สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจำลองการเคลื่อนไหวของแขนแบบภาพสามมิติ

3D ARM SIMULATION

โดย

นายขวัญชัย แก่นแก้ว

นายพิเชษฐ์ สมิตตานนท์

นายโภคิน เศรษฐโภคิน

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81989
วัน,เดือน,ปี - 4 ก.ค. 2551

b 11911130A
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจำลองการเคลื่อนไหวของแขนแบบภาพสามมิติ
3D ARM SIMULATION

ผู้จัดทำ นายขวัญชัย แก่นแก้ว 47010069
นายพิเชษฐ์ สมิตตานนท์ 47010515
นายโภคิน เศรษฐโภคิน 47010580

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำลองการเคลื่อนไหวของแขนแบบภาพสามมิติ

โดย

นายขวัญชัย แก่นแก้ว 47010069

นายพิเชษฐ์ สมิตตานนท์ 47010515

นายโภคิน เศรษฐโภคิน 47010580

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการจำลองการเคลื่อนไหวของแขนด้านขวาในลักษณะการเคลื่อนไหวเชิงการหมุนตามจุดหมุนในแต่ละข้อต่อของแขน ซึ่งประกอบด้วยข้อศอกและหัวไหล่เป็นสำคัญ เมื่อได้ค่าการเคลื่อนไหวซึ่งแสดงผลออกมาในรูปแบบเชิงตัวเลขจึงทำการนำค่าเหล่านั้นมาประมวลผลตามลักษณะการเคลื่อนไหวของแขน สร้างรูปสามมิติขึ้นมาจำลองการเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3D ARM SIMULATION

By

Mr. Kwanchai Kankaew

Mr. Pichet Samittranon

Mr. Phokin Setthaphokin

Thesis Advisor

Assoc.Prof.Dr. Worapong Tangsrirat

Academic Year 2007

ABSTRACT

This project presents the 3D simulation of the right arm, particularly based on each rotating joint on both elbow and shoulder tip. The resulting arm movement can be technically obtained by the numerical analysis method based on the 3-dimension characteristic.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
สารบัญ	III
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การตรวจจับการเคลื่อนไหว	5
2.1.1 Performance Animation	5
2.1.2 ชนิดของการตรวจจับการเคลื่อนไหว	6
2.1.2.1 การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้แม่เหล็ก	6
2.1.2.2 การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้องวิดีโอ	6
2.1.2.3 การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้ชุดเชิงกล	7
2.1.3 ข้อดี-ข้อเสียของการตรวจจับการเคลื่อนไหวแต่ละแบบ	8
2.1.4 การประยุกต์ใช้งานการตรวจจับการเคลื่อนไหว	10
2.1.4.1 การประยุกต์ใช้งานในด้านการแพทย์	10
2.1.4.2 การประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรมบันเทิง	10
2.1.4.3 การประยุกต์ใช้งานในด้านนิติศาสตร์	10
2.1.5 ส่วนสรุปชนิดของการตรวจจับการเคลื่อนไหว	10
2.2 ตัวต่อต้านทาน	11
2.2.1 ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่	11
2.2.1.1 ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม	11
2.2.1.2 ตัวต้านทานชนิดฟิล์มคาร์บอน	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.1.3 ตัวต้านทานชนิดฟิล์มโลหะ	14
2.2.1.4 ตัวต้านทานชนิดไวร์วาว์ด	14
2.2.1.5ตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ	14
2.2.1.6ตัวต้านทานชนิดแผ่นฟิล์มหนา	14
2.2.1.7ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้	15
2.2.2 ตัวต้านทานแบบพิเศษ	15
2.2.2.1ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าโดยใช้ความร้อน	15
2.3 ธรรมชาติของแขน	16
บทที่ 3 การออกแบบชิ้นงาน	19
3.1 SOLID WORK	19
3.1.1 การทำงานของ Solid Work	20
3.1.1.1 Part	20
3.1.1.2 Assembly	21
3.1.1.3 Drawing	22
3.1.2 ส่วนประกอบต่างๆของ Solid Work	23
3.1.2.1 Sketch และ Features	23
3.1.2.2 Insert Component	24
3.1.2.3 Menu View	26
3.1.2.4 Menu Bar	27
3.2 ชิ้นงานที่ออกแบบ	28
3.2.1 ขั้นตอนการทำงานของชุดสวมแขน	28
3.2.2 จุดหมุนตรงหัวไหล่	28
3.2.3 จุดหมุนตรงข้อศอก	30
บทที่ 4 การออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์	31
4.1 การออกแบบวงจรโดยรวม	31
4.1.1 เซ็นเซอร์	31
4.1.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล	32
4.1.3 ไมโครคอนโทลเลอร์	32
4.1.4 วงจรแปลงสัญญาณ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.5 คอมพิวเตอร์ 32

4.1.6 การเขียนวงจรกราฟฟิคอินเตอร์เฟส 32

4.2 การออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ 33

4.2.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนของปลอกแขน 33

4.2.1.1 แนวคิดในการออกแบบปลอกแขน 33

4.2.1.2 ตำแหน่งของเซ็นเซอร์ 34

4.2.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนของวงจร 34

4.2.2.1 แนวคิดของการออกแบบวงจร 34

4.2.2.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้ในวงจร 35

4.2.2.3 ลักษณะการต่อวงจรที่ใช้งาน 36

4.2.2.3.1 การต่อ ADC0817 เข้ากับเซนเซอร์ 36

4.2.2.3.2 การใช้งาน ADC0817 36

4.2.2.3.3 มาตรฐาน RS-232 37

บทที่ 5 ผลการทดลอง 39

5.1 การทดลองวัดค่า 39

5.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากการขยับแขน 39

5.1.2 สรุปผลการทดลอง 40

บทที่ 6 บทวิจารณ์และสรุป 41

6.1 สรุปผลการทำงาน 41

6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน 41

6.2.1 ส่วนงานทางด้านฮาร์ดแวร์ 41

6.2.1.1 ส่วนงานด้านวงจร 41

6.2.1.2 ส่วนของชุดสวมแขน 41

6.2.2 ส่วนงานทางด้านซอฟท์แวร์ 42

6.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป 42

ภาคผนวก ก. โปรแกรมแสดงการรับค่าและประมวลผลเป็นภาพสามมิติ 46

ภาคผนวก ข. แบบชิ้นงาน 64

เอกสารอ้างอิง 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 ขอบเขตของโครงงาน	3
2.1 ตัวอย่างผู้แสดงที่สวมชุดตรวจจับแบบใช้แม่เหล็ก	6
2.2 ตัวอย่างการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้อง	7
2.3 ตัวอย่างผู้แสดงที่สวมชุดตรวจจับแบบเชิงกล	8
2.4 ตัวต่อต้านทานชนิดต่างๆ	11
2.5 ตัวต่อต้านทานชนิดคาร์บอนผสม	12
2.6 ตัวต่อต้านทานชนิดฟิล์มคาร์บอน	13
2.7 ส่วนประกอบของตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าโดยใช้ความร้อน	15
2.8 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของแขนในส่วนของหัวไหล่(ลักษณะแขนเหยียดตรง)	16
2.9โครงกระดูกท่อนแขนที่ประกอบกันทั้งหมด3ชิ้น	17
2.10 ลักษณะการหมุนของแขน	17
2.11 การเคลื่อนไหวในลักษณะมาตรฐานของแขน	18
3.1 โหมดการทำงานหลักของ Solid Work	20
3.2 ตัวอย่างการใช้โหมด Part	21
3.3 ตัวอย่างการใช้โหมด Assembly	22
3.4 การใช้งานในโหมด Drawing	23
3.5 ชุด *Commands Features*	24
3.6 ชุด Commands Sketch	24
3.7 การเรียกชุด Command	24
3.8 ชุด Commands Insert Component	25
3.9 ชุด Command Model View	26
3.10 ข้อต่อแบบลูกกลมในเบ้า	28
3.11 ตำแหน่งเซนเซอร์ตัวที่ 1	29
3.12 ตำแหน่งเซนเซอร์ตัวที่ 2	29
3.13 ข้อต่อแบบบานพับ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 ตำแหน่งเซนเซอร์ตัวที่ 3	30
4.1 บล็อกไดอะแกรมโดยรวม	31
4.2 บล็อกไดอะแกรมที่นำไปออกแบบ	33
4.3 Ratiometric Conversion System	36
4.4 การใช้งาน ADC0817	37
4.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมรูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม	38
4.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	38
ก.1 แสดงการยกแขนในช่วงหัวไหล่ กับข้อศอกพร้อมกัน	44
ก.2 แสดงยกหัวไหล่ในมุม 90 องศา	44
ก.3 แสดงค่าเมื่อไม่มีการขยับใดๆ	45
ก.4 แสดงค่าเมื่อขยับออกข้าง	45
ข.1 Part 1	65
ข.2 Part 2	66
ข.3 Part 3	67
ข.4 Part 4	68
ข.5 Part 5	69
ข.6 Part 6	70
ข.7 Part 7	71
ข.8 Part 8	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงข้อดี-ข้อเสียของการตรวจจับการเคลื่อนไหวแต่ละแบบ	8-9
5.1 ตารางแสดงผลการทดลอง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันได้พบว่าโลกมนุษย์เรามีการพัฒนาที่รวดเร็วมาก ในสมัยก่อนยังไม่มีเครื่องใช้ไฟฟ้ามากมายเท่ากับสมัยนี้ การประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือที่มีความทันสมัยได้มีส่วนเข้ามาช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพในการใช้ชีวิตประจำวันที่ต้องการความรีบเร่งอย่างมาก เครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆได้ถูกคิดค้นขึ้นมามากมายเช่น โทรศัพท์ โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทำให้มนุษย์เรามีความสะดวกสบายมากขึ้นและสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆได้รวดเร็วมากขึ้นไปด้วย ส่งผลให้เกิดการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว สิ่งที่เป็นเครื่องพิสูจน์ที่ดีที่สุดอย่างหนึ่งก็คือศาสตร์ทางด้านหุ่นยนต์ ในปัจจุบันได้มีการประดิษฐ์คิดค้นหุ่นยนต์ขึ้นหลากหลายเพื่อช่วยเหลือมนุษย์ในด้านด่างๆเช่น หุ่นยนต์กู้ภัย หุ่นยนต์สอดแนม หุ่นยนต์ดำน้ำ หุ่นยนต์ต้นรับ เป็นต้น

ศาสตร์ทางด้านหุ่นยนต์นั้นมีความก้าวหน้าอย่างมาก ทั้งระบบการทำงาน ระบบการเรียนรู้ ระบบหน่วยความจำ ในส่วนของผู้จัดทำได้นำส่วนระบบการทำงานมาประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

เนื่องจากอุปกรณ์ในการควบคุมการใช้งานต่างๆ ซึ่งในปัจจุบัน มีไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่แพร่หลายเช่น เมาส์ คีย์บอร์ด จอยสติ๊ก ฯลฯ ซึ่งการควบคุมเหล่านี้เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการควบคุมอุปกรณ์หรือคำสั่งต่างๆ ผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ก็ได้สนับสนุนการใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้ได้ดีอยู่แล้ว แต่ว่าการควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้นใช้มือในควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้นติดต่อกับคอมอีกทีหนึ่ง ซึ่งในกิจกรรมบางกิจกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดต่อกับกราฟฟิก 3 มิติ เช่น การใช้โปรแกรม 3D Studio MAX Auto Cad เป็นต้น การวาดรูปภาพ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ตของคอมพิวเตอร์เช่นแขนกลนั้น หากเราใช้เมาส์หรือคีย์บอร์ดในการควบคุมอุปกรณ์เหล่านี้ เราจะเสียเวลาและต้องใช้ความพยายามอย่างสูงในการควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้นให้ทำงานดังที่เราต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเหตุผลที่มีการติดต่อแบบสามมิติคือ

1. งานบางอย่างโดยธรรมชาติแล้วเป็นสามมิติ ดังนั้นแก้ปัญหาด้วยการติดต่อแบบสองมิติจึงมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่าการติดต่อแบบสามมิติมาก

2. มนุษย์เป็นสามมิติดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการใช้มือและความรู้ออกมาในรูปแบบสามมิติทั้งสิ้น

3. เป็นช่องทางในการสื่อสารพิเศษ การนำเสนอข้อมูลแบบสามมิติทำให้มีความเข้าใจได้มากขึ้นและรวดเร็วขึ้นด้วย

4. เป็นการรวมการทำงานเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ โดยที่เราไม่ต้องนั่งทำงานอยู่ที่โต๊ะโดยใช้คีย์บอร์ดอีกต่อไป

เราจึงต้องการสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ควบคุมการทำงานต่างๆ โดยอาศัยการเคลื่อนไหวของมือคนเราในการควบคุมกิจกรรมต่างๆ ที่เราต้องการ เช่น การทำภาพเคลื่อนไหว 3 มิติของมนุษย์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการทำภาพยนตร์หรือเกมได้ ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายจากการซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จากต่างประเทศ ซึ่งผลที่ได้จากการทำเองนี้ อาจจะไม่ได้ผลการวัดค่าที่ละเอียดมากเท่าของต่างประเทศ แต่เมื่อนำมาเทียบกันราคาที่ใช้ในการสร้างกับผลลัพธ์ที่ได้ถือว่าคุ้มที่จะทำขึ้นมา ซึ่งอุปกรณ์ที่เราใช้ในการสร้างนั้นหาซื้อได้ง่ายและราคาถูก อีกทั้งโครงสร้างของวงจรไม่ซับซ้อนมากนัก เพื่อสามารถประดิษฐ์ และสามารถพัฒนาต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์และแสดงผลในคอมพิวเตอร์ในรูปแบบกราฟฟิก 3 มิติได้

2. สามารถขนย้ายได้ไม่ยากนัก

3. ใช้งานได้ง่าย สามารถทำงานได้จริง

4. ใช้อุปกรณ์ที่หาได้ในท้องถิ่น มีความทนทานพอสมควร

5. สามารถพัฒนาต่อได้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ ได้

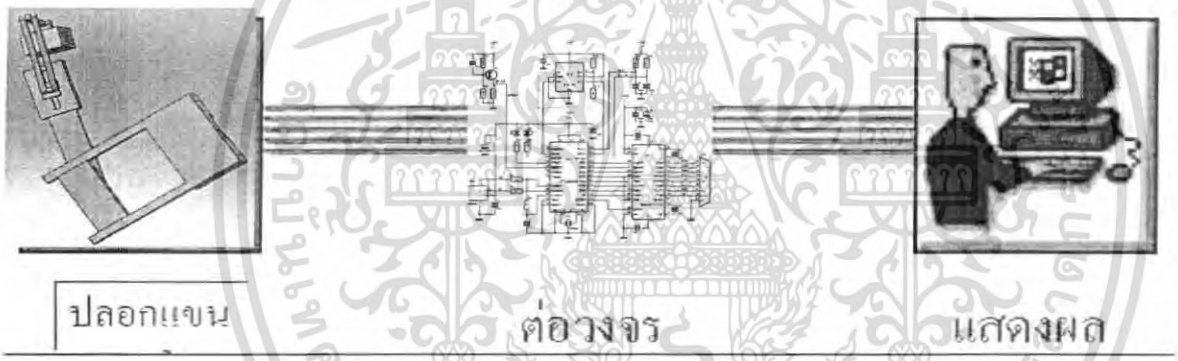
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สร้างอุปกรณ์ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของแขน ซึ่งประกอบด้วยแขนท่อนบนและแขนท่อนล่างโดยใช้เซนเซอร์ (ความต้านทานปรับค่าได้) ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของแขน

2. ออกแบบและสร้างวงจรที่ใช้แปลงสัญญาณอนาล็อกจากเซนเซอร์ (ที่ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือ) แล้วนำ ไปแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วนำ ผลข้อมูลที่ได้ไปเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการจัดการรับข้อมูลทีละจุดจากเซนเซอร์และนำมาจัดรูปแบบเพื่อที่จะนำไปส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม

3. สร้างโปรแกรมที่รับค่าจากวงจรที่เราสร้างขึ้นมาแล้วนำผลที่ได้รับจากวงจรไปแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของกราฟฟิก 3 มิติ เพื่อแสดงผลการเคลื่อนไหวของมือ (นิ้วมือและข้อมือ)



รูปที่ 1.1 ขอบเขตของโครงงาน

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 6 บท ซึ่งอาจแยกเป็นส่วนๆได้ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน ได้แก่ คุณสมบัติของตัวต้านทาน การเคลื่อนไหวของภาพ 3 มิติ

บทที่ 3 การใช้งานโปรแกรม Solid Work ได้แก่ การใช้ Solid Work เพื่อการออกแบบชุดสวมแขน การวางตำแหน่งเซนเซอร์

บทที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่าน Port RS232

บทที่ 5 ผลการทดลอง

บทที่ 6 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถสร้างอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวตั้งแต่แบบง่ายๆ จนพัฒนาได้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่สามารถใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องซึ่งจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ในหลายด้านต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการใช้ใน VE (Visual Environment) ในด้านด่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านพาณิชย์ : ถ้าเราสามารถลดราคาต้นทุนและสร้างไดร์เวอร์ให้ใช้งานได้ และหาซอฟท์แวร์ที่เหมาะสมน่าใช้งานให้กับผู้ใช้ได้เยอะๆ ก็สามารถนำมาประยุกต์ในการค้าขายได้

2. ด้านวิทยาศาสตร์ : การใช้กับงานที่เสี่ยงต่อความปลอดภัยของมนุษย์ เช่น กู้ระเบิด โดยต่อเข้ากับแขนกล หรือการทดลองวิจัยสารเคมีอันตรายเป็นต้น

3.ด้านการแพทย์ : ใช้ในการผ่าตัดและวินิจฉัยโรคผ่านเครือข่าย(telemedicine), การผ่าตัดโดยใช้หุ่นยนต์

4. ด้านการศึกษา : ใช้เป็นสื่อการสอนในการเรียนรู้ในสภาวะเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สิ่งที่ต้องการรู้ในการทำงานชิ้นนี้คือ ความรู้พื้นฐานของการเคลื่อนไหวของร่างกาย เพื่อสามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการสนับสนุนการทำงานชิ้นนี้ เช่น โปรแกรมสร้างภาพ 3D เซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ กล้องตรวจจับภาพ เป็นต้น

2.1 การตรวจจับการเคลื่อนไหว

การตรวจจับการเคลื่อนไหว(Motion Capture)เป็นกระบวนการในการบันทึกการเคลื่อนไหวจริง และเปลี่ยนให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยการติดตามจุดสำคัญ (Key Point) ที่เคลื่อนไหวในบริเวณ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมารวมกันเพื่อสร้างการแสดงผลในรูปของสามมิติ หรือนั่นคือ การตรวจจับการเคลื่อนไหวเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถแปลงการแสดงในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นการแสดงในรูปของดิจิตอลนั่นเอง สิ่งที่จะนำมาตรวจจับนั้นจะเป็นอะไรก็ได้ในโลกแห่งความเป็นจริงที่มีการเคลื่อนไหว และจุดสำคัญก็คือบริเวณที่สามารถแสดงการเคลื่อนไหวในส่วนต่างๆ ของสิ่งๆ นั้นได้ดีที่สุด เช่น หากจะตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ จุดเหล่านั้นอาจเป็นส่วนของข้อต่อหรือจุดเชื่อมต่อของอวัยวะหลัก จุดเหล่านี้จะถูกตรวจจับโดยเซ็นเซอร์ (Sensor) มาร์กเกอร์ (Marker) หรือตัวต้านทานปรับค่าได้ (Potentiometer) ที่ติดไว้กับสิ่งที่จะตรวจจับ และจะเป็นตัวที่ให้ข้อมูลสำหรับการตรวจจับแก่อุปกรณ์เก็บข้อมูลต่อไป

2.1.1 Performance Animation

คือการทำภาพเคลื่อนไหวจากการแสดงจริง ซึ่งคำนี้นั้นจะต่างจากการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Capture) ตรงที่ การตรวจจับการเคลื่อนไหวเป็นการมองถึงเทคโนโลยีในการเก็บหรือตรวจจับการเคลื่อนไหว แต่ Performance Animation กล่าวถึงการแสดงในโลกแห่งความเป็นจริงที่ถูกใช้ในการสร้างตัวละครเสมือนจริงให้เคลื่อนไหว โดยไม่คำนึงถึงเทคโนโลยีที่ใช้

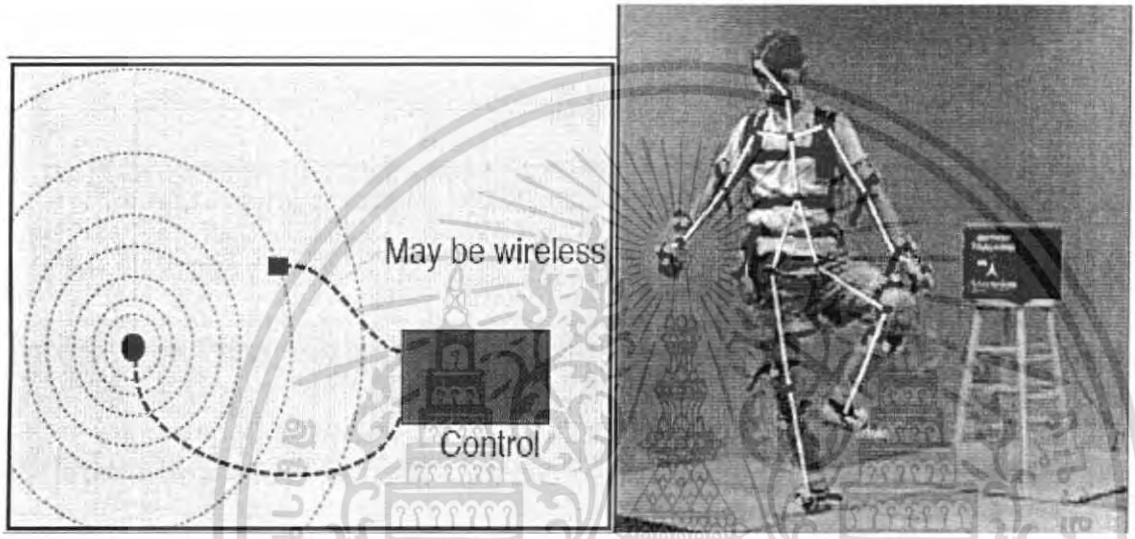
2.1.2 ชนิดของการตรวจจับการเคลื่อนไหว

การตรวจจับการเคลื่อนไหวสามารถแบ่งตามเทคโนโลยีที่ใช้ได้ 3 ชนิดหลักๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้แม่เหล็ก (Magnetic Motion Capture System)

ซึ่งใช้เซ็นเซอร์ติดไว้ตามส่วนต่างๆเพื่อวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำที่ผลิตออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นที่ติดตั้งไว้ในบริเวณที่ทำการตรวจจับเซ็นเซอร์แต่ละตัวจะถูกต่อสายมาเข้ายังวงจรวัดค่าเพื่อหาตำแหน่งของเซ็นเซอร์แต่ละตัวในสนามแม่เหล็ก วงจรวัดค่าจะส่งข้อมูลไปเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงตำแหน่งและการหมุนในสามมิติ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างผู้แสดงที่สวมชุดตรวจจับแบบใช้แม่เหล็ก

2.1.2.2 การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้องวิดีโอ (Optical Motion Capture System)

เป็นการใช้ถ่ายภาพวิดีโอชนิดพิเศษในการติดตามตำแหน่งของมาร์กเกอร์ที่ติดอยู่ตามส่วนต่างๆ โดยกล้องวิดีโอนี้จะใช้เลนส์แบบรับแสงอินฟราเรด เพื่อให้ได้ภาพที่แสดงตำแหน่งของจุดต่างๆ สำหรับวิธีการนี้ยังแบ่งออกไปได้อีก 2 แบบตามลักษณะมาร์กเกอร์ที่ใช้ ได้แก่

1) มาร์กเกอร์แบบสะท้อนแสงอินฟาเรด (Reflective Marker) ใช้แสงอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดแสงที่ติดไว้รอบๆ กล้องถ่ายภาพ แสงจะสะท้อนที่มาร์กเกอร์ทำให้เห็นเป็นจุดที่มีความเข้มแสงมากกว่าบริเวณอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

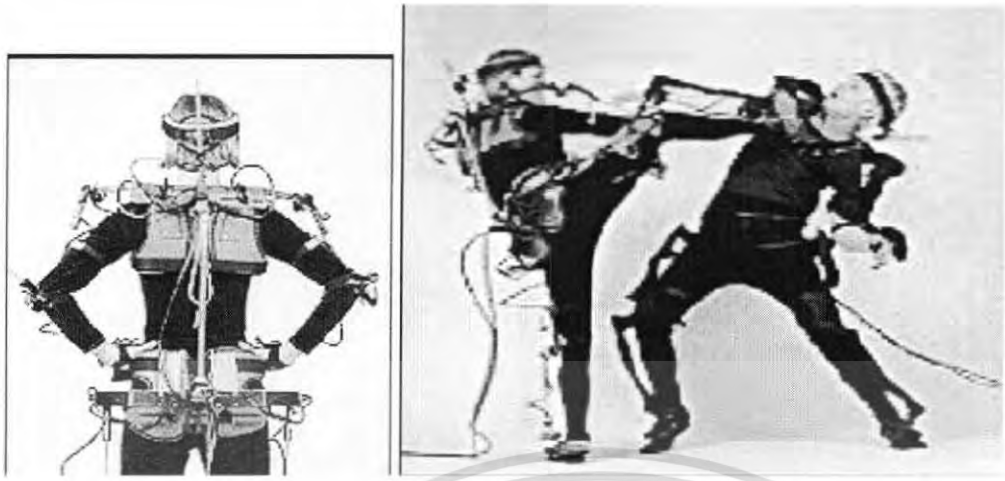
2) มาร์กเกอร์แบบหลอด LED (Pulsed-LED) วิธีนี้แหล่งกำเนิดแสงจะอยู่ที่ตัวมาร์กเกอร์ การตรวจจับจะใช้วิธีวัดความเข้มแสงจากหลอด LED โดยตรง จากนั้นจะตรวจจับตำแหน่งมาร์กเกอร์จากหลายๆ กล้องมารวมกัน เพื่อคำนวณโดยใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยม แล้วได้ตำแหน่งในสามมิติ วิธีนี้มักมีปัญหา เช่น การสลับมาร์กเกอร์ การรบกวน และการบดบังของมาร์กเกอร์เป็นต้น โดยในหลายๆ ระบบมักมีการนำเอาโครงกระดูกมาใช้ในการสร้างการเคลื่อนไหวด้วยโดยโครงกระดูกจะช่วยให้การเคลื่อนไหวมีความถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากมองถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อต่อต่างๆ ด้วยไม่เหมือนกับตำแหน่งที่ตรวจจับได้ที่เป็นตำแหน่งของจุดแต่ละจุดแยกกัน ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ต่อกันเลย ซึ่งทั้งสองลักษณะนั้นได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งรูปซ้ายมือเป็นการใช้หลอด LED และซ้ายมือเป็นการใช้แบบแสงอินฟาเรด

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้อง

2.1.2.3 การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้ชุดเชิงกล (Electro-mechanical Motion Capture System)

มักใช้กับการจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์โดยเฉพาะ โดยใช้ชุดที่ทำขึ้นพิเศษสำหรับให้มนุษย์สวมใส่สำหรับการตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยชุดจะมีลักษณะเป็นโครงสร้างที่เชื่อมต่อกันโดยมีตัวต้านทานปรับค่าได้ในการวัดการหมุนของจุดต่างๆ ตามข้อต่อสำคัญของร่างกาย การรู้มุมการหมุนของจุดต่างๆ ทำให้เราสามารถรู้ท่าทางการเคลื่อนไหวของผู้สวมชุดได้ ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งแสดงลักษณะชุดและการเคลื่อนไหวเมื่อสวมชุดตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างผู้แสดงที่สวมชุดตรวจจับแบบเชิงกล

2.1.3 ข้อดี-ข้อเสียของการตรวจจับการเคลื่อนไหวแต่ละแบบ

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อดี-ข้อเสียของการตรวจจับการเคลื่อนไหวแต่ละแบบ

	การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้แม่เหล็ก (Magnetic Motion Capture System)
ข้อดี	- ให้ข้อมูลได้แบบ Real-time ซึ่งทำให้สามารถนำผลป้อนกลับ (Feedback) ได้ - ให้ข้อมูลตำแหน่งและการหมุนได้โดยไม่ต้องไปประมวลต่อ - มักมีราคาถูกกว่าแบบใช้กล้อง
ข้อเสีย	- เซ็นเซอร์มีการตอบสนองต่อโลหะสูง ทำให้ข้อมูลมีความผิดปกติได้ - ผู้ตรวจจับจะต้องมีสายระโยงระยางติดอยู่กับตัว - เซ็นเซอร์แม่เหล็กมีอัตราการตรวจจับที่ต่ำกว่าแบบใช้กล้อง - พื้นที่การตรวจจับมักมีขนาดเล็ก และยากต่อการเปลี่ยนจำนวนและตำแหน่งของมาร์กเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้องถ่ายภาพวิดีโอ (Optical Motion Capture System)
ข้อดี	- สามารถใช้มาร์กเกอร์ได้หลายตัว และง่ายต่อการเปลี่ยนจำนวนและตำแหน่งของมาร์กเกอร์ - สามารถประมาณโครงกระดูกภายในได้จากกลุ่มของมาร์กเกอร์จำนวนหนึ่ง - ไม่มีอุปกรณ์และสายไฟที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหวของผู้ที่จะทำการตรวจจับ - สามารถกำหนดพื้นที่ตรวจจับได้ขนาดใหญ่ - มักมีความถี่ในการตรวจจับสูงกว่าระบบอื่นๆ ทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดกว่า
ข้อเสีย	- ต้องใช้การประมวลผลที่ซับซ้อนกว่าแบบอื่น - อุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์เฉพาะมีราคาแพง - ไม่สามารถตรวจจับได้ หากมาร์กเกอร์ถูกบดบังเป็นเวลานาน - การตรวจจับต้องกระทำในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้
	การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้ชุดเชิงกล (Electro-mechanical Motion Capture System)
ข้อดี	- พื้นที่การตรวจจับสามารถมีขนาดที่กว้าง สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก - มีราคาถูกกว่าแบบอื่นๆ - สามารถตรวจจับแบบ Real-time ได้ - ไม่มีการบดบังของเซ็นเซอร์
ข้อเสีย	- มีอัตราการตรวจจับที่ต่ำกว่าระบบอื่นๆ - มีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวอันเนื่องมาจากชุดที่ใช้สวมใส่ - ระบบมักจำกัดอยู่กับการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ - จำนวนและตำแหน่งของเซ็นเซอร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ - ไม่สามารถคำนวณหาตำแหน่งจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การประยุกต์ใช้งานการตรวจจับการเคลื่อนไหว

การตรวจจับการเคลื่อนไหวสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆได้ เช่น

2.1.4.1 การประยุกต์ใช้งานในด้านการแพทย์

การตรวจจับการเคลื่อนไหวในทางการแพทย์เรียกว่าการวิเคราะห์ทางชีววิทยาสามมิติ (Three-dimension Biological Measuring) ใช้ในการสร้างข้อมูลการเคลื่อนไหวทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต เพื่อใช้ศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนไหว ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ เช่น กลไกของข้อต่อ การวิเคราะห์โครงกระดูกสันหลัง วิทยาศาสตร์การกีฬา เป็นต้น

2.1.4.2 การประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรมบันเทิง

การตรวจจับการเคลื่อนไหวช่วยลดเวลาในการสร้างภาพเคลื่อนไหว ทั้งยังทำให้ได้การเคลื่อนไหวที่สมจริง มากกว่าการสร้างการเคลื่อนไหวด้วยมือ ทำให้ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวเป็นที่นิยมใช้กันมากในวงการอุตสาหกรรมแอนิเมชั่นหรือบันเทิง เช่น การนำไปใช้สร้างการเคลื่อนไหวให้กับตัวละครในเกมคอมพิวเตอร์ ภาพยนตร์แอนิเมชั่น หรือแม้แต่การตกแต่งด้วยคอมพิวเตอร์ในการสร้างภาพยนตร์

2.1.4.3 การประยุกต์ใช้งานในด้านนิติศาสตร์

การตรวจจับการเคลื่อนไหวใช้ในการสร้างเหตุการณ์จำลองเสมือนจริง เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการพิจารณาคดี และใช้เพื่อแสดงสิ่งที่พยานได้กล่าวถึงเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นซึ่งหลักฐานนี้มักมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของคณะลูกขุนและผู้พิพากษามากกว่าหลักฐานการแสดงอื่นๆ

2.1.5 ส่วนสรุปชนิดของการตรวจจับการเคลื่อนไหว

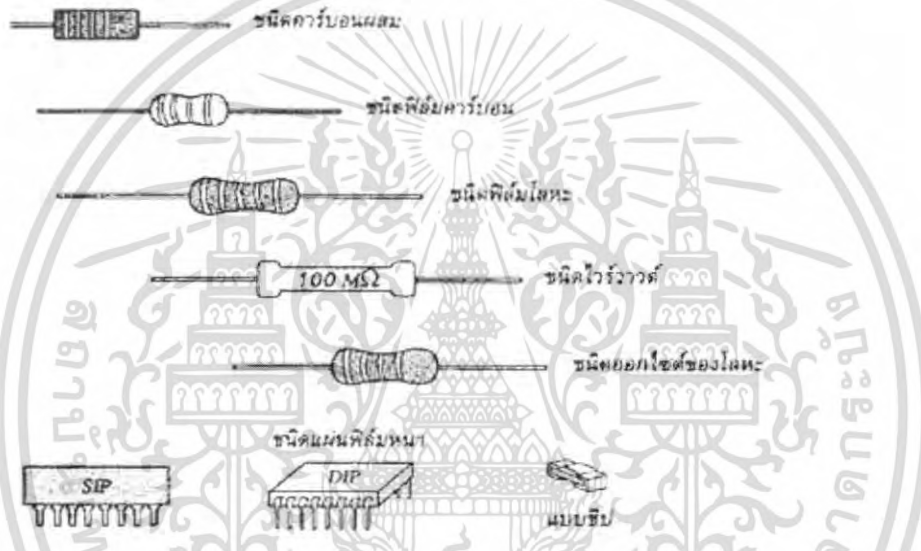
การตรวจจับการเคลื่อนไหวนั้นมีความสำคัญมาก และมีความละเอียดอ่อนสูง เนื่องจากผู้ทำโครงงาน ไม่มีความถนัดทางการใช้ อุปกรณ์ทางด้านมัลติมีเดีย เช่นกล้อง มากนักทำให้เลือกใช้แบบจำลองทางกล ซึ่งเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาการเรียนการสอนที่เรียนมาพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตัวต้านทาน

ตัวต้านทานเป็นตัวที่ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรตามที่ได้กำหนดเอาไว้ซึ่งจะมีสัญลักษณ์ที่ใช้เป็น(R) และค่าความต้านทานมีหน่วยวัดทางไฟฟ้าเป็น (ohm)

ตัวต้านทานที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ (Fixed Value Resistor) และตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (Variable Value Resistor) ซึ่งตัวต้านทานค่าคงที่นี้จะมีค่าความต้านทานที่แน่นอน และเป็นค่าที่นิยมมากในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ ดังรูปที่ 2.4 แสดงภาพจำลองของตัวต้านทานชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.4 ตัวต้านทานชนิดต่างๆ

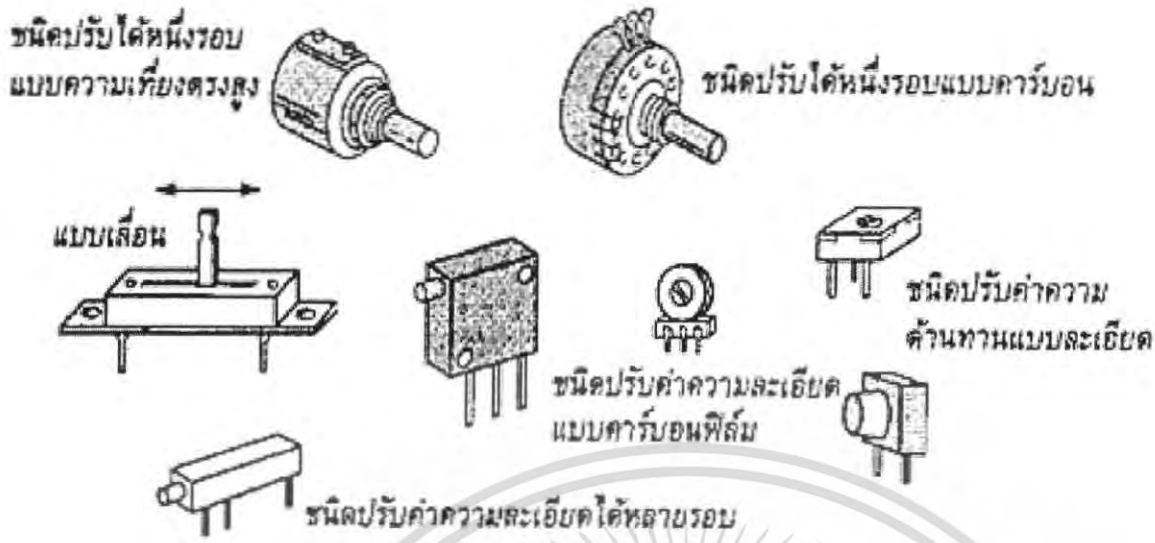
สำหรับตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้นั้น จะสามารถเลือกค่าความต้านทานที่ต้องการได้โดยการหมุนที่ปุ่มปรับค่าความต้านทาน

2.2.1 ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่แบ่งได้ดังนี้

2.2.1.1 ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม (Carbon Composition Resistor)

ตัวต้านทานชนิดนี้จะนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายซึ่งจะมีราคาถูก โครงสร้างภายในทำจากวัสดุซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทาน โดยที่ปลายทั้งสองข้างจะต่อลวดตัวนำออกมาและบริเวณผิวด้านนอกจะฉาบด้วยฉนวน มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม

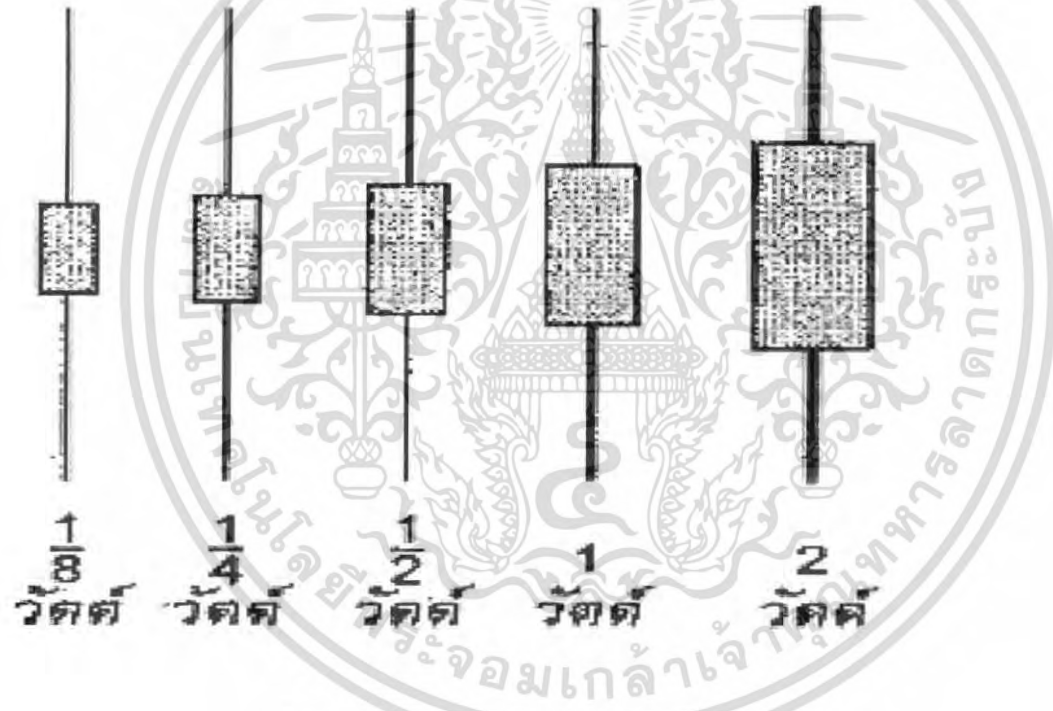
จากรูปที่ 2.5 ซึ่งแสดงรูปจำลองของตัวต้านทานคาร์บอนชนิดต่างๆ เราพบว่าขนาดของตัวต้านทานจะแสดงถึงกำลังงาน ซึ่งอยู่ในรูปของความร้อนที่สามารถแพร่กระจายออกมาได้ ความต้านทานทำหน้าที่จำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้าหรืออิเล็กตรอน ดังนั้นสภาวะของการต้านทานหรือขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้านี้จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดความร้อนขึ้น โดยปริมาณความร้อนที่แพร่กระจายออกมาเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยเวลาจะมีหน่วยเป็น วัตต์ (Watts) และตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่า อัตราทนกำลัง (Wattage Rating) เฉพาะที่แตกต่างกันออกไป โดยตัวต้านทานขนาดใหญ่จะสามารถที่จะแพร่กระจายความร้อนได้ดีกว่า เช่น ตัวต้านทานขนาดใหญ่มีอัตราการแพร่กระจายความร้อน 2 วัตต์ ในขณะที่ความต้านทานตัวเล็กสามารถกระจายความร้อนในอัตราแค่ 1/8 วัตต์

ค่าความเคลื่อน เป็นปัจจัยที่จะต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งที่จะต้องพิจารณา ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนนี้เป็นปริมาณความผิดพลาดของค่าความต้านทานที่แตกต่างกันออกไปจากค่าที่กำหนดไว้ เช่น ค่าความต้านทาน 1000 โอห์ม มีค่าความคลาดเคลื่อน 10 % ดังนั้นค่าความต้านทานที่วัดได้จะอยู่ระหว่าง 900 โอห์ม และ 1100 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ตัวต้านทานชนิดฟิล์มคาร์บอน (CarBon Film Resistor)

ตัวต้านทานชนิดนี้ถูกสร้างโดยการเคลือบแผ่นฟิล์มคาร์บอนที่มีคุณสมบัติของค่าความต้านทานลงบนแกนเซรามิค ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวน หลังจากนั้นให้ทำการตัดแต่งฟิล์มคาร์บอนที่ได้ให้เป็นรูปวงแหวนรอบแกนเซรามิค โดยถ้ามีอัตราส่วนของเนื้อคาร์บอนมีปริมาณมากกว่าฉนวนจะทำให้ค่าความต้านทานที่ได้มีค่าต่ำ แต่ถ้าฉนวนมีอัตราส่วนมากกว่าเนื้อของคาร์บอน ความต้านทานที่ได้ก็จะมีค่าสูง ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอนจะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำ และสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงได้ โดยไม่ทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนั้นสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการใช้ตัวต้านทานชนิดนี้ก็มีค่าน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม



รูปที่ 2.6 ตัวต้านทานชนิดฟิล์มคาร์บอน

จากรูปที่ 2.6 แสดงขนาดของตัวต้านทานเรียงจากกำลังวัตต์ น้อยไปมาก แสดงให้เห็นว่าตัวต้านทานยิ่งกำลังวัตต์มากเท่าไหร่ขนาดก็ยิ่งใหญ่ขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 ตัวต้านทานชนิดฟิล์มโลหะ (Metal Film Resistor)

ตัวต้านทานชนิดฟิล์มโลหะมีรูปร่างลักษณะ การสร้างทำได้โดยการพ่นฟิล์มโลหะให้เป็นแผ่นบางๆ ลงบนเซรามิครูปทรงกระบอก จากนั้นจึงตัดแผ่นฟิล์มนี้โดยให้มีส่วนที่เป็นแผ่นฟิล์มคั่นอยู่กับฉนวนซึ่งเป็นเซรามิค ตัวต้านทานชนิดฟิล์มโลหะนี้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยมาก และยังทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายนอกได้ดี นอกจากนี้ยังเกิดสัญญาณรบกวนได้น้อยเมื่อเทียบกับตัวต้านทานคาร์บอนชนิดอื่นๆ

2.2.1.4 ตัวต้านทานชนิดไวร์วาวด์ (Wirewound Resistor)

โครงสร้างภายในของตัวต้านทานชนิดนี้เกิดจากพันขดลวดรอบๆ แกนเซรามิค ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวน จากนั้นจึงต่อเข้าด้วยลวดตัวนำจากส่วนหัวและท้านออกมา สำหรับค่าความต้านทานสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยขึ้นอยู่กับความยาวและขนาดของขดลวดที่ใช้พัน

ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ ส่วนมากนิยมใช้ในงานที่ต้องการค่าความต้านทานต่ำๆ ทั้งนี้เพื่อให้กระแสไหลผ่านได้ดี ดังนั้นการออกแบบจึงควรให้มีขนาดใหญ่เพื่อช่วยให้สามารถกระจายความร้อนได้มากกว่า ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์นี้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 1 % แต่ด้วยโครงสร้างที่ใหญ่และขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยากจึงทำให้ตัวต้านทานชนิดนี้มีราคาแพง

2.2.1.5ตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ (Metal Oxide Resistor)

ตัวต้านทานชนิดนี้มีโครงสร้างตัวต้านทานที่เคลือบด้วยออกไซด์โลหะ ประเภทดีบุกลงบนวัสดุที่ใช้เป็นฉนวน โดยอัตราส่วนของออกไซด์โลหะมีคุณสมบัติเป็นตัวนำต่อฉนวน จะเป็นตัวกำหนดค่าความต้านทานให้กับตัวต้านทานชนิดนี้ คุณสมบัติพิเศษสำหรับตัวต้านทานชนิดออกไซด์ของโลหะ คือ สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้

2.2.1.6ตัวต้านทานชนิดแผ่นฟิล์มหนา (Thick - Film Resistor)

ตัวต้านทานแบบฟิล์มหนามีอยู่ 2 แบบ คือ แบบ SIP (Single in - line Package) และ DIP (Dual in - Line Package) ตัวต้านทานแบบSIP จะต่อลวดตัวนำออกจากความต้านทานภายในเพียงแถวเดียว ส่วนตัวต้านทานแบบ DIP จะมีลวดตัวนำ 2 แถว ต่อออกมาภายนอก ซึ่งตัวต้านทานแบบฟิล์มหนาทั้งสองแบบจะได้รับการปรับแต่งให้ค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ2% โดยค่าความต้านทานที่ใช้ในงานทั่วไปของตัวต้านทานชนิดนี้อยู่ระหว่าง 22 โอห์ม ถึง 2.2 เมกะโอห์ม และมีอัตราทนกำลัง ประมาณ 1/2วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.7ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (Variable Value Resistor)

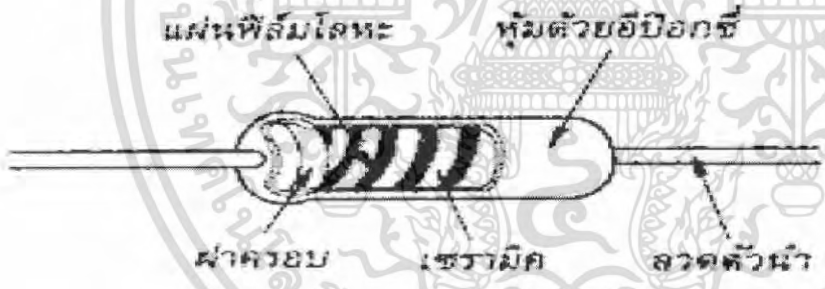
การปรับปุ่มควบคุมระดับความดังหรือวอลลุม(Volume)ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้เป็นตัวอย่างของตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ประเภทหนึ่งตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้โดยทำให้ได้ อาศัยกลไกตัวต้านทานชนิดนี้เปลี่ยนค่าได้โดยอาศัยกลไกมีอยู่ 2 แบบ ได้แก่

- รีโอสตัส (Rheostat)
- โพเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer)

2.2.2 ตัวต้านทานแบบพิเศษ

2.2.2.1 ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าโดยใช้ความร้อน

จากการที่ได้รู้จักกับตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้แบบรีโอสตัส และแบบโพเทนชิโอมิเตอร์ไปแล้ว ซึ่งทั้งสองแบบจะเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานโดยอาศัยกลไกเพื่อหมุนแกนที่เชื่อมกับคันกรีด เพื่อไปเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายใน แต่ยังมีอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานได้โดยอาศัยหลักการให้พลังงานความร้อนแทนซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้มีชื่อว่า Thermister ซึ่งได้แสดงส่วนประกอบภายในของตัวต้านทานชนิดนี้ไว้ ดังรูปที่ 2.7



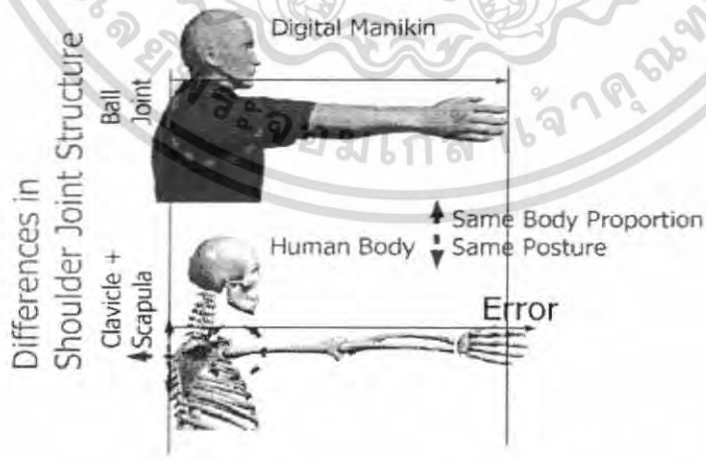
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าโดยใช้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์โฟโตริซิสเตอร์ (Photoresistor) มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Light - Dependent Resistor (LDR) ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่ทำงานโดยอาศัยแสงที่มาตกกระทบ นั่นคือ วัสดุที่ใช้ทำโฟโตริซิสเตอร์ เมื่อถูกแสงจะมีค่าความนำมากขึ้น หรือทำให้ค่าความต้านทานลดลงนั่นเอง โฟโตริซิสเตอร์สร้างจากวัสดุนำแสงที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ซึ่งค่าความต้านทานของวัสดุนี้ลดลงเมื่อมีแสงมาตกกระทบ โดยพลังงานแสงจะถูกดูดซึมจากอะตอมที่มีอยู่มากมายในวัสดุนำแสงนี้และทำให้เกิดการปลดปล่อยอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุด(Valence Electron) ออกมา ด้วยเหตุผลของจำนวนอิเล็กตรอนอิสระมากขึ้น จึงทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านโฟโตริซิสเตอร์ได้มาก ดังนั้นจึงทำให้ความต้านทานมีค่าลดลง ด้วยการนำอุปกรณ์โฟโตริซิสเตอร์ไปใช้งาน เช่น การนำไปใช้ในอุปกรณ์ปิดเปิด ไฟส่องสว่างภายนอกอาคาร โดยใช้เวลาช่วงกลางวัน แสงสว่างจากดวงอาทิตย์จะทำให้ค่าความต้านทานของโฟโตริซิสเตอร์ไปลดลง และค่าความต้านทานที่ลดลงนี้จะถูกนำไปใช้ในการปิดไฟส่องสว่าง ส่วนในช่วงเวลากลางคืนค่าความต้านทานของโฟโตริซิสเตอร์จะเพิ่มขึ้น ไฟส่องสว่างจะเปิดอีกครั้ง

2.3 ธรรมชาติของแขน

แขนเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกายที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา โดยมนุษย์เราใช้แขนในการช่วยทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการกิน ช่วยยกของหนัก ใช้แทนสัญลักษณ์ รวมถึงการสื่อสารต่างๆด้วยดังนั้นหากเราต้องการจะสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้แขนเป็นตัวควบคุมนั้นเราต้องเข้าใจถึงสรีระของแขนเพื่อที่จะได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับแขนได้ซึ่งเราได้อธิบายดังรายละเอียดในรูปที่ 2.8 – 2.11 ดังนี้

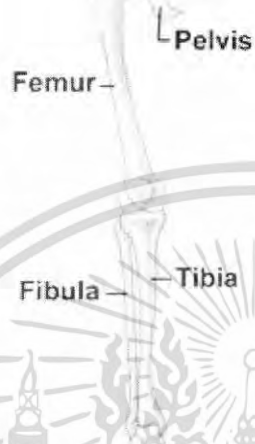


รูปที่2.8 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของแขนในส่วนของหัวไหล่ (ลักษณะแขนเหยียดตรง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

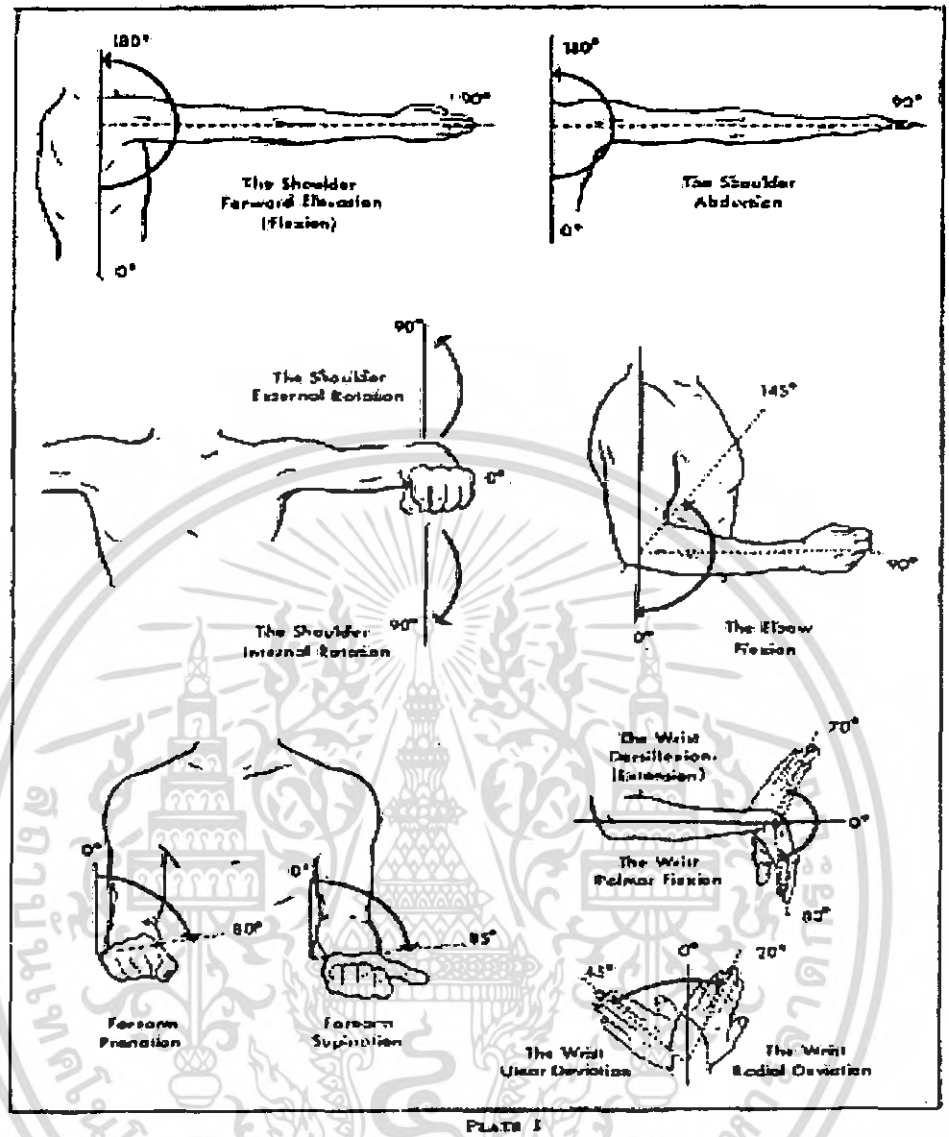
โดยปรกติการเคลื่อนไหวจะไม่สูงกว่าหัวไหล่โดนธรรมชาติของร่างกาย อันเกิดจากสรีระของมนุษย์นั่นเอง (เมื่อเราได้ทำการเคลื่อนไหวโดยไม่ฝืนร่างกาย)



รูปที่ 2.9 โครงกระดูกท่อนแขนที่ประกอบกันทั้งหมด3ชิ้น

รูปที่ 2.10 ลักษณะการหมุนของแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
81989



รูปที่ 2.11 การเคลื่อนไหวในลักษณะมาตรฐานของแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบชิ้นงาน

ในการออกแบบชิ้นงานโดยทั่วไปนั้นเราควรมีความรู้พื้นฐานของโปรแกรมช่วยออกแบบในงานวิศวกรรมต่างๆ เช่น Auto Cad Solid Work เป็นต้น ซึ่งจะช่วยทุนเวลาได้มากในการออกแบบ และสามารถออกทราบแบบเป็นรูปสามมิติได้อย่างคร่าวๆ เพื่อให้เรามีความสะดวกในการตัดสินใจลงมือทำ ทำให้เราได้ฝึกทักษะในการออกแบบได้ในอีกทางหนึ่งด้วย

3.1 SOLID WORK

Solid Work เป็นโปรแกรมสร้างชิ้นงานจำลองที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการออกแบบชิ้นงาน เพราะ Solid Work มีความเหมาะสมในการใช้ออกแบบชิ้นงานที่มีจำนวนมากชิ้นได้ด้วย และยังสามารถจำลองการทำงานของชิ้นงานได้ภายในตัวโปรแกรมเอง โดยการหมุน หรือเลื่อน อีกทั้งตัวโปรแกรมเองยังออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย เพราะได้รวมเครื่องมือต่างๆที่จำเป็นในการออกแบบไว้แล้ว ในการจำลองวัสดุยังสามารถกำหนดชนิดของวัสดุ และน้ำหนัก เพื่อดูความสามารถในการทำงานของชิ้นงานที่ออกแบบไว้ได้อีกด้วย

Solid Work เป็นโปรแกรมที่ประโยชน์มากในการออกแบบ สามารถช่วยประหยัดได้ทั้งค่าใช้จ่าย และเวลา ข้อดีมีหลายข้อ เช่น

1.จำลองการประกอบชิ้นส่วนแต่ละส่วน

2.ทดสอบการเคลื่อนไหวของชิ้นงาน

3.คำนวณน้ำหนักของชิ้นงาน

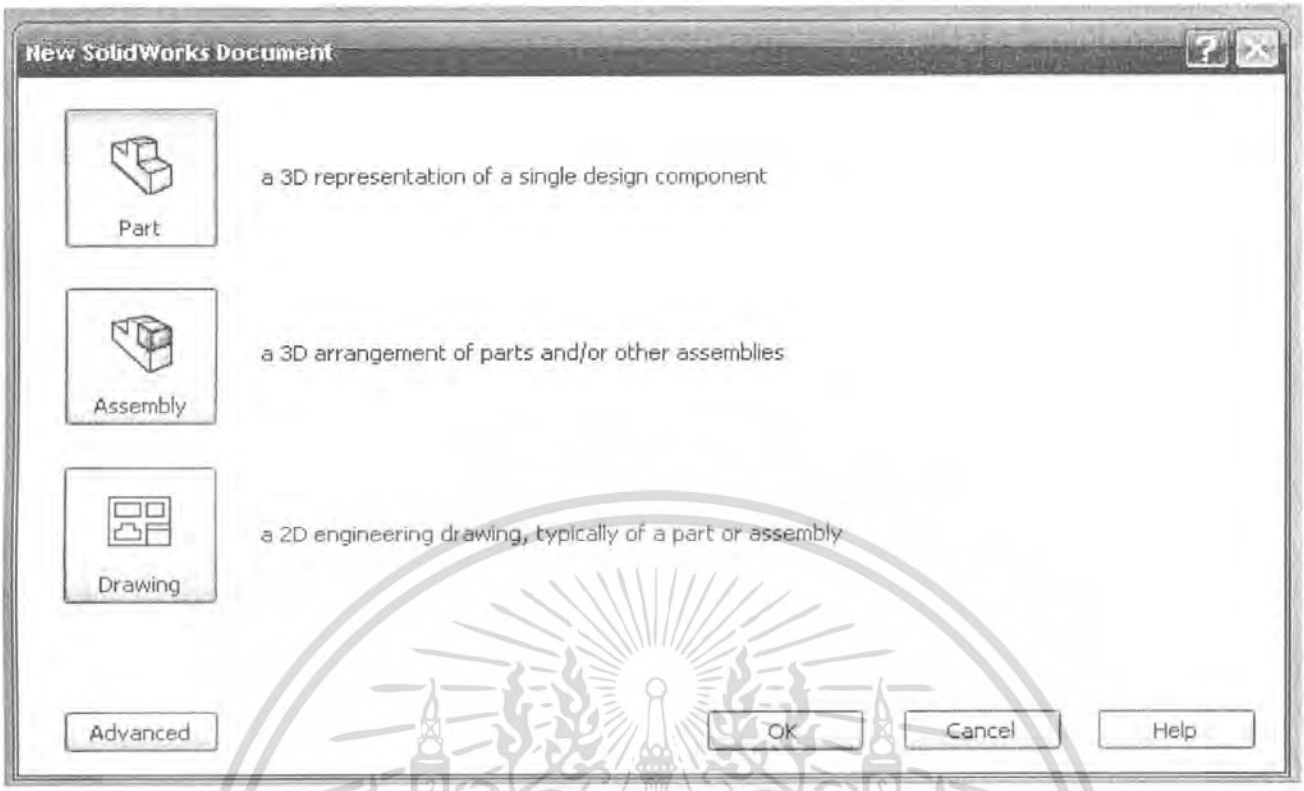
4.สามารถแก้ไขชิ้นงานได้

5.ในตัวโปรแกรมสามารถแก้ชิ้นงานให้เองโดยอัตโนมัติ

6.สามารถใช้ควบคู่กับโปรแกรมออกแบบอื่นๆได้

Solid Work มีโหมดที่ช่วยให้การออกแบบง่ายขึ้นทุกขั้นตอน และสามารถจำลองการทำงานพร้อมทั้งเขียนแบบอย่างรวดเร็ว สามารถเลือกได้ 3 โหมดหลัก ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 โหมดการทำงานหลักของ Solid Work

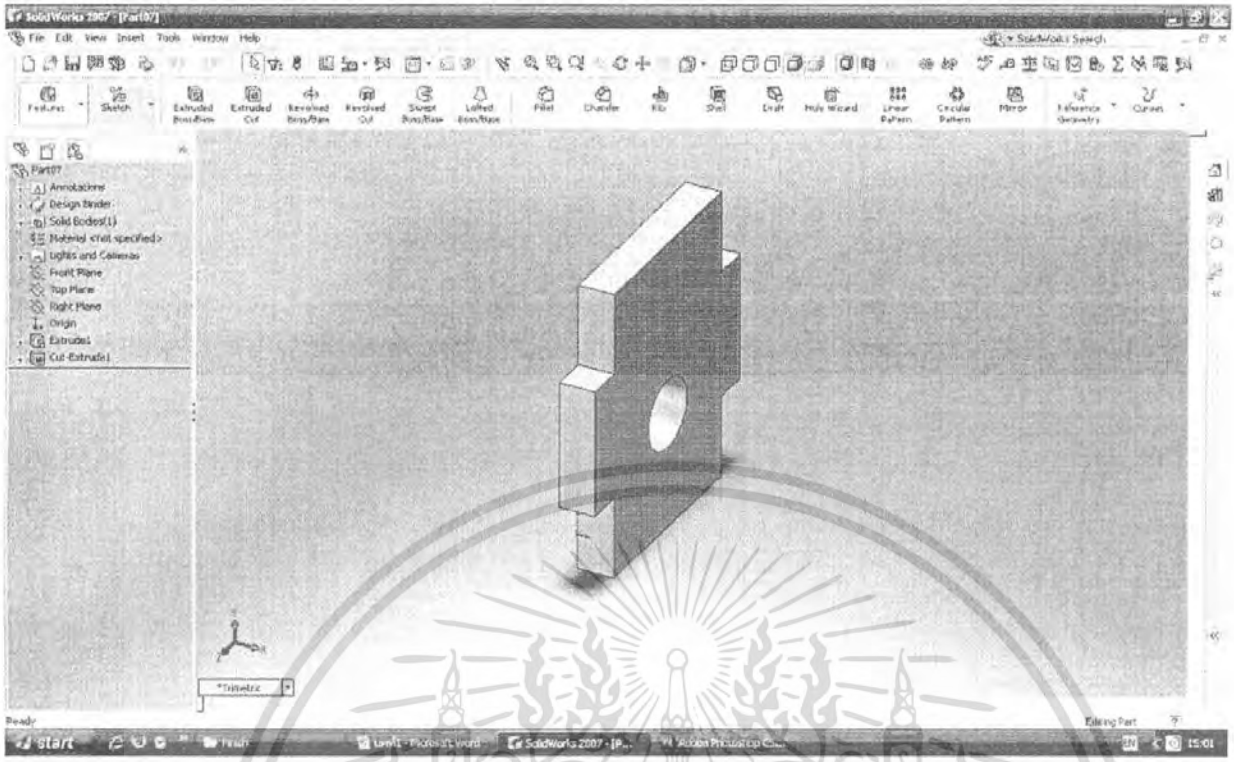
3.1.1 การทำงานของ Solid Work

โปรแกรม Solid Work อาจแยกส่วนประกอบหลักได้เป็น 3 โหมดหลัก คือ การออกแบบชิ้นงาน การประกอบชิ้นงาน และการเขียนแบบ ซึ่งแบ่งตามหัวข้อได้ดังนี้

3.1.1.1 Part

Part เป็นการสร้างชิ้นงานต่างๆทีละชิ้น เพื่อนำมาประกอบกันภายหลังในโหมดของ **Assembly** โหมด **Part** สามารถสร้างชิ้นงานรูปแบบต่างๆได้ เช่น ทรงกระบอก ทรงกลม ทรงพีระมิด และสามารถตัดมุม เจาะช่อง ลบเหลี่ยม ให้กับชิ้นงานได้อย่างสะดวก เพราะเครื่องมือต่างๆ สามารถเรียกใช้งานได้ง่าย ดังตัวอย่างรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



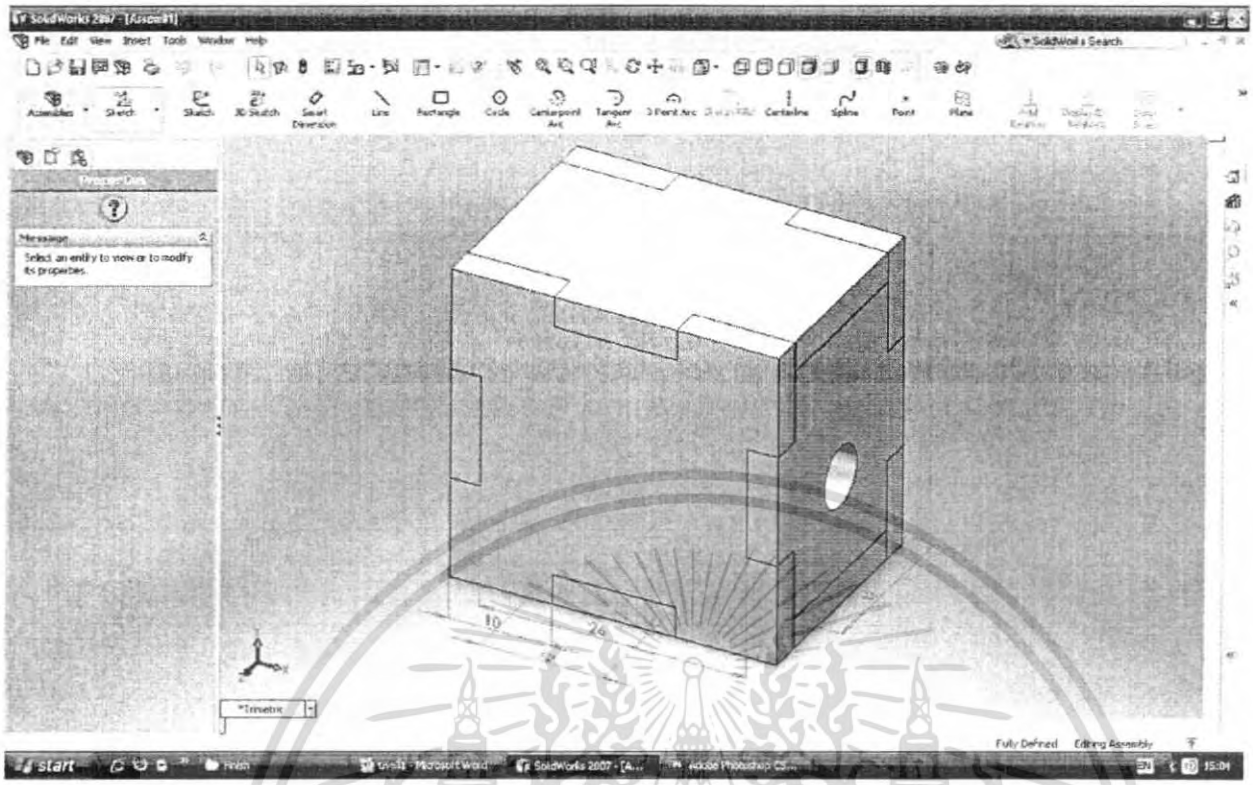
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการใช้โหมด **Part**

3.1.1.2 Assembly

Assembly เป็นโหมดที่ใช้จำลองการประกอบชิ้นงาน ซึ่งช่วยให้เห็นภาพได้มากขึ้น สามารถหมุนดูชิ้นงานได้ 360 องศา เพื่อหาความผิดพลาดของชิ้นงานได้ หากเกิดข้อผิดพลาดเรา สามารถทำการแก้ไขได้ในโหมด **Part** ซึ่งโหมด **Assembly** จะทำการอัพเดทตามการแก้ไขนั้นให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยให้การแก้ไขชิ้นงานสามารถทำได้อย่างง่าย และรวดเร็ว

Assembly ยังสามารถใช้ทดลองการทำงานของชิ้นงานหลังจากการประกอบแล้วด้วยการกำหนดจุดเชื่อมต่อ หรือจุดหมุนให้กับชิ้นงาน จากนั้นใช้คำสั่ง Move Component ตัวโปรแกรมจะทำการหมุน หรือเลื่อนชิ้นงานที่สามารถขยับได้ให้อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

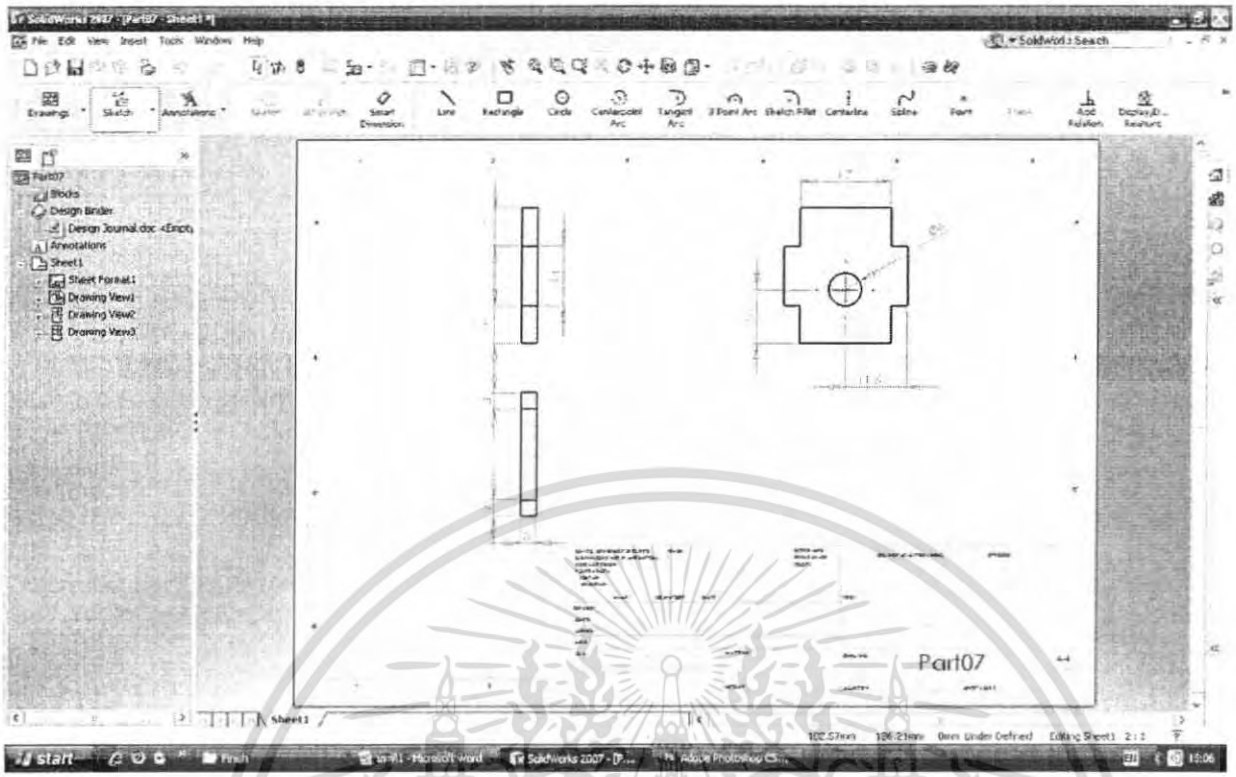


รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการใช้โหมด **Assembly**

3.1.1.3 Drawing

Drawing ใช้ช่วยในการเขียนแบบภาพฉาย 2 มิติ โดยการเรียกชิ้นงานออกมาและโปรแกรมจะทำการสร้างภาพฉายที่มองเห็นให้อัตโนมัติ พร้อมทั้งขนาด 1:1 ของชิ้นงานที่สร้างขึ้น (สามารถเปลี่ยนอัตราส่วนได้ในภายหลัง) สามารถดูลักษณะการออกแบบเพิ่มเติมได้ใน ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การใช้งานในโหมด **Drawing**

3.1.2 ส่วนประกอบต่างๆของ Solid Work

ในหัวข้อนี้จะเป็นการกล่าวถึงส่วนต่างๆ ในโปรแกรม Solid Work ดังนี้

1 โหมด **Part** เครื่องมือที่ใช้ออกแบบ

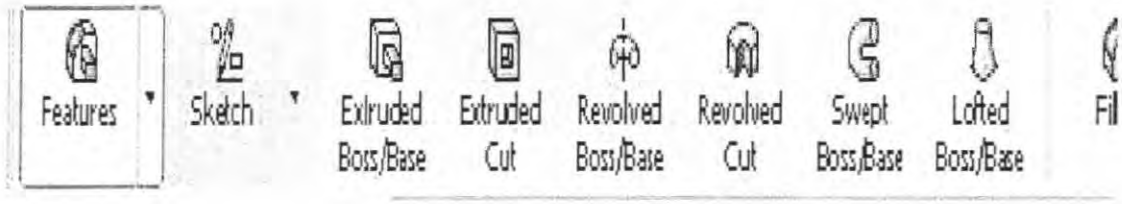
2 โหมด **Assembly** การประกอบชิ้นงาน และการเคลื่อนไหวชิ้นงาน

3 โหมด **Drawing** การเขียนภาพฉาย

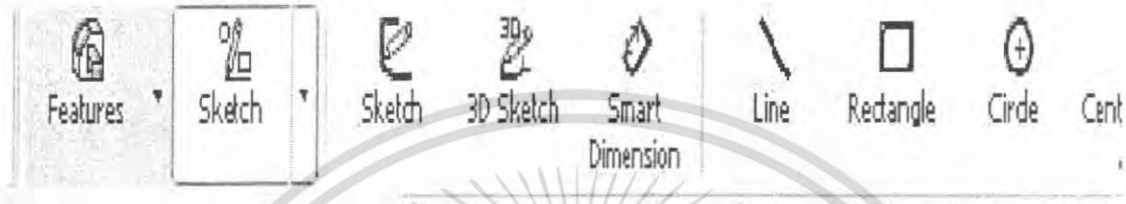
3.1.2.1 Sketch และ Features

เครื่องมือ ใช้ในการร่างแบบและสร้างชิ้นงาน โดยใช้ Sketch ในการร่างแบบสามารถสร้างได้หลายรูปทรงด้วยการใช้เครื่องมือต่างๆ และ Features ในการกำหนดความหนาของชิ้นงาน และทำการลบมุม ลบเหลี่ยมที่ไม่ต้องการออกหรือเจาะช่องตามต้องการ ในชุดเครื่องมือดังรูปที่ 3.5 และ รูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



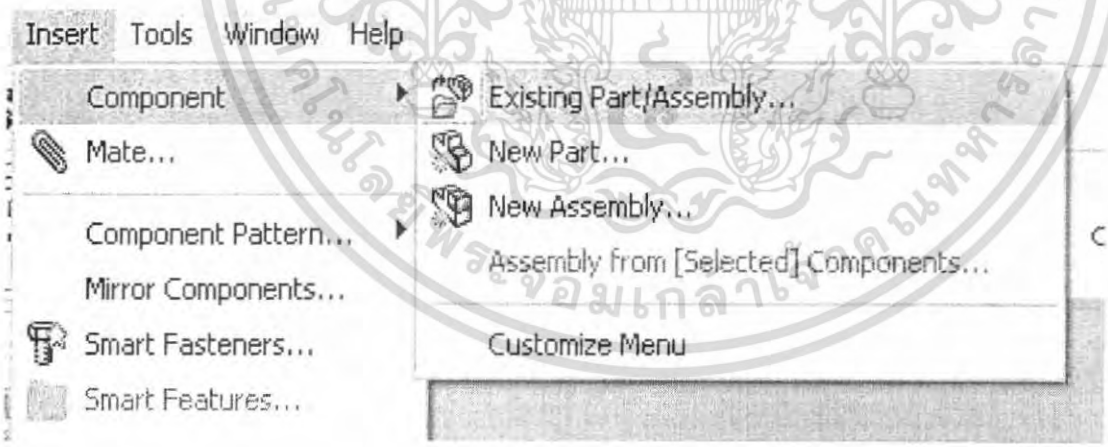
รูปที่ 3.5 ชุด Commands Features



รูปที่ 3.6 ชุด Commands Sketch

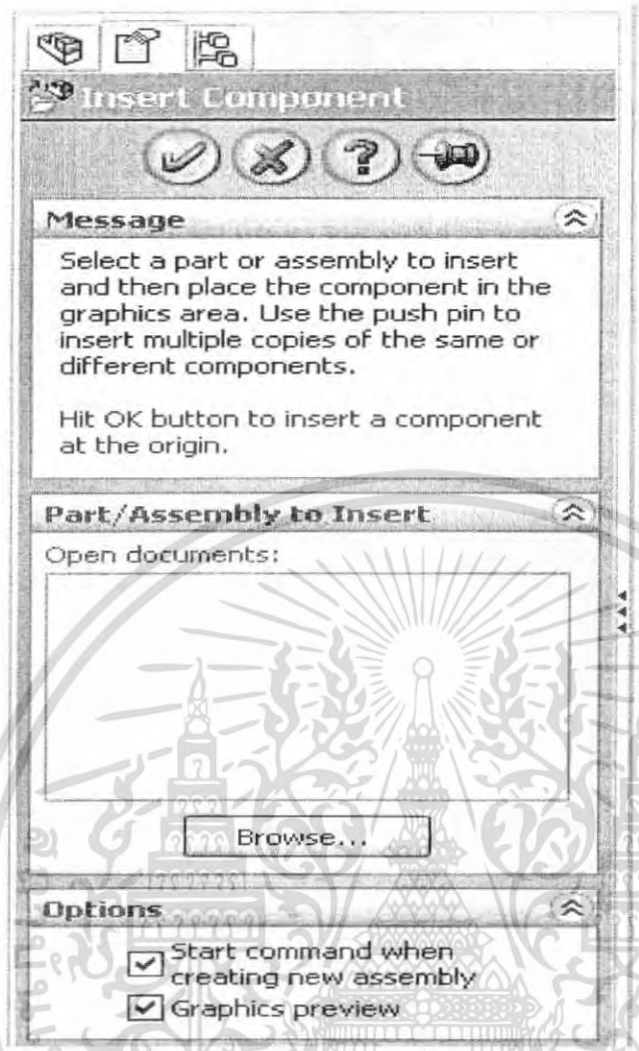
3.1.2.2 Insert Component

เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบชิ้นงานจะใช้การเรียกชิ้นงานที่สร้างเสร็จแล้วออกมา โดยเครื่องมือดังรูปที่ 3.7 และ 3.8 (อยู่ทางด้านซ้ายมือ หากไม่มีสามารถเรียกออกมาได้จาก(Insert Menu)



รูปที่ 3.7 การเรียกชุด Command

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ชุด Commands Insert Component

เมื่อชิ้นงานถูกเรียกออกมาหลายชิ้นแล้ว เราสามารถใช้คำสั่ง Mate เพื่อกำหนดจุดเชื่อมต่อหรือจุดหมุนของชิ้นงานแต่ละชิ้นได้ ซึ่งสามารถกำหนดได้หลายลักษณะเช่น ตั้งฉากกัน ขนานกัน สัมผัสกัน และสามารถกำหนดระยะห่างของชิ้นงานแต่ละชิ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 Model View

เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนภาพฉายสามารถเรียกชิ้นงานออกมาเพื่อสร้างภาพฉายได้โดยไม่จำเป็นต้องเขียนแบบเอง(อยู่ทางด้านซ้ายมือ) ทำให้ประหยัดเวลาในการทำงานได้อย่างมาก

รูปที่ 3.9 ชุด Command Model View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.4 Menu Bar

เป็น Menu ที่รวบรวมเครื่องมือที่ช่วยให้การออกแบบชิ้นงานง่ายขึ้น อาจแยกรายละเอียดได้ดังนี้

1.File Menu

ที่ File Menu จะประกอบด้วย Commands ต่างๆ ที่สำหรับใช้งานเช่น save และ Print เราสามารถที่จะสร้างชิ้นงานใหม่ หรือเปิดชิ้นงานอื่นๆที่สร้างไว้แล้วได้จาก File Menu

2.Edit Menu

Edit Menu จะมี Commands ต่างๆมากมายเช่น Cut Copy และ Paste ซึ่งคำสั่งเหล่านี้ใช้สำหรับแก้ไขชิ้นงาน

3.View Menu

View Menu จะมี Commands ไว้ใช้เรียกดูจุดสำคัญของชิ้นงานเช่น จุด Origin เพื่อช่วยเป็นจุดอ้างอิงในการสร้างชิ้นงาน

4.Insert Menu

Insert Menu เป็น Menu ที่รวม Commands ต่างๆในการแต่งชิ้นงาน (Features) และสามารถเรียกชิ้นงานอื่นได้จาก Menu นี้

5.Tools Menu

Tools Menu เป็น Menu ที่รวม Commands ต่างๆในการออกแบบชิ้นงาน (Sketch) และสามารถกำหนดคุณสมบัติต่างๆของชิ้นงานได้จาก Menu นี้

6.Window Menu

Window Menu สามารถกำหนดรูปแบบของหน้าต่างในแบบต่างๆเพื่อให้ดูชิ้นงานได้หลายชิ้นในคราวเดียว และเราสามารถเรียกดูชิ้นงานที่เปิดอยู่ได้อย่างรวดเร็วที่ Menu นี้

7.Help Menu

Help Menu ใช้เพื่อดูวิธีใช้งานคำสั่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ชิ้นงานที่ออกแบบ

การขยับของแขนมนุษย์สามารถเคลื่อนไหวได้เพราะมีจุดหมุนที่หัวไล่ ข้อศอก และข้อมือ ชุดสวมแขนที่ทำขึ้นจึงจำเป็นต้องมีข้อต่อที่หมุนได้ตามการเคลื่อนไหวของแขน ตำแหน่งของเซนเซอร์สามารถเลือกตรงจุดหมุนเพื่อสามารถเลือกใช้เซนเซอร์ที่มีการทำงานไม่ซับซ้อนมากได้

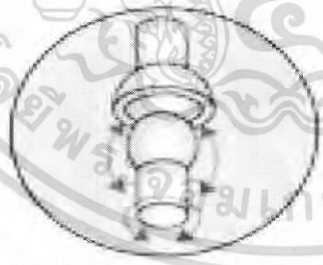
3.2.1 ขั้นตอนการทำงานของชุดสวมแขน

ชุดสวมแขนมีคุณสมบัติในการขยับไปตามการเคลื่อนไหวของแขนผู้สวม และสามารถอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงและส่งผลให้โปรแกรมวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวได้ ไม่ว่าจะทำการเคลื่อนไหวในลักษณะใด การอ่านค่าของปลอกแขนนี้จะอ่านค่าที่จุดหมุนของแขนตรงจุดหัวไหล่และข้อศอก เพื่อตรวจจับการหมุนของจุดหมุน ปลอกแขนนี้ใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้เป็นเซนเซอร์ และอาจพูดได้ว่าเซ็นเซอร์ 1 ตัว สามารถตรวจจับการหมุนได้ใน 1 ระนาบ ถ้าต้องตรวจจับมากกว่า 1 ระนาบ ต้องใช้เซนเซอร์ให้มากขึ้น จากนั้นนำค่าที่ได้มาร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาผลที่แท้จริง

ค่าที่อ่านได้จะได้เป็นค่าโวลต์ตกคร่อมตัวต้านทาน มีค่ามากที่สุดที่ 5 โวลต์ และค่าน้อยสุดที่ 0 โวลต์

3.2.2 จุดหมุนตรงหัวไหล่

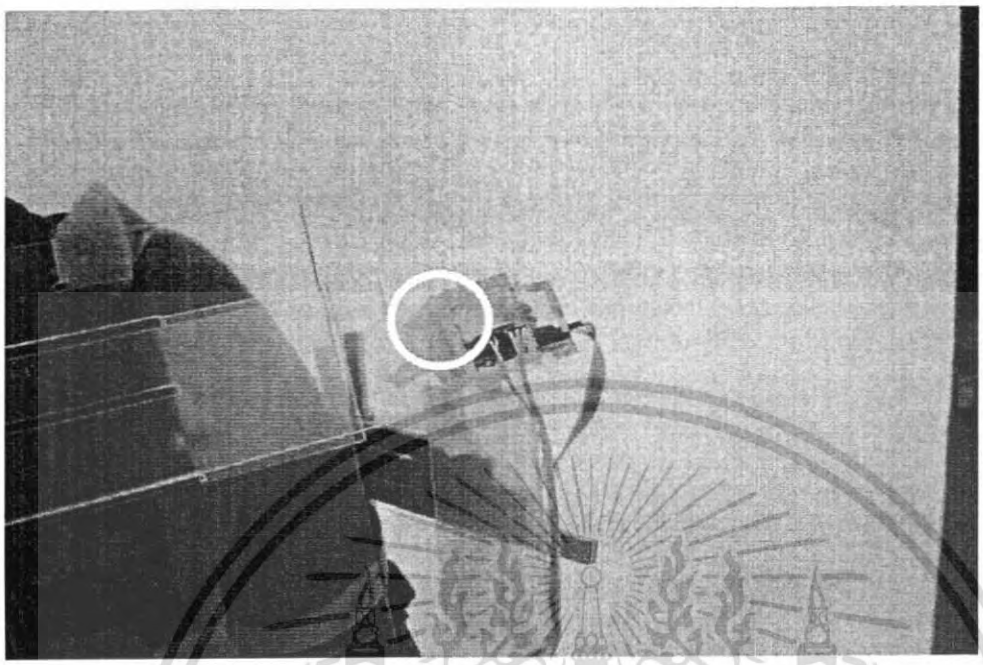
จะมีลักษณะเป็นข้อต่อแบบลูกกลมในเบ้า เป็นจุดหมุนที่สามารถเคลื่อนไหวได้หลายระนาบพร้อมกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.10 จึงจำเป็นต้องใช้เซนเซอร์หลายตัวเพื่อการตรวจจับการเคลื่อนไหวในระนาบที่ต่างกัน



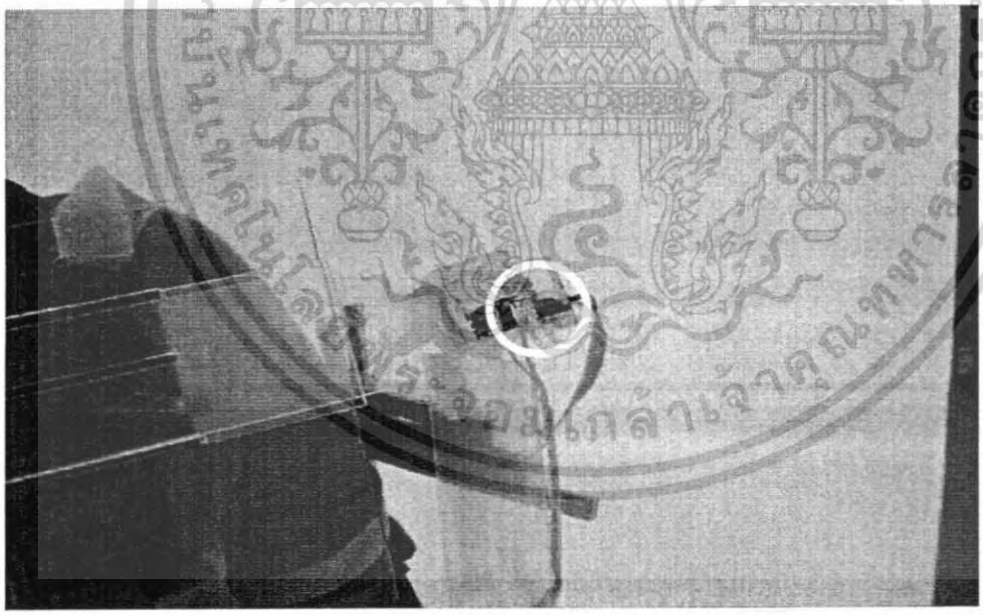
รูปที่ 3.10 ข้อต่อแบบลูกกลมในเบ้า

ต้องใช้เซนเซอร์ตรวจจับข้อต่อนี้อย่างน้อยต้องใช้เซนเซอร์ 2 ตัว เพื่อนให้การตรวจจับมีประสิทธิภาพมากขึ้นมีมิติในการแสดงออกมา ซึ่งเราแสดงลักษณะการออกแบบชิ้นงานดังรูปที่ 3.11 และรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ตำแหน่งเซนเซอร์ตัวที่ 1



รูปที่ 3.12 ตำแหน่งเซนเซอร์ตัวที่ 2

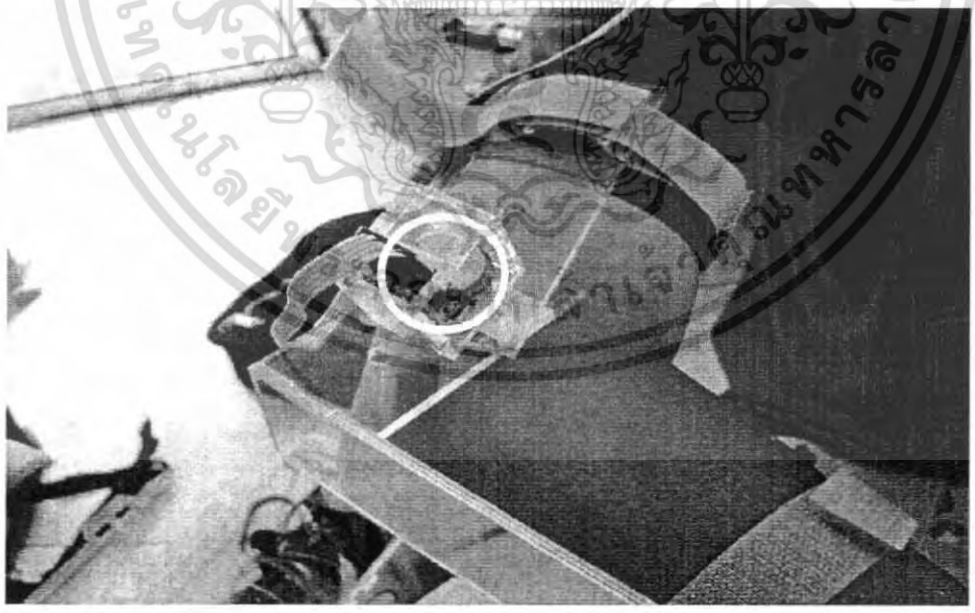
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 จุดหมุนตรงข้อศอก

ข้อศอก เป็นจุดหมุนที่สามารถหมุนได้ในมิติเดียว จึงใช้เซนเซอร์เพียง 1 ตัว ในการตรวจจับก็เพียงพอ สำหรับ แสดงลักษณะการเคลื่อนไหว ซึ่งเราแสดงลักษณะของข้อต่อได้ดังรูปที่ 3.13

รูปที่3.13 ข้อต่อแบบบานพับ

ในการตรวจจับข้อศอกซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวนั้นเราจำเป็นจะต้องออกแบบให้ ลักษณะตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวสัมพันธ์ กับแขนที่เคลื่อนไหว มีความยืดหยุ่นในการเคลื่อนไหวพอสมควร ซึ่งแสดงการออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ตำแหน่งเซนเซอร์ตัวที่ 3

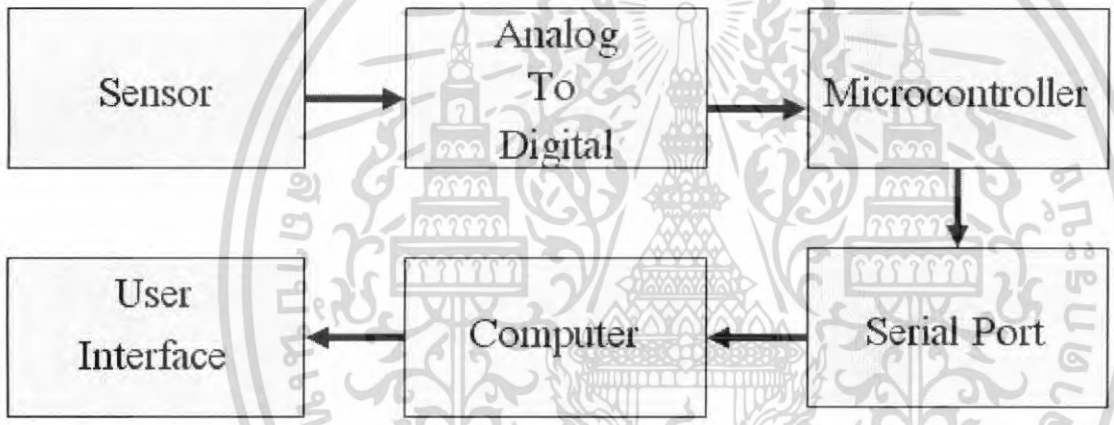
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์

4.1 การออกแบบวงจรโดยรวม

เมื่อเราคิดจะสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาชิ้นหนึ่งนั้น เราก็จะต้องมาคิดถึงภาพโดยรวมของอุปกรณ์ทั้งหมด ว่าจะทำงานเป็นส่วนๆ อย่างไรบ้างซึ่งโครงงานนี้จะสร้างอุปกรณ์ที่มีการทำงานเป็นส่วน ๆ โดยรวมดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าโครงงานนี้แบ่งออกได้เป็น 6 ส่วนใหญ่ๆ คือ



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมโดยรวม

4.1.1 เซนเซอร์

เมื่อเราคิดจะตรวจจับการเคลื่อนไหวของข้อมือแล้ว เราก็จะต้องมาคิดว่าเราจะใช้อะไรในการตรวจจับการเคลื่อนไหวนั้น เราจึงต้องศึกษาเซนเซอร์ชนิดต่างๆ เพื่อที่เราจะได้เลือกชนิดของเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับโครงงานนี้ รวมไปถึงการออกแบบตัวอุปกรณ์ที่ทำให้เซนเซอร์เหล่านี้สามารถรับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของข้อมือและนิ้วมือได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

สัญญาณที่เราจะได้รับจากเซนเซอร์นั้น ไม่ใช่สัญญาณที่เราจะใช้สื่อสารติดต่อกับไอซีต่างๆ ได้ เพราะว่าสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในไอซีนั้นจะเป็นสัญญาณดิจิตอล (0 กับ 1) คือจะไม่มีค่าแรงดันสัญญาณนอกไปจาก 0 โวลต์ กับ 5 โวลต์ ดังนั้นเราจึงต้องหาวิธีแปลงค่าสัญญาณเพื่อที่จะเราได้นำค่าที่ได้ส่งเข้าคอมพิวเตอร์ได้

4.1.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นหน่วยประมวลผลกลางของวงจรที่เราจะสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่ในการรับค่าจากเซนเซอร์จากมือของเราที่ถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเรียบร้อยแล้ว แล้วทำการจัดเรียงข้อมูลให้เรียบร้อย เพราะว่าเราจะต้องทำการส่งค่าที่ได้เข้าสู่คอมพิวเตอร์ซึ่งจะต้องส่งข้อมูลที่ได้ผ่านพอร์ตอนุกรม ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลแบบเรียงบิตทีละบิต เราจึงต้องทำการเรียงข้อมูลให้เรียบร้อยก่อนแล้วจึงค่อยทำการส่งอีกทีหนึ่ง

4.1.4 วงจรแปลงสัญญาณ

เพราะจากวงจรที่เราสร้างเพื่อจะนำข้อมูลส่งผ่านสายผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าคอมพิวเตอร์นั้น วงจรจะต้องทำการส่งข้อมูลออกไปสู่นอกวงจร ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงค่าหลายๆ อย่าง เพื่อที่จะทำการส่งข้อมูลไปสู่ที่อื่นได้

4.1.5 คอมพิวเตอร์

ทำการรับข้อมูลจากวงจรที่เราส่งผ่านสายเข้ามาเพราะว่าถ้าวงจรเราส่งข้อมูลเข้ามาแต่ไม่มีคนรับ (ไม่ได้ทำส่วนรับข้อมูลไว้) ก็เหมือนมีคนโยนของให้แต่ไม่มีคนรับ ของก็เสียเปล่า ดังนั้นเราจึงต้องเขียนโปรแกรมรับข้อมูลส่วนนี้ไว้ด้วย

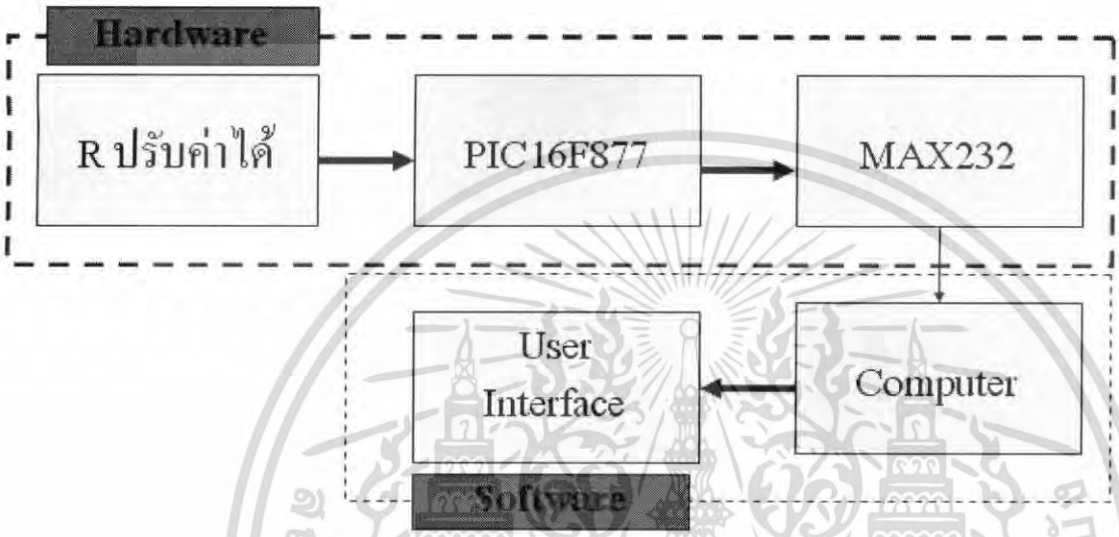
4.1.6 การเขียนโปรแกรมกราฟฟิกอินเตอร์เฟส

เพื่อที่จะนำผลลัพธ์จากวงจรที่ได้รับมาแสดงผลเป็นกราฟฟิก 3 มิติ เพื่อให้เราเข้าใจได้ง่ายว่าเรารับข้อมูลจากเซนเซอร์ได้ถูกต้องอย่างที่เราต้องการหรือไม่จากบล็อกไดอะแกรมโดยรวมในรูปที่ 4.1 เราสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟแวร์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบดังรูปที่ 4.2 ซึ่งรายละเอียดในส่วนของฮาร์ดแวร์จะอธิบายในหัวข้อต่อไปส่วนของซอฟแวร์นั้นจะอธิบายในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นถ้าแบ่งตามอุปกรณ์ที่จะต้องทำจะสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของถุงมือที่ใช้เซนเซอร์เป็น R ปรับค่าได้ และส่วนที่สองคือส่วนของวงจรซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลและเรียบเรียงส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม



รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมที่นำไปออกแบบ

4.2.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนของปลอกแขน

4.2.1.1 แนวคิดในการออกแบบปลอกแขน

เนื่องจากปลอกแขนที่สร้างขึ้นไม่สามารถใส่เข้าไปในแขนมนุษย์ได้ และแน่นอนว่าไม่สามารถใช้แทนกระดูกได้ การออกแบบจึงต้องอาศัยกลไกด้านแมคคานิกส์ เพื่อทำให้สามารถขยับได้ตามการเคลื่อนไหวของแขนมนุษย์ และยังต้องคำนึงถึงการใช้งานที่ง่ายด้วย โดยได้ตั้งเงื่อนไขในการออกแบบดังนี้

1. การออกแบบจะต้องมีความปลอดภัย ไม่มีส่วนคมหรือแหลม เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ปกปิดส่วนที่สัมผัสกับวงจรหรือปลายสายไฟมิดชิด ไม่ให้เกิดปัญหาไฟฟ้ารั่วหรือลัดวงจร ไม่สร้างอันตรายให้แก่คนรอบข้าง ต้องมีขนาดกะทัดรัด ไม่รุ่มร่าม ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า

2. ต้องใช้งานได้ง่ายไม่มีส่วนประกอบเยอะเกินไป เพื่อง่ายเก็บรักษา การประกอบไม่ซับซ้อน เพื่อง่านแก่การซ่อมแซม

3. สามารถใช้ได้ทุกคนใช้ได้ทุกเพศทุกวัย ไม่มีน้ำหนักมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มีความทนทานมีความแข็งแรงไม่หักง่าย ไม่เปลี่ยนรูปร่างได้โดยง่าย ด้วยเหตุผลพื้นฐาน ที่ได้กล่าวมาทำให้การออกแบบมีข้อจำกัด แต่สามารถสร้างความพอใจให้กับผู้ใช้งานได้ จึงได้ออกแบบดังนี้

4.2.1.2 ตำแหน่งของเซ็นเซอร์

1. บริเวณข้อศอก

ใช้ความต้านทานปรับค่าได้เป็นเซนเซอร์ และติดไว้ที่บริเวณช่องหมุน เมื่องอข้อศอกจะทำให้ความต้านทานปรับค่าได้มีค่าเปลี่ยนไป การตรวจเช็คจะใช้วิธีการวัดแรงดันที่เปลี่ยนไปที่คร่อมตัวความต้านทานปรับค่าได้ เพื่อบ่งบอกถึงว่า ได้มีการงอข้อศอกไปในทิศทางใด

2. บริเวณหัวไหล่

ใช้ความต้านทานปรับค่าได้เป็นเซนเซอร์ และติดไว้บริเวณช่องหมุนและบริเวณช่องเลื่อน เพราะว่าแขนท่อนบนนั้นจะขยับได้สามแกน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องใช้เซนเซอร์ให้มากกว่า 1 ตัว เพื่อ*ความแม่นยำมากขึ้น*

4.2.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนของวงจร

4.2.2.1 แนวคิดของการออกแบบวงจร

ในโครงงานนี้ เราได้ศึกษาเซนเซอร์มาหลายชนิด ซึ่งหลักๆ มีดังนี้

- ความต้านทานปรับค่าได้
- เบนเซนเซอร์ (Bend Sensors)
- ฮอร์ลเอฟเฟกต์เซนเซอร์ (Hall Effect Sensors)
- โคดดิซเซนเซอร์ (Code Disc Sensors)
- สแตนเกจ (Strain Gauge)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในโครงงานนี้เราเลือกใช้ความต้านทานปรับค่าได้เป็นเซนเซอร์ในวงจร เมื่อได้เซนเซอร์แล้วส่วนที่เราจะต้องพิจารณาถัดไปคือวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งได้เลือกใช้ไอซีADC0817 ในโครงงานนี้ เนื่องจากเราเลือกความต้านทานปรับค่าได้เป็นเซนเซอร์ของเรา ดังนั้นเราเพียงแค่เอาค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไป มาเปลี่ยนเป็นค่าแรงดันที่เปลี่ยนไปแทน โดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าผ่านความต้านทานปรับค่าได้ ดังสมการ V = IR ซึ่งจะเห็นจากสมการ จะได้ว่าค่าแรงดันไฟฟ้า (V) นั้นแปรผันตามกับค่าความต้านทาน (R) V α R เราจึงอาศัยค่าแรงดันที่เปลี่ยนไปนั้นผ่าน ADC ธรรมดา ซึ่งจะทำการเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป ไปเป็นสัญญาณดิจิตอลได้จากนั้น เราก็มาหาวิธีการในการจัดรูปแบบการทำงานของวงจรทั้งหมด ซึ่งหัวใจแห่งการทำงาน ทั้งหมดของวงจรนั้นก็คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นไอซีอเนกประสงค์ เราสามารถป้อนโปรแกรมสั่งให้ไอซีตัวนี้ทำงานต่างๆ ตามที่เราต้องการได้ ในโครงงานของเราต้องการไอซีนี้ในการควบคุมการรับ ข้อมูลจาก ADC0817 ว่าจะทำการรับข้อมูลทีละค่าจากเซนเซอร์ตัวไหนในแต่ละเวลาหนึ่งๆ เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ได้รับเข้ามาทำการจัดเรียงให้เหมาะสมเพื่อที่จะได้นำข้อมูลส่งต่อออกไปสู่คอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม ซึ่งไอซีตัวนี้เป็นตัวควบคุมหลักของวงจรนี้เลยทีเดียว วงจรแปลงสัญญาณ เป็นวงจรที่ใช้แปลงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้รับจากไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ คอมพิวเตอร์ เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรไม่เท่ากับที่พอร์ตอนุกรมใช้ส่ง สื่อสารข้อมูลต่างๆ เนื่องด้วยจากสาเหตุต่างๆ เช่นระยะทางของการส่งข้อมูล ในที่นี้เราเลือกใช้ RS232 ในการเป็นไอซีที่ใช้แปลงสัญญาณ

4.2.2.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้ในวงจร

1. ตัวต้านทานปรับค่าได้ (10 KΩ) เป็นจำนวน	3 ตัว
2. MC 7805	1 ตัว
3. RS 232	1 ตัว
4. หัวพอร์ตอนุกรมตัวผู้และตัวเมีย	1 ชุด
5. คริสตัล 10MHz	1 ตัว
6.Diode Bridge	1 ตัว

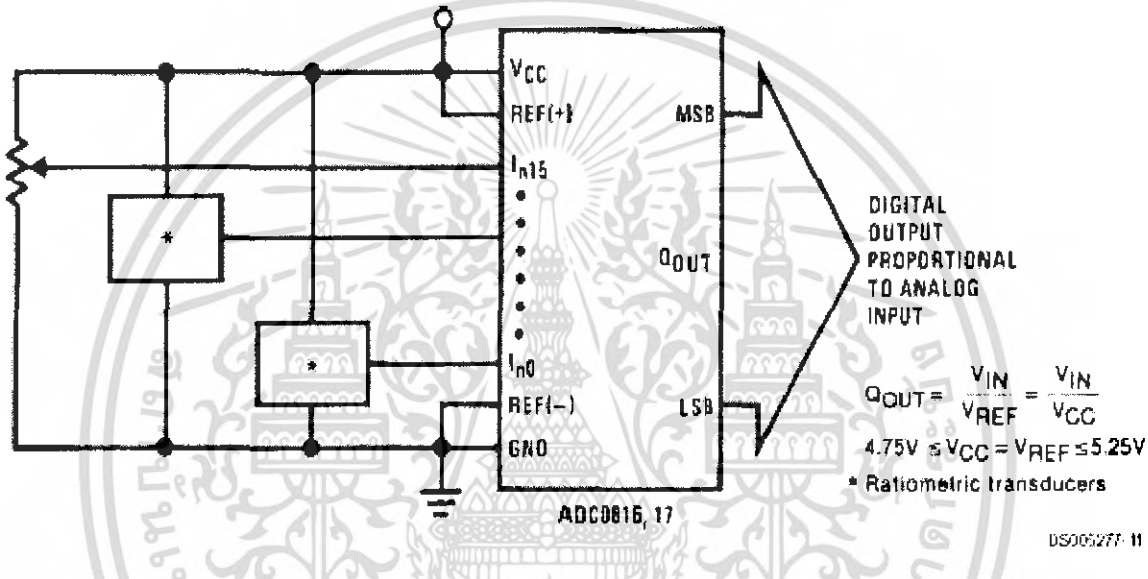
4.2.2.3 ลักษณะการต่อวงจรที่ใช้งาน

จากการศึกษาวงจรการใช้งานเราได้ทำการเลือกวงจรที่ จะใช้ในการ ต่อ ประกอบ จำแนกเป็นลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3.1 การต่อ ADC0817 เข้ากับเซนเซอร์(ความต้านทานปรับค่าได้)

การต่อกับ R ปรับค่าได้นั้นเมื่อแกนหมุนของความต้านทานปรับค่าได้เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไป ADC0817 จะทำการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ได้เป็นสัดส่วนกับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวมันทั้งหมดซึ่ง ADC0817 มีข้อดีคือ ระยะแรงดันที่เป็นอินพุตเท่ากับระยะแรงดันที่จ่ายให้กับตัว ADC0817 ดังนั้นจึงสามารถต่อแรงดันที่จ่ายให้ตัว ADC0817 คร่อมความต้านทานปรับค่าได้และต่อขาที่ปรับค่าได้เป็นอินพุตให้กับ ADC0817 ได้เลยดังรูปที่ 4.3

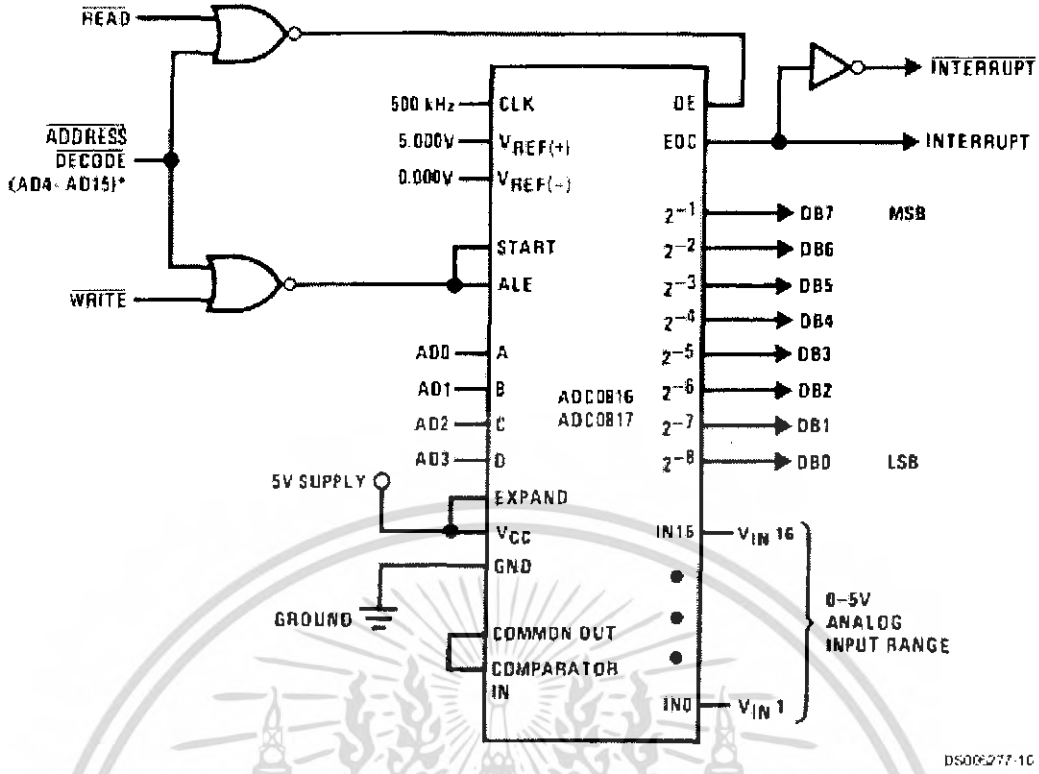


รูปที่ 4.3 Ratiometric Conversion System

4.2.2.3.2 การใช้งาน ADC0817

สำหรับการนำ ADC0817 เพื่อนำไปใช้งานจะต่อคล้ายดังรูปที่ 4.4ซึ่งขา COMPARATOR IN จะต่อเข้ากับ COMPARATOR OUT ซึ่งเป็นการนำค่าสัญญาณอนาล็อก ที่ได้จากมัลติเพล็กเซอร์เข้ามาเป็นอินพุตเพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเลย แต่ส่วนที่ต่อเข้ากับ START, ALE,OE จะเปลี่ยนแปลงไปตามการดิโคดแอดเดรส (decode address) เพื่อนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

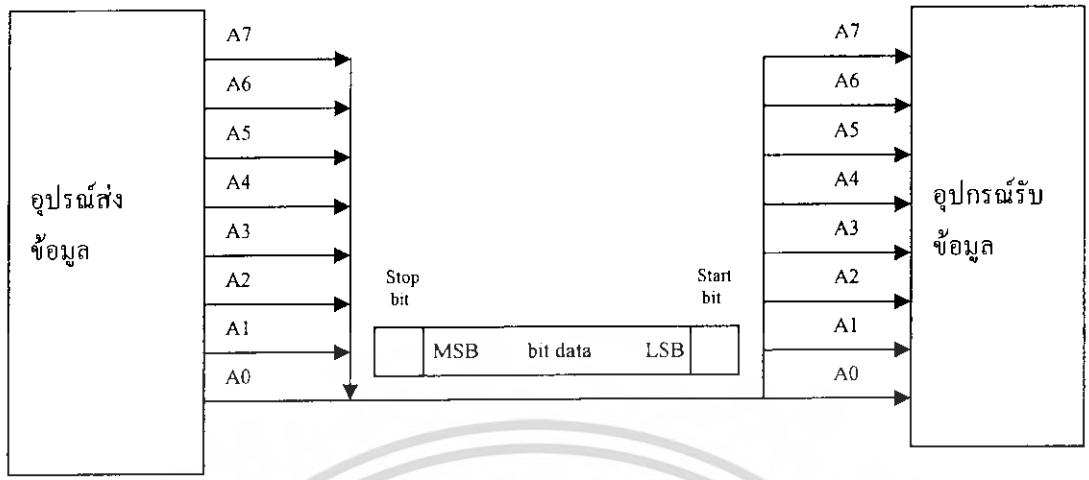


รูปที่ 4.4 การใช้งาน ADC0817

4.2.2.3.3 มาตรฐาน RS-232

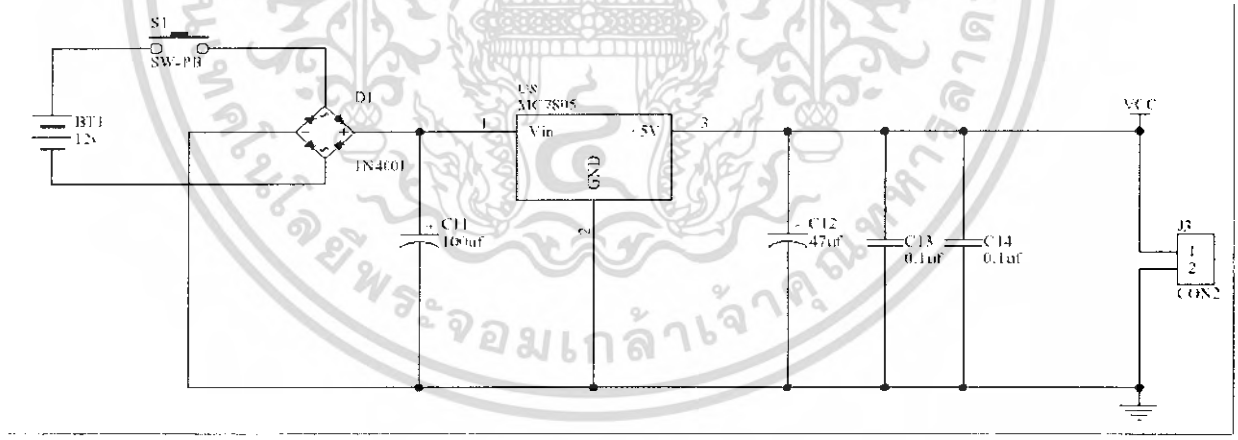
เพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างกันทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดจึงได้รับการออกแบบขึ้น มาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ RS-232 ซึ่งโดยปรกติไมโครคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตที่เป็นแบบอนุกรมอยู่ในตัวแล้ว และจะทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในแบบอนุกรม(ดังแสดงในรูปที่ 4.5)ตามจุดประสงค์ของมาตรฐาน RS-232 นั้นเพื่อจะสามารถเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์รับส่งปลายทาง (Data Terminal Equipment: DTE) เช่น พอร์ตของคอมพิวเตอร์หลักหรืออุปกรณ์ปลายทางกับอุปกรณ์สื่อสาร RS-232 เป็นข้อกำหนดของการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน และสามารถและสามารถใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นต่างกันไป เช่นการสื่อสารแบบซิงโครนัส (synchronous communication) และรูปแบบการสื่อสารที่ต้องการสัญญาณนาฬิกา และสัญญาณกำหนดจังหวะเพิ่มเติมขึ้นมา ในความเป็นจริงแล้วเราสามารถทำให้มีการสนทนากันระหว่าง DTE และ DCE โดยการใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ ใช้สาย TD สาย RD และสายกราวด์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมรูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม

สำหรับส่วนของแหล่งจ่ายไฟนั้นจะใช้ ไดโอดบริจ (diode bridge) และ MC7805 กับตัวเก็บประจุอีกจำนวนหนึ่งในการแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 9 โวล์ต เป็น 5 โวล์ต ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

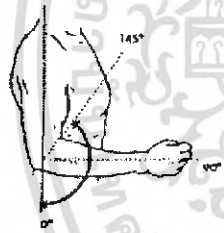
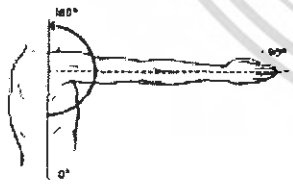
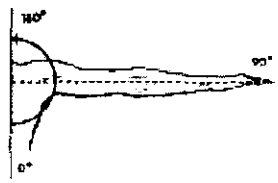
ผลการทดลอง

5.1 การทดลองวัดค่า

ในการทดทลองขยับปลอกแขนตัวตรวจจับ เพื่อทำการวัดค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ เราใช้ลักษณะการวัดค่าจาก 0 – 90 องศาเพื่อแสดงค่าที่ได้ เปรียบเทียบกับเซ็นเซอร์ตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้ขยับหรือขยับพร่อมกันได้ผลออกมาดังตาราง

5.1.1 ตารางแสดงผลการทดลองที่ได้จากการขยับแขน

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงผลการทดลอง

ลักษณะแขน	เซ็นเซอร์		
	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3
งอศอก 90 องศา แขนชิดลำตัว 	4.55	2.55	2.43
ยืดแขนมาข้างหน้าเสมอไหล่ 	2.62	2.55	4.11
ยืดแขนออกด้านข้างเสมอไหล่ 	4.44	4.56	4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าเมื่อเราขยับแขนมากขึ้นการเปลี่ยนแปลงที่ได้จะมีค่าไม่แน่นอนมีการแกว่งของสัญญาณทำให้ภาพสามมิติที่ได้ไม่เสถียร (ดูการทดลองได้จากภาคผนวก ก.)อันอาจเกิดจากความไม่ชำนาญในการทำหรือ ตัวเซ็นเซอร์ที่ไม่มีความละเอียดแม่นยำ หรือจากสภาพแวดล้อมอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทวิจารณ์และสรุป

6.1 สรุปผลการทำงาน

จากการทดลองเราพบว่าเมื่อขยับชุดสวมแขนแล้ว ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปในคอมพิวเตอร์นั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วยความละเอียดพอสมควรเป็นที่น่าพอใจ แต่ก็มีบางข้อต่อเท่านั้นที่ยังไม่ละเอียดเท่าที่ควร และ ความสอดคล้องของการเคลื่อนไหวในแต่ละข้อยังไม่ดีนัก ซึ่งจะต้องปรับปรุงในส่วนการออกแบบชุดสวมแขนให้ดีขึ้นต่อไปอีก แต่ในส่วนของซอฟแวร์ การแสดงผลของแขนในโหมด ภาพ 3 มิติ นั้นยังมีความผิดพลาดอยู่บ้างทำให้บางข้อเช่น ข้อศอก ยังแสดงผลได้ไม่ดีนักคือบางครั้งสามารถแสดงค่าความสัมพันธ์ที่ถูกต้องออกมาแต่บางครั้งไม่สามารถทำได้ ซึ่งเราจะต้องการปรับปรุงในส่วนนี้ต่อไป

6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

6.2.1 ส่วนงานทางด้านฮาร์ดแวร์

สำหรับงานในส่วนด้านฮาร์ดแวร์นั้นเราแบ่งออกความสำคัญออกเป็น 2 หัวข้อด้วยกันคือ งานในส่วนของด้านวงจร และ งานในส่วนของชุดสวมแขนดังนี้

6.2.1.1 ส่วนงานด้านวงจร

ไม่สามารถหาไอซีตัวที่ต้องการใช้งานได้จากการศึกษาการทำงานของไอซีและทำการต่อวงจรเพื่อทำการทดสอบการทำงานของไอซีต่างๆ พบว่าไอซีบางตัวเช่น ไอซี 555 นั้นตัวที่ต้องการใช้คือ LM555 ซึ่งเป็นของบริษัท National นั้นหาไม่ได้ในท้องตลาด ดังนั้นจึงต้องใช้ 555 ซึ่งมีอยู่ทั่วไปซึ่งสร้างสัญญาณนาฬิกาได้ไม่ถึงตามที่ดาต้าชีทแนะนำแต่เมื่อนำมาทดลองใช้แล้วก็ไม่มีปัญหาแต่อย่างไร และADC0816 ซึ่งหาไม่ได้เช่นกันจึงได้ใช้ ADC0816 แทนซึ่งเหมือนกันเพียงแต่เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากกว่าเท่านั้น

6.2.1.2 ส่วนของชุดสวมแขน

เนื่องจากว่าชุดสวมแขนที่เราสร้างนั้นไม่มีวัสดุอุปกรณ์หรือแนวทางการสร้างชุดสวมแขนข้อมูลที่มีก็คือรูปถ่ายของชุดสวมที่เป็นของต่างประเทศ ซึ่งค้นหาจากตามเว็ปไซด์ต่างๆ ทำให้การสร้างชุดสวมแขนตัวนี้จึงต้องอาศัยการลองผิดลองถูกและการประยุกต์จากรูปชุดสวมที่มีอยู่นำมาสร้างเป็นชุดสวมแขนต้นแบบ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสร้างฮาร์ดแวร์พอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.2 ส่วนงานทางด้านซอฟท์แวร์

จากการศึกษาและการเขียนโปรแกรมการแสดงผลไดเรกซ์เอ็กซ์ มานั้น ได้พบว่ามีความซับซ้อนต่อการเข้าใจ แต่เมื่อเข้าใจแล้วก็สามารถที่จะเขียนโปรแกรมแสดงผลอย่างง่ายๆ ได้โดยไม่มีความยากลำบากเท่าใดนัก แต่ได้พบปัญหาคือเมื่อเมื่อรันโปรแกรมไปซักพัก โปรแกรมจะเกิดบัคขึ้นในการtransform metric ส่งผลให้วัตถุขนาดใหญ่ขึ้นเอง ซึ่งส่วนนี้เราได้พยายามแก้ทุกวิถีทาง ไม่ว่าจะแก้ไข เขียนใหม่ เปลี่ยนแนวการเขียน จนสุดท้ายก็ยังพบปัญหาเดิม อีกทั้งได้ขอความช่วยเหลือจากผู้มีความรู้ความสามารถจากที่ต่างๆ ก็มีผู้ให้ความช่วยเหลือ ได้ทำการศึกษาโปรแกรมของเราเพื่อดรวจหาสาเหตุของบัก และมีการติดต่อกันตลอดเวลาเป็นเวลากว่า 3 อาทิตย์ แต่ก็ยังปรากฏว่าหาสาเหตุของบักไม่เจอเช่นกันเราจึงหันมาใช้เอนจินต์ตัวอื่นเลยคือมอร์ฟิต แต่ว่ามอร์ฟิตทำงานช้า และไม่เหมาะกับงานเท่าที่ควรหลังจากเขียนไปได้ซักพักได้เห็นว่า ทำงานช้ามากและมีความสวยงามน้อยกว่า จึงได้ลองเขียนโปรแกรมไดเรกซ์เอ็กซ์ดัวเก่าใหม่อีกครั้ง และได้ทำการเปลี่ยนวิธีการเขียนโปรแกรม โดยการรีเซ็ทค่าเก่าทุกครั้งที่รับค่าใหม่มา จนในที่สุดก็แก้ปัญหาได้ และได้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริง คือเป็นผลจากการทำงานเลขจุดทศนิยมมากเกินไป ทำให้เกิดอาการผิดพลาดและแฮงค์ไป ซึ่งรวมเวลาที่ใช้ทั้งหมดกับปัญหานี้รวมเป็นเวลาถึง 2 เดือนทีเดียว

6.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

โครงงานนี้เป็นโครงงานด้นแบบ จึงมีหลายสิ่งที่ต้องแก้ไข และหลายสิ่งที่ควรจะพัฒนาให้มีขึ้นซึ่งมีแนวทางการพัฒนาดังนี้

1. เพื่อให้การสร้างชุดสวมแขนด้นแบบนั้นง่ายขึ้น จึงใช้พลาสติกอะคลีลิคเป็นวัสดุในการทำชุดสวมแขนซึ่งมีความทนทานพอสมควรแต่ก็ไม่มากนัก อีกทั้งสายไฟที่เชื่อมต่อยังไม่แข็งแรงพอ จึงต้องปรับปรุงให้ชุดสวมแขนมีความทนทานมากว่านี้ การรับค่าของชุดสวมแขนยังไม่ละเอียดมากพอ และการเคลื่อนไหวบางท่ายังวัดค่าได้ไม่ดีนัก อันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ในแด่ละข้อยังไม่สอดคล้องกันดี จึงต้องปรับปรุงการออกแบบชุดสวมแขนให้สามารถรับค่าให้ได้ละเอียดมากกว่านี้

2.ทำไดร์เวอร์ให้กับอุปกรณ์ชนิดนี้ เพื่อที่จะสามารถใช้งานในคอมพิวเตอร์ได้หลากหลายยิ่งขึ้น

3. สร้างเกมหรือโปรแกรมที่แสดงให้เห็นถึงคุณประโยชน์ของการที่มีถุงมือควบคุมในงานที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมแปลภาษามือเป็นตัวหนังสือหรือพูดออกมาได้

4. พัฒนาจากจากชุดสวมแขนให้มากกว่านี้เช่น อาจจะเป็นทั้งสองแขนหรือทั้งตัว เพื่อใช้งานในแนวต่างๆทั้งการบังคับแขนกล ทำการทดลองวิจัยสารเคมีอันตรายแทนคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สกล จารุเสรีนนท์, สุรพันธ์ จักรมณี.**"ระบบสร้างตัวละคร 3 มิติโดยการตรวจจับ การเคลื่อนไหวของร่างกาย."** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอม-เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2549.

[2] ชัยรัตน์ ภักดีพานิชพงศ์, วฤน ตั้งสิทธิ์ภักดี**"อุปกรณ์รับข้อมูลแบบถุงมือ."** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอม-เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544.

[3] อภิชาติ ภู่พลับ.**เขียนโปรแกรม Hardware Interface ด้วย VB 6.** กรุงเทพมหานคร : อินโฟร์เพรส.

[4] ประจิน พลังสันติกุล. **คู่มือการเขียน Visual Basic 6 สำหรับผู้เริ่มต้น.** กรุงเทพนคร : อินโฟเพรส.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

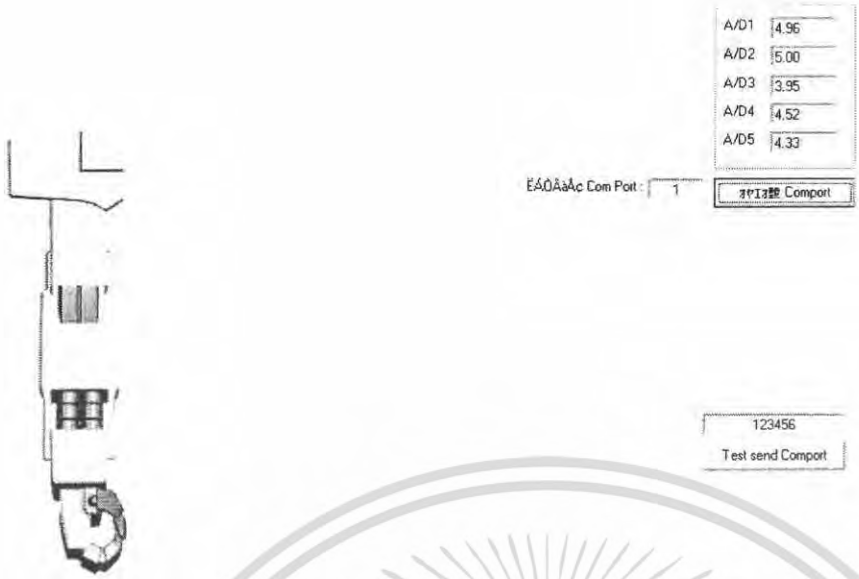
โปรแกรมแสดงการรับค่าและประมวลผลเป็นภาพสามมิติ

โปรแกรมวิชวลเบสิก ที่ใช้ในการรับค่าและแสดงผลออกมาในรูปแบบ ของภาพสามมิติ เป็นการจำลองการเคลื่อนไหวของแขนตามลักษณะที่กำหนด

รูปที่ ก.1 แสดงการยกแขนในช่วงหัวไหล่ กับข้อศอกพร้อมกัน

รูปที่ ก.2 แสดงยกหัวไหล่ในมุม 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 แสดงค่าเมื่อไม่มีการขยับใดๆ

รูปที่ ก.4 แสดงค่าเมื่อขยับออกข้าง

```
Option Explicit

'Tells us wheather the movie/music is looping
Private bloop As Boolean

'Same except tells us if fullscreen
Private bfullscreen As Boolean
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'How fast the media is playing
Private playrate As Double

'The main object that everything else is refered to.
'Note the keyword New is used. This creates an instance.
Private mcontrol As New FilgraphManager

'Our object that controls volume and speaker balancing.
Private audio As IBasicAudio

'Object that controls video options.
Private video As IVideoWindow

'Certain timing. Such as how long the media file is, how far we are into the
'file etc.
Private mposition As IMediaPosition
Private m_objFilterInfo As Object
Dim filename As String

Dim data(0 To 5) As String
Dim i As Byte

Public Sub DivC()

'If Option1.Value = True Then
'RUN_NOW
'B_SCREEN

        If Int(TxtMove.Text) <= 0 Then
          TxtMove.Text = 0: mposition.CurrentPosition = 0: mcontrol.Pause
        Else
          TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) - 1: mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) *
Int(TxtMove.Text)): mcontrol.Pause
        End If
'End If
'-------------------------------------------------
'If Option2.Value = True Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'            If Int(TxtMove.Text) <= 0 Then
'               TxtMove.Text = 0: mposition.CurrentPosition = 0: mcontrol.Pause
'            Else
'               TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) - 1: mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) *
Int(TxtMove.Text)): mcontrol.Pause
'            End If
'End If
'-----------------------------------------------------
'If Option3.Value = True Then
'            If Int(TxtMove.Text) <= 0 Then
'               TxtMove.Text = 0: mposition.CurrentPosition = 0: mcontrol.Pause
'            Else
'               TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) - 1: mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) *
Int(TxtMove.Text)): mcontrol.Pause
'            End If
'End If

End Sub

Public Sub PlusC()

'If Option1.Value = True Then
            If Int(TxtMove.Text) >= 90 Then
               TxtMove.Text = 90: mposition.CurrentPosition = 3.37: mcontrol.Pause
            Else
               TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) + 1: mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) *
Int(TxtMove.Text)): mcontrol.Pause
            End If
'End If

'-----------------------------------------------------
'If Option2.Value = True Then
'            If Int(TxtMove.Text) >= 90 Then
'               TxtMove.Text = 90: mposition.CurrentPosition = 3.37: mcontrol.Pause
'            Else
'               TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) + 1: mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) *
Int(TxtMove.Text)): mcontrol.Pause
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    '           End If
'End If
'-------------------------------------------------
'If Option3.Value = True Then
'           If Int(TxtMove.Text) >= 90 Then
'              TxtMove.Text = 90: mposition.CurrentPosition = 3.37: mcontrol.Pause
'           Else
'              TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) + 1: mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) *
Int(TxtMove.Text)): mcontrol.Pause
    '           End If
'End If



End Sub

Private Sub AD1_Change()
'ºÔ´á¢¹

On Error Resume Next

'If Option3.Value = True Then

If AD1.Text = "" Then: Exit Sub

'TxtMove.Text = Int(Val(AD1.Text) * 36)
TxtShoulder1.Text = Int(Val(AD1.Text) * 30)
TxtShoulder1.Text = 150 - Int(TxtShoulder1.Text)
If Int(TxtShoulder1.Text) <= 0 Then

TxtShoulder1.Text = 0
'mposition.CurrentPosition = 0
'mcontrol.Pause

ElseIf Int(TxtShoulder1.Text) >= 90 Then

TxtShoulder1.Text = 90
'mposition.CurrentPosition = 3.37
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'mcontrol.Pause

Else

TxtShoulder1.Text = Int(TxtShoulder1.Text) - 1
'mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) * Int(TxtShoulder1.Text))
'mcontrol.Pause

End If

Call AD3_Change

'End If

End Sub

Private Sub AD2_Change()
'Ô´á¢¹

On Error Resume Next

'If Option3.Value = True Then

If AD2.Text = "" Then: Exit Sub

'TxtMove.Text = Int(Val(AD1.Text) * 36)
TxtShoulder2.Text = Int(Val(AD2.Text) * 30)
TxtShoulder2.Text = 150 - Int(TxtShoulder2.Text)
If Int(TxtShoulder2.Text) <= 0 Then

TxtShoulder2.Text = 0
'mposition.CurrentPosition = 0
'mcontrol.Pause

ElseIf Int(TxtShoulder2.Text) >= 90 Then

TxtShoulder2.Text = 90
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'mposition.CurrentPosition = 3.37
'mcontrol.Pause

Else

TxtShoulder2.Text = Int(TxtShoulder2.Text) - 1
'mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) * Int(TxtShoulder1.Text))
'mcontrol.Pause

End If

Call AD3_Change

End Sub

Private Sub AD3_Change()
'¡Ò§á¢'

On Error Resume Next

If AD3.Text = "" Then: Exit Sub

'TxtMove.Text = Int(Val(AD3.Text) * 36)
TxtMove.Text = Int(Val(AD3.Text) * 30)
TxtMove.Text = 150 - Int(TxtMove.Text)

If Int(TxtMove.Text) <= 0 Then

TxtMove.Text = 0
mposition.CurrentPosition = 0
mcontrol.Pause

ElseIf Int(TxtMove.Text) >= 90 Then

TxtMove.Text = 90
mposition.CurrentPosition = 3.37
mcontrol.Pause
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Else

TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) - 1
mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) * Int(TxtMove.Text))
mcontrol.Pause

End If


End Sub

Private Sub AD5_Change()

On Error Resume Next


'If AD5.Text = "" Then: Exit Sub

'TxtMove.Text = Int(Val(AD5.Text) * 36)

'If Int(TxtMove.Text) <= 0 Then

'TxtMove.Text = 0
'mposition.CurrentPosition = 0
'mcontrol.Pause

'ElseIf Int(TxtMove.Text) >= 90 Then

'TxtMove.Text = 90
'mposition.CurrentPosition = 0
'mcontrol.Pause

'Else

'TxtMove.Text = Int(TxtMove.Text) - 1
'mposition.CurrentPosition = 0 + ((3.67 / 100) * Int(TxtMove.Text))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'mcontrol.Pause

'End If



End Sub

Private Sub CmdDiv_Click()
DivC
End Sub

Private Sub CmdPlus_Click()
'Call Form_KeyDown(vbKeyF10, 0)
PlusC
End Sub

Private Sub ComExit_Click()
End
End Sub

Private Sub Command2_Click()
If MSComm1.PortOpen = False Then: MsgBox "¡'à³×èÍÁµèÍ Port ¡èÍ'": Exit Sub
MSComm1.Output = Textsend.Text & Chr(13)
End Sub

Private Sub Comport_Click()

If MSComm1.PortOpen = True Then
MSComm1.PortOpen = False
End If

MSComm1.CommPort = TxtPort.Text
MSComm1.settings = "9600,N,8,1"
MSComm1.InBufferSize = 1024
MSComm1.OutBufferSize = 512
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MSComm1.InputLen = 0
MSComm1.PortOpen = True
'MSComm1.Output = "01234" '& Chr(13)
'MSComm1.Output = "15646" '& Chr(13)
MSComm1.InputMode = comInputModeText
MSComm1.RThreshold = 1
MSComm1.SThreshold = 1

End Sub

Private Sub Form_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)

On Error Resume Next
 Select Case KeyCode

Case vbKeyF9
        '64.22
        '67.52
        DivC
'       If mposition.CurrentPosition <= 64.22 Then

'       mposition.CurrentPosition = 64.22
'       mcontrol.Pause

'       Else

'       mposition.CurrentPosition = mposition.CurrentPosition - (3.71 / 100) 'mposition.CanSeekForward
'       mcontrol.Pause

'       End If


  Case vbKeyF10

        PlusC
'     If mposition.CurrentPosition >= 67.52 Then
'     mposition.CurrentPosition = 67.52
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        '  mcontrol.Pause
        '  Else
        ' mposition.CurrentPosition = mposition.CurrentPosition + (3.71 / 100) 'mposition.CanSeekForward
         'mcontrol.Pause
         'End If

    Case vbKeyF11


    Case vbKeyF12



    End

   End Select

End Sub

Private Sub Form_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then

End If

End Sub

Private Sub Form_Load()
Me.Left = 0
Me.Top = 0


RUN_NOW
B_SCREEN



End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
'When we exit the program we need to set all our object to nothing so that
'we dont waste our precious RAM
Set mcontrol = Nothing
Set audio = Nothing
Set mposition = Nothing
End Sub



Private Sub sldplayrate_Change()
'In case if the user uses keyboard instead. Used 0's because we
'dont need any of the #'s
Sldplayrate_MouseUp 0, 0, 0, 0

End Sub

Private Sub Sldplayrate_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
On Error Resume Next
'Changes the play rate.
'Note: only values from .1 - 2.26 can be used guess it
'cant handle any faster playback
'playrate = sldplayrate.Value & "%"
'txtplayback = sldplayrate.Value & "%"
'mposition.Rate = sldplayrate.Value / 100
End Sub



Private Sub MSComm1_OnComm()
On Error Resume Next
i = i + 1

If MSComm1.CommEvent = comEvReceive Then

data(i) = MSComm1.Input
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End If

If data(i) = -9999 Then
i = 0
End If

If i = 5 Then

AD1.Text = data(1)
AD2.Text = data(2)
AD3.Text = data(3)
AD4.Text = data(4)
AD5.Text = data(5)
i = -1
'i = 0
Else

'AD1.Text = AD1.Text & data(1)

End If

End Sub

'Private Sub Option1_Click()
'TxtMove.Text = "0"
'RUN_NOW
'B_SCREEN
'End Sub

'Private Sub Option2_Click()
'TxtMove.Text = "0"
'RUN_NOW
'B_SCREEN
'End Sub

'Private Sub Option3_Click()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'TxtMove.Text = "0"
'RUN_NOW
'B_SCREEN
'End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
On Error Resume Next
'update the information. Remaining time and elapsed time

txtelapse = Round(mposition.CurrentPosition, 2)
txtremain = Round(txtlength - txtelapse, 2)
'If looping is on and remaining time left is 0 the start movie
'over again

If bloop = True And txtremain = 0 Then
mposition.CurrentPosition = 0
End If
End Sub


Public Sub RUN_NOW()

On Error Resume Next

Set mcontrol = Nothing
Set audio = Nothing
Set mposition = Nothing

If TxtShoulder1.Text >= 0 And TxtShoulder1.Text <= 7 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\00.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 8 And TxtShoulder1.Text <= 17 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\10.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 18 And TxtShoulder1.Text <= 27 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\20.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 28 And TxtShoulder1.Text <= 37 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\30.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 38 And TxtShoulder1.Text <= 47 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\40.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 48 And TxtShoulder1.Text <= 57 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\50.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 58 And TxtShoulder1.Text <= 67 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\60.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 68 And TxtShoulder1.Text <= 77 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\70.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 68 And TxtShoulder1.Text <= 77 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\80.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 78 And TxtShoulder1.Text <= 90 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\1\90.avi"
End If


If TxtShoulder2.Text >= 0 And TxtShoulder2.Text <= 8 Then
'Set mcontrol = Nothing
'Set mposition = Nothing
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 9 And TxtShoulder2.Text <= 17 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\10.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 18 And TxtShoulder2.Text <= 27 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\20.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 28 And TxtShoulder2.Text <= 37 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\30.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 38 And TxtShoulder2.Text <= 47 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\40.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 48 And TxtShoulder2.Text <= 57 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\50.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 58 And TxtShoulder2.Text <= 67 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\60.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 68 And TxtShoulder2.Text <= 77 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\70.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 68 And TxtShoulder2.Text <= 77 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\80.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 78 And TxtShoulder2.Text <= 90 Then
Set mcontrol = Nothing
Set mposition = Nothing
mcontrol.RenderFile App.Path & "\action\2\90.avi"
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'Refrences our audio the the main object
Set audio = mcontrol
'Sets the volume and balance from the slider.
audio.Volume = 0 'sldvolume.Value
'audio.Balance = sldbalance.Value
'Refrences our video to the main object
Set video = mcontrol
video.Top = 0
'This makes it so that no caption appears in the picture box
video.WindowStyle = CLng(&H6000000)
video.Left = 0
'sets the height and width to the same as the picture box.
'Otherwise not all of the movie would be seen.
video.Height = picVideoWindow.Height
video.Width = picVideoWindow.Width
'This sets where the video will be run from.
'You can run it from anything such as a textbox, frame or even the slider control!
video.Owner = picVideoWindow.hWnd

'refrences our positioning to the main object
Set mposition = mcontrol

'hides the cursor. so when the user puts the mouse over the movie,
'it will be invisible.
'video.HideCursor True
'sets the playback rate to 100% (default)
mposition.Rate = 1

'Displays the duration (how long) the current movie or media is
txtlength = Round(mposition.Duration, 2)

'Displays the current playback  rate in percent form
txtplayback = mposition.Rate * 100 & "%"

mcontrol.Run
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'If Option1.Value = True Then

        If TxtMove.Text = 0 Then
           mposition.CurrentPosition = 0
        ElseIf TxtMove.Text = 90 Then
           mposition.CurrentPosition = 3.37
        End If

'End If

'If Option2.Value = True Then

'       If TxtMove.Text = 0 Then
'          mposition.CurrentPosition = 0
'       ElseIf TxtMove.Text = 90 Then
'          mposition.CurrentPosition = 3.37
'       End If

'End If

'If Option3.Value = True Then

'       If TxtMove.Text = 0 Then
'          mposition.CurrentPosition = 0
'       ElseIf TxtMove.Text = 90 Then
'          mposition.CurrentPosition = 3.37
'       End If

'End If

mcontrol.Pause

End Sub

Private Sub B_SCREEN()
On Error Resume Next
video.Height = picVideoWindow.Height
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
video.Width = picVideoWindow.Width
video.Owner = picVideoWindow.hWnd

'Me.WindowState = 2

Set video = mcontrol
'video.Height = (Screen.Height / Screen.TwipsPerPixelY) + 2
'video.Width = (Screen.Width / Screen.TwipsPerPixelX) + 40
video.Height = (picVideoWindow.Height / Screen.TwipsPerPixelY) + 2
video.Width = (picVideoWindow.Width / Screen.TwipsPerPixelX) + 10

video.Owner = Me.hWnd

End Sub


Private Sub TxtShoulder1_Change()
If TxtShoulder1.Text >= 0 And TxtShoulder1.Text <= 7 Then
TxtVName.Text = "00.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 8 And TxtShoulder1.Text <= 17 Then
TxtVName.Text = "10.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 18 And TxtShoulder1.Text <= 27 Then
TxtVName.Text = "20.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 28 And TxtShoulder1.Text <= 37 Then
TxtVName.Text = "30.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 38 And TxtShoulder1.Text <= 47 Then
TxtVName.Text = "40.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 48 And TxtShoulder1.Text <= 57 Then
TxtVName.Text = "50.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 58 And TxtShoulder1.Text <= 67 Then
TxtVName.Text = "60.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 68 And TxtShoulder1.Text <= 77 Then
TxtVName.Text = "70.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 68 And TxtShoulder1.Text <= 77 Then
TxtVName.Text = "80.avi"
ElseIf TxtShoulder1.Text >= 78 And TxtShoulder1.Text <= 90 Then
TxtVName.Text = "90.avi"
```

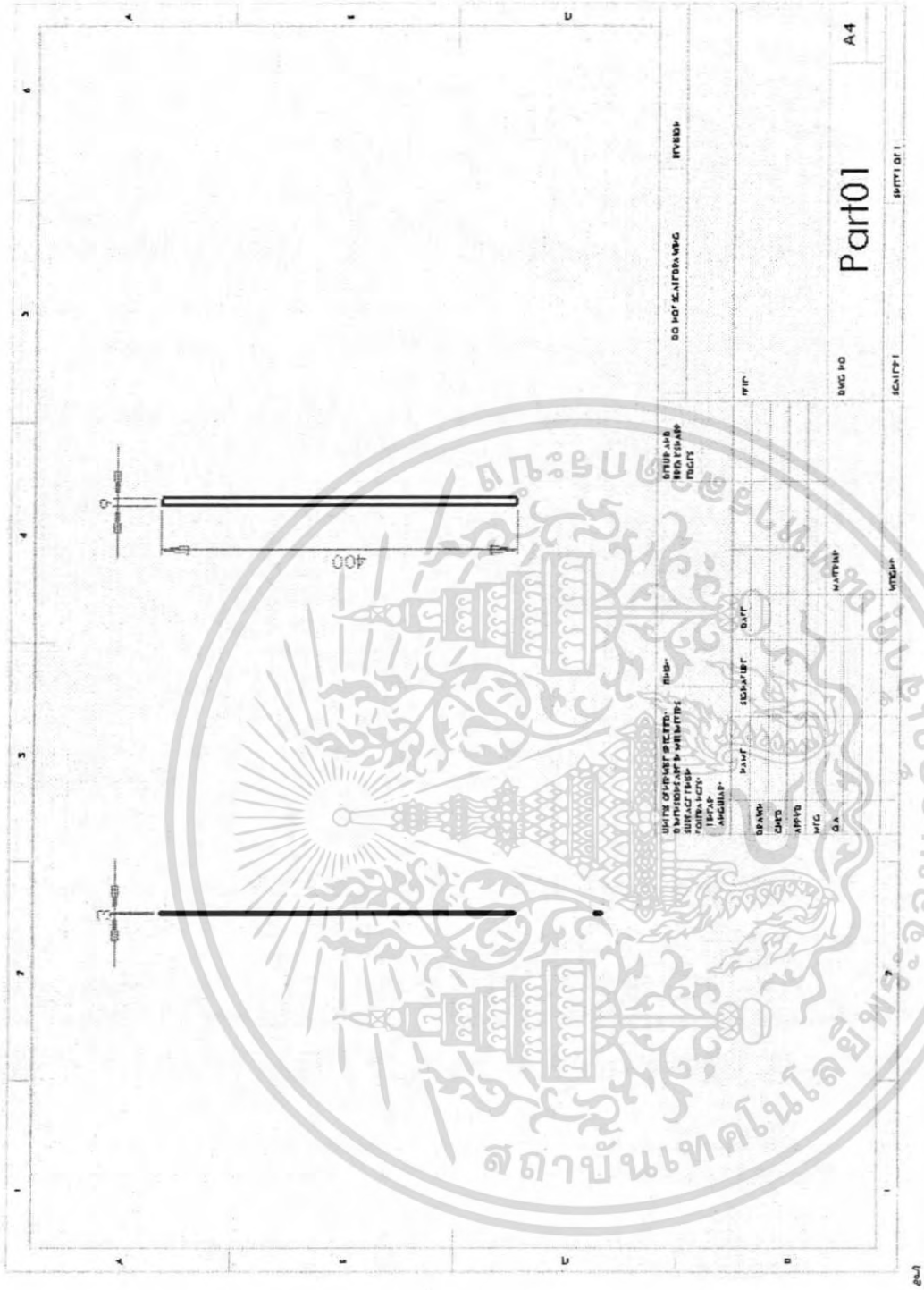
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End If

End Sub

Private Sub TxtShoulder2_Change()
If TxtShoulder2.Text >= 8 And TxtShoulder2.Text <= 17 Then
TxtVName.Text = "10.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 18 And TxtShoulder2.Text <= 27 Then
TxtVName.Text = "20.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 28 And TxtShoulder2.Text <= 37 Then
TxtVName.Text = "30.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 38 And TxtShoulder2.Text <= 47 Then
TxtVName.Text = "40.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 48 And TxtShoulder2.Text <= 57 Then
TxtVName.Text = "50.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 58 And TxtShoulder2.Text <= 67 Then
TxtVName.Text = "60.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 68 And TxtShoulder2.Text <= 77 Then
TxtVName.Text = "70.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 68 And TxtShoulder2.Text <= 77 Then
TxtVName.Text = "80.avi"
ElseIf TxtShoulder2.Text >= 78 And TxtShoulder2.Text <= 90 Then
TxtVName.Text = "90.avi"
End If
End Sub

Private Sub TxtVName_Change()
RUN_NOW
B_SCREEN
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

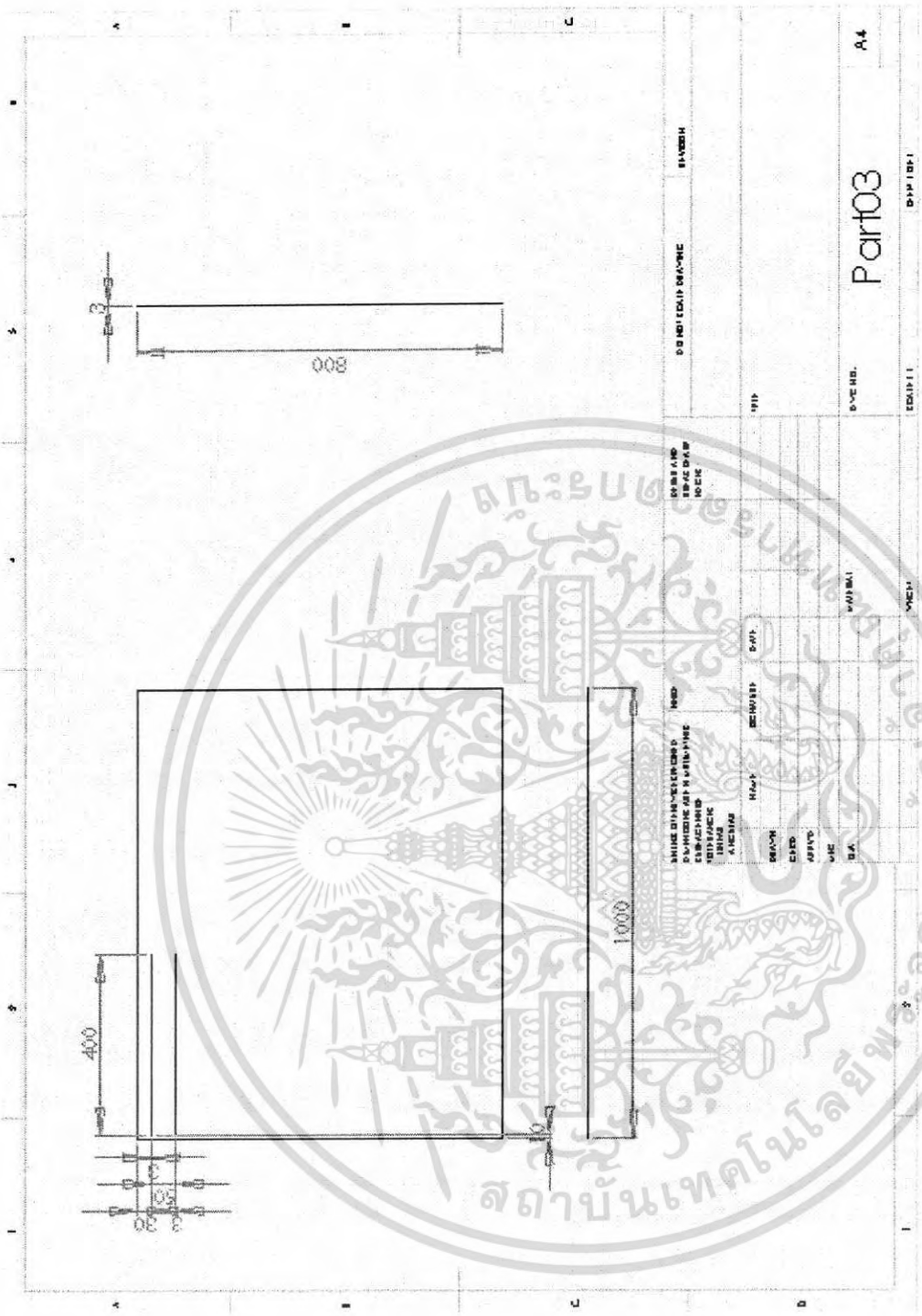
ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

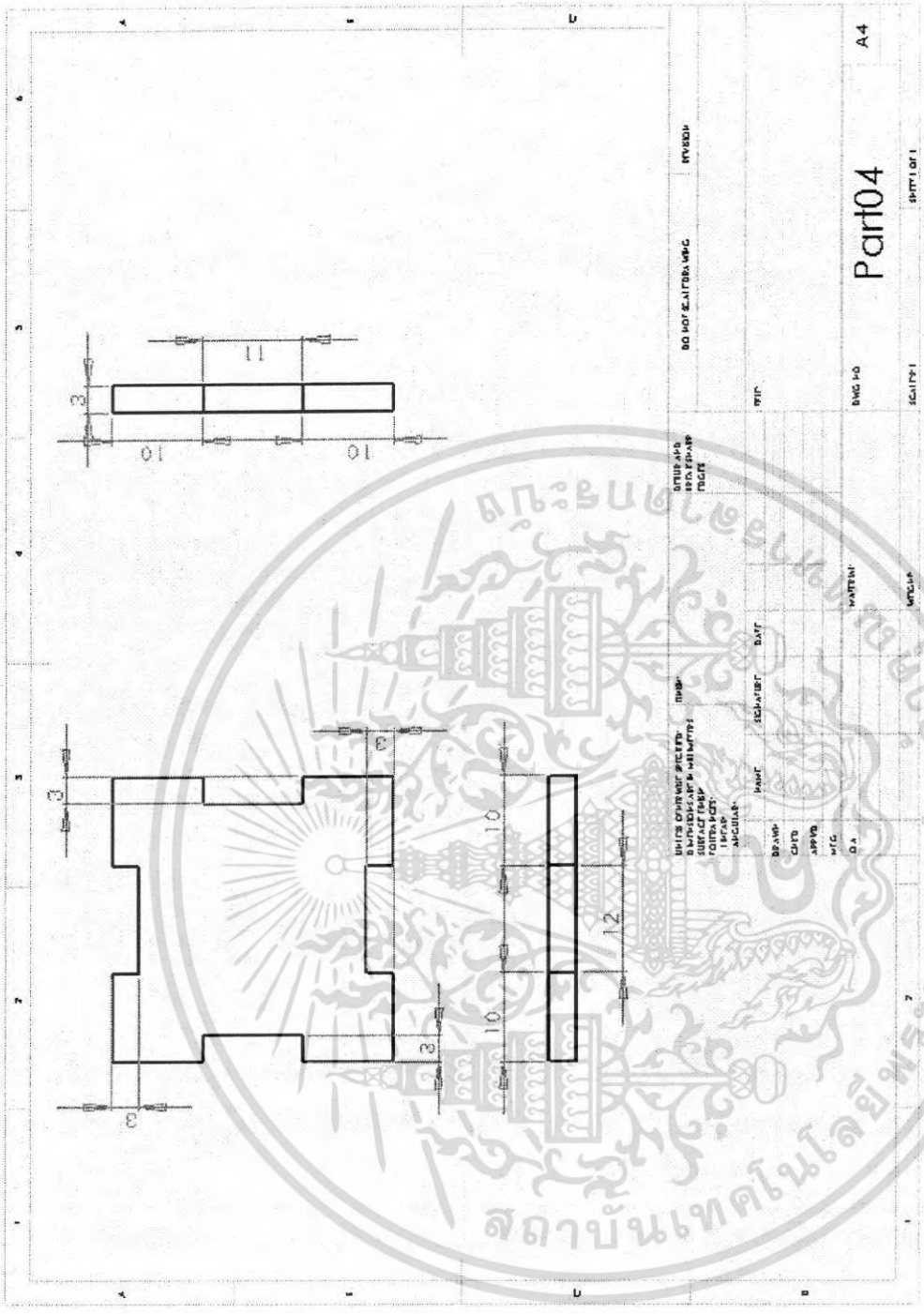


รูปที่ ข.1 Part 1

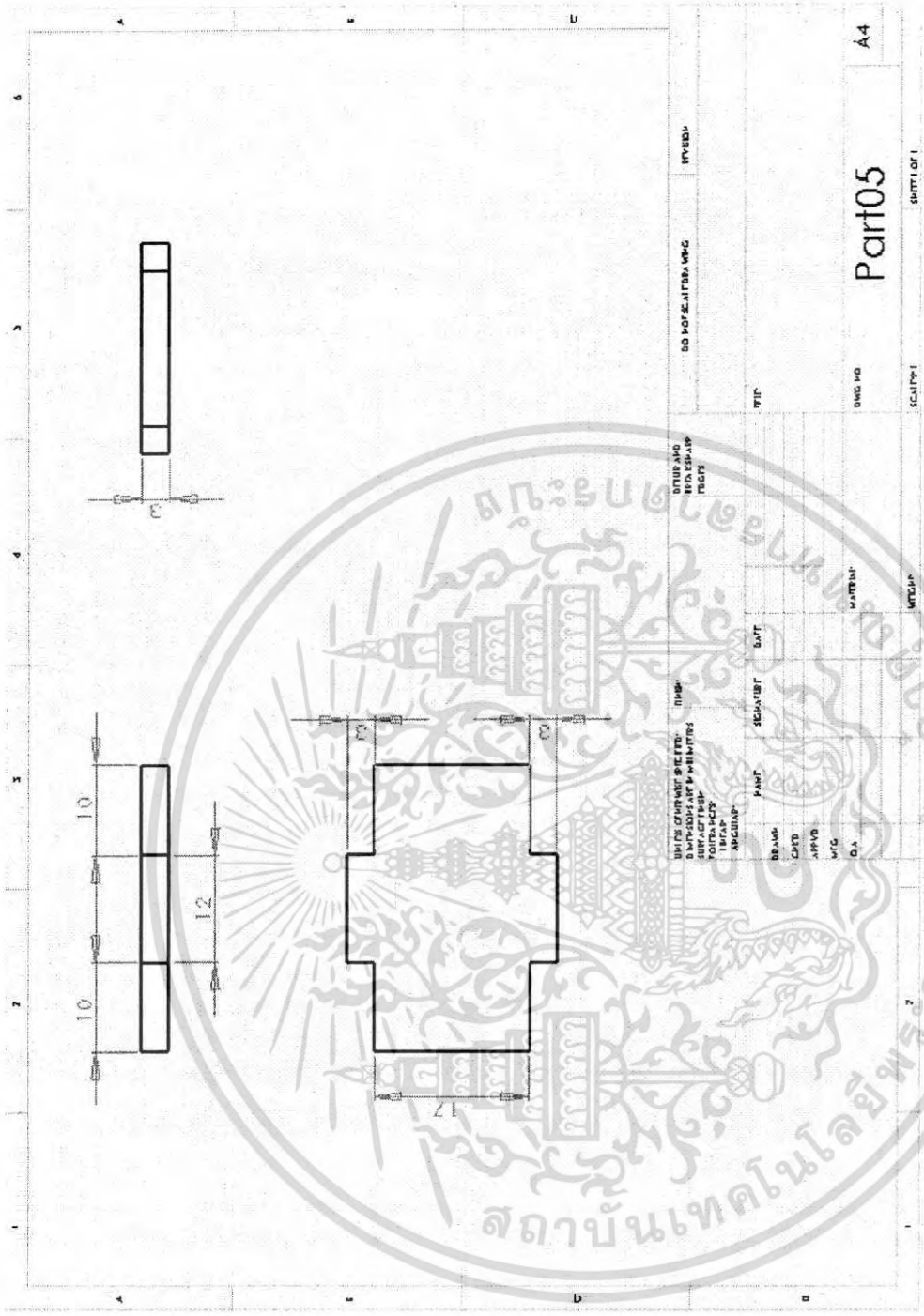
รูปที่ ข.2 Part 2



รูปที่ ข.3 Part 3

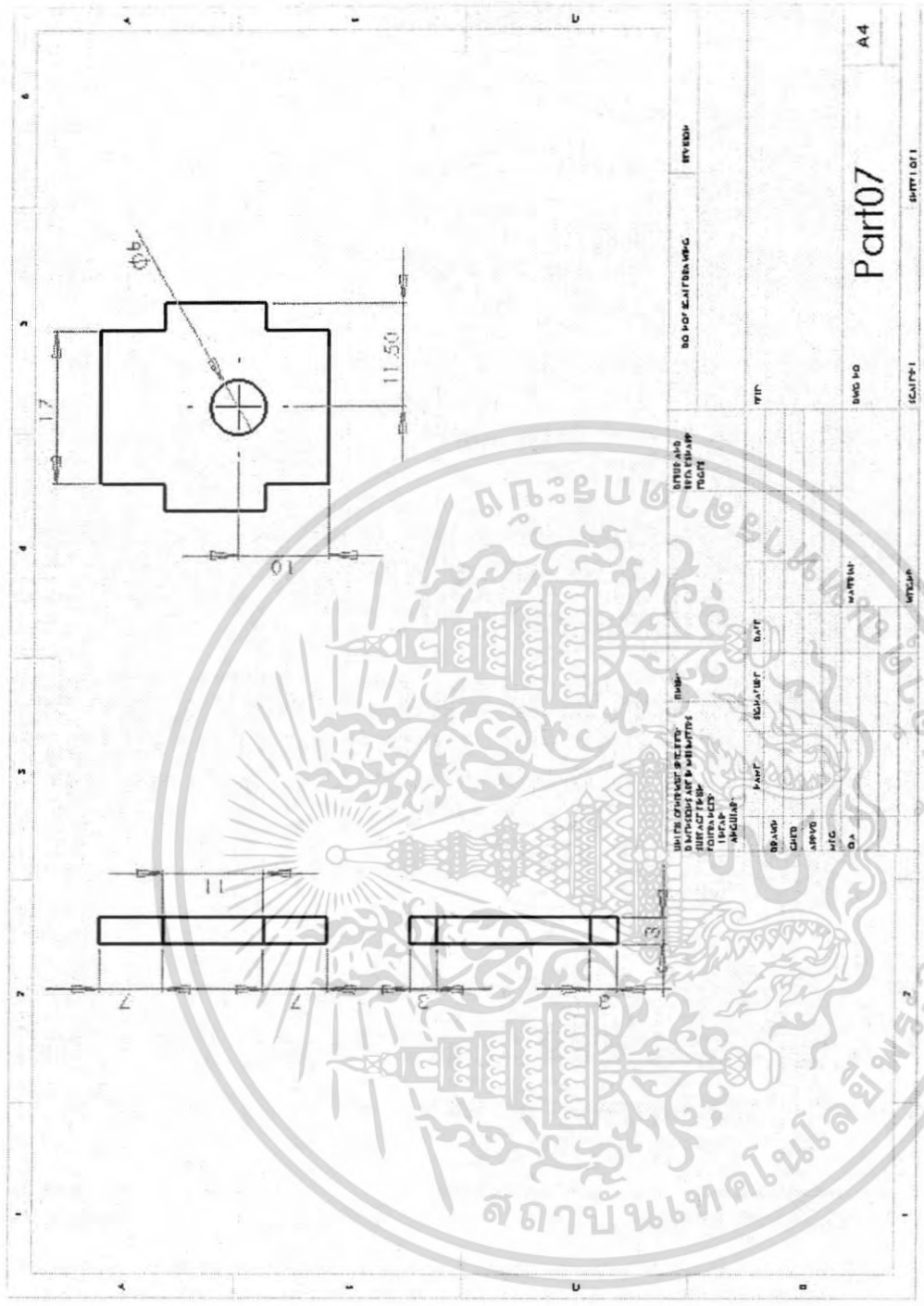


รูปที่ ข.4 Part 4

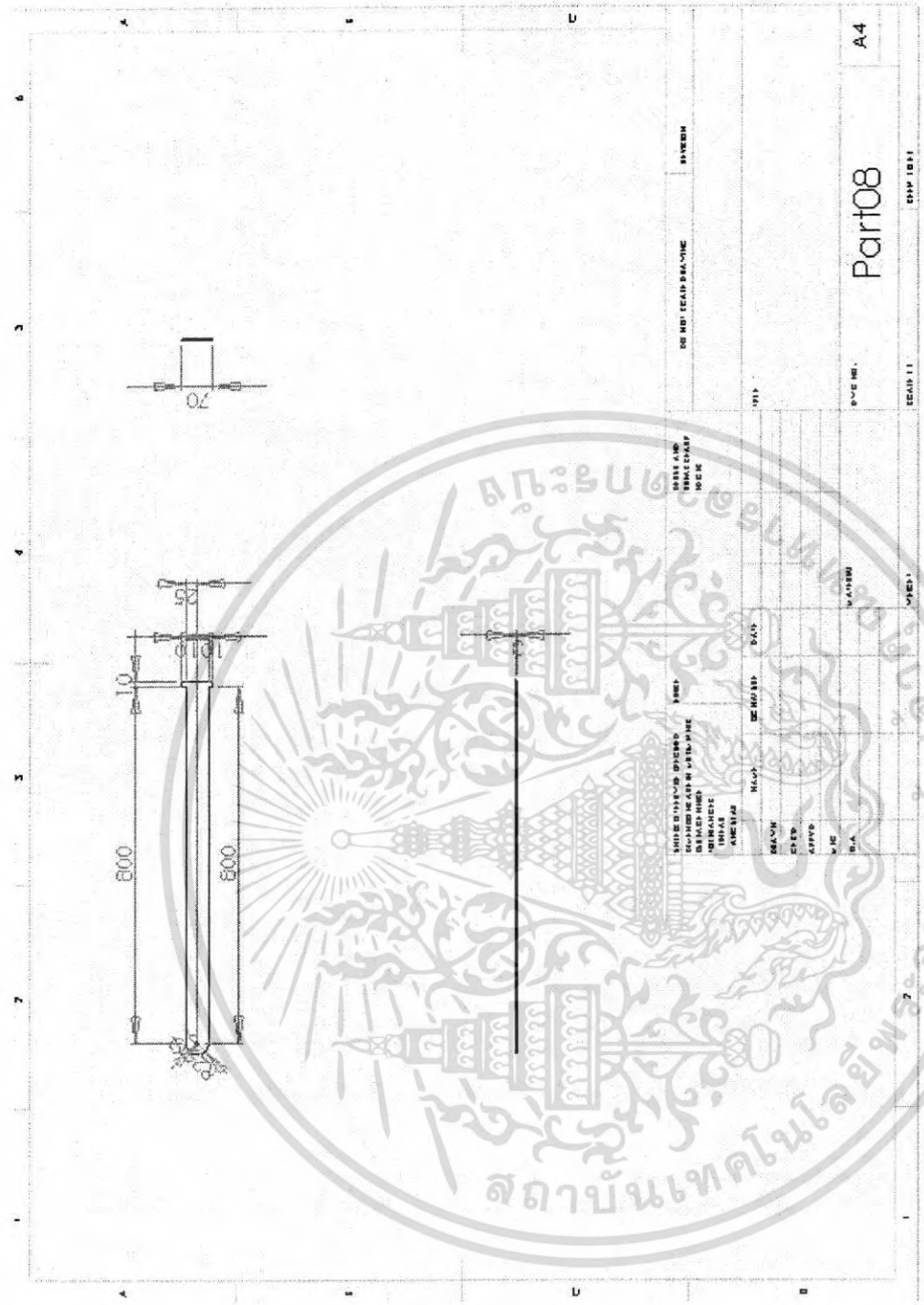


รูปที่ ข.5 Part 5

รูปที่ ข.6 Part 6



รูปที่ ข.7 Part 7



รูปที่ ข.8 Part 8