スマートフォンを用いた知的照明システムにおけるスマートフォンの 内蔵照度センサの簡易キャリブレーションによる複数機種混在環境への対応

桑島 奨 Sho KUWAJIMA

1 はじめに

著者らは、各執務者が要求する個別の明るさ(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・開発を行なっている。知的照明システムは、照明の光度および照度センサで得られる照度情報を基に照明の制御を行う。これにより、各執務者が要求する照度(目標照度)を満たし、かつ、不要な明るさを抑えることで省エネルギーを実現する¹⁾.

しかし、知的照明システムで利用する照度センサには、高価な受注品を用いており導入コストが高いことが問題となる。そこで、著者らは近年普及しているスマートフォンを知的照明システムの照度センサとして用いる研究を行っている 2).

2 スマートフォンを用いた知的照明システム

2.1 スマートフォンを用いた知的照明システムの概要

近年,高機能な携帯端末としてスマートフォンが普及している。スマートフォンには照度センサが内蔵されており、これを用いた照明制御が考えられる。そこで、著者らはスマートフォンに内蔵された照度センサ(以下、内蔵照度センサ)を知的照明システムの照度センサとして用いる手法について研究・検討を行っている²⁾。

先行研究では、内蔵照度センサの性能検証実験から、内蔵照度センサは知的照明システムで使用している照度センサと比較して分解能が総じて低く、また内蔵照度センサから得られる値(以下、取得値)に相違が生じることが分かった。そのため、先行研究では研究の第一段階として、単一機種のみの環境を想定し、低分解能の内蔵照度センサを考慮した概略的位置推定手法、および取得値に含まれる誤差に依存しない目標照度の実現手法を提案した。これにより、スマートフォンを照度センサとして用いた場合でも執務者の要求する明るさを実現することが可能となった。

しかしながら、前述したように先行研究では単一機種 のみの環境を想定していたため、複数機種が混在する状 況について検討を行う必要がある。そこで、本研究では 内蔵照度センサの性能が異なるスマートフォンが混在す る環境下についての検討を行う。

2.2 複数機種が混在する場合での照度収束実験

前節で述べたように、スマートフォンの内蔵照度センサにおける性能に関しては、機種により分解能や取得値が大きく異なることがわかっている。そこで、複数機種混在下における取得値の違いがもたらす影響について検

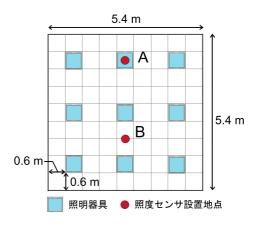


Fig.1 実験環境

証を行う.

Fig. 1 に実験環境を示す. 実験は、外光の入らない室内においてスマートフォン 2 台、照度計 2 台および照明器具 9 台を用いて行った. 照明器具は、256 段階で調光可能な Panasonic 社製白色 LED (最大点灯光度:1010 cd)を用いた. ここでは、Fig. 1 に示す配置で照明機器の配置間隔を一般的な 1.8 m とした. また、スマートフォンには ARROWS Z と XOOM の 2 機種を用いた. 実験は、3パターンの設定で行い、全ての設定において各地点で照度計測機器の横に照度計を設置し、机上面照度が地点 A では 200 lx、地点 B では 550 lx に収束するように照度収束実験を行った. 照度収束実験では、Table1 に示す設定で、各地点の計測機器を変更した. なお、机上面の正確な照度を計測するために、照度計には ANA-F11 (東京光電製: JIS C 1609-2 に準拠)を用いた.

Fig. 2から Fig. 4に、この検証実験の結果を示す. Fig. 2は、従来の照度センサを用いた設定 1 における実験結果である. 一方で、Fig. 3 は、単一機種のスマートフォンを用いた設定 2 における実験結果である. そして、Fig. 4 に、設定 3 における 2 機種のスマートフォンを用いた場合での実験結果を示す. なお、Fig. 3 および Fig. 4 では、(a) に各地点における実際の机上面照度履歴、(b) に各端末の取得値の履歴を示す.

Table1 検証実験における設定

	設置地点	照度計測機器
設定1	A	照度センサ
	В	照度センサ
設定 2	A	ARROWS Z ISW 11F
	В	ARROWS Z ISW 11F
設定3	A	XOOM
	В	ARROWS Z ISW 11F

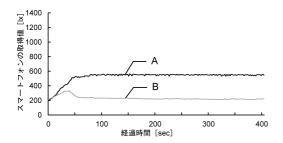


Fig.2 従来の照度センサにおける照度履歴

Fig. 2 および Fig. 3 の (a) では、約 30 sec で地点 B の照度が 300 lx 前半まで照度が上がっている。従来の照度センサおよび単一機種の制御は、同等の収束性であり、Fig. 1 の環境では約 50 sec で照度が目標照度に収束する。一方で、Fig. 4 の (a) では、約 50 sec で地点 B の照度が 500 lx 近くまで上昇しており、照度収束には約 100 sec の時間を要する。Fig. 3 の (b) および Fig. 4 の (b) より、ARROWS Z に比べて XOOM の取得値が非常に大きいことがわかる。

知的照明システムでは, 複数の照度センサに影響のあ る照明は,現在の照度と目標照度の差が大きい照度セン サから優先的に照度を満たすように動作する. Fig. 5 に, 設定2および3の実験における各端末で内部的に設定さ れた目標照度(以下,目標値)と取得値の差を示す. Fig. 5の(a)は、Table1の設定2(単一機種)、(b)はTable1 の設定3(複数機種)における実験結果を表している. Fig. 5の(a) および(b) より, 単一機種での制御に比べ, 複数機種の端末を用いた制御では XOOM の取得値と目 標値における差が大きいことがわかる. Fig. 5の(a) に 示す単一機種の制御では、約30 sec で地点 A と地点 B の端末における取得値が共に約200 lxで等しくなる. 一 方で, Fig. 5 の (b) に示す複数機種の制御では, 約 45 sec 時点で地点 A と地点 B の端末における取得値が共に 約300 lx で等しくなる. これより, Fig. 5 の (b) では, Fig. 5 の (a) における地点 A に設置された ARROWS Zの取得値と比べ、地点 A に設置された XOOM の取得 値が大きく, 各端末の取得値と目標値の差が等しくなる のに時間が掛かることが確認できる. また, 各端末の取 得値と取得値における差が均一になる時点の値も大きい ことがわかる.

従って、XOOM および ARROWS Z の両方に影響のある照明が取得値の大きい XOOM の目標値を優先して満たそうとする.制御に用いる内蔵照度センサの性能が異なる場合、各地点の照度はより取得値が大きい端末側に偏りやすく、照度収束までに時間が掛かることがわかった.これらの結果より、複数機種を用いた場合は、単一機種の場合に比べて照度収束に要する時間が長くなる場合があり、また取得値の大きな端末が優先的に制御されることが確認できた.

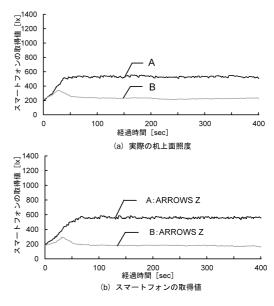
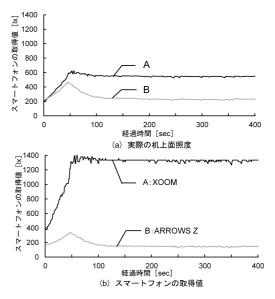


Fig.3 単一機種における照度履歴



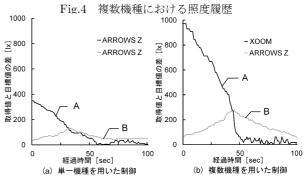


Fig.5 取得値と目標値の差

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補正手法

前章の実験結果より、複数機種の端末が混在する環境下では、取得値が大きい端末が優先的に制御され、照度収束に時間を要する場合があることを確認した.これは、2.2節の実験で示したように、機種により端末で得られる

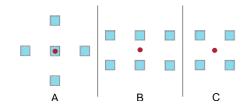


Fig.6 位置推定の分類

値の尺度が異なることが原因である. そこで,本研究では取得値を補正することで,課題を解決する.

スマートフォンの機種によっては、照度センサと照明の 位置関係によって取得値が大きく変化することがわかっ ている.これらを考慮して、スマートフォンの機種毎に 対応した取得値を補正することで、取得値の差異による 影響を軽減する.

補正の際には、Fig. 6 の 3 パターンの配置でスマートフォンの位置を分類し、その設置パターンおよび機種を判別することで各端末の取得値を補正する。スマートフォンを用いた知的照明システムでは、2 分探索に基づく位置推定手法を用いることで、Fig. 6 の A(照明直下)、B(照明の 2 灯間)および C(照明の 4 灯間)に分類できる。Fig. 6 では、端末の配置およびその端末に影響のある照明を示している。この 3 パターンに端末の設置点を分類することで、端末とその端末に影響のある照明との位置関係による取得値への影響を加味する。

補正式の生成には、Fig. 6 の配置毎に影響のある照明のみを一律点灯し、信号値毎の机上面照度とスマートフォンの取得値を計測する実験を予め行う。この計測値を基に、スマートフォンの取得値から実際の机上面照度を推定する。端末の機種およびその端末の設置点に対応した照度値の補正を行うことで内蔵照度センサから得られる値の差異を軽減する。

4 スマートフォンにおける取得照度の補正を 用いた提案手法の検証

提案手法を用いて、照度センサ性能が異なる2機種の スマートフォンを用いた照度収束実験を行う. 実験では、 2.2 節の Table1 の設定 3 (複数機種) で行った実験と同様 の環境および設定で実験を行った. Fig. 7 に, 各スマー トフォン設置地点における実際の机上面照度および取得 値の履歴を示す. Fig. 7の(a)より,地点Bの照度は約 40 sec で約 330 lx まで上昇が抑えられ、約 50 sec で照 度が収束していることがわかる. Fig. 4の(b)で1350 lx に設定されていた目標値が、取得値の補正を行うこと で Fig. 7の(b) に示すように 600 lx まで軽減している. この Fig. 7の (b) における XOOM の目標値は, Fig. 3 の(b)で示したARROWS Zを用いた単一機種の制御 の目標値と同じである. この結果から、提案手法を用い ることで、取得照度の差異による影響を軽減できること がわかった. この取得値を補正する手法を用いることで, 取得値が大きく異なる端末が混在する状況でも単一機種 を用いた制御と同等の照度収束が可能となる.

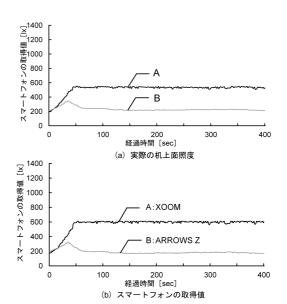


Fig.7 提案手法を用いた際の照度履歴

5 今後の展望

スマートフォンが混在する状況下で、知的照明システムを実現するには以下の2つの問題を解決する必要がある.

- 機種ごとに内蔵照度センサで得られる値が異なる
- ◆ 内蔵照度センサの精度が低く、機種により分解能が 異なる

本研究の提案手法では、各スマートフォンの機種ごとに 適切な補正式を適用することで、取得照度が異なる端末 が混在する状況下の制御を実現した.今後は、複数機種 のスマートフォンを用いる際に分解能が与える影響を検 証する必要がある.

参考文献

- 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, 東陽平, 間博人, 池上久典, 蔵野裕己, 桑島獎, スマートフォンを照度センサとして用いる知的照明システム, 電子情報通信学会論文誌, vol.2, pp.941-947, 2009.