บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงานของระบบ CIM

เป็นการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Integrated Manufacturing , CIM) เป็นการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด การผสมผสานของระบบทำให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานแต่ละหน่วยได้ ทำให้แต่ละหน่วยรับรู้ความก้าวหน้าซึ่งกันและกัน ข้อดี คือ ระบบการผลิตจะมีความรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย แม้ว่าข้อดีหลักของ CIM คือความสามารถในการสร้างกระบวนการผลิตอัตโนมัติ โดยทั่วไปแล้วระบบ CIM จะเป็นกระบวนการควบคุมแบบปิด (Closed-loop Control Processes) บนพื้นฐานของข้อมูล ณ ปัจจุบันที่ได้รับจากตัวตรวจรู้ (Sensor) CIM มีหน้าที่สนับสนุนการทำงานและเป็นระบบการจัดการของระบบการผลิตที่ประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายงานวิศวกรรม ฝ่ายงานการผลิต ฝ่ายการตลาด และฝ่ายการสนับสนุนอื่นๆ

2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ Computer Integrated Manufacturing (CIM)

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ Computer Integrated Manufacturing (CIM)

เป็นระบบการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด การผสมผสานของระบบ ทำให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานแต่ละหน่วยได้ ทำให้แต่ละหน่วยรับรู้ความก้าวหน้าซึ่งกันและกัน ข้อดี คือ ระบบการผลิตจะมีความรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย แม้ว่าข้อดีหลักของ Computer Integrated Manufacturing (CIM) คือความสามารถในการสร้างกระบวนการผลิตอัตโนมัติ โดยทั่วไปแล้วระบบ Computer Integrated Manufacturing (CIM) จะเป็นกระบวนการควบคุมแบบปิด (Closed-loop Control Processes) บนพื้นฐานของข้อมูล ณ ตัวปัจจุบันที่ได้รับจากตรวจรู้ (Sensor)

Computer Integrated Manufacturing (CIM) มีหน้าที่สนับสนุนการทำงานและเป็นระบบการจัดการของระบบการผลิตที่ประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายงานวิศวกรรม ฝ่ายงานการผลิต ฝ่าย

การตลาด และฝ่ายการสนับสนุนอื่นๆ ขอบข่ายหน้าที่การทำงานของ Computer Integrated Manufacturing (CIM) มีหลากหลายอย่าง เช่น ออกแบบ วิเคราะห์ วางแผน จัดซื้อ จัดการบัญชีต้นทุน ควบคุมคงคลัง และการกระจายผลิตภัณฑ์ เหล่านี้จะถูกเชื่อมโยงโดยคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ หรือหน่วยต่างๆ ภายในองค์กร Computer Integrated Manufacturing (CIM) จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการได้โดยตรงและสามารถแสดงการทำงานปัจจุบันของทุกกระบวนการทำงานข้อแตกต่าง 3 ประการที่ทำให้ Computer Integrated Manufacturing (CIM) แตกต่างจากระบบการผลิตแบบอื่นๆ คือ

1. สื่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูล การคืนสภาพกระบวนการ การควบคุม และการนำเสนอ
2. กลไกการตรวจจับและการดัดแปลงกระบวนการต่างๆ
3. อัลกอริทึมของการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับและการดัดแปลงส่วนประกอบต่างๆ

Characteristic	Mass Production	CIM
Structure		
Span of control	Wide	Narrow
Hierarchical levels	Many	Few
Tasks	Routine, repetitive	Adaptive, craftlike
Specialization	High	Low
Decision making	Centralized	Decentralized
Overall	Bureaucratic, mechanistic	Self-regulation, organic
Human Resources		
Interactions	Stand alone	Teamwork
Training	Narrow, one time	Broad, frequent
Expertise	Manual, technical	Cognitive, social Solve problems
Interorganizational		
Customer demand	Stable	Changing
Suppliers	Many, arm's length	Few, close relations

Source: Based on Patricia L. Nemetz and Louis W. Fry, "Flexible Manufacturing Organizations: Implications for Strategy Formulation and Organization Design," *Academy of Management Review* 13 (1988): 627–38; Paul S. Adler, "Managing Flexible Automation," *California Management Review* (Spring 1988): 34–56; Jeremy Main, "Manufacturing the Right Way," *Fortune,* 21 May 1990, 54–64.

รูปที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่าง Mass production และ CIM

2.1.2 ส่วนประกอบย่อยของระบบ CIM

2.1.2.1 CAD (Computer Aided Design)

เป็นการใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบและเขียนแบบรวมทั้งสร้างภาพสองหรือสามมิติได้โดยสะดวก นอกจากจากนี้ยังช่วยวิเคราะห์การออกแบบด้วยเช่นใช้ประเมินค่าพิกัดเผื่อ (Tolerance) ของการสวมหรือประกอบชิ้นงานเข้าด้วยกันก่อนนำไปผลิตจริง เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทาง CAD แล้ว แบบที่ถูกเขียนขึ้นก็จะถูกส่งไปยังแผนก NC ทำการเขียนโปรแกรมและป้อนข้อมูล ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อปฏิบัติการขึ้นรูปทางกล หลังจากนั้นจะมีการทดสอบ run โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อหาข้อผิดพลาด เรียกว่า dry run และหลังจากนั้นจากแก้ไขข้อผิดพลาดจนเป็นที่พอใจแล้วก็จะส่งต่อไปยังขั้นตอน CAM

2.1.2.2 CAM (Computer Aided Manufacturing)

เป็นการนำเอาซอฟต์แวร์มาใช้ในกระบวนการผลิตต่อเนื่องจาก CAD โดยทำการแปลงของมูลที่ป้อนเข้าไปให้เป็นชุดคำสั่ง และนำไปควบคุมเครื่องจักรกลที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมหรือเครื่องจักรกล CNC นั่นเอง **CAM** เป็นส่วนที่ช่วยเชื่อมโยงระหว่างจินตนาการของการออกแบบกับการผลิตผลิตภัณฑ์ให้สำเร็จ **CAM** ช่วยแปลงข้อมูลจาก CAD (Computer Aided Design) ไปสู่ข้อมูลที่ใช่ในการผลิตชิ้นงานนั้นๆ ซอฟท์แวร์ **CAM** จะทำการแปลงข้อมูลของต้นแบบ 3D ที่ได้จากการออกแบบด้วย CAD ให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคำสั่งพื้นฐานสำหรับการผลิตหรือ G-code. G-code เป็นภาษาที่ทางเครื่องจักร (Numerical Controlled Machine Tools) สามารถเข้าใจว่าจะต้องทำการผลิตอย่างไร G-code สามารถสั่งให้เครื่องจักรทำงานได้ไม่จำกัดจำนวนชิ้นงานและมีความแม่นยำสูง ชิ้นงานที่ได้ออกมาจะมีลักษณะเหมือนแบบ 3D จาก CAD ที่ได้ออกแบบไว้

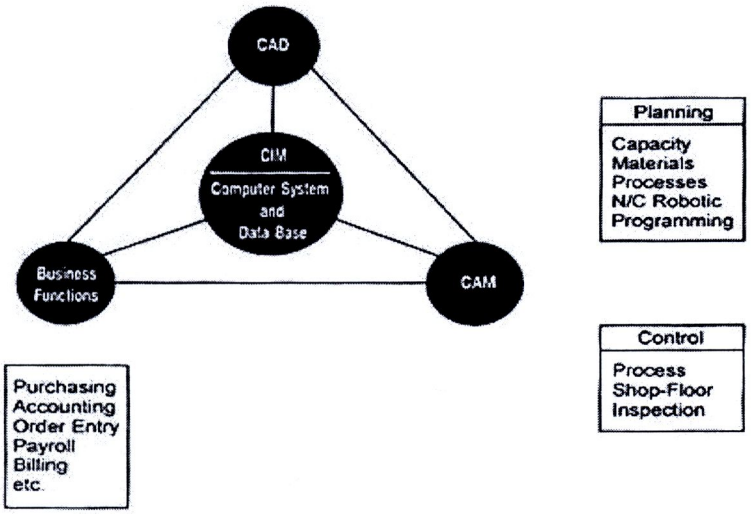
2.1.2.3 CAE (Computer Aided Engineering)

เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม ด้วยการปรับปรุงการแสดงผลทางกราฟิก พื้นที่การทำงาน และมาตรฐานของกราฟิก ทำให้ Computer Aided Engineering (CAE) มีความหมายเป็นการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยการสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับกราฟิกของคอมพิวเตอร์ โปรแกรม CAE สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์เกือบทุก

ประเภท ขึ้นอยู่กับความต้องการในสมรรถนะที่จะนำมาใช้งานหรือความรวดเร็วในการสื่อสาร ระหว่างผู้ใช้กับกราฟิกคอมพิวเตอร์ วิศวกรออกแบบ ใช้เครื่องมือ CAE ที่มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อการค้า และเครื่องมือเฉพาะสำหรับบางอุตสาหกรรม วิธีในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม 1 ปัญหาบ่อยครั้งต้องการเครื่องมือ CAE หลายเครื่องมือ การสื่อสารของข้อมูลระหว่างเครื่องมือในโปรแกรมเหล่านี้เป็นการท้าทายของการประยุกต์ใช้โดยส่วนใหญ่ ปกติข้อมูลจะถูกส่งในลักษณะที่เป็นมาตรฐานของการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการเก็บในฐานข้อมูล

ในระบบ CAD/CAM มักจะมีโปรแกรมสำหรับควบคุม คุณภาพเป็นส่วนหนึ่งเสมอ ทั้งนี้ก็เพื่อทำการตรวจสอบหรือ เช็คข้อผิดพลาดของชิ้นงานที่เครื่องผลิตออกมาได้ หากโปรแกรมควบคุมคุณภาพตรวจพบค่าผิดพลาดก็จะทำการคำนวณ เพื่อแก้ไขและส่งค่าใหม่ที่ถูกต้องไปยังระบบคอมพิวเตอร์ของ CAM ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้อยู่ในค่าพิกัดที่ถูกกำหนดไว้ ระบบการผลิตชนิดอัตโนมัติเต็มรูปแบบมักจะมีวิธีการวัดที่เรียกว่า In-Process Measuring System ทำให้ระบบที่ควบคุม เครื่องจักรสามารถตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณจาก ผลของการตรวจวัดและจะต้องสามารถปรับค่าหรือชดเชยค่าการสึกหรอ ของเครื่องมือเมื่อได้รับการแจ้งว่าชิ้นงานที่ผลิตขึ้นมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าพิกัดเผื่อที่กำหนดเอาไว้

CIM (Computer-Integrated Manufacturing) เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประสานและการควบคุม ระบบการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้การ ทำงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติทำให้ได้ระบบการผลิตและผลผลิตที่ สมบูรณ์การประยุกต์ระบบ CIM มาใช้เป็นการพัฒนาเพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ การใช้CIM ก็คือการเชื่อมโยง ระหว่างกันของระบบฐานข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบการผลิต จากการที่ได้กล่าวมาในตอนต้นนี้สามารถสรุปยุคต่างๆ ที่ได้มีการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ ดิจิตอล(Digital Computer) ด้วยเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์และเครื่องจักรกล NC จนกลายมาเป็นเครื่องจักรกล CNC



รูปที่ 2.2 ระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

2.1.3 ระบบฐานข้อมูลในระบบ CIM

CIM ต้องมีการจัดการด้วยระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้สามารถแบ่งระบบของข้อมูลออก เป็นสองระบบหลักคือ

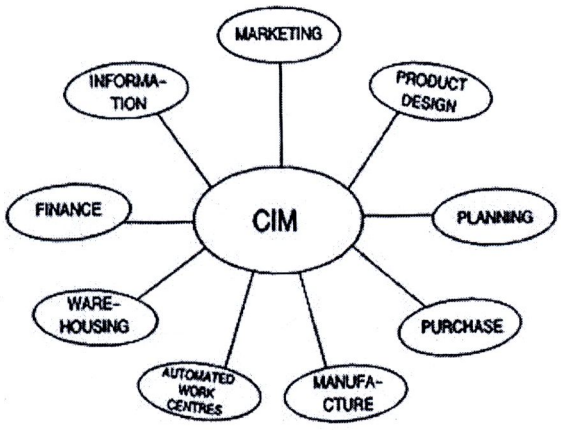
2.1.3.1 ระบบข้อมูลหลักขององค์กร

จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดเตรียมและการจัด การสายการผลิต, การจัดเตรียมวัตถุดิบเมื่อได้รับใบสั่งซื้อ (order), การควบคุมสต๊อก และการจัดส่งสินค้า ฯลฯ ระบบข้อมูลหลักของ องค์กรมักจะประกอบไปด้วยข้อมูลทางด้านการตลาด, การออกแบบผลิตภัณฑ์และออกแบบทางวิศวกรรม, การวางแผน, การซื้อขาย, วิศวกรรมโรง งาน, ฮาร์ดแวร์ของโรงงานอัตโนมัติ, โกดังสินค้า, การวิจัยและพัฒนา, การวางแผนทางการเงิน, การจัดการข้อมูลข่าวสาร

2.1.3.2 ระบบควบคุมสายการผลิต

ในการวางแผนสายการผลิตนั้นมักจะมีการแบ่งออก เป็นหน่วยงานย่อย ๆ เพื่อทำการควบคุมสายงานการผลิตออกมาต่างหาก โรงงานที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ทางด้านการควบคุมสายการผลิตอาจมีการวางแผนระบบการใช้เครื่องจักรให้มีความ ยืดหยุ่นของระบบการทำงานใน

กระบวนการผลิตได้ โดยจะใช้ระบบที่เรียกว่า FMS (Flexible Manufacturing System) ในหน่วยงานผลิตย่อยความเกี่ยวโยงกันของระบบ FMS กับ CAD/CAM/CIM



รูปที่ 2.3 ระบบฐานข้อมูลขององค์กรที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

2.1.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ CIM

ระบบ CIM มีส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.4.1 ฮาร์ดแวร์

1. เครื่องจักรและอุปกรณ์ของโรงงาน ได้แก่ สถานีงาน (workstations), ส่วนทำงาน (cells), ระบบ DNC/FMS, อุปกรณ์เคลื่อนย้ายชิ้นงานและเครื่องมือ (work and tool handling devices), อุปกรณ์กักเก็บ (storage devices), เซนเซอร์ (sensors) และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภาย ในโรงงาน (shopfloor data collection devices) เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์, ตัวควบคุม, ระบบ CAD/CAM, สถานีงานและสถานีย่อย (terminals), เครื่องพิมพ์, พล็อตเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ, โมเด็ม, สายเคเบิลและขั้วต่อ ฯลฯ

2.1.4.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์มีอยู่หลากหลายชนิดตัวอย่างคือ โปรแกรม MIS (Management Information System), บริหารการขาย, การตลาด, การเงิน, จัดการฐานข้อมูล, การออกแบบ, การวิเคราะห์,การจำลองแบบ, Communication, Monitoring, ควบคุมการผลิต, Manufacturing area control, Job tracking, สินค้าคงคลัง, บาร์โค้ด, สั่งซื้อ, สายพานลำเลียง, Device driver, วางแผนกระบวนการ, บริหารสาธารณูปโภคของโรงงาน

2.1.5 คอมพิวเตอร์ที่ใช้กับระบบ CIM

การเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นขนาดใดนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลและ ความต้องการความเร็วในการประมวลผล โดยปกติแล้วในระบบ CIM สามารถเลือกใช้คอมพิวเตอร์ได้ทั้งสามประเภทคือ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล, มินิคอมพิวเตอร์ และเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ โดยประเภทแรกมักจะอยู่ตามสถานีงานย่อย ๆ และมีการใช้งานในลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้งาน (users interact) ใช้ขณะที่สองประเภทหลังจะใช้เป็นคอมพิวเตอร์ในการดูแลและควบคุม (supervisory computers)

โดยทั่วไปแล้วเราต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะ นำมาใช้กับระบบ CIM ที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. ความสามารถที่จะใช้ได้กับซอฟต์แวร์ทูล ชนิดพิเศษได้หลาย ๆ อย่าง เช่น Oracle, Ingres, Cybase, Informix, Progress และอื่น ๆ

2. ใช้ได้กับโปรแกรมหลาย ๆ ภาษา (Language compatibility) เช่น ภาษา C, C + +, Cobol Fortran และอื่น ๆ

3. มีสมรรถนะสูง, เชื่อถือและวางใจได้ สามารถประมวลผลหรือกระทำการตามสั่งได้อย่างรวดเร็ว แม้จะมีข้อมูลอย่างมากมาย

4. เข้ากันได้กับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ เมื่อถูกต่อเข้ากับระบบเครือข่ายและระบบการสื่อสาร

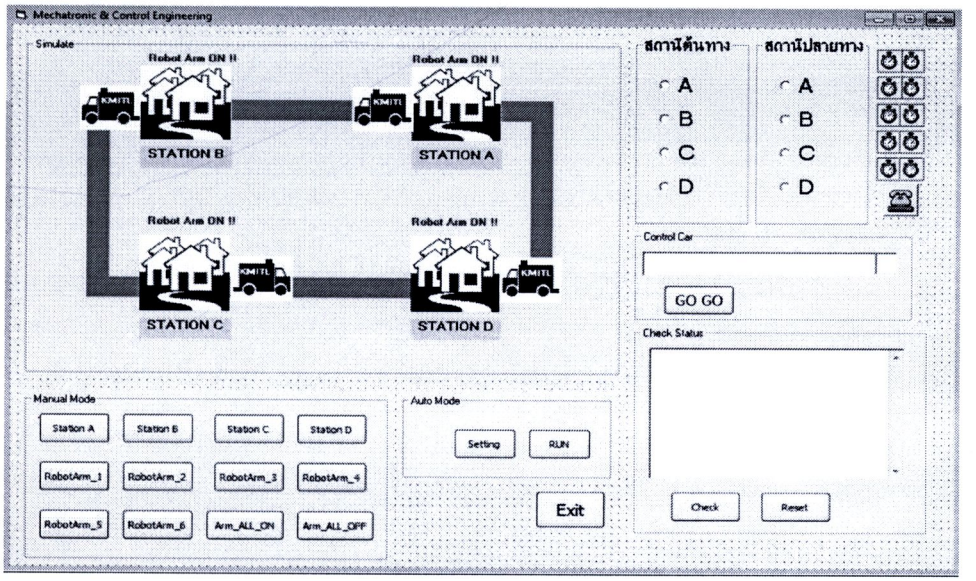
5. แสดงภาพกราฟิกได้อย่างรวดเร็วและสวยงาม

6. ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการทั้ง UNIX และ MS-DOS และสามารถแชร์ไฟล์กันได้ทั้ง MS-DOS และ UNIX programs เป็นต้น

2.2 แบบจำลองระบบ CIM ในโครงงานนี้

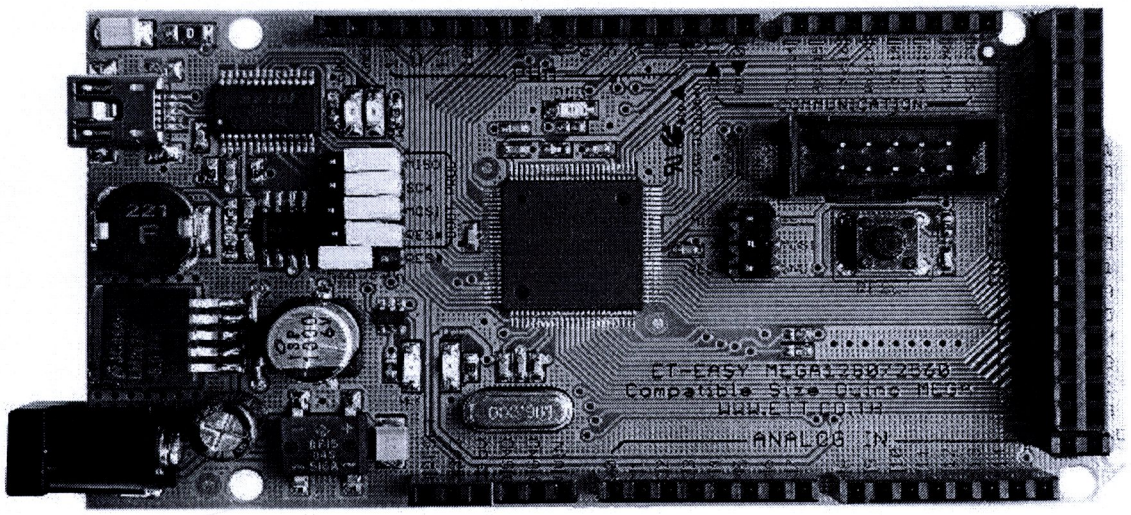
ในแบบจำลองการลำเลียงนี้จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ที่ใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ตัวไมโครคอลโทรลเลอร์ทำงาน ซึ่งแบบจำลองนี้ประกอบไปด้วย

1. ส่วนมอนิเตอร์ ใช้ ET-EASYMEGA 1280 เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงผลการทำงานทั้งหมดของระบบ และใช้ในการควบคุมระบบลำเลียง



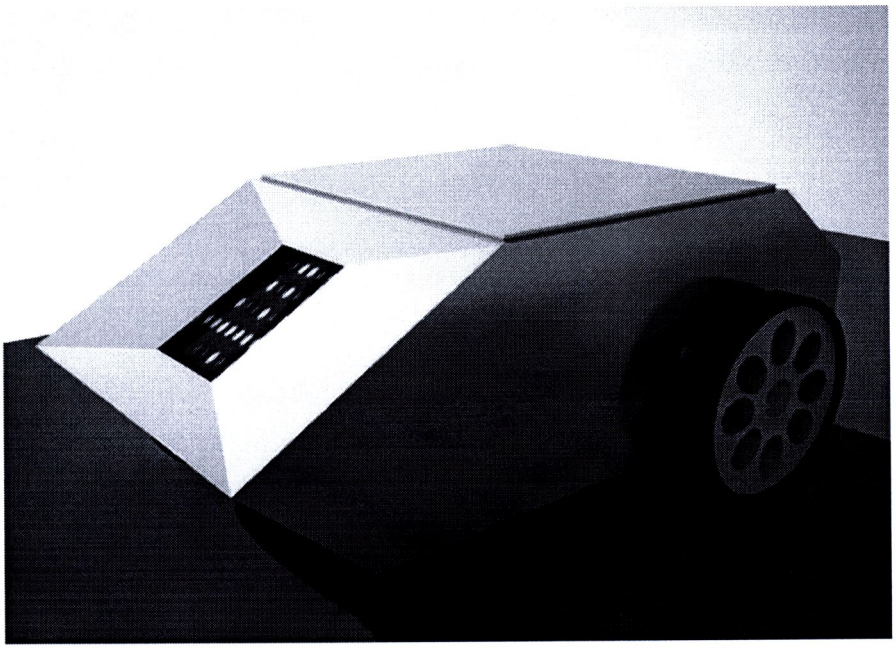
รูปที่ 2.4 จอมอนิเตอร์แสดงผลการทำงานของระบบ

2. ส่วน Main Controller ใช้ บอร์ด Et-easy mega1280 ทำหน้าที่ ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดในระบบลำเลียง คือ รถ, แขนกล และการรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีต่างๆ



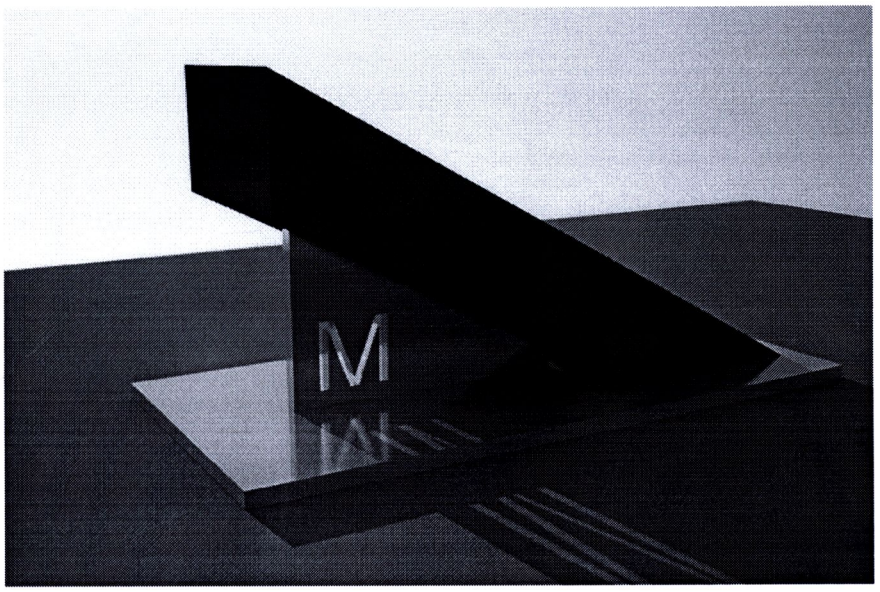
รูปที่ 2.5 Main Controller ควบคุม และ สั่งการแต่ละสถานี

3. ส่วนรถลำเลียง ใช้ PIC16F690 ทำหน้าที่ขนส่งสิ่งของ ไปยังสถานีต่างๆในระบบลำเลียง



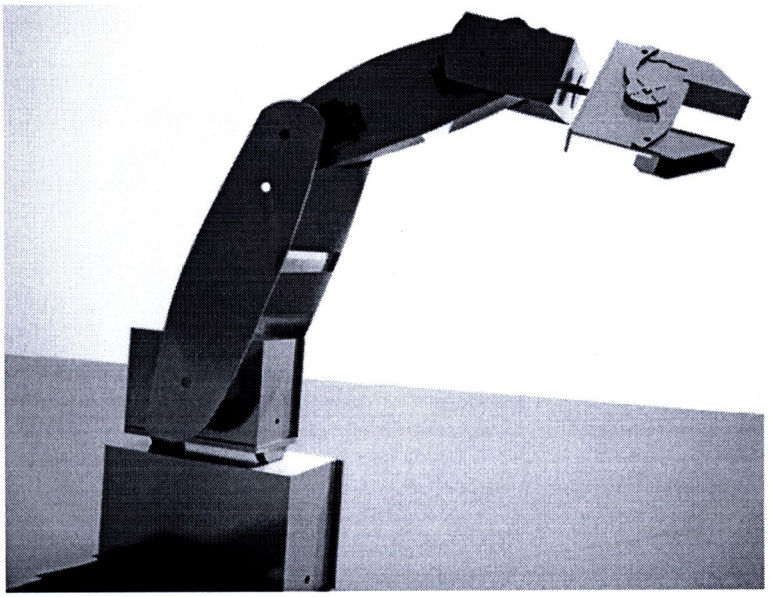
รูปที่ 2.6 รถขนส่งสิ้นค้าขนส่งสินค้าระหว่างสถานี

4. ส่วนสถานี ใช้ PIC16F690 ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลจาก Main Controller และตรวจเช็คเงื่อนไขคำสั่งจากรถขนส่งสินค้า



รูปที่ 2.7 สถานีขนส่งสินค้า

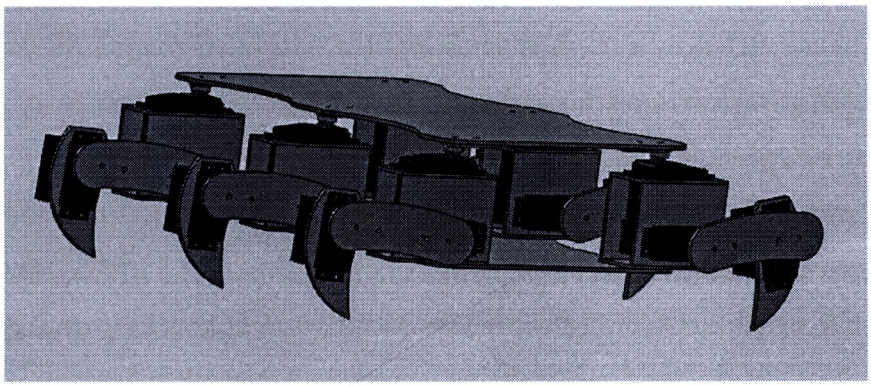
5. ส่วนแขนกล ใช้ ET-EASY168STAMP ทำหน้าที่ เคลื่อนย้ายชิ้นงาน ระหว่างรถลำเลียง และสถานี



รูปที่ 2.8 แขนกลเคลื่อนย้ายชิ้นงาน

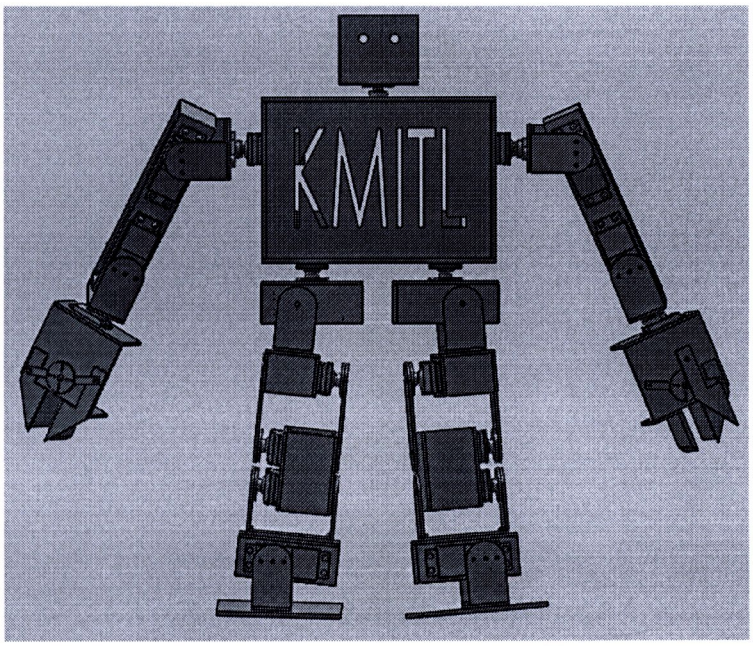
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

6. หุ่นยนต์แมลงหกขาใช้ ET-EASY168 STAMP เป็น Controller ทำหน้าที่ลำเลียงสินค้าในระบบ



รูปที่ 2.9 โครงสร้างหุ่นยนต์แมลง 6 ขา

7. หุ่นยนต์สองขาใช้ ET-EASY168 STAMP เป็น Controller ทำหน้าที่ลำเลียงสินค้าในระบบ



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 7 ธ.ค. 2553
เลขทะเบียน 190937
เลขเรียกหนังสือ

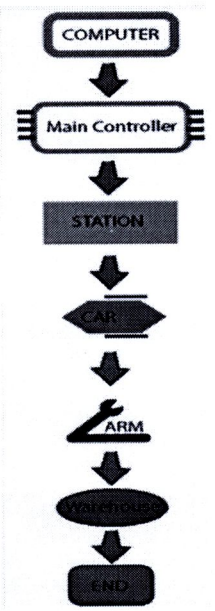
รูปที่ 2.10 โครงสร้างหุ่นยนต์สองขา

2.3 การติดต่อสื่อสารกันของระบบ

ในการติดต่อกันระหว่างรถกับสถานีเราใช้หลักการของวงจรอินฟาเรด ตัวส่ง คือ หลอดอินฟาเรด และ ตัวรับ คือ โมดูลรับสำเร็จรูป (3ขา) จะส่งด้วยความถี่ประมาณ 40KHz ประโยชน์เพื่อเป็นความถี่หลักในการตรวจรับว่าเป็นสัญญาณตัวจริงไม่ใช่สัญญาณรบกวน ตัวรับแบบโมดูล (3ขา) โมดูลจะรับสัญญาณที่กระพริบด้วยความถี่ประมาณ 40KHz ถ้าตรงก็จะให้เอาท์พุทที่ขาเอาท์พุทเป็น 0 หลักการของมันก็มีแค่ส่งแสงอินฟราเรดไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ถ้าพบวัตถุนั้นก็จะสะท้อนแสงกลับมายังตัวรับ โดยจะติดตั้ง ตัวรับและส่งสัญญาณนี้ไว้ที่ รถ กับ สถานี อย่างละ1ชุด

ส่วนการติดต่อกันระหว่าง Main Controller กับสถานีนั้นเราใช้สายแพในการรับส่งข้อมูล โดย Main Controller จะทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลไปยังสถานี เพื่อสั่งการว่าให้รถที่มาจอดเคลื่อนที่ไปสถานีใดต่อไป และการติดต่อกันระหว่าง Main Controller กับ Computer จะใช้สาย USB ในการเชื่อมต่อ เพื่อที่จะส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Main Controller ซึ่ง Main Controller จะสั่งการไปยังสถานีนั้นๆ

การทำงานระหว่างแขนกลกับรถ จะแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านตัว Main controller เช่นกัน แต่ตัวแขนกลเอง จะใช้ AVR ATmega168 เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้โปรแกรม Arduino เขียนคำสั่งโดยใช้ภาษาซี ซึ่งแขนกลจะทำงานสัมพันธ์กับรถ โดยใช้การหน่วงเวลาเมื่อทำงานแบบ Automatic

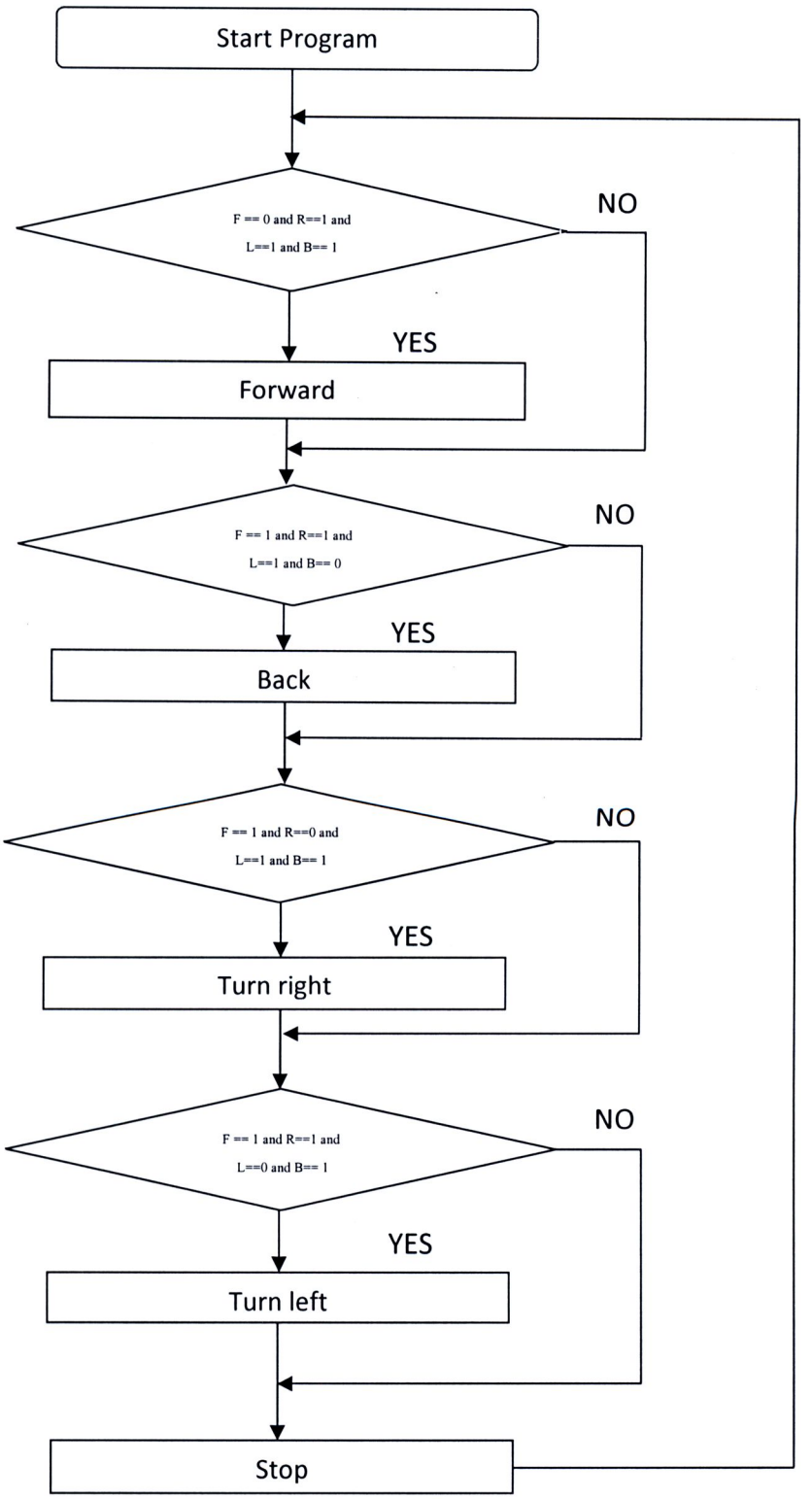


รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการทำงาน

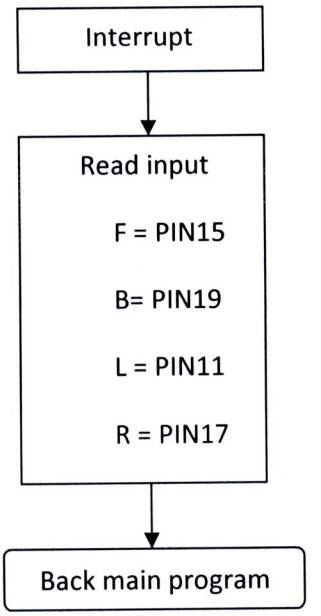
2.3.1 การประยุกต์ใช้งาน

งานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองการลำเลียงสินค้าด้วยรถขนส่งและแขนกลแบบอัตโนมัติ โดยมีการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ซึ่งโรงงานในปัจจุบันระบบในโรงงานจะถูกสั่งงานด้วยคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ แบบจำลองนี้ จึงเป็นไปได้มากในอนาคตที่จะมีการพัฒนานำเข้าไปประยุกต์ใช้งานจริงในโรงงานอุสาหกรรม เพื่อลดปริมาณคน ความปลอดภัย เวลา และเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

3.3.1.10 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง 6 ขา



รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง 6 ขา (Flow Ground)



รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง 6 ขา (Back Ground)