

個別照度の実現性を向上するタスクアンビエント型知的照明システムの検討

松下 昌平

Shohei Matsushita

1 はじめに

著者らは、執務者が個別に要求する照度を最小の消費電力で実現する知的照明システムの研究・開発を行っている¹⁾。知的照明システムはその有効性を検証するため、東京都内の複数のオフィスにおいて実証実験を行っている。実証実験の結果、知的照明システムの導入前と比較して消費電力を 50% 程度削減することを確認した。

しかし、現在実証実験で用いられている知的照明システムでは、各執務者が要求する個別照度(目標照度)を実現することが物理的に不可能な状態が存在する。例えば、近隣の執務者同士が大きく異なる明るさ(照度)を要求する場合や、ある執務者が極端に高い照度を要求した場合などである。知的照明システムでは照射角度の広い天井照明を用いており、狭い範囲に各執務者の個別照度を提供することが容易でないことが原因である。

本研究では、従来の知的照明システムの構成に照射角度の狭いタスクライトを導入した照明制御手法を提案し、各執務者の個別照度の実現性を検証する。

2 知的照明システム

知的照明システムは制御装置、照明機器、照度センサ、および電力計を 1 つのネットワークに接続し、最適化アルゴリズムに基づいて各照明の光度を制御するシステムである。知的照明システムは、各執務者の目標照度を実現し、かつ照明の消費電力が最小になるようにそれぞれの照明の光度を制御する。

知的照明システムのアルゴリズムには、山登り法を照明制御用に改良した適応的近傍アルゴリズム(Adaptive Neighborhood Algorithm using Regression Coefficient: ANA/RC)を用いる²⁾。ANA/RC では照明機器が照度センサに及ぼす影響度合いを回帰分析により学習し、その影響度合いに応じて照明の光度を変化させることで、より少ない探索回数で最適な照明の点灯パターンを探索する。

3 タスクアンビエント照明方式

タスクアンビエント照明方式は、人や書類など、照らすべき対象物(タスク)を照らすタスクライトと、天井や壁などに設置され周辺(アンビエント)を照らすアンビエント照明を組み合わせる照明方式を指す。タスクアンビエント照明方式の特徴として、執務者の個人的な好みに幅広く対応できることや、省エネルギー性が高いという点がある。従来の全般照明方式とタスクアンビエント照明方式の模式図を Fig. 1 に示す。

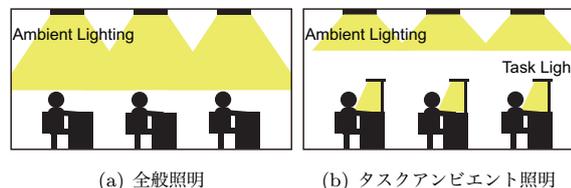


Fig.1 照明方式模式図

4 タスクアンビエント型知的照明システム

4.1 タスクアンビエント型知的照明システムの提案

知的照明システムにタスクアンビエント照明方式を導入することで、従来よりも個別照度の実現性を向上する知的照明システム(以下、タスクアンビエント型知的照明システム)を提案する。タスクアンビエント型知的照明システムでは、アンビエント照明およびタスクライトの光度を最適化する。そのため天井照明のみを用いた従来の知的照明システムよりも個別照度の実現性を向上できると考えられる。

4.2 タスクアンビエント型知的照明システムの制御

タスクアンビエント型知的照明システムにおける制御を以下に示す。なお、本研究では、執務者の目標照度を実現する際、可能な限りアンビエント照明により照度を提供し、アンビエント照明だけでは物理的に実現不可能な照度を提供する場合、タスクライトを用いることにより個別照度の実現性を向上することを目的とする。また、タスクライトは執務者毎に設置し、設置した執務機の机上面以外には照度を提供しないものとする。

1. 各執務者の目標照度を設定する
2. 従来の最適化アルゴリズムに基づいて、アンビエント照明の最適な点灯パターンを探索する
3. 照度収束後、各執務者の目標照度を実現している場合は項目 2) に戻る
4. 4.3 節で述べるタスクライト光度変更アルゴリズムに従ってタスクライト光度を変更する

以上の項目 2) から 4) を繰り返すことで、各執務者の目標照度を実現する。

4.3 タスクライトの光度変更アルゴリズム

現在照度が目標照度を下回る照度センサが存在する場合、その照度センサに対応したタスクライトの光度を増光することで、より高い照度を実現する。

一方、現在照度が目標照度を上回る照度センサが存在

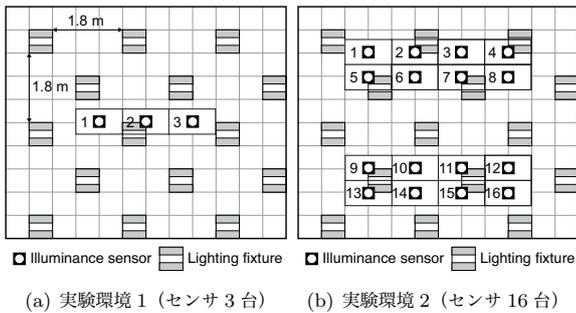


Fig.2 シミュレーション環境

する場合、その照度センサに対応したタスクライトの光度を減光することで、より低い照度を実現する。しかし、現在照度が目標照度を上回る照度センサが存在する場合でも、その照度センサに対応したタスクライトが消灯状態の場合、タスクライトの光度を減光することができない。この場合、該当照度センサの取得照度を下げするには、その照度センサ付近のアンビエント照明を減光する必要がある。提案手法では、該当照度センサの近傍照度センサに対応したタスクライトの光度を増光することにより、付近のアンビエント照明を減光し、該当照度センサにより低い照度を提供する。

5 検証実験

5.1 実験概要

従来の知的照明システムとタスクアンビエント型知的照明システムにおいて照度収束実験を行う。実験は照度シミュレータ上でを行い、照度センサを3台使用する場合と、照度センサを16台使用する場合を想定した。シミュレーション環境を Fig. 2 に示す。

5.2 実験結果

従来の知的照明システムと提案手法における照度収束後の点灯パターンを Fig. 3 および 4 に示す。なお、Fig. 3 および 4 における照度表示は、上段に現在照度、上段の括弧内にタスクライトが各照度センサに与えた照度を示しており、下段は各執務者の目標照度を示している。

知的照明システムでは現在照度が目標照度の $\pm 7\%$ 以内であれば目標照度を実現したと判断する。これは、人

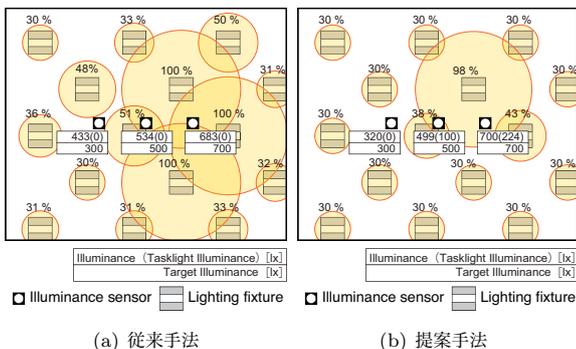
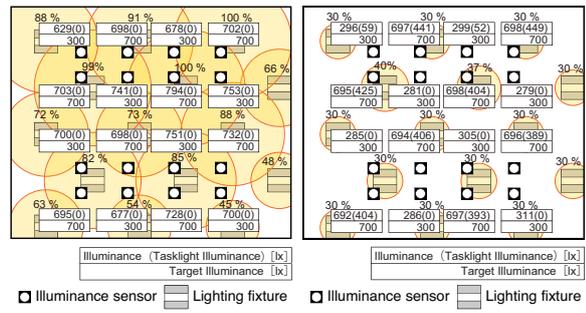


Fig.3 点灯パターン (実験環境 1)



(a) 従来手法

(b) 提案手法

Fig.4 点灯パターン (実験環境 2)

間は $\pm 7\%$ 程度の照度差を認知できないとされているためである³⁾。Fig. 3 (a) に示す実行結果から、従来手法では照度センサ 1 が目標照度を 133 lx 上回り、目標照度を満たしていないことが確認できる。照度センサ 1 の目標照度と現在照度の差が大きくなったのは、知的照明システムでは高い照度を要求した執務者の目標照度を優先的に満たすように制御することが原因である。これは、要求した明るさよりも明るい環境での執務と比べ、暗い環境での執務のほうが、執務者にストレスを与えると考えられるからである。照度センサ 1 よりも高い照度を求める照度センサ 2 および 3 付近のアンビエント照明が照度センサ 1 にも影響を与えたため、照度センサ 1 は目標照度と現在照度の差が大きくなったと考えられる。

一方、Fig. 3 (b) に示す実行結果から、提案手法では全ての照度センサの目標照度を実現していることが確認できる。また、照度センサ 2 および 3 に対応したタスクライトが点灯することにより、照度センサ 2 および 3 付近のアンビエント照明の光度が下がっていることが確認できる。照度センサ 2 および 3 付近のアンビエント照明の光度が下がることにより、アンビエント照明の照度センサ 1 への影響が低くなり、全ての照度センサにおいて目標照度を実現することが可能となったと考えられる。

Fig. 4 (a) に示す実験結果においても、従来手法では低い照度を求める照度センサが目標照度を上回り、目標照度を実現できていないことが確認できる。しかし、Fig. 4 (b) に示す実験結果から、提案手法では全ての照度センサの目標照度を満たしていることが確認できる。

以上の結果から、提案手法では知的照明システムにタスクアンビエント照明方式を導入することにより、従来手法と比較して個別照度実現性が大幅に向上することを確認した。

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, Vol.22, No.3 (2007), pp.399-410.
- 2) 後藤和宏, 三木光範, 廣安知之. 知的照明システムのための回帰係数を用いた自律分散最適化アルゴリズム. 照明学会全国大会講演論文集, Vol. 40, pp. 123-124, 2007.
- 3) 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の変動知覚に関する研究. 照明学会誌, Vol. 85, pp. 346-351, 5 2001.