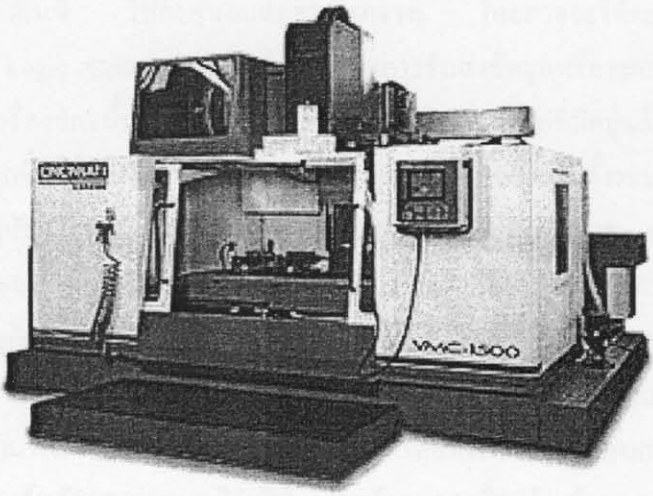
บทที่ 1

บทนำ

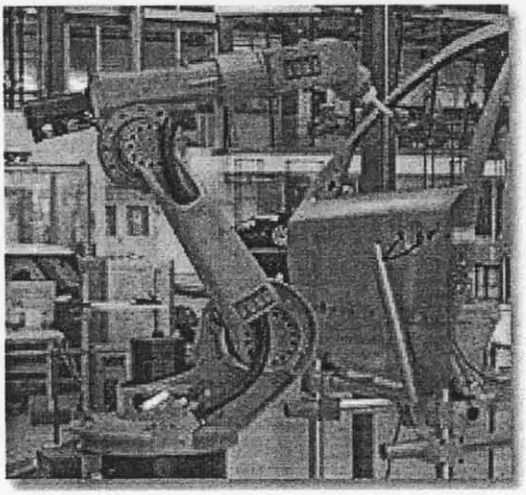
1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการผลิตได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการนำเอาระบบการผลิตสมัยใหม่ที่ทันสมัย เช่น ระบบซีเอ็นซี (CNC - Computerized Numerical Control) (Singh, 1997, Ostward และคณะ, 1996) และระบบแคด/แคม (CAD/CAM – Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing) (Ostward และคณะ, 1996, Rosin, 2000) เข้ามาช่วยในงานการผลิต เพื่อให้งานการผลิตมีความถูกต้องแม่นยำ สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น แม้ว่าเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (รูปที่ 1.1) จะสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำมากกว่าเครื่องจักรกลทั่วไปหลายเท่าก็ตาม แต่ก็ยังต้องพึ่งความสามารถของคนที่มีทักษะในการทำงานสูงในการควบคุมด้วยเช่นกัน ซึ่งข้อจำกัดและปัญหาในการทำงานของคนมีค่อนข้างมาก เช่น การมาทำงานสาย ลาหยุด ลาป่วย บ่อย โรงงานที่ต้องการกำลังการผลิตจำนวนมาก ต้องทำงาน 24 ชั่วโมงจึงนำเอาระบบหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robots) (รูปที่ 1.2) เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบการผลิตที่ใช้ระบบซีเอ็นซี เช่น อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ การผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หรือใช้ในงานการประกอบที่กระบวนการทำงานซ้ำ ๆ กันและมีจำนวนมาก รวมถึงการปฏิบัติงานภายใต้สภาพการที่เสี่ยงภัยก่อให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะหรือชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น



รูปที่ 1.1 เครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ที่มา : http://www.cincinnati.com

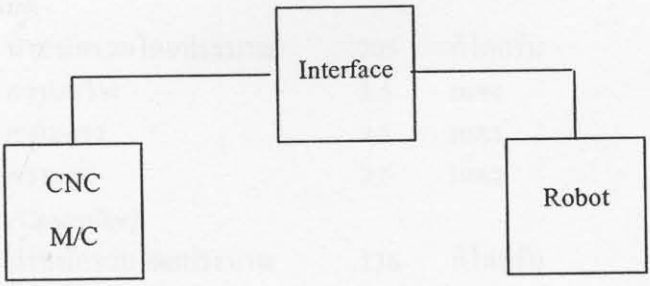


รูปที่ 1.2 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม
ที่มา : http://www.kukarobot.com

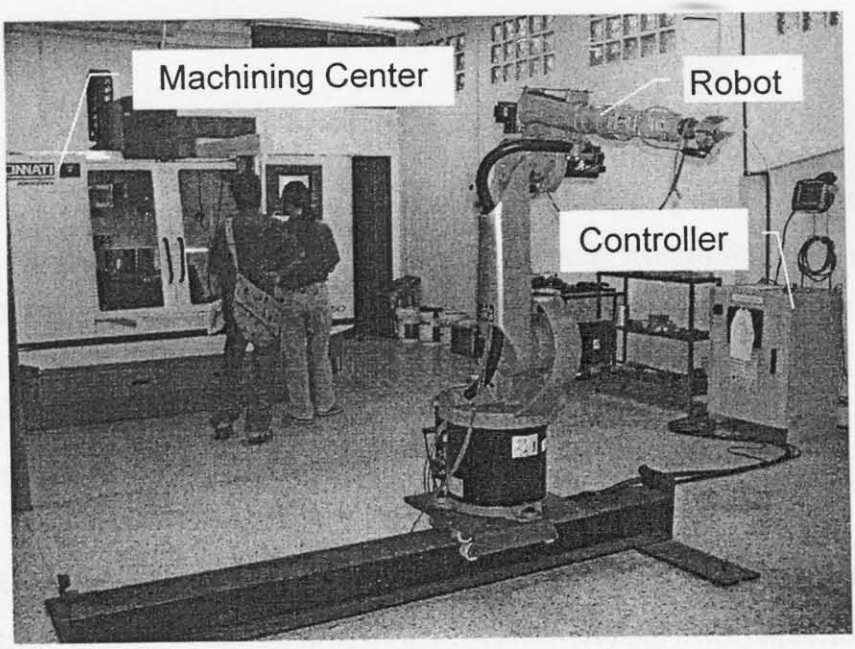
ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งนั้นได้รับการสนับสนุนจากบริษัทแม่จากต่างประเทศที่มีการวางระบบการผลิตให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ทั้งระบบซีเอ็นซี ระบบแคด/แคม และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เข้ามาใช้งานร่วมกันโดยติดตั้งเป็นระบบการทำงานที่เป็นชุดเดียวกันทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ โดยมีการเชื่อมต่อข้อมูล (Interface) ร่วมกัน สามารถติดต่อประสานการทำงานได้อย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กันตามลำดับงานที่กำหนด ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง แต่โรงงานบางแห่งมีเครื่องจักรซีเอ็นซี แคด/แคม และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ที่ทำงานแยกกันตามลักษณะของงาน หรือตามสภาพคล่องหรือตามการขยายตัวของโรงงาน โดยอาจจะซื้อมาทีละระบบตามสภาพความพร้อม จึงทำให้สภาพการทำงานของเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ยังไม่เต็มประสิทธิภาพ หากต้องการทำให้ทั้ง 3 ระบบ มีการทำงานร่วมกัน และสามารถตอบโต้ข้อมูลระหว่างเครื่องซีเอ็นซี ไปยังหุ่นยนต์อุตสาหกรรม โดยอาจจะใช้ระบบพีแอลซี (PLC-Programmable Logic Control) เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลหรือระบบอื่น ๆ ตามแต่ความเหมาะสมของเครื่องจักรนั้น ๆ ดังรูปที่1.3 ซึ่งการพัฒนาระบบที่มีอยู่แล้วให้มีการทำงานเต็มประสิทธิภาพมากขึ้น จะทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นน้อยกว่าการซื้อและติดตั้งระบบใหม่ทั้งระบบ

ห้องปฏิบัติการ CAD/CAM ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นห้องปฏิบัติการหนึ่งที่มีการใช้ระบบ CAD/CAM และโปรแกรมยูนิกราฟิค (Unigraphics) เครื่องกลึงและเครื่องกัดอัตโนมัติเอนกประสงค์ระบบซีเอ็นซียี่ห้อซินซินเนติ (Cincinati) และหุ่นยนต์อุตสาหกรรมของคูก้า (Kuka) ทำงานด้วยระบบควบคุมที่แตกต่างกัน ข้อมูลจึงยังไม่สามารถที่จะสื่อสารและเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดการตอบสนองต่อกันและกันได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของงานงานวิจัยนี้คือการสร้างระบบเชื่อมโยงข้อมูล (Interface) ระหว่าง

เครื่องกัดอัตโนมัติเอนกประสงค์ กับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่มีระบบการควบคุมต่างกันให้มีการทำงานที่เป็นระบบเดียวกันและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและตอบสนองข้อมูลร่วมกันได้ เพื่อให้เกิดการตอบสนองในการทำงานของระบบให้สมบูรณ์มากขึ้น โดยจะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการ CAD/CAM ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการเป็นกรณีศึกษา (ดังแสดงในรูปที่ 1.4) มีขนาดและน้ำหนักโดยประมาณ ดังนี้



รูปที่ 1.3 แสดงความสัมพันธ์ของการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องจักรซีเอ็นซีและหุ่นยนต์อุตสาหกรรม



รูปที่ 1.4 เครื่องกัดอัตโนมัติเอนกประสงค์และหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในห้องปฏิบัติการ CAD/CAM

เครื่องกัดอัตโนมัติเอนกประสงค์ (Machining Center; Cincinnati VMC 750)

- น้ำหนักรวมโดยประมาณ 300 กิโลกรัม
- ความกว้าง 2.92 เมตร
- ความยาว 3.4 เมตร
- ความสูง 2.7 เมตร

หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Robot; Kuka KRC 1) ประกอบไปด้วย แขนหุ่นยนต์และตู้ควบคุม (Controller)

แขนหุ่นยนต์

- น้ำหนักรวมโดยประมาณ 205 กิโลกรัม
- ความกว้าง 2.5 เมตร
- ความยาว 2.5 เมตร
- ความสูง 2.5 เมตร

ตู้ควบคุม (Controller)

- น้ำหนักรวมโดยประมาณ 136 กิโลกรัม
- ความกว้าง 0.54 เมตร
- ความยาว 0.65 เมตร
- ความสูง 0.85 เมตร

องค์ความรู้และระบบที่ได้พัฒนาขึ้น จะเป็นกรณีศึกษาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาเทคโนโลยีให้สูงขึ้นได้ในอนาคต

1.2 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 ระบบซีเอ็นซี (Computer Numerical Control Systems)

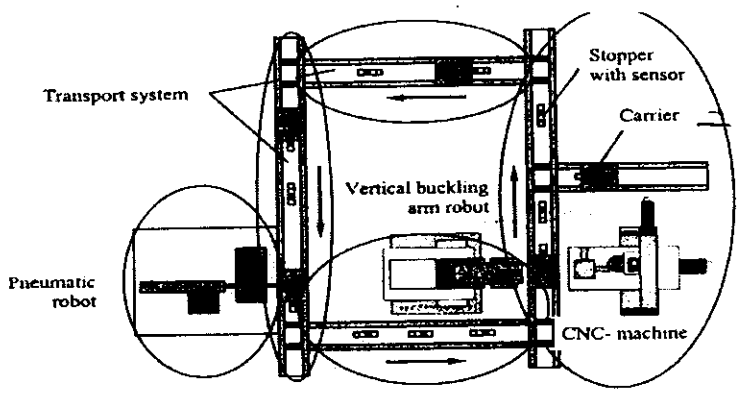
เอ็นซี (Numerical Control; NC) หมายถึง เครื่องจักรที่ควบคุมการทำงานด้วยข้อมูลเชิงตัวเลข (Numerical data) ซึ่งถูกเก็บไว้ในกระดาษ เทปแม่เหล็ก หรือแผ่นดิสก์ โดยมีเครื่องอ่านเป็นตัวแปลข้อมูลเชิงตัวเลข ให้หน่วยควบคุมเครื่องจักร (Machine Control Units; MCU) ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรตามคำสั่งดังข้อมูลที่ได้รับ ซีเอ็นซี มีความหมายเหมือนเอ็นซี ต่างกันที่ซีเอ็นซีนำเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ระบบซีเอ็นซี ไม่ใช่วิธีการตัดเฉือนของเครื่องจักร หากแต่เป็นวิธีการควบคุมการทำงานทุกส่วนของเครื่องจักร ให้เข้าใจและทำงานตามระบบการผลิตนั้น ๆ โดยใช้หลักและวิธีการการควบคุมเชิงตัวเลข (Philip และคณะ, 1996) Rosin และคณะ (2000) ทำการศึกษาและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับกระบวนการเรียน การสอนระบบการผลิตอัตโนมัติแบบยืดหยุ่นขึ้น เนื่องจากการเจริญเติบโตทางด้านเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน และตลาดมีความต้องการผู้ที่มีความรู้ทางด้านแมคคาทรอนิกส์ (Mechatronics) เป็นอย่างมาก ซึ่งแมคคาทรอนิกส์เป็นการนำเอาศาสตร์ 3 แขนงมารวมเข้าด้วยกันคือ แมคคานิกส์ อิเล็กทรอนิกส์ และไอที (Information Technology) หรือระบบการเชื่อมโยงสื่อสารข้อมูล แต่

อย่างไรก็ตามการเรียนรู้ศาสตร์ทั้ง 3 แขนงให้มีความเชี่ยวชาญจะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง ตัวอย่างของระบบแมคคาทรอนิกส์ในการผลิตอัตโนมัติแบบยืดหยุ่นมีดังนี้

- ส่วนประกอบทางเครื่องกล เช่น มอเตอร์ ระบบนิวเมติกส์ วาล์ว ไฮโดรลิกส์ ระบบขับเคลื่อน เป็นต้น
- ส่วนประกอบทางไฟฟ้า เช่น เซ็นเซอร์ ไฟแสดงสัญญาณ แผงควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้า โปรแกรมควบคุมทางลอจิก (Logic)
- ส่วนประกอบทางไอที เช่น การเขียนโปรแกรมควบคุมและแสดงผล

เครื่องต้นแบบของระบบการผลิตอัตโนมัติแบบยืดหยุ่นที่ Rosin และคณะ (2000) ใช้ในกระบวนการเรียนและฝึกอบรมประกอบด้วยกระบวนการย่อยดังนี้ คือ

- ระบบการขนส่งและการไหลของวัสดุ
- หุ่นยนต์ระบบนิวเมติกส์
- ระบบกระบวนการแสดงผล
- การจัดการเครือข่าย (การเชื่อมโยงแบบจุดต่อจุดและระบบการเชื่อมโยงไม่ตรงจังหวะ) ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ชุดฝึกระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น

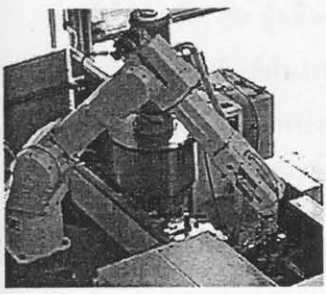
ที่มา : Mechatronics in initial vocatinal training, A. Rosin

1.2.2 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot)

หุ่นยนต์อุตสาหกรรม หรือเรียกอีกอย่างว่าแขนกล หมายถึง เครื่องจักรที่ถูกออกแบบให้สามารถทำหน้าที่แทนการทำงานของคนในการเคลื่อนย้ายวัสดุ ชิ้นส่วน เครื่องมือหรืออื่น ๆ ตามคำสั่งของโปรแกรม ในสภาวะการทำงานซ้ำ ๆ กันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Singh, 1997) หุ่นยนต์อุตสาหกรรมใช้ได้ทั้งกับภาระงานเบา ๆ และงานหนัก ๆ เช่น อุตสาหกรรมงานหล่อโลหะ งานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนงานไฟฟ้า และงานการบินและยานอวกาศ เป็นต้น หุ่นยนต์

อุตสาหกรรมมีหลายรูปแบบด้วยกันตามแต่ลักษณะการทำงาน เช่น หุ่นยนต์ใช้สำหรับงานพ่นสี งานเชื่อม งานบัดกรี งานป้อนชิ้นงานเข้า-ออก หุ่นยนต์งานประกอบ การบรรจุหีบห่อ เป็นต้น รูปที่ 1.6a แสดงหุ่นยนต์ที่ใช้ในการถอด-ประกอบชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก รูปที่ 1.6b แสดงการทำงานของหุ่นยนต์สำหรับงานเชื่อม และรูปที่ 1.6c แสดงการทำงานของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานการแพทย์

จากลักษณะงานที่มีความหลากหลายดังกล่าวทำให้การออกแบบหุ่นยนต์ มีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน แต่ยังคงอาศัยรูปแบบการควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมที่มีโครงสร้างพื้นฐานเดียวกัน



a

b

c

รูปที่ 1.6 หุ่นยนต์งานอุตสาหกรรม a) หุ่นยนต์ปลดชิ้นงานพลาสติก b) หุ่นยนต์งานเชื่อม c) หุ่นยนต์การแพทย์

Kutschelis และ Sohn (2001) ได้ทำการศึกษาและสร้างระบบของเครื่องฉีดพลาสติกโดยใช้หุ่นยนต์ (Robot) ในการตัดรูฉีด (Sprue) จับชิ้นงานออก (Unloading) ตลอดจนการตรวจเช็คและบรรจุหีบห่อ (Checking and final packing) โดยระบบของเครื่องฉีดพลาสติกอัตโนมัติกับหุ่นยนต์ประกอบด้วย

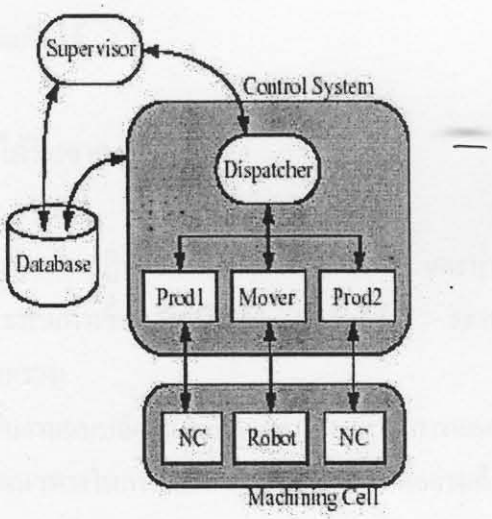
- หุ่นยนต์ซึ่งถูกจับยึดอยู่กับโต๊ะงานและยึดติดกับโครงของเครื่องฉีดพลาสติกรุ่น SPK97
- เครื่องฉีดพลาสติกที่เชื่อมโยงระบบเข้ากับหุ่นยนต์
- ระบบความปลอดภัย (Safety cover)
- ใบเลื่อยแบบหมุนตัด
- มือจับของหุ่นยนต์

ซึ่งขั้นตอนการทำงานของระบบนี้จะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมการเชื่อมโยง (Interface) ข้อมูลของหุ่นยนต์กับเครื่องฉีดพลาสติกและระบบพีแอลซี (PLC Control)

Yan และคณะ (1991) ทำการพัฒนาหุ่นยนต์ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น RV-M1 โดยพัฒนามือของหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้กับการนวดกล้ามเนื้อของมนุษย์ เช่น แขน คอ ไหล่ และหลัง โดยใช้ระบบเซ็นเซอร์ (Sensor) ในการวิ่งหาตำแหน่งและแรงที่ใช้ในการบีบนวด ซึ่งกระบวนการนวด

ของหุ่นยนต์จะใช้เทคโนโลยีของการสอนให้หุ่นยนต์จำภาพ (Image Processing) วิ่งไปตามเส้นทางของการมองเห็นและทำการนวด เมื่อกล้ามเนื้อตอบสนองแรงกลับจนเซ็นเซอร์ทำงานและสั่งการให้มือของหุ่นยนต์ปล่อยแรงบีบและวิ่งไปหาตำแหน่งต่อไปกระทำแบบนี้ซ้ำ ๆ กันเป็นวงจร

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมนอกจากสามารถทำงานตามโปรแกรมของตัวมันเองแล้วยังสามารถทำงานร่วมกันหลาย ๆ ตัวได้ โดยการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายผ่านระบบคอมพิวเตอร์ Anders และคณะ (1998) ทำการศึกษาและสร้างระบบฐานข้อมูล (Database) ของเซลล์การผลิตชิ้นงานทางด้านสถาปัตยกรรม โดยเชื่อมโยงระบบการผลิตให้เป็นระบบเดียวกัน โดยผ่านการควบคุมจากผู้ดูแลระบบ (Supervisor) ซึ่งระบบควบคุมประกอบด้วยโมดูลของการควบคุมหน่วยทางกายภาพและหน่วยการแปรรูป ซึ่งโมดูลนี้เรียกว่า แหล่งวัตถุภายใน (Internal resource objects) สามารถแยกออกได้ 3 ชนิด คือ ผู้ผลิต (Producer) ผู้ขนย้าย (Mover) และตำแหน่งที่ตั้ง (Location) โดยทั้ง 3 ส่วนทำงานสัมพันธ์กันบนพื้นฐานของฟังก์ชั่นที่ถูกกำหนด ผู้ขนย้ายทำหน้าที่ขนย้ายชิ้นงานระหว่างผู้ผลิตกับตำแหน่งที่ตั้ง ซึ่งผู้ผลิตทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ส่วนตำแหน่งที่ตั้งเป็นจุดเก็บชิ้นงาน ไม่สามารถเปลี่ยนสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้ ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 แสดงระบบการควบคุมของการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางสถาปัตยกรรม

ที่มา : Database Design for Machining Cell Resource Models, Anders Hellgren

ระบบการควบคุมการสั่งงานจะถูกป้อนข้อมูลเข้าไปจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจ และการสร้างภาพจำลองการตรวจสอบการขนย้ายวัสดุ โดยในการขนย้ายดังกล่าวจะรับคำสั่งจากผู้ดูแลระบบ ซึ่งองค์ประกอบของคำสั่งมี 5 องค์ประกอบหลักคือ

1. Product_id : จำนวนของผลิตภัณฑ์ที่เหมือนกัน
2. Resource_id : จำนวนแหล่งทรัพยากรที่กระทำในขั้นตอนต่อไป

3. Operation_id : จำนวนขั้นตอนการทำงานที่กระทำกับผลิตภัณฑ์

4. Mover_id : จำนวนของการเคลื่อนย้าย

5. MoverOp_id : จำนวนตำแหน่งที่ต้องทำการเคลื่อนย้าย

ซึ่งในองค์ประกอบของคำสั่งหลักจะมีคำสั่งย่อยให้ป้อนเข้าไปจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลอีกที เพื่อใช้ในการจำลองภาพสถานการณ์การขนย้ายก่อนนำคำสั่งเหล่านี้ไปยังเครื่องจักรและหุ่นยนต์ (Robot) ในลำดับต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องกัดอัตโนมัติซีเอ็นซี (Cincinnati) และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ให้สามารถทำงานร่วมกันได้
2. เพื่อพัฒนาระบบการป้อนชิ้นงานให้เป็นระบบอัตโนมัติ
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเชื่อมโยงเครื่องจักรกลอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการแคด/แคม ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ให้สามารถทำงานประสานร่วมกันได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงระบบการปฏิบัติงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม
2. ทำให้ทราบถึงระบบการเชื่อมโยงข้อมูล (Interface) ระหว่างเครื่องกัดซีเอ็นซีกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม
3. ได้ระบบป้อนชิ้นงานแบบอัตโนมัติที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแคด/แคม
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสู่ระบบอัตโนมัติอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซี (Cincinnati) รุ่น Arrow VMC 750 และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Kuka) รุ่น KR C6 ที่มีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการแคด/แคม ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นกรณีศึกษา โดยทำการศึกษาและทดลองใช้งานภายใต้ข้อจำกัดดังนี้

1. ทำการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องกัดซีเอ็นซีกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมให้สามารถทำงานร่วมกันหรือสัมพันธ์กัน

2. ทำการปรับปรุงระบบเปิด-ปิดประตูของเครื่องกัดซีเอ็นซีซินซินเนติ รุ่น Arrow VMC 750 ให้เป็นแบบอัตโนมัติโดยใช้ M-Function

3. ทำการปรับปรุงระบบจับยึดชิ้นงานของเครื่องกัดซีเอ็นซีซินซินเนติ รุ่น Arrow VMC 750 ให้เป็นแบบอัตโนมัติโดยใช้ M-Function ควบคุมการจับยึดชิ้นงานโดยใช้ปากการะบบนิวเมติกส์

4. ทำการพัฒนาระบบป้อนชิ้นงานด้วยหุ่นยนต์อุตสาหกรรมคูก้า รุ่น KR C 6

5. ทำการทดลองกับชิ้นงานที่มีรูปทรงหน้าตัดกลมเท่านั้น