

# ÍNDICE

---

<b>AUTORES</b> .....	<b>XVII</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>XIX</b>
<b>CAPÍTULO 1. VISIÓN ARTIFICIAL</b> .....	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Dispositivos de captura de imágenes .....	3
1.3 Resolución espacial y en amplitud .....	6
1.4 Representación de imágenes digitales .....	7
1.5 Segmentación .....	8
1.6 Descripción .....	9
1.7 Aplicaciones .....	9
1.8 Notas finales .....	11
<b>CAPÍTULO 2. TRATAMIENTO DE IMÁGENES POR TRANSFORMACIÓN DEL DOMINIO</b> .....	<b>13</b>
2.1 Introducción .....	13
2.2 La transformada de Fourier .....	14
2.3 Filtrado espacial de imágenes digitales .....	17
2.4 Algunas propiedades de la transformada de Fourier .....	22
2.4.1 Separabilidad .....	22
2.4.2 Traslación .....	24
2.4.3 Periodicidad y simetría conjugada .....	25
2.4.4 Rotación .....	27
2.4.5 Distributividad y escalado .....	28
2.4.6 Valor medio .....	28
2.4.7 Laplaciana .....	29
2.5 Filtrado en frecuencia de imágenes digitales .....	29
2.5.1 Ejemplo de filtrado .....	29

2.5.2 Filtrado paso bajo .....	31
2.5.3 Filtrado paso alto .....	33
2.5.4 Filtros paso banda .....	35
2.6 Generación de máscaras espaciales a partir de especificaciones en el dominio de la frecuencia .....	35
2.7 Transformada del coseno .....	37
2.8 Transformada de Walsh-Hadamard .....	39
2.9 Transformada de wavelets .....	41
2.10 Transformada de Haar .....	49
2.11 Transformada de Slant .....	51
2.12 Componentes principales: transformada de Hotelling .....	51
2.13 Notas finales .....	56
<b>CAPÍTULO 3. TRANSFORMACIÓN DE IMÁGENES .....</b>	<b>57</b>
3.1 Introducción .....	57
3.2 Transformaciones básicas .....	58
3.2.1 Operaciones individuales .....	58
3.2.2 Operaciones de vecindad .....	66
3.2.3 Otras transformaciones .....	67
3.3 Transformaciones lógicas .....	68
3.4 Transformaciones geométricas .....	70
3.4.1 Interpolación .....	71
3.4.1.1 Interpolación por vecino más próximo.....	72
3.4.1.2 Interpolación bilineal .....	72
3.4.1.3 Interpolación bicúbica.....	73
3.4.2 Traslación .....	73
3.4.3 Rotación .....	73
3.4.4 Escalado: zoom .....	74
3.4.5 Composición de transformaciones elementales .....	75
3.4.6 Generalización de las transformaciones .....	76
3.4.7 Deformaciones .....	77
3.4.8 Registro entre imágenes .....	77
3.4.9 Correcciones por el relieve .....	79
3.5 Notas finales .....	80
<b>CAPÍTULO 4. SUAVIZADO, REALZADO Y CORRECCIONES RADIOMÉTRICAS .....</b>	<b>81</b>
4.1 Introducción .....	81
4.2 Suavizado .....	82
4.2.1 Promediado del entorno de vecindad .....	82
4.2.2 Preservar los bordes y suavizar la imagen .....	85
4.2.3 Suavizado binario de imágenes .....	86
4.3 El histograma de la imagen: realzado .....	87
4.3.1 El histograma .....	88
4.3.2 Brillo, contraste y corrección gamma .....	90
4.3.2.1 Brillo y contraste .....	90
4.3.2.2 Corrección gamma .....	90
4.3.2.3 Ejemplos .....	92
4.3.3 Desplazamiento del histograma .....	93

4.3.4 Contracción del histograma .....	94
4.3.5 Expansión del histograma .....	95
4.3.6 Igualación del histograma .....	96
4.3.7 Realzado adaptativo del contraste .....	101
4.3.8 Realzado en el dominio de la frecuencia. Filtrado homomórfico .....	102
4.3.9 Combinación de técnicas .....	105
4.3.10 Énfasis de alta frecuencia .....	106
4.4 Corrección radiométrica .....	108
4.4.1 Funciones matemáticas .....	108
4.4.2 Correspondencia de histogramas .....	109
4.4.3 Corrección atmosférica .....	110
4.5 Notas finales .....	110
<b>CAPÍTULO 5. FUNDAMENTOS DEL COLOR .....</b>	<b>113</b>
5.1 Introducción .....	113
5.2 Fundamentos del color .....	113
5.3 Modelos de color .....	115
5.3.1 El modelo RGB .....	116
5.3.2 El modelo CMY .....	117
5.3.3 El modelo YIQ .....	117
5.3.4 El modelo HSI .....	118
5.3.5 Conversión de RGB a HSI .....	118
5.3.6 Conversión de HSI a RGB .....	123
5.3.7 El modelo HSV .....	125
5.4 Pseudocolor .....	125
5.4.1 Rodajas de intensidad .....	125
5.4.2 Transformación del nivel de gris a color .....	127
5.5 Ejemplos de aplicación .....	128
5.5.1 Separación de las componentes de frecuencia según el modelo RGB .....	128
5.5.2 Separación de las componentes RGB en imágenes de grises .....	129
5.5.3 Componentes de las imágenes HSI a partir de una imagen RGB .....	129
5.5.4 Segmentación utilizando el modelo HSI(V) .....	131
5.6 Notas finales .....	132
<b>CAPÍTULO 6. EXTRACCIÓN DE BORDES, ESQUINAS Y PUNTOS DE INTERÉS .....</b>	<b>133</b>
6.1 Introducción .....	133
6.2 Concepto de derivada en la extracción de bordes .....	134
6.3 Operadores primera derivada .....	136
6.3.1 Gradiente de una imagen .....	136
6.3.2 Operadores de Sobel .....	137
6.3.3 Operador de Prewitt .....	139
6.3.4 Operador de Roberts .....	140
6.3.5 Máscaras de Kirsch .....	141
6.3.6 Máscaras de Robinson .....	142
6.3.7 Máscaras de Frei-Chen .....	143
6.3.8 Extensión de Operadores .....	145
6.3.9 Algoritmo de Canny .....	146

6.4	Operadores segunda derivada .....	150
6.4.1	Operador Laplaciana .....	150
6.4.2	Operador Laplaciana de la Gaussiana .....	151
6.4.3	Diferencia de Gaussianas .....	156
6.5	Realización de los operadores de borde .....	157
6.6	Extracción de puntos de interés .....	157
6.7	Notas finales .....	162
<b>CAPÍTULO 7. EXTRACCIÓN DE REGIONES .....</b>		<b>165</b>
7.1	Introducción .....	165
7.2	Binarización mediante detección de umbral .....	166
7.2.1	Selección del umbral óptimo .....	167
7.2.2	Selección de umbral basada en características de la frontera .....	170
7.2.3	Umrales basados en varias variables .....	171
7.2.4	Método de Otsu .....	172
7.2.5	Método de Ridler-Calvard .....	173
7.3	Etiquetado de componentes conexas .....	173
7.3.1	Un algoritmo iterativo .....	174
7.3.2	Algoritmo clásico .....	176
7.4	Crecimiento y división .....	180
7.4.1	Crecimiento de regiones mediante adición de píxeles .....	180
7.4.2	División y fusión de imágenes .....	181
7.5	Extracción de regiones por el color .....	184
7.6	Notas finales .....	184
<b>CAPÍTULO 8. DESCRIPCIÓN DE LÍNEAS Y CONTORNOS .....</b>		<b>187</b>
8.1	Introducción .....	187
8.2	Segmentos rectos mediante códigos de cadena .....	188
8.3	Ajuste de líneas mediante mínimos cuadrados .....	191
8.4	Ajuste de líneas mediante autovector .....	192
8.5	La transformada de Hough .....	194
8.6	Descripción de diversos tipos de fronteras .....	198
8.6.1	Códigos de cadena .....	198
8.6.2	Signaturas .....	200
8.6.3	Descriptores de Fourier .....	201
8.6.4	Momentos .....	205
8.6.5	Ajuste de elipses .....	206
8.6.6	Ajuste de contornos deformables .....	209
8.6.6.1	Energía funcional .....	209
8.6.6.2	Un algoritmo .....	211
8.6.7	Funciones splines .....	214
8.6.7.1	Splines suaves .....	215
8.6.7.2	Splines paramétricos .....	216
8.6.7.3	B-Splines .....	217
8.7	Notas finales .....	218
<b>CAPÍTULO 9. DESCRIPCIÓN DE REGIONES .....</b>		<b>221</b>
9.1	Introducción .....	221

9.2 Propiedades de las regiones .....	221
9.2.1 Propiedades topológicas .....	222
9.2.2 Métricas .....	223
9.2.3 Descripciones basadas en irregularidades .....	225
9.2.3.1 Envoltura convexa y deficiencia convexa .....	225
9.2.3.2 Un algoritmo para construir el convex hull.....	226
9.2.3.3 Extremos locales del borde de la figura .....	227
9.2.4 Esqueleto de una región .....	227
9.3 Texturas .....	230
9.3.1 Modelos en el tratamiento de las texturas .....	231
9.3.2 Energía de la textura .....	234
9.3.3 Estadísticas de los niveles de gris .....	237
9.3.4 Texturas basadas en operadores de borde .....	240
9.4 Momentos invariantes .....	240
9.5 Notas finales .....	244
<b>CAPÍTULO 10. OPERACIONES MORFOLÓGICAS .....</b>	<b>245</b>
10.1 Introducción .....	245
10.2 Principios y transformaciones básicos .....	246
10.2.1 Definiciones elementales .....	247
10.2.2 Transformaciones morfológicas cuantitativas .....	248
10.2.2.1 Dilatación .....	249
10.2.2.2 Erosión.....	252
10.2.2.3 Apertura y cierre .....	255
10.3 Esqueletización y otras propiedades de las operaciones morfológicas .....	257
10.3.1 Transformaciones homotópicas .....	257
10.3.2 Esqueleto .....	258
10.3.3 Adelgazamiento y ensanchado .....	258
10.3.4 Envoltura convexa de una región mediante morfología .....	261
10.3.5 Rellenado de regiones .....	261
10.3.6 Granulación y cuenta del número de granulos .....	262
10.4 Morfología en imágenes de grises .....	263
10.4.1 Dilatación y erosión .....	263
10.4.2 Apertura y cierre .....	265
10.4.3 Algunas aplicaciones de la morfología en imágenes de grises .....	267
10.5 Notas finales .....	269
<b>CAPÍTULO 11. GEOMETRÍA Y PARÁMETROS DE LAS CÁMARAS .....</b>	<b>271</b>
11.1 Introducción .....	271
11.2 Geometría .....	271
11.2.1 Proyección de perspectiva .....	272
11.2.2 Proyección ortográfica .....	277
11.2.3 Proyección paralela .....	279
11.3 Modelo de la cámara y su calibración según el método de Tsai .....	280
11.3.1 El modelo de la cámara .....	280
11.3.2 Ecuaciones relacionando las coordenadas 3D del mundo a las coordenadas 2D de la imagen en el computador .....	283
11.3.3 Calibración de la cámara utilizando un conjunto de puntos coplanares .....	285

184	11.3.4 Calibración de la cámara utilizando un conjunto de	
550	puntos no coplanares .....	288
184	11.4 Método de calibración de Ayache .....	290
184	11.5 Método de calibración de Song de Ma .....	290
184	11.6 Análisis de la calibración .....	290
184	11.7 Líneas epipolares .....	291
184	11.7.1 Definición .....	291
184	11.7.2 Determinación de los epipolos .....	292
184	11.7.3 Ecuación paramétrica de las líneas epipolares .....	293
184	11.7.4 Cálculo práctico .....	294
184	11.8 Formación de imágenes con lentes y enfoque .....	295
184	11.8.1 Magnificación o aumento .....	296
184	11.8.2 Longitud focal .....	297
184	11.8.3 Profundidad de campo .....	297
184	11.9 Corrección de errores de las cámaras .....	299
	11.9.1 Corrección geométrica .....	299
184	11.9.2 Corrección de imágenes desenfocadas .....	300
184	11.10 Notas finales .....	300
	<b>CAPÍTULO 12. SECUENCIAS DE IMÁGENES I: MOVIMIENTO</b> .....	<b>301</b>
184	12.1 Introducción .....	301
184	12.2 Preliminares .....	302
184	12.3 Estimación del flujo óptico .....	305
184	12.3.1 Método local: Lucas-Kanade .....	307
184	12.3.2 Método global: Gauss-Seidel .....	308
184	12.4 Formulación analítica del movimiento: campo de movimiento .....	311
184	12.5 Detección de la profundidad y colisiones .....	316
184	12.5.1 Profundidad mediante el flujo óptico y el campo de movimiento .....	316
184	12.5.2 Profundidad mediante la relación de adyacencia .....	317
184	12.5.3 Colisiones .....	318
184	12.6 Análisis del movimiento basado en la detección de puntos de interés .....	319
184	12.7 Método diferencial de análisis del movimiento .....	322
184	12.8 Método de diferencias de análisis del movimiento .....	323
184	12.9 Métodos de seguimiento y predicción de características mediante	
	una secuencia de imágenes .....	325
184	12.10 Utilizando el movimiento .....	328
	12.10.1 Movimiento 3D y estructura a partir del campo de movimiento .....	328
184	12.10.2 Orientación de superficies y detección de bordes .....	334
184	12.11 Notas finales .....	334
	<b>CAPÍTULO 13. SECUENCIAS DE IMÁGENES II: DETECCIÓN DE CAMBIOS Y</b>	
	<b>SUPERRESOLUCIÓN</b> .....	<b>337</b>
184	13.1 Introducción .....	337
184	13.2 Detección de cambios .....	338
184	13.2.1 Modelos de diferencias frente al fondo .....	338
	13.2.2 Modelos de consistencia .....	338
	13.2.2.1 Campos aleatorios de Markov .....	338
	13.2.2.2 Detección no supervisada .....	339
184	13.2.2.3 Red neuronal de Hopfield .....	340

13.2.3 Modelos de intensidad .....	345
13.2.4 Modelos de agrupamiento .....	346
13.3 Superresolución .....	347
13.3.1 Revisión de métodos de superresolución .....	348
13.3.2 Modelo de observación .....	349
13.3.3 Método de Irani-Peleg .....	350
13.3.4 Proyección sobre conjuntos convexos .....	351
13.3.5 Wavelets .....	352
13.4 Notas finales .....	352
<b>CAPÍTULO 14. RECONOCIMIENTO DE PATRONES I: ESTIMACIÓN, AGRUPACIÓN Y CLASIFICACIÓN .....</b>	<b>353</b>
14.1 Introducción .....	353
14.2 Algunos ejemplos de propiedades cuantitativas .....	354
14.3 Estimación estadística y aprendizaje .....	358
14.3.1 Formulación del problema de aprendizaje .....	359
14.3.2 El papel de la máquina de aprendizaje .....	361
14.3.3 Aproximaciones clásicas .....	362
14.4 Estimación de la función de densidad de probabilidad .....	362
14.4.1 Estimación paramétrica .....	362
14.4.1.1 Caso normal multivariante: media desconocida .....	364
14.4.1.2 Caso normal multivariante general .....	364
14.4.2 Estimación no paramétrica .....	365
14.4.2.1 Ventana de Parzen .....	367
14.4.2.2 K-vecinos más próximos .....	367
14.5 Métodos para reducción de datos y reducción de la dimensionalidad .....	368
14.5.1 Cuantización vectorial .....	371
14.5.1.1 Algoritmo generalizado de Lloyd .....	372
14.5.1.2 Cuantización vectorial mediante aprendizaje supervisado .....	374
14.5.1.3 Cuantización vectorial mediante aprendizaje no supervisado .....	374
14.5.2 Agrupamiento o Clustering .....	374
14.5.2.1 Algoritmo secuencial básico .....	376
14.5.2.2 Algoritmos jerárquicos: aglomeración y división .....	378
14.5.2.3 Algoritmos basados en una función de optimización .....	380
14.5.3 Reducción de la dimensionalidad: Self-Organizing Map .....	386
14.6 Clasificación .....	389
14.6.1 Teoría de la decisión de Bayes: el clasificador Bayesiano .....	389
14.6.2 Estimadores no paramétricos .....	393
14.6.3 Cuantización vectorial y agrupamientos como clasificadores .....	394
14.6.4 El perceptrón, el perceptrón multicapa y las máquinas de vectores soporte .....	394
14.7 Notas finales .....	394
<b>CAPÍTULO 15. RECONOCIMIENTO DE PATRONES II: REDES NEURONALES Y MÁQUINAS DE VECTORES SOPORTE .....</b>	<b>397</b>
15.1 Introducción .....	397
15.2 El perceptrón .....	399
15.2.1 Perceptrón para dos clases separables .....	399
15.2.2 Clases no separables .....	402

15.3	La red retropropagación .....	405
15.3.1	Arquitectura de la red retropropagación .....	405
15.3.2	Entrenamiento por retropropagación .....	408
15.4	Máquinas de vectores soporte .....	413
15.5	Notas finales .....	416
<b>CAPÍTULO 16. RECONOCIMIENTO DE PATRONES III: MÉTODOS ESTRUCTURALES Y BASADOS EN LA APARIENCIA</b> .....		<b>417</b>
16.1	Introducción .....	417
16.2	Métodos estructurales y sintácticos .....	418
16.2.1	Representación simbólica de patrones .....	418
16.2.2	Métodos estructurales .....	419
16.2.2.1	Correspondencia de números de contorno .....	419
16.2.2.2	Correspondencia de cadena .....	419
16.2.2.3	Correspondencia de grafos .....	423
16.2.3	Métodos sintácticos: gramáticas de cadenas .....	424
16.3	Reconocimiento basado en la apariencia .....	429
16.3.1	Imágenes en lugar de propiedades .....	429
16.3.2	Autoespacios de imágenes .....	430
16.3.2.1	Comparación de imágenes .....	430
16.3.2.2	Comparación eficiente de imágenes con autoespacios .....	431
16.3.2.3	Reconocimiento de objetos .....	436
16.4	Notas finales .....	436
<b>CAPÍTULO 17. OBTENCIÓN DE LA FORMA I: FORMAS A PARTIR DE LA INTENSIDAD</b> .....		<b>437</b>
17.1	Introducción: formas a partir de X .....	437
17.2	Aspectos generales sobre las formas a partir de variaciones de la intensidad .....	440
17.2.1	Formación de imágenes y distribución de las fuentes de iluminación .....	441
17.2.2	Orientación de las superficies .....	441
17.3	El mapa de reflectancia .....	444
17.4	Tonalidad en las imágenes .....	447
17.5	Aplicaciones, ejemplos y métodos .....	450
17.5.1	Gráficos sombreados .....	450
17.5.2	Mapa de reflectancia: determinación de la forma mediante estéreo fotométrico y obtención del albedo .....	450
17.5.3	Mapa de reflectancia: determinación de la forma a partir de una única imagen .....	452
17.5.3.1	Mapas de reflectancia lineales .....	453
17.5.3.2	Mapas de reflectancia rotacionalmente simétricos .....	456
17.5.3.3	El caso general .....	459
17.5.3.4	Puntos singulares .....	461
17.5.3.5	Series de potencias en las proximidades de un punto singular .....	461
17.5.3.6	Bordes que producen oclusión .....	463
17.5.3.7	Método de relajación .....	463
17.6	Notas finales .....	468



<b>CAPÍTULO 18. OBTENCIÓN DE LA FORMA II: LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA .....</b>	<b>471</b>
18.1 Introducción .....	471
18.2 Geometría del sistema estereoscópico y obtención de la distancia .....	475
18.3 Extracción de características .....	477
18.4 Correspondencia estereoscópica .....	478
18.4.1 Restricciones aplicables para la correspondencia .....	480
18.4.2 Métodos de correspondencia basados en el área .....	481
18.4.3 Métodos de correspondencia basados en las características .....	484
18.4.3.1 Tipos de características más comunes en visión estereoscópica y sus atributos .....	484
18.4.3.2 Estrategias de correspondencia locales y globales .....	485
18.4.3.3 Optimización mediante la red de Hopfield .....	485
18.4.3.4 Optimización mediante enfriamiento simulado .....	489
18.4.3.5 Mapas cognitivos borrosos .....	491
18.4.3.6 Relajación probabilista .....	491
18.4.3.7 Ejemplo para los métodos de relajación .....	493
18.5 Limitaciones de un sistema estéreo .....	495
18.5.1 Precisión de un sistema estéreo .....	495
18.5.2 Oclusiones y ambigüedades .....	496
18.6 Notas finales .....	498
<b>CAPÍTULO 19. OBTENCIÓN DE LA FORMA III: FORMAS A PARTIR DE LA TEXTURA Y DEL ENFOQUE .....</b>	<b>501</b>
19.1 Introducción .....	501
19.2 Formas a partir de la textura .....	501
19.2.1 Proyección de perspectiva (paraperspectiva) .....	502
19.2.1.1 Preliminares .....	502
19.2.1.2 Un primer método .....	504
19.2.1.3 Un segundo método .....	505
19.2.2 Proyección ortográfica .....	506
19.2.2.1 Preliminares .....	506
19.2.2.2 Obtención de la forma mediante texturas de naturaleza determinista .....	507
19.2.2.3 Obtención de la forma mediante texturas de naturaleza estadística .....	509
19.3 Formas a partir del enfoque .....	511
19.3.1 Análisis del enfoque .....	511
19.3.2 Funciones criterio para medir la calidad del enfoque .....	513
19.3.2.1 Maximización de la magnitud del gradiente .....	513
19.3.2.2 Filtrado paso alto .....	513
19.3.2.3 Histograma de entropía .....	513
19.3.2.4 Variación del nivel de gris .....	514
19.3.3 Método de obtención de la distancia de los objetos .....	515
19.4 Notas finales .....	516

<b>CAPÍTULO 20. DESCRIPCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE OBJETOS 3D</b>	<b>519</b>
20.1 Introducción	519
20.2 Segmentación y descripción de superficies	520
20.2.1 Propiedades de las curvaturas y discontinuidad de las superficies	521
20.2.2 Valores extremos y transiciones por cero	524
20.2.3 Clasificación y unión espacial	525
20.2.4 Segmentación en superficies	526
20.2.5 Ajuste de superficies	527
20.2.6 Extracción de superficies a partir de las superficies visibles de la escena 3D	530
20.2.6.1 Definición de las clases de formas	530
20.2.6.2 Estimación de la forma local	531
20.3 Inferencia y descripción de objetos	533
20.3.1 Representación de objetos	535
20.4 Reconocimiento de objetos 3D	537
20.4.1 Una primera lista de candidatos	537
20.4.2 Compatibilidad entre los nodos del modelo y la escena	538
20.4.2.1 Similitud entre nodos de las vistas del modelo y nodos de la escena	538
20.4.2.2 Compatibilidad entre pares de nodos	539
20.4.2.3 Síntesis del método	541
20.5 Otros métodos de segmentación y descripción de estructuras 3D	541
20.5.1 Ajuste de áreas planas a agrupaciones de datos	542
20.5.2 Uso de imágenes Gaussianas extendidas	542
20.5.3 Uso del gradiente	544
20.5.4 Etiquetado de líneas y uniones	546
20.5.5 Conos generalizados	548
20.6 Notas finales	549
<b>CAPÍTULO 21. RESTAURACIÓN DE IMÁGENES I: DOMINIO DE LA FRECUENCIA</b>	<b>553</b>
21.1 Introducción	553
21.2 Modelo de degradación	554
21.2.1 El ruido	554
21.2.2 Algunas definiciones	557
21.2.3 Modelo de degradación para funciones continuas	558
21.2.4 Formulación discreta	560
21.3 Aproximación algebraica para la restauración	564
21.3.1 Restauración no restringida	564
21.3.2 Restauración restringida	565
21.4 Filtrado inverso	566
21.5 Filtro de mínimos cuadrados (Wiener)	568
21.6 Filtro de mínimos cuadrados restringido	570
21.7 Filtro de la media geométrica	576
21.8 Restauración iterativa no lineal con el algoritmo de Lucy-Richardson	577
21.9 Restauración interactiva o filtro de corte	578
21.10 Eliminación de desenfoque originado por movimiento lineal uniforme	582
21.11 Notas finales	586

<b>CAPÍTULO 22. RESTAURACIÓN DE IMÁGENES II: DOMINIO ESPACIAL</b>	<b>587</b>
22.1 Introducción	587
22.2 Filtros de orden	588
22.2.1 Filtrado de la mediana	588
22.2.2 Filtrado de la moda	589
22.2.3 Filtrado de máximos y mínimos	590
22.2.4 Filtro del punto medio y medio alfa recortado	591
22.3 Filtros de medias	592
22.4 Filtros adaptativos	595
22.5 Promedio de imágenes	596
22.6 Reducción del ruido de speckle	597
22.6.1 Filtro de Kuan	598
22.6.2 Filtro de Lee	599
22.6.3 Filtro Gamma	599
22.6.4 Filtro de Frost	599
22.6.5 Filtro de Oddy	599
22.7 Notas finales	600
<b>CAPÍTULO 23. COMPRESIÓN DE IMÁGENES</b>	<b>601</b>
23.1 Introducción	601
23.2 Modelo del sistema de compresión	603
23.3 Criterios de fidelidad	605
23.4 Elementos de la teoría de la información	608
23.4.1 Medida de la información	609
23.4.2 El canal de información	609
23.4.3 Teoremas fundamentales de codificación	615
23.4.4 Uso de la teoría de la información	621
23.5 Métodos de compresión sin pérdidas	624
23.5.1 Codificación de Huffman	624
23.5.2 Otros códigos de longitud variable óptimos	627
23.5.3 Codificación aritmética	629
23.5.4 Código de longitud de cadenas	631
23.5.5 Código Lempel-Ziv-Welch	635
23.5.6 Trazado de contornos y codificación	636
23.6 Métodos de compresión con pérdidas	637
23.6.1 Codificación nivel de gris y longitud de cadena	637
23.6.2 Codificación mediante truncado de bloques	638
23.6.3 Cuantización vectorial	640
23.6.4 Codificación predictiva diferencial	641
23.6.5 Módulos de predicción óptimos	646
23.6.6 Cuantización óptima	649
23.6.7 Codificación de la transformada	651
23.6.8 Transformada de Wavelets	661
23.7 Estándares de compresión de imágenes	662
23.7.1 Estándares de compresión de imágenes binarias	662
23.7.2 Estándar JPEG de imágenes de gris y color	662
23.7.3 Estándar JPEG2000 de imágenes de gris y color	669
23.7.4 Secuencias de imágenes de gris y color	671
23.8 Notas finales	672

<b>CAPÍTULO 24. FUSIÓN DE IMÁGENES</b>	<b>675</b>
24.1 Introducción	675
24.2 Multirresolución	676
24.2.1 Descomposición piramidal	678
24.2.1.1 Pirámide Laplaciana	679
24.2.1.2 Pirámide FSD	680
24.2.1.3 Pirámide razón de paso bajo	680
24.2.1.4 Pirámide morfológica	680
24.2.1.5 Pirámide del gradiente	681
24.2.1.6 Pirámide dirigida	682
24.2.2 Descomposición de Wavelets	684
24.3 Mezcla de coeficientes	686
24.3.1 Medida del nivel de actividad	686
24.3.2 Método de combinación de coeficientes	688
24.3.2.1 Selección por máximos	688
24.3.2.2 Selección por componentes principales	688
24.3.2.3 Media ponderada general	689
24.3.2.4 Media ponderada adaptativa	690
24.3.2.5 Otros métodos de combinación de coeficientes	691
24.4 Ejemplos de aplicación	692
24.4.1 Método de fusión de imágenes multi-foco	692
24.4.2 Fusión multispectral de imágenes de satélite	693
24.4.3 Fusión de imágenes médicas	694
24.5 Notas finales	695
<b>APÉNDICE. CONTENIDO DEL CD-ROM</b>	<b>697</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>699</b>
<b>ÍNDICE ALFABÉTICO</b>	<b>733</b>