

2P-8

# 距離画像を用いた複数物体の 3次元運動パラメータの抽出に関する研究

江畑 秀規\*      宮内 新\*      石川 知雄\*

武蔵工業大学 情報通信研究室\*

## 1 はじめに

近年距離画像を用いて3次元物体の動きを検出する技術は産業用ロボット等のロボットビジョンへ応用され、そのための研究も盛んに行われている。文献[1]の方法では、運動パラメータの推定の方法として画像上の物体の動きは全て等しいという拘束条件を用いていたため、異なった動きをしていると動きパラメータを求めることができない。

対象物体が剛体により構成されていると仮定すると、連続した2枚の画像（以下、移動前後の画像）での物体の形状は変化しない。従って、移動前後の物体を構成している面同士の関係も変化しないので、同一の物体を構成している面は等しい動きをしていると考えられる。よって、それらの情報の変化量を用いれば、複数物体の並行移動、回転運動のパラメータが求めることができる。

## 2 解釈アルゴリズム

### 2.1 複数物体の認識

マッチング[2]のとれた全ての面に対して、以下の手順によりどの面がどの物体の構成要素かを決定する。

1. 注目する面  $M$  に関して、その面と接する全ての面を求める。
2. 面  $M$  と接する面の重心間の距離が等しく、かつそれらの法線ベクトルのなす角が等しければそれらの面は同一の物体の構成する面とする。

ただし、面が接していても接する部分が jump edge である場合、別の物体の構成要素である可能性もあるので、jump edge が検出された場合、別の物体の面とする。

上の処理を全ての面に対して繰り返し、画像面上の全ての面に対して2つ以上の接する面が同じ物体の構成要素かどうかを調べることによって、画像面上の複数物体の認識する。

### 2.2 並行移動

物体ごとに並行移動のパラメータを求める。以下の手順を全ての物体に対して繰り返すことで物体ごとのパラメータを求める。

1. 1つの物体に関して、それぞれの面の重心に関する移動ベクトルを求める。
2. 移動前後でそれぞれ平面の重心の平均を求め（以下、物体の重心と呼ぶ）、その変化量を求める。その値がその物体の平行移動ベクトルである。

### 2.3 回転運動

面の回転運動は、その法線ベクトルの運動と法線ベクトルを軸としたときの面の回転運動に分けることができる。

1. 平均ベクトル自身の回転 ( $\theta, \varphi$ )  
物体を構成する面の法線ベクトルの平均（以下、平均ベクトルと呼ぶ）を用いて、そのベクトルの動きを調べることで、物体の回転のうち、 $r\theta\varphi$ 座標系における $\theta$ と $\varphi$ の回転パラメータが得られる。

A study on estimation of 3-D motion parameters of articulated objects using sequential range images

Hidenori Ebata\*, Arata Miyauchi\*,  
Tomoo Ishikawa\*

\*Information and Communication Systems Lab.,  
Musashi Institute of Technology

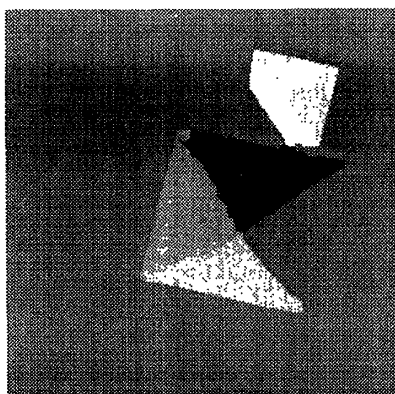


図 1: 実画像 (移動前)

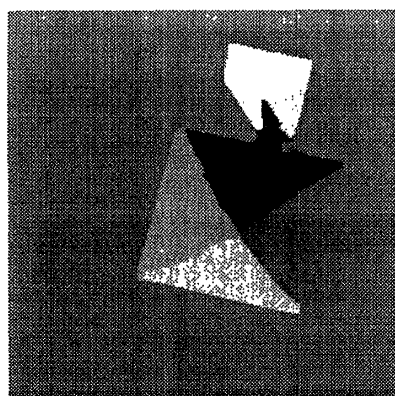


図 2: 実画像 (移動後)

2. 平均ベクトルを軸にしたときの面の回転 ( $\rho$ )  
全ての移動前の面に対して物体ごとに並行移動と  $\theta$  と  $\varphi$  の回転を行った後、移動後の平均ベクトルを軸にどのような回転をしているかを求める。その際、移動前後で物体の重心以外でマッチングのとれた点を用いて幾何学的に座標を求めるため、物体が 1 つの面から構成されているときは従来手法を用いている。

### 3 実画像による実験

実画像に対する有効性を確認するため、実画像を用いて 3 次元運動パラメータの抽出を行った。なお、実画像の取得に当たっては Technical Arts 100X を使い、 $30 \times 30 [cm^2]$  を  $240 \times 240$  画素で計測したものを用いた。

表 1: 推定値と理論値との比較 (並行移動)

動き パラメータ	物体 1		物体 2	
	推定値	理論値	推定値	理論値
$x [cm]$	-2.220	-2.495	-0.134	0.000
$y [cm]$	-0.749	-0.571	-0.187	0.000
$z [cm]$	-0.071	0.000	-0.028	0.000
$\theta [^\circ]$	-1.2	0.0	-7.3	0.0
$\varphi [^\circ]$	-0.2	0.0	-0.6	0.0
$\rho [^\circ]$	3.7	0.0	7.8	0.0

実験に用いた画像とそのデータを図 1, 2 に示す。両図において、マッチングしている部分は同じ色で表現してある。右上の 2 つの面からなる物体 1 は全く運動せず、左下の 2 つの面からなる物体 2 は左上方向に並行移動している。

表 1 に実験結果を示す。並行運動に関してはほぼ誤差無く動きパラメータを抽出できたが、回転運動に関しては誤差が大きかった。本手法を用いたシミュレーション実験ではほぼ誤差なくパラメータを抽出できた (当日示す) ので、この原因はマッチングの際の誤差によるものと考えられる。

### 4 結言

本研究では物体の幾何学的な拘束条件を用いることで、画像面上の複数物体の動きパラメータを抽出できた。

今後の課題として、対応の取れた面が 1 つのときの法線ベクトルを軸とした回転パラメータの抽出法の改善や、オクルージョンへの対応を検討している。

### 参考文献

- [1] 脇迫 仁, 鎌田 清一郎, 河口 英二: “距離画像処理による 3 次元物体検出システム”, 信学論, J77-D-II, 7, pp.1282-1292 (1994)
- [2] Bikash Sabata: “Feature Correspondence and Motion Estimation from a Sequence of Range Images”, Ph.D. thesis, The University of Texas at Austin (1993)