

資源追加削減法に基づく知的照明システムの構築

Construction of Intelligent Lighting System based on Distributed Optimization by Resource Addition and Reduction Method

同志社大学工学部知識工学科 三木 光範, 廣安 知之, ○長野 林太郎
Mitsunori MIKI, Tomoyuki HIROYASU, and Rintaro NAGANO

Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Doshisha University

Abstract Recently, intelligent systems and network systems are interested in many scene. This report developments a new intelligent lighting system installed autonomous distributed control. This lighting system is constituted by connecting personal computer, illuminometers, and incandescent lamps. And they are controled based on Distributed Optimization by Resource Addition and Reduction Method(DORAR Method). This system can perform suitable automatic control in various environments, and changing environments.

1 はじめに

近年, 自身の動作を周囲の環境に応じて自律的に変化させることにより, 操作性の向上や環境への負荷の軽減を行うシステムの「知的化」が注目されている. 一方, インターネットの普及等に伴いシステムのネットワーク化に関心が高まっており, ネットワークに接続される各要素に知的性質を付加して自律分散制御を行うシステムの概念が提案されている [1].

本研究では照明システムに対して自律分散制御に適した資源追加削減法 [2] を適用し, 任意の場所に移動可能な照度計の情報を基に, ネットワークに接続された複数の照明が互いに自律的に動作し適切な照度制御を行う知的照明システムを構築し, 検証する.

2 知的照明システム

2.1 知的照明システムの概要と特長

本研究で構築を行う知的照明システムでは, 各照明が複数の移動可能な照度計に接続され, 照度計に与えられた目標照度を満たすように動作する. すなわち, ユーザは照度が必要な箇所に照度計を配置して目標照度を設定するだけで, 各照明が自律的に点灯光度を判断する. そのため, ユーザは照明の位置や配線や意識することなく照明を操作できる. また, 目標照度を満たすように必要となる照明のみが点灯を行うため省エネルギーに貢献するという特長を持っている.

2.2 知的照明システムの制御方式

知的照明システムは, Fig.1 に示すシステム全体を統括する集中制御要素を持たない自律分散制御を採用する. 集中制御要素を持たないためシステムの信頼性が向上し, 機器の故障, 移動, 追加, および離脱に柔軟に対応することが可能になる.

3 白熱灯による知的照明システムの構築

3.1 システムの構成

本研究では調光が比較的容易な白熱灯を用いて知的照明システムの実験機を構築した. 実験機の構成を Fig.2

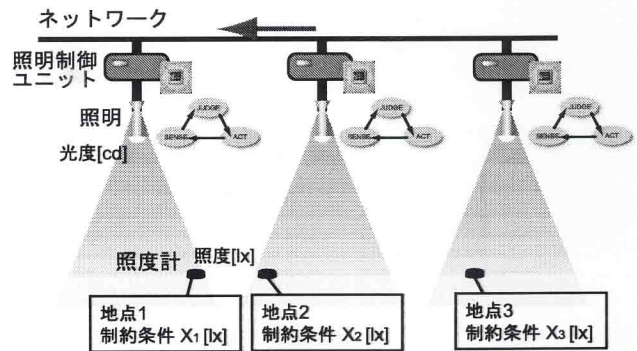


Figure 1: 自律分散制御による知的照明システム

に示す. 実験機はパソコンを制御装置として用い, トライアックとパルスモーターを用いて白熱灯の電力を制御することにより調光を行う.

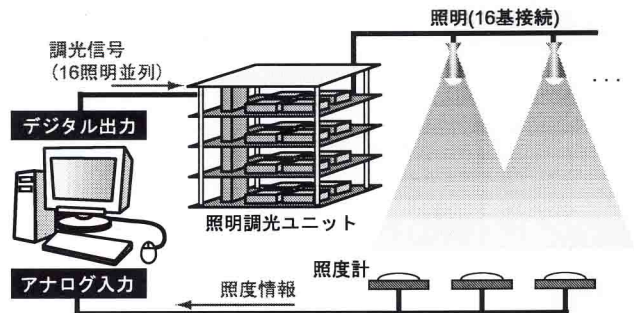


Figure 2: 知的照明システムの構成

3.2 資源追加削減法の適用

本実験機では集中制御方式で照明制御を行うが, 制御に用いるアルゴリズムは自律分散制御に適用可能な資源追加削減法を用いる. 資源追加削減法は資源余裕見積処理, 資源削減処理, および資源追加処理を繰り返し適用することにより最適解を発見するアルゴリズムである. 資源追加削減法を知的照明システムに適用すると, 各照度計に与えられた設定照度を制約条件, 全照明の光度和を目的関数として, 制約条件のもとで目的関数を最小化するように動作する. すなわち, 必要な場所に必要な照

度を供給しつつ、全体としてのエネルギーを最小化する省エネルギーなシステムとなる。

以下に本実験機に適用した資源追加削減法の流れを示す。

資源余裕見積処理 各照明がどの程度の光度削減が可能かを判断する。各照明が光度変化量 ΔL だけ光度を削減し、その際の各照度計の照度の変化量 Δx_i から削減可能な光度を判断する。資源余裕、つまり削減可能な光度 L_d は以下の式で線形的に求める。ただし、 x_i は現在の照度計の照度、 x_{ig} は照度計の設定照度である。

$$L_{id} = (x_i - x_{ig}) \times \frac{\Delta L}{\Delta x_i}$$

全照度計に対して資源余裕見積もりを行い、その最小値を照明の資源余裕とする。

資源削減処理 見積もった資源余裕に責任係数（ここでは照明数の逆数）を乗じた値だけ各照明の光度を削減する。

資源追加処理 微小資源追加量 ΔR だけ各照明の光度を追加する。

一方、制約条件を満たさない照度計が存在する場合は、すべての照明の光度を制約条件を満たすまで上げ、制約条件下に引き戻しを行う。

4 数値実験

4.1 実験環境とパラメータ

適用した資源追加削減法の有効性を確認するため、設定照度の異なる照度計が存在する環境で実験機を用いて動作実験を行った。動作実験は Fig.3 に示す 9 照明 3 照度計の環境を用いた。照度計の横の数値が設定照度を表し、照度計 A、B および C の設定照度はそれぞれ 400、300 および 200 [lx] である。実験パラメータを Table 1 に示す。照明の初期光度は最高値の 400 [cd] とする。

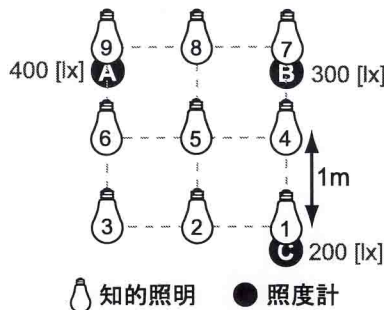


Figure 3: 実験環境

4.2 実験結果および考察

システムを動作させた際の各照度計の照度履歴を Fig.4 に示す。各照度は制約条件に近づくように収束していることが確認できる。各照明の光度履歴を Fig.5 に示す。

Table 1: 実験パラメータ

照明数 [基]	9
照度計数 [基]	3
照明の高さ [m]	1
初期光度 [cd]	400
光度変化量 ΔL [%]	5
微小資源追加量 ΔR [%]	1
計算時間 [s]	450

必要となる照明 3、7 および 9 の光度が維持され、それ以外の不必要な照明は光度を下げていることが確認できる。

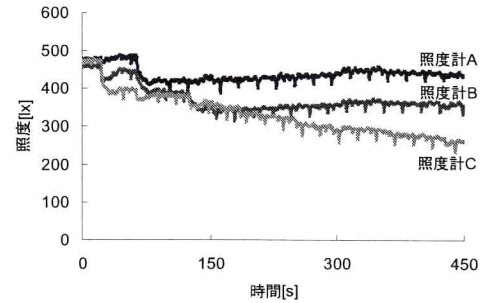


Figure 4: 実験結果（各照度計の照度履歴）

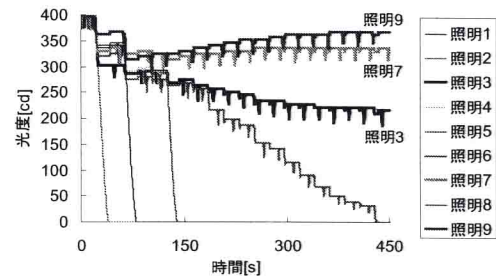


Figure 5: 実験結果（各照明の光度履歴）

ここで Fig.4 において、各照度計の照度が制約条件より 50 [lx] 程度高い値に収束しているのは、各ステップにおいて資源追加処理が行われているためと考えられる。

5 おわりに

本研究では、移動可能な照度計の情報を基に適切な照度制御を行い、省エネルギーに貢献する知的照明システムを構築した。制御アルゴリズムとして資源追加削減法を適用し、白熱灯を用いた実験機で実験を行ったところ、適切な動作を行うことを確認した。このことから、資源追加削減法は知的照明システムの制御アルゴリズムとして有効な手法であると考えられる。

References

- [1] 廣安知之, 三木光範, 富田浩司. 知的ネットワークシステムへの強化学習の適用 (Q-learning による知的照明システムの構築). 計測自動制御学会第 13 回自律分散システムシンポジウム, pp.27-32.
- [2] M.Miki. Object-Oriented Optimization of Discrete Structures, AIAA Journal, Vol.33, No.10, pp.1940-1945 (1995).