

UNIVERSIDAD DE LEÓN
Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y
Aeroespacial

GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL
Trabajo de Fin de Grado

ALUMNO: Javier Lobato Pérez

TUTOR: Rafael Santamaría Sánchez

TÍTULO: Algoritmos genéticos aplicados en dinámica de fluidos computacional para optimización multiobjetivo

TITLE: Genetic algorithms applied in computer fluid dynamics for multiobjective optimization

CONVOCATORIA: Julio, 2018

RESUMEN:

La optimización en dinámica de fluidos computacional para distintas situaciones de la ingeniería es un tema de gran actualidad que está recibiendo mucha atención. Este trabajo está centrado en el uso de un método de optimización en distintos casos de dinámica de fluidos computacional, pero en vez de utilizar las técnicas más clásicas, como los métodos adjuntos o el descenso de gradiente, los algoritmos genéticos se utilizan para el proceso de optimización. Los algoritmos genéticos son un método de optimización global, metaheurístico y basado en poblaciones que sirven para resolver problemas cuya solución llevaría demasiado tiempo por otros métodos, no siendo posible su uso. La investigación se llevó a cabo con tres casos diferentes: supresión de vórtices en la estela de un cilindro (donde el objetivo era minimizar las oscilaciones), diseño de la entrada de un difusor supersónico (maximizando tanto la ratio de presiones como el número de Mach) y la optimización de la geometría de un perfil alar (probando configuraciones con diferentes objetivos). En estos tres casos, se impuso optimización multiobjetivo, teniendo fronteras de Pareto con soluciones que coexisten en una situación de contraposición, en vez de una única solución que optimice todos los objetivos a la vez. La simulación produjo resultados prometedores, demostrando que este enfoque es más que viable: es una manera robusta, adaptable y versátil de optimizar, no solo simulaciones de dinámica de fluidos computacional sino gran variedad de problemas de la ingeniería. Además del alto nivel de paralelización y automatización del procedimiento, la implementación utilizada permite que pequeños cambios en el código optimicen el mismo caso para distintos objetivos. Aunque la frontera de Pareto se determinó para los diferentes casos estudiados, los desarrollos futuros deberían centrarse en incrementar la convergencia del método y reducir el número de simulaciones, dado que la evaluación de la aptitud (*fitness*) es una operación que requiere muchos recursos computacionales y tiempo, no siendo, hoy en día, factible para análisis tridimensionales o muy refinados.

ABSTRACT:

The use of optimization in computational fluid dynamics (CFD) for engineering situations is a trending topic that is gaining a lot of attention. This study was focused on applying an optimization method to different computer fluid dynamics cases, but instead of using the typical adjoint or gradient descent methods, genetic algorithms (GA) were used for the optimization process. GA are a global, metaheuristic optimization algorithm based on populations that serve to find a solution to a problem whose solution will take too much time with other methods, being a not-practical approach. The research was conducted with three different cases: vortex shedding suppression in a cylinder wake (where the objective was to minimize the oscillations), diffuser inlet design (maximizing the pressure ratio and Mach number) and airfoil shape optimization (different objectives were tested and optimized). For these three cases, multiobjective optimization was imposed, having Pareto fronts with solutions that coexist in a trade-off situation rather than a single solution that optimizes all objectives. The simulations produced promising results, showing that the approach is more than viable: it is a robust, adaptable and versatile way of optimizing, not only CFD simulations but also a great variety of engineering problems. Apart from the high level of parallelization and the automation of the procedure, the straightforward implementation allows that subtle changes in the code will optimize the case for different objectives. Although the Pareto front was determined for the different studied cases, future work should be performed to increase the convergence of the method while reducing the number of simulations, given that fitness evaluation is a time and resources-consuming operation that is quite unfeasible nowadays for 3D or very refined cases.

Palabras clave: Dinámica de fluidos computacional, optimización multiobjetivo, algoritmos genéticos

Firma del alumno:

Javier Lobato Pérez

VºBº Tutor:

Rafael Santamaría Sánchez