

デジタル照度センサを用いた知的照明システムの 照度取得時間の検証

久保田 貴大

Takahiro KUBOTA

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を目的とした知的照明システムの研究を行っている¹⁾。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され、実用化に向けた実証実験を行っている²⁾。

このような実証実験を通して、知的照明システムの有用性が確認され、今後知的照明システムの大規模化が期待されている。知的照明システムの大規模化において、デジタル照度センサ台数の増加に伴い照度取得に要する時間（照度取得時間）が増加すると考えられる。照度取得時間の増加は知的照明システムが目的の明るさを実現するまでの時間に影響を与える。そこで、本研究ではデジタル照度センサ台数の増加に伴う、照度取得時間の検証を行う。

2 知的照明システム

2.1 知的照明システムの概要

知的照明システムは、制御装置が照度センサからの照度情報および電力センサからの消費電力情報に基づいて、自律分散型のアルゴリズムに従い照明を個別に制御するシステムである。照明の制御は、各照度センサごとにユーザが設定した目標照度を実現するように行われるため、照度センサを設置した場所にユーザが要求する照度を提供することが可能である。

2.2 知的照明システムの大規模化

知的照明システムは福岡や東京都内数カ所のオフィスで実証実験を行っており、その有用性を検証している。この実証実験において個別照度環境の実現や省エネルギー性が確認され、今後知的照明システムの大規模化が期待されている。知的照明システムの大規模化において、制御アルゴリズム、照明および照度センサについて大規模環境へ導入した際の検証が必要である。そこで、本稿では照度センサの台数増加に伴う照度取得時間について検証を行う。知的照明システムは現在照度に基づいて目標照度を満たすように照明を制御している。そのため、照度取得時間の増加は目標照度を実現するまでの時間に

影響を与える。

2.3 知的照明システムで用いる照度センサ

実証実験で用いた照度センサはアナログ信号を出力し、照度を取得するために A/D 変換器を用いてデジタル信号に変換している。また、すべての照度センサからの配線を集線装置に集約し A/D 変換器に接続している。このような照度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を用いた場合、照度取得時間は短いが集線装置周辺の配線が密集し、複雑になる。また、集線装置の接続台数が決まっているため、台数の増減させるのは容易ではない。Fig.1 に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示す。

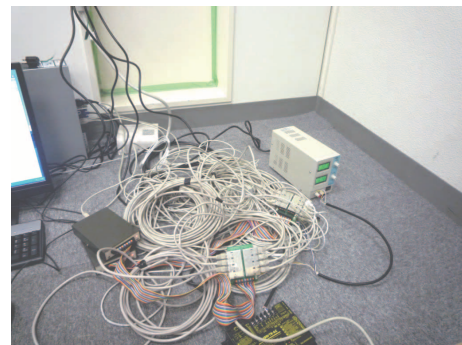


Fig. 1 配線状況

Fig.1 に示した通り、集線装置周辺の配線が複雑になっていることが分かる。大規模な知的照明システムを実現するためには配線の複雑化は問題となる。

そこで、照度センサに A/D 変換器を内蔵し、Ethernet 接続可能な照度センサを用いる。このような照度センサをデジタル照度センサと呼ぶ。デジタル照度センサを用いることによって、配線の複雑化が解消できる。また、照度センサの台数の増減に対して拡張が容易である。そこで、デジタル照度センサ台数の増加に伴う照度取得時間を検証する。

3 大規模化における照度取得時間の検証

3.1 実験概要

大規模化においてデジタル照度センサの台数が増加した際の照度取得時間を検証するためには、その台数分のデジタル照度センサを用意する必要がある。しかし、大

量のデジタル照度センサを作成するには高いコストを要するため実現は困難である。そこで、数台のデジタル照度センサを試作し、照度取得時間の計測を行う。そして、それらの平均時間を基にデジタル照度センサ台数の増加に伴う照度取得時間をシミュレーションすることを考える。

3.2 デジタル照度センサ 1 台の照度取得時間の計測

デジタル照度センサ台数が増加した際のシミュレーションを行うためには、デジタル照度センサの照度取得時間を計測する必要がある。デジタル照度センサが照度を取得するまでの時間を計測するために、実験機器として照度取得用 PC1 台、デジタル照度センサ 4 台、スイッチングハブ 1 台およびイーサネットケーブル 2 本を用いた。Fig.2 に照度取得の流れを示す。

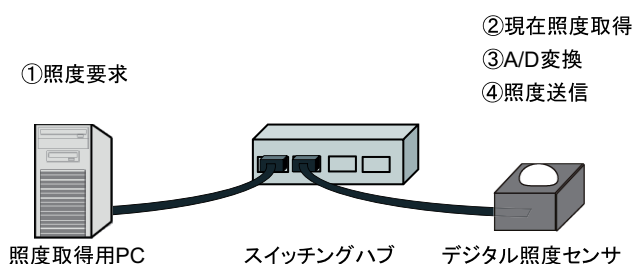


Fig. 2 照度取得の流れ

デジタル照度センサは Ethernet により通信を行い、照度取得用 PC からの要求を受信すると、現在の照度値を取得し A/D 変換の後、照度取得用 PC にデジタル信号として送信する。通信方式には TCP/IP を用いた。照度取得時間は、照度取得用 PC が照度要求を行ってから照度を取得するまでの合計時間である。

Fig.2 に示す構成で、1 秒間隔で 1000 回データを要求した際の照度取得時間の計測を行った。また、デジタル照度センサごとの個体差を検証するために、デジタル照度センサを 4 台試作し照度取得時間を計測した。Fig.3 に照度取得時間の平均を示す。

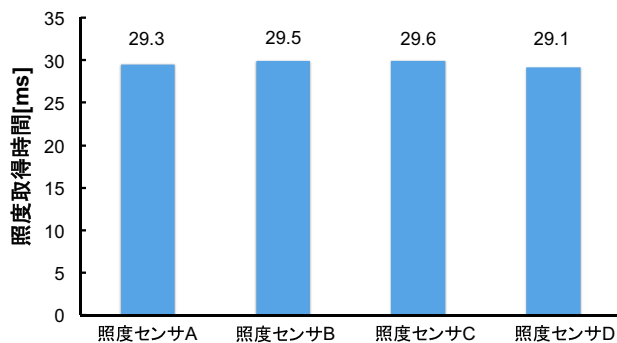


Fig. 3 照度取得時間の平均

Fig.3 に示す通り、デジタル照度センサによって照度取得時間の個体差が少ないことが分かった。4 台の照度

取得時間の平均は 29.375ms であった。したがって、4 台の照度取得時間の平均時間を用いて、デジタル照度センサの照度取得時間をシミュレートし、大規模化における照度取得時間を検証する。

3.3 シミュレーションによる照度取得時間の検証

デジタル照度センサの台数が増加した際の照度取得時間を検証するためにシミュレーションによる照度取得実験を行う。シミュレーションには 3.2 節で計測した照度取得時間の平均時間を付加したシミュレーションプロセスを用いた。シミュレーションプロセスとはデジタル照度センサの動作を模擬したプロセスである。

実験には照度取得用 PC1 台、シミュレーション用 PC1 台、スイッチングハブ 1 台、およびイーサネットケーブル 2 本を用いた。これらの機器を用いて 1000 回照度を要求した場合のシミュレーションによる照度取得時間を計測した。デジタル照度センサの台数と照度取得時間の関係を Fig.4 に示す。

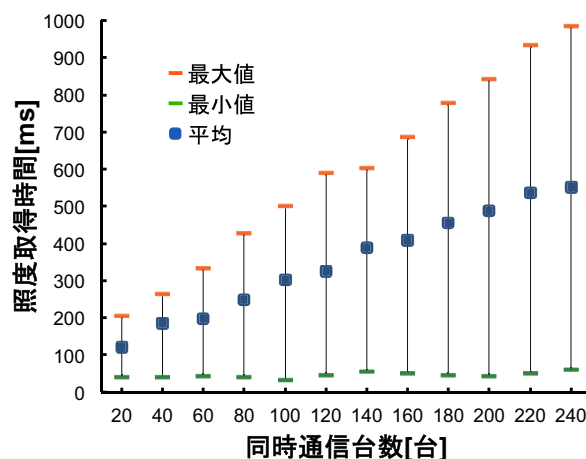


Fig. 4 シミュレーションによる照度取得時間

Fig.4 に示す通り、デジタル照度センサの照度取得時間計測実験において、デジタル照度センサ台数の増加に伴って、照度取得時間の平均および最大値が大きくなること分かる。これは照度取得用 PC 上のプログラムがシミュレーション PC 上で生成した多数のプロセスと同時に通信を行っているために、負荷が増大したことが原因であると考えられる。また、照度取得時間の平均は 240 台のデジタル照度センサと通信を行う場合 552ms となる。これより、照度センサを 500 台用いる環境において知的照明システムが目的の照度を満たすまでの時間は現在と比較して 2 倍程度になると考えられる。

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. 人工知能学会誌 Vol.22, No.3, pp.399-410, 2007.
- 2) 三木光範, 加史也, 廣安知之, 吉見真聡, 田中慎吾, 谷澤淳, 西本龍生. 実オフィス環境における任意の場所にユーザが要求する照度を提供する知的照明システムの構築. 電子情報通信学会論文誌 Vol.J94-D, pp.637-645, 2011.