

知的照明システムにおける稼働ログデータの自動解析 および運用/稼働報告書作成支援システムの構築

Automatic Analysis of the Operation Log Data in the Intelligent Lighting System, and Construction of Employment/Operation Report Generation Supporting System

三木 光範[†]
Mitsunori Miki

市川 耀[†]
Hikaru Ichikawa

榊原 佑樹^{*}
Yuki Sakakibara

間 博人[†]
Hiroto Aida

1. はじめに

我々は分散制御照明システム（以下、知的照明システム）の研究・開発を行っている。知的照明システムは、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、オフィスワーカーの知的生産性向上を実現するシステムである [1]。また、知的照明システムの副次的な効果としてオフィスワーカーがいないスペースの照明を減光または消灯することで省エネルギーも実現することができる。

現在知的照明システムは都内複数の実オフィスで実証実験を行っており、その有用性の検証を行ってきた。実オフィスでは、1 分ごとのログデータが出力され、それらのデータを知的照明システムの不具合の抽出や更なる改良のため解析する必要がある。そこで、知的照明システムの稼働ログデータを処理し、自動で報告書を作成するシステムを作成した。

2. 知的照明システムの実証実験

現在までに、六本木ヒルズ森タワー、新丸の内ビルディングなど都内の複数箇所の実オフィスで知的照明システムの実証実験を行っている [2]。また、2013 年 5 月には実用化第一号として茅場町グリーンビルディングに知的照明システムが導入された [3]。知的照明システムは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ため、以下のログデータを 1 分毎に出力する。

- 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）
- 照度センサの実測照度値（照度センサの台数分）
- オフィスワーカーの要求照度値（照度センサの台数分）
- オフィスワーカーの在席状態（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となるため、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、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。なお、報告書は、短時間で全体を把握することのできる概要版と、詳細なデータを載せた詳細版の二種類を出力できるようにした。以下に、概要版の報告書の項目例を示す。

1. 消費電力量（経時，経日）
2. 実測照度値（経時，経日）
3. 要求照度値（経時，経日）
4. 在席者数（経時，経日）
5. 実測照度値と要求照度値の絶対値（月間）

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、新丸の内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、運用/稼働報告書作成システムを構築した。この知的照明システムは、24 灯の照明および 13 台の照度センサを用いており、一ヶ月につき最大 4,687,200 フィールドのログデータが出力される。オフィスワーカーが WebUI 上でオフィスワーカーの要求照度値と在席状況を入力することで制御しており、正確に在席状況を管理することで在席しているワーカーの要求照度値を実現するように照明の制御を行っている。

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。

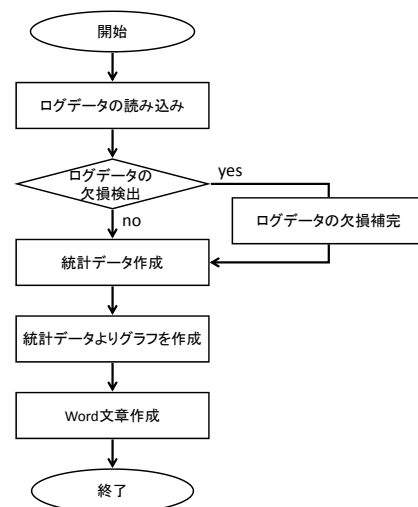


図 1 運用/稼働報告書作成支援システムの処理手順

まず、一ヶ月分の知的照明システムの稼働ログデータを

* 同志社大学大学院

† 同志社大学理工学部

Excel データとして読み込む。このときに、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、および消費電力の計算や平均値を計算し書き込む。稼働ログデータは一月に一回程度実施されるシステムの再起動などのためログデータが数分程度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、経時の変化と経日の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新丸の内ビルディングエコツェリア内における 2013 年 5 月の経時の変化データの一例を示す。

時刻	光度の総和	消費電力量	現在照度 (全台平均)	目標照度 (設定平均)	在席者数	現在照度 (センサ1平均)	目標照度 (センサ1平均)
9:00	2823.8065	86.870968	262.612903	423.5	1.580645	99.61290323	300
9:01	3105.7742	100.09677	271.064516	423.5	1.612903	110.5483871	300
9:02	3182.6774	103.03226	274.032258	423.5	1.612903	116.7096774	300
9:03	3304.6774	109.3871	274.387097	423.5	1.645161	122.032258	300
9:04	3460.0968	119.25806	278.645161	423.928571	1.741935	131.612903	300
9:05	3609.2581	126.67742	288.290323	423.928571	1.741935	144.354838	300
9:06	3706.0323	132.22581	289.483871	423.928571	1.774194	151.483871	300
9:07	3818.1613	138.51613	291.967742	423.928571	1.774194	158.2580645	300
9:08	3878.4194	140.64516	292.709677	423.928571	1.774194	162.0645161	300
9:09	3941.1613	143.6129	292.290323	423.928571	1.774194	164.838709	300
9:10	4017.5806	147.12903	294.387097	423.928571	1.806452	168.838709	300
9:11	4014.5806	146.87097	296.774194	423.928571	1.83871	170.032258	300
9:12	4096.9677	148.77419	299	423.928571	1.870968	170.903225	300
9:13	4067.2903	146.87097	298.903226	423.928571	1.870968	171	300
9:14	4096.8065	148.41935	308.322581	423.928571	1.903226	173.4193548	300
9:15	3935.8065	144.6129	303.967742	423.928571	1.903226	171.3548387	300
9:16	3847.6774	142.29032	302.645161	423.928571	1.903226	170.677419	300
9:17	3781.4838	140.41935	297.935484	423.928571	1.903226	169.322581	300
9:18	3627.5806	141.58065	297.709677	423.928571	1.935484	171.193548	300
9:19	3870.7742	141.87097	299	423.928571	1.967742	169.806451	300
9:20	3902.3871	142.32258	296.354839	423.928571	1.967742	169.1935484	300

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・経日のデータを可視化する図の作成を行う。例として図 3 に 2013 年 5 月における消費電力の経時の変化の図を示す。図 3 の縦軸は同時刻の 1 か月間の消費電力量の平均、横軸は時刻を示す。

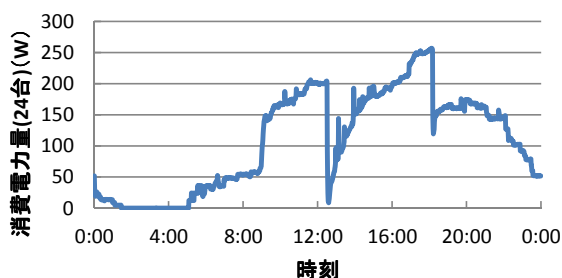


図 3 消費電力の経時の変化 (2013 年 5 月)

図 3 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。また、昼休憩開始時刻の 12:30 頃と終業時刻の 18:00 頃に在席状況をリセットしており、離籍時に離籍処理を怠った場合であっても不要な照明を減光、消灯し、消費電力を抑えられていることが分かる。

また、終業時刻以降徐々に消費電力量が下がっており、人が少なくなるにつれ消費電力も少なくなっていることが分かる。

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、その他代表となるデータを書き込むことにより、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。

3.3 特徴抽出

知的照明システムの有効性が分析を容易にするため、要求照度値と実測照度値の誤差の分布を表すグラフも出力できるようにした。グラフ例を図 4 に示す。

図 4 より多くの時間で要求照度値と実測照度値との絶対差が 50 lx 以内に収まっており、オフィスワーカーが要求する照度を提供できていることが確認できる。また、図 4 に関して要求照度値と実測照度値の絶対値が 100 lx 以上である場合にも分布があるが、これは要求照度値を設定した後に設定した照度に収束するまでの時間に生じたものであると考えられる。

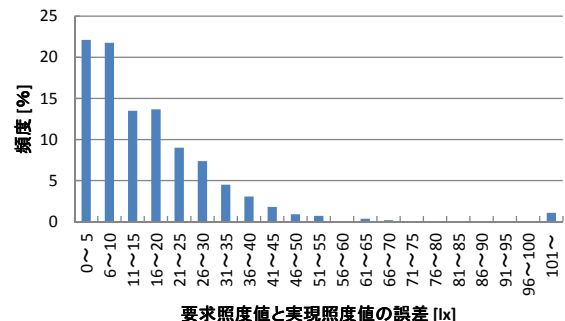


図 4 要求照度値と実測照度値の誤差の分布

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、表計算ソフトを用い手作業で実施していた際は約 3 日程度の時間を要していた。今回作成した運用／稼働報告書作成支援システムを利用することで、知的照明システムの報告書の作成時間を大幅に削減することが可能となり、稼働ログデータを読み込みから、概要版と詳細版の 2 種類の報告書を作成するまでの一連の作業を 1 時間以内に行うことが可能とした。

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。

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] 世界初「LED 知的照明システム」「放射空調システム」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>.
- [3] 「茅場町グリーンビルディング」竣工のお知らせ。
<http://www.mec.co.jp/j/news/archives/mec130509.kayabacho.pdf>.
- [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/>.