

知的照明システムの大規模化におけるデジタル照度センサの試作と、照度取得時間の検証

平野 裕也
Yuya HIRANO

1 はじめに

我々は、オフィス環境においてワーカの知的生産性の向上と省エネルギー化を目的とした知的照明システムの研究を行なっている。知的照明システムは任意の場所に任意の照度を実現するシステムであり、制御装置、照明器具、照度センサおよび電力センサから構成される。知的照明システムは複数のオフィスビルに導入し、実用化に向けた実証実験を行なっている¹⁾。

今後、知的照明システムを大規模なオフィス環境への導入が検討されており、それに伴う照度センサ台数の増加により照度を取得するまでに要する時間が従来と比べ増加することが予想される。照度取得の時間が増加することで、任意の照度を実現するまでの時間が増加する。そこで、デジタル照度センサを試作し、照度取得時間の検証を行う必要がある。

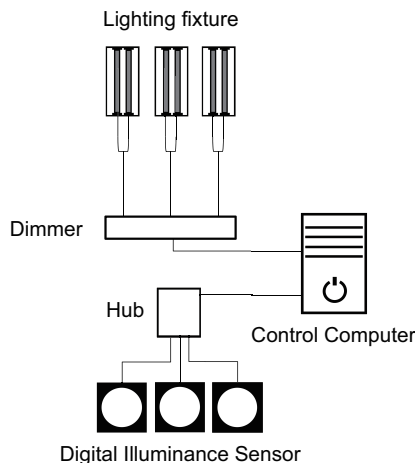


Fig.1 知的照明システムのシステム構成図

2 知的照明システム

2.1 概要

知的照明システムは、複数の調光可能な照明器具、および照度センサから構成されている。知的照明システムに用いられているアルゴリズムは、Simulated Annealing (SA) をベースとして照明制御用に回帰係数に基づく近傍設計を組み込んだ Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient (ANA/RC) という進化的アルゴリズムである²⁾。システム稼働中は、照度センサおよび電力計の情報をフィードバックしており、そのたびに最適化制御を行なっている。Fig.1 に知的照明システムのシステム構成図を示す。

2.2 知的照明システムの制御

ANA/RC における処理の流れを以下に示す。

1. 初期化パラメータ (初期光度, 目標照度, 回帰係数の初期値など) を設定する
2. 各照明器具を初期光度で点灯させる
3. 各照度センサから照度情報を取得する
4. 現在光度における目的関数値を計算する
5. 回帰係数に基づき適切な次光度生成範囲 (近傍) を決定する
6. (5) の近傍内に次光度をランダムに生成し, 次光度で照明を点灯させる
7. 各照度センサから照度情報を取得する
8. (6) で点灯させた光度における目的関数値を計算する

9. 照明器具の光度変化量, および照度センサの照度変化量を基に回帰分析を行う
10. (8) の目的関数値が (5) の目的関数値よりも増加した場合, その光度を棄却し, 以前の光度に戻す
11. (3) に戻る

以上の (4) から (10) を探索の 1 ステップ (約 2 秒) とし, この処理を繰り返すことによって可能な限り少ない消費電力量で目標照度を実現できる。この 1 ステップの間に, 照度情報の取得は 2 回行われる。1 度の照度情報の取得に要する時間が増加すると, 比例して目的の照度へ照明を制御するために要する時間も増大する。

そこで, デジタル照度センサを試作し, 基礎実験として単一のデジタル照度センサを用いた際の照度取得時間の検証実験を行った。

3 デジタル照度センサ

3.1 デジタル照度センサの概要

照度センサに関して, 従来の知的照明システムでは, 制御装置がシリアル通信より照度センサから取得したアナログ情報を, 制御装置に取り付けた A/D 変換器を用いて照度情報の取得を行っていた。しかし, 大規模な知的照明システムにおいて, 照度センサと制御装置を, シリアル通信で接続することで配線が複雑化し, また拡張性に優れないという問題があった。そのため, 現在ではそれらの問題を解消するために, イーサネット接続可能な照度センサ自身にアナログ-デジタル変換回路 (以下 ADC)

を内蔵した照度センサ（以下、デジタル照度センサ）が用いられている。今回試作したデジタル照度センサの基板には AVR マイコン、入出力ポート、および ADC を備えた基盤である Arduino Uno を用いた。

3.2 Arduino Uno

Arduino Uno は ATmega328 に基づいたマイコンボードである。Table1 に Arduino Uno の性能を示す。

Table1 Arduino Uno の性能

マイクロコントローラ	ATmega328
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
クロック速度	16MHz
ADC	10bit
Ethernet	10BASE-T

3.3 アナログ-デジタル変換回路 (ADC)

Arduino Uno には、ADC が内蔵されている。ADC とは、アナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する電子回路である。内蔵されている ADC を使用し照度を直接マイコン側にデジタル情報として取り込むことによって、イーサネットケーブルを接続するだけで照度を取得できるようになり、配線の問題を解消することができる。Arduino Uno に内蔵されている ADC の分解能は 10 ビットなので、入力電圧を 1024 の分解能で値を取得することができる。

3.4 NaPiCa 照度センサ

デジタル照度センサを作成するにあたって、照度センサに Panasonic 電工製 NaPiCa 照度センサを使用した。NaPiCa 照度センサは安価であり、照度に比例した高い出力電流を得ることができる。また、人間の視感度に近い感度特性を有している。実際に作成した照度センサ部を Fig.2 に示す。

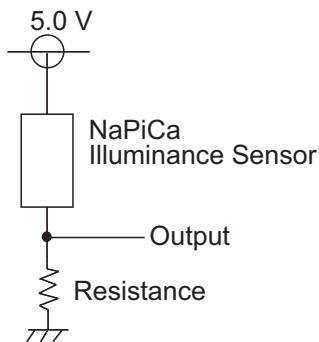


Fig.2 出力値取得回路

4 照度取得時間計測実験

今回作成したデジタル照度センサを用いて照度取得時間の計測実験を行った。Fig.3 に実験に用いた機器の構

成図を示す。本実験では、予備実験として制御コンピュータと今回試作したデジタル照度センサ 1 台をイーサネットケーブルで繋ぎ、制御コンピュータからデジタル照度センサへ命令を送った後に照度データを受け取るまでの時間を計測した。命令を送る間隔は 1 秒とした。この動作を 10000 回繰り返した平均値を Fig.4 に示す。

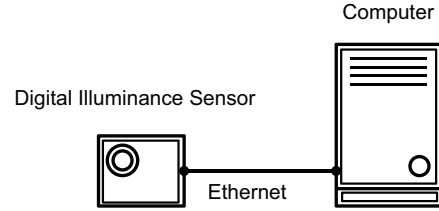


Fig.3 計測実験の構成図

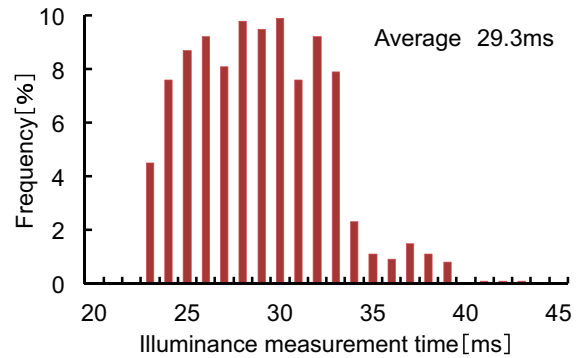


Fig.4 計測実験の結果

Fig.4 より、1 台の照度データを取得するのに要する時間の平均は 29.3ms であり、最大でも 43ms という結果を得ることができた。この秒数は、目標照度を満たすまでの時間に大きな影響を与えることがないと考えられる。

5 今後の展望

今回は、基礎実験として単一のデジタル照度センサを用いた照度取得時間の計測を行った。結果、試作したデジタル照度センサの動作はまったく問題なく、目標照度を満たすまでの時間に大きな影響を与えることがなかった。今後は、今回作成したデジタル照度センサを複製し、大規模環境を想定した照度取得時間の計測を行う。

参考文献

- 1) 小野景子, 三木光範, 吉見真聡, 西本龍生, 近江哲也, 足立宏, 秋田雅俊, 笠原佳浩. Led 照明を用いた知的照明システムの実オフィスへの導入. 電気学会論文誌, Vol. 131, No. 5, pp. 321-327, 2011.
- 2) 小野景子, 三木光範, 吉見真聡, 西本龍生, 近江哲也, 足立宏, 秋田雅俊, 笠原佳浩. 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.