
Table des matières

Introduction	9
Chapitre 1. Modélisation tridimensionnelle	13
1.1. Matrices de rotation	14
1.1.1. Définition	14
1.1.2. Vecteur de rotation	15
1.1.3. Adjoint	16
1.1.4. Changement de repère	17
1.2. Angles d'Euler	19
1.2.1. Définition	19
1.2.2. Dérivée d'une matrice d'Euler	20
1.2.3. Vecteur rotation d'une matrice d'Euler	21
1.3. Modèle cinématique d'un robot solide	22
1.4. Exercices	25
1.5. Corrections	37
Chapitre 2. Commande par bouclage linéarisant	51
2.1. Commande d'une chaîne d'intégrateurs	51
2.1.1. Régulateur proportionnel et dérivées	52
2.1.2. Régulateur proportionnel intégral et dérivées	53
2.2. Exemple introductif	54
2.3. Principe de la méthode	55
2.3.1. Principe	55
2.3.2. Degré relatif	57
2.3.3. Matrice des retards différentiels	58
2.3.4. Singularités	59

2.4. Char	61
2.4.1. Premier modèle	61
2.4.2. Deuxième modèle	63
2.5. Régulation d'un tricycle	64
2.5.1. Commande en vitesse et en cap	64
2.5.2. Commande en position	66
2.5.3. Choix d'une autre sortie	67
2.6. Voilier	67
2.6.1. Polaire des vitesses	68
2.6.2. Retards différentiels	69
2.6.3. Méthode par bouclage linéarisant	70
2.6.4. Commande par la polaire des vitesses	72
2.7. Modèle cinématique et modèle dynamique	73
2.7.1. Principe	73
2.7.2. Exemple du pendule inversé	74
2.7.2.1. Modèle dynamique	74
2.7.2.2. Modèle cinématique	75
2.7.3. Servo-moteurs	77
2.8. Exercices	78
2.9. Corrections	85
Chapitre 3. Commande sans modèle	99
3.1. Commande sans modèle d'un robot char	100
3.1.1. Commande proportionnelle en cap et vitesse	100
3.1.2. Commande proportionnelle et dérivée en cap	102
3.2. <i>Skate car</i>	103
3.2.1. Modèle	104
3.2.2. Commande sinusoïdale	105
3.2.3. Commande à poussée maximale	106
3.2.4. Simplification de la dynamique rapide	108
3.3. Voilier	110
3.3.1. Problème	110
3.3.2. Régulateur	112
3.3.3. Navigation	117
3.3.4. Expérience	118
3.4. Exercices	120
3.5. Corrections	127
Chapitre 4. Guidage	135
4.1. Guidage sur une sphère	135
4.2. Planification de trajectoires	138

4.2.1. Exemple simple	138
4.2.2. Polynômes de Bézier	139
4.3. Diagramme de Voronoï	141
4.3.1. Triangulation de Delaunay	141
4.4. Méthode des champs de potentiels artificiels	142
4.5. Exercices	143
4.6. Corrections	149
Chapitre 5. Localisation instantanée	161
5.1. Capteurs	161
5.2. Localisation goniométrique	165
5.2.1. Formulation du problème	165
5.2.2. Arcs capables	166
5.2.3. Triangulation statique d'un robot plan	167
5.2.3.1. Deux amers et une boussole	167
5.2.3.2. Trois amers	168
5.2.4. Triangulation dynamique	169
5.2.4.1. Un amer, une boussole, des odomètres	169
5.2.4.2. Un amer sans boussole	169
5.3. Multilatération	170
5.4. Exercices	171
5.5. Corrections	175
Chapitre 6. Identification	185
6.1. Fonctions quadratiques	185
6.1.1. Définition	185
6.1.2. Dérivée d'une forme quadratique	186
6.1.3. Valeurs propres d'une fonction quadratique	187
6.1.4. Minimisation d'une fonction quadratique	187
6.2. Méthode des moindres-carrés	188
6.2.1. Cas linéaire	188
6.2.2. Cas non linéaire	190
6.3. Exercices	191
6.4. Corrections	194
Chapitre 7. Filtre de Kalman	203
7.1. Matrices de covariance	203
7.1.1. Définitions et interprétations	203
7.1.2. Propriétés	205

7.1.3. Ellipsoïde de confiance	206
7.1.4. Génération de vecteurs aléatoires gaussiens	208
7.2. Estimateur orthogonal non biaisé	209
7.3. Application à l'estimation linéaire	213
7.4. Filtre de Kalman	214
7.5. Lisseur de Kalman	217
7.6. Exercices	218
7.7. Corrections	236
Bibliographie	269
Index	271