

VII-74

P T V法の応用による写真測量技術の開発

— 生物膜表面形状計測への応用 —

徳山高専 学生員 石川 並 木
 横浜国大大学院人工環境システム工学専攻
 日本機械学会会員 西 野 耕 一
 函館高専 正 員 大久保 孝 樹

1. はじめに

写真測量とは、写真という平面上に写し出された像の形から被写体の空間的な形を計測する方法で、写し出された被写体の二次元形状から三次元形状を求めることである。従来の写真測量は、視差差や高低差を測定するためには、人の目の感覚にたよってきた。写真測量を人の目の実体視に頼らずに完全にコンピューター化するためには、二枚の写真の同一点の認識が重要視される。同一点の認識方法として、流体力学分野で流速測定に用いられているP T V法の応用と、窓領域の濃度の相関から同一点を認識する相互相関法の応用が考えられる。解像度の悪い場合は広範囲を対象とする相互相関法は不利であることから、今回は先に述べたP T V法の応用による三次元測定技術開発を焦点とした。実際の測定は、人工形態（しんちゅう板）から始め、最終的には連続実験によって形成された鉄酸化バクテリアによる生物膜の三次元形状定量化実現を目的とし本研究を進めている。

2. 測定装置

測定の際に用いた装置のカメラ部は接写用のC C Dカメラを使用している。また、下部の測定台は、鉛直方向と、水平方向にマイクロメーター単位で正確に移動する台を使用している。

3. 測定方法の開発

単写真標定

単写真標定とは、カメラレンズ位置から決定される標定要素（カメラパラメータ）を標定板を用い左右オーバーラップ率60%で、基準高さ4mm、3mm、2mm、1mm、0mmの5段階を設定し、基準点の測定を画像で行いコンピュータープログラムにより算出するものである。図2-aは標定板の画像であり、図2-bは基準点の重心計算のためにこれを二値化した画像である。求める標定要素は、投影中心の地上座標：X、Y、Z カメラの傾きの角度： ω 、 ϕ 、 κ 写真座標： x 、 y 画面距離： $-C$ レンズディストーション係数： k_1 、 k_2 である。

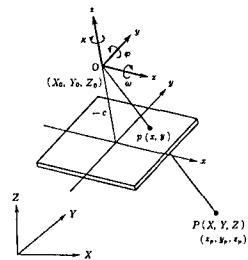


図1 単写真の幾何学



図2-a

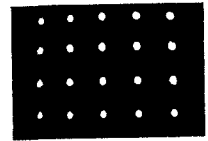


図2-b

図2 標定板の画像及び画像処理結果

P T V法

P T V法とは、左右にずらした写真を同一方向に同じ流速で平行移動したもののみなし、これを写真上のパーティクル（微粒子）の同一点認識に利用するものでパーティクルを散布した第一時刻の写真上に着目粒子を設定し、その近傍粒子のパターンマッチング度の計算を行い、第二時刻写真上の同一粒子の認識を行う。画像解析と数学的手法によって着目粒子、候補粒子、それぞれの近傍粒子との配列パターンを重ね合わせ、マッチング度が高いのなら同一粒子とみなすことが

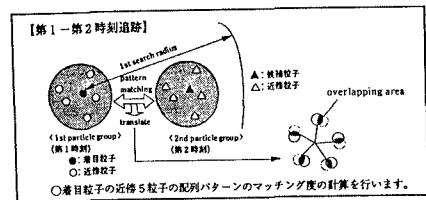


図3 パーティクルトラッキングの概略

キーワード：写真測量、P T V法(Particle Tracking Velocimetry)、画像解析、生物膜、凹凸
 連絡先：函館市戸倉町14-1 函館高専 環境都市工学科(大久保) TEL:0138-59-6487 FAX:0138-59-6487

できる。図4-aはしんちゅう平板上、図4-bは1mm凹凸しんちゅう平板上にパーティクルを散布した状態の画像である。図4-a'はしんちゅう平板上、図4-b'は1mm凹凸のしんちゅう平板上を二値化した画像である。二値化した画像からパーティクルの重心計算とパターンマッチングをコンピュータープログラムによって行う。本研究では実際の測定の際にパーティクルとしてファンデーションパウダーを用いた。

4. 生物膜生成装置について

反応槽は、透明塩ビ板製で、全長75cm、高さ15cmの長方形型反応槽である。装置の仕組みは、鉄酸化バクテリアの成長を促進するために反応槽内にエアーポンプによって酸素供給を行い、反応槽床部の中央には2.5×3.0cmのプラスチックパッチを24枚両面テープによって固定し、バクテリアをその部分で採取した。

5. 測定結果

図6-aは水平に置いた平板上のパーティクルのZ座標をYZ平面へ水平投影したものである。図に示されるようにZ座標はほぼ水平な直線を描くように分布している。図6-bは傾けた平板のZ座標をYZ平面へ水平投影したものである。図に示されるように傾きの分布がほぼ直線上に投影されている。この結果から8mm程度の深度のZ座標の分布にこの測定技術が適応できるといえる。図6-cは表面に1mm凹凸を持つしんちゅう板のZ座標をYZ平面へ水平投影したものである。正確な凹凸形状を完全にプロットするには至らないが凹凸形状を把握するには十分な分布が得られたといえる。以上のような人口形態による三次元測定の後、連続実験によって形成された微生物膜表面形状の測定を行う予定であったが、使用したパーティクルなどに問題があるため、今回は計測を行うことができなかった。

6. まとめ

今回開発したPTV法による写真測量のステレオ化の実用性は今後の研究を待つことになるが、この方法は生物膜の表面形状の3次元認識だけでなく、一般の測定の分野や流体力学分野の3次元PTV法への応用の可能性を秘めている。

7. 今後の課題

微生物膜表面の凹凸形状をPTV法の応用による三次元測定に必要な、微生物膜と一体化しないパーティクルの条件を以下に示す。

- ① 微生物膜表面は湿っているため、不溶性であること
 - ② パーティクルの反射画像が得られるよう、蛍光性であること
- 以上の条件から推測される有効な測定方法など、今後の開発にあたっての課題を以下に示す。
- ① 紫外線に反応する物質をパーティクルとして使用し、暗室で計測する方法の研究開発
 - ② パーティクルの大きさを計算に考慮し、より正確な形状を把握する必要がある
 - ③ 解像度のよりよいカメラを用いて空間分解能を上げる必要がある



図4-a

図4-a'



図4-b

図4-b'

図4 画像及び画像処理結果

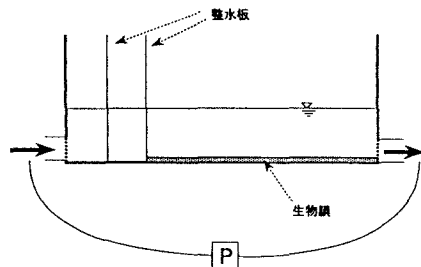


図5 連続実験装置の概略図

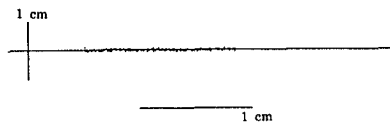


図6-a

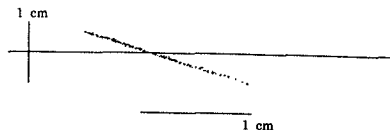


図6-b

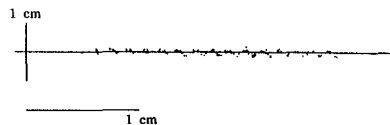


図6-c

図6 測定結果