

Resumen

Hoy en día, los materiales cementicios están presentes en la gran mayoría de las infraestructuras de nuestro entorno, como pueden ser el hormigón y el mortero, debido a su bajo coste y sus características mecánicas estructurales y de durabilidad. Pese a todo, estas se ven degradadas por factores externos e internos, reduciendo la viabilidad de estos con el paso del tiempo.

Para inspeccionar estos materiales se han creado múltiples ensayos destructivos (ED) y ensayos no destructivos (END) que indican mediante ciertos parámetros el estado de los materiales de construcción. Dentro de los no destructivos, encontramos los ultrasonidos cuya propagación en estos materiales otorga información sobre su estado y estructura interna. Entre los múltiples ensayos ultrasónicos se encuentra la tomografía ultrasónica cuya base nace gracias a las Tomografías Computarizadas (TC): se ilumina un objeto mediante una fuente y se reciben las señales mediante los receptores. Se rota entorno al objeto bajo estudio combinando las señales mediante los algoritmos tomográficos y obteniendo una reconstrucción del objeto interno sin producirle ningún tipo de daño. No obstante, aunque para determinadas longitudes de onda podemos asumir una trayectoria de rayo recto, los ultrasonidos son ondas dispersivas que se difractan y se reflejan alejándose de esta condición de idoneidad afectando negativamente a las reconstrucciones.

En esta tesis se estudia la tomografía de ultrasonidos aplicada a probetas de mortero. Para ello, previamente se realiza un estudio de los algoritmos de reconstrucción tomográfica donde se hace un recorrido por los principales algoritmos convencionales. Los transformados (FBP y DFT) cuyos resultados son excelentes en caso de que tengamos un nivel elevado de rayos y direcciones que conforman las proyecciones. Los algoritmos de redes neuronales (BPE y RBF) y métodos algebraicos (ART, CART, SART y SIRT) presentan buenos resultados en aquellas situaciones donde se tenga un bajo número de rayos y direcciones o alta presencia de ruido. Se comparan entre ellos mediante proyecciones obtenidas con señales simuladas y se obtienen los mejores resultados para el algoritmo FBP, con lo que las siguientes reconstrucciones reales se llevan a cabo con este método.

La aplicación en la que se centra este trabajo consiste en la detección del frente de carbonatación en probetas cementicias. Es por ello que se diseñan diferentes casos de probetas con daño y sin daño para validar el funcionamiento de un sistema tomográfico. Se diseña y se construye el sistema hardware capaz de la toma automatizada de medidas empleando una configuración de rayos paralelos o de rayos en abanico. Además, se ha adaptado para que sea capaz de inspeccionar tanto con transductores acoplados por aire como inspeccionar el objeto en inmersión (acoplamiento por agua). Se concluye que la tomografía por inmersión ofrece una solución de compromiso entre transferencia de energía y proceso de automatización. Además, se implementan dos modelos de redes neuronales entrenados mediante sinogramas simulados para posteriormente reconstruir casos reales. Todos los algoritmos y casos son evaluados tanto en calidad de reconstrucción como en prestaciones.