

Вейвлет-анализ экспериментальных топографических и поляризационно-оптических изображений дефектов структуры монокристаллов

В.А. Ткаль

Филиал АО «НПК «СПП», Наб. реки Гзень, д. 9, г. Великий Новгород, 173003, Россия
e-mail: Valery.Tkal@yandex.ru

Жуковская И.А.

Филиал АО «НПК «СПП», Наб. реки Гзень, д. 9, г. Великий Новгород, 173003, Россия
e-mail: ingaleks@mail.ru

Бабаев А.А.

Филиал АО «НПК «СПП», Наб. реки Гзень, д. 9, г. Великий Новгород, 173003, Россия
e-mail: tonjo@mail.ru

Амплитудно-пространственное представление статического изображения при его цифровой обработке не является наилучшим, так как наиболее значимая информация может содержаться в *частотной области* сигнала. Наибольшее применение для обработки изображений получили дискретное Фурье- и вейвлет-преобразования. Наилучшие результаты получены при использовании вейвлет-анализа на основе пирамидального алгоритма Маллата [1]. Вейвлет-анализ позволяет оценить и разделить частоты, соответствующие дефектам и зашумляющим факторам. При дискретном вейвлет-анализе проводится декомпозиция двумерного сигнала – разложение изображения в ряд базисных элементов, помноженных на определённые коэффициенты, характеризующие частотный спектр сигнала. В общем виде обработка сводится к преобразованию полученных коэффициентов. При обратном преобразовании происходит восстановление сигнала (реконструкция), что является конечным результатом обработки. Уровень декомпозиции зависит от размера изображения. При декомпозиции получаем два вида коэффициентов: масштабные, характеризующие НЧ особенности частотного спектра, и детальные (диагональные, вертикальные и горизонтальные), характеризующие ВЧ особенности и изменение частотного спектра в данном направлении).

Рассматриваются два подхода устранения фоновой неоднородности экспериментального контраста. **Первый подход** основан на обнулении масштабных коэффициентов и работе с детальными коэффициентами, включая выбор оптимальной полосы пропускания фильтра. **Недостаток** – большое время цифровой обработки (90-100 с) и наличие флуктуации интенсивности (явление элайзинга). **Второй подход**, основанный на обнулении детализирующих коэффициентов и работе с масштабными коэффициентами, включает в себя 4 этапа: **1 этап** – обнуление детализирующих коэффициентов и выделение только фоновой неоднородности; **2 этап** – построение разностного контраста между исходным контрастом и полученным на первом этапе; **3 этап** – гаусс-размытие разностного контраста (подбирается экспериментально); **4 этап** – строится результирующий разностный контраст между размытым на 3 этапе и разностным контрастом, полученным на 2 этапе. Далее проводится коррекция динамического диапазона. **Достоинство:** время обработки 9-10 секунд и отсутствие элайзинга. Приводятся примеры устранения зернистости изображений, вызванной зернистостью фотоэмульсии, различными вейвлетами, и выбор алгоритма цифровой обработки. Рассматриваются результаты вейвлет-обработки топографических изображений с расширенным динамическим диапазоном (HDR-изображений).

Литература

1. Ткаль В.А., Жуковская И.А. Цифровые методы повышения качества экспериментального контраста дефектов структуры монокристаллов. *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*, № 4, 28–37 (2013)