MSIE 4.0

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ระบบการผลิตร่วมกัน

โมดูล II การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

กระบวนการผลิตร่วมกัน (ต่อ)

Curriculum Development
of Master's Degree Program in
Industrial Engineering for Thailand Sustainable Smart Industry

CIM สำหรับกระบวนการผลิตที่ทำงานร่วมกัน

https://www.youtube.com/watch?v=OZs3WcBtksc&ab_channel=TrainingSystemsAustralia

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

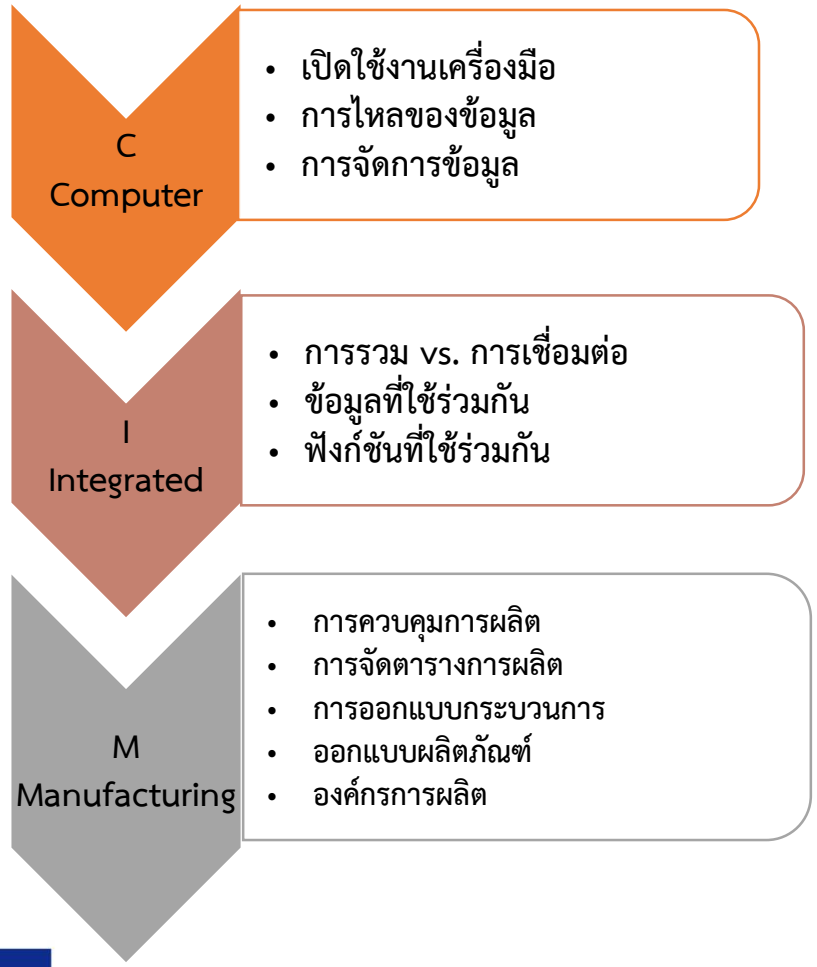
กระบวนการผลิตร่วมกัน

Computer Integrated Manufacturing (CIM)

CIM เกี่ยวข้องกับการให้ความช่วยเหลือด้านคอมพิวเตอร์การควบคุมและระบบอัตโนมัติแบบบูรณาการระดับสูงในทุกระดับของอุตสาหกรรมการผลิต รวมถึงระบบประมวลผลข้อมูลทางธุรกิจ cad กล้องและ fms เป็นต้นโดยการเชื่อมโยงเกาะต่างๆของระบบอัตโนมัติเข้ากับระบบประมวลผลแบบกระจาย

ระบบย่อยในการผลิตที่รวมกับคอมพิวเตอร์

- เทคโนโลยีคอมพิมเตอร์ช่วยในระบบการผลิต (e.g. CAD, CAE, CAM, CAPP)
- เครื่องมือและอุปกรณ์ (e.g. CNC, PLCs, DNC, robotics)
- เทคโนโลยีต่างๆ (e.g. FMS, AGV, ASRS)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

กระบวนการผลิตร่วมกัน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเมื่อพิจารณาการใช้งาน CIM

- ปริมาณการผลิต
- ประสบการณ์ของ บริษัท หรือบุคลากรในการบูรณาการ
- ระดับของการรวมเข้ากับผลิตภัณฑ์และการรวมกระบวนการผลิต

ความท้าทายในการใช้ CIM

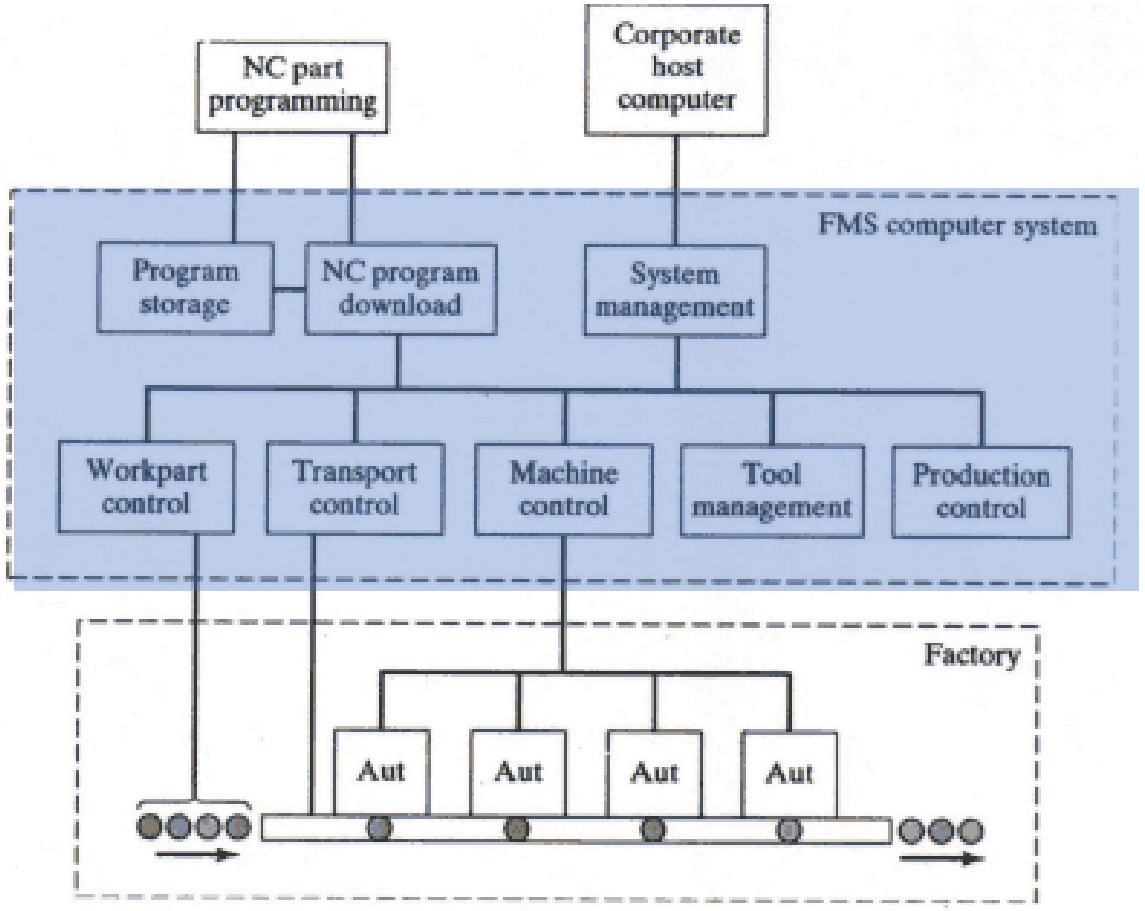
- การรวมส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ที่แตกต่างกัน
- ความสมบูรณ์ของข้อมูล
- การควบคุมกระบวนการ

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

กระบวนการผลิตร่วมกัน

ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible Manufacturing System: FMS)

- ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (FMS) เป็นรูปแบบของระบบอัตโนมัติที่ยืดหยุ่นซึ่งเครื่องมือเครื่องจักรหลายตัวเชื่อมโยงเข้าด้วยกันด้วยระบบขนถ่ายวัสดุและทุกส่วนของระบบควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง
- FMS แตกต่างจากสายการผลิตอัตโนมัติด้วยความสามารถในการประมวลผลรูปแบบผลิตภัณฑ์มากกว่าหนึ่งแบบพร้อมกัน.
- ในเวลาใดก็ได้เครื่องแต่ละเครื่องในระบบอาจกำลังประมวลผลชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Fastems Flexible Manufacturing System

https://www.youtube.com/watch?v=Br2eEpiiwvU&ab_channel=Fastems

FMS with robotic loading, unloading and deburring at Drabo B.V.

https://www.youtube.com/watch?v=4g2dHrW39Hg&list=PLJgrk28CUD4hMDASNohI8g3&ab_channel=Fastems

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

กระบวนการผลิตร่วมกัน

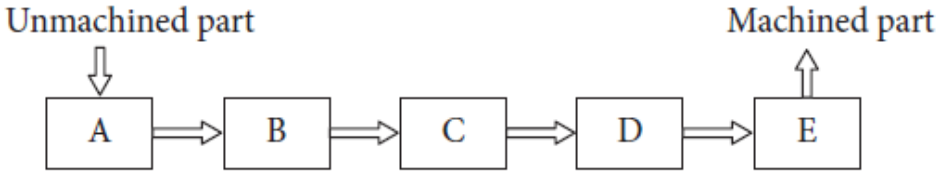
การผลิตแบบผสมผสาน

สถาปัตยกรรมสำหรับการผลิตแบบไฮบริดที่รวมการพิมพ์ 3 มิติและเครื่องจักรกล **CNC** (Müller and Wing, 2016))

ปัจจุบันต้องใช้เครื่องจักร CNC หลายเครื่องสำหรับการผลิตแบบไฮบริด: ต้องใช้เครื่องจักรหนึ่งเครื่องสำหรับการผลิตแบบเติมแต่งและอีกเครื่องหนึ่งจำเป็นสำหรับการผลิตแบบหักลบ

การผลิตแบบไฮบริดด้วยเครื่อง CNC หนึ่งเครื่องช่วยให้สามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำสูงขึ้นใช้เวลาในการผลิตน้อยลงและลดต้นทุน

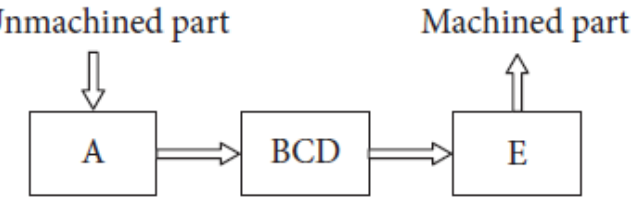
การผลิตแบบไฮบริดพร้อมสายการผลิต



การขนส่งชิ้นงานทีเป็นระเบียบมีความยืดหยุ่น แต่ไม่มีประสิทธิภาพ: แต่ละเครื่องต้องจับยึดชิ้นงานซ้ำอีกครั้งและการตั้งค่าของตัวเองซึ่งต้องใช้เวลาและลดความแม่นยำที่ทำได้

การผลิตแบบไฮบริดพร้อมศูนย์เครื่องจักรกลในสายการผลิต

ศูนย์เครื่องจักรกลรวมกระบวนการผลิตหลายอย่างไว้ในเครื่องเดียว สิ่งนี้ทำให้สามารถใช้ขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ ได้หลายขั้นตอนโดยลดขั้นตอนการจับหยึดชิ้นงานซ้ำเพื่อลดเวลาและต้นทุน



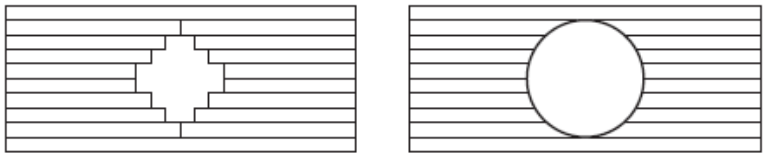
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

กระบวนการผลิตร่วมกัน

การผลิตแบบผสมผสาน

สถาปัตยกรรมสำหรับการผลิตแบบไฮบริดที่รวมการพิมพ์ 3 มิติและเครื่องจักรกล CNC (Müller and Wing, 2016))

กรณีศึกษา: การขึ้นรูปชิ้นงานโดยการสร้างแบบจำลองชั้นหลอมรวม (FLM) และตัดเฉือนชิ้นงานโดยการเจาะ



(a) Undersized hole (b) Drilled out hole

ดังนั้นระบบจึงต้องการ

- เครื่องมืออัดขึ้นรูปพิเศษ
- อุปกรณ์จับยึดแบบอุ่นสำหรับทั้งสองกระบวนการ
- M-codes เฉพาะกระบวนการของการผลิตสารเติมแต่งที่รวมอยู่ในเครื่อง CNC

ความธรรมดาและความแตกต่างระหว่าง FLM และการเจาะ

ลักษณะทั่วไป: กระบวนการผลิตทั้งสองต้องมีการควบคุมที่แม่นยำเพื่อเคลื่อนย้ายเครื่องมือและชิ้นงานในหลายแกน โปรแกรม nc สามารถสร้างขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ CAM จากภาพวาดที่สร้างขึ้นโดยใช้ซอฟต์แวร์ cad

ความแตกต่าง: **กระบวนการตัดเฉือนต้องมีอุปกรณ์การจับยึดชิ้นงานที่ทนต่อภาระเชิงกลที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต ในขณะที่ฐานรองความร้อนต้องการสำหรับกระบวนการ FLM**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

กระบวนการผลิตร่วมกัน

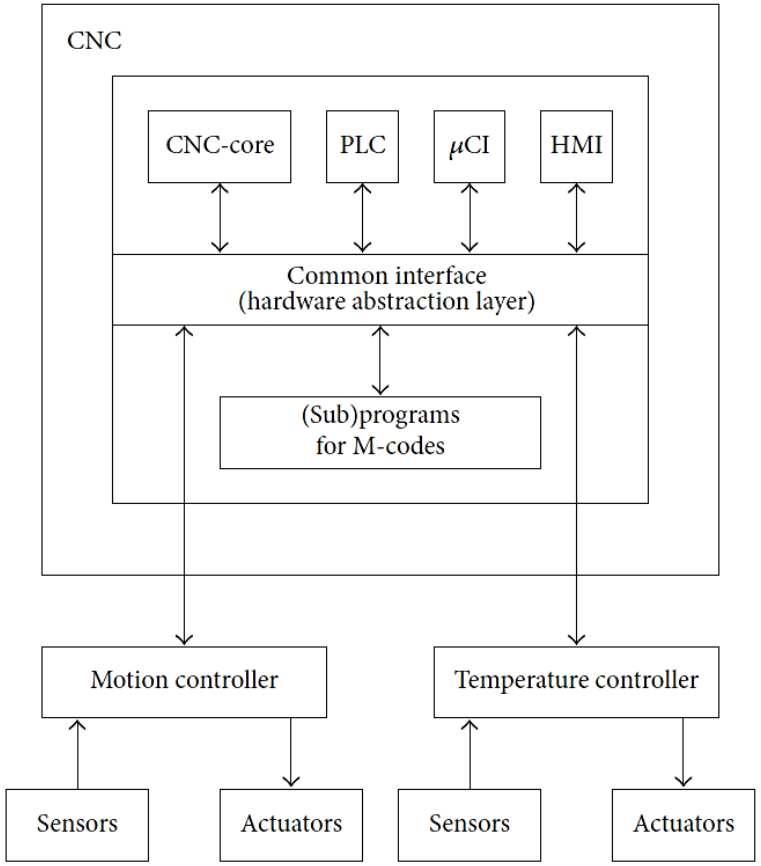
การผลิตแบบผสมผสาน

สถาปัตยกรรมสำหรับการผลิตแบบไฮบริดที่รวมการพิมพ์ 3 มิติและเครื่องจักรกล CNC (Müller and Wing, 2016))

กรณีศึกษา: การขึ้นรูปชิ้นงานโดยการสร้างแบบจำลองชั้นหลอมรวม (FLM) และตัดเฉือนชิ้นงานโดยการเจาะ

ส่วนประกอบหลายอย่างถูกรวมเข้ากับโครงสร้าง CNC ที่มีอยู่ก่อนหน้านี้สำหรับใช้งาน FLM:

- แกน CNC , PLC และระบบเชื่อมต่อระหว่างเครื่องจักรกับคน คือ ส่วนประกอบมาตรฐานของ CNC
- ตัวควบคุมการเคลื่อนไหวพร้อม sensors และ actuators สำหรับสามแกนใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของเครื่องมือ FLM จำเป็นต้องมีแกนเพิ่มเติมสำหรับการเคลื่อนที่เส้นใยขึ้นรูป
- จำเป็นต้องมีการรวมตัวควบคุมอุณหภูมิเข้ากับ sensors และ actuators ในระหว่างกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานและการตัดเฉือน



The extended CNC architecture for fused layer modeling

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

การผลิตแบบผสมผสาน

Milling, Inspection and Laser Cladding

https://www.youtube.com/watch?v=4kZOE6KP8U8&ab_channel=AutodeskAdvancedManufacturing

Hybrid Manufacturing Inconel impeller

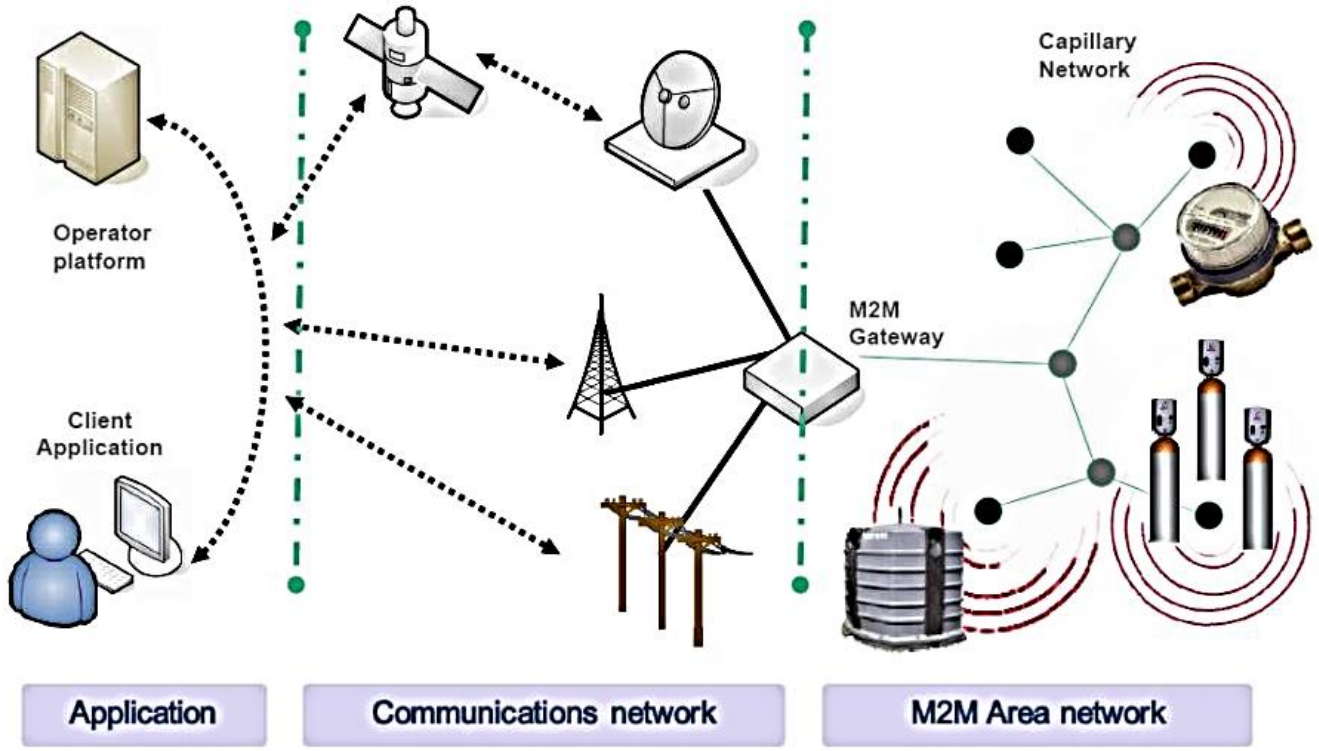
https://www.youtube.com/watch?v=70Nn5_HNmxc&ab_channel=CAMdivisionGmbH

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

กระบวนการผลิตร่วมกัน

การสื่อสารระหว่างเครื่องจักร (Machine-to-Machine (M2M) Communications)

- ***M2M*** การสื่อสารหมายถึงการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ processors แบบฝังเซ็นเซอร์ อัจฉริยะ actuators และอุปกรณ์เคลื่อนที่โดยไม่มีหรือมีการแทรกแซงของมนุษย์เท่านั้น
- ***M2M*** ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้กันทั่วไปเช่นเซ็นเซอร์ไร้สายเครือข่ายมือถือและอินเทอร์เน็ต
- ***M2M*** อุปกรณ์ตอบกลับคำขอข้อมูลที่มีอยู่ภายในหรือส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติ



https://www.pantechsolutions.net/blog/machine-to-machine-architecture/

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

การสื่อสารระหว่างเครื่องจักร (M2M Communications)

ขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการใช้งานที่ใช้ M2M ส่วนใหญ่:

- การรวบรวมข้อมูล
- การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสาร
- การประเมินข้อมูล
- การตอบสนองต่อข้อมูลที่มีอยู่

Enter the World of Machine to Machine

https://www.youtube.com/watch?v=UTTv9wesbao&ab_channel=VodafoneBusiness

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

การสื่อสาร M2M ของแพลตฟอร์มหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแอพพลิเคชั่นดูแลเครื่องจักร

*การสื่อสาร **M2M** ใช้เทคโนโลยีข้อมูลและการสื่อสารทั่วไปรวมทั้งข้อมูลขนาดใหญ่ เกี่ยวกับข้อมูลขนาดใหญ่ในตารางเมตรมีข้อกำหนดหลัก 5 ประการ ได้แก่ การประมวลผลแบบเรียลไทม์ ความสามารถในการปรับขนาด ความแพร่หลาย ความน่าเชื่อถือ และความแตกต่าง*

การแลกเปลี่ยนชิ้นงานอัตโนมัติ (การหมุนเครื่องจักร) โดยใช้แพลตฟอร์มหุ่นยนต์เคลื่อนที่กระบวนการสามารถแบ่งย่อยออกเป็นขั้นตอนต่อไปนี้:

- การตรวจสอบสถานะประตูเครื่องและการเปิดประตู
- ตรวจสอบสถานะชิ้นงานและน้ำหนัก
- ตรวจสอบสถานะพื้นที่ชิ้นงาน
- ฟิกซ์เจอร์สลายตัว
- เลือกชิ้นงานภายในเครื่อง
- การระบุชิ้นงานถัดไป
- การจับและการจัดการชิ้นงาน
- วางชิ้นงานลงในเครื่อง
- ใช้ข้อกำหนดการติดตั้ง
- ปิดประตูเครื่อง

Use Case of Machine Tending with a mobile robotic platform (YASKAWA graphic)

(Schneide et al., 2019)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

การสื่อสาร M2M ของแพลตฟอร์มหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแอพพลิเคชั่นดูแลเครื่องจักร

แลกเปลี่ยนการวิเคราะห์ข้อมูล

- ***ปริมาณข้อมูลสูงและเป้าหมายเวลาที่เข้มงวด:***

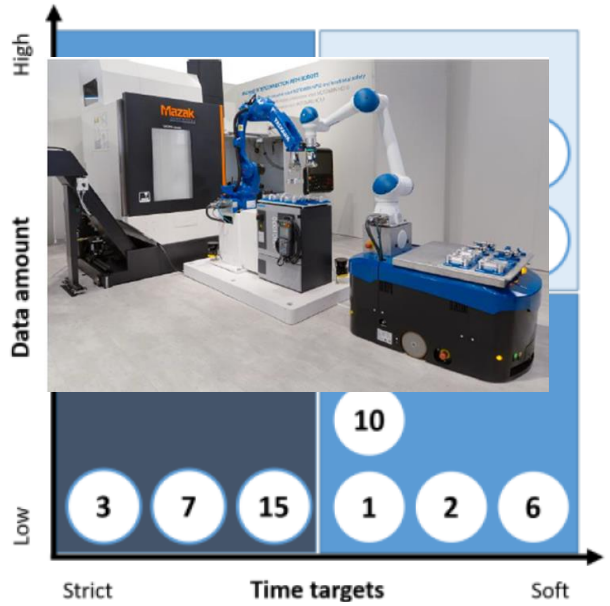
การเปลี่ยนแปลงในกระบวนการขับเคลื่อน เช่น ขีดจำกัด ความเร็วหรือข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสามารถจัดส่งได้แบบเรียลไทม์ตามจุดต่างๆ

- ***ปริมาณข้อมูลต่ำและเป้าหมายระยะเวลาสั้น:***

ข้อมูลตำแหน่งตำแหน่งจะระบุเป็นค่าที่เพิ่มขึ้นและความสัมพันธ์ ข้อมูลนี้จะต้องถูกส่งแบบเรียลไทม์เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถบรรจบกับวัตถุอื่น ๆ ได้อย่างแม่นยำ

ก่อนเริ่มทำงาน แพลตฟอร์มมือถือต้องการข้อมูลเกี่ยวกับพารามิเตอร์การขับขี่เช่น ความเร่งความเร็วเวลาตอบสนองและการเบรกตามลำดับ โดยปกติพารามิเตอร์เหล่านี้จะถูกร้องขอบัฟเฟอร์และนำไปใช้ก่อนเริ่มการเดินทางดังนั้นการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์จึงไม่สำคัญ

ปริมาณข้อมูลและข้อกำหนดแบบเรียลไทม์ของข้อมูลในกรณีการใช้งานของเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยด้วยแพลตฟอร์มหุ่นยนต์เคลื่อนที่



1 Identifiers	10 Position data
2 Status data and job states	11 Map data
3 Battery status	12 Relational position data
4 ERP request	13 Routing data
5 Command data	14 Driving parameters
6 Description data (except timer)	15 Speed limit data
7 Timer	16 Safety specifications
8 Robot arm data	17 Sensor data
9 Technical motion execution details	18 Complex visual data

(Schneide et al., 2019)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

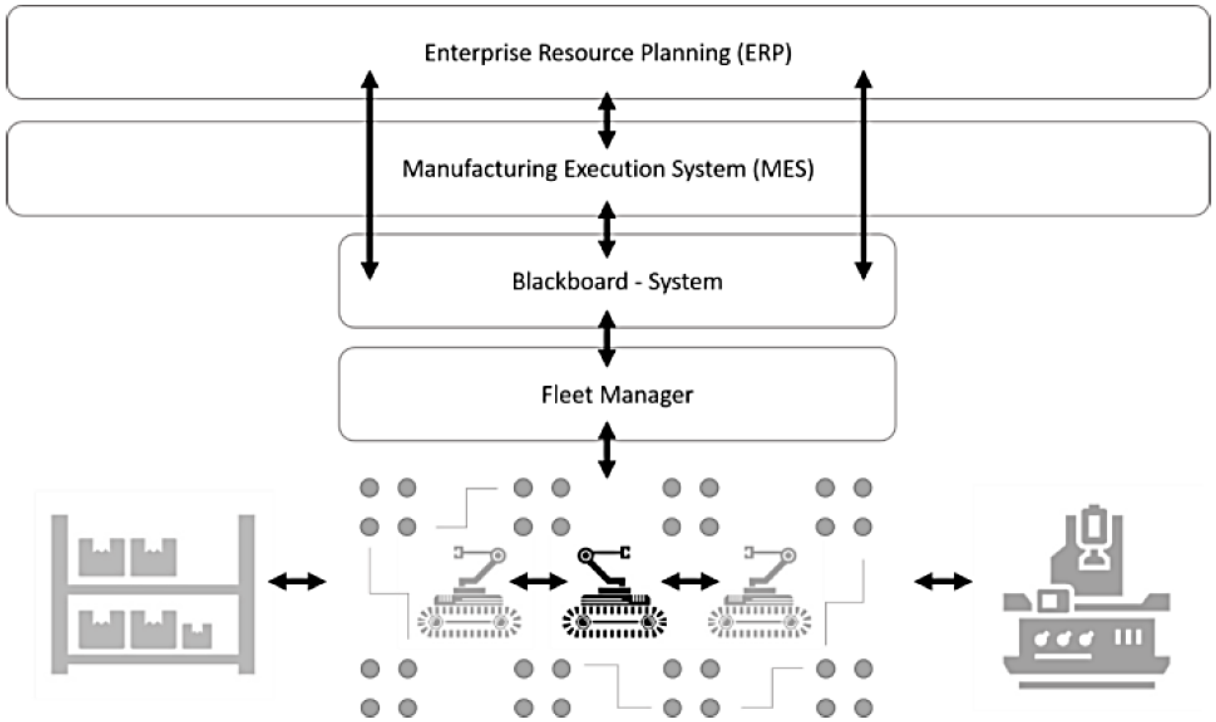
การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

การสื่อสาร M2M ของแพลตฟอร์มหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแอพพลิเคชั่นดูแลเครื่องจักร

ข้อกำหนดแปดประการสำหรับระบบการสื่อสารสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยทั่วไปมีดังนี้:

- การจัดสรรข้อมูล
- เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย
- การสื่อสารแบบเรียลไทม์ภายใต้การพิจารณาเวลาแฝง
- ความสามารถในการทำงานร่วมกันรวมถึงมาตรฐานแบบเปิด
- การอยู่ร่วมกันกับระบบสื่อสารอื่น ๆ
- การควบคุมตนเองเกี่ยวกับความแรงของสัญญาณและอัตราความล้มเหลวของแพ็คเกจ
- ความปลอดภัยของเครือข่ายและการจ่ายพลังงานผ่านแบตเตอรี่

โครงสร้างการสื่อสารที่เป็นแบบอย่างของระบบที่เหมาะสำหรับกรณีใช้งาน



(Schneide et al., 2019)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

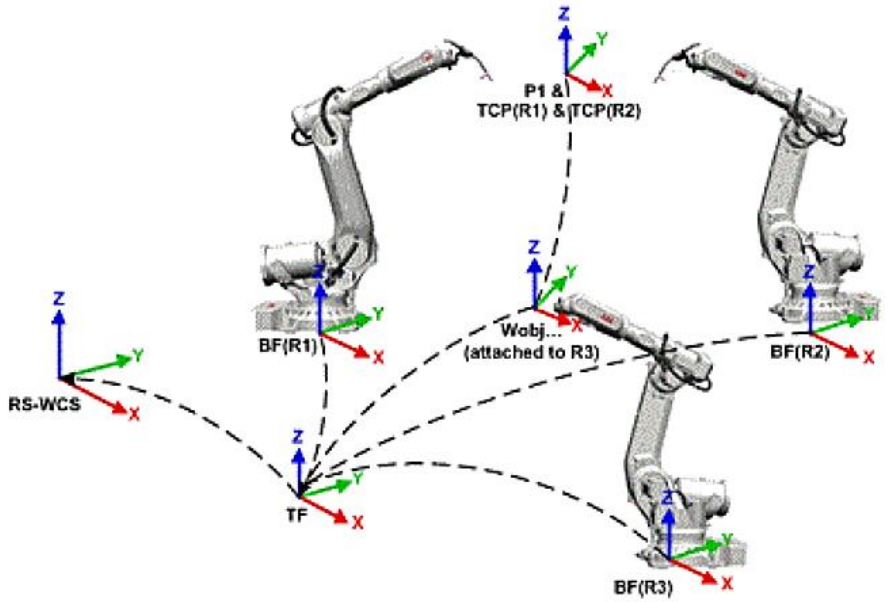
การทำงานร่วมกันของหุ่นยนต์

ระบบตัวแทนหลายระบบรวมระบบอิสระซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยปัญญาประดิษฐ์ แนวคิดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เครื่องจักรอัจฉริยะที่ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างความยืดหยุ่นสิ่งแวดล้อม

ในอุตสาหกรรมตัวแทนเป็นตัวแทนของหุ่นยนต์เซ็นเซอร์ตัวควบคุมซึ่งสามารถใช้ภาษากลางที่จัดโครงสร้างกฎของการอยู่ร่วมกันและการทำงานร่วมกัน

ตัวแทนอยู่ระหว่างตัวแทนปฏิกิริยาและตัวแทนความรู้ความเข้าใจ: ตัวแทนปฏิกิริยาคือตัวแทนที่มีปฏิกิริยาตอบสนองในขณะที่ตัวแทนความรู้ความเข้าใจเป็นตัวแทนที่สามารถสร้างแผนสำหรับพฤติกรรมของพวกเขาได้

การสื่อสารระหว่างตัวแทนมีบทบาทสำคัญในพื้นที่นี้ซึ่งสามารถแสดงได้สองรูปแบบคือการสื่อสารโดยนัยและชัดเจน



การทำงานร่วมกันของแขนหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม

(Benotsmane et al., 2018)

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

การทำงานร่วมกันของหุ่นยนต์

Artificial Intelligence (AI) ของความร่วมมือระหว่างหุ่นยนต์หลายตัว

โมเดลจำลองเสมือนจริงของสายการประกอบ ประกอบด้วยหุ่นยนต์หลายตัวที่ติดตั้งเซ็นเซอร์กล้องและตัวควบคุมอัจฉริยะ

หุ่นยนต์เป็นสมาชิกของระบบหลายตัวแทนที่สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันและร่วมมือกันเพื่อทำภารกิจที่กำหนดไว้ให้เสร็จสิ้น

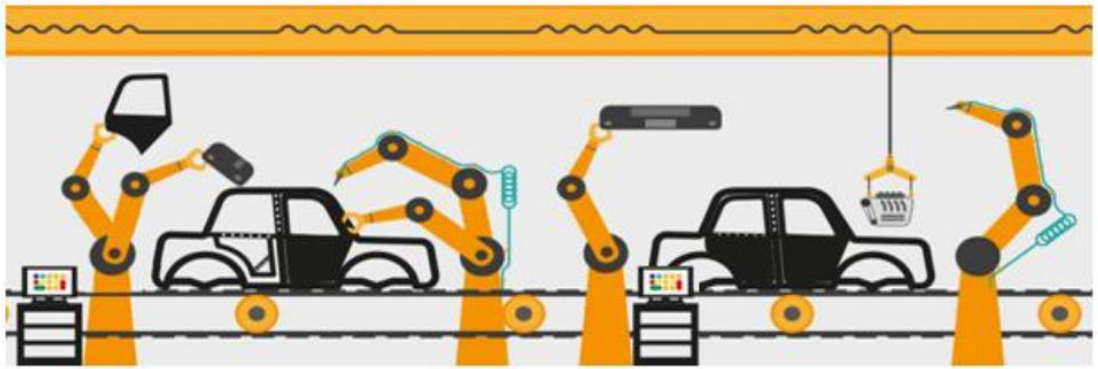
หากความผิดปกติบางอย่างเกิดขึ้นในสายการผลิตหุ่นยนต์สามารถกำหนดค่าตัวเองใหม่และจัดระเบียบขั้นตอนของงานเดียวกันได้

สองสถานการณ์ของการทำงานร่วมกันของหุ่นยนต์:

สถานการณ์ที่ 1: กระบวนการปกติวิธีการวางแผนของ AI ใช้สำหรับการสร้างตารางเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับงานที่ทำในการทำงานคู่ขนานของหุ่นยนต์

สถานการณ์ที่ 2: กระบวนการที่ถูกรบกวนรวมถึงปัญหาบางอย่างเหตุการณ์สุ่มข้อผิดพลาด ฯลฯ AI มีไว้สำหรับค้นหากลยุทธ์เสมือนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำงานต่อไปหลังจากเกิดเหตุการณ์สุ่ม

การทำงานร่วมกันแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในสายการประกอบ



(Benotsmane et al., 2018)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

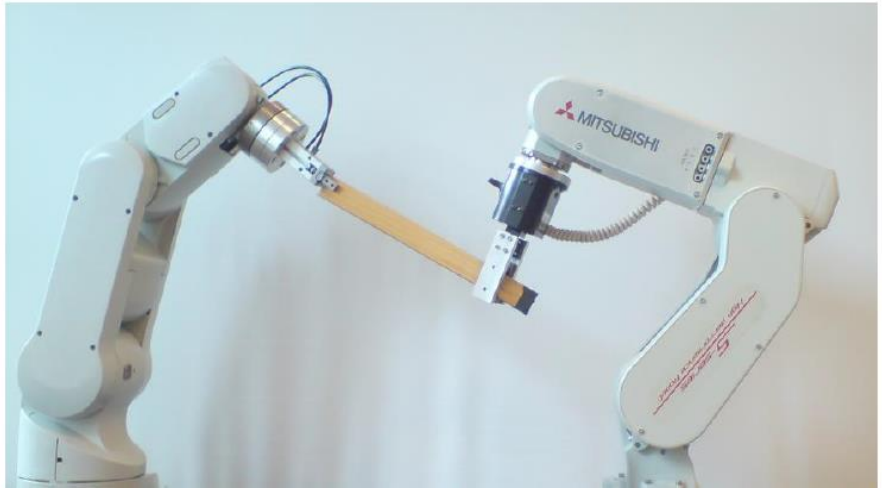
การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในระดับกระบวนการ

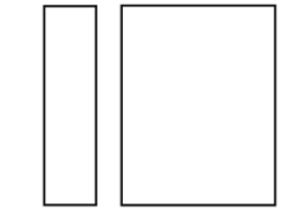
การทำงานร่วมกันของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์สองตัวต้องสร้างบ้านการ์ด:

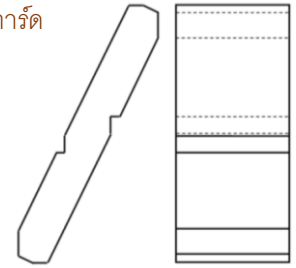
- รูปร่างจากการ์ดสองใบต้องใช้สองมือจึงต้องการหุ่นยนต์สองตัว
- หากหุ่นยนต์ตัวใดตัวหนึ่งล้มเหลวอีกตัวหนึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์เสริม
- สำหรับการสนับสนุนการ์ดและการลบองค์ประกอบที่สนับสนุนซึ่งเป็นช่วงเวลาพิเศษตรงข้ามกับหุ่นยนต์ที่ร่วมมือกัน

การร่วมมือของสองแขนหุ่นยนต์เพื่อสร้างบ้านการ์ด

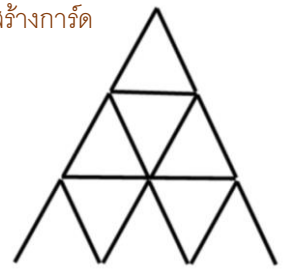




องค์ประกอบสนับสนุน



องค์ประกอบการ์ด



บ้านของโครงสร้างการ์ด

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

(Benotsmane et al., 2018)

Omron TM collaborative robot with CNC Machine tending application

https://www.youtube.com/watch?v=NaQMfkmQIno&ab_channel=OmronAutomation-Americas

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

กิจกรรม: การศึกษาด้วยตนเอง (การออกแบบร่วมกัน)

หลังจากอ่านบทความ: “*A Collaboration-Oriented M2M Messaging Mechanism for the Collaborative Automation between Machines in Future Industrial Networks*”*(Meng et.al, 2017)*

อภิปรายผล:

- แนวทางการแก้ไขทางเทคนิคสำหรับการทำงานอัตโนมัติร่วมกันระหว่างเครื่องจักรคืออะไร?
- สำหรับกรณีศึกษาสายการผลิตบรรจุภัณฑ์อาหาร **picknpack** สถาปัตยกรรมของการทำงานร่วมกันของเครื่องจักรคืออะไร?

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Key References

- Dohler, M.; Antón-Haro, C. (2015): Machine-to-machine (M2M) Communications: Architecture, Performance and Applications. 1st edition. Cambridge: Elsevier Ltd.
- Schneider, C., Klos, M., Bdiwi, M. and Putz, M. (2019) Machine-To-Machine (M2M) Communication of a Mobile Robotic Platform in Machine Tending Applications, Robotix Academy Conference for Industrial Robotics (RACIR 2019), pp. 1-8
- Müller, M. and Wings, E., (2016) An Architecture for Hybrid Manufacturing Combining 3D Printing and CNC Machining, International Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 2016, pp. 1-12
- Benotsmane, R., Dudás, L. and Kovács, G., (2018) Collaborating robots in Industry 4.0 conception, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 448, pp. 1-9
- Meng, Z., Wu, Z. and Gray, J. (2017) A Collaboration-Oriented M2M Messaging Mechanism for the Collaborative Automation between Machines in Future Industrial Networks, Sensors, Vol. 17, pp. 1-15

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

MSIE 4.0

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Thank You

Together We Will Make Our Education Stronger

https://msie4.ait.ac.th/

@MSIE4Thailand

MSIE 4.0 Channel

Curriculum Development
of Master's Degree Program in
Industrial Engineering for Thailand Sustainable Smart Industry