บทที่ 9
บทสรุป ปัญหาที่พบ และข้อเสนอแนะ

9.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้ได้แสดงขั้นตอนการสร้างสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ที่สอดคล้องกับปัญหาการไหลแบบหนืดในสองมิติอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพของวิธีแก้ปัญหาการไหลแบบหนืดที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ประกอบด้วยการนำเอาเทคนิคการปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติมาใช้ร่วมด้วย เพื่อให้ผลลัพธ์มีความถูกต้องมากขึ้น นอกจากนั้นได้ปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูลและระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นขนาดใหญ่ที่จะพบในการแก้ปัญหาการไหล เพื่อเพิ่มความเร็วในการแก้ปัญหาและประหยัดหน่วยความจำ

การปรับปรุงในเรื่องวิธีการเก็บข้อมูล ได้ปรับปรุงโดยเก็บข้อมูลเฉพาะค่าที่ต้องใช้ในการคำนวณ ซึ่งจะทำให้ประหยัดหน่วยความจำและลดเวลาในการคำนวณ ในส่วนระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นขนาดใหญ่ จะต้องสอดคล้องและเหมาะสมกับวิธีเก็บข้อมูลดังกล่าว ระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นขนาดใหญ่ที่สอดคล้องกับวิธีการเก็บข้อมูลดังกล่าว ที่นำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ คือ ระเบียบวิธีคอนจูเกตเกรเดียนท์ ซึ่งเป็นวิธีการแก้สมการเชิงเส้นแบบการทำซ้ำ ซึ่งจะใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าการแก้ระบบสมการโดยวิธีตรง เช่น วิธีการกำจัดแบบเกาส์

ขณะเดียวกันเพื่อให้ผลลัพธ์มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องสร้างรูปปัญหาที่ต้องใช้เอลิเมนต์ขนาดเล็กจำนวนมาก จึงได้นำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติมาใช้ โดยใช้หลักการ คือ ใช้เอลิเมนต์ขนาดเล็กในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของความชันของผลลัพธ์มาก และใช้เอลิเมนต์ขนาดใหญ่ในบริเวณอื่น

ขั้นตอนในการตรวจสอบความถูกต้องของการปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูลและระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการขนาดใหญ่นั้นได้ตรวจสอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เดิมที่มีความถูกต้องแล้ว และการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหาการไหลที่นำเอาเทคนิคการปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติมาใช้ร่วมกับระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์นั้นได้ตรวจสอบผลลัพธ์กับการแก้

ปัญหาการไหลที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เพียงอย่างเดียว แต่มีการสร้างรูปปัญหาโดยใช้เอลิเมนต์ขนาดเล็กจำนวนมาก

ผลลัพธ์ของการไหลที่ได้จากการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์นี้ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ผลลัพธ์ในเรื่องของความเร็วในการวิเคราะห์ปัญหานั้น จะมีความเร็วในการวิเคราะห์ปัญหามากกว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์เดิมอยู่ประมาณ 4-7 เท่าในกรณีที่ปัญหามีขนาดไม่เกิน 2,000 สมการ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา และมีความเร็ว 8-16 เท่า ในกรณีที่ปัญหามีขนาดใหญ่มากกว่า 2,000 สมการ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาด้วยเช่นกัน ผลในเรื่องหน่วยความจำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้ สามารถลดจำนวนหน่วยความจำที่จำเป็นต้องใช้ลงไปได้ 70 เปอร์เซ็นต์

ในส่วนผลของการนำเอาเทคนิคการปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้สามารถให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากขึ้น โดยไม่ต้องมีการสร้างรูปปัญหาที่ต้องใช้เอลิเมนต์ขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหาการไหลมากขึ้น

ผลของการปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูล ระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นขนาดใหญ่ และการนำเอาเทคนิคการปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการไหล แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งช่วยลดอุปสรรคในการแก้ปัญหาการไหลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีหน่วยความจำที่จำกัดได้เป็นอย่างดี

9.2 ปัญหาที่พบในขณะทำวิทยานิพนธ์

ปัญหาที่พบในขณะทำวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย 2 ปัญหา ปัญหาแรก คือ การทำความเข้าใจกับระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ที่นำมาใช้กับปัญหาการไหล ซึ่งจะต้องทำความเข้าใจโดยละเอียด เพื่อให้สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์ปัญหาการไหลดังกล่าวไปปรับปรุงในส่วนต่าง ๆ ปัญหาที่สอง คือ การหาระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นขนาดใหญ่และการทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีและที่มาของระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการ เนื่องจากระเบียบวิธีการแก้ระบบสมการที่นำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นั้นเป็นระเบียบวิธีที่ยังไม่รู้จักกันเป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย ซึ่งทำให้ยากแก่การค้นหาข้อมูลและเอกสารอ้างอิง เอกสารส่วนใหญ่ได้มาจากแหล่งข้อมูลในต่างประเทศรวมถึงการหาข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ต

9.3 ข้อเสนอแนะ

ในการปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ปัญหาการไหล นอกจากการปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูล วิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นขนาดใหญ่ และการนำเอาเทคนิคการปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติมาใช้ร่วมด้วยแล้ว การปรับปรุงยังสามารถกระทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ การเปลี่ยนชนิดของเอลิเมนต์มาเป็นเอลิเมนต์สามเหลี่ยมแบบสามจุดต่อ และใช้กระบวนการ Streamline Upwinding Finite Element Method ซึ่งมีความซับซ้อนทั้งทางด้านการประดิษฐ์สมการไฟไนต์เอลิเมนต์ รวมทั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้อง การใช้เอลิเมนต์แบบสามจุดต่อดังกล่าว จะช่วยลดปริมาณหน่วยความจำซึ่งมีผลต่อเนื่องกับการประหยัดเวลาในการคำนวณ