บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการนำคอมพิวเตอร์แบบพกพาต่อเชื่อมกับเครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเก็บข้อมูลในภาคสนาม โดยทดลองนำไปเก็บข้อมูลภาคสนามในลักษณะงานต่างๆ กัน 3 ประเภท คือ งานสำรวจแผนที่ฐาน งานสำรวจข้อเท็จจริง และงานตรวจสอบจุดควบคุมภาพถ่าย เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ถึงความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาในการสำรวจข้อมูลภาคสนามแทนวิธีดั้งเดิม และใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาถึงจุดคุ้มค่าในการลงทุน

การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ 1) การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการเก็บข้อมูล พัฒนาโปรแกรมในส่วนการเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้แก่ เครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์ กล้องส่องทางไกลพร้อมเข็มทิศ พัฒนาโปรแกรม COGO สำหรับงานเก็บข้อมูลแผนที่ฐาน และโปรแกรมแปลงค่าพิกัดโดยใช้สมการการแปลงของเฮลเมิร์ต 2) นำโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาแล้วไปปฏิบัติงานจริงในสนามทั้ง 3 ประเภท จนเป็นผลสำเร็จ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปจากการวิจัย แนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยพบว่า สามารถจัดสร้างโปรแกรมสำหรับอ่านค่าจากเครื่องมือรังวัดอิเล็กทรอนิกส์ นำไปคำนวณและแสดงผลบนหน้าจอเพื่อนำเข้าข้อมูลในภาคสนาม เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้จากการทดลองและนำระบบไปปฏิบัติงานในพื้นที่ศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้คือ

6.1.1 การปรับปรุงแผนที่ฐาน สามารถนำไปใช้งานในการนำเข้าแผนที่ฐาน โดยใช้โปรแกรมในการเชื่อมต่อกับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสและเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ ถ่ายข้อมูลที่ได้จากการรังวัดได้โดยตรง เข้าพีดีเอ ทำการคำนวณตำแหน่ง และใช้โปรแกรม COGO ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยนำเข้าข้อมูลแผนที่ฐานสามารถนำเข้าข้อมูลถนน อาคารชนิดบ้านเดี่ยว และอาคารที่เป็นห้องแถว จำนวน 20 อาคาร และนำเข้าอาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 15 อาคาร แล้วเสร็จในสนาม

6.1.2 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนซื้อระบบโมบายมาแทนระบบดั้งเดิม โดยใช้วิธีการคำนวณ ROI อย่างง่าย ในการจัดซื้อฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ จำนวน 10 ชุด โดยยกตัวอย่างศึกษาของหน่วยงานการไฟฟ้านครหลวง พบว่าสามารถคุ้มทุนภายใน 1 ปี 1 เดือน โดยคิดผลตอบแทนโดยลดพนักงานในการนำเข้าในสำนักงานอีกรอบ ลดค่าล่วงเวลาวันละ 2 ชม นอกจากนี้ยังได้รับ

ประโยชน์อื่นๆ ที่ไม่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ การที่ได้ข้อมูลในรูปดิจิทัลจากภาคสนาม ทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสูง ลดปัญหาการอ่านลายมือ เพิ่มผลผลิต และเพิ่มความพึงพอใจให้ลูกค้าที่มาใช้บริการ

6.1.3 การสำรวจข้อเท็จจริง (Ground Truth) โดยใช้โปรแกรมในการเชื่อมต่อกับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสและเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ ถ่ายข้อมูลที่ได้จากการรังวัดได้โดยตรง เข้าพีดีเอ ทำการคำนวณตำแหน่ง และใช้โปรแกรม COGO ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยนำเข้าตำแหน่งที่รังวัดได้

6.1.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของข้อมูลการสำรวจข้อเท็จจริง (Ground Truth) พบว่าความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ทั้งวิธีดั้งเดิมและวิธีโมบายไม่ได้แตกต่างกัน สิ่งที่แตกต่างกันจะอยู่ในรูปของสิ่งตอบแทนที่จับต้องไม่ได้ ได้แก่ ความมั่นใจของผลลัพธ์ที่ได้ เนื่องจากผู้สำรวจสามารถเห็นผลลัพธ์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ทันที เพิ่มความสะดวกในการนำเข้าโดยสามารถเลือกรายการ (List) ได้บนหน้าจอ

6.1.5 การตรวจสอบค่าพิกัดจุดควบคุมภาพถ่าย โดยใช้โปรแกรมในการเชื่อมต่อกับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส ถ่ายข้อมูลที่ได้จากการรังวัดได้โดยตรง เข้าพีดีเอ ทำการคำนวณค่า RMSE เมื่อทำการรังวัดตำแหน่งตั้งแต่ 3 จุดขึ้นไป ถึง 6 จุด โดยสมการจะทำการปรับแก้ตำแหน่งพิกัดภาพให้เป็นพิกัดฉากยูทีเอ็มด้วยวิธีการแปลงของเฮลเมิร์ต ผลการทดสอบค่า RMSE อยู่ระหว่าง 0.3-0.4 จุดภาพ โดยตั้งสมมุติฐานว่าหากไม่มีระบบตรวจสอบนี้แล้วและต้องมีการออกไปซ่อมงานรังวัดมาใหม่ จะเกิดค่าใช้จ่ายต่อทีมต่อวันประมาณวันละ 5,872.72 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายจะเปลี่ยนไปตามปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนพนักงาน ชนิดของเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส สถานที่ ระยะทางในการเดินทางไปที่จุดควบคุม ฯลฯ

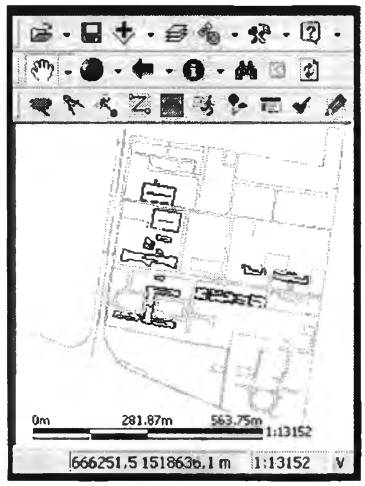
6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุนในการจัดหาระบบโมบายมาใช้แทนวิธีดั้งเดิม แต่ก็ยังพบว่ามีข้อเสนอแนะที่สามารถเพิ่มความสะดวกเมื่อนำเครื่องพีดีเอไปใช้งาน รวมถึงการวิธีการเพิ่มค่าความถูกต้องในการทำงาน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะสิ่งที่น่าสนใจสำหรับที่จะทำการศึกษาต่อไปในอนาคตดังนี้

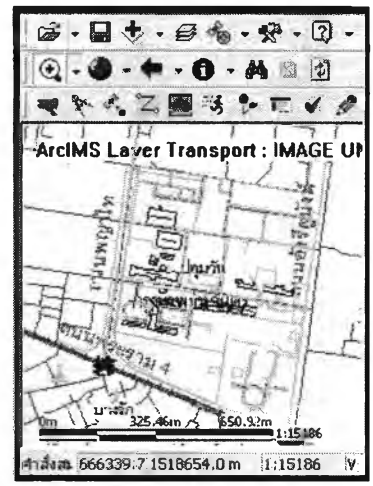
ด้านเพิ่มความสะดวกในการทำงาน

6.3.1 การปรับปรุงข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในระดับเอ็นเตอร์ไพรส์ (Enterprise) จะเป็นแบบฐานข้อมูลศูนย์รวม ในการทำงานในภาคสนามจะทำการโหลดข้อมูลจากฐานข้อมูลศูนย์เป็นระบบทันทีทันใด (Real time) หลังจากทำการสำรวจแล้วสามารถโหลดข้อมูลกลับไปปรับปรุงข้อมูลที่ระบบศูนย์รวมจากภาคสนามได้ (Ryan ,1998; Dix et al., 2000) ในการคัดลอกข้อมูลเพื่อออกไปทำงานภาคสนาม ควรเลือกซอฟต์แวร์ที่รองรับระบบ Disconnected Editing หรือระบบที่สามารถเลือกคัดลอกข้อมูลบริเวณพื้นที่ที่สนใจจากข้อมูลผืนใหญ่ เพื่อออกไปทำงานภาคสนาม และสามารถคัดลอกข้อมูลกลับเข้าสู่ฐานข้อมูลโดยการประสานข้อมูล (Synchronize) ระหว่างพีดีเอและฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ โดยซอฟต์แวร์จะทราบเองว่าฟีเจอร์ใดเป็นข้อมูลเพิ่มใหม่หรือแก้ไขหรือมีการลบทิ้ง ซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถทำงานเช่นนี้ได้เช่น โปรแกรม ArcPad ที่ใช้งานร่วมกับ ArcGIS Version ตั้งแต่ 8.3 ขึ้นไป หรือซอฟต์แวร์ค่าย Autodesk ที่ใช้โปรแกรม Autodesk OnSite ทำงานร่วมกับ Autodesk GIS Design Server เป็นต้น

6.3.2 เลือกซอฟต์แวร์ที่สามารถ Online ชั้นข้อมูลชนิดอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อนำมาช่วยในกรณีที่ผู้สำรวจต้องออกไปทำงานยังสถานที่ไกลๆ แต่ไม่ได้นำข้อมูลบริเวณที่ต้องการไปด้วย ชั้นข้อมูลประเภทนี้ผู้ใช้สามารถเรียกดูได้อย่างเดียวไม่สามารถแก้ไขได้ เช่น มีการเปลี่ยนเส้นทางเดินทางไปยังอีกสถานที่หนึ่งโดยที่ไม่ข้อมูลบริเวณนั้น Ninsawat และ Honda (2004) ได้พัฒนาโปรแกรมที่เรียกว่า GMS (Greater Mekong Sub-Region) โดยใช้พีดีเอชนิดพ็อกเก็ตพีซีไอแพค 4150 เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสชนิดบลูทูธ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ชนิดบลูทูธ โดยการส่งค่าพิกัดที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสไปให้เซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบจีเอสเอ็ม หลังจากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะส่งภาพอิมเมจตามตำแหน่งที่ได้รับเพื่อให้พีดีเอชนิดพ็อกเก็ตพีซีใช้เป็นภาพพื้นหลังในการปรับปรุงข้อมูลเวคเตอร์ในการทำงานภาคสนาม ในปัจจุบันผู้สำรวจสามารถดาวโหลดชั้นข้อมูลได้จากเว็บไซท์ของต่างประเทศ เช่น URL www.nationalgeographic.com ซึ่งข้อมูลจะเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างหยาบเนื่องจากทำให้ทั่วโลก สำหรับในประเทศไทยมีบางหน่วยงานที่เริ่มเผยแพร่ข้อมูลประเภทนี้ได้แก่ สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ตาม URL http://gis.mot.go.th ซึ่งหากในอนาคตหากหน่วยงานต่างๆที่มีแผนที่ภูมิประเทศและเผยแพร่ให้ผู้สำรวจสามารถ Online ชั้นข้อมูลนี้ผ่านอินเทอร์เน็ตได้ จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากในงานสำรวจภาคสนาม



รูปที่ 6.1 ตำแหน่งพื้นที่ทดสอบในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.2 ตำแหน่งในบริเวณจุฬาฯ หลังจากเปิดชั้นข้อมูลของ http://gis.mot.go.th

6.3.3 ควรนำเทคโนโลยีที่สามารถใช้ร่วมกับเครื่องพีดีเอหรือติดตั้งมาในเครื่องพีดีเอในมาช่วยในการสำรวจข้อมูล ได้แก่

1. เครื่องอ่าน Barcode สามารถนำมาประยุกต์ในการทำเป็น Lookup Table เพื่อช่วยให้การป้อนค่าข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถทำได้รวดเร็วโดยไม่ต้องใช้คีย์บอร์ด

2. กล้องถ่ายรูป สามารถนำมาประยุกต์ในการเก็บข้อมูลและต้องการถ่ายรูป โดยสามารถเขียนโปรแกรมประยุกต์เพื่อให้ตำแหน่งจุดสามารถรับรู้ชื่อไฟล์ที่ใช้ถ่ายรูปได้โดยอัตโนมัติ ลดการจดบันทึกชื่อ ID ของรูปแล้วกลับมาสร้างสัมพันธ์ในสำนักงาน นอกจากนี้ยังลดการผิดพลาดเนื่องจากการสร้างความสัมพันธ์ที่ผิดพลาดเนื่องจากการจดบันทึก

3. อุปกรณ์ไร้สาย สามารถนำมาใช้ร่วมกับพีดีเอ และอุปกรณ์รังวัดอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ บลูทูธ (Bisdikian , 2001) ซึ่งจะช่วยในการทำงานได้รวดเร็วและสะดวกขึ้น บลูทูธจะส่งถ่ายข้อมูลโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ ส่งถ่ายข้อมูลได้แบบทันที เช่น ใช้ในการโอนถ่ายข้อมูลกับเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง เครื่องอ่าน Barcode ด้วยการใช้เทคโนโลยีบลูทูธจะช่วยให้ผู้สำรวจทำงานได้คล่องตัว ทำงานโดยไม่ต้องมีสายต่อกับอุปกรณ์รังวัด สามารถเข้าออกจากยานพาหนะได้อย่างคล่องตัว อุปกรณ์ไร้สายอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจและปัจจุบันได้สร้างมาพร้อมกับพีดีเอคือโทรศัพท์ไร้สาย เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่ในสำนักงาน อาจรับส่งในรูปแบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถใช้โทรศัพท์ไร้สายในการรับค่าปรับแก้จากสถานีฐานเพื่อหาพิกัดตำแหน่งในทันที DGPS โดยการหมุนโทรศัพท์เข้าไปที่สถานีฐานท้องถิ่นที่ให้บริการ

4. การเก็บข้อมูลด้วยระบบ Video Mapping เป็นการผสมผสานกันระหว่างวีดิทัศน์ และเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสเพื่อให้เห็นเสมือนจริง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการทำงานภาคสนาม

และทำการประสานเวลาโดยใช้เวลาที่บันทึกในวิดิทัศน์กับเวลาของเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (Montoya , 2003 : 873-874) เพื่อใช้บันทึกข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ ชนิดของอาคาร จำนวนชั้น เป็นต้น นอกจากนี้ผู้สำรวจอาจบันทึกเสียงพูดในระหว่างเก็บข้อมูลไปด้วย และนำข้อมูลกลับมาทำการปรับปรุงในสำนักงานแทนการปรับปรุงภาคสนาม ในต่างประเทศมีผู้ผลิตชุดสำหรับเก็บข้อมูลด้วยวิดิทัศน์พร้อมเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส เช่น Red Hen Systems Inc., ตาม URL http://www.redhensystems.com

ด้านความถูกต้อง

6.3.4 การหาพิกัดด้วยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสแบบเครื่องเดี่ยว จากรายงานแผนการศึกษาโครงการแผนแม่บท GIS แห่งชาติ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์, 2545) กล่าวถึงแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการให้บริการเชิงตำแหน่ง (Location-baseed Service) เช่น การใช้ประโยชน์ร่วมกันของสถานีฐานจีพีเอส และการให้บริการ DGPS แล้วกระจายออกไปทางคลื่นวิทยุจากสถานีฐาน หรือส่งขึ้นดาวเทียมสื่อสารเพื่อส่งกลับมายังพื้นผิวโลก หากโครงการนี้สำเร็จจะช่วยให้การทำงานด้วยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสสะดวกเป็นอย่างมาก ทำให้ประหยัดเงินลงทุนของแต่ละหน่วยงานในการซื้อเครื่องรับที่สถานีฐาน ลดปัญหาค่าพิกัดที่ไม่สัมพันธ์กันของแต่ละหน่วยงาน ผู้สำรวจสามารถทำการหาค่าพิกัดความถูกต้องในระดับ 1-2 เมตรเพียงเครื่องรับเดียว รวมถึงสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการไปตั้งเครื่องรับที่สถานีฐาน ลดค่าใช้จ่ายภาคสนาม เช่น ค่ารถ ค่าที่พัก ค่าแรง เป็นต้น นับเป็นเรื่องที่น่าสนใจและน่าติดตามเป็นอย่างยิ่ง