

偏光プロジェクタを用いた三次元形状復元

朴 太和[†] 新坂 祐人[†] 岡部 孝弘[†]
[†] 九州工業大学情報工学部知能情報工学科

1. はじめに

被写体の2次元画像から3次元形状を復元することは、コンピュータビジョンの主要な研究課題の一つである。近年、従来の多視点ステレオだけでなく、能動照明を用いた形状復元技術が注目されている。

Narasimhan ら[1]は、DLP プロジェクタのディザリングを用いてプロジェクタ-カメラ間のマッチングを取り、動的シーンの奥行マップを求めている。Kadambi ら[2]は奥行マップと偏光に基づく法線推定を組み合わせ、静的シーンの高精細形状復元を行っている。前者は奥行マップの精度に、後者は静的なシーンを仮定していることに問題がある。

そこで本研究では、投影光の偏光状態と明るさの両方を高速に変化させることのできる偏光プロジェクタと高速度カメラを用いて、動的シーンにおいて物体の形状を高精細に復元することを目指す。本稿では、その準備として、偏光プロジェクタを用いた奥行きと方位角の推定に取り組む。

2. 提案手法

2.1 偏光プロジェクタ

偏光プロジェクタは、DLP プロジェクタのカラーホイールを直線偏光板に付け替えることで、高速かつ周期的に変化する偏光を作り出すことができる装置である。偏光プロジェクタには DMD と呼ばれるマイクロミラーが内蔵されており、その向き的高速な変化に伴い、投影光の明るさもまた高速に変化している。

2.2 アクティブステレオに基づく奥行推定

明るさがランダムな縦線で構成される照明パターンを被写体と参照物体に投影する。この様子を高速度カメラで撮影すると、明るさのちらつき(ディザリング)が観察される。ディザリングを手掛かりにして、被写体上の各点(カメラの投影中心を通る直線に拘束)がどの明るさで照らされているのか(プロジェクタの投影中心を通る平面に拘束)を求めることができるため、三角測量の原理から奥行き推定が可能である。

2.3 偏光による方位角の推定

物体表面の反射率は偏光の向きに依存することが知られている。鏡面反射は入射面に対して垂直な方向の偏光の反射率が大きいので、偏光を手掛かりにして法線の方位角を求めることができる。提案手法では、プロジェクタ投影光の偏光角を、参照物体を用いて自動較正するとともに、

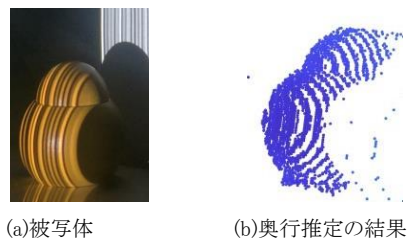


図1. 形状復元の結果

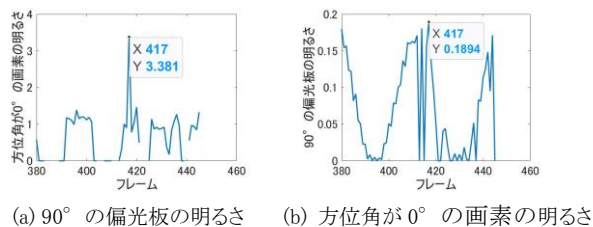


図2. 方位角推定の検証

上記の特性を利用して法線の方位角を求める。

3. 実験

偏光プロジェクタを用いて、明るさの異なる縦線を並べた投影パターンを被写体と参照物体に投影し、高速度カメラで撮影した。図 1(a)の被写体に対して、アクティブステレオ法により奥行推定を行い、3次元座標を求めた結果を図 1(b)に示す。図 2(a)に、参照物体を観察して得られる90°の偏光板を透過・反射する光の明るさを、図 2(b)に方位角が0°と思われる画素の明るさを示す。図 2(a)と(b)が同じフレームで最大値を取ることから、偏光に基づいて方位角を推定できることが確認できる。

4. まとめ

本稿では、偏光プロジェクタと高速度カメラを用いて、三次元形状の復元と方位角を推定する手法を提案した。推定した奥行きと方位角の情報を統合して、動的シーンの高精細な形状復元を行うことは今後の課題である。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17H01766 の助成を受けた。

参考文献

- [1] S. Narasimhan, S. Koppal, S. Yamazaki : Temporal Dithering of Illumination for Fast Active Vision. In Proc. ECCV2008, pp.830-844, 2008.
- [2] A. Kadambi, V. Taamazyan, B. Shi, R. Raskar : Polarized 3D: High-Quality Depth Sensing with Polarization Cues. In Proc. IEEE ICCV2015, pp.3370-3378