

## 赤外線通信による知的照明システムの収束性の改善

狩野 浩一<sup>†</sup> 三木 光範<sup>††</sup> 廣安 知之<sup>††</sup>

<sup>†</sup>同志社大学大学院 <sup>††</sup>同志社大学工学部

### 1 はじめに

我々は照明システムを知的化した知的照明システムについて研究を行っている [1]。知的照明システムは、個々の照明が自律的に動作することにより、配線に依存することなく任意の点灯パターンを実現する。我々は知的照明システムの制御アルゴリズムとして、相関係数を用いた適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Correlation Coefficient: ANA/CC) を提案している。ANA/CC は、照明の光度をランダムに微量増減させ、光度と照度との相関係数を求めることなどを基盤とし、目標照度を満たしかつ省電力な点灯パターンを実現する。

このシステムでは、目標照度への収束には約 1 分程度の時間が必要であるが、照度を大きく増光させたいときにはさらに高速な対応が必要となる場合がある。また、照度センサの配置によって適切に相関係数を取得できないことがある。

そこで本報告では、赤外線通信技術を用いて照明・照度センサ間で通信を行い、照度センサの概略的な位置情報を取得することで、最適な点灯パターンへの高速な収束を目指す。

### 2 赤外線通信を用いた知的照明システム

#### 2.1 赤外線通信

赤外線通信には主に可視光と波長が近い近赤外線を用いるため、照明環境に影響を与えることなく、照明と照度センサの概略的な位置関係を把握することができる。

#### 2.2 システム概要

現在の知的照明システムでは、ネットワークに接続された照明と移動可能な照度センサ、制御装置および電力計から構成されている。各制御装置には制御アルゴリズムが搭載されており、ネットワークに流れる照度情報に応じて自律的に照明を制御することで最適な

点灯パターンを実現する。提案システムでは、新たに照度センサに赤外線送信器、照明に赤外線受信器を設置し、赤外線通信により照度センサから照明に照度情報を送信し、互いの概略的な位置情報を把握する。図 1 に提案システムの構成を示す。

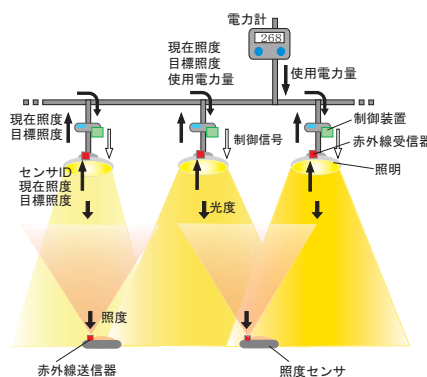


図 1: 赤外線通信を用いた知的照明システムの構成

これにより照度センサの移動などに素早く対応でき、また相関係数が適切に算出しにく環境においても目標照度への収束が期待できる。さらに赤外線通信による照度情報と同時に光度と照度の相関情報も用いることにより、赤外線通信範囲内の照明もその影響度に応じて光度を変化させ、最適な点灯パターンを実現できる。

#### 2.3 制御アルゴリズム

知的照明システムでは、個々の照明機器に制御装置が組み込まれ、各照明は自律分散的に制御される。提案システムにおける制御アルゴリズムは、確率的山登り法をベースとして、赤外線通信による照度情報、および光度と照度の相関情報を利用したものである。以下に示すアルゴリズムは、全て照明の動作である。

1. 初期光度で点灯する。
2. 赤外線通信により照度情報 (センサ ID, 現在照度, 目標照度) を受信する。
3. ステップ 2 で取得した照度情報およびネットワークから得られる電力計の使用電力量より目的関数値を計算する。
4. 照度情報および相関情報より適切な近傍を決定する。
5. 設定された近傍内に次光度をランダムに生成し、その光度で点灯させる。
6. 再び照度情報および使用電力量を取得し、次光度の目的関数値および相関係数を計算する。

Improvement of convergence of intelligent lighting system using infrared data communication

<sup>†</sup> Koichi KANO(kkano@mikilab.doshisha.ac.jp)

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

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

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

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

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

7. ステップ3よりも目的関数値が改善している場合，その光度を確定し，ステップ2へ戻る．
8. ステップ7で目的関数値が悪化した場合は，光度変化をキャンセルし，ステップ2へ戻る．

以上の動作を繰り返し実行することで，目標照度を満たしかつ省電力な状態へと収束する．なお，ステップ7, 8においてステップ2に戻る理由は，外光などの環境の変化に対応させるためである．

### 2.4 近傍の選択および目的関数

近傍の選択：照明のランダムな増減光には図2に示す3種類の近傍を用いて行う．

赤外線通信により照度情報を取得し，目標照度を大きく下回っている場合は近傍Cを，照度差が小さい場合は近傍Bを，そして目標照度を大きく上回っている場合あるいは相関係数が小さい場合は近傍Aを選択する．赤外線通信により照度情報を取得できない場合は原則近傍Aを選択するが，照度差と相関係数に応じて近傍Bを選択する．近傍の優先順位はC>B>Aである．

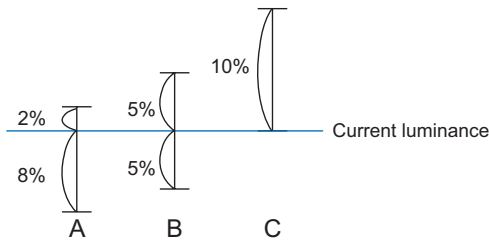


図 2: 3種類の近傍

目的関数：各照明自身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．

$$f = P + w \sum_{i=1}^n g_i \quad (1)$$

## 3 動作実験

### 3.1 実験概要

提案アルゴリズムの有効性を検討するため，以下に示す2つの実験環境において，ANA/CCとの比較を行う．

実験1 (照度センサの移動)：探索回数500ステップ目で照度センサAを図3のように移動させる．

実験2 (複雑なセンサ配置)：図4のように照度センサAを相関の取りにくい場所に配置する．

なお，図中の円は放射角50における赤外線通信範囲である．

### 3.2 実験結果

実験1の各手法における照度履歴を図5, 6に，実験2の各手法における照度履歴を図7, 8に示す．グ

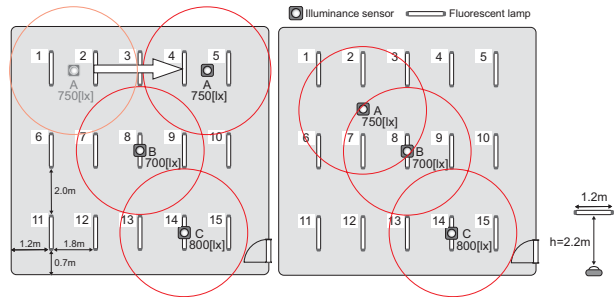


図 3: 環境の変化 図 4: 複雑なセンサ配置

ラフの縦軸は照度，横軸は探索回数である．なお，実験環境において探索回数100ステップは約3分に相当する．

実験1：図5, 6より，センサAの移動後，Aの照度が目標照度の9割程度まで回復するのに，提案アルゴリズムはANA/CCよりも4分の1の探索回数で目標照度へ収束していることが確認できる．また提案アルゴリズムでは，センサAの移動がその他のセンサの照度に影響を及ぼしていない．

実験2：図7, 8より，ANA/CCが適切に相関を算出できず照度が大きく乱れているのに対し，提案アルゴリズムでは目標照度へ収束していることが確認できる．

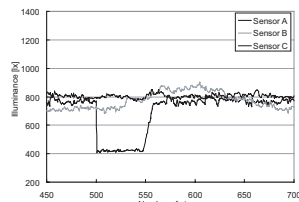


図 5: ANA/CC の照度履歴 (実験 1)

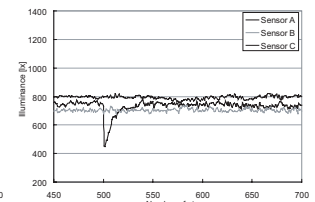


図 6: 提案アルゴリズムの照度履歴 (実験 1)

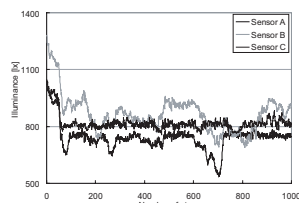


図 7: ANA/CC の照度履歴 (実験 2)

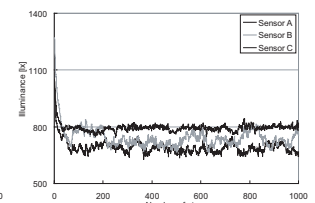


図 8: 提案アルゴリズムの照度履歴 (実験 2)

## 4 まとめ

赤外線通信による照度情報と相関情報を同時に用いることで，ANA/CCの課題であったセンサ移動時の収束速度の向上および相関係数を算出しにくく環境での収束性能の向上をはかることが出来た．

### 参考文献

- [1] 米澤基．知的照明システムのための自律分散最適化アルゴリズム 2005.