บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานมีหลายทฤษฎี ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานตามปัญหานั้น การศึกษาการทำงาน (Work Study) เป็นวิธีการแก้ปัญหาพื้นฐานที่จำเป็น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้อย่างหลากหลาย และเทคนิคการจำลองสถานการณ์นำมาใช้ในการดำเนินการทดลองใช้ในสายการผลิตเพื่อไม่ให้กระทบต่อกระบวนการผลิต การจำลองสถานการณ์จึงมีความจำเป็นสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนผลิตเป็นอย่างยิ่ง

2.1 การศึกษาวิธีการทำงาน (Methods Study) [2]

การศึกษากิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในการดำเนินการอุตสาหกรรมการผลิตและบริการเพื่อพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้น เกิดความประหยัดหรือลดต้นทุน/ค่าใช้จ่ายให้น้อยลง เพื่อให้เกิดผลิตภาพ (Productivity) ที่ดีขึ้น รวมถึงการหาเวลามาตรฐานต่างๆในการดำเนินการ การศึกษางาน หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของการทำงานและการบริหารแผนการโดยอาศัยระบบค่าแรงจูงใจ

การศึกษางานแบ่งได้ดังนี้

1. การศึกษาการเคลื่อนไหว Motion Study หรือการออกแบบวิธีการทำงาน Work method design หรือการศึกษาวิธีการ Method Study หมายถึง กระบวนการศึกษาอย่างมีระบบเกี่ยวกับวิธีการทำงานที่ใช้กันอยู่หรือออกแบบเสนอขึ้นมาใหม่ รวมถึงการศึกษาการเคลื่อนที่ การไหลของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ชิ้นงานคน พนักงาน เพื่อให้เกิดวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูง การศึกษาการเคลื่อนไหว Motion Study คือ

- การหาวิธีการที่เหมาะสมที่ดีในการทำงาน
- การออกแบบวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ
- เน้นการเคลื่อนไหวของคน การเคลื่อนไหวของร่างกาย การไหลของเครื่องมือ/วัสดุ ขั้นตอนการทำงานการผลิต
- อาจเป็นวิธีทางอุดมคติ (Ideal) แต่ต้องใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

2. การศึกษาเวลา Time Study หรือการวัดงาน Work measurement หมายถึง การใช้วิธีการต่างๆ เพื่อวัดและตั้งมาตรฐานเวลาการทำงาน รวมถึงการศึกษาหาเวลามาตรฐานในการทำงานของคนงาน ซึ่งทำงานที่ระดับประสิทธิภาพที่กำหนดให้ การศึกษาเวลา Time Study คือ

- การหาเวลามาตรฐานในการทำงาน
- การกำหนดเวลามาตรฐานต่าง ๆ
- อาจเรียกอีกอย่างว่า การวัดผลงาน (วัดเวลาการทำงาน)
- หาเวลามาตรฐาน เพื่อ คำนวณค่าใช้จ่าย และการวางแผนการผลิต

2.1.1 วัตถุประสงค์การศึกษาวิธีการทำงาน มีดังนี้

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน โดยวิธีการทำงานที่ดีกว่า
2. ลดการใช้วัตถุดิบหรือลดของเสียลง
3. ปรับปรุงการวางผังโรงงานให้ดีขึ้น
4. ปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในโรงงานให้ถูกสุขลักษณะ
5. หาวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม
6. เพื่อใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ได้เต็มกำลังการผลิต
7. ลดความเมื่อยล้าและอันตรายอันอาจเกิดกับตัวพนักงาน

2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาขั้นตอนหนึ่ง สำหรับการบริหารการจัดการและปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยทั่วไปแล้วการวิเคราะห์การปฏิบัติงาน ก็เพื่อเข้าใจภาพรวมของการทำงานนั้น ๆ ตลอดตั้งแต่ต้นจนจบงาน ทั้งในส่วนของวิธีการทำงาน วัตถุดิบ เครื่องมือ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำวิเคราะห์ถึงจุดด้อย และทำการปรับปรุงงานให้ดีขึ้นต่อไป ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การปฏิบัติงาน จะทำให้สามารถนำไปสู่ความเข้าใจในขั้นตอนการทำงานโดยละเอียด อาทิเช่น จุดประสงค์ของการทำงานอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็น วุตถุดิบ และวัสดุต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ของเสียที่เกิดขึ้น รวมไปถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานและเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดงาน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถือเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการวางแผนการทำงาน การบริหารการจัดการงาน และปรับปรุงแก้ไขงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.1.2.1 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

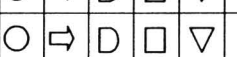
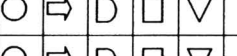
แผนภูมิชนิดนี้เน้นที่การแสดงถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน ได้แก่ การทำงาน การขนถ่าย การตรวจสอบ การรอ และการเก็บคงคลัง โดยจะแสดงเวลาและระยะทางที่เกี่ยวข้องแต่ละกิจกรรมดังกล่าวด้วย

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ของแผนภูมิกระบวนการไหล

สัญลักษณ์	ความหมาย
	การปฏิบัติงาน
	การเคลื่อนที่
	การตรวจสอบงาน การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน
	การรอคอย
	การเก็บคงคลัง

ตารางที่ 2.2 แผนภูมิกระบวนการไหล [3]

Location:		**Summary**			
Activity:		**Event**	**Present**	**Proposed**	**Savings**
Date:		Operation			
Operator:	Analyst:	Transport			
Circle appropriate Method and Type:		Delay			
Method: Present Proposed		Inspection			
Type: Worker Material Machine		Storage			
Remarks:		Time (min)			
		Distance (m)			
		Cost			

Event Description	**Symbol**	**Time (Min)**	**Distance (Meter)**	**Method Recommendation**
				
				

2.2 การศึกษาเวลา (Time Study) [4]

การศึกษาเวลาคือการหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ ผลของการศึกษาเวลาคือ เวลามาตรฐาน (Standard Time)

2.2.1 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

1. เพื่อใช้หา กำหนดการและการวางแผน การทำงาน/การผลิต
2. ใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน และช่วยประมาณงบใช้จ่าย
3. ใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
4. ใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน-เครื่องจักร
5. ใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต
6. หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
7. หาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

2.2.2 วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการใหญ่

1. การศึกษาเวลาโดยตรง คือการศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้ว มาทำการจับเวลา โดย นาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) เวลามาตรฐานต่อไป
2. การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิตๆต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์
3. การศึกษาเวลา จากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้น รวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึง สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น
4. การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า หรือการสังเคราะห์เวลา (Predetermined-Time System or Synthesis Time) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดจริงหรือการสังเคราะห์เวลา โดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่าง ๆ เช่น ระบบ MTM ระบบ Work factor

2.2.3 การศึกษาเวลาโดยตรง

การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการจากโดยการจับเวลาจากพนักงาน ที่ผ่านการคัดเลือก และฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้น ๆ จริง โดยใช้สถานที่ปกติ สถานการณ์ที่ปกติ ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง มีดังนี้

1. หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา
2. แบ่งงานเป็นงานย่อย และบันทึก
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5. หาอัตราสมรรถนะการทำงาน (Performance Rating)
6. หาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)
7. หาเวลาเผื่อการทำงาน (Allowances)
8. หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานนั้น

2.2.4 ข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา

1. ข้อมูลของสถานที่ทำงาน เครื่องมืออุปกรณ์
2. ข้อมูลพนักงานที่ ต้องเลือกมา ศึกษาเวลาพนักงานที่คัดเลือก ต้องมีความสามารถในการทำงานนั้น ได้อย่างดี ทำงานสม่ำเสมอ (คงที่) ทำงานไม่เร็วหรือช้าเกินไป
3. ข้อมูลของขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (อาจมาจาก Process Chart)

2.2.5 การแบ่งงานเป็นงานย่อย (Dividing Operation into Element)

งานย่อย Element คือ งานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่ง ๆ ในรอบการทำงานหนึ่ง ๆ (วัฏจักรการทำงาน Work Cycle) จะประกอบด้วยงานย่อยหลาย ๆ งานวัฏจักรการทำงาน Work Cycle คือ การทำงานวนซ้ำกัน เมื่อทำงานตั้งแต่แรกและเมื่อสิ้นสุดการทำงานนั้นจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆกันเป็นรอบ ๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบ เสมอ การทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน

การแบ่งงานย่อย สามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

- แบ่งงานย่อยที่มีการทำงานที่แยกกันอย่างชัดเจน ออกจากกัน
- แบ่งงานย่อยที่ทำโดยคน หรือ คนและเครื่องจักร หรือทำโดยเครื่องจักร รวมทั้งการขนย้ายออกจากกันอย่างชัดเจน
- แบ่งงานย่อยที่ระยะเวลาคงที่ ออกจากงานย่อยที่ระยะเวลาผันแปรไปตามตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำ

ให้เวลาการทำงานย่อยนั้นไม่คงที่ อาทิ ความยาว น้ำหนัก ขนาดของชิ้นงาน

- แบ่งงานย่อยออกเป็นงานย่อยที่สามารถจับเวลาได้ทัน คือไม่น้อยเกินไป และควรอยู่ระหว่าง
  ช่วง 0.07 ถึง 0.2 นาที
- ถ้างานย่อยนั้นมีระยะเวลาสั้นมากเกินไปให้รวมงานย่อยเหล่านั้นเข้าด้วยกัน

2.2.6 การจับเวลา

การจับเวลาในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลา โดยใช้มาตรเวลาที่แตกต่างจากเวลาปกติ กล่าวคือ มาตรเวลาที่ใช้ในการศึกษาเวลา ได้แก่ มาตรเวลา 1/100 นาที หรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01นาทีนั่นเอง

การจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่ คือ

- การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)
- การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing)
- การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

1) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลา แต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อย โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้น ตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใด ก็บันทึกค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้น ถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย จำเป็นต้องมีการคำนวณ โดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้น ลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งาน เราจะได้เวลาของงานย่อยนั้นเรียกว่าเวลา T

2) การจับเวลาแบบจับซ้ำ(Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปที่ค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้น เวลาที่เราจับได้ จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย หรือก็คือเวลา T นั่นเอง ข้อเสียของวิธีการแบบนี้ คือผู้บันทึกจับเวลาต้องมีความชำนาญในการจับบันทึกค่า และตั้งค่าศูนย์ ซึ่งใช้เวลาที่ค่อยข้างรวดเร็วมาก

3) การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกัน เพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลา นาฬิกาอีกตัวจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่ 2 เข็มของมันจะหมุนกับมาตั้งที่ศูนย์ แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะ

การจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกา 2 เรือนข้อดีคือผู้ศึกษาเวลา สามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลยและไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทัน

ในการจับเวลาการทำงาน ในการศึกษาเวลาโดยตรง จะทำการจับเวลาจากการทำงานของพนักงานจริง โดยพนักงานทำงานเหมือนในสภาพจริงหรือไม่มีการหยุดรอคนจับเวลา แต่จะทำงานไปเรื่อย ๆ ผู้บันทึกจับเวลาจำเป็นสังเกตการทำงานแต่ละงานย่อยที่ต่อเนื่องกันและจับเวลาให้ทัน โดยการจับเวลาจะทำไปตามวัฏจักรการทำงานในแต่ละรอบ โดยจับเวลาแบบต่อเนื่อง

ในการศึกษาเวลาเบื้องต้น เราอาจจะจับเวลาไป 10 - 20 วัฏจักรการทำงาน แล้วจึงนำมาหาค่าจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลา ทั้งนี้เพื่อความเชื่อถือได้ทางสถิติว่าเวลาที่เราจับได้เป็นตัวแทนของเวลาการทำงานทั้งหมดจริง

2.2.7 การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา

2.2.7.1 การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่มีการจับเวลาเบื้องต้นมากกว่าเท่ากับ 30 ตัวอย่าง ใช้การแจกแจง Z ใช้สูตรดังนี้

$$\sigma_x = \frac{\sigma'}{\sqrt{N}}$$

แต่ $$\sigma^2 = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N} \quad \text{.....(1)}$$

ดังนั้น $$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \bar{x}^2}$$

แต่ $$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

ดังนั้น $$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2} \quad \text{.....(2)}$$

$$\sigma = \frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \text{.....(3)}$$

(3) แทนค่าใน (1) $$\sigma_x = \frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sqrt{N}} \quad \text{.....(4)}$$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ค่าผิดพลาด $\pm$ 5%)

$$0.05x = 2\sigma_x$$

$$0.05\frac{\sum x}{N} = 2\left[\frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sqrt{N}}\right]$$

ดังนั้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด $\pm$ 5% จำนวนครั้งในการจับเวลาเท่ากับ

$$\left[N' = \frac{40\sqrt{N\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right]^2$$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด $\pm$10%

$$0.10x = 2\sigma_x$$

$$0.10\frac{\sum x}{N} = 2\left[\frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sqrt{N}}\right]$$

ดังนั้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด $\pm$ 10% จำนวนครั้งในการจับเวลาเท่ากับ

$$\therefore \left[N' = \frac{20\sqrt{N\sum x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right]^2$$

เมื่อ N' = จำนวนครั้งของการจับเวลาที่ต้องการ ที่ระดับความเชื่อมั่น และค่าผิดพลาด หนึ่งๆ

N = จำนวนครั้งของการจับเวลาเบื้องต้น (จำนวนตัวอย่าง)

x = ค่าเวลาที่จับได้ของแต่ละครั้ง (ข้อมูลของแต่ละตัวอย่าง)

2.2.7.2 การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่ตัวอย่างน้อยกว่า 30 ครั้ง โดยใช้ t-distribution

จาก

$$\bar{x} \pm t\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

ค่าดังกล่าวสามารถพิจารณาเป็นค่าผิดพลาดของ ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ได้ดังนี้

$$k\bar{x} = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}$$

ดังนั้น จำนวนครั้งในการจับเวลา คือ

$$n = \left[\frac{t\sigma}{kx}\right]^2$$

เมื่อ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

$t = t_{(\alpha,n-1)}$ ค่า t หาค่าได้จากตารางการแจกแจง t

$k = \pm$ ร้อยละความน่าจะเป็นของความผิดพลาด

2.2.7.1 การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาโดยการใช้พิสัย (Range)

เป็นการประมาณค่าจำนวนครั้งในการจับเวลา โดยใช้ค่าสูงสุดและต่ำสุด(พิสัย Range) มาหา วิธีการคือ

1. จับเวลาเบื้องต้น 5 ครั้ง สำหรับงานที่มากกว่า 2 นาที 10 ครั้ง สำหรับงานที่น้อยกว่า 2 นาที
2. หา พิสัย ของเวลาที่จับได้ พิสัย = ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด

$$R = H - L$$

3. หา ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ของเวลาที่จับได้
4. หาค่า ของ พิสัยหารค่าเฉลี่ย $\frac{R}{\bar{x}}$
5. นำค่าพิสัยหารค่าเฉลี่ย ไปเปิดตารางการหาค่าพิสัย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด±5%

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

การทดสอบค่าเฉลี่ยของข้อมูลสำหรับจากกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มตัวอย่าง เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดยการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะนั้น ๆ เช่น การจำแนกกลุ่มหรือ แบ่งกลุ่ม ใช้หลักเกณฑ์เดียวหรือปัจจัยเดียว การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว โดยวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับ หลายกลุ่มตัวอย่างคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) แบบจำแนกทางเดียว (One-Way ANOVA)

การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรตาม (Dependent) ควรเป็นข้อมูลที่สามารถคำนวณได้ เช่น ในระดับช่วง (Interval) อัตราส่วน (Ratio) แต่อาจใช้กับข้อมูลระดับลำดับมาตรา (Ordinal) บางประเภทได้

2. ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น (Independent) ซึ่งแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่ม ๆ มากกว่าสองกลุ่มขึ้นไป เพื่อทดสอบว่าในแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันนั้น จะทำให้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม แตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งอาจเป็นข้อมูลระดับนามมาตรา (Nominal) หรือลำดับมาตรา (Ordinal) เนื่องจากมีจำนวนตัวแปรอิสระหรือ ตัวแปรต้น จำนวน 1 ตัวแปร ที่มีการนำมาแบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ จึงเรียกว่า One-Way ANOVA

ลักษณะข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์มี k กลุ่ม จะจัดอยู่ในลักษณะดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน

	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	.....	กลุ่มที่ k
	X_{11}	X_{12}	...	X_{1k}
	X_{21}	X_{22}	...	X_{2k}
	X_{31}	X_{32}	...	X_{3k}
	.	.	...	.
	.	.	...	.
	.	.	...	.
	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nk}
ผลรวม (Tj)	T_1	T_2	...	T_k
จำนวน(nj)	n_1	n_2	...	n_k
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}_j$)	($\bar{x}_1$)	($\bar{x}_2$)	($\bar{x}_{...}$)	($\bar{x}_k$)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 3 ก.ค. 2556
เลขทะเบียน 246178
เลขเรียกหนังสือ

หมายเหตุ X_{ij} คือ ข้อมูลลำดับที่ i ในกลุ่มที่ j

T_j คือ ผลรวมข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

n_j คือ จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มซึ่งอาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

$\bar{x}_j$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

เงื่อนไขและข้อจำกัดของการวิเคราะห์ข้อมูลวิธี One – Way ANOVA

- กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องได้มาโดยวิธีการสุ่มประชากรที่มีการแจกแจงแบบโค้งปกติ
- กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน
- กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องได้มาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน
- ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรหลายกลุ่ม (มากกว่า 2 กลุ่ม) ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระ 1 ตัว

การสรุปหรือแปลผลการวิเคราะห์

1. การคำนวณจากสูตร

$$F = \frac{MS_B}{MS_w}$$

ตารางที่ 2.4 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	k - 1	SS_b	$MS_B = SS_b/k - 1$	$\frac{MS_B}{MS_w}$
ภายในกลุ่ม	N - k	SS_w	$MS_W = SS_w/N - k$	
รวม	N - 1	SS_t		

N คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

K คือจำนวนกลุ่ม

SS_b คือผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองระหว่างกลุ่ม (Sum of squares between groups)

SS_w คือผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองภายในกลุ่ม (Sum of squares within groups)

SS_t คือผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสองทั้งหมด (Total Sum of squares)

MS_B คือความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Mean square between-groups)

MS_W คือความแปรปรวนภายในกลุ่ม (Mean square within-groups)

กำหนดให้ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดคือ $T = \sum_{j=1}^{k} T_j$

ผลรวมของจำนวนข้อมูลคือ $N = \sum_{j=1}^{k} n_j$

ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดคือ $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{k} n_j \bar{x}_j$

$= \frac{T}{N}$

ทั้ง MS_B และ MS_W คือค่าประมาณของความแปรปรวนของประชากร ถ้ากลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมาจากประชากรเดียวกัน ค่า MS_B และ MS_W จะได้ผลเหมือนกัน แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่แตกต่างกันหรือค่าเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกัน MS_B จะมีค่าสูงกว่า MS_W ความสัมพันธ์ของ MS_B และ MS_W อยู่ในอัตราส่วน F แสดงไว้ในตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนข้างต้น ซึ่งเป็นรากฐานของการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

2.4 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม

ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มนั้น ข้อมูลที่รวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่มนั้นเป็นข้อมูลในมาตราอันตรภาคหรือมาตราอันตราส่วนโดยนำค่าเฉลี่ย (X) ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2กลุ่มนั้นมาเปรียบเทียบกัน ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การสรุปว่า ค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มนั้นแตกต่างกันหรือไม่

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยจำแนกได้เป็น 2 กรณี คือ

1. การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Sample)

2. การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent Sample)

2.4.1 กรณีกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกัน

ตัวอย่างเป็นอิสระจากกันถ้าได้มาโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง

วิธีที่ 1 มีกลุ่มใหญ่ที่ต้องการศึกษา (Subjects) กลุ่มใหญ่ 1 กลุ่มแล้วสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่มย่อย (Subgroup)

วิธีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ถูกสุ่มมาจากประชากร ขนาดใหญ่แต่ละกลุ่มตัวอย่างมีประชากร 2 กลุ่มนี้ถือว่าเป็นอิสระจากกัน

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน มี 2 กรณี คือ

1. กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ($n \geq 30$) ทดสอบโดย Z-test

2.กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($n < 30$)ทดสอบโดย t- test

ในการทดสอบความมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกันมีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumtion) ที่สำคัญ 2ประการคือ

1. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาจากประชากร 2 กลุ่มซึ่งแตกต่างกัน การกระจายเป็นโค้งปกติ (Normal Distribution)

2. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน (Independent Semple)

2.4.1.1 การเลือกใช้ Z – test และ T- test

1. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีขนาดใหญ่ (n1 และ n2 แต่ละกลุ่มเท่ากับหรือมากกว่า 30) ใช้ Z – test

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

ในทางปฏิบัติอาจไม่สามารถหา σ^2 ได้ ซึ่งสามารถใช้ s_1^2, s_2^2 แทนได้

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

2. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีขนาดเล็ก (n ในแต่ละกลุ่มน้อยกว่า 30) ให้ใช้ T – test โดยต้องคำนึงถึงองศาอิสระ (degree of freedom : df) ในการใช้ t– test นี้มี 2 กรณี คือ

1) ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร ทั้ง 2 กลุ่ม และตั้งข้อตกลง (assume) ว่า ความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) เรียก pooled t- test

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

2) ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม และตกลงว่า (assume) ความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) เรียก Nonpooled t – test

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left[\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right]^2}{\frac{\left[\frac{s_1^2}{n_1}\right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{s_2^2}{n_2}\right]^2}{n_2 - 1}}$$

- ถ้า $n_1 = n_2$ สามารถใช้ pooled t–test ได้ โดยไม่ต้องทดสอบความแปรปรวน
- ถ้า $n_1 = n_2$ ให้ทดสอบด้วย F - test ถ้าค่า F - test ไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ ให้ใช้ poolet t-test แต่ถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับที่ตั้งไว้ ให้ใช้ Nonpooled t – test

2.4.1.2 การทดสอบความแปรปรวน

ในกรณีที่ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่า หรือไม่ สามารถทดสอบได้โดยใช้ F - test for homogeneity of variance (การใช้ F - test ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน) ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้ F - test นี้ในการที่จะต้องนำเอาค่าความแปรปรวนที่มีค่ามากกว่า เป็นเศษ และค่าความแปรปรวนที่มีค่าน้อยกว่าเป็นตัวหาร เมื่อคำนวณได้ค่า F แล้ว ให้นำเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต ถ้าค่าที่คำนวณได้มากกว่า หรือเท่ากับค่าวิกฤต แสดงว่าค่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) แต่ถ้าได้น้อยกว่าค่าวิกฤตแสดงว่าค่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) หลังจากนั้นจึงเลือกใช้สูตร t - test ที่ถูกต้อง

2.4.2 กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent Sample)

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกัน หรือกล่าวได้ว่ามีความสัมพันธ์กัน มีหลายลักษณะ คือ

1) มีเพียงกลุ่มตัวอย่างเดียวแต่เก็บข้อมูล 2 ครั้ง เช่น การ Test – retest, หรือ Before and After เช่นการทดสอบก่อนและหลังการเรียน (Pre-test – Posttest) การทดสอบซ้ำของกลุ่มตัวอย่างเดียว เพื่อต้องการพิสูจน์ว่าวิธีการสอน มีผลต่อพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่

2) กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มีคุณลักษณะที่สำคัญบางประการเหมือนกัน เป็นคู่ ๆ (Matched)

3) กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

$$df = n - 1$$

D แทนค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทนจำนวน คู่

2.4.2.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

ไม่ว่าจะทดสอบด้วย Z – test หรือ T – test จะมีขั้นตอนในการทดสอบเหมือนกัน คือ

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐานทางสถิติ

ลักษณะที่ 1

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$

ลักษณะที่ 2

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

ลักษณะที่ 3

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (กำหนด α)

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าสถิติ Z หรือ t

ขั้นที่ 4 นำค่าสถิติ Z หรือ t ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต (ค่าตาราง Z หรี t)

ขั้นที่ 5 การตัดสินใจ มี 2 กรณี

1) ถ้าค่าที่คำนวณได้ตกอยู่ในพื้นที่วิกฤตจะปฏิเสธ (reject) H_0 และ ยอมรับ (accept) H_1

2) ถ้าค่าสถิติที่คำนวณได้อยู่ในเขตยอมรับจะยอมรับ H_0

2.4.2.1 การแปรความหมายผลการทดสอบสมมติฐาน

1. กรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน

1) เมื่อตั้ง H1 แบบ two – tailed (H1 : $\mu_1 \neq \mu_2$)

ถ้าค่า Z หรือ t ที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับค่า Z หรือ t จากตาราง (หรือค่าวิกฤต) ถ้าค่าที่คำนวณได้ตกอยู่ในพื้นที่ยอมรับสรุปได้ว่า ยอมรับ จะแปลความหมายได้ว่า ค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

แต่ถ้าค่า Z หรือ ค่า t ที่คำนวณได้ตกอยู่ในพื้นที่ วิกฤต แสดงว่าปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H1 ซึ่งหมายความว่าค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มที่นำมาเปรียบเทียบนั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ถ้าตั้ง α = 0.5 กล่าวได้ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) ซึ่งหมายความได้ว่า ค่าเฉลี่ยที่นำมาเปรียบเทียบนั้นมีค่าแตกต่างกัน โดยสามารถแปลความหมายต่อได้ว่ากลุ่มใดสูงกว่ากลุ่มใดก็พิจารณาจากค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

2) ตั้ง H_1 แบบ One tailed ($H_1 : \mu_1 > \mu_2$ หรือ $\mu_1 < \mu_2$)

เช่นกรณี $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

ถ้าผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าค่า Z หรือ t ตกอยู่ในเขตยอมรับ แสดงว่าผลที่ได้จากกลุ่มหนึ่งสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่งอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าตกอยู่ในพื้นที่วิกฤติ ก็แสดงว่า ผลที่ได้จากกลุ่มหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. กรณีที่ไม่เป็นอิสระ

1) ก่อนหรือหลัง (Pre-test – Posttest)

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้อยู่ในพื้นที่ยอมรับ แสดงว่า ก่อนและหลัง แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าตกอยู่ในพื้นที่วิกฤติแปลความหมายได้ว่าผลก่อนและหลัง (หรือค่าเฉลี่ยก่อนหรือหลัง) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรณีหางเดียว ถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าผล Posttest สูงกว่า Pre-test อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2) กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระ จะตีความหมายเช่นเดียวกับ Independent

2.5 กลุ่มเครื่องจักร (Machine Clusters) [5]

เมื่อสถานีงานมีเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว พนักงานจึงไม่ให้ความสนใจกับความต่อเนื่องของการทำงานในระหว่างวัฏจักรการทำงาน (Cycle time) ของเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ แต่เมื่อพนักงานได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบมากกว่าหนึ่งเครื่องจักร ทุก ๆ วัฏจักรการทำงาน จึงมีความสำคัญ เมื่อเครื่องจักรมีสองหรือมากกว่านั้น จะเรียกว่า กลุ่มเครื่องจักร (Machine Clusters) การผลิตชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ จะขึ้นอยู่กับวัฏจักรการทำงาน (Cycle time) และการทำงานกับเครื่องจักร (การนำชิ้นงานเข้าและออกจากเครื่องจักร) โดยพนักงาน 1 คน

หลาย ๆ เงื่อนไขถูกนำมาใช้ในกลุ่มเครื่องจักร (Machine Clusters)

1. วัฏจักรการทำงานของเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติมีช่วงเวลายาวนานพอให้พนักงานทำงานได้
2. เครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติมีวัฏจักรการทำงานที่เท่า ๆ กันทุกเครื่อง
3. ตำแหน่งของเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ให้พนักงานสามารถเดินทำงานได้
4. แผนผังของโรงงานเอื้ออำนวยให้พนักงานสามารถทำงานได้มากกว่า 1 เครื่องจักร

เมื่อพิจารณาแต่ละสถานีงาน ทุก ๆ การผลิตจะต้องผลิตชิ้นส่วนที่หมือนกัน และมีวิธีการทำงานที่เหมือนกันในวัฏจักรการทำงานของเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติต้องเท่ากันด้วย แต่ละเครื่องจักรจะทำงานที่วัฏจักรการทำงานที่เท่ากัน T_m (machine cycle), การที่พนักงานทำงานกับเครื่องจักรจะเรียกว่า T_s (service time) และพนักงาน จะต้องทำงานกับเครื่องจักรที่ไม่เป็นไปแบบอุดมคติ เพราะฉะนั้นวัฏจักร

การทำงานทั้งหมดของเครื่องจักรคือ $T_c = T_m + T_s$ ถ้าพนักงานได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบมากกว่า 1 เครื่องจักร พนักงานจะต้องสูญเสียเวลาไปกับการเดินทางจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งด้วย จะเรียกว่า T_r (repositioning time) เวลาที่พนักงานใช้ในการทำงานกับเครื่องจักร n เครื่อง คือ $n(T_s + T_r)$ ดังนั้นระบบการทำงานที่สมดุลระหว่างเวลาของพนักงานและวัฏจักรการทำงานของเครื่องจักรคือ

$$n(Ts + Tr) = Tm + Ts$$

เมื่อต้องการหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมที่พนักงานสามารถรับผิดชอบได้คือ

$$n = \frac{T_m + T_s}{T_s + T_r}$$

เมื่อ n = จำนวนของเครื่องจักร (เครื่อง)

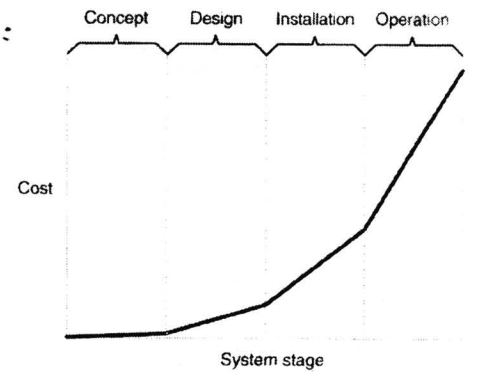
T_m = วัฏจักรการทำงานของเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ (นาที)

T_s = เวลาที่พนักงานทำงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง (นาที)

T_r = เวลาที่พนักงานใช้ในการเดินทางระหว่างเครื่องจักร (นาที)

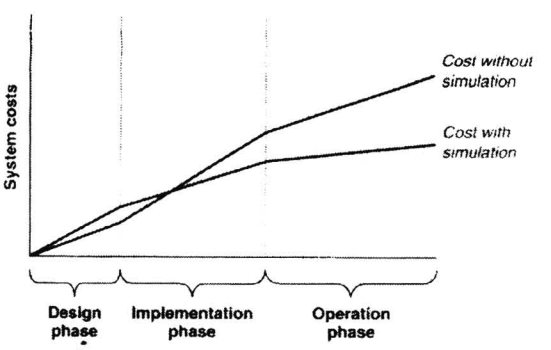
2.6 เทคนิคเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์

ในการประกอบการของบริษัทผู้ผลิตโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ [6] คือ 1.Concept 2.Design 3.Installion 4.Operation ดังนั้นต้นทุนของบริษัทจึงเริ่มตั้งแต่ต้นทุนในส่วนของ Concept จากนั้นต้นทุนก็จะถูกสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงกระบวนการปฏิบัติการ (Operation) ต้นทุนที่มากที่สุดของบริษัทมักอยู่ที่กระบวนการปฏิบัติการหรือการผลิต ดังในรูปที่ 2.1 ซึ่งกราฟมีความชันมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการอื่นๆ ซึ่งในธุรกิจฮาร์ดดิสก์นั่นก็คือต้นทุนในกระบวนการผลิต



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของต้นทุนต่อกระบวนการต่าง ๆ [6]

การปรับปรุงกระบวนการผลิตนั้น หากทำการปรับปรุงในทันทีอาจทำให้เกิดข้อบกพร่องเนื่องจากความไม่สัมพันธ์กันระหว่างค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหรือปฏิบัติการบางอย่าง ก่อให้เกิดปัญหาและต้นทุนมากขึ้นโดยไม่จำเป็น วิธีการหนึ่งซึ่งสามารถนำมาลดปัญหาและต้นทุนในการปรับปรุงกระบวนการผลิตวิธีการหนึ่งคือ การจำลองเหตุการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) การจำลองเหตุการณ์เป็นการจำลองสถานะการณ์จริง และเป็นเทคนิคทางวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ทางด้านสถิติ โดยจะอ้างอิงจากกระบวนการทำงานจริง การเก็บข้อมูลจะใช้วิธีการทางการศึกษางาน (Work Study) โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ มีการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่จริงข้อดีของการจำลองเหตุการณ์คือการที่สามารถลองทำการปรับปรุงค่าตัวแปรต่าง ๆ และดูผลกระทบของค่าของตัวแปรเหล่านี้ในระบบ หากมีข้อผิดพลาดก็สามารถตรวจสอบและปรับปรุงได้ก่อนการปฏิบัติงานจริง เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนของการนำการจำลองเหตุการณ์มาใช้กับการไม่ได้นำการจำลองเหตุการณ์มาใช้ (ดังรูปที่ 2.2) จะเห็นได้ว่าโดยทั่วไปแล้วบริษัทสามารถลดต้นทุนจากการนำการจำลองเหตุการณ์มาใช้ปรับปรุงการผลิต ข้อดีของการจำลองเหตุการณ์ก่อนการปรับปรุงจริงอีกประการหนึ่งคือการไม่กระทบกระเทือนต่อการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงจริง เพราะการทดสอบค่าต่าง ๆ ตามแนวทางการปรับปรุงที่อาจมีหลายแนวทางสามารถทำได้บนคอมพิวเตอร์ เมื่อทดสอบและหาค่าการปรับตั้งที่เหมาะสมแล้วจึงทำการปฏิบัติตามแนวทางนั้น ภายหลังการปรับปรุงตามแนวทางใหม่อาจต้องมีการปรับเปลี่ยนค่าการปฏิบัติงานบางอย่างบ้างแต่มักจะไม่ส่งผลให้การปฏิบัติงานมากนัก



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบต้นทุนเมื่อมีและไม่มีการใช้แบบจำลองสถานการณ์ [6]

2.6.1 ความเป็นมาของการจำลองสถานการณ์

คำจำกัดความของการจำลองสถานการณ์ **ศิริจันทร์** [7] ให้นิยามไว้ว่าการจำลองแบบปัญหาหมายถึงกระบวนการหรือวิธีการออกแบบ แบบจำลองของระบบงาน ซึ่งสามารถใช้แทนระบบงานจริง และดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้น ในการศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริงและการวิเคราะห์หาข้อมูลอันเกิดจากการใช้กุศโลบายต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบงาน Law และ Kelton [8] ให้

นิยามไว้ว่าการจำลองสถานการณ์ คือ วิธีการและการประยุกต์ในการเลียนแบบพฤติกรรมของระบบจริงโดยการใช้ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์

2.6.2 ข้อได้เปรียบของการจำลองสถานการณ์

ข้อได้เปรียบของการจำลองสถานการณ์เมื่อนำมาใช้ภายในโรงงานที่ทำการวิจัย

1. การจำลองสถานการณ์ สามารถทำการทดลองงานซ้ำหลายครั้งในแต่ละกรณีได้
2. การใช้แบบจำลองสถานการณ์สามารถทำการศึกษาและทดสอบโดยไม่รบกวนภายในระบบงานจริง
3. การจำลองสถานการณ์สามารถจัดการปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ดีกว่าการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์
4. การจำลองสถานการณ์สามารถหาคำตอบที่เป็นค่าจริงของระบบได้ดีกว่าการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
5. แบบจำลองในการจำลองสถานการณ์คอมพิวเตอร์จะทำได้ง่ายกว่าและสะดวกกว่าภายในระบบงานจริง
6. การจำลองสถานการณ์สามารถลดค่าใช้จ่ายในการทดลองได้ดีกว่าการทดลองภายในระบบงานจริง
7. การจำลองสถานการณ์สามารถใช้วิเคราะห์สภาวการณ์ที่ไม่แน่นอน ในขณะที่เทคนิคทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถทำได้

2.6.3 รูปแบบของซอฟแวร์การจำลองสถานการณ์

โครงสร้างของซอฟแวร์ในการจำลองสถานการณ์ภายในระบบ สามารถนำมาบรรยายสิ่งที่เกิดขึ้นที่มีความสัมพันธ์กันได้ดังนี้ [8]

1. การเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุที่เรียกว่าเอ็นทิตี้ (Entities) จะก่อให้เกิดเหตุการณ์ (Events) ขึ้นภายในระบบ ซึ่งวัตถุเหล่านี้เราสามารถจำแนกประเภทและลักษณะได้โดยการกำหนดคุณสมบัติ (Attribute)
2. กลุ่มวัตถุจะมีความสัมพันธ์กับทรัพยากร (Resources) และกิจกรรม (Activities) ภายในระบบ โดยการกำหนดเงื่อนไขในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีความต่อเนื่องกัน
3. การส่งผลแบบต่อเนื่องกันจะทำให้เกิดสถานะ (State) ภายในระบบจากกระบวนการที่เกิดขึ้น ซึ่งทำให้สามารถกำหนดแบบแผนที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ได้ 3 ลักษณะด้วยกันคือ

3.1 แบบแผนที่มีการกำหนดเหตุการณ์ล่วงหน้า (Event-Scheduling Strategy) คือ การที่ผู้ใช้ซอฟแวร์การจำลองสถานการณ์กำหนดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในระบบ เช่น การกำหนดเวลาในการเข้าสู่กระบวนการ การกำหนดเวลาในการชำรุดของเครื่องจักร ซึ่งส่งผลกระทบกับกระบวนการย่อยอื่น

ๆ ได้ เช่น การจัดลำดับความสำคัญของเหตุการณ์เพื่อการประมวลผลเมื่อสิ้นสุดการจำลองสถานการณ์

3.2 แบบแผนในการค้นหากิจกรรม (Activities-Scanning Strategy) คือ แบบแผนที่จะนำมาใช้เมื่อมีการประมวลผลของเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดกิจกรรมขึ้น แต่ไม่สามารถทำการกำหนดเวลาที่แน่นอนได้ เช่น การเกิดแถวคอยของวัตถุหน้ากระบวนการผลิตย่อยในสถานะของระบบที่มีตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ส่งผลให้เกิดการตรวจหากิจกรรมอย่างต่อเนื่องโดยมีการเรียงลำดับความสัมพันธ์และเงื่อนไขที่กำหนด

3.3 แบบแผนที่มีกรรมวิธีส่งผลต่อกัน (Processing-Interaction Strategy) คือวิธีการรวมแบบแผนการกำหนดเหตุการณ์ล่วงหน้าและแบบแผนในการค้นหากิจกรรมไว้ด้วยกัน เช่น การกำหนดการเคลื่อนที่ของเอ็นทิตี้ การเรียงลำดับความสำคัญของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในระบบ

2.6.4 การจำลองพฤติกรรมของระบบโดยใช้โปรแกรม Promodel

การใช้โปรแกรมในการจำลองระบบเป็นการจำลองระบบที่มีอยู่จริง ทั้งที่มีอยู่แล้วและที่วางแผนไว้ว่าจะสร้างขึ้นมาลงสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังเช่น ระบบการผลิต ระบบคลังสินค้า การให้บริการในธนาคาร โรงพยาบาล สนามบิน การจัดการจราจร เป็นต้น ระบบต่าง ๆ เหล่านี้ ถ้าหากสามารถจำลองลงมาสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้จะทำให้ผู้จัดการหรือผู้ออกแบบสามารถวางแผนและออกแบบระบบให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานสูงที่สุดได้ สามารถป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและสามารถมองเห็นภาพรวมของระบบได้ เมื่อจำลองระบบได้แล้วผู้ออกแบบและวางแผนสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่าง ๆ ในระบบเพื่อทำการทดลองหาการจัดรูปแบบที่เหมาะที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติ ซึ่งการทดลองนี้ไม่กระทบต่อการปฏิบัติงานที่กำลังดำเนินอยู่และเกิดค่าใช้จ่ายต่ำ ระบบงานจริงบางระบบไม่สามารถจะทำการเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อประเมินผลได้ เพราะอาจเกิดผลกระทบต่องานที่กำลังทำอยู่หรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถกระทำได้ เช่น การทดลองเปลี่ยน Layout ของโรงงานที่ยังไม่ได้สร้าง การทดลองเปลี่ยนวิธีการ Check-in ที่สนามบินโดยยังไม่แน่ใจว่าผลจะเป็นอย่างไร ดังนั้นจึงควรจำลองพฤติกรรมของระบบงานจริงเหล่านั้นลงสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เสียก่อนแล้วจึงทดลองจะดีกว่า โดยชนิดของโมเดลที่นิยมใช้ในการจำลองสถานการณ์ คือ

(1) Physical Model เป็นแบบจำลองวัตถุหรือพฤติกรรมที่มองเห็นได้หรือจับต้องได้ เช่น การสร้างหุ่นจำลองวัตถุ ผังโรงงาน หรือการเคลื่อนไหว เป็นต้น เพื่อวิเคราะห์และออกแบบให้ดีที่สุด

(2) Logical or Mathematical Model เป็นโมเดลที่สร้างด้วยแผนภูมิตรรกศาสตร์ หรือ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือสมมติฐานใด ๆ และสามารถนำไปวิเคราะห์ เพื่อศึกษาและปรับปรุงระบบได้ เช่น Linear Programming หรือ Simulation เป็นต้น

2.6.5 ส่วนต่าง ๆ ในการจำลองสถานการณ์

1. สิ่งที่สนใจในระบบ (Entities) คือสิ่งที่ถูกป้อนหรือถูกสร้างเข้ามาในระบบ และเป็นตัวที่เคลื่อนที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อรับการทำงานหรือบริการตามกิจกรรมที่เคลื่อนที่ผ่านไป เช่นในกรณีที่เครื่องจักรชำรุดและยังซ่อมไม่เสร็จ ชิ้นงานที่กำลังทำงานอยู่ยังต้องค้างอยู่ในระบบ เป็นต้น
2. แถวคอย คือสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่สนใจในระบบไม่สามารถเคลื่อนผ่านระบบไปได้ทั้งหมดพร้อมกัน จึงต้องมีบางชิ้นที่ต้องรอคอย
3. ค่าสะสมทางสถิติ เพื่อวัดผลงานหรือประสิทธิภาพงาน เช่น จำนวนชิ้นงานที่ผลิตรวมทั้งหมด เวลาสะสมที่ใช้ในการรอคอย หรือพื้นที่สะสมที่ถูกใช้ในการจัดแถวคอย เป็นต้น ค่าเหล่านี้จะเริ่มที่ศูนย์และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระบบ
4. เหตุการณ์ คือสิ่งที่เกิดขึ้นในระบบและมีผลให้ค่าหรือพฤติกรรมในระบบเปลี่ยนไป
5. เวลาที่จำลองในระบบ (Simulation Clock) คือการบันทึกเวลาของพฤติกรรมที่เราให้ความสนใจ ไม่จำเป็นต้องตรงกับเวลาภายนอก และถ้าไม่มีเหตุการณ์ใดที่สนใจเกิดขึ้น เวลาก็จะไม่ถูกบันทึก พฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระบบทั้งหมดจะถูกบันทึกตามลำดับเวลาไว้ในส่วนที่เรียกว่า Event Calendar
6. การเริ่มต้นและการสิ้นสุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดสภาวะต่าง ๆ ในการเริ่มต้น และเงื่อนไขหรือสภาวะในการสิ้นสุดการจำลองสถานการณ์ด้วยตนเอง เช่น เริ่มต้นโดยยังไม่มีแถวคอยและชิ้นงานอยู่ในระบบเลย หรือการจำลองจะสิ้นสุดเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที เป็นต้น

2.6.6 ส่วนประกอบของแบบจำลองสถานการณ์ ภายในโมเดลของการจำลอง

สถานการณ์ที่จะทำการสร้างขึ้นจะมีส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน และมีความหมายดังต่อไปนี้

1. เอ็นทิตี้ (Entities) คือสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาภายในระบบเพื่อให้เป็นตัวแทนของการทำงานโดยกำหนดให้มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาและสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อเอ็นทิตี้ตัวอื่นๆได้ นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอในการจำลองสถานการณ์ และจะสิ้นสุดลงเมื่อมีการออกจากระบบ
2. แอททริบิ้ว (Attribute) คือคุณลักษณะเฉพาะของเอ็นทิตี้แต่ละตัวที่เรากำหนดให้ และมีลักษณะแตกต่างจากเอ็นทิตี้ตัวอื่นๆ เช่น เวลาในการมาถึง สี เป็นต้น
3. แวริเอเบิล (Variable) คือส่วนของข้อมูลที่ใช้เพื่อการกำหนดคุณสมบัติภายในระบบโดยไม่มีการคำนึงถึงปริมาณและชนิดของเอ็นทิตี้ โดยที่ชนิดของแวริเอเบิลสามารถแบ่งได้เป็น 2ลักษณะด้วยกัน คือ แวริเอเบิลที่ถูกสร้างขึ้นภายในโปรแกรมโปรโมเดล (Promodel Built-inVariables) เช่น จำนวนภายในแถวคอย (Number in Queue) เวลาในการจำลองสถานการณ์ (Simulation Time) เป็นต้น และแวริเอเบิลที่มีการกำหนดขึ้นโดยผู้ใช้งาน (User-Define Variables) เช่น จำนวนภายในระบบ (Number in System) การหมุนเวียนเปลี่ยนไป (Current Shift) เป็นต้น

4. ทรัพยากร (Resources) คือสิ่งที่ถูกกำหนดขึ้นให้เป็นหน่วยของการรับการบริการ เช่นคน อุปกรณ์ หรือเนื้อที่ในการจัดเก็บที่มีขนาดพื้นที่จำกัด ซึ่งส่งผลให้เอ็นทิตี้สามารถทำการจับจองทรัพยากรได้ก็ต่อเมื่อมีที่ว่าง และทำการปล่อยทรัพยากรเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้ว
5. แถวคอยหรือคิว (Queues) คือการจัดลำดับเอ็นทิตี้ในการจับจองทรัพยากร และยังเป็นที่พักของเอ็นทิตี้เมื่อมันไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ เช่น แถวคอยในการรอรับการบริการ ซึ่งถ้าค่าของแถวคอยมีมากกว่าค่าของขีดกำหนดจะต้องมีการจัดเก็บปริมาณของเอ็นทิตี้ภายในแถวคอยนั้นด้วย
6. การเก็บค่าทางสถิติ (Statistical Accumulators) คือการวัดค่าของผลลัพธ์ที่เป็นค่ากลางทางสถิติที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ เช่น จำนวนชิ้นงานที่ทำการผลิตได้ เวลาทั้งหมดที่ใช้ภายในแถวคอย จำนวนชิ้นงานภายในแถวคอย ระยะเวลาที่ใช้ภายในแถวคอย เป็นต้น
7. เหตุการณ์ (Events) คือสิ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่เรากำลังทำการจำลองสถานการณ์ และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแอททริบิ้ว แวริเอเบิล เช่น ชิ้นงานใหม่ที่กำลังผ่านเข้าสู่ระบบ ชิ้นงานที่ทำการรับบริการจากเครื่องจักรเสร็จสิ้นและกำลังออกจากระบบ เป็นต้น
8. การเริ่มต้นและการสิ้นสุด (Starting and Stopping) คือการกำหนดค่าของสถานะในการเริ่มต้น ค่าแอททริบิ้ว ค่าตัวแปร กระบวนการทางสถิติ และเงื่อนไขต่าง ๆ ทั้งก่อนเริ่มต้นในการจำลองสถานการณ์และเมื่อสิ้นสุดการจำลองสถานการณ์แล้ว

2.6.7 การกระจายตัวในแบบจำลอง

การกระจายความน่าจะเป็นของโปรแกรม Promodel โดยข้อมูลตัวเลขที่ป้อนให้กับโมดูล (Module) ในโมเดล (Models) การจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของเอ็นติตี้ (Entities) เช่น เวลาการเข้ามาในระบบของเอ็นติตี้ (Entities) เวลาคอย (Delay Time) เวลาการทำงาน (Process Time) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายเอ็นติตี้ (Entities) จากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่ง เหล่านี้เป็นต้น ค่าตัวเลขเหล่านี้ในแต่ละตัวหลายค่าไม่เป็นค่าคงที่ตายตัวอยู่ค่าเดียว ในแต่ละครั้งของการทำงานจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงไปเรื่อย อาจจะมากกว่าเดิมน้อยกว่าเดิมหรือบางครั้งอาจจะมีค่าที่ซ้ำกันก็ได้ ในการเก็บข้อมูลจะต้องเก็บมาหลาย ๆ ค่าจนมีจำนวนตัวอย่าง (n) ที่มากพอที่จะหาค่าที่เป็นตัวแทนของกลุ่ม เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลให้กับโมเดล (Models) ที่จะสร้างในโปรแกรม Promodel จะมีชุดที่ทำหน้าที่อยู่ภายในสำหรับทำให้เกิดตัวแปรสุ่มจากการใช้การกระจายความน่าจะเป็น รูปแบบการกระจายนี้จะปรากฏบน Pull Down Menus ในหลาย ๆ โมดูล (Module) คำสั่งที่ถูกเรียกขึ้นมาใช้งานจะมีความเหมาะสมกับการกระจายของข้อมูลที่ป้อนเข้ามาในระบบ โดยแต่ละรูปแบบการกระจายใน Promodel จะมีค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ของมันอยู่ จำนวนความหมายและค่าพารามิเตอร์จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการกระจาย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 A Study of Labor Assignment in Cellular Manufacturing System

S-M Horng [9] ศึกษาความยืดหยุ่นในการทำงานของพนักงาน โดยกำหนดกลยุทธ์ไว้ 3 กลยุทธ์ คือ 1. ให้พนักงาน 1 คน ทำงานอย่างเพียงงานเดียว 2. ให้พนักงาน 2 คนหรือมากกว่า ทำงานเพียงอย่างเดียว 3. ให้พนักงาน 1 คน ทำงานอย่างเพียงงานเดียว และพนักงาน 2 คนหรือมากกว่า ทำงานเพียงอย่างเดียว ในการผลิตแบบเซลลูล่าร์ ความยืดหยุ่นในการทำงานจะถูกคิดเป็นดัชนีของการทำงานร่วมกันของพนักงานมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยให้การทำงานร่วมกันของพนักงานจะส่งผลโดยตรงและทางอ้อมต่อประสิทธิภาพการทำงานในระบบผ่านสมดุลการทำงาน โดยใช้การจำลองสถานการณ์ และวิเคราะห์ทางสถิติ รวมถึงการเรียนรู้, ความเหนื่อยล้า, ปฏิสัมพันธ์ของพนักงาน, ขนาดของการผลิต และความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในตัดสินใจ

2.7.2 Artificial neural networks based predictive model for worker assignment into virtual cells

R.V. Murali, 2 A.B. Puri and 3 G. Prabhakaran [10] ศึกษาการนำการผลิตแบบเซลลูล่าร์แบบใหม่มาใช้แทนแบบเดิมด้วยเงื่อนไขการผลิตตามความต้องการ,เวลาในการผลิต, ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย และความถี่ในการผลิต การผลิตแบบเซลลูล่าร์แบบใหม่ถูกนำมาใช้ในการจัดการงานเป็นอย่างมาก, คนงานที่ได้รับมอบหมายถูกผลักดัน หลังจากที่นักวิจัยเริ่มตระหนักถึงความสำคัญของบทบาทของแรงงานในระหว่างจัดเตรียมการผลิต ในอดีตการกำหนดการทำงานของพนักงานจะถูกวิเคราะห์และปรับปรุงโดยคนและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อลดต้นทุนแรงงาน, ปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพ, การใช้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานและให้ระดับความยืดหยุ่นของพนักงานที่เพียงพอ การกำหนดการทำงานของพนักงานด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (ANNs) โดยกำหนดงานให้พนักงาน เพราะ ANNs มีสามารถในการวิเคราะห์แบบจำลองที่มีความซับซ้อนระหว่างปัจจัยนำเข้าและผลผลิต และหารูปแบบที่คล้ายคลึงกันอย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.3 Productivity improvement of a motor vehicle inspection station using motion and time study techniques

Khalid S. Al-Saleh [11] ศึกษากระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนรถยนต์ พบว่ามีกระบวนการตรวจสอบการประกอบรถยนต์ยังไม่มีเวลามาตรฐาน และใช้เวลามากในการตรวจสอบ เพราะไม่มีมาตรฐานในการตรวจสอบ เกิดการตรวจสอบที่ล้มเหลว จึงมีการตรวจสอบใหม่อีกครั้ง ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเคลื่อนไหว และเวลาการทำงาน โดยการวิเคราะห์หางานที่ไม่จำเป็น, รวมงานเข้า

ด้วยกัน, เปลี่ยนความถี่ในการปฏิบัติงาน และทำให้งานที่ทำอยู่มีความง่ายในปฏิบัติมากขึ้น ด้วยการหาเวลามาตรฐาน และปรับปรุงโดยการลดเวลาการตรวจสอบ และใช้โปรแกรม ARENA เพื่อจำลองสถานการณ์ และทำนายการเปลี่ยนแปลงที่ความว่าจะเกิดขึ้นในการตรวจสอบ จากการจำลองสถานการณ์ ทางเลือกที่ผู้วิจัยเสนอแนะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้ 174.8% ของกำลังการผลิต

2.7.4 Simulation studies of process flow with in-line part inspection in machining cells

M. Siemiatkowski , W. Przybylski [12] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนกระบวนการไหลโดยศึกษาที่กลุ่มเครื่องจักร (Machine Cell) และเพื่อประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น ทำการเลือกที่ตั้งของเครื่องจักร, ความถี่ในการตรวจสอบชิ้นงาน และการทำงานที่เครื่องจักร และตัดสินด้วยต้นทุนของการประกันคุณภาพ และประสิทธิภาพของระบบการดำเนินการ และใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ระ โดยใช้โปรแกรม Witness ช่วยในการตัดสินใจ, การปรับปรุงงานและสร้างมาตรฐานการทำงาน

2.7.5 การนำเทคนิคการจำลองมา ใช้เพื่อสร้างสายการผลิตแบบลีน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

อธิป เอื้อทรงธรรม, สุพัตรา พิทยาโรจนกุล, ศิวิกา ดุษฎีโหนด [13] ศึกษาระบบการผลิตโดยรวมของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จากการศึกษาพบว่าเกิดคอขวดขึ้นในสายการผลิตที่แผนกตรวจสอบคุณภาพ เพราะว่าขาดแคลนทรัพยากรบุคคลที่ใช้ในการผลิตและการตรวจสอบชิ้นงานในปัจจุบันใช้คนเป็นหลักซึ่งจะมีขีดจำกัดบางอย่างที่การใช้คนทำงานไม่สามารถทำได้คือ การตรวจความเรียบของชิ้นงาน ทางนักวิจัยจึงเสนอให้มีการเพิ่มเครื่องตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติเข้ามาช่วยเหลือเพื่อขยายคอขวด และได้ใช้เทคนิคการจำลองระบบ โดยใช้โปรแกรม ARENA 7.0 มาประยุกต์เพื่อระบุทางเลือกในแก้ไขที่เหมาะสม

2.7.6 การวิเคราะห์เพื่อเพิ่มอรรถประโยชน์เครื่องทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยตัวแบบมาร์คอฟ และ การจำลองสถานการณ์

วิบูลย์ สำราญรัมย์ [14] ศึกษาปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ จากการศึกษาพบว่าคอขวดของระบบการผลิตโดยรวมคือกระบวนการทำงานของเครื่องทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ระบบการทำงานของเครื่องทดสอบมีเงื่อนไขการทำงานที่ซับซ้อน การป้อนเข้าต่อหน่วยเวลามีอัตราคงที่ แต่ผลผลิตต่อหน่วยเวลามีอัตราที่ไม่แน่นอนและมีลักษณะสุ่ม (Stochastic) และมีค่าอรรถประโยชน์ไม่คงที่อยู่ในช่วงร้อยละ 72 - 82 ของเซลล์ทดสอบทั้งหมด การเก็บข้อมูลได้จากเทคนิคการสุ่มตัวอย่างงาน (work Sampling) จากนั้นวิเคราะห์ผ่านห่วงโซ่มาร์คอฟแบบมีสภาวะดูดกลืน (Absorbing

Markov Chains) พบว่าค่าอรรถประโยชน์ของเครื่องทดสอบมีค่าสูงสุดทางทฤษฎีอยู่ที่ร้อยละ 85.59 จากนั้นได้ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการวัสดุ และ เวลานำของการผลิตเพื่อวางแผนผลิตให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า การวิเคราะห์ความไวเพื่อเสนอแนวทางในการเพิ่มผลิตภาพการผลิต จากนั้นได้ใช้แบบจำลองสถานการณ์ทดลองหาแนวทางให้อรรถประโยชน์ของเครื่องทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นและมีอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น ผลของการวิเคราะห์ทำให้ คาดว่าสามารถลดเวลาในการผลิตจาก 30 วัน เหลือ 26.19 วัน โดยได้ผลผลิตเท่าเดิมซึ่งเพิ่มโอกาสในการขายฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นมูลค่า 150,772 บาท

2.7.7 การประยุกต์ใช้การจำลองแบบเชิงในการวัดผลการดำเนินงานเชิงดุลยภาพ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

จิรวดี วัฒภักดี, ปิญชาน์ จรัสจิรวัฒน์, ดนุพันธ์ วิสุวรรณ [5] ศึกษากระบวนการทำงานโดยใช้ระบบการให้คะแนนและวัดประสิทธิภาพโดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน 1. ประสิทธิภาพด้านการเงิน 2. ประสิทธภาพด้านลูกค้า 3. ประสิทธิภาพด้านกระบวนการภายใน 4. ประสิทธิภาพด้านการเรียนรู้และเติบโต ทางนักวิจัยได้เลือกศึกษาที่แผนก Standard and Planning และได้จัดทำแบบจำลองปัญหาขึ้นมาจากการวิเคราะห์ของนักวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของการทำงานต่ำโดยวิเคราะห์ว่า เกิดจากการมีงานรอคอยอยู่ในระบบเป็นจำนวนมาก และเป็นผลมาจากการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ในการใช้ MRP ซึ่งจะประมวลผลเพียงสัปดาห์ละครั้งและประมวลผลได้เพียง 70% ของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปทั้งหมดทำให้เกิดงานรอคอยมากเพราะแต่ละงานใช้เวลาในการผลิตไม่เท่ากัน ทางนักวิจัยจึงเสนอให้เปลี่ยนความถี่ในการประมวลผลมาเป็นวันละครั้ง และลดพนักงานในบางจุดโดยทำการจำแบบลองปัญหาขึ้นมา

2.7.8 การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมแบบผสม (แบบต่อเนื่อง-แบบช่วง) กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ [16] โรงงานผลิตและส่งสินค้าไม่ทัน นักวิจัยจึงเข้าไปศึกษากระบวนการทำงานของโรงงานผลิตเหล็ก ผลจากการศึกษาพบว่ามีชิ้นงานรอคอยจำนวนมากและปัญหาส่วนหนึ่งมาจากการวางแผนงาน เพราะทางพนักงานไม่เข้าใจสภาพที่แท้จริงของชิ้นงานที่จะทำการผลิตทำให้การทำงานจริงกับแผนการผลิตไม่เท่ากันทำให้เกิดชิ้นงานรอคอยเป็นจำนวนมากทางนักวิจัยจึงศึกษาชิ้นงานโดยมุ่งเน้นที่กรรมวิธีการผลิต นักวิจัยจึงได้จัดทำแบบจำลองปัญหาขึ้นมาเพื่อทำการทดลองปรับปรุงแก้ไขกระบวนการทำงานผลที่ได้คือ ชิ้นงานรอคอยผลิตลดน้อยลง และ สามารถผลิตชิ้นงานได้เร็วมากขึ้นทำให้ส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ทัน