

複数機種 of スマートフォンを照度センサとして用いた 知的照明システムの検討

桑島 奨[†] 三木 光範^{††} 谷口 武[†] 間 博人^{††}

同志社大学大学院工学研究科[†] 同志社大学理工学部^{††}

1 はじめに

著者らは、各執務者が要求する明るさ（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を行っている [1]。知的照明システムでは、執務者が要求する照度を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、スマートフォンには画面輝度を調整するために照度センサが内蔵されている。そこで、著者らは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に内蔵される照度センサで代用する研究を行っており、単一機種での制御を想定したシステムを提案した [2]。

しかし、スマートフォンに内蔵される照度センサは機種により性能が異なり、オフィスのような複数機種 of スマートフォンが利用される環境を考慮する必要がある。本研究では、異機種 of 端末の利用を想定し、スマートフォンの特性を考慮した新たな手法を提案する。

2 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

2.1 スマートフォンの特性およびシステムの概要

本システムでは、知的照明システムにおいて照度制御を行うために利用する照度センサをスマートフォンの内蔵照度センサで代用する。予備実験の結果より、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 (図 1)。このことから、先行研究において著者らはスマートフォンを照度センサとして利用する場合の制御手法を提案した [2]。

しかしながら、先行研究では単一の機種を用いた制御を想定した手法を提案しており、本来のオフィス環境のように照度センサの性能が異なる複数 of スマートフォンを利用することを考慮していない。そのため、複数機種 of スマートフォンが混在する状況についての検証を行う必要がある。本研究では、内蔵照度センサの性能が異なる複数機種 of 端末が混在する環境における個別照明制御手法についての検討を行う。

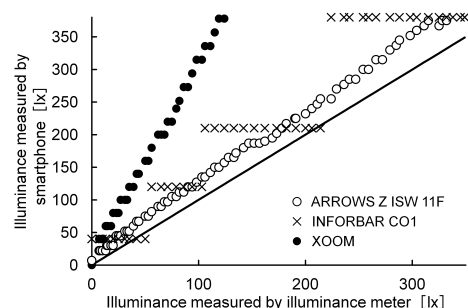


図 1: スマートフォンの内蔵照度センサの性能

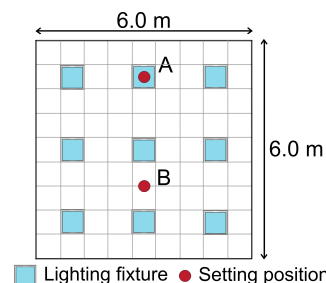


図 2: 実験環境

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、内蔵照度センサの精度は機種により異なる。そこで、知的照明システムにおいて異機種 of 端末の混在により生じる影響について検証を行った。検証実験は、図 2 に示すように外光の入らない室内において照明 9 台を設置し、地点 A および B にて照度収束実験を行った。各地点に設置したスマートフォンの組み合わせは Table 1 の通りである。

また、前節で述べたようにスマートフォンの内蔵照度センサは機種により性能が異なるため、各スマートフォンに同じ目標照度を設定した場合でも異なる照度値に収束する場合がある。そのため、本研究では各地点において全てのスマートフォンが同じ照度に収束するように、予備実験によりスマートフォンに設定する目標照度を求めた。なお、実験で収束させる机上面の照度は、地点 A で 550 lx、地点 B で 200 lx とし、実際の照度を計測するため各端末の横に照度計を設置した。

実験結果を図 3 に示す。この図から、単一機種での制

表 1: 検証実験における設定

	設置地点	照度計測機器
Pattern1(Single-model)	A	ARROWS Z ISW 11F
	B	ARROWS Z ISW 11F
Pattern2(Multi-model)	A	XOOM
	B	ARROWS Z ISW 11F

Examination of the Intelligent Lighting System Using Multi-model Smartphones as Illuminance Sensors

[†] Sho KUWAJIMA(skuwajima@mikilab.doshisha.ac.jp)

^{††} Mitsunori MIKI

[†] Takeshi TANIGUCHI

^{††} Hiroto AIDA

Graduate School of Science and Technology, Doshisha University ([†])

Doshisha University (^{††})

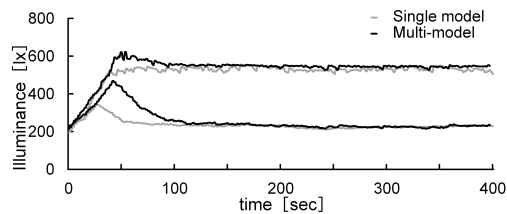


図 3: 検証実験における照度履歴

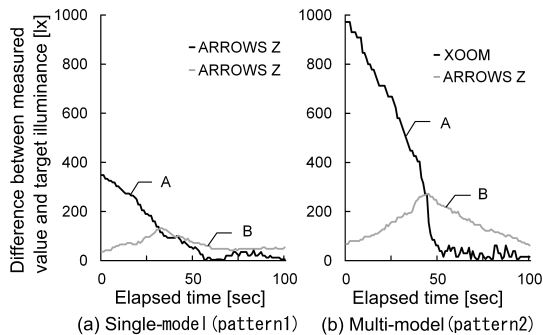


図 4: 取得値と目標値の差

御 (Table 1-Pattern1) に比べて複数機種を用いた制御 (Table 1-Pattern2) の方が照度収束に時間を要していることがわかった。この原因について以下で述べる。

図 4 で示す値は、上述の実験における各スマートフォンに設定された内部的な目標照度 (以下、目標値) と取得値の差である。図 4 の (a) および (b) より、単一機種での制御に比べ、複数機種での制御では地点 A の取得値と目標値における差が大きいことがわかる。知的照明システムでは、図 4 で示す照度差を制御に用いており、複数の照度センサに対して影響のある照明は、この照度差が大きい照度センサから優先的に目標照度を満たすように動作する。そのため、図 4 の (b) に示すように、地点 B に設置された ARROWS Z と比べ、地点 A に設置された XOOM の取得値が大きいとき、XOOM および ARROWS Z の両方に影響のある照明は取得値の大きい XOOM の目標値を優先する。この影響により、各地点の照度はより取得値が大きい端末に偏りやすく、照度収束までに時間を要することがわかった。

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

2.2 節の実験結果より、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、機種により端末で得られる値の尺度が異なることが原因である。そこで、内蔵照度センサごとに取得値を較正することで、この課題の解決を試みる。

スマートフォンの取得値を高精度に較正する場合、端末と各照明の厳密な位置関係や端末の向きなど様々な情報を正確に把握する必要があり、高精度に較正することは容易でない。そこで、機種毎にスマートフォンの取得値を簡易的に較正する手法を提案する。

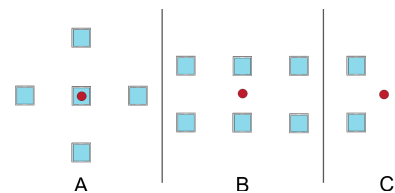


図 5: 位置推定の分類

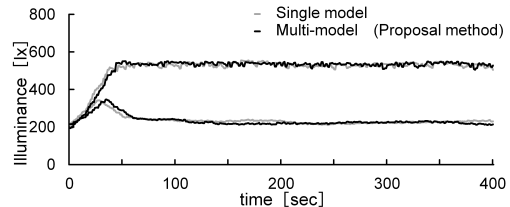


図 6: 提案手法を用いた際の照度履歴

先行研究では、スマートフォンの概略的な位置を推定し、その結果を図 5 に示す 3 種類に分類する [2]。そのため、本研究では図 5 に示す 3 つの配置に対する内蔵照度センサの較正を考える。

較正式の生成は、図 5 の配置毎に影響があると判断した照明に影響度の高い順に点灯し、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予備実験を行う。この計測結果から、内蔵照度センサの取得値と実際の机上面照度との較正式が得られる。これをスマートフォンの機種ごとに行い、スマートフォンの機種および設置点に応じた較正式を保有することで、各スマートフォンの内蔵照度センサから得られる値の差異を軽減する。取得値の較正は、スマートフォンの設置位置を推定するとき [2] に端末の機種および位置分類から各端末に適当な較正式を割り当てることで実行する。

4 スマートフォンにおける取得照度の較正を用いた提案手法の検証と結論

提案手法の有効性を検証するため、2.2 節の実験と同様の環境で提案手法を用いた照度収束実験を行った。図 6 に、本実験における実際の机上面照度の履歴を示す。この図より、提案手法を用いることで複数機種の端末を利用した場合であっても単一機種のスマートフォンを用いた場合と同等の制御が可能であることを確認した。よって、取得値が大きく異なる端末が混在する状況においても単一機種を用いた制御と同等の照度収束が実現できる。

本研究では、スマートフォンに較正式を適用することで、取得値が異なる端末が混在する状況下においても従来と同等の制御を実現した。今後は、分解能が低いスマートフォンに対する制御手法を検討する必要がある。

参考文献

[1] M.Miki, T.Hiroyasu, and K.Imazato. Proposal for an intelligent lighting system, and verification of control method effectiveness. *Proc IEEE CIS*, pp. 520–525, 2004.
 [2] 桑島奨, 三木光範, 池上久典, 間博人. 知的照明システムシステムにおけるスマートフォンの内蔵照度センサを考慮した照度/光度影響度の決定手法の検討. 第 13 回情報科学技術フォーラム講演論文集, 第 2 分冊, pp. 345–346, 2014.