

OpenCV に基づく動画像を用いた大変形計測

木更津工業高等専門学校	正会員	○石井 建樹
木更津工業高等専門学校		月崎 良一
木更津工業高等専門学校		浅野 洋介
横浜国立大学	正会員	松井 和己
横浜国立大学		須田 智志

1. はじめに

物体の変形を計測するためには、一般にひずみゲージが利用される。しかし、ひずみゲージでは、疲労試験や大きな変形を伴う試験において、十分なデータが得られないことも多い。特に、局所的にせん断変形が卓越する場合、その計測には困難を伴う。

本稿では、大きな変形を生じる対象に対して、動画像処理による変形計測を実施する。動画像処理には、OpenCV^{1), 2)} を利用して、安価かつ容易な変形計測を試みる。実際に作成したツールの概要とその適用結果を示し、大変形を計測するための基礎的な検討を行う。

2. テンプレートマッチングを応用した変形計測の手順

一般的な画像処理において、最も代表的なマッチング法の一つにテンプレートマッチングがある。OpenCV にも、テンプレートマッチングの関数“cvMatchTemplate”が実装されており、本稿では、正規化相互相関 (Zero-mean Normalized Cross Correlation) によるテンプレートマッチングを用いた。

テンプレートマッチングに先んじて、対象とする動画像を読み込み、基準の画像と対象の画像を準備する。基準画像からテンプレートの領域を抽出し、テンプレートを準備する必要がある。OpenCV では、“cvCaptureFromAVI”により動画像を読み込んで、“cvQueryFrame”で動画像から各フレーム画像を抽出できる。動画像の最初のフレームを基準画像として、基準画像の部分領域を“cvGetRectSubPix”により抜き出してテンプレートを作成する。その際、サブピクセル精度の位置座標を引数として渡すことで、容易にサブピクセル精度のテンプレートを作成できる。

次に、新しい対象のフレームに対して、テンプレートとの相関値を“cvMatchTemplate”で算出する。それらの相関値から、“cvMinMaxLoc”により最も相関のある箇所を特定される。テンプレート位置と最も相関のある箇所の位置から変位ベクトルを算出できる。

最後に解析領域全体の速度ベクトルの集合を走査するために、テンプレートを逐次更新して画像全体を網羅するまで繰り返す。以上、一連の操作を行うことで、対象全領域における変位ベクトル分布が得られる。

3. テンプレートマッチングによる変形計測

本稿で対象とする試験片には、両脇に切り欠きを入れたステンレス板を用いる。両脇の切り欠きは、左右ずらして配置している。この試験片に対して引張試験を行い、その動画像 (320 × 240 ピクセル) を高速度カメラで撮影した。図-1 は、対象とする試験片の計測領域である。図中、格子状に並んだ点は、それぞれがテンプレートの中心点を表している。

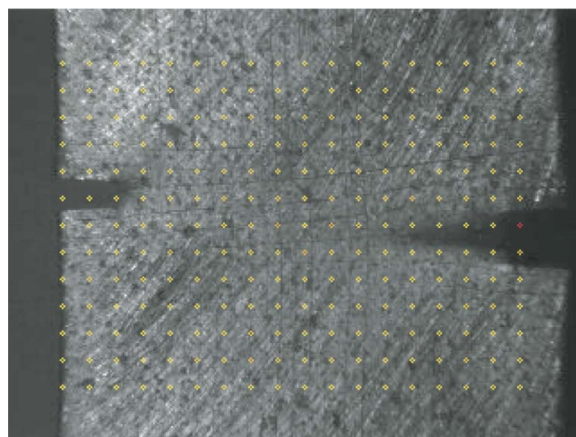


図-1 計測領域 (テンプレート 15×15 ピクセル)

図-2 に、サブピクセル精度のテンプレートを用いた変形計測の結果を示す。図では、計測領域全域でおお
キーワード OpenCV, 動画像処理, 大変形計測

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 0438-30-4156

よその変形挙動を計測できている。しかし、切り欠きを結ぶように発達するせん断帯周辺では、僅かな改善は見られるものの変位ベクトルが満足には計測されていない。

4. 大変形計測への拡張

有限要素法などの数値計算では、非線形問題に対しては増分的な解法を用いる。そこで、各フレームに対して計測するごとに、基準画像を更新する変形計測を試みる。具体的には、1つのフレームに対して変形計測を行った後に、テンプレートの位置座標を更新するとともに、`cvCopy`により基準画像を1つ前のフレームへと更新する。

図-3に、基準画像を更新させた変形計測結果を示す。図は、破断前後の変形計測結果である。破断のような大きな変形でありながら、せん断帯においても、各フレームの変位増分ベクトルも計測できている。破断直前には狭い領域に急激にせん断変形が生じている様子が見て取れる。

5. おわりに

本稿では、大きく変形する試験片の簡便な変形計測ツールを作成した。OpenCVの利用により、容易に画像処理に基づく変形計測ツールを開発でき、開発した計測ツールによって実験時の変形挙動を観察できることを確認した。

その中で、局所的に変形が集中する領域のマッチングが光学的な変形計測を行う上で克服すべき課題であることを確認した。増分的解法にならった処理を行い、大きな変形を計測できる手法へと改良できる可能性を確認した。

参考文献

- 1) Bradski, G., Kaehler, A. 著, 松田 晃一 訳: 詳解 OpenCV, オライリージャパン (2009)
- 2) 柴原正和, 山口晃司, 正岡孝治, 坪郷尚: 画像処理による非接触変形・応力計測法の開発, 溶接構造シンポジウム講演論文集, (2006)

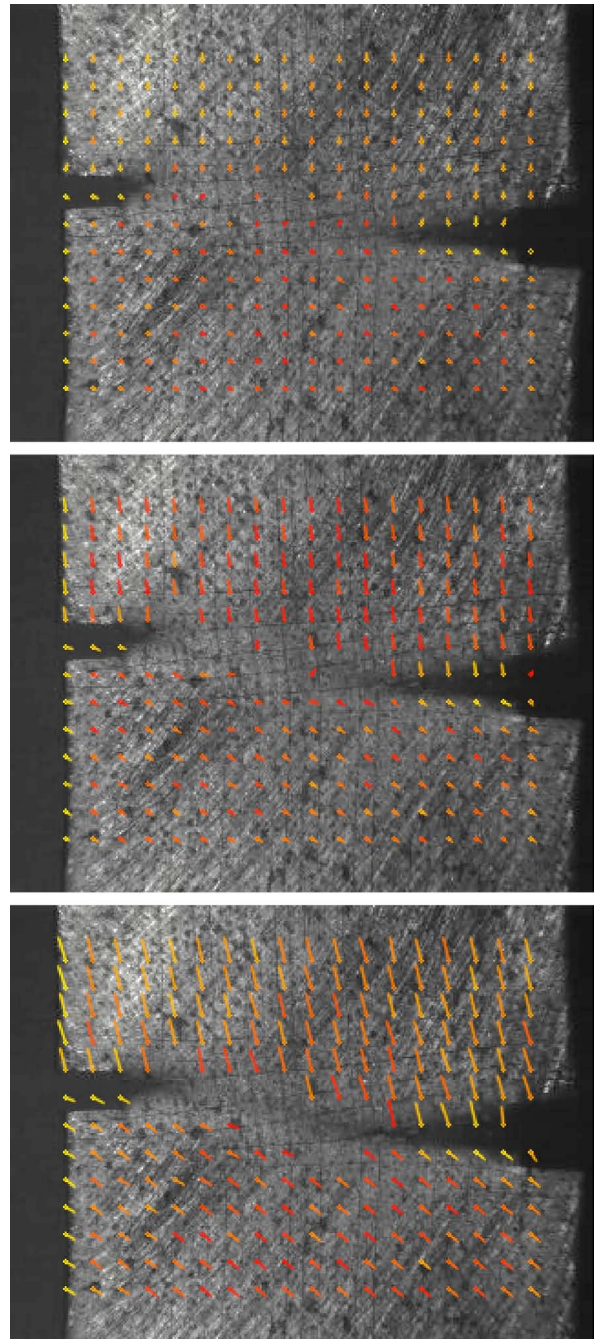


図-2 テンプレートマッチングを用いた変形計測結果 (1000, 2000 フレーム目, 破断直前)

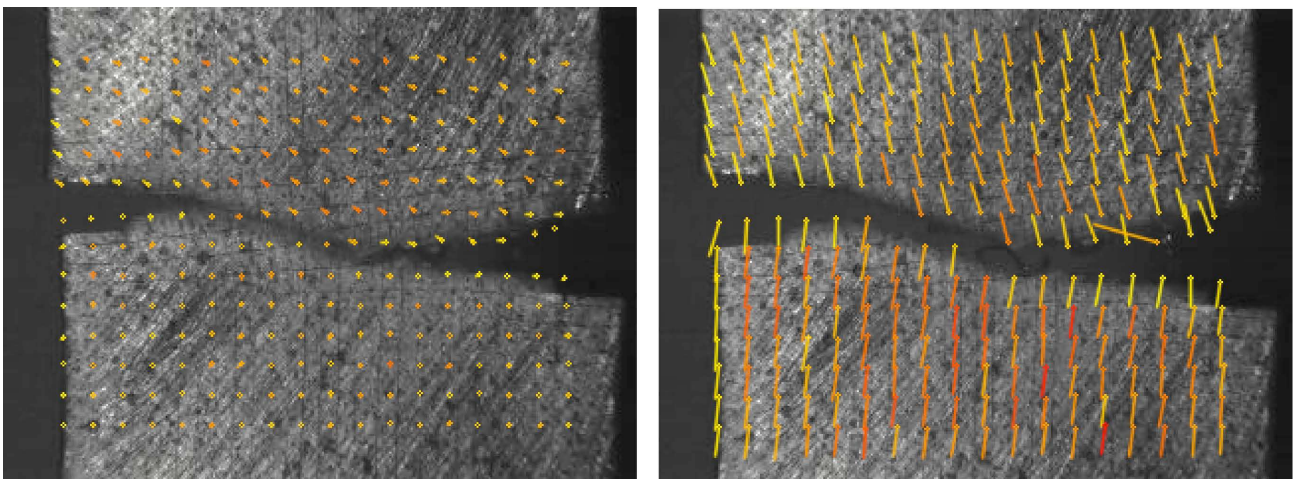


図-3 基準画像を更新する増分的変形計測結果 (破断直前, 破断直後)