

スマートフォンのカメラで撮影した照度推定方法の検討

親泊 泰智

Yasunori SHINPAKU

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、照明の消費電力の削減を目的とした知的照明システムの研究・開発を行なっている^{1, 2)}。知的照明システムは、各執務席に照度計を設置し各執務者が要求する照度を提供する。オフィスにおいて知的照明システムを用いることで、執務者の快適性の向上やストレスの軽減といった効果が期待できる。また、必要な箇所に必要な照度を提供することで部屋の平均照度を下げることが可能であり、高い省電力性を実現する。

知的照明システムの課題の一つに高価な照度センサを多数設置するコストがあげられる。この課題の解決方法として、執務者のスマートフォンを用いることで、照度センサを用意する必要がなくなりコストを抑えることができるが、照度センサが搭載されていないスマートフォンへの対応が必要となる。本研究では、照度センサの使えないスマートフォンでの照度計測方法として、スマートフォンのカメラを用いて照度を推定する方法として簡易的照度推定手法(以後、簡易手法と呼ぶ)と切り替え手法を用いた照度推定方法を提案する。提案する2つの手法を用いた照度推定誤差に関して基本的な検討を行う。

2 スマートフォンのカメラで撮影した画像による簡易的照度推定方法

2.1 簡易的照度推定方法

携帯端末のカメラで得られた画像の要素として、光の3原色(R, G, B)値がある。カメラの設定を固定することで照度に応じて撮影した画像のRGB値が変化するため撮影時の照度を推定することが可能となる。スマートフォンのカメラの設定を固定し取得した画像を解析し各画素のRGB値からその画像の平均のRGB値を得る。次に、各画像の実際の照度値とそのRGB値を用いてRGB値を照度に近似する式(以後、照度変換式と呼ぶ)を算出する。照度変換式を式1に示す。

$$I = C_e e^{C_r R + C_g G + C_b B} \quad (1)$$

I : 推定した照度値 C_e : e の係数

C_r : R 値の係数 C_g : G 値の係数 C_b : B 値の係数

R : R 値 G : G 値 B : B 値

照度変換式の作成の流れは以下の通りである。

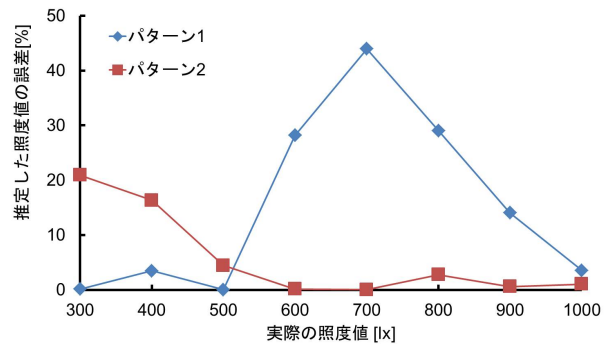


Fig. 1 照度推定結果

1. カメラの設定を固定する
2. 照明を指定した照度値になるように調光する
3. 撮影した画像とその画素値を記録する

上記2, 3を繰り返すことで異なる照度値毎のRGB値を記録し、実際の照度とRGB値との照度変換式を生成する。この照度変換式はカメラの設定毎に異なる。

2.2 簡易的照度推定方法による照度推定結果

簡易的照度推定方法によるオフィスで想定される照度範囲の300 lxから1000 lxにかけての100 lx毎の照度推定結果をFig.1に示す。カメラの設定項目であるシャッタースピードを1/20秒に固定するパターン1とシャッタースピードを1/320秒に固定するパターン2でそれぞれで照度を推定したが、知的照明システムで許容される誤差の7%を超える箇所がそれぞれ存在した。知的照明システムに導入することを考慮し推定精度の向上が必要となる。

3 切り替え手法を用いた照度推定方法

3.1 切り替え手法を用いた照度推定方法の概要

簡易的照度推定方法における誤差の原因として、光量が多いことで起きる白飛びや、逆に少ないことで起きる黒つぶれが考えられる。白飛びや黒つぶれが起きることで照度に応じたRGB値の変化が出ず誤差が大きくなると考えられる。白飛びや黒つぶれはカメラの設定で解消可能である。切り替え手法を用いてカメラの設定を決定し照度推定を推定する。

3.2 切り替え手法

切り替え手法はカメラの設定を固定した状態で撮影した画像からその設定が適しているかを判断し、適していない場合には、より適した設定に切り替える。切り替えの判断は画像内に R 値や G 値, B 値のどれか1つが最大となる画素の有無で行う。切り替え手法を Fig.2 に示す。

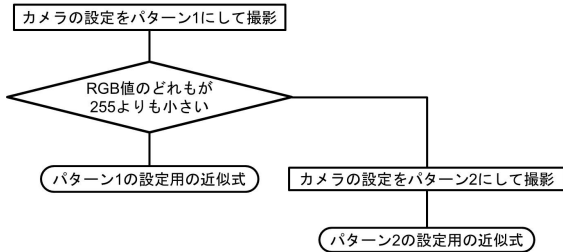


Fig. 2 切り替え手法

4 提案方法の検証実験

4.1 実験概要

スマートフォンのカメラで撮影した画像による照度推定方法の有効性を検証するため、簡易的照度推定方法と切り替え手法を用いた照度推定方法それぞれで推定した照度値の誤差（以後、照度推定誤差と呼ぶ）を評価する。許容可能な照度推定誤差を7%とする。これは先行研究により、照度変化量が現在照度の7%以内であれば、人は感知できないことが確認されているためである³⁾。

4.2 実験環境

実験における使用機器は、調光調色が可能なLED照明9灯、調光制御用PC1台、スマートフォン1台を用いて行った。スマートフォンにはiPhone6を使用した。実験環境の見取り図を Fig.3 に、照度推定実験の様子を Fig.4 に示す。また、照度推定用携帯端末の様子を Fig.5 に示す。スマートフォンのカメラの設定はパターン1をシャッタースピードを1/20秒、パターン2をシャッタースピードを1/320秒とし、その他の設定はパターン1、パターン2ともに同じ値とした。照明の色温度は3300Kに設定し、照度値を設定する範囲はオフィス環境で想

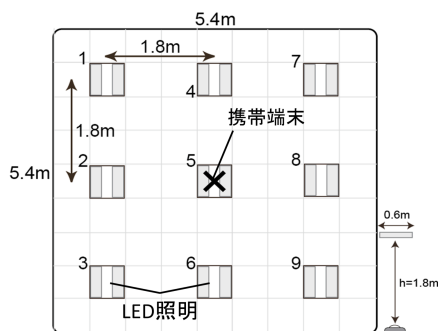


Fig. 3 実験環境

定される 300 lx から 1000 lx の間とした。



Fig. 4 照度推定実験の様子

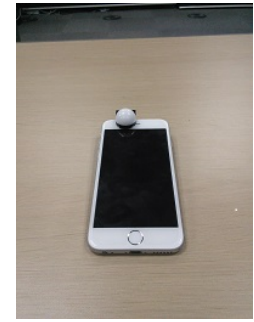


Fig. 5 スマートフォンの様子

4.3 実験結果

照度値が 300 lx から 1000 lx の間において 100 lx 間隔で照度値を変更し、簡易的照度推定方法と切り替え手法を用いた照度推定方法それぞれで照度を推定した。実験結果を Fig.6 に示す。

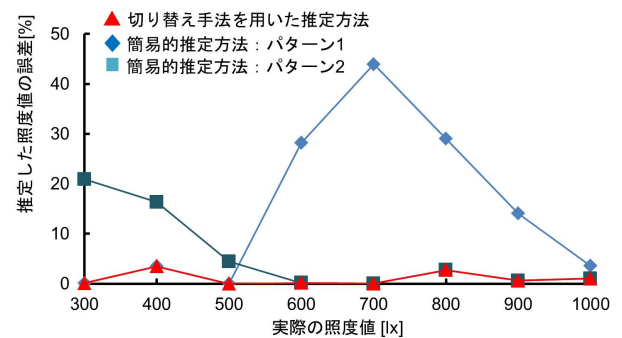


Fig. 6 照度推定誤差の比較

簡易的照度推定方法では照度推定誤差を許容誤差の7%以内に抑えることができない箇所が存在した。切り替え手法を用いた照度推定方法ではその誤差が改善され全体で許容誤差に抑えることが出来た。

5 結論

実験結果より、携帯端末のカメラを使用することで照度を推定できることが確認できた。また、照度推定誤差が7%に抑えることができ、知的照明システムへの導入の可能性を示すことが出来た。

参考文献

- 1) 池上久典, 桑島奨, 三木光範, 間博人: 知的照明システムにおける線形計画法を用いた照明制御アルゴリズム, 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 3, pp.1090-1098(2015).
- 2) 池上久典, 松下昌平, 三木光範, 間博人: 大規模な知的照明システムに対応した照度センサ近傍照明の抽出手法, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J98-D, No.3, pp.459-469 (2015).
- 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, 照明学会誌, Vol.85, pp.346-351 (2001).