

マルチエリア型人感センサを用いた時間差分による在席・離席検知手法の検討 Verification of Presence Detecton Method by Time-Difference Using Muli-Area Infrared Sensor

市野 博†
Hiroshi Ichino

三木 光範*
Mitsunori Miki

松下 昌平†
Shohei Matsushita

間 博人*
Hiroto Aida

1. はじめに

近年、オフィス内の執務者を取り巻く環境（オフィス環境）における執務者の知的生産性や創造性の向上を求める声が高まっている。オフィス環境を改善することによって、知的生産性が向上すると報告されている [1]。

このような背景から、我々は執務者の要求する任意の照度を最小の電力で実現する知的照明システムの研究を行っている [2]。知的照明システムでは執務者が離席している場合は明るさが必要ないと判断している。また、在席・離席状態の変更は個人 PC 上のユーザインタフェースまたは照度センサに取り付けられた在席・離席変更ボタンを通して行う必要がある。しかし、オフィスにおける実証実験の結果、会議や外出時などの離席する場合に変更が適切に行われなかったことがわかった。このため、執務者が不在の席に不必要な明るさを提供している場合がある。

本研究では執務者の在席・離席を検知を行うために、256 分割した画素に対して温度検出できるマルチエリア型人感センサを用いて在席・離席検知手法の提案およびその検証を行う。

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、オムロン株式会社が開発した赤外線のアレイセンサである。今回使用するマルチエリア型人感センサを図 1 に示す。マルチエリア型人感センサと既存の人感センサの相違点は、人数をおおまかに特定できる点である。マルチエリア型人感センサでは検出可能範囲全体の温度がわかるため、熱源の数や場所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出可能範囲を 256 分割し、それぞれの画素に関してその画素内の平均温度を出力する。

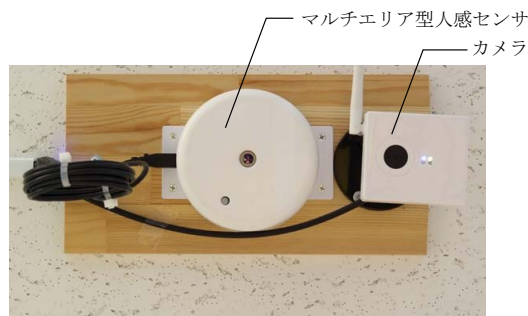


図 1 マルチエリア型人感センサ（天井を真下から撮影）

† 同志社大学大学院 理工学研究科

* 同志社大学 理工学部

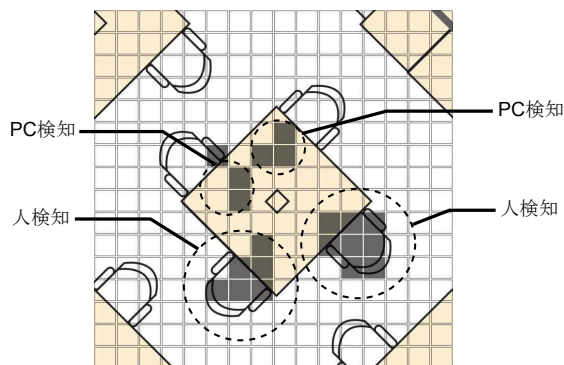


図 2 マルチエリア型人感センサの温度分布（2 値）

3. 在席・離席検知アルゴリズム

マルチエリア型人感センサが出力する温度は人と PC の温度に大きな差がない。このため、図 2 に示すように、人と PC が混在する環境では、各画素に対して出力した温度が閾値を超えるかで在席を判断することは困難である。なお、図 2 の中央に位置する机には、各椅子に対して 1 台の PC を配置した。

在席・離席に求められる条件を基に、以下のアルゴリズムを用いて在席・離席の検知を行う。本アルゴリズムは、各画素に対して毎秒適応する。なお、本アルゴリズムで用いる各パラメータは予備実験によって求めた値を用いる。

- 5 秒前の温度との差分をとる。温度差分が温度差分閾値 (0.6°C) 以上であれば、在席判定できる画素となる。また、温度差分が温度差分閾値 (-0.6°C) 以下であれば、在席判定できない画素となる。
- 在席判定できる画素であれば、(3) に進む。在席判定できない画素であれば、(6) に進む。
- 画素の温度が温度閾値以上であれば、熱源を検知したと判定する。温度閾値は 256 画素の平均温度 $+0.6^{\circ}\text{C}$ とする。
- 熱源を検知した画素であれば、(5) に進む。熱源を検知した画素でなければ、(6) に進む。
- 熱源を検知した画素の近傍に温度閾値を超えた画素が 1 画素以上あれば、その画素内には人がいると判断し、在席と検知する。
- 1 秒後、(1) へ。

4. マルチエリア型人感センサを用いた在席・離席検知手法の検証

マルチエリア型人感センサを用いた在席・離席検知手法の有効性を検証する。検証実験は同志社大学香知館 104 号室の 4 席について検証を行う。本実験では、被験者 4 名について、

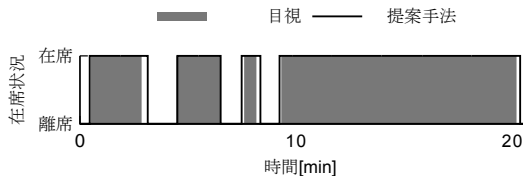


図3 在席・離席の遷移 (PCのない環境)

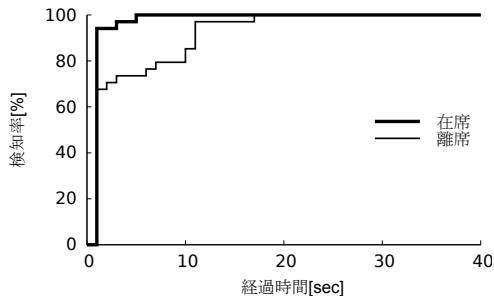


図4 経過時間と検知率の関係 (PCのない環境)

PCのない環境とPCのある環境でそれぞれ20分間の在席および離席を行った。カメラ画像によるログデータから目視によって確認し、検証を行った。なお、室内の環境は室温24°Cおよび湿度47%であり、空調を停止した状態で実験を行った。

PCのない環境における提案手法および目視による在席・離席の整合性の検証および在席・離席検知に要する時間の検証を行う。目視による在席・離席状態と提案手法による在席・離席状態が一致する場合に検知とする。このとき、PCのない環境下における検知精度は95.4%となった。また、提案手法および目視による在席・離席の遷移を図3に示す。

図3から、在席および離席の検知は良好であることがわかる。しかし、在席の検知と比較して、離席の検知に時間を要する場合がある。これは被験者が離席後、被験者の体温が机や椅子に残るためである。このため、在席後に生じる温度差と比較し、離席後に生じる温度差は少なくなる。その後、机や椅子に帯びた熱が徐々に冷え、温度閾値を下回ることによって離席判定を行うため、離席検知は成功する。

次に、在席・離席に要する検知時間について検証する。在席検知回数を総在席回数で割った値を在席時の検知率とする。同様に、離席検知回数を総離席回数で割った値を離席時の検知率とする。被験者の在席および離席の検知に要した時間と検知率の関係を図4に示す。図4から、被験者の在席5秒後には在席時の検知率は100%に達した。また、被験者の離席17秒後に離席時の検知率が100%に達した。

同様に、PCのある環境下における提案手法および目視による在席・離席の整合性の検証および在席・離席検知に要する時間の検証を行う。PCのある環境下における検知精度は95.9%となった。このときの提案手法および目視による在席・離席の遷移を図5に示す。

図5より、10分前後において被験者の離席を検知するまでに時間を要した。これは、離席後に生じる温度差が少ないために生じたと考えられる。さらに、離席後に離席と検知したが、

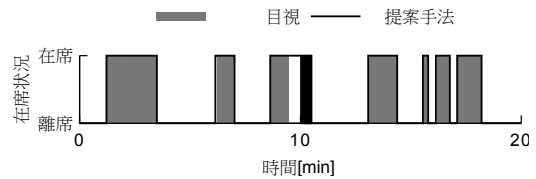


図5 在席・離席の遷移 (PCのある環境)

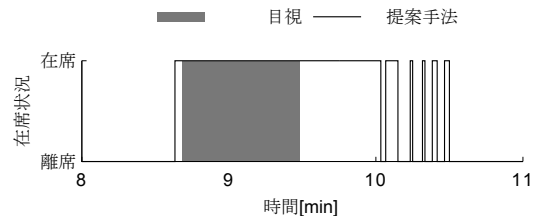


図6 離席に対する誤検知の遷移の詳細

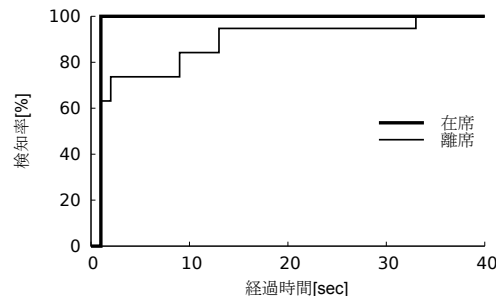


図7 経過時間と検知率の関係 (PCのある環境)

離席中にもかかわらず在席と検知し再度離席検知する例がみられた。図5の10分前後の在席・離席の遷移を図6に示す。図6から、離席後に在席と繰り返し検知したことがわかる。被験者が離席後、机や椅子に帯びた熱が徐々に冷え、温度閾値を下回ったために離席検知を行った。しかし、測定に含まれるノイズによって検出する温度が変動するため、在席および離席を繰り返し検知した。これは温度閾値を下回った場合に、一定期間在席時の温度閾値を上げると解消できると考えられる。

次に、PCのある環境下における在席・離席に要する検知時間についてそれぞれ検証する。在席・離席を検知するまでに要した時間と検知率との関係を図7に示す。図7から、PCのない環境と同様に在席検知の即応性を確認できた。また、離席検知率は離席33秒後に100%に達した。

以上の結果より、マルチエリア型人感センサを用いた在席・離席の検知手法は有効であるといえる。しかし、被験者が離席してから、本手法が離席と検知するまでに時間がかかることがわかった。離席を検知するまでの時間を早くする手法について、今後検討する必要がある。

参考文献

- [1] 大林史明, 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. オフィスワークのプロダクティビティ改善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, 2006.
- [2] 三木光範. 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム. 人工知能学会誌, Vol. 22, No. 3, pp. 399–410, 2007.