

目次

第 1 章 はじめに	1
1.1 コンピュータと画像	1
1.2 本書の構成と楽しみ方	2
1.3 本書における表記	4
1.4 画像処理パッケージ biOps と EImage	5
1.5 本書の付録パッケージ RImageBook	5
第 2 章 デジタル画像の基礎	7
2.1 アナログ画像とデジタル画像	7
2.2 離散化	8
2.2.1 標本化	8
2.2.2 量子化	9
2.3 画像の入力と表示	10
2.3.1 EImage の場合	10
2.3.2 biOps の場合	11
2.4 画像処理関数の適用	11
2.5 画像の保存	12
2.6 画像ファイルフォーマット	14
2.7 R での画像表現	16
2.7.1 EImage の画像形式	17
2.7.2 biOps の画像形式	18
2.7.3 EImage と biOps 間の変換	18
2.8 画像の作成	19
2.8.1 matrix() 関数の利用	19
2.8.2 outer() 関数の利用	19
2.8.3 draw 関数群の利用	20
2.8.4 plot() 関数の利用	20
2.8.5 shape パッケージの利用	22

2.9 画像のダウンロード	22
第3章 幾何学的変換	25
3.1 線形変換	25
3.2 解像度変換	25
3.3 回転	26
3.4 鏡像変換	27
3.5 スキュー (シアー)	29
3.6 平行移動	30
3.7 アフィン変換	31
3.8 画像ピラミッド	33
3.9 画素補間法	34
3.9.1 最近傍補間	36
3.9.2 バイリニア補間	37
3.9.3 Lanczos 補間	37
3.9.4 バイキュービック補間	41
3.9.5 バイキュービックスプライン補間	43
3.9.6 縮小の際の補間法	45
第4章 色, 明るさ, コントラスト	47
4.1 モノクロ・カラー画像	47
4.1.1 モノクロ画像	47
4.1.2 カラー画像	48
4.1.3 疑似カラー画像	51
4.2 明るさとコントラストの変換	53
4.2.1 ヒストグラム	53
4.2.2 トーンカーブ	54
4.2.3 線形な輝度変換	55
4.2.4 ガンマ補正	58
4.2.5 S字トーンカーブ変換	59
4.2.6 対数変換	60
4.2.7 ヒストグラム平坦化	62
4.2.8 階調反転	63
4.2.9 ソラリゼーション	64
4.2.10 ポスタリゼーション	66
4.3 画像間演算	67
4.3.1 算術演算	68
4.3.2 論理演算	71
第5章 空間フィルタ	73
5.1 線形フィルタ	73

5.2 非線形フィルタ	75
5.3 平滑化フィルタ	75
5.3.1 ノイズ	75
5.3.2 平均値フィルタ	76
5.3.3 ガウシアンフィルタ	78
5.3.4 中央値フィルタ	79
5.4 エッジ検出フィルタ	80
5.4.1 プリューウィットフィルタ	80
5.4.2 ソーベルフィルタ	81
5.4.3 ゼロ交差法	81
5.4.4 キャニー法	82
5.5 エッジ強調フィルタ	82
5.5.1 ラプラシアンフィルタ	82
5.6 非等方拡散フィルタ	83
第 6 章 周波数フィルタ	87
6.1 フーリエ変換	87
6.1.1 連続関数のフーリエ変換	87
6.1.2 離散フーリエ変換	87
6.1.3 周波数スペクトル	89
6.1.4 空間フィルタと周波数フィルタの関係	91
6.1.5 ローパスフィルタ	93
6.1.6 ハイパスフィルタ	94
6.1.7 バンドパスフィルタ	95
6.1.8 ガウス分布型の周波数フィルタ	95
6.2 ウェーブレット変換	96
6.2.1 ノイズ除去	97
第 7 章 特徴抽出	98
7.1 2 値化	98
7.2 モルフォロジー演算	102
7.3 距離地図	104
7.4 領域分割	105
7.4.1 連結性	105
7.4.2 ラベリング	106
7.4.3 watershed 法	108
7.4.4 ボロノイ分割	109
7.5 形状特徴パラメータ	112
7.6 輪郭検出	114
7.7 細線化と骨格化	115

x 目 次

7.7.1	骨格化のアルゴリズム	115
7.7.2	細線化のアルゴリズム	115
7.7.3	端点の検出	117
7.7.4	分岐点の検出	118
7.7.5	チェーンコード	119
7.7.6	ひげの除去	119
7.8	ハフ変換	119
7.9	テンプレートマッチング	122
7.9.1	SADによるテンプレートマッチング	122
7.9.2	相互相関によるテンプレートマッチング	123
7.9.3	フーリエ変換を用いた相互相関	124
7.10	画像レジストレーション	125
第8章	3次元画像	127
8.1	画像スタックとスライス	127
8.2	CT	129
8.3	ファイル形式	130
8.3.1	DICOM	130
8.4	画像の投射	131
8.5	断面画像	132
8.6	レンダリング	134
8.6.1	サーフェスレンダリング	135
8.6.2	ボリュームレンダリング	137
8.7	ステレオビジョン	137
8.8	ステレオ画像	138
第9章	動画画像	140
9.1	フレーム	140
9.2	ファイル形式	140
9.3	移動物体の抽出	141
9.3.1	各フレームでの特徴抽出	141
9.3.2	背景画像との差分	142
9.3.3	フレーム間の差分	144
9.4	フレーム間での同一オブジェクトの対応付け	145
9.5	動きの解析	147
9.5.1	オプティカルフロー	147
9.5.2	軌跡の描画	148
9.5.3	動きを記述する指標	149
9.6	状態の経時的变化	152

第 10 章 対話的な処理	153
10.1 graphics パッケージの利用	153
10.2 ホワイトバランスの調整	154
10.3 コントラスト調整	155
10.4 背景減算	155
10.5 輝度のプロファイル測定	156
10.6 領域の輝度測定	156
10.7 画像の切り出し	157
第 11 章 画像認識	158
11.1 機械学習	159
11.1.1 最近傍法	160
11.1.2 学習ベクトル量子化	160
11.1.3 二分決定木	160
11.1.4 ニューラルネットワーク	161
11.1.5 サポートベクタマシン	161
11.1.6 アンサンブル学習	161
11.2 手書き文字認識	162
11.2.1 文字の学習ステップ	162
11.2.2 文字の判別ステップ	163
11.2.3 R での文字認識	163
11.3 顔画像認識	166
11.3.1 顔検出のアルゴリズム	167
11.3.2 OpenCV を用いた顔検出	168
第 12 章 生物画像の解析例	169
12.1 細胞のセグメンテーション	169
12.2 3次元画像中の細胞数の計測	171
12.3 発光バクテリアの概日リズム測定	175
12.4 細胞運動の追跡	179
12.5 神経突起の形態解析	182
12.6 翅の形態解析	187
第 13 章 処理の高速化	191
13.1 処理のベクトル化	191
13.1.1 空間フィルタの例	192
13.2 ルックアップテーブルの利用	195
13.2.1 細線化の例	195
13.3 並列処理	198
13.3.1 Linux と MacOS の場合	199
13.3.2 Windows の場合	200

13.4	64ビット OS の利用	200
13.5	メモリの節約	201
13.6	オブジェクトの単純化	201
第 14 章	外部ツールの利用	203
14.1	C 言語との連携	203
14.2	.C() 関数を用いる方法	204
14.3	.Call() 関数を用いる方法	206
14.4	パッケージに組み込む方法	208
14.5	CImg	209
14.6	OpenCV	210
14.7	VTK	212
14.8	ImageJ	218
付 録 A	R とパッケージのインストール	219
A.1	R の入手とインストール	219
A.2	パッケージのインストール	220
A.2.1	biOps のセットアップ	220
A.2.2	EImage のセットアップ	220
A.3	パッケージリスト	221
付 録 B	R クイックリファレンス	222
B.1	ヘルプドキュメント	222
B.2	データ型	223
B.3	データ構造	224
B.4	関数の作成	227
B.5	プログラムの再利用	228
B.6	制御文	228
付 録 C	解 説	230
C.1	畳み込み定理	230
C.2	標本化定理の詳細	231
C.3	画像再構成	232
C.3.1	数学的背景	232
C.3.2	フィルタ補正逆投影法	233
	参考文献	235
	索 引	237