

Verificação e Validação em CFD

L. Eça

O tema deste seminário é um tópico de investigação actual e de grande importância para as aplicações práticas da Mecânica dos Fluidos Computacional (*Computational Fluid Dynamics*, CFD) em Engenharia.

A importância das soluções numéricas em problemas de Engenharia (aerodinâmica/hidrodinâmica) tem vindo a crescer nos últimos anos. Tal como aconteceu no campo experimental (*Experimental Fluid Dynamics*, EFD) a quantificação da incerteza tornou-se um aspecto fundamental para a utilização segura das ferramentas de CFD. No entanto, a introdução das noções de Verificação e Validação, ou seja a distinção entre erros numéricos e erros de modelação, não tem sido trivial.

Em muitas publicações recentes, ainda é possível encontrar referências incorrectas a Verificação e Validação. Apesar de muitas revistas já incluírem na sua política editorial a "obrigatoriedade" de indicar a incerteza de soluções numéricas, ainda é prática comum apresentar exercícios de "validação de códigos" baseados numa simples comparação gráfica entre resultados numéricos e experimentais, sem qualquer indicação das respectivas barras de incerteza. Desta forma, é essencial introduzir na formação dos futuros utilizadores (e dos que iram desenvolver) programas de cálculo numérico de CFD as noções de Verificação [1] (resolver correctamente as equações) e Validação [1] (resolver as equações correctas).

A apresentação descreve 4 tópicos distintos: definição das componentes do erro numérico; Verificação de códigos; Verificação de soluções (cálculos) e Validação.

Na primeira parte apresenta-se a origem das componentes do erro numérico, erro de arredondamento, erro iterativo e erro de discretização, e apresenta-se um método para estimar o erro de discretização.

A Verificação de códigos destina-se a garantir que o modelo matemático está bem implementado no programa de cálculo, i.e. não há "bugs", pelo que requer o conhecimento da solução exacta para determinação do erro numérico. Para casos em que tal é impossível, pode-se recorrer ao "Method of Manufactured Solutions", que é brevemente descrito nesta apresentação.

A Verificação de soluções requer a estimativa do erro de uma solução numérica de um problema para o qual a solução exacta é desconhecida. A apresentação discute a utilização de estudos de refinamento de malha para a estimativa da incerteza numérica.

Finalmente, apresenta-se sucintamente um procedimento de Validação proposto pela ASME para tentar estimar o erro de modelação.

O principal objectivo desta apresentação é mostrar que a modelação matemática suportada por soluções numéricas de problemas de aerodinâmica/hidrodinâmica deve chegar a soluções correctas pelas razões certas e não por um cancelamento fortuito de erros de diversas origens.

[1] Patrick J. Roache – Fundamentals of Verification and Validation, Hermosa Publishers, Socorro, New Mexico, 2009, <http://www.hermosa-pub.com/hermosa>