

# 反射率が未知の物体に対する動的リライトイング

中畑 亮佑<sup>†</sup> 平井 経太<sup>††</sup> 堀内 隆彦<sup>††</sup>  
<sup>†</sup> 千葉大学工学部情報画像学科 <sup>††</sup> 千葉大学大学院融合科学研究科

## 1. はじめに

リライトイングは、実際の光源を照射せずに、種々の光源下における物体の見えをシミュレートできるため、非常に有用な技術である。従来提案されている多くの技術は、RGB 色信号に基づいて処理を行っているため、色再現精度に劣っていた。近年、分光に基づいたリライトイング手法も提案されているが、あらかじめ物体の形状や反射率を獲得しておく必要があり、動的に処理を行うことができなかった。本研究では、反射率が未知の物体に対して、動的にリライトイングを行うシステムの構築を目的とする。本稿では、対象物体は平板であり、照明は平行光を仮定した場合のシステム構築を行う。

## 2. システム概要

本研究で構築したシステムの処理の流れを図 1 に示す。本研究では、文献[1]で提案された分光反射率推定手法を利用する。文献[1]では、プログラマブルな分光照明(Optronic Laboratories OL490)を用いて、直交基底を照射し、モノクロカメラによって獲得された画素値を係数とすることによって、反射率を推定する手法である。

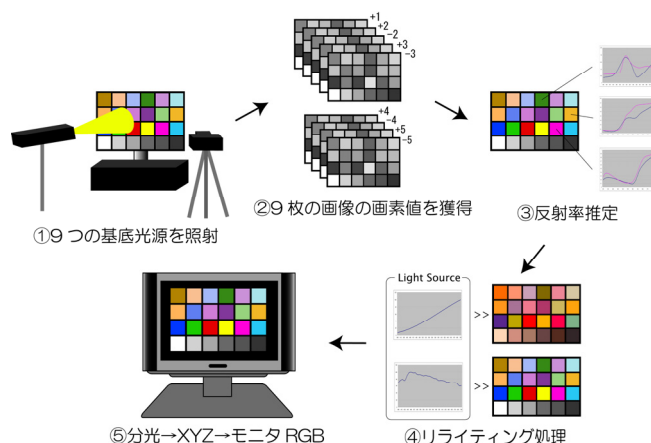


図 1. 提案システムの処理の流れ

本稿では、この方法を動的に利用できるように高速モノクロカメラ(EPIX SV643M)を用いて繰り返し撮影し、動的に分光反射率  $S(\lambda)$  を獲得しながら、リライトイング処理を行うアルゴリズムを実装した。設定光源の分光分布を  $E_T(\lambda)$  とすると、物体表面の三刺激値 XYZ は、次式で得られる。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \int S(\lambda) E_T(\lambda) \begin{bmatrix} \bar{x}(\lambda) \\ \bar{y}(\lambda) \\ \bar{z}(\lambda) \end{bmatrix} d\lambda \quad (1)$$

ここで、 $(\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda))^T$  は等色関数である。これをモニタ RGB(EIZO ColorEdge CG221)に変換して表示することにより、リライトイング処理を行う。

## 3. 検証実験

精度を検証するために、X-rite Mini ColorChecker を対象物体とし、照明光源を A 光源と D65 光源と設定して、リライトイング処理を行った。結果を図 2 に示す。動的に処理できるため、移動物体に対してもリライトイング表示することができる。処理速度は、1fps である。色再現精度を検証するために、ColorChecker 24 色の  $\Delta E^*_{ab}$  色差を計測した。結果を表 1 にまとめる。平均色差は、A 光源が 7.9、D65 光源が 6.9 であった。文献[1]の静止物体の分光反射率の推定精度より低下したが、移動物体計測によるノイズ変動と、モニタ出力時の色再現誤差が原因と考えられる。

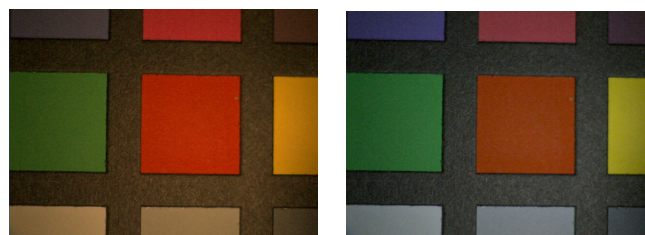


図 2 リライトイング画像(左:A光源, 右:D65光源)

表 1. 検証実験の結果

	A 光源	D65 光源
平均色差	7.9	6.9
最大色差	16.3	13.8

## 4. まとめ

本項では、分光照明を用いることによって、反射特性が未知の物体の分光反射率を高速に獲得し、任意光源下でのリライトイングを動的に行うシステムを構築した。実験により、色再現精度の検証を行った。今後は、形状のある物体を対象に、指向性のある光源に対するリライトイングへ拡張していく予定である。

## 参考文献

- [1] S.Tominaga and T.Horiuchi, "Spectral imaging by synchronizing capture and illumination", The Journal of the Optical Society of America A, Vol.29, No.9, pp.1764-1775, 2012.