

コンクリート壁面撮影画像からのひび割れ図作成ソフトの開発に関する研究

山口大学 学生会員 ○村上 慧季

山口大学大学院 正会員 河村 圭

三井住友建設株式会社 正会員 塩崎 正人

1. はじめに

本研究では、既存のトンネル点検における変状図作成作業の効率化を目的とし、コンクリート壁面をデジタルカメラもしくはビデオカメラで撮影した画像より、半自動的にひび割れを効率的かつ高精度に抽出する手法を開発した。具体的には、対話型遺伝的アルゴリズム(iGA : interactive Genetic Algorithm)による視覚的な画像処理パラメータ調整およびタッチパネルを用いた直観的なひび割れ抽出の2つの機能の特徴とするソフトを開発した。さらに、本研究では、ひび割れ抽出作業時間の効率化およびひび割れ抽出精度の観点から本ソフトの有効性を検証した。

2. ひび割れ半自動抽出手法

図1には、本ソフトによるひび割れ抽出作業の様子を示す。また、図2には、具体的な半自動抽出手法を示す。STEP1では、ユーザは、ひび割れ抽出処理を実施する撮影画像を任意で選択する。STEP2では、ユーザは、撮影画像の一部を切抜いた切抜き画像を用いて、画像処理アルゴリズムのパラメータ調整をiGAにより視覚的に行う。その後、本ソフトは決定したパラメータを用いて撮影画像全体に対し画像処理を行う。本ステップで、本ソフトにより自動的に作成された画像を裏処理画像と呼ぶ。なお、本ひび割れ抽出アルゴリズムは、河村らの研究成果¹⁾を利用した。STEP3では、ユーザは、指先もしくはマウスで、ひび割れ部分をなぞることにより、ひび割れ抽出処理対象領域を指定する。本ソフトは、この指先で指定された領域に対してのみ、裏処理画像を、ユーザに提示する。STEP4では、ユーザは、指先もしくはマウスで、ひび割れ以外のノイズを除去したい部分をなぞる。本ソフトは、この指先で指定された領域に対して、ノイズを除去する。STEP5では、ユーザは、ひび割れ抽出作業を終了するかを判定する。続行する場合は、STEP3へ、パラメータを再調整する場合は、STEP2へそれぞれ戻る。終了の場合

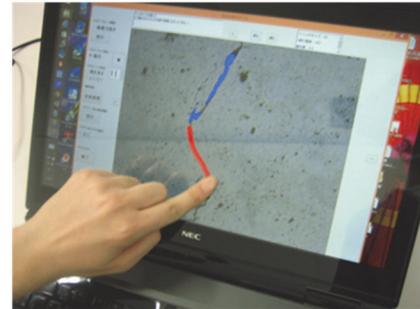


図1 タッチパネルを利用したひび割れ抽出作業

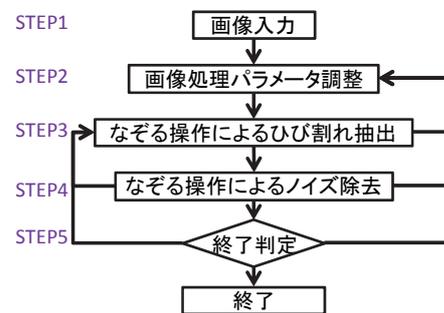


図2 ひび割れ抽出作業フロー

は、本ソフトは、本作業の最終成果物である処理結果画像を生成する。

3. 実験

3.1. 検証用画像および抽出結果の評価法

(1) 検証用画像（原画像と正解画像）

図3には、原画像および正解画像を示す。原画像とは、コンクリート壁面を撮影したデジタル画像である。本実験では、6枚の原画像を検証に用いたが、本稿には、代表として、図3(a)に示す原画像の結果のみを記載する。なお、原画像サイズは、800(pixel)×800(pixel)である。本実験では、3名のユーザ(A,B,C)がそれぞれ、原画像ごとに、4回ずつひび割れの抽出を行った。一方で、正解画像とは、原画像のひび割れ部分のみを、完全手動で描いた画像である。本実験では、著者らがWindowsアクセサリのペイントを用いて正解画像を作成した。

(2) 抽出結果の評価法

本実験では、正解画像の作成時間と本ソフトによるひび割れ抽出作業時間の比較、さらに、本ソフト

キーワード コンクリート, ひび割れ, 画像処理

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: r085ff@yamaguchi-u.ac.jp

の抽出精度を検証するために、正解画像と本ソフトで抽出されたひび割れ画像を比較した。なお、抽出精度の検証では、次式より求まる欠損率、ノイズ率、および評価値(f)を利用した。

$$f_1 = \frac{m}{M}, \quad f_2 = \frac{n}{N} \quad (1)$$

$$f = 1.0 - \sqrt{\frac{1}{2}(f_1)^2 + \frac{1}{2}(f_2)^2} \quad (2)$$

ここで、評価値 f の値域は0から1.0であり、値が大きいくほど評価は高い。続いて、 M または N は、それぞれ、正解画像より得られるひび割れ領域の画素数およびひび割れ領域以外の背景部分の画素数である。さらに、 m または n は、それぞれ処理結果画像においてひび割れがひび割れとして抽出されていない画素数およびノイズ画素数である。このため、 f_1 および f_2 は、それぞれ、欠損とノイズの割合であり、本研究では、これらを百分率で表したものを、欠損率およびノイズ率と定義する。

3.2. 本ソフトを利用した抽出結果

図4(a) または (b) には、裏処理画像および抽出作業により得られた処理結果画像を示す。図4(a) 裏処理画像を見ると、ユーザはノイズが多く抽出されるパラメータを選択しているが、図4(b) 処理結果画像では、ノイズ除去の処理により、ノイズがなく、ひび割れの形状がはっきりと抽出されている。ここで、ユーザ A の平均作業時間は 114(秒)であり、手書き作業時間の 792(秒)に対して、約 86%の時間が短縮された。続いて、図5には、ユーザ3名の各4回試行分の合計 12 回の裏処理画像と処理結果画像に対するノイズ率および欠損率のプロットを示す。本図より、全てのユーザは、処理結果画像では、裏処理画像に比べ、ノイズ率を大幅に減らすことが出来ているが、欠損率は増加している。この原因は、ユーザが、ノイズ除去操作の際に、ノイズと一緒にひび割れ部を消したことが考えられる。また、本図より、裏処理結果は、プロットがばらついていて、この原因は、ユーザがノイズの量をあまり気にせず、欠損の少ないパラメータを選択したことが考えられる。

4. 結論

本研究では、タッチパネルを用いたひび割れ抽出作業の効率化手法を提案し、本提案手法を実装したソフトウェアを開発した。本ソフトの有効性の検証により、手書きによるひび割れ抽出作業に要する時

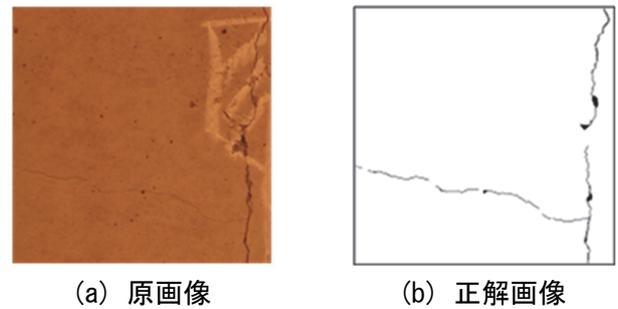


図3 原画像および正解画像

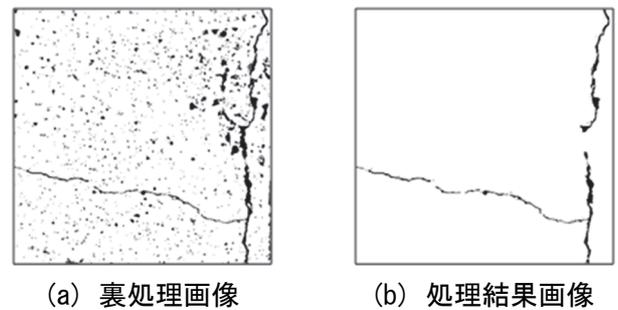


図4 ユーザAの処理画像

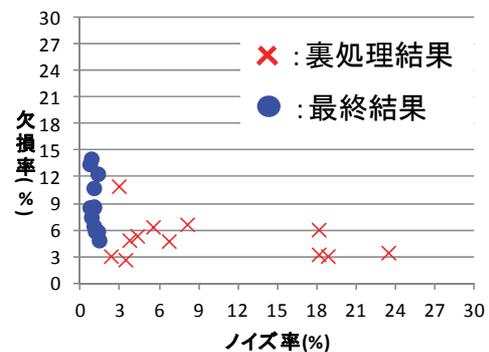


図5 ノイズ率および欠損率のプロット

間に対して、77%以上の短縮が可能であることが示された。さらに、手書きでひび割れを抽出した場合、同等の抽出精度を得ることが可能であることが示された。

謝辞：本研究にご協力頂いた株式会社テクノフラッシュの車田茂美氏、菊地典明氏、本多健治氏、株式会社マクニカの吉野孝亮氏に心から感謝の意を示します。また、本研究は、JST 研究成果展開事業 A-STEP フィージビリティスタディ採択課題 AS2511142H の一課題として実施したものである。

参考文献

- 1) 河村圭, 吉野孝亮, Amir Tarighat, 中村秀明: 遺伝的アルゴリズムおよび決定木を用いたひび割れ抽出のための画像処理パラメータ有効範囲の特定, 土木学会論文集 F, Vol. 69, No. 2, pp.I_13-I_23, 2014.3