

知的照明システムにおける執務者の好みの照度を基にした配席手法の検討

則行 祐作

Noriyuki YUSAKU

1 はじめに

近年、オフィスにおける執務者の快適性や消費電力の削減に対する意識が高まっている。そのような中、我々は執務者の好みに応じた個別の照度を提供することで知的生産性の向上と消費電力の削減を実現する知的照明システムの研究開発を行っている¹⁾。このシステムを実オフィスに導入し実証実験を行なった結果、オフィスの消費電力を削減することができた。²⁾ しかしながら、執務者の要求した照度を実現することができない状況が発生するという課題も生まれた。そこで本研究では、この課題を解決する手法を提案し、その有効性をシミュレーション環境上で検証した。

2 知的照明システム

知的照明システムとは、複数の照明器具がそれぞれ独立して照明の明るさ(以下、光度)を調節することによってユーザの要求する照度(以下、目標照度)を実現するシステムである。システムは、複数の調光可能な照明機器、照明機器に組み込まれたマイクロプロセッサ、複数の照度センサ、および電力計から構成される。これらは1つのネットワークに接続されており、自律分散型のシステムとして動作する。

照度センサは机上面に設置されており、ユーザはその照度センサに目標照度を設定する。各照明は、ユーザの目標照度を満たすために、光度を人が感知できない変化幅で繰り返し変化させることで、最適な点灯パターンを実現する。また、実オフィスで知的照明システムを導入する際は、各照明の光度が各センサの照度に与える影響度を実測し、その値を用いて照明の光度を制御している。

3 執務者の好みの照度を基にした配席手法

現在の知的照明システムでは、隣接するユーザ同士が大きく異なる照度を要求した場合、要求された照度を物理的に実現することができない状況が存在する。この問題を解決するため、本研究ではユーザの好みの照度域に応じて座席配置を決定する手法を提案する。前章に述べたように、知的照明システムを実オフィスに導入する場合、システムの精度向上を目的として影響度を実測する。影響度は照明からの照度センサまでの遠近関係も表している。そこで、ユーザの好みの照度域を分類し、影響度を用いて、同じ分類のユーザを近隣に集め、座席決定を行なう。

以下に座席決定の流れを示す。

1. ユーザを好みの照度毎に分類を行なう。
2. 一番初めに座席を決定するユーザの場所は全座席の中から無作為に決定する。
3. 配席されたユーザの近くの照明を中心に影響の強い照度センサを抽出しグループ化する。
4. 好みの照度ごとにグループ化された席の中から空いている席に無作為に配席する。
5. 同じ好みの照度のグループに空いている席がないとき、各好みの照度のグループ外の席から無作為に配席する。
6. (3)~(5)を繰り返して全てのユーザの座席位置を決定する。

4 提案手法の評価実験

4.1 評価実験の概要およびシミュレーション環境

提案手法で座席配置を決定し、知的照明システムを稼働させ、照度収束実験を行なう。そして、無作為にユーザの席を決めた場合と目標照度を満たす人数を比較し、提案手法の有効性を検証する。実験を行なう環境として、照明40灯、照度センサ44台を用いて、Fig.1に示す実オフィスを基にした対向島型オフィスのシミュレーション環境を構築した。

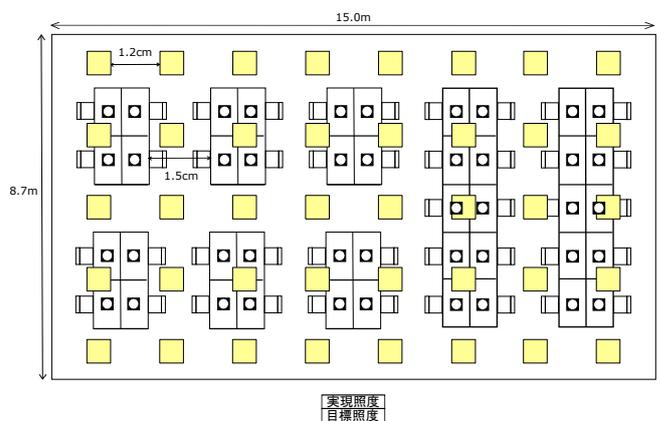


Fig. 1 実験環境1 (平面図)

4.2 提案手法の有効性の検証

Fig.1のシミュレーション環境において、提案手法の有効性を検証した。全ての座席にユーザを配置し、各ユーザの目標照度を300~700 lxの範囲で50 lx間隔でランダムに設定する。また好みの照度を300~700 lxの間の400 lxを3等分した値、433 lxまでを「a」の照度が好みのユーザ、434~566 lxの間を「b」の照度が好みのユーザ、567 lxからを「c」の照度が好みのユーザとする。想定するオフィスのユーザを全ての席に無作為に配置する場合と、提案手法を用いて座席決定する場合において照度収束実験を行い、目標照度の実現度合いを比較した。人間の目は50 lx程度の誤差は認知できないため³⁾、実現照度が目標照度の± 50 lxの範囲に収まる時に目標照度を満たしていると判断した。

動作開始から最適化繰り返し数が200ステップの時点でのそれぞれの手法の目標照度の実現状況を Fig.2, Fig.3に示す。

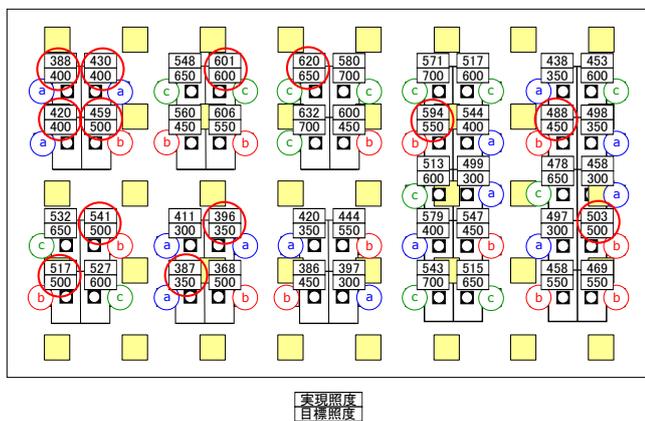


Fig. 2 実験結果（従来手法）

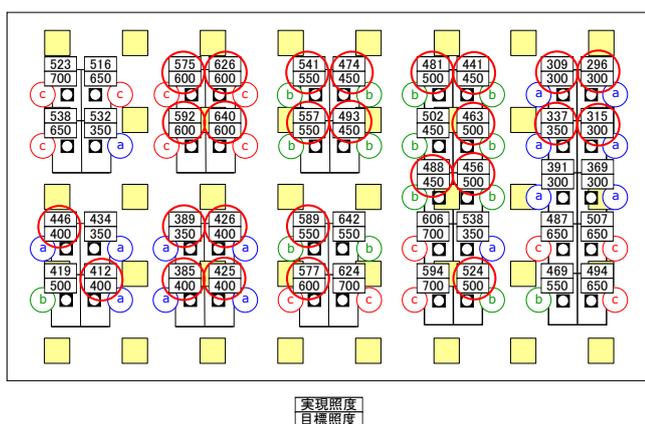


Fig. 3 実験結果（提案手法）

Fig.2, Fig.3の赤丸で囲った照度センサがユーザの目標照度を満たしている。無作為に座席配置を決定した場合は13台に対して、提案手法で配席した場合は26台と

いう結果が得られた。

次に同様の実験をオフィスにおける1ヶ月を想定して、30回試行した。照度収束後、目標照度を満たしている照度センサの30回の平均台数を表したグラフを Fig.4に示す。

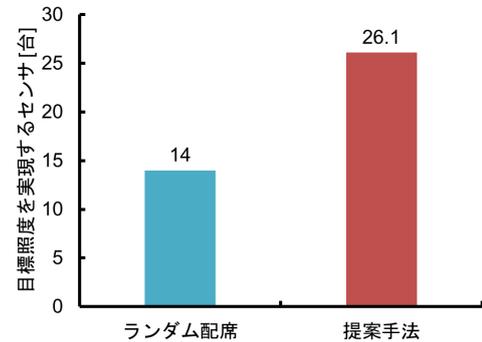


Fig. 4 目標照度を満たす照度センサの平均値

ユーザを無作為に座席決定を行なった場合、目標照度を満たしている照度センサの数は平均14台であり、全照度センサの31.8%である。提案手法を用いて座席決定を行なった場合、目標照度を満たしている照度センサの数は平均26.1台であり、全照度センサの59.3%である。よって、以上の実験結果より、全照度センサに対しての目標照度を満たす照度センサの割合が増加していることが確認でき、提案手法が有効であることを示した。

5 結論

本研究では、知的照明システムを導入する際に、好みの照度域が異なるユーザをそれぞれ集めて座席配置する手法を提案した。また提案手法を実現するためのシステムを構築し、シミュレーション環境上で、提案手法の有効性の検証を行なった。その結果、ユーザの目標照度を満たす照度センサの割合が増加していることが示され、提案手法の有効性が確認できた。

今後は、提案手法の更なる精度向上を目指すことを考えている。

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, vol.22, no.3, pp.399-410, 2007.
- 2) 三木光範, 加來史也, 廣安知之, 吉見真聡, 田中慎吾, 谷澤淳一, 西本龍生. 実オフィス環境における任意の場所にユーザが要求する照度を提供する知的照明システムの構築. 電気学会論文誌, D Vol.J94-D No.4, pp.637-645, 2011
- 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, pp. 346-351, 2001.