

知的照明システムにおけるデジタル照度センサの試作

A Prototype of Digital Illuminance Sensor for the Intelligent Lighting System

三木 光範* Mitsunori Miki 吉見 真聡* Masato Yoshimi 吉田 健太* Kenta Yoshida 笠原 佳浩† Yoshihiro Kasahara 下村 浩史† Hiroshi Shimomura

1. はじめに

我々は、オフィス環境を対象とした照明制御システムである知的照明システムの研究を行っている。現在行っている実証実験 [1] において、オフィスの大規模化に伴う知的照明システムの配線の複雑化が課題となっている。

そこで本研究では、従来の配線の問題を解決するため、デジタル照度センサを試作し、その有効性を示す。

2. 知的照明システム

知的照明システムとは、制御装置、照明器具、照度センサ、および電力計を1つのネットワークに接続し、各照明の明るさを制御するシステムである。知的照明システムは制御に自律分散型のアルゴリズムを用いている。そのため、各照明に制御装置を導入することで分散制御型システムによる照明制御が可能である。また、1台の制御装置ですべての照明を制御する集中制御型システムでも照明制御が可能である。

実証実験では、各照明ごとに制御装置を導入することが容易ではないため、集中制御型システムのシステムを導入している。そのため、実証実験では、1台の制御装置にすべての照度センサのデータを集約する必要がある。また、現在の知的照明システムではアナログ通信を用いて照度データの取得を行っている。本稿ではアナログ通信を用いて照度データを取得するセンサをアナログ照度センサと呼ぶ。アナログ照度センサは、A/Dコンバータを用い、各照度センサに割り当てた固有のIDに従い配線する必要があるためシステムの大規模化に伴い配線が複雑になる。実証実験に導入した際の照度センサとA/D変換器の配線状況を図1に示す。

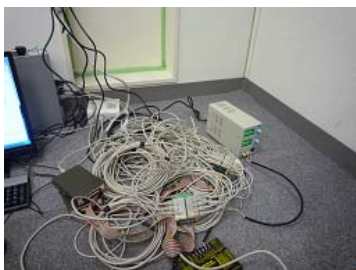


図1 配線状況 (床下に配置)

本研究ではA/Dコンバータ周辺の配線の複雑化を解決する方法として、照度センサにA/Dコンバータを内蔵し、Ethernet接続可能な照度センサを試作する。この試作した照度センサをデジタル照度センサと呼ぶ。

3. デジタル照度センサ

デジタル照度センサと制御用PCはEthernetにより通信を行うため、スイッチングハブを用いることで容易に照度センサ数の増減に対応できる。アナログ照度センサとデジタル照度センサの違いを図2に示す。

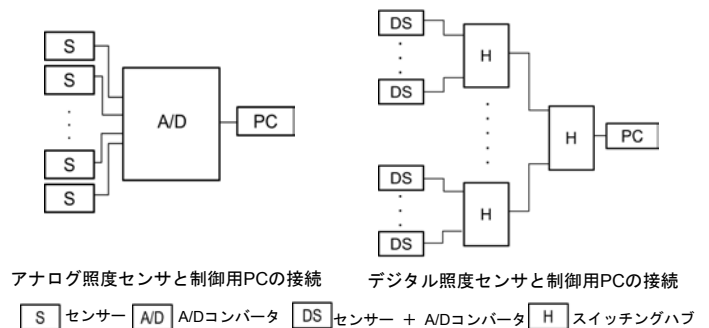


図2 接続方式の比較

図2に示すように、アナログ照度センサでは各照度センサからの配線がA/Dコンバータに集中する。また、各照度センサ固有のIDにしたがって配線するため配線が複雑化する。一方、デジタル照度センサではスイッチングハブを用いることで、配線を集中させる必要がなくなり、配線の複雑さが解決される。

本研究では、SNMPマネージャを使用することで各デジタル照度センサのデータを取得する。アイピースクエア社のSNMPマネージャを用いることで、情報管理データベースであるMIBを意識することなくセンサーステーションの情報を取得することができる。センサーステーションの情報は1秒間隔で更新される。

デジタル照度センサの接続台数と通信時間の関係を図3に示す。デジタル照度センサの照度データを取得する方法として、1つの照度取得プロセスで複数のデジタル照度センサの照度データを取得する方法を提案する。本研究では、この提案を同期型照度取得方式とする。これは、全てのデジタル照度センサの照度データを取得するまで処理を停止する同期処理を行っているからである。図3に示すように、同期型照度取得方式ではデジタル照度センサの台数が増えるほど照度取得に多くの時間を必要とする。

そこで、通信時間の短縮のため、1つのデジタル照度センサにつき1つのプロセスを生成し、照度データを取得する方法を提案する。本研究ではこの提案を非同期型データ取得方式とする。図3より非同期型データ取得方式を用いて複数のデジタル照度センサから照度情報を取得するのに必要な時間は平均0.178秒、分散は0.0006である。現在の知的照明システムでは照度データを同期し

* 同志社大学理工学部

† 同志社大学大学院

て取得しているが、非同期型データ取得方法は同期性が確保できない。これは、非同期型データ取得方法を用いて照度データを取得する際に、それぞれのプロセスが同期することなくデジタル照度センサの照度データを取得するからである。以上のことから、各照度データを非同期で取得した際に照度が収束するか検証する必要がある。

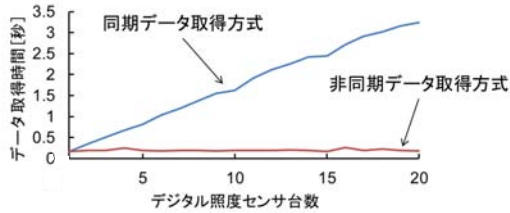


図3 デジタル照度センサのデータ取得時間

4. デジタル照度センサを用いた照度収束

表1にそれぞれのセンサと通信方法の特徴を記す。

表1 センサの特徴

照度取得方法	通信時間	同期性
アナログ照度センサ	短い	同期
同期型データ取得方法	長い	同期
非同期型データ取得方法	短い	非同期

表1より、照度センサのデータ取得方法の違いによる知的照明システムの影響を検証するために、それぞれの方法を用いて照度収束実験を行う。

本実験では、照明器具15台、アナログ照度センサまたはデジタル照度センサ3台を用いた照度収束実験を行う。アルゴリズムには回帰分析を用いた適応的近傍アルゴリズムを用いる[2]。本実験の実験環境を図4に示す。

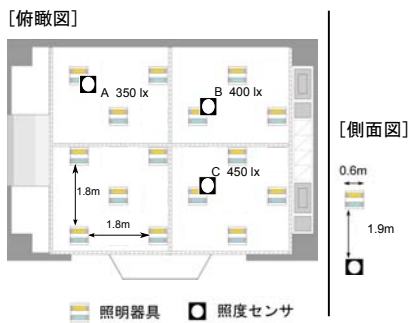


図4 実験環境

図4に示すように、センサA, B, およびCの目標照度をそれぞれ350 lx, 400 lx, および450 lxとした。実験結果を図5, 図6, および図7に示す。

図5, 図6, および図7より各照度センサと実現照度の差は50 lx以内である。オフィス環境において、人間が認知できる照度差は50 lx程度であること[3]から、各照度センサに関して目標照度が満たされていると考えられる。さらに、いずれの照度取得方法でも収束することが確認できる。しかし、照度収束に要する時間は大きく異なる。これは、照度取得に必要な時間が異なるためである。ア

ナログ照度センサ, 同期型データ取得方法, および非同期型データ取得方法の収束時間はそれぞれ, 130秒, 250秒, 220秒である。ここで, 同期型データ取得方法と, 非同期型データ取得方法に大きな違いはない。これはデジタル照度センサの台数が3台と少ないためであり, デジタル照度センサの台数が増えるにつれ, 同期型データ取得方法は収束までの時間が長くなる。しかし, 非同期型データ取得方法の収束までの時間は一定である。

本研究で試作したデジタル照度センサはセンサステーションの情報が更新されるまで新しい照度データを送信することができないため, 照度収束に要する時間が長くなる。一方, アナログ照度センサは常に新しい照度データを送信することが可能であり, デジタル照度センサより照度収束に要する時間が短くなる。

デジタル照度センサを用いても収束したことから, 非同期型データ取得方法を用いても照度収束が可能であることが確認できる。今後は非同期型データ取得方法を用いた照度収束において収束時間を短くする必要がある。

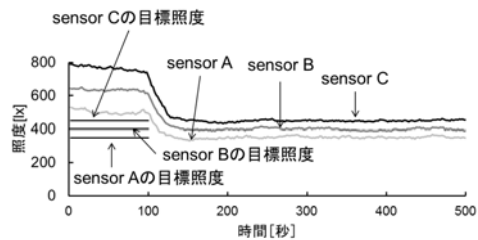


図5 アナログ照度センサを用いた照度収束

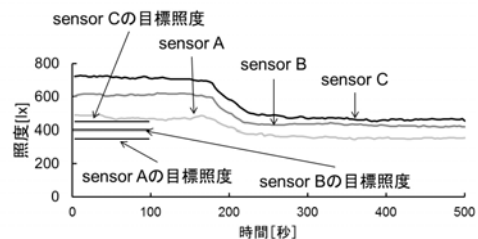


図6 同期型データ取得方式を用いた照度収束実験

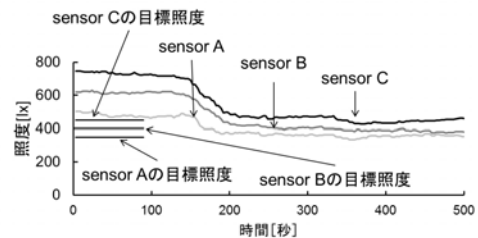


図7 非同期型データ取得方式を用いた照度収束実験

参考文献

- [1] M.Miki et al. Construction of intelligent lightning system providing desired illuminance distributions in actual office environment. *J.Inst. Electron. Inform. Communi. Engrn. Jpn.*, Vol. J94-D, pp. 637-645, 2011.
- [2] 後藤和宏, 三木光範, 廣安知之. 知的照明システムのための回帰係数を用いた自律分散最適化アルゴリズム. 照明学会全国大会講演論文集, Vol. 40, pp. 123-124, 2007.
- [3] T.shikakura et al. Research on the perception of lightning fluctuation in a luminous offices environment. *J. Illum. Engrng. Jpn.*, Vol. 85 5, pp. 346-351, 2001.