

進化的画像処理によるデジタル画像からのひび割れ抽出の自動化

山口大学 正会員 ○中村秀明
T I S株式会社 安東克真
山口大学 フェロ-会員 宮本文穂

1. はじめに

著者らは、目視点検の効率化・省力化を行うために、コンクリート表面を撮影したデジタル画像から、発生している変状を自動的に抽出し、それらを変状図として自動生成する点検支援システム¹⁾の開発を最終目標として研究開発を行っている。本研究は、コンクリート構造物の代表的な変状であるひび割れを処理対象としており、画像の特徴量およびその画像の最適な画像処理アルゴリズムを事例として蓄積することにより、それを自動抽出する手法について検討を行ったものである。

2. 自動画像処理によるひび割れ抽出

2.1 GAの適用

画像処理を使ってひび割れを抽出するためには、試行錯誤的に画像処理手法を組み合わせたり、処理順序を変えたりしなければならない。一般に、画像処理順序やパラメータを変えると、同じ画像に対して、異なる処理結果が得られるため、最適な画像処理の手順を試行錯誤的に決定することは容易では

ない。本研究ではこの画像処理手順の探索を組合せ最適化問題として捉え²⁾、GAの適用を行った。

2.2 ひび割れ抽出の自動化

GAを用いて画像処理手順の最適化を行う場合、処理された画像が良いかどうかを判断する評価関数が必要となる。著者らの既存の研究では、人間自らが評価を行うことで評価関数を必要としない対話型のGAを用い、最適化を行っていた。しかしながら、この方法ではシステムへの人間の介入が避けられないため、完全な自動化には至っていなかった。そこで、本研究では、新たに図-1に示すような手順を考案し、ひび割れ抽出の自動化を試みた。

まず、ひび割れ画像に対して教師画像を用意し、GAを使って画像処理フローの最適化を行う。その結果得られた準最適解（ひび割れ抽出に近似最適な画像処理フロー）をデータベース(DB)へと格納する。これと同時にひび割れ画像が持つ画像特徴量をDBへと格納する。この操作を複数の画像に対して繰り返し、画像処理フローの事例をDBに充実させる。

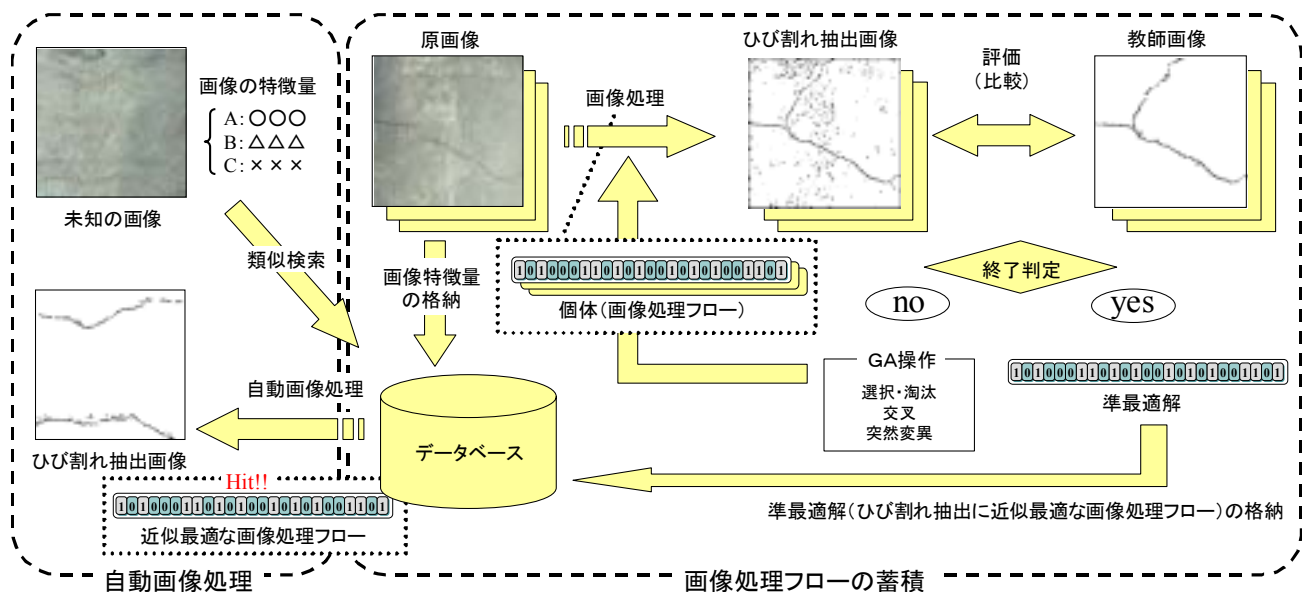


図-1 遺伝的アルゴリズム(GA)を利用したひび割れ抽出の自動化

キーワード ひび割れ抽出, 画像処理, 画像特徴量, GA, 事例データ

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 E-mail : nakamura@design.csse.yamaguchi-u.ac.jp

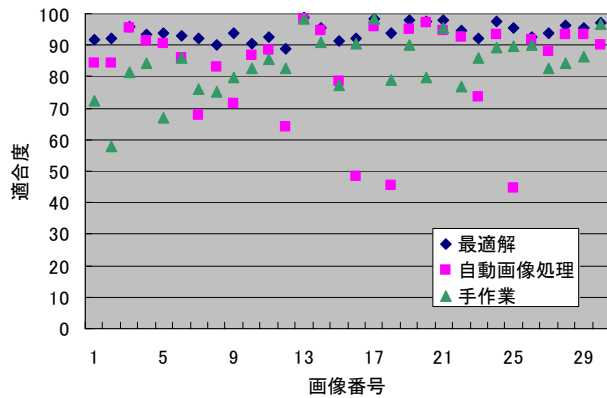


図-2 各出力画像の適合度

あるひび割れ画像からひび割れを抽出するのに最適な画像処理フローは、類似したひび割れ画像に対しても有効であると考えられる。そこで、未知のひび割れ画像に対しては DB 内の類似の画像に対する処理フローを適用することにより、比較的良好なひび割れ抽出画像を得ることが可能となる。

3. 自動画像処理の有効性の検証

3.1 DB への事例の蓄積

DB への画像の蓄積は、30 枚のひび割れ画像と手作業でひび割れのみを完全に抽出した画像（教師画像）を用意し、この教師画像に近づくように、GA によって画像処理手順の最適化を行った。この結果得られた準最適解を DB へと格納するとともに、各ひび割れ画像の画像特徴量を DB へと格納した。画像特徴量は計 44 種類のテクスチャ特徴量を用いている。

3.2 自動画像処理と手作業の比較

検証は、Leave-One-Out 法で行った。DB へ格納するために用意した 30 個のデータの内の 1 つを未知ひび割れ画像とし、残りの 29 個の画像データに対する準最適解と画像特徴量を DB に格納した。この未知のひび割れ画像を対象に、自動画像処理により得られた画像と、画像処理ツールを使って試行錯誤的に人間が手作業によりひび割れ抽出を行った画像との比較を行った。同様な操作を未知ひび割れ画像を変えながら 30 回行った。画像処理の評価は、GA によって得られた画像を最適画像と捉え、自動画像処理と手作業による出力画像が最適画像とどれだけ一致しているかを数値化した。各画像の適合度を図-2 に示し、ひび割れ抽出に掛かった時間を図-3 に示す。

3.3 結果の考察

図-2 を見ると手作業で得られた画像は、最適画像に近いものは少なく、その一方で、自動画像処理に

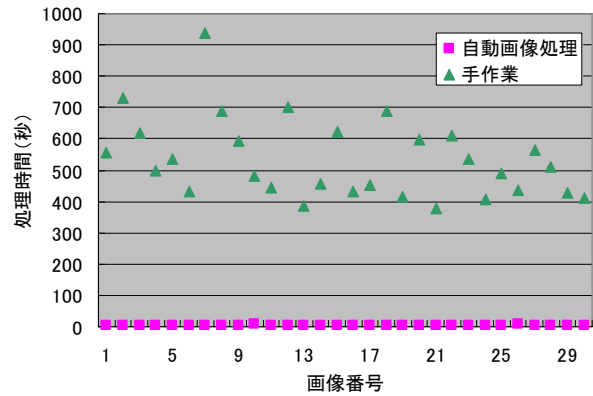


図-3 各出力画像を得るまでに要した時間

より得られた画像は、最適画像に近いものが比較的多く出力されているが、著しく適合度が低いものも存在する。図-3 に示すように画像を出力するまでに要した時間の比較では、自動画像処理が手作業に比べ大幅に短い時間で処理が終了している。これらのことより、手作業によって最適解に近い画像を得ることは難しく、大変な労力を伴うことがわかる。また、自動画像処理はいくつかの問題点を解決し、改善することにより、ひび割れ抽出が十分に可能であることがわかった。

4. まとめと今後の課題

本研究では、デジタル画像処理技術によってひび割れを自動抽出する手法の検討を行うとともに、それらを実現するアプリケーションソフトウェアを開発し、その有効性を検証した。

本研究で得られた成果を以下にまとめる。

- 1) GA と DB を利用した独自の手法により、自動画像処理（ひび割れ抽出）を可能とした。
- 2) 類似度という指標を用い、ひび割れ抽出では、類似度が高い画像と同様の画像処理フローに沿って処理するほどひび割れ抽出の精度が高いという傾向が得られた。
- 3) 自動画像処理は、手作業によるひび割れ抽出画像と比較すると、同様もしくはそれ以上に良い結果を得るものが多いことがわかった。さらに、両者のひび割れ抽出に要する時間を比較すると、自動画像処理の方が圧倒的に短いことがわかった。

参考文献

- 1) 小出博：特殊用途カメラの研究「画像診断支援システム」開発とその活用、映像情報メディア学会誌，pp. 1-4，1999. 9.
- 2) 長尾智晴：進化的画像処理，昭晃堂，2002. 5. 15