

HÌNH THÁI HỌC CÓ ĐỊNH HƯỚNG VÀ ỨNG DỤNG TRONG ĐẾM SỐ CÂY THÉP TRÊN ẢNH

Phạm Đức Long

Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Đếm các đối tượng trong ảnh là một bài toán được đặt ra nhiều trong thực tế như đếm các tế bào, đếm hồng cầu trong máu qua ảnh từ kính hiển vi điện tử, đếm các sản phẩm công nghiệp qua các camera công nghiệp... Khó khăn lớn nhất với việc đếm bằng xử lý ảnh là ảnh của các đối tượng cần đếm thường dính với nhau gây ra kết quả sai khác so với thực tế. Cho đến nay đã có nhiều phương pháp làm tăng độ chính xác của kết quả đếm bằng xử lý ảnh. Tuy nhiên kết quả của các phương pháp đó vẫn chưa cho độ chính xác 100%. Trong bài báo này nhóm tác giả đề xuất một phương pháp mới áp dụng hình thái học có định hướng để tách các đối tượng bị dính nhau trong ảnh để đưa độ chính xác kết quả của các quá trình đếm có khả năng đạt đến độ chính xác tuyệt đối trong một số ứng dụng trong công nghiệp hiện nay. Thực nghiệm được thực hiện trên ảnh của các bó thép cho số lượng cây thép có trong bó có thể đạt độ chính xác tuyệt đối. Kết quả này có thể được ứng dụng thay cho việc đếm bằng thủ công trong các nhà máy cán thép hiện nay.

Từ khóa: *đếm bằng xử lý ảnh; hình thái học; phép giãn nở; phép co; đếm bằng xử lý ảnh; biến đổi khoảng cách.*

Ngày nhận bài: 27/3/2020; Ngày hoàn thiện: 13/5/2020; Ngày đăng: 21/5/2020

ORIENTED MORPHOLOGY AND APPLICATION TO COUNT THE NUMBER OF STEELBARS IN THE BUNCHES BY IMAGE PROCESSING

Pham Duc Long

TNU – University of Information and Communication Technology

ABSTRACT

Counting objects in the image is a problem in the practice such as counting cells, counting red blood cells through images from electron microscopes, counting industrial products via industrial cameras... The biggest difficulty with counting by image processing is the images of the objects are often touch together. That is causing erroneous results compared with the reality result. So far, many methods have been used to increase the accuracy of results. However, the results of these methods are not yet accurate to 100%. In this paper, we propose a new method of applying oriented morphology to separate objects touch together in the image to bring the absolutely accuracy of the counting results in some applications in industry. The counting experiment was performed on photos of steel bundles. The result of counting the number of rebar in a bundle can reach absolute accuracy. This method can be applied instead of manual counting in existing steel mills.

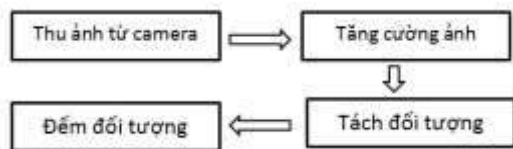
Keywords: *counting by image processing; morphology; dilation; erosion; counting by image processing; distance transform*

Received: 27/3/2020; Revised: 13/5/2020; Published: 21/5/2020

1. Giới thiệu

Nhu cầu đếm các đối tượng có rất nhiều trong thực tiễn. Đếm thủ công bằng mắt là một phương pháp tự nhiên, đã có lâu đời. Nhưng ngày nay việc đếm thủ công đã không còn đáp ứng được nữa do tốc độ xuất hiện và tồn tại các đối tượng cần đếm rất nhanh, do số lượng đối tượng cần đếm vô cùng lớn, do các đối tượng trong nhóm dính hoặc chồng lấn lên nhau. Với các đối tượng xuất hiện có quy luật như sản phẩm trên dây chuyền sản xuất người ta có thể dùng các bộ cảm biến kết hợp máy tính hoặc các bộ vi xử lý để đếm. Có nhiều loại cảm biến có thể dùng cho nhu cầu phát hiện đếm như cảm biến hồng ngoại, điện dung, ánh sáng, siêu âm,... Tuy nhiên có nhiều bài toán đếm không thể áp dụng các mô hình đếm dùng sensor. Ví dụ nhu cầu đếm số lượng hồng cầu trong máu, đếm tế bào trong nghiên cứu [1], đếm số cá trong bể [4], đếm sản phẩm nông nghiệp [5], đếm trứng muối, trứng tằm giống [6],... Trong những trường hợp này, nhóm tác giả chỉ có thể đếm các đối tượng qua ảnh (hoặc video của chúng). Phần tiếp sau đây nhóm tác giả trình bày một số kỹ thuật đếm bằng xử lý ảnh và kỹ thuật phụ trợ đã được áp dụng.

Với một ảnh nhị phân chúng ta quy ước các điểm ảnh nền là '0' và ảnh của một đối tượng là '1'. Quá trình đếm bằng xử lý ảnh như trong hình 1.



Hình 1. Quá trình đếm đối tượng qua ảnh

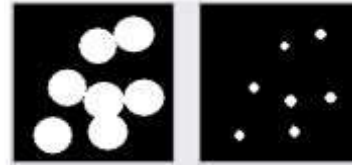
Khó khăn phải giải quyết khi đếm bằng xử lý ảnh là độ chính xác khi đếm với các ảnh có đối tượng chạm hay chồng lấn với nhau như trên hình 2.



Hình 2. Ảnh các đối tượng trong ảnh dính với nhau

Độ chính xác hiện nay đa số các trường hợp chưa đạt mức tuyệt đối [7]. Cũng có nhiều phương pháp tách đối tượng như trong các bài [8]-[10]. Những biện pháp tách đối tượng đơn giản thường đã được dùng là:

Dùng hình thái học kinh điển (dùng erosion như trong hình 3 nếu ảnh là trắng và nền là đen hoặc dùng dilation nếu ngược lại).



Hình 3. Dùng erosion để tách các đối tượng dính nhau trong ảnh

Nhược điểm của phương pháp này là nếu không khống chế được số lần lặp thì ảnh của đối tượng sẽ bị giảm kích thước dần và có thể đến bằng 0 (mất đối tượng) dẫn đến kết quả đếm sai.

Gradient Morphology

Gradient Morphology là kiểu hình thái học có định hướng được Serge Beucher và các tác giả [11] đưa ra năm 1992. Hai đặc điểm của hình thái học gradient là hướng và độ lớn. Với trường hợp liên tục và rời rạc. Tìm hướng theo véc tơ tiếp tuyến của biên được xác định:

$$\text{dir}(g) = \theta = \arctan(g_x / g_y) \quad (1)$$

Với g_x và g_y là tọa độ theo phương x và phương y trong tọa độ Đề các của điểm tiếp tuyến với đường biên. Độ lớn:

$$g(f) = \lim_{\rho \rightarrow 0} \frac{\delta_{\rho B}(f) - \epsilon_{\rho B}(f)}{2\rho} \quad (2)$$

Trong đó: $\delta_{\rho B}(f)$ và $\epsilon_{\rho B}(f)$ biểu diễn các phép dilation và erosion của f với một đĩa B bán kính ρ . Như vậy, các toán tử morphological gradient chỉ có tác dụng làm nổi biên trong các trường hợp độ sáng nền tối hơn hoặc sáng hơn đối tượng. Với nhu cầu chia tách các đối tượng dính nhau trên ảnh thì không có tác dụng.

Dùng biến đổi khoảng cách (DT – Distance Transform) kết hợp watershed như trong hình 4.

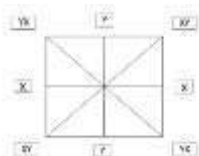


Hình 4. Tách các đối tượng dính nhau sử dụng Distance Transform

Phương pháp này cũng có nhiều ưu điểm và cũng được áp dụng trong nhiều trường hợp.

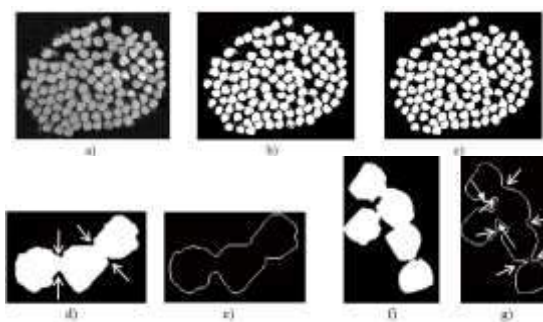
2. Phương pháp hình thái học có định hướng

Trong phần này nhóm tác giả đưa ra một phương pháp của chúng tôi dùng để thực hiện hình thái học định hướng (*Oriented Morphology – OM*) căn cứ vào đặc điểm cụ thể của mỗi ảnh để đưa ra hướng thực hiện hình thái học nhằm mục đích tách các đối tượng trong ảnh bị chạm nhau ra để đếm cho chính xác. Nhóm tác giả quy ước các hướng trong ảnh như trong hình 5:



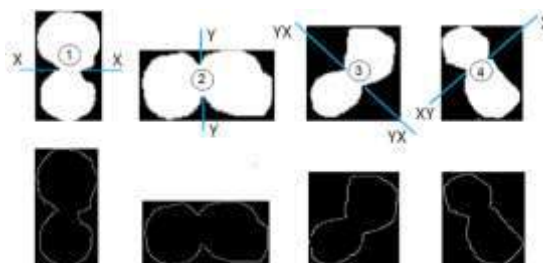
Hình 5. Quy ước các hướng trong ảnh với thực hiện OM

Trong một ảnh có nhiều đối tượng chạm nhau, nếu chúng ta sử dụng các mặt nạ mask (đối xứng hoặc cả không đối xứng) bình đẳng với mọi pixel trong ảnh khi thực hiện hình thái học nhằm thu nhỏ đối tượng để tách các đối tượng chạm nhau ra thì hiệu quả chắc chắn sẽ khó theo yêu cầu. Nhiều khi thực hiện lặp phép hình thái học đến mức diện tích của đối tượng bằng không vẫn chưa tách được các đối tượng chạm nhau ra. Tuy nhiên, nếu chúng ta tìm được các vị trí có biểu hiện của hai hay nhiều đối tượng chạm nhau và tại vị trí đó xác định được hướng cần thực hiện hình thái học thì hiệu quả sẽ tăng lên rất nhiều. Khảo sát hình bố thép qua các biến đổi. Giả sử lấy hai nhóm đối tượng có ảnh chạm nhau như trong hình 6(d) và 6(f), chúng ta thấy rằng: Khi thực hiện hình thái học theo các hướng theo chiều các cặp mũi tên. thì các đối tượng chạm nhau sẽ được tách ra và kích thước nguyên thủy không bị thay đổi.



Hình 6. Ảnh bố thép sau khi qua xử lý

Vị trí các đối tượng chạm nhau và hướng chạm nhau trong thực tế là bất kỳ. Tuy nhiên, chúng ta có thể quy về các hướng cơ bản X-X, Y-Y, Y-X, X-Y như trong hình 7. Chiều thực hiện quy ước như sau: Theo phương X-X và Y-Y chiều dương là chiều dương của các trục x và y trong tọa độ Đề các. Chiều dương của trục Y-X là chiều từ góc phần tư thứ tư tới góc phần tư thứ hai trong vòng tròn lượng giác; ngược lại là chiều âm. Chiều dương của trục X-Y là chiều từ góc phần tư thứ ba sang góc phần tư thứ nhất trong vòng tròn lượng giác; ngược lại là chiều âm. Tìm các điểm và hướng sẽ thực hiện OM tại các điểm đó:



Hình 7. Các vị trí và hướng thực hiện OM

Trên các đoạn biên liên tục:

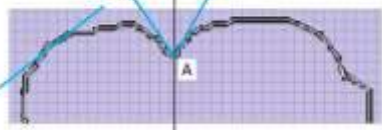
+ Tính góc θ giữa tiếp tuyến của biên với các trục x-x, y-y, xy, yx:

Khi khảo sát các điểm thất theo hướng Y-Y chúng ta tính θ với trục vuông góc với Y-Y tức trục X-X. Khoảng khảo sát từ 0° đến 360° . Chúng ta chỉ cần tìm các điểm lõm nên khi θ có giá trị thay đổi từ góc phần tư thứ nhất (khoảng 0° đến 90°) sang giá trị trong góc phần tư thứ 2 (khoảng 90° đến 180°) có nghĩa là có điểm thất theo hướng Y-Y và chiều là -Y trong tọa độ Đề các. Nếu khi θ có giá trị

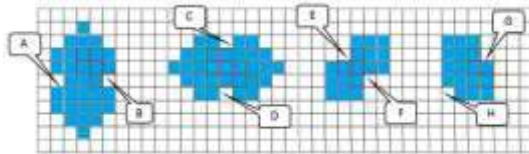
thay đổi từ góc phần tư thứ ba (khoảng 180° đến 270°) sang giá trị trong góc phần tư thứ 4 (khoảng 90° đến 180°) có nghĩa là có điểm thất theo hướng Y-Y và chiều là +Y. Tương tự với các hướng X-X, X-Y và Y-X.

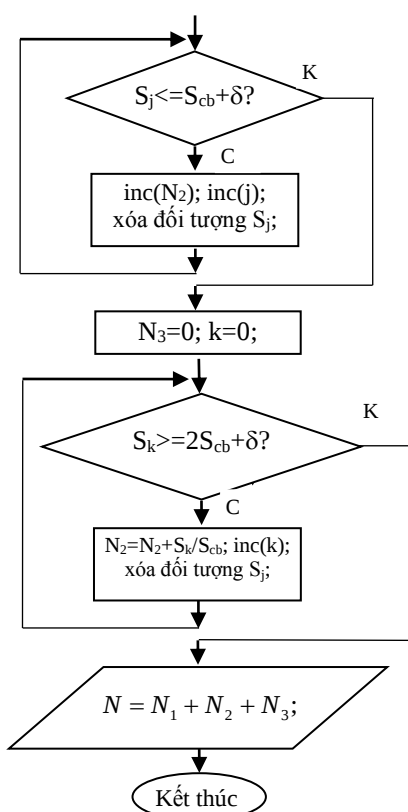


Hình 8. Góc θ thay đổi qua các trục thể hiện các điểm lồi (a) và lõm (b) của biên



Hình 9. Điểm A đổi chiều gradient theo hướng Y-Y
+ Tìm tọa độ các điểm thất mà tại đó góc θ đổi chiều để thực hiện OM tại đó





Hình 12. Thuật toán đếm đối tượng ứng dụng hình thái học có định hướng

3. Thực nghiệm đếm số cây thép trong bó thép

Kỹ thuật này có thể được áp dụng trong nhiều trường hợp đếm bằng xử lý ảnh mà ảnh của chúng có sự tiếp xúc giữa các đối tượng như đếm hồng cầu, tế bào đã nói ở trên. Nhóm tác giả đã thử nghiệm phương pháp cho một ứng dụng trong thực tế là đếm số lượng cây thép trong một bó thép từ ảnh của đầu bó thép. Đặc điểm cơ bản của ảnh đầu các bó thép là *các đầu cây thép không thể chồng lấn lên nhau được nên ảnh của chúng chỉ có thể dính nhau mà không chồm lên nhau được*.

Ảnh được chụp bằng loại máy ảnh kỹ thuật số SONY có độ phân giải thường 10 Mega pixel, ống kính tiêu cự 50 mm với ánh sáng thường, không đèn. Sau đó ảnh được đem thực hiện đếm bởi thuật toán trong hình 12. Số ảnh xử lý với mỗi loại đường kính (Φ) khác nhau là 50 ảnh khác nhau. Kết quả như trong bảng 1.

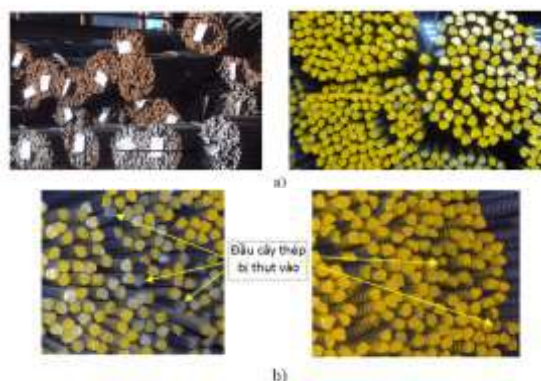
Bảng 1. Độ chính xác kết quả đếm qua ảnh đầu bó thép

Loại thép	Số ảnh xử lý	Bó thép bằng đầu	Bó thép không bằng đầu
$\Phi 10$ vằn	50	100%	92%
$\Phi 12$ vằn	50	100%	95%
$> \Phi 14$	50	100%	100%

+ Độ chính xác của chương trình được so sánh với độ chính xác khi đếm bằng mắt thường.

+ Lý do sai số trong trường hợp các đầu bó thép không bằng nhau là do có thể có một vài cây thép bị thụt vào sẽ cho ảnh bé đi hoặc thậm chí không thấy nữa như trong hình 13. Trong thực tế điều này được giải quyết bằng cách dùng cơ cấu cơ khí “vỗ” cho bằng đầu các cây thép để có ảnh trong trường hợp bằng đầu.

+ Với bó thép bằng đầu kết quả đạt 100%.



Hình 13. Ảnh một số cây thép bị thụt vào trong sử dụng trong thực nghiệm

4. Kết luận

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã trình bày một phương pháp đếm bằng xử lý ảnh trên ảnh của các đối tượng cần đếm, trong đó có ảnh của một số đối tượng dính với nhau. Phương pháp được thực hiện bằng cách tìm ra các điểm thất để sử dụng hình thái học có định hướng nhằm tách các đối tượng dính nhau ra. Phương pháp đã được thực nghiệm trên ảnh của đầu các bó thép và đã cho độ chính xác ứng dụng được trong thực tế nếu các đầu bó bằng nhau. Với các đầu bó thép không bằng nhau độ chính xác chưa đạt 100%. Để khắc phục có thể dùng biện pháp hỗ trợ cơ khí vỗ cho bằng đầu các bó thép để có thể thu được các ảnh đầy đủ. Phương pháp này cũng

có thể áp dụng với các trường hợp cần đếm các đối tượng khác nói chung không phải là cây thép khi ảnh của chúng cũng dính nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. S. Khan, A. Khan, F. S. Khattak, and A. Naseem, "An Accurate and Cost Effective Approach to Blood Cell Count," *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), vol. 50, no.1, pp. 18-24, 2012.
- [2]. W. Hou, Zh. Duan, and X. Liu, "A Template Covering based Algorithm to Count the Bundled Steel Bars," 2011 4th International Congress on Image and Signal Processing, 2014, pp. 1813-1816.
- [3]. Z. Nie, M.-H. Hung, and J. Huang, "A Novel Algorithm of Rebar Counting on Conveyor Belt Based on Machine Vision," *Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, vol. 7, no. 2, pp. 425-437, 2016.
- [4]. C. Spampinato, Y.-H. Chen-Burger, G. Nadarajan, and R. B. Fisher, "Detecting Tracking and Counting Fish in Low quality Unconstrained Underwater Videos," Proceedings of the Third International Conference on Computer Vision Theory and Applications, 2008, pp. 514-519.
- [5]. R. Hussin, M. Rizon Juhari, N. W. Kang, R. C. Ismail, and A. Kamarudin, "Digital Image Processing Techniques for Object Detection From Complex Background Image," *Procedia Engineering* 340 – 344, International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS 2012), 2012, pp. 340-344.
- [6]. R. Kawade, T. Dhamale, and D. Dhake, "Image Processing Based Silkworm Egg Counting Methods," *IOSR Journal of Engineering (IOSR JEN)*, vol. ?, pp. 56-60, 2019.
- [7]. A. Pandit, and J. Rangole, "Literature Review on Object Counting using Image Processing Techniques," *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 3, no. 4, pp. 8509-8512, 2014.
- [8]. D. Casasent, A. Talukder, W. Cox, H.-T. Chang and D. Weber, "Detection and Segmentation of Multiple Touching Product Inspection, Items," Proceedings Volume 2907, Optics in Agriculture, Forestry, and Biological Processing II, 1996, pp. 205-216.
- [9]. J. G. A. Barbedo, "A Review on Methods for Automatic Counting of Objects in Digital Images," *IEEE Latin America Transactions* vol. 10, no. 5, pp. 2112-2124, 2012.
- [10]. Q. Yao, Y. Zhou, and J. Wang, "An Automatic Segmentation Algorithm for Touching Rice Grains Images," IEEE International Conference on Audio, Language and Image Processing, 2010, pp. 802-805.
- [11]. S. Beucher, P. Soille, and J. F. Rivest, "Morphological gradients," Proc. SPIE "Image Science and Technology", San Jose, California, Feb. 1992, pp. 326-336.