

アクティブステレオ形状計測における投光パターンの方向性を考慮したデータ統合

情報システム工学研究室

シス 04-24 荻野 達也

1. はじめに

三次元形状の計測手法として、三角測量法は紀元前より最も一般的な測距の方法として用いられてきた。三角測量に基づく光学式レンジファインダは、対象にレーザー光源やプロジェクタからスポット光やスリット光などを投影することで計測を行う。スリット光や特定の光パターンを使用した計測では、スポット光に比べ少ない撮影回数で計測をすることができるという利点がある。しかし、投影光に一定の方向性が生じるため、物体の局所の特長との関係で分解能に見合う計測結果を得られない部分が見れる場合がある。

本研究では、方向性の異なる投影光を用いて計測を行い、その計測結果を計測密度によって相補的に統合する手法を提案する。

2. グレイコードパターン投影法

グレイコードパターン投影法とは、プロジェクタからグレイコードと呼ばれる特殊な 2 進パターンを投影することで計測を行う手法である[1]。図 1 に示すように、光パターンを A, B, C の順に投影することで空間を

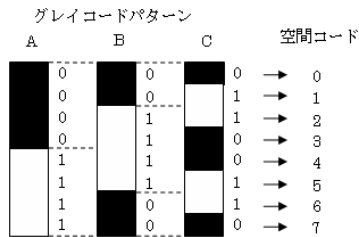


図 1 グレイコードパターン

グレイコードで表現された領域に分割することができる。分割された領域を表す番号を空間コードと呼び、空間コードとカメラの視線より三点測量の原理を用いて三次元座標を計算できる。

3. 計測システム

本研究で提案するシステムは三次元形状計測と計測データの統合の 2 つの処理を行う。

3-1 三次元形状計測

各グレイコードについて明暗を反転させた 2 種類のパターン(ポジパターン, ネガパターン)を投影し、カメラで観測される画像を取り込み 2 値化する。ポジとネガのパターン投影において、各画素ごとに明度を比較することによって、安定した 2 値化を行うことができる。この処理を n 通りのグレイコードについて行い、全てのパターンの 2 値画像を取得することで、図 1 のように空間コードを取得することができる。得られた空間コードから三次元座標を計算することで形状の計算を行う。

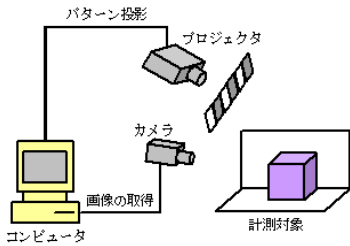


図 2 システムの構成

3-2 計測データの統合

本研究の目的である計測データの統合方法を述べる。パターン間での比較や画像処理を行いやすくするため、以下の処理はカメラの結像面(スクリーン座標)上で行う。複数パターンで 3 次元形状計測を行った後、以下の手順でデータ統合を行う。

1. スクリーン座標上で、ドロネー三角形分割により、計測点群から面情報(メッシュ)を作成する。
2. 面情報から各頂点での法線ベクトルを求め、スクリーン座標上に法線マップを作成する。
3. 法線マップ上で、すべての微小領域内の法線ベクトルの分散を各成分ごとに求めるようなフィルタ処理をする。
4. 法線分散の大きな領域において、異なるパターンでの計測結果を比較し、密度の高いデータを採用することで統合する。

4. 実験

4-1 実験条件



(a) 計測対象 (b) 縦パターン投影 (c) 横パターン投影
プロジェクタには、最大輝度 2500 ルーメン、パネル画素数 1024

図 3 計測対象とグレイコードパターン投影

×768 の DLP タイプを使用した。カメラからの入力には 640×480 画素の画像サイズを使用した。図 3(b), (c) に示すような縦方向、横方向のグレイコードパターンを用いて計測を行い、縦横パターン共に 8 枚のパターンを用いた。この分解能は、スリット光 256 本分の分解能と同等である。グレイコードによって分割された領域と領域の境界をスリット平面とみなし計測を行った。各画素を中心とした 7×7 画素の微小領域内で、分散、密度を求め、縦横パターンの計測データの統合を行った。

4-2 実験結果と考察

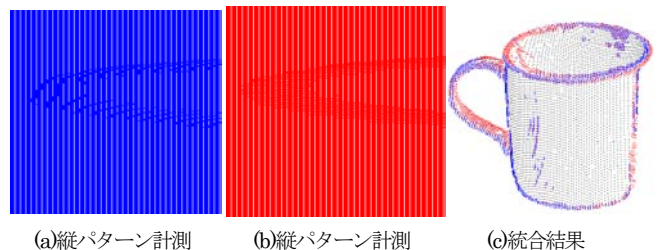
図 3(a) のようなコップを計測対象とし、計測結果の統合を行った。縦パターンでの計測点を図 4(a)、横パターンでの計測点を図 4(b)、統合結果を図 4(c) に示す。コップの縁や柄、輪郭部分など形状変化の大きな部分では、縦パターンまたは横パターンのみでは形状を正確に再現できるほど計測点を取得できていないのに対し、統合後は互いのパターンでは不足していた計測点を相互に補っていることを確認できた。図 5 にコップの柄の拡大図を示す。コップの柄は特に形状変化が大きいため一方のパターンのみでは計測できていない部分があるが、統合後はそれぞれの計測密度の低い部分を相互に補って計測点を取得している様子が確認できる。

5. まとめ

本研究では、方向性の異なる投影光による形状計測において、法線分布と計測密度によってデータの評価と統合を行う手法を提案した。実験により、複数のパターンの計測結果から、実物により忠実な形状データを取得できることを確認した。

参考文献

[1] 井口征士, 佐藤宏介: 三次元画像計測, 昭晃堂, 1990.



(a) 縦パターン計測 (b) 横パターン計測 (c) 統合結果
図 4 コップの柄の部分の拡大



(a) 縦パターン (b) 横パターン (c) 統合後
図 5 コップの柄の部分の拡大