

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離席検出手法の検討

矢島 啓太

Keita YAJIMA

1 はじめに

近年, オフィス環境は多様化し, 企業によってオフィスの形態も様々である. その中でも, ノンテリトリアルオフィス¹⁾ と呼ばれる形態が注目を集めており, IBM 社, Microsoft 社など数多くの企業に導入されている. 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や, 省スペースの優位性などから, 知的生産性の向上や快適性が期待されている. その一方で, 個人の席が固定されていないため, 誰が部屋のどの位置にいるのかを検出することが容易でない. そこで, 普及率が増大し, 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検出可能なマルチエリア型人感センサを併用した在離席検出手法を検討する.

2 ユーザの行動推定

2.1 スマートフォンを用いた在離席判定手法

提案手法において, スマートフォンの装着箇所は「ズボンのポケット」とする. これは, ユーザの行動を計測しやすい箇所, 装着しやすく使用される頻度が高い箇所²⁾ であるためである. 提案手法では, スマートフォン端末の傾きの平均, および標準偏差を用いて判定を行う. 離席時は歩いている, あるいは立っていると判断できるため, スマートフォン端末の角度は 90 deg 付近になり, かつ標準偏差の値は大きくなる. 一方, 着席している場合は座っているため, スマートフォン端末の角度は 0 deg 付近になり, 標準偏差の値も 0 deg 付近となる.

閾値を決定するための予備実験を行った. 実験は着席時のスマートフォン端末の角度の平均と標準偏差を算出した. この実験結果を Fig. 1 に示す. 角度平均の最大値は 38.4 deg となり, 標準偏差は 12.6 deg となった. したがって, 角度平均の閾値は 40.0 deg, 標準偏差の閾値は 15.0 deg とした.

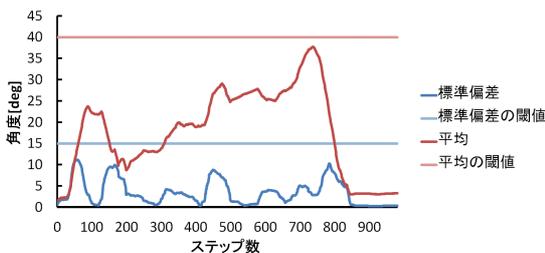


Fig.1 着席時の角度平均・標準偏差計測

2.2 スマートフォンを用いた在離席判定手法の検証実験

提案手法の有効性検証のために, 在離席判定精度の検証実験および評価を行った. 事前に被験者が着用しているズボンのポケットにスマートフォンを装着してもらい, 実験中, 被験者にはカメラに映る範囲内で行動してもらった. そして, その様子をカメラで撮影し, スマートフォンを用いて判定した状態とカメラ画像の比較を行った. なお, 実験を行う時間は 1 時間とした. 実験に使用したスマートフォンの機種は Sony Ericsson 社製の Xperia ray S0-03 である.

スマートフォンを用いて判定した状態とカメラ画像を比較した結果を Fig. 2 に示す.

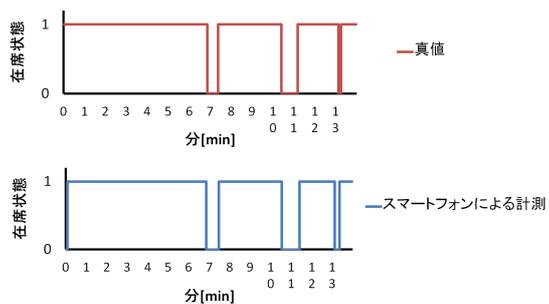


Fig.2 離席・在席判定とカメラ画像との比較

比較の結果, 被験者の状態を 95% の正解率で判定することができ, 正確に在離席状態を検出することができた.

3 マルチエリア型人感センサ

3.1 マルチエリア型人感センサの特長

マルチエリア型人感センサは, omron 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 × 3.6m²のエリアに関して温度を計測が可能である. 既存の人感センサとの相違点は, 人数をおおまかに特定できることである. 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することができる. したがって, ある程度の人数を把握することが可能である. なお, マルチエリア型人感センサは検知可能エリアを 256 分割し, それぞれの区画に関して平均温度を出力する.

3.2 熱源特定を検証

実環境でマルチエリア型人感センサを稼働させた時, PC 本体や PC 周辺機器および OA 機器などの熱を発生するものが多々存在し, 誤検知の要因となることが想定される. これらの機器と人を判別できるか検証するため,

予備実験を行った。実験はマルチエリア人感センサを用いて、PCの温度と人の温度をそれぞれ別々で計測した。計測した温度を比較し、熱源の温度のみで判別することが可能か検証し、評価を行う。実験の結果を Fig. 3 に示す。

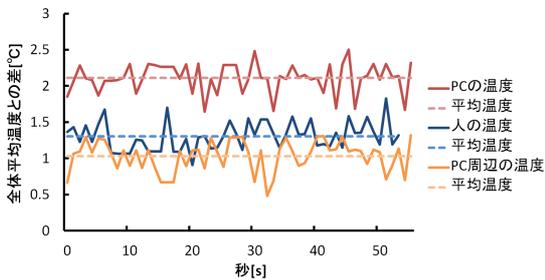


Fig.3 熱源の温度比較

人の温度平均は人感センサ検知可能範囲の平均温度(以下、全体平均温度)の $+1.30^{\circ}\text{C}$ であり、PCの温度の平均温度は全体平均温度の $+2.11^{\circ}\text{C}$ であった。よってPCの本体温度と人の温度は閾値によって判別することが可能であると考えられる。しかし、PC周辺の平均温度は全体平均温度の $+1.03^{\circ}\text{C}$ であり、PC周辺の温度と人の温度は同等の温度であり、PC周辺を人と認識してしまう可能性があるため、PCと人を温度で判別することは困難であると考えられる。

3.3 閾値の検討

閾値を全体平均温度と設定し、マルチエリア型人感センサを用いて温度を計測すると図のようになり、熱源がない位置に熱源があると誤検知してしまう。そのため、雑音の除去を行う必要がある。閾値の有効性を示すために閾値検討実験を行った。実験は被験者に4人がけのテーブルに着席してもらい、被験者の温度をマルチエリア型人感センサを用いて温度を計測した。また、その様子をカメラで撮影し、閾値によって熱源と判断された位置とカメラ画像を比較した。閾値は全体平均温度 $+0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $+1.0^{\circ}\text{C}$ 、 $+1.5^{\circ}\text{C}$ とした。なお、熱源検知の条件は閾値以上の温度を検出しているか、かつ、閾値以上の温度を計測した周辺の温度が閾値以上の温度であるかの2点であり、これを満たすものを熱源とした。実験の結果は Fig. 4 となった。

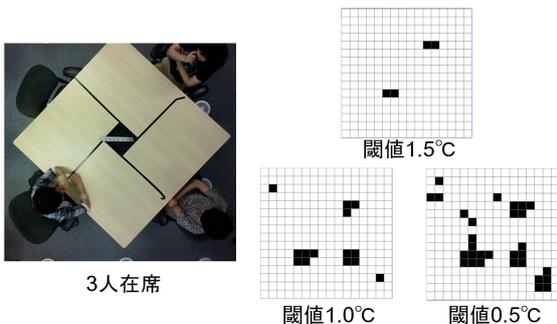


Fig.4 閾値比較

その結果、閾値が全体平均温度 $+0.5^{\circ}\text{C}$ ではノイズを多

量に検知してしまい、熱源のない場所も熱源があると検知された。また、閾値が全体平均温度 $+1.5^{\circ}\text{C}$ では、人がいるところでも熱源が検知されず、3人の被験者がいる状態なのに2人分の熱源しか検知しない場合が存在した。一方、閾値が全体平均温度 $+1.0^{\circ}\text{C}$ の場合、多少のノイズは検知されるものの被験者が存在する位置に熱源を検知した。したがって、閾値は全体平均温度 $+1.0^{\circ}\text{C}$ が最適であると言える。

4 展望

4.1 熱源検出アルゴリズムの検討

3.2節では熱源検出の条件を定義し、その条件に基づいて実験を行った。提案する熱源検出アルゴリズムでは熱源検出に用いた条件をそのまま使用し、加えて熱源が継続して同じ位置に熱源が検知されるかどうかで判定する。詳細は以下の通りである。

1. 閾値以上の熱を検知するとその位置に熱源が存在すると判定し、閾値以下は熱源なしと判定
2. 熱源ありと判定された位置の、周辺に熱源があると判定された位置を熱源検知位置と判定
3. 熱源検知位置に10ステップ以上継続して熱源が検知された場合、熱源を検出

また、人とPCを判別するアルゴリズムを提案し、有効性の検証を行う。

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離席管理手法の検討

スマートフォンを用いた在離席判定とマルチエリア型人感センサを用いた熱源検出アルゴリズムを併用した在離席管理手法を提案する。まず、マルチエリア型人感センサを用いて人を検出し、人の検出位置が特定の座席に近い場合、スマートフォンの在離席判定を参照し、ユーザを特定する。その後、座席に特定された人が在席しているとする。詳細は以下の通りである。

1. マルチエリア型人感センサを用いて人を検出
2. 人の検出位置が特定の座席に近く、人が留まっている場合、スマートフォンの在離席判定を参照
3. 在席判定が行われたスマートフォンを特定
4. 直前に在席判定が行われた人を特定
5. 在席判定された人が検出位置に最も近い座席に在席状態と判定

この手法を用いることで在席している人を検出し、在離席管理を行う。

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) Yoshihiro Kawahara, Hisashi Kurasawa, and Hiroyuki Morikawa. Recognizing user context using mobile handsets with acceleration sensors. In *Portable Information Devices, 2007. PORTABLE07. IEEE International Conference on*, pp. 1-5. IEEE, 2007.