

# スマートフォンを用いた知的照明システム -異機種端末の混在を考慮したスマートフォンの照度データ補正手法の提案-

桑島 奨  
Sho KUWAJIMA

## 1 はじめに

著者らは各執務者が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を行なっている<sup>1)</sup>。知的照明システムでは、各執務者が要求する照度を個別に実現するために照度センサを用いる。一方で、近年ではスマートフォンが普及しており、このスマートフォンに内蔵されている照度センサを知的照明システムの照度センサとして利用できる可能性がある。しかし、スマートフォンに内蔵される照度センサは性能が低く、機種により取得する値に差異がある。本研究では、異機種種の端末の利用を想定し、スマートフォンの特性を考慮した内蔵照度センサの補正手法を提案する。

## 2 知的照明システムで用いる照度センサとスマートフォンの内蔵照度センサ

### 2.1 知的照明システムの照度センサ

知的照明システムでは、各執務者が要求する照度を個別に実現するために執務者一人に対して一つの照度センサを所有する。この照度センサから得られる照度情報を基に最適化アルゴリズムを用いて照明の最適な点灯パターンの実現を図る<sup>2)</sup>。

現在の知的照明システムでは導入する環境に合わせて最適な照度センサを受注生産しており、導入コストや保守性等に課題がある。一方、近年普及しているスマートフォンには照度センサが内蔵されており、これを知的照明システムの照度センサとして用いることが考えられる。スマートフォンを用いることで上述した課題の解決に貢献できる他、様々なセンサを利用した機能追加やユーザの意向を考慮した UI の提供が容易となる。

### 2.2 スマートフォンに内蔵される照度センサ

前節で述べたように、知的照明システムの照度センサをスマートフォンで代替することで様々な利点がある。しかし、検証実験の結果、スマートフォンに内蔵される照度センサ (以下、内蔵照度センサ) は従来の照度センサと比較して分解能が低く、取得する値には誤差が含まれることがわかった (Fig.1)。実オフィスでは執務者によって利用するスマートフォンの機種が異なることが考えられるため、異機種端末のスマートフォンが混在する状況について検討を行う必要がある。本研究では、内蔵

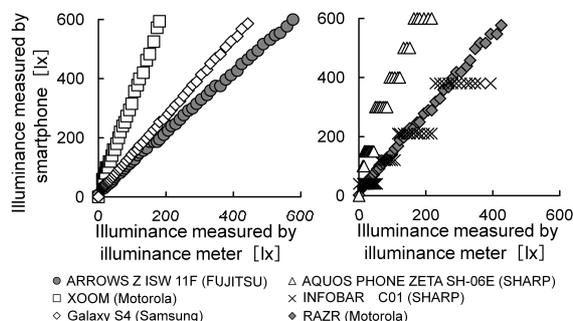


Fig. 1 スマートフォンの内蔵照度センサの性能

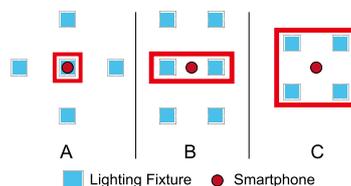


Fig. 2 知的照明システムにおける照度センサの位置分類

照度センサの性能が異なる複数機種種の端末が混在する環境下での個別照明制御手法についての検討する。

## 3 内蔵照度センサの取得値が異なる端末を考慮した取得値の較正手法

本研究では、スマートフォンの内蔵照度センサから得られる値に対して補正式を適用することで誤差を最小化することを考える。2.2 節で述べたように、スマートフォンの内蔵照度センサは従来の照度センサと比べて性能が低いことから、以下の手順で補正式の生成を行う。

- 1) Fig.2 の設置位置に、スマートフォンおよび照度計を設置
- 2) Fig.2 の各近傍照明を 1 灯ずつ点灯し、スマートフォンに対する各照明の影響度合いを測定
- 3) Fig.2 で示した近傍照明のみを最小点灯光度で調光
- 4) 近傍照明を項目 2) の影響度が高い順に最大点灯光度まで増光し、調光段階毎の机上面照度を計測
- 5) 項目 4) の計測結果を基に補正式を生成

この手順によって生成した照明直下 (Fig.2-A) における補正式の概念図を Fig.3 に示す。本手法では、照度センサの近傍と判定される照明台数 (照明直下 : 5, 2 灯間 : 6, 4 灯間 : 4) と同数に補正式の区間を分割し、ス

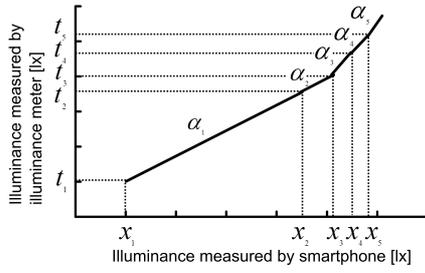


Fig. 3 提案した補正式の概念図 (Fig.2-A の場合)

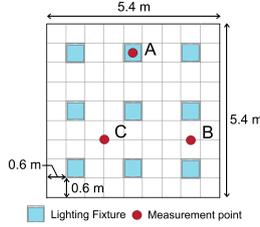


Fig. 4 fig:実験環境

スマートフォンの取得値に応じて補正に用いる区間を変化させる。このとき、区間*i*の始点の座標を  $(x_i, y_i)$  とし、区間*i*における補正式の傾きを  $\alpha_i$  とすると、提案する補正式は式 (1) で定式化できる。

$$Lx_{Calibration} = \alpha_i(Lx_{raw} - x_i \times r) + y_i \times r \quad (1)$$

$$i = \begin{cases} k & x_k \times r \leq Lx_{raw} < x_{k+1} \times r, k < n \\ n & x_n \times r \leq Lx_{raw} \end{cases}$$

$$r = Cd_{Using} \div Cd_{Calibration} \quad (2)$$

*i*:区間番号, *n*:補正式の生成に用いた照明台数

$\alpha_i$ :区間*i*における補正式の傾き,  $(x_i, y_i)$ :区間*i*の始点

$Lx_{Calibration}$ :補正後の照度値 [lx]

$Lx_{raw}$ :スマートフォンの取得値 [lx]

*r*:導入環境と補正式生成環境における最大点灯光度比率

$Cd_{Using}$ :導入環境における最大点灯光度 [cd]

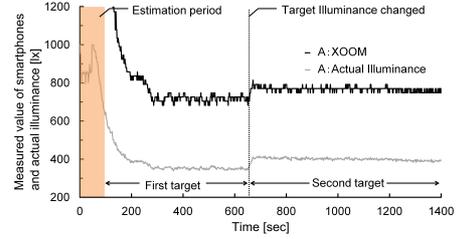
$Cd_{Calibration}$ :補正式生成時の最大点灯光度 [cd]

また、本提案手法では実験室において上述した手法を用いた補正式生成のための検証実験を事前に行い、補正式をデータベース化して管理を行う。

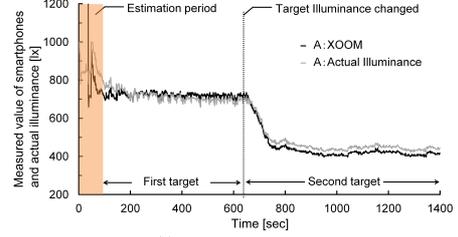
補正式の適用方法としては、端末の位置および機種情報を基にデータベースの補正式から適切なものを適用する。また、本手法では予め内蔵照度センサの性能検証により補正式を算出していることが前提となるため、精度が悪い機種および未検証の端末については本手法が適用できず、知的照明システムで適切な照明制御を行うことは容易ではない。

#### 4 提案手法の有効性検証と結論

検証実験は外光の入らない室内において Fig.4 に示すように照明 9 台およびスマートフォンを設置した。照明器具は Panasonic 社製 LED (最大点灯光度:1480 cd) を



(a) non-calibration method



(b) proposed calibration method

Fig. 5 検証実験の結果 (地点 A における照度履歴)

用いた。また、スマートフォンは地点 A に Motorola 社製 XOOM, 地点 B に富士通社製 ARROWS Z, 地点 C に Samsung 社製 Galaxy S4 を設置し、各スマートフォンの目標照度をそれぞれ 700 lx, 500 lx, 400 lx とした。そして、端末の位置推定完了してから 600 秒後に地点 A と地点 B の目標照度の値を入れ替えた。なお、各地点の実際の机上面照度を観察するためにスマートフォンの横に照度計を設置した。

Fig.5 の (a) および (b) に、提案した補正手法を適用しない場合と適用した場合の地点 A における実験結果を示す。この結果から、補正を行わない場合はスマートフォンと実際の照度に相異があり、スマートフォンの値が一定値に収束するまでに 250 秒以上の時間を要しているのに対し、提案手法ではスマートフォンの取得値と実際の机上面照度が同等の値で制御できており、150 秒程度で一定値に収束したことがわかった。これにより、提案手法を用いることでスマートフォンの取得値を補正し、適切な照明制御を実現できることを確認した。

本研究では現在の知的照明システムで用いる照度センサをスマートフォンで代替する手法として、内蔵照度センサの特性を考慮した取得照度データの補正手法の検討を行い、その有効性を示した。これにより、知的照明システムにおける照度センサをスマートフォンで代替することが可能である。ただし、本手法は全てのスマートフォンに適用できるものではなく、知的照明システムに利用可能なスマートフォンは比較的精度の高い機種に限る。

#### 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," 人工知能誌, vol.22, no.3, pp399-410, 2007
- 2) 小野 景子, 三木 光範, 吉見 真聡, 西本 龍生, 近江 哲也, 足立 宏, 秋田 雅俊, 笠原 佳浩, "LED 照明を用いた知的照明システムの実オフィスへの導入," 電気学会論文誌 A, vol.131, no.5, pp.321-327, 2011