บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากโครงสร้างข้อมูลส่วนของเส้นพื้นฐานในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่กำหนดไว้ในซียูจีไอเอสซึ่งไม่สามารถที่จะรองรับการสร้างแบบจำลองของระบบข้อมูลเส้นทางได้อย่างสมบูรณ์ จึงได้มีแนวคิดที่จะออกแบบโครงสร้างข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์ที่แยกออกจากข้อมูลส่วนของเส้นพื้นฐานโดยใช้แนวคิดการจัดแบ่งส่วนแบบพลวัต และจัดทำเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการดำเนินงานกับโครงสร้างข้อมูลเส้นทาง พร้อมทั้งได้พัฒนาระบบต้นแบบขึ้นจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นมา โดยการพัฒนาโครงสร้างข้อมูลเส้นทางเพิ่มเติมนี้จะต้องไม่มีผลกระทบกับโครงสร้างข้อมูลส่วนของเส้นพื้นฐาน

โครงสร้างข้อมูลหลักสำหรับระบบข้อมูลเส้นทางสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ ข้อมูลเส้นทาง ข้อมูลค่าระยะ และข้อมูลเหตุการณ์

ข้อมูลเส้นทางจะสร้างขึ้นบนพื้นฐานของข้อมูลส่วนของเส้นที่จัดเก็บข้อมูลเส้นทางหลวงในซียูจีไอเอส ก่อนที่จะดำเนินการกับระบบข้อมูลเส้นทางจะต้องทำการสร้างโครงสร้างข้อมูลโครงข่ายส่วนของเส้นประเภทเส้นทางหลวงก่อนเพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินงานกับระบบข้อมูลเส้นทางในส่วนที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลส่วนของเส้น ในการสร้างข้อมูลเส้นทางจะต้องคัดเลือกข้อมูลส่วนของเส้นที่มีคุณสมบัติตามที่ผู้ใช้กำหนดเช่น หมายเลขทางหลวงเดียวกันหรืออาจจะกำหนดขึ้นโดยผู้ใช้เอง แต่ข้อมูลส่วนของเส้นที่เลือกไว้จะต้องมีความต่อเนื่องกันไปทั้งหมดตามนิยามของข้อมูลเส้นทางที่ออกแบบไว้ เมื่อได้ข้อมูลส่วนของเส้นที่ต้องการแล้วก็จะนำโครงสร้างข้อมูลโครงข่ายส่วนของเส้น(ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.) มาใช้ในการสร้างข้อมูลค่าระยะให้กับแต่ละส่วนของเส้นที่เชื่อมต่อกันเป็นเส้นทาง ตารางข้อมูลค่าระยะจะเป็นตัวกลางที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างตารางข้อมูลส่วนของเส้นที่มีอยู่แต่เดิมและตารางข้อมูลเส้นทาง

ข้อมูลเหตุการณ์จะจัดทำขึ้นหลังจากได้ข้อมูลเส้นทางแล้ว โดยที่ข้อมูลเหตุการณ์จะอ้างอิงกับข้อมูลเส้นทางได้ด้วยการใช้ค่าหมายเลขของเส้นทางและค่าระยะที่กำหนดขึ้นจากการสร้างข้อมูลเส้นทาง ข้อมูลเหตุการณ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งและข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น ข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งจะอ้างอิงด้วยค่าระยะเพียงค่าเดียว การแสดงข้อมูลประเภทนี้จะอยู่ในลักษณะของจุดหรือตำแหน่งบนเส้นทาง การ

กำหนดข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นสามารถทำได้ด้วยการกำหนดค่าระยะเริ่มต้นและค่าระยะสิ้นสุดให้กับแต่ละเหตุการณ์ที่ปรากฏขึ้นบนเส้นทาง การแสดงข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นจะอยู่ในรูปของเส้นที่ปรากฏอยู่บนเส้นทาง

ข้อมูลเหตุการณ์อาจจะมีได้มากกว่า 1 ประเภทในระบบข้อมูลเส้นทางหนึ่ง ซึ่งข้อมูลเหตุการณ์เหล่านั้นก็จะอ้างอิงกับข้อมูลเส้นทางชุดเดียวกันและสามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งหมดพร้อมกันได้ อีกทั้งข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะไม่มีผลกระทบกับข้อมูลส่วนของเส้นที่เป็นพื้นฐาน

เครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับจัดการโครงสร้างข้อมูลเส้นทางถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ไมโครซอฟต์ วิชวล เบสิก 4.0 ซึ่งเป็นเวอร์ชันที่มีการจำหน่ายอยู่ในขณะที่ดำเนินการวิจัย และได้นำเครื่องมือซอฟต์แวร์เหล่านั้นมาจัดทำเป็นระบบต้นแบบ ระบบต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถที่จะสร้างข้อมูลเส้นทาง ข้อมูลค่าระยะ และข้อมูลเหตุการณ์ทั้งสองประเภท และมีเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบข้อมูลเส้นทางอีกจำนวนหนึ่ง

ผลของการวิจัยพบว่าโครงสร้างระบบข้อมูลเส้นทางที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นสำหรับการจัดการระบบข้อมูลเส้นทางในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นี้สามารถที่จะรองรับการทำงานของเครื่องมือต่างๆ ที่ได้พัฒนาขึ้นมาสำหรับจัดการระบบข้อมูลเส้นทางได้เป็นอย่างดี ด้วยเครื่องมือและโครงสร้างที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นนี้ทำให้สามารถที่จะจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์ประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนเส้นทางได้อย่างถูกต้อง และขจัดปัญหาการที่จะต้องเปลี่ยนแปลงข้อมูลส่วนของเส้นในระดับพื้นฐานของข้อมูลเส้นทางเพื่อให้รองรับกับข้อมูลเหตุการณ์ประเภทต่างๆ ที่มีอยู่บนเส้นทาง โดยจะต้องมีการเพิ่มเติมตารางข้อมูลเส้นทาง ตารางข้อมูลค่าระยะ และตารางข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆที่ต้องการจัดเก็บในฐานข้อมูล

ขนาดของข้อมูลที่จะต้องจัดเก็บเพิ่มเติมตามที่ได้ออกแบบไว้ต่อหนึ่งเส้นทางสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

1) ค่าหมายเลขประจำเส้นทางในตาราง Road_Route และค่าพิกัดขอบเขตของเส้นทาง มีขนาด 20 ไบต์

2) ข้อมูลค่าระยะในแต่ละส่วนของเส้นในตาราง Road_Section มีขนาด 18 ไบต์ต่อหนึ่งส่วนของเส้น ขนาดเนื้อที่ที่จะต้องใช้สำหรับแต่ละเส้นทางจะขึ้นกับจำนวนข้อมูลส่วนของเส้นที่ประกอบกันเป็นหนึ่งเส้นทาง

3) ข้อมูลพื้นฐานสำหรับแต่ละระเบียนของเหตุการณ์เชิงเส้นขนาด 32 ไบต์ และข้อมูลพื้นฐานสำหรับแต่ละระเบียนของตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งขนาด 20 ไบต์ ร่วมกับขนาดพื้นที่ที่จัดเก็บเพิ่มเติมของข้อมูลลักษณะเฉพาะของแต่ละเหตุการณ์ซึ่งขึ้นกับความ

ต้องการของผู้ใช้ ขนาดเนื้อที่ต่อหนึ่งเส้นทางต่อประเภทของข้อมูลเหตุการณ์จะขึ้นกับจำนวนข้อมูลเหตุการณ์ที่มีในเส้นทาง ถ้าต้องการจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์หลายประเภทลงบนเส้นทางก็จะต้องใช้พื้นที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วน

จากการทดสอบโครงสร้างข้อมูลเส้นทางที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 เมื่อคำนวณปริมาณเนื้อที่ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้รองรับกับการทำงานจากโครงสร้างข้อมูลที่ออกแบบไว้จะได้ดังตาราง 5.1

ตารางข้อมูล	ขนาดโครงสร้าง (ไบต์/ระเบียน)	จำนวน ระเบียน	ขนาดที่ควรจะ จัดเก็บ(ไบต์)
Road_Route	25	335	8,375
Road_Section	18	1,588	28,584
Road_RdType_Lev	33	346	11,418
Road_Acc_Pev	21	100	2,100
Road_Route_Leg	13	1	13
Road_RdType_Lev_Leg	13	4	52
Road_Acc_Pev_Leg	17	5	85
รวม			50,627

ตาราง 5.1 การคำนวณเนื้อที่ที่ควรจะต้องจัดเก็บข้อมูลเส้นทาง

ขนาดโครงสร้างที่แสดงในตาราง 5.1 จะเป็นขนาดโครงสร้างที่ได้มีการเพิ่มเติมเขตข้อมูลอื่นๆ นอกเหนือไปจากเขตข้อมูลพื้นฐานที่ได้ออกแบบไว้

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อตรวจสอบกับขนาดของข้อมูลที่จัดเก็บในแฟ้มข้อมูลของไมโครซอฟต์ แอกเซส พบว่าขนาดของข้อมูลที่เพิ่มเติมขึ้นมาจากก่อนหน้าที่จะจัดสร้างข้อมูลทั้งหมดมีจำนวน 112,640 ไบต์ ซึ่งมากกว่าที่คาดไว้ โดยที่ข้อมูลส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมาจะเป็นข้อมูลที่ใช้ภายในเพื่อการจัดการฐานข้อมูลของ ไมโครซอฟต์ แอกเซส

ข้อจำกัดเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลของระบบอยู่ที่ขนาดเนื้อที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเช่น จานบันทึกแบบแข็ง ข้อจำกัดประการต่อมาจะเกี่ยวกับการแสดงข้อมูลเชิงเส้นในแง่ของจำนวนข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นและข้อมูลเส้นทางที่จะนำมาแสดงเนื่องจากได้มีการกำหนดโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลักไว้ให้จำนวนคู่พิกัดที่จะเก็บได้มากที่สุดในแต่ละข้อมูลเป็นประเภท Integer จึงไม่สามารถมีจำนวนคู่พิกัดได้มากกว่า 32,767 คู่

พิกัดต่อหนึ่งข้อมูล และในแต่ละประเภทข้อมูลจะมีจำนวนข้อมูลได้ไม่เกิน 32,767 ข้อมูล เนื่องจากการกำหนดประเภทของข้อมูลเป็นประเภท Integer เช่นเดียวกัน ซึ่งข้อจำกัดที่ได้กำหนดไว้นี้เพียงพอต่อข้อมูลส่วนของเส้นที่สร้างจากแผนที่มาตราส่วน 1:1,000,000 นอกจากนี้ปริมาณของข้อมูลเชิงเส้นที่จะแสดงได้จะขึ้นกับขนาดของหน่วยความจำหลักเพราะต้องทำการแปลงข้อมูลและจัดเก็บค่าพิกัดในโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลักก่อนที่จะแสดงข้อมูลเชิงเส้น (ดูรายละเอียดการออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำได้ในหัวข้อที่ 3.4)

กล่าวได้ว่าแนวคิดการจัดแบ่งส่วนแบบพลวัตสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการจัดการข้อมูลลักษณะเฉพาะที่ผูกติดกับข้อมูลส่วนของเส้นได้ และด้วยโครงสร้างข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้กับข้อมูลเชิงเส้นอื่นๆ เช่น เส้นทางคมนาคมทางน้ำ เส้นทางรถไฟ ฯลฯ ในการจัดสร้างข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์แต่ละประเภทได้ตามความต้องการ อีกทั้งเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่ได้จัดทำขึ้นก็สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์ใดๆได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าผลการวิจัยจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในงานวิจัยครั้งนี้ก็ตาม แต่เพื่อให้สามารถที่จะขยายขีดความสามารถของระบบข้อมูลเส้นทาง ผู้วิจัยใคร่ขอเสนอข้อแนะนำบางประการที่น่าจะทำต่อไปดังนี้

1) ระบบข้อมูลเส้นทางที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะรองรับการสร้างข้อมูลเส้นทางสำหรับข้อมูลส่วนของเส้นถนนทางหลวงที่มีในซียูจีไอเอสเพียงประเภทเดียว จึงควรจะมีการพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถรองรับการสร้างระบบข้อมูลเส้นทางกับข้อมูลประเภทอื่นได้ เช่น ข้อมูลเส้นทางรถไฟ หรือ เส้นทางคมนาคมทางน้ำ เป็นต้น

2) เพิ่มความสามารถในการสร้างข้อมูลเส้นทางได้หลายๆ ชุดบนข้อมูลส่วนของเส้นเดียวกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถที่จะสร้างข้อมูลเส้นทางของข้อมูลเส้นทางหลวงในซียูจีไอเอสได้เพียงชุดเดียวเท่านั้น หากสามารถขยายขีดความสามารถให้สร้างข้อมูลเส้นทางได้มากกว่า 1 ชุดบนข้อมูลส่วนของเส้นเดียวกันก็จะมีประโยชน์อย่างมากเนื่องจากข้อมูลเส้นทางสำหรับแต่ละงานอาจจะแตกต่างกันไป เช่น เส้นทางเดินรถประจำทาง จะแตกต่างจากเส้นทางของทางหลวง เป็นต้น

3) การสร้างข้อมูลค่าระยะให้กับเส้นทางในงานวิจัยนี้จะสร้างจากข้อมูลความยาวของส่วนของเส้นที่จัดเก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูล แต่เพื่อให้การกำหนดค่าระยะมีความถูกต้องมากขึ้น ควรจะขยายขีดความสามารถของระบบให้รองรับการกำหนดค่าระยะได้ด้วยตัวผู้ใช้เอง เนื่องจากความยาวของข้อมูลส่วนของเส้นจะเป็นผลรวมของการคำนวณหาความยาวของแต่ละคู่พิกัดที่เชื่อมต่อกันเป็นส่วนของเส้น แต่ในสภาพความเป็นจริงจะต้องพิจารณาถึงสภาพภูมิประเทศด้วย หากพื้นที่ใดที่มีความชันมากก็ควรจะมีระยะทางมากกว่าที่คำนวณได้

4) แม้ว่าโครงสร้างข้อมูลเชิงเส้นที่ใช้ในการแสดงข้อมูลเชิงเส้นจะสามารถรองรับข้อมูลแผนที่มาตราส่วน 1:1,000,000 ที่ใช้ในซียูจีไอเอสก็ตาม แต่หากต้องการขยายขีดความสามารถในการรองรับข้อมูลให้เพิ่มมากขึ้นก็สามารถทำได้ด้วยการแก้ไขข้อกำหนดของโครงสร้างข้อมูลเชิงเส้นให้สามารถรองรับจำนวนคู่พิกัดต่อข้อมูลด้วยการเปลี่ยนประเภทของตัวแปร TotalVertices ให้มีประเภทที่รองรับช่วงข้อมูลตัวเลขได้มากขึ้นเช่น Single และหากต้องการให้จำนวนข้อมูลในแต่ละประเภทข้อมูลมีมากขึ้นก็สามารถแก้ไขประเภทข้อมูลของตัวแปร TotalFeatures ให้เป็นประเภทข้อมูลที่รองรับช่วงข้อมูลตัวเลขได้มากขึ้นในลักษณะเดียวกัน อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการแก้ไขโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลักแล้ว หากต้องการให้ระบบสามารถรองรับข้อมูลจำนวนมากๆ ได้ก็อาจมีความจำเป็นที่จะต้องขยายขนาดของหน่วยความจำหลักที่มีจำกัดด้วยการใช้เทคนิคต่างๆ เช่น หน่วยความจำเสมือน (virtual memory) เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย