

セグメントの連結性に基づくステレオ対応探索

2S-2

河井良浩 植芝俊夫 石山豊† 角保志 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

1. はじめに

ステレオ画像間の対応探索において、領域の境界を構成する境界線セグメントの連結性に基づいて対応を評価する方法について述べる。画像は境界表現(B-Rep:Boundary Representation)で記述されており、物体を表面の集合として記述するものである。このB-Repを基にして、まず左画像のセグメント l に対してエピポラ条件などを満たす右画像中のセグメント r を選び、その (l,r) をpairとする。次に、これらpairの連結性を、近距離性、同明度性、同角度性によって評価する。これにより、左画像のBoundaryに対する、連結するpairによって構成される右画像のセグメント系列(path)を求め、pathの類似度によって対応の評価が可能となる。本発表ではpairの連結性を求める方法を説明する。

2. B-Rep

原画像から境界線を抽出し^[1]、分岐点、変曲点、屈曲点、遷移点などでセグメンテーションを行ない^[2]、B-Repを生成する^[3]。B-Repのデータ構造は図1のように、領域:R,境界線:B,セグメント:S,点:Pの4階層で、各層に特徴量が含まれている。

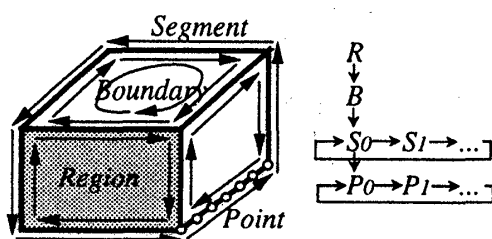


図1: B-Rep

3. 処理手順

処理としてまず、左画像のセグメント l の対応候補としてエピポラ条件、明度条件などを満たす右画像中のセグメント r を選び、その (l,r) をpairとする^[4]。これにより、対応

Searching for Stereo Correspondence based on Connectivity of Segments.

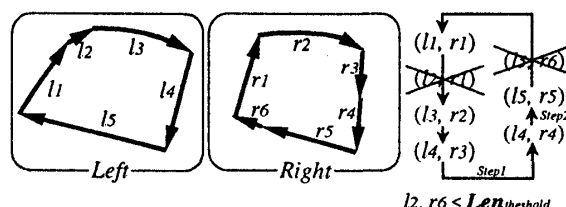
Yoshihiro Kawai, Toshio Ueshiba, Yutaka Ishiyama†, Yasushi Sumi, and Fumiaki Tomita
Electrotechnical Laboratory

1-1-4 Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

† Stanley Electric. Co.,Ltd. R&D

探索空間がかなり限定される。以下はこのpairを処理単位とする。

これらpair間の連結性を調べるのに左画像の各Boundaryを基にする。図2のように、同じ l を持つpair(Step1)や、同じBoundaryに属し連結する l を持つpair(Step2)との組み合わせを考える。ここでいうpairの連結性は、 l に関して連結性は保証されているので、 r 同志の連結を意味する。ただし、セグメントの長さがしきい値以下のものは微小セグメントとして候補から外している^[4]。



$l2, r6 \leq Len_{threshold}$

図2: Boundaryに基づく連結性

pair 同士の連結性を以下の手順で調べる。

Step1 (図4): 同じ l を持つpairの連結性

距離: pair1の終点とpair2の始点間距離がしきい値以下である。

明度: l の明度の差と r の明度の差の差がしきい値以下である。

角度: 1) 終点、始点における法線方向の差、または、2) セグメントの対応区間の弦の法線方向の差、がしきい値以下である。ただし、差がしきい値以上でも同じ屈曲方向であれば条件を満たすものとする。

をすべて満たす場合、pair1とpair2は連結していると見なす(図3)。

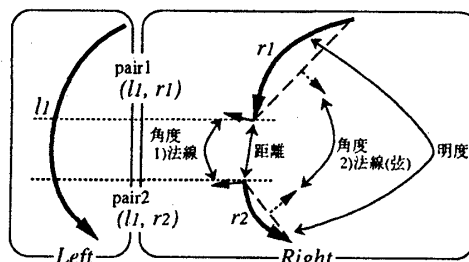


図3: 連結条件

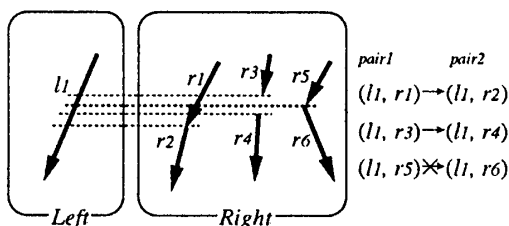


図4: 連結性チェック (Step1)

Step2 (図5): 連結する *l* を持つ pair の連結性

Step1と同様なチェックを行なうが、距離の項目において、カメラキャリブレーションの誤差によるエピポラ条件がずれることを考慮し、エピポラ線に垂直な方向の距離のしきい値処理を追加している。角度差については終点、始点の法線方向の差は使用していない。

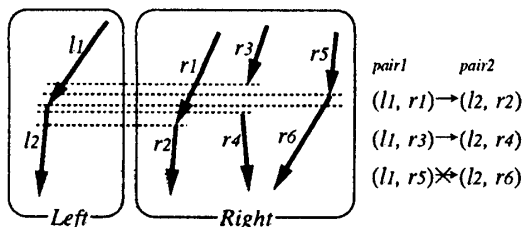


図5: 連結性チェック (Step2)

Step3 (図6): pair 同士が裏表の関係で、*l* が同じ Boundary に属する場合の連結性

「ひげ」の部分に対する処理で、Step2で連結性がないと判断された pair で、*l*, *r* について pair1 の裏になる pair2 がある場合は、*l* が次のセグメントでなくても連結していると見なす。

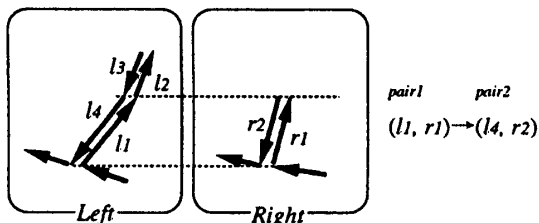
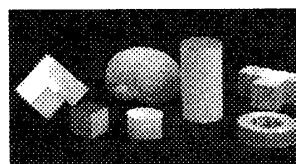
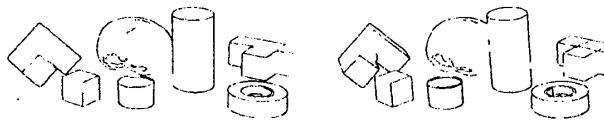


図6: 連結性チェック (Step3)

このようにして得られた連結性を基にして、左の各 Boundary に対して構成される右のセグメントの系列 (path) を求め、この path の Boundary に対する類似度 (0~1) を計算する。各 pair は複数の path に属するが、類似度はその最大値を与える。この類似度を利用して弱対応除去、多重対応除去などを行ない、左右のセグメントの 1:1 対応を求める。



対象物体



左エッジ画像

右エッジ画像



復元結果(3D)

図7: 実験結果

4. 実験結果

前記の手順で境界線セグメントの pair の連結性を調べ、それにより path を生成して類似度を求め、多重対応除去などを行ない、三次元復元をした例を図7に示す。復元はほぼ正確にできているが、多重対応除去などに未完成な点があるため、対応が求まらない部分や誤対応部分が残っている。

5. おわりに

ステレオ画像間の対応探索において、領域の境界を構成する境界線セグメントの連結性に基づいて対応を評価する方法における、連結性チェックについて述べた。左右のセグメントからなる pair (*l*, *r*) を定義し、pair 同志の連結性を近距離性、同明度性、同角度性などによって評価し、連結する pair によって構成される path の類似度を評価関数として求め、正しい左右の対応を得ることができた。

今回は pair が近距離である場合の連結性について述べたが、さらに対応を強化するために、距離が離れた pair でも連結と見なされるものを求める予定である。

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", MIRU'94, I, pp.83-90, 1994.
- (3) 角, 石山, 植芝, 河井, 杉本, 富田: "画像の境界表現のデータ構造とインタフェース", 第49回情処全大, 2, pp.123-124, 1994.
- (4) 石山, 角, 植芝, 富田: "効率的なステレオ対応候補の選択方法", 第51回情処全大発表予定, 1995.