエッジコンピューティング

¹ 東京電機大学大学院 未来科学研究科情報メディア学専攻

による災害検知のシステムを提案する.[8]

3. システム概要

提案するシステムは主にセンサノードとクライアントからなる.システム概要図は以下に示す.9 軸センサーと温湿度センサーそしてマイコンから構成されるセンサノードは Wi-Fi 経由でローカル上に構築されたサーバ(NUC)などのデータベースに一時的に格納される.NUC ではクライアントに対して WEB サーバとしての役割主にセンサ値の可視化とセンサノードの細かな設定などに加え,SNS を通しユーザに危険予測の通知をする BOT サーバとしての 2 点の機能を備えている.

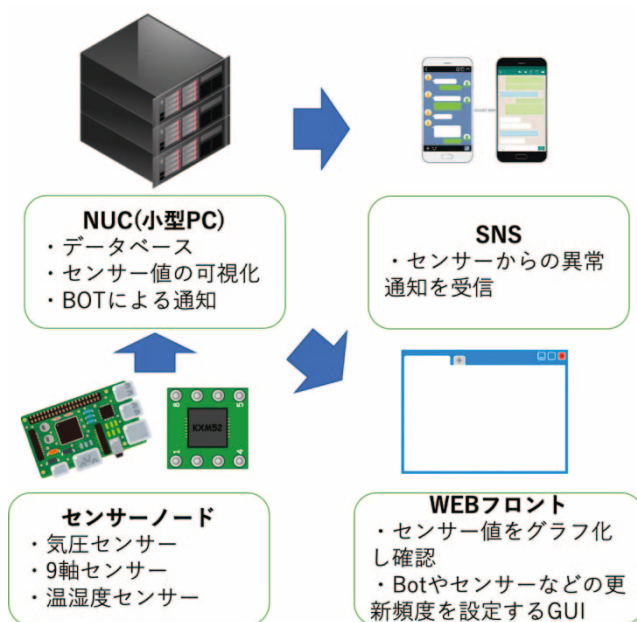


図 1 システム概要図

3.1 センサノード

センサノードは傾きなどの検知に 3 軸加速度計、3 軸磁力計、3 軸ジャイロスコープからなる 9 軸センサーを用いて 360° 球に基づく 3 軸方位データである. 絶対方位をモジュール内で求め,その他気圧センサー,温湿度センサーからの値をマイコンの ESP32 を用いて JSON 形式のデータに整形している.またマイコンを搭載する理由としてそれぞれのセンサーを制御するとともに ESP32 はマイコンでありながらも Wi-Fi モジュールを搭載し,センサデータを送信する役割を担っている.送るデータを MQTT パケットとして送ることでヘッドのサイズを軽量化し高速に通信することが可能になる.

センサノードの電源供給は microUSB もしくはリチウムイオン電池を使用する.また microUSB はリチウムイオン電池搭載時には内部の充電 IC が動作し充電するといった機能も備えている.あらゆる場面での使用を想定している.

以下にセンサノードの外観を示す.

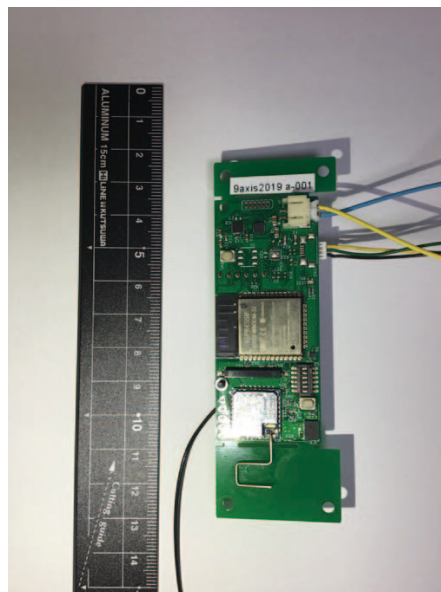


図 2 センサノードの外観図

3.2 NUC(小型 PC)

本システムでは高速なエッジ処理を行うためにデータの軽量化に MQTT を用いて確実な接続を保つために通信として Wi-Fi を利用.大規模なデータを瞬時に操作するためにデータベースには NoSQL である MongoDB を使用した.

近年ではクラウドを用いてサーバを設計することが多いが,オンプレミス環境で実装を目指す理由として突発的な災害に対応するためにローカルネットワーク内での接続をすることで通信インフラが遮断されたとしても内部に構築したデータベースを自分自身で参照し,グラフ化を行うことでオフライン環境下での処理が可能となる.

また,クライアントでの参照には WEB を通してグラフ化を行う為,WEB サーバが必要となるその WEB のサービス提供を NUC が行っている.

以下に NUC(小型 PC)の外観を示す.



図 3 NUC(小型 PC)の外観図

3.3 クライアント

OSや端末に依らずに利用可能とするために、WEBアプリケーションとしてクライアントを作成した。WEBフロントにReactを用いることで高速なグラフのレンダリングを可能としている。

また NUC は WEB サーバとしての役割と API としての役割があり、これにはビューとデータの役割を分割していることになる。分割することによりクライアント端末の負荷を軽減するとともに、ビューによるレンダリング負荷を抑えることでサーバへの負荷も低減させている。また API 化することにより今回の想定では WEB フロントではあるがそれ以外のネイティブアプリケーションの組み込みが容易に行える事を考え API 機能を採用した。

3.4 SNS

センサーノードからの値をもとに一定の角度での変位を観測した場合にアラートを流す。

今回しようした SNS は LINE と Slack である。それぞれの SNS には BOT と呼ばれるユーザを支援するチャット機能がそれぞれを使用しユーザに危険を知らせる。

4. 有効性検証のための実験

4.1 センサーノードと危険予測

提案システムを使用し、実際に危険予測を行うこと可能であるかの簡易実験を行なった。今回の実験では機器センサーノードを取り付けることで異常発信を検知するといったシナリオで行う。機器を故障させて動作させるのは現実的に不可能であり、故障した機器を使用するのは危険であるため機器を載せている机を二人がかかりで左右に揺らすといった内容を複数回行うことで故障を再現した。

機器にセンサーノードを装着した様子を図に示す。

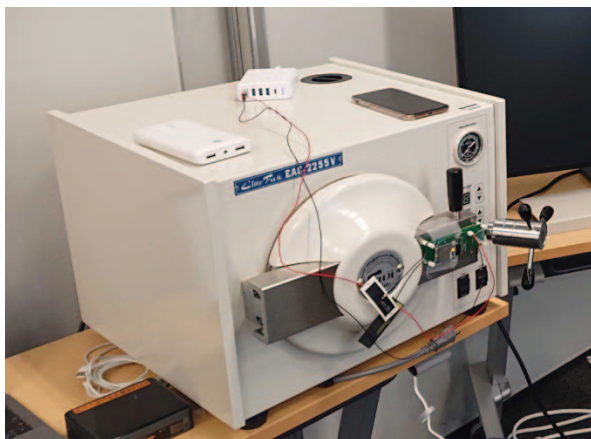


図4 センサーノードを装着した装置の外観図

4.2 システム動作結果と考察

実際にシステムが異常に振動し SNS を通し、ユーザに対してのアラートを出す機能、センサーの値をグラフ上で描

画している。

SNS によるユーザーのアラート通知はセンサーの絶対方位の X 軸、Y 軸、Z 軸のいずれかの変異が 5 度以上の場合に感知しアラートを出す仕組みとなっている。

画面の外観を以下の図にそれぞれ示す。



図5 SNS による危険アラート

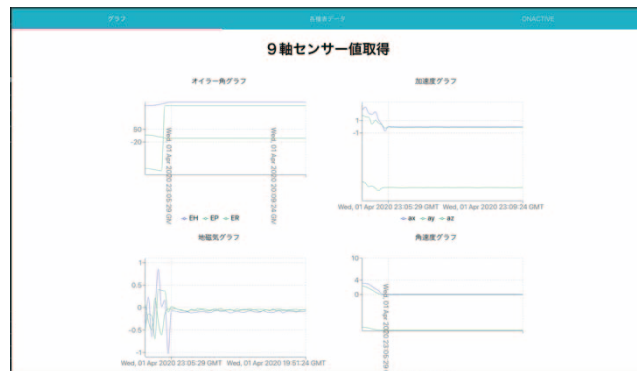


図6 クライアントのグラフ化表示画面

5. まとめ

本稿では危険予測の可視化と通知を行うシステムの構築に取り組み、実際にそのシステムを利用し機器の異常振動での危険検知を行なった。今回行った実験は当初自然災害に見立てた環境下で行う予定であったが、非常宣言自体発令に伴い振動といった場面の似た機器振動での実験を行った。ただし想定外の気象といった環境での実験ではないため、他に起こりうるシステムトラブルなどについては未知である。更にこの実験とは別に端末を複数台つなぎアクセスしたところ処理速度は1秒ほど遅延した。

このことからシステムの実装にロードバランシングを取り入れなどといった高度な並列処理が必要であるとともに今後、センサーノードの改良とシステム改良を進めていく。

参考文献

- [1] 環境省:”平成 23 年度 第 1 回人と自然との共生懇談会(2020 年 5 月 15 日時点)”2011. <https://www.biodic.go.jp/biodiversity/activity/policy/kyosei/23-1/files/3-1-1.pdf>
- [2] 気象庁:”台風の発生数 (2019 年までの確定値と 2020 年の速報値) (2020 年 5 月 15 日時点)”2018. <https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/generation/generation.html>
- [3] フジニュースネットワーク:”住宅街の斜面が突然崩落し女子高生が死亡…近隣住民「対策している所を見たことがない」 (2020 年 5 月 15 日時点)”2020. <https://www.fnn.jp/articles/-/22714>
- [4] 総務省・三菱総研”熊本地震における情報通信の在り方に関する調査結果(2020 年 5 月 15 日時点)”2017. https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin02_02000108.html
- [5] 総務省:”大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会”2016.https://www.soumu.go.jp/main_content/000426649.pdf
- [6] 内閣官房 情報通信技術 (IT) 総合戦略室:”災害対応における SNS 活用ガイドブック”2017.https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/pdf/h2903guidebook.pdf
- [7] 田村圭司,内田太郎,武澤永純,伊藤洋輔(以上 (独) 土木研究所 (土砂管理研究グループ,火山,土石流チーム),秋山健一郎,天悟志(以上有限会社秋山調査設計),樋口佳意,金子綾一,永江祐(以上坂田電機株式会社),安本寿人,霜田日出雄,佐久間剛,藤田哲,能和幸範,柳町年輝(以上株式会社拓和),西江俊作,王林(以上中央開発株式会社),上野雄一,下村幸男,沼尾信二,菅沼健,小原大輔,田方智(以上日本工営株式会社), “土砂災害の警戒避難支援のための斜面崩壊検知センサの開発、共同研究「土砂災害の警戒避難支援のための斜面崩壊検知センサの開発 FJ ,” 2007. https://www.pwri.go.jp/team/volcano/tech_info/study/h22_fy20107kyosi0419.pdf
- [8] 小泉圭吾,藤田行茂,平田研二,小田和広,上出定幸, “土砂災害監視のための無線センサネットワークの実用化に向けた実験的研究,” 土木学会論文集 C (地圏工学), vol.69, no.1, pp.46 57,2013.