

TÓM TẮT

Luận án đã phát triển phương pháp biên nhúng kết hợp với phương pháp tách biến Proper Generalized Decomposition (PGD) để giải các bài toán tương tác rắn-lỏng. Mục tiêu chính của luận án là phát triển một phương pháp hiệu quả để giải quyết các bài toán tương tác rắn-lỏng bằng. Trước tiên, phương pháp đã đề xuất sử dụng phương pháp biên nhúng để xử lý ảnh hưởng của vật cản trong miền lưu chất bằng cách thay thế ảnh hưởng của vật cản bằng một thành phần lực cưỡng bức tác động lên miền lưu chất, khi đó miền tính toán xem như chỉ còn một miền lưu chất đơn nhất. Vì vậy, quá trình chia lưới sẽ đơn giản đi rất nhiều và không cần phải thực hiện lại sau mỗi bước thời gian đối với các bài toán vật cản có biên di chuyển trong miền lưu chất. Bên cạnh đó, để gia tốc cho quá trình tính toán và tiết kiệm bộ nhớ chương trình, phương pháp PGD được đề xuất để giải các phương trình vi phân đạo hàm riêng. Phương pháp PGD giải quyết các bài toán trên không gian đa chiều dựa trên nguyên lý đưa các phương trình vi phân đạo hàm riêng đa chiều về việc giải các phương trình vi phân một chiều.

Luận án đã đề xuất áp dụng phương pháp PGD để giải các phương trình vi phân đạo hàm riêng trong không gian hai chiều và ba chiều. Tiếp theo, phương pháp PGD được đề xuất áp dụng vào các bài toán dòng chảy nhớt không nén ở các điều kiện biên khác nhau. Sau cùng, luận án đã đề xuất việc kết hợp phương pháp biên nhúng kết hợp với phương pháp PGD để giải quyết các bài toán dòng chảy nhớt không nén được qua vật thể biên cứng và biên đàn hồi. Các kết quả tính toán từ phương pháp đề xuất đã cho thấy sự hiệu quả và một hướng đi đầy hứa hẹn trong việc giải các bài toán về tương tác rắn lỏng.

ABSTRACT

The thesis has developed the immersed boundary method (IBM) combined with the separation method of Proper Generalized Decomposition (PGD) to solve fluid-structure interaction problems. The primary goal of the thesis is to develop an effective method to solve the problem of incompressible viscous flow past rigid and elastic obstacles. Firstly, the method has proposed using IBM to handle the effect of obstacles in the fluid domain by replacing the effect of obstacles by a forced force component acting on the fluid domain, when that computational domain is considered a single fluid domain. Therefore, the meshing process will be much simpler and do not need to be repeated after every time step for problems with boundary movement in the fluid domain. Besides, to accelerate the computational process and save program memory, PGD method is proposed to solve the partial differential equations. The PGD method solve multi-dimensional spatial problems based on the principle of multi-dimensional partial differential equations on solving one-way differential equations.

The thesis has proposed the application of PGD method to solve partial differential equations in two-dimensional and three-dimensional space. Next, the PGD method is proposed to apply to incompressible viscous fluid flow problems at different boundary conditions. Finally, the dissertation proposes to combine the IBM with PGD method to solve the incompressible viscous flow problems past rigid and elastic obstacles. The results calculated from the proposed method have shown effectiveness and a promising direction in solving problems of fluid-structure interaction.

TÓM TẮT NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Họ & tên NCS : Lê Quốc Cường MSNCS: 12252010101

Thuộc chuyên ngành : Cơ kỹ thuật Khoá: 2012

Tên luận án : Phát triển phương pháp biên nhúng kết hợp phương pháp Proper Generalized Decomposition cho bài toán dòng chảy nhớt không nén được qua vật thể biên cứng và biên đàn hồi

Người hướng dẫn chính : PGS. TS. Nguyễn Hoài Sơn

Người hướng dẫn phụ : TS. Phan Đức Huỳnh

Tóm tắt những đóng góp mới về lý luận và học thuật của luận án:

Phát triển phương pháp PGD với phương pháp sai phân hữu hạn để giải quyết các bài toán phương trình vi phân đạo hàm riêng bậc cao (phương trình Biharmonic, phương trình Poisson) trong không gian hai chiều và ba chiều.

Ứng dụng phương pháp PGD kết hợp với phương pháp chiếu để giải các bài toán dòng chảy nhớt không nén với các điều kiện biên khác nhau.

Phát triển IBM cổ điển cho bài toán dòng chảy nhớt không nén qua vật thể biên cứng di chuyển.

Phát triển IBM kết hợp với phương pháp tách biến PGD mô phỏng bài toán dòng chảy nhớt không nén qua vật thể biên cứng đứng yên và di chuyển.

Phát triển IBM kết hợp với phương pháp tách biến PGD mô phỏng bài toán dòng chảy nhớt không nén qua vật thể biên đàn hồi.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 02 năm 2019

Nghiên cứu sinh

Lê Quốc Cường

