

マルチエリア型人感センサを用いた照明の調光レベルの検討

伊藤 克也, 三木 光範, 松下 昌平, 間 博人

Katsuya ITO, Mitsunori MIKI, Shohei MATSUSHITA, Hiroto AIDA

1 はじめに

近年, オフィスビルにおいて省エネルギーに対する意識が高まっている. オフィスにおける照明の消費電力は全体のおよそ 40 % を占めており¹⁾, 照明環境を改善することで消費電力を大きく削減することができる.

このような背景から, 人感センサを用いて照明制御を行うオフィスが増加している²⁾. 一方, 従来人感センサと比較し, より詳細に人の検知が可能なマルチエリア型人感センサの開発が進んでいる.

そこで本研究では, マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法において消費電力削減効果が高い点灯パターンの検討を行う. マルチエリア型人感センサの検知エリアに応じた最適な点灯パターンを提案し, マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法と従来人感センサを用いた照明制御手法を比較することにより, 消費電力削減効果を検証する.

2 従来型およびマルチエリア型人感センサ

従来人感センサは, 人間の動きを検知する感知器であり, 人が検知可能範囲内で動くと, その動きを検知し信号を送る. 一般的に, 赤外線を用いて人の検知を行うことが多いため, 本研究では従来人感センサとして, 赤外線による人感センサを想定する.

一方, 本研究で用いる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. 従来との相違点は, 検知可能範囲内の人の有無を検知するのみでなく, 検知可能範囲を 16 分割し, その分割した各々の区画に対して人の有無を検知できる点である. そのためマルチエリア型人感センサでは, 検知範囲内にいる人の詳細な位置を特定することが可能であり, また複数人いた場合でも各々の位置を検知することが可能である. 従来型およびマルチエリア型人感センサの検知可能範囲を図 1 に示す.

3 マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法

3.1 マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法の提案

本研究では, マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法を提案する. 提案手法では, マルチエリア型人感センサの検知可能範囲である 16 分割した各々の区画に対して, 最低限満たすべき机上面の照度 (以下, 設定照度) を満たし, かつ照明の消費電力の和が最小となる点灯パターンを選出する. 点灯パターン毎の照度は, 照度推定により算出する. 選出した点灯パターンの消費電力が同等の場合, 検知エリアに与える影響度合いの高い照

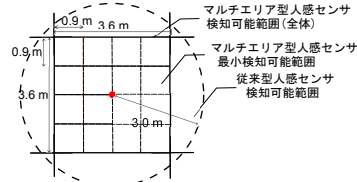


Fig.1 人感センサの検知可能範囲

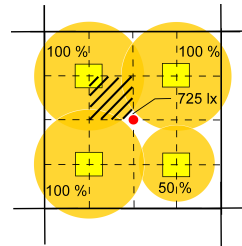


Fig.2 点灯パターンの一例 (数値は光度の割合)

明を優先する点灯パターンを選択する. 提案手法を用いることにより, 消費電力削減効果の高い照明制御を実現する. 斜線部分を検知エリアとして, 点灯パターンの一例を図 2 に示す.

3.2 照度推定

ある部屋の任意の位置における照度計算手法についてはこれまで逐点法, 光束法およびモンテカルロ法を用いた照度計算など様々な手法が研究されている³⁾. しかし, これらの手法で精度を高める際には, 照明器具の光束, 配光曲線など様々なパラメータを設定する必要があり, 一般的には実際の環境でこのようなパラメータの値を得ることは容易ではない.

そこで, 本研究では条件を限定することにより, 簡易な手法で照度を推定する. すなわち, 執務者の席を固定席と想定し, 任意の位置ではなく特定の位置における照度推定を行う. 各照明がある点灯光度で点灯した際に特定の机上面に及ぼす照度を計測することで, その位置に及ぼす照明の影響度合いを算出する. この影響度合いを用いることで, 前述したパラメータを考慮することなく, 特定の位置における照度を推定することが可能である.

4 消費電力の比較

4.1 シミュレーション概要

マルチエリア型人感センサおよび従来人感センサを用いた照明制御手法の消費電力削減効果を比較, および検証するため, 実オフィスを想定したシミュレーションを行った. その際, 1 日における執務者数の変動を模擬

するために、出勤時間帯、就業時間帯および退社時間帯を設けた。そして、各時間帯においてそれぞれ表1に示す3通りの執務形態を想定し、計27通りの執務形態で検証を行った。また、執務者の人数は32名を想定する。

32名の執務者が就業する実オフィスを模擬したシミュレーション環境を図3に示す。窓はないものと想定する。また、1日における執務者数の変動による消費電力の変化を考慮し、様々な執務形態を想定する。そこで、図4に1日の執務者の在席率の推移を想定したグラフを示す。 T_M から T_A を出勤時間帯、 T_A から T_L を就業時間帯、 T_L から T_N を退社時間帯とした。勤務時刻帯に関して、表2に示す時刻を想定する。以下にシミュレーションの条件を示す。

- 各時間帯はそれぞれ3通り、計27通りの執務形態の検証実験を行う。
- ランダムに執務者が出勤および退社することとする。
- 就業時間帯では、平均在席率が設定在席率（30%、60%および90%）となるようにする。
- 執務者全員が同じ確率で平均30分間（10~50分の一様分布）の離席を行う。
- 離席を行う回数は執務者1人につき1度までとする。
- 12時から1時までを昼休みとし、照明は全消灯するものとする。
- 土曜日と日曜日を除いた1ヶ月間を想定し、試行回数は20日間とする。

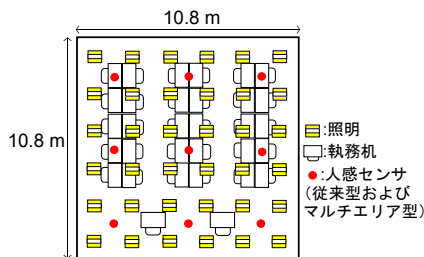


Fig.3 シミュレーション環境 (オフィス平面図)

Table1 各時間帯の執務形態

A:出勤時間帯 (T_M から T_A)	B:就業時間帯 (T_A から T_L)	C:退社時間帯 (T_L から T_N)
1:出勤率が谷型	1:在席率が30%	1:退社率が谷型
2:出勤率が線形	2:在席率が60%	2:退社率が線形
3:出勤率が山型	3:在席率が90%	3:退社率が山型

Table2 勤務時刻

出勤開始 (T_M)	7時00分
勤務開始 (T_A)	8時30分
勤務終了 (T_L)	17時30分
残業終了 (T_N)	22時00分

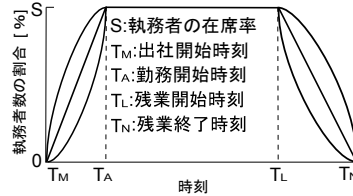


Fig.4 執務者の在席率の推移

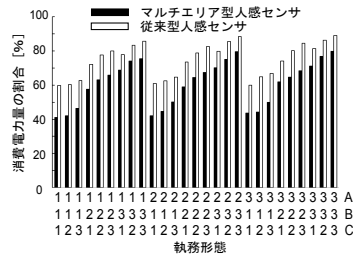


Fig.5 平均消費電力

4.2 シミュレーション結果

計27通りの執務形態におけるマルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法と従来型人感センサを用いた照明制御手法の20日間の平均消費電力を図5に示す。横軸の数値は表1の値を用いる。なお、消費電力はすべての照明を全点灯で制御した場合の消費電力を100%とした時の割合で表すこととする。

図5に示すように、マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法が、執務者の在席率の低い執務形態において最大で20.6%、執務者の在席率の高い執務形態においても少なくとも8.8%以上の消費電力削減効果を持つことを確認した。つまり想定した計27通りの執務形態において、マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法は従来型人感センサを用いた照明制御手法と比較し、消費電力削減効果において有効であると言える。

5 結論

マルチエリア型人感センサを用いた照明制御手法は、想定した計27通りの執務形態で従来型人感センサを用いた照明制御手法と比較し、消費電力削減効果が高いことを確認した。特に執務環境に対して執務者の在席率の低い執務形態において、最も有効な消費電力削減効果があると言える。以上の結果より、提案手法を用いることにより、オフィスにおける省エネルギー性が向上すると考えられる。

参考文献

- 1) オフィスビルのエネルギー消費量の特徴。
<http://www.eccj.or.jp/office-bldg/01.html>.
- 2) 中澤功, オフィスにおける人感センサ照明制御システム, 照明学会全国大会講演論文集 37, 2004.
- 3) 大谷義彦, 大川守, 内田暁, 山家哲雄, "モンテカルロ法を用いた照度計算の検討について", 照明学会誌 82, 2009.