

SIMULACIÓN Y CONTROL DEL RUIDO

Alfredo Bermúdez de Castro

Departamento de Matemática Aplicada.
Universidad de Santiago de Compostela.

Se estudia el control activo del ruido en el marco de la teoría de control óptimo de sistemas distribuidos de Jacques-Louis Lions.

La reducción del ruido por técnicas de control activo es tema de interés en las ingenierías acústica y ambiental. Mientras que los métodos pasivos son eficaces para frecuencias medias y altas, no consiguen eliminar igualmente la amplitud de las bajas frecuencias. Sin embargo, estas últimas pueden reducirse de forma eficaz mediante técnicas de control activo. El principio físico es conocido de hace mucho tiempo. Se trata simplemente de la interferencia destructiva de las ondas: se genera una presión “opuesta” mediante una fuente secundaria (altavoz) para cancelar el ruido no deseado (ruido primario). No obstante, tan solo en los últimos años se ha generado un interés creciente en el tema debido a la aparición de procesadores digitales de señal (DSP) de gran velocidad. Aplicaciones de estas técnicas pueden utilizarse para la reducción del ruido en automóviles o aviones.

Si bien existen numerosos libros y artículos sobre el tema en la bibliografía de los ingenieros, en lo que conocemos, su estudio con técnicas matemáticas rigurosas no había sido llevado a cabo. Por ello, nuestro objetivo es mostrar que estos problemas de control activo se pueden formular en el marco de la teoría de control óptimo de sistemas regidos por ecuaciones en derivadas parciales, tal y como aparece desarrollada en la obra científica de Jacques-Louis Lions. Para simplificar el problema trabajaremos en el dominio de la frecuencia, de manera que la ecuación de estado es del tipo Helmholtz, en donde aparecen unas medidas de Dirac que representan el anti-ruido generado por los altavoces. Se plantean sucesivamente dos problemas de control: el primero de ellos consiste en obtener la amplitud y la fase óptimas de este anti-ruido, con objeto de cancelar el ruido primario. El segundo, de carácter geométrico, tiene por objetivo la determinación del emplazamiento óptimo de los altavoces.

Aparte de tratar cuestiones como la existencia de solución y la obtención de condiciones de optimalidad, nos interesamos también en la discretización del problema con elementos finitos y en la prueba de estimaciones del error cometido. En este caso el análisis se complica por el carácter singular de las fuentes secundarias. Por último se presentan resultados numéricos que ilustran la aplicación de la metodología desarrollada a casos de interés industrial.

REFERENCIAS

- A. Bermúdez, P. Gamallo, R. Rodríguez, Finite element methods in local active control of sound. *Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences*. Preprint NI03048-CPD. 2003. <http://www.newton.cam.ac.uk/preprints2003.html>
- P. A. Nelson and S. J. Elliot. *Active Control of Sound*, Academic Press, London, 1999.