

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

UNIVERSITÉ DE BOUMERDÈS



FACULTÉ DES HYDROCARBURES ET DE LA CHIMIE



Département : Automatisation et Électrification des Procédés Industriels

Laboratoire d'Automatique Appliquée

## Mémoire de Magister

Spécialité : Génie électrique. Option : Automatisation des procédés industriels et traitement du signal.

Présenté par :

**HOUSSOU MOHAMMED**

Thème :

## Optimisation de la Structure des Réseaux de Neurones par Algorithmes Génétiques.

Soutenu publiquement le : ... / ... / 2005

Devant le jury composé de :

Dr. M. ZELMAT	Pr.	Université de Boumerdes	Président
Dr. A.BENHALLA	C.C	Université de Boumerdes	Rapporteur
Dr. H.CHEKIREB	MC	ENP EL-harrach	Examineur
Dr. F.LAAOUAD	MC	Université de Boumerdes	Examineur
Dr. A.KHELASSI	CC	Université de Boumerdes	Examineur

Boumerdès : 2005

# Sommaire

---

« La représentation, produit de l'activité du sujet, se constitue sur la base des informations qu'il reçoit et qu'il élabore à partir de sa perception du monde, d'autrui et de lui-même. »

RENE KAES

---

---

# Sommaire

---

---

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## Chapitre I

### Les algorithmes génétiques

I.1 Introduction.....	4
I.2 Principe de base .....	4
I.3 Opérateurs génétiques.....	5
I.3.1 Codage d'un individu.....	5
I.3.2 Génération de la population initiale.....	5
I.3.3 Evaluation.....	5
I.3.4 Sélection .....	6
I.3.4.1 Mise en œuvre possible de la sélection proportionnelle.....	6
I.3.4.2 Roulette proportionnelle.....	7
I.3.4.3 Croissance des individus .....	8
I.3.4.4 Choix de la fonction sélective .....	9
I.3.5 Croisement .....	10
I.3.6 Mutation .....	12
I.3.7 Recuit simulé .....	12
I.4 Probabilité de mutation optimale.....	13
I.5 Dépendance de $P_m$ envers la taille de la population .....	13
I.6 Dépendance de $P_m$ envers la longueur des individus.....	14
I.7 Dépendance de $P_m$ avec le temps .....	14
I.8 Relation entre $P_m$ et $P_c$ .....	15
I.9 Parallélisation .....	15
I.10 Analyse de l'évolution d'une population .....	15
I.10.1 Notion de schémas .....	15
I.10.2 Probabilité de survie d'un schéma lors d'un croisement .....	16
I.10.3 Mutation et schémas .....	17
I.10.4 Théorème des schémas dans le cas d'un AG .....	17
I.11 Limitations des AG.....	18
I.12 Conclusion .....	19

## Chapitre II

### Les réseaux de neurones

II.1.1	Introduction	22
II.1.2	Le neurone biologique	23
II.1.2.1	Anatomie du neurone	23
A-	La dendrite	23
B-	Le soma	23
C-	L'axone	24
II.1.3	le neurone formel	24
II.1.4	Fonction d'activation et règle de sortie	25
II.2.1	Introduction	26
II.2.2	Réseaux de neurones à une seule couche	27
II.2.2.1	Le perceptron	27
II.2.2.2	Règle d'apprentissage du perceptron	28
II.2.3	l'adaline	28
II.2.4	Le problème du XOR (ou exclusif)	29
II.2.5	Réseaux multicouches feed-forward	30
II.2.5.1	La règle des deltas généralisés (Back propagation BP du gradient)	30
II.2.6	Taux d'apprentissage $\gamma$ et moment $\alpha$	32
II.2.7	Déficiência de la méthode de back propagation	33
II.2.7.1	Initialisation des poids	34
II.2.7.2	Apprentissage par succession d'individus uniques	34
II.2.7.3	La paralysie du réseau	34
II.2.7.4	Les minima locaux	35
II.2.7.5	Les effets du nombre d'individus de l'ensemble d'apprentissage	35
II.2.7.6	les effets du nombre de couches cachées	36
II.2.8	Algorithmes avancés	36
II.2.9	Les réseaux récurrents	37
II.2.9.1	Le réseau de Kohonen	37
II.2.9.1.1	Introduction	37
II.2.9.1.2	Architectures	37
II.2.9.1.3	Phase d'apprentissage	38
II.2.10	Le parallélisme	38
II.2.11	Les applications des réseaux de neurones	39
II.2.11.1	L'application à la reconnaissance de forme	39
II.2.11.2	L'application à la planification	39
II.2.11.3	L'application au diagnostic	39
II.2.11.4	L'application à l'identification	39
II.2.11.5	L'application à la commande	40
II.2.12	Conclusion	41

## Chapitre III

### Application des algorithmes génétiques aux réseaux de neurones

Introduction	42	
III.1	Apprentissage des poids d'un réseau de neurones par AG	44
III.1.1	Encodage	44
III.1.1.1	Encodage binaire	44

III.1.1.2	Encodage de réels .....	45
III.1.1.3	Ordre de concaténation.....	46
III.1.1.4	Le premier opérateur d'évolution.....	46
	- le croisement des poids .....	46
	- le croisement des neurones.....	47
III.1.1.5	Le deuxième opérateur d'évolution .....	47
	- Mutation non biaisé des poids.....	47
	- Mutation biaisé des poids .....	48
III.1.1.6	Apprentissage avec encodage binaire .....	48
III.1.1.7	La fonction d'évaluation.....	48
III.1.1.8	Algorithme d'apprentissage hybride (GA+BP).....	48
III.1.1.9	Comparaison de l'apprentissage par GA, BP.....	50
III.1.1.10	Comparaison BP, GA et (GA+BP) .....	51
III.2	Recherche de l'architecture optimale de réseaux de neurones par algorithmes génétiques.....	52
III.2.1	Encodage direct.....	53
	Codage du réseau.....	53
	Sélection.....	54
	Croisement.....	54
	Mutation.....	54
	Calcul des fonctions d'adéquations.....	54
III.2.2	Encodage paramétrique .....	54
III.2.3	Encodage de grammaire.....	55
	Méthode de Kitano.....	55
	Encodage.....	55
	Sélection.....	56
	Croisement.....	56
	Mutation.....	56
	Fonction d'adéquation.....	56
III.2.4	Encodage par programmation génétique.....	57
	Méthode de Koza.....	57
	Encodage.....	57
	Croisement et Mutation.....	59
III.3	Conclusion.....	60
<b>Chapitre IV</b>		
<b>Formulation du problème de la suspension du véhicule et Application.</b>		
<b>Chapitre IV.1</b>	application de la commande LQR et les réseaux de neurones..... au problème de la suspension du véhicule.	61
Introduction.....		
IV.1.1	Modèle d'une suspension active.....	61
IV.1.2	Formulation du problème de commande LQR.....	67
IV.1.3	Résultats de simulation obtenue par le régulateur LQR.....	68
IV.1.4	Effet de la variation des paramètres du système. ....	69
IV.1.5	Etude de la modification d'architecture du RN .....	70
	1- Les poids .....	70
	2 - Nombre de neurones dans les couches cachées .....	71
	3 - Fonctions d'activation du réseau .....	72
	4 - Algorithme d'apprentissage : (gradient, LM).....	73

IV.1.6 Résultats de simulation obtenue par application du contrôleur neuronal.....	74
1 - Correction neuronal sur le système nominal.....	74
2 - Robustesse de la correction neuronale (variation de M).....	75
3 - Robustesse de la correction neuronale (variation de k).....	76
4 - Robustesse de la correction neuronale (variation de h).....	77
<b>Chapitre IV.2 Application des algorithmes génétiques pour optimisation de la structure du contrôleur neuronal</b>	
IV.2.1 Architecture du contrôleur neuronal déterminé par tâtonnement.....	80
IV.2.2 la matrice des connections.....	81
IV.2.3 La matrice des connections réduite.....	82
IV.2.4 Codage du réseau à un chromosome.....	83
IV.2.5 Effet de la variation de nombre d'individus sur la fonction d'adéquation.....	84
IV.2.6 Effet de la variation de nombre de génération sur la fonction d'adéquation.....	84
IV.2.7 Architecture du réseau obtenu par algorithme génétique .....	87
IV.2.8 Résultats de simulation obtenus par application du contrôleur neuronale déterminer par algorithme génétique .....	88
	89
1 - Test de robustesse vis-à-vis la variation de 50% de la masse du châssis <b>M</b> .....	90
2 - Test de robustesse vis-à-vis la variation de 50% de la constante de raideur <b>k</b> .....	90
3 - Test de suivi.....	91
Conclusion générale.....	93
Bibliographie.....	95