

知的照明システムの大規模化に伴う課題とクラウド化による問題解決

平野 裕也

Yuya HIRANO

1 はじめに

我々は、オフィス環境においてワーカーの知的生産性向上と省エネルギー化を目的とした知的照明システムの研究を行っている¹⁾。現在、我々は複数のオフィスビルに知的照明システムのプロトタイプシステムを導入し、実用化に向けた実証実験を行っている^{2, 3)}。実証実験の結果が認められ、オフィスビル1棟全てのフロアに知的照明システムを導入する検討がなされるまでになった。

知的照明システムを大規模オフィス環境に導入するにあたり初期設置費用・設置面積の増大、ソフトウェア事業者とハードウェア事業者の責任分離化が困難になってしまうという問題がある。そこで本研究では、制御用のコンピュータをクラウド化することで大規模化における問題を解決するクラウド型知的照明システムを提案する。

2 知的照明システム

2.1 知的照明システムの概要

知的照明システムは、制御装置、照明器具、照度センサ、および電力センサをネットワークで接続することにより構成されている。制御装置は、照度センサからの照度情報、および電力センサからの消費電力情報に基づいて、焼きなまし法を照明制御用に改良した適応的近傍アルゴリズム (Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient: ANA/RC) に従い照明を制御する^{4, 5)}。

2.2 知的照明システムの構成

実証実験に用いられている知的照明システムの構成図を Fig.1 に示す。実証実験では、Fig.1 の構成がオフィスの一画、または一部屋に導入され照明器具を制御している。仮に現在の構成をオフィスビル一棟に導入するとなると各エリア、もしくは各部屋に1台の制御用コンピュータを設置する必要がある。オフィスビルに設置される制御用コンピュータの台数が増えることで、知的照明システムの初期設置費用、設置面積が増加する。また、1台の制御用コンピュータに照明や照度センサを対象としたハードウェア制御ソフトウェアと、照明器具の光度最適化ソフトウェアが混在することで、ハードウェア事業者とソフトウェア事業者の制御用コンピュータに対する責任問題の切り分けが、困難になってしまうという問題も存在する。

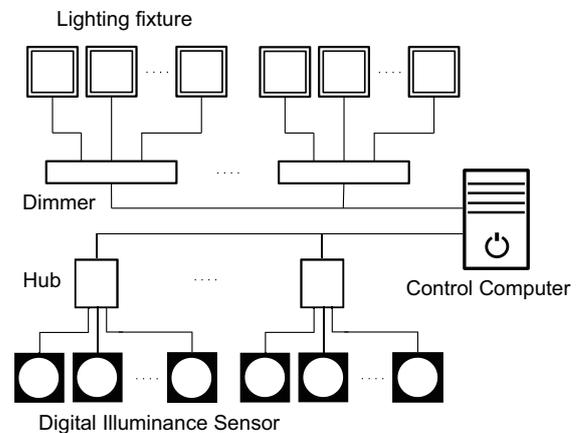


Fig. 1 知的照明システムの構成

そこで、少ない制御コンピュータ台数で複数の知的照明システムを運用することができ、ハードウェア事業者が担当するコンピュータとソフトウェア事業者が担当するコンピュータを切り分ける事ができるシステム構成が求められる。

3 クラウド型知的照明システム

知的照明システムの制御コンピュータをクラウド化することで、1章で述べたコストを削減する。クラウド化することの利点として、実証実験に用いられている構成と違い制御コンピュータを外部に設置することができるため設置面積を削減することができる。また、オフィスビルの各フロアにハードウェアを制御することを専門とした専用機を設置することで、ハードウェア事業者とソフトウェア事業者との責任問題を明確に切り分けることができる。

クラウド型知的照明システムの有効性を示すために、検証に用いるためのシステムを構築した。Fig.2に構築したクラウド型知的照明システムのハードウェア構成図を示す。Fig. 2の専用機とは、照明の調光と照度センサからの照度データ取得を専門的に行うコンピュータである。専用機はオフィスの各フロアに設置される。各フロアには専用機以下の構成がフロア毎に設置される。制御サーバは、次光度の計算処理を行うコンピュータである。制御サーバは1台以上必要であり、必要台数については処理能力に応じた台数を用意する必要がある。ゲートウェイに関しては、一棟のオフィスに1台設置する。

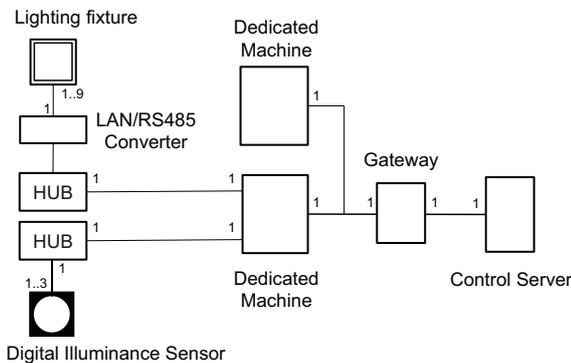


Fig. 2 クラウド型知的照明システムのハードウェア構成

制御サーバにはエリア毎に次光度生成プロセスを生成し計算する。本構成の中で検証が必要な事項は制御サーバの処理能力、および台数である。我々が想定している最も大規模なオフィス環境では、40階建のオフィスビルに各フロアごとに10エリア存在するため、知的照明プロセスを最大400プロセス生成し、並列に処理する必要がある。

構築システムの詳細なハードウェア構成は、シャープ社製LED照明器具が9台、セコニック社製デジタル照度センサが3台、制御用サーバが1台、ゲートウェイが1台、専用機が2台である。機器間を繋ぐイーサネットケーブルやスイッチングハブは全て100BASE-T対応の製品を使用した。

4 構築システムにおける動作実験

構築システムの動作検証を行うため Fig. 3 に示す実験環境において動作実験を行った。動作実験は、2つのフロアに各10エリア存在する環境へ導入する想定で機器を構成し、合計20エリアの内1エリアのみを実環境に対応づけ、照度収束実験を行った。残りの19エリアは、照明台数100台・照度センサ台数60台の実験環境シミュレータを作成し、仮想的に処理を行わせる。つまり、Fig. 3 に示すエリアが2つのフロアに10エリアずつ存在し、合計20個の知的照明プロセスを並列に処理する環境を想定した検証実験を行った。また、各照度センサA、B、Cの目標照度をそれぞれ300 lx、350 lx、および400 lxとし、目標照度への収束実験を行う。次に200ステップ経過後、目標照度をそれぞれ550 lx、550 lx、および700 lxへと変更する。実環境を紐付けたプロセスの実験結果を Fig. 4 に示す。

Fig. 4 より、約60ステップ地点にて目標照度が満たされている事がわかる。このことから、クラウド型知的照明システムにおいても目標照度を満たすことが可能なことがわかる。次に、200ステップ地点にて目標照度の変更されてから、220ステップ地点にて目標照度が満た

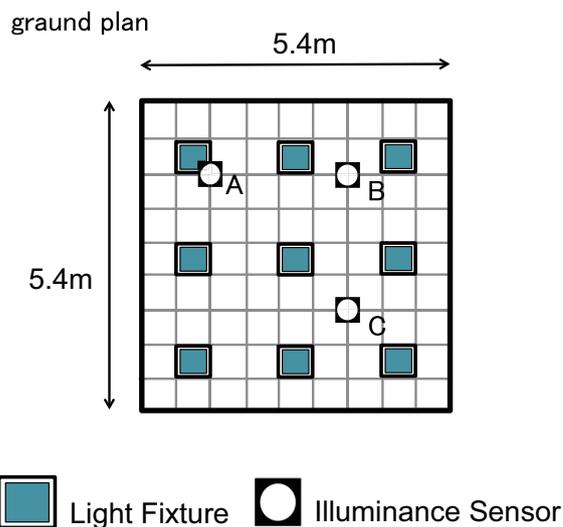


Fig. 3 実験環境（俯瞰図）

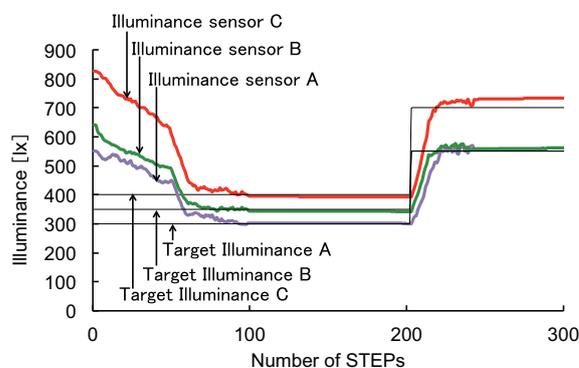


Fig. 4 照度、および目標照度履歴

されていることがわかる。このことから、目標照度の変更においても目標照度を満たすことが可能であることがわかる。

以上の結果から、知的照明システムをクラウド化したシステム構成へ変更したとしても、照度センサに設定された目標照度を実現できた。

参考文献

- 1) 三木光範. 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム. 人工知能学会誌, Vol. 22, No. 3, pp. 399–410, 2007.
- 2) 三木光範, 加来史也, 廣安知之, 吉見真聡, 田中慎吾, 谷澤淳一, 西本龍生. 実オフィス環境における任意の場所にユーザが要求する照度を提供する知的照明システムの構築. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J94-D, pp. 637–645, 2011.
- 3) 小野景子, 三木光範, 吉見真聡, 西本龍生, 近江哲也, 足立宏, 秋田雅俊, 笠原佳浩. Led照明を用いた知的照明システムの実オフィスへの導入. 電気学会論文誌, Vol. 131, No. 5, pp. 321–327, 2011.
- 4) S. Tanaka, M. Miki, T. Hiroyasu, M. Yoshikata. An evolutionary optimization algorithm to provide individual illuminance in workplaces. *Proc IEEE Int Conf Syst Man Cybern*, Vol. 2, pp. 941–947, 2009.
- 5) 小野景子, 三木光範, 吉見真聡, 西本龍生, 近江哲也, 足立宏, 秋田雅俊, 笠原佳浩. 知的照明システムのための自律分散最適化アルゴリズム. 電気学会論文誌, Vol. 130, No. 5, pp. 750–757, 2010.