

# XỬ LÝ ẢNH SỐ

PHẠM Tiến Sơn

Đà Lạt, 2007



# Mục lục

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>MỞ ĐẦU</b>                                   | <b>13</b> |
| 1.1      | Mục đích . . . . .                              | 13        |
| 1.2      | Biểu diễn ảnh số . . . . .                      | 14        |
| 1.3      | Các bước cơ bản trong xử lý ảnh . . . . .       | 15        |
| 1.4      | Các thành phần của hệ thống xử lý ảnh . . . . . | 17        |
| 1.4.1    | Thu nhận ảnh . . . . .                          | 17        |
| 1.4.2    | Lưu trữ . . . . .                               | 18        |
| 1.4.3    | Xử lý . . . . .                                 | 19        |
| 1.4.4    | Truyền thông . . . . .                          | 19        |
| 1.4.5    | Hiển thị . . . . .                              | 19        |
| <b>2</b> | <b>NHỮNG NGUYÊN LÝ CƠ BẢN CỦA ẢNH SỐ</b>        | <b>21</b> |
| 2.1      | Mô hình chiếu sáng-phản xạ ảnh . . . . .        | 21        |
| 2.2      | Lấy mẫu và lượng tử hoá . . . . .               | 22        |
| 2.2.1    | Lấy mẫu và lượng tử hoá đều . . . . .           | 22        |
| 2.2.2    | Lấy mẫu và lượng tử hoá không đều . . . . .     | 24        |
| 2.3      | Quan hệ cơ bản giữa các pixel . . . . .         | 25        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.3.1    | Các lân cận của một pixel . . . . .          | 25        |
| 2.3.2    | Liên thông . . . . .                         | 25        |
| 2.3.3    | Gán nhãn các thành phần liên thông . . . . . | 27        |
| 2.3.4    | Metric . . . . .                             | 28        |
| 2.3.5    | Các phép toán số học/logic . . . . .         | 29        |
| 2.4      | Các phép biến đổi hình học . . . . .         | 31        |
| 2.4.1    | Phép biến đổi affine . . . . .               | 31        |
| 2.4.2    | Phép chiếu phối cảnh . . . . .               | 34        |
| 2.4.3    | Mô hình camera . . . . .                     | 36        |
| 2.4.4    | Các tham số của camera . . . . .             | 38        |
| 2.4.5    | Ảnh nổi . . . . .                            | 39        |
| <b>3</b> | <b>CÁC PHÉP BIẾN ĐỔI</b>                     | <b>43</b> |
| 3.1      | Biến đổi Fourier liên tục . . . . .          | 43        |
| 3.1.1    | Biến đổi Fourier một chiều . . . . .         | 43        |
| 3.1.2    | Biến đổi Fourier hai chiều . . . . .         | 45        |
| 3.2      | Biến đổi Fourier rời rạc . . . . .           | 46        |
| 3.3      | Các tính chất . . . . .                      | 47        |
| 3.3.1    | Tính tách được . . . . .                     | 48        |
| 3.3.2    | Tịnh tiến . . . . .                          | 49        |
| 3.3.3    | Chu kỳ . . . . .                             | 49        |
| 3.3.4    | Phép quay . . . . .                          | 49        |
| 3.3.5    | Tuyến tính và co giãn . . . . .              | 50        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.3.6    | Giá trị trung bình . . . . .                 | 50        |
| 3.3.7    | Biến đổi Laplace . . . . .                   | 50        |
| 3.3.8    | Tích chập và tương quan . . . . .            | 51        |
| 3.3.9    | Tính chất của phổ . . . . .                  | 53        |
| 3.4      | Biến đổi Fourier nhanh . . . . .             | 55        |
| 3.4.1    | Thuật toán FFT . . . . .                     | 55        |
| 3.4.2    | Biến đổi FFT ngược . . . . .                 | 59        |
| 3.5      | Các phép biến đổi khác . . . . .             | 59        |
| 3.5.1    | Biến đổi Walsh . . . . .                     | 61        |
| 3.5.2    | Biến đổi Hadamard . . . . .                  | 62        |
| 3.5.3    | Biến đổi cosin rời rạc . . . . .             | 63        |
| 3.5.4    | Biến đổi Haar . . . . .                      | 63        |
| 3.5.5    | Biến đổi Slant . . . . .                     | 65        |
| 3.6      | Biến đổi Hotelling . . . . .                 | 66        |
| <b>4</b> | <b>NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ẢNH</b>               | <b>69</b> |
| 4.1      | Cơ sở của nâng cao chất lượng ảnh . . . . .  | 69        |
| 4.1.1    | Phương pháp miền không gian . . . . .        | 70        |
| 4.1.2    | Phương pháp miền tần số . . . . .            | 72        |
| 4.2      | Phương pháp xử lý điểm . . . . .             | 74        |
| 4.2.1    | Một số phép biến đổi cường độ sáng . . . . . | 75        |
| 4.2.2    | Phương pháp biểu đồ cột . . . . .            | 78        |
| 4.2.3    | Trừ ảnh . . . . .                            | 91        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.2.4    | Trung bình ảnh . . . . .  | 92         |
| 4.3      | Phương pháp miền không gian . . . . .                           | 93         |
| 4.3.1    | Cở sở . . . . .   | 93         |
| 4.3.2    | Lọc trơn . . . . .  | 95         |
| 4.3.3    | Làm nét ảnh . . . . .   | 98         |
| 4.4      | Phương pháp miền tần số . . . . .                               | 103        |
| 4.4.1    | Lọc thông thấp . . . . .  | 103        |
| 4.4.2    | Lọc thông cao . . . . .   | 105        |
| 4.4.3    | Lọc đồng cấu . . . . .  | 106        |
| 4.5      | Tạo mặt nạ không gian từ miền tần số . . . . .                  | 108        |
| <b>5</b> | <b>KHÔI PHỤC ẢNH</b>  | <b>111</b> |
| 5.1      | Mô hình suy giảm chất lượng . . . . .                           | 112        |
| 5.1.1    | Các định nghĩa . . . . .  | 112        |
| 5.1.2    | Trường hợp liên tục . . . . .                                   | 113        |
| 5.1.3    | Trường hợp rời rạc . . . . .                                    | 114        |
| 5.2      | Chéo hoá ma trận chu trình và ma trận khối chu trình . . . . .  | 118        |
| 5.2.1    | Ma trận chu trình . . . . .                                     | 118        |
| 5.2.2    | Ma trận chu trình khối . . . . .                                | 119        |
| 5.2.3    | Hiệu quả của chéo hoá ma trận trong mô hình suy giảm chất lượng | 120        |
| 5.3      | Phương pháp đại số . . . . .                                    | 123        |
| 5.3.1    | Khôi phục không điều kiện . . . . .                             | 123        |
| 5.3.2    | Khôi phục có điều kiện . . . . .                                | 124        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.4      | Lọc ngược . . . . .                                    | 124        |
| 5.4.1    | Đặt bài toán . . . . .                                 | 124        |
| 5.4.2    | Khử nhoè do chuyển động đều tuyến tính . . . . .       | 126        |
| 5.5      | Lọc bình phương tối thiểu . . . . .                    | 130        |
| 5.6      | Khôi phục bình phương tối thiểu có điều kiện . . . . . | 131        |
| 5.7      | Khôi phục tương tác . . . . .                          | 136        |
| 5.8      | Khôi phục miền không gian . . . . .                    | 140        |
| <b>6</b> | <b>NÉN DỮ LIỆU ẢNH</b>                                 | <b>141</b> |
| 6.1      | Cơ sở của nén ảnh . . . . .                            | 142        |
| 6.1.1    | Dư thừa trong mã hoá . . . . .                         | 143        |
| 6.1.2    | Dư thừa trong quan hệ giữa các pixel . . . . .         | 144        |
| 6.1.3    | Dư thừa trong tâm sinh lý . . . . .                    | 146        |
| 6.1.4    | Tiêu chuẩn đánh giá . . . . .                          | 146        |
| 6.2      | Các mô hình nén ảnh . . . . .                          | 148        |
| 6.2.1    | Mã hoá và giải mã nguồn . . . . .                      | 149        |
| 6.2.2    | Mã hoá và giải mã kênh . . . . .                       | 152        |
| 6.3      | Cơ sở của lý thuyết thông tin . . . . .                | 153        |
| 6.3.1    | Đo thông tin . . . . .                                 | 153        |
| 6.3.2    | Kênh truyền tin . . . . .                              | 154        |
| 6.3.3    | Các định lý mã hoá cơ bản . . . . .                    | 160        |
| 6.3.4    | Sử dụng lý thuyết thông tin . . . . .                  | 167        |
| 6.4      | Nén bảo toàn thông tin . . . . .                       | 171        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 6.4.1    | Mã hoá độ dài thay đổi . . . . .                 | 171        |
| 6.4.2    | Mã hoá mặt phẳng bit . . . . .                   | 179        |
| 6.4.3    | Mã hoá sai phân . . . . .                        | 182        |
| 6.4.4    | Mã hoá chu tuyến . . . . .                       | 182        |
| 6.5      | Nén không bảo toàn thông tin . . . . .           | 188        |
| 6.5.1    | Phương pháp điều biến mã xung sai phân . . . . . | 189        |
| 6.5.2    | Mã hoá qua phép biến đổi . . . . .               | 189        |
| <b>7</b> | <b>PHÂN ĐOẠN ẢNH</b>                             | <b>195</b> |
| 7.1      | Phát hiện gián đoạn . . . . .                    | 196        |
| 7.1.1    | Tách điểm . . . . .                              | 197        |
| 7.1.2    | Tách dòng . . . . .                              | 197        |
| 7.1.3    | Tách biên . . . . .                              | 198        |
| 7.1.4    | Tách tổ hợp . . . . .                            | 204        |
| 7.1.5    | Lọc đồng cấu . . . . .                           | 206        |
| 7.2      | Liên kết cạnh và phát hiện biên . . . . .        | 206        |
| 7.2.1    | Xử lý địa phương . . . . .                       | 206        |
| 7.2.2    | Xử lý toàn cục qua biến đổi Hough . . . . .      | 207        |
| 7.2.3    | Phương pháp đồ thị . . . . .                     | 210        |
| 7.3      | Ngưỡng . . . . .                                 | 211        |
| 7.3.1    | Cơ sở . . . . .                                  | 211        |
| 7.3.2    | Vai trò của sự chiếu sáng . . . . .              | 212        |
| 7.3.3    | Ngưỡng toàn cục . . . . .                        | 213        |



|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 7.3.4    | Ngưỡng tối ưu . . . . .                      | 214        |
| 7.3.5    | Ngưỡng dựa trên đặc trưng biên . . . . .     | 216        |
| 7.3.6    | Ngưỡng dựa trên nhiều biến . . . . .         | 218        |
| 7.4      | Phân đoạn dựa trên vùng . . . . .            | 218        |
| 7.4.1    | Khái niệm . . . . .                          | 218        |
| 7.4.2    | Tăng vùng bằng cách nhóm các pixel . . . . . | 219        |
| 7.4.3    | Tách vùng và trộn vùng . . . . .             | 222        |
| 7.5      | Kỹ thuật ảnh động trong phân đoạn . . . . .  | 224        |
| 7.5.1    | Kỹ thuật miền không gian . . . . .           | 224        |
| 7.5.2    | Kỹ thuật miền tần số . . . . .               | 227        |
| <b>8</b> | <b>BIỂU DIỄN VÀ MIÊU TẢ</b>                  | <b>231</b> |
| 8.1      | Các phương pháp biểu diễn . . . . .          | 231        |
| 8.1.1    | Mã xích . . . . .                            | 232        |
| 8.1.2    | Xấp xỉ đa giác . . . . .                     | 235        |
| 8.1.3    | Ký số . . . . .                              | 236        |
| 8.1.4    | Bao lồi . . . . .                            | 237        |
| 8.1.5    | Bộ khung . . . . .                           | 237        |
| 8.2      | Miêu tả biên . . . . .                       | 240        |
| 8.2.1    | Các miêu tả đơn giản . . . . .               | 240        |
| 8.2.2    | Số mẫu . . . . .                             | 241        |
| 8.2.3    | Miêu tả Fourier . . . . .                    | 243        |
| 8.2.4    | Moment . . . . .                             | 246        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 8.3      | Miêu tả vùng . . . . .                        | 247        |
| 8.3.1    | Các miêu tả đơn giản . . . . .                | 247        |
| 8.3.2    | Các miêu tả tô pô . . . . .                   | 248        |
| 8.3.3    | Kết cấu . . . . .                             | 249        |
| 8.3.4    | Moment . . . . .                              | 253        |
| 8.4      | Hình thái học . . . . .                       | 256        |
| 8.4.1    | Phép dẫn và phép co . . . . .                 | 256        |
| 8.4.2    | Phép mở và phép đóng . . . . .                | 259        |
| 8.4.3    | Phép biến đổi Hit-or-Miss . . . . .           | 263        |
| 8.4.4    | Các thuật toán hình thái học cơ bản . . . . . | 264        |
| 8.4.5    | Mở rộng đối với các ảnh giá trị xám . . . . . | 271        |
| 8.5      | Các miêu tả quan hệ . . . . .                 | 278        |
| <b>9</b> | <b>NHẬN DẠNG VÀ NỘI SUY</b>                   | <b>285</b> |
| 9.1      | Cơ sở của phân tích ảnh . . . . .             | 286        |
| 9.2      | Mẫu và các lớp . . . . .                      | 288        |
| 9.3      | Phương pháp lý thuyết quyết định . . . . .    | 291        |
| 9.3.1    | Đối sánh . . . . .                            | 291        |
| 9.3.2    | Phương pháp thống kê . . . . .                | 296        |
| 9.3.3    | Mạng neuron . . . . .                         | 302        |
| 9.4      | Các phương pháp cấu trúc . . . . .            | 322        |
| 9.4.1    | Đối sánh số mẫu . . . . .                     | 322        |
| 9.4.2    | Đối sánh chuỗi . . . . .                      | 323        |