

面単位のステレオ対応法

5D-1

中川祐治 瀬川智子 塩原守人 後藤敏行

株式会社 富士通研究所

1. はじめに

両眼立体視における左右画像の対応付けは、任意の特徴点に着目した点単位の対応付け、セグメントやエッジの連結性に着目した線単位の対応付け、物体を構成する面に着目した面単位の対応付け等に分類できる。このうち面単位の対応付けは、点や線単位の対応付けと比較して、対応付けすべき要素の数が少なくすみ対応付けを高速に行えることと、面の持つ情報を有効に利用できる利点がある。

本報告では、複数の物体が重なり合った関係にあるシーンに対して、領域分割によって面を得た後、面ごとの重なり関係から画像全体に渡る面の前後関係を抽出し、この前後関係をもとに高速でしかもオクルージョンの影響を受けない対応付け手法について述べ、実験結果を示す。

2. 処理の流れ

図1に示すように、初めに左右画像を独立に領域分割し、面ごとにラベル付けされたラベル画像を生成する。次にラベル画像より面同士の局所的な重なり関係を求め、これをもとに画像全体で面の前後関係を表す階層グラフを生成する。この階層グラフから、隠蔽されている領域の境界線に対応付けに用いないようにするためにオクルージョン境界を抽出し、ラベル画像に書き込む。構造マッチングは階層グラフに表現されている左右の面の前後関係を使って上位面から順に対応付けすることにより対応付けの回数を減らし、高速化を図る。面の対応付けでは、構造マッチングで選択された対応付け候補の面同士の対応付けをオクルージョン境界を考慮して行う。

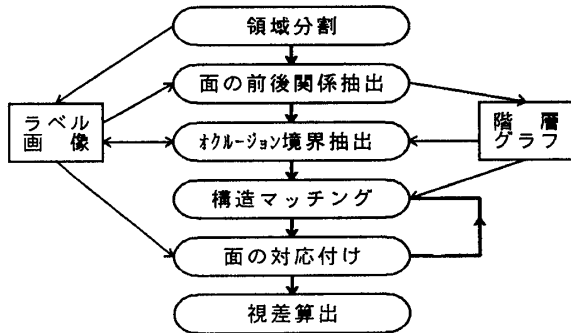


図1 面単位の対応付け処理の流れ

3. 面の前後関係抽出¹⁾

複数の面が互いに重なり合っている場合、図2の□で示されるような3つの領域からなるT型の接続が存在する。このT型接続点において後ろにある面の境界線が不連続になることから、T字の横線が属する面が他面よりも前にあるという重なり関係を抽出できる。さらに、T型の判定によって得られた個々の接続点の重なり関係において、面をノード、面間の重なり関係を有向リンクで表したグラフを作り、リンクを順次探索しノードを辿る毎に階層(レベル)を重ねることにより、局所的な重なり関係を画像全体での面の前後関係に展開する。このようにして確定した全体の前後関係が階層グラフで記述され、相対的な面の奥行きを表現できる。

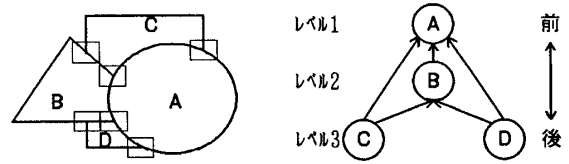


図2 面の前後関係抽出

4. オクルージョン境界抽出

一般に、オクルージョンの起きている領域に対して境界線を抽出すると、図3の●で示されるようなオクルージョンによって発生した境界線が含まれてしまい、これが誤対応の原因となる。このオクルージョン境界を対応付けの要素から除外するために、階層グラフにおいて階層が異なりしかもリンクしている下位ノード(B)の境界抽出の際に、隣接する領域が上位ノード(A)であった時に、その境界をオクルージョン境界とし他の境界と区別しておく。

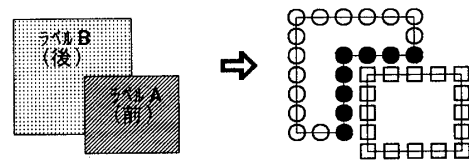


図3 オクルージョン境界の抽出

A Region-Based Stereo Matching Algorithm

Yuji NAKAGAWA, Satoko SEGAWA, Morito SHIOHARA, Toshiyuki GOTOH

FUJITSU LABORATORIES LTD.

5. 構造マッチング

面の対応付けにおいては、点対応・線対応に比べてその要素数が少ないので総当たりによる対応付けも可能であるが、階層グラフによる対応候補の順序付けをすることにより、高速な対応付けを行うことができる。

対応付けは最上位レベルの面より開始し、同一レベル同士の対応付けを最優先に行い、誤対応の場合には左右いずれか一方のレベルを対応付けできるまで下げて行くものとする。また、一つの面は他の画像上で唯一の面に対応するものと仮定し、既対応の面は対応候補から除外する。

6. 面の対応付け

構造マッチングで得られた対応付け候補の面に対して、左右の面を対応付けする際にいずれか一方を基準面、他方を対応面として、基準面の周囲に沿ってセグメントを生成し（基準セグメント）、これをもとに対応面の周囲に沿ってセグメントを決定する（対応セグメント）。ただし対応セグメントが複数存在する場合には、その候補に対して類似度の評価を行い対応セグメントを決定する。最後に基準セグメントと対応セグメントに平面拘束を適用することにより対応を判定し、視差画像を生成する。

それぞれの処理は以下のように行う。

- (1)基準面の決定：オクルージョンが起きている場合には上面によってより多く隠されている面、すなわちオクルージョン境界の長い方を基準面とし、オクルージョンが起きていない場合はいずれかを基準面としても良い。
- (2)基準セグメント生成：基準面の周囲でセグメントを生成するために、傾きが急変する屈曲点を探索する。傾きの変化は k -曲率によって測定し、その絶対値が一定値以上で局所的に極大または極小となる点を屈曲点とする。屈曲点探索の後、オクルージョン境界以外の境界について、屈曲点で分割された基準セグメントを生成する。
- (3)対応セグメント決定：基準面と対応面とにエピソード条件を適用し、基準セグメントに対応する対応セグメントを生成する。対応セグメントの生成はオクルージョン境界付近から開始する。最初の対応セグメントは複数個存在する候補の中で、基準セグメントと対応セグメントをベクトルと見なし外積が最小となるものを対応セグメントとする。二番目以降の対応セグメントは、基準セグメントの境界上での向きを考慮しながら、連続的に生成して行く。
- (4)平面拘束により対応を決定：左右のカメラで観測された面が、同一の三次元空間内の面ならば、左右の面上で対応する3点で三次元平面を張ったとすると、それ以外の対応点もことごとくその平面上に射影されるはずであり、逆に誤対応の場合には対応点は平面上には分布しない。この条件を平面拘束と呼び、これにより基準面と対応面

の対応を判定する。

- (5)視差算出：各対応点は所属する面が既知であるので、各対応点から得られる視差をもとに、視差画像上で対応点を順に結んでできる面の内部を補間して面塗りすることにより、面全体に渡る視差を生成することができる。

7. 実験結果

図4のような4つの物体がオクルージョンの関係にあるステレオ画像(512×512)に対して、本手法により処理を行い対応面の視差を算出した(図5)。なお、領域分割は画素の類似性に基づく画素結合法により行った。また、視差画像は視差の大きいものほど明るく、視差が小さくなるに従って暗くなるように表示した。

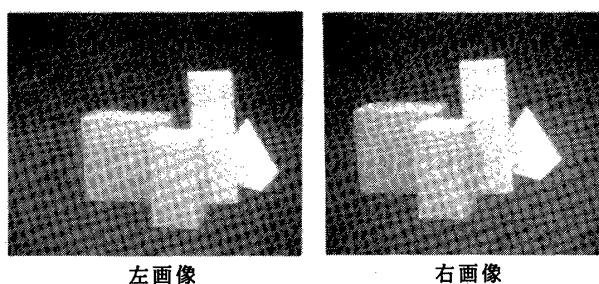


図4 原画像と領域分割結果

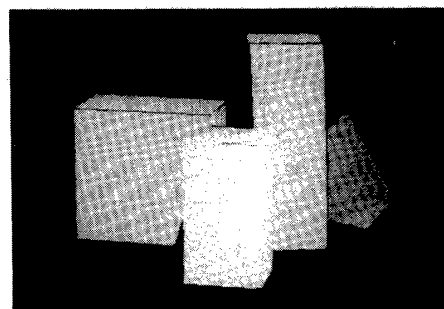


図5 視差画像

8. おわりに

複数の物体が重なり合っているシーンに対して、オクルージョンの影響を受けずに高速に対応付けできる手法について述べ、実験結果を示した。

【参考文献】

- 1)塩原、後藤：「面の重なり関係を使った画像の構造化表現」、1989年電子情報通信学会春期全国大会、pp6-234