

# 撮像画像による物体堆積量の推定に及ぼす障害物の影響評価

田村研究室 石井 寿和 吉田 諭

## 1. はじめに

本研究ではネジ等の大きさと形状が同一の小片が堆積した状態の撮像画像からその堆積量の推定を試みる。推定に用いる特徴は、画像用非線形フィルタ群である形状通過型フィルタ[1]を用いて抽出した微小な形状特徴(図1)とし、抽出した形状の種類と量により、堆積量の推定式を構築する。単一種類の要素が堆積した状態からはすでに十分な精度での推定が可能であった[2]が、画鋸を対象とし、輪ゴムを対象物を覆い隠す障害物とした混合画像からの推定を行い、そこから推定精度に及ぼす障害物の影響を評価し、混合物体における対象物の堆積量を高精度で推定する手法を確立する。

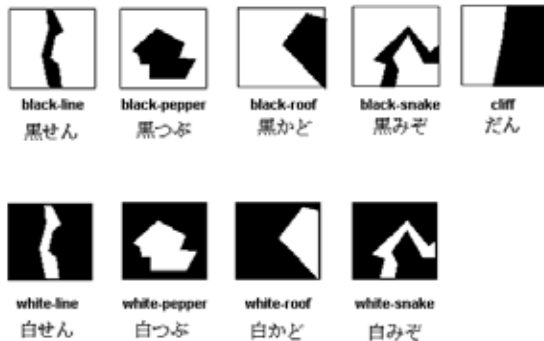


図1 基本形状特徴要素

## 2. 推定実験の手順

計測の対象を画鋸、それを覆い隠す障害物を輪ゴムとし、指定の箱(120mm×175mm)にこれらの物体を堆積させてデジタルカメラ(PENTAX OPTIO S55)で撮像する。実験に用いるサンプル画像として、輪ゴムを50個から250個まで50個刻みに増やしていった5段階、画鋸を50個から400個まで同様に増やしていった8段階の堆積段階に分け、それ

ぞれの各段階を組み合わせた計40種類別に各30枚、計1200枚を用意した。また、まんべんなく堆積数が散布した画像を計286枚用意した。サンプル画像の他に、推定式の当てはまりを確かめるための評価用画像を計164枚用意した。図2は撮像した画像例のひとつである。

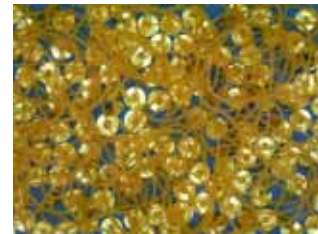


図2 サンプル画像例

堆積量の推定を行うには、推定に必要な撮像画像を形状通過型フィルタにかけ、各形状特徴を抽出した出力画像を得る。その出力画像に含まれている形状特徴の量を表す抽出量としてR.M.S(root mean square)値を用いる。これは出力画像の各画素の濃度の二乗値の平均の平方根である。このR.M.S値を基に対象物堆積量の推定式を構築していく。推定式の構築にはF-in、F-outをとともに2と設定した増減法の重回帰分析[3]を用いる。説明変数は形状特徴の種類が9種類、微小形状の大きさが、5×5、7×7、11×11、15×15、21×21ピクセルの5サイズ分の計45、目的変数は画鋸の個数である。得られる推定式は、次のような線形結合式である。

$$y = (a_0 x_0) + (a_1 x_1) + (a_2 x_2) + \dots + (a_n x_n)$$

$x_0 \sim x_n$  は分析によって選択された抽出量、

$a_0 \sim a_n$  はその係数である。nは重回帰分析で選択された適切な要素数である。

### 3. 障害物の影響評価

混合画像からの対象物堆積量を推定する際、障害物の堆積量による推定精度への影響を、重回帰分析の結果得られた自由度修正済み決定係数の推移により調べた。障害物である輪ゴムの堆積数が 50 個、100 個、...、250 個のように、個数が 50 個区切りとなる 5 種類の堆積画像群から判断を行う。障害物堆積量別に自由度修正済み決定係数を比較した結果が図 3 である。

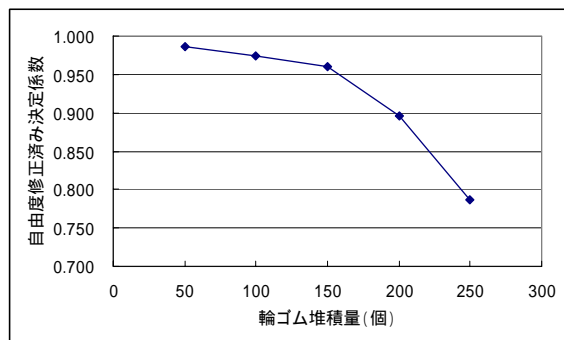


図 3 障害物堆積物別、自由度修正済み決定係数

図 3 から輪ゴムの堆積量が 150 個を超えた時点で推定が困難になる事がわかる。この輪ゴム 150 個が画像中に占める面積の割合を求めたところ、画素数の 89.3% を占めていた。これは、輪ゴム 150 個だけの堆積画像 30 枚から、それぞれの総面積値の平均値を求めた事により確認した。これは、障害物の堆積量が撮像画像の約 9 割程度を超えなければ対象物堆積量の推定を行うことが可能であるという事を示す。そこで、堆積個数がまんべんなく散布した撮像画像のうち、障害物堆積量が画面の 9 割を超えないもののみを用いて対象物堆積量の推定を行ったところ、実値と理論値との誤差が 95% の信頼区間で  $\pm 56.897$  個という誤差の少ない結果となった。このときの推定式の具体的な係数を表 1 に示す。

表 1 構築した推定式の偏回帰係数

形状特徴・サイズ	偏回帰係数		
黒つぶ-5	23.040378	黒せん-15	-7.1304383
黒みぞ-5	59.0044451	黒つぶ-15	-4.1147389
黒かど-5	-15.94277	黒みぞ-21	3.52994476
白かど-7	9.54094709	白かど-11	-8.4063786
白みぞ-11	-10.568678	白かど-15	4.32283803
白つぶ-15	6.72664955	定数項	-31.275237

### 4. 推定における背景画素の影響

これまで、形状通過型フィルタで抽出した R.M.S 値のみを用いて推定を行っていたが、撮像画像の内、物体の写っていない背景画素を特徴として用いることでも推定が可能なのではないかと考えられる。そこで背景画素が堆積量の推定に有効であるかを確認するために形状通過型フィルタで抽出した R.M.S 値の他に背景画素数を加えての推定、背景画素数の平方根値を加えての推定、その両方を加えての推定、と 3 通りの分析を行った。その結果、3 通りの分析結果ともに推定の誤差にあまり差が見られなかった。これは、背景画素を加えての推定を行っても推定結果に影響が無いということを示す。

### 5. まとめ

本研究のこれらの実験結果から複数種類の混合物体堆積量からの対象物推定を行った際、障害物の堆積量が撮像画像の約 9 割程度の量までであれば十分な推定が可能であるということがわかった。また、背景画素数は物体堆積量の推定に関係性がなく、形状通過型フィルタによる物体堆積量の推定は有効性が高いと言える。本研究では対象物を画鋸、障害物を輪ゴムとしたが、本研究の手法を用いれば、他の物体においても堆積量の推定を行うことが可能である。

### 参考文献

- [1]田村 仁,阿刀田央一,「自然なテクスチャの特徴抽出用形状通過型非線型フィルタバンク」, 信学論 D-II,J82-D-II,12,pp.2260-2270,1999-12.
- [2]田村 仁,酒井 憲司,「撮像画像による物体堆積量の計測手法」,電学論 C, 124 巻 3 号,2004
- [3]奥野 忠一,芳賀 敏郎,矢島 敬二,奥野千恵子,橋本 茂司,古河 陽子,「続 多変量解析法」 日科技連出版社 1976-03