

平成 27 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	大学院理工学研究科 機械制御システム専攻
研究者（ふりがな）	鳥居 秋彦 （とりい あきひこ）
タイトル	物体反射・光源情報の同時推定による高精度デプス推定に関する研究
助 成 名	工系若手奨励賞
採択金額	700,000 円
研究の背景	<p>これまでのコンピュータビジョン研究分野では、幾何学的アプローチ（structure from motion, multiple view stereo）と光学的アプローチ（shape from shading, photometric stereo）の大きく 2 つのアプローチで画像からの復元研究が進められてきた。近年のセンサ、計算機、最適化アルゴリズムなどの飛躍的な進化によって、一定の撮影条件を満たす状況下では、各々のアプローチによる 3 次元復元が可能になりつつある。その中で、幾何学的、光学的、それぞれ独立に復元問題を扱うことによる限界が問われ始めており、これらを融合した手法・システムの実現が期待されている。しかしながら、例えば structure from motion ひとつをとっても、非常に高度な技術の集合として成立している。基礎理論から開発までを通して課題を見据え、各々の技術の効果的に融合手法の提案が必要である。</p>
結果と考察	<p>本研究では、撮影の過程で失われたカメラ・物体の 3 次元奥行き（デプス）情報だけでなく、物体の反射特性、撮影時の光源情報を考慮した推定を行うことで、より高精度・高品質に奥行きの推定を行う。ただし、撮影された画像のみを用いた物体形状・反射・光源情報推定は、非常に悪条件であり困難な課題である。そこで、本研究では、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状・反射・光源情報を同時に推定するためのパイプラインの設計 ・反射特性・光源モデルに基づいた新しい制約化項の設計 ・効率の良い多次元多変数コスト関数の最適化とその実装 <p>を行うことで、本課題の解決を試みた。</p> <p>高精度にデプスの推定を行うために、下記のパイプラインを設計し、実装を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Structure from motion と multi-view stereo, あるいは Kinect などの RGB-D カメラを用いて、物体の位置（デプス）をロバストに復元する。これらは、精細な構造を表現するものではないが、安定して得られる初期形状として十分である。 2. このデプスを初期値として、物体の形状（奥行きと法線方向）を算出し、反射・光源情報を合わせて算出する。算出した情報を用いてレンダリングを行うことで生成される画像と、入力画像の差が小さくなるように、反復的に形状・反射・光源情報の推定、更新を行う。 <p>ここで、形状を高精度に復元するために、画像上での色・明るさの変化が滑らかな部分に対しては、形状も滑らかになるような拘束条件を定式化し、制約化項としてコスト関数に付加することで、陰影による変化を取り入れた形状復元方法を実現した。そして、多次元多変数コスト関数の最適化の実装には、非線形最適化ソルバーとして実績のある <code>ceres-solver</code> を用いた。</p>

実験では、RGB 画像と低解像度の奥行き画像ペアを入力として、物体形状の高精度化を試みた。図 1、図 2 に実験結果例を示す。既存手法と比較して、より真値に近い形状の推定が行われたことが確認できる。

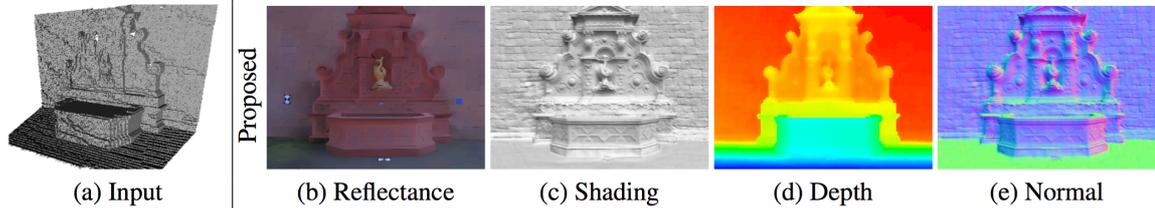


図 1：物体反射・光源情報の同時推定による結果例。



図 2：推定した形状。Barron らによる手法[1] (左)，提案手法 (中)，形状の真値 (右)。

[1] J. T. Barron and J. Malik. Intrinsic scene properties from a single rgb-d image. In CVPR, 2013.

結論と今後の課題

本研究を通して、物体反射・光源情報の同時推定によりサーフェスの高精度化が可能であることが確認できた。一方で、提案手法では、RGB 画像と低解像度の奥行き画像ペアを入力としており、ひとつの視点からの処理に限定されている。このことは、複数の視点で撮影したデータがある場合、復元結果の統合など煩雑な処理を生む原因となりえる。今後の課題として、多視点情報を同時に用い、最適化を行う手法の実現が挙げられる。

使用内訳書

費 目	内 訳	金 額
備品 1	PC 用グラフィックカード	129,980
備品 2		
消耗品	メモリ，ハードディスク，トナーカートリッジ，ケーブル，ボックス	181,760
旅 費	国外旅費	388,260
その他		
合 計		700,000

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。