

Avant-propos

Aujourd'hui, l'informatique, avec l'intelligence artificielle (IA), s'oriente vers la communication totale entre tous les systèmes informatisés. L'IA est la représentation de l'intelligence humaine reposant sur la création et l'application d'algorithmes dans un environnement informatique précis. Son objectif est de permettre à des ordinateurs d'agir comme des êtres humains. Ce type de technologie a besoin des systèmes informatiques, des données avec des systèmes de gestion et des algorithmes avancés pouvant être utilisés par des IA.

En mécanique, l'intelligence artificielle offre plusieurs possibilités dans la construction mécanique, dans la maintenance prédictive, dans la surveillance des installations, en robotique, en fabrication additive, en matériaux, en commande vibratoire, en agro-composite, etc.

L'IA a besoin d'une quantité de données et d'une capacité de traitement élevée. L'IA intervient dans de très nombreux domaines et plus spécifiquement dans les grandes entreprises pouvant accueillir ces technologies. Son objectif principal est de favoriser les conditions de travail des employés dans le but de diminuer les risques.

Cet ouvrage est consacré aux incertitudes en intelligence artificielle dans les problèmes mécaniques. Il est composé de sept chapitres.

Le chapitre 1 applique l'une des méthodes de l'intelligence artificielle, appelée analyse en composantes indépendantes (ACI), pour évaluer la puissance consommée lors d'une opération de périphérique afin d'estimer l'énergie consommée

par une fraiseuse. Cette méthode est une technique de la séparation aveugle des sources. Elle est basée sur les problèmes inverses. Sa robustesse a été prouvée dans plusieurs domaines. Par exemple, elle est utilisée dans l'estimation du profil routier à partir de la connaissance des vibrations des véhicules ou dans l'identification des défauts reliés au système d'engrenages. Elle nécessite uniquement la connaissance de la réponse dynamique comme les accélérations pour estimer les réponses. Ce chapitre présente deux modèles numériques destinés à l'estimation de la puissance, consommés par la broche et la table d'une fraiseuse lors d'une opération d'usinage périphérique. La méthode fait recours à des capteurs uniquement pour connaître les réponses vibratoires comme les déplacements ou bien les accélérations et, par la suite, elle estime les efforts d'excitation de la machine-outil.

Le chapitre 2 rassemble plusieurs domaines pour définir les meilleures stratégies dans le but de résoudre un problème spécifique dans l'une des nombreuses applications de l'intelligence artificielle. L'application est liée à l'utilisation de l'intelligence artificielle lors de la maintenance en fabrication additive. Cependant, le problème spécifique est lié à l'existence d'incertitudes dans les performances de l'intelligence artificielle pour ce type d'application. Plusieurs composantes sont étudiées : l'incertitude, l'intelligence artificielle, la maintenance et la fabrication additive. Le concept d'incertitude est d'abord traité séparément afin de fournir au lecteur une explication claire de cette composante. L'étude se compose de deux axes : le premier axe est représenté par une stratégie proposée, tandis que le second axe est lié à une application spécifique.

La stratégie peut être résumée par la prise en compte de l'incertitude dans la prise de décision par l'intelligence artificielle. Le degré de prise de décision par l'intelligence artificielle peut affecter le résultat de l'application de manière directe ou indirecte. Il existe certains intervalles pour prendre les bonnes décisions, qui peuvent être enseignées à la machine utilisée pour éviter de prendre de mauvaises décisions.

L'objectif principal de ce chapitre est de traiter des questions d'incertitude pour contribuer à l'industrialisation de la technologie de fabrication additive. L'industrialisation de la fabrication additive doit effectuer plusieurs recherches pour faire face aux différents scénarios de défaillance et au concept d'incertitude.

Le taux d'échec élevé entraîne le coût total qui peut être un obstacle majeur à l'industrialisation de la technologie de fabrication additive.

Le chapitre 3 s'intéresse au domaine de la durabilité des matériaux biosourcés pour des applications industrielles. Les exigences et attentes des clients sont de plus en plus fortes vis-à-vis de l'utilisation des pièces en agro-composite, soumises à des sollicitations mécaniques et à des variations de température et d'humidité, répétées durant leur service, conduisant à une dégradation des propriétés mécaniques et au vieillissement accéléré des fibres végétales. Le développement des agro-composites pour des applications industrielles nécessite une information précise sur leur processus d'endommagement afin de mieux prédire leur durée de vie. En effet, lorsqu'un mécanisme d'endommagement se produit dans ces matériaux, une onde transitoire, résultant de la libération d'énergie stockée, se propage de la source d'endommagement vers la surface du matériau. Cette onde peut être enregistrée par des capteurs fixés sur le matériau. Dans un tel contexte, il s'agit dans ce chapitre de mettre en pratique des méthodes de l'intelligence artificielle permettant d'analyser les données de l'émission acoustique pour prédire l'apparition des mécanismes critiques en identifiant les scénarios d'endommagement. L'objectif de notre travail est de mettre en pratique des méthodes permettant essentiellement d'analyser les données d'IA. Il s'articule autour de l'utilisation de méthodes de classification récentes (méthode non supervisée comme les k-moyennes ou méthode supervisée comme les réseaux de neurones). Le but de cette analyse statistique multiparamètre est de dégager les significations de données obtenues au cours du suivi par l'émission acoustique (EA) de l'endommagement de matériaux composites à matrice polymère, sollicités mécaniquement en traction uni-axiale

Le chapitre 4 présente une méthode intelligente basée sur la commande sans modèles (CSM) pour le confort de conduite d'un système de suspension active de voiture complète. Dans le contrôleur proposé, des estimateurs algébriques sont conçus pour estimer la perturbation totale dans les trois directions (verticale, tangage et roulis), y compris l'excitation externe de la route, les non-linéarités du système et l'erreur de modélisation le cas échéant. Une méthode directe ne nécessite pas le modèle mathématique global avec une implantation facile. L'intelligence du contrôleur se résume dans sa capacité à réagir rapidement et en ligne, en une fraction de seconde, pour rejeter tous types de perturbations sans avoir besoin de connaître leurs modèles ou leurs caractéristiques fréquentielles.

Le chapitre 5 a pour objectif de proposer une méthodologie pour étudier la fiabilité des systèmes mécatroniques à travers la fiabilité des transistors à haute mobilité d'électron (HEMT) en utilisant l'intelligence artificielle dans le modèle thermique et le modèle statistique et fiabiliste. Une modélisation thermique par la méthode des éléments finis (MEF) est présentée afin d'observer le comportement thermique du transistor, l'influence des conditions du fonctionnement, comme la puissance dissipée et la température de référence, sur la température du fonctionnement. Par la suite, le HEMT réalise un couplage thermo-fiabiliste par une intégration des deux modèles : thermique et statistique ; le modèle thermique est développé sous Comsol multiphysics[®] et le modèle statistique (fiabiliste) sous Matlab[®]. Ce couplage permet d'estimer la fiabilité thermique du HEMT et d'identifier l'influence des conditions du fonctionnement sur sa fiabilité et sa performance.

Le chapitre 6 est consacré à l'étude de la robustesse de la méthode intelligente de l'analyse en composantes indépendantes (ACI) lors de l'estimation du profil routier d'un quart de véhicule. Pour ce faire, la technique stochastique de Monte-Carlo (MC) est utilisée en présence des inévitables paramètres d'incertitudes : la masse du véhicule, la raideur du ressort et l'amortissement. L'effet du bruit généré par le vent est aussi pris en compte. La convergence de la méthode intelligente ACI a été évaluée lors de la comparaison de profils réels définis selon la norme ISO avec les profils estimés sous incertitudes. Les résultats obtenus prouvent la robustesse de l'ACI dans l'estimation des différents profils routiers.

Le chapitre 7 est consacré à l'étude du transistor à haute mobilité électronique (HEMT) qui est l'un des composants les plus importants dans les systèmes mécatroniques à haute puissance. Le HEMT est la technologie la plus utilisée dans les systèmes complexes en général, et dans les systèmes mécatroniques en particulier. Par conséquent, l'optimisation de cette technologie représente un enjeu majeur pour les ingénieurs et les chercheurs dans ce domaine. Dans ce chapitre, est présentée une méthode d'optimisation multi-objectif appliquée au HEMT afin d'améliorer ses performances thermiques et mécaniques. Le processus d'optimisation est basé sur le couplage de deux modèles : le modèle par éléments finis utilisant le logiciel Comsol multiphysics[®] et le modèle d'optimisation codé sur le logiciel Matlab[®]. Le premier modèle est utilisé pour simuler le comportement thermomécanique du HEMT. Le second modèle est utilisé pour

résoudre le problème d'optimisation par couplage avec le premier modèle. Les valeurs optimales des variables de conception, obtenues après l'application des méthodes d'intelligences artificielles et du processus d'optimisation, permettent d'optimiser et fiabiliser le comportement thermomécanique de la structure HEMT.