

F-026

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を考慮した 照度/光度影響度の決定手法の検討

Verification of the Illuminance/Luminance Influence Factors Decision Method Considering Smartphone's Built-in Illuminance Sensor in an Intelligent Lighting System

桑島 奨[†]
Sho Kuwajima

三木 光範^{*}
Mitsunori Miki

池上 久典[†]
Hisanori Ikegami

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を行っている [1]。知的照明システムは、照度制御を行うために照度センサを用いるが、これをスマートフォンの内蔵照度センサで代用することが考えられる。これにより、システム導入時のコスト削減や保守性の向上が実現できる。そこで本研究は、スマートフォンの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ことについて検討する。

スマートフォンの内蔵照度センサに関する性能検証実験から、内蔵照度センサは照度計と比較して分解能が低いことを確認した。知的照明システムでは、照明の光度変化量とそれに伴う照度センサの照度変化量の回帰分析から照度センサに対する各照明の影響度合い（照度/光度影響度）を推定し、その値を照度制御アルゴリズムで用いる [2]。このとき、照明の光度は執務者に感知されない程度 [3] で変化させるため、分解能の低い照度センサを用いると微小な光度変化に対して取得照度値が変化しない場合がある。このような場合は、照度/光度影響度を正しく推定できないため、最適な照明制御は容易ではない。そこで、スマートフォンの内蔵照度センサに対応する新たな照度/光度影響度の推定手法が必要になる。

2. スマートフォンの内蔵照度センサを考慮した照度/光度影響度推定手法

本手法は、スマートフォンの概略的な設置位置を推定することで、照度/光度影響度を決定する手法である。この手法では、知的照明システムにおいて照度制御を行う際に照明の光度を変化させることから、二分探索を応用し照明の光度を変化させることでスマートフォンの位置を推定する。この制御における概念図は、図1の通りである。以下に、位置推定における制御の流れを示す。

- 1) 初期状態から室内の照明を2つのグループに分割する
- 2) 執務者に感知されない程度 [3] で、かつ、内蔵照度センサの分解能より大きい照度変化が生じるような光度を決定し、分割したグループ毎に照明の光度を一律に変化する
- 3) 項目2) による照度値の変化をスマートフォンが計測する
- 4) 項目3) で計測した照度値の変化幅がより大きかったグループを選択し、そのグループを再び2つのグループに分割する
- 5) 項目2) に戻る

^{*} 同志社大学理工学部

[†] 同志社大学大学院理工学研究科

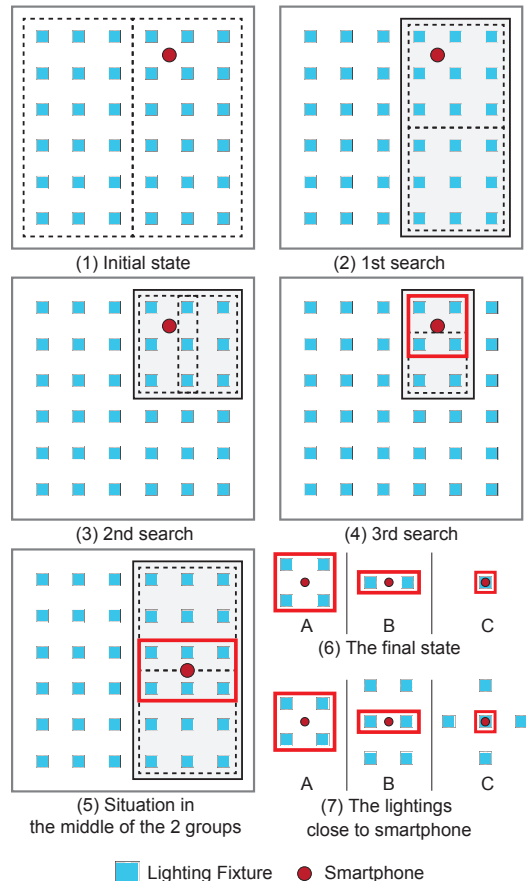


図1 提案する位置推定手法の概念図

ただし、図1(3)のように照明配列が奇数列の場合は、中心列を2つのグループのいずれにも所属するものとして制御する。また、スマートフォンが2つのグループの間近くに設置されている場合、内蔵照度センサから得られる値の変化量に大きな差が生じない可能性がある。このような場合は、図1(5)のように2つのグループの隣り合う端を組み合わせたグループを新たに生成し、探索を行う。

内蔵照度センサに大きな影響を与える照明はその付近の4灯程度であるため、探索範囲を2行×2列の範囲まで絞ることができれば探索終了とする。絞り込みの結果は、図1(6)に示すパターンA～Cに分類できる。なお、パターンBおよびCに関しては絞り込みの結果が4灯に満たないため、図1(7)のように近傍にある照明を含めてスマートフォンに近い照明と定義する。

次に位置推定の結果をもとに照度/光度影響度を決定する。その方法としては、図1(7)に示すA～Cの各パターンにおいて照度計を用いて正確な照度/光度影響度を求める予備実験を行い、位置推定の結果に応じてそれらの値をスマートフォンに近いと判断された照明に対応させる。これにより、位置推定で絞り込んだ各照明は内蔵照度センサ

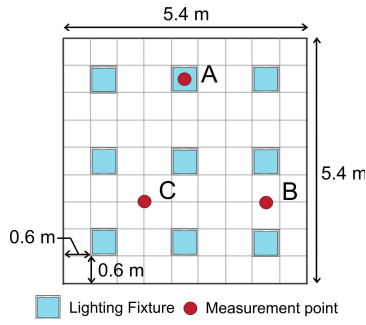


図2 実験環境 (平面図)

に対する照度/光度影響度を決定する。

3. システムの動作に関する検証実験

3.1 実験概要および環境について

提案手法を組み込んだ知的照明システムについて検証実験を行った。実験では、外光の入らない室内においてスマートフォン3台および照明器具9台を図2のように配置した。スマートフォンには、富士通社製のARROWS Z ISW 11Fを用いた。また、照明器具には20%から100%まで調光可能なPanasonic社製白色LED(最大点灯光度:1040cd)を用い、照明器具の設置間隔を一般的なオフィスで採用されている1.8m間隔とした。

この実験環境において、表1に示すように、実験開始から650秒後に各端末に設定した目標照度値を変更し、実験を行った。この条件下で、各端末は位置推定および照度/光度影響度の決定を行い、照明の最適な点灯パターンの探索を開始する。

3.2 実験結果

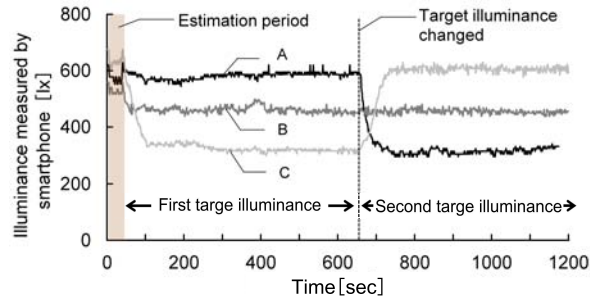
各スマートフォンの内蔵照度センサから得られた値の時間的な変化を図3(a)に示す。この図から、3台の端末は実験開始約50秒で位置推定および照度/光度影響度の設定を完了し、実験開始100秒後には各内蔵照度センサから得られた値が表1に示す目標照度値へ収束することを確認した。次に、各地点で照度計により計測した実際の照度履歴を図3(b)に示す。この図から、スマートフォンの内蔵照度センサから得られる値と実際の照度値は同程度の値で制御できており、内蔵照度センサを用いた場合でも実際の照度を一定に維持できることが確認できた。

また、スマートフォンAおよびCの目標照度の変更を、実験開始650秒後に行った。図3(a)および(b)より、目標照度変更から約70秒で各端末の取得値が目標照度に収束し、スマートフォンを用いた場合においても目標照度の変更に対応できることを確認した。

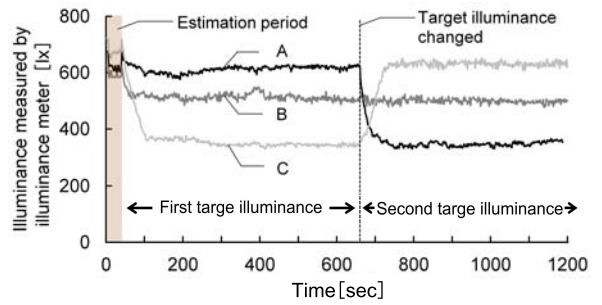
表1の各目標照度における照度収束後の照明の点灯状況を図4の(a)および(b)に示す。これらの図は、最大点灯光度を100%とした時の各照明の点灯比率を表したもので、円の大きさは光度を示している。これらの図から、スマートフォンに対して影響が強い照明が強く点灯し、各端末の目標照度を満たすのに必要のない照明は明るさを抑

表1 目標照度値の設定

	A [lx]	B [lx]	C [lx]
First target illuminance	600	450	300
Second target illuminance	300	450	600



(a) Measured value of smartphone's built-in illuminance sensors



(b) Actual illuminance

図3 照度履歴

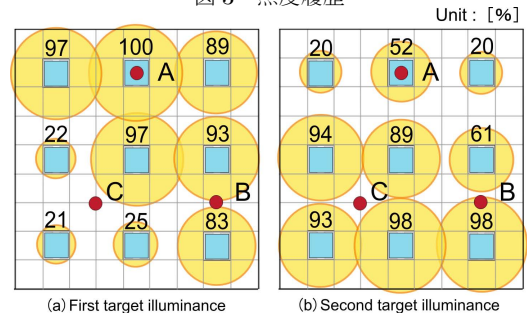


図4 照明の点灯状況

えて点灯していることがわかる。この点灯状況で目標照度値への収束を実現したことから、各照明の制御にスマートフォンの位置推定および照度/光度影響度の決定手法が有効であることを確認した。

以上より、スマートフォンを照度センサとして用いた際にも、目標照度の変更に対応でき、適切な個別照度制御を実現できることがわかった。

4. 結論

提案手法を用いることで、知的照明システムで用いる照度センサを、単一機種スマートフォンで代用することが可能である。検証実験では、スマートフォンの内蔵照度センサを用いた場合でも実際の照度を一定に維持し、適切な照明制御が実現できることを検証した。

なお、異機種スマートフォンが混在する環境での個別照度制御手法の確立や位置推定の高速化などについては、今後の検討課題である。

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] S.tanaka, m.miki, t.hiroyasu and 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.
- [3] 鹿倉 智明, 森川 宏之, 中村 芳樹, オフィス照明環境における明るさの変動知覚に関する研究, vol.85, no.5, pp.346-351,2001.