

クラウド型知的照明システムにおける大規模照明制御の検討

柏木 翔太

Shota KASHIWAGI

1 はじめに

近年、オフィス環境を改善することにより、執務者の知的生産性の向上、創造性の向上、およびストレスの軽減などが期待されている¹⁾。その中でも我々は光環境に着目し、各執務者が要求した明るさを実現する知的照明システムの研究を行っている²⁾。

知的照明システムは実オフィスに導入され、実証実験が行われている。しかし、これまではビルの一室、もしくは一画のみへの導入であった。今後はビル全体やフロア全体などの大規模な環境へ知的照明システムを導入することが求められている。本システムを導入する最も大きなオフィスビル環境は、40 階建て、各フロアに照明が 1000 台、照度センサが 600 台の環境を想定している。

知的照明システムを大規模な環境へ導入することを想定し、保守性・管理性の観点から、制御部分をクラウドコンピューティングによって実現するクラウド型知的照明システムが提案されている³⁾。クラウド型知的照明システムを照明 1000 台規模の環境に導入することを想定した場合、大規模な照明制御システムが必要となる。しかし、これまで大規模な環境下での照明制御システムの検証は行われていなかった。そこで本研究では大規模環境下での照明制御システムの構築、及び検証実験を行う。

2 クラウド型知的照明システム

2.1 知的照明システム

知的照明システムとは、所定の場所に任意の照度を実現し、消費する電力量が最小となるように各照明機器の光度を最適化するシステムである。知的照明システムの構成を Fig. 1 に示す。

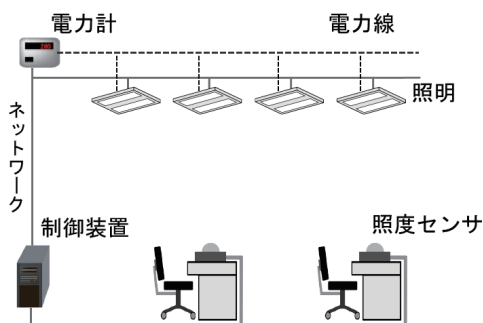


Fig.1 知的照明システムの構成

この構成により、制御装置は照度センサからの照度情報、照明機器の光度情報、電力計の消費電力情報を取得し、各執務者の要求する個別の明るさを実現する。また、知的照明システムでは照明機器が照度センサに及ぼす影

響度合いを回帰分析により学習することで、照明機器の点灯パターンを最適化する。

2.2 クラウド型知的照明システム

クラウド型知的照明システムでは、制御装置をクラウド上に設置することにより、利用者側での制御装置の管理が不要となる。また、ソフトウェアのアップデートはクラウド上で行う事ができるため、ソフトウェアのアップデートが容易となり、保守性・管理性を向上することができる。本システムの構成を Fig. 2 に示す。

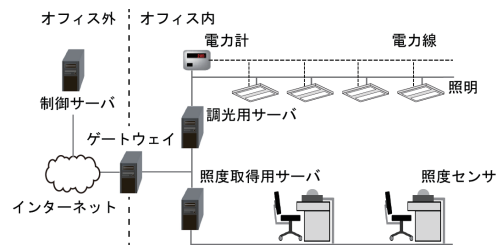


Fig.2 クラウド型知的照明システムの構成

Fig. 2 における調光用サーバとは、照明の調光を専門的に行うマシンである。またクラウド型知的照明システムにおいて、インターネットへの接続が何らかの影響で遮断されてしまった場合、オフィス内の照明を調光することができない。そこで、調光用サーバはそのような事態に陥った時に必要最低限な調光を可能にする役割も担っている。オフィスビル内、各階全てに本システムを導入する場合は、調光用サーバ以下の構成と照度取得用サーバ以下の構成が各フロアに設置される。

3 大規模環境下における照明制御システムの構築

3.1 従来の照明制御システムの課題

実証実験で導入されている従来の照明制御システムの構成を Fig. 3 に示す。

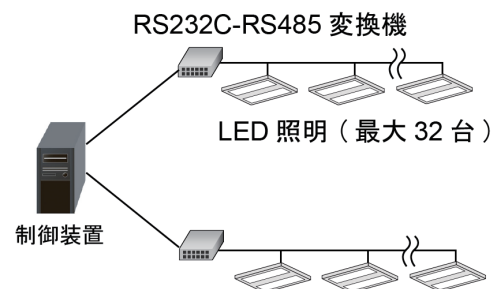


Fig.3 従来の照明制御システムの構成

知的照明システムで使用する照明は調光信号の受信をRS485の通信規格で行う。また、実証実験で使用されている制御装置にはRS232C信号の出力ポートが2つ搭載されており制御装置からの信号出力はRS232C信号となる。そのため、RS232C-RS485変換機が必要となる。

Fig. 3のシステム構成ではRS485の通信規格上、制御装置の1個のシリアルポートから最大で32台の照明しか制御できない。つまり、32台以上の照明を制御する場合はシリアルポートが複数必要となる。よって、Fig. 3のシステム構成で1フロアに照明が1000台存在するような環境の照明を制御する場合、制御装置のシリアルポートが32個必要となる。シリアルポートの増設には高いコストがかかり、配線が複雑化する問題がある。

3.2 大規模環境下における照明制御システム

大規模環境下における照明制御システムを提案する。大規模環境下における照明制御システムの構成をFig. 4に示す。

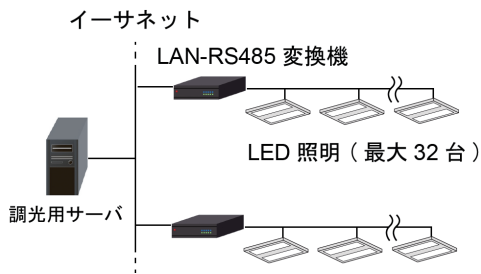


Fig.4 大規模環境下における照明制御システムの構成

クラウド型知的照明システムでの利用を想定しているため、照明制御は調光用サーバが行う。Fig. 4では、調光用サーバ以下にイーサネットを構築し、イーサネット内にLAN-RS485変換機を設置する。LAN-RS485変換機にはIPアドレスを割り振ることができ、イーサネット内でIPアドレスが枯渇するまでLAN-RS485変換機を設置できる。また、1台のLAN-RS485変換機につき、最大32台の照明制御が可能である。よって、1フロアに照明が1000台の環境下での照明制御が可能となる。

4 大規模環境下における照明制御システムの検証実験

知的照明システムでは、照明制御に遅延が発生すると照度の収束にも遅延が発生する。そのため、光度値を送信してから光度の反映が開始されるまでの反応時間が重要となる。よって、提案システム構成での光度値を送信してから光度の反映が開始されるまでの反応時間を計測した。調光可能な照明と照度計測が可能な照度センサ1台を用いて、Fig. 5のような実験環境を構築した。

初期設定として全ての照明を消灯し、照度センサ直上の照明に最大点灯光度の信号を送信する。光度を送信した時刻から、照度センサの照度値に変化が現れるまでの時間を計測する。また、比較のため、従来のシステム構成でも同様の実験を行った。各システム構成で10回実験

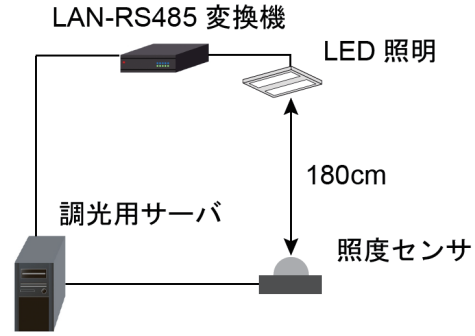


Fig.5 実験環境

を行った際の平均値と標準偏差をTable1に示す。

Table1 実験結果

システム構成	従来システム	提案システム
平均反応時間 ms	56.03	56.60
標準偏差 ms	5.32	5.76

Table1より、提案システム構成と提案システム構成での反応時間の差は0.57msであることが分かった。この程度の差であれば照度収束時間への影響も気にならない程度であり、提案手法での照明制御は実用可能であると考える。

5 今後の展望

イーサネットは通信量が増えると通信時間に遅延が発生するため、照明制御に遅延が発生すると考えられる。よって、今後は通信量が増加した場合の照明制御の遅延を考慮する必要がある。今回の実験では、LAN-RS485変換機1台のみで実験を行った。しかし、照明が1000台規模の環境下で照明制御を行う場合はLAN-RS485変換機が32台必要である。よって、LAN-RS485変換機を32台同時に制御を行う場合の通信量を考慮した検討が必要である。

また、今回の実験でイーサネットの通信は全て有線LANで行った。しかし、イーサネットは無線での通信も可能である。無線通信では更なる省配線化を期待することができ、導入時の配線工事も最小限で良いため、導入コストを削減できると考えられる。

よって、今後は通信量を考慮した検討や無線化した場合の照明制御システムの構築、および検証実験を行う。

参考文献

- 1) 大林史明, 富田和宏, 服部瑠子, 河内美佐, 下田宏, 石井裕剛, 寺野真明, 吉川榮和. オフィスワークの生産性向上のための環境制御法の研究-照明制御法の開発と実験的評価. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, 2006.
- 2) 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.
- 3) 三木光範, 平野裕也ら. 分散照明システムにおけるクラウド化の検討.