

顕著度を利用したシミュレーテッドアニーリング法による
両眼立体視

7M-3

嶋崎真一、金子俊一、本多庸悟
東京農工大学工学部

1. 目的

本研究の目的は、両眼立体視における特徴の対応処理に、シミュレーテッドアニーリング (Simulated Annealing; SA) 法を導入し、さらに特徴の「顕著度」による状態遷移の戦略を新たに提案することにより、計算の効率化および対応率の向上を検討することである。

SA法は組合せ最適化問題の確率的解法であり、従来の二次評価関数の勾配に基づく降下法では扱えない評価関数を持つ問題や、局所解が多く存在する問題などに対する有効な手法として知られており[1]、両眼立体視の対応問題への応用も報告されている[2]。しかしながら、大域的最適解への収束時間に問題がある。

本研究では、状態遷移のために特徴の顕著度[3]を利用する戦略を提案し、収束性や対応率の改善などについて検討する。

2. SA法

図1にSA法の基本的な手続きを示す。本研究では、連結したエッジ点 (エッジセグメント; ES) を特徴とする。左右のES集合の画像の組合せを状態 x とする (対応リストとして表現できる)。コスト関数を $F(x)$ 、制御パラメータを $T (\geq 0)$ とすると、次の状態 $x + \Delta x$ へ遷移するための条件は次の二つのいずれかである。

$$(1) \Delta F = F(x) - F(x + \Delta x) < 0 \quad (1)$$

$$(2) \Delta F > 0, \text{ かつ, } r \leq 1/Z \cdot \exp(-1/T \Delta F) \quad (2)$$

($0 \leq r \leq 1$ は一様乱数)

条件(1)は直接コスト関数の減少を意図する。条件(2)は大域的収束を狙ったものであり、たとえコスト関数は増加しても、ある確率で状態遷移

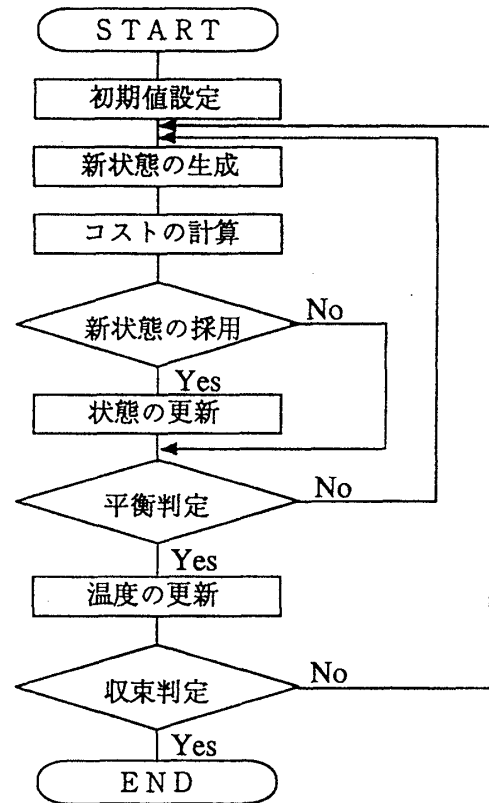


図1 処理の流れ

を実行することを示す。

コスト関数はすべての対応における個別の照合の尺度を表す相違度の和である。個別の相違度はDP照合法によって算出する。

$$F = \sum d(L_i, R_i) \quad (3)$$

ここで、 L_i, R_i はESナンバー、 $d(L_i, R_i)$ は L_i, R_i のDP照合コストである。

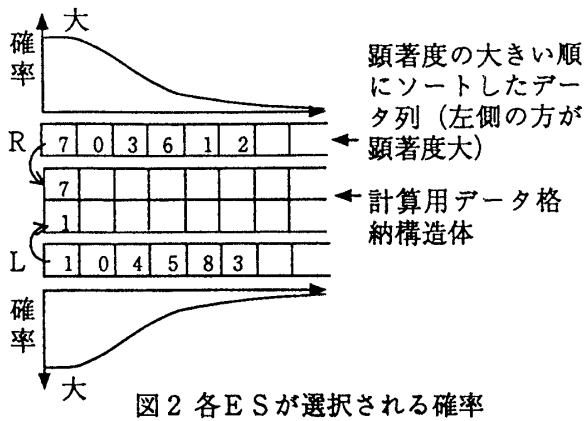
冷却戦略として次式の戦略を用いる。

$$T = T - \Delta T, \quad \Delta T = c / \log(k) \quad (4)$$

ここでは処理の簡略化のために、平衡状態の確認は行わず、固定回数の状態更新の後、制御パラメータ T の更新を行う。

処理の流れを図1に示す。

Binocular Stereo based on Prominency Criterion and Simulated Annealing,
Shinichi Shimazaki, Shun'ichi Kaneko, Tsunenori Honda,
Tokyo University of Agriculture and Technology.



hN_i は長さ, hG_i はゼロ交差勾配, hC_i は曲性値を表す。 S_*^2 は分散, S_{ab} は共分散を表す。 $h=L,R$ 。この M_i^2 を用いて顕著度 P_i を次のように定義する。

$$P_i = M_i \times \left(\frac{A_i}{\bar{A}}\right)^2 \quad \text{ただし,} \quad A_i = V_i \times H_i \quad (6)$$

ここで, V_i, H_i はそれぞれESの外接長方形の縦, 横の長さである。

4. 状態遷移の戦略

顕著度を用いたアルゴリズムを次に示す。

- (a) 顕著度の大きいESを図2のような確率でR, Lから選択し, 組み合わせてコスト計算をする。
- (b) 総コスト低下率が鈍くなったら, ある閾値以下のコストを有するES対を顕著度のデータ列から削除する。
- (c) (a),(b)をある回数行った後, 通常の状態遷移を行う。

5. 実験

奥行き異なる対象物を, ステレオカメラ(基線長約100mm)で撮像した。図3, 4は左右エッジ画像である。このエッジ画像からESを抽出し, この処理画像にSA法のアルゴリズムを適用する。得られた視差を図5に示す。

6. まとめ

単純にESの組合せ問題として対応処理を行うと, コスト関数の問題で対応率を上げるために時間を要する。これに対し, 顕著度を用いたアルゴリズムに関して, 対応率などの定量的評価は現在検討を行っている。今後は, コスト関数の見直しを含めて, 対応率の上昇を検討する。

参考文献

[1]P.J.M.van Laarhoven & E.H.L.Aarts:"Simulated Annealing :Theory and Applications",Kluwer Academic Publishers (Holland) (1987) (book).
 [2]S.T.Barnard:Stochastic Stereo Matching over Scale,International Journal of Computer Vision,3,pp.17-32(1989).
 [3]金子, 大町, 本多:両眼視奥行き計算への顕著度エントロピーに基づくエッジセグメントグループの構造化の導入, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J75-D-2, No.10, pp.1649-1659(1992).

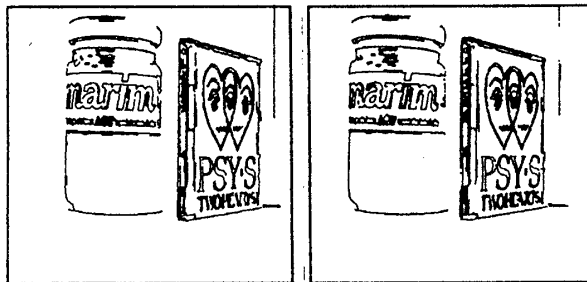


図3 左エッジ画像

図4 右エッジ画像

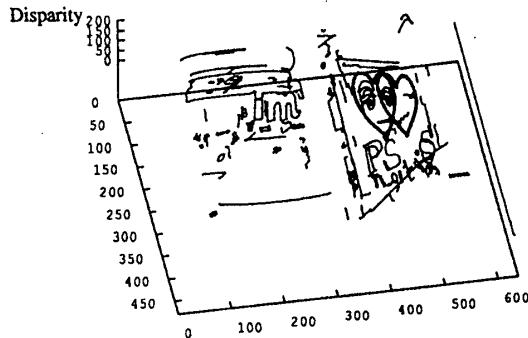


図5 視差マップ

3. 顕著度

特徴空間の中で相対的に目立つESを検索するために, 顕著度と称する尺度を定義する。まず, 特徴量からマハラノビス距離 M_i^2 を求める。

$$M_i^2 = \left[hN_i - \bar{hN}, hG_i - \bar{hG}, hC_i - \bar{hC} \right] \cdot$$

$$\begin{bmatrix} S_N^2 & S_{NG} & S_{NC} \\ S_{NG} & S_G^2 & S_{GC} \\ S_{NC} & S_{GC} & S_C^2 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \left[hN_i - \bar{hN}, hG_i - \bar{hG}, hC_i - \bar{hC} \right] \quad (5)$$