

IoT とエッジコンピューティングによるヘルスケアおよび FA システムの研究

[研究代表者] 中條直也 (情報科学部情報科学科)
 [共同研究者] 中藤達哉 (三菱電機エンジニアリング(株))
 梶 克彦 (情報科学部情報科学科)
 内藤克浩 (情報科学部情報科学科)
 水野忠則 (情報科学部情報科学科)

研究成果の概要

IoT 技術とエッジコンピューティングの進展が、ものづくりやヘルスケアの世界にも大きく変革をもたらしている。本プロジェクトではその応用分野として FA システムとヘルスケアを取り上げた研究を行った。

FA システムの分野では、工場では人材不足、製造物の多様化が進み、検査の自動化のニーズが高まっている。しかし、検査工程の自動化は全て実現できていない。特に多品種少量生産では手挿入部品を使用した基板も生産される。これに対しては自動検査が難しく目視検査が行われている。その自動化を研究テーマとして取り上げた。

ヘルスケア分野ではオフィスワーカーの健康支援を取り上げた。オフィスワーカーの運動不足はメタボリックシンドロームを招く懸念があり、運動不足の解消は重要な課題とされている。このため、ウェアラブルセンサを用いた活動量の推定方法や、屋内での行動履歴の計測方法を開発することは、オフィスワーカーの健康のために有効であると考え、研究テーマとして取り上げた。

本年度の研究として、(1) 深層学習による手挿入部品の極性識別、(2) 気圧センサのみを用いた活動量推定、(3) スマートフォンを用いた屋内の位置推定の 3 テーマを実施した。

研究成果の概要をテーマごとに述べる。(1) では、上部カメラ画像から電解コンデンサの極性識別を行った。深層学習を用いた極性識別に必要な最小限の画素数は、 46×44 pixel であった。(2) では、従来の加速度センサは使用せず、気圧センサのみを用いて活動量推定を行うアプリケーションを開発した。(3) では、送信機からの受信信号強度 (RSSI) をスマートフォンで計測する際に、端末の傾きパターンでのデータで機械学習を行うことで、傾きパターンを使用しない場合と比べ屋内測位を高精度化できることが分かった。

研究分野： 組込みシステム，無線ネットワーク，センシングシステム

キーワード： FA システム，深層学習，ヘルスケア，スマートフォン，活動量推定，屋内測位

1. 研究背景

FA システム分野では、工場では人材不足、製造物の多様化が進み、検査の自動化のニーズが高まっている。大量生産が必要な製品に対しては、専用の検査機器も開発され、自動検査が進んでいる。しかし、検査工程の自動化は全ての製品に対して実現できてはいない。特に多品種少量生産では手挿入部品を使用した基板も存在する。このような基板に対しては専用の検査機器を開発することが難しく、目視による検査が行われている。

一方で、深層学習の有効性が認識され、産業分野での画像処理への応用も進んでいる。深層学習では、適切で十分な学習データを使用して高い演算能力が必要であるとされてきた。しかし、最近のゲーム用の GPU (Graphic Processor Unit) の高性能化が著しく、デスクトップ PC などのエッジコンピューティングの環境でも深層学習が利用できるようになっている。本研究ではエッジコンピューティングを用いた深層学習を取り上げる。

また、ヘルスケア分野ではオフィスワーカーの健康支援を

支援することが求められている。オフィスワークの運動不足はいわゆるメタボリックシンドロームを招く懸念がある。社会的にも生産性の低下や医療費増大の原因となりうることから、運動不足の解消は重要な課題とされている。そのためには定期的な運動による健康増進が望ましいといわれている。

これまで、運動量の記録に関しては、加速度センサによってユーザの歩数を計測する万歩計や、スマートフォンアプリなどが開発されてきた。一方、加速度センサを使わず、気圧センサのみを使っても歩行を検出できることが分かってきた。これは歩行者がセンサを入れたポケット内の気圧が歩行時に変化することで歩行を検出する。

さらに、オフィス内での行動履歴に基づいて行動解析を行うことで、コミュニケーションの活性度を計測できヘルスケアに関係する。スマホは BLE などの近距離無線通信の受信機を備えている。周囲の送信機からの電波強度も計測することで、屋内環境での測位が可能となる。

2. 研究の目的

FA システムの研究では、手挿入の電子部品に対して深層学習を用いた検査の自動化を検討する。手挿入された電解コンデンサの極性識別をテーマとした。

ヘルスケアの研究では、気圧センサのみを用いた活動量の推定と、それを使用した計測アプリケーションを開発する。また、スマートフォンで受信できる電波強度を利用して、室内での人の位置計測の検討を行う。

3. 研究の方法

実施した 3 つのテーマについて研究方法を述べる。

(1) 深層学習による手挿入部品の極性識別

図 1 に示す電解コンデンサの極性を深層学習によって識別する。手挿入部品では傾きや位置のばらつきが存在する。このような極性の識別を行う。電解コンデンサの極性は、上部から見た場合、この図に示すように負極側を示す色の違いによって識別できる。

学習データとして、5 種類のコンデンサに対して上下左右方向で各 100 枚を作成し、データ拡張により合計 1380 枚を用意した。深層学習のアルゴリズムとしては YoIov3¹⁾ を使い、学習後のネットワークでコンデンサの極性判別を行う。また、カメラとの距離や、極性の識別に必要な最

小画素数の評価を行う。

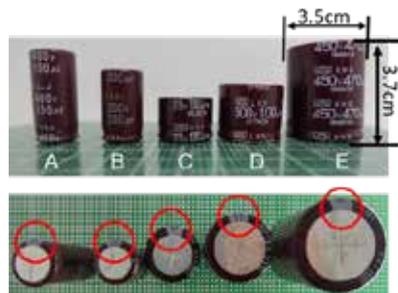


図 1: 対象とした電解コンデンサ (赤丸側が負極)

(2) 気圧センサのみを用いた活動量推定

気圧センサ (スマートフォン) を図 3 に示すような腰の位置に固定する。愛工大での先行研究²⁾から図 3 に示すデータが計測できることが分かっている。このデータに対し、カットオフ周波数 1 Hz のローパスフィルタを通すことで垂直方向の移動のデータを計測する。また、その垂直方向の移動分を元データから減算することで、水平方向での移動のデータを計測する。

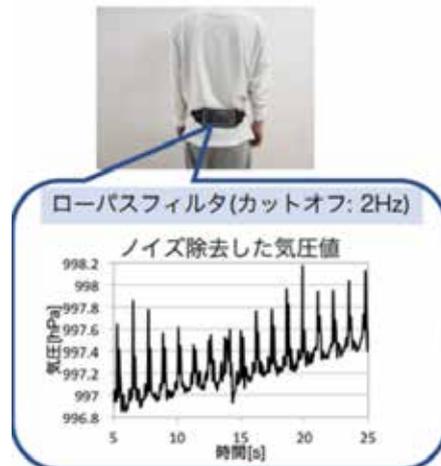


図 2: 気圧センサの位置と計測データ例

(3) スマートフォンを用いた屋内の位置推定

スマートフォンの BLE の受信機能を利用して、周囲の送信機からの受信電波強度 (RSSI) を計測する。3 台の送信機は固定配置する。図 3 に示す観測位置でスマートフォンの RSSI を計測し機械学習を行う。この学習結果を用いてスマートフォン位置の推定を行う。

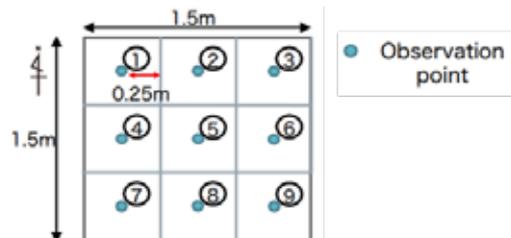


図 3: 屋内での受信電波強度の計測位置

4. 研究成果

実施した3つのテーマについて研究成果を述べる。

(1) 深層学習による手挿入部品極性の識別

電解コンデンサの負極を4方向で識別する実験を行った。識別結果の例を図4に示す。シアン、マゼンタ、グリーン、オレンジの色は、それぞれ負極が左、上、右、下であることを示しており、負極の方向を正しく識別している。なお、識別に必要なコンデンサの画素数には下限があり、その画素数は 46×44 pixel以上であった。これ以上であれば、カメラから対象物までの距離を変化させても、正しく認識できることが分かった。

深層学習では従来の画像処理に基づく手法に比べて、撮影角度などの変化に対して識別の頑健性が高いといわれている。今後は、カメラの撮影角度を変化させた画像を用いて識別性能の評価を行う。

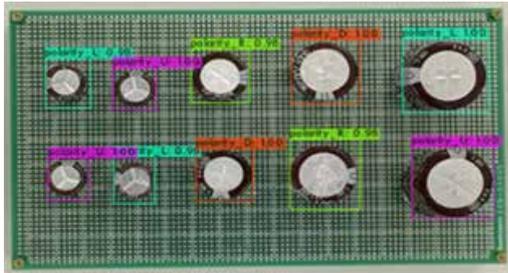


図4: 電解コンデンサの負極の4方向の識別例

(2) 気圧センサのみを用いた活動量推定

気圧センサのみを用いて運動を計測して、活動量の計測をおこなうアプリ「気圧系すてっふ」を開発した。図5にアプリの構成を示す。

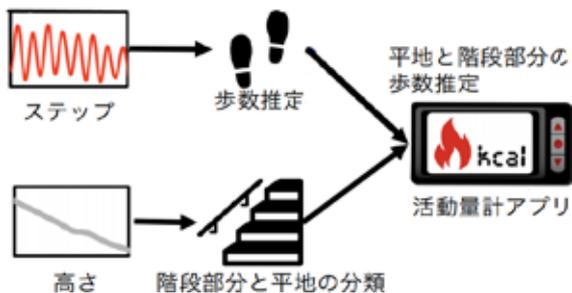


図5: 活動量計アプリの構成

このアプリでは、一日の目標活動量を設定し、グラフで目標までの割合を表示できる機能を実現した。図6にアプリ画面の一部を示しており、歩行時の運動計測とアプリの表示を示している。一定時間ごとに運動量が更新される。総活動量のほかに毎日の目標達成の状況も表示することができる。



図6: 開発した活動量計アプリ

(3) スマートフォンを用いた屋内の位置推定

屋内測位において、送信機からの受信信号強度 (RSSI) を、スマートフォン端末の傾きパターンごとに計測した。このデータを用いて、SVM, k-NN, 決定木, 線形判別の4種類の機械学習を行って位置推定の精度評価を行った。なお5分割の交差検証を行っている。その結果を図7に精度を示す。傾きを使用することで精度が向上することが分かった。今回の評価結果としてk-NN法が最も良い精度を示した。

今後は、加速度センサ、ジャイロなど他センサなどを組み合わせて測位の精度を高める予定である。

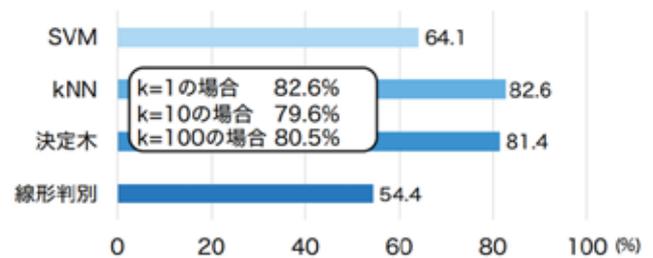


図7: 機械学習による位置推定の精度評価結果

5. 本研究に関する発表

宮澤彩花: 気圧系すてっふ, 第8回学生スマートフォンアプリコンテスト (奨励賞), 情報処理学会 CDS/MBL/UBI 研究会, 2020.

参考文献

- 1) J. Redmon and A. Farhadi, "Yolov3: An Incremental Improvement", arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018.
- 2) 磯村奎介, 梶克彦: 気圧センサを用いたステップ認識, 情報処理学会 MBL/UBI 研究会, 2019.