Table des matières

Partie I Introduction

1 Introduction **3**

1.1 Cadre Général 3

1.2 Approche du problème 6

1.3 Principales Contributions 9

Partie II Propriétés topologiques, géométriques et physiques des maillages simplexes

2 Définition et propriétés topologiques des maillages simplexes **15**

2.1 Maillage simplexe 16

2.1.1 Rappel sur les solides 16

2.1.2 Définition 19

2.2 Dualité entre les maillages simplexes et les solides 20

2.3 Orientation des maillages simplexes 27

2.4 Structure des maillages simplexes 32

2.4.1 1-Maillage Simplexe 32

2.4.2 2-Maillage Simplexe 33
2.4.3 3-Maillage Simplexe 38
2.5 Contours 40
2.6 Opérations topologiques sur les maillages simplexes 42
2.6.1 1-Maillage Simplexe 44
2.6.2 2-Maillage Simplexe 45
2.6.3 Opérations sur les 3-Maillage simplexes 56
2.7 Représentation des maillages simplexes 58

3 Géométrie des maillages simplexes 63
3.1 Géométrie des 1-maillages simplexes 65
3.1.1 Géométrie des courbes planes 65
3.1.2 Géométrie des 1-maillages simplexes plans 67
3.1.3 Géométrie des courbes gauches 72
3.1.4 Géométrie des 1-maillages simplexes de $\mathbb{R}^3$ 74
3.2 Géométrie des $2-$Maillages Simplexes 76
3.2.1 Géométrie des surfaces tridimensionnelles 76
3.3 Géométrie des 2-maillages simplexes de $\mathbb{R}^3$ 81
3.3.1 Angle Simplexe 81
3.3.2 Propriété de la sphère minimale 84
3.3.3 Courbure moyenne discrète 88
3.3.4 Maillage simplexe sur une surface de $\mathbb{R}^3$ 89
3.3.5 Coefficients métriques et représentation des $2-$ maillages simplexes 102
3.3.6 Maillages simplexes et Triangulations 104
3.4 Géométrie des k-maillages simplexes de $\mathbb{R}^{k+1}$ 107
3.4.1 Angle Simplexe et Courbure moyenne 107
3.4.2 Représentation intrinsèque des k-maillages 108

4 Regularizing forces applied on simplex meshes 109
4.1 Regularization and Stabilizing Functionals 110
4.2 Properties of Stabilizers 114
4.3 Physically Based Smoothness Functionals 116

4.3.1 Elastic Energy . . . 117
4.3.2 Mechanical Spline Energy . . . 117
4.3.3 Soap film Energy . . . 119
4.3.4 Bending Energy . . . 121
4.4 Quadratic Smoothness Measure . . . 121
4.4.1 Definition . . . 121
4.4.2 Shrinking Effect . . . 123
4.4.3 Tikhonov Stabilizers . . . 123
4.4.4 Harmonic Functions . . . 127
4.4.5 Invariance of Tikhonov Stabilizers . . . 129
4.5 Differential stabilizers . . . 130
4.5.1 Definition of the stabilization framework . . . 130
4.5.2 Controlled-scale linear differential stabilizers . . . 132
4.5.3 Intrinsic stabilizers of planar curves . . . 137
4.5.4 Discretization . . . 139
4.5.5 Shape constraints . . . 140
4.6 Regularizing forces on simplex meshes . . . 142
4.7 Internal Forces on 1-simplex meshes of $\mathbb{R}^2$ . . . 144
4.8 Internal Forces on 1-simplex meshes of $\mathbb{R}^3$ . . . 145
4.9 Internal Forces on 2-simplex meshes of $\mathbb{R}^3$ . . . 147
4.10 Boundary conditions between contours and 2-simplex meshes . . . 149

Partie III Modélisation et Reconstruction de Surfaces

5 Modélisation et reconstruction à partir de maillages simplexes 157
5.1 Équation d'évolution . . . 158
5.2 Contraintes externes de déformation . . . 159
5.2.1 Contraintes définies par l'utilisateur . . . 159
5.2.2 Contraintes associées à des données tridimensionnelles . . . 160
5.3 Reconstruction d'images tridimensionnelles . . . 166
5.4 Adapatation topologique des maillages simplexes . . . 169
5.4.1 Adaptation du nombre de bords d'un maillage . . . 169
5.4.2 Adaptation du genre d'un maillage . . . 172

5.5 Adaptation géométrique des maillages simplexes 173
5.5.1 Adaptation spatiale à la courbure 173
5.5.2 Raffinement des maillages simplexes 177
5.6 Résultats Expérimentaux 182
5.6.1 Modélisation avec des maillages simplexes 182
5.6.2 Images de profondeur structurées 183
5.6.3 Images non structurées 187
5.6.4 Images volumiques 191

Partie IV Reconnaissance de forme

6 Reconnaissance de forme 197
6.1 Introduction et relations avec les travaux précédents 198
6.2 Représentation d'objets à l'aide de SAI 202
6.2.1 Représentation des contours de $\mathbb{R}^2$ 202
6.2.2 Représentation des surfaces 205
6.3 Recalage rigide utilisant l'image simplexe 208
6.3.1 Comparaison des SAIs 208
6.3.2 Traitement des occultations 214
6.3.3 Détermination de la transformation rigide 218
6.4 Résultats de recalage rigide 221
6.4.1 Recalage de deux modèles complets 221
6.4.2 Recalage avec une vue partielle d'un objet 222
6.4.3 Recalage avec un objet occulté 227
6.5 Performances de l'algorithme de recalage 230
6.6 Conclusion 233

Partie V Conclusion

7 Conclusion et Perspectives 239
7.1 Segmentation d'images volumiques 239
7.2 Maillages simplexes volumiques 240

Bibliographie 245