統計手法を用いた高速格子パターン投影三次元計測法

High-speed fringe pattern projection three-dimensional measurement using a statistical approach

○ 安井　裕紀 [1], 吉川　宣一 [1](1. 埼玉大学大学院理工学研究科)
○Yuki Yasui[1], Nobukazu Yoshikawa[1] (1.Saitama Univ.)
E-mail: s13mm330@mail.saitama-u.ac.jp

1　はじめに

近年, 三次元形状計測技術は, 製品検査, セキュリティ, 医療などの多岐に渡る分野で幅広い応用がなされている. 三次元計測手法として, 格子投影三次元計測法が広く利用されており, 一般にステップ型位相シフト法 [1] が用いられている. ステップ型は, 投影縞を正確に $n\pi/2$(n は整数) 位相シフトさせて三枚以上の変形格子像を撮影するため, カメラとプロジェクタの同期の必要があり, 撮影速度はプロジェクタのフレームレートで制限されてしまう.

本研究では, 積分位相シフトによる変形格子像の記録と統計手法 [2,3] による一般化位相シフト法を組み合わせた高速格子パターン投影三次元計測法を提案する.

2　原理

一般化位相シフト法は, 任意の位相シフト量で位相シフト法を行う手法である. 正確な位相キャリブレーションは必要ないが, 位相シフト量の推定を別に行う必要があり, 三次元計測で用いられることはほとんどない.

統計手法は, 一般化位相シフトにおける位相シフト量の推定手法である. この手法では，位相ランダム性に基づいて位相シフト量を推定する．空間に位相 $\theta(x,y)$ がランダムに分布している場合，$\sin\theta(x,y)$ の空間平均値が統計的に 0 となることを利用しており, 三枚の変形格子像から位相シフト量を推定することができる.

3　実験

本研究では, プロジェクタで作った格子パターンを等速でシフトさせながら撮影する積分位相シフト方式で変形格子像を得ている.

お面を対象物体とした時の変形格子像を図 1 に示す. ここで, カメラは 60fps で連続撮影しており, 連続した三フレーム分を示している. カメラとプロジェクタの同期および画像データ転送・保存に関するタイミング調整も行っていないため, 位相シフト量は常に変動し, 任意の位相シフト量をもつ変形格子像が撮影されている. 三枚の連続した変形格子像から統計手法を用いて位相シフト量推定を行い, 一般化位相シフト法により位相計測を行った. 相対位相シフト量は, それぞれ $\Delta\phi_{01} = 1.97, \Delta\phi_{12} = 1.96, \Delta\phi_{20} = 2.35$ であった. 復元した三次元形状とその断面図を図 2 に示す. 三次元形状が正確に復元されていることが分かる.

図 1: 連続する三枚の変形格子像

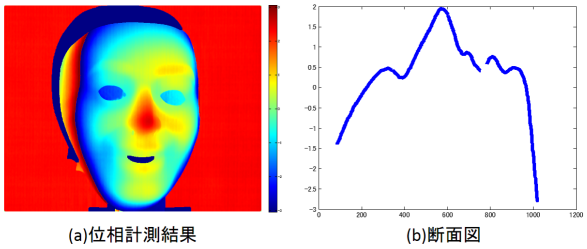

図 2: 三次元計測結果

4　まとめ

統計手法を用いた高速三次元計測法を提案した. 統計手法は, 正確な位相シフトを行う必要がないため, カメラとプロジェクタの同期が必要ない. したがって, 高速カメラを用いることにより, 従来のステップ型よりも高速に三次元計測することが可能となる.

参考文献

[1] D. Malacara,"Optical Shop Testing", 3rd ed., pp.547-574(2007)
[2] N. Yoshikawa, App. Opt., Vol.52,pp1947-1953 (2013).
[3] N. Yoshikawa, T. Shiratori, and K.kajihara, Opt.Express Vol.22 14155(2014).

© 2015年 応用物理学会