

MODELADO DE MÁQUINAS HERRAMIENTA: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

MACHINE TOOLS MODELING: CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES

Sergio Benavent Nácher¹

Pedro Rosado Castellano²

Lorenzo Solano García³

1. Investigador predoctoral. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia (España). E-Mail: sbn.universidad@gmail.com
2. Profesor de Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València (desde 1992 a 2017). Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño, Universitat Jaume I de Castelló (2017 - actualidad). Castellón (España). E-Mail: rosado@uji.es
3. Profesor de Ingeniería de los Procesos de Fabricación (desde 1996) Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València. Valencia (España). E-Mail: lsolano@mcm.upv.es

RESUMEN

El modelado de sistemas de fabricación, y más concretamente de máquinas herramienta CNC, ha sido objeto de múltiples investigaciones en los últimos años, impulsado principalmente por desarrollos tecnológicos como Cyber-Physical Production Systems (CPPS), Internet of Things (IoT) o Cloud Manufacturing (CMfg). Para soportar estos nuevos planteamientos, se han propuestos numerosos modelos virtuales y digitales, que utilizan diferentes técnicas de modelado y que responden a las necesidades de múltiples actividades presentes en los ciclos de vida del producto, del sistema de fabricación y de producción/suministro.

Aunque algunos trabajos recientes apuntan hacia la creación de un estándar que unifique el modelado de recursos, su alcance aún se limita a ciertos dominios, como pueden ser la interoperabilidad de sistemas o la planificación de procesos y de producción, entre otras. Con el fin de establecer unas bases sólidas que permitan potenciar esta unificación, y teniendo en cuenta los requerimientos que demandan los nuevos paradigmas de fabricación, se realiza un estudio del arte que presenta los principales fundamentos que han sustentado el modelado de máquinas herramienta.

Con este fin, se revisarán diversos enfoques propuestos sobre el tratamiento y representación formal de máquinas herramienta, prestando un especial interés a aquellas propuestas que entendemos que son de referencia y a las de carácter normativo. A partir del análisis de esta información, se presenta un esquema que muestra la evolución cronológica del modelado de máquinas herramienta y de los esfuerzos dirigidos a su unificación, así como una breve discusión sobre la orientación futura de esta línea de trabajo.

ABSTRACT

The modeling of manufacturing systems, and more specifically CNC machine tools models, has been researched by multiple investigations in recent years, enhanced mainly by technological developments such as Cyber-Physical Production Systems (CPPS), Internet of Things (IoT) or Cloud Manufacturing (CMfg). In order to support these new approaches, numerous virtual and digital models have been proposed, using different modeling techniques and taking into account the needs of multiple activities present in the product, manufacturing system and production/supply life cycles.

Recent works point towards the creation of a standard that unifies the modeling of resources, but they are still limited to certain domains, such as interoperability of systems or processes and production planning, among others. In order to establish solid foundations that enable this unification, considering the requirements demanded by the new manufacturing paradigms, a state-of-the-art is made to present the main foundations that have supported the machine tools modeling.

To this end, several proposed approaches for the treatment and formal representation of machine tools will be reviewed, with special attention to normative and to those proposals that we consider a reference. From the analysis of this information, we present a diagram that shows the chronological evolution of machine tools modeling and the efforts aiming to the unification, as well as a brief discussion about the future direction of this line of work.

PALABRAS CLAVE

Modelado de máquinas herramienta, Técnicas de modelado, Máquina herramienta virtual, Máquina Inteligente.

KEY WORDS

Machine tool modeling, Modeling techniques, Virtual machine tool, Smart machine.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kjellberg, T., von Euler-Chelpin, A., Hedlind, M., Lundgren, M., Sivard, G. y Chen, D. (2009). The machine tool model - A core part of the digital factory. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 58, 425–428. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2009.03.035>>.
- Liu, C. y Xu, X. (2017). Cyber-Physical Machine Tool – the Era of Machine Tool 4.0. *The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 63, 70 – 75. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.078>>.
- Nassehi, A., Newman, S. T., y Allen, R. D. (2006). The Application of Multi-Agent Systems for STEP-NC Computer Aided Process Planning of Prismatic Components. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 46, 559–574. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2005.06.005>>.
- Nassehi, A. y Newman, S. T. (2012). Modeling of machine tools using smart interlocking software blocks. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 61 (1), 435-438. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2012.03.051>>.
- Suh, S.-H., Chung, D.-H., Lee, B.-E., Shin, S., Choi, I. y Kim, K.-M. (2006). STEP-Compliant CNC System for Turning: Data Model, Architecture, and Implementation. *Computer Aided Design*, 38, 677–688. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.cad.2006.02.006>>.
- Vichare, P., Nassehi, A., Kumar, S., Newman, S. T., Zheng, L. y Dhokia, V. (2007) Towards a STEP-NC compliant model for representation of machine tools. *Proceedings of 4th International Conference on Digital Enterprise Technology*. Bath (United Kingdom).
- Vichare, P., Nassehi, A., Kumar, S. y Newman, S. T. (2009a). A unified manufacturing resource model for representing CNC machining systems. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25, 999-1007. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2009.04.014>>.
- Vichare, P., Nassehi, A. y Newman, S. T. (2009b). A unified manufacturing resource model for representation of computerized numerically controlled machine tools. *Proceedings of the Institution of Mechanical*

Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 223 (5), 463-483.
DOI: <<http://dx.doi.org/10.1243/09544054jem1363>>.

vonEuler-Chelpin, A., Sivard, G., Hedlind, M., Kjellberg, T. y Lundholm, T. (2007). A multi-viewpoint machine model for efficient production development. *Proceedings of the 2007 Production Symposium*, Göteborg, Suecia.

Wang X. V. y Wang, L. (2015). Function block-based integration mechanisms for adaptive and flexible cloud manufacturing. *ASME 2015 International Manufacturing Science and Engineering Conference*. Charlotte (North Carolina), USA. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1115/MSEC20159303>>.

Xu, X. (2017). Machine Tool 4.0 for the new era of manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92, 1893-1900. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s00170-017-0300-7>>.

Yang, W. y Xu, X. (2008). Modelling Machine Tool Data in Support of STEP-NC Based Manufacturing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21, 745 – 763. Taylor & Francis, Inc. Bristol, PA, USA. DOI: <<https://doi.org/10.1080/09511920701810691>>.

Yuan, M., Deng, K. y Chaovalitwongse, W. A. (2017). Manufacturing Resource Modeling for Cloud Manufacturing. *International Journal of Intelligent Systems*, 32, 414–436. Wiley Periodicals, Inc. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1002/int.21867>>.