

BÀI TOÁN XỬ LÝ VÀ PHÂN TÍCH ĐỂ ĐẾM CÁC ĐỐI TƯỢNG ẢNH HAI CHIỀU

Phạm Thế Bảo, Nguyễn Thị Thanh Nhân, Lương Hữu Thuận

Khoa Toán - Tin học, trường Đại Học KHTN – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 28 tháng 04 năm 2003)

TÓM TẮT: Trong bài viết này, chúng tôi tìm hiểu những kiến thức liên quan đến thao tác xử lý phân tích ảnh trong Thị giác máy tính đồng thời ứng dụng vào việc nhận biết, phân lớp và đếm hồng cầu, bạch cầu trên ảnh bitmap.

MỞ ĐẦU:

Xuất phát từ những nhu cầu thực tế, Thị giác máy tính đã ra đời và phát triển nhanh chóng trong sự quan tâm của mọi người. Sự xuất hiện của Thị giác máy tính đã làm tăng khả năng ứng dụng của máy tính trong nhiều lĩnh vực như: y tế, giáo dục, kinh tế, giao thông, quân sự,... Đây là một ngành rất rộng lớn, nó liên quan đến việc xử lý hình học để tạo mô hình thế giới thực từ các ảnh 2D và thao tác xử lý, phân tích ảnh nhằm phân lớp nhận biết và đếm đối tượng.

Trong Sinh học, việc nhận biết, phân lớp và đếm đối tượng đặc biệt là hồng cầu và bạch cầu nhằm góp phần vào việc sơ lược chẩn đoán bệnh là một vấn đề đã được đặt ra từ rất lâu. Trước đây, công việc này chủ yếu được thực hiện bằng mắt thường, vì vậy mất nhiều thời gian và độ chính xác không cao. Do đó, mục tiêu hướng tới của đề tài là ứng dụng Thị giác máy tính để thay thế con người thực hiện thao tác đó nhằm làm tăng độ chính xác và rút ngắn thời gian thực hiện.

CÁC THAO TÁC CƠ BẢN TRÊN MỘT ẢNH

Đề tài tìm hiểu một số thao tác cơ bản trong hai loại ảnh : Bi-level (ảnh trắng đen) và Grey-level (ảnh xám).

Ảnh Bi-level: Trên ảnh Bi-level, những điểm đen được gọi là pixel đối tượng, điểm trắng gọi là pixel nền. Đề tài trình bày các khái niệm: lân cận của một điểm, vùng đối tượng, sự liên kết trong vùng, vùng liên thông, lỗ trống trong vùng, bao đóng và phần trong,... Đồng thời cũng đề cập các thao tác trên ảnh như: tìm diện tích, chu vi, chiều dài, tâm, số đo độ tròn của các vùng trong ảnh hoặc có thể xác định bao đóng, trục chính của đối tượng, mở rộng hay thu hẹp vùng đối tượng, lọc xương đối tượng, mã hoá các thông tin của đối tượng. Ảnh Grey-level: Trên ảnh Grey-level, các thông tin của ảnh thể hiện khá rõ nội dung bức ảnh. Mỗi pixel trong ảnh có giá trị cường độ sáng từ 0 đến 255. Các thông tin của ảnh có thể được thể hiện tóm tắt thông qua biểu đồ thống kê là biểu đồ liệt kê tất cả các mức độ xám được sử dụng trong bức ảnh trên trục hoành và chỉ ra số pixel có mức độ tương ứng trên trục tung. Một kỹ thuật để chuyển từ ảnh Grey-level sang ảnh Bi-level là kỹ thuật đặt ngưỡng (Threshold), thao tác này rất có lợi trong việc lọc ra các thông tin của hữu ích của ảnh. Mặt khác đề tài còn tìm hiểu các thao tác trên ảnh Grey-level như lọc biên của các đối tượng trong ảnh, các thao tác hình học cơ bản và một số cách xử lý các điểm nhiễu trong ảnh.

MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP ĐỂ NHẬN DẠNG, PHÂN LỚP VÀ ĐẾM ĐỐI TƯỢNG TRONG ẢNH

Một vấn đề nổi bật của thị giác máy tính là làm cho máy tính có thể nhận dạng được đối tượng. Để có thể nhận dạng được các đối tượng trong ảnh, chúng ta cần phải thực hiện ba bước:

- + Tìm các đặc trưng cho đối tượng.
- + Xác định lớp cho các đối tượng.
- + Loại ra các đối tượng không biết.

Tìm các đặc trưng cho đối tượng tức là cần thu thập và tìm kiếm các thông tin liên quan đến đối tượng trong ảnh. Xác định lớp cho đối tượng là dựa vào các đặc trưng tìm ra mà ta xếp đối tượng đó vào lớp thích hợp nhất. Chúng ta cần áp dụng nhiều thao tác trên ảnh mà các chương trước đã nêu để tìm ra các dữ liệu liên quan.

Việc phân lớp và nhận dạng đối tượng có thể dựa vào một số phương pháp thông thường như:

- Dựa vào đặc trưng của đối tượng: phương pháp này dựa vào những thông tin về đo lường các đối tượng trong ảnh như diện tích, chu vi,... để nhận dạng chúng.
- Thống kê : cũng dựa trên các đặc trưng tìm được sau đó thống kê chúng để đưa ra tiêu chuẩn để nhận dạng.
- Xác suất : việc nhận dạng dựa trên xác suất của đối tượng thuộc vào mỗi lớp nhằm đặt đối tượng vào đúng lớp .
- So mẫu đối tượng : sử dụng đối tượng mẫu (là đối tượng mang các đặc trưng trung bình của một lớp đối tượng) để nhận biết các đối tượng cùng thuộc lớp đó.
- Nhận dạng dựa vào cấu trúc : phân tích đối tượng thành các kết cấu từ các thành phần nhỏ và đơn giản hơn theo các luật nhất định. Quá trình nhận ra một đối tượng trong ảnh chính là xác định các thành phần, thiết lập mối quan hệ giữa các thành phần, sau đó so với các mẫu đã được biết trước.
- Bao đóng: sử dụng bao đóng của các đối tượng trong ảnh để có thể nhận diện chúng. Phương pháp này dùng một bao đóng mẫu để nhận dạng các đối tượng có bao đóng giống nó.

Không có một phương pháp nào luôn đúng hay sai trong việc phân lớp và nhận dạng đối tượng. Tùy theo vấn đề bài toán mà ta áp dụng các phương pháp trên.

Việc đếm các đối tượng trong ảnh là mục đích chính của đề tài. Để có thể đếm các đối tượng trong ảnh ta nên đếm khi ảnh chỉ chứa các đối tượng cùng một lớp. Đối với ảnh đơn giản (là ảnh có các đối tượng rời nhau) ta thực hiện các bước sau:

- Threshold ảnh đó để được ảnh Bi-level tương ứng, trong đó các đối tượng được phân biệt với màu nền.
- Khởi gán biến đếm bằng 0.
- Tìm vùng đối tượng, đánh dấu vùng đó, tăng biến đếm lên 1, xoá vùng đó.
- Bước thứ 3 được lặp lại cho đến khi không còn vùng nào được tìm thấy, khi đó giá trị biến đếm chính là số đối tượng thuộc ảnh.

Còn đối với các ảnh phức tạp (là ảnh có các đối tượng dính nhau hoặc chồng chất lên nhau) ta có các phương pháp sau :

- * Bao lỗi : thực hiện các bước sau
 - Từng vùng đối tượng được định vị và đánh dấu.

- Tìm bao lồi của từng vùng, lưu tất cả vào trong một ảnh (ảnh SECR – smallest enclosing convex region).

- Các vùng lõm (concave) được xác định bằng cách lấy ảnh bao lồi trừ cho ảnh gốc ban đầu. Thao tác trừ này có nghĩa là các pixel của đối tượng trong ảnh trừ sẽ là các pixel nền trong ảnh bị trừ.

- Tính tỷ số diện tích từng vùng trong ảnh ban đầu so với diện tích của một đối tượng mẫu. Những vùng có tỷ số này nhỏ hơn hoặc bằng 1 được đếm là một đối tượng, còn những vùng có tỷ số này lớn hơn một có thể được đếm như sau:

Tỉ số diện tích	Số vùng lõm	Đếm
1-2	1-2	2
	3-4	3
2-3	1-2	3
	3-4	3
	5-6	4
3-4	1-6	4
	7-8	5

* So mẫu đối tượng : thực hiện tương tự trong thao tác nhận dạng

- Phân chia đối tượng : được thực hiện như sau:

Trước hết, xác định khoảng cách ngắn nhất từ mỗi pixel đối tượng đến pixel nền.

- Xác định vị trí của các pixel có giá trị lớn nhất K(gọi là đỉnh của vùng)đánh dấu chúng.

- Bắt đầu từ các pixel này, ta thực hiện việc mở rộng vùng sao cho các vùng đó không liên kết với nhau. Tức là thực hiện thao tác sau:

+ Đánh dấu các pixel có giá trị K

+ Đánh dấu những pixel thoả điều kiện: Kề với pixel có giá trị K, có giá trị K-1, không liên kết hai pixel thuộc các vùng không liên kết.

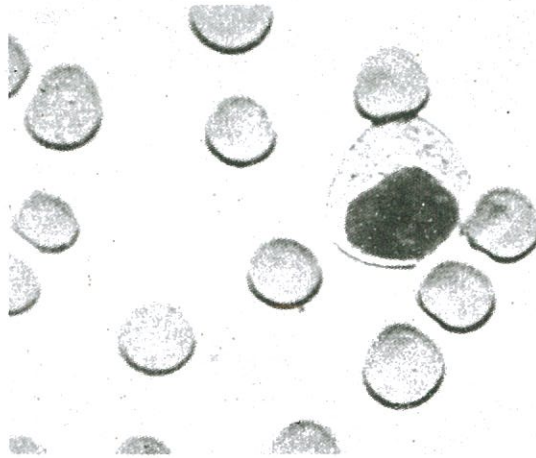
+ Giảm K xuống 1 giá trị.

+ Thực hiện các bước 2 và 3 cho đến khi K=0.

Phương pháp phân chia đối tượng được áp dụng cho từng vùng một trong ảnh. Chúng ta thu được ảnh bao gồm các vùng không liên kết với nhau. Sau đó, việc đếm số đối tượng trong vùng trở nên đơn giản.

THUẬT TOÁN ĐẾM SỐ LƯỢNG BẠCH CẦU - HỒNG CẦU

* Giới thiệu ảnh:



Ảnh: Bạch cầu và Hồng cầu

* Một số đặc điểm của các đối tượng Hồng cầu và Bạch cầu trong ảnh:

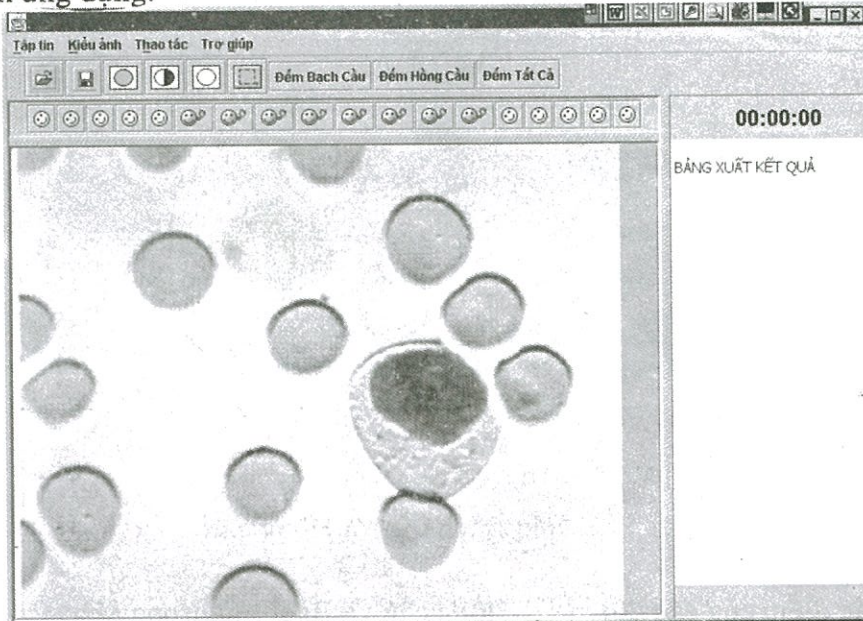
- Cả hai loại đối tượng đều có hình dạng gần giống với hình tròn.
- Bạch cầu to hơn nhiều so với Hồng cầu.
- Màu của Bạch cầu luôn đậm hơn Hồng cầu và màu Hồng cầu đậm hơn so với nền của ảnh.
- Các đối tượng trong ảnh có thể dính với nhau hoặc chồng chất lên nhau.
- Bạch cầu có màng bao quanh nhân.

* Thuật toán gồm 6 bước:

1. Đọc ảnh Bitmap để lấy dữ liệu và chuyển sang ảnh Greylevel (gọi là ảnh ban đầu).
2. Đặt ngưỡng Threshold dựa vào Biểu đồ thống kê để lọc ra ảnh Bi-level chỉ có Bạch cầu (gọi là ảnh 1) và ảnh Bi-level gồm Bạch Cầu và Hồng cầu (gọi là ảnh 2).
3. Lọc cạnh ảnh ban đầu và đặt ngưỡng Threshold để có ảnh Bi-level chỉ gồm cạnh của các đối tượng (gọi là ảnh 3).
4. Tách Bạch cầu và Hồng cầu ra khi chúng liên kết nhau bằng cách lấy ảnh 2 trừ ảnh 3.
5. Triệt tiêu Bạch Cầu trong ảnh 2.
6. Đếm số Bạch cầu trong ảnh 1 và số Hồng cầu trong ảnh 2 bằng phương pháp bao lồi đồng thời loại bỏ các đối tượng không đạt.

Thời gian thực hiện trung bình của thuật toán là 15 giây cho ảnh có kích cỡ trung bình là 870x550 pixel. Thuật toán chạy nhanh hay chậm ít phụ thuộc vào kích thước ảnh mà chủ yếu phụ thuộc vào sự phức tạp của ảnh (ảnh bị nhiễu nhiều hay ít, các đối tượng Bạch cầu và Hồng cầu nhiều hay ít).

* Chương trình ứng dụng:



Giao diện chương trình

* Hạn chế và hướng phát triển

- Chương trình còn nhiều hạn chế như sau:

- + Chỉ có thể thực hiện được cho các ảnh Bạch cầu và Hồng cầu trong thực tế.
- + Do thiếu phương tiện cùng kỹ thuật chuyên môn nên chưa có nhiều ảnh để kiểm tra tính đúng đắn của thuật toán.
- + Cho kết quả sai đối với một số đối tượng không rõ ràng (về màu sắc, diện tích, hình dạng tròn).

* Hướng phát triển

- + Nếu được tiếp tục mở rộng, chương trình có thể được xây dựng thành một phần mềm hoàn chỉnh đếm chính xác hơn, nhanh hơn số lượng hồng cầu, bạch cầu trên mẫu máu; từ đó đưa ra kết quả sơ lược cho việc chẩn đoán bệnh.
- + Từ những kiến thức cơ bản của Thị Giác Máy Tính, có thể lập trình cho máy tính có khả năng nhận biết, phân lớp và đếm các đối tượng khác.
- + Có thể kết hợp với logic mờ và thuật toán di truyền để phân lớp đối tượng.

RECOGNIZING, CLASSIFYING AND COUNTING OBJECTS OF 2D IMAGES

Pham The Bao, Nguyen Thi Thanh Nhan, Luu Huu Thuan

ABSTRACT: This paper aims to learn about the image processing of the Computer Vision and its application into recognizing, classifying and counting erythrocytes and leucocytes on bimap images.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] J.R.Parker. *Practical Computer Vision Using C*. Yale University Press, 1995.

- [2] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G.Schunck. *Machine Vision*. MIT Press and McGraw-Hill, Inc, 1995.
- [3] E.R.Davies. *Machine Vision:Theory, Algorithms, Practicalities*. Academic Press, 1997.
- [3] C.Wayne Brown, Barry J.Shepherd. *Graphic File Formats*. Academic Press, 1995.
- [4] Hoàng Ngọc Giao. *Lập trình Java như thế nào?* NXB Thống kê-Hà Nội, 1998.