

スマートフォンを用いたネットワーク型論理アドレスと物理配置のマッピング手法の検討

渡邊 寿明

Toshiaki WATANABE

1 はじめに

我々はオフィスにおける執務者の快適性向上および消費電力の削減を両立した知的照明システムの開発を行っている¹⁾。知的照明システムでは、各執務者の希望する照度（目標照度）を実現し、かつ低消費電力になるよう各照明を制御する。知的照明システムにおいて目標照度の設定はユーザインタフェースを用いて行う。ユーザインタフェースでは、その他に執務者が直接照明の明るさを変更できる。知的照明システムでは、照明の制御を論理アドレスを用いて行っている。知的照明システムをオフィスに導入する場合、ユーザインタフェースの作成時に各照明の論理アドレスと照明の物理的配置のマッピングを行う必要がある。しかし、照明の論理アドレスと物理的配置のマッピングを行う作業は、照明の数が少ない場合は手作業でも十分であるが、数十灯、数百灯の場合は多くの時間と労力を要する。三菱地所株式会社茅場町グリーンビルディングでは知的照明システムを1フロア50台の照明環境に導入している²⁾。今後、更に大規模な照明環境への導入が予想され、論理アドレスと照明配置のマッピングの高速化をする必要があると考える。そこで、本研究では、広範囲を撮影できるレンズを天井に向け、カメラ画像を画像処理することで、各照明の論理アドレスと物理的配置の自動マッピングを実現するシステムを提案する。

2 照明の論理アドレスと物理的配置の自動マッピング

照明の論理アドレスと物理的配置のマッピングを行う作業とは、論理アドレスを基に照明を1灯ずつ点灯させ、点灯した照明の物理的配置を確認していく作業のことを指す。しかし、照明の数が多き場合は、この作業は多くの時間と労力を要する。そこで、超広角レンズを天井に向けたスマートフォンを床に設置し、カメラの画像から画像処理を用いて各照明の点灯状況を把握することで、照明の論理アドレスと物理的配置のマッピングの自動化を実現するシステムを提案する。

2.1 システムの構成

本システムの構成を Fig. 1 に示す。本システムは複数の調光可能な照明、および照明制御装置（汎用コンピュータ）、画像処理用の PC、超広角カメラから構成

される。なお、超広角カメラは、画角 180 度の魚眼レンズをスマートフォンを装着したものをを用いる。また、論理アドレスとして IP アドレスを用い、照明制御装置に割り振る。

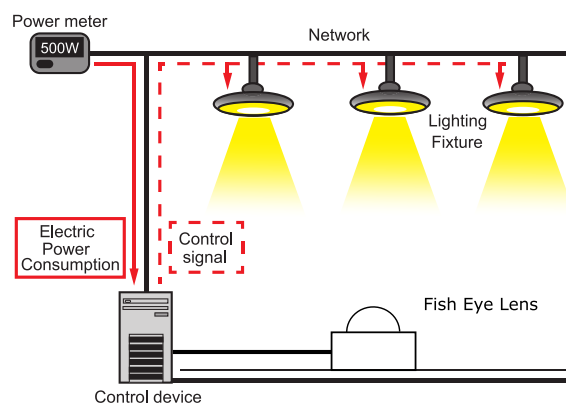


Fig. 1 自動アドレスマッピングシステムの構成

2.2 システムの動作手順

1. 各照明と IP アドレスが割り振られた制御装置を無作為に接続する。
2. 照明を全て点灯し、天井にレンズを向けて床に設置したスマートフォンに画像を取り込む。
3. 次章で示す画像処理の手法を用いて、魚眼 USB カメラから取り込んだ画像から、画像処理を用いて画像上の照明を全て抽出する。
4. ランダムに抽出した異なる IP アドレスを基に全ての照明を1灯ずつ一定時間（約5秒）消灯し、消灯した照明を画像処理によって判別する。

上記のシステムの動作手順により、各照明の論理アドレスと物理的配置の自動マッピングを実現することができる。また、照明の IP アドレス、およびユーザインタフェース上の 2 次元座標の情報を XML ファイルに出力する。この XML ファイルを用いることで、ユーザインタフェース上から任意の照明の明るさや点灯パターンを実現することが可能となる。

3 画像処理の手法

提案システムにおいて、画像処理を行うために Fig. 2 に示す画像処理アプリケーションを開発した。右側の画

面には、スマートフォンの入力画像が表示される。左側の画面には、入力画像に対して画像処理を行った出力画像が表示される。また、本論文では白黒画像のため判別できないが、画面には点灯している照明は赤、消灯している照明は青い矩形で囲まれて表示される。

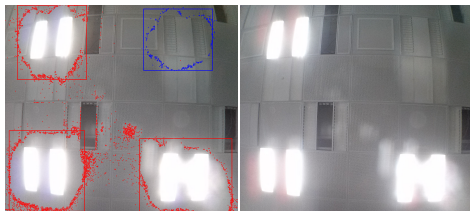


Fig. 2 画像処理アプリケーション

以下に画像処理の詳細について述べる。

1. 二値化とラベリング処理

まず二値化処理による背景差分法を用いる。そして、連結している二値化画素に同じラベルを付加することで複数の領域をグループとして分類するラベリング処理を行う。これにより、複数の照明領域を別々の照明として抽出することができる。

2. フィルタリング

グループ分けされた各領域の面積を計算し、指定した閾値によって領域のフィルタリング、およびマウスドラッグによる不要領域の除去を行う。

3. 照明の消灯の判別

全ての照明領域の重心座標を記憶し、リアルタイムで点灯時(1)と消灯時(0)の二値化画素を比較することによって、消灯した照明を判別する。

4 自動マッピングシステムの動作実験

本実験では、自動的に照明の論理アドレスと物理的配置のマッピングを行い、出力されるXMLファイルを参照したユーザインタフェースを用いて、任意の照明の点灯が正常に行えることを確認する。

4.1 実験環境

知的照明実験室(照明15灯, 制御装置15台)において、照明と各制御装置間を無作為に接続し、実験を行った。Fig. 3に照明とXMLのタグ構成の関係を示す。Fig. 3-aは知的照明実験室の概略図であり、Fig. 3-bは8番と13番の照明に着目し、それらの照明が持つ情報を<light>タグで表したXMLのタグ構成を示している。

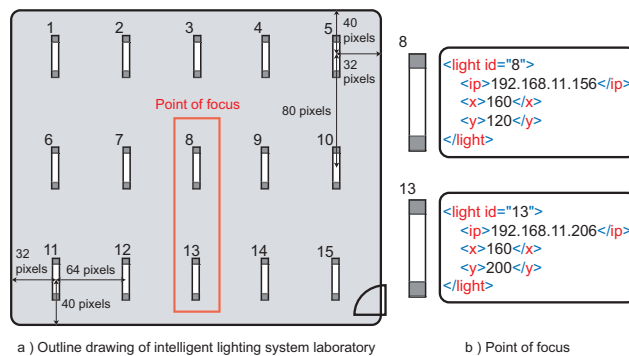


Fig. 3 照明とXMLファイルのタグ構成の関係

4.2 実験結果

自動マッピングシステムを動作させ、出力されるXMLファイルを参照したユーザインタフェースを操作した結果をFig. 4に示す。Fig. 4-aは、ユーザインタフェース上の照明を操作した動作状況であり、Fig. 4-bは、ユーザインタフェース操作後の実際の照明の点灯状況である。Fig. 4に示すように、ユーザインタフェース上の照明の操作状況と、実際の照明の点灯状況が一致していることが分かる。これにより、各照明の論理アドレスと物理的配置のマッピングが正常に行われ、ユーザインタフェース上から任意の照明の明るさや点灯パターンが実現できることが確認できた。

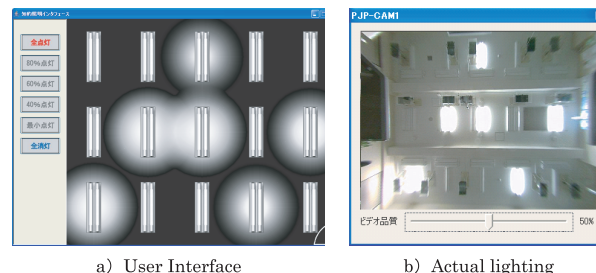


Fig. 4 ユーザインタフェースの動作実験

5 まとめ

本報告では、知的照明システムの実用化に向けて、床に設置したスマートフォンから画像処理を用いて照明の論理アドレスと物理的配置のマッピングの自動化を実現するシステムの構築を行った。これにより、知的照明システムの導入時の作業時間を短縮し、労力を大幅に減らすことができるため、将来の知的照明システムの実用化に貢献できたと考えられる。

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. 人口知能学会, Vol. 22, No. 3, pp. 399-410, 2007.
- 2) 照度・色温度可変型照明制御「知的照明システム」の実証実験を開始. <http://www.mec.co.jp/j/news/pdf/mec090331.pdf>.