สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เสียงนำทางคนตาบอดด้วยเครื่อง GPS

VOICE GUIDING BY GPS

โดย

นาย สรรพวัต พูลเงิน

นาย สามารถ หาโคตร

ปพ.
ส335ส
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72930
วัน,เดือน,ปี 26 มิ.ย. 2550

b.11171848
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงนำทางคนตาบอดด้วยเครื่อง GPS

VOICE GUIDING BY GPS

โดย

นาย สรรพวัต พูลเงิน 47015188

นาย สามารถ หาโคตร 47015189

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เสียงนำทางคนตาบอดด้วยเครื่อง GPS

VOICE GUIDING BY GPS

ผู้จัดทำ

1. นาย สรรพวัต พูลเงิน 47015188
2. นาย สามารถ หาโคตร 47015189

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงนำทางคนตาบอดด้วยเครื่อง GPS

นาย สรรพวัต พูลเงิน รหัส 47015188
นาย สามารถ หาโคตร รหัส 47015189
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

คนที่มีปัญหาพิการทางด้านสายตานั้น มีอุปสรรคในการเดินทางอย่างมาก เนื่องจากไม่สามารถทราบถึงตำแหน่งโดยการสังเกตด้วยสายตาได้ เพื่อเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับผู้พิการทางสายตา ที่พวกเขาจะเดินทางไปไหนมาไหนง่ายขึ้นหากรู้ว่าตำแหน่งที่ตัวเองอยู่นั้นอยู่ที่ใด

โดยอาศัยคุณสมบัติของเครื่องรับ GPS ที่สามารถระบุค่าละติจูด และลองติจูด ในตำแหน่งใดๆที่เราอยู่ได้ จากนั้น เราก็สร้างแผนที่ขึ้นมาโดยการอ่านค่าละติจูด และลองติจูด ที่ได้จากเครื่องรับ GPS ในตำแหน่งที่เราต้องการ นำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงโดยเก็บไว้ในตัว MCS51 ส่วน IC ISD25120 ใช้เป็นตัวเก็บข้อมูลเสียง โดยเก็บข้อมูลไว้ก่อนเช่นกัน การทำงานเครื่องรับ GPS รับสัญญาณแล้วส่งไปยัง MCS51 Micro Controller IC ซึ่งเป็นตัวประมวลผล เปรียบเทียบสัญญาณที่ได้จากเครื่องรับ GPS กับข้อมูลที่เก็บไว้แล้วก่อหน้า หากว่าข้อมูลตรงกันตัว MCS51 ก็จะส่งสัญญาณควบคุม ไปสั่งให้ IC ISD25120 ที่เป็นตัวเก็บข้อมูลเสียงแสดงเสียงออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VOICE GUIDING BY GPS

Mr.Sunpawat Punnguen ID.47015188

Mr.Samart Hakord ID.47015189

Assis.Prof.Dr.Surapan Airphaiboon Advisor

Education Year 2006

ABTRACT

A person who get into trouble crippled of that sight. There is the most an obstacle in the travel. Because they don't know about a position has by the observation with the sight. For the choice again the one way for person crippled sight, where is at where are they will travel to has come to easy for them, if they know one self bearings stays that at any.

By depend on the property of the receiver GPS at can specify latitude value and try condemn in a position anything at us can do that action. From that time, we build a map up wards by reading latitude value and try to condemn, at get recciver from GPS ,in our bearing wants ,induce referable data by keep, part of IC ISD25120,uscfor med collect data the sound by collect data to keep al so before. The working of GPS, with a signal then to send go to still MCS51 Micro Controller IC, which before med evaluate compare with a signal at from GPS, with storage data has kept already before. If the same data is MCS51 as a result signal control go to order at IC ISD25120, at for med collect data the sound and shows the sound come out.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับได้รับความเมตตาจาก รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ ที่ได้ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาแก่ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ตลอดมาผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้ความรู้การเรียนการสอนที่มีส่วนสำคัญในการได้นำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาเพื่อประกอบการดำเนินการและการวิเคราะห์แก้ไขปัญหาอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ที่สำคัญ ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ อันเป็นที่เคารพและรักยิ่ง ที่สนับสนุนในด้านการศึกษาและมองเห็นคุณค่าของการมีวิชาความรู้ติดตัว ส่งเสริมให้ได้มีโอกาสได้ร่ำเรียนอยู่ในทุกวันนี้ แล้วยังคอยดูแลห่วงใยเป็นกำลังใจเสมอมา

ท้ายที่สุดนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากรายงานฉบับนี้ หรืออาจเป็นแนวทางแก่ผู้สนใจในเนื้อหาของรายงานนี้สำหรับปรับใช้กับงานที่เกียวข้อง ทางคณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ระบบGPS (Global Positioning System)	2
	2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบ GPS	2
	2.2 การทำงานของระบบ GPS	5
	2.3 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ	6
	2.4 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS	7
	2.5 รายละเอียดของโมดูลรับสัญญาณ GPS	8
	2.6 NMEA 0183	9
	2.7 NMEA Message	10
บทที่ 3	ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	12
	3.1 องค์ประกอบของฮาร์ดแวร์	12
	3.2 ความหมายของโพรเซสเซอร์	13
	3.3 ทฤษฎีของ Micro Controller MCS-51	14
บทที่ 4	ISD25120 Chip Recorder IC	30
	4.1 คุณสมบัติของไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD 25xx	30
	4.2 การทำงานเบื้องต้น	32
	4.3 ขั้นตอนในการบันทึกและเล่นเสียง	36
	4.3.1 การบันทึกไม่แบบแบ่งข้อความ	36
	4.3.2 การบันทึกแบบแบ่งข้อความ	37
	4.4 การอ่านข้อความเสียง	38
	4.4.1 การอ่านข้อความเสียงแบบเป็นลำดับ	38
	4.4.2 การอ่านข้อความเสียงแบบไม่เป็นลำดับ	39
บทที่ 5	การทดลอง	42
บทที่ 6	สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	53
เอกสารอ้างอิง		
ภาคผนวก		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูป 2.1 เป็นไดอะแกรม ของโมดูลรับสัญญาณ GPS	9
รูป 3.1 CPU	12
รูป 3.2 ระบบบัส	13
รูป 3.3 โครงสร้างของระบบ Microcomputer	14
รูป 3.4 โครงสร้างของระบบ Microcomputer Z80	15
รูป 3.5 โครงสร้างของระบบ Microcomputer MCS-51	16
รูป 3.6 แสดงการใช้พื้นที่หน่วยความจำของ MCS-51	17
รูป 3.7 แสดง Program Memory ของ MCS-51	18
รูป 3.8 แสดงการต่อ External Program Memory ของ MCS-51	19
รูป 3.9 แสดง Data memory ของ MCS-51	20
รูป 3.10 ผังการจัดแบ่งพื้นที่ของ Internal Data Memory ของ MCS-51	21
รูป 3.11 ผังการจัดแบ่งพื้นที่ของ 32 bytes ของ Internal Data Memory ของ MCS-51	21
รูป 3.12 แสดงพื้นที่หน่วยความจำ Internal Data Memory ของ MCS-51	22
รูป 3.13 แสดง SFR :Special Function Register	23
รูป 3.14 แสดงการต่อใช้งานของ External Data Memory	24
รูป 3.15 แสดงโครงสร้างภายในของ Micro Controller MCS-51	25
รูป 3.16 ส่วนของวงจรกำเนิด Clock	27
รูป 3.17 และ Machine Cycle ของ MCS-51	28
รูป 4.1 แสดงลักษณะของไอซี ISD25XXX	32
รูป 4.2 แสดง Timing Diagram ของการบันทึกไม่แบบแบ่งข้อความ	36
รูป 4.3 แสดง Timing Diagram ขณะเล่นกลับแบบไม่แบ่งข้อความ	37
รูป 4.4 แสดง Timing Diagram ขณะบันทึกแบบแบ่งข้อมูล	40
รูป 4.5 แสดง Timing Diagram ขณะเล่นกลับแบบแบ่งข้อมูล	40
รูป 6.1 แสดงค่าลองติจูด	53
รูป 6.2 แสดงค่าละติจูด	54
รูป 6.3 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 แสดงความหมายของรหัส NMEA ในแต่ละแบบ	10
ตาราง 2.2 แสดงความหมายต่าง ๆ ของ GGA (Global Positioning System Fixed Data)	11
ตาราง 4.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอซี ISD25120	31
ตาราง 4.2 คุณสมบัติทั่วไปของไอซี TSD25120	35
ตาราง 5.1 แสดงค่าตัวอย่างข้อมูลของตำแหน่งต่างๆที่เก็บได้และลำดับข้อความเสียง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

สำหรับผู้พิการทางสายตาปัญหาที่สำคัญที่มักจะพบได้คือ ในการเดินทางสัญจรไปในที่ต่างๆค่อนข้างมีความลำบากเนื่องจากไม่สามารถที่จะรู้ทิศทางโดยการสังเกตุได้

วัตถุประสงค์ของโครงงาน ก็เพื่อลด หรือแก้ไขปัญหาจุดนี้ให้แก่ผู้พิการทางสายตา และน่าจะเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่พวกเขาจะมีโอกาสเลือกอีกทางหนึ่งในการเดินทาง

แนวคิดและแนวทางการดำเนินการ โดยอาศัยส่วนประกอบสามส่วนมาใช้ทำงานร่วมกัน ประกอบด้วยในส่วนของเครื่องรับ GPS ทำหน้าที่รับสัญญาณ แล้วให้ข้อมูลออกมาป้อนให้ส่วนของตัวไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อทำการประมวลผลเปรียบเทียบข้อมูล ก่อนที่จะส่งสัญญาณควบคุมเพื่อควบคุมส่วนของตัวแสดงเสียง

เนื่องจากโมดูลรับสัญญาณ GPS มีลักษณะเป็นการ์ดซึ่งมีขนาดค่อนข้างเล็กจึงมีน้ำหนักเบา โดยข้อมูลที่ได้รับจะมีการส่งข้อมูลออกมาทุก ๆ 1 วินาที ซึ่งข้อมูลที่เราต้องการก็จะถูกเลือกออกมาใช้โดยไมโครคอนโทลเลอร์ โดยข้อมูลที่เราต้องการนั้นก็คือค่าของละติจูด และลองติจูดซึ่งจะเป็นค่าตรงที่ผู้ใช้งานอยู่ เมื่อไมโครคอนโทรเลอร์ได้รับสัญญาณกระตุ้นก็จะทำการรับข้อมูลจากโมดูลรับสัญญาณ GPS จากนั้นจะมีส่วนของการประมวลผลที่ทำงานร่วมกันเป็นลำดับคือก่อนอื่นจะต้องเลือกปลายทางที่ต้องการเดินทางไปจากการนับลำดับจากการกดสวิตย์ตัวนับที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เก็บไว้โดยบอกลำดับและชื่อของสถานที่ที่ได้บันทึกไว้ก่อน จากนั้นก็ทำการอ่านข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ GPS ซึ่งเป็นตำแหน่งที่กำลังยืนอยู่แล้วเก็บไว้เป็นค่าเริ่มต้น แล้วให้เดินหน้าไปจนกว่าค่าข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณ GPS มีการเปลี่ยนแปลงแล้วนำข้อมูลที่กำลังอ่านได้ไปเทียบกับตำแหน่งก่อนหน้าก็จะรู้ว่ากำลังเดินไปทางทิศใด แล้วเข้าเงื่อนไขว่าจะเดินต่อไปทิศทางใดเพื่อให้ถึงเป้าหมาย โดยแต่ละกรณีที่หันหน้าไปทิศทางที่ต่างกันเงื่อนไขก็ต่างกัน จากนั้นตัวไมโครคอนโทลเลอร์ ก็จะส่ง Address ที่เก็บข้อมูลเสียงลำดับที่ทิศทางนั้นๆ ออกไปให้กับวงจรไอซีบันทึกเสียง แล้วก็ทำการกระตุ้นให้วงจรไอซีบันทึกเสียงทำงานส่งข้อมูลทางเสียงออกลำโพง ระบุเป็นข้อความทิศทางจนกว่าจะเดินไปถึงเป้าหมายออกมาให้ผู้ใช้ได้ยิน

ทางคณะผู้จัดทำมีความหวังว่าโครงงานนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับผู้พิการทางสายตามีโอกาสที่จะได้รับ และเพื่อเป็นแนวทางเริ่มต้นที่จะได้รับการพัฒนาต่อไปเพื่อให้มีประสิทธิภาพสามารถและให้ความน่าเชื่อถือจนใช้งานได้อย่างแท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบGPS (Global Positioning System)

ระบบ GPS ย่อมาจากคำเต็มๆว่า Global Positioning System ถอดความตามศัพท์ได้ว่าเป็นระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนผิวโลก โดยเป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุถึงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำไม่ว่าในเวลา หรือสภาพอากาศแบบใด การทำงานของระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียม ซึ่งโคจรอยู่เหนือพื้นโลก ระบบดาวเทียมที่ใช้ในระบบการนำร่องเต็มระบบมีอยู่ทั้งหมด 24 ดวง หรือมากกว่านั้น (จากสถิติที่มีการบันทึกไว้มีอยู่ 28 ดวง บันทึกเมื่อเดือนมีนาคม ค.ศ. 2000) โดยทั้งหมดโคจรอยู่เหนือพื้นผิวโลกด้วยระยะห่าง 26,560 กิโลเมตร การโคจรรอบโลก 1 รอบกินเวลา 11.967 ชั่วโมง (คิดเป็นความเร็วเท่ากับ 2.6 กิโลเมตรต่อวินาทีเลยทีเดียว) ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโคจรจากสถานีที่ภาคพื้นดิน ดาวเทียมเหล่านี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณความถี่สูงมายังพื้นโลก สัญญาณที่ว่านี้ไม่ว่าใคร ก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS(GPS Receiver) ก็สามารถรับสัญญาณมาได้ทันที สัญญาณที่รับได้เมื่อนำมาผ่านการคำนวณการถอดรหัสจะทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่เครื่องรับตั้งอยู่ในเวลานั้น ๆ ตามทางทฤษฎีการโคจรของดาวเทียม GPS ทั้งระบบทำให้ทุกที่จุดใดบนพื้นโลกไม่ว่าขณะเวลาใด เครื่องรับจะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวง ซึ่งเป็นจำนวนที่มากพอในการคำนวณหาพิกัดบนพื้นโลกได้

การวางระบบ GPS เพื่อใช้งานเริ่มต้นขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1978 ดาวเทียม GPS ใช้งานชุดแรกประกอบด้วยกลุ่มดาวเทียม 10 ดวง มีชื่อเรียกว่า Block I ผลิตโดย Rockwell International Corporation ภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงานด้านการทหารของสหรัฐอเมริกา โดยมุ่งเป้าไปที่การใช้ในการทหารและงานด้านความมั่นคงเป็นหลัก ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1989 ถึง ค.ศ. 1993 ระบบดาวเทียม GPS ถูกขยายออกจนมีดาวเทียมประจำการเพิ่มเป็น 23 ดวง จนกระทั่งปี ค.ศ. 1994 ดาวเทียมดวงที่ 24 ได้ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรและทำให้ระบบดาวเทียม GPS พื้นฐานเต็มครบทั้งระบบได้ในที่สุด ปัจจุบันระบบ GPS ยังคงได้รับการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการใช้ในการทหารด้วย

2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบ GPS

การนำร่องด้วยระบบด้วยระบบ GPS มีส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ 3 ภาค ได้แก่ภาคอวกาศ (Space Segment) และภาคควบคุมการทำงาน (Control Segment) โดยแต่ละภาค มีบทบาทและหน้าที่ของตัวเองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1ส่วนการทำงานบนอวกาศ

การทำงานของระบบ GPS ในภาคอวกาศ ประกอบด้วยกลุ่มดาวเทียม ซึ่งจะโคจรอยู่รอบโลกตลอดเวลา (Non Geostationary) และการกระจายสัญญาณจากดาวเทียมเหล่านั้น ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการได้มาซึ่งพิกัดที่อยู่บนพื้นโลก ความเร็วในการเคลื่อนที่ และค่าเวลา หน้าที่โดยพื้นฐานของดาวเทียมเหล่านี้ก็คือ

- การรับและเก็บสำเนาข้อมูลที่ส่งมาจากควบคุมภาคพื้นดิน

-ควบคุมและรักษาความแม่นยำของเวลาโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากนาฬิกาอะตอม (Atomic clocks) ในดาวเทียมเอง

-ส่งข้อมูล และสัญญาณไปยังผู้ใช้ (เครื่องรับสัญญาณ GPS) ด้วยความถี่พาหะ 2 ค่าในย่าน L-Band)

-การโคจรรอบโลกเพื่อส่งสัญญาณครอบครองพื้นที่การใช้งานทั่วโลกดาวเทียม GPS จะส่งข้อมูลในการนำร่องโดยใช้ความถี่พาหะในย่าน L-Band 2 ความถี่ เพื่อไม่ให้สัญญาณเกิดการกระจายตัวไปในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ย่านความถี่ของสัญญาณที่ถูกเลือกใช้นี้จะทำให้สัญญาณถูกส่งไปอย่าง มีทิศทาง และง่ายต่อการสะท้อน หรือปิดกั้นด้วยวัตถุที่เข้ามาขวางชั้นของเมฆสามารถจะถูกทะลวงผ่านไปได้โดยง่าย แต่สำหรับกิ่งไม้ ใบไม้ อาจเป็นอุปสรรคต่อการทะลุผ่านของสัญญาณอยู่บ้าง (ขึ้นกับความหนาแน่นและชนิดของกิ่งไม้ใบไม้ ชนิดนั้นๆ และระดับความชื้นที่มีอยู่ในกิ่งไม้ ใบไม้) โดยที่สัญญาณจะต้องถูกส่งมาด้วยกำลังซึ่งมากพอจะทำให้ความแรงของสัญญาณที่ผิวโลกมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 160 dbw

2.1.2 สถานีควบคุมภาคพื้นดิน

สถานีควบคุมภาคพื้นดินของระบบ GPS ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่บนภูมิภาคต่าง ๆ ของโลกหน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดินก็คือการตรวจสอบการทำงาน ตำแหน่งที่อยู่ และวงโคจรของดาวเทียม GPS ว่าทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็นหรือไม่ สำหรับสถานีควบคุมภาคพื้นดินในปัจจุบันมีตั้งอยู่ 5 แห่งด้วยกัน ได้แก่ ที่เกาะฮาวาย (Hawaii) และ กวาจาลิน (Kwajalein) เกาะแอสเซนชัน (Ascension Island) และที่โคโลราโดสปริง (Colorado Spring) รัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา ทุกสถานีอยู่ภายใต้การควบคุมของ US Department of Defense โดยทั้งหมดมีหน้าที่ในการดำเนินงานดังนี้

-ทั้ง 5 สถานีเป็นสถานีรับข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้รับจะถูกส่งไปยังสถานีควบคุมหลักที่โคโลราโดสปริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถานีควบคุมหลัก (Master Control) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาพิกัดตำแหน่งที่ถูกต้องบนเส้นทางโคจรและค่าเวลาของดาวเทียม เพื่อควบคุมและแก้ไขการทำงานต่าง ๆ ของดาวเทียมให้มีความถูกต้องอยู่ตลอดเวลาสถานีควบคุม 3 แห่ง (ที่เกาะแอสเซนชัน, ดิเอโกคาร์เซีย และกวาจาลิน) ทำหน้าที่เป็นสถานีสำหรับการ อัพลิงค์ข้อมูลต่าง ๆ ไปยังดาวเทียม ข้อมูลที่กล่าวนี้ได้แก่ ข้อมูลเส้นทางการโคจรและค่าเวลา (จะถูกแทรกมากับข้อมูลซึ่งดาวเทียมส่งมายังเครื่องรับสัญญาณ) ที่ต้องการปรับแก้ไขไปยังดาวเทียม

สถานีอัพลิงค์ข้อมูลแต่ละแห่งจะสามารถเห็นดาวเทียมแต่ละดวงได้วันละ 1 ครั้ง นั่นหมายความว่าดาวเทียมแต่ละดวงจะติดต่อกับสถานีที่ว่านี้ได้เพียงวันละ 3 ครั้ง ดังนั้นคำสั่งควบคุมจากภาคพื้นดินจะสามารถส่งไปยังดาวเทียมได้ทุก ๆ 8 ชั่วโมงหากมีความจำเป็น สำหรับการคำนวณค่าของเส้นทางการโคจรของดาวเทียม GPS หรือเรียกทางเทคนิคว่า อีฟีเมอร์ไรด์ (Ephemerides) และการคำนวณความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS เป็นสองหน้าที่ที่สำคัญมากที่สถานีควบคุมภาคพื้นดินรับผิดชอบจัดการ เนื่องจากดาวเทียม GPS เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก (ประมาณ 4 กิโลเมตรต่อวินาที) แต่เส้นทางดังกล่าวจะต้องถูกควบคุม ให้แน่นอนตายตัว หลังจากดาวเทียมถูกปล่อยออกจากกระสวยอวกาศ หากไม่มีความผิดพลาดดาวเทียมก็จะเริ่มโคจรรอบโลกเส้นทางการโคจรของดาวเทียมจะถูกกำหนดจากตำแหน่งการปล่อยและความเร็วของดาวเทียม รวมทั้งสนามแรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเอง ปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เองที่ทำให้ดาวเทียมโคจรไปรอบ ๆ โลกในลักษณะเส้นทางรูปวงรีหรือที่ในทางเทคนิคเรียกเส้นทางโคจรในลักษณะดังกล่าวว่า Keplerian Ellipse

สำหรับนาฬิกาซึ่งใช้เป็นฐานเวลาในดาวเทียม GPS เป็นนาฬิกาอะตอมที่ถูกติดตั้งอยู่ในดาวเทียมเอง ความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาบนดาวเทียม GPS จะถูกปรับแก้ไขในลักษณะเดียวกันกับการปรับแก้เส้นทางโคจรของดาวเทียม เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการคำนวณหาพิกัดที่อยู่บนพื้นโลกด้วยเหตุนี้ความแม่นยำของเวลาของ GPS จึงต้องถูกกำหนดไว้ที่ค่า +/- 340 นาโนวินาที (ความคลาดเคลื่อนเพียง 1 วินาที ใน 7 หมื่นปี)

2.1.3 ภาคผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ

ส่วนนี้ของระบบ GPS เป็นส่วนที่อยู่ใกล้ตัวเราในฐานะของผู้ใช้มากที่สุดโดยเครื่องรับสัญญาณ GPS ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมีทั้งที่เป็นแบบพกพาและแบบติดตั้งบนยานพาหนะ เช่น รถยนต์ เรือ เครื่องบิน รถยนต์ส่วนตัว หรือแม้แต่รถบรรทุกสินค้า เครื่องรับสัญญาณจะทำหน้าที่ตรวจจับ ถอดรหัส และประมวลผลสัญญาณที่ได้จากดาวเทียม GPS และนำผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งเป็นค่าพิกัดตำแหน่งและเวลามาตรฐาน ณ จุดที่เครื่องรับอยู่ในขณะนั้น มาแสดงในรูปแบบตัวเลข หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟฟิกที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจง่าย ปัจจุบันมีเครื่องรับสัญญาณ GPS ที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตรายต่าง ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก โดยมีรูปแบบ และประโยชน์ใช้สอยสำหรับงานต่าง ๆ กัน เช่น เครื่องรับสัญญาณสำหรับการเดินทาง ซึ่งถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กพกพาได้ง่าย หรือแบบที่ใช้ติดตั้งกับยานพาหนะซึ่งมีจอแสดงผลขนาดใหญ่มีความแม่นยำสูง และให้ข้อมูลได้มากเป็นต้น

2.2 การทำงานของระบบ GPS

กลไกการทำงานของระบบนำรองด้วยดาวเทียม GPS อยู่บนหลักการพื้นฐานที่เรียกว่า Positioning-By-Ranges ด้วยการใช้ทฤษฎีทางเรขาคณิตเพื่อคำนวณหาพิกัดจริงบนผิวโลก ตัวอย่างง่าย ๆ ของหลักการนี้สามารถเปรียบเทียบได้กับการหาตำแหน่งของจุด U ซึ่งอยู่บนแกน X (ดังรูปที่ 3 .ก)โดยสมมติให้ดาวเทียมตั้งอยู่ที่จุด S1 หากเราทราบแน่ชัดแล้วว่าผู้ใช้อยู่ห่างจากดาวเทียมเท่ากับระยะ X1 ก็เป็นไปได้ว่าผู้ใช้อาจอยู่ที่จุดด้านซ้ายหรือด้านขวาของ S1 เพื่อทราบให้ได้ว่าผู้ใช้อยู่ที่ใดกันแน่เราจำเป็นต้องมีผู้ช่วยซึ่งในที่นี้คือจุด S2 (ซึ่งเป็นดาวเทียมอีกดวง) ระยะ X2 เป็นข้อมูลที่จะชี้ชัดออกมาเองว่าผู้ใช้อยู่ที่จุด U สำหรับตัวอย่างที่ยกมานี้เป็นการหาตำแหน่งจุดซึ่งอยู่บนเส้นตรงหรือแบบ 1 มิติเท่านั้น ในกรณีที่ต้องการหาตำแหน่งจุดบนระนาบ 2 มิติ ก็ใช้หลักการเดียวกัน แต่จะทำโดยใช้ระยะรัศมีของวงกลมเป็นเครื่องมือ ส่วนการคำนวณหาพิกัดที่อยู่บนระนาบ 3 มิติ จะทำโดยใช้ระยะรัศมีของพื้นผิวทรงกลมด้วยวิธีการคล้ายกัน

สำหรับกรณีของระบบ GPS ก็ใช้การวัดระยะในลักษณะเดียวกัน โดยการใช้ดาวเทียมที่เราทราบตำแหน่งที่อยู่ที่แน่นอน (ตำแหน่งที่ว่านี้ทราบได้จากข้อมูลเส้นทางโคจรที่ดาวเทียมจะส่งมากับข้อมูลนำร่อง (Navigation Message)) เพียงแค่การจะทราบจุดบนระนาบที่เป็น 3 มิติ ได้นั้น จำเป็นต้องใช้ดาวเทียม GPS อย่างน้อย 4 ดวง เพื่อหาระยะจากจุดที่ต้องการทราบพิกัด 4 ค่า เครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ทั้ง 4 ดวงและคำนวณหาระยะทางระหว่างเครื่องรับกับดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณและแสดงค่าพิกัดที่แท้จริงบนพื้นโลกออกมา

อย่างที่กล่าวไปแล้วเกี่ยวกับระบบดาวเทียม GPS ว่าประกอบด้วยกลุ่มของดาวเทียมในระบบ 24 ดวง ซึ่งโคจรรอบโลกอยู่ตลอดเวลาโดยมีคาบในการโคจร 1 รอบประมาณ 12 ชั่วโมง จึงทำให้ไม่ว่าผู้ใช้อยู่ที่ส่วนใดของโลกก็สามารถจะรับสัญญาณของดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวง ตรวจเวลา และมากพอในการใช้คำนวณหาพิกัดที่เป็นค่าละติจูด (Latitude), ลองติจูด (Longitude) และอัลติจูด (Altitude) ของผู้ใช้ในขณะนั้น ๆ ดาวเทียม GPS ทำงานโดยกระจายสัญญาณที่บรรจุข้อมูลในการนำร่องด้วยคลื่นพาหะ 2 ความถี่ คือ L1 (Link 1) และ 1227.60 MKZ ตามลำดับ ช่วยให้สัญญาณสามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศเมฆ, กระจกและพลาสติกได้อย่างสบาย ๆ แต่จะไม่สามารถผ่านวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เป็นของแข็ง เช่น อาคาร, ภูเขา หรือร่มไม้ที่หนาทึบมาก ๆ ได้ความถี่พาหะทั้งสองค่านี้จะมอดูเลตเข้ากับข้อมูล เพื่อช่วยในการส่งข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณในขั้นตอนของการส่งสัญญาณแชนแนล L1 จะถูนำไปมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลแบบสุ่ม (Pseudo Random Noise หรือ PRN) ที่เรียกว่า C/A Code ส่วนแชลแนล L2 จะถูกมอดูเลตด้วยการเข้ารหัสแบบ P-Code เพียงอย่างเดียว ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Binary Phase-Shift Keying (BPSK) การมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลทั้งสองแบบนี้ต่างถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือการเข้ารหัสแบบ P-Code (Precise) เป็นการเข้ารหัสที่เฉพาะผู้ใช้ที่ขึ้นกับรัฐบาลของสหรัฐเท่านั้น จึงสามารถใช้งานได้ อีกทั้งยังต้องมีรหัสผ่าน (Password) เพื่อผ่านเข้าไปใช้งานในระบบอีกด้วย ความแม่นยำของการเข้ารหัสแบบ P-Code จะอยู่ในระยะ 17.8 เมตรหรือน้อยกว่า 50 ฟุต ภายใต้สภาวการณ์ปกติ ส่วนการเข้ารหัสแบบ C/A Code (Coarse Acquisition) เป็นการเข้ารหัสเพื่อการใช้งานสำหรับพลเรือนใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณก็สามารถจะใช้งานได้ โดยให้ข้อมูลของตำแหน่งที่มีความแม่นยำภายใน 30 เมตร หรือประมาณ 100 ฟุต เนื่องจากความเที่ยงตรงในการบอกตำแหน่งสำหรับผู้ใช้ที่เป็นพลเรือนมีความแม่นยำค่อนข้างมากเกือบเท่าของทางราชการ ทางกระทรวงกลาโหม สหรัฐจึงออกแบบระบบที่จะลดความเที่ยงตรงของการเข้ารหัสแบบ C/A Code ลง เรียกว่า Selective Availability หรือ S/A เพื่อเพิ่มความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งไปเป็นระยะ 100 เมตร หรือประมาณ 330 ฟุต แทนของเดิม อย่างไรก็ตามปัจจุบันทางกระทรวงกลาโหมสหรัฐยังถกเถียงกันเกี่ยวกับการที่จะเพิ่มรัศมีของความผิดพลาดของ S/A ขึ้นไปอีกเป็น 300 เมตร หรือประมาณ 1,000 ฟุต ซึ่งจะทำให้ระบบ GPS ขาดความแม่นยำมากขึ้นไปอีก

2.3 การวัดระยะห่างจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณ

ในการทำงานของระบบ GPS จำเป็นต้องรู้ข้อมูลระยะห่างจากเครื่องรับสัญญาณถึงดาวเทียมที่โคจรอยู่เหนือผิวโลก เพื่อใช้คำนวณหาพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณ วิธีใช้ในการหาระยะห่างที่ว่านี้สามารถทำโดยใช้สมการอย่างง่ายคือใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัญญาณคูณกับระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของ สัญญาณ เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ของสัญญาณ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่ง มีค่าเท่ากับ 186,000 ไมล์ต่อวินาที ดังนั้นถ้ารู้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสัญญาณก็จะให้ได้ข้อมูลระยะที่เราต้องการ เมื่อทราบระยะห่างจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ก็จะสามารถคำนวณเป็นพิกัดที่ชัดเจน บนพื้นโลกได้

จะเห็นได้ว่าหลักการวัดระยะด้วยวิธีนี้เรื่องของฐานเวลาที่มีความละเอียดและแม่นยำเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการคำนวณ ดังนั้นในดาวเทียม GPS จึงต้องมีการติดตั้งนาฬิกาอะตอมไว้เพื่อเป็นฐานเวลาที่มีความแม่นยำสูง และเนื่องจากการเข้ารหัสแบบสุ่มหรือ PRN สามารถจะช่วยให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับสัญญาณ GPS สามารถคำนวณกลับเพื่อหาว่าสัญญาณใช้เวลาในการเดินทางเท่าไร ดังนั้น การคำนวณหาระยะห่างที่ว่านี้จึงสามารถทำได้อย่างแม่นยำ

2.4 โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS

ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียม GPS ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งถูกแบ่งออกเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียกว่า ซับเฟรม (Sub Frame) แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ซับเฟรมนั้น ๆ ถูกส่งมาจากดาวเทียม GPS ไว้ด้วย เพื่อใช้ร่วมในการคำนวณหาพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1,500 บิต ถูกแบ่งในรูปซับเฟรมขนาด 300 บิต จำนวน 5 ซับเฟรม ข้อมูลหนึ่งเฟรมจะถูกส่งมาจากดาวเทียมทุก ๆ 30 วินาที ซับเฟรมขนาด 6 วินาที (300 บิต) จะบรรจุไว้ด้วยข้อมูลเส้นทางโคจรแบะของข้อมูลนาฬิกา โดยข้อมูลในแต่ละเฟรมประกอบด้วยส่วนปลีกย่อยดังนี้

- ซับเฟรมที่ 1 เป็นข้อมูลในการแก้ไขค่าเวลาของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 2 และ 3 เป็นข้อมูลเส้นทางโคจรของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 4 และ 5 เป็นข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบรรจุไว้ด้วยข้อมูลในการนำร่อง (Navigation Message) ที่ครบสมบูรณ์ จะประกอบด้วยเฟรมข้อมูลจำนวน 25 เฟรม (125 ซับเฟรม) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งจากดาวเทียมทุก ๆ 12.5 นาที เป็นอย่างน้อย โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณจะได้รับข้อมูลของตำแหน่งล่าสุดของดาวเทียมทุกชั่วโมง เพื่อใช้ร่วมกับอัลกอริทึมในการคำนวณพิกัดตำแหน่ง และข้อมูลการโคจรของดาวเทียม แต่ละดวงอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณทราบตำแหน่งคร่าว ๆ เพื่อให้เครื่องสัญญาณทราบตำแหน่งคร่าว ๆ ของดาวเทียมแต่ละดวง รวมทั้งปรับชดเชยความผิดพลาดของสัญญาณพาหะจาก ปรากฏการณ์ดอปเปอร์ของความถี่พาหะ (Carrier Doppler Frequency) ซึ่งเกิดจากการที่ความถี่พาหะมีการเบนค่าไปเนื่องจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ดาวเทียม นอกจากนั้นชุดข้อมูลจากดาวเทียม GPS โดยสมบูรณ์ยังจะประกอบด้วยข้อมูลแบบจำลองของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ จากเฟรมของข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมด ส่วนที่เครื่องรับสัญญาณจำเป็นต้องใช้ก็คือข้อมูลใน 3 เฟรมแรก หากสามารถที่ได้รับข้อมูลดังกล่าวจากดาวเทียมตั้งแต่สี่ดวงขึ้นไปก็จะสามารถคำนวณหาพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องรับสัญญาณได้ ในทางทฤษฎีการรับข้อมูลจากดาวเทียมสี่ดวงจะกินเวลาอย่างน้อย 18 วินาที ก่อนที่จะสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้คำนวณได้ แต่เนื่องจากซับเฟรมจากดาวเทียมแต่ละดวงจะมาถึงเครื่องรับไม่พร้อมกันอีกทั้งเราไม่อาจทราบล่วงหน้าว่าซับเฟรมที่ 1 จะได้รับมาเมื่อไร ดังนั้นเพื่อเป็นการประกันว่าจะได้รับข้อมูล 3 ซับเฟรมแรกจากดาวเทียม GPS 4 ดวงอย่างแน่นอน ระยะเวลาที่ใช้ในการรับข้อมูลเท่าที่จำเป็นจึงอยู่ 30 วินาที หรือสรุปอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

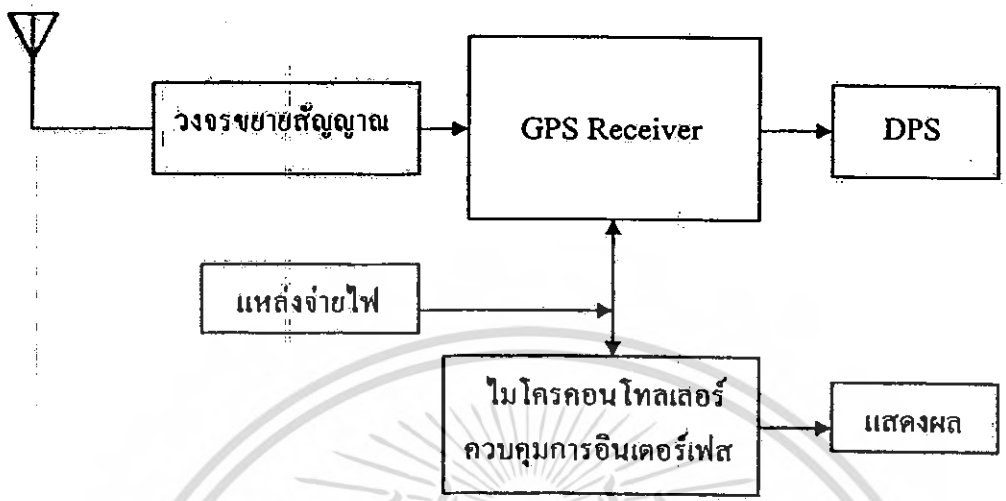
ง่าย ๆ ได้ว่าการคำนวณพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจะใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 30 วินาทีนั่นเอง

2.5 รายละเอียดของโมดูลรับสัญญาณ GPS

หลักการเบื้องต้นของการนำร่องด้วยระบบ GPS ก็คือการรับสัญญาณที่ส่งจากกลุ่มดาวเทียม GPS ที่โคจรเวียนรอบโลกตลอดเวลา เพื่อนำสัญญาณที่รับได้มาคำนวณกลับเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก โดยจำเป็นต้องได้รับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง จึงสามารถหาพิกัดในแนวแกน X, y และ z ได้แน่นอนว่าหน้าที่ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นของโมดูลรับสัญญาณ GPS หรือที่เรียกในทางเทคนิคว่า GPS Receiver module นั่นเอง การทำงานของโมดูลรับสัญญาณ GPS จะเริ่มขึ้นหลังจากได้รับไฟเลี้ยงโดยโมดูลจะทำการกวาดหาดาวเทียมที่โคจรผ่านน่านฟ้าบริเวณนั้นในขณะเวลานั้น ๆ โดยวิธีการค้นหาดาวเทียมของโมมูลก็จะแตกต่างกันไปตามชนิดของโมดูลรับสัญญาณว่าเป็นแบบ Continuous Receiver หรือ Sequence Receiver (ซึ่งได้กล่าวถึงไปแล้ว) ในการเลือกใช้งาน ตัวเลือกที่ดีกว่าก็คือโมดูลรับสัญญาณแบบ Continuous Receiver ซึ่งจะมีความแม่นยำและความเร็วในการประมวลผลที่ดีกว่า

การที่โมดูลรับสัญญาณ GPS จะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS ได้ดีมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับตัวแปรที่สำคัญก็คือสภาพของพื้นที่ที่โมดูลรับสัญญาณตั้งอยู่เพราะการรับสัญญาณจะทำได้อย่างเต็มที่เมื่อโมดูลนับสัญญาณอยู่ในพื้นที่ที่ค่อนข้างโปร่ง ทั้งนี้เพราะสัญญาณจากดาวเทียม GPS จะมีความสามารถในการทะลุทะลวงในระดับหนึ่งเท่านั้น (สามารถจะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศ เมฆ กระจก พลาสติก แต่ไม่สามารถทะลุผ่านอาคารสิ่งก่อสร้าง ภูเขา ร่มไม้ที่หนาทึบมาก ๆ ได้) สำหรับการใช้ประโยชน์จากระบบ GPS โดยรวม ได้แก่ การบอกว่าตำแหน่งที่อยู่ในขณะนั้นคือที่ (พิกัด) ใด, บันทึกเส้นทางการเดินที่ได้ผ่านมาว่าเราจากจุดเริ่มต้น เราเดินทางผ่านมาทางใด และการช่วยเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด เพื่อไปยังจุดหมายที่กำหนด ซึ่งในแอพพลิเคชันที่มีการนำระบบ GPS มาใช้งานนั้น งานส่วนใหญ่มักจะทำอย่างใดอย่างหนึ่งในสามข้อนี้เป็นอย่างน้อยกลไกการทำงานที่ซับซ้อนก็ต้องอาศัยความสามารถของซอฟท์แวร์ซึ่งจะนำข้อมูลจากโมดูลรับสัญญาณ GPS และฐานข้อมูลของแผนที่มาประมวลผลร่วมกัน สำหรับการทำงานในแง่ของการบอกพิกัดหรือการบันทึกเส้นทางการเดินทางก็จะมีความซับซ้อนหน่อยหน่อย แต่สำหรับการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดเพื่อไปยังจุดหมายนั้น จำเป็นต้องมีการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent หรือ AI) เข้ามาช่วยอีกแรงหนึ่ง การทำงานของปัญญาประดิษฐ์เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสามารถและประโยชน์ของระบบ GPS ขึ้นไปอีกขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 เป็นไดอะแกรม ของโมดูลรับสัญญาณ GPS

ในรูปที่2.1 เป็นไดอะแกรมแสดงส่วนการทำงานอย่างคร่าว ๆ ของโมดูลรับสัญญาณ GPS ซึ่งจะประกอบด้วย 2-3 ส่วนที่เป็นหลัก ได้แก่ สายอากาศรับสัญญาณ, ส่วนรับและประมวลผลสัญญาณ GPS และส่วนที่เป็นวงจรควบคุม สำหรับวงจรควบคุมส่วนใหญ่มักมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มาควบคุมอุปกรณ์รับอินพุต เช่น คีย์บอร์ด, จอแสดงผลอีกทีหนึ่ง นอกจากนั้นโมดูลรับสัญญาณ ก็อาจมีส่วนเพิ่มเติมเข้ามาเป็นพิเศษอย่างชุดถอดรหัสสัญญาณ DGPS อีกด้วย

โดยทั่วไปบนแผงวงจรของโมดูล รับสัญญาณจะประกอบด้วยชิพเซตซึ่งถูกวางไว้รอบ ๆ ส่วนที่เรียกว่า HF-Fronted หรือ RF Monopac ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนที่รับและดีมอดูแลตสัญญาณ GPS ส่วนงานที่เหลือในการประมวลผลและการถอดรหัสสัญญาณ GPS รวมทั้งการจัดการปลีกย่อยอื่น ๆ จะตกเป็นหน้าที่ของชิพประมวลผลสัญญาณดิจิตอลหรือชิพ DSP ทั้งหมด

2.6 NMEA 0183

NMEA เป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารซึ่งกำหนดขึ้นโดยองค์กรกลางคือ National Marine Electronics Association ในแรกเริ่มนั้น NMEA ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเดินเรือเป็นหลัก ต่อมาเมื่อระบบ GPS ถูกนำมาใช้และมีบทบาทในการเดินเรือมากขึ้นตามวันเวลาที่ผ่านไป จึงทำให้ NMEA ถูกพัฒนามาเป็นมาตรฐานกลางสำหรับใช้สื่อสารระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ (Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Equipment) แต่ถึงกระนั้นก็ยังคงมีอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS อยู่บ้างบางผู้ผลิตที่มีโปรโตคอลเฉพาะสำหรับใช้งานเอง

2.7 NMEA Message

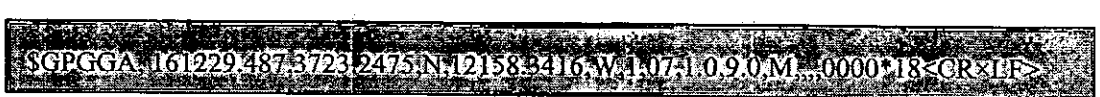
NMEA Message คือข้อมูล ซึ่งส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณ GPS ข้อมูลใน NMEA Message สามารถแบ่งได้เป็นเรคคอร์ต (Record) หรือฟิลด์ (Field) ย่อย โดยในแต่ละเรคคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกี (ASCII) ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร เราสามารถอ่านดูข้อมูล NMEA Message ที่ว่านี้ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น HyperTerminal อย่างที่กล่าวไปแล้วข้างต้น เรคคอร์ดข้อมูลใน NMEA Message แต่ละเวอร์ชันอาจมีอยู่มากน้อยแตกต่างกัน แต่เรคคอร์ดที่มักใช้กันเป็นหลักใน NMEA Message จะมีอยู่ 6 เรคคอร์ด ดังตารางที่ 2.1

ตาราง 2.1 แสดงความหมายของรหัสNMEA ในแต่ละแบบ

NMEA Record	Description
GGA	Global Position System Fixed Data
GLL	Geographic Position – Latitude / Longitude
GSA	GNSS DOP and Active Satellites
GSV	GNSS Satellites in View
RMC	Recommended Minimum Specific GNSS Data
VTG	Course Over Ground and Ground Speed

เรคคอร์ดนี้ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด, ลองติจูด, เวลา, จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด (Satellites used) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (MSL Altitude) โดยตัวอย่างของเรคคอร์ด GGA ที่โมดูลรับสัญญาณ GPS ส่งออกมา จะมีโครงสร้างเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 2.2 ประกอบ)รายละเอียดภายในเรคคอร์ดต่าง ๆ ของ NMEA Message

GGA (Global Positioning System Fixed Data)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.2 แสดงความหมายต่าง ๆ ของ GGA (Global Positioning System Fixed Data)

NAME	Example	Units	Description
Message ID	$GPGGA		GGA Protocol Header
UTC Position	161229.487		hhhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	121158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	w		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		
Satellites Used	07		Rang 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0	meters	
Unit	M	meters	
Geoid Separation		meters	
Unit	M	meters	
Age of Diff. Corr		Second	Null Field when DGPS is Not Used
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of Message Termination

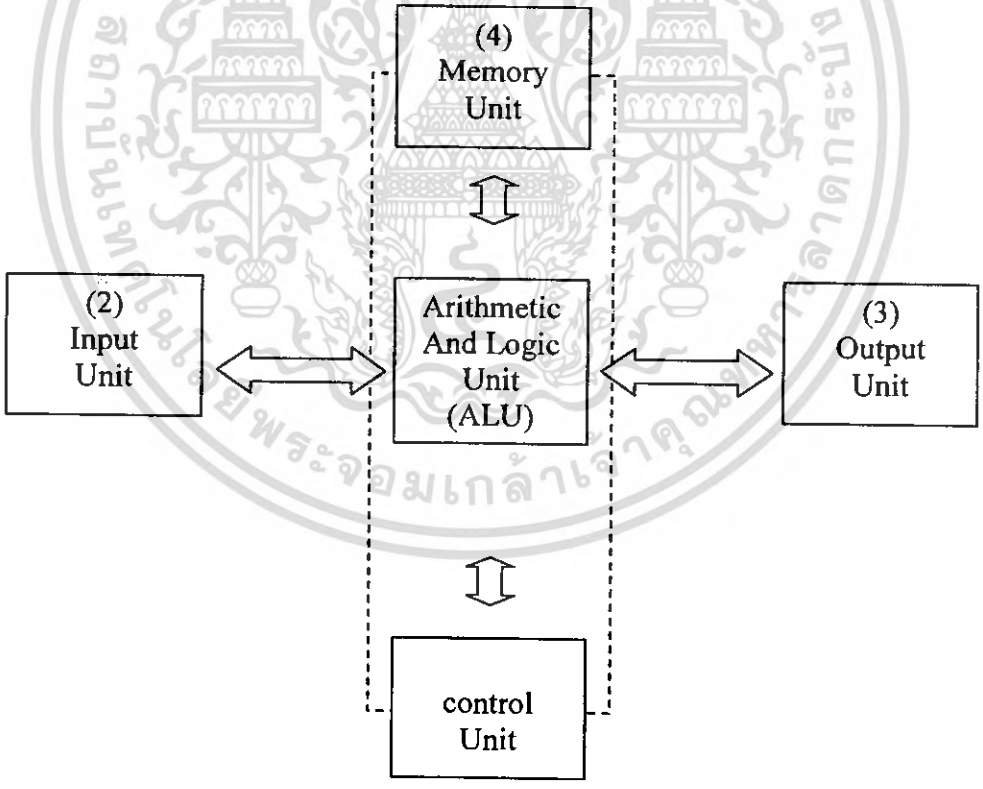
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
โมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

3.1 องค์ประกอบของฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ

1. โพรเซสเซอร์หรือซีพียู (CPU) เปรียบเสมือนสมองของคอมพิวเตอร์ใช้ในการตัดสินใจ
2. อุปกรณ์อินพุต (Input) ทำหน้าที่นำข้อมูลไปประมวลผลที่โพรเซสเซอร์ โดยนำข้อมูลจะเก็บพักไว้ที่หน่วยความจำก่อน
3. อุปกรณ์เอาต์พุต (Output) ทำหน้าที่นำข้อมูลจากโพรเซสเซอร์แสดงออกมาภายนอก
4. หน่วยความจำ (Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลอินพุต และรอให้โพรเซสเซอร์นำไปประมวลผล



รูป 3.1 CPU

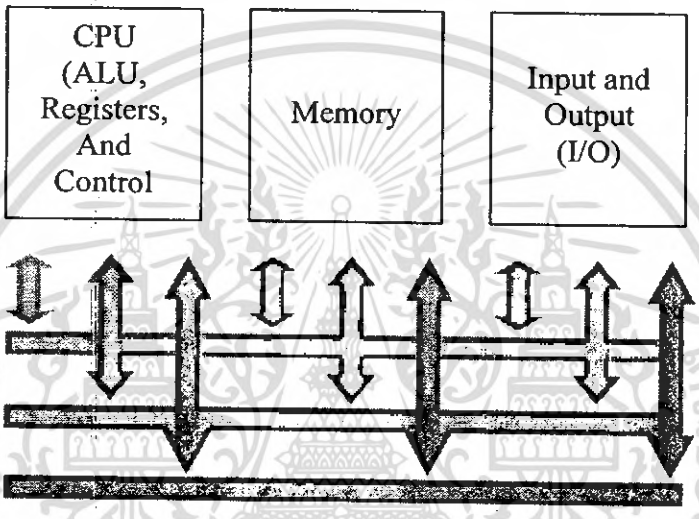
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบเหล่านี้ถูกเชื่อมด้วย Bus ดังต่อไปนี้

Address Bus เป็นเส้นทางสำหรับส่งตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลในหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต

Data Bus เป็นเส้นทางสำหรับส่งข้อมูล

Control Bus เป็นเส้นทางสำหรับส่งสัญญาณควบคุมต่างๆ



รูป 3.2 ระบบบัส

3.2 ความหมายของโพรเซสเซอร์

โพรเซสเซอร์ (Processor) ชื่อเต็มคือ หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ชื่อย่อ (CPU) ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆได้แก่

1. ALU หรือ Arithmetic Logic Unit เป็นหน่วยทำหน้าที่คำนวณด้านคณิตศาสตร์และตรรกะ หรือพูดง่ายๆ คือการ บวก, ลบ, คูณ, หาร, การคิดตัดสินใจ และการเปรียบเทียบ
2. รีจิสเตอร์ (Register) เป็นหน่วยความจำเล็กๆ อยู่ภายในโพรเซสเซอร์ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลชั่วคราวเพื่อรอให้โพรเซสเซอร์ประมวลผล
3. หน่วยควบคุม (Control Unit) เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานโดยจะอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำมาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ จากนั้นนำมาแปลความหมาย เมื่อรู้ว่าเป็นคำสั่งอะไรแล้วก็จะกระทำตามคำสั่งนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แก่นของ (CPU Core) ดั้งเดิมมีลักษณะดังนี้

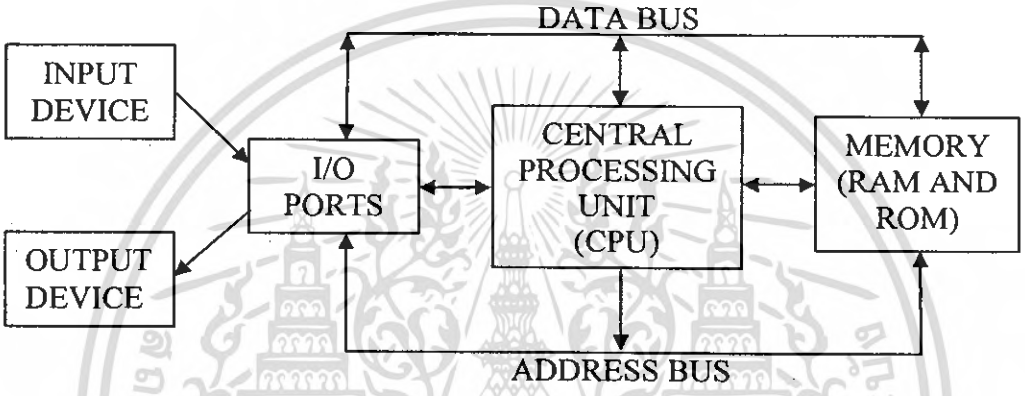
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีพียู 8 บิตสามารถ ประมวลผลแบบบิตได้ อ้างหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

3.3 ทฤษฎีของ Microcontroller MCS-51

3.3.1 โครงสร้างของ Microcontroller

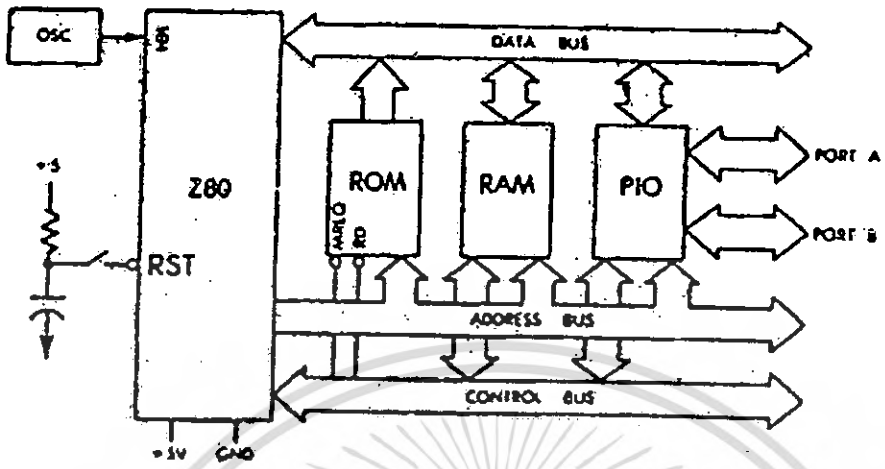
จากโครงสร้างของระบบ Microcomputer ที่จะต้องประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ



รูป 3.3 โครงสร้างของระบบ Microcomputer

ซึ่งถ้าต้องการสร้างระบบ Microcomputer โดยใช้ Microprocessor (เช่น Z80) ก็จะต้องต่อวงจรภายนอกที่จำเป็นต่าง ๆ อีกจำนวนมาก Microcomputer ที่ใช้ Z80 เป็น CPU จะมีส่วนประกอบดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.4 โครงสร้างของระบบ Microcomputer Z80

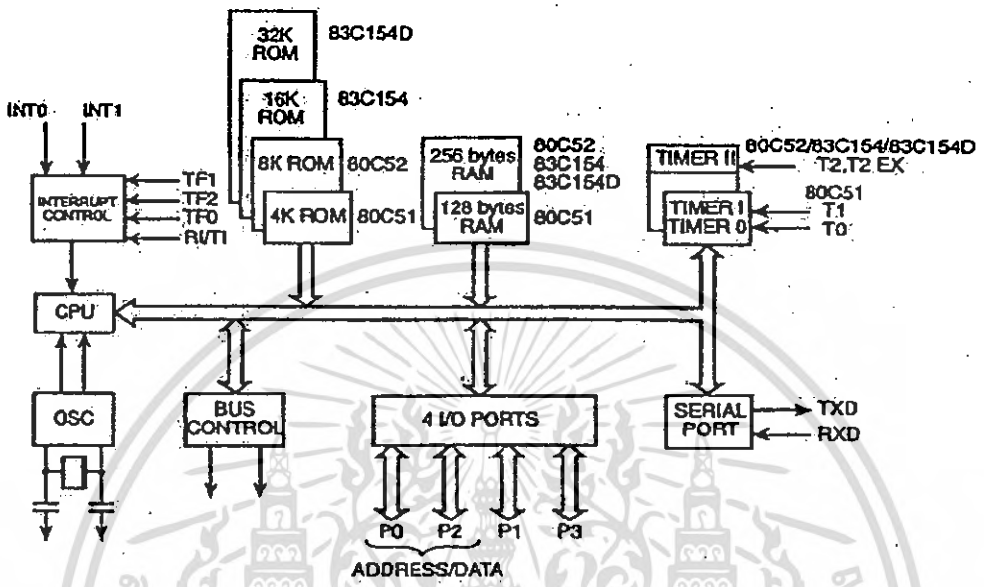
ดังนั้น แล้ว เพื่อที่จะให้ได้ Microcomputer ที่มีขนาดเล็ก จึงได้มีการออกแบบ ที่จะรวมส่วนประกอบที่จำเป็นทั้งหมดของ Microcomputer เข้าภายใน IC เพียงตัวเดียว ซึ่งถูกเรียกว่า Microcontroller เช่น MCS-51 เป็นต้น

คุณสมบัติเบื้องต้นของ Microcontroller ในตระกูล MCS-51จะมีดังนี้

- มี Core CPU ที่เป็น 8-Bit และชุดคำสั่งที่เหมาะในงานควบคุม และสามารถประมวลผลทาง Logic กับข้อมูลในระดับ BIT ได้
- มีหน่วยความจำโปรแกรม 4k ภายใน และรองรับการใช้งานของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64k
- มีหน่วยความจำ ข้อมูล (RAM) 128 Bytes ภายใน และรองรับการใช้งานของหน่วยความจำข้อมูล ได้ถึง 64k
- มี Port ที่เป็นได้ทั้ง I/O ทั้งหมด 4 port และสามารถใช้งานได้ในระดับ BIT
- มีส่วน Timer / Counter ขนาด 16 Bit สองชุด สำหรับใช้ในการจับเวลา หรือนับจำนวน
- มี Full Duplex UART สำหรับใช้ รับ/ส่ง ข้อมูลแบบอนุกรม
- รับ Interrupt ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยมี 5 ตำแหน่งของ ISR และการ Interrupt โดยสามารถจัดระดับความสำคัญได้ 2 ระดับ
- มีตัวกำเนิดความถี่ Clock ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ Microcontroller MCS-51นั้นถูกออกแบบมาให้ มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Op-code) และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่แยกออกจากกันดังรูป



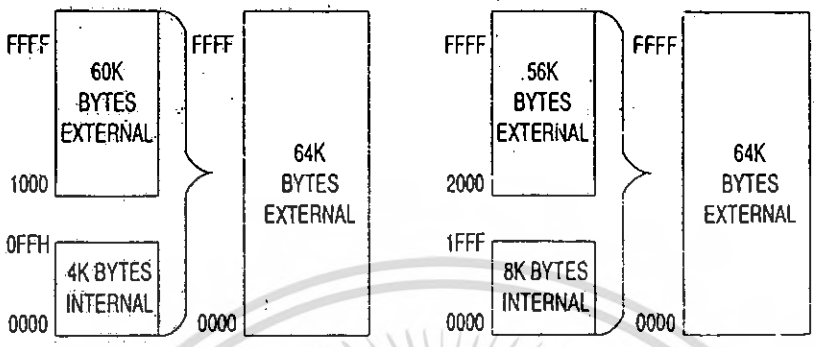
รูป 3.5 โครงสร้างของระบบ Microcomputer MCS-51

การออกแบบของ Data Memory ที่แยกออกมานี้ จะทำให้สามารถเรียกใช้งานได้โดยใช้ Address เพียง 8 Bit เท่านั้น ซึ่งจะทำได้อย่างรวดเร็วใน CPU ที่เป็น 8 Bit แต่การใช้ Address เพียง 8 Bit นี้ จะทำให้อ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำได้เพียง 256 ตำแหน่ง เท่านั้น (00h-FFh) ซึ่งก็เพียงพอสำหรับการอ้างถึงตำแหน่งของ Internal Data Memory อย่างไรก็ดี การอ้างถึงตำแหน่ง Data Memory โดยใช้ Address แบบ 16 Bit สำหรับ External Data Memory ก็สามารถทำได้ โดยใช้ DPTR: Data Pointer (Data Memory Address Register)

ส่วนของ Program Memory จะเป็นหน่วยความจำที่อ่านได้เพียงอย่างเดียว และสามารถมีได้ทั้งหมด 64k ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูป 3.6 แสดงการใช้พื้นที่หน่วยความจำของ MCS-51

สำหรับ MCS-51 ในแบบที่มี Program Memory ภายใน ก็จะมีพื้นที่ในการเก็บโปรแกรมภายใน IC เอง 4k,8k,16k หรือ 32k Address (ตามเบอร์ของ IC ที่ใช้) สำหรับ Address ที่มากกว่านี้ ก็จะเป็น Program Memory ภายนอก ส่วนMCS-51 ที่ไม่มี Internal Program Memory ส่วนของ Program Memory ทั้งหมดจะอยู่ภายนอก

สำหรับการอ่าน External Program Memory นั้น MCS-51 จะใช้ขาสัญญาณ $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable)

สำหรับ Data Memory ซึ่งสามารถที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลลงไปได้ ก็จะมี Address ที่แยกออกจาก Program Memory และมีตำแหน่งของ External Program Memory

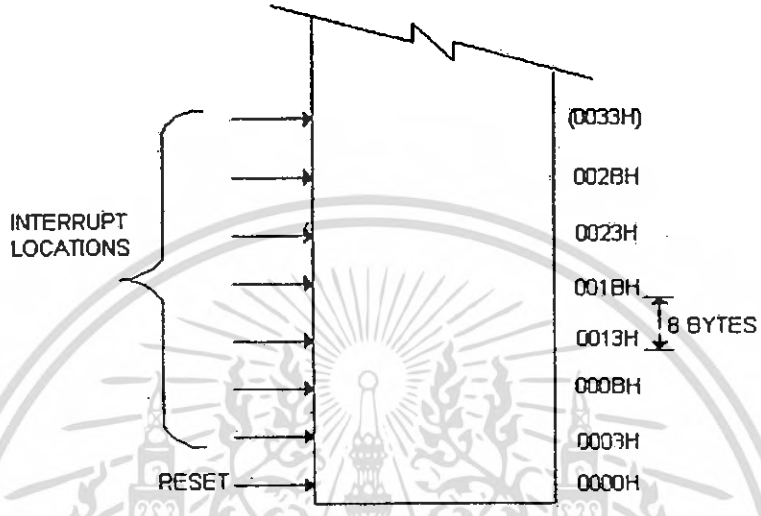
ได้ทั้งหมด 64k Addressในการติดต่อกับ External Data Memory นั้น MCS-51 จะใช้สัญญาณ $\overline{\text{RD}}$ และ $\overline{\text{WR}}$

ในกรณีที่ต้องการ ส่วนของ External Program Memory และ External Data Memory ร่วมกันนั้น จะทำได้โดยการนำสัญญาณ $\overline{\text{PSEN}}$ และ $\overline{\text{RD}}$ มารวมกัน โดยใช้ AND gate ก็จะทำให้ได้สัญญาณที่เป็นการอ่าน External Program/ Data Memory

72930

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 Program Memory



รูปที่ 3.7 แสดง Program Memory ของ MCS-51

จากรูปที่3.7แสดงส่วนของ Program Memory ในตำแหน่งเริ่มต้น ซึ่งเมื่อ CPU เริ่มทำงานหลังจากการ Reset ก็จะเริ่มการทำงานตามคำสั่งที่ Address 0000h จากรูปที่แสดงส่วนของ Program Memory ในตำแหน่งเริ่มต้น ซึ่งเมื่อ CPU เริ่มการทำงานหลังจากการ Reset ก็จะเริ่มทำงานตามคำสั่งที่ Address 0000h และสำหรับ Address ที่แสดงต่อมานั้น จากตำแหน่งที่อยู่ของ ISR :Interrupt Service Routine โดยการทำงานของ Interrupt ใน MCS-51 เมื่อเกิดสัญญาณ Interrupt เข้ามามันก็จะกระโดดการทำงานมายังโปรแกรมในตำแหน่งที่กำหนดนี้ นั้นเองตัวอย่างเช่น

สำหรับ Interrupt 0 จากภายนอก เมื่อ MCS-51 ได้รับสัญญาณ Interrupt นี้ Interrupt มันก็จะกระโดดการทำงานมายังโปรแกรมใน Address 0003h และสำหรับ Interrupt ที่เกิดจาก Timer 0 ก็จะกระโดดการทำงานมายังโปรแกรมใน Address 000Bh และ Interrupt 0 จากภายนอก ก็จะกระโดดการทำงานมายังโปรแกรมใน Address 0013h ในแต่ละ Address กำหนดให้สำหรับ ISR นั้นจะมีพื้นที่ในการเก็บโปรแกรมได้ 8 Address ซึ่งถ้า ISR ที่ต้องการ เป็นโปรแกรมที่สั้น ๆ ก็จะสามารถใส่เข้าไปได้ แต่ถ้าเป็น ISR ที่ยาวมากแล้วก็จะทำได้โดยการใช้คำสั่ง Jump ไปยังโปรแกรมที่ต้องการอีกที

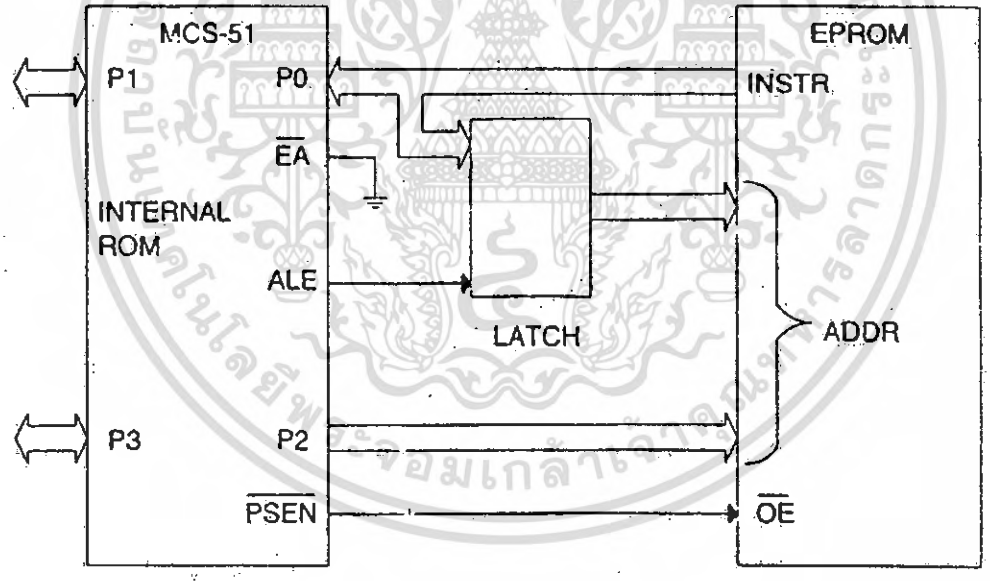
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 External Program Memory

สำหรับ MCS-51 ที่มี Internal Program Memory นั้น ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกได้ว่าจะใช้งานของ Internal Program Memory นั้น หรือไม่ โดยการต่อของขาสัญญาณ EA :External Access เข้ากับ VCC หรือ GND เช่นถ้า MCS-51 มี Internal Program Memory 4K (000h-0FFFh) แล้วต่อขาสัญญาณ EA นี้เข้ากับ VCC การ Fetch คำสั่งที่ Address น้อยกว่า 0FFFh ก็จะได้จาก Internal Program Memory และถ้าเป็น Address ตั้งแต่ 1000h ก็จะเป็นการอ่านจาก External Program Memory นั่นเองแต่ถ้าต่อขา EA เข้ากับ GND การ Fetch คำสั่งทั้งหมดจะกระทำกับ External Program Memory สำหรับ MCS-51 ที่ไม่มี Internal Program Memory แล้วขา EA จะต้องต่อ GND เสมอ

สัญญาณ PSEN ซึ่งเป็นสัญญาณที่ใช้ในการ Fetch คำสั่งจาก External Program Memory นั้น จะไม่ทำงานเมื่อเป็นการ Fetch คำสั่งจาก Internal Program Memory

การต่อ External Program Memory นั้นจะทำให้ได้ดังรูป



รูป 3.8 แสดงการต่อ External Program Memory ของ MCS-51

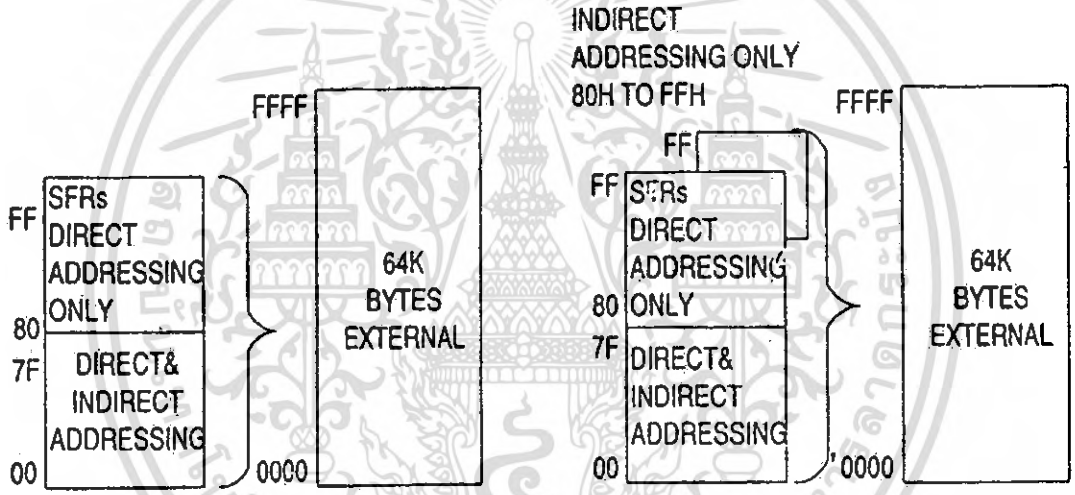
MCS-51 จะใช้ขาสัญญาณของ I/O Port 16 Bit (Port 0 และ Port 2) มาทำหน้าที่เป็น Bus ของระบบ โดยจะใช้งานของ Port 0 ทำหน้าที่เป็น Address และ Data Bus สลับกันส่งค่าของ Low Byte ของ Program Counter (PCL) ออกมาที่ Port 0 นี้ หลังจากส่งค่าของ PCL ออกมาแล้วมันจะเข้าสู่สภาวะ Float เพื่อรอรับคำสั่งที่จะอ่านได้จาก External Program Memory ในระหว่างที่ค่าของ PCL ออกมาที่ P0 นี้ สัญญาณ ALE: Address Latch Enable จะไปทำให้ค่าของ PCL ถูกเก็บเข้าที่ Latch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในเวลานั้น ค่าของ PCH ก็ถูกส่งออกมาที่ Port 2 เพื่อสร้างเป็น Address ขนาด 16 Bit แล้ว สัญญาณ PSEN ก็จะเป็นตัวอ่านข้อมูลจาก Memory ที่ต้องการ

3.3.4 Data Memory

Data memory ของ MCS-51 นั้นจะแบ่งออกเป็น Internal Program Memory และ External Program Memory โดยการใช้งานของ Data Memory ทั้งสองส่วนนี้จะมี Address ที่แยกจากกันด้วย MCS-51 With 128 Bytes Internal Program Memory (ซ้าย) MCS-51 With 256 Bytes Internal Program Memory (ขวา)

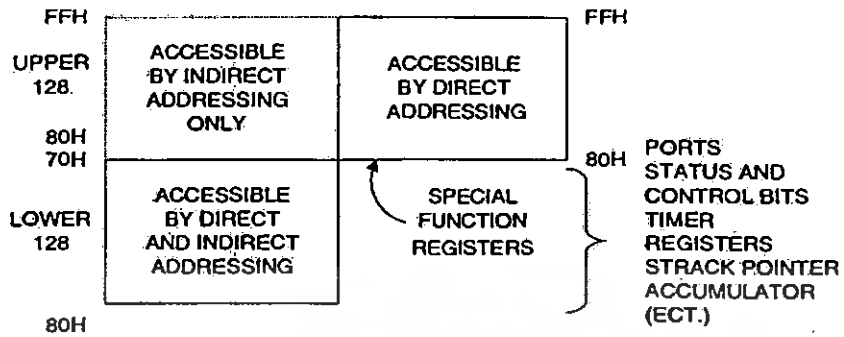


รูป 3.9 แสดง Data Memory ของ MCS-51

3.3.5 Internal Program Memory

ผังการจัดแบบพื้นที่ของ Internal Program Memory จะเป็นดังรูป ซึ่งมันจะถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนด้วยกัน คือ Lower 128, Upper 128 และ SFR และจากการที่ Internal Program Memory นั้นมีเพียง 256 ตำแหน่งเท่านั้น ทำให้การอ้าง Address สามารถที่ได้ โดยใช้เพียง 8 Bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

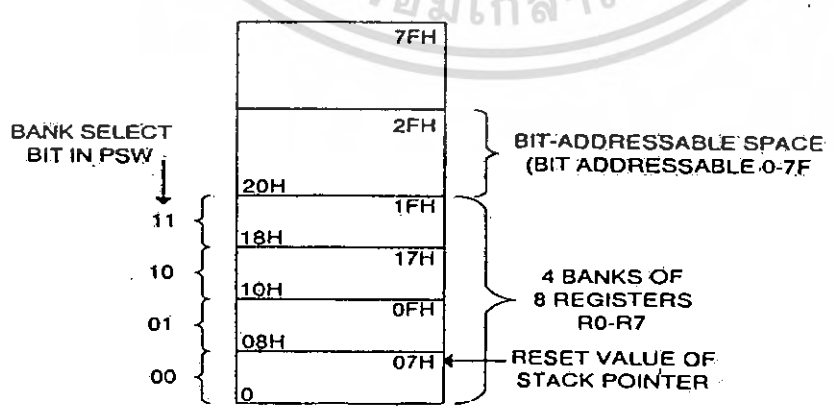


รูป 3.10 ผังการจัดแบ่งพื้นที่ของ Internal Data Memory ของ MCS-51

แต่ด้วยเทคนิคของการอ้างถึงตำแหน่งข้อมูล (Address Mode) ทำให้ได้ตำแหน่งของ Internal Data Memory ทั้งหมด 384 bytes โดยข้องมูลตั้งแต่ Address 80h-FFh ถ้าอ้างถึงข้อมูลที่ Address นั้น ๆ ด้วยวิธีของ Direct Addressing ก็จะได้รับข้อมูลที่มาจากคนละส่วน กับการอ้างถึงข้อมูลที่ Address เดียวกันนั้นด้วยวิธีของ Indirect Addressing จากรูปจะเห็นว่า Memory ในส่วนของ Upper 128 ก็จะมี Address เดียวกับ Memory ในส่วนของ SFR แต่จะใช่วิธีการเข้า Memoryถึงข้อมูลที่แตกต่างกันนั่นเอง

3.3.6 Lower 128 Bytes Of Internal Data Memory

Internal Data Memory 128 ตำแหน่งแรกจะมีอยู่เหมือนกันทั้งหมดใน MCS-51 แบบต่าง ๆ โดยจะมีการจัดแบ่งดังรูป



รูป 3.11 ผังการจัดแบ่งพื้นที่ของ 32 Bytes ของ Internal Data Memory ของ MCS-51

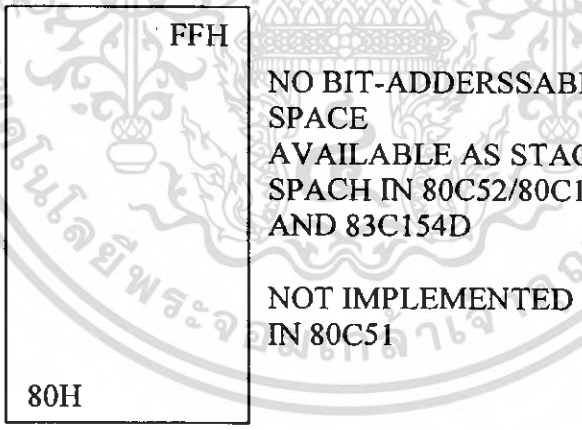
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ 32 Bytes แรกจะใช้งานเป็น Register 4 ชุด ชุดละ 8 Register คือ R0-R7 ซึ่งสามารถเรียกใช้งานได้จากคำสั่งต่าง ๆ การเลือกชุดของ Register ที่จะใช้งานจะทำโดยใช้สถานะของข้อมูล 2 Bit ที่อยู่ใน PSW: Program Status Word การออกแบบในลักษณะนี้ทำให้ได้ Op-Code ที่เรียกใช้ Register นั้นสั้น ถัดมาจาก Register Bank อีก 16 Address จะเป็นพื้นที่เก็บข้อมูลที่สามารถเรียกใช้งานในระดับ Bit ได้ 128 Bit โดยจะมี Address สำหรับการเรียกใช้งานระดับ Bit คือ 00h-7Fh และข้อมูลทุก ๆ ตำแหน่งในส่วนของ Lower 128 นี้ สามารถจะอ้างถึงด้วยวิธีการของ Direct/ Indirect Addressing จากการใช้งานคำสั่งต่าง ๆ ได้

3.3.7 Upper 128 bytes of Internal Data Memory

หน่วยความจำในส่วนของ Upper 128 นี้ จะมีอยู่ใน MCS-51 แบบที่มี Internal Program Memory 256 ตำแหน่งเท่านั้น เช่น 80C52, 38C154, 83C154D

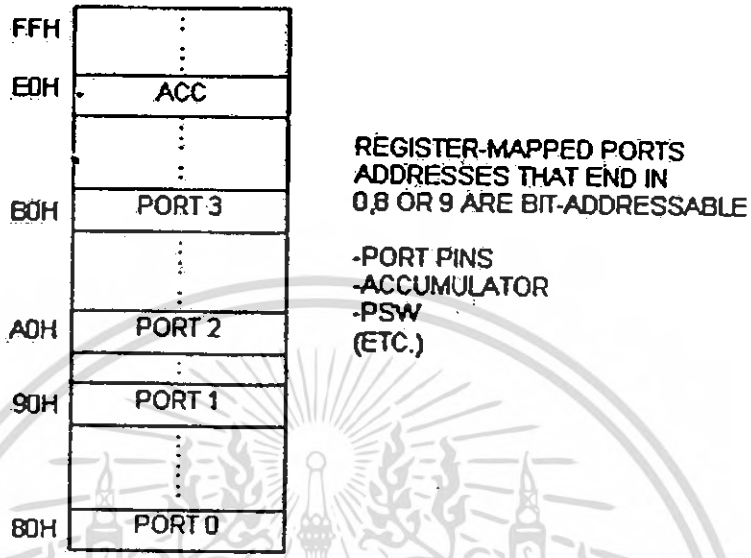
การเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ใน Upper 128 นี้จะต้องใช้วิธีการของ Indirect Addressing เท่านั้น เช่น เป็นการใช้งานโดยอ้างตำแหน่งด้วย Stack Pointer หรือ R0, R1 เป็นต้น



รูป 3.12 แสดงพื้นที่หน่วยความจำในส่วนของ Upper 128 ของ Internal Data Memory ของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 SFR: Special Function Register



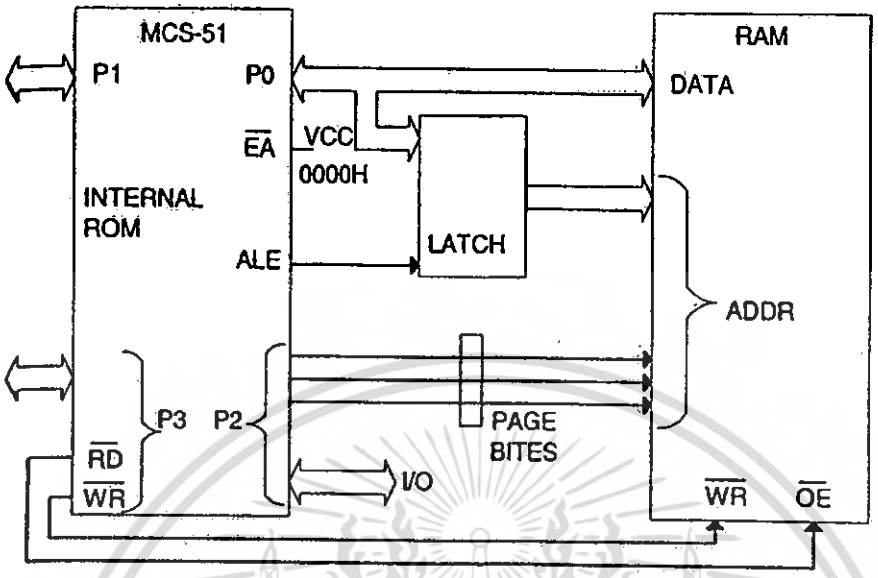
รูป 3.13 แสดง SFR: Special Function Register

การจัดพื้นที่ใน SFR จะเป็นพื้นที่ในการเก็บค่าของ Register ใช้งานพิเศษต่าง ๆ เช่น Accumulator, Port Latch, ค่า Timer และ Register สำหรับควบคุมการทำงานของส่วนต่างภายใน เช่น PSW การอ้างอิงถึงข้อมูลใน SFR นี้ จะทำให้ด้วยวิธีของ Direct Addressing เท่านั้น ซึ่ง MCS-51 ทุกตัวจะมี SFR ที่เป็นมาตรฐานเหมือนกันในตำแหน่งเดียวกัน และสำหรับ MCS-51 แบบที่มีความสามารถเพิ่มขึ้นนั้น ก็จะมีการกำหนดตำแหน่งใน SFR เพื่อรองรับการทำงานที่เพิ่มขึ้น และจะมีตำแหน่ง Address ใน SFR อยู่ 16 ตำแหน่งที่สามารถเรียกใช้งานในระดับ Bit ได้ คือ ตำแหน่งใน SFR ที่มี Address ลงท้ายด้วย 0, 8 และ 9 โดยจะมี bit Address ตั้งแต่ 80h-FFh

3.3.9 External Program Memory

การต่อใช้งาน External Program Memory จะทำได้ดังตัวอย่าง ซึ่งเป็นการต่อใช้งานของ RAM ขนาด 2 K โดยให้ MCS-51 นี้ ทำงานจาก Internal Program Memory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



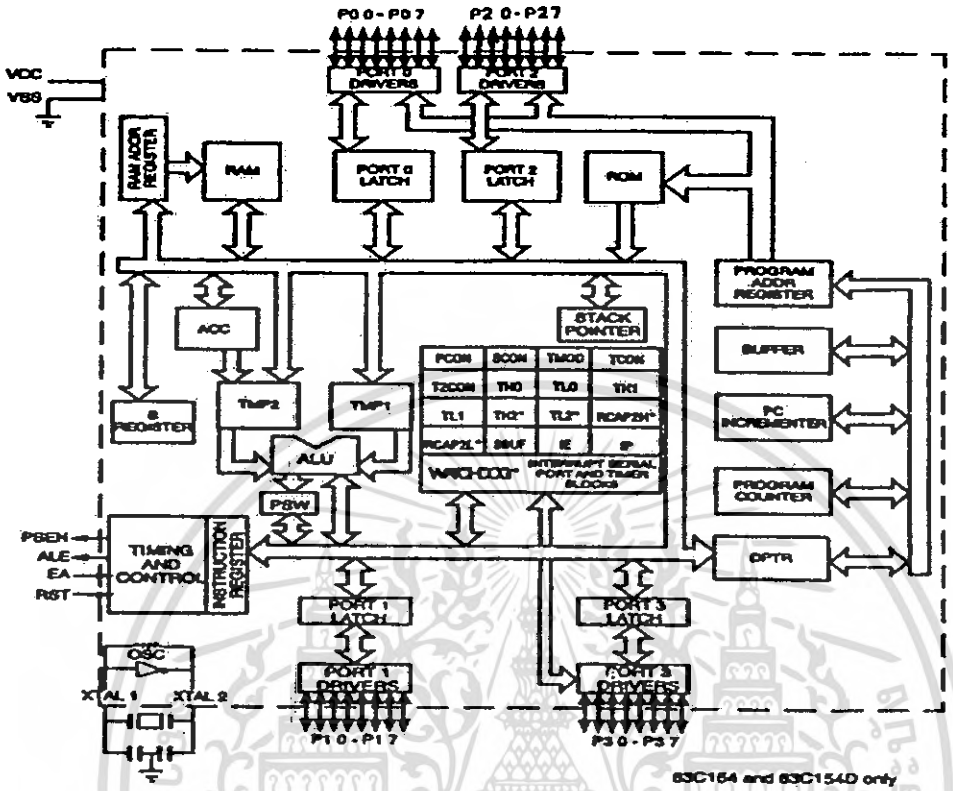
รูป 3.14 แสดงการต่อใช้งานของ External Data Memory

MCS-51 จะใช้ขา สัญญาณของ Port 0 ทำหน้าที่เป็น Address และ Data Bus สลับกัน คือส่งค่าของ Address ของ RAM ที่ต้องการออกมาที่ Port 0 นี้ หลังจากส่งค่าของ Address ออกมาแล้วมันจะใช้งานเป็น Data Bus เพื่อส่ง หรือรับข้อมูลจาก External Data Memory และใช้ Port 2 ในการเลือก Page ของหน่วยความจำที่ต้องการแล้ว CPU ก็จะสร้างสัญญาณ RD หรือ WR เพื่ออ่าน หรือเขียนหน่วยความจำการใช้งานของ External Data Memory นั้นสามารถทำได้โดยใช้การอ้าง Address 1 หรือ 2 Byte ก็ได้สำหรับการอ้าง Address แบบ 1 Byte ดังตัวอย่างนั้น จะทำให้ได้ตำแหน่งของข้อมูลเพียง 256 ตำแหน่ง ดังนั้น เราอาจใช้ Port 2 เพียงบางส่วนในการเลือก Page ของหน่วยความจำที่ต้องการจากตัวอย่าง ซึ่งใช้ port 2 bit ก็จะทำให้ได้ 8 Page ก็จะเป็นหน่วยความจำทั้งหมดคือ 8 x 256 = 2048 ตำแหน่งนั่นเอง และถ้าต้องการใช้หน่วยความจำที่มากถึง 64 K แล้ว ก็สามารถใช้การอ้าง Address แบบ 2 Byte ได้ซึ่งในการทำงานค่าของ Address ในส่วนของ High Byte ก็จะถูกส่งออกมาที่ Port 2

3.3.10 Internal Organization of the MCS-51

โครงสร้างภายในของ Microcontroller MCS-51 จะมีส่วนประกอบดังแสดงนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.15 แสดงโครงสร้างภายในของ Micro Controller MCS-51

Accumulator ACC จะคือ Accumulator ซึ่งจะมีตำแหน่งในหน่วยความจำภายในเท่ากับ 0E0H มีขนาด 8 bit เป็น Register ที่ใช้กันมากในรหัสคำสั่งช่วยจำจะใช้อักษร A

B Registerจะมีตำแหน่งในหน่วยความจำภายในเท่ากับ 0F0H มีขนาด 8 bit จะใช้ในการคูณและการหารเท่านั้น หรืออาจใช้ในการเก็บข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการก็ได้

3.3.11 Program Status Word (PSW)

จะมีตำแหน่งในหน่วยความจำภายในเท่ากับ D0H มีขนาด 8 Bit แต่ละ Bit จะบอกถึงสภาวะต่าง ๆ ในการทำงานของ CPU (Flag) ซึ่งแต่ละ Bit ของ PSW สามารถกำหนดให้เป็น 1 หรือ 0 ได้ โดยคำสั่ง SETB หรือ CLRB ตามลำดับค่าตำแหน่ง bit Address 0 ถึง bit 7 ของ PSW เท่ากับ D0H ถึง D7H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.12 Stack Pointer

จะมีตำแหน่งในหน่วยความจำภายในเท่ากับ 081H มีขนาด 8 bit Register นี้ใช้ชี้ตำแหน่งในหน่วยความจำภายใน 8051 ที่จะใช้สร้างเป็น Stack ในการทำงานของ MCS-51 ค่าของ SP นี้จะมีค่าที่เพิ่มขึ้นก่อนที่จะมีการเก็บข้อมูลเข้าไปด้วยคำสั่ง PUSH หรือ CALL การกำหนดตำแหน่งของ Memory ที่จะสร้างเป็น Stack นั้นสามารถกำหนดให้เป็นที่ใดก็ได้ใน Internal Data Memory และเมื่อทำการ Reset ค่าเริ่มต้นของ SP จะค่าเป็น 07H ซึ่งจะทำให้การเก็บข้อมูลในตำแหน่งแรกของ Stack เริ่มที่ Internal Data Memory ตำแหน่งที่ 08H

3.3.13 Data Pointer Register

Data Pointer (DPTR) จะอยู่ในตำแหน่งหน่วยความจำภายในเท่ากับ 82H และ 83H DPTR นี้ประกอบไปด้วย Register ขนาด 8 bit 2 ตัวคือ DPH และ DPL ซึ่ง DPTR นี้จะใช้ในการชี้ตำแหน่งของข้อมูลของ External Data Memory แบบ 16 bit ในการแก้ไขข้อมูลใน Register DPTR จะทำได้ที่ละ 16 Bit หรือกระทำที่ละ 8 Bit ก็ได้ (DPH, DPL)

3.3.14 Port 0 ถึง 3

จะตำแหน่งในหน่วยความจำภายในเท่ากับ 80H, 90H, 0A0H, 0B0H เป็น Register ขนาด 8 Bit การเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำแต่ละตำแหน่งเป็นการส่งข้อมูลไปยังพอร์ทนั้น ๆ ของ MCS-51 ข้อมูลที่เขียนออกไปจะถูก Latch ค้างไว้ที่ Register นี้ และปรากฏแต่ละ Bit ของ Port เช่นถ้าเขียนข้อมูล 18H ไปที่หน่วยความจำตำแหน่ง 80 ก็จะปรากฏ Logic 0001 1000 ที่ขา 7 ถึง 0 ของ Port 0 ในการอ่านข้อมูลจาก Register แต่ละตัวจะเป็นการอ่านสภาวะ Logic ที่มีปรากฏอยู่แต่ละขาของ Port นั้น ๆ

3.3.15 Serial Data Buffer (SBUF)

จะตำแหน่งหน่วยความจำภายในเท่ากับ 99H มีขนาด 8 Bit แต่จากโครงสร้างภายในแล้วมันคือ Register 2 ตัวที่มีชื่อเดียวกัน ตัวหนึ่งสำหรับเก็บข้อมูลที่จะส่งแบบอนุกรม และอีกตัวหนึ่งสำหรับรับข้อมูลแบบอนุกรมที่เข้ามา ในการเขียนข้อมูลเข้าที่ SBUF มันจะถูกเขียนไปยังที่สำหรับเก็บข้อมูลสำหรับส่ง และเริ่มต้นการส่งข้อมูล ส่วนการอ่านข้อมูลจาก SBUF ก็จะเป็นการอ่านค่าของข้อมูลที่รับเข้ามาได้

3.3.16 Timer Register

คู่ของ Register (TH0, TL0) (TH1, TL1) และ (TH2, TL2) ซึ่งอยู่ในตำแหน่งหน่วยความจำภายใน (8CH, 8AH) (8DH, 8BH) และ (0CDH, 0CCH) ตามลำดับซึ่งจะใช้ในการเก็บค่าของการนับแบบ 16 Bit ในการใช้งานเป็น Timer หรือ Counter ใน 80C51 จะมี Timer อยู่ 2 ชุดคือ Timer 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Timer 1 ใน Timer แต่ละชุดจะมี Register ขนาด 8 Bit อยู่ 2 ตัว เพื่อเก็บค่าการนับของ Timer ได้สูงสุดถึง 16 Bit

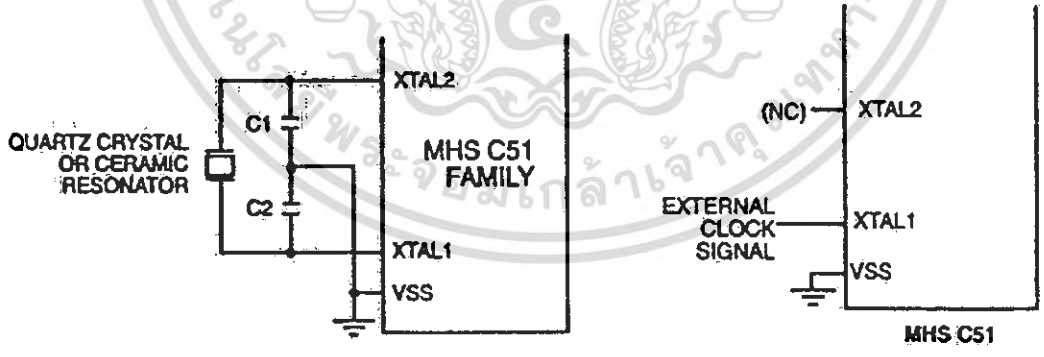
การกำหนดการทำงานของวงจร Timer ในโหมด Timer หรือ Counter ทำได้โดยการกำหนดใน Register TMOD (Timer/ Counter Mode Timer Control Register) การทำงานเป็น Timer จะให้ Register ใน Timer 0 หรือ 1 ทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณนาฬิกาในการให้วงจร Timer ทำงานเป็น Counter คือการใช้ Register THx และ TLx ทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่เข้ามาทางขา T0 หรือ T1

3.3.17 Control Register

SFR ที่ชื่อ IP, IE จะสำหรับกำหนดรูปแบบการทำงาน และสถานะของการ Interrupt TMOD, TCON, T2CON จะสำหรับกำหนดรูปแบบการทำงานของ Timer/Counter และ SCON จะสำหรับกำหนดรูปแบบการทำงานของ Serial Port และ PCON จะสำหรับกำหนดรูปแบบการใช้พลังงานของตัว CPU เอง

3.3.18 CPU Timing

ใน MCS-51 จะมีส่วนของวงจรกำเนิด Clock อยู่ภายในแล้ว ซึ่งสามารถใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับ CPU ได้ในการใช้งาน On-Chip Oscillator นั้น ก็เพียงต่อ Crystal หรือ Ceramic Resonator ที่ขา XTAL1 กับ XTAL2 และตัวเก็บประจุ ดังแสดงอย่างไรก็ดี ถ้าต้องการใช้สัญญาณ Clock จากภายนอกก็จะทำได้โดยการต่อสัญญาณ Ext. Clock เข้าที่ขา XTAL1 ดังรูป



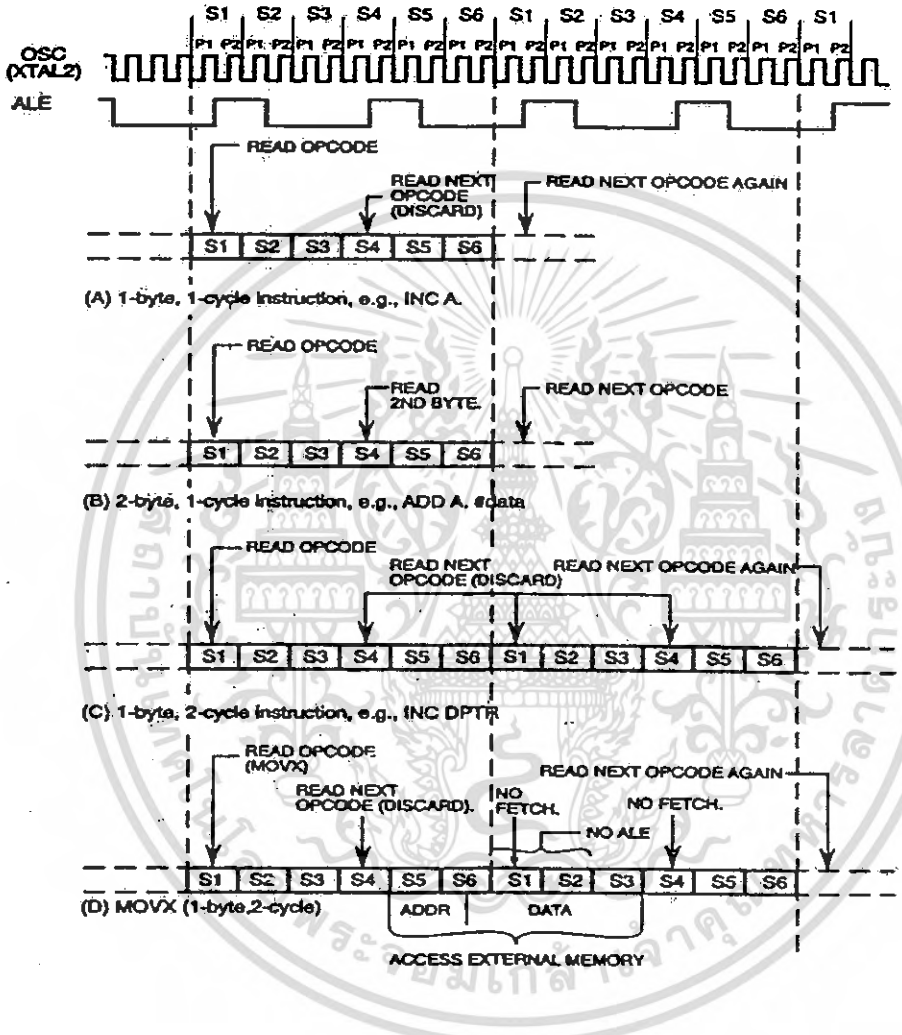
รูป 3.16 ส่วนของวงจรกำเนิด Clock

3.3.19 Machine Cycle

สำหรับแต่ละ Machine Cycle ของ MCS-51 จะประกอบด้วยการทำงาน 6 State (S1-S6) ซึ่งในแต่ละ State ของการทำงาน จะใช้เวลา 2 Clock ดังนั้นถ้าใช้ Clock 12 MHz ก็จะได้เวลาในการทำงานของ 1 Machine Cycle คือ 1 μs ดังแสดงในรูป จะเป็นตัวอย่างของการ Fetch/Execute ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง ซึ่งจะในแต่ละ Machine Cycle จะมีการ Fetch รหัสคำสั่ง 2 ครั้ง ถึงแม้ว่าคำสั่งนั้น ๆ จะเป็นคำสั่งแบบ 1 Byte ก็ตาม ในกรณีที่คำสั่งนั้น ๆ ไม่ต้องการข้อมูล Byte ที่สอง CPU ก็เพียงแต่ไม่สนใจข้อมูลที่ Fetch ได้เกินมา และค่าของ CPU ก็จะไม่เพิ่มขึ้น



รูป 3.17 และ Machine Cycle ของ MCS-51

จากรูป a และ b ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้การทำงาน 1 Machine Cycle ที่ S1 CPU ก็จะอ่าน Op-Code ที่ต้องการเข้ามายัง Instruction Register และที่ S4 จะมีการ Fetch ครั้งที่สองเกิดขึ้น ซึ่งในรูป a การ Fetch ครั้งที่สองนี้ CPU จะไม่สนใจข้อมูลที่ได้มา ส่วนในรูป b ข้อมูลที่ได้มาก็จะเป็น Byte ที่สองของคำสั่งนั้นเอง จากรูป c ซึ่งเป็นการทำงานของคำสั่งที่ใช้การทำงาน 2 Machine Cycle Machine Cycle CPU จะไม่สนใจข้อมูลที่ได้จากการ Fetch 3 ครั้งด้วยกัน และในรูป d ซึ่งเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นการติดต่อกับ External Data Memory ในกรณีนี้ จะไม่มีการ Fetch เกิดขึ้น เนื่องจาก CPU จะต้องใช้ระบบ Bus เดียวกันนี้ ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ไอซีบันทึกเสียง ISD 25XX

4.1 คุณสมบัติของไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD 25XX

ไอซีตระกูล ISD25XX นี้ ใช้สำหรับบันทึกเสียง และ เล่นเสียงด้วยระบบดิจิตอลโดย สามารถบันทึกเสียงแบ่งเป็นหลายข้อความได้ภายในไอซีตัวเดียว โดยที่มีโหมดการทำงานแบ่งเป็น โหมดการใช้งานในโหมดที่1นั้น มักจะใช้บันทึกเป็นข้อความที่ต่อเนื่องกันทีเดียวตั้งแต่ต้นจนจบ และโหมด2 จะเป็นการบันทึกโดยการแบ่งเป็นส่วนๆ เมื่อทำการบันทึกข้อความใส่ในตัวไอซีแล้ว สามารถที่จะเลือกเล่นเสียง ในส่วนของข้อความที่เราเจาะจงได้ นั่นหมายความว่าเราสามารถที่จะ บันทึกข้อความได้ และใช้เป็นตัวแสดงผลในรูปแบบของเสียงได้เช่นกัน

เนื่องจากการเก็บตำแหน่งแผนที่นั้น ตำแหน่งที่เราเก็บเป็นข้อมูลเสียงออกเป็นส่วนๆที่ ค่อนข้างจำเป็นต้องเก็บข้อมูลที่ข้อนข้างมากเพื่อให้ครอบคลุมในทุกๆที่ที่ได้สร้างแผนที่ไว้ ดังนั้น การเลือกใช้ ไอซีตระกูล ISD25XX นี้ เบอร์ ISD15120 ซึ่งสามารถบันทึกข้อความได้สูงสุด 120 วินาที ส่วน ISD2560, ISD2590 สามารถบันทึกได้สูงสุด 60วินาที และ 90 วินาทีตามลำดับ ถึงแม้ว่า เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของ ทั้งสามตัวจากคู่มือแล้วไอซีเบอร์ ISD15120 จะให้เสียงที่แย่ที่สุด เนื่องมาจากความถี่ที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณต่ำสุด ทำให้คุณภาพเสียงแย่สุด

จากคุณสมบัติต่างๆที่รวมอยู่ภายในไอซีเพียงตัวเดียว จึงทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ตั้งแต่ วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน จนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก และขับออกลำโพงก็ ถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียวในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็น เซลแบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (Nonvolatile Memory Cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอนาล็อก จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็จะ จัดเก็บในลักษณะที่เป็น สัญญาณอนาล็อกอยู่เช่นเดิมจึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่ เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล เข้ามาเกี่ยวข้อง

คุณสมบัติหลักๆ ที่สำคัญของ ISD25120 มีดังต่อไปนี้

-ไม่ต้องมีอุปกรณ์ร่วมเพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้

-ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้

-มีประสิทธิภาพในการบันทึก และเล่นกลับที่ให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง

-ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิตซ์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ระยะเวลาในการบันทึก/เล่นกลับ 120 วินาที

-ต่อคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาบันทึกให้ยาวมากขึ้น

-ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป

-สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง

-วงรอบการบันทึกไม่ต่ำกว่า 90,000 ครั้ง

-มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว

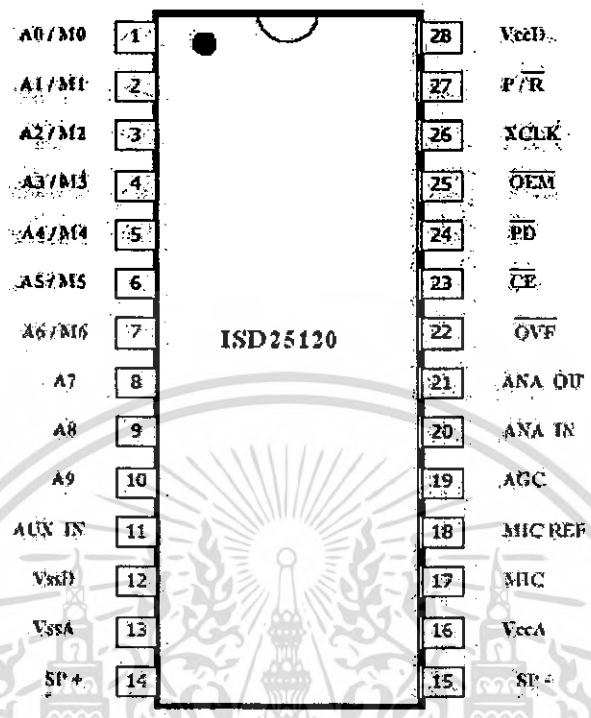
-สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบใช้งานได้

-อัตราการทำงานของไอซีในตระกูล ISD25xx ดังแสดงข้อมูลทางด้านการบันทึกสัญญาณของไอซี ISD25120 ไว้ในตารางที่ 4.1

ตาราง 4.I คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอซี ISD25120

เบอร์ไอซี	ระยะเวลาบันทึก	การสุ่มสัญญาณทางอินพุต(KHz)	ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง(KHz)	ความถี่สัญญานาฬิกาภายใน (KHz)
ISD25120	120 วินาที	4.0	1.7	512

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.1 แสดงลักษณะของไอซี ISD25120

4.2 การทำงานเบื้องต้น

การทำงานเบื้องต้นนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีดระกูลนี้ จากตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซี รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งานและการทำงานเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด

1) Address/Mode Input (A_0-A_9/M_0-M_9) ขา 1-10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุตจะมีอยู่สองฟังก์ชั่นที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSMs เป็น "0" อินพุตก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลตช์โดยขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE และถ้า MSBs มีสถานะเป็น "1" ขาแอดเดรส/โหมดอินพุต จะขึ้นมาอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมดและเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา CE

2) Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขารับทางอินพุตจากภายนอก ซึ่งจะเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของวงจรขยายภายในและขับออกสู่ขาเอาต์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น "1" วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD25120 กันหลายๆ ตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

3) Ground Inputs (V_{SSA},V_{SSD}) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีตระกูล ISD25120 จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอนาล็อก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลาย ในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

4) Speaker Output (Sp+ ,Sp-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD25120 นี้จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขา 14 และ ขา 15 ต่อลำโพงเอาต์พุตนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาด เมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลายๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันของเอาต์พุตหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้ง ขาเอาต์พุตลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรงหากเพราะมีตัวเก็บประจุดับปลิ้งอยู่ภายในเรียบร้อย

5) Voltage Input (V_{CCA},V_{CCD}) ขา 16 และ ขา 28 เป็นขารับ แรงดันที่ต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาล็อกและวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี แล้วขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

6) Microphone Input (MIC) ขา 17จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟน แล้วส่งผ่านสัญญาณข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกดับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุดับปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

7) Microphone Reference Input (MIC REF) ขา 18 จะต่อเข้ากับกราวด์ อนาล็อก (V_{SSA}) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อกำหนดที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

8) Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุตเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของ ปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้ จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์มและจะต้องร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่านลงกราวด์อนาล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และค่าตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

9) Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกคับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้ เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุตอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบ คัตออฟ

10) Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

11) Overflow Output (OVF) ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้ เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้วและจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาต์พุตจากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE อินพุตจนกว่า ขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้งหนึ่ง พัลส์ที่ขา OVF สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD25120 ในตัวถัดไปได้ เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

12) Chip Enable Input (CE) ขา 23 ขา CE จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ "0" เพื่อทำให้เกิดการการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุตและขา P/R อินพุตจะถูกแลตช์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE

13) Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา OVF มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลง ปรากฏขึ้นขา PD ปกติจะเป็น "1" อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซ็ทและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

14) End-Of-Message/Run Output (EOM) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ nonvolatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา EOM นี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

15) External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติแล้วได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาของการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่ การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16) Playback/Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ "0" จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา CE จะเป็นการแลตช์อินพุตที่ขา P/R

ตาราง 4.2 คุณสมบัติทั่วไปของไอซี TSD25120

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำ "0"	V_{IL}	0.8	โวลต์
แรงดันอินพุตด้านสูง "1"	V_{IH}	2	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านต่ำ	V_{OL}	0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูง	V_{OH}	V_{CC}-4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา OVF	$V_{OH\,1}$	2.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา EOM	$V_{OH\,2}$	V_{CC}-1.0	โวลต์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยง Vcc = 5 โวลต์	I_{CC}	25	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนด์บายที่V cc = 5 โวลต์	I_{SB}	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I_{TL}	±1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของทางอินพุต	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุตของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของอินพุตภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของอินพุตอนาล็อก	R_{ANAIN}	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	$A_{PRE\,1}$	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	$A_{PRE\,2}$	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขาAUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลต์/โวลต์
อัตราการขยายของภาคขยายเอาต์พุต	A_{ARP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาต์พุตของ AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5-7	โวลต์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_S	-65-150	องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขั้นตอนในการบันทึกและเล่นเสียง

4.3.1 การบันทึกไม่แบบแบ่งข้อความ

การทำงานในแบบที่1 นั้นจะใช้ในการบันทึกข้อเดียวที่ต่อเนื่องกัน โดยการต่อวงจรการทำงานของขาโหมด(1-7) และขาแอดเดรสนั้น (1-10) จะถูกต่อลงกราวด์หมดในการบันทึกข้อความมีขั้นตอนดังนี้

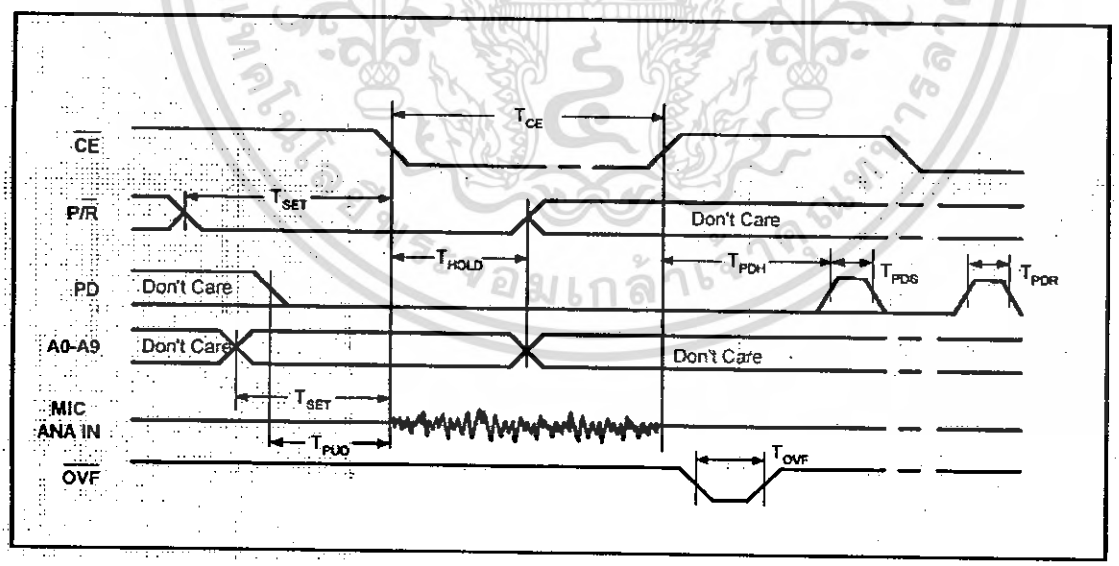
1.ป้อนสัญญาณพัลส์บวก ให้ขาPD มีสถานะเป็น 1 เพื่อรีเซตการทำงานของไอซี

2.ให้ขาP/R (Play/Record) ของไอซีมีสภาวะเป็น 0 เป็นการกำหนดให้ไอซีทำงานเพื่อเป็นการบันทึกข้อความ ในทางกลับกัน ถ้าหากเป็นการเล่นเสียง ก็จะให้มีสภาวะเป็น 1 แทน โดยจะต้องให้สถานะค้างไว้

3.จากนั้นให้กำหนดให้ขา CE(Chip Enable) มีสภาวะเป็น 0 โดยไอซีจะถูกกำหนดให้ทำงานในสภาวะที่ขอบขาลงของสัญญาณพัลส์ที่ขา CE เพื่อเริ่มต้นการบันทึกข้อมูล

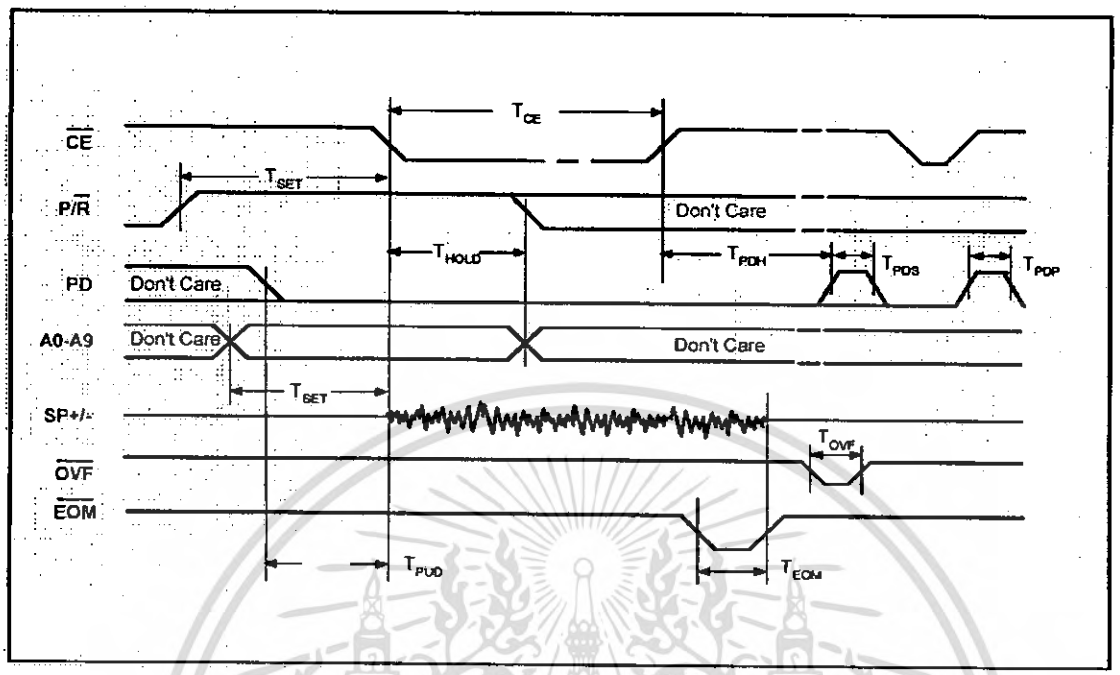
4.พูดข้อความผ่านไมโครโฟนเพื่อบันทึกเสียงลงในไอซี

5.ป้อนพัลส์ลบเข้าที่ขา CE อีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการบันทึก



รูป 4.2 แสดง Timing Diagram ของการบันทึกไม่แบบแบ่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.3 แสดง Timing Diagram ขณะเล่นกลับแบบไม่แบ่งข้อความ

4.3.2 การบันทึกแบบแบ่งข้อความ

การทำงานในแบบที่ 2 นั้น มีการต่อวงจรการทำงานที่คล้ายกันกับแบบที่1 แตกต่างกันตรงที่การต่อขาแอดเดรสของไอซี โดยนอกจากจะเป็นตัวกำหนดแอดเดรสแล้ว ยังทำหน้าที่กำหนดโหมดการทำงานให้แก่ตัวไอซีด้วย โดยจะต่อขา A6 A8 และA9 เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ เพื่อกำหนดการทำงานของไอซีทำงานแบบที่ 2 โดยสามารถจะบันทึกข้อความเป็นส่วนๆได้ และ เลือกอ่านข้อความเฉพาะในส่วนที่เราต้องการได้เช่นกัน โดยต้องกำหนดร่วมกันตามคู่มือของไอซี ส่วนขา A0 จะใช้เป็นขาเพื่อเลื่อนข้อความที่เราต้องการโดยจะเลื่อนข้อมูลไปข้างหน้าทีละช่อง ในการเขียนข้อความแบบลำดับจะเป็นการบันทึกข้อความแบบลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากข้อความแรก จากนั้นก็เป็นข้อความอื่นๆถัดกันไป ส่วนลักษณะการบันทึกข้อความก็คล้ายกันกับการบันทึกในโหมดที่1 โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1.เริ่มจากป้อนสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา PD เพื่อเป็นการรีเซตตัวไอซี

2.ให้ขา P/R มีสถานะเป็น 0 เป็นการกำหนดการทำงานให้ตัวไอซีทำงานเป็นการบันทึกข้อความโดยต่อเข้ากับกราวด์ค้างไว้

3.ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เพื่อเริ่มต้นการบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.พูดข้อความผ่านไมโครโฟนเพื่อบันทึกเสียงลงในไอซีไปเรื่อยๆจนจบข้อความแรก
5.ป้อนพัลส์ลบเข้าที่ขา CE อีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการบันทึกข้อความแรก
6.จากนั้นป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เพื่อเป็นเริ่มต้นการบันทึกข้อความที่ 2
7.ทำการบันทึกข้อความลงที่ 2 ในไอซีไปเรื่อยๆจนจบ
8.ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เพื่อเป็นสิ้นสุดการบันทึกข้อความที่ 2

ข้อความในตำแหน่งถัดๆไปก็ทำเช่นเดียวกันคือป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เพื่อเริ่มต้นการบันทึก พูดข้อความผ่านไมโครโฟนแล้วป้อนพัลส์ลบเข้าที่ขา CE อีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการบันทึกข้อความ ทำการบันทึกจนจบเวลาที่ไอซีบันทึกได้ แต่ถ้าหากเกินกว่าค่าเวลาที่ไอซีสามารถบันทึกได้ ข้อความแรกที่เราทำการบันทึกไว้ก่อนหน้าที่ตำแหน่งต้นๆก็จะถูกทับด้วยข้อความที่เราทำการบันทึกหลังสุด

4.4 การอ่านข้อความเสียง

4.4.1 การอ่านข้อความเสียงแบบเป็นลำดับ

1.ป้อนสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา PD เพื่อเป็นการรีเซ็ตการทำงานของตัวไอซี
2.ป้อน ไฟบวกเข้าที่ขา P/R เพื่อเป็นการกำหนดการอ่านข้อความจากตัวไอซีที่เราได้ทำการบันทึกไว้ โดยให้มีสภาวะเป็น 1 ตลอดเวลาที่ทำการอ่านข้อความ
3.จากนั้นป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เพื่อเป็นเริ่มต้นการอ่านข้อความแรก ข้อความก็จะถูกเล่นไปจนจบ
4.จากนั้นป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เพื่อเป็นเริ่มต้นการอ่านข้อความที่ 2 ข้อความก็จะถูกเล่นไปจนจบ

ข้อความที่ 3 ที่ 4....และต่อๆไปก็ทำเหมือนๆกัน โดยการป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE แล้วปล่อยให้ข้อความเล่นไปจนจบ แต่ถ้าหากว่าเราให้สัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE ในขณะที่กำลังเล่นอยู่ ยังไม่จบข้อความ เสียงที่เล่นอยู่ก็จะหยุดไปชั่วขณะ เหมือนกับการกดปุ่ม PAUSEในเครื่องเล่นซีดี และเมื่อป้อนป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE อีกครั้งข้อความก็จะเล่นต่อจากที่เราหยุดไว้ มันจะเป็นความผิดพลาดหากว่าใช้ในการอ่านข้อมูลที่เราอยากจะให้ทำแต่ส่งสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมการทำงานที่ขา CE ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากโครงงานนี้จะเป็นการอ่านข้อความโดยไม่เรียงลำดับ เนื่องมาจากข้อความเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้ก่อนนั้นจะเป็นข้อความของสถานที่ ในตำแหน่งต่างๆ ตามค่าละติจูด และค่าลองติจูดที่อ่านได้มาจากเครื่องรับ GPS เก็บเป็นค่าตำแหน่งไว้แล้วระบุชื่อสถานที่โดยให้เป็นข้อความเสียงซึ่งเก็บไว้สำหรับเป็นข้อมูลหรือก็คือเราได้สร้างแผนที่ไว้ก่อน แต่แทนที่ที่จะอ้างตำแหน่งไว้โดยสร้างแผนที่ในกระดาษ แต่จะเก็บค่าตำแหน่งของสถานที่ไว้ในหน่วยความจำภายในตัว MCS51 แทน ส่วนตัวที่จะระบุตำแหน่งเพื่อจะให้รู้ตำแหน่งนั้นก็จะเก็บชื่อของสถานที่ไว้ในรูปแบบของเสียงซึ่งจะอ้างตำแหน่งเป็นลำดับ

จะเห็นว่าสำหรับตำแหน่งต่างๆที่เราไปนั้น เมื่อให้เครื่องรับ GPS รับสัญญาณที่มาจากดาวเทียมโดยที่ปรกติแล้วจะอ่านตำแหน่งต่างๆออกมาอยู่แล้ว เมื่อนำข้อมูลที่รับได้มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่เก็บไว้ เป็นไปได้น้อยที่จะตรงกับข้อมูลที่ได้เก็บไว้เป็นลำดับนั้น

จึงต้องเข้าหาข้อมูลแบบไม่เป็นลำดับ เพื่อจะให้ได้ข้อมูลที่ตรงตามสถานที่จริงในตำแหน่งที่เราอยู่ การอ่านข้อความแบบไม่เป็นลำดับนี้จะแตกต่างจากการอ่านแบบลำดับข้อมูลก็คือ การควบคุมการทำงานโดยการเลื่อนข้อความให้ตรงกับที่ต้องการอ่านโดยที่ขา A0 ของไอซีเพื่อเลื่อนข้อความ (Shift) สำหรับการอ่านข้อความเสียงแบบไม่เป็นลำดับนั้นมีหลักการ ควบคุมการทำงานที่ขาควบคุมของไอซีที่ขาต่างๆก็คือ

4.4.2 การอ่านข้อความเสียงแบบไม่เป็นลำดับ

1.ป้อนสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา PD เพื่อเป็นการรีเซตการทำงานของตัวไอซี

2.ป้อนไฟบวก(Logig 1) เข้าที่ขา P/R เพื่อเป็นการกำหนดการอ่านข้อความจากตัวไอซีที่เราได้ทำการบันทึกไว้ โดยให้มีสภาวะเป็น 1 ตลอดเวลาที่ทำการอ่านข้อความ

3.ป้อนไฟบวก(Logig 1) เข้าที่ขา A0 (Shift) เพื่อเป็นการเปิดการเลื่อนข้อมูล

4.จากนั้นป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE 1ครั้ง เป็นการเลื่อนข้อมูลที่ต้องการอ่านไปที่1ช่อง

5.ป้อนไฟลบ(Logig 0) เข้าที่ขา A0 (Shift) เพื่อเป็นการปิดการเลื่อนข้อมูล

6.ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เป็นการอ่านข้อความที่ 2 ออกมาจนกว่าจะจบ

7.จากที่อ่านข้อความที่ 2 เสร็จ ถ้าต้องการอ่านข้อความที่ 6 โดยป้อนไฟบวก(Logig 1) เข้าที่ A0 (Shift) เพื่อเป็นการเปิดการเลื่อนข้อมูลใหม่

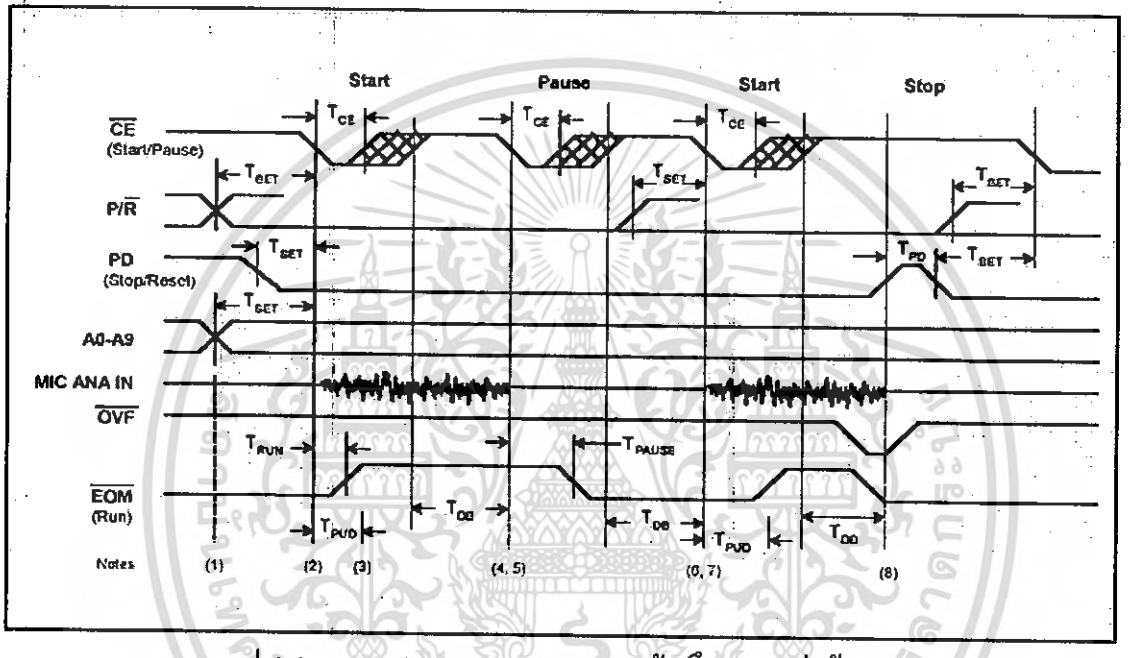
8.จากนั้นป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE 3 ครั้ง เป็นการเลื่อนข้อมูลที่ต้องการอ่านไปที่ 3 ช่อง ตำแหน่งที่ถูกอ่านจะเป็นตำแหน่งที่ ตำแหน่งที่อ่านอยู่(2)+จำนวนพัลส์ลบเข้าที่ขา CE (3)+1 จะได้ตำแหน่งที่ถูกอ่านคือ2+3+1=6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.ป้อนไฟลบ(Logig 0) เข้าที่ขา A0 (Shift) เพื่อเป็นการปิดการเลื่อนข้อมูล

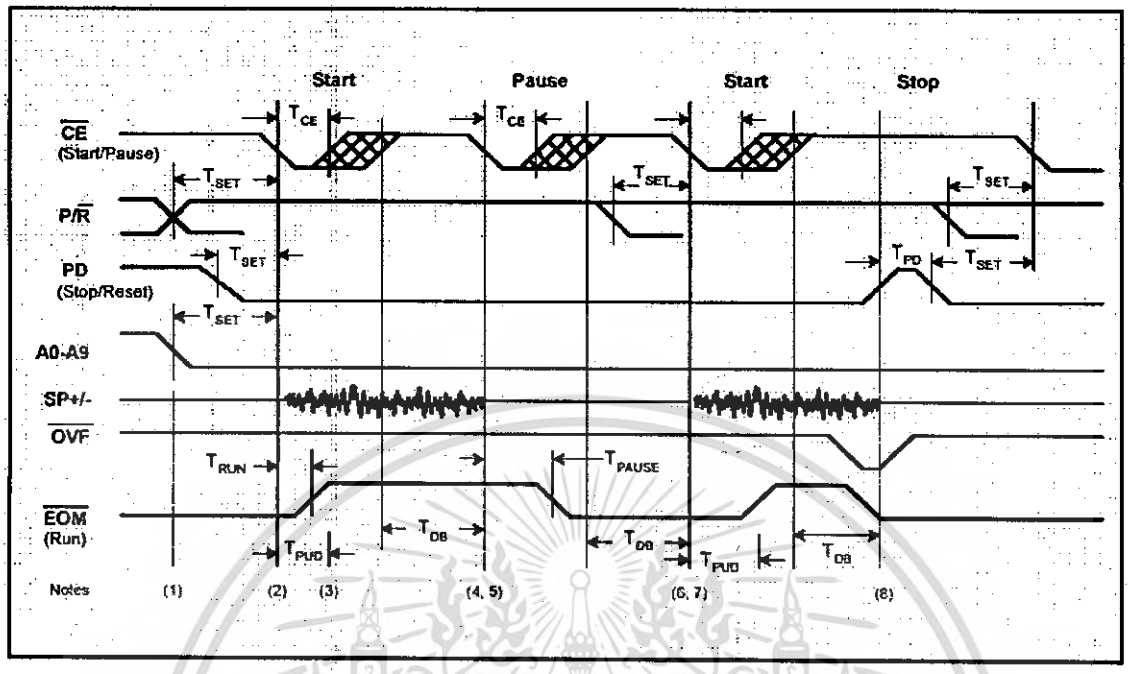
10.ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา CE เป็นการอ่านข้อความที่ 6 ออกมาจนกว่าจะจบ

11.เพื่อความสดวกในการเข้าถึงข้อมูล โดยไม่ต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่กำลังอ่านอยู่ จะทำการรีเซ็ตตัวไอซี เพื่อให้ตำแหน่งที่อ่านเริ่มต้นที่ตำแหน่งแรกใหม่อีก ทุกครั้งที่อ่านข้อความที่ทำการ Shift ไปโดยป้อนสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา PD เพื่อเป็นการรีเซ็ตการทำงานของตัวไอซี



รูป 4.4 แสดง Timing Diagram ขณะบันทึกแบบแบ่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.5 แสดง Timing Diagram ขณะเล่นกลับแบบแบ่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลอง

เริ่มต้นโดยการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการดำเนินการ โดยศึกษาแบบเจาะจงไปในส่วนที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของเครื่องรับจีพีเอส (GPS receiver) นั้นจะเน้นไปเกี่ยวกับคุณสมบัติภายในตัวเครื่องรับเองว่าทำงานอย่างไร ให้ข้อมูลอะไรออกมา เพื่อนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ไปประกอบและประยุกต์และ จะได้ดำเนินการต่อไป ในส่วนของหลักการและทฤษฎีโดยละเอียด นั้นกล่าวเพียงเล็กน้อย ส่วนของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็ต้องรู้ว่าทำงานอย่างไร เราสามารถที่จะนำไปควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ ที่เราต้องการควบคุมควรจะดำเนินการเช่นไร ซึ่งในส่วนของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 นี้ เป็นหัวใจหลักเนื่องจากเป็นตัวกลางในการข้อมูล เพื่อนำมาประมวลผล จากนั้นก็จะสร้างสัญญาณควบคุมสำหรับไปควบคุมในส่วนของตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลในที่นี้จะใช้เป็นข้อความที่เป็นเสียง เล่นผ่านตัวไอซีบันทึกเสียง เบอร์ ISD25120 ให้แสดงผลออกมาเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ภายในตัวตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนแล้ว

การดำเนินการเมื่อพิจารณาจากคู่มือของตัวเครื่องรับจีพีเอส นั้นเราไม่สามารถที่จะไปดำเนินการ จัดการหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลใดๆ ภายในตัวเครื่องรับจีพีเอส ได้เนื่องมาจากภายในตัวของมันมีหน้าที่โดยรับสัญญาณที่มาจากดาวเทียม แล้วทำการประมวลผลแล้วส่งข้อมูลออกมาในรูปรหัส จะเป็นข้อมูลที่ต่อเนื่องกันออกมา หน้าที่ของเราคือทำการเขียนโปรแกรมให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้สามารถรับข้อมูลจากตัวเครื่องรับจีพีเอส แล้วนำมาแยกเอาข้อมูลเพาะในส่วนที่จำเป็นต่องใช้เพื่อนำไปประมวลผลเปรียบเทียบข้อมูล เป็นเงื่อนไขที่เอาไว้สำหรับควบคุมตัวแสดงผลต่อไป

5.1 การเชื่อมต่อตัวเครื่องรับจีพีเอส เข้ากับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการเชื่อมต่อตัวเครื่องรับจีพีเอส เข้ากับส่วนของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น เริ่มโดยการเขียนโปรแกรมให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูลมาจากเครื่องรับจีพีเอส เนื่องจากข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องรับจีพีเอส นั้นเป็นข้อมูลที่ส่งแบบอนุกรม การรับข้อมูลจึงรับมาเป็นแบบอนุกรมเช่นกัน โดยให้แสดงผลออกมาทางจอแอลซีดี(LCD-Liquid Crystal Display) และให้แสดงเฉพาะในส่วนของค่า ละติจูด และลองติจูด เพราะข้อมูลนี้จะนำเอาไปใช้สำหรับกำหนดเงื่อนไขต่อไป และเพื่อเป็นการทดลองว่าข้อมูลที่อ่านได้ตรงตามที่คู่มือกำหนด เป็นการป้องกันความผิดพลาดที่จะดำเนินการในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

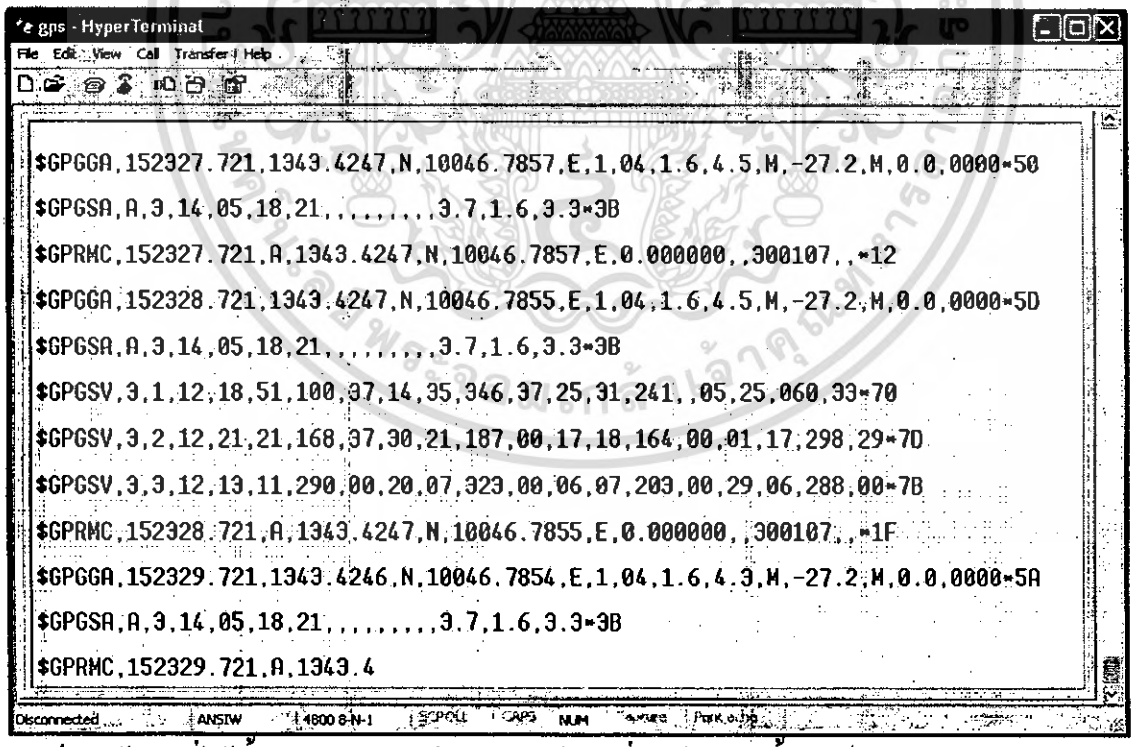
ผลที่ได้ เมื่อทำการรันโปรแกรมแล้วจะได้ผลออกมาที่หน้าจอแอลซีดี ปรากฏขึ้นมาทำการอ่านข้อมูลที่ได้ แล้วนำไปเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบโดยอ่านจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางไฮเปอร์เทอร์มินอล(Hyper Terminal) ดำเนินการโดยต่อสายอนุกรมของเครื่องรับจีพีเอส เข้ากับช่องต่อแบบอนุกรม ทำการทดสอบโดย

1.เข้าไปที่หน้าจอปรกติเครื่องคอมพิวเตอร์ไปที่

Start> All Programs> Accessories> Communications> Hyper Terminal ตั้งชื่อในช่อง Name เลือกไอคอนที่ Icon จากนั้นเลือกตอบตกลงที่ OK

2.หน้าต่างถัดเลือกที่ Connect Using เป็น COM1 เป็นการเลือกช่องทางสื่อสารเป็นแบบอนุกรม เลือกตอบตกลงที่ OK

3.ต่อจากนั้นในช่อง Bits Per Second ให้ตรงกับของเครื่องรับจีพีเอส ในที่นี้ใช้เป็น 4800 ตรงจุดนี้ค่อนข้างสำคัญเพราะหากว่าตั้งไม่ตรงกันข้ออมูลที่ได้ก็ผิดพลาด ทำการเทียบข้อมูลที่อ่านได้เทียบกับที่อ่านได้จากจอแอลซีดีเมื่อค้ข้อมูลที่ตรงกันแล้วจึงดำเนินการขั้นต่อไปทั้งนี้ตำแหน่งที่ทดสอบจะต้องเป็นจุดเดียวกันด้วย



จะเห็นว่าข้อมูลที่ได้นั้นมีอยู่หลายชุดข้อมูล แต่ข้อมูลที่เราต้องการนั้นจะเป็นโหมดของ $GPGGA ซึ่งจะต้องใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการแยกเอาข้อมูลชุดนี้ออกมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

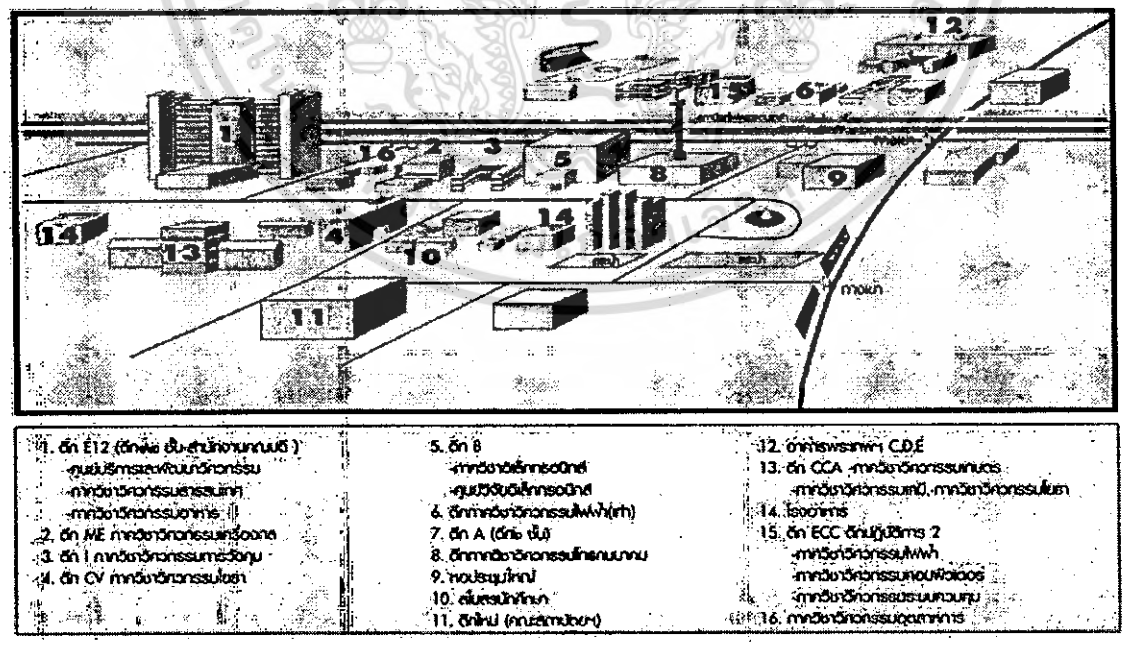
5.2 การเก็บข้อมูล

เมื่อทดสอบจนแน่ใจแล้วว่าสัญญาณที่รับได้จากเครื่องรับ GPS ถูกต้องแน่นอนแล้วต่อไปเป็นขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ จุดต่างๆโดยอ่านข้อมูลที่แสดงออกมา แล้วทำการเก็บข้อมูลไว้โดยข้อมูลส่วนนี้จะนำไปเพิ่มในส่วนของโปรแกรมไว้อ้างตำแหน่งนั่นเอง

ผลที่ได้ สำหรับการทดสอบการเก็บข้อมูล เมื่อเริ่มทำการป้อนแหล่งจ่ายให้แก่เครื่องรับจีพีเอส การอ่านค่าข้อมูลนั้นจะต้องรอประมาณ 1นาทีก่อนที่ค่าของข้อมูลที่ต้องการออกมาซึ่งนั่นหมายถึง ไม่สามารถที่จะอ่านข้อมูลได้ทันที แล้วยังเกิดปัญหาในการรับสัญญาณอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญก็คือเรื่องของสภาพสถานที่ที่ปิดนั้นจะไม่สามารถรับสัญญาณได้ หรือแม้กระทั่งว่าวันใดที่สภาพอากาศเลวร้าย เช่น มีเมฆมาก พายุฝนตก ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบต่อการรับสัญญาณทั้งสิ้น หรืออาจเป็นบริเวณตึกอาคารใหญ่สัญญาณจากดาวเทียมก็ไม่สามารถที่จะทะลุผ่านมายังเครื่องรับจีพีเอสได้ส่วนนี้เป็นประเด็นหนึ่งที่ต้องคำนึงในการใช้งานด้วย

ค่าของข้อมูลที่ทำการเก็บจะเป็นข้อมูลที่ระบุตำแหน่ง ประกอบด้วย ค่าตำแหน่ง ละติจูด และ ค่าลองติจูด ทดสอบโดยการเดินไปที่ตำแหน่งต่างๆที่ต้องการเก็บข้อมูล ทำการอ่านข้อมูลที่ได เปรียบเทียบข้อมูลที่อ่านได้ เพื่อดูค่าความแตกต่างของข้อมูลค่าตัวอย่างข้อมูลของตำแหน่งต่างๆที่เก็บได้แสดงในตาราง

แผนที่ภายใน คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.1 แสดงค่าตัวอย่างข้อมูลของตำแหน่งต่างๆที่เก็บได้และลำดับข้อความเสียง

ลำดับเสียง	ลำดับ	หน้าสถานที่,ทิศทาง	ตำแหน่ง(x1,y1,x2,y2)
0		1	
1		2	
2		3	
3		4	
4		5	
5		6	
6		7	
7		8	
8		9	
9		10	
10		ยี่	
11		ร้อย	
12		เมตร	
13	0	หอประชุม	66,61,61,67
14	1	ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์	63,65,60,67
15	2	อาคารเรียนรวม6ชั้น	61,59,57,61
16	3	ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	64,63,50,67
17	4	ภาควิชาวิศวกรรมวัดคุม	47,63,46,65
18	5	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	47,59,45,62
19	6	ตึกปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา	45,59,43,62
20	7	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	46,64,42,68
21	8	โรงยิม1	43,60,40,62
22	9	อาคารเรียนรวม12ชั้น	38,63,31,68
23	10	โรงอาหาร3	35,59,32,62
24		ด้านหน้า	
25		ด้านขวา	
26		ด้านหลัง	
27		ด้านซ้าย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28		หยุดเพื่อดูทิศทาง	
29		ถึงที่หมาย	

การเก็บค่าข้อมูลนั้นการระบุค่าตำแหน่งที่เที่ยงตรงนั้น ค่อนข้างยากเนื่องจากว่าค่าของความคลาดเคลื่อนในการระบุค่าตำแหน่งของเครื่องรับจีพีเอสเองนั้นก็อยู่ในช่วง15เมตร การระบุตำแหน่งที่ใกล้กันอาจต้องใช้ตำแหน่งร่วมกัน

สำหรับปัญหานี้นั้นจะมีปัญหาน้อยลงถ้าหากว่าใช้กับสถานที่ที่ห่างกันพอสมควร เช่นการใช้อ่านตำแหน่งของป้ายรถเมล์ หรือตำแหน่งซอยต่าง หรือ การระบุตำแหน่งของสถานที่สำคัญๆ อาทิ โรงพญาบาล โรงเรียนเป็นต้น โดยระบุเป็นภาพโดยรวม เมื่อได้ตำแหน่งต่างๆแล้วก็ทำการเก็บเป็นข้อมูลอ้างอิง แล้วเพิ่มโปรแกรมในส่วนของการเปรียบเทียบข้อมูล

5.3 การทดสอบตัวแสดงเสียง

ในส่วนของภาคแสดงผลทางเสียงนี้ เริ่มจากการต่อวงจรทดลองเพื่อทดสอบการบันทึกและการเล่นเสียงดูหลักการในการใช้ขาควบคุมต่างของไอซี ISD25120 เพื่อที่ว่าเราจะได้ใช้หลักการนี้ในการเชื่อมต่อส่วนของภาคควบคุมและในส่วนของตัวแสดงข้อความเสียงนี้เข้าด้วยกัน โดยในการบันทึกแต่ละข้อความนั้นต้องพิจารณาเรื่องของการหน่วงเวลา เมื่อเล่นเสียงออกมาด้วยเนื่องจากการเก็บข้อความเป็นแบบลำดับ แม้ว่าการอ่านข้อความสามารถสุ่มอ่านข้อความได้แต่เงื่อนไขที่เข้าถึงตำแหน่งข้อความก็ต้องอาศัยการเลื่อน(Shift)ตำแหน่งข้อความ โดยการนับจำนวนพัลส์ไปเท่ากับลำดับที่ข้อความเสียงที่ต้องการอ่านนั้นอยู่ ผลของความกว้างของพัลส์ที่กำหนดในโปรแกรมนั้นต้องใช้ระยะเวลาค่าหนึ่ง หากว่าลำดับของข้อความที่ต้องการอ่านมีค่ามากก็จะทำให้หน่วงเวลามากตาม

ผลที่ได้ ในการทดสอบบันทึกและเล่นเสียงโดยการควบคุมด้วยมือนี้ไม่ค่อยมีปัญหาเกิดขึ้น โดยทำการทดลองตามขั้นตอน สำหรับตอนแรกเริ่มจากการบันทึกและเล่นเสียงแบบที่ไม่มีการแบ่งการบันทึกและเล่นเสียง เมื่อเข้าใจหลักการเบื้องต้นแล้วก็เป็นการทดสอบการบันทึกและเล่นเสียงแบบที่มีการแบ่งการบันทึกและเล่นเสียงเพื่อดูหลักการในการเข้าอ่านเฉพาะในส่วนของข้อความที่ต้องการ สำหรับปัญหาที่เกิดจะเป็นในเรื่องของคุณภาพของเสียงที่ทำการบันทึกลงไปในตัวไอซีนี้เวลาเล่นออกมาแล้วเสียงไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

จากนั้นทดลองเขียนโปรแกรมเฉพาะส่วนของการควบคุมการเล่นเสียงเพื่อทดสอบการเชื่อมต่อการเชื่อมต่อส่วนของภาคควบคุมและในส่วนของตัวแสดงข้อความเสียงนี้เข้าด้วยกันเป็นการจำลองว่าสมมุติเหมือนกับว่าตอนนี้อยู่ที่ตำแหน่งใดๆ แล้วให้แสดงข้อความเสียงของตำแหน่งนั้นออกมา

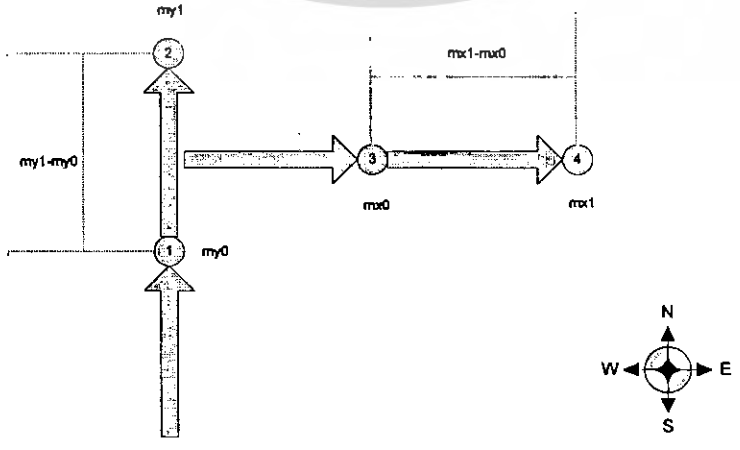
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้ เนื่องมาจากสภาวะที่ใช้สำหรับขาควบคุมต่างของตัวไอซีบันทึกเสียงมีการใช้ขอบขาขึ้นของสัญญาณควบคุมและขอบขาลง รวมทั้งสภาวะเป็นบวกค้างหรือลบค้าง ดังนั้นการกำหนดสัญญาณควบคุมจึงต้องกำหนดให้ตรงกันกับเงื่อนไขที่ขาดวบคุมต่างๆนั้นต้องการ ส่วนของระยะเวลาในการเล่นเสียงนั้นจำเป็นที่จะต้องให้เล่นไปจนจบข้อความก่อน จึงจะให้โปรแกรมทำงานในคำสั่งอื่นต่อไป และเนื่องจากว่าระยะเวลาในการเล่นเสียงในแต่ละข้อความนั้นมีเวลาที่ไม่เท่ากัน การใช้การหน่วงเวลาให้เท่ากับข้อความที่ยาวที่สุดที่ทำการบันทึกอาจเกิด ข้อผิดพลาดในการอ่านข้อความได้ หรือถ้าหากระยะเวลาของข้อความที่สั้นที่สุดมีความแตกต่างจากระยะเวลาของข้อความที่ยาวที่สุดแล้วก็จะทำให้ข้อความที่แสดงออกมาไม่ต่อเนื่องผลมาจากระยะเวลาของการหน่วงเวลานั่นเอง เพื่อเป็นการลดปัญหาให้น้อยลงจึงใช้ขา End-Of-Message/Run Output (EOM) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ Nonvolatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา EOM นี้จะให้เอาท์พุตออกมาเป็น “0” เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว ป้อนกลับมาเป็นเงื่อนไขสำหรับให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เช็คว่าข้อความที่กำลังเล่นอยู่สิ้นสุดหรือยังก่อนที่จะไปทำคำสั่งอื่นต่อไป แต่ปัญหาก็ยังเกิดขึ้นในกรณีที่ตองการอ่านข้อความลำดับที่บันทึกไว้ที่ห่างกัน การอ่านข้อมูลต้องใช้คำสั่งการเลื่อนข้อความไปที่ตำแหน่งที่ต้องการอ่านก็ต้องใช้จำนวนพัลส์จึงเกิดการหน่วงเวลาเช่นกัน

5.4 แนวคิดของเสียงนำทาง

การหาค่าระยะทางที่เกิดค่าข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปหนึ่งค่า

การหาค่าระยะทางที่เกิดค่าข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปหนึ่งค่าเพื่อเป็นการใช้หาระยะทางของสถานที่กับตำแหน่งที่กำลังยืนอยู่โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลหนึ่งค่า นั่นหมายถึงเมื่อรู้ว่าเปลี่ยนไปมากกว่าหนึ่ง ก็ใช้ผลต่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลคูณด้วยระยะห่างหนึ่งหน่วย ก็จะรู้ระยะทางของตำแหน่งนั้นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มจากหาตำแหน่งเริ่มต้นโดยการเดินไปทางทิศเหนืออ่านค่าที่ได้จากเครื่องรับ GPS พิจารณาค่าละติจูดก่อนจนค่าที่อ่านได้เปลี่ยนไป 1 ค่ากำหนดจุดนั้นเป็นตำแหน่งเริ่มต้น จากนั้นเดินหน้าไปทางทิศเหนือจนค่าที่อ่านได้เปลี่ยนไป 1 ค่าอีกครั้งโดยพยายามเดินให้อยู่แนวเหนือ-ใต้ และเดินแนวตรงที่สุดค่าที่อ่านได้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าลองติจูดทำการวัดระยะห่างระหว่างจุดเป็นค่าระยะทาง 1 หน่วยต่อค่าละติจูดเปลี่ยนไป 1 ค่า

จากนั้นเดินไปทางทิศตะวันออกอ่านค่าที่ได้จากเครื่องรับ GPS พิจารณาค่าลองติจูดจนค่าที่อ่านได้เปลี่ยนไป 1 ค่ากำหนดจุดนั้นเป็นตำแหน่งเริ่มต้น จากนั้นเดินหน้าไปทางทิศตะวันออกจนค่าที่อ่านได้เปลี่ยนไป 1 ค่าอีกครั้งโดยพยายามเดินให้อยู่แนวตะวันออก-ตะวันตกและเดินแนวตรงที่สุดค่าที่อ่านได้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าละติจูดทำการวัดระยะห่างระหว่างจุดเป็นค่าระยะทาง 1 หน่วยต่อค่าลองติจูดเปลี่ยนไป 1 ค่า

5.5 เงื่อนไขของทิศทาง

สำหรับเป้าหมายนั้นก็คือข้อมูลตำแหน่งของสถานที่ที่เก็บไว้ก่อนแล้วในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เหมือนเป็นตารางข้อมูลไว้ให้เลือก โดยการจัดเก็บแบบอาเรย์เพื่อให้การเข้าถึงข้อมูลโดยการชี้ลำดับเพื่อเอาข้อมูลในตำแหน่งที่ระบุมาใช้ข้อมูลที่เก็บใช้เป็นแบบเลขจำนวนเต็มเพื่อประหยัดพื้นที่และง่ายต่อการวิเคราะห์

ในส่วนของข้อมูลที่อ่านจากเครื่องรับ GPS จะเป็นข้อมูลที่อ้างตำแหน่งที่เรายืนอยู่ และเคลื่อนที่ไป ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของ ASCII CODE จึงจำเป็นต้องแปลงให้อยู่ในรูปของเลขจำนวนเต็มเช่นเดียวกันกับค่าของตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อจะได้เปรียบเทียบกันได้สะดวก

หลังจากที่ได้ทำการทดสอบการอ่านข้อมูลจากเครื่องรับ GPS แล้วที่ได้เก็บข้อมูลไว้ดังตารางโดยแต่ละสถานที่มีข้อมูลระบุตำแหน่งไว้สองค่าคือค่าละติจูดเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างตำแหน่งในแนวทิศเหนือ-ใต้ โดยการแทนด้วยแกน Y ค่าของข้อมูลมีค่ามากเมื่อตำแหน่งอยู่ทางทิศเหนือค่าของข้อมูลมีค่าน้อยลงเมื่อตำแหน่งอยู่ทางทิศใต้

ค่าลองติจูดเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างตำแหน่งในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก โดยการแทนด้วยแกน X เพื่อให้ง่ายต่อการอ้างถึงทิศทาง ค่าลองดิจูดเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างตำแหน่งในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ค่าของข้อมูลมีค่ามากเมื่อตำแหน่งอยู่ทางทิศตะวันดกค่าของข้อมูลมีค่าน้อยลงเมื่อตำแหน่งอยู่ทางทิศตะวันออก

ในส่วนของทิศทางในการเดินทางให้ไปถึงเป้าหมายได้ โดยอาศัยเรื่องของแกน XY ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเราเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามแนวแกน XY โดยการกำหนดค่าตำแหน่งเมื่อเริ่มทำการเลือกเป้าหมายแล้ว ค่าที่อ่านได้จากเครื่องรับ GPS เริ่มแรก จะแทนด้วยค่าตำแหน่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเมื่อราทำการเดินไปข้างหน้าจนทำให้ค่าที่อ่านได้จากเครื่องรับ GPS เปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิมหนึ่งค่า เมื่อนำเอาตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิมหนึ่งค่านี้ นำไปเทียบกับตำแหน่งเริ่มต้นซึ่งมีความเป็นไปได้สี่ทางด้วยกัน โดยการแทนแนวทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยค่าบวก(+)หากตำแน่งที่ยืนอยู่(my,mx)อ่านค่าได้มากกว่าเมื่อเทียบกับค่าของตำแหน่งเริ่มต้นที่ใช้ในการอ้างอิง(ry,rx) ส่วนค่าลบ(-)หากตำแน่งที่ยืนอยู่(my,mx)อ่านค่าได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับค่าของตำแหน่งเริ่มต้นที่ใช้ในการอ้างอิง(ry,rx) คือ

1.การเคลื่อนที่ไปในแนว -X (กำลังเดินไปในทางทิศตะวันตก)

เป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวแกน X โดยที่ค่าเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิมหนึ่งค่าจากการเดินของเรา เมื่อเทียบกันกับค่าตำแหน่งเริ่มต้นที่ผ่านมา ค่าผลต่างในแนวแกน X มีค่าเป็นลบหนึ่ง ส่วนค่าผลต่างในแนวแกน Y มีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือเรากำลังเดินไปในทางทิศตะวันดก เมื่อเทียบกับตำแหน่งที่ผ่านมา การเลียวซ้ายคือการเดินไปทางทิศใต้ ส่วนการเลี้ยวขวาคือการเดินไปทางทิศเหนือ

2.การเคลื่อนที่ไปในแนว +X (กำลังเดินไปในทางทิศตะวันออก)

เป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวแกน X โดยที่ค่าเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิมหนึ่งค่าจากการเดินของเรา เมื่อเทียบกันกับค่าตำแหน่งเริ่มต้นที่ผ่านมา ค่าผลต่างในแนวแกน X มีค่าเป็นบวกหนึ่ง ส่วนค่าผลต่างในแนวแกน Y มีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือเรากำลังเดินไปในทางทิศตะวันออก เมื่อเทียบกับตำแหน่งที่ผ่านมา การเลียวซ้ายคือการเดินไปทางทิศเหนือ ส่วนการเลี้ยวขวาคือการเดินไปทางทิศใต้

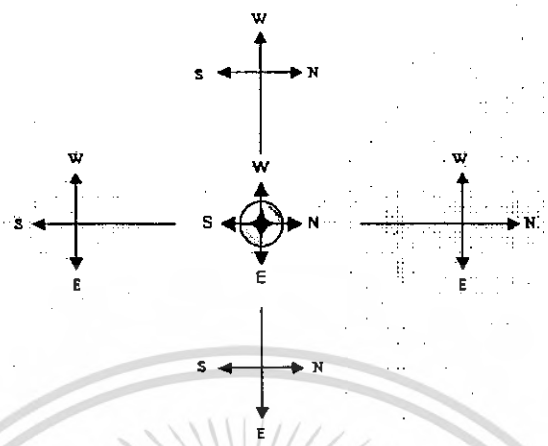
3.การเคลื่อนที่ไปในแนว +Y (กำลังเดินไปในทางทิศเหนือ)

เป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวแกน Y โดยที่ค่าเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิมหนึ่งค่าจากการเดินของเรา เมื่อเทียบกันกับค่าตำแหน่งเริ่มต้นที่ผ่านมา ค่าผลต่างในแนวแกน Y มีค่าเป็นหนึ่ง ส่วนค่าผลต่างในแนวแกน X มีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือเรากำลังเดินไปในทางทิศเหนือ เมื่อเทียบกับตำแหน่งที่ผ่านมา การเลียวซ้ายคือการเดินไปทางทิศตะวันตก ส่วนการเลี้ยวขวาคือการเดินไปทางทิศตะวันออก

4.การเคลื่อนที่ไปในแนว –Y(กำลังเดินไปในทางทิศใต้)

เป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวแกน Y โดยที่ค่าเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิมหนึ่งค่าจากการเดินของเรา เมื่อเทียบกันกับค่าตำแหน่งเริ่มต้นที่ผ่านมา ค่าผลต่างในแนวแกน Y มีค่าเป็นลบหนึ่ง ส่วนค่าผลต่างในแนวแกน X มีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือเรากำลังเดินไปในทางทิศใต้ เมื่อเทียบกับตำแหน่งที่ผ่านมา การเลียวซ้ายคือการเดินไปทางทิศตะวันออก ส่วนการเลี้ยวขวาคือการเดินไปทางทิศตะวันตกนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากผังข้างบนจะเห็นว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีทางเป็นไปได้สี่กรณี ในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าโดยการแทนแนวการเคลื่อนที่ทั้งสี่ทิศทางบนแนวแกน X และ Y และการกำหนดจุดเริ่มต้นบนแกนแทนด้วยค่าเริ่มต้นที่อ่านค่าได้จากเครื่องรับ GPS โดยเป็นค่าอ้างอิงเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลชุดถัดไปที่อ่านเข้ามาเมื่อเวลาถัดไป แต่เนื่องจากข้อมูลทั้งสองเป็นข้อมูลตัวเดียวกันแต่สำหรับการทดลองพบว่าจำเป็นที่จะต้องให้จดจำค่าตำแหน่งเรื่อมต้นอ้างอิง(ry,rx)อยู่ตลอดเวลาเพื่ออ้างทิศทางที่เดินหน้าไป เพราะการเคลื่อนที่ไปจนทำให้ค่าเปลี่ยนแต่ละครั้งต้องนำมาเทียบกับตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อให้รู้ทิศทางที่กำลังเดินไปซึ่งเป็นการเดินหน้าจะได้ค่าทิศทางหลัก จากนั้นมาดูที่ตำแหน่งของแต่ละสถานที่ว่าอยู่ในทิศทางใดเมื่อเทียบกันกับทิศทางหลัก โดยทำการเปรียบเทียบตำแหน่งของสถาน(ty,tx)ที่กับตำแหน่งที่ยืนอยู่(my,mx)อยู่ในบริเวณที่แบ่งพื้นที่ไว้ว่าจะอยู่ในทิศทางใดของจำแหน่งที่ยืนอยู่ ด้วยเหตุนี้ทำให้รู้ได้ว่าเมื่อเราต้องการไปที่สถานที่ใดๆนั้นได้เนื่องจากรู้ทิศทาง หรือรู้ว่าตำแหน่งใดอยู่ใกล้ได้เพื่อเดินไปที่ตำแหน่งถัดไปได้ เช่นเมื่อเดินไปทางทิศเหนือจะทำให้ค่าข้อมูลละดิจูด(my,mx)เพิ่มขึ้นจนกระทั่งมากกว่าค่าตำแหน่งเรื่อมต้นอ้างอิง (ry,rx) ตำแหน่งของสถาน(ty,tx)ที่อยู่ทางทิศเหนือของตำแหน่งที่ยืนอยู่นั้นจะอยู่ทางด้านหน้า(1) ตำแหน่งของสถาน(ty,tx)ที่อยู่ทางทิศตะวันออกของตำแหน่งที่ยืนอยู่นั้นจะอยู่ทางด้านขวา(2) ตำแหน่งของสถาน(ty,tx)ที่อยู่ทางทิศใต้ของตำแหน่งที่ยืนอยู่นั้นจะอยู่ทางด้านหลัง(3)ตำแหน่งของสถาน(ty,tx)ที่อยู่ทางทิศตะวันตกของตำแหน่งที่ยืนอยู่นั้นจะอยู่ทางด้านซ้าย(4)ของผู้สังเกตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

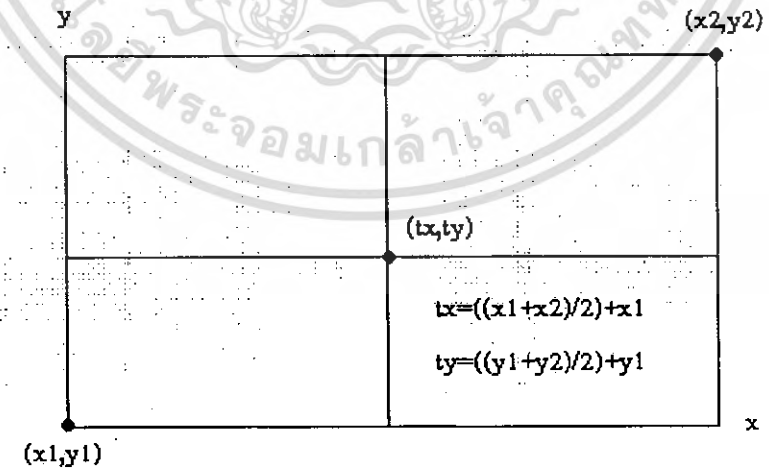
เงื่อนไข	ทิศทาง				ทิศทางหลัก
my>ry	1	2	3	4	ทิศเหนือ
mx>rx	4	1	2	3	ทิศตะวันออก
mx<rx	3	4	1	2	ทิศใต้
my<ry	2	3	4	1	ทิศตะวันตก
ตำแหน่งสถานที่	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก	

ตาราง แสดงทิศทางและตำแหน่งรอบๆ

หมายเหตุ 1=ด้านหน้า,2=ด้านขวา,3=ด้านหลัง,4=ด้านซ้าย

5.6 การแบ่งพื้นที่ของแต่ละทิศทาง

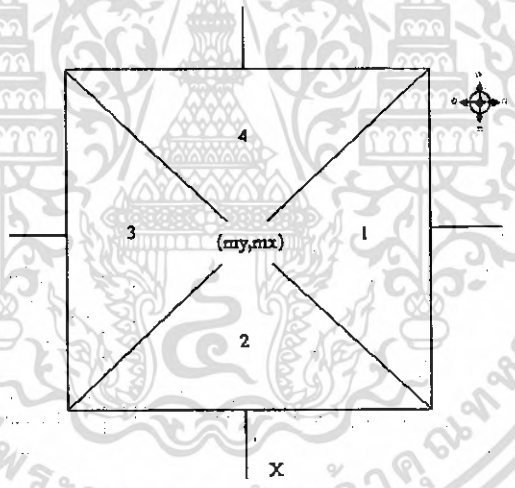
สำหรับการแบ่งพื้นที่ที่บ่งบอกว่าแต่ละจุดของสถานที่นั้นอยู่ทางด้านใดขณะที่เรากำลังหันหน้าไปในทิศทางที่แตกต่างกันนั้นข้อกำหนดที่สามารถบ่งบอกทิศทางได้โดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นสี่ส่วนโดยในแต่ละส่วนแทนด้วยพื้นที่ที่เป็นไปได้ที่มีตำแหน่งของสถานที่ที่ใช้อ้างอิงตั้งอยู่ทั้งสี่ส่วนมีทิศทางที่แน่นอนจากจุดใดๆที่ยืนอยู่โดยให้จุดใดๆที่ยืนอยู่นั้นเป็นค่าตำแหน่งเปรียบเทียบกับค่าตำแหน่งก่อนหน้า



ส่วนของเป้าหมายถูกเก็บข้อมูลสองจุด แต่ละจุดมีค่าละติจูด และลองติจูด เมื่อนำจุดในแนวทแยงระหว่างจุดมาตัดกันจะได้พื้นที่ปลายทางนั้น ตำแหน่งที่อยู่ในเงื่อนไข จะระบุเป็นพื้นที่ปลายทางนั้นทั้งหมด ในการหาระยะทาง จะใช้จุดกึ่งกลางของพื้นที่นั้นไปพิจารณาแค่จุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราเดินจากทิศใต้ไปยังทิศเหนือ จะทำให้ค่าข้อมูลที่รับได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าละติจูดมีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าที่อ่านได้ก่อนหน้าหนึ่งค่าโดยที่ค่าของลองดิจูดไม่มีการเปลี่ยนแปลง ถ้าหากว่าเป็นไปตามเงื่อนไขนี้ก็แสดงว่าขณะนี้กำลังหันหน้าไปทางทิศเหนือ เมื่อมีการเรียกดูว่ามีตำแหน่งใดบ้างที่อยู่ด้านหน้า นั่นคือตำแหน่งใดก็ตามที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ 1 ทั้งหมด ส่วนการนับระยะทางจะใช้ค่าของผลต่างค่าละติจูดของแต่ละสถานที่เทียบกับค่าละติจูดของตำแหน่งที่เรายืนอยู่จากนั้นก็นำไปสเกลเป็นค่าระยะทางโดยค่าของหนึ่งหน่วยที่เปลี่ยนแปลงไปกับระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนแปลงหนึ่งค่า ก็จะได้ค่าประมาณของระยะทางแต่ละตำแหน่งออกมา ส่วนของตำแหน่งใดก็ตามที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ 2 ทั้งหมดเป็นตำแหน่งสถานที่ที่ออยู่ทางขวา ตำแหน่งใดก็ตามที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ 3 ทั้งหมดเป็นตำแหน่งสถานที่ที่ออยู่ทางด้านหลัง และตำแหน่งใดก็ตามที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ 4 ทั้งหมดเป็นตำแหน่งสถานที่ที่ออยู่ทางซ้าย เมื่อเทียบเงื่อนไขเสร็จก็ให้แสดงตำแหน่งและระยะห่างออกมา ทำให้ผู้ใช้สามารถรู้ทิศทางของตำแหน่งที่ต้องการจะไป



ในกรณีที่เป็นการหันหน้าไปทางอื่นก็เช่นกันเพียงแต่การอ้างทิศทางและการประมาณระยะทางจะเปลี่ยนไปตามทิศทางที่กำลังเดินหน้าไป ส่วนค่าของผลต่างข้อมูลก็คิดจากทิศทางที่เดินหน้าไปซึ่งแต่ละกรณีขึ้นอยู่กับว่าเราเดินไปจากตำแหน่งแรกว่าเป็นทิศทางใด

ในการกำหนดเงื่อนไขของการแบ่งพื้นที่ในโปรแกรม โดยการดูตำแหน่งเป้าหมายทีละตำแหน่ง มีเงื่อนไขเริ่มต้นว่าค่าตำแหน่งปลายทางต้องมีค่ามากกว่าตำแหน่งที่กำลังยืนอยู่แนวแกนของทิศทางที่หันหน้าไป จากนั้นอาเทียบค่าอัตราส่วนของผลต่างในแกน X และ Y ระหว่างตำแหน่งปลายทางกับ ตำแหน่งที่กำลังยืนอยู่ ซึ่งให้แนวแกนของทิศทางที่หันหน้าไปเป็นแกนตั้ง และ แกนที่เหลือที่ตั้งฉากเป็นแกนนอนทั้งด้านขวาและซ้ายของแกนตั้ง โดยค่าของผลต่างในแนวแกนนอนนั้นจะไม่พิจารณาเครื่องหมาย ซึ่งเงื่อนไขเป็นจริงเมื่ออัตราส่วนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1

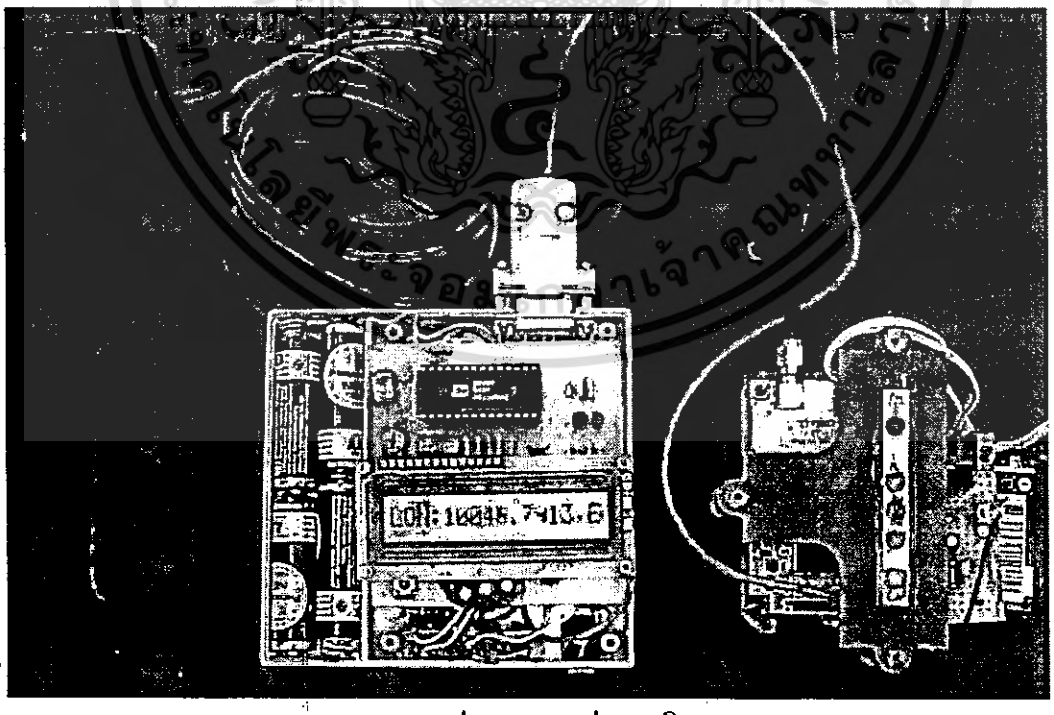
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องรับ GPS และตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 นั้นการทดสอบพบว่าการเชื่อมต่อต้องใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมดังนั้นการที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะสามารถรับข้อมูลได้จำเป็นต้องกำหนดโปรแกรมในการรับค่าข้อมูลในที่นี้ใช้การรับค่าโดยการรับข้อมูลทีละ8Bit นั่นก็คือ1ตัวอักษรโดยทำการเช็คเงื่อนไขเริ่มต้นของข้อมูลที่รับมาเก็บไว้ในตัวแปรที่เป็นตัวอักษร(Character)ว่าข้อมูลที่เข้ามาตัวแรกนั้นเป็นตัวอะไร การกำหนดเงื่อนไขว่าถ้าหากข้อมูลที่เช็คได้เริ่มต้นตัวแรกเป็นตัวอักษร "$" ก็จะทำการเก็บค่าข้อมูลตัวถัดไปเป็นอาร์เรโดยให้ค่าชี้ตำแหน่งข้อมูลเพิ่มขึ้นตามข้อมูลที่เก็บเข้ามา สำหรับในขั้นตอนนี้จำเป็นจะต้องรู้ว่าการส่งข้อมูลเข้ามานี้เป็นอย่างไร

ในการรับข้อมูลจาก SBUFF(Serial Data Buffer)แต่ละครั้งนั้นสถานะของRI(Receive Interrupt) จะถูกเซ็ตค่าให้เป็น"1" เมื่อทำการรับค่าข้อมูลเสร็จดังนั้นการจะรับค่าข้อมูลถัดไปจะต้องทำการเคลียร์บิตRI นี้ก่อน การทดลองยังพบว่าหากกำหนดค่าไทร์เมอร์ไม่ตรงกันข้อมูลที่ได้ก้จะผิดพลาด ไม่สามารถที่จะนำเอาไปใช้งานได้

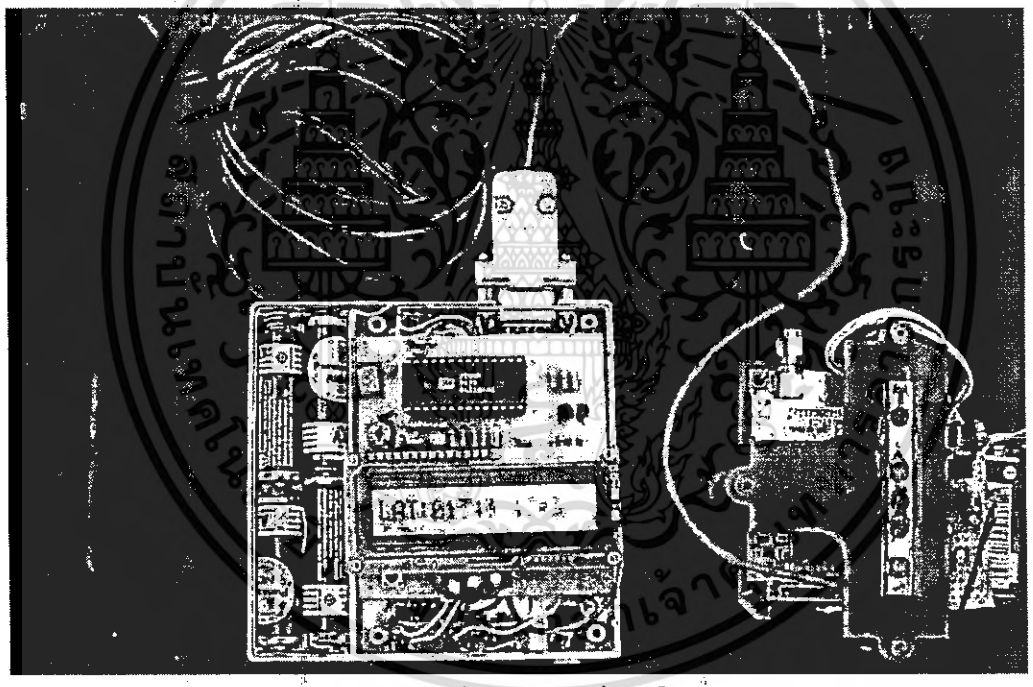


รูป 6.1 แสดงค่าลองดิจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับส่วนของการแยกเอาข้อมูลเฉพาะในส่วนของค่าละติจูด และ ค่าลองติจูด ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญที่จะนำไปใช้ประมวลผล และ นำไปแสดงผลผ่านทางหน้าจอ LCD นั้นเรื่องของตำแหน่งของข้อมูลที่เก็บไว้นั้นถูกกอ้างตำแหน่งไว้เฉพาะ ดังนั้นในการที่จะดึงเอาข้อมูลมาใช้จำเป็นต้องอ้างตำแหน่งให้ตรง การทดลองในส่วนนี้ค่อนข้างเสียเวลาในการพัฒนาโปรแกรมเล็กน้อย ทั้งนี้ก็เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือได้ของข้อมูล

ในส่วนของการทดลองการแสดงผลผ่านทางจอ LCD นั้นในตอนแรกไม่สามารถกำหนดให้ข้อมูลแสดงผลข้อความออกมาได้เนื่องมาจากจะต้องทำการกำหนดตำแหน่งในการแสดงข้อมูลก่อนไม่งั้นแล้วข้อมูลที่แสดงออกมาก็จะทับกันดูแล้วไม่รู้เรื่อง และ สำหรับข้อมูลละติจูด และ ค่าลองติจูดที่ใช้แสดงนั้นต่างกันอยู่หนึ่งหลัก และเนื่องจากในส่วนของตัว LCD เป็นแบบ16ตัวอักษร 1 บรรทัดจึงให้แสดงข้อมูลออกมาที่ละส่วนเพื่อความสะดวกในการอ่าน



รูป 6.2 แสดงค่าละติจูด

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งในการแสดงผลของทั้งสองข้อมูลสลับกันข้อความที่แสดงจะทับกันผลเนื่องมาจากจำนวนข้อมูลต่างกันอยู่1หลักจากเหตุผลข้างต้น เมื่อข้อมูลแรกถูกแสดงแล้วแสดงข้อมูลถัดไปข้อความที่สองที่แสดงนั้นจะไปทับข้อมูลแรก จะไม่เกิดปัญหาอะไรหากว่าจำนวนข้อมูลมีขนาดเท่ากัน และ ตำแหน่งที่แสดงตรงกันด้วย ข้อความที่อ่านได้ ก็คือข้อความที่เขียนทับของข้อความที่สองนั่นเอง

แต่เกิดปัญหาขึ้นทันทีที่ขนาดและตำแหน่งไม่ตรงกันพบว่าข้อความแรกที่แสดงจะยังแสดงผลค้างอยู่หากว่าไม่มีข้อมูลที่ตำแหน่งใดที่ไม่ถูกเขียนทับ ปัญหาถูกแก้โดยการให้ทำการแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลแล้วหากว่าจะแสดงข้อมูลใหม่ก็ทำการเคลียร์หน้าจอทุกครั้ง ปัญหาถูกแก้ไปได้แต่ก็ยังพบปัญหาใหม่ขึ้น คือหน้าจอเกิดการกระพริบไม่สะดวกแก่การอ่านเช่นกัน ผลเนื่องมาจากการใช้คำสั่งเพื่อเคลียร์หน้าจอนั่นเอง

การแก้ปัญหาทำโดยการการให้แสดงข้อมูลของค่าละติจูดในตัวแรกเป็นศูนย์เมื่อทำการทำการทดสอบให้แสดงค่าลองติจูดถัดจากที่ห้ค่าละติจูดแสดงเสร็จโดยไม่ต้องทำการเคลียร์หน้าจอ ผลคือการแสดงผลมีความต่อเนื่องปัญหาการทับกันของข้อมูลและปัญหาการกระพริบของหน้าจอลดลง

ในส่วนของการทดลองในข้างต้นนี้ก็เพื่อเป็นการศึกษาลักษณะของข้อมูลที่ส่งออกมาจากในส่วนของตัวเครื่องรับ GPS เป็นข้อมูลที่ออกมาแบบต่อเนื่องในทุกๆวินาที และยังเป็นกลุ่มของข้อมูลที่ถูกแบ่งออกเป็นโหมดๆ และในแต่ละโหมดถูกแบ่งแยกออกจากกันโดยการกำหนดรหัสตัวอักษรเริ่มต้นห้าตัวแรกและในแต่ละโหมดยังประกอบด้วยข้อมูลต่างที่ถูกขั้นด้วยเครื่องหมายคอมมา เป็นตัวกำหนดขอบเขตข้อมูล ภายนั้นจะมีข้อมูลสำคัญจำเป็นที่ตองแยกเอาเฉพาะส่วนนั้นมาใช้งานก็คือ ค่าละติจูด และ ค่าลองติจูด เป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง เพื่อจะใช้ข้อมูลที่ได้นี้ไปใช้ในการจัดการ การประมวลผลข้อมูลเบื้องต้นสามารถที่จะแยกเอาข้อมูล หรือ เรียกเอาข้อมูลในส่วนที่ต้องการได้เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบตำแหน่งต่อไป

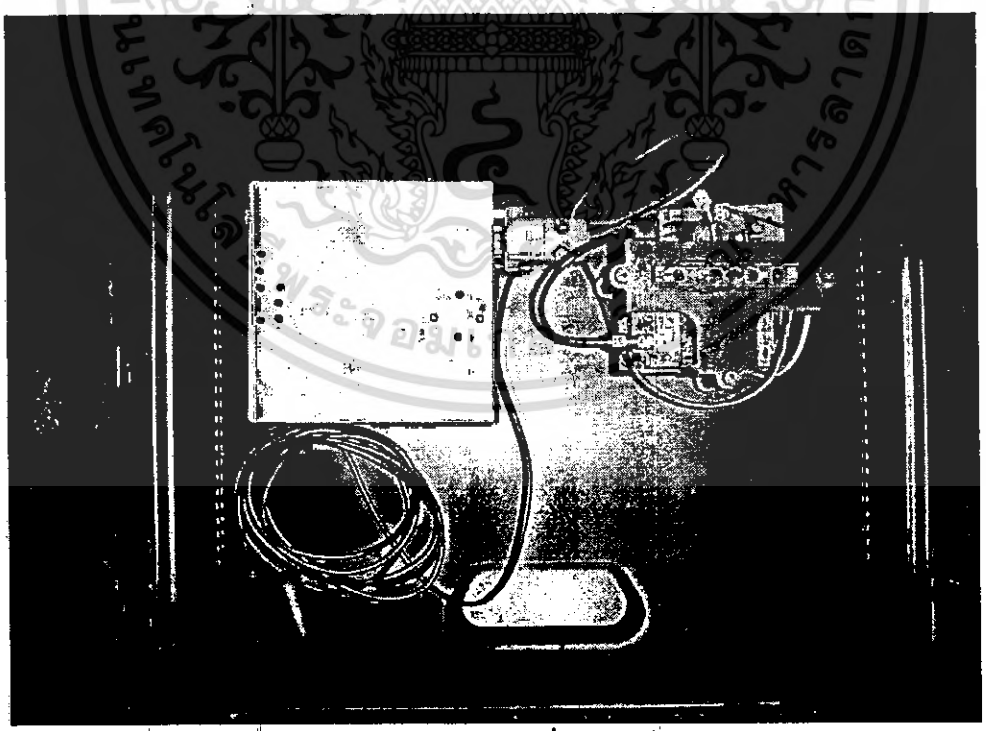
อีกส่วนที่ทำการทดลองก็คือในส่วนของการเล่นและบันทึกเสียงการทดลองในการบนทึกข้อความเสียงลงไปในตัวไอซีบันทึกเสียงแล้วทดสอบการเล่นเสียงออกมา การอ่านข้อมูลเสียงแบบสุ่มนั้นการดำเนินการเป็นไปได้ด้วยดี สามารถทำการบันทึก และการอ่านข้อมูลเสียงได้ทั้งการการบันทึก และ การอ่านข้อความเสียงแบบธรรมดาไม่มีการแบ่งข้อความ รวมทั้งการบันทึกและการอ่านข้อความแบบที่มีการแบงข้อความออกเป็นส่วนๆ ทั้งนี้ในส่วนที่เกียวข้องและจำเป็นต่อโครงงานนี้ก็คือสามารถที่จะเลือกอ่านข้อความเฉพาะในส่วนที่ต้องการได้ โดยการควบคุมการทำงานของขาควบคุมเพื่อเลื่อนไปยังดำแหน่งที่ต้องการได้ แต่ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นคือ คุณภาพของเสียงที่ได้นี้มีคุณภาพต่ำซึงอาจเนื่องมาจากการต่อวงจรหรือการใช้อุปกรณ์การทดลองไม่เหมาะสมทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้น ซึ่งจะได้ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

การทดลองในส่วนของการเล่นและการบันทึกเสียงนี้ก็เพื่อ ศึกษาและทดสอบการควบคุมการทำงานของไอซีบันทึกเสียง เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงาน การควบคุมของขาควบคุมต่างๆที่ใช้ควบคุมตัวไอซี เพื่อนำไปเป็นหลักการและข้อกำหนดการทำงาน ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้เป็นตัวควบคุมการอ่านข้อความเสียง เฉพาะในส่วนขอองเงื่อนไขที่เรากำหนดเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการศึกษาองค์ประกอบ และ เงื่อนไขในการทำงาน หรือการควบคุมการทำงานของแต่ส่วนว่ามีหลักการอย่างไรแล้ว จากนั้นก็จะเป็นการนำส่วนประกอบทั้งสามส่วน มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดยให้ตัวเครื่องรับ GPS ทำหน้าที่เป็นตัวป้อนข้อมูลให้แก่ระบบจากนั้นก็ให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบและประมวลผล ของตำแหน่งนั้น ก่อนจะทำการส่งสัญญาณควบคุม เพื่อควบคุมการของตัวแสดงข้อความเสียงแสดงเสียงออกมาเมื่อเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดไว้ว่าหากตำแหน่งใดๆที่เครื่องทดสอบอยู่นั้นสามารถอ่านค่าละติจูด และลองติจูด ได้ตรงตามที่ทำการบันทึกไว้แล้ว นำทั้งสามส่วนมารวมกัน

สำหรับการเก็บข้อมูลค่อนข้างเป็นปัญหาเนื่องจากค่าที่อ่านได้จากเครื่องรับ GPS นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไม่ค่อยคงที่ แม้ว่าการอ้างตำแหน่งแต่ละแห่งจะแตกต่างกันก็ตาม แต่เมื่อทดสอบกับการอ่านค่าโดยการเดินเพื่อทดสอบทิศทางพบว่า ค่าที่อ่านได้จากเครื่องรับ GPS มักผิดเงื่อนไขของความเป็นจริงที่น่าจะเป็นโดยเฉพาะบริเวณรอยต่อของตำแหน่งที่มีการเปลี่ยแปลงจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่ง ตำแหน่งที่ได้ไม่คงที่รวมทั้งบางทีเปลี่ยนค่าไปแล้ว กลับมาเป็นค่าเดิมอีก ทำให้การเช็คเงื่อนไขของทิศทางที่กำลังเดินหน้าไปนั้นผิดจากความเป็นจริง ส่งผลให้เมื่อเรียกดูตำแหน่งของสถานที่ผิดพลาดไปด้วย รวมไปถึงการหน่วงของการรับสัญญาณซึ่งแทนที่จะอ่านได้ค่าตำแหน่งปัจจุบัน กลับเป็นค่าของตำแหน่งที่เดินผ่านมาแล้ว



รูป 6.3 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่สำคัญคือการเช็คค่าทิศทางเนื่องจากเครื่องรับ GPS อ่านโดยการระบุพิกัดเป็นองศาเหนือ และ องศาตะวันออก ทำให้ไม่รู้ทิศทางได้ จึงต้องนำค่าที่อ่านก่อนเป็นค่าอ้างอิงสำหรับตรวจสอบทิศทางที่เดินไป ดังนั้นในแต่ละครั้งที่ต้องการรู้ทิศทางก็ต้องเดินหน้าเพื่อให้ตำแหน่งมีการเปลี่ยนแปลงจากตำแหน่งอ้างอิงเริ่มต้น และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลจากตำแหน่งอ้างอิงค่อนข้างมีระยะทางที่มาก จึงทำให้เสียเวลากับการเช็คตำแหน่งเริ่มต้นแทนที่จะรู้ทิศทางของปลายทางแล้วเดินตรงไปในทิศทางนั้นเลยจะได้ไปถึงปลายทางรวดเร็วกว่า และหลงทิศทางเมื่อเริ่มต้นได้ง่ายทำให้เงื่อนไขผิดพลาดไปทั้งหมด

การแก้ไขปัญหาในจุดนี้ทำไม่ได้ เนื่องจากเป็นประเด็นที่เกี่ยวกับตัวเครื่องรับ ซึ่งเราในฐานะผู้ใช้งานส่วนของภาคพลเรือนถูกจำกัดเรื่องของตำแหน่งพิกัดที่มีระยะห่างมากพอสมควร แม้ว่าหนึ่งหน่วยของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแต่ละครั้งมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับ แต่ละช่วงของตำแหน่งสถานที่ แต่หากว่าความระเอียดของข้อมูลหรือความเที่ยงตรงของข้อมูลมาก ย่อมทำให้รู้ทิศทางและระยะห่างได้ถูกต้องมากตาม และการแบ่งค่าพื้นที่ที่กำหนดว่าสถานที่แต่ละแห่งอยู่ทางด้านใดของผู้ใช้ในกรณีที่ระยะห่างอยู่ใกลๆทิศทางที่ได้ก็กำหนดได้ยาก

ในส่วนของการประมาณค่าระยะห่างของตำแหน่งสถานที่เนื่องจากการเช็คทิศทางเป็นไปได้แค่สี่ทิศทางดังนั้นจึงจำเป็นต้องอ้างระยะห่างตามแนวทิศทางที่เดินอยู่ ทำให้ค่าที่ได้ไม่ใกล้เคียงค่าระยะทางแท้จริง ที่เป็นระยะกระจัดของตำแหน่งสถานที่โดยการใช้นิยามของสามเหลี่มมุมฉากเพราะรู้พิกัดสองจุดก็หาระยะทางได้ แต่ถ้าทำเช่นนี้ก็จะขัดแย้งกับเรื่องของทิศทาง ยิ่งหากว่าตำแหน่งสถานที่ไกลมากเท่าไดก็ ทำให้ค่าที่ได้ไม่สมเหตุสมผลมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.ชวลิต ขุนราม,"ระบบรอเรียกตามบัตรคิว",วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 233,2545, หน้า150-159.

2.พิชญ จุลศิริ และ คณะ"ครบเครื่องเรื่องGPS" ยูปิตัส,8 หน้า,2549.

3.วรพน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล,"เรียนรู้และปฏิบัติไมโครคอนโทรลเลอร์".

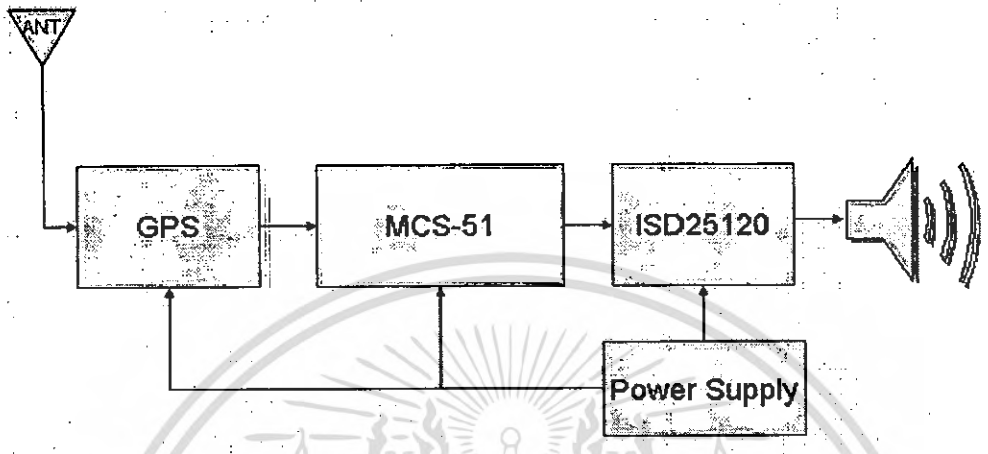
4.http://www.isd.com/isd_products/chipcorder/datasheet

5. http://www.mrbackpacker.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

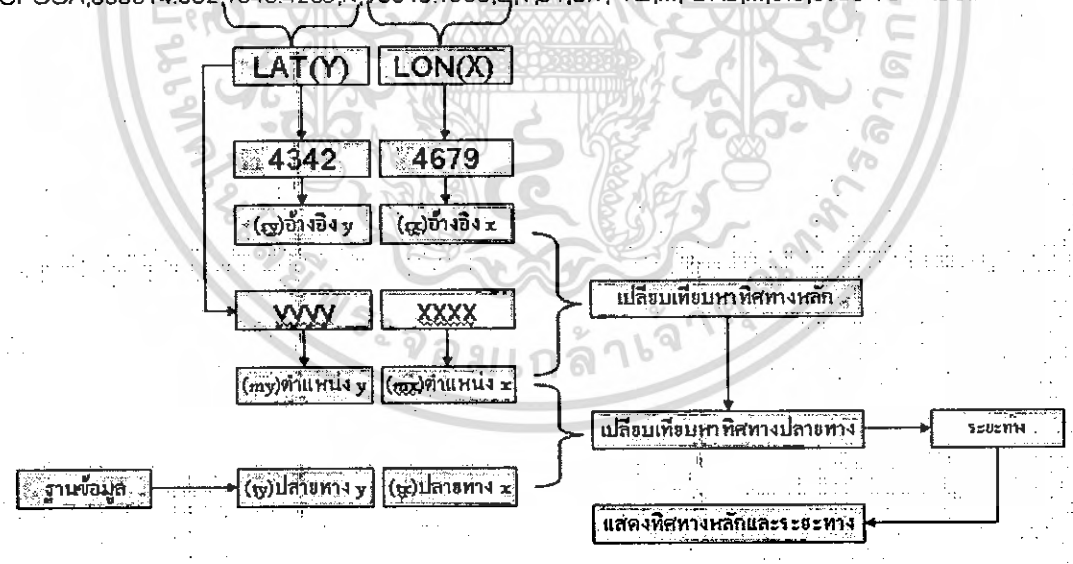
ภาคผนวก

โครงสร้างการทำงาน



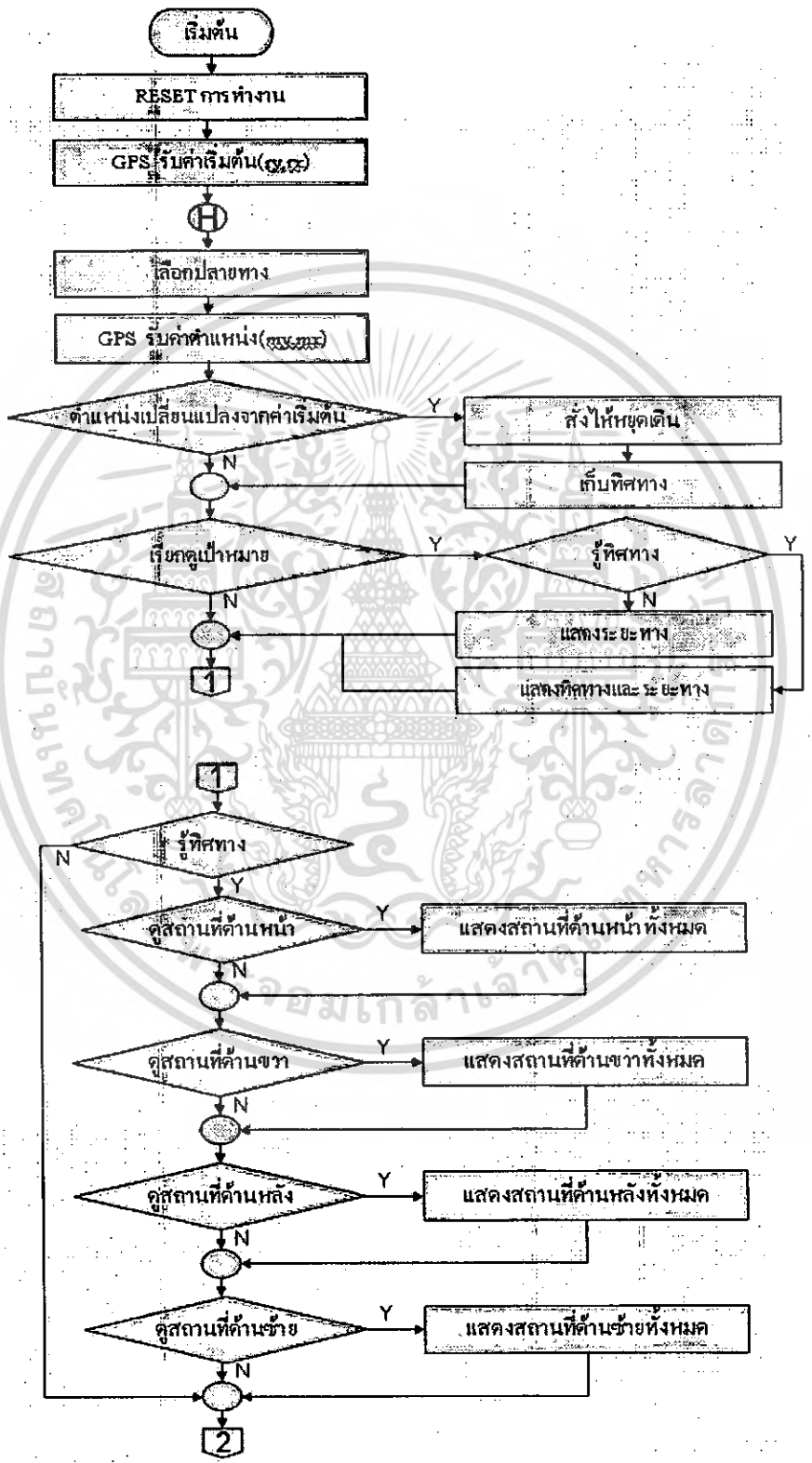
การจัดการข้อมูล

$GPRMC,083024.302,A,1343.4233,N,10046.7936,E,0.000000,,120806,,*17
$GPGSA,A,3,20,23,03,25,.....,3.4,2.1,2.7*34
$GPGSV,3,3,11,06,25,047,00,10,16,286,00,11,05,197,00*4B
$GPGGA,083014.302,1343.4230,N,10046.7933,E,1,04,2.1,-1.2,M,-27.2,M,0.0,0000*73 ASCII

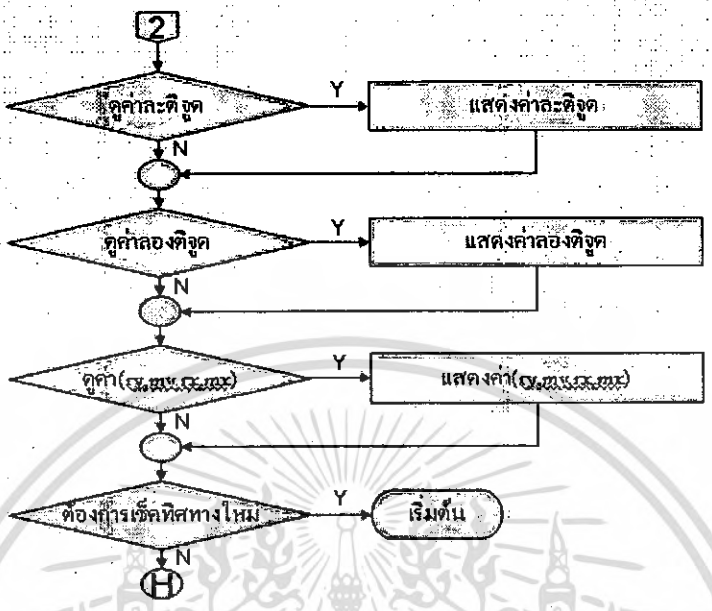


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรม

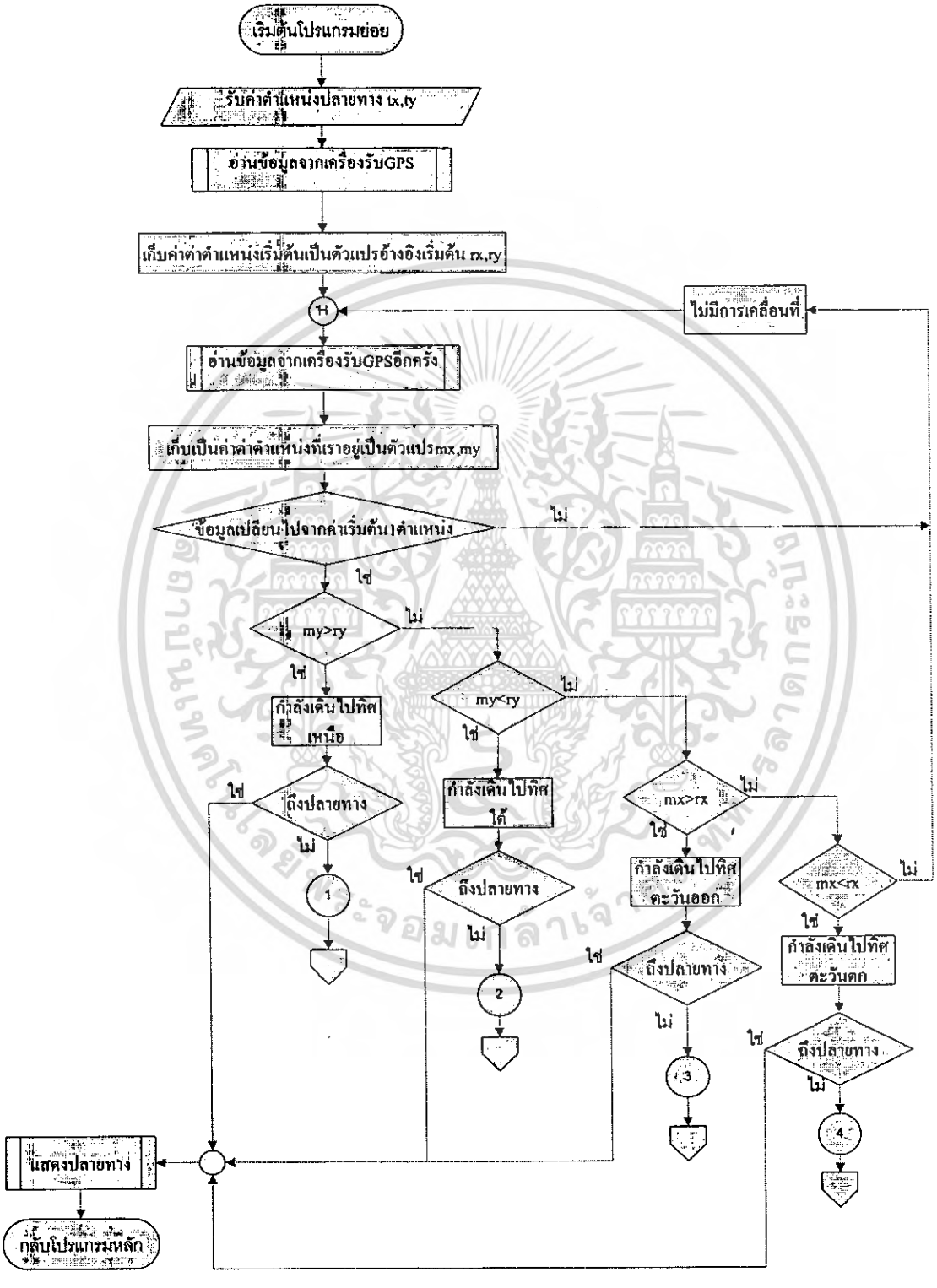


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

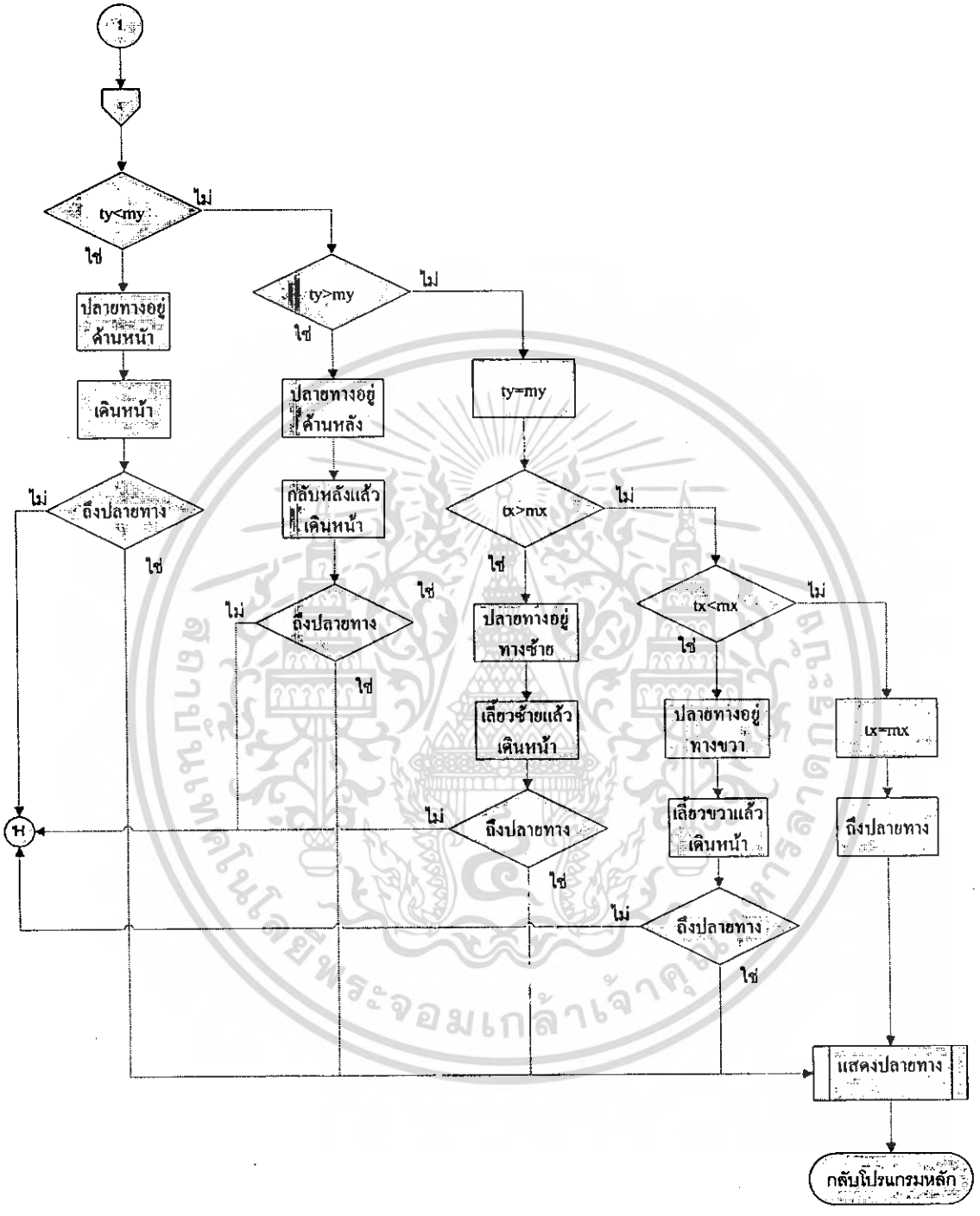


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

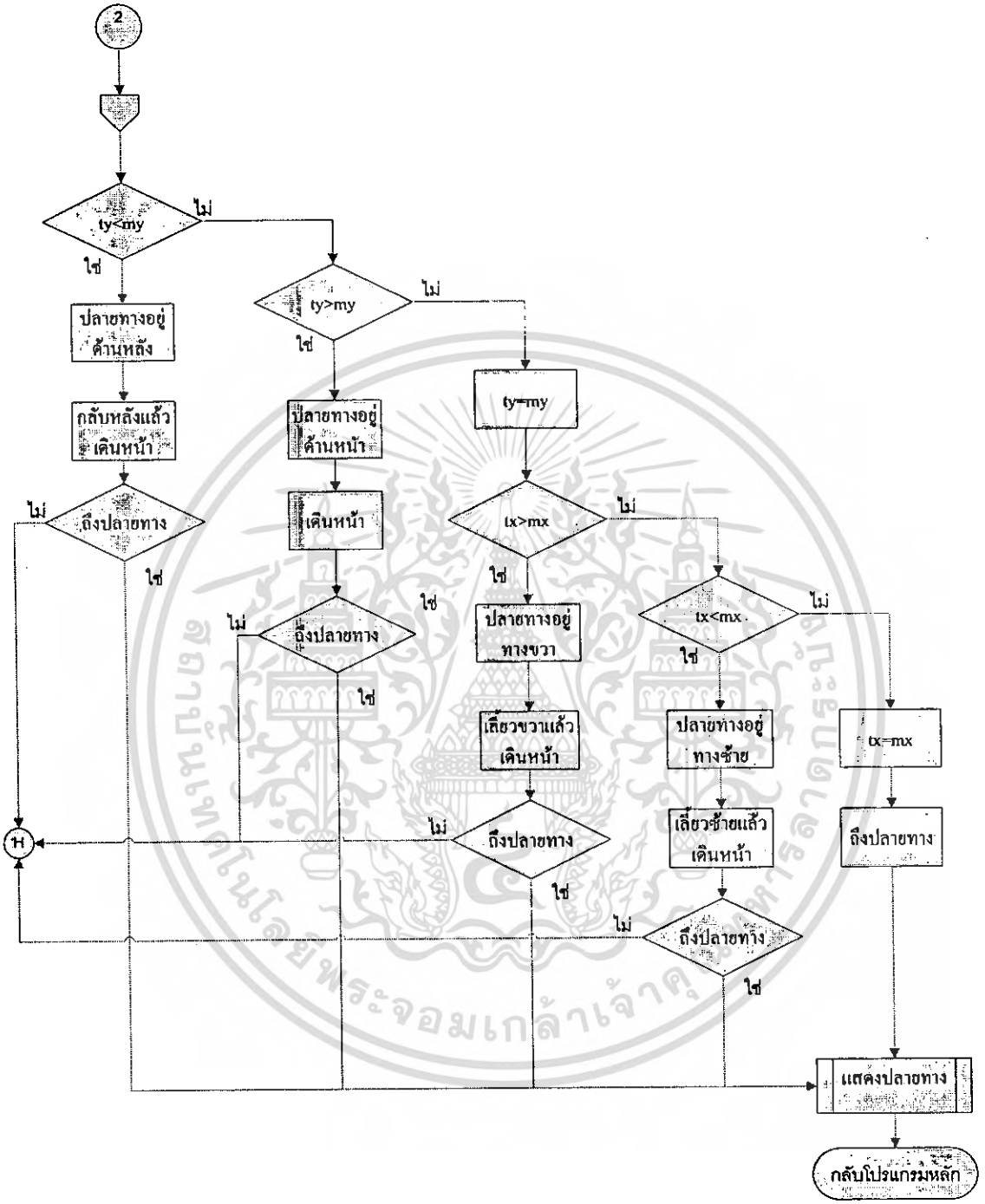
ผังแสดงการทำงานของโปรแกรมย่อยการกำหนดทิศทาง



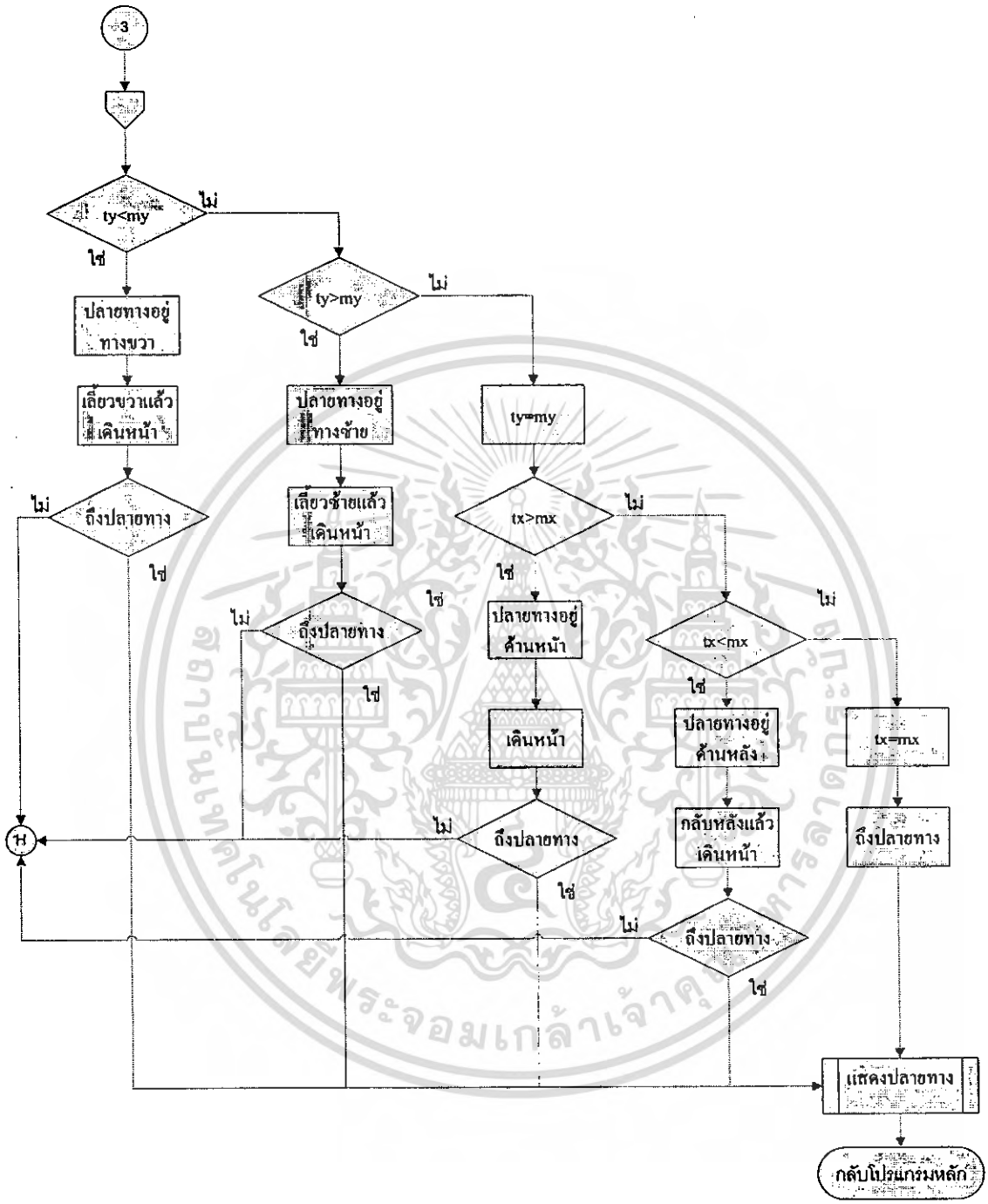
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



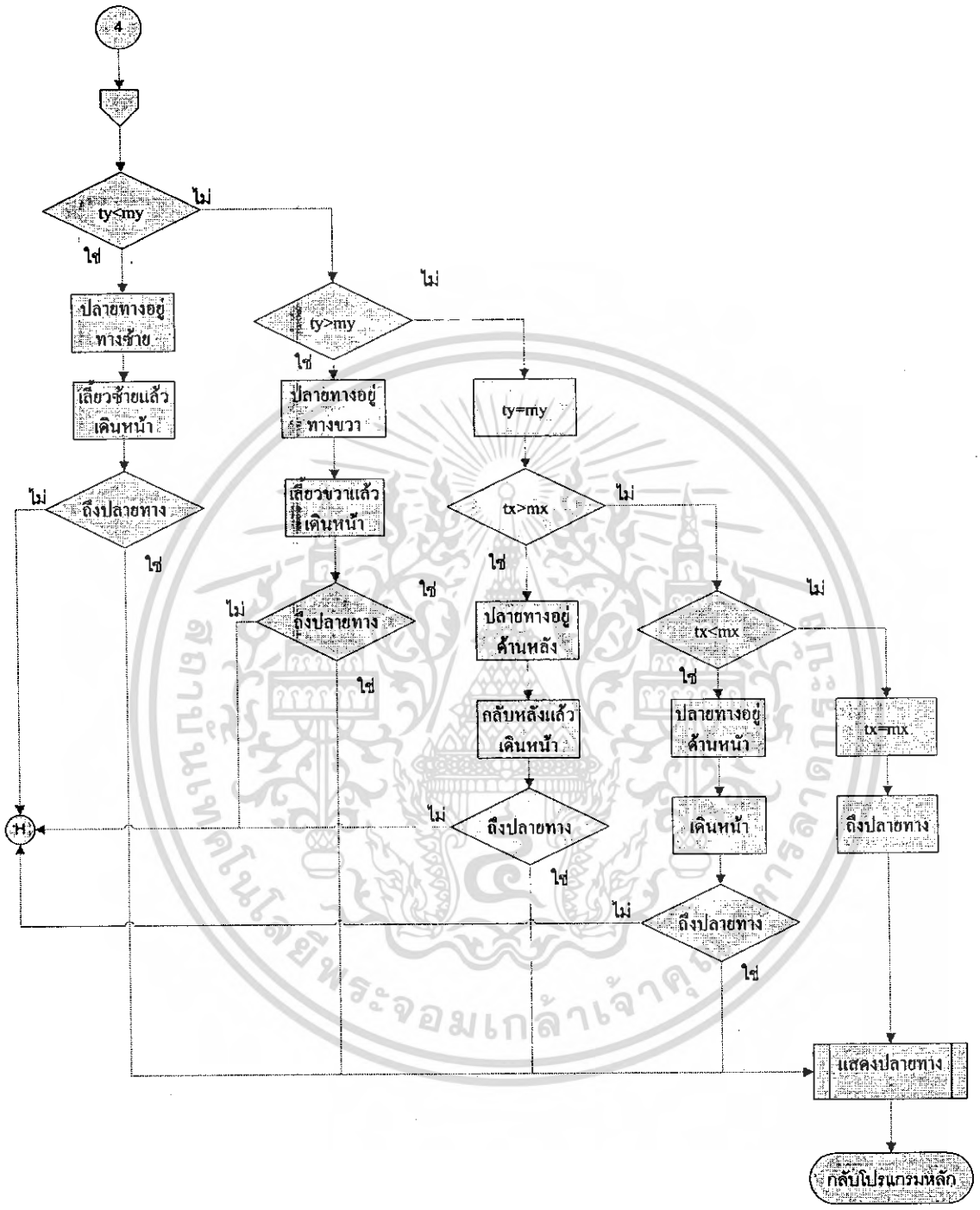
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

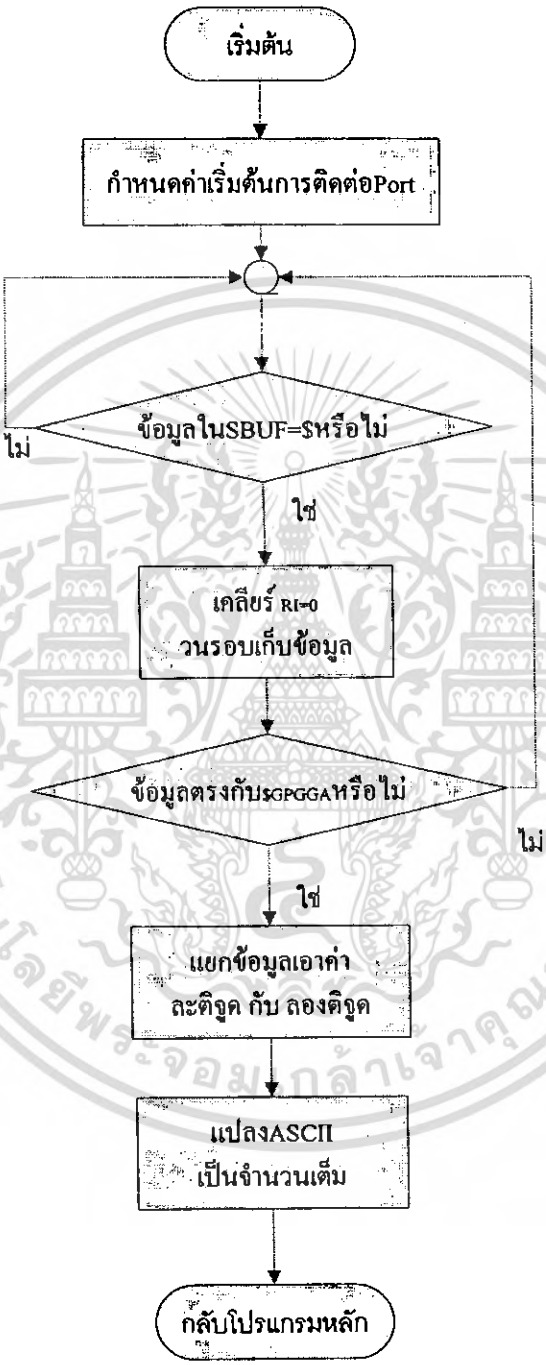


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



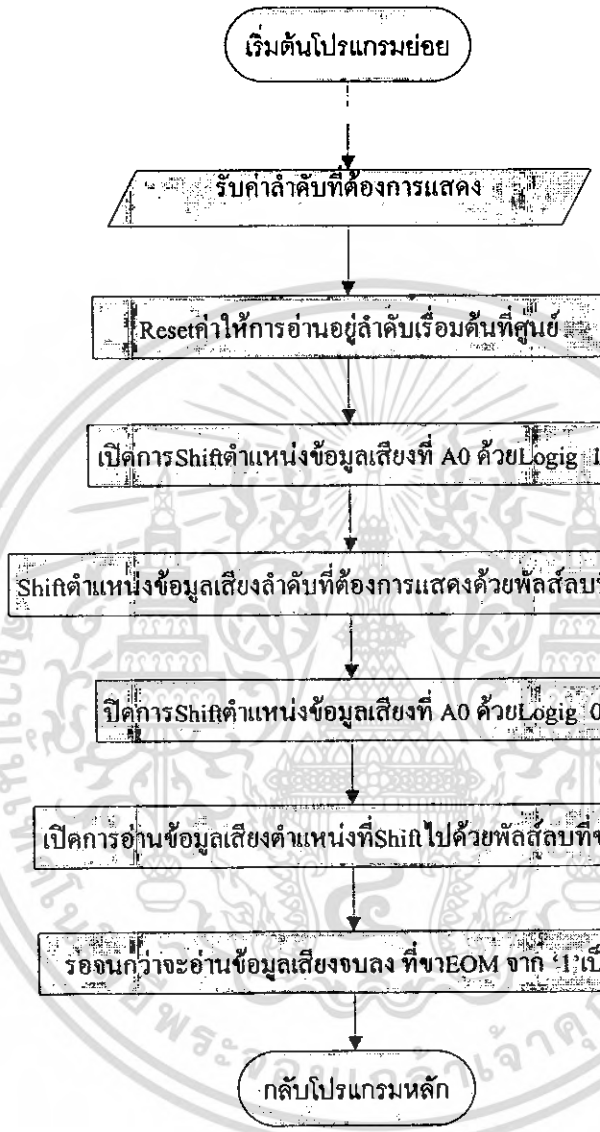
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังแสดงการรับข้อมูล



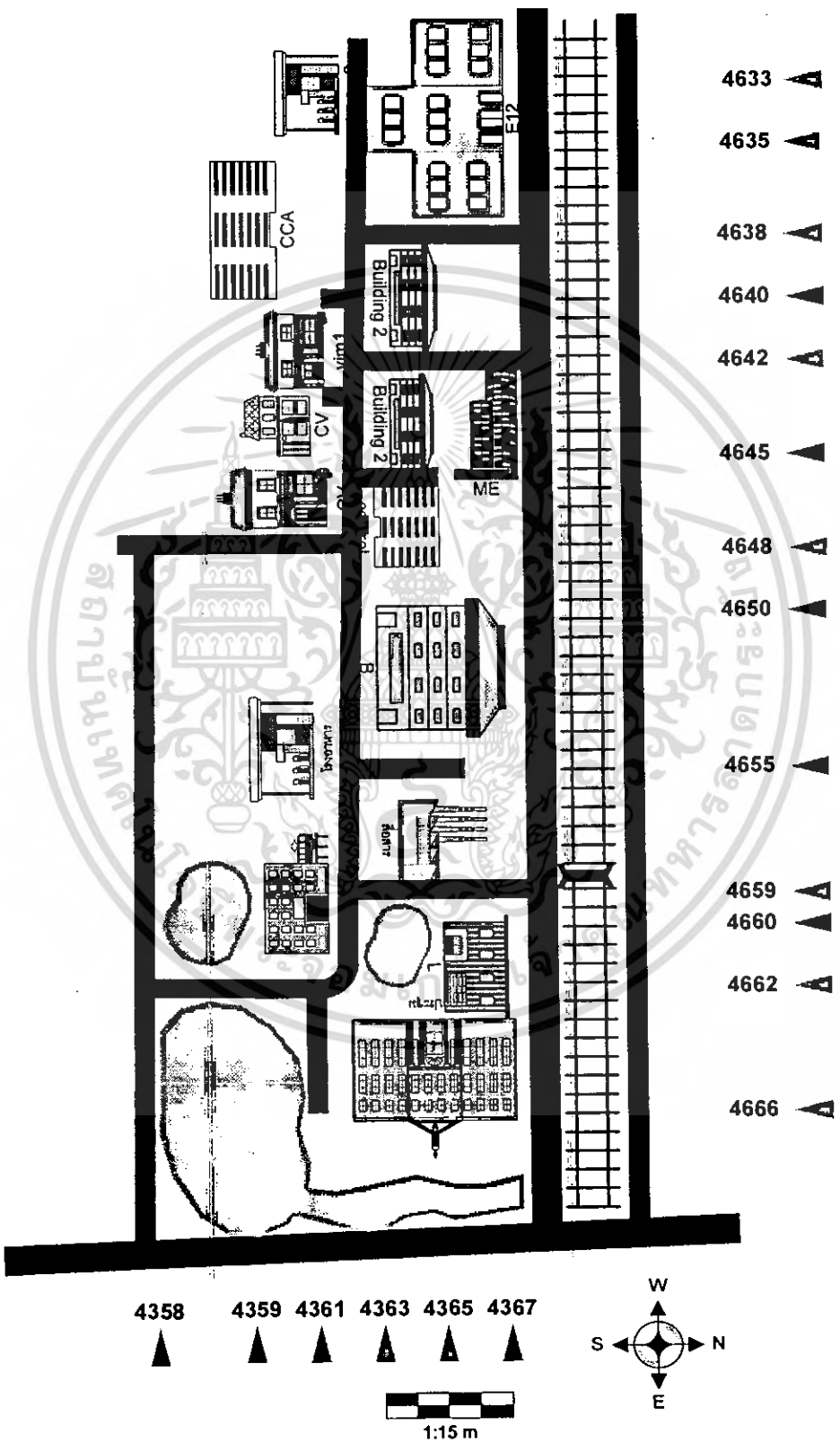
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังแสดงการอ่านข้อความเสียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนที่ที่อ่านได้จากเครื่องรับ GPS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C Language by Keil

```
#include<reg51.h>
#include<math.h>
//=============================gps data=============================
void setport(void);
void getdata(void);
//============================direction=============================
//INT0=P3^2;//<<--target direction
//INT1=P3^3;//<<--count up target

sbit front=P1^0;//<<--near front
sbit right=P1^1;//<<--near right
sbit back=P1^2;//<<--near back
sbit left=P1^3;  //<<--near left

sbit lat=P1^4;//<<--latitude display
sbit lon=P1^5;//<<--longitude display

sbit sint=P1^6;//<<--show integer data
sbit dcount=P1^7;//<<--count down target

void showint(void);//show ry,rx,my,mx
void cswitch(void);//<<--control switch
void dtarget(void);

void pnear(int c);//<<--near position
void nnorth(void);
void neast(void);
void nsouth(void);
void nwest(void);
void numv(int num);
//=============================voice=============================
sbit shf=P2^0;  //SHIFT       (A0)
sbit res=P2^1;  //RESET       (PD)
sbit str=P2^2;  //START       (CE)
sbit eom=P2^3; //end voice check

void reset(void);
void start(void);
void shift(int shift);
void delay(int t);
//=============================LCD=============================
sbit RS=P3^7;
sbit E=P3^6;

void cls(void);
void enable(int t);
void setlcd(void);
void setaddr(char addr);
void display(char datas);
void title(int mode);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void lat_display(void);
void lon_display(void);
//=================================data base=================================
int  code database[11][4]=   {66,61,61,67,//0 hall
                              63,65,60,67,//1 Library
                              61,59,57,61,//2 A
                              64,63,50,67,//3 B
                              47,63,46,65,//4 control
                              47,59,45,62,//5 CV
                              45,59,43,62,//6 CV factory
                              46,64,42,68,//7 ME
                              43,60,40,62,//8 YIM 1
                              38,63,31,68,//9 E-12
                              35,59,32,62}; //10 cafeteria 3
                              //x1,y1,x2,y2
//longitude ddd.xxss
//latitude dddd.xxss

char gpsdata[42];
char code ch[10]={"0123456789"};
int  rx,rxx,ry,mx,my,bvoice=13,count=4,con[4],fin=10;
//<m=move(p=presentGPS),r=referent,t=target data
//char gpsdata[]="$GPGGA,083216.295,1343.4258,N,10046.7938,E";//test data
//char gpsdata[]="$GPGGA,083216.295,1343.6458,N,10046.4638,E";//test data
//=================================main=================================
void main(void)
{
int yy,xx,x1,y1,x2,y2,n=0;

IE=0x85;//open interrupt
setlcd();
cls();//clear lcd
        do
        {
        setport();
        yy=my;
        xx=mx;
        rxx=mx;
        }//get referance data repeat until in $GPGGA mode
        while(gpsdata[28]!='N'&& gpsdata[41]!='E');
        ry=yy;
        rx=xx;
        showint();//show ry,rx,my,mx

                while(1)
                {
                ry=yy;
                rx=xx;
                //--------------check data chang value--------------------------
                if(n==0)
                {
                setport();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                x1=mx; y1=my;
                n=1;
                }
                setport();
                x2=mx; y2=my;
                if((x1!=x2)||(y1!=y2))//data chang value
                {
                shift(28);
                showint();//show ry,rx,my,mx                    ucoun
                n=0;//condition for keep new x1 or y1
                }


                //value of con[]=>>1=front,2=right,3=back,4=left(voice address)
                //-------------direction&load new referance in present-----------
                if(my>ry){con[0]=1;con[1]=2;con[2]=3;con[3]=4;}//walk to north(my>ry)
        else if(mx>rx){con[0]=4;con[1]=1;con[2]=2;con[3]=3;}//walk to east (mx>rx)
        else if(ry>my){con[0]=3;con[1]=4;con[2]=1;con[3]=2;}//walk to south(ry>my)
        else if(rx>mx){con[0]=2;con[1]=3;con[2]=4;con[3]=1;}//walk to west (rx>mx)
                        //north  //east   //south //west of main axis
                //INT0=0;
                cswitch();
                }
}

//------------------------show int data--------------------------
void showint(void)
{
int rry,rrx,mmy,mmx;
        rry=ry; rrx=rxx;
        mmy=my; mmx=mx;
        cls();
        setlcd();
        setaddr(0x80);
        display(ch[rry/10]);display(ch[rry%10]);
        setaddr(0x83);
        display(ch[mmy/10]);display(ch[mmy%10]);

        setaddr(0xc0);
        display(ch[rrx/10]);display(ch[rrx%10]);
        setaddr(0xc3);
        display(ch[mmx/10]);display(ch[mmx%10]);
}
//------------------------switch control-------------------------
void cswitch(void)
{
int dl=2;

                //-------------------near front(1)-------------------
                if(front==0)
                {
                delay(dl);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(front==1)
        {
                if(con[0]==1)pnear(1);//front is north
                  else if(con[1]==1)pnear(2);//front is east
                        else if(con[2]==1)pnear(3);//front is south
                                else if(con[3]==1)pnear(4);//front is weast
        }
}
//-------------------near right(2)-------------------
else if(right==0)
{
delay(dl);
        if(right==1)
        {
                if(con[0]==2)pnear(1);
                  else if(con[1]==2)pnear(2);
                        else if(con[2]==2)pnear(3);
                                else if(con[3]==2)pnear(4);
        }
}
//-------------------near back(3)---------------------
else if(back==0)
{
delay(dl);
        if(back==1)
        {
                if(con[0]==3)pnear(1);
                  else if(con[1]==3)pnear(2);
                        else if(con[2]==3)pnear(3);
                                else if(con[3]==3)pnear(4);
        }
}
//-------------------near left(4)---------------------
else if(left==0)
{
delay(dl);
        if(left==1)
        {
                if(con[0]==4)pnear(1);
                  else if(con[1]==4)pnear(2);
                        else if(con[2]==4)pnear(3);
                                else if(con[3]==4)pnear(4);
        }
}
//-------------------lat_display----------------------
else if(lat==0)lat_display();
//-------------------lon_display----------------------
else if(lon==0)lon_display();

//-------------------count down-----------------------
else if(dcount==0)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                delay(dl);
                        if(dcount==1)
                        {
                        count--;
                        if(count<0)count=fin;
                        shift(count+bvoice);
                        }
                }
                //-------------------show(ry,rx,my,mx)-----------------
                else if(sint==0)
                {
                delay(dl);
                        if(sint==1)
                        {
                        showint();
                        }
                }
}
void in1(void)interrupt 2//count target up
{
delay(50);
count++;
if(count>fin)count=0;
shift(count+bvoice);
}
//-------------------------near position----------------------
void pnear(int c)
{
int n=0,d,x,y;
float cc;


        if(((ry!=my)||(rx!=mx))&&((my!=0)&&(mx!=0)))
        {
                switch(c)
                {
                //------------------------- near north-----------------------
                 case 1:for(n=0;n<=fin;n++)
                        {
                                if((database[n][1]>=my)&&(database[n][3]>=my))//north
                                {
                                x=((database[n][0]-database[n][2])/2)+database[n][2];
                                y=((database[n][3]-database[n][1])/2)+database[n][1];
                                        cc=(y-my)/(abs(mx-x));
                                                if(cc>=1)
                                                {
                                                d=database[n][1]-my;
                                                shift(n+bvoice);
                                                }
                                }
                        }break;
                //------------------------- near east-----------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 2:for(n=0;n<=fin;n++)
        {

                 if((database[n][0]>=mx)&&(database[n][2]>=mx))//east
                {
                x=((database[n][0]-database[n][2])/2)+database[n][2];
                y=((database[n][3]-database[n][1])/2)+database[n][1];
                        cc=(x-mx)/(abs(my-y));
                                if(cc>=1)
                                {
                                d=database[n][2]-mx;
                                shift(n+bvoice);
                                }
                }
        }break;
//------------------------ near south----------------------
case 3:for(n=0;n<=fin;n++)
        {

                if((database[n][1]<=my)&&(database[n][3]<=my))//south
                {
                x=((database[n][0]-database[n][2])/2)+database[n][2];
                y=((database[n][3]-database[n][1])/2)+database[n][1];
                        cc=(my-y)/(abs(mx-x));
                                if(cc>=1)
                                {
                                d=my-database[n][3];
                                shift(n+bvoice);
                                }
                }
        }break;
//------------------------ near west----------------------
case 4:for(n=0;n<=fin;n++)
        {

                if((database[n][0]<=mx)&&(database[n][2]<=mx))//west
                {
                x=((database[n][0]-database[n][2])/2)+database[n][2];
                y=((database[n][3]-database[n][1])/2)+database[n][1];
                        cc=(mx-x)/(abs(my-y));
                                if(cc>=1)
                                {
                                d=mx-database[n][0];
                                shift(n+bvoice);
                                }
                }
        }break;
 default:break;
}
    }
}
//---------------------target direction-------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void dtarget(void)interrupt 0
{
int  d,x,y;//0=front,1=right,2=back,3=left
float cc;

x=((database[count][0]-database[count][2])/2)+database[count][2];
y=((database[count][3]-database[count]{1])/2)+database{count][1];

shift(count+bvoice);//target name

        if((database[count][1]>=my)&&(database[count][3]>=my))//north
        {
        cc=(y-my)/(abs(mx-x));
                if(cc>=1)
                {
                        if((my!=ry)||(mx!=rx))
                                shift(con[0]+23);
                        d=((database[count][1]+database[count][3])/2)-my;
                }
        }
        if((mx<=database[count][0])&&(mx<=database[count][2]))//east
        {
        cc=(x-mx)/(abs(my-y));
                if(cc>=1)
                {
                        if((my!=ry)||(mx!=rx))
                                shift(con[1]+23);
                        d=((database[count][0]+database[count][2])/2)-mx;
                }
        }

        if((database[count][1]<=my)&&(database[count][3]<=my))//south
        {
        cc=(my-y)/(abs(mx-x));
                if(cc>=1)
                {
                        if((my!=ry)||(mx!=rx))
                                shift(con[2]+23);
                        d=my-((database[count][1]+database[count][3])/2);
                }
        }
        if((mx>=database[count][0])&&(mx>=database[count][2]))//west
        {
        cc=(mx-x)/(abs(my-y));
                if(cc>=1)
                {
                        if((my!=ry)||(mx!=rx))
                                shift(con[3]+23);
                        d=mx-((database[count][0]+database[count][2])/2);
                }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if((my!=0)&&(mx!=0)&&(ry!=0)&&(rx!=0))//GPS have signal data
        {
if(((database[count][3]>=my)&&(my>=database[count][1]))&&((database[count][0]>=mx)&
&(mx>=database[count][2])))//arrive target
        shift(29);
                else
                numv(d*15);
        }
}
//--------------------port_getdata-------------------------------
void getdata(void)
{
int n=1,a,b,inty[2],intx[2];
  //--------------load gpsdata keep in gps array----------------
          if(SBUF=='$')
          {
             while(n<=42)
             {
                        if(RI==1)
                        {
                        RI=0;
                        gpsdata[n]=SBUF;
                        n++;
                        }
             }
          }
          //----------------character to integer----------------------
          if(gpsdata[28]=='N'&& gpsdata[41]=='E')        //<<--checkmode
          {
                  for(a=23;a<=24;a++)
                  {
                          for(b=0;b<10;b++)
                          {
                          if(ch[b]==gpsdata[a])//<<--lat_character to integer gpsdata convert
                          inty[a-23]=b;
                          }
                  }
                  for(a=36;a<=37;a++)
                  {
                          for(b=0;b<10;b++)
                          {
                          if(ch[b]==gpsdata[a])//<<--lon_character to integer gpsdata convert
                          intx[a-36]=b;
                          }
                  }
          my=(inty[0]*10)+inty[1];//<<--integer_lat data
          mx=(intx[0]*10)+intx[1];//<<--integer_lon data
          }
  }
  //--------------------------SERAIL PORT-------------------------
  void setport(void)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SCON=0x52;
TMOD=0x20;
TH1=0xfa;
TR1=1;
getdata();
}
//-------------------------LCD_DISPLAY-------------------------
void title(int mode)
{
int  m;
char text[]="LAT:0LON:0";
   for(m=0;m<=4;m++)
         display(text[m+mode]);
}
//================================16x1 LCD================================//
//LCD address 0x80 to 0x87 & 0xc0 to 0xc7
void lat_display(void)
{
int n;
         if(gpsdata[28]=='N'&& gpsdata[41]=='E')
         {
         setlcd();
         setaddr(0x80);
         title(0);
         setaddr(0x85);
         for(n=18;n<=20;n++)
         display(gpsdata[n]);
          setaddr(0xc0);
         for(n=21;n<=28;n++)
         display(gpsdata[n]);
         }
 }
 void lon_display(void)
 {
 int n;
          if(gpsdata[28]=='N'&& gpsdata[41]=='E')
          {
          setlcd();
          setaddr(0x80);
          title(5);
          setaddr(0x84);
          for(n=30;n<=33;n++)
          display(gpsdata[n]);
          setaddr(0xc0);
          for(n=34;n<=41;n++)
          display(gpsdata[n]);
          }
  }
  void setlcd(void)
  {
  RS=0;
  P0=0x38;
```

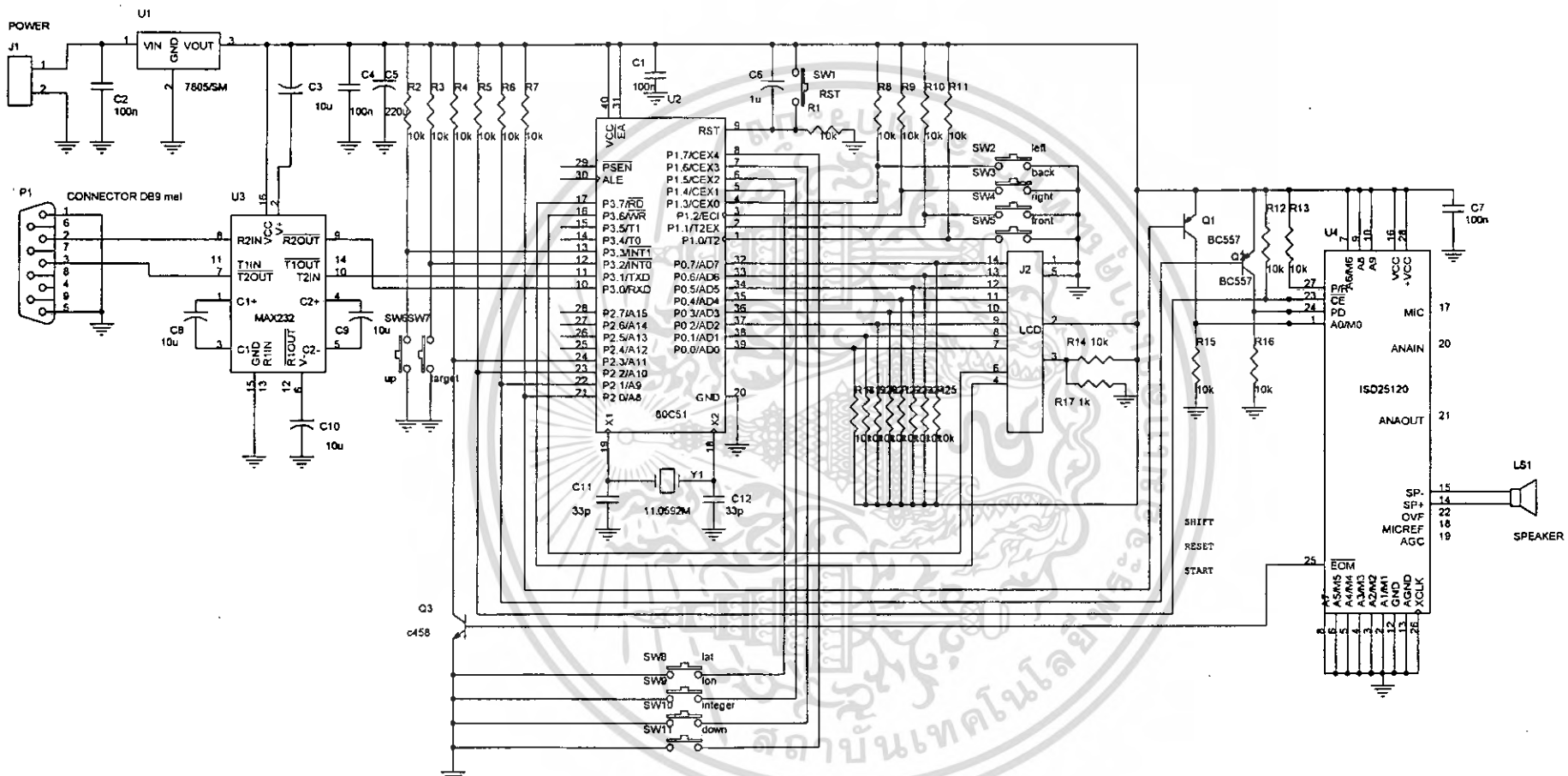
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
enable(1);
}
void setaddr(char addr)
{
RS=0;
P0=addr;
enable(1);
}
void display(char datas)
{
RS=1;
P0=datas;
enable(1);
RS=0;
P0=0x0c;
enable(1);
P0=0x06;
enable(1);
}
void enable(int t)
{
E=1;
delay(t);
E=0;
}
void cls(void)
{
RS=0;
P0=0x01;
enable(1);
}
//-----------------------------number voice-----------------------------
void numv(int num)
{
int hun,ten,unit,a,c;
a=num;
        if(num>=0&&num<1000)
        {
        hun=a/100;
                if(hun>0)
                {
                shift(hun-1);
                shift(11);//voice hundred digit
                }
                                c=a%100;
                                ten=c/10;
                                if(ten>0)
                                {
                                        if(ten==2)
                                        shift(10);
                                                else if(ten!=2&&ten!=1&&ten>0)
                                                shift(ten-1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        shift(9);//voice ten digit
                                    }
                                                    unit=c%10;
                                                    if(unit>0)
                                                    shift(unit-1);//voice unit digit
        shift(12);//voice meter
        }
}
//-----------------------------delay-----------------------------
void delay(int t)
{
int n;
for(t=t;t>0;t--)
for(n=100;n>=0;n--);
}
//-----------------------------voice-----------------------------
void shift(int shift)
{
int L;
        reset();
        shf=0;//open shift"1"
                for(L=1;L<=shift;L++)
                {
        start();//shift
                delay(30);
                }
        shf=1;//close shift"0"
        start();
        while(eom==0);
}
void reset(void)
{
res=0;
delay(30);
res=1;
}
void start(void)
{
str=0;
delay(30);
str=1;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


POWER
J1
U1
VIN
GND
VOUT
7805/SM
C2
100n
C3
10u
C4
100n
C5
220u
R2
R3
R4
R5
R6
R7
10k
C1
100n
U2
C6
1u
SW1
RST
R1
10k
R8
R9
R10
R11
SW2
left
SW3
back
SW4
right
SW5
front
P1
CONNECTOR DB9 mel
U3
MAX232
R2IN
R2OUT
T1IN
T2OUT
T1OUT
T2IN
C1+
C2+
C1-
C2-
C8
10u
C9
10u
C10
10u
SW6
SW7
up
target
PSEN
ALE
RST
P1.7/CEX4
P1.6/CEX3
P1.5/CEX2
P1.4/CEX1
P1.3/CEX0
P1.2/ECI
P1.1/T2EX
P1.0/T2
P3.7/RD
P3.6/WR
P3.5/T1
P3.4/T0
P3.3/INT1
P3.2/INT0
P3.1/TXD
P3.0/RXD
P0.7/AD7
P0.6/AD6
P0.5/AD5
P0.4/AD4
P0.3/AD3
P0.2/AD2
P0.1/AD1
P0.0/AD0
P2.7/A15
P2.6/A14
P2.5/A13
P2.4/A12
P2.3/A11
P2.2/A10
P2.1/A9
P2.0/A8
GND
80C51
X1
X2
C11
33p
Y1
11.0592M
C12
33p
J2
LCD
R14 10k
R17 1k
R15
R16
10k
Q1
BC557
Q2
BC557
R12
R13
10k
U4
ISD25120
MIC
ANAIN
ANAOUT
SP-
SP+
OVF
MICREF
AGC
EOM
XCLK
C7
100n
L51
SPEAKER
SHIFT
RESET
START
Q3
c458
SW8
lat
SW9
lon
SW10
integer
SW11
down