

BACnet 通信プロトコルを用いた知的照明システムの構築

谷口 武

Takeshi TANIGUCHI

1 はじめに

近年、オフィスビルのシステム管理は BACnet を用いた集中管理制御に変化している。集中管理制御により、様々なベンダのシステムを合理的に管理することが可能になる。つまり、BACnet を用いて知的照明システムを構築することが可能になれば、各ベンダの独自の照明制御方式に依存しないシステムを構築できる。また、制御コンピュータの削減や独自ネットワークの不要が可能で、合理的に知的照明システムを運用することができる。これにより、知的照明システムの導入と運用の容易化が可能になる。

これまでの検証実験により、BACnet を用いた知的照明システムの有効性が実証されている。しかし、三菱電機株式会社製の BACnet 通信ゲートウェイの規格上、1 秒間に最大 80 パケットしか情報を送ることができない。これは、知的照明システムで制御する照明の台数が増えると、照明に調光信号値を送るのに時間を要してしまうので改善する必要がある。

そこで、目標照度を提供する照明の最適な点灯パターンを、照度シミュレータを用いて計算機上で事前に決定してから照明を制御する手法を提案する。この手法により、照明パターンの最適化に要する繰り返し照明制御が不要になり、照明制御回数を削減することが可能になる。

2 知的照明システム

知的照明システムとは、任意の場所に執務者が要求する明るさを、最小限の消費電力で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は、知的照明システム制御コンピュータ、調光が可能な複数の照明、複数の照度センサ、および電力計を独自のネットワーク上に接続することで構築しているシステムである。照度センサによって、執務者の机上の明るさを検出し、その値に応じて個々の照明を調光を行うことで、執務者の要求する明るさを実現する。本システムでは、目標照度を最小の光度で実現しているため、結果的に省電力を図ることが可能となる [1]。

知的照明システムは、東京都内および福岡の実オフィスで実証実験を行い、その有効性について実証した。知的照明システムは有効性が実証されているので、今後はシステムの導入や運用について検討する必要がある。

3 BACnet を介した知的照明システム

3.1 システムの概要

BACnet とは、インテリジェントビル用のネットワークプロトコルであり、ASHRAE, ANSI, ISO での標準

規格とされている。BACnet は、システムのオープン化を可能とするので、照明、空調、または火気検出などをシステム制御を集中管理制御により総合的に可能とする。合理的なビル管理ができることから、近年、BACnet を用いてビル内のシステムを集中管理制御してビルが増加が拡大している。

BACnet を介した知的照明システムは、BACnet を用いて集中管理制御を行うため、知的照明システム専用の制御コンピュータとネットワークが不要なシステムである。また、集中管理制御によりビル内のすべての知的照明システムを総合的に監視、制御できるため、合理的なシステムの運用も可能である。さらに、様々なシステムを相互接続可能であるため、照明だけではなく、空調やブラインドと協調することで、さらなる執務環境の改善に期待ができる。

Fig. 1 に BACnet を介した知的照明システムのネットワーク構成図を示す。

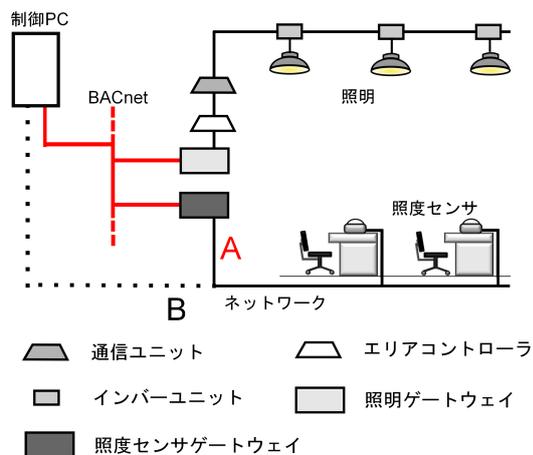


Fig.1 BACnet を介した知的照明システム構成

Fig. 1 に示すように、BACnet 型知的照明システムは、照明と照度センサを BACnet に介して、ビルの集中管理コンピュータによって制御するシステムである。また、Fig. 1 の分岐 A, B は、それぞれ本来の BACnet のシステム構成と本論文でのシステム構成を示している。分岐 A は、照明と同じように BACnet を介したシステム構成であり、分岐 B は、照度センサからの情報を BACnet を介さないで取得するシステム構成である。本論文で用いた照度センサは BACnet に対応してないため、本論文では分岐 B のシステム構成とする。

BACnet 型知的照明システムの有効性を実証するために、実証実験を行った。Fig. 2 は BACnet 型知的照明システムと、従来の BACnet を介さない知的照明システム

の照度収束実験を比較したグラフである。Fig. 2 に示すように、両者の収束結果にほとんど差異がなく、BACnet を介した知的照明システムの有効性について実証した。

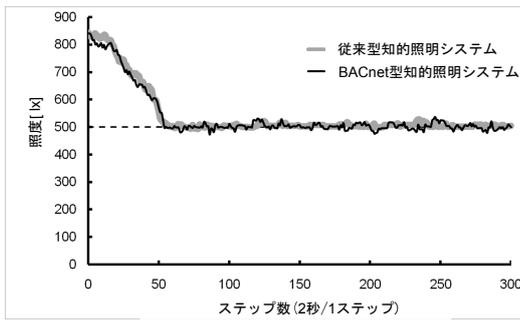


Fig.2 BACnet 型と従来型との照度収束履歴比較

3.2 システムの課題点

本節では、BACnet を介した知的照明システムの課題点について述べる。BACnet を介して照明を制御する場合、BACnet 通信ゲートウェイを介して制御信号を送る。しかし、本論文で用いた三菱電機株式会社製の BACnet 通信ゲートウェイは、規格上 1 秒間に最大 80 パケットしか情報を送ることができない。つまり、1 秒間に最大で 80 台の照明までしか制御できないため、大規模環境では、BACnet を介した知的照明システムで全ての照明を制御するには時間を要してしまう。

そのような理由から、BACnet を介した知的照明システムで照明制御を行う時の照明制御回数を削減する手法を検討する必要がある。

4 提案手法の検証

BACnet 照明ゲートウェイの問題を改善するために、照明点灯パターンの最適化に必要な照明制御回数を削減する手法を提案する。本提案手法は、照度シミュレータを用いて目標照度を最小消費電力で実現する点灯パターンを計算機上で求めてから、照明をその点灯パターンで制御する方法である。照度シミュレータでは、各照明が照度センサに与える影響度（照度/光度）を事前に測定する必要があり、各照明の光度と影響度からそれぞれの照度センサの照度を計算する。本提案手法では、シミュレーション内で最適化を行う。そのため、点灯パターンの最適化をするための照明制御を行う必要がなくなるため、1 秒間に制御できる照明台数に限界がある BACnet の問題点を解決できると考えられる。

そこで、提案手法が執務者が要求する照度を満たすまでの照明制御回数を調べ、有効性について検証する。実験環境は、調光のできる LED 照明 9 台と照度センサ 3 台を用いる。照明と照度センサの位置関係を図を Fig. 3 に示す。照度センサ A, B, および C の目標照度はそれぞれ 600 lx, 500 lx, 400 lx と設定した。また、本論文で用いる照度センサは、BACnet に対応した照度センサではないので、照度センサは BACnet を介さないシステム構成とする。

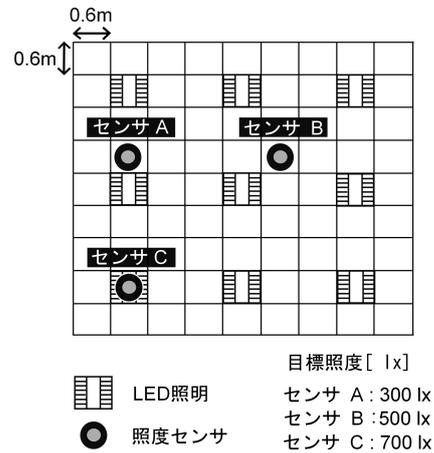


Fig.3 センサ配置図

Fig. 4 に、提案手法による照度収束履歴を示す。

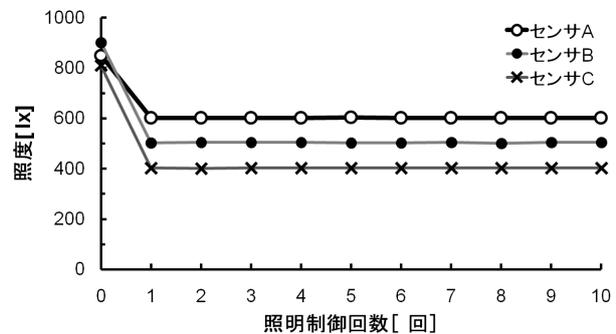


Fig.4 提案手法の照度収束履歴

Fig. 4 の横軸は照明制御回数を表わし、縦軸は照度センサから習得した照度値 [lx] を示す。Fig. 4 に示すように、提案手法を用いることで、各照明を 1 回調光制御することで複数の照度センサを目標照度に収束可能であることがわかる。照明制御回数が削減できるので、照明数百台という環境であっても短時間で執務者が要求する照度を提供することができる。ただし、最初の環境で作成した照度シミュレータはオフィスの照明環境の変化に対応することができないため、照明環境が変更する時は、各照明が照度センサに与える影響度（照度/光度）を測定し直す必要がある。

参考文献

- 1) 三木光範, 知的照明システムと知的オフィスコンソーシアム, 人工知能学会, Vol.22, No3, pp.399-410, 2007