

Signal Modality Characterization: from Phase Space Reconstruction to Real Applications

Caracterización de la modalidad de la señal: desde la reconstrucción del espacio de fases a aplicaciones reales

La caracterización de la modalidad de la señal es un nuevo concepto objeto de recientes trabajos de investigación cuyo principal propósito es identificar cambios en la naturaleza de señales reales. Con el término naturaleza de las señales se hace referencia al modelo subyacente que genera una señal desde el punto de vista de dos características principales: determinismo y linealidad. En esta tesis se emplea la modalidad de la señal para el procesamiento avanzado de señales acústicas, y en particular, en ensayos no destructivos de materiales no homogéneos como el hormigón.

El problema de la caracterización de la modalidad comienza con la correcta reconstrucción del espacio de fases (Capítulo 2). Este nuevo dominio permite identificar los diferentes estados de una señal, recurrentes o no en función de su naturaleza determinista o aleatoria, respectivamente. En el ámbito de los ensayos no destructivos basados en ultrasonidos, el material se excita con una señal puramente determinista, sin embargo, la naturaleza de la señal recibida depende y es proporcional a la estructura interna del material. Esta hipótesis de trabajo permite plantear la medida del grado de determinismo como una alternativa complementaria a parámetros habituales de ultrasonidos como la atenuación y la velocidad. El nivel de determinismo ha resultado ser proporcional al nivel de porosidad en materiales cementantes (Capítulo 3). También permite la caracterización del nivel de daño de probetas de mortero sometidas a diferentes procesos de daño: ataque externo de sulfato y procesos de carga (Capítulo 4).

El estudio de la no linealidad/ complejidad de una serie temporal se plantea inicialmente de forma ciega (sin tener información de la señal de entrada) mediante tests de hipótesis: generando datos surrogados y aplicando un test estadístico. Importantes avances se han logrado adaptando este enfoque a datos no estacionarios, característica habitual de señales no lineales reales. Los principales resultados en este sentido se han conseguido en la caracterización de la complejidad de señales oscilatorias de duración limitada (Capítulo 5).

El concepto de la modalidad de la señal también se ha empleado para realizar un detallado estudio del fenómeno no lineal de espectroscopía acústica por impacto. Este análisis ha permitido entender las variables involucradas y plantear así un modelo matemático que caracterice el fenómeno. La comprensión del fenómeno y el modelo han permitido plantear un nuevo algoritmo de procesamiento equivalente a la técnica habitual NIRAS, pero óptimo en su aplicación. Esta alternativa de procesamiento puede suponer significativos avances sobre todo en aplicaciones industriales donde el tiempo y el esfuerzo son variables óptimas (Capítulo 6).

Esta tesis demuestra que la caracterización de la modalidad de la señal no solo supone una alternativa a la caracterización de complejos fenómenos reales, sino que abre una nueva perspectiva de trabajo dentro del ámbito del procesamiento de señal. La medida del determinismo y el algoritmo FANSIRAS han demostrado que la modalidad de la señal es una interesante herramienta para futuros trabajos de caracterización de materiales cementantes.