

# Table des matières

<b>I</b>	<b>MANIPULATION DES IMAGES ET VIDÉOS</b>	<b>1</b>
1	Développement sous Matlab . . . . .	2
1.1	Initiation au langage Matlab . . . . .	2
1.2	Lecture et écriture d'un fichier image . . . . .	8
1.3	Lecture et écriture d'un fichier vidéo . . . . .	11
2	Développement en C++ avec OpenCV . . . . .	13
2.1	Configuration d'un projet . . . . .	13
2.2	Développement sous Visual C++ . . . . .	14
2.3	Développement sous Dev C++ . . . . .	17
2.4	Développement sur une machine multiprocesseur . . . . .	20
3	Lecture et sauvegarde d'une image avec <i>OpenCV</i> . . . . .	21
4	Fichier vidéo ou acquisition caméra . . . . .	24
4.1	Capture d'une séquence : fichier vidéo ou caméra . . . . .	24
4.2	Sauvegarde des images d'une vidéo . . . . .	25
4.3	Sauvegarde d'un fichier vidéo . . . . .	26
<b>II</b>	<b>IMAGES EN NIVEAUX DE GRIS</b>	<b>30</b>
1	Niveaux de gris d'une image . . . . .	31
1.1	Niveau de gris d'un pixel . . . . .	31
1.2	Profil en intensité . . . . .	31
1.3	Représentation graphique d'une fonction . . . . .	34
2	Mesures interactives dans l'image . . . . .	36
2.1	Sélection par curseur d'un profil . . . . .	36
2.2	Zoom sur une région d'intérêt à l'aide de la souris et du clavier . . . . .	39
2.3	Intensité du pixel pointé par la souris . . . . .	41
3	Histogramme des niveaux de gris . . . . .	43
3.1	Histogramme d'une image monochrome . . . . .	43
3.2	Construction d'un histogramme sous <i>OpenCV</i> . . . . .	44
3.3	Choix du nombre de classes par curseur glissant . . . . .	46
3.4	Histogramme d'une région d'intérêt . . . . .	50
<b>III</b>	<b>PRÉTRAITEMENTS ET AMÉLIORATION</b>	<b>55</b>
1	Filtrage numérique . . . . .	56
1.1	Produit de convolution 2D . . . . .	56
1.2	Dynamique d'une image : modification d'histogramme . . . . .	59
2	Lissage d'une image . . . . .	62
2.1	Lissage par la moyenne . . . . .	62

2.2	Filtre moyenne, médiane et Gaussien . . . . .	67
2.3	Etude de la force du lissage . . . . .	68
2.4	Choix interactif de l'image source . . . . .	69
3	Extension de dynamique et égalisation d'histogramme . . . . .	71
<b>IV</b>	<b>IMAGES EN COULEUR</b>	<b>75</b>
1	Images couleur et Espaces colorimétriques . . . . .	76
1.1	Chrominance et luminance d'une image . . . . .	76
1.2	L'espace colorimétrique $YC_bC_r$ . . . . .	77
1.3	L'espace HSV . . . . .	78
2	Luminance, Teinte et Saturation . . . . .	79
2.1	Colorimétrie dans l'espace RGB . . . . .	79
2.2	Luminance d'une couleur . . . . .	82
2.3	Teinte et saturation d'une couleur . . . . .	85
3	Incrustation de textes dans une image . . . . .	86
3.1	Fonte de caractères . . . . .	86
3.2	Chaînes de caractères en langage C . . . . .	88
3.3	Ajout d'une légende interactive . . . . .	89
<b>V</b>	<b>MODÉLISATION COLORIMÉTRIQUE</b>	<b>96</b>
1	Classification et modèles paramétriques . . . . .	97
1.1	Règle de décision Bayésienne . . . . .	97
1.2	Classification de la teinte chair . . . . .	97
1.3	L'approche paramétrique . . . . .	99
2	Histogrammes 2D et rétroprojection . . . . .	100
2.1	Histogramme 2D : un modèle non paramétrique . . . . .	100
2.2	Rétroprojection d'un histogramme . . . . .	102
2.3	Intérêt d'un histogramme 2D . . . . .	104
3	Construction et affichage d'un histogramme 2D . . . . .	106
3.1	Construction d'un histogramme 2D sous <i>OpenCV</i> . . . . .	106
3.2	Rétroprojection de l'histogramme du plan Hue-Saturation d'une région d'intérêt . . . . .	111
3.3	Couleurs monochromes et canal d'intérêt : un effet spécial . . . . .	119
<b>VI</b>	<b>SEGMENTATION BASÉE RÉGION</b>	<b>121</b>
1	Binarisation d'une image . . . . .	122
1.1	Opérateurs de seuillage . . . . .	122
1.2	Choix du seuil par curseur . . . . .	123
1.3	Binarisation d'une image couleur . . . . .	125
2	Étiquetage des composantes connexes . . . . .	127
2.1	Labellisation des régions d'une image binaire . . . . .	127
2.2	Étiquetage des composantes connexes avec <i>OpenCV</i> . . . . .	131
2.3	Intérieur et contours d'une composante connexe . . . . .	132
2.4	Ellipse inclinée et ses rectangles englobants . . . . .	133
3	Listes chaînées et séquences <i>CuSeg</i> d' <i>OpenCV</i> . . . . .	136

<b>VII</b>	<b>CHAMP DE GRADIENT ET CONTOURS</b>	<b>138</b>
1	Champ de gradient d'une image . . . . .	138
1.1	Le gradient et son module . . . . .	138
1.2	Points de contour d'une image . . . . .	140
1.3	Orientation du gradient . . . . .	140
2	Gradient et orientation sous OpenCV . . . . .	142
2.1	Conversion 16 bits à 8 bits . . . . .	142
2.2	Calcul de l'orientation du gradient . . . . .	145
3	Module du gradient et points de contours . . . . .	147
3.1	Image codée sur 32 bits . . . . .	147
3.2	Détecteur de contours de Canny . . . . .	150
3.3	Seuillage automatique par l'algorithme <i>E-M</i> . . . . .	152
<b>VIII</b>	<b>MODÉLISATION GÉOMÉTRIQUE : TRANSFORMÉE DE HOUGH</b>	<b>155</b>
1	Transformation de Hough Standard . . . . .	156
1.1	Représentation d'une droite . . . . .	156
1.2	Accumulateur de Hough . . . . .	157
1.3	Variantes de la Transformée de Hough Standard . . . . .	158
2	Détection de droites et de segments . . . . .	158
2.1	Correspondance entre accumulateur et espace d'observation . . . . .	158
2.2	Détection de droites avec OpenCV . . . . .	159
2.3	Détection de segments : Transformée de Hough Probabiliste . . . . .	164
3	Transformation de Hough Généralisée . . . . .	165
3.1	Transformée de Hough pour les Cercles . . . . .	165
3.2	Détection de cercles dans une image . . . . .	166
<b>IX</b>	<b>DÉTECTION DE MOUVEMENT</b>	<b>171</b>
1	Détection du mouvement . . . . .	171
1.1	Gradient temporel d'une séquence d'images . . . . .	171
1.2	Détection de mouvement par différence d'images . . . . .	172
1.3	Différence d'images consécutives dans une séquence . . . . .	173
2	Image de fond : médiane et moyenne mobile . . . . .	176
2.1	Médiane d'un ensemble d'images . . . . .	176
2.2	Estimation d'une moyenne mobile . . . . .	177
3	Historique du mouvement . . . . .	180
3.1	Image de l'historique du mouvement . . . . .	180
3.2	Mise à jour de la <i>Motion History Image</i> . . . . .	180
3.3	Représentation graphique du mouvement . . . . .	182
<b>X</b>	<b>DÉTECTION DE VISAGES</b>	<b>185</b>
1	Le détecteur de Viola et Jones . . . . .	186
1.1	Filtres spatiaux dits de Haar . . . . .	186
1.2	Classifieur faible . . . . .	187
1.3	Image Intégrale . . . . .	188
1.4	Classifieur boosté . . . . .	189
1.5	Cascade de classifieurs boostés . . . . .	190

2	Détection de visages dans une image fixe . . . . .	192
2.1	Parcours de l'image par une rétine . . . . .	192
2.2	Arbitrage entre détections multiples . . . . .	194
2.3	Traitement d'une image . . . . .	195
3	Détection de visage dans une vidéo . . . . .	197
3.1	Contrainte temps réel . . . . .	197
3.2	Réduction de l'image . . . . .	197
3.3	Traitement d'une séquence d'image . . . . .	199

## **XI POURSUITE D'UN OBJET DE COULEUR 201**

1	Suivi de visage dans une vidéo . . . . .	202
1.1	Approche basée mouvement ou modèle . . . . .	202
1.2	Suivi déterministe de la couleur . . . . .	202
1.3	Problématiques du suivi de visage . . . . .	203
2	Suivi par segmentation en composantes connexes . . . . .	204
2.1	Modélisation et suivi déterministe de la teinte chair . . . . .	205
2.2	Segmentation de la cible . . . . .	210
2.3	Ajustement d'une ellipse à un ensemble de point par la méthode des moindres carrés . . . . .	213
3	Poursuite par <i>Camshift</i> couplé . . . . .	218
3.1	Algorithme du mean-shift . . . . .	218
3.2	Le Camshift : Continuously Adaptive Mean Shift . . . . .	219
3.3	Ellipse à partir des moments du second ordre de $P_{peau}$ . . . . .	220