

C-006

## クラウド型知的照明システムによる大規模オフィス環境での照明制御における 制御コンピュータにかかる負荷検証とメモリ使用量削減手法の提案

Stress Test Applied to the Control Computer in the Lighting Control in a Large Office Environment with Cloud-based Intelligent Lighting System and Proposal of Memory Usage Reduction Technique

中原 蒼太\*  
Sota Nakahara

三木 光範\*  
Mitsunori Miki

松下 昌平†  
Shohei Matsushita

間 博人\*  
Hiroto Aida

### 1. はじめに

我々は執務者の快適性・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おり<sup>1)</sup>、実オフィスの一画にシステムを導入することでその有用性を検証している。この検証結果が認められ、今後はオフィスビル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。しかし、現在実証実験で用いられている知的照明システムでは1エリアに1台の制御コンピュータ(以下、制御PC)で制御を行っており、エリア数の増加に伴って制御PCの台数も増加するため、初期設置コストおよび保守・管理におけるコストが増加する課題があった。この課題の解決手法として、1台のPC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PCに与える影響を検証する。また、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手法の検討を行う。

### 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

知的照明システムは、任意の場所にユーザが要求する明るさ(目標照度)を提供する照明制御システムである。この知的照明システムをクラウド化することで、複数のエリアの知的照明システムを1台の制御PCで実現できる。なお本研究では、現在実証実験に用いている知的照明システムの制御アルゴリズムのまま、複数エリアに対応させた制御手法をクラウド型知的照明システムの従来手法と呼ぶ。クラウド型知的照明システムの機器構成をFig.1に示す。Fig.1の制御PCは、各エリアに設置した照度センサから取得した照度値を用い、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。この処理を次光度決定処理と呼ぶ。なお、次光度決定処理は30秒間隔で行う。この次光度決定を行うプロセスをエリアごとに立ち上げ、複数エリアの同時制御を行う。一方、Fig.1のフロア制御および通信機(以下、クラウドデータ通信機)は、制御PC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。なお本研究では、制御PCと制御対象エリアが1:1

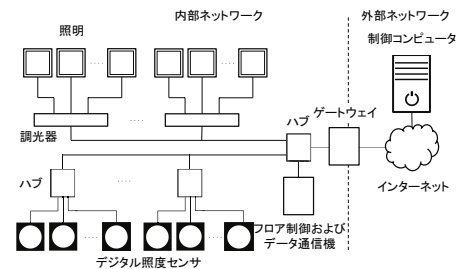


Fig.1 クラウド型知的照明システムの機器構成

の関係だったものを1:複数の関係に変更することをクラウド化と呼ぶ。

#### 2.2. クラウド型知的照明システムにおける検討事項

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PCの負荷が高くなることが考えられる。そこで、エリア数の増加が制御PCに与える影響の検証を行う必要がある。

### 3. エリア数の増加による制御PCの負荷の検証

#### 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PCの負荷の検証を行う。検証に用いる環境は、現在実証実験を行っている新丸の内ビルディングエコツェリアの環境<sup>2)</sup>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。我々は最大でFig.2に示すエコツェリアが1フロアに40エリア(照明960台、照度センサ520台)存在し、そのフロアが最大8フロアの規模への導入を検討している。そのため、検証では制御フロア数が1, 2, 4, 8の場合で検証する。また、本検証で用いた制御PCとクラウドデータ通信機の詳細をTable1に示す。

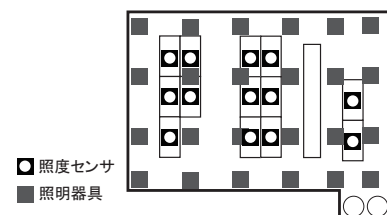


Fig.2 エコツェリアの照明と照度センサの配置図

\* 同志社大学理工学部

† 同志社大学大学院

Table1 制御に用いたコンピュータの詳細

	制御 PC	クラウドデータ通信機
CPU	Intel Core 2 Duo (2.80 Ghz)	ARM1176JZF-S (770 Mhz)
メモリ	1 GB	512 MB

### 3.2. 複数エリアを制御した際の制御 PC の負荷検証および考察

検証するにあたって、Fig.2 の環境が 1 フロアに 40 エリア（照明 960 台、照度センサ 520 台）存在し、そのフロアが最大 8 フロアまで存在すると想定し、検証を行った。なお、本検証では 60 分間の制御を行った。検証結果の CPU の平均使用率を Fig.3、メモリの平均使用率を Fig.4 にそれぞれ示す。

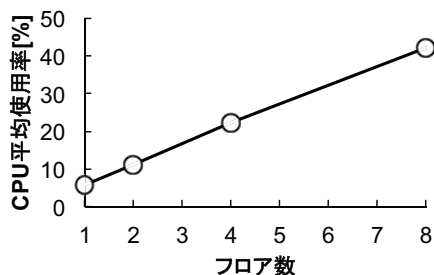


Fig.3 CPUの平均使用率（従来手法）

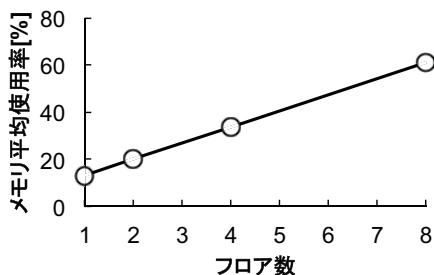


Fig.4 メモリの平均使用率（従来手法）

Fig.3とFig.4により、フロア数の増加に伴って、CPUの平均使用率とメモリの平均使用率が上昇することがわかる。この検証結果より、高層オフィスビル1棟を制御する場合や、複数のオフィスビルの同時制御を行うためにはメモリの使用率の削減が必要だと考えられる。制御PCの安定稼働を図るためにはCPUの使用率の削減が必要であると考えられるが、本研究では制御可能エリア数を増やすため、メモリ負荷の軽減手法を提案する。

## 4. プロセス停止手法を用いたクラウド型知的照明システムの構成および検証

### 4.1. プロセス停止手法の概要

従来の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プロセスはスリープしている。しかし、プロセスのスリープでは、スリープ中でも各プロセスがメモリを占有し、メモリの使用率に影響を与えていた。そこで、解決手法として、次の次光度決定処理までのスリープ時間にプロセスを停止させ、次

の次光度決定処理時刻にプロセスを起動させる手法（以下、プロセス停止手法）を提案する。本手法では、次光度決定処理後各プロセスはスリープするのではなく、次の次光度決定処理開始時刻を設定して、プロセスを停止する。そして、プロセスが停止する前に決定した時刻に到達すると、プロセスを再び起動させ、次光度決定処理を行う。本手法によって、従来手法では次光度決定処理のスリープ時にも確保していたメモリを開放することができるため、メモリの負荷の削減ができ、同時に制御可能なエリア数を増やすことができると考えられる。

### 4.2. プロセス停止手法を用いた実規模を想定した環境での負荷検証

3章で想定した環境と同じ環境を想定し、負荷検証を行った。従来手法とプロセス停止手法を比較検証した際の結果のメモリの平均使用率を Fig.5 に示す。Fig.5 よ

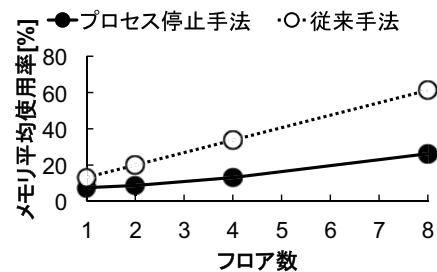


Fig.5 メモリの平均使用率（従来手法とプロセス停止手法の比較）

り、プロセス停止手法を用いることで従来手法に比べメモリの平均使用率を大幅に削減できた。また、8フロア同時制御時のメモリの平均使用率を Fig.5 より約 57% 削減することができた。この結果から、プロセス停止手法を用いることで、メモリの使用率の削減に対して有効であることを確認した。

## 5. むすび

本研究では、1台の制御PCで実規模のオフィスビルを想定した環境を制御した際の制御PCの負荷を検証した。検証の結果、CPU・メモリ共に使用率が増加することがわかった。そのため、本研究ではメモリ負荷軽減手法として、プロセス停止手法を提案した。提案したプロセス停止手法では、8フロア制御時では約 57% のメモリの使用率の削減ができた。

クラウド型知的照明システムにおける負荷軽減手法の有効性が確認されたことで、今後知的照明システムを大規模オフィス環境へ導入する際の課題を解決することが可能となった。

### 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, 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. 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.