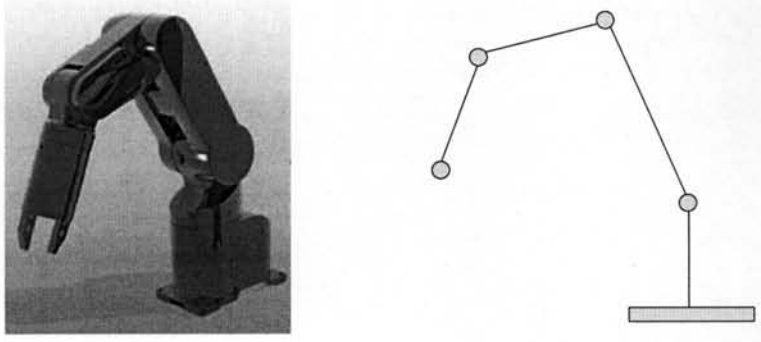
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองพฤติกรรมของระบบอย่างแพร่หลายในหลายด้าน เช่น เกษตรกรรม การแพทย์ ภาพยนตร์ การทหาร วิทยาศาสตร์ อวกาศ และวิศวกรรม เป็นต้น เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายน้อย สามารถดูผลกระทบจากการเปลี่ยนตัวแปรได้อย่างหลากหลาย ลดความเสี่ยงจากการทดสอบจริงและดูผลกระทบของการเปลี่ยนตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบในกรณีที่ระบบจริงทำได้ลำบาก [1] [2] แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่ยุ่งยากของการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) ก็คือการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงคณิตศาสตร์หรือการสร้างสมการเพื่อเลียนแบบระบบจริง ในงานออกแบบทางด้านวิศวกรรมต่างๆ ที่ต้องใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น การออกแบบรถยนต์ เครื่องบิน ยานอวกาศและหุ่นยนต์ เป็นต้น จะใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการสร้างสมการความสัมพันธ์ของระบบเหล่านี้ วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์จะแบ่งระบบออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ ซึ่งเรียกว่าเอลิเมนต์ แล้วจึงหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของชิ้นส่วนเล็กๆ นั้น หลังจากนั้นจึงนำมาประกอบขึ้นเป็นความสัมพันธ์ของทั้งระบบอีกครั้ง การจำลองพฤติกรรมของระบบที่แตกต่างกันจะใช้ชนิดของเอลิเมนต์ที่แตกต่างกันไป เช่น การออกแบบแขนหุ่นยนต์ การออกแบบคานของรถบรรทุก การออกแบบโครงสร้างตึก เป็นต้น จะใช้เอลิเมนต์ 1 มิติ และเอลิเมนต์ 1 มิติที่ใช้กันแพร่หลายมี 2 ชนิด คือ เอลิเมนต์โครงข้อแข็ง (Frame Element) และเอลิเมนต์โครงข้อหมุน (Truss Element) ความแตกต่างของระบบที่ใช้ เอลิเมนต์โครงข้อแข็งและเอลิเมนต์โครงข้อหมุนก็คือพฤติกรรมทางด้านกายภาพของการเชื่อมต่อภายในระบบ ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างในปัจจุบันที่จะมีความสามารถในการในการจำลองพฤติกรรมโครงข้อหมุน และโครงข้อแข็งจะต้องประกอบด้วยเอลิเมนต์ 2 ชนิด แม้ว่าขั้นตอนของการจำลองพฤติกรรมของทั้งสองระบบจะมีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งหากสามารถใช้เพียงเอลิเมนต์เดียวในการพัฒนาได้ก็จะช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ เนื่องจากในการพัฒนาก็จะใช้เพียงโมดูล (Module) เดียวที่พัฒนาขึ้นจากเอลิเมนต์โครงข้อแข็งเท่านั้น นอกจากนี้แล้วในส่วนการแสดงผลของซอฟต์แวร์ก็ไม่จำเป็นต้องแยกเป็น 2 ส่วนอีกต่อไป ในวิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนออัลกอริทึมใหม่ในการสร้างรหัสตัวเลข (Code Numbers) ที่ช่วยให้การพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถใช้เพียงเอลิเมนต์เพียงชนิดเดียวแต่ยังคงความสามารถในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างได้ทั้ง โครงข้อหมุน โครงข้อแข็ง และโครงสร้างที่มีจุดต่อแบบผสมอีกด้วย

ตามที่กล่าวมาในตอนต้นว่าปัญหาของการจำลองพฤติกรรมของระบบต่างๆ คือ การหาความสัมพันธ์ทางด้านคณิตศาสตร์เพื่อเลียนแบบปัญหาจริง ซึ่งในการออกแบบงานด้านวิศวกรรมใน 2 มิติ ก่อนที่จะสร้างแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์ ลักษณะงานจะต้องแปลงให้เป็นโครงสร้างใน 2 มิติก่อนแล้วจึงหาความสัมพันธ์ทางด้านคณิตศาสตร์ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้ตัวอย่างของการออกแบบโครงสร้าง 2 มิติเป็นกรณีศึกษาเพื่ออธิบายการทำงานและแสดงความสามารถของอัลกอริทึม โดยโครงสร้างจะถูกแปลงให้อยู่ใน 2 มิติก่อนเพื่อให้ใช้เอลิเมนต์แบบ 1 มิติในการจำลองพฤติกรรมได้ ตัวอย่างการแปลงโครงสร้างใน 3 มิติให้อยู่ใน 2 มิติเพื่อการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างทำได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งข้อมูลของโครงสร้างใน 2 มิติจะเป็นข้อมูลเข้า (Input Data) สำหรับการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1.1 การแปลงงานใน 3 มิติเป็น 2 มิติก่อนการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ [3]

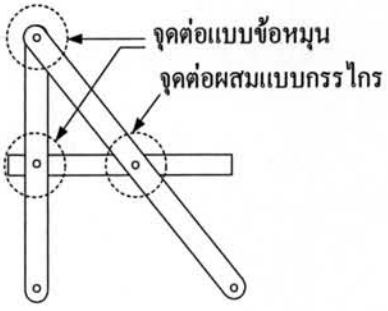
ในการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลของแรง (Forces) และการเปลี่ยนตำแหน่ง (Displacements) ของโครงสร้างเป็นข้อมูลที่วิศวกรต้องการทราบเพื่อนำไปใช้ในการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมในการรับแรง แต่การคำนวณเพื่อให้ได้ข้อมูลเหล่านี้ต้องมีการคำนวณจำนวนมากและเพิ่มขึ้นตามขนาดของโครงสร้าง หากคำนวณด้วยมือเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ละเอียดก็ต้องใช้เวลามากตั้งแต่หลายชั่วโมงจนถึงหลายสัปดาห์และยังมีโอกาสเกิดความผิดพลาดระหว่างการคำนวณจากมนุษย์ (Human Error) อีกด้วย ซึ่งถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็ต้องเสียเวลาในการหาจุดผิดและต้องเริ่มคำนวณใหม่อีกครั้ง นอกจากนั้นแล้วข้อผิดพลาดเหล่านี้ยังผลต่อเนื่องไปถึงขั้นตอนต่อไปของการออกแบบอีกด้วย ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้อัลกอริทึม (Algorithm) สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อใช้พัฒนาคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์จึงได้ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้

ก่อนหน้าเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกคิดค้นขึ้น George A. Maney ได้คิดค้นวิธีมุมลาดและการโก่งตัว (Slop-Deflection) [4] ขึ้นในปี ค.ศ. 1915 เพื่อจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง วิธีการนี้ถือได้ว่าเป็นต้นกำเนิดของวิธีสติฟเนส (Stiffness Method) ซึ่งใช้หลักการเดียวกับวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ในเวลาต่อมา ในช่วงก่อนคอมพิวเตอร์กำเนิดขึ้นวิธีการเหล่านี้ไม่มีประโยชน์มากนัก เนื่องจากสมการที่ถูกสร้างขึ้นต้องใช้การแก้สมการพีชคณิตหลายตัวแปร (Simultaneous Equations) ซึ่งเป็นเรื่องยากเมื่อต้องแก้สมการที่มีตัวแปรที่ไม่ทราบค่า (Unknown Variable) เป็นจำนวนมากด้วยมือ แต่หลังจากที่เครื่องคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงปลายปี ค.ศ. 1940 ก็ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในการวิเคราะห์โครงสร้างขึ้น เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถที่จะแก้ระบบสมการหลายตัวแปรขนาดใหญ่ที่ถูกจัดอยู่ในรูปของเมตริก (Matrix) ได้อย่างง่ายดาย

ในปี ค.ศ. 1954 R. K. Livesley ได้พัฒนาวิธีสติฟเนสเมตริก (Stiffness Matrix Method) ซึ่งใช้หลักการคำนวณแบบเดียวกับวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และในปี ค.ศ. 1963 S.S. Tezcan [5] ได้นำเสนออัลกอริทึมสำหรับการสร้างรหัสตัวเลขเพื่อใช้สำหรับการสร้างสมการของโครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งเทคนิคนี้ได้ถูกใช้แพร่หลายจนถึงปัจจุบันในการพัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์โครงสร้างเนื่องจากวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์นั้นทำงานเป็นระบบ (Systematic) และสามารถวิเคราะห์โครงสร้างได้หลายรูปแบบ (General) และง่ายต่อการเขียนโปรแกรม

แม้ว่าอัลกอริทึมที่กล่าวมาสามารถนำไปพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีความสามารถจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างได้หลายรูปแบบ แต่อัลกอริทึมการสร้างรหัสตัวเลขของ S.S. Tezcan ก็ไม่สนับสนุนการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างพิเศษบางแบบที่ประกอบไปด้วยข้อต่อผสม (Hybrid Connection) ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ตัวอย่างโครงสร้างที่ประกอบด้วยข้อต่อแบบผสม

ข้อต่อในโครงสร้างดังที่แสดงในรูปที่ 1.2 ประกอบด้วยข้อต่อ 2 ชนิด คือ ข้อหมุน (Hinged Connection) และข้อต่อกรรไกร (Scissor Connection) ข้อต่อแบบข้อหมุน คือ จุดต่อที่การเคลื่อนที่ตามแนวหมุนขององค์อาคาร (Member) ที่มาเชื่อมเข้าด้วยกัน สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ส่วนข้อต่อแบบกรรไกร คือ ข้อต่อที่เกิดจากองค์อาคารสองชิ้นมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันตรงระหว่างกลางขอแต่ละองค์อาคารด้วยข้อหมุน การเคลื่อนที่ในแนวหมุนขององค์อาคารที่เป็นชิ้นเดียวกันจะขึ้นต่อกัน แต่องค์อาคารที่เป็นคนละชิ้นกันจะหมุนได้โดยอิสระไม่ขึ้นต่อกัน เนื่องจากข้อต่อแบบกรรไกรนี้จะมีพฤติกรรมผสมระหว่างข้อหมุนและข้อแข็ง (Rigid Connection) จึงถูก

เรียกว่า ข้อต่อแบบผสม นอกจากข้อต่อที่กล่าวมาแล้วยังมีอีกข้อต่ออีกที่ใช้กันบ่อยในการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างคือ ข้อแข็ง ซึ่งข้อต่อแบบนี้การเคลื่อนที่ในแนวหมุนของทุกองค์อาคารที่มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันจะขึ้นต่อกัน เนื่องจากการจำลองพฤติกรรมของข้อต่อภายในโครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยวิธีการที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน [6-13] ชนิดของข้อต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของเอลิเมนต์ที่ใช้ ซึ่งซอฟต์แวร์วิเคราะห์โครงสร้างใน 2 มิติที่พัฒนาด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ จะเตรียมชนิดเอลิเมนต์ไว้สองชนิด คือ เอลิเมนต์โครงข้อแข็งและเอลิเมนต์โครงข้อหมุน ซึ่งเอลิเมนต์โครงข้อแข็งจะใช้ในการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างที่ข้อต่อภายในทั้งหมดเป็นข้อแข็ง ในขณะที่เอลิเมนต์โครงข้อหมุนจะใช้ในการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างที่ข้อต่อภายในทั้งหมดเป็นข้อหมุน ดังนั้นโครงสร้างที่แสดงในรูปที่ 1.2 ซึ่งมีข้อต่อภายในโครงสร้างนั้นประกอบด้วยข้อหมุนและข้อต่อกรรไกร ซึ่งเป็นข้อต่อที่ผสมระหว่างข้อหมุนและข้อแข็ง จึงไม่สามารถถูกจำลองพฤติกรรมได้ แม้จะมีนำเสนอเทคนิคการปลดข้อหมุน (Member Release) เพื่อให้สามารถมาวิเคราะห์โครงสร้างโครงข้อแข็ง (Frame Structure) ที่มีข้อผสมได้บ้าง แต่ก็ยังไม่สามารถจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2 ได้โดยตรง

จากปัญหาและข้อจำกัดของการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างด้วยเทคนิคของ S.S. Tezcan ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจึงเป็นที่มาของวิทยานิพนธ์นี้ ซึ่งเป็นการศึกษาหาเทคนิคและอัลกอริทึมใหม่ที่สามารถจำลองพฤติกรรมของระบบโครงสร้างที่มีข้อต่อแบบผสมได้ อัลกอริทึมใหม่ที่นำเสนอนี้ทำหน้าที่สร้างรหัสตัวเลขซึ่งมีความสำคัญในขั้นตอนการสร้างสมการหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ของโครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ นอกจากความสามารถที่เพิ่มขึ้นในการวิเคราะห์โครงสร้างที่มีข้อต่อแบบผสมแล้ว อัลกอริทึมใหม่ที่นำเสนอนี้ยังใช้เพียงเอลิเมนต์โครงข้อแข็งชนิดเดียวเท่านั้นในการพัฒนาซอฟต์แวร์ แต่ยังคงความสามารถในการจำลองพฤติกรรมได้ทั้งโครงข้อแข็ง โครงข้อหมุน (Truss Structure) และเพิ่มความสามารถในการจำลองโครงสร้างผสม (Combine Structure) ได้อีกด้วย ดังนั้นในการพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface) จึงไม่จำเป็นต้องใช้เอลิเมนต์โครงข้อหมุนในการพัฒนาซอฟต์แวร์อีกต่อไป ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาค่าใช้จ่ายในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และยังสามารถพัฒนาส่วนต่อขยายเพื่อเพิ่มความสามารถให้กับซอฟต์แวร์ได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย

นอกเหนือจากอัลกอริทึมในการสร้างรหัสตัวเลขที่นำเสนอแล้ว วิทยานิพนธ์นี้ยังได้ยังนำเทคนิคที่นำเสนอใหม่ในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างมาประยุกต์อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวมาใช้ในการแก้ปัญหาการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมสำหรับโครงข้อหมุนและโครงสร้างผสมอีกด้วย เนื่องจากอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวเป็นอัลกอริทึมที่สามารถประยุกต์เข้ากับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับปัญหาต่างๆ ได้ง่ายและยังง่ายในการพัฒนา จึงมีการนำเอาอัลอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวไปใช้กับงานหลายๆ ด้าน เช่น Wong นำอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวใช้ในงานการจัดการระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า [14] และ Irving กับ

Sterling ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวไปใช้จัดการระบบเครือข่ายเพื่อใช้ในงานประมวลผลแบบขนาน [15] และ Satoh กับ Nara ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวไปใช้ในงานจัดตารางระบบซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ [16] และ Zhuang กับ Galiana นำอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวไปใช้ในการจัดตารางการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า [17] และ Laarhoven กับ Aarts และ Lenstra ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวในการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักร (Job Shop Scheduling) [18]

ในปัญหาการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมได้มีผู้นำเสนอเทคนิคต่างๆ มาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น Deb และ Gulati ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ในการเลือกขนาดวัสดุให้กับโครงข้อหมุน [19] และ Chai Shan และ Sun Huanchun ประยุกต์นำเอาอัลกอริทึมแบบผสมมาใช้ในการเลือกขนาดวัสดุ [20] และ Kripka กับ ใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวมาใช้ในการเลือกขนาดเหล็กที่มีหน้าตัดไม่ต่อเนื่องให้กับโครงข้อหมุน [21] และ Ting-Yu Chen และ Jyh-Jye Su [22] ได้ปรับปรุงเทคนิคการเลือกขนาดวัสดุโดยใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวต่อให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามปัญหาของเทคนิคเหล่านี้ต้องการจำนวนครั้งในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างเป็นจำนวนมากกว่าจะค้นหาคำตอบที่เหมาะสมได้ และศึกษาเฉพาะกับโครงสร้างโครงข้อหมุนที่มีเงื่อนไขในการตรวจสอบความสามารถในการรับแรงเฉพาะแรงอัดและแรงดึงเท่านั้นซึ่งจะซับซ้อนน้อยกว่าโครงสร้างผสมที่มีการตรวจสอบแรงเฉือนและแรงดัดเพิ่มขึ้น ซึ่งเวลาที่ใช้ในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างจะใช้เวลามากที่สุดในกระบวนการออกแบบ เนื่องจากในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างแต่ละครั้งก็ต้องมีการสร้างสมการและแก้สมการหาคำตอบหลายตัวแปร ทำให้ต้องใช้ทรัพยากรในการคำนวณสูง วิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงได้นำเสนอการประยุกต์ใช้การจำลองการอบเหนียวมาใช้ในการเลือกขนาดวัสดุก่อนเพื่อศึกษาความสามารถในการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมให้กับโครงสร้างโครงข้อหมุนและได้ประยุกต์กับเทคนิคใหม่ในการจำลองลองพฤติกรรมโครงสร้างเพื่อศึกษาการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมสำหรับโครงสร้างผสมโดยใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว หลังจากนั้นได้นำเสนอการใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบ โดยต้องการให้จำนวนครั้งในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างลดลง ซึ่งจะทำให้ได้โครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาและประหยัดค่าใช้จ่าย ในขณะที่ยังคงความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกที่เกิดกับโครงสร้างได้ และยังทำให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาด้วยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุทำงานได้รวดเร็วขึ้นเมื่อเทียบกับอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวตามที่จะแสดงในวิทยานิพนธ์นี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ

1. นำเสนออัลกอริทึมการสร้างรหัสตัวเลขเพื่อใช้ในการสร้างสมการคณิตศาสตร์สำหรับการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างที่มีจุดต่อแบบผสม ซึ่งสามารถนำไปใช้พัฒนาไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ให้สามารถใช้เพียงเอลิเมนต์โครงข้อแข็งในการพัฒนาแต่มีความสามารถในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างได้ทั้งโครงข้อหมุนโครงข้อแข็งและโครงสร้าง ที่มีจุดต่อแบบผสม
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ทรัพยากรในการคำนวณและแสดงความสามารถในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างที่มีจุดต่อผสม
3. ประยุกต์การจำลองพฤติกรรมโครงสร้างโดยการใช้อัลกอริทึมใหม่ในการสร้างรหัสตัวเลขไปใช้กับการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมโดยใช้หลักการของอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตงานวิจัยของการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างโดยใช้อัลกอริทึมใหม่

1) อัลกอริทึมในการสร้างรหัสตัวเลขแบบใหม่สนับสนุนการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างที่มีจุดต่อผสม
2) การจำลองพฤติกรรมโครงสร้างโดยใช้อัลกอริทึมใหม่ในการสร้างรหัสตัวเลขยังคงความสามารถในการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างโครงข้อแข็งและโครงข้อหมุน
3) การนำอัลกอริทึมใหม่ในการสร้างรหัสตัวเลขไปใช้ในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างยังยึดหลักการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์
4) อัลกอริทึมในการสร้างรหัสตัวเลขแบบใหม่สามารถประยุกต์ใช้กับเทคนิคในปัจจุบันในการพัฒนาไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ที่ใช้เอลิเมนต์โครงข้อแข็งในการพัฒนา
5) งานวิจัยมุ่งเน้นเฉพาะการใช้เอลิเมนต์ 1 มิติในการสร้างสมการความสัมพันธ์

1.3.2 ขอบเขตงานวิจัยการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมโดยเทคนิคการจำลองการอบเหนียว

1) วัสดุที่เลือกใช้ทดสอบอัลกอริทึมการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมเป็นเหล็กกลมที่นิยมใช้ในงานจริง
2) ทดสอบการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมกับโครงสร้างโครงข้อหมุนใน 2 มิติ
3) ประยุกต์การจำลองพฤติกรรมโครงสร้างด้วยเทคนิคที่นำเสนอใหม่ไปใช้กับการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมโดยใช้หลักการของอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว
4) ประเมินการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมทำโดยการวัดปริมาตรของโครงสร้าง โดยที่ลักษณะของโครงสร้างที่มีการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมคือโครงสร้างที่มีปริมาตรน้อยและยังสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้
5) การประเมินจะเปรียบเทียบปริมาตรโครงสร้างระหว่างการเลือกขนาดวัสดุโดยใช้อัลกอริทึมที่สามารถทำด้วยมือในปัจจุบันที่ยังไม่มีการเลือกขนาดวัสดุให้เหมาะสม เทียบกับการเลือกขนาดวัสดุโดยใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว
6) การตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกในขั้นตอนการออกแบบใช้วิธีการออกแบบตามกำลังที่ยอมให้ (Allowable Strength Design) ตามมาตรฐาน AISC 2005 [28]

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. ได้เทคนิคใหม่ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างใน 2 มิติ ที่มีข้อต่อแบบผสม
2. ลดเวลาผู้ใช้ซอฟต์แวร์ในการวิเคราะห์โครงสร้างที่มีจุดต่อแบบผสม ซึ่งจากเดิมต้องใช้เทคนิคทางอ้อมหรือคำนวณด้วยมือช่วย ช่วยให้ผู้ออกแบบมีทางเลือกในการออกแบบมากขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่โครงสร้างที่แข็งแรงและมีราคาถูก
3. ได้เทคนิคที่ทำให้การพัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์โครงสร้างทำได้รวดเร็วขึ้น ประหยัดค่าใช้จ่ายและง่ายต่อการพัฒนาส่วนแสดงผล
4. ได้ศึกษาวิธีการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมที่สามารถใช้กับอัลกอริทึมการสร้างรหัสตัวเลขแบบใหม่

5. ได้อัลกอริทึมใหม่ในการเลือกขนาดวัสดุที่สามารถเลือกขนาดวัสดุได้อย่างเหมาะสมและทำงานได้อย่างรวดเร็ว
6. ขนาดวัสดุที่ได้จากอัลกอริทึมในการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมจะมีขนาดเบามีราคาต้นทุนต่ำและยังสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามมาตรฐาน

1.5 แนวทางการวิจัย

งานวิจัยนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของการจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างและส่วนของการศึกษาการนำเอาอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวมาประยุกต์ใช้ในการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสม สำหรับในส่วนของการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างเทคนิคใหม่ที่นำเสนอจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงใน 2 เรื่องหลัก คือ แบบจำลองลองใหม่ในการพัฒนาด้วยซอฟต์แวร์วิเคราะห์โครงสร้างและสร้างอัลกอริทึมใหม่ในการสร้างรหัสตัวเลขซึ่งแบบจำลองใหม่นี้จะปรับปรุงมาจากแบบจำลองเดิมในการพัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์โครงสร้างสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างโครงข้อแข็งและปรับเปลี่ยนอัลกอริทึมใหม่สำหรับสร้างรหัสตัวเลขเพื่อให้สามารถสนับสนุนการสร้างสมการสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างโครงข้อหมุนและโครงสร้างผสมด้วย หลังจากนั้นแนวความคิดใหม่ในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างจะถูกนำไปประยุกต์เข้ากับอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวเพื่อใช้เลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมสำหรับโครงสร้างโครงข้อหมุนและโครงสร้างที่มีจุดต่อแบบผสม

1.6 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อ เป้าหมาย จุดประสงค์ และขอบเขตของการทำวิทยานิพนธ์
2. ศึกษาทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย
3. ศึกษาเทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่ถึงแนวคิด หลักการ ข้อดี และข้อบกพร่องของแต่ละเทคนิค
4. ศึกษากระบวนการสร้างสมการและขั้นตอนการคำนวณด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์
5. พัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการสร้างรหัสตัวเลขให้สนับสนุนการสร้างสมการเพื่อจำลองพฤติกรรมโครงสร้างแบบผสม
6. ศึกษาขั้นตอนการออกแบบและการเลือกขนาดวัสดุ
7. ศึกษาหลักการหาคำตอบที่เหมาะสมของอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว
8. ทำการทดลอง ปรับปรุง และสรุปผล
9. จัดทำเอกสารประกอบวิทยานิพนธ์

1.7 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

บทที่ 1 จะกล่าวถึงลักษณะทั่วไปของวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่ความเป็นมา จุดเริ่มต้นของปัญหาและความสำคัญของปัญหา ซึ่งเป็นที่มาของการศึกษา โดยได้ระบุถึงหลักการหรือทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาใช้ภายใต้สมมติฐานที่เรากำหนด โดยมีจุดมุ่งหมาย ขอบเขต และขั้นตอนในการศึกษาระบุไว้อย่างชัดเจน

บทที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการพัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์โครงสร้างสำหรับจำลองพฤติกรรมของโครงสร้างโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ตั้งแต่ภาพรวมของการคำนวณเพื่อจำลองพฤติกรรมโครงสร้างไปจนถึงหลักการในการสร้างรหัสตัวเลข หลักการของอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว ข้อกำหนดด้านวิศวกรรมในการตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก

บทที่ 3 นำเสนออัลกอริทึมสำหรับการสร้างรหัสตัวเลขแบบใหม่ที่ช่วยให้สามารถจำลองพฤติกรรมโครงสร้างทั้งโครงข้อหมุนโครงข้อแข็งและโครงสร้างที่มีจุดต่อแบบผสม โดยสามารถใช้เพียงเอลิเมนต์โครงข้อแข็งในการจำลองพฤติกรรม และวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนในเรื่องการใช้ทรัพยากรในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง ในเชิงของดีกรีอิสระของอัลกอริทึมใหม่

บทที่ 4 ประยุกต์เอาอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวมาใช้ในการเลือกขนาดวัสดุของโครงสร้าง โดยทดสอบกับโครงสร้างตัวอย่าง 4 แบบที่มีลักษณะจุดต่อและรูปแบบของโครงสร้างที่แตกต่างกันไป ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวสามารถนำมาใช้เลือกขนาดวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปริมาตรเหล็กที่ได้จากการเลือกโดยอัลกอริทึมการจำลองการเหนียวมีปริมาตรน้อยกว่าการใช้อัลกอริทึมปกติ แต่อย่างไรก็ตามก็พบว่าอัลกอริทึมจำลองการอบเหนียวใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างเป็นจำนวนมาก

บทที่ 5 นำเสนอฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุเพิ่มเติม เพื่อแก้ปัญหาการใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมเป็นจำนวนมากของอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว ในบทนี้ได้ใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุทดสอบกับตัวอย่างเช่นเดียวกันกับอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว ผลที่ได้พบว่า ปริมาตรของโครงสร้างที่ได้จากการเลือกขนาดวัสดุโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุและอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวไม่มีความแตกต่างกัน แต่จำนวนรอบที่ใช้ในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างเมื่อเทียบระหว่างการใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุกับอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวลดลงอย่างชัดเจน

บทที่ 6 เป็นบทสรุปเนื้อหาทั้งหมดที่ได้กล่าวมา ผลการใช้อัลกอริทึมในการสร้างรหัสตัวเลขเพื่อจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง ผลการใช้อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวกับการเลือกขนาดวัสดุ รวมถึงผลการใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุกับการเลือกขนาดวัสดุ

ซึ่งให้ผลการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งผลการทดลองต่างๆ ตลอดจนบทวิเคราะห์ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.8 รายชื่อบทความที่ได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์

1. The 2nd ECTI Annual Conference (ECTI-CON) 2005 Pattaya, Thailand (May 12-13, 2005): 742-745.
2. The ECTI Transaction on Computer and Information Technology 1, 2 (November 2005): 108-117.
3. American Journal of Applied Science 8, 5 (2008): 943-951.