

TÓM TẮT NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Họ & tên NCS : Lâm Phát Thuận MSNCS: 13252010105
Thuộc chuyên ngành : Cơ kỹ thuật Khoa: 2013-2016
Tên luận án : Phát triển các phương pháp tối ưu hóa thông minh cho một số bài toán cơ học.
Người hướng dẫn chính : PGS.TS Nguyễn Hoài Sơn
Người hướng dẫn phụ : PGS. TS Lê Anh Thắng

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

Trong luận án này, một thuật toán được gọi là ABDE (ANN-Based Differential Evolution) được giới thiệu để tìm kiếm thiết kế tối ưu của các cấu trúc tấm composite gia cường. Thuật toán mới là sự kết hợp giữa Mạng nơ ron nhân tạo (Artificial Neural Network-ANN) và thuật toán Differential Evolution (DE) được cải tiến để giải quyết các bài toán tối ưu hóa. Trong kỹ thuật này, ANN giúp nhanh chóng tính toán đáp ứng của cấu trúc, được áp dụng trong bước xử lý ràng buộc hoặc tìm giá trị của hàm mục tiêu của thuật toán DE. Điều này giúp giảm chi phí và tăng tốc độ hội tụ một cách đáng kể. Ngoài ra, một cách tiếp cận mới dựa trên sự kết hợp giữa phiên bản cải tiến của thuật toán Jaya (iJaya) và phương pháp xác định vòng lặp đơn (Single-Loop Deterministic Methods-SLDM) được đề xuất để giải quyết bài toán Tối ưu hóa thiết kế dựa trên độ tin cậy (Reliability-Based Design Optimization-RBDO) của dầm composite Timoshenko. Các dầm được sử dụng trong nghiên cứu này là các mô hình dầm Timoshenko được tính toán dựa trên công thức giải tích. Phương pháp đề xuất bao gồm hai bước riêng biệt. Đầu tiên, bài toán tối ưu hóa dầm composite Timoshenko được xây dựng và giải quyết bằng một biến thể cải tiến của thuật toán tối ưu hóa Jaya. Thứ hai, bài toán RBDO được thành lập và giải quyết bằng cách sử dụng SLDM để biến đổi các ràng buộc xác suất thành các ràng buộc tĩnh định tương ứng với độ tin cậy nhất định. Sau khi bài toán tối ưu hóa với ràng buộc tĩnh định được thành lập, thuật toán iJaya sẽ được áp dụng để tìm nghiệm tối ưu. Như vậy, lời giải tối ưu tìm được phù hợp với mức độ tin cậy nhất định.

Luận án này đóng góp một số điểm mới lạ sau:

- Thuật toán DE cải tiến đã được áp dụng lần đầu tiên để giải bài toán thiết kế tối ưu của cấu trúc tấm composite gia cường và kết quả cho thấy hiệu quả và độ chính xác tốt.
- Một sự hiệu chỉnh trong bước lựa chọn của thuật toán Jaya ban đầu sử dụng kỹ thuật lựa chọn tinh hoa (Elitist Selection Technique) được đề xuất để tạo thành một phiên bản cải tiến của thuật toán. Thuật toán Jaya cải tiến sau đó được áp dụng để giải quyết bài toán tối ưu hóa cấu trúc dầm composite Timoshenko và thu được kết quả rất tốt.

- Thuật toán Jaya cải tiến lần đầu tiên được kết hợp với Phương pháp xác định vòng lặp đơn nghiệm toàn cục (SLDM) để tạo ra một bộ công cụ mới có tên (SLMD-iJaya) để giải quyết bài toán Tối ưu hóa thiết kế dựa trên độ tin cậy của các mô hình dầm composite liên tục. Các thiết kế tối ưu thu được tốt hơn và an toàn hơn nhiều so với các thiết kế không có xét đến yếu tố độ tin cậy.

- Mạng nơ-ron nhân tạo được sử dụng để xấp xỉ đáp ứng của tấm composite gia cường và ANN được tích hợp với thuật toán Differential Evolution cải tiến để tạo thành thuật toán mới gọi là thuật toán ABDE. Thuật toán mới này sau đó được áp dụng để tìm kiếm thiết kế tối ưu của các cấu trúc tấm composite gia cường. Bài toán đầu tiên là tối ưu hóa các góc hướng sợi của tấm composite gia cường và vấn đề thứ hai là giải tìm độ dày tối ưu của tấm composite gia cường. Kết quả thu được cho thấy tính hiệu quả cao của bộ công cụ ABDE được đề xuất.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 19 tháng 03 năm 2020

Nghiên cứu sinh

(Ký và ghi rõ họ tên)

Người hướng dẫn chính

(Ký và ghi rõ họ tên)

Người hướng dẫn phụ

(Ký và ghi rõ họ tên)

- The improved Jaya algorithm has first time been combined with the Global Single-Loop Deterministic Methods (SLDM) to generate a new tool set called (SLMD-iJaya) for solving the Reliability-Based Design Optimization of the continuous composite beam models. The optimal designs obtained is much better and safer than those without the reliability factor.
- The Artificial Neural Network is used to approximate the respond of the Stiffened composite plate and the ANN is integrated to the improved Differential Evolution algorithm to form a new algorithm call ABDE (ANN-based Differential Evolution) algorithm. This new algorithm is then applied to look for optimal design of the stiffened composite plate structures. The first one is to solve for optimal fiber angles of the stiffened composite plate and the second problem is solve for the optimal thickness of the stiffened composite plate. The results obtained show the highly effectiveness performance of the proposed ABDE tool set.

Supervisor
(Sign and name)

HCMC, 19/03/2020

PhD candidate
(Sign and name)

ABSTRACT

Almost all design problems in engineering can be considered as optimization problems and thus require optimization techniques to solve. During the past few decades, many optimization techniques have been proposed and applied to solve a wide range of various optimization problems. Among them, meta-heuristic algorithms have gained huge popularity in recent years in solving design optimization problems of many types of structure with different materials. These meta-heuristic algorithms include genetic algorithms (GA), particle swarm optimization (PSO), bat algorithm (BA), cuckoo search (CS), differential evolution (DE), firefly algorithm (FA), harmony search (HS), flower pollination algorithm (FPA), ant colony optimization (ACO), bee algorithms (BA), Jaya algorithm and many others. Among the methods mentioned above, the Differential Evolution is one of the most widely used methods. Since it was first introduced in 1997 by Storn and Price [1], many studies have been carried out to improve and apply DE in solving structural optimization problems. The DE has demonstrated excellent performance in solving many different engineering problems. Besides the Differential Evolution algorithm, the Jaya algorithm recently proposed by Rao [2] in 2016 is also an effective and efficient method that has been widely applied to solve many optimization problems and showed its good performance. It gains dominant results when being tested with benchmark test functions in comparison with other meta-heuristic methods. However, like many other population-based optimization algorithms, one of the disadvantages of DE and Jaya is that the computational time obtaining optimal solutions is much slower than the gradient-based optimization methods. This is because DE and Jaya takes a lot of time evaluating the fitness of individuals in the population. To overcome this disadvantage, Artificial Neural Networks (ANN) are studied to combine with the meta-heuristic algorithms, such as Differential Evolution, to form a new approach which has the ability to solve the design optimization effectively. Moreover, one of the most important issues in engineering design is that the optimal designs are often affected by uncertainties which can be occurred from various sources, such as manufacturing processes, material properties and operating environments. These uncertainties may cause structures to improper performance as in the original design, and hence may result in risks to structures [3]. Therefore, reliability-based design optimization (RBDO) can be considered as an important and comprehensive strategy for finding an optimal design.

In this dissertation, an improved version of Differential Evolution has been first time utilized to solve for optimal fiber angle and thickness of the stiffened composite.

Secondly, the Artificial Neural Network is integrated to the optimization process of the improved Differential Evolution algorithm to form a new algorithm call ABDE (ANN-based Differential Evolution) algorithm. This new algorithm is then applied to solve optimization problems of the stiffened composite plate structures. Thirdly, an elitist selection technique is utilized to modify the selection step of the original Jaya algorithm to improve the convergence of the algorithm and formed a new version of the original Jaya called iJaya algorithm. The improved Jaya algorithm is then applied to solve for optimization problem of the Timoshenko composite beam and obtained very good results. Finally, the so-called called (SLMD-iJaya) algorithm which is the combination of the improved Jaya algorithm and the Global Single-Loop Deterministic Methods (SLDM) has been proposed as a new tool set for solving the Reliability-Based Design Optimization problems. This new method is applied to look for optimal design of Timoshenko composite beam structures with certain level of reliability.

TÓM TẮT

Hầu như các bài toán thiết kế trong kỹ thuật có thể được coi là những bài toán tối ưu và do đó đòi hỏi các kỹ thuật tối ưu hóa để giải quyết. Trong những thập kỷ qua, nhiều kỹ thuật tối ưu hóa đã được đề xuất và áp dụng để giải quyết một loạt các vấn đề khác nhau. Trong số đó, các thuật toán meta-heuristic đã trở nên phổ biến trong những năm gần đây trong việc giải quyết các vấn đề tối ưu hóa thiết kế của nhiều loại cấu trúc với các vật liệu khác nhau. Các thuật toán meta-heuristic này bao gồm Genetic Algorithms, Particle Swarm Optimization, Bat Algorithm, Cuckoo Search, Differential Evolution, Firefly Algorithm, Harmony Search, Flower Pollination Algorithm, Ant Colony Optimization, Bee Algorithms, Jaya Algorithm và nhiều thuật toán khác. Trong số các phương pháp được đề cập ở trên, Differential Evolution là một trong những phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất. Kể từ khi được Storn và Price [1] giới thiệu lần đầu tiên, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để cải thiện và áp dụng DE trong việc giải quyết các vấn đề tối ưu hóa cấu trúc. DE đã chứng minh hiệu suất tuyệt vời trong việc giải quyết nhiều vấn đề kỹ thuật khác nhau. Bên cạnh thuật toán Differential Evolution, thuật toán Jaya được Rao [2] đề xuất gần đây cũng là một phương pháp hiệu quả và đã được áp dụng rộng rãi để giải quyết nhiều vấn đề tối ưu hóa và cho thấy hiệu suất tốt. Nó đạt được kết quả vượt trội khi được thử nghiệm với các hàm test benchmark so với các phương pháp dựa trên dân số khác. Tuy nhiên, giống như nhiều thuật toán tối ưu hóa dựa trên dân số khác, một trong những nhược điểm của DE và Jaya là thời gian tính toán tối ưu chậm hơn nhiều so với các phương pháp tối ưu hóa dựa trên độ dốc (gradient-based algorithms). Điều này là do DE và Jaya mất rất nhiều thời gian để đánh giá hàm mục tiêu của các cá thể trong bộ dân số. Để khắc phục nhược điểm này, các mạng nơ ron nhân tạo (Artificial Neural Networks) được nghiên cứu để kết hợp với các thuật toán meta-heuristic, như Differential Evolution, để tạo thành một phương pháp tiếp cận mới giúp giải quyết các bài toán tối ưu hóa thiết kế một cách hiệu quả. Bên cạnh đó, một trong những vấn đề quan trọng nhất trong thiết kế kỹ thuật là các thiết kế tối ưu thường bị ảnh hưởng bởi những yếu tố ngẫu nhiên. Những yếu tố này có thể xảy ra từ nhiều nguồn khác nhau, chẳng hạn như quy trình sản xuất, tính chất vật liệu và môi trường vận hành và có thể khiến các cấu trúc hoạt động không đúng như trong thiết kế ban đầu, và có thể dẫn đến rủi ro cho các cấu trúc [3]. Do đó, tối ưu hóa thiết kế dựa trên độ tin cậy (Reliability-Based Design Optimization) có thể được coi là một chiến lược toàn diện, cần thiết để tìm kiếm một thiết kế tối ưu.

Trong luận án này, lần đầu tiên một phiên bản cải tiến của phương pháp Differential Evolution đã được sử dụng để tìm góc hướng sợi tối ưu và độ dày của tấm gia cường vật liệu composite. Thứ hai, Mạng nơ ron nhân tạo (ANN) được tích hợp vào quy

trình tối ưu hóa thuật toán Differential Evolution cải tiến để hình thành thuật toán mới gọi là thuật toán ABDE (Artificial Neural Network-Based Differential Evolution). Thuật toán mới này sau đó được áp dụng để giải quyết các bài toán tối ưu hóa của các cấu trúc tấm composite gia cường. Thứ ba, một kỹ thuật lựa chọn tinh hoa (Elitist Selection Technique) được sử dụng để hiệu chỉnh bước lựa chọn của thuật toán Jaya ban đầu để cải thiện sự hội tụ của thuật toán và hình thành một phiên bản mới của thuật toán Jaya được gọi là thuật toán iJaya. Thuật toán Jaya cải tiến (iJaya) sau đó được áp dụng để giải quyết bài toán tối ưu hóa dầm Timoshenko vật liệu composite và thu được kết quả rất tốt. Cuối cùng, thuật toán mới SLMD-iJaya được tạo thành từ sự kết hợp giữa thuật toán Jaya cải tiến và phương pháp vòng lặp đơn xác định (Single-Loop Deterministic Method) đã được đề xuất như một công cụ mới để giải quyết các vấn đề Tối ưu hóa thiết kế dựa trên độ tin cậy. Phương pháp mới này được áp dụng để tìm kiếm thiết kế tối ưu của các cấu trúc dầm composite Timoshenko và cho kết quả vượt trội.