บทที่ 3
การสร้างแบบจำลองปัญหา

การจำลองปัญหา (Simulations) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ มาแต่โบราณกาลแล้ว แต่ที่ได้รับความสนใจและตื่นตัวในการนำมาใช้แก้ปัญหาในสาขาอาชีพต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบันนั้น เป็นผลเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ในระยะแรกๆมีผู้ที่ให้คำจำกัดความของการจำลองแบบปัญหาตามความเห็นและวิธีการนำไปใช้ประโยชน์ แต่คำจำกัดความที่เป็นที่ยอมรับว่าสามารถครอบคลุมความหมายของการจำลองปัญหาได้เหมาะสมที่สุดก็คือคำจำกัดความที่ให้โดย Shannon ซึ่งให้คำจำกัดความว่า "การจำลองปัญหาคือกระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real system) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ต่างๆ (Strategies) ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้"

จากคำจำกัดความดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระบวนการของการจำลองปัญหานั้นแบ่งเป็นสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลองส่วนหนึ่งและการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นจะเห็นว่า กลไกของวิธีการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับการสร้างแบบจำลองและการใช้แบบจำลอง แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองปัญหานี้อาจเป็น หุ่น ระบบ หรือ แนวความคิดลักษณะหนึ่งลักษณะใด โดยไม่จำเป็นต้องเหมือน (Identical) กับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรมและเพื่อการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง ซึ่งขั้นตอนในการจำลองแบบปัญหาสามารถดำเนินการได้ดังนี้ (ศิริจันทร์, 2537)

3.1 การกำหนดปัญหา (Problem formulation)

ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลอง โดยการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของปัจจัยการทดลองต่างๆที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่ใช้ AGV เป็นระบบขนถ่ายวัสดุ

3.2 การกำหนดระบบงานที่ใช้ในการศึกษา (System definition)

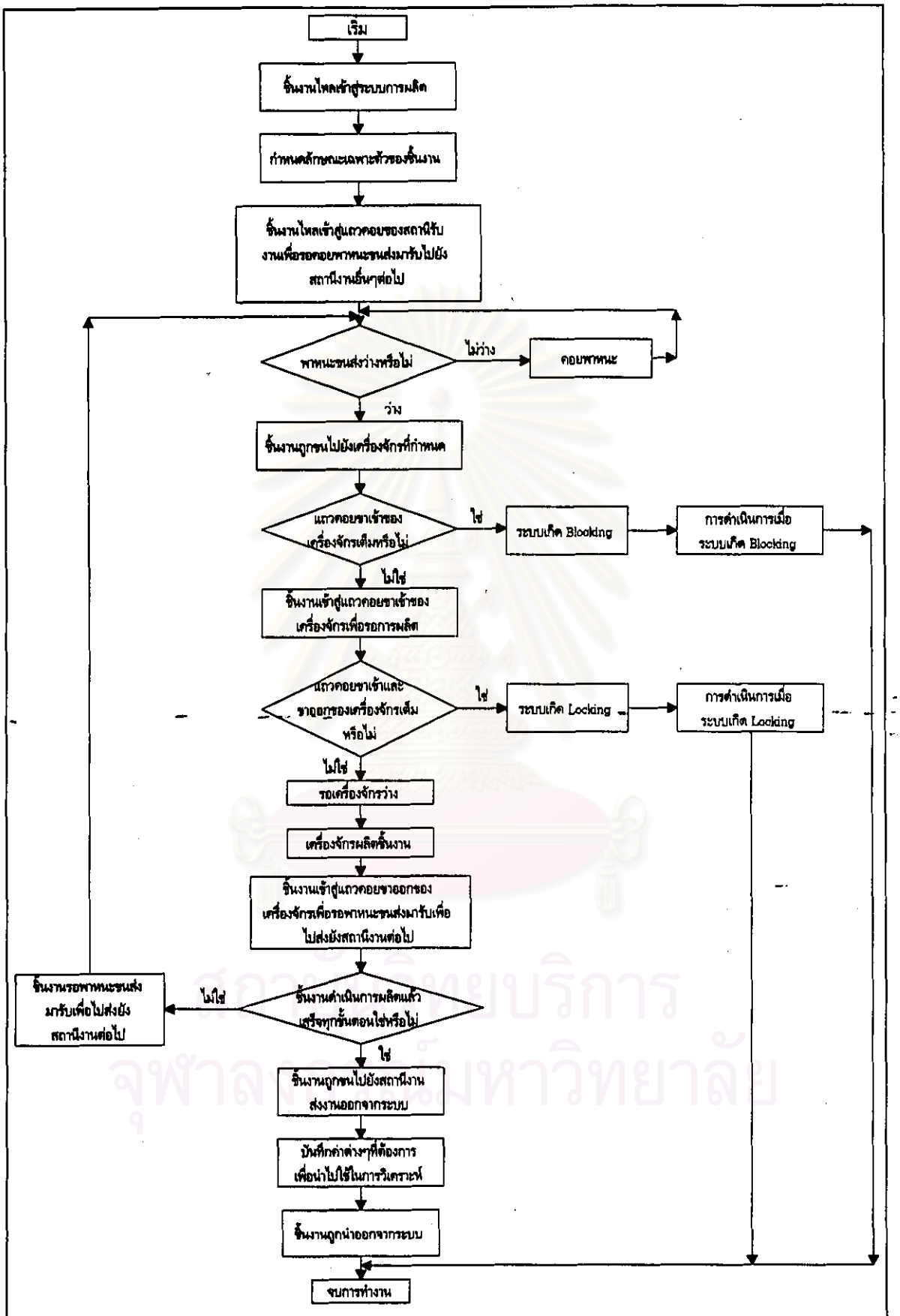
ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่ความหมายของระบบงานบอกเฉพาะว่าระบบงานมีลักษณะอย่างไรโดยไม่ได้บอกลักษณะที่แน่ชัด ดังนั้นเมื่อจะทำการศึกษาระบบงานใดระบบงานหนึ่ง จึงจำเป็นที่จะต้องบอกลักษณะที่ชัดเจนของระบบงานที่กำลังศึกษา การบอกลักษณะที่แจ้งชัดของระบบงานมักจะบอกโดยการกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System boundaries) ซึ่งก็คือ การกำหนดองค์ประกอบของระบบ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์

ประกอบ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆที่อยู่นอกระบบแต่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ องค์ประกอบอื่นๆที่อยู่นอกระบบนี้ เรียกโดยรวมว่า สิ่งแวดล้อมระบบงาน (System environment) องค์ประกอบต่างๆทั้งภายในและภายนอกระบบงานจะมีลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ที่ทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมเหล่านั้นภายใต้เงื่อนไขบางประการจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงาน (System status) ดังนั้นนอกจากการกำหนดขอบเขตของระบบงานแล้วยังต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัวขององค์ประกอบ กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นจากองค์ประกอบเหล่านั้น และการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงานอันเนื่องมาจากกิจกรรมขององค์ประกอบ ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมของระบบที่ทำการศึกษา

องค์ประกอบ	ลักษณะเฉพาะตัว	กิจกรรม
ชิ้นงาน	จำนวนขั้นตอนการผลิต เครื่องจักรที่ต้องทำการผลิตชิ้นงาน กำหนดส่ง เวลาทั้งหมดที่ใช้ในระบบ เวลาที่งานแล้วเสร็จ	อยู่ระหว่างการผลิต
เครื่องจักร	เวลาที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร	ทำงาน ว่าง
แถวคอย	ความจุ จำนวนชิ้นงานในแถวคอย	มีที่ว่างในแถวคอย เต็ม
พาหนะขนส่ง	จำนวน ความเร็ว ความสามารถในการรับชิ้นงาน ขนาด	ทำงาน ว่าง
บัฟเฟอร์ส่วนกลาง	ความจุของบัฟเฟอร์ จำนวนชิ้นงานในบัฟเฟอร์	มีชิ้นงานในบัฟเฟอร์ ไม่มีชิ้นงานในบัฟเฟอร์
แผนผังการเดินทางของพาหนะขนส่ง	รูปแบบ ระยะทาง ทิศทางการเดินทาง	เป็นแผนผังการเดินทางของพาหนะขนส่ง
สถานที่จอดพาหนะขนส่ง	ความจุ ตำแหน่ง	มีพาหนะขนส่งจอดอยู่ ว่าง

นอกจากนี้เรายังสามารถเขียนหน้าที่และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบงานในลักษณะการเคลื่อนที่ของชิ้นงานผ่านกระบวนการต่างๆในระบบได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

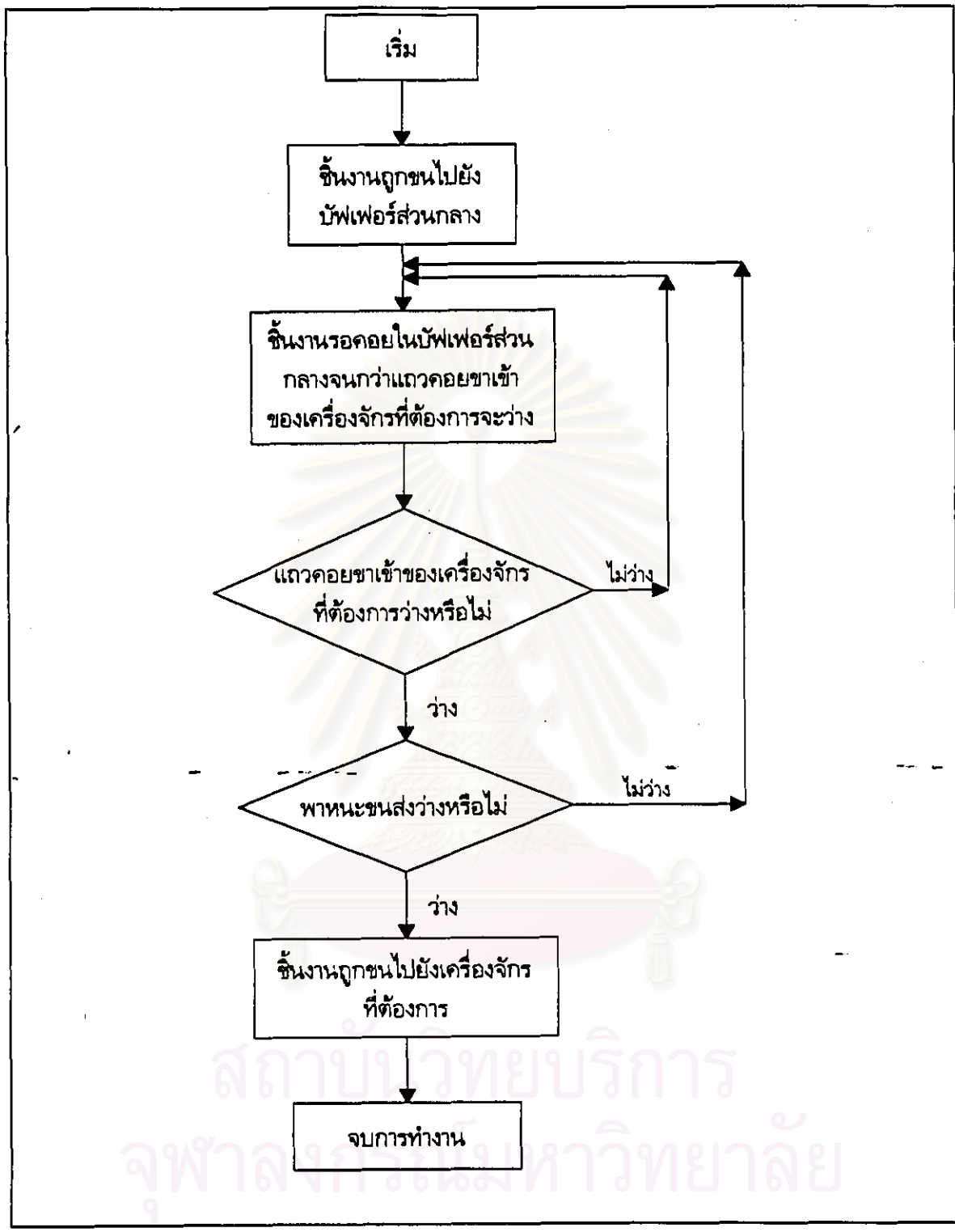


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของชิ้นงาน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 3.1 เริ่มต้นจากชิ้นงานไหลเข้าสู่ระบบการผลิต ก่อนอื่นต้องมีการกำหนดค่าต่างๆที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของชิ้นงานแต่ละชิ้นก่อน เช่น จำนวนขั้นตอนในการผลิต เวลาในการผลิตแต่ละขั้นตอน เครื่องจักรที่ต้องดำเนินการผลิตชิ้นงาน กำหนดส่ง หลังจากนั้นชิ้นงานจะไหลเข้าสู่แถวคอยของสถานีรับงานเพื่อรอคอยให้ AGV มารับไปส่งยังสถานีงานที่ต้องการ เมื่อ AGV ว่างมันจะเดินทางมารับชิ้นงานแล้วนำไปส่งยังสถานีงานที่ต้องการ ก่อนที่ AGV จะส่งชิ้นงานจะมีการตรวจสอบก่อนว่าแถวคอยขาเข้าของสถานีงานนั้นๆเต็มหรือไม่ถ้าเต็มจะทำให้ AGV ไม่สามารถส่งชิ้นงานนั้นได้ เหตุการณ์เช่นนี้เราจะเรียกว่าระบบเกิด Blocking (จะอธิบายในส่วนต่อไป) แต่ถ้าแถวคอยขาเข้าไม่เต็ม AGV จะสามารถส่งชิ้นงานได้ ชิ้นงานจะไหลเข้าสู่แถวคอยของสถานีงานและรอคอยเครื่องจักรว่างเพื่อดำเนินการผลิตต่อไป ขณะที่ชิ้นงานเข้าสู่แถวคอยขาเข้าจะมีการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่าขณะนั้นแถวคอยขาเข้าและแถวคอยขาออกของสถานีงานเต็มหรือไม่ ถ้าเต็มทำให้เครื่องจักรที่ทำงานเสร็จแล้วไม่สามารถปล่อยชิ้นงานออกสู่แถวคอยขาออกได้ส่งผลให้ชิ้นงานในแถวคอยขาเข้าไม่สามารถเข้าสู่เครื่องจักรได้เช่นกัน เหตุการณ์เช่นนี้เราจะเรียกว่า ระบบเกิด Locking (จะอธิบายรายละเอียดในส่วนต่อไป) แต่ถ้าแถวคอยขาออกของสถานีงานไม่เต็มชิ้นงานก็รอจนกว่าเครื่องจักรจะว่าง แล้วค่อยไหลเข้าสู่เครื่องจักรเพื่อดำเนินการผลิตต่อไป เมื่อเครื่องจักรทำงานแล้วเสร็จจะปล่อยชิ้นงานออกสู่แถวคอยขาออกของสถานีงาน ชิ้นงานจะรอคอยในแถวคอยจนกว่า AGV จะมารับเพื่อนำไปส่งยังสถานีงานต่อไป ชิ้นงานจะถูกดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนครบทุกกระบวนการผลิต เมื่อชิ้นงานถูกดำเนินการครบทุกขั้นตอนแล้วจะถูกส่งออกจากระบบการผลิต แต่ก่อนที่ชิ้นงานจะออกจากระบบจะมีการเก็บบันทึกค่าต่างๆเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ เช่น เวลาทั้งหมดที่ชิ้นงานใช้ในระบบ เวลาที่ชิ้นงานดำเนินการแล้วเสร็จ เป็นต้น หลังจากนั้นชิ้นงานจะถูกนำออกจากระบบการผลิต ซึ่งถือเป็นการทำงานแล้วเสร็จของชิ้นงานแต่ละชิ้น

- Blocking เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแถวคอยขาเข้าของเครื่องจักรเต็มทำให้ชิ้นงานไม่สามารถเข้าสู่แถวคอยได้ แผนภาพแสดงการแก้ไขการเกิด Blocking แสดงได้ดังรูปที่ 3.2 เมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ AGV จะไม่สามารถส่งชิ้นงานได้จึงต้องนำชิ้นงานนั้นไปส่งที่บัฟเฟอร์ส่วนกลาง ซึ่งเป็นที่สำหรับเก็บชิ้นงานที่ไม่สามารถเข้าสู่แถวคอยได้ชั่วคราว โดยความจุของบัฟเฟอร์ส่วนกลางจะมีไม่จำกัด ชิ้นงานจะรอในบัฟเฟอร์ส่วนกลางจนกว่าแถวคอยขาเข้าของเครื่องจักรที่ต้องการว่าง จึงจะถูกนำกลับไปที่สถานีงานนั้นๆอีกครั้ง



รูปที่ 3.2 การแก้ไขเมื่อระบบเกิด Blocking

- Locking เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแถวคอยขาเข้าและแถวคอยขาออกของสถานีงานเต็มพร้อมกัน รวมทั้งมีชิ้นงานที่เครื่องจักรซึ่งกำลังดำเนินการอยู่หรือดำเนินการแล้วเสร็จแต่

รอปล่อยออกสู่แถวคอยขาออกแต่ปล่อยไม่ได้เพราะแถวคอยเต็ม ส่งผลให้ชิ้นงานที่รอในแถวคอยขาเข้าไม่สามารถเข้าสู่เครื่องจักรได้ ดังนั้นจึงต้องแก้ไขโดยการกำหนดให้ AGV มารับชิ้นงานที่แถวคอยขาออกของสถานีงานนั้นให้เร็วที่สุด โดยการกำหนด Priority ในการเรียก AGV ของสถานีงานนั้นให้มีค่าเป็นอันดับแรก (มีสิทธิ์ได้รับเลือกเป็นอันดับแรกเมื่อ AGV ว่าง) ซึ่งเมื่อ AGV มารับชิ้นงานแล้วจะทำให้แถวคอยขาออกว่าง เครื่องจักรสามารถปล่อยชิ้นงานได้ และชิ้นงานจากแถวคอยขาเข้าสามารถไหลเข้าสู่เครื่องจักรได้ ก็กลับเข้าสู่สภาวะปกติ การเกิด Locking ส่งผลให้เกิดผลเสียคือ ประสิทธิภาพของระบบจะมีค่าลดลง เนื่องจากเครื่องจักรทำงานได้ไม่เต็มที่ทั้งๆที่ว่างเพราะชิ้นงานชิ้นใหม่ไม่สามารถเข้าสู่เครื่องจักรได้ และทำให้ชิ้นงานเสียเวลารอมากขึ้น ส่งผลให้เวลาทั้งหมดที่ชิ้นงานใช้ในระบบมีค่าเพิ่มขึ้น รวมทั้งทำให้จำนวนชิ้นงานที่บัฟเฟอร์ส่วนกลางมีค่ามากขึ้นเนื่องจากชิ้นงานเข้าสู่แถวคอยไม่ได้

นอกจากขั้นตอนการทำงานของชิ้นงานแล้ว ส่วนที่มีความสำคัญอีกส่วนหนึ่งก็คือส่วนของการทำงานของพาหนะขนส่งชิ้นงานที่ทำหน้าที่ขนส่งชิ้นงานเข้าสู่ระบบ เคลื่อนย้ายงานระหว่างสถานีงานต่างๆ รวมทั้งขนส่งชิ้นงานออกจากระบบ ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้จะใช้ AGV ในการขนส่งชิ้นงาน โดย AGV จะสามารถรับชิ้นงานได้มากที่สุด 2 ชิ้นงาน แต่สามารถรับได้ครั้งละ 1 ชิ้นงานต่อการรับ 1 ครั้ง ดังนั้นการตัดสินใจต่างๆที่เกิดขึ้นจะแตกต่างไปจาก AGV ที่รับได้เพียง 1 ชิ้นงาน ซึ่งมีเพียงการตัดสินใจไปรับชิ้นงานเท่านั้น (กรณีที่มีชิ้นงานมากกว่า 1 ชิ้นที่ต้องการให้ AGV ไปรับ) แต่สำหรับ AGV ที่สามารถรับได้ 2 ชิ้นงานจะมีการตัดสินใจที่มากกว่านั้น ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.3 ในสภาวะเริ่มต้น AGV จะจอดอยู่ที่สถานีจอด (Staging) และทุกครั้งที่ไม่มีชิ้นงานให้ AGV ไปรับและส่ง AGV จะกลับมาจอดที่สถานีจอด การตัดสินใจและการทำงานของ AGV สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นจากการตรวจสอบว่ามีชิ้นงานที่ต้องการให้ AGV ไปรับหรือไม่ ถ้าไม่มี AGV ก็จะจอดอยู่ที่เดิมหรือถ้าขณะนั้น AGV อยู่ที่อื่นมันก็จะเดินทางมาที่สถานีจอด ถ้ามีชิ้นงานที่ต้องการให้ AGV ไปรับ จะดำเนินการตามข้อ 2
2. ทำการตรวจสอบอีกครั้งว่ามีชิ้นงาน 2 ชิ้นที่ต้องการให้ AGV ไปรับพร้อมกันหรือไม่
   2.1 ถ้าไม่ใช่ (มีเพียงชิ้นงานเดียว) AGV จะเดินทางไปรับชิ้นงานนั้น (แล้วดำเนินการตามข้อ 6)
   2.2 ถ้าใช่ จะทำให้ AGV มีชิ้นงาน 2 ชิ้นที่ต้องเดินทางไปรับ (ดำเนินการตามข้อ 3)
3. เมื่อมีชิ้นงาน 2 ชิ้นที่ AGV ต้องเดินทางไปรับ AGV จะมีการตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางไปรับชิ้นงานใดก่อนชิ้นใดหลังโดยใช้กฎการตัดสินใจแบบ Shortest Distance (เลือกรับงานโดยพิจารณาจากระยะทางระหว่างชิ้นงานกับ AGV ที่ใกล้ที่สุด) เมื่อตัดสินใจได้แล้ว AGV ก็จะเดินทางไปรับชิ้นงานที่ถูกเลือก ทำให้สถานะของ AGV เปลี่ยนไปคือมีชิ้นงานบนตัวมัน

แล้ว 1 ชิ้นซึ่งต้องเดินทางไปส่งที่สถานีงานถัดไป และมีชิ้นงานที่มันต้องเดินทางไปรับอีก 1 ชิ้นงาน ทำให้ AGV ต้องทำการตัดสินใจอีกครั้งหนึ่ง (ดำเนินการตามข้อ 4)

4. AGV จะทำการตัดสินใจเลือกระหว่างการเดินทางไปส่งชิ้นงานที่มันรับขึ้นมาแล้วกับการเดินทางไปรับชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งที่ยังไม่รับ โดยจะใช้กฎการตัดสินใจแบบ Shortest Distance ซึ่งผลการตัดสินใจจะมี 2 กรณี คือ

   4.1 AGV ตัดสินใจเลือกเดินทางไปรับชิ้นงานอีก 1 ชิ้นก่อนที่จะเดินทางไปส่งชิ้นงานที่รับขึ้นมาแล้ว เมื่อ AGV รับชิ้นงานแล้วจะทำให้มีชิ้นงานบนตัวมัน 2 ชิ้นและไม่สามารถรับงานได้อีกเพราะเต็มความสามารถแล้ว ซึ่ง AGV ต้องตัดสินใจในการเลือกส่งชิ้นงานเท่านั้น (ดำเนินการตามข้อ 5)

   4.2 AGV ตัดสินใจเลือกเดินทางไปส่งชิ้นงานที่มันรับขึ้นมาก่อนที่จะเดินทางไปรับชิ้นงานอีก 1 ชิ้น เมื่อส่งชิ้นงานแล้วจะทำให้สถานะของ AGV เปลี่ยนไปคือจะมีชิ้นงานที่ต้องเดินทางไปรับเพียงหนึ่งชิ้นงาน และสามารถรับชิ้นงานได้อีกหนึ่งชิ้นงาน ซึ่งจะกลับไปดำเนินการตามข้อ 2 อีกครั้งหนึ่ง

5. เมื่อ AGV รับงานแล้วจะทำให้สถานะของมันเปลี่ยนไป คือขณะนี้มันจะมีชิ้นงานที่รับขึ้นมาแล้ว 2 ชิ้นซึ่งไม่สามารถรับชิ้นงานได้อีกแล้วเพราะเต็มความสามารถของมันแล้ว การตัดสินใจที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จะมีเฉพาะการตัดสินใจในการเลือกส่งชิ้นงานเท่านั้นว่าจะเลือกส่งงานชิ้นใดก่อนชิ้นใดหลัง โดยในการตัดสินใจจะใช้ Drop-off rules (รายละเอียดจะอธิบายในบทที่ 4 ส่วนของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง) ซึ่งประกอบด้วยกฎการตัดสินใจ 3 ข้อ คือ

   - กฎการตัดสินใจแบบ First In First Out (FIFO)
   - กฎการตัดสินใจแบบ Minimum Operation Remaining (MOR)
   - กฎการตัดสินใจแบบ Nearest Destination (ND)

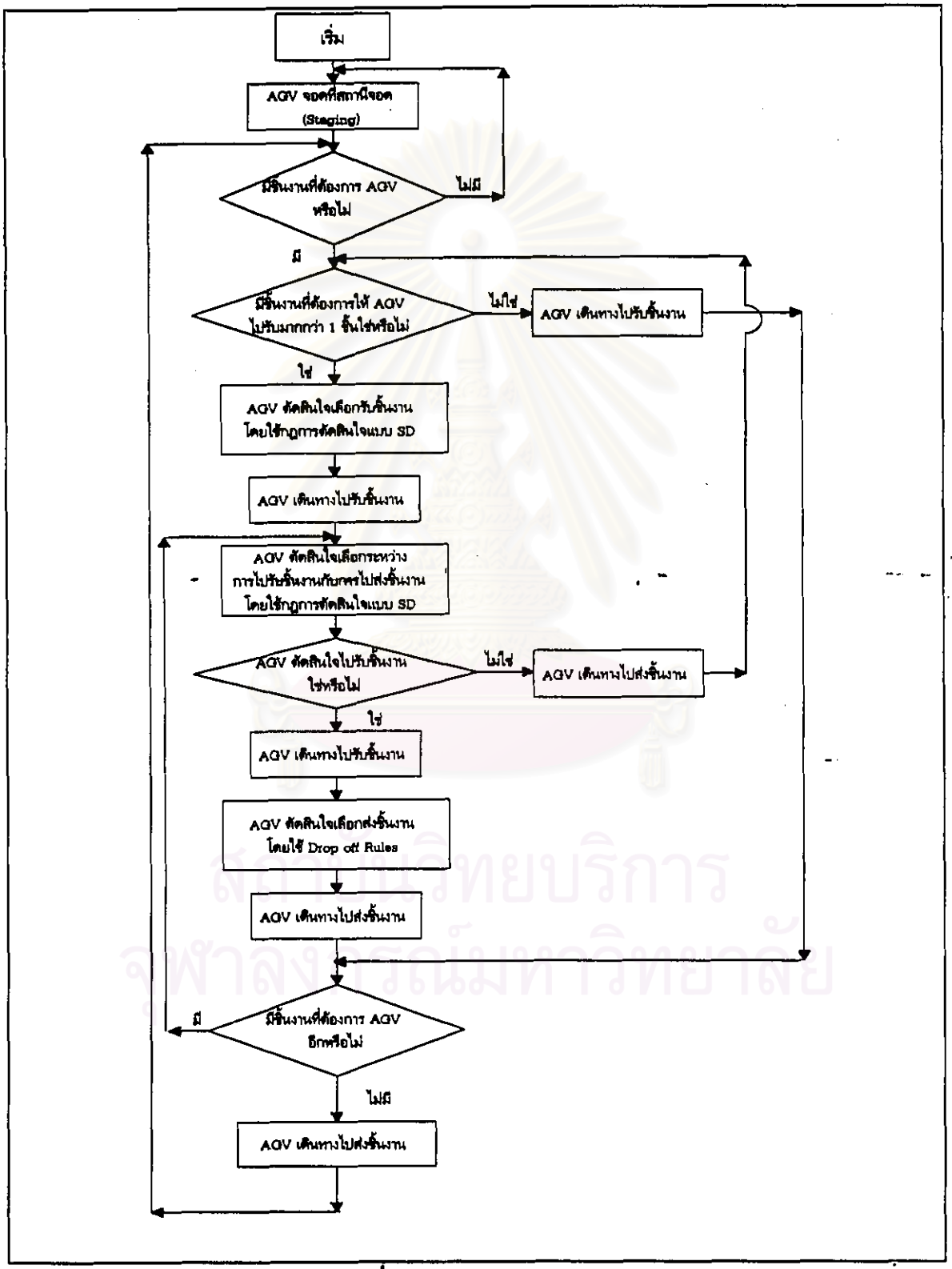
   AGV จะตัดสินใจเลือกส่งชิ้นงานที่สอดคล้องกับกฎการตัดสินใจที่เลือกใช้ เมื่อตัดสินใจแล้ว AGV จะเดินทางไปส่งชิ้นงานที่สถานีงานที่ต้องการ ซึ่งทำให้สถานะของมันเปลี่ยนไป คือจะมีชิ้นงานบนตัวมันเพียงชิ้นเดียวและมีที่ว่างสามารถรับชิ้นงานได้อีกหนึ่งชิ้น

6. AGV จะมีการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่ามีชิ้นงานอื่นที่ต้องการให้ AGV ไปรับอีกหรือไม่

   6.1 ถ้าไม่มีชิ้นงานอื่นที่ต้องการให้ AGV ไปรับ AGV จะเดินทางไปส่งชิ้นงานที่อยู่บนตัวมันและทำให้สถานะของมันว่าง คือสามารถรับชิ้นงานได้ 2 ชิ้นอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะกลับไปทำงานตามข้อ 1 อีกครั้ง

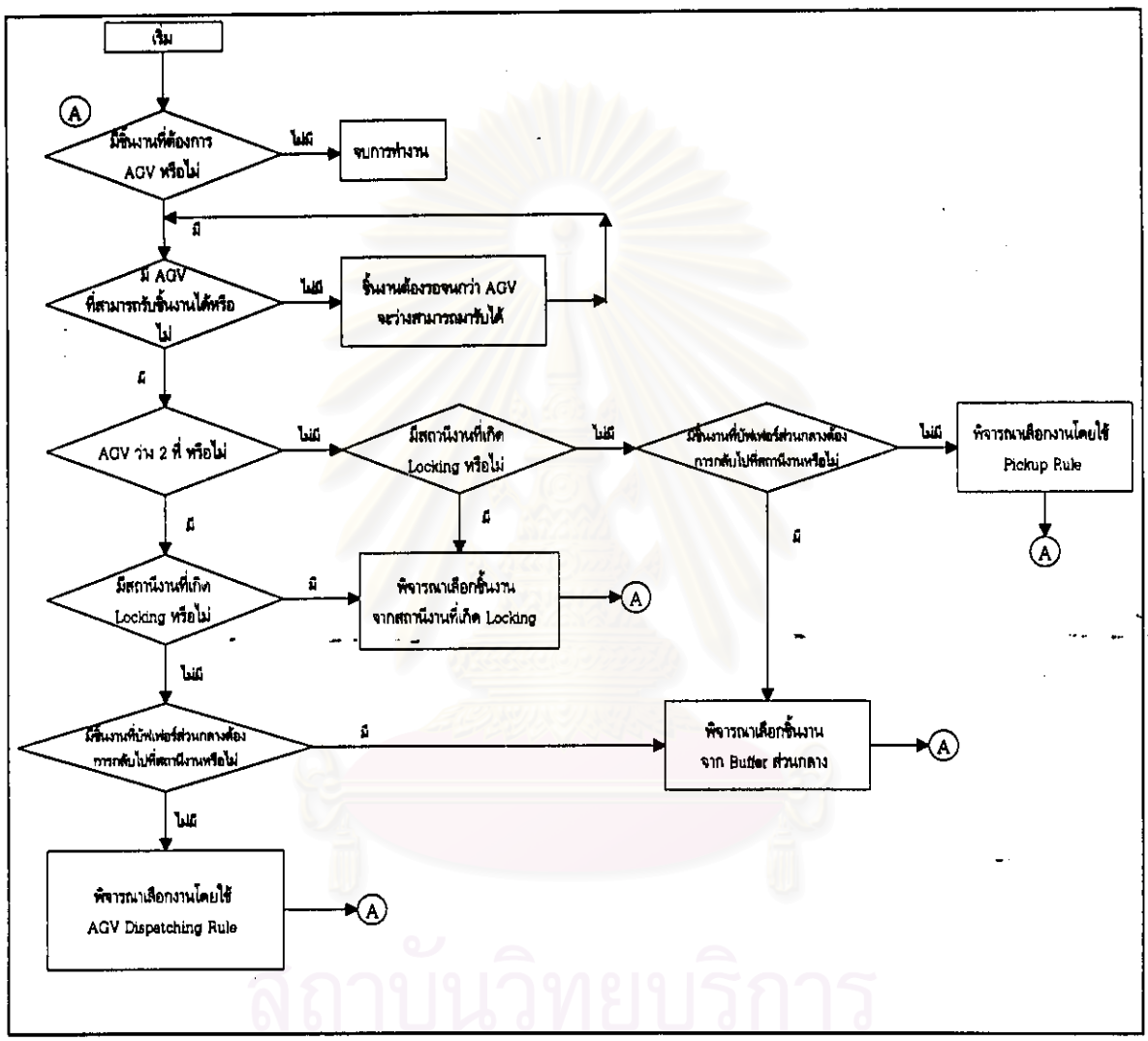
   6.2 ถ้ามีชิ้นงานอื่นที่ต้องการให้ AGV ไปรับ การตัดสินใจจะกลับไปดำเนินการตามข้อ 4 อีกครั้งหนึ่ง

การทำงานและการตัดสินใจของ AGV จะดำเนินการตามข้อ 1 ถึง 6 วนไปเรื่อยๆจนครบเวลาการทำงานที่กำหนด และในการตัดสินใจของ AGV กรณีที่มีชิ้นงานมากกว่า 1 ชิ้นที่สอดคล้องกับกฎการตัดสินใจ AGV จะทำการตัดสินใจอีกครั้งหนึ่งโดยใช้กฎ Shortest Distance พิจารณาเลือกชิ้นงาน



รูปที่ 3.3 การทำงานของ AGV

ในส่วนของการทำงานและการตัดสินใจของ AGV นั้นจะเห็นว่า AGV รู้แล้วว่าต้องรับชิ้นงานใดบ้างเพียงแต่ตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางไปรับชิ้นงานใดก่อนเท่านั้นเอง แต่การเลือกชิ้นงานจากชิ้นงานหลายๆชิ้นที่ต้องการให้ AGV มารับนั้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งยังไม่ได้มีการกล่าวถึง ซึ่งการตัดสินใจในการเลือกชิ้นงานนั้น แสดงได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การตัดสินใจเลือกชิ้นงาน

จากรูปข้างต้นสามารถอธิบายการทำงานได้โดย เริ่มต้นจากการที่มีชิ้นงานที่ต้องการ AGV (ถ้าไม่มีชิ้นงานที่ต้องการ AGV ส่วนนี้ก็ไม่มีการทำงาน) แล้วทำการตรวจสอบว่ามี AGV ที่สามารถรับชิ้นงานได้หรือไม่ ถ้าไม่มี ชิ้นงานจะต้องรอจนกว่า AGV จะสามารถมารับได้ ถ้ามี AGV ที่สามารถมารับได้จะทำการตรวจสอบว่า AGV มีที่ว่างที่สามารถรับชิ้นงานได้กี่ชิ้น ซึ่งจะมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ 2 เหตุการณ์ คือ

1. AGV มีที่ว่าง 2 ที่ สามารถรับได้ 2 ชิ้นงาน การตัดสินใจในการเลือกชิ้นงานจะแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ (การตัดสินใจจะพิจารณาจากกรณีที่ 1 ก่อนแล้วจึงไปพิจารณากรณีที่ 2 และ 3 ตามลำดับ)
   1.1 จะทำการตรวจสอบว่ามีสถานีงานที่เกิด Locking หรือไม่ ถ้ามีจะพิจารณาเลือกชิ้นงานจากแถวคอยขาออกของสถานีงานนั้นเป็นอันดับแรก ถ้าไม่มีสถานีงานใดเกิด Locking เลย จะพิจารณาเลือกชิ้นงานโดยใช้กรณีที่ 1.2 ต่อไป
   1.2 จะทำการตรวจสอบว่ามีชิ้นงานจากบัฟเฟอร์ส่วนกลางที่ต้องการกลับไปที่สถานีงานที่ต้องการหรือไม่ (เนื่องจากแถวคอยขาเข้าของสถานีงานนั้นว่างแล้ว) ถ้ามีจะพิจารณาเลือกชิ้นงานจากบัฟเฟอร์ส่วนกลางเป็นอันดับแรก ถ้าไม่มีชิ้นงานที่ต้องการกลับไปที่สถานีงานใดเลย จะพิจารณาเลือกชิ้นงานโดยใช้กรณีที่ 1.3
   1.3 เมื่อไม่เกิดเหตุการณ์ดังกรณีที่ 1 และ 2 การเลือกชิ้นงานจะพิจารณาจากสถานีงานต่างๆ รวมทั้งสถานีรับงานเข้าสู่ระบบด้วย โดยการตัดสินใจเลือกชิ้นงานนั้นจะใช้ กฎการจัดลำดับ (Dispatching rules) ซึ่งประกอบด้วยกฎการตัดสินใจ 3 แบบ คือ (รายละเอียดของกฎการจัดลำดับจะอธิบายในบทที่ 4 ส่วนของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง)
      - First Come First Serve (FCFS)
      - Maximum Outgoing Queue Size (MOQS)
      - Shortest Distance (SD)

เมื่อเลือกใช้กฎดังกล่าวข้อใดข้อหนึ่งในการตัดสินใจแล้ว ถ้ามีชิ้นงานมากกว่า 1 ชิ้นที่สอดคล้องกับกฎที่ใช้ ในการเลือกชิ้นงานจะพิจารณาโดยใช้กฎ SD ในการตัดสินใจอีกครั้งหนึ่ง กล่าวคือจะเลือกชิ้นงานที่มีระยะทางใกล้ที่สุดจากกลุ่มของชิ้นงานที่สอดคล้องกับกฎการเลือกดังกล่าวข้างต้น เช่น ถ้าสมมติว่าเลือกใช้กฎ MOQS (จะเลือกชิ้นงานจากแถวคอยที่มีชิ้นงานรอคอยมากที่สุด) ในการตัดสินใจแล้วปรากฏว่าสถานีงานที่ 1 3 และ 5 มีขนาดของแถวคอยเท่ากันและเป็นสถานีงานที่มีชิ้นงานในแถวคอยมากที่สุด ดังนั้นจะพิจารณาเลือกชิ้นงานจากสถานีงานทั้งสามอีกครั้งโดยพิจารณาจากสถานีงานที่มีระยะทางที่ใกล้กับ AGV มากที่สุดจะได้รับเลือกก่อน

2. AGV มีที่ว่าง 1 ที่ สามารถรับได้อีก 1 ชิ้นงาน การตัดสินใจในการเลือกชิ้นงานจะแบ่งออกเป็น 3 กรณีเช่นกัน กรณีที่ 1 และ 2 จะดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1 ยกเว้นกรณีที่ 3 เนื่องจากกฎที่ใช้จะแตกต่างกัน โดยกฎที่ใช้สำหรับเหตุการณ์นี้คือ Pick-up rules ซึ่งจะประกอบด้วยกฎการตัดสินใจ 3 แบบคือ
   - First Serve Next Station (FSNS)
   - Maximum Outgoing Queue Size (MOQS)
   - Serve Same Destination (SSD)

การพิจารณาเลือกกรณีที่มีชิ้นงานมากกว่า 1 ชิ้นที่สอดคล้องกับกฎการตัดสินใจ จะเหมือนกับข้อ 1 ทุกประการ (รายละเอียดของกฎการตัดสินใจทั้งสามแบบจะอธิบายในบทที่ 4 ส่วนของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง)

3.3 การสร้างแบบจำลอง (Model formulation)

กลไกที่สำคัญอันหนึ่งในการจำลองแบบปัญหาอยู่ที่แบบจำลอง การที่จะสามารถสร้างแบบจำลองที่นำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหาได้ ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในระบบงานจริงเนื่องจากความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างและใช้งานแบบจำลอง ผู้ที่ไม่มีความเข้าใจในระบบงานจริงจะไม่สามารถสร้างแบบจำลองซึ่งใช้แทนระบบงานนั้นๆได้

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแทนของวัตถุ ระบบ หรือแนวคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ศึกษาแทนระบบงานจริง ซึ่งอาจเนื่องมาจากยังไม่มีระบบนั้นเกิดขึ้นจริง หรือมีระบบงานจริงแต่เป็นการยากที่จะทำการศึกษา โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นอาจนำไปใช้งานในหลายลักษณะดังนี้

- เป็นเครื่องช่วยคิด (An aid to thought) เช่น แบบจำลองโครงข่าย (Network model) ช่วยทำให้ผู้สร้างแบบจำลองได้มองเห็นว่าจะมีกิจกรรมที่ต้องทำอะไรบ้างและทำอะไรก่อนอะไรหลัง
- เป็นเครื่องสื่อความหมาย (An aid to communication) แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงานและช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรม ปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบงาน
- เป็นเครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม (Purpose of training and instruction) เช่น แบบจำลองเครื่องควบคุมการบิน จะช่วยให้นักบินทำความเข้าใจและความคุ้นเคยกับระบบการควบคุมเครื่องบินจริงก่อนขึ้นฝึกบินจริง
- เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย (A tool of prediction) จากการที่แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงาน ก็จะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองสามารถคาดคะเนหรือทำนายได้ว่า เมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับระบบ
- เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง (An aid to experimentation) โดยที่แบบจำลองเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นแทนระบบงานจริง ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆกับระบบงานจริงแต่ทำไม่ได้ ก็จะนำเอาเงื่อนไขนั้นๆมาทดลองกับแบบจำลอง เพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นๆไปใช้กับระบบงานจริงหรือไม่

แบบจำลองปัญหาที่สร้างขึ้นจะมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบงานและความต้องการของผู้ที่ทำการศึกษาสามารถจำแนกได้หลายประเภทแตกต่างกันดังนี้

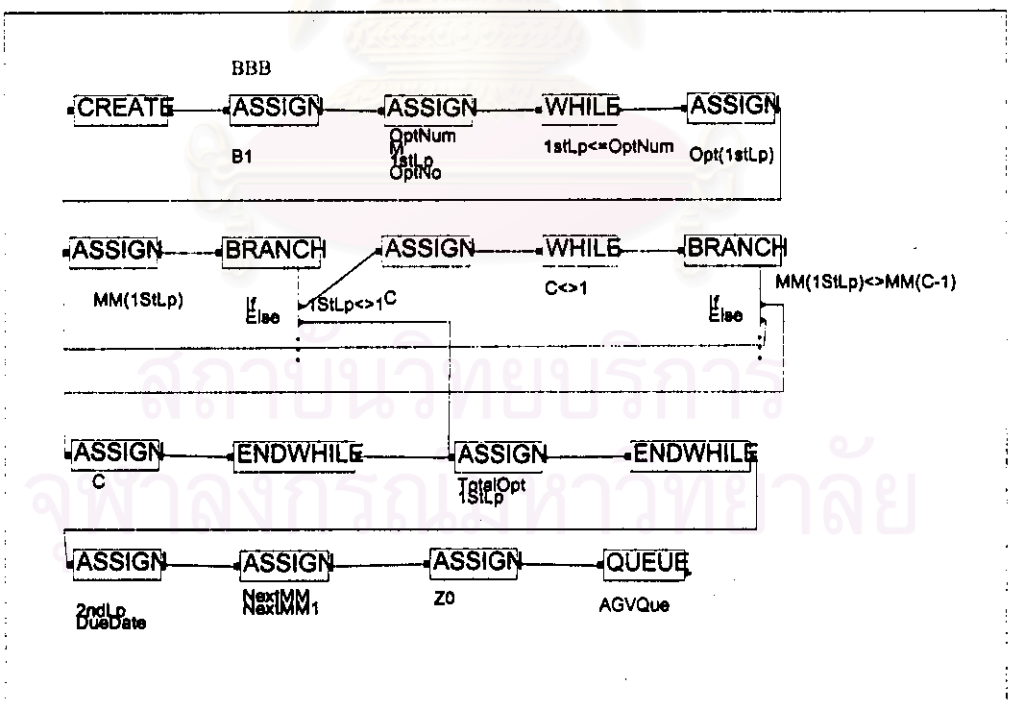
- แบบจำลองทางกายภาพ (Physical or iconic models) เป็นแบบจำลองที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนระบบงานจริง อาจมีขนาดเท่าของจริงหรือมีขนาดที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่า (Scaled models) ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ เช่น เครื่องยนต์ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทดสอบสมรรถนะก่อนการผลิตจริง
- แบบจำลองอะนาลอก (Analog models) เป็นแบบจำลองที่มีพฤติกรรมเหมือนระบบงานจริง ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ เช่น อะนาลอกคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมเคมี ซึ่งใช้การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าซึ่งแสดงบนแผงควบคุมบอกให้รู้ถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุในระบบงานจริง การใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆที่วัดค่าได้
- เกมการบริหาร (Management games) เป็นแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision models) ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ธุรกิจ สงคราม การลงทุน เป็นต้น
- แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer simulation models) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของคอมพิวเตอร์โปรแกรม ซึ่งก่อนที่จะมาเป็นคอมพิวเตอร์โปรแกรม แบบจำลองอาจอยู่ในรูปของแบบจำลองประเภทหนึ่งประเภทใดที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด
- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical models) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์แทนองค์ประกอบในระบบงานจริง เช่น ใช้ X แทนค่าใช้จ่ายในการผลิต Y แทนจำนวนสินค้าที่ผลิต

ในระบบงานจริงที่มีความยุ่งยากซับซ้อน การใช้แบบจำลองประเภทใดประเภทเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการศึกษาดังนั้นอาจใช้แบบจำลองหลายประเภทร่วมกันได้

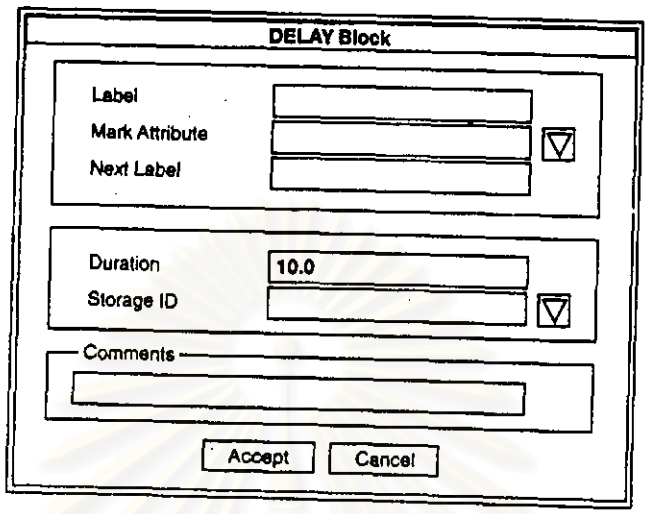
สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการจำลองปัญหาของระบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์นี้เป็นที่นิยมใช้ที่สุดของการจำลองปัญหา เพราะสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานได้มากมายหลายประเภท ปัจจุบันเป็นเทคนิคที่ได้รับการนำเอาไปใช้อย่างกว้างขวาง ในสหรัฐอเมริกาจัดการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการนำไปใช้มากที่สุดและได้นำไปใช้ในงานต่างๆมากกว่า 70 สาขาอาชีพ และเมื่อมีผู้กล่าวถึงการจำลองแบบปัญหาทุกคนก็มักจะนึกถึง เข้าใจว่าเป็นการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เสมอ หลักการที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์จะเป็นหลักการแบบเดียวกับที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหาอื่นๆ ความจำเป็นที่จะสร้างเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์หรือไม่ ขึ้นอยู่กับความยุ่งยากในการคำนวณของปัญหานั้นๆ

การสร้างแบบจำลองสำหรับงานวิจัยครั้งนี้จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SIMAN (Pegden, Shanon และ Sadowski, 1995) ในการสร้างแบบจำลอง โดย SIMAN จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ Model และ Experiment แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะทำงานได้ต้องมีสองส่วนนี้ประกอบกัน

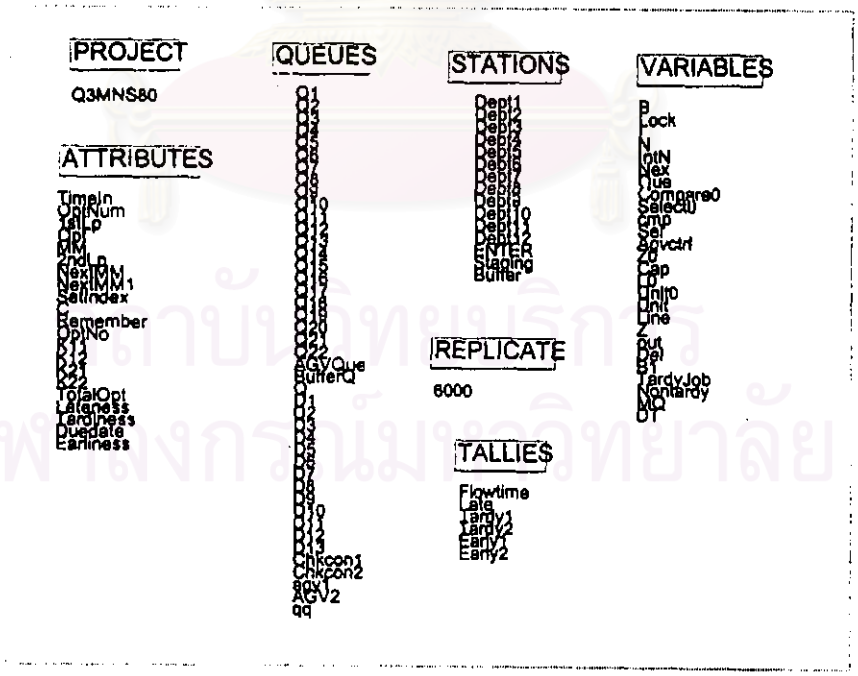
- Model จะเป็นส่วนที่ใช้อธิบายส่วนประกอบของระบบที่เราทำการศึกษา รวมทั้งใช้อธิบายความสัมพันธ์ของขั้นตอนต่างๆของระบบที่เราทำการศึกษา การเขียนแบบจำลองปัญหาโดยใช้ SIMAN นั้นคำสั่งต่างๆจะอยู่ในรูปของ Block diagram (แสดงดังรูปที่ 3.5) ซึ่งเขียนเป็นแผนภาพแสดงการไหลของ Entity ที่เคลื่อนที่ในระบบ และแผนภาพนี้จะสร้างต่อกันเป็นลำดับตามขั้นตอนการทำงานของระบบจริง จะใช้ลูกศรแสดงลำดับของ Block และแสดงการไหลของ Entity จาก Block หนึ่งไปอีก Block หนึ่ง Block แต่ละอันจะประกอบไปด้วย ชื่อของ Block และรายละเอียดของคำสั่งนั้น ตัวอย่างของ Block แสดงดังในรูปที่ 3.6
- Experiment เป็นส่วนที่กำหนดเงื่อนไขต่างๆของการสร้างแบบจำลอง เช่น การกำหนดค่าของตัวแปรต่างๆ การกำหนดระยะเวลาในการทำการทดลอง ซึ่งจะเขียนอยู่ในรูปของ Element ตัวอย่างของส่วน Element แสดงได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของ Block diagram



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างของ Delay block



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างของ Element

หลังจากที่เราสร้างส่วนที่เป็น Model และ Experiment เรียบร้อยแล้ว ซึ่งเรียกว่า Source file เราต้องแปลงคำสั่งต่างๆที่เขียนให้อยู่ในรูปของ Code format โดยการใช้ Compiler ในการ Compiling แบบจำลองที่เขียน ซึ่ง Compiler จะแปลง Source file ให้เป็น Object file ในรูปของ Code format เมื่อ Compile source file แล้วเราจะได้ file 2 files คือ file ที่มีนามสกุล .mod สำหรับส่วนที่เป็น Model และ file ที่มีนามสกุล .exp สำหรับส่วนที่เป็น Experiment

หลังจาก Compile source file ผ่านแล้ว เราต้องทำการ Link ทั้ง 2 Files (.mod and .exp) เข้าด้วยกันเพื่อรวมขั้นตอนและเงื่อนไขต่างๆของการทดลองให้เป็นไฟล์เดียวกันในรูปของ Program file นอกจากนี้การ Link ไฟล์ยังเป็นการตรวจสอบขั้นต้นว่าขั้นตอนต่างๆกับเงื่อนไขต่างๆสอดคล้องกันหรือไม่ ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเราก็สามารถ Run program ได้

นอกจากการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้นแล้ว SIMAN ยังสามารถใช้คำสั่งในรูปของไฟล์ตัวหนังสือได้ เพื่อความสะดวกของการศึกษาและตรวจสอบ ซึ่งแบบจำลองของการศึกษาครั้งนี้ที่อยู่ในรูปของไฟล์ตัวหนังสือแสดงดังในภาคผนวก ค

3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

เมื่อเราดำเนินการสร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ต้องดำเนินการก็คือการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่ง SIMAN มีคำสั่งต่างๆที่ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้คำสั่งต่างๆดังต่อไปนี้

- Step และ Go command คำสั่ง Step จะเป็นคำสั่งที่ใช้แสดงการไหลที่ละขั้นของชิ้นงานที่ผ่าน Block ต่างๆ โดยการไหลจะไหลตามลำดับของการสร้าง Block การใช้ Step 1 ครั้ง โปรแกรมจะแสดง เวลาที่ชิ้นงานไหลผ่าน Block นั้น และรายละเอียดของ Block ที่ชิ้นงานไหลผ่าน ทำให้สามารถตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองได้อย่างละเอียด แต่ถ้าต้องการตรวจสอบแบบจำลองบางช่วงเวลาเราสามารถใช้คำสั่ง Go until แล้วตามด้วยเวลาที่ต้องการ SIMAN จะรันโปรแกรมผ่านช่วงเวลาที่ไม่ต้องการแล้วหยุดที่เวลาที่ต้องการ หลังจากนั้นเราสามารถใช้คำสั่ง Step ต่อได้โดยที่ไม่ต้องเสียเวลา Step ในช่วงที่ไม่ต้องการซึ่งเป็นการเสียเวลา ทำให้การตรวจสอบแบบจำลองทำได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้ Step อย่างเดียว ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Step และ Go แสดงได้ดังรูปที่ 3.8

```
0.0>st
SIMAN run controller
   *    1   481$          CREATE,20;
0.0>st
   *    2   431$          ASSIGN:B=B+1;
0.0>st
   *    3   Chkcon2       QUEUE,Chkcon2;
0.0>go until 100
Break at time: 100.0
100.0>st
About to execute guided transporter event
```

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Step และ Go

จากรูปข้างต้นเป็นการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมที่ละขั้นตามลำดับการสร้างแบบจำลอง ซึ่งลำดับแรกเป็นการสร้างชิ้นงานเข้าสู่ระบบและมีการนับจำนวนทุกครั้งโดยใช้ตัวแปร B เป็นตัวที่เก็บค่าผลบวก แล้วสั่งให้ชิ้นงานเข้าไปรอที่แถวคอยชื่อ Chkcon2 หลังจากนั้นจะใช้คำสั่ง Go until 100 สั่งให้โปรแกรมข้ามการทำงานไปที่เวลา 100 เพื่อไปทำการตรวจสอบที่เวลาดังกล่าวโดยไม่ต้องเสียเวลาตรวจสอบที่ละขั้นในช่วงที่ไม่ต้องการได้

- Set และ Cancel command คำสั่ง Set เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดให้โปรแกรมทำตามเงื่อนไขที่กำหนด ส่วนคำสั่ง Cancel นั้นเป็นการใช้เพื่อยกเลิกคำสั่ง Set ซึ่งสามารถดำเนินการได้ดังนี้

  1. Set break ใช้สำหรับการกำหนดจุดหยุดชั่วคราว ณ Block ที่กำหนด เพื่อตรวจสอบสถานะหรือการทำงานของชิ้นงานที่ Block นั้นๆ เมื่อต้องการยกเลิกคำสั่งนี้ให้ใช้ Cancel break แล้วตามด้วยชื่อ Block ที่ต้องการยกเลิก ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set break แสดงดังรูปที่ 3.9 ซึ่งเป็นตัวอย่างการกำหนดให้โปรแกรมหยุดทำงานชั่วคราวที่ Block ชื่อ Z0 โปรแกรม SIMAN จะทำงานไปเรื่อยโดยไม่แสดงผลการทำงานจนกระทั่งถึง Block ที่ต้องการ โปรแกรมจะหยุดทำงานชั่วคราวทุกๆครั้ง

หลังจากนั้นเราสามารถใช้คำสั่ง Step หรือคำสั่งอื่นๆต่อไปเพื่อตรวจสอบการทำงานของแบบจำลองได้ เมื่อเราไม่ต้องการให้โปรแกรมหยุดทำงานชั่วคราวที่ Block นั้นเราสามารถใช้คำสั่ง Cancel break แล้วตามด้วยชื่อ Block ที่ต้องการให้หยุด ซึ่งเราสามารถ Cancel ที่ละ Block หรือที่ละหลาย Block ได้

```
100.065>set break z0
*** Break set on block 6
100.065>go
Break on current block.
*    6        Z0       Branch ,1:
                              If , Z0>1,0$,Yes:
                              Else , Z1 , Yes ;
100.63>st
*    7        0$       Branch , 1 :
                              If , (Cap(1)==0) , 1$ , Yes:
                              Else , 227$ , Yes ;
100.63>cancel break Z0
*** Break cancelled on block 6
100.63>go
```

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set break และ Cancel break

2. Set watch ใช้สำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหรือเงื่อนไขต่างๆที่ต้องการ SIMAN จะสั่งให้โปรแกรมหยุดทำงานชั่วคราวเมื่อเงื่อนไขที่กำหนดมีค่าเปลี่ยนไป ทำให้สามารถตรวจสอบค่าต่างๆที่ต้องการได้ หากต้องการยกเลิกคำสั่งนี้ให้ใช้ Cancel watch แล้วตามด้วยเงื่อนไขที่ต้องการยกเลิก ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set watch และ Cancel watch แสดงได้ดังรูปที่ 3.10

```
200.125>Set watch nq(agvque)
Set Watch Expression:
Expr# Stop Entity Value      Expression
  1   Y       3.0        NQ(AGVQUE)
200.125>go
*** NQ
    Changed value at time 205.055
    Old value = 3.0     New value = 2.0
205.055>go
*** NQ
    Changed value at time 206.235
    Old value = 2.0     New value = 3.0
206.235>go
*** NQ
    Changed value at time 209.245
    Old value = 3.0     New value = 4.0
209.245>st
SIMAN Run Controller.
209.245>cancel wat nq(agvque)
*** 1 watch expressions cancelled.
209.245>st
```

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set watch **และ** Cancel watch

จากรูปข้างต้นเป็นการตรวจสอบสถานะของขนาดของ AGVQue **ที่เวลาต่างๆเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งที่เวลา** 200.125 **ขนาดของ** AGVQue **มีค่าเท่ากับ** 3 **เมื่อเวลา** 205.055 **ขนาดของ** AGVQue **ลดลงจาก** 3 **เป็น** 2 **ซึ่งหมายถึงว่ามีชิ้นงาน** 1 **ชิ้นออกจาก** AGVQue **ไปแล้ว ที่เวลา** 206.235 **ขนาดของ** AGVQue **เปลี่ยนจาก** 2 **เป็น** 3 **และที่เวลา** 209.245 **ขนาดของ** AGVQue **เปลี่ยนจาก** 3 **เป็น** 4 **และเมื่อต้องการยกเลิกการตรวจสอบก็สามารถใช้คำสั่ง** Cancel watch **ดังแสดงในรูปข้างต้น**

3. Set trace การใช้คำสั่งนี้จะคล้ายกับการใช้ Step แต่การใช้ Step 1 ครั้งจะแสดง Block ที่ขึ้นงานไหลผ่านเพียง 1 Block เท่านั้น แต่การ Set trace 1 ครั้งจะแสดง Block ทั้งหมดที่ขึ้นงานหนึ่งๆ ไหลผ่าน หรือแสดง Block ต่างๆที่ขึ้นงานไหลผ่านในช่วงเวลาที่กำหนด ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set trace แสดงดังรูปที่ 3.11 เป็นการสั่งให้ SIMAN แสดงการไหลของ Entity ลำดับที่ 20 ที่ผ่าน Block ต่างๆ

```
250.105>set trace entity 20
*** Trace set on entity 20
250.105>go
Time: 255.38  Entity: 20
   5 400$          BRANCH
                       Selecting at most 1 of 2 branches
                       IF: Entity 20 sent to Z0
   6 Z0            BRANCH
                       Selecting at most 1 of 2 branches
                       IF: Entity 20 sent to 232$
   7 232$          BRANCH
                       Selecting at most 1 of 2 branches
                       IF: Branch not selected
                       ELSE: Entity 20 sent to 325$
 246 325$          ASSIGN
                       UNIT set to 2.0
                       Entity transferred to block 435$
 229 435$          ENDWHILE
                       Entity transferred to block 375$
```

รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set trace

- Show command เป็นคำสั่งที่ใช้แสดงค่าของตัวแปรหรือเงื่อนไขต่างๆ ณ เวลานั้นๆ แต่การใช้คำสั่ง Show นั้นจะมีข้อจำกัดคือจะแสดงค่าได้เฉพาะเงื่อนไขที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งตัวอย่างของการใช้คำสั่งนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.12

```
250.105>sh nq(agvque)
   nq(AGVQUE) =    1
250.105>sh nq(1..11)
   nq(   1) =          2
   nq(   2) =          3
   nq(   3) =          2
   nq(   4) =          3
   nq(   5) =          3
   nq(   6) =          3
   nq(   7) =          3
   nq(   8) =          3
   nq(   9) =          1
   nq(  10) =          3
   nq(  11) =          0
250.105>sh lt(agv,1),ldx(agv,1)
   lt(AGV,1) =         3
   ldx(AGV,1) =        6
```

รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Show

จากรูปข้างต้นเป็นการแสดงการใช้คำสั่ง Show คำสั่งแรกเป็นการบอกให้โปรแกรมแสดงขนาดแถวคอยของสถานีงานรับงานเข้าสู่ระบบ (ชื่อ AGVQue) ณ เวลา 250.105 ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 1 คำสั่งที่สองเป็นการบอกให้แสดงขนาดของแถวคอยที่ 1 ถึงแถวคอยที่ 10 ณ เวลา 250.105 ซึ่งพบว่ามีค่าต่างๆกันดังแสดงในรูป ส่วนคำสั่งสุดท้ายในรูปเป็นการบอกให้โปรแกรมแสดงสถานที่ที่ AGV อยู่ ณ เวลา 250.105 และสถานที่ที่ AGV จะเดินทางต่อไป ซึ่งในรูปแสดงสถานที่ AGV อยู่คือ Intersection 3 และสถานที่ AGV จะเดินทางต่อไปคือ Intersection 6

3.5 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation)

การทดสอบความสมเหตุสมผลเป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เขียนและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้หรือไม่ โดยเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากแบบจำลองกับระบบงานจริงว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ แต่

เนื่องจากระบบงานจริงของงานวิจัยครั้งนี้ไม่มีอยู่จริงเป็นเพียงกรณีศึกษาจึงไม่สามารถนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นการสร้างแบบจำลองนี้เพื่อให้มีความสมเหตุสมผลทำได้โดยการอ้างอิงข้อมูลต่างๆจากผู้ที่ได้ทำการวิจัยหลายๆท่านที่ได้รับความเชื่อถือมาทำการสร้างแบบจำลอง ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้ง รายละเอียดจะอธิบายในบทที่ 4

3.6 การออกแบบการทดลอง (Experimental design)

เป็นการออกแบบการทดลองที่ทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการได้ ซึ่งการออกแบบการทดลองจะอธิบายในบทที่ 4

3.7 การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Tactical planning)

เป็นการวางแผนว่าจะใช้แบบจำลองในการทดลองอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลเพียงพอ ความแตกต่างระหว่างขั้นตอนนี้กับขั้นตอนการออกแบบการทดลองมีอยู่ว่า ในการออกแบบการทดลองเป็นแต่เพียงการบอกเงื่อนไขของการทดลอง ส่วนขั้นตอนนี้เป็นการบอกว่าจะต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขดังกล่าวกี่ครั้งจึงจะได้จำนวนข้อมูลที่เหมาะสม

ก่อนที่จะดำเนินการทดลองต้องมีการวิเคราะห์ก่อนว่าระบบที่ศึกษามีลักษณะแบบใด ซึ่งโดยทั่วๆไปเราสามารถแบ่งระบบได้ 2 แบบใหญ่ๆคือ

1. Terminating system เป็นระบบที่สามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการทำงานได้ เช่น ที่ทำการไปรษณีย์ จะมีการทำงานในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น
2. Non terminating system เป็นระบบที่ไม่สามารถกำหนดจุดสิ้นสุดของการทำงานได้

ระบบที่ทำการศึกษาเป็นระบบที่มีการทำงานตลอด 24 ชั่วโมงซึ่งไม่สามารถกำหนดจุดสิ้นสุดได้ จึงถือเป็น Non terminating system ส่วนการดำเนินการเพื่อหาจำนวนการทดลองที่เหมาะสมเพื่อให้ได้จำนวนข้อมูลที่ต้องการทำได้โดย การทำ Pilot run ซึ่งเป็นการทำการทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ

1. เพื่อหาเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady-state) เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการทำการทดลองจริง เนื่องจากในการทำการทดลองช่วงแรกๆอาจมีการแกว่งของข้อมูลที่ได้ อาจเนื่องมาจากประสิทธิภาพของการทำงานของพนักงานยังไม่เต็มที่ หรืออาจเกิดจากสาเหตุอื่นๆได้ จึงไม่ควรนำข้อมูลช่วงแรกมาทำการวิเคราะห์ควรตัดทิ้ง (เวลาในช่วงแรกเรียกว่า "Warm-up period")ดังนั้น การทำ Pilot run จะทำให้ทราบช่วงเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวได้ ซึ่ง SIMAN ดำเนินการได้โดย การสร้างไฟล์ที่มีนามสกุล .Dat ใน TALLIES element เพื่อเก็บค่าเวลาทั้งหมดที่ชิ้นงานแต่ละชิ้นใช้ในระบบ (Flow time) ตลอดเวลาช่วงของการทดลอง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้เวลาในการทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot run) เท่ากับ 10,000 นาที แล้วนำค่าที่ได้ไปพล็อตกราฟระหว่างเวลาของการทำ Pilot run กับ Flow

time โดยเลือกคำสั่งให้ SIMAN พล็อตกราฟ Moving average แบบ Cumulative ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.13 จากกราฟที่ได้เมื่อทำการพิจารณาจุดที่ค่าของ Flow time ค่อนข้างคงที่ก็จะทำให้ได้ช่วงเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว ซึ่งจากกราฟพบว่า จุดที่ระบบเริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัวมีค่าประมาณ 2,000 นาที

2. เพื่อหาขนาดของจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมต่อการรัน 1 ครั้ง (Batch size) เพื่อต้องการให้ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้งเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งการหาจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมหาได้โดยการพล็อตกราฟโดยใช้คำสั่ง Correlogram ซึ่งกราฟที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.14 จากกฎของการใช้หัวแม่มือ (Rule of thumb) พบว่าจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมจะมีค่าประมาณ 10 เท่าของจำนวน Lag ที่ทำให้ข้อมูลสองชุดเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจำนวน Lag ดังกล่าวหาได้จากกราฟโดยพิจารณาจุดที่ความสัมพันธ์ของกราฟตัดแกน X (ความสัมพันธ์เป็นศูนย์คือไม่มีความสัมพันธ์) ซึ่งจากกราฟจำนวน Lag มีค่าเท่ากับ 50 ดังนั้นจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมต่อการรัน 1 ครั้งจะเท่ากับ 500 (10 x 50)

เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการสำหรับใช้ในการทดลองแล้วก็สามารถนำข้อมูลนี้ไปทำการทดลองจริง (Production run) เพื่อเก็บบันทึกค่าต่างๆที่ต้องการได้ โดยงานวิจัยครั้งนี้ จะใช้เวลาในการทำการทดลองเบื้องต้น 10,000 นาที เวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว 3,000 นาที เวลาในการทำการทดลองจริง 6,000 นาที เท่ากันในทุกๆการทดลอง (เวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวและเวลาในการทำการทดลองจริงได้มีการบวกค่าเวลาเผื่อแล้ว)

3.8 การดำเนินการทดลอง (Experimentation)

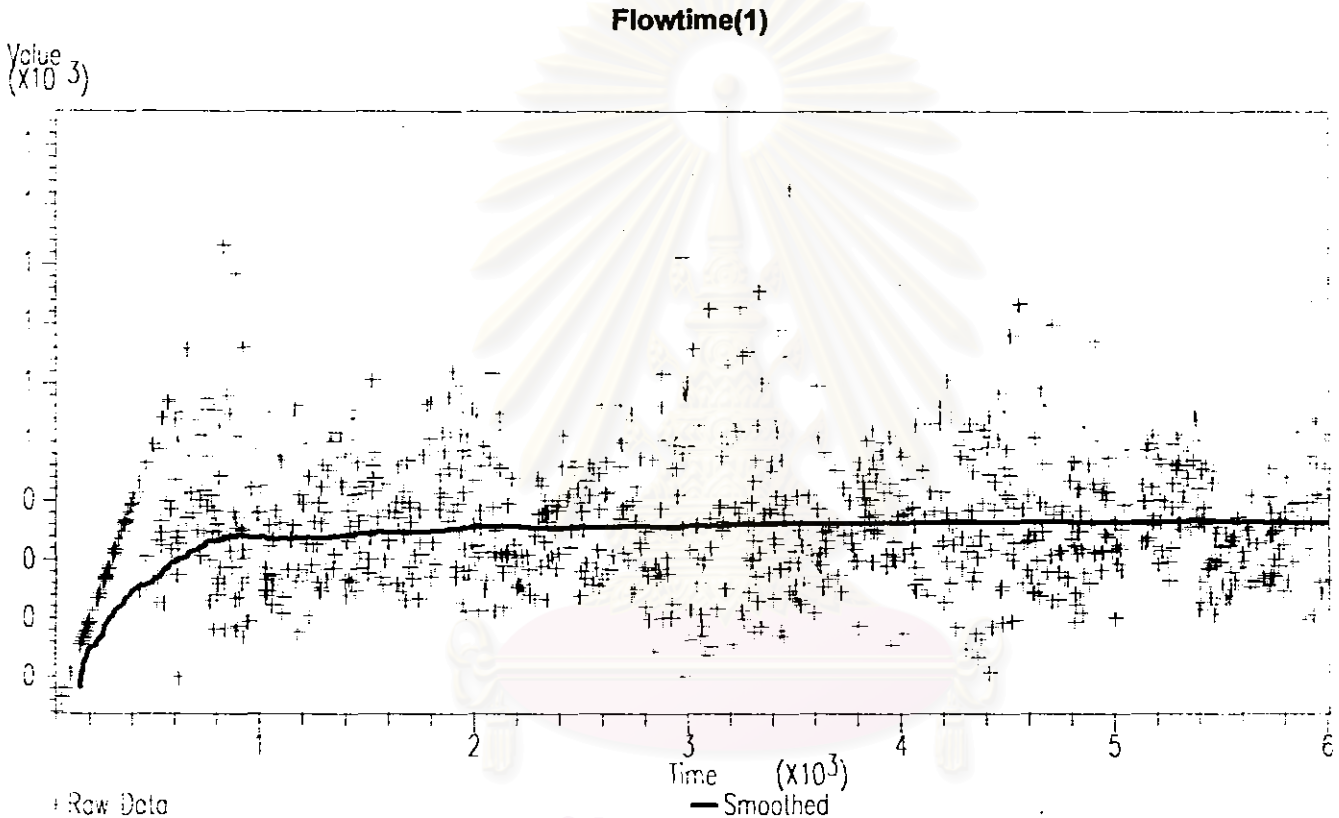
เป็นการทำการทดลองจริงเพื่อเก็บผลลัพธ์ต่างๆที่ได้จากการทดลองสำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3.9 การตีความผลการทดลอง (Interpretation)

เป็นการนำผลการทดลองที่ได้ไปทำการวิเคราะห์และทำการตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งรายละเอียดจะอธิบายในบทที่ 5

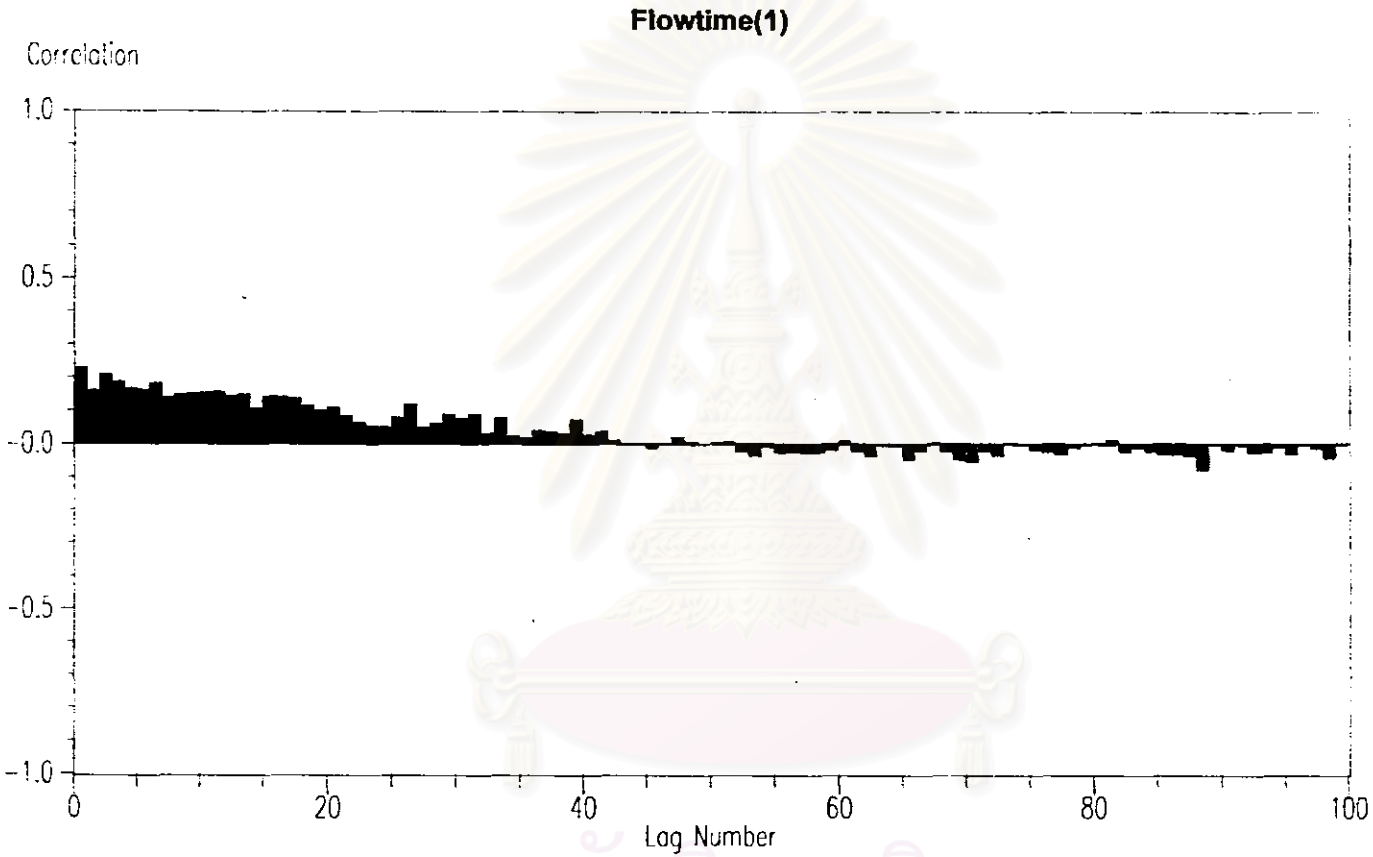
3.10 การจัดทำเอกสารการใช้งาน (Documentation)

เป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างของแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงดัดแปลงแบบจำลองเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบ ฯลฯ ซึ่งในการจัดทำเอกสารสำหรับการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการรวบรวมผลการวิจัยทั้งหมดไว้ในวิทยานิพนธ์



รูปที่ 3.13 กราฟ Moving average **ของการทำการทดลองเบื้องต้น** (Pilot run)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.14 กราฟ Correlogram ของการทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot run)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.11 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา

การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นเครื่องมือซึ่งใช้บอกผลต่างๆอันจะเกิดจากระบบงานภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ผลที่จะได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นอาจนำไปใช้งานได้โดยตรงหรืออาจต้องนำไปวิเคราะห์ต่อ การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆวิธีที่อาจใช้ช่วยแก้ปัญหาในการดำเนินงานของระบบงานได้ ดังนั้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจึงต้องวิเคราะห์ปัญหานั้นๆเสียก่อนว่าควรจะใช้เครื่องมือใดเข้าไปช่วยแก้ปัญหา เมื่อเป็นดังนี้จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าเครื่องมือนั้นๆเหมาะสมเพียงใดในการนำไปใช้แก้ปัญหา

โดยที่แบบจำลองนั้นเป็นตัวแทนของระบบงานจริง ในเมื่อมีระบบงานจริงอยู่แล้ว ทำไมจึงต้องสร้างแบบจำลองขึ้นใช้ทดลองแทน ทำไมจึงไม่ทดลองกับระบบงานจริง คำตอบอาจสรุปได้ดังนี้

1. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามปกติ
2. เพราะว่าในการทดลองกับระบบงานจริงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลของสมรรถนะของคนอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของตนเอง จึงทำให้ได้ข้อมูลที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าความเป็นจริง
3. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆของการทดลองให้คงที่ ทำให้ผลการทดลองที่ได้แต่ละครั้งของการทดลองอาจไม่ใช้ผลที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขในกลุ่มเดียวกัน
4. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริง อาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบที่ต้องการ
5. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้รับข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์

จากอุปสรรคที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองกับระบบงานจริงได้ จึงคิดที่จะใช้การจำลองแบบปัญหาในการช่วยแก้ไขปัญหา โดยสรุปเราควรจะพิจารณาใช้การจำลองแบบปัญหาเมื่อเงื่อนไขข้อหนึ่งข้อใดต่อไปนี้เกิดขึ้น

1. กรณีที่ไม่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์
2. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ แต่การคำนวณและขั้นตอนในการวิเคราะห์ยุ่งยากทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก และการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ง่าย
3. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยากมาก แต่เกินกว่าขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่ และค่าใช้จ่ายในการใช้การจำลองแบบปัญหาถูกกว่าการจ้างผู้เชี่ยวชาญในวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นมาแก้ปัญหา

4. กรณีที่มีความจำเป็นในการสร้างสถานะการณ์ในอดีตขึ้นเพื่อศึกษาหรือประเมินค่าพารามิเตอร์
5. กรณีที่การจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีเดียวที่จะสามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากไม่อาจทำการทดลองและวัดผลในสภาพจริง
6. กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบงานในช่วงระยะเวลาการใช้งานระบบนานๆ เช่น การศึกษาปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ

ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของการจำลองแบบปัญหาก็คือ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบงาน เพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปได้และการเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในระบบงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและองค์ประกอบต่างๆของระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่เข้าไปใช้ในการดำเนินงานของระบบงาน ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการจะนำเอาเครื่องมือใดไปใช้ควรต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือนั้นๆ ดังนั้นจึงควรที่จะทราบว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้การจำลองแบบปัญหา สรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

1. การที่จะได้มาซึ่งแบบจำลองที่ดีนั้น ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก รวมทั้งต้องอาศัยความสามารถอย่างสูงของผู้ออกแบบการทดลอง
2. แบบจำลองที่ได้ในบางครั้งดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้แต่ในความเป็นจริงแบบจำลองนั้นอาจไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ก็ไม่ใช่เรื่องง่าย
3. ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองที่ไม่มีความแม่นยำ และไม่สามารถวัดขนาดของความไม่แม่นยำได้แม้ว่าจะทำการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียข้อนี้หายไปได้
4. เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นโดยปกติจะเป็นตัวเลข ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาว่าผู้สร้างแบบจำลองอาจให้ความสำคัญกับตัวเลขเหล่านั้นมากเกินไปและพยายามที่จะทดสอบความถูกต้องของตัวเลขแทนที่จะทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองที่ได้อาจไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน

3.12 สรุป

การสร้างแบบจำลองสำหรับการทดลองครั้งนี้จะทำการจำลองแบบปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการทำงาน ซึ่งใช้โปรแกรมชื่อ SIMAN ในการจำลองแบบปัญหา ซึ่งโปรแกรมนี้จะอยู่ในรูปของ

Block ที่เรียงต่อกันตามลำดับการไหลของการทำงานและมีส่วน Experiment เป็นส่วนกำหนดเงื่อนไขต่างๆของการสร้างแบบจำลอง

แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อทำการศึกษาจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ 1 เป็นส่วนแสดงขั้นตอนการทำงานของชิ้นงานตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการผลิตจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการ
2. ส่วนที่ 2 เป็นส่วนแสดงการทำงานของ AGV ซึ่งแสดงเกี่ยวกับการทำงานของ AGV ตั้งแต่สภาวะเริ่มต้น AGV เดินทางไปรับ-ส่งงาน จนกระทั่งสิ้นสุดการทำงาน
3. ส่วนที่ 3 เป็นส่วนแสดงการตัดสินใจเลือกชิ้นงาน ซึ่งแสดงเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกชิ้นงานเพื่อให้ AGV เดินทางไปรับ เพราะ AGV สามารถรับได้เพียง 2 โหลดเท่านั้น แต่มีจำนวนชิ้นงานมากกว่า 2 ชิ้นที่ต้องการให้ AGV ไปรับ

เมื่อสร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะดำเนินการทดลองจริง (Production run) จะมีการทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot run) เพื่อที่จะหาสภาวะที่เหมาะสม (เช่น Warm-up period Replication Run-length) ในการดำเนินการทดลอง เพื่อเก็บบันทึกค่าต่างๆที่ต้องการ ซึ่งจากการทำการทดลองเบื้องต้นจะใช้เวลาในการทำการทดลอง 10,000 นาที พบว่าได้เวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (Warm-up period) เท่ากับ 3,000 นาที เวลาที่ใช้ในการทำการทดลองจริง (Run-length) เท่ากับ 6,000 นาที เท่ากันในทุกๆการทดลอง และจำนวนการทำซ้ำ (Replication) เท่ากับ 10 (เวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวและเวลาในการทำการทดลองจริงได้มีการบวกค่าเวลาเผื่อแล้ว)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย