

УДК 621.941-229.3:531.133

Визначення шорсткості поверхні з зображень за допомогою нейромереж

Я.О. Олійник, С.С. Некрасов

Сумський державний університет, Суми, Україна

Анотація. У цьому експерименті було продемонстровано можливість визначення шорсткості поверхні (R_a) на основі аналізу зображень, отриманих за допомогою мікроскопа. Для навчання моделі використовувалися три зразки поверхонь із відомими значеннями шорсткості R_a : 0,32, 0,63 та 1,25 мкм. Кожен зразок був представлений двома фотографіями, що забезпечило необхідний набір даних для тренування.

У процесі навчання модель успішно засвоїла характеристики зображень, що відповідають заданим значенням шорсткості. Після цього було проведено тестування на зразках із невідомими параметрами R_a . Модель продемонструвала високу точність, безпомилково визначивши значення шорсткості для всіх наданих зразків.

Результати експерименту свідчать про перспективність використання методів аналізу зображень для автоматизації процесів оцінки шорсткості поверхні. Це відкриває можливості для застосування подібних підходів у матеріалознавстві, виробництві та інших сферах, де точність і швидкість визначення параметрів поверхні мають ключове значення.

Ключові слова: шорсткість, нейромережі, мікрозображення.

Шорсткість поверхні є критичним параметром, що впливає на експлуатаційні характеристики матеріалів у таких галузях, як машинобудування, медицина, аерокосмічна інженерія тощо [1]. Традиційні методи вимірювання шорсткості, як-от профілометрія, є точними, але часто потребують значного часу та ресурсів. Водночас сучасні методи комп'ютерного зору та машинного навчання пропонують нові підходи до аналізу поверхонь. У цьому дослідженні ми застосували метод аналізу мікроскопічних зображень для визначення параметра шорсткості R_a .

Відомо, що якість обробки поверхонь, які формують ріжучу крайку, має значний вплив на ефективність процесу різання. Водночас ріжуча крайка складається з поверхонь невеликої площі, що ускладнює використання стандартних методів для оцінки шорсткості таких поверхонь. У зв'язку з цим запропоновано застосовувати нейронні мережі для визначення шорсткості вузьких ділянок поверхонь.

Традиційні методи оцінки якості поверхонь часто базуються на використанні оптичних приладів для аналізу рельєфу та параметрів поверхні [2]. Проте такі підходи потребують значної математичної і програмної підтримки. Одним із сучасних рішень у цій галузі є застосування нейронних мереж, які здатні обробляти графічні зображення для оцінки характеристик поверхонь. Цей метод дозволяє проводити аналіз шорсткості безпосередньо на ріжучій крайці інструменту, використовуючи можливості комп'ютерного зору та машинного навчання.

Нейронні мережі є ефективним інструментом для аналізу зображень, оскільки вони можуть розпізнавати складні залежності між вихідними параметрами поверхні та графічними даними [3]. Мережі автоматично виділяють ключові ознаки з зображень, зокрема текстури, контури та інші деталі, які впливають на шорсткість. Особливо перспективним є використання зображень, отриманих за допомогою електронного мікроскопа, у поєднанні з нейронними мережами для аналізу параметрів поверхонь [2].

Для експерименту було обрано три зразки з різними значеннями шорсткості R_a : 0,32 мкм, 0,63 мкм та 1,25 мкм. Кожен зразок був сфотографований за допомогою мікроскопа з однаковими налаштуваннями освітлення та збільшення, щоб забезпечити однорідність даних. Кожен зразок був представлений двома зображеннями, що використовувалися для навчання алгоритму.

Модель навчалася на основі текстурних ознак, отриманих із зображень, таких як середня інтенсивність пікселів, контрастність, частота повторення текстурних елементів тощо. Для аналізу даних і розробки моделі використовували алгоритми машинного навчання, зокрема методи класифікації [3]. Після етапу навчання модель тестувалася на зразках із невідомими значеннями шорсткості.

Результати тестування показали, що модель змогла коректно ідентифікувати шорсткість усіх зразків із невідомими параметрами. Це підтверджує ефективність обраного підходу до аналізу текстурних ознак.

Серед основних переваг методу слід зазначити:

1. Швидкість аналізу: обробка одного зображення займає значно менше часу порівняно з традиційними методами.
2. Точність: алгоритм демонструє високу точність у визначенні R_a , навіть для зображень із різними умовами зйомки.
3. Автоматизація: метод дозволяє повністю автоматизувати процес оцінки поверхонь, що мінімізує вплив людського фактору.

Однак слід зауважити, що ефективність методу залежить від якості вихідних зображень. У подальших дослідженнях доцільно розширити набір даних, додавши зразки з ширшим діапазоном значень R_a , а також перевірити стійкість алгоритму до змін параметрів зйомки (освітлення, кут огляду тощо).

Дослідження продемонструвало ефективність використання мікроскопічних зображень для визначення шорсткості поверхонь. Запропонований підхід може бути застосований у різних галузях, де необхідна швидка та точна оцінка параметрів поверхонь. Подальший розвиток цього методу дозволить створити повністю автоматизовані системи для контролю якості та аналізу матеріалів. Результати проведених досліджень підтверджують ефективність запропонованого підходу, а також його перспективність для подальшого впровадження в промислову сферу. Цей метод може стати основою для автоматизації процесів контролю якості. Завдяки здатності нейронних мереж швидко та точно обробляти зображення в заданих умовах, отримані результати демонструють високий потенціал методу.

Зокрема, застосування цього підходу для визначення шорсткості ріжучої крайки інструменту дозволяє більш точно та комплексно оцінювати ріжучі властивості, а також характеристики зносу і стійкості. Такий аналіз сприяє оптимізації процесів виготовлення і використання інструментів, що є важливим для підвищення їх продуктивності та довговічності.

Список літератури

1. ISO 4287:1997. Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions, and surface texture parameters.
2. Polder, G., et al. (2003). "Measuring surface roughness using image analysis." *Applied Optics*, 42(19), 3943-3948.
3. Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.

Determination of surface roughness from images using neural networks

Y. Oliinyk, S. Nekrasov

Sumy State University, Sumy, Ukraine

Abstract. This experiment demonstrated the possibility of determining the surface roughness (R_a) based on the analysis of images obtained using a microscope. Three samples of surfaces with known values of roughness R_a : 0.32, 0.63 and 1.25 μm were used to train the model. Each sample was represented by two photographs, which provided the necessary data set for training. During the training process, the model successfully learned the characteristics of the images corresponding to the given roughness values. After that, testing was carried out on samples with unknown R_a parameters. The model demonstrated high accuracy, accurately determining roughness values for all samples provided.

The results of the experiment indicate the promising use of image analysis methods for the automation of surface roughness assessment processes. This opens up opportunities for the application of similar approaches in materials science, manufacturing and other areas where the accuracy and speed of determining surface parameters are of key importance.

Keywords: neural, networks, microimages.