

aeroespaciais. O código será construído em linguagem de programação Fortran 90, inicialmente abordando a simulação em regime permanente, para geometrias axisimétricas, cilíndricas e cônicas, estendendo a análise para regime transiente. Está prevista a cooperação com outras instituições no sentido de se realizar a parte experimental, a partir da construção de uma bancada de testes para protótipos, visando validar o modelo físico empregado na simulação.

756

Estudo numérico de escoamentos hipersônicos sobre corpos de reentrada

Carlos Alberto Rocha Pimentel

Universidade do Vale do Paraíba (Univap)

Processo 2000/13512-0

Vigência: 1/4/2002 a 31/1/2005

O trabalho tem como objetivo calcular o campo de escoamento hipersônico em torno de veículos e cápsulas, ditos de reentrada, considerando os efeitos de gases reais. Inicialmente serão utilizadas as equações de Euler em um contexto axissimétrico para a obtenção do campo de escoamento. Para obtenção desse campo de escoamento é essencial que o código computacional seja robusto o suficiente para capturar as fortes descontinuidades inerente a esse tipo de escoamento. O esquema de discretização espacial escolhido para este trabalho é o esquema de separação de vetores de fluxos conhecido como Ausm+ (Advection Upstream Splitting Method) de Liou, de segunda ordem de precisão. Nesse esquema, os vetores de fluxos não viscosos são formados a partir de uma separação em termos de número de Mach e pressão, considerando-se os estados à direita e à esquerda de uma determinada interface. O presente trabalho utiliza o esquema de marcha no tempo de Runge-Kutta. Esse algoritmo é explícito, com cinco estágios, e é de segunda ordem de precisão temporal. As equações serão discretizadas num contexto de volumes finitos, utilizando malhas não estruturadas formadas por elementos triangulares. Para uma boa captura dos fenômenos físicos, será utilizado um procedimento de refinamento adaptativo de malha. Nesse caso, um sensor numérico baseado em gradiente de propriedades físicas do escoamento determinará as regiões a serem refinadas, da cinética química a ser utilizada considerando as seguintes espécies químicas: O_2 , N_2 , O , N , NO , e suas devidas reações de combinação, dissociação e ionização. O uso desses mecanismos químicos é necessário para a obtenção de predições corretas para as diferentes escalas de tempo e/ou comprimento, presentes no campo de escoamento reativo, bem como suas variações com as condições de fluxo. A utilização da hipótese de que o fluido possui um comportamento de gás real permite que a posição da onda de choque seja determi-

nada com maior precisão, visto que os corpos de reentrada estão sujeitos, ao entrar na atmosfera, à presença de fenômenos característicos de gases reais. Além disso, as distribuições de pressão e temperatura são mais precisas, se comparadas aos resultados obtidos pela simulação de gás ideal, já que o cálculo dessas duas propriedades é de extrema importância para o projeto estrutural e de proteção térmica dos veículos de reentrada. Como continuação do projeto, o campo de escoamento hipersônico obtido em torno de um veículo de reentrada será calculado utilizando as equações de Navier-Stokes. Para isso, será utilizado o mesmo esquema numérico para o cálculo do escoamento não viscoso. Em conjunto com as equações de Navier-Stokes, será feito no código a implementação de um modelo de turbulência. Cabe aqui citar que a implementação do código viscoso será feita em princípio em um contexto de malha estruturada. É importante citar que este projeto faz parte de um projeto global de nucleação de um grupo de pesquisa no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) localizado na Universidade do Vale do Paraíba (Univap), que se caracteriza como centro de pesquisa emergente.

757

Habilidades senso-motoras aplicadas ao desenvolvimento de mãos artificiais robotizadas

Glauco Augusto de Paula Caurin

Escola de Engenharia de São Carlos

Universidade de São Paulo (USP)

Processo 2000/11321-2

Vigência: 1/2/2002 a 31/8/2005

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um ambiente de simulação e testes para próteses mecatrônicas da mão humana e também para garras antropomórficas de robôs. Propõe-se o desenvolvimento de um ambiente de arquitetura aberta e flexível, permitindo a implementação de novos e diferentes conceitos de integração e cooperação entre o ser humano e máquinas inteligentes. O sistema será concebido para atender especialmente à pesquisa de habilidades senso-motoras. Assim, os esforços estarão concentrados na modelagem dinâmica da mão humana utilizando simulações por computador e na reprodução, verificação e validação simultânea das características funcionais desse modelo em diferentes arquiteturas de dedos artificiais com habilidades senso-motoras similares às de uma mão humana. É importante frisar que o ambiente computacional e o ambiente experimental propostos não funcionam apenas separados, mas também em conjunto e ao mesmo tempo (*hardware-in-the-loop*). Com essa estratégia, viabiliza-se um número maior de experimentos, reduzindo o investimento em *hardware*. Em longo prazo, projetos como este viabilizarão a uma mão artificial a ma-

nipular objetos comandados pelo ser humano. Esta proposta objetiva a implementação de parte das tecnologias necessárias para alcançar essa meta.

758

Análise do escoamento turbulento em meios porosos descontínuos

Marcos Heinzemann Junqueira Pedras
Universidade do Vale do Paraíba (Univap)
Processo 2000/10948-1
Vigência: 1/3/2001 a 31/8/2004

Este projeto busca a capacitação na análise de escoamentos turbulentos em meios hídricos (meio poroso em conjunto com o meio limpo). Esse tipo de configuração ocorre em várias situações práticas na engenharia, como no acoplamento reservatório-poço (na engenharia de petróleo), em escoamentos sobre florestas, plantações e cidades, em reatores catalíticos etc. Até o presente momento, parece não haver na literatura modelos de turbulência e metodologias de cálculo consolidados no que concerne ao tratamento de tais configurações. As equações macroscópicas governantes (continuidade, *momentum*, energia e espécies) serão obtidas por meio da média temporal e volumétrica das equações microscópicas governantes. Esse processo será feito utilizando-se o conceito de dupla decomposição temporal e espacial em conjunto com o teorema da média volumétrica local. As equações macroscópicas serão, então, discretizadas e introduzidas em um código computacional bidimensional em coordenadas generalizadas. Por meio desse código, as equações macroscópicas, juntamente com o modelo macroscópico de turbulência, serão ajustadas para várias configurações de meios porosos. Com o ferramental numérico desenvolvido e ajustado, será simulado o escoamento em vários sistemas híbridos, com a posterior análise dos mesmos.

759

Simulação de microtubos de calor por método da captura de interface

Humberto Araújo Machado
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento de São José dos Campos
Universidade do Vale do Paraíba (Univap)
Processo 1999/10802-8
Vigência: 1/4/2000 a 30/6/2004

Neste trabalho, propõe-se a simulação tridimensional transiente do processo de calor em um microtubo de geometria genérica, por meio do método de captura de interface. O objetivo é desenvolver um código computacional para uso no projeto, otimização e avaliação de microtubos de calor. O código será construído em linguagem Fortran, e as equações discretizadas serão resolvidas por via de volumes finitos, com acoplamento pressão-ve-

locidade mediante o algoritmo Prime. A adaptação a uma geometria será feita por transformação de domínios, com geração da malha regular por meio de método elíptico. Está prevista a construção de uma bancada de testes para protótipos, visando validar o modelo empregado na simulação.

760

Métodos de alta resolução para a obtenção de escoamentos hipersônicos em torno de um veículo de reentrada

Heidi Korzenowski
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D)
Universidade do Vale do Paraíba (Univap)
Processo 1998/09812-6
Vigência: 1/1/1999 a 31/8/2003

O trabalho se preocupa em calcular o campo de escoamento hipersônico em torno de um veículo de reentrada. Serão utilizadas as equações de Euler e as equações de Navier-Stokes para a obtenção do campo de escoamento. Para a discretização espacial, será utilizado o esquema Ausm+ de Liou, de segunda ordem de precisão. A marcha no tempo será feita por um esquema Runge-Kutta de cinco estágios, explícito e de segunda ordem de precisão. As equações serão discretizadas em um contexto de volumes finitos em malhas não estruturadas. Para uma boa captura dos fenômenos físicos, será utilizado um procedimento de refinamento adaptativo de malha. Neste trabalho, não serão considerados efeitos de reação química.

761

Análise de desempenho de máquinas de medir a três coordenadas

Álvaro José Abackerli
Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep)
Processo 1996/05961-1
Vigência: 1/12/1996 a 31/5/1999

Apesar das três décadas de utilização das máquinas de medir a três coordenadas -MM3Cs, ainda não existe uma norma de teste internacionalmente aceita para essas máquinas que lhes garantam medidas de desempenho justas e fidedignas ao seu real comportamento metrológico. Isso torna o desempenho das MM3Cs obscuro, se não completamente desconhecido, impedindo a determinação da cadeia metrológica para fins de rastreabilidade desses equipamentos. É importante lembrar que, diferentemente de outras grandezas físicas, não se dispõe de um padrão tridimensional contra o qual a MM3C possa ser calibrada e rastreada ao padrão primário. A solução atualmente disponível, quando muito, permite apenas a calibração individual das partes das MM3Cs sem ponderar adequadamente a complexidade do conjunto. Uma solução viável