

粒子情報に基づく評価関数を用いた粒子追跡アルゴリズム

小林央¹, 内野亮², 吉野大空²,

1: 東レエンジニアリング株式会社, www.toray-eng.co.jp

2: 東レ株式会社, www.toray.co.jp

追跡における課題として、明るさにムラのある面に浮かぶ粒子を精度良く抽出する方法と、不規則な挙動を示す粒子の中から対象粒子との一致を判定する方法の構築があった。我々は、輝度の分水界処理と粒子情報の評価関数化によって、粒子追跡を実現した。

1. 開発の方針

サンプル画像（白黒）を確認したところ、粒子部分は暗部（黒）、背景部分が明部（白）で構成されていた。1サンプル（20枚）の中で指定した粒子を画像ごとに追跡することに対して、筆者らは以下の手順を開発の方針とした。

- ① 画像内で粒子部分を抽出
- ② 抽出した粒子から追跡粒子を特定

上記の方針に対して、画像処理には①においては、背景と粒子の明暗差から2値化処理を用いること、②においては、抽出した粒子の形状や前画像からの移動距離を基に特定することで検討した。

2. 開発の課題

前項1.の方針を基に検討したところ、各手順において課題が見つかり、対策となる画像処理を検討した。検討結果を次の表1に示す。

表1 各課題に対する検討結果

手順	課題	対策	期待効果
①粒子部分を抽出	密接した粒子同士を1つの粒子(塊)として抽出する	元画像における輝度の分水嶺(Watershed)を抽出し、2値化画像から差分する	密接した粒子同士も粒子各々を個別に抽出
②追跡粒子を特定	粒子や画像により移動距離が異なり、距離だけでは粒子を特定できない。	粒子部分の平均輝度、画像面積、移動距離を元に評価関数を算出	複数の情報で粒子間を比較し、粒子の照合精度を向上

3. 粒子追跡画像処理アルゴリズム

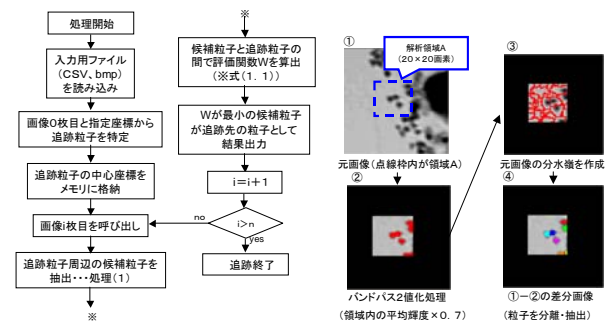
前節2.の表1で提案した対策に基づき、画像処理アルゴリズムを構築した。次の図1にアルゴリズムの概要をフローチャート図にて示す。

た図1において、(a) 処理アルゴリズムの中段部処理(1)について粒子抽出過程を図1(b)に示す。図1(b)より、元画像の輝度分水嶺を用いて差分することで、課題であった密接した粒子を個々に抽出できることが判る。また、候補粒子からの追跡

先の特定には追跡粒子と、候補粒子の間で、次の式(1.1)に示す評価関数を計算し、Wが最小である候補粒子を、追跡先の粒子と特定し、粒子追跡を実施した。

$$W = (Distance_n \times const_D) + \left(\left(\frac{mean_n - mean_0}{mean_0} \right) \times const_A \right) + \left(\left(\frac{area_n - area_0}{area_0} \right) \times const_S \right) \dots (1.1)$$

Distance_n: 前回結果と対象粒子の距離
 mean_n: 対象粒子の平均輝度
 mean₀: 前回結果の平均輝度
 area_n: 対象粒子の面積
 area₀: 前回結果の面積
 const_D: 距離の評価係数
 const_A: 輝度変化率の評価係数
 const_S: 面積変化率の評価係数



(a) 処理アルゴリズム (b) 処理(1)適用例

図1 処理アルゴリズム

4. 追跡テスト結果

次の表2に追跡テスト結果を示す。

表2 追跡テスト結果

成功率	正解が提示された粒子	9個/12個(75%)
	任意の粒子を追跡	18個/24個(75%)
計算時間[msec/画像]		53

CPU: IntelCeleron 1.9GHz OS: WindowsXP

メモリ: 1GB 画像処理ライブラリ: HALCON 8.0

評価係数: const_D=1.0, const_A=const_S=8.0

5. 参考文献

[1] 株式会社LinX 画像処理システム事業部: HALCON 活用法, 2004.10.1