สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมหุ่นยนต์

NEURAL NETWWORK CONTROLLED ROBOT

โดย

นางสาวณภัทรพร หริ่งรอด

นายณรงค์พล ทองเหลือง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61774
วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549

b 11603264
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมหุ่นยนต์

NEURAL NETWWORK CONTROLLED ROBOT

โดย

นางสาวณภัทรพร หริ่งรอด รหัสประจำตัว 44010132

นายณรงค์พล ทองเหลือง รหัสประจำตัว 44010135

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานปีการศึกษา 2547

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมหุ่นยนต์

ผู้จัดทำ

นางสาวณภัทรพร หริ่งรอด รหัสประจำตัว 44010132

นายณรงค์พล ทองเหลือง รหัสประจำตัว 44010135

(.....) อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานเรื่อง โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมหุ่นยนต์

NEURAL NETWORKS CONTROL ROBOT

จัดทำโดย

นางสาวณภัทรพร หริ่งรอด รหัสประจำตัว 44010132

นายณรงค์พล ทองเหลือง รหัสประจำตัว 44010135

โครงงานนี้ได้รับการตรวจแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมหุ่นยนต์
NEURAL NETWWORK CONTROLLED ROBOT

นางสาวณภัทรพร หริ่งรอด
นายณรงค์พล ทองเหลือง
ผศ.ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ได้กล่าวถึงการควบคุมหุ่นยนต์ 4 ขา โดยใช้วิธีที่เรียกว่า State transition machine กล่าวคือ เงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ ของหุ่นยนต์จะขึ้นอยู่กับ state ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ software เพียงอย่างเดียว อีกทั้งวิธีการนี้จะมีการนำเอา Internal Representation State มาร่วมในการพิจารณา state ถัดไปด้วย ทำให้ระบบการประมวลผลของหุ่นยนต์มีความรวดเร็วยิ่งขึ้นอีกทั้งการที่ขาของหุ่นยนต์ทั้ง 4 ขา เป็นแบบเพนโทกราฟ ซึ่งมีระบบการควบคุมและระบบทางเมคคานิกส์ที่ทำได้ง่าย จึงช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนลงได้

นอกจากนี้หุ่นยนต์ยังสามารถตรวจจับและหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้เองอัตโนมัติโดยใช้เซ็นเซอร์อินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NEURAL NETWWORK CONTROLLED ROBOT

Miss Napattaraporn Rhingrod
Mr. Narongpol Tongleuang
Asst.Prof.Dr.Yuttana Kidjaideaw Adviser
2004

ABSTRACT

This report presents a control system called state transition machine. For this system, a robot's control system does not only depend on the software but also depend on the state, especially the representation state which is important for analyzing of the next state. Because all robot's legs are the pantograph pattern so it can reduce the complex processing.

Moreover it can detect and dodge objects by infrared sensors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและการออกแบบ	
2.1 เซอร์โวมอเตอร์	3
2.1.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	3
2.1.2 ภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	5
2.2 แบบขา	7
2.2.1 ขาสองข้อต่ออย่างง่าย (Simple Two Link Leg)	7
2.2.2 ขาเพนโทกราฟ (Pantograph Leg)	8
2.3 การออกแบบและการสร้าง	10
2.4 วงจร	15
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	16
3.1 ทฤษฎีอินฟราเรด	16
3.1.1 วงจรภาครับของระบบอินฟราเรด	19
3.1.2 วงจรจ่ายกำลังหรือวงจรขับเอาท์พุท	24
3.2 ทฤษฎีโครงประสาทเทียม	26
3.2.1การทำงานของแต่ละเซลล์	29
3.2.2 การทำงานของโปรแกรม	31
บทที่ 4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง	34
บทที่ 5 สรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไข	40
ภาคผนวก	
รูปแสดงลักษณะการเดิน	
รูปวงจร	
รูปแสดง state diagram	
Flow Chart การทำงาน	
โปรแกรมควบคุมการทำงาน	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 แสดงการตอบสนองของเซอร์โวมอเตอร์ต่อสัญญาณพัลส์ในความถี่ที่ต่างกัน	4
รูปที่ 2.2 แสดงภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	5
รูปที่ 2.3 วงจรภาคขยายเซอร์โวและภาคขับเซอร์โว	6
รูปที่ 2.4 เซอร์โวมอเตอร์พร้อมเฟือง	7
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์	7
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของขาข้อต่ออย่างง่าย	8
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะขาแบบ เพนโทรกราฟ	9
รูปที่ 2.8 แสดงการเคลื่อนที่ของขาแบบเพนโทรกราฟ	9
รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบขาของหุ่น	10
รูปที่ 2.10 แผ่นลำตัวหุ่นด้านบน	11
รูปที่ 2.11 แผ่นลำตัวหุ่นด้านล่าง	12
รูปที่ 2.12 แท่นยึดเซอร์โว ก,ข,ค	14
รูปที่ 2.13 ขาหุ่น	14
รูปที่ 3.1 ตัวตรวจจับแบบใช้หลักการสะท้อนของแสง	16
รูปที่ 3.2 การจำกัดกระแสของแอลอีดีเบื้องต้น	17
รูปที่ 3.3 การเปล่งแสงของแอลอีดีแบบ GaAs และ AlGaAs	18
รูปที่ 3.4 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย	19
รูปที่3.5 โครงสร้างภายในของโฟโต้โมดูล	20
รูปที่ 3.6 การต่อใช้งาน	20
รูปที่3.7 ลักษณะสัญญาณแบบโทนเบิรสต์	21
รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการเกิดสัญญาณโทนเบิรสต์	21
รูปที่ 3.9 วงจรตัวส่งอินฟราเรด	22
รูปที่ 3.10 สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุตของอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์	23
รูปที่ 3.11 แสดงวงจร อะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ 38 kHz	23
รูปที่ 3.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า R และ C และความถี่	24
รูปที่ 3.13 วงจรขยายกำลังอย่างง่ายที่ใช้ทรานซิสเตอร์	25
รูปที่ 3.14 แสดงวงจรขับโมดูล	25
รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการเดินหน้า	28
รูปที่ 3.16 แสดงสถานะขาหุ่นในสภาวะต่างๆ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 3.17 ประกอบการอธิบายนิวรอนเซลล์ที่ 1	29
รูปที่ 4.1 แสดงแบบจำลองของหุ่นในสภาวะเริ่มต้น	34
รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งการยกและวางขา	35
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการเดินหน้า	38
รูปที่ 4.4 แสดงพัลส์ที่ทำให้มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งต่าง ๆ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงสถานะทั้งหมดในการเดินของหุ่นยนต์	27
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสถานะทั้งหมดในการเดินของเซลล์ 1	29
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่าstate การเดิน	30
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงค่าอินพุทและความหมาย	31
ตารางที่ 4.1 แสดงความกว้างพัลส์ที่ตำแหน่งต่างๆ	35
ตารางที่ 4.2 แสดงความกว้างพัลส์การยกและวางขาที่ตำแหน่งต่างๆ	35
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงสถานะในการเริ่มเดินหน้า	36
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงสถานะในการเดินหน้า	36
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงสถานะในการเดินกลับหลัง	36
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงสถานะในการเดินเริ่มเดินไปทางขวา	37
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงสถานะ การเดินไปทางซ้าย	37
ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงสถานะ การเดินไปทางขวา	37
ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ไข	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันได้มีการสร้างและพัฒนา หุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ มากยิ่งขึ้น จากความต้องการหุ่นยนต์ที่สามารถทำการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว และมีความใกล้เคียงกับสิ่งมีชีวิต จึงได้มีการนำเอาเครือข่ายปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้งาน อาทิเช่นการประมวลผลสัญญาณ การสังเคราะห์เสียง การจดจำเสียง การจดจำรูปแบบ และระบบควบคุม เป็นต้น ซึ่งหุ่นยนต์ที่นิยมสร้างโดยส่วนมากเป็นหุ่นประเภทที่เคลื่อนที่ด้วยล้อ (Mobile Robot) แต่การเคลื่อนที่ของหุ่นจะถูกจำกัดที่พื้นที่เรียบๆเท่านั้น

จึงได้มีแนวคิดที่จะสร้างและพัฒนาหุ่นยนต์ ที่สามารถเคลื่อนที่โดยใช้ขา เป็นตัวขับเคลื่อน โดยได้เลือกรูปแบบขาที่ใช้งาน เพื่อใช้ในการพยุงและขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์ ซึ่งหุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยขานี้ สามารถที่จะพัฒนาให้เป็นหุ่นยนต์ที่ใช้งานแทนมนุษย์ได้ในจุดที่เป็นอันตรายและเสี่ยงต่อการทำงาน เช่น หุ่นยนต์ทำความสะอาดกระจกบนตึกสูง หุ่นยนต์ตรวจสอบและตรวจซ่อมโครงสร้างสะพานในที่สูง หุ่นยนต์ตรวจสอบรอยรั่วบนถังก๊าซระบบส่งจ่ายก๊าซ หรือ การปิโตรเคมี เป็นต้น

ชื่อโครงงาน

โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมหุ่นยนต์ (Neural Network controlled robot)

วัตถุประสงค์

- เพื่อการเรียนรู้หลักการทำงานของระบบควบคุมแบบ State Transition Machine
- เพื่อการเรียนรู้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51
- เพื่อเรียนรู้และสามารถใช้งานวงจรรับส่งอินฟราเรด
- เพื่อสร้างหุ่นยนต์ 4 ขาขนาดเล็ก
- เพื่อเป็นหุ่นยนต์ต้นแบบ ในการพัฒนาหุ่นต่อไป

คุณสมบัติ

โครงงานโครงประสาทเทียมควบคุมหุ่นยนต์ประกอบด้วย

- ส่วนควบคุมหรือสมองที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 เป็นหัวใจหลัก
- มีระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบ State Transition Machine
- ส่วนโครงสร้างของหุ่นเป็นพลาสติกอะครีลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนขับเคลื่อนโดย DC SERVO FP – S3001 จำนวน 8 ตัวในการควบคุมการเคลื่อนไหวของขาทั้ง 4 ขา
- มีเซนเซอร์อินฟราเรดที่ใช้เพื่อตรวจสอบสิ่งกีดขวาง
- มีการรับส่งข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมผ่านวงจรอินฟราเรด
- Block Diagram ของระบบ

ขอบเขตของการทำงาน

- สร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ขา 4 ขาได้
- ควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวาได้
- สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีการออกแบบและการสร้าง

2.1 เซอร์โวมอเตอร์

2.1.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ ประกอบด้วย มอเตอร์ความเร็วสูง ภายในมีเฟืองทดรอบ ให้หมุนช้าลง เพื่อจะได้มีกำลังแรงบิดที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีวงจรควบคุมมอเตอร์ ซึ่งวงจรนี้จะนำค่าแรงดันเฉลี่ยของพัลส์รูปที่เหลี่ยม เข้าไปเปรียบเทียบกับค่าแรงดันค่าหนึ่งที่มีอยู่ในวงจร ถ้าค่าต่างกัน วงจรควบคุมจะสั่งให้มอเตอร์หมุนไปตามทิศทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างพัลส์ โดยที่แกนเฟืองทดรอบจะถูกพ่วงไปขับแกนของ VR (ตัวต้านทานปรับค่าได้) ซึ่งอยู่ในวงจรควบคุมมอเตอร์ ในขณะที่มอเตอร์หมุน VR จะถูกปรับค่าทำให้ค่าแรงดันเปรียบเทียบของวงจรควบคุมมอเตอร์เปลี่ยนไปด้วย จนกระทั่งค่าเฉลี่ยของพัลส์ในวงจรควบคุมมอเตอร์ เท่ากับค่าเฉลี่ยของพัลส์ที่เข้ามา จึงทำให้มอเตอร์หยุดหมุนได้

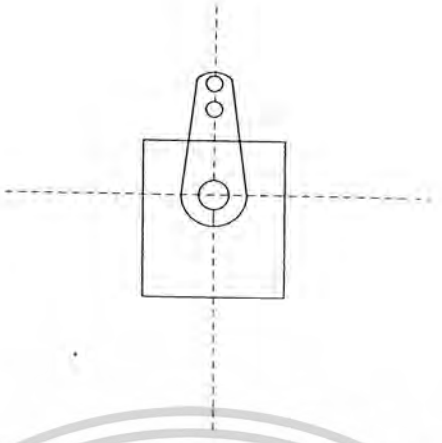
เซอร์โวมอเตอร์จะมีสายไฟ 3 เส้นคือ สายไฟเลี้ยง สายกราวด์ และสายสัญญาณพัลส์ควบคุม ซึ่งลักษณะของสัญญาณ พัลส์ที่ใช้ควบคุมตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ จะเป็นการส่งพัลส์ที่มีความกว้างต่างกัน เพื่อควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์ หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยที่มีความกว้างของพัลส์ จะเป็นตัวกำหนดขนาด และทิศทางของการหมุนแกนเซอร์โวมอเตอร์สำหรับคาบเวลา หรือระยะห่างระหว่างพัลส์แต่ละลูก จะเป็นตัวกำหนดแรงบิดของมอเตอร์

ถ้ากำหนดให้ในสภาวะปกติ เมื่อป้อนพัลส์ สี่เหลี่ยม ที่มีความกว้างขนาด 1.5 ms ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ แขนของเซอร์โวมอเตอร์จะอยู่ตำแหน่งกลาง

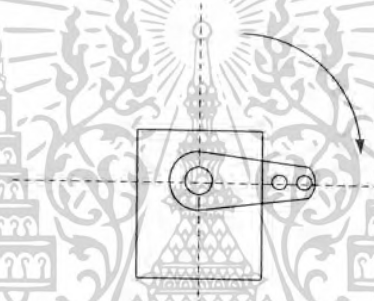
เมื่อป้อนพัลส์ สี่เหลี่ยม ที่มีความกว้างขนาด 1 ms ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ แขนของเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา

เมื่อป้อนพัลส์ สี่เหลี่ยม ที่มีความกว้างขนาด 2 ms ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ แขนของเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 ดังต่อไปนี้

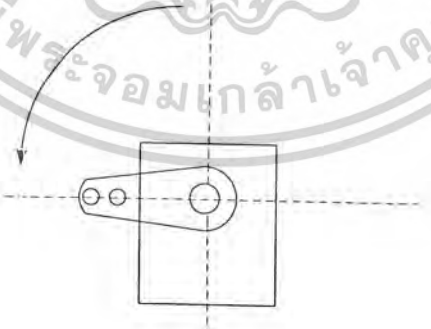
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. แสดงการตอบสนองของเซอร์โวเมื่อจ่ายพัลส์ขนาด 1.4 ms



ข. แสดงการตอบสนองของเซอร์โวเมื่อจ่ายพัลส์ขนาด 1 ms



ค. แสดงการตอบสนองของเซอร์โวเมื่อจ่ายพัลส์ขนาด 2 ms

รูปที่ 2.1 แสดงการตอบสนองของเซอร์โวมอเตอร์ต่อสัญญาณพัลส์ในความถี่ที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นถ้าจ่ายสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างมากหรือน้อยกว่าความกว้างของพัลส์ 1.5 ms ก็จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนต่างทิศกัน ทั้งตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา โดยตำแหน่งของแขนหมุนเซอร์โวมอเตอร์จะเบี่ยงเบนออกจากจุดกึ่งกลางเป็นสัดส่วนกับความกว้างของพัลส์ที่จ่ายให้

2.1.2 ภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

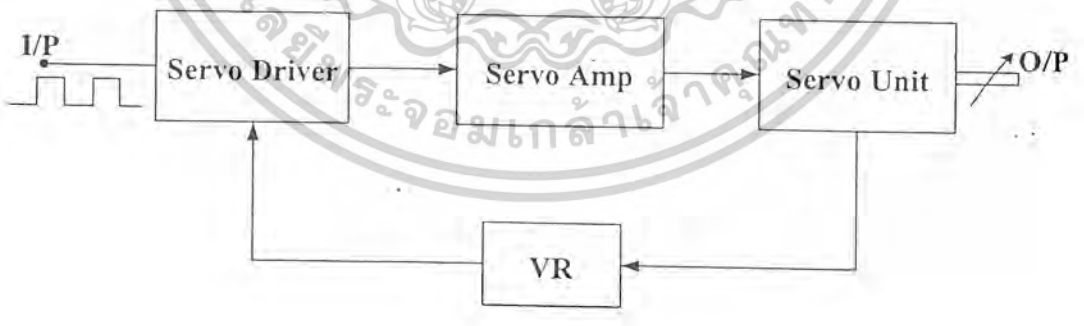
ในเซอร์โวมอเตอร์หนึ่งตัวจะประกอบไปด้วย 3 ภาคการทำงานแต่ละภาคมีหน้าที่และการทำงานดังนี้คือ

ภาคขับเซอร์โว ประกอบด้วย วงจรสร้างสัญญาณพัลส์ และวงจรเปรียบเทียบสัญญาณพัลส์ที่สร้างขึ้น กับสัญญาณพัลส์ I/P ที่รับเข้ามา

ภาคขยายเซอร์โว ประกอบด้วย วงจร RC Network ที่ช่วยหน่วงสัญญาณให้เซอร์โวสามารถทำงานได้ตลอดช่วงคาบเวลา จนกระทั่งมีสัญญาณลูกต่อไปมา รวมถึงวงจรกลับขั้วแรงดันไฟฟ้าควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์

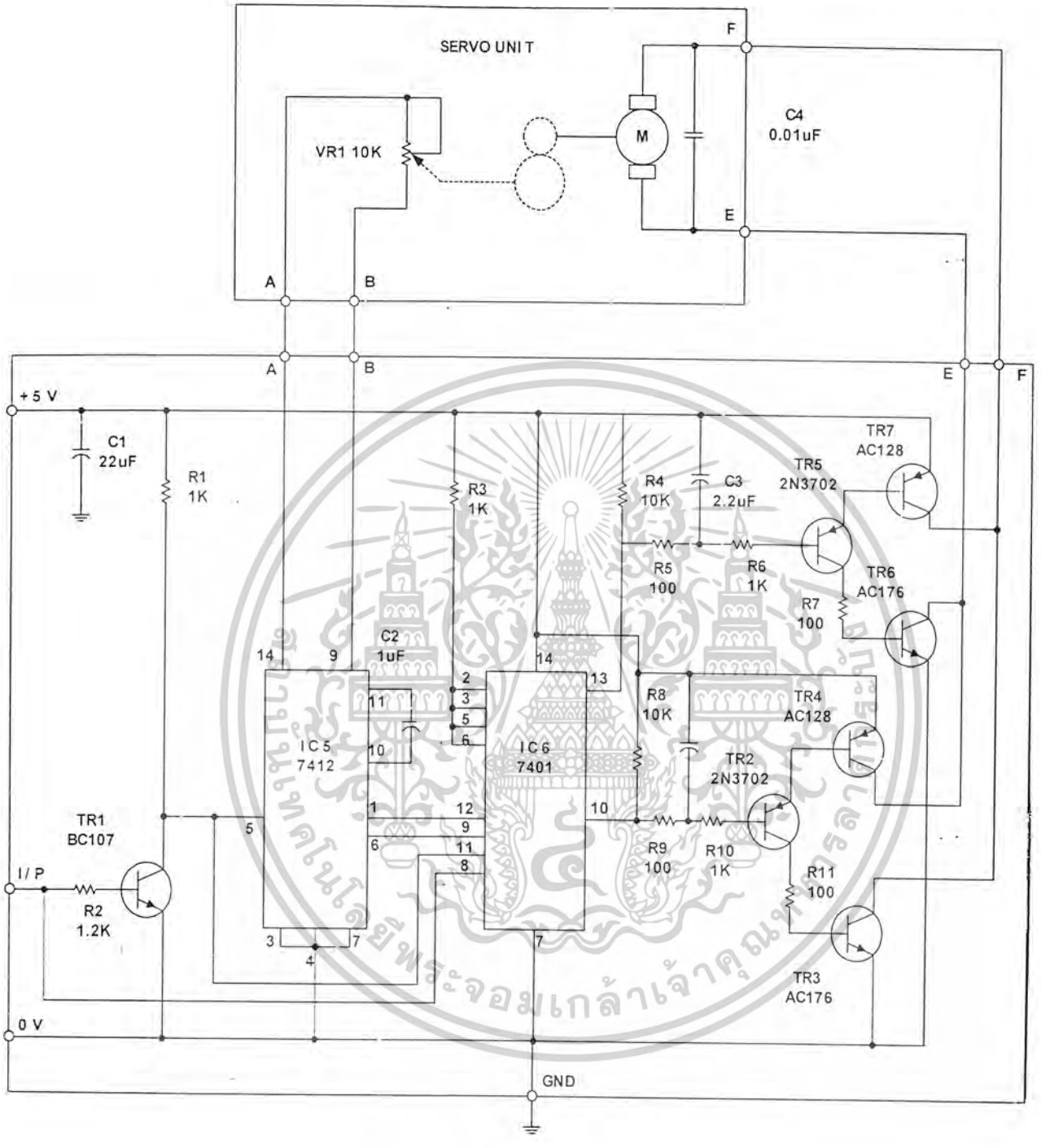
หน่วยเซอร์โว ประกอบด้วย มอเตอร์ความเร็วสูง เฟืองทดรอบ แกนหมุน อุปกรณ์ต่าง ๆ และ VR (ตัวต้านทานปรับค่าได้) ทำหน้าที่ป้อนกลับตำแหน่ง (Position Feedback)

ซึ่งในขณะที่มอเตอร์หมุน VR จะถูกปรับค่า Feedback กลับมาปรับและเปรียบเทียบค่าความกว้างของพัลส์ที่ภาคขับเซอร์โว เมื่อขนาดความกว้างของพัลส์ มีค่าแรงดันเฉลี่ยเท่ากันมอเตอร์จะหยุดหมุนทันที ซึ่งรูปที่ 2.2 ได้แสดงภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น และได้แสดงไว้ดังรูปต่อไปนี้



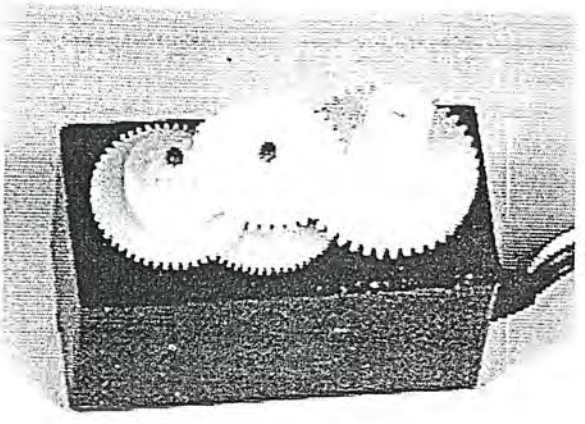
รูปที่ 2.2 แสดงภาคการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วงจรภาคขยายเซอร์โว (SERVO AMP) และภาคขับเซอร์โว (SERVO DRIVE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เซอร์โวมอเตอร์พร้อมเฟือง

รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์

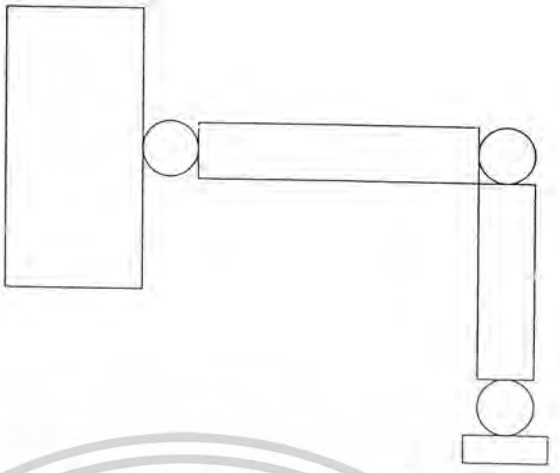
2.2 แบบขา

สำหรับการเลือกลักษณะขาของหุ่นยนต์ สิ่งที่สำคัญต่อการเลือกขาคือ จะต้องเลือกแบบที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวมากที่สุด ให้เหมาะสมกับรูปร่างลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของตัวหุ่นยนต์ ลักษณะการเดินของขาแต่ละแบบ จะขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทางกายภาพของขาด้วย ซึ่งในปัจจุบันมีการออกแบบขาหุ่นยนต์อยู่หลายชนิด แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะแบบ ดังต่อไปนี้

2.2.1 ขาสองข้อต่ออย่างง่าย (Simple Two Link Leg)

ขาชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นสองท่อน แต่ละท่อนจะต่อผ่านข้อต่อดังรูปที่ 2.6 ซึ่งสามารถควบคุมลักษณะการเดินได้ โดยการควบคุมของขาแต่ละท่อนซึ่งจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งปลายขาของหุ่นยนต์ ส่วนของขาทั้งหมดจะต่อเข้ากับเดือยที่โคนขาเพื่อใช้ในการก้าวขา และยึด หดขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของขาข้อต่ออย่างง่าย

วิธีการทำงานของข้อต่อ

มีหลายวิธีที่จะทำให้ข้อต่อทำงานได้ โดยใช้ลักษณะการขับเคลื่อนของข้อต่อสำหรับแบบนี้อาจติดตั้งมอเตอร์เข้าที่ข้อต่อโดยตรง หรือใช้โซ่ สายพาน เกรู และส่งกำลังจากมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในลำตัวบริเวณโคนขา เพื่อกำหนดมุมที่ข้อต่อในการก้าวเดินของขาหุ่น

จุดด้อยประการสำคัญของขาแบบนี้คือ เราจำเป็นต้องใช้ตัวขับเคลื่อนอยู่ใกล้กับข้อต่อมากที่สุด การติดตั้งตัวขับเคลื่อนเข้าที่ข้อต่อเข่าทำให้เกิดผลประทบทางไดนามิคต่อขาหุ่น ซึ่งต้องมีการชดเชยโดยใช้ตัวควบคุม ซึ่งจะทำให้ต้องเพิ่มความซับซ้อนให้กับอัลกอริธึมในการเคลื่อนที่ของขา รวมทั้งยังต้องการมอเตอร์ที่มีกำลังสูงที่ข้อต่อส่วนสะโพก เพื่อใช้ในการเคลื่อนขาที่มีมวลมาก ซึ่งเราก็สามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้โดยการติดตั้งตัวขับเคลื่อนที่ฐานของขาแต่จะเป็นการเพิ่มความซับซ้อนทางแมคคานิกส์

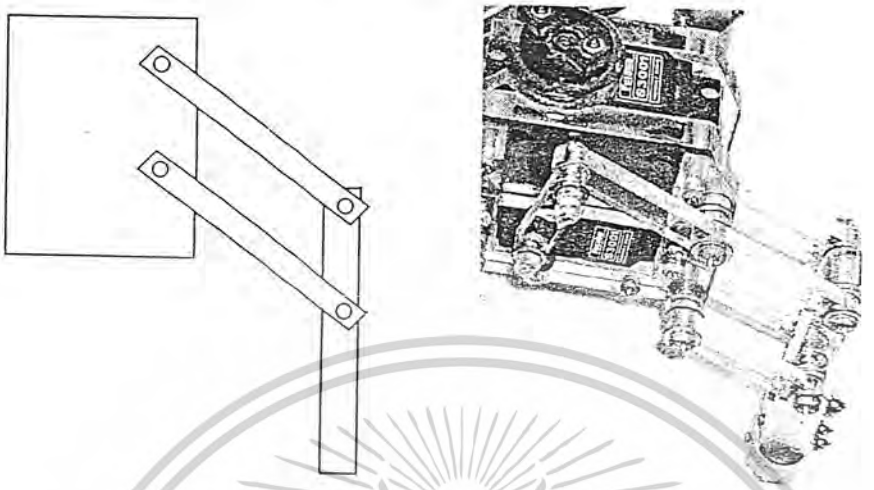
2.2.2 ขาแพนโทกราฟ (Pantograph Leg)

ขาแบบนี้จะประกอบด้วยคานสี่ท่อนขนานกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังรูปที่ 2.7 เป็นแบบที่มีผู้ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะการควบคุมและระบบทางแมคคานิกส์ของขาทำง่ายซึ่งลดการประมวลที่ซับซ้อนในการควบคุมลงได้

ขอบเขตการเคลื่อนไหวของขา (Workspace) แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างแบบนี้ยังมีการคับปลิ้ง (Coupling) ของข้อต่อเกิดขึ้นในการเคลื่อนปลายขา ทำให้ปลายขาเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง เนื่องจากว่าขาแบบนี้เป็นแบบที่มีลักษณะทางเรขาคณิตอย่างง่าย ๆ ทำให้ผู้ออกแบบมักเลือกขาแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

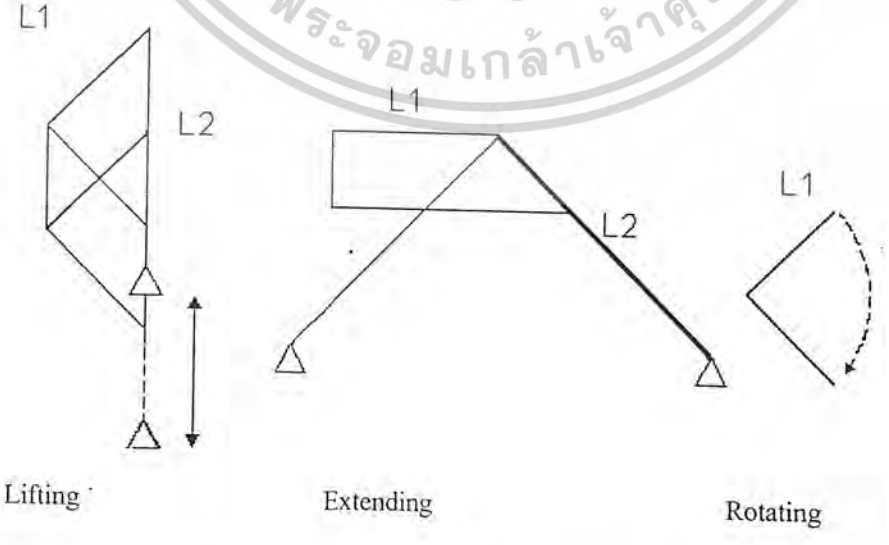
นี้มาใช้ก่อนแบบอื่น แต่ปัญหาทางแมคคานิกส์ที่พบระหว่างการสร้างขาต้นแบบ ทำให้เราต้องดัดแปลงขาแบบนี้อีกครั้งก่อนที่จะตัดสินใจใช้ขาแบบนี้ให้เป็นขาที่จะนำไปใช้งาน



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะขาแบบ เพนโทรกราฟ

วิธีการทำงานของข้อต่อ

ส่วนประกอบที่ใช้ในการควบคุมเพื่อให้เขาเกิดการเคลื่อนที่อาจใช้ กระบอกสูบ ในระบบของไฮโดรลิก นิวเมตริก หรือมอเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความต้องการที่จะนำไปใช้ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นแบบใด ข้อควรพิจารณาที่สำคัญในระหว่างการออกแบบขา คือขนาดของขอบเขตการเคลื่อนไหวของขา (Workspace) ที่ต้องการ คือ การยกขา (Lifting), การยืดขา (Extending) และ การแกว่งขา (Rotating) ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการเคลื่อนที่ของขาแบบเพนโทรกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีผลโดยตรงต่อขนาดของขา การเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวของแต่ละส่วนของขาจะทำให้ความสูงที่หุ่นยนต์สามารถยกขาได้ หรือระยะที่หุ่นยนต์สามารถยืดขาได้ เปลี่ยนไปซึ่งส่งผลให้ขนาดของการก้าวแต่ละก้าวเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ดังนั้นในการออกแบบสิ่งที่สำคัญที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือ การพยายามให้ตัวขับเคลื่อน อยู่ติดกับฐานของขา การติดตั้งตัวขับเคลื่อนให้อยู่ที่จุดศูนย์กลางจะทำให้ผลกระทบทางไดนามิคลดลง ทั้งยังลดภาวะทางไดนามิคของแต่ละขาอีกด้วย เพราะไม่ต้องเคลื่อนมวลของตัวขับเคลื่อนที่ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ห่างออกไปตามข้อต่อต่าง ๆ อีกทั้งวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างหุ่นยนต์นั้นมีอยู่หลายชนิด ซึ่งราคาก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่ง แต่อย่างไรก็ดีน้ำหนักก็มีบทบาทที่สำคัญกว่า ที่จะต้องนำมาพิจารณาเพื่อประสิทธิภาพโดยรวมของหุ่นยนต์

2.3 การออกแบบและการสร้าง

ในการออกแบบเลือกใช้ขาแบบ Pantograph Leg ตามที่แสดงไว้ในรูปที่3.9เพราะโครงสร้างของขาง่ายต่อการสร้างไม่ซับซ้อนยุ่งยากในระบบเม็กคานิกส์และใช้เซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน

รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบขาของหุ่น

โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ตัวหนึ่งทำหน้าที่ยกขาให้ลอยขึ้นและเซอร์โวมอเตอร์อีกตัวหนึ่งทำการหมุนขาเพื่อเคลื่อนย้ายตำแหน่งเท้าของหุ่นยนต์

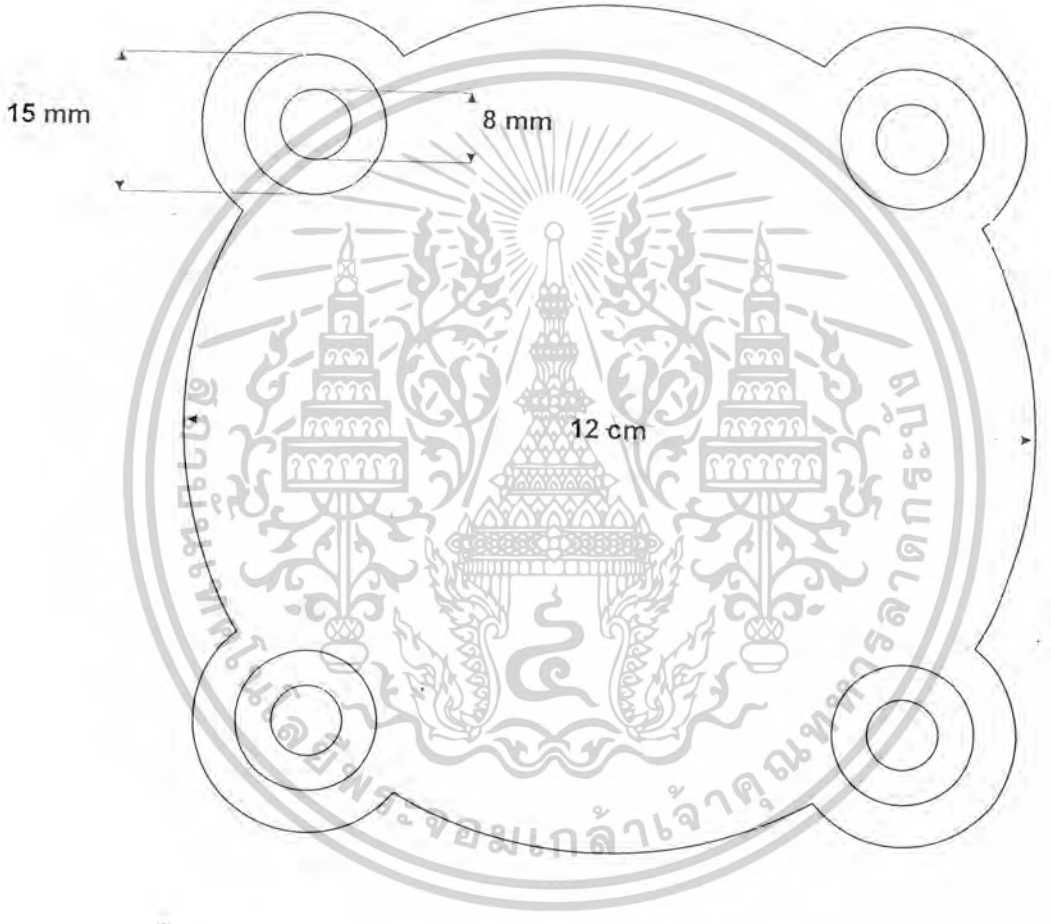
วัสดุที่ใช้สร้างแผ่นพลาสติกซิลิโคนจะนำมาสร้างเป็นตัวหุ่นและขาหุ่น เนื่องจากมีคุณสมบัติเหนียวทนทาน น้ำหนักเบา และตกแต่งง่าย ส่วนจุดหมุนเราใส่ลูกปืนแบริ่งขนาด 8 ม.ม. เพื่อลดแรงเสียดทานของจุดหมุน

แผ่นลำตัวของหุ่นยนต์มีลักษณะเป็นวงกลม ทำหน้าที่ยึดขาทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยจัดวางขาให้สมมาตรดังรูปที่ 2.10 ด้านบนของลำตัวมีพื้นที่สำหรับจัดวางอุปกรณ์ควบคุม ลำตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

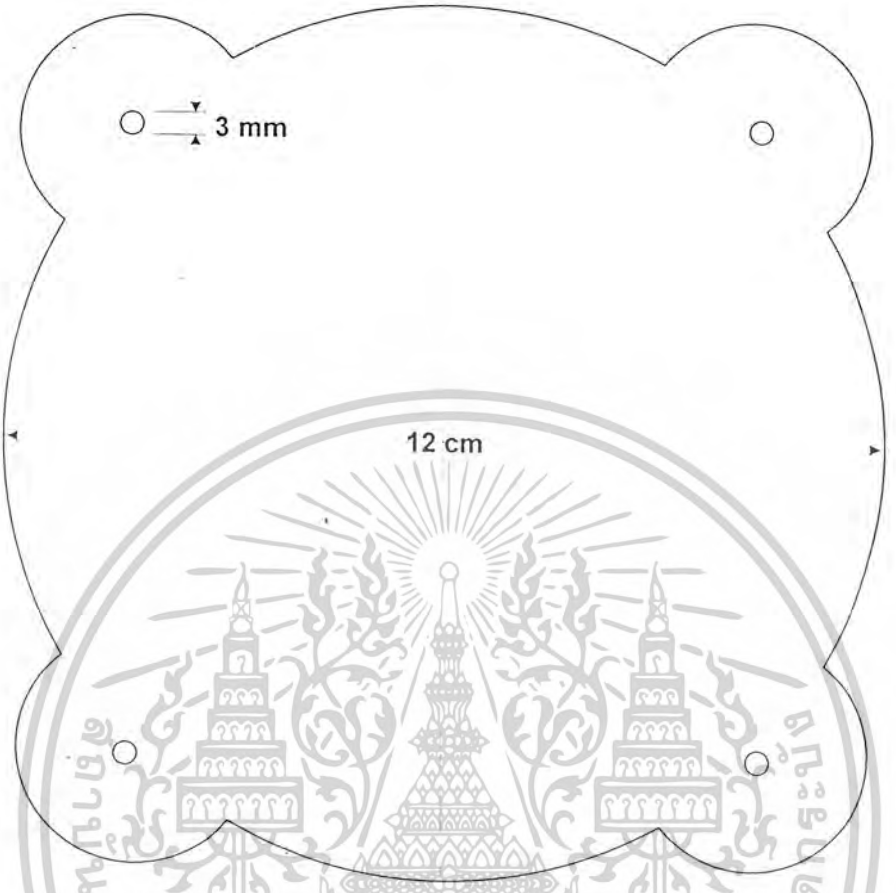
ของหุ่นมีความกว้าง 12 ซ.ม. (ไม่รวมความยาวของขา)

การยึดขาเข้ากับลำตัวหุ่นจะใช้แผ่นยึดลำตัวสองแผ่นประกบด้านบนและด้านล่างเพื่อยึดจุดหมุนส่วนขาให้มีความควบคุมคงที่ ตำแหน่งแต่ละขาวางห่างกัน ที่ 90 องศา ช่องว่างกลางลำตัวระหว่างแผ่นยึดลำตัวทั้งสองสามารถวางแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับส่วนควบคุมและส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ได้



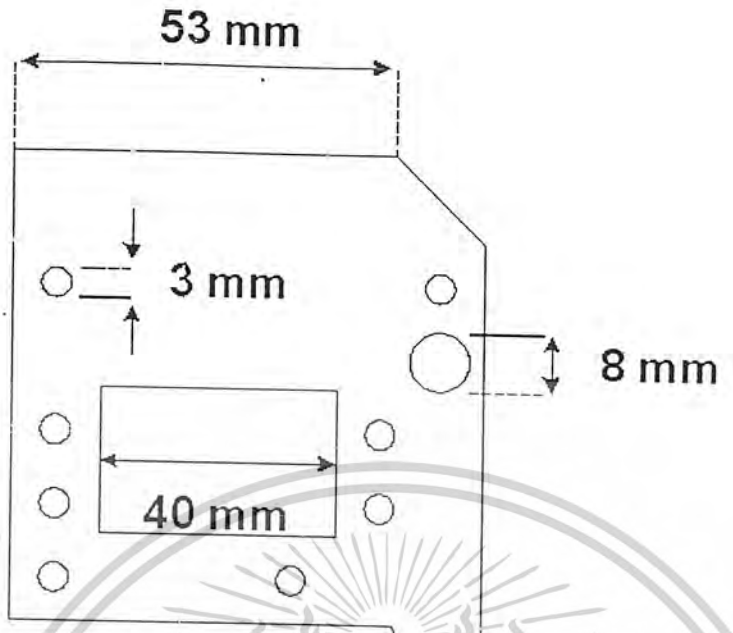
รูปที่ 2.10 แผ่นลำตัวหุ่นด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

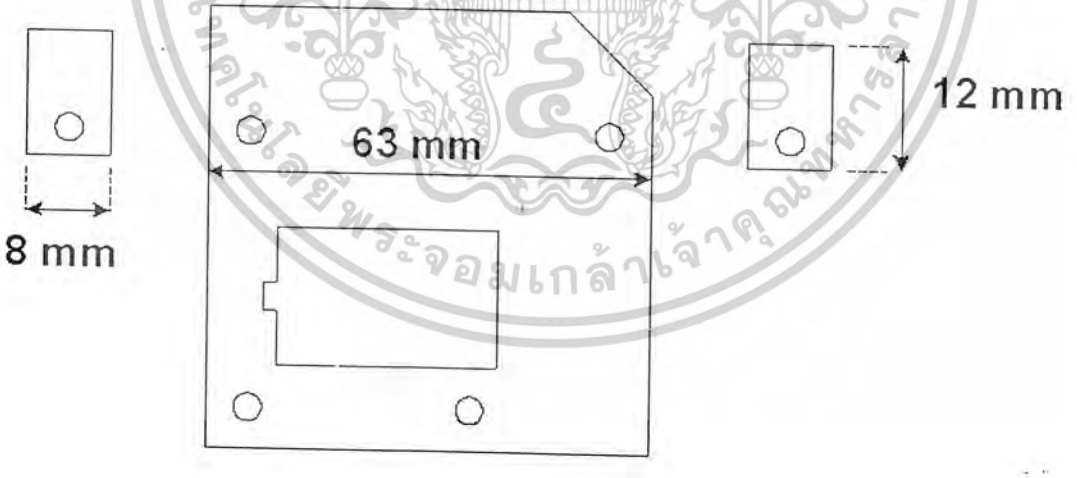


รูปที่ 2.11 แผ่นลำตัวหุ่นด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

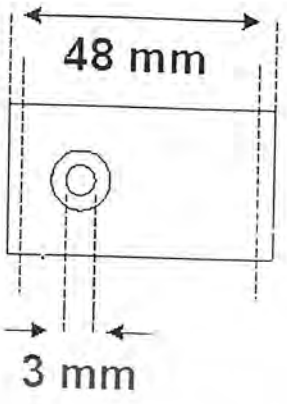


ก.



ข.

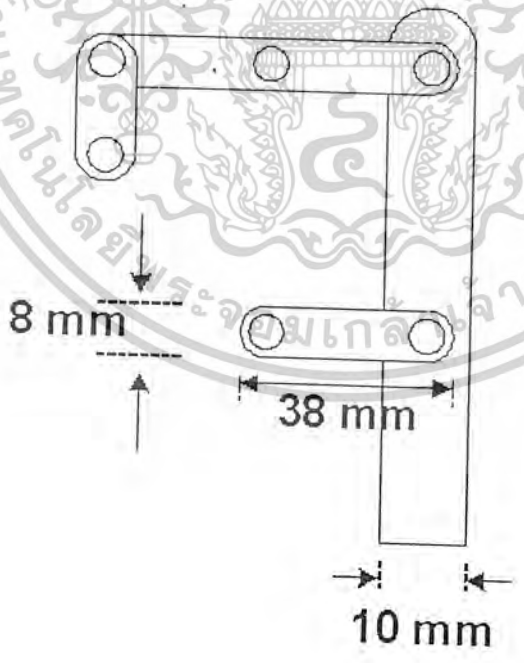
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค.

รูปที่ 2.12 แท่นยึดเซอร์โว ก,ข,ค

ส่วนประกอบของขาเป็นส่วนที่มีความละเอียดอ่อนที่สุด ประกอบด้วยจุดหมุน 6 จุด ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.13 โดยจะใส่ลูกปืนแบริ่งเพื่อลดแรงเสียดทานขณะที่หมุนที่จุดที่มีลักษณะเหมือนกานจะฝังลงไปในชิ้นส่วนของแท่นยึดแกนหมุน



รูปที่ 2.13 ขาหุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

3.1 ทฤษฎีอินฟราเรด

เหตุผลที่เราเลือกใช้แสงในการสื่อสารทางโทรคมนาคมนั้นมีเหตุผลใหญ่ ๆ 2 ประการคือ

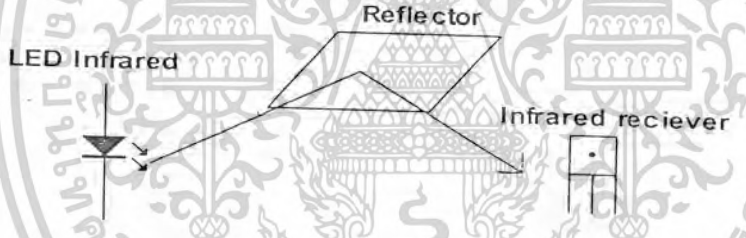
1. สามารถป้องกันการแทรกสอดต่าง ๆ ทั้งยังทำให้เกิดความปลอดภัยในการสื่อสาร
2. สัญญาณภายนอกต่าง ๆ เช่นจากมอเตอร์ ไม่สามารถที่รบกวนได้

สำหรับย่านความถี่แสงที่เราใช้ส่งนี้จะใช้แสงย่านอินฟราเรด

อุปกรณ์ทางแสง

1. อุปกรณ์ตรวจจับแบใช้หลักการสะท้อนของแสง (Reflective Optical Sensors)

อุปกรณ์ในการตรวจจับแบใช้หลักการสะท้อนของแสงมีข้อดี ในการกำหนดพื้นที่การทำงานเพื่อใช้ตรวจสอบเส้นทางได้อย่างแน่นอน ทำให้การออกแบบระบบสามารถทำได้ง่ายและเกิดความผิดพลาดน้อยมาก มีหลักการในการปล่อยแสงและรับแสงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตัวตรวจจับแบบใช้หลักการสะท้อนของแสง

จากรูปที่3.1 จะเห็นได้ว่าส่วนของการตรวจจับเส้นทางประกอบไปด้วย LED อินฟราเรด (Infrared LED) และโฟโต้โมดูล (Photo Modules) ซึ่งมีการจัดวางอุปกรณ์ทั้งสองในตำแหน่งที่หันเหทิศทางไปในทางเดียวกัน การตรวจจับจะอาศัยวัสดุที่สะท้อนแสงได้ เช่น โลหะสะท้อนแสง ซึ่งถูกรียกว่าตัวสะท้อนแสง (Reflector) มาวางไว้บริเวณด้านหน้าของตัวตรวจจับในระยะที่สามารถทำงานได้ ลำแสงอินฟราเรดจาก LED จะท้อนกลับมายังโมดูลตัวรับแสงอินฟราเรด ส่งผลให้วงจรที่ใช้ในการตรวจจับเส้นทางแสดงเอาท์พุทลอจิกออกมา ซึ่งระดับลอจิก (Logic) ที่ได้จะมีค่าที่แน่นอน อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจะใช้เวลามาก ทำให้รูปคลื่นของสัญญาณที่ได้ไม่เกิดการบิดเบี้ยว เนื่องจากการทำงานอาศัยหลักการสะท้อนของแสงทำให้มีประสิทธิภาพสูง ตัวตรวจจับประเภทนี้จึงนิยมถูกนำมาออกแบบใช้งานกับระบบตัวตรวจจับ 2 ชุด เพราะสามารถนำมาติดตั้งกับจานเข้ารหัสที่ติดตัวสะท้อนแสงได้หลายรูปแบบ เช่น ติดตั้งในด้านเดียวกันแต่คนละตำแหน่ง หรือติดตั้งด้านหลังของจานเข้ารหัสก็ได้ ทำให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากยิ่งขึ้น

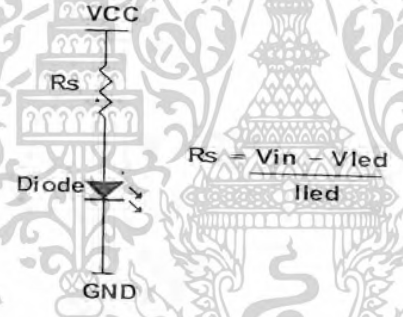
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. อินฟราเรด LED (Infrared LED)

แรงดันตกคร่อมที่รอยต่อ P N ของไดโอด (Diode) ต้องมีค่ามากกว่าแรงดันขีดเริ่ม (Threshold Voltage) จึงจะสามารถทำให้ไดโอดนำกระแสได้ สำหรับซิลิคอนไดโอดแรงดันขีดเริ่มจะมีค่าประมาณ 0.6 โวลต์ ส่วนLED ที่ให้แสงในย่านที่สามารถมองเห็นได้ ถ้าทำจากสาร GaP ซึ่งให้แสงสีเขียว จะมีค่าแรงดันขีดเริ่มประมาณ 2.1 โวลต์ ถึง 2.8 โวลต์ ถ้าเป็น LED ที่ทำจาก AlGaAs ให้แสงสีแดง มีแรงดันทำงาน 1.75 ถึง 2.5 โวลต์ ส่วนแอลอีดีที่ให้แสง ใกล้ย่านอินฟราเรดทำจากสาร GaAs มีแรงดันทำงาน 1.5 โวลต์ โดยให้แสงที่มีความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร และถ้าทำจาก AlGaAs จะได้แสงความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร ที่แรงดัน 1.75 โวลต์

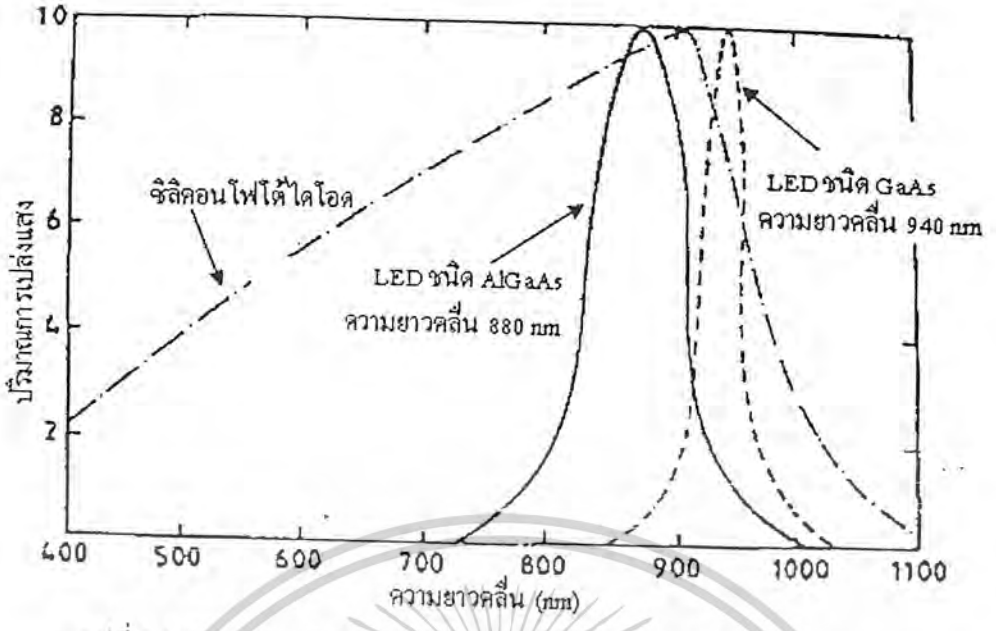
พลังงานที่ได้จากการเปล่งแสงของแอลอีดีหาได้จากกระแสไบอัสตรงของไดโอดและต้องระมัดระวังไม่ให้กระแสส่วนนี้มีค่าสูงจนเกิดความร้อนอันจะทำอันตรายต่อไดโอดจึงจำเป็นต้องมีการต่อตัวต้านทานอนุกรมที่เหมาะสม เพื่อจำกัดกระแสทำให้สามารถใช้งานแอลอีดีได้อย่างต่อเนื่อง รูปที่ 3.2 แสดงการจำกัดกระแสเบื้องต้นของแอลอีดีโดยสามารถคำนวณได้จากสูตร



รูปที่ 3.2 การจำกัดกระแสของแอลอีดีเบื้องต้น

สิ่งที่สำคัญที่สุดของแอลอีดีอินฟราเรดกำลังงานสูงคือ ชิ้นสาร AlGaAs ที่ให้ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร และสาร GaAs ซิลิคอนไดโอดที่ให้แสงความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.3 คือกราฟสเปกตรัมที่เปรียบเทียบความยาวคลื่นกับการเปล่งแสงของแอลอีดีทั้ง 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61774



รูปที่ 3.3 การเปล่งแสงของแอลอีดีแบบ GaAs และ AlGaAs

ซิลิคอนแอลอีดีที่ทำจาก GaAs ให้กำลังงานประมาณ 5 มิลลิวัตต์ ที่กระแสไบอัสตรง 100 มิลลิแอมป์ แอลอีดีที่ทำจาก AlGaAs จะให้กำลังงานเป็น 2 เท่า เมื่อให้กระแสไบอัสตรงค่าเดียวกัน ข้อที่ดีกว่าอีกประการหนึ่งของ แอลอีดีชนิด AlGaAs คือ มี rise time และ fall time ที่เร็วกว่าคือ ประมาณ 0.5 ไมโครวินาที ในขณะที่ GaAs ซิลิคอนไดโอดมีค่า 1.5 ไมโครวินาที

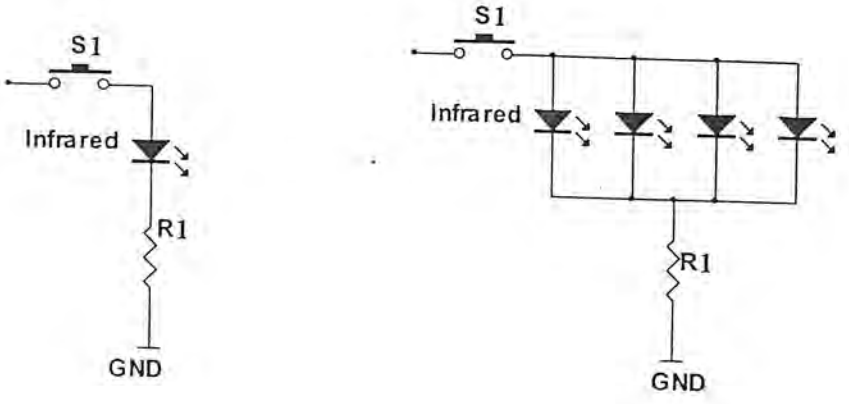
ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ การเปล่งแสงแอลอีดีที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร (AlGaAs) จะใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ซิลิคอนโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) มีความไวสูงสุดจึง เป็นการเหมาะสมที่จะใช้แอลอีดีที่มีความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร แทนแอลอีดีที่มีความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร

นอกจากนั้น แอลอีดีที่ให้ความยาวคลื่นแสง 880 นาโนเมตร ยังไม่ถูกดูดกลืนโดยละอองน้ำ เหมือนแอลอีดีที่ให้ความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร จึงสามารถนำไปใช้ในการตรวจจับไอน้ำใน อากาศแอลอีดีชนิด 940 นาโนเมตร ไม่เหมาะกับการสื่อสารด้วยแสงภายนอกเพราะจุดอ่อนเรื่อง การถูกดูดกลืนด้วยไอน้ำในอากาศนั่นเอง ส่วนแอลอีดีชนิดซิลิคอนที่ทำจาก GaAs มักจะใช้เป็น แหล่งกำเนิดแสงย่านอินฟราเรด

3. ระบบอินฟราเรด

การใช้แสงอินฟราเรดเป็นสัญญาณควบคุมสามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสง จากภายนอกอื่น ๆ ลงไปได้ ยิ่งกว่านั้นวงจรใช้งานระบบอินฟราเรดเป็นวงจรที่ง่ายและไม่ ซับซ้อนมีความเชื่อถือได้สูงในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(A) (B)

(A) การไบอัสอินฟราเรดธรรมดา

(B) การไบอัสอินฟราเรดเพื่อปริมาณความเข้มแสง

รูปที่ 3.4 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย

การส่งสัญญาณแสงอินฟราเรดสามารถกระทำได้ด้วยวงจรง่าย ๆ ดังรูปที่ 3.4 (A) ซึ่งประกอบด้วย LED ที่เปล่งแสงในย่านอินฟราเรดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยมีความต้านทาน R_1 ทำหน้าที่จำกัดกระแส

สัญญาณแสงที่ส่งออกมาโดย LED เพียงตัวเดียวจะเหมาะกับการใช้งานในระยะใกล้ไม่กี่เมตรเท่านั้น การเพิ่มกำลังส่งของอินฟราเรดให้ไปได้ไกลขึ้นทำได้โดยใช้ LED หลายตัวต่อขนานกันดังรูป 3.4 (B) ปัจจุบันมี LED ย่านอินฟราเรดรุ่นใหม่ที่ให้กำลังส่งหรือความเข้มแสงสูงพอช่วยให้ส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าเดิม

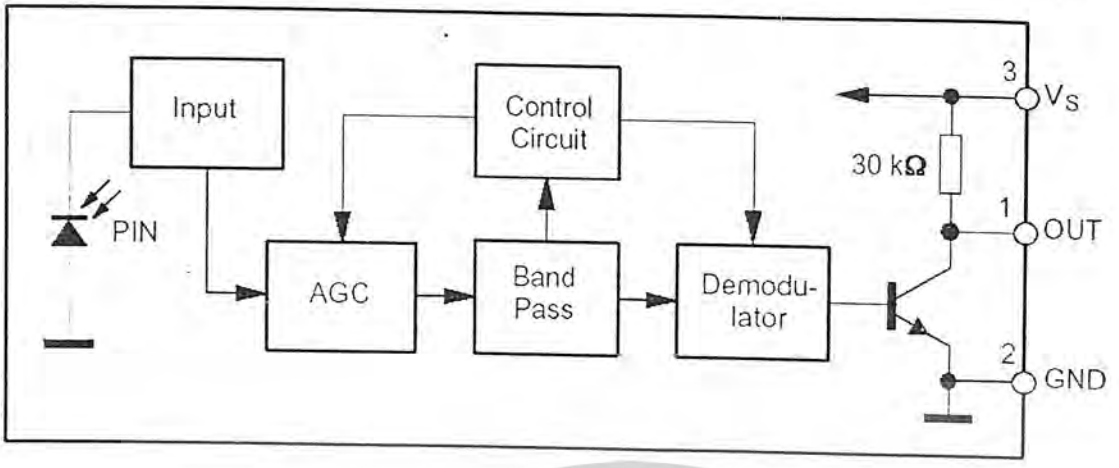
3.1.1 วงจรภาครับของระบบอินฟราเรด

3..1.1.1 โฟโต้โมดูล (Photo Modules)

โฟโต้โมดูลเบอร์ TSOP 4838 ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการรับส่งสัญญาณอินฟราเรด โดยมีการใช้งานร่วมกับ LED อินฟราเรด ซึ่งอาศัยสัญญาณดิจิตอลทางด้านอินพุทไปควบคุมวงจรทางด้านเอาท์พุท

ภายในโฟโต้โมดูลประกอบไปด้วย Pin Diode และวงจร Pre – Amplifier มีโครงสร้างภายในดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

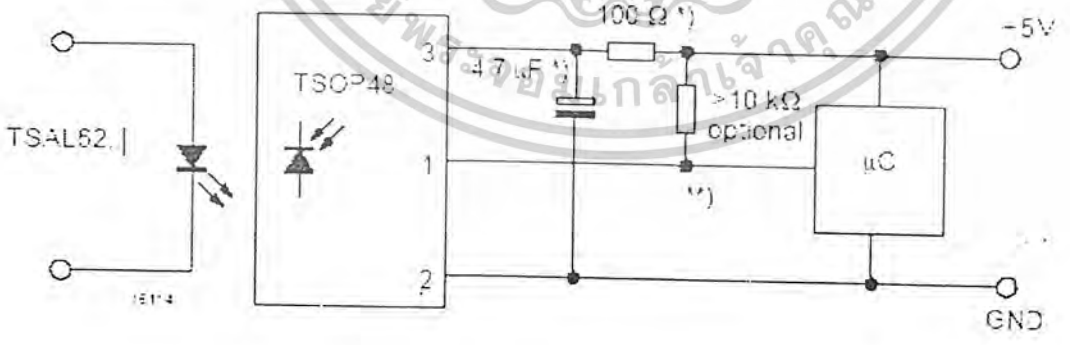


รูปที่3.5 โครงสร้างภายในของโฟโต้โมดูล

คุณสมบัติของโฟโต้โมดูล

- มีวงจร Photo Detector และ Pre – Amplifier ภายในตัว
- มีวงจร Band Pass Filter สำหรับกรองความถี่ใช้งาน
- รักษาระดับการทำงานของวงจรต่อสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสง
- เอาท์พุททำงานที่ลอจิก "0"
- สามารถส่งข้อมูลต่อเนื่องได้ 800 บิต/วินาที
- Burst Length ที่เหมาะสมในการใช้งานต้องไม่ต่ำกว่า 10 cycle/burst

เอาท์พุทที่ได้จากโฟโต้โมดูลสามารถนำไปต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรเลอร์ได้โดยตรง มีลักษณะการต่อวงจรตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 การควบคุมด้วยสัญญาณโทนเบิรสต์ (Tone Burst)

สัญญาณโทนเบิรสต์เป็นสัญญาณที่มีการดัดแปลงรูปแบบของสัญญาณให้มีลักษณะคล้ายกับการส่งคลื่นวิทยุเพื่อป้องกันการรบกวนจากสิ่งแวดล้อมหรือจากเครื่องส่งอื่น ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงหากมีรูปแบบการเข้ารหัสเหมือนกัน

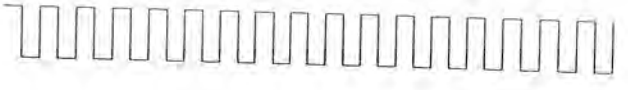
ลักษณะสัญญาณแบบโทนเบิรสต์แสดงดังรูปที่ 3.4 ซึ่งสร้างจากสัญญาณที่มีสภาวะเป็น High ของสัญญาณควบคุมแบบธรรมดา สัญญาณโทนเบิรสต์ประกอบด้วยพัลส์ความถี่สูงแบบต่อเนื่องตลอดช่วงความกว้างของบิตที่เป็น 1 ในขณะที่บิตข้อมูลอยู่ในสภาวะ Low สัญญาณที่ได้จะเหมือนเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ขั้นตอนของการเกิดสัญญาณโทนเบิรสต์แสดงดังรูปที่ 3.7

รูปที่3.7 ลักษณะสัญญาณแบบโทนเบิรสต์

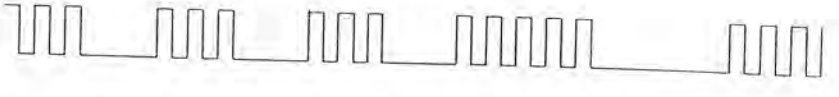
ซึ่งการกำเนิดสัญญาณโทนเบิรสต์ทำได้ดังนี้

สมมุติสัญญาณโทนเบิรสต์ที่ออกจาก TXD เป็น 35H

สัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ความถี่ประมาณ 38KHz



เมื่อนำสัญญาณทั้งคู่มารวมกันจะได้สัญญาณโทนเบิรสต์



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการเกิดสัญญาณโทนเบิรสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

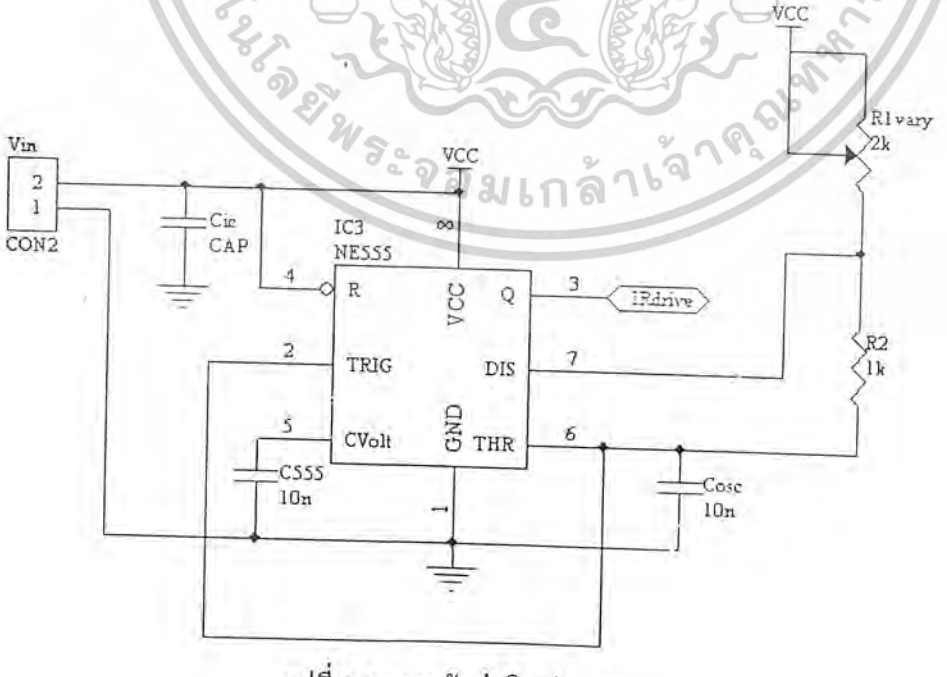
สำหรับวงจรตัวรับจะต้องทำการออกแบบให้มีการตอบสนองต่อสัญญาณโทนเบิรสต์ ช่วงความถี่ที่เหมาะสมกัน จึงสามารถออกแบบชุดรีโมตคอนโทรล ที่มีค่าความถี่ของสัญญาณโทนเบิรสต์แตกต่างกัน เพื่อนำมาควบคุมอุปกรณ์ในพื้นที่ใกล้เคียงกันได้ โดยปราศจากการรบกวนซึ่งกันและกัน

ในขณะเดียวกัน ตัววงจรส่งอาจถูกออกแบบให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่ของสัญญาณโทนเบิรสต์เป็นค่าต่าง ๆ ได้ซึ่งช่วยให้สามารถใช้เครื่องส่งเพียงตัวเดียวสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดได้พร้อมกัน

ข้อดีอีกประการของการส่งสัญญาณแบบโทนเบิรสต์ ก็คือสามารถขจัดสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้ดีมาก ตัวอย่างเช่น ระบบควบคุมที่ใช้สัญญาณแสง หรือแสงอินฟราเรดที่ส่งด้วยพัลส์ธรรมดาอาจมีแสงจากภายนอก แสงจากหลอดไฟ หรือแม้กระทั่งแสงอาทิตย์ที่เข้ารบกวนที่เครื่องรับจนอาจเกิดข้อผิดพลาดในการรับสัญญาณควบคุมได้ แต่หากมีการใช้สัญญาณโทนเบิรต์แล้วสิ่งรบกวนต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกขจัดออกไปได้โดยสิ้นเชิง

ในการส่งสัญญาณโทนเบิรสต์ จะต้องมีการเพิ่มวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่สูงเข้ามาในวงจรส่งสัญญาณควบคุมด้วย เนื่องจากสิ่งที่ถูกเพิ่มเข้ามาจากสัญญาณพัลส์ธรรมดา ก็คือ พัลส์ความถี่สูงโดยใช้ไอซียอดนิยมเบอร์ 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งสามารถนำเอาท์พุทที่ได้ไปขับ LED อินฟราเรดได้โดยตรง หรือหากต้องการเพิ่มกำลังส่งอาจใช้ทรานซิสเตอร์ขยายกำลังก่อนนำไปขับ LED อินฟราเรดก็ได้

3.วงจรภาคส่งของระบบอินฟราเรด

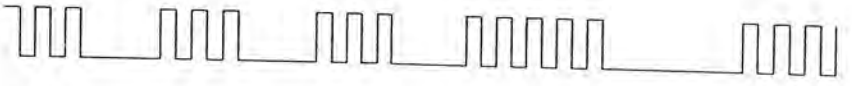


รูปที่ 3.9 วงจรตัวส่งอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

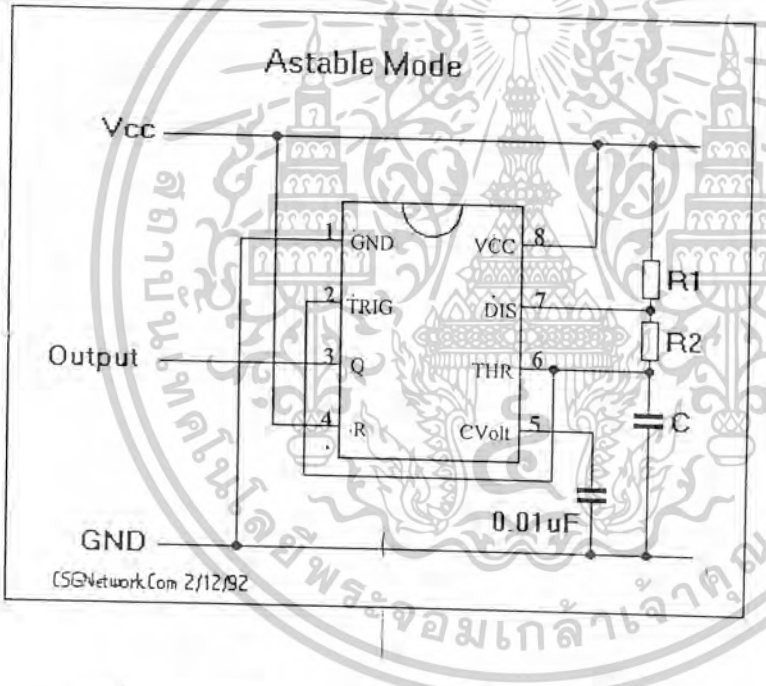
3.การออกแบบสัญญาณ Carrier 38 kHz

เราใช้ IC เบอร์555 ซึ่งต่อเป็นวงจร อะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์เพื่อสร้างเป็นสัญญาณcarrier 3 kHz ซึ่งรูปแบบของความถี่นั้นจะอยู่ในรูปของสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม ที่มีความกว้างของพัลส์ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุตของอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

จากรูปจะเห็นว่าช่วงเวลา t1และt2 เราสามารถที่จะกำหนดได้ว่าให้มีความกว้างเป็นเท่าไร โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่นเราให้มีให้ความกว้างของ t1= t2 นั่นคือ ดิวตี้ไซเคิลเท่ากับ 50% การออกแบบเราสามารถออกแบบได้ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงวงจร อะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ 38 kHz

จากสมการ $t_1 + t_2 = T = 0.693(R_1 + 2R_2)C$

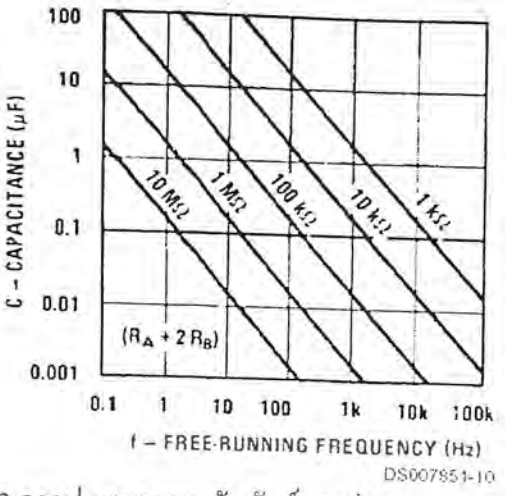
และ $F = 1.44/(R_1 + 2R_2)C$

แทนค่า F = 38 kHz จะได้

$38 \times 10^3 = 1.44/(R_1 + 2R_2)C$

จากสมการข้างต้นเรามีตัวแปร 2 ตัวคือ R และC การออกแบบเราจะทำการกำหนดค่าของ C ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า R และ C และความถี่

จากตารางเลือกค่า $C = 0.01\ \mu F$

จะได้ $38\times10^{3} = 1.44/(R_1+2R_2)\times0.01\times10^{-6}$

$R_1+2R_2 = 1.44/(38\times10^{3}\times0.01\times10^{-6})$

$= 3.8kHz$

ให้ $R_1 = 220\Omega$

$220+2R_2 = 3.8\times10^{3}$

$R_2 = (3.8\times10^{3}-220)/2$

$= 1.79k\Omega$

ค่าดิวตี้ไซเคิล $D = (R_1+R_2)/(R_1+2R_2)$

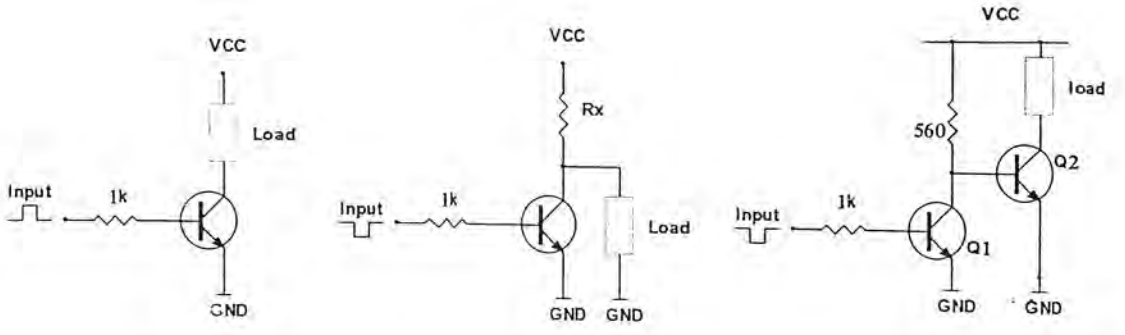
$= (220+1.79\times10^{3})/(220\times2\times1.79\times10^{3})$

$= 53\%$

3.1.1.2 วงจรจ่ายกำลังหรือวงจรขับเอาท์พุท

การนำสัญญาณควบคุมไปใช้จำเป็นต้องอาศัยชุดวงจรจ่ายกำลังสำหรับโหลดทางอินพุท เพื่อจ่ายกระแสและแรงดันที่เหมาะสมกับโหลดแต่ละชนิด หากสัญญาณควบคุมถูกใช้เพียงแค่สำหรับขับ LED ให้สว่างหรือดับเพื่อแสดงสภาวะการทำงานก็อาจนำ LED ต่อเข้าโดยตรงกับสัญญาณควบคุมได้เลย (อาจเพิ่มตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสอีกตัวหนึ่ง) แต่ถ้าหากต้องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสและแรงดันมากกว่าที่ไอซีสามารถขับได้ต้องใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์หรือเป็นตัวขยายกระแสให้กับโหลด โดยใช้สัญญาณควบคุมเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทรานซิสเตอร์อีกทอดหนึ่งโดยปกติสัญญาณควบคุมที่เรากล่าวถึงมักจะอยู่ในรูปสัญญาณดิจิตอลที่ขับออกมาจากไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) ข) ค)

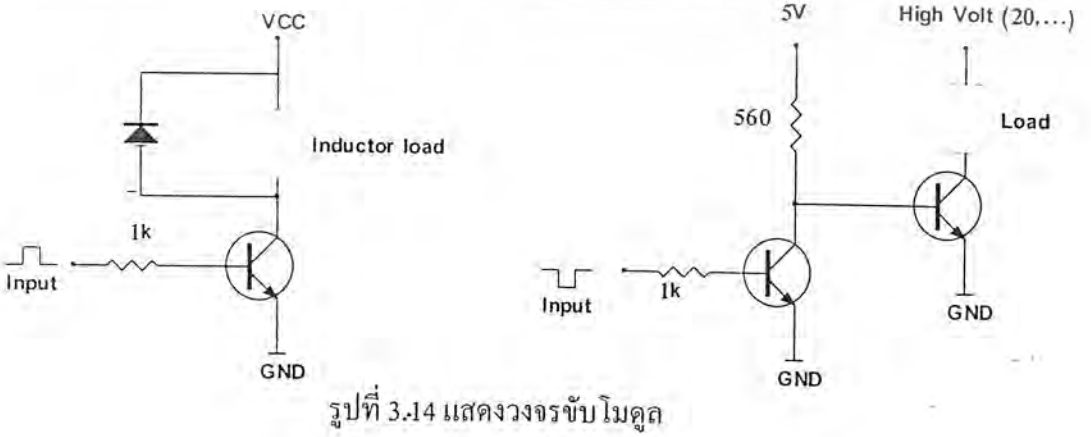
รูปที่ 3.13 วงจรขยายกำลังอย่างง่ายที่ใช้ทรานซิสเตอร์

จากวงจรจ่ายกำลังอย่างง่ายที่ใช้ทรานซิสเตอร์ในรูป ก) จะพบว่าโหลดจะทำงานเมื่ออินพุทเป็น "1" และค่าของกระแสที่โหลดต้องการจะต้องไม่เกินค่าของกระแสคอลเลคเตอร์ที่ถูกควบคุมโดยกระแสเบสซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมในรูปดิจิตอล วงจรนี้สามารถใช้กับโหลดที่กินได้หลายแอมแปร์ เช่น ทรานซิสเตอร์กำลังสูงเบอร์ 2N3055 สามารถจ่ายกระแสให้โหลดได้มากถึง 15 แอมแปร์

สำหรับวงจรในรูป ข) มีหลักการทำงานตรงข้ามกับรูป ก) คือโหลดจะทำงานเมื่อสัญญาณอินพุทเป็น "0" ซึ่งทรานซิสเตอร์จะ ไม่ทำงาน ทำให้มีแรงดันตกคร่อมโหลดสูงเกือบเท่ากับแหล่งจ่ายไฟ VCC ทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน Rx ผ่านโหลดครบวงจร ในขณะที่อินพุทเป็น "1" ทรานซิสเตอร์จะทำงานทำให้แรงดันตกคร่อมโหลดเป็นศูนย์จึงไม่มีกระแสไหลผ่านโหลด

ส่วนวงจรในรูป ค) นั้นเป็นการรวมการทำงานในรูป ก) และ ข) เข้าด้วยกันคือเมื่ออินพุทเป็น "0" ทำให้ Q_1 ไม่ทำงานจะมีแรงดันตกคร่อม (V_{CE}) สูงเกือบเท่าแหล่งจ่ายไฟ ทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน 500 โอห์ม ไบอัสให้ขาเบสของ Q_2 ทำให้ Q_2 ทำงานมีกระแสไหลผ่านโหลด แต่เมื่อสัญญาณอินพุทเป็น "1" จะทำให้ Q_1 ทำงาน มีแรงดันตกคร่อม V_{CE} ของ Q_1 เป็น 0 โวลต์ ทำให้ Q_2 ที่ขาเบสได้รับการไบอัสย้อนกลับ จึงไม่มีกระแสไหลผ่านโหลด

ข้อสังเกต ในการใช้ทรานซิสเตอร์กำลังสูงกับโหลดที่ต้องการจ่ายแรงดันหรือกระแสมาก ๆ อาจต้องมีการใส่แผ่นระบายความร้อน (Heat sink) ให้กับทรานซิสเตอร์



รูปที่ 3.14 แสดงวงจรขับโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่โหลดเป็นอุปกรณ์ประเภทตัวเหนี่ยวนำ เช่น ขดลวดในรีเลย์ มอเตอร์ไฟฟ้าหรือกระดิ่งไฟฟ้าเมื่อมีการไฟเข้าไป มันจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นรอบขดลวดนั้นและขณะที่ขดลวดเริ่มทำงานหรือหยุดทำงาน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กกะทันหันขึ้นที่ขดลวด และจะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า (Electromotive Force: EMF) หรือเกิดการไหลย้อนกลับของแรงดันไฟฟ้านั่นเอง ซึ่งขนาดของแรงดันไฟฟ้าค่านี้จะมีค่าสูงมาก อาจเป็นอันตรายต่อวงจรควบคุมได้ โดยเฉพาะตัวทรานซิสเตอร์ที่ขับโหลดจะเป็นอุปกรณ์ตัวแรกที่เกิดการเสียหาย เนื่องจากกระแสและแรงดันที่ไหลย้อนกลับมานั้นมีทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสและแรงดันเดิม จึงทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับขดลวดได้รับความเสียหาย

แต่มีวิธีแก้ไขได้โดยการดิสชาร์จกระแสที่ไม่ต้องการเหล่านี้ออกไปโดยใช้ไดโอดต่อคร่อมกับโหลดประเภทตัวเหนี่ยวนำ ในทางปฏิบัติอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการการควบคุมจะต้องใช้แรงดันค่อนข้างสูงโดยต้องมีค่าสูงกว่าแรงดันที่ใช้ควบคุม เช่น ใช้ไฟบ้าน 220 โวลต์ จึงมักนิยมใช้โหลดเป็นอุปกรณ์ประเภทรีเลย์เพื่อทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด – ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อ

3.2 ทฤษฎีโครงประสาทเทียม

หุ่นยนต์แมลง 4 ขา ที่ควบคุมด้วยระบบโครงข่ายประสาทเทียมนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 4 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะทำงานแทนขาแต่ละขาของหุ่นและทำงานเป็นอิสระต่อกัน โดยที่ทุกๆเซลล์ได้รับอินพุทค่าเดียวกัน จากนั้นแต่ละเซลล์จะนำค่าอินพุทและค่าเอาท์พุทของเซลล์อื่นๆเข้ามาแล้วทำการเปรียบเทียบกับค่าในตารางซึ่งเป็นค่าที่เซลล์แต่ละเซลล์ได้เรียนรู้แล้ว(learned) ถ้าเท่ากันก็จะส่งค่าเอาท์พุทออกมา ถ้าค่าที่ได้รับมาไม่เท่ากันก็จะส่งค่าที่ใกล้เคียงที่สุดออกมาในกรณีนี้หุ่นจะเดินไม่ถูก state แต่หลังจากที่แต่ละเซลล์ให้เอาท์พุทออกมาแล้วก็จะทำให้ได้ค่าใหม่เป็นอินพุทซึ่งตอนนี้นี่เองที่ทำให้เมื่อนำค่าที่ได้มาเทียบตารางก็จะเป็นค่าที่ตรงกัน

การทำงานของหุ่นจะเป็นแบบ state transition machine คือทำงานทีละ state เป็นจังหวะที่ต่อเนื่องกันไปและใช้ state ที่แล้วมาเป็นตัวอ้างอิง กล่าวคือค่าเอาท์พุทที่ออกมาจะได้มาจากค่าเอาท์พุทของ state ขณะนั้น โดยพิจารณาว่าขณะนี้ตำแหน่งของขาอยู่ที่ไหน (ลักษณะ state เป็นอย่างไร) จากนั้นรับค่าอินพุทเข้ามาแล้วพิจารณาว่าตำแหน่งของขาเป็นอย่างนี้ รับอินพุทมาอย่างนี้ จะให้เอาท์พุทอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการนี้เริ่มต้นต้องมีการคิดรูปแบบการเดินของหุ่นออกมาเป็น state การเดินแบบต่างๆ เช่น การเดินหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เป็นต้นแล้วเราก็จะพบว่าในการเดินแบบต่างๆของหุ่น มีขาใดที่ทำงานบ้างแล้วนำมาเขียนแสดงเป็นตารางการทำงานข้างล่าง

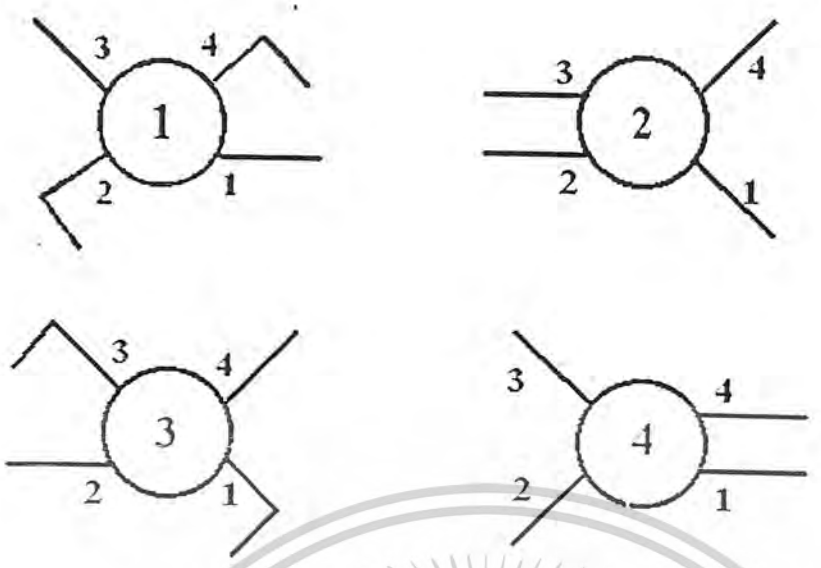
Mode ทำงาน	State ที่	ขา1		ขา2		ขา3		ขา4	
		เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง
เดินหน้า	1	0	0	0	1	0	0	0	1
	2	1	0	1	1	1	0	1	1
	3	0	1	0	0	0	1	0	0
	4	1	1	1	0	1	1	1	0
ถอยหลัง	1	0	1	0	0	0	1	0	0
	2	1	1	1	0	1	1	1	0
	3	0	0	0	1	0	0	0	1
	4	1	0	1	1	1	0	1	1
เดินซ้าย	1	0	1	0	0	0	1	0	0
	2	1	1	1	0	1	1	1	0
	3	0	0	0	1	0	0	0	1
	4	1	0	1	1	1	0	1	1
เดินขวา	1	0	0	0	1	0	0	0	1
	2	1	0	1	1	1	0	1	1
	3	0	1	0	0	0	1	0	0
	4	1	1	1	0	1	1	1	0

* ค่า state เท่ากับ "1" หมายความว่า เซอร์โวมอเตอร์ตัวนั้นมีการเปลี่ยนตำแหน่ง

* ค่า state เท่ากับ "0" หมายความว่า เซอร์โวมอเตอร์ตัวนั้นไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่ง

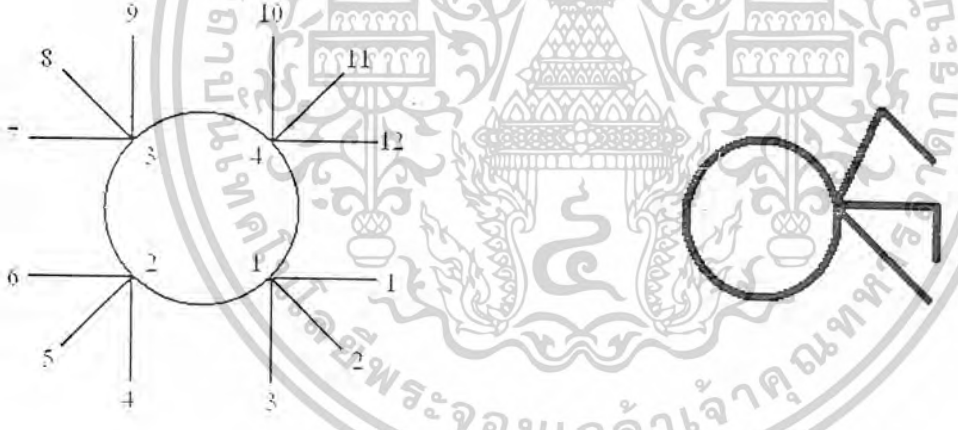
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงสถานะทั้งหมดในการเดินของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการเดินหน้า

และเมื่อเราเขียน state การเดินทุกแบบแล้วจะได้ลักษณะการก้าวขาและการยกขาของขาแต่ละขาออกมา ดังนี้



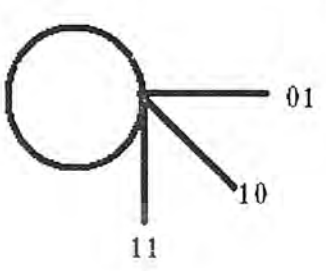
รูปที่ 3.16 แสดงสถานะขาหุ่นในสภาวะต่างๆ

ซึ่งพบว่าการก้าวขาแต่ละขาจะมีตำแหน่งในการก้าวขาอยู่ 3 ตำแหน่งและการยกขาอยู่ 3 ตำแหน่ง นั่นแสดงว่าต้องใช้บิตควบคุมทั้งหมด 4 บิต (มอเตอร์ตัวบน 2 บิต มอเตอร์ตัวล่าง 2 บิต)

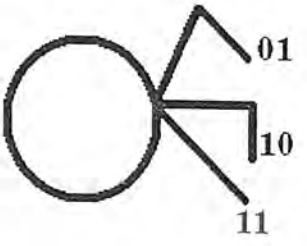
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การทำงานของแต่ละเซลล์

จากนี้ไปจะเป็นการอธิบายการทำงานของนิวรอนแต่ละเซลล์ ซึ่งขอยกตัวอย่างการทำงานของขาที่ 1 โดยแทนค่าบิตควบคุมในแต่ละตำแหน่งของขา 1 โดยแยกเป็นมอเตอร์ตัวบนและมอเตอร์ตัวล่าง ดังนี้



UP



DOWN

รูปที่ 3.17 ประกอบการอธิบายนิวรอนเซลล์ที่ 1

จาก state การเดินทั้งหมดก่อนหน้านี้ เมื่อนำมาพิจารณาเฉพาะของขาที่ 1 โดยใส่บิตควบคุมแล้วพิจารณาตำแหน่งของขาที่ state การเดินต่างๆจะพบว่ามีค่าการเดินดังนี้

Mode ทำงาน	State ที่	เซอร์โวตัวบน	เซอร์โวตัวล่าง	Mode ทำงาน	State ที่	เซอร์โวตัวบน	เซอร์โวตัวล่าง
เดินหน้า	1	01	11	เดินซ้าย	1	10	10
	2	10	11		2	11	11
	3	10	10		3	11	11
	4	01	11		4	10	11
ถอยหลัง	1	01	01	เดินขวา	1	11	01
	2	10	11		2	10	11
	3	10	11		3	10	11
	4	01	11		4	11	11

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสถานะทั้งหมดในการเดินของเซลล์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่เราได้ลักษณะการเดินและค่าบิตควบคุมต่างๆมาแล้วขั้นตอนที่สำคัญต่อไปก็คือการนำค่าเอาท์พุทจากเซลล์อื่นๆมาเก็บในตารางเพื่อเป็นตัวชี้ค่าเอาท์พุทของ state ต่างๆซึ่งตารางนี้นี่เองที่เรียกว่าตาราง state ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของนิวรอนแต่ละเซลล์

การจัดเก็บค่าเอาท์พุทจากเซลล์อื่นในแต่ละเซลล์จะแตกต่างกันเล็กน้อยโดยมีลักษณะดังนี้

Cell selft+3	Cell selft+2	Cell selft+1	Selft	Input	Output

เมื่อ

Selft : คือค่าเอาท์พุทของเซลล์นั้นๆที่เป็นบิตควบคุมในเวลา t-1

Cell selft + n: คือค่าเอาท์พุทของเซลล์อื่นที่เป็นบิตควบคุมในเวลา t-1

Input : คือค่าที่รับจากภายนอกเช่นพวกเซนเซอร์ต่างๆ

Output : คือค่าเอาท์พุทของเซลล์นั้นๆที่เป็นบิตควบคุมในเวลา t

การเก็บค่าก็ทำได้โดยอ่านค่าจากพอร์ตเข้ามาค่าของ Cell selft+2 และ Cell selft+1 จะถูกกำหนดให้เข้ามาที่พอร์ต 1 ส่วนค่า Cell selft+3 จะเข้ามาที่พอร์ต 2 แล้วค่าที่ได้จะถูกเก็บตามลำดับข้างบน ดังนั้นจากตารางแสดงสถานะที่ 3.1 เมื่อแทนค่าบิตควบคุมแล้วมาสร้างตารางstateการเดินที่รับค่าของอินพุท และเอาท์พุทของแต่ละเซลล์เข้ามาด้วยจะได้ดังนี้

output	cell4	cell3	cell2	self	command
1011	1101	1011	1010	0111	0000
1010	1011	0111	1111	1011	0000
0111	1011	0101	1111	1010	0000
0111	1111	1011	1011	0111	0000
1011	1111	1010	1011	0101	0001
1011	1011	0111	1111	1011	0001
0111	1010	0111	1101	1011	0001
0101	1111	1011	1011	0111	0001
1111	0111	1101	1011	1010	0010
1111	1011	1011	0111	1111	0010
1011	1010	1011	0101	1111	0010
1010	0111	1111	1011	1011	0010
1011	1011	1010	0111	1101	0011
1011	0111	1111	1011	1011	0011
1111	0101	1111	1010	1011	0011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1101	1011	1011	0111	1111	0011
1011	1101	1011	1011	0111	0100
1011	1011	1111	1111	1011	0100
1011	1011	0101	1111	1011	0100
1111	1011	0111	1101	1011	0100
0101	1111	1011	1011	1111	0100
0111	1111	1011	1011	0101	0100
0111	1011	0101	1111	1011	0101
0111	0111	1011	1011	0111	0101
0101	1101	1011	1011	0111	0101
1011	1111	1011	1011	0101	0101
1011	1011	0111	0111	1011	0101
1011	1011	0111	0111	1011	0101
self	xx	xx	Xx	self	0110

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่า state การเดิน

3.2.2 การทำงานของโปรแกรม

1 เริ่มต้นจะรับค่าอินพุทจากเซนเซอร์ต่างๆเข้ามาทางพอร์ต 3 แล้วทำการตีค่าว่าจะให้ทำการเดินไปในทิศทางใด ค่าอินพุทที่เข้ามานั้นมาจาก 2 แหล่งคือจาก Computer และเซนเซอร์อินฟราเรดซึ่งตีความหมายได้ดังนี้

จาก Computer	ความหมาย	เซนเซอร์อินฟราเรด			ความหมาย
		R	L	M	
000	เดินหน้า	000			หยุด
001	ถอยหลัง	001			หยุด
010	เดินทางซ้าย	010			ไปทางซ้าย
011	เดินทางขวา	011			ไปทางซ้าย
100	เลี้ยวซ้าย	100			ไปทางขวา
101	เลี้ยวขวา	101			ไปทางขวา
110	หยุด	110			*** ดูอินพุทจาก Com
		111			ดูอินพุทจาก Com

*** ดูอินพุทจาก Com แต่ไม่เดินหน้า

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงค่าอินพุทและความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นก็ตีความหมายของของค่าอินพุทตามตารางโดยดูอินพุทจากเซนเซอร์อินฟราเรดเป็นหลักเนื่องจากเป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวาง หากไม่มีสิ่งกีดขวางแล้วค่อยดูค่าจาก Computer ว่าให้เดินไปทางไหน ค่าที่ตีความหมายแล้วนี้จะมีค่าเป็นเลขไบนารี 4 บิต ซึ่งก็คือค่า command ที่อยู่ในตารางที่ 3.4 นั่นเอง

2 หลังจากนั้นก็เก็บค่าเอาท์พุทที่มาจากเซลล์ต่างๆรวมทั้งค่าอินพุทเข้ามาเก็บไว้ในตัวแปรตัวแปรหนึ่งที่ชื่อ input เรียงตามลำดับซึ่งก็คือค่า cell4, cell3, cell2,self นั่นเอง ตัวอย่างเช่น

สมมุติว่าค่าเอาท์พุทจากเซลล์ 4 เท่ากับ 1101 อ่านค่าเอาท์พุทจากเซลล์ 3 ได้เท่ากับ 1011 อ่านค่าเอาท์พุทจากเซลล์ 2 ได้เท่ากับ 1011 อ่านค่าเอาท์พุทจากเซลล์ 1 (ตัวเองหรือ self) ได้เท่ากับ 0111 อ่านค่าอินพุท ได้เท่ากับ 0101 เรียงค่าโดย (เซลล์ 4 x 0xffff)+(เซลล์ 3 x 0xfff)+(เซลล์ 2 x 0xff)+(self x 0xf)+ค่าอินพุท ซึ่งได้เท่ากับ '1101101110110111010 1' แล้วนำค่าที่ได้เก็บในตัวแปร input

3 ทำการวนลูปเปิดค่าในตารางเรียนรู้ที่อยู่ในตัวคอนโทรลตั้งแต่ค่าแรกวนไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าที่ได้จะเท่ากับค่าในตัวแปร input หรือจนกว่าจะถึงค่าสุดท้ายโดยให้ pointer เป็นตัวชี้ค่าที่อยู่ในตารางออกมาแล้วตัดค่า output ออกไปก่อนที่จะนำมาเทียบกับตัวแปร input เช่น เปิดตารางได้ค่า ' 0101110110111011011101 01 ' ตัดค่า output ออกโดย นำมาแอนกับค่า 0xfffff แล้วจะได้ '1101101110110111010 1' จากนั้นเก็บค่าในตัวแปร compare

4 เปรียบเทียบค่า input กับค่า compare ที่เปิดได้ในตารางว่าตรงกันหรือไม่ถ้าเท่ากันก็ให้ค่าเอาท์พุทที่ได้ออกมาโดยเอาค่าในตำแหน่งที่ pointer ชี้อยู่มาตัดให้เหลือแต่ค่า output ดังนี้ เปิดตารางได้ค่า ' 0101110110111011011101 01 ' นำมาแอนกับค่า 0xf00000 แล้วหารด้วยค่า 0xfffff จะเหลือค่าเอาท์พุทคือ ' 0101 '

5 นำค่าเอาท์พุทที่ได้มาตีความว่าควรขับมอเตอร์ตัวใดก่อน ตัวใดหลัง ขับด้วยค่าพัลส์เท่าใดเช่นค่า เอาท์พุทมีค่า " 0101 " หมายความว่ามอเตอร์ตัวบนอยู่ที่ตำแหน่ง 01 ซึ่งต้องจ่ายพัลส์ที่มีคาบเวลา t_{on} เท่ากับ 0.6 ms ทุกๆ 20 ms มอเตอร์ตัวล่างอยู่ที่ตำแหน่ง 01 เช่นกันซึ่งต้องจ่ายพัลส์ที่มีคาบเวลา t_{on} เท่ากับ 0.3 ms ทุกๆ 20 ms

6 ทำการขับมอเตอร์โดย .

- เซตบิตมอเตอร์ตัวบนและมอเตอร์ตัวล่างให้เป็น 1
- หน่วงเวลาด้วยค่า t_{on} ที่น้อยที่สุด
- เซตบิตมอเตอร์ตัวที่มีคาบเวลา t_{on} น้อยกว่าให้เป็น 0
- หน่วงเวลาด้วยค่า t_{on} ที่เท่ากับ(ค่า t_{on} ที่มากกว่า - ค่า t_{on} ที่น้อยกว่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

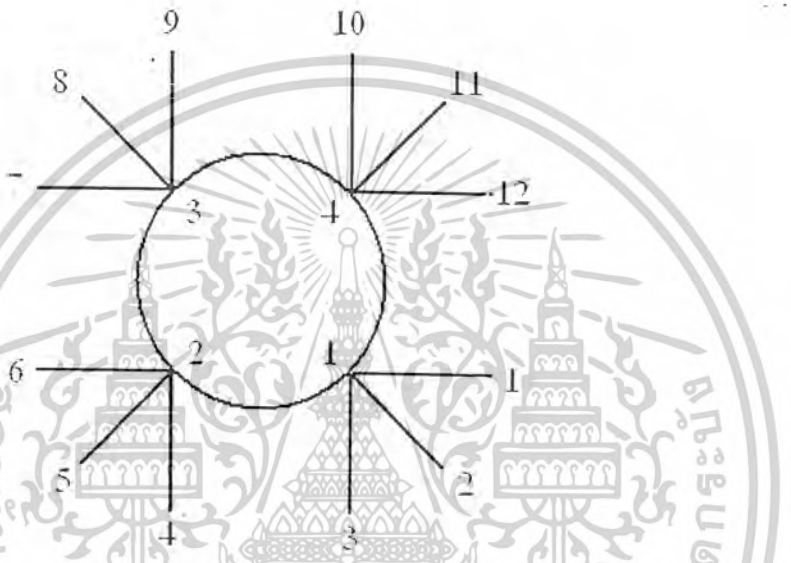
- เซตบิตมอเตอร์ตัวที่เหลือให้เป็น 0
- หน่วงเวลาด้วยค่า t_{on} ที่เท่ากับ(20 ms - ค่า t_{on} ที่มากที่สุด)

7 ทำตามขั้นตอนที่ 1 – 6 ซ้ำไปเรื่อยๆ โดยรับค่าอินพุทเข้ามาแล้วเปิดตารางหุ่นยนต์จะทำงานโดยอัตโนมัติไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง

เนื่องจากหุ่นยนต์ 4 ขานี้ได้ใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุม โดยมีการออกแบบโครงสร้างให้แต่ละขาใช้เซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 2 ตัว ในการยกและบิดตามลำดับ การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ต้องมีการจ่ายพัลส์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์เพื่อควบคุมมุมในการหมุน ซึ่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สามารถเขียนอธิบายแต่ละสถานะ (state) ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงแบบจำลองของหุ่นในสภาวะเริ่มต้น

วิธีการหาค่าความกว้างของพัลส์เพื่อกำหนดระยะการยกและบิดขา

1) ทำการเขียนโปรแกรมจ่ายพัลส์ควบคุมไปยังวงจรเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อหาค่าความกว้างของพัลส์ หรือค่า t_{on} ที่ทำให้มอเตอร์ตัวบนหมุนไปยังตำแหน่งต่าง ๆ

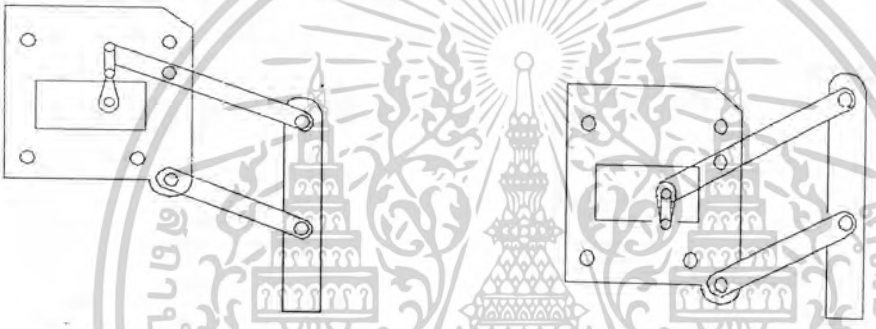
ขา	ตำแหน่ง	ช่วงเวลา t_{on}	ความกว้างพัลส์	ช่วงเวลา t_{off}
1	1	4	0.6	19.4
	2	8	1.2	18.8
	3	10	1.5	18.5
2	4	6	0.9	19.1
	5	8	1.2	18.8
	6	12	1.8	18.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	7	4	0.6	19.4
	8	8	1.2	18.8
	9	10	1.5	18.5
4	10	6	0.9	19.1
	11	8	1.2	18.8
	12	12	1.8	18.2

ตาราง 4.1 แสดงความกว้างพัลส์ที่ตำแหน่งต่างๆ

2) ทำการเขียนโปรแกรมจ่ายพัลส์ควบคุมไปยังวงจรเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อหาค่าความกว้างของพัลส์ หรือค่า t_{on} ที่ทำให้มอเตอร์ตัวล่างยกขาไปในตำแหน่งต่าง ๆ



รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งการยกและวางขา

ขา	ตำแหน่ง	ช่วงเวลา t_{on}	ความกว้างพัลส์	ช่วงเวลา t_{off}
1	ยก	2	0.3	19.7
2	วาง	16	2.4	17.6
	ยก	16	2.4	17.6
3	วาง	2	0.3	19.7
	ยก	2	0.3	19.7
	วาง	16	2.4	17.6
4	ยก	16	2.4	17.6
	วาง	2	0.3	19.7

ตาราง 4.2 แสดงความกว้างพัลส์การยกและวางขาที่ตำแหน่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำการสร้างตาราง state ของแต่ละโหมดการทำงาน และกำหนดความกว้างพัลส์ให้แก่มอเตอร์ทั้ง 8 ตัว ในการทำงานแต่ละ state และเพื่อบันทึกค่าลงในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรเลอร์

1. Pre - forward state

State ที่	ขา1		ขา2		ขา3		ขา4	
	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง
1	4		8		8		12	
2		16		2		16		2

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงสถานะในการเริ่มเดินหน้า

2. Forward state

State ที่	ขา1		ขา2		ขา3		ขา4	
	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง
1				8				16
2	8		12	2	4		8	2
3		8				2		
4	4	16	8		8	16	12	

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงสถานะในการเดินหน้า

3. Backward state

State ที่	ขา1		ขา2		ขา3		ขา4	
	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง
1		2				8		
2	8	16	12		4	16	8	
3				16				8
4	4		8	2	8		12	2

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงสถานะในการเดินกลับหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Pre - left state

State ที่	ขา1		ขา2		ขา3		ขา4	
	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง
1	6		10		10		6	
2		16		2		16		2

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงสถานะในการเดินเริ่มเดินไปทางขวา

5. Walkleft state

State ที่	ขา1		ขา2		ขา3		ขา4	
	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง
1		8				2		
2	10	16	6		6	16	10	
3				16				8
4	6		10	2	10		6	2

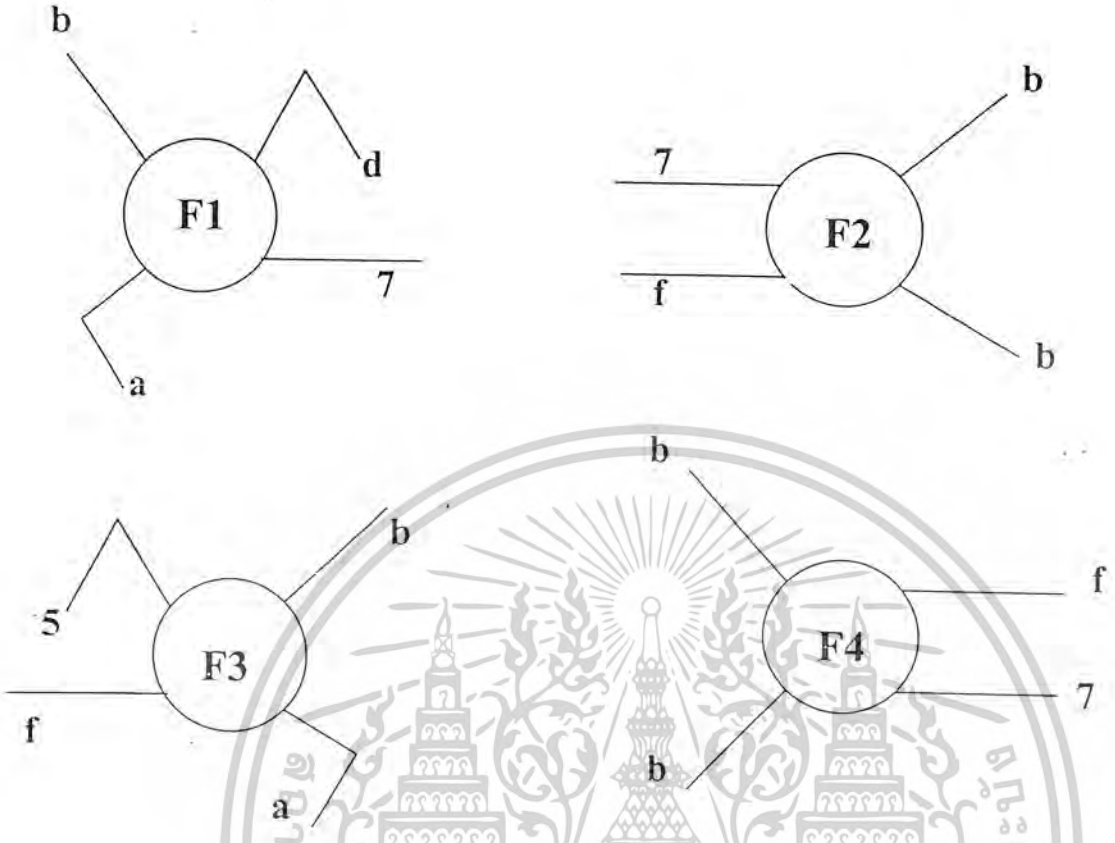
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงสถานะ การเดินไปทางซ้าย

6. Walk right state

State ที่	ขา1		ขา2		ขา3		ขา4	
	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง	เซอร์โว ตัวบน	เซอร์โว ตัวล่าง
1				8				16
2	10		6	2	6		10	2
3		2				8		
4	6	16	10		10	16	6	

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงสถานะ การเดินไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



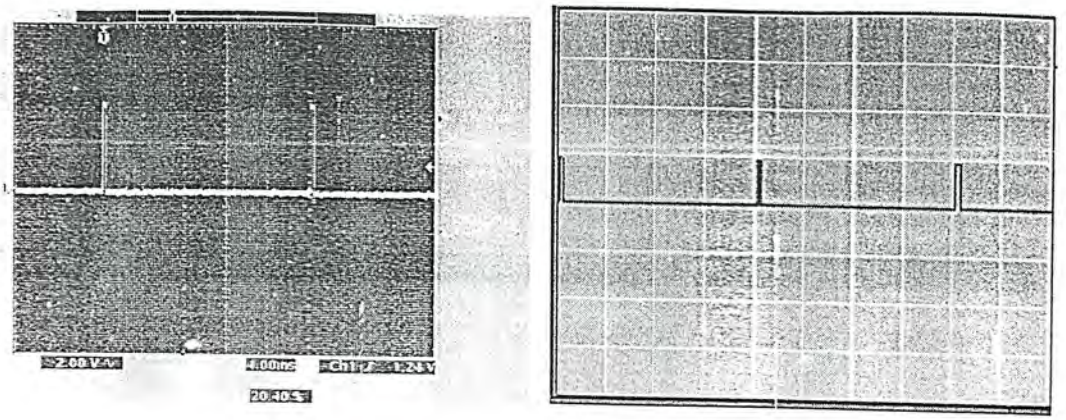
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการเดินหน้า

4) เขียนโปรแกรมทดลองการทำงานของมอเตอร์ตามตาราง state แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมกับการวัดจริง

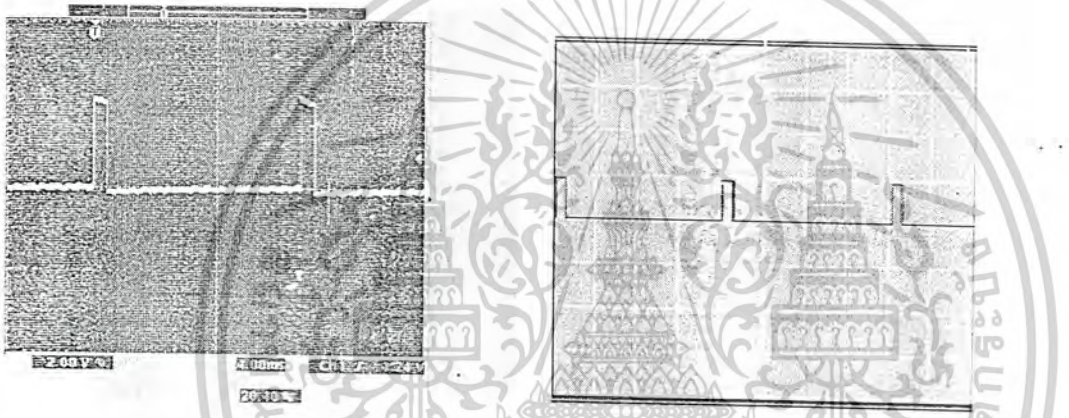
4.1 ความเร็วในการเดินโดยประมาณ เท่ากับ 30 วินาที/เมตร

4.2 มุมที่หุ่นเดินเบนไปจากแนวเส้นตรงโดยประมาณเท่ากับ 5 องศา

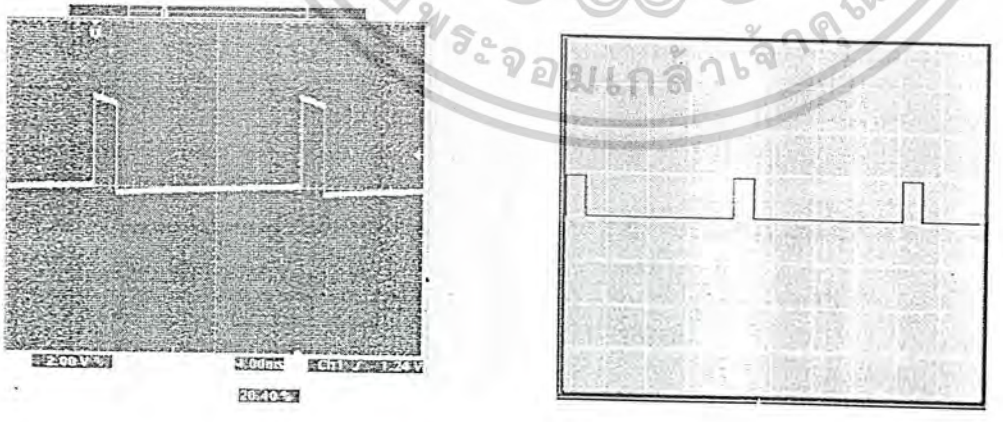
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ก แสดงพัลส์ที่ทำให้มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งขวาสุด



รูปที่ 4.4 ข แสดงพัลส์ที่ทำให้มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งตรงกลาง



รูปที่ 4.4 ค แสดงพัลส์ที่ทำให้มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งซ้ายสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไข

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเดินของหุ่น ใน state การเดินต่างๆพบว่าหุ่นยนต์เดินค่อนข้างเป็นเส้นตรง ความเร็วที่เดินและมุมที่เบนจากแนวการเดินก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แม้บาง state จะยังไม่เป็นธรรมชาติแต่ก็เนื่องจากโครงสร้างของหุ่นยนต์เอง

ตารางแสดงปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
น้ำหนักของตัวหุ่นมากเกินไป	ทำโครงหุ่นใหม่โดยใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบากว่า เช่น อลูมิเนียม และเปลี่ยนมาใช้เป็นถ่านอัลคาไลน์แทนแบตเตอร์รี่
การเจาะรูยึดตำแหน่งขาบางขาไม่สมดุลทำให้หุ่นเดินไม่ตรงเท่าที่ควร	เจาะรูยึดตำแหน่งขาใหม่
การเดินยังไม่ค่อยเป็นธรรมชาติเท่าที่ควร	เพิ่มความซับซ้อนของโปรแกรมโดยมีการ overlap ของ state การเดิน

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเซลล์ 1

```
#include <reg51.h>


sbit motor_up=P0^4;
sbit motor_down=P0^5;


                        //      0x out_cell4_cell3_cell2_self_input
idata unsigned int learned[]={0xbdba70,0xab7fb0,0x7b5fa0,0x7fbb70,
                              0xbfab51,0xbb7fb1,0x7a7db1,0x5fbb71,
                              0xf7dba2,0xfbb7f2,0xbab5f2,0xa7fbb2,
                              0xbba7d3,0xb7fbb3,0xf5fab2,0xdbb7f3};

unsigned int y,input,senser,table,datain,drivefirst,drivesecond,
             pointer,sequence,t_off;

void delay (int val)
{       while(val)
   {    int count;
             count=0x11;            //      value to make 0.3/2 =0.15 ms
             while (count)
             {
                   count--;
             }
        val--;
       }
}
void drive()                        // For generate pulse to drive servo motor
{int    time;   //loop to stready state
       time=50;
       while(time>0)
       {       if(sequence==0)
               {       motor_up=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                motor_down=1;
                delay(drivefirst);
                motor_up=0;
                delay(drivesecond);
        }
        if(sequence==1)
        {       motor_up=1;
                motor_down=1;
                delay(drivefirst);
                motor_down=0;
                delay(drivesecond);
        }
        if(sequence==2)
        {       motor_up=1;
                motor_down=1;
                delay(drivefirst);
        }
        motor_up=0;
        motor_down=0;
        delay(t_off);
    time--;
    }
}
void decision()
{       int out,tu,td;
        table=(learned[pointer]&0xf00000);
        out=(table/0xfffff);
        switch(out)
        {       case 5:{tu=4; td=2; } break;
                case 7:{tu=4; td=16;} break;
                case 10:{tu=8; td=8;} break;
                case 11:{tu=8; td=16;} break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            case 13:{tu=10; td=2;}  break;
            case 15:{tu=10; td=16;} break;
    }
    if(tu<td)
    {       sequence=0;
            drivefirst=tu;
            drivesecond=(td-tu);
            t_off=134-(td);
    }
    else
    {       if(td<tu)
            {       sequence=1;
                    drivefirst=td;
                    drivesecond=(tu-td);
                    t_off=134-(tu);
            }
            else
            {       sequence=2;
                    drivefirst=tu;
                    t_off=134-(tu);
            }
    }

    ready=(P2&0x70)
    while(ready!=7)
    {       delay(2);
    }

    tu=(out*0xf);
    P2=(P2&tu);                         // Set out_put in selft state
    P0=out;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void findstate()
{       int point,compare;
        pointer=0;
        for(point=0;point<7;point++)
        {       table=learned[point];
                compare=(table&0xfffff);
                if(compare==datain)
                {
                        pointer=point;
                }
        }
        if(pointer==0)
        {       switch(input)
                {       case 1:{pointer=4;} break;
                        case 2:{pointer=8;} break;
                        case 3:{pointer=12;} break;
                        default:{pointer=0;}
                }
        decision();

        }
}
void save_input()
{       int cell_top,cell_next,self;
        cell_top=(P2&0xf);
        cell_top=(cell_top*0xffff);
        cell_next=P1;
        cell_next=(cell_next*0xff);
        self=(P0&0xf);
        datain=(cell_top+cell_next+self+input);
}
void chk_com()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{       senser=(P3&0x18);
        senser=(senser/0x07);
        if(y==0)
                input=senser;
        else
        {       switch(senser)
                {       case 0:{input=4;} break;
                        case 1:{input=1;} break;
                        case 2:{input=2;} break;
                        case 3:{input=3;} break;
                }
        }
}
void main()
{       P0=0x7;
        while(1)
        {       senser=(P3&0x7);
                switch(senser)
                {       case 0:{y=0; input=4; } break;
                        case 1:{y=0; input=4; } break;
                        case 2:{y=0; input=2; } break;
                        case 3:{y=0; input=2; } break;
                        case 4:{y=0; input=3; } break;
                        case 5:{y=0; input=3; } break;
                        case 6: {y=1; chk_com();} break;
                        default:{y=0; chk_com();}
                }
                save_input();
                findstate();
                decision();
                drive();
        for(pointer=0;pointer<4;pointer++)
```

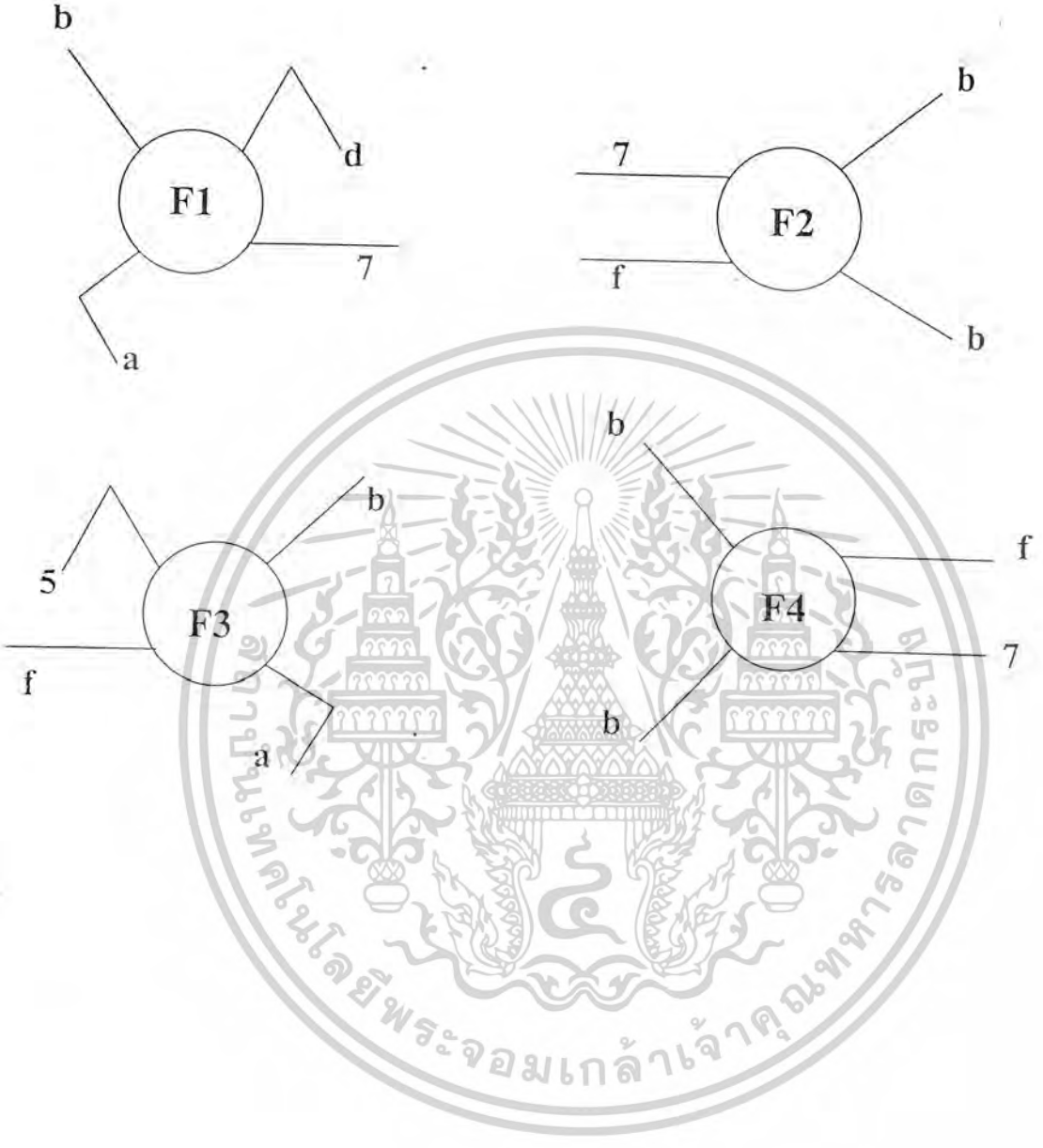
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
        decision();
        drive();
    }
    }
{
```

โปรแกรมของทุกๆเซลล์จะเหมือนกันแต่ต่างกันที่ค่า state ที่เก็บไว้ในตัวควบคุมเท่านั้น การอ่านค่า เก็บค่า ตีความหมาย การขับมอเตอร์ ล้วนเหมือนกันจึงขอยกมาเพียงแค่เซลล์เดียว

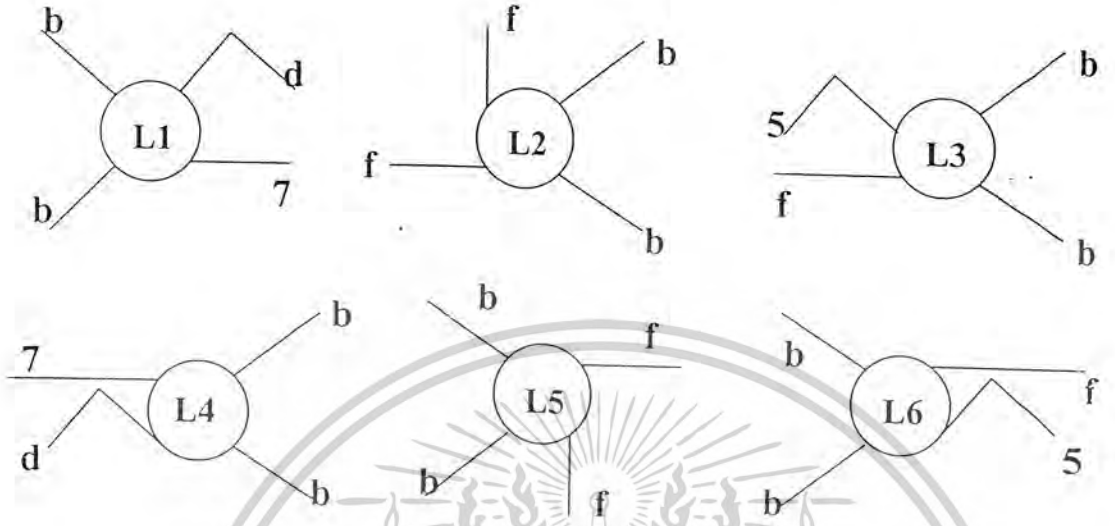
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Forward State

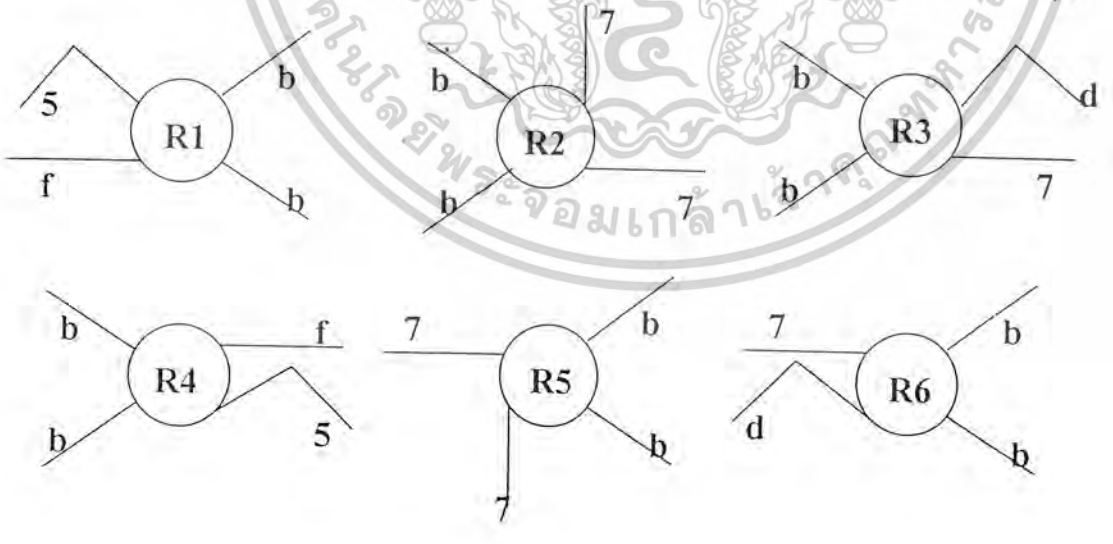


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

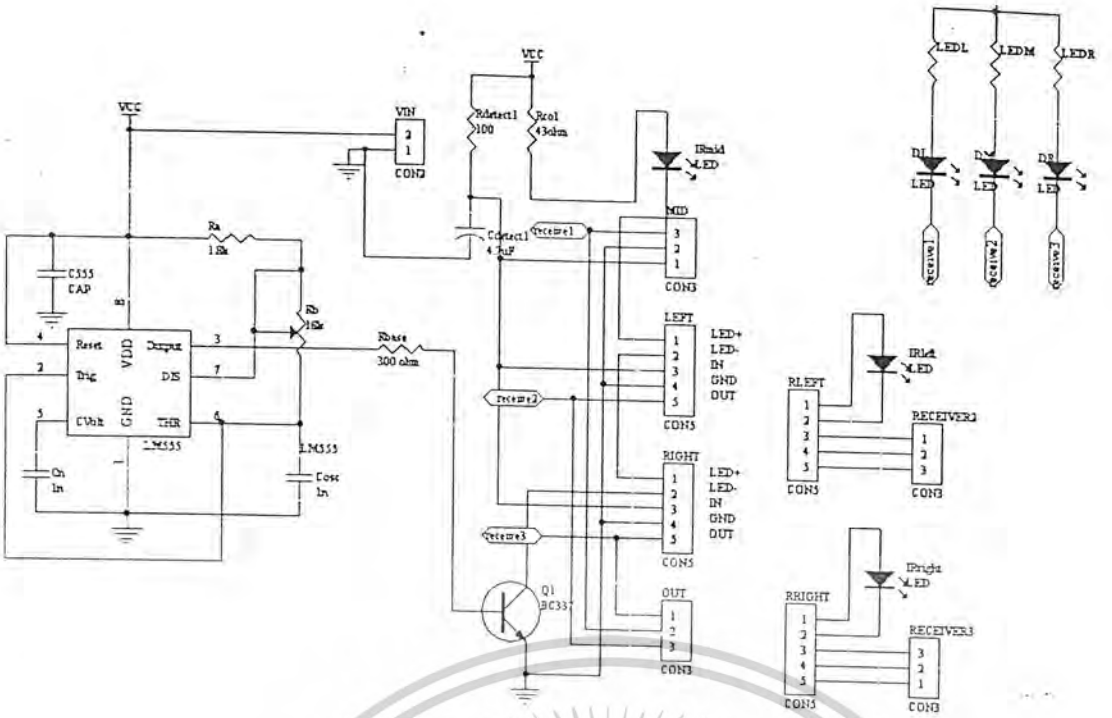
Turn Left



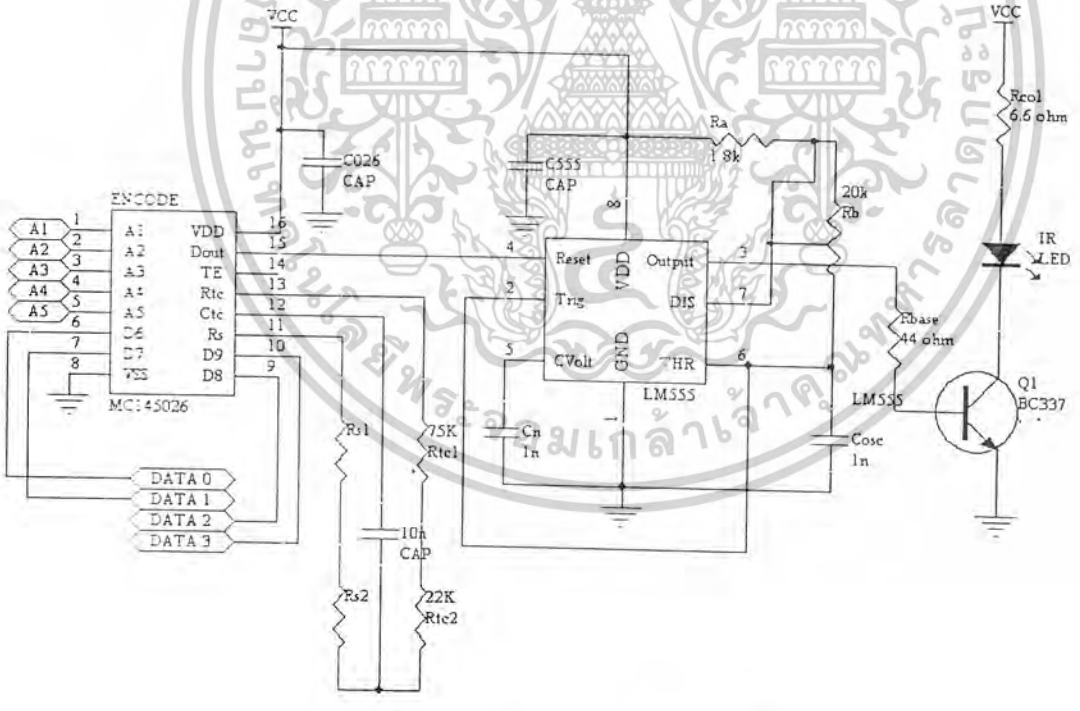
Turn Right



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

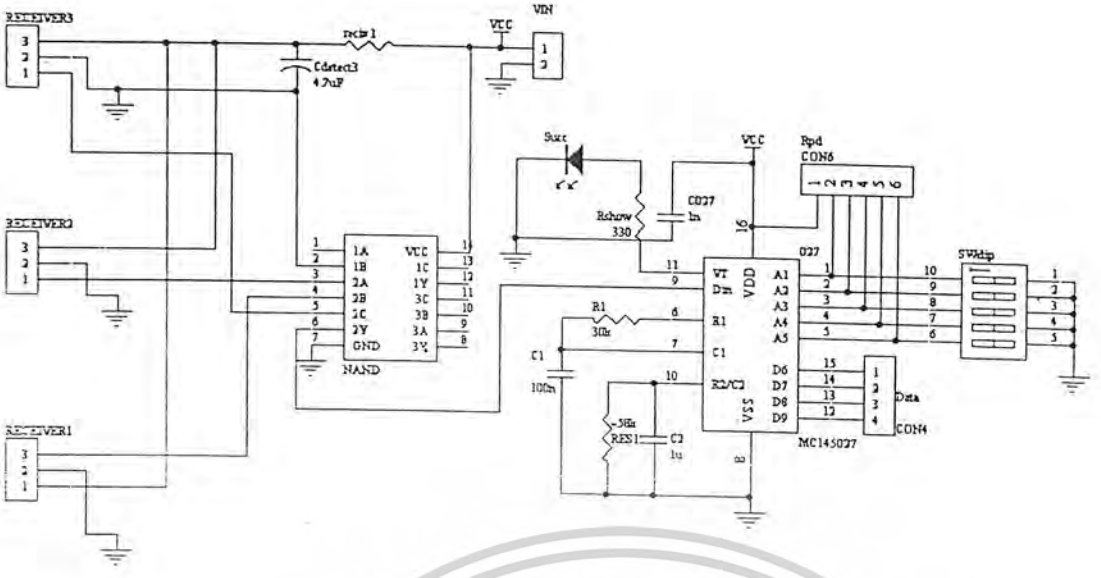


รูปแสดงวงจร IR Sensors



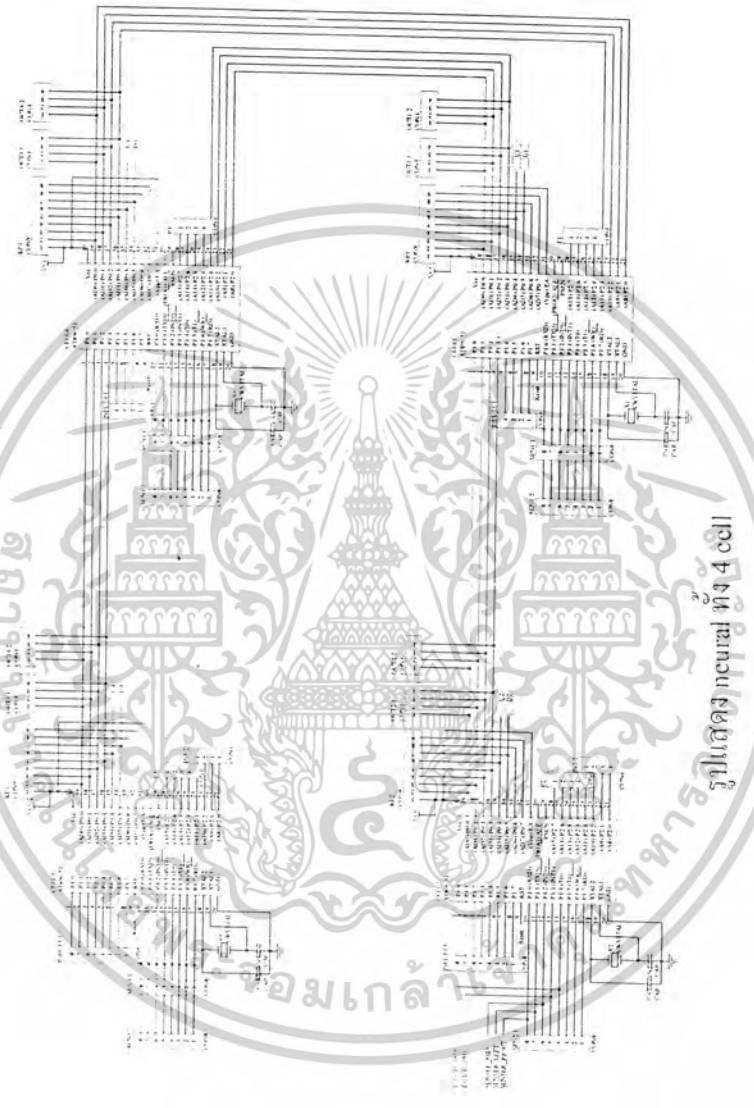
รูปแสดงวงจร IR Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



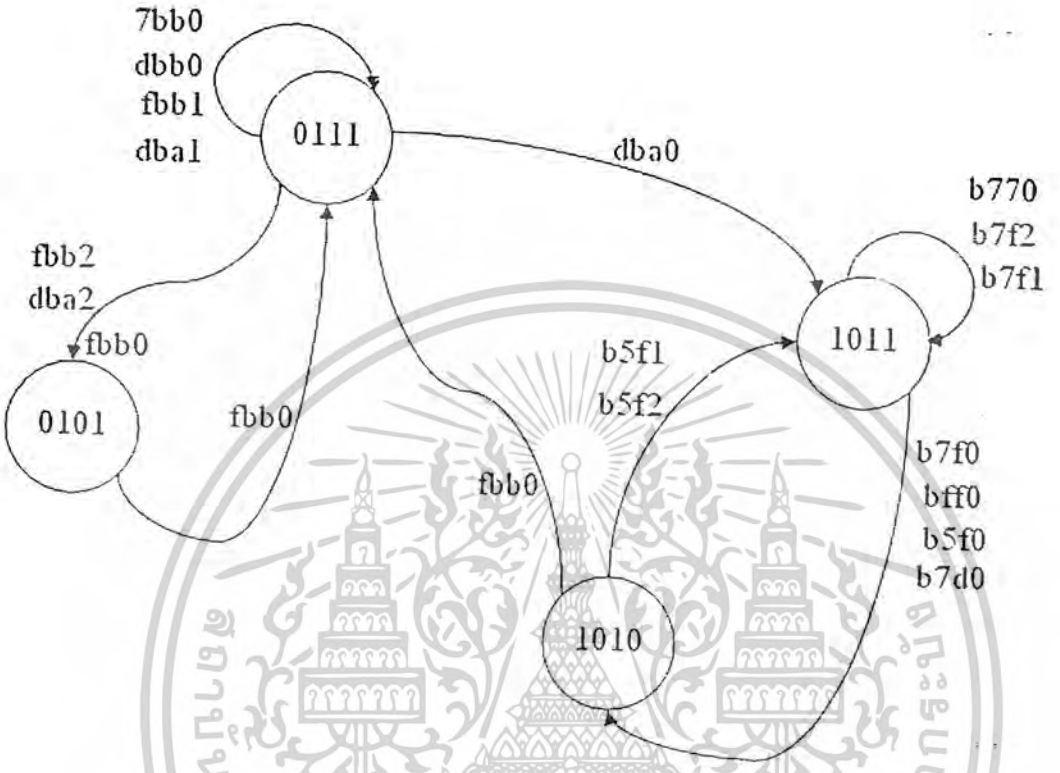
รูปแสดงวงจร IR Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



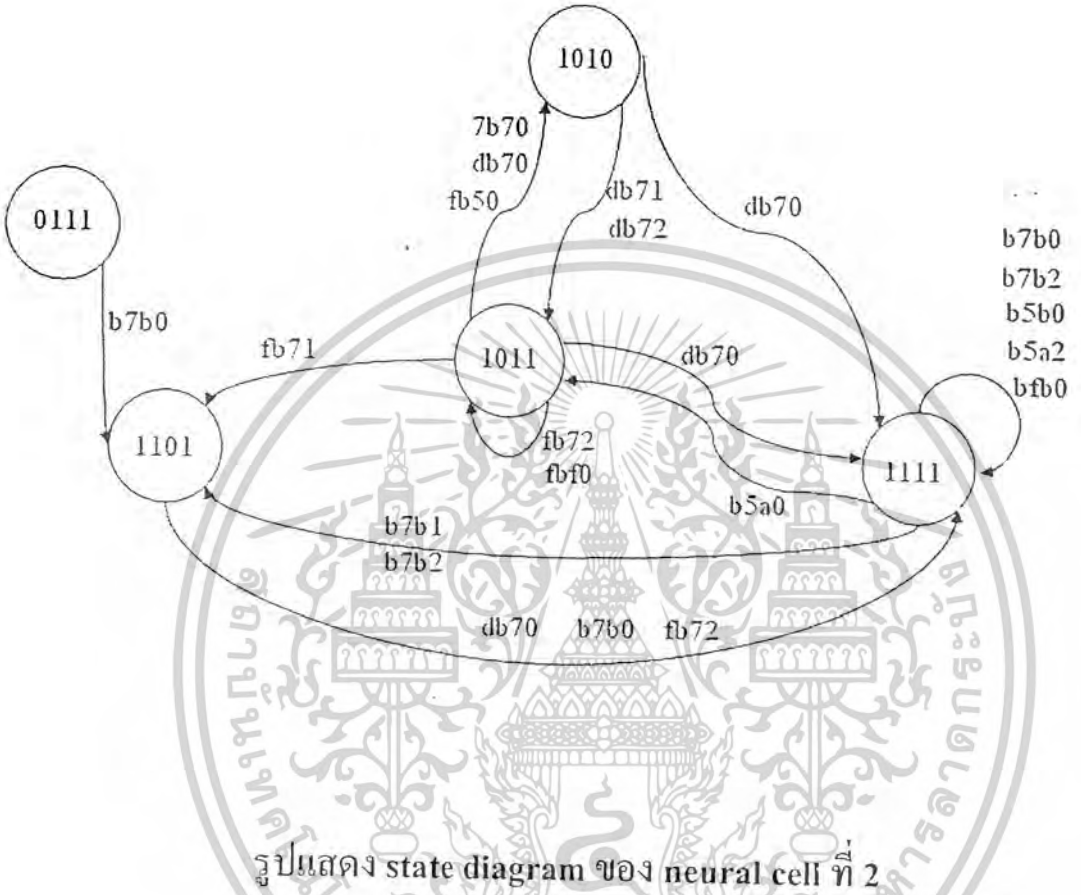
รูปแสดง neural ที่ง 4 cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



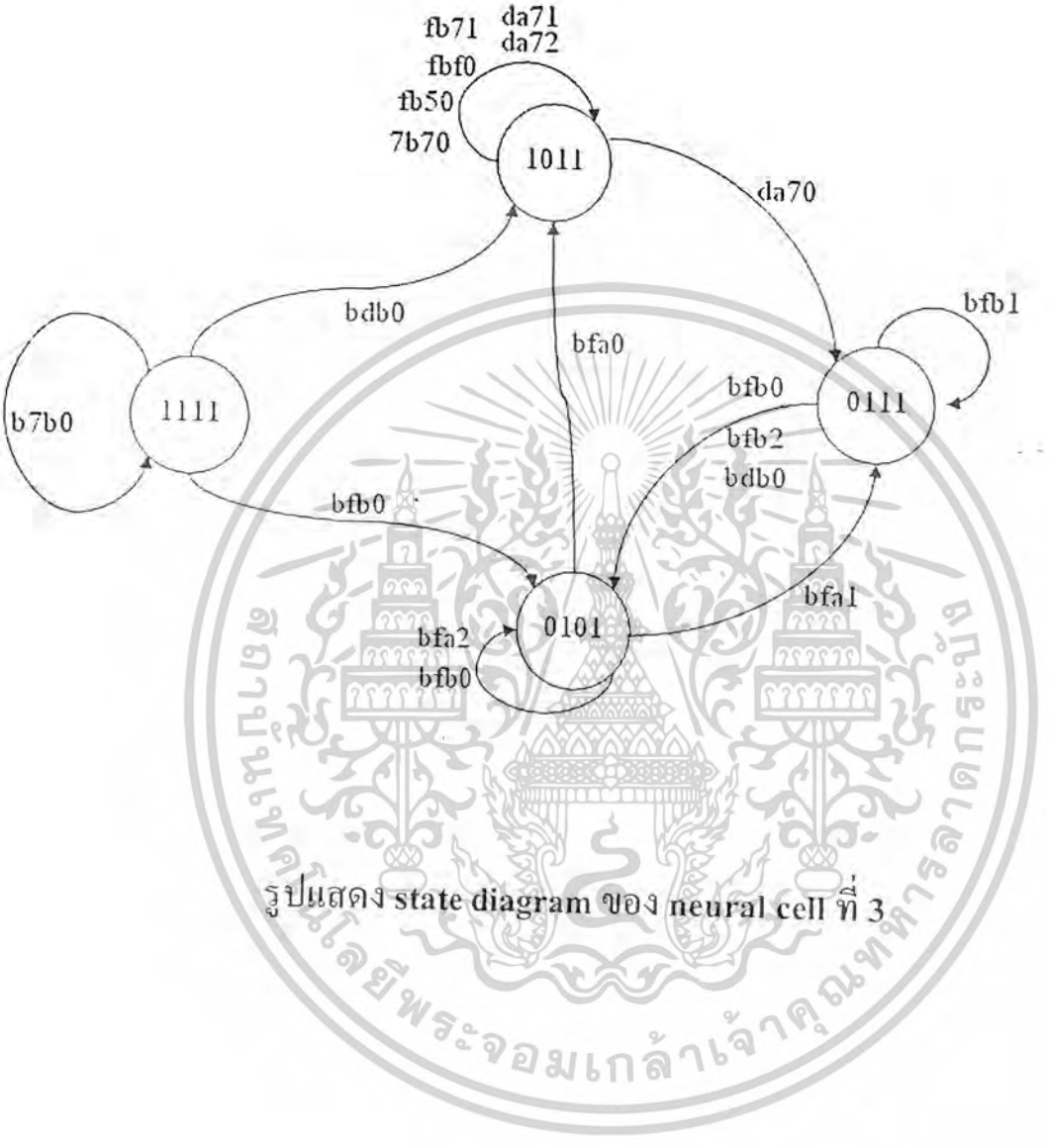
รูปแสดง state diagram ของ neural cell ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



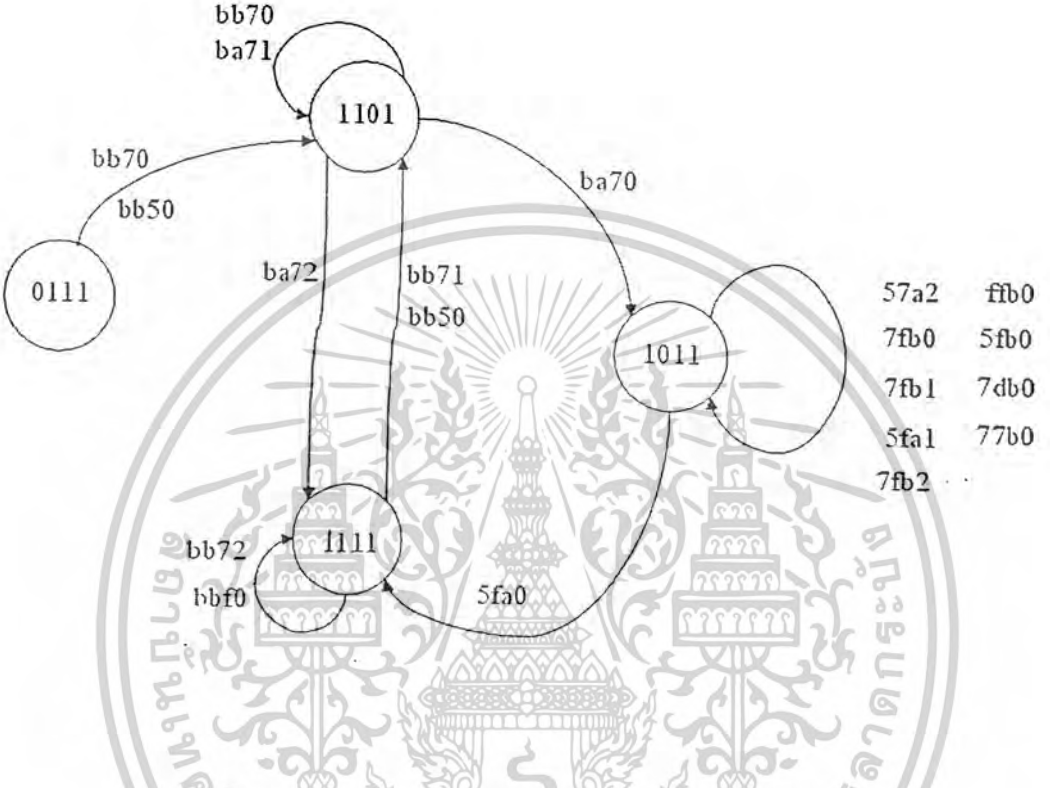
รูปแสดง state diagram ของ neural cell ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดง state diagram ของ neural cell ที่ 3

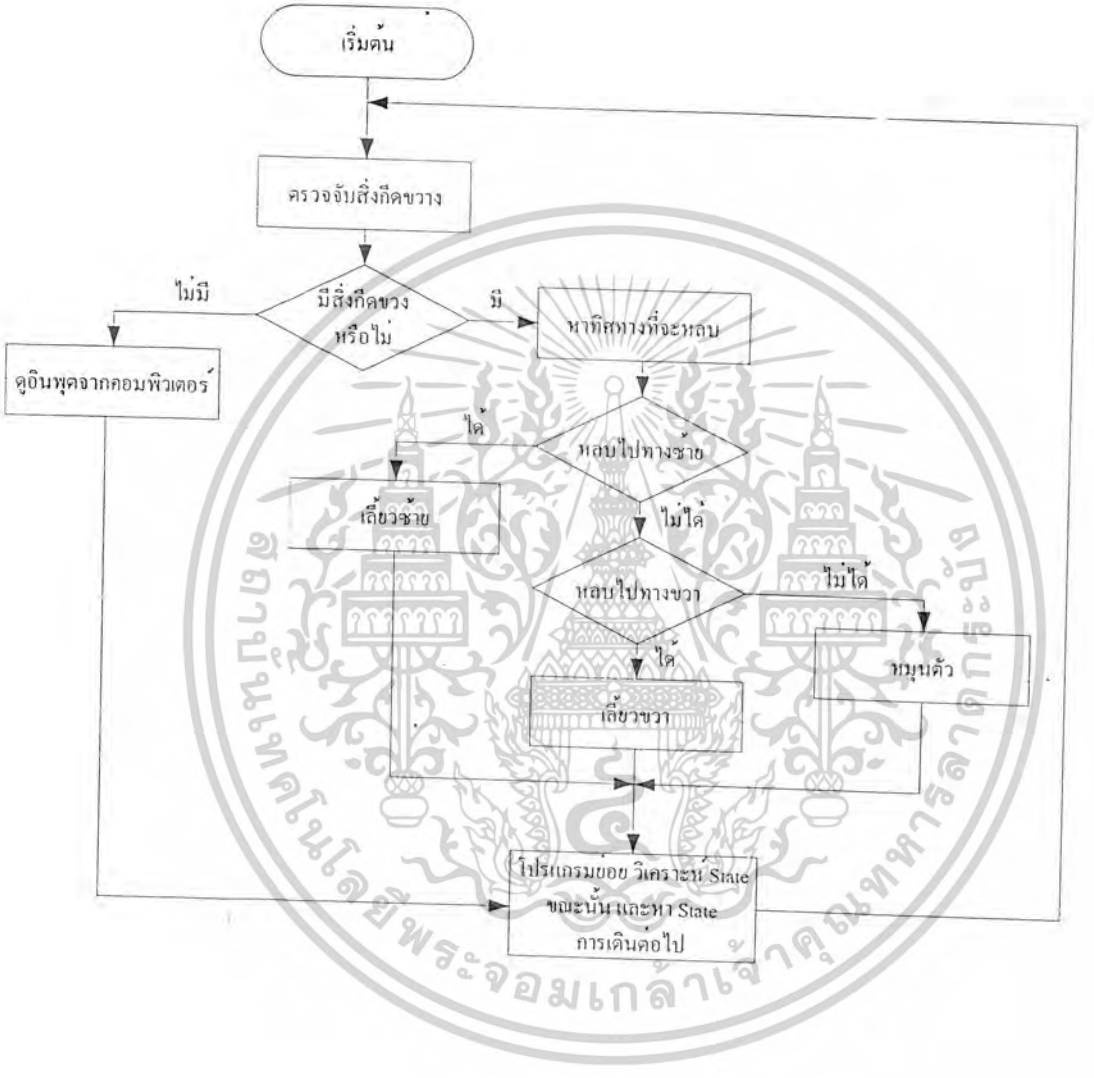
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



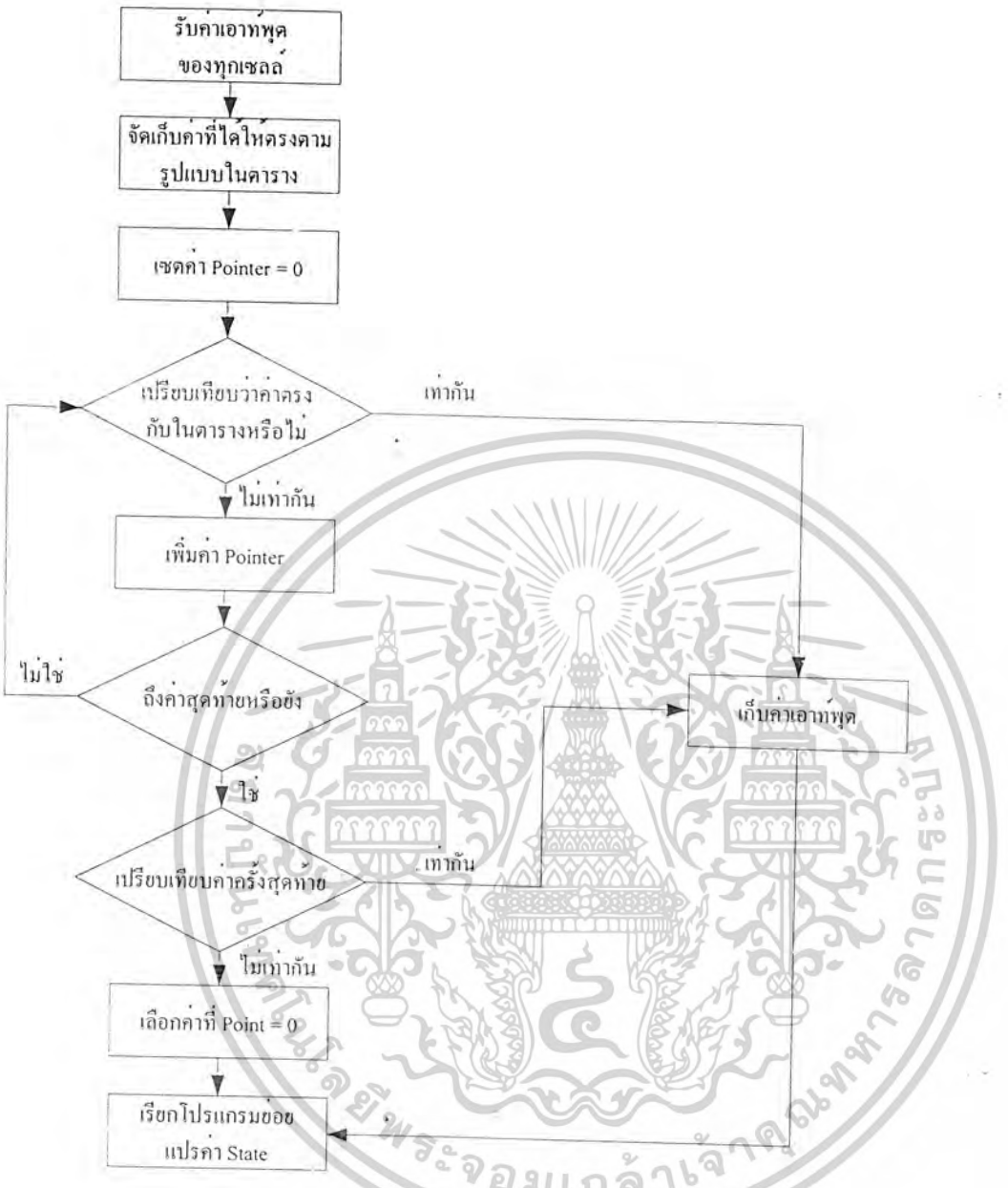
รูปแสดง state diagram ของ neural cell ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

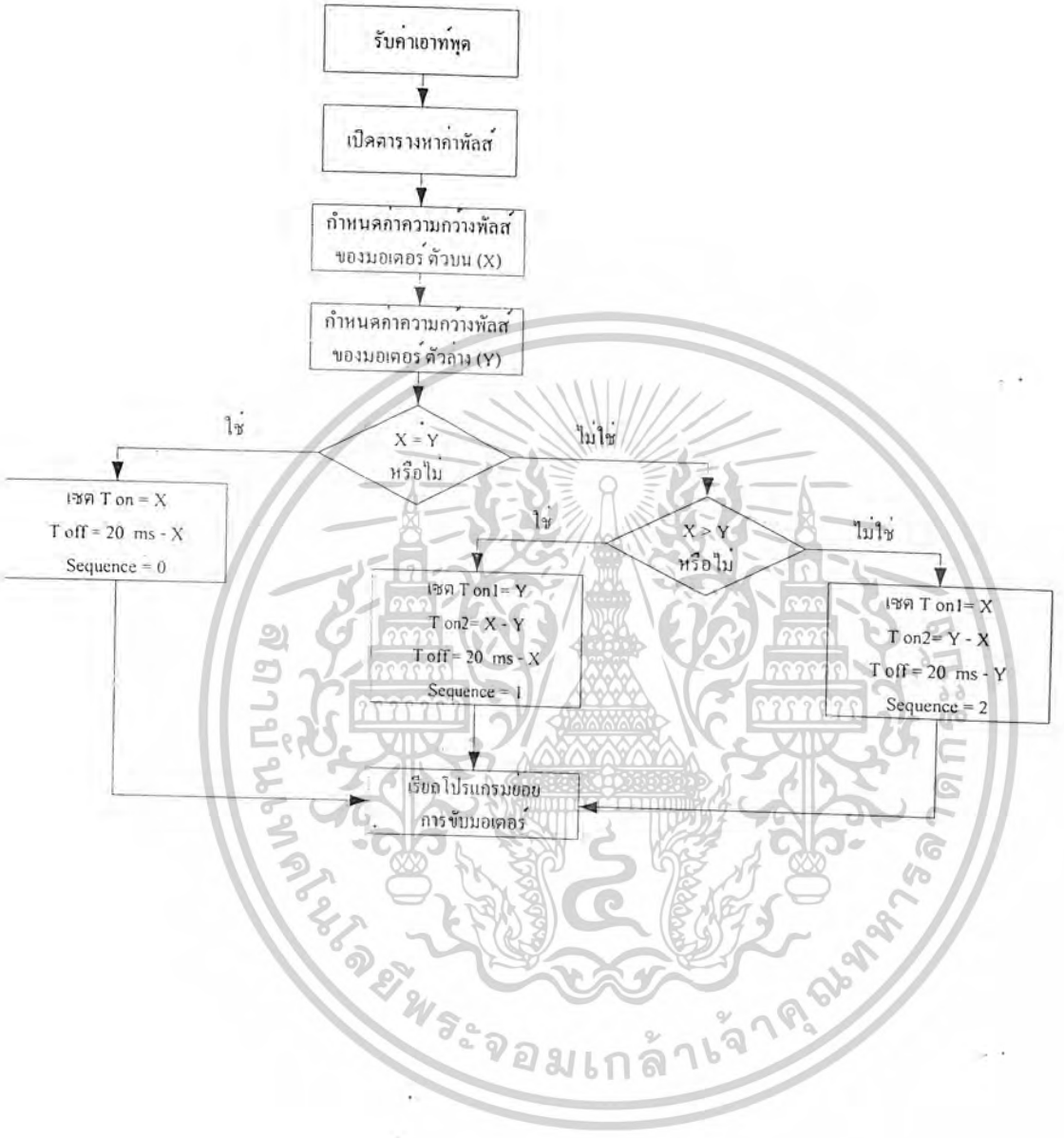
Flow Chart



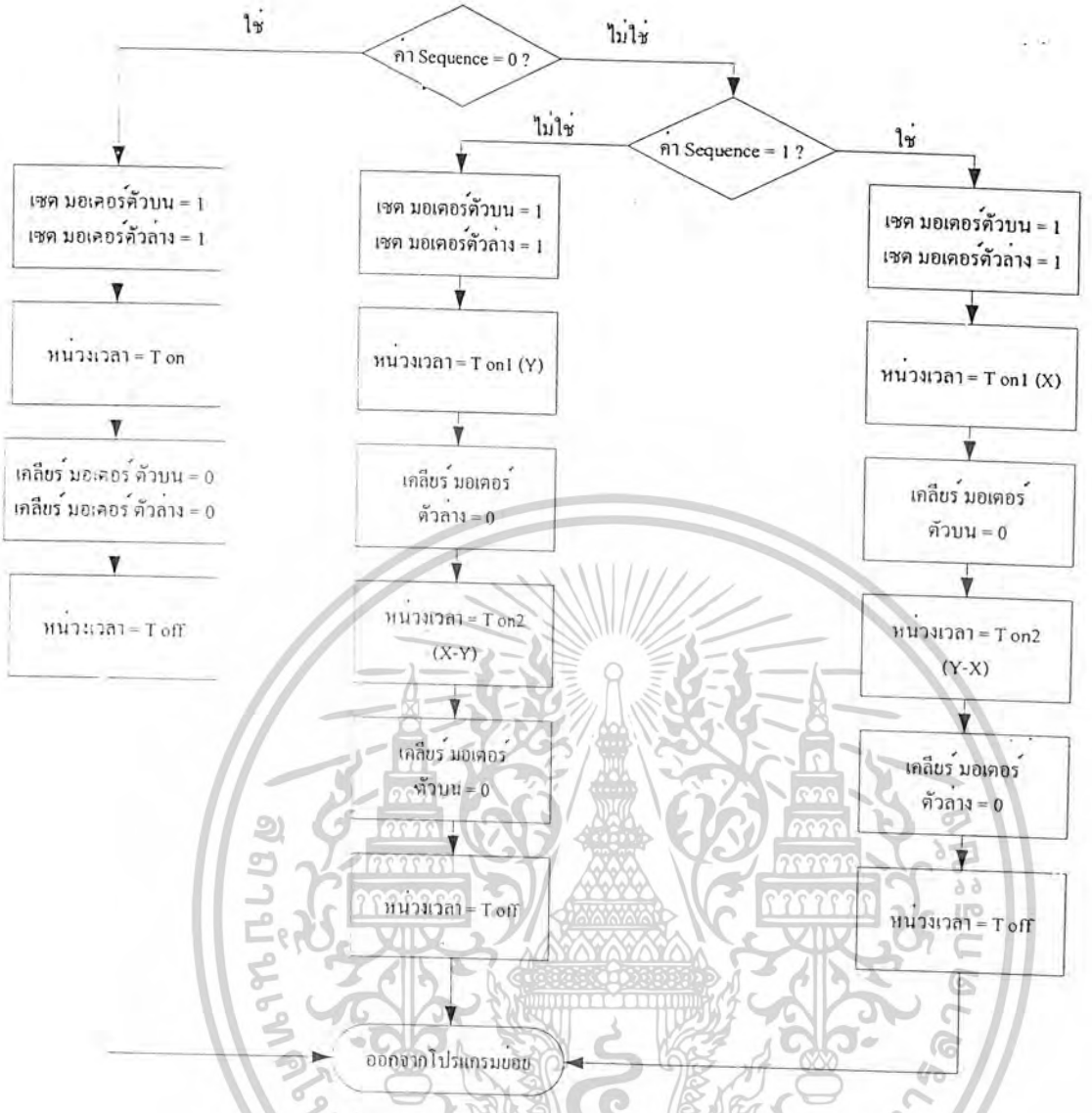
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. James A. Freeman & David M. Skapura, "Neural Networks", International Student Edition, Addison Wesley Longman, Inc.
2. Jose' C. Principe, Neil R. Euliano & W. Curt Lefebvre, "Neural and Adaptive Systems", John Wiley & Sons, Inc.
3. วรพจ์ กรแก้ววัฒนากุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตวิไล, "เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 Flash Microcontroller", บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด , หน้า 399
4. อรรณนพ พีรชาติ, "ริโมตควบคุมเซอร์โว 4 แชนแนล" , วารสาร HOBBY ELECTRONICS, ฉบับที่ 8, 2543, หน้า 112-115
5. ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี", 196 หน้า, 2545
6. นภัทร วัจนเทพินทร์, "อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์", สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี, หน้า 83 – 155, 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับคำปรึกษา ข้อเสนอแนะ จาก รุ่นพี่และอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว ตลอดจนชุมนุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการจัดทำโครงงานนี้ขึ้น คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้