

I-O-4.2

PHÁT TRIỂN CÔNG THỨC ĐẲNG HÌNH HỌC VỚI GÓC QUAY TỰ DO CHO BÀI TOÁN CƠ HỌC

Nguyễn Xuân Hùng^{(1), (2)}

(1) Khoa Toán - Tin học, Trường ĐH KHTN, ĐHQG-HCM

(2) Tổ Cơ học Tính toán, Trường ĐH Tôn Đức Thắng

TÓM TẮT

Khái niệm bậc tự do quay thường gặp trong phân tích kết cấu dầm, tấm và vỏ dùng phần tử hữu hạn. Nó làm tăng đáng kể chi phí tính toán và cũng gây khó khăn đáng kể khi giải các bài toán thực tiễn. Do đó, việc thiết kế công thức dùng đơn thuần bậc tự do tịnh tiến chuyển vị là rất cần thiết và vì vậy nhiều tiếp cận khác nhau về góc quay tự do đã được nghiên cứu. Trong số đó, tiếp cận dựa trên xấp xỉ liên tục C^1 là phù hợp do tính tương thích của nghiệm liên hệ đến góc xoay. Tuy nhiên, công thức xuất phát từ phần tử hữu hạn (PTHH) truyền thống thường gặp khó khăn để thỏa mãn điều kiện C^1 . Gần đây, phương pháp phần tử hữu hạn đẳng hình học (IGA) đã được đề nghị nhằm mục đích duy trì hình học chính xác và gia tăng độ chính xác nghiệm so với phần tử hữu hạn truyền thống. Khác với hàm dạng trong phương pháp PTHH dựa trên đa thức Lagrange, IGA dùng hàm B-splines hoặc NURBS (Non-Uniform Rational B-splines) vốn rất thông dụng trong các chương trình thiết kế hình học CAD. Vì vậy, hình học chính xác luôn được đảm bảo tại mức lưới khởi tạo thô nhất và quá trình làm mịn lưới để phân tích không đòi hỏi tốn kém thời gian quay lại mô hình ban đầu mà chỉ cần dựa trên dữ liệu lưới thô đã định nghĩa. Đặc biệt, B-splines (hay NURBS) cung cấp cho người dùng cách linh hoạt để làm mịn và nâng bậc xấp xỉ. Điều này giúp đạt được dễ dàng bậc liên tục bất kỳ (kể đến C^1) so với PTHH truyền thống. Trong báo cáo này, chúng tôi khai thác tính liên tục cao của IGA để giới thiệu người đọc công thức góc quay tự do đẳng hình học cho một số bài toán trong Cơ học. Sau cùng, chúng tôi minh họa độ tin cậy phương pháp bằng các ví dụ số.

DEVELOPMENT OF ROTATION-FREE ISOGEOMETRIC FORMULATION FOR MECHANICS PROBLEMS

ABSTRACT

A concept of rotational degrees of freedom is well known in the conventional finite element context of beams, plates and shells analysis. It leads to the increase of the stiffness matrix size and hence the computational cost and convergence difficulties for solving practical problems. It is therefore very attractive to design structural formulations that use only the translational degrees of freedom. Attempts to devise rotation-free formulations have been received much attention from scientists in computational mechanics area during the past decades. Among various formulations, approaches relied on the C^1 -continuous approximations are often considered due to the smoothness of the solutions related to rotations. However, the conventional finite element formulations are more complicated to construct the C^1 -continuous approximations. Alternatively, the NURBS-based isogeometric analysis (IGA) was recently proposed to preserve exact geometries and to enhance significantly the accuracy of the standard finite elements. Being different from basis functions of the standard FEM based on Lagrange polynomial, the IGA utilizes more general basis functions such as B-splines and Non-Uniform Rational B-splines (NURBS) that are common in CAD geometry. The exact geometry is then maintained at the coarsest level of discretization and the re-meshing is performed on this coarsest level without any communication with CAD geometry. Furthermore, B-splines (or NURBS) provide a flexible way to make refinement and degree elevation. They allow us to easily achieve the smoothness with arbitrary continuity order (including C^1) compared with the traditional FEM. This work aims to utilize the high continuity order of IGA to promote a rotation-free isogeometric formulation for mechanics problems. Finally, we illustrate the performance of the method by several numerical examples.

Email liên hệ: nxhung96@yahoo.com