

執務機のレイアウトを自由に変更可能なオフィスにおける 知的照明システムの執務機の周辺照明特定手法の提案

富田 龍太郎

Ryutaro TOMITA

1 はじめに

我々はオフィスにおける執務者の執務快適性の向上を目的とした知的照明システムの研究を行なっている。知的照明システムは各執務者の机上面に照度センサを設置し、執務者が希望する照度を実現する。執務機のレイアウトを自由に変更可能なオフィスに知的照明システムを導入する場合、各執務者が希望する照度の実現および照度実現に要する時間を高速化するために執務者の近くの照明（近傍照明）を抽出する必要がある。我々は、近傍照明を抽出する手法として行列探索¹⁾を提案した。行列探索は、照明光度を変化させた際に照度センサが計測した照度データを基に照度変化量を算出し、近傍照明を決定する。照度は光源から照度センサまでの距離と照明光度によって決まるため、照明と照度センサの距離が近いほど照明光度変化による照度変化量が大きくなる。しかし行列探索の途中で歩く人の影が照度センサへかかった場合、照明光度変化による正確な照度変化量を計測できない。それにより、照度センサに近い照明を抽出できない場合がある。本研究では、行列探索の途中で歩く人の影が照度センサへかかった場合でも照度センサに近い照明を抽出することを可能とする新たな行列探索手法の提案を行う。

2 行列探索

行列探索では照明を行と列のグループに分割する。分割した行毎または列毎の照明グループの光度を一定の変化量で変化させた際の照度を計測する。計測した照度を基に照度変化量を算出する。算出した照度変化量が大きい順に照明グループへランクを付与し、行と列のそれぞれ高ランクの照明グループの積集合となる照明を近傍照明として抽出する。しかし、近傍照明抽出の途中で歩く人の影が照度センサへかかった場合、照明光度変化による正確な照度変化量を計測できない。それにより、照度センサに近い照明を抽出できない場合がある。その照明を用いて調光した場合、執務者が希望する照度を実現するまでの時間が長くなるという問題が発生する。そのため、近傍照明抽出の途中で照度センサへ人影がかかった場合でも近傍照明抽出を可能とする手法が必要である。

3 他の執務者の照度センサが計測した照度変化量を用いて照度の補正を行う手法

3.1 近傍照明抽出の概要

近傍照明抽出の途中で歩く人の影が照度センサへかかった場合でも近傍照明抽出を可能とする手法を提案する。従来の行列探索では、照明抽出の途中で人影が照度センサへかかった場合を想定していなかったため、本手法では、第一段階として、一人の執務者が近傍照明抽出の途中で歩いている場合を想定する。照度は光源から照度センサまでの距離と照明光度により決まるため、近傍照明抽出を行いたい照度センサ（目標センサ）と、目標センサの近くにある照度センサ（近隣センサ）は同傾向の照度変化量を示す。そのことより、本手法では他の執務者の照度センサが計測した照度を用いて照度の補正を行なった後に近傍照明抽出を行う。以下に本手法の流れを示す。

1. 従来手法と同様に照明を行と列のグループに分割して順に光度変化を行い、照度を計測する。照明光度変更前と変化後に計測した照度と比較して照度変化量を算出する
2. 照度変化量を用いて後述するパターンマッチングを行う。パターンマッチングを用いて、近隣センサと人影の影響を受けた照度データを特定する
3. 近隣センサが計測した照度を用いて、目標センサが計測した人影の影響を受けた照度データの補正を行う
4. 補正後の照度を用いて近傍照明抽出を行う

3.2 近隣センサと人影の影響を受けた照度データの特定

式(1)より算出される評価指標 R が最小となる目標センサと他の執務者の照度センサとの組み合わせを特定する。照度センサが計測した照明グループ分の照度変化量のうち、1個の照度変化量に人影があった場合を想定する。式(2)より算出した照度変化量毎の差 ΔA を用いて評価指標 R を算出する。評価指標 R が最小となった照度センサが近隣センサであると判定する。その際に除外した照度データに人影があったと判定する。

$$R = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M B_{i,j} \quad (1)$$

$$B_{i,j} = \begin{cases} 0 & i \text{ or } j \in L_r \\ |\Delta A_m(i,j) - \Delta A_n(i,j)| & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\Delta A_m(i,j) = A_m(i) - A_m(j) \quad (2)$$

$$A_m(i) = \Delta I_m(i)$$

m, n : 照度センサの番号 i, j : 照明グループの番号
 M : 照明グループの数 L_r : 除外する照明グループ
 $\Delta I_m(i)$: 照明グループ i が増光時に照度センサ m が計測した照度変化量

3.3 人影の影響を受けた照度の補正

目標センサが計測した照度変化量のうち、人影の影響を受けていると判定した照度変化量を補正する。目標センサと近隣センサが計測した照度変化量のうち、人影の影響を受けていると判定した照度変化量を比較する。歩く人の影が照度センサへかかった場合、照度変化量が小さくなる。そのため、高い照度変化量を示した照度データには人影の影響が無いとする。近隣センサの方が高い照度変化量を示した場合、近隣センサが計測した照度変化量を目標センサの照度変化量として採用する。しかし、照度センサと照明の距離により、照明光度を変化した際に各照度センサが計測した照度に差が生じる。人影があると特定した照度変化量以外の照度変化量を用いて標準偏差を算出する。算出した標準偏差を用いて補正する照度変化量を決定する。図2に示すセンサAが計測した、縦4列目の照度の補正を図1に示す。

4 提案手法の有効性検証実験

4.1 検証実験の概要

照度変化量の補正を行った後に近傍照明抽出を行う提案手法と、照度変化量の補正を行わずに近傍照明抽出を

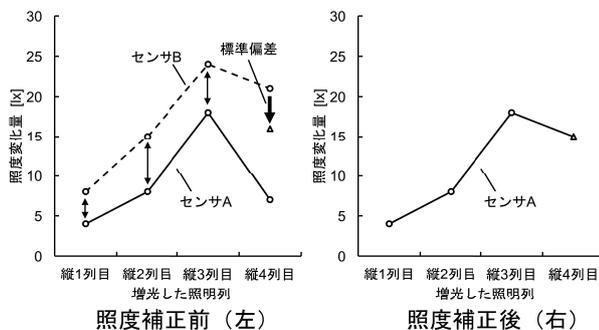


Fig. 1 計測した照度の補正

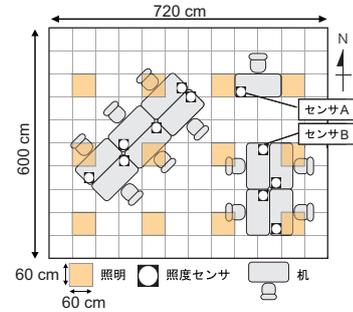


Fig. 2 実験環境

Table 1 検証実験の結果

	従来手法 [パターン]	提案手法 [パターン]
抽出成功	34	42
抽出失敗	10	2

行う従来手法を用いて、探索途中に歩く人の影が照度センサへかかった場合の近傍照明抽出精度を比較する。照明台数が 4×3 灯の環境において、執務者が 11 人在室している場合を想定し、検証を行う。従来手法では各執務者に対し、行と列のそれぞれの照明グループで抽出した 2 グループの積集合となる 4 灯の照明を調光し、各執務者が希望する照度を実現していた。そのため、目標センサの周辺 4 灯を抽出できた場合に抽出成功とした。各照明グループが光度変化した時に歩く人の影が目標センサへかかった場合は、照度センサ (11 台) \times 縦の照明グループ (4 列) の 44 パターンが考えられる。そこで、44 パターンの照度を計測できるように一人の人が歩き回った。実験環境を図2に示す。

4.2 実験結果と考察

検証実験の結果を表1に示す。表1より、従来手法を用いて近傍照明抽出を行った場合に比べ、提案手法は正しく近傍照明を抽出できていることが分かる。近傍照明抽出の途中に照度センサへ歩く人の影がかかった場合でも、提案手法は従来手法に比べ、高精度に近傍照明抽出を行うことが可能である。しかし、提案手法を用いた場合でも、歩く人の影の影響度合いでは近傍照明抽出を失敗する場面がある。その場合、一定時間毎 (例: 1 時間毎) に提案手法を用いて近傍照明抽出を行い、抽出した照明を記録する。提案手法は高精度に照度センサに近い照明を抽出できるため、最も多く記録された照明は近傍照明であると考えられる。そのため、最も多く記録された照明を目標照度センサの近傍照明として採用することにより、照度センサに近い照明を抽出することが可能である。

参考文献

- 1) 池上 久典, 松下 昌平, 三木 光範, 間 博人, "大規模な知的照明システムに対応した照度センサ近傍照明の抽出手法", 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, 2015