

知的照明システムにおける照度センサの位置推定を用いた消費電力量の削減

吉井 拓郎

Takuro YOSHII

1 はじめに

我々は、オフィス環境においてワーカーの知的生産性向上と省エネルギー化を目的とした知的照明システムの研究を行っている¹⁾。

個別照度環境を省電力で実現するため、各照明と各照度センサとの距離関係を表す影響度が必要である。また、その影響度を動的に把握することで、このシステムは照度センサの移動（ユーザの移動）に対応できる。一方、照度センサの移動を考慮しない場合、照度センサ（ユーザ）への影響度が低い照明を消灯できる。その結果、さらなる省電力が図れる。しかしながら、照明の消灯（省電力性の向上）と照度センサの移動は両立することはできない。

この問題を解決するため、本研究では点灯している照明を用いて照度センサの位置を推定する新たな制御アルゴリズムを提案する。これにより、照度センサの移動に対応でき、かつ照度センサへの影響が少ない照明を消灯することができる。オフィス環境を模擬した環境下で実験を行い、ユーザが要求する照度をさらに省電力で実現することができることを示した。

2 照度センサの位置推定に基づく照明制御アルゴリズム

2.1 提案手法の基本原則

照明が消灯している状況下において、照度センサの移動に対応できる新たな照明制御アルゴリズムを提案する。本研究では、点灯している照明の光度と移動後における照度センサの照度値を基に回帰分析を行い、その影響度を基に位置を推定する。その後、推定した位置に近い照明を検知する。そして、検知した照明が消灯している場合、その照明を点灯することで影響度を算出することができる。これにより、ユーザの移動に対応でき、かつオフィスワーカーに与える影響を最小限とすることができる。また、ユーザ自ら移動したことをシステムに通知する必要もない。

この提案手法を実現するため、消灯制御を含んだ従来の知的照明システムの照明制御アルゴリズムに以下の制御を加える。

1. 照度センサが移動したことを検知する

2. 点灯している照明と移動した照度センサとの回帰係数を求める
3. 項目 (2) の回帰係数から、点灯している照明と移動した照度センサとの直線距離を推定する
4. 推定された各直線距離を基に、移動した照度センサの位置座標を推定する
5. 各照明の位置座標と推定された照度センサの位置座標を基に、移動した照度センサから近い照明が消灯している場合、その照明を点灯する

上記に示す手法を基に、ユーザへの影響が少ない照明を消灯することができ、かつユーザの移動や座席位置の変更にも対応することができる。

3 動作実験

3.1 動作実験の概要

提案手法の有効性を検証するため、照明の光度変化を1ステップ2秒とし、動作実験を20分間（600 step）行った。実験環境は照明15灯、およびユーザ数3名（照度センサ3台）を想定して Fig.1 に示すように設置する。

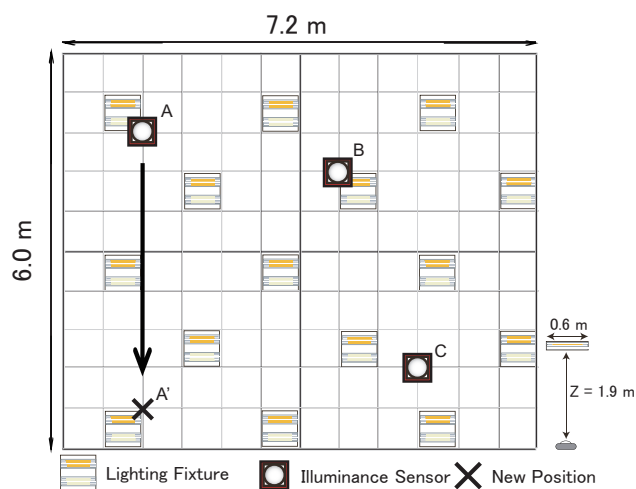


Fig. 1 実験環境

そして、照度センサ A, B, および C とし、各要求照度を 300, 400, および 500 lx とした。照明は最小点灯光度 (30 %) から最大点灯光度 (100 %) の間で調光可能な Panasonic 社製昼白色蛍光灯 (FHP45EN) を使用

する。また、動作実験では照度値が要求照度の +6 % から -8 % の範囲である際に、要求照度を実現できていると定義した³⁾。

動作実験では、従来の知的照明システムとの性能比較、および省エネルギー性に関する検証を行うため、以下の2パターンを行った。

- 従来の照明制御アルゴリズムを基に動作実験を行う (従来手法)
- 提案手法を加えた制御アルゴリズムを基に動作実験を行う (提案手法)

動作実験では250ステップ後、照度センサAをFig.1に示す位置に移動する。なお、提案手法を用いて照度センサの移動を検知した際、60ステップ分の照度および光度データを用いて移動後における照度センサの位置を推定する。

3.2 実験結果および考察

従来手法および提案手法を基に、各照度センサに要求照度を実現できていることを確認する。従来手法による照度履歴をFig.2に示し、提案手法における照度履歴をFig.3に示す。

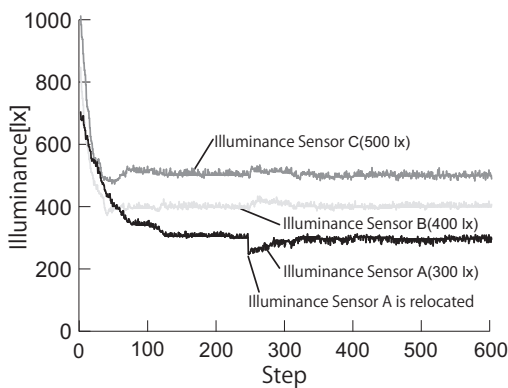


Fig. 2 照度履歴 (従来手法)

Fig.2, および Fig.3 の結果から、どちらの手法を用いた場合でも、各照度センサの要求照度を実現できていることわかる。また、Fig.3 に示す提案手法では、250ステップ時に照度センサAの照度が急激に低下するが、これは消灯した照明下に照度センサAを移動させたからである。

以上の結果から、提案手法を用いる場合でも、各要求照度を実現することができ、ユーザが要求する照度を省電力で実現できることを示した。

3.3 消費電力の比較

従来手法と提案手法の各照明の消費電力を基に比較を行う。従来手法および提案手法を基に点灯させた各照明

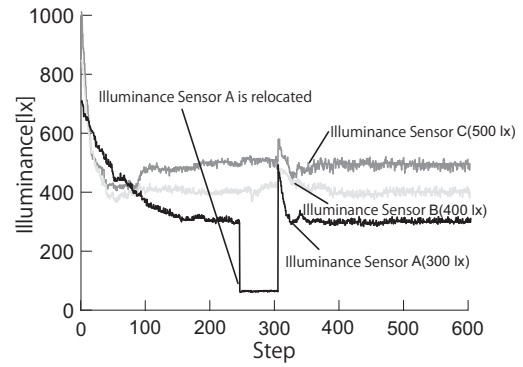


Fig. 3 照度履歴 (提案手法)

の消費電力履歴をFig.4に示す。

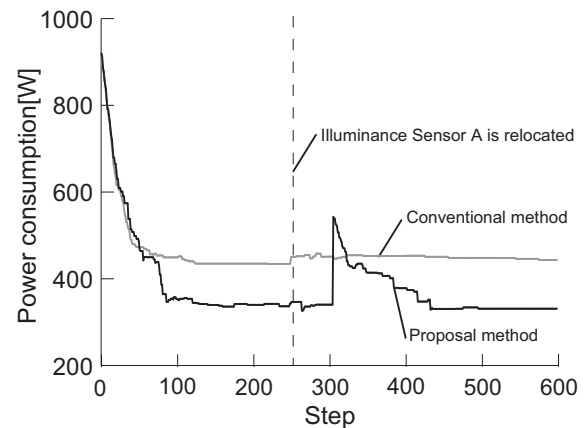


Fig. 4 消費電力履歴

Fig.4の結果から、提案手法では従来手法よりも消費電力が30%程度抑えられていることがわかる。この結果、従来手法と同等の性能を有し、かつ消費電力をさらに削減できることがわかった。

参考文献

- 1) M. Miki, T. Hiroyasu, and K.Imazato “Proposal for an Intelligent Lighting System, and Verification of Control Method Effectiveness,” Proc CIS, vol.1, pp.520-525, Dec, 2004.
- 2) Y.Kasahara, M.Miki, M.Yoshimi, “Preliminary Evaluation of the Intelligent Lighting System with Distributed Control Modules,” Proc. ISDA2011, pp.283-288, Nov, 2011
- 3) 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,” J.Illum.Engng.Inst.Jpn ,vol.85(5), pp.346-351, May, 2001.
- 4) 社団法人 照明学会, “照明ハンドブック,” オーム社, 2003.