

СТАТИСТИЧНІ ОЗНАКИ ПОВЕРХНІ МАТЕРІАЛІВ ЗА ФРАГМЕНТАМИ І СЕГМЕНТАМИ

Мельник Р.А.¹⁾, Кожух І.Я.²⁾

Національний університет «Львівська політехніка»

¹⁾ доктор технічних наук, професор; ²⁾ аспірант

І. Вступ

Дослідження текстур відіграє важливу роль для обробки зображень [1-5], зокрема для вивчення структурних особливостей оброблюваних поверхонь (шліфування, фрезерування) за допомогою статистичних методів, а саме: підходу матриці кореляції [1], матриці відстаней [2], властивостей фракталів [3], розподілу ймовірностей реакцій фільтра [4], просторового розподілу рівнів сірого [5]. Параметри матриць пов'язані з параметрами поверхні, а різні функції використовуються для класифікації поверхонь.

Особливістю представленої роботи є застосування простих статистичних ознак зображень для оцінювання поверхні матеріалів, представлених відповідними зразками.

Метою роботи є дослідження залежностей значень розподіленої дисперсії у фрагментах і сегментах від якості зображення та структурних змін на образах. Розроблено програмний засіб, який дозволяє візуально зафіксувати різницю між зображеннями поверхонь металу різних марок.

II. Статистичні ознаки зображення

Для отримання інтенсивності у відтінках сірого кольорове зображення перетворюється. Кожен піксель приймає значення від чорного до білого кольору, яке позначимо як b – яскравість. Діапазон всіх можливих значень яскравості знаходиться в межах $0 \div 255$. Для перетворення використовуємо алгоритм BT709 з наступними коефіцієнтами R, G, B :

$$R = 0,2125; G = 0,7154; B = 0,0721; \quad (1)$$

Як і фрагментація простору інтенсивності [6], для характеристики образу також може бути застосована і фрагментація простору самого зображення. Для цього поділимо простір зображення на n фрагментів вертикальними лініями з інтервалом (кроком фрагментації) $d=X/n$, де X – ширина зображення. На рис. 1а. показано тестове зображення поверхні, на яке накладається простір поділу на фрагменти, показаний на рис. 1б. Після фрагментації зображення оперуємо фрагментами, а також і сегментами зображення. Кожен s -ий сегмент зображення формується об'єднанням всіх фрагментів від першого зліва до s -го включно.

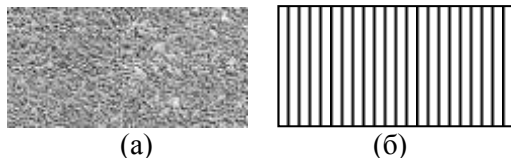


Рисунок 1 - Поділ образу на фрагменти і сегменти

Найпростіші статистичні характеристики можуть використовуватись як класифікаційні ознаки. Зокрема, введемо поняття розподіленої дисперсії, яка характеризуватиме дисперсію інтенсивності пікселів у кожному фрагменті або сегменті матриці пікселів зображення:

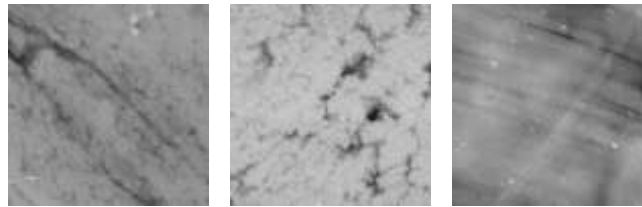
$$\bar{I}(s) = 1/k_s \sum_{i \in I(s)} I_i(s) \quad (2a)$$

$$E^2(I(s)) = 1/k_s \sum_{i \in 1, \dots, s} (I(i) - \bar{I}(s))^2 \quad (2b)$$

де k_s – кількість пікселів у фрагменті чи сегменті, I_p – інтенсивність p -ого пікселя, $I(s)$ – множина інтенсивностей пікселів у s -ому фрагменті чи сегменті, $\bar{I}(s)$ – математичне сподівання інтенсивності у s -ому фрагменті чи сегменті, $E^2(I(s))$ – дисперсія інтенсивності пікселів у s -ому фрагменті чи сегменті.

III. Експериментальні результати

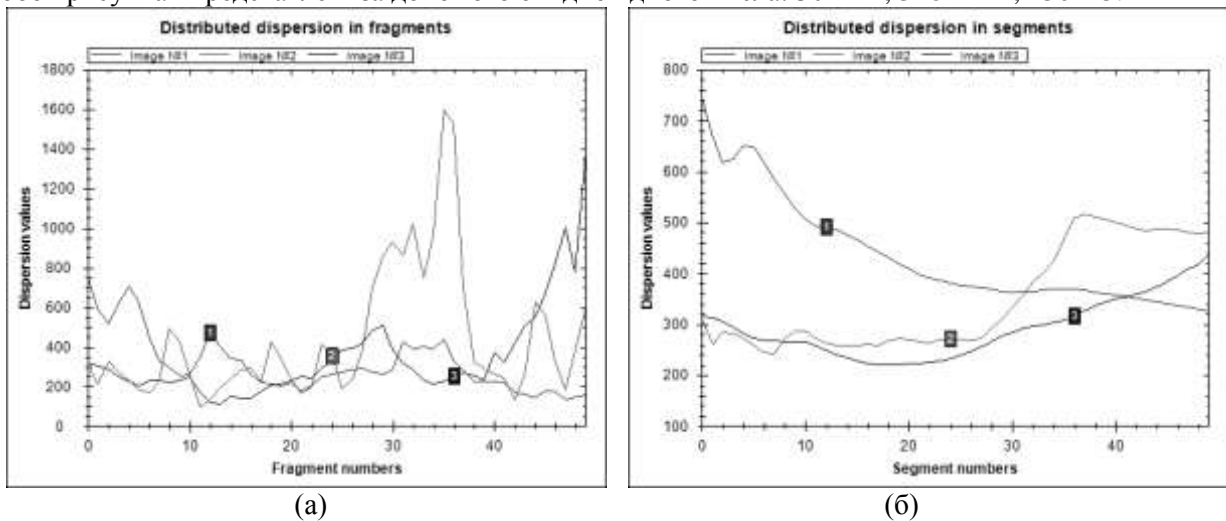
За вхідні зображення взято фотографії поверхні сталі різних марок [7], як наведено на рис.2. – 304 (а), 316Ті (б), 430 (в). Маркування вказано за стандартом AISI.



(а) (б) (в)
Рисунок 2 - Зображення поверхні матеріалу

Для досліджень розроблено програмний засіб, що дає змогу будувати графіки розподіленої дисперсії по фрагментах та сегментах зображення – вертикальних та горизонтальних. Для розподіленої дисперсії застосовані формули (2). Також програма обчислює числові характеристики зображення – середнє розподіленої дисперсії або їх дисперсію.

На рис.3. наведено графіки розподіленої дисперсії по 50 вертикальних фрагментах (а) та 50 вертикальних сегментах (б), що отримані для трьох вхідних зображень. Графіки для кожного з них на обох рисунках представлені за допомогою відповідного числа: 304 – 1, 316Ті – 2, 430 – 3.



(а) (б)
Рисунок 3 - Розподілена дисперсія зображень по фрагментах та сегментах

Для сегментів середнє значення розподіленої дисперсії становить: 436 – для марки 304, 348 – для марки 316Ті, 291 – для марки 430. Розподілена дисперсія по сегментах може використовуватись як характеристика марки при класифікації.

Висновки

Досліджено прості за реалізацією та часом отримання статистичні ознаки для аналізу поверхні промислових матеріалів, представлених зображеннями.

Підтверджено, що для зображень їх поверхні розподілена дисперсія може використовуватись як характеристика марки матеріалу, структурних властивостей, тощо. Розроблені алгоритми базуються на декомпозиції простору обчислення статистичних ознак, зокрема, фрагментами та сегментами.

Список використаних джерел

1. K. Venkat Ramana, B. Ramamoorthy, "Statistical methods to compare the texture features of machined surfaces", Pattern Recognition, vol. 29, no. 9, pp. 1447-1459, Sep. 1996.
2. C.M. Wu, Y.C. Chen, "Statistical feature matrix for texture analysis", Graphical Models and Image Processing, vol. 54, no. 5, pp. 407-419, Sep. 1992.
3. M. Varma, R. Garg, "Locally invariant fractal features for statistical texture classification", in IEEE 11th Int. Conf. on Computer Vision, Rio de Janeiro, Brazil, Oct. 2007, pp. 1-8.
4. M. Varma, A. Zisserman, "A statistical approach to texture classification from single images", Int. Journal of Computer Vision, vol. 62, no. 1-2, pp. 61-85, 2005.
5. J.K. Kim, H.W. Park, "Statistical textural features for detection of microcalcifications in digitized mammograms", IEEE Trans. on Medical Imaging, vol. 18, no. 3, pp. 231-238, Mar. 1999.
6. Р. Мельник, Ю. Каличак, "Інваріантні та параметричні ознаки образів за сегментами інтенсивності", мат. І-ої міжнар. наук.-техн. конф. "Захист інформації і безпека інформаційних систем", Львів, Україна, 2012, С.58-59.
7. S. Sokolov, E. Ortel, J. Radnik, R. Kraehnert, "Influence of steel composition and pre-treatment conditions on morphology and microstructure of TiO₂ mesoporous layers produced by dip coating on steel substrates", Thin Solid Films, vol. 518, no. 1, pp. 27-35, Nov. 2009.