

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

柏木 翔太

Shota KASHIWAGI

1 はじめに

近年、オフィス環境を改善することにより、執務者の知的生産性の向上、創造性の向上、およびストレスの軽減などが期待されている¹⁾。その中でも我々は光環境に着目し、各執務者が要求した明るさを実現する知的照明システムの研究を行っている²⁾。

現在の知的照明システムでは、各執務者が要求した個別照度が物理的に実現不可能な状態が考えられる。例えば、隣接する執務者同士が大きく異なる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。これは天井に設置されたアンビエント照明の照射角度が広いため、狭い範囲に照度を提供することができないことが原因である。

そこで、本研究では照射角度の狭いタスクライトを併用し、タスクライトの光度を最適化することで、これまで実現できなかったユーザの要求照度の実現を検討する。そして、検証実験を行い、提案手法による効果を検証する。

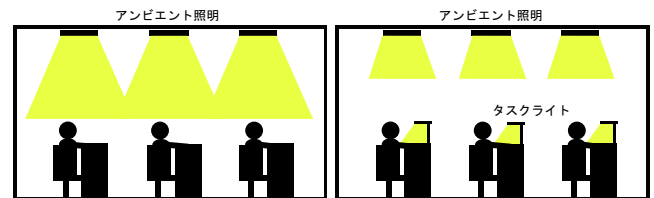
2 知的照明システム

知的照明システムとは、所定の場所に任意の照度を実現し、消費する電力量が最小となるように各照明機器の光度を最適化するシステムである。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することで構成される。制御装置は照度センサからの照度情報、照明機器の光度情報、電力計の消費電力情報を取得し、各執務者の要求する個別の明るさを実現する。また、知的照明システム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することで、照明機器の点灯パターンを最適化する。

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、執務者の近くに設置された個人の業務に必要な明るさを提供するタスクライトと、天井や壁などに設置され空間全体を照らすアンビエント照明を組み合わせた方式を指す。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。

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。



(a) アンビエント照明のみ (b) タスクアンビエント照明

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システムの概要

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ことにより、全般照明方式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 制御アルゴリズム

タスクアンビエント型知的照明システムにおける制御の流れを示す。まず、照明の点灯パターン最適化アルゴリズムによってアンビエント照明の最適な点灯パターンの探索を行う。次に、目標照度が満たせていない場合、タスクライトの光度を後述する近傍の範囲内で変化させる。そして、その状態で再度アンビエント照明の最適な点灯パターンの探索を行う。以上のように、アンビエント照明の照度収束とタスクライト光度の変更を繰り返すことで、要求照度を満たすためのタスクライト光度を求めらる。

次に、タスクライト光度を変更する方法について説明する。本研究では照度センサ1台に対して、1台のタスクライトが存在し、タスクライトは自身が対応した照度センサ以外には照度を提供しないものとする。

現在照度が目標照度を下回る場合、対象となる照度センサは照度が不足している状況である。この場合、対象となる照度センサに対応したタスクライト光度を高くすることで、より高い照度を実現する。

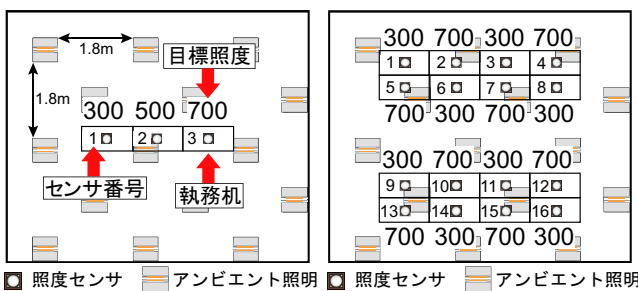
反対に、現在照度が目標照度を上回る場合、対象となる照度センサは照度が過剰に与えられている状況である。この場合、タスクライトの光度を低くすることで、より低い照度を実現する。

現在照度が目標照度を上回り、かつタスクライトが消灯状態の場合、タスクライトの光度を下げるができない。このような場合、センサの照度を下げるには、付近の明るく点灯するアンビエント照明を減光する必要がある。よって、周囲の高い照度を求める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、付近の明るく点灯するアンビエント照明の光度を減光することで、より低い照度を実現する。

このようにタスクライト光度変更アルゴリズムを設計することで、照度が必要な場所ではタスクライト光度が高く設定され、ユーザーの要求する照度を満たすことができる。

5 タスクアンビエント型知的照明システムの検証実験

従来の知的照明システムの場合とタスクアンビエント型知的照明システムの場合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台使用する場合を環境を想定した。シミュレーション環境を Fig.2 に示す。



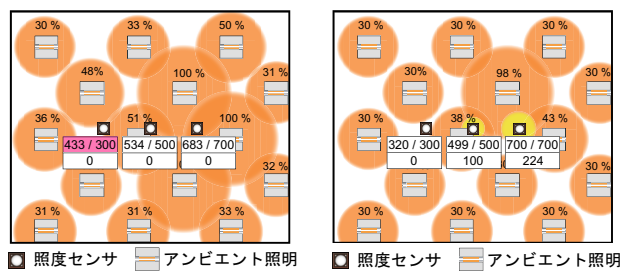
(a) 実験環境 (照度センサ 3 台) (b) 実験環境 (照度センサ 16 台)

Fig. 2 シミュレーション環境

なお、照度が収束したと判断する基準は、目標照度と現在照度の差が目標照度 $\pm 7\%$ 以内である場合とする。これは、人間は $\pm 7\%$ 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⁾。そして個別照度の実現性を比較し、提案手法の有効性を検証する。

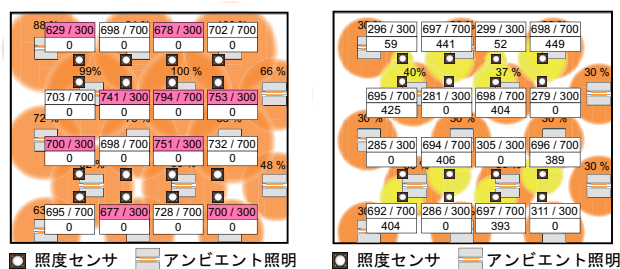
シミュレータ上で従来の知的照明システムと提案手法を動作させた場合の点灯パターンを Fig.3 と Fig.4 に示す。

Fig.3 (a) に示す実行結果から、従来手法ではセンサ1が目標照度を133 lx 上回り、目標照度を満たせていないことが確認できる。知的照明システムでは、高い照度を求めた照度センサの目標照度を優先的に満たすように設定している。よって、センサ1よりも高い照度を求め



(a) 従来手法 (b) 提案手法

Fig. 3 点灯パターン (照度センサ 3 台)



(a) 従来手法 (b) 提案手法

Fig. 4 点灯パターン (照度センサ 16 台)

るセンサ2とセンサ3付近のアンビエント照明がセンサ1にも影響を与えたため、目標照度を上回ったと考えられる。

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満たしていることが確認できる。また、センサ2とセンサ3に対応したタスクライトが点灯することにより、センサ2とセンサ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。センサ2とセンサ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センサ1への影響が低くなり、目標照度範囲内に収束したと考えられる。

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、目標照度を満たせ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タスクライトを制御することにより、従来手法と比較して個別照度の実現性が向上し、消費電力の削減が確認された。

参考文献

- 1) 大林史明, 富田和宏, 服部瑠子, 河内美佐, 下田宏, 石井裕剛, 寺野真明, 吉川榮和. オフィスワークの生産性向上のための環境制御法の研究-照明制御法の開発と実験的評価. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, 2006.
- 2) 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.
- 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.