

## 半透明物体中の散乱光の解析

(阪大・産研) 井下智加, 向川康博, 八木康史

### 1) 【研究目的】

白濁したプラスチックや濁った水などの半透明な性質を持つ物体に光を当てると、物体内部で光が広がって観察される。これは、入射光が物体中の微粒子と衝突を繰り返すことによって生じる散乱と呼ばれる現象である。我々は、散乱光を解析することで、半透明物体の材質を推定したり、散乱光除去によって見えを鮮明化するなど、散乱光を手がかりとしたシーンの幾何・光学解析の研究を進めている。すなわち、散乱光を解析することで、視覚情報によってシーンの詳細な情報を理解することを目的としている。本稿では、本年度に実施した、単一散乱強度に基づく物体形状推定について報告する。

### 2) 【研究実施内容】

散乱は微粒子と衝突を繰り返すため、その光路は複雑であるが、散乱の中でも、単一散乱は入射光が物体中で一度だけ微粒子と衝突することによって生じる現象であり、光源からカメラに至るまでの光路や、光路長に応じた減衰の解析が比較的容易である。そこで、照明としてプロジェクタを用いて散乱光から単一散乱成分のみを分離し、光の減衰モデルを当てはめることで、半透明物体内部で観測される単一散乱の強度に着目した新たな形状推定手法を開発した。

図1は形状計測システムの外観であり、物体の側面からプロジェクタで照明し、その単一散乱強度を上方に設置したカメラで観測する。図2のような凹部を含む半透明なプラスチックを対象として、その表面形状を推定した結果が図3である。このような半透明物体は、表面への入射光が表面下で散乱してしまうため、工業用のレンジファインダでも形状計測は困難である。一方、本研究では散乱光そのものを手がかりとするため、ある程度の誤差は生じるものの、概形は十分に推定できていることがわかる。

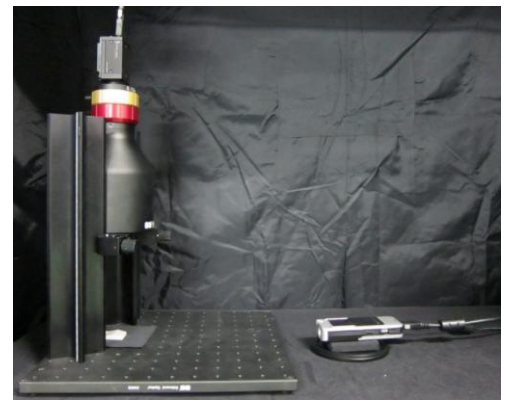


図1：計測システムの外観

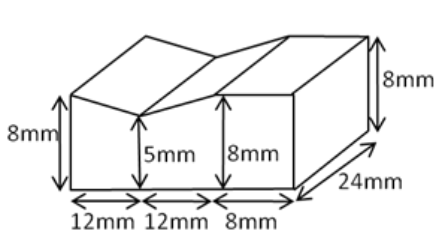


図2：半透明なプラスチック

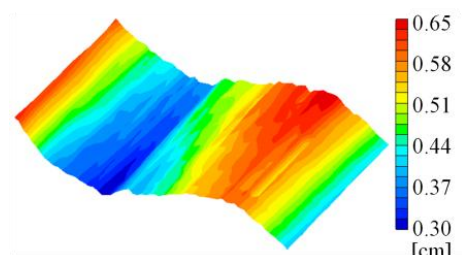
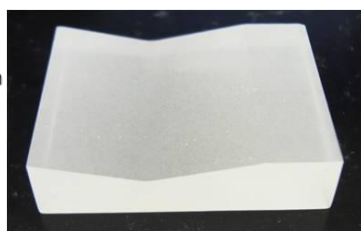


図3：形状推定結果

### 3) 【次年度の研究計画】

以上の成果を踏まえ、次年度においては、より散乱の強い物体にも対応するために、単一散乱だけでなく多重散乱についても解析を進める。また、人体を対象として、近赤外光が体内で散乱する様子を解析することで、人体内部を可視化する技術についても検討を行う。近赤外イメージングについては、本アライアンスメンバーにも専門家がいることから、新たな連携研究を模索中である。

#### 4) 【代表的な発表論文】

1. S.Tagawa, Y.Mukaigawa, J.Kim, R.Raskar, Y.Matsushita, and Y.Yagi, "Hemispherical Confocal Imaging", IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, Vol. 3, pp.222-235, Dec. 2011.
2. Y.Mukaigawa, R.Raskar, and Y.Yagi, "Analysis of Scattering Light Transport in Translucent Media", IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, Vol. 3, pp.122-133, Dec. 2011.
3. 馬場葉子, 向川康博, 八木康史, "散乱媒体内における物体の反射特性モデルの提案", 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J95-D, No.2, Feb. 2012.

#### 5) 【特許申請】

該当なし

#### 6) 【代表的な学会発表（招待講演等）】

1. T. Mashita, Y. Mukaigawa, Y. Yagi, "Measuring and Modeling of Multi-layered Subsurface Scattering for Human Skin", HCI International 2011, Organized Session, July 2011.
2. S.Tagawa, Y.Mukaigawa, Y.Yagi, "Hemispherical Confocal Imaging using Turtleback Reflector", A Joint Workshop between Osaka-Univ. and Peking-Univ. Groups, Mar. 2011.
3. Y.Mukaigawa, Y.Yagi, "Analysis of Light Transport in Scattering Media", A Joint Workshop between Osaka-Univ. and Peking-Univ. Groups, Mar. 2011.
4. Y.Mukaigawa, S.Tagawa, and Y.Yagi, "Hemispherical Confocal Imaging using Turtleback Reflector", 14th Sanken International Symposium, Jan. 2011.
5. 高谷剛志, 向川康博, 松下康之, 八木康史, "多重重み付け計測による反射・散乱光の分解", 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2011), IS3-25, Jul.2011.
6. 井下智加, 向川康博, 松下康之, 八木康史, "単一散乱からの半透明物体の形状推定", 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2011), OS4-4, Jul.2011.
7. 森口翔生, 向川康博, 松下康之, 八木康史, "光伝播の解析による散乱媒体中の遮蔽物分布推定", 情処研報 CVIM, Jan. 2012.
8. Y.Mukaigawa, "Multi-functional imaging systems using concave reflector", The 15th SANKEN International Symposium, Jan. 2012. **(Invited Talk)**
9. 向川康博, "反射鏡を用いた多機能イメージング", 日本色彩学会視覚情報基礎研究会, 第10回研究発表会, Dec.2011. **【招待講演】**

その他 3件

#### 7) 【新聞等広報】

該当なし

#### 8) 【受賞等、特記事項】

1. 平成22年度 IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications Outstanding Paper Award  
Y.Mukaigawa, K.Sumino, Y.Yagi, "Rapid BRDF Measurement using an Ellipsoidal Mirror and a Projector"  
2011/6/2 受賞.
2. 情報処理学会 CVIM 研究会 卒論セッション最優秀賞  
高谷剛志, "多重重み付け計測による反射光と散乱光の分解", 2011/5/20 受賞.