

遺伝的アルゴリズムを用いた キズ検出アルゴリズムの性能評価に関する研究

糸山 修一[†] 河村 圭[†]山口大学大学院[†]

1. はじめに

自動車ボディなどの塗装鋼板上の不良の外観検査は、目視検査により行われている。しかし、目視検査には、疲労による判定精度の低下などの多くの問題があり、不良流出の防止や品質の改善を目的として、外観検査の自動化が強く求められている。そこで、著者らは、画像処理によるキズ検出に関する研究を進めている。既存の研究では、キズ検出アルゴリズムのパラメータ調整に遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) (以下、GA と記す) を適用した[1]。しかし、キズ検出アルゴリズムの改良を進めた場合、改善前のアルゴリズムと比較して、どのような特徴があるかを明確にする手段がなかった。そこで、本研究では、異なった手法のキズ検出アルゴリズムの性能評価および検出の限界を測るために、GA を適用し視覚的に確認可能とした。具体的には、GA の評価関数に用いるノイズおよび欠損の割合を利用し、アルゴリズムの特徴および性能評価を行う。

2. キズ検出アルゴリズム

本研究では、2 通りのキズ検出アルゴリズムを用いた。これらのキズ検出アルゴリズムは、ともに以下に示す処理手順でキズ検出を行う。

- 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

ここで、アルゴリズムの違いは、2 値化における閾値法である。一方のキズ検出アルゴリズム (H1) は、固定閾値法による 2 値化であり、もう一方のキズ検出アルゴリズム (H2) は、動的閾値法による 2 値化である。表 1 には、これらのアルゴリズムに付随するパラメータを示す。なお、グレースケール変換における W_r , W_g , W_b は、それぞれカラー画像における R,G,B に対する重みである。LoG フィルタにおける σ は、

標準偏差であり、LoG フィルタのフィルタサイズおよびフィルタ中の重みに影響する。H1 の 2 値化における Threshold および Mingray は、それぞれ画素値に対する閾値とエッジの強さに対する閾値である。また、H2 の 2 値化における SIZE は、動的に閾値を確保するための局所領域の大きさであり、Offset は、局所領域の平均値からの差による閾値である。さらに、ノイズ除去における Minsize は、キズ候補領域の面積の大きさに対する閾値である。

3. 遺伝的アルゴリズムの適用

GA は、自然界の生物の進化を模倣した、大局的な解探索に優れた最適化手法である。以下では、キズ検出アルゴリズムのパラメータ最適化への GA の適用手法について、具体的に記述する。

3.1. 個体表現

図 1 には、本 GA における個体表現を示す。個体は、H1, H2 ともに 22 ビットとした。このため、パラメータの組み合わせは、およそ 420 万通りである。

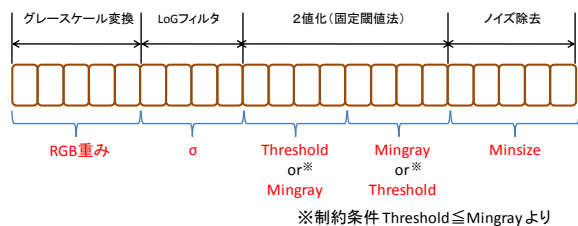
3.2. 個体の評価

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、本研究で用いた評価関数を式 (1) に示す。本式中のノイズ率は、キズ以外の素地領域画素中のノイズの画素の割合である。また、欠損率は、キズ領域画素中における、キズの欠損画素の割合である。なお、本アルゴリズムでは、キズ部分が太く抽出され

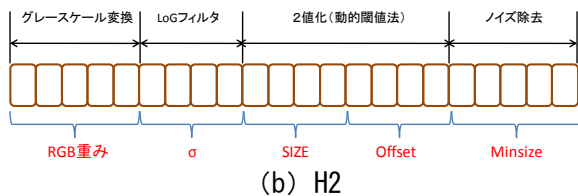
表 1 キズ検出アルゴリズムに
付随するパラメータ

処理手法	H1	H2
グレースケール変換	Wr	
	Wg	
	Wb	
LoG フィルタ	σ	
2 値化	Threshold	SIZE
	Mingray	Offset
ノイズ除去	Minsize	

Performance Evaluation of Automobile Body Scratch
Detection Algorithms using Genetic Algorithm
Shuichi ITOYAMA[†], Kei KAWAMURA[†]
[†]Graduate School, Yamaguchi University



(a) H1



(b) H2

図1 個体表現



図2 原画像

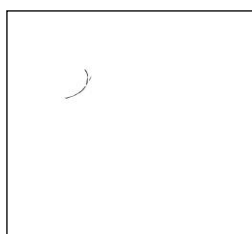
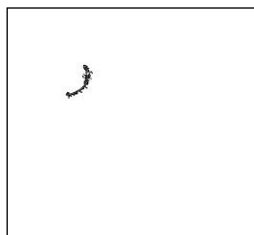
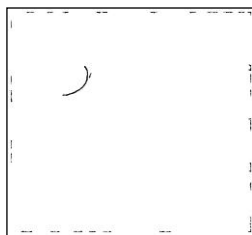


図3 教師画像



(a) H1



(b) H2

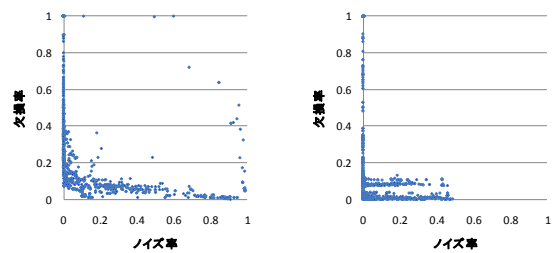
図4 処理結果画像

る傾向があることから、太く抽出した場合も正解画像として評価する工夫を行った。具体的には、教師画像に対して膨張処理を施しキズ部分の正解としての許容範囲を決定し、処理画像と比較する。すなわち、膨張処理を行った教師画像と処理画像を比較することにより、キズ部分またノイズ部の画素数を求める。

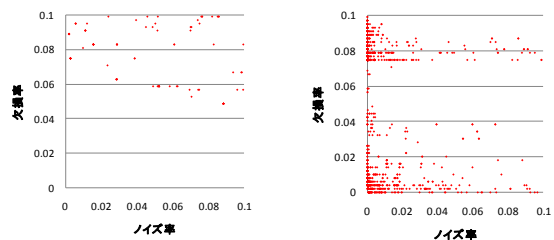
$$(\text{適応度}) = \left(1.0 - \frac{(\text{ノイズ率}) + (\text{欠損率})}{2} \right)^2 \quad (1)$$

4. 実験

本研究では、H1 および H2 それぞれのパラメータ最適化へ GA を適用し、GA の解探索過程（ノイズ率および欠損率の変化）を比較することにより、各アルゴリズムの特徴を明確にした。なお、GA のパラメータは、交叉率、突然変異率、さらに世代数を、それぞれ 0.8、0.2、また 100 とした。さらに 1 世代あたりの個体数および



(a) H1 による結果 (b) H2 による結果
図5 ノイズ率および欠損率



(a) H1 による結果 (b) H2 による結果
図6 ノイズ率および欠損率 (拡大)

試行回数は、それぞれ 50 また 5 回とした。

ここで、図2 から図4 には、原画像、教師画像、および処理結果画像を示す。また、図5 には、H1 および H2 おける GA の解探索結果（試行回数 5 回の全ての探索結果）を示す。さらに、図6 には、図5 のノイズ率および欠損率を 0 から 0.1 の範囲で拡大したものを示す。

図5 より、H1 と H2 の解探索結果を比較すると、H2 の方がノイズ率および欠損率が小さい解を求めている。このため、H2 は、H1 よりキズ検出性能が高いといえる。また、図6 を見ると、H1 は、ノイズ率よりも欠損率が高い。一方で、H2 は、ノイズ率および欠損率が小さい解を求めることができている。H1 と比較して、欠損率を小さくする性能が改善されていることが分かる。このように、キズ検出アルゴリズムの検出性能をノイズおよび欠損の観点より示すことができた。

5. おわりに

本研究では、GA による解の最適化における計算過程のデータを用いることにより、キズ検出アルゴリズム特徴また性能評価を行った。

参考文献

- [1] 糸山修一, 河村圭, 藤田悠介, 加藤彬, 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, 情報処理学会全国大会公演論文集第72回, 2-597-2-598, 2010