

Avènement de la maintenance prédictive dans le secteur manufacturier

28 août 2020, 02:00

Pascal Pollet

La maintenance prédictive permet de déterminer la durée de vie des machines ou des pièces ainsi que la maintenance future et, par conséquent, de planifier quand une machine ou des pièces de machine devront être remplacées. La maintenance prédictive offre plusieurs avantages dans le secteur manufacturier, comme une réduction optimale des temps d'arrêt et des coûts de réparation supplémentaires.

L'Industrie 4.0 vise notamment la numérisation de bout en bout des ressources physiques au sein d'une chaîne de valeur et leur intégration dans un écosystème numérique. L'omniprésence des capteurs et des microprocesseurs installés sur les machines, les systèmes embarqués et les dispositifs intelligents, ainsi que l'expansion des réseaux horizontaux et verticaux des chaînes de valeur génèrent des quantités de données jamais vues.

L'application de techniques d'analyse à ce flux de données croissant peut apporter des avantages substantiels, car des informations précieuses peuvent être rapidement extraites et exploitées pour approfondir la compréhension, développer les connaissances et faire des découvertes dans l'optique d'une prise de décision précise, basée sur des faits et potentiellement autonome dans des processus industriels complexes. Dans le secteur manufacturier, les avantages de l'analyse les plus fréquemment mentionnés sont liés aux opérations de maintenance. La maintenance n'est plus considérée comme une fonction qui n'apporte pas de valeur ajoutée et ne fait que réduire la disponibilité des machines, mais comme une source de valeur ajoutée susceptible de stimuler les performances.

Différentes stratégies de maintenance peuvent être mises en œuvre dans les systèmes de production. On distingue généralement quatre grandes catégories :



[\(Cliquez pour agrandir\)](#)

Classification typique des stratégies de maintenance

La maintenance prédictive (ou prévisionnelle) a sans conteste suscité le plus grand intérêt ces dernières années. On la considère comme une des 'killer apps' de l'Industrie 4.0. Elle conjugue un grand nombre des technologies soutenant la nouvelle vague de numérisation industrielle, comme les capteurs en réseau, les big data, l'analyse avancée et l'apprentissage machine.

Bien que le concept de maintenance prédictive soit renforcé depuis peu par la puissance des données et de l'analyse avancée, ce n'est certainement pas une pratique récente. Par exemple, lorsqu'un technicien effectue une inspection visuelle et, en s'appuyant sur ses connaissances, son expérience et son intuition, décide du meilleur moment pour arrêter une machine, il fait de la maintenance prédictive. En outre, les opérateurs utilisent souvent des outils pour effectuer des inspections prédictives et recueillir des informations plus spécifiques et objectives sur l'état des ressources. Lorsque le flux continu de données des capteurs est utilisé pour surveiller l'état des ressources et identifier tout fonctionnement anormal, c'est en fait de la surveillance basée sur l'état, un précurseur de la maintenance prédictive.

Surveillance basée sur l'état

La surveillance basée sur l'état (condition-based monitoring - CBM) est une sorte de stratégie de maintenance reposant sur l'utilisation de capteurs pour mesurer l'état des ressources en fonctionnement dans le temps. Dans cette stratégie, on surveille l'état mécanique et opérationnel, périodiquement ou en temps réel, avec des capteurs et des données de processus. Des seuils d'alarme sont définis pour chacune des variables surveillées. Lorsque la valeur d'une variable dépasse son seuil, une alarme est envoyée, le composant défaillant est identifié et une maintenance est programmée.

Cette approche peut également s'étendre à l'utilisation de règles plus sophistiquées qui déclenchent des alarmes basées sur des modèles de données historiques et sur les fonctionnements anormaux (c'est-à-dire la reconnaissance de modèles). Dans ce cas, un élément prédictif est introduit dans la stratégie, bien qu'il ne soit généralement pas utilisé pour évaluer la durée de vie résiduelle d'un composant (et donc planifier une action de maintenance adéquate), mais pour anticiper les dysfonctionnements et planifier une intervention de réparation à court terme. Comme l'IA peut également être utilisée pour révéler des modèles divergents et anticiper des dysfonctionnements, la différence entre la maintenance basée sur l'état et la maintenance prédictive est très faible.

Parmi les capteurs pouvant être utilisés pour mener la stratégie de maintenance, on trouve les capteurs de vibrations, les capteurs infrarouges, les capteurs à ultrasons et acoustiques, de l'analyse de l'huile à la surveillance des paramètres électriques.

L'opportunité d'adopter une stratégie CBM avec les ressources de production devrait être basée sur plusieurs analyses et observations pratiques des données de performance des machines effectuées par le personnel de maintenance. La fréquence et le caractère aléatoire des arrêts, la nécessité de réparations répétitives et l'impact sur la qualité sont des facteurs typiques à prendre en compte lors de l'évaluation des opportunités.

Maintenance prédictive

La maintenance prédictive est une stratégie de maintenance basée sur la capacité à prédire les futurs points de défaillance d'un composant de machine au moyen de variables d'entrée pertinentes, afin que le composant puisse être remplacé juste avant de tomber en panne. Grâce à cette stratégie, les temps d'arrêt des équipements sont réduits au minimum et la durée de vie des composants est maximisée, ce qui a un impact positif évident sur la productivité, les coûts de maintenance et la gestion de l'inventaire des pièces de rechange.

La maintenance prédictive touche aux processus de prévision et de diagnostic :

- La prévision vise à prédire les erreurs dues à l'usure normale.
- Le diagnostic analyse la différence entre les paramètres observés et attendus afin d'évaluer l'effet des conditions de fonctionnement pour certains dysfonctionnements.

Les approches typiques utilisées pour le pronostic et le diagnostic en maintenance prédictive sont présentées dans la figure suivante. Les approches d'IA, en particulier l'apprentissage machine, apparaissent comme de puissants outils pour développer des algorithmes prédictifs intelligents. L'apprentissage machine est un domaine de l'IA qui se concentre sur les algorithmes permettant aux machines d'apprendre à travers les données. Au niveau d'analyse suivant, plus sophistiqué, des méthodes d'apprentissage profond peuvent également être utilisées pour développer des méthodes de maintenance prédictive. Domaine de recherche voisin de l'apprentissage machine, l'apprentissage profond utilise des réseaux neuronaux multicouches pour repousser les limites de capacité des machines. Les méthodes traditionnelles d'apprentissage machine nécessitent une construction précise et une expertise considérable dans le domaine afin d'identifier les caractéristiques pertinentes (c'est-à-dire les paramètres/variables) à inclure dans le modèle de prédiction des erreurs et concevoir un extracteur de caractéristiques qui transforme les données brutes en vecteur de caractéristiques. Ce vecteur est utilisé par le système d'apprentissage pour extraire des modèles. L'apprentissage profond permet d'introduire des données brutes directement dans le système d'apprentissage et la conversion nécessaire à la classification des erreurs ou à la détection des modèles est automatiquement identifiée par plusieurs couches de transformation.



[\(Cliquez pour agrandir\)](#)

Approches typiques de la maintenance prédictive

Applications

Les systèmes de maintenance prédictive peuvent être appliqués à toutes les ressources ou tous les composants en production sujets aux dysfonctionnements. Pour cette raison, leur application est potentiellement réalisable dans tous les secteurs manufacturiers. Il est évident que la dorsale numérique requise pour une mise en œuvre efficace a conduit à une adoption généralisée de ces systèmes dans des secteurs généralement plus automatisés et numérisés, tels que l'industrie pétrolière et gazière, le secteur des semi-conducteurs et l'industrie automobile.

Dans le secteur des semi-conducteurs, les big data sont utilisées pour adopter une approche plus prédictive ou même proactive de la gestion d'usine grâce à des solutions avancées de contrôle des processus. Il s'agit également d'approches visant à accroître la détection des dysfonctionnements par leur prédiction. Grâce aux progrès de l'intégration des données et des modèles, le paysage de la maintenance prédictive dans la fabrication des semi-conducteurs a rapidement évolué, au point que des solutions à l'échelle de l'usine sont désormais disponibles.

Application en usinage

Des progrès significatifs ont été réalisés dans le secteur manufacturier en matière d'interprétation, de détection et de prévision des erreurs pour les centres d'usinage grâce à des approches d'intelligence artificielle. De manière générale, ces systèmes de maintenance prédictive se concentrent sur la prévision de l'usure de composants en particulier, tels que les trains d'engrenages ou les roulements. Des méthodes de détection en ligne peuvent être utilisées pour

identifier l'état d'usure et le fonctionnement anormal ou pour prédire la durée de vie résiduelle. Il en résulte des avantages significatifs en termes de qualité et de coûts d'usinage. La première étape pour adopter une stratégie de maintenance plus proactive consisterait à identifier les capteurs appropriés en liant l'état de l'outil aux mesures enregistrées par les capteurs. Dans les opérations de fraisage, par exemple, on peut détecter très efficacement la casse des outils sur la base des émissions acoustiques plutôt que sur l'usure, car des pics acoustiques typiques sont émis lorsque l'outil se brise. D'un autre côté, il a été démontré que les vibrations mécaniques, la rugosité de surface, les forces de coupe et le courant du moteur à axe sont corrélés à l'usure des outils. Ce sont des facteurs pris en compte simultanément dans les modèles de prédiction des dysfonctionnements basés sur des capteurs multiples.

Les fabricants de machines peuvent utiliser des plates-formes de maintenance en ligne utilisant des protocoles de communication standard comme support technologique pour élargir leur offre de services de maintenance. L'accessibilité à de grands ensembles de données provenant de réseaux de machines connectées en activité dans différentes usines et dans des conditions différentes permet également d'améliorer considérablement les performances des modèles prédictifs. On peut donc y recourir pour dériver des possibilités d'optimisation de la conception et de la production des machines. Du point de vue des utilisateurs des machines, la tendance la plus récente est l'intégration de systèmes de diagnostic et de prévision des défaillances de composants spécifiques dans des outils complets d'aide à la décision, utilisant les technologies de l'Industrie 4.0 telles que l'IoT, l'Internet des services et les systèmes cyberphysiques pour étendre la détection des dysfonctionnements et optimiser les plans de maintenance et la mise en œuvre..

Machining 4.0

Le projet Interreg Machining 4.0 propose aux PME souhaitant en savoir plus sur l'application des nouvelles technologies (Industrie 4.0) en usinage un accès gratuit à l'expertise et aux conseils des centres d'excellence européens, dont Sirris.

Source

- <http://www.machining4.eu>



Auteurs



Pascal Pollet