

Resumen

Cada día diseños más complejos son requeridos por las industrias actuales. Para el diseño de nuevos componentes, los procesos tradicionales de prueba y error usados comúnmente ya no son válidos ya que ralentizan el proceso y dan lugar a diseños sub-óptimos. Para componentes estructurales, una alternativa consiste en usar procesos de optimización de forma estructural los cuales dan como resultado diseños óptimos. Sin embargo, estas técnicas requieren un alto coste computacional y también programas de Elementos Finitos (EF) extremadamente eficientes y robustos. Las compañías de programas de EF son conocedoras de que sus programas comerciales necesitan ser mejorados en este sentido y destinan importantes cantidades de recursos para mejorar sus códigos. En este trabajo proponemos usar el Método de Elementos Finitos basado en mallados Cartesianos (cgFEM) como una herramienta eficiente y robusta para el análisis numérico. La metodología cgFEM desarrollada en esta tesis usa la sinergia entre varias técnicas para lograr este propósito, cuyos dos ingredientes principales son el uso de los mallados Cartesianos de EF independientes de la geometría del componente que va a ser analizado y una eficiente estructura jerárquica de datos. Estas dos características confieren a la tecnología cgFEM de los requisitos necesarios para aumentar la eficiencia del código cgFEM con respecto a códigos comerciales. Como se indica en [1, 2], para garantizar la convergencia del proceso de optimización de forma estructural se necesita controlar el error en cada geometría analizada. En este sentido el código cgFEM también incorpora los apropiados estimadores

de error. Estos estimadores de error han sido específicamente adaptados al entorno cgFEM para aumentar su eficiencia. En esta tesis se introduce un proceso de recuperación de la solución, llamado SPR-CD, que en combinación con el estimador de error de Zienkiewicz y Zhu [3], da como resultado medidas muy precisas del error de la solución de EF. Adicionalmente, también se han desarrollado estimadores de error y cotas numéricas en Magnitudes de Interés basadas en la técnica SPR-CD para permitir un eficiente control de la calidad de la solución numérica. Respecto a la estimación de error, también se presenta un proceso de estimación de error para controlar la calidad del campo de tensiones recuperado obtenido mediante la técnica SPR-CD. Ya que el campo recuperado es por lo general más preciso y tiene un mayor orden de convergencia que la solución de EF, se propone sustituir la solución de EF por la solución recuperada para disminuir así el coste computacional del análisis numérico. Todas estas mejoras se han reflejado en esta tesis mediante ejemplos numéricos de problemas de optimización de forma estructural. Los resultados numéricos muestran claramente un mejor comportamiento de la tecnología cgFEM con respecto a implementaciones clásicas de EF comúnmente usadas en la industria.