

知的照明システムの実用化における問題点の抽出と制御アルゴリズムの改良

三木 光範[†] 廣安 知之[†] 田中 慎吾^{††}

[†]同志社大学工学部 ^{††}同志社大学工学部学生

1 はじめに

我々は次世代の照明システムである知的照明システム [1] の研究開発を行っている。知的照明システムとはマイクロプロセッサを搭載した照明、照度センサ、電力計をネットワークに接続し、各機器が協調動作を行うことで目標照度を満たし、かつ省エネルギーを実現するシステムである。すでに、知的照明システムの制御アルゴリズムとして最小二乗法を用いた適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Least Square: ANA/LS)[2] を提案した。ANA/LS は照明と照度センサとの位置関係を把握することで、高速にユーザの要求を満たすことができる。

これまで ANA/LS を用いた知的照明システムは、15 灯の蛍光灯を設置した知的照明実験室において、動作実験を行い、その有効性を確認した [2]。今後、実際のオフィスにおいて実用化に向けた検証を行う必要がある。本報告では、実際のオフィスで起こりうる環境で ANA/LS の有効性を検証し、その結果を基に制御アルゴリズムの改良を行う。

2 ANA/LS

ANA/LS は確率的山登り法 (Stochastic Hill Climbing: SHC) をベースとし、照明の光度変化量と照度センサの照度変化量との回帰分析を用いて、照明と照度センサの位置関係を把握し、位置関係や照度状況に応じた近傍選択を行う仕組みを組み込んだアルゴリズムである。以下に ANA/LS の流れを説明する。

1. 初期光度および目標照度の設定を行う。
2. 現在光度で点灯し、照度情報、消費電力をネットワークを介して取得する。
3. 照度情報を基に移動検知、閾値の変更を行うかの判定を行い、現在光度における評価を行う。
4. 回帰係数と照度情報を基に近傍内に次光度を生成する。
5. 次光度で点灯し、照度情報、消費電力をネットワークを介して取得し、次光度における評価を行う。

Improvement of Control Algorithm of the Intelligent Lighting System for Practical Use

[†] Mitsunori MIKI (mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

[†] Tomoyuki HIROYASU (tomo@is.doshisha.ac.jp)

^{††} Shingo TANAKA (stanaka@mikilab.doshisha.ac.jp)

Department of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University (†)

Undergraduate Student, Doshisha University (††)

1-3 Miyakodani, Tataru, Kyotanabe, Kyoto 610-0321, Japan

6. 照明の光度変化量および照度センサの照度変化量を用いて回帰係数を計算する。
7. 評価値が改良された場合は次光度を受理し、そうでない場合は元の光度に戻す。
8. 2~7 を探索の 1step とし、探索を繰り返す。なお、この 1step は実機で約 1 秒となっている。

3 オフィスを想定した検証実験

3.1 検証実験

すでに、目標照度に変更された場合、外から光が差し込んだ場合、照明が破損した場合、および人影などで突然照度値が下がった場合については知的照明システムの開発段階で検証を行ったが、実用化に向け、さらに実際のオフィスを想定した環境として以下の検証項目を用いて知的照明システムの検証実験を行った。

- 照度センサが同照度の場所に移動した場合
- 複数の照度センサが同時に移動した場合
- 照度情報の通信時にノイズが入った場合
- 照度センサの数が途中で変化した場合

検証実験の結果、照度センサが同照度の場所に移動した場合と通信時にノイズが入った場合に素早くユーザの要求を満たせなかった。照度センサが同照度の場所に移動した場合の実験環境、結果および考察を以下に示す。なお、複数の照度センサが同時に移動した場合、照度情報の通信時にノイズが入った場合、および照度センサの数が途中で変化した場合については紙数の都合上割愛する。

3.1.1 実験環境

図 1 の環境において動作実験を行った。実験開始から 300 秒後に照度センサ A を照明 2 の真下から照明 9 の真下に移動させる。このとき、照度センサ A の移動先である照明 9 の真下の照度は約 600 [lx] である。

3.1.2 結果

図 2-a に照度履歴、2-b に電力履歴、2-c に移動前後において照度センサ A に影響の強い照明 2 および 9 の光度履歴を示す。図 2-a より照度は収束しているが、図 2-c より同照度の場所に移動した際、移動前に影響の強い照明 2 の減光に時間を要していることがわかる。これより、省エネルギーな状態の実現に時間を要するという問題が生じた。

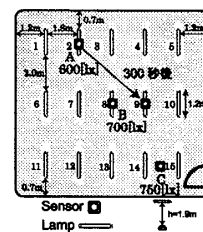


図 1: 実験環境

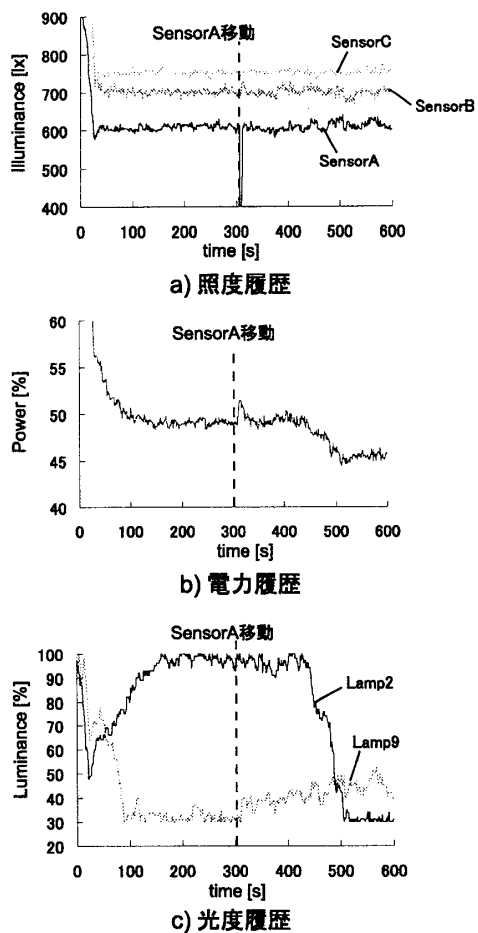


図 2: 実験結果

3.1.3 考察

上記のような結果となった原因は、ANA/LS の移動検知にあると考えられる。現在、ANA/LS における移動検知には、収束状態の時に 1step 内で大きく照度値が変化した後、数 step 目標照度に収束しなかった場合に移動したと判断する手法を用いている。そのため、同照度の場所に移動した際、大きく照度に変化したとしても、すぐに目標照度に収束し、移動を検知できないといった問題が生じる。

4 制御アルゴリズムの改良

4.1 改良案

移動後すぐに目標照度に収束した場合でも移動を検知できるように改良を行う。収束状態から 1step 内に大きく照度に変化した場合、そのステップから並列にもう 1 つ回帰係数の計算を始める。並列に回帰係数を計算し始めてから 100step 後に 2 つの回帰係数を比較し、大きく異なっていた場合、システム起動時から計算していた回帰係数を並列に計算していた回帰係数と変更する。これにより照度センサが同照度へ移動した場合には新しく得られた回帰係数に変更され、素早く

移動検知を行うことができる。また、照度センサが移動していない場合は回帰係数の値がほぼ変わらないため、移動検知を行わずに済むことができる。

4.2 動作実験

改良案を基に知的照明システムのアルゴリズムである ANA/LS の改良を行った。改良後のアルゴリズムを用いて、図 1 の環境において動作実験を行った。図 3-a に照度履歴、3-b に電力履歴、3-c に照度センサ A に影響の強い照明 2 および 9 の光度履歴を示す。図 2-c と図 3-c より、移動後照明 2 の光度が最小点灯光度まで下がるのに約 80 秒短縮され、省エネルギーな状態をより素早く実現できていることがわかる。このことより、移動検知の改良が有効であることがわかる。

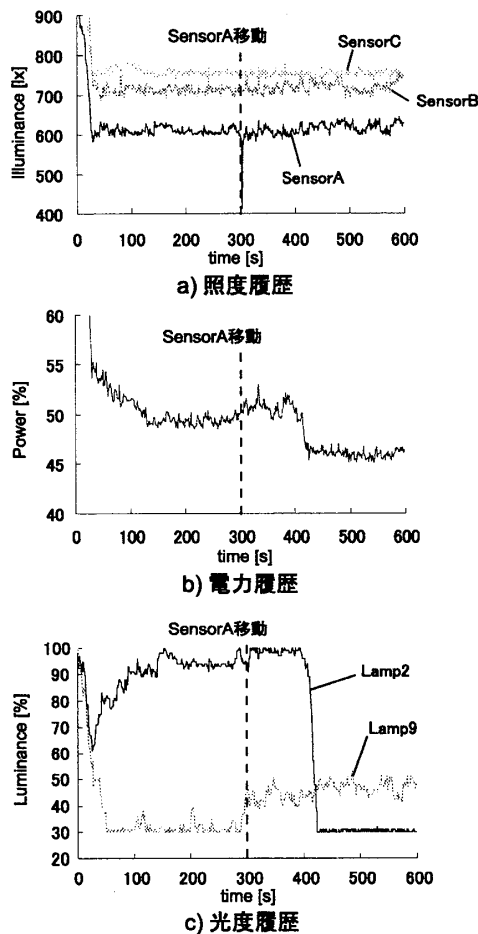


図 3: 移動検知改良後の実験結果

参考文献

- [1] Miki M, Hiroyasu T, Imazato K, Proposal for an Intelligent Lighting System and Verification of Control Method Effectiveness, Proc IEEE CIS, pp520-525, 2004.
- [2] 池田 聡, 三木 光範, 廣安 知之: 知的照明システムのための自律分散最適化アルゴリズムの改良, 日本機械学会第 16 回インテリジェント・システム・シンポジウム講演論文集, pp121-124, 2006.