บทที่ 1

บทนำ

แผนภูมิการควบคุม (Control Chart) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่นิยมใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตกันมาก เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ง่ายต่อการใช้งานและสามารถสอนให้พนักงานระดับล่างเรียนรู้วิธีการใช้ได้โดยง่าย แผนภูมิการควบคุมที่นิยมใช้ในปัจจุบันในสายการผลิตแบบสายการประกอบก็คือ แผนภูมิการควบคุมแบบดั้งเดิม หรือแผนภูมิชิวฮาร์ต (Shewhart Control Chart) ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสียในการใช้งาน ในการใช้งานแผนภูมิชิวฮาร์ตนี้จะเก็บข้อมูลโดยที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาระหว่างการชักตัวอย่างคงที่แน่นอน ซึ่งทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีข้อบกพร่องและได้ผลที่ไม่สมบูรณ์นัก ต่อมาภายหลังได้มีการเสนอบทความที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นอยู่หลายบทความ จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างให้มีค่าไม่คงที่จะทำให้แผนภูมิชิวฮาร์ตมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นคือสามารถหา assignable cause จากแผนภูมิได้เร็วกว่าเดิม ทำให้สามารถปรับปรุงกระบวนการได้เร็วขึ้น อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากความสูญเสียในการผลิต แต่แผนภูมิชนิดนี้จะไม่ไวต่อกระบวนการที่เลื่อนไปจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อยคือในช่วงการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าน้อยกว่า 2.0 σ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมหรือ Cumulative Sumation Control Chart (Cusum Control Chart) ที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ เพื่อใช้ในกรณีที่กระบวนการเลื่อนไปจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อย หลังจากนั้นจะเปรียบเทียบแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม (Cusum Control Chart) ที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับ Cusum control chart เดิม และแผนภูมิการควบคุมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่สำหรับ $\bar{x}$ Chart

วัตถุประสงค์

ศึกษาเกณฑ์การกำหนดขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างสำหรับแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ CUSUM Chart ที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับ CUSUM Chart เดิม และแผนภูมิการควบคุมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่สำหรับ $\bar{x}$ Chart

สภาพปัญหาในปัจจุบัน

ในอุตสาหกรรมการผลิตได้นำแผนภูมิการควบคุมของชิวฮาร์ตมาตรฐานมาใช้ในการควบคุมกระบวนการอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นแผนภูมิที่ง่ายต่อการใช้งานนั่นคือเก็บตัวอย่างขนาด n จากกระบวนการทุกๆ h ชั่วโมงและนำค่าสถิติที่สนใจกำหนดลงบนแผนภูมิการควบคุม หากจุดที่กำหนดลงบนแผนภูมิอยู่นอกขอบเขตการควบคุม (Control limit) จะต้องดำเนินการหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายหรือ assignable cause เนื่องจากการสร้างแผนภูมิชิวฮาร์ตนั้นจะอาศัยข้อมูลที่ได้รับล่าสุดเพื่อมาสร้างแผนภูมิ โดยที่ไม่ได้สนใจในรายละเอียดของลำดับของจุดทั้งหมดที่อยู่บนแผนภูมิ จึงทำให้แผนภูมิชิวฮาร์ตไม่ไวต่อกระบวนการที่เลื่อนไปจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อย ค่าการเลื่อนที่แผนภูมิชิวฮาร์ตสามารถไวต่อการเปลี่ยนแปลงได้มีค่ามากกว่า 2.0 σ ขึ้นไปโดยประมาณ

ปัญหาที่พบอีกส่วนหนึ่งก็คือการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาสร้างแผนภูมิชิวฮาร์ต จะใช้ขนาดตัวอย่างที่มีค่าคงที่และมีช่วงเวลาระหว่างการเก็บตัวอย่างที่คงที่เช่นกัน ซึ่งในบางครั้ง กระบวนการที่เราควบคุมคุณภาพอยู่นั้นออกนอกเป้าหมายก่อนที่จะเก็บตัวอย่างต่อไป หรือขนาดตัวอย่างที่ใช้มีค่ามากหรือน้อยเกินไปซึ่งไม่เหมาะสมกับกระบวนการขณะนั้น ทำให้ประสิทธิภาพของการใช้แผนภูมิด้อยลงไป อาจจะทำให้เกิดของเสียที่เกิดจากการผลิตขณะที่กระบวนการออกนอกการควบคุมได้

ต่อมามีการเสนอแผนภูมิที่ปรับปรุงภายหลังอีกหลายครั้งเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ เช่น บทความของ Runger และ Pignatiello (1991) เรื่อง Adaptive Sampling for Process Control บทความของ Costa (1994) เรื่อง $\bar{x}$ Charts with Variable Sample Size และบทความของ Prabhu, Montgomery และ Runger (1994) เรื่อง A Combined Adaptive Sample Size and Sampling Interval $\bar{x}$ Control Scheme จากการพิจารณาทั้ง 3 บทความนี้พบว่าโดยพื้นฐานแล้วจะใช้กับลักษณะคุณภาพที่มีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) และในการพิจารณาทั้ง 3 วิธีการจะกำหนดขอบเขตการควบคุม (control limit) ให้มีค่าคงที่เพื่อให้ง่ายในการพิจารณา

จุดที่น่าสนใจก็คือเนื่องมาจากว่าทั้ง 3 วิธีการพัฒนามาจากแผนภูมิชิวฮาร์ตดั้งเดิม ดังนั้นจึงทำให้ไม่ไวต่อกระบวนการที่เลื่อนไปจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อยคือในช่วงการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าน้อยกว่า 2.0 σ ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอCusum control chart ที่มีขนาด

ตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ เพื่อใช้ในกรณีที่กระบวนการเลื่อนไปจากเป้าหมายเล็กน้อย

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้จะนำเสนอแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม (Cusum control chart) ที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ โดยหาขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่เหมาะสมเมื่อกระบวนการเลื่อนไปจากเป้าหมายด้วยค่าต่างๆกัน หลังจากนั้นจะเปรียบเทียบ Cusum control chart ที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับ Cusum control chart เดิม โดยใช้ค่า average time to signal (ATS) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินประสิทธิภาพของแผนภูมิเหล่านี้ หลังจากนั้นจะเปรียบเทียบกับแผนภูมิการควบคุมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่สำหรับ $\bar{x}$ Chart และทดสอบการศึกษากับข้อมูลตัวอย่าง เมื่อข้อมูลมีการกระจายในลักษณะต่างๆ

ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาสถานภาพของปัญหาโดยรวม
2. พิจารณารูปแบบของปัญหาที่ทำการศึกษา
3. วิเคราะห์
4. ทำการศึกษาเปรียบเทียบ
5. ทดสอบการศึกษากับข้อมูลตัวอย่าง
6. สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ

แนวทางการศึกษา

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใดๆ ลักษณะทางคุณภาพสามารถแสดงได้ในรูปของค่าการวัดที่เป็นตัวเลข ข้อมูลที่ได้จากการวัดมีลักษณะเป็นข้อมูลแบบ variable หรือเป็นข้อมูลที่ต่อเนื่อง เมื่อเป็นดังนั้นจึงต้องมีมาตรฐานในการควบคุมค่าเฉลี่ยและความผันแปรของลักษณะคุณภาพเหล่านั้น ในที่นี้จะสนใจการควบคุมค่าเฉลี่ย ซึ่งสามารถใช้ $\bar{x}$ Chart ควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการ (process average) หรือค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพ (mean quality level) ได้ ซึ่งทำได้โดยง่ายคือ เก็บตัวอย่างขนาด n จากกระบวนการทุกช่วงเวลา h ชั่วโมงมาวัดค่าลักษณะทางคุณภาพที่สนใจแล้วหาค่าเฉลี่ย นำข้อมูลที่ได้มาพล็อตลงในแผนภูมิเพื่อพิจารณาหา assignable cause ที่เกิดขึ้นเมื่อจุดที่พล็อตตกอยู่ภายนอกขอบเขตการควบคุมที่ระบุ หลังจากนั้นจะหาสาเหตุ

ของการเกิด assignable cause ในกระบวนการ และทำการแก้ไขเพื่อให้กระบวนการอยู่ในการควบคุมที่กำหนด

ข้อเสียของ $\bar{x}$ Chart ก็คือการพิจารณาข้อมูลของกระบวนการที่กำหนดลงแผนภูมิจุดสุดท้ายเท่านั้นและไม่สนใจลำดับของข้อมูลทั้งหมดที่มี ทำให้แผนภูมิการควบคุมนี้ไม่ไวต่อกรณีที่กระบวนการเลื่อนไปจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อย (น้อยกว่า 2.0 σ) ดังนั้น จึงมีทางเลือกที่มีประสิทธิภาพที่สามารถใช้เมื่อเกิดกรณีนี้ 2 วิธี หนึ่งในนั้นก็คือ Cumulative-Sumation (Cusum) control chart

Cusum control chart จะพิจารณาข้อมูลทั้งหมด โดยการกำหนดค่าผลรวมสะสมของความเบี่ยงเบนของข้อมูลที่ออกจากค่าเป้าหมาย เช่น เก็บข้อมูลด้วยขนาดตัวอย่าง $n \geq 1$ และ $\bar{x}_j$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างลำดับที่ j ถ้าค่าเป้าหมายของกระบวนการเป็น μ_0 สามารถสร้าง Cusum control chart ได้โดยการพล็อตค่า

$$S_i = \sum_{j=1}^{i} (\bar{x}_j - \mu_0)$$

เนื่องจากวิธีนี้เป็นการรวมข้อมูลจากหลายตัวอย่าง จึงทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่า shewhart control charts ในการหากรณีกระบวนการเลื่อนจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อย

มีการพัฒนา control chart ในภายหลังต่อมาอีกหลายผลงาน จากการศึกษาบทความ 3 บทความซึ่งเป็นที่มาของวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ มีรายละเอียดของงานวิจัยที่น่าสนใจโดยสรุปดังนี้

1. Runger และ Pignatiello (1991) ได้เสนอบทความเรื่อง Adaptive Sampling for Process Control ซึ่งนำเสนอการสร้างแผนภูมิการควบคุมของชิวฮาร์ตเมื่อช่วงเวลาในการชักตัวอย่างขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (subgroup's mean) ในปัจจุบันว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายหรือไม่ แนวความคิดพื้นฐานของวิธีนี้ก็คือ ถ้าหากค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีค่าห่างจากค่าเป้าหมายแล้ว ช่วงเวลารอคอยก่อนที่จะทำการชักกลุ่มตัวอย่างต่อไปจะต้องมีค่าน้อยกว่าในกรณีที่ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีค่าใกล้กับค่าเป้าหมาย ซึ่งโดยวิธีนี้ทำให้สามารถพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการออกนอกเป้าหมายได้เร็วกว่าวิธีการเดิม และในกรณีที่กระบวนการอยู่ในเป้าหมายแล้วก็ไม่จำเป็นต้องชักตัวอย่างขึ้นมาตรวจสอบ

2. Costa (1994) เสนอบทความเรื่อง $\bar{x}$ Charts with Variable Sample Size บทความนี้จะแสดงคุณสมบัติของ $\bar{x}$ Chart เมื่อขนาดตัวอย่างขึ้นอยู่กับค่าตัวอย่างที่สังเกตได้ก่อน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้านั้น แนวความคิดนี้ก็คือ ถ้าค่าที่สังเกตได้ก่อนหน้านั้นมีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายแล้ว ขนาดตัวอย่างจะมีจำนวนน้อย ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีค่าต่างจากเป้าหมายขนาดตัวอย่างต่อไปก็จะมีจำนวนมาก คุณสมบัติของแผนภูมิการควบคุมที่มีการเปลี่ยนขนาดตัวอย่าง (Variable sample size (VSS) $\bar{x}$ Chart) จะได้มาจากการใช้ลูกโซ่ของมาร์คอฟ (Markov chains) การใช้แผนภูมิการควบคุมที่มีการเปลี่ยนขนาดตัวอย่าง จะทำให้สามารถพบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเดิมได้ผลที่เร็วกว่าการใช้แผนภูมิการควบคุมแบบเดิม

3. Prabhu, Montgomery และ Runger (1994) เสนอบทความเรื่อง A Combined Adaptive Sample Size and Sampling Interval $\bar{x}$ Control Scheme เนื่องจาก $\bar{x}$ Chart เดิมนั้นทำงานในลักษณะวนรอบ คือต้องรอจนกว่าจะเกิดสภาวะออกนอกการควบคุมจึงจะทราบผลบนแผนภูมิ แต่สำหรับวิธีการนี้จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการแบบไปข้างหน้า ซึ่งจะทำได้โดยการเปลี่ยนพารามิเตอร์ของแผนภูมิการควบคุม คือขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาระหว่างการชักตัวอย่าง โดยเปลี่ยนเป็นค่าที่มากที่สุดและค่าน้อยที่สุดขึ้นอยู่กับสภาวะปัจจุบันของกระบวนการ ผลของการวิจัยพบว่าวิธีนี้ให้ผลในการปรับปรุงเหนือกว่าวิธีการเดิมคือ สามารถบ่งชี้สภาวะออกนอกเป้าหมายได้เร็วขึ้น ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการชักตัวอย่างสูงขึ้นสามารถลดได้จากการประหยัดเนื่องจากการลดชิ้นส่วนของเสีย เนื่องจากการผลิตในสภาวะที่กระบวนการอยู่นอกการควบคุม

จากการพิจารณาทั้ง 3 บทความนี้พบว่าโดยพื้นฐานแล้วจะใช้กับลักษณะคุณภาพที่มีการกระจายแบบปกติ และในการพิจารณาทั้ง 3 วิธีการจะกำหนดขอบเขตการควบคุม (control limit) ให้มีค่าคงที่ จุดที่น่าสนใจก็คือเนื่องมาจากว่าทั้ง 3 วิธีการพัฒนามาจากแผนภูมิชิวฮาร์ตดั้งเดิม ดังนั้นจึงทำให้ไม่ไวต่อกระบวนการที่เลื่อนไปจากเป้าหมายเพียงเล็กน้อยคือในช่วงการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าน้อยกว่า 2.0 σ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอ Cusum control chart ที่มีค่าขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างนี้ที่ไม่คงที่ เพื่อใช้ในกรณีที่กระบวนการเลื่อนไปจากเป้าหมายเล็กน้อย จะพิจารณาค่าที่เหมาะสมของขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างได้โดยกำหนดขนาดตัวอย่างเป็น 2 ค่าคือค่าที่มากที่สุด (n_1) และค่าที่น้อยที่สุด (n_2) ที่เป็นไปได้ในกระบวนการ ในขณะเดียวกันก็กำหนดช่วงเวลาในการชักตัวอย่างออกเป็น 2 ค่าคือค่าที่น้อยที่สุด (t_1) และค่าที่มากที่สุด (t_2) เช่นกัน ในการตัดสินใจว่าข้อมูลตัวที่ i จะใช้ค่าใดระหว่างค่าที่มากที่สุดกับค่าที่น้อยที่สุด จะพิจารณาจากข้อมูลก่อนหน้านี้ (i-1)เป็นเกณฑ์ ถ้าให้ w เป็น warning limit ซึ่ง LCL < -w < CL และ CL < w < UCL แล้ว การชักตัวอย่างข้อมูลตัวที่ i จะใช้ค่า (n_2,t_1) เมื่อข้อมูลตัวที่ i-1 อยู่ในช่วง(LCL,-w) หรือ (w,UCL) และจะใช้ค่า (n_1,t_2) เมื่อข้อมูลตัวที่ i-1 อยู่ในช่วง(-w,w) ในการหาค่า n_1,n_2,t_1,t_2 ที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการที่เลื่อนไปจากค่าเป้าหมายด้วยค่าต่างๆกัน จะพิจารณาจากค่า average time to signal (ATS) ซึ่งเป็นค่าคาดหมายของ

เวลาระหว่างจุดเริ่มต้นของกระบวนการกับเวลาที่แผนภูมิแสดงสัญญาณว่าเกิด assignable cause ในกระบวนการ โดยเลือกค่า n_1, n_2, t_1, t_2 ที่ทำให้ได้ค่า ATS ที่น้อยที่สุด

ในการเปรียบเทียบจะใช้ค่า ATS เป็นเกณฑ์ในการตัดสินประสิทธิภาพของแผนภูมิที่เปรียบเทียบกัน ถ้ากระบวนการอยู่ตรงกับเป้าหมายค่า ATS จะมีค่ามาก ในทางตรงกันข้ามถ้ากระบวนการเลื่อนไปจากเป้าหมายค่า ATS จะมีค่าน้อยเพื่อให้สามารถลดความสูญเสียเนื่องมาจากการผลิตที่อยู่ในสภาวะ out of control ในการใช้ค่า ATS เป็นเกณฑ์ตัดสินนั้น จะใช้หลักการที่ว่าเมื่อนำแผนภูมิต่างๆมาใช้ในกระบวนการเดียวกันนั้น แผนภูมิใดที่ให้ค่า ATS ที่เร็วกว่า จะเป็นแผนภูมิที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเพราะสามารถบอกสภาวะ out of control ได้เร็วกว่า

ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำเสนอ Cusum control chart ที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ ให้กับผู้ที่สนใจจะนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการ เพื่อเป็นทางเลือกในการพิจารณาการสร้างแผนการควบคุมกระบวนการที่เหมาะสม
2. เป็นแนวทางในการศึกษาด้านการพัฒนาศักยภาพของแผนภูมิการควบคุมต่อไปในอนาคต