

在離席操作を自動化するビーコン型知的照明システムにおける消費電力削減効果

山下 俊樹

Toshiki YAMASHITA

1 はじめに

近年、オフィスにおける執務者の快適性および知的生産性の向上に関する研究が広く行われており、オフィス環境を改善することにより、知的生産性が向上すると報告されている¹⁾。そこで、我々の研究室ではオフィス環境において執務者の知的生産性向上と消費電力削減を目的とした知的照明システムの研究を行っている²⁾。知的照明システムは、照度センサがある場所に各執務者が個別に要求する照度（目標照度）を最小の消費電力で提供する。しかしながら、執務者が退社、会議および休憩時などに適切に離席操作を行わない場合、執務者が離席しているにもかかわらず執務者の不在場所に目標照度を提供し続けるため、消費電力削減効果が減少する。

そこで、我々は執務者の離席操作忘れを防止するためにビーコン型知的照明システムの研究を行っている。ビーコン型知的照明システムは、知的照明システムの 1 つの方式であり、BLE ビーコン（以下、ビーコン）とスマートフォンを用いて執務者の位置を特定し、知的照明システムにおける在離席操作を自動化するシステムである。しかしながら、在離席を自動化することで得られる消費電力削減効果はまだ検証していない。そこで本研究では、在離席操作を自動化するビーコン型知的照明システムによって執務者の離席操作忘れを防止した場合に得られる消費電力削減効果の検証を行う。

2 ビーコン型知的照明システム

ビーコン型知的照明システムは、近接特化型ビーコンとスマートフォンを用いることで在離席操作を自動化する知的照明システムである。ビーコン型知的照明システムの構成を Fig. 1 に示す。



Fig.1 ビーコン型知的照明システムの構成

執務者は部屋に入室し着席すると、机の特定の場所にスマートフォンを置く。すると、執務者のスマートフォンは机に設置されたビーコンの電波を検知し、制御 PC に在席処理命令を送信する。また、執務者が退室した際はスマー

トフォンがビーコンの電波を受信できなくなったことを検知し、制御 PC に離席処理命令を送信する。これにより、標準的な知的照明システムにおいて執務者が手動で行っていた在離席操作を自動化することが可能である。さらに、在離席操作を自動化した結果、執務者が離席操作を忘れる割合を減少させることが可能である。

3 実環境とシミュレータの比較実験

3.1 実験概要

消費電力の削減効果を求める実験を様々な条件で行うには、シミュレータが適している。そこで、一般的な対向島型のオフィス環境を想定し、目標照度収束を行うことで、実環境の知的照明システムと作成したシミュレータが同等の精度で点灯パターンおよび消費電力を実現することを示す。なお、シミュレーションにおける照度計算には、実測した照度/光度影響度を用いた。照度/光度影響度とは、照明が照度センサに及ぼす明るさの影響度合いであり³⁾、各照明の光度から各照度センサの照度を算出することが可能である。

3.2 実験環境

実験環境を Fig. 2 に示す。

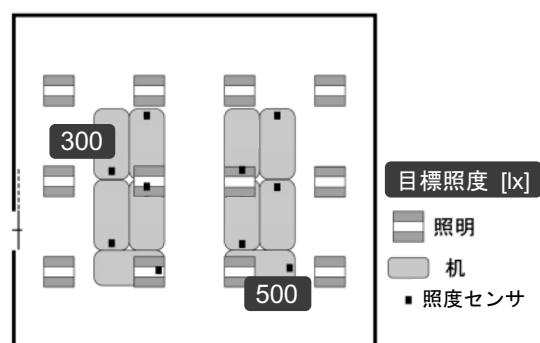


Fig.2 照明の配置およびレイアウトを示す平面図

今回は、執務者の 5 つの配置パターンで比較を行ったが、そのうちの 1 例を示す。Fig. 2 に示したように、12 灯の照明の下に設置した 10 台の机に 2 名の執務者が着席し、目標照度を設定する。

3.3 実験結果

Fig. 3 および Fig. 4 より、実環境とシミュレータにおける各執務者の目標照度収束時に、同等の精度で点灯パターンが実現されていることがわかる。点灯パターンにおける円の大きさが照明の光度を示している。また、目標照度収束時における実環境の消費電力は 144 W、シミュレータで算出した消費電力は 142 W と消費電力においても同等の

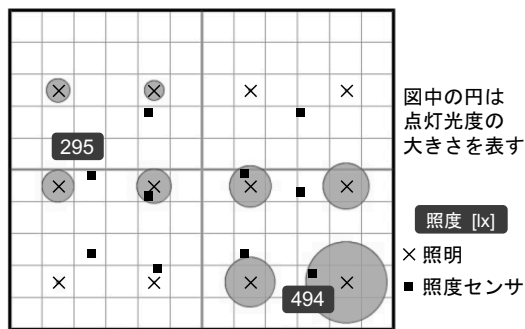


Fig.3 実環境における点灯パターン

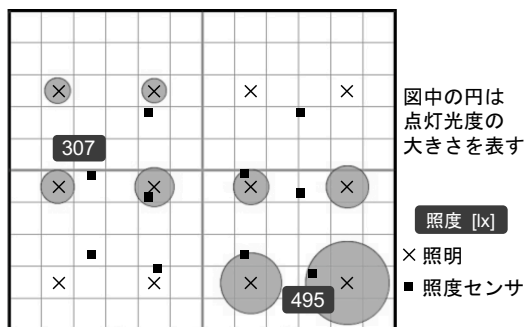


Fig.4 シミュレータにおける点灯パターン

精度を実現していることがわかる。さらに、目標照度も同等の精度で実現している。すなわち、実環境の知的照明システムをシミュレータにおいて同程度の精度で実現できたことがわかる。

4 消費電力の削減効果について

4.1 実験概要

本実験では、シミュレータにおいて離席操作忘れをする執務者の割合を変化させた際の消費電力を比較する。また、得られた1日の消費電力から在離席操作を自動化するビーコン型知的照明システムの消費電力削減効果について検証する。

4.2 実験環境

本実験では、9時始業、18時終業のオフィスの1日のスケジュールを想定する。各執務者は8時から9時の間にランダムに出勤し在席する。また、18時から22時の間にランダムに離席し退勤する。9時から18時の業務中に、12時から13時の昼休み、30分の休憩を午前と午後の2回とり、1時間の会議を午後に1回実施するものとする。休憩および会議の開始時間はランダムに決定する。この休憩、会議および退勤時に、離席操作を行う。執務者は、これらの休憩、会議および退社時の離席操作を0, 20, ..., 100%の割合で忘れるものとする。それぞれの割合について、50日分の消費電力を算出する。

4.3 実験結果

執務者が離席操作を忘れる割合を変化させた場合における1日の平均消費電力の比較をFig. 5に示す。なお、Fig.

5の縦軸は、本実験環境と同環境のオフィスにおいて、明るさが一様に700 lxになるように点灯した一般的なオフィスの1日の消費電力を1とした比で表している。

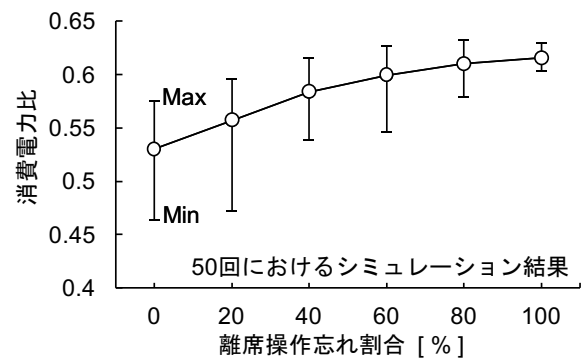


Fig.5 1日の消費電力の比較

知的照明システムは、執務者が希望照度を設定し不要な照明が減灯または消灯することで消費電力を削減しているため、Fig. 5に示したように、いずれの離席操作忘れ割合においても消費電力比が1より小さくなっていることがわかる。また、執務者が離席操作を忘れる割合が増加するにしたがって消費電力が増加している。すなわち、執務者が離席操作を忘れる割合が減るほど、知的照明システムの消費電力削減効果が向上することが確認できる。これは執務者が離席操作を忘れた場合、執務者が離席しているにもかかわらず執務者の不在場所に目標照度を提供し続けるため、適切に離席操作を行なった場合に比べて、消費電力が増加するからであると考えられる。

我々が実環境のオフィスで行った実験では、およそ80%の執務者が離席操作を行っていなかったため、ビーコン型知的照明システムによって約15%の消費電力削減効果があるといえる。これらの結果から、執務者の在離席操作を自動化するビーコン型知的照明システムを用いることで、知的照明システムの消費電力を削減できるといえる。さらに、実オフィス環境などの本実験環境よりも大規模なオフィスでは、照明の台数が増加するため、より高い消費電力削減効果が実現される可能性がある。

5 結論

ビーコン型知的照明システムによって在離席操作を自動化することで、離席操作忘れが80%の場合、約15%の消費電力削減効果がある。

参考文献

- 1) 西原直枝, 田辺新一: 中程度の高湿環境下における知的生産性に関する被験者実験, 日本建築学会環境系論集, pp.33-39. (2003)
- 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)
- 3) 上南遼平, 三木光範, 町田啓悟, 間博人: 照明と照度センサの配置図を用いた知的照明システムの検証, 第13回情報科学技術フォーラム講演論文集, No.4, pp. 383-384. (2014)