

THESE

présentée par

Salotti Jean Marc

pour obtenir le grade de DOCTEUR

de l'Institut National Polytechnique de Grenoble

(arrêté ministériel du 30 mars 1992)

Spécialité : Informatique

GESTION DES INFORMATIONS
DANS LES PREMIERES ETAPES
DE LA VISION PAR ORDINATEUR

Date de soutenance : 25 janvier 1994

Composition du jury :

Jean Marc Chassery (Examineur)
Jean Pierre Cocquerez (Rapporteur)
Catherine Garbay (Directrice)
Augustin Lux (Examineur)
Piero Zamperoni (Rapporteur)

Thèse préparée au sein du laboratoire TIMC / IMAG

Remerciements

Je voudrais remercier d'abord Catherine Garbay qui m'a accueilli dans son équipe et qui a bien voulu encadrer cette thèse. Elle a su orienter mes recherches dans le bon sens avec un remarquable esprit critique et une dévotion sans pareil. Grâce à un dialogue constant, j'ai appris énormément tant au niveau de la recherche qu'au niveau de la méthode de travail, ce dont j'avais le plus grand besoin. Elle a su également canaliser ce que j'appellerai mon enthousiasme de jeune chercheur, pour que je puisse tirer parti du meilleur de moi-même. Je ne peux que la remercier chaleureusement pour son aide, sa disponibilité et sa gentillesse.

Je voudrais remercier Jean Pierre Cocquerez pour avoir accepté d'être rapporteur de ma thèse. Ses remarques pertinentes m'ont permis d'approfondir un peu plus mes travaux et d'adopter une démarche plus rigoureuse. C'est pour moi un honneur qu'il soit présent à ce jury.

Je voudrais remercier Piero Zamperoni à la fois pour avoir accepté d'être rapporteur, mais aussi pour toutes les discussions intéressantes par courrier électronique interposé dans le cadre du Groupe de Réflexion en Vision par Ordinateur. Je suis également très honoré de sa présence à ce jury.

Je voudrais remercier Jean Marc Chassery et Augustin Lux pour avoir accepté d'être membres de mon jury. J'ai pu discuter avec eux à de nombreuses reprises, lors de séminaires ou plus personnellement, ce qui s'est toujours avéré très intéressant.

Enfin, je voudrais remercier tous les membres du groupe SIC et toutes les personnes travaillant dans notre laboratoire, qui ont tous contribué à créer une ambiance agréable et conviviale propice à des travaux de thèse.

Sommaire

Remerciements	2
Introduction générale	6
1. Cadre de la thèse	6
2. Objectifs	6
<u>Chapitre 1 : Les problèmes de gestion des informations</u>	8
1. Introduction	9
2. La détection d'indices visuels	11
2.1 La vision humaine	11
2.2 La vision artificielle	14
2.2.1 Organisation d'un système de vision	14
2.2.2 Les indices visuels	17
3. La gestion des informations	20
3.1 L'abondance des informations	20
3.2 La complémentarité des informations	23
3.2.1 Les bases du problème	23
3.2.2 La technique incrémentale	24
3.3 L'émergence de l'information	26
3.3.1 La notion d'émergence	26
3.3.2 La reconnaissance de visages	27
3.3.3 L'émergence des informations 3D	28
3.3.4 Conclusion sur l'émergence des informations	30
3.4 La liberté de l'information	30
4. La conception des algorithmes	32
4.1 Etude théorique de l'indice visuel	32
4.2 Conception expérimentale d'une stratégie heuristique	34
<u>Chapitre 2 : La détection des contours</u>	37
1. Introduction	38
2. Etat de l'art	39
2.1 Les techniques de filtrage	39
2.1.1 Filtrage linéaire	39
2.1.2 Filtrage non linéaire	40
2.1.3 Discussion	41
2.2 Les différentes techniques de détection des contours	42
2.2.1 Gradients et laplaciens	42
2.2.2 L'affinage et le seuillage	44
2.2.3 Le prolongements, la correction et le chaînage	47
2.2.4 Le modèle de Canny	48
2.2.5 Le modèle de Perona et Malik	50
2.2.6 D'autres détecteurs de contours	52
2.3 L'évaluation des contours	54
2.3.1 Evaluation visuelle	54
2.3.2 Evaluation statistique	56
2.3.3 Evaluation pragmatique	58

2.4 Discussion	59
2.4.1 Les petites phrases	59
2.4.2 La critique du lissage	62
2.4.3 La critique du modèle "step edge"	63
2.4.4 L'enchaînement des étapes	64
2.4.5 Conclusion	65
3. Choix algorithmiques pour notre détecteur	66
3.1 Protocole de construction de l'algorithme	66
3.2 Spécifications générales	68
3.3 Calcul du gradient	70
3.3.1 Les différents choix possibles	70
3.3.2 Choix retenu	73
3.4 Choix des germes	74
3.4.1 Les différents choix possibles	74
3.4.2 Choix retenu	77
3.5 Choix du pixel suivant	79
3.5.1 Les différents choix possibles	79
3.5.2 Choix retenu	81
3.6 Recherche d'informations sur les régions voisines	83
3.6.1 Les différents choix possibles	83
3.6.2 Choix retenu	86
3.7 Décisions heuristiques	88
4. Ajustement des heuristiques	90
4.1 Décomposition de notre expertise	90
4.2 Formes transversales des contours	91
4.2.1 Critère de visibilité	91
4.2.2 Recherche du critère de visibilité	91
4.2.3 Construction de l'heuristique	94
4.3 Formes longitudinales des contours	97
4.3.1 Critère de visibilité	97
4.3.2 Proposition d'heuristique	99
4.4 Ajustement manuel	100
5. Evaluation	102
5.1 Protocole expérimental	102
5.2 Tests locaux	104
5.2.1 Gradients faibles (type 1)	104
5.2.2 Gradients complexes (type 2)	105
5.3 Tests globaux	107
5.3.1 Proximité d'autres contours (type 3)	107
5.3.2 Les petits contours (type 4)	108
5.3.3 Dynamique complexe (type 5)	109
5.4 Tests négatifs	112
5.4.1 Dégradés (type 6)	112
5.4.2 Textures (type 7)	113
5.5 Evaluation de notre détecteur	114
5.5.1 Evaluation des coefficients du gradient relatif	114
5.5.2 Comparaison avec le détecteur de Deriche	115
5.5.3 Evaluation globale	117
5.6 Les temps de calculs	119
6. Conclusion sur la détection des contours	120
6.1 Conclusion sur l'évaluation	120
6.2 Perspectives	120
6.3 Exploitation des contours	122

Chapitre 3 : La segmentation descriptive **124**

1. Introduction	125
2. Etat de l'art	127
2.1 Les méthodes simples de segmentation	127
2.1.1 Exploitation de l'histogramme	127
2.1.2 Croissance de régions	128
2.2 La coopération régions-contours	131
2.2.1 Les approches classiques	131
2.2.2 Le système expert de Nazif et Levine	132
2.2.3 L'approche multi-agents	134
2.3 Discussion	135
2.3.1 Les petites phrases	135
2.3.2 Les informations sémantiques	137
2.3.3 Le but de la segmentation	138
3. Une coopération région-contours intégrale	142
3.1 Agrégation de pixels adaptative	142
3.1.1 Spécifications générales	142
3.1.2 Description de l'algorithme	143
3.1.3 Définition du critère de similarité	147
3.1.4 Spécifications des critères	148
3.1.5 Formulation de l'heuristique	152
3.1.6 Evaluation de notre détecteur de régions	154
3.1.7 Discussion	159
3.2 Gestion de la coopération	160
3.2.1 Contrôle incrémental	160
3.2.2 Enchaînement des méthodes	162
3.2.3 Création des premiers germes	162
3.2.4 Aide des contours vers les régions	165
3.2.5 Aide des régions vers les contours	167
4. Evaluation	171
4.1 Analyse de quelques résultats	171
4.1.1 L'image du muscle	171
4.1.2 L'image de la femme	172
4.1.3 L'image de la souris	172
4.1.4 L'image IRM	173
4.2 Evaluation globale	173
4.2.1 Utilité de nos principes	173
4.2.2 Evaluation qualitative des résultats	175
5. Conclusion sur la coopération	176
5.1 Aspects positifs	176
5.2 Aspects négatifs	177
5.3 Perspectives	177
5.3.1 Les critères d'agrégation	177
5.3.2 Une aide plus efficace entre les processus	178

Conclusion générale **180**

Références **182**

Annexe 1 : Pixels-contours de visibilité ambiguë **192**

Annexe 2 : Résultats du détecteur de contours **195**

Annexe 3 : Résultats de la coopération région-contour **200**