

スマートフォンの照度センサを用いた知的照明システムの基本的検証 Fundamental Verification of an Intelligent Lighting System using Illumination Sensors in Smartphone

三木 光範*
Mitsunori Miki

桑島 奨*
Sho Kuwajima

東 陽平†
Yohei Azuma

間 博人*
Hiroto Aida

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]。

一方、近年では照度センサを搭載した高機能なスマートフォンが普及している。そこで、知的照明システムの照度センサとしてスマートフォンに内蔵されている照度センサを用いることを考える。本研究では知的照明システムにおいてスマートフォンに内蔵されている照度センサを用いた照明制御が可能であるか基本的な検証を行う。

2. 知的照明システム

知的照明システムは、照明、照明制御装置、照度センサおよび電力計を一つのネットワークで接続することで構成される。この構成により、消費電力、照明の光度および照度センサからの照度情報を取得する。この取得情報を基に、各執務者の要求する個別の明るさを実現する。また、知的照明システムでは、照度センサ設置地点に対する各照明の影響度（以下、影響度と称す）を求めることで、照明の点灯パターンを最適化し、省エネルギー性と制御速度の向上を図っている [2]。

3. スマートフォンを用いた知的照明システム

本研究では、知的照明システムにおける照度センサとして、スマートフォンに内蔵される照度センサを用いる。これにより、スマートフォンの内蔵照度センサを用いて執務者が設定した箇所の照度を計測し、取得した照度情報を制御 PC に送信する。制御 PC では、各端末から送信された照度情報を基に照明を制御する。本稿では、スマートフォンの内蔵照度センサの性能を検証し、知的照明システムでスマートフォンを用いた場合と従来の照度センサを用いた場合の照明制御における動作を比較する。これらの結果から、知的照明システムにおいてスマートフォンを用いることが可能であるか検討する。

4. システムの動作に関する検証実験

4.1 スマートフォンの内蔵照度センサに関する性能検証

スマートフォンに内蔵される照度センサの性能を検証するために、従来の照度センサとの取得照度を比較する

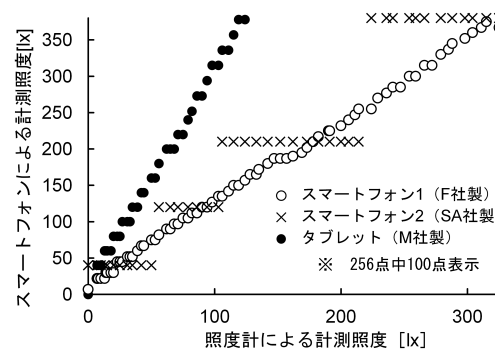


図 1 内蔵照度センサの取得照度

実験を行った。ここでは、比較対象として、東京光電製の ANA-F11（一般形 A 級照度計：JIS C 1609-2 に準ずる）を用いて、2 台のスマートフォンおよびタブレット（以下、スマートフォンなどと称す）の性能検証を行った。スマートフォンなどで計測された照明直下の取得照度の比較を図 1 に示す。なお、図 1 における横軸は照度計で計測された照度値、縦軸はスマートフォンなどの内蔵照度センサで計測された照度値を表している。

図 1 より、スマートフォンなどの内蔵照度センサの取得照度は、照度計で取得される照度値と比べて誤差があることがわかった。また、機種によって取得照度や照度センサの分解能が大きく異なることも確認できた。しかしながら、スマートフォンなどの内蔵照度センサが取得する照度と照度計測地点における実際の照度は線形関係にあることもわかった。そこで、本研究では検証を行ったもののうち、分解能が比較的高いものを対象として、知的照明システムへの導入について検討した。

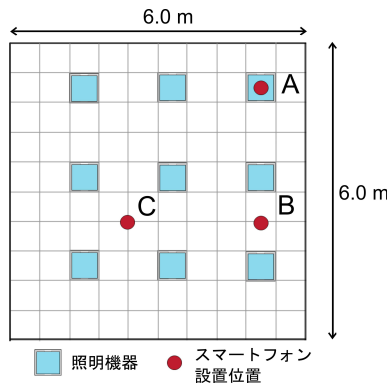
4.2 照度収束実験

スマートフォンの内蔵照度センサが取得する照度値が実際の値と異なる場合でも、知的照明システムの構築が可能であるか検証する。そのため、スマートフォンを用いた知的照明システムにおける照度収束実験を行った。前節で述べたとおり、スマートフォンなどの内蔵照度センサは分解能が低いことから従来の影響度推定が行えないため、あらかじめ各スマートフォンに対する影響度を与えた。実験では、Panasonic 社製 LED 9 灯および富士通社製の ARROWS Z 3 台を用いた。実験環境および実験器具の配置を図 2 に示す。本実験では、各端末にそれぞれ目標照度を与え、3 パターンの照度収束実験を行った。各パターンにおける目標照度および照度収束後のスマートフォンの計測照度を表 1 に示す。

表 1 より、計測された照度が目標照度に収束することが確認できた。また、この実験においてスマートフォンで計測された照度の正確性を検証するために、照度計

* 同志社大学理工学部

† 同志社大学大学院



(ANA-F11) を用いてスマートフォン設置地点の照度を計測した。その結果、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正確性がないため、スマートフォンと照度計では取得照度値が異なることが確認できた。これらより、スマートフォンの内蔵照度センサを用いた場合でも、この照度センサで内部的に設定されている照度値を目標照度と仮定するならば、計測照度は目標照度に収束することがわかった。

次に、スマートフォンの内蔵照度センサにおいて、照度収束後の計測照度の安定性について検証を行った。各スマートフォンの照度履歴として、表1の設定1における照度履歴を図3に示す。なお、図3における縦軸はスマートフォンの計測照度 [lx]、横軸は経過時間 [sec] を示している。図3より、制御開始からおよそ100 sec後に各スマートフォンの計測照度が内部的に設定した目標照度に収束し、その後も照度がその目標照度付近で安定していることが確認できた。

最後に、スマートフォンを用いた場合の知的照明システムにおける照明の点灯パターンを検証する。点灯パターンの比較結果として、表1の設定1におけるスマートフォンおよび照度計を用いた場合の点灯パターンを図4に示す。図4より、スマートフォンが設置されている近くの照明は強く点灯され、その他の照明は明るさが抑えられていることがわかった。また、照明の点灯パターンはスマートフォンを用いた場合と照度計を用いた場合で酷似することが確認できた。これにより、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た場合でも、照明の点灯パターンの最適化を実現できることが確認できた。

表1 目標照度の設定と照度収束後の計測照度

		A [lx]	B [lx]	C [lx]
設定1	目標照度	250	550	400
	スマートフォン計測値	252	555	397
設定2	目標照度	400	250	550
	スマートフォン計測値	413	255	532
設定3	目標照度	550	400	250
	スマートフォン計測値	525	412	247

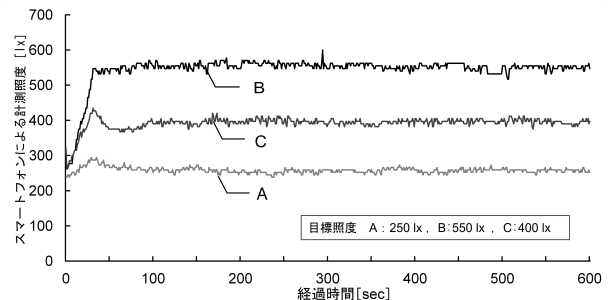
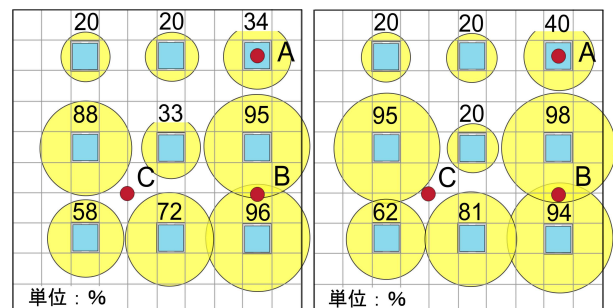


図3 各スマートフォンの取得照度の履歴（設定1）



(1) スマートフォンを用いた場合 (2) 照度センサを用いた場合
図4 各照明の点灯パターンの比較（設定1）

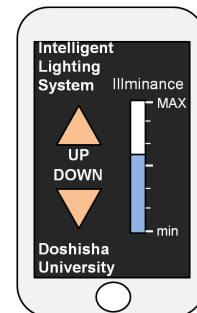


図5 本研究で作成した GUI

4.3 考察

前述の通り、スマートフォンの内蔵照度センサは内部的に設定している目標照度を実現でき、省エネルギーを考慮した照明の点灯が可能であることが確認できた。しかし、スマートフォンの計測照度には誤差があることもわかっている。一方、これまでの知的照明システムでは、目標照度を数値として執務者が設定していた。これらを踏まえ、スマートフォンで計測される照度値の誤差を補う必要がある。そこで、数値的な照度情報を不可視にし、図5に示すような現在の照度より低くするかあるいは高くするかのどちらかを執務者に選択させるといった相対的な照度設定を行う GUI を作成する。これにより、スマートフォンを用いた場合でも、従来と同等の制御が可能となる。

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, 人工知能学会誌, vol.22, no.3, pp.399-410, 2007.
- [2] S.tanaka, m.miki, t.hiroyasu, m.yoshikata, an evolutionary optimization algorithm to provide individual illuminance in workplaces, proc ieee int conf syst man cybern, vol.2, pp.941-947, 2009.