

クラウド型知的照明システムによる複数エリアの照明制御と 制御コンピュータの負荷軽減手法の検討

西山 大貴

Daiki NISHIYAMA

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¹⁾、実オフィスの一面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、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、従来では、1エリアに対して1つの制御コンピュータで制御を行っており、エリア数の増加に伴って、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、クラウド型知的照明システムが検討されている。

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対象の機器数や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。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運用手法の検討を行う。

2 クラウド型知的照明システムの概要

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台の制御コンピュータで実現できる。ここでクラウド化とは、複数エリアの次光度決定処理を1台の制御コンピュータで行うことである。クラウド型知的照明システムの機器構成をFig. 1に示す。制御コンピュータでは、エリア毎に次光度決定プロセスを生成し、処理を行う。専用機（以下、クラウドデータ通信機）とは、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。

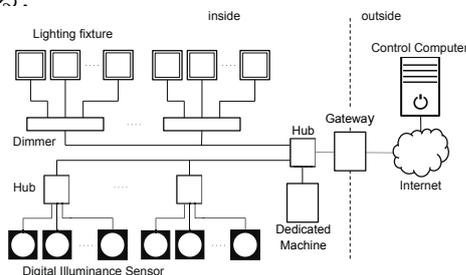


Fig. 1 クラウド型知的照明システムの機器構成

現在のクラウド型知的照明システムでは、各エリア毎に次光度決定プロセスを立ち上げる必要がある。そのため、制御対象の機器数や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高くなることが考えられる。そこで、照明台数や照度センサ台数、エリ

ア数などの要素が、制御コンピュータに与える影響の検証を行う必要がある。

3 従来手法の検証

実環境規模の照明台数、照度センサ台数を想定したエリアの増加に伴う負荷の検証を行う。本検証では、実証実験の行われている新丸の内ビルディングエコツェリアの環境を1つのエリアと想定して検証を行う。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。Fig. 2の環境が1フロアあたり40エリア（照明960台、照度センサ520台）と想定する。このフロアが1から10フロアまで存在する環境を検証環境と想定する。検証環境において、制御対象のフロア数の増加が、制御コンピュータの負荷に与える影響の検証を行う。またクラウドデータ通信機は各フロアごとに1台ずつ用意した。なお、本検証は、各フロア数ごとに60分間の制御を行う。

本検証を行ったところ、フロア数の増加に伴って、CPUの使用率、メモリの使用率、スワップ領域の使用率および通信量の増加が確認された。また、メモリの平均使用率を示したFig. 3とスワップ領域の平均使用率を示したFig. 4から分かるように、メモリとスワップの使用領域が上限に達し、4フロア（160エリア）までの同時制御しか実現できなかったと考えられる。今後、さらに多くのエリア数の同時制御を可能にするためには、メモリの使用率の軽減を行う必要がある。また、エリア数の増加や1エリアに属する照明台数および照度センサ台数の増加によって、CPUの負荷が大きくなり、知的照明システムの安定稼働に影響を与える可能性がある。常に安定した稼働を実現するためには、CPUの使用率を可能な限り抑える必要がある。

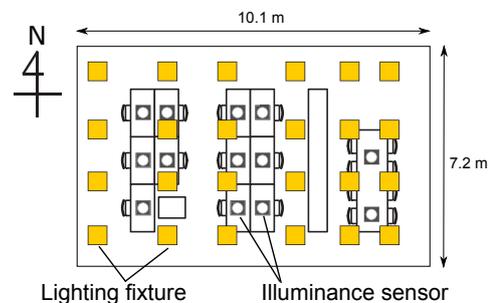


Fig. 2 エリアの想定環境

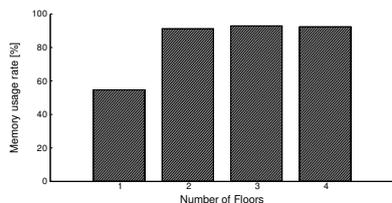


Fig. 3 メモリの平均使用率（従来型）

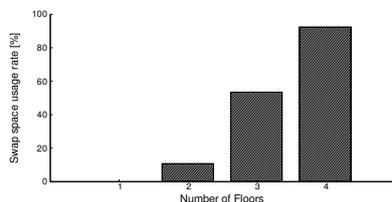


Fig. 4 スワップ領域の平均使用率（従来型）

4 通信遮断手法の概要と検証

通信遮断手法を用いたシステム（以下、通信遮断型）では、収束した後の次光度決定プロセスを停止することで、CPU 負荷、メモリ負荷および通信量の軽減をする。検証は 3 章で用いたものと同じ環境のもで行う。CPU の平均使用率を示した Fig. 5 より、従来型に比べ、CPU の平均使用率は平均 71 %，平均受信量は平均 67 %，平均送信量は 70 % を削減した。

収束が完了したエリアの通信遮断し、制御を停止する通信遮断型を用いることで、CPU の使用率、メモリの使用率および通信量の削減に対して有効である。

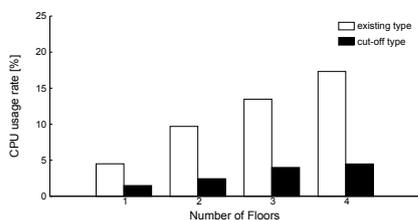


Fig. 5 CPU の平均使用率（従来型と通信遮断型）

5 パイプライン処理手法の概要と検証

パイプライン処理手法を用いたシステム（以下、パイプライン処理型）では、光度反映後の一定時間の待機時に、プロセスを停止することで、メモリの占有をなくし、メモリ負荷の軽減をする。検証は 3 章で用いたものと同じ環境のもで行う。メモリの平均使用率を示した Fig. 7 より、従来型に比べ、メモリの平均使用率を大幅に抑えることができた。しかし、CPU の平均使用率を示した Fig. 6 より CPU の平均使用率が平均 31 % 増加する結果となった。パイプライン処理型では、各次光度決定プロセスを停止させることで、次の次光度決定処理までの時間を待機している。そして、停止した各プロセスを次の次光度決定時間に再開させる管理プロセスが稼働している。この管理プロセスが、CPU の平均使用率の増加に影響したと考えられる。

パイプライン処理型を用いることで、CPU の使用率

は増加する結果となってしまったが、メモリの使用率の削減に対して有効である。

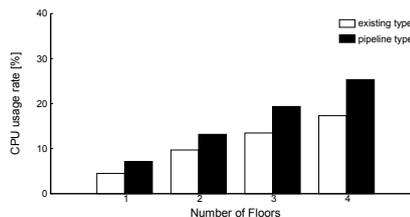


Fig. 6 CPU の平均使用率（従来型とパイプライン型）

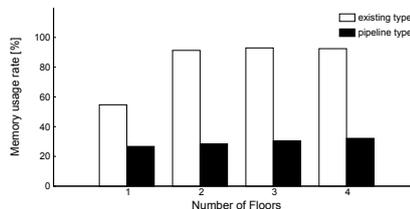


Fig. 7 メモリの平均使用率（従来型とパイプライン型）

6 複合手法の概要と検証

通信遮断型とパイプライン処理型の提案手法の有用性を示すことができた。通信遮断型とパイプライン処理型の手法を組み合わせ、同時制御可能エリア数の増加を実現しながら、CPU の使用率と通信量の削減を実現する手法（以下、複合型）の提案を行う。検証は 3 章で用いたものと同じ環境のもで行う。また、CPU の平均使用率を示した Fig. 8 より、従来型に比べ CPU の平均使用率は平均 61 % を削減できていた。また、平均受信量は 65 %，平均送信量は平均 71 % を削減した。また、10 フロアの同時制御時のメモリの平均使用率を 36 % に抑えることができ、パイプライン処理型と同様に、10 フロアの同時制御が可能であった。

複合型では、CPU の使用率は、従来型に対する削減率が、パイプライン型の影響を受け、通信遮断型の削減率より低い結果となった。また、メモリの使用率は大幅な削減を実現し、パイプライン型と同様に 10 フロアまでの同時制御が可能であることが確認できた。通信量は、通信遮断型と同程度の削減を実現できた。

従って、通信遮断型とパイプライン型を組み合わせた複合型を用いることで、CPU の使用率、メモリの使用率および通信量の削減に対して有効であることが分かった。

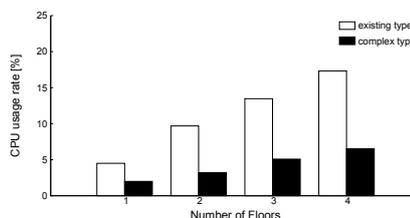


Fig. 8 CPU の平均使用率（従来型と複合型）

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.