

ВПЛИВ ПОРОГУ ТА МЕТОДІВ БІНАРИЗАЦІЇ НА ФРАКТАЛЬНУ РОЗМІРНІСТЬ ЗОБРАЖЕНЬ ПОВЕРХОНЬ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація: У статті розглянуті методи бінаризації та їх вплив на фрактальну розмірність зображень поверхонь пористих матеріалів. Програмно реалізовані методи бінаризації та алгоритми визначення порогу бінаризації, обчислена фрактальна розмірність бінарних зображень та проведений аналіз значень фрактальної розмірності природних покриттів при використанні різних методів бінаризації з метою отримання алгоритма адаптації порогу бінаризації для управління властивостями пористих матеріалів.

Ключові слова: фрактальна розмірність, поріг бінаризації, методи бінаризації, пористі матеріали (газари).

Вступ

Фрактальна розмірність являє собою важливу кількісну характеристику фрактальних об'єктів та покриттів. Але, як правило, зображення мікроструктур представлені як кольорові або півтонові, а більшість алгоритмів визначення фрактальної розмірності призначені для бінарних зображень. Тому важливим етапом при оцінці фрактальної розмірності є бінаризація, яка являє собою операцію порогового розділення і результатом якої є бінарне зображення. Метою операції бінаризації є радикальне зменшення кількості інформації, що міститься у зображенні. У процесі бінаризації початкове півтонове зображення, що має кілька рівнів яскравості, перетворюється у чорно-біле зображення, піксели якого мають лише два значення - "0" і "1".

При цьому велике значення грає визначення значення порогу бінаризації. Існує велика кількість методів бінаризації, але кожен метод бінаризації зображення використовується для різних типів зображення та для вирішення різних завдань.

Тому **метою даної роботи** є визначення такого методу бінаризації за рахунок адаптації порогу бінаризації, який буде найкраще підходити для вирішення задачі обчислення значення фрактальної розмірності і подальшого управління властивостями таких природних покриттів як газари.

Основна частина

Пори, залежно від металу, мають різну протяжність, яка становить 10 – 400 діаметрів пори. Сумарна пористість литого металу може досягати 45–60%. В даний час розроблені технології отримання газарів на базі таких металів як залізо, нікель, мідь, магній,

алюміній, кобальт, молібден, вольфрам і інших металів, цілого ряду сплавів, кераміки. Отримані заготовки та вироби з газарів мають вигляд циліндрів, труб, пластин різної маси і розмірів, з різною орієнтацією і видом пір в них. Принцип отримання газарів заснований на газоевтектичеськой реакції в системі газ – метал. За рахунок різниці в розчинності газу в рідкому і твердому металі відбувається виділення надлишку газу на фронті кристалізації. Це призводить до формування пір. Одержувані в результаті кристалізації з розплаву пори мають дзеркальну поверхню. Параметри процесу кристалізації дозволяють регулювати розмір, форму, кількість пір.

Для дослідження газарів були отримані фотографії мікроструктури поверхневого шару зразків.

В ході дослідження було проаналізовано ряд зображень поверхневого шару газарів, визначалася фрактальна розмірність зображення методом Box Counting при різних порогах бінаризації.

Для оцінки box-розмірності, евклідовий простір, що містить зображення об'єкта, розділяють сіткою з осередком розміром r та підраховуються непусти, зайняті об'єктом, що досліджується, квадрати $N(r)$. Далі розмір r зменшують і знову підраховують кількість непустих полів $N(r)$. Нахил графіку в логарифмічному масштабі $N(r)$ від $1/r$ відповідає величині розмірності [2].

Приклади газарів та значення фрактальної розмірності зображень при різних методах і порогах бінаризації представлені у таблиці 1.

При переведенні зображення у монохромні використовувалися наступні методи бінаризації: бінаризація з нижнім та верхнім порогом, з подвійним обмеженням, та метод середнього для визначення оптимального порогу бінаризації.

Бінаризація з нижнім порогом є найбільш простою операцією, в якій використовується тільки одне значення порогу:

$$B(x, y) = \begin{cases} 0, & A(x, y) \geq t; \\ 1, & A(x, y) < t; \end{cases} \quad (1)$$

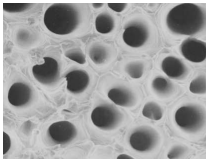
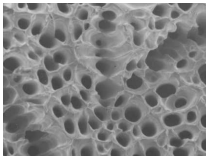
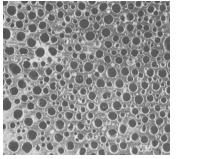
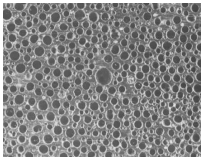
де $A(x, y)$ – початкове кольорове зображення;
 $B(x, y)$ – результуюче бінарне зображення;
 t – поріг бінаризації.

Всі значення замість критерію стають 1, в даному випадку 255 (білий) і всі значення (амплітуди) пікселів, які більше порогу $t - 0$ (чорний).

Бінаризація з верхнім порогом – інверсія бінаризації з нижнім порогом:

$$B(x, y) = \begin{cases} 0, & A(x, y) \leq t; \\ 1, & A(x, y) > t; \end{cases} \quad (2)$$

Таблиця 1 - Значення фрактальної розмірності зображення при різних методах і порогах бінаризації

Зображення	Поріг бінаризації	Фрактальна розмірність			
		Бінаризація з нижнім порогом	Бінаризація з верхнім порогом	Бінаризація з подвійним обмеженням	Метод середнього
	0.1	1.8889	1.7154	1.8633	1.7513
	0.3	1.8633	1.7239		
	0.5	1.8464	1.7534	1.8653	
	0.7	1.8084	1.8242		
	0.9	1.7743	1.8889	1.8889	
	1	1.7958	1.9654		
	0.1	1.9413	1.755	1.9346	1.7916
	0.3	1.9346	1.6649		
	0.5	1.8602	1.871	1.8587	
	0.7	1.642	1.9378		
	0.9	1.7542	1.9413	1.9413	
	1	1.9651	1.9542		
	0.1	1.9387	1.6204	1.9387	1.7769
	0.3	1.9387	1.5168		
	0.5	1.8715	1.8217	1.9062	
	0.7	1.7642	1.9166		
	0.9	1.4027	1.9387	1.9387	
	1	1.5425	1.9542		
	0.1	1.9101	1.7423		1.828
	0.3	1.9100	1.6373	1.91	
	0.5	1.8360	1.8568	1.8928	
	0.7	1.7448	1.9005		
	0.9	1.6332	1.9101	1.9101	
	1	1.7854	1.9425		

Бінаризація з подвійним обмеженням $t_1 < t_2$ використовується для виділення областей, в яких значення яскравості пікселів може змінюватися у відомому діапазоні:

$$B(x, y) = \begin{cases} 0, & A(x, y) \geq t_1; \\ 1, & t_1 < A(x, y) \leq t_2; \\ 0, & A(x, y) > t_2; \end{cases} \quad (3)$$

Також можливі інші варіації з порогами, де пропускається лише частина даних (середньо-полосовий фільтр).

Метод середнього полягає в знаходженні мінімального g_{\min} і максимального значення g_{\max} амплітуди сірого і знаходження сере-

днього значення між ними [1].

$$T_{opt} = \frac{g_{\max} - g_{\min}}{2} \quad (4)$$

Виводи

В роботі оцінювалася фрактальна розмірність бінарних зображень покриттів газарів методом Box Counting з метою управління властивостями газарів у подальшому. Було встановлено, що при застосуванні різних методів бінаризації до вихідних зображень, змінюється значення фрактальної розмірності. Окрім метода бінаризації, на фрактальну розмірність впливає і поріг бінаризації. Для серії зображень газарів можна побачити, що найбільш ближчі значення фрактальної розмірності у всіх методів бінаризації при порозі бінаризації від 0.5 до 0.7.

Список літератури

1. Журба А.А. Определение зависимости фрактальной размерности цветных изображений микроструктуры от порога бинаризации / А.А. Журба, А.И. Михалёв // Интеллектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Євпаторія, 27–31 травня 2012р. – С.362-364.
2. Журба А.О. Особливості визначення фрактальної розмірності методом BOX COUNTING у задачах металознавства / А.О. Журба, О.І. Михальов // Інформатика та системні науки (ІСН-2012): матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Полтава, 1-3 березня 2012р. – С. 109–111.

Отримано 23.04.2015 р.