

実オフィスに導入した知的照明システムの稼働ログデータを用いた照度/光度影響度係数の推定

榊原 佑樹

Yuki SAKAKIBARA

1 はじめに

我々の研究室では、執務者の快適性・知的生産性向上を目的とした個別照度環境を実現する照明制御システム(知的照明システム)の研究を行っており、実オフィスに導入することでその有用性を検証している。実オフィスでは、システム導入時に各照明光度が各センサ照度に与える影響度合い(照度/光度影響度係数)を実測し、その値を用いて制御している。照度/光度影響度係数は、照明環境の変化(机上面における照度センサの移動、パーティションの設置等)により変化するため、環境の変化に応じて再実測することが望ましい。しかし、実測には照明の点灯・消灯を繰り返す必要があるため、一般的な実オフィスでは許可されない。そこで、知的照明システムの稼働ログデータを用いて照度/光度影響度係数を推定する手法を提案した¹⁾。

本稿では、執務者が働く実オフィスに対しても本提案手法が有用なものであることを示す。

2 知的照明システム

知的照明システムの構成図を以下の図1に示す。

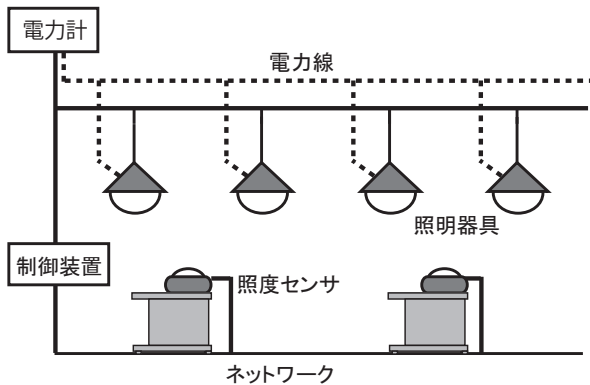


Fig.1 実オフィスにおける照度センサ設置位置

知的照明システムは、調光可能な照明器具、照度センサ、電力計、および制御装置をネットワークに接続することで構成する。照度センサから得られる照度情報および電力計から得られる電力情報をもとに、最適化手法を用いることで各執務者が要求する照度を最小の消費電力で提供する。知的照明システムでは、照明光度がセンサ照度に与える影響度合いを基に最適化手法を利用することで、執務者にとって最適な点灯パターンを実現する。しかし、一方で実オフィスに導入した実証実験により、我々

が予期しない場所に執務者は照度センサを設置することがわかった。このことから、執務者の目標照度を実現するため、不要な照明が強く点灯するといった現象が確認されている。

そこで、それら執務環境の変化が生じた際も適宜影響度を更新する手法として、稼働ログデータを用いた影響度更新手法¹⁾を提案した。

3 稼働ログデータを用いた照度/光度影響度係数推定手法

提案手法は、式(1)に示す目的関数を最小化することで、照度/光度影響度係数を推定する。影響度係数の推定には、数理計画法の最急降下法を用いた。

$$\min : F = \sum_{i=1}^d f_i(R_{j,k}) \quad (1)$$

$$f_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - I_{i,j})^2$$

$$E_{i,j} = \sum_{k=1}^m R_{j,k} L_{i,k}$$

d : データ系列, m : 照明台数, n : センサ数,

L : 稼働ログデータ中の光度, I : 稼働ログデータ中の実測照度, E : 推定照度, $R_{j,k}$: センサ j に対する照明 k の照度/光度影響度係数

我々は、実験室における検証実験により、執務環境の変化が生じた際でも適宜照度/光度影響度係数を更新することで、執務者が設定した目標照度を最適な照明の点灯パターンで実現することを確認した。そこで、本稿では実オフィスに導入した知的照明システムに対しても、有用な手法であることを検証する。

4 提案手法を用いた検証実験

4.1 実験概要

提案手法の有用性を検証するため、知的照明システムを導入した東京都茅場町グリーンビルディングを評価対象とした。実験環境の平面図を図2に示す。

図2に示す通り実験環境は、照明台数50台(SHARP社製LED照明)、照度センサ44台と従来の検証実験と比較して大規模なものである。そこで、この大規模環境においても本提案手法が有用か検証する。また、本手法に用いる知的照明システムの稼働ログデータの詳細は表1の通りである。

Table1 提案手法に用いたログデータの詳細

実験環境	茅場町グリーンビルディング知的照明フロア
推定に使用するログ	360 step (2013年7月16日から29日の休日を除く10日間でかつ日の入り後)
評価に用いるログ	40 step (2013年7月30日の日の入り後)

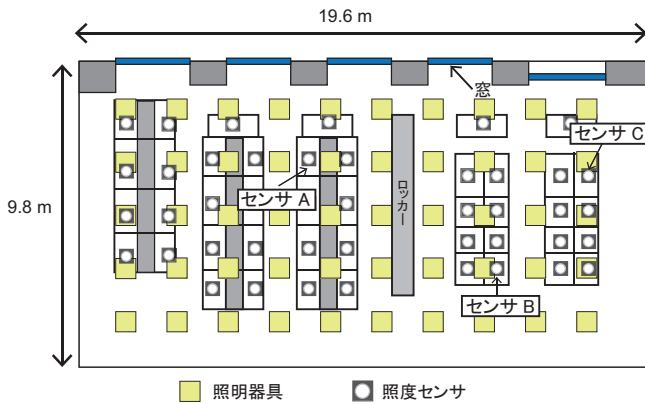


Fig.2 実験環境（平面図）

4.2 実験結果

提案手法により、照度/光度影響度係数（照明50台×センサ44台）を推定した。提案手法の精度検証をするため、照度/光度影響度係数推定結果（センサA）を図3に示す。図3には、センサAに対して照度/光度影響度係数の高い上位3灯の照明の推定結果を示す。

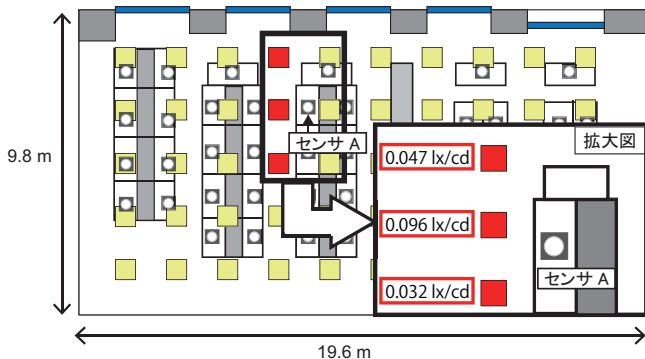


Fig.3 照度/光度影響度係数推定結果

次に、推定した照度/光度影響度係数の正当性を評価する。各照明の点灯光度とセンサ照度には、以下の式(2)の関係がある。

$$I_i = \sum_{j=1}^m R_{i,j} L_j \quad (2)$$

I : 実測照度, L : 照明 j の点灯光度,

$R_{i,j}$: センサ i に対する照明 j の照度/光度影響度係数

そこで、この関係式を用いて稼働ログデータ中の点灯光度に推定した照度/光度影響度係数をかけた算出した推

定照度と、稼働ログデータ中の実測照度の誤差により、推定した照度/光度影響度係数を評価した。評価に用いたログデータは表1に示す通り、外光の影響を極力減らすため、日没後のログデータを用いた。実験結果をヒストグラムにまとめたものを図4に示す。

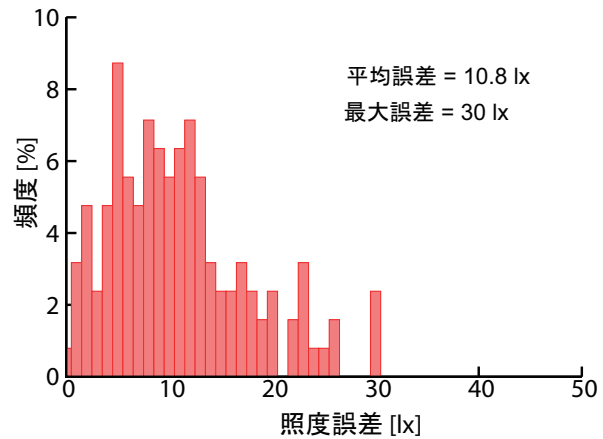


Fig.4 推定照度と実測照度の誤差

上記の結果により最大30 lx、平均10.8lxの誤差で照度を推定することが可能であった。JISの推奨照度に対して、執務者は50 lx程度の誤差は認知しない言われているため²⁾、本手法は有用であると考えられる。これらの点から、稼働ログデータから正確な照度/光度影響度係数が推定できたとと言える。

5 今後の展望

実験結果により執務者が働いている環境下においても、本提案手法は有用であると言える。そのため、推定した照度/光度影響度係数を適用することで、執務者にとって不要な照明の明るさを減光することが可能となり、更なる省エネ効果に貢献することが考えられる。

今後は、推定に用いるログデータ数について検証することで、本手法の推定精度を検証していきたいと考えている。

参考文献

- 1) Y.Sakakibara, M.Miki, H.Ikegami, H.Aida. Estimation of illuminance/luminance influence factor in intelligent lighting system using operation log data. *Int'l Conf. Artificial Intelligence*, Vol. 2, pp. 523-529, 2014.
- 2) 鹿倉智明, 森川宏之, 中村芳樹. オフィス照明環境における明るさの変動知覚に関する研究. *照明学会誌*, pp. 346-351, 2001.