



UNIVERSITÉ MOHAMMED V - AGDAL
FACULTÉ DES SCIENCES
Rabat



N° d'ordre : 2393

THÈSE DE DOCTORAT

14^{TJ}

Présentée par

Nom et Prénom :

Brahim BOUDA

Discipline :

Sciences de l'ingénieur

Spécialité :

Informatique et Télécommunications

Titre : Contribution au Développement d'Algorithmes pour la Détection des Primitives Visuelles Points et Contours dans l'Image : Application à l'Estimation des Paramètres du Mouvement.

Soutenue le 08 Février 2008

Devant le jury :

Président :

Driss Aboutajdine,

Professeur à la Faculté des Sciences de Rabat.

Examineurs :

Lhoussaine Masmoudi,

Professeur à la Faculté des Sciences de Rabat.

Chakib Elbekkali,

Professeur à la Faculté des Sciences D'har Mehraz de Fès.

Javier Gonzalez Jemine

Professeur à l'Ecole Technique Supérieur d'Ingénieurs en Informatique, Université de Malaga, Espagne.

Mohamed Aboussalah,

Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques Guéliz (FSTG) de Marrakech.

Résumé

Cette thèse étudie le problème de détection des primitives 2D et l'estimation des paramètres du mouvement dans une séquence d'images. Elle comporte deux volets :

Dans le premier, nous nous intéressons à la détection des contours et les points d'intérêt. Pour les images à niveaux de gris, une nouvelle approche basée sur la conception d'un modèle du champ électrique virtuel (MCEV) est développée. L'idée principale consiste à modéliser l'image comme une surface plane d'un conducteur en équilibre électrostatique. Nous définissons des équations homologues, en exploitant les lois de l'électrostatique. Grâce à cette analogie, nous développons des opérateurs relatifs aux images et adaptés à l'estimation des gradients directionnels. Par la suite, une structure de combinaison des gradients est développée à la fois pour la détection des contours et les points d'intérêt. Nous adaptons les procédures ainsi proposées aux images couleur en se basant sur un modèle des voxels cubiques (MVC) et l'entropie de Shannon.

Dans le deuxième volet, nous abordons le problème de l'estimation des paramètres du mouvement dans une séquence d'images. Dans un premier lieu, le problème a été traité en utilisant les primitives points d'intérêt. L'estimation du mouvement par la décomposition en éléments singuliers (SVD) et par quaternions unitaires (SSA) sont présentées. Dans un deuxième lieu, les primitives d'appariements des lignes de droites 2D ont été proposés pour l'estimation des paramètres du mouvement. La méthode est basée sur la décomposition en éléments propres de la matrice de corrélation formulée par les vecteurs directeurs des segments. Nous proposons d'abord l'utilisation d'une fonction coût basée sur un critère heuristique pour déterminer la correspondance entre les droites. Ensuite, nous développons un algorithme permettant l'élimination des outliers.

Les performances des algorithmes proposés sont illustrées pour diverses applications à des images réelles.

Mots clés : Algorithmes; Détection de contours; Détection de points d'intérêt; Estimation du mouvement; Images en couleur et niveaux de gris; Modélisation d'image.

Table des matières

Résumé	ii
Abstract	iii
Avant-Propos	iv
Table des matières	ix
Liste des tableaux	x
Table des figures	xvi
1 Introduction	1
1.1 Modèles physiques et images numériques	6
1.2 Objectives et approches proposées	7
2 État de l'art et outils fondamentaux	10
2.1 Description du contenu d'une prise de vue	10
2.1.1 Notion d'image numérique	10
2.1.2 Pavage 2D	11
2.1.3 Pavage 3D	12
2.1.4 Représentation des images numériques	12
2.2 Les primitives visuelles	13
2.2.1 Les contours	14
2.2.2 Les points d'intérêt	14
2.2.3 Les segments de droites	15
2.2.4 Choix des primitives visuelles pour l'optimisation du mouvement	15
2.3 Suivi de primitives visuelles	16
2.3.1 Méthodes de corrélation	17
2.3.2 Méthodes différentielles	17
2.3.3 Mise en correspondance	18
2.3.4 Discussion et choix de la méthode	19
2.4 Représentation de la couleur	20

2.4.1	Espace RVB	20
2.4.2	Espace CIE 1931 XYZ	21
2.4.3	Espace CIE 1960 UVW	21
2.4.4	Espace CIE 1976 L*a*b	22
2.4.5	CIE 1976 L*u*v	22
2.4.6	Espace perceptuel L*H*C	22
2.5	Traitement d'image multispectrale	23
2.5.1	Stratégie scalaire (marginale)	23
2.5.2	Stratégie vectorielle	24
2.6	Conclusion	25
3	Détection des primitives 2D type contours	26
3.1	Introduction	26
3.2	Différentes techniques de détection de contours	27
3.2.1	Approche par convolution	29
3.2.2	Approche par filtrage optimal	32
3.2.3	Autres détecteurs de contours	35
3.3	Nouvelle approche : Méthode à base du champ électrique virtuel, entropie et voxels cubiques	36
3.3.1	Détection de contours dans les images à niveaux de gris	36
3.3.2	Détection de contours dans les images couleur	46
3.4	Conclusion	75
4	Détection des primitives 2D type points d'intérêt	76
4.1	Introduction	76
4.2	Différentes techniques de détection de points d'intérêt	77
4.2.1	Approches de type intensité	78
4.2.2	Approches par contours	80
4.2.3	Approches à base d'un modèle de signal	81
4.3	Détecteur de Harris et ses variantes	82
4.3.1	Détecteur de Harris pour les images à niveaux de gris	82
4.3.2	Détecteur de Harris couleur	83
4.4	Amélioration du détecteur de Harris	84
4.4.1	Méthode à base de filtrage	84
4.4.2	Méthode à base d'adaptation du paramètre de la réponse de Harris	89
4.5	Nouvelle approche : Méthode à base d'un modèle du champ électrique virtuel et entropie	96
4.5.1	Détection de points d'intérêt dans les images à niveaux de gris	96
4.5.2	Détection des points d'intérêt dans les images couleur	102
4.6	Conclusion	113

5	Estimation des paramètres du mouvement à partir des primitives 2D	114
5.1	Introduction	114
5.2	Estimation du mouvement à partir des primitives 2D type points	116
5.2.1	Estimation du mouvement par la décomposition en éléments singuliers (SVD)	117
5.2.2	Estimation simultanée du mouvement par quaternions unitaires (SSA)	119
5.2.3	Résultats de simulation	121
5.2.4	Conclusion	127
5.3	Estimation du mouvement à partir des primitives 2D type lignes de droites	128
5.3.1	Méthode proposée pour former les segments de droites	129
5.3.2	Approche basée sur la décomposition en éléments propres sans connaissance a priori de la correspondance	132
5.3.3	Conclusion	143
6	Application à une séquence d'images réelles	144
6.1	Estimation des paramètres du mouvement	144
6.2	Conclusion	146
7	Conclusion et perspectives	150
7.1	Conclusion	150
7.2	Perspectives	152
	Publications	154
	Bibliographie	156