

知的照明システムにおける照度センサ近傍照明抽出の高速化

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照度センサのある場所に、執務者が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。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、必要な場所に必要な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。知的照明システムはその有効性からさらに大規模な照明環境への導入を検討されている。

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⁾。しかしながら、縦と横の照明台数に比例して探索回数が増加するために、大規模な照明環境になるに従って、照明抽出に要する時間が増加する。そこで本研究では、照度センサ近傍照明の探索回数を削減する手法を提案する。

2 照度センサ近傍照明の抽出

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、照度収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

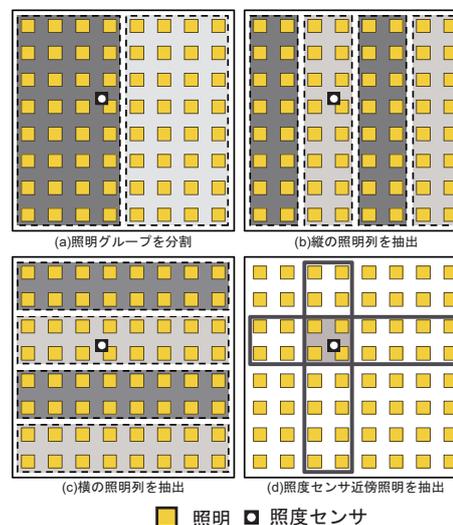


Fig.1 照度センサ近傍照明抽出手法の概要

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⁾。しかしながら、大規模な照明環境になるに従って、照明抽出に要する時間が増加する。そのため、照明抽出に要する探索回数を削減する手法が必要である。

3 照明を同時に増光または減光する照度センサ近傍照明抽出手法

大規模な照明環境で照度センサ近傍照明を高速に抽出する手法を提案する。照明抽出の流れを以下に示す。また、本手法の概念図を Fig. 1 に示す。

1. 全照度センサの照度値を取得する。
2. 照明を現在から半分の照明台数のグループに分割する。
3. 各照明グループに属する照明の光度を同時に増光ま

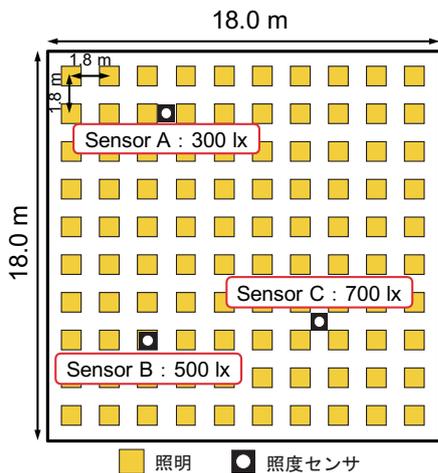


Fig.2 シミュレーション環境

たは減光させる。

4. 全ての照度センサの照度を取得し、項目(1)で取得した照度と比較し、各照度センサの照度値の変化を記録する。
5. 各照度センサの照度値の増減と各照明グループの照明光度の増減を比較し、一つの照度センサに対して同じ増減のパターンで光度変化した照明の最小のグループが2つであった場合、項目(6)へ進む。そうでない場合は項目(2)に戻る。
6. 縦方向と横方向で、抽出したグループ同士で積集合を取り、照度センサ近傍照明を決定する。

4 照度収束および点灯パターン検証実験

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、検証実験を行う。検証実験では照明100台と照度センサ3台の環境を想定し、シミュレーション環境を構築した。シミュレーションにおける照度値算出には逐点法²⁾を用いた。なお、抽出した照明をわかりやすくするため、照度センサを少なくしている。センサA、BおよびCの目標照度はそれぞれ300 lx、500 lxおよび700 lxとする。Fig. 2に実験環境を示す。

Fig. 2に示した環境において、照度収束実験を行う。行列探索手法と提案手法の照度履歴および各照明の点灯状況を比較する。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. 3に、提案手法を用いた場合の各照度センサの照度履歴をFig. 4に示す。なお、照明制御1ステップにかかる時間は約4秒である。また、100ステップ時の各照明における抽出した照明の点灯状況をFig. 5に示す。

Fig. 3とFig. 4を比較すると、提案手法は照明抽出を8ステップ(約32秒)、行列探索手法は20ステップ(約

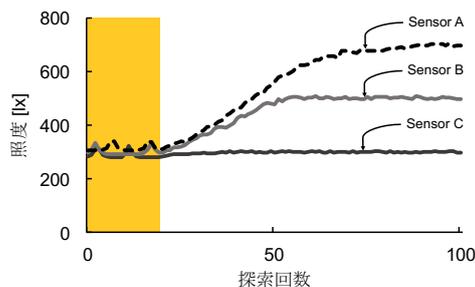


Fig.3 行列探索手法を用いた場合の照度履歴

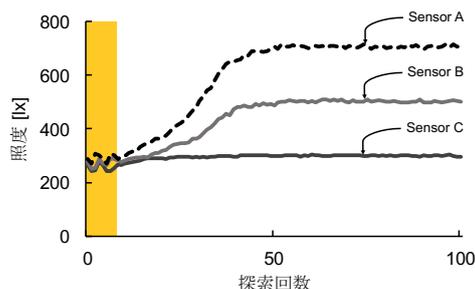


Fig.4 提案手法を用いた場合の照度履歴

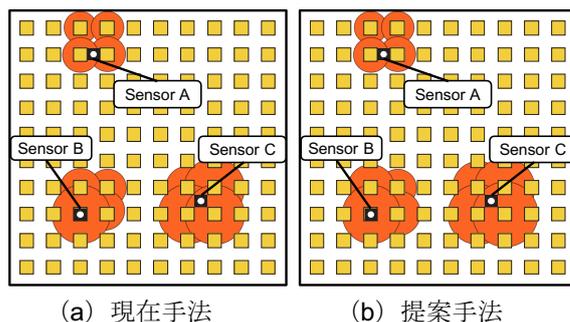


Fig.5 各手法を用いた場合の点灯状況 (100ステップ時)

80秒)で完了しており、提案手法の方がより素早く目標照度を実現している。また、Fig. 5より、提案手法が行列探索手法と同等の精度で照明を抽出していることがわかる。これらの結果から、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近傍照明を正確に抽出することができ、効率的な点灯パターンを実現できることを示した。これより、大規模な照明環境に対して、知的照明システムの導入可能性を示すことができた。

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