

オフィスにおける執務者の机上面照度に影響を及ぼす照明の決定手法 - 知的照明システムにおける照度収束速度の高速化 -

町田 啓悟

Keigo MACHIDA

1 はじめに

我々は、執務に快適な照度を個別に提供する知的照明システムの研究、開発を行っている¹⁾。知的照明システムでは、各照明が各照度センサに与える影響度合いにより、照明を遠近で分類する。この分類により、照明の明るさ（光度）の変化幅を決定していくことで、目標の明るさ照度（目標照度）への収束および低消費電力な点灯パターンへの収束を高速化している。しかし、各照度センサに対する各照明の遠近関係の分類（以後、遠近関係の分類）は、導入先のオフィスごとに変更する必要があり、これを知的照明システムの設計者が各オフィスごとに行うことは手間となっている。

そこで、本研究では、遠近関係の分類をシステムが自動で決定することで、設計者の負担を減らす汎用的な手法を提案する。

2 知的照明システム

2.1 知的照明システムの概要

知的照明システムは照度センサが設置された場所に、目標照度を最小限の消費電力で実現する。Fig. 1 に示すように知的照明システムは、照明器具、照度センサ、電力計、制御 PC を一つのネットワークでつなぐことで構成する。

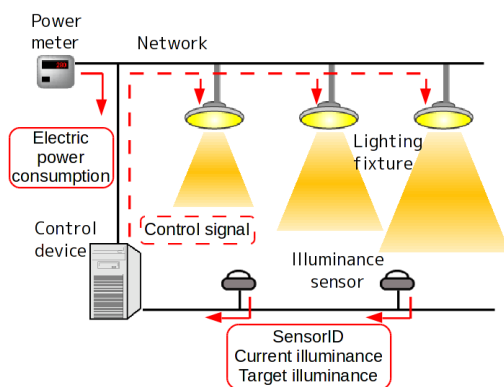


Fig. 1 知的照明システムの構成図

制御 PC は、照度センサおよび電力センサから取得できる情報から、最適化手法を用いて執務者に感知されない範囲²⁾で照明の光度を変化する。これを繰り返すこ

とで、執務者の要求する照度を省電力で実現する。

2.2 次光度生成アルゴリズム

知的照明システムでは、各照度センサに対する各照明の影響度合いから遠近関係を分類する。この分類から、ランダムに変化し続ける光度の変化幅 (Fig. 2) を適切に決定することで、執務者の目標照度実現および低消費電力な照明点灯パターン探索の高速化を図ることができる。

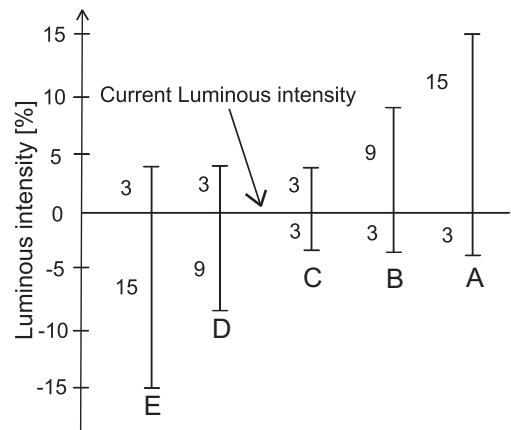


Fig. 2 光度変化幅

遠近関係の分類に関し、分類の違いが知的照明システムに与える影響については、まだ系統的に研究されていない。このため、現在は知的照明システムを導入する際、知的照明システムの設計者は導入するオフィスに合った閾値をトライアンドエラーを繰り返すことで決定している。しかし、今後導入件数が増えるにつれ、各オフィスにあった遠近関係の分類を決定していくことは手間がかかる。そこで、本研究では、遠近関係の分類をシステムが自動で決定することで、設計者の負担を減らす汎用的な手法を提案する。

Table 1 光度変化幅の選択

Now Illuminance	very close	close	far away
higher	D	E	E
lower	A	B	E
converged	C	D	E

3 遠近関係の分類を可変にしたアルゴリズム

従来、遠近関係の分類は静的な決定方法を用いていた。この場合、目標照度への収束時間と低消費電力な点灯パターンへの収束時間はトレードオフの関係になることがわかった。そこで、本研究では、遠近関係の分類に関し、照度センサの目標照度ならびにその目標照度への収束状況によって動的に決定する手法を提案する。本アルゴリズムを以下に示す。

1. 目標照度を満たしている、または現在照度が目標照度を上回っているとき、その照度センサの目標照度を満たすのに必要最小限な照明のみ「近い」と判定、それ以外の照明は「遠い」と判定
2. 現在照度が目標照度を下回っているとき、その照度センサに影響を及ぼすすべての照明（最大点灯光度で点灯したとき 10 lx 以上の照度が得られる照明）を「近い」と判定、それ以外の照明は「遠い」と判定

4 提案手法を用いた実験

動的に遠近関係の分類を可変にする提案手法と、静的に遠近関係の分類を決定する従来手法の比較実験を行った。従来手法は、目標照度への収束速度を優先した分類と最小の消費電力への収束速度を優先した分類の 2 パターンを比較する。

検証実験の環境は照明 49 台、照度センサ 3 台のシミュレーション環境を用いる。実験環境の平面図を Fig. 3 に示す。照明器具は調光度が 20 % から 100 % まで変更可能なシャープ製白色 LED 照明（最大点灯光度：1400 cd）を用いる。照度センサの目標照度は、照度センサ A が 300 lx、照度センサ B が 500 lx、照度センサ C が 700 lx とした。

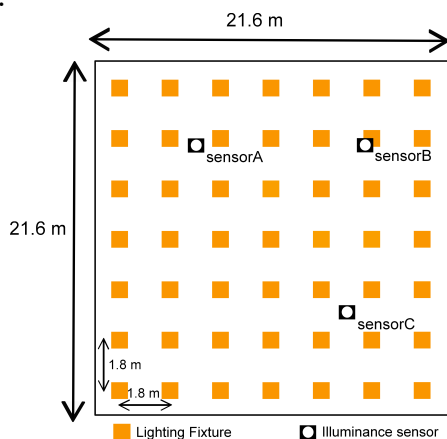


Fig. 3 実験環境

分類を可変にした手法と、従来の分類を静的に決定する手法 2 パターンにおける照度収束履歴を Fig. 4 に示す。照度収束履歴は差が最も大きく出ている照度センサ

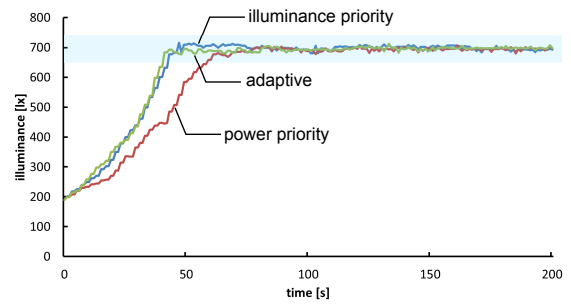


Fig. 4 照度センサ C の照度履歴

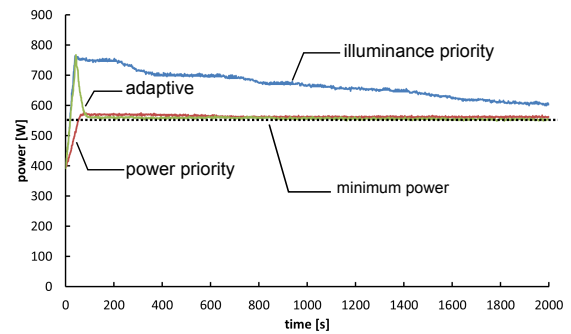


Fig. 5 消費電力履歴

C の履歴を示す。照度センサの履歴から、提案する分類を可変にした手法は従来の照度収束を優先にした手法とほぼ同等の照度推移をしていることが分かる。また、提案手法は消費電力の収束速度を優先した分類よりも 30 秒ほど速く収束する結果となった。

消費電力収束履歴を Fig. 5 に示す。提案する手法は、はじめの 40 秒間は目標照度への収束が行われていないため、照度収束を優先した分類が選択される。このため消費電力が一度大きく上がっている。しかし、照度収束後（開始 40 秒後）は、消費電力の収束速度を優先した分類に変更されるため、すぐに消費電力も低下していき、従来手法の消費電力を優先した分類とほぼ同等の速度で消費電力が収束していることが確認できた。

本研究において、従来、設計者がトライアンドエラーを繰り返すことで決定していた遠近関係の分類に関し、システムが自動で決定するアルゴリズムを提案した。提案したアルゴリズムは従来の人手で行う場合よりも照度収束、消費電力の収束が早い場合がある。以上のことから、提案手法は汎用的な手法として有効であると考える。

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, 22, 3, 399-410(2007).
- 2) 鹿倉智明, 森川宏之, 中村芳樹, “オフィス照明環境における明るさ変動知覚に関する研究”, J.Illum.Engng.Inst.Jpn, 85, 5, 346-351(2001).