

UNIVERSITE D'EVRY - VAL D'ESSONNE

THESE

Présentée en vue de l'obtention du

Doctorat de l'Université d'Evry Val d'Essonne

Spécialité

Robotique

PAR

Mohamed El-Hadi TRABELSI

TITRE

***Combinaison d'informations visuelles et ultrasonores
pour la localisation d'un robot mobile et la saisie
d'objets***

Soutenue le **7 décembre 2006** devant la commission d'examen :

Mr. Patrick BONNIN	Prof. Université Paris XIII	Rapporteur
Mr. Michel DEVY	Directeur de recherche LAAS	Rapporteur
Mr. Hichem MAARAF	Prof. Université d'Evry	Examinateur
Mme. Odile HORN	McF Université de Metz	Examinatrice
Mr. Christian BARAT	McF Université de Nice	Examinateur
Mme. Naïma AITOUFROUKH	McF Université d'Evry	Examinatrice
Mme. Sylvie LELANDAIS	McF Université d'Evry	Directrice de thèse

Table des matières

Table des matières	01
Liste des figures.....	05
Liste des tableaux.....	07
Introduction générale	09
Chapitre I	
Etat de l'art : Localisation et saisie d'objets en robotique mobile	13
1- Assistance aux personnes handicapées	14
1-1 Projets existants	14
1-1-1 Le robot infirmier (the Nursing Robot)	14
1-1-2 Le projet RAID (Robotic Workstation for the Disabled)	15
1-1-3 Le projet RAIL (A Robotic-Arm to Aid Independence)	15
1-2 Le projet ARPH	16
1-2-1 La base mobile	17
1-2-2 Le bras Manus	18
2- Localisation en robotique mobile	18
2-1 Généralités	18
2-1-1 Localisation relative.....	18
2-1-2 Localisation absolue	19
2-2 Localisation d'intérieur.....	21
2-2-1 Types de navigation.....	22
2-2-2 Localisation utilisant une carte	22
2-2-3 Approches de localisation par carte.....	24
2-3 Quelques méthodes d'appariement 2D/3D	28
2-4 Quelques méthodes de calcul de la pose	29
2-5 Le SLAM, Cartographie et localisation simultanées	30
3- La saisie d'objets	31
3-1 Les différentes configurations	32
3-1-1 Caméra fixe.....	32
3-1-2 Caméra mobile.....	32
3-2 Stratégies d'approche	35
5- Conclusion	37
Chapitre II	
Synthèse de travaux antérieurs effectués au laboratoire IBISC	39
1- Travaux sur la localisation monoculaire	40
1-1 Phase de calibration de la caméra	41
1-2 Le modèle de l'environnement 3D.....	42
1-3 Les segments image 2D.....	42
1-3-1 Détection des contours.....	43
1-3-2 Représentation des contours dans l'espace de Hough.....	43

1-4	La mise en correspondance	44
1-4-1	Contexte de la mise en correspondance	45
1-4-2	Algorithme de mise en correspondance	45
1-5	La fonction de transformation et de choix.....	46
1-5-1	Représentation par quaternion unitaire	47
1-5-2	La fonction d'erreur	48
1-5-3	La méthodes des quaternions	50
1-5-4	Choix de la meilleure pose	52
1-6	Résultats de localisation.....	53
1-6-1	Les tests	53
1-6-2	Les données réelles.....	54
1-7	Analyse des résultats et conclusion.....	55
2-	Reconnaissance de l'environnement par ultrason	57
2-1	Dispositif expérimental	57
2-2	Base de données	58
2-3	Extraction et sélection de paramètres.....	59
2-4	Méthodes de classification	59
2-4-1	Réseaux de neurones	60
2-4-2	Le neurone formel.....	60
2-4-3	Le réseau de neurones global.....	61
2-4-4	Le réseau de neurones spécialisé	61
2-4-5	Classification des objets simples	62
2-4-6	Classification des objets complexes	63
2-5	Analyse de scène	63
2-6	Analyse des résultats et conclusion.....	65
3-	Nos objectifs	66
Chapitre III		
Localisation du robot mobile par vision et ultrasons.....		67
1-	Introduction	68
2-	Organigramme de la localisation.....	68
3-	Préparation des informations 2D et 3D	69
3-1	Création du modèle 3D enrichi	69
3-2	Informations extraites des ultrasons.....	70
3-3	Calibration de la caméra	72
3-4	Informations extraites de la vision	72
3-4-1	Détection des contours	72
3-4-2	Extraction des segments.....	75
3-4-3	Comparaison avec la méthode initiale.....	75
3-4-4	Exemple d'extraction de segments	76
4-	Appariement 2D/3D	76
4-1	Rappels de la méthode initiale	77
4-2	Amélioration 1 : Pré-combinaison	77
4-3	Amélioration 2 : Post-combinaison.....	79
4-4	Comparaison des trois approches.....	80
5-	Transformation repère caméra / repère modèle	80
5-1	Présentation de la rotation par les angles d'Euler.....	81
5-2	Méthode de Lowe.....	82



5-2-1	Fonction d'erreur	82
5-2-2	Formulation adaptée à la robotique mobile	86
5-2-3	Solution non linéaire	87
5-2-4	Solution linéaire	88
5-3	Comparaison des trois méthodes	89
6-	Choix de la meilleure solution	90
6-1	Amélioration 1 : les trois meilleurs hypothèses	91
6-2	Amélioration 2 : la fonction coût d'appariement	92
6-2-1	Distance entre deux segments dans l'espace	92
6-2-2	Distance entre deux groupes de segments	93
6-2-3	Comparaison des trois approches	94
7-	Résultats	95
7-1	Environnements de travail	95
7-2	Réduction du nombre d'hypothèses	96
7-3	Réduction du temps de calcul de la transformation	99
7-4	Erreurs de localisation	100
7-5	Temps de calcul de la localisation	102
7-6	Résultats de localisation	103
7-7	Evaluation de la méthode de localisation	105
7-8	Comment augmenter la robustesse	106
7-8-1	Re-localisation	106
7-8-2	Manque de luminosité	107
7-8-3	Localisation avec obstacle	108
7-8-4	Evaluation de la localisation avec obstacle	111
8-	Conclusion	112

Chapitre IV

Stratégie d'approche d'objets par asservissement visuel et ultrasons . 114

1-	Introduction	115
2-	Asservissement visuel	116
2-1	Asservissement 3D	116
2-2	Asservissement 2D	117
2-3	Notre méthode d'asservissement	118
2-3-1	Système de mesure	118
2-3-2	Calcul des corrections	120
2-3-3	Calcul de la largeur de l'objet	121
2-4	Stratégie d'approche	122
2-4-1	Organigramme de l'approche d'objets	123
2-4-2	Calcul de la distance	124
3-	Première approche	125
3-1	Objets utilisés	126
3-2	Segmentation par contours	126
3-3	Algorithme	127
3-4	Résultats	128
4-	Deuxième approche	130
4-1	Objets utilisés	130
4-2	Traitement d'images	130
4-2-1	Segmentation par région	131

4-2-2	Seuillage par les couleurs	131
4-2-3	Exemple de segmentation	133
4-3	Classification des objets	134
4-3-1	Réseau de neurones spécialisé	134
4-3-2	Taux de reconnaissance	135
4-4	Algorithme.....	135
4-5	Résultats	136
5-	Troisième approche	139
5-1	Objets utilisés	139
5-2	Choix de l'objet à partir de sa largeur.....	140
5-3	Algorithme.....	141
5-4	Résultats	142
6-	Conclusion	145
Conclusion et perspectives		147
Annexe A.....		151
Annexe B.....		156
Annexe C.....		160
Annexe D.....		164
Références bibliographiques.....		173