

携帯端末のカメラを用いた 照度取得手法の検討

清水 大

Dai SHIMIZU

1 はじめに

我々はオフィスにおける執務者の快適性、知的生産性の向上および照明による消費電力削減を目的とした知的照明システムの研究・開発を行っている¹⁾。知的照明システムは従来各執務席に設置されている照度センサから個別の照度値を計測し、あらかじめ執務者が希望した照度値に合わせて照明の光度を制御している。しかし、執務席における照度値を正確に計測するための照度計は高価であるため、より安価で照度値を計測するために近年、急速に普及している携帯端末に搭載されている照度センサを用いるなどの方法が提案されている。しかし、携帯端末には必ずしも照度センサが搭載されているわけではなく、搭載されていても機種やメーカーによって計測の精度に差があるなどの問題がある。

本研究では、それらの課題に対応するためにほとんどの携帯端末に搭載されているカメラで撮影した画像を用いて照度値の取得を行い、その精度について検証を行った。

2 携帯端末のカメラを用いた照度取得手法

2.1 照度取得手法の概要

提案する照度取得手法の概略図を Fig. 1 に示す。携帯端末に搭載されているカメラのレンズ部分を白色半球状の素材で覆った構成をしている。この状態で様々な照明設定時の画像を撮影し、得られた画像情報を基にして照度値の推定を行う。

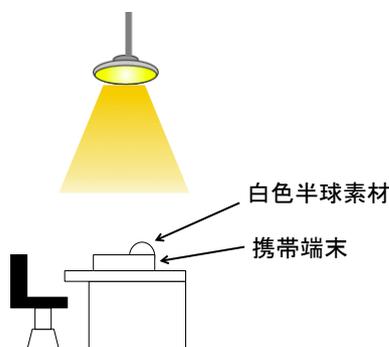


Fig. 1 照度取得手法の概略図

2.2 照度取得手法のアルゴリズム

本手法は2で用意した携帯端末のカメラの設定を行い机上に設置し、様々な照明環境における画像を内カメラで上向き方向にて撮影し、画像情報を記録することで照度値と画像情報から近似式を推定する。以下に照度値取得の流れを示す。

1. カメラおよび照明の色温度の設定を行う。
2. 照明を指定した照度値になるよう調光する。
3. 画像の撮影を行う。
4. 撮影した画像の中心近傍の画素値を記録する。
5. 指定する照度値を変更して、2~4を繰り返す。
6. それぞれ記録した画素値と照度値を基にして、照度値と画素値との近似式を算出する。

最終的に(6)から得られた近似式を使い、撮影した画像のRGB値を代入し照度の推定を行う。

3 検証実験の評価

3.1 検証実験概要

本実験では、照明色温度 5500 K、カメラの設定を全てオートにした場合と照明色温度を 2500 K、カメラのホワイトバランスを 5500 K、シャッタースピード 1/20、ISO 感度 100 にした場合の2通り行った。また、照度値を設定する範囲は 300 lx から 1000 lx の間で、その範囲内において 100 lx 間隔で照度値の変更をして画像の撮影および RGB 値の記録を行う。全ての撮影および記録が終了した後、照度値と RGB 値の結果からそれぞれ近似式を求め、実際の照度値との誤差の大きさの評価をする。

3.2 検証実験環境

検証実験は、同志社大学香知館 KC101 にて行った。使用した機器は SHARP 製フルカラー LED 照明 9 台、画像の撮影に使用する携帯端末は Apple 製の iPhone5s、カメラレンズを覆う白色半球状の素材は Extrasensory-Devices が開発した Luxi に付属するアクセサリを用いた²⁾。

3.3 検証実験結果

始めに照明色温度 5500K, カメラ設定を全てオートした場合について 300 lx から 1000 lx までの撮影画像から記録した RGB 値と照度値の関係を Fig. 2 に示す.

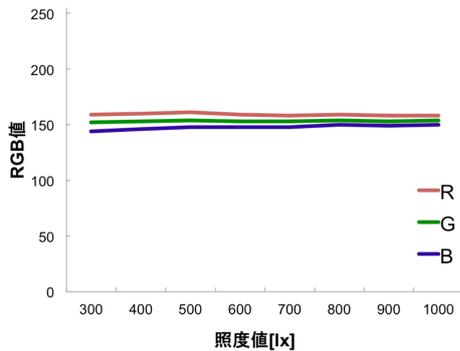


Fig. 2 照明色温度 5500 K, カメラ補正が全て自動時における画素値と照度値の関係

Fig. 2 より, 照度値が上昇してもそれぞれの画像の RGB 値ほとんど変動していないためカメラは常に同じ明るさの画像を取得したということが確認できる.

次に, 照明色温度 2500 K, カメラのホワイトバランスを 5500 K, シャッタースピードが 1/20, ISO 感度を 100 に設定したときの 300 lx から 1000 lx までの撮影画像から記録した RGB 値と照度値の関係を Fig. 3 に示す.

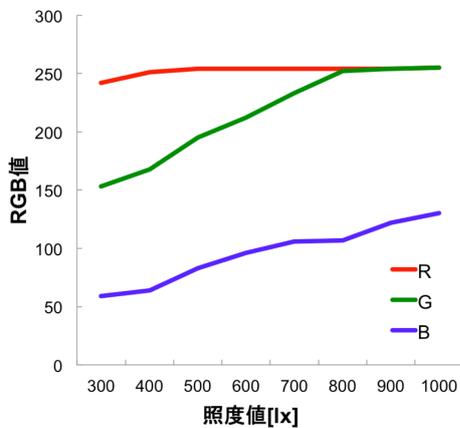


Fig. 3 ホワイトバランス 5500 K, 照明色温度 2500 K における RGB 値と照度値の関係

Fig. 3 は Fig. 2 と比較して, 照度値が上昇するにつれて RGB 値はそれぞれ上昇しているので 300 lx 時から 1000 lx 時までそれぞれの画像は段々と明るくなって撮影されたことがわかる.

3.4 照度値推定の評価

本項では, 3.3 において撮影された画像から記録した RGB 値とそのときの照度値を基にして画像の RGB 値

と照度値の近似式を算出する. 次に, その近似式を用いて取得した値と実際の照度値の誤差の大きさを検証した. また, 約 7 % 以内の照度値変化は人間には感知できない性質から誤差の大きさは約 7 % 以内が許容範囲とする.

始めに照明色温度 5500 K, カメラの設定が全てオートの場合について Fig. 2 から照度値が変化しても RGB 値はほとんど変化しないため, RGB 値から照度値を算出する近似式の成立は困難と考えられる. 次に, 照明色温度 2500 K, カメラのホワイトバランスが 5500 K, ISO 感度 100, シャッタースピード 1/20 の場合について, それぞれの撮影画像から得られた近似式は 1 である. そして, 推定した照度値と実際の照度値の誤差の関係は Fig. 4 に示す.

$$Illuminance = 11.6506 * e^{(8.32*R+4.84*G+8.35*B)*10^{-3}} \quad (1)$$

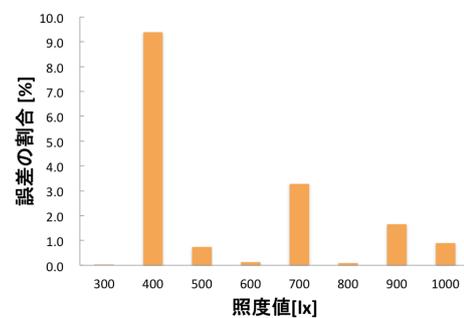


Fig. 4 各照度値における推定値の誤差の関係

Fig. 4 より実際の照度値と近似式から推定した値との誤差について, 300 lx から 1000 lx まで誤差の大きさがほぼ約 7 % 以内であることが確認でき, 許容範囲内であるといえる.

3.5 結論と今後の展望

上記の結果から, 画像から照度値をより正確に推定するためには照明の光による画像の色や明るさを正確に撮影するためのカメラのパラメータ設定が重要であることが確認できた. しかし, カメラが画像の色, 明るさを正確に撮影できる照明の色温度や照度値の範囲についても検証が必要である. さらに, 推定した照度値の精度を向上させるために必要なカメラ設定も確認する必要がある.

参考文献

- 1) 三木 光範木田 清香. 知的照明システムにおけるパッシブ型照度計の開発. 情報処理学会 第 71 回数理モデル化と問題解決 (MPS) 研究会, 電気通信大学, 2008.
- 2) Luxi extrasensory devices
<http://www.esdevices.com/products/luxi>.