

赤外線通信を用いた知的照明システムの提案

長野正嗣

1 はじめに

近年、オフィスにおいて、オフィスワーカーの快適性および知的生産性の向上に注目が集まっており、照明環境の改善が知的生産性の向上に繋がると報告されている。¹⁾ 著者らは各照明をユーザの好みに合わせて照明の制御を行う知的照明システムを提案した。

知的照明システムにおいて必要な明るさ(照度)を提供する1つの手法として、回帰係数を用いた適応的近傍アルゴリズム(Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient: ANA/RC)を提案し、その有効性を示した。²⁾ しかし、本アルゴリズムは、照明の光度変化量と照度センサの照度変化量の関係からユーザの位置を推定しているため、照明を消灯させた場合、位置関係を推定することが出来ない。そこで本稿では、赤外線光を用いて照度センサの位置関係を推定する手法を提案する。

2 知的照明システム

知的照明システムは、ユーザに任意の明るさを提供し、省エネルギーを実現するシステムである。知的照明システムの構成要素として、照明、制御装置、照度センサおよび電力計があり、これらを1つのネットワークに接続している。ユーザは照度センサを机上面に設置し、照度センサに目標照度を設定することで、各照明は明るさをランダムに変化させ、それを繰り返すことで最適な点灯パターンを実現する。知的照明システムは山登り法を照明制御に適応したアルゴリズム(Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient: ANA/RC)²⁾を用いる。山登り法は、現在の解を基に次ステップの解を生成し、解が良好な方向へ向かえば解を受理するという遷移を繰り返していくことで最適解を導くアルゴリズムである。設計変数を照明の明るさである光度とし、現在照度と目標照度との差および使用電力量からなる目的関数を最小化するように制御を行う。また、知的照明システムでは、照明と照度センサの位置情報を入力する必要はなく、目標照度へ推移する過程の中で、照明は光度の変化量とセンサの照度の変化量から、センサに対する影響を把握し、その情報を制御に組み込むことで素早くユーザの要求する照度を実現する。

この制御アルゴリズムを用いた知的照明システムでは、動的な環境の変化や、ユーザの移動に対応するために、照明の消灯を行ってこなかった。しかし、付近のセンサとの照度差を大きくつけない場合や省電力性を考慮した場合、照明を消灯出来ることが望ましい。しかし、消灯した照明下の照度センサは、位置推定を行うことができない。また、位置推定に2分程度の時間がかかるため、暗い場

所の照度を瞬時に上げたい場合に対応することができない。これらの問題に対応するために、赤外線を用いて照明と照度センサの位置関係を把握する手法を検討する。

3 赤外線を用いた知的照明システム

3.1 赤外線通信

赤外線とは、可視光より波長が長く電波より波長の短い電磁波であり、波長はおよそ $0.7 \mu\text{m}$ から 1mm に分布する。提案手法に用いる赤外線通信では、この範囲の中でも、可視光に近い近赤外線 ($0.7 \mu\text{m}$ から $2.5 \mu\text{m}$ の波長)を用いる。可視光線外の光であるため、ヒトの目には見えないが、ヒトの赤色の可視光に近い波長であり、可視光に似た性質を持つため、光環境に影響を与えることなく、照明と照度センサの位置情報を把握するのに適している。

3.2 システム概要

2節で述べた知的照明システムの構成に加え、提案システムでは新たに、照明に赤外線送信機、照度センサに赤外線受信機を設置し、赤外線通信により、照度センサにセンサIDを送信する。システムの構成図を Fig. 1 に示す。

また、赤外線通信は、基本的に初期位置推定や、センサが移動した際のみを用いるため、赤外線通信による消費電力によって、知的照明システム全体の消費電力量が極端に増加することは無い。

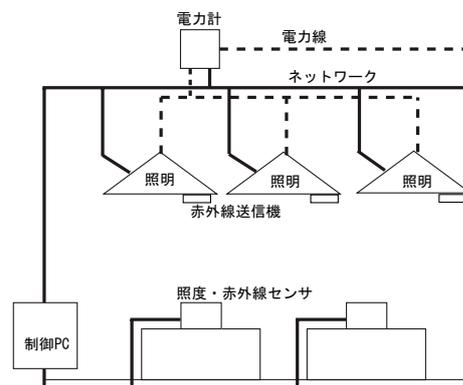


Fig.1 システム構成図

3.3 赤外線通信方式

赤外線通信には、パルス位置変調 (PWM: Pulse Position Modulation) を用いる。パルス位置変調は、1シンボルを L 個のタイムスロットに分割し、その中の一箇所にパルスを配置する。つまり、1シンボル長の中でどのスロットにパルスが存在するかにより情報を伝送する方式である。 L -PPM では1シンボルで $\log_2 L$ ビットを送

信することができる。雑音の影響を受けにくく、振幅方向の雑音が出来にくくという特徴がある。4PPMの送信波形を Fig. 2 に示す。本システムでは、照明番号を ID として持たせ、センサに近い照明を把握する。

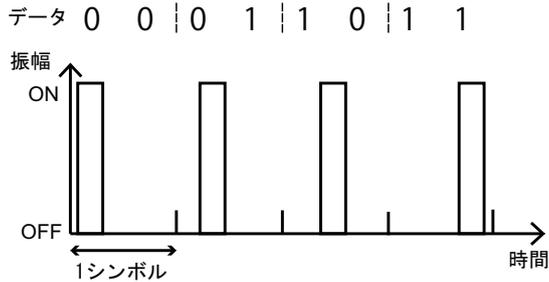


Fig.2 4PPMの送信波形

3.4 赤外線通信を用いた照明制御アルゴリズム

赤外線通信を用いた照明制御アルゴリズムは、ANA/RC をベースとして、赤外線通信による位置情報を回帰分析の先験情報として用いたものである。本アルゴリズムを、赤外線通信と回帰係数を用いた適応的近傍アルゴリズム (ANA/RC and Infrared Communication:ANA/RC/IC) と呼称する。アルゴリズムの流れを以下に示す。

1. 初期光度などの初期パラメータを設定する。
2. 各照明を各光度で点灯させる。
3. 各照度センサの現在照度、目標照度、および使用電力量を取得する。
4. 取得したセンサ情報、および使用電力を用いて目的関数値を計算する。
5. センサが移動した場合、そのセンサの回帰係数をリセットし、赤外線通信により ID を取得する。
6. 回帰係数に基づき適切な近傍を決定する。
7. (6) で決定した近傍内に次光度をランダムに生成し、照明をその光度で点灯させる。
8. 各照度センサのセンサ情報、および使用電力量を取得する。
9. 取得したセンサ情報と次光度から回帰係数を計算する。
10. 取得したセンサ情報、および使用電力量から次光度点灯した状態での目的関数値を計算する。
11. 目的関数値が良好になっている場合、その光度を確定し (2) へ戻る。
12. (9) で目的関数値が悪化した場合、変化させた光度を戻し、(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。

3.5 赤外線情報の位置推定に用いる先験情報への変換

赤外線通信によって得られた ID を回帰係数へ変換し、先験情報として、回帰分析に用いる。ID を取得した照明

は一定の回帰係数を分析結果として与えるため、目標照度への素早い収束が期待できる。ID を取得した際与える回帰係数は実験的に求めるものとする。

また、光は、Fig. 3 のように照射距離によって、振幅が増減する。この性質を利用し、取得した赤外線光の振幅によって、ID を得た照明の間においても、位置関係を判断可能であることが期待される。しかし、太陽光等に含まれる赤外線光により、この振幅が正しく測定されない場合が考えられるため、実験により、振幅によって位置関係を把握することができるかどうか判断する必要がある。赤外線光の振幅によって、位置関係を判断できた場合も、実験によって、振幅の幅と回帰係数の関係を求め、先験情報として与える回帰係数を決定する。

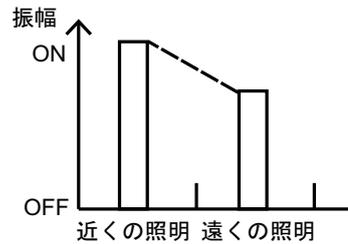


Fig.3 振幅の変動

4 問題点と今後の展望

赤外線 LED は指向性が強く、1つの LED における照射範囲は非常に狭いものとなる。このため、赤外線 LED を多量に設置する必要がある。想定される赤外線送信機を Fig. 4 に示す。



Fig.4 赤外線送信機

今後、赤外線を送信機と受信機を作成し、どの程度の範囲で赤外線通信が可能かを判断し、詳細なアルゴリズムを決定する必要がある。

参考文献

- 1) 三木光範. 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム. 人工知能学会, Vol.22, No.3, pp.399-410, 2007
- 2) 小野景子, 三木光範, 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, 電気学会論文誌 Vol.130, No.5, pp.750-757, 2010