

## ステレオによる物体の階層表現に基づく認識

## 5D-3

寺崎 肇† 高橋裕信† 田中利晴† 富田文明†  
 (†三洋電機筑波研究所 ‡電子技術総合研究所)

## 1. はじめに

ロボットが自律的に作業を実行するためには、作業環境のモデルが必要であるが、環境モデルの生成は非常に複雑で労力を要する。しかし、工場などでは、作業の対象となる物体の3次元幾何情報は、設計時に既に作成されている場合が多く、この場合には、環境モデルの構築は、各物体の位置と姿勢を決定すれば良い。その手段として種々の方法が提案されているが、ステレオ立体視による方法は適用範囲が広く非常に簡便なため環境モデル構築法として将来有力であると考えられる。物体の位置と姿勢の決定は一般に、初期照合、検証、微調整の過程を経て行なわれるが、そのうち初期照合は、モデルを階層的に構成しその各階層で照合を行なうことが有効である。画像の境界表現に基づくステレオ法の場合、出力が既に構造化された境界線セグメントであるため照合にそのまま利用できる。本論文では、個々の物体の3次元幾何モデルが存在する場合のステレオによる3次元物体認識において、ステレオデータをさらに構造化し、各階層ごとに照合を行なう認識手法について述べる。

## 2. データ構造

## 2-1. モデルデータ

観測する個々の物体の幾何モデルは、もっとも一般的なソリッドモデルである3次元B-rep(Boundary Representation)の形式で与えモデルを作成する。それらは、3つの階層から成っている。即ち、body、face、edgeである。bodyは、一つの物体を表す。

## 2-2. ステレオデータとその構造化

ステレオから出力されるデータは、3次元空間中で同一平面を構成する境界線セグメントで構造化されている。モデルとの照合をより効率的に行なうため、ス

テレオデータをさらに上位レベルに構造化し、階層的に表現する。図1は、階層的に表現したデータの概略である。

```

stereo-data
  ・含まれる lump
lump
  ・lump の特徴
  形
  ・含まれる boundary
boundary
  ・閉ループかどうか
  ・boundary の特徴
  周囲の長さ
  形
  ・含まれる segment
segment
  ・segment の特徴
  長さ
  始点での角度
  終点での角度
  
```

図1. 構造化したステレオデータ

boundaryは、同一平面を構成する境界線セグメントのグループを表す階層である。boundaryには、閉ループを構成するものと構成しないものがある。boundaryとsegmentはステレオからの出力をそのまま利用できる。lumpは、接しているboundaryのグループを表した階層であり、観測する物体が接していなければ、そのlumpは一つの物体に対応する。stereo-dataは、観測されたデータ全体を表しており、いくつかのlumpに分割される。

lumpとboundaryの特徴の「形」としては、種々のものが考えられるが、ここでは、連なったsegment間のなす角度に注目した。具体的には、boundaryの

形として、閉ループの boundary の場合、segment 間の角度が直角のみから構成される「長方形」あるいは「正方形」を、閉ループでない boundary の場合「含まれる segment 間の角度はすべて直角」を用意した。lump の形としては、「含まれる boundary の形がすべて「含まれる segment 間の角度はすべて直角」」を用意した。

### 3. 照合と検証

照合は、構造化したステレオデータとモデルとの間で上位の階層から順に行なう。まず、lump と body との間でその特徴の整合性をチェックして、整合性が存在する組み合わせのみ下位の boundary と face の間で照合を行なう。boundary と face との照合も、まず、特徴の整合性をチェックして、整合性が存在する組み合わせのみ下位の segment と edge の間でより詳細な照合を行なう。

segment と edge との照合では、両側とも他の segment と連結している segment の場合、長さや始点での角度及び終点での角度を照合する。片側のみ連結している segment の場合、長さが不確定なので、連結している segment となす角度のみを照合する。

照合が成功すればその認識候補の位置と姿勢を照合結果から計算し検証する。

### 4. 認識例

この手法を用いた認識結果を図 2 に示す。図 2(a) がステレオデータ、図 2(b) が認識結果、図 2(c) はステレオデータと認識結果を重ね合わせた図である。

各 boundary は、図 2(a) からわかるように 3 つの lump に分かれる。各 lump の形としては、「含まれる boundary の形がすべて「含まれる segment 間の角

度はすべて直角」が指定されており、そのため、モデル中の直方体との照合が行なわれる。

boundary の形として、閉ループの boundary の場合「長方形」あるいは「正方形」が指定され、閉ループでない boundary の場合、「含まれる segment 間の角度はすべて直角」が指定されており、それぞれ、直方体中の長方形及び正方形の face と照合される。

計算時間は、sun3/60 でステレオデータの構造化に約 6 秒、照合に約 6 秒であった。

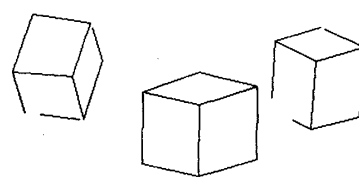
### 5. おわりに

個々の物体の 3 次元幾何モデルが存在する場合のステレオデータによる 3 次元物体認識において、ステレオデータを構造化し、各階層ごとに照合を行なう認識手法について述べ、その有効性を実際の例を用いて示した。今後は、ステレオデータをさらに構造化するとともに、モデルデータもより構造化し、照合の効率化を計りたい。

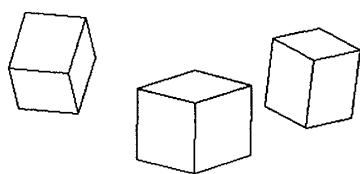
本システムは幾何モデリング機能を有するオブジェクト指向型ロボットプログラミングシステム Euslisp を利用している。

### 参考文献

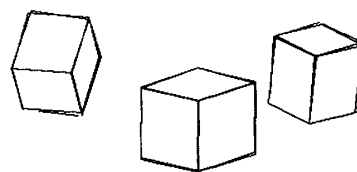
- [1] 富田、高橋：“ステレオ画像の境界線表現に基づく対応”，電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J71-D, No.6, pp1074-1082, 1989.



(a) ステレオデータ



(b) 認識結果



(c) ステレオデータと認識結果との重ね合わせ

図 2 認識例