

スマートフォンとマルチエリア人感センサを併用した在席検出手法

矢島 啓太

Keita YAJIMA

1 はじめに

近年、ノンテリトリアルオフィス¹⁾が注目を集めている。ノンテリトリアルオフィスは、個人専用の席を持たず複数人で設備を共用するオフィス計画手法である。ノンテリトリアルオフィスは、会社内における執務者の交流機会の増加から知的生産性や快適性の向上が期待されている。その一方で、個人の席が固定されていないため、執務者の在席管理することは容易でない。そこで、普及率が增大し、多様なセンサを搭載しているスマートフォン、および複数のエリアに人がいるかを検出可能なマルチエリア型人感センサを併用した在席検出手法を提案する。

2 使用機器

2.1 スマートフォン

スマートフォンの特徴の一つとして多種多様なセンサが内蔵されていることが挙げられる。近年では、ユーザ周辺のセンサデータの取得に広く使用されている。取得したセンサデータに基づいた状況推定や行動推定などの技術が発達している。本研究では、バックグラウンドでの動作に制約がなく、多様なセンサが利用可能な Android OS 搭載のスマートフォンを使用する。

2.2 マルチエリア型人感センサ

マルチエリア型人感センサは、オムロン社が開発した人感センサである。マルチエリア型人感センサは、周辺 $3.6 \times 3.6m^2$ のエリアに関して温度を計測が可能である。そして、検知可能範囲を 256 分割し、それぞれの区画に関して平均温度を出力する。マルチエリア型人感センサは検知可能範囲全体の温度がわかるため、熱源がいくつあるかやどこにあるかを特定可能である。

3 スマートフォンとマルチエリア型人感センサを併用した在席検出手法の概要

3.1 概要

本研究は、在離席を行った執務者の特定および執務者の在席位置検出の 2 つの要素から在席検出を実現する。在離席を行った執務者の特定をスマートフォンを用いて判定し、執務者の在席位置検出をマルチエリア型人感センサを用いて判定する。本システムの概要図を Fig. 1 に示す。

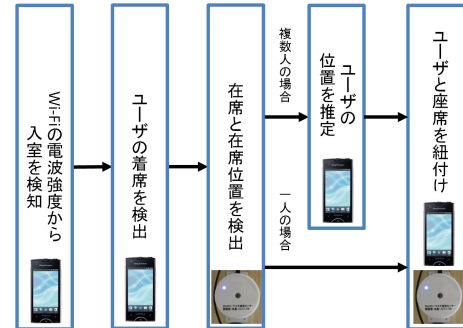


Fig. 1 在席検出手法に用いるシステム概要図

3.2 マルチエリア型人感センサを用いた人検出

マルチエリア型人感センサを用いた人検出では、計測毎に前回の温度分布と比較することで人の検出を行う。現在の温度と前回の温度の差が $+1.0^{\circ}C$ 以上の区画を着席区画とする。そして、着席区画が 2 つ以上連なっている場合、対応する座席を在席状態に切り替える。

3.3 スマートフォンとマルチエリア型人感センサを併用した在席検出

スマートフォンの加速度センサを用いた着席判定と 3 章 2 節のマルチエリア型人感センサを用いた人検出を併用し、執務者の在席検出を行う。スマートフォンで執務者の着席を検出した後、マルチエリア型人感センサによって在席位置を特定する。

スマートフォンによる位置推定

一人だけ着席した場合、3 章 3 節で述べたスマートフォンとマルチエリア型人感センサを併用した検出手法を用いることで、執務者の在席とその在席位置を検出することが可能である。また、複数人が同時に着席した場合、スマートフォンとマルチエリア型人感センサを併用すると執務者の在席位置は検出可能である。しかし、どの座席に誰が着席しているのか紐付けることは困難である。そこで、位置推定を用いて位置情報を付与することで座席と執務者の紐付けを行う。今回はスマートフォン単体で位置を推定できる PDR (Pedestrian Dead Reckoning) を用いた。

PDR はセンサデータと特徴量計算により歩数、進行方向、歩幅の 3 つのデータを取得することで移動距離を算出する²⁾。歩数によって検出した一步を歩幅との単純な掛け算によって一步の距離を算出し、さらに進行

方向のデータを用いて直前の位置から移動距離を推定する。本研究では、進行方向は地磁気センサのデータを使用し、歩幅は被験者の身長から算出する。歩幅を求める式は(1)式を用いる。

$$\text{歩幅 (cm)} \cong \text{身長} - 100(\text{cm}) \quad (1)$$

4 評価

4.1 マルチエリア型人感センサを用いた人検出の検証実験

マルチエリア型人感センサを用いた人検出の精度検証実験を行った。天井に取り付けたカメラとマルチエリア型人感センサを用いて被験者の在離席の様子を記録した。マルチエリア型人感センサ直下の4人がけのテーブルで、被験者4名に自由に在離席をしてもらった。カメラ画像から目視で判断した実際の在離席状態を真値とし、システム側で検出した在離席状態と真値を比較することで評価を行った。なお、実験を行う時間は30分とし、マルチエリア型人感センサの温度データ計測取得間隔内は10秒間隔とした。この実験の結果をFig. 2に示す。

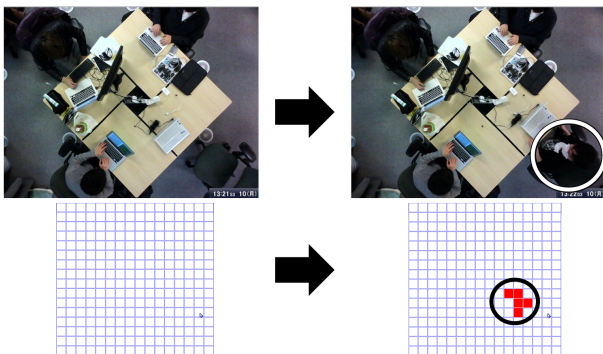


Fig. 2 人検出の在席検出結果

実験の結果、90%の精度で人を検出することができた。被験者が着席してからシステムが在席検出するまで数秒の遅れが生じていたが、在席検出に即時性は必要ないため問題ないと考えられる。

4.2 スマートフォンとマルチエリア型人感センサを併用した在席検出手法の検証実験

スマートフォンとマルチエリア型人感センサを併用した在席検出手法の有効性検証のため、執務者1人の在席検出および執務者と座席の紐付けに関する検証実験を行った。被験者のズボンのポケットにスマートフォンを装着し、在離席をしてもらった。また、マルチエリア型人感センサを用いて被験者の在離席の様子を記録した。実験の条件および評価に関しては前節と同様である。この実験の結果をFig. 3に示す。

比較の結果、被験者の在席を90%の精度で検出できた。なお、被験者の在席の検出率はマルチエリア型人感

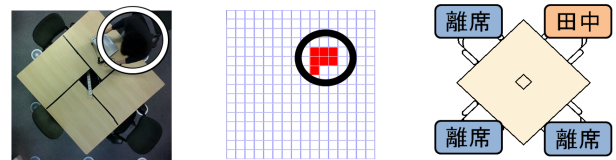


Fig. 3 特定執務者の在席検出結果

センサの人検出の精度に依存する。

4.3 PDRの精度検証

PDRの精度検証のため、検証実験を行った。2人の被験者に、スマートフォンをズボンのポケットに装着してもらい、PDRによる位置推定を行った。被験者の実際の位置と位置推定により得られた結果を比較し、誤差を算出することによって評価を行う。

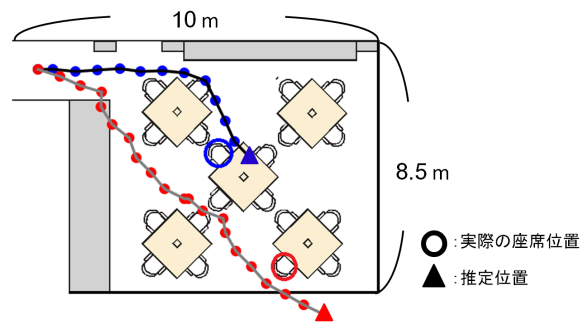


Fig. 4 被験者の位置推定結果

実験の結果、最大誤差1.6m、最小誤差0.61mであった。また、90%の精度で被験者のエリアを特定することが可能であった。エリアが特定出来ない場合、マルチエリア型人感センサの人検出とPDRを併用することで執務者が着席しているエリアの推定を行う。

5 まとめ

スマートフォンとマルチエリア型人感センサを併用することにより、1人の執務者の在席と在席位置を90%の精度で検出することが可能であった。また、複数の執務者が在席した場合、執務者が着席したエリアを推定することで執務者と在席位置の紐付けを行う。ただし、近隣の椅子に同時に着席した場合は執務者と在席位置を紐付けることは容易でない。その際は紐付けまでは行わず執務者のエリアのみ保持することで在席管理を行う。

参考文献

- 1) Thomas J. Allen and Peter G. Gerstberger. A field experiment to improve communications in a product engineering department: the non-territorial office. *the Human Factors and Ergonomics Society - Human Factors*, Vol. 15, No. 5, pp. 487-498, 1973.
- 2) 上坂大輔, 村松茂樹, 岩本健嗣, 横山浩之. 手に保持されたセンサを用いた歩行者向けデッドレコニング手法の提案. *情報処理学会論文誌*, Vol. 52, No. 2, pp. 558-570, 2011.