สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร
TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM

โดย
นายกมล หอมนาน
นายกฤษณะ จันทร์เส้ง

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.โกศล ชวนขยัน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36904
วัน, เดือน, ป. 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานเรื่อง	ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร	
	TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM	
จัดทำโดย	นายกมล	หอมนาน
	นายกฤษณะ	จันทร์เส้ง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.โกศล	ชวนขยัน

รายงานฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์โกศล ชวนขยัน)

วันที่ 30 / มี.ค. / 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้รับความช่วยทั้งด้านอุปกรณ์ และด้านการเงิน ตลอดจนการให้กำลังใจจาก อาจารย์โกศล ชวนขยัน จึงขอขอบพระคุณอาจารย์โกศลมา ณ ที่นี้ รวมไปถึงต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ให้คำแนะนำซึ่งมีประโยชน์ในการทำโครงงานนี้เป็น อย่างมาก และต้องขอบคุณเพื่อนๆที่ให้หยิบยืมอุปกรณ์เพื่อนำมาทดลอง

.....

(นายกมล หอมนาน)

.....

(นายกฤษณะ จันทร์เส้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

กมล หอมนาน
กฤษณะ จันทร์เส้ง
อาจารย์โกศล ชวนขยัน(อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาการจราจร ซึ่งเป็นปัญหาของสังคมไทยที่แก้ไขได้ยาก เนื่องจากระบบที่มีอยู่แล้วเป็นระบบที่ไม่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาการจราจรของเมืองไทย อีกทั้งการทำงานของมนุษย์ไม่มีความแม่นยำพอ จึงใช้คอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำงานได้แม่นยำมาควบคุมแทนมนุษย์

โครงงานนี้ได้ใช้ทฤษฎีของฟัซซีลอจิกในการแก้ไขปัญหาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแต่ละจุดในเมืองใหญ่โดยใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติ แต่ละจุดจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการติดดับของหลอดไฟในการปล่อยรถ และมีตัวแม่ข่ายเป็นตัวดูแลระบบการทำงานของลูกข่าย ในการปล่อยรถคอมพิวเตอร์จะเป็นตัวส่งข้อมูลออกไปให้ลูกข่ายและรับรูปแบบการปล่อยรถจากลูกข่ายโดยผ่านทางแม่ข่าย แล้วนำรูปแบบที่ได้แสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Traffic Light Control System

Kamon Homnan
Kritsana Jansang
Kosol Chaunkayan,Advisor
Education Year 1999

Abstract

This project presents one technique, fuzzy logic to solve traffic problems in a big city using automatic controlling system, controlled by a microcontroller. The real different traffic situations have been created together with network theory to demonstrate how the systems work.

In conclusion, we are able to demonstrate the system that works and helps part of traffic problems in a big city, such as Bangkok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก	3
2.1 ฟัซซี่เซต	3
2.2 ตัวแปรฟัซซี่เซต	4
2.3 ข้อได้เปรียบ	6
2.4 หลักสำคัญสำหรับระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก	7
2.5 ตัวอย่างของวิธีการ Defuzzifier	8
บทที่ 3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	10
3.1 คุณสมบัติของ 8032	10
3.2 การกำหนดตำแหน่งหน้าที่ขาสัญญาณของ 8032	11
3.3 รีจิสเตอร์ของ 8032	12
3.4 ชุดคำสั่งของ 8032	12
3.5 การใช้งาน 8255 กับ 8032	13
บทที่ 4 การสื่อสารข้อมูล	16
4.1 บทนำ	16
4.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	16
4.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	19
4.4 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งตามทิศทางของข้อมูล	20
4.5 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-422A	20
4.6 ลักษณะของเครือข่ายแบบบัส	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การออกแบบระบบ 23
5.1 ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม 23
5.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกมาใช้ควบคุมแทนมนุษย์ 23
5.3 การออกแบบระบบ 24
5.4 การแสดงผลของระบบ 33
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 35
เอกสารอ้างอิง 46
ภาคผนวก 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดง Membership Functions	4
รูปที่ 2.2 แสดง Membership Functions ที่มี 3 เทอมเซต	4
รูปที่ 2.3 แสดงเทอมเซตรูปสามเหลี่ยม	5
รูปที่ 2.4 แสดงเทอมเซตรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	5
รูปที่ 2.5 แสดงระบบควบคุมแบบ PID	6
รูปที่ 2.6 แสดงระบบควบคุมโดยใช้ระบบฟัซซี่เซต	7
รูปที่ 2.7 แสดงโฟลว์ไดอะแกรมของระบบควบคุมโดยใช้ฟัซซี่ลอจิก	8
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	10
รูปที่ 3.2 แสดงการกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี 8032	11
รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	16
รูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	20
รูปที่ 4.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	21
รูปที่ 4.4 แสดงเครือข่ายแบบบัส	22
รูปที่ 5.1 แสดงวงรอบการเปลี่ยนสัญญาณตามเข็มนาฬิกา	23
รูปที่ 5.2 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุม	24
รูปที่ 5.3 แสดงแบบจำลองของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร	24
รูปที่ 5.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมการสื่อสารข้อมูลระหว่างพีซีกับแม่ข่าย	25
รูปที่ 5.5 แสดงเฟรมข้อมูลที่รับเข้าทางพอร์ต 8255 ของตัวแม่ข่าย	25
รูปที่ 5.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบฟัซซี่ลอจิก	27
รูปที่ 5.7 แสดงกราฟ Membership Function ของตัวแปรอินพุต "carbhG"	27
รูปที่ 5.8 แสดงกราฟ Membership Function ของตัวแปรอินพุต "carbhR"	28
รูปที่ 5.9 แสดงกราฟ Membership Function ของตัวแปรอินพุต "time"	29
รูปที่ 5.10 แสดงเอาท์พุตแบบซิงเกิลตัน	32
รูปที่ 5.11 แสดงการตัดสินใจเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร	33
รูปที่ 5.12 แสดงการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์	34
รูปที่ 6.1 แสดงเครื่องมือในการคำนวนค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสัญญาณ	35
รูปที่ 6.2 แสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง change, time และ carbhR	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

รูปที่ 6.2 แสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง change, time และ carbhG 38
รูปที่ 6.2 แสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง change, carbhR และ carbhG 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าคอนโทรลไบต์ของ 8255 14

ตารางที่ 4.1 แสดงหมายเลขของขาแบบ D-Type 25 pin พอร์ตขนาน 17

ตารางที่ 4.2 แสดงพอร์ตข้อมูล 18

ตารางที่ 4.3 แสดงพอร์ตสถานะ 18

ตารางที่ 4.4 แสดงพอร์ตควบคุม 19

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลที่ต้องส่งไปให้กับตัวลูกข่ายในแต่ละหนึ่งจุดสี่แยก 25

ตารางที่ 6.1 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกโดยใช้ Matlab 36

ตารางที่ 6.2 แสดงผลลัพธ์การเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัญหาการจราจรนับได้ว่าปัญหาที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อผลกระทบก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาเช่น ปัญหาทางเศรษฐกิจ ปัญหาด้านสุขภาพจิต ซึ่งส่งผลเสียต่อสังคมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ ที่มีจำนวนประชากรมากทำให้เกิดความแออัดด้านการคมนาคม การคิดค้นหาทางแก้ไขปัญหาการจราจรนี้จึงต้องได้รับความเอาใจใส่อย่างจริงจังจากหน่วยงานที่รับผิดชอบไม่ว่าจะเป็นรัฐบาลหรือหน่วยงานบริหารในพื้นที่ที่เกิดปัญหานั้นๆ ในปัจจุบันประเทศไทยนับว่าเป็นหนึ่งในหลายๆประเทศที่ประสบกับปัญหาการจราจรและยังคงแก้ไขอะไรไม่ได้มากนัก ต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นด้านอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ บุคคลากร ซึ่งต้องใช้งบประมาณในการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆนี้เป็นจำนวนเงินค่อนข้างมาก แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ให้หมดไปได้ และเนื่องจากการสร้างระบบเส้นทางจราจรเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา มีการซ่อมแซมและสร้างทางด่วนขึ้นมากมาย ในการเชื่อมต่อเส้นทางที่สร้างขึ้นใหม่กับเส้นทางเดิมนั้นจำเป็นต้องแก้ไขหรือสร้างระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรขึ้นมาใหม่ ซึ่งปัจจุบันล้วนแต่ต้องพึ่งระบบควบคุมจากต่างประเทศเกือบทั้งสิ้น ในกรุงเทพฯและเมืองใหญ่เช่นเชียงใหม่ นครราชสีมา ต้องอาศัยตำรวจจราจรจำนวนมากในการควบคุมการจราจร การสื่อข้อมูลระหว่างจุดสี่แยกต่างๆ ไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อทำการปล่อยรถที่จุดนี้ก็จะทำให้ไปติดขัดที่จุดหน้าเช่นนี้เรื่อยไป ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลระหว่างจุดสี่แยกต่างๆจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการจราจรให้เบาบางลงได้

โดยทั่วไปในปัจจุบันนี้มีการควบคุมสัญญาณจราจรอยู่ 2 รูปแบบคือ การควบคุมแบบอัตโนมัติ และการควบคุมโดยมนุษย์ ซึ่งในเนื้อหาของโครงงานนี้ คณะผู้จัดทำ ได้เน้นหนักด้านการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเชื่อมต่อกับตัวไมโครคอนโทลเลอร์ซึ่งเป็นตัวควบคุมสัญญาณไฟจราจร ภายในตัวคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจะบรรจุโปรแกรมที่สามารถแบ่งช่วงเวลาของสัญญาณไฟจราจรให้อยู่ในความเหมาะสมกับสถานการณ์ในขณะนั้น การรับข้อมูลเข้ามายังคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการคำนวน

จากการศึกษาถึงปัญหาและแนวทางแก้ไขดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนับว่าการแก้ไขปัญหานี้ค่อนข้างยากและท้าทายอย่างยิ่ง ทางคณะผู้จัดทำได้ใช้เวลาทำการค้นคว้าข้อมูล และคิดค้นอัลกอลิทึมในการตรวจนับจำนวนรถค่อนข้างมาก จึงขอเสนอไว้ในตอนแรกนี้เลยว่า โครงงานนี้เป็นเพียงการเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาจราจรที่มีโอกาสเป็นไปได้ในทางปฏิบัติจริงอาจจะไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ไขปัญหาได้ 100% แต่ก็มีประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจและคิดพัฒนาต่อจากนี้ไป แน่นอนที่สุดความผิดพลาดต้องมีบ้างเพราะทั้งหมดนี้คณะผู้จัดทำได้ลำดับความคิดและออกแบบขึ้นมาโดยอยู่บนข้อมูลที่สามารถหาได้ค่อนข้างลำบากมาก อีกทั้งการประยุกต์ทฤษฎีต่างๆที่จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจที่สูงมากมีการวิจัยในระดับปริญญาโทและเอกในต่างประเทศ ซึ่งต้องอาศัยเวลาที่มากกว่าที่เป็นอยู่นี้แน่นอน ในช่วงเวลาที่จำกัดนี้ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าข้อมูลที่ได้มามีสำคัญจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก

ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกเป็นศาสตร์ที่มีมากว่า 30 ปีแล้ว แต่เพิ่งจะมาเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้ สิ่งที่ทำให้การควบคุมด้วยระบบฟัซซี่ลอจิกเป็นที่สนใจของชาวโลก คือ ในปี 1987 ประเทศญี่ปุ่นได้ประสบความสำเร็จในการควบคุมการจราจรในรถไฟใต้ดิน ด้วยทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกที่ Sendai นับจากจุดนั้นมา บริษัทและมหาวิทยาลัยหลายแห่งในประเทศญี่ปุ่น ได้มีการศึกษาอย่างจริงจังในศาสตร์แขนงนี้ จนสามารถทำให้นำทฤษฎีนี้ มาใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มากมาย เช่น ใช้ในเครื่องปรับอากาศ กล้องวีดีโอ หม้อหุงข้าว และกล้องถ่ายภาพ เป็นต้น และในปัจจุบันนี้ยังได้นำไปประยุกต์ใช้ใน Expert System เช่น ควบคุมอุณหภูมิของหอกลั่นน้ำมันในโรงกลั่น การควบคุมระบบขับและส่งอัตโนมัติในรถยนต์ เป็นต้น ซึ่งการควบคุมเหล่านี้ สามารถทำให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ ซึ่งเกิดจากการตัดสินใจของมนุษย์ ทำให้ผลการควบคุมออกมาเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง

2.1 ฟัซซี่เซต

ฟัซซี่เซต เป็นเซตที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่มแต่ละตัวกับคำจำกัดความของเซตนั้น โดยความสัมพันธ์นี้จะไม่สามารถบอกได้ว่าสมาชิกแต่ละตัวของเอกภพสัมพัทธ์เป็นหรือไม่เป็นสมาชิกของเซต ดังนั้นความสัมพันธ์จะถูกแสดงในลักษณะของค่าระดับความเป็นสมาชิกภาพ (Membership Value) ที่มีค่าอยู่ในช่วง [0,1] โดย 0 แสดงถึงค่าระดับความเป็นสมาชิกภาพต่ำสุดและ 1 แสดงค่าระดับความเป็นสมาชิกภาพสูงสุด ถ้าเราให้ U เป็นเอกภพสัมพัทธ์ (Universe of Discourse) และฟัซซี่เซต A มีสมาชิกของเซตเป็น x1,x2,x3,...,xn แล้ว ฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกภาพ (Membership Functions) สามารถแสดงได้ดังนี้

$$u_A(x_i) : U \rightarrow [0,1]$$

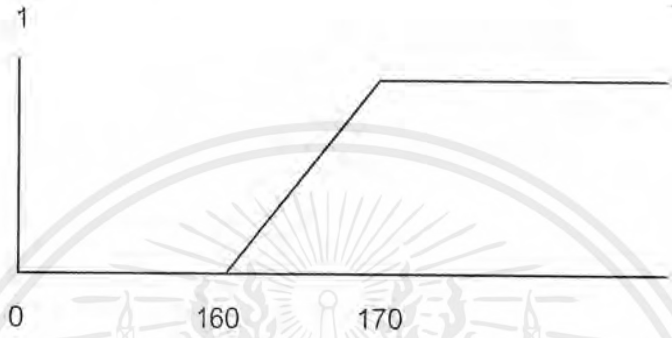
โดยที่ u_A คือ ฟังค์ชั่นความเป็นสมาชิกภาพของเซต A

ตัวอย่าง ถ้าเซตของความสูงของชายไทยอยู่ในช่วง 140 – 180 cm. และเราสนใจคนที่สูง โดยในคนที่สูงในความรู้สึกของแต่ละคนอาจไม่เท่ากัน บางคนคิดว่าคนที่สูง 160 cm. เรียกว่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว บางคนคิดว่าคนที่สูง 170 cm. จึงจะเรียกว่าสูง ดังนั้นเราอาจกำหนดฟังค์ชั่นความเป็นสมาชิกภาพได้ดังนี้

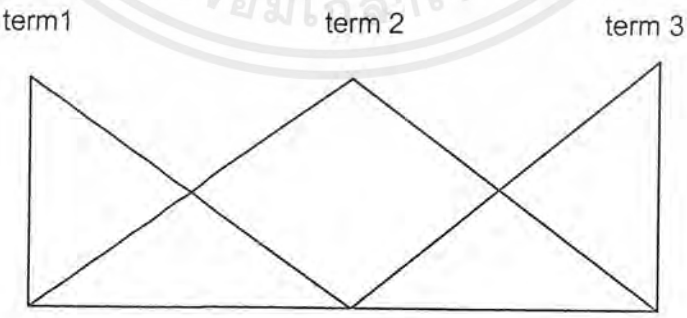
$$uA(xi) = \begin{cases} (xi - 160) / (170 - 160) & ; \text{ถ้า } 160 <= xi <= 170 \\ 1 & ; \text{ถ้า } xi > 170 \\ 0 & ; \text{ในกรณีอื่นๆ} \end{cases}$$



รูปที่ 2.1 แสดง Membership Functions

2.2 **ตัวแปรฟัซซี่เซต**

ตัวแปรฟัซซี่เซต คือฟัซซี่เซตใดๆ ของระบบที่เราสนใจเช่น ถ้าตัวแปรที่เราสนใจคือ "อุณหภูมิ" ค่าของตัวแปรของเซตนี้คือ { ต่ำ,ปานกลาง,สูง } ค่าของตัวแปรนี้เรียกว่าเทอมเซต (Term Set) การที่แต่ละฟัซซี่เซตจะมีกี่เทอมเซตนั้นขึ้นอยู่กับการกำหนดของผู้ใช้ ซึ่งควรจะกำหนดให้ตรงกับความเป็นจริงและมีความยืดหยุ่น จากตัวอย่าง "อุณหภูมิ" ที่มี 3 เทอมเซตเราสามารถเขียนแสดงกราฟฟังชั่นความเป็นสมาชิกภาพได้ดังรูปที่ 2.2



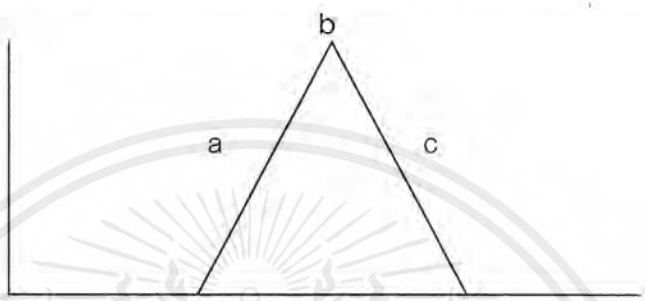
รูปที่ 2.2 แสดง Membership Functions ที่มี 3 เทอมเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถแสดงรูปและสมการของฟังค์ชั่นสมาชิกภาพแบบต่างๆ ได้ดังนี้ ถ้ากำหนดให้ a <= b <= c <= d เมื่อ a,b,c,d คือ เลขจำนวนจริงใดๆ

รูปสามเหลี่ยม

นิยมใช้กันมากโดยเทอมเซตที่กำหนดโดยฟังค์ชั่นจะต้องมีค่าที่เหมาะสมอยู่ที่สุดเพียงค่าเดียว ส่วนค่าอื่นๆ จะมีค่าความเป็นสมาชิกลดลงเรื่อยๆ เมื่อยิ่งห่างจากค่ากลางมากเท่าไร



รูปที่ 2.3 แสดงเทอมเซตรูปสามเหลี่ยม

ฟังค์ชั่นสมาชิกภาพของรูปสามเหลี่ยม สามารถแสดงได้ดังนี้

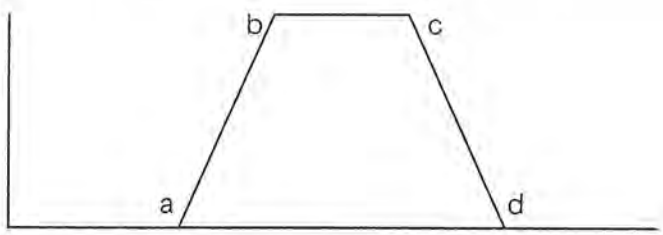
$uA(xi) = (xi - a) / (b - a)$; $a <= xi <= b$ และ $a <> b$

$= (c - xi) / (c - b)$; $b <= xi <= c$ และ $b <> c$

$= 0$; กรณีอื่นๆ

รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

นิยมในการระบุฟังค์ชั่นสมาชิกภาพของฟัซซี่เซตเช่นกันแต่น้อยกว่ารูปสามเหลี่ยม โดยฟังค์ชั่นสมาชิกภาพที่ใช้รูปสี่เหลี่ยมคางหมูจะต้องมีช่วงที่เหมาะสมที่สุดอยู่ค่าหนึ่ง นอกนั้นค่าความเป็นสมาชิกจะลดลงเรื่อยๆ



รูปที่ 2.4 แสดงเทอมเซตรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังค์ชั่นสมาชิกภาพของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สามารถแสดงได้ดังนี้

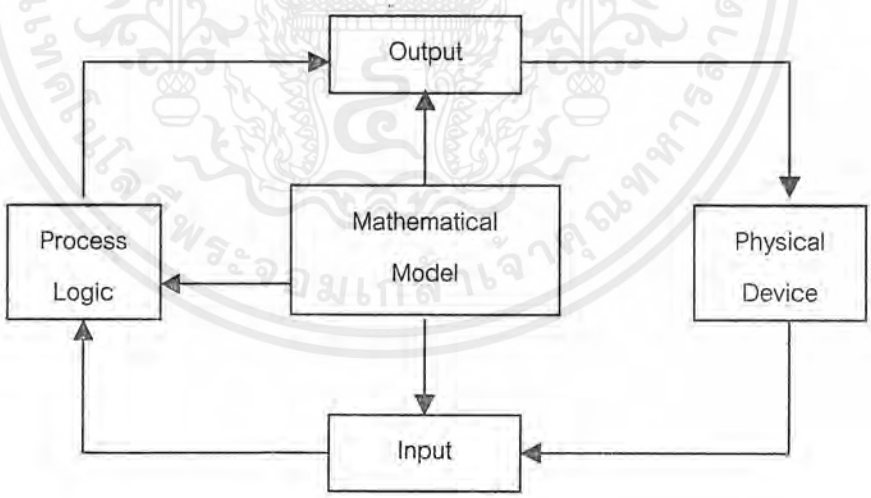
$$uA(xi) = (xi - a) / (b - a) \quad ; a <= xi <= b \text{ และ } a <> b$$
$$= 1 \quad ; b <= xi <= c$$
$$= (d - xi) / (d - c) \quad ; c <= xi <= d \text{ และ } c <> d$$
$$= 0 \quad ; \text{กรณีอื่นๆ}$$

2.3 ข้อได้เปรียบ

ทฤษฎีฟัซซีลอจิกมีข้อได้เปรียบเหนือระบบลอจิกแบบทั่วไปอยู่ 2 ประการ คือ

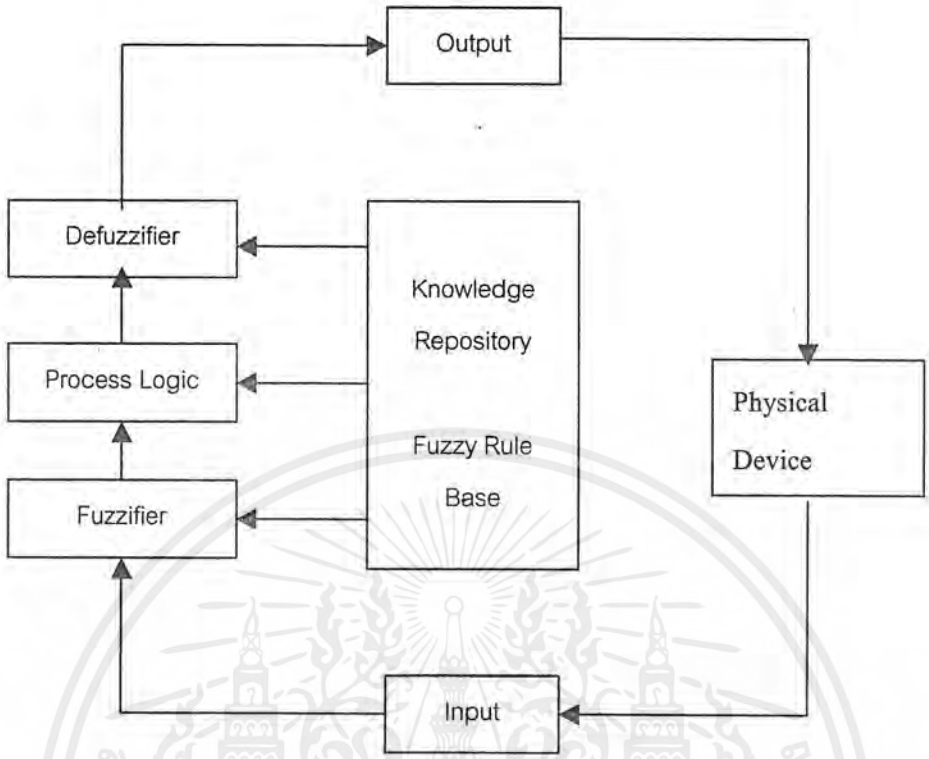
- เซตของฟัซซี่ลอจิก สามารถให้คำจำกัดความของคุณภาพทางภาษาได้ดีกว่า เช่นคำว่า ค่อนข้าง หรือเกือบจะ นำไปใช้ประกอบกับคำแสดงคุณลักษณะทั่วๆ ไป เช่น สูง, เตี้ย, ดี, เลว, ร้อน, เย็น และอื่นๆ และยังสามารถให้ค่าความสำคัญของแต่ละสมาชิกในฟัซซี่เซตได้ ซึ่งจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1

- เอาท์พุตที่ได้จากระบบฟัซซี่ลอจิก จะมีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าอินพุทของระบบจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างทันทีทันใดก็ตาม



รูปที่ 2.5 แสดงระบบควบคุมแบบ PID (Proportional Integral Derivative)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงระบบควบคุมโดยใช้ระบบฟัซซี่เซต

2.4 **หลักสำคัญที่ได้เพิ่มเข้ามาใช้สำหรับระบบควบคุมที่ใช้ระบบฟัซซี่ลอจิก คือ**

2.4.1 Fuzzification คือขั้นตอนที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่รับเข้ามาจะระบบที่จะควบคุม ไปเป็นอินพุทของระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก ซึ่งจะอยู่ในรูปของค่าความเป็นสมาชิก (Degree of Membership) ในฟัซซี่เซต ซึ่งจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1

2.4.2 Rule Evaluation คือขั้นตอนการตีความหรือวิเคราะห์ซึ่งใช้ตัวดำเนินการ 'and' โดยใช้ Minimum แทน หรือ 'or' โดยใช้ Maximum ของตัวแปรส่วนเงื่อนไข (Condition) ในการคำนวนผลลัพธ์รวมจากกฎฟัซซี่ ซึ่งโดยปกติจะใช้เทคนิคของกฎ Minimum หรือกฎ Smallest เพื่อที่จะทำให้ความแข็งแกร่งของกฎที่ได้เลือกอยู่นั้นขึ้นอยู่กับค่าของตัวแปรส่วนเงื่อนไข ที่มีค่าความเป็นสมาชิกน้อยที่สุด โดยลักษณะของ IF/THEN Rules มีดังนี้ If เงื่อนไข Then ผลลัพธ์หรือ If เงื่อนไขที่ 1 และ เงื่อนไขที่ 2 และ ...เงื่อนไขที่ n Then ผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 Defuzzification คือขั้นตอนที่ทำการเปรียบเทียบ Fuzzy Output ทั้งหมดเข้ากับผลลัพธ์รวมซึ่งในยุคแรกๆ ของระบบฟัซซี่จะใช้ Fuzzy Output ที่มีค่ามากที่สุดในระบบเป็นผลลัพธ์ของระบบ (Maximum Defuzzification) ซึ่งในปัจจุบันวิธีการนี้ไม่ได้รับความนิยม เพราะว่าจะมีการละทิ้งผลลัพธ์ของกฎบางกฎ จึงเปลี่ยนมาใช้วิธีหา Centroid (Center of Gravity) เพราะสามารถถ่วงน้ำหนักของ Fuzzy Outputs ของกฎแต่ละกฎได้อย่างทั่วถึง

2.5 **ตัวอย่างของวิธีการ** Defuzzifier

2.5.1 **เทคนิค** Maximizer **เลือกค่าสูงสุดจากหลายๆ แบบมาเพียงหนึ่ง**

เป็นการใช้ค่าสูงสุดของค่าระดับการเป็นสมาชิกจากการกระทำหลายๆ แบบแล้วเลือกกระทำเพียงหนึ่งรูปแบบ ตัวอย่างลิ้นบังคับน้ำมันสมมติว่าผลของการกระทำของ 3 ระบบ มีค่า u ของลิ้นบังคับน้ำมัน คือ

u ช้า = 0.75

u ช้า = 0.40

u ปานกลาง = 0.20

ดังนั้นการกระทำของลิ้นบังคับน้ำมันจะใช้ค่า u ช้า = 0.75 เพราะว่า 0.75 เป็นค่าสูงสุด ถ้าหากเกิดการกระทำที่มีค่า u สูงสุดเท่ากัน 2 อย่าง จะต้องใช้รูปการแก้ปัญหาอีกลักษณะหนึ่งคือ ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าเอาท์พุต หรือเลือกการกระทำที่สัมพันธ์กับค่าระดับของระบบพื้นฐาน ถึงแม้ว่าเทคนิค Maximizer จะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แต่ก็ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

2.5.2 **ทฤษฎีค่าน้ำหนักเฉลี่ย**

จะใช้ค่าเฉลี่ยของการกระทำหลังจากการกำหนดค่าระดับของระดับการเป็นสมาชิกไว้ล่วงหน้าแล้ว เป็นวิธีการที่ง่ายและใช้การคำนวนเพียงเล็กน้อย แต่ก็ยังให้ค่าที่ไม่ค่อยชัดเจนนัก เช่นเดียวกับเทคนิค Maximizer ที่เกิดความไม่ชัดเจนก็เพราะว่าค่าเอาท์พุตของฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิกมีค่าเอาท์พุตมากกว่าหนึ่งค่าต่อค่า u ที่กำหนดให้ ค่าเอาท์พุตฟังก์ชั่นของการเป็นสมาชิกมีลักษณะคล้ายกับรูปปิระมิดหรือปิระมิดตัดยอด ถ้า u = 0.5 ค่าเอาท์พุตมาจากค่าฟังก์ชั่นของขอบสัญญาณทั้งด้านขาขึ้นและขาลง ถ้า u = 1 จะมีค่าตรงกับช่วงของสัญญาณที่เกิดขึ้นทั้งหมด

วิธีการกำจัดความไม่ชัดเจนสามารถทำได้ด้วยกระบวนการแดมปิ้งค่าในฟังก์ชั่นเอาท์พุตด้วยค่าที่แน่นอนให้กลับไปอยู่ในฟังก์ชั่นอินพุต ซึ่งเป็นวิธีที่น่าเบื่อและไม่สามารถใช้ค่าที่เป็นค่าตรงข้ามของฟังก์ชั่นอินพุตในการวิเคราะห์ด้วย ตัวเช่น เราจะไม่ใช้ว่า ถ้าความเร็วคือ ไม่เร็ว เป็นต้น

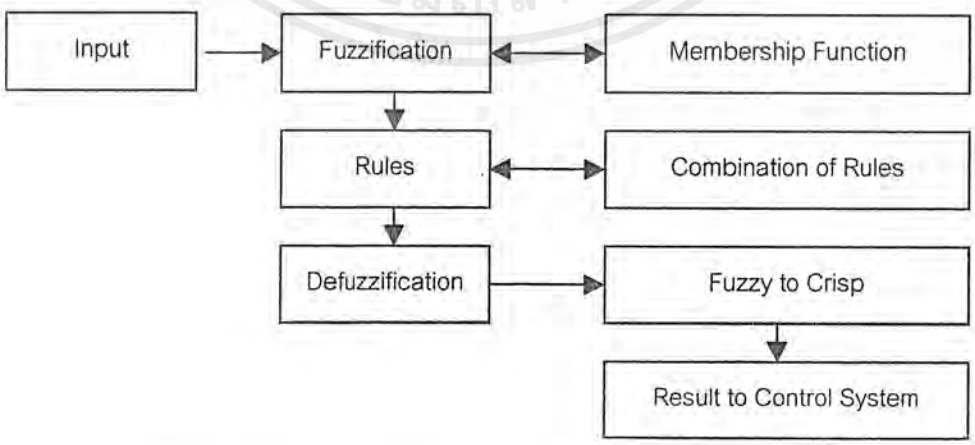
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 **กรรมวิธีค่าศูนย์กลาง**

เป็นการแสดงค่าเอาท์พุตที่สัมพันธ์กับค่าจุดศูนย์กลางมวลของเอาท์พุตในระดับที่ทำงาน เพราะว่าเราไม่ใช้ค่าขอบของฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิก และจะไม่เกิดความไม่ชัดเจนอีกต่อไป กรรมวิธีค่าศูนย์กลางเป็นการคำนวนที่แน่นอนและเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในวิธีอื่นๆ ค่าศูนย์กลางมักจะสัมพันธ์กับค่าเอาท์พุตหนึ่งค่า ผลที่ได้จะเป็นการกระทำอย่างหยาบๆ ภายในช่วงของเอาท์พุต กฎทั่วๆ ไปจะต้องมีการปฏิบัติเพียงจุดเดียวของแต่ละระบบ ในกรณีที่ต้องทำพร้อมๆ กัน หลายกฎในการกระทำหนึ่งครั้ง จะต้องเกิดการซ้อนทับกัน (overlab) ของค่าฟังก์ชั่นอินพุตของระดับการเป็นสมาชิก เพื่อแก้ไขความไม่ต่อเนื่องของเอาท์พุต ถึงแม้ว่าจะมีข้อบกพร่องแต่ก็เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการรวมกัน (combination) และการแปลงค่าฟัซซี่กลับคืน (Defuzzification) กรรมวิธีนี้จะรวมค่าเอาท์พุตของการกระทำหลายๆ ค่า เป็นค่าค่าเดียวสำหรับใช้ในระบบและค่าเอาท์พุตเดียวนี้เป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของศูนย์กลาง (centroid) ของแต่ละฟังก์ชั่นระดับการเป็นสมาชิก

2.5.4 **กรรมวิธีซิงเกิลตัน : สังเคราะห์เอาเอาท์พุตเดียว**

เป็นเทคนิคพิเศษของแบบกรรมวิธีค่าศูนย์กลาง หรือจะเรียกอีกอย่างหนึ่งคือ กรรมวิธี remaining combination / defuzzification วิธีนี้เป็นการนำค่าเอาท์พุตของแต่ละฟัซซี่เซตมาใช้ใหม่เป็นค่าเอาท์พุตค่าเดียว โดยใช้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยจากการกระทำรวมกันหลายๆ อย่าง วิธีนี้ได้ค่าความถูกต้องน้อยกว่ากรรมวิธีค่าศูนย์กลาง และยังคงต้องการการซ้อนทับกันของอินพุตฟังก์ชั่นเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงความไม่ต่อเนื่องของเอาท์พุต ด้วยหลักการและการคำนวนที่ไม่ยุ่งยาก ประกอบกับยังไม่มีใครคิดค้นวิธีใหม่และดีกว่านี้กรรมวิธีนี้จึงน่าที่จะใช้แทนกรรมวิธีค่าศูนย์กลางได้ดีที่สุด

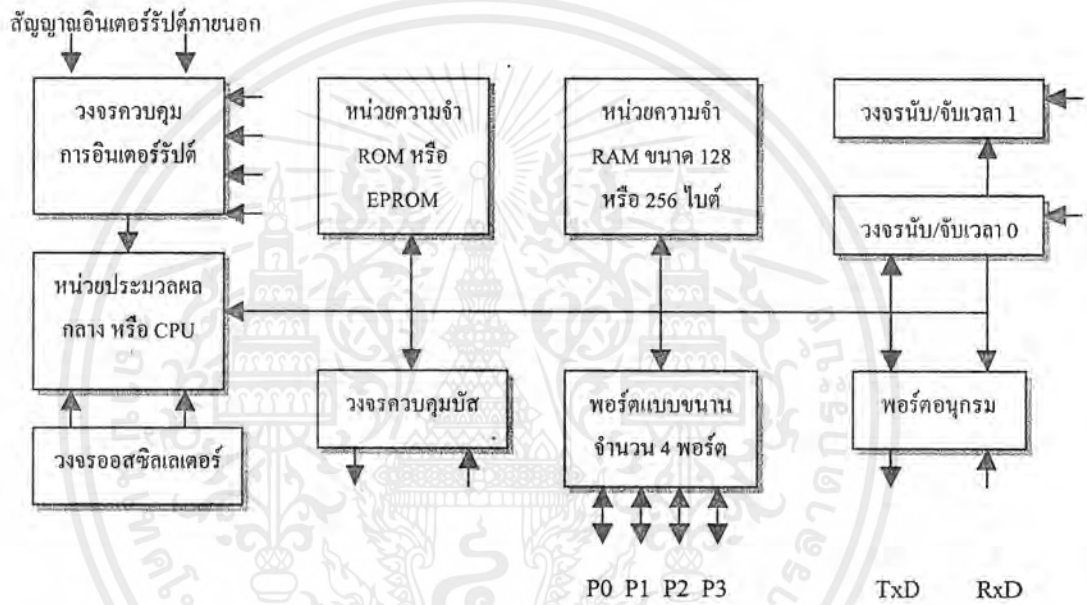


รูปที่ 2.7 แสดงโฟลว์ไดอะแกรมของระบบควบคุมโดยใช้ฟัซซี่เซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

8032 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) ซึ่งอยู่ในตระกูล MCS-51 หน่วยการทำงานพื้นฐานแสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งสถาปัตยกรรมของ 8032 สร้างขึ้นด้วย HMOS



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032

3.1 คุณสมบัติของ 8032

คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032 มีดังนี้

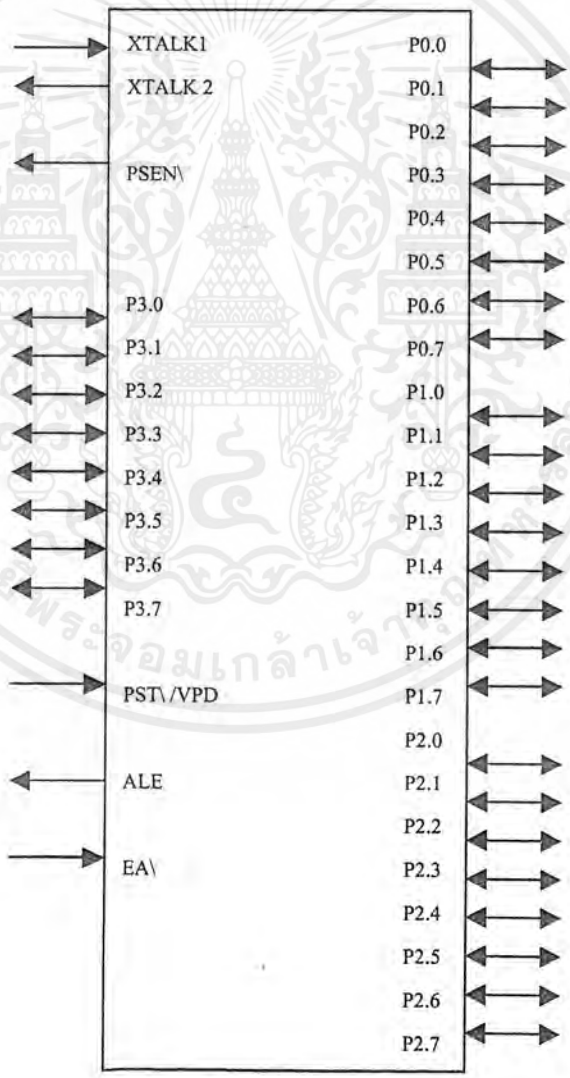
- เป็น CPU ขนาด 8 บิต
- หน่วยความจำแบบแรม (RAM) ภายใน 128 ไบต์
- พอร์ตอินพุท / เอาท์พุทแบบขนานจำนวน 32 เส้น ซึ่งสามารถแยกการทำงานได้อย่างอิสระ
- พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบฟลูดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
- วงจรนับ / จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวนสองวงจร
- ความสามารถในการอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์
- ความสามารถในการอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สัญญาณอินเตอร์รัปต์ 6 แหล่ง 5 VECTOR ซึ่งแบ่งความสำคัญออกเป็น 2 ระดับ
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

3.2 การกำหนดตำแหน่งหน้าที่ขาสัญญาณของ 8032

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 มีรูปร่างของไอซีเป็นแบบดิพ (DIP) ขนาด 40 ขา ดังแสดงในรูปที่ 2.9 แต่ละขาสัญญาณจะมีหน้าที่ระบุชัดเจนตามสัญลักษณ์ชื่อย่อที่กำกับในแต่ละขา แต่จะมีบางขาสัญญาณที่อาจจะมีหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่างซึ่งไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้ การกำหนดว่าจะทำงานในลักษณะใดจะขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อวงจรเข้ากับขาสัญญาณและโปรแกรมควบคุมของระบบนั้น



รูปที่ 3.2 แสดงการกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี 8032

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รีจิสเตอร์ของ 8032

3.3.1 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์แรก รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม ซึ่งมีชื่อเหมือนกัน ในการทำงานขณะใดๆ รีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม จะถูกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ทำได้โดยการเซ็ตหรือเคลียร์บิต RS0, RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW ซึ่งค่าที่เปลี่ยนแปลงไปในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ถูกเลือกใช้งานขณะนั้นจะไม่มีผลต่อการใช้งานรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่มีชื่อเดียวกันแต่อยู่คนละกลุ่มเลย แสดงการจัดพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

3.3.2 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะหรือ SFR (Special Function Register) ข้อมูลที่ถูกนำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์เหล่านี้จะมีความหมายเฉพาะตัวของรีจิสเตอร์ ที่แต่ละตำแหน่งของ SFR อาจจะไม่ใช่เป็นหน่วยความจำ (RAM) แต่อาจจะเป็นตัวนับ (count register), ชิฟท์รีจิสเตอร์ หรือ แลตช์ ซึ่งการอ้างข้อมูลในแต่ละตำแหน่งนั้น 8032 จะถือเสมือนว่าเป็นหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่ง รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดใน 8032 อาจแยกตามประเภทการใช้งานมีดังนี้

- รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ 8032 โดยรวม ได้แก่ PSW, PCON
- รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัปต์ ได้แก่ รีจิสเตอร์ IE, IP
- รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ได้แก่ รีจิสเตอร์ TCON, TMOD
- รีจสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรม ได้แก่ รีจิสเตอร์ SCON

การจัดพื้นที่สำหรับรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเหล่านี้

3.4 ชุดคำสั่งของ 8032

สามารถจัดกลุ่มคำสั่งตามลักษณะหน้าที่การทำงานที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

1. กลุ่มคำสั่งทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Intruction) ประกอบด้วยคำสั่งในการบวก ลบ คูณ หาร รวมทั้งคำสั่งในการเพิ่มค่าข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิป

2. กลุ่มคำสั่งทางตรรกศาสตร์ (Logical Intruction) ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งทางตรรกศาสตร์ เช่น แอนด์, ออร์, เอกซ์คลูซีฟ-ออร์, คอมพลีเมนต์ รวมทั้งคำสั่งสำหรับเลื่อนบิตข้อมูลไปทางซ้ายและขวาโดยผ่านบิตแคร์รี่แฟลกซ์หรือไม่ก็ได้ นอกจากนี้ยังมีคำสั่งพิเศษที่ใช้ในการสลับที่ข้อมูล 4 บิตบนและ 4 บิตล่าง (SWAP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กลุ่มคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล (Data Transfer Instructions) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการเคลื่อนย้ายข้อมูล หรือนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลไปเก็บในหน่วยความจำบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือย้ายข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์เพื่อประมวลผล เนื่องจากคำสั่งบางคำสั่งจำเป็นต้องทำงานที่รีจิสเตอร์เฉพาะตัวเท่านั้น เช่น คำสั่งในการคูณหรือหารที่ทำงานกับรีจิสเตอร์ A, B เท่านั้น คำสั่งในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็นกลุ่มคำสั่งย่อยๆ ดังนี้

- กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายในชิป
- กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป
- กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำเก็บโปรแกรมภายนอกชิป

4. กลุ่มคำสั่งในการควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม (Program Control Instructions) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม ในกลุ่มคำสั่งนี้แบ่งออกเป็นคำสั่งที่มีเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไขทำให้การเขียนโปรแกรมสะดวกมากขึ้น

5. กลุ่มคำสั่งสำหรับการประมวลผลแบบบูลีน (Boolean Instructions) การประมวลผลแบบบูลีนเป็นการประมวลผลด้วยข้อมูลขนาด 1 บิต โดยมีหน่วยความจำขนาด 1 บิต สำหรับประมวลผลซึ่งสามารถอ้างถึงตำแหน่งได้โดยตรง หน่วยความจำนี้จะอยู่ในบริเวณเดียวกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปและที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะบางตัว

3.5 การใช้งาน 8255 กับ 8032

3.5.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (Large Scale Integrated Circuit) บรรจุอยู่ในแพ็คเก็จ (package) 40 ขาแบบดิพ (Dual-In-Line Package : DIP) มีพอร์ต 3 พอร์ต คือ A, B, C เป็นพอร์ต 8 บิตที่สามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทได้ โดยที่พอร์ต C ยังแบ่งเป็น 4 บิตบนและ 4 บิตล่าง

บล็อกกลุ่มแรกมีจำนวน 4 บล็อกอยู่ทางด้านขวาของรูป เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยมีสาย PA0-PA7, PB0-PB7 และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้ถูกแบ่งออกเป็น 3 พอร์ต ได้แก่ พอร์ต A (PA), พอร์ต B (PB), พอร์ต C (PC) พอร์ตเหล่านี้แต่ละสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาท์พุท และแต่ละบล็อกจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มถัดมาได้แก่ กลุ่มควบคุม A และกลุ่มควบคุม B ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทั้งสามไอโอพอ์ต (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้โดยการโปรแกรมส่งคอนโทรลเวิร์ดให้กับ 8255) พอร์ต C นี้จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต 2 พอร์ต กลุ่มหนึ่งจะควบคุมโดยกลุ่มควบคุม A และกลุ่มหนึ่งจะควบคุมโดยกลุ่มควบคุม B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 โหมดการทำงาน

การทำงานมีอยู่ด้วยกัน 3 โหมด ดังตารางที่ 4.1

โหมด 0 มีการทำงานแบบ BASIC I/O ไม่มี handshake

โหมด 1 โหมดนี้ใช้พอร์ต A, B ในการรับหรือส่งข้อมูล และใช้พอร์ต C ในการตรวจสอบสัญญาณ (handshake)

โหมด 2 โหมดนี้ใช้พอร์ต A ในการรับส่งข้อมูล 2 ทิศทางและพอร์ต B ในการรับหรือส่งข้อมูลและใช้พอร์ท C บิต 0, 1, 2 ในการส่งข้อมูลบิตและบิต 4, 5, 6 เป็นสัญญาณ handshake

การใช้งานชิปเบอร์ 8255 เราสามารถกำหนดให้พอร์ต A, B, C ทำหน้าที่เป็นอินพุทหรือเอาต์ได้ โดยกำหนดได้จากค่าคอนโทรลไบต์ที่ส่งไปยังคอนโทรลพอร์ตของ 8255 ดังมีรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าคอนโทรลไบต์ของ 8255

พอร์ต A (PA0-PA7)	พอร์ต C (PC4-PC7)	พอร์ต B (PB0-PB7)	พอร์ต C ล่าง (PC0-PC3)	รหัสควบคุม (hex)
เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	80H
เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	81H
เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	82H
เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	83H
เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	88H
เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	89H
เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	8AH
เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	อินพุท	8BH
อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	90H
อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	อินพุท	91H
อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	เอาต์พุท	92H
อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	อินพุท	93H
อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	เอาต์พุท	98H
อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	อินพุท	99H
อินพุท	อินพุท	อินพุท	เอาต์พุท	9AH
อินพุท	อินพุท	อินพุท	อินพุท	9BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การจัดเรียงขาของ 8255

ในส่วนนี้เราจะพิจารณาหน้าที่ของขาแต่ละขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของซีพียู

D0-D7 : เป็นสายข้อมูลอินพุทเอาท์พุทแบบสองทิศทาง (Bidirectional bus) จะเป็นทางผ่านของข้อมูลพอร์ตต่างๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูลของ 8032

CS (Chip Select Input) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 ซีพียูจะสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

RD (Read Input) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 และสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจาก 8255 จะปรากฏสู่ระบบบัสข้อมูล ซีพียูก็จะสามารถอ่านข้อมูลออกไปได้

WR (Write Input) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 และขาสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจากระบบบัสข้อมูลจะถูกเขียนเข้าไปยัง 8255 ได้

A0-A1 (Address Input) : จะเป็นตัวกำหนดในการเลือกใช้พอร์ต A, B, C และพอร์ตควบคุมของ 8255

RESET : เมื่อขานี้มีสัญญาณเป็น 1 8255 จะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตทุกๆ พอร์ตของ 8255 จะถูกเซ็ตให้อยู่ในโหมดอินพุท

PA0-PA7, PB0-PB7 : ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ

PC0-PC7 : ขาสัญญาณนี้ถูกใช้เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่น เช่นเดียวกับ PA0-PA7, PB0-PB7 แต่กลุ่มของขาสัญญาณเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิต กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PB0-PB7 และกลุ่มที่สองใช้ควบคุม PA0-PA7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การสื่อสารข้อมูล

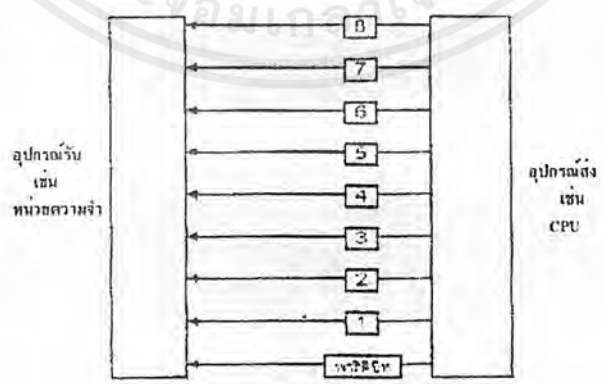
4.1 บทนำ

โดยทั่วๆไป หลักใหญ่ของการสื่อสารข้อมูลในคอมพิวเตอร์ หรือระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกันจะมีลักษณะของการส่งหรือการสื่อสารข้อมูลอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน และการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

4.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบนั้นจะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลจะรับ-ส่งโดยผ่านสายหนือช่องสัญญาณพร้อมกันหลายๆ เส้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดนที่จำนวนของสัญญาณจะมีจำนวนไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับโครงการประมวณผลข้อมูลของระบบนั้นๆ ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบนี้คือ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ในระยะเวลาสั้นๆ แต่ก็มีข้อเสียคือ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณเป็นจำนวนมาก และยิ่งถ้าใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกลๆ นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายจำนวนมากแล้ว ยังทำให้สัญญาณถูกลดทอนลงไปด้วย

ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนิยมนำไปใช้กับการสื่อสารข้อมูลในระยะทางสั้นๆ ที่ต้องการสื่อสารข้อมูลด้วยอัตราเร็ว เช่น การเชื่อมต่อของสัญญาณระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์รอบข้าง หรือการสื่อสารข้อมูลของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่างๆ กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4.2.1 **พอร์ตขนาน**

พอร์ตขนานมักใช้บ่อยครั้งในการอินเตอร์เฟสเพื่อใช้ในโครงงาน ซึ่งสามารถมีอินพุตได้ถึง 9 บิต และเอาท์พุตได้ 12 บิต พอร์ตขนานประกอบด้วยสายคอนโทรล 4 เส้น สายสถานะ 5 เส้น และสายข้อมูล 8 เส้น โดยทั่วไปจะเป็นแบบ D-Type 25 pin female connector อยู่ด้านหลังของพีซี

ตารางที่ 4.1 แสดงหมายเลขของขาแบบ D-Type 25 pin พอร์ตขนาน

Pin No (D-Type 25)	Pin No (Centronics)	SPP Signal	Direction In/out	Register	Hardware Inverted
1	1	.nStrobe	In/Out	Control	Yes
2	2	Data 0	Out	Data	
3	3	Data 1	Out	Data	
4	4	Data 2	Out	Data	
5	5	Data 3	Out	Data	
6	6	Data 4	Out	Data	
7	7	Data 5	Out	Data	
8	8	Data 6	Out	Data	
9	9	Data 7	Out	Data	
10	10	.nAck	In	Status	
11	11	Busy	In	Status	Yes
12	12	Paper-Out Paper-End	In	Status	
13	13	Select	In	Status	
14	14	.nAuto-Linefeed	In/Out	Control	Yes
15	32	.nError / nFault	In	Status	
16	31	.nInitialize	In/Out	Control	
17	36	.nSelect-Printer .nSelect-In	In/Out	Control	Yes
18-25	19-30	Ground	Gnd		

ในตารางข้างต้นนี้ใช้ "n" ใส่ข้างหน้าของชื่อสัญญาณเพื่อบ่งบอกว่าเป็นสัญญาณที่แอคทีฟโลว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36904

เอาท์พุตของพอร์ตขนานจะเป็นระดับ TTL ลอจิก ซึ่งเป็นระดับที่สามารถเชื่อมต่อเพื่อใช้งานในโครงงานโดยทั่วไปได้ทันที

4.2.2 Sotware Register – Standard Parallel Port (SPP)

ตารางที่ 4.2 แสดงพอร์ตข้อมูล

Offset	Name	Read/Write	Bit No.	Properties
Base + 0	Data Port	Write (Note-1)	Bit 7	Data 7 (Pin 9)
			Bit 6	Data 6 (Pin 8)
			Bit 5	Data 5 (Pin 7)
			Bit 4	Data 4 (Pin 6)
			Bit 3	Data 3 (Pin 5)
			Bit 2	Data 2 (Pin 4)
			Bit 1	Data 1 (Pin 3)
			Bit 0	Data 0 (Pin 2)

Note-1 : เมื่อพอร์ตขนานทำการรับส่งข้อมูลแบบ bi-directional จะสามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ข้อมูลนี้ได้

ตารางที่ 4.3 แสดงพอร์ตสถานะ

Base + 1	Status Port	Read Only	Bit 7	Busy
			Bit 6	Ack
			Bit 5	Paper Out
			Bit 4	Select In
			Bit 3	Error
			Bit 2	IRQ (Not)
			Bit 1	Reserved
			Bit 0	Reserved

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงพอร์ตควบคุม

Base + 2	Control Port	Read/Write	Bit 7	Unused
			Bit 6	Unused
			Bit 5	Enable bi-directional Port
			Bit 4	Enable IRQ Via Ack Line
			Bit 3	Select Printer
			Bit 2	Initialize Printer (Reset)
			Bit 1	Auto Linefeed
			Bit 0	Strobe

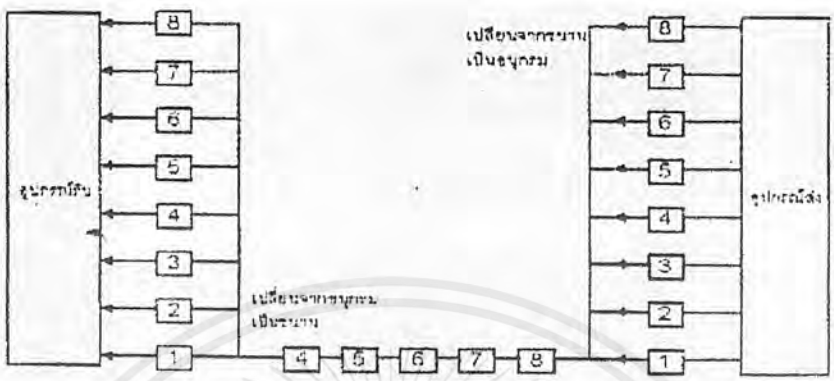
4.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ลักษณะการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะเป็นการสื่อสารที่จะรับ-ส่งข้อมูลโดยใช้สายจำนวนน้อย ซึ่งปกติจะใช้เพียง 1 คู่เท่านั้น คือ สายสัญญาณที่จะใช้เป็นสายข้อมูลและสายกราวด์

ลักษณะการรับ-ส่งข้อมูลนั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกไปหรือรับเข้ามาในลักษณะที่เป็นบิตต่อบิต ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกันกับการสื่อสารแบบขนานที่จำนวนข้อมูลและอัตราเฉลี่ยในการสื่อสารข้อมูลเท่ากันแล้ว จะพบว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องใช้เวลาในการรับ-ส่งข้อมูลมากกว่าอย่างแน่นอน แต่เมื่อพิจารณาถึงข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมแล้วจะพบว่า ข้อดีของการสื่อสารแบบอนุกรมคือ การใช้สายสัญญาณน้อยกว่าและสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะทางที่ไกลกว่า แม้ว่าอัตราการลดทอนหรือผิดเพี้ยนของสัญญาณที่มีผลจากความยาวของสายสัญญาณจะมีต่าเท่ากับการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน แต่การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะมีวิธีในการที่จะลดผลจากการลดทอนของสัญญาณนี้โดยอาศัยหลักการรับ-ส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียล

ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจึงเหมาะสำหรับการสื่อสารข้อมูลในระยะไกลหรือการสื่อสารที่ต้องการใช้สายหรือช่องสัญญาณในการรับ-ส่งข้อมูลจำนวนน้อย เช่น การสื่อสารข้องมูลโครงข่ายแบบท้องถิ่น (Local Area Network : LAN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

4.4 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งตามทิศทางของข้อมูล

นอกจากที่ได้ไปแล้วนั้นจะพบว่า การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมยังสามารถที่จะแบ่งตามลักษณะของทิศทางในการสื่อสารข้อมูลตามโครงสร้างและความต้องการของระบบได้ดังต่อไปนี้ คือ

4.4.1 การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลาหรือแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลสามารถส่งได้ในทางเดียวเท่านั้น เมื่อทำการสื่อสารในทิศทางใดก็จะได้ทิศทางนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่น การส่งสัญญาณภาพจากสถานีโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ หรือการส่งข้อมูลจากศูนย์บริการไปยังวิทยุติดตามตัว

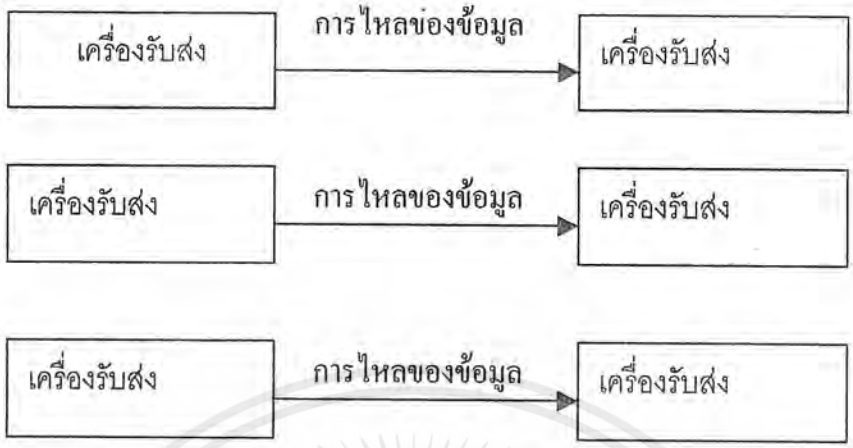
4.4.2 การสื่อสารข้อมูลแบบสองทิศทางแต่คนละเวลาหรือแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูล ที่สามารถส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง โดยจะทำการส่งในลักษณะของการผลัดกันรับและส่ง โดยในลักษณะเวลาหนึ่งนั้นสัญญาณจะไปได้ทิศทางเดียวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์แต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อหรือสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่งซึ่งมีชื่อเรียกว่า ทรานซีฟเวอร์ (Transceiver) และจะต้องมีวงจรที่เลือกว่า ณ เวลานั้นจะทำงานเป็นตัวรับหรือตัวส่ง

4.4.3 การสื่อสารข้อมูลแบบสองทิศทางตลอดเวลาหรือแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ แต่เป็นการสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางแบบตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

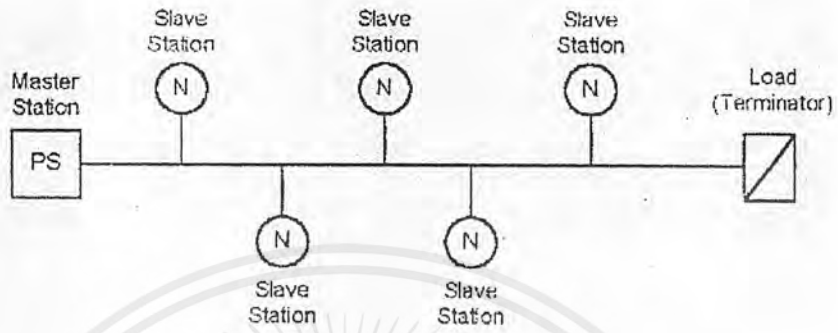
4.5 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตราฐาน RS-422A

ในการออกแบบระบบการสื่อสารข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ได้มีการพยายามที่จะออกแบบให้มีการสื่อสารข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และมีระยะทางในการสื่อสารข้อมูลมากขึ้นด้วยซึ่งที่ผ่านมาการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐาน RS-232C ได้ออกแบบมาเพื่อใช้เชื่อมโยงกับโมเด็มเท่านั้น จึงมิได้คำนึงถึงความเร็วและระยะทางในการสื่อสารแต่ปัจจุบันได้มีการออกแบบระบบมาเพื่อรองรับความต้องการของการใช้งานที่ต้องการให้รับและส่งข้อมูลได้ไกลขึ้น คือ มาตรฐาน RS-422A ซึ่งจะใช้สัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียล

หลักการของการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐาน RS-422A คือ สัญญาณที่จะรับ- ส่งจะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณ 2 เส้นเทียบกับมาตรฐาน RS-232C ที่สัญญาณทุกสัญญาณจะเทียบกราวนด์ ซึ่งในการสื่อสารในระยะทางไกล ๆ แล้วนั้นสัญญาณจะถูกลดทอนไปและเมื่อสัญญาณถูกลดทอนถึงจุด ๆ หนึ่ง สัญญาณก็จะผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ซึ่งก็จะมีผลทำให้การรับส่งข้อมูล เกิดความผิดพลาดขึ้น แต่สำหรับ RS-422A ซึ่งใช้สัญญาณดิฟเฟอเรนเชียลแล้วการลดทอนของสัญญาณจะไปลดทอนสัญญาณทั้งสองสาย ด้วยค่าที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน และความแตกต่างของสัญญาณหรือระยะสัญญาณทั้งสองเส้น จากตัวส่งไปยังตัวรับก็ยังคงมีค่าเท่าเดิมหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อย จึงทำให้ผลของการลดทอนต่อสัญญาณที่การสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกล ๆ มีผลต่อสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียลน้อยกว่า การสื่อสารข้อมูลแบบนี้จึงสามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่าและอัตราการสื่อสารข้อมูลสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ลักษณะของเครือข่ายแบบบัส (Bus Network)



รูปที่ 4.4 แสดงเครือข่ายแบบบัส

- เทอร์มิเนเตอร์ (Terminator) จะทำหน้าที่ดูดกลืนสัญญาณไม่ให้เกิดการสะท้อนกลับซึ่งจะทำให้เกิดการแทรกสอด (Interference)ในการขยายวงจรของเครือข่ายแบบบัสทำได้โดยใช้รีพีทเตอร์ (Repeater) ทุก 1 เซกเมนต์ (Secment)

4.6.1 ข้อดีของเครือข่ายแบบบัส

- ง่ายในการเพิ่มโหนด (Node) ใหม่
- ไม่มีปัญหาการเลือกเส้นทางที่ซับซ้อน
- เครือข่ายแบบบัสนี้เหมาะกับสภาวะที่ทำการรับ – ส่งข้อมูลอย่างหนาแน่น
- ในการส่งระยะทางไกลๆสามารถทำได้โดยการเพิ่มบัสรีพีชั่น (Bus Repeation)
- เหมาะกับเทคนิคการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบแข่งขัน

4.6.2 ข้อเสียของเครือข่ายแบบบัส

- ไม่มีความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูล
- ไม่มีการควบคุม จะเกิดการชนกันของข้อมูลขึ้น
- เป็นจะต้องมีวงจรขยาย (Amplifier) หรือเครื่องทวนสัญญาณ (Repeater)ที่ดีซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาแพง

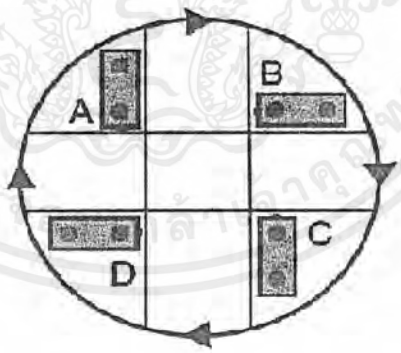
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบระบบ

5.1 ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรรูปแบบเดิม

5.1.1 กรณีที่ให้ทำงานอัตโนมัติโดยกำหนดให้เวลาสัญญาณไฟเขียวในแต่ละเส้นทางคงที่ในช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหา เมื่อเส้นทางที่ได้รับสัญญาณไฟเขียวนั้นไม่มีรถ แต่เส้นทางที่ไม่ได้รับสัญญาณไฟเขียวนั้นมีรถจอดอยู่จำนวนหนึ่งซึ่งทำให้รถที่จอดรอสัญญาณไฟเขียวอยู่นั้นเสียเวลา

5.1.2. กรณีที่ใช้เจ้าหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนสัญญาณไฟ วิธีนี้จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแรก คือ เจ้าหน้าที่สามารถตัดสินใจได้ว่าสมควรเปลี่ยนสัญญาณไฟแล้วหรือไม่ โดยดูจากปริมาณรถด้านไฟเขียวและไฟแดง ประกอบกับระยะเวลา ที่รถรอสัญญาณไฟอยู่นานเท่าใด ซึ่งทั้งหมดนี้เจ้าหน้าที่ควบคุมจะนำไปประกอบการตัดสินใจว่าสมควรเปลี่ยนสัญญาณหรือไม่ แต่ปัญหาคือ เจ้าหน้าที่ที่ทำการควบคุมนั้นไม่สามารถปฏิบัติการได้ตลอด 24 ชั่วโมง และอาจเกิดความคลาดเคลื่อนไม่แน่นอนขึ้นได้



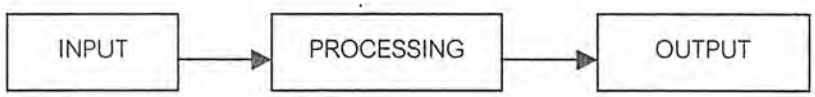
รูปที่ 5.1 แสดงวงรอบการเปลี่ยนสัญญาณตามเข็มนาฬิกา

5.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกมาใช้ควบคุมแทนมนุษย์

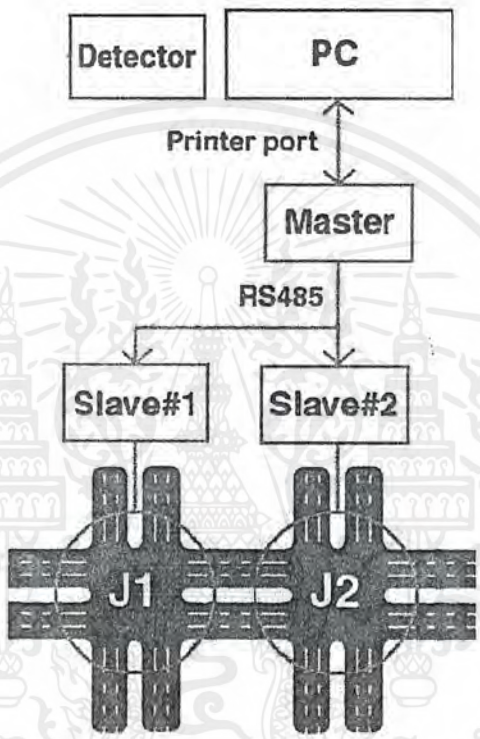
การนำฟัซซี่ลอจิกมาใช้แทนการตัดสินใจของมนุษย์ ในการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรจะสามารถปฏิบัติการตลอดเวลาและเกิดความคลาดเคลื่อนต่ำ ทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าทั้งสองกรณีข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การออกแบบระบบ



รูปที่ 5.2 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุม



รูปที่ 5.3 แสดงแบบจำลองของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

5.3.1 การสร้างข้อมูลอินพุต (INPUT)

ในส่วนของการสร้างอินพุตของระบบ เนื่องจากว่าเราไม่สามารถที่จะสร้างตัวตรวจนับจำนวนรถได้เพราะไม่อยู่ในขอบเขตของโครงงานนี้ ดังนั้นจึงทำการสร้างโปรแกรมจำลองการจราจรขึ้น และจำลองตัวตรวจนับจำนวนรถที่สามารถนับจำนวนรถในแต่ละเส้นทางได้ และสามารถนำระบบนี้ไปใช้งานได้ จากโปรแกรมจำลองจำนวนรถที่นับได้โดยตัวตรวจนับทั้ง 8 เส้นทางส่งไปให้ตัวแม่ข่ายผ่านทางพอร์ตปริ้นเตอร์ โดยทำการเซตพอร์ตปริ้นเตอร์ให้ทำงานแบบสองทิศทางสามารถรับและส่งข้อมูล 8 บิตได้ ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับพอร์ต 8255 ของตัวแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 **การประมวลผล** (PROCESSING)

5.3.2.1 **ตัวแม่ข่าย** (Master)

ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูล โดยแบ่งออกเป็นสองภาคการทำงาน คือ เชื่อมต่อรับส่งข้อมูลกับพีซี

รูปที่ 5.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมการสื่อสารข้อมูลระหว่างพีซีกับแม่ข่าย

ทำการรับส่งข้อมูล 8 บิตผ่านพอร์ต 8255 ของตัวแม่ข่าย และเชื่อมต่ออยู่กับพอร์ตปริ้นเตอร์ของพีซี รูปแบบของข้อมูลที่รับเข้ามาจะเป็นดังนี้

รูปที่ 5.5 แสดงเฟรมข้อมูลที่รับเข้าทางพอร์ต 8255 ของตัวแม่ข่าย

การรับส่งข้อมูลระหว่างพีซีกับตัวแม่ข่ายจะรับส่งกันจำนวน 8 ไบต์ ซึ่งเป็นข้อมูลจำนวนรถของแต่ละเส้นทางจำนวน 8 เส้นทาง ภายในหนึ่งจุดสี่แยกจะประกอบด้วยสี่เส้นทางที่มาเชื่อมกันอยู่นั่นคือจะมีข้อมูลจำนวน 4 ไบต์ ในแต่ละหนึ่งจุดสี่แยก เมื่อตัวแม่ข่ายได้รับข้อมูลครบแล้วในแต่ละหนึ่งจุดสี่แยกก็จะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มของเส้นทางที่มีสถานะไฟเขียวและกลุ่มของเส้นทางที่มีสถานะไฟแดงเพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยของจำนวนรถ ซึ่งต้องส่งไปยังลูกข่ายทำการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิก การตรวจสอบสถานะของแต่ละเส้นทางสามารถทำได้โดยอ่านสถานะเดิมจากข้อมูลที่เก็บไว้ในตัวแม่ข่ายก่อนทำการส่งไปให้พีซีก่อนหน้านี้ ในโครงงานนี้จะสมมติให้การปล่อยรถในหนึ่งจุดสี่แยกเป็นแบบ 1 เขียว 3 แดง หมายความว่า ณ เวลาใดๆจะมีเพียงหนึ่งเส้นทางเท่านั้นที่จะได้รับสัญญาณไฟเขียวและอีกสามเส้นทางที่เหลือจะได้รับสัญญาณไฟแดง ดังนั้นเราต้องทำการหาค่าเฉลี่ยของเส้นทางที่ได้รับสัญญาณไฟแดงทั้งสามเส้นทาง โดยหาผลรวมของจำนวนรถทั้งหมดที่ได้รับสัญญาณไฟแดงหารด้วยสาม ผลลัพธ์ของกระบวนการทั้งหมดนี้จะทำให้ได้ข้อมูลใหม่ที่เก็บไว้ในตัวแม่ข่าย เพื่อทำการส่งต่อไปให้กับตัวลูกข่ายในการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกต่อไป ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลที่ต้องส่งไปให้กับตัวลูกข่ายในแต่ละหนึ่งจุดสี่แยก

จุดสี่แยกที่ 1 (Intersection 1)	จุดสี่แยกที่ 2 (Intersection 2)
1. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟเขียว = X1 2. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟแดง = Y1	1. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟเขียว = X2 2. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟแดง = Y2

เมื่อได้ข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับเป็นอินพุตในการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกของตัวลูกข่ายดังตารางที่ 000 แล้ว ตัวแม่ข่ายจะรอการร้องขอ (Interrupt) จากตัวลูกข่ายแต่ละตัว ตัวอย่างเช่น เมื่อตัวลูกข่ายของจุดสี่แยกที่ 1 ร้องขอข้อมูลจากตัวแม่ข่าย แม่ข่ายจะทำการตรวจสอบ Address ของตัวลูกข่ายว่าเป็นตัวไหนจากนั้นก็จะนำเอาข้อมูลที่ลูกข่ายตัวนั้นต้องการส่งให้ คือ

1. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟเขียว X1
2. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟแดง Y1

เมื่อตัวลูกข่ายของจุดสี่แยกที่ 2 ทำการร้องขอข้อมูลจากตัวแม่ข่าย ก็จะดำเนินการในทำนองเดียวกัน

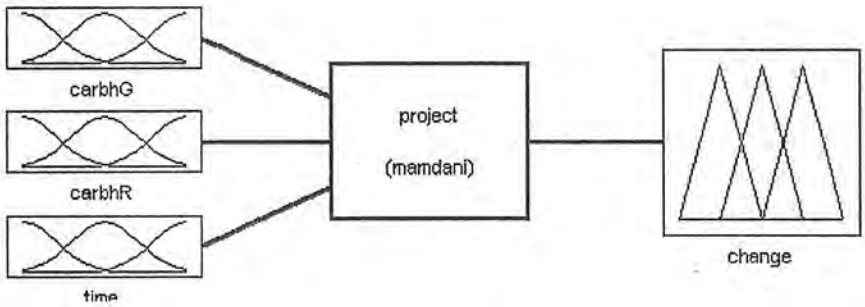
5.3.2.2 **ตัวลูกข่าย** (Slave)

ทำหน้าที่เป็นตัวดำเนินการคำนวนและประมวลผลแบบฟัซซี่ลอจิก เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร ทำหน้าที่ตัดสินใจแทนมนุษย์ว่าสมควรเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรแล้วหรือไม่ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการร้องขอมาจากตัวแม่ข่าย และอ่านข้อมูลเวลาจากตัวลูกข่ายนั้นเอง นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการ Fuzzification จะได้อินพุตที่ใช้ในการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิก 3 ตัวด้วยกัน คือ

1. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟเขียว X (carbhG)
2. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟแดง Y (carbhR)
3. จำนวนเวลา T (time)

ในการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกที่นำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการตัดสินใจเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรแทนมนุษย์ ซึ่งตัวควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกนี้สามารถปฏิบัติการได้ตลอด 24 ชั่วโมงทำให้มีประสิทธิภาพดีกว่าการควบคุมโดยมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

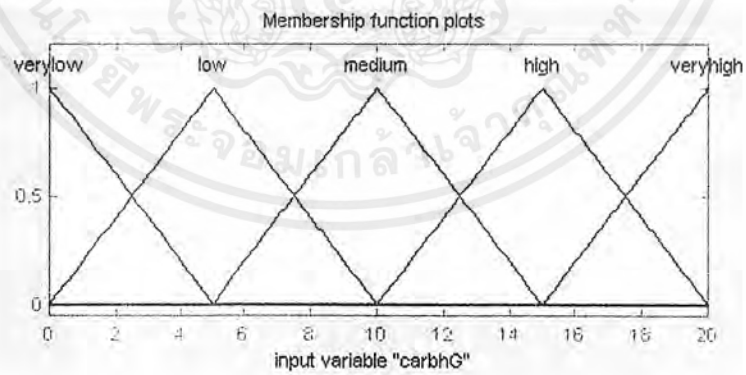


รูปที่ 5.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบฟัซซี่ลอจิก

หลักการในการออกแบบ โดยทั่วไปแล้วการตัดสินใจเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรจะอาศัยข้อมูล 3 ตัวดังที่กล่าวมาแล้ว เพื่อทำการหาค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสัญญาณไฟ คือเมื่อค่าความน่าจะเป็นมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แล้วให้ทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรได้ การคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกมีอยู่ 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

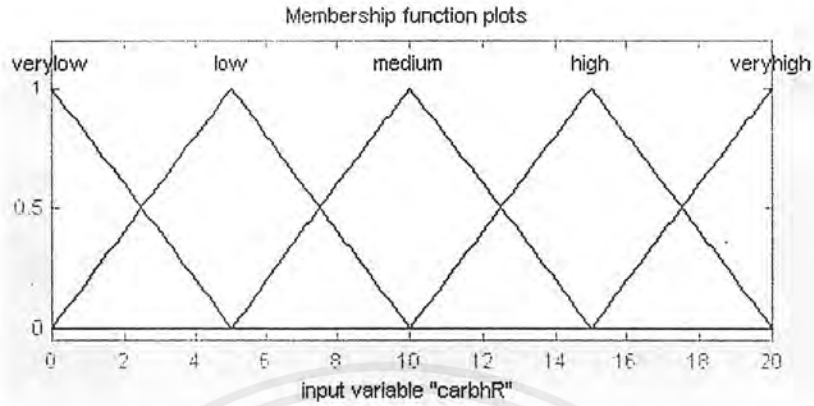
1. ขั้นตอนการแปลงข้อมูลทั่วไปให้เป็นอินพุตแบบฟัซซี่ลอจิก (Fuzzification)

อินพุตที่จะนำมาประกอบการตัวสินใจในการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร มีอยู่ 3 ตัว โดยทั้ง 3 อินพุตนี้จะนำไปผ่านกระบวนการ Fuzzification เพื่อให้ได้อินพุตที่ใช้ในการคำนวนแบบฟัซซี่ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.7

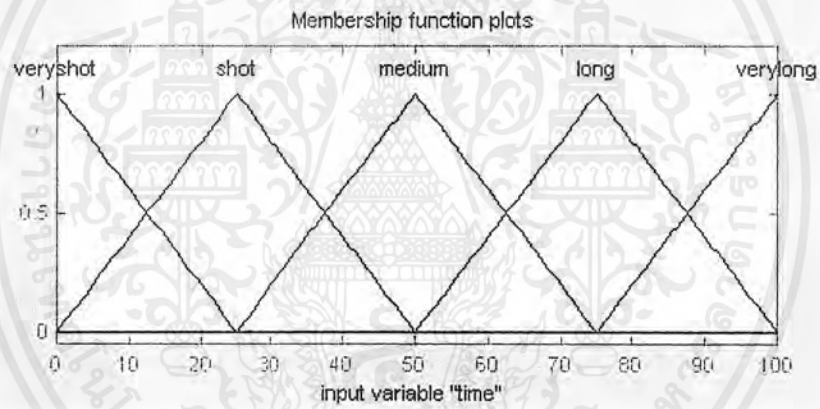


รูปที่ 5.7 แสดงกราฟ Membership function ของตัวแปรอินพุต "carbhG"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงกราฟ Membership function ของตัวแปรอินพุต "carbhR"



รูปที่ 5.9 แสดงกราฟ Membership function ของตัวแปรอินพุต "time"

2. การเขียนกฎ (Rule Base)

เนื่องจากมีตัวแปรอินพุต 3 ตัวแปร ในแต่ละตัวแปร มี 5 เทอมเซต ดังนั้นสามารถเขียนกฎได้ทั้งหมด 125 ข้อ ดังนี้

1. If (carbhG is verylow) and (carbhR is verylow) and (time is veryshot) then (change is no)
2. If (carbhG is verylow) and (carbhR is verylow) and (time is shot) then (change is probno)
3. If (carbhG is verylow) and (carbhR is verylow) and (time is medium) then (change is maybe)
4. If (carbhG is verylow) and (carbhR is verylow) and (time is long) then (change is probyes)
5. If (carbhG is verylow) and (carbhR is verylow) and (time is verylong) then (change is yes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. If (carbhG is verylow) and (carbhR is low) and (time is veryshot) then (change is no)
7. If (carbhG is verylow) and (carbhR is low) and (time is shot) then (change is probno)
8. If (carbhG is verylow) and (carbhR is low) and (time is medium) then (change is maybe)
9. If (carbhG is verylow) and (carbhR is low) and (time is long) then (change is probyes)
10. If (carbhG is verylow) and (carbhR is low) and (time is verylong) then (change is yes)
11. If (carbhG is verylow) and (carbhR is medium) and (time is veryshot) then (change is no)
12. If (carbhG is verylow) and (carbhR is medium) and (time is shot) then (change is maybe)
13. If (carbhG is verylow) and (carbhR is medium) and (time is medium) then (change is maybe)
14. If (carbhG is verylow) and (carbhR is medium) and (time is long) then (change is probyes)
15. If (carbhG is verylow) and (carbhR is medium) and (time is verylong) then (change is yes)
16. If (carbhG is verylow) and (carbhR is high) and (time is veryshot) then (change is no)
17. If (carbhG is verylow) and (carbhR is high) and (time is shot) then (change is maybe)
18. If (carbhG is verylow) and (carbhR is high) and (time is medium) then (change is probyes)
19. If (carbhG is verylow) and (carbhR is high) and (time is long) then (change is probyes)
20. If (carbhG is verylow) and (carbhR is high) and (time is verylong) then (change is yes)
21. If (carbhG is verylow) and (carbhR is veryhigh) and (time is veryshot) then (change is no)
22. If (carbhG is verylow) and (carbhR is veryhigh) and (time is shot) then (change is maybe)
23. If (carbhG is verylow) and (carbhR is veryhigh) and (time is medium) then (change is probyes)
24. If (carbhG is verylow) and (carbhR is veryhigh) and (time is long) then (change is yes)
25. If (carbhG is verylow) and (carbhR is veryhigh) and (time is verylong) then (change is yes)
26. If (carbhG is low) and (carbhR is verylow) and (time is veryshot) then (change is no)
27. If (carbhG is low) and (carbhR is verylow) and (time is shot) then (change is no)
28. If (carbhG is low) and (carbhR is verylow) and (time is medium) then (change is probno)
29. If (carbhG is low) and (carbhR is verylow) and (time is long) then (change is maybe)
30. If (carbhG is low) and (carbhR is verylow) and (time is verylong) then (change is yes)
31. If (carbhG is low) and (carbhR is low) and (time is veryshot) then (change is no)
32. If (carbhG is low) and (carbhR is low) and (time is shot) then (change is probno)
33. If (carbhG is low) and (carbhR is low) and (time is medium) then (change is maybe)
34. If (carbhG is low) and (carbhR is low) and (time is long) then (change is probyes)
35. If (carbhG is low) and (carbhR is low) and (time is verylong) then (change is yes)
36. If (carbhG is low) and (carbhR is medium) and (time is veryshot) then (change is no)
37. If (carbhG is low) and (carbhR is medium) and (time is shot) then (change is probno)
38. If (carbhG is low) and (carbhR is medium) and (time is medium) then (change is maybe)
39. If (carbhG is low) and (carbhR is medium) and (time is long) then (change is probyes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40. If (carbhG is low) and (carbhR is medium) and (time is verylong) then (change is yes)
41. If (carbhG is low) and (carbhR is high) and (time is veryshot) then (change is no)
42. If (carbhG is low) and (carbhR is high) and (time is shot) then (change is maybe)
43. If (carbhG is low) and (carbhR is high) and (time is medium) then (change is maybe)
44. If (carbhG is low) and (carbhR is high) and (time is long) then (change is probyes)
45. If (carbhG is low) and (carbhR is high) and (time is verylong) then (change is yes)
46. If (carbhG is low) and (carbhR is veryhigh) and (time is veryshot) then (change is no)
47. If (carbhG is low) and (carbhR is veryhigh) and (time is shot) then (change is maybe)
48. If (carbhG is low) and (carbhR is veryhigh) and (time is medium) then (change is probyes)
49. If (carbhG is low) and (carbhR is veryhigh) and (time is long) then (change is yes)
50. If (carbhG is low) and (carbhR is veryhigh) and (time is verylong) then (change is yes)
51. If (carbhG is medium) and (carbhR is verylow) and (time is veryshot) then (change is no)
52. If (carbhG is medium) and (carbhR is verylow) and (time is shot) then (change is no)
53. If (carbhG is medium) and (carbhR is verylow) and (time is medium) then (change is probno)
54. If (carbhG is medium) and (carbhR is verylow) and (time is long) then (change is maybe)
55. If (carbhG is medium) and (carbhR is verylow) and (time is verylong) then (change is yes)
56. If (carbhG is medium) and (carbhR is low) and (time is veryshot) then (change is no)
57. If (carbhG is medium) and (carbhR is low) and (time is shot) then (change is probno)
58. If (carbhG is medium) and (carbhR is low) and (time is medium) then (change is probno)
59. If (carbhG is medium) and (carbhR is low) and (time is long) then (change is maybe)
60. If (carbhG is medium) and (carbhR is low) and (time is verylong) then (change is yes)
61. If (carbhG is medium) and (carbhR is medium) and (time is veryshot) then (change is no)
62. If (carbhG is medium) and (carbhR is medium) and (time is shot) then (change is probno)
63. If (carbhG is medium) and (carbhR is medium) and (time is medium) then (change is maybe)
64. If (carbhG is medium) and (carbhR is medium) and (time is long) then (change is probyes)
65. If (carbhG is medium) and (carbhR is medium) and (time is verylong) then (change is yes)
66. If (carbhG is medium) and (carbhR is high) and (time is veryshot) then (change is no)
67. If (carbhG is medium) and (carbhR is high) and (time is shot) then (change is maybe)
68. If (carbhG is medium) and (carbhR is high) and (time is medium) then (change is maybe)
69. If (carbhG is medium) and (carbhR is high) and (time is long) then (change is probyes)
70. If (carbhG is medium) and (carbhR is high) and (time is verylong) then (change is yes)
71. If (carbhG is medium) and (carbhR is veryhigh) and (time is veryshot) then (change is no)
72. If (carbhG is medium) and (carbhR is veryhigh) and (time is shot) then (change is maybe)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

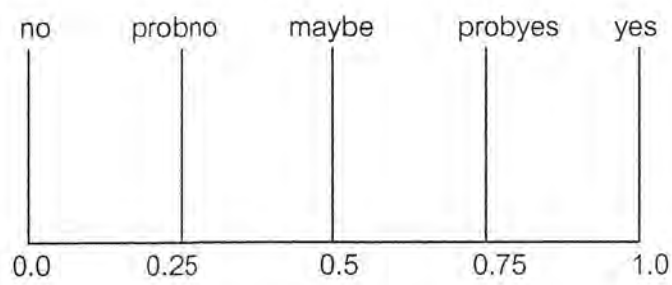
73. If (carbhG is medium) and (carbhR is veryhigh) and (time is medium) then (change is probyes)
74. If (carbhG is medium) and (carbhR is veryhigh) and (time is long) then (change is yes)
75. If (carbhG is medium) and (carbhR is veryhigh) and (time is verylong) then (change is yes)
76. If (carbhG is high) and (carbhR is verylow) and (time is veryshot) then (change is no)
77. If (carbhG is high) and (carbhR is verylow) and (time is shot) then (change is no)
78. If (carbhG is high) and (carbhR is verylow) and (time is medium) then (change is probno)
79. If (carbhG is high) and (carbhR is verylow) and (time is long) then (change is maybe)
80. If (carbhG is high) and (carbhR is verylow) and (time is verylong) then (change is yes)
81. If (carbhG is high) and (carbhR is low) and (time is veryshot) then (change is no)
82. If (carbhG is high) and (carbhR is low) and (time is shot) then (change is probno)
83. If (carbhG is high) and (carbhR is low) and (time is medium) then (change is maybe)
84. If (carbhG is high) and (carbhR is low) and (time is long) then (change is probyes)
85. If (carbhG is high) and (carbhR is low) and (time is verylong) then (change is yes)
86. If (carbhG is high) and (carbhR is medium) and (time is veryshot) then (change is no)
87. If (carbhG is high) and (carbhR is medium) and (time is shot) then (change is probno)
88. If (carbhG is high) and (carbhR is medium) and (time is medium) then (change is maybe)
89. If (carbhG is high) and (carbhR is medium) and (time is long) then (change is probyes)
90. If (carbhG is high) and (carbhR is medium) and (time is verylong) then (change is yes)
91. If (carbhG is high) and (carbhR is high) and (time is veryshot) then (change is no)
92. If (carbhG is high) and (carbhR is high) and (time is shot) then (change is probno)
93. If (carbhG is high) and (carbhR is high) and (time is medium) then (change is maybe)
94. If (carbhG is high) and (carbhR is high) and (time is long) then (change is probyes)
95. If (carbhG is high) and (carbhR is high) and (time is verylong) then (change is yes)
96. If (carbhG is high) and (carbhR is veryhigh) and (time is veryshot) then (change is no)
97. If (carbhG is high) and (carbhR is veryhigh) and (time is shot) then (change is maybe)
98. If (carbhG is high) and (carbhR is veryhigh) and (time is medium) then (change is maybe)
99. If (carbhG is high) and (carbhR is veryhigh) and (time is long) then (change is probyes)
100. If (carbhG is high) and (carbhR is veryhigh) and (time is verylong) then (change is yes)
101. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is verylow) and (time is veryshot) then (change is no)
102. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is verylow) and (time is shot) then (change is no)
103. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is verylow) and (time is medium) then (change is probno)
104. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is verylow) and (time is long) then (change is probno)
105. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is verylow) and (time is verylong) then (change is yes)
106. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is low) and (time is veryshot) then (change is no)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

107. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is low) and (time is shot) then (change is no)
108. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is low) and (time is medium) then (change is probno)
109. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is low) and (time is long) then (change is maybe)
110. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is low) and (time is verylong) then (change is yes)
111. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is medium) and (time is veryshot) then (change is no)
112. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is medium) and (time is shot) then (change is probno)
113. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is medium) and (time is medium) then (change is maybe)
114. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is medium) and (time is long) then (change is maybe)
115. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is medium) and (time is verylong) then (change is yes)
116. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is high) and (time is veryshot) then (change is no)
117. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is high) and (time is shot) then (change is probno)
118. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is high) and (time is medium) then (change is maybe)
119. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is high) and (time is long) then (change is probyes)
120. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is high) and (time is verylong) then (change is yes)
121. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is veryhigh) and (time is veryshot) then (change is no)
122. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is veryhigh) and (time is shot) then (change is probno)
123. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is veryhigh) and (time is medium) then (change is maybe)
124. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is veryhigh) and (time is long) then (change is probyes)
125. If (carbhG is veryhigh) and (carbhR is veryhigh) and (time is verylong) then (change is yes)

3.. การหาค่าผลลัพธ์ที่สามารถใช้ในการควบคุมได้ (Defuzzification)

ผลลัพธ์ที่ต้องการคือค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร (change) เราใช้เอาต์พุตแบบซิงเกิลตันซึ่งง่ายในการคำนวนหาค่าผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้ควบคุมได้จริง (Crisp set) สามารถแสดงเอาพุตได้ดังรูปที่ 5.10



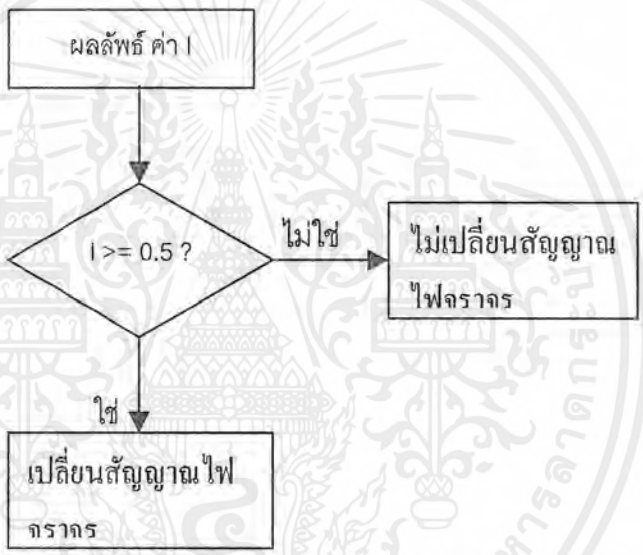
รูปที่ 5.10 แสดงเอาท์พุตแบบซิงเกิลตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถหาผลลัพธ์ได้จากสมการ

$$I = \text{sum}(un \times mu)/\text{sum}(mu)$$

ซึ่งค่า I ที่ได้เป็นค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร โดยนำค่า I มาเปรียบเทียบกับ 0.5 เพื่อตัดสินใจในการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร ดังโฟลว์ชาร์ตแสดงดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แสดงการตัดสินใจเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร

5.4 การแสดงผลของระบบ (Output)

5.4.1 การแสดงผลของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

แสดงผลโดยผ่านทางแบบจำลอง (model) ทางฮาร์ดแวร์ที่สร้างขึ้น โดยใช้ LED ในการแสดงสัญญาณไฟ

5.4.2 แสดงผลโดยผ่านทางโปรแกรมจำลองการจราจรบนพีซี สามารถแสดงการเคลื่อนที่ของรถเมื่อมีการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร

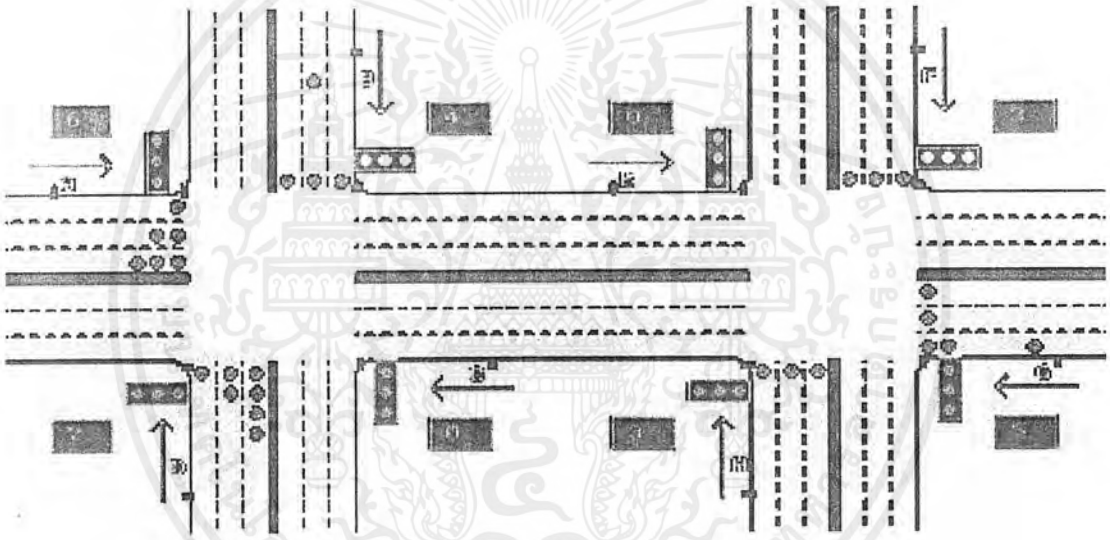
จากผลลัพธ์ที่คำนวนได้แบบฟัซซี่ลอจิกของตัวลูกข่าย เมื่อมีการตัดสินใจเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร ตัวลูกข่ายจะแสดงสัญญาณไฟจราจรในแต่ละเส้นทางผ่านทางพอร์ต 8255 จำนวน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับ LED ขณะเดียวกันก็จะส่งข้อมูลการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณไฟจราจรทั้งหมดไปให้ตัวแม่ข่ายเพื่อส่งต่อให้พีซีทำการแสดงผลโดยโปรแกรมจำลองการจราจรต่อไป

การแสดงผลสถานะของแต่ละเส้นทางโดยพีซี

ข้อมูลที่ตัวลูกข่ายส่งให้ตัวแม่ข่าย จะถูกส่งต่อไปยังพีซี ในการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมจำลองการจราจร ซึ่งข้อมูลสถานะของสัญญาณไฟจราจรนี้จะถูกเก็บไว้ในตัวแม่ข่ายจนกว่าจะได้รับข้อมูลใหม่จากตัวลูกข่าย เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้เป็นอินพุตในการคำนวนของลูกข่ายต่อไป



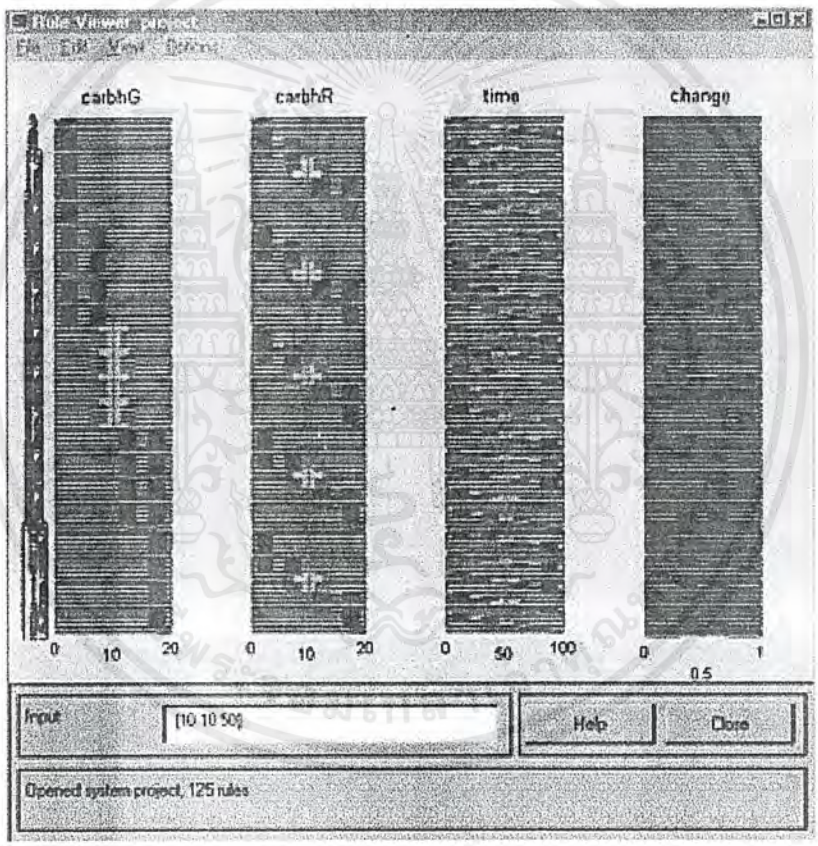
รูปที่ 5.12 แสดงการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของการจำลองการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกโดยใช้ TOOLBOX ของโปรแกรม MATLAB เครื่องมือในการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกสามารถทำการคำนวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลการทดลองดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงเครื่องมือในการคำนวนค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสัญญาณไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกโดยใช้ MATLAB

ตัวแปรจำนวนรถเฉลี่ย		ค่าความน่าจะเป็น(change)					
CarbhG	CarbhR	Time= 0	Time = 20	Time = 40	Time = 60	Time = 80	Time = 100
0	0	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	5	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	10	0.08	0.437	0.5	0.605	0.756	0.92
	15	0.08	0.437	0.645	0.75	0.756	0.92
	20	0.08	0.437	0.645	0.771	0.917	0.92
5	0	0.08	0.083	0.229	0.355	0.563	0.92
	5	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	10	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	15	0.08	0.437	0.5	0.605	0.756	0.92
	20	0.08	0.437	0.645	0.771	0.917	0.92
10	0	0.08	0.083	0.229	0.355	0.563	0.92
	5	0.08	0.244	0.25	0.355	0.563	0.92
	10	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	15	0.08	0.437	0.5	0.605	0.756	0.92
	20	0.08	0.437	0.645	0.771	0.917	0.92
15	0	0.08	0.083	0.229	0.355	0.563	0.92
	5	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	10	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	15	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	20	0.08	0.437	0.5	0.605	0.756	0.92
20	0	0.08	0.083	0.229	0.25	0.353	0.92
	5	0.08	0.083	0.229	0.355	0.563	0.92
	10	0.08	0.244	0.395	0.5	0.563	0.92
	15	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92
	20	0.08	0.244	0.395	0.605	0.756	0.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 แสดงผลลัพธ์การเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร

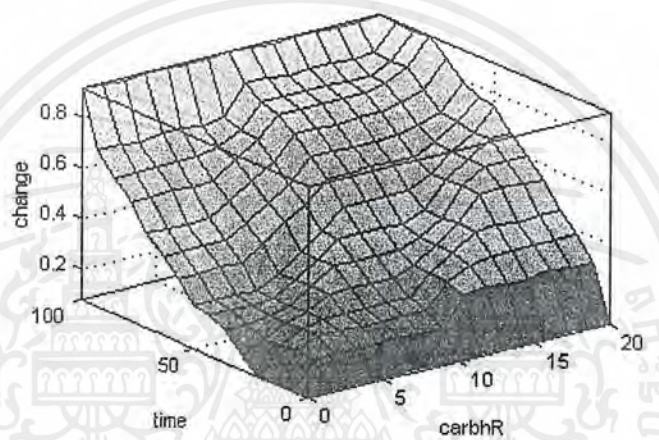
ตัวแปรจำนวนรถเฉลี่ย		เปลี่ยนสัญญาณไฟ					
CarbhG	CarbhR	Time= 0	Time = 20	Time = 40	Time = 60	Time = 80	Time = 100
0	0	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	5	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	10	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	15	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
	20	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
5	0	No	No	No	No	Yes	Yes
	5	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	10	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	15	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	20	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
10	0	No	No	No	No	Yes	Yes
	5	No	No	No	No	Yes	Yes
	10	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	15	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	20	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
15	0	No	No	No	No	Yes	Yes
	5	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	10	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	15	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	20	No	No	No	Yes	Yes	Yes
20	0	No	No	No	No	No	Yes
	5	No	No	No	No	Yes	Yes
	10	No	No	No	No	Yes	Yes
	15	No	No	No	Yes	Yes	Yes
	20	No	No	No	Yes	Yes	Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

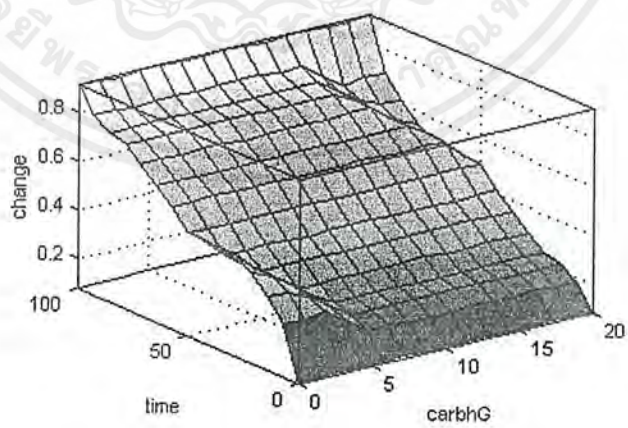
ข้อมูลจากตารางที่ 6.1 แสดงผลลัพธ์อย่างคร่าวๆเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากผลลัพธ์ทั้งหมดมีจำนวนมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับตัวแปรอินพุตทั้ง 3 ตัวแปร ในโครงงานนี้ใช้ อินพุตของตัวแปรดังนี้

1. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟเขียว (carbhG) มีค่าสูงสุดได้ 20 คัน
2. จำนวนรถเฉลี่ยที่ได้รับสัญญาณไฟแดง (carbhR) มีค่าสูงสุดได้ 20 คัน
3. จำนวนเวลา (time) มีค่าสูงสุดได้ 100 วินาที

ดังนั้นจะได้ผลลัพธ์ทั้งหมด 20x20x100 = 40,000 ค่าด้วยกัน สามารถแสดงเป็นรูปกราฟได้ดังรูปที่ 6.2, 6.3, 6.4

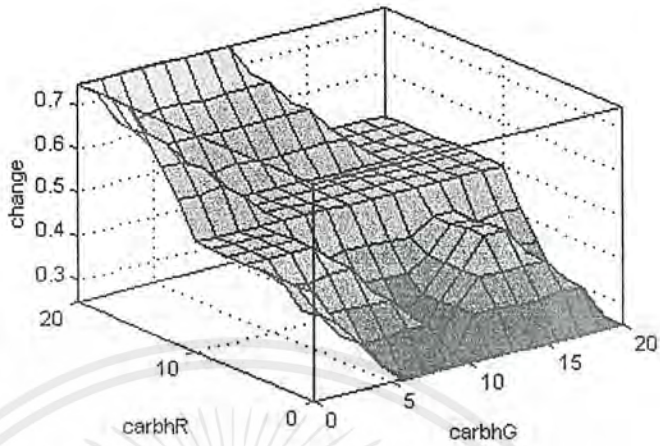


รูปที่ 6.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง change,time และ carbhR



รูปที่ 6.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง change, time และ carbhG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง change, carbhR และ carbhG

2. ส่วนของการทดลองภาษาแอสแซมบลี

P1.ASM

การทดลองของ P1.ASM เป็นการเซ็ทค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรต่างๆ ได้แก่ data1,data2,data3,data4,pattern,set serial port

data1 ใช้เก็บค่าของรถแยกที่ A

data2 ใช้เก็บค่าของรถแยกที่ B

data3 ใช้เก็บค่าของรถแยกที่ C

data4 ใช้เก็บค่าของรถแยกที่ D

pattern ใช้เก็บค่ารูปแบบการปล่อยรถในสภาวะปัจจุบัน

โดยโปรแกรม P1.ASM จะมีการเซ็ทให้ทุกแยกของช่องทางการจราจรแดงทั้งหมด (สภาวะปลอดภัย) จากนั้นก็จะทำการเริ่ม P2.ASM

P2.ASM

ในโปรแกรม P2.ASMจะเป็นการหาค่าจำนวนรถที่ติดอยู่หลังไฟเขียว และจำนวนรถที่ติดอยู่หลังไฟแดง โดยจำนวนรถที่ติดอยู่หลังไฟแดงจะเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนรถที่ติดไฟแดงทั้งหมด

data5 ใช้เก็บค่าจำนวนรถเฉลี่ยที่ติดหลังไฟแดง

data6 ใช้เก็บค่าจำนวนรถเฉลี่ยที่ติดอยู่หลังไฟเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.ASM

จะเป็นโปรแกรมหาค่าเวลาจากฐานเวลา RTC โดยค่าที่อ่านได้จาก RTC จะเป็นเลขฐาน PCB ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องแปลงเลข PCB ไปเป็นเลขฐาน 16 เพื่อที่จะสามารถนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณทาง Fuzzy set theory ซึ่งเวลาที่ใช้ในการคำนวณ Fuzzy set theory จะมีค่าตั้งแต่ 0-100 sec. โดยใช้ตัวแปร data7 เก็บค่าของเวลา

P4.ASM

เป็นโปรแกรมเกี่ยวกับการคำนวณ โดยค่าที่ใช้ในการคำนวณจะเป็นค่าของจำนวณรถที่ติดหลังไฟเขียว(data6) จำนวนรถที่ติดหลังไฟแดง (data5) และ จำนวณเวลาที่ได้จาก RCT (data7) นำค่าดังกล่าวมาคำนวณตามทฤษฎีเฉลี่ยของ Fuzzy set theory ซึ่งผลการคำนวณที่ได้จากทฤษฎีดังกล่าวจะเกิดกรณีต่างๆ ขึ้นแล้วนำมาแบ่งแยกเป็นแต่ละกฎ ซึ่งมีทั้งสิ้น 125 กฎ

กรณีที่เรากล่าวถึงมีดังนี้

กำหนดให้ CARBHG คือ จำนวณรถที่ติดหลังไฟเขียว

CARBHG คือ จำนวณรถที่ติดหลังไฟแดง

CARBHG	CARBHR	TIME
	CARBHG-VERYLOW	CARBHR-VERYLOW TIME-VERYSHOT
CARBHG-LOW	CARBHR-LOW	TIME-SHOT
CARBHG-MEDIAN	CARBHR-MEDIAN	TIME-MEDIAN
CARBHG-HIGH	CARBHR-HIGH	TIME-LONG
CARBHG-VERYHIGH	CARBHR-VERYHIGH	TIME-VERYLONG

เพราะฉะนั้นมีกฎทั้งหมด 5 x 5 x 5 = 125 ข้อ ในแต่ละกฎของ Fuzzy set theory นั้นจะมีการหาค่าที่น้อยที่สุดของของจำนวณรถที่ติดหลังไฟเขียวและไฟแดง และค่าเวลา โดยในแต่ละกฎจะมีการกำหนดค่าของความน่าจะเป็นของกฎนั้นๆ ว่าควรจะมีค่าเท่าใด

P5.ASM

เป็นการคำนวณหาค่าของผลรวมของค่าที่น้อยที่สุดคูณกับค่าความน่าจะเป็นของแต่ละกฎ และมีการหาค่าผลรวมของค่าที่น้อนที่สุดของแต่ละกฎ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P6.ASM

เป็นการหาค่าลัพธ์ที่ได้จาก P5.ASM โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นโดยเก็บไว้ใน R7

$$R7 = \frac{\sum (\min i \times Prob i)}{\sum \min_i}$$

โดยค่า R7 จะนำไปใช้ในการตัดสินใจในการที่ว่า slave ควรมีการเปลี่ยนสถานะหรือไม่

P7.ASM

โปรแกรมส่วนนี้จะเป็นการพิจารณาว่า slave ควรมีการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณไฟจราจรหรือไม่ โดยถ้าค่าในรีจิสเตอร์ R7 มากกว่า 50 แสดงว่าให้ slave มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณไฟจราจรไปยังสถานะต่อไป แต่ถ้าค่า R7 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณไฟจราจร เมื่อผ่านขบวนการตัดสินใจว่าควรมีการเปลี่ยนสถานะหรือไม่แล้ว slave ก็จะมีการส่งสถานะของสัญญาณไฟจราจรไปให้ master และรอรับข้อมูลของจำนวนของแต่ละแยกจาก master เพื่อนำมาทำการประมวณผลใหม่

ผลการทดลอง P1.ASM

สัญญาณไฟจราจรแต่ละแยกจะมีสถานะเป็นสีแดงทั้งหมด

ผลการทดลอง P2.ASM

ทำการทดลองโดยกำหนดให้จำนวนรถในแต่ละตัวแปรมีค่าดังนี้

data1 = # 00001001B

data2 = #00011000B

data3 = #00000011B

data4 = #00000110B

pattern = #01H

เมื่อทำการประมวณผลจะได้ผลลัพธ์เก็บไว้ในค่าของ data5 และ data6

ซึ่งได้ผลลัพธ์ data5 = # 00000110B

data6 = # 00011000B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองของ P3.ASM

จากการทดลองของโปรแกรม P3.ASM จะเป็นการเรียกค่าเวลาจาก ฐานเวลา (RTC) มาประมวณผลแล้วแปลงเป็นเลขฐาน 16 โดยกำหนดค่าไว้ 0-99 วินาที แล้วทำการนับวนใหม่ จากผลการทดลองเราสามารถแปลงค่าจาก BCD เป็นฐาน 16 ได้และเมื่อนับถึงวินาทีที่ 100 ก็จะทำการรีเซ็ทค่าเอง หลังจากนั้นก็จะเริ่มทำการนับค่าใหม่โดยเริ่มจาก 0 อีกครั้ง ซึ่งค่าที่ได้จากการนับจะถูกเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ data7 (เก็บค่าวินาที)

ผลการทดลอง P4.ASM

ทำการทดลองโดยการกำหนดค่าของรถขึ้นมาโดยแต่ละตัวแปรมีค่าดังนี้

data5 = #01H

data6 = #02H

data7 = #4CH

เมื่อทำการประมวณผลจะได้ผลลัพธ์ของแต่ละตัวแปรดังนี้

CARBHG-VERYLOW	=	80
CARBHG-LOW	=	10
CARBHG-MEDIUM	=	00
CARBHG-HIGH	=	00
CARBHG-VERYHIGH	=	00
CARBHR-VERYLOW	=	60
CARBHR-LOW	=	40
CARBHR-MEDIUM	=	00
CARBHR-HIGH	=	00
CARBHR-VERYHIGH	=	00
TIME-VERYSHOT	=	00
TIME-SHOT	=	00
TIME-MEDIUM	=	00
TIME-LONG	=	96
TIME-VERYLONG	=	04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ผลลัพธ์ตามค่าตัวแปรต่างๆ เราก็นำไปแทนค่าในกฎที่เราตั้งขึ้น จากนั้นหาค่าต่ำสุดของแต่ละกฎและค่าความน่าจะเป็นในการปล่อยรถได้ดังนี้

กฎข้อที่1	min = 00	Prob =20
กฎข้อที่2	min = 00	Prob =40
กฎข้อที่3	min = 00	Prob =60
กฎข้อที่4	min = 60	Prob =80
กฎข้อที่5	min = 04	Prob =100
กฎข้อที่6	min = 00	Prob =20
กฎข้อที่7	min = 00	Prob =40
กฎข้อที่8	min = 00	Prob =60
กฎข้อที่9	min = 40	Prob =80
กฎข้อที่10	min = 04	Prob =100

ผลการทดลอง P5.ASM

ทำการทดลองโดยกำหนดค่าต่างๆ ลงในแอดเดรซที่ 31H โดยค่าตำแหน่งที่เป็นเลขคี่เป็นตัวเก็บค่าต่ำสุด และตำแหน่งเลขคู่เป็นตัวเก็บค่า Prob แล้วทำการประมวณผลเอาค่าต่ำสุดและ Prob มาทำการคูณกันแล้วเก็บไว้ ซึ่งเราแทนด้วยตัวแปรต่างๆ ดังนี้

ค่าตัวแปรเริ่มต้น	ค่าตัวแปรที่ทำการประมวณผลหลังการคูณ
31H = #FFH	51H = #01H
32H = #FFH	52H = #FEH
33H = #FFH	53H = #01H
34H = #FFH	54H = #FEH
35H = #FFH	55H = #01H
36H = #FFH	56H = #FEH
37H = #FFH	57H = #01H
38H = #FFH	58H = #FEH
39H = #FFH	59H = #01H
40H = #FFH	60H = #FEH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรที่ทำการประมวลจากผลรวมของการคูณ

42H = #05H

43H = #F6H

44H = #04H

ตัวแปรที่ทำการประมวลจากผลรวมของค่าต่ำสุด

45H = #FBH

46H = #04H

ผลการทดลอง P6.ASM

เป็นโปรแกรมการหารโดยการที่ใช้รีจิสเตอร์ R7 เป็น counter และสมมติค่าขึ้นมาตามตัวแปรดังนี้

เศษ = #04F605H ส่วน = #04FBH

ผลการหาร= #FFH

ผลการทดลอง P7.ASM

เราสมมติค่า R7 ขึ้นมาทำการประมวณผลใน P7.ASM ซึ่งเมื่อประมวณผลเสร็จแล้วเราก็จะสั่งให้แสดงค่าของตัวแปร pattern ออกมาทางพอร์ต3 ของ 8255 ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

สมมติค่า pattern = #02H

ค่าของ R7	ผลลัพธ์จากการประมวณผล
#4BH	#03H
#32H	#02H
#20H	#02H

ทำการทดลองกับโปรแกรมทั้งหมด เราจะพบว่าจะต้องใช้เวลาที่แตกต่างกันโดย

1. ถ้า slave มีการเปลี่ยน pattern แล้วเวลาที่ใช้ในการประมวณผลมีค่าประมาณ 12 วินาที
2. ถ้า slave ไม่มีการเปลี่ยน pattern แล้วเวลาที่ใช้ในการประมวณผลมีค่าประมาณ 5 วินาที

Master

เราจะทำการสมมติค่า data ขึ้น เมื่อประมวณผลเสร็จให้แสดงผลลัพธ์ออกทางพอร์ตของ 8255 โดยสมมติค่าของแอดเดรซที่เกิด data และค่า data ตามนี้

data = 01000111B

ค่าของแอดเดรซ =00000010B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

data =00000111B

data = 10101110B

ค่าของแอดเดรซ =00000101B

data =00001110B

จากผลการทดลองโดยการจำลองการทำงาน โดยใช้ MATLAB คำนวนหาค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสัญญาณไฟ แสดงให้เห็นว่ากฎฟัซซี่ลอจิกที่ได้ออกแบบไว้มีประสิทธิภาพดีพอสมควร ได้ค่าความน่าจะเป็นที่มีความใกล้เคียงกับการตัดสินใจของมนุษย์ แต่ยังมีข้อผิดพลาดหรือไม่ใกล้เคียงกับการตัดสินใจบางส่วน ซึ่งต้องทำการพัฒนาปรับปรุงต่อไป

แนวทางในการปรับปรุงระบบควบคุมโดยฟัซซี่ลอจิก

1. การปรับกฎให้มีความเหมาะสม
2. การปรับเทอมเซตของ membership function

และจากการทดลองโปรแกรมโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 80C51 นั้นมีความช้ามาก ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการคำนวนแบบฟัซซี่ลอจิกที่มีจำนวนกฎมาก และต้องการการทำงานแบบทันทีทันใด ส่วนด้านโปรแกรมนั้นเมื่อนำโปรแกรมทั้งหมดมาแยกเป็นส่วนย่อยๆ ทั้งหมด 7 ส่วน ทำการทดสอบและประมวลผลแต่ละส่วนได้ผลออกมาโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้อง แต่เมื่อนำมารวมกันทั้งหมด 7 ส่วนแล้วพบว่าใช้เวลาในการประมวลผลนานเกินไปในหนึ่งรอบการทำงาน ซึ่งในระบบที่ออกแบบไว้ จะต้องทำการประมวลผลให้ได้ในเวลา 1 วินาที ซึ่งในการทดลอง จะใช้เวลาประมาณ 12 วินาที

ทางด้านฮาร์ดแวร์นั้นได้ทำการออกแบบลายวงจรและทำพีซีบีบอร์ดของไมโครคอนโทรลเลอร์เองทั้งหมด และจากการทดสอบพบว่าวงจรสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงส่วนของไมโครคอนโทลเลอร์

1. ควรมีการปรับปรุงการประมวลผลให้มีความเร็วสูงกว่านี้
2. เวลาในการประมวลผลไม่ควรเกิน 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

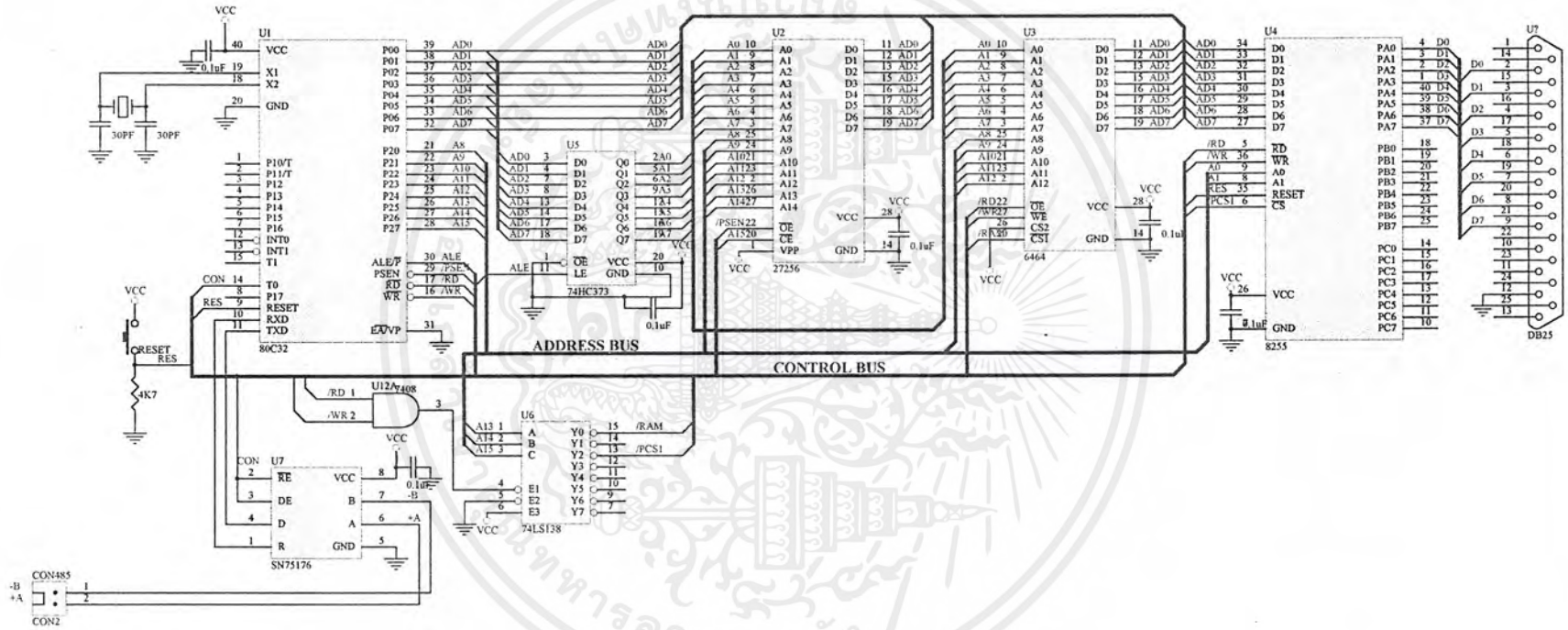
เอกสารอ้างอิง

1. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล MCS-51, กรุงเทพ: โครงการตำราสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537
2. เข้าใจ/สร้าง/เล่น ไมโครโปรเซสเซอร์2 , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), ปี 2538
3. พ.อ.เจนวิทย์ เหลืองอร่าม, การใช้ Turbo C++ เขียนโปรแกรมภาษาซี, กรุงเทพ:สำนักพิมพ์สุขภาพใจ
4. Crig Peacock,"Interfacing the Standard Parallel Port", http://www.senet.com.au/~cpeacock

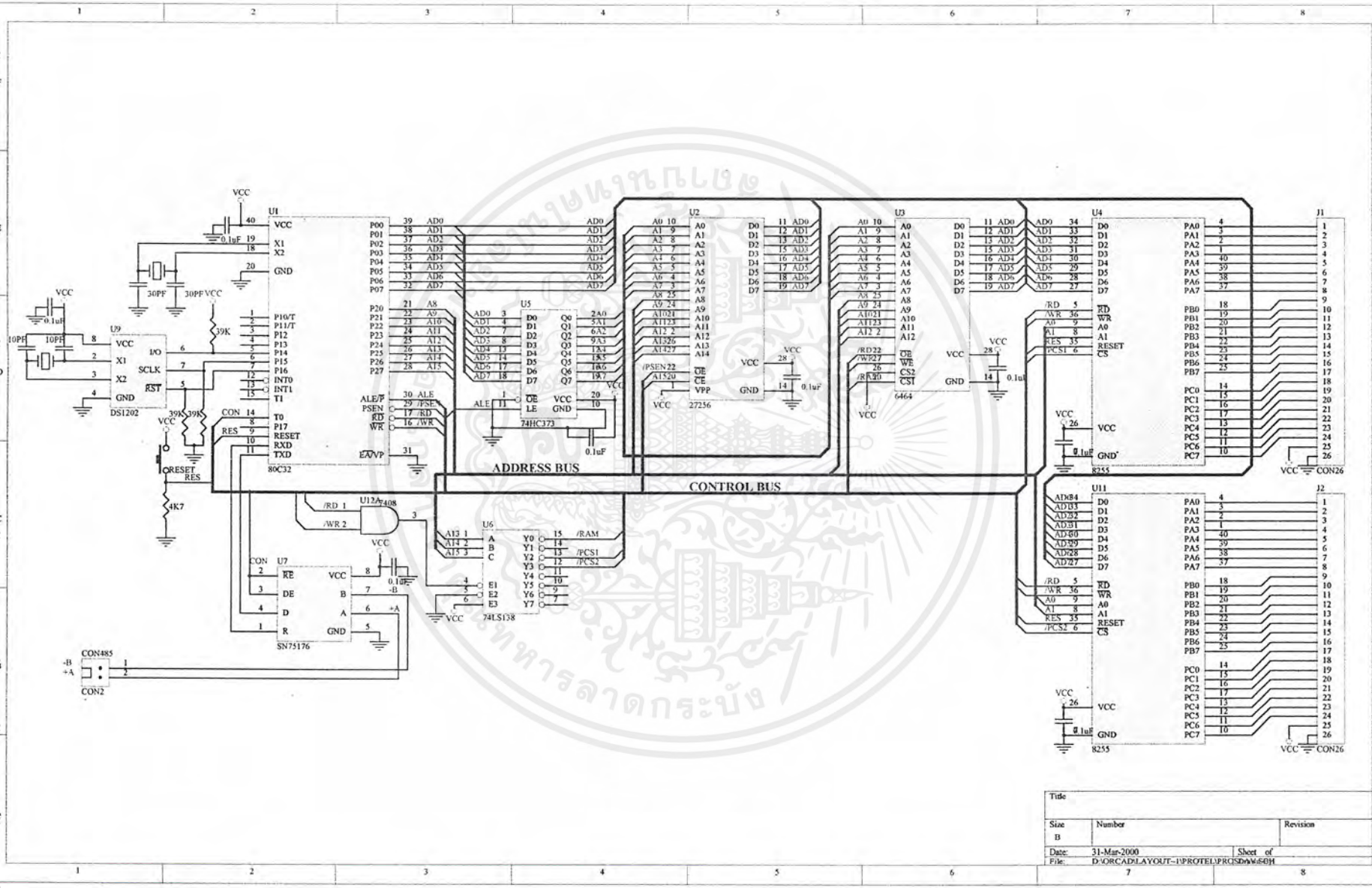
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title		
Size: B	Number	Revision
Date: 31-Mar-2000	Sheet of	
File: D:\ORCAD\LAYOUT~1\PROTEL\MASTER.SCH		


U1
80C32
U2
27256
U3
6464
U4
8255
U5
74HC373
U6
74LS138
U7
SN75176
U9
DS1202
U11
8255
U12A
74LS08
J1
J2
CON2
CON485
ADDRESS BUS
CONTROL BUS
VCC
GND
RESET
/RD
/WR
/PSEN
/RAM
/PCS1
/PCS2
Title
Size
B
Number
Revision
Date: 31-Mar-2000
Sheet of
File: D:\ORCAD\LAYOUT~1\PROTEL\PRCISD~1.SCH

```
#include <graphics.h>
#include <conio.h>
#include <dos.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

#define PORTADDRESS 0x378
#define DATA PORTADDRESS+0
#define CONTROL PORTADDRESS+2
#define LEFT 40
#define TOP 40
#define RIGHT 320
#define BOTTOM 310
#define RADIUS 3
#define RADIUS2 3
#define HALF (RIGHT-LEFT)/2+LEFT
#define LEFT2 RIGHT
#define RIGHT2 600
#define HALF2 (RIGHT2-LEFT2)/2+LEFT2
#define OFS 51
#define MOVEMENT 1


unsigned char carbuff[1000],carbuffx[1000],clrbuff[2000],clr2buff[2000];
unsigned char clrbxbuff[1000],Gbuff[1000],Ybuff[1000],Rbuff[1000];
int x[9][24] =
    { {LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT},

      {LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT},

      {LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,
       LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT,LEFT},

      {HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,
       HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,
       HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,
       HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32},

      {HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,
       HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,
       HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,
       HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18},

      {HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,
       HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,
       HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,
       HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5},

      {HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,
       HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,
       HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,
       HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38},

      {HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,
       HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,
       HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,
       HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24},

      {HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,
       HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,
       HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,
       HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11}
    };
int y[9][24] =
    {
      {HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,
       HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,
       HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,
       HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38,HALF-38},

      {HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,
       HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,
       HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,
       HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24,HALF-24},
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,
         HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,
         HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,
         HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11,HALF-11},

        {TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP},

        {TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP},

        {TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
         TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP},

        {BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6},

        {BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6},

        {BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
         BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6}
    };
int MOVE[9][24] =
    {
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
    };
int LIGHT[4] = {1,0,0,0};
int MARGIN[18]={50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50};
int NUM,n,m;
int DIST[18];
int n1=0,n2=0,n3=0,n4=0,n5=0,n6=0,n7=0,n8=0,n9=0;

int x2[9][24] =
    {
      {HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,
       HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,
       HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,
       HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32,HALF2+32},

      {HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,
       HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,
       HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,
       HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18,HALF2+18},

      {HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,
       HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,
       HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,
       HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5,HALF2+5},

      {RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6},

      {RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6},

      {RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,
       RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6},
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6,RIGHT2-6},

       {HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,
        HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,
        HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,
        HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38,HALF2-38},

       {HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,
        HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,
        HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,
        HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24,HALF2-24},

       {HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,
        HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,
        HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,
        HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11,HALF2-11}
    };
int y2[9][24] =
    {
      {TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP},

      {TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP},

      {TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,
       TOP,TOP,TOP,TOP,TOP,TOP},

      {HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,
       HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,
       HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,
       HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32,HALF+32},

      {HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,
       HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,
       HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,
       HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18,HALF+18},

      {HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,
       HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,
       HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,
       HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5,HALF+5},

      {BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6},

      {BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6},

      {BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,
       BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6,BOTTOM-6}
    };
int MOVE2[9][24] =
    {
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},

      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
      {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
    };
int LIGHT2[4] = {1,0,0,0};
int MARGIN2[18]={50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50};
int MARGINX[18]={50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50};
int MARGIN2X[18]={50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50,50};
int SUM[16],TOTAL[8];
int NUM2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
250  int DIST2[18];
251  int n21=0,n22=0,n23=0,n24=0,n25=0,n26=0,n27=0,n28=0,n29=0;
252  char str1[10],str2[10],str3[10];//,str4[10],str5[10],str6[10];
253  int data,OutX1,OutY1,OutX2,OutY2,OutTotalX,OutTotalY;
254
255  void init_screen(void)
256  {
257    int xst=6,yst=6;
258    setcolor(WHITE);
259    rectangle(HALF-62,HALF-72,HALF-52,HALF-42);
260    rectangle(HALF+52,HALF+42,HALF+62,HALF+72);
261    rectangle(HALF+72,HALF-62,HALF+42,HALF-52);
262    rectangle(HALF-72,HALF+62,HALF-42,HALF+52);
263    rectangle(HALF2-62,HALF-72,HALF2-52,HALF-42);
264    rectangle(HALF2+52,HALF+42,HALF2+62,HALF+72);
265    rectangle(HALF2+72,HALF-62,HALF2+42,HALF-52);
266    rectangle(HALF2-72,HALF+62,HALF2-42,HALF+52);
267    setfillstyle(LINE_FILL,BLUE);
268    bar(10,10,38,330);
269    bar(602,10,630,330);
270    bar(10,312,630,480);
271    bar(38,10,630,38);
272    setcolor(LIGHTMAGENTA);
273    outtextxy(50,20,"TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM ---");
274    outtextxy(310,20,"BY KAMON HOMNAN,KRITSANA JUNSANG");
275    setcolor(YELLOW);
276    outtextxy(100,330,"INTERSECTION NO.1");
277    outtextxy(380,330,"INTERSECTION NO.2");
278    setcolor(LIGHTRED);
279    setfillstyle(SOLID_FILL,LIGHTRED);
280    circle(xst,yst,RADIUS);
281    floodfill(xst,yst,LIGHTRED);
282    getimage(xst-RADIUS,yst-RADIUS,xst+RADIUS,yst+RADIUS,carbuff);
283    putimage(xst-RADIUS,yst-RADIUS,carbuff,XOR_PUT);
284    getimage(xst-RADIUS+40,yst-RADIUS,xst+RADIUS+40,yst+RADIUS,carbuffx);
285    getimage(HALF-104,HALF-83,HALF-82,HALF-72,clrbxbuff);
286    getimage(LEFT,BOTTOM+28,LEFT+30,BOTTOM+40,clr2buff);
287    setfillstyle(SOLID_FILL,LIGHTBLUE);
288    bar(LEFT+30,HALF-40,LEFT+32,HALF-45);
289    bar(HALF-45,HALF-40,HALF-43,HALF-45);
290    bar(HALF+40,TOP+29,HALF+45,TOP+31);
291    bar(HALF+40,HALF-45,HALF+45,HALF-43);
292    bar(RIGHT-30,HALF+40,RIGHT-28,HALF+45);
293    bar(HALF+43,HALF+40,HALF+45,HALF+45);
294    bar(HALF-40,BOTTOM-21,HALF-45,BOTTOM-23);
295    bar(HALF-40,HALF+43,HALF-45,HALF+45);
296    bar(LEFT2+30,HALF-40,LEFT2+32,HALF-45);
297    bar(HALF2-45,HALF-40,HALF2-43,HALF-45);
298    bar(HALF2+40,TOP+29,HALF2+45,TOP+31);
299    bar(HALF2+40,HALF-45,HALF2+45,HALF-43);
300    bar(RIGHT2-30,HALF+40,RIGHT2-28,HALF+45);
301    bar(HALF2+43,HALF+40,HALF2+45,HALF+45);
302    bar(HALF2-40,BOTTOM-21,HALF2-45,BOTTOM-23);
303    bar(HALF2-40,HALF+43,HALF2-45,HALF+45);
304    setcolor(LIGHTGREEN);
305    setfillstyle(SOLID_FILL,LIGHTGREEN);
306    circle(xst,yst,RADIUS2);
307    floodfill(xst,yst,LIGHTGREEN);
308    getimage(xst-RADIUS2,yst-RADIUS2,xst+RADIUS2,yst+RADIUS2,Gbuff);
309    setcolor(YELLOW);
310    setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
311    circle(xst,yst,RADIUS2);
312    floodfill(xst,yst,YELLOW);
313    getimage(xst-RADIUS2,yst-RADIUS2,xst+RADIUS2,yst+RADIUS2,Ybuff);
314    setcolor(LIGHTRED);
315    setfillstyle(SOLID_FILL,LIGHTRED);
316    circle(xst,yst,RADIUS2);
317    floodfill(xst,yst,LIGHTRED);
318    getimage(xst-RADIUS2,yst-RADIUS2,xst+RADIUS2,yst+RADIUS2,Rbuff);
319    putimage(xst-RADIUS2,yst-RADIUS2,Rbuff,XOR_PUT);
320  return;
321  }
322
323  void draw_road1(void)
324  {
325    unsigned char roadbuff[5000];
326    int xx,yy,rad;
327    int start_angle,end_angle;
328    struct arccoordstype arc_c;
329    int xx1,yy1,xx2,yy2;
330    int xx3,yy3,xx4,yy4;
331    xx=HALF-OFS;yy=HALF+OFS;
332    rad=10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
333     start_angle=0;end_angle=90;
334     setlinestyle(SOLID_LINE,1,1);
335     setcolor(WHITE);
336     rectangle(LEFT-2,TOP-2,RIGHT+2,BOTTOM+2);
337     rectangle(HALF-110,HALF-85,HALF-80,HALF-70);
338     rectangle(HALF+110,HALF+85,HALF+80,HALF+70);
339     rectangle(HALF+110,HALF-85,HALF+80,HALF-70);
340     rectangle(HALF-110,HALF+85,HALF-80,HALF+70);
341     setcolor(YELLOW);
342     line(LEFT+20,HALF-55,LEFT+60,HALF-55);
343     line(LEFT+55,HALF-60,LEFT+60,HALF-55);
344     line(LEFT+55,HALF-50,LEFT+60,HALF-55);
345     outtextxy(LEFT+35,HALF-50,"A");
346     line(RIGHT-60,HALF+55,RIGHT-20,HALF+55);
347     line(RIGHT-60,HALF+55,RIGHT-55,HALF+60);
348     line(RIGHT-60,HALF+55,RIGHT-55,HALF+50);
349     outtextxy(RIGHT-40,HALF+45,"C");
350     line(HALF+55,TOP+20,HALF+55,TOP+60);
351     line(HALF+55,TOP+60,HALF+60,TOP+55);
352     line(HALF+55,TOP+60,HALF+50,TOP+55);
353     outtextxy(HALF+45,TOP+40,"B");
354     line(HALF-55,BOTTOM-60,HALF-55,BOTTOM-20);
355     line(HALF-60,BOTTOM-55,HALF-55,BOTTOM-60);
356     line(HALF-55,BOTTOM-60,HALF-50,BOTTOM-55);
357     outtextxy(HALF-50,BOTTOM-40,"D");
358     setcolor(YELLOW);
359     outtextxy(LEFT+69,BOTTOM+40,"IN    OUT   JAM");
360     outtextxy(LEFT+40,BOTTOM+64,"A");
361     outtextxy(LEFT+40,BOTTOM+84,"B");
362     outtextxy(LEFT+40,BOTTOM+104,"C");
363     outtextxy(LEFT+40,BOTTOM+124,"D");
364     setcolor(GREEN);
365     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
366     getarccoords(&arc_c);
367     xx1=LEFT;yy1=arc_c.yend;
368     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
369     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
370     xx4=arc_c.xstart;yy4=BOTTOM;
371     line(xx1,yy1,xx2,yy2);
372     line(xx3,yy3,xx4,yy4);
373     xx=HALF-OFS;yy=HALF-OFS;
374     start_angle=-90;end_angle=0;
375     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
376     getarccoords(&arc_c);
377     xx1=arc_c.xend;yy1=TOP;
378     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
379     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
380     xx4=LEFT;yy4=arc_c.ystart;
381     line(xx1,yy1,xx2,yy2);
382     line(xx3,yy3,xx4,yy4);
383     xx=HALF+OFS;yy=HALF-OFS;
384     start_angle=180;end_angle=270;
385     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
386     getarccoords(&arc_c);
387     xx1=RIGHT;yy1=arc_c.yend;
388     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
389     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
390     xx4=arc_c.xstart;yy4=TOP;
391     line(xx1,yy1,xx2,yy2);
392     line(xx3,yy3,xx4,yy4);
393     xx=HALF+OFS;yy=HALF+OFS;
394     start_angle=90;end_angle=180;
395     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
396     getarccoords(&arc_c);
397     xx1=arc_c.xend;yy1=BOTTOM;
398     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
399     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
400     xx4=RIGHT;yy4=arc_c.ystart;
401     line(xx1,yy1,xx2,yy2);
402     line(xx3,yy3,xx4,yy4);
403     getimage(HALF-41,HALF-41,HALF+41,HALF+41,roadbuff);
404     setcolor(CYAN);
405     setfillstyle(SOLID_FILL,LIGHTBLUE);
406     bar(LEFT,HALF-2,RIGHT,HALF+2);
407     bar(HALF-2,TOP,HALF+2,BOTTOM);
408     setlinestyle(DASHED_LINE,1,1);
409     line(LEFT,HALF-15,RIGHT,HALF-15);
410     line(LEFT,HALF-28,RIGHT,HALF-28);
411     line(HALF-15,TOP,HALF-15,BOTTOM);
412     line(HALF-28,TOP,HALF-28,BOTTOM);
413     line(LEFT,HALF+15,RIGHT,HALF+15);
414     line(LEFT,HALF+28,RIGHT,HALF+28);
415     line(HALF+15,TOP,HALF+15,BOTTOM);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
416     line(HALF+28,TOP,HALF+28,BOTTOM);
417     putimage(HALF-41,HALF-41,roadbuff,COPY_PUT);
418   return;
419   }
420
421   void draw_road2(void)
422   {
423     unsigned char roadbuff[5000],rembuff[6000];
424     int xx,yy,rad;
425     int start_angle,end_angle;
426     struct arccoordstype arc_c;
427     int xx1,yy1,xx2,yy2;
428     int xx3,yy3,xx4,yy4;
429     xx=HALF2-OFS;yy=HALF+OFS;
430     rad=10;
431     start_angle=0;end_angle=90;
432     setlinestyle(SOLID_LINE,1,1);
433     setcolor(WHITE);
434     rectangle(LEFT2-2,TOP-2,RIGHT2+2,BOTTOM+2);
435     rectangle(HALF2-110,HALF-85,HALF2-80,HALF-70);
436     rectangle(HALF2+110,HALF+85,HALF2+80,HALF+70);
437     rectangle(HALF2+110,HALF-85,HALF2+80,HALF-70);
438     rectangle(HALF2-110,HALF+85,HALF2-80,HALF+70);
439     setcolor(YELLOW);
440     line(LEFT2+20,HALF-55,LEFT2+60,HALF-55);
441     line(LEFT2+55,HALF-60,LEFT2+60,HALF-55);
442     line(LEFT2+55,HALF-50,LEFT2+60,HALF-55);
443     outtextxy(LEFT2+35,HALF-50,"E");
444     line(RIGHT2-60,HALF+55,RIGHT2-20,HALF+55);
445     line(RIGHT2-60,HALF+55,RIGHT2-55,HALF+60);
446     line(RIGHT2-60,HALF+55,RIGHT2-55,HALF+50);
447     outtextxy(RIGHT2-40,HALF+45,"G");
448     line(HALF2+55,TOP+20,HALF2+55,TOP+60);
449     line(HALF2+55,TOP+60,HALF2+60,TOP+55);
450     line(HALF2+55,TOP+60,HALF2+50,TOP+55);
451     outtextxy(HALF2+45,TOP+40,"F");
452     line(HALF2-55,BOTTOM-60,HALF2-55,BOTTOM-20);
453     line(HALF2-60,BOTTOM-55,HALF2-55,BOTTOM-60);
454     line(HALF2-55,BOTTOM-60,HALF2-50,BOTTOM-55);
455     outtextxy(HALF2-50,BOTTOM-40,"H");
456     setcolor(YELLOW);
457     outtextxy(LEFT2+69,BOTTOM+40,"IN    OUT   JAM");
458     outtextxy(LEFT2+40,BOTTOM+64,"E");
459     outtextxy(LEFT2+40,BOTTOM+84,"F");
460     outtextxy(LEFT2+40,BOTTOM+104,"G");
461     outtextxy(LEFT2+40,BOTTOM+124,"H");
462     setcolor(GREEN);
463     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
464     getarccoords(&arc_c);
465     xx1=LEFT2;yy1=arc_c.yend;
466     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
467     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
468     xx4=arc_c.xstart;yy4=BOTTOM;
469     line(xx1,yy1,xx2,yy2);
470     line(xx3,yy3,xx4,yy4);
471     xx=HALF2-OFS;yy=HALF-OFS;
472     start_angle=-90;end_angle=0;
473     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
474     getarccoords(&arc_c);
475     xx1=arc_c.xend;yy1=TOP;
476     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
477     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
478     xx4=LEFT2;yy4=arc_c.ystart;
479     line(xx1,yy1,xx2,yy2);
480     line(xx3,yy3,xx4,yy4);
481     xx=HALF2+OFS;yy=HALF-OFS;
482     start_angle=180;end_angle=270;
483     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
484     getarccoords(&arc_c);
485     xx1=RIGHT2;yy1=arc_c.yend;
486     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
487     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
488     xx4=arc_c.xstart;yy4=TOP;
489     line(xx1,yy1,xx2,yy2);
490     line(xx3,yy3,xx4,yy4);
491     xx=HALF2+OFS;yy=HALF+OFS;
492     start_angle=90;end_angle=180;
493     arc(xx,yy,start_angle,end_angle,rad);
494     getarccoords(&arc_c);
495     xx1=arc_c.xend;yy1=BOTTOM;
496     xx2=arc_c.xend;yy2=arc_c.yend;
497     xx3=arc_c.xstart;yy3=arc_c.ystart;
498     xx4=RIGHT2;yy4=arc_c.ystart;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    line(xx1,yy1,xx2,yy2);
    line(xx3,yy3,xx4,yy4);
    getimage(HALF2-41,HALF-41,HALF2+41,HALF+41,roadbuff);
    setcolor(CYAN);
    setfillstyle(SOLID_FILL,LIGHTBLUE);
    bar(LEFT2,HALF-2,RIGHT2,HALF+2);
    bar(HALF2-2,TOP,HALF2+2,BOTTOM);
    setlinestyle(DASHED_LINE,1,1);
    line(LEFT2,HALF-15,RIGHT2,HALF-15);
    line(LEFT2,HALF-28,RIGHT2,HALF-28);
    line(HALF2-15,TOP,HALF2-15,BOTTOM);
    line(HALF2-28,TOP,HALF2-28,BOTTOM);
    line(LEFT2,HALF+15,RIGHT2,HALF+15);
    line(LEFT2,HALF+28,RIGHT2,HALF+28);
    line(HALF2+15,TOP,HALF2+15,BOTTOM);
    line(HALF2+28,TOP,HALF2+28,BOTTOM);
    putimage(HALF2-41,HALF-41,roadbuff,COPY_PUT);
    getimage(RIGHT-10,TOP-2,RIGHT-5,BOTTOM+2,rembuff);
    putimage(RIGHT-2,TOP-2,rembuff,COPY_PUT);
  return;
  }

  void countA(int DirectA)
  {
    OutX1=LEFT+66;
    OutY1=BOTTOM+60;
    OutX2=LEFT+116;
    OutY2=BOTTOM+60;
    OutTotalX= LEFT+166;
    OutTotalY= BOTTOM+60;
    if(x[DirectA][n]==LEFT+21)
    {
      SUM[0]++;
      putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(HALF-103,HALF-83,clrbxbuff,COPY_PUT);
    }
    if (x[DirectA][n]==HALF-40)
    {
      SUM[1]++;
      putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(HALF-103,HALF-83,clrbxbuff,COPY_PUT);
    }
    itoa(SUM[0],str1,10);
    outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
    itoa(SUM[1],str2,10);
    outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
    TOTAL[0]=SUM[0]-SUM[1];
    setcolor(LIGHTGREEN);
    itoa(TOTAL[0],str3,10);
    outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
    outtextxy(HALF-102,HALF-81,str3);
    setcolor(WHITE);
  return;
  }
  void countB(int DirectB)
  {
    OutX1=LEFT+66;
    OutY1=BOTTOM+80;
    OutX2=LEFT+116;
    OutY2=BOTTOM+80;
    OutTotalX= LEFT+166;
    OutTotalY= BOTTOM+80;
    if(y[DirectB][n]==TOP+21)
    {
      SUM[2]++;
      putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(HALF+87,HALF-82,clrbxbuff,COPY_PUT);
    }
    if (y[DirectB][n]==HALF-40)
    {
      SUM[3]++;
      putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
      putimage(HALF+87,HALF-82,clrbxbuff,COPY_PUT);
    }
    itoa(SUM[2],str1,10);
    outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
    itoa(SUM[3],str2,10);
    outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
    TOTAL[1]=SUM[2]-SUM[3];
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
582     setcolor(LIGHTGREEN);
583     itoa(TOTAL[1],str3,10);
584     outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
585     outtextxy(HALF+88,HALF-81,str3);
586     setcolor(WHITE);
587   return;
588   }
589   void countC(int DirectC)
590   {
591     OutX1=LEFT+66;
592     OutY1=BOTTOM+100;
593     OutX2=LEFT+116;
594     OutY2=BOTTOM+100;
595     OutTotalX= LEFT+166;
596     OutTotalY= BOTTOM+100;
597     if(x2[DirectC][n]==RIGHT-27)
598     {
599       SUM[4]++;
600       putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
601       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
602       putimage(HALF+86,HALF+73,clrbxbuff,COPY_PUT);
603     }
604     if(x2[DirectC][n]==HALF+40)
605     {
606       SUM[5]++;
607       putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
608       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
609       putimage(HALF+86,HALF+73,clrbxbuff,COPY_PUT);
610     }
611     itoa(SUM[4],str1,10);
612     outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
613     itoa(SUM[5],str2,10);
614     outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
615     TOTAL[2]=SUM[4]-SUM[5];
616     setcolor(LIGHTGREEN);
617     itoa(TOTAL[2],str3,10);
618     outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
619     outtextxy(HALF+88,HALF+74,str3);
620     setcolor(WHITE);
621   return;
622   }
623   void countD(int DirectD)
624   {
625     OutX1=LEFT+66;
626     OutY1=BOTTOM+120;
627     OutX2=LEFT+116;
628     OutY2=BOTTOM+120;
629     OutTotalX= LEFT+166;
630     OutTotalY= BOTTOM+120;
631     if(y[DirectD][n]==BOTTOM-21)
632     {
633       SUM[6]++;
634       putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
635       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
636       putimage(HALF-103,HALF+72,clrbxbuff,COPY_PUT);
637     }
638     if (y[DirectD][n]==HALF+40)
639     {
640       SUM[7]++;
641       putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
642       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
643       putimage(HALF-103,HALF+72,clrbxbuff,COPY_PUT);
644     }
645     itoa(SUM[6],str1,10);
646     outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
647     itoa(SUM[7],str2,10);
648     outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
649     TOTAL[3]=SUM[6]-SUM[7];
650     setcolor(LIGHTGREEN);
651     itoa(TOTAL[3],str3,10);
652     outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
653     outtextxy(HALF-102,HALF+74,str3);
654     setcolor(WHITE);
655   return;
656   }
657   void countE(int DirectE)
658   {
659     OutX1=LEFT2+66;
660     OutY1=BOTTOM+60;
661     OutX2=LEFT2+116;
662     OutY2=BOTTOM+60;
663     OutTotalX= LEFT2+166;
664     OutTotalY= BOTTOM+60;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
665     if(x[DirectE][n]==LEFT2+21)
666     {
667       SUM[8]++;
668       putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
669       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
670       putimage(HALF2-103,HALF-83,clrbxbuff,COPY_PUT);
671     }
672     if (x[DirectE][n]==HALF2-40)
673     {
674       SUM[9]++;
675       putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
676       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
677       putimage(HALF2-103,HALF-83,clrbxbuff,COPY_PUT);
678     }
679     itoa(SUM[8],str1,10);
680     outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
681     itoa(SUM[9],str2,10);
682     outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
683     TOTAL[4]=SUM[8]-SUM[9];
684     setcolor(LIGHTGREEN);
685     itoa(TOTAL[4],str3,10);
686     outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
687     outtextxy(HALF2-102,HALF-81,str3);
688     setcolor(WHITE);
689   return;
690   }
691   void countF(int DirectF)
692   {
693     OutX1=LEFT2+66;
694     OutY1=BOTTOM+80;
695     OutX2=LEFT2+116;
696     OutY2=BOTTOM+80;
697     OutTotalX= LEFT2+166;
698     OutTotalY= BOTTOM+80;
699     if(y2[DirectF][n]==TOP+21)
700     {
701       SUM[10]++;
702       putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
703       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
704       putimage(HALF2+87,HALF-82,clrbxbuff,COPY_PUT);
705     }
706     if (y2[DirectF][n]==HALF-40)
707     {
708       SUM[11]++;
709       putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
710       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
711       putimage(HALF2+87,HALF-82,clrbxbuff,COPY_PUT);
712     }
713     itoa(SUM[10],str1,10);
714     outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
715     itoa(SUM[11],str2,10);
716     outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
717     TOTAL[5]=SUM[10]-SUM[11];
718     setcolor(LIGHTGREEN);
719     itoa(TOTAL[5],str3,10);
720     outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
721     outtextxy(HALF2+88,HALF-81,str3);
722     setcolor(WHITE);
723   return;
724   }
725   void countG(int DirectG)
726   {
727     OutX1=LEFT2+66;
728     OutY1=BOTTOM+100;
729     OutX2=LEFT2+116;
730     OutY2=BOTTOM+100;
731     OutTotalX= LEFT2+166;
732     OutTotalY= BOTTOM+100;
733     if(x2[DirectG][n]==RIGHT2-27)
734     {
735       SUM[12]++;
736       putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
737       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
738       putimage(HALF2+86,HALF+73,clrbxbuff,COPY_PUT);
739     }
740     if(x2[DirectG][n]==HALF2+40)
741     {
742       SUM[13]++;
743       putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
744       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
745       putimage(HALF2+86,HALF+73,clrbxbuff,COPY_PUT);
746     }
747     itoa(SUM[12],str1,10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
748     outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
749     itoa(SUM[13],str2,10);
750     outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
751     TOTAL[6]=SUM[12]-SUM[13];
752     setcolor(LIGHTGREEN);
753     itoa(TOTAL[6],str3,10);
754     outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
755     outtextxy(HALF2+88,HALF+74,str3);
756     setcolor(WHITE);
757   return;
758   }
759   void countH(int DirectH)
760   {
761     OutX1=LEFT2+66;
762     OutY1=BOTTOM+120;
763     OutX2=LEFT2+116;
764     OutY2=BOTTOM+120;
765     OutTotalX= LEFT2+166;
766     OutTotalY= BOTTOM+120;
767     if(y2[DirectH][n]==BOTTOM-21)
768     {
769       SUM[14]++;
770       putimage(OutX1,OutY1,clr2buff,COPY_PUT);
771       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
772       putimage(HALF2-103,HALF+72,clrbxbuff,COPY_PUT);
773     }
774     if (y2[DirectH][n]==HALF+40)
775     {
776       SUM[15]++;
777       putimage(OutX2,OutY2,clr2buff,COPY_PUT);
778       putimage(OutTotalX,OutTotalY,clr2buff,COPY_PUT);
779       putimage(HALF2-103,HALF+72,clrbxbuff,COPY_PUT);
780     }
781     itoa(SUM[14],str1,10);
782     outtextxy(OutX1+5,OutY1+4,str1);
783     itoa(SUM[15],str2,10);
784     outtextxy(OutX2+5,OutY2+4,str2);
785     TOTAL[7]=SUM[14]-SUM[15];
786     setcolor(LIGHTGREEN);
787     itoa(TOTAL[7],str3,10);
788     outtextxy(OutTotalX+5,OutTotalY+4,str3);
789     outtextxy(HALF2-102,HALF+74,str3);
790     setcolor(WHITE);
791   return;
792   }
793
794   void sim_intersec1(void)
795   {
796     NUM=random(100);
797     DIST[0]=(random(4)+1)*10;
798     DIST[1]=(random(4)+1)*10;
799     DIST[2]=(random(4)+1)*10;
800     DIST[3]=(random(10)+2)*10;
801     DIST[4]=(random(4)+3)*10;
802     DIST[5]=(random(8)+5)*10;
803     DIST[6]=(random(5)+5)*10;
804     DIST[7]=(random(9)+4)*10;
805     DIST[8]=(random(8)+3)*10;
806
807     if(NUM==0&&x[0][n1]-x[0][n1+1]>DIST[0])
808     {
809       n1++;
810       MOVE[0][n1]=1;
811     }
812     if(NUM==1&&x[1][n2]-x[1][n2+1]>DIST[1])
813     {
814       n2++;
815       MOVE[1][n2]=1;
816     }
817     if(NUM==2&&x[2][n3]-x[2][n3+1]>DIST[2])
818     {
819       n3++;
820       MOVE[2][n3]=1;
821     }
822     if(NUM==3&&y[3][n4]-y[3][n4+1]>DIST[3])
823     {
824       n4++;
825       MOVE[3][n4]=1;
826     }
827     if(NUM==4&&y[4][n5]-y[4][n5+1]>DIST[4])
828     {
829       n5++;
830       MOVE[4][n5]=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
831     }
832     if(NUM==5&&y[5][n6]-y[5][n6+1]>DIST[5])
833     {
834       n6++;
835       MOVE[5][n6]=1;
836     }
837     if(NUM==6&&y[6][n7+1]-y[6][n7]>DIST[6])
838     {
839       n7++;
840       MOVE[6][n7]=1;
841     }
842     if(NUM==7&&y[7][n8+1]-y[7][n8]>DIST[7])
843     {
844       n8++;
845       MOVE[7][n8]=1;
846     }
847     if(NUM==8&&y[8][n9+1]-y[8][n9]>DIST[8])
848     {
849       n9++;
850       MOVE[8][n9]=1;
851     }
852
853     for(n=0;n<24;n++)
854     for(m=0;m<9;m++)
855     {
856       if(m==0)
857       {
858         if(LIGHT[0]==1&&x[0][n]>LEFT&&x[0][n]<HALF+50)
859         {
860       MARGIN[0]=50;
861       MOVE[0][n]=1;
862         }
863         if(LIGHT2[0]==1&&x[0][n]>=HALF+50)
864         {
865       MARGINX[0]=50;
866       MOVE[0][n]=1;
867         }
868         if(x[0][n]==HALF-MARGIN[0]&&LIGHT[0]==0)
869         {
870       MARGIN[0]+=10;
871       MOVE[0][n]=0;
872         }
873         if(x[0][n]==HALF2-MARGINX[0]&&LIGHT2[0]==0)
874         {
875       MARGINX[0]+=10;
876       MOVE[0][n]=0;
877       MARGINX[3]=(HALF2-x[0][n])+10;
878         }
879         if(x[0][n]<RIGHT2-6)
880         {
881       if(MOVE[0][n]!=0)
882       {
883         if(x[0][n]>LEFT)putimage(x[0][n],y[0][n],carbuff,XOR_PUT);
884         else putimage(x[0][n],y[0][n],carbuffx,COPY_PUT);
885         x[0][n]+=MOVE[0][n];
886         if(x[0][n]>LEFT)putimage(x[0][n],y[0][n],carbuff,COPY_PUT);
887         else putimage(x[0][n],y[0][n],carbuffx,COPY_PUT);
888         countA(0);countE(0);
889       }
890         }else putimage(x[0][n],y[0][n],carbuffx,COPY_PUT);
891       }
892       if(m==1)
893       {
894         if(LIGHT[0]==1&&x[1][n]>LEFT&&x[1][n]<HALF+50)
895         {
896       MARGIN[1]=50;
897       MOVE[1][n]=1;
898         }
899         if(LIGHT2[0]==1&&x[1][n]>=HALF+50)
900         {
901       MARGINX[1]=50;
902       MOVE[1][n]=1;
903         }
904         if(x[1][n]==HALF-MARGIN[1]&&LIGHT[0]==0)
905         {
906       MARGIN[1]+=10;
907       MOVE[1][n]=0;
908         }
909         if(x[1][n]==HALF2-MARGINX[1]&&LIGHT2[0]==0)
910         {
911       MARGINX[1]+=10;
912       MOVE[1][n]=0;
913         }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
914         if(x[1][n]<RIGHT2-6)
915         {
916       if(MOVE[1][n]!=0)
917       {
918         if(x[1][n]>LEFT)putimage(x[1][n],y[1][n],carbuff,XOR_PUT);
919         else putimage(x[1][n],y[1][n],carbuffx,COPY_PUT);
920         x[1][n]+=MOVE[1][n];
921         if(x[1][n]>LEFT)putimage(x[1][n],y[1][n],carbuff,COPY_PUT);
922         else putimage(x[1][n],y[1][n],carbuffx,COPY_PUT);
923         countA(1);countE(1);
924       }
925         }else putimage(x[1][n],y[1][n],carbuffx,COPY_PUT);
926       }
927       if(m==2)
928       {
929         if(LIGHT[0]==1&&x[2][n]>LEFT&&x[2][n]<HALF+50)
930         {
931       MARGIN[2]=50;
932       MOVE[2][n]=1;
933         }
934         if(LIGHT2[0]==1&&x[2][n]>=HALF+50)
935         {
936       MARGINX[2]=50;
937       MOVE[2][n]=1;
938         }
939         if(x[2][n]==HALF-MARGIN[2]&&LIGHT[0]==0)
940         {
941       MARGIN[2]+=10;
942       MOVE[2][n]=0;
943         }
944         if(x[2][n]==HALF2-MARGINX[2]&&LIGHT2[0]==0)
945         {
946       MARGINX[2]+=10;
947       MOVE[2][n]=0;
948         }
949         if(x[2][n]<RIGHT2-6)
950         {
951       if(MOVE[2][n]!=0)
952       {
953         if(x[2][n]>LEFT)putimage(x[2][n],y[2][n],carbuff,XOR_PUT);
954         else putimage(x[2][n],y[2][n],carbuffx,COPY_PUT);
955         x[2][n]+=MOVE[2][n];
956         if(x[2][n]>LEFT)putimage(x[2][n],y[2][n],carbuff,COPY_PUT);
957         else putimage(x[2][n],y[2][n],carbuffx,COPY_PUT);
958         countA(2);countE(2);
959       }
960         }else putimage(x[2][n],y[2][n],carbuffx,COPY_PUT);
961       }
962       if(m==3)
963       {
964         if(LIGHT[1]==1&&y[3][n]>TOP&&x[3][n]<HALF+50)
965         {
966       MARGIN[3]=50;
967       MOVE[3][n]=1;
968         }
969         if(LIGHT2[0]==1&&x[3][n]>=HALF+50)
970         {
971       MARGINX[3]=50;
972       MOVE[3][n]=1;
973         }
974         if(y[3][n]==HALF-MARGIN[3]&&LIGHT[1]==0)
975         {
976       MARGIN[3]+=10;
977       MOVE[3][n]=0;
978         }
979         if(x[3][n]==HALF2-MARGINX[3]&&LIGHT2[0]==0)
980         {
981       MARGINX[3]+=10;
982       MOVE[3][n]=0;
983         }
984         if(x[3][n]<RIGHT2-6)
985         {
986       if(MOVE[3][n]!=0)
987       {
988         if(y[3][n]>TOP)putimage(x[3][n],y[3][n],carbuff,XOR_PUT);
989         else putimage(x[3][n],y[3][n],carbuffx,COPY_PUT);
990         if(y[3][n]==HALF-38) x[3][n]+=MOVE[3][n];
991         else y[3][n]+=MOVE[3][n];
992         if(y[3][n]>TOP)putimage(x[3][n],y[3][n],carbuff,COPY_PUT);
993         else putimage(x[3][n],y[3][n],carbuffx,COPY_PUT);
994         countB(3);countE(3);
995       }
996         }else putimage(x[3][n],y[3][n],carbuffx,COPY_PUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
997       }
998       if(m==4)
999       {
1000        if(LIGHT[1]==1&&y[4][n]>TOP)
1001        {
1002      MARGIN[4]=50;
1003      MOVE[4][n]=1;
1004        }
1005        if(y[4][n]==HALF-MARGIN[4]&&LIGHT[1]==0)
1006        {
1007      MARGIN[4]+=10;
1008      MOVE[4][n]=0;
1009        }
1010        if(y[4][n]<BOTTOM-6)
1011        {
1012      if(MOVE[4][n]!=0)
1013      {
1014        if(y[4][n]>TOP)putimage(x[4][n],y[4][n],carbuff,XOR_PUT);
1015        else putimage(x[4][n],y[4][n],carbuffx,COPY_PUT);
1016        y[4][n]+=MOVE[4][n];
1017        if(y[4][n]>TOP)putimage(x[4][n],y[4][n],carbuff,COPY_PUT);
1018        else putimage(x[4][n],y[4][n],carbuffx,COPY_PUT);
1019        countB(4);
1020      }
1021        }else putimage(x[4][n],y[4][n],carbuffx,COPY_PUT);
1022      }
1023      if(m==5)
1024      {
1025        if(LIGHT[1]==1&&y[5][n]>TOP)
1026        {
1027      MARGIN[5]=50;
1028      MOVE[5][n]=1;
1029        }
1030        if(y[5][n]==HALF-MARGIN[5]&&LIGHT[1]==0)
1031        {
1032      MARGIN[5]+=10;
1033      MOVE[5][n]=0;
1034        }
1035        if(x[5][n]>LEFT)
1036        {
1037      if(MOVE[5][n]!=0)
1038      {
1039        if(y[5][n]>TOP)putimage(x[5][n],y[5][n],carbuff,XOR_PUT);
1040        else putimage(x[5][n],y[5][n],carbuffx,COPY_PUT);
1041        if(y[5][n]==HALF+6) x[5][n]-=MOVE[5][n];
1042        else y[5][n]+=MOVE[5][n];
1043        if(y[5][n]>TOP)putimage(x[5][n],y[5][n],carbuff,COPY_PUT);
1044        else putimage(x[5][n],y[5][n],carbuffx,COPY_PUT);
1045        countB(5);
1046      }
1047        }else putimage(x[5][n],y[5][n],carbuffx,COPY_PUT);
1048      }
1049      if(m==6)
1050      {
1051        if(LIGHT[3]==1&&y[6][n]<BOTTOM-6)
1052        {
1053      MARGIN[6]=50;
1054      MOVE[6][n]=1;
1055        }
1056        if(y[6][n]==HALF+MARGIN[6]-6&&LIGHT[3]==0)
1057        {
1058      MARGIN[6]+=10;
1059      MOVE[6][n]=0;
1060        }
1061        if(x[6][n]>LEFT)
1062        {
1063      if(MOVE[6][n]!=0)
1064      {
1065        if(y[6][n]<BOTTOM-6)putimage(x[6][n],y[6][n],carbuff,XOR_PUT);
1066        else putimage(x[6][n],y[6][n],carbuffx,COPY_PUT);
1067        if(y[6][n]==HALF+32) x[6][n]-=MOVE[6][n];
1068        else y[6][n]-=MOVE[6][n];
1069        if(y[6][n]<BOTTOM-6)putimage(x[6][n],y[6][n],carbuff,COPY_PUT);
1070        else putimage(x[6][n],y[6][n],carbuffx,COPY_PUT);
1071        countD(6);
1072      }
1073        }else putimage(x[6][n],y[6][n],carbuffx,COPY_PUT);
1074      }
1075      if(m==7)
1076      {
1077        if(LIGHT[3]==1&&y[7][n]<BOTTOM-6)
1078        {
1079      MARGIN[7]=50;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1080      MOVE[7][n]=1;
1081        }
1082        if(y[7][n]==HALF+MARGIN[7]-6&&LIGHT[3]==0)
1083        {
1084      MARGIN[7]+=10;
1085      MOVE[7][n]=0;
1086        }
1087        if(y[7][n]>TOP)
1088        {
1089      if(MOVE[7][n]!=0)
1090      {
1091        if(y[7][n]<BOTTOM-6)putimage(x[7][n],y[7][n],carbuff,XOR_PUT);
1092        else putimage(x[7][n],y[7][n],carbuffx,COPY_PUT);
1093        y[7][n]-=MOVE[7][n];
1094        if(y[7][n]<BOTTOM-6)putimage(x[7][n],y[7][n],carbuff,COPY_PUT);
1095        else putimage(x[7][n],y[7][n],carbuffx,COPY_PUT);
1096        countD(7);
1097      }
1098        }else putimage(x[7][n],y[7][n],carbuffx,COPY_PUT);
1099      }
1100      if(m==8)
1101      {
1102        if(LIGHT[3]==1&&y[8][n]<BOTTOM-6&&x[8][n]<HALF+50)
1103        {
1104      MARGIN[8]=50;
1105      MOVE[8][n]=1;
1106        }
1107        if(LIGHT2[0]==1&&x[8][n]>=HALF+50)
1108        {
1109      MARGINX[8]=50;
1110      MOVE[8][n]=1;
1111        }
1112        if(y[8][n]==HALF+MARGIN[8]-6&&LIGHT[3]==0)
1113        {
1114      MARGIN[8]+=10;
1115      MOVE[8][n]=0;
1116        }
1117        if(x[8][n]==HALF2-MARGINX[8]&&LIGHT2[0]==0)
1118        {
1119      MARGINX[8]+=10;
1120      MOVE[8][n]=0;
1121      MARGINX[2]=(HALF2-x[8][n])+10;
1122        }
1123        if(x[8][n]<RIGHT2-6)
1124        {
1125      if(MOVE[8][n]!=0)
1126      {
1127        if(y[8][n]<BOTTOM-6)putimage(x[8][n],y[8][n],carbuff,XOR_PUT);
1128        else putimage(x[8][n],y[8][n],carbuffx,COPY_PUT);
1129        if(y[8][n]==HALF-11) x[8][n]+=MOVE[8][n];
1130        else y[8][n]-=MOVE[8][n];
1131        if(y[8][n]<BOTTOM-6)putimage(x[8][n],y[8][n],carbuff,COPY_PUT);
1132        else putimage(x[8][n],y[8][n],carbuffx,COPY_PUT);
1133        countD(8);countE(8);
1134      }
1135        }else putimage(x[8][n],y[8][n],carbuffx,COPY_PUT);
1136      }
1137    }return;
1138  }
1139
1140  void sim_intersec2(void)
1141  {
1142    NUM2=random(100);
1143    DIST2[0]=(random(4)+1)*10;
1144    DIST2[1]=(random(4)+1)*10;
1145    DIST2[2]=(random(4)+1)*10;
1146    DIST2[3]=(random(4)+1)*10;
1147    DIST2[4]=(random(4)+1)*10;
1148    DIST2[5]=(random(4)+1)*10;
1149    DIST2[6]=(random(4)+1)*10;
1150    DIST2[7]=(random(4)+1)*10;
1151    DIST2[8]=(random(4)+1)*10;
1152
1153    if(NUM2==0&&y2[0][n21]-y2[0][n21+1]>DIST2[0])
1154    {
1155      n21++;
1156      MOVE2[0][n21]=1;
1157    }
1158    if(NUM2==1&&y2[1][n22]-y2[1][n22+1]>DIST2[1])
1159    {
1160      n22++;
1161      MOVE2[1][n22]=1;
1162    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1163    if(NUM2==2&&y2[2][n23]-y2[2][n23+1]>DIST2[2])
1164    {
1165      n23++;
1166      MOVE2[2][n23]=1;
1167    }
1168    if(NUM2==3&&x2[3][n24+1]-x2[3][n24]>DIST2[3])
1169    {
1170      n24++;
1171      MOVE2[3][n24]=1;
1172    }
1173    if(NUM2==4&&x2[4][n25+1]-x2[4][n25]>DIST2[4])
1174    {
1175      n25++;
1176      MOVE2[4][n25]=1;
1177    }
1178    if(NUM2==5&&x2[5][n26+1]-x2[5][n26]>DIST2[5])
1179    {
1180      n26++;
1181      MOVE2[5][n26]=1;
1182    }
1183    if(NUM2==6&&y2[6][n27+1]-y2[6][n27]>DIST2[6])
1184    {
1185      n27++;
1186      MOVE2[6][n27]=1;
1187    }
1188    if(NUM2==7&&y2[7][n28+1]-y2[7][n28]>DIST2[7])
1189    {
1190      n28++;
1191      MOVE2[7][n28]=1;
1192    }
1193    if(NUM2==8&&y2[8][n29+1]-y2[8][n29]>DIST2[8])
1194    {
1195      n29++;
1196      MOVE2[8][n29]=1;
1197    }
1198    for(n=0;n<24;n++)
1199    for(m=0;m<9;m++)
1200    {
1201      if(m==0)
1202      {
1203        if(LIGHT2[1]==1&&y2[0][n]>TOP)
1204        {
1205      MARGIN2[0]=50;
1206      MOVE2[0][n]=1;
1207        }
1208        if(y2[0][n]==HALF-MARGIN2[0]&&LIGHT2[1]==0)
1209        {
1210      MARGIN2[0]+=10;
1211      MOVE2[0][n]=0;
1212        }
1213        if(x2[0][n]<RIGHT2-6)
1214        {
1215      if(MOVE2[0][n]!=0)
1216      {
1217        if(y2[0][n]>TOP)putimage(x2[0][n],y2[0][n],carbuff,XOR_PUT);
1218        else putimage(x2[0][n],y2[0][n],carbuffx,COPY_PUT);
1219        if(y2[0][n]==HALF-38) x2[0][n]+=MOVE2[0][n];
1220        else y2[0][n]+=MOVE2[0][n];
1221        if(y2[0][n]>TOP)putimage(x2[0][n],y2[0][n],carbuff,COPY_PUT);
1222        else putimage(x2[0][n],y2[0][n],carbuffx,COPY_PUT);
1223        countF(0);
1224      }
1225        }else putimage(x2[0][n],y2[0][n],carbuffx,COPY_PUT);
1226      }
1227      if(m==1)
1228      {
1229        if(LIGHT2[1]==1&&y2[1][n]>TOP)
1230        {
1231      MARGIN2[1]=50;
1232      MOVE2[1][n]=1;
1233        }
1234        if(y2[1][n]==HALF-MARGIN2[1]&&LIGHT2[1]==0)
1235        {
1236      MARGIN2[1]+=10;
1237      MOVE2[1][n]=0;
1238        }
1239        if(y2[1][n]<BOTTOM-6)
1240        {
1241      if(MOVE2[1][n]!=0)
1242      {
1243        if(y2[1][n]>TOP)putimage(x2[1][n],y2[1][n],carbuff,XOR_PUT);
1244        else putimage(x2[1][n],y2[1][n],carbuffx,COPY_PUT);
1245        y2[1][n]+=MOVE2[1][n];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1246        if(y2[1][n]>TOP)putimage(x2[1][n],y2[1][n],carbuff,COPY_PUT);
1247        else putimage(x2[1][n],y2[1][n],carbuffx,COPY_PUT);
1248        countF(1);
1249      }
1250        }else putimage(x2[1][n],y2[1][n],carbuffx,COPY_PUT);
1251      }
1252      if(m==2)
1253      {
1254        if(LIGHT2[1]==1&&y2[2][n]>TOP&&x2[2][n]>HALF2-50)
1255        {
1256      MARGIN2[2]=50;
1257      MOVE2[2][n]=1;
1258        }
1259        if(LIGHT[2]==1&&x2[2][n]<=HALF2-50)
1260        {
1261      MARGIN2X[2]=50;
1262      MOVE2[2][n]=1;
1263        }
1264        if(y2[2][n]==HALF-MARGIN2[2]&&LIGHT2[1]==0)
1265        {
1266      MARGIN2[2]+=10;
1267      MOVE2[2][n]=0;
1268        }
1269        if(x2[2][n]==HALF+MARGIN2X[2]-6&&LIGHT[2]==0)
1270        {
1271      MARGIN2X[2]+=10;
1272      MOVE2[2][n]=0;
1273        }
1274        if(x2[2][n]>LEFT)
1275        {
1276      if(MOVE2[2][n]!=0)
1277      {
1278        if(y2[2][n]>TOP)putimage(x2[2][n],y2[2][n],carbuff,XOR_PUT);
1279        else putimage(x2[2][n],y2[2][n],carbuffx,COPY_PUT);
1280        if(y2[2][n]==HALF+6) x2[2][n]-=MOVE2[2][n];
1281        else y2[2][n]+=MOVE2[2][n];
1282        if(y2[2][n]>TOP)putimage(x2[2][n],y2[2][n],carbuff,COPY_PUT);
1283        else putimage(x2[2][n],y2[2][n],carbuffx,COPY_PUT);
1284        countF(2);countC(2);
1285      }
1286        }else putimage(x2[2][n],y2[2][n],carbuffx,COPY_PUT);
1287      }
1288      if(m==3)
1289      {
1290        if(LIGHT2[2]==1&&x2[3][n]<RIGHT2-6)
1291        {
1292      MARGIN2[3]=50;
1293      MOVE2[3][n]=1;
1294        }
1295        if(x2[3][n]==HALF2+MARGIN2[3]-6&&LIGHT2[2]==0)
1296        {
1297      MARGIN2[3]+=10;
1298      MOVE2[3][n]=0;
1299        }
1300        if(y2[3][n]<BOTTOM-6)
1301        {
1302      if(MOVE2[3][n]!=0)
1303      {
1304        if(x2[3][n]<RIGHT2-6)putimage(x2[3][n],y2[3][n],carbuff,XOR_PUT);
1305        else putimage(x2[3][n],y2[3][n],carbuffx,COPY_PUT);
1306        if(x2[3][n]==HALF2+32) y2[3][n]+=MOVE2[3][n];
1307        else x2[3][n]-=MOVE2[3][n];
1308        if(x2[3][n]<RIGHT2-6)putimage(x2[3][n],y2[3][n],carbuff,COPY_PUT);
1309        else putimage(x2[3][n],y2[3][n],carbuffx,COPY_PUT);
1310        countG(3);
1311      }
1312        }else putimage(x2[3][n],y2[3][n],carbuffx,COPY_PUT);
1313      }
1314      if(m==4)
1315      {
1316        if(LIGHT2[2]==1&&x2[4][n]<RIGHT2-6&&x2[4][n]>HALF2-50)
1317        {
1318      MARGIN2[4]=50;
1319      MOVE2[4][n]=1;
1320        }
1321        if(LIGHT[2]==1&&x2[4][n]<=HALF2-50)
1322        {
1323      MARGIN2X[4]=50;
1324      MOVE2[4][n]=1;
1325        }
1326        if(x2[4][n]==HALF2+MARGIN2[4]-6&&LIGHT2[2]==0)
1327        {
1328      MARGIN2[4]+=10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      MOVE2[4][n]=0;
        }
        if(x2[4][n]==HALF+MARGIN2X[4]-6&&LIGHT[2]==0)
        {
      MARGIN2X[4]+=10;
      MOVE2[4][n]=0;
        }
        if(x2[4][n]>LEFT)
        {
      if(MOVE2[4][n]!=0)
      {
        if(x2[4][n]<RIGHT2-6)putimage(x2[4][n],y2[4][n],carbuff,XOR_PUT);
        else putimage(x2[4][n],y2[4][n],carbuffx,COPY_PUT);
        x2[4][n]-=MOVE2[4][n];
        if(x2[4][n]<RIGHT2-6)putimage(x2[4][n],y2[4][n],carbuff,COPY_PUT);
        else putimage(x2[4][n],y2[4][n],carbuffx,COPY_PUT);
        countG(4);countC(4);
      }
        }else putimage(x2[4][n],y2[4][n],carbuffx,COPY_PUT);
      }
      if(m==5)
      {
        if(LIGHT2[2]==1&&x2[5][n]<RIGHT2-6)
        {
      MARGIN2[5]=50;
      MOVE2[5][n]=1;
        }
        if(x2[5][n]==HALF2+MARGIN2[5]-6&&LIGHT2[2]==0)
        {
      MARGIN2[5]+=10;
      MOVE2[5][n]=0;
        }
        if(y2[5][n]>TOP)
        {
      if(MOVE2[5][n]!=0)
      {
        if(x2[5][n]<RIGHT2-6)putimage(x2[5][n],y2[5][n],carbuff,XOR_PUT);
        else putimage(x2[5][n],y2[5][n],carbuffx,COPY_PUT);
        if(x2[5][n]==HALF2-11) y2[5][n]-=MOVE2[5][n];
        else x2[5][n]-=MOVE2[5][n];
        if(x2[5][n]<RIGHT2-6)putimage(x2[5][n],y2[5][n],carbuff,COPY_PUT);
        else putimage(x2[5][n],y2[5][n],carbuffx,COPY_PUT);
        countG(5);
      }
        }else putimage(x2[5][n],y2[5][n],carbuffx,COPY_PUT);
      }
      if(m==6)
      {
        if(LIGHT2[3]==1&&y2[6][n]<BOTTOM-6&&x2[6][n]>HALF2-50)
        {
      MARGIN2[6]=50;
      MOVE2[6][n]=1;
        }
        if(LIGHT[2]==1&&x2[6][n]<=HALF2-50)
        {
      MARGIN2X[6]=50;
      MOVE2[6][n]=1;
        }
        if(y2[6][n]==HALF+MARGIN2[6]-6&&LIGHT2[3]==0)
        {
      MARGIN2[6]+=10;
      MOVE2[6][n]=0;
        }
        if(x2[6][n]==HALF+MARGIN2X[6]-6&&LIGHT[2]==0)
        {
      MARGIN2X[6]+=10;
      MOVE2[6][n]=0;
        }
        if(x2[6][n]>LEFT)
        {
      if(MOVE2[6][n]!=0)
      {
        if(y2[6][n]<BOTTOM-6)putimage(x2[6][n],y2[6][n],carbuff,XOR_PUT);
        else putimage(x2[6][n],y2[6][n],carbuffx,COPY_PUT);
        if(y2[6][n]==HALF+32) x2[6][n]-=MOVE2[6][n];
        else y2[6][n]-=MOVE2[6][n];
        if(y2[6][n]<BOTTOM-6)putimage(x2[6][n],y2[6][n],carbuff,COPY_PUT);
        else putimage(x2[6][n],y2[6][n],carbuffx,COPY_PUT);
        countH(6);countC(6);
      }
        }else putimage(x2[6][n],y2[6][n],carbuffx,COPY_PUT);
      }
      if(m==7)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1412      {
1413        if(LIGHT2[3]==1&&y2[7][n]<BOTTOM-6)
1414        {
1415      MARGIN2[7]=50;
1416      MOVE2[7][n]=1;
1417        }
1418        if(y2[7][n]==HALF+MARGIN2[7]-6&&LIGHT2[3]==0)
1419        {
1420      MARGIN2[7]+=10;
1421      MOVE2[7][n]=0;
1422        }
1423        if(y2[7][n]>TOP)
1424        {
1425      if(MOVE2[7][n]!=0)
1426      {
1427        if(y2[7][n]<BOTTOM-6)putimage(x2[7][n],y2[7][n],carbuff,XOR_PUT);
1428        else putimage(x2[7][n],y2[7][n],carbuffx,COPY_PUT);
1429        y2[7][n]-=MOVE2[7][n];
1430        if(y2[7][n]<BOTTOM-6)putimage(x2[7][n],y2[7][n],carbuff,COPY_PUT);
1431        else putimage(x2[7][n],y2[7][n],carbuffx,COPY_PUT);
1432        countH(7);
1433      }
1434        }else putimage(x2[7][n],y2[7][n],carbuffx,COPY_PUT);
1435      }
1436      if(m==8)
1437      {
1438        if(LIGHT2[3]==1&&y2[8][n]<BOTTOM-6)
1439        {
1440      MARGIN2[8]=50;
1441      MOVE2[8][n]=1;
1442        }
1443        if(y2[8][n]==HALF+MARGIN2[8]-6&&LIGHT2[3]==0)
1444        {
1445      MARGIN2[8]+=10;
1446      MOVE2[8][n]=0;
1447        }
1448        if(x2[8][n]<RIGHT2-6)
1449        {
1450      if(MOVE2[8][n]!=0)
1451      {
1452        if(y2[8][n]<BOTTOM-6)putimage(x2[8][n],y2[8][n],carbuff,XOR_PUT);
1453        else putimage(x2[8][n],y2[8][n],carbuffx,COPY_PUT);
1454        if (y2[8][n]==HALF-11) x2[8][n]+=MOVE2[8][n];
1455        else y2[8][n]-=MOVE2[8][n];
1456        if(y2[8][n]<BOTTOM-6)putimage(x2[8][n],y2[8][n],carbuff,COPY_PUT);
1457        countH(8);
1458      }
1459        }else putimage(x2[8][n],y2[8][n],carbuffx,COPY_PUT);
1460      }
1461    }return;
1462  }
1463
1464  void call_light(void)
1465  {
1466    if(LIGHT[0]==1){
1467    putimage(HALF-60,HALF-50,Gbuff,COPY_PUT);
1468    putimage(HALF-60,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1469    putimage(HALF-60,HALF-70,Gbuff,COPY_PUT);
1470    }else if(LIGHT[0]==0){
1471    putimage(HALF-60,HALF-50,Rbuff,COPY_PUT);
1472    putimage(HALF-60,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1473    putimage(HALF-60,HALF-70,Rbuff,COPY_PUT);
1474    }else{
1475    putimage(HALF-60,HALF-50,Ybuff,COPY_PUT);
1476    putimage(HALF-60,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1477    putimage(HALF-60,HALF-70,Ybuff,COPY_PUT);
1478    }
1479    if(LIGHT[2]==1){
1480    putimage(HALF+54,HALF+44,Gbuff,COPY_PUT);
1481    putimage(HALF+54,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
1482    putimage(HALF+54,HALF+64,Gbuff,COPY_PUT);
1483    }else if(LIGHT[2]==0){
1484    putimage(HALF+54,HALF+44,Rbuff,COPY_PUT);
1485    putimage(HALF+54,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1486    putimage(HALF+54,HALF+64,Rbuff,COPY_PUT);
1487    }else{
1488    putimage(HALF+54,HALF+44,Ybuff,COPY_PUT);
1489    putimage(HALF+54,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1490    putimage(HALF+54,HALF+64,Ybuff,COPY_PUT);
1491    }
1492    if(LIGHT[3]==1){
1493    putimage(HALF-50,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
1494    putimage(HALF-60,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1495    putimage(HALF-70,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
1496    }else if(LIGHT[3]==0){
1497    putimage(HALF-50,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1498    putimage(HALF-60,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1499    putimage(HALF-70,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1500    }else{
1501    putimage(HALF-50,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1502    putimage(HALF-60,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1503    putimage(HALF-70,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1504    }
1505    if(LIGHT[1]==1){
1506    putimage(HALF+44,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1507    putimage(HALF+54,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1508    putimage(HALF+64,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1509    }else if(LIGHT[1]==0){
1510    putimage(HALF+44,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1511    putimage(HALF+54,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1512    putimage(HALF+64,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1513    }else{
1514    putimage(HALF+44,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1515    putimage(HALF+54,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1516    putimage(HALF+64,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1517    }
1518    if(LIGHT2[0]==1){
1519    putimage(HALF2-60,HALF-50,Gbuff,COPY_PUT);
1520    putimage(HALF2-60,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1521    putimage(HALF2-60,HALF-70,Gbuff,COPY_PUT);
1522    }else if(LIGHT2[0]==0){
1523    putimage(HALF2-60,HALF-50,Rbuff,COPY_PUT);
1524    putimage(HALF2-60,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1525    putimage(HALF2-60,HALF-70,Rbuff,COPY_PUT);
1526    }else{
1527    putimage(HALF2-60,HALF-50,Ybuff,COPY_PUT);
1528    putimage(HALF2-60,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1529    putimage(HALF2-60,HALF-70,Ybuff,COPY_PUT);
1530    }
1531    if(LIGHT2[2]==1){
1532    putimage(HALF2+54,HALF+44,Gbuff,COPY_PUT);
1533    putimage(HALF2+54,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
1534    putimage(HALF2+54,HALF+64,Gbuff,COPY_PUT);
1535    }else if(LIGHT2[2]==0){
1536    putimage(HALF2+54,HALF+44,Rbuff,COPY_PUT);
1537    putimage(HALF2+54,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1538    putimage(HALF2+54,HALF+64,Rbuff,COPY_PUT);
1539    }else{
1540    putimage(HALF2+54,HALF+44,Ybuff,COPY_PUT);
1541    putimage(HALF2+54,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1542    putimage(HALF2+54,HALF+64,Ybuff,COPY_PUT);
1543    }
1544    if(LIGHT2[3]==1){
1545    putimage(HALF2-50,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
1546    putimage(HALF2-60,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
1547    putimage(HALF2-70,HALF+54,Gbuff,COPY_PUT);
1548    }else if(LIGHT2[3]==0){
1549    putimage(HALF2-50,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1550    putimage(HALF2-60,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1551    putimage(HALF2-70,HALF+54,Rbuff,COPY_PUT);
1552    }else{
1553    putimage(HALF2-50,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1554    putimage(HALF2-60,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1555    putimage(HALF2-70,HALF+54,Ybuff,COPY_PUT);
1556    }
1557    if(LIGHT2[1]==1){
1558    putimage(HALF2+44,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1559    putimage(HALF2+54,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1560    putimage(HALF2+64,HALF-60,Gbuff,COPY_PUT);
1561    }else if(LIGHT2[1]==0){
1562    putimage(HALF2+44,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1563    putimage(HALF2+54,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1564    putimage(HALF2+64,HALF-60,Rbuff,COPY_PUT);
1565    }else{
1566    putimage(HALF2+44,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1567    putimage(HALF2+54,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1568    putimage(HALF2+64,HALF-60,Ybuff,COPY_PUT);
1569    }
1570    return;
1571  }
1572  void recieve_data(void)
1573  {
1574    int signal=0;
1575    outportb(CONTROL,inportb(CONTROL)|0x26);
1576    data=inportb(DATA);
1577    signal=data&0xE0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1578    switch(signal){
1579      case 0x00:LIGHT[0]=data&0x03;break;
1580      case 0x20:LIGHT[1]=data&0x03;break;
1581      case 0x40:LIGHT[2]=data&0x03;break;
1582      case 0x60:LIGHT[3]=data&0x03;break;
1583      case 0x80:LIGHT2[0]=data&0x03;break;
1584      case 0xA0:LIGHT2[1]=data&0x03;break;
1585      case 0xC0:LIGHT2[2]=data&0x03;break;
1586      case 0xE0:LIGHT2[3]=data&0x03;break;
1587    }
1588    return;
1589  }
1590
1591  void send_data(int x)
1592  {
1593    int y=0;
1594    switch(x){
1595      case 0:y=0x00;break;
1596      case 1:y=0x20;break;
1597      case 2:y=0x40;break;
1598      case 3:y=0x60;break;
1599      case 4:y=0x80;break;
1600      case 5:y=0xA0;break;
1601      case 6:y=0xC0;break;
1602      case 7:y=0xE0;break;
1603    }
1604    outportb(CONTROL,inportb(CONTROL)&0xD9);
1605    outportb(DATA,TOTAL[x]|y);
1606    return;
1607  }
1608
1609  void main(void)
1610  {
1611    int point=0;
1612    int driver=DETECT,mode;
1613    initgraph(&driver,&mode,"c:\\tc\\bgi");
1614    init_screen();
1615    draw_road1();
1616    draw_road2();
1617    delay(1000);
1618    while(!kbhit())
1619    {
1620      recieve_data();
1621      call_light();
1622      sim_intersec1();
1623      sim_intersec2();
1624      send_data(point);
1625      point++;
1626      if(point>7)point=0;
1627      delay(20);
1628    }
1629    closegraph();
1630    clrscr();
1631  }
1632
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UP1A    EQU     0F800H    ;P1
        UP1B    EQU     0F801H    ;P2
        UP1C    EQU     0F802H    ;P3
        UP1P    EQU     0F803H    ;MODE PA
        UP2A    EQU     0FC00H    ;P1
        UP2B    EQU     0FC01H    ;P2
        UP2C    EQU     0FC02H    ;P3
        UP2P    EQU     0FC03H    ;MODE PB
        DATA    EQU     30H
        DATA1   EQU     30H
        DATA2   EQU     31H
        DATA3   EQU     32H
        DATA4   EQU     33H
        DATA5   EQU     34H
        DATA6   EQU     35H
        DATA7   EQU     36H     ;SAVE TIME BCD TO 16 BIT
        DATA8   EQU     37H     ;SAVE TIME MINUTE
        DATA9   EQU     38H     ;SAVE TIME SECOND
        PATTERN EQU     39H     ;PATTERN BEFORE CHANGE
        DATAX   EQU     3AH     ;DATA FOR INTERRUPT
        INTERR  EQU     3BH
        DATA10  EQU     3CH
        DATA11  EQU     3DH
        BEHI_G  EQU     61H
        BEHI_R  EQU     62H
        TIME    EQU     63H

        CARBHG_VERYLOW  EQU     50H
        CARBHG_LOW      EQU     51H
        CARBHG_MEDIUM   EQU     52H
        CARBHG_HIGH     EQU     53H
        CARBHG_VERYHIGH EQU     54H
        CARBHR_VERYLOW  EQU     55H
        CARBHR_LOW      EQU     56H
        CARBHR_MEDIUM   EQU     57H
        CARBHR_HIGH     EQU     58H
        CARBHR_VERYHIGH EQU     59H
        TIME_VERYSHOT   EQU     5AH
        TIME_SHOT       EQU     5BH
        TIME_MEDIUM     EQU     5CH
        TIME_LONG       EQU     5DH
        TIME_VERYLONG   EQU     5EH

;************CONSTANT***********
        NO      EQU     00H
        PROBNO  EQU     19H
        MAYBE   EQU     32H
        PROBYES EQU     4BH
        YES     EQU     64H

;**********START PROGRAM*********
        ORG     0000H
        JMP     MAIN

        ORG     0023H
        MOV     R0,#30H         ;START TO SAVE
        JBC     SCON.4,RECV0
        JMP     TRAN0
;*********SLAVE #00H**********
RECV0:  JNB     RI,$            ;LOOP ADDRESS
        MOV     A,SBUF          ;DATA FROM A
        CLR     RI              ;CLR RI FOR NEW RECEI
        CJNE    A,#00H,OUT1     ;CHECK ADDRESS
        CLR     SM2             ;CLR SM2 FOR RECEI DATA
        JNB     RI,$            ;LOOP DATA
        MOV     A,SBUF          ;DATA TO A
        MOV     @R0,A           ;SEND MEMORY
        CLR     RI              ;CLR RI FOR NEW
        SETB    SM2             ;RETURN TO MULTIPROCESSOR
        INC     R0
        CJNE    R0,#34H,RECV0
        JMP     OUT1
;*****************************
TRAN0:  CLR     TI
        MOV     A,#00H
        SETB    TB8
        MOV     SBUF,A
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        CLR     TB8
        MOV     A,PATTERN
        MOV     SBUF,A
        JNB     TI,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUT1:   RETI

;******SET SERIAL PORT*************
MAIN:   MOV     PCON,#00H       ;SMOD=00
;        MOV     SCON,#0F0H      ;SERIAL MODE3
        MOV     TMOD,#20H       ;TIMER1<MODE 2>
        MOV     TH1,#0FDH       ;9600
        SETB    TR1             ;START TIME

;******SET BEGINING STAGE***********
        MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#10010010B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01000000B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#10010010B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01000000B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     PATTERN,#00H    ;SET PATTERN=0
        MOV     R3,#00H         ;SET STATE=0
        MOV     DATA1,#00H      ;SET DATA=0
        MOV     DATA2,#00H
        MOV     DATA3,#00H
        MOV     DATA4,#00H
        MOV     DATAX,#01H      ;DATA FOR INTERRUPT

;        LCALL   PG1
;        MOV     PATTERN,#01H    ;STAGE PG1
;        LJMP    SEND            ;SEND FIRST STATE

;***********TEST***************
OUT:    MOV     A,#80H
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,DATA5
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UP1C    EQU     0F802H    ;P3
        UP1P    EQU     0F803H    ;MODE PA
        DATA    EQU     30H
        DATA1   EQU     30H
        DATA2   EQU     31H
        DATA3   EQU     32H
        DATA4   EQU     33H
        DATA5   EQU     34H
        DATA6   EQU     35H
        DATA7   EQU     36H
        PATTERN EQU     39H     ;PATTERN BEFORE CHANGE
        INTERR  EQU     3AH
;**********TEST****************
        MOV     DATA1,#00001001B
        MOV     DATA2,#00011000B
        MOV     DATA3,#00000011B
        MOV     DATA4,#00000110B
        MOV     PATTERN,#01H
        MOV     DATA7,#00H
        MOV     DATA6,#00H
        MOV     DATA5,#00H

;*******************************
TEST:   MOV     INTERR,#00H
        MOV     SCON,#0F0H      ;SERIAL MODE3
        CLR     C
        MOV     A,#00H          ;CHECK DATA=0 YES OR NO
        ORL     A,DATA1
        ORL     A,DATA2
        ORL     A,DATA3
        ORL     A,DATA4
        CJNE    A,#00H,ADDR
        JMP     OUT

ADDR:   MOV     A,PATTERN
        MOV     DPTR,#GR
        RL      A
        JMP     @A+DPTR

GR:     AJMP    RED1
        AJMP    RED2
        AJMP    RED3
        AJMP    RED4

RED1:   MOV     A,DATA1
        ORL     A,#01000000B
        MOV     DATA1,A
        MOV     DATA5,DATA1
        JMP     AVER
RED2:   MOV     A,DATA2
        ORL     A,#01000000B
        MOV     DATA2,A
        MOV     DATA5,DATA2
        JMP     AVER
RED3:   MOV     A,DATA3
        ORL     A,#01000000B
        MOV     DATA3,A
        MOV     DATA5,DATA3
        JMP     AVER
RED4:   MOV     A,DATA4
        ORL     A,#01000000B
        MOV     DATA4,A
        MOV     DATA5,DATA4

AVER:   MOV     A,#00H          ;SUM DATA TO DATA5
        CLR     C
        MOV     R0,DATA1
        MOV     R1,DATA2
        MOV     R2,DATA3
        MOV     R3,DATA4
        ADD     A,R0
        ADD     A,R1
        ADD     A,R2
        ADD     A,R3
        MOV     DATA5,A         ;TOTAL CARS
        MOV     20H,DATA1
        MOV     21H,DATA2
        MOV     22H,DATA3
        MOV     23H,DATA4

TEST1:  JBC     20H.6,IPG1      ;CHECK BIT6
        JBC     21H.6,IPG2
        JBC     22H.6,IPG3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JBC     23H.6,IPG4

IPG1:   MOV     A,DATA1
        ANL     A,#00011111B
        MOV     DATA6,A         ;BEHI_G TO DATA6
        MOV     A,DATA5
        SUBB    A,DATA1
        MOV     DATA5,A         ;BEHI_R TO DATA5
        JMP     DIVI

IPG2:   MOV     A,DATA2
        ANL     A,#00011111B
        MOV     DATA6,A         ;BEHI_G TO DATA6
        MOV     A,DATA5
        SUBB    A,DATA2
        MOV     DATA5,A         ;BEHI_R TO DATA5
        JMP     DIVI

IPG3:   MOV     A,DATA3
        ANL     A,#00011111B
        MOV     DATA6,A         ;BEHI_G TO DATA6
        MOV     A,DATA5
        SUBB    A,DATA3
        MOV     DATA5,A         ;BEHI_R TO DATA5
        JMP     DIVI

IPG4:   MOV     A,DATA4
        ANL     A,#00011111B
        MOV     DATA6,A         ;BEHI_G TO DATA6
        MOV     A,DATA5
        SUBB    A,DATA4
        MOV     DATA5,A         ;BEHI_R TO DATA5

DIVI:   MOV     A,DATA5
        MOV     B,#03H
        DIV     AB
        MOV     DATA5,A         ;SAVE AVERAGE TO DATA5

;*********TEST************
OUT:    MOV     A,#80H
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,DATA5
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UP1C    EQU     0F802H    ;P3
        UP1P    EQU     0F803H    ;MODE PA
        DATA5   EQU     35H
        DATA6   EQU     34H
        DATA7   EQU     36H     ;SAVE TIME BCD TO 16 BIT
        DATA8   EQU     37H     ;SAVE TIME MINUTE
        DATA9   EQU     38H     ;SAVE TIME SECOND
        DATA10  EQU     39H
        DATA11  EQU     3AH
;********RTC CLOCK*************
;RTC  DS1302
;P1.4   I/O
;P1.5   RST
;P1.6   SCLK
        MOV     DATA5,#00H
        MOV     DATA6,#00H
        MOV     DATA7,#00H
        MOV     DATA8,#00H
        MOV     DATA9,#00H
MAIN1:  CLR     P1.6
        SETB    P1.5
        LCALL   DELAY
        LCALL   SETTIME

MAIN2:  AJMP    TDISP

SETTIME:MOV     R6,#8EH         ;WRITE PROTECTION COMMAND
        MOV     R7,#00H
        LCALL   BYTEWR
        MOV     R6,#80H         ;WRITE SECOND AND CHFLAG
        MOV     R7,#00H         ;SEC=0
        LCALL   BYTEWR
        MOV     R6,#82H         ;WRITE MINUTE
        MOV     R7,#00H         ;MIN=0
        LCALL   BYTEWR
        MOV     R6,#8EH         ;WRITE PROTECTION ACTIVE
        MOV     R7,#80H
        LCALL   BYTEWR
        RET

BYTEWR: CLR     P1.4            ;COMMAND BYTE WRITE
        LCALL   DELAY
        SETB    P1.6            ;RST=1
        LCALL   DELAY
        MOV     B,#8            ;SEND COMMAND
        CLR     C
BYTEWR1:MOV     A,R6
        RRC     A
        MOV     R6,A
        MOV     P1.4,C
        LCALL   SCLKRW
        DJNZ    B,BYTEWR1
        MOV     B,#8            ;SEND DATA BYTE
        CLR     C
BYTEWR2:MOV     A,R7
        RRC     A
        MOV     R7,A
        MOV     P1.4,C
        LCALL   SCLKRW
        DJNZ    B,BYTEWR2
        CLR     P1.6            ;RST=0
        LCALL   DELAY
        RET

BYTERD: SETB     P1.4            ;COMMAND BYTE READ
        LCALL   DELAY
        SETB    P1.6            ;RST=1
        LCALL   DELAY
        MOV     B,#8            ;SEND COMMAND
        CLR     C
BYTERD1:MOV     A,R6
        RRC     A
        MOV     R6,A
        MOV     P1.4,C
        LCALL   SCLKCOM
        DJNZ    B,BYTERD1
        MOV     B,#8            ;RECEIVE DATA BYTE
        MOV     R7,#0           ;CLEAR DATA BUFFER
BYTERD2:LCALL   SCLKRW
        MOV     A,R7
        MOV     C,P1.4          ;READ SERIAL DATA
        RRC     A
        MOV     R7,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ    B,BYTERD2
        CLR     P1.6            ;RST=0
        LCALL   DELAY
        RET

SCLKCOM:CLR     P1.5
        LCALL   DELAY
        SETB    P1.5
        LCALL   DELAY
        RET

SCLKRW: SETB    P1.5
        LCALL   DELAY
        CLR     P1.5
        LCALL   DELAY
        RET

DELAY:  MOV     R1,#5
        DJNZ    R1,$
        RET

TDISP:  MOV     R6,#81H         ;READ SECOND
        LCALL   BYTERD
        MOV     DATA9,R7
        MOV     R6,#83H         ;READ MINUTE
        LCALL   BYTERD
        MOV     DATA8,R7

;*****BCD TO 16 BIT*********
BCD_16B:MOV     DATA10,#00H
        MOV     A,DATA9
        ANL     A,#00001111B
        MOV     DATA10,A
        MOV     A,DATA9
        ANL     A,#11110000B
        SWAP    A
        MOV     DPTR,#BLE
        RL      A
        JMP     @A+DPTR

BLE:    AJMP    BLE0
        AJMP    BLE1
        AJMP    BLE2
        AJMP    BLE3
        AJMP    BLE4
        AJMP    BLE5

BLE0:   JMP     MINIT

BLE1:   MOV     A,#00001010B
        ADD     A,DATA10
        MOV     DATA10,A
        JMP     MINIT

BLE2:   MOV     A,#00010100B
        ADD     A,DATA10
        MOV     DATA10,A
        JMP     MINIT

BLE3:   MOV     A,#00011110B
        ADD     A,DATA10
        MOV     DATA10,A
        JMP     MINIT

BLE4:   MOV     A,#00101000B
        ADD     A,DATA10
        MOV     DATA10,A
        JMP     MINIT

BLE5:   MOV     A,#00110010B
        ADD     A,DATA10
        MOV     DATA10,A

MINIT:  MOV     A,DATA10
        CLR     C
        SUBB    A,DATA11
        JC      I
        JMP     S
I:      MOV     A,DATA10
        ADD     A,#3BH
        JMP     T
S:      MOV     A,DATA10
T:      SUBB    A,DATA11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ADD     A,DATA7
        MOV     DATA7,A
        MOV     DATA11,DATA10
        CJNE    A,#64H,OUT
        MOV     DATA7,#00H

;*********TEST*************
OUT:    MOV     A,#80H
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,DATA7
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        AJMP    TDISP
END
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UP1A    EQU     0F800H    ;P1
        UP1B    EQU     0F801H    ;P2
        UP1C    EQU     0F802H    ;P3
        UP1P    EQU     0F803H    ;MODE PA
        UP2A    EQU     0FC00H    ;P1
        UP2B    EQU     0FC01H    ;P2
        UP2C    EQU     0FC02H    ;P3
        UP2P    EQU     0FC03H    ;MODE PB
        DATA    EQU     30H
        DATA1   EQU     30H
        DATA2   EQU     31H
        DATA3   EQU     32H
        DATA4   EQU     33H
        DATA5   EQU     34H
        DATA6   EQU     35H
        DATA7   EQU     36H     ;SAVE TIME BCD TO 16 BIT
        DATA8   EQU     37H     ;SAVE TIME MINUTE
        DATA9   EQU     38H     ;SAVE TIME SECOND
        PATTERN EQU     39H     ;PAYYERN BEFORE CHANGE
        DATAX   EQU     40H
        BEHI_G  EQU     66H
        BEHI_R  EQU     67H
        TIME    EQU     68H

        CARBHG_VERYLOW  EQU     50H
        CARBHG_LOW      EQU     51H
        CARBHG_MEDIUM   EQU     52H
        CARBHG_HIGH     EQU     53H
        CARBHG_VERYHIGH EQU     54H
        CARBHR_VERYLOW  EQU     55H
        CARBHR_LOW      EQU     56H
        CARBHR_MEDIUM   EQU     57H
        CARBHR_HIGH     EQU     58H
        CARBHR_VERYHIGH EQU     59H
        TIME_VERYSHOT   EQU     60H
        TIME_SHOT       EQU     61H
        TIME_MEDIUM     EQU     62H
        TIME_LONG       EQU     63H
        TIME_VERYLONG   EQU     64H

;************CONSTANT***********
        NO      EQU     00H
        PROBNO  EQU     19H
        MAYBE   EQU     32H
        PROBYES EQU     4BH
        YES     EQU     64H

;**********TEST**************
MAIN:   MOV     DATA5,#01H      ;RED
        MOV     DATA6,#02H      ;GREEN
        MOV     DATA7,#4CH      ;TIME

;**********RULE**************
CARBHG: MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA6
        ADD     A,#15H          ;15
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHG_VERYLOW,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA6
        ADD     A,#10H          ;10
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHG_LOW,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA6
        ADD     A,#0BH          ;0B
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHG_MEDIUM,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA6
        ADD     A,#06H          ;06
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHG_HIGH,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA6
        ADD     A,#01H           ;01
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHG_VERYHIGH,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CARBHR: MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA5
        ADD     A,#15H
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHR_VERYLOW,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA5
        ADD     A,#10H
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHR_LOW,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA5
        ADD     A,#0BH
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHR_MEDIUM,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA5
        ADD     A,#06H
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHR_HIGH,A

        MOV     DPTR,#VALCAR
        MOV     A,DATA5
        ADD     A,#01H
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     CARBHR_VERYHIGH,A

TIM:    MOV     DPTR,#VALTIME
        MOV     A,DATA7
        ADD     A,#65H
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     TIME_VERYSHOT,A

        MOV     DPTR,#VALTIME
        MOV     A,DATA7
        ADD     A,#4CH
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     TIME_SHOT,A

        MOV     DPTR,#VALTIME
        MOV     A,DATA7
        ADD     A,#33H
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     TIME_MEDIUM,A

        MOV     DPTR,#VALTIME
        MOV     A,DATA7
        ADD     A,#1AH
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     TIME_LONG,A

        MOV     DPTR,#VALTIME
        MOV     A,DATA7
        ADD     A,#01H
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     TIME_VERYLONG,A

;***********RULE*********************
RULE1:  MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
        MOV     BEHI_R,CARBHR_VERYLOW
        MOV     TIME,TIME_VERYSHOT
        MOV     DPTR,#31H
        LCALL   MIN
;        MOVX    A,@DPTR
;        MOV     DATA9,A
;        JMP     OUT

        MOV     A,#YES
        INC     DPTR
        MOVX    @DPTR,A
RULE2:  MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
        MOV     BEHI_R,CARBHR_VERYLOW
        MOV     TIME,TIME_SHOT
        LCALL   MIN
        MOV     A,#PROBNO
        INC     DPTR
        MOVX    @DPTR,A
RULE3:  MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
        MOV     BEHI_R,CARBHR_VERYLOW
        MOV     TIME,TIME_MEDIUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
         LCALL   MIN
         MOV     A,#MAYBE
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
RULE4:   MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
         MOV     BEHI_R,CARBHR_VERYLOW
         MOV     TIME,TIME_LONG
         LCALL   MIN
         MOV     A,#PROBYES
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
RULE5:   MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
         MOV     BEHI_R,CARBHR_VERYLOW
         MOV     TIME,TIME_VERYLONG
         LCALL   MIN
         MOV     A,#YES
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
;*****************************
RULE6:   MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
         MOV     BEHI_R,CARBHR_LOW
         MOV     TIME,TIME_VERYSHOT
         LCALL   MIN
         MOV     A,#NO
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
RULE7:   MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
         MOV     BEHI_R,CARBHR_LOW
         MOV     TIME,TIME_SHOT
         LCALL   MIN
         MOV     A,#PROBNO
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
RULE8:   MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
         MOV     BEHI_R,CARBHR_LOW
         MOV     TIME,TIME_MEDIUM
         LCALL   MIN
         MOV     A,#MAYBE
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
RULE9:   MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
         MOV     BEHI_R,CARBHR_LOW
         MOV     TIME,TIME_LONG
         LCALL   MIN
         MOV     A,#PROBYES
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
RULE10:  MOV     BEHI_G,CARBHG_VERYLOW
         MOV     BEHI_R,CARBHR_LOW
         MOV     TIME,TIME_VERYLONG
         LCALL   MIN
         MOV     A,#YES
         INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A

;*********TEST*************
         MOV     A,#80H
         MOV     DPTR,#UP1P
         MOVX    @DPTR,A
         MOV     A,DATA8
         MOV     DPTR,#UP1B
         MOVX    @DPTR,A
         AJMP    OUT

;*********MINIMUM***********
MIN:     CLR     C
         MOV     A,BEHI_G
         CJNE    A,BEHI_R,MOR1
CX:      CJNE    A,TIME,MOR2
         JMP     ANS
MOR1:    JBC     0D7H,CX
         MOV     A,BEHI_R
         JMP     CX
MOR2:    JBC     0D7H,ANS
         MOV     A,TIME
ANS:     INC     DPTR
         MOVX    @DPTR,A
         RET
;*************************
OUT:     MOV     A,#80H
         MOV     DPTR,#0F803H
         MOVX    @DPTR,A
         MOV     A,DATA9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#0F802H
        MOVX    @DPTR,A

;*************************
VALCAR: DB      00      ;0
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;5
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;A
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;F
        DB      00
        DB      20
        DB      40
        DB      60
        DB      80      ;14
        DB     100
        DB      80
        DB      60
        DB      40
        DB      20      ;19
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;1E
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;23
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;28
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;2D

VALTIME:DB      00      ;0
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;A
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;14
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;1E
        DB      00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;28
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;32
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;3C
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;46
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      04
        DB      08
        DB      12
        DB      16      ;50
        DB      20
        DB      24
        DB      28
        DB      32
        DB      36
        DB      40
        DB      44
        DB      48
        DB      52
        DB      56      ;5A
        DB      60
        DB      64
        DB      68
        DB      72
        DB      76
        DB      80
        DB      84
        DB      88
        DB      92
        DB      96      ;64
        DB      100
        DB      96
        DB      92
        DB      88
        DB      84
        DB      80
        DB      76
        DB      72
        DB      68
        DB      64      ;6E
        DB      60
        DB      56
        DB      52
        DB      48
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB      44
        DB      40
        DB      36
        DB      32
        DB      28
        DB      24      ;78
        DB      20
        DB      16
        DB      12
        DB      08
        DB      04
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;82
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;9C
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;96
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;A0
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;AA
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;B4
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;BE
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;C8
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00
        DB      00      ;D1
END
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UP1A    EQU     0F800H    ;P1
        UP1B    EQU     0F801H    ;P2
        UP1C    EQU     0F802H    ;P3
        UP1P    EQU     0F803H    ;CONTROL MODE
        DATA8   EQU     30H
;**********TEST*****************
        MOV     DPTR,#31H
        MOV     A,#0FFH
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;32
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;33
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;34
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;35
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;36
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;37
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;38
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;39
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR        ;40
        MOVX    @DPTR,A

MAIN:   MOV     R7,#05H
        MOV     DPTR,#30H

;*********************************
;MUL:    MOV     R7,#7DH
;       MOV     DPTR,#31H
        MOV     R0,#50H ;#2CH
        MOV     R1,#00H ;#01H

MULT:   INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     B,A
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        MUL     AB

        MOV     R4,DPL
        MOV     R5,DPH
        MOV     DPL,R0
        MOV     DPH,R1

        INC     DPTR
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     R0,DPL
        MOV     R1,DPH

        MOV     DPL,R4
        MOV     DPH,R5
        DJNZ    R7,MULT
;***************************
    ;   MOV     DPTR,#58H
    ;   MOVX    A,@DPTR
    ;   MOV     DATA8,A
    ;   JMP     OUT
;**************************8
SUM:    MOV     R7,#05H ;#7DH   ;SUM MUL
        MOV     42H,#00H        ;BYTE LOW
        MOV     43H,#00H        ;BYTE MIDDLE
        MOV     44H,#00H        ;BYTE HIGH
        MOV     DPTR,#50H   ;#012CH
SUM1:   CLR     C
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        ADD     A,42H
        MOV     42H,A
        JNC     SUM2
        CLR     C
        INC     43H

SUM2:   INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ADD     A,43H
        MOV     43H,A
        JC      SUM3
        DJNZ    R7,SUM1
        JMP     SUM4

SUM3:   INC     44H
        DJNZ    R7,SUM1

SUM4:   MOV     DPTR,#22H    ;#01CAH ; SAVE SUM MUL
        MOV     A,42H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,43H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,44H
        MOVX    @DPTR,A
;***********************
    ;   MOV     DPTR,#22H
    ;   MOVX    A,@DPTR
    ;   MOV     DATA8,A
    ;   JMP     OUT
;***********************

SUM5:   MOV     R7,#05H ;#7DH    ;SUM MIN
        MOV     45H,#00H         ;LOW BYTE
        MOV     46H,#00H         ;HIGH BYTE
        MOV     DPTR,#30H
SUM6:   CLR     C
        INC     DPTR
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        ADD     A,45H
        MOV     45H,A
        JC      SUM7
        DJNZ    R7,SUM6
        JMP     SUM8
SUM7:   INC     46H
        DJNZ    R7,SUM6

SUM8:   MOV     DPTR,#25H      ;#01D0H        ;SAVE SUM MIN
        MOV     A,45H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,46H
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     DPTR,#25H
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     DATA8,A
        JMP     OUT

;*********TEST*************
OUT:    MOV     A,#80H
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,DATA8
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UP1A    EQU     0F800H    ;P1
        UP1B    EQU     0F801H    ;P2
        UP1C    EQU     0F802H    ;P3
        UP1P    EQU     0F803H    ;MODE PA
        DATA8   EQU     37H     ;SAVE TIME MINUTE

;**********TEST*****************
        ;***SED******
        MOV     42H,#05H        ;LOW BYTE
        MOV     43H,#0F6H        ;MID BYTE
        MOV     44H,#04H        ;HIGH BYTE
        ;***SUAN*****
        MOV     45H,#0FBH         ;LOW BYTE
        MOV     46H,#04H        ;HIGH BYTE

;******DIVISION PROGRAM*********
        MOV     R7,#00H         ;COUNT DIV
        MOV     A,#00H
        MOV     47H,#00H        ;LOW BYTE
        MOV     48H,#00H        ;MID BYTE
        MOV     49H,#00H        ;HIGH BYTE

DIV1:   INC     R7
        CLR     C
        MOV     A,47H
        ADD     A,45H
        MOV     47H,A
        JNC     DIV2
        CLR     C
        INC     48H

DIV2:   MOV     A,48H
        ADD     A,46H
        MOV     48H,A
        JC      DIV3
        JMP     COMP1

DIV3:   INC     49H

COMP1:  MOV     A,49H
        CJNE    A,44H,COM1
        JMP     COMP2
COM1:   MOV     A,49H
        CLR     C
        SUBB    A,44H
        JC      DIV1

COMP2:  MOV     A,48H
        CJNE    A,43H,COM2
        JMP     OUT   ;COMP3
COM2:   MOV     A,48H
        CLR     C
        SUBB    A,43H
        JC      DIV1
        JMP     OUT

COMP3:  MOV     A,47H
        CJNE    A,42H,COM3
        JMP     OUT
COM3:   MOV     A,47H
        CLR     C
        SUBB    A,42H
        JC      DIV1

;*********TEST*************
OUT:    MOV     A,#80H
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,R7
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        UP1A    EQU     0F800H    ;P1
        UP1B    EQU     0F801H    ;P2
        UP1C    EQU     0F802H    ;P3
        UP1P    EQU     0F803H    ;MODE PA
        UP2A    EQU     0FC00H    ;P1
        UP2B    EQU     0FC01H    ;P2
        UP2C    EQU     0FC02H    ;P3
        UP2P    EQU     0FC03H    ;MODE PB
        DATA    EQU     30H
        INTERR  EQU     31H
        DATA5   EQU     34H
        DATA6   EQU     35H
        DATA7   EQU     36H     ;SAVE TIME BCD TO 16 BIT
        DATA8   EQU     37H     ;SAVE TIME MINUTE
        DATA9   EQU     38H     ;SAVE TIME SECOND
        PATTERN EQU     39H     ;PATTERN BEFORE CHANGE
        DATAX   EQU     40H

;**********TEST***************
        MOV     R7,#99H
        MOV     PATTERN,#03H

;*********COMPAIR**************
COMPAIR:MOV     A,R7
        MOV     R5,#0D2H          ;COMPAIR = 51 YES OR NO
        CLR     C
        SUBB    A,R5
        JC      OUT2
        MOV     A,R7
        CJNE    A,#32H,STATE
        JMP     OUT2    ;STATE
;TOP:    AJMP    SEND

;*******CHOOSE STAGE***********
STATE:  MOV     A,PATTERN
        MOV     DPTR,#TABLE
        RL      A
        JMP     @A+DPTR

TABLE:  AJMP    STAGE1      ;00
        AJMP    STAGE2      ;01
        AJMP    STAGE3      ;10
        AJMP    STAGE4      ;11

;*******************************
STAGE1: CALL    PY1
        ACALL   DELAY2
        CALL    PG2
        MOV     PATTERN,#01H
        JMP     SEND
STAGE2: CALL    PY2
        ACALL   DELAY2
        CALL    PG3
        MOV     PATTERN,#02H
        JMP     SEND
STAGE3: CALL    PY3
        ACALL   DELAY2
        CALL    PG4
        MOV     PATTERN,#03H
        JMP     SEND
STAGE4: CALL    PY4
        ACALL   DELAY2
        CALL    PG1
        MOV     PATTERN,#00H

;**INTERRUPT FOR SEND DATAX**
SEND:   JMP     OUT2
        MOV     IE,#90H           ;ENABLE SERIAL PORT
        MOV     SCON,#0E2H        ;SERIAL MODE 3, TI=1
        MOV     A,DATAX
        CJNE    A,INTERR,$
        MOV     SCON,#0F0H        ;SERIAL MODE3
        ;LJMP    TEST

;**************TEST TO PORT3*************************
OUT2:   MOV     A,#80H
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,PATTERN
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    OUT3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********SUBPROGRAM**********
PG1:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001000B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        RET

;***********************************
PY1:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#10010010B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001000B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
        LCALL   RED
        RET

;***********************************
PG2:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#10010011B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000000B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        RET
;***********************************
PY2:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100101B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000001B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01000010B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
        LCALL   RED
        RET

;************************************
PG3:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001000B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        RET
;************************************
PY3:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#10010010B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001000B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
        LCALL   RED
        RET

;************************************
PG4:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#10010011B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000000B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        RET
;***********************************
PY4:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100101B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000001B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
        CALL    RED
        RET

;***********************************
RED:    MOV     A,#80H          ;CONTROL MODE
        MOV     DPTR,#UP1P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#UP2P
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P1A
        MOV     DPTR,#UP1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P1B
        MOV     DPTR,#UP1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P1C
        MOV     DPTR,#UP1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00100100B    ;OUT P2A
        MOV     DPTR,#UP2A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#01001001B    ;OUT P2B
        MOV     DPTR,#UP2B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00000010B    ;OUT P2C
        MOV     DPTR,#UP2C
        MOVX    @DPTR,A
        CALL    DELAY2
        RET


;*********DELAY 5 SECOND***********
DELAY1: MOV     R2,#50H
DEL3:   MOV     R1,#0CBH
DEL2:   MOV     R0,#0E2H
DEL1:   DJNZ    R0,DEL1
        DJNZ    R1,DEL2
        DJNZ    R2,DEL3
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********DELAY 3 SECOND***********
DELAY2: MOV     R2,#30H
DEL6:   MOV     R1,#0CBH
DEL5:   MOV     R0,#0E2H
DEL4:   DJNZ    R0,DEL4
        DJNZ    R1,DEL5
        DJNZ    R2,DEL6
        RET

OUT3:   END
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้