

水って実は透明じゃない！？

水による光の吸収特性を利用した 三次元形状推定手法

どんな研究？

近赤外線が水に吸収される特性を利用した物体の三次元形状データの取得手法を開発しています。

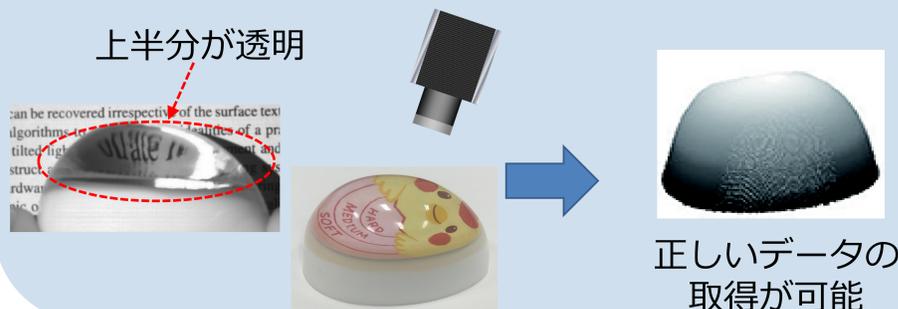
カップに水をそそいでいる場面を赤外線カメラで撮影すると...



浅い ← 水深が深いほど、光が吸収されて暗くなります！ → 深い

何がわかる？

半透明な物体、表面下散乱を起こす物体など、反射特性が特殊な物体の三次元形状が分かります！



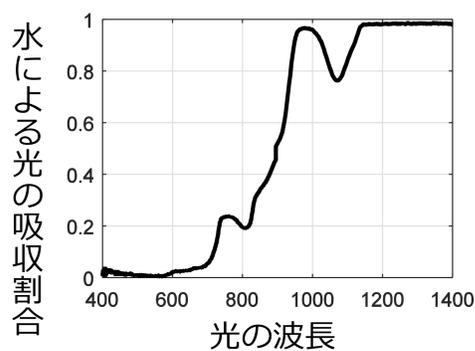
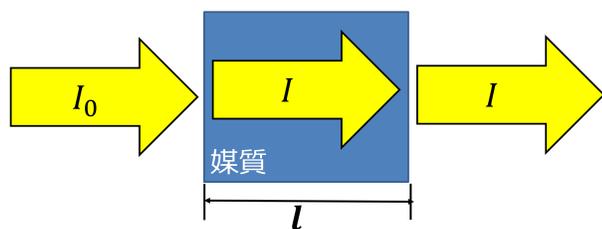
研究内容

1. 水による光の吸収

ランベルト・ベールの法則：
媒質による光の吸収を定式化

$$I = I_0 e^{-\alpha l}$$

I : 媒質を通過後の光量
 I_0 : 媒質を通過前の光
 α : 吸収係数
 l : 媒質の長さ



左のグラフは、水による光の吸収割合を示しています。可視光域の光は水にほとんど吸収されませんが、明らかに近赤外線の光は水に吸収されています。

2. 2種類の波長の近赤外線を利用

カメラが取得した光量は

$$I(\lambda_1) = r(\omega)s(\lambda_1)I_0 e^{-2\alpha(\lambda_1)l},$$
$$I(\lambda_2) = r(\omega)s(\lambda_2)I_0 e^{-2\alpha(\lambda_2)l}.$$

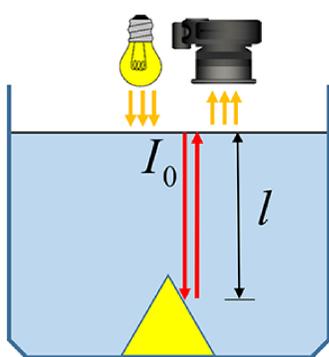
反射特性 $s(\lambda_1) \approx s(\lambda_2)$ であると仮定すると水深 l は次のように推定できます。

$$l \approx \frac{1}{2(\alpha(\lambda_2) - \alpha(\lambda_1))} \ln \frac{I(\lambda_1)}{I(\lambda_2)}.$$

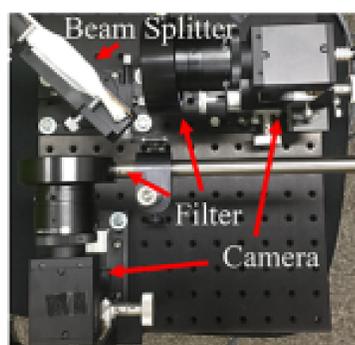
I : 水を通過後の光量
 I_0 : 水を通過前の光量
 α : 水の吸収係数
 l : 水深
 s : 反射特性
 r : 幾何学特性

様々な材質の反射特性を計測し、データベースを作成

↓
反射特性 $s(\lambda_1) \approx s(\lambda_2)$ となることを発見！



3. カメラシステム



- ビームスプリッターを使って、2台のカメラを同軸に配置
- カメラ前にバンドパスフィルターを配置

↓
リアルタイム撮影可能

4. 推定結果

