

# 無線センサネットワーク駆動型知的照明システムの基本的検討

岡田 基

Motoi OKADA

## 1 はじめに

近年、エネルギー使用量の増大に伴い消費電力の削減に注目が集まっている。特にオフィスビルでは、照明による電力コストがビル全体の約 30%を占めており、照明に対する消費電力の削減は重要な課題である。著者らは、この課題の解決のために、オフィスにおける照明環境の改善を目的とした、知的照明システムの研究・開発に取り組んでいる<sup>1)</sup>。知的照明システムは、各執務者に個別の明るさを提供すると同時に、不必要な照明の光度を抑え、消費電力の削減を目的とする照明制御システムである。

一方、無線装置を内蔵した多数のセンサが、相互に連携することで、実空間の情報の収集を容易にする、無線センサネットワークという技術に注目が集まっている。知的照明システムで無線センサネットワークを用いることで、無線センサネットワークによって駆動する知的照明システム(以下、無線センサネットワーク駆動型知的照明システム)を構築できる。本研究では、各無線センサノードの自律制御によって駆動する、無線センサネットワーク駆動型知的照明システムの構築を行う。また、その際に発生する、照明への制御の集中という問題について、無線センサノード同士が協調し、照明の光度を決定する手法について提案し、その手法を用いた提案システムの精度検証を行う。

## 2 知的照明システム

知的照明システムとは、照明の光度を変化させ、各執務者の要求する照度(以下、目標照度)を実現すると同時に、消費電力を削減することを目的とする照明制御システムである。そこでこの目的のために、目標照度という制約条件の下、消費電力を最小化する最適化問題として捉える。

我々は、知的照明システムの制御アルゴリズムとして、ANA/RC(Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient)を提案している<sup>2)</sup>。ANA/RCでは、照明が照度センサに対して及ぼす影響度合い(以下、影響度)に応じて光度を変化させ、より迅速に最適な光度へ変化させることができる。影響度は、1灯の照明が1台の照度センサに与える影響の大きさであり、その値は、照度センサの照度値の変化量を照明の光度の変化量で割ることによって得られる。

## 3 無線センサネットワーク駆動型知的照明システム

### 3.1 提案システムの概要

無線センサネットワーク駆動型知的照明システムは、照度センサを組み込んだ無線センサノードが、照明に自律分散制御を行う。また、無線センサノード間で協調し、光度を決定することで、高度な制御を行うことが可能である。

### 3.2 提案システムの構成

従来の知的照明システムは、調光可能な照明器具、照度センサ、制御装置から構成される。一方、無線センサネットワーク駆動型知的照明システムは、制御装置が無線センサノード内に内蔵されているため、調光可能な照明器具と、無線センサノードのみで構成される。従来の知的照明システムの構成と無線センサネットワーク駆動型知的照明システムの構成を Fig.1 に示す。

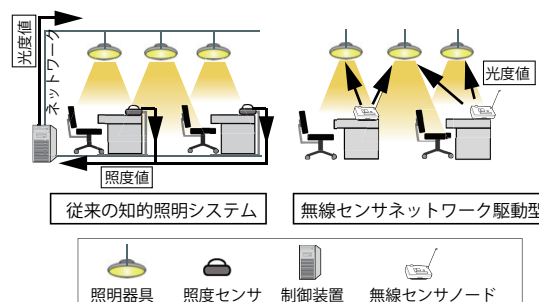


Fig. 1 従来システムと提案システムの構成図

無線センサネットワーク駆動型知的照明システムの無線センサノードは、自ノードに対する影響度係数を降順に並べた際の、上位  $n$  灯の照明にのみ光度を送信する。 $n$  は、目標照度を満たすために光度変化を行う必要のある照明台数を示す。

### 3.3 影響度係数を用いた制御照明選択手法

無線センサネットワーク駆動型では、各無線センサノードが強い影響のある照明を自律的に制御する。照明の近くに複数台の無線センサノードがある場合、複数台の無線センサノードが同一の照明に異なる光度を送信するという問題が生じる。その結果、照明の光度が頻繁に変化してしまう。この問題を解決するために、影響度を用いた制御照明選択手法を提案する。本手法では、無線

センサノード間で互いの影響度係数を比較し、高い影響度係数を持つ無線センサノードの制御のみを採用する、これにより、各照明を制御する無線センサノードを1台に限定することができる。

## 4 提案システムの検証実験

### 4.1 実験概要

影響度影響度用いた制御照明選択手法を用いた提案システムの目標照度の実現性、および提案システムの省エネルギー性について検証を行う。

本実験の実験環境を Fig.2 に示す。目標照度は無線センサノード A, B, および C をそれぞれ 300 lx, 600 lx, および 750 lx とする。また1ステップを3秒とし、300ステップ経過後に無線センサノード A, および C の目標照度を 500 lx, および 400 lx に変更する。また、目標照度を実現するために必要な証明台数に関する予備実験の結果から、5 灯以上の照明が必要であることがわかっているため、本実験では制御を行う照明台数は 5 灯とする。

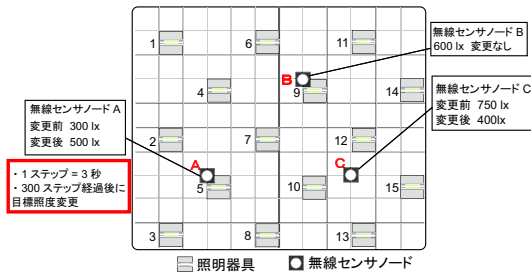


Fig. 2 実験環境

### 4.2 提案システムの評価

無線センサノードの照度履歴を Fig.3 に示す。図の横軸はステップ数、縦軸は照度値である。なお、各無線センサノードについて目標照度の上下 50 lx の範囲内を帯で示す。

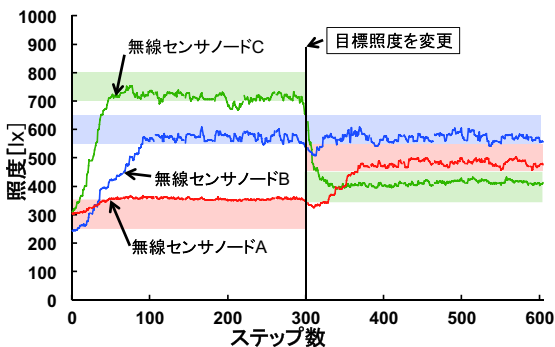


Fig. 3 検証実験における無線センサノードの照度履歴

Fig.3 より、実験開始後およそ 100 ステップで目標照度に収束していることがわかる。また各無線センサノードが制御を行った照明を示したものを Fig.4 に、300 ス

テップ経過時における照明の点灯パターンを Fig.5 に示す。Fig.4 内で、中止している制御を×で示す。Fig.5 より各無線センサノードに近い照明が強い光度で点灯していることが確認できる。

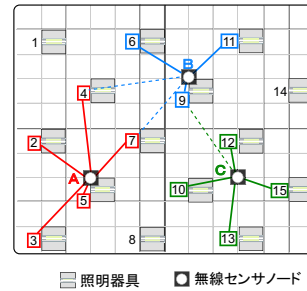


Fig. 4 無線センサノードが制御を行う照明

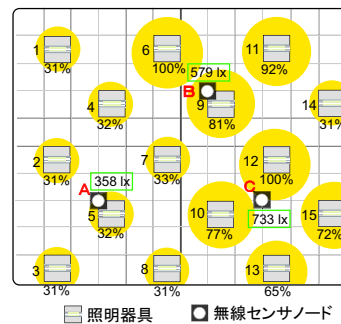


Fig. 5 300 ステップ経過時における光度の分布

次に、省電力性について評価する。Fig.6 から、システムを導入する前と比較して、提案システムでは、従来型の知的照明システムと同様におよそ 70% の消費電力の削減を確認できた。

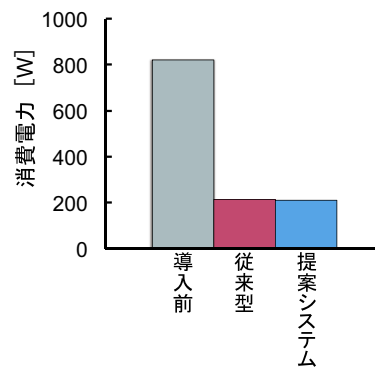


Fig. 6 照度収束時の消費電力

## 参考文献

- 1) M.Miki and 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) S. Tanaka, M. Miki, T.Hiroyasu, and M.Yoshikata. An evolutionary optimization algorithm to provide individual illuminance in workplaces. *Proc IEEE SMC*, pp. 941–947, 2009.