

自律分散制御による知的調光システムの提案

2N-6

長野 林太郎[†] 三木 光範^{††} 廣安 知之^{††}[†] 同志社大学大学院工学研究科 ^{††} 同志社大学工学部

1 はじめに

近年、周囲の環境に応じて柔軟な動作を行い、ユーザビリティの向上や省エネルギーに貢献する知的なシステムが数多く開発されている。照明システムに関してもセンサー型照明器具などを用い、昼光を利用して省エネルギー化を図るシステム [1] など、高度な照明システムが数多く開発されている。

一方、照明システムの発展に伴って、操作性や省エネルギー性に留まらず、さらなる要求が照明システムに対して求められるようになって考えられる。特に照明による雰囲気制御に関しては、LED 照明に代表される細かな色を出力できる照明の普及とともに急速に需要が高まると考えられている [2]。

本研究では、3 色の光を出力できる照明装置を用いて、移動可能な色彩照度センサの情報を基に、任意の場所に任意の色を提供する知的調光システムを提案する。

2 知的調光システム

2.1 知的調光システムの概要

照明を用いる際、色の異なる照明を用いることにより様々な雰囲気制御が実現でき、人間の心理状態にも影響を与えることが知られている。そこで、ユーザが簡単な設定をするだけで必要な場所に適切な色を実現するシステムが有効であると考えられる。

本研究で提案する知的調光システムでは、ネットワークに接続された照明が、移動可能な色彩照度センサの情報を基に自律分散制御されることにより、必要な場所に適切な色を実現するシステムである。そのため、ユーザは色を必要とする場所にセンサを設置し目標色を入力するだけで、各照明が光度を自律的に決定する。よって、操作性にすぐれ、必要な照明のみが点灯するため省エネルギー性を備えたシステムとなる。また自律分散制御を採用することにより目標色の設定変更などの環境変化にも柔軟に対応可能なシステムとなる。

このようなシステムは、店舗の照明に利用し、好みに応じた店舗作りを行う、ホールの照明に利用し、様々な舞台効果を実現する、オフィスの照明に利用し、仕事時は緊張感が高まる白色で点灯し、休憩時は緊張感が和らぐ暖色系で点灯するなどの利用例が考えられる。

2.2 知的調光システムの制御

知的調光システムはセンサの情報を基に各照明が光度を決定する自律分散制御を採用する。そして、各照明はネットワークに流れている各センサの目標色と現在の色の情報から光度を自律的に制御する。図 1 に知的調光システムの制御の流れを示す。

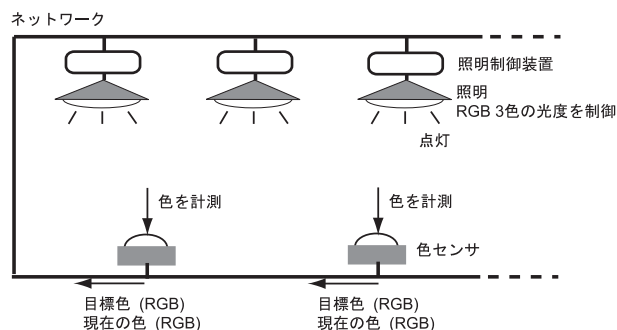


図 1: 知的調光システムの制御の流れ

3 シミュレーションシステムの実装

3.1 シミュレータの概要

本研究では知的調光システムの検討を行うために、システムのシミュレータを構築した。各照明が RGB それぞれの光度を制御し、1m 下の地点に設けられた色センサの地点を目的の RGB 値にするものである。RGB 値はそれぞれ 0~255 の数値で表す。照明の光度から色を計算する方法は、また、照明の各色の光度は 100% のときに 1m 下の地点の RGB 値が 255 であるとして、距離の 2 乗に反比例して色が減衰するものとして計算した。各照明は各色の最大点灯光度を 100 とし、0~100 の範囲の数値で光度を表すものとする。

3.2 制御アルゴリズム

知的調光システムでは、照明を制御して各センサの地点を目的色に合わせる必要があり、かつ全体の光度和を最小化する方が望ましい。制御アルゴリズムは、以下の 2 種類を検討した。

資源追加削減法 (DORAR 法) 離散要素からなる資源の最小化を行う並列最適化手法である [3]。知

Proposal of Intelligent Color Control System Based on Autonomous Distributed Control

[†] Rintaro NAGANO(nrintaro@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

的調光システムでは，目的色を制約条件として与え，光度和を最小化する手法である．各照明のセンサへの影響度から読み取った資源余裕に応じて，資源削減と資源追加を繰り返して探索を行う．なお，この際に各照明がセンサに対する影響度を見る必要があるが，これは複数の照明を同時に光度変化させて，その全体の変化量を勾配とする方法を用いた．

確率的山登り法 (SHC) ある状態から，各照明がある光度に確率的に遷移し，目標色に近づけばその状態に遷移し，遠ざかる場合は元の状態に戻る，ということを繰り返すことにより目標色に近づく手法である．

色誤差を最小化し，かつ光度和をなるべく小さくするため，資源追加削減法で探索を行ったのちに確率的山登り法に切り換えて探索を行う方法も検討する．

4 数値実験

4.1 実験環境

3.2 で述べた 3 手法を用いて，図 2 のような 2 つのセンサが存在する環境で実験を行った．

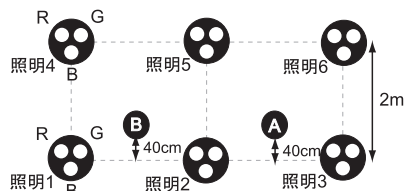


図 2: 実験環境

センサに与える目的色は以下の 2 パターンで行った．

パターン 1 両方に同一の目標色 $(R,G,B)=(0,200,80)$ を与える．

パターン 2 センサ A に目標色 $(R,G,B)=(201,0,73)$ を与え，センサ B に目標色 $(R,G,B)=(73,0,201)$ を与える．

なお，探索の際に用いたパラメータは，予備実験により最適なパラメータを求めて行った．

4.2 実験結果と考察

パターン 1 およびパターン 2 において資源追加削減法，確率的山登り法およびそれらの組み合わせた手法の 3 つで探索を行った際の色誤差の推移を図 3 および図 4 に示す．なおこれらは 10 試行の平均値である．

図 3 と図 4 を見ればわかるように，各手法とも評価計算回数 100 回ほどで目的の色に近づいており，1 回の評価計算に 1 秒程度要すると考えるとほぼ実用時間内に収束していることがわかる．手法による収束速

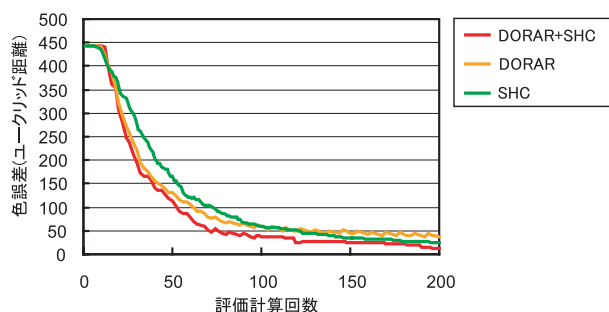


図 3: 探索による色誤差の推移 (パターン 1)

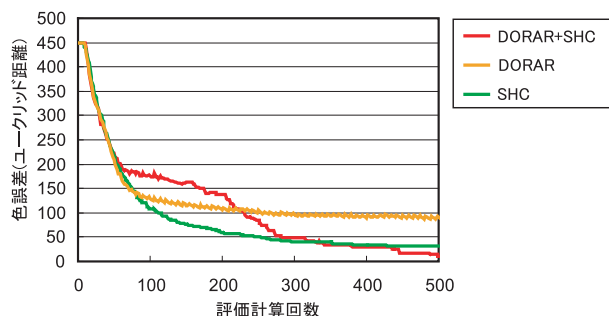


図 4: 探索による色誤差の推移 (パターン 2)

度の違いを見ると，組み合わせ手法を用いた方が，色誤差が最も早く小さくなっている．

また，パターン 1 において全照明の光度和を計算すると，確率的山登り法では 492.3 であったのが，組み合わせ手法では 426.4 であり，確率的山登り法のみ探索の約 85[%] の光度和となっており，省エネルギー性の面でも組み合わせ手法が有効と考えられる．

5 結論

本研究では，移動可能な色彩照度センサの情報を基に，必要な場所を適切な色にする知的調光システムを提案した．知的調光システムは自律分散制御を採用することにより，操作性の高い，省エネルギーなシステムを実現できるシステムである．シミュレータシステムを構築し数値実験を行ったところ，最適化手法を用いて制御することで実用時間内に目標色に収束することを確認した．

参考文献

- [1] 片山就司「昼光利用による照明制御の変遷」照明学会誌 Vol.88, No.10, 2004
- [2] 松下美紀「LED 演出照明の現状と未来」照明学会誌 Vol.88, No.3, 2004
- [3] 三木光範，廣安知之「資源の追加と削減に基づく並列分散最適化法」日本機械学会論文集 (A 編) Vol.66, No.642, pp411-418, 2000