

■ 目 次

■ シリーズの刊行にあたって	iii
■ まえがき	iv
Chapter 1 第 1 章 画像認識の概要	1
1.1 画像認識とは	1
1.1.1 画像認識の広がり	1
1.1.2 画像認識の難しさ	2
1.1.3 画像認識の簡単な歴史	4
1.2 画像認識の分類	6
1.3 クラス認識の手順	8
1.4 深い構造と浅い構造	11
1.5 物体検出	13
1.6 インスタンス認識	15
1.7 画像認識の認識性能を向上させるための原則	17
1.8 数学表記について	19
Chapter 2 第 2 章 局所特徴	21
2.1 局所特徴とは	21
2.2 検出器	23
2.3 空間フィルタリング	24
2.3.1 空間フィルタリングの数学的定義	25
2.3.2 様々な空間フィルタ	26
2.4 基本的な検出器	29
2.4.1 エッジ検出器	29
2.4.2 コーナ検出器	34
2.4.3 プロブ検出器	45
2.5 回転やアフィン変形に頑健な検出器	55

2.5.1	回転不変性の確保	55
2.5.2	アフィン変形に頑健な検出器	58
2.6	記述子	59
2.6.1	画素記述子	59
2.6.2	局所バイナリパターン	60
2.6.3	局所輝度勾配	61
2.6.4	バイナリ局所記述子	68
2.6.5	高次局所自己相関特徴	70
2.6.6	GIST 記述子	73
2.6.7	畳み込みニューラルネットワークを用いた局所記述子	74
2.7	検出器と記述子の組み合わせ	76

Chapter 3

第 3 章	統計的特徴抽出	78
3.1	統計的特徴抽出とは	78
3.2	主成分分析	79
3.3	白色化	82
3.4	フィッシャー線形判別分析	82
3.5	正準相関分析	85
3.6	偏最小 2 乗法	87

Chapter 4

第 4 章	コーディングとプーリング	89
4.1	コーディングとプーリングの概要	89
4.1.1	コーディングとは	89
4.1.2	プーリングとは	90
4.2	確率分布を利用したコーディング	91
4.2.1	ヒストグラム密度推定やカーネル密度推定の利用	92
4.2.2	混合ガウス分布の利用	97
4.2.3	ガウス分布の利用	106
4.3	局所特徴のコードワードによる再構築	110
4.3.1	BoVW 再訪	110
4.3.2	スパース符号化	110

4.4	多様体学習	112
4.4.1	局所座標符号化	112
4.4.2	局所制約線形符号化	113
4.4.3	局所座標符号化の改良	114
4.5	特徴写像の線形内積によるカーネル関数近似	116
4.5.1	均一カーネル写像	116
4.5.2	Nyström 法	118
4.5.3	ランダムフーリエ特徴	120
4.6	空間情報の活用	121
4.6.1	局所記述子と空間情報の結合	121
4.6.2	局所自己相関の利用	122
4.6.3	空間ピラミッド	123
第 5 章 分類 125		
5.1	分類とは	125
5.2	ベイズ決定則	127
5.3	識別関数	129
5.4	一般的な教師付き学習の枠組み	130
5.5	最適化	131
5.5.1	勾配降下法	131
5.5.2	確率的勾配降下法	132
5.5.3	ニュートン法	133
5.6	線形識別関数	134
5.6.1	パーセプトロン	135
5.6.2	Adaline	136
5.6.3	サポートベクトルマシン	137
5.7	確率的識別関数	138
5.7.1	ロジスティック回帰	139
5.7.2	ソフトマックス回帰	140
5.8	局所学習	142
5.8.1	局所学習の枠組み	142
5.8.2	K 近傍法	142

5.8.3	カーネル密度推定	143
5.8.4	クラス代表点を用いる方法	144
5.8.5	距離計量の学習	145
5.9	集団学習	145
5.9.1	バギング	146
5.9.2	ブースティング	147
5.9.3	決定木	148
5.9.4	ランダムフォレスト	151
5.10	分類結果の評価	152
5.10.1	評価指標	152
5.10.2	交差検証法	155
第 6 章	畳み込みニューラルネットワーク	156
6.1	画像認識における深層学習	156
6.2	フィードフォワードニューラルネットワーク	157
6.2.1	多層パーセプトロン	157
6.2.2	順伝播	161
6.2.3	逆伝播	164
6.3	畳み込みニューラルネットワーク	170
6.3.1	畳み込みニューラルネットワークとは	170
6.3.2	畳み込み層	174
6.3.3	プーリング層	176
6.3.4	輝度の正規化	178
6.4	実装上の工夫	179
6.4.1	活性化関数	179
6.4.2	データの拡張	181
6.4.3	データの正規化	181
6.4.4	重み減衰	182
6.4.5	ドロップアウト	183
6.4.6	ネットワークインネットワーク	184
6.4.7	1 × 1 畳み込み層	184
6.4.8	空間ピラミッドプーリング層	184

6.5	パラメータの最適化	185
6.5.1	慣性項の利用	185
6.5.2	AdaGrad	186
6.5.3	RMSProp と AdaDelta	187
6.5.4	Adam	188
6.6	畳み込みニューラルネットワークの例	188
6.6.1	AlexNet と VGGNet	189
6.6.2	GoogLeNet	190
6.6.3	ResNet	191
第 7 章 物体検出 194		
7.1	物体検出とは	194
7.2	物体領域候補の提案	195
7.2.1	スライディングウィンドウ法	195
7.2.2	選択的検索法	196
7.2.3	分枝限定法	200
7.3	線形分類器を用いた物体検出	203
7.3.1	HOG 特徴と線形 SVM を用いた物体検出	204
7.3.2	DPM: 物体の変形を考慮した検出手法	205
7.3.3	Latent SVM	206
7.3.4	分類困難な負例の活用	207
7.3.5	Exemplar-SVM	209
7.4	集団学習を用いた物体検出	210
7.4.1	特徴抽出	210
7.4.2	特徴選択と分類器	211
7.4.3	高速な非認識対象領域の排除	212
7.5	非最大値の抑制	213
7.6	畳み込みニューラルネットワークを利用した物体検出	214
7.6.1	R-CNN	214
7.6.2	Fast R-CNN	216
7.6.3	Faster R-CNN	218
7.6.4	回帰問題による物体検出	220

	7.7 物体検出の評価	223
	7.7.1 バウンディングボックスの一致度	223
	7.7.2 平均適合率	224
Chapter 8	第 8 章 インスタンス認識と検索	226
	8.1 インスタンス認識	226
	8.1.1 BoVW の利用	227
	8.1.2 局所特徴の空間的関係性を考慮した検証	229
	8.1.3 質問拡張	230
	8.1.4 データベースにおける画像の特徴ベクトルの拡張	231
	8.1.5 効率的なベクトル量子化	232
	8.2 画像検索	233
	8.2.1 木構造を利用した画像検索	233
	8.2.2 バイナリコードを利用した画像検索	235
	8.2.3 直積量子化を利用した画像検索	244
8.3 画像検索の評価	247	
Chapter 9	第 9 章 さらなる話題	248
	9.1 セマンティックセグメンテーション	248
	9.1.1 エンコーダ・デコーダネットワーク	249
	9.1.2 SegNet	250
	9.1.3 畳み込みと転置畳み込み	250
	9.2 画像からのキャプション生成	251
	9.2.1 Neural Image Caption	252
	9.2.2 LSTM	253
	9.3 画像生成と敵対的生成ネットワーク	257
	9.3.1 敵対的生成ネットワークの定式化	258
	9.3.2 評価関数	258
9.3.3 DCGAN	260	
■ 参考文献	261	
■ 索引	274	