

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討

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快適性向上と照明の消費電力の削減を両立する知的照明システムの研究・開発を行なっている。知的照明システムは照明光度をランダムに変化させ、各執務者の要求する照度（以下、目標照度）を満たしながら消費電力を最小化する¹⁾。この最適化を効率よくするために、照明光度が照度センサの取得する照度に及ぼす影響の大小（以下、照度／光度影響度）を測定している。我々は、照度／光度影響度から照明と照度センサの関係を「近い」「やや近い」「遠い」の 3 種類に分類しており、これらの分類と照度センサの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を満たすとともに、消費電力が最小となる照明の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明を 1 灯ずつ点灯・消灯させることで、照度／光度影響度を計測することができた。しかしながら、導入のたびにオフィスに立ち入り照度／光度影響度を計測することは手間がかかるため知的照明システムの普及に対する弊害である。そこで本稿では、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について検討する。

2 照明と照度センサの配置図を用いた知的照明システム

実オフィスに知的照明システムを導入する場合、システム導入時に照度／光度影響度を測定し、その値を用いて各照明を制御する。対象環境に置いて照明を 1 灯ずつ点灯および消灯を繰り返すことで、各照明が各照度センサに及ぼす照度／光度影響度を計測する。知的照明システムでは、計測した照度／光度影響度も用いて、各照度センサに対して全照明を「近い」、「やや近い」、「遠い」に分類する。この分類と照度センサの現在照度と目標照度から、各照明は光度変化幅を選択することで、目標照度を満たしつつ低消費電力な点灯パターンを実現する。影響度の分類と照度センサの目標照度の達成状況における光度変化幅を表 1 に示す。

しかしながら、導入する環境が大規模になり照明の台数が増加するにしたがって、照度／光度影響度の計測は手間がかかる。また、執務環境の変化に応じて照度／光度影響度の再計測をすることが望ましいが、執務中に照度／光度影響度を測定することは、執務者に不快感を与えることが懸念される。

そこで、本研究では照度／光度影響度を用いずに各センサに対して照明を分類する手法について検討する。提案手

Table1 光度変化幅の選択

照明が照度センサに	近い	やや近い	遠い
$I_t \times 1.06 < I_c$	減光小	減光中	減光大
$I_t \times 1.02 < I_c \leq I_t \times 1.06$	中立	減光中	減光大
$I_t \times 0.98 \leq I_c \leq I_t \times 1.02$	中立	減光小	減光大
$I_t \times 0.92 \leq I_c \leq I_t \times 0.98$	増光中	増光小	減光大
$I_c < I_t \times 0.92$	増光大	増光中	減光大

法では、照明と照度センサの配置図から各照明と各照度センサの距離を読み取ることで、照明と照度センサの遠近分類を決定する。照度／光度影響度の計測をなくすことで、知的照明システムの導入容易性の向上が期待できる。また、現在は照度センサの配置変更などの照明と照度センサの関係に変化があった場合、照度／光度影響度を再計測する必要があるが、本手法を用いることでより容易に対応することが可能となる。

3 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

3.1 実験概要

照明と照度センサの遠近関係の違いによる知的照明システムの目標照度への収束速度を検証する。検証実験の環境は照明 36 台、照度センサ 1 台のシミュレーション環境を用いる。10.8 m × 10.8 m × 2.6 m の空間で、床面 0.7 m の地点に照度センサを設置した。照明器具は調光度が 10 % から 100 % まで変更可能なシャープ製白色 LED 照明（最小点灯光度：130 cd，最大点灯光度：1300 cd）とする。照明器具の配置間隔は、一般的なオフィスで採用されている 1.8 m 間隔とした。また、遠近分類に用いる照度／光度影響度は逐点法²⁾を用いて算出する。

本実験では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収束速度に与える影響を調べた。本検証では、次に示す 2 パターンを検証した。

パターン 1

照度センサの照度に対して影響を与える照明を「近い」に、それらを除く全ての照明を「遠い」に分類する。照度センサに対して、0.01 lx/cd 未満の影響度を持つ照明は照度センサの照度に大きな影響を与えない。これを基に、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、強

い影響を持つ照明と、そうでない照明がある。そこで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。

検証実験では、照明の初期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 2 つを検証する。また、照度センサの位置による照度収束速度の関係を調べるために、16 通りの照度センサの位置において実験を行なった。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影響度の一例を Fig. 1 に示す。

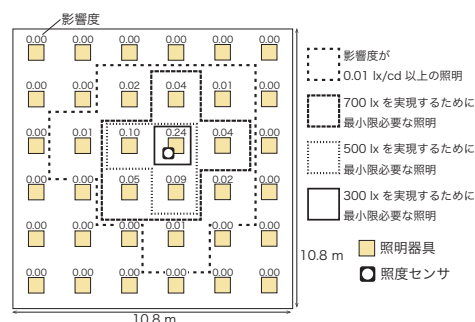


Fig.1 シミュレーション環境の一例

3.2 照度収束実験結果

Fig. 1 のシミュレーション環境における目標照度（700 lx）への照度履歴の推移を Fig. 2 に、目標照度（300 lx）への照度履歴の推移を Fig. 3 に示す。

初期点灯光度を最小点灯光度とし、照度センサの目標照度を 700 lx とした場合の照度履歴について、パターン 1 とパターン 2 を比較すると、パターン 1 の方が目標照度の実現が早い。これは、パターン 1 がパターン 2 と比べて「近い」に分類された照明が多く、多数の照明が光度を高くする方に大きな光度変化を用いて次光度を決定していることが要因であると考えられる。

一方で、初期点灯光度を最大点灯光度とし、照度センサの目標照度を 300 lx とした場合の照度履歴について、パターン 1 とパターン 2 を比較すると、パターン 2 の方が目標照度の実現が早い。これは、パターン 2 がパターン 1 と

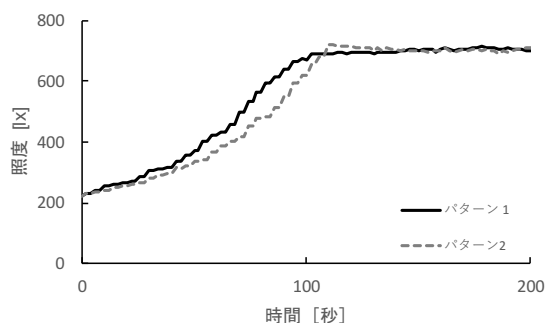


Fig.2 初期点灯光度を最小点灯光度とした場合の照度履歴

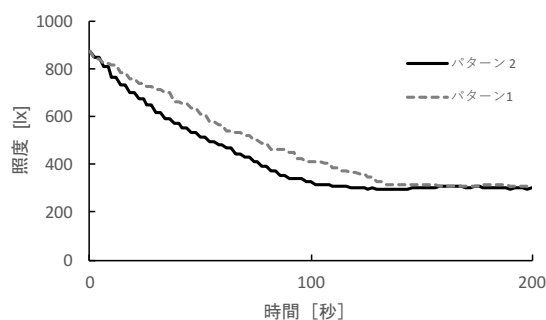


Fig.3 初期点灯光度を最大点灯光度とした場合の照度履歴

比べて「近い」に分類されている照明が少なく、「やや近い」に分類されている照明があるため、照明の光度を下げる方向により大きな光度変化を用いて次光度を決定していることが要因であると考えられる。

以上のことから、光度を上げることで目標照度を実現する場合は、パターン 1 がより早く目標照度を実現できており、光度を下げることで目標照度を実現する場合は、パターン 2 がより早く目標照度を実現できることがわかった。

4 結論と今後の展望

本稿では、照度センサに対する照明の遠近分類の違いによる知的照明システムの検証実験を行なった。分類される照明がそれぞれ異なる 2 つの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収束速度に与える影響を調べた。検証実験の結果、光度をあげて目標照度を実現する場合は、多くの照明をセンサに「近い」照明に分類することでより早く目標照度を実現することができることがわかった。一方で、光度を下げて目標照度を実現する場合は、「近い」に分類される照明が少ないパターンの遠近分類の方法がより早く目標照度を実現できることがわかった。

今後は、現在よりも多くの遠近分類の組み合わせを用いて、遠近分類と目標照度への収束速度に与える影響を検証しようと考えている。適切な遠近分類を決定した後に、照明と照度センサの配置図から照度／光度影響度を用いずに照明を制御する手法について検討し、知的照明システムの導入容易性の向上を目指す。

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 (2007), pp.399-410.
- 2) 松下 進, よくわかる最新照明の基本と仕組み 照明計画の意味と役割を基礎から学ぶ 住空間と光環境, 秀和システム, jun 2008.