

ステレオ対応探索アルゴリズムの統合による視差画像の生成

5C-7

渡辺正規 大田友一 池田克夫
(筑波大学 電子・情報工学系) (京都大学 工学部)

1.はじめに

本稿では、適用範囲の広い柔軟なステレオ対応探索処理の実現のために、異なる画像特徴を用いて対応探索を行う三つのアルゴリズム、すなわち、動的計画法を用いたエッジに基づく区間対応法¹⁾、相関を用いた特徴点に基づく粗密対応探索法²⁾、連結エッジセグメントの対応探索法を統合して用い、視差画像を生成する手法について述べる。また、本手法を並列計算機上に構築して行った実験結果も示す。

2.ステレオ対応探索アルゴリズムの統合³⁾

本手法では、三つのアルゴリズムの実行が、処理環境に即して協調して行なわれるべく、個々のアルゴリズムを専門に実行するモジュールを一つずつ用意し、各モジュールが別々にかつ並行して処理を進め、随時他のモジュールと通信をする⁴⁾。各アルゴリズムを適用した結果はモジュールごとに別々に格納し、各アルゴリズムに最適なデータ構造の設定、および、情報の他からの隠蔽を実現する。また、ステレオ対応探索アルゴリズムを実行するモジュールとは別に、視差画像の生成を専門に実行するモジュールも設ける。本手法における処理機構は、各アルゴリズムを独立に実行することから、並列処理に向けた方式になっている。

図1に処理の概要を示し、以下に各ステレオ対応探索アルゴリズムを実行するモジュールについて述べる。

2.1 区間対応探索モジュール

区間対応法は、一対の走査線ごとに走査線上のエッジにはさ

まれた区間の対応を求める。このアルゴリズムは、動的計画法により、走査線内に関しては最適な対応を求めるため、誤対応の発生をかなり防ぐことができ、信頼性の高い解を得ることができる。しかし、走査線を越える周囲との整合性は考慮されず、走査線に垂直な方向では大局性に乏しい。

区間対応探索モジュールは、他のモジュールにおいて得られている対応の明白なエッジにおける探索結果を通信により獲得する。そして、獲得した探索結果を参考にし、対応のあいまいさが大きく局所的な特徴のみでは正確な対応を求めることが困難な部分を集中して解くようにする。

2.2 点対応探索モジュール

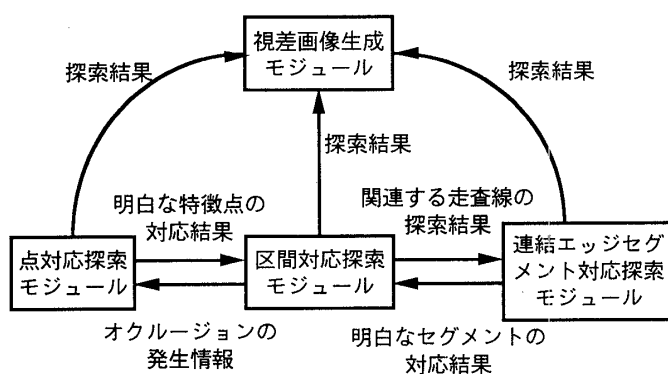
対応点の類似度の評価に濃度値の相関係数を用いる点対応探索法は、奥行き変化の比較的小さいテクスチャ部に有効であるが、濃度値が一樣な部分や、繰り返しパターンが発生している部分に適用すると、相関値が極大をとる点のはっきりせず対応点の位置決定にあいまいさが残る。また、オクルージョン部など、左右両画像間で濃度値パターンの面積が異なる部分に適用すると、相関値が極大をとる点がずれ、対応点の位置決定に誤差を生じる。

点対応探索モジュールは、エッジが存在する部分において対応探索を行い、対応点の決定があいまいでないと判断された部分の探索結果のみを記録する。そして、区間対応探索モジュールに対応の明白なエッジにおける探索結果を供給する。逆に、区間対応探索モジュールからは、オクルージョンの発生に関する情報を獲得し、オクルージョン部における探索を避ける。また、テクスチャ領域には探索が及ぶように、対応点の決定のあいまいさが小さい部分にかぎり、エッジから走査線方向の左右に探索場所を拡張する。

2.3 連結エッジセグメント対応探索モジュール

連結エッジセグメントは走査線に垂直な方向に関して広く画像を捉える特徴であり、これを対応の単位にすることによって、走査線に垂直な方向では大域的に整合性を持った対応を求めることができる。また、高次の特徴の故、類似した特徴の存在をかなり減らすことができ、誤対応を防ぐことができる。

連結エッジセグメント対応探索モジュールでは、連結エッジセグメントの形状および隣接画素の濃度値から対応セグメントを決定するが、それらの情報だけでは決定があいまいになる場合、区間対応探索モジュールの探索結果を参考にする。



矢印は情報の流れを示す

図1 ステレオ対応探索アルゴリズムを統合した視差画像の生成

Disparity from Integration of Stereo Matching Algorithms

Masaki Watanabe¹, Yuichi Ohta¹, Katsuo Ikeda²

1: University of Tsukuba, 2: Kyoto University

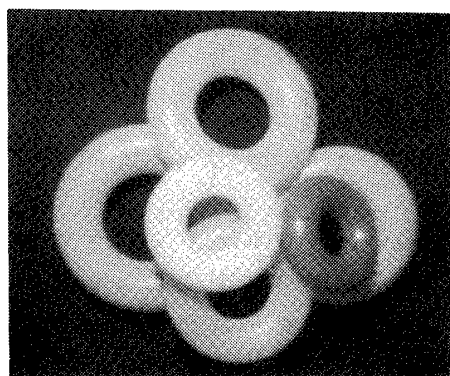
3. 視差画像の生成

三つのステレオ対応探索モジュール全体をみると、走査線内で整合性を持つ区間対応探索モジュールと、走査線外に整合性を持つ連結エッジセグメント対応探索モジュールが互いに情報を取り入れ合うことで、画像全体にわたって整合性を持つ対応結果を得ることが期待される。また、点対応探索モジュールでは、エッジ部のみならず、テクスチャ部の対応結果も獲得されることが期待できる。これら三つのステレオ対応探索モジュールにおいて求められた探索結果は、視差画像生成モジュールが通信により獲得し、視差画像生成モジュール内において融合する。

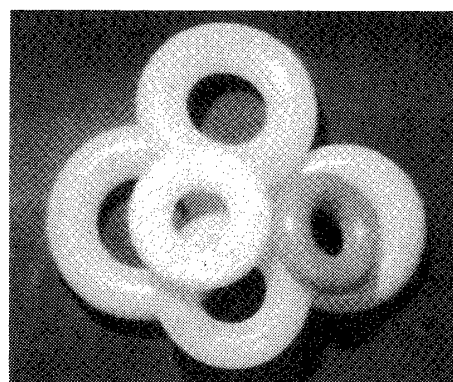
前述の通り、本手法が採用した三つのステレオ対応探索アルゴリズムはそれぞれ異なる特性を持っているので、誤対応の発生率、対応点の位置決め誤差などの違いにより、実際には三つの探索結果は等しくならない。この場合、三種の結果を融合するためには、各探索結果を評価し調整する必要があると考える。

各探索結果を評価する信頼度は、事前に評価できるような処理環境やアルゴリズムの特性に従って判断する方法も考えらるが、実際の処理状況を柔軟に反映するためには、アルゴリズムの適用時における処理状況に従って算出すべきだと考える。本手法では、探索結果の信頼度を対応点決定におけるあいまいさから定めるようにしている。すなわち、区間対応探索法では対応させた区間のコスト、点対応探索法では相関係数の極大値および次候補との差、また、連結エッジセグメント対応探索法では対応セグメントの候補数および区間対応探索モジュールからの支持率、に基づいて探索結果の信頼度を定める。

各ステレオ対応探索モジュールにおいて算出された信頼度は、探索結果と共に視差画像生成モジュールに引き渡し、視差画



(a) 左画像



(b) 右画像

図2 原画像

像生成モジュールは添付された信頼度を考慮して、探索結果の融合を図る。

4. 実験結果

本手法をメモリ共有型並列計算機Sequent社S81上に構築し、その有効性を調べた。計算機上での実現においては、各モジュールを、質問を受信するプロセスとアルゴリズムを実行し返答するプロセスの2種類のプロセスから構成した。また、モジュール間の通信はメッセージキューを用いた通信機能を利用している。

実験には2台のCCDカメラにより撮像したステレオ画像を用いている。そのうち、図2にドーナツ状の6個の積木を撮像した原画像(273×330)を、また、図3に三つのアルゴリズムにより求められた探索結果および視差画像生成モジュールにおいて融合された結果を示す。ただし、図3に示した融合結果は各対応探索アルゴリズムにおける決定のあいまいさを考慮したものではなく、三種の探索結果を単純平均して得たものである。求められた視差は濃度値に置き換えて表示した。

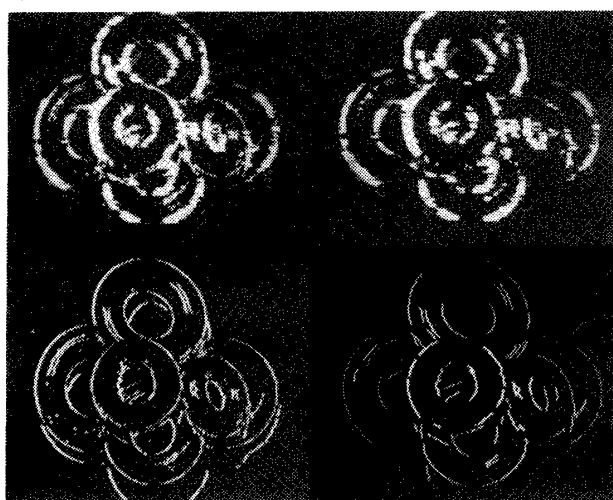
5. むすび

ステレオ視における視差画像の生成において、異なる画像特徴の対応を求める三つのステレオ対応探索アルゴリズムを統合して用い、その結果を融合するという手法について述べた。また、本手法を並列計算機上に構築して行った実験結果は、本手法の有効性を示し、異なるステレオ対応探索アルゴリズムを用いることの重要性を示した。

なお、本研究の一部は昭和63年度稲森財団研究助成金による。

参考文献

- 1) 大田, 正井, 池田: 動的計画法によるステレオ画像の区間対応法, 信学論, Vol. J68-D, No. 4, pp. 554-561 (1985).
- 2) Moravec, H. P.: Visual Mapping by A Robot Rober, Proc. of 6th IJCAI, Vol. 1, pp. 598-600 (1979).
- 3) 渡辺, 大田, 池田: ステレオ対応探索アルゴリズムの有機統合, 情処研報, CV-54-3 (1988).
- 4) 渡辺, 大田, 池田: 画像理解のための並列処理環境, 信学技報, PRU87-76 (1987).



左上: 融合結果 右上: 点対応結果
左下: 区間対応結果 右下: 連結エッジ対応結果

図3 視差画像