

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

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

Thèse

Préparée au
Laboratoire d'Electronique Avancée (LEA) Batna

Par :

Benmakhlouf Abdeslam
Ingénieur d'état en électronique

En vue de l'obtention du diplôme de :
Magister En Robotique

Thème

**Contrôleur Flou Pour La Navigation
D'un Robot Mobile D'intérieur**

Soutenu le : 11/12/2006

Membres du Jury

<i>Benoudjit Nabil</i>	<i>Président de Jury</i>	<i>Maître de Conférences Université de Batna</i>
<i>Louchene Ahmed</i>	<i>Rapporteur</i>	<i>Maître de Conférences Université de Batna</i>
<i>Betka Achour</i>	<i>Examineur</i>	<i>Maître de Conférences Université de Biskra</i>
<i>Ameddah Djamel eddine</i>	<i>Examineur</i>	<i>Maître de Conférences Université de Batna</i>

Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre1 : La robotique mobile.

1.1. Introduction.....	05
1.2. Définitions.....	05
1.3. Les robots mobiles à roues	06
1.3.1. L'unicycle.....	08
1.3.2. Le tricycle.....	08
1.3.3. Les véhicules.....	08
1.3.4. Robot à traction synchrone.....	09
1.4. La perception.....	10
1.5. La localisation.....	11
1.5.1. Localisation relative ou à l'estime.....	12
1.5.1.1. Odométrie directe.....	13
1.5.1.2. Odométrie indirecte.....	13
1.5.2. Localisation absolue.....	14
1.6. La navigation.....	14
1.7. Conclusion.....	15

Chapitre2 : La logique floue et la commande.

2.1. Introduction.....	17
2.2. Notions De Bases De La Logique Floue.....	17
2.2.1. La théorie des ensembles flous.....	17
2.2.2. Différence entre ensemble flou et ensemble booléen.....	18
2.2.2.1. Variables linguistiques.....	18
2.2.2.2. Définitions.....	19
2.2.2.3. Caractéristiques d'un ensemble flou.....	19
2.2.2.4. Opérations sur les ensembles flous.....	20

2.2.2.5. Le principe d'extension	22
2.2.3. Relations floues	22
2.2.3.1. Produit cartésien.....	22
2.2.3.2. Projection	23
2.2.3.3. Extension cylindrique.....	23
2.2.3.4. Composition de relations floues.....	23
2.3. La Commande En Logique Floue.....	24
2.3.1. Acquisition de la connaissance et écriture de la base de règles.....	24
2.3.2. Propriétés des bases de règles	26
2.3.2.1. Continuité.....	26
2.3.2.2. Consistance	27
2.3.2.3. Complétude.....	28
2.3.3. Les différentes étapes de la commande floue.....	29
2.3.3.1. Mise en forme des entrées, normalisation	31
2.3.3.2. Fuzzification	31
2.3.3.3. Traitement des prémisses composées.....	33
2.3.3.4. Inférence floue	33
2.3.3.5. Agrégation des règles.....	35
2.3.3.6. Défuzzification.....	36
2.3.3.7. Dénormalisation.....	39
2.3.4. Structure de base d'un contrôleur flou : analogie structurelle avec les P.I.D	39
2.3.5. Réglage, stabilité et robustesse d'un contrôleur flou	40
2.3.5.1. Réglage.....	40
2.3.5.2. Stabilité.....	41
2.3.5.3. Robustesse.....	43
2.4. Conclusion.....	43

Chapitre 3 : La conception d'un contrôleur flou

3.1. Introduction.....	46
3.2. Conception D'un Contrôleur Flou.....	47
3.2.1. Choix de la structure du contrôleur	48
3.2.2. Choix de la stratégie de fuzzification.....	48
3.2.3. Etablissement des règles d'inférence.....	49
3.2.4. Choix de la méthode d'inférence	50
3.2.5. Choix de la stratégie de défuzzification.....	50
3.3. Notre contribution : La Logique Classique Modifiée.....	51
3.3.1. Les modifications proposées.....	51
3.4. Exemple d'application.....	56
3.5. Conclusion.....	60

Chapitre 4 : Application A La Poursuite D'une Trajectoire Par Un Robot Mobile

4.1. Introduction	62
4.2. Le robot mobile	62
4.3. La stratégie de la poursuite.....	65
4.4. Le contrôleur conçu.....	68
4.5. Les résultats de simulation.....	69
4.6. Conclusion.....	76
Conclusion générale	77
Bibliographie	79

Contrôleur Flou Pour La Navigation D'un Robot Mobile d'intérieur

Résumé

Dans ce travail, la poursuite d'une trajectoire par un robot mobile d'intérieur à commande différentielle est étudiée. Pour ce faire, une stratégie de poursuite relativement simple est adoptée pour assurer la souplesse des mouvements du robot. Et pour imiter les connaissances humaines dans le domaine de conduite des véhicules, un contrôleur flou est conçu. Lors de la conception de ce contrôleur l'effort était concentré sur la simplicité et l'efficacité de l'algorithme de commande. Le temps de traitement et de réponse sont des facteurs très essentiels dans la commande de processus, c'est ce qui a motivé les choix de la structure et les paramètres des différentes parties du contrôleur flou. Le but est de concevoir un contrôleur qui consomme moins de temps et qui présente des performances satisfaisantes.

Dans le cadre de ce travail et de thèse, un nouvel algorithme de commande est proposé. Il est basé sur la logique classique, sur laquelle des modifications sont introduites pour contourner les handicaps et les inconvénients de cette logique. La partition de l'univers de discours en ensembles nets est utilisée en entrée pour simplifier la fuzzification. Cela va permettre à un élément d'appartenir à un seul ensemble. Par conséquent, on aura une seule règle active dans la table des règles au lieu de quatre pour la logique floue. Pour la sortie du contrôleur, des singletons sont utilisés, ils représentent les centres des ensembles nets de sortie. Le calcul de la valeur de sortie est très simple : on retranche une certaine quantité de la valeur du singleton impliqué. Cette quantité représente la moyenne des distances entre les valeurs des variables d'entrée aux centres de leurs ensembles d'appartenances.

Mots clés : robot mobile, poursuite de trajectoire, logique floue, logique classique modifiée.

Fuzzy Controller For An Indoor Mobile Robot Navigation

Abstract

In this work, the path following by a differential drive indoor mobile robot is studied. To do so, a relatively simple following strategy is adopted to assure the smoothness of the robot movements. And to imitate the human skills and knowledge in vehicle driving, a fuzzy controller is designed. During the design of the controller the efforts were emphasized on the simplicity and efficiency of the control algorithm. The processing and the response time are essential factors in process control; this was the motivation of the choice of the fuzzy controller structure and the parameters of its different parts. The main goal is to design a controller which consumes less time and having satisfactory performances.

Within the context of this thesis, a novel control algorithm is proposed. It is based on crisp logic on which modifications are introduced to avoid its handicaps and disadvantages. The discourse universe partition in crisp sets is used for the inputs in order to simplify the fuzzification stage. This allows an element to belong to only one set. Subsequently, there will be only one active rule in the rule base instead of four for the fuzzy logic. For the controller output, singletons are used; they represent centers of the output crisp sets. The computation of the output value is very simple: a certain quantity is subtracted from the value of the implied singleton. This quantity represents the mean of the distances of the input variable to the centers of their membership sets.

Key words: mobile robot, path following, fuzzy logic, modified crisp logic.