

知的照明システムの実用化に向けた制御アルゴリズムの検証と改良

—照度センサの移動検知アルゴリズムの改良—

三木光範[†], 田中慎吾^{††}, 廣安知之[†]

同志社大学工学部[†], 同志社大学大学院^{††},

1 はじめに

我々は任意の場所にユーザが希望する明るさを自動的に提供する知的照明システム¹⁾の研究開発を行っている。その制御アルゴリズムとして回帰係数を用いた適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient : ANA/RC)²⁾ が提案されている。これまでANA/RC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、実験中に人など周囲の影響が入らないような理想的な環境において動作実験を行い、その有効性を確認してきた²⁾。今後は、知的照明システムの実用化に向けて、実際のオフィスで起こりうる環境での検証実験を行う必要があると考えられる。

そこで本報告では、実際のオフィスで起こりうる状況においてANA/RCを用いた知的照明システムの有効性を検証し、その結果を基に制御アルゴリズムの改良を行う。

2 照明制御アルゴリズム(ANA/RC)

ANA/RCは汎用最適化手法である確率的山登り法 (Stochastic Hill Climbing : SHC) をベースとし、ランダムに光度変化を繰り返し、各ステップにおける照明の光度変化量に対する照度センサの照度変化量を基に回帰分析を行うことで、照明と照度センサの影響度を評価し、効果的に光度変化を行う仕組みを組み込んだアルゴリズムである。

3 オフィスを想定した検証実験

3.1 実験項目

実際のオフィスを考えた場合は人により光が遮られたり、窓から太陽光が入ってくるなど様々な環境の変化が考えられる。そこで、実際のオフィスで起こりうる状況を想定して知的照明システムの検証実験を行う。想定される環境として以下のような検証項目を検討した。

1. 照度センサが同照度の場所に移動した場合
2. 複数の照度センサが同時に移動した場合
3. 知的照明以外の光源が影響を及ぼした場合
4. 照明が点灯しなくなった場合
5. 可動型パーティションで部屋を区切った場合
6. 照度情報の通信時にノイズが入った場合
7. 照度センサの数が途中で変化した場合
8. 障害物等により突然照度が減少した場合

3.2 検証実験とその結果および考察

Fig. 1に示すような環境で上記の項目を用いて検証実験を行った結果、1と6以外の環境においてANA/RCを用いた知的照明システムが有効であることがわかった。しかし、1と6の環境においては素早くユーザの要求を満たせなかった。照度情報の通信時にノイズが入った場合については紙面の都合上割愛する。照度センサが同照度の場所に移動した場合について検討したところ、ANA/RCにおいては、照度センサの移動検知として収束状態の時に1ステップ内で大きく照度値が変化した後、10ステップの間に元の照度に戻ら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、照度センサが同照度の場所に移動した際、照度センサを運ぶ際に大きく照度に変化したとしても、すぐに元の照度に戻ってしまうため、移動を素早く検知できず、移動前に影響度の高かった照明の減光に時間を要するという問題が生じた。

4 移動検知アルゴリズムの改良

4.1 改良案

移動後すぐに元の照度に戻っ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1ステップ内で大きく照度に変化した後、微小時間(2step)の間に元の照度に戻らなかった場合、照度センサが移動した可能性があるため、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回帰係数が十分安定したと思われる時間(50step)が経過した後に2つの回帰係数を比較し、大きく異なっていた場合、位置が変化していることが明らかであり、それまで計算していた回帰係数を並列に計算していた回帰係数に変更する。これにより照度センサが同照度の場所に移動した場合には新しく得られた回帰係数に変更され、移動検知を行うことができる。

4.2 動作実験

改良前後のANA/RCを用いて、動作実験を行う。実験環境をFig. 1に示す。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7の真下に移動させ、その後目標照度を600[lx]から800[lx]に変更する。このとき、照度センサAの移動先である照明7の真下の照度は照度センサAの目標照度と同じ約600[lx]である。改良前の照度履歴をFig. 2-aに、電力履歴をFig. 2-bに、移動前後に照度センサAに影響度の高い照明2、7の光度履歴をFig. 2-cにそれぞれ示す。また、改良後の照度履歴をFig. 3-aに、電力履歴をFig. 3-bに、移動前後に照度センサAに影響度の高い照明2、7の光度履歴をFig. 3-cにそれぞれ示す。

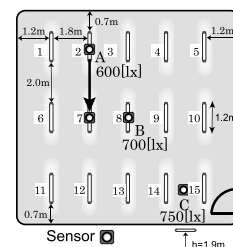


Fig. 1 実験環境

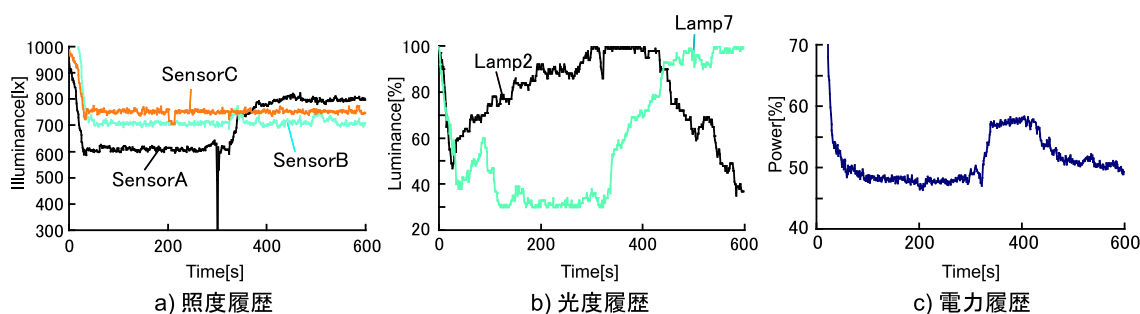


Fig. 2 各種の履歴(改良前)

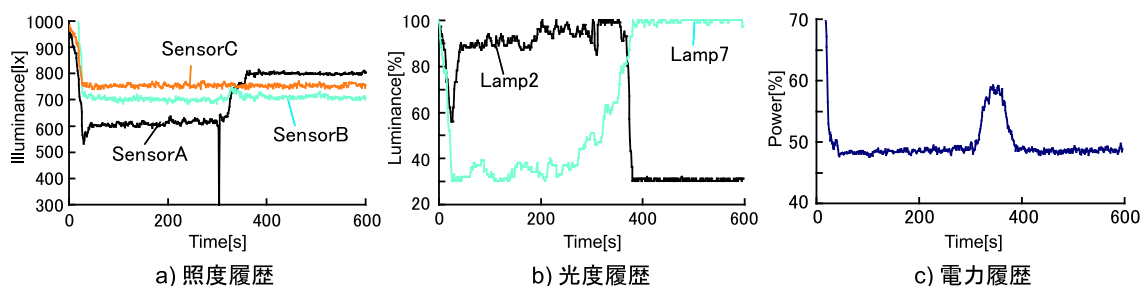


Fig. 3 各種の履歴(改良後)

Fig. 2-aとFig. 3-aより、改良を行うことで素早く目標照度を満たすことができている。また、Fig. 2-bとFig. 3-bより、改良を行うことで照明2が素早く減光した。そして、Fig. 2-cとFig. 3-cより、必要のない照明が素早く減光することで、省エネルギーな状態を素早く実現することができた。これより、ここで提案した移動検知の改良が有効であることがわかる。

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*, pp. 520-525, 2004.
- 2) 後藤和宏. 知的照明システムのための回帰係数を用いた自律分散最適化アルゴリズム. 照明学会全国大会講演論文集, Vol. 40, pp. 123-124, 2007.