ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

การขึ้นรูปงานงานแกะสลักไม้โดยหุ่นยนต์

WOOD PRODUCTION BASE ON ROBOTICS

นายประพฤทธินันท ศรีบุญเรือง รหัส 48370570

นายพงศกร กระทง รหัส 48370594

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 17 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 15062913
เลขเรียกหนังสือ ม.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว313 ก 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การขึ้นรูปงานแกะสลักไม้ด้วยหุ่นยนต์	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายประพฤทธินันท ศรีบุญเรือง	รหัส 48370570
	นายพงศกร กระทง	รหัส 48370594
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร. กวิน สนธิเพิ่มพูน	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2551	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(รศ.ดร. กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ
(อ. ธนา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ
(อ. ศรีสัจจา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ
(อ. วัฒนชัย เยาวรัตน์)

.....กรรมการ
(อ. เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

หัวข้อโครงงานวิจัย	การขึ้นรูปงานแกะสลักไม้โดยหุ่นยนต์		
ผู้ดำเนินการ	นาย ประพฤทธินันท	ศรีบุญเรือง	รหัส 48370570
	นาย พงศกร	กระทง	รหัส 48370594
ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย	รศ.ดร.กวิน	สนธิเพิ่มพูน	
ที่ปรึกษาโครงงานวิจัยร่วม	ครูช่าง ไพรัช	แสงผ่อง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2551		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ศึกษาถึง การขึ้นรูปงานแกะสลักไม้โดยหุ่นยนต์ โดยอาศัยโปรแกรม ART CAM PRO 9 ช่วยในการออกแบบชิ้นงานแกะสลัก ซึ่งค่าที่ได้จากการออกแบบนั้นจะถูกแสดงผลเป็นค่า G - Code ที่มีค่าความละเอียดที่สูงแล้วจะนำข้อมูลที่ได้ไปเปลี่ยนแปลงโดยใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นจาก Visual Basic for Application ให้มีรูปแบบของคำสั่งและข้อมูลพิกัดตำแหน่งให้สามารถใช้เป็นโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้

ผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรมสามารถควบคุมทิศทางและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ตามที่ออกแบบและวางแผนไว้ แต่การเคลื่อนที่จะอยู่ในระบบ 3 แกน X Y Z เท่านั้น เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ออกแบบชิ้นงานแกะสลัก สามารถสร้างทางเดินของเครื่องมือได้เพียง 3 แกน

Project Title	Wood Production Base on Robotics
Name	Mr. Praplitinun Sriboonruang ID. 48370570
	Mr. Pongsakorn Gratong ID. 48370594
Project Advisor	Assit.Prof.Dr.Kawin Sonthipermpoon
Co – Project Advisor	Mr. Pirat Sangpong
Major	Industrial Engineering
Department	Industrial Engineering
Academic Year	2009

Abstract

The study of forming to woodcarving by Robot used to ART CAM PRO 9 program display the value G code, its high to resolution. So that, data transfers by the Visual basic for Application have to controlling the robot factory by the command and position data. Program test be able to the direction and position moving to design and planning respectively. At the sometime, the position have to 3-dimension (x,y,z) because tool build to 3 dimension used by forming woodcarving program.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานวิจัยนี้ สำเร็จไปได้ด้วยดีเพราะได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนจากหลาย ๆ บุคคลซึ่งถ้าปราศจากบุคคลเหล่านี้แล้วโครงงานวิจัยนี้คงไม่ประสบผลสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เป็นแรงผลักดันและสนับสนุน ให้ลูกได้ศึกษาเล่าเรียน เป็นที่ปรึกษาและคอยให้กำลังใจในยามเหนื่อยและท้อแท้ เป็นเบื้องหลังของความสำเร็จทั้งมวล

ขอขอบพระคุณ อ. กวิน สนธิเพิ่มพูน, อ. ธนา บุญฤทธิ์, อ. ศรีสัจจา บุญฤทธิ์, อ. เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น, ครูช่าง ไพรัช แสงผ่อง , คุณ ศิระ สงทองและคุณ กฤษนัย อินพร้อม จากบริษัท โรโบแมค ซิสเต็มส์ จำกัด , คุณอำนาจ เรืองจักษุนนท์ ที่คอยให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในเรื่องโครงงานวิจัย และอีกหลาย ๆ ด้าน

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นาย ประพฤทธินันท ศรีบุญเรือง
นาย พงศกร กระทง
มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.6 แผนการดำเนินงาน 3

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4

2.1 นิยามของหุ่นยนต์ (Robotics definition) 4

2.2 ระบบการทำงานของหุ่นยนต์ (Robot Operation System) 5

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและการผลิต (CAD/CAM) 32

2.4 องค์ประกอบของโปรแกรม 41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 46

3.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125..... 46

3.2 ศึกษาระบบควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125..... 46

3.3 ศึกษาการใช้โปรแกรมในการเขียนแบบและช่วยในการผลิต (CAD/CAM)..... 46

3.4 ศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลระบบพิกัดตำแหน่งจากโปรแกรม (CAD/CAM) เข้าสู่ระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125..... 46

3.5 สรุปผลการดำเนินงานและนำเสนอผลงาน..... 46

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 48

4.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125..... 48

4.2 ศึกษาระบบควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125..... 51

4.3 การใช้โปรแกรม ART CAM PRO 9 ช่วยในการออกแบบชิ้นงาน..... 54

4.4 ศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลระบบพิกัดตำแหน่งจากโปรแกรม (CAD/CAM) เข้าสู่ระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125..... 75

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย..... 84

5.1 วิเคราะห์ผลการวิจัย 84

5.2 สรุปผลการวิจัย 84

5.3 Flow Chart ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 85

5.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวิจัย 86

5.5 ข้อเสนอแนะ 86

เอกสารอ้างอิง 96

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงการทำงานของจุดต่อ (Joint)ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....	11
2.2	แสดงแกนของหุ่นยนต์ประเภทต่าง ๆว่ามีการทำงานของจุดต่อเป็นอย่างไร.....	11
2.3	แสดงข้อดีข้อเสียของCartesian (gantry) Robot.....	12
2.4	แสดงการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ชนิดต่าง ๆ.....	18
2.5	แสดงคุณสมบัติการเคลื่อนที่ของ Planetary Gear.....	22
2.6	แสดงเปรียบเทียบชนิดของ Actuator.....	25
2.7	รูปแบบของคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ และ NC โปรแกรมเมื่อเปรียบเทียบกัน.....	41
2.8	แสดงตัวอย่าง NC โปรแกรม.....	42
2.9	แสดงการสรุปผลขององค์ประกอบของโปรแกรม.....	43
4.1	แสดงค่ามุมองศาที่เคลื่อนที่ได้ในทิศทาง + และ – ของแกนทั้ง 6.....	50
4.2	ค่าที่แสดงบน Monitor ในระบบ Cartesian.....	51
4.3	ค่าที่แสดงบน Monitor ในระบบ Joint.....	51
4.4	ค่าที่แสดงบน Monitor ในระบบ Incremental.....	51
4.5	แสดงค่าพิกัดที่เรากำหนดไว้ใน Program การเคลื่อนที่ใน file AET1.DAT.....	54

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการเปรียบเทียบสรีระของมนุษย์กับหุ่นยนต์	5
2.2	แสดง Robot Work cell	6
2.3	แสดงสัญลักษณ์โครงสร้างของหุ่นยนต์ตามมาตรฐาน VDI 2861	7
2.4	ตัวอย่างสัญลักษณ์ kinematic โดยสอดคล้องกับโครงสร้างของหุ่นยนต์จริง	8
2.5	ข้อต่อแบบหมุน และแบบเคลื่อนไหวแนวตรง	8
2.6	แสดงแกนทั้ง 6 แกนของหุ่นยนต์	9
2.7	แสดงหุ่นยนต์ที่มี degree of freedom เท่ากับ 5	9
2.8	แสดง Gripper ชนิดการเปิด/ปิด	10
2.9	แสดง Work Envelope ของหุ่นยนต์	10
2.10	Gantry Robot	12
2.11	แสดง Work Envelope ของ Gantry Robot	13
2.12	แสดงหุ่นยนต์ชนิด Cylindrical และ Work Envelope	13
2.13	แสดงหุ่นยนต์ชนิด Spherical และ Work Envelope	15
2.14	แสดงหุ่นยนต์ชนิด Revolute และ Work Envelope	15
2.15	แสดงหุ่นยนต์ชนิด SCARA และ Work Envelope	16
2.16	แสดงหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่ได้ Mobile Robot	17
2.17	แสดงส่วนประกอบทางกลของหุ่นยนต์	19
2.18	แสดงระบบเบรกทางกล	20
2.19	แสดงตัวอย่างวงจรที่ควบคุมการทำงานของเบรก	21
2.20	แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Planetary Gear	21
2.21	แสดง Planetary Gear โดยมี Holder Carrier	22
2.22	แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Harmonic Drive	23
2.23	แสดงลำดับการทำงานของ Harmonic Drive	24
2.24	แสดงตัวอย่าง Optical Rotary Encoder	25
2.25	แสดงระบบของหุ่นยนต์ที่ประกอบด้วย Controller และ Mechanical Unit	26
2.26	แสดง Emergency Stop ที่ Teach Pendant	26
2.27	แสดงตัวอย่างของ Emergency Stop ที่อาจติดตั้งภายนอก work cell	27
2.28	แสดงส่วนประกอบภายใน Control Unit	27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.29	แสดง I/O Card Block Diagram และตัวอย่างการใช้งาน.....	28
2.30	แสดงองค์ประกอบของ Work cell และ Application.....	29
2.31	แสดงองค์ประกอบของการควบคุม.....	29
2.32	แสดง Block Diagram ของระบบการควบคุมแบบเปิด.....	30
2.33	แสดง Block Diagram ของระบบการควบคุมแบบปิด.....	31
2.34	แสดง Block Diagram ของการควบคุมตำแหน่งตำแหน่งหุ่นยนต์.....	31
2.35	กระบวนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต (CAD/CAM Process).....	32
2.36	ส่วนของฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นสำหรับระบบ CAD.....	33
2.37	การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักร NC Machine Tool.....	34
2.38	การใช้ฐานข้อมูลร่วมกันของระบบ CAD/CAM ในงานอุตสาหกรรม.....	35
2.39	การใช้ CAD/CAM ในกระบวนการผลิตตัด.....	35
2.40	การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับการผลิต (CIM).....	36
2.41	องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ.....	37
2.42	องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยผลิต.....	37
2.43	แสดงทางเดินของ Tool ในโปรแกรม Smart CAM.....	38
2.44	แสดงทางเดินของมีดตัด (Tool path) ในโปรแกรม Smart CAM.....	38
2.45	โครงสร้างของ Postprocessor.....	39
2.46	เครื่องวัดจุดโคออร์ดิเนต (CMM).....	40
2.47	ตัวอย่างของโปรแกรม NC.....	41
2.48	ตัวอย่างโค้ดต่างๆ ที่ใช้ใน โปรแกรมเอ็นซี.....	42
4.1	แสดง Key บน Tech Pandant ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	48
4.2	แสดงผลการทดลองการเคลื่อนที่ในทิศทาง + และ – ตั้งแต่แกน A1 ถึง A6.....	49
4.3	แสดงตำแหน่งพิกัด 0 ,0 ,0 ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....	50
4.4	แสดงตำแหน่งที่ Robot เคลื่อนที่ไปยังจุดที่กำหนด.....	52
4.5	แสดงหน้าจอแสดงผลของตำแหน่งที่เรากำหนดไป.....	52
4.6	แสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของ Robot เมื่อสั่งเดินตามโปรแกรมโดยอัตโนมัติ.....	52
4.7	แสดงชื่อ file name AET1.DAT ในหน้าจอแสดงผล.....	53
4.8	แสดงหน้าจอแสดงผลเมื่อเราคลิกเข้าไปใน File AET1.DAT.....	53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.9	หน้าเริ่มต้นโปรแกรม ART CAM PRO 9.....	54
4.10	นำไฟล์ภาพลงในโปรแกรม ART CAM PRO 9.....	55
4.11	การตั้งค่า Set Model Size.....	55
4.12	การทำเมนูคำสั่ง Vectors From Bitmap.....	56
4.13	หน้าต่างการใช้งานเมื่อกดคลิกที่เมนูคำสั่ง Vectors From Bitmap.....	56
4.14	การแสดงผลของโปรแกรมเมื่อกดใช้คำสั่ง Vectors From Bitmap.....	57
4.15	ภาพหลังจากการทำ Copy Bitmap Vectors.....	57
4.16	แสดงโครงสร้างของเส้นรอบตัวช้างที่ทำการลบส่วนที่ไม่ต้องการออกไป.....	58
4.17	การย้าย Layer ลงมาซ้อนทับพอดีกับรูปต้นแบบ.....	58
4.18	แสดงการ Shape Editor.....	59
4.19	แสดงค่าที่ที่กรอกลงในหน้าต่างคำสั่ง Shape Editor.....	59
4.20	แสดงหน้าต่างของมุมมองภาพ 3D.....	60
4.21	Shape Editor ส่วนขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่แก้ไข แล้ว.....	60
4.22	การแสดงผลเป็นภาพ 3D.....	61
4.23	แสดงหน้าต่างเลือกคำสั่ง Toolpaths.....	61
4.24	แสดงเมนูคำสั่ง Roughing.....	62
4.25	แสดงเมนูคำสั่ง Roughing Tool.....	62
4.26	แสดงการเลือกขนาด Tool สำหรับแกะชิ้นงานไม้.....	63
4.27	แสดงการ Edit Tool.....	63
4.28	แสดงหน้าต่างหลังจากEdit Tool เสร็จแล้ว กด Select.....	64
4.29	กำหนดค่า Material Setup.....	64
4.30	แสดงการกำหนดรูปแบบการเดินของเครื่องมือตัด.....	65
4.31	แสดงการทำ Simulation Toolpath.....	65
4.32	แสดงการใช้คำสั่ง Simulation Control เพื่อจำลองการกัดชิ้นงานจริง.....	66
4.33	รูปชิ้นงานจริงหลังจากการทำ Simulation บนรูปแบบการทำงานแบบ Roughing.....	66
4.34	แสดง Save Toolpaths.....	67
4.35	แสดงการบันทึก file name ชื่อ End Mill 6โดย Save as type เป็นชนิด Apex (*.cnc)..	67

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.36	แสดง CNC – CODE ที่ได้จากการทำ Toolpaths ครั้งแรก ที่เป็นการทำงานแบบ Roughing	68
4.37	แสดงเมนูคำสั่ง Machine Relief	69
4.38	แสดงเมนูคำสั่ง Machine Relief Tool	69
4.39	แสดงเมนูคำสั่ง Tool Database	70
4.40	แสดงการ Edit Tool	70
4.41	แสดงหน้าต่างหลังจาก Edit Tool เสร็จแล้ว กด Select	71
4.42	แสดงหน้าต่างหลังจาก Edit Tool เสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือกดคำสั่ง Now	71
4.43	แสดงการใช้คำสั่ง Simulation Control เพื่อจำลองการกัดชิ้นงานจริง	72
4.44	รูปชิ้นงานจริงหลังจากการทำ Simulation บนรูปแบบการทำงานแบบ Machine Relief	72
4.45	แสดง Save Toolpaths	73
4.46	แสดงการบันทึก File name ชื่อ Ball Nose 3 โดย Save as type เป็นชนิด Apex (*.cnc)	73
4.47	แสดง CNC – CODE ที่ได้จากการทำ Toolpaths ที่เป็นการทำงานแบบ Machine Relief	74
4.48	แสดงการนำข้อมูลมาใส่ในโปรแกรม VBA	77
4.49	แสดงการแปลงข้อมูลโดยใช้โปรแกรม VBA	77
4.50	แสดงข้อมูลที่แปลงเสร็จแล้วจากโปรแกรม VBA	78
4.51	แสดงการใส่แผ่น Floppy disk เข้าสู่ชุดควบคุม	80
4.52	แสดง File name AD2 ที่เราได้ทำการ Input ข้อมูลเข้าสู่ Robot	80
4.53	แสดงการ Set Tool	81
4.54	แสดงการ Set Base	81
4.55	แสดงการ Edit Tool 7 และ Edit Base 7 ลงในโปรแกรม AD2	82
4.56	แสดงรูปชิ้นงานไม้เมื่อเริ่มกัดเมื่อเริ่มเดินโปรแกรม	82
4.57	แสดงการ Run โปรแกรมที่เคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ เมื่อกัดชิ้นงานไม้	83
4.58	จะเห็นได้ว่าชิ้นงานเริ่มมีลักษณะคล้ายกับช้างมากยิ่งขึ้น	83

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.59	แสดงการกัดช้างด้วยหัวสว่าน Ball Nose 3 mm.....	83
4.60	เมื่อปัดเศษไม้ กับขี้เลื่อยออกชิ้นงานได้รูปช้างลักษณะดังรูป.....	84
5.1	แสดง Flow Chart ขั้นตอนการทำงานจนได้ชิ้นงาน.....	86

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันหุ่นยนต์ได้ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และได้ถูกนำเข้ามาแทนแรงมนุษย์เพิ่มมากขึ้นโดยครอบคลุมอุตสาหกรรมตั้งแต่โรงงานผลิตรถยนต์ เครื่องจักร หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ทำงานได้ตามคำสั่งกล่าวคือหุ่นยนต์สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการอย่างแน่นอนและหลายครั้งได้อย่างแม่นยำตัวอย่างของงานที่ใช้หุ่นยนต์ช่วยงานก็มีมากมายอาทิเช่นการประกอบชิ้นส่วนเครื่องจักร การเชื่อม การพ่นสี โดยตำแหน่งที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปปฏิบัติงานจะคงที่ตลอดเวลาและสามารถทำงานซ้ำโดยไม่มีข้อผิดพลาด จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงคำสั่ง

ในส่วนโปรแกรมชุดคำสั่ง ART CAM PRO 9 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง ซึ่งโปรแกรม ART CAM PRO 9 นี้สามารถที่จะออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ได้ทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่ได้รับการออกแบบโดยโปรแกรม ART CAM PRO 9 ได้ออกแบบให้เห็นความชัดเจนมากขึ้น พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างของชิ้นงานเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบอย่างละเอียดรายละเอียดของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่ได้รับการออกแบบสามารถดัดแปลงแก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ได้รับการออกแบบอย่างง่ายทำให้ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ผลิตขึ้นมานี้นั้น มีความสวยงาม และความสมบูรณ์ของรายละเอียดต่างๆ มากขึ้นกว่าเดิม

การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม ART CAM PRO 9 เพื่อช่วยในการผลิตชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยใช้โรบอท ในการผลิตจะช่วยการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้ชิ้นงานที่ได้มีความสวยงามและเอกลักษณ์เฉพาะตัว ช่วยให้เกิดการเพิ่มอัตราการผลิต และได้ขนาดที่เท่ากันสม่ำเสมอ และผลิตได้เป็นจำนวนมาก ๆ ทำให้เป็นข้อได้เปรียบจากคู่แข่งทางการค้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาระบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot – KR125

1.2.2 เพื่อศึกษาระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot – KR125

1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรม ART CAM PRO 9 ช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ และช่วยในการผลิต

1.2.4 เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลของโปรแกรม ART CAM PRO 9 เพื่อเข้าระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot – KR125

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 มีความรู้ความเข้าใจในการควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรมให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่เราต้องการได้

1.3.2 สามารถใช้โปรแกรม ART CAM PRO 9 ในการออกแบบชิ้นงานไม้ที่เราต้องการจะแกะสลักได้

1.3.3 มีความรู้ความชำนาญในการใช้โปรแกรม Visual Basic for Application เพื่อแปลง CODE ที่ได้จากการออกแบบโดยโปรแกรม ART CAM PRO 9 ไปเป็น CODE ที่สามารถสั่งงานให้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้

1.3.4 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาโครงงานนี้ ไปประยุกต์ใช้งานได้ในอนาคต

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 ศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot – KR125

1.4.2 ศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot – KR125

1.4.3 ศึกษาการใช้งานโปรแกรม ART CAM PRO 9

1.4.4 สามารถสั่งการให้หุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot – KR125 ทำงานโดยใช้ชุดคำสั่งโปรแกรม ART CAM PRO 9

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ทำการออกแบบชิ้นงานไม้ที่เราจะทำการแกะสลักโดยใช้โปรแกรม ART CAM PRO 9 ในที่นี้เราได้ทำการออกแบบชิ้นงานไม้เป็นรูปช้าง

1.5.2 นำ G – CODE ที่ได้จากการออกแบบชิ้นงานไม้โดยโปรแกรม ART CAM PRO 9 มาผ่านการแปลง CODE โดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Application เพื่อให้ได้ CODE ที่สามารถสั่งให้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมกัดชิ้นงานไม้ได้

1.5.3 นำ CODE ที่ได้ทำการแปลงเสร็จแล้วจากโปรแกรม Visual Basic for Application เข้าสู่ Robot

1.5.4 ควบคุมและสั่งการให้ Robot ทำงานโดยอัตโนมัติ และกัดชิ้นงานไม้ได้ขนาด และรายละเอียดตามที่ได้ออกแบบไว้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	2551						2552		
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาระบบควบคุมและสั่งงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125	■	■	■						
2. ศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125		■	■	■					
3. ศึกษาการใช้โปรแกรม (ART CAM PRO 9) ช่วยในการออกแบบผลิตชิ้นงาน			■	■	■				
4. ศึกษาการแปลงข้อมูลจากโปรแกรม (ART CAM PRO 9) ไปยังหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125					■	■	■		
5. ทำการขึ้นรูปชิ้นงานไม้ตามที่ออกแบบ และแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาด						■	■	■	■
6. สรุปการดำเนินงานและนำเสนอผลงาน								■	■

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

1. ค่าใช้จ่ายเนื่องจากการจัดซื้อโปรแกรม ART CAM PRO 9	3,000	บาท
2. ค่า Spindle สำหรับกัดชิ้นงานไม้	1,600	บาท
3. ค่าเดินทางอบรม Robot ที่บริษัท โรโบแมค ซิสเต็มส์	3,000	บาท
4. ค่าดอกสว่าน 2 ดอก	800	บาท
5. ค่าไม้สำหรับกัดชิ้นงาน , ค่าถ่ายเอกสารและทำเล่มแดง	1,860	บาท
รวมเป็นเงิน	10,260	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 นิยามของหุ่นยนต์ (Robotics definition)

หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรที่ถูกควบคุมอัตโนมัติ สามารถเขียนโปรแกรมใหม่ได้ ใช้งานเอนกประสงค์ โปรแกรมการเคลื่อนที่ต้องสามารถโปรแกรมให้เคลื่อนที่ได้อย่างน้อย 3 แกน หรือมากกว่า หุ่นยนต์อาจยึดอยู่กับที่หรือย้ายตำแหน่ง (Mobile) เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม

2.1.1 นิยามของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมของหุ่นยนต์ตามมาตรฐาน VDI 2861 Blatt1 (Definition of Industrial robot by Standard VDI 2861 Blatt1)

1. เครื่องจักรอัตโนมัติที่มีแกนหลัก 3 แกน และใช้งานทั่วไป
2. การเคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องลำดับ,ขั้นตอนและข้อต่อสามารถโปรแกรมได้อย่างอิสระโดยปราศจากการปรับเปลี่ยนทางกล
3. ถ้าจำเป็นอาจใช้เซนเซอร์
4. หุ่นยนต์ถูกติดตั้งด้วย gripper , tools หรืออุปกรณ์ทาง manufacturing อื่นๆ
5. สามารถจัดการกับงานหยิบยกหรือ manufacturing

2.1.2 นิยามของหุ่นยนต์จากสถาบันหุ่นยนต์ของสหรัฐอเมริกา (Definition of robot from The Robot of America 1997)

เครื่องจักรใช้งานแทนมนุษย์ ที่ออกแบบให้สามารถตั้งลำดับการทำงาน การใช้งานได้หลากหลายหน้าที่ ใช้เคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ ส่วนประกอบต่างๆเครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษตลอดจนการเคลื่อนที่ได้หลากหลาย ตามที่ได้ตั้งลำดับการทำงาน เพื่อสำหรับใช้ในงานหลากหลายประเภท (A Robot reprogrammable ,multifunctional manipulator designed to move materials ,parts ,tools or specialized devices through various programmed motions for the performance of a veriety of tasks.)

นิยามโดยตรงของ หุ่นยนต์ โดยสถาบันหุ่นยนต์อเมริกา ก็คือ เครื่องจักรกลทุกชนิดที่สามารถปฏิบัติงานแทนมนุษย์ได้ทุกประเภท ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งในงานที่เสี่ยงอันตรายโดยที่มนุษย์ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ตลอดจนการทำงานที่เป็นอัตโนมัติโดยตนเองหรือถูกควบคุมโดยมนุษย์ และสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานได้หลากหลาย

2.1.3 นิยามของหุ่นยนต์จากองค์การหุ่นยนต์อุตสาหกรรมญี่ปุ่น (Definition of robot from Japan Industrial Robot Association)

1. Manual Maripulators : ถูกควบคุมโดยตรงจากผู้ใช้โดยปราศจากโปรแกรมใด ๆ

2. Fixed Sequence Robot : Handling Device ,ซึ่งการเคลื่อนที่นั้นถูกจำกัด การเปลี่ยนแปลงจะทำได้ยาก

3. Variable Sequence Robot : Handling Device ,การเปลี่ยนแปลงง่ายและรวดเร็ว

4. Playback Robot : ผู้เขียนโปรแกรมสอนหุ่นยนต์โดยตรงสู่ลำดับการเคลื่อนที่ แต่ละการเคลื่อนที่คือการบันทึกลงในหน่วยความจำ(งานพ่นสี)

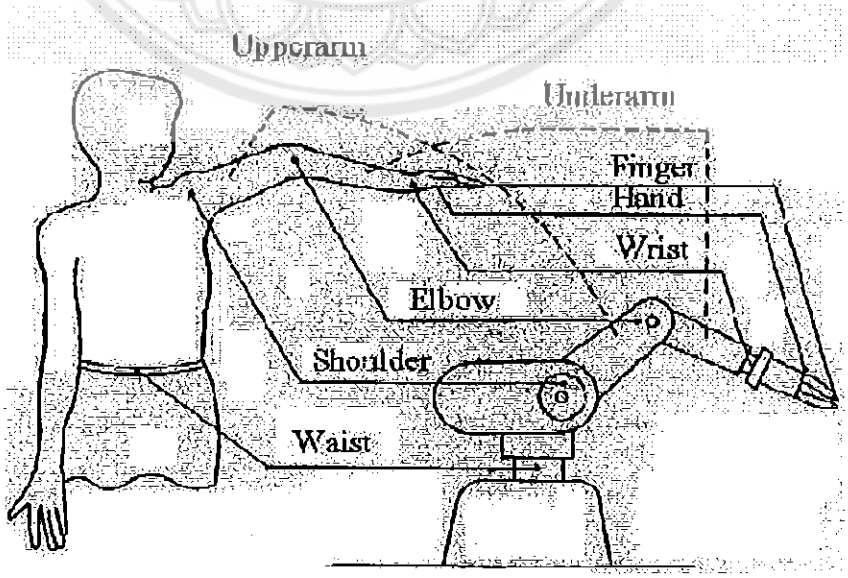
5. Numerical Control Robot : Handling Device คล้ายกับเครื่อง CNC ลำดับการเคลื่อนที่ถูกโปรแกรมโดยปุ่มสวิตซ์หรือสื่อกลางอื่นๆ

6. Interlligent Robot : หุ่นยนต์ชนิดนี้เป็นจัดอยู่ในชั้นที่สูงที่สุดถูดใช้กับอุปกรณ์ซึ่งสามารถควบคุมและโปรแกรมโดยการใช้เซนเซอร์เพื่อที่จะปรับปรุงโดยการเคลื่อนที่ในสภาพแวดล้อมหรือของชิ้นงาน

2.2 ระบบการทำงานของหุ่นยนต์ (Robot Operation System)

การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเลียนแบบร่างกายของมนุษย์โดยเฉพาะส่วนของร่างกายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ในอุตสาหกรรมเท่านั้น นั้นคือช่วงแขนของมนุษย์ ดังนั้น บางคนอาจจะได้ยินคำว่าแขนกล ซึ่งก็หมายถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

2.2.1 การเปรียบเทียบสรีระของมนุษย์กับหุ่นยนต์



รูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบสรีระของมนุษย์กับหุ่นยนต์

ที่มา : http://www.elecnet.chandra.ac.th/learn/courses/ELTC2401/unit4/robot/robot2.htm

หุ่นยนต์ที่มีลักษณะโครงสร้างมนุษย์นี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นหุ่นยนต์ชนิด Anthropomorphic , Revolute ,Jointer arm หรือ Articulated industrial robot

2.2.2 องค์ประกอบของหุ่นยนต์ (Robot Work cell)

องค์ประกอบของ Robot Work cell ประกอบด้วย

1. Robot ระบบอัตโนมัติที่มีลักษณะการรับรู้และปรับตัวต่อกระบวนการเคลื่อนที่และจัดการงาน

2. Controller ระบบคอมพิวเตอร์ที่จัดการกิจกรรมการเคลื่อนที่, การโปรแกรม, การเชื่อมต่อกับผู้ใช้และอื่นๆ

3. Periphery อุปกรณ์ที่อยู่รอบนอก เช่น Working Table ที่จับยึดชิ้นงาน

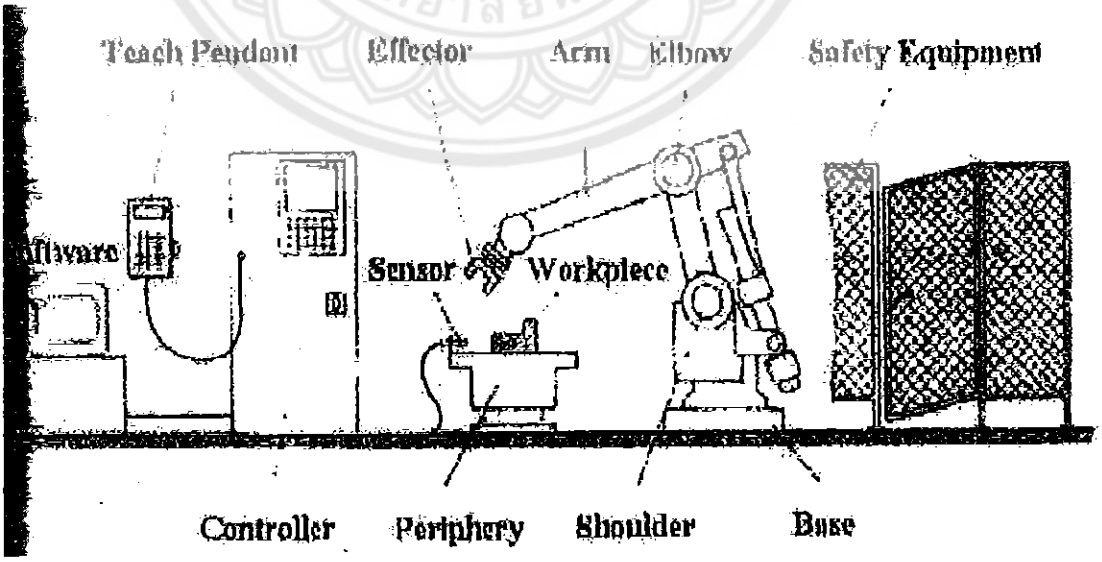
4. Teach Pendant อุปกรณ์ที่สามารถถือได้ด้วยมือ ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมให้กับหุ่นยนต์

5. Software โปรแกรมที่ทำการควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์หรือ Controller ของหุ่นยนต์

6. Sensor ส่วนประกอบทาง Hardware ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางการวัดเพื่อตรวจจับปรากฏการณ์ทางกายภาพ

7. Safety Equipment อุปกรณ์ป้องกันเหตุและเพิ่มความปลอดภัยแก่พนักงาน ในรัศมีการทำงานของหุ่นยนต์

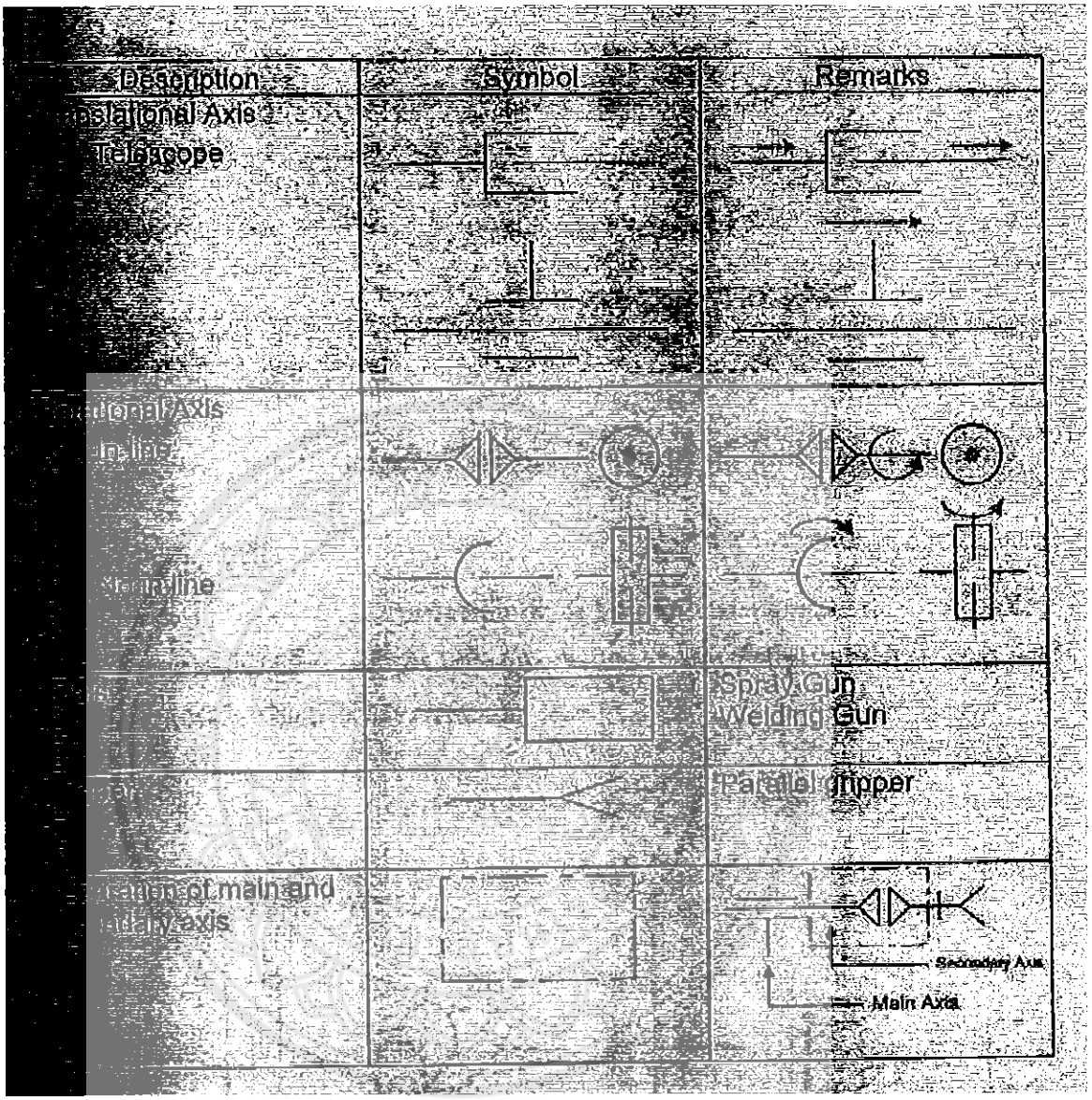
8. Work piece ชิ้นงานภายใต้กระบวนการผลิต เช่น ตัวถังรถยนต์ที่รอการเชื่อม



รูปที่ 2.2 แสดง Robot Work cell

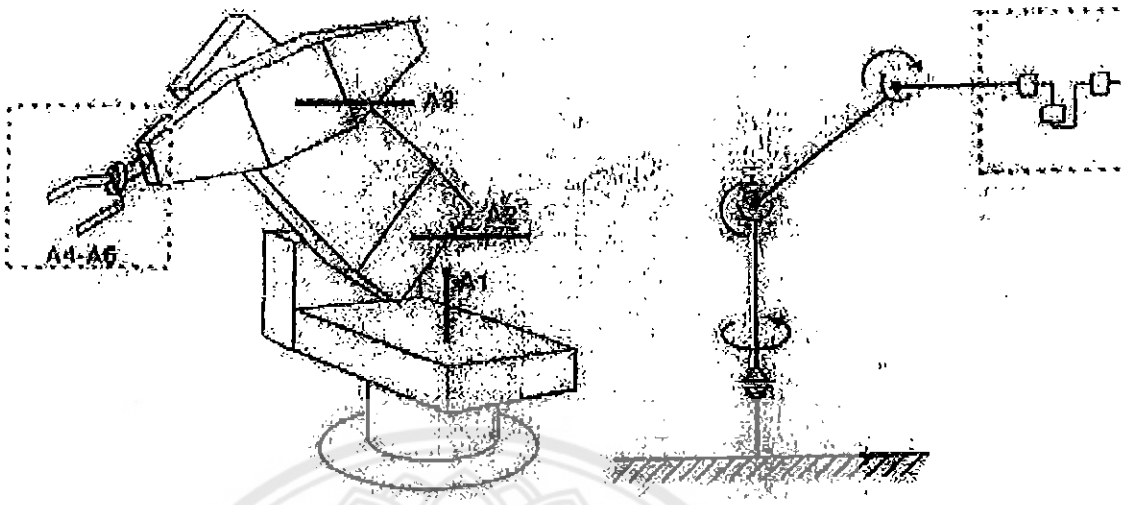
ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

2.2.3 สัญลักษณ์โครงสร้างของหุ่นยนต์



รูปที่ 2.3 แสดงสัญลักษณ์โครงสร้างของหุ่นยนต์ตามมาตรฐาน VDI 2861

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

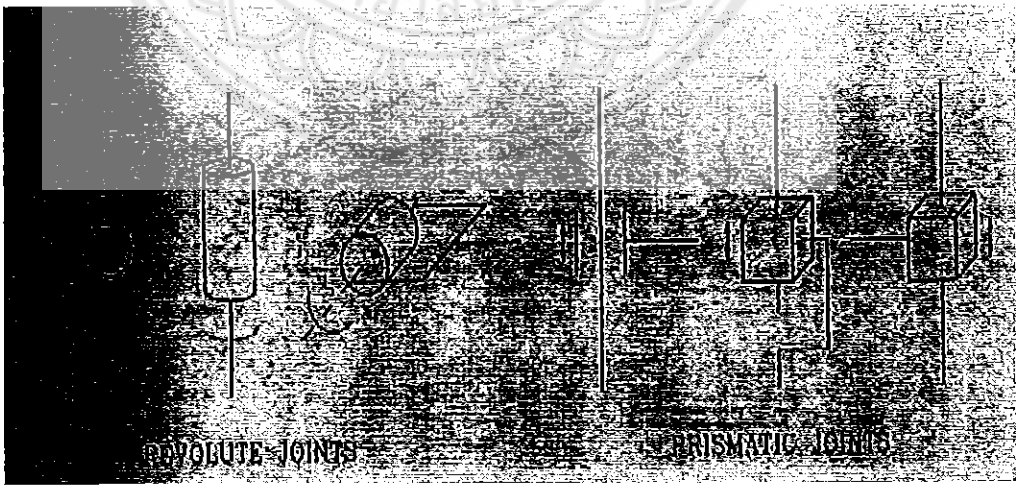


รูปที่ 2.4 ตัวอย่างสัญลักษณ์ kinematic โดยสอดคล้องกับโครงสร้างของหุ่นยนต์จริง

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

2.2.4 คำนิยามพื้นฐาน

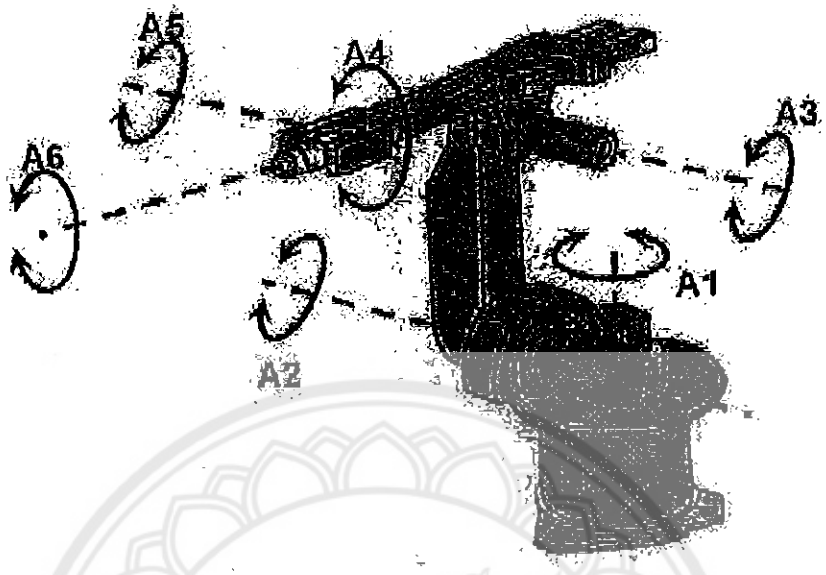
1. ข้อต่อ (Joint) คือจุดเชื่อมต่อที่สามารถเคลื่อนที่ของ 2 สมาชิก kinematic chain การเคลื่อนที่นั้นสามารถอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบ Revolute Joints และแบบ Prismatic Joints



รูปที่ 2.5 ข้อต่อแบบหมุน และแบบเคลื่อนไหวแนวตรง

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

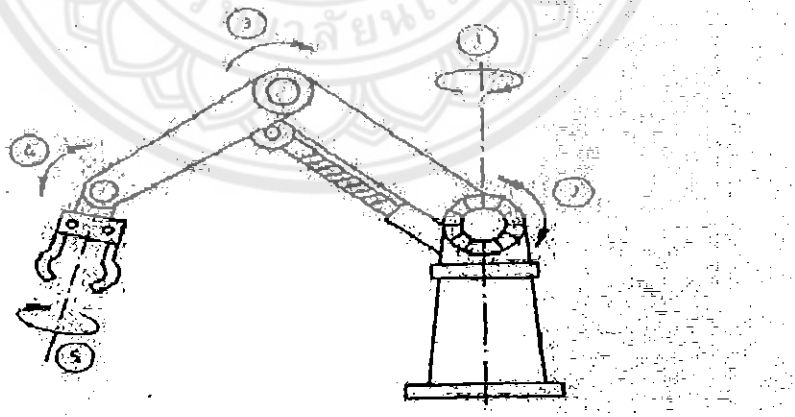
2. แกน (Axis) คือเส้นตรงอาจอิงที่ข้อต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์



รูปที่ 2.6 แสดงแกนทั้ง 6 แกนของหุ่นยนต์

ที่มา : BASIC ROBOT PROGRAMMING for KUKA System Software V5.x

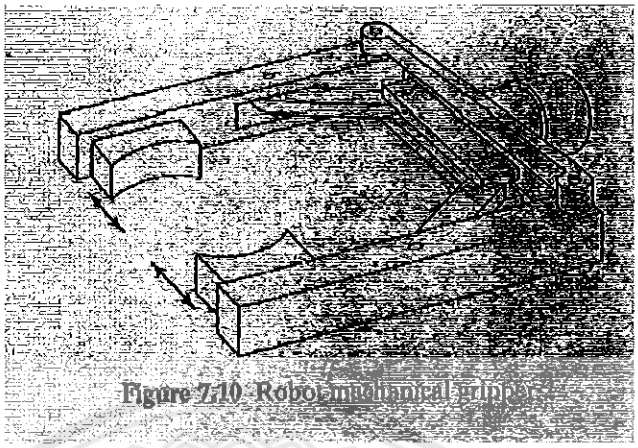
3. Degree of freedom คือจำนวนแกนการเคลื่อนที่อย่างอิสระของหุ่นยนต์ใน Work Envelope โดยที่การเปิด/ปิด ของ gripper จะไม่พิจารณาว่าเป็น degree of freedom.



รูปที่ 2.7 แสดงหุ่นยนต์ที่มี degree of freedom เท่ากับ 5

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

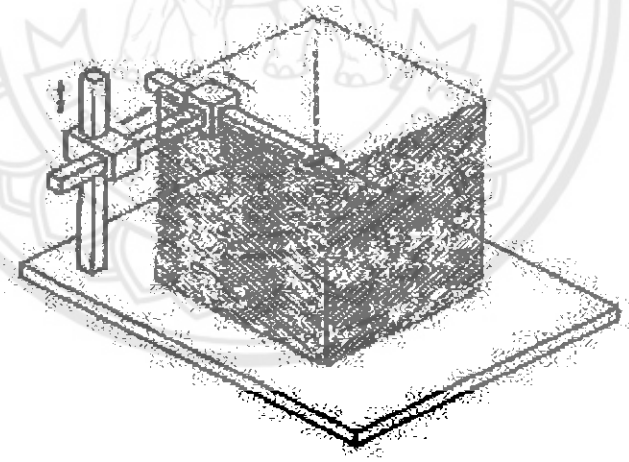
4. End Effector คือส่วนประกอบที่ติดตั้ง ที่ข้อมือของหุ่นยนต์ที่ใช้ในกระบวนการทำงาน ตัวอย่างเช่น Gripper และ Tool เป็นต้น



รูปที่ 2.8 แสดง Gripper ชนิดการเปิด/ปิด

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

5. Work Envelope คือส่วนของสภาพแวดล้อม End Effector สามารถเข้าถึงได้โดยที่ขนาดและรูปร่างขึ้นอยู่กับโครงสร้างของหุ่นยนต์



รูปที่ 2.9 แสดง Work Envelope ของหุ่นยนต์

ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

2.2.5 การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์

โดยทั่วไป การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์จะแบ่งตามลักษณะรูปทรงของพื้นที่ทำงาน (Envelope Geometric) แต่ก่อนจะอธิบายชนิดของหุ่นยนต์ ขออธิบายการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ซึ่งในขั้นพื้นฐานมี 2 ชนิด

ตารางที่ 2.1 แสดงการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ชนิด	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
Revolute (R)		เป็นการหมุนรอบแกน (Rotary)
Prismatic (P)		การเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linearmotion)

ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

จุดต่อ (Joint) ทั้ง 2 แบบเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันอย่างน้อย 3 แกนหลักจะได้พื้นที่ทำงาน (Work envelope) ที่มีลักษณะแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถนำมาแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ได้ดังต่อไปนี้

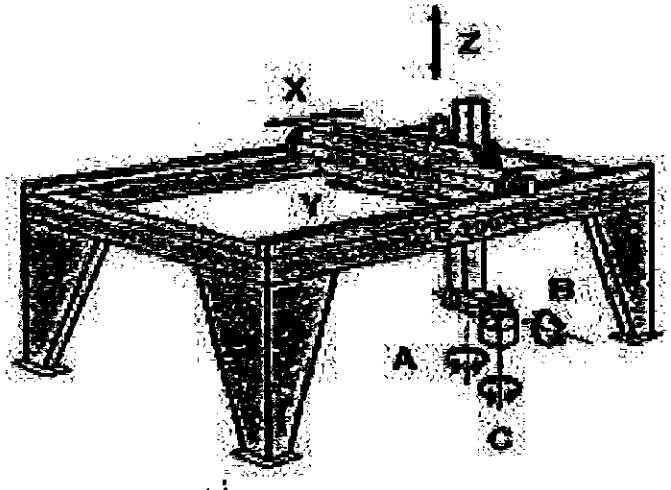
ตารางที่ 2.2 แสดงแกนของหุ่นยนต์ประเภทต่าง ๆ ว่ามีการทำงานของจุดต่อเป็นอย่างไร

ชนิดของหุ่นยนต์	แกนที่ 1 (เอว)	แกนที่ 2	แกนที่ 3 (ข้อศอก)
Cartesian (gantry)	P	P	P
Cylindrical	R	P	P
Spherical (Polar)	R	R	P
SCARA	R	P	R
Articulated	R	R	R
R = Revolute , P = Prismatic			

ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

2.2.5.1 Cartesian (gantry) Robot

แกนทั้ง 3 ของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงเส้น (Prismatic) ถ้าโครงสร้างมีลักษณะคล้าย Overhead Crane จะเรียกว่าเป็นหุ่นยนต์ (Gantry) ถ้าหุ่นยนต์ไม่มีขาตั้งหรือขาเป็นแบบอื่นเรียกว่า ชนิด Cartesian



รูปที่ 2.10 Gantry Robot

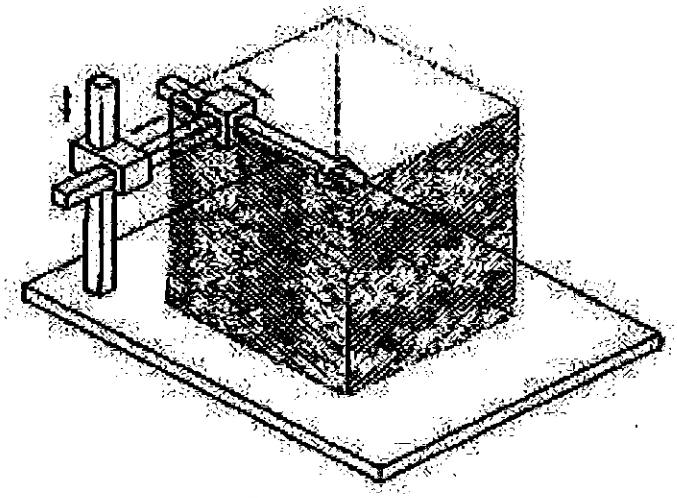
ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อดีข้อเสียของ Cartesian (gantry) Robot

ข้อดี	ข้อเสีย
- เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงทั้ง 3 มิติ - สามารถทำความเข้าใจง่าย - มีส่วนประกอบง่ายๆ - โครงสร้างแข็งแรงตลอดการเคลื่อนที่	- ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก - บริเวณที่หุ่นยนต์เข้าไปทำงานได้จะเล็กกว่าขนาดของตัวหุ่นยนต์ - ไม่สามารถเข้าถึงวัตถุจากทิศทางข้างได้ได้ - แกนแบบเชิงเส้น Seal เพื่อป้องกันฝุ่นละอองของเหลวได้ยาก

ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

การประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งแรงตลอดการเคลื่อนที่ ดังนั้น จึงเหมาะกับงานเคลื่อนย้ายของหนักๆ หรือ เรียกว่างาน Pick-and-Place เช่นใช้โหลดชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (machine loading) ใช้จัดเก็บชิ้นงาน (Stacking) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในงานประกอบ (Assembly) ที่ไม่ต้องการเข้าถึงในลักษณะที่มีมุมหมุนเช่น ประกอบอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกค์ และงาน Test ต่างๆ



รูปที่ 2.11 แสดง Work Envelope ของ Gantry Robot

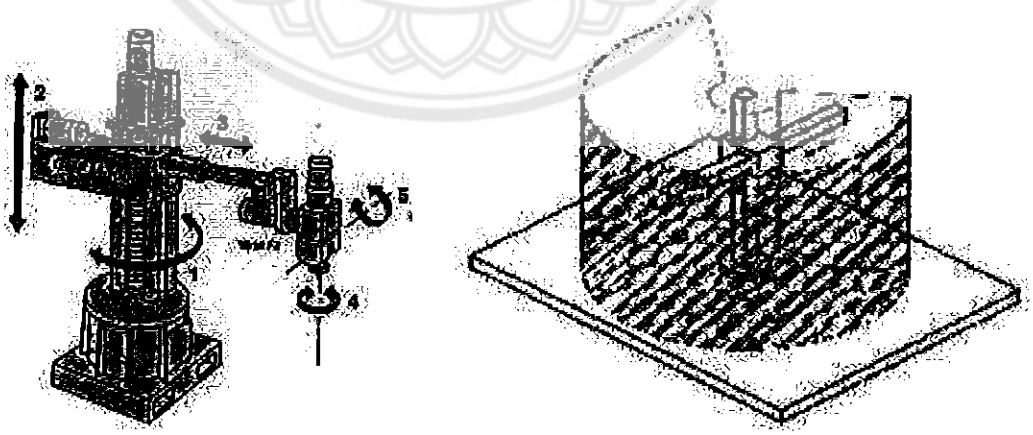
ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

Gantry ถูกใช้เมื่อยกวัตถุที่มีขนาดใหญ่มากหรือเคลื่อนที่วัตถุเป็นระยะทางยาว การใช้งานทั่วไปคือการเคลื่อนวัตถุระหว่างเครื่องจักรเป็นระทางไกล หรือรับวัตถุโรงเก็บอัตโนมัติ

หุ่นยนต์มีแกนที่มีการเคลื่อนเชิงเส้นแนวระนาบ 2 แกน X และ Y การเคลื่อนที่ในแนวดังกระทำโดยแกน Z อีก 3 แกนที่เพิ่มขึ้น A , B และ C ถูกใช้ในข้อมือเพื่อกำหนดทิศทางของ End Effector

Gantry Robot จะมีความเร่งและความเร็วที่ช้ากว่าหุ่นยนต์ส่วนใหญ่เพราะมีมวลมาก เมื่อแกน X เคลื่อนที่มวลของหุ่นยนต์ทั้งหมดต้องเคลื่อน

2.2.5.2 Cylindrical



รูปที่ 2.12 แสดงหุ่นยนต์ชนิด Cylindrical และ Work Envelope

ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

หุ่นยนต์แบบ Cylindrical Coordinate ขนาดเล็กจะถูกใช้สำหรับงานประกอบขนาดเล็กที่ต้องการความถูกต้องสูง หุ่นยนต์ขนาดใหญ่ จะถูกใช้สำหรับ Material Handling และ Machine Loading and Unloading

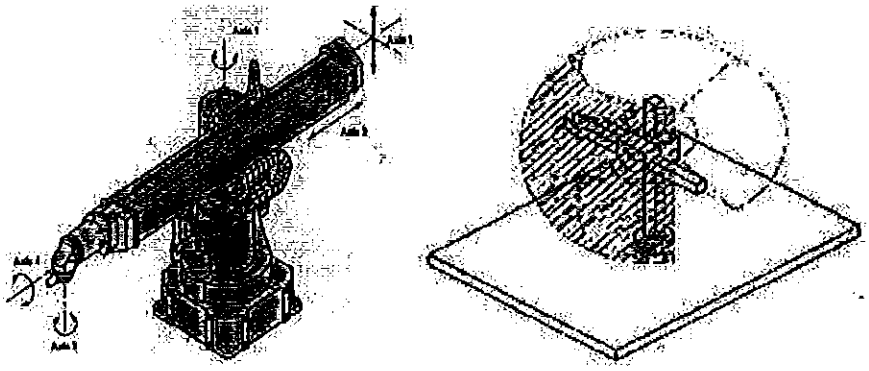
หุ่นยนต์แบบ Cylindrical Coordinate ใช้ Ball Screw และ Linear Bearing บนแกนแนวตั้ง (2) และแกน Radial (3) การหมุนจะถูกบรรจุ ผลโดยแกนแยก (1) ข้อมือสามารถถูกเพิ่มเพื่อ Provide หนึ่ง หรือ สอง Additional Axes

การใช้งานของแกนแนวตั้งให้เคลื่อนที่ ที่ราบเรียบและเร็วในทิศทางแกนตั้งสิ่งที่ต้องการในงานการประกอบและ Material Handling ดังที่อธิบายใน SCARA Robot radial Axes(3)
จะให้โรบอทหด หรือยืดอย่างเร็ว ถ้าหุ่นยนต์ Reach สู่ Low – Clearance Machine เช่น Staming Press ลักษณะของ Radial Stroke เป็นที่ต้องการ หุ่นยนต์สามารถจัดทิศทางเพื่อกด ดังนั้นเฉพาะ Radial Axis (3) เคลื่อนที่เมื่อเข้าสู่การกด หุ่นยนต์ชนิดอื่นแขนเข้าสู่อุปกรณ์ที่มุมเอียง ดังนั้นต้องการ Clearance มากกว่า Cylindrical Coordinate Robot

ข้อเสียของหุ่นยนต์แบบทรงกระบอกคือแกน Radial (3) ยื่นหลังของ Robot เครื่องมือไม่สามารถที่จะวางใกล้หุ่นยนต์เพราเมื่อหุ่นยนต์หมุน 180 องศา ส่วนหลังของ Radial Axis Housing จะขันกับอะไรก็ตามที่อยู่ในทิศทางนั้น (SCARA Robot ไม่มีปัญหานี้เพราไม่มี Housing
ของ Radial Axis)

หุ่นยนต์ชนิดนี้จะถูกใช้งานประกอบงานเบาที่ต้องการคราวเร็วสูงในอดีต แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบัน SCARA Robot กำลังจะถูกใช้แทนงานเหล่านี้ Cylindrical Coordinate Robot จะยังคงเป็น Ideal สำหรับงานยกชิ้นส่วนหนัก ๆ และใช้ในงานที่ต้องการ Work Envelope ขนาดใหญ่

2.2.5.3 Spherical



รูปที่ 2.13 แสดงหุ่นยนต์ชนิด Spherical และ Work Envelope

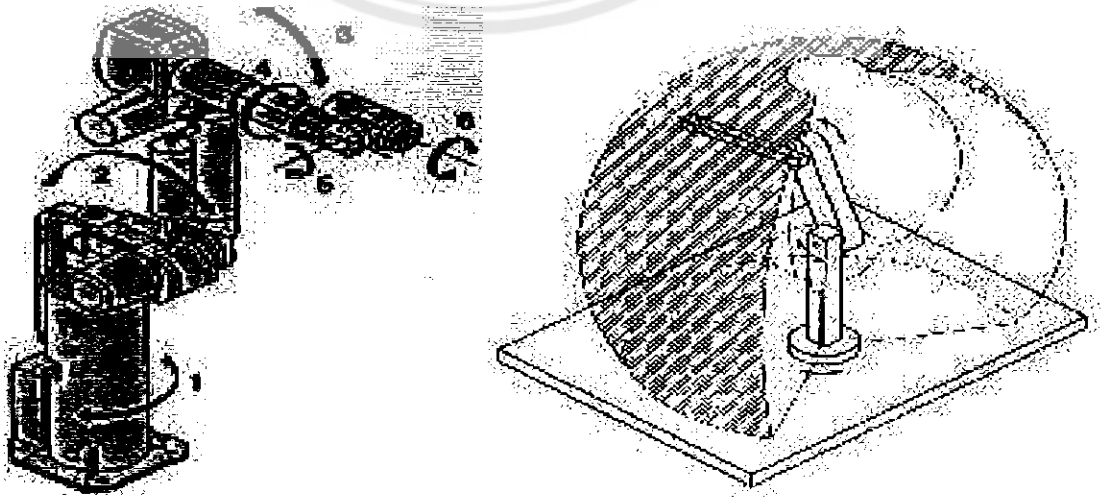
ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

เป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมชนิดแรกที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย จะถูกใช้กำลังโดยกระบอกสูบไฮโดรลิกหุ่นยนต์ชนิดนี้มี Work Envelope แบบทรงกลม หุ่นยนต์จะมีจุดยึดที่จุดศูนย์กลางของการหมุนและการเคลื่อนที่แนวตั้งแกน Radial จะเคลื่อนที่เข้าและออกในแนวตรงที่จุดศูนย์กลางของหุ่นยนต์ข้อมือหนึ่งหรือ 2 แกนถูกใช้เพื่อจัดเรียง Gripper

Work Envelope แนวตั้งขนาดใหญ่เป็นไปได้ด้วยส่วนทางกลขนาดเล็ก สิ่งนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากจุดหมุนจากของแกนที่เคลื่อนที่ขึ้นและลงสำหรับ Vertical Stroke สามารถยาวเป็น 2 เท่าของแนวราบ

หุ่นยนต์ชนิดนี้ผลคือ ความเร็วต่ำกว่า และความแม้นยำลดลง การเคลื่อนที่เชิงเส้นไม่ราบเรียบเพราการเคลื่อนที่เชิงเส้นส่วนใหญ่ต้องการ Coordination ของหลายแกน

2.2.5.4 Revolute หรือ Articulated Arm



รูปที่ 2.14 แสดงหุ่นยนต์ชนิด Revolute และ Work Envelope

ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

หุ่นยนต์ชนิดนี้ใช้ในงานที่ต้องการ Work Envelope แนวตั้งขนาดใหญ่และความคล่องแคล่วของข้อมือที่สูง การใช้งานโดยทั้งไปคือ งานเชื่อม งานทาสี งาน Sealing และงานยกวัสดุ

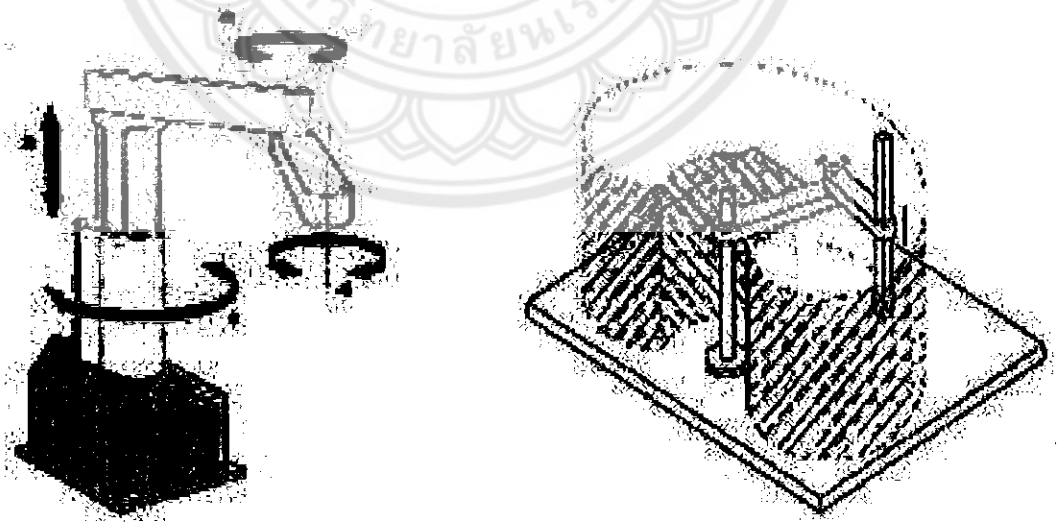
ฐานของหุ่นยนต์หมุนด้วยแกนที่(1)หุ่นเคลื่อนที่ในระนาบตั้งฉากด้วยแกน (2) และ(3) หุ่นยนต์อาจมีแกนที่ข้อมือ 2 หรือ 3 แกน ข้อมืออีก 3 แกนจะให้การเคลื่อนที่แกน (4) ,(5) และ (6) ในโครงสร้างข้อมือ 2 แกน แกนที่ (5) และ (6) จะถูกใช้

โครงสร้างข้อต่อหมุนให้หุ่นยนต์มี Work Envelope ขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับขนาดของส่วนทางกลหุ่นยนต์ 6 แกน จะให้การวางตัวของข้อมือ Invirtually ได้ทุกๆจุด Repeatability และความแม่นยำของหุ่นยนต์คืออย่างไรก็ตามอาจไม่เพียงพอสำหรับการใช้งานประกอบที่ต้องการความถูกต้องบางอย่าง

ข้อเสียของหุ่นยนต์ชนิดนี้คือ การสูญเสีย Performance ที่ขอบของ Work Envelope และ Low rigidity to the Frame Payload ความแม่นยำและ Repeatability ของหุ่นยนต์จะตกลงที่ขอบนอกและขอบในของ Work Envelope แกนหมุนจะไม่ Stiff อย่าง Liner ball Screw Axis ดังนั้น Rigidity จะไม่ดีเมื่อเทียบกับ Cylindrical หรือ SCARA Robot

หุ่นยนต์นี้รู้จักเจาะจงสำหรับงานใช้ในงานพ่นสี เพราะ 6 แกน จัดให้ข้อมือมีการเคลื่อนที่คล่องอย่างดีเยี่ยม และแกนหมุนมีการซีลต่อต้านการเกิดไฟ หุ่นยนต์ถูกออกแบบพิเศษใช้ในสิ่งแวดล้อมชนิดนี้

2.2.5.5 SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)



รูปที่ 2.15 แสดงหุ่นยนต์ชนิด SCARA และ Work Envelope

ที่มา : http://www.thaiprocesseng.com/webboard/index.php?topic=107.0

SCARA มีความเร็วสูงสุดและ Repeatability ดีที่สุดในบรรดาหุ่นยนต์ทั้งหลาย หุ่นยนต์ชนิดนี้ใช้งานความถูกต้อง ความเร็วสูง และงานส่วนประกอบที่ไม่หนักจนเกินไป การใช้งานทั่วไปคือ การประกอบชิ้นส่วนของ PCB , ประกอบอุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้าขนาดเล็กและประกอบ Disk Drive ของคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ชนิดนี้มีแกนตั้งเชิงเส้น (2) หนึ่งแกน แกนหมุน 2 แกน (1,3) ซึ่งเคลื่อนแขนของหุ่นยนต์ในแนวระนาบแกนเดียวที่ 4 สำหรับหมุนส่วนข้อมือของหุ่นยนต์

แกน 1 จะแทนส่วนการหมุนของหุ่นยนต์ แกนนี้จะถูกใช้อย่างมากในหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานประกอบดังนั้นความเร่งและความเร็วของแกนนี้จะมีอิทธิพลต่อ Cycle ของการทำงานของหุ่นยนต์แบบ SCARA บางชนิดใช้มอเตอร์ที่ขับเคลื่อนโดยตรงเพื่อเพิ่มความเร็วของแกนนี้ด้วยการขับเคลื่อนโดยทางเพลาของมอเตอร์ จะถูก Couole โดยตรงเข้ากับแกนของหุ่นยนต์สำหรับ Gear Ratio 1:1 ไม่มีการใช้ Gear Reducer หรือ รอก

แกน 2 จะถูกใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ลักษณะเช่นนี้ เป็นที่ต้องการสำหรับหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานประกอบเพราะว่า 80% ของงานประกอบจะใช้การเคลื่อนที่ลงแบบแนวตั้ง ด้วยแกนตั้งนี้การเคลื่อนที่ลงจะเรียบและเร็วกว่าการเคลื่อนที่ของคน Coordinate หุ่นยนต์แบบแกน Coordinate เช่น Vertical Articulated Arm Sperical Coordinate Robot ต้องเคลื่อน 2 หรือ 3 แกนพร้อมกันเพื่อกระทำภาระกิจเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ถ้าแกนไม่ได้เคลื่อน Synchrony อย่างสมบูรณ์หุ่นยนต์ก็จะไม่เคลื่อนที่แบบเส้นตรงอย่างสมบูรณ์แบบ

แกน 3 จะเปลี่ยนการเข้าถึงของหุ่นยนต์ และแกน 4 จะหมุนข้อมือเพื่อปรับมุมองศาในการจับโครงสร้างนี้จะทำให้มี Repeatability และ Accuracy ที่ดีความแข็งแรงของ Robot Frame จะสูงมากในแกนแนวตั้ง เพราว่าความโน้มถ่วงของโลกไม่มีผลต่อโหลดของมอเตอร์บนส่วนประกอบทางแนวราบ มอเตอร์ที่รับทอร์คของแกน (1 และ 3) สามารถถูกเปลี่ยนเพื่อให้ Compliance สูงในแนวราบ สิ่งนี้เป็นที่ต้องการเมื่อประกอบชิ้นส่วนในแนวตั้ง ถ้ามีการวางทิศทางผิดเพียงเล็กน้อยหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในแนวราบเพื่อชดเชยทิศทางที่ผิดพลาดเนื่องจาก Rigidity ของแกนแนวตั้งชิ้นส่วนของจะยังคงอยู่ในแนวตั้งฉาก

2.2.5.6 Mobile Robot

รูปที่ 2.16 แสดงหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่ได้ Mobile Robot

ที่มา : http://www.societyofrobots.com/robot_arm_tutorial.shtml

หุ่นยนต์ที่ล้ำสมัยส่วนใหญ่คือ สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองและสามารถเคลื่อนที่สู่จุดต่างๆ ภายใต้กำลังของมันเอง หุ่นยนต์ถูกติดตั้งบน Servo – Controlled Cart คล้ายกับ Automatic Guided Vehicle (AGV) Battery บน Cart ให้กำลังเพื่อขับเคลื่อนมัน สำหรับหุ่นยนต์มาจากแบตเตอรี่ หรือจาเต้ารับ

หุ่นยนต์ถูกนำทางโดยขดลวดที่ฝังในพื้นหรือโดยระบบเรดาห์ การนำทางโดยใช้ขดลวดเป็นวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายสำหรับ AGV มี Sensor ที่จะค้นหาสายไฟในพื้นและทำการแก้ไขสัญญาณ ถ้า AGV ออกนอกเส้นทางการนำทางโดยเรดาร์เป็นวิธีการที่ล้ำสมัย เรดาร์จะรับรู้ตำแหน่งของหุ่นยนต์ และตั้งความถูกต้องแก่เส้นทาง ไม่มีความต้องการของสาย ในพื้นดังนั้นเส้นทางของหุ่นยนต์แบบ Mobile สามารถที่จะเปลี่ยนได้โดยเขียนโปรแกรมใหม่

ตัวควบคุมต้องรู้ตำแหน่งที่ถูกต้องของ Mobile Robot เมื่อเทียบกับ Work Station ดังนั้นมันสามารถละเลยจุดของโปรแกรมเพื่อชดเชยความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของระบบการเคลื่อนที่ วิธีที่ใช้ในการชดเชยความคลาดเคลื่อน คือ การวัดตำแหน่ง Offset ของ Mobile Robot เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงบน Work Station ป้อนข้อมูลตำแหน่งนั้นสู่ตัวควบคุมหุ่นยนต์ ดังนั้นมันสามารถชดเชยค่า Offset

วิธีง่ายกว่าของการทำให้ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งโดยใช้ Fixture ซึ่งจะกำหนดตำแหน่งอย่างถูกต้องต่อ Mobile Robot ทั้งหมดเมื่อ Mobile Robot มาถึง Work Station the fixture Clamp Mobile Robot ในตำแหน่งที่รู้วิธีนี้โดยทั่วไปใช้ปุ่มของเข็มรู้โคนเพื่อกำหนด Robot Cart โดยแทงไปในหลุมอ้างอิงบน Cart และยกเพียงเล็กน้อยออกจากพื้นดิน

ถ้าความคลาดเคลื่อน Offset ของ Mobile Cart อยู่ภายใต้ช่วงที่สามารถยอมรับได้ไม่มีความต้องการความชดเชยแต่อย่างใดสิ่งนี้ขึ้นอยู่กับ Tolerance ของการใช้งานทั่วไป มี Repeatability +- 0.005 นิ้ว ดังนั้นความคลาดเคลื่อนของระบบขับเคลื่อน +- 0.005 นิ้วจะทำให้ Repeatability Error เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

2.2.6 การประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ชนิดต่างๆ

ตารางที่ 2.4 แสดงการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ชนิดต่างๆ

Application Area	Cartesian	Linear	Vertical Articulated	SCARA
Coating			*	*
Spot Welding			*	
Path Welding			*	
Grinding			*	*
Testing		*	*	*
Casting		*		

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) แสดงการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ชนิดต่างๆ

Application Area	Cartesian	Linear	Vertical Articulated	SCARA
Press-Interlink		*	*	
Palettizing	*		*	*
Packaging	*		*	
Drilling,Milling	*		*	*
Insertion Device	*	*		*
Screwing				*
Assembly				*
Wiring	*		*	*

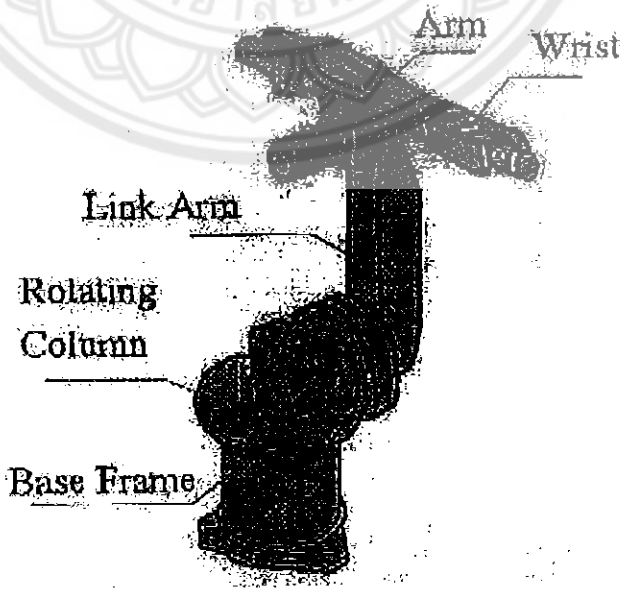
ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-**เยอรมัน**, 2544

2.2.7 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์และหน้าที่การทำงาน (Robot Components and Function)

องค์ประกอบของระบบหุ่นยนต์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. ระบบทางกล
2. ระบบทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
3. Work cell และการประยุกต์ใช้งาน

2.2.7.1 ระบบทางกล



รูปที่ 2.17 แสดงส่วนประกอบทางกลของหุ่นยนต์

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

Base Frame คือ ส่วนฐานของหุ่นยนต์ที่ต้องรับน้ำหนักของหุ่นยนต์ และ Dynamic force ของหุ่นยนต์ขณะหุ่นเคลื่อนที่

Rotating Column คือส่วนแกนที่ 1 ของหุ่นยนต์ ที่จะสามารถหมุนได้รอบตัว

Link arm คือส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างแขน(Arm) กับ Rotating Column

Arm คือ ส่วนแขนของหุ่นยนต์

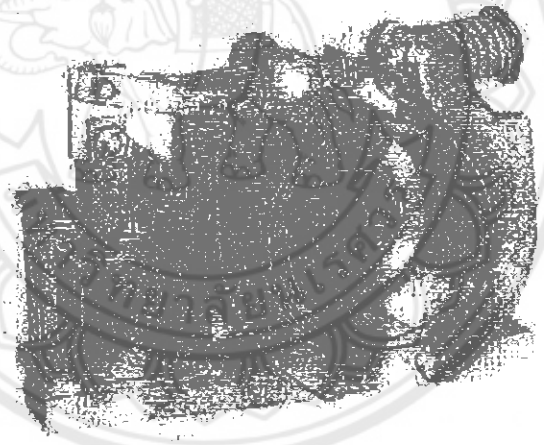
Wrist คือส่วนข้อมือของหุ่นยนต์อาจจะประกอบไปด้วยจำนวนแกน 2 หรือ 3 ก็ได้

End effector คือส่วนปลายสุดของหุ่นยนต์เป็นส่วนที่จะติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำตามกระบวนการที่ต้องการ

2.2.7.2 ระบบไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิกส์

ก. ระบบเบรก

ระบบเบรกทางกล หรือเรียกว่า เบรกแม่เหล็ก หรือเบรกแรงเสียดทาน ทำงานคล้ายเบรกที่ใช้อยู่ในรถยนต์



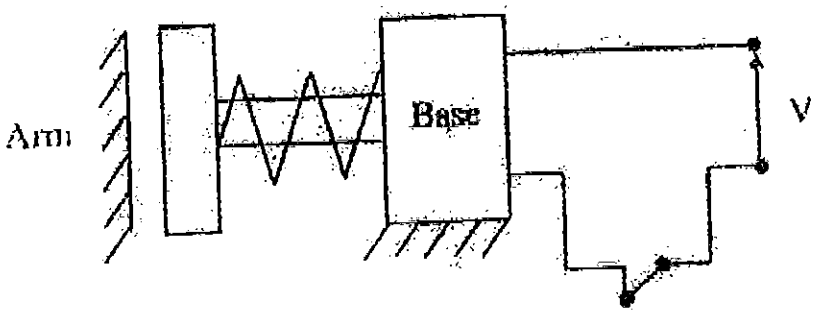
รูปที่ 2.18 แสดงระบบเบรกทางกล

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

โดยทั่วไประบบเบรกทางกลประกอบด้วย Brake shoes จำนวนสองตัว โดยมี Friction coating ติดตั้งอยู่ใกล้กับ drum ซึ่งประกอบติดกับเพลาของมอเตอร์ โดยมี tension spring ที่ shoe ซึ่งจะทำให้ Shoe สัมผัสกับ drum ได้ โดยสัมผัสนี้จะก่อให้เกิดการตอบสนองของเบรก

ถ้ามองมอเตอร์กำลังหมุนเราต้องยก shoe ขึ้นจาก drum โดย solenoid ที่ประกอบกับระบบคานจะทำงานนี้เมื่อมอเตอร์ทำงาน solenoid จะถูกกระตุ้น ซึ่งจะเคลื่อนที่คานเพื่อยก brake shoe และให้มอเตอร์หมุน เมื่อมอเตอร์หยุด solenoid จะไม่ถูกกระตุ้น และ tension

spring ของสปริงจะทำให้ brake shoe สัมผัสกับ drum และส่งผลให้เกิดแรงเสียดทานขึ้นซึ่งจะทำให้มอเตอร์หยุด

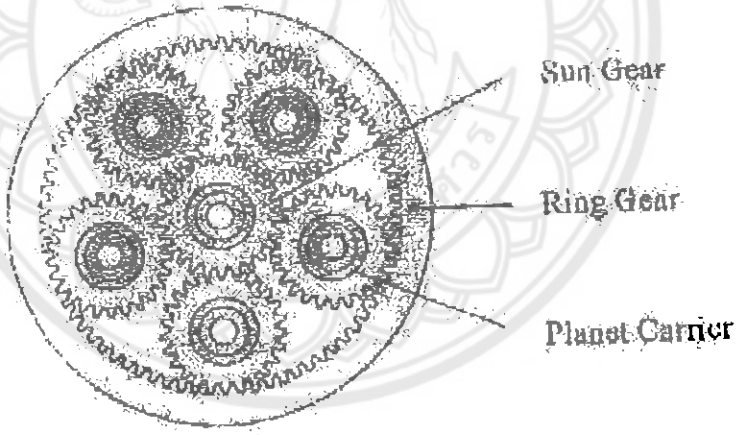


รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างวงจรที่ควบคุมการทำงานของเบรก

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ข. ระบบ Gear

Planetary Gear



รูปที่ 2.20 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Planetary Gear

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ประกอบด้วย Sun Gear ,Ring Gear และ Planet Carrier การทำงานนั้นจะมีลักษณะการเคลื่อนตัวคล้ายดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ในระบบสุริยจักรวาลซึ่งระบบนี้จะทำให้ torque ขนาดสูง

รูปที่ 2.21 แสดง Planetary Gear โดยมี Holder Carrier

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติการเคลื่อนที่ของ Planetary Gear

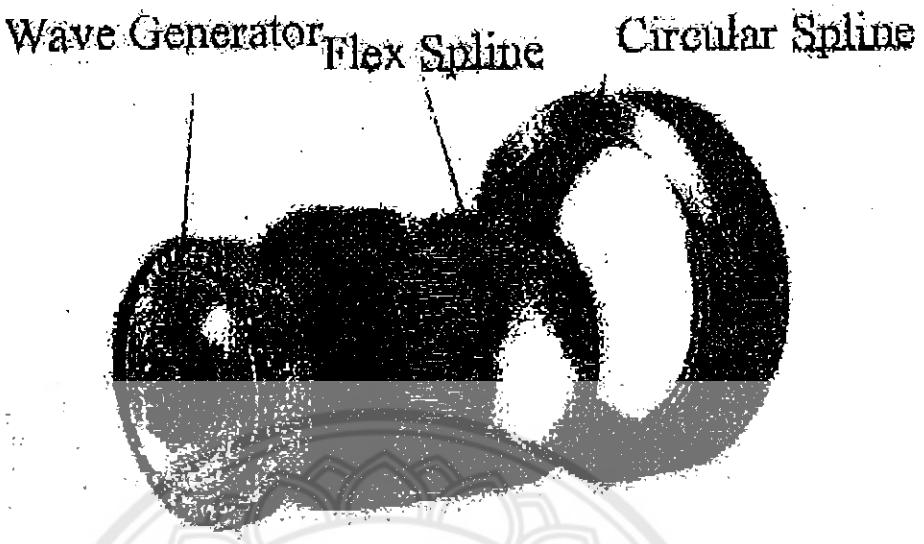
ตัวขับเคลื่อน	ตัวตาม	ตัวหยุดนิ่ง	การหมุน
Sun Gear	Planet Carrier	Ring Gear	เคลื่อนที่ช้าลง ทิศทางตามกัน
Planet Carrier	Sun Gear	Ring Gear	เคลื่อนที่ช้าลง ทิศทางตามกัน
Ring Gear	Planet Carrier	Sun Gear	เคลื่อนที่ช้าลง ทิศทางตามกัน
Planet Carrier	Ring Gear	Sun Gear	เคลื่อนที่เร็วลง ทิศทางตามกัน
Sun Gear	Ring Gear	Planet Carrier	เคลื่อนที่ช้าลง ทิศทางตรงข้ามกัน
Ring Gear	Sun Gear	Planet Carrier	เคลื่อนที่เร็วลง ทิศทางตรงข้ามกัน

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

Planetary Gear มีข้อดีมากมายเนื่องจากระบบโครงสร้างเพราะ

1. มีขนาดโดยมีฟันจำนวนมากในการส่งต่อ torque
2. มีมวลน้อยและสามารถให้กำลังได้สูงแม้มีขนาดเล็ก
3. สามารถมีการเปลี่ยนแปลง gear ได้โดยฟันเฟืองวงล้อไม่จำเป็นที่จะต้องถูกจับต้องกล่าวถึงไม่มีการรบกวนการทำงานของฟันเฟืองวงล้อ

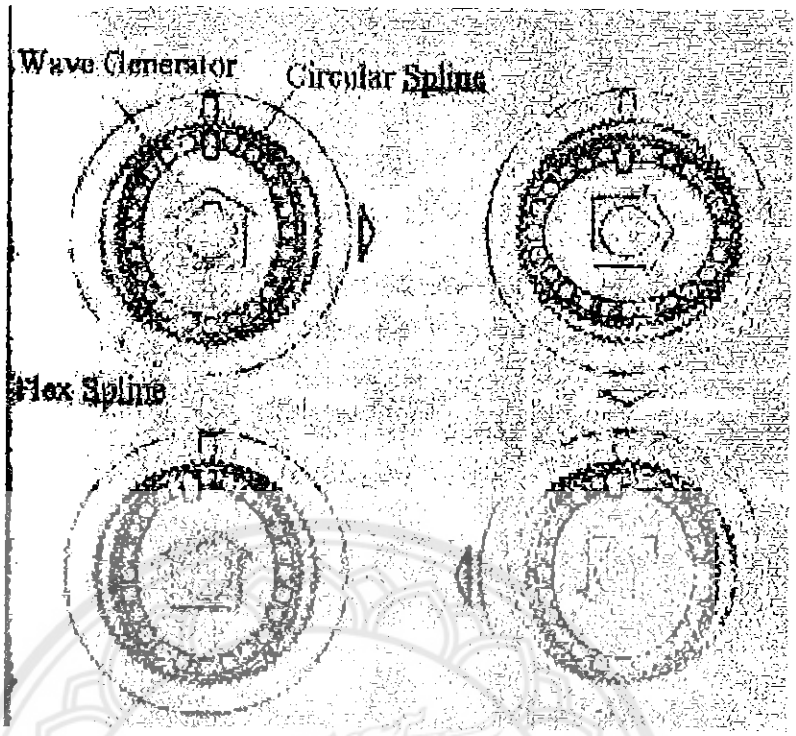
Harmonic Drive



รูปที่ 2.22 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Harmonic Drive

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ประกอบด้วยแผ่นเดินเครื่องที่เป็นรูปวงรีที่ทำงานโดย bearing แผ่นนี้จะไปกด flex spline ที่ฟันที่มีฟันเฟืองอยู่ภายนอกและจะกดเข้ากับวงแหวนที่อยู่นิ่งอันเนื่องมาจากรูปวงรีทำให้ flex spline ไปสัมผัสกับฟันเฟืองที่อยู่นิ่งเพียง 2 จุดเท่านั้น ฟันเฟืองของ flex spline จะมีฟันน้อยกว่าภายนอกอยู่ 2 ฟัน ถ้าหากว่าจำนวนของ flex spline เท่ากับ 200 Circular spline จะมี 202 Harmonic Drive จะมีโครงสร้างที่ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงกว่า 80% มี Moment of inertia ต่ำ และฟันเฟือง มีความแข็งสูง



รูปที่ 2.23 แสดงลำดับการทำงานของ Harmonic Drive

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ค. ระบบขับเคลื่อน

เป็นระบบที่ไปขับให้ส่วนต่างๆเคลื่อนที่โดยใช้กันมากมี 3 แบบ ด้วยกันคือ

ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) ซึ่งเป็นระบบที่ง่ายต่อการดูแลรักษาทนทาน และยังทำให้การเคลื่อนที่ทำได้รวดเร็ว

ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) ใช้ในการเคลื่อนที่ของส่วนต่างๆของหุ่น ระบบนี้จะไม่มีกำลังมากเหมือนระบบแรก แต่จะมีความแม่นยำสูงกว่า

ระบบอัดลม (Pneumatic) ระบบนี้จะใช้กับหุ่นยนต์ขนาดเล็กอีกทั้งระบบไม่ยุ่งยาก

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

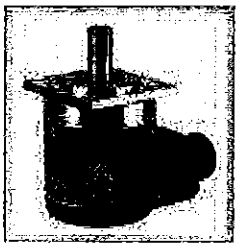
ตารางที่ 2.6 แสดงเปรียบเทียบชนิดของ Actuator

	ข้อดี	ข้อเสีย
Hydraulic	-ใช้กับโหลดขนาดใหญ่ -ปลอดภัยกับสภาพแวดล้อม เช่น การพ่นสี	-การรั่วของน้ำมัน -บำรุงรักษามาก -ราคาแพง
Electric Motor	-มีความเร็ว -มีความแม่นยำ -ราคาต่ำ -สะอาดและเงียบ -ใช้กับโหลดขนาดใหญ่	-ต้องการ Mechanical Brake -การบำรุงรักษาแปรงถ่านจำเป็นกับ DC motor
Pneumatic	-ราคาต่ำ -สะอาด -เร็ว	-ไม่มีความแม่นยำ -ต้องการสารหล่อลื่นให้กระบอกสูบ -มีกำลังน้อย -เคลื่อนที่โหลดขนาดใหญ่ไม่ได้

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ง. Transducer

คืออุปกรณ์ที่แปลงค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความดัน หรือน้ำหนักเป็นสัญญาณไฟฟ้าหรือที่นำมาใช้ในหุ่นยนต์ก็คือ การแปลงตำแหน่ง และส่งสัญญาณดิจิตอล กลับไปยัง Controller เพื่อทำการประเมินผลและควบคุมตำแหน่ง



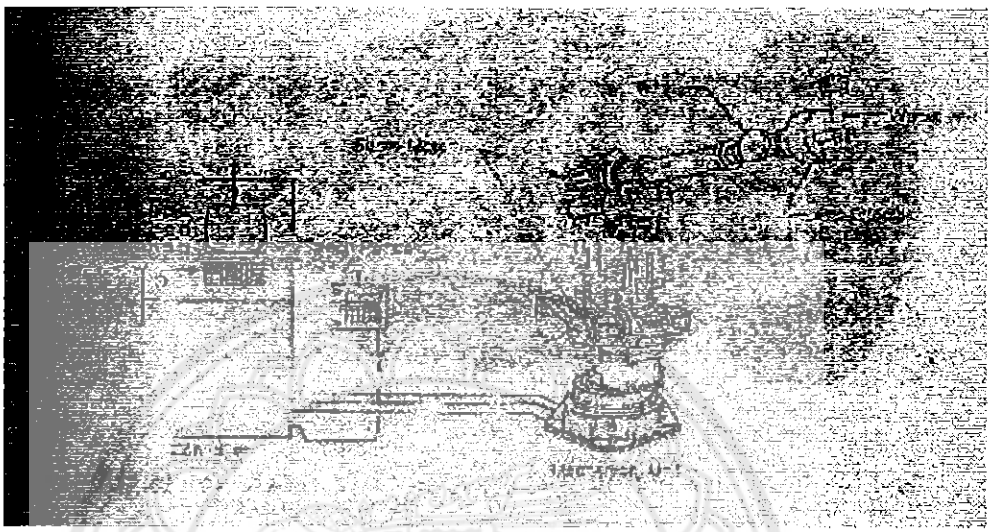
รูปที่ 2.24 แสดงตัวอย่าง Optical Rotary Encoder

ที่มา : http://kwangwo.en.ec21.com

I 50629 13
ปร.
ป813ก
2552

จ. Controller

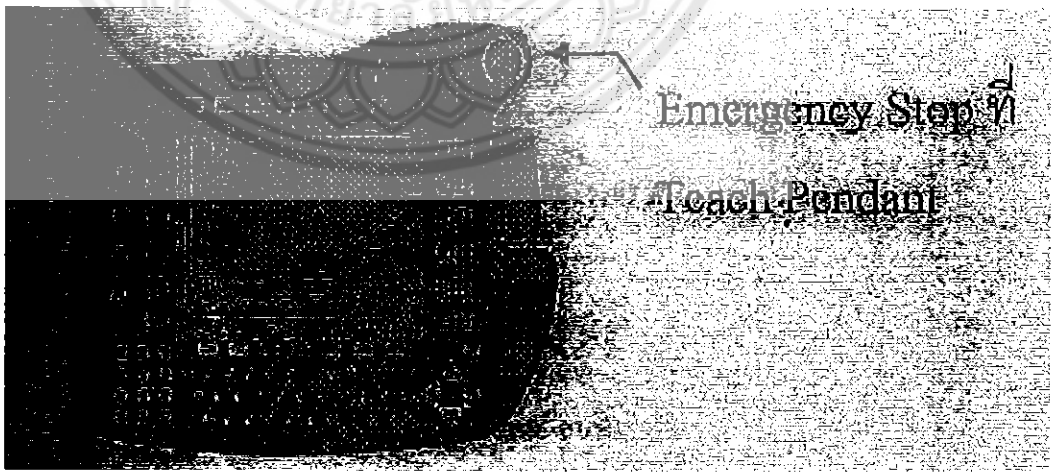
คือ ตัวควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ต่างๆ อันประกอบไปด้วยการควบคุม การหยุดทำงานอย่างฉุกเฉิน, การเชื่อมต่อระหว่างอินพุทและเอาท์พุท, การควบคุมแหล่งจ่ายพลังงาน, การติดต่อสื่อสารกับ tech pendant



รูปที่ 2.25 แสดงระบบของหุ่นยนต์ที่ประกอบด้วย Controller และ Mechanical Unit

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

Emergency Stop จะมีหน้าที่ คือ ตัดพลังงานจากแหล่งจ่าย เมื่อ Emergency Stop ทำงาน



รูปที่ 2.26 แสดง Emergency Stop ที่ Teach Pendant

ที่มา : คู่มือ KUKA Robot ฉบับแปลไทย

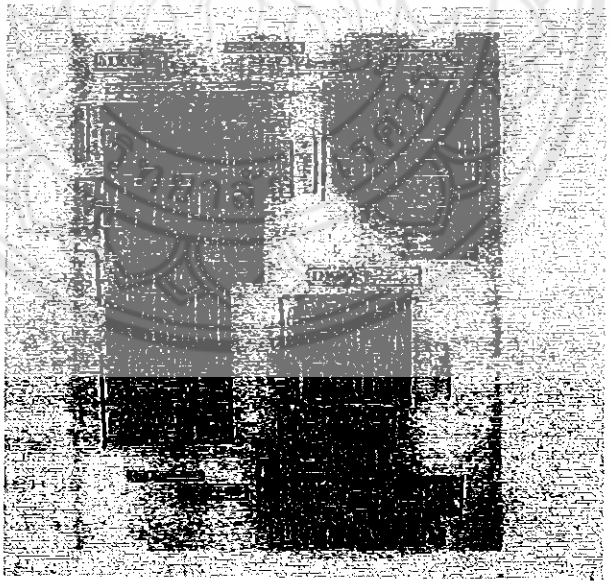
เราสามารถติดตั้ง Emergency Stop ภายนอกซึ่งติดตั้งได้ ณ จุดที่ต้องการ เช่น Door Switch

รูปที่ 2.27 แสดงตัวอย่างของ Emergency Stop ที่อาจติดตั้งภายนอก work cell

ที่มา : http://news.thomasnet.com/fullstory/544473

Control Unit จะมีหน้าที่ คือ

1. Processor ทางการคำนวณตำแหน่งที่การเคลื่อนที่
2. เก็บข้อมูลและโปรแกรมของหุ่นยนต์
3. ควบคุมการทำงานของวงจร Emergency Stop
4. สื่อสารข้อมูล Teach pendant ควบคุมการทำงานของ Power Module หรือชุดส่งจ่ายกำลัง

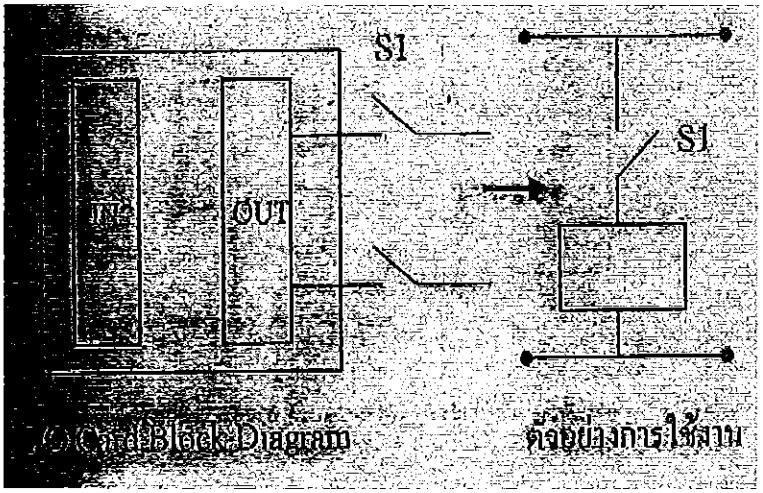


รูปที่ 2.28 แสดงส่วนประกอบภายใน Control Unit

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

Input / Output Module

จะมีหน้าที่รับสัญญาณ Input เพื่อประมวลผลและส่งสัญญาณ Output สำหรับสัญญาณ Digital หรือ Analog ไปยังอุปกรณ์ภายนอกของ Work cell ตามโปรแกรม



รูปที่ 2.29 แสดง I/O Card Block Diagram และตัวอย่างการใช้งาน

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

Teach Pendant

คือ อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักรเพื่อ

1. ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
2. โปรแกรมหุ่นยนต์
3. เก็บข้อมูลตำแหน่งของหุ่นยนต์
4. แสดงโปรแกรม,ข้อมูล I/O ข้อความและคำเตือน
5. ควบคุม Emergency Stop

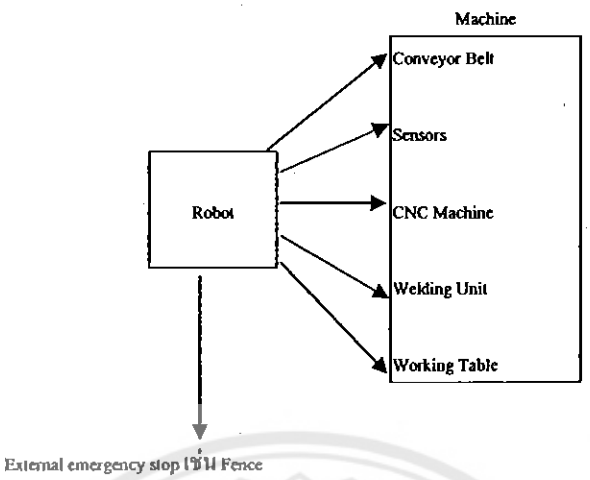
Programming Devices

จะมีหน้าที่ คือ

1. Upload และ Download โปรแกรมของหุ่นยนต์
2. ออกแบบระบบโปรแกรมหุ่นยนต์
3. เก็บข้อมูลโปรแกรมต่างๆบน Harddrive
4. ทดสอบโปรแกรมที่ Simulation Software

2.2.7.3 Work cell / Application

จะเป็นกระบวนการที่ขึ้นรูปอยู่กับอุปกรณ์และการเชื่อมต่อระหว่างหุ่นยนต์กับโปรแกรมโดยสัญญาณ Input / Output

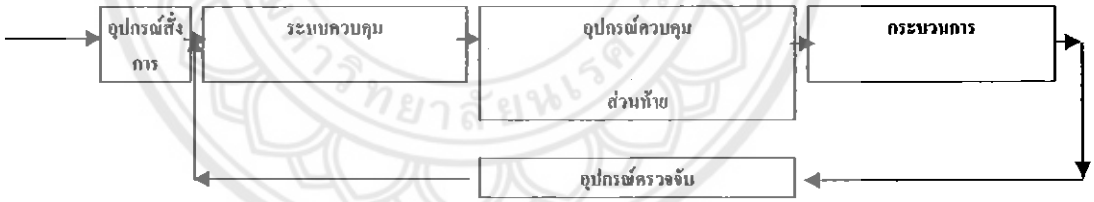


รูปที่ 2.30 แสดงองค์ประกอบของ Work cell และ Application

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

2.2.7.4 องค์ประกอบของการควบคุม

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปนั้น จะมีองค์ประกอบหลักๆ ที่สำคัญและคล้ายคลึงกันดังนี้



รูปที่ 2.31 แสดงองค์ประกอบของการควบคุม

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ก. อุปกรณ์การสั่งงาน (Input Element)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเริ่มต้น หยุด รวมทั้งตั้งค่าเป้าหมายให้กับระบบควบคุม ตัวอย่าง เช่น สวิทซ์ต่างๆเซนเซอร์ ทรานสดิวเซอร์ รวมถึงอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาประกอบร่วมกันเพื่อส่งสัญญาณให้กับระบบควบคุม

ข. ระบบควบคุม (Control System)

หมายถึง สิ่งที่ทำหน้าที่ออกคำสั่งหรือกำหนดสัญญาณควบคุมตามกฎเกณฑ์การควบคุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้าหรือสัญญาณควบคุมนี้อาจจะสัมพันธ์กับสัญญาณขาเข้าที่ได้รับอุปกรณ์รวจจับ

ค. อุปกรณ์ควบคุมส่วนท้าย (Final Control element)

สัญญาณที่ได้จากระบบควบคุมในบางครั้งจะมีขนาดที่ค่อนข้างต่ำ รวมทั้งบางครั้งไม่สอดคล้องกับสัญญาณของกระบวนการ จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ในส่วนนี้เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรดังกล่าว

ง. กระบวนการ (Process)

หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ เคมี กายภาพที่ต้องการควบคุมให้มีภาวะการทำงานตามความต้องการในขณะที่สภาวะการทำงานหรือสภาพแวดล้อมอาจมีการเปลี่ยนแปลง

จ. อุปกรณ์ตรวจวัด (Measuring Device)

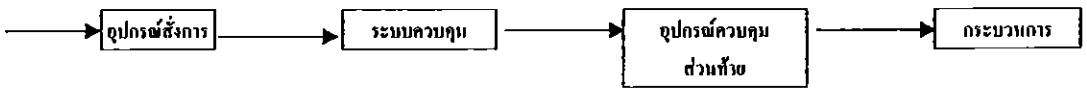
เป็นอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณขาออก ซึ่งมีขนาดสัมพันธ์กับตัวแปรของสิ่งที่ต้องการวัด หรือสั่งงานตัวอย่างเช่น เซนเซอร์ และทรานดิวเซอร์ ประเภทต่างๆ

2.2.7.5 ลักษณะของการควบคุม

วิธีการที่จะควบคุมพารามิเตอร์ หรือสัญญาณต่างๆให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการนั้นสามารถกระทำได้ 2 วิธี ด้วยกันคือ การควบคุมแบบเปิด (Open – loop Control) และการควบคุมแบบปิด (Closed - loop Control)

ก. การควบคุมแบบเปิด (Open – loop Control)

เป็นการควบคุมที่ Output ของระบบไม่มีผลต่อการควบคุมนั้นคือ Output ของระบบจะไม่ถูกวัดหรือถูกป้อนกลับมาเพื่อเปรียบเทียบกับ Input



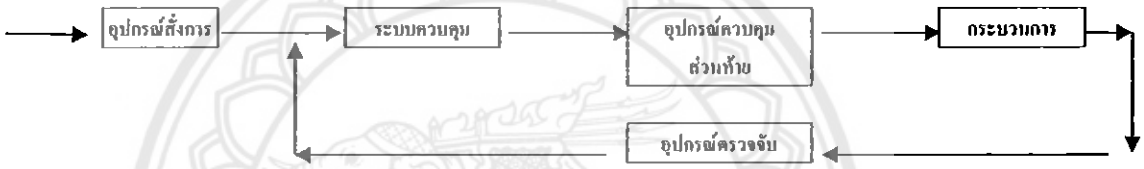
รูปที่ 2.32 แสดง Block Diagram ของระบบการควบคุมแบบเปิด

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

ในการควบคุมแบบนี้ Output จะไม่นำมาเปรียบเทียบกับ Input ดังนั้นความเที่ยงตรงของระบบจะไม่ขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบ ในทางปฏิบัติแล้วจะสามารถใช้การควบคุมแบบนี้ได้ ถ้าทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Input และ Output ของระบบและสามารถควบคุมการทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้เป็นการควบคุมแบบนี้ ตัวอย่างการควบคุมแบบเปิด ได้แก่การเปิด – ปิดไฟ การเปลี่ยนทิศทางการหมุนมอเตอร์ เครื่องซักผ้า

ข. การควบคุมแบบปิด (Closed - loop Control)

เป็นการควบคุมที่สัญญาณ Output มีผลโดยตรงต่อการควบคุมดังนั้นการควบคุมแบบนี้ก็คือ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) นั้นเอง ซึ่งสัญญาณป้อนกลับนี้อาจจะเป็นสัญญาณ Output โดยตรงหรือเป็นสัญญาณที่สัมพันธ์หรือสอดคล้องกับสัญญาณ Output ก็ได้

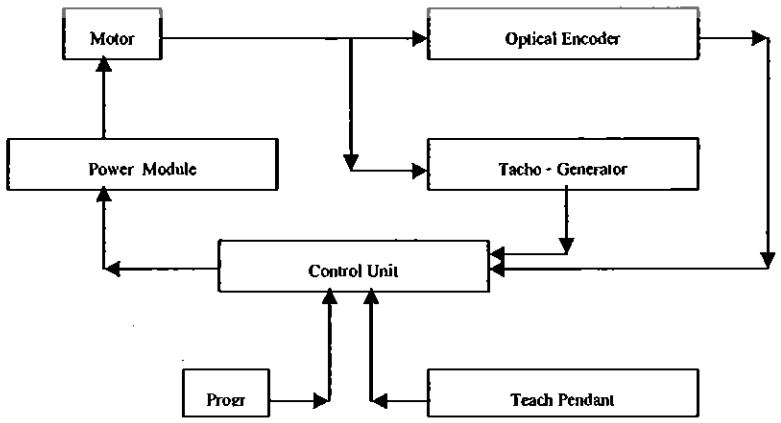


รูปที่ 2.33 แสดง Block Diagram ของระบบการควบคุมแบบปิด

ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

การควบคุมแบบนี้สามารถพบเห็นได้ทั่วไป ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมหรือตามบ้านเรือน ได้แก่การควบคุมอุณหภูมิ ความเร็ว ตำแหน่ง ความดัน การไหลที่คงที่ หรืออยู่ในช่วงตำแหน่งที่ต้องการตลอดเวลาแม้สภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนไป

2.2.7.6 วิธีการควบคุมในการกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์



รูปที่ 2.34 แสดง Block Diagram ของการควบคุมตำแหน่งตำแหน่งหุ่นยนต์

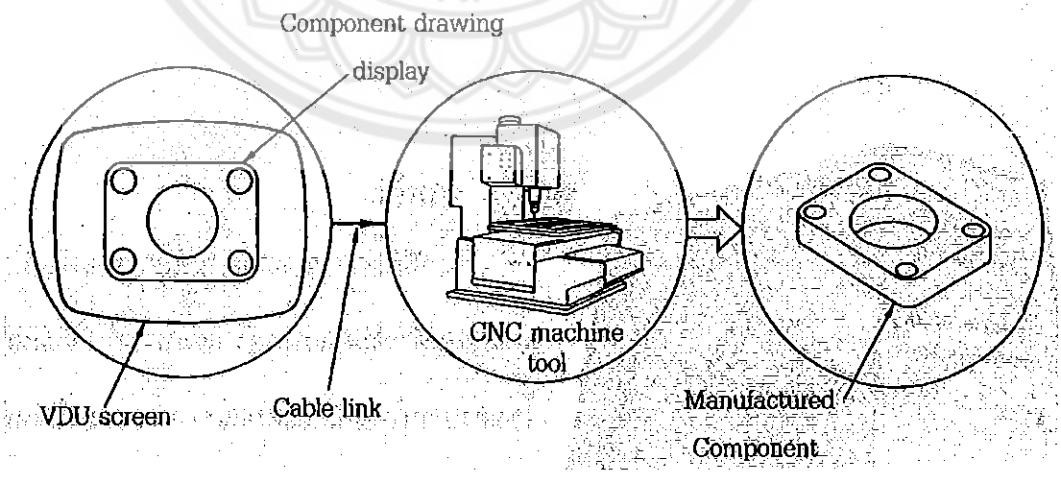
ที่มา : ระบบควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันไทย-เยอรมัน, 2544

เมื่อมีคำสั่งจาก Program กำหนดให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะทำให้เกิดคำสั่งแก่ Control Unit ซึ่งจะทำการควบคุมให้ Power Module จ่ายพลังงานให้แก่มอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนไปยังจุดที่ต้องการเมื่อมอเตอร์เคลื่อนที่จะมีอุปกรณ์ Oppical encoder และ tacho generates ซึ่งวัดค่าตำแหน่งและความเร็วของมอเตอร์เพื่อป้อนกลับให้ Control Unit ทำการเปรียบเทียบค่าของคำสั่งและค่าจริงที่เกิดขึ้นและให้ Control Unit ทำการควบคุมไปยังค่าคำสั่งที่ต้องการ

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและการผลิต (CAD/CAM)

งานอุตสาหกรรมเป็นงานที่มีการแข่งขันเพื่อที่จะผลิตสินค้าให้มีคุณภาพแต่ราคาต่ำแต่เดิมนั้นโรงงานส่วนใหญ่มักอาศัยแรงงานของคนเป็นหลักแต่ในปัจจุบันได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยเพิ่มผลผลิต เช่น การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ (computer aided design) หรือ CAD การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต (Computer aided manufacturing) หรือ CAM งานวิศวกรรมก็ได้นำคอมพิวเตอร์กราฟิกมาช่วยในการสร้างแบบซึ่งเราเรียกว่า " คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (computer aided design) " และพัฒนามาใช้คอมพิวเตอร์ช่วยผลิตด้วย โดยใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ผลิตชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเราเรียกว่า " คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (Computer aided manufacturing) "

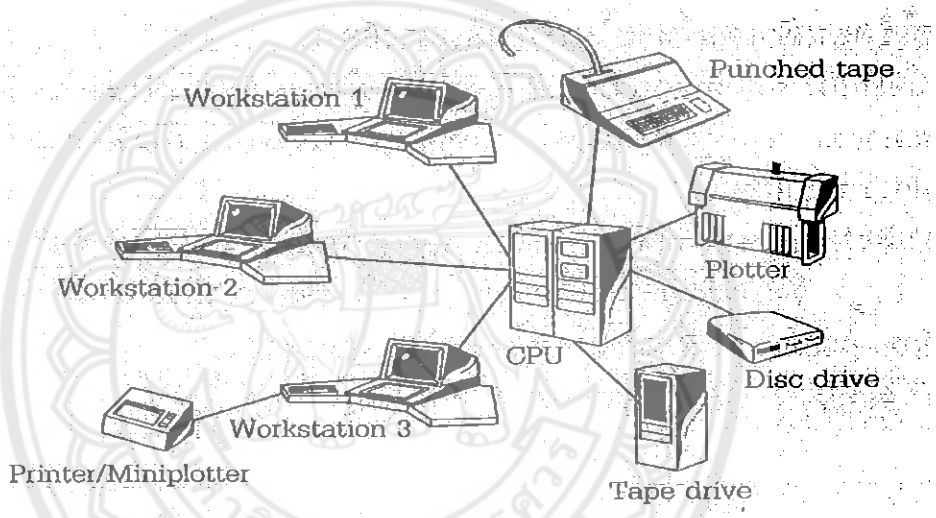
เนื่องจาก CAM ต้องอาศัยข้อมูลจาก CAD และ CAM จึงมักจะนำมาใช้ร่วมกันโดยเรามักเรียกเทคโนโลยีนี้ว่า " CAD/CAM " ซึ่งเป็นพื้นฐานการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.35 กระบวนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต (CAD/CAM Process)
ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

2.3.1 คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design)

ในกระบวนการของ CAD นอกจากจะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบแล้ว ยังรวมถึงการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการดัดแปลง การวิเคราะห์และหาหนทางที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบ โดยระบบ CAD จะต้องมีส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยฮาร์ดแวร์ของ CAD นอกจากจะประกอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงแล้ว ยังต้องมีจอกราฟิกและอุปกรณ์รับข้อมูล เช่น เมาส์ ดิจิไทเซอร์ ฯลฯ ส่วนซอฟต์แวร์ของ CAD นั้นจะเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างกราฟิกและโปรแกรมช่วยงานต่าง ๆ เช่น โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง เช่น Finite Element Analysis ซึ่งเราอาจเรียกส่วนนี้ว่า " คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรม (Computer Aided Engineering) "



รูปที่ 2.36 ส่วนของฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นสำหรับระบบ CAD

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

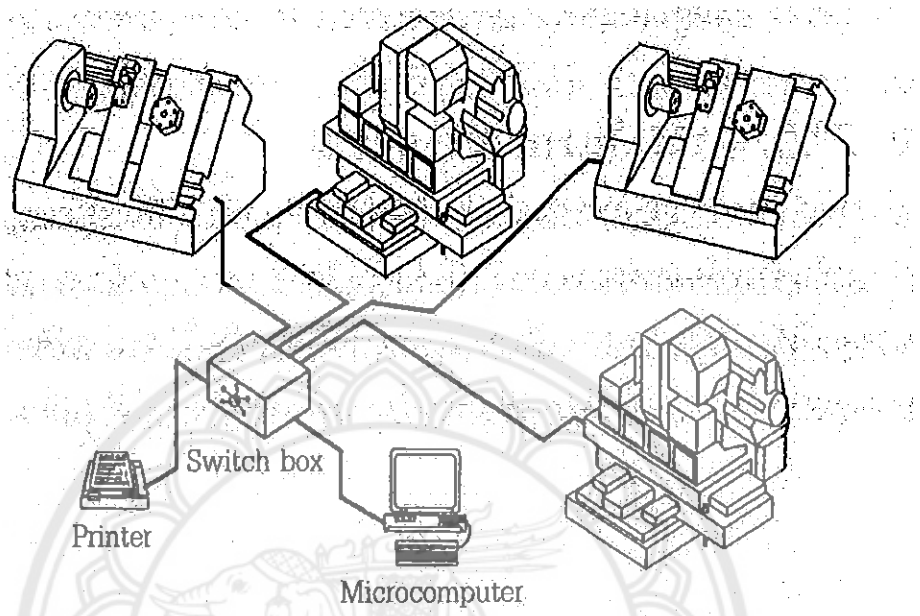
2.3.2 คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (Computer Aided Manufacturing)

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดการกับกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโดยอาจควบคุมตั้งแต่การวางแผนจนกระทั่งการจัดการหลังการผลิต ซึ่งกระบวนการผลิตของ CAM อาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

2.3.2.1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตโดยตรง

เป็นลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ในงานตรวจสอบ โดยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบกระบวนการผลิตหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่การผลิตสินค้าโดยตรง โดยการนำข้อมูลจากระบบ CAD มาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์การผลิต เช่น เครื่องกัดที่ทำงานโดยอาศัยคำสั่งเชิงตัวเลข (Numerical Control Machine) หรือ NC Machine Tool



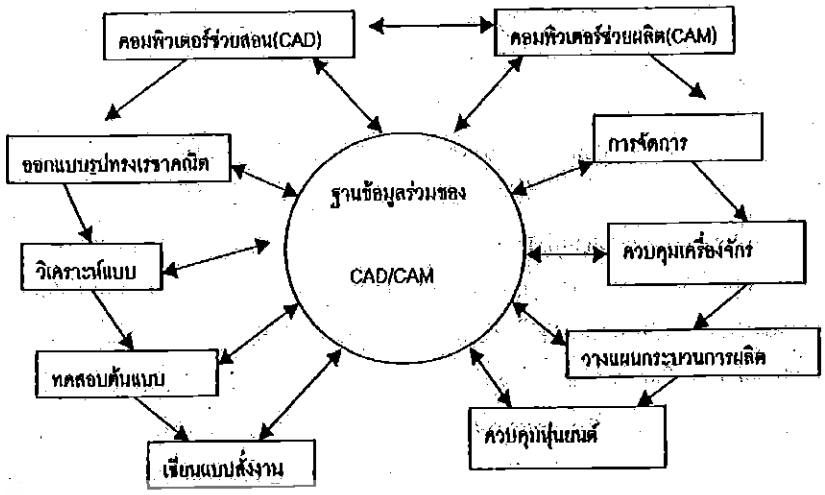
รูปที่ 2.37 การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักร NC Machine Tool

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต **พิมพ์ครั้งที่ 1**

2.3.2.2 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตทางอ้อม

งานลักษณะนี้จะเป็นงานที่สนับสนุนการผลิต ซึ่งไม่ต่อเชื่อมระบบคอมพิวเตอร์โดยตรง แต่อาจจะเป็นการนำข้อมูลมาประมวลผล สรุป วางแผน เช่น งานเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเกี่ยวกับการจัดซื้อวัตถุดิบ การจัดการในโรงงาน เป็นต้น

การใช้ CAD และ CAM หากจะใช้ให้ได้ผลเต็มที่แล้วจะต้องสามารถส่งข้อมูลถึงกันละกันได้ โดยข้อมูลที่ออกแบบโดย CAD ซึ่งเป็นข้อมูลในลักษณะรูปภาพ กราฟิก สามารถนำไปใช้ในการผลิตชิ้นงานซึ่งมีขนาดและรูปร่างลักษณะเหมือนกับที่ออกแบบไว้ใน CAD ทุกประการ

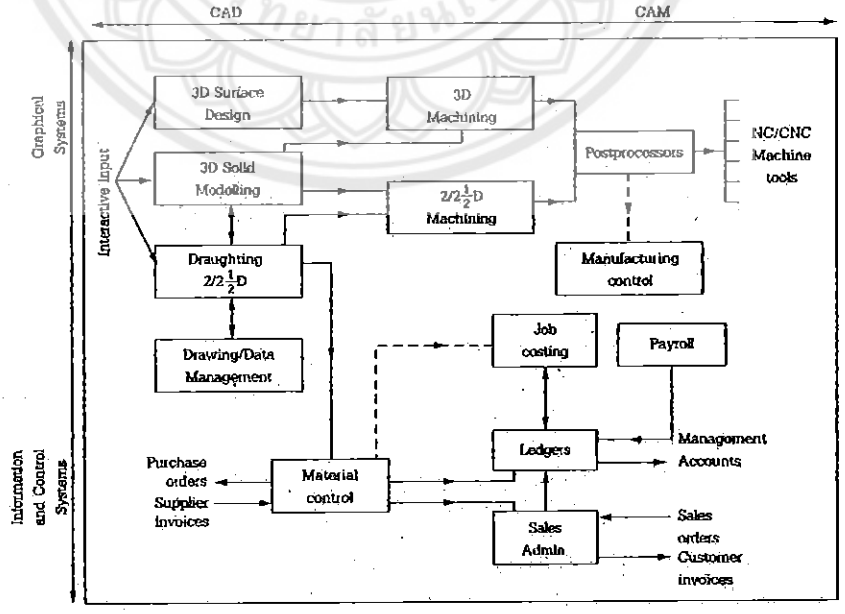


รูปที่ 2.38 การใช้ฐานข้อมูลร่วมกันของระบบ CAD/CAM ในงานอุตสาหกรรม

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

2.3.3 ระบบ CAD/CAM ในงานอุตสาหกรรม

ดังที่กล่าวมาแล้วว่างานอุตสาหกรรมเป็นงานที่ต้องมีการแข่งขัน ผู้ที่อยู่ในแนวหน้าได้จะต้องมีการผลิตสินค้าออกมาทันความต้องการของตลาด สินค้าต้องมีคุณภาพดีและราคาถูก กระบวนการผลิตทันสมัย การประยุกต์ใช้ CAD/CAM เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การผลิตสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพลักษณะของการนำ CAD/CAM เข้ามาช่วยในการผลิตสินค้าแสดงดังรูปข้างล่าง

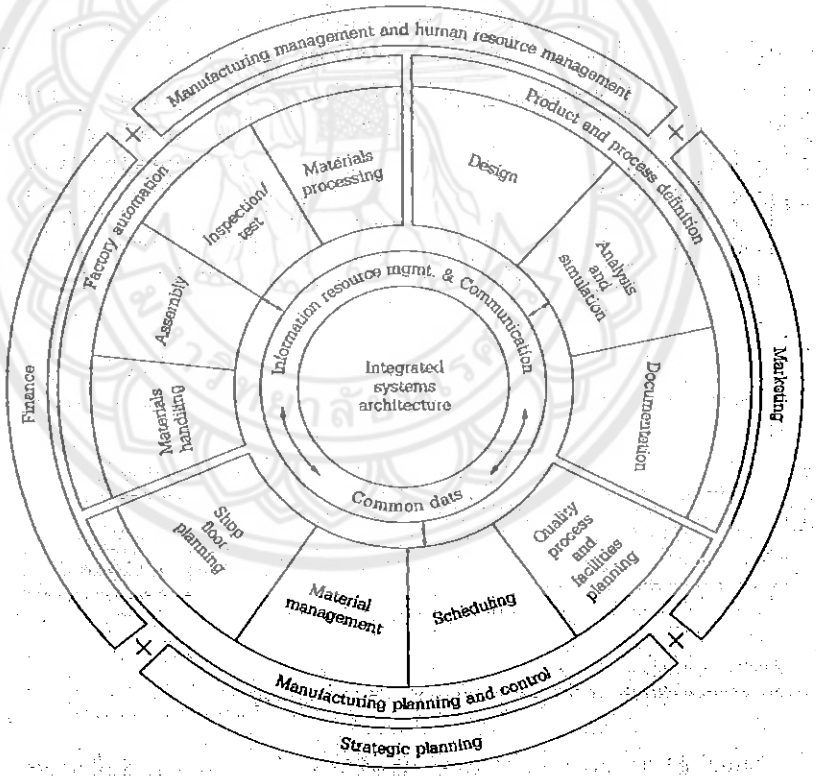


รูปที่ 2.39 การใช้ CAD/CAM ในกระบวนการผลิตตัด

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

จากรูปที่ 2.38 ส่วนของระบบ CAD/CAM ที่เข้ามาช่วย คือ ในส่วนของ CAD ช่วยในการออกแบบ วิเคราะห์แบบแล้วจึงวาดภาพอัตโนมัติ จากนั้นข้อมูลจาก CAD จะถูกส่งไปยังระบบ CAM เพื่อวางแผนการผลิตและให้ข้อมูลในการสั่งซื้อวัสดุ รวมทั้งวางแผนการผลิต การวางแผนการใช้วัสดุ แล้วจึงเริ่มผลิตโดยใช้ CAM จะไปช่วยในการควบคุมเครื่องจักรในการผลิตตัด ควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เมื่อได้สินค้าแล้วก็จะทำการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยมาในการตรวจสอบคุณภาพจะได้ความถูกต้องแม่นยำสูง

กระบวนการตั้งแต่การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ (CAD) การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต (CAM) การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวางแผนการผลิต (Computer Aided Process Planning : CAPP) การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพ (Computer Aided Quality Control : CAQ) เราเรียกว่า " การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับการผลิต (Computer Integrated manufacturing : CIM) "

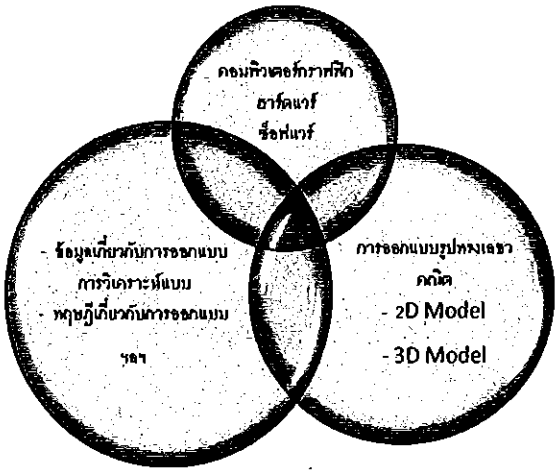


รูปที่ 2.40 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับการผลิต (CIM)

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

2.3.4 องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและคอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยออกแบบและช่วยผลิต (CAD/CAM) มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้



รูปที่ 2.41 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD)

1. ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบ (Design Tool)
2. การสร้างรูปทรงเรขาคณิต (Geometric Modelling)
3. เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ (Computer Graphics)

องค์ประกอบของ CAM

รูปที่ 2.42 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยผลิต

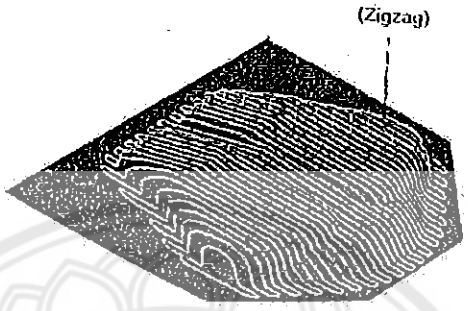
ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยผลิต (CAM)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAM)
2. ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต (Manufacturing Tools)
3. การเชื่อมต่อระบบ (Network)

2.3.5 คอมพิวเตอร์ช่วยงานผลิต (Computer Aided Manufacturing : CAM)

คอมพิวเตอร์ช่วยงานผลิต (CAM) เป็นเครื่องมือทางวิศวกรรมที่ใช้สำหรับสร้างทางเดินของเครื่องมือที่ควบคุมด้วยเครื่องจักร CNC (Computer Numerical Control) นั้นจะอาศัยรูปทรงเรขาคณิตจากโปรแกรมช่วยออกแบบ (CAD)



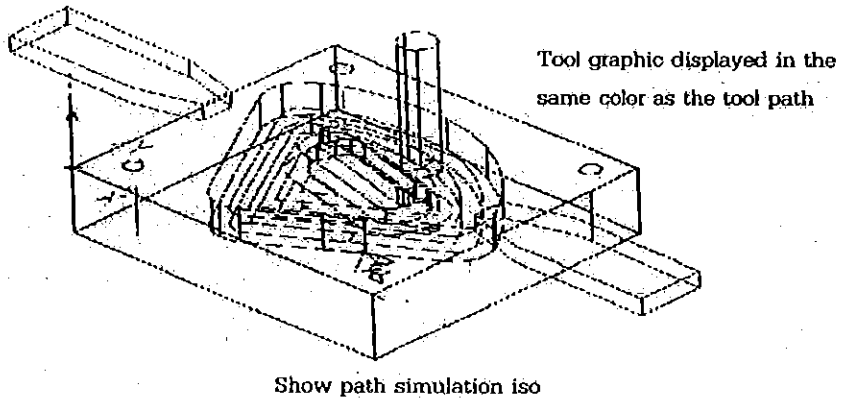
รูปที่ 2.43 แสดงทางเดินของ Tool ในโปรแกรม Smart CAM
ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

2.3.5.1 ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยงานผลิต

คอมพิวเตอร์ช่วยงานผลิต (CAM) ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้ คือ

ก. โปรแกรม NC (NC programming)

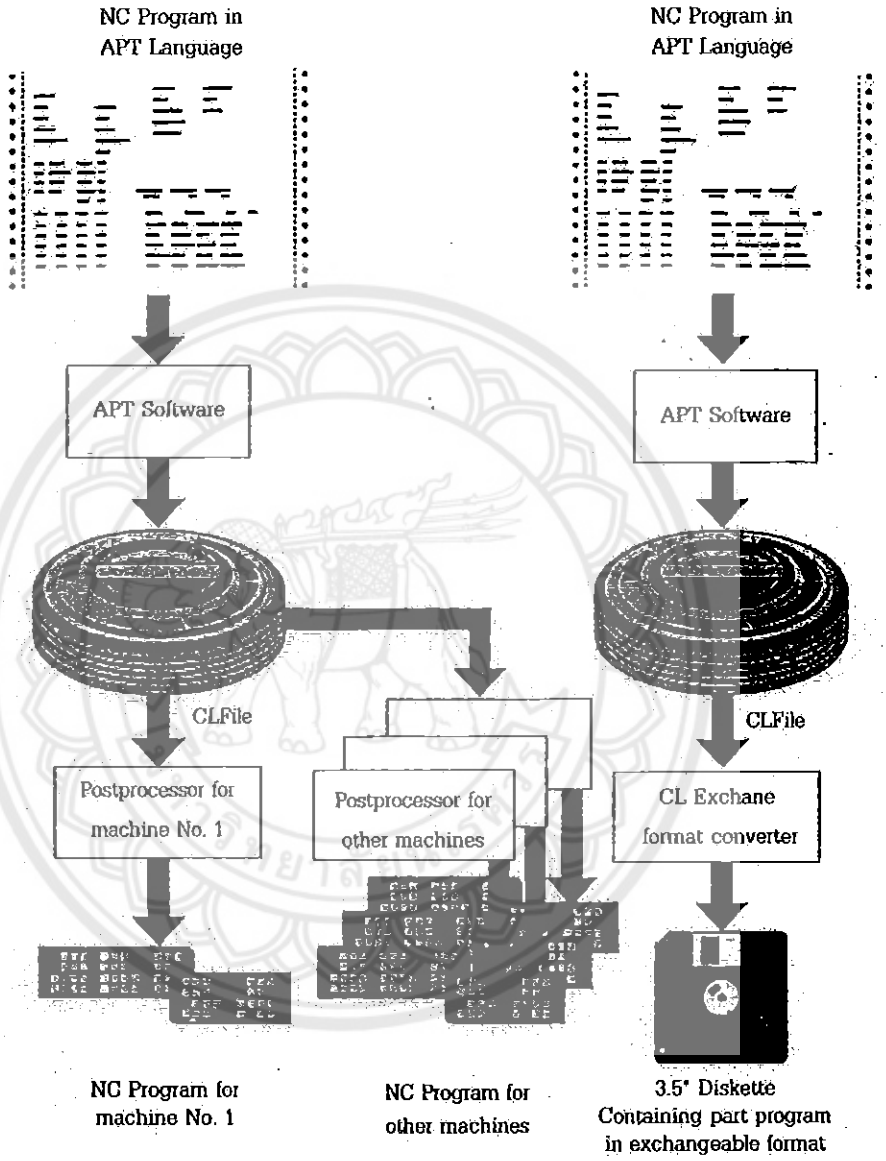
การเขียนโปรแกรม NC นั้น เป็นการสร้างข้อมูลของตำแหน่งเครื่องมือตัด (Tool Path) ในการดำเนินตัดบนเครื่องจักร CNC โดยโปรแกรม NC สามารถจำลองเพื่อตรวจสอบทางเดินของเครื่องมือตัดว่าถูกต้องหรือไม่ หลังจากที่แสดงทางเดินของมีดตัดแล้ว แฟ้มภาษา APT (Automatically Programmed Tool) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานด้านการควบคุมเครื่องจักร CNC จะถูกสร้างขึ้น



รูปที่ 2.44 แสดงทางเดินของมีดตัด (Tool path) ในโปรแกรม Smart CAM
ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

ข. Postprocessor

Postprocessor ทำหน้าที่เปลี่ยนแฟ้มภาษา APT ไปเป็นภาษาเฉพาะของเครื่อง CNC

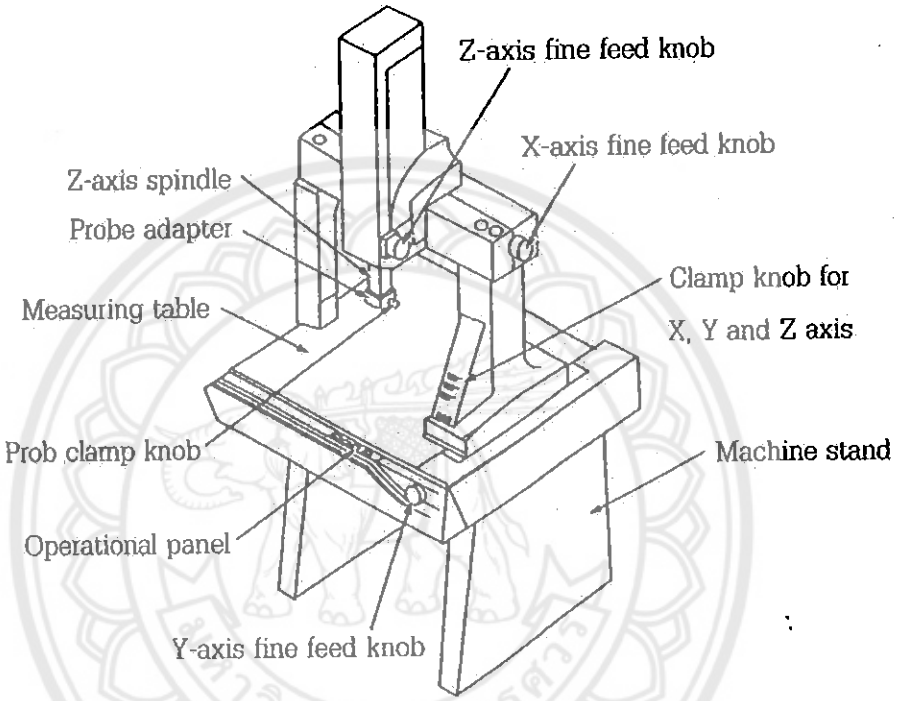


รูปที่ 2.45 โครงสร้างของ Postprocessor

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

ค. Reverse Engineering

Reverse Engineering เป็นวิธีการใช้เครื่องมือวัดจุดโคออร์ดิเนต (Coordinate Measuring Machines : CMM) แล้วส่งข้อมูลเข้าไปที่ CAD เพื่อสร้างพื้นผิวของชิ้นงาน จากนั้นก็สร้างข้อมูลของ CAM และโปรแกรม NC โดยที่เครื่อง CMM นี้สามารถอ่านข้อมูลจากพื้นผิวจริงของชิ้นงาน

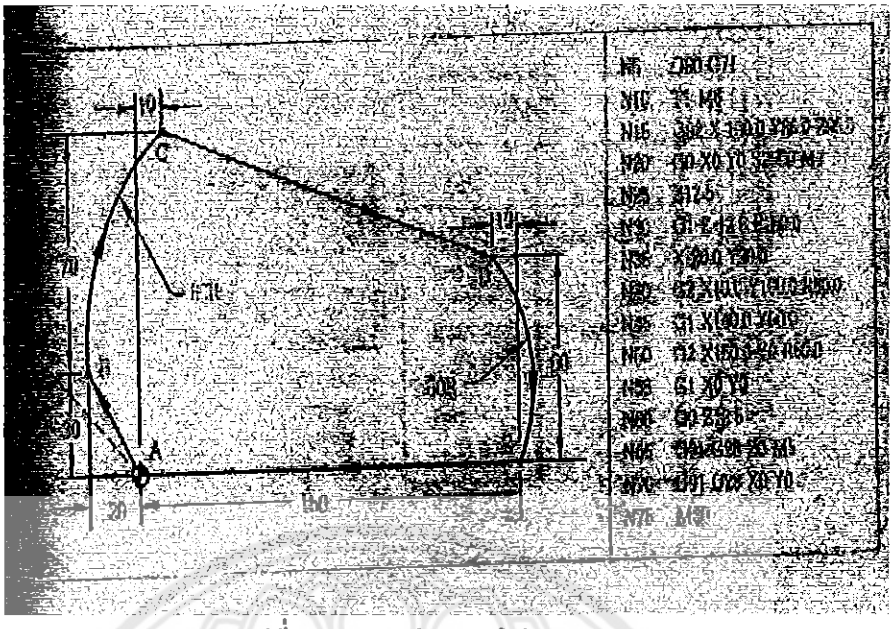


รูปที่ 2.46 เครื่องวัดจุดโคออร์ดิเนต (CMM)

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต พิมพ์ครั้งที่ 1

2.3.5.2 การควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลข (Numerical Control : NC)

NC เป็นลักษณะของคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยคำสั่งจะเขียนในลักษณะเป็นแถว (Block) ซึ่งประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่าง ๆ



รูปที่ 2.47 ตัวอย่างของโปรแกรม NC

ที่มา : อำนาจ ทองแสน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต **พิมพ์ครั้งที่ 1**

2.4 องค์ประกอบของโปรแกรม

2.4.1 องค์ประกอบของโปรแกรม NC

โปรแกรมเอ็นซี (หรือ NC Program) จะมีลักษณะเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยประกอบด้วยหลายบรรทัด ในแต่ละบรรทัดประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ สำหรับ NC โปรแกรมมีศัพท์เรียกเฉพาะเมื่อเทียบกับโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไปดังนี้

ตารางที่ 2.7 รูปแบบของคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ และ NC โปรแกรมเมื่อเปรียบเทียบกัน

	ภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป	NC โปรแกรม
1	**บรรทัด (Line)**	**บล็อค (Block)**
2	**คำสั่ง**	**เวิร์ด (Word)**

ที่มา : การใช้โปรแกรม AutoCAD ในงาน CNC ,ศุภางค์ เจริญศรี และ สุชิต เรืองศรี

โดยในแต่ละบล็อกประกอบด้วยหลายเวิร์ด ในแต่ละเวิร์ดประกอบด้วย 1 ตัวอักษรภาษาอังกฤษหรือเรียกว่า " โค้ด " (Code) ซึ่งเป็นคำสั่งให้เครื่องจักรกล CNC ทำงานในลักษณะที่ต้องการแล้วตามด้วยตัวเลข (Number) สำหรับประกอบการสั่งการหรือการทำงานนั้นๆ

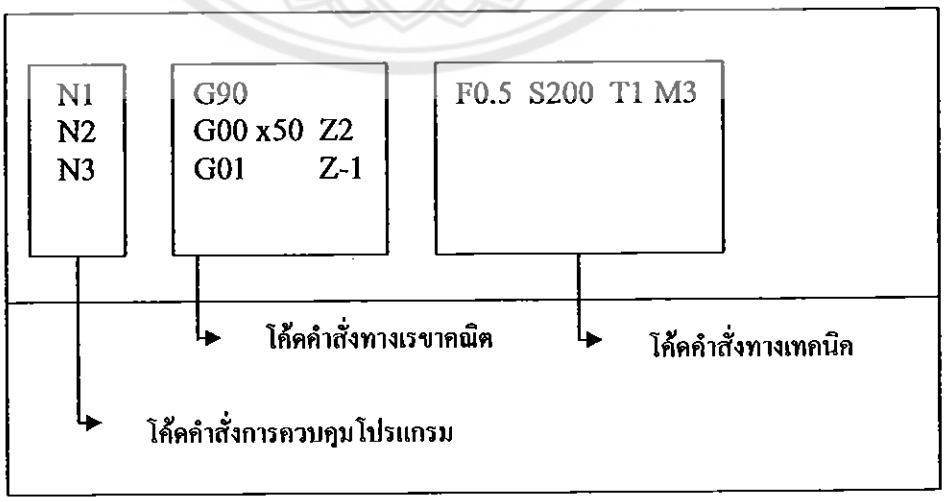
ตารางที่ 2.8 แสดงตัวอย่าง NC โปรแกรม

ตัวอย่าง NC โปรแกรม	
N1 G90 F0.5 S200 T1 M3 N2 G00 X50 Z2 N3 G01 Z-1	
จะเห็นว่า NCโปรแกรมประกอบด้วยหลาย ๆ บล็อก (หรือบรรทัด) แต่ละบล็อกประกอบด้วยหลาย เวิร์ด (Word) หรือคำสั่งต่างๆ ดังนั้นตัวอย่างนี้เป็นการแสดงโปรแกรมเพียง 3 บล็อก	
โดยบล็อกที่ 1 คือ	N1 ,G90 ,F0.5 ,S200 ,T1 ,M3
ในบล็อกที่ 1 นี้มี 6 เวิร์ด	N1 ,G90 ,F0.5 ,S200 ,T1 และ M3
ในแต่ละเวิร์ดประกอบด้วย	1. โค้ด (Code) หรือ Address เป็นตัวอักษร 2. ตัวเลข (Numbers)
โค้ดของบล็อกที่ 1 ได้แก่	:N ,G ,F ,S ,T และ M
ตัวเลขได้แก่	:1 ,90 ,0.5 ,200 ,1 และ 3

ที่มา : การใช้โปรแกรม AutoCAD ในงาน CNC ,ศุภางค์ เจริญศรี และ สุชิต เรืองศรี

โค้ดต่างๆ ที่ใช้ใน NC โปรแกรมสามารถแยกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. โค้ดคำสั่งควบคุมโปรแกรม (Program Control Instructions)
2. โค้ดคำสั่งทางเรขาคณิต (Geometric Instruction)
3. โค้ดคำสั่งทางเทคนิค (Technical Instruction)



รูปที่ 2.48 ตัวอย่างโค้ดต่างๆ ที่ใช้ใน โปรแกรมเอ็นซี

ที่มา : การใช้โปรแกรม AutoCAD ในงาน CNC ,ศุภางค์ เจริญศรี และ สุชิต เรืองศรี

โดยคำสั่งควบคุมโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดลำดับขั้นตอนการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล CNC ส่วนคำสั่งทางเรขาคณิตเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรเพื่อให้ได้รูปทรงทางเรขาคณิตของชิ้นงานที่ต้องการ (ได้แก่ คือ โค้ดจี G-Code) และคำสั่งทางเทคนิคเป็นการควบคุมทางเทคนิคของการทำงานของเครื่องจักรเช่น ความเร็วฟีด ความเร็วสปินเดิล การเปิดปิดสปินเดิล และการเปลี่ยนทูล เป็นต้น โค้ดหลักและสำคัญที่ใช้ใน NC โปรแกรม คือ โค้ด G และโค้ด M

ตารางที่ 2.9 แสดงการสรุปผลขององค์ประกอบของโปรแกรม

สรุป องค์ประกอบของโปรแกรม
ก) โปรแกรม ประกอบด้วย บล็อก บล็อก ประกอบด้วย เวิร์ด เวิร์ด ประกอบด้วย โค้ดและตัวเลข
ข) โค้ดแยกได้เป็น 3 ประเภท คือ
1. คำสั่งควบคุมโปรแกรม ได้แก่ N
2. คำสั่งทางเรขาคณิต ได้แก่ G , X , Y , Z , I , J และ K เป็นต้น
3. คำสั่งทางเรขาคณิต ได้แก่ M , F , S และ T เป็นต้น

ที่มา : การใช้โปรแกรม AutoCAD ในงาน CNC ,ศุภางค์ เจริญศรี และ สุชิต เรืองศรี

2.4.2 โค้ด G และโค้ด M

กลุ่มโค้ดหลักที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี คือ โค้ดจี หรือ จีโค้ด (G-Code) และโค้ดเอ็ม หรือ เอ็มโค้ด (M Code)

2.4.2.1 จีโค้ด (G-Code)

จีโค้ด เป็นคำสั่งที่ทำให้ระบบควบคุมหรือคอนโทรลเลอร์สั่งการให้เครื่องจักรกลCNCทำการ แมชชีนให้เป็นรูปทรงทางเรขาคณิตตามความต้องการ โดยในการแมชชีนใด ๆ คอนโทรลเลอร์ต้องทราบทิศทางและตำแหน่งการเคลื่อนที่ของทูล ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งวงกลม หน่วยความยาวที่ใช้ และบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบ Absolute หรือ Increment เป็นต้น

จีโค้ด จึงจัดเป็นฟังก์ชั่นเตรียมการ (Preparatory Function) หรือเป็นการเตรียมข้อมูลของการเคลื่อนที่ให้ได้รูปทรงทางเรขาคณิตเพื่อป้อนให้แก่คอนโทรลเลอร์

จีโค้ด มีมาตรฐานอุตสาหกรรม เช่น มาตรฐาน ISO6983/BS 3635 มาตรฐาน ANSI/EIARS274D, (ประเทศสหรัฐอเมริกา) ,BS3635 (ประเทศอังกฤษ) และ มาตรฐาน DIN 66 025 (ประเทศเยอรมัน) เป็นต้น โดยทุกมาตรฐานดังกล่าวมีจีโค้ดพื้นฐานที่เหมือนกัน

NC โปรแกรมที่ใช้มาตรฐานเหล่านี้นิยมเรียกว่า " โปรแกรมจีโค้ด " (หรือ G-Code Program)

2.4.2.2 เอ็มโค้ด (M-Code)

นอกเหนือจากจีโค้ดแล้ว จะต้องมีคำสั่งอื่นๆ ที่เครื่องจักรกล CNC ต้องใช้ในกระบวนการแมชชีนต่างๆ เช่น การใช้สปินเดิลหมุนในทิศที่ต้องการ การเปลี่ยนทูล การใช้น้ำหล่อเย็น (Coolant) การหยุดสปินเดิล และการหยุดโปรแกรมเป็นต้น โดยคำสั่งเหล่านี้กำหนดให้ใช้เป็นโค้ดเอ็ม (M Code)ดังนั้น เอ็มโค้ด (M-Code) คือ คำสั่งอื่นๆ (Miscellaneous Functions) ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกลไกการทำงานของเครื่องจักรกล CNC ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของทูล

หมายเหตุ

1. ทั้ง G-Code และ M-Code โดยทั่วไปจะตามด้วยตัวเลข 2 ตัว แต่ในคอนโทรลเลอร์บางรุ่นอาจมี 3 ตัวได้ เพื่อเพิ่มคำสั่งให้หลากหลายมากขึ้น

2. โค้ดบางช่วงเช่น G22 ถึง G32 และ G98 ถึง 99 มาตรฐาน EIA และ ISO ไม่ได้กำหนด ทำให้ผู้ผลิตคอนโทรลเลอร์สารามถกำหนดเป็นคำสั่งพิเศษเพิ่มเติมได้เอง

3. NC โปรแกรมหรือ จีโค้ดโปรแกรม อาจเรียกโปรแกรมที่ใช้โค้ดของ EIA และโค้ด ISO (EIA/ISO Code)

2.4.2.3 โค้ดอื่น ๆ ในเวิร์ด

โค้ดในแต่ละเวิร์ดนอกเหนือจาก G-Code และ M-Code แล้วยังประกอบด้วยโค้ดอื่น ๆ อีก 7 ประเภทคือ

1. เลขที่บล็อค (เลขที่บรรทัด)	:N
2. ตำแหน่งหรือระยะทางความยาว	:X ,Y และ Z
3. ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลม	:I ,J และ K
4. ความเร็วของสปินเดิลและความเร็วตัด	:S และ V
5. ความเร็วฟีด	:F
6. เลขที่ทูล	:T
7. อื่น ๆ	:B, D และ O เป็นต้น

ก. เลขที่บล็อก (Block Number ,Sequence Number) : N

เลขที่บล็อกหรือลำดับคำสั่งต่าง ๆ จะเริ่มด้วยตัวอักษร N ตามด้วยตัวเลข (0 ถึง 9) จำนวนตัวเลขอาจมีเพียง 3 ตัว (3 หลัก) หรือสูงสุด 999 บล็อก (N001 ถึง N999) ซึ่งใช้ในตอนโทรลเลอร์ยุคแรก ๆ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในยุคนั้นมีหน่วยความจำ (memory) น้อย

ในปัจจุบันเลขที่บล็อคในคอนโทรลเลอร์สามารถกำหนดได้ถึง 5 หลัก (N00001 ถึง N99999) หรือมากกว่า ทำให้สามารถรองรับโปรแกรมขนาดใหญ่ของชิ้นงานที่ซับซ้อนที่ทำจากซอฟท์แวร์ CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) ได้

การกำหนดเลขที่บล็อก สามารถเริ่มจากเลข 1,2 ,3 ,4 ..... หรือเพิ่มไปยังบล็อกถัดไปครั้งละหนึ่ง ซึ่งมีข้อเสีย คือ ทำให้ลำบากต่อการแก้ไขโปรแกรมโดยเฉพาะในการแทรกบล็อก ดังนั้นลำดับที่ใช้จึงนิยมให้เพิ่มครั้งละ 5 เช่น N0005 ,N0015 ,N0020 , ...หรือ เพิ่มครั้งละ 10 เช่น N0010 ,N0030 ,N0040 , ...คอนโทรลเลอร์บางรุ่นต้องพิมพ์ N0005 (ต้องมีเลขศูนย์สามตัว) แทน N5 มิฉะนั้นแล้วจะใช้ไม่ได้

ในคอนโทรลเลอร์บางรุ่น เลขที่บล็อกไม่จำเป็นต้องกำหนดให้ทุก ๆ บรรทัดแต่จะกำหนดเฉพาะ บล็อกที่ใช้อ้างอิงถึงในโปรแกรมย่อย หรือ Subprogram ดังนั้นจึงควรศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมของแต่ละคอนโทรลเลอร์และของแต่ละรุ่น

ข. ความเร็วสปินเดิล (Spindle Speed) S

ความเร็วสปินเดิลคือความเร็วรอบของสปินเดิล ใช้ตัวอักษร S ตามด้วยตัวเลข เช่น S1500 หมายถึงให้ความเร็วสปินเดิลเป็น 1500 รอบต่อนาที (rpm หรือ rev/min) ความเร็วสปินเดิลจะนิยมเรียกสั้นๆ ว่า " สปีด " (Speed)

ค. ความเร็วฟีด F

ความเร็วฟีด (หรือ ฟีดเรต,Feed rate) คือ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของทูลในขณะแมชชีนชิ้นงาน หรือเคลื่อนที่ลึกลงในชิ้นงานเพื่อกัดหรือกลึงเอาเนื้อชิ้นงานออก หน่วยความเร็วฟีดสามารถกำหนดได้เป็น

1. มม/นาที (mm/min) หรือ นิ้ว/นาที (inch/mm) ใช้สำหรับการกัดและการเจาะคำสั่งที่ใช้คือ G94

2. มม/รอบ (mm/rev) หรือ นิ้ว/รอบ (inch/rev) สำหรับการกลึง คำสั่งที่ใช้คือ G95

ง. เลขที่ทูล : T

เลขที่ทูล สำหรับการเลือกใช้ทูลในเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ และเครื่องกลึง CNC ใช้ตัวอักษร T ตามด้วยตัวเลข โดยทั่วไปใช้รวมกับโค้ดการเปลี่ยนทูล (M06) ตัวอย่างเช่น T0102 และ T101 เป็นต้น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125

การศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125 ศึกษานิยามของหุ่นยนต์ ระบบการทำงานของหุ่นยนต์ การเปรียบเทียบสรีระของมนุษย์กับหุ่นยนต์ องค์ประกอบของหุ่นยนต์ คำนิยามของข้อต่อ (Join) ,แกน (Axis) ,Degree of freedom ,End effector ,Work Envelop โครงสร้างของหุ่นยนต์

3.2 ศึกษาระบบควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125

การศึกษาระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125 โดยศึกษาถึงองค์ประกอบของหุ่นยนต์ ระบบทางกล ส่วนประกอบทางไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิกส์ Work cell องค์ประกอบการควบคุม ลักษณะของการควบคุมแบบเปิด/ปิด วิธีการควบคุมในการกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์

3.3 ศึกษาการใช้โปรแกรมในการเขียนแบบและช่วยในการผลิต (CAD/CAM)

เป็นการศึกษาการใช้โปรแกรมช่วยในการเขียนแบบและช่วยในการผลิต (CAD/CAM) ,ระบบ (CAD/CAM) ในอุตสาหกรรม องค์ประกอบของระบบ (CAD/CAM) ส่วนประกอบของระบบ CAM ,NC Programming ,องค์ประกอบของโปรแกรม NC ,Post – Processer ศึกษาโปรแกรม (CAD/CAM) โดยใช้โปรแกรม ART CAM PRO 9

3.4 ศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลระบบพิกัดตำแหน่งจากโปรแกรม (CAD/CAM) เข้าสู่ระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125

เป็นการศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลพิกัดตำแหน่งจากโปรแกรม (CAD/CAM) เข้าสู่ระบบควบคุมสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125

3.5 สรุปผลการดำเนินงานและนำเสนอผลงาน

เป็นการสรุปและวิเคราะห์ผลการ Post – Processer ซึ่งเป็นข้อมูลจากการแก้ไขโปรแกรม ART CAM PRO 9 เข้าสู่ระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ผ่าน FDD 1.44 mb ว่ามี

ข้อผิดพลาด มีคำสั่งที่ไม่สามารถทำให้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเคลื่อนที่ได้ตามคำสั่ง และมีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใดจากขนาดของชิ้นงานที่ทำการทดลอง

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125

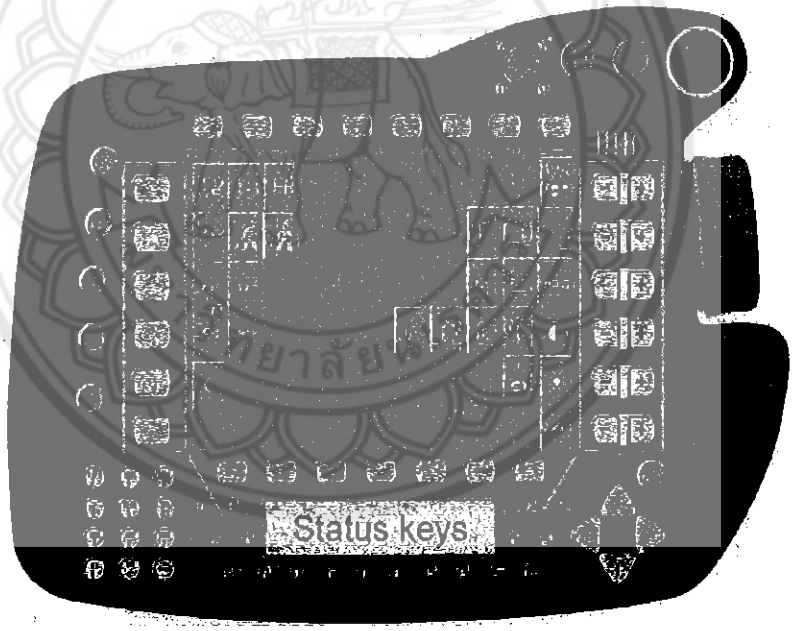
4.1.1 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA ROBOT-125

ในการกำหนดทิศทาง + และ – ของแต่ละแกนตั้งแต่แกน A1 ถึง A6 ของหุ่นยนต์ในระบบ Joint Coordinate โดยสามารถทำได้โดย

4.1.1 การกดปุ่ม Safety Switch ด้านหลัง Teach Pendant

4.1.2 กดเลือกระบบการเคลื่อนที่ที่เราต้องการจะทดสอบ โดยเราจะทำการเลือกให้เป็นระบบ Joint Coordinate

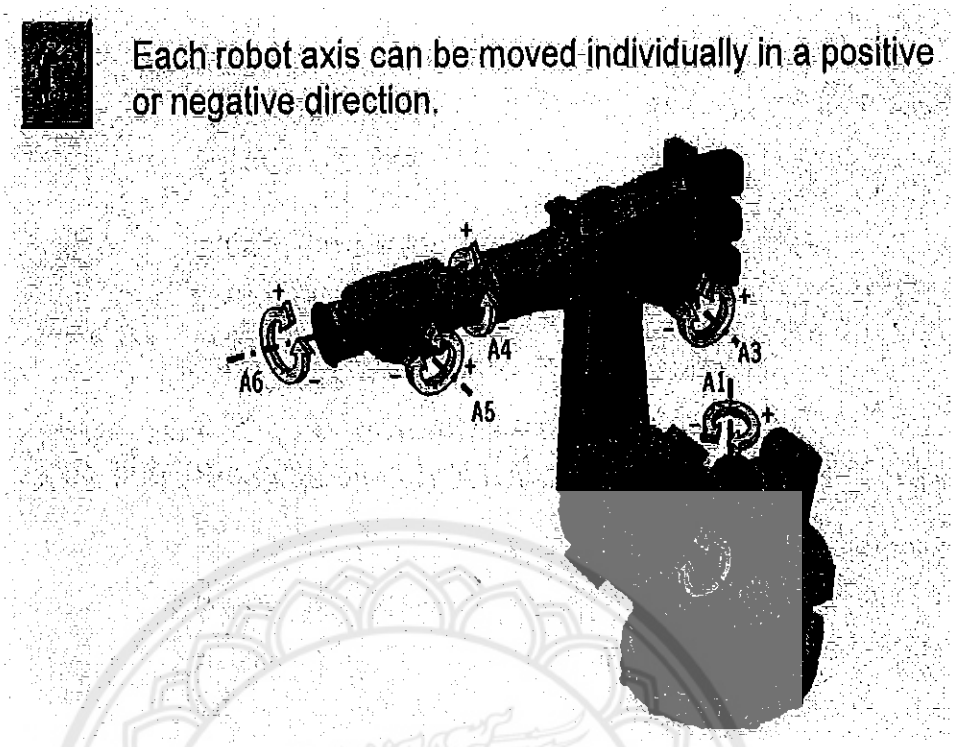
4.1.3 ทดลองกด + และ – ของแกน A1 ถึง A6



รูปที่ 4.1 แสดง Key บน Teach Pendant ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ที่มา : BASIC ROBOT PROGRAMMING for KUKA System Software V5.x

หลังจากได้ทำการทดสอบการเคลื่อนที่ในแต่ละแกนได้ผลการเคลื่อนที่ในทิศทาง + และ – แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการเคลื่อนที่ในทิศทาง + และ – ตั้งแต่แกน A1 ถึง A6

ที่มา : BASIC ROBOT PROGRAMMING for KUKA System Software V5.x

4.1.2 ทดลองหาค่ามุมของการเคลื่อนที่ในแต่ละแกนว่าสามารถเคลื่อนที่ได้มากที่สุดเท่าไร

โดยการทดลองการเคลื่อนที่ในระบบ Joint Coordinate

4.1.2.1 ในการกำหนดทิศทาง + และ – ของแต่ละแกนตั้งแต่แกนที่ A1 ถึง A6 ของหุ่นยนต์ในระบบ Joint Coordinate สามารถทำได้ดังนี้

ก. โดยการกดปุ่ม Safety Switch ด้านหลังของ Teach Pendant

ข. เลือกระบบการเคลื่อนที่ที่ต้องการ โดยทำการเลือกระบบ Joint Coordinate

ค. กด Monitor => Act position => Joint เพื่อให้หน้าจอแสดงมุมองศาของการเคลื่อนที่

ง. ทดลองกด + และ – ของแกน A1 ถึงแกน A6 โดยเคลื่อนที่ทุกแกนในทิศทางที่ต่างกัน จนกระทั่งหุ่นยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้แล้วในทิศนั้น ๆ

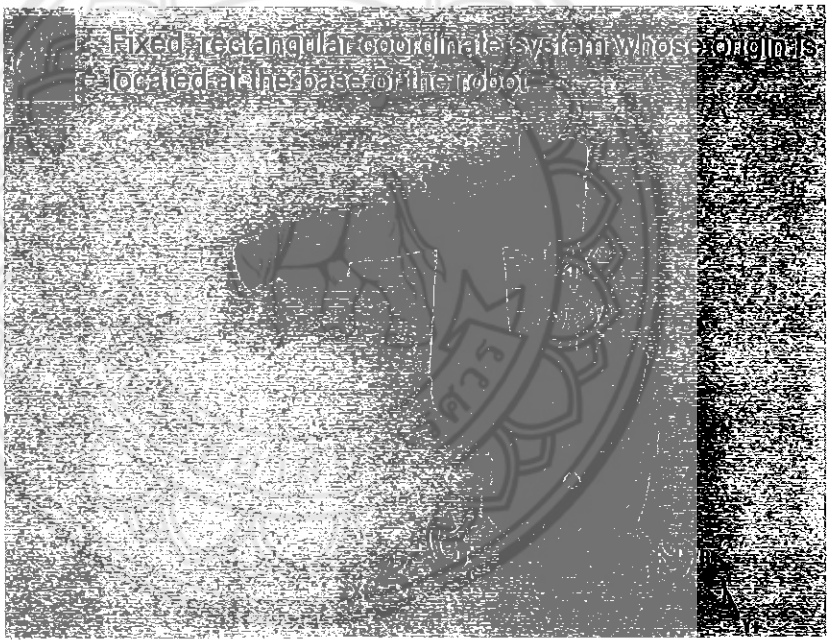
*** หมายเหตุ ในการทดลองการเคลื่อนที่นั้น สิ่งที่ต้องระวังคือห้ามแกนอื่น ๆ ที่ไม่ได้เคลื่อนที่ด้วย โดยต้องทำให้แกนที่ไม่ได้เคลื่อนที่กระทบกับแกนที่กำลังทำการทดลองอยู่ ***

หลังทำการทดลองการเคลื่อนที่ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่ามุมองศาที่เคลื่อนที่ได้ในทิศทาง + และ – ของแกนทั้ง 6

แกน	มุมองศาที่เคลื่อนในทิศทาง -	มุมองศาที่เคลื่อนที่ในทิศทาง +
แกน A1	-185	185
แกน A2	-130	3
แกน A3	-120	148
แกน A4	-350	350
แกน A5	-120	120
แกน A6	-350	350

4.1.3 ทดลองหาค่าพิกัดของปลาย Tool ที่ตำแหน่ง Home



รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งพิกัด 0 ,0 ,0 ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ที่มา : BASIC ROBOT PROGRAMMING for KUKA System Software V5.x

จากการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง Home และ Monitor ค่าพิกัดต่าง ๆ แสดงได้ดังนี้

4.1.3.1 การ Monitor ในระบบ Cartesian

ตารางที่ 4.2 ค่าที่แสดงบน Monitor ในระบบ Cartesian

Position (mm.)	Orientation (deg.)
X = 1765.18	A = 2.05
Y = -9.49	B = 2.37
Z = 1645.64	C = 179.42

4.1.3.2 การ Monitor ในระบบ Joint

ตารางที่ 4.3 ค่าที่แสดงบน Monitor ในระบบ Joint

Axis Angle (deg.)	Axis Angle (deg.)
A1 = 0.27	A4 = 1.34
A2 = -88.88	A5 = 0.52
A3 = 91.12	A6 = -1.94

4.1.3.3 การ Monitor ในระบบ Incremental

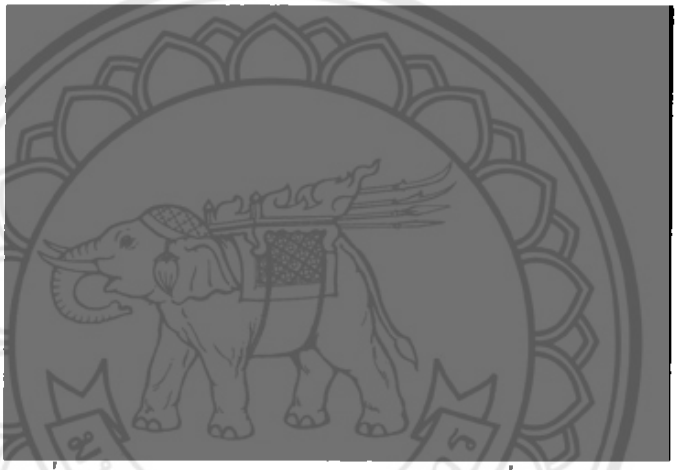
ตารางที่ 4.4 ค่าที่แสดงบน Monitor ในระบบ Incremental

Incremental (Incr.)	Incremental (Incr.)
I1 = 2275	I4 = 5345
I2 = -744292	I5 = 1896
I3 = 767272	I6 = -4777

4.2 ศึกษาระบบควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125

4.2.1 ทำการทดลองควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมโดยการป้อนคำสั่งการเคลื่อนที่ผ่าน Teach Pendant โดยเลือกระบบการเคลื่อนที่เป็นแบบ World Coordinate จากนั้นทำการควบคุมหุ่นยนต์ไปยังตำแหน่งที่เราต้องการดังรูป 4.4

รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งที่ Robot เคลื่อนที่ไปยังจุดที่กำหนด



รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอแสดงผลของตำแหน่งที่เรากำหนดไป

*** หมายเหตุ ตำแหน่ง P1 และ P6 เป็นจุดใกล้เคียงกัน ***

4.2.2 ทดลองทำการเคลื่อนที่ Robot อัตโนมัติไปยังตำแหน่งที่เรากำหนดไว้ดังรูปที่ 4.6 โดยรูปที่ได้จะมีลักษณะคล้ายกับดาว

รูปที่ 4.6 แสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของ Robot เมื่อสั่งเดินตามโปรแกรมโดยอัตโนมัติ

*** หมายเหตุสาเหตุที่ภาพไม่เป็นรูปดาวชัดเจน เพราะพื้นไม้อัดที่ใช้นั้นไม่ได้สัมผัสกับพิ้นโต๊ะ อย่างแนบสนิท ทำให้เวลาสั่ง Robot ทำงานแล้วเส้นทางเดินจึงไม่เป็นแนวเส้นเดียวกันชัดเจน ***

4.2.3 ทำการเช็คดูว่าตำแหน่งที่เรากำหนดให้ Robot เคลื่อนที่ไปนั้นอยู่ในตำแหน่งใดบ้าง

โดยในขั้นตอนนี้ให้เราเข้าสู่โหมดการทำงานของ Robot ในระบบ Expert Mode แล้วคลิกเข้าไปดูชื่อ File name ที่เราตั้งชื่อทิ้งไว้ตามด้วยนามสกุล (*.DAT) ในขั้นตอนนี้ File name ที่เราตั้งไว้ชื่อ AET1

รูปที่ 4.7 แสดงชื่อ file name AET1.DAT ในหน้าจอแสดงผล

รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอแสดงผลเมื่อเราคลิกเข้าไปใน File AET1.DAT

สังเกตว่าในบรรทัดที่มีคำอธิบายตามหลังเลข 4 มีการแสดงผลดังนี้ XP1 = {X 2029.04, Y 153.52, Z 842.862} ซึ่งเป็นตำแหน่งของ พิกัดที่ P1 ที่เรากำหนดให้ Robot เคลื่อนที่ไป ในทำนองเดียวกันที่ตำแหน่งที่ P2 สามารถบอกพิกัดได้ดังนี้ XP2 = {X 2381.65, Y 5.11195, Z 839.794} โดยค่าที่เหลือจะแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าพิกัดที่เรากำหนดไว้ใน Program การเคลื่อนที่ใน file AET1.DAT

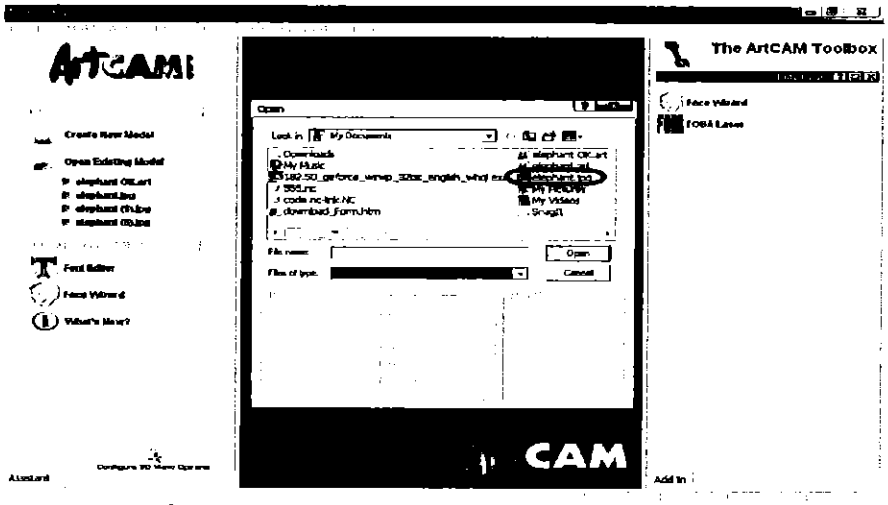
ตำแหน่งที่	ค่าพิกัดที่แสดง
P1	X = 2029.04 Y = 153.52 Z = 842.862 A = -48.3021 B = 43.0772 C = -61.1488
P2	X = 2381.65 Y = 5.11195 Z = 839.794 A = -448.302 B = 43.077 C = -61.1488
P3	X = 2030.96 Y = -153.085 Z = 842.38 A = -48.3013 B = 43.0781 C = -61.1478
P4	X = 2272.02 Y = 179.846 Z = 839.408 A = -48.3014 B = 43.0771 C = -61.1488
P5	X = 2285.94 Y = -159.516 Z = 839.213 A = -48.3017 B = 43.077 C = -61.149
P6	X = 2028.66 Y = 153.351 Z = 839.886 A = -48.3016 B = 43.0761 C = -61.1494

4.3 การใช้โปรแกรม ART CAM PRO 9 ช่วยในการออกแบบชิ้นงาน

4.3.1 ทำการเข้าสู่หน้าแรกของโปรแกรม ART CAM PRO 9 โดยมีลักษณะตามรูปข้างล่าง

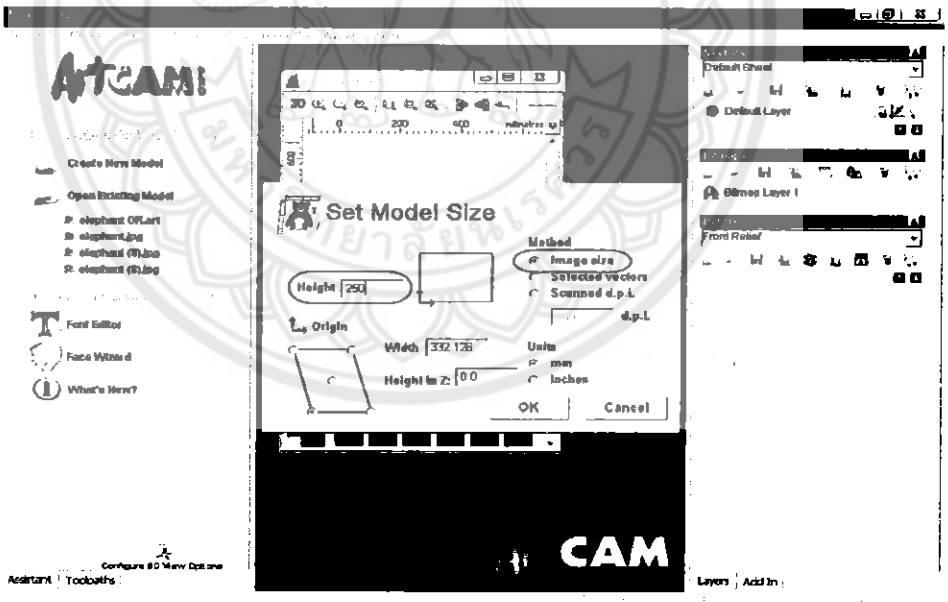
รูปที่ 4.9 หน้าเริ่มต้นโปรแกรม ART CAM PRO 9

4.3.2 ขั้นตอนการนำไฟล์รูปนำเข้าสู่โปรแกรม ART CAM PRO 9 โดยการตามรูปที่ 4.10 คลิกที่ Open Existing Model จะขึ้นหน้าต่าง Open หลังจากนั้นก็ทำการเลือกไฟล์รูปภาพที่ได้ทำการตกแต่งไว้แล้ว แล้วคลิกที่ Open



รูปที่ 4.10 นำไฟล์ภาพลงในโปรแกรม ART CAM PRO 9

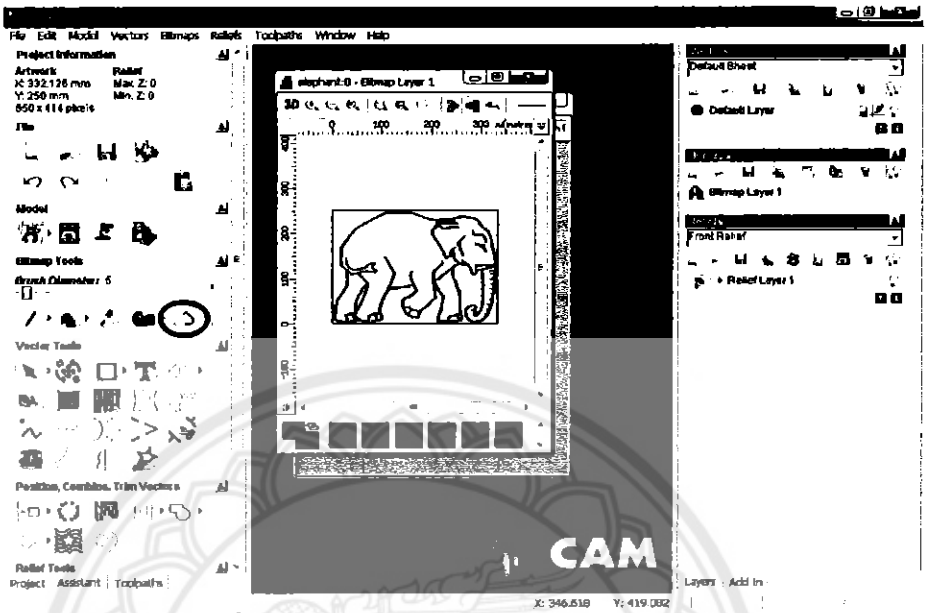
4.3.3 จากนั้นโปรแกรมจะเปิดหน้าต่างของการตั้งขนาดของภาพเรา ถ้าเราต้องการที่จะทำการปรับเปลี่ยนขนาดของภาพเราสามารถคลิกได้ที่เมนูคำสั่ง Image Size แล้วกำหนดความกว้าง ความยาวของขนาดโมเดลตามที่เราต้องการได้ ดังรูปที่ 4.3 ความต้องการของขนาดที่จะกัดชิ้นงาน 250 mm.



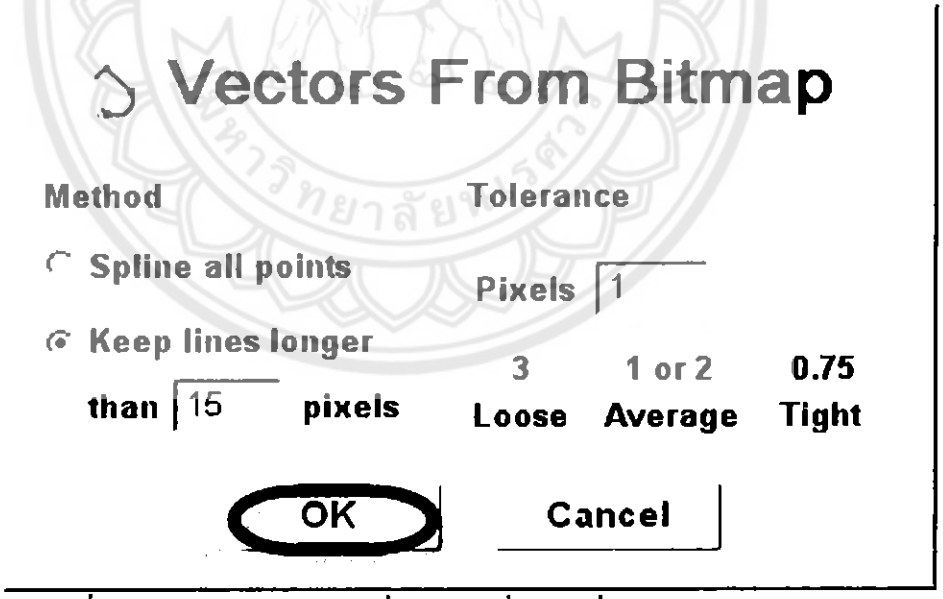
รูปที่ 4.11 การตั้งค่า SET MODEL SIZE

4.3.4 เป็นขั้นตอนของการกำหนดค่าของ Vectors From Bitmap เพื่อจะทำการกำหนดเส้นที่ได้จากการออกแบบให้มีความเข้มที่มากขึ้น โดยเป็นเส้นที่กำหนดของการเคลื่อนที่ของ Tools หรือทิศทางของเส้นทางการเดินทางของ Tools จึงได้มีการกำหนดค่าของเส้นนั้น โดยขึ้นอยู่กับความ

ต้องการใช้งาน เมื่อคลิกที่เมนูคำสั่ง Vectors From Bitmap ดังรูปที่ 4.12 โดยจะขึ้นหน้าต่างการใช้งานดังรูปที่ 4.13 แล้วกด OK



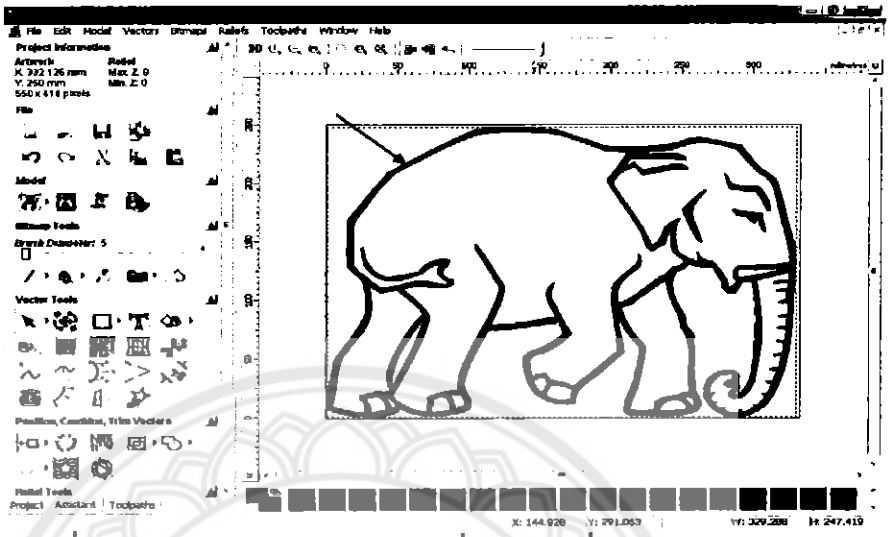
รูปที่ 4.12 การทำเมนูคำสั่ง Vectors From Bitmap



รูปที่ 4.13 หน้าต่างการใช้งานเมื่อกดคลิกที่เมนูคำสั่ง Vectors From Bitmap

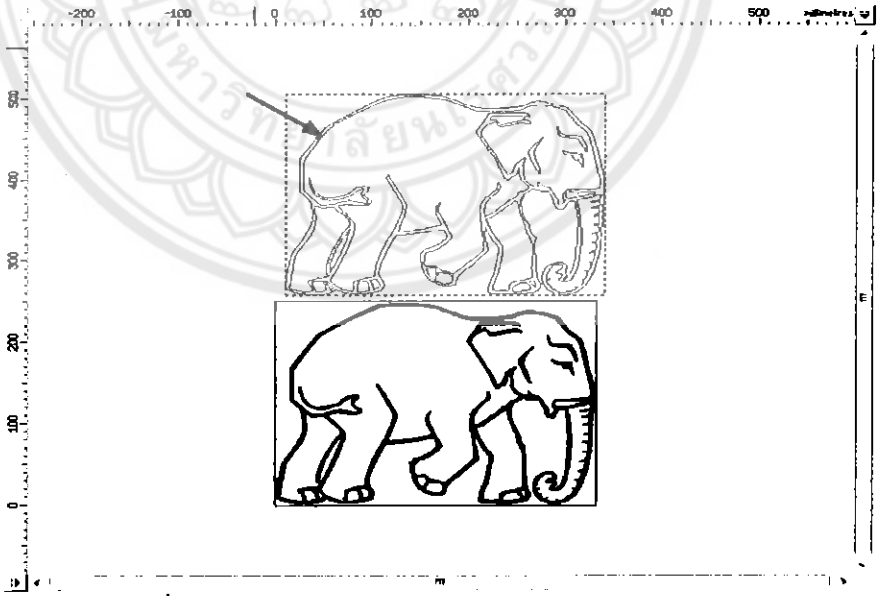
4.3.5 เป็นคำสั่งหลังจากที่ได้กำหนดค่าของ Vectors From Bitmap แล้วจะเห็นได้ดัง รูปที่ 4.14 ว่าจะมีเส้นที่เป็นสีชมพูรอบ ๆ ตัวช้าง ดังรูปที่ 4.14 นั่นเป็นส่วนของ Bitmap Vectors ที่ได้จากการแสดงผลจาก Vectors From Bitmap จากนั้นก็เป็นส่วนที่จะทำการ Copy Bitmap Vectors

เพื่อที่จะได้แยกส่วนต่าง ๆ ให้เป็นองค์ประกอบในการทำให้เป็น Layer ของแต่ละส่วนเพื่อที่จะได้ง่ายต่อการทำงานในขั้นตอนต่อไป



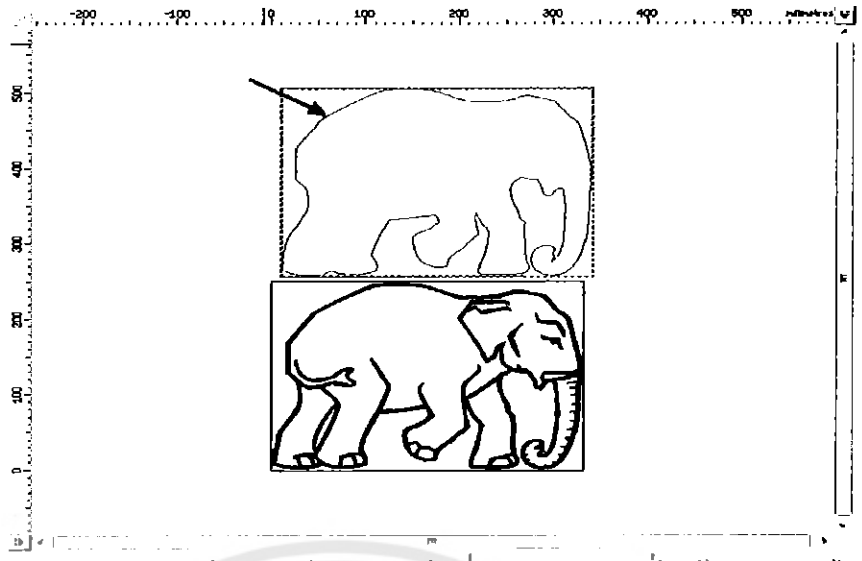
รูปที่ 4.14 การแสดงผลของโปรแกรมเมื่อกดใช้คำสั่ง Vectors From Bitmap

4.3.6 หลังจากที่คลิก Copy Bitmap Vectors แล้วก็จะแสดงผลของ Block and Rotate Copy เพื่อทำการ Copy Bitmap Vectors ในที่นี้จะทำการ Copy ให้ออกมาเพิ่มอีก 1 รูป ดังแสดงในรูปที่ 4.15

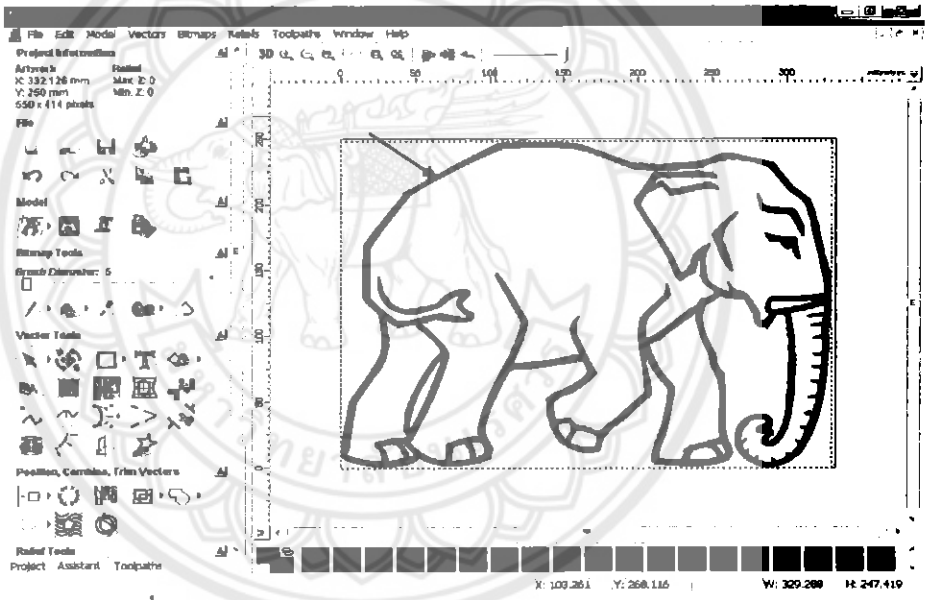


รูปที่ 4.15 ภาพหลังจากการทำ Copy Bitmap Vectors

4.3.7 เลือกภาพจากการ Copy Bitmap Vectors มา 1 ภาพเพื่อทำการลบส่วนประกอบหรือองค์ประกอบของช้างให้เหลือเพียงแค่โครงร่างของช้างที่เป็นส่วนหลัก ๆ ที่ต้องการจะดึงภาพให้มีการนูนขึ้นมา ดังรูปที่ 4.16 โดยจะเลือกเฉพาะเส้นขอบนอกดังแสดงโดยลูกศรชี้ในรูปที่ 4.16



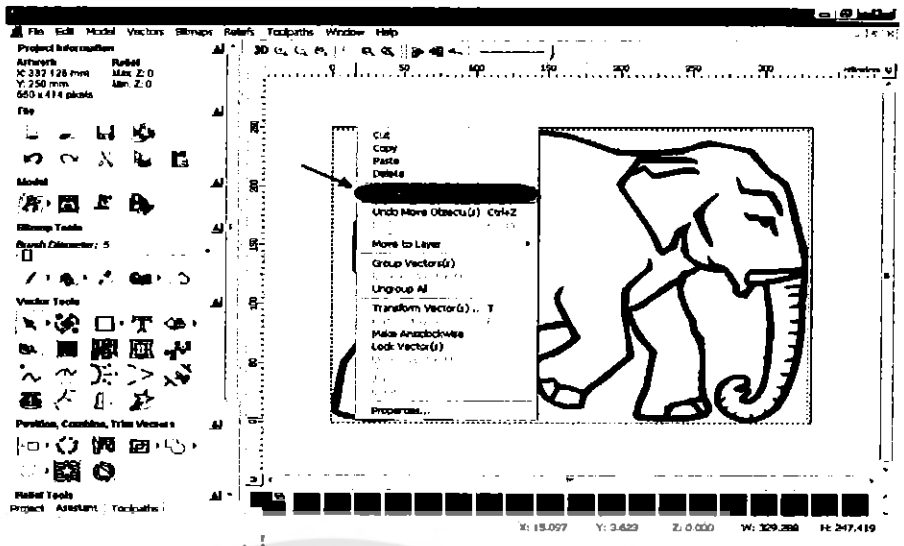
รูปที่ 4.16 แสดงโครงสร้างของเส้นรอบตัวช้างที่ทำการลบส่วนที่ไม่ต้องการออกไป



รูปที่ 4.17 การย้าย Layer ลงมาซ้อนทับพอดีกับรูปต้นแบบ

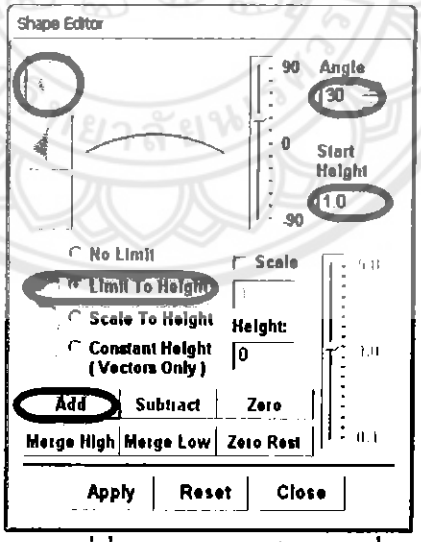
4.3.8 จากนั้นก็ทำการย้าย Layer ให้ไปอยู่ที่ Layer หลักโดยการใช้คำสั่ง Move เลื่อนลงจากข้างบนลงมายังรูปช้างข้างล่างตามรูปที่ 4.17 ให้แนบสนิทกันพอดี

4.3.9 การตั้งค่าของภาพให้มีความลึกหรือนูนจากภาพต้นแบบที่เป็น 2 มิติ ให้เป็นภาพ 3 มิติ ทำได้โดยการใช้คำสั่ง Shape Editor โดยการคลิกที่เส้นที่เราลากมาจาก Layer ก่อนนั้น แล้วคลิกขวาเลื่อนมาเลือกที่คำสั่ง Shape Editor ดังรูปที่ 4.18



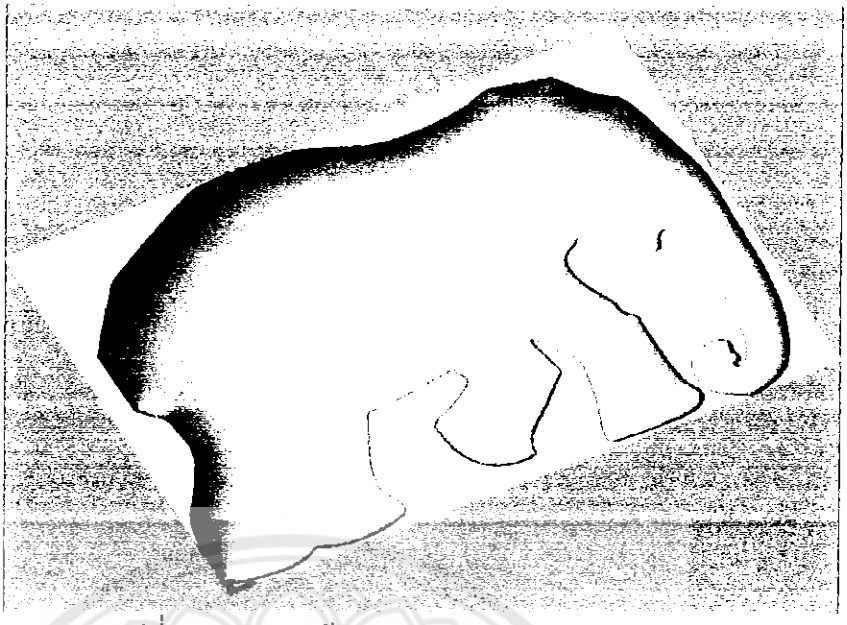
รูปที่ 4.18 แสดงการ Shape Editor

4.3.10 จากรูปที่ 4.19 จะเห็นได้ว่ามีหน้าต่างของ Shape Editor ขึ้นมา แล้วทำการเลือกตามกรอบวงกลมและวงรีสีแดงที่ได้กำหนดตามรูปที่ 4.11 โดยกำหนดค่า มุม ที่ 30 ความสูง ที่ 1.0 จากนั้นกดที่ Add => Apply => Close เป็นการดึงภาพให้นูนขึ้นจากตัวชิ้นงาน 1 ซม. แล้วมีความนูนที่มุม 30 องศา ตรวจสอบดูว่าค่าที่เรากำหนดนั้นเป็นไปตามที่กำหนดหรือเปล่าโดยการคลิกส่วนที่เป็น 3D



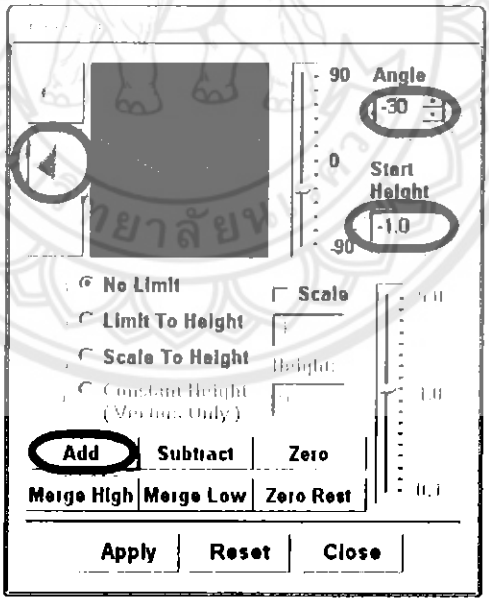
รูปที่ 4.19 แสดงค่าที่ที่กรอกลงในหน้าต่างคำสั่ง Shape Editor

ส่วนที่เป็นภาพ 3 มิติจะเป็นแสดงได้ดังรูปที่ 4.20 จะเห็นว่ามีองค์ประกอบเป็นแค่ตัวของช้างและยังไม่มีส่วนอื่นที่แสดงให้เห็นว่ามีลายตรงส่วนไหนบ้างและส่วนไหนที่เป็นส่วนที่ควรปรับปรุง



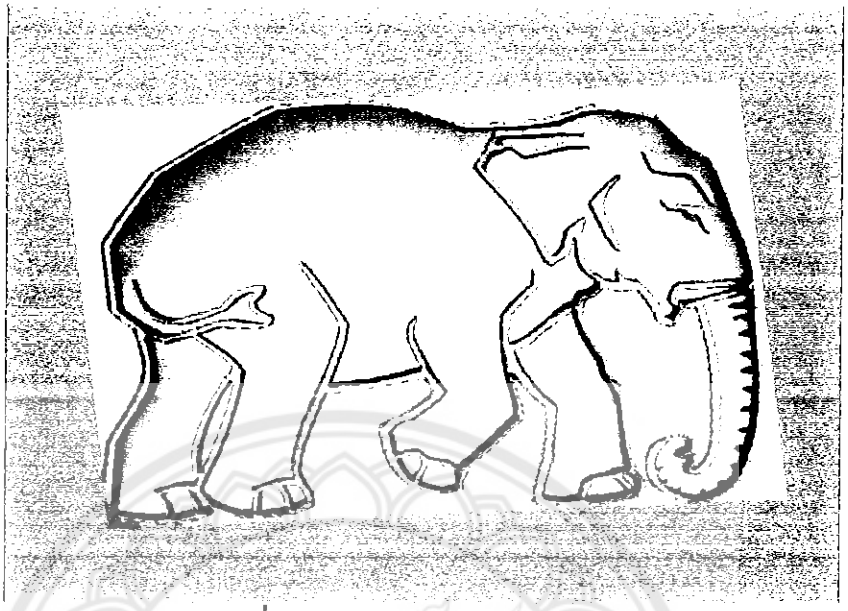
รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างของมุมมองภาพ 3D

4.3.11 การทำ Shape Editor ของช้างในส่วนการปรับปรุงแก้ไข โดยมีการตั้งค่า ดังแสดงใน รูปที่ 4.21 โดยมีการกำหนดค่ามุม -30 องศา ความสูงที่ -1.0 จากนั้นกดที่ Add => Apply => Close



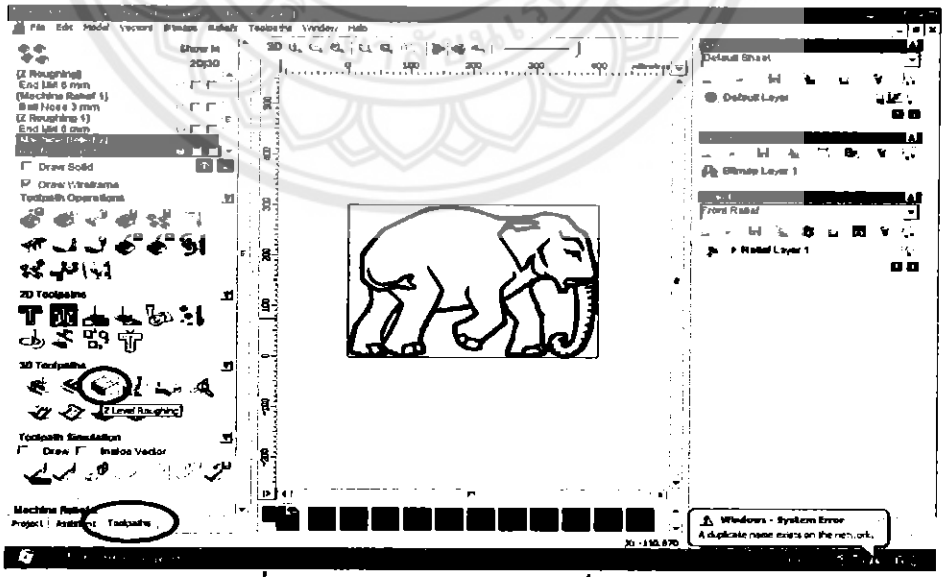
รูปที่ 4.21 SHAPE EDITOR ส่วนขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่แก้ไข แล้ว

การตรวจทานดูว่าการกำหนดค่าที่ตั้งไว้นั้นเป็นไปตามที่เราต้องการหรือไม่โดยการคลิกดูภาพเป็น 3D ดังรูปที่ 4.22



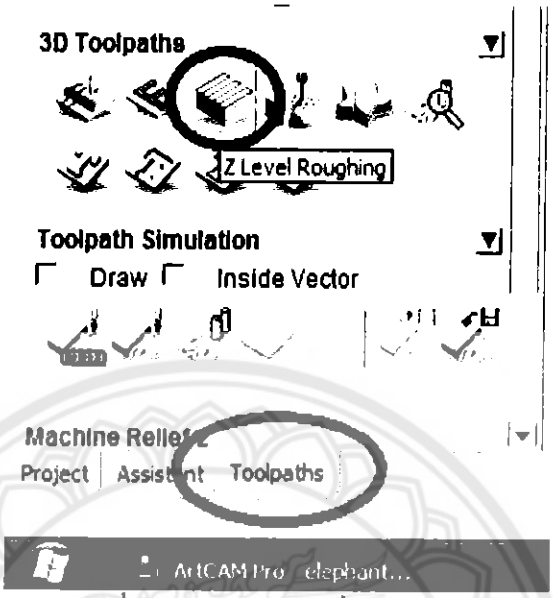
รูปที่ 4.22 การแสดงผลเป็นภาพ 3D

4.3.12 หลังจากที่เราได้กำหนดรูปแบบชิ้นงาน 3D ในรูปแบบต่าง ๆ ตามข้างต้น เสร็จแล้ว ต่อจากนี้ไปเราต้องทำการกำหนดรูปแบบการทำงาน เลือกวัสดุชิ้นงาน เลือกเครื่องมือตัด และการแปลงไฟล์ให้เป็น G-CODE เป็นต้น โดยคลิกเลือกคำสั่ง Toolpaths ดังรูป 4.23



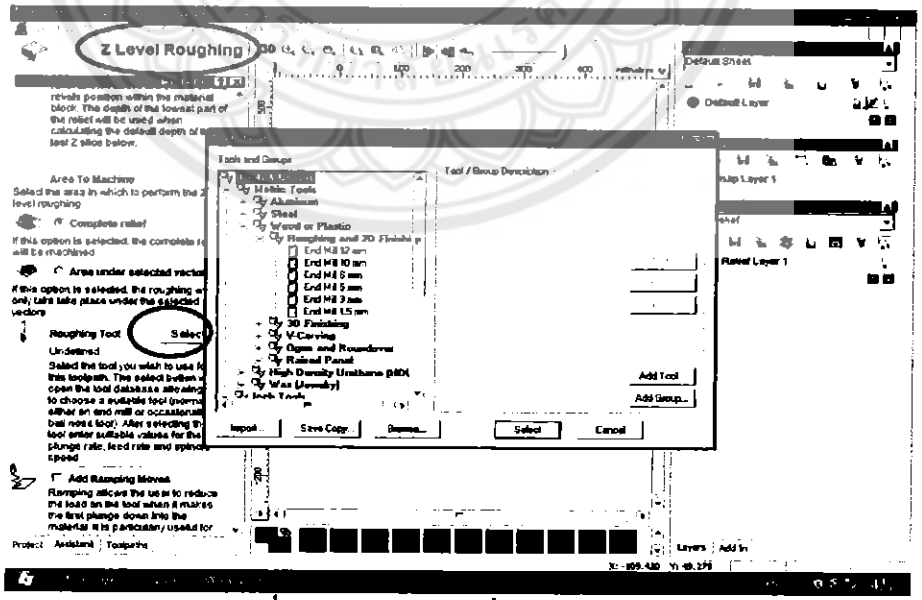
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างเลือกคำสั่ง Toolpaths

4.3.13 คลิกเลือกปุ่มคำสั่ง Toolpaths แล้วเลือกรูปแบบการทำงาน Roughing แสดงดังรูป 4.24 ข้างล่าง



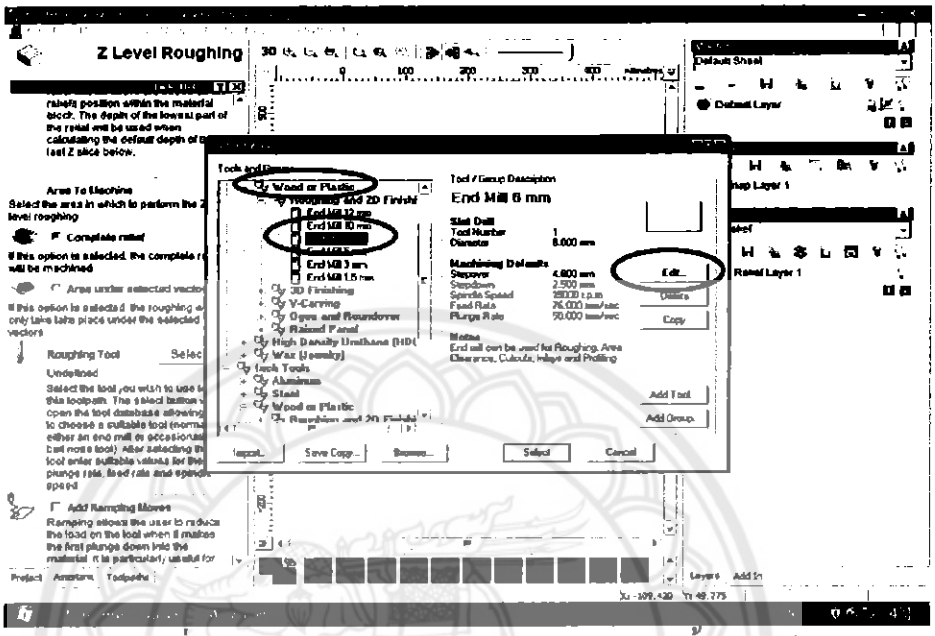
รูปที่ 4.24 แสดงเมนูคำสั่ง Roughing

4.3.14 เมื่อเข้าเมนูคำสั่ง Roughing จะปรากฏดังรูป เลือก Roughing Tool เป็นการเลือกเครื่องมือตัด ดังแสดงดังรูป 4.25 ข้างล่าง



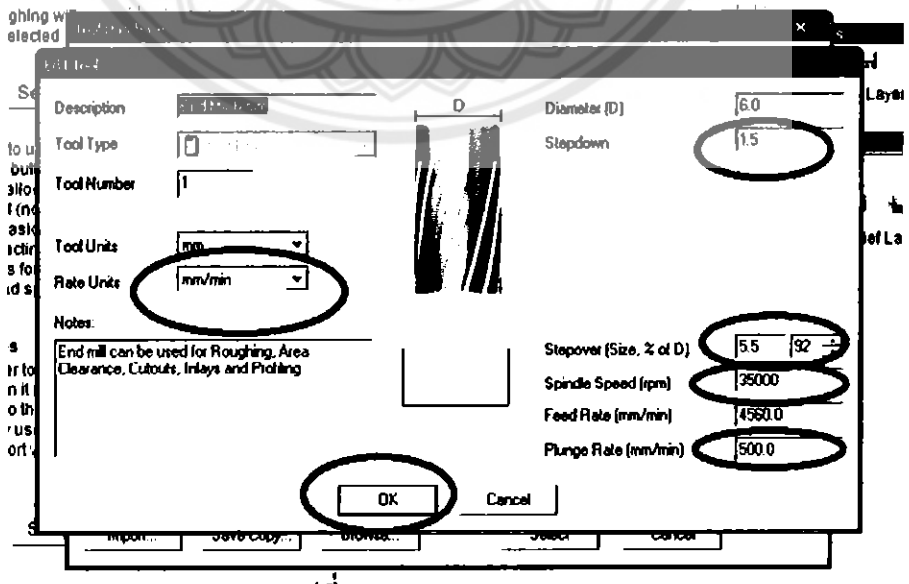
รูปที่ 4.25 แสดงเมนูคำสั่ง Roughing Tool

4.3.15 กำหนดค่า Tool (การกำหนดค่าดอกสว่าน) โดยเลือกปุ่มคำสั่ง Select จะขึ้นหน้าต่างคำสั่ง Tool Database คลิกเลือกชนิดของวัสดุที่จะทำการกัด โดยในที่นี้เลือกชนิด Wood or Plastic เลือก Tool ชนิด End Mill 6 mm. แล้วกดเลือก Edit ดังแสดงดังรูป 4.26 ข้างล่าง

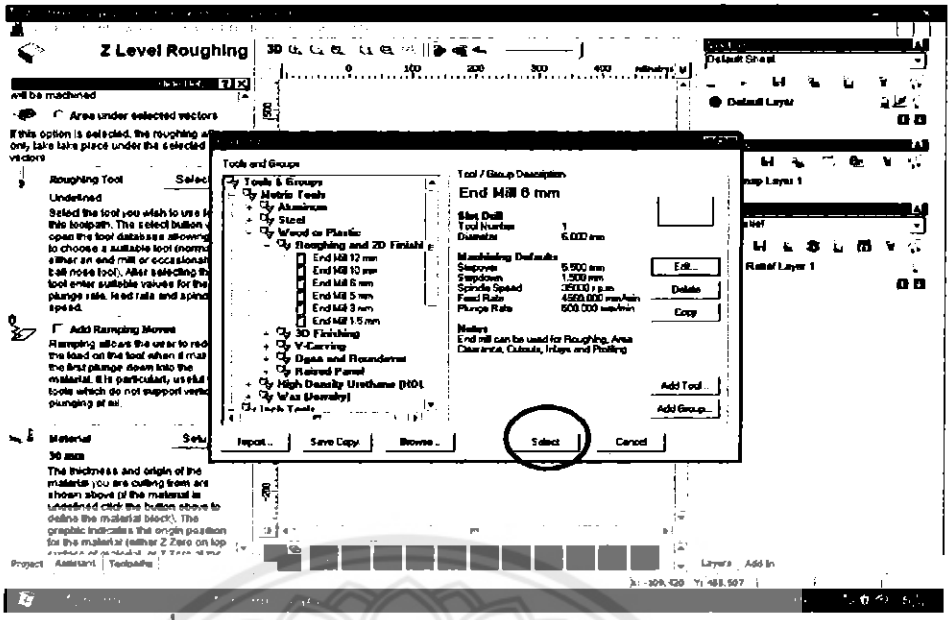


รูปที่ 4.26 แสดงการเลือกขนาด Tool สำหรับแกะชิ้นงานไม้

4.3.16 เมนูคำสั่ง Edit Tool กำหนดค่า Rate Unit เป็น mm./min, ค่า Stepdown เป็น 1.5 ค่า Stepover เป็น 5.5, Spindle Speed 35000 rpm. และ Plunge Rate เป็น 500 mm./min แล้วกด OK

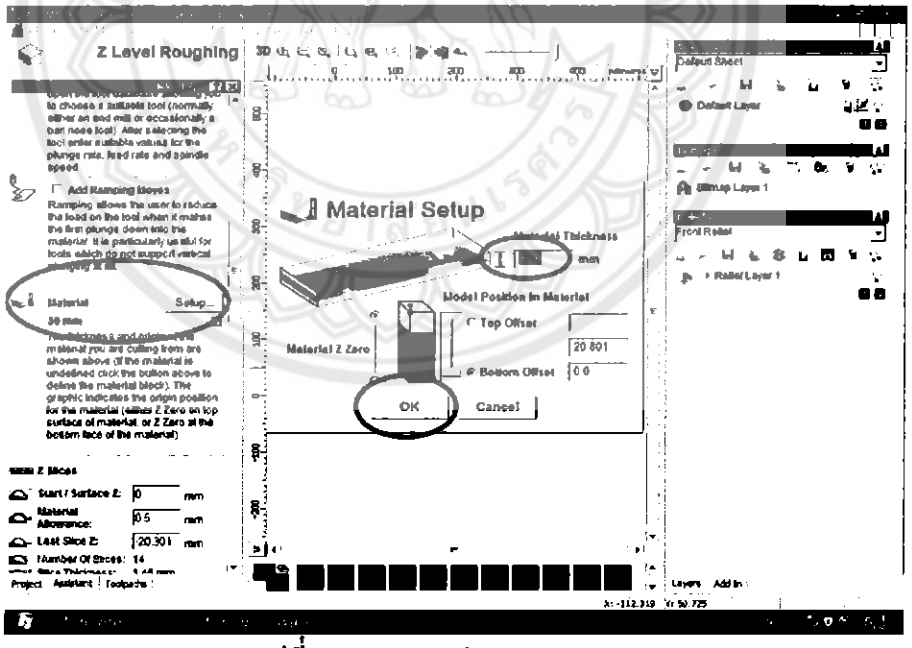


รูปที่ 4.27 แสดงการ Edit Tool



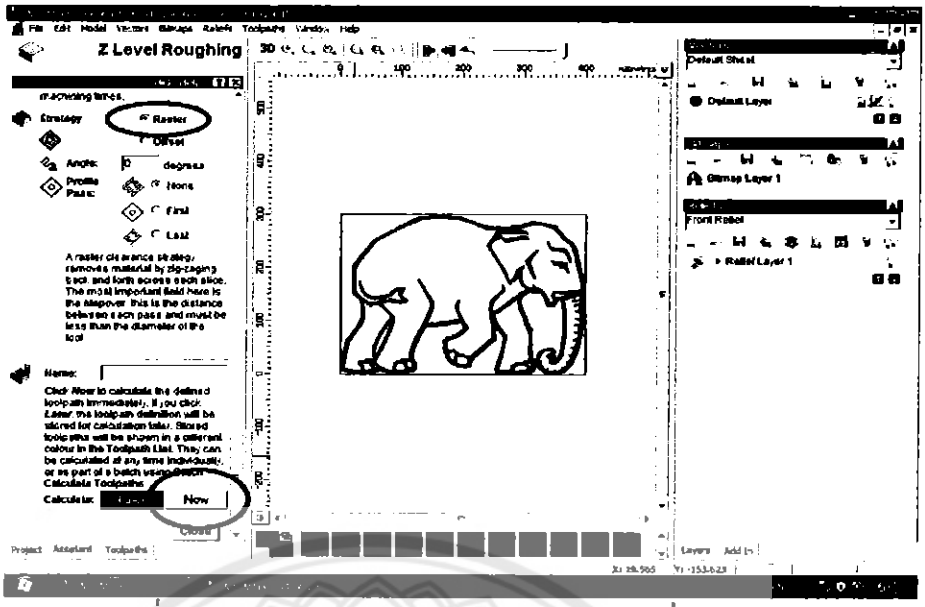
รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่างหลังจากEdit Tool เสร็จแล้ว กด Select

4.3.17 ทำการกำหนดค่า Material Setup เข้าเมนู กดเลือก Setup ใส่ขนาดความสูงของวัสดุชิ้นงาน ในที่นี้ เรากำหนดไว้ 30 mm. ดังแสดงดังรูป 4.29 ข้างล่าง



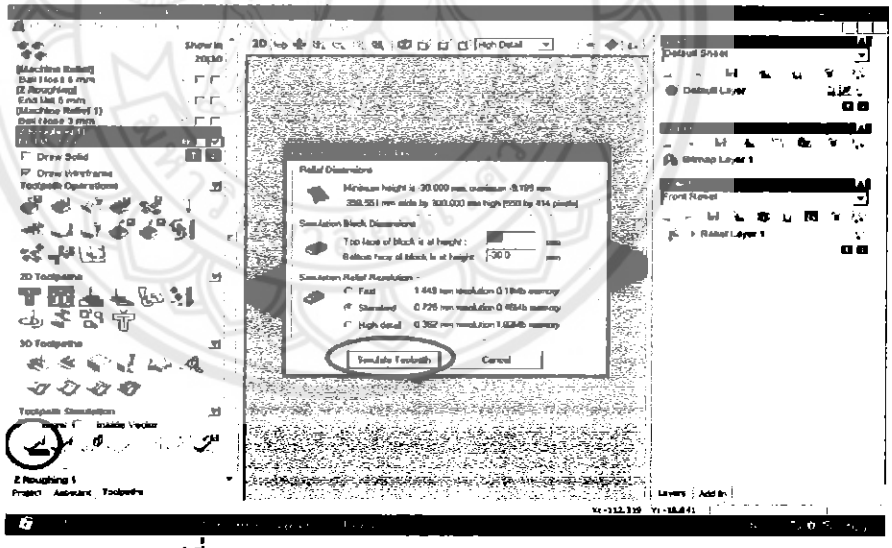
รูปที่ 4.29 กำหนดค่า Material Setup

4.3.18 ทำการกำหนดรูปแบบการเดินของ Tool เป็นแบบ Raster แล้วกดคำสั่ง Now ดังรูปที่ 4.30 ข้างล่าง



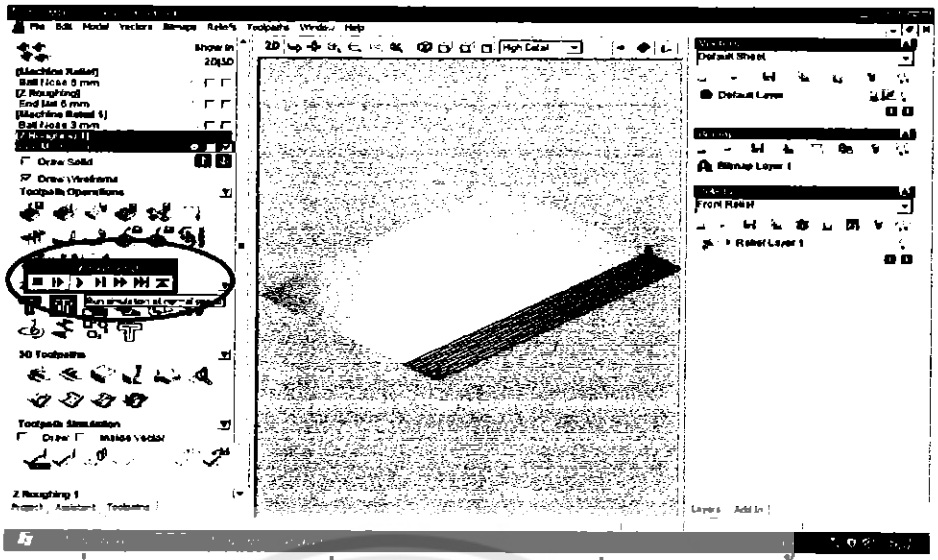
รูปที่ 4.30 แสดงการกำหนดรูปแบบการเดินของเครื่องมือตัด

4.3.19 เมื่อคลิกคำสั่ง Simulation Toolpath จะปรากฏหน้าต่างการใช้งาน Toolpath Simulation Block Definition กด Simulation Toolpath แสดงดังรูป 4.31 ข้างล่าง

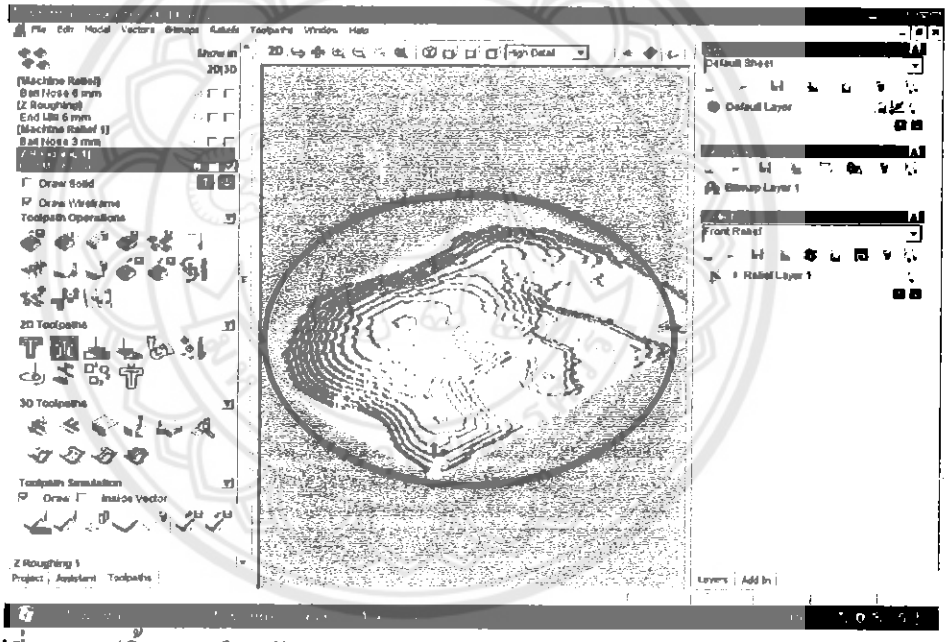


รูปที่ 4.31 แสดงการทำ Simulation Toolpath

4.3.20 หลังจากกดคำสั่ง Simulation Toolpath แล้วจะขึ้นหน้าต่างคำสั่ง Simulation Control ให้ทำการกด สัญลักษณ์ที่วงกลมสีแดงไว้ดังรูปที่ 4.32 เพื่อเริ่มทำการ Simulation

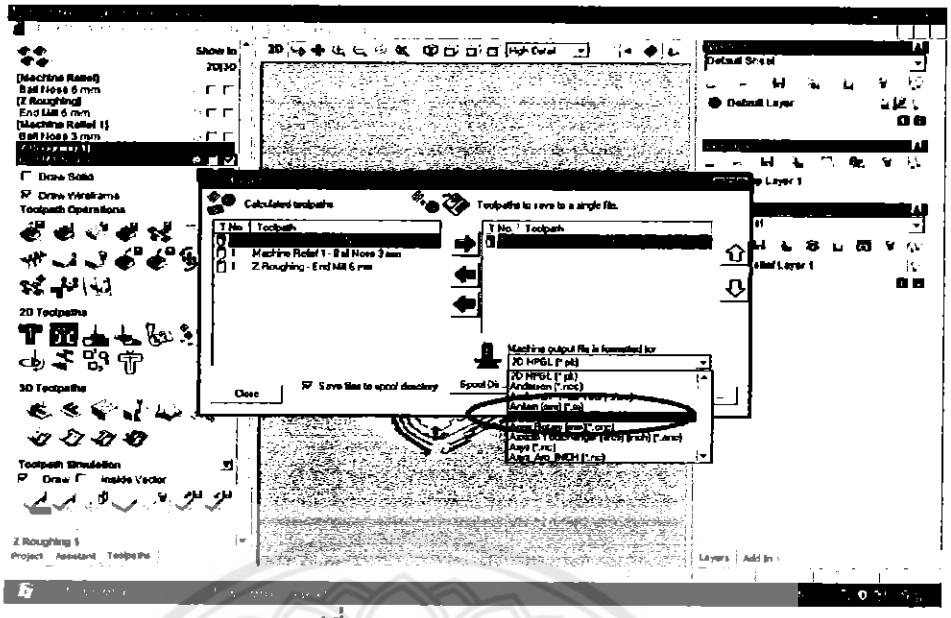


รูปที่ 4.32 แสดงการใช้คำสั่ง Simulation Control เพื่อจำลองการกัดชิ้นงานจริง

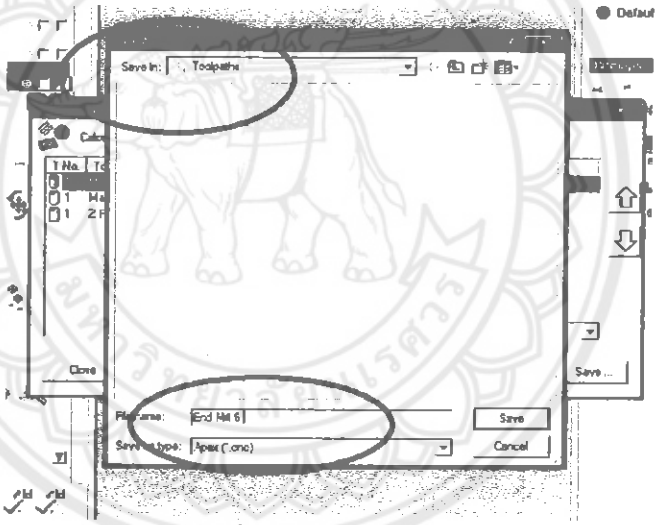


รูปที่ 4.33 รูปชิ้นงานจริงหลังจากการทำ Simulation บนรูปแบบการทำงานแบบ Roughing

4.3.21 การ Save Toolpaths เพื่อนำ Code ไปใช้ ในขั้นตอนต่อไป โดยการเข้าโหมดคำสั่งของการ Save Tool Paths ดังรูปที่ 4.34 คลิกเลือกไปยังไฟล์สกุลที่เป็น *.cnc จากกรอบสีแดงดังรูปที่ 4.35 แล้วคลิกที่ Save ตั้งชื่อไฟล์ก็เสร็จสิ้น



รูปที่ 4.34 แสดง Save Toolpaths



รูปที่ 4.35 แสดงการบันทึก file name ชื่อ End Mill 6 โดย Save as type เป็นชนิด Apex (*.cnc)

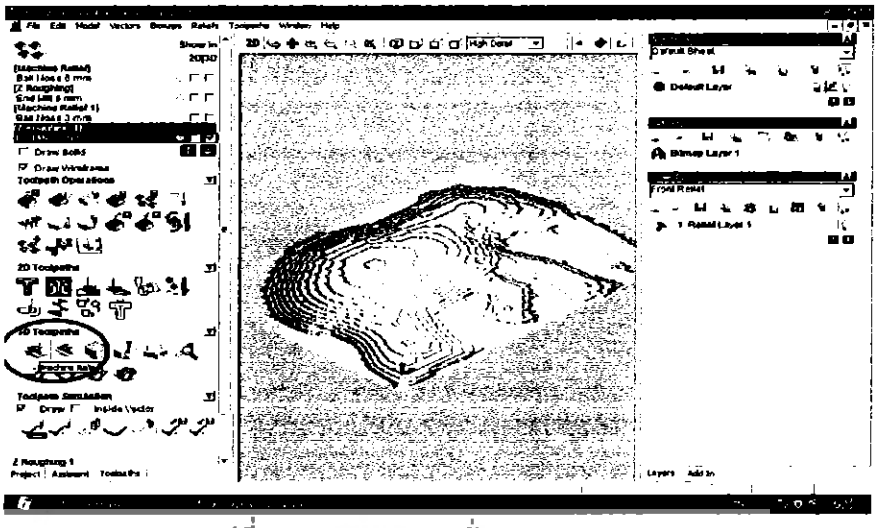
End M2 6

File Edit Format View Help

```
G71
G90
G00X0.00Y0.00Z0.00
M03S116
G00X0.00Y0.00Z5.00
G00X0.00Y0.00Z5.00
G01Z-1.47F8.3
G01X398.55Y0.00F76.0
G01Y5.45
G01X0.00Y5.45
G01Y10.91
G01X398.55Y10.91
G01Y16.36
G01X0.00Y16.36
G01Y21.82
G01X398.55Y21.82
G01Y27.27
G01X0.00Y27.27
G01Y32.73
G01X398.55Y32.73
G01Y38.18
G01X0.00Y38.18
G01Y43.64
G01X398.55Y43.64
G01Y49.09
G01X0.00
G01Y54.55
G01X398.55Y54.55
G01Y60.00
G01X0.00Y60.00
G01Y65.45
G01X398.55
G01Y70.91
G01X0.00Y70.91
G01Y76.36
G01X398.55Y76.36
G01Y81.82
G01X0.00
G01Y87.27
G01X398.55Y87.27
```

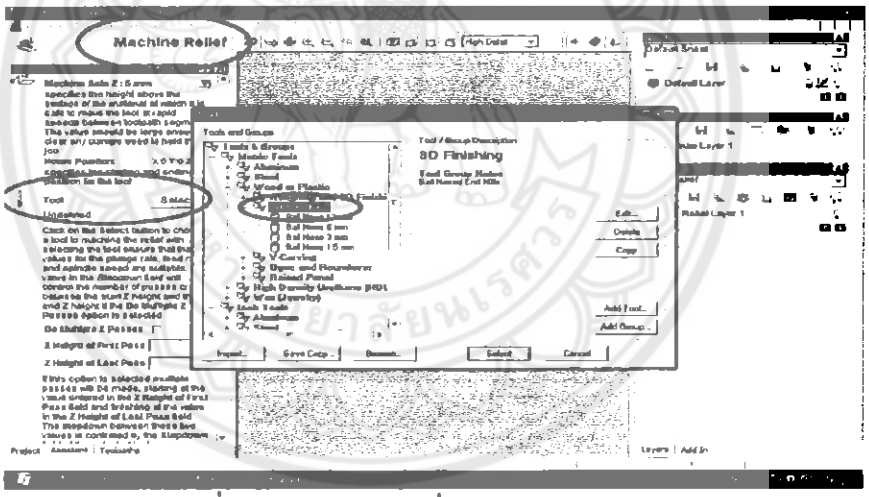
รูปที่ 4.36 แสดง CNC – CODE ที่ได้จากการทำ Toolpaths ครั้งแรกที่เป็นการทำงานแบบ Roughing

4.3.22 หลังจากที่ได้รูปแบบชิ้นงานที่ได้ผ่านการทำงานแบบ Roughing มาแล้วนั้นเราจะต้องทำการกำหนดรูปแบบการทำงานขั้นสุดท้าย (เก็บรายละเอียด) คือเป็นการกำหนดรูปแบบการทำงานแบบ Machine Relief โดยเข้าเมนูคำสั่ง Machine Relief แสดงดังรูป 4.37 ข้างล่าง



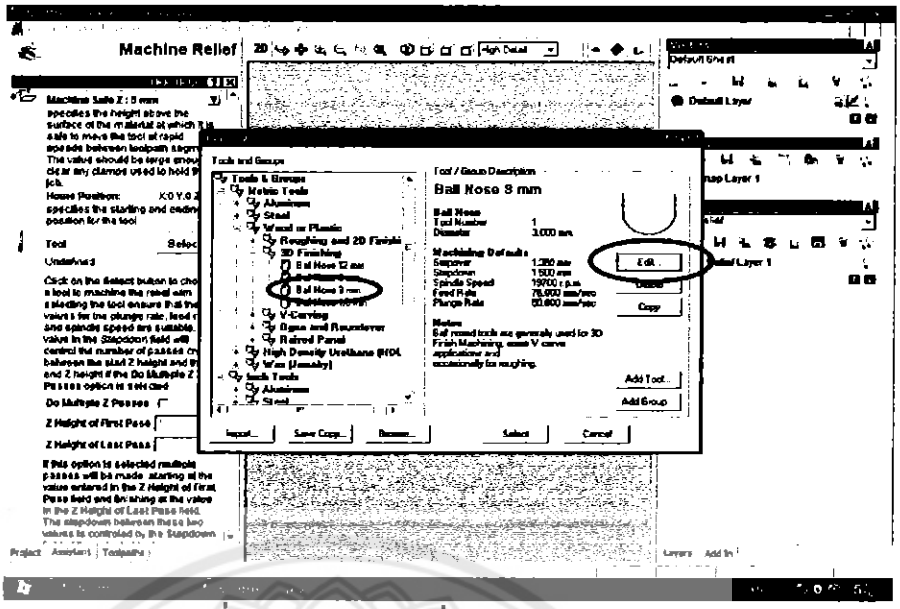
รูปที่ 4.37 แสดงเมนูคำสั่ง Machine Relief

4.3.23 เมื่อเข้าเมนูคำสั่ง Machine Relief จะปรากฏดังรูป เลือก Machine Relief Tool เป็นการเลือกเครื่องมือตัด จากนั้นกดเลือก 3D Finishing ดังแสดงดังรูป 4.38 ข้างล่าง



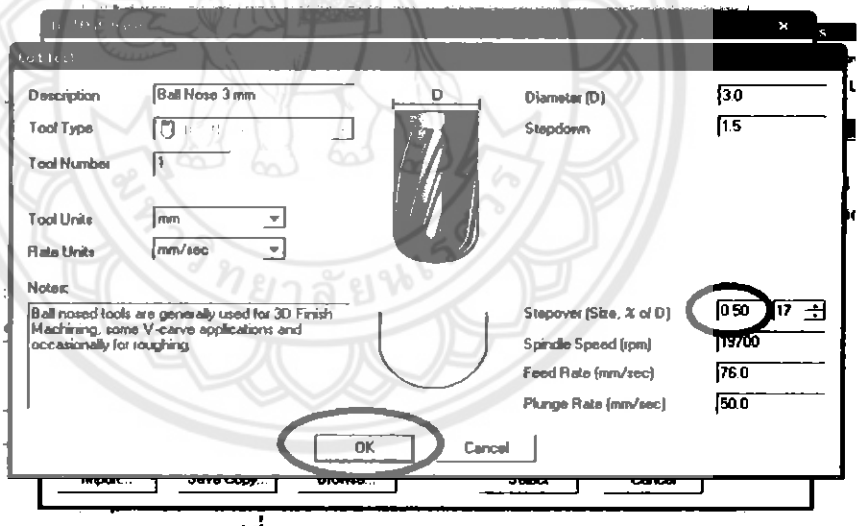
รูปที่ 4.38 แสดงเมนูคำสั่ง Machine Relief Tool

4.3.24 กำหนดค่า Tool (การกำหนดค่าดอกสว่าน) โดยเลือกปุ่มคำสั่ง Select จะขึ้นหน้าต่างคำสั่ง Tool Database คลิกเลือกชนิดของTool Ball Nose 3 mm. แล้วกดเลือก Edit ดังแสดงดังรูป 4.39 ข้างล่าง

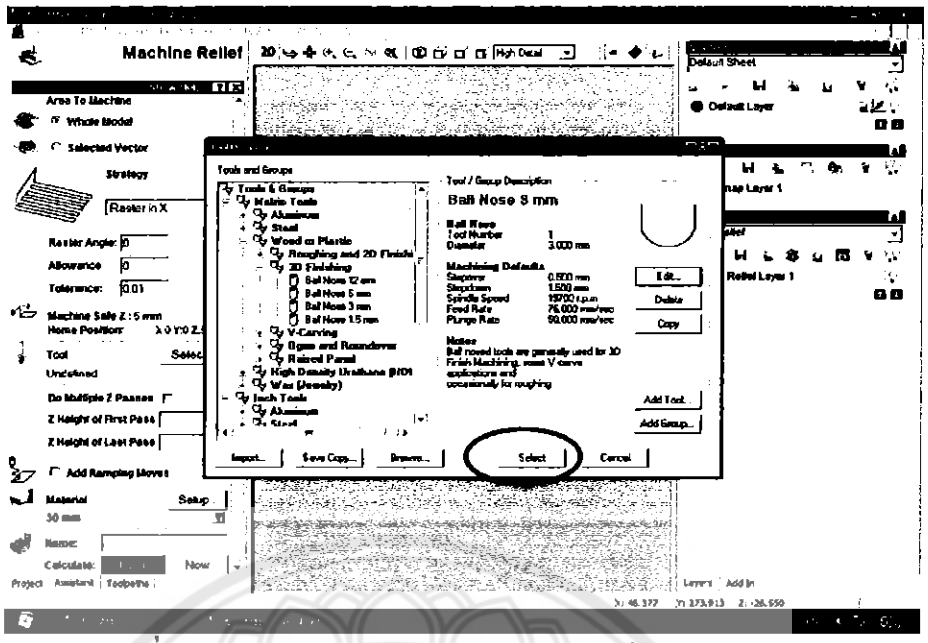


รูปที่ 4.39 แสดงเมนูคำสั่ง Tool Database

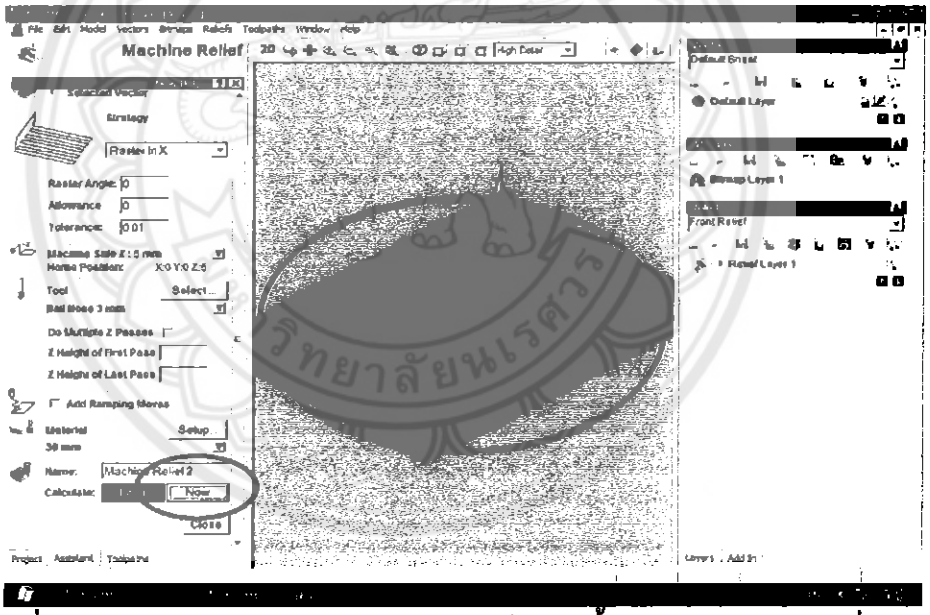
4.3.25 เมนูคำสั่ง Edit Tool Stepover เป็น 0.50 แล้วกด OK แสดงดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 4.40 แสดงการ Edit Tool

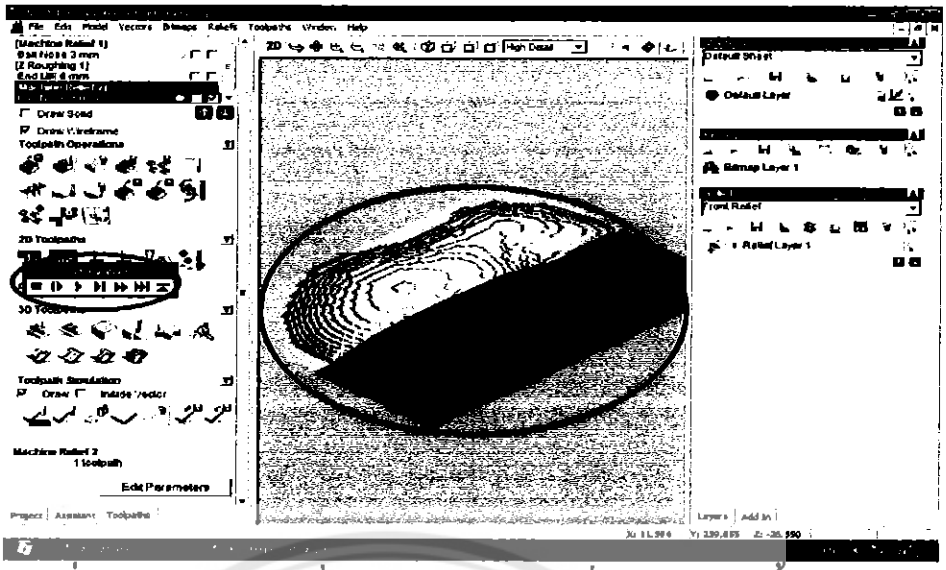


รูปที่ 4.41 แสดงหน้าต่างหลังจาก Edit Tool เสร็จแล้ว กด Select

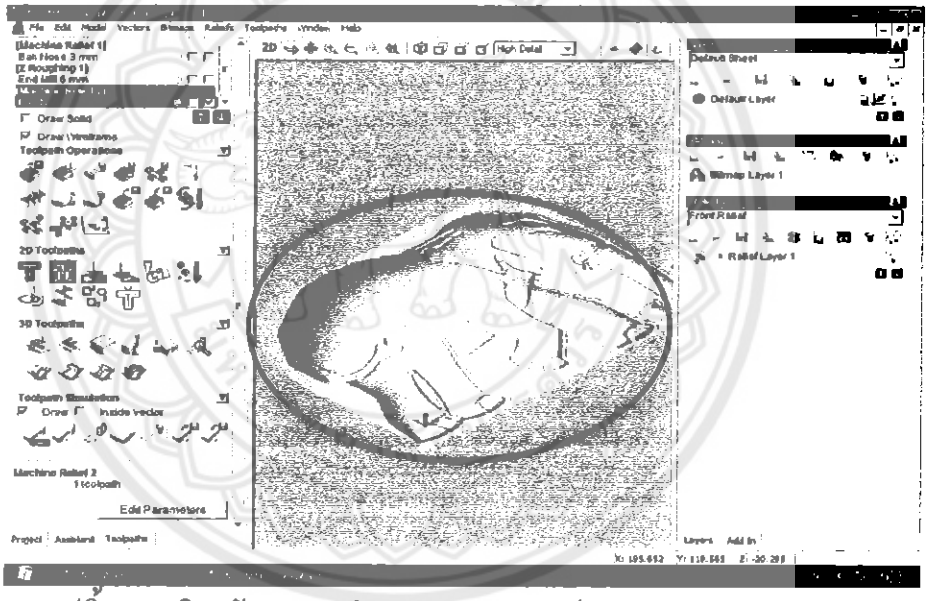


รูปที่ 4.42 แสดงหน้าต่างหลังจาก Edit Tool เสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือกดคำสั่ง Now

4.3.26 เมื่อคลิกคำสั่ง Simulation Toolpath จะปรากฏหน้าต่างการใช้งาน กด Simulation Toolpath โปรแกรมจำทำการ Simulation ชิ้นงานที่ได้จากการกำหนดค่าต่างๆจากข้างต้น

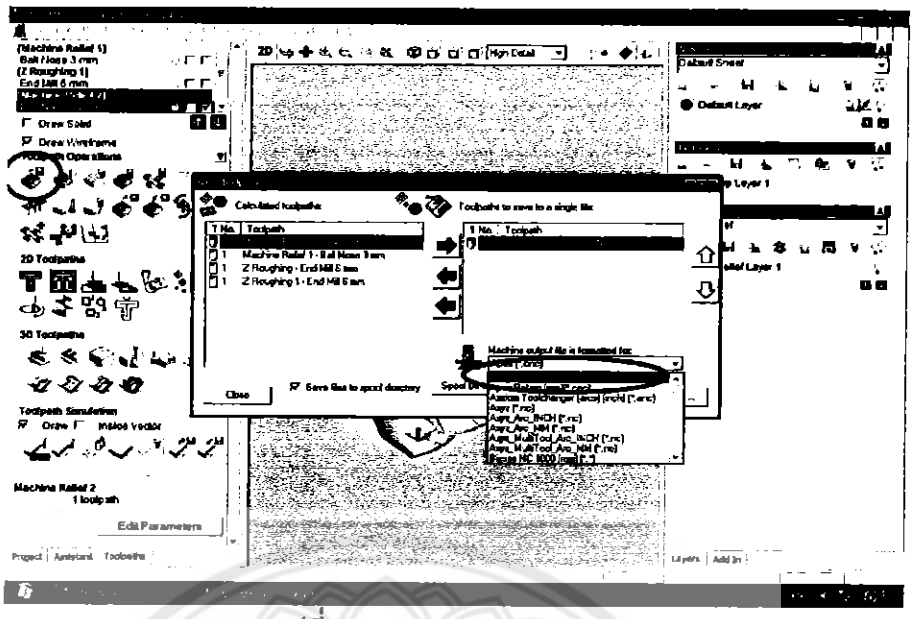


รูปที่ 4.43 แสดงการใช้คำสั่ง Simulation Control เพื่อจำลองการกัดชิ้นงานจริง

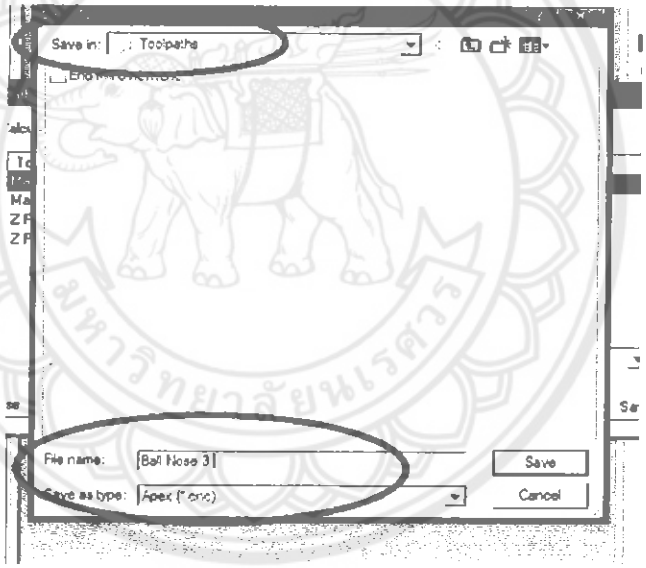


รูปที่ 4.44 รูปชิ้นงานจริงหลังจากการทำ Simulation บนรูปแบบการทำงานแบบ Machine Relief

4.3.27 ขั้นตอนต่อไปก็คือการ Save Toolpaths เพื่อนำ Code ไปใช้ ในขั้นตอนต่อไป โดยการเข้าโหมดคำสั่งของการ Save Tool Paths ดังรูปที่ 4.45 คลิกเลือกไปยังไฟล์สกุลที่เป็น *.cnc จากกรอบสีแดงดังรูปที่ 4.46 แล้วคลิกที่ Save ตั้งชื่อไฟล์ก็เสร็จสิ้น



รูปที่ 4.45 แสดง Save Toolpaths



รูปที่ 4.46 แสดงการบันทึก File name ชื่อ Ball Nose 3 โดย Save as type เป็นชนิด Apex (*.cnc)

Ball Nose 3

File Edit Format View Help

```
G71
G90
G00X0.00Y0.00Z0.00
M03S65
G00X0.00Y0.00Z5.00
G00X0.00Y0.00Z5.00
G01Z-28.24F50.0
G01X0.73F76.0
G01X341.30
G01X342.75Z-28.61
G01X344.93Z-28.61
G01X345.65Z-28.63
G01X347.10Z-28.24
G01X398.55
G01Y0.50
G01X397.83
G01X349.27
G01X348.55Z-28.14
G01X347.83Z-28.11
G01X347.10
G01X346.38Z-28.30
G01X345.65Z-28.46
G01X343.48Z-28.44
G01X342.03Z-28.43
G01X341.30Z-28.24
G01X0.00
G01Y1.00
G01X0.73
G01X32.61
G01X33.33Z-28.22
G01X34.06
G01X34.78Z-28.27
G01X39.86
G01X40.58Z-28.15
G01X43.48Z-28.18
G01X45.65Z-28.24
G01X47.83
G01X48.55Z-28.13
G01X49.28Z-27.78
G01X50.00
G01X50.73Z-28.13
```

รูปที่ 4.47 แสดง CNC – CODE ที่ได้จากการทำ Toolpaths ที่เป็นการทำงานแบบ Machine Relief

4.4 ศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลระบบพิกัดตำแหน่งจากโปรแกรม (CAD/CAM) เข้าสู่ระบบควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot KR-125

4.4.1 นำไฟล์ข้อมูล CNC – CODE ที่ได้จากการออกแบบจากโปรแกรม ART CAM PRO 9 ซึ่งมีนามสกุล *.CNC ซึ่งมีรูปแบบ Code ได้ดังนี้ (ในที่นี้นำ Code จาก End Mill 6 mm. มาแสดง)

G71

G90

G00X0.00Y0.00Z0.00

M03S116

G00X0.00Y0.00Z5.00

G00X0.00Y0.00Z5.00

G01Z-1.47F8.3

G01X398.55Y0.00F76.0

G01Y5.45

G01X0.00Y5.45

G01Y10.91

G01X398.55Y10.91

G01Y16.36

G01X0.00Y16.36

G01Y21.82

G01X398.55Y21.82

G01Y27.27

G01X0.00Y27.27

G01Y32.73

G01X398.55Y32.73

G01Y38.18

G01X0.00Y38.18

G01Y43.64

G01X398.55Y43.64

G01Y49.09

G01X0.00

G01Y54.55

G01X398.55Y54.55

G01Y60.00

G01X0.00Y60.00

G01Y65.45

G01X398.55

G01Y70.91

G01X0.00Y70.91

G01Y76.36

G01X398.55Y76.36

G01Y81.82

G01X0.00

G01Y87.27

G01X398.55Y87.27

G01Y92.73

....

....

G00X0.17Y16.72

G01Z-28.02F8.3

G01X0.21F76.0

G01X0.18Y16.67

G01X0.00Y17.93

G01X0.15Y18.09

G01X0.27

G00Z5.00

G00X0.00Y0.00

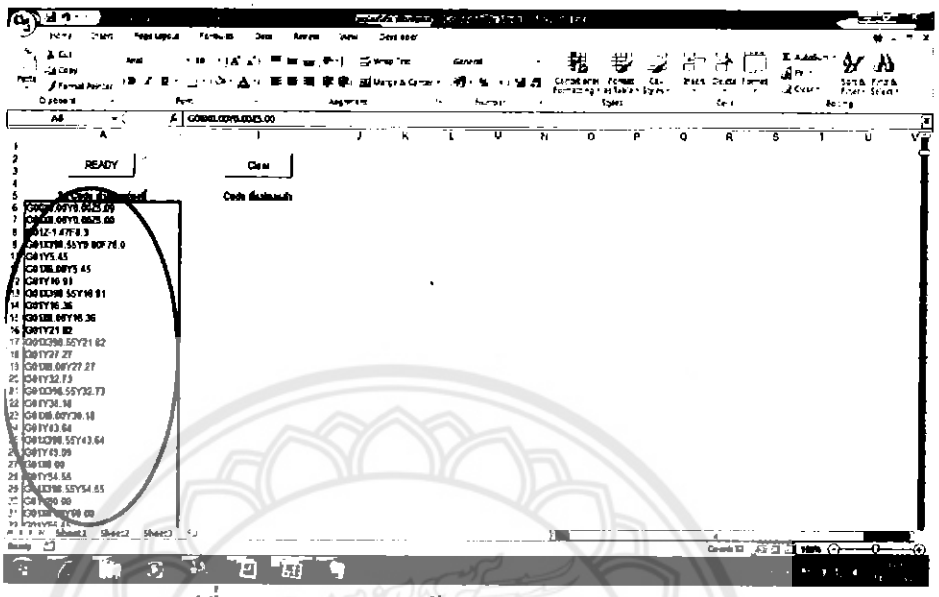
M05

M02

ซึ่งยังใช้ควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมไม่ได้ จำเป็นต้องทำการแปลงข้อมูลให้ถูกต้องตามชุดโปรแกรมคำสั่งของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม โดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) ช่วยในการแปลงข้อมูลให้ถูกต้อง

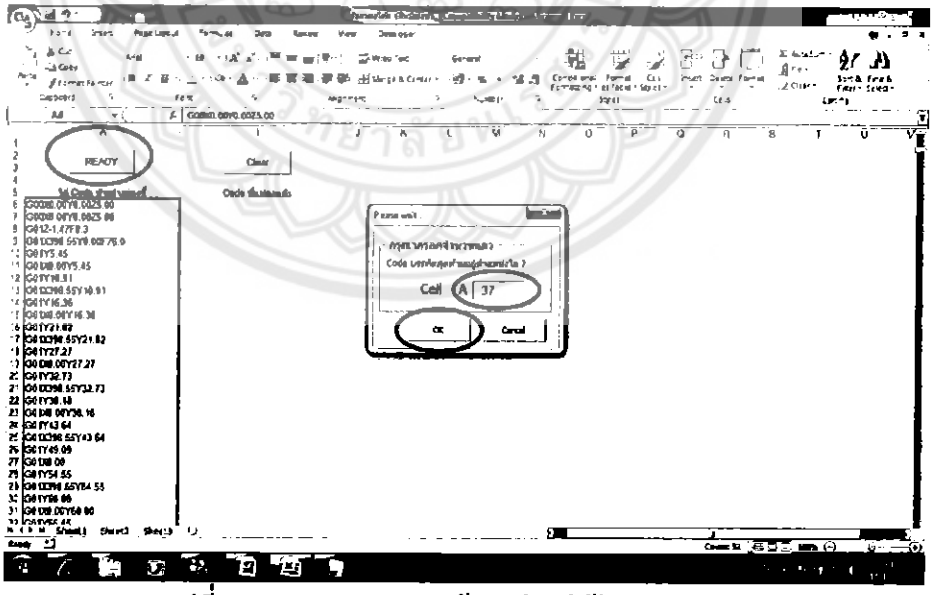
4.4.2 การแปลงข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) โดยมีวิธีดังนี้คือ

4.4.2.1 Copy ข้อมูลเดิมที่ได้ออกโปรแกรม ART CAM PRO 9 มาวางในโปรแกรม ในช่องใส่ Code ที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูป 4.48



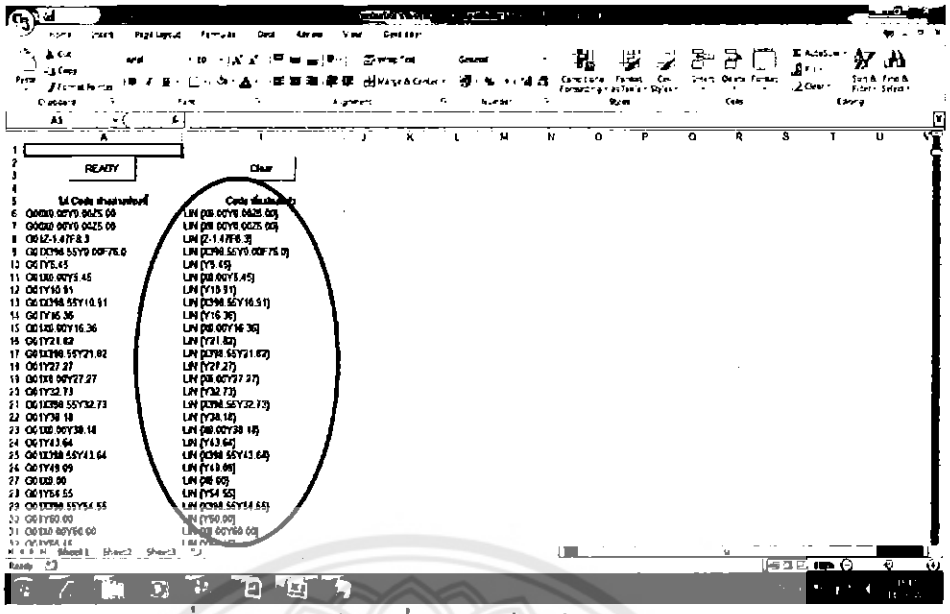
รูปที่ 4.48 แสดงการนำข้อมูลมาใส่ในโปรแกรม VBA

4.4.2.2 เมื่อนำข้อมูลมาใส่ในโปรแกรม VBA เรียบร้อยแล้ว ก็กดปุ่ม READY จะปรากฏหน้าเมนูให้ใส่จำนวนแถวที่จะทำการแก้ข้อมูล แล้วกดปุ่ม OK ดังแสดงในรูป 4.49



รูปที่ 4.49 แสดงการแปลงข้อมูลโดยใช้โปรแกรม VBA

4.4.2.3 เมื่อกดปุ่ม OK แล้วโปรแกรม VBA ก็จะแปลงข้อมูลจาก CNC-CODE ได้จากโปรแกรมออกแบบ ART CAM PRO 9 มาเป็นโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ก็จะได้ Code ดังแสดงในรูป 4.50



รูปที่ 4.50 แสดงข้อมูลที่แปลงเสร็จแล้วจากโปรแกรม VBA

4.4.3 การนำข้อมูลที่แปลงด้วยโปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) ที่ได้ มาเพิ่มส่วนต้น – ส่วนท้าย เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม โดยข้อมูลส่วนต้นจะประกอบด้วยชุดคำสั่งดังแสดงข้างล่าง

```
&ACCESS RVO
&REL 4
DEF ENDMILL06()
DECL AXIS HOME
BAS (#INITMOV,0)
HOME ={AXIS:A1 0,A2 -90,A3 90,A4 0,A5 0,A6 0}
PTP HOME
```

ซึ่งชุดคำสั่งส่วนต้นที่ถูกเพิ่มเข้าไปนี้ จะเป็นการประกาศให้ทราบว่า Code ที่นำเข้าไปนั้นถูกใช้งานกับ KUKA Robot, ถูกใช้กับ KUKA Robot รุ่นอะไร, บอกให้รู้ว่า File name ที่เรานำ Code เข้าสู่ Robot ชื่ออะไร, บอกให้ทราบว่าจุดอ้างอิงของแกนต่าง ๆของ Robot อยู่ที่ตำแหน่งของ Home, ความเร็วเริ่มต้นของ Robot เริ่มต้นที่ 0, และสุดท้ายเป็นการประกาศว่า HOME ของ Robot ที่ประกอบด้วยแกน A1 ถึง A6 ประกอบด้วยค่ามุมอะไรบ้างตามลำดับ ซึ่งค่า HOME เหล่านี้อาจจะแตกต่างกันไปแล้วแต่การ Set ค่าในแต่ละ Work Station ส่วน PTP HOME เป็นการสั่งให้ Robot เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง HOME ด้วยการเคลื่อนที่แบบ PTP

ข้อมูลส่วนต้นเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ Robot อ่านค่า Code ที่เราได้นำเข้าไปได้ และสามารถทำงานได้ตามที่เราออกแบบไว้

ในส่วนของชุดคำสั่งส่วนท้ายจะประกอบด้วย ชุดคำสั่งดังแสดงข้างล่าง

```
PTP HOME
END
```

ซึ่งชุดคำสั่งส่วนท้ายนี้จะบอกให้ Robot ทราบว่าเมื่อ สิ้นสุด Code การเคลื่อนที่บรรทัดสุดท้ายแล้ว สั่งให้ Robot เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง HOME ด้วยการเคลื่อนที่แบบ PTP แล้วสั่งให้จบโปรแกรมการทำงานคือ END

เมื่อเราได้ทำการเพิ่มข้อมูลส่วนต้นและส่วนท้ายจะสามารถแสดงได้ดัง Code ข้างล่าง

```
&ACCESS RVO
&REL 4
DEF ENDMILL06()
DECL AXIS HOME
BAS (#INITMOV,0)
HOME ={AXIS:A1 0,A2 -90,A3 90,A4 0,A5 0,A6 0}
PTP HOME
LIN {X 0.00,Y 0.00,Z 5.00}
LIN {Z -1.45}
LIN {X 398.55,Y 0.00}
LIN {Y 5.00}
LIN {X 0.00,Y 5.00}
LIN {Y 10.00}
LIN {X 398.55,Y 10.00}
. . .
. . .
. . .
. . .
. . .
LIN {X 0.18,Y 16.67}
LIN {X 0.00,Y 17.93}
LIN {X 0.15,Y 18.09}
LIN {X 0.00,Y 0.00}
PTP HOME
END
```

หลังจากเพิ่มส่วนต้น – ส่วนท้ายแล้ว ก็ทำการ copy ไปวางใน Notepad และบันทึกไฟล์ที่เขียนให้อยู่ในรูปแบบดังนี้

- File name = *.SRC
- Save as type = All Files [*.*]

4.4.4 หลังจากเสร็จขั้นตอนข้างบนแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการนำข้อมูลที่ทำการแปลงเสร็จแล้วเข้าสู่ Robot ผ่านทาง Floppy disk ในส่วนนี้เราจะการกัดหยาบโดย Code End Mill 6 mm. ก่อน

รูปที่ 4.51 แสดงการใส่แผ่น Floppy disk เข้าสู่ชุดควบคุม

รูปที่ 4.52 แสดง File name AD2 ที่เราได้ทำการ Input ข้อมูลเข้าสู่ Robot

4.4.5 ทำการ Set Tool และ Set Base โดยในขั้นตอนนี้เราต้องมีการเลือก Tool Number และ Base Number สำหรับในการกัดชิ้นงานไม้ที่เราได้ทำการเตรียมเอาไว้ก่อน ในส่วนนี้เราได้ทำการเลือกค่า Tool 7 กับ Base 7 พร้อมทั้งจดค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการ Set Tool และ Set Base สำหรับงานกัดชิ้นนี้

รูปที่ 4.53 แสดงการ Set Tool

รูปที่ 4.54 แสดงการ Set Base

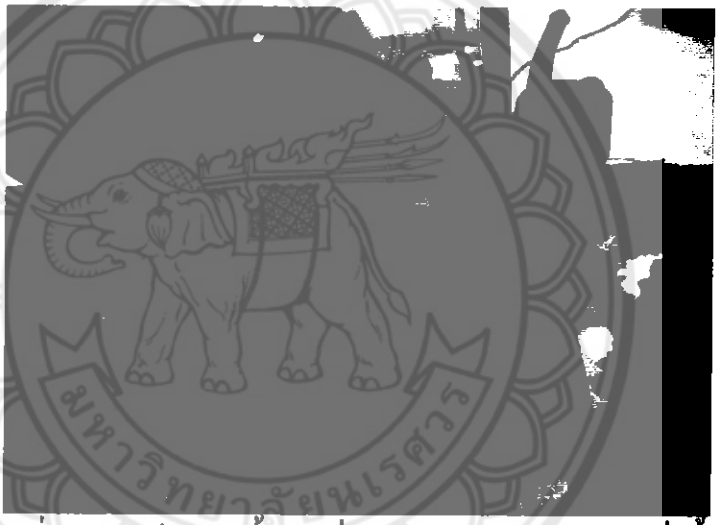
4.4.6 ทำการ Edit Tool Number 7 และ Edit Base Number 7 ลงไปใน โปรแกรม File name AD2 แล้วกด Save โดยแสดงดังรูป 4.55

รูปที่ 4.55 แสดงการ Edit Tool 7 และ Edit Base 7 ลงในโปรแกรม AD2

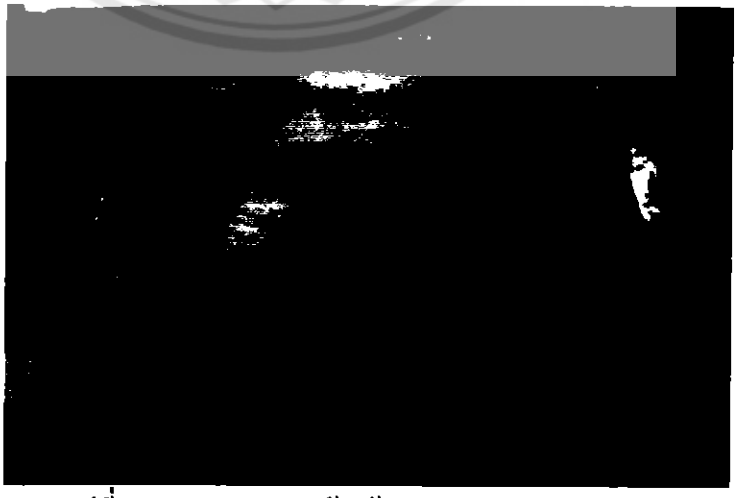
4.4.7 สั่งให้ Robot ทำการกัดชิ้นงานไม้โดยอัตโนมัติตามโปรแกรมที่เราแก้ไว้จนเสร็จทั้งหมด

รูปที่ 4.56 แสดงรูปชิ้นงานไม้เมื่อเริ่มกัดเมื่อเริ่มเดินโปรแกรม

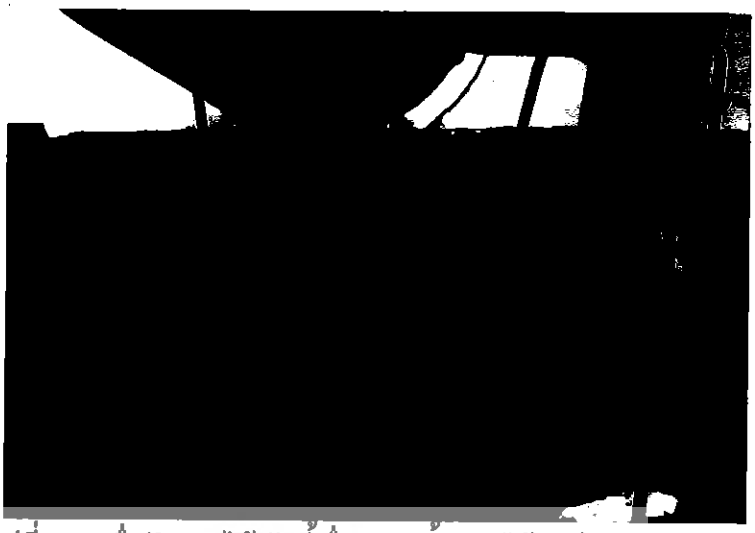
รูปที่ 4.57 แสดงการ Run โปรแกรมที่เคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ เมื่อกัดชิ้นงานไม้



รูปที่ 4.58 จะเห็นได้ว่าชิ้นงานเริ่มมีลักษณะคล้ายกับช้างมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.59 แสดงการกัดช้างด้วยหัวสว่าน Ball Nose 3 mm.



รูปที่ 4.60 เมื่อปัดเศษไม้ กับขี้เลื่อยออกชิ้นงานได้รูปช้างลักษณะดังรูป

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

5.1 วิเคราะห์ผลการวิจัย

จากการทดลองและทำโครงการวิจัย การขึ้นรูปงานแกะสลักไม้โดยหุ่นยนต์ จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับระบบ CAD/CAM ระบบควบคุมหุ่นยนต์ และโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบคือ ART CAM PRO 9 ในการกำหนดรูปแบบชิ้นงาน 3 มิติ กำหนดรูปแบบการทำงาน การหาทางเดินของเครื่องมือ เพื่อนำมาเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางเดินของเครื่องมือโดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Application ให้มีรูปแบบของคำสั่งและข้อมูลโปรแกรม ที่สามารถใช้เป็นโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้

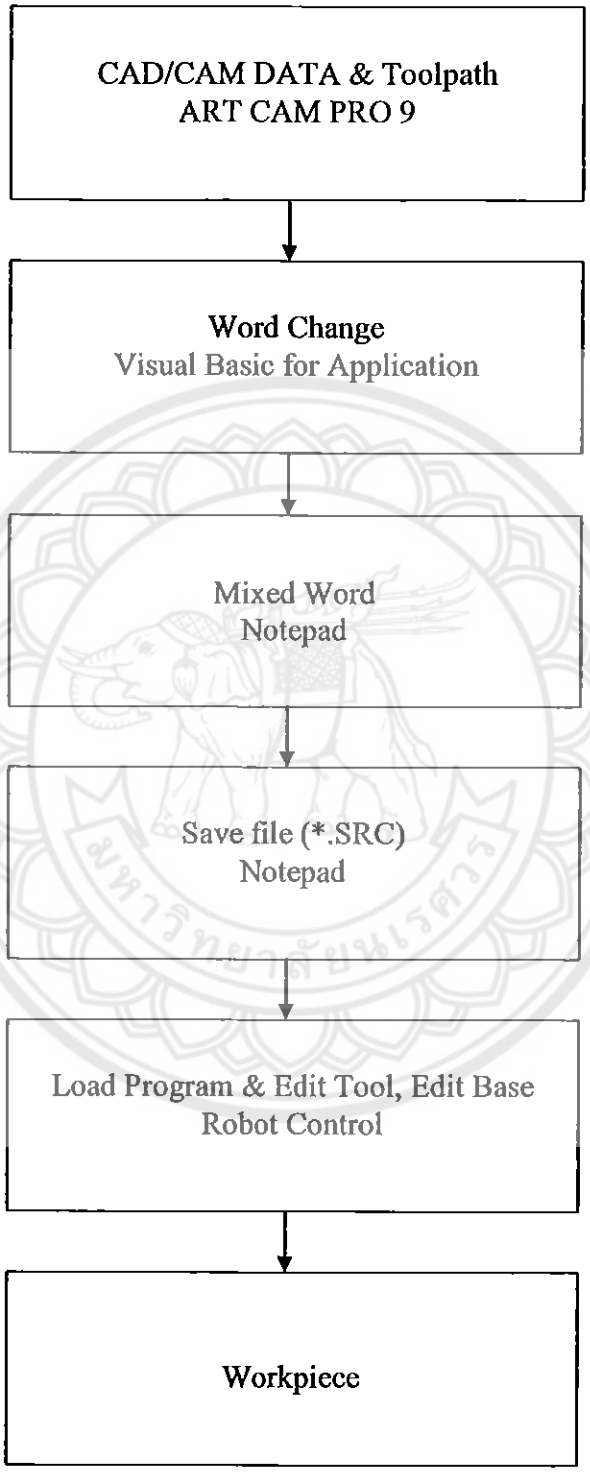
ปกติข้อมูลทางเดินของเครื่องมือที่ได้จากการออกแบบโดยโปรแกรม ART CAM PRO 9 จะถูกนำไปใช้กับเครื่อง CNC Milling Machine ค่า G – CODE ที่ได้จากการออกแบบนั้นมีค่าความละเอียดที่สูง ซึ่งเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ผลที่ได้จากการทดลองทำการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะมีความละเอียดกว่าการใช้ระบบ Manual ของระบบควบคุมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม และการใช้สายตาในการกำหนดตำแหน่งของจุด หรือเส้นทางที่ต้องการ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.2.1 สามารถใช้โปรแกรมช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ ART CAM PRO 9 ออกแบบชิ้นงานไม้ ค่า G – CODE ที่ได้จากการออกแบบเป็นไฟล์นามสกุล *.CNC ซึ่งเป็นไฟล์แสดงข้อมูลเส้นทางการเดินของเครื่องมือ แล้วนำมาเปลี่ยนแปลงให้มีรูปแบบของคำสั่งและข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Application เพื่อสั่งให้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมทำงานได้

5.2.2 เมื่อทดสอบใช้โปรแกรมที่ได้จากการแปลงข้อมูลทางเดินของเครื่องมือจำเป็นต้องมีการ Edit Tool และ Edit Base รวมถึงบอกรายละเอียดของค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการ Set Tool และ Set Base ลงไปในโปรแกรมด้วย จึงจะสามารถทำให้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเคลื่อนที่ไปตามข้อมูลที่ออกแบบและวางแผนไว้ได้ แต่ก็มีข้อจำกัดคือจะสามารถเคลื่อนที่ในแนวราบ 3 แกน คือ X Y Z เท่านั้น โดยปลายของเครื่องมือจะตั้งฉากกับชิ้นงานในแนวราบ

5.3 Flow Chart ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม



รูปที่ 5.1 แสดง Flow Chart ขั้นตอนการทำงานจนได้ชิ้นงาน

5.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวิจัย

5.4.1 ไม่มีความชำนาญในการใช้โปรแกรม Visual Basic for Application

5.4.2 ไม่มีความชำนาญในการใช้โปรแกรม ART CAM PRO 9

5.4.3 ไม่มีความชำนาญในการใช้งานหุ่นนยนต์อุตสาหกรรม

5.4.4 Software ควบคุมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการขาดความทันสมัย จำเป็นต้องมีการ Upgrade Version Software ให้ทันสมัยกว่านี้

5.4.5 มีข้อจำกัดในเรื่องวันและเวลาในการใช้ครุภัณฑ์

5.4.6 งบประมาณที่ใช้ในการวิจัยไม่เพียงพอ

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 โปรแกรมที่แปลงได้มีค่าความละเอียดที่สูง จึงเหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมบางประเภทเท่านั้น

5.5.2 ควรมีรั้วและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

5.5.3 ภาควิชาควรมีการจัด Course ฝึกอบรม การใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรม สำหรับผู้ที่มีความสนใจ รวมถึงมีการจัดทำคู่มือทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไว้แจกจ่ายสำหรับผู้ต้องการศึกษาเพิ่มเติม

5.5.4 ควรมีการจัดส่งบุคลากรที่รับผิดชอบเกี่ยวกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ทำการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้งานอุตสาหกรรมตามสถาบันต่าง ๆ อยู่เสมอ

5.5.5 ควรมีการ Maintenance หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ให้มีความพร้อมสำหรับการใช้งานอยู่เสมอ

เอกสารอ้างอิง

อำนาจ ทองแสง. (2542). **เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต (CAD/CAM Technology)** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

อภิศักดิ์ พูลสวัสดิ์. (2544). **ต้นแบบโปรแกรมการเชื่อมต่อระหว่าง CAD/CAM กับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม**. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สถาบันไทย-เยอรมัน. (2544). **ระบบการควบคุมหุ่นยนต์ เอกสารประกอบการฝึกอบรม**. ชลบุรี: สถาบันไทย-เยอรมัน.

กฤษนัย อินพร้อม. (11 ธันวาคม 2552). **BASIC ROBOT PROGRAMMING for KUKA System Software V5.x** (หน้า 1-8). สมุทรปราการ: บริษัท โรโบแมค ซิสเต็มส์ จำกัด.