

L'**ouvrage** est un guide pratique d'apprentissage par des exemples pratiques de la programmation Matlab pour le traitement d'images. Plusieurs thématiques et des dizaines d'exemples et projets ont été abordés tout au long de l'ouvrage, accompagnées de codes commentés et des illustrations graphiques. Des vidéos de démonstration et scripts Matlab sont disponibles en ligne.

Extrait des exemples :

1. Filtrage par convolution
2. Filtrage dans le domaine de Fourier
3. Filtrage non linéaire (Médian, Nagao, Moyenne locale, etc)
4. Calcule et amélioration de l'histogramme
5. Seuillage et étiquetage
6. Modélisation de système solaire (2D)
7. Modélisation de galaxie (2D)
8. Traitement vidéos : Effets spéciaux
9. Comptage d'objets
10. Détection d'objet par corrélation
11. Débruitage d'image par déconvolution
12. Réalité augmenté (Matlab + Arduino)

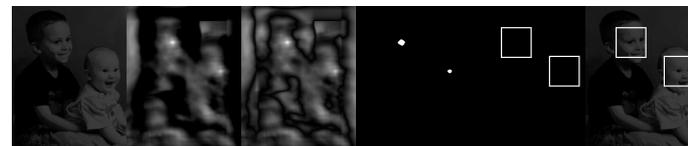
M. EH. AIT MANSOUR Docteur à l'Observatoire de Paris. Titulaire d'un diplôme d'ingénieur en électronique spécialité traitement du signal et d'image à l'ENSEIRB-MATMECA. Actuellement il est ingénieur en électronique à l'ISTO-CNRS d'Orléans.



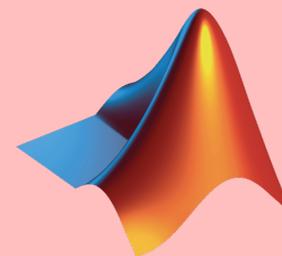
Initiation au Traitement d'Images avec Matlab

INITIATION AU TRAITEMENT D'IMAGES AVEC **MATLAB**

Apprentissage par l'Exemple de la
Programmation Matlab



+37 Nouvelles fonctions Matlab
+121 Exemples
+13 Vidéos de démonstration



EH. AIT MANSOUR

Table des matières

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduction et généralités | 13 |
| 1.1 | Pourquoi le traitement d'images ? | 13 |
| 1.2 | Notions sur les capteurs | 16 |
| 1.3 | Pourquoi Matlab ? | 17 |
| 1.4 | C'est quoi une image ? | 17 |
| 1.5 | Lecture et visualisation d'une image | 18 |
| 1.5.1 | Lecture d'une image | 18 |
| 1.5.2 | Type d'images numériques | 19 |
| 1.5.2.1 | Image Binaire | 20 |
| 1.5.2.2 | Image aux Niveau de gris | 20 |
| 1.5.2.3 | Image Indexée | 20 |
| 1.5.2.4 | Image RGB | 21 |
| 1.5.3 | Affichage d'une image | 22 |
| 1.6 | Modélisation d'une image avec Matlab | 24 |
| 1.6.1 | Format matriciel d'une image (2D) | 25 |
| 1.6.2 | Manipulation des pixels | 27 |
| 1.6.2.1 | Comment lire un pixel | 27 |
| 1.6.2.2 | Comment lire et afficher un bloc dans l'image | 29 |
| 1.6.2.3 | Comment lire et afficher les composantes d'une image RGB ? | 37 |
| 1.6.2.4 | Comment lire et afficher une ligne/colonne ? | 38 |
| 1.6.2.5 | Comment initialiser un bloc dans une l'image ? | 40 |
| 1.6.3 | Format vectoriel d'une image (1D) | 40 |
| 1.6.4 | Comment passer d'un vecteur (Tableau 1D) en une image (Tableau 2D) ? | 41 |
| 1.6.5 | Comment lire les pixels d'une image avec la souris ? | 44 |
| 1.7 | Pourquoi bien choisir le type de données ? | 45 |
| 1.7.1 | Effet sur la qualité de l'image | 45 |
| 1.7.2 | Effet sur la taille en mémoire | 49 |
| 1.8 | Fonctions de conversion des images | 49 |
| 1.9 | Notions sur l'échantillonnage et quantification | 52 |
| 1.9.1 | Échantillonnage | 52 |
| 1.9.2 | Quantification | 57 |
| 1.9.2.1 | Fonctionnement | 57 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 1.9.2.2 | Comment modifier la résolution binaire d'une image ? . . . | 58 |
| 2 | Rappels sur Matlab et les opérations sur les images | 65 |
| 2.1 | Rappels | 65 |
| 2.1.1 | Introduction | 65 |
| 2.1.2 | La boucle for | 65 |
| 2.1.3 | La boucle while | 66 |
| 2.1.4 | if .. else | 68 |
| 2.1.5 | break et continue | 71 |
| 2.1.6 | Définition et appel d'une fonction | 71 |
| 2.1.7 | Exemples | 77 |
| 2.1.7.1 | Comment convertir une image quelconque en image au NG ? | 77 |
| 2.1.7.2 | Comment convertir une image 2D en 1D ? | 77 |
| 2.1.7.3 | Comment calculer la valeur maximale, minimale et la moyenne d'une image ? | 80 |
| 2.2 | Opérations sur les images | 81 |
| 2.2.1 | Fonctionnement | 81 |
| 2.2.2 | Translation | 83 |
| 2.2.3 | Rotation | 84 |
| 2.2.4 | Agrandissement (Zoom) Diminution | 92 |
| 2.2.5 | Effet de vagues | 96 |
| 2.2.6 | Autres effets | 98 |
| 2.3 | Fonctions Matlab de synthèse de bruit | 98 |
| 2.3.1 | Définition | 98 |
| 2.3.2 | Types des bruits | 100 |
| 2.3.3 | Distributions des bruits | 101 |
| 2.3.4 | Les Fonctions Matlab de bruits | 101 |
| 2.3.4.1 | rand() | 101 |
| 2.3.4.2 | randi() | 103 |
| 2.3.4.3 | randn() | 107 |
| 2.3.4.4 | imnoise() | 109 |
| 3 | Techniques d'amélioration d'images | 113 |
| 3.1 | Introduction | 113 |
| 3.2 | Filtrage linéaire (filtrage par convolution) | 113 |
| 3.2.1 | Définition et généralités | 113 |
| 3.2.1.1 | Equation | 114 |
| 3.2.1.2 | Approche de calcul | 114 |
| 3.2.1.3 | Implémentation avec Matlab | 116 |
| 3.2.1.4 | Gestion des bords | 120 |
| 3.2.1.5 | Conv2() | 124 |
| 3.2.1.6 | Imfilter() | 124 |
| 3.2.2 | Les filtres linéaires | 126 |
| 3.2.2.1 | Filtre Moyenneur | 126 |
| 3.2.2.2 | Filtre moyenneur aléatoire | 128 |
| 3.2.2.3 | Filtre Gaussien | 131 |
| 3.2.2.4 | Filtre Exponentiel | 135 |

| | | | |
|----------|---------|--|------------|
| | 3.2.2.5 | Filtres Log, Sobel, Laplacian et autres | 135 |
| 3.3 | | Filtrage non linéaire | 141 |
| | 3.3.1 | Filtres Min et Max | 141 |
| | | 3.3.1.1 Fonctionnement | 141 |
| | | 3.3.1.2 Implémentation | 141 |
| | 3.3.2 | Filtre médian | 147 |
| | | 3.3.2.1 Fonctionnement | 147 |
| | | 3.3.2.2 La fonction mediane() | 148 |
| | | 3.3.2.3 Implémentation | 148 |
| | 3.3.3 | Lissage à seuil | 153 |
| | | 3.3.3.1 Fonctionnement | 153 |
| | | 3.3.3.2 Implémentation | 154 |
| | 3.3.4 | Filtre Nagao | 157 |
| | | 3.3.4.1 Fonctionnement | 157 |
| | | 3.3.4.2 Implémentation | 157 |
| 4 | | Filtrage dans le domaine de Fourier | 165 |
| 4.1 | | Introduction | 165 |
| 4.2 | | Transformée de Fourier(TF) 1D | 165 |
| | 4.2.1 | Définition | 165 |
| | 4.2.2 | Propriétés de la TF | 165 |
| | | 4.2.2.1 Linéarité | 165 |
| | | 4.2.2.2 Translation temporelle | 166 |
| | | 4.2.2.3 Translation fréquentielle | 166 |
| | | 4.2.2.4 Dilatation | 167 |
| | | 4.2.2.5 Conjugaison | 167 |
| | | 4.2.2.6 Dérivation | 167 |
| | | 4.2.2.7 Dualité | 167 |
| | | 4.2.2.8 Convolution | 167 |
| | | 4.2.2.9 Parité | 168 |
| | 4.2.3 | TF des fonctions usuelles | 168 |
| | 4.2.4 | Produit de convolution et impulsion de Dirac | 168 |
| | 4.2.5 | Fonctions Matlab et exemples | 168 |
| | | 4.2.5.1 Fonctions | 168 |
| | | 4.2.5.2 Exemple 1 : sin()/cos() | 170 |
| | | 4.2.5.3 Exemple 2 : sin()/cos() bruité | 172 |
| | | 4.2.5.4 Exemple 3 : sinc() | 173 |
| | | 4.2.5.5 Exemple 4 : Gaussien | 174 |
| 4.3 | | Transformée de Fourier 2D | 176 |
| | 4.3.1 | Fonctions Matlab | 176 |
| | 4.3.2 | Exemples de la TF-2D | 178 |
| | | 4.3.2.1 Fonction \prod_{2D} | 178 |
| | | 4.3.2.2 Fonction Cos2D() | 179 |
| | | 4.3.2.3 Images diverses | 183 |
| 4.4 | | Filtrage dans le domaine fréquentiel | 183 |
| | 4.4.1 | Principe | 183 |
| | 4.4.2 | Types des filtres parfaits | 187 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.4.3 | Exemples de filtrage parfait | 188 |
| 4.4.3.1 | Filtrage passe-bas | 188 |
| 4.4.3.2 | Filtrage passe-haut | 193 |
| 4.4.3.3 | Filtrage passe-bande/coupe-bande | 193 |
| 4.4.4 | Filtres divers | 199 |
| 4.4.4.1 | Porte Π douce | 199 |
| 4.4.4.2 | Butterworth | 202 |
| 4.4.4.3 | Disque moyenné | 203 |
| 4.4.4.4 | Gaussien modifié | 211 |
| 4.5 | Histogramme | 212 |
| 4.5.1 | Définition | 212 |
| 4.5.2 | Histogramme et Matlab | 216 |
| 4.5.2.1 | hist() | 216 |
| 4.5.2.2 | imhist() | 217 |
| 4.5.3 | Amélioration de contraste | 219 |
| 4.5.3.1 | Définition et objectif | 219 |
| 4.5.3.2 | Fonction de transfert | 221 |
| 4.5.3.3 | Inversion de dynamique (Transformation linéaire - TL) | 221 |
| 4.5.3.4 | Expansion de dynamique (TL) | 223 |
| 4.5.3.5 | Transformation logarithmique (TNL) | 228 |
| 4.5.3.6 | Transformation gaussienne | 228 |
| 4.5.4 | Transformation binaire (seuillage) | 232 |
| 4.5.4.1 | Définition | 232 |
| 4.5.4.2 | Seuillage à valeur fixe/ Moyenne globale | 232 |
| 4.5.4.3 | Seuillage à moyenne locale | 234 |
| 4.5.4.4 | Tangente hyperbolique | 236 |
| 4.5.4.5 | Fonctions Matlab | 240 |
| 4.5.5 | Manipulation de l'histogramme | 246 |
| 4.5.5.1 | Égalisation d'histogramme | 246 |
| 4.5.5.2 | Égalisation locale de l'histogramme | 246 |
| 4.5.5.3 | Cadrage de la dynamique | 248 |
| 4.5.5.4 | Duplication d'histogramme | 249 |
| 5 | Initiation aux bases de traitement d'images | 253 |
| 5.1 | Morphologie mathématique | 253 |
| 5.1.1 | Introduction | 253 |
| 5.1.2 | Élément structurant (SE) | 253 |
| 5.1.3 | Définition | 253 |
| 5.1.4 | Fonction Matlab | 254 |
| 5.1.5 | Dilatation | 255 |
| 5.1.5.1 | Définition | 255 |
| 5.1.5.2 | Fonction et exemples | 258 |
| 5.1.6 | Érosion | 261 |
| 5.1.6.1 | Définition | 261 |
| 5.1.6.2 | Fonction et exemples | 261 |
| 5.1.7 | Ouverture | 262 |
| 5.1.8 | Fermeture | 264 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.1.9 | Détection de contour par morphologie | 265 |
| 5.1.10 | Filtrage morphologique | 266 |
| 5.1.10.1 | Principe | 266 |
| 5.1.10.2 | Exemples | 266 |
| 5.1.10.3 | Importance de filtrage multiple | 267 |
| 5.2 | Étiquetage | 272 |
| 5.2.1 | Principe | 272 |
| 5.2.2 | bwlabel() | 274 |
| 5.2.2.1 | Syntaxe | 274 |
| 5.2.2.2 | Exemples | 275 |
| 5.2.3 | bwlabeln() | 275 |
| 5.2.4 | label2rgb() | 278 |
| 5.2.4.1 | Syntaxe | 278 |
| 5.2.4.2 | Exemple | 278 |
| 5.2.5 | Comment extraire une région unique ? | 278 |
| 5.3 | Initiation à la vidéo | 278 |
| 5.3.1 | Définition | 278 |
| 5.3.2 | Formats vidéo | 280 |
| 5.3.3 | Fonctions Matlab | 281 |
| 5.3.3.1 | Lecture | 281 |
| 5.3.3.2 | Écriture | 286 |
| 6 | Applications | 289 |
| 6.1 | Introduction | 289 |
| 6.2 | Modélisation de système solaire (2D) | 289 |
| 6.2.1 | Définition et Objectif | 289 |
| 6.2.2 | Paramètres du modèle | 289 |
| 6.2.3 | Implémentation | 292 |
| 6.2.3.1 | Modèle statique | 292 |
| 6.2.3.2 | Modèle dynamique | 297 |
| 6.3 | Modélisation de galaxie (2D) | 300 |
| 6.3.1 | Définition et Objectif | 300 |
| 6.3.2 | Implémentation | 305 |
| 6.4 | Traitement vidéo : Effets spéciaux | 313 |
| 6.4.1 | Pourquoi le fond Vert ? | 313 |
| 6.4.2 | Feu #1 | 313 |
| 6.4.2.1 | Principe | 313 |
| 6.4.2.2 | Lecture de la vidéo de la scène | 313 |
| 6.4.2.3 | Lecture d'effet | 315 |
| 6.4.2.4 | Incrustation de l'effet dans la scène | 315 |
| 6.4.3 | Feu #2 | 322 |
| 6.4.3.1 | Principe | 322 |
| 6.4.3.2 | Implémentation | 328 |
| 6.5 | Comptage d'objets | 328 |
| 6.5.1 | Principe et applications | 328 |
| 6.5.2 | Méthode de détection | 329 |
| 6.5.3 | Implémentation | 329 |

| | | |
|---------|--|------------|
| 6.6 | Détection d'objet par corrélation | 333 |
| 6.6.1 | Principe | 333 |
| 6.6.2 | Coefficient de corrélation 1D | 334 |
| 6.6.2.1 | Formule | 334 |
| 6.6.2.2 | Exemple 1 : Bruit gaussien | 335 |
| 6.6.2.3 | Exemple 2 : Fichier Audio | 337 |
| 6.6.3 | Implémentation (2D) | 342 |
| 6.7 | Débruitage d'image par déconvolution | 347 |
| 6.7.1 | Principe | 347 |
| 6.7.2 | Implémentation | 352 |
| 6.8 | Réalité augmentée (Matlab+Arduino) | 356 |
| 6.8.1 | Définition de la réalité augmentée | 356 |
| 6.8.2 | Fonctionnement | 357 |
| 6.8.3 | Interface graphique Matlab | 357 |
| 6.8.3.1 | Interface virtuelle | 357 |
| 6.8.3.2 | Incrustation de l'interface virtuelle | 359 |
| 6.8.3.3 | Le Marqueur | 360 |
| 6.8.4 | Implémentation : Côté Matlab | 360 |
| 6.8.4.1 | Lecture de la caméra | 360 |
| 6.8.4.2 | Détection du marqueur | 360 |
| 6.8.4.3 | Mesure de centre de gravité | 364 |
| 6.8.4.4 | Interface de communication avec la carte Arduino | 364 |
| 6.8.5 | Implémentation : Côté Arduino | 368 |
| 6.8.6 | Programme complet et résultats | 370 |
| | Index | 370 |
| | Références d'images (imdemos) | 380 |
| | Bibliographie | 383 |