

低精度照度センサを用いたキャリブレーションによる影響度推定法の提案

谷口 総一郎

Soichiro TANIGUCHI

1 はじめに

我々は、オフィスにおいて、各ユーザの希望する光環境を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、複数の照明器具、照度センサ等から構成されている。知的照明システムの目的を実現するにあたり、高精度な照度センサが用いられている。一方で、導入コストやシステム構成の複雑さから、スマートフォン付属の照度センサを用いた知的照明システムが検討されている。²⁾しかし、スマートフォン付属の照度センサのような低精度な照度センサを用いた場合、省電力性を考慮した点灯パターンに関する動作検証は行われていない。このとき、省電力性を考慮した点灯パターンを実現するためには、正確な影響度が求められる。ここで、の正確な照度値の定義は、高精度照度センサで取得した照度値である。

以上のような背景から、低精度な照度センサを用いた影響度推定法を提案する。

2 知的照明システム

知的照明システムは、制御 PC、調光可能な照明器具、照度センサおよび電力計から構成される。執務者が要求する照度を実現し、かつ執務者にとって影響の小さい照明を減光することにより、消費電力の削減を図る照明制御システムである。

ある執務者における照明の影響の大きさは影響度係数というパラメータで表される。この影響度係数は照度の変化量と光度の変化量から算出する。この影響度係数は、執務者まわりの環境が変化したとき、照明からの影響の大きさが変化することが考えられるため、再計測する必要がある。

影響度推定を行う際、照度センサに携帯端末付属の照度センサを用いた場合、センサの特性である分解能の低さや不正確さを考える必要がある。既存研究では、これらの問題点に対し、二分探索に基づく影響度推定手法が有効であると報告されている。

3 低精度照度センサを用いた影響度推定

3.1 センサの精度

前章で述べた通り、携帯端末付属の照度センサの特性として、分解能の低さと値の不正確さがわかっている。本節では更なる特性の調査として、光の入射方向ごとの取得照度の精度の検証を行った。実験内容は、配置した照度センサから 9 方向の照明を 1 灯ずつ点灯させ、取得照度値を比較する。照度センサは、高精度照度センサを ANA-F11 を用い、精度検証対象の照度センサをタブ

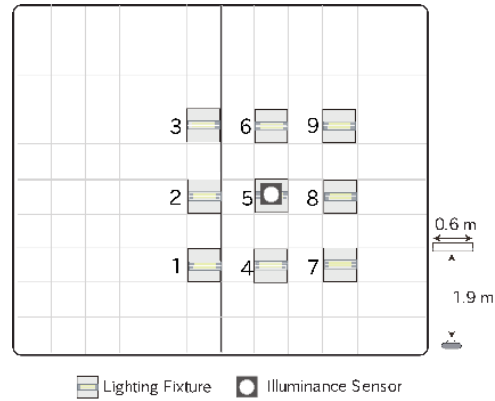


Fig.1 実験環境

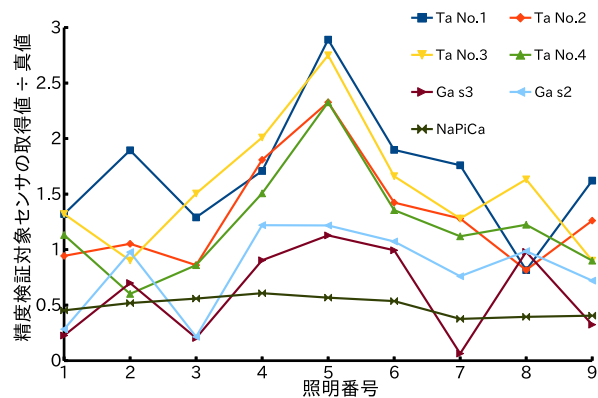


Fig.2 取得照度値の比較結果

レット端末 4 台、スマートフォン 2 台付属のものおよび NaPiCa とする。なお、タブレット端末は Motorola XOOM(Motorola 製)、スマートフォンは Galaxy s2 と s3(samsung 製)である。実験環境を Fig.1 に、実験結果を Fig.2 に示す。Fig.2 の縦軸は、携帯端末での取得照度値を高精度照度センサ(ANA-F11)での取得照度値(真値)で割った値である。

Fig.2 に示す通り、Galaxy s2 に関しては、照明番号 1 番を点灯させて比較した値と 4 番を点灯させて比較した値が約 0.5 異なる。他の端末付属の照度センサにも同様の結果が見られる。この結果から、あらゆる光の入射方向に対する携帯端末付属の照度センサでの取得照度値と高精度照度センサでの取得照度値は不均等であることがわかった。また、XOOMNo.1 と No.4 に関しては、照明番号 2 番を転倒させて比較した値が約 1.5 異なる。この結果から、同じ機種でも取得照度値は不均等であることがわかった。

以上で述べた通り、機種ごと、光の入射方向ごとで取得照度値が変化するため、正確な照度変化量を計測することが不可能である。このことから、照明ごとに正確な影響度係数を算出することが困難であることがわかる。

3.2 キャリブレーションによる影響度推定

前節で述べた課題に対し、照度変化量のキャリブレーションを用いた影響度推定法を提案する。知的照明システム導入前に、照明の方向ごとの照度変化量のキャリブレーション式を生成する。導入後、携帯端末付属の照度センサでの照度変化量にキャリブレーション式を用いることで、照明方向ごとの正確な照度変化量に補正する。補正された照度変化量と光度変化量から正確な影響度係数を実現する。このキャリブレーションによる影響度推定法を用いて知的照明システムを動作させる前提条件は3点挙げられる。1点目は、照明の位置情報が既知であること。2点目は、照度センサの位置情報が既知であること。3点目は、照度センサの向きが既知であること。

3.3 キャリブレーション式の有効性

影響度推定する際に、ある照度値帯域から、光度変化させることで光度変化量と照度変化量を計測する。この照度値帯域は環境によって異なることが考えられる。一方で、携帯端末付属の照度センサの低精度問題から、照度値帯域によって照度変化量が異なる問題が存在する。そのため、照度値帯域によってキャリブレーション結果が異なる可能性がある。そこで、あらゆる照度値帯域で照度変化量の均一性を検証する必要がある。

4 検証実験

携帯端末付属の照度センサを用いた際の、あらゆる照度値帯域の照度変化量の均一性検証実験を行った。実験環境は Fig.1 に示す。実験内容は、1000 lx, 800 lx, 600 lx, 400 lx, 200 lx, 100 lx の照度値帯域で、照明1灯ずつ光度変化させ、帯域ごとの照度変化量を比較する。光度変化に関しては、0 から 255 の信号値を送信することで調光可能な LED を用いて、信号値の変化幅を 50 とした。信号値変化幅を 50 とした理由は、センサ感度の悪さから、信号値幅が小さすぎると取得照度値が変化しないためである。なお、高精度照度センサは ANA-F11、検証対象となる携帯端末は Galaxy s2 を用いた。照度変化量比較結果を Fig.3 に示す。縦軸は照度変化量比率で、ANA-F11 の取得照度変化量を Galaxy s2 の取得照度変化量で割った値である。また、照度変化量計測結果を Fig.4 に示す。

Fig.3 の照度値帯域ごとの照度変化量を比較すると、照明番号1番と3番方向に関して、帯域ごとで比率が変化していることがわかる。Fig.4 の1番と3番照明の光度変化に対する照度変化量を参照すると、Galaxy s2 の照度変化量が非常に小さいことがわかる。そのため、センサ感度の悪さと分解能の低さから、照度変化量の関係が不均一であると考えられる。一方で、1番と3番以外の照明に関する照度変化量比率は全ての帯域でほぼ等しいことがわかる。これは、Galaxy s2 の照度変化量が

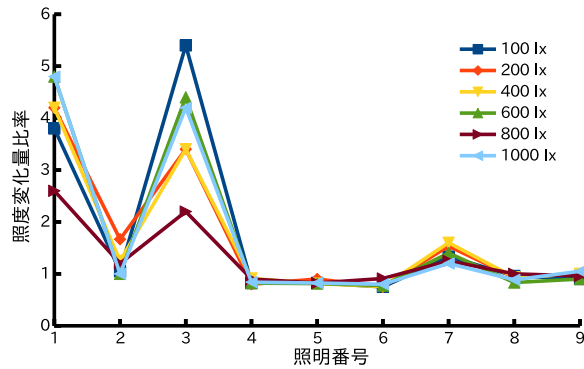


Fig.3 帯域ごとの照度変化量比較結果

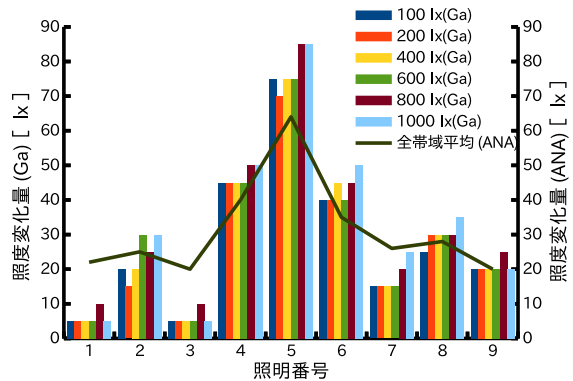


Fig.4 帯域ごとの照度変化量

十分に大きいためだと考えられる。

以上の結果から、ある照明方向の照度変化量比率に関して、不均一な帯域があることがわかった。1番と3番の照明方向の不均一性に関しては、適切な光度変化を与えることで改善できると考えられる。

5 今後

前章で述べた通り、センシング感度の悪さと分解能の低さの問題は、適切な光度変化幅を見つけることで解決できると考えられる。適切な光度変化幅の探索法として、取得照度値の変化する境界を光度の連続的な微弱変化によって見つけ出す方法を考えている。しかし、この方法では全照明光度を同時に変化させるような影響度推定法に対応することが困難である。容易に考えつく影響度推定する際の点灯方法としては、ある時刻において1灯のみ光度変化させる方法である。また、知的照明システムの動作検証実験を行い、本稿で提案した影響度推定手法の有効性を検証する。

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) 東陽平. 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における影響度推定手法, the monthly lecture meeting145, vol.17, 2013.