

# ネットワーク型照明の論理アドレスと物理的配置のマッピング

三木光範, 木田直人\*, 廣安知之 (同志社大学)

Mapping between the logical address and the physical location for network type lightings  
Mitsunori Miki, Naoto Kida\*, Tomoyuki Hiroyasu (Doshisha University)

## 1. はじめに

近年、オフィスの光環境がオフィスワーカーの知的生産性に影響を与えることが示唆されている。このような背景から、我々は知的照明システム<sup>(1)</sup>の開発を行っている。知的照明システムとは、調光可能な照明とその制御装置が一つのネットワーク上で協調動作を行うことで、必要な場所に必要な明るさを提供するシステムである。

現在、知的照明システムは実験室における基礎実験の結果、ユーザの要求を満たし、かつ省エネルギーを実現できることが確認されている<sup>(1)</sup>。今後はシステムの実用化に向けて、様々なオフィス環境を想定した検討を行う必要がある。

その一つに、任意の照明の明るさや点灯パターンに直接変更することが可能なユーザインタフェースの初期設定の検討がある。知的照明システムでは、論理アドレスを用いて照明の明るさを制御している。そのため、ユーザインタフェースを使用するには各照明の論理アドレスと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伴う。そこで、照明の論理アドレスと物理的配置のマッピングを自動で行う手法が必要となる。

本報告では、画像処理を用いて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。そして、各照明の論理アドレスの情報を用いてユーザインタフェースを自動で構築する手法について述べる。

## 2. 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、照明の数が多く場合は、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USBカメラを床に設置し、超広角のUSB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図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USBカメラから構成される。なお、超広角USBカメラには、画角180度の魚眼レンズを持つヤマハ製のプロジェクトフォン・フィッシュアイカメラ「PJP-CAM1」<sup>(2)</sup>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。

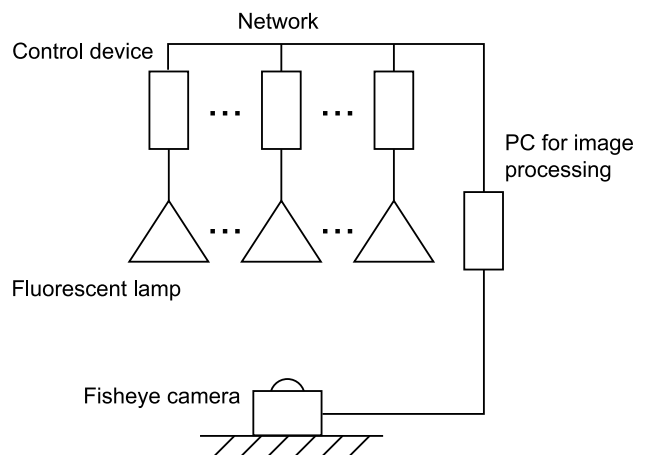


図1 マッピング自動化システムの構成

Fig. 1. Composition of mapping automation system

## 〈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魚眼USBカメラから、画像をリアルタイムに画像処理用のPCに取り込む。
- (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) 異なるIPアドレスをランダムに抽出し、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を用いて判別する。

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次元座標の情報が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図2に示すアプリケーションを開発した。左側の画面には、魚眼USB

カメラからの入力画像が表示される。右側の画面には、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。

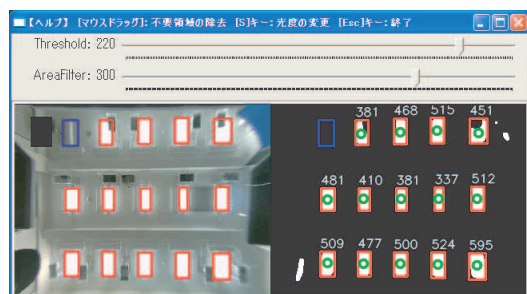


図 2 画像処理アプリケーション  
Fig. 2. Image processing application

以下に画像処理の詳細について述べる。

(1) 2 値化処理

入力画像中から照明領域を抽出するための手法として、まず 2 値化処理による背景差分法を用いる。

(2) ラベリング処理

ラベリング処理とは、連結している 2 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手法である。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。

(3) フィルタリング

ラベリング処理によって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、および不要領域の除去を行う。

(4) 照明の消灯の判別

全ての照明領域の情報を記憶し、点灯時と消灯時の 2 値化画像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

〈4・1〉 実験目的 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 を読み込んだ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の確認を目的とする。

〈4・2〉 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、図 1 のシステム構成における調光信号発生器と、各制御装置間を無作為に接続し、実験を行った。

また、ユーザインタフェースに用いる XML ファイルは図 3-a に示すタグ構成とした。lamp タグは照明の数だけ存在し、IP アドレスとユーザインタフェース上の 2 次元座標の情報を持つ。これにより、図 3-b に示すように、照明配置や照明の数に依存せず、容易にユーザインタフェースを構成することができる。

〈4・3〉 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 ファイルを読み込んだユーザインタ

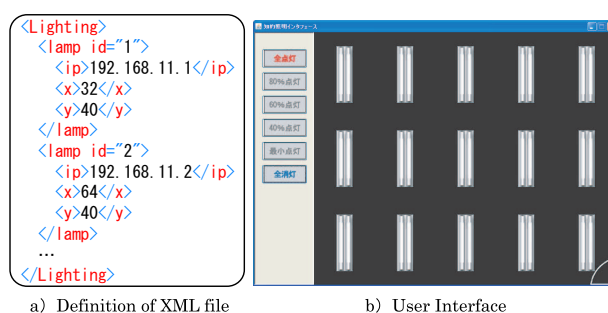


図 3 ユーザインタフェースの構成  
Fig. 3. Composition of User Interface

フェースを操作した結果を図 4 に示す。図 4-a は、図 3-a の XML ファイルを読み込んだ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る。それに対して図 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。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。

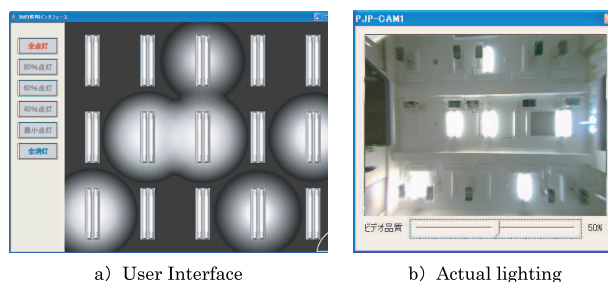


図 4 ユーザインタフェースの動作実験  
Fig. 4. Operation experiment of User Interface

5. まとめと今後の展望

本報告では、知的照明の実用化に向けて、床に設置した魚眼 USB カメラ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自動化を実現するシステムの提案を行った。これにより、任意の照明の明るさや点灯パターンを変更することが可能なユーザインタフェースを容易に構築することが可能になった。しかし、現在用いている魚眼 USB カメラは 15 灯程度の照明しか一度に撮影することができなかった。そのため、今後は数十灯、数百灯規模に対応するため、1 台の魚眼 USB カメラで複数回に分割して撮影、および画像処理を行い、それらの結果の合成を行う手法について検討する必要がある。

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，399～410（2007）  
(2) ヤマハ：プロジェクトフォン・フィッシュアイカメラ『PJP-CAM1』  
<http://www.yamaha.co.jp/news/2007/07061301.html>