

知的照明システムにおける大規模環境に対応可能な照度計測シミュレータ

秋田 雅俊

1 はじめに

本研究室では、照明の自律分散制御により、任意の場所に任意の照度を提供できる知的照明システムの研究を行っている。本システムは、既の実験室環境において、要求される照度の提供と省エネルギー性について有効であることが検証されている。一方、知的照明システムの今後の産業化に向けた事前研究として、実際のオフィスに導入し、大規模な実環境において検証実験が行われることが決定している。

しかし、実際に本システムを導入する環境は、これまでの実験室環境とは異なる点が多い。実験室における環境では、照度の計算方法として用いられる「逐点法」や「光束法」といった理論的な値に沿った結果が得られた。しかし、実際のオフィスにおいては、照明の放射特性の違いや部屋の構造などの違いより、理論的な値に沿った結果が確認できず、導入後の動作確認時において知的照明システムの有効性の検証が困難となる。そのため、事前により実環境に近いシミュレートを行えるシステムが必要となる。

本報告では、理論的には求められない要素について挙げ、それらを考慮に入れて作成した大規模かつ実環境にも対応可能な柔軟な照度計測シミュレータについて述べる。

2 従来の照度計測手法の問題点

逐点法や光束法など従来の照度計算手法では考慮に入られていないものについて、以下に示す。

- 蛍光灯の放射特性
- 窓から入る光
- 壁の反射光
- 部屋の形や構造
- 障害物による影響

このように逐点法や光束法では、照度に影響を与える多くのものを考慮に入れていないことがわかる。そこで、これらの問題点のうち、蛍光灯の放射特性と窓から入る光を照度の計算の際に考慮することを考えた。

3 実環境の照度情報を用いた照度計測シミュレータ

本システムは、ユーザが任意の部屋情報、照明情報を与えることで、それに応じた環境をプログラム上で実現し、部屋の全範囲で照度を求めることができるシステムである。先に述べたように、本システムでは逐点法や光束法などの理論による照度計算手法を用いていない。柔軟に様々な状況を反映させるために、本システムの照度計算は実測値を基に行っている。

本章では、本システムに用いた実測データの計測方法と、その実測データのシステムへの導入、および照度算出方法について述べる。

3.1 蛍光灯の放射特性を考慮した照度計測

照明に使われる蛍光灯には様々な種類が存在し、それらは固有の放射特性を持っている。そのため、蛍光灯によって放つ光の方向と強さが違うという特徴を本システムでは反映させている。

3.1.1 計測方法

本システムは、蛍光灯からの照度は次のように求める。Fig. 1 のように、蛍光灯から直下 1m を中心点とする半径 1m の円上に放射角 15° 間隔で照度センサを用いて照度の計測を行う。

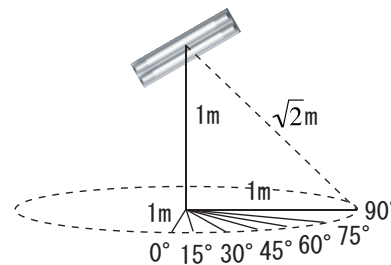


Fig.1 放射角毎の照度の計測 (出典：自作)

3.1.2 算出方法

照度を求める際は、照度センサと蛍光灯から直下 1m の中心点がなす角度の大きさに応じて、事前に計測したデータから照度の参照を行う。

次に、それぞれの点で計測した照度を光源からの距離に応じて、光は距離の二乗に比例して減光していくという光の性質から照度の算出を行う。

全ての蛍光灯に対して同様の計算を行い、それぞれの照度を合算した値を蛍光灯からの照度とする。

3.2 環境に応じた外光の照度計測

照度に大きく影響する光として、窓の外から入る外光が考えられる。そのため、本システムでは外光の影響による照度を反映させている。

3.2.1 計測方法

本システムでは、外光の影響を次のように求める。Table 1 のような天候と時間の異なる 12 通りの状況において、照明を完全に消灯した状態で、部屋を 1m × 1m の格子状に区切り、各点において照度の計測を行う。

Table1 天候と時間の異なる 12 通りの状況 (出典：自作)

晴れ 9:00	曇り 9:00	雨 9:00
晴れ 12:00	曇り 12:00	雨 12:00
晴れ 15:00	曇り 15:00	雨 15:00
晴れ 18:00	曇り 18:00	雨 18:00

3.2.2 算出方法

指定した照度センサの位置が、Fig. 2 の 1 番の照度センサのように、部屋を区切った格子点上ならばその値を外光による照度とする。それに対して、Fig. 2 の 2 番の照度センサのように、格子点上以外の点ならば指定した位置の最寄り 4 点の照度によって補間を行った値を外光による照度とする。

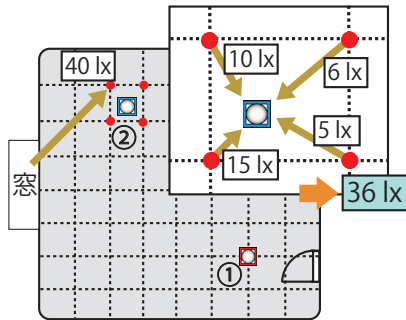


Fig.2 格子状に区切った部屋および補間法 (出典：自作)

補間にはバイリニア補間を用いる。バイリニア補間とは、周りの 4 つの格子点の値と、格子点と任意の点の距離の比を用いて、任意の点での値を求める補間法である。

4 提案システムの機能

本システムの実行画面を Fig. 3 に示す。本システムは大きく分けて 5 つの機能を持っている。本章ではその詳細について述べる。

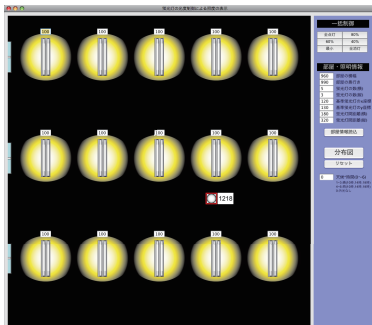


Fig.3 システムの実行画面 (出典：自作)

ユーザが行える操作は以下の 5 つの操作である。

1. 個別光度制御
各蛍光灯 1 灯ずつに対して、光度信号値を 0~100 %で制御する。

2. 一括光度制御
全ての照明に対して、一括で光度制御を行う。光度変更のパターンは「全点灯」「80 %点灯」「60 %点灯」「40 %点灯」「最小 (30 %) 点灯」「全消灯」である。
3. 照度表示
任意の場所のクリック,あるいは照度センサのドラッグによって指定した場所の照度を表示する。
4. 環境の変更
部屋と照明に関する情報を手動入力,あるいはデータ読み込みを行うことで,シミュレートする環境を変更する。具体的には,部屋の大きさや蛍光灯の配置,天候や時間を変更することが可能である。
5. 照度分布図表示
「分布図」ボタンを押すことで照度の分布の様子を表示することができる。

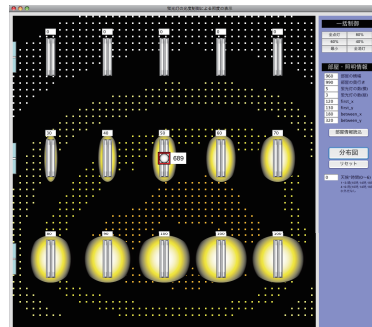


Fig.4 照度分布図の表示 (出典：自作)

Fig. 4 に示すように,1000lx,800lx,600lx,400lx,200lx のそれぞれ前後 20lx 内の場所において,色のついた点を表示させることで,照度の分布の様子を見ることができる。なお,色については照度が低くなるにつれて赤色から黄色,白色へと徐々に変化する。

5 今後の展望

本システムにおける照度計算には蛍光灯の放射特性と窓から入る光について考慮している。しかし,現段階では,先に挙げた項目において,照度に影響を与える壁の反射光や障害物の存在などが未だ考慮されていない。今後は,これらの要素をシステムに組み込むことで,さらに実環境に即した照度の計算を可能にしていく。

参考文献

- 1) 米澤 基. 知的照明システムのための自律分散最適化アルゴリズム. 同志社大学大学院工学研究科知識工学専攻修士論文, 2005.
- 2) 照明講座 - 照明技術資料
<http://www.iwasaki.co.jp/kouza/>
- 3) 山田照明株式会社:Data Guide
<http://www.yamada-shomei.co.jp/>