

5K-2 知的照度センサを用いた知的照明システムの提案

昌山 智[†] 三木 光範^{††} 廣安 知之^{††}

[†]同志社大学大学院 ^{††}同志社大学工学部

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、照明システムを知的化した知的照明システム [2] の研究を行っている。現在、制御アルゴリズムの開発や赤外線通信や可視光通信など目標状態への収束性の改善を図るための新たな技術の導入を検討している。

これまでの知的照明システムは、照明に制御装置が搭載されているモデルであり、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、オフィスなど大規模環境への導入の際、制御装置が照明の数だけ必要となり、コストがかかることが懸念される。そこで、制御装置を搭載する場所を検討することが重要となる。

そこで、本研究では、新たな自律分散型の知的照明システムとして知的照度センサを用いた知的照明システムの提案を行う。知的照度センサとは、照度センサに制御装置を搭載したものである。

2 知的照度センサを用いた知的照明システム

2.1 提案システムの概要

提案システムでは、制御装置を照度センサに搭載する。そのため、従来システムとは異なり、知的照度センサがネットワークに流れる使用電力量と自身の照度情報を基に自律的に動作し照明の制御を行う。

各知的照度センサが全ての照明に対し制御命令を送る場合、知的照度センサの数と照明の数の増加に伴い、通信負荷が増大するという問題点が生じる。そのため、各照明に照明 ID を付加し知的照度センサと直接通信を行う。これにより、知的照度センサは照明の概略的な位置を把握し制御範囲を限定することが可能となるため、通信負荷が軽減する。そこで、赤外線通信および可視光通信等の通信技術を導入する。

また、照度センサの配置によって複数の知的照度センサが同じ照明 ID を受け取る場合がある。その際、その照明は複数の知的照度センサから制御命令を受け取る。そこで、複数の制御命令の中から照明が判断するために、各照明に簡易的な判断装置を搭載する。図 1 に提案システムの構成を示す。

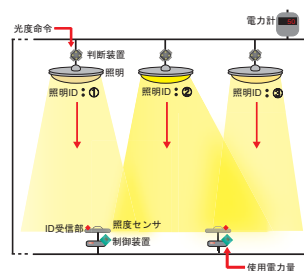


図 1: 提案システムの構成

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、提案システム用に改良したものである。以下に制御の流れを示す。

1. 各照明を初期光度で点灯させる。
2. 知的照度センサは、近傍の照明と直接通信することによって照明 ID と現在光度を受信する。
3. 各知的照度センサは、自身の照度情報 (現在の照度, 目標照度) および取得した使用電力量をもとに目的関数値を計算する。なお、目的関数については後述する。
4. 現在光度からある範囲内にランダムに次光度を生成する。
5. 各知的照度センサは照明 ID を取得した照明に対し、ステップ 4 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、照明が複数の次光度を受け取った場合、照明は定められたルールに基づき適切な次光度を選択し点灯する。なお、ルールについては後述する。
6. 各知的照度センサは、再度ステップ 3 と同様の処理を行う。
7. 目的関数値が改良した場合、取得した光度を確定しステップ 2 へ戻る。また、目的関数値が改悪した場合、1 ステップ前の光度に戻し、ステップ 2 へ戻る。

Proposal for Intelligent Lighting System using Intelligent Luxmeter

[†] Satoru MASAYAMA (masayama@mikilab.doshisha.ac.jp)

^{††} Mitsunori MIKI (mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

^{††} Tomoyuki HIROYASU (tomo@is.doshisha.ac.jp)

Graduated School of Knowledge Engineering and Computer Science, Doshisha University ([†])

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

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

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7においてステップ2に戻る理由は、外光の影響や照度センサの移動などの環境の変化に対応するためである。

2.3 ルールおよび目的関数

各照明の判断装置には、光度命令が重複した場合に用いるルールが搭載される。用いたルールを以下に示す。なお、このようなルールを定めた理由は、目標照度を下回らないことを目的としているためである。

ルール

複数の光度命令の中で、最も光度が高い命令を選択する。

次に、式(1)に示す目的関数について述べる。目的関数は、各照明の光度を設計変数とし、使用電力量 P と目標照度との照度差 ΔL から構成され、この f の最小化を目的とする。

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

3 動作実験

3.1 実験概要

本実験では、提案システムの有効性の検証を行う。用いたルールは2.3節と同様である。実験環境を図2に示す。各照度センサの目標照度は、照度センサA、BおよびCそれぞれ、750[Lx] および 600[Lx] とする。なお、図中の示す矩形は、各知的照度センサが通信できる範囲を示している。

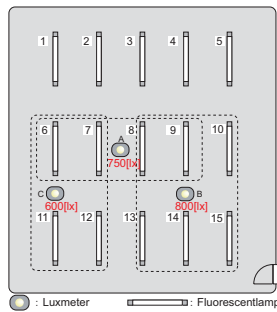


図 2: 実験環境

3.2 実験結果

図3に示す照度履歴より、照度センサAは目標照度を大きく上回り約1000[Lx]で停滞していることがわかる。したがって、2.3節に示すルールでは目標照度を満たすことは可能であるが、必要以上の明るさを提供していることになる。ここで、照明に送られる制御命令が光度命令のみである場合、目標照度に収束させることが極めて難しいと考えられる。そこで、目標照度へ収束させるために新たなルールを考案する。

4 制御アルゴリズムにおけるルールの改良

4.1 制御アルゴリズムにおける新ルール

動作実験より、2.3節に示すルールでは目標照度を大きく上回ってしまうことがわかった。そこで、照度情

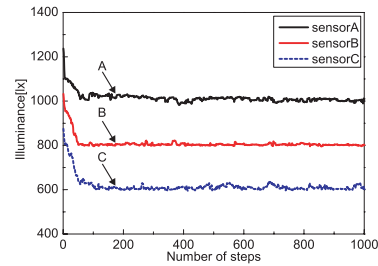


図 3: 照度履歴

報を考慮した新たなルールを考案する。なお、本ルールを用いるために知的照度センサは、照明に対し新たに照度情報を送信する必要がある。新ルールを以下に示す。なお、ここで $SWDL$ は各照度センサの照度差の重み付き和を表す。

新ルール

1. $SWDL$ がある基準値より大きい場合、すなわち目標照度を上回る照度センサが多い場合最も低い光度命令を選択
2. $SWDL$ がある基準値より小さい場合、すなわち目標照度を下回る照度センサが多い場合最も高い光度命令を選択
3. $SWDL$ がある基準値と同等である場合、すなわち目標照度に収束している場合ランダムに光度命令を選択

4.2 動作実験

4.1節のルールを用いて動作実験を行う。実験環境および各照度センサの目標照度は3.1節と同様である。

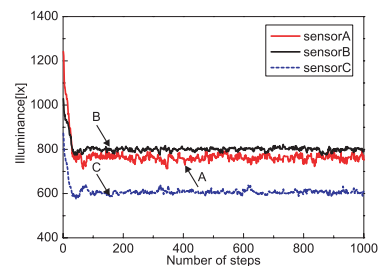


図 4: 照度履歴

図4にルール改良後の照度履歴を示す。この結果から、すべての照度センサは目標照度に収束していることが確認できる。すなわち、制御命令に照度情報を追加することで、3.2節に示した問題点を解決することができた。

本論文では、新たな自律分散型の知的照明システムとして知的照度センサを用いた知的照明システムの提案を行った。そして、提案システムの有効性を確認した。

参考文献

- [1] M.Miki, T.Kawaoka, Design of Intelligent Artifacts: A Fundamental Aspects, Proc. JSME International 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.