

知的照明システムにおける自動トラブルシューティング

矢嶋秀敏

1はじめに

近年、オフィスなどにおいて、オフィスワーカの快適性、知的生産性の向上が求められている¹⁾。また、オフィスワーカ毎に最適な明るさを提供することで、知的生産性の向上につながると報告されている¹⁾。このような背景から、ユーザの要求に応じて任意の場所に任意の明るさを提供できる知的照明システムの提案をしている。現在、知的照明システムは、実オフィス環境において、有効性を検証する為、検証実験が行われている。しかし、この知的照明システムは、稼働している状況によっては、挙動が不安定になる場合がある。そこで、知的照明システムのログデータを用いて、システムの挙動が不安定な場合を検出し、問題を解決する手法を提案する。

2 知的照明システム

2.1 知的照明システムの概要

照明器具にマイクロプロセッサを搭載し、照明、照度センサ、電力計をネットワークに接続し、分散最適化アルゴリズムにより、協調動作を行い、各ユーザの要求に応じた照度を提供するシステムである²⁾。また、オフィスワーカ個人が最も快適と感じる照明の明るさ（照度）、を机上の照度計によって個別に設定・制御することで、自動的に個人好みに柔軟な対応ができる照明環境を実現する。現在、知的照明システムは三菱地所株式会社に導入されており、電力消費量の削減効果の検証実験が行われている。

2.2 ログデータ

三菱地所株式会社に導入されている知的照明システムは、検証実験のためログデータを出力している。Table 1 のように、ログデータの項目として、目標の照度 [lx]、光の強さ（光度 [cd]）、現在の照度 [lx]、ワーカの在席状況などがセンサ毎に出力されている。

Table1 ログデータ

目標照度	光度	現在照度	在席状況
400	40	370	在席
400	40	380	在席
:	:	:	:
500	50	520	在席

オフィスワーカ1人につき照度センサを1台設置している為、目標照度、現在照度は、オフィスワーカの人数分出力されている。また、在席状況とは、オフィスワーカがデスクに在席、離席している事を示している。

3 照度センサのトラブル

知的照明システムでは、照度センサによって計測された照度によって、照明の制御が行われている。現在、実オフィスに導入した知的照明システムでは、照度センサがオフィスワーカの机上に置かれている。机上には書類等が置かれているため、照度センサがそれらの下敷きになることが想定され、実際に照度が正常に取得できない状況が起こっている。照度センサに障害物が被さり、正常の照度値が取得できない場合、照度値が正常値よりも低くなる。この場合、照明が目標照度よりも明るく点灯し、ワーカが不快に感じる可能性がある。そのため、照度センサトラブルを検出するシステムが必要となる。

4 トラブル検出システム

本システムは、出力されたログデータを基に、トラブルを検出する。そして、解析結果を基に、システムエラーを検出し、管理者に通知を行う。本提案では、3章の照度センサトラブルを検出するシステムについて述べる

4.1 エラー検出の流れ

エラー検出までのフロー図を以下のfig.1に示す。

1. 各照度センサに対して、在席状況を取得する
2. ユーザが在席していれば、目標照度を取得する
3. 目標照度が変更されていないければ、現在照度を取得する
4. 3で取得した現在照度を基に閾値判定を行う
5. 4の現在照度の減少率が閾値を超えていればエラー検出とする
6. 1, 2, 3, 4, 5の処理を繰り返す

以上の動作を行う事により、照度センサの照度履歴を検証し、照度センサに対するエラーを検出する。

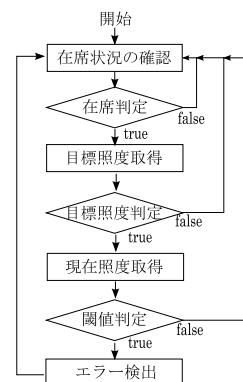


Fig.1 照度センサエラー検出のフロー図

照度センサトラブルを検出するにあたり、トラブルであるかどうかを判定する閾値の決定が重要となる。そこで、閾値を決めるため、照度センサのトラブルを想定した予備実験を行った。

5 照度センサトラブルのモデル化

照度センサトラブルが起き、変化後の照度が $0[\text{lx}]$ の場合、照度センサトラブルの検出は容易である。しかし、照度センサトラブルでの照度変化後は、センサに物が完全に被さらない場合がある為、 $0[\text{lx}]$ にはならない。そこで、照度センサトラブルを検出する為に、照度センサに障害物が被さった場合の照度変化を検証する必要がある。

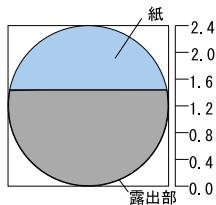


Fig.2 照度の減少率 20[%]

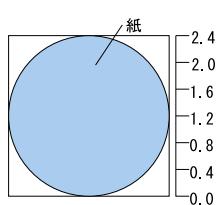


Fig.3 照度の減少率 70[%]

そこで、fig.2 のように、照度センサの上に、黒いビニール、白紙 1 枚を被せ、一定の間隔でセンサの受光部上をずらして照度を計測した、照度変化を示したもののが fig.4 である。

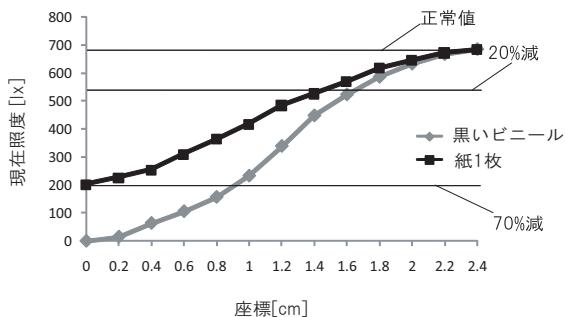


Fig.4 照度変化

fig.4 より、紙 1 枚が完全に受光部に被さった場合、照度が約 70[%] 減少した。また、紙 1 枚が fig.2 のように被さった場合は、照度は 19[%] 下がる結果となった。

よって、照度センサの照度値が正確に所得できないトラブルに対しての閾値は、一定時間に照度が 70[%] 以上下がった場合にトラブルの可能性が高いと判断できる。また、一定時間に照度が 20~69[%] 減少した場合、照度センサ以外の原因も考えられるが、照度センサに対してトラブルが発生している可能性があると判断できる。

この結果より、照度センサに対してのトラブルを Table 2 のように定義した。

Table2 項目 1~3 の照度の減少率

閾値パターン	注意	警告
照度の減少率 (%)	約 20~69	約 70 以上

6 検証実験

検証実験として、実際に三菱地所株式会社で出力された、2009 年 9 月 17 日 (19:00~19:59) のログデータをサンプルデータとして、照度センサに対するエラー検出を行った。

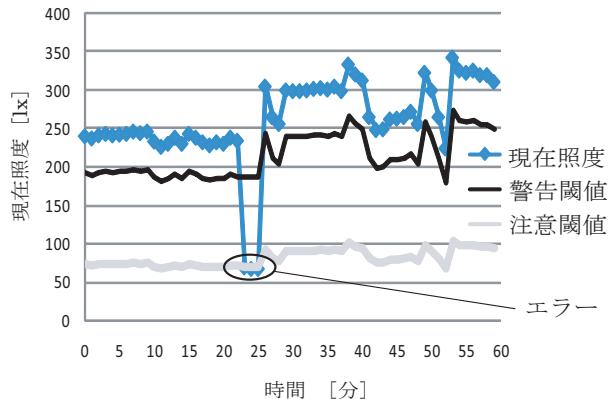


Fig.5 照度履歴と閾値履歴

fig.5 は、現在照度の履歴とその照度に対する、閾値の履歴を示したものである。fig.5 では、23 分、24 分、25 分が、警告閾値を下まわっているので、この部分がエラーディテクション箇所となる。このように、設定した閾値を超える照度変化が起こるとシステムエラーと判断し、管理者に通知することが可能である。

7 まとめ

本システムは、実際に出力されたログデータを読み込み、エラー検出を行う。出力されるログデータをリアルタイムで解析することで、即座にシステムエラーを検出し、エラー通知を行うことで、トラブルを素早く処理することができる。システムエラーを定義する閾値の設定で、エラー検出の精度が変わるために、今後十分に検証する必要がある。また、今回は、1 分毎のログデータから検出を行っているが、よりエラー検出の精度を高めるため、より詳細なログデータと 1 分毎のログデータを用いて、システムエラーを検出する方法を検討する。

参考文献

- 膜建築の昼光照明オフィス環境における生理・心理反応および作業効率
日本建築学会大会学術講演概論集(東海)2003年9月
- 三木光範、田中慎吾、廣安知之、池田聰、オフィス空間に個別照度を実現する進化的最適化アルゴリズム