

知的照明システムにおける照明デジタル制御とクラウド化の検討

Digital control of lightings and the use of cloud computing for the intelligent lighting system

三木 光範*
Mitsunori Miki吉見 真聡†
Masato Yoshimi平野 裕也†
Yuya Hirano笠原 佳浩*
Yoshihiro Kasahara

1. はじめに

我々は、オフィス環境がオフィスワーカーの知的生産性に影響を与えるという観点から、知的照明システムと呼ばれるシステムを研究している [1]。現在、この知的照明システムを制御し処理する部分は、オフィスに設置している。オフィス外部に制御部分を設置する方法は、今まで保守性・管理性の観点から検討はされていたが、実証はされていなかった。本研究では、知的照明システムの制御部分をクラウドコンピューティングによって実現することで、知的照明システムの保守性・管理性の向上をはかる。

2. 知的照明システム

知的照明システムとは、所定の場所に所定の照度を実現し、消費する電力量が最小となるように各照明機器の光度を最適化するシステムである [1]。

知的照明システムは、主に制御装置、照明機器、照度センサ、電力計の4つから構成されている。制御装置は照度センサからの照度情報、電力計からの消費電力データをもとに、各照明を制御する。知的照明システムを実現する方法は、大きく分けて制御装置をオフィスに設置する方法(内部設置型)、制御装置をクラウド上に設置する方法(クラウド型)の2つに分けることができる。

3. 知的照明システムのクラウド化

3.1 概要

クラウド型の知的照明システムは、保守性・管理性の向上の観点から、今まで検討はされてきたが、実現はされていない。そこで、クラウド型知的照明システムを試作し、その有効性を示す。本システムのハードウェア構成を図1に示す。

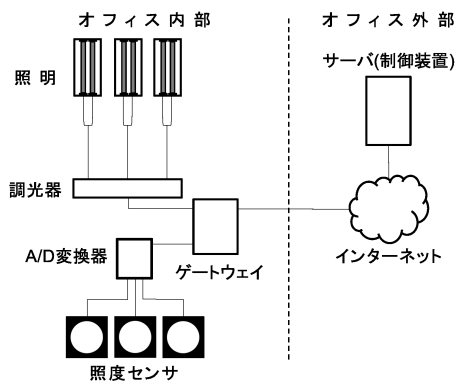


図1: クラウド型知的照明システムのハードウェア構成

*同志社大学大学院

†同志社大学理工学部

3.2 サーバ環境

Amazon EC2を利用してクラウド型知的照明システムを構築した。使用したサーバ環境を表1に示す。また、PaaS型のクラウドサービスの利用形態は従量課金制であるため、データの転送量に比例して使用料金が增加する。そのため、クラウド型知的照明システムではクライアントプログラムに使用料金を考慮した処理を付加する必要がある。

表1: サーバ環境

OS	Linux
メモリ容量	613MB
設置場所	アメリカのバージニア州

3.3 データ遅延の検証

クラウド型知的照明システムではデータ転送の際に発生する通信時間を考慮しなければならない。これは、知的照明システムでは環境の変化に対応するため照度センサからの照度情報をもとに制御を行うためである。

3.4 従量課金制への対処

内部設置型知的照明システムの場合、一定秒数の間隔で常に照度情報を取得し照明機器の光度を調節している。しかし、クラウド型知的照明システム上で常にセンサデータと光度データの転送を行うとなると、使用料金が懸念される。そこで照度の収束しかつ安定を確認すると、自動的にデータ転送を停止する機能をクライアントプログラムに付加した。またプログラムが停止している間に、目標照度の変更や照度センサの周辺で大きな照度変化があると、自動的に照度収束が再開される。このことによって、データ転送の回数を減少させることが可能になり、従量課金制による料金負担の軽減を図る。

4. クラウド型知的照明システムの基礎実験

データ通信時間の確認を行うため実験を行った。サーバ環境は3.2節に示した通りであり、受信パケットをそのまま返送するechoサーバを構築した。またクライアントは、同志社大学京田辺校地内に設置したPCを使用した。実験は、クライアントが100個の照度センサデータをサーバに送り、受信するまでの時間を計測した。ある1日の実験結果を図2に示す。

図2から、通信時間の平均は約0.2秒である。また、時折生じる大きな遅延時間は、最大で1.968秒である。このことから、クラウド型知的照明システムにおいても、内部設置型知的照明システムと同様に環境の変化に対応できる。

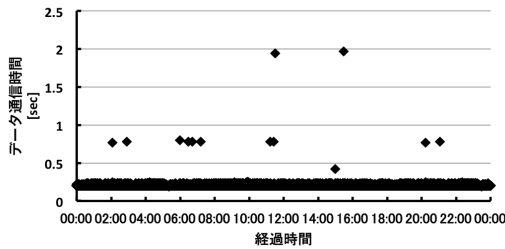


図 2: 通信時間 (6/7 火)

3.4 節で述べたアルゴリズムでは、内部設置型知的照明システムと異なり照度の収束が確認されると自動的にデータ転送を停止するため、照度の安定性に影響が与える可能性がある。そこで、クラウド型知的照明システムにおける照度の安定性を確認する照度収束実験を行う。照度収束実験における実験環境を図 3 に示す。

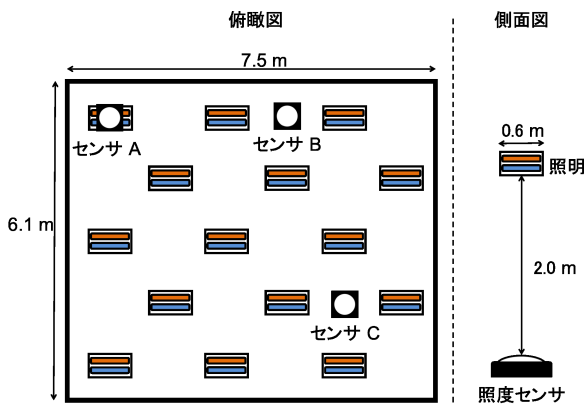


図 3: 実験環境

照度収束実験では、照度センサ A, B, および C を用いる。また、各照度センサの目標照度をそれぞれ 300 lx, 350 lx, および 400 lx とし、約 500 秒後に、目標照度をそれぞれ 550 lx, 550 lx, および 700 lx へと変更する。さらに約 770 秒後に、照度センサ C に電気スタンドによる擬似外光を加える。実験結果を図 4 および 5 に示す。なお、ここでは見やすさを考慮して照度センサ C についてのみ示すが、照度センサ A, B についても同様の傾向であった。

照度収束時間に関して、図 4, 5 より、クラウド型知的照明システムでは約 280 秒で照度が収束しており、内部設置型知的照明システムでは約 130 秒で照度が収束している。また、目的照度を変化させた際にも、クラウド型知的照明システムでは約 100 秒で照度が収束しており、内部設置型知的照明システムでは約 80 秒で照度が収束している。さらに、擬似外光を照射した際にも、クラウド型知的照明システムでは約 220 秒で照度が収束しており、内部設置型知的照明システムでは約 170 秒で照度が収束している。このことより、クラウド型知的照明システムは内部設置型知的照明システムと比較して、照度収束時間は劣るものの、個別照度を提供できることが確認できた。

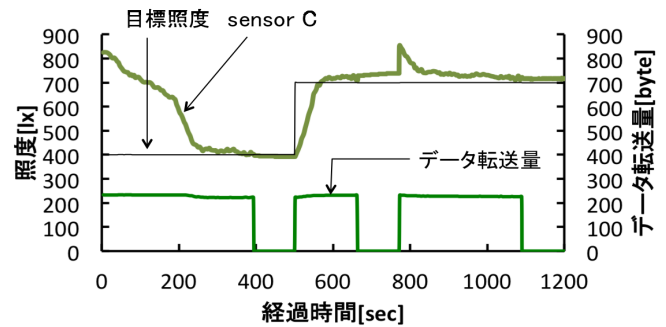


図 4: クラウド型知的照明システム

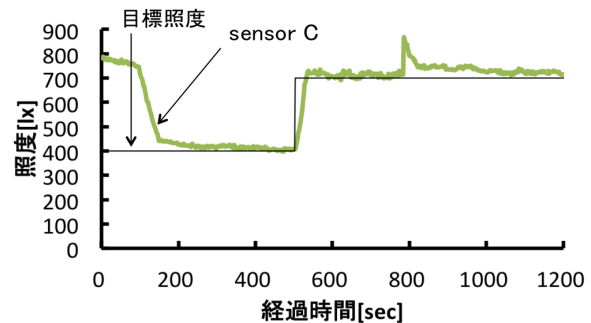


図 5: 内部設置型知的照明システム

照度の安定性に関して、図 4 より、クラウド型知的照明システムでは約 400 秒で照度が安定している。その後、約 90 秒間データ転送が停止しているが、その間も照度は安定している。一方、図 5 より内部設置型知的照明システムでは約 240 秒で安定している。また、目的照度を変化させた際にも、クラウド型知的照明システムでは約 110 秒で照度が安定しており、その後約 100 秒間データ転送が停止していた。その間、照度は徐々に上昇傾向を示したが、収束の範囲内であった。一方、内部設置型知的照明システムでは約 90 秒で照度が安定している。さらに、擬似外光を照射した際にも、クラウド型知的照明システムでは約 240 秒で照度が安定しており、その後約 100 秒間データ転送が停止している。その間も照度は安定していた。一方、内部設置型知的照明システムでは約 260 秒で照度が安定している。このことより、クラウド型知的照明システムは内部設置型知的照明システムと比較して、照度の安定性は劣るものの、問題のない範囲であることが確認できた。

データ転送量に関して、図 4 より、クラウド型知的照明システムにおけるデータ転送量は 48746[byte] である。これは、データ通信を停止させるプログラムを付加しなかった場合に予想されるデータ転送量が 68400[byte] であることを考えると、データ転送量を約 30% 削減することができたといえる。

以上より、クラウド型知的照明システムの有効性が示された。

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.403-410, 2007.