

УДК 669.111.22

Романенко Юрій Олександрович

аспірант кафедри металургії

Запорізького національного університету

Романенко Юрий Александрович

аспирант кафедры металлургии

Запорожского национального университета

Romanenko Yurii

Graduate Student of Department of Metallurgy

Zaporizhzhya National University

**МЕТОД АНАЛІЗУ І СЕГМЕНТАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА
ОСНОВІ ДИНАМІЧНОГО КОНТУРНОГО РОЗПОДІЛУ
МЕТОД АНАЛИЗА И СЕГМЕНТАЦИИ ЦИФРОВЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТУРНОГО
РАЗДЕЛЕНИЯ**

**METHOD OF ANALYSIS AND SEGMENTATION OF DIGITAL
IMAGES BASED ON DYNAMIC CONTOUR DIVISION**

Анотація. Попередній аналіз зображень насипного шару сипучого матеріалу дозволяє зробити висновок про те, що більшість зображень в процесі їх формування піддаються ряду негативних факторів, що призводять до спотворення, змазування та іншого. Таким чином, зображення повинне пройти етап поліпшення якості. Можливість компенсації таких ефектів, як тіні і відблиски на зображенні, часто є вирішальною для успішного виконання подальшого алгоритму обробки інформації [1]. Поліпшення якості зображення є однією з основних цілей

при його обробці. Розглянемо методи, які пропонується використовувати для поліпшення якості зображень насипного шару агломерату [9].

На початковій стадії процес ділиться на 3 етапи [2]:

1. Формування зображення.

Етап формування зображення включає в себе введення зображення в програму і його попередню обробку [3]. Введення зображень шару шихти здійснюється за допомогою фото / відео камери. При роботі системи формується безперервна послідовність зображень з частотою 60 кадрів/с. При цьому оптична вісь камери, яка формує зображення, розташовується перпендикулярно смузі конвеєра з шихтою.

2. Підготовчий етап.

На цьому етапі відбувається перетворення зображення до виду, зручного для подальшого аналізу [4], і підготовка його до цього аналізу.

3. Параметричний аналіз.

На етапі параметричного аналізу обчислюються основні технологічні характеристики сипучого матеріалу [13].

Ключові слова: сипучі матеріали, визначення розміру, цифрові зображення.

Аннотація. Предварительный анализ изображений насыпного слоя сыпучего материала позволяет сделать вывод о том, что большинство изображений в процессе их формирования подвергаются ряду негативных факторов, приводящих к искажению, смазанности и т.д. Таким образом, изображение должно пройти этап улучшения качества. Возможность компенсации таких эффектов, как тени и блики на изображении, часто является решающим для успешного выполнения дальнейшего алгоритма обработки информации [1]. Улучшение качества изображения является одной из основных целей при его обработке. Рассмотрим методы, которые

предлагается использовать для улучшения качества изображений насыпного слоя агломерата [9].

На начальной стадии процесс делится на 3 этапа [2]:

1. Формирование изображения.

Этап формирования изображения включает в себя введение изображения в программу и его предварительную обработку [3]. Введение изображений слоя шихты осуществляется с помощью фото / видео камеры. При работе системы формируется непрерывная последовательность изображений с частотой 60 кадров/с. При этом оптическая ось камеры, которая формирует изображение, располагается перпендикулярно полосе конвейера с шихтой.

2. Подготовительный этап.

На этом этапе происходит преобразование изображения к виду, удобному для дальнейшего анализа [4], и подготовка его к этому анализу.

3. Параметрический анализ.

На этапе параметрического анализа вычисляются основные технологические характеристики сыпучего материала [13].

Ключевые слова: сыпучие материалы, определение размера, цифровые изображения.

Summary. Preliminary analysis of images of the bulk layer of bulk material makes it possible to conclude that most of the images in the process of their formation are exposed to a number of negative factors that lead to distortion, blurring, etc. Therefore, the image must go through a quality improvement phase. The ability to compensate for effects such as shadows and glare on an image is often crucial to the successful execution of a subsequent information processing algorithm [1]. Improving the quality of the image is one of the main goals in its processing. Consider the methods that are proposed to be used to improve the image quality of the bulk layer of agglomerate [9].

In the initial stage, the process is divided into 3 stages [2]:

1. Image Formation.

The step of forming an image involves entering an image into a program and pre-processing it [3]. The input of images of the charge layer is carried out using a photo / video camera. The system produces a continuous sequence of images at 60 frames/sec. The optical axis of the camera, which forms the image, is located perpendicular to the strip of the conveyor with the charge.

2. Preparatory stage.

At this stage, the image is transformed into a form that is convenient for further analysis [4] and its preparation for this analysis.

3. Parametric analysis.

At the stage of parametric analysis the basic technological characteristics of the bulk material are calculated [13].

Key words: *bulk materials, sizing, digital images.*

Виклад основного матеріалу. Для оцінки гранулометричного складу сипучих матеріалів потрібно алгоритмічне забезпечення [12], що дозволяє вирішувати основні завдання по обробці зображень. Розглянемо основні етапи побудови алгоритмічного забезпечення оптико-електронного методу контролю гранулометричного складу.

Алгоритм локального динамічного розділення. Метод локального динамічного поділу [5], застосований для виділення гранул на оригінальному документі (рис. 2), представлений узагальненим алгоритмом [6], що складається з наступних основних етапів:

- 1) для кожного положення квадратної локальної області перевіряється умова виходу її межі за межі зображення;
- 2) для кожної точки всередині квадратної локальної області обчислюються відстані r_1, r_2, r_3, r_4 до чотирьох кутових точок цієї області,

відповідно, і вагові коефіцієнти k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , що характеризують місцезнаходження точки щодо кожної з чотирьох кутових точок;

3) для кожної точки (x, y) квадратної локальної області обчислюється порогове значення T . Так, наприклад, для центральної точки локальної області значення порога T дорівнює середньому арифметичному значень інтенсивності кутових точок;

4) точка (x, y) квадратної локальної області відноситься до об'єкту, якщо її інтенсивність більше порогового значення $T(x, y)$, і до тла, якщо її інтенсивність менше або дорівнює $T(x, y)$.

Результатом роботи алгоритму є зображення (рис. 1), на якому світлі точки утворюють шматки сипучого матеріалу, а темні - проміжки між ними.

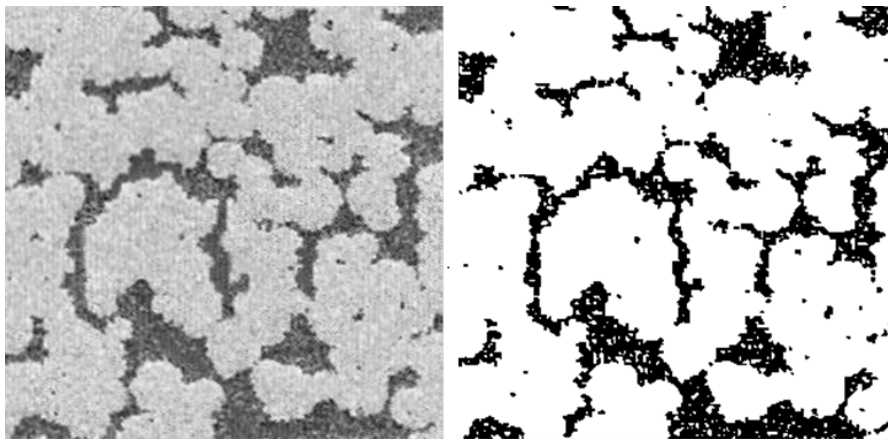


Рис. 1. Зображення до і після локального динамічного порогового поділу

Алгоритми контурного розділення. Після фільтрації зображення необхідно застосувати до нього методи скелетизації і математичної морфології [7]. Скелетизації здійснюється шляхом зменшення товщини контуру до одного пікселя, при цьому відбувається видалення на кожній ітерації граничних пікселів, що не порушує загальну конфігурацію і зв'язність [8]. Тому кордони для визначення площі гранул збігаються (з деякою погрешністю) з реальними межами контурів.

Алгоритм методу скелетизації полягає в наступному:

1) створення точної копії вихідного зображення;

2) здійснюється обхід по всіх точках зображення маскою 3x3. Таким чином, для кожної точки P₀ з координатами (x, y) визначаються її сусідні точки P₁ - P₈;

3) потоншення контура між гранулами здійснюється в два проходи:

а) якщо серед точок P₁, P₃, P₇ і точок P₁, P₃, P₅ є чорні, кількість конфігурацій O₁ навколо точки P₀ - $(A(x, y)) = 1$ і сума B(x, y) точок P₁ - P₈ потрапляє в діапазон [2,6], тоді точка P₀ видаляється;

б) якщо серед точок P₃, P₅, P₇ і точок P₁, P₅, P₇ є чорні, кількість конфігурацій O₁ навколо точки P₀ - $(A(x, y)) = 1$ і сума B(x, y) точок P₁-P₈ потрапляє в діапазон [2,6], тоді точка P₀ видаляється.

Після виконання скелетизації необхідно застосувати до зображення методи морфологічної фільтрації: розширення і відновлення кордонів [10]. Алгоритм розширення меж полягає в наступному:

1) для кожної точки зображення P₀ матриці 3x3 перевіряється умова: чи має точка P₀ заданий колір (параметр функції);

2) якщо умова вірна, то перевіряються всі крапки в околиці P₁ - P₈. Якщо колір хоча б однієї точки в околиці відмінний від кольору точки P₀, то точка P₀ зафарбовується «протилежним» кольором.

Алгоритм відновлення кордонів [11] містить наступні етапи:

1) для кожної точки зображення P₀ в матриці 3x3 визначається приналежність її до кінцевих точок. Для цього перевіряється наявність в околиці точки P₀ білих точок. Обхід точок проводиться 4 рази: «південна» межа - P₅, P₆, P₇, P₈, P₁, «східна» межа - P₇, P₈, P₁, P₂, P₃, «північна» межа - P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, «західний кордон» - P₃, P₄, P₅, P₆, P₇;

2) формується масив кінцевих точок;

3) обчислюється відстань між усіма парами масиву:

$$8 = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|;$$

4) ті точки, для яких 8 менше заданого параметра, з'єднуються.

Результат скелетизації і морфологічної обробки представлений на рис 2.

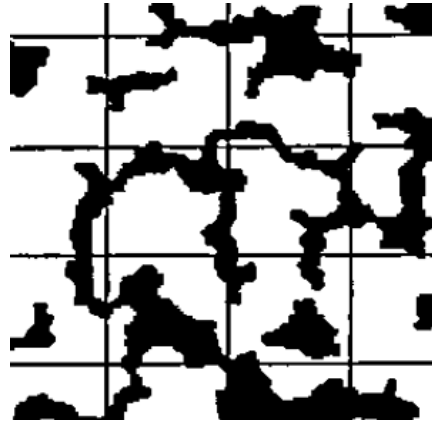


Рис. 2. Зображення після скелетизації і морфологічної

Після застосування вищевказаних методів обробки зображення на ньому чітко видно межі об'єктів, отже можна оцінити їх параметричні характеристики.

Висновки. Розроблено алгоритмічне забезпечення контролю гранулометричного складу сипучих матеріалів, що включає:

- алгоритм локального динамічного порогового поділу, заснований на обчисленні вагових коефіцієнтів точок локальної області та дозволяє підвищити точність визначення порогового рівня в умовах зашумлених зображень насипного шару агломерату;
- алгоритм контурного поділу локальної області поточного зображення, що використовує методи скелетизації і математичної морфології. Алгоритм дозволяє отримати результуюче зображення з чіткими контурами.

Проведено настройка, налагодження і тестування алгоритмів обробки відеоінформації на моделі зображень насипного шару агломерату.

Література

1. Бутаков, Е. А. Обробка зображень на ЕОМ / Е. А. Бутаков, В. І. Островський. М. : Радіо та зв'язок, 1987.
2. Дворкович, А. В. Цифрова обробка телевізійних і комп'ютерних зображень / А. В. Дворкович, В. П. Дворкович [и др.]. М. : Металургія, 1997.
3. Денисов, Д. А. Сегментація зображень на ЕОМ / Д. А. Денисов, В. А. Нізовкін // Зарубіжна радіоелектроніка. 1985.
4. Берштейн, Р. С. Підвищення ефективності агломерації. / Р. С. Берштейн. - М. : Металургія, 1979.
5. Робототехніка К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли.-М.: Мир, 1989.
6. A Survey on Image Segmentation /К. Fu and J. Mui, 1981.
7. Wang, W. 2008. Rock Particle Image Segmentation and Systems. 2008, Vienna, Source: Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications.
8. Carson, C., Belongie S., Greenspan H. and Malik J. 2002, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
9. Кукушкін, О. Н. Дослідження можливості визначення гранулометричного складу матеріалів в потоці методами мікрохвильової техніки / О. Н. Кукушкін, В. І. Головка, Н. В. Михайлівський, А. В. Потапов, А. Ф. Хасянов, В. В. Скопин // Електрон, техн. Сер. 1. 1998.
10. Mesure optique de la granulometrie des matieres charges au haut foumeau / Moretti, J. M., 1990.
11. Digital Image Processing / Rafael C. Gonzalez, Richard E Woods, 1992.
12. Franklin J. A., Maerz, N. H. and Bennett, C. P. Rock mass characterization using photo analysis. Int. J. Mining Geological Engrg., 1988.
13. Determining size distribution of moving pellets by computer image processing / Granness, Steven, 1986.

References

1. Butakov, EA Image processing on computers / EA Butakov, VI Ostrovsky. M.: Radio and Communication, 1987.
2. Dvorkovich, AV Digital processing of television and computer images / AV Dvorkovich, VP Dvorkovich [et al.]. M.: Metallurgy, 1997.
3. Denisov, DA Segmentation of images on computers / DA Denisov, VA Nizovkin // Foreign radio electronics. 1985.
4. Berstein, RS Increasing the efficiency of agglomeration. / R. S. Berstein. M.: Metallurgy, 1979.
5. Robotics K. Fu, R. Gonzalez, K. Lee-M.: World, 1989.
6. A Survey on Image Segmentation / K. Fu and J. Mui, 1981.
7. Wang, W. 2008. Rock Particle Image Segmentation and Systems. 2008, Vienna, Source: Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications.
8. Carson, C., Belongie S., Greenspan H., and Malik J. 2002, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
9. Kukushkin, ON Investigation of the possibility of determining the particle size distribution of materials in the stream by microwave technique / O.N. Kukushkin, V.I. Golovko, N.V. Mikhailovsky, A.V. Potapov, A.F. Khasyanov, V.V. Skopin // Electron, Tech. Avg. 1. 1998.
10. Mesure optique de la granulometrie des Matieres charges au haut foumeau / Moretti, J. M., 1990.
11. Digital Image Processing / Rafael C. Gonzalez, Richard E Woods, 1992.
12. Franklin J. A., Maerz, N. H. and Bennett, C. P. Rock mass characterization using photo analysis. Int. J. Mining Geological Engrg., 1988.
13. Determining the size distribution of moving pellets by computer image processing / Granness, Steven, 1986.