

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

東 陽平

Yohei AZUMA

1 はじめに

著者らは、各執務者が要求する個々の明るさ（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¹⁾。知的照明システムでは、照度制御のために照度センサを用いているが、これにスマートフォンの内蔵照度センサを利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などが実現できる。そこで本研究では、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く、実際の照度値との相違があることが確認できた。これらを踏まえ、スマートフォンの位置推定と実際の照度値との相違を解決する手法を提案する。

2 スマートフォンの内蔵照度センサを用いた個別照度制御

2.1 スマートフォンの位置推定

二分探索に基づく位置推定手法の概念図を Fig. 1 に示す。なお、Fig. 1(1)~(5) は 36 灯の照明が配置されたオフィス環境を模擬している。Fig. 1(1) の初期状態から Fig. 1(2) のように室内の照明を 2 グループに分割し、内蔵照度センサの分解能より大きな照度変化を与え、かつ執務者に感知されない程度²⁾ で照明の光度をグループごとに一律に変化させる。この時、スマートフォンに近いグループほど内蔵照度センサから得られる値が大きく変化するため、グループごとの変化量を比較することでいずれのグループがスマートフォンに近いかを判断できる。近いと判断されたグループを Fig. 1(3) や Fig. 1(4) のように 2 つのグループに分割し再帰的に探索することで、スマートフォンの概略的な設置位置を絞り込むことができる。ただし、Fig. 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 つのグループの中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、Fig. 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 1 つのグループとして探索を継続する。

内蔵照度センサに大きな影響を与える照明はその付近

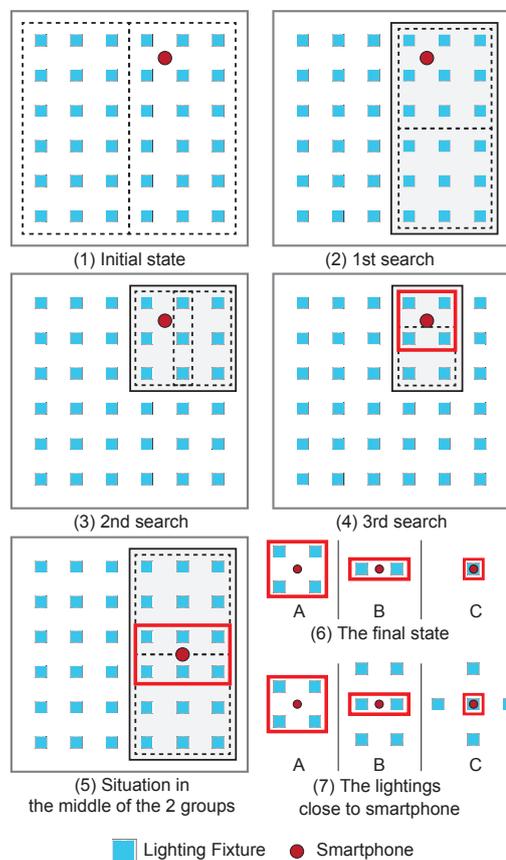


Fig. 1 提案する位置推定手法の概念図

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 Fig. 1(6) に示すパターン A~C のいずれかになる。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、Fig. 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。

2.2 内蔵照度センサの取得値と実際の照度値が異なる問題の解決

本研究では第一段階として、比較的分解能が高い 1 種類の機種のみを用いた場合に、内蔵照度センサの取得値の較正を行わずに実際の照度値との相違を解決する手法について提案する。知的照明システムでは執務者の選好する明るさを照度値の指定により設定するが、照度値の指定は個人が選好する照度を設定する一つの方法であり、執務者が本質的に要求するのは絶対値としての照度値ではない。このため、現在の照度より明るくするか、ある

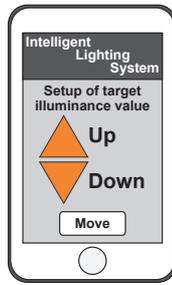


Fig. 2 スマートフォン用の操作画面の概念図

いは低くするかをどちらかを選択するといった相対値による設定方式を用いることができる。執務者が照度値を相対的に増加、あるいは減少させることで内部的に保有する目標値が変更され、内蔵照度センサの取得値をその目標値に近づけるよう各照明の光度を最適制御する。内蔵照度センサの取得値が実際の照度値と線形関係にある場合、内蔵照度センサの取得値を執務者に表示せず、目標値の相対的な増減のみで執務者の選好する照度を実現できる。この方法を反映した際のスマートフォン用操作画面は Fig. 2 のようになる。

3 検証実験

検証実験では、Fig. 3 に示すように照明器具を 9 灯を設置し、地点 A から C にスマートフォン 3 台を設置し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内部的な目標値は地点 A：600，地点 B：450，および地点 C：300 である。はじめに各端末の位置推定を行い、それらの完了後に照度制御を開始した。照度制御の開始後 300 ステップ目では、地点 A および地点 C に設置したスマートフォンに設定した目標値をそれぞれ 350，および 550 に変更した。

各機種の内蔵照度センサの取得値の履歴を Fig. 4(a) に示す。Fig. 4(a) から、約 40 秒で 3 台の位置推定が完了したことが確認できる。位置推定が完了した 40 秒から 90 秒後には各内蔵照度センサの取得値が目標値へ収束しており、目標値を変更した場合でも内蔵照度センサの取得値はいずれも目標値へと収束した。なお、地点 B に設置したスマートフォンの目標値は変更しなかったが、300 ステップ目以降も目標値を維持していることが確認できた。

次に、各地点で計測した実際の照度履歴を Fig. 4(b) に示す。Fig. 4(b) から、スマートフォンの位置推定時において、最大で 60 lx ほどの照度が変動することを確認した。しかしながら、位置推定時における照度変化量は 1 秒につき最大で 20 lx 程度であったため、執務者に感知されない範囲である²⁾。位置推定完了後は、各内蔵照度センサの取得値との相違はあるものの、いずれの機種においても実際の照度値を一定に維持していることを

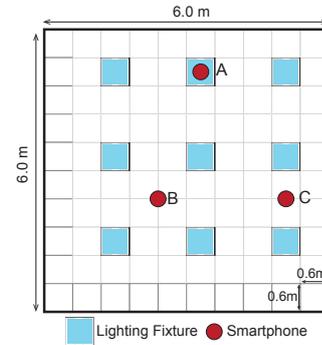
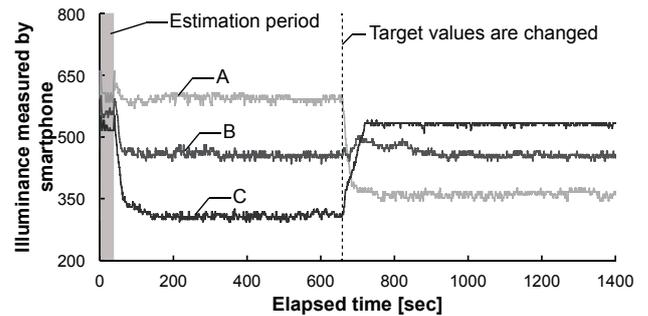
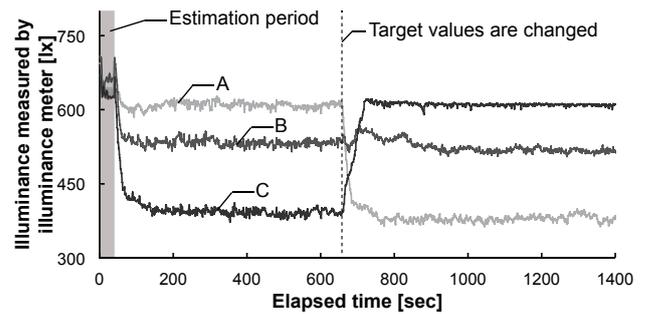


Fig. 3 実験環境



(a) ARROWS Z ISW 11F



(b) Actual illuminance

Fig. 4 内蔵照度センサの取得値および実際の照度の履歴 (ARROWS Z ISW 11F)

確認できた。これは、スマートフォンの目標値の変更後においても同様であり、これらの結果から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値を一定に維持する制御が可能であると確認できた。

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) 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," 照明学会誌, vol.85, no.5, pp.346-351, 2001