

การพัฒนาระบบติดตามรถยนต์โดยการประยุกต์ใช้การส่งข่าวสารสั้น ในโครงข่ายสื่อสารเคลื่อนที่จีเอสเอ็ม

(Development of Automobile Tracking System by Applying Short Message Services in GSM
Mobile Communication Network)

นายประเวศ กำเนิดสิงห์ นายเอกวิทย์ ทิพย์สุวรรณกุล นายศุภพัฒน์ นทีวัฒนา
และรองศาสตราจารย์ ดร. วาতিต เบญจพลกุล*

- 1) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 2) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย* watit.b@eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ต่อร่วมกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการสื่อสาร โดยนำไปใช้ต่อร่วมกับเครื่อง GPS เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบติดตามรถยนต์ โดยโครงการนี้มุ่งหมายที่จะได้เครื่องต้นแบบ ที่สามารถจะต่อร่วมกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วๆ ไปในท้องตลาด พร้อมทั้งมีช่องทางรับข้อมูลเข้าได้หลายประเภท

คำสำคัญ: ระบบติดตามรถยนต์ การส่งข่าวสารสั้น จีเอสเอ็ม จีพีเอส

1. คำนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยี GPS ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ในขณะนี้เทคโนโลยีดังกล่าวกลายเป็นเทคโนโลยีที่ดีที่สุดในการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้ทุกตำแหน่ง ทุกสภาพอากาศ ทุกหนทุกแห่ง และมีแนวโน้มว่าเทคโนโลยี GPS จะมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในอนาคต ด้วยเหตุนี้จึงมีความพยายามที่จะนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในงานที่หลากหลาย และหนึ่งในนั้นคือการนำมาต่อร่วมใช้งานกับระบบ GSM

ปัจจุบันโครงข่ายโทรศัพท์ GSM ได้กระจายครอบคลุมไปทั่วประเทศ ผู้ใช้บริการจึงมีความสะดวกสบายไม่ว่าจะติดต่อในสถานที่ใดๆ ประกอบกับรูปแบบของการให้บริการมีความหลากหลายและการประยุกต์ใช้งานโครงข่ายแบบใหม่ๆ มีเข้ามาตลอด อีกทั้งค่าบริการมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากมีการแข่งขันของผู้ให้บริการสูง จึงมีความเป็นไปได้ว่าถ้าสามารถนำ

โครงข่ายโทรศัพท์ GSM นี้มาใช้ในการต่อร่วมกับ GPS เพื่อประโยชน์ในการประยุกต์ใช้งานติดต่อสื่อสารควบคุมและตรวจจับ ตั้งแต่องานด้านรักษาความปลอดภัย ระบบเตือนภัย การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารและการควบคุมเครื่องมือต่างๆ จากระยะไกล ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ใช้บริการไม่ว่าจะเป็นทั้งองค์กรหรือระดับผู้บริโภค

โครงการนี้เริ่มต้นจากการศึกษาคุณสมบัติของระบบโครงข่าย GSM ที่ให้บริการอยู่ในปัจจุบัน ศึกษาและทดลองสื่อสารระหว่างอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่กับอุปกรณ์เครื่องรับ GPS และนำไปสู่การออกแบบสร้างอุปกรณ์สื่อสาร GSM Interface

2. การต่อร่วมระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับคอมพิวเตอร์

สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ GSM นั้นสามารถต่อใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยอาศัยการเข้าถึงข้อมูลของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผ่านระบบข้อมูลแบบ Serial ผ่าน Port Serial ของคอมพิวเตอร์โดย

ใช้โปรแกรม Hyper Terminal โดยเราสามารถใส่คำสั่งที่ใช้ติดต่อเป็นประเภท AT- COMMAND โดยในโครงการนี้ได้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Ericsson รุ่น T68 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 AT-COMMAND

ในการติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยผ่านทาง Computer นั้น เราจะได้โดยติดต่อผ่าน สาย RS-232 ซึ่งติดต่อผ่านทาง Serial Port ของ Computer การสั่งการโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น เราจะใช้ ชุดคำสั่งที่เรียกว่า AT-COMMAND โดย AT-COMMAND เหล่านี้แต่ละบริษัท ก็จะมีชุดคำสั่งที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีเฉพาะของยี่ห้อ Nokia และ Ericsson เท่านั้นที่ เปิดเผยแพร่ชุดคำสั่งการใช้งานเหล่านี้ ในการทำโครงการนี้เราจะใช้ โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Ericsson ซึ่ง AT-COMMAND เหล่านี้สามารถหาได้จาก Website www.ericsson.com

AT-COMMAND ต่อไปนี้เป็น ส่วนหนึ่งของทั้งหมด ซึ่งจะขอกล่าวไว้เพียงคร่าวๆ เท่านั้น เฉพาะในส่วนที่จำเป็นกับการใช้งาน ซึ่งคำสั่งดังกล่าวเป็นคำสั่งที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 คำสั่งตรวจสอบแบตเตอรี่

มีรูปแบบของคำสั่งมีดังนี้ คือ AT+CBCซึ่งจะได้ผลตอบกลับมาเป็น +CBC: <bcs>,<bcl> โดย bcs จะบอกถึงสถานะภาพของโทรศัพท์กับแบตเตอรี่ขณะที่ bcl จะบอกถึงความจุของแบตเตอรี่ที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่น

พิมพ์ AT+CBC และกด Enter

จะได้ผลตอบ +CBC: 0,50

OK

ซึ่งก็จะหมายความว่าโทรศัพท์ได้รับพลังงานจากแบตเตอรี่ โดยในขณะนี้แบตเตอรี่อยู่ 50 เปอร์เซ็นต์

2.1.2 กลุ่มคำสั่งสำหรับการเรียก และการตอบรับการเรียก

- ATA [Answer Incoming Call Command]

เป็น command ในการรับสายเมื่อมีสายเรียกเข้า

- ATH [Hook Control]

เป็น command ในการตัดสายระหว่างการติดต่อ

- ATD [Dial Command]

เป็น command ที่ใช้ต่อเรียกไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกเครื่องหนึ่ง

ตัวอย่างการใช้งาน

เมื่อต้องการตอบรับเรียกเข้า เราจะพิมพ์ ATA ในโปรแกรม Hyper Terminal เพื่อใช้ในการรับสาย

เมื่อต้องการวางสาย เราก็จะพิมพ์ ATH ในการตัดสาย

เมื่อต้องการเรียกไปยังหมายเลขปลายทาง เราจะพิมพ์ ATD ตามด้วยหมายเลขปลายทางและตามด้วย; ตัวอย่างเช่น ATD094481377; เพื่อสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่โทรออกไปยังหมายเลข 094481377

2.1.3 กลุ่มคำสั่งในการส่งข่าวสารสั้น

- AT+CMGS คำสั่งส่งข้อความ

โดยรูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

+CMGS=<length><CR><pdu is given><CTRL-Z> โดย <length> คือความยาวข้อมูลของข้อความ

<CR> คือปุ่ม Enter บนคีย์บอร์ด

<pdu is given> คือข้อมูลในรูปแบบรหัส PDU

<CTRL-Z> คือปุ่ม Ctrl และ ปุ่ม Z บนคีย์บอร์ด

ตัวอย่างเช่น

พิมพ์ AT+CMGS=23 แล้วกด Enter

>0691666111400001000A91667676032600000C8329BFD6681EE6F399B0C

จะได้ผลตอบ +CMGS : 144

OK

โดย 23 นั้นเกิดจากการนับรหัส PDU ตั้งแต่ 01000A....จนถึง...399B0C ซึ่งจะได้ 23 NIBBLES

3. การเข้ารหัส PDU

PDU (Protocol Description Unit) คือโหมดการทำงานประเภทหนึ่ง ซึ่งจะทำการแปลงรหัส ASCII ของตัวอักขระแต่ละตัวให้เป็นรหัส PDU ซึ่งรหัส PDU นั้น สามารถนำมาใช้งานได้กับชุดคำสั่ง AT command ในการส่งข่าวสารสั้น

สืบเนื่องมาจากในชุดคำสั่ง AT command ที่เกี่ยวกับ message เช่นเมื่อต้องการเรียกดูข้อความทั้งหมด ตัวข้อความที่เป็น text จะไม่สามารถแสดงออกมาได้ แต่จะปรากฏออกมาเป็นรหัส PDU ดังนั้นเราจึงต้องทราบก่อนว่าอักขระแต่ละตัวที่เราต้องการเข้ารหัสนั้นมีรหัส ASCII (heximal) อย่างไร จากนั้นทำการแปลงจากรหัส ASCII (heximal) เป็น ASCII (binary) แล้วตัด 0 บิตแรกทิ้ง จากนั้นทำการแปลงเป็นรหัส PDU โดยนำบิตสุดท้ายของตัวอักขระตัวที่ 2 มาวางหน้า 7 บิตของอักขระตัวที่ 1 ซึ่งจะได้รหัส PDU ของอักขระตัวที่ 1 จากนั้นนำ 2 บิตสุดท้ายของอักขระตัวที่ 3 มาวางหน้า 6 บิตที่เหลือของอักขระตัวที่ 2 ซึ่งจะได้รหัส PDU ของอักขระตัวที่ 2 จากนั้นนำ 3 บิตสุดท้ายของอักขระตัวที่ 4 มาวางหน้า 5 บิตที่เหลือของอักขระตัวที่ 3 ซึ่งจะได้รหัส PDU ของอักขระตัวที่ 3 จากนั้นทำตามขั้นตอนเดิมไปเรื่อยๆ จนได้รหัส PDU 8 บิตแล้ว จึงแปลงเป็นรหัส PDU (heximal) ดังตัวอย่างที่จะเข้ารหัส PDU ของคำว่า hello

Format	h	e	l	l	o
ASCII Hex	68	65	6C	6C	6F
ASCII Bin	01101000	01100101	01101100	01101100	01101111
บิตที่จะเข้ารหัส	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111

PDU	11101000	00110010	10011011	11111101	00000110
PDU HEX	32	32	9B	FD	06

จะเห็นว่ารหัส PDU ของคำว่า hello คือ 32329BFD06

4. การออกแบบ และการสร้างอุปกรณ์ GSM Interface Unit (GIU)

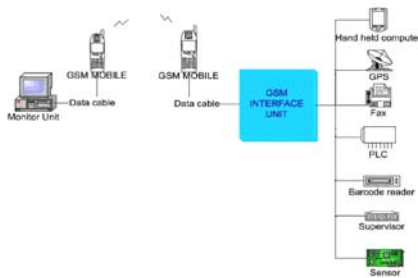
GIU ที่ได้ออกแบบไว้นั้น จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. Microcontroller เบอร์ T89C51AC2 ซึ่งมี Serial Port ในตัวอยู่แล้ว 1 Port ซึ่งจะถูกต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่
2. วงจรแปลงแรงดัน 12V เป็น 5V เนื่องจาก Microcontroller และ อุปกรณ์ต่างๆ จะใช้ไฟเลี้ยง 5V
3. Max3100 เป็น chip ที่ใช้สร้าง Serial port อีก 1 Port ซึ่งจะถูกต่อกับ GPS
4. Max232 เป็น chip ที่ใช้แปลงแรงดัน จาก 0V และ 5V ซึ่งเป็นแรงดันที่ออกมาจาก Serial Port ทั้ง 2 port เป็น $\pm 12V$ ซึ่งเป็นมาตรฐาน RS-232 ซึ่งใช้ในทั้งคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์เคลื่อนที่
5. EEPROM เบอร์ 24LC256 ซึ่งมีขนาด 32Kbytes (256Kbits) โดยจะใช้ในการเก็บข้อมูลที่รับมาจาก GPS

การติดต่อระหว่าง Microcontroller กับ EEPROM นั้น จะใช้ การส่งข้อมูลแบบ 2-wire serial interface bus ซึ่งจะใช้สายเพียง 2 สายในการรับ / ส่ง ข้อมูลแต่การส่งและการรับข้อมูลนั้นไม่สามารถกระทำได้พร้อมกัน ส่วนในการติดต่อระหว่าง Microcontroller กับ Max3100 นั้นจะใช้การส่งข้อมูลแบบ SPI ซึ่งจะใช้สายทั้งหมด 4 สาย แต่จะสามารถ รับ / ส่ง ข้อมูลพร้อมกันได้

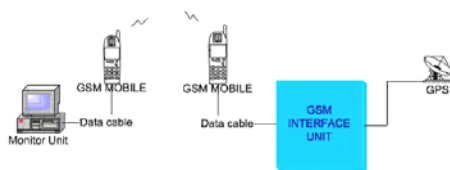
5. การประยุกต์ใช้งานเครื่อง GIU

เราสามารถนำเครื่อง GIU ที่สร้างขึ้น มาประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆ ได้หลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 การนำเครื่อง GIU ไปประยุกต์ใช้งาน ในอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

5.1 การนำเครื่อง GIU ไปประยุกต์ใช้งานกับเครื่องรับ GPS



รูปที่ 2 การนำเครื่อง GIU ไปประยุกต์ใช้งานกับเครื่องรับ GPS

สามารถประยุกต์ใช้เป็นระบบติดตามตำแหน่งรถยนต์ได้ โดย เครื่อง GIU จะรับข้อมูลพิกัดจากเครื่อง GPS ที่บอกทั้งพิกัดตำแหน่ง และพิกัดความเร็ว จากนั้นจึงส่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อมูลพิกัดดังกล่าวไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ปลายทาง ซึ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ดังกล่าวจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจากเครื่อง GPS จึงถูกแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ สำหรับการประมวลผล และการวิเคราะห์ผลในลำดับต่อไป

เนื่องจากสามารถนำเครื่อง GIU ไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ดังนั้นจึงออกแบบให้เครื่อง GIU มี Input-output 16 ช่อง และมี Port serial 2 ช่อง เพื่อรองรับการประยุกต์ใช้งานเหล่านี้โดยในการทำโครงงานนี้ได้มีการทดลองนำเครื่อง GIU ไปประยุกต์ใช้งานกับเครื่องรับ GPS ดังจะกล่าวถึงในบทถัดไป

6. การประยุกต์ใช้งาน GIU กับอุปกรณ์เครื่องรับ GPS

การประยุกต์ใช้งานกับเครื่องรับ GPS สำหรับระบบติดตามตำแหน่งรถยนต์ยานพาหนะ เริ่มต้นขั้นตอนการทำงาน โดยเครื่อง GPS จะส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งไปยังเครื่อง GIU ตลอดเวลา ทุกๆ วินาที โดยข้อมูลดังกล่าว จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในเครื่อง GIU จนข้อมูลที่ได้มีขนาดถึงค่าพิกัด หรือถึงระยะเวลาที่กำหนด โดยการกำหนดค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับความต้องการของใช้ จากนั้นเครื่อง GIU จะส่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่เรียกไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกเครื่องหนึ่งที่ปลายทางซึ่งถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่ดังกล่าวจะรับสายอัตโนมัติ เนื่องจากในระบบคอมพิวเตอร์มีโปรแกรมสำหรับตอบรับการติดต่อนี้โดยเฉพาะ เมื่อมีการตอบรับการเรียกเรียบร้อยแล้ว ระบบทั้งสองจะถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากนั้น GIU จะสามารถส่งข้อมูลพิกัดไปยังปลายทางได้ และข้อมูลดังกล่าวจะไปปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ในส่วนแสดงผลของโปรแกรม

7. โปรแกรมในส่วนภาครับข้อมูล

สำหรับงานในส่วนภาครับข้อมูล จะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการนำข้อมูลที่รับเข้ามาผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ มาแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกจึงต้องเขียนโปรแกรมที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Serial Port โดยข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลพิกัดตำแหน่ง จากอุปกรณ์ GPS ซึ่งเชื่อมต่อเข้ากับเครื่อง GIU ที่ถูกส่งมาจากอุปกรณ์ในส่วนต้นทาง โดยผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ Microsoft Visual Basic.6 ซึ่งเป็นภาษาที่มีฟังก์ชันในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายนอก และระบบคอมพิวเตอร์ ผ่าน Serial Port และง่ายแก่การทำความเข้าใจ เหมาะแก่การเขียนโปรแกรม อีกทั้งยังสามารถแสดงการใช้งานในรูปแบบที่สะดวกแก่การใช้งาน

7.1 รายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรม

ในส่วนของโปรแกรมการใช้งานนี้ ได้ถูกพัฒนาโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมแก่การพัฒนาเพื่อใช้ในการ Interface กับผู้ใช้งาน

การใช้งานโปรแกรมนี้ทำได้โดยการ run โปรแกรมนี้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป และเชื่อมต่อไปยัง GSM Interface Unit โดยผ่านทางพอร์ต COM บนคอมพิวเตอร์ และ Serial port บน Microcontroller

สำหรับการเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เริ่มต้นเมื่อมีการเรียกเข้ามายังโทรศัพท์เคลื่อนที่ในส่วนอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งการเรียกดังกล่าวนี้ถูกกำหนดขึ้นโดยเครื่อง GIU จากนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นจะตอบรับการเรียกที่เข้ามาถึงทันที โดยอัตโนมัติ เมื่อสิ้นสุดขั้นตอนนี้แล้ว ก็จะทำให้ได้ช่องสัญญาณสำหรับการส่งข้อมูลขึ้น หลังจากนั้นแล้วก็สามารถส่งข้อมูลต่างๆ จากต้นทางไปยังปลายทางได้ แต่เนื่องจากการรับส่งข้อมูลในโครงข่ายนี้ได้ถูกออกแบบให้มีการเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ถูกส่งมาจากอุปกรณ์ GPS ไว้ในหน่วยความจำจำนวนหนึ่งก่อนส่งไปยังปลายทางเพื่อแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุผลที่ว่า เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเชื่อมโยงผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่คิดค่าบริการตามระยะเวลาการใช้ ดังนั้นโปรแกรมในส่วนนี้จะยกเลิกการเชื่อมต่อหลังจากได้รับข้อมูลทั้งหมดเรียบร้อยแล้วและการทำงานจะเป็นเช่นนี้อีกเมื่อครบรอบการทำงานจนถึงการเรียกครั้งต่อไป

7.2 ส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรม

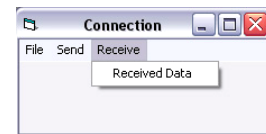
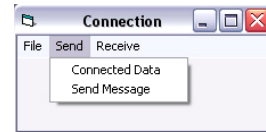
ประกอบด้วย ส่วนของหน้าจอหลัก ที่ประกอบด้วยทางเลือก ในการเลือกใช้งานตามความต้องการ ดังต่อไปนี้

7.2.1 การส่งข้อมูล (Send)

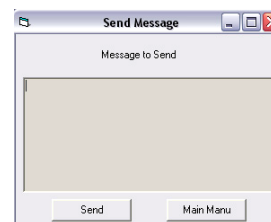
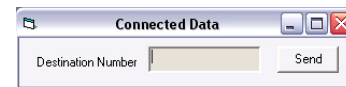
1. การส่งข้อมูลแบบต่อเนื่อง จากอุปกรณ์ปลายทางไปยังอุปกรณ์ต้นทาง (Connected Data)
2. การส่งข่าวสารสั้น จากอุปกรณ์ปลายทางไปยังอุปกรณ์ต้นทาง (Send Message)

7.2.2 การรับข้อมูล (Receive)

โดยรับข้อมูลอย่างต่อเนื่องจากอุปกรณ์ต้นทาง



รูปที่ 3 แสดงส่วนของหน้าจอหลักของโปรแกรม



รูปที่ 4 แสดงรายละเอียดโปรแกรมภายในภาคส่งข้อมูล



รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดโปรแกรมภายในภาครับข้อมูล

8 ข้อสรุป และข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลโครงการ

ส่วนโปรแกรมต้นทางคือโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีการประยุกต์ใช้งานคือการนำเครื่อง GIU ไปประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์ GPS ในการรับส่งกลุ่มข้อมูลพิกัดตำแหน่ง ที่ถูกเก็บไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง ตามแต่ความต้องการของผู้ใช้งานที่เครื่อง GIU และเมื่อถึงระยะเวลาที่กำหนดแล้ว เครื่อง GIU จะส่งข้อมูลดังกล่าวไปแสดงผลบนหน้าจอ

คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงตำแหน่งรถยนต์ และสามารถส่งข้อความสั้น SMS เพื่อแสดงตำแหน่งได้อีกด้วย ซึ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือภาษาแอสแซมบลี

ส่วนโปรแกรมปลายทางคือโปรแกรมที่ทำหน้าที่รับข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ถูกส่งมาจากอุปกรณ์ GPS จากต้นทางผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อมาแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปลายทาง พัฒนาด้วยโปรแกรม Visual Basic 6 เพื่อใช้แสดงผลการส่งกลุ่มข้อมูลพิกัดดังกล่าวในรูปแบบที่ง่ายแก่การเข้าใจและการใช้งาน ตลอดจนการพัฒนาต่อไปในอนาคตโดยโปรแกรมดังกล่าวจะต้องสามารถตอบรับการเรียกและสิ้นสุดการเรียกได้อย่างอัตโนมัติตามแต่ข้อกำหนดของการใช้งาน

8.2 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการต่อไปในอนาคต

1. พัฒนาโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานอื่นได้อีก เช่น การเลือกใช้ช่องสัญญาณแบบต่างๆ

2. พิจารณาเรื่องการจัดสรรพลังงานสำรองให้กับเครื่องรับ GPS และโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยมีการใช้วงจรสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่

3. พิจารณาเรื่องการคิดค่าบริการในการรับส่งข้อมูลโดยเปลี่ยนจากเวลาให้เปลี่ยนเป็นจำนวนข้อมูลที่ได้รับแทน

4. ปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์บางอย่างให้มีขนาดเล็ก กะทัดรัด เหมาะแก่การติดตั้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยคำนึงถึงความประหยัด และความเหมาะสม

5. ออกแบบระบบให้สามารถเลือกช่องสัญญาณการส่งผ่านข้อมูลใหม่ได้ ในกรณีที่ช่องสัญญาณเดิมมีความผิดปกติเกิดขึ้น

6. ออกแบบให้โปรแกรมในระบบคอมพิวเตอร์สามารถตอบสนองการเรียกเข้าหลายๆ การเรียก ในเวลาเดียวกันได้

9 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. ดร.วาทิต เบญจพลกุล สำหรับคำแนะนำ และให้การสนับสนุน และ บ.แอโรคอม จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่, ข้อมูล และอุปกรณ์ ในการพัฒนาโครงการ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546 ที่ให้ทุนสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

ธีรวัฒน์ ประกอบผล, “ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี.”, ส.ส.ท. , 2545

ไพโรจน์ ไววนิชกิจ, “เปิดโลกมือถือ GSM สู่ UMTS”, ซีอีอียูเคชั่น, 2545

<http://www.atmel.com>

<http://www.ericsson.com/mobilityworld/>

<http://www.etsi.org>

<http://www.aerocommthailand.com/AerocommTrading/Magellan/MagTech1.htm>

<http://www.gis2me.com/gps/index.htm>

<http://project.cs.kku.ac.th/2545/seminar/extra/26/sheet.html>

Jan Axelson, “Serial Port Complete”, Lakeview Research, USA, 2000

www.semiconductors.philips.com

Scott B. Guthery and Mary J. Cronin, “Mobile Application Development with SMS and the SIM Toolkit”, McGraw-Hill, USA, 2002

<http://gatlign.ikk.sztaki.hu/~kissg/gsm/at+c.html>