

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran
« Mohamed BOUDIAF »

Faculté de Génie Electrique
Département d'Electronique

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister

Spécialité : Electronique

Option : Vision et Reconnaissance de Formes

Présenté par

M^{elle} Haouari Farah Amel

Thème du mémoire

**NAVIGATION NEURO-FLOUE D'UN ROBOT
MOBILE DANS UN ENVIRONNEMENT
INCONNU AVEC UN APPRENTISSAGE
PAR RENFORCEMENT**

Soutenu leDevant le jury composé de :

M ^r MIDOUN A.	Président	Prof	USTO
M ^r BERRACHED N.	Rapporteur	M.C	USTO
M ^r NOUIBAT W.	Co-rapporteur	C.C	USTO
M ^r BENYETTOU A.	Examineur	M.C	USTO
M ^r KECHE M.	Examineur	M.C	USTO
M ^r AHMED-FOITIH Z.	Invité	C.C	USTO
M ^{me} HENDEL F.	Invitée	C.C	USTO

Tables des matières

Introduction générale	1
Navigation des robots mobiles.....	5
I.1. Introduction : Robot ? Et Robotique ?.....	5
I.2. Structure d'un robot mobile	7
I.2.1. La fonction de locomotion	8
I.2.2. La fonction de perception.....	11
I.2.3. La fonction de localisation	14
I.2.4. La fonction de décision	15
I.3. La problématique de naviguer intelligemment dans un environnement.....	19
I.3.1. La planification globale	20
I.3.2. L'approche réflexe.....	20
I.4. Modélisation d'un robot mobile.....	23
I.5. Conclusion	25
Soft Computing: technique neuro-floue	26
II.1. Introduction.....	26
II.2. Rappels sur la logique floue et les réseaux de neurones	27
II.2.1. La logique floue	27
II.2.2. Les réseaux de neurones	33
II.2.3. Etude comparative entre les systèmes flous et les réseaux de neurones	40
II.3. Les réseaux neuro-flous.....	41
II.3.1. Structure d'un réseau neuro-flou.....	41
II.3.2. Initialisation et apprentissage d'un réseau neuro-flou.....	43
II.3.3. Modèles de réseaux neuro-flous.....	45
II.4. Conclusion.....	48

Apprentissage par renforcement.....	49
III.1. Introduction	49
III.2. Un peu d'histoire	50
III.3. Modèle d'interaction "agent–environnement"	50
III.3.1. L'environnement.....	51
III.3.2. L'agent.....	51
III.4. La théorie du renforcement en psychologie	52
III.5. L'apprentissage par renforcement en contrôle	54
III.5.1. Les fonctions de base de l'apprentissage par renforcement ..	54
III.5.2. Les méthodes d'apprentissage par renforcement.....	56
III.5.3. Le connexionnisme pour l'implantation des algorithmes de renforcement	60
III.5.4. Présentation du procédé de contrôle par apprentissage par renforcement	62
III.6. L'architecture neuro-floue des deux modules: critique et contrôleur.....	65
III.6.1. Le réseau neuro-flou du "critique"	65
III.6.2. Le réseau neuro-flou du contrôleur	68
III.6.3. L'algorithme de l'apprentissage par renforcement	69
III.7. La phase d'exploration dans l'apprentissage par renforcement	71
III.8. Conclusion.....	73
Application de l'apprentissage par renforcement à la navigation d'un robot mobile	74
IV.1 Introduction	74
IV.2 Description du robot simulé	74
IV.3 Système de perception	75
IV.4 Stratégie de navigation du robot mobile	76
IV.5 Navigation floue du robot mobile.....	78
IV.5.1 La commande floue.....	78
IV.5.2 Résultats de simulation	84
IV.6 Navigation neuro-floue basée sur un apprentissage par renforcement.....	86
IV.6.1 Structure neuro-floue du réseau.....	87
IV.6.2 Fonction de renforcement.....	88
IV.6.3 Apprentissage et initialisation du réseau.....	89
IV.6.4 Apprentissage par renforcement sans phase d'exploration	89

IV.6.5 Apprentissage par renforcement avec une phase d'exploration	96
IV.7 Synthèse de l'approche de navigation développée	111
IV.7.1 Dispositif de perception de l'environnement	112
IV.7.2 Module d'actions complémentaires	114
IV.8 Architecture globale de la navigation	123
IV.9 Evitement des obstacles mobiles	123
IV.10 Conclusion.....	127
Conclusion générale.....	128
Annexe	132
Références bibliographiques	148

Résumé

L'objectif de ce travail est de présenter une approche de navigation réactive ou comportementale d'un robot mobile autonome dans un environnement totalement inconnu, utilisant une technique neuro-floue et un apprentissage par renforcement. Le navigateur réactif proposé fusionne le comportement d'évitement d'obstacles et de rapprochement du but afin de déterminer les actions de commande. Chaque comportement est présenté par des règles floues dont l'ajustement est effectué par un apprentissage avec renforcement, qui est basé sur un schéma d'un apprentissage par essai et erreur où un agent apprend à améliorer ses performances à partir d'une évaluation qualitative (appelée signal de renforcement) reçue lors de ses interactions avec son environnement, ceci n'inclut aucun maître pour fournir l'action correcte.

Mots-clés

Robot mobile, commande, navigation réactive, logique floue, réseau neuro-flou, apprentissage par renforcement.

Abstract

This work is aimed to looking into a reactive or behavior-based navigation method which utilizes Fuzzy Neuron Network (FNN) approach and reinforcement learning for navigation of mobile robot in an unknown environment. The proposed reactive navigator fuses the obstacle avoidance behavior and goal seeking behavior to determine its control actions. The rules for each behavior are learned through reinforcement learning which is a trial-and-error learning scheme whereby an agent learns to perform an appropriate action by receiving evaluative feedback (called a reinforcement signal) through interaction with the world (or environment) that includes no explicit teacher for any correct instruction.

Key-words

Mobile robot, control, reactive navigation, fuzzy logic, fuzzy-neuro network, reinforcement learning.