

Industrie 4.0 : Prédiction de consommation réelle par fine-tuning à partir de simulations

Christophe Rodrigues*, Pegah Alizadeh*, Dmitry Bondarenko **

*Léonard de Vinci Pôle Universitaire, Research Center, 92916 Paris La Défense, France
prenom.nom@devinci.fr,

**Hexagon Manufacturing Intelligence, 261 rue de Paris, 93100 Montreuil, France
dmitry.bondarenko@hexagon.com

Dans cette étude, nous nous focalisons sur la prédiction de la puissance consommée par l'usinage. Ce paramètre joue un rôle primordial dans l'évaluation de la productivité et de la qualité de fabrication d'une pièce. En effet, si la puissance est très faible par rapport aux capacités de la machine ou des outils coupants utilisés, le rendement de l'opération peut être augmenté, ou encore l'environnement d'usinage (machines, outils, etc.) peut être changé par moins performant. La puissance est un paramètre central qui reflète le comportement complexe de l'ensemble « machine, outil coupant, pièce » à chaque instant donné et contient l'historique de formation de la pièce. Enfin, la puissance consommée est sensible au choix de la matière pour la pièce, au type de fixation de pièce dans la machine, à l'état et au taux d'usure de la machine et des outils coupants, à la température ambiante, etc. La nature complexe de la puissance d'usinage fait l'objet de campagnes d'essais physiques préparatoires afin d'ajuster les modèles prédictifs existants. L'algorithme de simulation de la puissance proposée dans cet article contourne la partie expérimentale coûteuse et repose sur les données issues de surveillances de l'atelier de production. Les résultats de simulation pourront être utilisés ensuite dans l'optimisation itérative du programme existant ou dans la création de nouvelles pièces.

La puissance utilisée par une machine à commande numérique (CN) a été monitorée précisément. Cependant, l'association à un instant donné d'une instruction du programme et de ces paramètres à la puissance réelle qu'elle a engendré n'était matériellement pas possible dans le cadre de notre étude. Pour ce faire nous avons utilisé l'algorithme DTW afin d'aligner les valeurs de puissances réelles et simulées. La simulation des programmes a été réalisée par la solution logiciel NCSIMUL. Elle permet à l'usineur de vérifier que son programme ne contient pas d'erreur et que tous les paramètres du processus (comme les vitesses, trajectoires...) sont corrects. Ainsi, un ensemble de paramètres de programmes d'usinage, tout comme la puissance, peuvent être calculés à l'aide de modèles théoriques.

Les progrès récents des techniques d'apprentissage profond ont eu l'effet de mettre en avant l'efficacité de ces approches et par conséquent la valeur potentielle des données industrielles. Néanmoins, il est parfois difficile voir impossible techniquement de les obtenir.

La réutilisation de connaissances ou plus précisément l'adaptation de domaine est activement étudiée depuis notamment (Daumé III, 2007). De nombreux résultats ont été obtenus comme sur la classification d'images (Wang et Deng, 2018). Par exemple, dans le cadre de la classification de textes, le fine-tuning a permis de réduire d'un facteur 100 le nombre d'exemples d'apprentissage nécessaires à précision égale (Howard et Ruder, 2018). Il consiste