

画像の境界表現のデータ構造とインタフェース

3F-7

角保志[†] 石山豊[‡] 植芝俊夫[†] 河井良浩[†] 杉本和英[§] 富田文明[†]

[†]電子技術総合研究所 [‡]スタンレー電気(株)技術研究所 [§]新情報処理開発機構

1 はじめに

画像を境界表現 (B-REP: Boundary Representation) として記述するための一手法を開発したので報告する。一般に、境界表現は、CAD/CAM などの分野で、物体を表面の集合として 3 次元的に記述するために使われている。これに対し、画像の境界表現は、画像を領域の集合として記述するものであり、画像の中間表現としての利用を目的としている。本手法による境界表現は、解析対象の形状を強く反映した性質を持つため、物体認識システム構築のための標準データ構造として有用であると考えられる。

以下、本報告では、画像の境界表現 (以下単に B-REP) のデータ構造、および、入力画像から B-REP を生成するための処理手順について述べ、B-REP データに対話的にアクセスするためのインタフェースシステムを紹介する。

2 データ構造

B-REP のデータ構造は、図 1 に示すように、“領域”、“境界線”、“セグメント”、“点”の 4 階層からなり、それぞれが物体認識のために必要な情報を保持する。

領域 (R): 同程度の輝度値を持つ画素からなる画像中の領域。面積、平均輝度などの情報を持つ。画像は“領域”の集合として記述される

境界線 (B): 領域の境界。領域外側の輪郭に対応する境界線と、領域内部の穴に対応する境界線がある。領域を右側に見る方向を持つ

セグメント (S): 境界線を構成する有向線分。境界線上の特徴点を端点とする。直線セグメント、曲線凹セグメント、曲線凸セグメントがある。傾きが水平に近い場合、“水平”属性を持つ

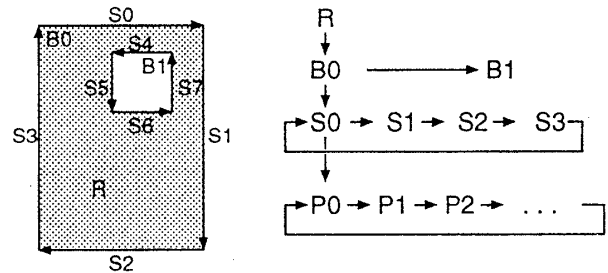


図 1: B-REP のデータ構造

点 (P): 境界線を構成する点。座標位置に関する情報の他、その点における“境界線”の曲率、法線方向、輝度などの情報を持つ。“分岐”、“屈曲”、“変曲”、“遷移”、“水平”などの属性を持つ

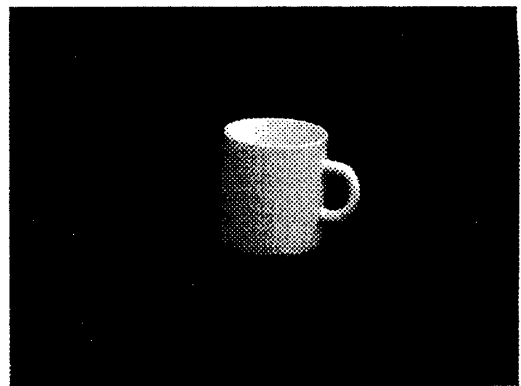


図 2: 入力画像の例

3 処理手順

B-REP は、画像の領域分割、境界線の特徴点検出の二つのプロセスを経て生成される。

画像の領域分割には、文献 [1] のアルゴリズムを用いている。その処理過程を簡単に示す。

1. 画像を sobel などの適当なオペレータによって一次微分する
2. 閾値処理、および細線化処理を施し、エッジを抽出する

Data Structure and Interface for Boundary Representation of an Image

Yasushi SUMI[†], Yutaka ISHIYAMA[‡], Toshio UESHIBA[†], Yoshihiro KAWAI[†], Hidekazu SUGIMOTO[§], and Fumiaki TOMITA[†]

[†] Electrotechnical Laboratory, 1-1-4, Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

[‡] Stanley Electric. Co., Ltd. R&D

[§] Real World Computing Partnership

3. エッジ端点を延長し, 閉領域を生成する
4. 領域の境界を追跡し, 境界線上の点列を求める

以上の処理により, B-REP のデータ構造のうち, “領域”, “境界線”, “点” が生成される。B-REP のトポロジカルな構造はこの時点で決定する。図 3 には, 図 2 に示した入力画像に対する領域分割の結果を示した。

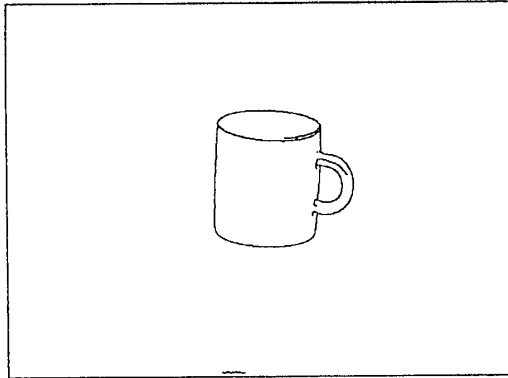


図 3: 領域分割結果

次に, 文献 [2] のアルゴリズムを各 “境界線” に対して適用し, 曲率が特徴的に変化する点を検出する。B-REP の “セグメント” は, 検出された特徴点に基づき, “境界線” を分割することによって生成する。この処理により, 各 “点” における曲率, 法線方向などの情報も同時に求められる。[2] のアルゴリズムでは, 屈曲点だけでなく, 凹凸の変化する変曲点や, 直線から滑らかに曲線に移行する遷移点も安定して検出できる。従って, “セグメント” は, 対象物体の形状を強く反映して生成される。

4 インタフェース

B-REP を利用した物体認識システム開発のための補助システムとして, B-REP のデータ構造に対話的にアクセスするための GUI インタフェースを tcl/tk を用いて開発した。図 4 に示すように, “セグメント” を表示したウィンドウに対するマウス入力により, B-REP のデータ構造から “セグメント” や “点” の情報を取り出すことができる。

5 まとめ

我々は, B-REP に基づく 3 次元物体認識システムを開発中である。ステレオカメラシステム [3] より入力された 2 枚の画像それぞれに対して B-REP を生成し (ステレオ B-REP), “セグメント” を対応

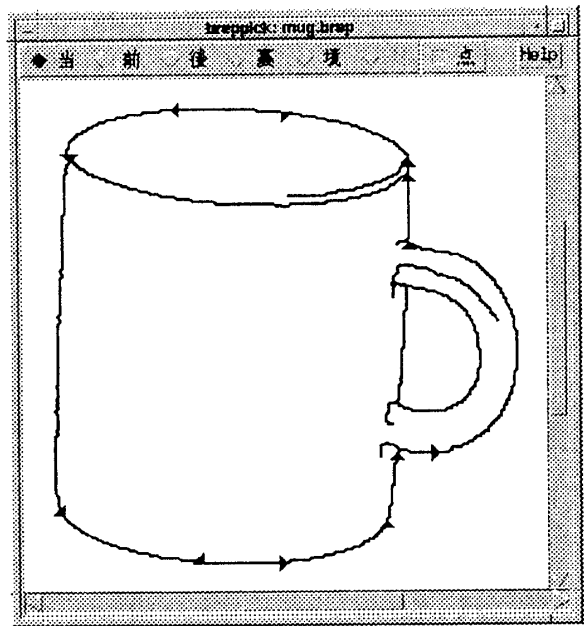


図 4: インタフェース

の基本単位としたステレオ対応探索 [4] によってシーンの 3 次元情報を復元する (3 次元 B-REP)。さらに, あらかじめモデルとして登録しておいた 3 次元 B-REP との照合により, シーン中における対象物体の 3 次元的位置と姿勢を決定する。

今後の課題としては, ステレオ B-REP からの物体モデルの (半) 自動生成, B-REP セグメントの組み合わせによる, 物体のより高レベルな記述手法の確立などがあげられる。

参考文献

- [1] 富田, 高橋: “画像の B-REP のためのアルゴリズム”, 信学技報, PRU86-87 (1986).
- [2] 杉本, 富田: “輪郭線の屈曲点, 変曲点, 遷移点の検出”, 情処学シンポジウム (MIRU'94) 論文集, I, pp. 83-90 (1994).
- [3] 河井 ほか: “ステレオカメラシステム — パタパタ —”, 情処学シンポジウム (MIRU'94) 論文集, II, pp. 127-134 (1994).
- [4] 植芝 ほか: “境界線セグメントの拘束伝播によるステレオ対応法”, 第 49 回情処学全大発表予定 (1994).