

知的照明システムにおける執務者の好みの照度を考慮した配席手法の検討

則行 祐作, 楠本 真弘

Noriyuki YUSAKU, Kusumoto MASAHIRO

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システムを提案し, 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

2.1 知的照明システムの概要

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, 執務者はその照度センサに目標照度を設定する. 各照明は, 執務者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³⁾. 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. 各照明の点灯光度とセンサ照度には, 以下の式 (1) の関係がある.

$$I_i = \sum_{j=1}^m R_{i,j} L_j \quad (1)$$

I : 実測照度, L : 照明 j の点灯光度,

$R_{i,j}$: センサ i に対する照明 j の照度/光度影響度係数

2.2 実オフィスへの導入

実オフィスにおける知的照明システムの実証実験の結果, 我々は執務者が要求する目標照度を満たせない状況が発生することを確認した. 原因として, 要求する目標照度が大きく異なる執務者が近くに居る状況が存在する

からである. 天井の照明の照射角は広いため, 隣接する場所に大きく異なる目標照度をそれぞれ実現することは困難である. そこで, 本研究では目標照度が大きく異なる執務者を離して配席することで, より多くの執務者の目標照度を満たす手法を提案する.

3 提案手法の評価実験

知的照明が稼働している環境下で執務者の配席位置を決定するにあたって, 各執務者の席ごとにある照度センサの照明の影響度合いに注目する. あらかじめ執務者に予備実験を行い, アンケートにより執務者の好みの照度を調査することを想定する. 好みの照度に応じて執務者を高い照度が好みの人, 低い照度が好みの人に分類する.

3.1 配席方法

1. 初めに配席される人は全ての席から無作為に席を選び, 配席する. この人を基準の人とする.
2. 同じ好みの執務者は基準の人の近くの照明の影響が強い席の中から空いている席に無作為に選び, 配席する.
3. 基準の人によって配席できる席が埋まっている場合, その基準の人の次に配席された人を基準とする.
4. 初めて異なる好みの人が入席した場合, 基準の人の最も近くの照明の影響が弱い席に配席する.
5. 配席できる席がない場合, 最後に配席した人の最も近くの照明の影響が比較的強い席に配席する.

3.2 実験環境

本研究で提案する手法の有効性を検証するために, シミュレーション環境上で実験を行なった. 照明 30 台, 照度センサ 26 台を用いて, Fig.1 に示す実オフィスを参考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.

この環境において, 全ての席に執務者が着席することとし, 各執務者の目標照度を 300~900 lx の範囲で 50 lx 間隔でランダムに設定する. また目標照度が 300~600 lx の人を低い照度が好みの人とし, 600~900 lx の人を高い照度が好みの人とする. 想定するオフィスの執務者が全ての席に無作為に着席する場合と, 提案手法を用いて配席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. 執務者は 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 の範囲に収まるときに目標照度を満たしていると判断した.

3.3 実験結果

提案手法による配席結果を Fig.2 に示す.

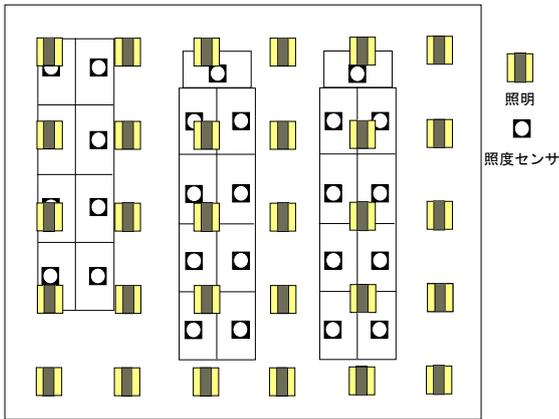


Fig.1 実験環境（平面図）

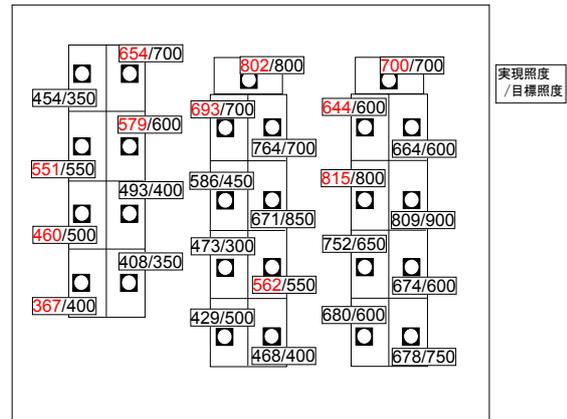


Fig.4 実験結果（提案手法）

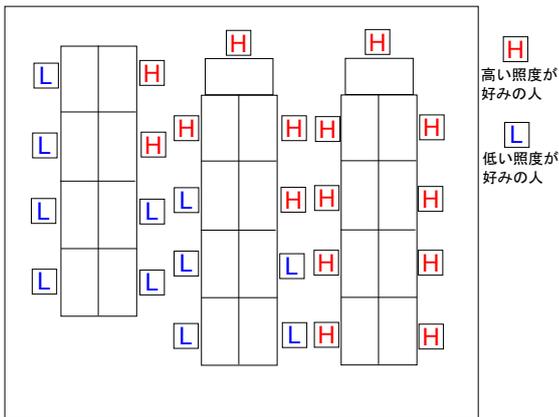


Fig.2 提案手法による配席結果

Fig.2 より高い照度を好む人と低い照度を好む人が二分されて配席されていることが分かる。

執務者をこの提案手法を用いて配席した状態と無作為に着席させた状態でそれぞれ知的照明システムを稼働させる。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.3, Fig.4 に示す。

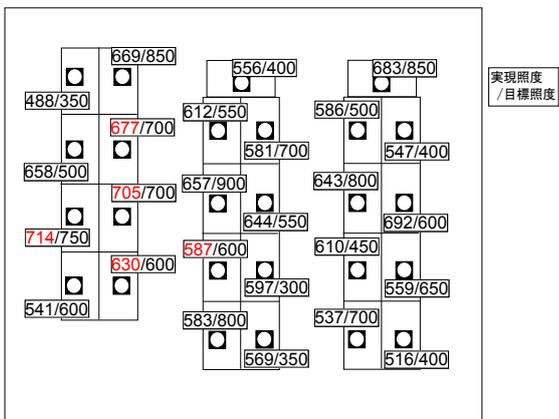


Fig.3 実験結果（無作為）

Fig.3, Fig.4 より、無作為に席を選び着席させた場合、

執務者の目標照度を満たす照度センサの数が 5 台に対して、提案手法で配席した場合の数は 11 台となった。これらの実験結果より、提案手法を用いることで、目標照度が大きく異なる執務者が隣接することによる目標照度が実現されない状況が回避された。また、全執務者に対しての目標照度を満たす人の割合が増加していることが確認できた。

今回、目標照度が 600 lx の執務者と 900 lx の執務者を、同じ高い照度が好みの執務者と分類した。この 2 人の目標照度は 300 lx の差があり、今回の手法では隣に配席される可能性がある。隣に配席されることを防ぎ、2 人の目標照度を満たすために、執務者を好みの照度に応じてさらに細かく分類する必要があると考えられる。しかし、その場合、目標照度を実現できるが、ある一人を決めてしまうと多くの全ての席が固定されてしまう可能性がある。したがって目標照度を満たすことをどの程度優先するかを分類する際に考慮する必要がある。

4 今後の展望

今回の提案手法では、対向島型オフィスを模擬したシミュレーション環境において実験を行なったが、ノンテリトリアルオフィスで用いられるような様々なテーブル配置においても本手法の有効性を検証していきたいと考えている。さらに、高い照度、低い照度のどちらの照度でも構わない等の条件を付加した執務者をシミュレーション環境に導入する。その環境で実験を行い、目標照度の実現度合いにどう影響を与えるかを比較していきたい。

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) 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ための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.