

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département Génie Mécanique



GROUPE MODELISATION EN MECANIQUE ET PRODUCTIQUE – LMMC

MEMOIRE DE MAGISTER

en

GENIE MECANIQUE- PRODUCTIQUE

OPTION : SYSTEMES DE PRODUCTION

Contribution à L'élaboration d'un Générateur de Maillage 2D à Base de Réseaux de Neurones

Présenté par

TALBI NADIA

Soutenu le 14 / 11 / 2007

Devant le jury composé de:

Pr. D. BENAZZOUZ	Professeur	UMBB	Président
Dr. S. AISSANI	Maître de Conférences	UMBB	Examineur
Dr. I. BELAIDI	M.A. Chargé de Cours	UMBB	Examineur
Dr. N. HANOUNE	Maître de Conférences	USTHB	Examineur
Dr. K. MOHAMMEDI	Maître de Conférences	UMBB	Rapporteur

Résumé

Les techniques de génération de maillage automatiques sont employées d'une manière intensive dans de nombreux domaines qui s'étendent du cadre général de la physique au domaine du traitement de l'image ». On s'oriente ainsi vers une exigence d'automatisation de processus de maillage. Pour assurer cette tâche plusieurs techniques de maillages ont été développées. A cet effet, les numériciens ont tendance à préférer le maillage non structuré qui a l'inconvénient d'être plus exigeant en termes de calcul. Dans ce cadre, les chercheurs ont solidement implanté dans l'industrie des techniques reposant sur d'autres approches parmi les quelles on trouve les réseaux de neurones. Cet outil mathématique puissant permet aussi la construction automatique d'un maillage associé à un domaine. Dans le contexte du présent travail nous proposons une approche méthodologique pour le calcul des points intérieurs à un contour polygonal en CFD. Une application a été programmée sous Matlab et permet d'introduire des sommets d'un contour polygonal obtenu à partir d'une équation paramétrique pour alimenter un réseau de neurones feed-forward de type perceptron monocouche avec un apprentissage supervisé utilisant un algorithme basé sur la règle de Widrow-hoff. Des points intérieurs au contour polygonal sont obtenus à partir de la sortie de perceptron.

MOTS-CLES : les réseaux de neurones, maillage non structuré, perceptron monocouche, algorithme de Widrow – Hoff, polygone, B-spline.

Summary

The techniques of automatic grid generation are employed in an intensive way in many fields which extend from the general applications of physics to the field "image". One directs oneself thus towards a requirement of automation of process of grid. To ensure this task several techniques of grids were developed. To this end, the *numericians* tend to prefer the grid not structured with the disadvantage of being more require in terms of calculation. Within this framework, the researchers firmly established in the industry of other techniques resting on other approaches among which one finds the networks of neurons. This powerful mathematical tool allows also the automatic construction of a grid associates a field. In the context of this present work we propose a methodological approach for the calculation of the interior points to polygonal contour in *CFD*.

An application was established under *Matlab* and makes it possible to introduce tops of a polygonal contour "Hexadecagone" obtained starting from a parametric equation to feed a network of neurons *feed-forward* of the full-course *perceptron* type with a supervised training using an algorithm based on the rule of *Widrow-hoff*.

Interior points with polygonal contour are obtained starting from the exit of *perceptron*.

Words-clefs: neural networks, grid unstructured, *perceptron* mono layer, algorithm of *Widrow - hoff*, polygon, *b-spline*.

ملخص

من المحيط العمومي للفيزياء مصنعة إن موظفة في طريق كثيف في حقول عدة التي ايمتد التقنيات التوليد الأوتوماتيكي آلية إلى صورة " حقل من الهيكل العام البنية للجسم.

يوجه واحد نفسه نحو متطلب هكذا من الممكنة من سار في موكب من المصنعة. كانت عدة تقنيات المصانعة متطورة بأن تضمن هذه المهمة. المحاسبون يميل إلى هذه النهاية بأن يفضلوا) تتطلب المصبغة التي مع السيئة كان أكثر مبنية بلغة الحساب. أساس الباحثون في الصناعة التقنيات الأخرى التي يسترحن على الاقتراب الأخرى بثبات داخل هذا الهيكل بين أي يوجد شبكا في السياق هذا العمل CFD العصب). تسمح هذه الأداة الحسابية القوية يربط البناء مصنع الأوتوماتيكي كذلك حقلًا. جدد في الحالي التي نقترح أشار اقتراب المنهجية لأجل الحساب الداخل إلى المضلع.

طلب مؤسس تحت مطلب و صنع ممكن بأن يقدم قمما محيط المضلع معادلة الشبكة العصب التي Perceptronn Feed-forward اتجاه - كامل يطبعن مع تدريب مراقب الذي يستعمل خوارزمية التي معتمدة على الحكم Widrow-Hoff

النقود د خلية للمضلع نحصل عليها عند مخرج Perceptronn

Sommaire

	- Pages -
Liste des figures et tableaux.....	4
Notations.....	7
Introduction générale	9

Chapitre I: La théorie des réseaux de neurones

	Introduction.....	12
	Historique des réseaux de neurones.....	13
I-	Les fondements biologiques.....	14
I.1-	Le cerveau.....	14
I.1.1-	Le neurone biologique.....	14
II-	Le modèle mathématique.....	15
II.1-	Neurone artificiel (forme).....	15
II.2-	Fonction de transfert.....	18
III-	Réseaux de neurones artificiels.....	21
III.1-	Les réseaux de neurones non- bouclés.....	22
III.1.1-	Le Perceptron monocouche.....	23
III.1.1.1-	Définition.....	23
III.1.1.2-	Les limites de ce modèle.....	24
III.1.2-	Le Perceptron multi- couches "PMC".....	25
III.1.3-	Les réseaux à fonction radiales.....	26
III.1.4-	Domaines d'application.....	26
III.2-	Réseaux de neurones bouclés.....	27
III.2.1-	Définition.....	27
III.2.2-	Les cartes auto- organisatrices de Kohonen.....	27
III.2.3-	Les ART (adaptative résonance théorie).....	28
III.2.4-	Les réseaux de Hopfield.....	29
IV-	L'apprentissage des réseaux de neurones.....	29
IV.1-	Définition.....	30
IV.2-	Types d'apprentissage.....	30
IV.2.1-	Le mode supervisé.....	30
IV.2.2-	Le mode non- supervisé.....	31
IV.2.3-	Le mode de renforcement.....	31
IV.2.4-	Le mode hybride.....	31
IV.3-	Règles d'apprentissage.....	32
IV.3.1-	Règle de correction d'erreurs.....	33
IV.3.2-	Règle de Hebb.....	33
IV.3.3-	Règle LMS.....	33
IV.3.4-	Règle d'apprentissage par compétitions.....	35
IV.3.5-	Règle de Widrow - Hoff	35
IV.3.6-	Apprentissage des perceptrons multi- couches.....	36
IV.3.6.1-	La rétro- propagation.....	38
IV.3.6.2-	Implémentation de l'algorithme de rétro propagation.....	39

IV.3.6.3-	Mise en oeuvre des réseaux neuronaux.....	39
-----------	---	----

Chapitre II: Génération de maillage

	Introduction.....	41
I-	Caractérisation des maillages.....	41
I.1-	Distorsion des éléments.....	41
I.2-	Densité des maillages.....	42
I.3-	Régularité.....	43
I.4-	Allure des maillages.....	43
I.5-	Raffinement.....	43
I.5.1-	Maillage des zones de singularités.....	44
I.5.1.1-	Le raffinement par augmentation de la densité.....	44
I.5.1.2-	Le raffinement par enrichissement des éléments.....	44
I.5.1.3-	Le raffinement par augmentation de la densité des mailles et l'enrichissement des éléments.....	44
I.5.2-	Passage d'un maillage raffiné à un maillage général.....	44
II-	L'outil de maillage.....	45
II.1-	Qu'est ce qu'un Mailleur ?	46
II.2-	L'intérêt d'un Mailleur	46
II.3-	L'utilité d'un Mailleur	46
II.4-	Les qualités d'un Mailleur.....	46
II.5-	Les Mailleurs commerciaux.....	46
III-	Différents types de maillages.....	49
III.1-	Maillage structuré.....	49
III.1.1-	Avantages.....	51
III.1.2-	Inconvénients.....	51
III.2-	Maillage non structuré.....	51
III.2.1-	Avantages.....	52
III.2.2-	Inconvénients.....	52
IV-	Les applications de maillage	53
IV.1-	La simulation	53
IV.2-	La visualisation.....	55
IV.3-	Prototypage rapide.....	55

Chapitre III: L'état de l'art sur la génération automatique de maillage

	Introduction	57
I-	Les principales techniques de génération de maillage non structurée	58
I.1-	Méthode Frontales « Advancing front »	58
I.2-	Méthode de Quadrillage.....	59
I.3-	Octree « Quadtree »	60
I.4-	La génération de maillage à partir d'un nuage de points.....	62
I.4.1-	La triangulation de Delaunay	63
I.4.1.1	Insertion de points	63
I.4.1.2-	Le critère de Delaunay (ou critère de la boule vide)	64

I.4.1.3-	Conclusion.....	65
I.4.2-	La triangulation de Delaunay contrainte.....	66
II-	Maillage non structuré quadrilatéral	66
II.1-	Méthode directe.....	67
II.1.1-	Maillage quadrilatérale par décomposition.....	67
II.1.2-	Maillage quadrilatéral par Advancing- Front.....	67
II.2-	Méthode indirecte.....	68
II.3-	Maillage quadrilatéral par des réseaux de neurones	70
III-	Autres travaux de maillage basé sur les réseaux de neurones	71

Chapitre IV: Mise en œuvre Algorithmique et Informatique - Applications.

	Introduction.....	75
I-	Résolution de problème.....	76
I.1-	Détermination du contour polygonale.....	76
I.2-	Type de réseau de neurones utilisé.....	76
I.3-	La règle d'apprentissage.....	77
I.3.1-	Règle de Widrow-Hoff.....	77
II-	La règle de normalisation.....	78
II.1-	Mise en oeuvre.....	79
II.1.1-	Validation.....	79
II.1.2-	Application.....	80
III	Programmation.....	81
III.1-	Calcul de nuage de points à l'intérieur d'un polygone.....	81
III.1.1-	Méthode utilisée.....	81
III.1.2-	Organigramme.....	82
III.1.3-	Algorithme du Perceptron.....	84
III.1.4-	Essai n° 1.....	85
III.1.5-	Essai n°2.....	86
III.1.6-	Résultats.....	87
III.1.7-	discrétisation du contour polygonal.....	89
III.1.8-	Réalisation de maillage.....	91
III.1.9-	Divers essais	92
III.1.9.1-	Essai N°3	92
III.1.9.2-	Discussion	100
III.1.10-	Essai N°4.....	100
III.1.10-	Essai N°5.....	100

Conclusion et perspective.....	101
---------------------------------------	------------

Références Bibliographiques	102
--	------------

ANNEXES

Annexe I : Définition de la géométrie des éléments	105
Annexe II : Insertion d'un nouveau point.....	106
Annexe III : Les B- splines.....	108