Des machines plus intelligentes grâce à l’intelligence adaptative

11 février 2026, 15:35

Tom Jacobs

De la saisie des données au contrôle autonome des processus dans l’industrie manufacturière

L’industrie manufacturière est soumise à une pression de plus en plus forte pour produire de manière plus efficace, plus durable et plus souple. Les machines intelligentes jouent, à cet égard, un rôle de plus en plus important. Alors qu’auparavant, l’automatisation consistait surtout en des règles fixes et des paramètres prédéfinis, elle est désormais davantage exploitée pour créer des systèmes qui adaptent leur comportement en fonction du contexte, des données et des retours d’expérience en temps réel.

Cette évolution correspond à la vision de l’Industrie 4.0. L’adaptabilité est essentielle au développement d’environnements de production pérennes. Les machines ne se contentent plus d’exécuter des commandes, mais interprètent leur environnement et adaptent leurs processus de manière autonome. Cela vaut non seulement pour la planification de la production ou la logistique, mais aussi pour le cœur de la production, comme les processus d’usinage.

Les systèmes adaptatifs, suite logique de la maturité

Dans les systèmes de production classiques, les machines suivent à la lettre les instructions programmées. Cela fonctionne tant que les processus restent prévisibles. Dès que les conditions changent, par exemple à la suite de changement de conditions de matériaux, de l'usure de l'outillage ou de la variation de la charge, des inefficacités apparaissent toutefois rapidement.

Les systèmes de production adaptatifs abordent ce problème différemment. Ils combinent?:

- La saisie continue de données par le biais de capteurs
- Des modèles et simulations de processus
- Une gestion automatique basée sur des informations actualisées sur le processus

Selon la vision de l'Industrie 4.0 d'Acatech, l'adaptabilité complète constitue le niveau de maturité le plus élevé. Dans cette phase, le système prend des décisions de manière autonome, dans des limites prédéfinies. L'humain définit les objectifs, le système optimise l'exécution.

Cette approche devient également de plus en plus pertinente dans les processus d'usinage.

Le lubrifiant de refroidissement, levier d'efficacité

Le lubrifiant de refroidissement est un élément essentiel de l'usinage. Il impacte la stabilité du processus, la durée de vie des outils et la qualité de la surface créée. Toutefois, dans de nombreux environnements de production, son emploi est encore rigide, résultant en une surconsommation de lubrifiant et un gaspillage d'énergie.

Des chercheurs de l'IFW de Hanovre, en collaboration avec des partenaires industriels, ont étudié comment résoudre efficacement ce problème. Ils se sont concentrés sur la commande adaptative du volume du lubrifiant de refroidissement, basée sur les données issues de la planification CAM.

De la planification CAM à la commande adaptative

Au cœur de cette approche se trouve le lien entre la préparation numérique et l'exécution du processus. Dans le logiciel CAM hyperMILL, le volume d'usinage est calculé avec précision pour chaque étape de l'usinage. C'est sur ces informations que se base un modèle pour déterminer la quantité de lubrifiant de refroidissement nécessaire à tout moment.

Le débit volumique ajusté est alors :

- Automatiquement intégré dans le code NC
- Transmis à la commande de la machine
- Appliqué de manière dynamique pendant l'usinage

Ainsi, le lubrifiant de refroidissement n'est plus acheminé en continu dans la même quantité, mais en fonction des besoins du processus.

Impact sur la consommation d'énergie et la fiabilité des processus

Des démonstrations montrent que cette approche peut engendrer des économies d'énergie significatives, jusqu'à plus de 80 % pour le système de refroidissement.

Et ce, sans impact négatif sur?:

- La qualité de la surface
- La durée de vie des outils
- La stabilité des processus

Bien que cette technologie soit, à l'heure actuelle, encore en phase d'analyse et de démonstration, elle donne à voir comment les données CAM, les modèles de processus et la commande automatique peuvent converger dans une application concrète. Le lubrifiant de refroidissement n'est plus utilisé à l'aveuglette, mais employé de manière ciblée et flexible.

Gestion des puces et du liquide de refroidissement par l'IA dans les machines CNC

Parallèlement à la recherche académique, il existe également des applications industrielles dans lesquelles l'intelligence adaptative est déjà utilisée. Les machines CNC modernes intègrent de plus en plus souvent des capteurs, des caméras et l'intelligence artificielle pour optimiser les processus de manière autonome.

La gestion des puces par l'IA dans la salle des machines en est un exemple. Le traitement d'images permet au système de détecter les accumulations de copeaux pendant l'usinage. Partant de cette analyse, la machine effectue des rectifications automatiques, notamment?:

- En adaptant la direction du flux de liquide de refroidissement
- En éliminant activement les copeaux
- En évitant les temps d'arrêt non planifiés

Ces applications montrent comment l'observation en temps réel et la prise de décision automatique permettent d'obtenir des machines plus robustes et plus autonomes, sans intervention manuelle supplémentaire.

Étude flamande sur l'usinage fondé sur des données

En Flandre également, on s'attèle activement à développer des processus de production adaptatifs. Sirris et la Hogeschool VIVES examinent, dans le cadre du **projet COOCK+ 4.0 Maturiteitsverhoging** soutenu par Vlaio, comment les combinaisons de saisie de données, de simulations, de modèles et de l'IA peuvent permettre une utilisation plus efficace des processus d'usinage.

L'étude est notamment axée sur?:

- L'établissement d'un lien entre les données de mesure et les modèles de processus
- Le contrôle et la prévision de la consommation d'énergie
- Sur l'identification de mesures concrètes pour réduire cette consommation de manière ciblée

Une meilleure compréhension des sources et des causes de consommation d'énergie permet une optimisation ciblée des processus.

Des données au pouvoir de décision dans la production

Les différents exemples ont tous un point commun. La production intelligente ne consiste pas en de la simple collecte de données, mais vise surtout à traduire ces données en réelles décisions dans le processus.

Les systèmes adaptatifs?:

- Réagissent plus rapidement que les interventions manuelles
- Réduisent le gaspillage d'énergie et de ressources
- Augmentent la robustesse des environnements de production

La prochaine étape consistera à faire évoluer ces concepts, d'installations de recherche à des applications industrielles à grande échelle. Cela nécessite non seulement une expertise technologique, mais aussi une compréhension des processus et une intégration dans les environnements de production existants.

Vous voulez en savoir plus sur l'usinage adaptatif et la production intelligente ?

Vous souhaitez comprendre comment l'intelligence adaptative, les données CAM et l'IA peuvent contribuer à une plus grande efficacité des processus d'usinage au sein de votre organisation?? Ou vous souhaitez en savoir plus sur les recherches en cours et les éventuelles prochaines étapes??

Contactez notre expert Tom Jacobs. il se tient à votre disposition pour échanger à propos de la production adaptative, de la commande des processus fondée sur des données et de l'efficacité énergétique dans l'usinage.

Contactez-nous

Auteurs

Tom Jacobs