

配置図を基に照明が照度センサに与える影響を推定する 知的照明システム

三輪 和広

Kazuhiro MIWA

1 はじめに

我々はオフィスにおける執務者の知的生産性向上を目的として、執務者ごとに個別に執務者が要求する照度を提供する知的照明システムの研究を行なっている¹⁾。知的照明システムは、照明と照度センサの遠近関係を分類しており、この分類には照明が照度センサに及ぼす影響の大小（以下、照度／光度影響度）を用いている。これらの分類と照度センサの照度収束状況に応じて照明の光度を変更することで、より短時間で目標照度に収束するとともに電力が最小となる点灯パターンを探索する。これまで知的照明システムを導入した実オフィスでは、導入前にオフィスに立ち入り、照度／光度影響度を計測することができた。しかし、導入のたびにオフィスに立ち入ることは、知的照明システムの普及に対する弊害である。また、現在の知的照明システムでは、遠近関係の分類方法が目標照度ならびに消費電力の収束速度へ与える影響は詳しく検証されていない。

そこで本研究では、照明と照度センサの遠近関係の分類が目標照度に収束する時間ならびに電力最小化にかかる時間に与える影響を検証する。そして、検証結果を基に照度／光度影響度を用いずに適切に照明光度を制御する手法を提案する。

2 遠近関係の分類方法の違いによる知的照明システムの動作検証

2.1 検証実験の概要ならびに実験環境

現在、閾値の違いによる遠近関係の分類方法が、照度収束速度ならびに消費電力の収束速度へ与える影響は詳しく検証されていない。そこで本章では、照度／光度影響度に設ける閾値の違いによる知的照明システムの目標照度への照度収束速度および低消費電力な点灯パターンへの収束速度を検証する。シミュレーション環境および各照明の照度センサに対する照度／光度影響度を Fig. 1 に示す。

分類される照明がそれぞれ異なる組み合わせを用意し、知的照明システムをシミュレーションすることで、分類方法が目標照度への照度収束速度ならびに低消費電力な点灯パターンへの収束速度に与える影響を調べた。検証実験では、照明の初期点灯光度を最小点灯光度から

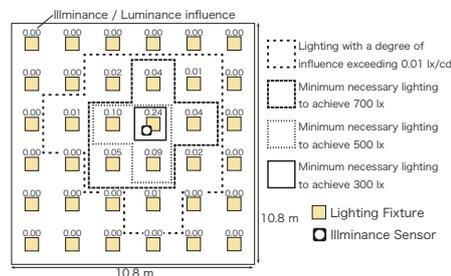


Fig. 1 シミュレーション環境

始める場合（目標照度：700 lx）と最大点灯光度（目標照度：300lx）から始める場合の2つを検証する。本検証では、次に示す2パターンを検証した。

パターン 1 照度／光度影響度が 0.01 lx/cd 以上の照明を「近い」に分類し、それ以外の照明を「遠い」に分類する。

パターン 2 パターン 1 で「近い」に分類された照明の中でも、目標照度を実現するために最小限必要な照明を「近い」とし、それら以外の照明の中で 0.01 lx/cd 以上の照明を「やや近い」に、それ以外の照明を「遠い」に分類する。

2.2 動作検証結果

照明の初期点灯光度を最小点灯光度から始める場合と最大点灯光度から始める場合の照度履歴と消費電力履歴を Fig. 2 と Fig. 3 に示す。

Fig. 2 より、パターン 1 の分類がパターン 2 の分類と比べて速く目標照度の 700 lx を満たしていることがわかる。一方で、消費電力においては、パターン 1 の分類がパターン 2 の分類と比べて消費電力最小化の速度が遅

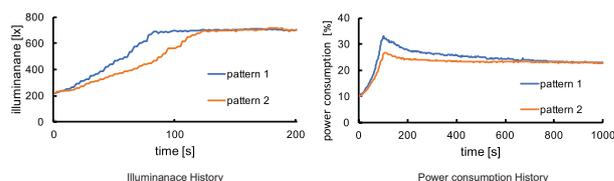


Fig. 2 最小点灯光度から始めた場合の照度履歴と消費電力履歴

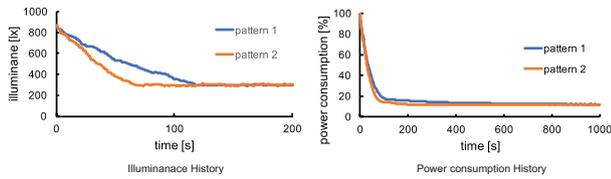


Fig. 3 最大点灯光度から始めた場合の照度履歴と消費電力履歴

いことがわかる。これらのことから、照度を上げることで目標照度を満たす場合は目標照度の収束と消費電力の最小化の両方を同時に速く実現することは容易ではないことがわかった。Fig. 3より、パターン2がパターン1と比べて目標照度の収束および消費電力最小化を高速に行うことがわかった。

3 照明と照度センサの配置図を用いた知的照明システム

3.1 提案手法の概要

照度/光度影響度を実測せずに照明と照度センサの配置図から照度/光度影響度を推定することで照明を制御する手法を提案する。提案手法では、照明と照度センサの配置図から逐点法を用いて算出した照度/光度影響度を用いて遠近分類を決定する。照明の照度センサに対する遠近関係の分類は、照度センサの取得している照度が目標照度を下回っている場合、パターン1とし、照度センサの取得している照度が目標照度を上回っている、あるいは目標照度を実現している場合、パターン2とする。

3.2 提案手法を組み込んだシステムの検証実験

提案手法を組み込んだ知的照明システムの有効性を示すため、システムの動作実験を行う。提案手法と標準的な手法を同じ環境で動作させ、照度履歴を比較する。照明12灯、照度センサ2台を用いて実験環境（実環境実験）を構築した。実験環境の平面図をFig. 4に示す。

設置した2台の照度センサA、Bの目標照度はそれ

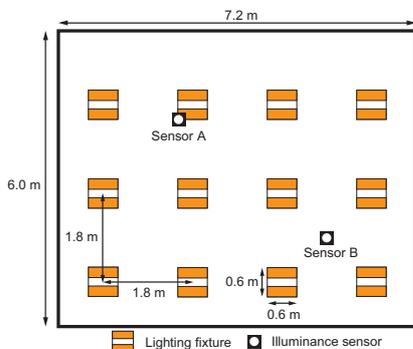


Fig. 4 実験環境

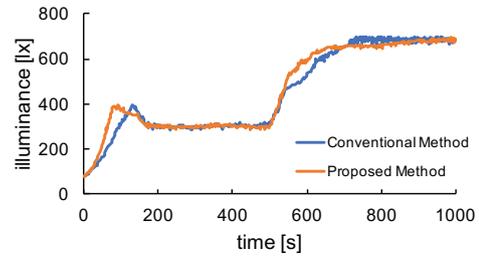


Fig. 5 照度センサAの照度履歴

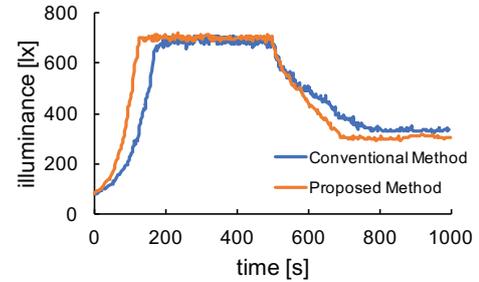


Fig. 6 照度センサBの照度履歴

ぞれ 300 lx, 700 lx とした。照度センサ A および B はシステム動作開始後 500 秒後に目標照度をそれぞれ 700 lx, 300 lx に変更する。各手法における照度センサ A, B の照度履歴をそれぞれ Fig. 5, Fig. 6 に示す。

システム開始時および Fig. 5 の目標照度変更後は照度センサの照度が目標照度を下回る場合の照度履歴を示しており、Fig. 6 の目標照度変更後は照度センサの照度が目標照度を上回る場合の照度履歴を示している。Fig. 5, Fig. 6 の照度履歴から、システムの開始時および目標照度変更時（システム開始 500 秒後）の両方において、提案手法が標準的手法よりも目標照度を短時間で実現していることがわかる。これらの結果から照度/光度影響度係数を推定した後に推定した値を基に遠近分類を可変にする提案手法は、標準的手法よりも短時間で目標照度を実現することを確認した。

以上のことから提案手法を用いることで、照度/光度影響度を実測する手間を省くことが可能となり、提案手法は知的照明システムの導入容易性に大きく貢献すると考えられる。

参考文献

- 1) 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, pp399-410, 2007.