

Node-RED と気圧センサを用いた高層ビルにおける 底面からの高さ推定による物品位置管理システム

日高継大[†] 中村快^{††} 石出宗己^{††} 岩井将行[†]

東京電機大学未来科学部情報メディア学科[†] 大学院未来科学研究科情報メディア学専攻^{††}

1. はじめに

近年、高層ビルが増え[1]複数階にまたがって組営される事業も多く、一棟貸しのシェアオフィスで複数階にまたがって仕事することも増加している。一方で管理している物品のリアルタイムの所在はフリーアドレス化により把握しづらくなっている。

物品の所在を把握する手段としてGPS等の衛星測位センサが挙げられるが、建設物などの遮蔽物に弱く、大気の状態によっても誤差が生じる。

そこで本研究は、設置が容易な気圧リファレンスノード、リファレンスノードからの差により気圧状況に影響されることなく底面からの高さ正確に把握する小型の高さ検出可能な IoT ノード、及び物品の保管に適さない温湿度を検知し物品のリアルタイムで推定階と底面からの高さを Node-RED で管理するシステムを実装評価したことを報告する。

2. 提案システムの構成

2.1 システム全体の概要

本論文が提案するシステムは大まかに分けて、管理したい物品に取り付ける IoT ノードと、基準となる階の底面に設置する気圧リファレンスノード、現在の推定階と底面からの高さをリアルタイムで算出する Node-RED で実装した管理ソフトウェアの3つで構成されている。IoT ノード及び気圧リファレンスノードは図1のように M5Stack Core2 と温湿度気圧センサで構成されている。各ノードから Node-RED にセンサの情報を送信している。また物品の保管に適さない温湿度を検知した際に図2のように LINE で通知する。

また同じ種類の温湿度気圧センサでも値にばらつきがあるため、一つのセンサの値に合わせるキャリブレーションも行う。

Item location management system using Node-RED and barometric pressure sensor to estimate height from floor level in high-rise buildings

[†] Keidai Hidaka, [†] Masayuki Iwai, ^{††} Kai Nakamura, ^{††} Motoki Ishide, [†] Department of Information and Media Engineering, Tokyo Denki University, ^{††} Department of Information and Media Engineering, Tokyo Denki University Graduate School

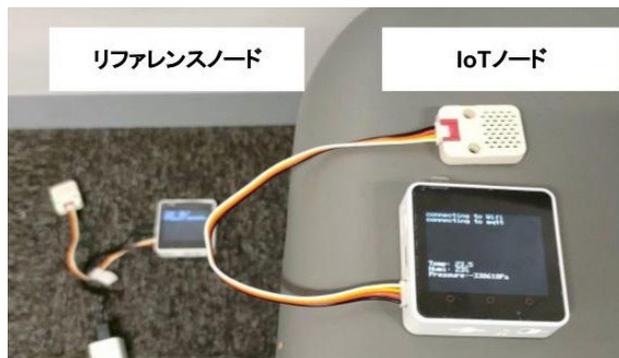


図1 リファレンスノード及び IoT ノード



図2 LINE 通知画像

2.2 システムの構成図

システムの構成を図3に示す。ソフトウェアシステムの構築には IBM 社が開発したオープンソースのフロー記述言語である Node-RED を使用した。Node-RED 上では MQTT プロトコルでの通信を可能とするため、MQTT の Broker 機能を追加できる拡張機能を導入した。システムの詳細を図4に示す。

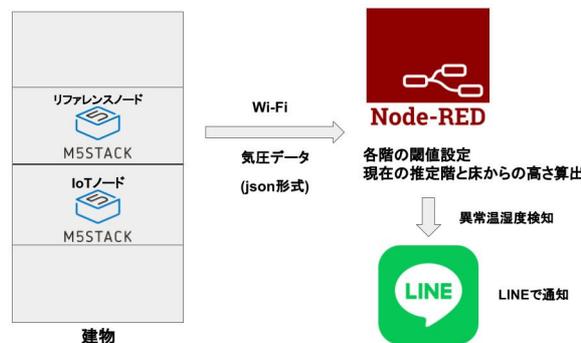


図3 システム構成図

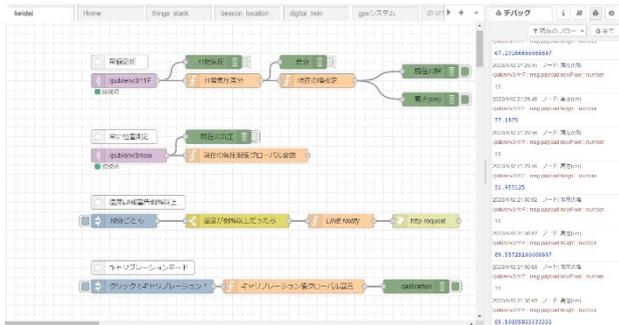


図 4 Node-RED のフロー

2.3 高さの算出方法

階層の算出法としてリファレンスノードの気圧の値を気圧センサーで取得し各階層の判定に使用する閾値を設定する手法を用いる。

閾値は各階の底面の気圧を一度計測し、その気圧を各階の基準気圧とし、次に基準となる階の床に設置したリファレンスノードの現在の気圧とその階の基準の気圧との差をとり各階の基準気圧からその分の差を引いたものを閾値とする。

床からの高さの推定としては現在の階の閾値と一つ上の閾値と IoT ノードの気圧の値から現在の気圧の割合を算出し、現在の階の床面からひとつ上の階の床面までの距離と乗算することで推定する。

$$F(n) = P_1(n) - (P_1(a) - P_{ref}(a))$$

$F(n) \leq P_{now} < F(n+1)$ を満たす n を m とする。

$$h = \frac{F(m+1) - P_{now}}{F(m+1) - F(m)} \times H(m)$$

$F(n)$: n 階の閾値

$P_1(n)$: n 階の基準気圧

$P_{ref}(n)$: n 階のリファレンスノードの気圧

h : IoT ノードの床面からの距離

m : 在階推定値

P_{now} : IoT ノードの気圧

$H(n)$: n 階の床面から $n+1$ 階の床面までの距離である。

3. 実験

3.1 実験概要

階層判定の基準気圧を表 1 に示す。東京電機大学北千住キャンパス 1 号館にて 2022/12/06 に計測したデータを用いた。11 階の床面に設置したリファレンスノードの気圧を 5 秒毎に受け取り、閾値を計算する。IoT ノードの気圧と閾値から現在の推定階層と床面からの高さを算出する。算出された推定高度は 5 秒毎に更新され気圧の変動によりブレがあるため、5 回計測しその平均を今回の推定高度とする。

階層	気圧[Pa]
R	100711.3
14F	100761.0
13F	100808.7
12F	100853.6
11F	100901.6
10F	100948.1
9F	100996.8
8F	101043.6
7F	101092.6
6F	101143.6
5F	101192.6
4F	101240.4
3F	101294.2
2F	101356.3
1F	101435.4
B1	101486.9

表 1 基準気圧 2022/12/06 計測

3.2 実験結果と考察

結果を表 2 に示す。リファレンスノードを設置している階での推定高度と実際の高度との誤差が 20cm 以内であることが分かった。しかしリファレンスノードから離れた階層での推定階層、高度推定は 100cm 誤差が生まれた。対策としてリファレンスノードを置く階層を増やし閾値の精度を上げることが挙げられる。

計測階層	計測高度 [cm]	推定階層	推定高度 [cm]
11	37	11	43.34
11	73	11	74.61
11	108	11	110.54
11	146	11	130.82
11	181	11	181.89
5	72	4	312.13

表 2 実験結果

4. まとめと展望

本論文では、気圧を用いてリアルタイムで階層と床面からの高さを確認することができるシステムを提案した。

本システムでは高度の推定が可能のため、平面座標を推定するシステムを導入することで、より詳細に物品の位置の把握が可能になることを展望としている。

参考文献

[1] 日本不動産研究所 全国オフィスビル調査(2021年 1 月現在)”, 日本不動産研究所, 2021-10-12, <https://www.reinet.or.jp/wp-content/uploads/2021/10/0f4b1c1c901cda0108001b3569ff5b2.pdf>