



**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH  
VIỄN THÔNG**

---

## **BÀI GIẢNG MÔN HỌC**

# **XỬ LÝ ẢNH**

**Người soạn : PGS. TS. ĐỖ NĂNG TOÀN**

Chỉnh sửa lần 1, Tháng 11 năm 2013

## LỜI NÓI ĐẦU

Khoảng hơn mười năm trở lại đây, phần cứng máy tính và các thiết bị liên quan đã có sự tiến bộ vượt bậc về tốc độ tính toán, dung lượng chứa, khả năng xử lý v.v.. và giá cả đã giảm đến mức máy tính và các thiết bị liên quan đến xử lý ảnh đã không còn là thiết bị chuyên dụng nữa. Khái niệm ảnh số đã trở nên thông dụng với hầu hết mọi người trong xã hội và việc thu nhận ảnh số bằng các thiết bị cá nhân hay chuyên dụng cùng với việc đưa vào máy tính xử lý đã trở nên đơn giản.

Trong hoàn cảnh đó, xử lý ảnh là một lĩnh vực đang được quan tâm và đã trở thành môn học chuyên ngành của sinh viên ngành công nghệ thông tin trong nhiều trường đại học trên cả nước. Tuy nhiên, tài liệu giáo trình còn là một điều khó khăn. Hiện tại chỉ có một số ít tài liệu bằng tiếng Anh hoặc tiếng Pháp, tài liệu bằng tiếng Việt thì rất hiếm. Với mong muốn đóng góp vào sự nghiệp đào tạo và nghiên cứu trong lĩnh vực này, chúng tôi biên soạn cuốn giáo trình *Xử lý ảnh* dựa trên đề cương môn học đã được duyệt. Cuốn sách tập trung vào các vấn đề cơ bản của xử lý ảnh nhằm cung cấp một nền tảng kiến thức đầy đủ và chọn lọc nhằm giúp người đọc có thể tự tìm hiểu và xây dựng các chương trình ứng dụng liên quan đến xử lý ảnh.

Giáo trình được chia làm 7 chương. Chương 1, trình bày Tổng quan về xử lý ảnh, các khái niệm cơ bản, sơ đồ tổng quát của một hệ thống xử lý ảnh và các vấn đề cơ bản trong xử lý ảnh. Chương 2, trình bày các vấn đề liên quan đến thu nhận ảnh, bao gồm các thiết bị thu nhận ảnh cơ bản, quá trình lấy mẫu và lượng tử hóa, một số phương pháp biểu diễn ảnh, cũng như một số định lý về ảnh phổ dụng. Chương 3, trình bày các kỹ thuật nâng cao chất lượng ảnh dựa vào các thao tác với điểm ảnh, nâng cao chất lượng ảnh thông qua việc xử lý các điểm ảnh trong lân cận điểm ảnh đang xét. Chương này cũng trình bày các kỹ thuật nâng cao chất lượng ảnh nhờ vào việc lọc nhiễu. Chương 4, trình bày các kỹ thuật cơ bản trong việc phát hiện biên của các đối tượng ảnh theo cả hai khuynh hướng: Phát hiện biên trực tiếp và phát hiện biên gián tiếp. Chương 5 thể hiện các kỹ thuật phân vùng ảnh, đây là khâu quan trọng hỗ trợ cho việc trích chọn các thuộc tính của ảnh để tiến tới hiểu ảnh. Chương 6, trình bày các vấn đề và kỹ thuật liên quan đến nhận dạng ảnh, theo tiếp cận không gian, tiếp cận cấu trúc và tiếp cận mạng nơron. Và cuối cùng là Chương 7 với các kỹ thuật nén ảnh, đây là vấn đề luôn được quan tâm trong xử lý ảnh.

Giáo trình được biên soạn dựa trên kinh nghiệm giảng dạy của tác giả trong nhiều năm tại các khóa đại học và cao học của ĐH Công nghệ - ĐHQG Hà Nội, ĐH Khoa học tự nhiên - ĐHQG Hà Nội, Khoa Công nghệ thông tin - ĐH Thái Nguyên, Khoa Công nghệ thông tin - Học viện Công nghệ BCVT v.v.. Cuốn sách có thể làm tài liệu tham khảo cho sinh viên các hệ kỹ sư, cử nhân và các bạn quan tâm đến vấn đề nhận dạng và xử lý ảnh.

Các tác giả bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới các bạn đồng nghiệp trong Viện Công nghệ thông tin, Khoa Công nghệ thông tin - Học viện Công nghệ BCVT, Khoa Công nghệ thông tin - ĐH Thái Nguyên, Khoa Công nghệ thông tin - ĐH Công nghệ - ĐHQG Hà Nội, Khoa Toán - Cơ - Tin, ĐH Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội đã động viên, góp ý và giúp đỡ để hoàn chỉnh nội dung cuốn sách này. Xin cảm ơn Lãnh đạo Khoa Công nghệ thông

tin – Học viện Công nghệ BCVT, Ban Giám đốc Học viện Công nghệ BCVT đã hỗ trợ và tạo điều kiện để cho ra đời giáo trình này.

Mặc dù rất cố gắng nhưng tài liệu này chắc chắn không tránh khỏi những sai sót. Chúng tôi xin trân trọng tiếp thu tất cả những ý kiến đóng góp của bạn đọc cũng như các bạn đồng nghiệp để có chỉnh lý kịp thời.

Thư góp ý xin gửi về: Đỗ Năng Toàn,

Viện Công nghệ thông tin.

18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: 04.3.7567935

Email: [dntoan@ioit.ac.vn](mailto:dntoan@ioit.ac.vn)

*Hà Nội, ngày 28 tháng 06 năm 2010*

**TÁC GIẢ**

Tailieu.vn  
PTIT

## MỤC LỤC

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>                             | <b>2</b>  |
| <b>Chương 1: NHẬP MÔN XỬ LÝ ẢNH .....</b>            | <b>7</b>  |
| 1.1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG XỬ LÝ ẢNH .....           | 7         |
| 1.2. NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG XỬ LÝ ẢNH .....       | 8         |
| 1.2.1. Một số khái niệm cơ bản .....                 | 8         |
| 1.2.2. Nắn chỉnh biến dạng .....                     | 8         |
| 1.2.3. Khử nhiễu .....                               | 8         |
| 1.2.4. Chỉnh số mức xám .....                        | 9         |
| 1.2.5. Phân tích ảnh .....                           | 9         |
| 1.2.6. Nhận dạng và phân loại ảnh .....              | 9         |
| 1.2.7. Nén ảnh .....                                 | 10        |
| <b>Chương 2: THU NHẬN ẢNH .....</b>                  | <b>11</b> |
| 2.1. CÁC THIẾT BỊ THU NHẬN ẢNH .....                 | 11        |
| 2.2. LẤY MẪU VÀ LƯỢNG TỬ HOÁ .....                   | 11        |
| 2.2.1. Giai đoạn lấy mẫu .....                       | 11        |
| 2.2.2. Lượng tử hóa .....                            | 12        |
| 2.3. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN ẢNH .....          | 12        |
| 2.3.1. Mô hình Raster .....                          | 12        |
| 2.3.2. Mô hình Vector .....                          | 13        |
| 2.4. CÁC ĐỊNH DẠNG ẢNH CƠ BẢN .....                  | 13        |
| 2.4.1. Định dạng ảnh BMP .....                       | 13        |
| 2.4.2. Định dạng ảnh PCX .....                       | 14        |
| 2.4.3. Định dạng ảnh TIFF .....                      | 15        |
| 2.4.4. Định dạng file ảnh BITMAP .....               | 16        |
| 2.5. KỸ THUẬT TÁI NHẬN ẢNH .....                     | 17        |
| 2.5.1 Kỹ thuật chụp ảnh .....                        | 17        |
| 2.5.2 Kỹ thuật in ảnh .....                          | 18        |
| 2.6. KHÁI NIỆM ẢNH ĐEN TRẮNG, ẢNH MÀU .....          | 20        |
| 2.6.1. Phân loại ảnh số .....                        | 20        |
| 2.6.2. Màu sắc .....                                 | 21        |
| 2.7. CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG .....                     | 28        |
| <b>Chương 3: XỬ LÝ NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ẢNH .....</b> | <b>29</b> |
| 3.1. CẢI THIỆN ẢNH SỬ DỤNG CÁC TOÁN TỬ ĐIỂM .....    | 29        |
| 3.1.1. Giới thiệu .....                              | 29        |
| 3.1.2. Tăng giảm độ sáng .....                       | 29        |
| 3.1.3. Tách ngưỡng .....                             | 29        |
| 3.1.4. Cân bằng histogram .....                      | 30        |
| 3.1.5. Kỹ thuật tìm tách ngưỡng tự động .....        | 31        |

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.6. Biến đổi cấp xám tổng thể .....                                | 32        |
| 3.2. CẢI THIẾN ẢNH SỬ DỤNG CÁC TOÁN TỬ KHÔNG GIAN .....               | 32        |
| 3.2.1. Phép cửa sổ di chuyển.....                                     | 32        |
| 3.2.2. Phép nhân chập và mẫu .....                                    | 33        |
| 3.2.3. Lọc trung vị .....                                             | 35        |
| 3.2.4. Lọc trung bình .....                                           | 37        |
| 3.2.5. Lọc trung bình theo k giá trị gần nhất .....                   | 38        |
| 3.3. KHÔI PHỤC ẢNH.....                                               | 39        |
| 3.3.1. Nhiễu và mô hình nhiễu.....                                    | 39        |
| 3.3.2. Các loại nhiễu.....                                            | 39        |
| 3.3.3. Các kỹ thuật lọc nhiễu .....                                   | 40        |
| 3.4. CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG.....                                       | 42        |
| <b>Chương 4: CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN .....</b>                 | <b>43</b> |
| 4.1. KHÁI QUÁT VỀ BIÊN VÀ PHÂN LOẠI CÁC KỸ THUẬT DÒ BIÊN CƠ BẢN ..... | 43        |
| 4.1.1. Giới thiệu .....                                               | 43        |
| 4.1.2. Kỹ thuật phát hiện biên Gradient.....                          | 43        |
| 4.1.3. Kỹ thuật phát hiện biên Laplace.....                           | 47        |
| 4.1.4. Kỹ thuật Canny.....                                            | 47        |
| 4.2. PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN BIÊN CỤC BỘ.....                           | 49        |
| 4.2.1. Biên và độ biến đổi về mức xám.....                            | 49        |
| 4.2.2. Phát hiện biên dựa vào trung bình cục bộ.....                  | 50        |
| 4.3. DÒ BIÊN THEO QUY HOẠCH ĐÔNG.....                                 | 53        |
| 4.3.1. Một số khái niệm cơ bản.....                                   | 53        |
| 4.3.2. Chu tuyến của một đối tượng ảnh.....                           | 54        |
| 4.3.3. Thuật toán dò biên tổng quát.....                              | 55        |
| 4.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHÁC.....                                        | 58        |
| 4.4.1. Các phép toán hình thái cơ bản.....                            | 58        |
| 4.4.2. Một số tính chất của phép toán hình thái.....                  | 59        |
| 4.4.3. Xấp xỉ trên và xấp xỉ dưới đối tượng ảnh.....                  | 62        |
| 4.4.4. Thuật toán phát hiện biên dựa vào phép toán hình thái .....    | 64        |
| 4.5. CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG.....                                       | 65        |
| <b>Chương 5: PHÂN VÙNG ẢNH.....</b>                                   | <b>66</b> |
| 5.1. GIỚI THIỆU .....                                                 | 66        |
| 5.2. PHÂN VÙNG ẢNH THEO NGƯỠNG BIÊN ĐỘ .....                          | 67        |
| 5.2.1. Thuật toán đẳng liệu.....                                      | 68        |
| 5.2.2. Thuật toán đối xứng nền.....                                   | 69        |
| 5.2.3. Thuật toán tam giác .....                                      | 70        |
| 5.2.3. Chọn ngưỡng đối với Bimodal Histogram.....                     | 70        |
| 5.3. PHÂN VÙNG THEO MIỀN ĐỒNG NHẤT .....                              | 71        |
| 5.3.1. Giới thiệu .....                                               | 71        |
| 5.3.2. Phương pháp tách cây tứ phân (quad tree).....                  | 72        |

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.3. Các phương pháp phân vùng bởi hợp                  | 75         |
| 5.3.4. Phương pháp tách hợp (split-merge)                 | 76         |
| 5.4. PHÂN VÙNG DỰA THEO ĐƯỜNG BIÊN                        | 77         |
| 5.4.1. Phát hiện biên                                     | 77         |
| 5.4.2. Làm mảnh biên                                      | 78         |
| 5.4.3. Nhị phân hóa đường biên                            | 78         |
| 5.4.4. Miêu tả đường biên                                 | 78         |
| 5.5. PHÂN VÙNG THEO KẾT CẤU BỀ MẶT                        | 79         |
| 5.4.1. Phương pháp thống kê                               | 79         |
| 5.4.2. Phương pháp cấu trúc                               | 81         |
| 5.4.3. Tiếp cận theo tính kết cấu                         | 81         |
| 5.6. CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG                                | 82         |
| <b>Chương 6: NHẬN DẠNG ẢNH</b>                            | <b>83</b>  |
| 6.1. GIỚI THIỆU                                           | 83         |
| 6.2. NHẬN DẠNG DỰA THEO MIỀN KHÔNG GIAN                   | 84         |
| 6.2.1. Phân hoạch không gian                              | 84         |
| 6.2.2. Hàm phân lớp hay hàm ra quyết định                 | 84         |
| 6.2.3. Nhận dạng thống kê                                 | 85         |
| 6.2.4. Một số thuật toán nhận dạng tính biểu trong học    | 86         |
| 6.3. NHẬN DẠNG DỰA THEO CẤU TRÚC                          | 88         |
| 6.3.1. Biểu diễn định tính                                | 88         |
| 6.3.2. Phương pháp ra quyết định dựa vào cấu trúc         | 88         |
| 6.4. NHẬN DẠNG DỰA THEO MẠNG NEURON                       | 90         |
| 6.4.1. Mạng Hopfield                                      | 90         |
| 6.4.2. Mạng Kohonen                                       | 92         |
| <b>Chương 7: NÉN DỮ LIỆU ẢNH</b>                          | <b>95</b>  |
| 7.1. GIỚI THIỆU                                           | 95         |
| 7.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP NÉN THỂ HỆ THỨ NHẤT                  | 96         |
| 7.2.1. Phương pháp mã hóa loạt dài                        | 96         |
| 7.2.2. Phương pháp mã hóa Huffman                         | 96         |
| 7.2.3. Phương pháp LZW                                    | 98         |
| 7.2.4. Phương pháp mã hóa khối                            | 102        |
| 7.2.5. Phương pháp thích nghi                             | 103        |
| 7.2.6. Biến đổi Cosin và chuẩn nén JPEG                   | 104        |
| 7.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP NÉN THỂ HỆ THỨ HAI                   | 109        |
| 7.3.1. Phương pháp Kim tự tháp Laplace (Pyramide Laplace) | 109        |
| 7.3.2. Phương pháp mã hóa dựa vào biểu diễn ảnh           | 110        |
| 7.4. CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG                                | 112        |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>                                 | <b>113</b> |

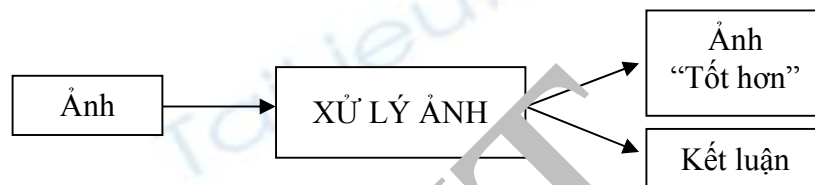
## Chương 1:

# NHẬP MÔN XỬ LÝ ẢNH

### 1.1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG XỬ LÝ ẢNH

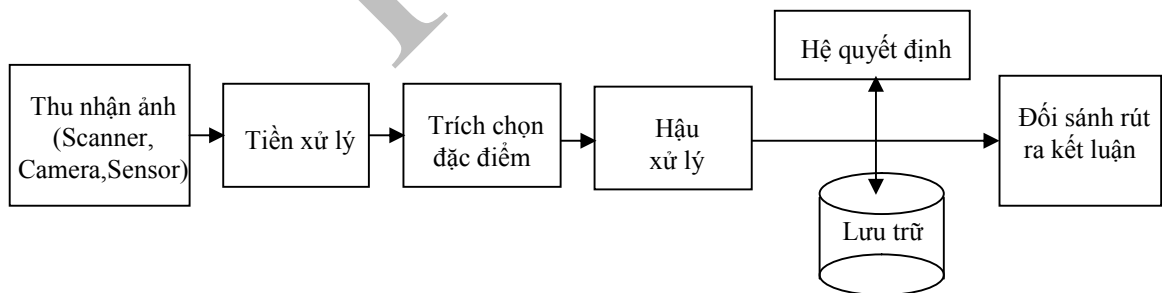
Con người thu nhận thông tin qua các giác quan, trong đó thị giác đóng vai trò quan trọng nhất. Những năm trở lại đây với sự phát triển của phần cứng máy tính, xử lý ảnh và đồ họa đã phát triển một cách mạnh mẽ và có nhiều ứng dụng trong cuộc sống. Xử lý ảnh và đồ họa đóng một vai trò quan trọng trong tương tác người máy.

Quá trình xử lý ảnh được xem như là quá trình thao tác ảnh đầu vào nhằm cho ra kết quả mong muốn. Kết quả đầu ra của một quá trình xử lý ảnh có thể là một ảnh “tốt hơn” hoặc một kết luận.



Hình 1.1. Quá trình xử lý ảnh

Ảnh có thể xem là tập hợp các điểm ảnh và mỗi điểm ảnh được xem như là đặc trưng cường độ sáng hay một dấu hiệu nào đó tại một vị trí nào đó của đối tượng trong không gian và nó có thể xem như một hàm  $n$  biến  $P(c_1, c_2, \dots, c_n)$ . Do đó, ảnh trong xử lý ảnh có thể xem như ảnh  $n$  chiều.



Hình 1.2. Các bước cơ bản trong một hệ thống xử lý ảnh

Hình 1.2 biểu diễn sơ đồ tổng quát của một hệ thống xử lý ảnh:

- **Khối thu nhận ảnh:** có nhiệm vụ tiếp nhận ảnh đầu vào.
- **Khối tiền xử lý:** có nhiệm vụ xử lý nâng cao chất lượng ảnh như giảm nhiễu, phân vùng, tìm biên v.v..
- **Khối trích chọn đặc điểm:** có nhiệm vụ trích chọn các đặc trưng quan trọng của các bức ảnh đã được tiền xử lý để sử dụng trong hệ quyết định

- **Khối hậu xử lý:** có nhiệm vụ xử lý các đặc điểm đã trích chọn, có thể lược bỏ hoặc biến đổi các đặc điểm này để phù hợp với các kỹ thuật cụ thể sử dụng trong hệ quyết định
- **Khối hệ quyết định và lưu trữ:** có nhiệm vụ đưa ra quyết định (phân loại) dựa trên dữ liệu đã học lưu trong khối lưu trữ
- **Khối kết luận:** đưa ra kết luận dựa vào quyết định của khối quyết định

## 1.2. NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG XỬ LÝ ẢNH

### 1.2.1. Một số khái niệm cơ bản

#### \* Ảnh và điểm ảnh:

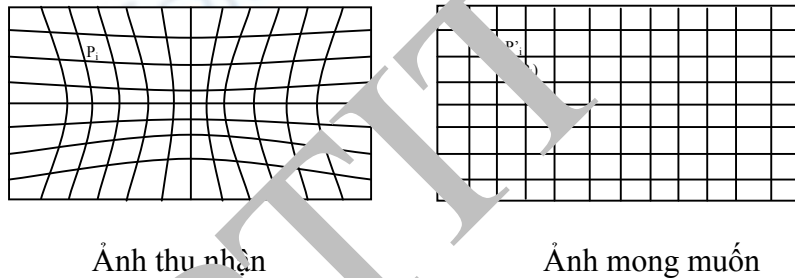
Điểm ảnh được xem như là dấu hiệu hay cường độ sáng tại một vị trí nào đó của đối tượng trong không gian và ảnh được xem như là một tập hợp các điểm ảnh.

#### \* Mức xám, màu

Là số các giá trị có thể có của các điểm ảnh của ảnh

### 1.2.2. Nắn chỉnh biến dạng

Ảnh thu nhận thường bị biến dạng do các thiết bị quang học và điện tử.



Hình 1.3. Ảnh thu nhận và ảnh mong muốn

Để khắc phục người ta sử dụng các phép chiếu được xây dựng trên tập các điểm điều khiển. Giả sử có hai ảnh I và I' tương ứng với ảnh thu nhận được và ảnh mong muốn.  $P_i$  là một điểm thuộc I tương ứng với một điểm  $P'_i$  trên I', ta có  $n$  các cặp điểm điều khiển như vậy.

Nắn chỉnh biến dạng là tìm hàm  $f: P_i \rightarrow f(P_i)$  sao cho

$$\sum_{i=1}^n |f(P_i) - P'_i|^2 \rightarrow \min$$

Thông thường các điểm điều khiển được lấy bằng cách chụp những ảnh có cấu trúc định sẵn như là ảnh lưới giống như ảnh mong muốn trên Hình 1.3.

### 1.2.3. Khử nhiễu

Có 2 loại nhiễu cơ bản trong quá trình thu nhận ảnh mà chúng ta cần loại bỏ:

- **Nhiễu hệ thống:** là nhiễu có quy luật có thể khử bằng các phép biến đổi
- **Nhiễu ngẫu nhiên:** vết bản không rõ nguyên nhân có thể khắc phục bằng các phép lọc

#### 1.2.4. Chỉnh số mức xám

Chỉnh số mức xám là nhằm khắc phục tính không đồng đều của hệ thống xử lý ảnh, thông thường có 2 hướng tiếp cận:

- **Giảm số mức xám:** Thực hiện bằng cách nhóm các mức xám gần nhau thành một bó. Trường hợp giảm xuống 2 mức xám thì chính là chuyển về ảnh đen trắng.
- **Tăng số mức xám:** Thực hiện nội suy ra các mức xám trung gian bằng kỹ thuật nội suy. Kỹ thuật này nhằm tăng cường độ mịn cho ảnh.

#### 1.2.5. Phân tích ảnh

Là khâu quan trọng trong quá trình xử lý ảnh để tiến tới hiểu ảnh. Trong phân tích ảnh việc trích chọn đặc điểm là một bước quan trọng. Các đặc điểm của đối tượng được trích chọn tùy theo mục đích nhận dạng trong quá trình xử lý ảnh. Có thể nêu ra một số đặc điểm của ảnh sau đây:

- **Đặc điểm không gian:** Phân bố mức xám, phân bố xác suất, biên độ, điểm uốn v.v..
- **Đặc điểm biến đổi:** Các đặc điểm loại này được trích chọn bằng việc thực hiện lọc vùng (zonal filtering). Các bộ vùng được gọi là “mặt nạ đặc điểm” (feature mask) thường là các khe hẹp với hình dạng khác nhau (chữ nhật, tam giác, cung tròn v.v..)
- **Đặc điểm biên và đường biên:** Đặc trưng cho đường biên của đối tượng và do vậy rất hữu ích trong việc trích chọn các thuộc tính bất biến được dùng khi nhận dạng đối tượng (Ví dụ: các điểm góc, ảnh v.v..). Các đặc điểm này có thể được trích chọn thông qua ảnh biên. Để thu được ảnh biên ta có thể sử dụng toán tử gradient, toán tử Sobel, toán tử Laplace v.v..

Việc trích chọn hiệu quả các đặc điểm giúp cho việc nhận dạng các đối tượng ảnh chính xác, với tốc độ tính toán cao và giảm thiểu dung lượng lưu trữ.

#### 1.2.6. Nhận dạng và phân loại ảnh

Nhận dạng tự động (automatic recognition), mô tả đối tượng, phân loại và phân nhóm các mẫu là những vấn đề quan trọng trong thị giác máy, được ứng dụng trong nhiều ngành khoa học khác nhau. Tuy nhiên, một câu hỏi đặt ra là: mẫu (pattern) là gì? Watanabe, một trong những người đi đầu trong lĩnh vực này đã định nghĩa: “Ngược lại với hỗn loạn (chaos), mẫu là một thực thể (entity), được xác định một cách ang áng (vaguely defined) và có thể gán cho nó một tên gọi nào đó”. Ví dụ mẫu có thể là ảnh của vân tay, ảnh của một vật nào đó được chụp, một chữ viết, khuôn mặt người hoặc một ký đồ tín hiệu tiếng nói. Khi biết một mẫu nào đó, để nhận dạng hoặc phân loại mẫu đó có thể sử dụng hai cách chính:

- **Phân loại có mẫu (supervised classification):** ví dụ phân tích phân biệt (discriminant analysis), trong đó mẫu đầu vào được định danh thành một phần của một lớp đã xác định.
- **Phân loại không có mẫu (unsupervised classification hay clustering):** Các mẫu được gán vào các lớp khác nhau dựa trên một tiêu chuẩn đồng dạng nào đó. Các lớp này cho đến thời điểm phân loại vẫn chưa biết hay chưa được định danh.

Có nhiều cách tiếp cận khác nhau trong lý thuyết nhận dạng trong đó có: Đối sánh mẫu dựa trên các đặc trưng được trích chọn, phân loại thống kê, đối sánh cấu trúc, phân loại dựa trên mạng nơ-ron nhân tạo...

Hệ thống nhận dạng tự động bao gồm ba khâu tương ứng với ba giai đoạn chủ yếu sau đây:

1. Thu nhận dữ liệu và tiền xử lý.
2. Biểu diễn dữ liệu.
3. Nhận dạng, ra quyết định.

Trong ứng dụng thực tiễn, không thể chỉ dùng có một cách tiếp cận đơn lẻ để phân loại “tối ưu” vì vậy các phương thức phân loại tổ hợp thường được sử dụng khi nhận dạng. Cho đến nay các hệ thống lai (hybrid system) sử dụng nhiều phương pháp và cách tiếp cận khác nhau đã cho những kết quả nhiều triển vọng.

### 1.2.7. Nén ảnh

Nén ảnh là kỹ thuật nhằm giảm thiểu không gian lưu trữ. Có hai hướng tiếp cận chính là nén có bảo toàn và không bảo toàn thông tin. Nén không bảo toàn thì thường có khả năng nén cao hơn nhưng không phục hồi được ảnh gốc, ngược lại nén có bảo toàn cho phép khôi phục hoàn toàn ảnh gốc. Nén ảnh nói chung có 4 cách tiếp cận cơ bản:

- **Nén ảnh thống kê:** Kỹ thuật nén này dựa vào việc thống kê tần suất xuất hiện của giá trị các điểm ảnh, trên cơ sở đó mà có chiến lược mã hóa thích hợp. Một ví dụ điển hình cho kỹ thuật mã hóa này là \*.TIF
- **Nén ảnh không gian:** Kỹ thuật này dựa vào vị trí không gian của các điểm ảnh để tiến hành mã hóa. Kỹ thuật lợi dụng sự giống nhau của các điểm ảnh trong các vùng gần nhau. Ví dụ cho kỹ thuật này là mã nén \*.PCX
- **Nén ảnh sử dụng phép biến đổi:** Đây là kỹ thuật tiếp cận theo hướng nén không bảo toàn và do vậy tỉ lệ nén tương đối cao. \*.JPG chính là tiếp cận theo kỹ thuật nén này.
- **Nén ảnh Fractal:** Sử dụng tính chất Fractal của các đối tượng ảnh. Tính chất Fractal của ảnh thể hiện sự lặp lại của các chi tiết tại nhiều vị trí khác nhau với kích thước và hướng khác nhau. Kỹ thuật nén sẽ tính toán để chỉ cần lưu trữ phần gốc ảnh và quy luật sinh ra ảnh theo nguyên lý Fractal.

## Chương 2:

# THU NHẬN ẢNH

## 2.1. CÁC THIẾT BỊ THU NHẬN ẢNH

Các thiết bị thu nhận ảnh có hai loại chính ứng với hai loại ảnh thông dụng Raster, Vector và có thể cho ảnh đen trắng hoặc ảnh màu.

Các thiết bị thu nhận ảnh Raster thông thường là camera, scanner. Còn các thiết bị thu nhận ảnh Vector thông thường là sensor hoặc bàn số hoá digitalizer hoặc được chuyển đổi từ ảnh Raster.

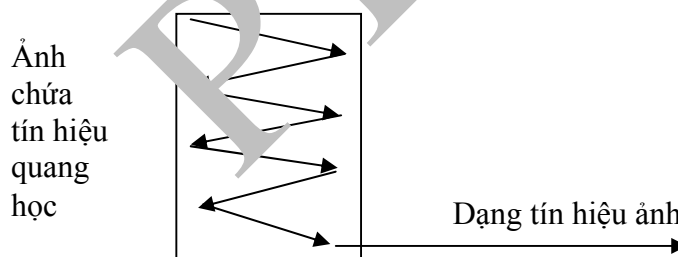
Các hệ thống thu nhận ảnh sử dụng chung một quá trình thu nhận:

- Cảm biến: biến đổi năng lượng quang học thành năng lượng điện (giai đoạn lấy mẫu)
- Tổng hợp năng lượng điện thành ảnh (giai đoạn lượng tử hóa)

## 2.2. LẤY MẪU VÀ LƯỢNG TỬ HOÁ

### 2.2.1. Giai đoạn lấy mẫu

Người ta sử dụng bộ cảm biến hoặc máy quét để biến tín hiệu quang của ảnh thành tín hiệu điện liên tục. Phương pháp sử dụng máy quét phổ biến hơn. Máy quét sẽ quét theo chiều ngang để tạo ra tín hiệu điện của ảnh, kết quả cho ra một tín hiệu điện hai chiều  $I(x,y)$  liên tục.



Xét ảnh liên tục được biểu diễn bởi hàm  $I(x, y)$ , gọi  $\Delta x$  là khoảng cách giữa hai điểm được giữ lại theo trục x, gọi  $\Delta y$  là khoảng cách giữa hai điểm được giữ lại theo trục y.  $\Delta y$ ,  $\Delta x$  được gọi là chu kỳ lấy mẫu theo trục x và y.

Giai đoạn lấy mẫu sẽ biến hàm liên tục  $I(x,y)$  thành hàm rời rạc  $I(n \Delta x, m \Delta y)$ . Với  $m,n$  là nguyên.

Theo SHANON để đảm bảo không xảy ra hiện tượng chồng phổ, cho phép tái tạo lại ảnh gốc từ ảnh đã số hóa thì tần số lấy mẫu phải ít nhất phải lớn hơn hoặc bằng hai tần số cao nhất của tín hiệu ảnh. Gọi  $f_{x\max}$ ,  $f_{y\max}$  là tần số cao nhất của tín hiệu theo trục x, y thì:

- $f_x \geq 2f_{x\max}$  với  $f_x = \frac{1}{\Delta x}$  là tần số lấy mẫu theo trục x.
- $f_y \geq 2f_{y\max}$  với  $f_y = \frac{1}{\Delta y}$  là tần số lấy mẫu theo trục y.

### 2.2.2. Lượng tử hóa

Ảnh sau khi lấy mẫu sẽ có dạng  $I(m,n)$  với  $m, n$  là nguyên nhưng giá trị  $I(m, n)$  vẫn là giá trị vật lý liên tục. Quá trình biến đổi giá trị  $I(m,n)$  thành một số nguyên thích hợp để lưu trữ gọi là lượng tử hoá. Đây là quá trình ánh xạ một biến liên tục  $u$  vào biến rời rạc  $u^*$  thuộc tập hữu hạn  $[u_1, u_2, \dots, u_L]$  xác định trước,  $L$  là mức lượng tử hoá được tạo ra.

Ví dụ:

- Với ảnh đa cấp xám thì  $L=256$ ,  $f(m,n) = g \in [0, 255]$
- Với ảnh 24 bit thì  $L=2^{24}$ ,  $f(m, n) = g \in [0, 2^{24} - 1]$

### 2.3. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN ẢNH

Ảnh trên máy tính là kết quả thu nhận theo các phương pháp số hoá được nhưng trong các thiết bị kỹ thuật khác nhau. Cấu trúc dữ liệu để lưu trữ thông tin ảnh trong bộ nhớ có ảnh hưởng rất lớn đến việc hiển thị, in ấn và xử lý. Quá trình lưu trữ ảnh nhằm biểu diễn ảnh dưới dạng lưu trữ được với hai tiêu chí chính:

- Tiết kiệm bộ nhớ
- Giảm thời gian xử lý

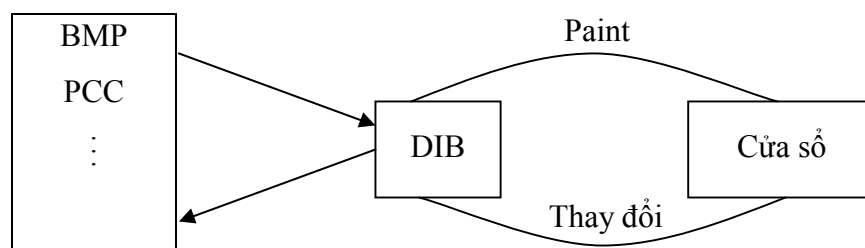
Ảnh được biểu diễn theo hai mô hình cơ bản là ảnh Raster và ảnh Vector.

#### 2.3.1. Mô hình Raster

Đây là cách biểu diễn ảnh thông dụng nhất hiện nay, ảnh được biểu diễn dưới dạng ma trận các điểm (điểm ảnh). Thường thu nhận qua các thiết bị như camera, scanner. Tùy theo yêu cầu thực tế mà mỗi điểm ảnh được biểu diễn qua 1 hay nhiều bit. Mật độ điểm ảnh trên một đơn vị kích thước vật lý được gọi là độ phân giải. Ảnh có độ phân giải cao thì càng đẹp, càng mịn và càng thể hiện rõ chi tiết. Việc lựa chọn độ phân giải thích hợp tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng và đặc trưng của mỗi ảnh cụ thể.

Mô hình Raster thuận lợi cho hiển thị và in ấn. Ngày nay công nghệ phần cứng cung cấp những thiết bị thu nhận ảnh Raster phù hợp với tốc độ nhanh và chất lượng cao cho cả đầu vào và đầu ra. Một thuận lợi cho việc hiển thị trong môi trường Windows là Microsoft đưa ra khuôn dạng ảnh DIB (Device Independent Bitmap) làm trung gian. Hình 2.1 thể hiện quy trình chung để hiển thị ảnh Raster thông qua DIB.

Một trong những hướng nghiên cứu cơ bản trên mô hình biểu diễn này là kỹ thuật nén ảnh bao gồm cả nén bảo toàn và không bảo toàn. Hiện nay trên thế giới có trên 50 khuôn dạng ảnh thông dụng (BMP, TIF, GIF, PCX v.v..) bao gồm cả trong đó các kỹ thuật nén có khả năng phục hồi dữ liệu 100% và nén có khả năng phục hồi với độ sai số nhất định.



**Hình 2.1. Quá trình hiển thị và chỉnh sửa, lưu trữ ảnh thông qua DIB**

### 2.3.2. Mô hình Vector

Biểu diễn ảnh ngoài tiêu chí tiết kiệm không gian lưu trữ, dễ dàng cho hiển thị và in ấn còn cần đảm bảo dễ dàng trong lựa chọn, sao chép, di chuyển và tìm kiếm v.v.. Theo những yêu cầu này kỹ thuật biểu diễn Vector tỏ ra ưu việt hơn.

Trong mô hình vector người ta sử dụng hướng giữa các vector của điểm ảnh lân cận để mã hoá và tái tạo hình ảnh ban đầu ảnh vector được thu nhận trực tiếp từ các thiết bị số hoá như Digital hoặc được chuyển đổi từ ảnh Raster thông qua các chương trình số hoá

Công nghệ phần cứng cung cấp những thiết bị xử lý với tốc độ nhanh và chất lượng cho cả đầu vào và ra nhưng lại chỉ hỗ trợ cho ảnh Raster. Do vậy, những nghiên cứu về biểu diễn Vector đều tập trung vào việc chuyển đổi ảnh từ mô hình Raster.



**Hình 2.2. Sự chuyển đổi giữa các mô hình biểu diễn ảnh**

### 2.4. CÁC ĐỊNH DẠNG ẢNH CƠ BẢN

Hiện nay trên thế giới có trên 50 khuôn dạng ảnh thông dụng. Sau đây là một số định dạng ảnh hay dùng trong quá trình xử lý ảnh hiện nay.

#### 2.4.1. Định dạng ảnh IMG

Ảnh IMG là ảnh đen trắng, phần đầu của ảnh IMG có 16 byte chứa các thông tin:

- 6 byte đầu: dùng để định đầu định dạng ảnh. Giá trị của 6 byte này viết dưới dạng Hexa: 0x0001 0x0000 0x0001
- 2 byte tiếp theo: chứa độ dài mã tin. Đó là độ dài của dãy các byte kế liên nhau mà dãy này sẽ được lặp lại một số lần nào đó. Số lần lặp này sẽ được lưu trong byte đếm. Nhiều dãy giống nhau được lưu trong một byte.
- 4 byte tiếp: mô tả kích cỡ pixel.
- 2 byte tiếp: số pixel trên một dòng ảnh.
- 2 byte cuối: số dòng ảnh trong ảnh.

Ảnh IMG được nén theo từng dòng, mỗi dòng bao gồm các gói (pack). Các dòng giống nhau cũng được nén thành một gói. Có 4 loại gói sau:

- **Loại 1: Gói các dòng giống nhau.** Quy cách gói tin này như sau: 0x00 0x00 0xFF Count. Ba byte đầu tiên cho biết số các dãy giống nhau, byte cuối cho biết số các dòng giống nhau.
- **Loại 2: Gói các dãy giống nhau.** Quy cách gói tin này như sau: 0x00 Count. Byte thứ hai cho biết số các dãy giống nhau được nén trong gói. Độ dài của dãy ghi ở đầu tệp.
- **Loại 3: Dãy các Pixel không giống nhau, không lặp lại và không nén được.** Quy cách gói tin này như sau: 0x80 Count. Byte thứ hai cho biết độ dài dãy các pixel không giống nhau không nén được.

- **Loại 4: Dây các Pixel giống nhau.** Tuỳ theo các bit cao của byte đầu tiên được bật hay tắt. Nếu bit cao được bật (giá trị 1) thì đây là gói nén các byte chỉ gồm bit 0, số các byte được nén được tính bởi 7 bit thấp còn lại. Nếu bit cao tắt (giá trị 0) thì đây là gói nén các byte gồm toàn bit 1. Số các byte được nén được tính bởi 7 bit còn lại.

Các gói tin của file IMG rất đa dạng do ảnh IMG là ảnh đen trắng, do vậy chỉ cần 1 bit cho 1 pixel thay vì 4 hoặc 8 như đã nói ở trên. Toàn bộ ảnh chỉ có những điểm sáng và tối tương ứng với giá trị 1 hoặc 0. Tỷ lệ nén của kiểu định dạng này là khá cao.

#### 2.4.2. Định dạng ảnh PCX

Định dạng ảnh PCX là một trong những định dạng ảnh cổ điển. Nó sử dụng phương pháp mã hoá loạt dài RLE (Run – Length – Encoded) để nén dữ liệu ảnh. Quá trình nén và giải nén được thực hiện trên từng dạng ảnh. Thực tế, phương pháp giải nén PCX kém hiệu quả hơn so với kiểu IMG. Tập PCX gồm 3 phần: đầu tệp (header), dữ liệu ảnh (Image data) và bảng màu mở rộng.

Header của tệp PCX có kích thước cố định gồm 128 byte và được phân bố như sau:

- 1 byte: chỉ ra kiểu định dạng. Nếu là PCX/PCC thì nó luôn có giá trị là 0Ah.
- 1 byte: chỉ ra version sử dụng để nén ảnh, có thể có các giá trị sau:
  - + 0: version 2.5.
  - + 2: version 2.8 với bảng màu.
  - + 3: version 2.8 hay 3.0 không có bảng màu.
  - + 5: version 3.0 có bảng màu.
- 1 byte: chỉ ra phương pháp mã hoá. Nếu là 0 thì mã hoá theo phương pháp BYTE PACKED, ngược lại là phương pháp RLE.
- 1 byte: Số bit cho một điểm ảnh phẳng (plane).
- 1 word: toạ độ góc trái của ảnh. Với kiểu PCX nó có giá trị là (0,0), cũn PCC thì khác (0,0).
- 1 word: toạ độ góc phải dưới.
- 1 word: kích thước bề rộng và bề cao của ảnh.
- 1 word: số điểm ảnh.
- 1 word: độ phân giải màn hình.
- 1 word.
- 48 byte: chia nó thành 16 nhóm, mỗi nhóm 3 byte. Mỗi nhóm này chứa thông tin về một thanh ghi màu. Như vậy ta có 16 thanh ghi màu.
- 1 byte: không dùng đến và luôn đặt là 0.
- 1 byte: số bit plane mà ảnh sử dụng. Với ảnh 16 màu, giá trị này là 4, với ảnh 256 màu (1pixel/8bits) thì số bit plane lại là 1.
- 1 byte: số bytes cho một dòng quét ảnh.
- 1 word: kiểu bảng màu.
- 58 byte: không dùng.

Định dạng ảnh PCX thường được dùng để lưu trữ ảnh và thao tác đơn giản, cho phép nén và giải nén nhanh. Tuy nhiên, vì cấu trúc của nó cố định, nên trong một số trường hợp làm tăng kích thước lưu trữ. Cũng vì nhược điểm này mà một số ứng dụng sử dụng một kiểu định dạng khác mềm dẻo hơn: định dạng TIFF (Targed Image File Format) sẽ mô tả dưới đây.

### 2.4.3. Định dạng ảnh TIFF

Kiểu định dạng TIFF được thiết kế để làm nhẹ bớt các vấn đề liên quan đến việc mở rộng file ảnh cố định. Về cấu trúc, nó cũng gồm 3 phần chính:

- **Phần Header (IFH):** có trong tất cả các tệp TIFF và gồm 8 byte:
  - + 1 word: chỉ ra kiểu tạo tệp trên máy tính PC hay máy Macintosh. Hai loại này khác nhau rất lớn ở thứ tự các byte lưu trữ trong các số dài 2 hay 4 byte. Nếu trường này có giá trị là 4D4Dh thì đó là ảnh cho máy Macintosh, nếu là 4949h là của máy PC.
  - + 1 word: version. từ này luôn có giá trị là 42. đây là đặc trưng của file TIFF và không thay đổi.
  - + 2 word: giá trị Offset theo byte tính từ đầu tới cấu trúc IFD là cấu trúc thứ hai của file. Thứ tự các byte này phụ thuộc vào dấu hiệu trường đầu tiên.
- **Phần thứ 2 (IFD):** Không ở ngay sau cấu trúc IFH mà vị trí được xác định bởi trường Offset trong đầu tệp. Có thể có một hay nhiều IFD cùng tồn tại trong một file. Một IFD bao gồm:
  - + 2 byte: chứa các DE (Directory Entry).
  - + 12 byte là các DE xếp liên tiếp, mỗi DE chiếm 12 byte.
  - + 4 byte: chứa Offset trở tới IFD tiếp theo. Nếu đây là IFD cuối cùng thì trường này có giá trị 0.
- **Phần thứ 3:** các DE các DE có độ dài cố định gồm 12 byte và chia làm 4 phần:
  - + 2 byte: chỉ ra dấu hiệu mà file ảnh đó được xây dựng.
  - + 2 byte: kiểu dữ liệu của tham số ảnh. Có 5 kiểu tham số cơ bản:
    - 1: BYTE (1 byte)
    - 2: ASCII (1 byte)
    - 3: SHORT (2 byte).
    - 4: LONG (4 byte)
    - 5: RATIONAL (8 byte)
  - + 4 byte: trường độ dài chứa số lượng chỉ mục của kiểu dữ liệu đó chỉ ra. Nó không phải là tổng số byte cần thiết để lưu trữ. Để có số liệu này ta cần nhân số chỉ mục với kiểu dữ liệu đã dùng.
  - + 4 byte: đó là Offset tới điểm bắt đầu dữ liệu liên quan tới dấu hiệu, tức là liên quan với DE không phải lưu trữ vật lý cùng với nó nằm ở một vị trí nào đó trong file.

Dữ liệu chứa trong tệp thường được tổ chức thành các nhóm dòng (cột) quét của dữ liệu ảnh. Cách tổ chức này làm giảm bộ nhớ cần thiết cho việc đọc tệp. Việc giải nén được thực hiện theo 4 kiểu khác nhau được lưu trữ trong byte dấu hiệu nén.

#### 2.4.4. Định dạng file ảnh BITMAP

Mỗi file BITMAP gồm đầu file chứa các thông tin chung về file, đầu thông tin chứa các thông tin về ảnh, một bảng màu và một mảng dữ liệu ảnh. Khuôn dạng được cho như sau:

```

BITMAPFILEHEADER    bmfh;
BITMAPINFOHEADER    bmih;
RGBQUAD              aColors[];
BYTE                 aBitmapBits[];

```

Trong đó, các cấu trúc được định nghĩa như sau:

```

typedef struct tagBITMAPFILEHEADER { /* bmfh */
    UINT        bfType;
    DWORD       bfSize;
    UINT        bfReserved1;
    UINT        bfReserved2;
    DWORD       bfOffBits;
} BITMAPFILEHEADER;

```

```

typedef struct tagBITMAPINFOHEADER { /* bmih */
    DWORD       biSize;
    LONG        biWidth;
    LONG        biHeight;
    WORD        biPlanes;
    WORD        biBitCount;
    DWORD       biCompression;
    DWORD       biSizeImage;
    LONG        biXPelsPerMeter;
    LONG        biYPelsPerMeter;
    DWORD       biClrUsed;
    DWORD       biClrImportant;
} BITMAPINFOHEADER, *LPBITMAPINFOHEADER;

```

Với biến chi tiết như sau

|                 |                                                                                             |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| biSize          | kích thước của BITMAPINFOHEADER                                                             |
| biWidth         | Chiều rộng của ảnh, tính bằng số điểm ảnh                                                   |
| biHeight        | Chiều cao của ảnh, tính bằng số điểm ảnh                                                    |
| biPlanes        | Số plane của thiết bị, phải bằng 1                                                          |
| biBitCount      | Số bit cho một điểm ảnh                                                                     |
| biCompression   | Kiểu nén                                                                                    |
| biSizeImage     | Kích thước của ảnh tính bằng byte                                                           |
| biXPelsPerMeter | độ phân giải ngang của thiết bị, tính bằng điểm ảnh trên met                                |
| biYPelsPerMeter | độ phân giải dọc của thiết bị, tính bằng điểm ảnh trên met                                  |
| biClrUsed       | Số lượng các màu thực sự được sử dụng                                                       |
| biClrImportant  | Số lượng các màu cần thiết cho việc hiển thị, bằng 0 nếu tất cả các màu đều cần để hiển thị |

Nếu `bmi.biBitCount > 8` thì mảng màu `rgb[256]` trống, ngược lại thì mảng màu có  $2^{bmi.biBitCount}$  phần tử.

```
typedef struct tagRGBQUAD { /* rgbq
    BYTE    rgbBlue;
    BYTE    rgbGreen;
    BYTE    rgbRed;
    BYTE    rgbReserved;
} RGBQUAD;

typedef struct tagBITMAPINFO {
    BITMAPINFOHEADER    bmiHeader;
    RGBQUAD              bmiColors[1];
} BITMAPINFO, *PBITMAPINFO;
```

## 2.5. KỸ THUẬT TÁI NHẬN ẢNH

### 2.5.1 Kỹ thuật chụp ảnh

Phương pháp sao chụp ảnh là phương pháp đơn giản, giá thành thấp, chất lượng cao. Sau bước chụp là kỹ thuật phòng tối nhằm tăng cường ảnh như mong muốn. Ví dụ kỹ thuật phòng tối như: phóng đại ảnh, thu nhỏ ảnh..., tùy theo ứng dụng. Kỹ thuật chụp ảnh màn hình màu khá đơn giản. Nó bao gồm các bước sau:

- Đặt camera trong phòng tối, cách màn hình khoảng 10 feet (1 feet=0,3048m)
- Mở ống kính để phẳng mặt cong màn hình, do vậy ảnh sẽ dần đều hơn

- Tất phím sang tối (Brightness) và phím tương phản (Contrast) của màn hình để tạo độ rõ cho ảnh. Các màu chói, cường độ cao trên ảnh sẽ giảm đi.
- Đặt tốc độ ống kính từ 1/8 đến 1/2 giây.

### 2.5.2 Kỹ thuật in ảnh

Người ta dùng kỹ thuật nửa cường độ để thể hiện ảnh trên sách báo, tạp chí. Theo kỹ thuật này, một ảnh tạo nên bởi một chuỗi các điểm in trên giấy. Thực chất, mỗi điểm ảnh có thể được coi là một hình vuông trắng bao quanh một chấm đen. Do vậy, nếu chấm đen càng lớn điểm ảnh sẽ càng xậm màu. Màu xám có thể coi như chấm đen chiếm nửa vùng trắng. Vùng trắng là vùng gồm một chùm các điểm ảnh có rất ít hoặc không có chấm đen.

Từ đặc điểm cảm nhận của mắt người, sự thay đổi cường độ chấm đen trong các phần tử ảnh trắng tạo nên mô phỏng của một ảnh liên tục. Như vậy, mắt người cảm nhận từ một ảnh mà màu biến đổi từ đen qua xám rồi đến trắng. Tổng số cường độ duy nhất hiện diện sẽ xác định các kích thước khác nhau của chấm đen. Thông thường, báo ảnh tạo ảnh nửa cường độ với độ phân giải từ 60 đến 80 DPI(dot per inchs: số điểm ảnh trên một inch), sách có thể in đến 150 DPI.

Tuy nhiên, các máy in ghép nối với máy tính không có khả năng sắp xếp các chấm đen có kích thước khác nhau của ảnh, vì vậy chúng ta cần các kỹ thuật nửa cường độ kỹ thuật số (Digital Halftoning): phân ngưỡng, chọn mẫu (Patterning), Dithering hoặc khuếch tán lỗi (Error Diffusion).

#### a) Phân ngưỡng

Kỹ thuật này đặt ngưỡng để hiển thị các vùng màu liên tục. Các điểm trong ảnh được so sánh với ngưỡng định trước. Giá trị của ngưỡng sẽ quyết định điểm có được hiển thị hay không. Do vậy ảnh kết quả sẽ mất đi một số chi tiết. Có nhiều kỹ thuật chọn ngưỡng áp dụng cho các đối tượng khác nhau:

**Hiển thị 2 màu:** chỉ dùng ảnh đen trắng có 256 mức xám. Bản chất của phương pháp này là chọn ngưỡng dựa trên mức độ mức xám của ảnh. Để đơn giản có thể lấy ngưỡng với giá trị là 127. Như vậy nghĩa là các điểm có giá trị điểm ảnh lớn hơn 127 sẽ là 1, ngược lại là 0.

**Hiển thị 4 màu:** sử dụng 4 màu để khắc phục nhược điểm của kỹ thuật hiển thị 2 màu. Một ví dụ của Bảng mã 4 màu được cho ở Bảng 2.1.

| Mã màu | Màn hình monochrome (đơn sắc) | Màn hình màu |
|--------|-------------------------------|--------------|
| 0      | Đen                           | Đen          |
| 1      | Xám đậm                       | Đỏ           |
| 2      | Xám nhạt                      | Xanh         |
| 3      | Trắng                         | Vàng         |

**Bảng 2.1 Bảng mã 4 màu**

**b) Kỹ thuật chọn theo mẫu (Patterning)**

Kỹ thuật này sử dụng một nhóm các phần tử trên thiết bị ra (máy in chẳng hạn) để biểu diễn một pixel trên ảnh nguồn. Các phần tử của nhóm quyết định độ sáng tối của cả nhóm. Các phần tử này mô phỏng các chấm đen trong kỹ thuật nửa cường độ. Nhóm thường được chọn có dạng ma trận vuông. Nhóm  $n \times n$  phần tử sẽ tạo nên  $n^2 + 1$  mức sáng. Ma trận mẫu thường được chọn là ma trận Rylander. Ma trận Rylander cấp 4 có dạng như Bảng 2.2.

|   |    |   |    |
|---|----|---|----|
| 0 | 8  | 2 | 10 |
| 4 | 12 | 6 | 14 |
| 3 | 11 | 1 | 9  |
| 7 | 15 | 5 | 13 |

**Bảng 2.2. Ma trận Rylander cấp 4**

Việc chọn kích thước của nhóm như vậy sẽ làm giảm độ mịn của ảnh. Vì vậy kỹ thuật này chỉ áp dụng trong trường hợp mà độ phân giải của thiết bị ra lớn hơn độ phân giải của ảnh nguồn.

Ví dụ: thiết bị ra có độ phân giải 640x480 khi sử dụng nhóm có kích thước 4x4 sẽ chỉ còn 160x120.

**c) Kỹ thuật Dithering**

Dithering là việc biến đổi một ảnh đa cấp xám (nhiều mức sáng tối) sang ảnh nhị phân (hai mức sáng tối). Kỹ thuật Dithering được áp dụng để tạo ra ảnh đa cấp sáng khi độ phân giải nguồn và đích là như nhau. Kỹ thuật này sử dụng một ma trận mẫu gọi là ma trận Dither. Ma trận này gần giống như ma trận Rylander.

Để tạo ảnh, mỗi phần tử của ảnh gốc sẽ được so sánh với phần tử tương ứng của ma trận Dither. Nếu lớn hơn, phần tử ở đầu ra sẽ sáng và ngược lại.

**d) Kỹ thuật khuếch tán lỗi (Error diffusion)**

Khuếch tán lỗi cho phép giảm thiểu mức độ mất chi tiết của ảnh khi tách ngưỡng bằng cách phân tán lỗi do lượng tử hóa ra các điểm ảnh xung quanh. Bằng cách này tổng giá trị điểm ảnh của một vùng nhỏ được giữ tương đối gần với giá trị trên ảnh gốc.

Khuếch tán lỗi có hai dạng, khuếch tán lỗi một chiều và khuếch tán lỗi hai chiều. Khuếch tán lỗi một chiều chỉ phân tán lỗi sang điểm ảnh lân cận trên cùng một dòng trong khi đó khuếch tán lỗi hai chiều phân tán lỗi sang các điểm ảnh lân cận theo một tỷ lệ xác định bởi một ma trận khuếch tán lỗi.

- **Kỹ thuật khuếch tán lỗi một chiều:**

- Ảnh được duyệt từ trái qua phải, từ trên xuống dưới.
- Tại mỗi điểm ảnh, giá trị điểm ảnh được tách theo ngưỡng có sẵn.
- Phần dư do lượng tử hóa được chuyển sang điểm ảnh tiếp theo trên cùng dòng.

- Các bước được lặp lại cho đến hết dòng, phần dư của điểm ảnh cuối cùng sẽ được loại bỏ.
- Kỹ thuật khuếch tán lỗi hai chiều:
  - Các bước được thực hiện như khuếch tán lỗi một chiều, tuy nhiên lỗi do lượng tử hóa sẽ được phân tán ra các điểm xung quanh theo tỷ lệ xác định bởi ma trận khuếch tán
  - Có hai ma trận phổ biến (Hình 2.3):
    - Ma trận của Floyd và Steinberg.
    - Ma trận của J F Jarvis, C N Judice, và W H Ninke tại phòng thí nghiệm Bell.

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} - & \# & 7 \\ 3 & 5 & 1 \end{bmatrix} \qquad \frac{1}{48} \begin{bmatrix} - & - & \# & 7 & 5 \\ 3 & 5 & 7 & 5 & 3 \\ 1 & 3 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Floyd và Steinberg                      Phòng thí nghiệm Bell

**Hình 2.3. Ma trận khuếch tán lỗi,**

"#" chỉ điểm đang xét và "-" chỉ các điểm đã xét, các con số chỉ tỷ lệ lỗi được phân tán từ điểm hiện tại

## 2.6. KHÁI NIỆM ẢNH ĐEN TRẮNG, ẢNH MÀU

Ảnh trong thực tế là một ảnh liên tục về không gian và giá trị cường độ sáng. Để có thể xử lý ảnh bằng máy tính người ta cần thiết phải số hóa ảnh. Trong quá trình số hóa, ta biến đổi tín hiệu liên tục sang tín hiệu rời rạc thông qua quá trình lấy mẫu (rời rạc hóa về không gian) và lượng tử hóa thành phần giá trị mà về nguyên tắc bằng mắt thường không phân biệt được hai điểm khác nhau. Một ảnh sẽ là một tập hợp các phần tử ảnh (Picture element) hay còn được gọi là pixel.

Như vậy, ảnh số là một tập hợp các điểm ảnh. Khi được số hóa, nó thường được biểu diễn bởi một mảng hai chiều  $I(n,p)$  với  $n$  là số dòng và  $p$  là số cột. Ta nói ảnh gồm  $n \times p$  pixels. Người ta thường ký hiệu  $I(x,y)$  để chỉ một pixel  $I$  chính là giá trị cường độ sáng của ảnh tại pixel đó. Ảnh có thể được biểu diễn với các độ phân giải khác nhau. Một pixel có thể được lưu trữ trên 1, 4, 8 hay 24 bit tùy thuộc vào các mức cường độ sáng cần phân biệt của ảnh và số lượng thành phần màu cơ bản chứa trong ảnh đó.

### 2.6.1. Phân loại ảnh số

Người ta thường chia ảnh số ra làm ba loại chính là:

- Ảnh đen trắng: Mỗi phần tử ảnh nhận một trong hai giá trị tương ứng với hai mức sáng đen và trắng (còn gọi là ảnh nhị phân)
- Ảnh đa mức xám (Grayscale): Các phần tử ảnh chứa thông số về cường độ sáng đã được mã hoá thành  $N$  mức (8, 256 hoặc nhiều hơn) tương ứng với 3 bit, 8 bit hoặc hơn nữa, ảnh xám có một đặc trưng là lược đồ xám (histogram).
- Ảnh màu: Mỗi phần tử ảnh được lưu trữ trong ảnh dưới dạng một cấu trúc có 3 trường chứa thông tin về 3 màu cơ bản là đỏ, xanh, lơ (red, blue, green). Màu của