

## Procédés de fabrication

# L'intelligence artificielle mise au service de l'usinage

Il est possible de rendre la machine-outil plus intelligente, grâce à l'analyse de données et aux capacités d'apprentissage de l'intelligence artificielle. Les avancées opérées par le projet stratégique sectoriel Machine-outil intelligente et connectée fournissent des outils d'aide à la décision pertinents et réactifs.

**D**émontrer comment l'Intelligence artificielle (IA) peut transformer l'usinage industriel en tirant parti des données. C'était l'objectif du Projet stratégique sectoriel Machine-outil intelligente et connectée (MOIC).

Les processus de production industrielle produisent de plus en plus de données. Or, une grande partie des données générées par les machines-outils ne sont pas ou peu exploitées par les industriels. Pourtant, il existe aujourd'hui des techniques de capture et de traitement de l'information ainsi que des solutions d'interprétation des données et de prise de décision qui permettent une action sur les paramètres d'usinage ou toutes autres commandes de la machine-outil. Mené depuis 2022 et achevé en décembre dernier, MOIC s'est attaché à tirer parti de la richesse des données et à développer et mettre en œuvre des démonstrateurs de machine-outil intelligente et connectée.

### Développement de démonstrateurs

Le projet s'est appuyé sur quatre axes clés : le développement de démonstrateurs technologiques, la maintenance connectée et prévisionnelle, l'analyse des contraintes



A voir sur la chaîne  
Youtube Cetim France

Le système développé dans le cadre du projet Machine-outil intelligente et connectée permet de collecter des données sur la machine et de prendre des décisions éclairées à partir de ces informations.

résiduelles et la métrologie embarquée, et l'exploitation des données par intelligence artificielle. « L'objectif était de fournir aux industriels une vision concrète de ce que l'IA peut apporter en usinage, à travers des preuves de concept mises en œuvre sur une véritable machine », explique Roger Busi, en charge de cet axe dans le projet. Pari gagné puisque MOIC a donné naissance à des démonstrateurs capables de dialoguer en temps réel avec la machine-

outil et de prendre des décisions éclairées à partir de données issues du processus d'usinage.

### Un tour équipé pour nourrir une IA

Au cœur de l'expérimentation, un tour de décolletage équipé d'un embarreur pour l'usinage de pièces de 20 à 30 mm de diamètre a été équipé de capteurs installés au plus près de la zone de coupe afin de mesurer les efforts de coupe, les vibrations, la puissance moteur de broche...

Un système d'acquisition développé par le Cetim permettait de synchroniser la collecte des données avec les opérations critiques de la machine. C'est ici que l'IA entre en scène via le Machine Learning (ou apprentissage machine). Il s'agit d'un sous-domaine de l'IA qui permet à un système d'apprendre et de s'améliorer de manière autonome à l'aide des réseaux de neurones, en étant alimenté par une variété de données. Contrairement à l'algorithmique classique, le

Machine Learning ne repose pas sur des règles prédéfinies, mais sur l'apprentissage à partir d'exemples. Plus les données sont variées et bien étiquetées, plus l'algorithme peut extraire des modèles (on parle de patterns) fiables pour reconnaître une situation ou anticiper un comportement.

### Reconnaître la matière usinée

Premier défi relevé par le projet : s'assurer que la matière usinée est bien celle attendue. Un enjeu de qualité critique pour l'industrie. En analysant les signaux issus des capteurs pendant l'usinage d'une pièce simple, l'équipe a mis en évidence des signatures caractéristiques propres à chaque matériau : acier, laiton, inox... Un réseau de neurones - algorithme de Machine learning inspiré du fonctionnement du cerveau humain - a été entraîné sur une dizaine de pièces issues de différentes matières. L'apprentissage, réalisé en une matinée, a suffi à créer un modèle capable de distinguer les matériaux avec une précision intéressante.

Lors des tests, huit matières différentes ont été utilisées, dont deux nuances proches issues de fournisseurs distincts. Le modèle IA a su, à partir des données fournies par les capteurs embarqués sur la machine, identifier la matière en cours d'usinage avec un taux de probabilité maîtrisé, permettant de vérifier en temps réel la conformité du lot.

### Détection des effets des vibrations parasites

Deuxième problématique abordée par MOIC : la détection de vibrations indésirables pendant l'usinage, susceptibles d'altérer la qualité de surface de la pièce

produite. Ce qui est particulièrement dommageable pour les surfaces fonctionnelles d'une pièce, car cela peut compromettre la performance d'un assemblage. La détection de ce phénomène est d'autant plus délicate que sur un lot de pièces produites sur une même machine, une seule d'entre elles peut être « vibrée » et suffit à générer ainsi un problème de non-qualité.

Un second réseau de neurones, structuré différemment du premier, a été mis en œuvre pour reconnaître les profils de surface dits « sains ». L'apprentissage a été réalisé à partir de données issues de pièces bien usinées, dans des conditions optimales. Une fois le modèle entraîné, le système pouvait, en cours de production, analyser en temps réel les données de surface et détecter toute anomalie due à une vibration excessive. Là encore, la déci-

sion était prise en quelques secondes.

### Vers la génération automatique de programmes

Le cœur de la solution développée repose sur un séquenceur logiciel tournant sur un PC. Celui-ci synchronise les opérations de la machine-outil, déclenche l'acquisition des données, appelle le modèle d'IA approprié et restitue un diagnostic en moins de cinq secondes, le tout sur un ordinateur non optimisé pour l'IA. Cette architecture assure une interaction fluide et intelligente avec la machine, permettant de fournir un résultat favorisant la prise de décisions en temps réel : continuer l'usinage, stopper la production, ou alerter un opérateur.

Pour aller plus loin, une piste exploratoire prometteuse a été ouverte avec un prestataire spécialisé en IA : la génération

automatique de programmes ISO à partir d'un plan de pièce. Si les premiers résultats sont encourageants, le principal obstacle réside dans la lecture et l'interprétation automatique des plans techniques, qu'ils soient au format PDF ou issus de la CAO. Le défi consiste à extraire les entités géométriques pertinentes (alésages, chanfreins, filetages, etc.) pour générer le code machine correspondant. Le projet a amorcé ce chantier, mais le chemin reste long pour atteindre un outil réellement opérationnel. ■ YB

Contact : Roger Busi



Cliquez pour découvrir la vidéo



Pour alimenter l'intelligence artificielle un tour a été équipé de multiples capteurs. Un séquenceur logiciel sur PC se charge de synchroniser les opérations.