

Control robusto e inteligente de buques de alta velocidad

En las primeras jornadas sobre I+D en el sector naval celebrado en noviembre del 1996 en el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo, el Director de la Unión Española de constructores navales y de la "Association of European Shipbuilders and Shiprepairs", y Secretario del Comité de la UE de "Shipbuilders Associations", informó de la elaboración por parte del grupo de coordinación de I+D de la Comisión Europea de un plan maestro para la investigación y desarrollo de las industrias marítimas. En dicho plan se expone explícitamente como área de desarrollo prioritaria la de los sistemas de navegación y control del buque.

Tradicionalmente el control del buque se realiza mediante la descomposición del sistema en lazos de control (por ejemplo, el control de la velocidad de avance, control de estabilización, orientación y "ride", y control de dirección) cada uno para realizar una función particular, siendo los controladores del tipo PID y el control óptimo LQG los más utilizados, habiendo también numerosos buques en los que se da la posibilidad de utilizar un control adaptativo en el lazo del autopiloto [1].

Las características más importantes que se exigen a los barcos de alta velocidad es la de proporcionar confort a los pasajeros, mejorar las condiciones de trabajo de la tripulación y presentar elevados niveles de seguridad. Sin embargo, en el control clásico no se trata de forma explícita con las incertidumbre de modelado y de las perturbaciones del sistema, su diseño se realiza en torno a un conjunto específico de condiciones del entorno y por lo tanto su comportamiento se degrada cuando estos factores cambian. Esto hace que se gaste mucho tiempo investigando los efectos de las incertidumbres en las soluciones escogidas. Sin embargo, incluso después del esfuerzo realizado en el

diseño, pueden aparecer problemas en la integración final debido a la presencia de dinámicas no esperadas/no modeladas, etc. Lo que puede producir que al actuar fuera de las condiciones de diseño se deteriore gravemente el nivel de confort y de seguridad.

La teoría del control robusto se ha desarrollado específicamente para tratar con incertidumbres en las características del vehículo y del entorno en el que va a operar. Su desarrollo se ha basado en garantizar un nivel mínimo de estabilidad y prestaciones para un entorno de operación especificado no sólo en términos de la perturbación que afecta al sistema, sino también para las incertidumbres del modelo usado en el diseño. Como resultado, las técnicas de control robusto ofrecen al diseñador de un sistema de control una aproximación sistemática para investigar y evaluar los efectos de las incertidumbres en las prestaciones del sistema de control global. Además, proporcionan un marco metodológico para el tratamiento de sistemas multivariables. Como consecuencia, los sistemas de control del buque diseñados con las técnicas de control robusto, darán al diseñador más confianza en que la solución propuesta funcionará correctamente en la instalación final, a pesar de las incertidumbres, y con un esfuerzo de diseño pequeño. Esto permitirá, mejorar las prestaciones del sistema, a la vez que disminuye el tiempo y el coste necesario para el diseño, o permitirá al diseñador más tiempo para mejorar el comportamiento del sistema.

Por otra parte, entre los métodos de control con un posible mayor impacto en el futuro se encuentran aquellos derivados de la inteligencia artificial y que se conocen como controladores inteligentes [2], y que comprende a la lógica difusa, las redes neuronales, los algoritmos genéticos y los sistemas expertos. Estos métodos ofrecen posibilidades sobre todo en combinación entre sí o con otras técnicas de control robusto, [3-6].

La integración de distintos métodos de diseño de control para aprovechar al máximo los efectos beneficiosos que cada método por separado puede aportar, es un tema de interés creciente. No obstante, la combinación de distintos métodos presenta problemas importantes. En primer lugar, los métodos suelen estar formulados, en muchos casos, en dominios diferentes y es difícil, si no imposible, reformular un problema en otro dominio sin que se pierdan aspectos importantes del diseño. En segundo lugar, la aplicación conjunta de los métodos puede llevar a efectos laterales no deseados. Por ello, la integración es altamente dependiente del problema, y en la actualidad, más que estarse buscando un tratamiento teórico riguroso, se buscan soluciones a problemas concretos. El problema de control que se intenta resolver ofrece una buena plataforma para la integración de diversos métodos.

REFERENCIAS

- [1] T. I. FOSSEN, *Control and Guidance of Ocean Vehicles*, John Wiley, 1994.
- [2] P. ANTSAKLIS, "Defining Intelligent control", *IEEE Control Systems*, June, 1994.
- [3] M. M. GUPTA and N. K. SINHA, *Intelligent control systems: concepts and applications*, IEEE Press, 1995.
- [4] C. J. HARRIS, C.G. MOORE, M. BROWN, *Intelligent control: aspects of fuzzy logic and neural nets*, 2ª edición, Word Scientific, 1994.
- [5] C. F. LIN, *Advanced Control System Design*, Prentice Hall, 1994.
- [6] C. F. LIN, *Integrated, Adaptive, and Intelligent Navigation, Guidance and Control*, Prentice Hall, 1994.

Joaquín Aranda y Pablo Ruipérez
 Depto. de Informática y Automática
 (UNED)

Jesús Manuel de la Cruz
 Depto. de Arquitectura de Ordenadores
 y Automática (UCM)