

## 照度計の知的化による照明コントロールシステム

三木 光範<sup>†</sup> 廣安 知之<sup>†</sup> 雨宮 明日香<sup>††</sup><sup>†</sup>同志社大学工学部 <sup>††</sup>同志社大学工学部学生

## 1 はじめに

近年、使用者や環境に合わせてシステムを自律的に制御し、人間の負荷を軽減する知的なシステムの開発が行われている [1]. そのような中、我々は照明を知的化した知的照明システムの研究を行っており、その有効性を確認している [2].

知的照明システムは、照明器具にマイクロプロセッサが組み込まれており、各照明がネットワークに流れる情報を基に自律的に最適な点灯パターンを実現する。しかし、これらはシステムの改良等によりバージョンアップを行う場合、ROMを取り替えるなど工事を行う必要がある。このため、マイクロプロセッサを照明器具ではなく照度計に組み込み、照度計が各照明を分散制御する方式をとることで、このようなバージョンアップが容易となる。マイクロプロセッサが組み込まれた照度計を知的照度計と呼ぶ。知的照度計を用いた知的照明システムに関する研究については、これまで基礎的な検討を行ってきた [3] が、いずれも計算機シミュレーションを用いたもので実環境の実験ではなかった。

本研究では、知的照度計が照明を制御するシステムを実際に構築し、実環境での有効性の検証を行う。

## 2 照度計の知的化による照明コントロールシステム

## 2.1 システムの概要

本システムは、知的照度計が自身の照度情報とネットワークに流れる使用電力量を基に自律的に動作し照明の制御を行う。

各知的照度計が全ての照明を制御する場合、知的照度計から遠く殆ど影響を及ぼさない照明も制御することになる。そこで、効率の良い照明コントロールを行うために、知的照度計は近くの照明を把握する必要がある。知的照度計は各照明の光度を変化させる際、同期をとりながら変化させることで、各照明がどの程度

知的照度計に対して影響を与えているかを計測することが可能である。これを影響度調査という。影響度の高い照明ほど知的照度計の近くにあると判断することによって制御範囲を限定することが可能となる。

また、知的照度計の配置によって、各照明は複数の知的照度計から制御命令を受け取る場合がある。そこで、複数の制御命令の中から適切な光度を判断するため、各照明に簡易的な判断装置を搭載する。

## 2.2 制御アルゴリズム

制御アルゴリズムは確率的山登り法 (Stochastic Hill Climbing : SHC) をベースに構築された最適化アルゴリズム [3] を改良したものである。以下にこのアルゴリズムの流れを示す。

1. 各照明を初期光度で点灯させる。
2. 影響度調査によって近くにある照明を把握し、制御範囲を決定する。
3. 照度情報 (現在の照度, 目標照度) および取得した使用電力量を基に目的関数値を計算する。
4. 照度情報より適切な近傍を決定する。なお、近傍とは次光度の生成範囲のことである。
5. 近傍内に次光度をランダムに生成する。
6. 各知的照度計は制御範囲内の照明に対し、ステップ5で生成した次光度を送信する。各照明は、受け取った次光度で点灯する。ただし、制御範囲の重複により照明が複数の次光度を受け取った場合は、複数の次光度を平均した光度で点灯する。
7. 次状態の目的関数値を計算する。
8. 目的関数値が改良した場合、その光度を確定し、ステップ3へ戻る。目的関数値が改悪した場合、光度変化をキャンセルし、ステップ3へ戻る。

以上の動作を行うことで、目標照度に収束すると考えられる。なお、ステップ8においてステップ3に戻る理由は、ステップ4~8の動作時間内に外光が差し込む等の環境の変化に対応させるためである。

## 2.3 目的関数および近傍の選択

**目的関数** : 各照明の光度を設計変数とし、使用電力量からなる第1項と、目標照度との照度差からなる第2項より構成され、この  $f$  の最小化を目的とする。

$$f = P + w \cdot g \quad (1)$$

Lighting Control System based on the Intelligence of Luxmeter

<sup>†</sup> Mitsunori MIKI(mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

<sup>††</sup> Tomoyuki HIROYASU(tomo@is.doshisha.ac.jp)

<sup>††</sup> Asuka AMAMIYA(aamamiya@mikilab.doshisha.ac.jp)

Department of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University (<sup>†</sup>)

Undergraduate Student, Doshisha University (<sup>††</sup>)

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

**近傍の選択**：照明のランダムな増減光には図 1 に示す 3 種類の近傍を用いる。知的照度計の現在の照度が目標照度を大きく上回っている場合は近傍 A を、目標照度との差が小さい場合は近傍 B を、目標照度を大きく下回っている場合は近傍 C を選択する。なお、全知的照度計の制御範囲に含まれない照明は、最小点灯光度で点灯する。

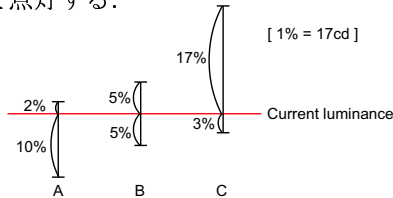


図 1: 3 種類の近傍

### 3 動作実験

#### 3.1 実験概要

システムの有効性を検証するため、知的照度計の配置場所の照度が設定した目標照度となるように、照明の光度を制御する実験を行った。実験環境を図 2 に示す。各照度計の目標照度は、照度計 A, B および C をそれぞれ 700[lx], 550[lx] および 800[lx] とする。

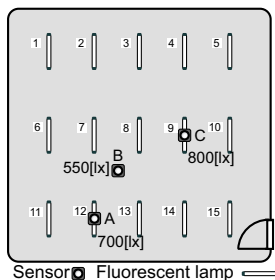


図 2: 実験環境

#### 3.2 実験結果および考察

各知的照度計の照度履歴を図 3 に示す。また、定常状態における各照明の光度 [%]、および各知的照度計の照度 [lx] を図 4 に示す。なお、図中の破線で描いた矩形は、影響度調査による各知的照度計の制御範囲を示している。

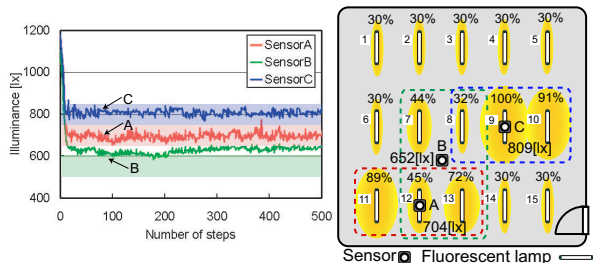


図 3: 照度履歴

図 4: 定常状態

図 3 より、照度計 A および C は目標照度に収束しているが、照度計 B は目標照度を上回った状態で停滞していることがわかる。図 4 より、照度計 A の目標照度を維持するために照度計 B の制御範囲内である照

明 13 が明るく点灯していることがこのような結果となった原因であるといえる。このとき、照明 11 を更に明るく点灯させることによって照度計 A の目標照度を維持することができれば、照明 13 の光度を下げ、照度計 B の照度をより目標照度に近づけることができると考えられる。すなわち、各知的照度計は制御範囲が重複していない照明に強く働きかけることで目標照度を満たし、重複している照明では他の知的照度計への影響を考慮した制御を行うことで、より目標照度に収束し易くなるのではないかと考えられる。

#### 4 制御アルゴリズムにおける近傍の改良

制御範囲の重複を考慮した制御を行うために改良を行う。今回、制御アルゴリズムにおける近傍に着目し、制御範囲が重複する照明と重複しない照明で用いる近傍を図 5, 6 のように使い分けることを考案する。

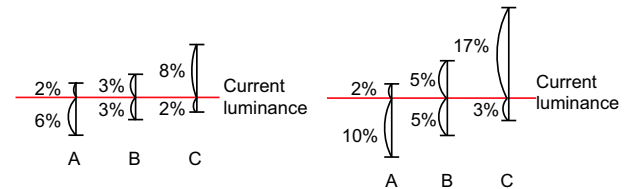


図 5: 重複する照明で用いる近傍

図 6: 重複しない照明で用いる近傍

#### 4.1 改良後の動作実験

改良後の近傍を用いて動作実験を行う。実験環境および各照度計の目標照度は 3.1 節と同様である。

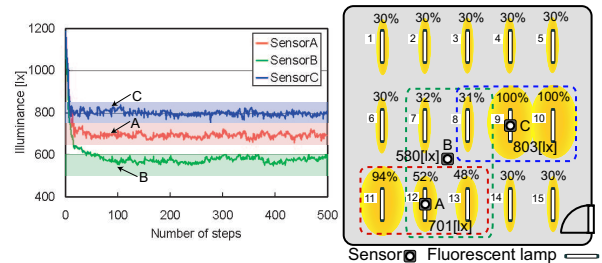


図 7: 照度履歴 [改良後]

図 8: 定常状態 [改良後]

改良後の照度履歴を図 7 に、定常状態を図 8 に示す。この結果から、全ての知的照度計が目標照度に収束していることが確認できる。

### 5 まとめ

本研究では、知的照度計が照明を制御するシステムを構築し、実環境での有効性の検証を行った。改良を行った結果、全ての知的照度計が目標照度に収束し、本システムの有効性を示すことができた。

#### 参考文献

- [1] M.Miki, T.Kawaoka, Design of Intelligent Artifacts: A Fundamental Aspects, Proc. JSME Inter-national Symposium on Optimization and Innovative Design (OPID97), 1997-9.
- [2] Miki M, Hiroyasu T, Imazato K, Proposal for an Intelligent Lighting System and Verification of Control Method Effectiveness, Proc IEEE CIS, pp520-525, 2004.
- [3] 昌山智, 三木光範, 廣安知之, 知的照度センサを用いた知的照明システムの提案, 情報処理学会第 68 回全国大会, 1:269-270(2006)