

THÔNG TIN VỀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Tên luận án: PHÁT TRIỂN PHƯƠNG PHÁP KHÔNG LƯỚI MỚI ĐỂ PHÂN TÍCH GIỚI HẠN VÀ THÍCH NGHI KẾT CẤU & VẬT LIỆU

Chuyên ngành: Cơ kỹ thuật

Mã số: 62.52.01.01

Họ tên nghiên cứu sinh: Hồ Lê Huy Phúc

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS Lê Văn Cảnh

PGS.TS Phan Đức Hùng

Cơ sở đào tạo: Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM

I. Tóm tắt luận án

Luận án này hướng đến việc phát triển một phương pháp số mạnh để giải quyết các bài toán kỹ thuật, và phương pháp phân tích trực tiếp được sử dụng. Phương pháp này yêu cầu một thuật toán tối ưu hiệu quả và một công cụ rời rạc thích hợp.

Trước tiên, nghiên cứu này tập trung vào lý thuyết phân tích giới hạn và thích nghi, phương pháp được biết đến như là một công cụ hữu hiệu để xác định trực tiếp những thông tin cần thiết cho việc thiết kế kết cấu mà không cần phải thông qua toàn bộ quá trình gia tải. Về mặt toán học, các bài toán được phát biểu dưới dạng cực tiểu một chuẩn của tổng bình phương các biến trong không gian Euclide, sau đó được đưa về dạng chương trình hình nón phù hợp với tiêu chuẩn dỏ, ví dụ chương trình hình nón bậc hai (SOCP).

Hơn nữa, một công cụ rời rạc số mạnh phải có một công cụ rời rạc tốt để đạt được kết quả tính toán chính xác với tính ổn định cao. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp không lưới dựa trên phép tích phân hàm cơ sở hướng tâm (iRBF) để xấp xỉ các trường biến. Kỹ thuật tích phân nút ổn định (SCNI) được sử dụng nhằm loại bỏ

sự thiếu ổn định của kết quả số. Nhờ đó, tất cả các rang buộc trong bài toán được áp đặt trực tiếp tại nút bằng phương pháp tụ điểm. Điều này không những giúp kích thước bài toán được giữ ở mức tối thiểu mà còn đảm bảo phương pháp là không lưới thực sự. Một ưu điểm nữa mà hầu hết các phương pháp không lưới khác không đáp ứng được, đó là hàm dạng iRBF thỏa mãn đặc trưng Kronecker delta. Nhờ vậy, các điều kiện biên chính có thể được áp đặt dễ dàng mà không cần đến các kỹ thuật đặc biệt.

Tóm lại, nghiên cứu này phát triển phương pháp không lưới iRBF kết hợp với thuật toán tối ưu hình nón bậc hai cho bài toán phân tích trực tiếp kết cấu và vật liệu. Thế mạnh lớn nhất của phương pháp đề xuất là kết quả số với độ hội tụ chính xác cao có thể thu được với chi phí tính toán thấp. Hiệu quả của phương pháp được đánh giá thông qua việc so sánh kết quả số với những phương pháp khác.

II. Những đóng góp mới của đề tài

Theo kiến thức của tác giả, những đóng góp ban đầu của luận án là:

- Phát triển phương pháp không lưới iRBF kết hợp với giải thuật tối ưu hình nón bậc hai (SOCP) để giải quyết bài toán phân tích giới hạn và thích nghi kết cấu & vật liệu. Nghiên cứu đưa ra được các thông số thiết yếu cho việc thiết kế kết cấu, đó là tải trọng giới hạn và thích nghi, miền tương tác tải trọng và cơ cấu phá hoại ở cả hai cấp độ vĩ mô (kết cấu) và vi mô (RVE).
- Các dạng kết cấu như tấm phẳng, dầm liên tục, khung phẳng, tấm chịu uốn, kết cấu vi mô (RVE) được khảo sát dưới tác dụng của nhiều dạng tải trọng khác nhau. Các bài toán được khảo sát với mô hình 2D và 3D, các tiêu chuẩn dẻo tương ứng với các loại vật liệu khác nhau được sử dụng như von Mises (cho vật liệu kim loại), Nielsen (cho vật liệu bê tông cốt thép).

- Thiết lập các bài toán phân tích giới hạn và thích nghi dựa trên các đường lối tiếp cận động học và tĩnh học, sau đó phát biểu bài toán dưới dạng tối ưu chương trình hình nón bậc hai (SOCP), giúp giảm kích cỡ bài toán và chi phí tính toán.
- Cải thiện hiệu quả tính toán của phương pháp iRBF truyền thống (chi phí, độ chính xác và sự ổn định của lời giải) nhờ sử dụng kỹ thuật tích phân nút ổn định (SCNI).

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

Dissertation title: **DEVELOPMENT OF NOVEL MESHLESS METHOD FOR LIMIT AND SHAKEDOWN ANALYSIS OF STRUCTURES & MATERIALS.**

Major : Engineering Mechanics Major code: 62.52.01.01

PhD candidate : Ho Le Huy Phuc

The first supervisor: Assoc. Prof. PhD. Le Van Canh

The second supervisor: Assoc. Prof. PhD. Phan Duc Hung

Training place: Faculty of Civil, HCMC University of Technology and Education

III. Summary of the dissertation

The proposed research is essentially concerning on the development of powerful numerical methods to deal with practical engineering problems. The direct methods requiring the use of a strong mathematical tool and a proper numerical discretization are considered.

The current work primarily focuses on the study of limit and shakedown analysis allowing the rapid access to the requested information of structural design without the knowledge of whole loading history. For the mathematical treatment, the problems are formulated in form of minimizing a sum of Euclidean norms which are then cast as suitable conic programming depending on the yield criterion, e.g. second order cone programming (SOCP).

In addition, a robust numerical tool also requires an excellent discretization strategy which is capable of providing stable and accurate solutions. In this study, the so-called integrated radial basis functions-based mesh-free method (iRBF) is employed to approximate the computational fields. To eliminate numerical

instability problems, the stabilized conforming nodal integration (SCNI) scheme is also introduced. Consequently, all constraints in resulting problems are directly enforced at scattered nodes using collocation method. That not only keeps size of the optimization problem small but also ensures the numerical procedure truly mesh-free. One more advantage of iRBF method, which is absent in almost meshless ones, is that the shape function satisfies Kronecker delta property leading the essential boundary conditions to be imposed easily.

In summary, the iRBF-based mesh-free method is developed in combination with second order cone programming to provide solutions for direct analysis of structures and materials. The most advantage of proposed approach is that the highly accurate solutions can be obtained with low computational efforts. The performance of proposed method is justified via the comparison of obtained results and available ones in the literature.

IV. The contributions of the dissertation

According to the author's knowledge, the original contributions of the thesis are:

- Development of novel meshless method named iRBF for limit and shakedown analysis of structures and materials. This study provides the essential information for structural design, i.e., limit and shakedown load multipliers, load interaction domain and collapse mechanism at macroscopic level (structure) as well as microscopic one (RVE).
- Various different types of structures such as plates, continuous beam, frame, bending plate or microstructures (RVE) under different loading conditions are investigated. The problems are examined using both 2D and 3D models, and the yield criterion

related to several materials are employed, e.g. von Mises, Nielsen.

- Different models of limit and shakedown problems based on kinematic and static approaches are established, then formulated in the form of second order cone programming (SOCP), leading to the reduction of problems's size and computational cost.
- Improvement of computational aspect of original iRBF approach (cost, accuracy and stability) due to the use of stability conforming nodal intergration (SCNI) technique.