

BACnet を用いた知的照明システムのための通信パケット削減方式

吉田 拓馬

Takuma Yoshida

1 はじめに

近年、オフィスビルでは館内設備のオートメーション化が進展し、中央管理システムの導入による設備の一元管理や省エネルギーのための設備運用が行なわれている¹⁾。一方で、現在知的照明システムを導入する際は中央管理システムでの管理は行わず、中央管理システムから独立したシステムとして扱っている。しかし、知的照明システムを中央管理システムに組み込むことで、独自ネットワークを構築する必要はないため、導入が容易となり、保守管理も容易となることが予想される。そのため、ビルの中央管理システムで制御を行う知的照明システムが今後必要となるが必要となる。以上の観点から、我々は中央管理システムを構成するための代表的なプロトコルである BACnet を用いた知的照明システムの研究を行っている。

知的照明システムの制御アルゴリズムでは、各照明器具の明るさを人に感知されない範囲で時事刻々と変化させる。そのために、各照明器具に毎秒光度を変化させるパケットを送信する必要がある。一方で BACnet を用いて照明を制御する場合、毎秒送信できるパケット数に上限がある。そのため、従来の制御アルゴリズムでは照明台数の多い環境で BACnet を用いた知的照明システムの運用が容易ではない。そこで本研究では、照明台数の多いオフィス環境において BACnet を用いた知的照明システムを正常に動作させるために、毎秒送信するパケット数を削減する手法を提案する。本稿では照明台数の多い環境をシミュレーションにより構築し、提案手法を用いる場合に執務者の要求する照度が従来と差異なく提供できることを示す。

2 BACnet を用いた知的照明システム

Fig.1 に BACnet 型知的照明システムの構成図を示す。BACnet 型知的照明システムは制御装置、照明ゲートウェイ、エリアコントローラ、通信ユニット、インバータ制御ユニット、電力計、照度センサ、および照明器具により構成される。制御装置は知的照明システムに限らず、ビル内の施設を集中管理している中央管理システムである。制御装置は各照明に光度を変化させるパケットを照明ゲートウェイを経由して送信する。

BACnet を用いた照明制御において照明器具一つひとつを中央管理システムから個別に制御することは少な

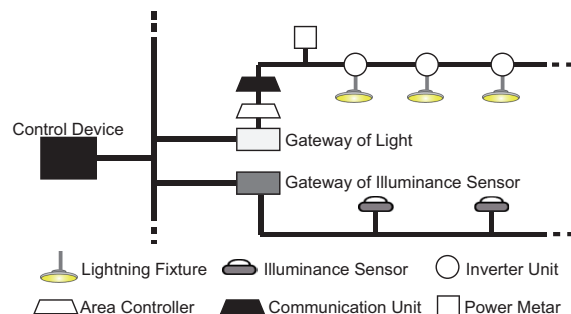


Fig. 1 BACnet を用いた知的照明システム構成図

い。一方で、知的照明システムは毎秒照明器具一つひとつにパケットを送信する。また、Fig.1 で示した照明ゲートウェイは毎秒送信できるパケット数に制限がある。三菱電機株式会社製の照明ゲートウェイでは、毎秒 20 パケットの送信が可能である。毎秒 20 パケット以上送信する場合は遅延が発生することがわかった。そのため、照明が 20 台以上あるオフィス環境では BACnet を用いた知的照明システムを従来の制御アルゴリズムで遅延なしに制御することはできない。

以上より、照明台数の多いオフィス環境に BACnet を用いて知的照明システムを導入するためには、少ないパケット数で執務者の要求する照度を提供する手法が必要となる。本研究では、知的照明システムが毎秒送信するパケットの数を削減するために、光度変化量の大きいパケットを優先して送信する手法を提案する。そしてシミュレーションを用い、従来の全照明にパケットを送信する場合と、提案手法を用いたパケット数を削減する場合の収束状況の差異を検証する。

3 BACnet を用いた知的照明システムにおける通信パケット削減方式

BACnet を用いた知的照明システムにおける通信パケット削減方式を以下に示す。この方式を利用することにより、照明台数の多いオフィスでも BACnet を用いた知的照明システムを動作させることが可能となる。

知的照明システムでは、毎秒全照明に光度を変化させるパケットを送信している。この時の光度の変化幅は、距離の近い照度センサの照度値と消費電力量を考慮した上で最適な変化幅（近傍）を選択する。そして選択した近傍内でランダムに光度を生成し、調光する。そのため、照明によって光度の変化量は異なる。提案手法ではこの

時に生じる光度の変化量を順位付けし、光度の変化量が大きい一部の照明にのみ光度を変化させるパケットを送信することで通信パケットの削減を行う。

4 部屋が複数ある場合の照度収束率の検証

4.1 シミュレーション概要

部屋が複数ある場合では、各部屋に送信するパケット数の決定方法を考慮する必要がある。これは、照明ゲートウェイは通常1フロアに1台のみの設置であり、複数部屋がある場合はすべての部屋に毎秒送信できるパケット数が20パケットであるためである。そこで、部屋にある照明数の比を用い、各部屋に送信するパケット数をあらかじめ決定する。本章では、照明台数の多い5部屋のオフィス環境をシミュレーションにより構築し、提案手法を用いて実現する照度の検証する。シミュレーションでは提案手法とBACnetを用いない従来の知的照明システム（以下、従来手法）で執務者の希望する照度の実現率について比較した。

4.2 シミュレーション環境

Fig.2 にシミュレーション環境を示す。

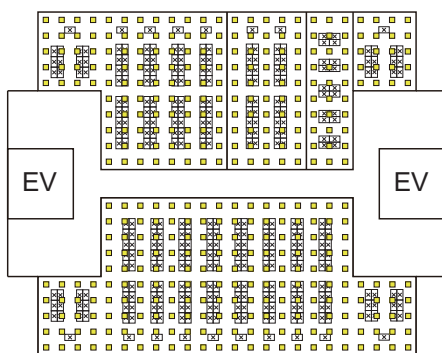


Fig. 2 シミュレーション環境

照明台数が200灯、100灯、50灯、30灯、および20灯のオフィス環境を想定した。照度センサは178台、89台、38台、20台、および13台とし、それぞれを部屋A、部屋B、部屋C、部屋D、および部屋Eとした。そして、提案手法を用いた場合、各部屋に毎秒送信するパケット数は10パケット、5パケット、3パケット、1パケット、および1パケットとした。

Fig.3 に執務者の勤務パターンを示す。

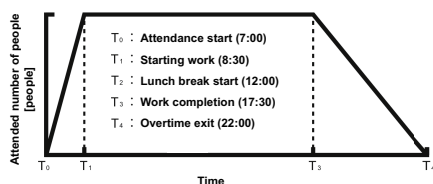


Fig. 3 執務者の勤務パターン

出勤時間で執務者数は線形に増加し、勤務時間で執務者の1/3が目標照度を変更し、全執務者が1時間の離席

をする。

4.3 シミュレーション結果

提案手法と従来手法で目標照度の実現率について比較した。また、実現可能な照度値の上下10%の範囲内の照度であれば執務者の要求する照度を提供できているとした。これにより執務者の設定した目標照度が物理的要因により実現できない場合であっても従来手法と提供する照度値に差異がないかを検証することができる。

Fig.4 にシミュレーション結果を示す。

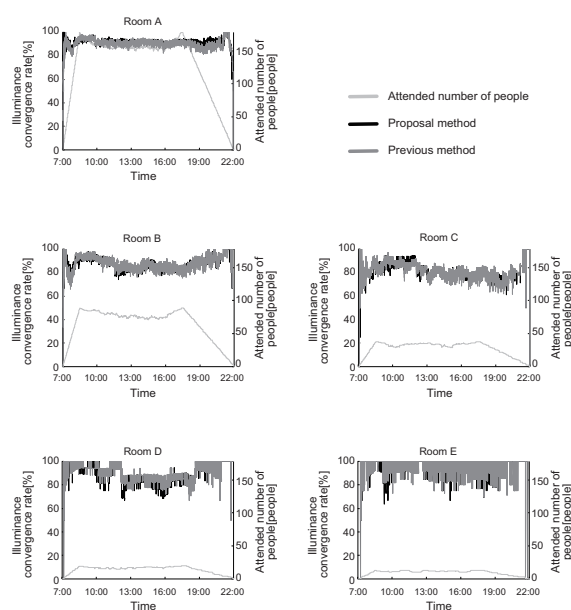


Fig. 4 シミュレーション結果

Fig.4 に示す第1軸（y軸）は照度収束率を示す。照度収束率とは、その時刻に在席している執務者数のうち、目標照度を満たしている照度センサの数の割合を示す。

Fig.4 より、すべての部屋について提案手法を用いた場合、提案手法を用いた場合と同様の照度を提供できた。

5 結論

本研究は、BACnetを用いた知的照明システムを照明台数の多いオフィス環境に導入することは照明ゲートウェイが送信できるパケット数に上限があるという観点から容易でないという課題に対し、通信パケット削減方式の提案をした。本稿では、照明台数の多い部屋を含む5部屋を提案手法で制御する場合についての評価を示した。提案手法を用いた場合の照度収束率には従来手法を用いた場合とほぼ差異がなかった。

これらの点により、提案手法を用いることにより照明台数の多いオフィス環境でもBACnetを用いた知的照明システムを制御することが可能であると言える。

参考文献

- 1) 高橋成幸. Bacnet を基としたオープン化と bas の動向. 建築設備士, pp. 36-38, 2012.