

การพัฒนาระบบวัดข้อมูลตำแหน่งทางไกลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม

นาย ภูวนาท แป้นห้วย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A REMOTE POSITIONING SYSTEM VIA GSM MOBILE TELEPHONE NETWORK

Mr. Bhuvanath Paenhuai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2006


Copyright of Chulalongkorn University

**491756**

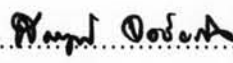
|                      |  |
|----------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์    | การพัฒนาระบบวัดข้อมูลตำแหน่งทางไกลผ่านทางโครงข่าย<br>โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม |
| โดย                  | นาย ภูวนาท แป้นห้วย  |
| สาขาวิชา             | วิศวกรรมไฟฟ้า  |
| อาจารย์ที่ปรึกษา     | รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวกรรมานนท์   |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | รองศาสตราจารย์ ดร. วาทีต เบญจพลกุล   |

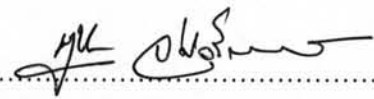
---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

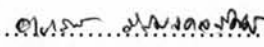
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัญย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวกรรมานนท์)

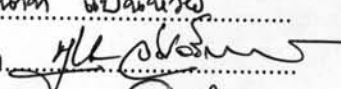
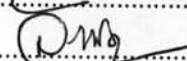
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วาทีต เบญจพลกุล)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อากรณ์ ธีรมงคลรัศมี)

ภูวนาท แป้นห้วย : การพัฒนาระบบวัดข้อมูลตำแหน่งทางไกลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม. (DEVELOPMENT OF A REMOTE POSITIONING SYSTEM VIA GSM MOBILE TELEPHONE NETWORK) อ. ที่ปรึกษา : รศ. กฤษดา วิศวธีรานนท์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร. วาทิต เบญจพลกุล, 118 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหลักการวัดข้อมูลตำแหน่งโดยใช้ระบบดาวเทียมจีพีเอส และวิธีการส่งข้อมูลตำแหน่งที่วัดได้ผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ในรูปแบบบริการต่าง ๆ ได้แก่ ระบบ GPRS, ระบบ Data Call และ ระบบ SMS จึงได้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดตำแหน่งที่ใช้ระบบจีพีเอสและส่งข้อมูลตำแหน่งผ่านระบบจีเอสเอ็มไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์เพื่อพล็อตข้อมูลตำแหน่งที่ได้ลงบนแผนที่ ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพด้านเวลาตอบสนองการทำงานของการทำงานของการส่งข้อมูลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ในรูปแบบบริการต่าง ๆ คือ ระบบ GPRS, ระบบ Data Call และ ระบบ SMS

พบว่า การส่งข้อมูลตำแหน่งผ่านระบบ GPRS มีเวลาตอบสนองเร็วที่สุด สามารถส่งผ่านข้อมูลตำแหน่งได้ถูกต้องโดยมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดด้วย จึงเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานด้านการวัดตำแหน่งทางไกลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม

|                 |                    |                                     |   |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|---|
| ภาควิชา.....    | วิศวกรรมไฟฟ้า..... | ลายมือชื่อนิสิต.....                | ภูวนาท แป้นห้วย.....  |
| สาขาวิชา.....   | วิศวกรรมไฟฟ้า..... | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....     |  |
| ปีการศึกษา..... | 2549.....          | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... |  |

## 4870426021 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD: REMOTE POSITIONING SYSTEM / GSM

BHUVANATH PAENHUAI : DEVELOPMENT OF A REMOTE POSITIONING SYSTEM VIA GSM MOBILE TELEPHONE NETWORK. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROC. KRISADA VISAVATEERANON, THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. WATIT BENJAPOLAKUL, Ph.D., 118 pp.

This thesis presents GPS satellite positioning system and transmitting of position data by GSM mobile telephone network in many services such as GPRS, Data Call and SMS system. A prototype of remote positioning system was design and developed, the system is composed of GPS position measuring system and transmitter of position data to computer server via GSM mobile telephone network. The position data are plotted in a digital map to show the accuracy of measured data. Three type of GSM data communication services that are GPRS, Data Call and SMS system, were tested to evaluate the response time of the system.

From the test result, GPRS system has shortest response time, it can transmit accurate position data with lowest cost and would be suitable communication service for remote positioning system via GSM mobile telephone network.

Department..... Electrical Engineering..... Student's signature..... *Bhuvanath Paenhuai*  
 Field of study..... Electrical Engineering..... Advisor's signature..... *Krisada Visavateeranon*  
 Academic year ..... 2006..... Co-advisor's signature..... *Watit*

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ดูแล ให้คำแนะนำงานวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยอย่างเต็มที่ พร้อมทั้งให้วิชาความรู้ในด้านการออกแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าได้ความรู้ทางด้านนี้เพิ่มเติมมากกว่าเดิมหลายเท่าเลยทีเดียว

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล ที่ให้ข้อเสนอแนะ คำแนะนำ และดูแลอย่างใกล้ชิด ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี รวมถึงจัดหางบประมาณเพื่อทำการวิจัย พร้อมทั้งให้วิชาความรู้ในด้านระบบสื่อสารข้อมูลที่ข้าพเจ้าไม่เคยร่ำเรียนมาก่อนให้สามารถเข้าใจได้เป็นอย่างดีเลยทีเดียว

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ ที่ให้คำแนะนำในทุก ๆ เรื่อง รวมทั้งการบอกเล่าประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในวันข้างหน้า และเคี่ยวเค้นให้ความรู้เพื่อไปประกอบอาชีพต่อไปได้เป็นอย่างดีเลยทีเดียว

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภรณ์ ธีรมงคลรัศมี ที่เสียสละเวลาอันมีค่าของท่านในการเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจกันเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้าจนถึงวันนี้เป็นอย่างดี และอบรมเลี้ยงดูข้าพเจ้าให้เป็นคนดีของสังคม

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....  | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....   | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ .....  | ฉ    |
| สารบัญ .....   | ช    |
| สารบัญตาราง .....  | ฅ    |
| สารบัญรูป .....  | ญ    |
| บทที่ 1 บทนำ .....   | 1    |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่วิจัย .....                      | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....                                | 2    |
| 1.3 ขั้นตอนของการวิจัย .....                                     | 2    |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย .....                                      | 3    |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....                              | 3    |
| 1.6 อุปกรณ์การวิจัย .....  | 4    |
| บทที่ 2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....                         | 6    |
| 2.1 องค์ประกอบภายในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM .....              | 6    |
| 2.2 บริการส่งข้อความสั้น (Short Message Service หรือ SMS) .....  | 7    |
| 2.3 บริการส่งข้อมูลแบบ Stream (Data Call หรือ CSD) .....         | 10   |
| 2.4 บริการ GPRS (General Packet Radio Services) .....            | 11   |
| บทที่ 3 การวัดตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS .....      | 14   |
| 3.1 หลักการเบื้องต้นของการหาตำแหน่งโดยใช้ดาวเทียม .....          | 14   |
| 3.2 การวัดรหัส (Code Measurements) .....                         | 17   |
| 3.3 การวัดระดับความสูงด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS ..... | 19   |
| 3.4 แหล่งกำเนิดของความคลาดเคลื่อน .....                          | 20   |
| 3.5 เรขาคณิตดาวเทียม (Satellite Geometry) .....                  | 22   |
| บทที่ 4 การออกแบบและคุณสมบัติที่ต้องการของระบบเบื้องต้น .....    | 25   |
| 4.1 องค์ประกอบโครงสร้างของระบบ .....                             | 26   |
| 4.2 คุณสมบัติที่ต้องการของ GSM INTERFACE UNIT .....              | 27   |
| 4.3 คุณสมบัติที่ต้องการของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....         | 27   |

|   |     |
|---|-----|
| บทที่ 5 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ .....                            | 28  |
| 5.1 หน้าที่ของหน่วยวัดข้อมูล .....  | 28  |
| 5.2 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT .....                 | 28  |
| 5.3 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GPS RECEIVER .....                       | 32  |
| 5.4 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM MODULE .....                         | 34  |
| บทที่ 6 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบ .....                            | 36  |
| 6.1 รูปแบบคำสั่งจากเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....                         | 36  |
| 6.2 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ของหน่วยวัดข้อมูล .....                      | 39  |
| 6.3 การดึงข้อมูลที่ต้องการจากเครื่องรับ GPS .....                         | 40  |
| 6.4 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....            | 44  |
| บทที่ 7 การทดสอบระบบ .....  | 46  |
| 7.1 การเตรียมระบบสำหรับการทดสอบ .....                                     | 46  |
| 7.2 การทดสอบระบบ .....  | 48  |
| 7.2.1 การทดสอบความถูกต้องของการส่งข้อมูลตำแหน่งผ่านระบบบริการต่าง ๆ ..... | 48  |
| 7.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพในด้านเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GSM .....       | 54  |
| บทที่ 8 สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย .....                                 | 58  |
| 8.1 สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย .....                                     | 58  |
| 8.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้วิจัย .....                                   | 60  |
| รายการอ้างอิง .....   | 62  |
| ภาคผนวก .....   | 64  |
| ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....                   | 65  |
| ภาคผนวก ข วงจรสมบูรณ์และลายวงจรพิมพ์ของหน่วยวัดข้อมูล .....               | 72  |
| ภาคผนวก ค AT Commands .....   | 77  |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....  | 118 |



## สารบัญตาราง

|   | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 5.1 การต่อกับขาต่าง ๆ ของ GPS MODULE .....               | 33   |
| ตารางที่ 5.2 การต่อกับขาต่าง ๆ ของ GSM MODULE .....               | 35   |
| ตารางที่ 6.1 ข้อมูลของ GPS ในรูปข้อความ GGA .....                 | 42   |
| ตารางที่ 6.2 ข้อมูลของ GPS ในรูปข้อความ RMC .....                 | 43   |
| ตารางที่ 7.1 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GPRS .....      | 55   |
| ตารางที่ 7.2 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ Data Call ..... | 56   |
| ตารางที่ 7.3 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ SMS .....       | 57   |
| ตารางที่ 8.1 สรุปประสิทธิภาพของแต่ละระบบ .....                    | 59   |
| ตารางที่ 8.2 การประยุกต์ใช้งานที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ .....   | 60   |

## สารบัญรูป

ญ  
หน้า

|   |    |
|---|----|
| รูปที่ 2.1 การต่อร่วมระหว่างระบบย่อยต่าง ๆ ในโครงข่าย GSM .....                   | 7  |
| รูปที่ 2.2 รูปแบบการต่อระหว่างอุปกรณ์ SMS-C .....                                 | 8  |
| รูปที่ 2.3 การทำงานร่วมกันระหว่างศูนย์บริการ SMS-C กับ HLR .....                  | 9  |
| รูปที่ 2.4 การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....                       | 10 |
| รูปที่ 2.5 โครงข่าย GPRS .....  | 12 |
| รูปที่ 3.1 การรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS 1 ดวง .....                                | 14 |
| รูปที่ 3.2 การรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS 2 ดวง .....                                | 15 |
| รูปที่ 3.3 การรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS 3 ดวง .....                                | 15 |
| รูปที่ 3.4 ตำแหน่งที่เป็นไปได้จากการรับสัญญาณดาวเทียม GPS 3 ดวง .....             | 16 |
| รูปที่ 3.5 การรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS 4 ดวง .....                                | 17 |
| รูปที่ 3.6 ความคลาดเคลื่อนจากสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียมและของเครื่องรับสัญญาณ ...    | 18 |
| รูปที่ 3.7 ความสัมพันธ์ทางระดับความสูงระหว่างพื้นผิวหลักฐานทรงรีกับจีโออยด์ ..... | 20 |
| รูปที่ 3.8 ผลกระทบที่มีต่อการวัดตำแหน่งด้วยดาวเทียมระบบ GPS .....                 | 20 |
| รูปที่ 3.9 ความเหมาะสมทางตำแหน่งของดาวเทียม .....                                 | 21 |
| รูปที่ 4.1 โครงสร้างของระบบ .....   | 25 |
| รูปที่ 5.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT .....                         | 28 |
| รูปที่ 5.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 เบอร์ LPC2148 .....                             | 29 |
| รูปที่ 5.3 Liquid Crystal Display (LCD) Module 20x4 .....                         | 30 |
| รูปที่ 5.4 แบตเตอรี่ .....  | 31 |
| รูปที่ 5.5 หน่วยความจำ SD Card .....  | 31 |
| รูปที่ 5.6 GPS RECEIVER .....   | 32 |
| รูปที่ 5.7 GSM MODULE .....   | 34 |
| รูปที่ 6.1 คำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด .....         | 36 |
| รูปที่ 6.2 คำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ .....      | 37 |
| รูปที่ 6.3 คำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบหยุดการส่งข้อมูลเป็นรายคาบ .....  | 38 |
| รูปที่ 6.4 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของหน่วยวัดข้อมูล .....                           | 39 |
| รูปที่ 6.5 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....                 | 44 |
| รูปที่ 6.6 หน้าจอแสดง Graphical User Interface สำหรับใช้ในการทดสอบ .....          | 45 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| รูปที่ 7.1  | แผนทดสอบของหน่วยวัดข้อมูลทั้งหมด .....   | 46 |
| รูปที่ 7.2  | เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....   | 47 |
| รูปที่ 7.3  | การต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....  | 48 |
| รูปที่ 7.4  | เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด<br>ผ่านระบบ GPRS .....                | 49 |
| รูปที่ 7.5  | เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ<br>ผ่านระบบ GPRS .....             | 50 |
| รูปที่ 7.6  | เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด<br>ผ่านระบบ Data Call .....           | 51 |
| รูปที่ 7.7  | เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ<br>ผ่านระบบ Data Call .....        | 52 |
| รูปที่ 7.8  | เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ<br>ผ่านระบบ SMS .....              | 53 |
| รูปที่ 7.9  | แผนภาพเวลาการส่งข้อมูลตำแหน่งทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการ<br>คอมพิวเตอร์ในรอบการทำงาน 1 รอบ ..... | 54 |
| รูปที่ 7.10 | ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GPRS .....  | 55 |
| รูปที่ 7.11 | ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ Data Call .....   | 56 |
| รูปที่ 7.12 | ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ SMS .....   | 57 |
| รูปที่ ก.1  | โปรแกรมทางฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ .....   | 66 |
| รูปที่ ก.2  | เครื่องมือปรับรูปแผนที่ให้ขยายเข้ามา .....   | 67 |
| รูปที่ ก.3  | เครื่องมือปรับรูปแผนที่ให้ขยายออกไป .....  | 67 |
| รูปที่ ก.4  | เครื่องมือปรับรูปแผนที่ให้สายออกไปในทิศทางอื่น .....   | 68 |
| รูปที่ ก.5  | เครื่องมือปรับตัวชี้ให้เป็นลูกศร .....   | 68 |
| รูปที่ ก.6  | การส่งคำสั่งควบคุมสำหรับระบบ GPRS .....  | 69 |
| รูปที่ ก.7  | การส่งคำสั่งควบคุมสำหรับระบบ Data Call .....   | 70 |
| รูปที่ ก.8  | การส่งคำสั่งควบคุมสำหรับระบบ SMS .....   | 70 |
| รูปที่ ก.9  | ส่วนแสดงข้อมูลเชิงตัวเลข .....   | 71 |
| รูปที่ ข.1  | วงจรของภาคจ่ายไฟของหน่วยวัดข้อมูล .....  | 73 |

|   |    |
|---|----|
| รูปที่ ข.2 วงจรภาค HUMAN INTERFACE ของหน่วยวัดข้อมูล .....                            | 73 |
| รูปที่ ข.3 วงจรของหน่วยวัดข้อมูล .....  | 74 |
| รูปที่ ข.4 ลายพิมพ์ด้านบนขนาดไม่เท่าของจริง .....                                     | 75 |
| รูปที่ ข.5 ลายพิมพ์ด้านล่างขนาดไม่เท่าของจริง .....                                   | 76 |
| รูปที่ ค.1 คำสั่งตรวจสอบการต่อร่วมกับโมดูล GSM .....                                  | 78 |
| รูปที่ ค.2 คำสั่งเกี่ยวกับการทำซ้ำ หรือ echo .....                                    | 79 |
| รูปที่ ค.3 คำสั่งกำหนดบอดเรทที่ใช้ในการติดต่อผ่าน Serial Port .....                   | 79 |
| รูปที่ ค.4 คำสั่งดูสถานะ SIM .....  | 80 |
| รูปที่ ค.5 คำสั่งตรวจสอบเครือข่าย .....   | 81 |
| รูปที่ ค.6 คำสั่งโทรออกแบบที่ 1 .....   | 81 |
| รูปที่ ค.7 คำสั่งโทรออกแบบที่ 2 .....   | 82 |
| รูปที่ ค.8 คำสั่งโทรออกและผลตอบสนองเมื่อฝั่งปลายทางไม่รับสาย .....                    | 82 |
| รูปที่ ค.9 คำสั่งยกเลิกการติดต่อ .....  | 83 |
| รูปที่ ค.10 คำสั่งรับสายเมื่อมีการเรียกเข้า .....                                     | 84 |
| รูปที่ ค.11 คำสั่งรับสายเมื่อทำการรับสาย .....  | 84 |
| รูปที่ ค.12 คำสั่งที่ใช้ในการเลือกระบบให้บริการ .....                                 | 86 |
| รูปที่ ค.13 คำสั่งที่ใช้ในการเลือกรูปแบบของข้อมูลในข่าวสารสั้น .....                  | 87 |
| รูปที่ ค.14 คำสั่งที่ใช้ในการตั้งค่าหมายเลขของศูนย์บริการ .....                       | 87 |
| รูปที่ ค.15 คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบการแจ้งเมื่อได้รับข่าวสารสั้นเข้ามาใหม่ ..... | 90 |
| รูปที่ ค.16 คำสั่งเรียกดูข่าวสารสั้นทั้งหมดที่ได้ทำการบันทึกไว้ .....                 | 91 |
| รูปที่ ค.17 คำสั่งดูเฉพาะข่าวสารสั้นที่ต้องการ .....                                  | 92 |
| รูปที่ ค.18 คำสั่งเขียนข้อความ และส่งเป็น SMS .....                                   | 93 |
| รูปที่ ค.19 คำสั่งลบ SMS ในตำแหน่ง Memory ที่ต้องการ .....                            | 93 |
| รูปที่ ค.20 คำสั่งเลือกรูปแบบการทำงาน Data หรือ Fax .....                             | 94 |
| รูปที่ ค.21 คำสั่งกำหนดความเร็วในการส่งข้อมูลและรูปแบบการมอดูเลต .....                | 96 |
| รูปที่ ค.22 คำสั่งตรวจสอบคุณภาพของสัญญาณ .....  | 97 |
| รูปที่ ค.23 คำสั่งส่งข้อมูลในรูปแบบของ Data Call สำหรับฝั่งส่งข้อมูล .....            | 98 |
| รูปที่ ค.24 คำสั่งส่งข้อมูลในรูปแบบของ Data Call สำหรับฝั่งรับข้อมูล .....            | 99 |

|  |     |
|--|-----|
| รูปที่ ค.25 คำสั่งกำหนด Packet Data Protocol (PDP) .....                             | 101 |
| รูปที่ ค.26 คำสั่งเชื่อมต่อหรือไม่เชื่อมต่อกับบริการ GPRS .....                      | 102 |
| รูปที่ ค.27 คำสั่งลงทะเบียนกับโครงข่าย GPRS .....                                    | 103 |
| รูปที่ ค.28 คำสั่งเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่าง GSM หรือ GPRS .....                 | 104 |
| รูปที่ ค.29 คำสั่งกำหนดที่อยู่ปลายทางของ FTP เซิร์ฟเวอร์ .....                       | 105 |
| รูปที่ ค.30 คำสั่งกำหนดชื่อผู้เข้าใช้ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ .....                       | 106 |
| รูปที่ ค.31 คำสั่งกำหนดรหัสผ่านของ FTP เซิร์ฟเวอร์ .....                             | 107 |
| รูปที่ ค.32 คำสั่งกำหนดชื่อโฟลเดอร์ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องการส่งไฟล์ข้อมูล ..... | 108 |
| รูปที่ ค.33 คำสั่งกำหนดชื่อไฟล์ที่ต้องการส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์ .....        | 108 |
| รูปที่ ค.34 คำสั่งกำหนดรูปแบบข้อมูลของไฟล์ที่ต้องการส่งไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์ .....   | 109 |
| รูปที่ ค.35 คำสั่งกำหนดเลขพอร์ตที่ต้องการส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์ .....        | 110 |
| รูปที่ ค.36 คำสั่งเริ่มการเชื่อมต่อ GPRS กับโครงข่าย .....                           | 111 |
| รูปที่ ค.37 คำสั่งเลิกการเชื่อมต่อ GPRS กับโครงข่าย .....                            | 111 |
| รูปที่ ค.38 คำสั่งส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์ .....                               | 112 |
| รูปที่ ค.39 คำสั่งกำหนดชื่อโฟลเดอร์ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องการรับไฟล์ข้อมูล ..... | 113 |
| รูปที่ ค.40 คำสั่งกำหนดชื่อไฟล์ที่ต้องการรับข้อมูลมาจาก FTP เซิร์ฟเวอร์ .....        | 113 |
| รูปที่ ค.41 คำสั่งรับข้อมูลมาจาก FTP เซิร์ฟเวอร์ .....                               | 114 |
| รูปที่ ค.42 คำสั่งกำหนดที่อยู่ปลายทางของ socket TCP เซิร์ฟเวอร์ .....                | 115 |
| รูปที่ ค.43 คำสั่งกำหนดเลขพอร์ตที่ต้องการรับส่งข้อมูลกับ TCP เซิร์ฟเวอร์ .....       | 116 |
| รูปที่ ค.44 คำสั่งเปิดการเชื่อมต่อกับ TCP เซิร์ฟเวอร์ .....                          | 117 |