ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/327

**АЛГОРИТМ ЦИФРОВОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
ПРИ ОЦЕНКЕ ДЕФОРМАЦИИ МАТЕРИАЛОВ
МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

¹Титков В.В., ^{1,2}Панин С.В., ¹Ерёмин А.В., ¹Любутич П.С.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

²Томский политехнический университет, Томск, Россия

Применение метода корреляции цифровых изображений для оценки деформации при анализе последовательностей изображений поверхности материалов, которая обладает низким контрастом (рис. 1, а), чаще всего сопровождается невозможностью сопоставления участков изображения (вследствие отсутствия выраженного максимума на распределении функции корреляции). Поэтому на низкоконтрастную поверхность материала с помощью двух баллонов с краской напыляется спекл, что способствует повышению устойчивости работы алгоритма поиска смещений (рис. 1, б). Однако данная процедура сопровождается рядом сложностей (помимо ее наличия как такового, требующего времени на осуществление процедуры напыления, красящих материалов и оборудования), вызванных необходимостью подбора параметров окрашивания, как-то размер элементов спекла, степени покрытия поверхности и др. Это, в том числе, препятствует автоматизации процесса обработки и анализа получаемых изображений в методе корреляции цифровых изображений. Для исключения данной процедуры был предложен новый метод предобработки изображений позволяющий наносить «цифровой спекл» на малоконтрастные изображения (рис. 1, с). Данный алгоритм заключается в пересчете яркости текущего пикселя в зависимости от яркости соседних пикселей в области заданного размера (апертуре фильтра).

Рис. 1. Примеры изображений: а – поверхность без спекла; б – окрашенная поверхность; поверхность с цифровым спеклом – с – поверхность, приведенная на рис. (а); д – модельные изображения «Dimetrodon»; е – «Urban3»; ф – «Venus» [1]

Эффективность данного способа предобработки была протестирована на тестовых изображениях из специализированной публичной базы Middlebury benchmark [1]. Расчет векторного поля проводили для 8 пар изображений с известными данными об их оптическом

Секция 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

потоке: «Dimetrodon», «Grove2», «Grove3», «Hydrangea», «RubberWhale», «Urban2», «Urban3», «Venus», в исходном виде и после предложенного способа предобработки (рис. 1, d–f). В качестве меры эффективности определения оптического потока использовали Среднюю абсолютную ошибку определения конечной точки (average endpoint error – *AEE*) [2]. Согласно полученным численным данным снижение указанного параметра *AEE* составило в среднем на 14%.

Качественно улучшение векторного поля при обработке изображений (рис. 1, а) иллюстрируется рисунком 2. Видно, что в области распространения трещины в случае отсутствия предобработки изображения возникают значительные ошибки при определении смещений. Также в других участках анализируемой поверхности наблюдаются ошибочно определённые вектора. После предобработки изображений (рис. 2, b) количество ошибочно определённых векторов в зоне раскрытия трещины значительно меньше. То же можно сказать и о других областях изображения.

Рис. 2. Векторные поля при обработке экспериментально полученных пар изображений:
а – без окрашивания поверхности и без нанесения цифрового спекла;
б – с цифровым спеклом

Таким образом, был предложен способ предобработки изображений, повышающий устойчивость определения векторов перемещений. Его использование позволяет исключить из метода корреляции цифровых изображений этап окрашивания поверхностей материала с целью повышения контрастности.

Благодарности. Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований государственных академий наук (2013–2020 гг.) по теме 23.1.3, грантов Президента РФ № МК-6762.2018.9, НШ-5875.2018.8, гранта РФФИ № 18-47-700006.

Литература

1. D. Fortun, P. Bouthemy, C. Kervrann, “Optical flow modeling and computation: A survey”, *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 135, May 2015, pp. 1–21.
2. B. Horn and B. Schunck. Determining optical flow. *Artificial Intelligence*, Vol. 16, 1981, pp. 185–203.