

N° d'ordre : 11/2002 - M/IN

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

HOUARI BOUMEDIENE

USTHB/ALGER

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT INFORMATIQUE

THESE

présentée pour l'obtention du grade de :

Magister en Informatique

Par

BELLALA F.Zohra

SUJET

**ASSERVISSEMENT DE LA SAISIE D'OBJETS PAR UN
SYSTEME DE VISION STEREOSCOPIQUE NON ETALONNE**

Soutenu publiquement le 19.11.2002, devant le jury composé de:

Mr. N. BADACHE	Maître de Conférence, USTHB	Président
Mr. S. LARABI	Maître de Conférence, USTHB	Directeur de la thèse
Mr. B. BOUZOUIA	Maître de Conférence, CDTA	Examineur
Mr. K. ACHOUR	Maître de Conférence, CDTA	Examineur
Mr. N.E.I. BACHARI	Maître de Conférence, USTHB	Examineur
M ^{lle} F. SOUAMI	Chargée de Cours, USTHB	Examineur

RESUME

La saisie d'objets est l'une des tâches assignées aux robots industriels. Elle nécessite le mouvement des éléments du bras manipulateur dont le but d'atteindre l'objet à saisir. Les robots de la première génération conçus pour des besoins industriels ont l'inconvénient de ne pouvoir suivre que des trajectoires prédéfinies. L'intégration des systèmes de vision par ordinateur dotés de capteurs extéroceptifs a donné une évolution considérable à la population robotique et a élargi leur domaine d'utilisation.

Les systèmes de vision développés à cette fin permettent, par la perception continue de l'environnement, de fournir les positions absolues de la pince et de l'objet à saisir. Ce qui produit les données tridimensionnelles pour le calcul des commandes nécessaires à la réalisation de la tâche de saisie.

En connaissant les paramètres du système de prise de vues ainsi que ceux du robot en mouvement, les problèmes de l'asservissement de la saisie d'objets sont entièrement résolus.

Notre intérêt dans cette thèse est porté vers le développement d'algorithmes pour l'asservissement visuel de la saisie sans la connaissance du modèle de prise de vues. Autrement dit, seules les primitives 2D de l'objet à saisir et des différents éléments du bras observés, sont à exploiter.

En utilisant un système de vision stéréoscopique non calibré qui observe le bras manipulateur à trois degrés de liberté et l'objet à saisir, nous proposons deux méthodes d'asservissement pour la saisie d'objets.

Pour la première méthode, nous supposons que la géométrie du bras est connue a priori. A partir de cinq translations d'un point de la pince dans les trois directions d'un repère orthonormé lié à la base du bras manipulateur, nous calculons la position du point de saisie et les actions des différents éléments du bras pour atteindre le point de saisie.

La seconde méthode consiste à asservir les mouvements du bras manipulateur en l'observant entièrement sans exiger la connaissance de la géométrie du bras.

Les algorithmes développés ont été testés sur des données artificielles bruitées, qui montrent la validité des approches proposées.

Mots clés : Asservissement visuel, saisie objets, robot manipulateur, bras articulé, interpolateur, géométrie projective, birapport, point de fuite, droite de fuite, reconstruction tridimensionnelle, reconstruction projective, reconstruction euclidienne.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I. LA VISION PAR ORDINATEUR.....	6
I.1- INTRODUCTION	6
I.2- LES SYSTEMES DE VISION ARTIFICIELLE	6
I.3- MODELE DE DAVID MARR POUR UN SYSTEME DE VISION	6
I.4- LA VISION STEREOSCOPIQUE	7
I.4.1- Calibration du système de vision stéréoscopique	8
I.4.2- Extraction des primitives pertinentes	10
I.4.3- Mise en correspondance	10
I.4.4- La reconstruction tridimensionnelle.....	12
I.5- LA GEOMETRIE PROJECTIVE EN VISION ARTIFICIELLE.....	13
I.5.1- Définition du birapport.....	14
I.5.2- Les éléments à l'infini	15
I.5.3- Apport de la géométrie projective en vision artificielle	17
I.6- CONCLUSION	20
CHAPITRE II. ASSERVISSEMENT VISUEL DE LA SAISIE D'OBJETS :	
ETAT DE L'ART.....	6
II.1- INTRODUCTION	6
II.2- LE ROBOT MANIPULATEUR	23
II.2.1- Définition.....	23
II.2.2- Structure des robots manipulateurs	23
II.2.3- Degrés de liberté	24
II.2.4- Commande de robots manipulateurs.....	24
II.3- ASSERVISSEMENT VISUEL DE LA SAISIE D'OBJETS	25
II.3.1- Définition de l'asservissement.....	25
II.3.2- Méthodes d'asservissement de la saisie d'objets	25
II.4- MODELISATION DU JACOBIEN.....	27
II.4.1- Définition du Jacobien	27
II.4.2- Le Jacobien d'image	29
II.4.3- Utilisation du Jacobien pour la commande du robot.....	31
II.5- CONCLUSION	32

CHAPITRE III. METHODE D'ASSERVISSEMENT VISUEL DANS LE CAS OU LES MODELES DE LA CINEMATIQUE DU BRAS SONT CONNUS49

III.1- INTRODUCTION.....	49
III.2- POSITION DU PROBLEME.....	34
<i>III.2.1- Hypothèses</i>	34
<i>III.2.2- Objectifs</i>	34
III.3- PRINCIPE DE BASE DE LA METHODE	35
<i>III.3.1- Génération de trois plans de référence</i>	35
<i>III.3.2- Calcul des points de fuite associés aux trois directions du référentiel (Oxyz)</i>	36
<i>III.3.3- Estimation de la distance séparant le point de saisie à la pince</i>	38
III.4- ENONCE DE L'ALGORITHME "ASSERVIR_1"	40
III.5- CONCLUSION	41

CHAPITRE IV. APPLICATION DE L'ALGORITHME "ASSERVIR_1" A UN MODELE DU ROBOT A TROIS DEGRES DE LIBERTE.....34

IV.1- INTRODUCTION	34
IV.2- LES REPERES UTILISES DANS UN SYSTEME ROBOTIQUE	43
IV.3- LE MODELE CINEMATIQUE DIRECTE	44
<i>IV.3.1- Définition</i>	44
<i>IV.3.2- Exemple de modèle cinématique d'un robot à deux degrés de liberté</i>	45
IV.4- LE MODELE CINEMATIQUE INVERSE	46
<i>IV.4.1- Définition</i>	46
<i>IV.4.2- Exemple de calcul du modèle cinématique inverse d'un robot à deux degrés de liberté</i>	47
IV.5- MODELE CINEMATIQUE ET CINEMATIQUE INVERSE POUR LE CAS DU ROBOT A TROIS DEGRES DE LIBERTE.....	48
<i>IV.5.1- Calcul des modèles direct et inverse</i>	48
<i>IV.5.2- Algorithme d'interpolation</i> :	50
IV.6- CONCLUSION.....	51

CHAPITRE V. METHODE D'ASSERVISSEMENT VISUEL SANS CONNAISSANCE DES MODELES DE LA CINEMATIQUE DU BRAS.....53

V.1- INTRODUCTION.....	53
V.2- ASPECTS THEORIQUE DE LA METHODE	54

V.2.1- Hypothèses.....	54
V.2.2- Objectifs.....	55
V.3- PRINCIPE DE BASE DE LA METHODE	55
V.3.1- Trajectoires des points de référence.....	55
V.3.2- Procédure d'asservissement visuel de la saisie.....	58
V.4- ENONCE DE L'ALGORITHME "ASSERVIR_0"	63
V.5- CONCLUSION	64
CHAPITRE VI. EXPERIMENTATION	65
VI.1- INTRODUCTION	65
VI.2- DONNEES DE L'EXPERIMENTATION	65
VI.3- APPLICATION DE "ASSERVIR_1" AUX DONNEES NON BRUTEES.....	67
VI.3.2- Les différentes positions du point de saisie.....	68
VI.4- APPLICATION DE "ASSERVIR_0" AUX DONNEES NON BRUTEES.....	72
VI.5- INFLUENCE DU BRUIT SUR LES ALGORITHMES PROPOSES.....	76
VI.5.1- Application de asservir_1.....	77
VI.5.2- Application de asservir_0.....	81
VI.6- CONCLUSION.....	84
CONCLUSION GENERALE.....	85
ANNEXES	86
1- INTERSECTION D'UNE DROITE ET D'UN PLAN.....	86
2- SIMULATION DES DONNEES D'ASSERVISSEMENT	91
BIBLIOGRAPHIE	93