

# UAVによる大規模工場を対象とした従業員/機材の位置管理・異常検知システムの検討

西浦 翔太<sup>†</sup> 山本 寛<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 立命館大学 情報理工学部 情報コミュニケーション学科

## 1. はじめに

IoTシステムを導入して従業員の位置管理や機材の異常検知を自動化することで、工場の効率的な稼働を支援することが可能となる。しかし、特に屋内位置測位技術に関する既存研究では、敷地内へ多数の機器(BLE(Bluetooth Low Energy)の発信機/受信機など)を設置する必要があり、導入コストが高いことが課題となる[1]。そこで本研究では、組込みシステムを設置したUAV(Unmanned Aerial Vehicle)が工場内を自律的に巡回して従業員や機材に関するデータを収集・解析することで、従業員や機材の位置管理・異常検知を実現するシステムを提案する。

## 2. 提案システム

提案システムの全体像を図1に示す。組込みシステムを設置したUAVは工場内を自律的に巡回し、従業員に装着したビーコン装置からBLE通信により屋内位置測位のための電波ビーコンを受信し、機材に取り付けた設置型センサノードからLoRaを用いて機材の状態に関するセンサデータを受信する。UAVが工場内を巡回し終えると、FTP通信によりセンサデータを解析サーバへ送信する。解析サーバは工場内のデータを一元管理しており、機械学習によりセンサデータを解析することで、UAVの移動経路と、従業員の位置を推定する。また、設置型センサノードは機材の振動を常に計測しており、計測した値が正常値と大きく異なる場合は警告音を鳴らし、周囲の従業員へ通知する。

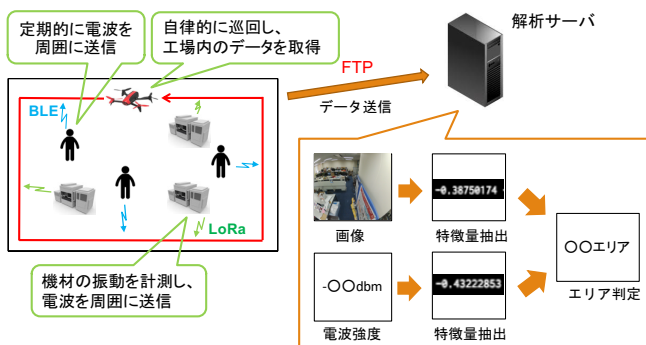


図1. 提案システムの全体像

## 3. 機械学習を用いた UAV の位置推定手法

本提案システムでは、UAVの移動経路を数秒毎に推定し、各時刻におけるUAVの位置と、その位置で受信したビーコンの送信元となる従業員を対応づけることで、従業員の大まかな位置を推定する。

ここで、UAVの位置推定手法として、UAV備え付けのカメラで撮影した画像を解析する方法と、複数の設置型セン

サノードから送信されている電波の受信強度を解析する方法を用いる。前者の方法では、UAVが撮影した画像と敷地内に複数設定した基準点で事前に撮影した画像との間で、特徴量抽出手法のAKAZEにより抽出した特徴量を比較し、各画像に対する類似度を算出して特徴量とする。また、後者の方法では、電波強度は距離が離れるにつれて減衰する特性を活かし、各設置型センサノードから受信した受信電波強度を特徴量とする。

本提案システムでは、前述のそれぞれの方法について、敷地内の各地点において事前に算出した特徴量を用いて訓練データを用意し、入力された特徴量からUAVの現在地を推定する学習モデルを構築する。ここで、機械学習手法として、SVM、K近傍法、およびランダムフォレストとこれらを組み合わせたアンサンブル学習を用いる。

## 4. 実証実験

提案システムの有効性を評価するために、立命館大学内の一室にて実証実験を行う。約9m×15mの室内を3×4マスとなる12個のエリアに分割し、各エリアにおいて画像解析のための特徴量を125個用意し、120個を訓練データ、5個を評価データとする。また、各エリアにおいて電波強度解析のための特徴量を120個用意し、90個を訓練データ、30個を評価データとする。評価結果をまとめた表1から分かるように、全ての学習手法において画像解析による位置推定の方が電波強度解析よりUAVの位置を高精度に推定できる。しかし、画像解析には多くの処理時間がかかるため、両方式を適切に使い分ける必要がある。

表1. UAVの位置推定の性能評価

	SVM	K近傍法	ランダムフォレスト	アンサンブル学習
画像解析	88%	77%	89%	91%
電波強度解析	72%	69%	67%	70%

## 5. まとめと今後の予定

本研究では、組込みシステムを設置したUAVが工場内を自律的に巡回して収集したセンサデータを解析し、UAVおよび従業員の位置を推定するシステムを提案・実装した。今後は、従業員の位置推定精度の向上を図るとともに、出力結果を工場の管理者などに分かりやすく提示する可視化手法を検討する。

## 参考文献

- [1]堀川三好, 他, “BLE位置測位およびPDRを用いたハイブリッド型屋内位置測位手法の提案”, IPSJ SIG Technical Report, Vol2015-MBL-76 No.13, 2015/10/2