

ステレオによるシーンの解釈

2V-6

杉本和英 高橋裕信 富田文明
 (三洋電機筑波研究所) (三洋電機筑波研究所) (電子技術総合研究所)

1 まえがき

ステレオを用いて、平面物体の3次元シーンから実際に存在する物体の面を抽出し、観測空間を自由、占有、解釈不能空間に分類する方法について述べる。ステレオの対応の単位として、右側に領域を見るように方向付けられた境界線セグメントを用いる¹⁾。ステレオの出力は、面または空間の(閉)境界線を形成するセグメントの系列である。

例として、図1(a)の3次元ブロックを考える。ブロックには輪郭エッジ(→)と凸稜エッジ(+)が観測される。ステレオの出力は、ブロックを図1(b)の4つの境界線(実際にはエッジ上に存在する)によって表現する。各セグメントはその右側に面が存在することを意味する。しかし、境界線B4上に存在するセグメントは実際には存在しない面を表わす虚セグメントである。輪郭エッジ上には、一対の実セグメントと虚セグメントが共存する。虚セグメントは、単純な内挿では偽の面を作る原因となる。そこで、輪郭エッジから虚セグメントを除去することが必要となる。

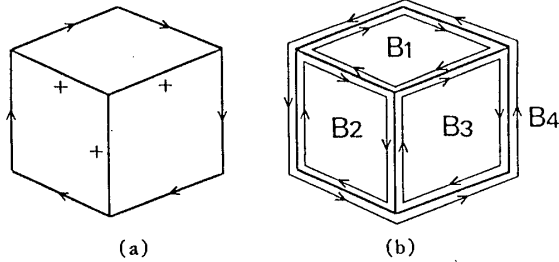


図1 3次元ブロック: (a)エッジ; (b)境界線セグメント。

2 セグメントの分類

ステレオを用いてオクルージョン点を検出する方法を前回報告した²⁾。オクルージョン点では、図2のように、2つの明らかな「実」セグメントと「虚」セグメントを定めることができる。そこで、図3のように、「実」セグメントまたは「虚」セグメントを持つ境界線上の他の未確認セグメントを実または虚セグメントに分類する一般手順(実在テスト)を以下に示す。

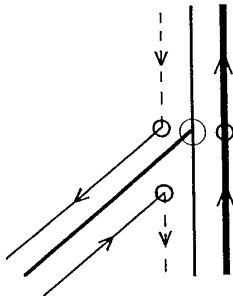


図2 オクルージョン点の「実」セグメント(太線)と「虚」セグメント(点線)。

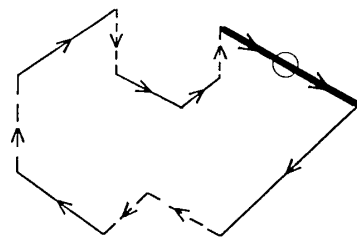


図3 境界線上の未確認セグメント(細線)の分類。

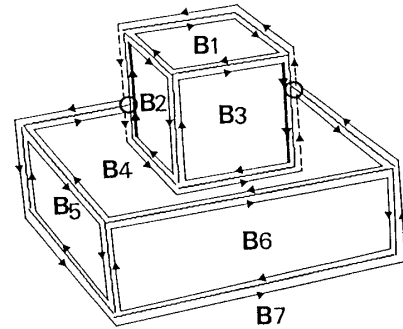


図4 2つのブロック。

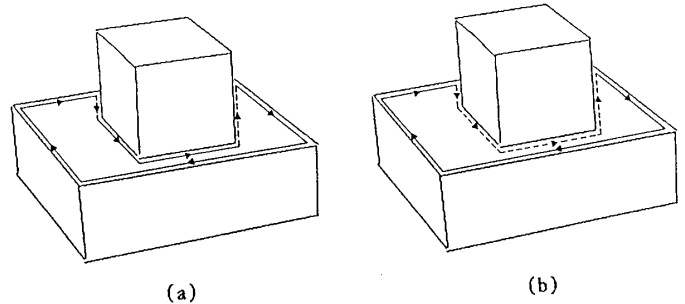


図5 セグメントの分類。

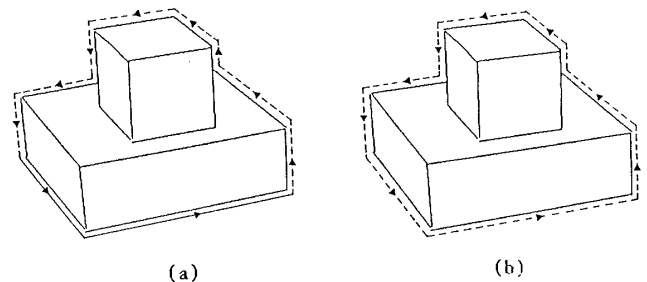


図6 セグメントの分類。

- ①すべての「実」セグメントを含み、「虚」セグメントを含まないセグメントの組で平面を構成する(構成できない場合は解釈不能)。
- ②境界線上のすべてのセグメントが平面上または平面上空に存在する平面が唯一存在すれば、その平面が実平面であると考え(存在しない場合と複数存在する場合は解釈不能)。
- ③実平面上のセグメントは実セグメントであるのに対して、実平面上空のセグメントは虚セグメントであり、除去される。

以下の実在テストの適用例では、簡単のために、解釈不能の境界線は存在しないと仮定する。

【範例1】ブロック上に他のブロックが存在するシーン(図4)を考える。7つの境界線と2つのオクルージョンが存在する。

Scene Interpretation by Stereo

Kazuhide SUGIMOTO¹⁾, Hironobu TAKAHASHI¹⁾

Fumiaki TOMITA²⁾

¹⁾ TSUKUBA Res. Cen., SANYO Electric Co., Ltd.

²⁾ Electrotechnical Laboratory

- ①「虚」セグメントが存在しない右回り境界線 B1, B2, B3, B5, B6上のセグメントはすべて実セグメントである。
- ②「虚」セグメントが存在する右回り境界線 B4を考える。上のブロックが下のブロック上に存在する場合は、上のブロックの下辺の2つのセグメントと下のブロックの上辺の4つのセグメントがそのまま実平面を定める(図5(a))。しかし、上のブロックが下のブロックの上空に存在する場合は、上のブロックの下辺の2つのセグメントは虚セグメントとなり、除去される(図5(b))。
- ③「実」セグメントが存在しない左回り境界線 B7を考える。右側の周囲の面が既に平面(床又は道路)として定義されており、下のブロックがその上に存在する場合は、ブロックの下辺の2つのセグメントは、実セグメントである(図6(a))。一方、ブロックが空中に浮いている場合は、境界線上のすべてのセグメントは虚セグメントであり、除去される(図6(b))。

【範例2】穴のあいたブロック(図7)を考える。7つの境界線と1つのオクルージョンが存在する。

- ①「実」セグメントが存在する左回り境界線 B4は穴に対する境界線である。この例では「虚」セグメントが存在しないので、境界線上のセグメントはすべて実セグメントである。
- ②穴の内側の「虚」セグメントが存在する右回り境界線 B5, B6では、それぞれ奥の2つのセグメントが実平面を定める(図8)。

画像でのエッジ検出の失敗により、境界線が形成する面を一意的に定義できなくなり、境界線の解釈が不能になる場合には、不足エッジを検出できるように視点を移動する必要がある。

3 エッジの分類

虚セグメントを除去した後、エッジをセグメントの個数によって、輪郭エッジと稜エッジに分類する。輪郭エッジは1つのセグメントしか持たないのに対して、稜エッジは2つの反対の向きのセグメントを持つ。そして、稜エッジを、その両側の実平面の法線方向のなす角度が正、負、ゼロによって、凸、凹、平坦(模様または影による)エッジにそれぞれ分類する。

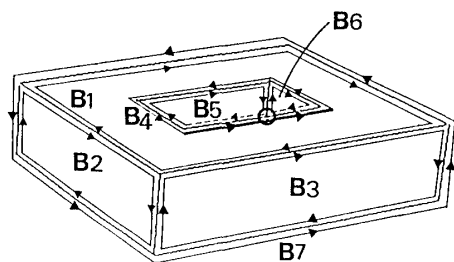


図7 穴のあいたブロック。

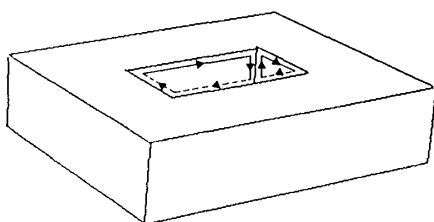


図8 セグメントの分類。

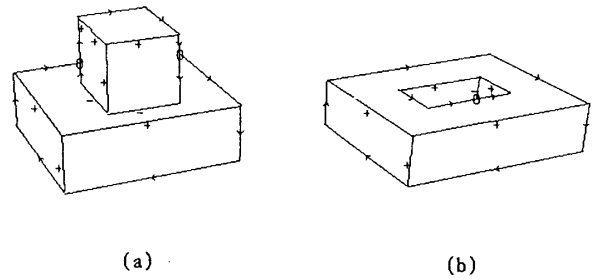


図9 ラベル付け(→輪郭エッジ; +凸稜エッジ; -凹稜エッジ; P平坦エッジ)。

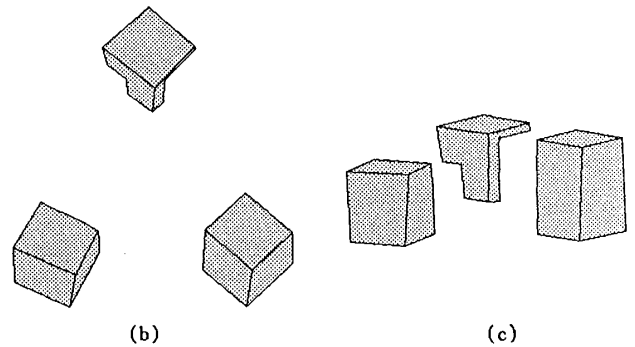
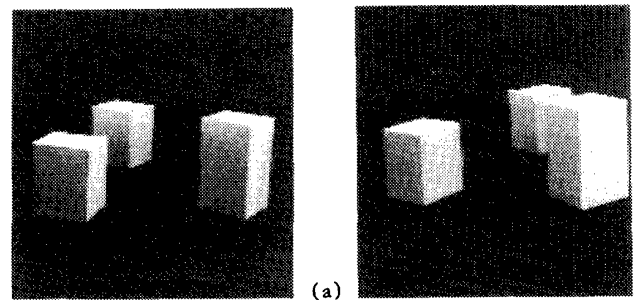


図10 空間の分類: (a)ステレオ画像; (b)=(c)立体像。

以上の処理の結果、図4と図7のエッジに、図9のようにラベルを付けることができる。平坦エッジが存在すれば、それを取り除くことにより、物体の純粹の立体形状を得ることができる。

4 空間の分類

最後に、内挿された実平面を用いて、シーンの空間を、図10のように、自由空間、占有空間(斜線部分)、解釈不能空間(存在しない)に分類することができる。その結果、移動ロボットは自由空間を移動しながら、占有空間のモデルを更新し、解釈不能空間を解釈可能にすることができるようになる。

5 むすび

本報告では、平面物体に対する方法について述べたが、曲面物体へも拡張することができる。今後は、ステレオを備えた移動ロボットによる実際の環境の世界モデルの構築を予定している。

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,信学論, J71-D, 6, 1988.
- [2]富田,杉本,高橋:ステレオによるオクルージョンの検出,第36回情報学会全大, 1988.