

# 個別照明制御システムにおけるタブレット端末を用いた稼働状況可視化システム

市野 博

## 1 はじめに

近年、オフィスビルにおけるエネルギー削減は、極めて重要な課題となっている<sup>1)</sup>。また、オフィスにおける光環境がオフィスワーカーに知的生産性に影響を与えることが報告されている<sup>2)</sup>。

このような背景から、近年オフィスの光環境の改善に注目が集まっているため、我々は個別に明るさを提供することで、知的生産性の向上と消費電力の削減を実現する知的照明システムの研究を行なっている<sup>3)</sup>。現在、知的照明システムは実用化に向けて東京都内および福岡県内のオフィスにおいて実証実験が行われている。

実証実験では、各オフィスワーカーにおける目標照度への収束状況、各照明の光度分布、および消費電力などを分析し、知的照明システムにおける制御アルゴリズムの性能評価を行うことが重要である。そのため、知的照明システムではシステムの評価を行うため、詳細な時系列データとして照明の明るさおよびセンサ情報をテキストデータで出力し、これらの情報を基に動作状況の確認を行なっている。

そこで本研究では、オフィスに導入した照明の分散最適制御システムにおいて、テキストで出力された時系列データを遠隔地から可視化するシステムを構築し、動作状況の可視化を可能にする。

## 2 知的照明システムとその改善案

### 2.1 知的照明システム

知的照明システムは照明と照度センサをネットワークに接続することで構成される。知的照明システムでは、オフィスワーカーが机上のパソコンから目的照度を設定することで、照明や照度センサの位置を必要とすることなく、自動的に有効な照明を判断し、任意の場所に任意の照度を提供できる。目標照度は各オフィスワーカーが所持する照度センサ毎に設定され、照度センサの明るさが目標照度となるように各照明の制御を行う。また、知的照明システムでは、外光や環境の動的な変化に対応するため、人に知覚できない範囲でランダムに照明の明るさを細かく変化させている。これにより、照明と照度センサとの位置関係を把握し、最適な制御を行う。

オフィスに導入した知的照明システムは、稼働状況の解析のためユーザの操作情報とセンサ情報を出力している。これらをログデータと呼称する。実証実験には詳細な時系列データが必要になる。そのため、以下のログデータを 1 分毎に出力している。

1. ログデータの出力年月日時分
2. 各照明における白色および電球色の点灯光度
3. 各オフィスワーカーの目標照度
4. 各照度センサの現在照度

オフィスワーカー 1 人につき照度センサが 1 台設置されているため、目標照度および現在照度はオフィスワーカーのデスク数だけ出力されている。また、白色光度および電球色光度は照明の台数分だけ出力されている。このログデータを利用することで、システムの動作状況を確認することが可能である。

### 2.2 知的照明システムの運用における改善案

現在のオフィスビルにおける一般的な照明システムは、一定のエリアへの均一な照度の提供を目的としており、調光機能がない。また、調光機能がある場合でも、エリア内の机上面の明るさの保持を目的としており、セグメント単位での制御に限る。つまり従来の照明システムでは、エリアおよびセグメント単位の照明が点灯または消灯状況の確認のみであり、動作状況の確認は容易である。

一方、知的照明システムでは、電源配線および壁に設置された照明の電源に依存することなく、各照明が異なる光度で点灯し、各オフィスワーカーの目標照度を提供するため、目標照度への収束状況、各照明の光度分布、および消費電力の確認など極めて重要であり、従来の照明システムにおける動作状況の確認と異なり、膨大な情報の確認が必要である。

そのため、知的照明システムでは詳細な時系列データとして、ユーザの操作情報とセンサ情報を出力している。このログデータを基に、動作状況の確認を行なっている。しかし、膨大な情報から動作状況の確認を行うのは容易ではなく、多くの時間を費やしているのが現状であった。そこで、照明の分散最適制御システムにおける動作状況を遠隔地から確認を行うことのできる可視化システムを構築した。

## 3 動作状況の可視化システム

### 3.1 従来システムの運用における改善案

知的照明システムの運用を改善するために、我々はログデータを可視化するシステムの構築を行ってきた<sup>4)</sup>。

知的照明システムは、2.1 節で説明した通り実際には、環境の動的な変化に対応するために、約 2 秒に一度、照明の明るさを変化させている。これを調光サイクルと呼称する。調光サイクルごとにログデータの作成を行うと、データ量は膨大となるため、従来システムでは 1 分毎にログデータを出力し、システムの評価を行なってきた。

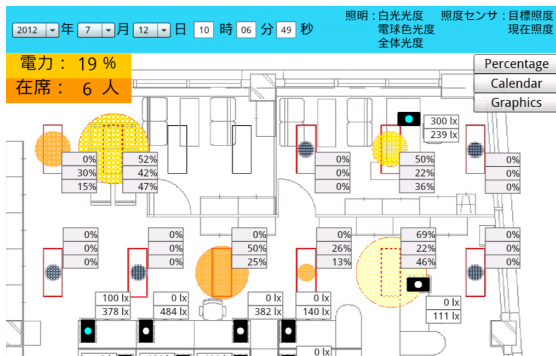


Fig.1 動作状況の可視化システム

しかしながら、1分毎のログデータを用いると、約2秒毎の調光サイクルにおける変化を可視化できず、制御アルゴリズムや配線の不良による照明のちらつきの検出を行うことができなかった。

### 3.2 提案手法

そこで本研究では、リアルタイムに稼働状況を確認することができる可視化システムを提案する。

従来システムにおいて1分毎に出力していたログデータを調光サイクルに合わせて保存する。ただし、調光サイクル毎にログデータを採取するとデータ量は膨大となるため、調光サイクル毎にログデータは1週間分保持し、新たなログデータが出力されると、それ以前のログデータは破棄する。また、1週間以前の動作状況については従来手法を用いて確認を行う。これによって、知的照明システムの動作状況をリアルタイムに確認することができる。

さらに、本可視化システムはWebブラウザから閲覧できるため、タブレット端末からの確認も可能となり、場所や時間を問わず知的照明システムの動作状況を確認することができる。

### 3.3 動作状況の確認

図1に動作状況の可視化システムを示す。図1に示すシステムは大手町ビルに導入した知的照明システムである。

本可視化システムでは、各照明の白色光度および電球色光度より知的照明システム全体の消費電力を算出し表示している。これにより、知的照明システムの消費電力の削減効果を確認することができる。また、目標照度を設定しているオフィスワーカーの人数を在席人数として表示している。

知的照明システムの動作状況の確認において、管理者が最も入手したい情報は、各照明の光度と各センサの照度の値であると考えられる。照度センサについては、目標照度および現在照度を表示することで、収束状況の確認が容易になる。

また、白色光度および電球色光度の可視化によって、各

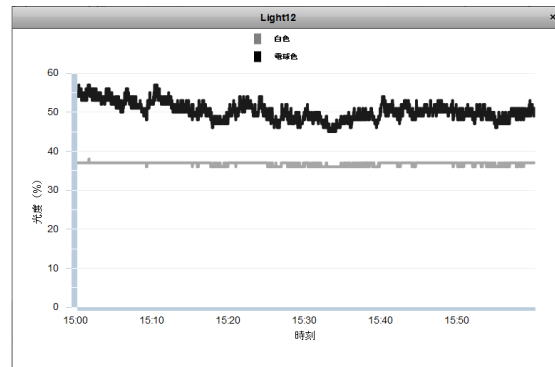


Fig.2 照明のグラフ

照明の点灯比率を確認することが可能である。全体光度は白色光度と電球色光度の総和である。光度に関しては、「Percentage」と「Candela」の単位切り替えが可能である。また、「Graphics」により照明の点灯状況を視覚的に確認できる。

図1では、各照明の明るさを円の大きさと表す。図1から確認できる通り、各照明が異なる光度で点灯し、必要以上の点灯を抑えていることがわかる。また電力、在席人数、光度値および照度の値はリアルタイムで更新することが可能である。

さらに各照明およびセンサをクリックすることで、ログデータをグラフとして表示することが可能である。図2に照明をクリックしたときに表示されるグラフを示す。

## 4 考察

本研究では、知的照明システムにおける動作状況の可視化システムを再構築した。本システムを用いることで場所や時間を問わず動作状況を確認でき、知的照明システムの有効性や安定性の検証が容易となった。また、調光サイクル毎の可視化を行えるので、すべての照明の明るさの変化を可視化することが出来る。そのため、制御アルゴリズムや配線の不良による照明のちらつきの検出を行うことが可能になる。

## 参考文献

- 1) ECCJ. ECCJ 省エネルギーセンター.  
[http://www.eccj.or.jp/office\\_bldg/01.html](http://www.eccj.or.jp/office_bldg/01.html).
- 2) 橋本哲, 寺野真明, 杉浦敏浩, 中村政治, 川瀬貴晴, 近藤靖史. 室内環境の改善によるプロダクティビティ向上に関する調査研究. 空気調和・衛生工学会論文集, No. 93, pp. 67-76, 4 2004.
- 3) 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.
- 4) 三木光範, 今宮久夫, 吉見真聡. 照明の分散最適制御システムにおける動作状況の可視化システム. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2011 論文集, Vol. 1322S, pp. 225-228, 2011.