

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Les images numériques	3
1.1.1	Les images en niveaux de gris	4
1.1.2	Les images binaires (noir ou blanc)	5
1.1.3	Les images couleur	5
1.1.4	Échantillonnage et quantification	5
1.2	Quelques procédés d'acquisition	7
1.2.1	Le système visuel	8
1.2.2	Imagerie « grand public » : photographie argentique	10
1.2.3	Imagerie « grand public » : photographie numérique	11
1.2.4	Imagerie « grand public » : numérisation des textes et des images	12
1.3	L'imagerie médicale	13
1.3.1	La radiographie	14
1.3.2	La tomographie (scanner)	15
1.3.3	Les ultrasons (échographie)	16
1.3.4	L'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM)	17
1.3.5	L'imagerie par radioactivité	19
1.3.6	Méthodes optiques	19
1.4	Autres applications	21
1.5	Différents aspects du traitement des images	23
2	Traitement ponctuel des images numériques	25
2.1	Recadrage de dynamique - contraste	25
2.1.1	Transformation de recadrage	26
2.2	Égalisation de l'histogramme	28
2.3	Binarisation-seuillage	29
3	Débruitage par filtrage linéaire	31
3.1	Le « bruit »	32
3.1.1	Bruit thermique	33

3.1.2	Bruit « Poivre et sel »	33
3.1.3	Bruit de grenaille	33
3.1.4	Le flou	33
3.1.5	Modélisation du bruit et du flou	34
3.2	Filtrage spatial (bruit additif)	36
3.2.1	Filtrage unidimensionnel	36
3.2.2	Filtres de convolution	38
3.3	Filtrage fréquentiel (bruit additif)	44
3.3.1	Filtre passe-bas	44
3.3.2	Filtres passe-haut	47
3.4	Filtrage différentiel	49
3.4.1	Calcul des gradients discrets	50
3.4.2	Approximation de la dérivée seconde	55
3.4.3	Filtrage par équations aux dérivées partielles	56
3.4.4	Mise en œuvre numérique	58
3.5	Déconvolution (cas d'un flou)	59
3.5.1	Approche « spatiale » : équation de la chaleur rétrograde (inverse)	59
3.5.2	Filtre inverse et algorithme de Van Cittert	61
4	Débruitage par méthodes non linéaires	63
4.1	Filtre médian	63
4.2	Filtrage par EDP non linéaire : le modèle de Perona-Malik	65
4.3	Méthodes variationnelles	66
4.3.1	Régularisation de Tychonov	67
4.3.2	Le modèle continu de Rudin-Osher-Fatemi	70
4.3.3	Modèle discret de Rudin-Osher-Fatemi	74
4.4	Filtrage par ondelettes	83
4.5	Déconvolution	87
4.5.1	Approche fréquentielle : Filtre de Wiener	87
4.5.2	Méthode SECB	90
4.5.3	Déconvolution de Richardson-Lucy	91
4.5.4	Modèle variationnel de Rudin-Osher-Fatemi	92
5	Segmentation	97
5.1	Introduction	97
5.2	Segmentation par seuillage de gradients	98
5.2.1	Segmentation par filtrage passe-haut	98
5.2.2	Détecteur de Marr-Hildrett	99
5.2.3	Détecteur de Canny	100
5.3	Détecteurs d'éléments géométriques particuliers	102
5.3.1	Détecteur de coin de Harris	102
5.3.2	Transformation de Hough	103
5.4	Méthodes variationnelles	109
5.4.1	Méthode des contours actifs	110

5.4.2	Le modèle de Mumford-Shah	123
5.5	Fermeture des contours	126
5.6	Segmentation en régions	128
5.6.1	Segmentation par seuillage d'histogramme	128
5.6.2	Algorithme K-means	129
5.6.3	Croissance de régions	131
5.6.4	Décomposition et fusion (Split and merge)	133
5.6.5	Méthode variationnelle	134
6	Morphologie mathématique	137
6.1	Morphologie mathématique ensembliste	137
6.1.1	Les opérations de base	137
6.1.2	Squelettisation	142
6.2	Morphologie mathématique fonctionnelle - Images à niveaux de gris	143
6.2.1	Dilatation, érosion et gradient morphologique	144
6.2.2	Ouverture et fermeture	147
6.2.3	Filtrage alterné séquentiel	150
6.2.4	Segmentation : ligne de partage des eaux (Watershed)	153
7	Applications	157
7.1	Stéganographie et tatouage	157
7.1.1	Une méthode simple de stéganographie	158
7.1.2	Tatouage d'images ou «Watermarking »	162
7.2	Compression par ondelettes	164
7.3	Inpainting	169
7.3.1	Méthodes variationnelles	170
7.3.2	Régularisation L^2	171
7.3.3	Régularisation de Sobolev	172
7.3.4	Régularisation par variation totale	173
A	Quelques outils mathématiques	177
A.1	Analyse de Fourier	177
A.1.1	Séries de Fourier d'un signal périodique 1D	177
A.1.2	La transformation de Fourier discrète (DFT) et la FFT	178
A.1.3	La transformation de Fourier	179
A.2	Ondelettes	182
A.2.1	Définition des ondelettes -1D	182
A.2.2	Analyse multi-résolution dans $L^2(\mathbb{R})$	183
A.2.3	Algorithme rapide de décomposition en ondelettes - FWT	185
A.2.4	Ondelettes 2D	187
A.2.5	Transformée en Ondelettes 2D directionnelle	188
A.2.6	Transformée en Ondelette isotrope	189

A.2.7	Décomposition d'une fonction sur une base d'ondelettes 2D - AMR 2D [63]	189
A.3	Optimisation dans les espaces de Banach	191
A.3.1	Éléments d'analyse fonctionnelle	191
A.3.2	Théorème de compacité	194
A.3.3	Gâteaux-différentiabilité des fonctionnelles convexes ...	195
A.3.4	Minimisation dans un Banach réflexif	196
A.3.5	Exemple : Projection sur un convexe fermé	197
A.4	Analyse convexe et analyse non lisse	198
A.4.1	Théorème de Hahn-Banach	198
A.4.2	Sous-différentiel	199
A.4.3	Application à l'indicatrice d'un ensemble	200
A.4.4	Lien avec le sous-différentiel	205
A.5	Espaces de Sobolev	206
A.6	L'espace des fonctions à variation bornée $BV(\Omega)$	207
A.6.1	Généralités	207
A.6.2	Approximation et compacité	210
A.7	Géométrie des courbes planes	212
A.7.1	Abscisse curviligne - longueur	212
A.7.2	Étude géométrique locale d'une courbe paramétrée	215
B	Récapitulatif des différents procédés de traitement	217
B.1	Traitements ponctuels - Chapitre 2	218
B.2	Débruitage - Chapitres 3, 4 et 6	219
B.3	Défloutage - Chapitres 3 et 4	223
B.4	Segmentation des contours - Chapitres 3, 5 et 6	226
B.4.1	Filtres passe-haut, spatiaux et fréquentiels	226
B.4.2	Filtres différentiels p. 49	226
B.4.3	Détecteur de Canny p.100	229
B.4.4	Méthode variationnelle de Mumford-Shah p.123	229
B.4.5	Opérateurs morphologiques	230
B.5	Segmentation en régions	230
	Littérature	233
	Index	239

Introduction au traitement mathématique des images -
méthodes déterministes

Bergounioux, M.

2015, XVII, 241 p. 168 ill., Softcover

ISBN: 978-3-662-46538-7