บทคัดย่อ

T164342

งานที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เกี่ยวกับการใช้อัลกอริทึมแบบวิวัฒนาการกับการออกแบบโทโปโลยีของโครงสร้าง การหาโทโปโลยีเหมาะสมที่สุดของโครงสร้างคือปัญหาการออกแบบที่ต้องการโทโปโลยีที่ดีที่สุดของโครงสร้างสำหรับใช้งานบางอย่าง การออกแบบนี้ใช้ในขั้นต้นของขบวนการออกแบบโครงสร้าง ปัญหาการออกแบบที่นิยมใช้คือ ค่าความอ่อนตัวของโครงสร้างต่ำสุดร่วมกับการควบคุมน้ำหนักของโครงสร้างที่ต้องการ ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดนี้ สามารถหาผลเฉลยได้โดยใช้การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์และอัลกอริทึมสำหรับหาค่าเหมาะสมที่สุด

สำหรับอัลกอริทึมแบบวิวัฒนาการที่นำเสนอนี้ ประกอบด้วย วิธี Genetic Algorithm (GA) วิธี Stud-Genetic Algorithm (Stud-GA) วิธี Population-Based Incremental Learning (PBIL) และวิธี Simulated Annealing (SA) ทั้งสี่วิธีนี้จะถูกเทียบเคียงในเทอมของขั้นตอนการดำเนินการหลักและการประยุกต์ใช้ อัลกอริทึมแบบวิวัฒนาการนี้ ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการทดสอบกับ 3 กรณี ของการออกแบบโทโปโลยีของโครงสร้างแบบแผ่น โดยมีฟังก์ชันเป้าหมายคือ ผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักของพลังงานความเครียดและน้ำหนักของโครงสร้าง จากการเปรียบเทียบผลเฉลยที่ได้ของแต่ละวิธี พบว่า วิธี SA มีประสิทธิภาพเหนือกว่าวิธีวิวัฒนาการอื่น ทั้งในเรื่องความสม่ำเสมอและอัตราการลู่เข้าหาคำตอบ และได้แสดงให้เห็นว่า ผลลัพธ์เหมาะสมที่สุดที่ได้จากวิธี SA ยังคงให้ค่าใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้วิธี Optimality Criteria (OC)

รูปแบบตาหมากรุกเป็นรูปแบบที่เกิดในโทโปโลยีเหมาะสมที่สุดของโครงสร้างได้ สาเหตุเกิดจากการใช้เอลิเมนต์สี่เหลี่ยมสี่จุดต่อในการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ของโครงสร้าง จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคการคำนวณเชิงตัวเลขมาใช้เพื่อลดปัญหานี้ โดยการเพิ่มเทคนิคในการปรับถ่วงโทโปโลยีร่วมกับรูปแบบการเกิดตาหมากรุก จึงทำให้ได้ฟังก์ชันเป้าหมายของปัญหาใหม่คือ ผลรวมถ่วงน้ำหนักของพลังงานความเครียด น้ำหนักและพีนัลตีของการเกิดตาหมากรุกบนโครงสร้าง ผลจากการใช้ร่วมกับการปรับค่าตัวคูณถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสม แสดงให้เห็นว่า วิธีการที่นำเสนอนี้ สามารถป้องกันการเกิดรูปแบบตาหมากรุกบนโครงสร้างได้

Abstract

TE164342

The work presented in this thesis is concerned with the use of evolutionary algorithms for the topological design of structures. Structural topology optimization is a design problem that is posed to find the best configuration of a structure for some particular use. This design strategy is normally used in conceptual design process. The classical topology design problem is structural compliance minimization with weight constraint. The optimization problem can be carried out by using finite element analysis and optimization algorithms.

A number of established evolutionary algorithms, including Genetic Algorithm (GA), Stud-Genetic Algorithm (Stud-GA), Population-Based Incremental Learning (PBIL) and Simulated Annealing (SA), are reviewed and compared in terms of their philosophical basis and implementations. The use of these methods is demonstrated using three problems of the topological design of plate structures. The objective function for the design problems is the weighted sum of structural strain energy and weight. The solutions obtained using the various methods are compared. It is illustrated that SA is superior to the other evolutionary methods in terms of convergence rate and consistency. It is also shown that the optimum results obtained from using SA are as good as that obtained from using the classical Optimality Criteria (OC) method.

As four-node membrane element is used for structural finite element analysis, checkerboard patterns could be formed in the optimum topologies. The numerical technique to alleviate such patterns is therefore developed. The present technique exploits the idea that a topology with checkerboard patterns has to be penalized. The new objective function of the design problems is, thus, the weighted sum of strain energy, weight and checkerboard penalty. It is shown that, with the proper set of weighting factors, checkerboard-free design can be achieved by using the present technique.