

## BACnet を用いた照明の個別制御システムにおける パケット数の削減について

谷口 武<sup>††</sup> 三木 光範<sup>†</sup> 桑島 奨<sup>††</sup> 間 博人<sup>†</sup>

<sup>†</sup>同志社大学理工学部 <sup>††</sup>同志社大学大学院工学研究科

### 1 はじめに

我々は、オフィスの照明環境を改善することを目的とした照明の個別制御システム（以下、知的照明システム）の研究を行っている [1]。知的照明システムは、実際にオフィスビルで実用されており、今後、導入規模が拡大すると想定される。しかし、現状の知的照明システムでは、導入と運用において解決すべき課題点が存在する。そこで、知的照明システムの導入と運用の容易化を目的とした、BACnet 通信プロトコルを用いた知的照明システムを提案している。これまでの研究により、BACnet を介して知的照明システムを制御可能であることが分かっている。しかし、BACnet 照明ゲートウェイには 1 秒間に送信可能な照明制御台数に限界がある。そのため、大規模なオフィスで BACnet 通信プロトコルを用いた知的照明システムを制御すると、全ての照明制御に時間を要するため、この問題を改善する必要がある。そこで、知的照明システムが 1 度に制御する照明台数を削減し、かつ目標照度収束を行う手法を提案する。

### 2 知的照明システム

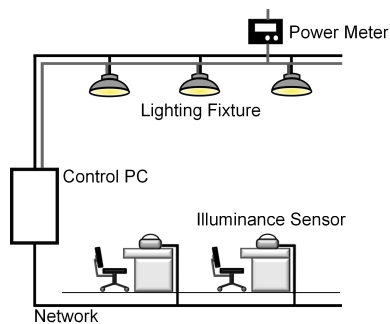


図 1: 知的照明システムの構成図

知的照明システムは、図 1 に示すように、制御コンピュータ、照明器具、照度センサ、および電力計を 1 つのネットワークに接続し、最適化アルゴリズムに基づいて各照明の光度を制御するシステムである。本

Reduction of the number of packets in a individual control system of lighting using the BACnet

<sup>††</sup> Takeshi TANIGUCHI (ttaniguchi@mikilab.doshisha.ac.jp)

<sup>†</sup> Mitsunori MIKI

<sup>††</sup> Sho KUWAJIMA

<sup>†</sup> Hiroto AIDA

Graduate School of Science and Technology, Doshisha University (<sup>††</sup>)

Doshisha University (<sup>†</sup>)

システムは各執務者の要求する照度（目標照度）を実現し、かつ照明の消費電力が小さくなるようにそれぞれの照明の光度を制御する。知的照明システムの制御アルゴリズムには、山登り法を照明制御用に改良した適応的の近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient: ANA/RC) を用いる [2]。

知的照明システムはその有効性の検証のために、東京都内の複数のオフィスおよび福岡市内のオフィスにプロトタイプシステムを導入し、実証実験を行っている。これらの実証実験において、知的照明システムの導入前と照明の消費電力を比較すると 50 % 程度を削減することを確認した [1]。

しかし、現状の知的照明システムには導入と運用において課題点がある。導入における課題点は、知的照明システムを導入するベンダの照明制御方式に最適なシステム構成を検討する必要があることである。運用における課題点は、知的照明システムを導入するオフィス毎に知的照明システムの制御コンピュータを設置し、それぞれの制御・保守をする必要があることである。これらの課題点を解決するために、我々は BACnet 通信プロトコルを用いた知的照明システムの開発・研究を行っている。

### 3 BACnet を用いた知的照明システム

BACnet 通信プロトコルを用いた知的照明システムは、集中制御コンピュータから BACnet を介して各オフィスの照明を個別制御する。本システムの構成図を図 2 に示す。BACnet とは、オフィスビルのネットワーク標準プロトコルであり、ビル内の様々なベンダのシステムの相互接続を可能にする。また、集中管理コンピュータにより、ビル内の様々なシステムを総合的に管理することが可能になる。

そのため、本システムは、各ベンダの照明制御方式に依存せずに知的照明システムを導入することが可能になる。また、集中管理コンピュータにより、オフィス内の知的照明システムを総合的に制御することも可能になる。その結果、本システムは、知的照明システムの導入と運用の課題点の解決を可能にする。

しかし、BACnet を用いた照明個別制御には、1 秒間に制御可能な照明台数に限界がある。BACnet を用

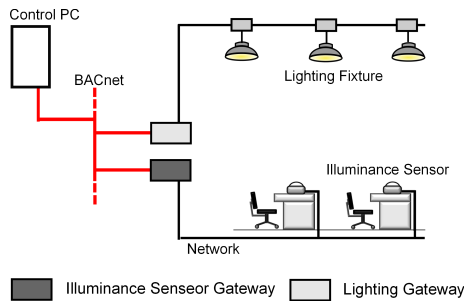


図 2: BACnet 用いた知的照明システムの構成図

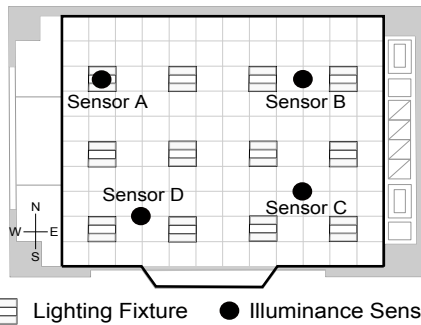


図 3: 実験環境 (照明と照度センサの位置)

いた照明制御では、頻繁な照明の個別制御を想定していないため、BACnet 照明ゲートウェイのスペックは高く設計されていないのが理由である。そのため、本システムを大規模環境 (照明台数が 100 台以上) に導入した際、全ての照明制御を行うのに従来の制御時間以上の時間を要すると考えられる。

#### 4 提案手法

BACnet を用いた照明個別制御の遅延問題を解決するために、知的照明システムが一度に制御する照明台数を削減する手法を提案する。本提案手法では、知的照明システムが決定した次照明点灯光度と現照明点灯光度の差が大きいものから順に任意の照明台数のみ照明制御を行う。提案手法を用いた知的照明システムが従来と同等の制御結果を得ることができれば、知的照明システムが一度に制御する照明台数を削減することが可能になると考えられる。そのため、提案手法を用いない場合よりも照明台数が多い環境であっても知的照明システムを制御することが可能になると考えられる。

削減可能な照明台数の割合を明らかにするために、照明台数が 100 台のオフィス環境を想定したシミュレーションを用いて検証実験を行った。検証実験の結果、照明台数を最大で 60% 削減しても従来の知的照明システムと同等の制御時間で目標照度への収束が可能であること確認した。

この結果を基に、実環境における提案手法の有効性

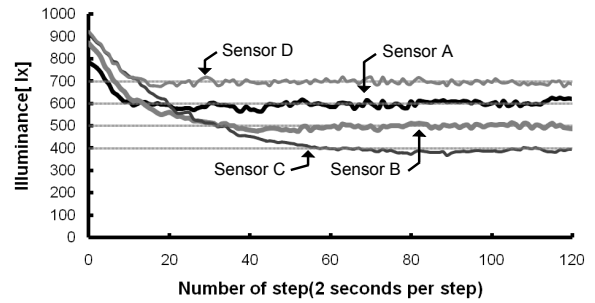


図 4: 従来手法の照度履歴 (照明制御台数の削減無し)

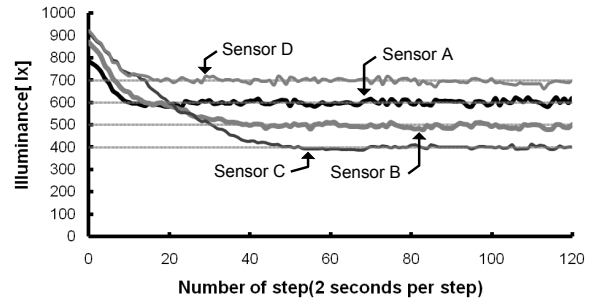


図 5: 提案手法の照度履歴 (照明制御台数の削減有り)

を検証する。本論文で検証した実験環境 (照明と照度センサの位置) を図 3 に示す。

図 3 に示す通り、照明 12 台、照度センサ 4 台を用いた実験環境で検証実験を行う。シミュレーションを用いた検証実験により、60% の照明台数が削減可能であると分かっている。そのため、知的照明システムで一度に制御する照明台数を 7 台削減 (一度に 5 台の照明を制御) した場合における提案手法の有効性を検証する。

上記の環境における実証実験の結果について示す。図 4 と図 5 は、それぞれ、従来手法 (照明制御台数の削減無し) の照度履歴と提案手法 (照明制御台数の削減有り) の照度履歴を示したグラフである。これらの結果から、照明台数を 7 台削減 (約 60% 削減) しても、従来の知的照明システムと同等の目標照度収束が可能であることが確認できる。また、照明制御台数が 8 台以上 (60% 以上) になると、提案手法を用いた知的照明システムは従来の知的照明システムよりも目標照度収束時間が遅くなることも確認した。つまり、1 秒間に制御可能な照明台数に限界がある BACnet を用いた知的照明システムにおいて、制御照明台数が制御する照明台数の 60% までであれば提案手法は有用であると言える。

#### 参考文献

- [1] M.Miki, T.Hiroyasu, and K.Imazato. Proposal for an intelligent lighting system, and verification of control method effectiveness. *Proc IEEE CIS*, pp. 520-525, 2004.
- [2] 後藤和宏, 三木光範, 廣安知之. 知的照明システムのための回帰係数を用いた自律分散最適化アルゴリズム. 照明学会全国大会講演論文集, Vol. 40, pp. 123-124, 2007.