

ノンテリトリアルオフィスにおける在席・離席検出手法の検討

寺井 大地

Daichi TERAI

1 はじめに

オフィス環境を改善することで知的生産性が向上することが報告されている¹⁾。現在、一般的なオフィスの座席レイアウトは対向島式である。これは従来の事務処理型の執務には適していたが、近年求められている企画などの創造型の執務に適していない。そこで個人がその日の気分や好みに合わせて自由に座席を選択できるノンテリトリアルオフィスに注目が集まっている²⁾。しかし、ノンテリトリアルオフィスでは個人の座席が固定されていないため、どの執務者がどの席に在席しているのか管理することが容易ではない。

本研究ではノンテリトリアルオフィスにおいて、在席・離席の切り替えを行う在席・離席検出手法について検討する。提案手法ではスマートフォンを用いて執務者の位置を推定し、スマートフォンおよびマルチエリア型人感センサを併用することで在席位置を特定する。

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・離席検出手法

2.1 提案手法の概要

本研究では執務者が在席・離席を行ったエリアをスマートフォンによって特定し、執務者の在席位置をスマートフォンとマルチエリア型人感センサにより特定する。本手法におけるアルゴリズムを Fig. 1 に示す。

2.2 スマートフォンによる在席・離席状態の判定

執務者の在席・離席状態はズボンのポケットに装着したスマートフォン端末の水平面に対する角度から判定する。離席時における執務者が所持するスマートフォン端末の水平面に対する角度は 90 deg 付近となる。一方、着席時は 0 deg 付近となる。閾値を設定し、閾値以上の場合に在席状態、閾値以下の場合に離席状態と判定する。

2.3 スマートフォンによる執務者の位置推定

執務者の位置推定には PDR (Pedestrian Dead Reckoning) を用いる。センサデータから歩数、進行方向および歩幅を算出することで移動位置を推定する。歩数と歩幅によって算出した移動距離とスマートフォン内蔵の地磁気センサから得た進行方向のデータと合わせて一歩ごとの位置を推定する。本研究において歩幅は被験者の身長から算出する。算出式を式 (1) に示す。

$$\text{歩幅 [m]} = \text{身長 [m]} - 1 \quad (1)$$

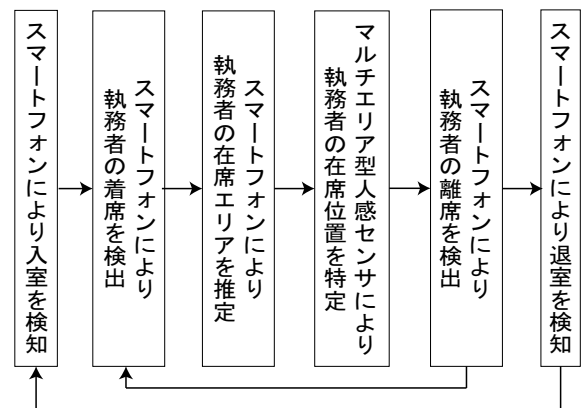


Fig. 1 在席・離席検出手法に用いるアルゴリズム

歩数の検出にはスマートフォン内蔵の加速度センサを用いる。加速度センサから取得した 3 軸加速度を二乗和の平方根とし、この合成加速度の極大値を一步として算出する。

PDR による移動軌跡は相対位置の推定であるため、開始位置を定めて推定を行う必要がある。本研究では Wi-fi の電波強度をスマートフォンで計測し、入室を検知した地点を位置推定の開始地点とする。

しかし、Wi-fi の接続には約 2 秒から 3 秒かかるため、開始地点が一意に定まらない。そこで、位置推定する屋内の通路情報と移動軌跡を比較して、補正を行う。

2.4 マルチエリア型人感センサによる在席位置特定

マルチエリア型人感センサは 3.6 m × 3.6 m の範囲を 256 分割し、分割した区画の平均温度を出力する人感センサである。検知範囲の温度分布から熱源の数や位置の特定が可能である。しかし、人と PC の温度が近いいため、温度データでは区別することが容易ではない。そこで時間差分による温度変化をとることで人とその他の熱源を区別する。また、座席の位置とマルチエリア型人感センサのエリアを対応付けしておくことで、執務者の在席位置を特定する。

3 検証実験

3.1 スマートフォンを用いた在席・離席状態判定手法の検証実験

提案手法の有効性を検証するために在席・離席状態の精度検証実験およびその評価を行った。被験者はズボンのポケットにスマートフォンを装着し、在席と離席を 1

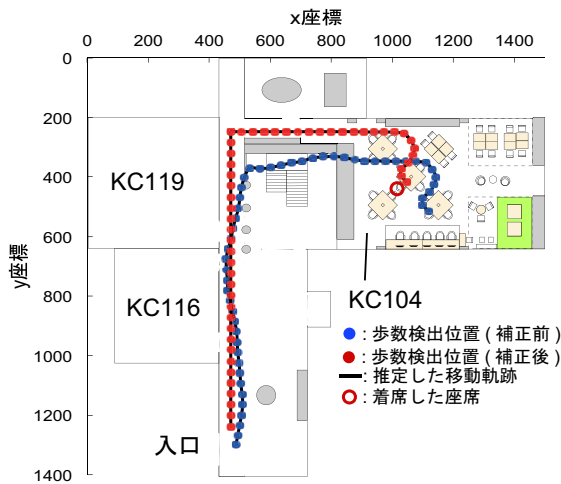


Fig. 2 被験者の移動位置推定の結果

分ごとにそれぞれ100回繰り返し行い、実際の在席・離席状態との比較を行った。

比較の結果、100%の検出率で在席・離席の状態を判定することができた。よって、本在席・離席状態検出手法は有効であるといえる。

3.2 執務者の移動位置推定実験

スマートフォンを用いた執務者の位置推定の精度検証を行い着席した座席の特定が可能か評価をする。実験は同志社大学香知館の入り口からKC104号室の目的の座席に着席を行う。Wi-fiの電波強度を計測し、KC104内のアクセスポイントを検出した時点からPDRを用いて移動軌跡を算出し、位置推定を行う。また、算出した移動軌跡と通路情報を比較し、補正を行う。

100回の試行を行い、被験者の在席位置とスマートフォンによって推定した位置との誤差を算出した。被験者の位置推定の一例をFig. 2に示す。

被験者が着席したと判定する座席は実験環境に配置した座席と推定位置の距離が最も近いものとする。推定した座席と実際に着席した座席の一致した割合を特定率とする。また、推定した位置と実際に着席した、座席との距離を誤差として評価する。マルチエリア型人感センサで検知可能な範囲を在席エリアとする。被験者の座席位置判定結果をTable 1に示す。

Table 1 移動位置推定による在席位置特定の評価

誤差 [m]		特定率 [%]	
最大値	1.13	在席位置	68.0
最小値	0.06	在席エリア	98.0
平均値	0.46		

表1からPDRによる在席位置の特定は容易ではない

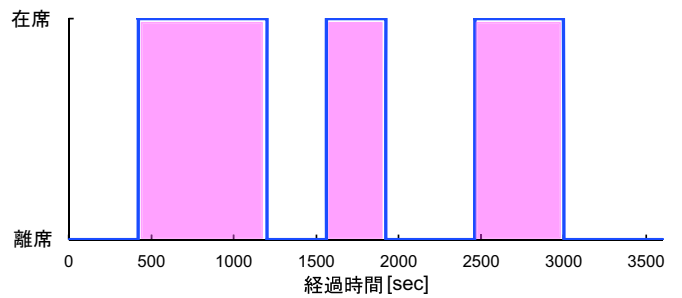


Fig. 3 マルチエリア型人感センサによる在席検出

とわかる。しかし、被験者が実際に着席したエリアに設置されたマルチエリア型人感センサの検知範囲内に98.0%の割合で入っている。このため、PDRによる位置推定から在席エリアは高精度で特定できる。

3.3 マルチエリア型人感センサによる在席位置特定の検証実験

マルチエリア型人感センサにより計測した温度データから在席位置を推定する実験を行った。実験は同志社大学香知館104号室の天井中央に設置したマルチエリア型人感センサ直下の机で行った。計測した温度データを5秒前の温度データと毎秒比較し、温度の差が+0.7℃以上の区画を着席区画として在席位置の検出を行った。在席を合計100回行い、マルチエリア型人感センサが在席を検出した位置と実際の在席位置との比較を行った。在席検出結果の一部をFig. 3に示す。

検証実験の結果、在席検出率は100%であった。スマートフォンによる在席・離席状態判定とマルチエリア型人感センサによる在席位置検出を併用することで高精度で執務者がどこに在席しているのか推定できる。

4 結論

スマートフォンを用いたPDRのみで執務者の在席・離席検出を行うことは容易ではない。しかし、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で在席・離席検出の精度が上がり、どの執務者がどの座席に在席しているのか推定することができ、細かい在席・離席の切り替えが可能となった。

参考文献

- 1) 大林文明, 富田和宏, 服部瑤子, 河内美佐, 下田宏, 石井裕剛, 寺野真明, 吉川榮和. オフィスワークの生産性向上のための環境制御法の研究—照明制御法の開発と実験的評価. ヒューマンインタフェースシンポジウム, Vol. 1, No. 1322, pp. 151–156, 2007.
- 2) Allen Thomas, J. and Gerstberger Peter, G. 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.