สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจำลองกอล์ฟเสมือนจริง

THE REAL GOLF SIMULATOR

โดย

นิรุจ ไชยสิทธิ์
ปณิธิ คูคำ
ปิยวุฒิ จิรเดชนันท์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์อนันตพัฒน์ อนันตชัย

เลขหมู่..........
เลขทะเบียน 73074
วัน,เดือน,ปี - 2 ก.ค. 2550
b 11279919
i..........

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE REAL GOLF SIMULATOR

NIRUJ CHAIYASITH

PANITI CUCOM

PIYAWUT CHIRADEJNUNT

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2/2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2007

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2549

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจำลองกอล์ฟเสมือนจริง

THE REAL GOLF SIMULATOR

ผู้จัดทำ

1. นายนิรุจ ไชยสิทธิ์	**รหัสประจำตัว 46060022**
2. นายปณิธิ คูคำ	**รหัสประจำตัว 46060023**
3. นายปิยวุฒิ จิรเดชนันท์	**รหัสประจำตัว 46000024**

………………………………………**อาจารย์ที่ปรึกษา**

(อาจารย์ อนันตพัฒน์ อนันตชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี เพราะได้รับความเมตตากรุณา คำแนะนำและคำปรึกษาจาก อาจารย์ อนันตพัฒน์ อนันตชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอขอบคุณครอบครัวของกลุ่มผู้จัดทำ ที่ได้ให้การสนับสนุนในการศึกษาและจัดทำทั้งทางด้านกำลังใจและการเงิน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นอย่างสูงที่สละเวลาอันมีค่าให้ข้อคิดแนวทางในบางจุดที่ผู้จัดทำติดปัญหาบางอย่าง ซึ่งมีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่อนุเคราะห์ในการอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการทำงานตั้งแต่ต้น รวมถึงพี่ๆ เพื่อนๆนักศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆและให้กำลังใจต่อคณะผู้จัดทำโดยตลอด

นายนิรุจ ไชยสิทธิ์
นายปณิธิ คูคำ
นายปิยวุฒิ จิรเดชนันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การจำลองกอล์ฟเสมือนจริง		
นักศึกษา	นาย นิรุจ	ไชยสิทธิ์	46060022
	นาย ปณิธิ	คูคำ	46060023
	นาย ปิยวุฒิ	จิรเดชนันท์	46060024
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2549		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ อนันตพัฒน์ อนันตชัย		

บทคัดย่อ

เนื่องจากการเล่นกอล์ฟนั้น ต้องอาศัยพื้นที่มาก ไม่ว่าจะเป็นสนามซ้อมตีลูก (Driving Range) หรือสนามจริง และเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลามาก หากทำงานอยู่ ตอนพักเที่ยง ต้องการที่จะออกมาเล่นกอล์ฟก็เป็นไปได้ยาก และ การเล่นเกมกอล์ฟโดยทั่วไปโดยใช้จอยสติก (Joy Stick) ก็มิอาจสร้างความสมจริงได้มากพอ อาศัยดังนั้น จึงออกแบบการจำลองการตีกอล์ฟแบบเสมือนจริงขึ้นมา ในปัจจุบันการเล่นกอล์ฟนั้นจะต้องออกจากบ้าน เพื่อไปสนามกอล์ฟ หรือ ไปสนามซ้อมตีลูก ซึ่งจะเสียเวลามากในการออกไป และต้องเป็นการอาศัยพื้นที่มาก ในการสร้างสนาม ทั้งสนามเต็มรูปแบบ และสนามซ้อมตี จึงได้มีความคิดที่จะสามารถจำลองการตีกอล์ฟได้ในสถานที่ ที่เล็ก แต่ต้องการเหมือนจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The real golf simulator
Student	Mr. Niruj Chaiyasith 46060022
	Mr. Paniti Cucom 46060023
	Mr. Piyawut Chiradejnunt 46060024
Degree	Bachelor of Science
Programme	Information Technology
Academic Year	2006
Advisor	Anuntaput Anuntachai

ABSTRACT

In present golf become popular in many people, but playing a real golf take so many space and time. The golf game exists in many types but playing with joystick or keyboard can not satisfied user, then the real golf simulator is being the best way that user can hit a real golf ball. A golf ball is flying and a sensor will detect position and velocity and show path of golf ball to user. With a feeling that user is really playing a real golf. A golf simulator can be built on a small space, so can be built on an office, a building, a house or a living room.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ		1
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3	สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4	ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5	ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง		3
2.1	ทฤษฎีการจำลองการเคลื่อนที่วิถีโค้งแบบ 3 มิติ	3
2.2	อินฟราเรด(Infrared)	10
2.3	ทฤษฎีและหลักการของฮาร์ดแวร์	14
บทที่ 3 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ		25
3.1	บล๊อกไดอะแกรมการทำงานรวมของระบบ	25
3.2	การทำงานของระบบตรวจจับวัตถุ	25
3.3	การออกแบบส่วนติดต่อระบบ	26
3.4	การเชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์	27
3.5	การวางเซนเซอร์	27
3.6	FLOW CHART การทำงาน MCS-51	29
3.7	สรุปการทำงาน	30
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง		31
4.1	คำนำ	31
4.2	ผลการทดลอง	32
4.3	รูปตัวอย่างหน้าจอแสดงผล	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปโครงงานและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปโครงการ	34
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	35
5.3 ข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	39
ประวัติผู้เขียน	42

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s ภายใต้แรงโน้มถ่วง	3
2.2	แสดงกราฟพลังงานรวมต่อเวลา	5
2.3	แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s โดยได้รับแรงจากลมระดับต่างๆ	6
2.4	แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ได้รับแรงลมและแรงหมุน	7
2.5	แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s ที่ขนาดมุมต่างๆ	8
2.6	ของการเปลี่ยนแปลงองศาของลูกบอล ระยะไกลและความสูงของ projectile	8
2.7	แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s ที่รับค่าตัวแปรต่างๆ	9
2.8	แสดงรอยต่อ P-N ที่เป็นพื้นฐานสำคัญของ อินฟราเรด	11
2.9	สัญลักษณ์ของ ไดโอดรับแสง	12
2.10	วงจรภายในของหน่วยรับอินฟราเรด	12
2.11	แสดงวิธีทั่วไป ที่จะนำเอาหน่วยรับอินฟราเรด ไปใช้งาน	13
2.12	แสดงการวางตำแหน่งและรับอินฟาเรด	13
2.13	โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52	15
2.14	การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52	16
2.15	แสดงแผนภาพการจัดสรรหน่วยความจำ หน่วยความจำ ภายใน	19
2.16	แสดงรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52	21
2.17	รีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม	22
2.18	แสดงการทำงานรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม	22
2.19	วงจรภายในของ MAX232	24
2.20	การจัดขาของ MAX232	24
2.21	วงจรเชื่อมต่อ MAX232 กับพอร์ตอนุกรม	24
3.1	บล็อกไดอะแกรม	25
3.2	วงจรการตรวจจับลูกกอล์ฟ	25
3.3	IC เบอร์ 74LS148	26
3.4	การประยุกต์ IC 74LS148 2 ตัว มารับข้อมูล	26
3.5	วงจรการเชื่อมต่อข้อมูล	27
3.6	การวางเซนเซอร์	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.7	การวางเซนเซอร์บอกองศาด้านข้าง	28
3.8	แบบของแผงรับ และ แผงส่งอินฟราเรด	28
3.9	การทำงานของบอร์ด MCS 51	29
4.1	แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่ออกมาจากไมโครคอนโทรล์เลอร์	31
4.2	แสดงความหมายของค่าที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์	31
4.3	ความสัมพันธ์ของ เวลาจากการวัด และ แมชชีนไซเคิล	32
4.4	จำลองโปรแกรมการทำงาน	33
5.1	สมมติฐานเบื้องต้นเมื่อใช้ แอลอีดี และ เลนส์นูน	34
5.2	จากการทดลอง แอลอีดี และ เลนส์นูนผลที่เกิดขึ้นจริง	34
5.3	เหตุการณ์เมื่อใช้เลนส์ที่ดรรชนีหักเหน้อย	35
5.4	ตัวส่งอินฟราเรดที่ใช้กล้องที่ไม่สามารถเห็นอินฟราเรดได้	35
5.5	ตัวส่งอินฟราเรดที่ใช้กล้องที่สามารถเห็นอินฟราเรดได้	36
5.6	การจัดเรียงตัวส่ง ต้องอาศัยกล้องในการเรียงเท่านั้น	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตารางแสดงความยาวคลื่นและความถี่ของแสงแต่ละชนิด	10
2.2	คุณสมบัติต่างๆของสารกึ่งตัวนำ ที่มาใช้ในการสร้างตัวส่งอินฟราเรด	11
2.3	ความยาวคลื่นที่สารกึ่งตัวนำที่มาสร้างเป็นไดโอดรับแสง จะตอบสนอง	12
2.4	แสดงการตอบสนองต่อคลื่นของหน่วยรับอินฟราเรดในแต่ละรุ่น	13
2.5	เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์	14
2.6	แสดงการทำงานรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม	23
4.1	ความสัมพันธ์ของ เวลาจากการวัด และ แมชชีนไซเคิล	32
4.2	ความสัมพันธ์ของ เวลาจากการวัด และ แมชชีนไซเคิล	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการเล่นกอล์ฟนั้น ต้องอาศัยพื้นที่มาก ไม่ว่าจะเป็นสนามซ้อมตีลูก (Driving Range) หรือสนามจริง และเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลามาก หากทำงานอยู่ ตอนพักเที่ยง ต้องการที่จะออกมาตีกอล์ฟก็เป็นไปได้ยาก และ การเล่นเกมกอล์ฟโดยทั่วไปโดยใช้จอยสติก (Joy Stick) ก็มิอาจสร้างความสมจริงได้มากพอ อาศัยดังนั้น จึงออกแบบการจำลองการตีกอล์ฟแบบเสมือนจริงขึ้นมา ในปัจจุบันการเล่นกอล์ฟนั้นจะต้องออกจากบ้าน เพื่อไปสนามกอล์ฟ หรือ ไปสนามซ้อมตีลูก ซึ่งจะเสียเวลามากในการออกไป และต้องเป็นการอาศัยพื้นที่มาก ในการสร้างสนาม ทั้ง สนามเต็มรูปแบบ และสนามซ้อมตี จึงได้มีความคิดที่จะสามารถจำลองการตีกอล์ฟได้ในสถานที่ ที่เล็ก แต่ต้องการเหมือนจริงมากที่สุด

การที่จะออกแบบให้ตีกอล์ฟไปในลูกที่ติดยึดอยู่กับที่ จะทำให้พื้นที่ในการจำลองน่าจะน้อยที่สุด แต่ความเหมือนจริงจะน้อยสุดเช่นเดียวกัน ดังนั้น การจำลองเพื่อให้ดูสมจริงมากที่สุด น่าจะเป็นการที่ให้ตีลูกกอล์ฟจริงๆ แล้วจึงค่อยวัดความเร็ว และมุม ของลูกกอล์ฟแทน โครงงานการจำลองกอล์ฟเสมือนจริง จึงได้ถูกพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ที่มีความสนใจในกีฬากอล์ฟให้เกิดความสะดวกและประหยัดเวลาในการเดินทางซึ่งไม่จำเป็นต้องเดินทางไปที่สนามซ้อม ก็สามารถเล่นกอล์ฟได้ โดยระบบได้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเซนเซอร์รับลูกกอล์ฟ และ ส่วนที่แสดงผลออกทางจอภาพ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 อุปกรณ์ฝึกซ้อมกอล์ฟ ที่สามารถจับความเร็วลูกกอล์ฟ และบอกระยะทางของลูกกอล์ฟเมื่อลูกหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่จำลองไว้ โดยมีการแสดงผลแบบสามมิติและมีความสมจริง

1.2.2 สามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ไปในสถานที่ต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้และสามารถติดตั้งได้ง่าย

1.2.3 เพิ่มทักษะการเล่นกอล์ฟและส่งเสริมให้เกิดการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพและลดปัญหาการไม่มีพื้นที่สำหรับออกกำลังกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ทำการศึกษาการศึกษาลักษณะวิถีการเดินทางของลูกกอล์ฟ และวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้ลูกกอล์ฟเดินทางไม่เป็นไปตามสมการโปรเจกไตล์ (Projectile Equation)

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวโค้ง (Projectile Motion)

1.4.2 หลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำ

1.4.3 กลศาสตร์ของไหลจากสมการแบร์นูลลี (Bernoulli's Equation)

1.4.4 แรงที่เกิดจากการหมุนหรือที่เรียกว่าแรงเมกนัส (Magnus Force)

1.5 ขอบเขตการวิจัย

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับฝึกซ้อมการเล่นกอล์ฟซึ่งจะมีขอบเขตการทำงาน คือ ชุดตรวจจับความเร็วของลูกกอล์ฟ ซึ่งเป็นส่วนบอกความเร็ว และองศาที่ลูกกอล์ฟทำกับพื้นผิว และอีกส่วนเป็นส่วนแสดงผลออกมาทางหน้าจอ โดยโครงงานนี้แบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน

1.5.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานระหว่างตัวตรวจจับ (Sensor) ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อที่จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต อนุกรม (RS-232)

1.5.2 เป็นส่วนแสดงค่าที่อ่านจากส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ไปกำหนดค่าเริ่มต้นของการตี แล้วสภาพแวดล้อมที่จำลองขึ้นจะรองรับการเดินทางของลูกกอล์ฟตามทฤษฎีการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการจำลองการเคลื่อนที่วิถีโค้งแบบ 3 มิติ

2.1.1 วิถีการเคลื่อนที่ของลูกกอล์ฟภายใต้แรงดึงดูด

รูปที่ 2.1 แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s ภายใต้แรงโน้มถ่วง

พิจารณาจาก การเคลื่อนที่แต่ละแกน จะได้

$v_x = v_{init}\cos(\theta)\cos(\phi)$ $\quad$ $v_y = v_{init}\sin(\theta)\cos(\phi)$ $\quad$ $v_z = v_{init}\sin(\phi)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ตัวอย่างการคำนวณ

ภายใต้สภาพเริ่มต้นของ 70 เมตร/วินาที มุมยิงองศา 45° ได้ค่าในระยะตก คือ (353.6925, 353.6925, -0.0483) การคำนวณนั้น คิดได้จาก

$$t_{end} = \frac{g v_{init} \sin(\phi)}{2}$$

$$S_x = v_{init} \cos(\theta) \cos(\phi) t_{end} \qquad S_y = v_{init} \sin(\theta) \cos(\phi) t_{end}$$

```
Tend = Vinit*sin(Phi)/4.9;
Sx  = Vinit*cos(Theta)*cos(Phi)*Tend
Sy  = Vinit*sin(Theta)*cos(Phi)*Tend
```

2.1.3 กฎการอนุรักษ์พลังงาน

สุดท้าย พลังงานของลูกกอล์ฟทั้งหมดตลอดการเดินทางจะต้องคงที่ ตลอดระยะวิถีโค้ง โดยการที่จะพิสูจน์นั้น จึงจะทำการศึกษากราฟของพลังงาน ซึ่งพลังงาน มาจากสูตรคือ

$$E = \frac{1}{2} m v_{mag}^2$$

และ V_{mag} นั้น สามารถหาได้จาก การรวมขนาดของ เวกเตอร์ความเร็วทั้ง สามแกน

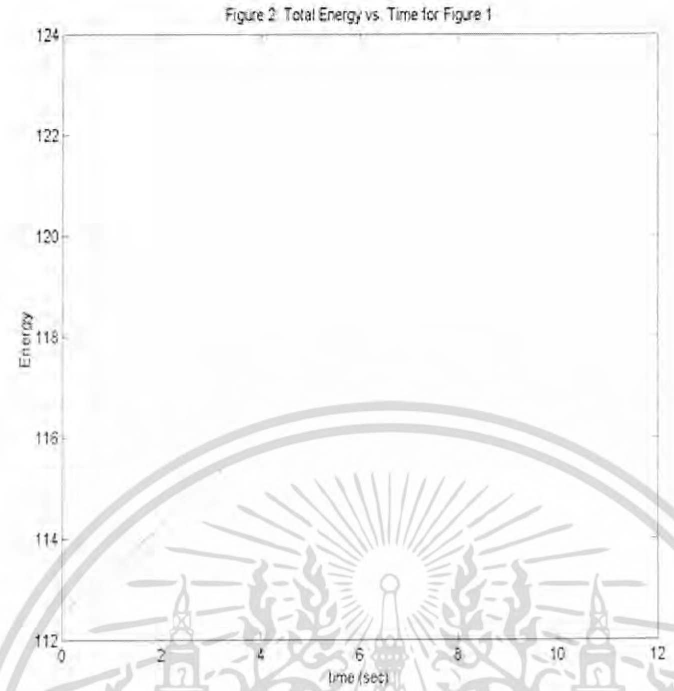
$$v_{mag} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

สามารถสรุปเป็นสูตรในการสร้างกราฟใน แมทแลป ได้ดังนี้

```
vmag=(v(i+1,1)^2+v(i+1,2)^2+v(i+1,3)^2)^(1/2);
E(i+1)=.5*m*(vmag^2)+ m*(9.8)*s(i+1,3);
t(i+1)= t(i) + dt;
```

โดย dt มีกำหนดมีค่า 0.4 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงกราฟพลังงานรวมต่อเวลา

จากกราฟ จะเห็นว่า เป็นกราฟเชิงเส้น ซึ่งจะสรุปได้ว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงานรวมคงที่

2.1.4 เพิ่มผลของแรงลมและการหมุนในวิถีการโค้ง

การเพิ่มแรงลมทำได้ง่ายโดยขณะนี้มีแค่แรงดึงดูดเท่านั้นที่มีผลต่อบอล ในการเพิ่มแรงอีกแรงหนึ่งเข้าไปในการคำนวณ และจากนั้นลดอัตราเร็วแรงของลมคือ

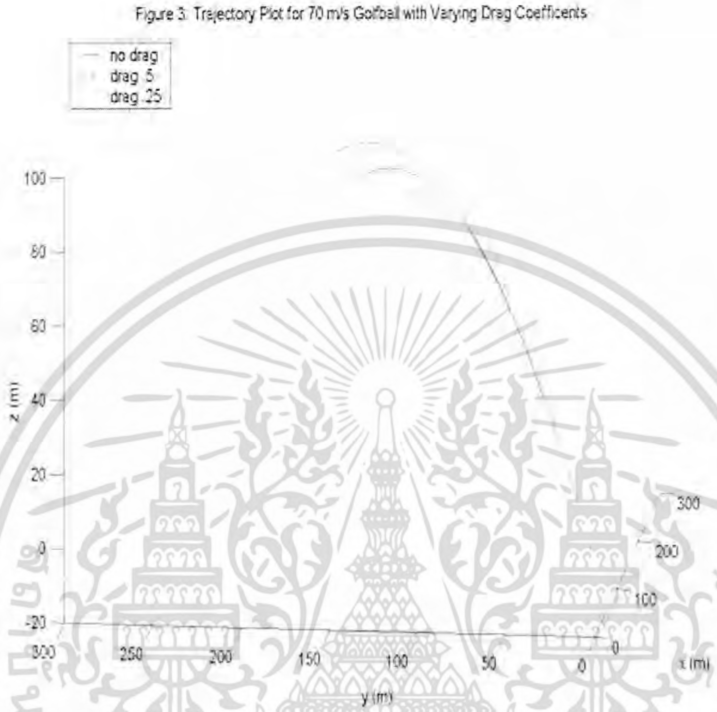
$$F_{drag} = C\frac{\varrho A v^2}{2}\frac{v_{mag}}{|v_{mag}|}$$

$$F_{drag_x} = \frac{C\cdot\varrho\cdot A\cdot v_x\cdot V_{mag}}{2} \quad F_{drag_y} = \frac{C\cdot\varrho\cdot A\cdot v_y\cdot V_{mag}}{2}$$

โดย C คือ ค่าแรงลม กำหนดค่าเป็น 0.5*12/v เมื่อ v มากกว่า 12 r คือความหนาแน่นของอากาศ (1.21 kg/m3) A คือ พื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Fdrag = [C*(rho*Area*(vmag*v(i,1)))/2,
C*(rho*Area*(v(i,2)*vmag))/2,
C*(rho*Area*(v(i,3)*vmag))/2];
```



รูปที่ 2.3 แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s โดยได้รับแรงจากลมระดับต่างๆ

ซึ่งส่วนประกอบของแรงลมจะคำนวณตามขั้นตอนจากนั้นลบความเร็ว ความแน่นอนของขั้นตอนการทดสอบลูกบอลเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลกับทิศทางแกน z- และก็ปรากฏว่าเป็นจริง จะไม่มีการเคลื่อนที่ที่แกน x และ y ต่อจากนี้จะเพิ่มผลจากการหมุนเพื่อให้ได้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ projectile แรงที่กำหนดการหมุนของ projectile เป็นที่รู้จักคือ

$$F_{spin} = \frac{S_0(\vec{\omega}\times\vec{v})}{m}$$

m คือ มวลของ projectile และ So คือ สัมประสิทธิ์การหมุน สำหรับโปรเจคไทล์นี้ ลูกกอล์ฟมีสัมประสิทธิ์การหมุน เท่ากับ 2x 10-4 และหมุนด้วยอัตรา 3000 รอบ/นาที

ผลของการหมุนจากการรวมแรงอีกแรงหนึ่งเข้าไปคำนวณเพื่อหาความเร็ว

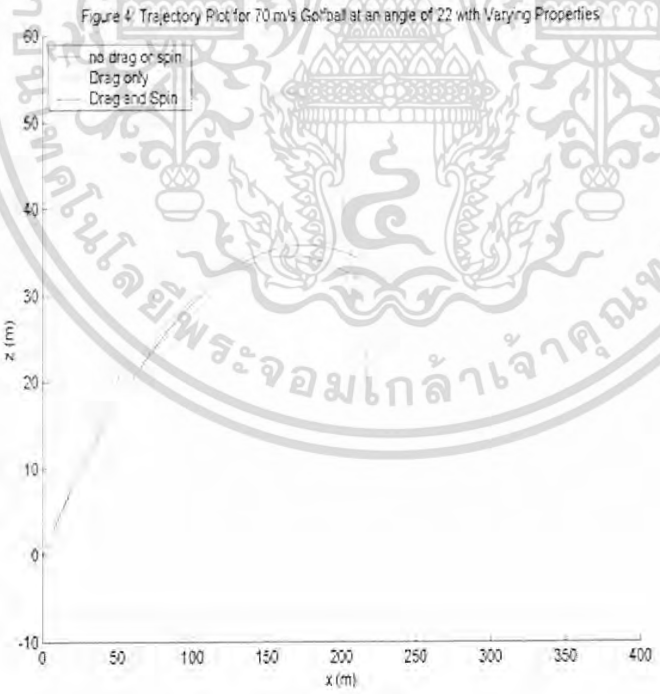
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
v(i+1,:)= v(i,:)+ Fg*dt - Fdrag(1,:)*dt -
FSpin(1,:)*dt;
```

```
%ตัวแปรการหมุน
rev = 3000;
omega = rev/60;
Spin = 2e-004;
Eta = 90*pi/180;
Xi = 0*pi/180

FSpin = [Spin*omega*v(i+1,1)*cos(Xi)*cos(Eta)/m,
Spin*omega*v(i+1,2)*sin(Xi)*cos(Eta)/m, -
Spin/m*omega*v(i+1,3)*sin(Eta)];
```

ผลของการหมุนเปรียบเทียบลูกบอลที่เดินทางโดยไม่มีอิทธิพลของแรงลมและลูกบอลที่เคลื่อนที่ด้วยแรงลม มีตัวอย่างดังนี้

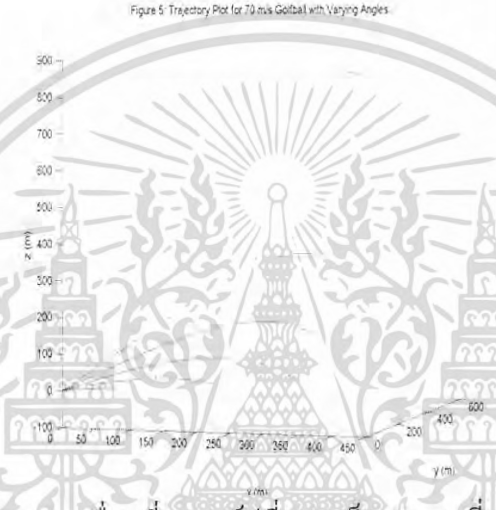


รูปที่ 2.4 แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s ที่ขนาดมุม 22 องศา ที่ได้รับแรงลมและได้รับแรงหมุน

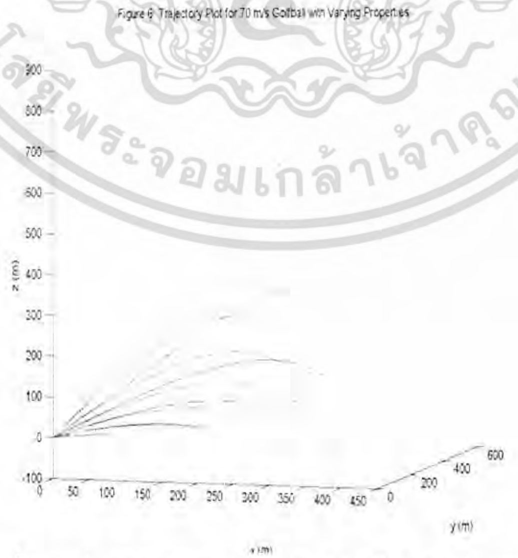
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุนลูกกอล์ฟไปในทิศทางด้านหลัง ทำให้เกิดทิศทางของแรง Magnus ทางแกน +z และ –x เล็กน้อย เพราะลูกบอลที่การเคลื่อนที่สูงขึ้น (กำหนดที่แกน z) และระยะทางน้อยลง (กำหนดที่แกน x) ถ้าให้ลูกหมุนไปด้านหน้าจะทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ต่ำลงและระยะไกลขึ้นเล็กน้อยโดยดูจากแกน x จากจุดนี้ผลของการหมุนสามารถพิจารณาได้ใกล้เคียงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงส่วนตัวอย่าง องศา หรือแรงลม

2.1.5 การทดลองโดยใช้ตัวแปรต่างๆ



รูปที่ 2.5 แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s ที่ขนาดมุมต่างๆ

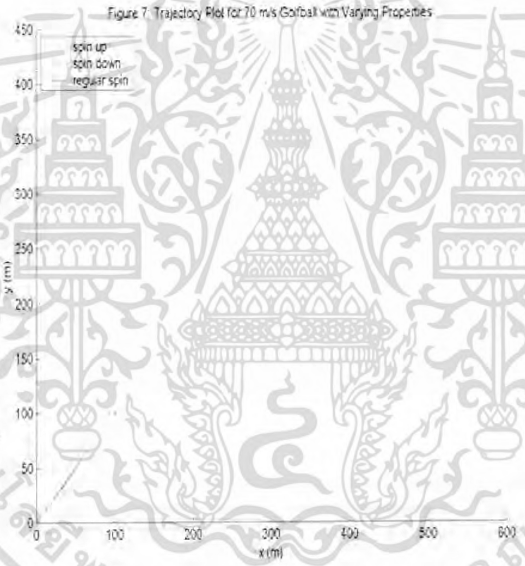


รูปที่ 2.6 ของการเปลี่ยนแปลงองศาของลูกบอล ระยะไกลและความสูงของ projectile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.6 แสดงการผลของกาเพิ่มองศาขึ้นทีละ 10° โดยค่าองศาเริ่มต้น คือ 5° จากที่รู้กันว่า ถ้าไม่มีผลของแรงลมและการหมุนเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่าองศาที่ทำให้ระยะทางไปได้ไกลสุดคือ 45° อย่างไรก็ตามภายใต้แรงลมและการหมุนจะไม่เหมือนกัน ในรูปที่ 2.5 อัตราที่ใช้คือ 3000 รอบ/นาที ค่าสูงสุดอยู่ที่องศา 55° มากกว่า 45° ในรูปที่ 2.6 อัตราการหมุนลดลง 2000 รอบ/นาที จากรูปจะช้าลง (แสดงเป็นสีแดง)และระยะทางจะลดลง ระยะทางที่ไกลสุดคือประมาณ 50° พื้นฐานที่สัมพันธ์กันคือ อัตราการหมุนเพิ่มขึ้นระยะทางก็จะเพิ่มขึ้นสำหรับองศาที่สูงสุด ความสัมพันธ์นี้จะมีข้อจำกัด เมื่อเริ่มต้นที่อัตราการหมุนลดลงเท่ากับ 0 ระยะทางที่ไกลสุด คือ 45° ถ้ามีอัตราการหมุนสูงขึ้นจะมีข้อจำกัดเรื่องความเร็วของโปรเจคไทล์ (projectile) โดยองศาที่สูงสุดจะเปลี่ยนไปแต่จะไม่เกิน 90°

สำหรับรูปแบบการหมุนได้ใช้การหมุนแบบถอยหลัง จะได้ผลจากการหมุนขึ้นบนและลงล่างเล็กน้อยได้ผลดังนี้



รูปที่ 2.7 แสดงการเคลื่อนที่ลูกกอล์ฟที่ความเร็ว 70 m/s
ที่รับค่าตัวแปรต่างๆ

ผลของการหมุนขึ้นของลูกจะทำให้ลูกลอยอยู่ในอากาศได้นานขึ้น หาก ลูกมีการหมุนลง จะทำให้ลูกลอยอยู่ในอากาศได้น้อยลง ซึ่งก็ทำให้ลูกระยะทางลดลง จากตัวอย่างที่ 7 แสดงถึงการยิงลูกที่มีการหมุน 3000 รอบต่อนาที และ มีมุมยิงที่ 55 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อินฟราเรด (Infrared)

อินฟราเรด คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นยาวกว่าช่วงแสงที่มองเห็นได้ แต่สั้นกว่าคลื่นวิทยุ ชื่อของมันมีความหมายว่า "ต่ำกว่าแสงสีแดง" (มาจากภาษาละตินที่ Infra แปลว่า ต่ำกว่า) ซึ่งแสงสีแดงเป็นช่วงของแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงๆตามความถี่ของมันและเรียกในชื่อต่างๆกัน ดังแสดงได้จาก

ประเภท		ความยาวคลื่น	ความถี่
อัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet)		10 nm - 0.4 um	750 - 3,000 THz
แสงที่ตามองเห็น (Visible Light)		0.4 - 0.7 um	430 - 750 THz
อินฟราเรด (Infrared)	อินฟราเรดใกล้	0.7 - 1.3 um	230 - 430 THz
	อินฟราเรดคลื่นสั้น (Near Infrared)	1.3 - 3 um	100 - 230 THz
	อินฟราเรดคลื่นกลาง (Middle Infrared)	3 - 8 um	38 - 100 THz
	อินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared)	8 - 14 um	22 - 38 THz
	อินฟราเรดไกล (Far Infrared)	14 um - 1 mm	0.3 - 22 THz
คลื่นวิทยุ (Radio Wave)	คลื่นสั้นมาก (VHF)	1 - 10 m	30 - 300 MHz
	คลื่นสั้น (HF)	10 - 100 m	3 - 30 MHz
	คลื่นกลาง (MF)	100 m - 1 km	0.3 - 3 MHz
	คลื่นยาว (LF)	1 - 10 km	30 - 300 KHz
	คลื่นยาวมาก (VLF)	10 - 100 km	3 - 30 KHz

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความยาวคลื่นและความถี่ของแสงแต่ละชนิด

ข้อมูลตาราง จากหนังสือ "คำบรรยายเรื่องการสำรวจจากระยะไกล : Remote Sensing Note" สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2540, ISBN 974-8027-59-7

2.2.1 ตัวส่งอินฟราเรด (LED Emitting)

LED เป็น อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เปล่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ในช่วงความยาวคลื่นแคบๆ ออกมาเมื่อให้กระแสไฟฟ้าเข้าไปในทิศทางที่ถูกต้อง ช่วงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปล่งออกมานั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับชนิดของสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้งาน ซึ่ง LED มีทั้งสามารถเปล่งคลื่นได้หลายแบบ ทั้งที่เกือบจะเท่ากับแสงอัลตร้าไวโอเลต (Ultra Violet – UV) แสงที่มองเห็นได้ หรือแสงอินฟราเรด

Chip technology, devices and dedicated application

Technology	DH	GaAs	GaAlAs/GaAs	GaAlAs
Performance @ Test Condition I_F = 100 mA				
Typ. 1000 h-Degradation	- 5%	- 7 %	- 10 %	- 15 %
Radiant Power	45 mW	15 mW	35 mW	25 mW
Cut-Off Frequency	12 MHz / 35 MHz	450 kHz	450 kHz	600 kHz
Rise/ Fall Time t_r, t_f	30 ns / 10 ns	800 ns	800 ns	600 ns
Wavelength	870 nm	950 nm	950 nm	870 nm
Product Series				
Packages Forms				
T 1	-	TSUS4xxx	TSAL4400	TSHA4400
T1 3/4	TSHF5xxx/TSFF5xxx	TSUS5xxx	TSAL5xxx/6xxx/7xxx	TSHA5xxx
Side View	TSSF4500	TSKS5400	-	-
Dome SMD	TSMF1xxx	-	TSML1xxx	-
PLCC-2	TSMF3700	TSMS3700	TSML3710	-
Metal Can	-	TSTS7xxx	-	TSTA7xxx
Application				
	High Reliability	High Reliability	Standard Application	Standard Application
	Data Transmission	Photo Interrupter	Remote Control	Keyless Entry
	IrDC	IR Curtain	Low Duty Cycle	Low Duty Cycle
	Encoder	Encoder	Burst Mode	Burst Mode
	DC Mode	DC Mode	Pulse Mode	Pulse Mode

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติต่างๆของสารกึ่งตัวนำ ที่มาใช้ในการสร้างตัวส่งอินฟราเรด

2.2.2 ไดโอดรับแสง (Photodiode)

เป็นสารกึ่งตัวนำ ที่ทำหน้าที่ในการตรวจจับแสงสว่าง ประกอบไปด้วยรอยต่อ P-N รอยต่อของ P-N คือ การนำ สารกึ่งตัวนำชนิด N และชนิด P มาต่อกันใกล้มากๆ

รูปที่ 2.8 แสดงรอยต่อ P-N ที่เป็นพื้นฐานสำคัญของ อินฟราเรด

หลักการทำงาน เมื่อมีพลังงานของโฟตอน (Photon) ที่เกิดจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กระทบไปที่สารกึ่งตัวนำ โฟตอนจะถ่ายทอดพลังงานให้แก่อิเล็กตรอน ทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ จึงทำให้ไดโอดเกิดกระแสขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุที่นำมาใช้เป็นสารกึ่งตัวนำในไดโอดแต่ละชนิดกัน ก็จะตอบสนองต่อแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆกัน ดังตารางดังต่อไปนี้

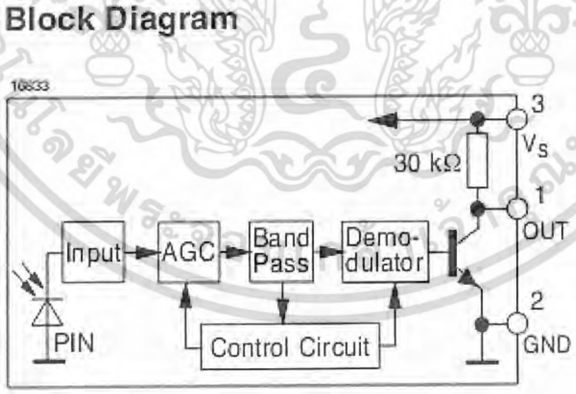
วัสดุ	ความยาวคลื่น (nm)
ซิลิกอน (Silicon)	190 - 1100
เจอมานเนียม (Germanium)	800 - 1700
อินเดียม แกลเลียม อาเซไนด์ (Indium gallium arsenide)	800 – 2600
ตะกั่วซัลไฟด์ (Lead sulfide)	<1000 - 3500

ตารางที่ 2.3 ตารางความยาวคลื่นที่สารกึ่งตัวนำที่มาสร้างเป็นไดโอดรับแสง จะตอบสนอง

รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ของ ไดโอดรับแสง

2.2.3 หน่วยรับอินฟราเรด (Infrared Receiving Module)

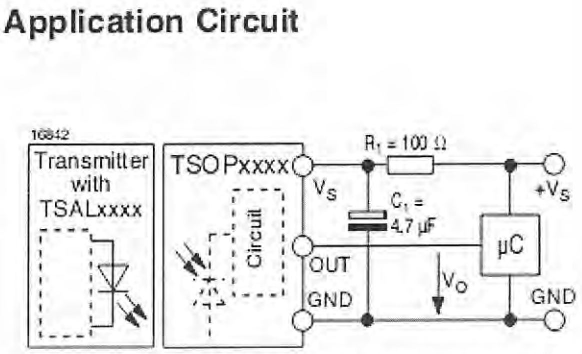
หน่วยรับ อินฟราเรด มีหลายแบบ ทั้งแบบ เป็น แบบไดโอด และแบบเป็น หน่วยรับสำเร็จรูป ซึ่งหน่วยรับ 1 หน่วย จะประกอบไปด้วย วงจรดังนี้



รูปที่ 2.10 วงจรภายในของหน่วยรับอินฟราเรด

สาเหตุที่ใช้หน่วยรับสำเร็จรูป เพราะว่า มีวงจรขยาย และวงจรกรองความถี่ที่ไม่ต้องการทิ้งไป และสามารถนำไปใช้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงวิธีทั่วไป ที่จะนำเอาหน่วยรับอินฟราเรด ไปใช้งาน

ในหน่วยรับอินฟราเรดในแต่ละรุ่น จะมีการตอบสองของความถี่ของคลื่นพาหะแตกต่างกันไป

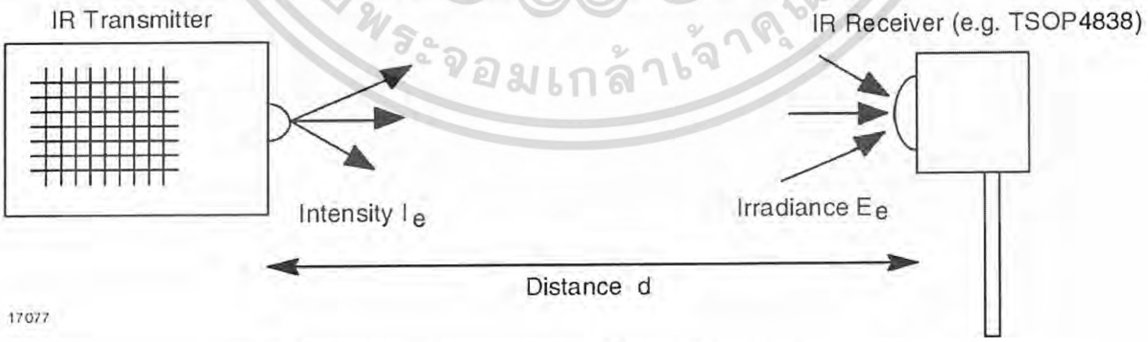
Parts Table

Part	Carrier Frequency
TSOP4830	30 kHz
TSOP4833	33 kHz
TSOP4836	36 kHz
TSOP4837	36.7 kHz
TSOP4838	38 kHz
TSOP4840	40 kHz
TSOP4856	56 kHz

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงการตอบสนองต่อคลื่นพาหะต่างๆกันของหน่วยรับอินฟราเรดในแต่ละรุ่น

2.2.4 การนำเอา อินฟราเรดมาใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

สิ่งที่ควรพิจารณาในการใช้อินฟราเรดก็คือ ระยะที่ห่างมากที่สุดระหว่างตัวรับ และตัวส่ง



รูปที่ 2.12 แสดงการวางตำแหน่งและรับอินฟาเรด

หากคำนวณจากระยะการส่งของตัวรับและตัวส่งระหว่าง ระยะทาง ความสามารถในการส่อง ของตัวส่ง และความเข้มแสงที่วัดได้ จะได้ผลลัพธ์เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$d_{max} = \sqrt{\frac{I_e}{E_{emin}}}$$

2.3 ทฤษฎีและหลักการของฮาร์ดแวร์

การทำงานฮาร์ดแวร์จะส่งข้อมูลเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะสามารถควบคุมโดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของลูกกอล์ฟ และควบคุมการทำงานส่วนตอบสนองกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จากนั้นจะส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์รูปแบบชิปแบบเดี่ยว มีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ด้วยกันซึ่งแต่ละเบอร์นั้นมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามแต่จะเลือกใช้งานให้เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติที่แตกต่างกันในแต่ละเบอร์ก็คือขนาด Memory ROM, Memory RAM, bit I/O

2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

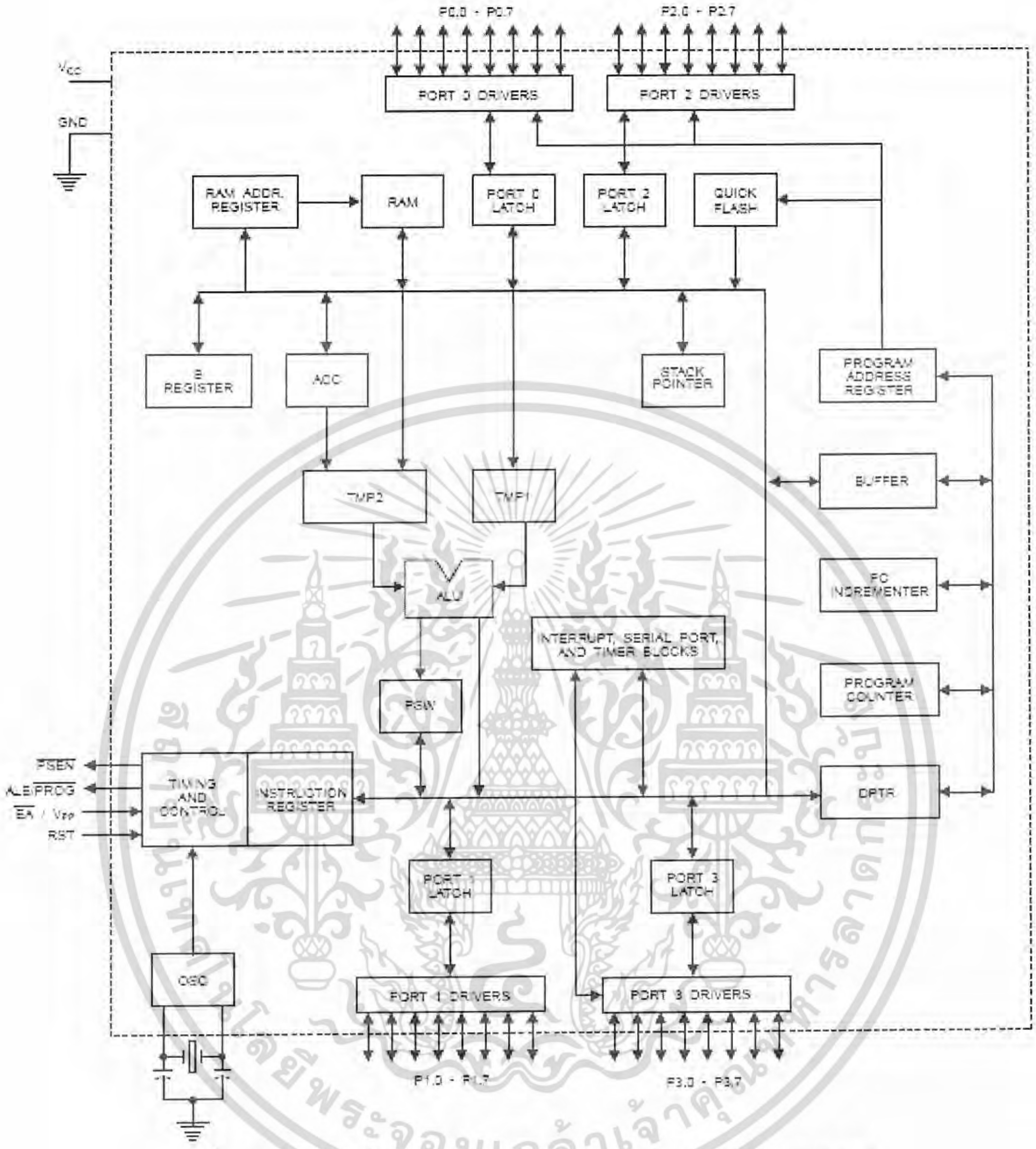
2.3.1.1 ความแตกต่างของไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครโปรเซสเซอร์

คุณสมบัติ	ไมโครโปรเซสเซอร์	ไมโครคอนโทรลเลอร์
ขนาดของหน่วยประมวลผลกลาง	ไม่น้อยกว่า 8 บิต	ส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต
หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก	มีอยู่ภายใน	มีอยู่ภายใน
วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	มีอยู่ภายใน	มีอยู่ภายใน
การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม	เชื่อมต่อภายนอกเท่านั้น	ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอก
การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำข้อมูล	เชื่อมต่อภายนอกเท่านั้น	ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอก
การเชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตเอาท์พุต	เชื่อมต่อภายนอกเท่านั้น	มีอยู่ภายในและสามารถขยายได้
ไทเมอร์/เคาน์เตอร์	ไม่มีในซีพียูขนาดเล็ก	มีอย่างน้อย 1 ตัวขนาด 8-16 บิต
วอตซ์ด็อกไทเมอร์	ไม่มีในซีพียูขนาดเล็ก	มีอย่างน้อย 1 ตัว
จำนวนขาต่อใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 40 ขา	มีตั้งแต่ 8 ขาขึ้นไป

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52



รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

2.3.1.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช 8 กิโลไบท์ และหน่วยความจำเสมือน 256 ไบท์ 32 ส่วนรับและส่งออกข้อมูล
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม 256 x 8 บิตในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- 3 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิด 2 ระดับอินเทอร์รัปได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป

2.3.1.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

รูปที่ 2.14 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานซึ่งเหมือนกับ MCS-51ทั่วไป

ขา Vcc ใช้สำหรับเชื่อมต่อแหล่งกำเนิดไฟวงจร +5V

ขา GND เป็นขากราวด์สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

2.3.1.5 พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

2.3.1.5.1 พอร์ต 0

ขาพอร์ต 0 รูปที่ 2.14 P0.0-P0.7 มี 8 ขา สามารถกำหนดให้เป็นทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาตำแหน่งไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานเป็นไปได้ทั้งขาติดต่อตำแหน่งและขาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.1.5.2 พอร์ต 1

ขาพอร์ต 1 รูปที่ 2.14 P1.0-P1.7 มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

2.3.1.5.3 พอร์ต 2

ขาพอร์ต 2 รูปที่ 2.14 P2.0-P2.7 มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาตำแหน่งไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

2.3.1.5.4 พอร์ต 3

ขาพอร์ต 3 รูปที่ 2.14 P3.0-P3.7 มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ขา RxD ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม

P3.1 ขา TxD ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม

P3.2 ขา INT0 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0

P3.3 ขา INT1 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1

P3.4 ขา T0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0

P3.5 ขา T1ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
73074

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

ขา EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น “0” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น “ 1 ” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม+12V

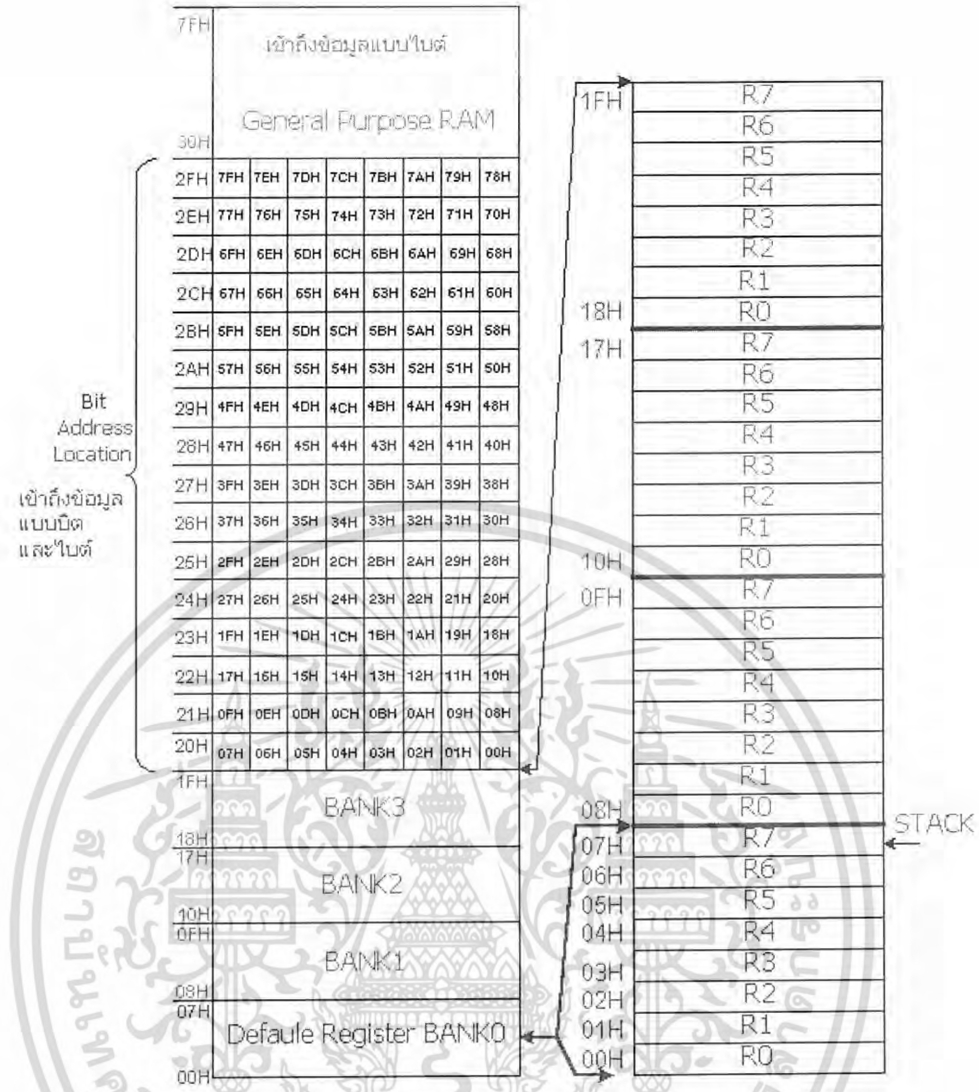
ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.1.5.5 หน่วยความจำภายในของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์สนับสนุนชุดคำสั่งที่ช่วยให้โปรแกรมเมอร์สามารถทำการอ้างอิงตำแหน่งของ RAM ภายในได้หลายวิธี โดยเราสามารถอ้างอิงหน่วยความจำ 32 ตำแหน่งแรกเป็นรีจิสเตอร์ หรืออ้างอิงเป็นตำแหน่งหนึ่งในหน่วยความจำก็ได้ การเข้าถึงข้อมูลในตำแหน่งที่ถูกอ้างอิงเป็น register นั้นเราสามารถทำได้โดยใช้คำสั่งที่มีขนาดเพียงแค่ 1 byte ซึ่งการใช้คำสั่งชนิดนี้จะช่วยให้โปรแกรมเมอร์สามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยความจำของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ นี้จะมีพื้นที่ส่วนหนึ่งขนาด 16 byte ซึ่งเราสามารถทำการอ้างอิงข้อมูลหน่วยความจำส่วนนี้ทีละบิตหรือทีละไบต์ก็ได้ โดยคำสั่งทั่วไปจะสามารถทำการอ้างอิงข้อมูลทีละไบต์จากหน่วยความจำส่วนนี้ แต่ถ้าเราต้องการอ้างอิงข้อมูลทีละบิตในหน่วยความจำส่วนนี้เราจะต้องใช้คำสั่งพิเศษ คำสั่งพิเศษนี้มีประโยชน์มากเมื่อเราต้องการทำการประมวลข้อมูลที่รับมาจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น ในงานที่มีการใช้ระบบควบคุม ในหัวข้อต่อไปเราจะพบว่าคำสั่งที่ติดต่อกับ I/O เพื่อทำการเคลื่อนย้ายข้อมูลของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเคลื่อนย้ายข้อมูลที่มีขนาดเป็นไบต์หรือบิตก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงแผนภาพการจัดสรรหน่วยความจำ หน่วยความจำ ภายใน

รูปที่ 2.15 แสดงแผนภาพการจัดสรรหน่วยความจำภายในช่วง 128 ตำแหน่งแรกของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากรูปเราจะพบว่า 32 ตำแหน่งแรกในหน่วยความจำจะถูกกำหนดให้เป็นรีจิสเตอร์แบงค์จำนวน 4 แบงค์ ในแต่ละแบงค์จะมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว รีจิสเตอร์ในที่นี้เป็นตำแหน่งในหน่วยความจำสำหรับเขียนและอ่านข้อมูลขนาด 8 บิต ซึ่งเราสามารถอ้างอิงได้โดยใช้คำสั่งที่มีขนาด 1 byte และเนื่องจากว่าคำสั่งขนาด 1 byte นี้จะใช้บิตเพียงแค่ 3 บิต ในการระบุตำแหน่งของรีจิสเตอร์ที่เราต้องการดังนั้นเราจึงใช้คำสั่งนี้อ้างรีจิสเตอร์ ที่แตกต่างกันได้เพียง 8 ตัว

แบงก์รีจิสเตอร์ที่กำลังใช้งานอยู่ในจะถูกเลือกโดยการตั้งค่าที่แฟลกสำหรับเลือกแบงก์ เมื่อแบงก์รีจิสเตอร์หนึ่งๆ ถูกเลือกแล้ว การเคลื่อนย้ายข้อมูลจะเกิดขึ้นกับรีจิสเตอร์ R0 และ R7 ของแบงก์นั้น ถ้าเราต้องการเปลี่ยนไปใช้รีจิสเตอร์ในแบงก์อื่น เราต้องกำหนดค่าในแฟลกสำหรับเลือกแบงก์ก่อนจึงจะสามารถเลือกแบงก์ที่จะใช้งานตามต้องการ

รูปที่ 2.15 แสดงพื้นที่ขนาด 16 byte ในหน่วยความจำตั้งแต่ตำแหน่งที่ 20H ถึง 30H ซึ่งเป็นส่วนของ RAM ที่เราสามารถอ้างอิงข้อมูลเป็นบิตได้ โดยเราสามารถใช้คำสั่งพิเศษเพื่ออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในหน่วยความจำส่วนนี้ทีละบิต หรือใช้คำสั่งทั่วไปเพื่ออ้างอิงข้อมูลทีละไบต์ก็ได้ การใช้คำสั่งพิเศษใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ช่วยให้โปรแกรมเมอร์สามารถทำการคอมพลีเมนท์ (complement) บิตใดก็ได้หรือทำการแอนด์ (AND) บิตหนึ่งกับอีกบิตหนึ่งที่อยู่ในแอ็คคอมูเลเตอร์ (accumulator) หรืออยู่ในรีจิสเตอร์สถานะเป็นต้น

พื้นที่ส่วนสุดท้ายในหน่วยความจำที่มีขนาด 80 ไบท์ นั้นมีชื่อว่า scratchpad ซึ่งโปรแกรมเมอร์สามารถนำข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงได้ไปเก็บ

2.3.1.6 การหาค่าเวลาใน 1 แมชชีนไซเคิล

การทำงานของตัวจับเวลาในโหมดต่างๆ จะใช้สัญญาณนาฬิกาภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าเวลาเริ่มต้นในการนับหรือตั้งเวลาอยู่ที่รีจิสเตอร์ THx ,TLx และจะเพิ่มขึ้นทุกครั้งของการนับ โดย1 ครั้งของการนับ คือการเพิ่มขึ้นทุก 1 แมชชีนไซเคิล (ความถี่สัญญาณนาฬิกาหารด้วย 12) เพราะฉะนั้นการหาค่าการนับจะต้องคำนึงถึง ความถี่ของคริสตอลที่นำมาใช้ด้วย เราสามารถหาเวลาใน 1 แมชชีนไซเคิลได้จากสมการ

$$T = MC \times 12/f\ X\text{-}tal$$

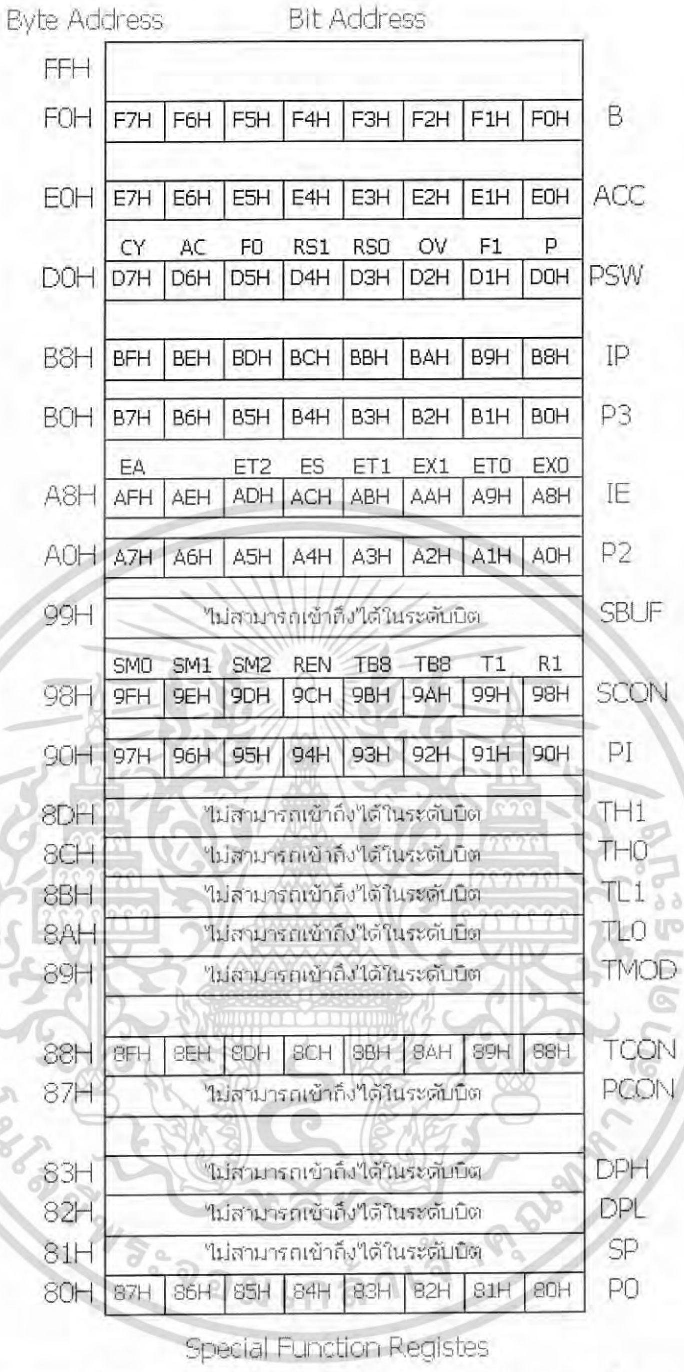
ถ้ากำหนดให้ X-tal 11.0592 MHz

$T = 1 \times 12/11.0592 \times 10^{6}$

$T = 1.085 \times 10^{-6}$ sec หรือ 1.085 microsecond

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 แมชชีนไซเคิล ถ้าหากใช้คริสตอล 11.0592 MHz จะใช้เวลา 1.085 microsecond

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

2.3.2 การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม

2.3.2.1 คุณสมบัติของพอร์ตอนุกรม

คุณสมบัติที่สำคัญข้อหนึ่งของ คือ พอร์ตแบบอนุกรมที่มีอยู่ในตัวชิป AT89S52 ในไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป การเพิ่มพอร์ตอนุกรมจะต้องเพิ่ม UART และวงจรควบคุมไอซีที่สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบอนุกรม ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีความซับซ้อนและมีราคาค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อแบบอนุกรมของ AT89S52 นั้นเป็นแบบส่งข้อมูลไปและส่งข้อมูลกลับ (full duplex) ได้ในเวลาเดียวกัน การเชื่อมต่อแบบอนุกรมนี้จะมีการพักข้อมูลที่รับเข้ามา (Receive-buffered) แสดงว่าก่อนที่ข้อมูลชุดแรกจะถูกส่งไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ พอร์ตอนุกรมจะสามารถรองรับข้อมูลอนุกรมชุดที่สองที่รับเข้ามาจะถูกนำไปเก็บในแลตช์ข้อมูล มิฉะนั้นข้อมูลชิ้นแรกที่อยู่ในนั้นจะถูกเขียนทับ

การเชื่อมต่อแบบอนุกรมนี้มีการใช้รีจิสเตอร์ 2 ตัว ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูล เราติดต่อกับรีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้ได้โดยการอ้างอิงรีจิสเตอร์พิเศษตัวหนึ่งที่มีชื่อว่า SBUF ถ้าเราทำการเขียนข้อมูลลง SBUF แสดงว่าเราได้เขียนข้อมูลลงรีจิสเตอร์ส่งข้อมูล แต่ถ้าเราทำการอ่านข้อมูลจาก SBUF แสดงว่าเราอ่านข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์รับข้อมูล จะเห็นได้ว่ารีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลทั้งสองนี้มีค่าตำแหน่งค่าเดียวกัน

รีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม (Serial port control register :SCON) จะเก็บข้อมูลที่ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม

SM1	SM2	SM3	REN	TB8	RB8	TI	RI

รูปที่ 2.17 รีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม

SM1 SCON.7	กำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม
SM2 SCON.6	กำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม
SM3 SCON.5	บิตนี้จะถูกนำมาใช้ในการสื่อสารระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์หลายตัวในโหมดการทำงานที่ 2 และ 3 สำหรับในโหมด 2 หรือโหมด 3 นี้ถ้าบิต SM2 มีค่าเป็น 1 บิต RI จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงหากค่าในบิตที่ 9 ที่รับเข้ามามีค่าเป็น 0 สำหรับในโหมด 1 ถ้าบิต SM2 มีค่าเป็น 1 บิต RI จะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าเกิดการรับบิตสิ้นสุดข้อมูลผิด สำหรับในโหมด 0 บิต SM2 จะมีค่าเป็น 0
REN SCON.4	บิตนี้จะถูกเซตหรือเคลียร์โดยโปรแกรมเพื่อทำการรับ/ไม่รับข้อมูล
TB8 SCON.3	บิตที่ 9 ในข้อมูลอนุกรมที่จะถูกส่งไป
RB8 SCON.2	บิตนี้จะมีค่าเท่ากับบิตที่ 9 ในข้อมูลอนุกรมที่รับเข้ามาในโหมดที่ 2 และโหมดที่ 3 สำหรับในโหมดที่ 1 ถ้าบิต SM2 มีค่าเป็น 0 บิต RB8 จะมีค่าเท่ากับค่าในบิตสิ้นสุดข้อมูล สำหรับในโหมด 0 บิต RB8 จะไม่ถูกนำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษา ... ไม่ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TI SCON.1	แฟลก transmit interrupt จะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์ หลังจากได้มีการเลื่อนข้อมูลขนาด 8 บิตออกในโหมด 0 หรือเมื่อได้ทำการส่งข้อมูลจนพบบิตสิ้นสุดข้อมูลในโหมดอื่น หลังการส่งข้อมูลแบบอนุกรมค่าในบิตนี้จะถูกเคลียร์โดยซอฟต์แวร์
RI SCON.0	แฟลก receive interrupt จะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์ หลังจากได้มีการเลื่อนข้อมูลขนาด 8 บิตเข้ามาในโหมด 0 หรือที่จุดครึ่งทางของช่องบิตสิ้นสุดข้อมูลในโหมดอื่น (ยกเว้นกรณี SM2 มีค่าเป็น 1) หลังการรับข้อมูลแบบอนุกรมค่าในบิตนี้จะถูกเคลียร์โดยซอฟต์แวร์

ตารางที่ 2.6 แสดงการทำงานรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม

บิต SM0 และ SM1 จะใช้ในการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม ซึ่งมีทั้งหมด 4 โหมดคือ โหมด 0,1,2 และ 3 ซึ่งมีการทำงานแตกต่างกันออกไปโดย

ในโหมด 0 พอร์ตอนุกรมจะเป็นเหมือนรีจิสเตอร์ที่เลื่อนค่าได้ (shift register) ซึ่งจะเลื่อนค่าตามสัญญาณนาฬิกาที่มีอัตราความถี่เท่ากับ 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ใน 8051 สัญญาณนาฬิกานี้เป็นตัวกำหนดอัตราความเร็วในการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมที่เราเรียกว่า อัตราบอด (baud rate)

ในโหมดที่ 1 พอร์ตอนุกรมจะรับและส่งข้อมูลขนาด 10 บิต ซึ่งข้อมูลขนาด 10 บิตนี้ประกอบด้วยบิตเริ่มต้นข้อมูลขนาด 8 บิต และบิตสิ้นสุดข้อมูล 1 บิต ในโหมดการทำงานนี้ timer ตัวหนึ่งใน 8051 จะนำมาใช้ในการกำหนดอัตราเร็วในการเคลื่อนย้ายข้อมูลของพอร์ตอนุกรม

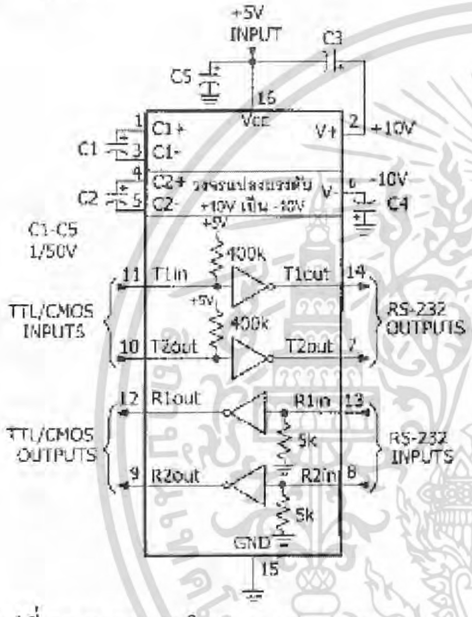
ในโหมดที่ 2 พอร์ตอนุกรมจะทำการรับและส่งข้อมูลทีละ 11 บิต ซึ่งข้อมูลขนาด 11 บิตนี้ประกอบด้วยข้อมูลขนาด 8 บิต บิตที่ 9 (เป็นบิตที่เราสามารถกำหนดค่าได้) บิตเริ่มต้นข้อมูล และ บิตสิ้นสุดข้อมูลโดยบิตที่ 9 นี้จะมีค่าตรงกับบิต TB8 ของรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตแบบอนุกรม (SCON) ในโหมดการทำงานนี้เราสามารถเลือก baud rate ให้มีค่าเท่าเป็น 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ใน AT89S52 ได้การทำงานของพอร์ตอนุกรมในโหมดที่ 3 จะทำการรับและส่งข้อมูลทีละ 11 บิตและมีบิตที่ 9 ที่กำหนดค่าได้ โดยบิตนี้จะมีค่าตรงกับบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตแบบอนุกรม (SCON) โหมดที่ 3 นี้จะทำหน้าที่เช่นเดียวกับโหมดที่ 2 ยกเว้นแต่ว่าอัตราเร็วในการเคลื่อนย้ายข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ไมโครโปรเซสเซอร์ AT89S52 หลายตัวสามารถติดต่อกันได้โดยการเชื่อมต่อกันแบบอนุกรม เมื่อมีข้อมูลส่งมายังไมโครคอนโทรเลอร์ บิตที่ 9 ในข้อมูลที่รับเข้ามาจะทำให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ซึ่งจะบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าพอร์ตอนุกรมของมันได้ทำการรับข้อมูลเข้ามาเก็บในที่พักข้อมูล และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

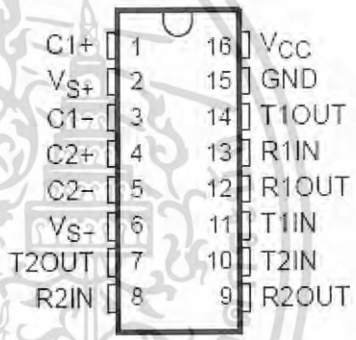
มันควรทำการโอนย้ายข้อมูลนี้เพื่อนำไปใช้ต่อไป ใน AT89S52 อัตราบอดในโหมด 1 และโหมด 3 จะถูกกำหนดโดยอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์เบอร์ 1 และเราสามารถเพิ่มอัตราบอดให้เป็นสองเท่าได้โดยการกำหนดค่าของบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ควบคุมให้มีค่าเป็น 1

2.3.2.2 การติดต่อสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรม

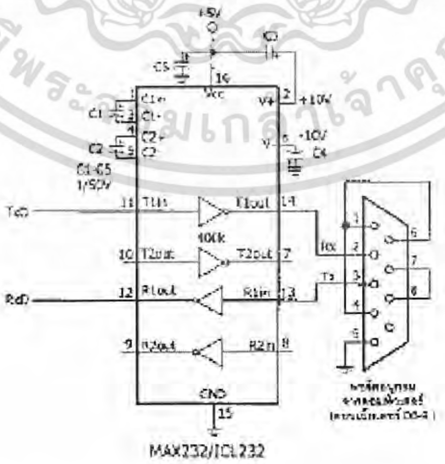
การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรงไม่สามารถทำได้เนื่องจากระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สูงพอจึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณให้สูงจนสามารถทำให้เกิดการติดต่อกันได้ โดยในที่นี้จะใช้ไอซีที่ MAX232



รูปที่ 2.18งจรภายในของ MAX232



รูปที่ 2.19 การจัดขาของ MAX232



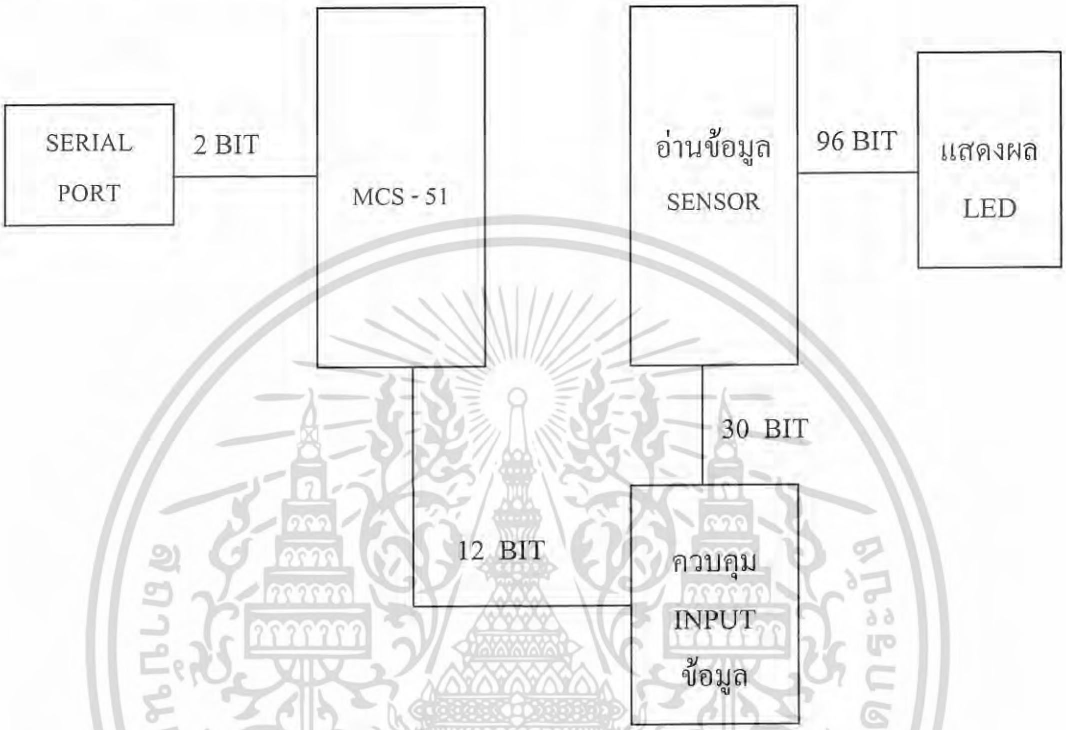
รูปที่ 2.20 วงจรเชื่อมต่อ MAX232 กับพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

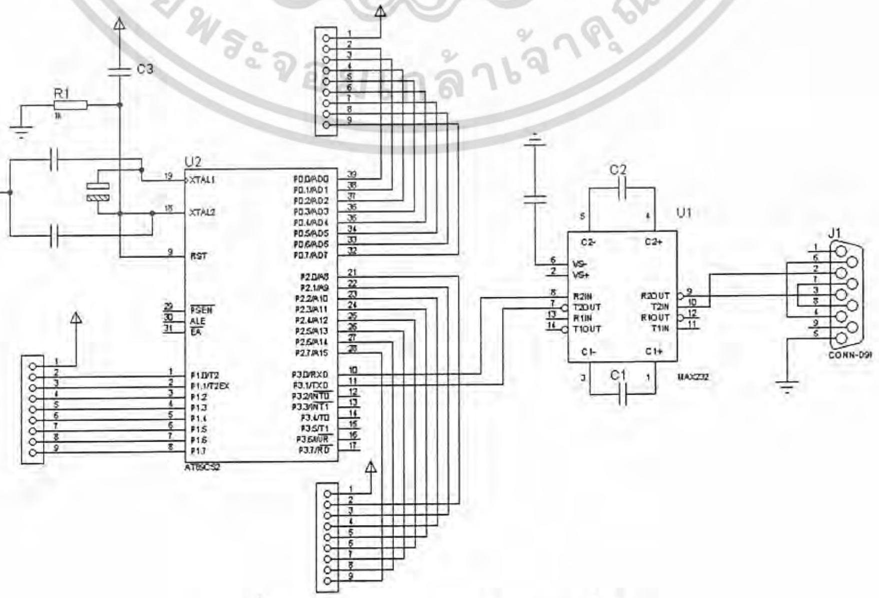
การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานรวมของระบบ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรม

3.2 การทำงานของระบบตรวจจับวัตถุ

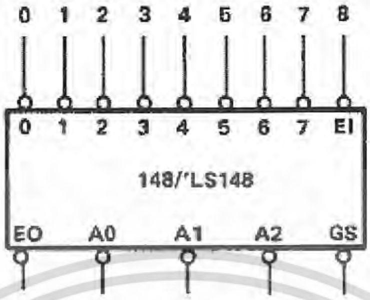


รูปที่ 3.2 วงจรการตรวจจับลูกกอล์ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

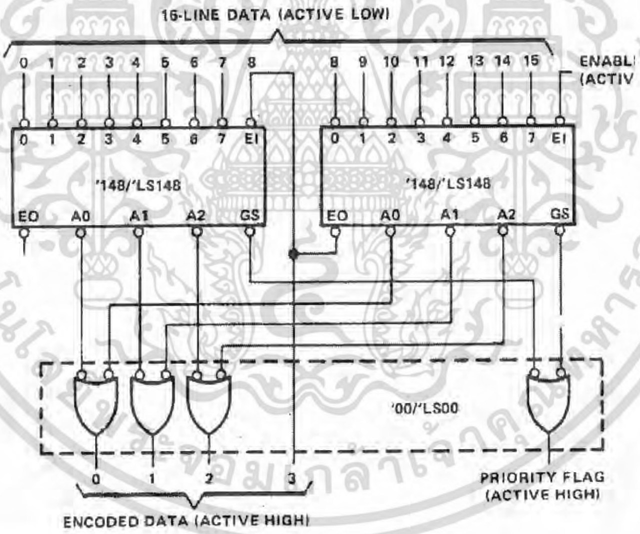
3.3 การออกแบบส่วนติดต่อระบบ

ประกอบด้วยส่วนการรับข้อมูลซึ่งทำงานร่วมกับส่วนโปรแกรมทำการเก็บสถานะของตัวตรวจจับ เพื่อทำการส่งข้อมูลไปให้คอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตทำการคำนวณต่อไปโดยใช้ IC เบอร์ 74LS148 โดยสามารถรับข้อมูลเข้าได้ 8 บิตและส่งข้อมูลออกเป็น 3 บิต



รูปที่ 3.3 IC เบอร์ 74LS148

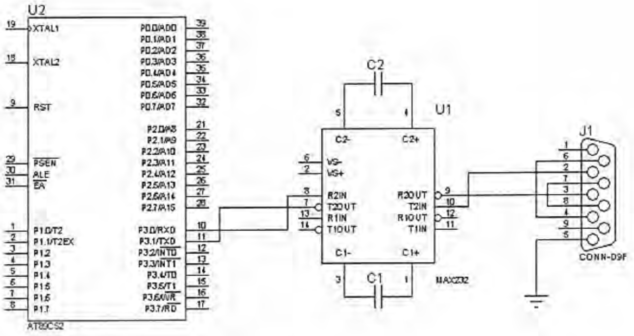
แต่สามารถนำมาประยุกต์โดยใช้ IC เบอร์ 74LS148 สองตัวมารับข้อมูลเข้า 16 บิตและส่งข้อมูลออกเป็น 4 บิต



รูปที่ 3.4 การประยุกต์ IC 74LS148 2 ตัว มารับข้อมูล

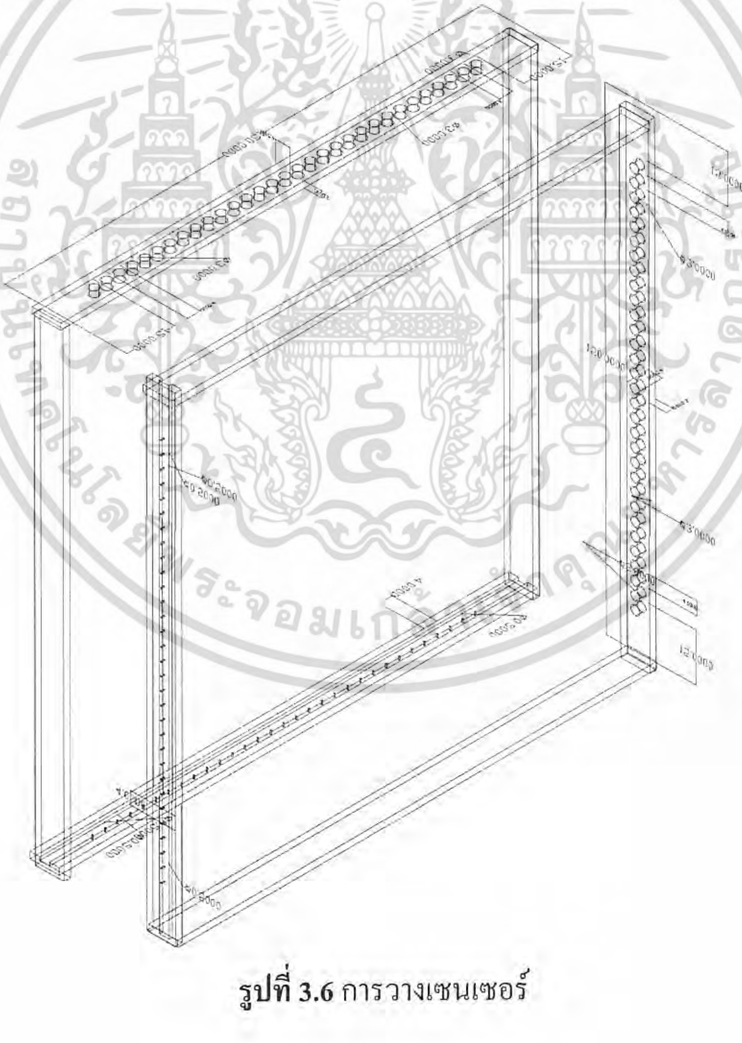
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์



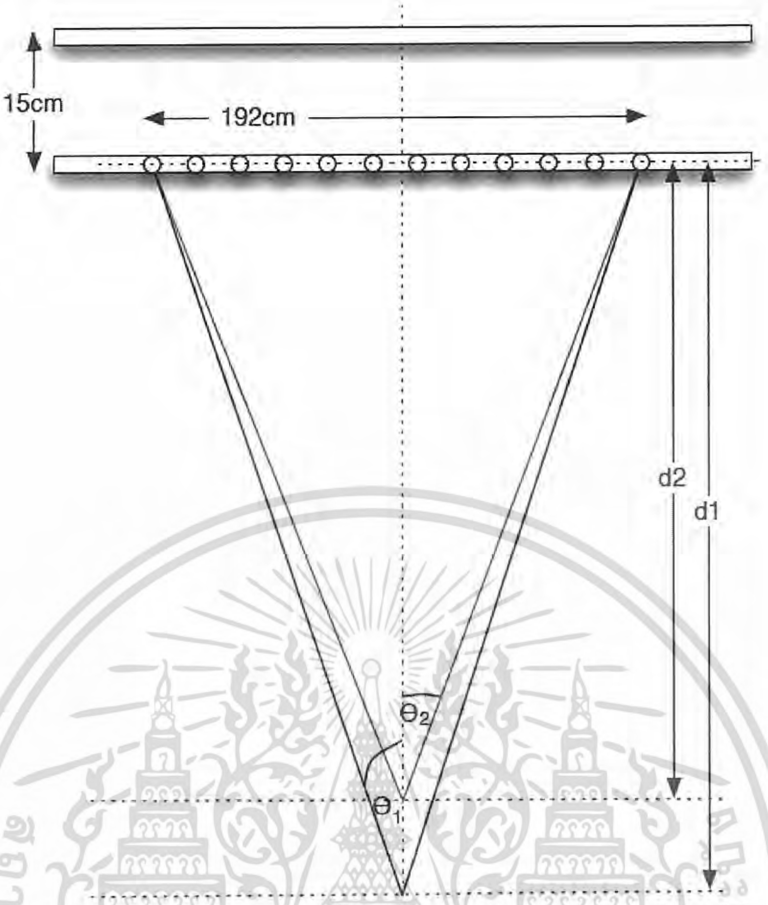
รูปที่ 3.5 วงจรกาเชื่อมต่อข้อมูล

3.5 การวางตัวตรวจจับ (Sensor)

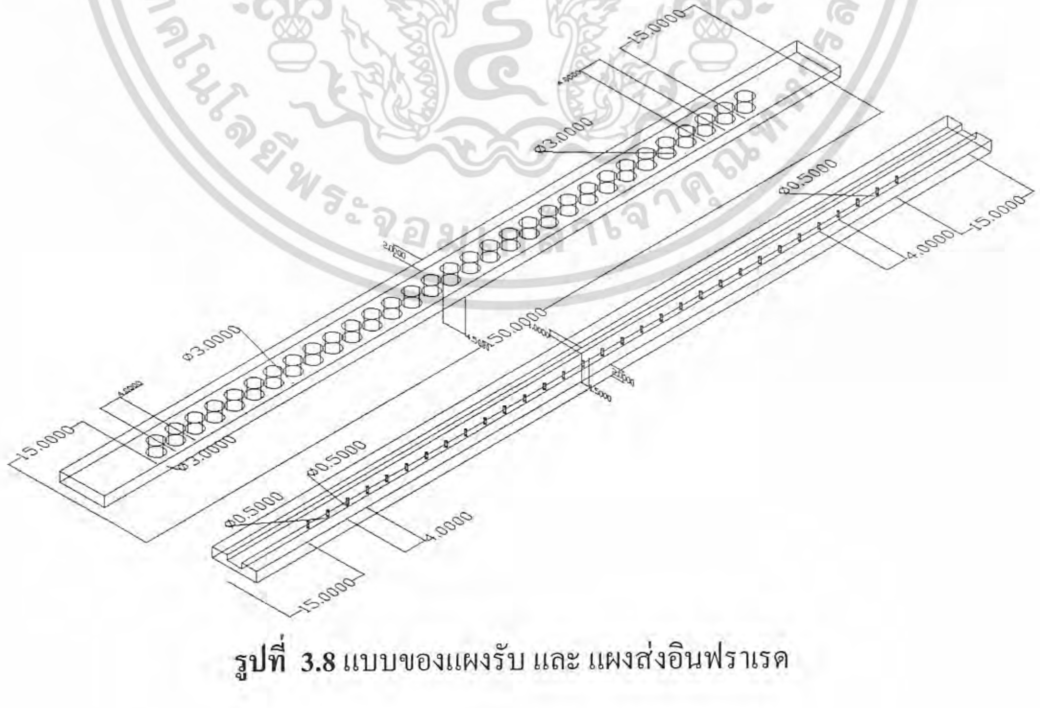


รูปที่ 3.6 การวางเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



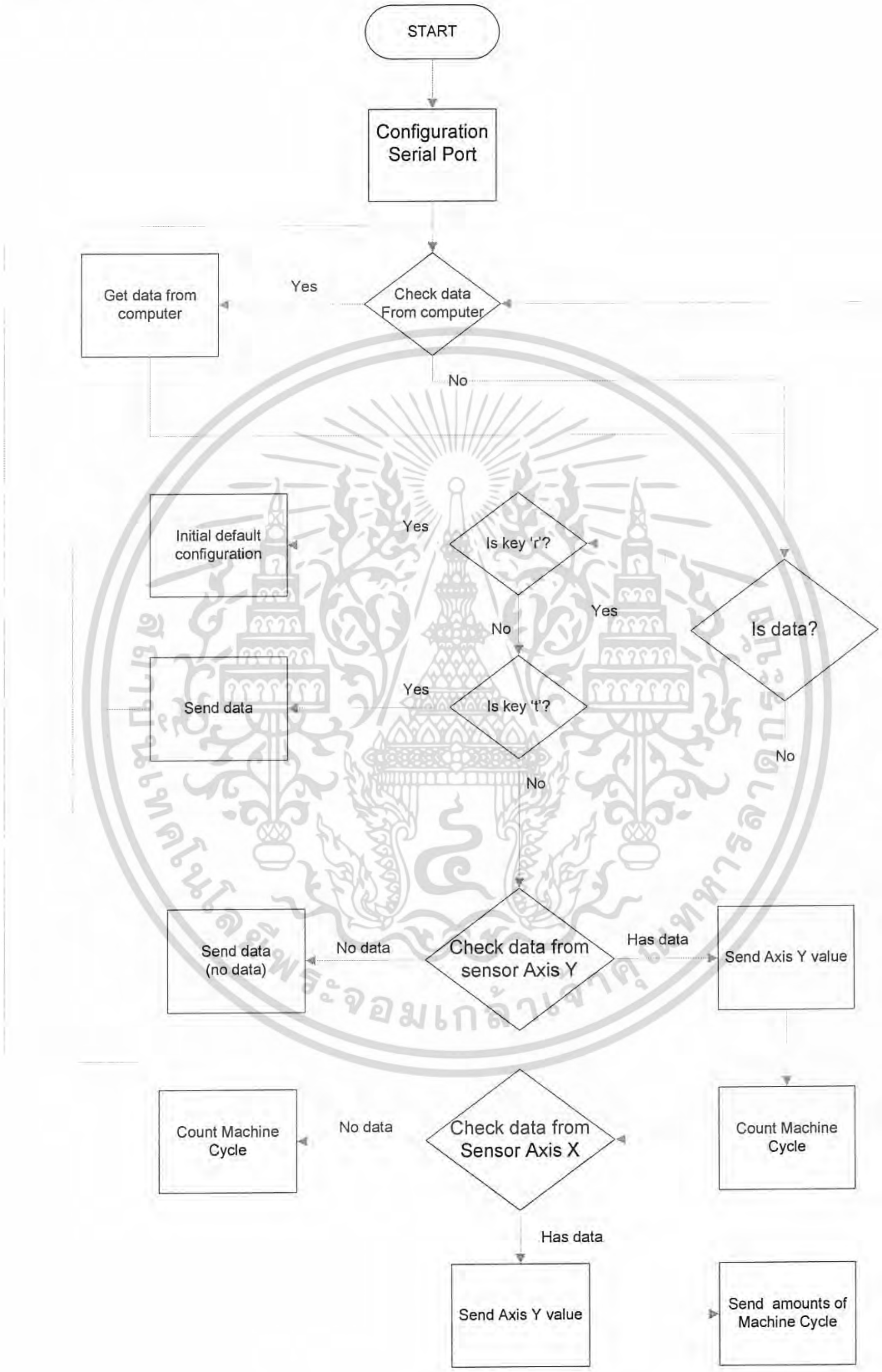
รูปที่ 3.7 การวางเซนเซอร์บอกองศาด้านข้าง



รูปที่ 3.8 แบบของแผงรับ และ แผงส่งอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 FLOW CHART การทำงาน MCS-51



รูปที่ 3.9 การทำงานของบอร์ด MCS 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 สรุปการทำงาน

การทำงานของ MCS-51 หน้าที่หลักคือทำการควบคุมการตรวจสอบข้อมูลจากตัวตรวจจับอินฟราเรดในแกนแนวนอนและแนวตั้ง และทำหน้าที่นับจำนวนแมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) เพื่อส่งข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ทำการคำนวณหาเวลาเพื่อทำการคำนวณต่อไป โดยจะตั้งค่าการนับแมชชีนไซเคิลระหว่างที่เซนเซอร์แกนนอนได้รับข้อมูลจากการที่ลูกกอล์ฟเคลื่อนผ่านแล้วจนถึงเซนเซอร์แนวตั้งได้รับข้อมูลจากการที่ลูกกอล์ฟเคลื่อนผ่านแล้วเช่นกัน จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลตำแหน่งแนวแกนตั้งและแนวแกนนอนส่งจาก MCS-51 ผ่าน MAX232 ไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อทำการจำลองต่อไป คอมพิวเตอร์และ MCS-51 จะเก็บสถานะของเซนเซอร์ที่ผ่านการรับข้อมูลจนกว่าจะเสร็จสิ้นการจำลองคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลสถานะเสร็จสิ้นจึงจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นใหม่ใน MCS-51 เพื่อทำการรอรับข้อมูลได้ใหม่

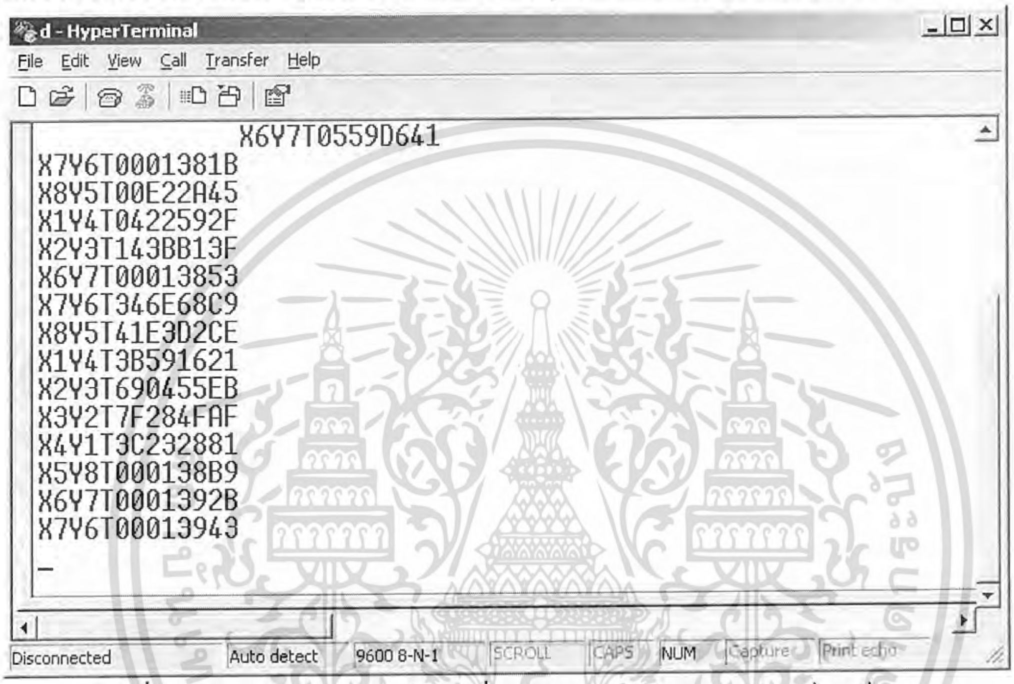
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 คำนำ

เมื่อมีลูกกอล์ฟเคลื่อนที่ผ่านแผงตรวจจับ ก็จะแปลงเป็นข้อมูลขนาด 4 บิต ของแต่ละแผงรับ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับข้อมูลตำแหน่งของลูกกอล์ฟทั้งแนวแกนตั้งและแกนนอนแล้ว ก็จะส่งออกมาทางคอมพิวเตอร์ผ่านพอรท์อนุกรม ซึ่งจะมีตัวอย่างดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่ออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 4.2 แสดงความหมายของค่าที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองเพื่อที่จะได้ความเร็วของลูกกอล์ฟ สิ่งที่สำคัญที่สุด คือเวลาของลูกกอล์ฟเคลื่อนที่ผ่าน แผงตัวรับ ทั้งสองตัว ซึ่งการที่จะได้ค่าเวลาที่แน่นอน จึงได้ทำการจับเวลาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยหน่วยของเวลาที่ออกมา เป็นหน่วยเป็น แมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) เนื่องจาก เวลาที่ได้เป็นแมชชีนไซเคิล และค่าอาจจะเกิดความไม่แน่นอนในการคำณวน จึงได้ทำการวัดและทดลองความสัมพันธ์ ระหว่างเวลาของแมชชีนไซเคิล และ เวลาในหน่วยวินาทีได้

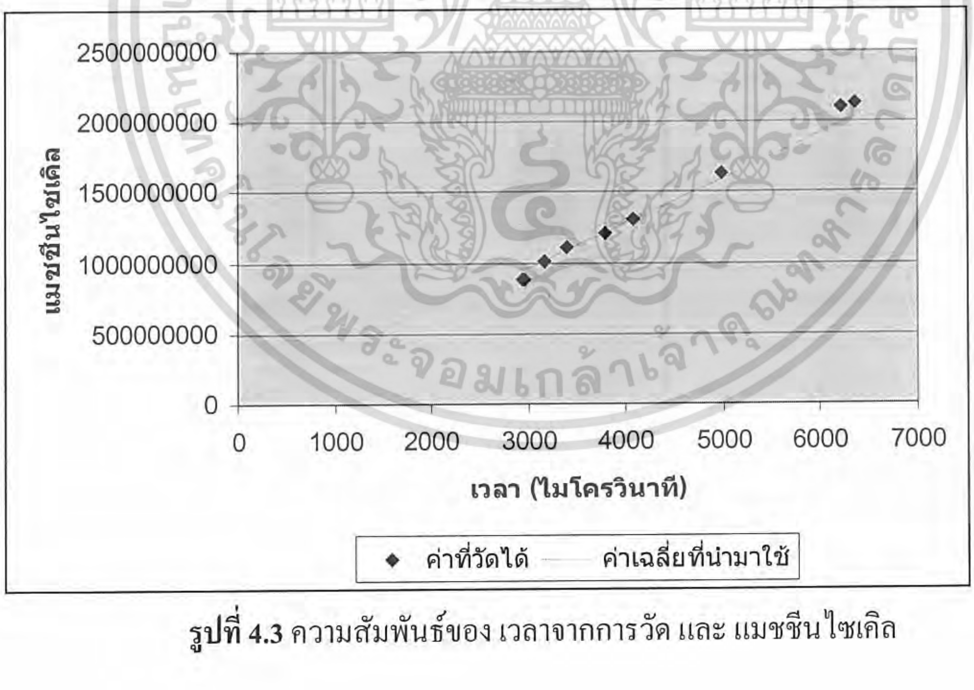
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

ในตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างเวลาจริงที่เกิดจากการวัดเมื่อลูกกอล์ฟผ่านเซนเซอร์แผงแรกและหยุดเมื่อลูกกอล์ฟผ่านแผงที่2 กับเวลาที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งนี้ค่าทั้งสองอาจมีความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งจะส่งผลให้ค่าจำนวนไซเคลต่อ 1 ไมโครวินาทีผิดพลาดด้วย

เวลาจากการวัด (ไมโครวินาที)	จำนวนของแมชชีนไซเคิล (ไซเคิล)	จำนวนไซเคิล ต่อ 1 ไมโครวินาที
2937	875654034	298145.7385
2969	879651017	296278.5507
3172	1008937089	318076.0054
3407	1105449678	324464.2436
3797	1211673253	319113.3139
4078	1306104299	320280.603
4985	1631659397	327313.8209
6219	2102379220	338057.4401
6359	2133348271	335484.8673
2937	875654034	298145.7385
2969	879651017	296278.5507
3172	1008937089	318076.0054
	ค่าเฉลี่ย	319690.5093

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของ เวลาจากการวัด และ แมชชีนไซเคิล



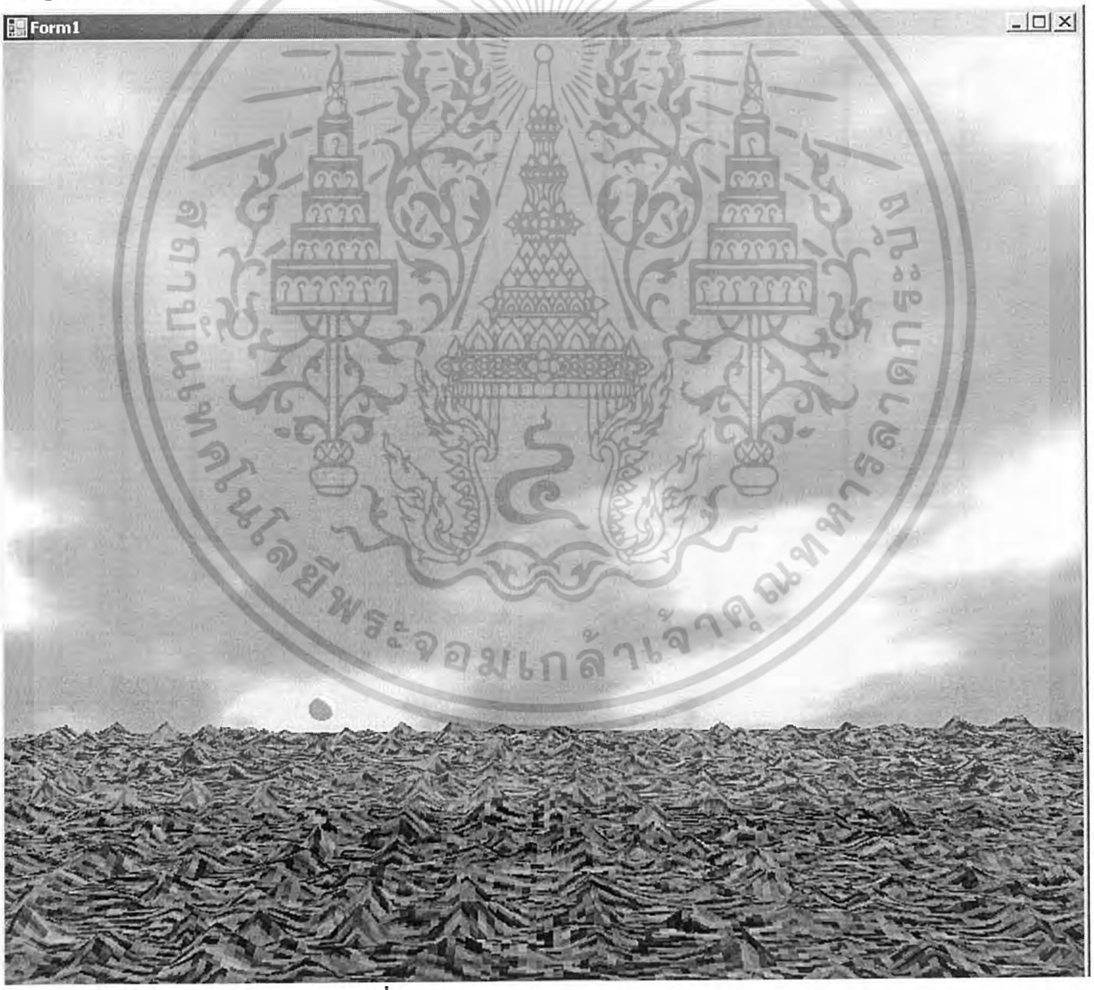
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของ เวลาจากการวัด และ แมชชีนไซเคิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	เวลาที่ผ่านแผงตัวรับ	ความเร็วที่ผ่านตัวรับ	ตำแหน่งแนวนอนที่	ตำแหน่งแนวตั้งที่	องศาด้านบน	องศาด้านข้าง
1	875654034	4378270.17	5	5	63.45	45.00
2	879651017	4398255.085	6	4	65.55	50.19
3	1008937089	5044685.445	4	6	60.95	38.65
4	1105449678	5527248.39	5	7	57.63	45.00
5	1211673253	6058366.265	6	3	67.38	50.10
6	1211673253	6058366.265	7	7	57.99	54.46
7	1306104299	6530521.495	8	4	65.55	57.99
8	1306104299	6530521.495	1	8	54.46	11.30
9	1631659397	8158296.985	5	5	63.43	45.00
10	1631659397	8158296.985	6	6	60.95	50.19

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของ เวลาจากการวัด และ แมชชีนไซเคิล

4.3 รูปตัวอย่างหน้าจอแสดงผล



รูปที่ 4.4 จำลองโปรแกรมการทำงาน

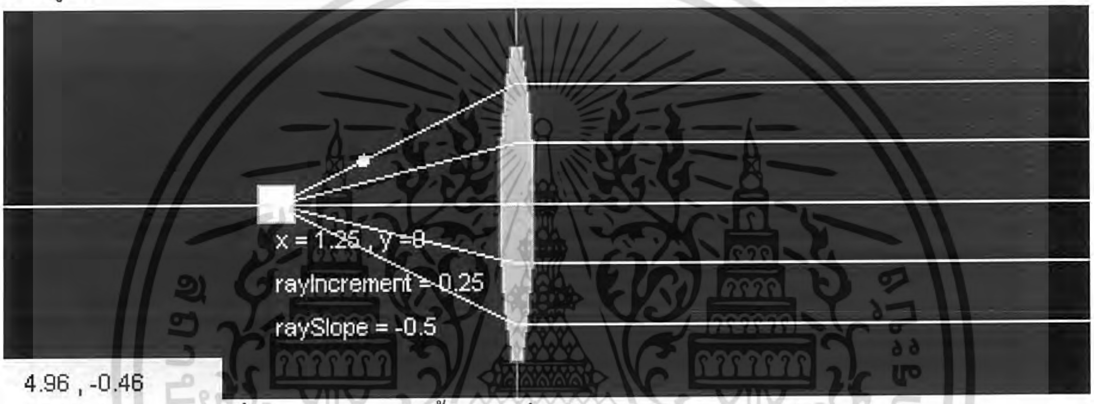
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

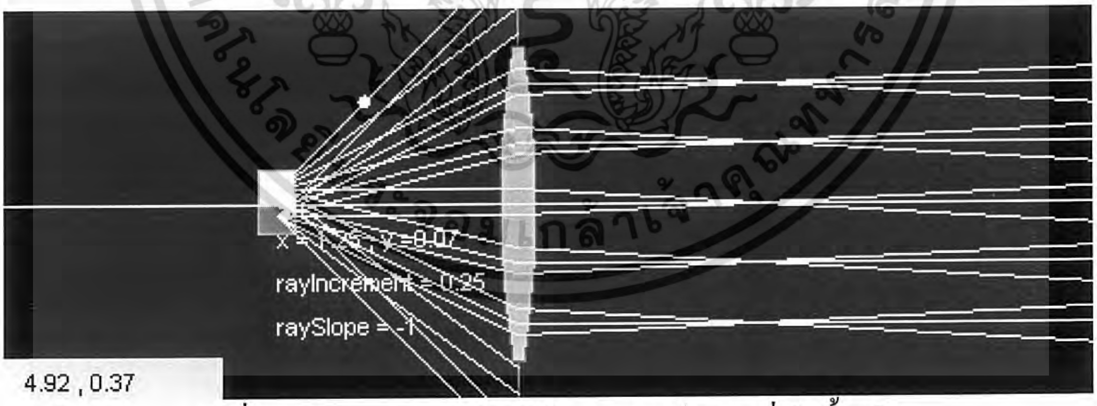
สรุปโครงงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงการ

เครื่องจำลองกอล์ฟ สามารถที่จะตรวจจับลูกกอล์ฟและสามารถจำลองการเล่นกลอ์ฟได้ และยังสามารถทำให้เหมือนเล่นอยู่ในสนามจริง หรือ จำลองเป็นสนามซ้อมเล่นก็ยังได้ ในที่นี้เป็นเพียงอุปกรณ์ต้นแบบ ที่พยายามออกแบบเพื่อประหยัดต้นทุน ในการใช้เลนส์นูน และ วางหลอดแอลอีดี (LED) ไว้เพื่อให้เลนส์รวมแสงไปยังตัวรับตัวหนึ่ง ซึ่งจากการคำนวณที่จะใช้เลนส์ตอนแรก เนื่องจากเชื่อว่าแหล่งกำเนิดแสงแอลอีดี เป็นแหล่งกำเนิดแสงประเภทจุด ซึ่งน่าจะเป็นไปตามรูปนี้



รูปที่ 5.1 สมมติฐานเบื้องต้นเมื่อใช้ แอลอีดี และ เลนส์นูน



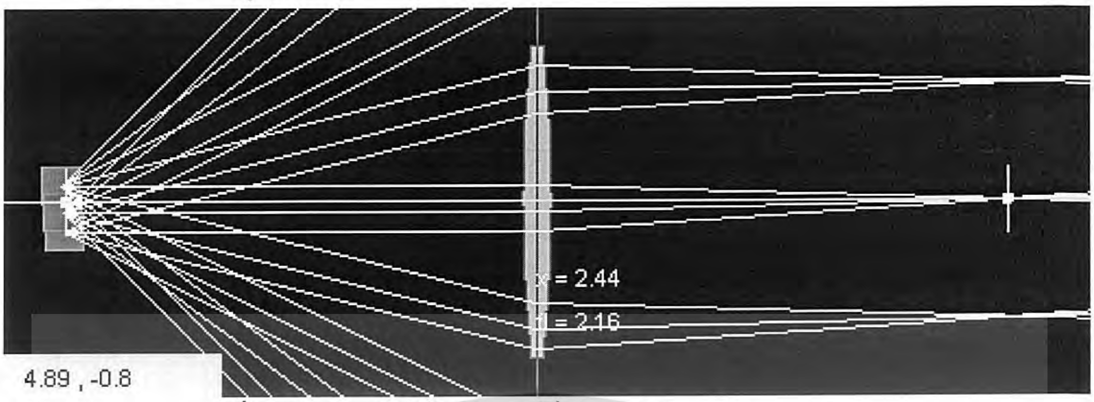
รูปที่ 5.2 จากการทดลอง แอลอีดี และ เลนส์นูนผลที่เกิดขึ้นจริง

แม้ว่าหลอดแอลอีดีนั้นเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีลักษณะเป็นพื้นที่เล็กมากๆก็ตาม แต่ก็เป็นพื้นที่อยู่ดี ดังนั้น จึงไม่สามารถทำให้เป็นไปตามรูปที่ 5.1ได้ ผลที่ได้จะเกิดเหมือนในรูปที่ 5.2 วิธีที่จะทำให้ทำให้แหล่งกำเนิดแสง แอลอีดี เป็นลักษณะจุดมีอยู่สองวิธีคือ

- ใช้เลนส์ที่มีขนาดใหญ่กว่า แอลอีดีมากๆ เพื่อ พื้นที่ของแอลอีดี จะดูเล็กลงไป เมื่อเทียบกับเลนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้เลนส์ที่มีดรรชนีหักเหน้อย เพื่อที่จุดโฟกัสของเลนส์จะถอยห่างออกไป จะทำให้พื้นที่ของแอลอีดี ดูเล็กลงไป



รูปที่ 5.3 เหตุการณ์เมื่อใช้เลนส์ที่ดรรชนีหักเหน้อย

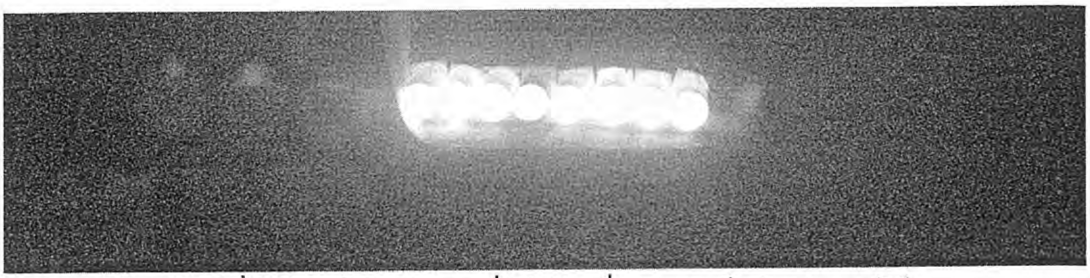
5.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากการหาเลนส์ และการสั่งทำเลนส์ รวมถึงการสั่งแอลอีดี ที่มีคุณสมบัติตามต้องการเป็นไปได้ยาก และต้องสั่งจำนวนอย่างน้อย 1000 ตัว ซึ่งการสั่ง จำนวนแค่ 1000 ตัว ก็ยังเป็นจำนวนที่ผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่ายตั้งราคาสูง ตัวอย่างเช่น TSUS7100 มีราคาถึง $0.45 (~18 บาท) จึงจำเป็นต้องใช้ของเท่าที่หาได้

และการเรียงและการจัดของตัวรับอินฟราเรดนั้นจำเป็นต้องให้อยู่ในที่แสงสว่างน้อยๆ และจะต้องอาศัยกล้องดิจิตอลที่มีความไวในการมองเห็นอินฟราเรด ดังนั้น การเรียงตัวรับอินฟราเรดนั้น จำเป็นจะต้องอาศัยกล้องตลอดเวลา

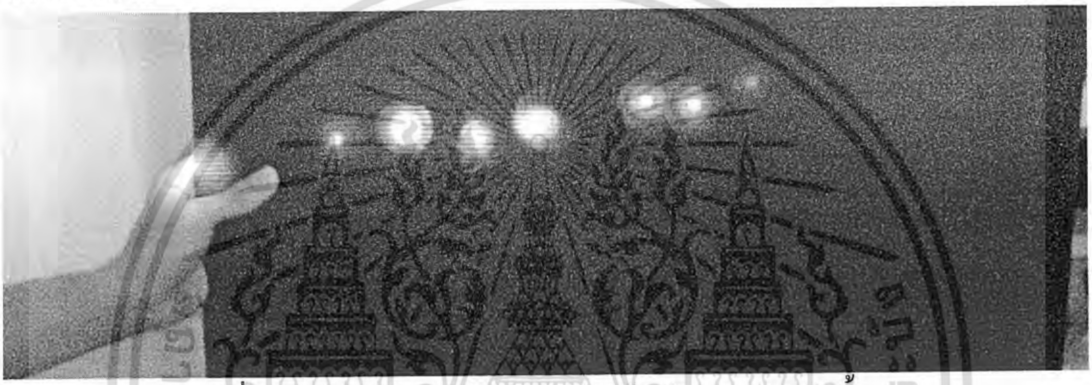
รูปที่ 5.4 ตัวส่งอินฟราเรดที่ใช้กล้องที่ไม่สามารถเห็นอินฟราเรดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 ตัวส่งอินฟราเรดที่ใช้กล้องที่สามารถเห็นอินฟราเรดได้

การจัดเรียงตัวส่งให้เป็นไปในที่ที่ต้องการเป็นไปได้ยากอยู่แล้ว และการจัดเรียงโดยต้องอาศัยกล้องเพื่อช่วยในการเรียง ยิ่งเป็นไปได้ยากกว่า เพราะตาคนเราไม่สามารถมองเห็นอินฟราเรดได้



รูปที่ 5.6 การจัดเรียงตัวส่ง ต้องอาศัยกล้องในการเรียงเท่านั้น

5.2.1 ปัญหาของการเขียนโปรแกรม

เนื่องจากเป็นการเขียนโปรแกรมและ ไดเร็กเอกซ์ โดยการเขียนโปรแกรมโดยใช้ไดเร็กเอกซ์ นั้น จะอาศัยในการวนลูป ของฟังก์ชั่น render() ซึ่งจะวนอยู่ตลอดเวลาที่โปรแกรมมีการแสดงผล (ประมาณ 30 – 60 ลูปต่อวินาที) ซึ่งการจะใช้ตัวแปร หรือการอ่านค่าจากพอรท์อนุกรมนั้นจำเป็นจะต้องระวังมาก เนื่องจาก จะต้องเขียนโปรแกรมประเภท เทรด (Threading Programming) คือมีการใช้ตัวแปรแบบร่วมกันมาก จึงอาจจะทำให้ค่าที่อ่านมา ถูกทำการเปลี่ยนแปลงโดยไม่ตั้งใจได้

5.2.2 ปัญหา Hardware

การใช้ตัวส่งเป็นชนิดอินฟราเรดต้องใช้อุปกรณ์อื่นสนับสนุนการร่วมจึงมีความยุ่งยากในการเลือกอุปกรณ์ และการติดตั้งตัวรับส่งยังมีปัญหาในเรื่องระยะทางอีกมาก

5.2.3 ปัญหา Software

การออกแบบการทำงานของโปรแกรมให้ตอบสนองกับเวลาที่ใช้ในความเป็นจริงซึ่งมีความเป็นจริงใช้เวลาน้อยมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากแสงอินฟราเรดสะท้อนวัสดุที่ทำมาจากตะกั่วทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ถ้าลูกที่ผ่านออกไปทำจากตะกั่ว

การติดตั้งมีความละเอียดในเรื่องระยะห่างระหว่างตัวส่ง ถ้าห่างเกินไปอาจทำให้ไม่สามารถตรวจจับลูกกอล์ฟได้ ต้องใช้ความห่างที่เหมาะสม

ในการคำนวณค่าต่างๆของระบบ เป็นค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงเท่านั้นเนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่จำลองขึ้น เช่น แรงลม ซึ่งการจำลองนั้นอาจมีการผิดพลาดไปบ้าง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำงานนั้น จะพบว่าเฟรมที่ทำจากไม้นั้น โก่งงอ ตามอุณหภูมิห้องได้ รวมถึงยังโยกได้อีก จึงน่าจะต้องหาเฟรมที่คงทนมากกว่านี้ และถึงแม้ จะออกแบบและตัดเฟรมไม้มาเป็นอย่างแม่นยำมากๆแล้ว ก็ยังพบว่า การทำให้ตัวรับและตัวส่งตรงกันนั้น ก็ยังเป็นไปได้ยาก และไม่ตรงอยู่ดี เพราะว่า การที่จะทำให้ตรงนั้น เกิดจากหลายอย่าง ตั้งแต่การติด ตัวแอลอีดี เข้ากับ ท่อพีวีซี และการติดเลนส์กับ ท่อพีวีซี ดังนั้น ถ้าเป็นไปได้ ควรจะหาอุปกรณ์สำเร็จรูป ที่สามารถส่งอินฟราเรดได้ในมุมองศาที่แคบอยู่ในตัวได้เลย แต่ถ้าคิดถึงราคา ระหว่างอินฟราเรด และเลเซอร์ไดโอด ที่สามารถส่องแสงเป็นเส้นตรงได้ในระยะไกลกว่า ก็จะพบว่า อินฟราเรด ยังเป็นตัวเลือกที่มีราคาถูกกว่า และ ไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับแสงของสิ่งแวดล้อมภายในห้องที่ใช้เลย ที่เป็นอย่างนี้ก็เพราะ ในธรรมชาตินั้น พบอินฟราเรด ได้น้อยกว่า แสดงธรรมดา และ เลเซอร์ไดโอด อาศัย การทำงานของ แอลดีอาร์ ซึ่งเป็นตัวรับแสง ที่รับ ทั้งช่วงที่สายตามองเห็นได้

ในการเขียนโปรแกรม จะพบว่า ไดเร็กเอ๊ซ์นั้น ให้ความรวดเร็วในการแสดงผลมาก แต่อย่างไรก็ตาม ใน ฟังก์ชั่น render() ของไดเร็กเอ๊ซ์นั้น ไม่ได้ อำนวยความสะดวกในการเข้าใช้ตัวแปรจากหลายๆที่พร้อมกันเลย ต้องทำขึ้นมาใช้เอง และการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ ไดเร็กเอ๊ซ์ ไม่ได้มีเครื่องมือสำเร็จรูปในการใช้การตรวจสอบการชนเลย ต้องเขียนขึ้นมาเองทุกอย่าง และ ไดเร็กเอ๊ซ์ ยังเป็นเรื่องยากอีกเรื่องหนึ่งสำหรับผู้เขียนมือใหม่ ที่ไม่เคยใช้ไดเร็กเอ๊ซ์มาก่อน

การที่จะจำลองว่า ส่วนไหนเป็นหญ้าหนา หญ้านิ่ม หรือ หญ้าแข็ง ก็ทำได้ยากเช่นกัน เพราะ ว่าต้องคอยตรวจสอบด้วยตัวเองตลอดว่าตกอยู่ตำแหน่งไหน ไม่ได้มีเครื่องมือช่วยอีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2543. **ระบบคอมพิวเตอร์และภาษาแอสเซมบลี.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด.

ศุภชัย บุศราทิจ. 2543. **คู่มือภาษาซีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพฯ :บริษัท อีทีที จำกัด

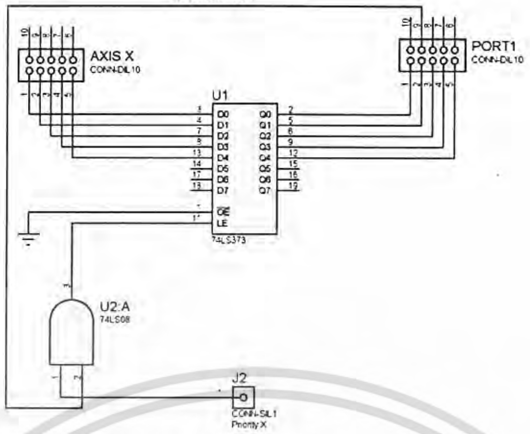
อุดม รานอก. 2548. **ภาษาซีสำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. กรุงเทพฯ :บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

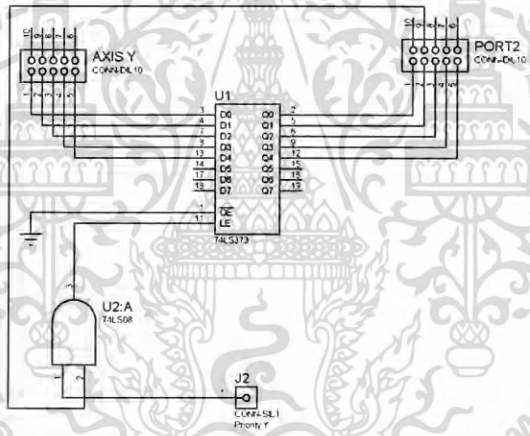
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bit control - Latch

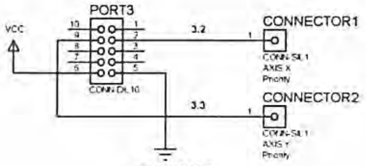


Latch Circuit 5-Input 5-Output

Bit control - Latch

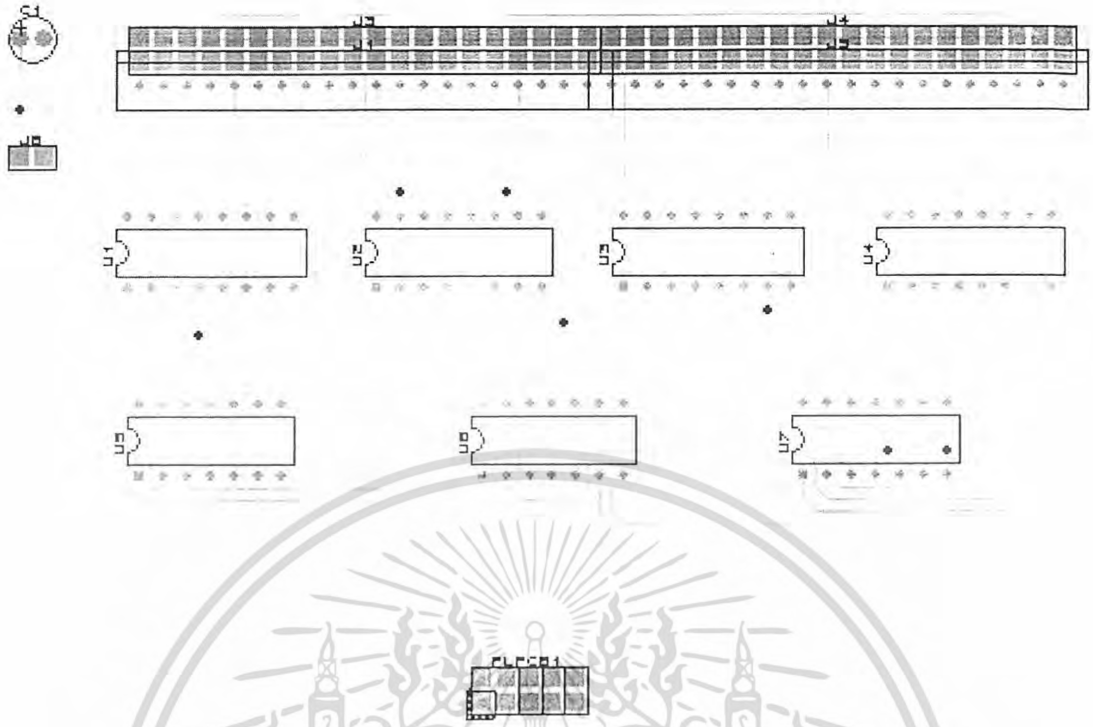


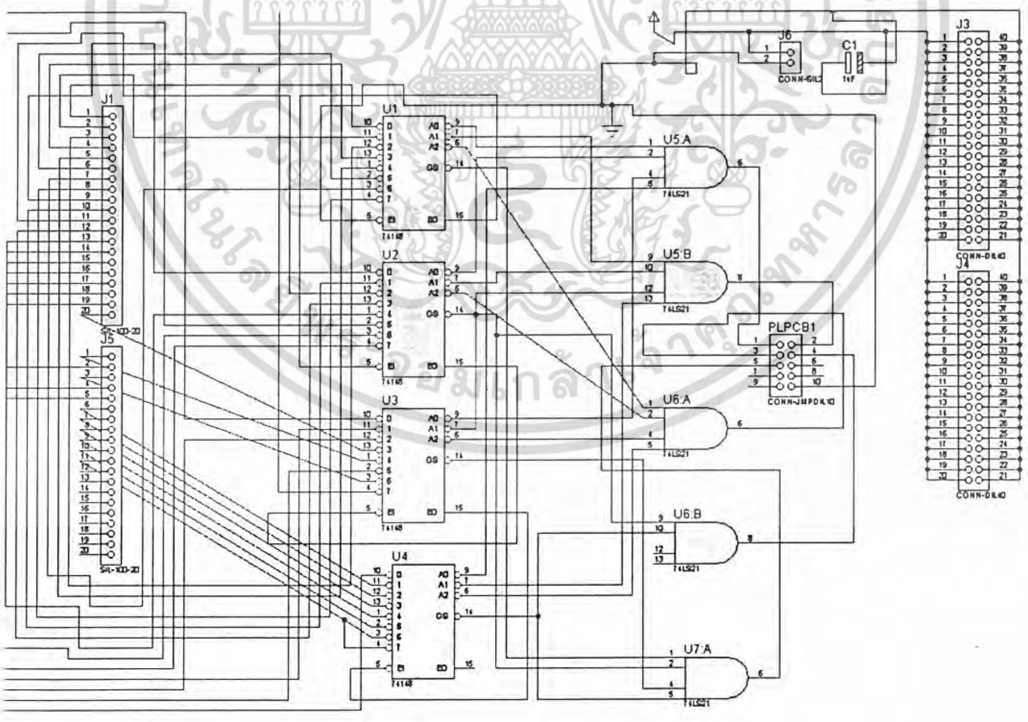
Latch Circuit 5-Input 5-Output



Interrupt Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน นายนิรุจ ไชยสิทธิ์

วันเดือนปีเกิด 28 ตุลาคม 2527

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ปีการศึกษา 2543

ศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2546

ชื่อผู้เขียน นายปณิธิ คูคำ

วันเดือนปีเกิด 2 มกราคม 2528

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปีการศึกษา 2543

ศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2546

ชื่อผู้เขียน นายปิยวุฒิ จิรเดชนันท์

วันเดือนปีเกิด 19 ธันวาคม 2527

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญ สมุทรปราการ ปีการศึกษา 2543

ศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้