

進化的アルゴリズムを利用したコンクリート画像からのひび割れ抽出に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○吉野 孝亮

山口大学大学院 正会員 河村 圭

山口大学大学院 正会員 中村 秀明

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設されたコンクリート施設の老朽化が進み、これらの点検の質また量の改善が求められている。特に、維持管理の基本である目視点検は、時間を要する作業となることから、効率化また省力化を目的とした、画像処理技術の応用が期待されている。しかし、コンクリート表面やひび割れの状態は多様であることから、コンクリート画像からひび割れを抽出する汎用性のあるアルゴリズムの開発が難しい。また、そのアルゴリズムの性能を適切に評価することも重要である。

そこで、本研究では、欠損・ノイズという2つの評価指標と遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm:GA)を用いることで、アルゴリズムの性能を評価する手法を提案する。しかしながら、実際に撮影画像からひび割れを抽出する際において、特に異なった施設の場合は、同じ画像はなく、画像処理パラメータ調整が必要となる。このパラメータ調整は難しく、試行錯誤では時間を要することから、著者らが過去に開発した、対話型遺伝的アルゴリズム (interactive Genetic Algorithm:iGA)を用いたパラメータ調整方法¹⁾を利用する。このように、本研究では2つの進化的アルゴリズム (GA および iGA)を用いたコンクリート画像からのひび割れ抽出法の開発手法を提案する。

2. ひび割れ抽出アルゴリズムと性能評価

アルゴリズムの開発を進めるには、客観的に性能を評価する必要がある。本研究では、アルゴリズムの評価指標として、ノイズ率および欠損率を用いた。ノイズ率とは、教師画像(原画像からひび割れ部分のみを描いた画像)のひび割れ部分以外の背景に対する処理画像の背景に存在するノイズの割合である。また、欠損率とは、教師画像のひび割れ箇所に対する処理画像のひび割れの欠損の割合である。すなわ

ち、ノイズ率また欠損率を小さくする画像処理アルゴリズムが良いアルゴリズムとして評価される。そこで、本研究では、ノイズ率・欠損率の最小化を目的とし、GAにより、ひび割れ抽出アルゴリズムのパラメータ最適化を行った。

3. iGA によるパラメータ調整

本研究では、ひび割れ抽出アルゴリズムに iGA を組み込み、ユーザが主観的にパラメータ調整可能とした。iGA は、GA により自動生成された複数の個体 (処理画像) をユーザが評価を行い、その評価をもとにパラメータの最適化を進める手法である。試行錯誤の様に、直接パラメータの調整は行わないことから、ユーザへの負担が軽減される。

4. ひび割れ抽出実験

4.1 実験概要

本実験では、2つのひび割れ抽出アルゴリズム(AとB)を提案しGAを用いてこれらの性能を比較した。さらに、性能の良いアルゴリズムにiGAを組み込み、iGAによるパラメータ調整の効果を検証した。なお、アルゴリズムAは、「2値化+単純なノイズ除去」で構成される。一方で、Bは、「前処理+2値化+差分処理+複数のノイズ除去」で構成される。ここで、図1には、本実験で利用した画像を示す。

4.2 アルゴリズムの性能評価結果

図2には、原画像A(図1参照)に対する各アルゴリズムのノイズ率・欠損率のプロットを示す。ここで、プロットされた点は、GAが解探索を行った箇所である。さらに、図3の(a)また(b)は、それぞれ、教師画像およびGAにより最適化されたパラメータを利用したアルゴリズムBの処理結果画像を示す。なお、本実験では、GAのパラメータを30個体、100世代に設定した。図2より、アルゴリズムAよりアルゴリズムBの方が、ノイズ率・欠損率のプロットが低い値を示している。このことから、今後、複数かつ

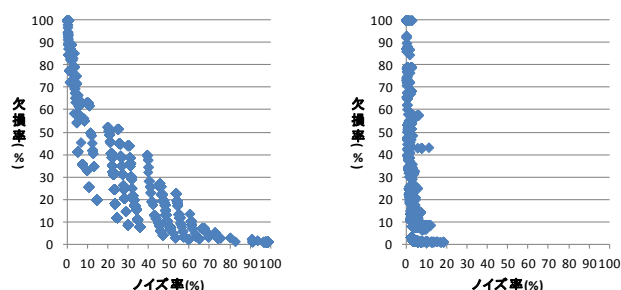
キーワード コンクリート, 外観検査, ひび割れ, 画像処理, 進化的アルゴリズム

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学大学院 理工学研究科 TEL 0836-85-9534

[E-mail:n083ff@yamaguchi-u.ac.jp](mailto:n083ff@yamaguchi-u.ac.jp)



図1 原画像



(a) アルゴリズム A (b) アルゴリズム B
図2 各アルゴリズムのノイズ率・欠損率

多様な画像を用いて検証する必要があるが、現時点では、アルゴリズム B の性能が高いと判断し、アルゴリズム B に iGA を組み込んだ。

4.3 iGA による抽出結果

本実験では、画像処理に精通していない被験者 2 名によってひび割れの抽出を行い、iGA によるパラメータ調整の効果を検証した。また、本実験は、ひび割れおよびコンクリート表面に異なる特徴を持つ 2 つの画像(図 1 参照)を対象に行った。ここで、原画像 A は、背景が暗くひび割れの幅は狭い。一方で、原画像 B は、背景が明るくひび割れ部分がはっきりしている。このように、原画像 A は、ひび割れ抽出の難易度が高く、原画像 B は、ひび割れ抽出の難易度が低い。図 3 および図 4 には、画像 A また B に対する教師画像および各処理結果画像を示す。図 3 より、原画像 A の場合、GA はひび割れ周辺のノイズが多少目立つが、画像中のひび割れ全体を抽出できている。また、iGA は、画像中のひび割れの 8 割程度を抽出できている。一方で、図 4 より、原画像 B の場合、GA および iGA とともに、ひび割れを良好に抽出し、目立ったノイズも存在しない。さらに、図 3 と図 4 を比較すると、iGA では、図 3 のように難易度の高い画像では、ひび割れ全体を抽出することができず、アルゴリズムの改善が必要である。

5. おわりに

本研究では、GA により、ひび割れ抽出アルゴリズム

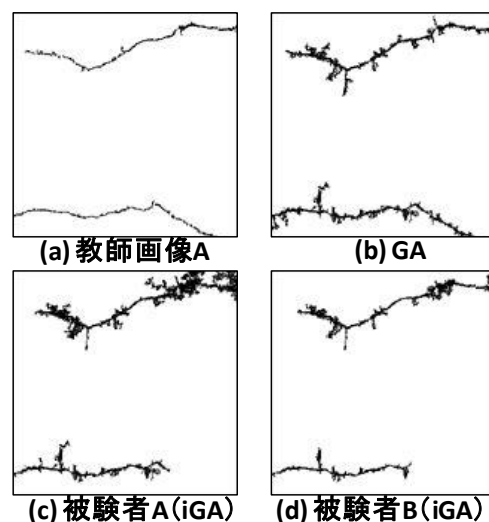


図3 原画像 A に対する各処理結果画像

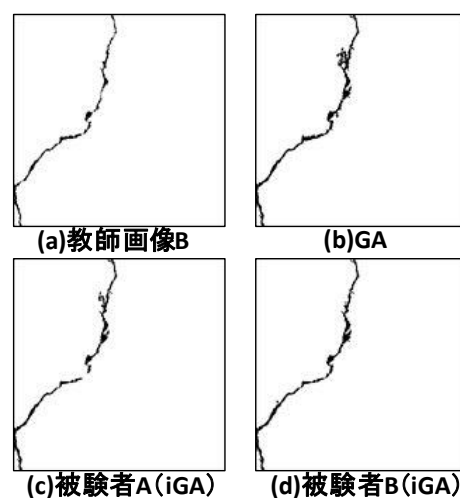


図4 原画像 B に対する各処理結果画像

ムの性能評価を行い、より性能の高い画像処理アルゴリズムへ iGA を組み込み、ひび割れ抽出を行った。

実験結果より、一定の精度でひび割れの抽出が可能であり、ユーザが異なった場合においても、同様の抽出結果を得ることができた。しかしながら、難易度の高い画像では、GA の処理結果と同等の結果を得ることができなかった。これは、ユーザが iGA を用いてパラメータを調整する際に、大きなノイズを避け、ひび割れの多少の欠損を許容しながら処理を行った(多少の欠損はあるが、ノイズが少ない画像を選択した)ことが原因として考えられる。今後は、これらの改善が必要である。

参考文献

- 1)河村圭, 宮本文穂, 中村秀明: 対話型遺伝的アルゴリズムによるデジタル画像からのひび割れ抽出, 土木学会論文集, No.742/VI-60, pp115-131, 2003.9