

# 大規模環境に対応した BACnet 型知的照明システムの送信パケット削減方式

吉田 拓馬

Takuma YOSHIDA

## 1 はじめに

我々は天井照明を用いてオフィスの光環境の改善と消費電力の削減を行う知的照明システムの研究を行っている。実用化として、2013 年 5 月に竣工された茅場町グリーンビルディングへの導入を行った。

茅場町グリーンビルディングなどのインテリジェントビルでは、近年オートメーション化が進展している。それに伴い中央監視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を行うことが要求されている。<sup>1)</sup> 一方、知的照明システムを導入する際は中央監視システムでの管理は行わず、独自規格を用いて制御を行う。そのため、ビルの中央監視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ことが考えられる。そこで、我々は中央監視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。

従来、BACnet を用いた照明制御ではグルーピング制御を行い、各照明器具に異なるパケットを送信することは想定されていなかった。しかし、知的照明システムでは各照明器具に異なる信号値をもつパケットの送信を行う。そのため BACnet 通信に用いる通信装置への負荷の増大が予想される。そのため、本研究では BACnet 型知的照明システムにおいて送信するパケットの数を削減し、かつ照度収束を行うための手法を提案する。

## 2 BACnet

### 2.1 BACnet の概要

BACnet (Building Automation and Control Network) は、BAS (Building Automation System) に用いられるプロトコルの代表的なものである。このプロトコルは米国の ASHRAE (米国暖房冷凍空調学会) にて制定され、ANSI/ASHRAE Standard 135-1995 として 1995 年に公開された。

個々のベンダーは BACnet により規定された仕様にて機能を実装するため、異なるプロトコルを変換するゲートウェイを設置する必要がなくなる。このため、異なるベンダー間の機器が通信を行うことが可能である。

### 2.2 照明制御における BACnet

現在の照明器具の制御の基本は、点灯制御、消灯制御、点滅制御、および調光制御である。BACnet で点灯制御、消灯制御、および点滅制御を行う場合は 0 か 1 のバイナリ値を用いる。一方で調光制御を行う場合は 0 から 100% のアナログ値を用いる。また、各照明器具を中央監視システムから個別に制御することは少なく、主にグ

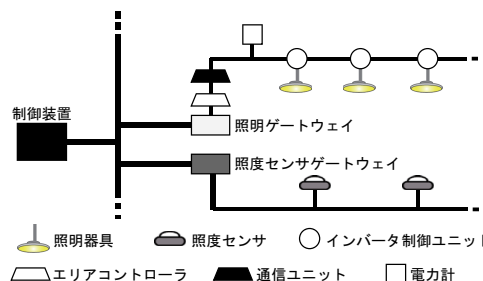


Fig.1 BACnet 型知的照明システムの構成図

ルーピング化された複数の照明器具を一括で制御操作する<sup>2)</sup>。

複数台の照明を一括で制御する際、一つの制御スイッチに各照明器具を接続する。そして、BACnet 通信を用いて制御スイッチにバイナリ値、もしくはアナログ値を送信することにより、制御スイッチに接続された照明の制御を行う。すなわち、中央監視システムから 1 パケットの制御信号を制御スイッチに送信する事により、同時に複数台の照明器具を制御することができる。これにより、照明台数の多い大規模な環境でも BACnet 接続機器に必要な以上の負荷を与えることなく照明制御を行える。

## 3 知的照明システム

### 3.1 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各執務者が要求する照度および色温度を実現するシステムである。知的照明システムは各照明に光環境に応じて最適な光度の生成範囲をわり当てる。各照明はその光度の生成範囲内でランダムに光度を変化させる。そして変化させた光度が光環境を改善していれば光度を保持し、改善されていなければ変更前の光度に戻す。

これらを繰り返し (以下、最適化繰り返し) 行うことにより知的照明システムは執務者の望む照度を実現する。

### 3.2 BACnet 型知的照明システム

我々は知的照明システムを BACnet で制御するための BACnet 型知的照明システムの研究を行っている。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 Fig.1 のように、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、照度センサ、および照明器具により構成されている。制御装置は知的照明システムの制御を行い、ビル内の施設を集中管理している中央監視システムに組み込む。

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。例えば、三菱電機照明株式会社製の照明ゲートウェイは、毎秒 80 パケットの送信が可能

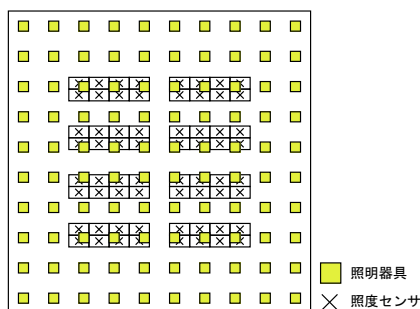


Fig.2 シミュレーション環境

である。

従来の BACnet を用いた照明制御ではグルーピング制御を主としているため、毎秒 80 パケットであれば毎秒 80 グループへの制御信号の送信を行える。BACnet 型知的照明システムでは各照明へ異なるパケットを送信するため、毎秒 80 灯への制御信号の送信を行える。

BACnet 型知的照明システムは毎秒全照明にパケットを送信する。そのため、照明台数が多い BACnet 型知的照明システムを考慮する際、照明ゲートウェイの処理能力では毎秒全照明にパケットを送信することができない場合が生じる。例えば、照明数が 100 灯である場合、毎秒 80 パケットの送信が行える三菱電機株式会社の照明ゲートウェイでは、毎秒全照明にパケットを送信する事ができない。そこで、毎秒送信するパケット数削減のために光度変化量が大きい照明のみにパケットを送信する制御手法を提案する。

## 4 提案手法の検証

### 4.1 提案手法の概要

毎秒送信するパケット数削減のために、光度変化量の大きい照明のみにパケットを送信する。このときに用いる光度変化量とは、現在光度と、知的照明システムが最適化繰り返しを行っている際に生成する光度の差の絶対値である。最適化繰り返しのたびに全照明の光度変化量を算出し、その光度変化量の大きい一定数の照明のみにパケットを送信する。本稿では毎秒 10 灯のみにパケットを送信する場合と、毎秒 40 灯のみにパケットを送信する場合を検証する。

### 4.2 シミュレーション環境

提案手法の検証に用いるシミュレーション環境を Fig.2 に示す。Fig.2 に示すように、シミュレーションでは照明 100 灯、照度センサ 64 台を用いる。これは、照明ゲートウェイが毎秒送信できるパケット数では毎秒全照明にパケットを送信できない大規模環境を想定している。照明と照度センサの鉛直距離は 2m である。また、各照明の間隔は 1.8m とする。

知的照明システムの稼働時、最も多くの照度センサが目標照度を満たしていない状況は、稼働初期である。そのため、知的照明システムの稼働初期での照度収束率について検証する。各照度センサの目標照度を 700 lx とし、全照明の初期光度を 300 cd とする。

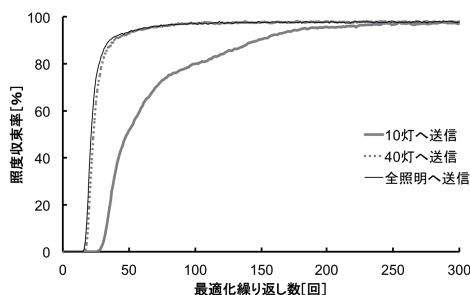


Fig.3 シミュレーションにおける照度収束率

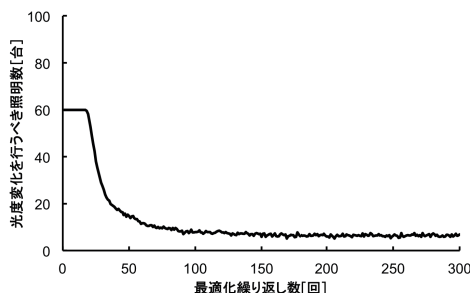


Fig.4 光度変化を行うべき照明数

### 4.3 シミュレーション結果

シミュレーション結果を Fig.3 に示す。横軸は最適化繰り返し数、縦軸は全照度センサ中で収束を行えた照度センサの割合である。

Fig.3 に示す照度収束率より、毎秒 40 灯にパケットを送信する場合でも、照度収束率は従来手法と差異が小さい。また、毎秒 10 灯にパケットを送信する場合でも、全照度センサの収束を確認した。

各照明は、一定距離内の照度センサが目標照度に収束していなければ光度変化を行う必要がある。その光度変化が必要な照明数を Fig.4 に示す。横軸は最適化繰り返し数、縦軸は光度変化が必要な照明数である。

初期状態で光度変化を行うべき照明数は 60 灯である。時間経過とともに光度変化が必要な照明数は減少し、一定時間経過後に 10 灯程度となる。光度変化が必要な照明は各々が異なる次光度を近傍内で乱数を用い生成する。そのため、乱数の偏りによって実際には光度変化を行わない照明や、評価値が改悪される可能性のある次光度が割り当てられる照明も存在する。従来手法であればそれらの照明にもパケットを送信するが、提案手法を用いる場合、それらの照明へのパケットの送信を抑えることが可能となる。

以上より、提案手法により送信するパケット数を削減しても、照度収束は行える。また、毎秒 40 灯程度にパケットを送信すれば収束速度に差異はなくなる。

### 参考文献

- 1) 西垣英則. Bacnet における照明のオブジェクトとその活用. 電気設備学会誌, Vol28, No1, pp38-41, 2008.
- 2) 照明制御システムの動向 (大規模型). 電気設備学会誌, Vol33, No1, pp28-30, 2013.