

# 鏡面・拡散反射成分分離のための照明パターンの最適化

学籍番号：90178150 佐藤（宏）研究室 森 隆浩

## 1 はじめに

カタログなどの商品写真では、物体表面で反射する光をコントロールして商品をより魅力的に演出することが求められる。撮影現場では、様々な照明機材をライティング技法に基づき設定することで撮影が行われているが、経験を要するという問題がある。そこで、撮影した複数枚の画像にコンピュータによる画像処理を施すことで物体表面で反射する光（鏡面・拡散反射成分）を分離し、コントロールする。これを反射成分の分離と呼ぶ。

反射成分の分離手法の一つである、高周波照明パターンを用いる方法は、照明自体に積極的な工夫を加えている点新しい。しかし、様々な物体形状や表面反射特性に応じて照明パターンの間隔や種類をどのように変化・決定する必要があるのかは明らかになっていない。

そこで本論文では、暗室環境下で高周波照明パターンを用いて鏡面・拡散反射成分を分離する際に、対象物体の形状や表面反射特性に応じて照明パターン間隔を自動的に調整する手法を提案する。システム概念図を図1に示す。

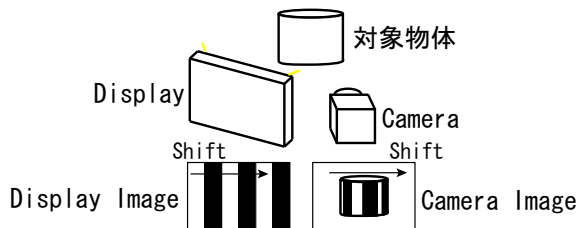


図1: システム概念図

## 2 提案手法

照明パターン間隔を決定する際に考慮すべき問題点に”見かけのパターン間隔”と”シェーディング”の影響がある。

見かけのパターン間隔(図2)とは、ディスプレイ上に照明パターンを等間隔に表示した際、物体の曲率半径が小さい箇所ほど、カメラ画像上では照明パターンの周期が細かく観測されることであると定義する。曲率半径が小さい箇所に間隔の小さい照明パターンを投影してしまうと、その箇所が常に照らされているように見える。そのため、拡散画像から鏡面反射成分を完全に除去できない。照明パターン間隔をある程度以上大きくすることで、この影響を抑えることができる。

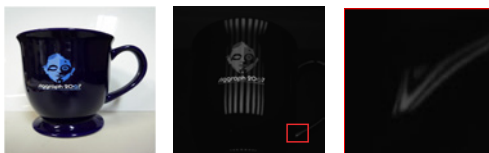


図2: 物体の曲率半径と見かけのパターン間隔の概念図

シェーディングの影響は表面反射特性と光源方位に依存する。照明パターン間隔が広すぎると図3のように鏡面反射が生じている時よりも拡散反射のみの時のほうが明るく見えることがある。これは照明パターンをシフトする度に拡散反射成分が明暗変化していることを意味し、分離の前提

条件が崩れていることを表す。照明パターン間隔をある程度以上小さくすることで、この影響を抑えることができる。



図3: シェーディングの影響の概念図

これら二つの問題点を考慮して照明パターン間隔を求める必要がある。そこで、次のような手順で照明パターン間隔を求めた。

1. カメラ画像上で観測される見かけの照明パターン間隔の最小値を設定する
2. グレイコードパターンを投影することでディスプレイ画素とカメラ画素の鏡面反射を介した対応関係を得る
3. ノイズを除去する
4. 対応関係からディスプレイに表示する照明パターン間隔を求める

## 3 実験と結果

見かけの照明パターン間隔の最小値を8[pixel]と設定することにより求めた照明パターン間隔を用いて鏡面・拡散反射成分の分離を行った。図4に分離結果を示す。撮影に用いた画像枚数は、グレイコード時に32枚、照明パターン投影時に9枚であり、露光時間を2[s]に設定したところ、処理に要した時間は約5分50秒であった。用いた照明パターンの種類を図5に示す。図5に示す左上の黒い四角形の水平、垂直方向の長さを水平、垂直方向の照明パターン間隔(=半周期)であると定める。図4の分離時における照明パターン間隔は水平方向が224[pixel]、垂直方向が240[pixel]であった。水平方向に位相を90度ずつ変化させることで陽明パターンをシフトさせた。



図4: 鏡面・拡散反射成分の分離結果

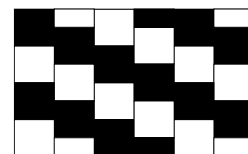


図5: 用いた照明パターンの種類

## 4 まとめ

鏡面・拡散反射成分を分離するために用いる照明パターン間隔を自動的に適切な値に設定する手法を提案し、実験により有効性を確認した。