

分散制御照明システムにおける運用/稼働報告書作成支援システムの構築 Construction of Employment/Operation Report Generation Supporting System in Distributed Control Lighting System

三木 光範[†] 久保田 貴大[†] 寺本 裕一[†] 吉見 真聡[†] 吉田 健太^{*}
Mitsunori Miki Takahiro Kubota Yuiti Teramoto Masato Yoshimi Kenta Yoshida

1. はじめに

近年、スマートシティおよびスマートオフィスに代表されるような、大規模なセンサネットワークが構築され始めている [1]. このようなシステムは膨大な量のユーザの操作情報やセンサ情報などをログデータとして蓄積している. このログデータはシステムの詳細な状況を確認するうえで極めて重要である. 例えば, システムの動作状況や不具合を確認することが可能になると, システムの更なる機能の向上に利用することが期待できる. そこで, 本研究では上記のような種々のログデータを解析し, 報告書の作成を支援するシステムの構築とその効果の検証を行う. 本研究で対象としたセンサネットワークは, 実オフィスに導入した分散制御照明システム (以下, 知的照明システム) である.

知的照明システムとは, オフィスワーカーに最適な照度および色温度を提供することにより, 知的生産性の向上と省エネルギーを実現するシステムである [2]. 構築した運用/稼働報告書作成支援システムは, 知的照明システムのログデータを解析することにより, 管理者およびユーザに有益な情報を提供するとともに知的照明システムの稼働状況を容易に確認できるようになる.

2. 知的照明システムの実証実験

知的照明システムは今後の実用化に向けて, 既存の照明システムと消費電力を比較し, 有用性を示す必要がある.

これまでに, 六本木ヒルズ森タワー, 東京ビルディングで実証実験を行い, 大手町ビルディング, 新丸の内ビルディング, (株) 九電工本社ビルでは現在も実証実験を行っている [3]. 実証実験では, システムの動作状況を把握するために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.

- ログデータの出力年月日時分
- 照明における白色の点灯光度 (照明の台数分)
- 照明における電球色の点灯光度 (照明の台数分)
- 照度センサの現在照度 (照度センサの台数分)
- 執務者の目標照度 (照度センサの台数分)
- 執務者の在席状態 (照度センサの台数分)

これらの情報を基に知的照明システムの詳細な動作状況を確認する. しかし, 知的照明システムにおけるログデータは一ヶ月分で膨大な量になるため, 手作業で報告書の作成を行うには, 多大な労力と時間が必要となる. そこで知的照明システ

ムのログデータより, 運用/稼働報告書の作成を支援するシステムの構築を行う.

3. 運用/稼働報告書作成支援システム

3.1 運用/稼働報告書作成支援システムの概要

提案する運用/稼働報告書作成支援システムは, 業務における利用率が 99% [4] である Microsoft Office Excel および Word を用いて構築した. 提案システムは, 知的照明システムの一ヶ月分のログデータを基に以下の項目について, 項目の時間的な動きを把握する統計データ (平均値の経時変化および 1 日平均値の経日変化) をグラフ化および, 文章化を行う.

1. 光度信号値の総和
2. 消費電力量
3. 現在照度値
4. 目標照度値
5. 色温度
6. 在席者数
7. 現在照度が 100 lx 以上のセンサ数
8. 項目 3, 4, 6, および 7 の複合グラフ

提案する運用/稼働報告書作成システムの有用性を検証するため, 東京ビルディングに導入した知的照明システムのログデータを用いた. この知的照明システムは, 30 灯の照明および 42 台の照度センサから構成されていて, オフィスワーカーが WebUI 上で目標照度と在席状況を入力することで制御されている. 在席状況を管理することで在席しているワーカーの目標照度を実現するように照明の制御を行うことができ, 省エネルギー性が向上する. そのため, 一ヶ月につき最大 8,526,264 フィールドのログデータが出力される.

3.2 運用/稼働報告書作成手順

提案システムの処理手順を図 1 に示す.

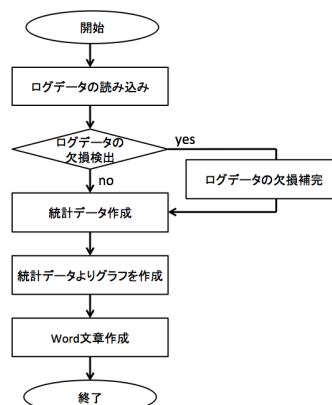


図 1 運用/稼働報告書作成支援システムの処理手順

* 同志社大学大学院

† 同志社大学理工学部

まず、一ヶ月分のログデータを Excel データとして読み込む。このとき、各日付ごとにワークシートを作成し、前節で述べた項目のデータと、その 1 日平均値を計算し書き込む。知的照明システムのログデータは一月に一回程度実施されるシステム再起動などのためログデータが数分間欠損することがある。そのため、このようなログデータの検出を行い、欠損部を空白で補完し、ワークシートに書き込む。提案システムでは、エクセルのワークシート関数を用いて計算を行っているため、合計値や平均値の算出に影響がない空白によって欠損部の補完を行っている。

次に、読み込んだログデータより、経時の変化と経日的変化の統計データを作成する。このとき、作成する統計データは、休日を含むか否か、業務時間外を含むか否かを選択する。例として、図 2 に提案システムで作成した 2010 年 12 月の経時の変化データの一部を示す。

時刻	光度の総和	消費電力量	現在照度(全台平均)	目標照度(全台平均)	在席者数
9:00	17145.5161	321.41935	354.1612908	348.2142857	18
9:01	17344.2258	325.54839	361.2903226	350.8640553	18.03226
9:02	17548.8387	329.74194	364.0645161	353.859447	18.06452
9:03	17537.6129	329.70968	364.6451613	354.8963134	18.06452
9:04	17506.5806	328.74194	363.8064516	355.3571429	18.06452
9:05	17430.5484	327.87097	362.6451613	355.0691244	18.06452
9:06	17546.6774	329.64516	362.8387097	343.4371524	18.09677
9:07	17661.5161	332.22581	363.3225806	343.4371524	18.09677
9:08	17556.6452	330.16129	363	343.4371524	18.09677
9:09	17458.8387	328.09677	361.516129	344.1045606	18.12903
9:10	17454.871	328.22581	361.483871	344.1045606	18.12903
9:11	17393.6452	326.70968	362.3225806	344.4382647	18.12903

図 2 経時の変化データ (一部)

図 2 に示すように、一ヶ月分のログデータが整理され、解析を行うことが容易になる。

そして、作成した統計データより各データの経時的・経日的データを可視化する図の作成を行う。例として図 3 に 2010 年 12 月における消費電力の経時の変化、図 4 に現在照度、目標照度、在席者数、および 100 lx 以上のセンサ数の経日的変化を示す。図 3 の縦軸は机上面が 750lx となるように照明の光度を制御した際の消費電力量を 100% にした消費電力、横軸は時刻をします。図 4 の第一縦軸は照度値、第二縦軸は在席者数および 100lx 以上のセンサの数、横軸は日付を示す。

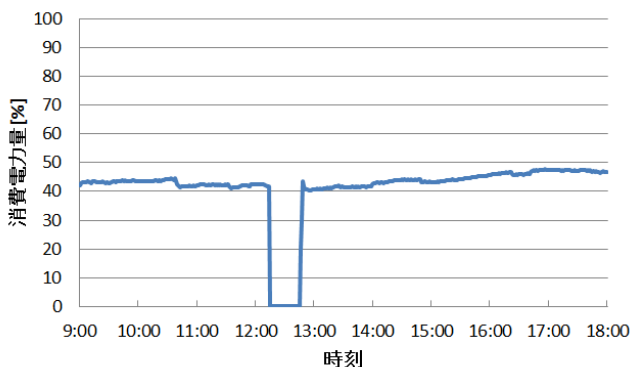


図 3 消費電力の経時の変化 (2010 年 12 月)

図 3 および 4 より、ログデータが可視化され、統計データを視覚的に確認することができる。図 3 より、12 時から 13 時の間に節電のため消灯していることや、消費電力は 40% から

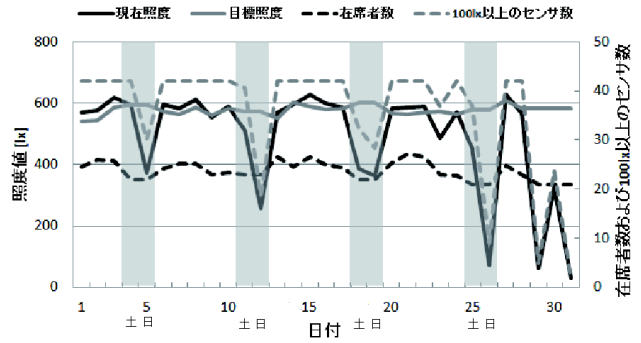


図 4 現在照度, 目標照度, 在席者数, および現在照度が 100 lx 以上のセンサ数の経日的変化

50% の間で推移していることが分かる。図 4 より、日曜日や年末は現在照度や 100 lx 以上のセンサ数が平日と比べると大きく値が下がっているのに対し、在席者数はほとんど変化していないことが確認できる。これより、離席処理を行っていない人が多いことが推測できる。また、これらの日以外は、目標照度と現在照度との差が ± 50 lx 以内であることがわかる。これらのことより、知的照明システムはオフィスワーカーが要求する照度を提供し、省エネルギー性も実現していることが確認できる。

最後に、これらの解析結果を Word ファイルで用意した月次報告書のテンプレートに、作成されたグラフやログデータの欠損日などを書き込む。Excel の VBA でドキュメントを作成することができ、知的照明システムの動作状況における月次報告書を作成することが可能である。

4. 運用/稼働報告書作成支援システムの効果

運用/稼働報告書作成作業を手作業で実施していた際は約 16 時間を費やしていた。ここで提案した運用/稼働報告書作成支援システムを利用すると、約 5 分で月次報告書が作成でき、時間を大幅に短縮することができる。また、このシステムは最終報告書とは別に図表等の中間データも独立したデータとして作成されるので、後日新たな図を作成し、報告書に掲載することも容易にできる。

知的照明システムのようなセンサネットワークシステムは今後も増加すると思われるため、ここで提案した運用/稼働報告書作成支援システムの考え方を利用することができると考えられる。

参考文献

- [1] パナホームが全国でスマートシティを展開、堺市と芦屋市に導入。
<http://news.mynavi.jp/news/2012/02/03/008/>
- [2] 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.
- [3] 世界初「LED 知的照明システム」「輻射空調システム」複合導入 1 年間の実験結果、約 30% の節電効果を実証。
<http://www.ecozzeria.jp/information/2011/07/led130.html>
- [4] Openoffice.org を業務で使っているのは 19.2%, microsoft office は半数以上が 2003。
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Research/20090708/333446/>.