

КЛАСИФІКАЦІЯ МІКРОДЕФЕКТІВ ДЗЕРКАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ

ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ

Галуза О. А., Савченко А. О., Кравченко О. С., Малєєв О. С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У високоточних оптичних системах якість поверхні компонентів, зокрема дзеркал, має вирішальне значення для досягнення заданих характеристик формування хвильового фронту. Одним з методів контролю якості дзеркал є оптична мікроінтерферометрія, зокрема, з використанням інтерферометра Лінніка [1]. Традиційні методи візуального контролю, що передбачають ручний аналіз інтерференційних зображень, є повільними, суб'єктивними та не завжди достатньо надійними для виявлення субмікронних дефектів, таких як поодинокі або множинні подряпини, окремі невеликі вм'ятини тощо. У цій роботі запропоновано метод автоматизованого виявлення та класифікації таких дефектів за допомогою алгоритмів глибокого навчання, що дозволяє значно підвищити ефективність процесу контролю якості.

Як архітектуру моделі було використано MobileNetV2 з попереднім навчанням на базі зображень ImageNet [2], адаптовану до задачі за допомогою тонкого налаштування останніх шарів. Також було застосовано методи аугментації даних, шари нормалізації та Dropout для підвищення здатності моделі до узагальнення.

Для навчання нейромережевої моделі було створено синтетичну вибірку з 9000 інтерференційних зображень, згенерованих за допомогою програмного забезпечення на основі математичної моделі інтерферометра Лінніка та моделей поверхонь з типовими дефектами. Вибірка включала три класи: ідеально плоскі поверхні, поверхні з однією подряпиною та поверхні з численними подряпинами. Далі модель було донавчено з використанням 100 реальних зображень.

Створена модель продемонструвала точність класифікації на рівні 96% на синтетичних даних та 82,7% на реальних інтерференційних зображеннях. Найкращі результати досягнуто для плоских поверхонь, а найбільші труднощі – при класифікації поверхонь із множинними дефектами через шум та артефакти реального середовища. Запропонований підхід демонструє значний потенціал для інтеграції в промислові системи контролю якості оптичних компонентів, а подальші дослідження спрямовані на підвищення реалістичності навчальної вибірки та розширення типів розпізнаваних дефектів.

Література:

1. Galuza O.A., Belyaeva A.I., Kudlenko A.D. Interferometric complex for study of radiation effects on a state of metal surfaces // *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*. – 2009. – Vol. 31, Issue 6. – P. 791-804.
2. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // *Communications of the ACM*. - 2017. - Vol. 60, No. 6. - P. 84-90. DOI: <https://doi.org/10.1145/3065386>