

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ferhat Abbas- Sétif 1
Institut : Optique et Mécanique de Précision
Département : Optique et mécanique de précision
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Optique et Mécanique de Précision
Spécialité : Mécanique fine

Mémoire de Master

Surveillance intelligente des outils de coupe

Étudié par : SAHLI Meyssoune

Dirigé Par : Mr. FEDALA Semchedine

(Président) : Mr. Mezaache Zinelabidine
(Examineur) : Mr. Demouche Mourad
(Examineur) : Mr. Ariane Khalissa

Soutenue le : 28 / 06 /2022

Sommaire

Remerciement

Introduction générale	1
Chapitre 1 Recherche bibliographique	2
1.1. Introduction	2
1.2 Généralité sur les outils de coupe	2
1.3 Types des outils de coupe	3
1.3.1 Matériaux utilisés dans les outils de coupe	5
1.3.2 Propriétés des matériaux des outils	7
1.3.2 Défauts des outils de coupe	7
1.4 Surveillance des outils de coupe	8
1.5 Méthodes d'analyse	9
1.5.1 Analyse vibratoire	10
1.5.2 Analyse de l'émissions acoustiques	10
1.6 Techniques d'analyse	10
1.6.1. Méthodes temporelles	10
1.6.2 Méthodes fréquentielles	12
1.6.3. Analyses temps-échelles	13
1.7 Acquisition des signaux vibratoires	14
1.8 Surveillance par reconnaissance des formes	15
1.8.1. Phase d'analyse	16
1.8.2. Phase d'exploitation	18
1.9 Les Machines à Vecteurs Supports (SVM)	19
1.10 Conclusion	20
Chapitre 2 Présentation de base de données	21
2.1. Introduction	21
2.2 Choix de la base de données	21
2.3 Catégorisation des défauts des forêts	22

Sommaire

2.4 Condition expérimentale et enregistrement des données	23
2.4.1 Expérience.....	24
2.4.2. Base de données	25
2.5 Présentation et analyses des signaux	25
2.5.1.1. Analyse temporelle	25
2.5.1.2. Analyse statistique des signaux vibratoires	26
2.5.1.3. Analyse fréquentielle	27
2.5.1.4. Analyse d'ondelette.....	28
2.6. Conclusion	28
Chapitre 3 : Résultats et discussions	30
3.1. Introduction	30
3.2. Processus de surveillance	30
3.2.1. Calcul d'indicateurs.....	30
3.2.2 Construction du vecteur forme.....	32
3.3 Classification par SVM	33
3.3.1 Matrice totale	33
3.3.2 Différentes vecteurs formes	34
3.3.3 Extraction de données	38
3.4 Conclusion	40
Conclusion générale	41

Sommaire

Liste des figures

Figure 1-1 -Types d'usinage.	3
Figure 1-2 - Le tournage. [2]	4
Figure 1-3 - Le fraisage. [4]	4
Figure 1-4 - Le perçage. [5].....	5
Figure 1-5 -Différent types d'usure : (a) usure de coin, (b) usure des flancs, (c) usure de burin.[13].....	8
Figure 1-6 - Analyse dans le domaine fréquentiel.	13
Figure 1-7 - chaine de mesure.[14]	15
Figure 1-8 - schéma de système de diagnostic par RdF.	16
Figure 1-9 - Méthodes de classification.	19
Figure 1-10 -Séparation de deux classes par SVM.[50].....	19
Figure 2-1 -Images réelles d'un foret présentant les défauts suivants : (a) Usure du coin extérieur, (b) Usure du flanc, (c) Usure du burin . [58]	23
Figure 2-2 -Signaux vibratoires des outils de coupe sans et avec défauts dans le domaine temporel. (SD : pour l'outils sans défaut ; D1 : défaut d'usure de flanc ; D2 : défaut d'usure de burin et D3 : défaut d'usure de coin extérieur).....	26
Figure 2-3 - Indicateurs statistique " Kurtosis & Crest Factor " sans et avec défaut.	26
Figure 2-4 - Spectre du signal vibratoire d'un outils sans défaut et un outil avec défaut d'usure du coin extérieure.	27
Figure 2-5 - Spectre du signal vibratoire de deux outils avec défauts d'usure du flanc et usure du burin.	28
Figure 3-1 - Schéma de principe de processus de surveillance.	30
Figure 3-2 - Les données dans le vecteur forme.	32
Figure 3-3 - Extraction de données.	38

Liste des tableaux

Tableau 2-1 - Les défauts des outils de coupe et leurs causes.	23
Tableau 2-2 -Paramètres de fonctionnement des outils de coupe.	24
Tableau 3-1 -les indicateurs utilisés.	31

Introduction générale

L'usinage par enlèvement de copeaux a fait l'objet de nombreuses études depuis le début du XXe siècle, ce qui a permis à ce procédé de rester l'un des plus usités dans l'industrie mécanique, malgré l'arrivée et le développement de procédés concurrents, tels que l'électroérosion ou, plus récemment, les procédés de fabrication par ajout de matière. Malheureusement quelque problématique qui provoque l'état de surface de la pièce tel que L'usure des outils, ce dernier décrit la défaillance progressive des outils de coupe en raison d'un fonctionnement régulier. C'est un terme souvent associé à des outils à pointe, à des outils ou à des forets qui sont utilisés avec des machines-outils.

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'études, l'objectif de notre travail est la surveillance automatisée des outils de coupe basée sur des enregistrements d'accélération vibratoire. Diverses stratégies de prétraitement, d'extraction de caractéristiques, de réduction de dimensionnalité et de classification seront envisagées afin de d'adopter la meilleure stratégie

Cette étude a nécessité trois chapitres :

* Le premier chapitre sera consacré à une recherche bibliographique sur les outils de coupe (les différents types, les matériaux utilisés et leurs propriétés, les défauts d'outils) et les technique de détection des défauts tel que l'analyse vibratoire par des méthodes d'analyse temporels, fréquentiels et par ondelette, nous allons parler aussi sur l'acquisition des signaux vibratoires et en résumer les principes de la surveillance par la reconnaissance de forme « RdF » et on termine notre chapitre avec parler sur les machines à vecteurs supports (SVM)

* Le deuxième chapitre est entièrement consacré à parler sur deux parties dans le premier partie nous allons présenter les points essentiels de la base de données, la catégorisation des défauts des outils de coupe les conditions expérimentales et l'enregistrement des données, ainsi que la deuxième est sur le côté de traitement de signal

* Le troisième chapitre est consacré exclusivement à la présentation de l'étude expérimentale, qui est arrivée à notre objectif de la surveillance automatisée en utilisant des signaux vibratoires pour surveiller les défauts des outils de coupe par l'approche de la reconnaissance de formes et plus précisément la classification par SVM.

الملخص

يعد نظام مراقبة حالة أداة القطع أمراً حيوياً لعملية المعالجة على آلات CNC نظراً لأن تدهور الأداة يؤثر بشكل مباشر على سلامة المنتجات المصنعة وتكلفتها. لذلك، لا غنى عن استراتيجيات المراقبة الذكية لتحسين توافر نظام المعالجة وتقليل تكاليف وقت التوقف عن العمل وتحسين موثوقية التشغيل. تقترح هذه الدراسة استخدام استراتيجيات مختلفة لمراقبة حالة أدوات القطع من خلال استغلال إشارات الاهتزاز المسجلة أثناء المعالجة. سيتم استخدام العديد من المؤشرات الزمنية أو الترددية أو حتى التردد الزمني من خلال المراحل المختلفة لاستخراج الميزة وتقليل الأبعاد والتصنيف. الهدف النهائي هو إيجاد منهجية قائمة على الاهتزازات، دقيقة وفعالة من حيث وقت الحساب لرصد أدوات القطع لآلة التحكم الرقمي CNC.

Abstract

Cutting tool monitoring has become an important part of automation in manufacturing industries, especially where product quality and efficiency are in high demand. Conventional cutting tool monitoring methods use imaging and machining parameters such as cutting force, torque, feedrate, etc. to detect the presence of wear in the tools.

A cutting tool condition monitoring system is vital to the machining process on CNC machines since tool degradation directly affects the integrity and cost of manufactured products. Therefore, an intelligent monitoring strategy is indispensable to improve the availability of the machining system, reduce downtime costs and improve operational reliability.

We propose in this study to use various strategies for monitoring the state of cutting tools through the exploitation of vibration signals recorded during machining. Several temporal, frequency, or even time-frequency indicators will be used during the different phases of feature extraction, dimensionality reduction and classification.

The final objective is to find a methodology, based on vibrations, precise and effective in terms of time for the monitoring of the cutting tools of a numerically controlled (CNC) machine.

Résumé

La surveillance des outils de coupe est devenue un élément important de l'automatisation dans les industries manufacturières, en particulier lorsque la qualité et l'efficacité des produits sont très demandées. Les méthodes de surveillance des outils de coupe conventionnelles utilisent l'imagerie et les paramètres d'usinage tels que l'effort de coupe, le couple, la vitesse d'avance, etc. pour détecter la présence d'usure dans les outils.

Un système de surveillance de l'état des outils de coupe est vital pour le processus d'usinage sur les machines à commande numérique puisque la dégradation des outils affecte directement l'intégrité et le coût des produits fabriqués. Par conséquent, une stratégie de surveillance intelligente est indispensable pour améliorer la disponibilité du système d'usinage, réduire les coûts des temps d'arrêt et améliorer la fiabilité de fonctionnement.

Nous proposons dans cette étude d'utiliser diverses stratégies de surveillance de l'état des outils de coupe à travers l'exploitation de signaux vibratoires enregistrés lors de l'usinage. Plusieurs indicateurs temporels, fréquentiels, ou encore temps-fréquence seront utilisés lors des différentes phases d'extraction de caractéristiques, de réduction de dimensionnalité et de classification.

L'objectif final est de trouver une méthodologie, basée sur les vibrations, précise et efficace en termes de temps pour la surveillance des outils de coupes une machine à commande numérique (CNC).