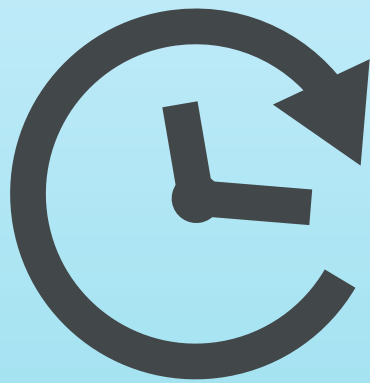




คุยกันเรื่องเวลา (ตอนที่ 2) 

ycle Time



บทความ | ดร.ธนกร ตันธนวัฒน์

ทีมระบบไซเบอร์-กายภาพ (CPS)

หน่วยทรัพยากรด้านการคำนวณและไซเบอร์-กายภาพ (NCCPI)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค)

ภาพปก | ปาสิตา อินทรักษ์

ดาวน์โหลดฟรี!

คุยกันเรื่องเวลา (ตอนที่ 2): Cycle Time

คำนำ

หากผู้อ่านมีนิยามของคำว่า Cycle time ที่ตนเองใช้อยู่แล้ว ก็อย่าเพิ่งด่วนสรุปว่านิยามดังกล่าวเป็นที่ทราบกันดีและใช้กันอยู่ทั่วไปเป็นสากล หากสืบค้นเอกสารมากพอ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ทั้งในวงการวิศวกรรม วงการธุรกิจ หรือแม้กระทั่งวงการพัฒนาซอฟต์แวร์ ก็จะมีพบว่ามีการใช้คำว่า Cycle time ในความหมายที่หลากหลายแตกต่างกันไป ความหมายที่หลากหลายแตกต่างกันของคำว่า Cycle time ได้รับการอธิบายไว้อย่างชัดเจนในบทความ [1] หากสืบค้นคำว่า Cycle time ก็จะพบนิยามหรือการให้ความหมายแตกต่างกันไป เช่น

- เวลาที่ทีมเริ่มลงมือสร้างผลงานจนกระทั่งงานเสร็จพร้อมที่จะส่งมอบ [2]
- เวลาที่แต่ละกระบวนการในไลน์การผลิต ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในแต่ละสถานงาน [3]
- เวลาที่ถูกจัดสรรเพื่อทำการผลิตชิ้นงานให้เสร็จสิ้น [4]

หรือถ้าเป็นภาษาอังกฤษ ก็จะมีพบนิยามหรือการให้ความหมาย เช่น

- The time it takes to complete the production of one unit from start to finish [5]
- The time starting when operation begins to the point of time when the operation ends [6]
- The time taken to produce one unit from the start to the end [7]
- The (average) time between two products coming of the line [8]
- The (average) interval between successive deliveries [9]
- The length of time, on average, that it takes to complete a step or set of steps within an operation [10]

ลองพิจารณาตัวอย่างของกระบวนการซักอบรีดอัตโนมัติ (Automatic laundry) ในตัวอย่างที่ 1 แล้วใช้นิยามต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นในการคำนวณค่า Cycle time

ตัวอย่างที่ 1: บริษัทแห่งหนึ่งมีเครื่องจักรสำหรับกระบวนการซักอบรีดอัตโนมัติอยู่ 3 เครื่องดังแสดงในภาพที่ 1 แต่ละเครื่องทำงานเฉพาะแต่ละขั้นตอนได้แก่ (1) ซัก (2) อบ และ (3) รีด ซึ่งแต่ละ

ขั้นตอนใช้เวลาทำงานดังแสดงในรูป และสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติหลังจากที่ Operator กดปุ่มทำงาน กระบวนการชักอบรีดอัตโนมัติจำเป็นต้องใช้ Operator 1 คน ซึ่งทำหน้าที่ในทุกขั้นตอน แต่ละขั้นตอน Operator ต้อง Unload ผ้าที่ทำเสร็จแล้วออกจากเครื่อง, Load ผ้าที่ยังไม่ได้ทำเข้าเครื่อง, กดปุ่มให้เครื่องทำงาน, และขนย้ายผ้าไปยังขั้นตอนถัดไป ในกรณีอย่างง่ายที่กำลังพิจารณาี้ กำหนดให้กิจกรรมของ Operator ใช้เวลาน้อยกว่าเวลาที่เครื่องทำงานมากจนอนุมานได้ว่ามีค่าเป็น 0 และบริษัทต้องมีผ้าที่ผ่านกระบวนการชักอบรีดเสร็จแล้วออกมาจากกระบวนการในอัตราเฉลี่ยไม่เกิน 60 นาทีต่อโหลต จึงจะตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของลูกค้าได้ทัน กระบวนการชักอบรีดอัตโนมัตินี้มีค่า Cycle time เป็นเท่าไร



ภาพที่ 1: ตัวอย่างกระบวนการชักอบรีดอัตโนมัติ

หากคำตอบของท่านเป็น 45, 60, 105, หรือ 120 นาทีต่อโหลต นิยาม Cycle time ที่ท่านเข้าใจก็ตรงกับนิยาม Cycle time ที่อีกหลายๆคนเข้าใจ นี่เป็นเพียงตัวอย่างของกระบวนการอย่างง่าย หากเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้น คำตอบที่ได้ก็จะมีหลากหลายมากขึ้น คำถามคือเราควรใช้ความหมายใด และคำถามที่สำคัญกว่าคือเราควรจะสื่อสารกันอย่างไรให้เข้าใจตรงกัน

วัตถุประสงค์ของการใช้ Cycle time

มนุษย์นิยมคำศัพท์ใดๆขึ้นมาเพื่อใช้ในการสื่อสารสิ่งที่ตนเองคิดหรือข้อมูลบางอย่าง สำหรับคำศัพท์ทางเทคนิค เช่น Cycle time นอกจากจะใช้เพื่อการสื่อสารแล้วยังใช้เพื่อการวิเคราะห์และตัดสินใจบางอย่างอีกด้วย หากมีคนบอกว่ากระบวนการหนึ่งมี Cycle time เป็น 30 นาทีต่องาน เราจะนำตัวเลข 30 นาทีต่องานนี้ไปทำอะไรต่อไป วัตถุประสงค์ของการใช้คำศัพท์นี้ ซึ่งมักไม่มีการกล่าวถึงอย่างชัดเจนขณะสื่อสาร เป็นองค์ประกอบสำคัญในการให้ความหมายของคำศัพท์ทางเทคนิค เมื่อไม่มีการสื่อสารหรือตกลงบริบทของการใช้งานคำศัพท์ให้ชัดเจนระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร ต่างฝ่ายต่างก็อนุมานบริบทตามประสบการณ์และความรู้ของตนเอง ซึ่งอาจแตกต่างกันไป และนำไปสู่ความเข้าใจที่ไม่ตรงกัน บ่อยครั้งก็นำไปสู่การถกเถียงว่าความหมายใดถูกความหมายใดผิด ซึ่งก็ไม่มีประโยชน์หากการถกเถียงนั้นไม่ได้มีการขยายความเกี่ยวกับบริบทของการใช้งานคำศัพท์ที่ต่างฝ่ายต่างเข้าใจ หรืออีกนัยหนึ่ง ผู้รับสารกับผู้ส่งสารกำลังใช้คำศัพท์เดียวกันในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ต่างกันอย่างสิ้นเชิงโดยมีวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งานที่ไม่เหมือนกัน สำหรับบทความนี้ ผู้เขียนจะอธิบาย

คำว่า Cycle time ในบริบทของการนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ว่ากระบวนการหนึ่งมีความสามารถในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของลูกค้าได้หรือไม่ โดยนำไปเปรียบเทียบกับ Takt time (ซึ่งได้อธิบายไปในตอนที่ 1)

ย้อนกลับไปที่ตัวอย่างที่ 1 ด้วยความหมายของ Takt time ตามที่ได้อธิบายในบทความตอนที่ 1 ทำให้เราทราบว่า Takt time ในตัวอย่างนี้มีค่าเป็น 60 นาทีต่อโหลต และหากใช้บริบทของการใช้งานคำว่า Cycle time ตามที่ได้อธิบายมาข้างต้น เราจะสามารถตอบได้ทันทีว่ากระบวนการชักอบริดอัตโนมัติสามารถตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของลูกค้าได้ โดยใช้ตัวเลข Cycle time 45 นาทีต่อโหลต มาเปรียบเทียบกับตัวเลข Takt time 60 นาทีต่อโหลต ในบริบทของการใช้งานคำว่า Cycle time เช่นนี้ จะเห็นว่ามีเพียงตัวเลขที่ถูกต้องสำหรับ Cycle time เพียงตัวเลขเดียว คือ 45 นาทีต่อโหลต ไม่ใช่ 60, 105, 120 หรือตัวเลขอื่นใด

ปรากฏการณ์ของกระบวนการชักอบริดอัตโนมัติที่กำหนดในตัวอย่างที่ 1 นั้น มีขั้นตอนการอบเป็นขั้นตอนที่เป็นคอขวด (Bottleneck) เนื่องจากใช้เวลานานที่สุด แม้ว่าเครื่องชักจะทำงานเสร็จแล้ว แต่ก็ต้องรอนิ่งๆ (Idle time หรือ Wait time) อีก 15 นาที จนเครื่องอบเสร็จ Operator จึงจะสามารถนำผ้าออกมาจากเครื่องชักและขนย้ายไปเข้าเครื่องอบได้ ทำนองเดียวกัน แม้ว่าเครื่องรีดจะทำงานเสร็จก่อน แต่ก็ต้องรอนิ่งใหม่อีก 15 นาที จากเครื่องอบ จึงจะมีงานมาให้เริ่มขั้นตอนการรีดได้ หากเราไปยื่นสังเกตผ้าที่ออกมาจากเครื่องรีดอย่างต่อเนื่องและจับเวลาระหว่างแต่ละครั้งที่ผ้าออกมาจากเครื่อง ก็จะมีผ้า 1 โหลตออกมาทุกๆ 45 นาที เนื่องจาก Takt time มีค่าเป็น 60 นาทีต่อโหลต ซึ่งหมายความว่าลูกค้าต้องการผ้าออกมาจากกระบวนการชักอบริดไม่ช้ากว่า 60 นาทีต่อโหลต กระบวนการนี้จึงสามารถตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของลูกค้าได้ ดังนั้น หากท่านใดตอบคำถามในตัวอย่างที่ 1 ว่ามี Cycle time เป็นค่าอื่นที่ไม่ใช่ 45 นาทีต่อโหลต นิยามและวัตถุประสงค์ของการนิยามนั้นอาจแตกต่างไปจากที่อธิบาย ณ ที่นี้ ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผิด แต่หมายความว่าไม่ได้ถูกนิยามให้มาใช้ในบริบทที่กำลังอธิบายนี้

ความหมายของ Cycle Time

เมื่อทำความเข้าใจและกำหนดบริบทของวัตถุประสงค์ในการใช้คำว่า Cycle time แล้ว ความหมายที่ผู้เขียนเห็นว่าใกล้เคียงและชัดเจนระดับหนึ่งที่จะใช้อธิบายคำว่า Cycle time ได้อย่างกว้างๆ คือ

“The average interval between successive deliveries”

“ช่วงระยะเวลาโดยเฉลี่ยระหว่างสินค้าชิ้นหนึ่งกับสินค้าชิ้นถัดไปที่ออกมาจากกระบวนการ”

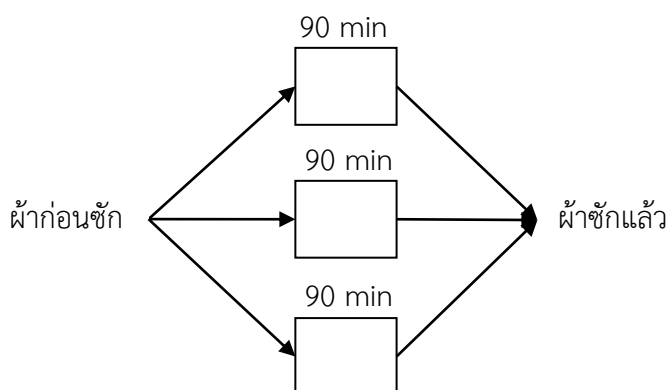
เหตุที่ผู้เขียนใช้คำว่าเป็นความหมายที่ “ใกล้เคียงและชัดเจนระดับหนึ่ง” เนื่องจากในกระบวนการผลิตจริงมีความซับซ้อนและเงื่อนไขต่างๆ มากกว่าที่ยกมาอธิบายในตัวอย่างที่ 1

ความหมายของคำว่า Cycle time ที่ยกมากล่าวถึงนี้อาจไม่ชัดเจนพอที่จะสื่อสารรายละเอียดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แต่ก็เพียงพอที่จะสื่อสารถึงแนวคิดและวัตถุประสงค์ของการนำคำว่า Cycle time ไปใช้ได้ และก็ชัดเจนเพียงพอที่จะแยกแยะความหมายอื่นที่มีวัตถุประสงค์ในการใช้งานอย่างอื่นออกไป สำหรับกระบวนการผลิตจริง เพื่อให้สื่อสารเกี่ยวกับ Cycle time และวิเคราะห์กระบวนการผลิตได้แม่นยำมากขึ้น อาจมีการแบ่ง Cycle time เป็นประเภทต่างๆ เช่น Theoretical cycle time, Actual cycle time, Manual cycle time, Machine cycle time, Auto cycle time, Standard cycle time, Average cycle time เป็นต้น ซึ่งไม่ได้อยู่ในขอบเขตที่อธิบายในบทความนี้

ตัวอย่างการคำนวณ Cycle Time

เพื่อให้เข้าใจความหมายของคำว่า Cycle time ชัดเจนขึ้น ผู้เขียนขออธิบายโดยใช้ตัวอย่าง โดยเริ่มจากตัวอย่างที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาตัวอย่างที่มีความซับซ้อนมาก ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2: กระบวนการซักผ้ากระบวนการหนึ่งใช้เครื่องซักผ้าจำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องใช้เวลาซักผ้า 90 นาทีต่อโหลด กระบวนการซักผ้านี้มี Cycle time เป็นเท่าไร



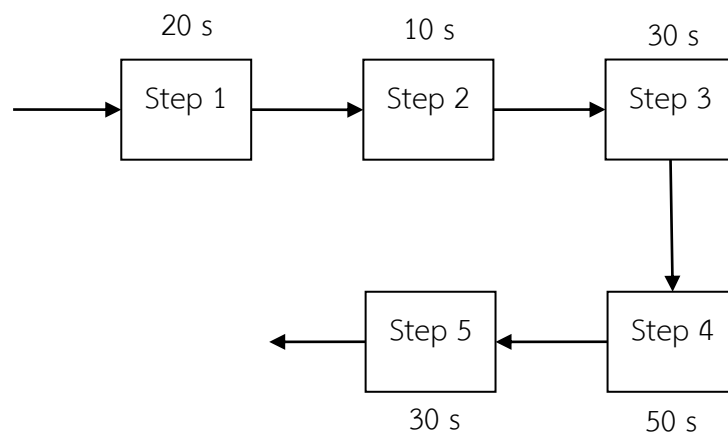
ภาพที่ 2: ตัวอย่างกระบวนการซักผ้า

เนื่องจากเครื่องซักผ้าทำงานขนานกัน หากนำผ้า 3 โหลด เข้าเครื่องทั้ง 3 เครื่องพร้อมกัน ก็จะใช้เวลา 90 นาที จึงจะได้ผ้าซักแล้วออกมา 3 โหลด Cycle time จึงคำนวณได้จาก:

$$\begin{aligned}\text{Cycle time} &= \text{ระยะเวลา} / \text{จำนวนงาน} \\ &= 90 \text{ min} / 3 \text{ loads} \\ &= 30 \text{ min/load}\end{aligned}$$

ทั้งนี้ แม้ว่าในความเป็นจริง ผ้าอาจเข้าเครื่องซักแต่ละเครื่องไม่พร้อมกัน และได้ผ้าซักแล้วออกมาไม่พร้อมกัน แต่ถ้าจับและบันทึกช่วงเวลาระหว่างที่ผ้าโหลดหนึ่งออกมากับผ้าโหลดถัดไปออกมาหลายๆ ครั้ง เป็นระยะเวลานานมากพอ ก็จะพบว่าค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ 30 นาทีต่อโหลด

ตัวอย่างที่ 3: กระบวนการประกอบ Printed Circuit Board (PCB) กระบวนการหนึ่งเป็นกระบวนการแบบ Manual ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ทำความสะอาด PCB (2) เสียบ IC Chip ลงใน PCB (3) บัดกรีแท้ม (4) บัดกรีจริง (5) ทำความสะอาดชิ้นงาน โดยกำหนดให้มีการทำงานเป็นแบทช์ แบทช์ละ 5 ชิ้น ซึ่งในแต่ละขั้นตอนต้องทำให้ครบทุกชิ้นในแบทช์ก่อนแล้วจึงทำขั้นตอนถัดไป ถ้ามี Operator 1 คน กระบวนการนี้มี Cycle time เป็นเท่าไร



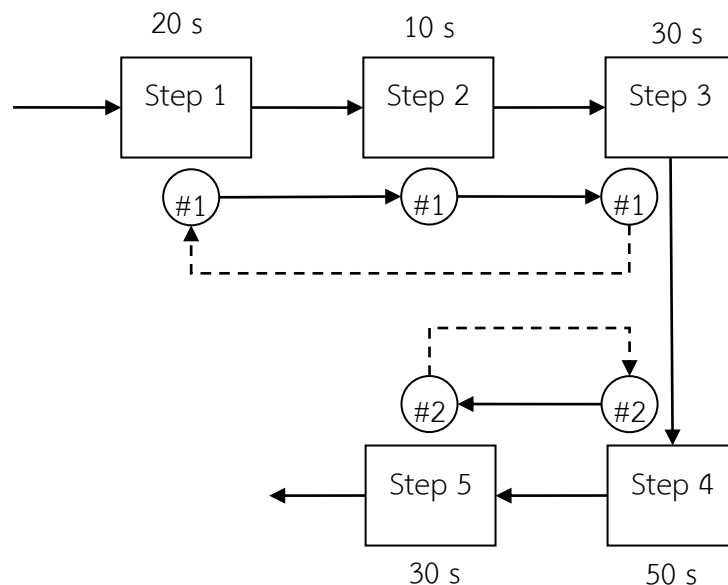
ภาพที่ 3: ตัวอย่างกระบวนการประกอบ PCB

เนื่องจากในกรณีนี้เป็นกระบวนการแบบ Manual ซึ่ง Operator ต้องทำขั้นตอนหนึ่งให้เสร็จก่อนแล้วจึงสามารถทำขั้นตอนถัดไปได้ เวลาที่ต้องใช้ในหนึ่งรอบการทำงานของ Operator สำหรับ 1 แบทช์ จึงต้องนำเวลาในแต่ละขั้นตอนมารวมกัน Cycle time จึงคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}\text{Cycle time} &= \text{ระยะเวลา} / \text{จำนวนงาน} \\ &= (20 \text{ s} + 10 \text{ s} + 30 \text{ s} + 50 \text{ s} + 30 \text{ s}) / 1 \text{ batch} \\ &= 140 \text{ s/batch} \\ &= 140 \text{ s} / 5 \text{ pc} \\ &= 28 \text{ s/pc}\end{aligned}$$

ดังนั้น กระบวนการประกอบ PCB นี้จึงมีค่า Cycle time เป็น 28 s/pc

ตัวอย่างที่ 4: เนื่องจากปริมาณความต้องการ PCB มีมากขึ้น กระบวนการประกอบ PCB ในตัวอย่างที่ 3 ไม่สามารถตอบสนองต่อปริมาณความต้องการที่เพิ่มขึ้นได้ ฝ่ายวางแผนการผลิตจึงได้ขอ Operator เพิ่มขึ้น 1 คน จากเดิม 1 คน เป็น 2 คน สำหรับประกอบ PCB โดยให้ Operator#1 ทำขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 และ Operator#2 ทำขั้นตอนที่ 4 ถึง 5 ดังแสดงในภาพที่ 4 และทำเป็นแบบทซ์แบบทซ์ละ 5 ชิ้น เหมือนเดิม ในกรณีนี้ Cycle time ของกระบวนการประกอบ PCB มีค่าเป็นเท่าไร



ภาพที่ 4: ตัวอย่างกระบวนการประกอบ PCB ที่ใช้ Operator 2 คน

Cycle time ของแต่ละ Operator สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{C.T. Operator\#1} &= (20 \text{ s} + 10 \text{ s} + 30 \text{ s}) / 5 \text{ pc} \\
 &= 60 \text{ s} / 5 \text{ pc} \\
 &= 12 \text{ s/pc}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{C.T. Operator\#2} &= (50 \text{ s} + 30 \text{ s}) / 5 \text{ pc} \\
 &= 80 \text{ s} / 5 \text{ pc} \\
 &= 16 \text{ s/pc}
 \end{aligned}$$

จะเห็นว่า Operator#1 ใช้เวลาในการส่งมอบชิ้นงานโดยเฉลี่ย 12 วินาทีต่อชิ้น ในขณะที่ Operator#2 ใช้เวลาในการส่งมอบชิ้นงานโดยเฉลี่ย 16 วินาทีต่อชิ้น นั่นหมายความว่า Operator#1 ต้องรอ Operator#2 โดยเฉลี่ย 4 วินาทีต่อชิ้น อีกนัยหนึ่งก็คือ Operator#2 (ขั้นตอนที่ 4 ถึง 5)

เป็น Bottleneck ของกระบวนการประกอบ PCB ดังนั้น ในกรณีนี้ Cycle time ของกระบวนการประกอบ PCB จึงมีค่าเป็น 16 วินาทีต่อชิ้น

ข้อมูลอ้างอิง

- [1] <http://www.theleanthinker.com/2010/04/28/takt-time-cycle-time>
- [2] <https://medium.com/tdg-sm/lead-time-และ-cycle-time-คืออะไร-และต่างกันอย่างไร-8312e3a56fc>
- [3] <http://moo-story-chat.blogspot.com/2012/11/takt-time.html>
- [4] http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=10502
- [5] <https://toggl.com/takt-time-cycle-time-lead-time>
- [6] <https://www.simplilearn.com/time-confusion-cycle-time-takt-time-lead-time-part-1-article>
- [7] <https://www.minterapp.com/takt-time-vs-cycle-time-vs-lead-time>
- [8] <https://www.mudamasters.com/en/lean-toolbox-lean-production-lean-transformations/takt-cycle-process-and-lead-time>
- [9] <https://connected-knowledge.com/2015/05/26/cycle-time-revisited>
- [10] <https://hbswk.hbs.edu/archive/hbs-toolkit-basic-operations-self-instructional-workbook>