บทที่ 6

วิจารณ์ และสรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษานำเอาวิธีฟรอนทัลมาประยุกต์ในการวิเคราะห์โครงสร้างชนิดโครงระนาบ โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แบ่งโครงสร้างออกเป็นชิ้นส่วนย่อยชนิดคาน (Beam Elements) แต่ละข้างของชิ้นส่วนย่อยมีค่าดีกรีของความอิสระ 3 ค่า คือ ค่าการเคลื่อนที่ในทิศทาง x ค่าการเคลื่อนที่ในทิศทาง y และค่าการหมุนรอบแกน z ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นค่าการเคลื่อนที่ที่ข้าว และแรงภายในที่ปลายของชิ้นส่วนย่อย

เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (ชนิด Apple II) จึงได้ศึกษาถึงความถูกต้องของผลลัพธ์ ความต้องการเนื้อที่ความจำในเครื่องจำนวนคำที่บันทึกลงในแผ่นจานแม่เหล็ก และเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยจะเปรียบเทียบกับผลของเครื่องเมนเฟรม (IBM 3031-004) โดยทำให้ตัวเลขมีความถูกต้องเป็น 2 เท่า พอจะแยกได้ ดังนี้

6.1 เกี่ยวกับความถูกต้องของผลลัพธ์

จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่า การวิเคราะห์ด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ให้ผลถูกต้องใกล้เคียงกับผลจากเครื่อง IBM 3031-004 โดยเฉพาะโครงสร้างที่มีจำนวนชิ้นส่วนน้อย แต่เมื่อชิ้นส่วนย่อยมีมากทั้งสองวิธีก็ยังมีข้อผิดพลาดอยู่ โดยเฉพาะโครงสร้างชนิดโครงข้อแข็ง จำนวนรอบการทำงานมีมากกว่าชนิดโครงข้อหมุน จากตัวอย่างที่ 3 แรงเฉือนในเสาชั้นล่างๆ จะไม่มีความสมมาตรกัน เช่น ชิ้นส่วนที่ 2 กับ 3 หรือ 16 กับ 17 เป็นต้น แต่ทั้งสองวิธีได้ผลลัพธ์เท่ากัน เป็นผลเนื่องมาจากลำดับตอนในการกำจัดค่าดีกรีของความอิสระ และความละเอียดทางตัวเลขของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไม่พอ (ดูภาคผนวก ค-5)

ตัวอย่างที่ 4 เป็นโครงข้อหมุน จำนวนสมการน้อยลงทำให้จำนวนรอบการทำงานลดลงตามไปด้วย แรงตามแนวแกนที่หาได้จากเครื่อง IBM 3031-004 ของชิ้นส่วนย่อยที่ 2 กับ 3 และ 15 กับ 16 เป็นต้น แต่ละคู่มีค่าเท่ากันพอดี ผลจากเครื่อง Apple II มีค่าไม่เท่ากันต่างกันที่ทศนิยมตำแหน่งที่ 3 แต่ในชิ้นส่วนย่อยหลัง (เลขที่มาก ๆ) เช่น 80 กับ 81 หรือ 106 กับ 107 เป็นต้น มีค่าเท่ากัน เป็นผลเนื่องมาจากเครื่อง Apple II เก็บ

ตัวเลขได้ละเอียดเพียงทศนิยม 8 ตำแหน่ง ไม่สามารถทำให้ได้ถึง 16 ตำแหน่ง เมื่อผลเนื่องจากลำดับตอนในการกำจัดค่ามีผลต่อผลลัพธ์น้อย ดังนั้นทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากทั้งสองวิธีจึงมีค่าไม่เท่ากันพอดี (ดูภาคผนวก ค-5)

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า สาเหตุใหญ่ ๆ ที่ทำให้ผลจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์คลาดเคลื่อนมีสองประการ ประการแรกเนื่องจากลำดับตอนในการกำจัดค่าดีกรีของความอิสระ และประการที่สองเนื่องจากเครื่อง Apple II มีความละเอียดทางตัวเลขไม่พอ อย่างไรก็ดีพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในพิสัยที่ยอมรับได้

6.2 เกี่ยวกับความต้องการเนื้อที่ความจำ

ในวิธีการฟรอนทัลนี้ ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำของเครื่องน้อยมาก เห็นได้จากตัวอย่างที่ 4 (หัวข้อที่ 5.5) ฟรอนท์มีขนาดเท่ากับ 6 ยั้ว ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำมากที่สุดเพียง 258 ตัว หรือ 1032 ไบท์ มีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับความสามารถของเครื่อง 48 เคไบท์ แต่วิธีฟรอนทัลนี้ขึ้นอยู่กับการจัดลำดับเลขที่ขึ้นส่วนย่อยในโครงสร้างด้วย ดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 2 จากการศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างลักษณะเดียวกับในตัวอย่างที่ 3 (หัวข้อ 5.4) พบว่าเครื่อง Apple II (48 เคไบท์) สามารถทำงานได้เมื่อฟรอนท์มีขนาดถึง 8 ยั้ว เมื่อโครงสร้างสูงถึง 70 ชั้น โดยมีจำนวนข่วงคาน 6 ข่วงคาน (หรือประมาณ 497 ยั้ว)

จะเห็นได้ว่าวิธีฟรอนทัลนี้ประหยัดเนื้อที่ความจำในเครื่องลงอย่างมาก ข้อมูลส่วนใหญ่นำไปเก็บไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก (Diskette) เป็นหน่วยความจำภายนอกที่มีความจุมากกว่าหน่วยความจำของเครื่องหลายเท่า วิธีฟรอนทัลนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมอย่างมากที่จะนำมาวิเคราะห์โครงสร้าง

6.3 เกี่ยวกับเวลา

เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นหัญหาที่สำคัญสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ต้องใช้เวลามากสำหรับการวิเคราะห์เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีในเอกสารอ้างอิงที่ 1,2 สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เสียเวลาในการวิเคราะห์มากมีสองประการ ประการแรกเกี่ยวกับภาษา ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยครั้งนี้เขียนด้วยภาษาแอปเปิ้ลซอฟท์เบสิค สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ 6502 ซึ่งทำงานช้ามากด้วยความเร็วเพียง 1 เมกะเฮิร์ซ (1 MHz) ทำให้ใช้เวลาในการ

วิเคราะห์มาก สาเหตุประการที่สองเนื่องจากในการทำงานของโปรแกรมมีการอ่านและบันทึกข้อมูลลงจานแม่เหล็กมาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการทำงานมากขึ้นด้วย ดังตารางที่ 5.1-5.4

สาเหตุประการแรกเนื่องจากภาษานั้น สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้คอมพายเลอร์ (Compiler) แทนการใช้ อินเตอร์พรีทเตอร์ (Interpreter) ซึ่งจะเปลี่ยนโปรแกรมเป็นภาษาเครื่องให้เสร็จก่อนทั้งโปรแกรม เมื่อเครื่องทำงานในภาษาเครื่องจะทำงานได้รวดเร็วกว่ามาก จากการทดลองในตัวอย่างที่ 3 (หัวข้อ 5.4) ทำงานด้วยภาษาแอปเปิ้ลซอฟท์เบสิค ใช้เวลาประมาณ 67 นาที 38 วินาที หลังจากใช้ คอมพายเลอร์ จะลดเวลาทั้งหมดลงได้

สาเหตุประการที่สองจะสามารถแก้ไขเพื่อลดเวลาการอ่านและบันทึกข้อมูลลงในแผ่นจานแม่เหล็ก โดยหาค่าสติฟเนสเมทริกซ์ และเวคเตอร์ของแรงของชิ้นส่วนย่อย ก่อนที่จะทำการรวม (Assemble) และก่อนที่จะหาค่าแรงภายในที่ปลายของชิ้นส่วนย่อย โดยที่ไม่ต้องเก็บข้อมูลลงบนแผ่นจานแม่เหล็ก ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลดเวลาลงได้ แต่เนื่องจากการทำงานของเครื่องในภาษาแอปเปิ้ลซอฟท์เบสิคช้ามาก จึงทำให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณหาค่าสติฟเนสเมทริกซ์ และเวคเตอร์ของแรงในพิกัดของโครงสร้างและชิ้นส่วนย่อย พอๆ กับเวลาในการอ่านและบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นจานแม่เหล็ก จึงทำให้วิธีการแก้ไขวิธีนี้ใช้ไม่ได้ผลเมื่อเครื่องทำงานในภาษาแอปเปิ้ลซอฟท์เบสิค

นอกจากนี้ยังมีเวลาที่เสียไปเนื่องจากการป้อนข้อมูลของโครงสร้าง เช่น ค่าพิกัดของข้อ คุณสมบัติของชิ้นส่วนย่อย เป็นต้น ถ้าเป็นโครงสร้างมีจุดต่อและชิ้นส่วนย่อยมาก ๆ จะต้องเสียเวลาในการป้อนมาก ตัวอย่างที่ 5.3 และ 5.4 ใช้เวลาในการป้อนข้อมูลประมาณ 45 นาที เมื่อรวมเวลาในการป้อนข้อมูลกับการทำงานของเครื่องจนได้ผลลัพธ์ จะเห็นว่าต้องใช้เวลามากในการวิเคราะห์แต่ละโครงสร้าง

6.4 เกี่ยวกับการบันทึกลงแผ่นจานแม่เหล็ก

เปรียบเทียบกับเครื่อง IBM 3031-004 โดยทำการเปรียบเทียบใน 3 โปรแกรมย่อย คือ SETFRONT, COMFRONT และ SEMRED ซึ่งเป็นโปรแกรมส่วนสำคัญของวิธีฟรอนทัล การเก็บข้อมูลลงแผ่นจานแม่เหล็กมีสองชนิด ชนิดที่หนึ่งเรียกว่า แฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงได้ตามลำดับ (Sequential Access Text File) เก็บข้อมูลแต่ละชุดต่อ ๆ กันไป การเก็บข้อมูลชนิดนี้จะ

ไม่เสียเนื้อที่ว่างไปเปล่า ๆ ชนิดที่สองเรียกว่า แฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงได้โดยตรง (Random or Direct Access Text File) จะต้องจองเนื้อที่สำหรับเก็บข้อมูลแต่ละชุดให้เท่า ๆ กัน โดยเอาชุดตัวเลขที่มีจำนวนข้อมูลมากที่สุดมาเป็นตัวกำหนดความยาวของแต่ละชุด (Record - Length) จองเนื้อที่เป็นจำนวนไบท์ วิธีนี้จะเสียเนื้อที่ว่างไปเปล่า ๆ เมื่อจำนวนข้อมูลในแต่ละชุดมีน้อยกว่าความยาวที่จองไว้ ทำให้เปลืองเนื้อที่มาก แต่ชนิดที่สองใช้สำหรับแทนค่าย้อนกลับ (Backsubstitution) ได้ โดยเรียกข้อมูลชุดสุดท้ายเข้ามาก่อน ซึ่งชนิดที่หนึ่งไม่สามารถทำได้

จากผลเปรียบเทียบในตารางที่ 5.1-5.4 จะเห็นว่าในโปรแกรมย่อย SETFRONT ซึ่งไม่มีการใช้แฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงได้โดยตรง เลย จำนวนคำที่บันทึกลงแผ่นจานแม่เหล็กมีค่าใกล้เคียงกันกับเครื่อง IBM 3031-004 ในโปรแกรมย่อย COMFRONT ซึ่งมีการใช้แรนดอมแอคเซสเท็กซ์ไฟล์ ในไฟล์ที่ชื่อ FRONTIQ แต่เนื่องจากจำนวนข้อมูลในแต่ละชุดมีค่าไม่ต่างกันมากนัก จำนวนเนื้อที่ที่ต้องเสียไปในการบันทึก จากเครื่อง Apple II เริ่มมีค่ามากกว่า แต่ก็ยังไม่ต่างกันมาก ส่วนในโปรแกรมย่อย SEMRED ใช้แฟ้มข้อมูล - แบบเข้าถึงได้โดยตรง ในไฟล์ชื่อ MQ จำนวนคำของข้อมูลแต่ละชุดมีค่าต่างกันมาก จึงทำให้เนื้อที่ที่ต้องจองในการบันทึกลงแผ่นจานแม่เหล็กของเครื่อง Apple II มีค่ามากกว่าของเครื่อง IBM 3031-004 มาก เพราะว่าในเครื่อง IBM 3031-004 เก็บข้อมูลแบบแฟ้ม - ข้อมูลแบบเข้าถึงได้ตามลำดับ และสามารถเรียกข้อมูลย้อนกลับจากข้อมูลชุดสุดท้ายจนถึงข้อมูลชุดแรกได้ จึงไม่มีช่องว่างระหว่างข้อมูลแต่ละตัว

จากการทดลองใช้แผ่นจานแม่เหล็ก กับดิสค์ไดรฟ์ (Disk Drive) เพียงตัวเดียว สามารถวิเคราะห์โครงสร้างชนิดเดียวกันกับตัวอย่างที่ 5.3 (หัวข้อ 5.4) ได้สูงเพียง 20 ชั้น 3 ช่วง (หรือประมาณ 84 นิ้ว) ก็เต็มกับความจุของแผ่นจานแม่เหล็ก ถ้าใช้ดิสค์ไดรฟ์สองตัว สามารถเก็บข้อมูลของโครงสร้างได้ถึง 32 ชั้น (หรือประมาณ 132 นิ้ว) โดยใช้แผ่นจานแม่เหล็กเพียงสองแผ่น

6.5 สรุป

สรุปผลการวิเคราะห์ตั้งแต่หัวข้อที่ 6.1-6.4 ได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มีความถูกต้องพอสมควร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของ

โครงสร้างที่วิเคราะห์ ถ้าโครงสร้างมีขนาดเล็ก ความถูกต้องจะมีมาก ค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์จึงมีค่าน้อยมาก แต่ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ก็อยู่ในพิสัยที่ยอมรับได้

2. การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟรอนทัล ต้องการเนื้อที่ความจำของเครื่องน้อยมาก ขึ้นอยู่กับการจัดลำดับขั้นล่วนย่อย เพื่อให้ได้ฟรอนท์ที่มีขนาดเล็กที่สุด

3. การวิเคราะห์ด้วยวิธฟรอนทัลสิ้นเปลืองเวลามากพอสมควร เพราะว่ามีการบันทึกข้อมูลและอ่านข้อมูลจากแผ่นจานแม่เหล็กมาก อีกประการหนึ่งการทำงานในภาษาแอปเปิ้ลซอฟท์เบสิค ช้ามาก จึงทำให้ใช้เวลาในการวิเคราะห์มาก

4. ข้อมูลส่วนใหญ่เก็บอยู่ในแผ่นจานแม่เหล็ก หน่วยความจำหน่วยนี้จึงมีความสำคัญสำหรับวิธีฟรอนทัล แต่ก็ใช้เนื้อที่เก็บมากกว่าเมื่อใช้กับเครื่อง IBM 3031-004 โดยมีเนื้อที่ว่างที่เสียไปเปล่า ๆ มาก เพราะว่ามีบางไฟล์เก็บข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูลแบบเข้าถึงได้โดยตรง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวไว้ข้างต้น จึงเห็นได้ว่าวิธีฟรอนทัลเหมาะสมอย่างมากที่จะมาประยุกต์กับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีหน่วยความจำของเครื่องไม่มากนัก ทำให้สามารถใช้วิเคราะห์โครงสร้างขนาดใหญ่ ๆ มีจุดต่อมาก ๆ ได้ แต่จะเสียเวลาในการวิเคราะห์มาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย