บทที่ 8

สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย

8.1 สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบวัดข้อมูลตำแหน่งทางไกลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ในการออกแบบหน่วยวัดข้อมูลได้ใช้ตัวประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของหน่วยวัดข้อมูลทั้งหมด โดยใช้การเขียนโปรแกรมในการสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประยุกต์ใช้กับการส่งข้อมูลการวัดตำแหน่งจากระยะไกล และได้มีการเพิ่มหน่วยความจำภายนอก เพื่อเพิ่มขนาดของหน่วยความจำในการเก็บข้อมูลตำแหน่งให้ได้ยาวนานยิ่งขึ้น ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้คราวละมาก ๆ อีกด้วย โดยในการวัดตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูลได้ใช้ระบบ GPS เพื่อให้ข้อมูลตำแหน่งทั้ง 3 มิติ คือ ละติจูด, ลองจิจูด และ ระดับความสูงเทียบกับระดับน้ำทะเลกลาง นอกเหนือจากข้อมูลเหล่านี้แล้วระบบ GPS ยังให้ข้อมูลอื่น ๆ ที่สำคัญต่อระบบ ได้แก่ ความเร็ว, วัน และเวลาที่วัดค่าได้ เป็นต้น โดยการรับ-ส่งข้อมูลทางไกลระหว่างหน่วยวัดข้อมูลกับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์นั้นทำโดยผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ในรูปแบบบริการต่าง ๆ ได้แก่ ระบบ GPRS, ระบบ Data Call และ ระบบ SMS ข้อมูลตำแหน่งที่ส่งมาจากหน่วยวัดข้อมูลมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์จะถูกเก็บบันทึกลงในฐานข้อมูลและแสดงผลตำแหน่งที่วัดได้ลงบนแผนที่

ในการทดสอบระบบนั้นได้ทดสอบทางด้านความถูกต้องของการส่งข้อมูลระยะไกลจากหน่วยวัดข้อมูลมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบพบว่าการส่งข้อมูลระยะไกลโดยผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ในรูปแบบบริการ ต่าง ๆ ได้แก่ ระบบ GPRS, ระบบ Data Call และ ระบบ SMS นั้นให้ผลถูกต้องทุกครั้งนั้นสามารถสรุปได้ว่าการส่งข้อมูลตำแหน่งผ่านระบบโครงข่าย GSM มีความเชื่อถือได้สูงมาก แต่สำหรับการวัดข้อมูลตำแหน่งโดยใช้ระบบ GPS ยังคงมีปัญหาในเรื่องการรับสัญญาณในตำแหน่งอับสัญญาณจะทำให้ไม่สามารถรับข้อมูลในเวลานั้นได้ เช่น ตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูลในขณะที่วัดข้อมูลอยู่นั้นอยู่ภายในอาคาร เป็นต้น

ในการทดสอบประสิทธิภาพในด้านเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ พบว่าระบบ GPRS ใช้เวลาในการส่งข้อมูลใน 1 รอบการทำงานของการส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์น้อยที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 9.275 วินาที และระบบ Data Call ใช้เวลามากที่สุดเนื่องจากเสียเวลาในช่วง Tsetting นานมากเฉลี่ยอยู่ที่ 20.65 วินาที แต่ใช้เวลาในช่วง Tdatatransfer น้อยที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 2 วินาที เมื่อเทียบกับ ระบบ GPRS ใช้เวลาไปเฉลี่ย 3.125

วินาที และ ระบบ SMS ใช้เวลาเฉลี่ย 11.1 วินาที สาเหตุที่ระบบ SMS ใช้เวลาช่วง Tdatatrnsfer นานกว่าระบบอื่นอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากระบบจะนำข้อความที่ส่งจากหน่วยวัดข้อมูลไปพักไว้ที่ผู้ให้บริการโครงข่ายจีเอสเอ็มก่อนหากทางฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ไม่มีสัญญาณในขณะนั้นก็รับประกันได้ว่าข้อมูลที่ส่งมาจะไม่สูญหายไปโดยเปล่าประโยชน์จนกระทั่งทางฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์มีสัญญาณสามารถรับข้อมูลได้ข้อมูลที่ถูกพักไว้ที่ผู้ให้บริการโครงข่ายนั้นจึงจะถูกส่งมาให้กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์อีกครั้ง นั้นหมายความว่าถ้าหากต้องการความแน่นอนในการส่งข้อมูลมากที่สุดก็จะต้องใช้ระบบ SMS ในการส่ง เช่น ใช้แจ้งเตือนตำแหน่งที่วัดได้อยู่กับที่นานเกินกว่าเวลาที่กำหนด หรือ ออกนอกเขตตำแหน่งที่กำหนด เป็นต้น

ตารางที่ 8.1 สรุปประสิทธิภาพของแต่ละระบบ

	ระบบ GPRS	ระบบ Data Call	ระบบ SMS
ความเป็นเรียลไทม์	O	O	X
เวลาตอบสนองระบบ	O	X	Δ
ความถูกต้องของการส่งข้อมูล	O	O	O
ราคา	O	X	Δ

หมายเหตุ O หมายถึง ดี , Δ หมายถึง พอใช้ และ X หมายถึง ไม่ดี

จากตารางที่ 8.1 สามารถสรุปได้ว่าระบบ GPRS มีเวลาตอบสนองเร็วที่สุดสามารถนำไปใช้กับระบบที่ต้องการการอัพเดตข้อมูลอยู่บ่อย ๆ เช่นทุก ๆ 10 วินาที เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถส่งผ่านข้อมูลตำแหน่งได้ถูกต้องโดยมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดด้วย จึงเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานด้านการวัดตำแหน่งทางไกลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม สำหรับระบบ Data Call นั้นสามารถทำงานได้เหมือนกับระบบ GPRS ทุกประการแต่มีเวลาตอบสนองที่ช้ากว่า และราคาสำหรับส่งข้อมูลซึ่งคิดในราคานาทีละ 5 บาท แต่สำหรับระบบ GPRS นั้นคิดเป็นปริมาณข้อมูล 1 กิโลไบต์/ 10 สตางค์ เท่านั้น ส่วนระบบ SMS นั้นไม่เหมาะกับการส่งข้อมูลปริมาณมากได้ ด้วยข้อจำกัดของระบบซึ่งส่งได้เพียงครั้งละ 160 ตัวอักษรเท่านั้น

สำหรับผู้ให้บริการโครงข่ายนั้นมีการพัฒนาโครงข่ายอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งระบบบริการต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้น ในอนาคตความสามารถของแต่ละระบบบริการยังสามารถเพิ่มขีดความสามารถได้อีก และระบบบริการใหม่ ๆ เช่น ระบบ EDGE ที่ผู้ให้บริการโครงข่ายจะเพิ่มเติมเข้ามาจึงทำให้การพัฒนาระบบวัดข้อมูลทางไกลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีก และสามารถพัฒนาต่อให้เข้ากับระบบบริการใหม่ที่เพิ่มเข้ามา

ตารางที่ 8.2 การประยุกต์ใช้งานที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้

	การประยุกต์
ระบบ GPRS	ใช้สำหรับส่งข้อมูลปริมาณมาก ๆ เช่น ใช้ส่งพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของหน่วยวัดข้อมูลใน 1 วัน เป็นต้น ใช้ส่งข้อมูลการวัดอย่างต่อเนื่อง เช่น ส่งเป็นรายคาบทุก ๆ 15 วินาที เป็นต้น
ระบบ Data Call	ใช้สำหรับส่งข้อมูลปริมาณมาก ๆ เช่น ใช้ส่งพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของหน่วยวัดข้อมูลใน 1 วัน เป็นต้น ใช้ส่งข้อมูลการวัดอย่างต่อเนื่อง เช่น ส่งเป็นรายคาบทุก ๆ 15 วินาที เป็นต้น
ระบบ SMS	ใช้แจ้งเตือนตำแหน่งที่วัดได้อยู่กับที่นานเกินกว่าเวลาที่กำหนด หรือ ออกนอกเขตตำแหน่งที่กำหนดไว้

8.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้วิจัย

- ความผิดพลาดจากระบบ GPS ค่อนข้างสูง ในระดับเมตรไม่สามารถนำมาใช้กับงานที่มีความต้องการความละเอียดสูงในระดับเซนติเมตร หรือ มิลลิเมตรได้
- การรับสัญญาณในตำแหน่งอับสัญญาณจะทำให้ไม่สามารถรับข้อมูลตำแหน่งในเวลานั้นได้ เช่น ตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูลในขณะที่วัดข้อมูลอยู่นั้นอยู่ภายในอาคาร เป็นต้น
- ชุดคำสั่ง AT Commands ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ GSM MODULE ระบบ GPRS ของแต่ละบริษัทไม่เหมือนกันจำเป็นต้องศึกษาชุดคำสั่งจากบริษัทที่จัดจำหน่ายของ GSM MODULE บริษัทนั้น ๆ ต่างจาก ระบบ SMS และ ระบบ Data Call ซึ่งเป็นชุดคำสั่งแบบเปิดสามารถใช้ได้กับ GSM MODULE ของทุกบริษัท
- ข้อจำกัดของการส่งข่าวสารสั้นจำกัดการส่งต่อ 1 ครั้งที่ 160 ตัวอักษร ดังนั้น หากต้องการส่งข้อมูลที่มีปริมาณที่มากกว่านั้น จำเป็นต้องส่งมากกว่า 1 ครั้ง ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย
- ในปัจจุบันมีการนำเอา GSM MODULE และ GPS MODULE รวมอยู่ในมอดูลเดียวกันซึ่งส่งผลให้หน่วยวัดข้อมูลมีขนาดเล็กลงได้อีก เช่น XT55/56 ของ SIEMENS เป็นต้น
- หน่วยวัดข้อมูลสามารถเพิ่มเซนเซอร์เพื่อวัดปริมาณอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบได้อีก เช่น อุณหภูมิ, กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า เป็นต้น หรือข้อมูลในเชิงดิจิตอล เช่น สถานะของหลอดไฟ, การเปิดหรือปิดสวิตช์ เป็นต้น

- หากต้องการการส่งข้อมูลตำแหน่งอย่างต่อเนื่องแบบเรียลไทม์ควรเลือกใช้ระบบ GPRS และ Data Call โดยระบบ GPRS จะคิดค่าบริการในการส่งข้อมูลที่ถูกกว่าระบบ Data Call มากพอสมควร
- หากต้องการความแน่นอนในการส่งข้อมูลมากที่สุดควรใช้ระบบ SMS ในการส่งข้อมูล เช่น ใช้แจ้งเตือนตำแหน่งที่วัดได้อยู่กับที่นานเกินกว่าเวลาที่กำหนด หรือ ออกนอกเขตตำแหน่งที่กำหนดเอาไว้ เป็นต้น เนื่องจากระบบ SMS จะนำข้อความที่ส่งจากหน่วยวัดข้อมูลไปพักไว้ที่ผู้ให้บริการโครงข่ายจีเอสเอ็มก่อน หากทางฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ไม่มีสัญญาณในขณะนั้นก็รับประกันได้ว่าข้อมูลที่ส่งมาจะไม่สูญหายไปจนกระทั่งทางฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์มีสัญญาณสามารถรับข้อมูลได้ข้อมูลที่ถูกพักไว้ที่ผู้ให้บริการโครงข่ายนั้นจึงจะถูกส่งมาให้กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์อีกครั้ง
- ปรับเปลี่ยนจากระบบ GPS เป็น Differential GPS (DGPS) เพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ให้น้อยลงระบบ GPS มีความผิดพลาดไม่เกิน 15 เมตร แต่ระบบ DGPS มีความผิดพลาดไม่เกิน 5 เมตร หลักการทำงานของ DGPS คือ ใช้ตัวรับสัญญาณ GPS 2 เครื่องในการทำงาน เครื่องหนึ่งติดตั้งอยู่กับที่บนพื้นผิวโลก ณ. จุดที่รู้ค่าพิกัดที่แน่นอนซึ่งใช้เป็น Reference Station อีกเครื่องใช้สำหรับวัดค่าพิกัดที่ต้องการ หากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ทั้งสองอยู่ห่างกันไม่มาก (2-200 กิโลเมตร) สัญญาณที่เครื่องรับทั้งสองได้รับในเวลาเดียวกันจะผ่านบรรยากาศโลกที่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน ดังนั้นจึงมีค่าความผิดพลาดที่เท่ากันด้วย การที่มี Reference Station อยู่กับที่บนผิวโลกที่ตำแหน่งที่แน่นอนทำให้สามารถหาได้ว่าค่าที่คำนวณจากสัญญาณดาวเทียมมีค่าความผิดพลาดมากน้อยเพียงใด เมื่อรู้ค่าความผิดพลาดก็จะสามารถส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับสัญญาณตัวอื่น ๆ ที่เคลื่อนที่อยู่ในรัศมีของ Reference Station ให้ปรับแก้ไขค่าให้ถูกต้องด้วย สำหรับหน่วยงานของประเทศไทยที่กระจายสัญญาณวิทยุด้วยความถี่ 300 kHz เพื่อใช้แก้ไขค่าความผิดพลาดนี้ตั้งอยู่ ณ การท่าเรือแห่งประเทศไทย จ.สมุทรปราการ มีรัศมีทำการ 200 กิโลเมตร