

6G-2

ライン型アクティブステレオ計測による簡易かつロバストな3次元モデルの生成方法

藤本 敬介[†] 紅山 史子[‡] 守屋 俊夫[‡] 中山 泰一[†]
[†]電気通信大学 情報工学科 [‡](株)日立製作所

1. はじめに

近年、コンピュータグラフィックスの発達に伴い、物体形状の3次元的な表現がさまざまな映像アプリケーションにおいて可能になってきた。そこでは、物体の幾何情報を3次元モデルとしてコンピュータ上に取り込む処理が必要となるが、その一手段として、実際の物体の3次元形状を自動的に測定し、その測定値からモデルを生成する方法が研究されている。

3次元測定方法として、カメラとポイント型レーザを用いたアクティブステレオ計測[1]による手法が有名である。これに対して本稿では、ポイント型レーザをライン型レーザに置き換え、投影対象がラインとして1度に撮影される特徴を生かした測定機能を実験システム上に実装したので、これについて報告する。

2. 手順と特徴

2.1. 全体手順

本システムではカメラとライン型レーザを並べて設置したものを雲台によって回転させながら、視差情報を利用して奥行き値の測定を行う。図1のように、それぞれの角度からある物体に対して、レーザの映った状態、およびレーザの映っていない状態をそれぞれ2枚ずつカメラによって取り込む。取り込んだ画像から、画像処理によりレーザ投影部分を抽出し、グローバル座標値を求めた上で、メッシュ構築を行うことで3次元モデルを作成する。

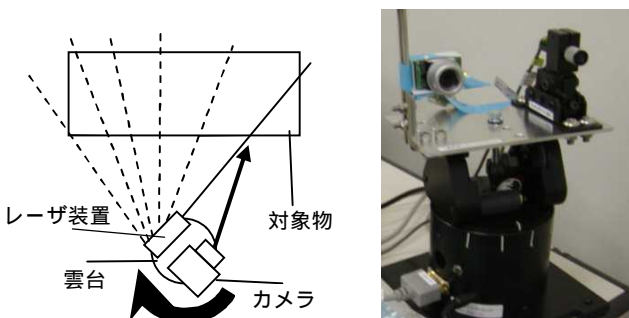


図1 回転しながらキャプチャをする様子

図2 実験システムの概観

Simple and Robust Method for Reconstructing 3-D Surface from Active Stereo Sensor Using Line Beam Projector

Keisuke Fujimoto[†] Fumiko Beniyama[‡] Toshio Moriya[‡] Yasuichi Nakayama[†]

[†]The University of Electro-Communications. [‡]Hitachi Ltd.

2.2. レーザ投影部分の抽出方法

ポイント型レーザではレーザが点として投影されるため、ノイズかどうかの判別が難しい。そこで本方法では、ライン型レーザを用いる事によって、以下の手順で撮影された画像(図3)からライン抽出(図4)を行い、この問題に対処した。

[抽出手順]

1. 差分比較
2. 中心検出
3. 赤成分強調
4. 平滑化
5. 2階調化
6. 膨張縮小
7. 細線化



図3 撮影画像

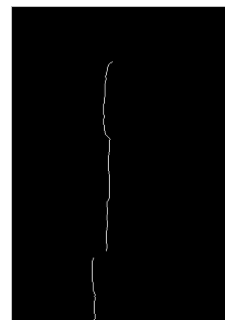


図4 抽出されたライン

以下、手順2および手順4-6についてより詳しく述べる。

2.2.1. 中心検出

ここでは、全ての行に関して横のライン上で最も強い成分を持つ点の位置を記憶し、それぞれの点の周りの数ピクセル以外の除去を行う。これにより、周囲にノイズが映った場合(図5)でも、成分の最も強い場所が線の中心となるためその影響を減らすことができる(図6)。

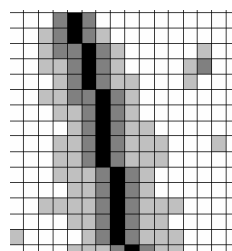


図5 処理前

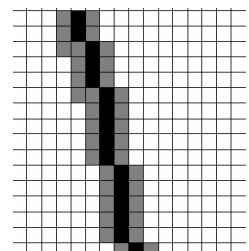


図6 処理後

2.2.2. 平滑化から膨張・縮小処理

手順4から6により、ノイズの除去およびラインを強調した。元画像(図3)に、まず平滑化により単独となる点とラインの外側の強さを弱め(図4)、2階調化をすることにより平滑化により弱めた部分の除去を行う(図5)。これにより、ノイズとして入った単独点を除去できる。しかし、同時にラインの外側も削ってしまうので、膨張縮小処理の点間の距離が小さい場合は間が補完される特徴を利用することで削られた部分を元に戻す(図6)。膨張縮小処理により、本来離れているはずのラインを繋げてしまう可能性もあるが、1ピクセル程度の小さな隙間は次のメッシュ構築法によって無視されるので結果には影響しない。

なお、これらの処理は投影対象がラインとなる、すなわちレーザがライン型であることで適用できるものである。

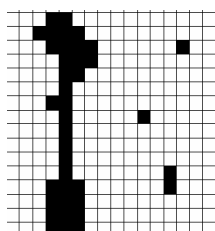


図7 元画像

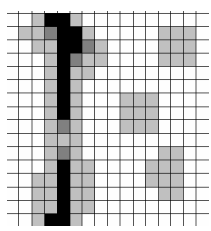


図8 平滑化

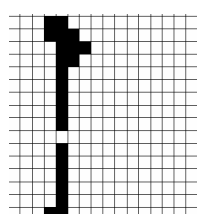


図9 2階調化

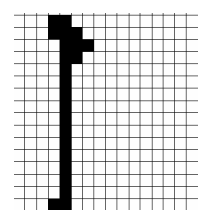


図10 膨張縮小

2.3. メッシュ構築方法

はじめに前処理で作成した線画像より、視差情報および雲台の回転角を利用して、対象物の表面を表す点群のグローバル座標値の計算を行う。

次にそれらの点群からメッシュの生成を行う。隣り合う2つラインからある間隔ごとに4点を選び(図11)、次の条件に基づきメッシュを作成する。

- Pn1, Pn2, Pn3 でメッシュを作成する条件
Pn4 のみが遠い場所に位置する、または Pn2 より Pn3 が下にある

- Pn1, Pn3, Pn4 でメッシュを作成する条件
Pn2 のみが遠い場所に位置する、または Pn4 より Pn2 が下にある
- Pn1 から Pn4 でメッシュを作成する条件
上に当てはまらず、全ての点が近距離に位置する

一般に、ポイントレーザなどで得た空間上の離散点群からメッシュを作成するためにはトポロジー等を考慮した複雑な計算をしなければならぬが[2]、本実験では対象物は複雑な形状を持たないものとし、ライン上の点群データを一連のものとして扱ってメッシュを作成する簡易方法を用いた。

3. 実験結果とまとめ

本手法を実験システム上に実装し、計測実験を行なった例を図12に示す。これは、雲台からおよそ1メートルの距離にある幅30センチほどの犬のぬいぐるみ(図3)に対して計測を行い、メッシュを生成したものである。前述のような簡単な処理でありながら、ほぼ正確に物体形状を再現することができた。本計測は、照明等の調整を行なわない一般の居室にて実施したものであるが、ノイズ除去が効果的に機能していることを確認することができる。

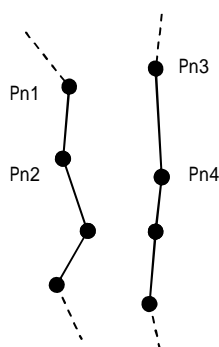


図11 メッシュ構築

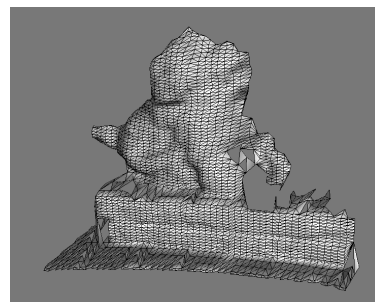


図12 作成されたモデル例

参考文献

- [1] 牧野弘典, 梅田和昇: “アクティブステレオ距離画像センサの簡易キャリブレーション手法の提案”, 第19回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2001.
- [2] 鈴木宏正, 神鳥泰章, 金井崇, 木村文彦: “測定点群からの三角形メッシュ生成(第一報)-空領域削除法と陰関数再構成法による初期メッシュ生成-”, 精密工学会誌, Vol. 64, No. 9, pp. 1314-1419, 1998.