

対話型遺伝的アルゴリズムを用いたコンクリートひび割れ抽出の有効性の検証

山口大学大学院 学生会員○安東克真 山口大学工学部 正会員 河村圭
 (株)西日本情報システム 樋口陽一 山口大学工学部 正会員 中村秀明・宮本文穂

1. はじめに

コンクリート構造物の変状の中にはコンクリート表面に表れるものが多数存在することから、コンクリート構造物の調査には目視点検が多く実施されている。しかし、目視点検においては、スケッチによる変状図の作成は容易ではないことに加え、点検者によって精度が左右されるという問題点がある。そこで、点検者による差異もなく、データの保存も容易であるという利点を持つデジタルカメラを用いた構造物の点検に注目した。本研究では、コンクリート面の画像に種々のデジタル画像処理技術を適用することで、変状を抽出し、変状図を自動作成するシステムの構築を目的としている。

デジタル画像処理では、各画像に対して最適となるパラメータや処理順序を試行錯誤的に発見しなければならず、コンクリート面の画像からひび割れを抽出することは容易ではない。この問題を解決するために、最適な画像処理手順の探索を組み合わせ最適化問題として考え、遺伝的アルゴリズム（GA）を適用した。さらに、最適な画像処理手順の探索に評価関数を設けることは困難であることから、ユーザを最適化プロセスに介入させることで、評価関数を設けることなく、最適化を行うことができる対話型 GA を適用した¹⁾。本年度は、コンクリート面からのひび割れ抽出に対話型 GA を適用したシステム（以下、本システム）を構築し、その有効性を検証した。

2. 画像処理手法を組み合わせたひび割れの抽出

コンクリート面のデジタル画像からひび割れを抽出する作業は、決定的な手法が確立されていない。1つの画像処理だけで、ひび割れのみを抽出することは困難であるため、さまざまな画像処理手法を組み合わせる必要がある。コンクリートひび割れの抽出という特殊な要求に適するように、可変しきい値2値化処理を中心に画像処理の組み合わせを検討し、図1のような処理フローを導出した。



図1 導出した画像処理フロー

3. システムの検証

対話型 GA ではユーザの介入が必須であるゆえに、ユーザの疲労問題が争点となる。どんなに良い解を得ることができるシステムができたとしても、ユーザが多大な疲労を感じては、システムの存在価値はなくなってしまう。対話型 GA を実用化するためには、できる限りユーザの疲労を低減させ、良い解を得る必要がある。そこで、対話型 GA を用いない手作業による方法と本システムを用いた方法の作業効率や疲労度を比較することにより、本システムの有効性を検証するための実験を行った。

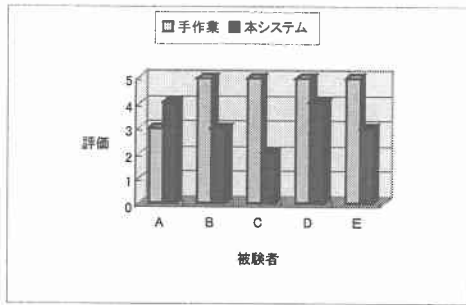
3.1 実験方法

実験は大学生5名に対して行った。各被験者は実験に先立ちシステムの使用方法に関する説明を受け、システムの使用練習を行った後、実験を開始した。実験は、すべての画像処理手法を用いて与えられた画像を手作業で最適化する方法（以下、A法）と本システムを用いて与えられた画像を最適化する方法（以下B法）の2種類で行った。

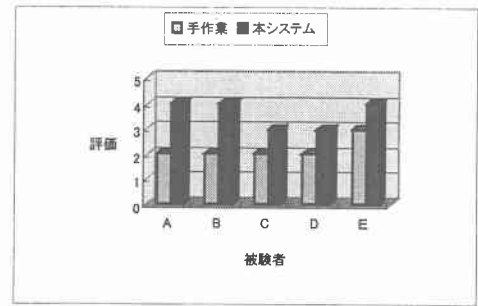
実験終了後に以下の観点から2つの手法を5段階で評価してもらった。

- ・ 出力結果に対する満足度：ひび割れを抽出することができたか。
- ・ 疲労度：疲労を感じたか

3.2 実験結果と考察



(a) 出力結果に対する満足度に関するアンケート



(b) 疲労度に関するアンケート

図2 実験後のアンケート結果

実験とアンケートにより得られた結果からA法とB法を比較し、本システムの有効性を検証した。

<出力結果>

ほとんどの被験者がA法の方がひび割れを抽出できたと答え、B法は低い評価を得た。これは、画像処理手法が少ないので、手作業でも最適化できるほど解空間が狭かったためだと考えられる。

一方で、被験者の中には、B法の方がひび割れを抽出できたと答えた者もいる。これは、B法が画像処理に関する知識を必要としないためであると考えられる。つまり、画像処理に関する知識が乏しいユーザには、A法によるひび割れの抽出は困難であるが、B法においては提示された画像を評価するだけでひび割れを抽出することが可能であるため、より良い出力を得ることができたと考えられる。

<疲労度>

すべての被験者が、A法に比べ、B法は疲労度が高いという評価を下した。これは、表1に示す処理に要した時間からもわかるように、B法は多大な時間を必要とするため、被験者は疲労を感じたと考えられる。必要とする時間の多くは、世代ごとに複数の画像を処理し、提示するための時間である。その度に被験者は待つことになり、心理的な疲労をも感じてしまったと考えられる。

表1 各処理に要した平均時間

	処理に要した時間
手作業	3分42秒
本システム	15分7秒

現段階では、B法は画像処理に関する知識が乏しいユーザに対してのみ有効であり、A法の方が効率が良い。しかし、以下に述べる思案を実現できれば、B法はひび割れ抽出に有効となると考えられる。

①対話型GAの処理時間の短縮

B法では、画像処理を施してユーザに提示するまでに多くの時間を要した。この処理時間の長さがユーザの心理的疲労を生み、システムの有効性を減少させていた。そこで、処理時間の短縮をはかり、ユーザの疲労を少しでも低減させる必要がある。

②画像処理知識のデータベースへの格納とその利用

過去にユーザが評価したデータを知識として蓄積し、ユーザの考える解候補を予測し、初期個体を提示することで、収束が早まり、ユーザの介入を減少させることができると考えられる。さらに、データを充実させることで、ユーザの評価と酷似した評価関数を設け、ひび割れの自動抽出が可能になると考えられる。

4. まとめ

本研究によって得られた結果を以下に記す。

- ①ひび割れ抽出に有効な画像処理フローの導出
- ②対話型GAを用いたコンクリートひび割れ抽出システムの構築
- ③システムの有効性の検証

参考文献

- 1) 高木英行・畠見達夫・寺尾隆雄：対話型進化計算の研究動向，人工知能学会誌 vol.13no.5, pp692-703, 1998