

クラウド型知的照明システムにおける制御コンピュータの 負荷削減手法の提案

Proposal of load reduction method of the control computer in the cloud-based Intelligent Lighting System

提中 慎哉^{*1} 三木 光範^{*2} 上南 遼平^{*1} 中原 蒼太^{*1} 間 博人^{*2}
Shinya Dainaka Mitsunori Miki Ryohei Jonan Sota Nakahara Hiroto Aida

^{*1}同志社大学大学院 理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

^{*2}同志社大学 理工学部

Department of Science and Engineering, Doshisha University

We are conducting research on intelligent lighting system to realize the illuminance required by the office's. When one of the control PC to control a large number of the area using the current control algorithm, a large load is applied to the control PC. So, the area that meets the requirements for illumination technique as office who stop the process at the time of waiting for the program to propose a method to cut off the communication. And reducing the load of the control computer by using the proposed method and enables control more areas at certain computing resources.

1. はじめに

近年、オフィスにおいて、執務者の知的生産性、創造性、および快適性の向上に注目が集まっている。オフィス環境が知的生産性に及ぼす影響に関する研究は既に多く行われており、オフィス環境を改善することにより、知的生産性が向上することが明らかになっている。このような背景から、我々の研究室では、知的照明システムの研究を行っている。オフィスにおいて知的照明システムを用いることで、執務者がそれぞれに合った光環境のもとで執務をすることができ、快適性向上やストレス削減といった効果が期待される [1, 2]。知的照明システムは既にその有効性が認められ、今後、オフィスビル 1 棟、もしくはオフィスの 1 フロア全体に導入を検討している。

現在の実証実験で用いられている制御方法は 1 エリアに 1 台の制御コンピュータが必要なため、エリア数の増加に伴って、制御コンピュータの台数が増加する。そのため、初期コストおよび保守・管理におけるコストが増加することが課題であった。この課題の解決手法として、1 台のコンピュータで複数エリアを制御するクラウド型知的照明システムを検討している。しかし、現在の知的照明システムの制御アルゴリズムを用いて、複数エリアを制御した際の負荷の検証は行われていない。そこで、本研究ではクラウド型知的照明システムにおける制御エリア数の増加が制御コンピュータに与える影響を検証する。そして、その検証結果をもとに、大規模環境におけるクラウド型知的照明システムの制御コンピュータの負荷削減手法の提案を行う。

2. クラウド型知的照明システム

2.1 クラウド型知的照明システムの概要

クラウド型知的照明システムとは、1 台の制御コンピュータで複数エリアを制御するシステムである。クラウド型知的照明システムの機器構成を Fig.1 に示す。

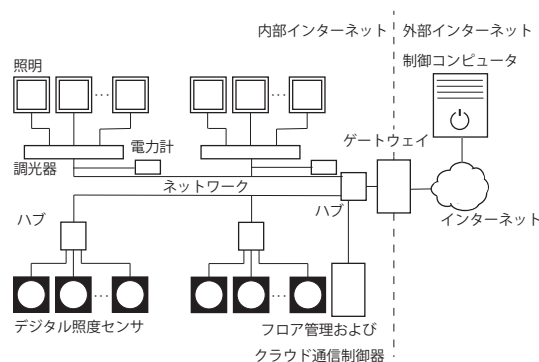


図 1: クラウド型知的照明システムの構成図

Fig.1 のフロア管理およびクラウド通信制御器 (以下、フロア管理通信機) は、制御コンピュータの要求に応じて、照度センサから照度値の取得や照明の調光制御を行う機器である。また、Fig.1 の制御コンピュータは、フロア管理通信機から各エリアに設置した照度センサの照度を取得し、執務者が設定した目標照度を満たすよう各照明の光度を決定する処理を行う。制御コンピュータがフロア管理通信機から照度を受け取る、次光度をフロア管理通信機に送信するまでの時間を 60 s 間隔とする。

2.2 クラウド型知的照明システムの検討事項

現在のクラウド型知的照明システムでは、各エリアごとに次光度決定プロセスを立ち上げている。そのため制御対象のエリア数が増加するとプロセス数も増加し、制御コンピュータの負荷が大きくなることが考えられる。そこで、エリア数の増加が制御コンピュータに与える影響の検証を行う。

連絡先: 提中 慎哉, 同志社大学大学院 理工学研究科 情報工学専攻, 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3, 0774-65-6924, sdainaka@mikilab.doshisha.ac.jp

3. エリア数の増加に対する制御コンピュータの負荷検証

3.1 検証環境

クラウド型知的照明システムにおいて、エリア数の増加に伴う制御コンピュータの負荷の検証を行う。検証に用いる環境は、実証実験を行った新丸の内ビルディング・エコツェリアの環境を1エリアとして想定した。Fig.2 にエコツェリアの照明と照度センサの配置図を示す。

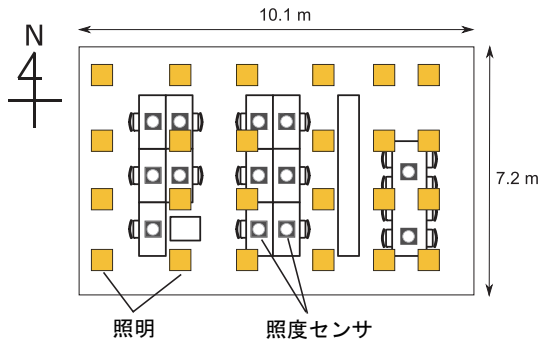


図 2: エコツェリアの照明と照度センサの配置図

我々は Fig.2 に示すエリアが1フロアに40エリア（照明960台、照度センサ520台）存在し、そのフロアが複数あるオフィスビルへの導入を想定した。フロア数を増加させ、CPUの最大使用率が100%になり、安定制御できなくなるまで検証を行う。また、本検証で用いた制御PCとフロア管理通信機の詳細をTable.1に示す。

表 1: 制御コンピュータの詳細

	制御コンピュータ	フロア管理通信機
CPU	Intel Core 2 Duo (2.80 Ghz)	ARM1176JZF-S (770 Mhz)
メモリ	2GB	512MB

3.2 制御コンピュータの負荷検証および考察

制御するエリア数の増加に対する制御コンピュータにかかる負荷の検証を行った。本検証では、実際のオフィスの1日を想定し、12時間の制御を行った。検証結果をFig.3に示す。

表 2: 制御コンピュータの負荷

	CPU 最大使用率	メモリ最大使用率	スワップ最大使用率
1フロア	85.9 %	66.8 %	0 %
2フロア	100 %	92.1 %	29.1 %

表2では、それぞれのフロア数におけるCPUの最大使用率、メモリの最大使用率、スワップ領域の最大使用率が示されている。表2により、フロア数の増加に伴って、CPUの最大使用率、メモリの最大使用率、スワップ領域の最大使用率が上昇することがわかる。2フロアを同時制御すると最大メモリ使用率が限界に達して、スワップ領域が使用された。そして、スワップ処理にCPUのリソースが使用され、CPU使用率が限界に達した（スラッシング）。CPU使用率が限界に達すると次光度決定プロセスに遅延が発生するため、安定制御が困難になる。そこで、本研究では、同時に安定制御可能エリア数を増加させるため、負荷削減手法を提案する。

4. 負荷削減手法を用いたクラウド型知的照明システム

4.1 負荷削減手法の概要

標準的な手法を用いる知的照明システムでは、光度を照明に反映させた後、次の次光度決定処理までの時間は次光度決定プロセスをスリープしている。しかし、プロセスのスリープでは、スリープ中も各プロセスがメモリを占有している。そこで、負荷削減手法では、次の次光度決定処理までのスリープの間にプロセスを停止させメモリ使用率を削減する。また、外光の大きな変化、パーティションの移動がない限り、照度センサの照度は大きく変動しないため、そのエリアに属している照度センサの現在照度がすべて収束した後の調光制御の必要性は低い。そこで、負荷削減手法では、そのエリアに属する全ての照度センサが収束した後は調光制御を停止し、目標照度変更もしくは外光による照度が変化するまで、そのエリアとの通信を遮断し制御コンピュータの負荷を削減する。

4.2 負荷削減手法を用いた際の負荷検証

3章で想定した環境と同じ環境を想定し、負荷削減手法を用いて負荷検証を行った。負荷削減手法を用いた時のCPUの最大使用率、メモリの最大使用率、スワップ領域の最大使用率をFig.3に示す。

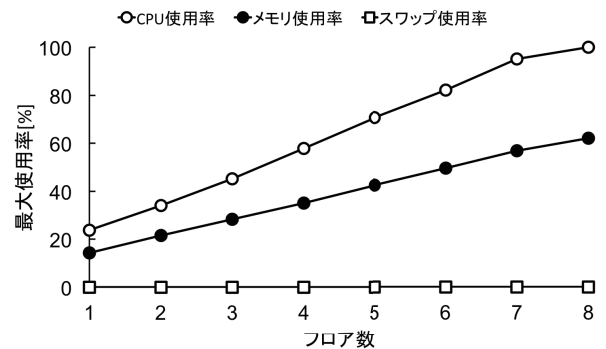


図 3: 負荷削減手法における制御コンピュータの負荷

標準的な手法では1フロアまでしか安定制御できないことに対して、Fig.3より負荷削減手法を用いることで、7フロアまで安定制御でき、安定制御できるフロア数が6フロア増加した。この結果から、負荷削減手法を用いることで、制御コンピュータの負荷削減に対して有効であることを確認した。

参考文献

- [1] 鈴木真理子, 三木光範, 田中慎吾, 吉見真聡, 中川明彦, 齋藤敦子, 福田麻衣子: オフィス内フレームを用いた知的照明システムの構築 (オフィスインフォメーションシステム, e-ビジネスモデリング, 特集学生論文), 電子情報通信学会論文誌 D, 情報・システム, Vol.95, No.3, pp.549-558 (オンライン)
- [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: 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 A, 基礎・材料・共通部門誌, Vol.131, No.5, pp.321-327 (オンライン), DOI: 10.1541/iejfms.131.321 (2011).