

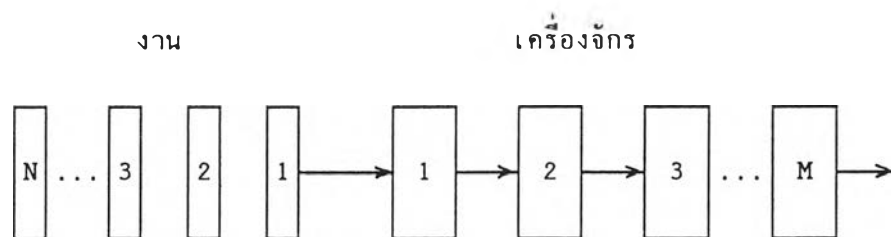
การพัฒนาแบบจำลองปัญหา

แบบจำลองปัญหาการกำหนดการผลิตชนิดโพลีซอป

1. ข้อสมมุติฐานของการจำลองแบบปัญหา

สำหรับข้อสมมุติฐานของการจำลองแบบปัญหาในงานวิจัยนี้ มีดังต่อไปนี้

1.1 มี N งาน และ M เครื่องจักร โดยที่งานทุกงานจะต้องผ่านทุกเครื่อง เริ่มต้นที่เครื่องจักร $1, 2, \dots, M$ ตามลำดับ ในทิศทางเดียวกัน ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ทิศทางการไหลของงาน

1.2 งานใดๆ จะทำในเครื่องจักรเครื่องหนึ่งๆ เพียงครั้งเดียวเท่านั้น โดยไม่มีการย้อนกลับมาทำใหม่ และจะทำต่อในเครื่องจักรต่อไปได้ก็ต่อเมื่อเครื่องจักรนั้นว่างอยู่หรือทำงานที่อยู่ก่อนหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

1.3 การจัดลำดับก่อน-หลังให้กับงานใดที่แต่ละหน่วยของเครื่องจักร จะขึ้นอยู่กับกฎการจัดลำดับงานที่กำหนดไว้

1.4 มีสถานที่เก็บของระหว่างแต่ละเครื่องจักร นั่นคือกรณีที่มีงานที่จะต้องทำที่เครื่องจักรหนึ่งและเครื่องจักรนั้นยังไม่ว่าง งานนั้นจะสามารถรอเครื่องจักรนั้นได้อย่างอิสระ

1.5 จำนวนชนิดของงานและชนิดของเครื่องจักร เวลาการปฏิบัติงานแต่ละงานที่แต่ละเครื่องจักร เวลาการเข้ามาของงาน และกำหนดวันส่งงาน จะถูกกำหนดไว้เรียบร้อยแล้วก่อนหน้าที่จะเริ่มการประมวลผลในแบบจำลอง

2. ขั้นตอนวิธีของการจัดลำดับงาน

จากการวิจัยนี้ ได้มีการศึกษารวบรวมเทคนิควิธีการแก้ปัญหาการกำหนดการผลิตชนิดโพลีซอปด้วยวิธีต่างๆที่ได้มีการพัฒนามา เช่น Combinatorial Approach, Mathematical Approach, Branch and Bound Approach และ Heuristic Approach เป็นต้น วิธีการต่างๆมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ว่าวิธีการกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์จะเป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด หรือใกล้เคียงผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่วิธีการดังกล่าวมักไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ปฏิบัติ เนื่องจากมีการคำนวณที่ยังยากซับซ้อน รวมถึงการสร้างแบบจำลองของปัญหา นอกจากนี้ยังใช้เวลาในการประมวลผลสูงมากสำหรับวิธีการทาง Heuristic เป็นวิธีการที่พัฒนามาเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งแล้วแต่กรณี แม้จะไม่ประกันการให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก็มักจะให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เป็นวิธีการที่สะดวกรวดเร็ว ใช้เวลาในการประมวลผลต่ำ และประหยัดเวลาเมื่อเทียบกับวิธีการกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ปฏิบัติและในบางกรณียังสามารถที่จะใช้วิธีทาง Heuristic เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาขั้นต้นเพื่อจะนำไปสู่การแก้ปัญหาในขั้นต่อไปด้วยวิธีอื่นๆ

สำหรับงานวิจัยนี้จะนำเสนอขั้นตอนวิธีด้วยวิธี Heuristic ซึ่งเลือกใช้การจัดลำดับงานก่อน-หลัง ตามกฎลำดับความสำคัญต่างๆ ดังนี้

- 2.1 เข้าก่อนบริการก่อน
- 2.2 เวลาปฏิบัติงานสั้นที่สุด
- 2.3 วันกำหนดส่งงานเร็วที่สุด
- 2.4 เข้าหลังบริการก่อน
- 2.5 อัตราส่วนวิกฤติ
- 2.6 แบบสุ่ม



ตัวอย่างแบบ

การพัฒนาแบบจำลองปัญหาโพลีซอปในงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้โปรแกรมการจำลองปัญหาชื่อ SIMAN ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาสำหรับการจำลองปัญหาประเภทใช้งานทั่วไป ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อโปรแกรมซิมูเลชัน SIMAN และ CINEMA โดยทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการเอ็มเอส-ดอส 3.0 หรือสูงกว่า

เหตุผลประกอบที่ใช้ในการเลือกใช้โปรแกรม SIMAN นี้ มีดังต่อไปนี้ คือ

1. มีความยืดหยุ่นในการสร้างแบบจำลอง
2. การพัฒนารูปแบบจำลองทำได้ง่าย
3. กระทำการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว
4. มีความสามารถในการทำภาพเคลื่อนไหว โดยใช้ร่วมกับโปรแกรม CINEMA
5. มีความสามารถในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทางสถิติ
6. สามารถใช้งานร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆได้ เช่น ภาษาซี ภาษาฟอร์แทรน เป็นต้น

คุณสมบัติดังกล่าวนี้เป็นคุณสมบัติเบื้องต้น ที่ควรนำมาใช้ในการพิจารณาเลือกโปรแกรมการจำลองแบบปัญหา และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ McComas และ Law (1992) ที่ได้เสนอไว้

ส่วนประกอบของระบบงาน

ระบบงานในแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาประกอบด้วยระบบย่อยหลักๆ 2 ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมคือ โปรแกรมการจัดลำดับงาน และโปรแกรมการจำลองปัญหา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. โปรแกรมการจัดลำดับงาน

โปรแกรมการจัดลำดับงาน เป็นกระบวนการเตรียมข้อมูลนำเข้าและการนำเอาข้อมูลนำเข้ามาประมวลผลเพื่อที่จะได้แผนการจัดลำดับงานก่อน-หลังในการทำงานที่เครื่องจักรต่างๆ และแสดงผลออกมาในรูปของแผนภูมิแกนต์และตารางการจัดลำดับงานก่อน-หลัง กล่าวคือโปรแกรมจะทำการคำนวณว่างานใดจะถูกนำเข้าไปทำงานที่เครื่องจักรใดในลำดับที่เท่าใด โดยพิจารณาขั้นตอนวิธีของการจัดลำดับงานดังที่กล่าวแล้วในหัวข้อของขั้นตอนวิธีของการจัดลำดับงาน จากนั้นจะคำนวณหาเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดการทำงานของแต่ละลำดับงานที่เครื่องจักรแต่ละเครื่อง ผลการจัดลำดับงานจะนำเสนอในรูปของแผนภูมิแกนต์ ที่แสดงแผนภาพการจัดลำดับงานก่อน-หลังได้อย่างชัดเจน และในรูปของตารางการจัดลำดับงานก่อน-หลัง โดยแสดงรายละเอียดของเวลาเข้า-ออกของแต่ละงานในการทำงานที่แต่ละเครื่องจักร สามารถที่จะตรวจสอบความถูกต้องได้

ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงาน คือภาษาซี ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้หลักการทางวิธีการโปรแกรมแบบสมัยใหม่ที่เรียกว่า โปรแกรมโครงสร้าง คือมีโครงสร้างที่ดีทั้งในแง่โครงสร้างภาษา และโครงสร้างของชนิดข้อมูล การออกแบบโปรแกรมจึงมีรูปแบบการออกแบบที่ง่ายและเป็นโมดูล นอกจากนี้การทำงานของภาษาซีไม่ขึ้นกับระบบปฏิบัติการของเครื่องหรือฮาร์ดแวร์ ทำให้สามารถใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆได้โดยไม่ต้องดัดแปลง และมีความเร็วในการทำงานสูง

2. โปรแกรมการจำลองแบบปัญหา

โปรแกรมการจำลองแบบปัญหา เป็นกระบวนการที่นำเอาข้อมูลนำเข้าและผลของการจัดลำดับงานก่อน-หลังที่ได้จากการโปรแกรมการจัดลำดับงาน เพื่อมาทำการจำลองแบบปัญหาโดยแสดงผลของการจำลองแบบปัญหาในลักษณะภาพเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้เห็นภาพการทำงานของระบบได้อย่างชัดเจน

การพัฒนาโปรแกรมการจำลองแบบปัญหานั้น จะใช้โปรแกรม SIMAN ในการสร้างโปรแกรมการจำลองแบบปัญหาโดยกำหนดเงื่อนไขต่างๆตามข้อมูลนำเข้าและข้อกำหนดต่างๆ ของปัญหาที่ต้องการศึกษา ซึ่งโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นโดย SIMAN นั้นจะจัดเก็บอยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูล Model และ แฟ้มข้อมูล Experiment และทำการเชื่อมโยงแฟ้มข้อมูลทั้งสองเข้าด้วยกันด้วย Link Processor ซึ่งจะได้แฟ้มข้อมูล Program

นอกจากนั้นจะทำการสร้างรูปร่างของระบบงานไฟล์วอร์ปตามที่ต้องการศึกษาโดยในการสร้างจะใช้โปรแกรม CINEMA และจะเก็บอยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูล Layout ซึ่งการทำงานร่วมกันของโปรแกรม SIMAN และ CINEMA จะทำให้สามารถจำลองแบบปัญหาในลักษณะภาพเคลื่อนไหวได้

ในภาคผนวก ก. ได้อธิบายส่วนประกอบของระบบงานโดยละเอียดในแง่ของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การใช้งานโปรแกรม SIMSHOP

โปรแกรมการกำหนดการผลิตไฟล์วอร์ปที่จัดทำขึ้นโดยวิทยานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำได้ตั้งชื่อว่า "SIMSHOP" ซึ่งสรุปขั้นตอนการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้

ในการใช้โปรแกรม SIMSHOP นี้ ผู้ใช้จะต้องจัดเตรียมระบบคอมพิวเตอร์ดังรายละเอียด ดังต่อไปนี้คือ

1.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์

- 1) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มพีซี/เอที หรือเครื่องที่ใช้แทนกันได้ มีหน่วยความจำอย่างน้อย 640 กิโลไบต์
- 2) หน่วยขับเคลื่อนบันทึก ขนาด 3 1/2 นิ้ว อย่างน้อย 1 ตัว
- 3) มีแผงวงจรแสดงภาพอีจีเอ/วีจีเอ หรือชนิดที่ใช้แทนกันได้มีหน่วยความจำอย่างน้อย 256 กิโลไบต์
- 4) จอภาพชนิดอีจีเอ/วีจีเอ
- 5) ไมโครซอฟท์เม้าส์ หรือชนิดที่ใช้แทนกันได้
- 6) เครื่องพิมพ์ (จะมีหรือไม่ก็ได้)

1.2 โปรแกรมระบบ

- 1) ระบบปฏิบัติการเอ็มเอส-ดอส 3.0 หรือสูงกว่า

1.3 โปรแกรมระบบงาน

- 1) โปรแกรม SIMSHOP

2. ผังงานระบบของระบบงาน

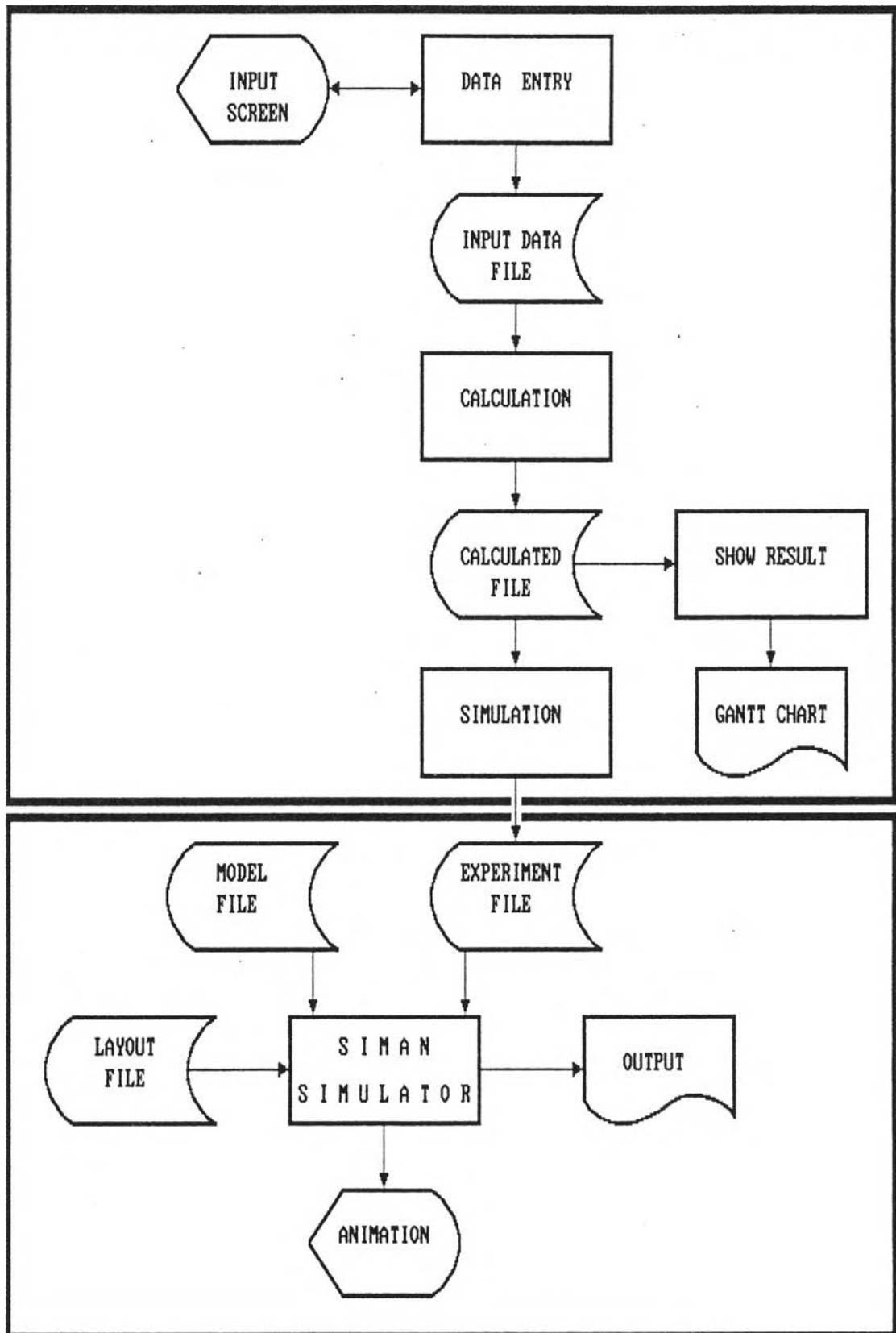
รูปที่ 4.2 แสดงผังงานระบบของระบบงาน ซึ่งรายละเอียดได้อธิบายแล้วในหัวข้อส่วนประกอบของระบบงาน

3. ขั้นตอนการใช้งาน

เมื่อผู้ใช้ได้ทำการโปรแกรม SIMSHOP ที่จอภาพจะแสดงรายการเลือกหลักของระบบงาน ซึ่งประกอบด้วยรายการเลือกย่อย 5 ส่วน ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 4.3 คือ

3.1 การนำเข้าข้อมูล

- 1) ข้อมูลนำเข้าประกอบด้วย จำนวนงาน จำนวนเครื่องจักร เวลาปฏิบัติงานของแต่ละงานที่แต่ละเครื่องจักร เวลาการเข้ามาของงาน และวันกำหนดส่งงาน



รูปที่ 4.2 ผังงานระบบของระบบงาน

2) ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลได้ 2 วิธีคือ วิธีป้อนข้อมูลนำเข้าใหม่ หรือ วิธีอ่านเพิ่มข้อมูลนำเข้าเดิม ซึ่งเก็บอยู่ในสื่อข้อมูลคอมพิวเตอร์ คืองานบันทึกหรือแผ่นบันทึก

3) ผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลนำเข้ามาแสดงบนจอภาพ เพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลได้ตามต้องการ

4) ผู้ใช้สามารถเก็บข้อมูลในงานบันทึกหรือแผ่นบันทึก ได้โดยการกำหนดชื่อเพิ่มข้อมูลตามที่ต้องการ ภายใต้กฎเกณฑ์การกำหนดชื่อเพิ่มของเอ็มเอส-ดอส

3.2 การประมวลผลข้อมูล

1) โปรแกรมจะทำการประมวลผลจากข้อมูลนำเข้าเพื่อได้ เวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของแต่ละงานที่แต่ละเครื่องจักร ซึ่งการประมวลผลสามารถเลือกกฎการจัดลำดับงานได้ 6 กฎ คือ

- เข้าก่อนบริการก่อน
- เวลาปฏิบัติงานสั้นที่สุด
- วันกำหนดส่งงานเร็วที่สุด
- อัตราส่วนวิกฤติ
- เข้าหลังบริการก่อน
- แบบสุ่ม

2) ผู้ใช้สามารถเก็บผลการประมวลที่ได้ ไว้ในงานบันทึกหรือแผ่น โดยกำหนดชื่อเพิ่มข้อมูลตามที่ต้องการ ภายใต้กฎเกณฑ์การกำหนดชื่อเพิ่มของเอ็มเอส-ดอส

3) ผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล มาแสดงบนจอภาพเพื่อตรวจสอบได้

3.3 การแสดงผลลัพธ์และแผนภูมิแกนต์

1) การเลือกรายการเลือกนี้จะสั่งให้โปรแกรมอ่านเพิ่มข้อมูล ที่ได้จากการประมวลผลที่เก็บอยู่ในงานบันทึก หรือแผ่นบันทึก

2) การแสดงผลลัพธ์ สามารถแสดงตารางการจัดลำดับงานและแผนภูมิแกนต์ เพื่อให้ผู้ใช้ได้เห็นผลลัพธ์ได้หลายรูปแบบ

3.4 การจำลองแบบปัญหาและแสดงภาพเคลื่อนไหว

1) ผู้ใช้สามารถเลือกสั่งให้โปรแกรมทำการจำลองแบบปัญหาโดยโปรแกรมจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลจากเพิ่มข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการจำลองปัญหา

2) ผู้ใช้จะเห็นการจำลองปัญหาปรากฏเป็นภาพเคลื่อนไหวแสดงบนจอภาพคอมพิวเตอร์ แสดงการจำลองการทำงานของระบบ

3.5 การออกจากระบบงาน

1) เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานต่างๆ แล้ว ผู้ใช้ต้องการเลิกใช้งานและต้องการออกจากระบบ

2) เมื่อเลือกรายการนี้ระบบงานจะสิ้นสุด และกลับเข้าสู่ระบบปฏิบัติการเอ็มเอส-ดอส ตามปกติ

4. ข้อกำหนดของโปรแกรม

4.1 จำนวนมากที่สุดของชนิดของงาน เท่ากับ 9 ชนิด

4.2 จำนวนมากที่สุดของชนิดของเครื่องจักร เท่ากับ 9 ชนิด

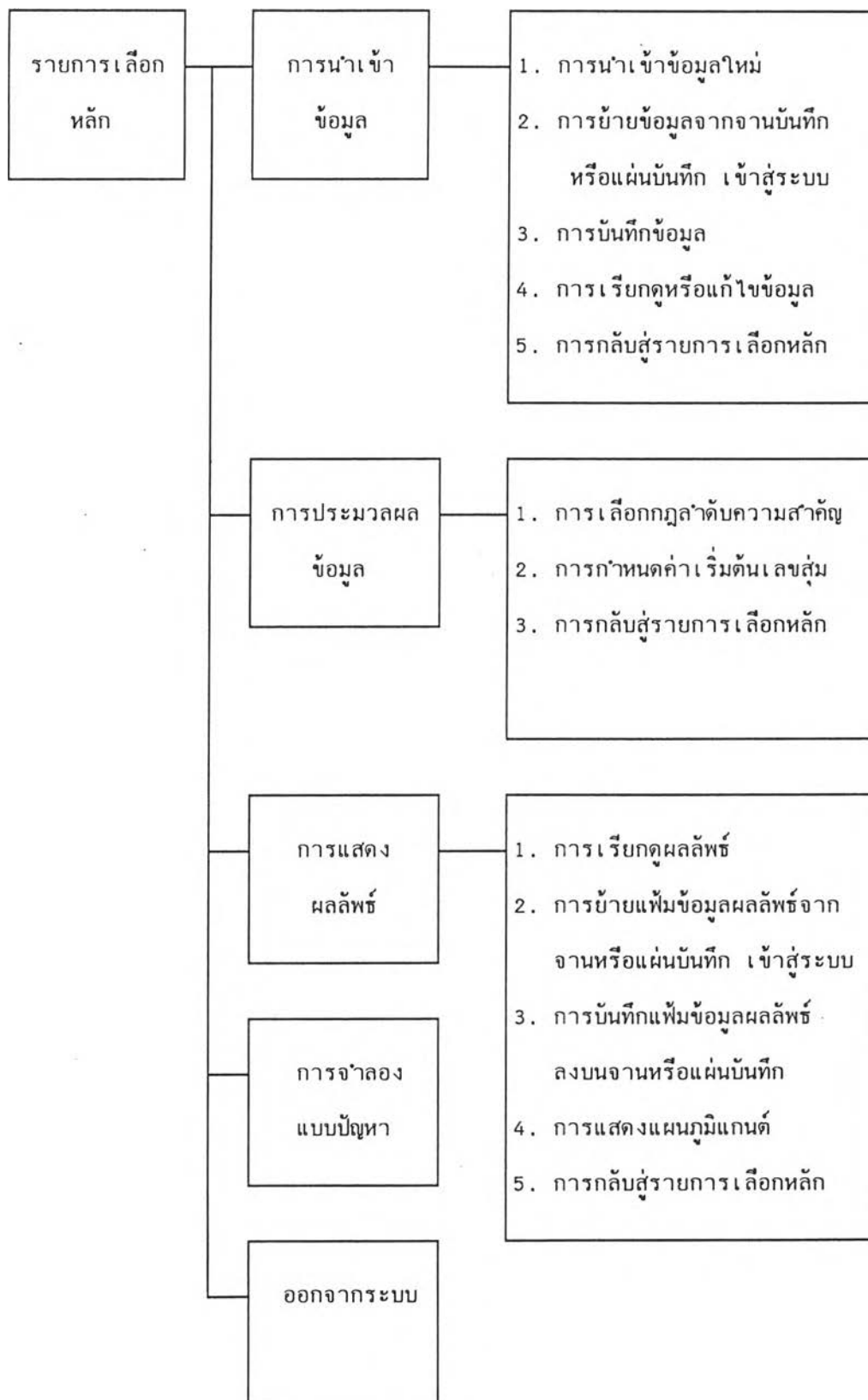
การทดสอบระบบ

การวิจัยครั้งนี้ได้มีการทดสอบซึ่งสามารถจำแนกเป็น 2 ลักษณะคือ การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมและระบบงาน และการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบดังกล่าว

1. การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมและระบบงาน

โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมา นี้ ได้รับการทดสอบทางด้านการทำงานว่าถูกต้องตามหลักการและขั้นตอนวิธีที่นำเสนอในการวิจัยนี้ โดยการใช้โปรแกรมตรวจสอบความบกพร่อง (Debugger) ของโปรแกรมภาษาซี ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อทำการตรวจสอบขั้นตอนของการทำงานในแต่ละโปรแกรมว่าทำงานถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบตัวเลขผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในแต่ละขั้นตอน

ส่วนการตรวจสอบการทำงานของการทำงานแบบปัญหานั้น สามารถตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการทำงาน และผลลัพธ์ระหว่างขั้นตอนต่างๆ โดยอาศัยโปรแกรมตรวจสอบความบกพร่องของ SIMAN นอกจากนั้นการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวจะทำให้เห็น



รูปที่ 4.3 โครงสร้างรายการเลือกโปรแกรม SIMSHOP

ได้อย่างชัดเจนว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานั้น มีความถูกต้องเพียงใด

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแฟ้มข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในระบบนั้น เนื่องจากโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลเป็นลักษณะข้อความ (Text File) จึงใช้โปรแกรมบรรณาธิการ (Editor Program) ซึ่งเป็นโปรแกรมยุดิลิตี ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้อง และควบคู่ไปกับการสร้างโปรแกรมเพื่ออ่านแฟ้มข้อมูลและแสดงผลของข้อมูลบนจอภาพเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การทดสอบรายละเอียดของโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมตรวจสอบความบกพร่องนี้ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดและปรับปรุงโปรแกรมได้เป็นอย่างดี ช่วยลดเวลาในการหาข้อผิดพลาด ซึ่งช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็ว และการตรวจสอบแฟ้มข้อมูลยังจะช่วยให้ลดเวลาการพบสาเหตุของปัญหา หรือข้อผิดพลาดของโปรแกรมได้ในเบื้องต้น

ด้วยวิธีทดสอบดังกล่าวทำให้ผู้ใช้สามารถมั่นใจได้ว่า โปรแกรมและระบบงานนี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้

2. การทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบงาน

การทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบงาน กระทำโดยการนำข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาเอง หรือข้อมูลจากการสำรวจงานวิจัย เช่นตัวอย่างงานวิจัยของ Nawaz et al. (1983) ซึ่งมีรายละเอียดในภาคผนวก ก. ผู้วิจัยพยายามที่จะนำข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อทำให้เกิดความเอนเอียงในการทดสอบแล้วจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบงานเพื่อทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม SIMSHOP และนำไปเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ทำโดยวิธีมือ ซึ่งการทดสอบนี้จะเป็นส่วนสนับสนุนความถูกต้องของผลลัพธ์ นอกจากนั้นแล้วผู้วิจัยยังได้ทำการเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้วิธี New Curtailed-enumeration ของ Nawaz et al. เพื่อให้มั่นใจว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบงานที่พัฒนามีความถูกต้อง

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบระบบงานมี 3 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 เป็นข้อมูลการปฏิบัติงานชนิดโฟล์วชอป 4 งาน 5 เครื่องจักร ซึ่งแสดงเวลาปฏิบัติงานของแต่ละงานที่แต่ละเครื่องจักร และกำหนดวันส่งงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

- ชุดที่ 2 เป็นข้อมูลการปฏิบัติงานชนิดโพล์ขอป 4 งาน 3 เครื่องจักร ซึ่งแสดงเวลาปฏิบัติงานของแต่ละงานที่แต่ละเครื่องจักร และกำหนดวันส่งงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

- ชุดที่ 3 เป็นข้อมูลการปฏิบัติงานชนิดโพล์ขอป 9 งาน 8 เครื่องจักร ซึ่งแสดงเวลาปฏิบัติงานของแต่ละงานที่แต่ละเครื่องจักร และกำหนดวันส่งงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

โดยการทดสอบการทำงานของโปรแกรม SIMSHOP ด้วยข้อมูลชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 จะให้ผลของการจัดลำดับงานก่อน-หลัง ตามกฎลำดับความสำคัญต่างๆที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ดังแสดงได้ดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ และโดยวิธี New Curtailed-enumeration จะได้ผลของการจัดลำดับงานก่อน-หลัง ดังแสดงได้ดังตารางที่ 4.7, 4.8 และ 4.9 สำหรับการใช้อข้อมูลชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จาก SIMSHOP กับวิธี New Curtailed-enumeration จากข้อมูลทั้ง 3 ชุด เมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพของเวลาทั้งหมดที่งานอยู่ในระบบ จะพบว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

จากการทดสอบผลลัพธ์ดังกล่าวข้างต้น ทำให้มั่นใจได้ว่าโปรแกรมและระบบงานที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้มีความถูกต้อง เป็นที่เชื่อถือได้ตามหลักการที่น่าเสนอในงานวิจัยนี้

งาน	เครื่องจักร					กำหนดวันส่งงาน
	1	2	3	4	5	
1	5	9	8	10	1	53
2	9	3	10	1	8	65
3	9	4	5	8	6	50
4	4	8	8	7	2	45

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการปฏิบัติงานชุดที่ 1

งาน	เครื่องจักร			กำหนดวันส่งงาน
	1	2	3	
1	10	2	3.5	50
2	5	4	8	65
3	2	8	4	82
4	4	2	5	85

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการปฏิบัติงานชุดที่ 2

งาน	เครื่องจักร								กำหนดวันส่งงาน
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	4	3	2	1	5	3	2	2	32
2	1	2	1	2	4	2	3	3	57
3	3	1	8	1	3	2	1	4	43
4	5	4	3	2	1	2	1	4	37
5	1	2	3	4	5	1	2	3	33
6	3	2	1	2	3	4	1	5	45
7	3	2	2	1	2	3	5	3	54
8	3	2	1	5	3	2	1	3	55
9	2	1	3	1	2	2	5	3	48

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการปฏิบัติงานชุดที่ 3

กฎการจัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
FCFS	1 : 1--2--3--4 2 : 1--2--3--4 3 : 1--2--3--4 4 : 1--2--3--4 5 : 1--2--3--4	5, 14, 23, 27 14, 17, 27, 35 22, 32, 37, 45 32, 33, 45, 52 33, 41, 51, 54
SPT	1 : 4--1--2--3 2 : 4--1--2--3 3 : 4--1--2--3 4 : 4--1--2--3 5 : 4--1--2--3	4, 9, 18, 27 12, 21, 24, 31 20, 29, 39, 44 27, 39, 40, 52 29, 40, 48, 58
EDD	1 : 4--3--1--2 2 : 4--3--1--2 3 : 4--3--1--2 4 : 4--3--1--2 5 : 4--3--1--2	4, 13, 18, 27 12, 17, 27, 30 20, 25, 35, 45 27, 35, 45, 46 29, 41, 46, 54

ตารางที่ 4.4 ผลการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP ด้วยข้อมูลที่ 1

กฎการจัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
LCFS	1 : 4--3--2--1 2 : 4--3--2--1 3 : 4--3--2--1 4 : 4--3--2--1 5 : 4--3--2--1	4, 13, 22, 27 12, 17, 25, 36 20, 25, 35, 44 27, 35, 36, 54 29, 41, 49, 55
RANDOM	1 : 1--2--4--3 2 : 1--2--4--3 3 : 1--2--4--3 4 : 1--2--4--3 5 : 1--2--4--3	5, 14, 18, 27 14, 17, 26, 31 22, 32, 40, 45 32, 33, 47, 55 33, 41, 49, 61
CR	1 : 4--3--1--2 2 : 4--3--1--2 3 : 4--3--1--2 4 : 4--3--1--2 5 : 4--3--1--2	4, 13, 18, 27 12, 17, 27, 30 20, 25, 35, 45 27, 35, 45, 46 29, 41, 46, 54

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP ด้วยข้อมูลชุดที่ 1

กฎการจัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
FCFS	1 : 1--2--3--4	10, 15, 17, 21
	2 : 1--2--3--4	12, 19, 27, 29
	3 : 1--2--3--4	15.5, 27, 31, 36
SPT	1 : 3--4--2--1	2, 6, 11, 21
	2 : 3--4--2--1	10, 12, 16, 23
	3 : 3--4--2--1	14, 19, 27, 30.5
EDD	1 : 1--2--3--4	10, 15, 17, 21
	2 : 1--2--3--4	12, 19, 27, 29
	3 : 1--2--3--4	15.5, 27, 31, 36
LCFS	1 : 4--3--2--1	4, 6, 11, 21
	2 : 4--3--2--1	6, 14, 18, 23
	3 : 4--3--2--1	11, 18, 26, 29.5
RANDOM	1 : 1--2--4--3	10, 15, 19, 21
	2 : 1--2--4--3	12, 19, 21, 29
	3 : 1--2--4--3	15.5, 27, 32, 36
CR	1 : 1--2--3--4	10, 15, 17, 21
	2 : 1--2--3--4	12, 19, 27, 29
	3 : 1--2--3--4	15.5, 27, 31, 36

ตารางที่ 4.5 ผลการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP ด้วยข้อมูลชุดที่ 2

กฎการ จัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
FCFS	1 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9 2 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9 3 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9 4 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9 5 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9 6 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9 7 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9 8 : 1--2--3--4--5--6--7--8--9	4, 5, 8, 13, 14, 17, 20, 23, 25 7, 9, 10, 17, 19, 21, 23, 25, 26 9, 10, 18, 21, 24, 25, 27, 28, 31 10, 12, 19, 23, 28, 30, 31, 36, 37 15, 19, 22, 24, 33, 36, 38, 41, 43 18, 21, 24, 26, 34, 40, 43, 45, 47 20, 24, 25, 27, 36, 41, 48, 49, 54 22, 27, 31, 35, 39, 46, 51, 54, 57
SPT	1 : 2--5--9--3--6--7--8--1--4 2 : 2--5--9--3--6--7--8--1--4 3 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4 4 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4 5 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4 6 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4 7 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4 8 : 2--5--9--3--8--6--7--1--4	1, 2, 4, 7, 10, 13, 16, 20, 25 3, 5, 6, 8, 12, 15, 18, 23, 29 4, 8, 11, 19, 20, 21, 23, 25, 32 6, 12, 13, 20, 22, 27, 28, 29, 34 10, 17, 19, 23, 26, 30, 32, 37, 38 12, 18, 21, 25, 30, 32, 35, 40, 42 15, 20, 26, 27, 31, 33, 40, 42, 43 18, 23, 29, 33, 36, 41, 44, 46, 50

ตารางที่ 4.6 ผลการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP ด้วยข้อมูลชุดที่ 3



กฎการ จัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
EDD	1 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	4, 5, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 25
	2 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	7, 9, 14, 15, 18, 19, 23, 26, 28
	3 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	9, 12, 17, 25, 26, 29, 31, 32, 33
	4 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	10, 16, 19, 26, 28, 30, 32, 37, 39
	5 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	15, 21, 22, 29, 32, 34, 36, 40, 44
	6 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	18, 22, 24, 31, 36, 38, 41, 43, 46
	7 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	20, 24, 25, 32, 37, 43, 48, 49, 52
	8 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2	22, 27, 31, 36, 42, 46, 51, 54, 57
LCFS	1 : 9--8--7--6--5--4--3--2--1	2, 5, 8, 11, 12, 17, 20, 21, 25
	2 : 9--8--7--6--5--4--2--3--1	3, 7, 10, 13, 15, 21, 23, 24, 28
	3 : 9--8--7--6--5--4--3--1--2	6, 8, 12, 14, 18, 24, 32, 34, 35
	4 : 9--8--7--6--5--4--3--1--2	7, 13, 14, 16, 22, 26, 33, 35, 37
	5 : 9--8--6--7--5--4--3--1--2	9, 16, 19, 21, 27, 28, 36, 41, 45
	6 : 9--8--6--7--5--4--3--1--2	11, 18, 23, 26, 28, 30, 38, 44, 47
	7 : 9--8--6--7--4--5--3--1--2	16, 19, 24, 31, 32, 34, 39, 46, 50
	8 : 9--8--6--7--5--4--3--1--2	19, 22, 29, 34, 37, 41, 45, 48, 53

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP ด้วยข้อมูลชุดที่ 3

กฎการ จัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
RANDOM	1 : 2--1--4--8--6--3--5--7--9 2 : 2--1--4--8--6--3--5--7--9 3 : 2--1--4--8--6--3--7--9--5 4 : 2--1--4--6--8--3--7--9--5 5 : 2--1--4--6--8--3--7--9--5 6 : 2--1--4--6--8--3--7--9--5 7 : 2--1--4--6--8--3--7--9--5 8 : 2--1--4--6--8--3--7--9--5	1, 5, 10, 13, 16, 19, 20, 23, 25 3, 8, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 26 4, 10, 17, 18, 19, 28, 30, 33, 36 6, 11, 19, 21, 26, 29, 31, 34, 40 10, 16, 20, 24, 29, 32, 34, 36, 45 12, 19, 22, 28, 31, 34, 37, 39, 46 15, 21, 23, 29, 32, 35, 42, 47, 49 18, 23, 27, 34, 37, 41, 45, 50, 53
CR	1 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2 2 : 1--5--4--3--6--9--7--8--2 3 : 1--5--4--3--9--8--6--7--2 4 : 1--5--4--3--9--8--2--7--6 5 : 1--5--4--3--9--8--7--2--6 6 : 1--5--4--3--9--8--7--2--6 7 : 1--5--4--3--4--8--7--2--6 8 : 1--5--4--3--5--8--7--2--6	4, 5, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 25 7, 9, 14, 15, 18, 19, 23, 26, 28 9, 12, 17, 25, 28, 29, 30, 32, 33 10, 16, 19, 26, 29, 34, 36, 37, 39 15, 21, 22, 29, 31, 37, 39, 43, 46 18, 22, 24, 31, 33, 39, 42, 45, 50 20, 24, 25, 32, 38, 40, 47, 50, 51 22, 27, 31, 36, 41, 44, 50, 53, 58

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP ด้วยข้อมูลชุดที่ 3

วิธี	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
New	1 : 4--3--1--2	4, 13, 18, 27
Curtailed- enumeration	2 : 4--3--1--2	12, 17, 27, 30
	3 : 4--3--1--2	20, 25, 35, 45
	4 : 4--3--1--2	27, 35, 45, 46
	5 : 4--3--1--2	29, 41, 46, 54

ตารางที่ 4.7 ผลการจัดลำดับงานโดยวิธี New Curtailed-enumeration
ด้วยข้อมูลชุดที่ 1

วิธี	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
New	1 : 4--2--3--1	4, 9, 11, 21
Curtailed- enumeration	2 : 4--2--3--1	6, 13, 21, 23
	3 : 4--2--3--1	9, 21, 25, 28.5

ตารางที่ 4.8 ผลการจัดลำดับงานโดยวิธี New Curtailed-enumeration
ด้วยข้อมูลชุดที่ 2

วิธี	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
NCe	1 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	1, 4, 6, 7, 10, 15, 18, 22, 25
	2 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	3, 6, 7, 9, 11, 19, 21, 25, 27
	3 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	4, 7, 10, 13, 21, 24, 26, 28, 29
	4 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	6, 9, 11, 17, 22, 26, 27, 29, 34
	5 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	10, 13, 15, 22, 25, 27, 29, 34, 37
	6 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	12, 17, 19, 23, 27, 29, 32, 37, 39
	7 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	15, 18, 24, 26, 28, 30, 37, 39, 40
	8 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	18, 23, 27, 30, 34, 38, 41, 43, 46

ตารางที่ 4.9 ผลการจัดลำดับงานโดยวิธี New Curtailed-enumeration

ด้วยข้อมูลชุดที่ 3

การวิเคราะห์ผล

การกำหนดการผลิตในแนวของ Heuristic มีได้หลากหลายแนวทาง จากการศึกษาและสำรวจงานวิจัย ผู้วิจัยมีความเห็นว่าแนวทางของ Heuristic จะเหมาะสมและให้คำตอบใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเฉพาะเงื่อนไข สถานการณ์ และสภาพแวดล้อม เป็นกรณีๆไป แต่ยังไม่มีความคิดที่จะเหมาะสมในทุกกรณี เพื่อเป็นการยืนยันผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการกำหนดการผลิต SIMSHOP ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ว่าใกล้เคียงกับแนวคิด Heuristic ของงานวิจัยอื่นๆ ที่ให้ผลดี จึงได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SIMSHOP กับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี New Curtailed-enumeration ซึ่งเป็นวิธีที่ Nawaz et al. (1983) ได้ทำการทดสอบกับวิธีอื่นๆ และสรุปว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีและมักให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (รายละเอียดของวิธี New Curtailed-enumeration แสดงในภาคผนวก ก.)

จากการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบงาน จะแสดงผลการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP ด้วยข้อมูลชุดที่ 1 ดังตารางที่ 4.4 เมื่อใช้เกณฑ์ประเมินประสิทธิผลของเวลาทั้งหมดที่งานอยู่ในระบบน้อยที่สุด จะได้ว่าการจัดลำดับงานที่ใช้กฎ FCFS และ EDD ให้ผลที่อยู่ในเกณฑ์ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกฎลำดับความสำคัญต่างๆ และเมื่อทำการเปรียบเทียบการจัดลำดับงานโดยวิธี New Curtailed-enumeration ซึ่งใช้ข้อมูลชุดเดียวกันนี้ พบว่าให้ผลลัพธ์ที่มีวิธีการจัดลำดับงานต่างกันแต่ให้เวลาทั้งหมดที่งานอยู่ในระบบเท่ากัน ดังตารางที่ 4.10 ในทำนองเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบผลการจัดลำดับงานด้วยข้อมูลชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ก็ให้ผลลัพธ์ของเกณฑ์ประเมินประสิทธิผลเดียวกันนี้ที่ใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ

นอกจากนี้ระบบงาน SIMSHOP ยังสามารถแสดงการวิเคราะห์ผลการจัดลำดับงานโดยใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิผลได้ 3 วิธี คือเวลาทั้งหมดที่งานอยู่ในระบบน้อยที่สุด เวลาสายเฉื่อยน้อยที่สุด และ ประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรสูงสุด จากข้อมูลทั้ง 3 ชุด เมื่อใช้ SIMSHOP หาเกณฑ์การประเมินประสิทธิผลต่างๆ ดังกล่าวนั้นสามารถแสดงผลเปรียบเทียบกัน ดังตารางที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ

วิธีการจัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
SIMSHOP โดยกฎ FCFS	1 : 1--2--3--4	5, 14, 23, 27
	2 : 1--2--3--4	14, 17, 27, 35
	3 : 1--2--3--4	22, 32, 37, 45
	4 : 1--2--3--4	32, 33, 45, 52
	5 : 1--2--3--4	33, 41, 51, 54
SIMSHOP โดยกฎ EDD	1 : 4--3--1--2	4, 13, 18, 27
	2 : 4--3--1--2	12, 17, 27, 30
	3 : 4--3--1--2	20, 25, 35, 45
	4 : 4--3--1--2	27, 35, 45, 46
	5 : 4--3--1--2	29, 41, 46, 54
SIMSHOP โดยกฎ CR	1 : 4--3--1--2	4, 13, 18, 27
	2 : 4--3--1--2	12, 17, 27, 30
	3 : 4--3--1--2	20, 25, 35, 45
	4 : 4--3--1--2	27, 35, 45, 46
	5 : 4--3--1--2	29, 41, 46, 54
New Curtailed- enumeration	1 : 4--3--1--2	4, 13, 18, 27
	2 : 4--3--1--2	12, 17, 27, 30
	3 : 4--3--1--2	20, 25, 35, 45
	4 : 4--3--1--2	27, 35, 45, 46
	5 : 4--3--1--2	29, 41, 46, 54

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบการจัดลำดับงานโดยวิธี SIMSHOP
และวิธี New Curtailed-enumeration ด้วยข้อมูลชุดที่ 1

วิธีการจัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
SIMSHOP โดยกฎ LCFS	1 : 4--3--2--1	4, 6, 11, 21
	2 : 4--3--2--1	6, 14, 18, 23
	3 : 4--3--2--1	11, 18, 26, 29.5
NEW Curtailed- enumeration	1 : 4--2--3--1	4, 9, 11, 21
	2 : 4--2--3--1	6, 13, 21, 23
	3 : 4--2--3--1	9, 21, 25, 28.5

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบการจัดลำดับงานโดย SIMSHOP
และวิธี New Curtailed-enumeration ด้วยข้อมูลชุดที่ 2

กฎการ จัดลำดับ	การจัดลำดับงานให้เครื่องจักร	เวลาสิ้นสุดงาน
SIM- SHOP :SPT	1 : 2--5--9--3--6--7--8--1--4	1, 2, 4, 7, 10, 13, 16, 20, 25
	2 : 2--5--9--3--6--7--8--1--4	3, 5, 16, 18, 12, 15, 18, 23, 29
	3 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4	4, 8, 11, 19, 20, 21, 23, 25, 32
	4 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4	6, 12, 13, 20, 22, 27, 28, 29, 34
	5 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4	10, 17, 19, 23, 26, 30, 32, 37, 38
	6 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4	12, 18, 21, 25, 30, 32, 35, 40, 42
	7 : 2--5--9--3--6--8--7--1--4	15, 20, 26, 27, 31, 33, 40, 42, 43
	8 : 2--5--9--3--8--6--7--1--4	18, 23, 29, 33, 36, 41, 44, 46, 50
NCe	1 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	1, 4, 6, 7, 10, 15, 18, 22, 25
	2 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	3, 6, 7, 9, 11, 19, 21, 25, 27
	3 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	4, 7, 10, 13, 21, 24, 26, 28, 29
	4 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	6, 9, 11, 17, 22, 26, 27, 29, 34
	5 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	10, 13, 15, 22, 25, 27, 29, 34, 37
	6 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	12, 17, 19, 23, 27, 29, 32, 37, 39
	7 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	15, 18, 24, 26, 28, 30, 37, 39, 40
	8 : 2--6--9--5--3--4--7--1--8	18, 23, 27, 30, 34, 38, 41, 43, 46

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบการจัดลำดับงานโดยวิธี SIMSHOP
และวิธี New Curtailed-enumeration ด้วยข้อมูลชุดที่ 3

กฎลำดับ ความสำคัญ	เกณฑ์ประเมินประสิทธิผล		
	เวลาทั้งหมดที่งาน อยู่ในระบบน้อยที่สุด	เวลาสายเฉลี่ย น้อยที่สุด	ประสิทธิภาพการใช้ เครื่องจักรสูงสุด (%)
FCFS	54 **	2.50 *	46.30 **
SPT	58	2.00	43.10
EDD	54 **	0.00 **	46.10 **
LCFS	55	0.50	45.45
RAN	59 *	2.25	42.37 *
CR	54 **	0.00 **	46.30 **

* หมายถึง ผลต่ำที่สุด

** หมายถึง ผลดีที่สุด

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินประสิทธิผลต่างๆโดย SIMSHOP

ด้วยข้อมูลชุดที่ 1

กฎลำดับ ความสำคัญ	เกณฑ์ประเมินประสิทธิผล		
	เวลาทั้งหมดที่งาน อยู่ในระบบน้อยที่สุด	เวลาสายเฉลี่ย น้อยที่สุด	ประสิทธิภาพการใช้ เครื่องจักรสูงสุด (%)
FCFS	36.0 *	13.25 *	53.24 *
SPT	30.5	9.12	62.84
EDD	36.0 *	13.25 *	53.24 *
LCFS	29.5 **	8.50 **	64.97 **
RAN	29.5 **	9.25	64.97 **
CR	36.0 *	13.25 *	53.24 *

* หมายถึง ผลต่ำที่สุด

** หมายถึง ผลดีที่สุด

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินประสิทธิผลต่างๆโดย SIMSHOP
ด้วยข้อมูลชุดที่ 2

กฎลำดับ ความสำคัญ	เกณฑ์ประเมินประสิทธิผล		
	เวลาทั้งหมดที่งาน อยู่ในระบบน้อยที่สุด	เวลาสายเฉลี่ย น้อยที่สุด	ประสิทธิภาพการใช้ เครื่องจักรสูงสุด (%)
FCFS	57 *	1.78	41.01 *
SPT	50 **	3.00 *	46.75 **
EDD	57 *	0.00 **	41.01 *
LCFS	53	2.89	44.10
RAN	51	2.33	45.83
CR	57 *	0.22	41.01 *

* หมายถึง ผลต่ำที่สุด

** หมายถึง ผลดีที่สุด

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินประสิทธิผลต่างๆโดย SIMSHOP
ด้วยข้อมูลชุดที่ 3