บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MGR4780050

ชื่อโครงการ: การหารูปร่างเบื้องต้นของโครงสร้างเหมาะสมสุดโดยค่าประมาณของการกระจายตัวของเนื้อวัสดุ

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: นายสุจินต์ บุรีรัตน์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อีเมล์: sujbur@kku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ 2 ปี

176839

การหาโทโปโลยีเหมาะสมสุด เป็นหนึ่งในเครื่องมือเชิงตัวเลขที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการออกแบบขั้นต้นของโครงสร้างและชิ้นส่วนทางกล กระบวนการหาผลเฉลยโทโปโลยีอย่างเช่น วิธี SIMP สามารถทำได้โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ทางไฟไนท์อีเลเมนต์และวิธีหาค่าเหมาะสมสุด เมื่อกำหนดโดเมนการออกแบบแล้วทำการแบ่งโดเมนออกเป็นอีเลเมนต์ย่อยซึ่งเรียกว่าอีเลเมนต์พื้นฐาน ค่าความหนาแน่นของอีเลเมนต์พื้นฐานจะเป็นตัวกำหนดรูปทรงเบื้องต้นหรือโทโปโลยีของโครงสร้าง ปัญหาที่มักเกิดในกระบวนการออกแบบนี้คือ การกระจายตัวของความหนาแน่นของอีเลเมนต์พื้นฐานที่มีลักษณะคล้ายกับ ตาหมากรุก ซึ่งเป็นผลมาจากความไม่เสถียรของวิธีไฟไนท์อีเลเมนต์ นอกจากนี้ยังมีปัญหาการได้รับผลเฉลยเหมาะสมสุดเฉพาะที่ และปัญหาความแตกต่างของผลเฉลยในปัญหาการออกแบบเดียวกันเมื่อใช้ความละเอียดของกริดไฟไนท์อีเลเมนต์ที่แตกต่างกัน

งานในรายงานวิจัยฉบับนี้เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาวิธีเชิงตัวเลข ADD เพื่อใช้ในการหาโทโปโลยีเหมาะสมสุดของโครงสร้าง เทคนิค ADD เป็นวิธีเชิงตัวเลขที่ทำการประยุกต์ใช้อินเตอร์โปเลชันเพื่อประมาณค่าการกระจายตัวของค่าความหนาแน่นบนโดเมนของอีเลเมนต์พื้นฐาน หลักการเบื้องต้นของ ADD คือการกำหนดโดเมนของตัวแปรออกแบบที่มีความละเอียดของกริดน้อยกว่าความละเอียดของกริดของอีเลเมนต์พื้นฐาน การแปลงค่าระหว่างตัวแปรออกแบบและการกระจายความหนาแน่นบนโดเมนของอีเลเมนต์พื้นฐานทำได้โดยการใช้ ADD ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค ADD กับวิธีเหมาะสมสุดทั้งแบบใช้อนุพันธ์และขั้นตอนวิธีวิวัฒนาการ จากผลการออกแบบและทดลองเชิงตัวเลขพบว่า วิธี ADD ช่วยเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพของวิธีการหาค่าเหมาะสมสุดทั้งสองชนิดโดยเฉพาะกับวิธีวิวัฒนาการนั้น ทำให้การประยุกต์วิธีการดังกล่าวกับงานออกแบบจริงเป็นไปได้ จากเดิมไม่เป็นที่นิยมมากนัก จุดเด่นที่สุดของวิธี ADD คือความสามารถในการป้องกันการเกิดตาหมากรุกบนผลเฉลยโทโปโลยีของโครงสร้างที่ได้รับ ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ ADD ไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าหรือความหมายของฟังก์ชั่นเป้าหมายและเงื่อนไขบังคับ ด้วยเหตุนี้การประยุกต์ใช้ ADD จึงกล่าวได้ว่าช่วยให้นักออกแบบสามารถตั้งปัญหาการออกแบบที่แปลกไปกว่าที่เคยถูกจำกัดอยู่เพียงไม่กี่รูปแบบ ส่งผลให้เครื่องมือในการออกแบบชนิดนี้ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น

176839

Topological optimisation is one the most popular and powerful tools for the conceptual design of structures and mechanical parts. A classical topology design approach such as solid isometric material and penalization (SIMP) can be carried out by using a finite element technique and numerical optimisation procedure. The predefined structural design domain is discretised to have a number of finite elements called ground elements. The densities of the ground elements determine a structural topology. Some numerical difficulties encountered during the design process are the formation of checkerboards on the resulting topology, local optimum resulting in less effective design, and the difference of optimum results of one design domain with various ground elements' resolutions.

The work in this research report is concerned with the applications of a numerical technique, which is called approximated density distribution (ADD), to structural topology optimisation. The ADD technique exploits the surface spline interpolation technique (also referred to as radial-basis interpolation) for approximating the material density distribution on the ground element domain. The basic concept of ADD is that the design variables of a topological design problem are assigned in another domain rather than using the ground element domain. The transformation from the design variable domain to the ground element domain is achieved by the use of ADD. The proposed numerical concept is applied to a number of the gradient-based and population-based optimisation methods. It is illustrated that the ADD technique helps enhancing the performance of both types of optimisation methods particularly for the evolutionary methods. The most outstanding advantage of using the ADD technique is that it can prevent checkerboard formation on a resulting topology without affecting on objective and constraint function values. This means that, when using ADD, any aspect of topological design problems can be posted and solved enabling a wider range of topological design applications.