

遺伝的アルゴリズムの適用による キズ検出アルゴリズムのパラメータ調整法

糸山 修一[†] 河村 圭^{††} 藤田 悠介^{††} 加藤 彬^{††}

山口大学[†] 山口大学大学院^{††}

1. はじめに

自動車製造において、自動車ボディの外観検査は、人間の目視により行われている。しかし、目視検査には、個人差による判定のぶれなどの多くの問題があることから、外観検査の自動化が強く求められている。

本論文では、著者らが提案した線キズ検出アルゴリズム (以下、本アルゴリズムと記す) [1] のパラメータ調整に関する研究を行った。本アルゴリズムは、グレースケール変換、LoG (Laplacian of Gaussian) フィルタ、2 値化、ノイズ除去によって構成される。これらの処理に付随するパラメータの調整は、大規模な組み合わせ最適化問題となり、その最適なパラメータを探索することは困難である。このため、大局的な解探索能力に優れているといわれる遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) (以下、GA と記す) をパラメータ調整に適用した。

2. 線キズ検出アルゴリズム

本アルゴリズムは、以下に示す処理手順でキズの検出を行った。

- A) グレースケール変換
- B) LoG フィルタ
- C) 2 値化
- D) ノイズ除去

本アルゴリズムは、まず、カラー画像として撮影された車ボディの一部の画像をグレースケール画像に変換する。次に、LoG フィルタにより、輝度値の変化が大きい部分 (エッジ) を抽出する。LoG フィルタの調整パラメータは、 σ (標準偏差) である。次に、LoG フィルタをかけた画像に対して閾値 (Threshold) を設け、キズ候補とそれ以外のボディの素地部分に分ける。その後、閾値 (Mingray) によって、キズ候補

の中でも特にエッジの強い部分を新たなキズ候補とし、それ以外をノイズとし、除去する。ここで、キズ候補とそれ以外の 2 値画像を作成する。最後に、2 値画像中の領域面積に対し、閾値 (Minsize) を設け、この値より小さい領域はノイズとして除去する。

3. 遺伝的アルゴリズムの適用

自然界の生物の進化を模倣した GA は、大局的な解探索能力に優れているといわれ、最適化手法として用いられる。

3.1. コーディング方法

本研究におけるコーディング対象は、本アルゴリズムの処理に付随するパラメータである。コーディング方法は、前項で述べた 4 つのパラメータの定義域によって表 1 および図 1 に従う。例として、 σ のコーディング方法を記述する。本研究では、 σ の定義域を 0.5~4.0 とし、きざみ幅を 0.5 とする。そのため、とりうる値の個数は 8 個となることから、遺伝子として必要なビット数は 3 ビットとなる。

3.2. 個体の評価

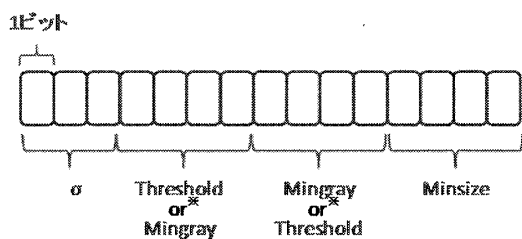
本 GA の個体の評価は、教師画像と、個体として表現されたパラメータによって処理された処理画像を比較して行う。ここで評価関数を式 (1) に示す。本式中のノイズとは、キズ以外で抽出された領域である。また、素地部分とは、キズ以外の背景部分である。

$$f = 1.0 - \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{\text{ノイズ}}{\text{素地部分}} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\text{欠損}}{\text{キズ部分}} \right)^2} \quad (1)$$

4. 実験

本研究では、3 色のタンクキャップ上のキズ検出に GA を適用した。GA のパラメータは、交叉率を 0.8、突然変異率を 0.2、世代数を 100、さらに 1 世代あたりの個体数を 50 とした。なお、GA は 5 回試行し、この中で、最も評価値の高い個体に対応する本アルゴリズムのパラメータを

Development of Automobile Body Scratch Detection Algorithm using Genetic Algorithm
Shuichi ITOYAMA[†], Kei KAWAMURA^{††}, Yusuke FUJITA^{††}, Akira KATO^{††}
[†]Yamaguchi University, ^{††}Graduate School, Yamaguchi University



※制約条件 Threshold ≤ Mingray より

図 1 個体表現

表 1 個体とパラメータの対応表

パラメータ	ビット数	定義域	きざみ幅	個数
σ	3	0.5~4.0	0.5	8
Threshold	4	0.0~3.0	0.2	16
Mingray	4	0.0~3.0	0.2	16
Minsize	4	0~150	10	16

表 2 試行錯誤によるパラメータ調整結果と評価値

色	σ	Th*	Mingray	Minsize	評価値
黒	2.0	1.2	1.5	80	0.978
緑	2.0	0.8	1.5	80	0.870
赤	2.0	1.0	1.5	80	0.860

※Thresholdを示す

表 3 GAによるパラメータ調整結果と評価値

色	σ	Th*	Mingray	Minsize	評価値
黒	4.0	0.4	1.4	30	0.999
緑	4.0	0.4	0.8	80	0.996
赤	3.5	0.6	1.4	40	0.939

※Thresholdを示す

最適解とした。また、GAでの処理結果を検証するため、人間の試行錯誤によるパラメータ調整も行い、GAで用いた評価関数(式(1))により評価を行った。

表2および表3には、人間の試行錯誤およびGAにより得られた本アルゴリズムのパラメータ調整結果と得られた画像の評価値を示す。また、図2および図3には、それぞれ黒のタンクキャップの原画像および教師画像を示す。ここで、教師画像の5つの黒い横線がキズとして抽出すべき対象である。なお、他のタンクキャップにおいても、同じような位置にキズが存在する。ただし、緑のタンクキャップにおいては最下部のキズは存在しない。

図4から図9には、黒、緑、赤のタンクキャップに対する、人間の試行錯誤による処理画像およびGAの結果により得られた処理画像を示す。黒のタンクキャップでは、人間の試行錯誤およびGAの結果により得られた処理画像は、



図 2 原画像(黒)

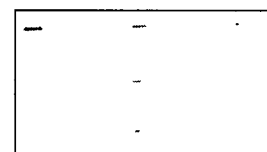


図 3 教師画像(黒)

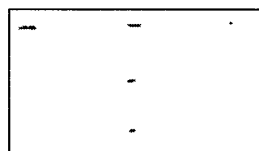


図 4 試行錯誤で得られた画像(黒)

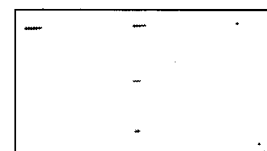


図 5 GAで得られた画像(黒)

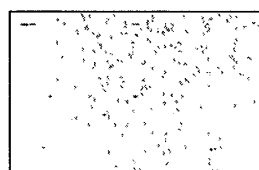


図 6 試行錯誤で得られた画像(緑)

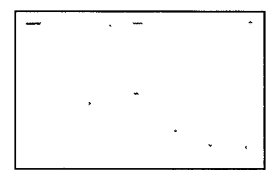


図 7 GAで得られた画像(緑)

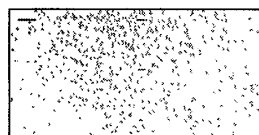


図 8 試行錯誤で得られた画像(赤)

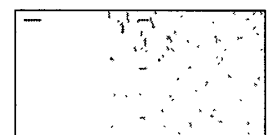


図 9 GAで得られた画像(赤)

どちらもキズを検出できているため、本アルゴリズムで容易にキズを検出できるといえる。緑のタンクキャップでは、人間の試行錯誤の処理結果より、GAの処理結果の方が良好であるため、GAの適用の有用性を示した。ここで、赤のタンクキャップの結果を見ると、人間の試行錯誤およびGAでのパラメータ調整ともに、ノイズが多く出ているため、本アルゴリズムではキズ検出が不可能であるといえる。

5. おわりに

本実験結果は、GAによるパラメータ調整の有用性を示した。また、GAの適用により、本アルゴリズムのキズ検出性能の限界を検証できた。

参考文献

- [1] 加藤彬, 河村圭, 藤田悠介, 浜本義彦, 画像処理による自動車ボディのキズ抽出に関する基礎的研究, 情報処理学会全国大会公演論文集第71回, 2-395-2-396, 2009