¿Cómo han evolucionado los temas de nuestros artículos de investigación?

DYNA ha vuelto la vista atrás, revisado los artículos publicados en los últimos cinco años que podían considerarse de investigación aplicada y se ha dirigido a sus autores originales para que nos comentasen la evolución actual de las conclusiones expuestas en su día. Para ello les ha ofrecido transmitir en estas mismas páginas los comentarios que nos aporten sobre:

- Las aplicaciones reales de las técnicas, programas, sistemas, equipos, etc., expuestos en su artículo, bien sea por los mismos autores o por otros usuarios o empresas.
- La evolución de los mismos conceptos a lo largo del tiempo transcurrido hasta ahora, bien incorporados en nuevas investigaciones de los autores o desarrollados por otros.
- El estado actual del arte, respecto a lo planteado en el artículo, a través de experiencias propias de los autores o ajenas, así como cualquier otra opinión respecto al tema tratado.

Agradecemos a los autores consultados las interesantes respuestas que puedan aportar a nuestras preguntas.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN RÁPIDA DE CONTROLADORES INTELIGENTES

Rodolfo Haber Guerra (Instituto de Automática Industrial – CSIC)

Pedro Villena Salinas (Escuela Politécnica Superior- UAM)

Rodolfo Haber Haber (Universidad de Oriente)

José R. Alique López (ETS de II -Universidad Politécnica de Madrid)

Publicado en DYNA (noviembre 2008)

RESUMEN DEL ARTÍCULO ORIGINAL

En este artículo, se presenta una técnica para el diseño y la implementación rápida de controladores inteligentes para aplicaciones en tiempo real estricto. Se ha seleccionado un sistema borroso como estrategia de control inteligente. Se ha considerado el caso real de diseño e implementación de un sistema de control borroso para optimizar un proceso de mecanizado de alto rendimiento, el taladrado. El diseño está basado en un programa de diseño asistido y en un controlador numérico por computador (CNC) de arquitectura abierta. La arquitectura abierta del CNC y la existencia del bus de comunicaciones Profibus, facilitaron la implementación y validación del sistema de control. El estudio comparativo con un regulador lineal (PID) diseñado según Ziegler-Nichols e implementado en la misma plataforma muestra un mejor funcionamiento del regulador borroso. De este modo, se han alcanzado resultados positivos en la identificación y el control del proceso mediante la técnica propuesta.

COMENTARIO ACTUAL

Rodolfo Haber Guerra Profesor de la EPS (UAM), Coordinador del Grupo C4LIFE y Científico Titular del CSIC

En ese trabajo se presentó una estrategia para el diseño asistido por ordenador de sistemas de control, que permite la creación rápida de controladores inteligentes. En particular se mostraba una aplicación para optimizar el funcionamiento de un centro de mecanizado de alto rendimiento equipado con un control numérico de arquitectura abierta. Se verificó la viabilidad técnica de la propuesta a través de la implementación y validación de un sistema borroso para el control de la fuerza de corte en los procesos de taladrado de alto rendimiento. La prueba definitiva de la efectividad de esta técnica fue la realización práctica y con éxito, tanto de la tarea de identificación experimental del proceso de taladrado, como del diseño e implementación de un sistema de control inteligente (borroso) de la fuerza de corte.

Los grandes progresos en el campo de la Inteligencia Artificial (IA) y en el estudio del comportamiento inteligente en los seres vivos utilizando el marco teórico y experimental proporcionado por las Ciencias de la Computación y la Teoría de Sistemas nos han dotado de una gran variedad de técnicas computacionales para incorporar *inteligencia* a un programa de ordenador. Por su parte, la Automática, considerada como una red de información que toma decisiones acerca de cómo gobernar y controlar un sistema de un modo autónomo se ha consolidado como la *tecnología invisible* sobre la que se sustenta buena parte de nuestra calidad de vida y bienestar. El desarrollo de fundamentos teóricos y la aplicación de métodos y algoritmos en la intersección de estas dos grandes áreas de conocimiento han ocupado la atención de una parte de la comunidad científica en lo que se ha denominado *control inteligente*.

España se puede considerar pionera en este campo. Ya en 1914 en su ensayo sobre la Automática, Torres Quevedo subrayaba en su definición "[...] la función fundamental del órgano de control es el discernimiento entre las diferentes opciones de actuación [...]", lo que sin duda se puede considerar como una de las primeras definiciones de la toma de decisión inteligente como la conocemos casi cien años después (Torres y Quevedo, 1914).

La incesante actividad en este campo se refleja en el número de publicaciones científicas y técnicas, y en patentes relacionadas con esta temática. A continuación se muestra la evolución de trabajos científicos y técnicos, relacionados con el *control inteligente*, publicados en el período 2006-2010:

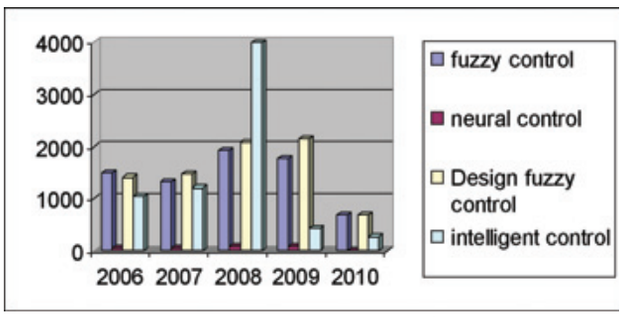

Figura 1. Tendencia de las publicaciones científicas (revistas y congresos internacionales) relacionadas con el control inteligente (Fuente: www.scopus.com)

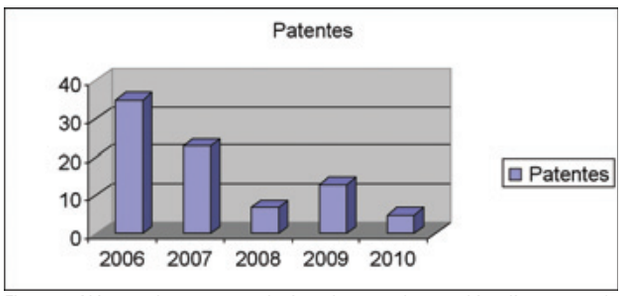

Figura 2. Número de patentes relacionadas con el control inteligente en el campo de la ingeniería industrial (Fuente: www.scopus.com)

A continuación se muestra la evolución de las patentes en este campo (solo la ingeniería es considerada):

El número de patentes en el campo del control inteligente y su aplicación en los campos de la ingeniería, guardan una estrecha relación con el desarrollo de los países. A continuación se muestra el número de patentes registradas en los últimos 5 años con Japón a la cabeza. Ciertamente, la tecnología del *control inteligente* tiene todavía un largo camino por recorrer, fundamentalmente en la transferencia tecnológica, y España no es una excepción.

Una teoría científica completa de la inteligencia no existe todavía, sin embargo, la comprensión y el conocimiento sobre como construir un sistema pseudo-inteligente se ha desarrollado tan rápido en diferentes campos que ha hecho emerger nuevos paradigmas como el de los **sistemas de control cognitivos artificiales**. Los resultados recientes en diferentes disciplinas tales como las neurociencias, la psicología, la inteligencia artificial, la robótica y los relacionados con nuevas máquinas y procesos han sentado nuevas bases para el diseño de sistemas con prestaciones superiores. Precisamente, es la habilidad de los seres humanos para desarrollar eficientemente tareas cognitivas desconocidas o arbitrarias, nuevas y de elevada complejidad, y luego explicarlas con instrucciones breves, lo que ha motivado a muchos investigadores de áreas de conocimiento como la Automática, las Ciencias de la Computación y la Inteligencia Artificial (IA) a explorar nuevos paradigmas: **del control inteligente al control cognitivo artificial**.

El proyecto **COGNETCON (2009-2011)** financiado por el Plan Nacional de Investigación, tiene como principal objetivo **evolucionar los sistemas de control inteligentes** a partir de la imitación de las propias capacidades y experiencias socio-cognitivas y principios neurofisiológicos. El fundamento radica en el nexo entre el **paradigma del control por modelo interno** y la conectividad cerebro-cerebelo como base de la inteligencia humana. La principal hipótesis radica precisamente en que el control por modelo interno a través de la conectividad cerebro-cerebelo es un componente único de la inteligencia humana. Para alcanzar estas capacidades en los sistemas de control y su aplicación en los procesos de fabricación, se trata de **diseñar un sistema cognitivo artificial basado en modelos internos, dotado de unidades neuroborrosas auto-optimizadas y con niveles avanzados de coordinación**.