

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



THESE

Présentée au
Département d'Electronique
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Université de Batna

Pour l'obtention du diplôme de
Doctorat Es-Sciences en Electronique Industrielle
Option : Contrôle

Par

BOUTARFA Abdelhalim

Thème

RECONNAISSANCE DE FORMES 3D
PAR APPROCHE NEURONALE ASSOCIANT LA TRANSFORMEE DE HOUGH
EN ROBOTIQUE MOBILE
APPLICATION A LA PRODUCTIQUE

Soutenue le, / / 2006 devant le jury composé de :

Professeur Ameer Soltane
Professeur Bouguechal N-Eddine
Professeur Emptoz Hubert
Professeur Batouche Md.Chawki
Professeur Chikouche Djamel
Docteur Slimane N-Eddine
Docteur Abdessemed Yacine

Univ. Tizi-ouzou
Univ. Batna
INSA de Lyon
Univ. Constantine
Univ. Sétif
Univ. Batna
Univ. Batna

Président
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur
Examineur
Invité

Résumé

La problématique générale de cette recherche est l'extraction de caractéristiques d'ensembles cohérents de primitives diverses, ainsi que la représentation adéquate de ces ensembles. En robotique mobile et particulièrement en stéréovision, le calcul d'orientation des primitives est une donnée importante dans le processus de modélisation du milieu dans des tâches de localisation et de navigation, notre robot mobile évoluant dans un environnement de bureau ou d'atelier. L'objectif est de fournir des informations suffisamment pertinentes et concises afin de faciliter les traitements ultérieurs notamment pour la reconnaissance d'objets. Deux aspects complémentaires sont explorés, d'une part par l'extraction et la représentation des attributs en vue d'une reconnaissance des formes et d'autre part par une application en productique basée sur le contrôle automatique de pièces manufacturées.

En effet et en amont nous proposons un système hybride de reconnaissance de formes 3D moyennant une approche neuromimétique associant la Transformée de Hough. Des tests valident notre approche.

En aval, cette méthode porte sur une application en productique qui est l'inspection automatique d'objets comportant des surfaces complexes à partir de leur modèle CAO et de données 3D provenant, soit d'un capteur télémétrique, soit d'une machine à mesurer. Nous présentons d'abord un état de l'art complet et récent sur l'inspection visuelle automatique. Nous sélectionnons deux modèles surfaciques : un modèle triangulé et un modèle exact NURBS découpées, pour lesquels nous développons un calcul de distance point/modèle.

Nous détaillons ensuite comment obtenir les données 3D à partir d'images fournies par un capteur télémétrique. Nous proposons une méthode de mise en correspondance générale entre des données 3D et un modèle CAO, qui a l'avantage d'être robuste (jusqu'à 80% de points parasites), automatique, et qui fonctionne quelque soit la position initiale des données et du modèle. Nous avons exploité plusieurs applications à cette méthode, parmi lesquelles la reconnaissance de formes, mais surtout l'inspection automatique d'objets de forme complexe.

Nous présentons une méthode d'inspection de ce type d'objet, d'une part quantitative avec une approche globale et locale, et d'autre part qualitative utilisant différents procédés de visualisation que nous avons développés. A partir de ces outils, un opérateur ou un système robotisé peut rapidement identifier des pièces défectueuses, ou une dérive du procédé de fabrication, sur une ligne de production.

Mots Clés:

Vision, Robotique mobile, Reconnaissance des formes, Réseaux de neurones Transformée de Hough, , Segmentation, Appariement, Extraction de primitives, Optimisation, Contrôle dimensionnel , Inspection.

Table des Matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
1 Historique	1
2 Problématique	2
3 Protocole d'investigations	5
4 Cadre et hypothèses de notre travail de recherche.....	6
5 Présentation de notre travail de recherche.....	9

CHAPITRE 1

INTRODUCTION A LA RDF ET AUX RESEAUX DE NEURONES.....	11
1.1 Etat de l'art sur la RDF.....	11
1.1.1 Les deux grandes controverses.....	13
1.1.2 Applications de la RDF.....	14
1.2 Approche Neuronale	15
1.2.1 Introduction.....	15
1.2.2 Caractéristiques architecturales d'un réseau neuronal	19
1.2.3 Représentation de connaissances dans l'approche neuronale	23
1.2.4 Apprentissage connexionniste.....	25
1.2.5 Avantages, inconvénients et applications des réseaux neuronaux	29
1.2.6 Applications de l'approche neuronale.....	31
1.3. Intérêt de l'hybridation	32
1.4. Conclusion.....	33

CHAPITRE 2

LA TRANSFORMEE DE HOUGH.....	34
2.1 Etat de l'art	34
2.2 Principe de la Transformée de Hough.....	36
2.3 Dimension des paramètres de θ et ρ	40
2.3.1 Champ de la dimension de θ	40
2.3.2 Champ de dimension de ρ	41

2.3.3 Propriétés de la Transformée de Hough	42
2.4 Utilisation de la Transformée de Hough	42
2.5 Implémentation de la Transformée de Hough	44
2.6 Etat de l'art : Evaluation en ligne d'Algorithmes de la TH.....	49
2.6.1 Algorithme de H.Koshimizu et M.Numada	49
2.6.2 Algorithme de S.Tagzout et al.....	51
2.6.3 Algorithme proposé	52
2.7 Conclusion	55

CHAPITRE 3

RECONNAISSANCE DE FORMES PAR APPROCHE HYBRIDE EN ROBOTIQUE MOBILE.....	57
3.1 Robotique mobile : Etat de l'art.....	57
3.2 Vision Stéréoscopique.....	58
3.3 Géométrie du système optique de stéréovision.....	59
3.4 Implémentation Neuronale	60
3.4.1. L'architecture du réseau.....	60
3.4.2. La Règle Delta Généralisée.....	62
3.4.3. Le momentum	62
3.5 Extraction des chaînes de points de contour.....	63
3.6 Application de la Transformée de Hough dans l'appariement des images	65
3.6.1 Algorithme d'appariement	66
3.6.2 Mise en correspondance par la modèle de Hopfield.....	69
3.7 Résultats expérimentaux.....	70
3.8 Discussion et Interprétation	76
3.9 Conclusion	78

CHAPITRE 4

PRODUCTIQUE : CONTROLE AUTOMATIQUE DE PIECES MANUFACTUREES	80
4.1 Introduction.....	80
4.2 Problématique	81
4.3 Etat de L'art	82

4.3.1	Planification de l'acquisition des images.....	83
4.3.2	Vérification automatique des tolérances.....	87
4.4	Sélection du bon modèle dans la base de données.....	90
4.4.1	Les géons	90
4.4.2	Représentation surfacique CAO – GÉONS	90
4.4.3	Extraction des géons de l'image d'illuminance	90
4.4.4	Mémorisation associative.....	91
4.5	Contrôle automatique	91
4.5.1	Le capteur 3D.....	91
4.5.2	La méthode de mise en registre.....	92
4.5.3	La segmentation des données 3D	93
4.5.4	Calcul de la distance point 3D / NURBS.....	95
4.5.5	Propriétés géométriques locales	95
4.6	L'inspection visuelle	97
4.7	Conclusion	100

CHAPITRE 5

APPLICATIONS	101	
5.1	Reconnaissance de formes.....	101
5.1.1	Polyèdres.....	102
5.1.2	Supports	103
5.2	Inspection d'objets industriels	103
5.2.1	Procédés de visualisation	104
5.2.1.1	Coloration des triangles.....	104
5.2.1.2	Carte de texture.....	104
5.2.1.3	Tracé des segments d'erreur	106
5.2.2	Exemples.....	107
5.2.2.1	Polyèdre.....	107
5.2.2.2	Plaque.....	107
5.2.2.3	Support	108
5.2.2.4	Téléphone	116
5.2.2.5	IMS.....	117
5.2.2.6	Pièce C.....	118

5.3 Préparation à la finition d'une pièce ébauchée	120
5.4 Conclusion	120
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	122
1. Conclusion	122
2. Contributions	123
3. Perspectives	125
ANNEXES.....	128
Annexe A : Conception des pièces	128
Annexe B : Robot Mobile ATRV	134
Annexe C : Robot Mobile ATRV	134
1. L'impact des NTIC en vision industrielle.....	137
2. Le programme de contrôle automatisé.....	137
3. La maintenance préventive	140
4. L'exploitation des résultats	140
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	141