

Tài Liệu Hướng Dẫn Lập Trình Xử Lý Ảnh

Chương I: Giới Thiệu

1. Khái niệm về ảnh số

Ảnh số (gọi tắt là ảnh) là một loại dữ liệu chứa đựng các thông tin về màu sắc trong tự nhiên được thu thập, ghi nhận lại bằng cảm biến màu sắc của máy ảnh (camera); được lưu trữ, xử lý trong máy tính và được xuất ra màn hình hoặc in ấn để hiển thị lại các thông tin màu sắc cho người dùng. Ảnh chứa các thông tin và được số hoá thành các dữ liệu, nên chúng ta phải tốn vùng nhớ để lưu trữ. Trong máy tính, mỗi ảnh được lưu trữ như một ma trận, với một pixel tương ứng với một phần tử trong ma trận. Với ma trận, chúng ta có thể cộng, trừ, nhân, chia, hoán vị,... để biến đổi ma trận theo ý muốn. Từ ma trận, ta có thể chuyển đổi thành vector và ngược lại (đại số tuyến tính và hình học). Ảnh có thể được xử lý (nén, giải nén, thay đổi định dạng, thay đổi màu sắc, ...) do đó, ảnh có thể bị mất, sai lệch thông tin như những kiểu dữ liệu khác.

2. Các kiểu ảnh

Các kiểu ảnh phổ biến trong hệ thống máy tính là:

a. Ảnh nhị phân

Ảnh nhị phân là ảnh mà mỗi điểm ảnh chỉ mang 1 trong 2 màu trắng hoặc đen, hay còn gọi là ảnh trắng đen. Giá trị thường là [0;1] hoặc [0;255] tùy mục đích sử dụng. Giá trị 0 là tối nhất (đen), 255 là sáng nhất (trắng).

b. Ảnh xám

Ảnh xám là ảnh mà mỗi điểm ảnh có 1 giá trị trong khoảng [0-n], n tùy vào độ sâu màu. Ảnh này chỉ đem lại cảm nhận về hình dạng vật thể chứ không mô tả được màu sắc.

c. Ảnh màu

Ảnh màu là ảnh mà mỗi điểm ảnh được tạo bởi m giá trị trong khoảng [0-n] riêng biệt tùy theo số kênh màu của ảnh.

3. Không gian màu

Không gian màu là một mô hình toán học dùng để mô tả các màu sắc trong thực tế được biểu diễn dưới dạng số học. Trên thực tế có rất nhiều không gian màu khác nhau được mô hình để sử dụng vào những mục đích khác nhau. Trong bài này ta sẽ tìm hiểu qua về ba không gian màu cơ bản hay được nhắc tới và ứng dụng nhiều, đó là hệ không gian màu RGB, HSV và CMYK.

a. Không gian màu RGB

RGB là không gian màu rất phổ biến được dùng trong đồ họa máy tính và nhiều thiết bị kỹ thuật số khác. Ý tưởng chính của không gian màu này là sự kết hợp, pha trộn của 3 màu sắc cơ bản: màu đỏ (R, Red), xanh lục (G, Green) và xanh dương (B, Blue) để mô tả tất cả các màu sắc khác.

Nếu như một ảnh số được mã hóa bằng 24bit, nghĩa là 8bit cho kênh R, 8bit cho kênh G, 8bit cho kênh B, thì mỗi kênh màu này sẽ nhận giá trị từ 0-255. Với mỗi giá trị khác nhau của các kênh màu kết hợp với nhau ta sẽ được một màu khác nhau, như vậy ta sẽ có tổng cộng $255 \times 255 \times 255 = 1.66$ triệu màu sắc.

Ví dụ: màu đen là sự kết hợp của các kênh màu (R, G, B) với giá trị tương ứng (0, 0, 0) màu trắng có giá trị (255, 255, 255), màu vàng có giá trị (255, 255, 0), màu tím đậm có giá trị (64, 0, 128), ...

Nếu ta dùng 16bit để mã hóa một kênh màu (48bit cho toàn bộ 3 kênh màu) thì dải màu sẽ trải rộng lên tới $3 \times 2^{16} = \dots$ Một con số rất lớn.

b. Không gian màu CMYK

CMYK là không gian màu được sử dụng phổ biến trong ngành công nghiệp in ấn. Ý tưởng cơ bản của hệ không gian này là dùng 4 màu sắc cơ bản để phục vụ cho việc pha trộn mực in. Trên thực tế, người ta dùng 3 màu là C (Cyan: xanh lơ), M (Magenta: hồng xẫm), và Y (Yellow: vàng) để biểu diễn các màu sắc khác nhau. Nếu lấy màu hồng xẫm cộng với vàng sẽ ra màu đỏ, màu xẫm kết hợp với xanh lơ sẽ cho xanh lam ... Sự kết hợp của 3 màu trên sẽ cho ra màu đen, tuy nhiên màu đen ở đây không phải là đen tuyệt đối và thường có độ tương phản lớn, nên trong ngành in, để tiết kiệm mực in người ta thêm vào màu đen để in những chi tiết có màu đen thay vì phải kết hợp 3 màu sắc trên. (Dựa trên thực tế đó, trong hệ màu CMYK chữ K ở đây là để kí hiệu màu đen (Black), vì B đã được dùng để biểu diễn màu Blue nên người ta lấy chữ cái cuối K để biểu diễn màu đen?)

Nguyên lý làm việc của hệ màu này như sau : Trên một nền giấy trắng, khi mỗi màu này được in lên sẽ loại bỏ dần đi thành phần màu trắng. 3 màu C, M, Y khác nhau in theo những tỉ lệ khác nhau sẽ loại bỏ đi thành phần đó một cách khác nhau và cuối cùng cho ta màu sắc cần in. Khi cần in màu đen, thay vì phải in cả 3 màu người ta dùng màu đen để in lên. Nguyên lý này khác với nguyên lý làm việc của hệ RGB ở chỗ hệ RGB là sự kết hợp của các thành phần màu, còn hệ CMYK là sự loại bỏ lẫn nhau của các thành phần màu.

c. Không gian màu HSV

HSV và cũng gần tương tự như HSL là không gian màu được dùng nhiều trong việc chỉnh sửa ảnh, phân tích ảnh và một phần của lĩnh vực thị giác máy tính. Hệ không gian này dựa vào 3 thông số sau để mô tả màu sắc H (Hue: màu sắc), S (Saturation: độ đậm đặc, sự bão hòa), V (Value: giá trị cường độ sáng). Không gian màu này thường được biểu diễn dưới dạng hình trụ hoặc hình nón. Theo đó, đi theo vòng tròn từ 0-360 độ là trường biểu diễn màu sắc(Hue). Trường này bắt đầu từ màu đỏ đầu tiên (red primary) tới màu xanh lục đầu tiên (green primary) nằm trong khoảng 0-120 độ, từ 120-240 độ là màu xanh lục tới xanh lơ (green primary – blue primary). Từ 240-360 là từ màu đen tới lại màu đỏ.

4. Chuyển đổi giữa các không gian màu

a. Chuyển đổi RGB sang CMYK và ngược lại

Như đã nói ở trên, thành phần K là thành phần phụ dùng để in cho những điểm màu có màu đen trong hệ CYMK, do vậy để chuyển không gian màu từ RGB sang CMYK trước hết ta chuyển RGB sang CMY sau đó tìm thành phần K còn lại. Công thức chuyển từ RGB sang CMY:

$$(C', M', Y') = ((255 - R); (255 - G); (255 - B))$$

Việc tính giá trị của K lại là một vấn đề khác vì nó liên quan tới nhà sản xuất công nghệ in, tuy nhiên về mặt lý thuyết có thể chấp nhận rằng:

$$K = \min \{C'/2.55; M'/2.55; Y'/2.55\}$$

như vậy $0 \leq K \leq 100$

- Nếu $K = 100$:

$$C = M = Y = 0 \text{ (trường hợp in màu đen)}$$

- Nếu $0 < K < 100$:

$$C = (C'/2.55 - K) * 100 / (100 - K)$$

$$M = (M'/2.55 - K) * 100 / (100 - K)$$

$$Y = (Y'/2.55 - K) * 100 / (100 - K)$$

$$K = K$$

(Trong đó, C, M, Y, K được làm tròn tới để lấy chỉ số nguyên).

b. Chuyển đổi RGB sang HSV và ngược lại

Giả sử ta có một điểm màu có giá trị trong hệ RGB là (R, G, B). Ta chuyển sang không gian HSV như sau:

Đặt:

$$M = \max(R, G, B)$$

$$m = \min(R, G, B)$$

$$C = M - m$$

$$\text{Nếu } M = R, H' = (G - B)/C \bmod 6$$

$$\text{Nếu } M = G, H' = (B - R)/C + 2$$

$$\text{Nếu } M = B, H' = (R - G)/C + 4, H = H' \times 60$$

$$\text{Trong trường hợp: } C = 0, H = 0^0, V = M, S = C/V$$

$$\text{Trong trường hợp } V=0 \text{ hoặc } C = 0, S = 0:$$

Để chuyển từ HSV sang RGB ta làm như sau:

Giả sử ta có không gian màu HSV với $H \in [0, 360]$, $S \in [0, 1]$, $V \in [0, 1]$.

Khi đó, ta tính: $C = V \times S$, $H' = H/60$, $X = C(1 - |H' \bmod 2 - 1|)$

Ta biểu diễn hệ (R1, G1, B1) như sau:

$$(R1, G1, B1) = \begin{cases} (0, 0, 0) & \text{nếu chưa xác định được } H \\ (C, X, 0) & \text{nếu } 0 \leq H' \leq 1 \\ (X, C, 0) & \text{nếu } 1 \leq H' \leq 2 \\ (0, C, X) & \text{nếu } 2 \leq H' \leq 3 \\ (0, X, C) & \text{nếu } 3 \leq H' \leq 4 \\ (X, 0, C) & \text{nếu } 4 \leq H' \leq 5 \\ (C, 0, X) & \text{nếu } 5 \leq H' \leq 6 \end{cases}$$

5. Bài tập

Viết 1 chương trình máy tính bằng ngôn ngữ python để đọc vào 1 file ảnh từ máy tính, sau đó chuyển đổi ảnh mẫu sang các không gian màu khác nhau. Hiển thị các ảnh đã được chuyển đổi các không gian màu ra màn hình.