รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตร (ปีที่ 2)

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล

โครงการวิจัยร่วมภาครัฐกับภาคเอกชน ปีงบประมาณ 2549

สัญญาเลขที่ ครอ. 002/2549

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน 2550

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่วิจัย	1
	วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	หน่วยงานที่จะนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
	ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	ระเบียบวิธีวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	ระยะเวลาการวิจัย	6
	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	6
	อุปกรณ์การวิจัย	6
บทที่ 2	ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM และบริการข่าวสารสั้น	8
	ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	8
	บริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Service หรือ SMS)	9
	ข้อดีของการใช้งานบริการส่งข่าวสารสั้น ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	11
บทที่ 3	คุณสมบัติของระบบ GPS (Global Positioning System)	12
	องค์ประกอบหลักของระบบ GPS	12
	หน้าที่สำคัญของดาวเทียม GPS	13
	หน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน	14
	การคำนวณตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับ GPS	14
	คำสั่งขาออก NMEA	15
บทที่ 4	การต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่	18
	คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่	18
	มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	20
	ชุดคำสั่งในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่	22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5 การออกแบบและสร้างระบบ 24
ความหมายของการโทรมาตร (Telemetering) 24
ข้อดีของระบบการโทรมาตร (Telemetering) 24
องค์ประกอบของโครงสร้างระบบ 25
ความต้องการใช้งาน (Requirements) ของ GSM INTERFACE UNIT 26
บทที่ 6 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ 27
หน้าที่ของหน่วยวัดข้อมูล 27
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT 27
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GPS RECEIVER 31
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM MODULE 33
วงจรสมบูรณ์และลายวงจรพิมพ์ของ GSM INTERFACE UNIT 34
บทที่ 7 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ 37
หลักการทำงานของระบบ 37
โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT 39
การตรวจหาข้อมูลระดับความสูงและเวลาที่ได้รับ 43
บทที่ 8 การทดสอบระบบ 45
การเตรียมระบบสำหรับการทดสอบ 45
การทดสอบระบบ 48
บทที่ 9 สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย 58
สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย 58
ปัญหาและอุปสรรค 58
ข้อเสนอแนะ 58
รายการเอกสารอ้างอิง 61
ภาคผนวก 62
ภาคผนวก ก 63
ภาคผนวก ข 79

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่วิจัย

เนื่องจากปัจจุบันโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM (Global System for Mobile communication) ได้กระจายครอบคลุมไปทั่วประเทศ ผู้ใช้บริการจึงมีความสะดวกสบายไม่ว่าจะติดต่อในสถานที่ใดๆ ประกอบกับรูปแบบของการให้บริการมีความหลากหลายและการประยุกต์ใช้งานโครงข่ายแบบใหม่ๆ มีเข้ามาตลอด อีกทั้งค่าบริการต่างๆ มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากมีการแข่งขันของผู้ให้บริการสูง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังมีการใช้ประโยชน์จากบริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Services หรือ SMS) นอกเหนือจากการส่งข่าวสารสั้นให้กับบุคคลอยู่เป็นจำนวนน้อยมาก เนื่องจากยังมีการพัฒนาการใช้งานจำกัดอยู่ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ยังใหม่ มีผู้พัฒนาการใช้งานไม่มากนัก ทำให้คู่แข่งทางการค้ามีจำนวนค่อนข้างน้อย ดังนั้นการพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ นอกเหนือจากการส่งข่าวสารสั้นให้กับบุคคล จึงน่าจะเป็นหนทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ เป็นการเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศและอาจนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการยกระดับคุณภาพชีวิตได้อีกด้วย

เราสามารถใช้ประโยชน์จากบริการส่งข่าวสารสั้นในการประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้เช่น การโทรมาตรซึ่งก่อนหน้านี้มักมีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงในการติดต่อสื่อสารระหว่างจุดที่ต้องการวัดกับศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลเนื่องจากต้องสร้างระบบสื่อสารเฉพาะกิจไม่สามารถใช้ระบบสื่อสารที่ให้บริการสาธารณะได้ หรือหากใช้ระบบวิทยุสื่อสารปกติ (Radio Telemetry) ก็จะมีปัญหาเรื่องการขอใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุ ซึ่งทำให้ภาคเอกชนไม่สามารถใช้งานได้ ดังนั้นถ้าสามารถนำโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM นี้มาประยุกต์ใช้งานด้านการโทรมาตรก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ใช้บริการไม่ว่าจะเป็นทั้งในระดับองค์กรหรือระดับผู้บริโภค เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการทำงานจะลดลงจากเดิมค่อนข้างมาก

อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติปัจจุบันก็คือ ราคาของอุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาแพง และไม่ใช่ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวจะสามารถต่อร่วมเข้ากับการประยุกต์ใช้งานด้านการโทรมาตรทุกชนิดได้โดยตรง ดังนั้นการทำโครงการวิจัยสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface เพื่อการประยุกต์ใช้งานด้านการโทรมาตรนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้ผู้ใช้ในประเทศสามารถหาอุปกรณ์ GSM Interface ที่มีราคาถูกและสามารถ

นำไปใช้กับการประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นใช้เองภายในประเทศรวมไปถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องได้อีกด้วย เช่น อุปกรณ์วัดชนิดต่างๆ ที่สามารถต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM เพื่อการส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางการประมวลผลต่างๆ เป็นต้น สำหรับพันธกิจของโครงการวิจัยในปีที่ 2 นี้คือ การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดระดับน้ำ ซึ่งอาจนำไปใช้ได้กับระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในเขื่อน ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย

1.2 **วัตถุประสงค์ของโครงการ**

- เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตรได้
- เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านการพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตร ให้กับภาครัฐบาลและภาคเอกชน
- เพื่อเป็นการสร้างความแข็งแกร่งให้กับรากฐานการวิจัยและพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตร
- เพื่อสนองตอบต่อนโยบายของรัฐบาลด้านการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศและการเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ
- เพื่อสร้างและพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีโทรคมนาคมทั้งในภาครัฐบาลและภาคเอกชน
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยในปีที่ 2 คือ การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดระดับน้ำ ซึ่งอาจนำไปใช้ได้กับระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในเขื่อน ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย

1.3 **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

อุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดระดับน้ำ ซึ่งอาจนำไปใช้ได้กับระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในเขื่อน ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย

สำหรับลักษณะการประยุกต์ใช้งาน GSM Interface เป็นดังนี้

เนื่องจากโครงข่าย GSM มีอยู่ในเกือบทุกประเทศทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย ทำให้เป็นโครงข่ายสื่อสารที่สามารถติดต่อได้ทั่วโลกตลอดเวลา อีกทั้งมีความเชื่อถือได้สูงเพราะเป็นระบบดิจิทัล และมีการดูแลรักษาอย่างดีจากผู้ให้บริการ หากสามารถสร้างอุปกรณ์ GSM Interface เพื่อต่อระหว่างอุปกรณ์โทรมาตรที่มีพอร์ตสื่อสารชนิดต่างๆ กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM จะทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อ ควบคุม เชื่อมโยง อุปกรณ์โทรมาตรดังกล่าวจากสถานีควบคุมหรือศูนย์รวบรวมข้อมูลในระยะไกลโดยใช้ระบบ GSM SMS ได้ ตัวอย่างเช่น

1. ระบบ Telemetry เพื่อ monitor หรือ ควบคุมอุปกรณ์ทางไกลใดๆ เช่น ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในเขื่อน ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย ระบบวัดกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า
2. ระบบส่งข้อมูลอัตโนมัติ

เป็นต้น

ทั้งนี้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ถือเป็นระบบที่มีการใช้ประโยชน์ของช่องสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากใช้ระบบวิทยุสื่อสารปกติจะมีปัญหาเรื่องการขอใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุ ซึ่งทำให้ภาคเอกชนไม่สามารถใช้งานได้

หากสามารถพัฒนาเครื่องต้นแบบจนนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์นอกจากจะสามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศในการลดการนำเข้าแล้ว ยังสามารถผลิตเพื่อเป็นการส่งออกสินค้าไปต่างประเทศได้อีกด้วย เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยี GSM ยังมีการพัฒนาการใช้งานจำกัดอยู่ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ยังใหม่ มีผู้พัฒนาการใช้งานไม่มากนัก ทำให้คู่แข่งทางการค้ามีจำนวนค่อนข้างน้อย

1.4 หน่วยงานที่จะนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่สามารถนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้มีทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่มีความต้องการใช้การโทรมาตรเพื่อวัดระดับน้ำ เช่น กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ฯลฯ

1.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้สืบค้นถึงผลงานวิจัยที่ผ่านมารวมทั้งสิทธิบัตรเกี่ยวกับอุปกรณ์ GSM Interface แต่ไม่พบงานวิจัยที่เผยแพร่ในรูปของบทความทางวิชาการหรือเผยแพร่ในอินเทอร์เนต ฯลฯ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศนั้นน่าจะมีสิทธิบัตรคุ้มครองอยู่โดยปกติทั่วไปอยู่แล้ว หากผู้ใดลอกเลียนแบบจากอุปกรณ์นั้นๆ โดยตรงก็จะมีความผิดฐานละเมิดสิทธิบัตรดังกล่าว อย่างไรก็ตาม โครงการวิจัยนี้ไม่ได้ลอกเลียนแบบ แต่เป็นการออกแบบวงจรด้วยตนเองโดยให้วงจรที่ออกแบบเองนี้สามารถทำหน้าที่ได้ตามความต้องการของการต่อร่วมนั้นๆ ซึ่งวงจรที่ได้ออกแบบนั้นมีทางเป็นไปได้มากมาย จึงมีความเป็นไปได้ที่น้อยมากที่จะไปเหมือนกับของอุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้น การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นในโครงการวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสม

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาการทำงาน ลักษณะ และคุณสมบัติของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การส่งข้อมูลการวัดผ่านระบบ SMS ฯลฯ โดยศึกษาจากเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นศึกษารายละเอียดการใช้คำสั่ง AT commands โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสั่งงานและติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ทำความเข้าใจกับคำสั่งและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งานด้านการต่อเข้ากับระบบและการใช้งาน SMS ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะและการใช้งานการสื่อสารแบบอนุกรม RS-232 ฯลฯ ทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ศึกษารูปแบบข้อมูลของเครื่องรับ GPS (Global Positioning System) ซึ่งมีข้อมูลความสูงที่เราสามารถนำมาใช้วัดระดับน้ำที่เราต้องการรวมอยู่ด้วย
2. นำข้อมูลและความรู้ที่ได้มาออกแบบลักษณะของโครงการในปีที่ 2 โดยออกแบบปรับปรุงลักษณะของโครงการในปีที่ 2 นี้ให้เข้ากับความรู้ที่ได้จากข้อที่ 1 โดยทางบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะทำหน้าที่ชี้แนะแนวทางและช่วยเหลือข้อมูลด้านเทคนิค

3. ศึกษาวิธีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่กับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในขั้นตอนนี้ผู้ร่วมโครงการจะศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมภายใต้คำแนะนำของหัวหน้าโครงการ ส่วนทางบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะคอยแนะนำและสาธิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ
4. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM ที่อาจนำไปประยุกต์ใช้กับระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในเขื่อน ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย โดยทางหัวหน้าโครงการและบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะร่วมกันดูแลและช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ขั้นตอนนี้บริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการให้ความสะดวกเรื่องสถานที่การปฏิบัติงานของโครงการวิจัยร่วมอีกด้วย
5. ทดสอบการทำงานและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ GSM Interface ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาโดยนำอุปกรณ์เครื่องรับ GPS ไปใช้กับอุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่และส่งข้อมูลระดับน้ำไปแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ปลายทางหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยขั้นตอนนี้จะต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติมในการทดสอบและเก็บข้อมูล หัวหน้าโครงการจะคอยเป็นที่ปรึกษาถึงวิธีในการทดสอบรวมทั้งการประเมินผลการทดสอบและทางบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะคอยช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ทดสอบต่างๆ ที่จำเป็น
6. สรุปผลการดำเนินการ แนวทางการพัฒนาต่อไปในปีที่ 3 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข ขั้นตอนสุดท้ายนี้ผู้ร่วมโครงการจะต้องอภิปรายและสรุปปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการรวมทั้งระดับความสำเร็จของโครงการร่วมกับหัวหน้าโครงการและบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ต่อไปในปีที่ 3

1.7 ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดระดับน้ำซึ่งอาจนำไปใช้ได้กับระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในเขื่อน ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย

1.8 ระยะเวลาการวิจัย

1 ปี

1.9 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

โปรดดูตารางที่ 1.1

1.10 อุปกรณ์การวิจัย

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 2 เครื่อง

   สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ GSM Interface, จำลองการทำงานของวงจรส่งและวงจรรับข้อมูลเพื่อให้ได้การออกแบบระบบที่ดีที่สุดก่อนการลงมือสร้างฮาร์ดแวร์ GSM Interface และใช้เป็นสถานีรับข้อมูลเพื่อ Monitor และวิเคราะห์ข้อมูลแสดงผลการวัดระยะไกลของเครื่องต้นแบบ GSM Interface ซึ่งอาจนำไปใช้ได้กับระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในเขื่อน ระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย ฯลฯ

2. โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM 1 เครื่อง

   สำหรับเป็นเครื่องรับข้อมูลในการทดลองใช้งานจริง

3. GSM/GPRS Module

   สำหรับเป็นเครื่องส่งข้อมูลในการทดลองใช้งานจริงโดยการสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์

4. เครื่องรับ GPS รุ่น MTI-1

5. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของ GSM Interface ซึ่งได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด, ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น dsPIC30F4011, External EEPROM (24LC256), Character Liquid Crystal Display และ IC Regulator 7805C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.1

การพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตร

ปีที่ 2

ขั้นตอน	แนวทางการทำโครงการ / แผนการดำเนินโครงการ	สถานที่	ต.ค.-พ.ย. 48	ธ.ค.-ม.ค.49	ก.พ.-มี.ค. 49	เม.ย.-พ.ค.49	มิ.ย.-ก.ค. 49	ส.ค.-ก.ย. 49
1	ศึกษาวิธีการ ลักษณะ และคุณสมบัติของระบบฯ สำหรับประยุกต์ใช้กับงานในปีที่ 2 โดยเฉพาะ	จุฬาลงกรณ์						
2	นำข้อมูลและความรู้ที่ได้มาออกแบบลักษณะของโครงการสำหรับงานในปีที่ 2 โดยเฉพาะ	จุฬาลงกรณ์						
3	ศึกษาวิธีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ กับอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับงานในปีที่ 2	จุฬาฯ, บริษัทฯ						
4	ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ GSM Interface สำหรับงานในปีที่ 2 โดยเฉพาะ	บริษัทฯ						
5	ทดสอบการทำงานและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ GSM Interface ที่ได้ออกแบบและ	บริษัทฯ						
6	สรุปผลการดำเนินการ ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางการแก้ไข และแนวทางการพัฒนาต่อไปในปีที่ 3	จุฬาลงกรณ์						

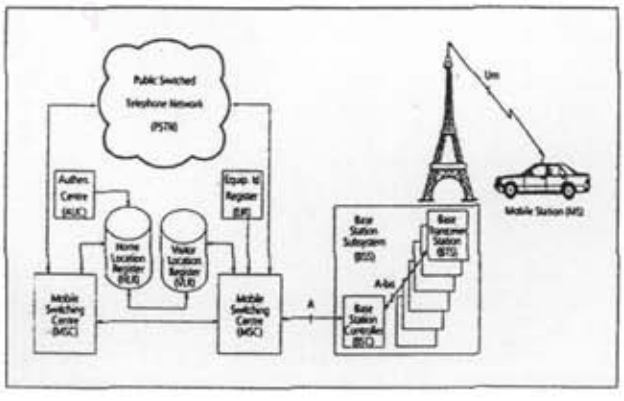
บทที่ 2
ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM และบริการข่าวสารสั้น

2.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

ในปัจจุบันนี้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากระบบหนึ่งก็คือระบบ GSM (Global System for Mobile communication) ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์แบบดิจิทัล ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบแอนะลอกที่ใช้อยู่แต่เดิมหลายด้านได้แก่ ประสิทธิภาพในการใช้สเปกตรัม โดยสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้ได้มากกว่า สามารถทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า มีความปลอดภัยสูง และยังใช้กำลังในการส่งสัญญาณน้อยกว่าอีกด้วย

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ประกอบด้วยระบบย่อย ๆ 4 ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ดังนี้

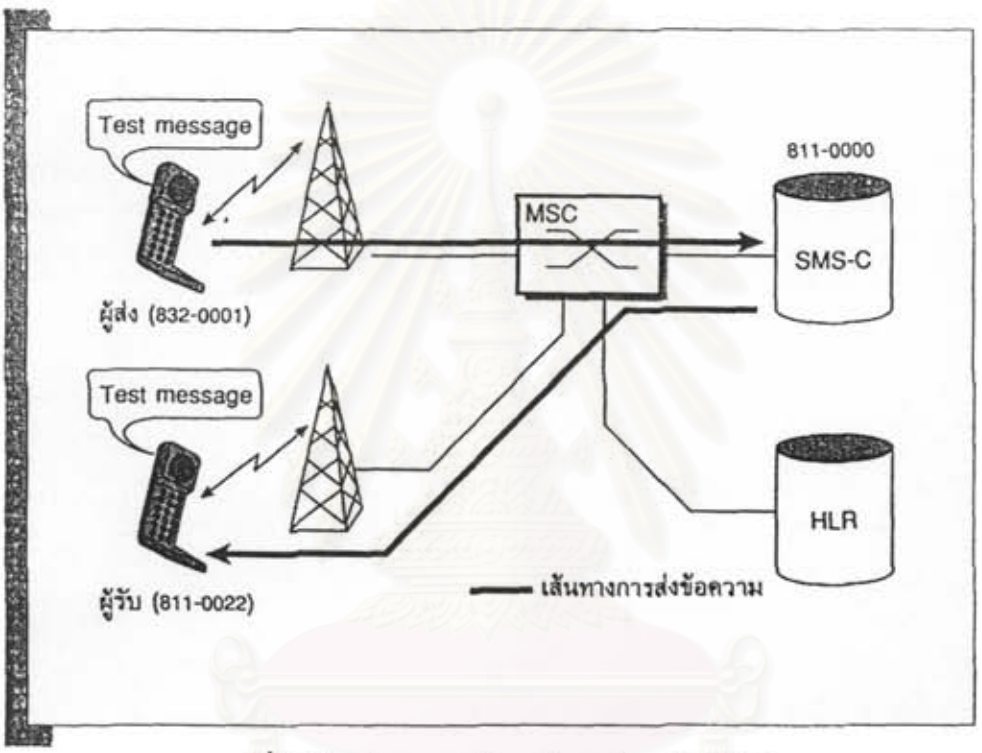
1. ระบบย่อยสถานีฐาน (Base Station Sub System, BSS) ประกอบด้วย
   - สถานีฐานรับส่งสัญญาณ (Base Transceiver station หรือ BTS)
   - ตัวควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller หรือ BSC)
2. ระบบย่อยสวิตชิง (Switching Sub System, SSS) ประกอบด้วย
   - ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Switching Center หรือ MSC)
   - ฐานข้อมูลทะเบียนผู้ใช้ (Home Location Register (HLR))
   - ฐานข้อมูลผู้มาเยือน (Visitor Location Register (VLR))
   - ฐานข้อมูลตรวจสอบความถูกต้องของผู้ใช้ (Authentication Center (AC))
   - ฐานข้อมูลเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Equipment Identity Register (EIR))
   - ศูนย์บริการเสริม เช่น ศูนย์บริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Service Center หรือ SMS-C) เป็นต้น
3. ศูนย์ปฏิบัติการและบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Center หรือ OMC)
   - ศูนย์ปฏิบัติการและบำรุงรักษาสำหรับระบบย่อยสถานีฐาน (Operation and Maintenance Center for Base Station Sub System หรือ OMC-B)
4. สถานีเคลื่อนที่หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS)



รูปที่ 2.1 การต่อร่วมระหว่างระบบย่อยต่างๆ ในโครงข่าย GSM

2.2 บริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Service หรือ SMS)

บริการส่งข่าวสารสั้นใช้ความสามารถของระบบย่อยในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ในการรับข่าวสารสั้นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้พร้อมกับตรวจสอบจุดหมายปลายทางที่ต้องการจะส่งข่าวสารนั้น เมื่อพบแล้วจึงส่งข้อมูลนั้นไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทาง โดยเรียกตัวกลางที่ทำหน้าที่นี้ว่า ศูนย์บริการรับฝากข่าวสาร หรือ Short Message Service Center (SMS-C) การต่อร่วมจะกระทำระหว่างชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับ SMS-C โดยใช้ระบบการสัญญาณแบบ CCS 7 (Common Channel Signaling System No. 7) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



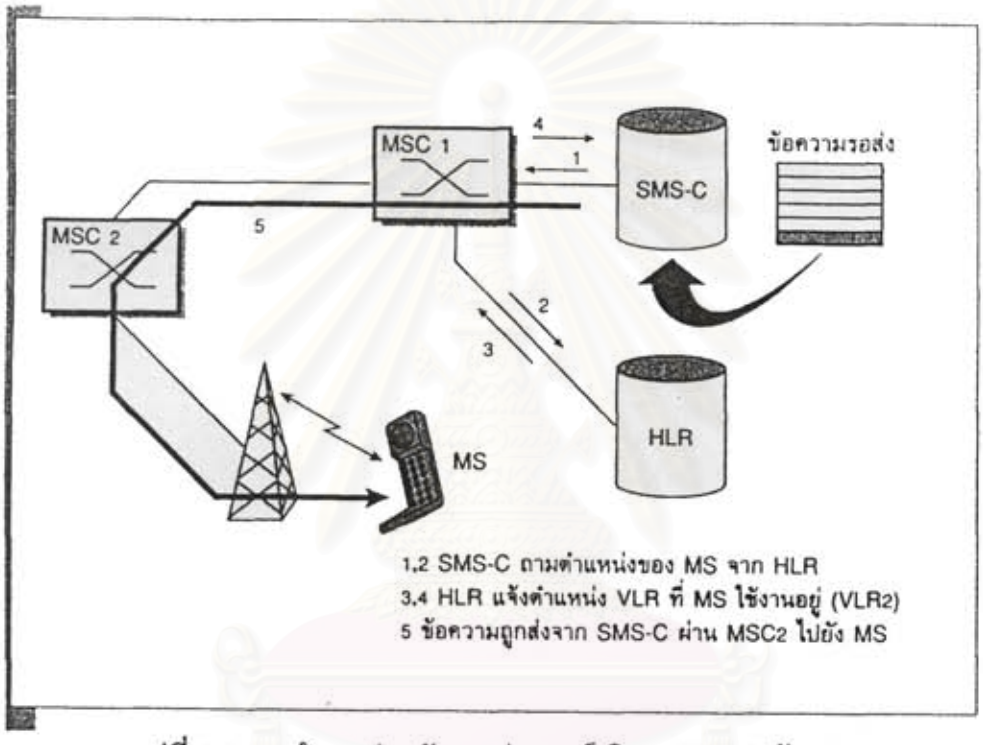
รูปที่ 2.2 รูปแบบการต่อระหว่างอุปกรณ์ SMS-C

ข่าวสารสั้นที่ส่งจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ไปเก็บไว้ใน SMS-C แต่ละชุดมีความยาวได้สูงสุด 160 อักขระ (160 characters)

เมื่อข่าวสารสั้นถูกส่งไปยัง SMS-C แล้ว อุปกรณ์ SMS-C จะประมวลผลข่าวสารสั้นเหล่านั้น เนื่องจากในตัวของข่าวสารสั้นเองได้รวมหมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางอยู่ อุปกรณ์ SMS-C จึงสามารถติดต่อกับ HLR เพื่อตรวจสอบว่าเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อนั้นอยู่ ณ ที่ใดในโครงข่าย HLR จะแจ้งหมายเลขของ VLR ที่โทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นลงทะเบียนอยู่ในปัจจุบันกลับไปยัง SMS-C ซึ่ง SMS-C จะติดต่อไปยัง VLR นั้นๆ เพื่อให้ VLR ติดต่อเรียกโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางนั้นต่อไป ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ตอบรับการเรียกจาก VLR

ศูนย์บริการ SMS-C จะส่งข่าวสารสั้นนั้นผ่านระบบย่อยสถานีฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางต่อไป

ในกรณีที่ไม่มีการตอบรับจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรืออุปกรณ์ HLR พบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางนั้นอยู่ในสถานะของการปิดเครื่อง HLR จะแจ้งกลับไปยัง SMS-C ให้ประวิงเวลาการส่งนั้นออกไป เมื่อใดก็ตามที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปรากฏตัวขึ้นในโครงข่าย จะเกิดกระบวนการ Location Update ขึ้น SMS-C จะเริ่มกระบวนการส่งข่าวสารสั้นไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นอีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การทำงานร่วมกันระหว่างศูนย์บริการ SMS-C กับ HLR

ข่าวสารสั้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางได้รับจาก SMS–C จะถูกเก็บลงในแผ่น SIM (Subscriber Identification Module). การรับข่าวสารสั้นแล้วไม่ลบออกไปเมื่ออ่านเสร็จจะทำให้พื้นที่สำหรับเก็บข่าวสารสั้นในแผ่น SIM มีโอกาสเต็ม ข่าวสารสั้นอื่นๆ ที่ไม่สามารถเก็บลงใน SIM จะได้รับการเก็บไว้ในอุปกรณ์ SMS–C ซึ่งผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่บางรายได้จำกัดระยะเวลาที่ข่าวสารสั้นสามารถคงอยู่ได้ใน SMS-C หากเกินกว่าเวลาที่ได้ตั้งไว้ ข่าวสารสั้นเหล่านั้นก็จะถูกลบไปโดยอัตโนมัติ

2.3 **ข้อดีของการใช้งานบริการส่งข่าวสารสั้น ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่** GSM

1. มีความเชื่อถือได้สูง เนื่องจากข่าวสารสั้นที่ถูกส่งไปจะไม่สูญหายไปจนกว่าจะถึงปลายทางในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
2. ครอบคลุมพื้นที่การใช้งานได้เป็นบริเวณกว้าง เนื่องจากสามารถทำงานได้ในทุกพื้นที่ที่มีโครงข่ายของระบบ GSM อยู่
3. ค่าใช้จ่ายค่อนข้างถูก มีการลงทุนน้อย ค่าบริการต่อครั้งไม่แพงจนเกินไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
คุณสมบัติของระบบ GPS (Global Positioning System)

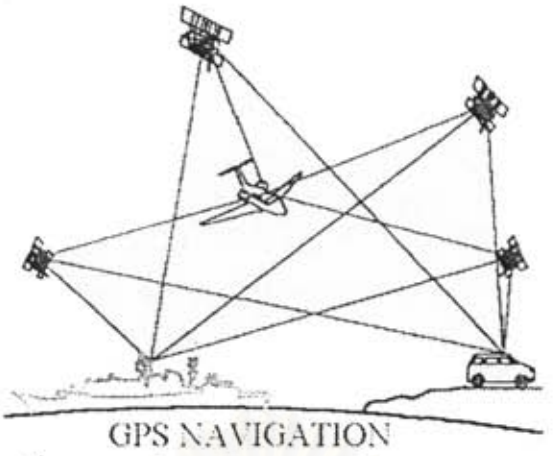
ระบบ GPS คือระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (ละติจูด ลองกิจูด และความสูง) โดยเป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุถึงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำไม่ว่าในเวลาหรือสภาพอากาศแบบใด การทำงานของระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียมซึ่งโคจรอยู่เหนือพื้นโลก ระบบดาวเทียมที่ใช้ในการนำร่องเต็มระบบมีอยู่ทั้งหมด 24 ดวง หรือมากกว่านั้น (จากสถิติที่มีการบันทึกไว้มีอยู่ 28 ดวง เมื่อเดือนมีนาคม ค.ศ. 2000) โดยดาวเทียมทั้งหมดโคจรอยู่เหนือพื้นโลกด้วยระยะห่าง 26,560 กิโลเมตร การโคจรรอบโลก 1 รอบกินเวลา 11.967 ชั่วโมง (คิดเป็นความเร็วเท่ากับ 2.6 กิโลเมตรต่อวินาที) ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโคจรจากสถานีที่ภาคพื้นดิน ดาวเทียมเหล่านี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณความถี่สูงมายังพื้นโลก สัญญาณที่ว่านี้ไม่ว่าใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS ก็จะสามารถรับสัญญาณได้ทันที สัญญาณที่รับได้เมื่อนำมาผ่านการคำนวณ ถอดรหัส จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่เครื่องรับตั้งอยู่ในเวลานั้น ๆ ในทางทฤษฎีการโคจรของดาวเทียม GPS ทั้งระบบทำให้ทุกจุดบนพื้นโลกไม่ว่าขณะเวลาใด เครื่องรับจะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวง ซึ่งเป็นจำนวนมากพอในการคำนวณหาพิกัดบนพื้นโลกได้

3.1 องค์ประกอบหลักของระบบ GPS

ภาคอวกาศ (Space Segment) ประกอบด้วย กลุ่มของดาวเทียม GPS จำนวน 24 ดวงที่โคจรรอบโลกซึ่งจะส่งสัญญาณเวลาที่มีความแม่นยำสูงและข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ ที่ต้องใช้ในการคำนวณ ตำแหน่งพิกัด ไปยังทุกจุดบนพื้นโลก ตลอด 24 ชั่วโมง โคจรรอบโลกที่ความสูง 11,000 ไมล์ทะเล เป็น 6 ระนาบๆละ 4 ดวง โคจรรอบโลก 2 รอบภายใน 1 วัน ใช้สัญญาณความถี่ 1,575.42 MHz

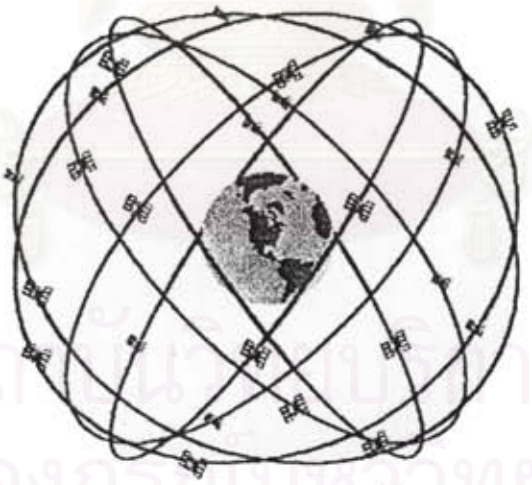
ภาคพื้นโลก (Ground Segment) ประกอบด้วย กลุ่มของสถานีควบคุมดาวเทียม ทำหน้าที่ควบคุมวงโคจรดาวเทียม คำนวณวงโคจรและตำแหน่งดาวเทียม ตรวจวัดความผิดพลาดของวงโคจร ปรับแก้ความถูกต้องของสัญญาณก่อนส่งข้อมูลที่ถูกต้องขึ้นไปที่ดาวเทียมเพื่อส่งสัญญาณกลับลงมายังผู้ใช้

ภาคผู้ใช้ (Users Segment) ประกอบด้วย เครื่องบอกตำแหน่งพิกัด ซึ่งก็คือ เครื่องรับ GPS (GPS Receiver) ที่รับข้อมูลต่างๆ จากดาวเทียม GPS แล้วนำมาคำนวณ หาตำแหน่งพิกัดและความสูงของเครื่อง



รูปที่ 3.1 การทำงานในการบอกตำแหน่งของ GPS

ระบบดาวเทียม GPS ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โคจรในอวกาศ ครอบคลุมทั่วโลกทั้งหมด 6 ระนาบ แต่ละระนาบทำมุม 60 องศา กับเส้นศูนย์สูตร ดาวเทียมแต่ละดวงมีส่วนประกอบหลักคล้ายคลึงกับดาวเทียมสื่อสารโดยทั่วไปซึ่งได้แก่ ภาครับสัญญาณ ภาคส่งสัญญาณ ภาคควบคุม และระบบสายอากาศวิทยุ ส่วนพิเศษที่มีเฉพาะในดาวเทียม GPS คือ ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง



รูปที่ 3.2 การโคจรของดาวเทียม GPS ทั้ง 24 ดวงรอบโลก

3.2 หน้าที่สำคัญของดาวเทียม GPS

3.2.1 **รับข้อมูลวงโคจรที่ถูกต้องของดาวเทียม** (Ephemeris Data) **ที่ส่งมาจากสถานีควบคุมดาวเทียมหลัก** (Master Control Station) **เพื่อส่งกระจายสัญญาณข้อมูลนี้ลงไปยังพื้นโลก**

เพื่อให้เครื่องรับ GPS ใช้สำหรับคำนวณระยะห่าง (Range) ระหว่างเครื่องรับ GPS กับดาวเทียมดวงนั้นและดาวเทียมดวงอื่น ๆ บนท้องฟ้าเพื่อใช้คำนวณหาตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับ GPS

3.2.2 ส่งรหัส (Code) และข้อมูล Carrier Phase ไปกับคลื่นวิทยุลงไปยังพื้นโลกเพื่อให้เครื่องรับ GPS ใช้สำหรับคำนวณระยะห่างระหว่างดาวเทียมดวงนั้นกับตัวเครื่องรับ GPS

3.2.3 ส่งข้อมูลตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมทั้งหมด (Almanac Information) และข้อมูลสุขภาพของดาวเทียมลงไปยังพื้นโลกเพื่อให้เครื่องรับ GPS ใช้สำหรับกำหนดดาวเทียมที่จะสามารถรับสัญญาณได้

3.4 หน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ระบบ GPS ถูกควบคุมโดยกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาจากสถานีควบคุมหลักในรัฐโคโลราโด ซึ่งจะคอยตรวจสอบดาวเทียมทุกดวงในระบบ ป้อนคำสั่งควบคุมและป้อนข้อมูล รวมทั้งให้ข่าวสารในการนำร่อง สถานีตรวจสอบภาคพื้นดินใช้สายอากาศภาคพื้นดินในการควบคุมดาวเทียม GPS และส่งต่อข้อมูลให้แก่สถานีควบคุมหลัก (Master Control) เพื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดที่แน่นอนของดาวเทียมแต่ละดวง รวมทั้งปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ถ้าดาวเทียมดวงใดเกิดความผิดปกติขึ้น สถานีควบคุมภาคพื้นดินจะกำหนดดาวเทียมดวงนั้นเป็น "Un - healthy" เพื่อให้เครื่องรับ GPS ทราบว่าไม่ควรใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดวงนี้ ซึ่งเครื่องรับ GPS ก็จะตรวจสอบได้จากการตรวจสอบสถานะของดาวเทียม โดยเครื่องรับ GPS จะรับข้อมูลจากดาวเทียมดวงดังกล่าว แล้วใช้ดาวเทียมดวงอื่นที่มีความเหมาะสมในการคำนวณตำแหน่งพิกัดแทน ในบางครั้งดาวเทียมอาจถูกปิดใช้งานเพื่อทำการบำรุงรักษา หรืออาจจะถูกปิดเพื่อเปลี่ยนวงโคจรตามความเหมาะสม

3.5 การคำนวณตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับ GPS

ดาวเทียม GPS แต่ละดวงจะส่งกระจายสัญญาณ 2 ชนิดอย่างต่อเนื่องได้แก่ สัญญาณ Standard Positioning Service (SPS) ซึ่งใช้สำหรับบุคคลทั่วไป และ สัญญาณ Precise Positioning Service (PPS) ซึ่งใช้สำหรับทางทหาร สัญญาณ SPS เป็นสัญญาณแบบ Spread-Spectrum ที่กระจายสัญญาณด้วยความถี่ 1575 MHz สภาพแวดล้อมหรือสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบนพื้นโลกมีผลกระทบค่อนข้างน้อยต่อสัญญาณดังกล่าว สัญญาณ SPS ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจรของดาวเทียม 2 ชนิดได้แก่ ข้อมูล Almanac และข้อมูล Ephemeris ข้อมูล Almanac เป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพของดาวเทียมและตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียมทุกดวงในระบบอย่างคร่าว ๆ เครื่องรับ GPS จะรับข้อมูล Almanac จากดาวเทียมดวงใด ๆ ที่สามารถรับสัญญาณได้ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการเลือกรับดาวเทียมที่สามารถจะใช้ได้ใน

การคำนวณตำแหน่งพิกัด ส่วนข้อมูล Ephemeris ประกอบด้วยข้อมูลที่แม่นยำโดยละเอียดของวงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงที่ทำการรับสัญญาณได้ สัญญาณ SPS จะส่งรหัสลงมาด้วย โดยรหัสดังกล่าวจะทำให้เครื่องรับ GPS สามารถคำนวณเวลาที่สัญญาณเดินทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับ GPS ได้ เมื่อเครื่องทราบเวลาที่เดินทางและตำแหน่งดาวเทียม (Ephemeris) ก็จะสามารถคำนวณหาระยะ (Pseudorange) ระหว่างดาวเทียมแต่ละดวงกับเครื่องรับ GPS ได้ เครื่องรับ GPS จะรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ถึง 4 ดวงในเวลาเดียวกัน โดยจะใช้ดาวเทียม 3 ดวงในการคำนวณหาตำแหน่งพิกัดเพียงอย่างเดียว

3.6 คำสั่งขาออก NMEA

NMEA เป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารซึ่งกำหนดโดยองค์กรกลางคือ National Marine Electronics Association ในเริ่มแรกนั้น NMEA ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเดินเรือเป็นหลัก ต่อมาเมื่อระบบ GPS ถูกนำมาใช้งาน และมีบทบาทในการเดินเรือมากขึ้นตามวันเวลาที่ผ่านไป จึงทำให้ NMEA ถูกพัฒนามาเป็นมาตรฐานกลางสำหรับใช้สื่อสารระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ แต่ถึงกระนั้นก็ยังคงมีอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS บางรุ่นอยู่บ้างที่ผู้ผลิตมีโพรโทคอลเฉพาะสำหรับใช้งานเองแต่เป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น

สำหรับมาตรฐาน NMEA ที่หมายถึงคือมาตรฐานซึ่งมีชื่อเรียกเต็ม ๆ ว่า NMEA 0183 เวอร์ชั่น 1.5 หรือ 2.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามมาตรฐาน NMEA 0183 เวอร์ชั่น 2.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกประกาศใช้มาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1997 เป็นเวอร์ชั่นใหม่กว่า และในปัจจุบันอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ส่วนใหญ่สามารถรองรับได้แล้ว

ข่าวสาร NMEA คือข้อมูลซึ่งถูกส่งออกมาจากมอดูลรับสัญญาณ GPS ข้อมูลในข่าวสาร NMEA สามารถแบ่งได้เป็น record หรือ field ย่อย ๆ โดยแต่ละ record ประกอบด้วยอักขระ ASCII ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร เราสามารถอ่านดูข้อมูล NMEA ที่ว่านี้ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น Hyper Terminal Record ข้อมูลในข่าวสาร NMEA แต่ละเวอร์ชั่น อาจมีอยู่มากน้อยต่างกัน แต่ record ที่มักใช้กันเป็นหลักในข่าวสาร NMEA มี 6 record ตามตาราง

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดภายใน Record ต่าง ๆ ของข่าวสาร NMEA

NMEA Record	Description
GGA	Global positioning 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

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ Record ที่นำมาใช้งานเท่านั้นคือ GGA

GGA - Global Positioning System Fixed Data

Record นี้จะประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด ลองกิจูด เวลา จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด (Satellites Used) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (MSL Altitude)

$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,,,,0000*18<CR><LF>

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดภายใน Record GGA

Name	Example	Description
Message ID	$GPGGA	GGA protocol header
UTC Time	161229.487	Hhmmss.sss
Latitude	3723.2475	Ddmm.mmmm
N/S Indicator	N	N=north, S=south
Longitude	12158.3416	Dddmm.mmmm
E/W Indicator	W	E=east W=west
Position Fix Indicator	1	0 Fix not available or invalid 1 GPS SPS Mode, fix valid 2 Differential GPS, SPS mode, fix valid 3 GPS PPS Mode, fix valid
Satellites Used	07	Range 0 to 12
HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0 (meter)	
Units	M (meter)	
Geoid Seperation	M (meter)	
Units	M (meter)	
Age of Diff. Corr.	(second)	Null fields when DGPS is not used
Diff.Ref Station ID	0000	
Checksum	*18	
<CR><LF>		End of message termination

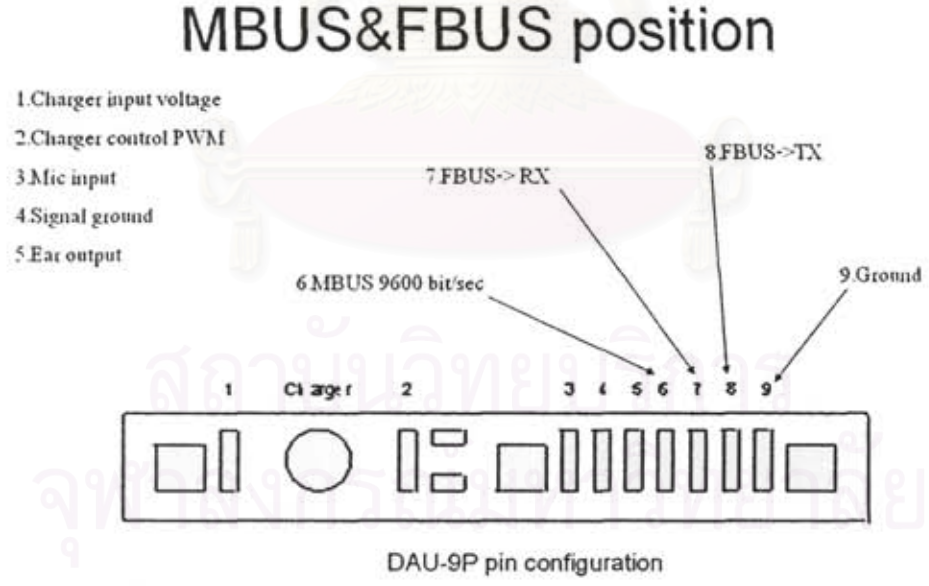
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.1 คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วไปส่วนมากมีความสามารถในการต่อร่วมเพื่อถ่ายโอนข้อมูลกับอุปกรณ์ปลายทางชนิดต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC), คอมพิวเตอร์พกพา (PDA), หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน ตัวอย่างเช่น เพื่อ upload ringtone, logo ฯลฯ ความสามารถเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ว่าจะต้องมีจุดต่อร่วม (พอร์ต) อยู่ จากการศึกษาทราบว่า จุดต่อร่วมของโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ผลิตแต่ละรายจะมีลักษณะแตกต่างกันไป แต่สิ่งที่เหมือนกันคือโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ผลิตทุกรายจะมีบัสข้อมูล 2 อย่างคือ MBUS และ FBUS ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

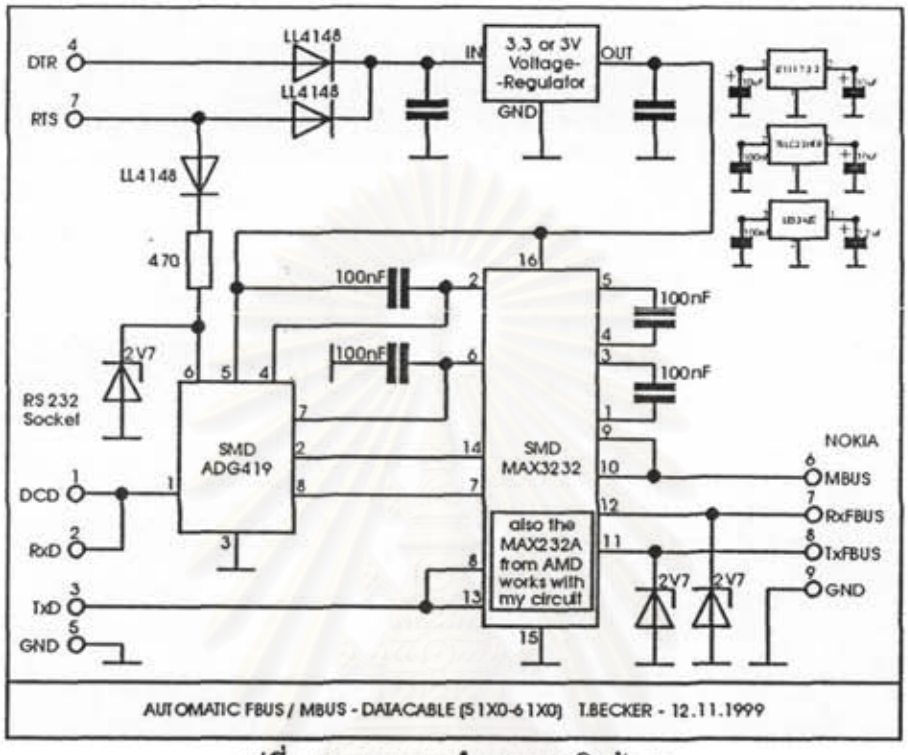
- ✓ MBUS หรือ message bus ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมครึ่งดูเพลกซ์ โดยสามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นโมเดมและใช้รับส่งข่าวสารสั้นสำหรับบริการ SMS
- ✓ FBUS ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมดูเพล็กซ์เต็ม ครอบคลุมความสามารถเข้าถึงข้อมูลทุกอย่างที่ MBUS ทำได้ แต่ FBUS จะมีพอร์ตออกมาให้ใช้เพียงโทรศัพท์เคลื่อนที่บางรุ่นเท่านั้น



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างจุดต่อร่วมแบบ DAU-9P ของโทรศัพท์เคลื่อนที่

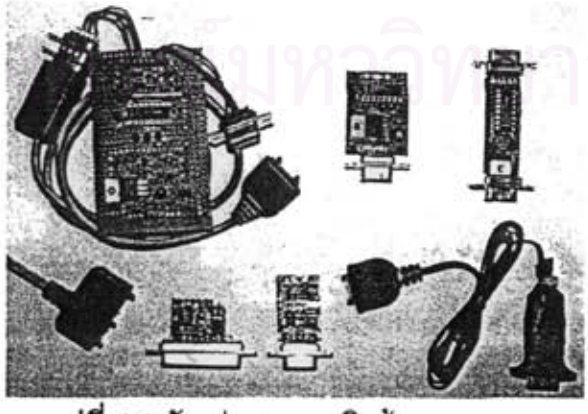
สายเคเบิลข้อมูล (Data cable)

เนื่องจากสัญญาณที่ออกจาก MBUS และ FBUS ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 จึงต้องมีตัวแปลงมาตรฐานแรงดันซึ่งก็คือสายเคเบิลข้อมูล (data cable) ภายในประกอบไปด้วยวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าและตัวตัดต่อสัญญาณสำหรับ MBUS และ FBUS ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงจรภายในสายเคเบิลข้อมูล

สายเคเบิลข้อมูลชนิดหนึ่งๆ จะมีตัวต่อ (Connector) อยู่ที่ด้านหนึ่งของสายโดยเฉพาะสำหรับต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่กำหนด ส่วนตัวต่อที่ปลายอีกด้านหนึ่งจะเป็นชนิด DB-9 สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ปลายทางข้อมูล (Data Terminal Equipment หรือ DTE) เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) เป็นต้น รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างของสายเคเบิลข้อมูลชนิดต่างๆ



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างสายเคเบิลข้อมูล

4.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการต่อร่วมแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ปลายทางข้อมูล (Data Terminal Equipment หรือ DTE) กับอุปกรณ์ปิดปลายวงจรข้อมูล (Data Circuit Terminating Equipment หรือ DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

โดย ระบุช่วงระดับแรงดันสำหรับการทำงานของพอร์ตอนุกรมดังนี้

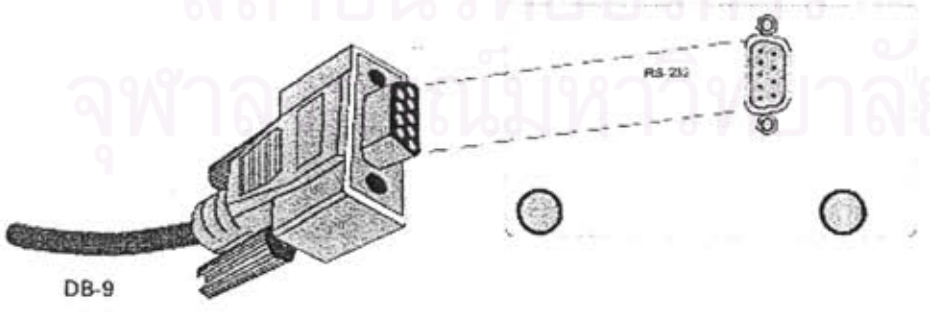
ลอจิก "0" จะมีระดับแรงดัน +3 ถึง +15 V

ลอจิก "1" จะมีระดับแรงดัน -3 ถึง -15 V

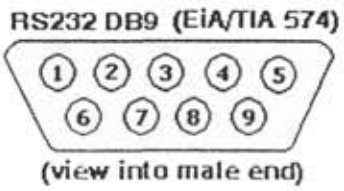
ระดับแรงดันนี้ทำให้ไม่สามารถที่จะนำขาเอาต์พุตใด ๆ ของพอร์ตอนุกรมต่อเข้ากับลอจิกเกตเพื่อใช้งานได้โดยตรง แต่จะต้องนำมาผ่านวงจรเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันเสียก่อน โดยสามารถใช้ IC MAX 232 ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันของ RS-232 ให้อยู่ในระดับของ Transistor-Transistor-Logic หรือ TTL โดยลอจิก "0" ซึ่งเดิมมีระดับแรงดัน +3 ถึง +15 V จะถูกแปลงเป็น 0 V ส่วนลอจิก "1" ซึ่งมีระดับแรงดัน -3 ถึง -15 V จะถูกแปลงเป็น +5 V ทั้งนี้เพื่อให้สามารถต่อร่วมกับอุปกรณ์ดิจิทัลอื่นๆ ที่ใช้ระดับแรงดันทีทีแอลได้

ตัวต่อสำหรับพอร์ต RS-232 และการต่อร่วม

การต่อร่วมอุปกรณ์ DTE เข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะใช้ตัวต่อแบบ DB-9 ดังแสดงในรูปที่ 4.4, 4.5 และตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.4 ตัวต่อสำหรับพอร์ต RS-232



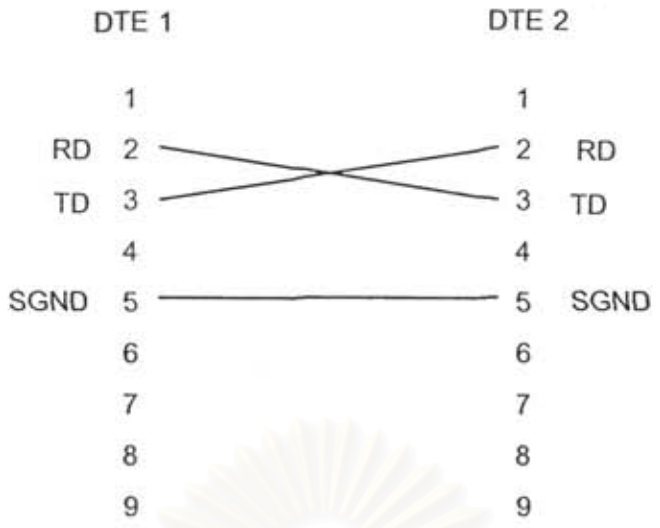
รูปที่ 4.5 ตัวต่อ RS-232 แบบ DB-9

ตารางที่ 4.1 หน้าที่ของขาต่างๆ ในตัวต่อแบบ DB-9

Pin No.	Name	Notes/Description
1	DCD	Data Carrier Detect
2	RD	Receive Data (a.k.a RxD, Rx)
3	TD	Transmit Data (a.k.a TxD, Tx)
4	DTR	Data Terminal Ready
5	SGND	Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request To Send
8	CTS	Clear To Send
9	RI	Ring Indicator

การต่อร่วมระหว่างอุปกรณ์ DTE กับโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นแบบนัลล์โมเดม (Null modem) หรือการต่อร่วมโดยไม่ต้องผ่านโมเดม ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวนด์ ดังนั้นเราสามารถต่อร่วมอุปกรณ์ DTE ร่วมเข้าด้วยกันโดยใช้นัลล์โมเดมสำหรับส่งข้อมูลระยะใกล้ๆ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ DCE โดยมีการต่อร่วมมูลฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ดังนี้

- พิน 2 ของอุปกรณ์ DTE 1 ต่อเข้ากับพิน 3 ของอุปกรณ์ DTE 2
- พิน 2 ของอุปกรณ์ DTE 2 ต่อเข้ากับพิน 3 ของอุปกรณ์ DTE 1
- พิน 5 ของอุปกรณ์ DTE 1 ต่อเข้ากับพิน 5 ของอุปกรณ์ DTE 2



รูปที่ 4.6 การต่อร่วมแบบนัลล์โมเดมที่ใช้สายสัญญาณ 3 เส้น

UART

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์สากลที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง

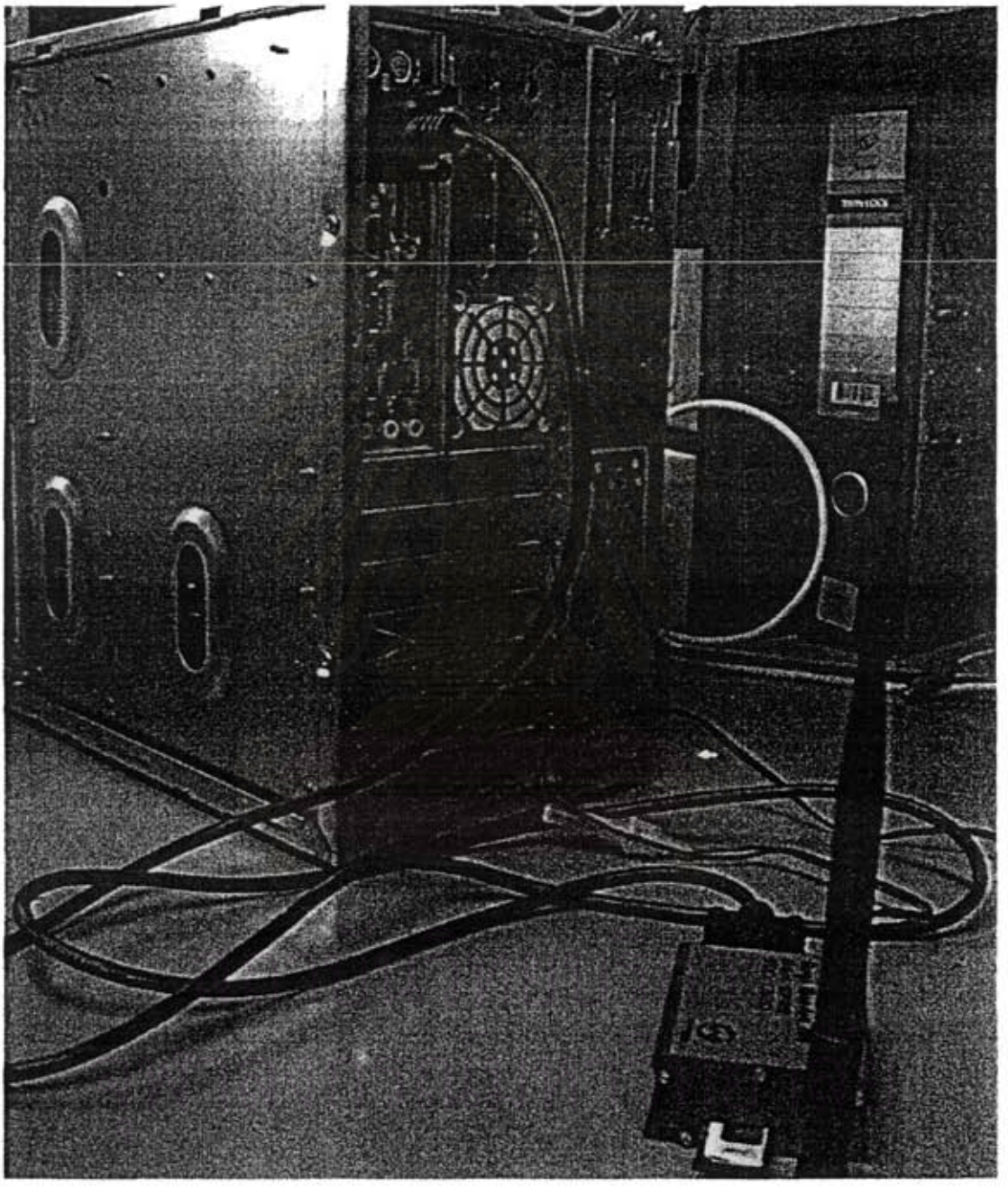
หน้าที่หลักของ UART คือแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไปและทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี, เฟรมข้อมูล ฯลฯ)

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างบอดเรตแบบโปรแกรมได้ โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,535 ได้ UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบครึ่งดูเพลกซ์ (Half duplex) และดูเพลกซ์เต็ม (full duplex) โดยการส่งแบบครึ่งดูเพลกซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบดูเพลกซ์เต็มสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

4.3 ชุดคำสั่งในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

เพื่อศึกษาการใช้งานชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลของโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ GSM Module สำหรับการทดสอบชุดคำสั่งต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Hyperterminal สำหรับศึกษาชุดคำสั่ง คำสั่งที่ใช้ติดต่อกับ โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ GSM Module เป็นคำสั่งประเภท AT ในที่นี้เราใช้ Fargo Maestro 100 GSM/GPRS Module สำหรับทดสอบชุดคำสั่งต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับ

โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้สามารถรับและส่งข้อมูลได้ตามต้องการ โดยรูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้คำอธิบายการทดสอบ การทดสอบเกี่ยวกับคำสั่งต่างๆ ปรากฏอยู่ใน *ภาคผนวก ก* ดังในรูปที่ 4.7 แสดงการต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS232 เพื่อทำการทดสอบชุดคำสั่ง AT COMMAND



รูปที่ 4.7 การต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการทดสอบชุดคำสั่ง

บทที่ 5
การออกแบบและสร้างระบบ

5.1 ความหมายของการโทรมาตร (Telemetering)

การโทรมาตร (Telemetering) คือ การใช้ระบบสื่อสารข้อมูล ส่งข้อมูลการวัดที่อุปกรณ์เครื่องวัดสามารถวัดออกมาได้ ซึ่งเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ผู้ควบคุมหรือผู้ประกอบการจะได้รับข้อมูลการวัดที่อุปกรณ์ปลายทางที่อยู่กับตัว ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ หรือ โทรศัพท์เคลื่อนที่

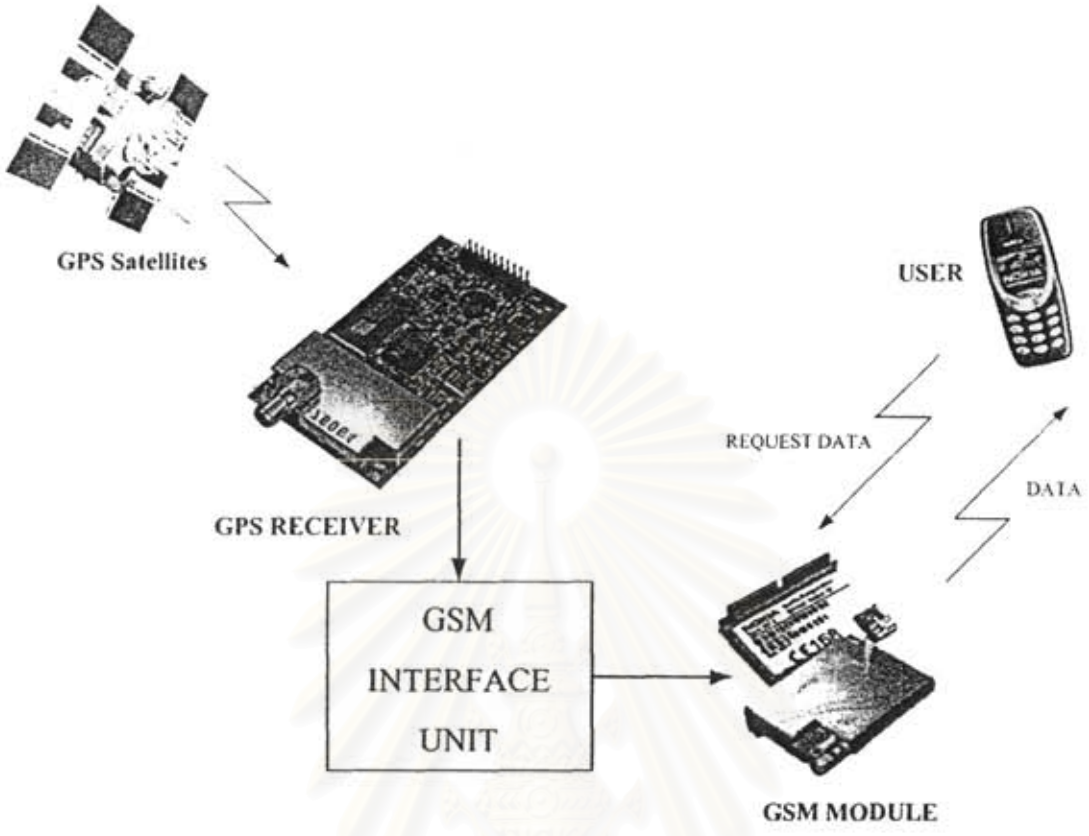
ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ระบบการโทรมาตร สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการวัดที่เกี่ยวกับไฟฟ้า เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า, ค่าแรงดันไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า ฯลฯ, การวัดที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ, ความชื้น, ปริมาณออกซิเจน ฯลฯ หรือจะเป็นการวัดระดับน้ำเพื่อใช้เป็นระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย

5.2 ข้อดีของระบบการโทรมาตร (Telemetering)

- ประหยัดแรงงานคนที่จะต้องจดค่าที่วัดได้
- ค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพมีราคาค่อนข้างถูก
- เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน สามารถควบคุมได้ทันที

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างระบบโทรมาตรโดยผ่านโครงข่ายสาธารณะ GSM เพื่อส่งข่าวสารสั้นการวัดข้อมูลระดับความสูง โครงสร้างของระบบโทรมาตรแสดงดังรูปที่ 5.1 จากรูปที่ 5.1 จะพบว่าปลายทางที่รับข้อมูลนั้นเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยผู้ใช้ (User) จะเป็นผู้ร้องขอข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลโดยใช้บริการข่าวสารสั้น (SMS) ผ่านทางระบบโครงข่าย GSM และเมื่อหน่วยวัดข้อมูลได้รับคำขอร้องที่เป็นข่าวสารสั้นนั้นจากผู้ใช้ ก็จะส่งข้อมูลความสูงที่รับได้จากระบบดาวเทียม GPS กลับไปยังผู้ใช้ที่ร้องขอข้อมูลมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 โครงสร้างของระบบ

5.3 องค์ประกอบของโครงสร้างระบบ

1. GPS RECEIVER เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลในรูปของ NMEA Message ต่าง ๆ จากดาวเทียม GPS
2. GSM INTERFACE UNIT เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ต่อ และ แปลงผันข้อมูลระหว่าง GPS RECEIVER และ GSM MODULE ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ โดย GSM INTERFACE UNIT จะรับข้อมูลที่ถูกส่งมาจาก GPS RECEIVER เมื่อมีความต้องการข้อมูล GSM INTERFACE UNIT จะนำข้อมูลที่ผ่านการคำนวณต่าง ๆ เหล่านั้นมาแปลงผันให้อยู่ในรูปแบบของ AT Commands เพื่อที่จะทำให้เข้าใจกันได้กับ GSM MODULE แล้วจึงส่งข้อมูลผ่านระบบโครงข่าย GSM

3. GSM MODULE เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ต่อเข้ากับโครงข่าย GSM ซึ่งในส่วนนี้จะมี SIM card (Subscriber Identify Module card) เพื่อระบุข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ใช้งาน และกำหนดการให้บริการของระบบโครงข่าย สำหรับการควบคุม GSM MODULE นั้นสามารถทำได้โดยรับ AT Commands มาจาก GSM INTERFACE UNIT เพื่อติดต่อกับโครงข่าย GSM
4. USER เป็นส่วนของผู้ใช้ที่ต้องการเรียกดูข้อมูล

5.4 **ความต้องการใช้งาน** (Requirements) **ของ** GSM INTERFACE UNIT

- มีพอร์ตรับ-ส่งข้อมูลเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร และเป็นพอร์ตอนุกรมอย่างน้อย 2 พอร์ตเพื่อใช้ติดต่อกับ GSM MODULE และ GPS RECEIVER
- มีหน่วยความจำ (Memory) เพื่อเก็บข้อมูลที่วัดได้
- มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากต้องสามารถติดตั้งหน่วยวัดข้อมูลภายนอกอาคารได้
- มีขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้าย และ ติดตั้งได้สะดวก
- มีแหล่งจ่ายพลังงานภายในหน่วยวัดข้อมูล เช่น Battery หรือ Solar cell
- มีส่วนแสดงผลที่หน่วยวัดข้อมูลสำหรับแสดงเวลา และ ผลของค่าความสูงที่วัดได้เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าปลายทางที่ได้รับ รวมถึงแสดงค่าระดับพลังงานของระบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ

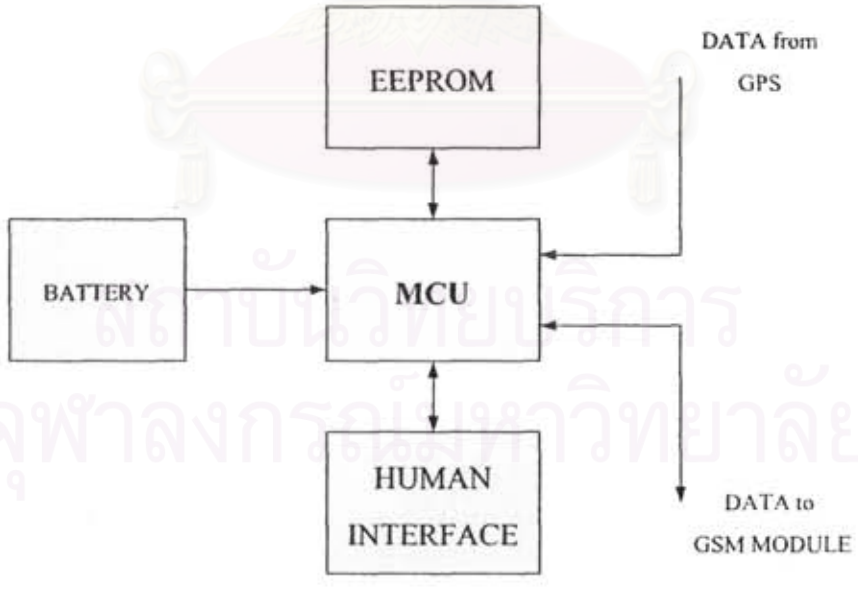
6.1 หน้าที่ของหน่วยวัดข้อมูล

หน่วยวัดข้อมูล สามารถแบ่งหน้าที่ต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- ส่วนที่ทำหน้าที่รับและวัดข้อมูล มีหน้าที่รับข้อมูล เวลาและระดับความสูงจากระบบ GPS ซึ่งเป็นข้อมูลในรูปดิจิทัล และวัดระดับพลังงานของหน่วยวัดข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลในรูปแอนะลอก
- ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุม มีหน้าที่ควบคุมกระบวนการรับข้อมูลต่าง ๆ ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อให้ข้อมูลไปถึงยังปลายทางตามความต้องการของผู้ใช้
- ส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับโครงข่าย GSM มีหน้าที่ส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังปลายทางซึ่งเป็นผู้ใช้ผ่านโครงข่าย GSM

6.2 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT

ดังที่ได้กล่าวผ่านมาแล้วในบทที่ 5 เรื่องการออกแบบและสร้างระบบ ยังไม่ได้ให้รายละเอียดของ GSM INTERFACE UNIT สำหรับการออกแบบในส่วน GSM INTERFACE UNIT โครงสร้างส่วนนี้เป็นไปดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- MCU หรือ Microcontroller Unit เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ GSM INTERFACE UNIT โดยไมโครคอนโทรเลอร์ที่เลือกใช้อยู่ในตระกูล PIC Controller เบอร์ dsPIC30F4011
- EEPROM เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ต้องการของระบบ ได้แก่ เวลา และ ความสูง
- HUMAN INTERFACE เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ LCD สำหรับแสดงค่าที่รับมาได้, LED สำหรับแสดงสถานะการทำงานต่าง ๆ ที่สำคัญของระบบ และ สวิตช์ ใช้เป็นอินพุตเลือกโมดการแสดงผลของระบบ
- BATTERY เป็นแหล่งพลังงานของระบบ เนื่องจากจุดวัดสามารถเคลื่อนที่ได้

6.2.1 รายละเอียดโครงสร้างในแต่ละส่วน

6.2.1.1 MCU หรือ Microcontroller Unit เลือกใช้ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล dsPIC Controller เบอร์ dsPIC30F4011 โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญต่อระบบ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 6.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011

- เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้ซีพียูแบบ Reduced Instruction Set Computer (RISC)
- มีขนาดความกว้างของข้อมูลขนาด 16 บิต และชุดคำสั่งมีขนาด 24 บิต
- มีความเร็วในการทำงานสูงถึง 30 ล้านคำสั่งต่อวินาที (30 MIPs)
- มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช สามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ครั้ง

- มีหน่วยความจำอีอีพรอมภายในขนาด 1 กิโลไบต์ ซึ่งสามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ครั้ง
- มีอินเตอร์รัพต์เวกเตอร์จำนวนมาก จึงรองรับการตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ดี
- มีแอกคิวมูเลเตอร์ขนาด 40 บิต 2 ตัว เพื่อรองรับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี
- มีหน่วยประมวลผลด้านการคูณและการหารเลข 17 บิตในรูปของฮาร์ดแวร์ จึงสามารถคูณและหารได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งใช้เวลาภายในสัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ไซเกิลเท่านั้น
- มีวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิทัล ความละเอียด 12 บิต จำนวน 8 ตัว
- มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART) 2 มอดูล

6.2.1.2 Character Liquid Crystal Display (LCD) Module 16x2 มีคุณสมบัติที่สำคัญต่อระบบดังต่อไปนี้

รูปที่ 6.3 Liquid Crystal Display (LCD) Module 16x2

- LCD แสดงตัวอักษร 16 ตัว 2 บรรทัด
- ปรับความเข้มของตัวอักษรได้
- ไม่มีการต่อเฉพาะเจาะจงกับ MCU แต่มีรูปแบบการติดต่อเป็นมาตรฐานที่เข้าใจง่าย
- ใช้แสดงข้อมูล เวลาและความสูง จากระบบ GPS รวมถึงสถานะของแบตเตอรี่

6.2.1.3 แบตเตอรี่

รูปที่ 6.4 แบตเตอรี่

- ให้แรงดันไฟฟ้ากับหน่วยวัดข้อมูลไม่ต่ำกว่า 9 โวลต์
- จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหน่วยวัดข้อมูลได้ไม่ต่ำกว่า 1 แอมแปร์
- น้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GPS RECEIVER

รูปที่ 6.5 GPS RECEIVER

6.3.1 GPS RECEIVER มีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- รองรับมาตรฐานโพรโทคอลข้อมูลตำแหน่ง National Marine Electronics Association 0183 หรือ NMEA0183 โดย Message ที่รับได้คือ GGA, GSA, GSV และ RMC
- รับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 12 ดวง
- ใช้เวลาในการเริ่มต้นการทำงาน 45 วินาที
- สื่อสารข้อมูลและควบคุม ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ Full-duplex
- สามารถรองรับระบบ Differential GPS ได้โดยผ่านพอร์ตอนุกรมตัวที่ 2
- เงื่อนไขทางพลวัตของการวัดพิกัดความสูง คือ วัดได้สูงสุดที่ 18,000 เมตร หรือ 60,000 ฟุต
- อัตราการส่งข้อมูลสามารถโปรแกรมได้ (ค่าเริ่มต้นระบบอยู่ที่ 4,800 บิตต่อวินาที)
- อุณหภูมิทำงานอยู่ระหว่าง -40 ถึง 80 องศาเซลเซียส
- ใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 3.8 – 6.5 Vdc
- ใช้กระแสไฟฟ้า ที่ Continuous mode 60 mA และ Trickle power mode 25 mA

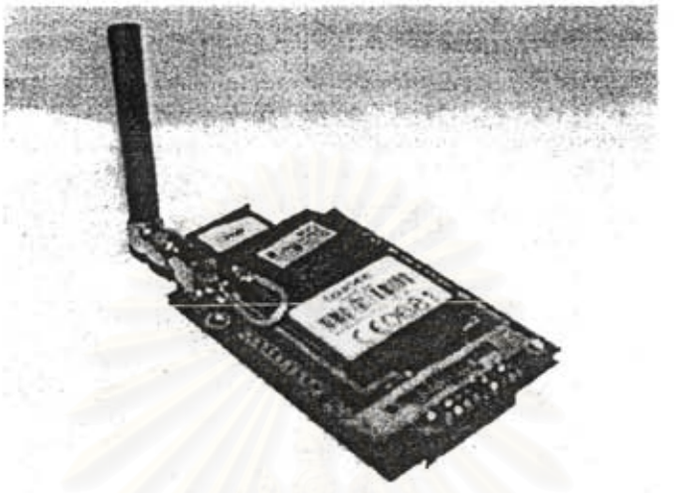
6.3.2 การต่อเข้ากับ GPS RECEIVER

ตารางที่ 6.1 การต่อเข้ากับ GPS RECEIVER

ตำแหน่งขา	ชื่อขา	คำอธิบาย	รูปแบบ
1	VANT	ไฟเลี้ยงสายอากาศใช้แรงดัน 5 โวลต์	อินพุต
2	VDC	ไฟเลี้ยงหลักใช้แรงดันขนาด 3.8 ถึง 6.5 โวลต์	อินพุต
3	VBAT	ไฟเลี้ยงจาก Battery ขนาด 2.5 ถึง 3.6 โวลต์ ใช้เพื่อให้ GPS RECEIVER คงค่าตำแหน่งที่ทำงานครั้งที่ผ่านมาเอาไว้ มีผลทำให้การทำงานในครั้งต่อไปใช้เวลาน้อยลง	อินพุต
4	VDC	ทำการลัดวงจรได้กับขาที่ 2	อินพุต
5	PBRES	ขารีเซตระบบ GPS RECEIVER ทำงานแบบ Active-Low	อินพุต
10	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	
11	TXA	ขาข้อมูลออกของระบบ GPS	เอาต์พุต
12	RXA	ขาข้อมูลเข้าสำหรับรับคำสั่ง	อินพุต
13	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	อินพุต
16	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	อินพุต
18	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	อินพุต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.4 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM MODULE



รูปที่ 6.6 GSM MODULE

6.4.1 GSM MODULE มีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- GSM circuit Data/Fax features:

  Data circuit asynchronous, transparent and non transparent up to 14,400 bits/s

  Automatic fax group 3 (Class 1 and Class 2)

  MNP2, V.42bis

- GPRS packet Data features:

  GPRS Class 10

  Coding Schemes: CS1 to CS4

  Compliant with SMG31bis

  Optional embedded TCP/IP stack

- Short Messages Services features (GSM or GPRS mode):

  Text and PDU

  Point to point (MT/MO)

  Cell Broadcast

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

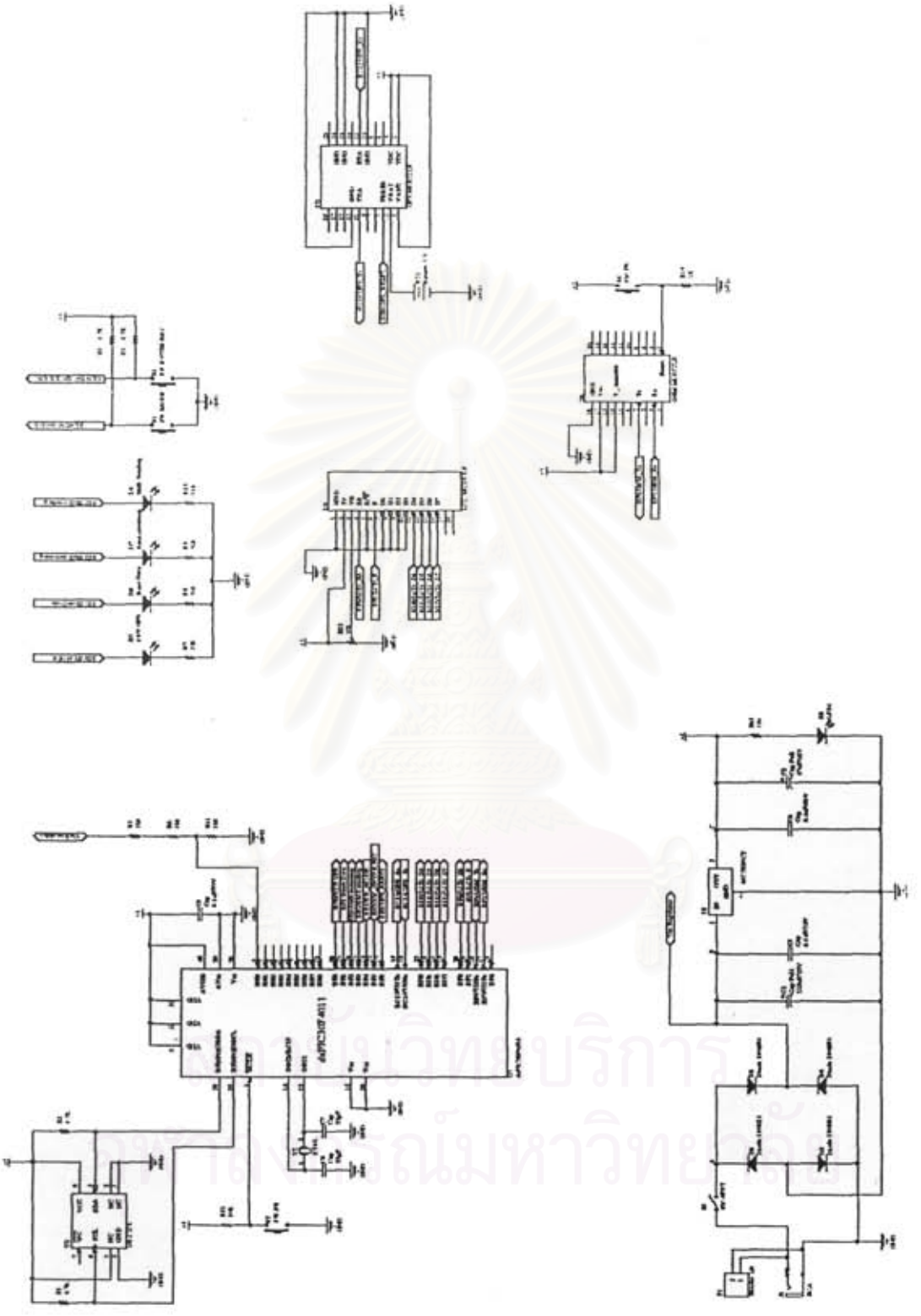
6.4.2 การต่อเข้ากับ GSM MODULE

ตารางที่ 6.2 การต่อเข้ากับ GSM MODULE

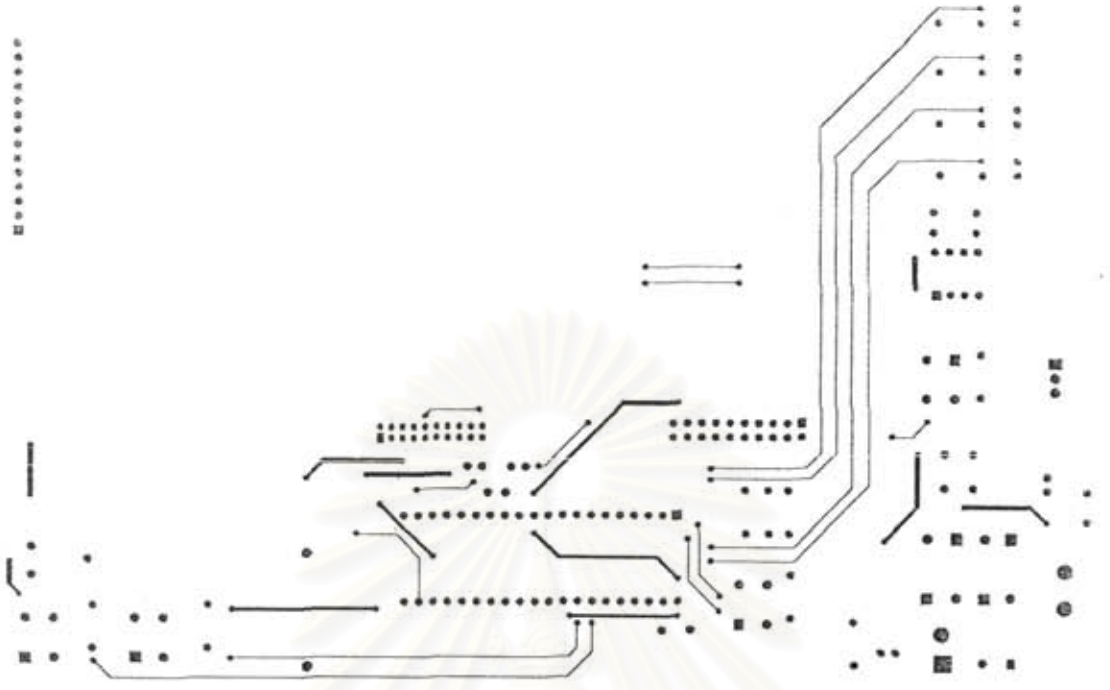
ตำแหน่งขา	ชื่อขา	คำอธิบาย	รูปแบบ
2	RESET	ขารีเซตระบบ GPS RECEIVER ทำงานแบบ Active-High	อินพุต
3	RX	ขาข้อมูลเข้าสำหรับรับคำสั่ง AT Command	อินพุต
7	TX	ขาข้อมูลออกสำหรับรับ Response ของ GSM MODULE	เอาต์พุต
13	VANT	ไฟเลี้ยงสายอากาศใช้แรงดัน 5 โวลต์	อินพุต
17	VCC	ไฟเลี้ยงหลักใช้แรงดันขนาด 5 โวลต์	อินพุต
19	GND	ขา Ground ของ GSM MODULE	อินพุต

6.5 วงจรสมบูรณ์และลายวงจรพิมพ์ของ GSM INERFACE UNIT

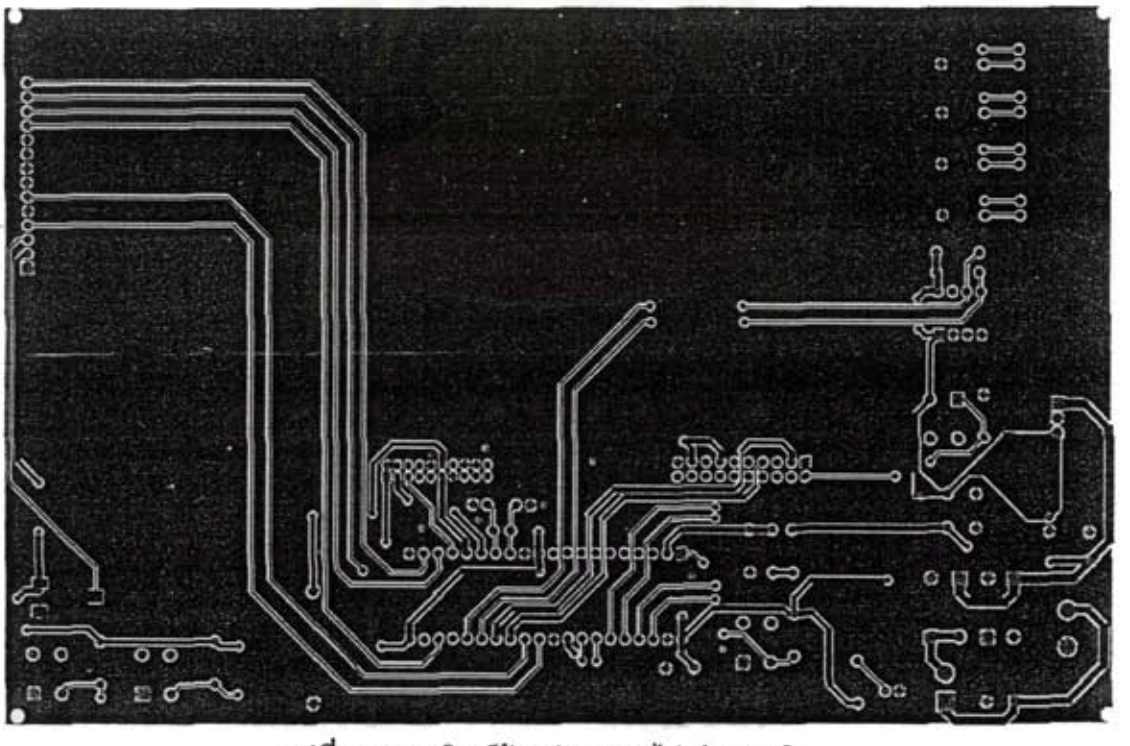
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.7 วงจรสมบูรณ์ของ GSM INTERFACE UNIT



รูปที่ 6.8 ลายพิมพ์ด้านบนขนาดไม่เท่าของจริง



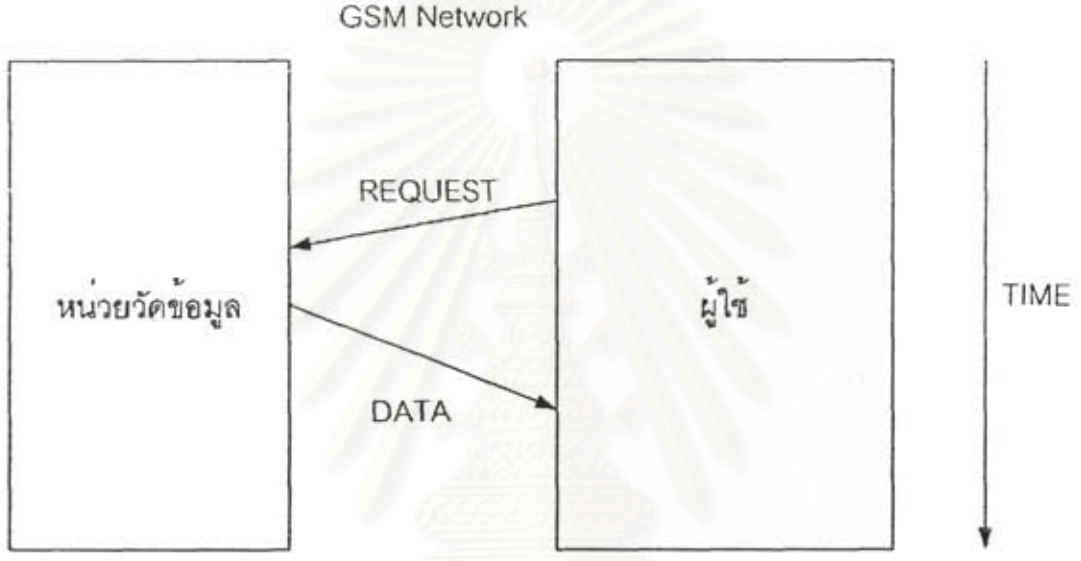
รูปที่ 6.9 ลายพิมพ์ด้านล่างขนาดไม่เท่าของจริง

บทที่ 7
โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบ

7.1 หลักการทำงานของระบบ

สามารถแบ่งโมดการทำงานของระบบได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

7.1.1 โมดการทำงานที่ 1

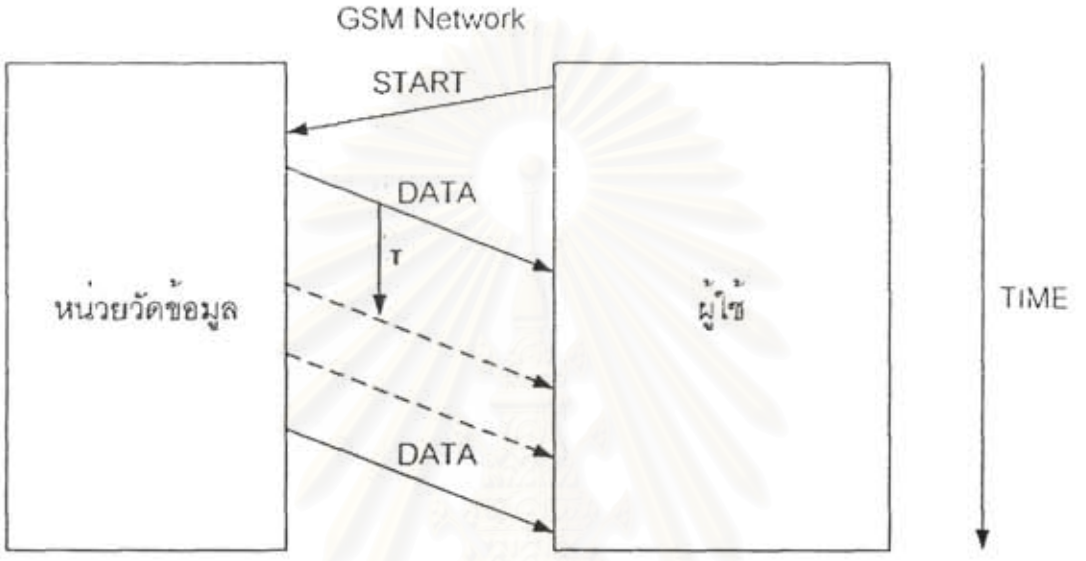


รูปที่ 7.1 โมดการทำงานที่ 1

จากรูปที่ 7.1 หน่วยวัดข้อมูลรับสัญญาณข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS โดยข้อมูลที่รับได้อยู่ในรูป NMEA Message ต่าง ๆ จากดาวเทียม GPS ที่ส่งเข้ามา สำหรับข้อมูลที่เราต้องการในระบบนี้ คือ เวลา และ ระดับความสูง ณ จุดที่วัดเทียบกับระดับน้ำทะเลกลาง ซึ่งในส่วนของ GSM INTERFACE UNIT มีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานในส่วนนี้อยู่ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหน้าที่หลัก คือ คัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจาก GPS ที่รับเข้ามา นั่นคือ เวลาและความสูง ข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกเข้ามาจะถูกเก็บบันทึกลงในหน่วยความจำ ขั้นตอนการทำงานจะทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งผู้ใช้ร้องขอข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูล ไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำ และจะส่งข้อมูลเหล่านั้นออกไปยังผู้ใช้ โดยผ่าน GSM MODULE ในขั้นตอนการส่งข้อมูลนี้ไมโครคอนโทรเลอร์จะต่อการทำงานเข้ากับ GSM MODULE เพื่อ

ส่งข่าวสารสั้นออกไปให้ผู้ใช้ ตามคำร้องขอข้อมูลนั้นโดยใช้ AT COMMAND ในการควบคุม GSM MODULE

7.1.2 โมดการทำงานที่ 2



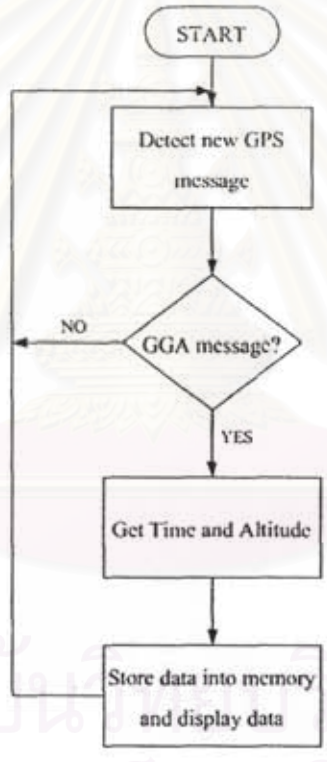
รูปที่ 7.2 โมดการทำงานที่ 2

จากรูปที่ 7.2 หน่วยวัดข้อมูลจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อได้รับคำสั่งให้เริ่มการส่งข้อมูล โดยทางผู้ใช้จะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นการทำงาน 3 ค่า ได้แก่ ค่าคาบเวลาในการส่งข้อมูลในหน่วยนาที ค่าระดับความสูงต่ำสุด และ ค่าระดับความสูงสูงสุด หากค่าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าระดับต่ำสุดหรือมีค่ามากกว่าระดับสูงสุดจะเกิดการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ให้รับทราบ เมื่อหน่วยวัดข้อมูลได้รับคำสั่งเริ่มต้นจากผู้ใช้ หน่วยวัดข้อมูลจะเริ่มรับข้อมูลจากดาวเทียม GPS เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS จะรับข้อมูลในรูปของ NMEA Message ต่าง ๆ จากดาวเทียม GPS เข้ามา สำหรับข้อมูลที่เราต้องการในระบบนี้ คือ เวลา และ ระดับความสูง ณ จุดที่วัดเทียบกับระดับน้ำทะเลกลาง ซึ่งในส่วนของ GSM INTERFACE UNIT จะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานในส่วนนี้อยู่ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหน้าที่หลัก คือ คัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจาก GPS ที่รับเข้ามา นั่นคือ เวลา และระดับความสูง ข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกเข้ามาจะถูกเก็บบันทึกลงในหน่วยความจำ ขั้นตอนการทำงานจะทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบคาบเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลที่ถูกเก็บบันทึกไว้ และส่ง

ข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้ออกไปยังผู้ใช้ โดยผ่าน GSM MODULE ซึ่งในขั้นตอนนี้ไมโครคอนโทรเลอร์จะต่อการทำงานเข้ากับ GSM MODULE เพื่อส่งข่าวสารสั้นออกไปให้ผู้ใช้ โดยใช้ AT COMMAND ในการควบคุม GSM MODULE ข้อมูลจะถูกส่งออกไปหาผู้ใช้ในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ตามคาบเวลาที่ได้ตั้งไว้ ตราบเท่าที่ระดับความสูงที่รับมาจากดาวเทียม GPS อยู่ในช่วงที่ไม่เกิดการแจ้งเตือน

แต่หากรับข้อมูลเข้ามาแล้วพบว่าระดับความสูงต่ำกว่าระดับความสูงต่ำสุดที่ได้กำหนดไว้หรือระดับความสูงสูงกว่าระดับความสูงสูงสุดที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่ต้น หน่วยวัดข้อมูลจะแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ทันที

7.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT



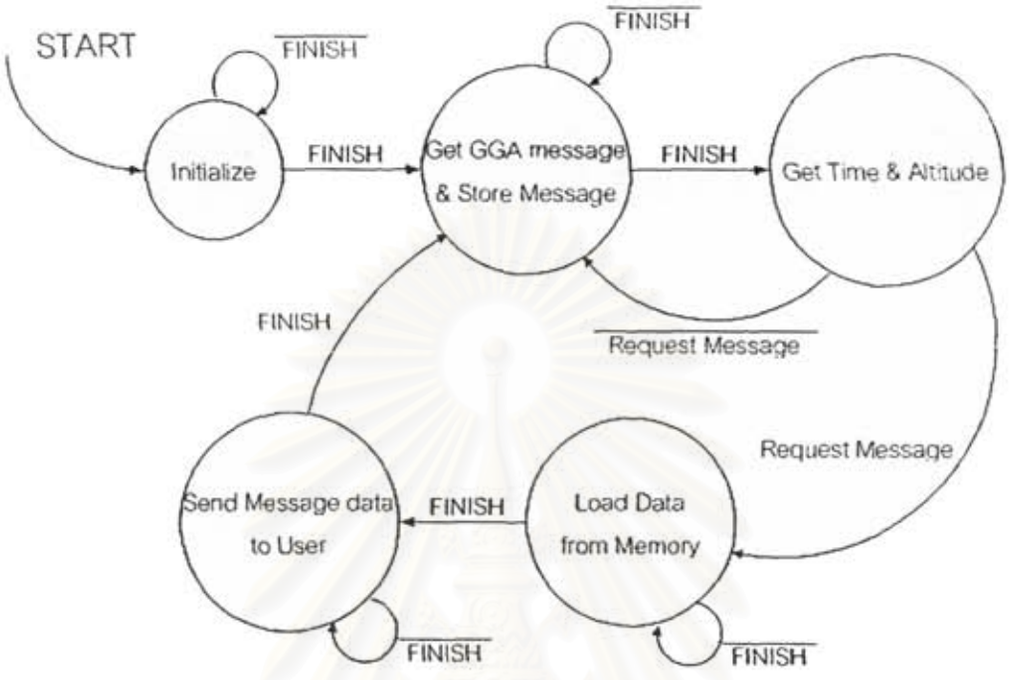
รูปที่ 7.3 ผังงานส่วนการรับข้อมูลจากระบบ GPS

การทำงานทั้ง 2 โมด มีโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของส่วนรับข้อมูลจากดาวเทียมเหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 7.3 ลักษณะการทำงานหลัก คือ การตรวจวัดข้อมูลที่ต้องการจากดาวเทียม GPS และเก็บบันทึกค่าที่ต้องการลงหน่วยความจำ สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานจากรูปที่ 7.3 ได้ ดังนี้

- Detect new GPS message การทำงานในส่วนนี้คือการตรวจสอบข้อความใหม่ที่รับมาจากดาวเทียม GPS ซึ่งจากที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 6 หัวข้อที่ 6.3.1 ข้อความที่ GPS RECEIVER สามารถรับได้คือ GGA, GSA, GSV และ RMC แต่ข้อความที่มีประโยชน์สำหรับการวิจัยนี้คือข้อความ GGA ซึ่งให้ข้อมูล ระดับความสูง และ เวลา
- GGA message? การทำงานในส่วนนี้ก็คือการตรวจหาข้อความ GGA เพื่อนำค่าไปเก็บบันทึกและแสดงผลในส่วนต่อไป
- Get Time and Altitude การทำงานในส่วนนี้จะเป็นการนำเอาข้อความ GGA ซึ่งมีข้อมูลที่ต้องการอยู่ภายในข้อความ GGA นี้ โดยจะคัดเลือกเอาเฉพาะเวลา และ ความสูงเท่านั้น
- Store data into memory and display data การทำงานในส่วนนี้คือการเก็บบันทึกข้อมูลรวมถึงแสดงผลข้อมูลออกทาง LCD สำหรับค่าเวลาที่ได้จาก GPS จะอ้างอิงเวลาของ UTC แต่กระบวนการในส่วนนี้จะแปลงเวลาให้เป็นเวลาท้องถิ่นนั่นคือเวลาในประเทศไทยจะต้องบวกเพิ่มอีก 7 ชั่วโมง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

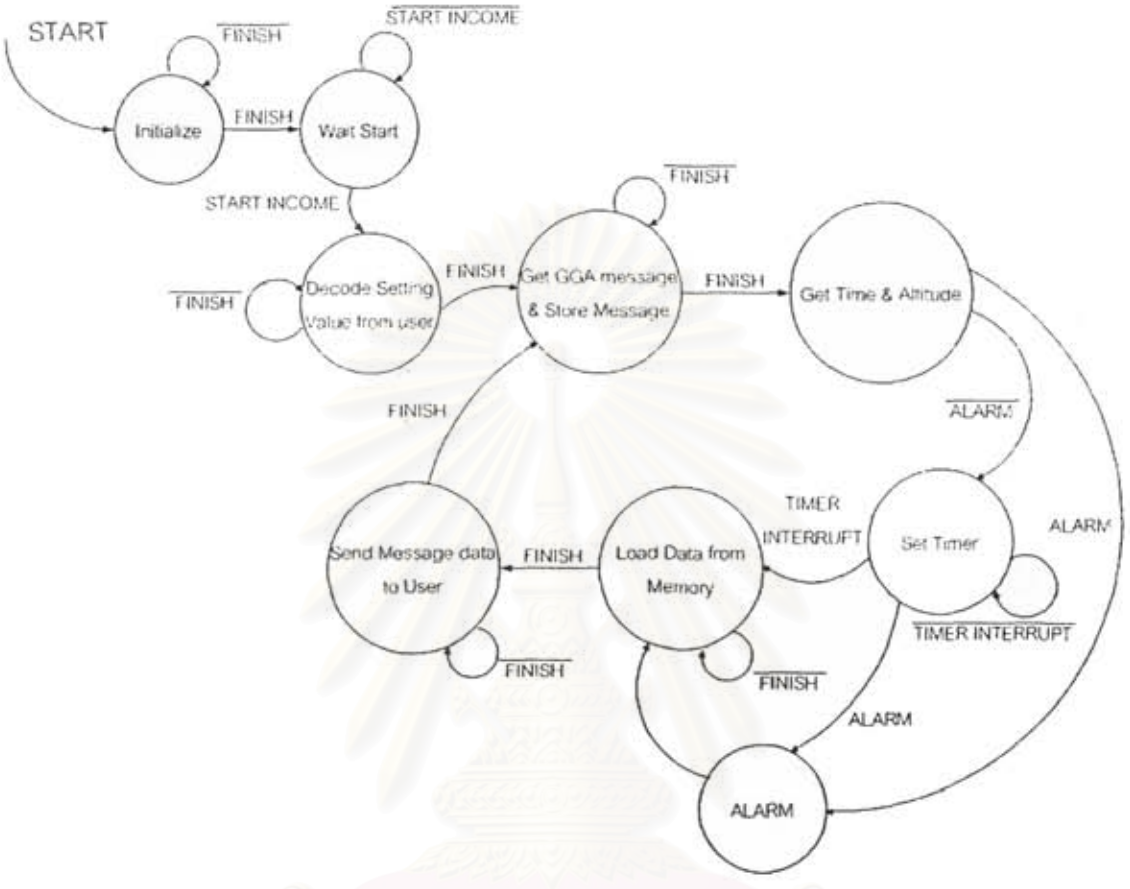
7.2.1 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT โมดการทำงานที่ 1



รูปที่ 7.4 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT โมดการทำงานที่ 1

- Initialize State เป็นสถานะสำหรับเริ่มต้นค่าการทำงานต่าง ๆ ภายในโปรแกรมการทำงาน ซึ่งได้แก่ ตัวแปรต่าง ๆ ในระบบ, พอร์ตและมอดูลที่ต้องใช้ในการทำงาน เป็นต้น
- Get GGA message & Store Message State และ Get Time & Altitude State ได้กล่าวไปข้างต้นแล้วตามรูปการทำงานที่ 7.3
- Load Data from Memory State ในส่วนนี้ก็คือ เมื่อพบว่ามีข้อความใหม่เข้ามา หรืออีกนัยหนึ่งคือ มีการร้องขอข้อมูลมาจากผู้ใช้หรือไม่ การตรวจสอบทางโปรแกรมจะรอ Response จาก GSM MODULE ที่ส่งมาคือ +MTI: "SM",1 นั่นหมายถึงมีการร้องขอข้อมูลจากผู้ใช้ หากพบว่ามีการร้องขอข้อมูล โปรแกรมจะโหลดค่าข้อมูล เพื่อเตรียมส่งข้อมูลให้ผู้ใช้ต่อไป
- Send Message data to User State การทำงานในส่วนนี้ จะนำเอาข้อความที่เข้ามาใหม่มาตรวจหาเบอร์โทรศัพท์จากปลายทางหรือของผู้ใช้ รวมถึงข้อความที่ถูกส่งมาเก็บบันทึกเอาไว้ หลังจากนั้น จะส่งข้อมูลเวลาและความสูงที่ได้มาจากดาวเทียม GPS กลับไปให้กับผู้ใช้โดยเบอร์โทรศัพท์ปลายทางนั้น ได้มาจากการตรวจหาดังที่กล่าวมาแล้ว

7.2.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT โมดการทำงานที่ 2



รูปที่ 7.5 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT โมดการทำงานที่ 2

- Initialize State เป็นสถานะสำหรับเริ่มต้นค่าการทำงานต่าง ๆ ภายในโปรแกรมการทำงาน ซึ่งได้แก่ ตัวแปรต่าง ๆ ในระบบ, พอร์ตและมอดูลที่ต้องใช้ในการทำงาน เป็นต้น
- Wait Start State เป็นสถานะที่รอการส่งคำสั่งเริ่มต้นการทำงานของระบบจากผู้ใช้
- Decode Setting Value from User State หลังจากที่ได้รับคำสั่งให้เริ่มต้นการทำงาน ข้อความที่ส่งมาจากผู้ใช้จะมีการกำหนดค่าที่สำคัญต่อการทำงาน 3 ค่า ได้แก่ ค่าคาบเวลาในการส่งข้อมูลในหน่วยนาที ค่าระดับความสูงต่ำสุด และ ค่าระดับความสูงสูงสุด โดยโปรแกรมจะตรวจสอบค่าที่ส่งมาเพื่อใช้กำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรมต่อไป รวมถึงตรวจหาเบอร์โทรศัพท์จากปลายทางหรือของผู้ใช้

- Get GGA message & Store Message State และ Get Time & Altitude State ได้กล่าวไปข้างต้นแล้วตามรูปการทำงานที่ 7.3
- Set Timer State เมื่อข้อมูลความสูงที่รับมาได้มีค่าต่ำกว่าระดับต่ำสุดหรือมีค่ามากกว่าระดับสูงสุดจะเกิดการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ให้รับทราบ ในสถานะต่อไปแต่หากค่าที่ได้ไม่เกินขอบเขตที่กำหนดไว้โปรแกรมจะตั้งคาบเวลาที่ผู้ใช้กำหนดมาเพื่อส่งข้อมูลให้กับผู้ใช้ต่อไป
- Load Data from Memory State ในส่วนนี้ก็คือ เมื่อพบว่ามีความสูงอยู่นอกขอบเขตที่ได้กำหนดไว้จากผู้ใช้ หรือ ถึงคาบเวลาตามที่ผู้ใช้ได้กำหนดเอาไว้ โปรแกรมจะโหลดค่าข้อมูลเพื่อเตรียมไว้ส่งข้อมูลให้ผู้ใช้ในสถานะต่อไป
- Send Message data to User State การทำงานในส่วนนี้ จะส่งข้อมูลเวลาและความสูงที่ได้มาจากดาวเทียม GPS กลับไปให้กับผู้ใช้โดยเบอร์โทรศัพท์ปลายทางนั้น ได้มาจากการตรวจหาดังที่กล่าวมาแล้ว

7.3 การตรวจหาข้อมูลระดับความสูงและเวลาที่รับได้

สำหรับข้อความของระบบ GPS ที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยนี้คือ GGA ซึ่งจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ คือ ให้ค่าละติจูด, ลองกิจูด, เวลาที่รับข้อมูล, ค่าบ่งชี้ถึงความถูกต้องของตำแหน่งทางราบ, จำนวนของดาวเทียมที่รับได้ รวมถึงค่าความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลาง ซึ่งเป็นค่าที่สนใจในงานวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลจากข้อความ GGA เป็นไปตามตารางที่ 7.1

ตัวอย่าง

$GPGGA,060131.123,1344.1955,N,10031.9338,W,1,05,3.8,21.4,M,-27.5,M,*75

ดังนั้น จากตัวอย่างข้อความ GGA ข้างบนโปรแกรมจะคัดเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่เป็นเวลาและระดับความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลาง เพื่อส่งให้กับผู้ใช้เป็นข่าวสารสั้นต่อไป แต่สำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำจะบันทึกลงทั้งข้อความ GGA

TIME = 06:01:131.123 แต่ถ้าเป็นเวลาในประเทศไทยจะต้องบวกเพิ่มอีก +7 ชั่วโมงจึงกลายเป็น TIME = 13:01:131.123

ALT = 21.4 m หรือ 21.4 เมตร

ตารางที่ 7.1 ข้อมูลของ GPS ในรูปข้อความ GGA

ชื่อ	ตัวอย่างข้อมูล	คำอธิบาย
Sentence Identifier	$GPGGA	ชื่อข้อความ Global Positioning System Fix Data
Time	060131.123	เวลาที่รับ คือ 06:01:31 อ้างอิงเวลาของ UTC
Latitude	1344.1955, N	ละติจูดที่รับได้ คือ 13d 44.1955' N
Longitude	10031.9338, W	ลองกิจูดที่รับได้ คือ 100d 31.9338' W
Fix Quality: - 0 = Invalid - 1 = GPS fix - 2 = DGPS fix	1	ข้อมูลที่รับได้มาจากระบบ GPS fix
Number of Satellites	05	จำนวนของดาวเทียมที่รับได้ คือ 5 ดวง
Horizontal Dilution of Precision (HDOP)	3.8	ค่าบ่งชี้ถึงความถูกต้องของตำแหน่งทางราบ (ยิ่งมีค่าต่ำยิ่งดี)
Altitude	21.4, M	ความสูงที่รับได้เทียบกับระดับน้ำทะเลกลางคือ 21.4 เมตร
Height of geoid above WGS84 ellipsoid	-27.5, M	-27.5 meters
Time since last DGPS update	blank	ไม่มีการ update
DGPS reference station id	blank	ไม่มีสถานีที่รับ
Checksum	*75	ใช้ตรวจวัดความผิดพลาดในการส่งข้อมูลโดยโปรแกรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8
การทดสอบระบบ

8.1 การเตรียมระบบสำหรับการทดสอบ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงการทดสอบระบบที่ได้ออกแบบขึ้น ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์จากบทที่ 6 และบทที่ 7 ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ระบบนี้ประกอบไปด้วยหน่วยวัดข้อมูล และส่วนของผู้ใช้งานซึ่งในที่นี้เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM ดังแสดงในรูปที่ 8.1 เป็นแผงสำหรับทดสอบระบบทั้งหมด

รูปที่ 8.1 แผงทดสอบของระบบทั้งหมด

ในการเตรียมการของหน่วยวัดข้อมูลนั้นต้องติดตั้ง GSM MODULE, GPS RECEIVER และแบตเตอรี่ เข้ากับชุด GSM INTERFACE UNIT ให้เรียบร้อยเสียก่อน ส่วนการเตรียมการของผู้ใช้นั้นไม่จำเป็นต้องมีการเตรียมการใด ๆ ทั้งสิ้น

รูปที่ 8.2 การตรวจสอบระดับแรงดันที่ป้อนให้แผงทดสอบของระบบ

หลังจากติดตั้งทุกอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบสถานะของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับแผงทดสอบของระบบดังรูปที่ 8.2 โดยระดับแรงดันที่ป้อนให้กับแผงทดสอบไม่ควรต่ำกว่า 9.5 โวลต์ หากต่ำกว่านี้ควรเปลี่ยนแบตเตอรี่หรือชาร์จแบตเตอรี่นั้นให้เรียบร้อยเสียก่อนการปฏิบัติงาน (ข้อจำกัดของแบตเตอรี่) เพราะอาจจะส่งผลกระทบเสียหายต่อตัวแบตเตอรี่เองรวมถึงอาจส่งผลกระทบต่อแผงทดสอบด้วย จากรูปที่ 8.2 จะเห็นได้ว่าขนาดแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 10.35 โวลต์ ซึ่งถือว่าขนาดแรงดันค่อนไปทางต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 สถานะระดับแรงดันไฟฟ้าของแผงทดสอบ

ขนาดแรงดัน	สถานะ
มากกว่า 11.5 โวลต์	ดีมาก
10.5 โวลต์ < ระดับแรงดัน < 11.5 โวลต์	ค่อนข้างดี
9.5 โวลต์ < ระดับแรงดัน < 10.5 โวลต์	ค่อนข้างต่ำ ควรมีการแจ้งเตือนให้ทราบก่อนเข้าสู่การทำงานหลักของโปรแกรม
ต่ำกว่า 9.5 โวลต์	ต่ำเกินกำหนด ให้หยุดการทำงาน

รูปที่ 8.3 สถานที่ทำการทดสอบระบบวัดระดับความสูง

หลังจากตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้าแล้วพบว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้กล่าวคือสูงกว่า 9.5 โวลต์ แสดงว่าสามารถนำไปปฏิบัติงานได้ เนื่องจากในงานวิจัยนี้เสนอการใช้เครื่องรับ GPS สำหรับวัดระดับความสูงของน้ำ การทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นมาที่ดีที่สุด คือ มีค่าเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของน้ำ (จริง) กับค่าที่ GPS วัดได้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยไม่สามารถจัดการทดสอบการทำงานดังกล่าวข้างต้นได้ เนื่องจากไม่สามารถสร้างทุ่นลอยหรือติดต่อขอใช้ทุ่นลอยจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กองทัพเรือ เป็นต้น ที่จะติดตั้งหน่วยวัดข้อมูลได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงจำลองสถานการณ์โดยทำการวัดระดับความสูงต่าง ๆ ด้วยวิธีการเดินพกพาหน่วยวัดข้อมูลให้ไปอยู่บนชั้นต่าง ๆ ของอาคารเปรียบเสมือนระดับความสูงของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา รูปที่ 8.3 แสดง

สถานที่ทดสอบระดับความสูง อาคารแห่งนี้เป็นอาคาร 6 ชั้น แต่ละชั้นห่างจากกัน 5 เมตร นั่นคือ อาคารนี้มีความสูง 25 เมตร โดยจุดที่ทดสอบระดับความสูงมีทั้งหมด 3 จุดด้วยกันคือ

- จุดที่ 1 ที่ชั้นที่ 1 หรือ ชั้นล่างสุดของอาคาร
- จุดที่ 2 ที่ชั้นที่ 3 ของอาคาร
- จุดที่ 3 ที่ชั้นที่ 6 ของอาคาร

8.2 การทดสอบระบบ

สำหรับการทดสอบนั้น สามารถแบ่งการทดสอบได้เป็น 2 โมดการทำงาน ตามที่ได้อธิบายหลักการทำงานจากบทที่ 7 ที่ผ่านมาแล้ว

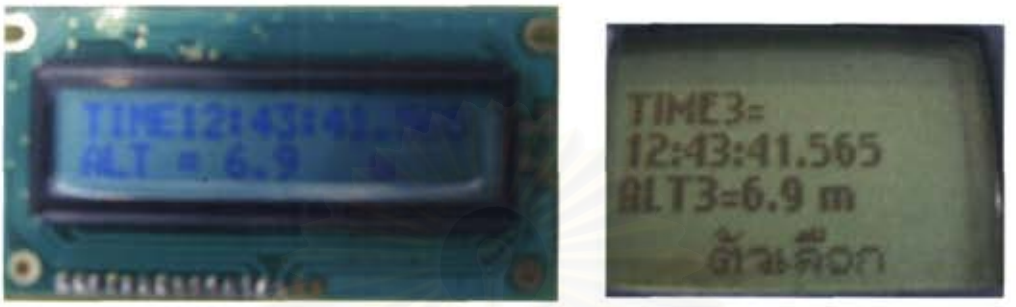
8.2.1 การทดสอบโมดการทำงานที่ 1

เริ่มจากผู้ใช้เป็นผู้ส่งคำร้องขอข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 8.4 ในที่นี้ข้อความของการส่งข่าวสารสั้นนั้นจะพิมพ์คำว่า SMS ลงไป เมื่อเสร็จสิ้นจึงส่งข้อความนี้ออกไปยังหน่วยวัดข้อมูลที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

ก่อนส่งข้อความ หน่วยวัดข้อมูลที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้วจะเก็บข้อมูลไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีการร้องขอข้อมูลมาจึงจะส่งข้อมูลที่วัดได้มาให้กับผู้ใช้

รูปที่ 8.4 การร้องขอข้อมูลจากผู้ใช้ในโมดการทำงานที่ 1

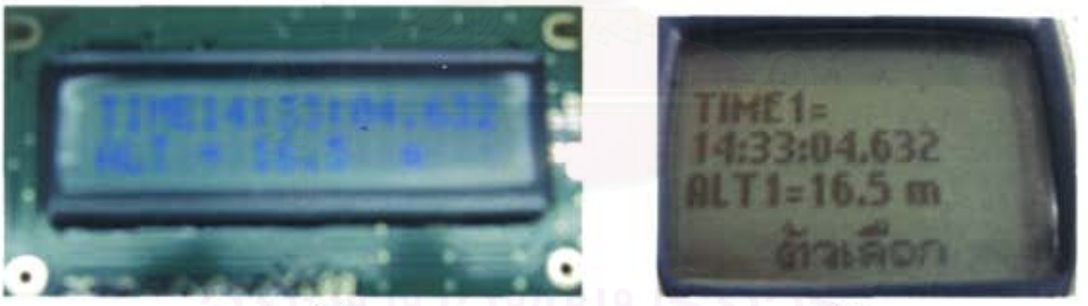
ผลการทดสอบจุดที่ 1 คือ ที่บริเวณชั้นล่างของอาคาร ข้อมูลระดับความสูงที่ถูกส่งกลับมาให้ผู้ใช้ในการทดสอบนี้คือที่เวลา 12:43:41.565 ความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลางที่ได้มีค่าเท่ากับ 6.9 เมตร เป็นไปดังรูปที่ 8.5



หน่วยวัดข้อมูล ผู้ใช้

รูปที่ 8.5 ผลการทดสอบการทำงานโมดที่ 1 เมื่ออยู่ชั้นที่ 1 ของอาคาร

ผลการทดสอบจุดที่ 2 คือ ที่บริเวณชั้น 3 ของอาคาร ข้อมูลระดับความสูงที่ถูกส่งกลับมาให้ผู้ใช้ในการทดสอบนี้คือที่เวลา 14:33:04.632 ความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลางที่ได้มีค่าเท่ากับ 16.5 เมตร เป็นไปดังรูปที่ 8.6



หน่วยวัดข้อมูล ผู้ใช้

รูปที่ 8.6 ผลการทดสอบการทำงานโมดที่ 1 เมื่ออยู่ชั้นที่ 3 ของอาคาร

ผลการทดสอบจุดที่ 3 คือ ที่บริเวณชั้น 6 ของอาคาร ข้อมูลระดับความสูงที่ถูกส่งกลับมาให้ผู้ใช้ในการทดสอบนี้คือที่เวลา 11:35:59.082 ความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลางที่ได้มีค่าเท่ากับ 31.4 เมตร ตามลำดับ เป็นไปดังรูปที่ 8.7

หน่วยวัดข้อมูล ผู้ใช้

รูปที่ 8.7 ผลการทดสอบการทำงานโมดที่ 1 เมื่ออยู่ชั้นที่ 6 ของอาคาร

8.2.2 **การทดสอบโมดการทำงานที่** 2

เริ่มจากผู้ใช้กำหนดค่าเริ่มต้นการทำงาน 3 ค่า ได้แก่ ค่าคาบเวลาการส่งข้อมูล (T) หน่วยเป็นนาที ค่าระดับความสูงสูงสุด (upper) หน่วยเป็นเมตร และค่าระดับความสูงต่ำสุด (lower) หน่วยเป็นเมตร หลังจากนั้นเราต้องส่งการตั้งค่านี้ไปยังหน่วยวัดข้อมูลเพื่อเริ่มการส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 8.8 เป็นการกำหนดดังที่กล่าวไปข้างต้น เมื่อเสร็จสิ้นแล้วจึงส่งข้อความนี้ออกไปยังหน่วยวัดข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8.8 การกำหนดค่าจากผู้ใช้

จากรูปที่ 8.8 ค่าที่ตั้งคือ T=1.0min หมายถึง ให้ส่งข้อมูลมาทุก ๆ 1 นาที, upper=100.0m หมายถึง ค่าระดับความสูงสูงสุดที่เป็นได้โดยไม่มีการแจ้งเตือนเท่ากับ 100 เมตร และ lower=-50.0m หมายถึง ค่าระดับความสูงต่ำสุดที่เป็นได้โดยไม่มีการแจ้งเตือนเท่ากับ -50 เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดสอบจุดที่ 1 คือที่บริเวณบันไดชั้นที่ 1 ของอาคาร เดินขึ้นไปยังชั้นที่ 3 เป็นไปดังรูปที่ 8.9 ข้อมูลที่แสดงออกมาคือ เวลาที่ทำการวัดนั่นคือ 13:24:13.621 และ 13:25:12.618 ความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลางที่ได้มีค่าเท่ากับ 6.9 เมตร และ 14.9 เมตร ตามลำดับ คาบเวลาที่กำหนดไว้โดยผู้ใช้ คือ ทุก ๆ 1 นาที ส่งข้อมูลกลับมายังผู้ใช้ 1 ครั้ง

รูปที่ 8.9 ผลการทดสอบการทำงานโมดที่ 2 ที่บริเวณบันไดชั้นที่ 1 ของอาคาร เดินขึ้นไปยังชั้นที่ 3

ผลการทดสอบจุดที่ 2 คือที่บริเวณบันไดชั้นที่ 3 ของอาคารเดินขึ้นไปยังชั้นที่ 5 เป็นไปดังรูปที่ 8.10 ข้อมูลที่แสดงออกมาคือ เวลาที่ทำการวัดนั่นคือ 14:37:44.953 และ 14:38:41.950 ความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลางที่ได้มีค่าเท่ากับ 19.7 เมตร และ 21.6 เมตร ตามลำดับ คาบเวลาที่กำหนดไว้โดยผู้ใช้ คือ ทุก ๆ 1 นาที ส่งข้อมูลกลับมายังผู้ใช้ 1 ครั้ง

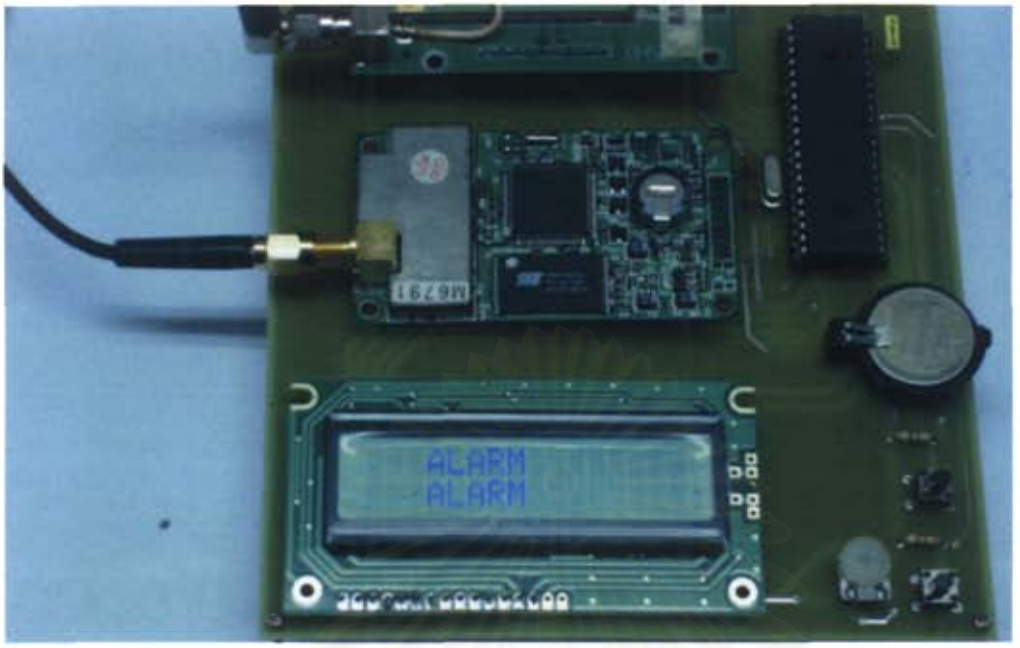
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8.10 ผลการทดสอบการทำงานโมดที่ 2 ที่บริเวณบันไดชั้นที่ 3 ของอาคารเดินขึ้นไปยังชั้นที่ 5

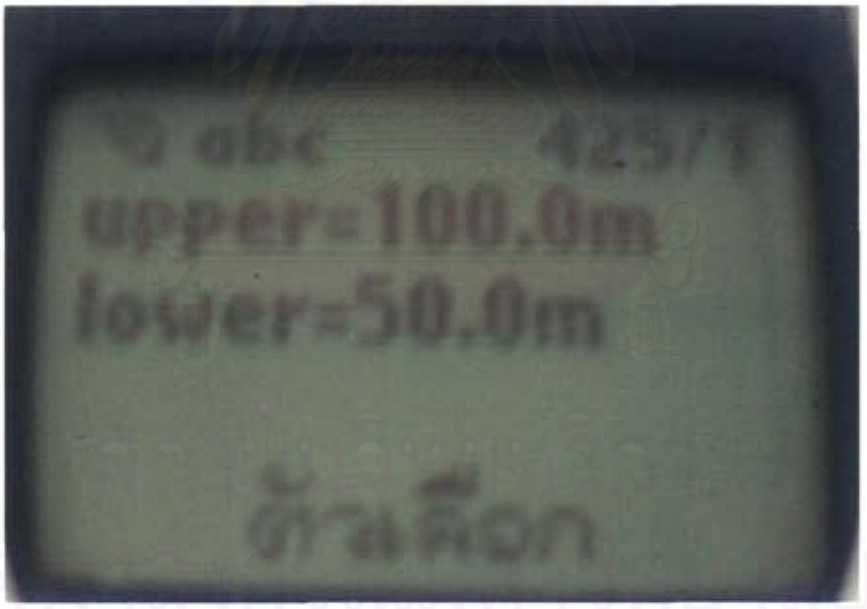
8.2.3 การทดสอบโมดการทำงานที่ 2 เมื่อมีการแจ้งเตือน

หากค่าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าระดับต่ำสุดหรือมีค่ามากกว่าระดับสูงสุดจะเกิดการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ให้รับทราบ เพื่อทดสอบระบบแจ้งเตือนนี้ผู้วิจัยจึงสร้างเงื่อนไขจากผู้ใช้ 2 แบบ สำหรับทดสอบกรณีค่าที่วัดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ซึ่งเปรียบเสมือนการแจ้งเตือนภัยแล้งเมื่อระดับน้ำต่ำกว่าระดับที่ควรจะเป็น และสำหรับทดสอบกรณีค่าที่วัดได้สูงกว่าที่กำหนดไว้ซึ่งเปรียบเสมือนการแจ้งเตือนอุทกภัยเมื่อระดับน้ำสูงกว่าระดับที่ควรจะเป็น โดยกำหนดค่าดังแสดงในรูปที่ 8.13 และ รูปที่ 8.15

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.12 การทำงานของหน่วยวัดข้อมูลเมื่อมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น



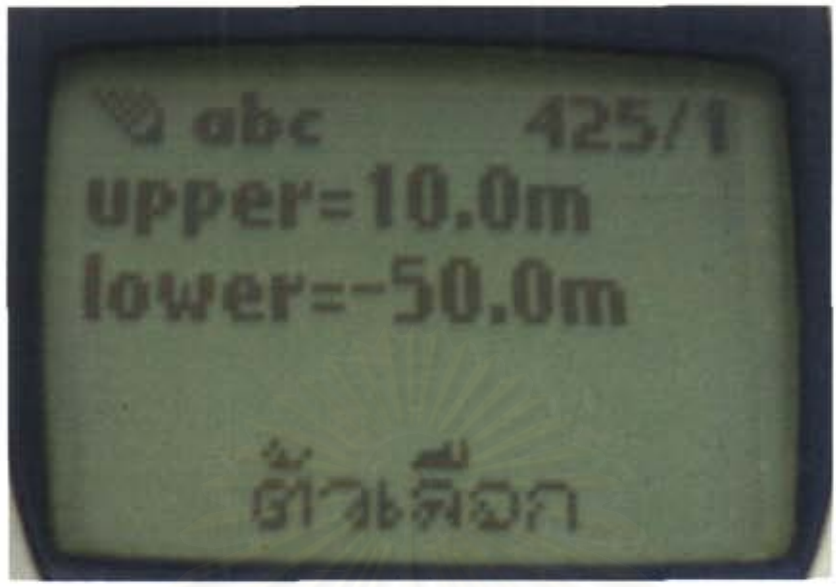
รูปที่ 8.13 การกำหนดค่าจากผู้ใช้ ค่าสูงสุด = 100 เมตร และ ต่ำสุด = 50 เมตร

ผู้ใช้ หน่วยวัดข้อมูล

รูปที่ 8.14 ผลการทดลองเมื่อมีการแจ้งเตือนว่าค่าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนด

จากรูปที่ 8.13 ผู้ใช้ตั้งค่าระดับความสูงสูงสุดเท่ากับ 100 เมตร และ ระดับความสูงต่ำสุดที่ 50 เมตร แต่จากผลที่เกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 8.14 ค่าระดับความสูงที่หน่วยวัดข้อมูลวัดได้ คือ 16.5 เมตร ทำให้เกิดการแจ้งเตือนกลับมายังผู้ใช้ว่าระดับความสูงที่วัดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ และระดับความสูงนี้เกิดขึ้นที่เวลา 15:33:04.632

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.15 การกำหนดค่าจากผู้ใช้ Upper = 10 เมตร และ Lower = -50 เมตร

ผู้ใช้ หน่วยวัดข้อมูล

รูปที่ 8.16 ผลการทดสอบเมื่อมีการแจ้งเตือนว่าค่าที่วัดได้มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 8.15 ผู้ใช้ตั้งค่าระดับความสูงสูงสุดเท่ากับ 10 เมตร และ ระดับความสูงต่ำสุดที่ -50 เมตร แต่จากผลที่เกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 8.16 ค่าระดับความสูงที่หน่วยวัดข้อมูลวัดได้ คือ 19.4 เมตร ทำให้เกิดการแจ้งเตือนกลับมายังผู้ใช้ว่าระดับความสูงที่วัดได้สูงกว่าที่กำหนดไว้ และระดับความสูงนี้เกิดขึ้นที่เวลา 15:54:01.137

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 9
สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย

9.1 สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประดิษฐ์ GSM Interface Unit (GIU) โดยการใช้ตัวประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ โดยใช้การเขียนโปรแกรมในการสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประยุกต์ใช้งานกับการโทรมาตร (Tele-metering) โดยจะใช้การรับ-ส่งข้อมูลเป็นแบบข่าวสารสั้น หรือ SMS นอกจากนั้น หากเกิดกรณีฉุกเฉิน คือ เมื่อค่าการวัดระดับน้ำที่ได้รับเข้ามาเกินค่าที่ตั้งไว้ เราสามารถตั้งให้อุปกรณ์ GIU ส่งข่าวสารสั้น (Short Message Services, SMS) เป็นสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) ไปยังภาครับได้อีกด้วย และ จากผลการทดสอบในบทที่ 8 พบว่าการส่งข้อมูลผ่านข่าวสารสั้นมีความถูกต้องทุกครั้ง นั่นหมายถึง ระบบโครงข่าย GSM มีความเชื่อถือได้สูงมาก สรุปได้ว่า งานวิจัยนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้ตั้งไว้

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

การส่งข่าวสารสั้นจำกัดการส่งต่อ 1 ครั้งที่ 160 ตัวอักษร ดังนั้น หากต้องการส่งข้อมูลที่มีปริมาณที่มากกว่านั้น จำเป็นต้องส่งมากกว่า 1 ครั้ง ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในอนาคตอาจมีการเพิ่มอุปกรณ์ภายนอกให้กับอุปกรณ์ GIU เพื่อเพิ่มขนาดของหน่วยความจำในการเก็บข้อมูล ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้คราวละมาก ๆ และพิจารณาส่งข้อมูลคราวละมาก ๆ โดยประยุกต์ใช้บริการ Data Call หรือบริการวิทยุแพ็กเกตทั่วไป (General Packet Radio Service: GPRS)

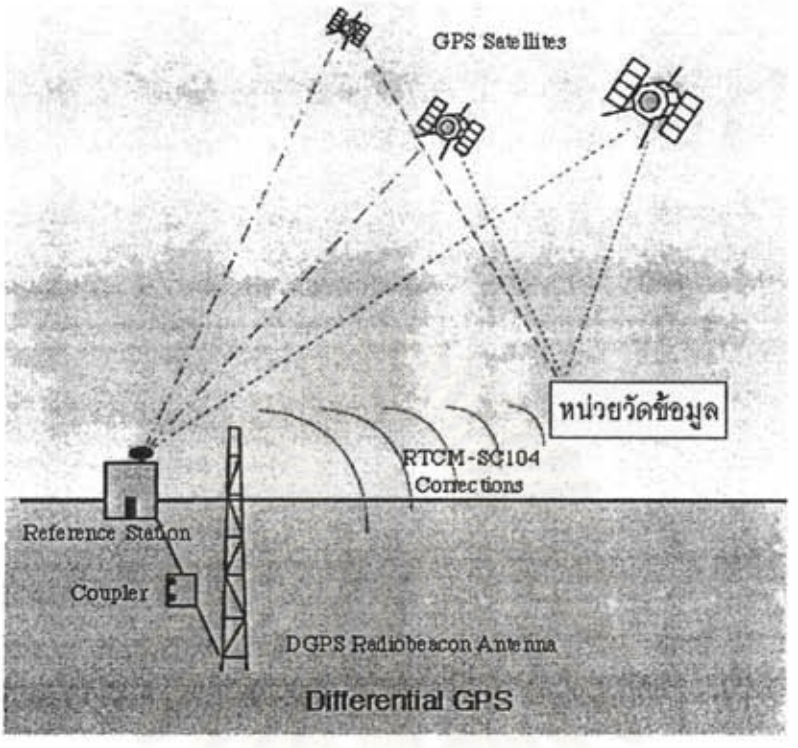
9.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบในบทที่ 8 เรื่องการทดสอบระบบ พบว่ามีความผิดพลาดของข้อมูลความสูงที่ได้จากระบบ GPS มากพอสมควร แต่สำหรับการส่งข้อมูลของระบบ GSM นั้นเรามิได้พบความผิดพลาดแต่ประการใดเลย เพราะฉะนั้นถือได้ว่า การพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตรในงานวิจัยนี้มีความเชื่อถือได้สูง

แนวทางวิธีบรรเทาปัญหาความผิดพลาดของข้อมูลความสูงที่ได้จากระบบ GPS ที่เกิดขึ้นข้างต้นซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากตัวระบบ GPS เอง ผู้วิจัยมีแนวทางเสนอแนะสำหรับบรรเทาปัญหา 2 แนวทาง ดังนี้

1. โดยการปรับเปลี่ยนจากระบบ GPS เป็น Differential GPS (DGPS) เพื่อบรรเทาความผิดพลาดต่าง ๆ ให้น้อยลง โดยมีหลักการทำงานคือ ใช้ตัวรับสัญญาณ GPS 2 เครื่องในการทำงาน เครื่องหนึ่งติดตั้งอยู่กับที่บนพื้นผิวโลก ณ จุดที่รู้ค่าพิกัดที่แน่นอนซึ่งใช้เป็นสถานีอ้างอิง (Reference Station) อีกเครื่องหนึ่งใช้สำหรับวัดค่าระดับความสูง ณ จุดที่ต้องการ เนื่องจากดาวเทียม GPS อยู่ไกลจากผิวโลกมาก ดังนั้นตำแหน่งของเครื่องรับ GPS 2 เครื่อง ที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยบนผิวโลกจึงไม่มีความสำคัญมากนัก เมื่อเทียบกับระยะห่างของดาวเทียมกับผิวโลก **หากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ทั้งสองอยู่ห่างกันไม่มาก (2-200 กิโลเมตร) สัญญาณที่เครื่องรับทั้งสองได้รับในเวลาเดียวกันจะผ่านบรรยากาศโลกที่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน ดังนั้นจึงมีค่าความผิดพลาดที่เท่ากันด้วย** การที่มีสถานีอ้างอิงอยู่กับที่บนผิวโลกที่ตำแหน่งที่แน่นอนทำให้เราสามารถหาได้ว่าค่าที่สถานีอ้างอิงคำนวณได้จากสัญญาณดาวเทียมมีค่าความผิดพลาดมากน้อยเพียงใด เมื่อรู้ค่าความผิดพลาดนี้ สถานีอ้างอิงก็จะส่งค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้นี้ไปยังเครื่องรับสัญญาณ GPS ตัวอื่น ๆ ที่เคลื่อนที่อยู่ในพื้นที่ครอบคลุมของสถานีอ้างอิง ให้ปรับแก้ไขค่าให้ถูกต้องด้วย การใช้ระบบ DGPS จึงสามารถลดค่าความผิดพลาดต่าง ๆ ลงได้ สำหรับประเทศไทย สถานีอ้างอิงที่กระจายสัญญาณวิทยุด้วยความถี่ 300 kHz เพื่อใช้แก้ค่าความผิดพลาดนี้ตั้งอยู่ ณ การท่าเรือแห่งประเทศไทย จ.สมุทรปราการ มีรัศมีทำการ 200 กิโลเมตร รูปที่ 9.1 แสดงระบบ DGPS ซึ่งได้เพิ่มสถานีอ้างอิงสำหรับแก้ความผิดพลาด อยู่ในรูปแบบสัญญาณ RTCM-SC104 ดังนั้นหน่วยวัดข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีเครื่องรับสัญญาณ RTCM-SC104 (โปรดดูตัวอย่างเครื่องรับสัญญาณชนิดนี้ในภาคผนวก ข) ที่ถูกส่งมาจาก Reference Station (ณ การท่าเรือแห่งประเทศไทย จ.สมุทรปราการ) เพิ่มเติมเข้ามา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.1 ระบบ Differential GPS (DGPS)

ข้อเสียของระบบนี้มีดังต่อไปนี้

- รัศมีทำการส่งสัญญาณแก้ความผิดพลาดนี้อยู่ที่ 200 กิโลเมตร
- ราคาของเครื่องรับสัญญาณ RTCM-SC104 มีราคาสูง

2. โดยตั้งสมมุติฐานว่า ค่าความผิดพลาดของข้อมูลความสูง ณ จุดวัดความสูงตำแหน่งใด ตำแหน่งหนึ่ง มีการแจกแจงความผิดพลาดเป็นแบบเกาส์เซียน โดยมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ ดังนั้นถ้าเราเพิ่มเติมซอฟต์แวร์เข้าไปที่หน่วยวัดข้อมูล โดยซอฟต์แวร์นั้นสามารถเก็บข้อมูลความสูง ณ จุดวัดความสูงตำแหน่งหนึ่งไว้จำนวนหนึ่ง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลความสูงเหล่านั้นก่อน แล้วจึงส่งค่าเฉลี่ยของข้อมูลความสูงนั้นออกไปให้กับระบบ GSM ก็จะทำให้ความผิดพลาดของข้อมูลความสูงนั้นลดลง

เอกสารอ้างอิง

1) Scott B. Guthery, Mary J. Cronin. "Mobile Application Development", McGraw-Hill, 2002
2) ไพโรจน์ ไววานิชกิจ. "เปิดโลกมือถือ GSM สู่ UMTS", ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2545
3) ดร.วาทิต เบญจพลกุล, "การสื่อสารข้อมูล", Sophia Publishing , 2543
4) นคร ภักดีชาติ, ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. "คู่มือการทดลอง dsPIC Microcontroller เบื้องต้น ด้วยโปรแกรมภาษา C กับ MPLAB C30"
5) อรรถพล บุญยโภคา, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. "เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม"
6) http://www.microchip.com/ "Microchip Corporation"
7) http://www.starsnav.com/ "Stars Nav Tech Ltd"
8) http://www.national.com/pf/LM/LM78M05.html "The National Semiconductor"
9) http://www.altium.com/protel/ "Protel Designing"
10) http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html "The Global Positioning System"
11) http://www.gpsy.com/gpsinfo "The Global Positioning Systems (GPS) Resource Library"
12) http://www.navcen.uscg.gov/gps/default.htm "The Navigation Center Of Excellence"
13) http://www.apparent-wind.com/gps.html "GPS Info"

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
การทดสอบการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

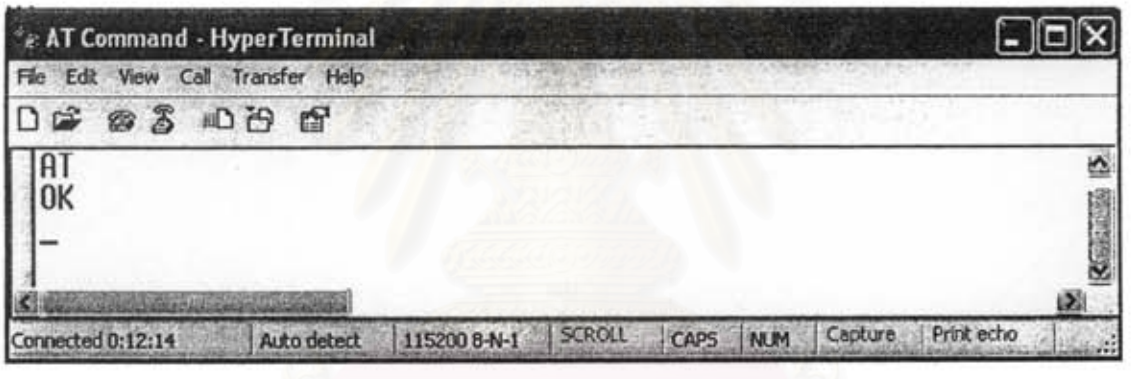
1. Initial AT Commands

1.1 **คำสั่งตรวจสอบการต่อร่วมกับมอดูล GSM** ในการตรวจสอบการต่อร่วมเข้ากับมอดูล GSM จะใช้คำสั่ง AT แล้วกด ENTER

ตัวอย่าง

Send Command	พิมพ์ AT และกด ENTER
Response	จะได้คำตอบ OK

โดยในการต่อร่วมกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกครั้ง ควรใช้คำสั่งนี้ในการตรวจสอบการต่อร่วมก่อนการใช้งานทุกครั้ง



รูปที่ ก.1 คำสั่งตรวจสอบการต่อร่วมกับมอดูล GSM

1.2 **คำสั่งเกี่ยวกับการทำซ้ำ หรือ echo** รูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

คำสั่งนี้เป็นการอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้ทำซ้ำคำสั่งที่ส่งออกไป

ตัวอย่าง

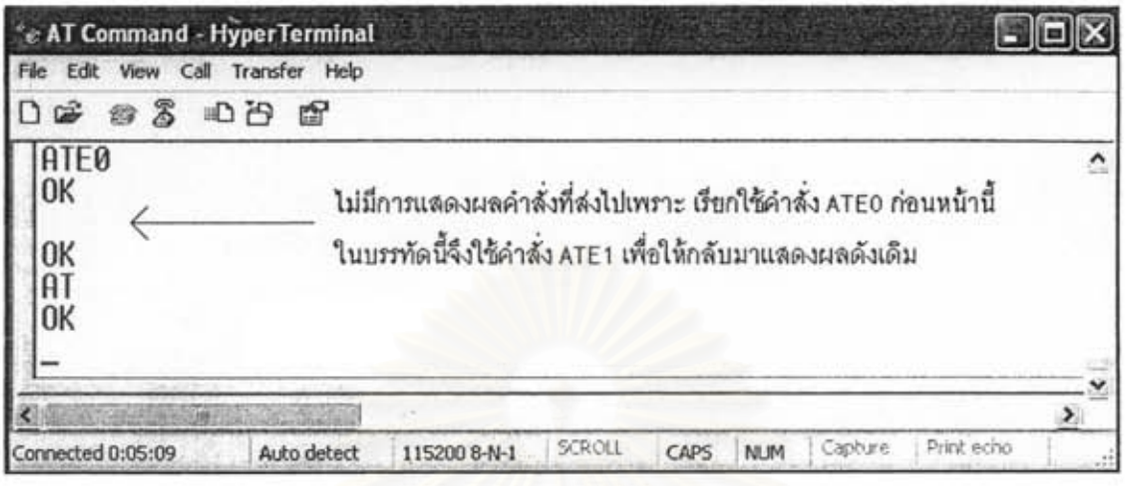
Send Command	พิมพ์ ATE1 และกด ENTER
Response	จะได้คำตอบ OK

จะหมายความว่าอนุญาตให้มีการทำซ้ำเกิดขึ้น

Send Command	พิมพ์ ATE0 และกด ENTER
Response	จะได้คำตอบ OK

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะหมายความว่าไม่อนุญาตให้มีการทำซ้ำ



รูปที่ ก.2 คำสั่งเกี่ยวกับการทำซ้ำ หรือ echo

1.3 <u>คำสั่งกำหนดบอดเรทที่ใช้ในการติดต่อผ่าน</u> Serial Port รูปแบบคำสั่ง AT+IPR

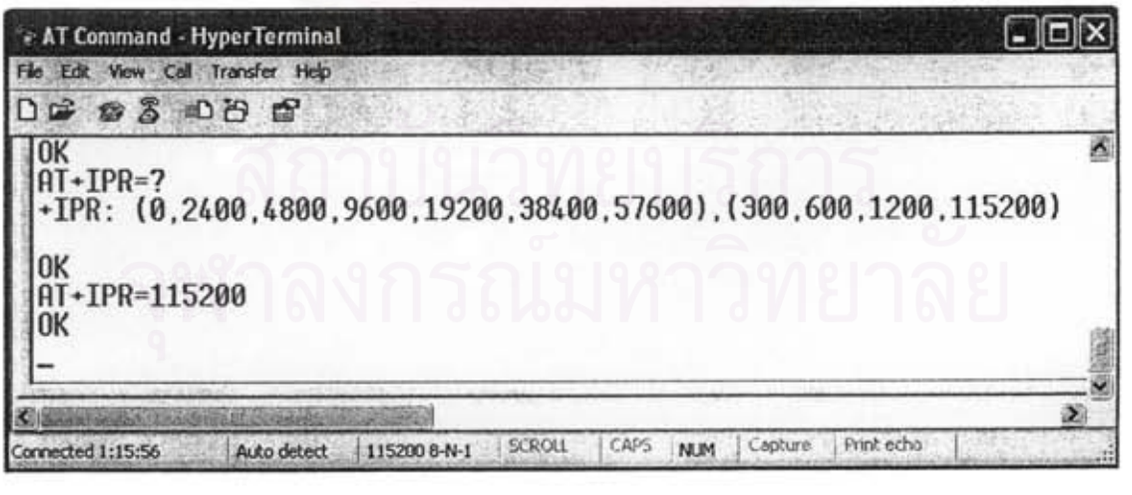
ตัวอย่าง

กำหนดให้มีการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็ว 115200 bps

SEND COMMAND พิมพ์ AT+IPR=115200 และ กด ENTER

RESPONSE จะได้คำตอบ OK

หลังจากเสร็จสิ้นคำสั่งนี้การรับส่งข้อมูลจะมีอัตราเร็วเป็น 115200 bps



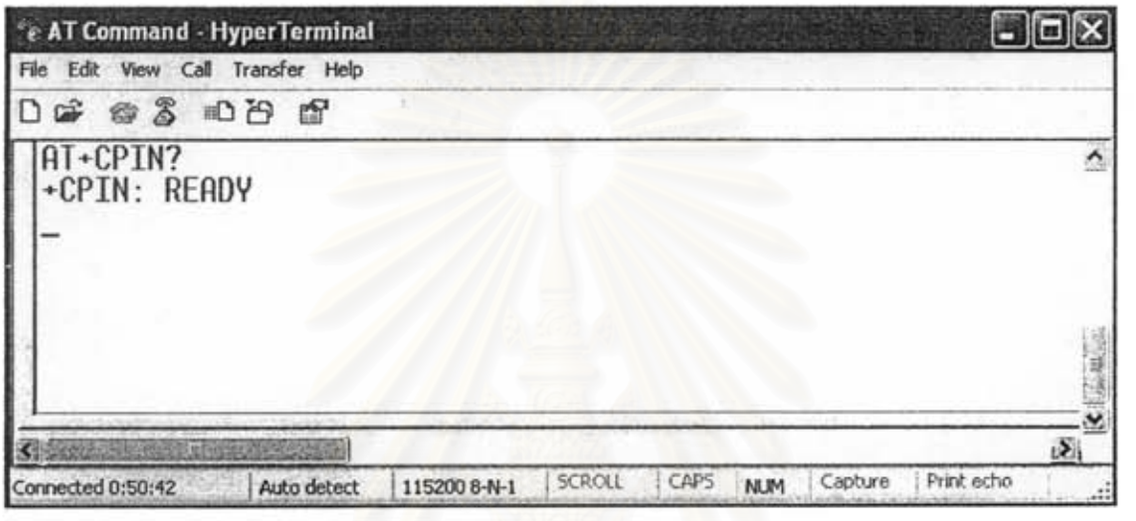
รูปที่ ก.3 คำสั่งกำหนดบอดเรทที่ใช้ในการติดต่อผ่าน Serial Port

1.4 **คำสั่งดูสถานะ SIM** รูปแบบคำสั่ง AT+CPIN เป็นการตรวจสอบสถานะ SIM ในที่นี้จะตอบสนองกลับมาเป็น +CPIN: READY ซึ่งหมายถึง SIM พร้อมทำงานโดยไม่ต้องพึ่ง PIN CODE

ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CPIN? และ กด ENTER

RESPONSE +CPIN: READY



รูปที่ ก.4 คำสั่งดูสถานะ SIM

1.5 **คำสั่งตรวจสอบโครงข่าย** รูปแบบคำสั่ง AT+CREG เป็นการตรวจสอบว่ามีโครงข่าย GSM ให้บริการอยู่หรือไม่ +CREG: <MODE>,<STAT> ซึ่งหมายถึง

<MODE>

0: Disable network registration

1: Enable network registration

< STAT >

0: not registered

1: registered

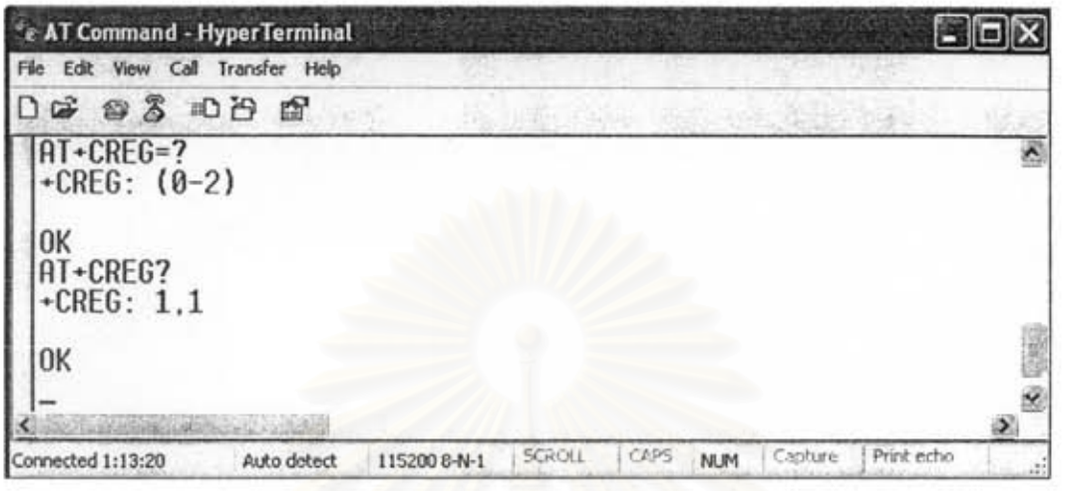
ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CREG? และ กด ENTER

RESPONSE +CREG: 1,1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในที่นี้จะตอบสนองกลับมาเป็น +CREG: 1,1 ซึ่งหมายถึง โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการลงทะเบียนในโครงข่ายและพร้อมที่จะให้บริการ



รูปที่ ก.5 คำสั่งตรวจสอบโครงข่าย

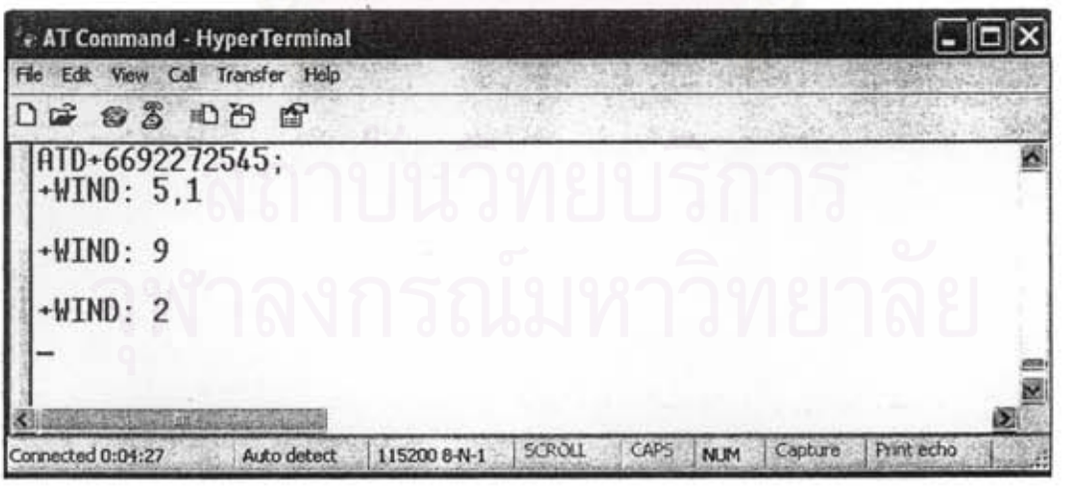
2. Voice Call Commands

2.1 **คำสั่งโทรออก** โดยรูปแบบของคำสั่งมี ดังนี้

ATD [DIAL_STRING]; โดย [DIAL_STRING] คือหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง

ตัวอย่าง

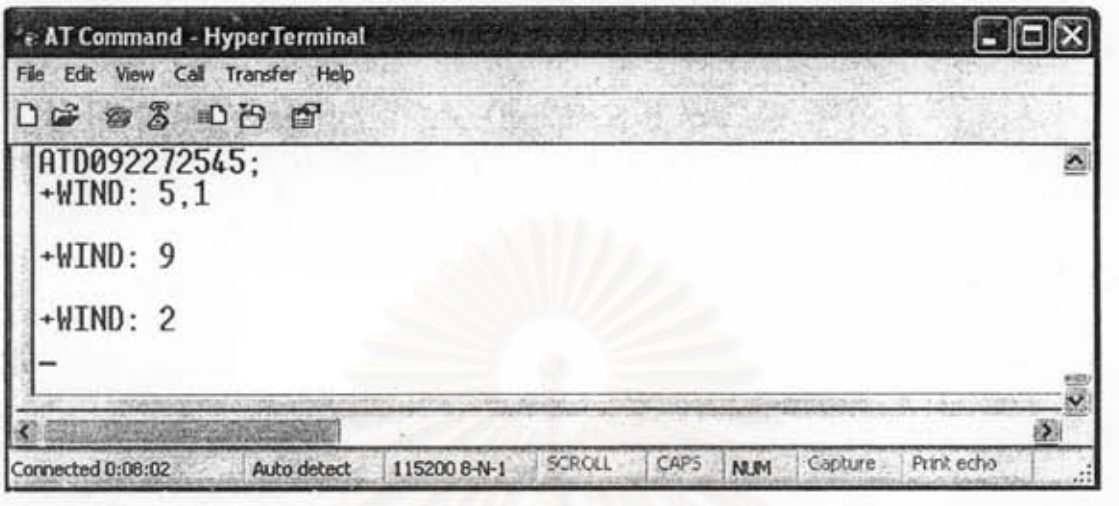
SEND COMMAND พิมพ์ ATD092272545; หรือ พิมพ์ ATD+6692272545;



รูปที่ ก.6 คำสั่งโทรออกแบบที่ 1

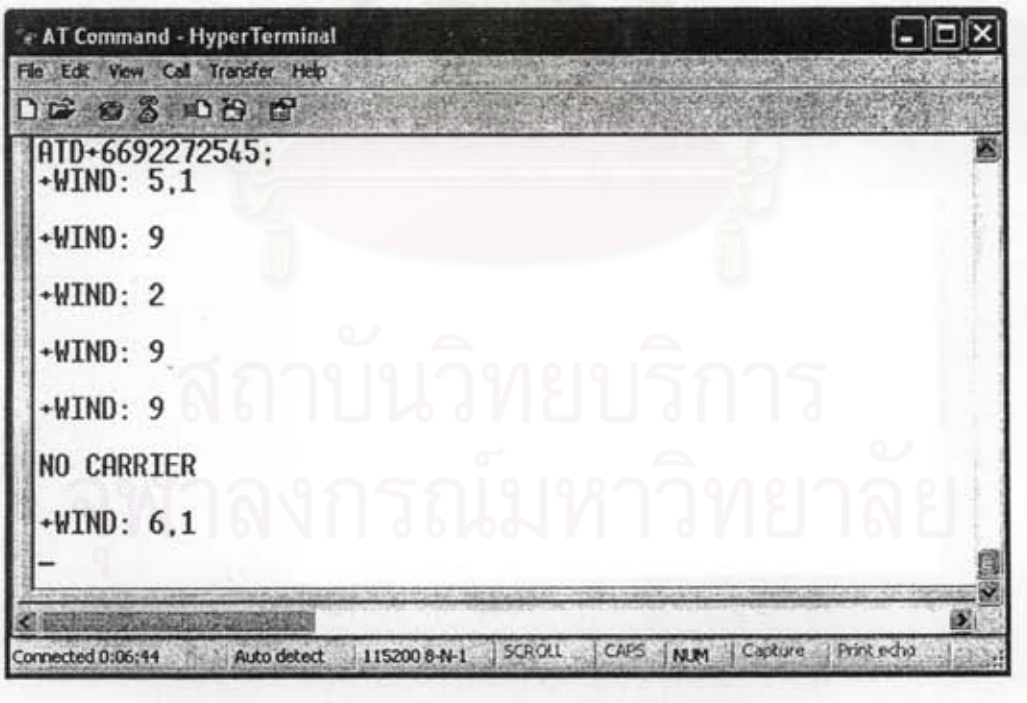
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หรือ อีกวิธีคือ



รูปที่ ก.7 คำสั่งโทรออกแบบที่ 2

ในกรณีที่ฝั่งปลายทางไม่ได้รับสายจนถูกตัดสัญญาณ



รูปที่ ก.8 คำสั่งโทรออกและผลตอบสนองเมื่อฝั่งปลายทางไม่รับสาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

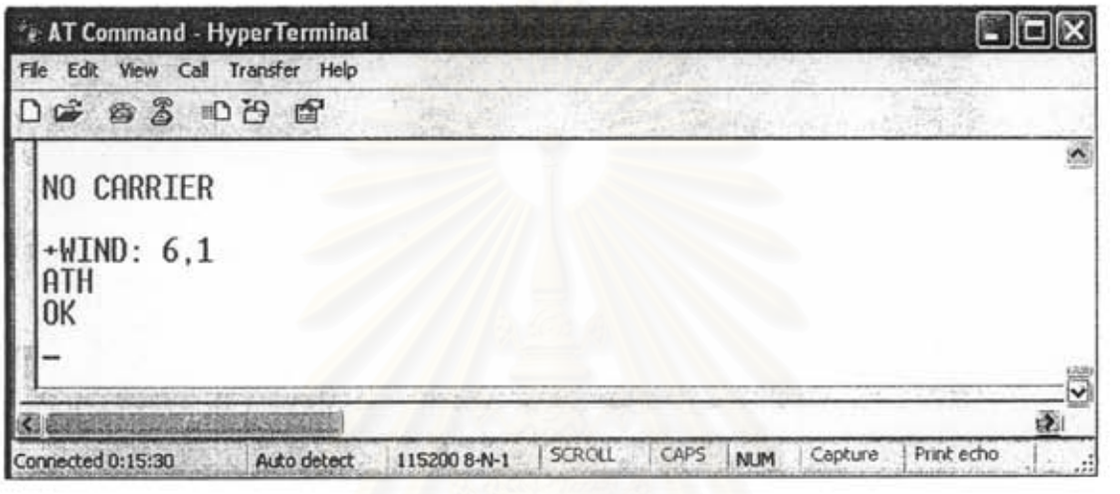
2.2 **คำสั่งยกเลิกการติดต่อ**

ในการยกเลิกการติดต่อ หรือวางสาย จะใช้คำสั่ง ATH แล้วกด ENTER

ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ ATH แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.9 คำสั่งยกเลิกการติดต่อ

2.3 **คำสั่งรับสาย**

เมื่อมีการเรียกสายโทรศัพท์เข้ามาในโทรศัพท์เคลื่อนที่ บนหน้าต่างของโปรแกรม HYPER-TERMINAL จะปรากฏคำว่า "+CRING: VOICE" (VOICE หมายถึง การเรียกเข้ามาแบบเสียง) และ "เบอร์โทรศัพท์ที่เรียกเข้า" ขึ้นมาเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีการรับสาย ดังนั้นเมื่อต้องการรับสายจะใช้คำสั่ง ATA แล้วกด ENTER

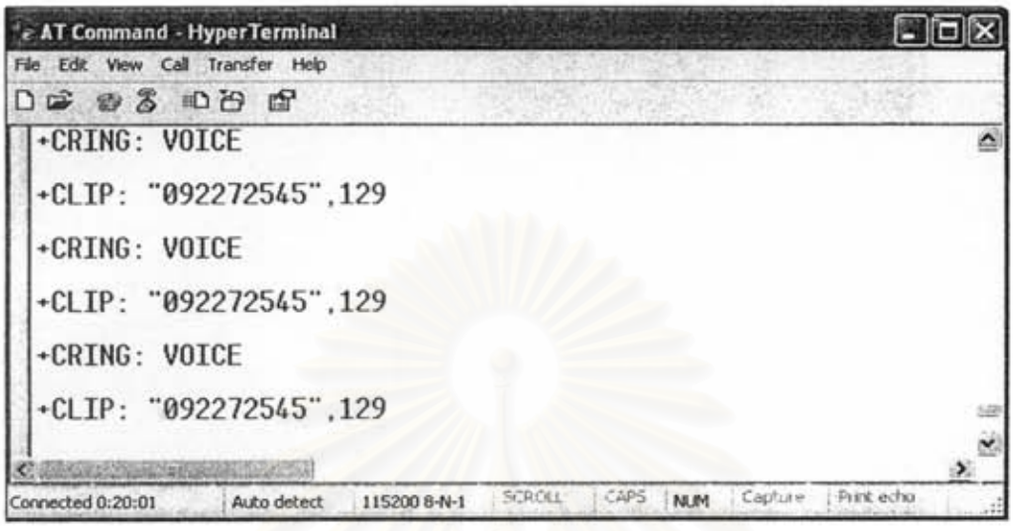
ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ ATA แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

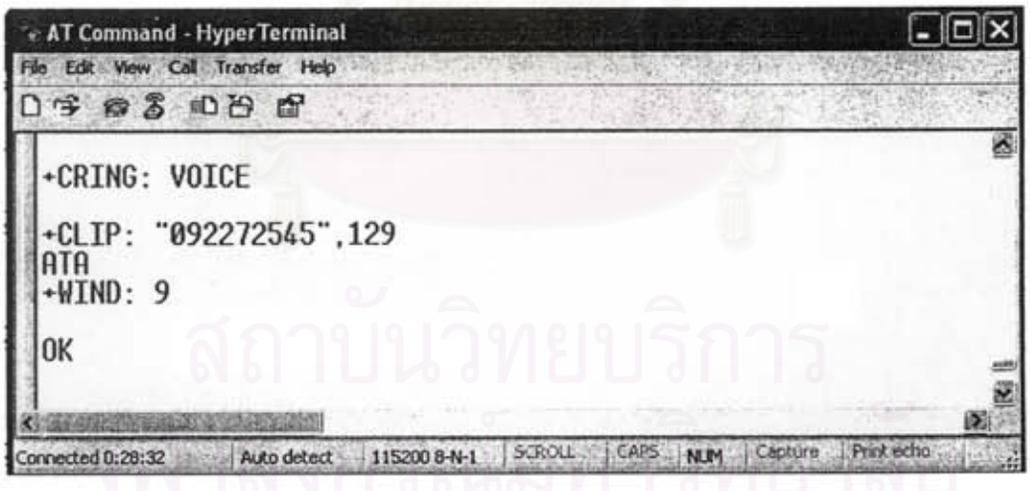
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อมีการเรียกเข้า



รูปที่ ก.10 คำสั่งรับสายเมื่อมีการเรียกเข้า

เมื่อรับสาย



รูปที่ ก.11 คำสั่งรับสายเมื่อมีการรับสาย

3. Short Message Commands

3.1 **คำสั่งที่ใช้ในการเลือกระบบให้บริการ**

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CSMS=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +CSMS: (Service = 0,1)

OK

โดยมีค่า 2 ค่าที่ได้ตั้งค่าได้ คือ 0 คือ SMS AT command Phase 2 version 4.7.0

หรือ GSM 03.40 และ 03.41

1 คือ SMS AT command Phase 2+

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CSMS? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +CSMS: 0,1,1,1

OK

โดยในแต่ละแบบนั้น (0,1) สามารถตั้งค่าย่อยอีก 3 ค่า ดังนี้ (กรณีตัวอย่างนี้ Service = 0)

SMS-MO คือ The supported services are originated

SMS-MT คือ terminated short message

SMS-CB คือ Cell Broadcast Message services

โดยค่า 0 : SMS AT commands เข้ากันได้กับ GSM 07.05 Phase 2 version 4.7.0

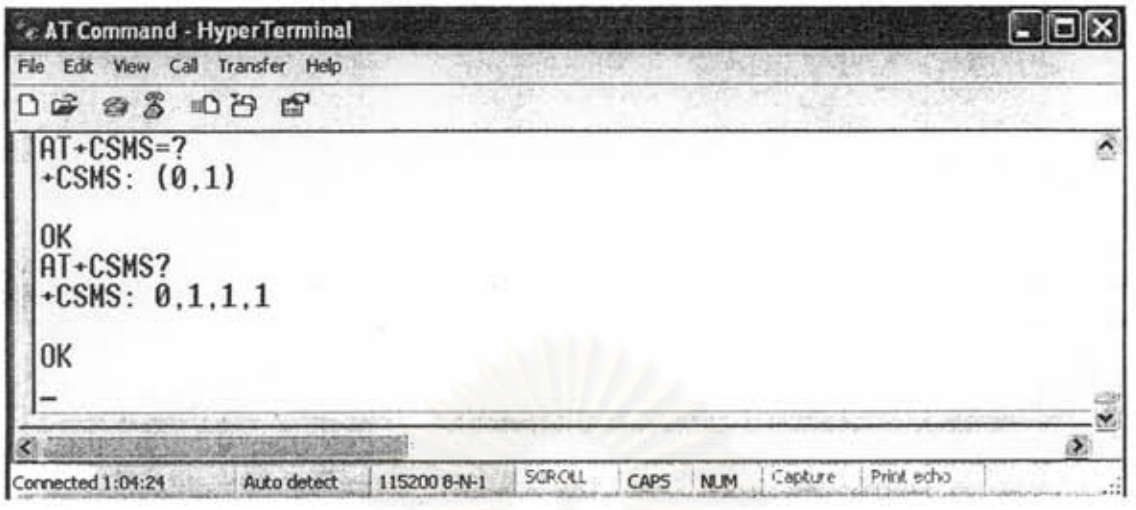
1 : SMS AT commands เข้ากันได้กับ GSM 07.05 Phase 2 + version

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CSMS = (Service ที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.12 คำสั่งที่ใช้ในการเลือกระบบให้บริการ

3.2 **<u>คำสั่งที่ใช้ในการเลือกรูปแบบของข้อมูลในข่าวสารสั้น</u>**

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGF=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +CMGF: (Mode = 0,1)

OK

โดยมีค่า 2 ค่าที่ตั้งค่าได้ คือ 0 คือ PDU Mode

1 คือ Text Mode

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+ CMGF? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ + CMGF: 1

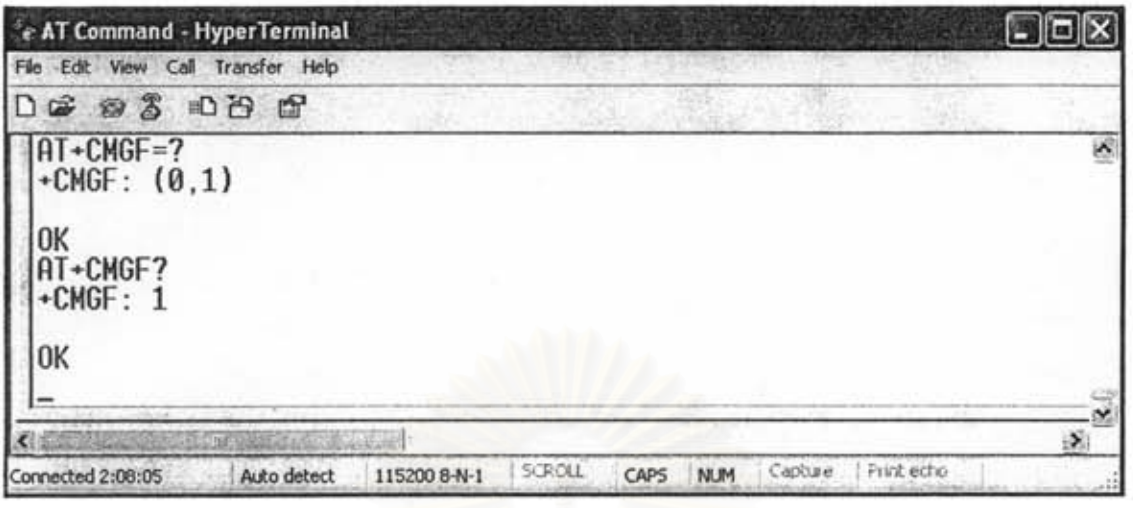
OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGF = (Mode ที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.13 คำสั่งที่ใช้ในการเลือกรูปแบบของข้อมูลในข่าวสารสั้น

3.3 <u>คำสั่งที่ใช้ในการตั้งค่าหมายเลขของศูนย์บริการ</u>

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+ CSCA? แล้วกด ENTER

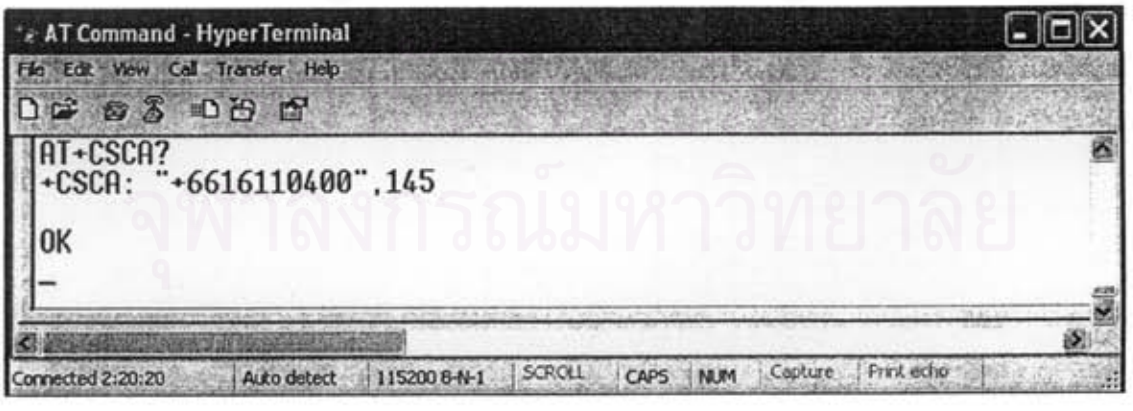
RESPONSE จะได้ผลตอบ + CSCA: "หมายเลขศูนย์บริการ"

OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+ CSCA = "หมายเลขศูนย์บริการ" แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.14 คำสั่งที่ใช้ในการตั้งค่าหมายเลขของศูนย์บริการ

3.4 <u>คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบการแจ้งเมื่อได้รับข่าวสารสั้นเข้ามาใหม่</u>

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CNMI=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ + CNMI=<Mode>,<mt>,<bm>,<ds>,< bfr >

OK

โดยค่าต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

<Mode> คือ การควบคุมโปรเซสของผลลัพธ์

0 คือ ทำการบัฟเฟอร์ผลลัพธ์ใน TA แต่ถ้า TA เต็มจะแสดงบอกว่าทำการบัฟเฟอร์ไว้ที่อื่น

1 คือ ไม่มีการแสดง และไม่ยอมรับข่าวสารใหม่ที่เข้ามาเมื่อ TA-TE link ถูกจองเอาไว้ มิฉะนั้นก็จะส่งต่อไปยัง TE โดยตรง

2 คือ ทำการบัฟเฟอร์ผลลัพธ์ใน TA เมื่อ TA-TE link ถูกจองเอาไว้ มิฉะนั้นก็จะส่งต่อไปยัง TE โดยตรง

3 คือ ส่งต่อผลลัพธ์ไปยัง TE โดยตรง

<mt> คือ การตั้งค่าผลลัพธ์การแสดงสำหรับ SMS-DELIVERs (Default = 1)

0 คือ ไม่มีการแสดง

1 คือ มีการแสดงข่าวสารเข้าในรูป +CMTI: mem,index

2 คือ มีการแสดงข่าวสารเข้า (ยกเว้นข่าวสาร Class 2) ในรูป +CMT:[<alpha>,]<length><CR><LF><pdu>(PDU mode) หรือ +CMT:<oa>,[<alpha>,]<scts>[,tooa,<fo>,<pid>,<dcs>,<sca>,<tosca>, <length>]<CR><LF><data>(TEXT mode)

3 คือ ข่าวสาร Class3 จะมีการแสดงเหมือนกับ <mt>=2 ข่าวสารอื่นจะแสดงเหมือน mt=1

<bm> คือ ตั้งค่ากฎเกณฑ์ในการจัดเก็บ CBMs (Cell Broadcast Message)

Default = 0

0 คือ ไม่มีการแสดงใน TE เมื่อได้รับข่าวสาร CBMs

1 คือ มีการจัดเก็บและแสดงผลลัพธ์อยู่ในรูปของ+CBMI: mem,<index>

2 คือ เมื่อได้รับข่าวสาร CBMs จะถูกเก็บใน TE โดยตรง ผลลัพธ์อยู่ในรูปของ +CBM: <length><CR><LF><pdu> (กรณี PDU mode) หรือ +CBM:<sn>,<mid>,<dcs>,<page>,<pages><CR><LF><data> (TEXT mode)

3 คือ ข่าวสาร Class3 จะมีการแสดงเหมือนกับ <bm>=2 ข่าวสารอื่นจะแสดงเหมือน bm=1

<ds> คือ SMS-STATUS-REPORTs Default = 0

0 คือ ไม่มีการแสดงเมื่อได้รับข่าวสารแบบ SMS-STATUS-REPORTs

1 คือ มีการแสดง ผลลัพธ์อยู่ในรูปของ+CDS: <length><CR><LF><pdu> (กรณี PDU mode) หรือ +CDS:<fo>,<mr>,[<ra>],[<tora>],<scts>,<dt>,<st> (กรณี TEXT mode)

2 คือ มีการจัดเก็บและแสดง ผลลัพธ์อยู่ในรูปของ+CDSI: <mem>,<index>

<bfr> คือ Default = 0

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CNMI? แล้วกด ENTER

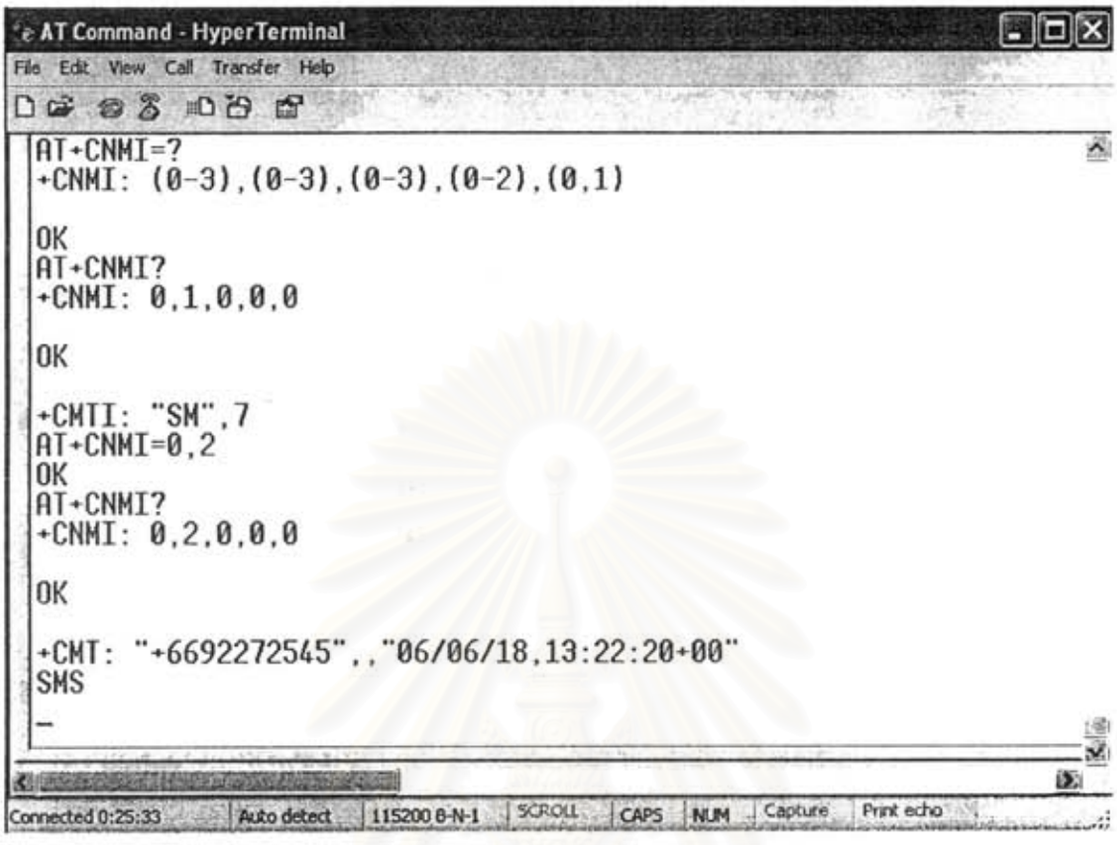
RESPONSE จะได้ผลตอบ + CNMI: 0,1,0,0,0

OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CNMI= X,X,X,X,X(ค่าที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.15 คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบการแจ้งเมื่อได้รับข่าวสารสั้นเข้ามาใหม่

3.5 **<u>คำสั่งเรียกดูข่าวสารสั้นทั้งหมดที่ได้บันทึกไว้</u>**

โดยรูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

AT+CMGL=<STAT>

โดย <STAT > แทนด้วย

"REC UNREAD" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่ยังไม่ได้เปิดอ่านมาก่อน

"REC READ" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่อ่านแล้ว

"STO UNSENT" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่เขียนเก็บไว้แต่ยังไม่ได้ส่ง

"STO SENT" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่ได้ส่งออกไปแล้ว

"ALL" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นทั้งหมด

ผลที่ได้ออกมาจะแสดงลำดับที่ของข่าวสารสั้น, รูปแบบของข่าวสารสั้น ว่าเป็นข่าวสารสั้นที่อ่านแล้ว หรือข่าวสารสั้นที่ยังไม่ได้อ่าน และเนื้อหาข่าวสารสั้น

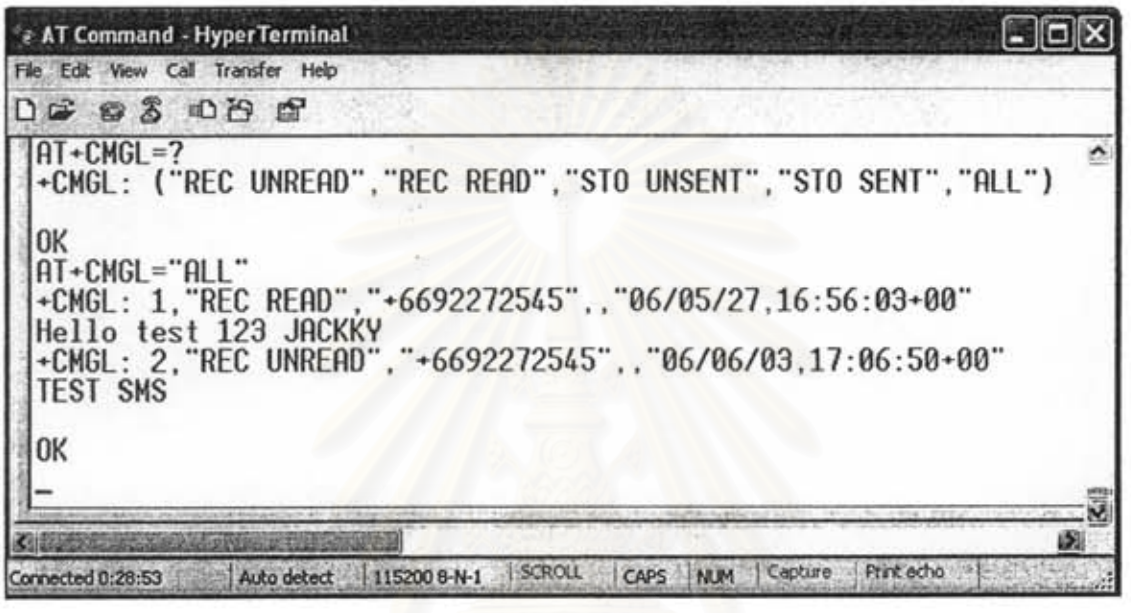
ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGL=1 และกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ

+CMGL :<index>,<STAT>,[<ALPHA>] ,<LENGTH><CR><LF><PDU>

OK



รูปที่ ก.16 คำสั่งเรียกดูข่าวสารสั้นทั้งหมดที่ได้ทำการบันทึกไว้

3.6 <u>**คำสั่งดูเฉพาะข่าวสารสั้นที่ต้องการ**</u>

โดยรูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

AT+CMGR=<INDEX>

โดย <INDEX> เป็นเลขที่ลำดับของข่าวสารสั้น ผลที่ออกมาจะแสดงเลขที่ลำดับของข่าวสารสั้น, รูปแบบของข่าวสารสั้น ว่าเป็นข่าวสารสั้น ที่อ่านแล้ว หรือข่าวสาร ที่ยังไม่ได้อ่าน และเนื้อหาข่าวสารสั้น

ตัวอย่าง

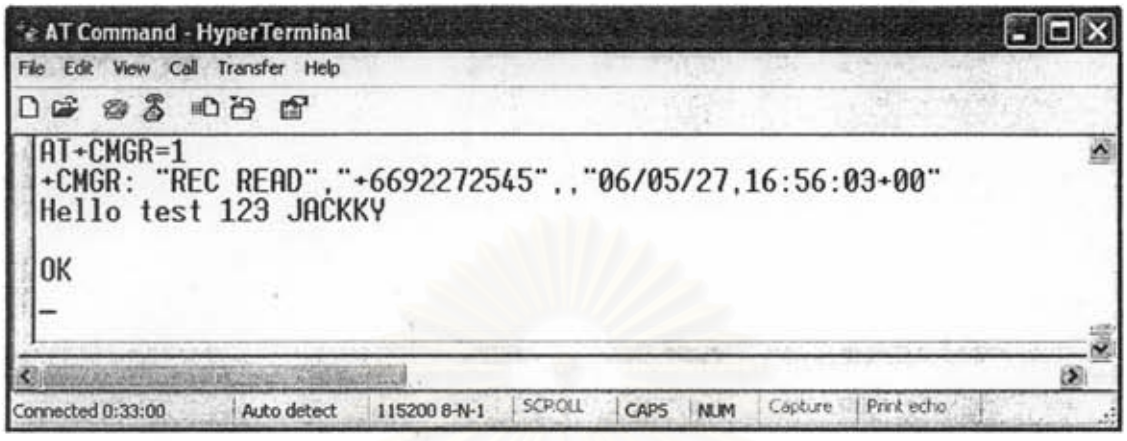
SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGR=1 และกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ

+CMGL :<index>,<STAT>,[<ALPHA>] ,<LENGTH><CR><LF><PDU>

OK

จากตัวอย่าง แสดงว่าเป็นการอ่านข่าวสารสั้น ลำดับที่ 1



รูปที่ ก.17 คำสั่งดูเฉพาะข่าวสารสั้นที่ต้องการ

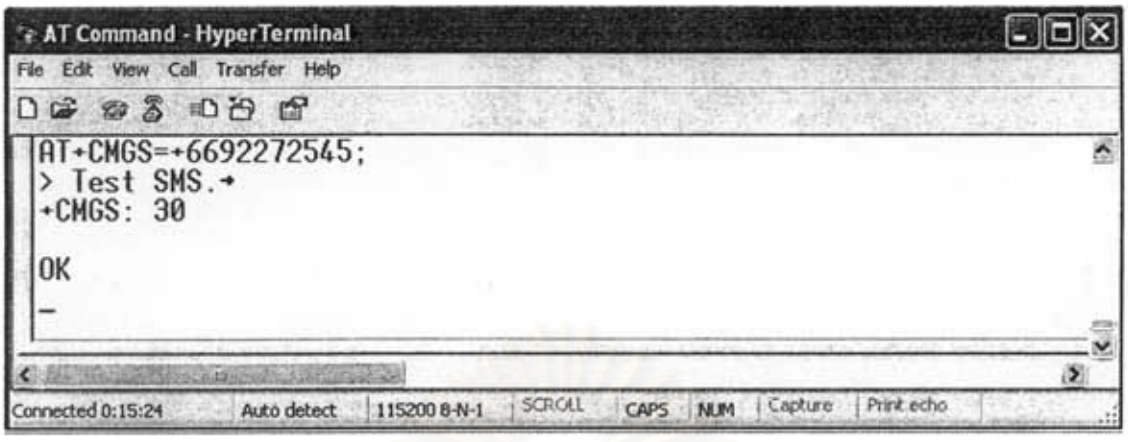
3.7 <u>คำสั่งเขียนข้อความ และส่งเป็น SMS</u>

เมื่อต้องการส่ง Message ไปที่เบอร์ 09-2272545 ในขั้นตอนแรกให้ส่งคำสั่ง AT+CMGS=+6692272545; แล้วรอการตอบสนองซึ่งเป็นเครื่องหมาย > จากนั้นพิมพ์ข้อความที่ต้องการส่ง แล้วตามด้วย <Ctrl+z>

ตัวอย่าง

Send Command	AT+CMGS=+6692272545; และกด ENTER (+6692272545 คือหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการส่งข้อความ)
Response	>
Send Message	Test SMS. (Test SMS. คือ ข้อความที่ต้องการส่ง)
Send Message	<Ctrl+z> หรือ ในกรณีที่ต้องการส่งเป็นรหัส ASCII Codes ก็คือค่า 26 ในเลขฐานสิบ หรือ 1A ในเลขฐานสิบหก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



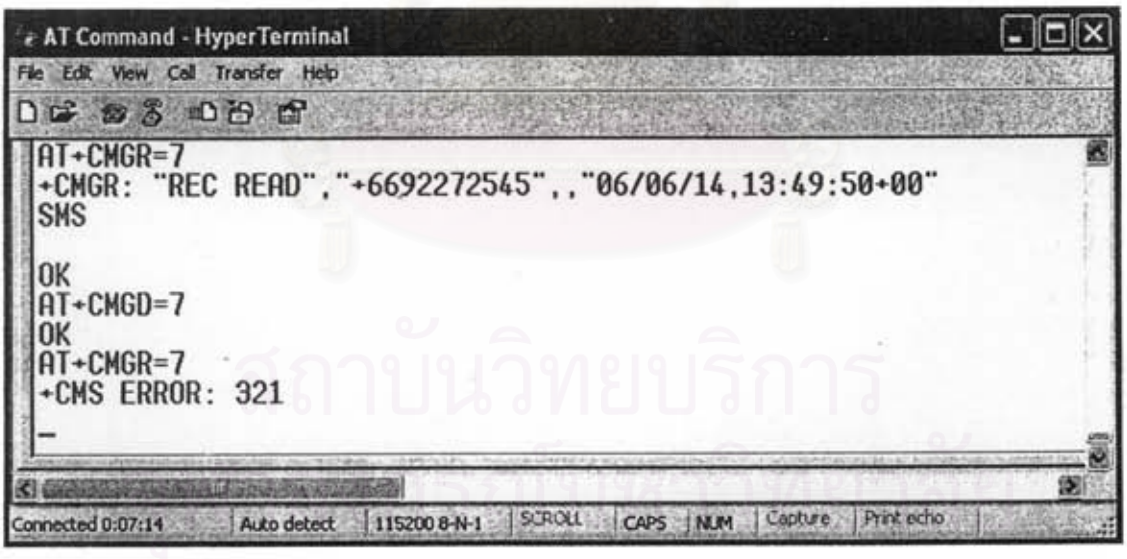
รูปที่ ก.18 คำสั่งเขียนข้อความ และส่งเป็น SMS

3.8 <u>คำสั่งลบ SMS ในตำแหน่ง Memory ที่ต้องการ</u>

ตัวอย่างต้องการลบ Message ในตำแหน่งที่ 7 ของหน่วยความจำ

Send Command AT+CMGD=7 และกด ENTER

Response OK



รูปที่ ก.19 คำสั่งลบ SMS ในตำแหน่ง Memory ที่ต้องการ

สถาบันวิทยบริการ

ภาคผนวก ข

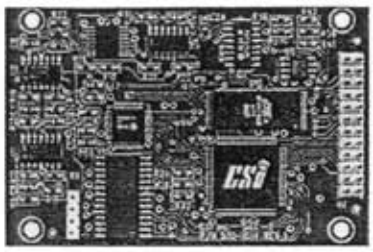
ตัวอย่างเครื่องรับสัญญาณ

RTCM-SC 104 รุ่น SBX-3

และเสาอากาศสำหรับรับสัญญาณ

RTCM-SC 104 รุ่น MBA-3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



SBX-3 Specifications

Receiver Specifications	
Receiver Channels	2 independent channels
Frequency Range	283.5 to 325 kHz
Channel Spacing	500 Hz
Tune Modes	Manual and Automatic
MSK Bit Rates	50, 100, and 200 bps
Cold Start Time	< 1 minute
Warm Start Time	< 2 seconds
Demodulation	minimum shift keying (MSK)
Sensitivity	1.5 µV for 6 dB SNR @ 200 bps
Dynamic Range	100 dB
Frequency Offset	± 10 Hz
Adjacent Channel Rejection	65 dB ± 1 @ f_0 ± 400 Hz
Antenna Input Impedance	50 Ohm

Power Input Specifications	
Input Voltage	5 VDC ± 5%
Power Consumption	< 0.75 W nominal

Communications	
Interface Level	5 V HCMOS
Serial Ports	2 full duplex
Baud Rates	1200, 2400, 4800 (default), and 9600
Correction Output Protocol	RTCM SC-104
Command / Status Protocol	NMEA 0183 v2.0

Environmental Specifications	
Operating Temperature	-30°C to +70°C
Storage Temperature	-40°C to +80°C
Humidity	95% non-condensing
EMC	EN61000-4-2 ESD EN61000-4-4 FTB

NMEA 0183 I/O

- Receiver automatic and manual tune commands
- Receiver performance and operating status queries
- Baud rate command selection (proprietary)
- Command to force a cold start (proprietary)

Current Consumption	< 150 mA nominal (no antenna)
Antenna Input Voltage	+5 VDC or +12 VDC externally applied

Mechanical Specifications

Dimensions	76.2mm L x 50.8mm W x 13.8mm H (3.0" L x 2.0" W x .54" H)
Weight	30g (1.1oz.)
Connector J1	1 x 4 pin header, 0.1" spacing
Connector J2	2 x 12 pin header, 0.1" spacing

- $PSLIB NMEA command support

Evaluation Kits Available

- SBX-3 evaluation kit with E-field beacon Whip antenna
- SBX-3 evaluation kit with H-field beacon Whip antenna
- SBX-3 evaluation kit with GPS/H-field beacon Whip antenna
- SBX-3 evaluation kit with GPS/E-field beacon Whip antenna

Evaluation kits contain everything necessary to evaluate the SBX-3 engine

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SBA-3

The MBA-3 E-field whip antenna is a low cost, active antenna used predominantly in the marine industry. It accepts 12 VDC from a beacon receiver to power its 20 dB gain low noise amplifier. The MBA-3 is band-pass filtered to receiver signals within the 283.5 to 325 kHz band common to DGPS beacon transmissions.

The MBA-3 is housed in a compact, one-piece, environmentally sealed enclosure with a standard 1-14-UNS marine mount. At approximately 14" in length, the MBA-3 is smaller than many similar products. The MBA-3 antenna is complete with an antenna pigtail and ground wire, and does not require purchasing of additional parts. The MBA-3 requires a counterpoise ground connection for optimum reception.

An antenna signal combiner is available that combines beacon and GPS signals into one input, for use with our combination GPS/beacon receiver products

MBA-3 Specifications

Operational Specifications	
Frequency Range:	283.5 kHz to 325 kHz
LNA Gain:	20 dB

Power Input Specifications	
Input Voltage:	12 VDC supplied by receiver
Input Current:	10 mA

Environmental Specifications	
Storage Temperature:	-40° C to 80° C
Operating Temperature:	-30° C to 70° C
Relative Humidity:	100% condensing

Mechanical Specifications	
Enclosure:	Fiberglass and threaded nylon
Dimensions:	39mm D x 37mm L (1.54" D x 14.6" L)
Weight:	176 g (0.39 lb)
Mounting Thread:	1-14-UNS-2B
Ground Wire Length:	1.3 m (51.0")
Connector:	BNC-S
Pigtail Cable:	297mm (11"), or 3.0m (10) pigtail with BNC-P connector
Extension Cable:	RG-58