

sommaire

	Pages
PREFACE	15
AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION	19
Références introduction	21
CHAPITRE 1 NOTIONS DE BASE SUR LES SYSTEMES ARTIFICIELS AYANT UNE ACTION SUR L'ENVIRONNEMENT	23
1.1 - Introduction	23
1.2 - Plan "automaticité - versatilité" et positions relatives des systèmes ayant une action sur l'environnement	23
1.3 - Tâches de base exécutées par les robots	25
Les fonctions manutention et stockage	25
La fonction fabrication	26
La fonction assemblage	26
Autres fonctions	27
1.4 - Remarques importantes sur la fonction assemblage	27
1.5 - Notions d'ordonnancement dans un ensemble robotisé (système d'exploitation, production assistée par ordinateur)	30
1.6 - Schémas fonctionnels de robot sans boucle et avec boucle d'adaptation à l'environnement	31
Schéma fonctionnel d'un robot industriel actuellement très répandu	31
Schéma fonctionnel d'un robot industriel "intelligent" ou au moins doté d'une coordination environnement - main	32
1.7 - Systématiques des robots	32
1.8 - Variables articulaires : changement de coordonnées variables moteurs - principe de la commande des asservissements	37
1.9 - Principaux intérêts présentés par la robotique	40
Intérêt économique	40

	Intérêt humain	41
	Intérêt technique	41
1.10 -	Approche anthropomorphique de la robotique	43
1.11 -	Caractère interdisciplinaire de la robotique	45
1.12 -	Conclusion	46
	Références	47
CHAPITRE 2	ARCHITECTURE DES ROBOTS ET MODELISATION GEOMETRIQUE D'UN SYSTEME MECANIQUE ARTICULE	49
2.1 -	Introduction	49
2.2 -	Degrés de liberté et degrés de mouvement d'un solide indéformable et d'un robot	49
2.3 -	Sous-ensembles de la structure	50
2.4 -	Mise en oeuvre des degrés de liberté des trois sous-ensembles de la structure	51
	Le redondance des ddl	51
	Découplage dans les mouvements de la structure	52
	Le nombre de ddl	52
	Les "faux" ddl	53
2.5 -	Déplacements élémentaires assurant le mouvement relatif entre deux éléments de la structure afin de modifier la configuration	53
2.6 -	Systèmes de coordonnées	54
2.7 -	Architecture des porteurs	54
2.8 -	Critères intervenant dans la conception de la structure d'un robot	56
	Nature de la tâche à accomplir	57
	Champ d'intervention du robot	57
	Performances, caractéristiques mécaniques des manipulateurs	58
	Critère d'ordre économique	60
	Critère relatif à la sécurité	60
2.9 -	Représentation des articulations	60
2.10 -	Description et modélisation géométrique d'un système mécanique articulé	62
2.11 -	Conclusion	66
	Références	66
CHAPITRE 3	MODELISATION CINEMATIQUE DES ROBOTS - RESOLVABILITE	67
3.1 -	Introduction	67
3.2 -	Détermination des éléments cinématiques d'un SMA à partir d'une chaîne articulaire où une seule transformation permet de passer d'un repère au suivant	67

Orientation d'un corps par rapport au repère lié à un corps situé en amont	67
Orientation d'un corps de la chaîne par rapport à un repère lié à un corps aval	71
Position d'un point de la chaîne par rapport à un repère lié à un corps amont	71
Position d'un point de la chaîne par rapport à un repère lié à un corps aval	72
Vitesse de rotation instantanée d'un corps par rapport à un repère de la chaîne	72
Rappel de mécanique	73
Vitesse (de translation) d'un corps par rapport à un repère de la chaîne	75
Cas de chaîne articulaire ne comprenant que des rotations	75
Cas de chaîne articulaire contenant des translations	76
Détermination du "modèle géométrique" du robot	77
3.3 - Détermination du "modèle géométrique" à partir de la chaîne articulaire réelle dans le formalisme des angles d'Euler	77
3.4 - Les matrices de passage homogènes de Denavit et Hartenberg	79
3.5 - Résolvabilité d'un SMA	80
3.6 - Conclusion	84
Références	84
CHAPITRE 4 MOUVEMENTS DU MANIPULATEUR - ACTION SUR L'ENVIRONNEMENT : SOURCES D'ENERGIE, SYSTEMES ACTIONNEURS, ORGANES EFFECTEURS	85
4.1 - Introduction	85
4.2 - Sources d'énergie	85
Energie électrique	85
Energie mécanique	87
Energie thermique	88
Energie fluide	89
Energie nucléaire	89
4.3 - Le système actionneur	90
Généralités, définitions	90
Les actionneurs	90
Les actionneurs électriques	91
Les actionneurs pneumatiques	92
Les actionneurs hydrauliques	92
Les transmetteurs	93
Transmission du mouvement circulaire avec modification de la vitesse	94

Transmission du mouvement rectiligne avec modification du déplacement	94
Transformations de mouvement	94
Autres organes intervenant dans le système actionneur	96
4.4 - Choix de la source d'énergie et du type d'actionneur	96
Généralités	96
Détermination du système actionneur	96
Notations	97
Spécifications concernant la charge	98
Caractéristiques du moteur	98
Régime permanent (vitesse constante, accélération nulle)	98
Régime transitoire	99
Représentation des actionneurs et des charges dans le plan "taux de puissance transitoire ($\dot{P}$) énergie cinétique double (W)"	100
Discussion	102
4.5 - Système effecteur	103
4.6 - Conclusion	108
Références	109
CHAPITRE 5	SYSTEME SENSORIEL - RECONNAISSANCE DE L'ENVIRONNEMENT
5.1 - Introduction	111
5.2 - Généralités sur les capteurs	112
5.3 - Les capteurs élémentaires	113
Les capteurs de position	114
Les capteurs de mouvement	116
Les capteurs d'effort	119
5.4 - Capteurs intégrés	119
Système de vision artificielle	119
Capteur de force et de couple tridimensionnel	119
Détecteur d'effort de pression et de glissement	120
5.5 - Quelques exemples de capteurs utilisés en robotique médicale	121
5.6 - Choix et mise en place des capteurs	124
5.7 - Reconnaissance de l'environnement, traitement des informations	125
5.8 - Conclusion	129
Références	131

CHAPITRE 6	FONCTIONS DU SYSTEME DE COMMANDE - ANALYSE ET DESCRIPTION DES TACHES - MODES DE FONCTIONNEMENT	133
6.1 -	Introduction	133
6.2 -	Fonctions de la partie commande du robot (information, décision, action)	133
6.3 -	Analyse des tâches en robotique (AT)	135
	Définitions	135
	Méthodes classiques d'AT	136
	Nouvelle méthode d'analyse des tâches en robotique	138
	Modélisation mathématique d'une tâche	138
	Concepts de tâche "dure" et de tâche "molle"	140
6.4 -	Description de la tâche en vue de son exploitation informatique	141
6.5 -	Partage des tâches	143
6.6 -	Modes de fonctionnement des systèmes artificiels ayant une action sur l'environnement	151
	Fonctionnement en mode automatique	151
	Fonctionnement de type supervisé (mode semi-automatique, mode mixte)	152
	Mode semi-automatique	152
	Mode de fonctionnement mixte	154
6.7 -	Conclusion	162
	Références	163
ANNEXE 1	SYSTEMES DE VISION ARTIFICIELLE DIRECTE	165
1 -	Introduction	165
2 -	Problèmes posés par la vision directe automatique	165
3 -	Architecture d'un système de vision directe (SVD)	167
	Structure d'un SVD	167
	L'oeil artificiel	167
	Principaux types de capteurs	167
	Structure de l'oeil artificiel	168
	Interfaces	171
4 -	Commande d'un système de vision directe et traitement des données	173
	Le traitement des images de "type à la volée"	173
	Le bruit dans la saisie des données	173
	La restauration et le filtrage	175
	Enoncé du problème algorithmique	176
	Choix des algorithmes	176
	Quelques exemples d'algorithmes	176
	Le traitement des images par les machines à multiprocesseur	179
	Les systèmes de traitement d'images	179