

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ferhat Abbas- Sétif
Institut d'optique et de Mécanique de Précision
Département : Optique et mécanique
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Optique et Mécanique de Précision
Spécialité : mécanique fine

Mémoire de Master

*Etude de l'effet des méthodes de débruitage sur le diagnostic
des défauts mécaniques*

Etudié par :

Ayad khalissa

Encadré Par :

Dr. Benmahdi Dalila

Dr. Dridi Sara

Devant le jury composé de :

- ***Pr. Hamouda A***
- ***Pr. Soualem A***
- ***Dr. Ziani R***

Année Universitaire : 2021/2022

Résumé

Pour la détection d'un défaut de roulement, il est utile d'utiliser l'analyse temporelle et spectrale. Ces dernières permettent la détection de défaut mais ne déterminent pas la nature et la gravité de ce défaut. Cela nécessite la connaissance à priori des caractéristiques des défauts et les paramètres cinématiques de la machine. Pour remédier à ce problème, une méthode de classification non supervisée OPTICS a été proposée pour le diagnostic des défauts réels et simulés. Néanmoins, Les méthodes de classification dynamiques et même de traitements de signal sont influencées par plusieurs paramètres tels que les méthodes de prétraitement pour diminuer ou annuler le bruit. De ce fait, notre travail se base sur une étude comparative entre deux méthodes de débruitages, méthode des ondelettes et le filtrage par la transformée de Fourier FFT.

Mots clés : Roulement, RDF, débruitage, OPTICS, ondelette, FFT.

Abstract

For the detection of a bearing defect, it is useful to use temporal and spectral analysis. These last allow the detection of the defect but do not determine the nature and the gravity of this defect. This requires a priori knowledge of the characteristic's faults and the kinematic parameters of the machine. To remedy this problem, an unsupervised classification method OPTICS has been proposed for the diagnosis of real and simulated faults. Nevertheless, dynamic classification methods and even signal processing methods are influenced by several parameters such as the preprocessing methods used to reduce or cancel the noise. As a result, our work is based on a comparative study between two denoising methods, the wavelet method and filtering by the Fourier transform FFT.

Keywords: Bearing, RDF, denoising, OPTICS, wavlet, FFt.

ملخص

لاكتشاف عيب المدحرجات، من المفيد استخدام التحليل الزمني والطيفي. هذا الأخير يسمح فقط باكتشاف العيب ولكنه لا يحدد طبيعة وخطورة هذا العيب ولا يمكنه متابعة تطوره بمرور الوقت. لعلاج هذه المشكلة، تم اقتراح طريقة OPTIC (التعرف على الأنماط القائمة على الكثافة غير الخاضعة للرقابة) لتشخيص الأعطال على الحلقة الخارجية للمدحرجات في حالة الإشارات الحقيقية وعلى الحلقة الداخلية في حالة الإشارات المحاكاة. ومع ذلك، تتأثر طرق التصنيف الديناميكي من خلال العديد من المعلمات، مثل طرق المعالجة المسبقة المستخدمة لتقليل الضوضاء أو إلغاؤها. ونتيجة لذلك، يعتمد عملنا على دراسة مقارنة بين طريقتين لتقليل الضوضاء بواسطة طريقة الموجات والتصفية بواسطة طريقة تحويل فورييه هو دراسة تأثيراتها على اكتشاف الخطأ على الحلقة

كلمات مفتاحية:

المدحرجات , optics , تقليل الضوضاء , طريقة الموجات

SOMMAIRE

<i>Remerciements</i>	2
<i>Résumé</i>	3
<i>Abstract</i>	3
<i>ملخص</i>	3
<i>Liste des tableaux :</i>	4
<i>Introduction générale</i>	1
<i>Chapitre 1 : Détection et diagnostic des défauts des machines tournantes</i>	3
1.1 Introduction.....	4
1.2 Principaux défauts rencontrés dans les machines tournantes :	4
1.2.1 Défaut de Balourd	4
1.2.2 Défaut d'alignement.....	4
1.2.3 Défauts de transmission par courroies	5
1.2.4 Défauts induits par un desserrage	5
1.2.5 Défauts des engrenages	6
1.2.5.1 La corrosion	6
1.2.5.2 La fatigue de contact	6
1.2.5.3 Les fissures en fatigue	7
1.2.6 Les défauts de roulements	7
1.3 Techniques d'analyse des signaux vibratoires	9
1.3.1 Analyse temporelle.....	9
1.3.1.1 Analyse statistique par indicateurs scalaires.....	10
1.3.1.1.1 RMS	10
1.3.1.1.2 Facteur crête	10
1.3.1.1.3 Kurtosis.....	11
1.3.2 Analyse dans le domaine fréquentiel.....	11
1.3.2.1 L'analyse de l'enveloppe (aussi appelée démodulation de l'amplitude) :	12
1.3.2.2 Analyse temps – fréquence	13
1.3.2.3 Analyse temps-échelles	14
1.3.2.4 La décomposition en modes empiriques (EMD)	15
<i>Conclusion</i>	15
<i>Chapitre 2 : Débruitage et reconnaissance de forme</i>	16

2.1	Introduction.....	17
2.2	Processus de la reconnaissance de formes	17
2.2.1	Acquisition des données :.....	17
2.2.2	Prétraitement	17
2.2.2.1	Définition et différents types de bruit.....	18
2.2.2.1.1	Bruit déterministe	18
2.2.2.1.2	Bruit aléatoire.....	18
2.2.2.1.3	Bruit blanc	18
2.2.2.1.4	Bruit coloré.....	18
2.2.2.2	Rapport signal sur bruit	19
2.2.2.3	Les méthodes de débruitage	19
2.2.2.3.1	Débruitage par ondelette.....	19
A.	Introduction aux ondelettes.....	19
B.	Définitions	20
C.	Ondelette Mère	21
D.	Transformée en ondelettes	22
E.	Ondelettes de Daubechies	22
F.	Algorithme de débruitage par ondelettes.....	23
2.2.2.3.2	Filtrage par FFT (Fast Fourier Transform en anglais).....	25
2.2.3	Extraction :.....	25
2.2.4	Sélection de caractéristiques pertinentes.....	26
2.2.5	Classification :.....	26
2.2.5.1	Méthodes basées sur la densité [28].....	26
2.2.5.1.1	Méthode OPTICS	27
2.2.6	Décision :	30
	<i>Conclusion.....</i>	<i>31</i>
	<i>Chapitre 3 : Validation expérimentale</i>	<i>32</i>
3.1	Objectif de <i>travail</i>	33
3.2	Processus Principal de détection de défaut	33
3.2.1	Détection du défaut	33
3.2.2	Suivi des caractéristiques géométriques.....	35
3.3	Validation numérique.....	36
3.3.1	Détection de défaut.....	37
3.3.2	Influence de la méthode de débruitage sur la détection de la deuxième classe.....	38

3.3.2.1	Débruitage par la méthode des ondelettes	38
3.3.2.2	Débruitage par le filtrage avec FFT.....	41
3.3.2.3	Etude comparative de détection.....	43
3.4	Validation expérimentale et étude comparative	43
3.4.1	Description du modèle mécanique et du banc expérimental.....	43
3.4.2	Les indicateurs temporels	45
3.4.3	Détection du défaut avec la méthode adaptée.....	45
3.4.3.1	Effet de débruitage par la méthode des ondelettes	45
3.4.3.2	Effet de débruitage par la méthode de la FFT.....	48
3.4.3.3	Etude comparative de détection.....	51
<i>Conclusion</i>		52
<i>Conclusion générale</i>		53
<i>Références</i>		54

Introduction générale

L'analyse vibratoire, en vue d'une maintenance préventive conditionnelle, s'avère un outil essentiel pour les industries. Son emploi vise à servir trois niveaux d'analyse : la surveillance, le diagnostic et le suivi de l'état d'endommagement des équipements. Les vibrations captées, collectées et analysées peuvent renseigner sur l'état d'un système mécanique en mouvement. Un traitement approprié de ces signaux vibratoires permet de définir un état normal ou anormal de la machine en mouvement dans sa globalité ou de l'un de ses éléments en particulier. Parmi les techniques de traitement du signal on peut citer : l'analyse temporelle, l'analyse spectrale, l'analyse temps-fréquence, la décomposition en ondelettes, l'EMD.... L'efficacité de toutes ces méthodes dépendent essentiellement des conditions de fonctionnement

de la machine, de la position du capteur et aussi le bruit environnant. Néanmoins la présence du bruit dans les signaux vibratoires nécessite souvent des prétraitements comme le débruitage avant la mise en œuvre de ces méthodes. C'est pourquoi notre travail s'oriente vers la suppression du bruit utilisant deux méthodes de prétraitements : le débruitage par ondelette et le filtrage par la transformée de Fourier Rapide FFT pour passer à l'étape suivante qui est le calcul des indicateurs scalaires (Rms, Kurtosis).

Pour améliorer la détection des défauts des composants mécaniques (Dans notre cas : roulement) et mieux suivre l'évolution de la dégradation de défauts dans le temps, on a utilisé une méthode de reconnaissance des formes non supervisée basée sur la densité, OPTICS (Ordering Points To Identify Clustering Structure), pour la détection dynamique de l'apparition de défaut sur la bague intérieure et/ou extérieure de roulement.

Le premier chapitre présente les principaux défauts pouvant se produire dans les machines tournantes, et quelques techniques d'analyse des signaux vibratoires.

Le deuxième chapitre présente les différentes étapes du processus de reconnaissance de formes de prétraitement à la discision, on insistants particulièrement sur les méthodes de débruitage par ondelette et filtrage FFT (la transformée de Fourier) dans l'étape de prétraitement, et la méthode OPTICS dans l'étape de classification.

Le troisième chapitre présente une étude expérimentale et comparative entre deux méthodes de débruitages : le débruitage des signaux par la méthode des ondelettes et le