

執務者が移動するオフィスにおいて瞬時に執務者の目標照度を実現する手法の提案

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および照明による消費電力の削減を目的とし、知的照明システムの研究・開発を行っている。知的照明システムはオフィスの執務者に個別に希望する照度（以下、目標照度）を低消費電力で提供する。オフィスにおいて知的照明システムを用いることで、各執務者がそれぞれ希望した光環境のもとで執務をすることができ、快適性向上や、ストレス軽減といった効果が期待される。また、必要な場所に必要照度を提供するため、余計な明るさを抑えることができ、高い省エネルギー性を実現することが可能である。知的照明システムは、東京都内の複数のオフィスで実証実験が行われており、その有用性を検証してきた。実証実験の結果、必要な場所に必要照度を提供することに成功し、高い省エネルギー性を実現した。

知的照明システムでは、省エネルギー性を向上させるために、照度センサに近い照明（以下、照度センサ近傍照明）を抽出し、各照明の光度を適切に変化させる。照度センサ近傍照明を抽出する手法として、これまでに照明の光度変化による照度センサの照度変化量を基にした照度センサ近傍照明抽出手法（以下、行列探索手法）を提案した¹⁾。行列探索手法では、執務者が目標照度を設定した後に照度センサ近傍照明を抽出し、抽出された照明を用いて目標照度を実現する。しかしながら、執務者が目標照度を設定してから照度センサ近傍照明の抽出が完了するまでには数分を要し、その間目標照度が満たされず執務者の不満の要因となる。

そこで本研究では、照度センサ近傍照明抽出による執務者の不満の要因をなくす手法の提案を行う。

2 知的照明システム

2.1 知的照明システムの概要

知的照明システムは制御装置、照明器具、照度センサ、および電力計を1つのネットワークに接続することで構成される。各照明の光度を個別に変化させることによって、執務者の要求する照度を実現し、かつ照明の消費電力が最小になるようにそれぞれの照明光度を制御する。照明制御装置は、照度センサから得られた照度情報、および電力計から得られる電力情報に基づき、現在の点灯パターンに対する有効性を評価する。照明の点灯パターンの微弱変化と有効性の評価を繰り返すことで、各執務者が要求する照度の制約条件を満たしつつ、消費電力の最小化を行う。

2.2 照度センサ近傍照明の抽出

執務者が移動する環境における知的照明システムは、照度センサ近傍照明を抽出し、適切な次光度を決定すること

で、照度取束速度の向上を図る。また、照度センサに影響のない照明を減光または消灯させることで、省エネルギー性を向上させる。執務者のデスクが固定のオフィスでは、照度センサの位置は移動せず、照明が照度センサに及ぼす明るさの大小が一定である。そのため、知的照明システムの導入時に照明光度を1灯ずつ変化させることで、照度センサ近傍照明を抽出することが可能である。一方で、個人のデスクをなくしたノンテリトリアルオフィスや執務者が自由に席を移動できるフリーアドレスを採用する企業も増えており、これらのオフィスでは執務者の移動を想定して動的に照度センサ近傍照明を抽出する必要がある。

現在は、照明の光度変化による照度センサの照度変化量から、照度センサ近傍照明を推定する行列探索手法¹⁾を用いている。行列探索手法は、全照明を縦方向に分割し、各列をグループ化した後、各グループ毎に照明の光度を人の目に感知されない変化幅で変化させ、最も照度センサの照度を変化させたグループを抽出する。横方向に対しても、同様の処理を行い、抽出した縦のグループと横のグループの両方に属する照明が最も照度センサに近い照明であると判断する。行列探索手法を用いることで、執務者の移動が想定される環境においても、正確な照度センサ近傍照明の抽出が可能である¹⁾。

2.3 現在手法における課題

我々は複数のオフィスに知的照明システムを導入している。知的照明システムを導入しているオフィスの一つに、一般的なオフィスと異なり執務者の移動が頻繁に起こる環境のオフィスがある。執務者の移動が起こる環境では、有線式の照度センサはケーブルを床下に敷設する必要がある。照度センサの位置が変化する環境では実用的でない。そこで、ケーブルが不要な照度センサを用い、照度センサの位置を特定するべく、現在は行列探索手法が用いられている。しかしながら、照度センサ近傍照明を抽出する間、執務者に目標照度が提供されず、執務者の不満の要因となる。そのため、瞬時に執務者の目標照度を提供する手法が必要である。

3 瞬時に執務者の目標照度を実現する手法

瞬時に執務者の目標照度を実現する手法を提案する。執務者が目標照度を設定した後、全照明を用いて目標照度を提供し、その後、行列探索を行い、照度センサ近傍照明を抽出し、抽出した照明を用いて目標照度を提供し、照明抽出の流れを以下に示す。

1. 照明の初期光度および照度センサの目標照度を設定する。
2. 照明全灯を一律に光度変化させて目標照度を提供す

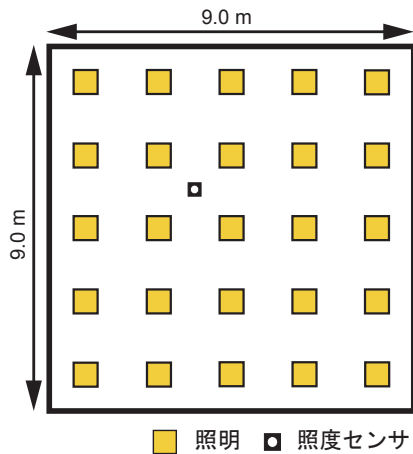


Fig.1 シミュレーション環境

る。

3. 行列探索を行い照度センサ近傍照明を抽出する。
4. 抽出した照明を光度変化させて目標照度を提供する。

項目(2)について、複数の執務者が目標照度を要求した場合、各執務者が要求する目標照度の平均値を満たすように照明光度を変化させる。また、執務者の目標照度を瞬時に満たすためには、目標照度を満たすように全照明を光度変化させる必要があるが、変化させる光度値は実環境で実験を行って決定する必要がある。

項目4についても同様に、抽出した照明を用いて照明を光度変化させるが、変化させる光度値は実環境で実験を行って決定する必要がある。

4 照度収束検証実験

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。照明25台と照度センサ1台を用いてFig. 1に示すシミュレーション環境を構築した。9.0 m × 9.0 m × 2.7 mの空間で、床面0.7 mの地点に照度センサを設置し、シミュレーションにおける照度値算出には逐点法²⁾を用いる。照度センサの目標照度は500 lxとする。

Fig. 1に示した環境において、照度収束の比較実験を行う。行列探索手法と提案手法で知的照明システム動作開始から100ステップまでのシミュレーションを行った。行列探索手法を用いた場合の各照度センサの照度履歴をFig. 2に、提案手法を用いた場合の照度履歴をFig. 3に示す。

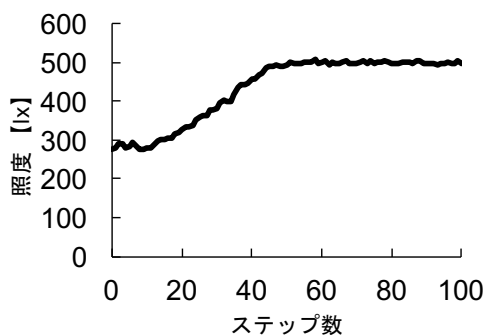


Fig.2 行列探索手法を用いた場合の照度履歴

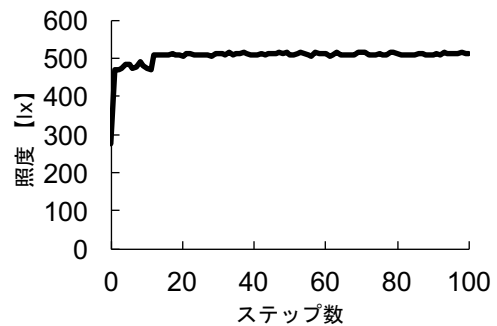


Fig.3 提案手法を用いた場合の照度履歴

Fig. 2, Fig. 3より、各手法における照度履歴に大きな差があることがわかる。行列探索手法では、照明が初期光度の状態から照明探索を開始しており、各照度センサの取得している照度値は低くなっている。そのため、照度センサが目標照度を満たすために40ステップ程度要する。一方で、提案手法では、照度センサの目標照度を満たすように照明の光度を設定するため、瞬時に目標照度を満たしている。

この結果から、提案手法を用いることで、行列探索手法よりも短時間で照度センサが要求する目標照度を満たすことができることを示した。

5 結論と今後の展望

実験結果から、提案手法を使用することで瞬時に目標照度を提供できることがわかった。提案手法を用いることで、目標照度を満たすまでの時間を短縮し、執務者の不満の要因を取り除けると考えられる。

本稿では、執務者が目標照度を設定した後の知的照明システム動作開始から100ステップまでのシミュレーションを行った。しかしながら知的照明システムを導入するような実環境では、執務者が随時追加されることが想定される。そこで新たに追加された執務者に対して、瞬時に目標照度を提供する手法を検討する必要がある。今後の検証では、執務者が随時追加されるような環境を想定した検証を行う。

参考文献

- 1) 池上 久典, 松下 昌平, 三木 光範, 間 博人, "大規模な知的照明システムに対応した照度センサ近傍照明の抽出手法", 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, 2015
- 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", 2008