บทที่ 3

การออกแบบโครงสร้างข้อมูลเส้นทาง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างข้อมูลและการดำเนินงานกับข้อมูลต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นด้วยไมโครซอฟต์ วิชวลเบสิก 4.0 ซึ่งจะประกอบไปด้วยโครงสร้างข้อมูลเส้นทาง โครงสร้างข้อมูลเหตุการณ์ และโครงสร้างตารางสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ ในการออกแบบได้กำหนดให้ใช้รูปแบบตารางข้อมูลของไมโครซอฟต์ แอกเซส นอกจากนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเส้นทางในหน่วยความจำหลักที่ใช้ในการแสดงข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น

3.1 การออกแบบโครงสร้างข้อมูลเส้นทาง

ประเด็นสำคัญในการสร้างระบบข้อมูลเส้นทางอย่างหนึ่งก็คือข้อมูลเส้นทางที่สร้างขึ้นจะต้องไม่มีผลกระทบกับข้อมูลส่วนของเส้นพื้นฐานและจัดสร้างบนข้อมูลส่วนของเส้นดังกล่าว ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายให้เห็นถึงคุณลักษณะของข้อมูลเส้นทางที่เป็นข้อกำหนดในการจัดทำระบบข้อมูลเส้นทาง แสดงให้เห็นการออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเส้นทาง และการจัดการข้อมูลเส้นทางที่ได้ออกแบบไว้เพื่อดำเนินการกับข้อมูลเส้นทาง

3.1.1 นิยามของข้อมูลเส้นทาง

การออกแบบและทำงานกับระบบข้อมูลเส้นทางจะขึ้นกับการกำหนดคุณลักษณะของข้อมูลเส้นทางเป็นหลัก ดังนั้นก่อนที่จะอธิบายถึงการทำงานในส่วนต่อไปของระบบจึงจำเป็นที่จะต้องเข้าใจแนวทางและคุณลักษณะของข้อมูลเส้นทางก่อน

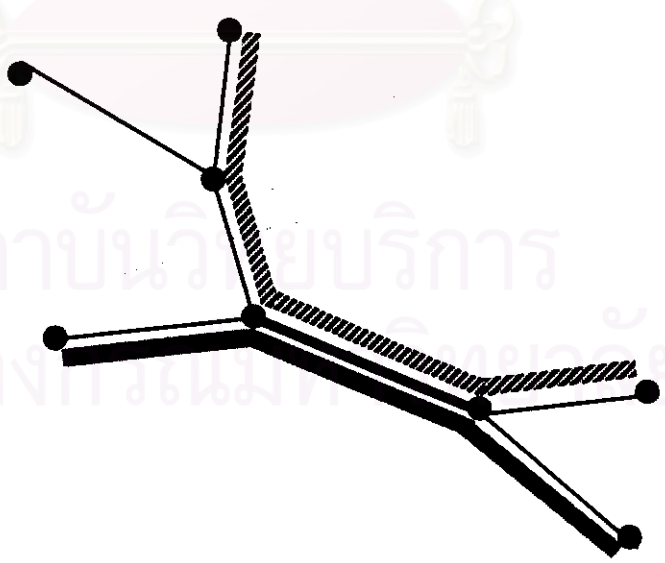
นิยามของข้อมูลเส้นทางที่กำหนดขึ้นในงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

1) กำหนดขึ้นโดยใช้ข้อมูลส่วนของเส้นพื้นฐาน โดยไม่มีผลกระทบกับข้อมูลส่วนของเส้นที่เป็นพื้นฐานของระบบข้อมูลเส้นทางทั้งหมด ข้อมูลเส้นทางจะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่จุดเริ่มต้นหรือจุดปลายของข้อมูลส่วนของเส้น ดังในรูปที่ 3.1

2) ข้อมูลส่วนของเส้นที่ใช้ในการสร้างเส้นทางจะต้องต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุด ห้ามมีช่วงที่ขาดตอน

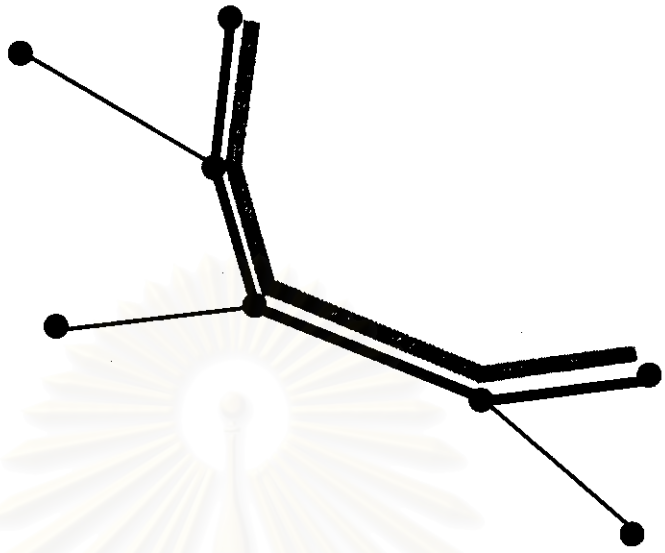
3) ข้อมูลส่วนของเส้นหนึ่งๆ อาจจะถูกใช้ในการสร้างข้อมูลเส้นทางได้มากกว่าหนึ่งเส้นทาง เนื่องจากข้อมูลเส้นทางบางประเภทอาจจะมีการกำหนดเส้นทางที่ซ้ำซ้อนกันได้ในบางจุด เช่น เส้นทางการเดินรถประจำทางที่ในบางถนนก็มีรถประจำทางวิ่งอยู่หลายสาย เป็นต้น ดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.1 ข้อมูลเส้นทางที่สร้างบนข้อมูลส่วนของเส้น



รูปที่ 3.2 ข้อมูล 2 เส้นทางที่ใช้ข้อมูลส่วนของเส้นเดียวกัน

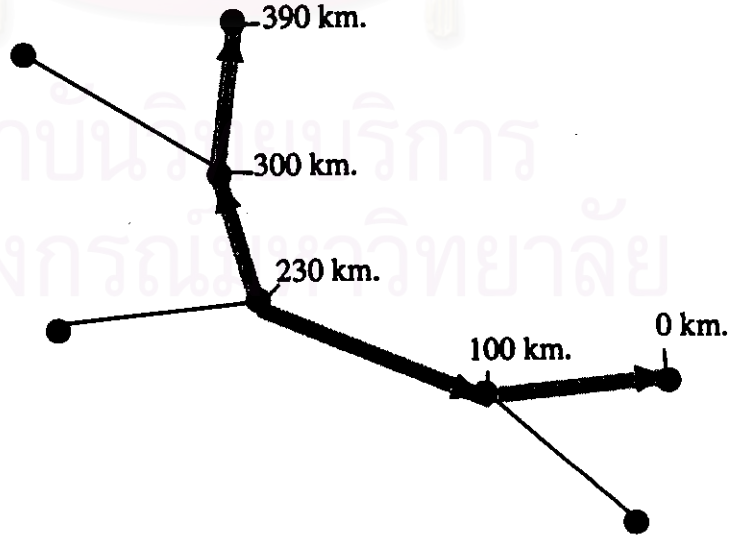
4) ข้อมูลส่วนของเส้นที่ใช้ในการสร้างแต่ละเส้นทางจะต้องเชื่อมต่อกับส่วนของเส้นอื่นๆ เพียงเส้นเดียวเท่านั้น



รูปที่ 3.3 ข้อมูลส่วนของเส้นที่จะสร้างเป็นเส้นทางต่อเนื่องกันทั้งหมดและไม่มีทางแยก

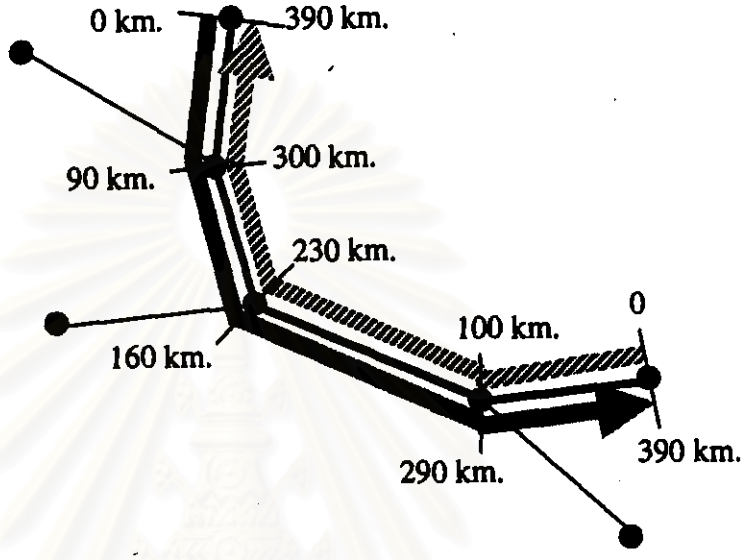
5) ข้อมูลค่าระยะทางจะคำนวณจากระยะทางของส่วนของเส้นโดยใช้หน่วยเป็นกิโลเมตร

6) ข้อมูลส่วนของเส้นที่จะใช้ในการสร้างเส้นทางจะอยู่ในทิศทางตรงไปหรือย้อนกลับก็ได้ โดยที่ค่าระยะจะต้องคำนวณต่อจากค่าระยะทางสิ้นสุดของส่วนของเส้นก่อนหน้า



รูปที่ 3.4 มาตรวัดวัดระยะที่คำนวณจากส่วนของเส้นที่มีทิศทาง

7) ข้อมูลเส้นทางจะต้องมีทิศทางโดยเริ่มจากจุดเริ่มต้นที่กำหนดไปจนสุดข้อมูลส่วนของเส้นที่เชื่อมต่อกัน หากต้องการสร้างเส้นทางในขาไปและกลับจะต้องกำหนดให้จุดสิ้นสุดของเส้นทางขาไปเป็นจุดเริ่มต้นของเส้นทางขากลับ ซึ่งจะได้เส้นทางทั้งสองที่มีค่าระยะที่ตรงข้ามกัน



รูปที่ 3.5 การกำหนดทิศทางของข้อมูลเส้นทางจะมีผลกับค่าระยะ

3.1.2 ผลการออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเส้นทาง

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเส้นทางจะสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนหลักคือ ข้อมูลเส้นทาง และข้อมูลค่าระยะของเส้นทาง รูปแบบข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลเส้นทางจะใช้รูปแบบของไมโครซอฟต์ แอกเซส โดยจะออกแบบในลักษณะของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ข้อมูลเส้นทางเป็นข้อมูลที่สร้างขึ้นจากข้อมูลส่วนของเส้น โดยจะรวมข้อมูลส่วนของเส้นที่มีลักษณะเหมือนกันเข้าด้วยกัน เช่น ทางหลวงสายเดียวกัน หรือส่วนของเส้นถนนที่เป็นเส้นทางเดินรถประจำทางสายเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งการรวมข้อมูลดังกล่าวมาเป็นข้อมูลเส้นทางทำให้การเลือกข้อมูลสามารถทำได้โดยการเลือกจากข้อมูลเส้นทางได้โดยตรงไม่จำเป็นที่จะต้องค้นหาจากข้อมูลส่วนของเส้นอีกต่อไป

นอกจากนี้ข้อมูลเส้นทางจะต้องมีการจัดเก็บค่าระยะตลอดทั้งเส้นทางเพื่อใช้เป็นพื้นฐานที่จะให้ข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ อ้างอิงโดยอาศัยค่าระยะของแต่ละเหตุการณ์เป็นหลัก ค่าระยะจะคำนวณจากความยาวของส่วนของเส้นที่มาประกอบกันเป็นเส้นทาง

3.1.2.1 ตารางข้อมูลเส้นทาง

ตารางข้อมูลเส้นทางเป็นตารางที่ใช้จัดเก็บรายละเอียดของแต่ละเส้นทาง โดยระบบจะกำหนดชื่อตารางให้เป็น Road_Route เสมอ ตาราง Road_Route มีโครงสร้างตารางข้อมูลพื้นฐานดังในตารางที่ 3.1

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	รายละเอียด
RouteNO	Counter	จัดเก็บหมายเลขประจำเส้นทางซึ่งระบบจะสร้างให้อัตโนมัติโดยใช้ลักษณะข้อมูลแบบ Counter ในไมโครซอฟต์ แอกเซส
XLL	Single	ค่าพิกัดแกน X ของมุมล่างซ้ายของแต่ละเส้นทาง
YLL	Single	ค่าพิกัดแกน Y ของมุมล่างซ้ายของแต่ละเส้นทาง
XUR	Single	ค่าพิกัดแกน X ของมุมบนขวาของแต่ละเส้นทาง
YUR	Single	ค่าพิกัดแกน Y ของมุมบนขวาของแต่ละเส้นทาง
.....	.....	ข้อมูลลักษณะเฉพาะอื่นๆ ที่ต้องการจัดเก็บ เช่น ชื่อเส้นทาง ฯลฯ

ตาราง 3.1 โครงสร้างตารางข้อมูลพื้นฐานของข้อมูลเส้นทาง (Road_Route)

เครื่องมือซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้นจะเป็นผู้กำหนดค่าของเขตข้อมูลพื้นฐานซึ่งได้แก่ RouteNO XLL YLL XUR และ YUR ในขณะที่สร้างข้อมูลเส้นทาง ข้อมูลที่จัดเก็บในเขตข้อมูล XLL YLL XUR และ YUR จะถูกนำไปเปรียบเทียบเพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลเส้นทางที่อยู่ในพื้นที่ที่แสดงบนจอภาพเท่านั้นเพื่อความรวดเร็วในการแสดงข้อมูล หากผู้ใช้ต้องการที่จะเพิ่มเติมรายละเอียดอื่นๆ ของเส้นทางก็สามารถที่จะเพิ่มเขตข้อมูลลงในตารางนี้ได้

3.1.2.2 ตารางข้อมูลค่าระยะ

ตารางข้อมูลค่าระยะของเส้นทางจะจัดเก็บค่าระยะของแต่ละส่วนของเส้นที่เชื่อมต่อกันเป็นเส้นทาง ระบบจะกำหนดชื่อให้เป็น Road_Section เสมอ โครงสร้างตารางข้อมูลพื้นฐานมีดังในตารางที่ 3.2

ระบบจะคำนวณหาระยะเริ่มต้นและสิ้นสุดให้กับแต่ละส่วนของเส้นพร้อมทั้งทิศทางของแต่ละส่วนของเส้น และจัดเก็บค่าหมายเลขประจำเส้นทาง หมายเลขประจำส่วนของเส้นลงในตารางนี้ โดยที่ตารางนี้จะสามารถเชื่อมโยงไปยังข้อมูลส่วนของเส้นในลักษณะหนึ่ง-ต่อ-หนึ่ง

โดยการใช้เขตข้อมูล ArcNO และเชื่อมโยงไปยังตารางข้อมูลเส้นทางในลักษณะหลาย-ต่อ-หนึ่ง ได้ด้วยเขตข้อมูล RouteNO

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	รายละเอียด
RouteNO	Single	จัดเก็บหมายเลขประจำเส้นทาง
ArcNO	Single	จัดเก็บหมายเลขประจำส่วนของเส้น
From	Single	จัดเก็บระยะเริ่มต้นของส่วนของเส้น
To	Single	จัดเก็บระยะสิ้นสุดของส่วนของเส้น
Dir	Integer	จัดเก็บทิศทางของส่วนของเส้น 1 - ทิศทางตรงไป -1 – ทิศทางย้อนกลับ

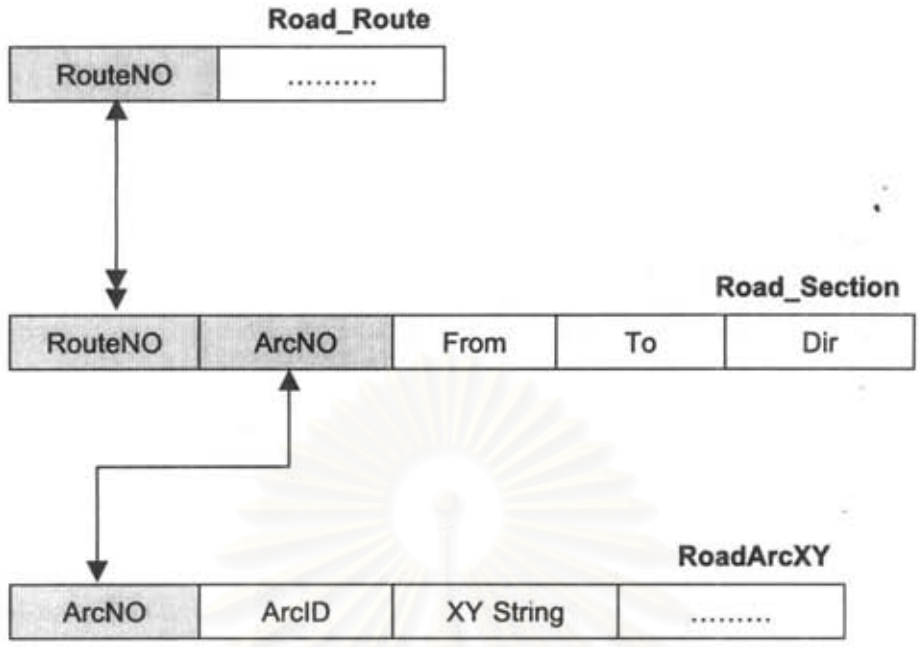
ตาราง 3.2 โครงสร้างตารางข้อมูลพื้นฐานของข้อมูลค่าระยะของเส้นทาง (Road_Section)

หากต้องการจัดเก็บข้อมูลลักษณะเฉพาะอื่นๆ ในตารางนี้ก็สามารถทำได้เช่นกัน แต่ไม่จำเป็นเนื่องจากหน้าที่หลักของตารางนี้คือการเชื่อมโยงข้อมูลเส้นทางเข้ากับข้อมูลส่วนของเส้น และเป็นค่าที่ใช้ในการอ้างอิงกับข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ เท่านั้น หากต้องการจัดเก็บข้อมูลที่ปรากฏบนเส้นทางควรจะไปจัดเก็บในตารางเหตุการณ์จะเหมาะสมกว่า

3.1.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลส่วนของเส้น ตารางข้อมูลเส้นทาง และตารางข้อมูลค่าระยะ จะมีตารางข้อมูลค่าระยะเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงตารางข้อมูลเส้นทางและตารางข้อมูลส่วนของเส้นเข้าด้วยกันดังในรูป 3.6 รายละเอียดโครงสร้างตารางข้อมูลส่วนของเส้นหรือ RoadARCXY สามารถดูได้ในภาคผนวก ข.

จากการออกแบบโครงสร้างตารางที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเส้นทางข้างต้นจะเห็นได้ว่าตารางทั้งสองจะสร้างขึ้นและเชื่อมโยงไปยังตารางส่วนของเส้นได้ โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขข้อมูลในตาราง RoadArcXY



รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูล RoadArcXY Road_Section และ Road_Route

3.1.3 การจัดการข้อมูลเส้นทาง

หลังจากที่จัดทำข้อมูลเส้นทางแล้วผู้ใช้สามารถที่จะดำเนินการกับข้อมูลเส้นทางต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) การสร้างตารางข้อมูลเส้นทาง ระบบจะรองรับการสร้างตารางข้อมูลเส้นทางในฐานข้อมูลได้

2) การลบตารางข้อมูลเส้นทาง ระบบจะรองรับการลบตารางข้อมูลเส้นทางออกจากฐานข้อมูลได้

3) การสร้างข้อมูลเส้นทาง ระบบข้อมูลเส้นทางจะรองรับการสร้างข้อมูลเส้นทางจากข้อมูลส่วนของเส้นที่ผู้ใช้กำหนด

4) การเลือกเส้นทาง ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกเส้นทางได้จากการกำหนดบนจอภาพหรือเลือกจากการกำหนดเงื่อนไขกับข้อมูลลักษณะเฉพาะในตารางเส้นทาง

5) การปรับเปลี่ยนโครงสร้างตารางข้อมูลเส้นทาง ผู้ใช้สามารถที่จะเพิ่มเติมหรือลบเขตข้อมูลในตารางเส้นทางเพื่อกำหนดคุณลักษณะต่างๆ ให้กับข้อมูลเส้นทางที่สร้างขึ้นได้ อย่างไรก็ตามผู้ใช้จะไม่สามารถที่จะลบเขตข้อมูลที่ชื่อ Ro iteNo ซึ่งจัดเก็บหมายเลขลำดับของเส้นทางที่สร้างขึ้นมาได้

6) การแก้ไขข้อมูลคุณลักษณะต่างๆ ในตารางข้อมูลเส้นทาง ผู้ใช้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในเขตข้อมูลต่างๆ ของตารางข้อมูลเส้นทางได้ โดยสามารถเลือกที่จะแก้ไขทุกระเบียนที่เลือกในครั้งเดียว หรือแก้ไขในแต่ละระเบียนก็ได้

7) การสอบถามข้อมูลเส้นทาง(Identify) ผู้ใช้สามารถสอบถามคุณลักษณะของเส้นทางที่เลือกไว้ และสามารถกำหนดสีเพื่อเน้นความแตกต่างได้

8) การสอบถามค่าระยะบนเส้นทาง ผู้ใช้สามารถสอบถามค่าระยะบนเส้นทางได้ด้วยการกำหนดตำแหน่งที่จะสอบถามบนจอภาพ หากตำแหน่งดังกล่าวอยู่บนหลายเส้นทางก็จะแสดงค่าระยะของตำแหน่งนั้นบนแต่ละเส้นทางขึ้นมาให้ทราบทั้งหมด

3.2 การออกแบบโครงสร้างข้อมูลเหตุการณ์

นอกเหนือไปจากข้อมูลเส้นทางที่ได้กล่าวมาข้างต้น ข้อมูลเหตุการณ์นับเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญ การที่มีข้อมูลเส้นทางพร้อมทั้งข้อมูลเหตุการณ์จะทำให้ระบบข้อมูลเส้นทางในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ครบสมบูรณ์ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์ พร้อมทั้งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลส่วนของเส้น ตารางข้อมูลค่าระยะ ตารางข้อมูลเส้นทาง และตารางข้อมูลเหตุการณ์ และการดำเนินการกับข้อมูลเหตุการณ์ที่ได้ออกแบบไว้

3.2.1 นิยามของข้อมูลเหตุการณ์

ข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ จะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนข้อมูลเส้นทางโดยอาศัยข้อมูลค่าระยะเป็นเครื่องกำหนดตำแหน่งลงบนเส้นทางเหล่านั้น คุณลักษณะที่สำคัญของข้อมูลเหตุการณ์มีดังต่อไปนี้

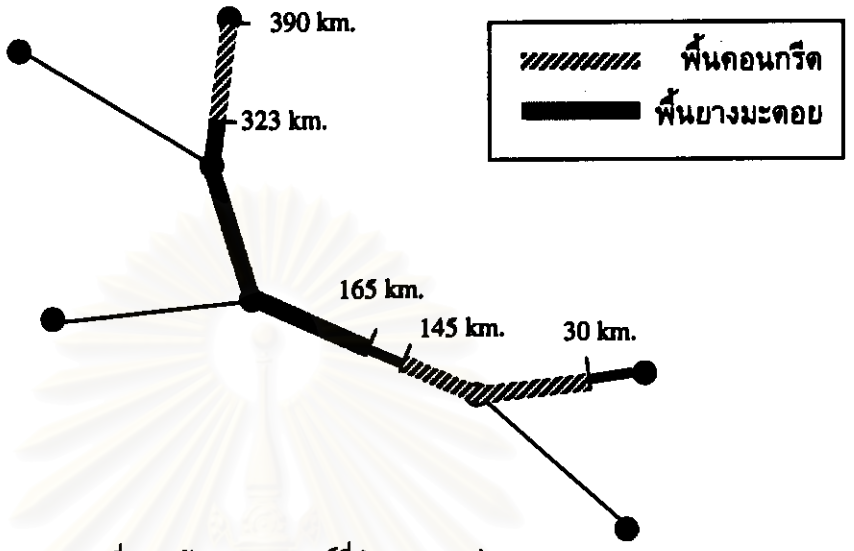
1) ข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ จะอ้างอิงกับข้อมูลเส้นทางโดยอาศัยค่าระยะเป็นหลัก ซึ่งหมายความว่าการกำหนดข้อมูลเหตุการณ์จะต้องกำหนดเป็นค่าระยะและไม่จำเป็นที่จะต้องแบ่งแยกข้อมูลที่ตำแหน่งของทางแยกหรือจุดตัดของข้อมูลส่วนของเส้นอีกต่อไป โดยที่การกำหนดค่าระยะให้กับแต่ละเหตุการณ์จะไม่มีผลในการแบ่งแยกข้อมูลส่วนของเส้นออกเพื่อให้รองรับกับความแตกต่างของเหตุการณ์

2) ข้อมูลเหตุการณ์จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

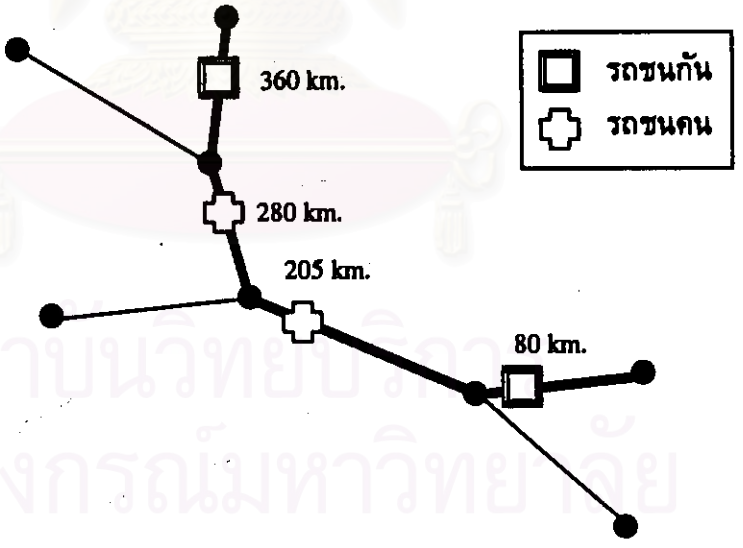
2.1) เหตุการณ์เชิงเส้นที่มีการกำหนดค่าระยะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่แน่นอนให้กับแต่ละเหตุการณ์ เช่น ประเภทของผิวถนนบนเส้นทางถนนทางหลวงดังในรูปที่ 3.7 เป็นต้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2) เหตุการณ์เชิงตำแหน่งซึ่งมีค่าระยะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งบนเส้นทาง รูปที่ 3.8 แสดงให้เห็นตัวอย่างข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งที่แสดงตำแหน่งอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนเส้นทางถนนทางหลวงที่กำหนดจากค่าระยะ



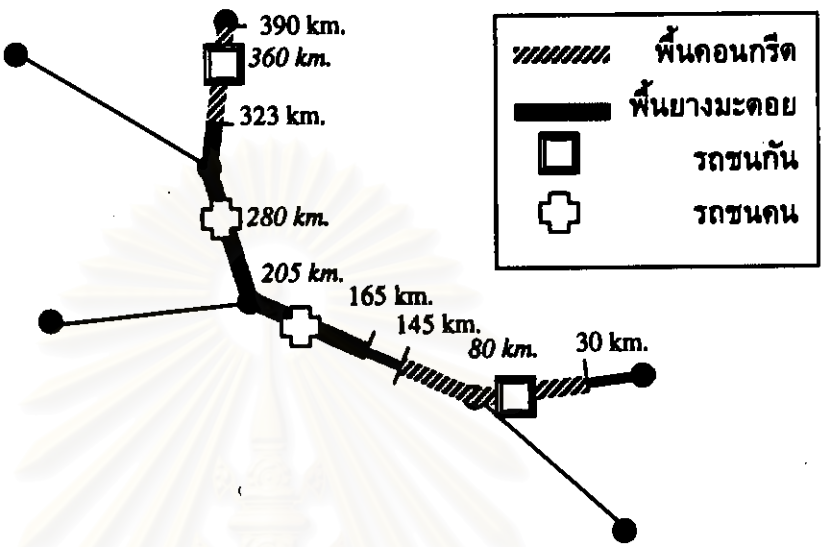
รูปที่ 3.7 ข้อมูลเหตุการณ์ที่กำหนดจากค่าระยะ



รูปที่ 3.8 ข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งบนเส้นทาง

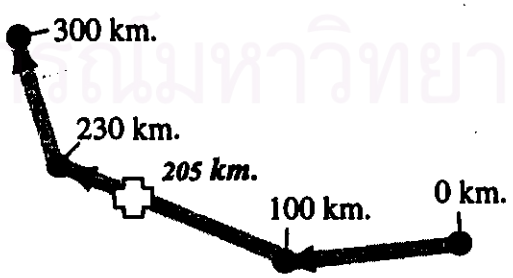
3) การจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์จะแบ่งแยกออกเป็นชุดๆ ตามชนิดของเหตุการณ์ไม่นำมาปะปนกันเพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ เช่น ในระบบเส้นทางของถนนทางหลวงอาจจะมีการจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับประเภทผิวถนนและตำแหน่งอุบัติเหตุ แยกออกเป็น 2 เรื่อง

แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการที่ข้อมูลเหตุการณ์ทั้งสองประเภทอ้างอิงกับค่าระยะของเส้นทางถนนทางหลวงจึงทำให้สามารถแสดงข้อมูลเหตุการณ์ทั้งสองบนเส้นทางเดียวกันได้ดังในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เหตุการณ์เชิงเส้นและเชิงตำแหน่งที่ปรากฏอยู่บนเส้นทางเดียวกัน

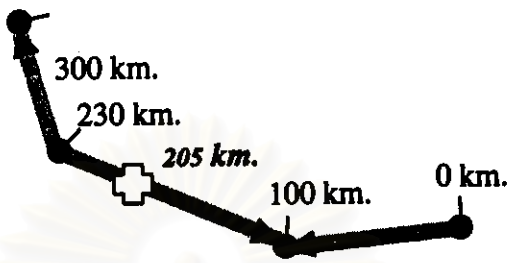
4) ในกรณีที่ทิศทางข้อมูลส่วนของเส้นไม่ได้เป็นไปตามทิศทางของเส้นทาง ระบบจะต้องคำนวณค่าระยะย้อนกลับเพื่อให้สามารถแสดงตำแหน่งข้อมูลเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้อง รูปที่ 3.10 และ 3.11 แสดงให้เห็นตำแหน่งของเหตุการณ์อุบัติเหตุรถชนคนที่มีค่าระยะเป็น 205 กม. จากจุดเริ่มต้นเส้นทาง ซึ่งเส้นทางตัวอย่างในรูปทั้งสองสร้างจากข้อมูลส่วนของเส้นที่มีทิศทางแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามการแสดงผลของตำแหน่งเหตุการณ์บนข้อมูลเส้นทางทั้งสองจะต้องแสดงอยู่ ณ ตำแหน่งเดียวกัน โดยระบบจะต้องคำนวณหาค่าระยะที่ถูกต้องให้กับเหตุการณ์แม้ว่าข้อมูลส่วนของเส้นจะมีทิศทางย้อนกลับก็ตาม



รูปที่ 3.10 การกำหนดตำแหน่งข้อมูลเหตุการณ์บนส่วนของข้อมูลที่มีทิศทางตรงไป

3.2.2 ผลการออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์จะแบ่งแยกออกตามประเภทของข้อมูลเหตุการณ์คือ ข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น และข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง โดยที่ตารางข้อมูลทั้งสองแบบจะจัดเก็บในรูปแบบของไมโครซอฟต์ แอกเซส



รูปที่ 3.11 การกำหนดตำแหน่งข้อมูลเหตุการณ์บนส่วนของข้อมูลที่มีทิศทางย้อนกลับ

3.2.2.1 ตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น

ตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นเป็นตารางข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นที่อ้างอิงบนข้อมูลเส้นทางด้วยการกำหนดระยะทางเริ่มต้นและระยะทางสิ้นสุดให้กับแต่ละเส้นทาง ผู้ใช้ระบบสามารถที่จะกำหนดชื่อต้นของตารางและระบบจะกำหนดชื่อท้ายให้กับตารางเหตุการณ์เชิงเส้นเป็น "_LEV" (ย่อมาจาก linear event) เสมอ เช่นเมื่อผู้ใช้ต้องการสร้างตารางเพื่อจัดเก็บข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นเกี่ยวกับประเภทของผิวถนน ก็จะกำหนดชื่อว่า Material ระบบก็จะต่อท้ายชื่อตารางให้เป็น Material_Lev ในระหว่างการทำงานระบบสามารถค้นหาและแบ่งแยกประเภทของข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลได้ด้วยการค้นหาตารางที่มีชื่อท้ายว่า _Lev

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของตารางข้อมูลเหตุการณ์ประเภทนี้จะประกอบไปด้วยรายละเอียดดังตาราง 3.3

ค่าของเขตข้อมูล XLL YLL XUR และ YUR จะถูกคำนวณให้แต่ละเหตุการณ์ในขณะที่ผู้ใช้กำหนดให้ทำการแสดงข้อมูลเหตุการณ์ ระบบจะคำนวณหาขอบเขตให้กับแต่ละข้อมูลเหตุการณ์พร้อมทั้งจัดเก็บลงในเขตข้อมูลทั้งสี่ซึ่งจะนำมาใช้ในการแสดงข้อมูลเหตุการณ์ โดยในขณะที่ทำการแสดงข้อมูลเหตุการณ์บนจอภาพจะเลือกแสดงเฉพาะข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่การแสดงข้อมูลบนจอภาพเท่านั้นเพื่อเป็นการลดเวลาการวาดข้อมูล

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
ID	Counter	หมายเลขประจำเหตุการณ์ที่ระบบสร้างให้อัตโนมัติ
RouteNO	Single	จัดเก็บหมายเลขประจำเส้นทาง
From	Single	จัดเก็บค่าระยะทางเริ่มต้นของเหตุการณ์
To	Single	จัดเก็บค่าระยะทางสิ้นสุดของเหตุการณ์
XLL	Single	ค่าพิกัดแกน X ของมุมล่างซ้ายของแต่ละเหตุการณ์
YLL	Single	ค่าพิกัดแกน Y ของมุมล่างซ้ายของแต่ละเหตุการณ์
XUR	Single	ค่าพิกัดแกน X ของมุมบนขวาของแต่ละเหตุการณ์
YUR	Single	ค่าพิกัดแกน Y ของมุมบนขวาของแต่ละเหตุการณ์
.....	.....	ลักษณะเฉพาะอื่นๆ ที่ต้องการจัดเก็บ

ตาราง 3.3 โครงสร้างตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น

ลักษณะเฉพาะอื่นที่ผู้ใช้ต้องการจะกำหนดให้กับข้อมูลเหตุการณ์สามารถเพิ่มเติมได้ตามความต้องการ

3.2.2.2 ตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง

ตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งเป็นตารางที่จัดเก็บข้อมูลตำแหน่งและรายละเอียดของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ปรากฏอยู่บนเส้นทาง โดยในลักษณะเดียวกับตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นที่ผู้ใช้ระบบสามารถที่จะกำหนดชื่อต้นให้กับตารางจะต่างกันก็เพียงแต่ระบบจะกำหนดชื่อท้ายให้กับตารางเป็น "_PEV" (ย่อมาจาก point event) เช่น ผู้ใช้กำหนดชื่อข้อมูลเหตุการณ์ตำแหน่งอุบัติเหตุเป็น Accident ระบบจะจัดเก็บชื่อเต็มให้กับตารางว่า Accident_Pev และจะใช้ชื่อท้ายในการค้นหาตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง รายละเอียดโครงสร้างของตารางเหตุการณ์เชิงเส้นจะอธิบายได้ด้วยตาราง 3.4

ค่าที่จัดเก็บในเขตข้อมูล X และ Y จะเป็นค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแต่ละตำแหน่งเหตุการณ์ที่ได้จากการคำนวณในขณะที่กำหนดให้แสดงข้อมูล ระบบจะนำค่าพิกัดที่ได้ไปใช้ในการแสดงข้อมูลบนจอภาพร่วมกับข้อมูลอื่นๆ

สำหรับลักษณะเฉพาะอื่นๆ ที่ผู้ใช้ต้องการจัดเก็บรายละเอียดของเหตุการณ์ก็สามารถที่จะเพิ่มเติมลงในตารางข้อมูลได้ระหว่างการทำงาน

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
ID	Counter	หมายเลขประจำเหตุการณ์ที่ระบบสร้างให้อัตโนมัติ
RouteNO	Single	จัดเก็บหมายเลขประจำเส้นทาง
Position	Single	จัดเก็บค่าระยะของเหตุการณ์
X	Single	ค่าพิกัดแกน X ของตำแหน่งเหตุการณ์
Y	Single	ค่าพิกัดแกน Y ของตำแหน่งเหตุการณ์
.....	.....	ลักษณะเฉพาะอื่นๆ ที่ต้องการจัดเก็บ

ตาราง 3.4 โครงสร้างข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง

3.2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

รูปที่ 3.12 จะแสดงให้เห็นภาพของความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลส่วนของเส้น ตารางข้อมูลค่าระยะ ตารางข้อมูลเส้นทาง และตารางข้อมูลเหตุการณ์ทั้งสองประเภท

ข้อมูลเหตุการณ์ในแต่ละเส้นทางสามารถมีได้มากกว่าหนึ่งข้อมูลจึงมีความสัมพันธ์กับข้อมูลเส้นทางในลักษณะหนึ่ง-ต่อ-หลายโดยผ่านทางเขตข้อมูล RouteNO

นอกจากนี้ตารางข้อมูลเหตุการณ์ยังมีความสัมพันธ์กับตารางค่าระยะในลักษณะของการนำข้อมูลค่าระยะทางจากตารางเหตุการณ์มาเปรียบเทียบกับข้อมูลค่าระยะเพื่อกำหนดค่าพิกัดที่ใช้ในการแสดงข้อมูลเหตุการณ์อีกด้วย

3.2.3 การจัดการข้อมูลเหตุการณ์

การทำงานกับเหตุการณ์สามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

1) การสร้างตารางข้อมูลเหตุการณ์ ผู้ใช้สามารถสร้างข้อมูลเหตุการณ์ซึ่งจะเป็นตารางข้อมูลใน 2 ลักษณะ ก็คือข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นและข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง โดยสามารถกำหนดชื่อของเหตุการณ์ได้และจะอยู่ในรูปของตารางฐานข้อมูลซึ่งมีโครงสร้างดังที่แสดงไว้ในหัวข้อที่ 3.2.2

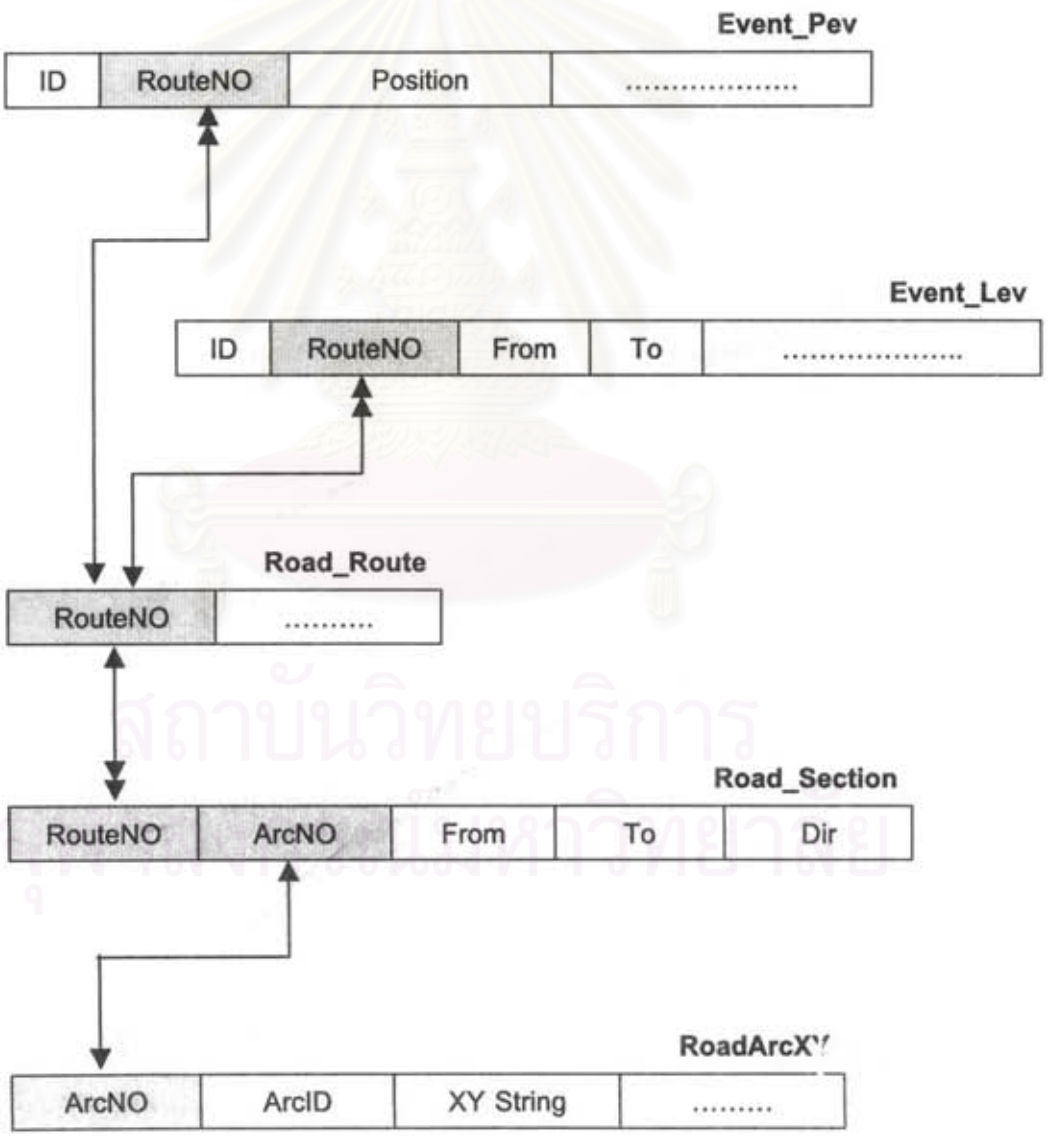
2) การลบตารางข้อมูลเหตุการณ์ ผู้ใช้สามารถลบตารางข้อมูลเหตุการณ์ทั้งสองประเภทออกจากฐานข้อมูลได้

3) การสร้างข้อมูลเหตุการณ์ ผู้ใช้สามารถสร้างข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ ที่บรากฏอยู่บนเส้นทางได้ตามความต้องการ

4) การแก้ไขโครงสร้างตารางเหตุการณ์ ผู้ใช้สามารถเพิ่มและลบเขตข้อมูลต่างๆ ในตารางเหตุการณ์เพื่อให้สามารถรองรับลักษณะเฉพาะที่จำเป็นต่อการสร้างแบบจำลองของข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ บนเส้นทางได้

5) การแก้ไขข้อมูลเหตุการณ์ ผู้ใช้สามารถแก้ไขรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลเหตุการณ์ และสามารถเพิ่มและลบเหตุการณ์ได้ตามความต้องการ

6) การแสดงข้อมูลเหตุการณ์ ผู้ใช้สามารถกำหนดข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ ที่ต้องการแสดงพร้อมๆกันได้ โดยสามารถที่จะกำหนดลำดับการแสดง สัญลักษณ์ของเหตุการณ์ตามข้อมูลคุณลักษณะต่างๆที่มีในตารางเหตุการณ์ พร้อมทั้งสามารถที่จะกำหนดให้วาดหรือไม่วาดข้อมูลเหตุการณ์ที่ต้องการได้ อีกทั้งสามารถเลือกข้อมูลเหตุการณ์ออกจากรายการการแสดงข้อมูลได้



รูปที่ 3.12 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลในระบบเส้นทาง

7) การสอบถามข้อมูลเหตุการณ์ ผู้ใช้สามารถสอบถามข้อมูลเหตุการณ์ที่กำหนดให้วาดในการแสดงข้อมูลด้วยการเลือกจากจอภาพ และแสดงรายละเอียดของแต่ละเหตุการณ์ได้

3.3 การออกแบบโครงสร้างข้อมูลสัญลักษณ์

การแสดงข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะอยู่ในรูปของภาพแผนที่ซึ่งจะมีการกำหนดสัญลักษณ์ใช้แทนข้อมูลประเภทต่างๆ เพื่อให้สื่อความหมายได้ง่ายขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโครงสร้างข้อมูลสัญลักษณ์ที่จะนำมาใช้ในการแสดงข้อมูลเส้นทาง ข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น และข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง เนื่องจากข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นจะมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงเส้น(linear data) ซึ่งจะมีรูปแบบของการแสดงสัญลักษณ์เหมือนกัน ดังนั้นต่อไปนี้จะใช้คำว่า "ข้อมูลเชิงเส้น" แทนข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น

การกำหนดรูปแบบของสัญลักษณ์จะกำหนดตามค่าที่ไม่ซ้ำซ้อนกันของเขตข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้ในการแสดงภาพแผนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลกับตารางสัญลักษณ์จะเป็นในลักษณะของหลาย-ต่อ-หนึ่ง ชื่อของตารางสัญลักษณ์จะใช้ชื่อของข้อมูลเส้นทางหรือเหตุการณ์บวกกับคำลงท้ายว่า "_LEG" (ย่อมาจาก legend) เช่นตารางสัญลักษณ์ของเส้นทางจะมีชื่อว่า Road_Route_Leg และตารางสัญลักษณ์ของข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง Accident_Pev จะมีชื่อว่า Accident_Pev_Leg

3.3.1 โครงสร้างข้อมูลสัญลักษณ์เชิงเส้น

สัญลักษณ์สำหรับข้อมูลเชิงเส้นจะใช้ในการแสดงข้อมูลเส้นทางและเหตุการณ์เชิงเส้น โดยที่สัญลักษณ์สำหรับข้อมูลเชิงเส้นจะประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1) รูปแบบของเส้น (Pattern) เป็นการกำหนดรูปแบบหรือลักษณะของเส้นที่ต้องการจะใช้ในการแสดงข้อมูล

2) สี เป็นการกำหนดสีที่ใช้ในการแสดงข้อมูลเชิงเส้น

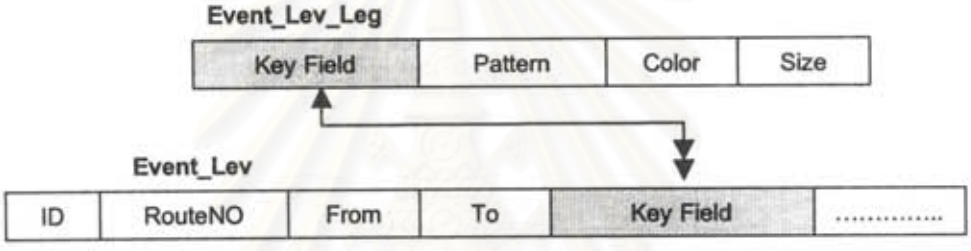
3) ขนาด เป็นการกำหนดขนาดของเส้นที่ใช้ในการแสดงข้อมูล

เขตข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดสัญลักษณ์สามารถเป็นเขตข้อมูลใดก็ได้และประเภทของเขตข้อมูลก็อาจจะเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้โดยจะใช้ตามตารางข้อมูลเชิงเส้น โครงสร้างตารางสัญลักษณ์ข้อมูลเชิงเส้นดูได้จากตาราง 3.5

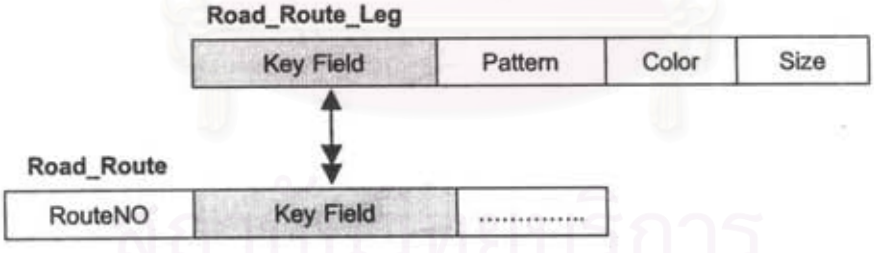
ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
Key Field	*	จัดเก็บข้อมูลค่าของเขตข้อมูลสัญลักษณ์ที่ไม่ซ้ำซ้อนกัน
Pattern	Long	จัดเก็บค่าหมายเลขประจำรูปแบบของเส้น
Color	Long	จัดเก็บค่าของสี
Size	Long	จัดเก็บขนาดของสัญลักษณ์เส้น

ตาราง 3.5 โครงสร้างตารางสัญลักษณ์ข้อมูลเชิงเส้น

รูปที่ 3.13 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นและตารางสัญลักษณ์ และรูปที่ 3.14 จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลเส้นทางกับตารางสัญลักษณ์



รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นกับตารางสัญลักษณ์เชิงเส้น



รูปที่ 3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลเส้นทางกับตารางสัญลักษณ์เชิงเส้น

3.3.2 โครงสร้างข้อมูลสัญลักษณ์เชิงตำแหน่ง

สัญลักษณ์สำหรับข้อมูลเชิงตำแหน่งจะใช้ในการแสดงข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง โดยที่สัญลักษณ์สำหรับข้อมูลเชิงตำแหน่งจะประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1) ฟอนต์หรือลักษณะตัวอักษร (Font) สัญลักษณ์สำหรับข้อมูลเชิงตำแหน่งจะใช้ฟอนต์ในการแสดงข้อมูล ผู้ใช้จะต้องกำหนดฟอนต์ที่ต้องการแสดงให้กับแต่ละข้อมูล

2) รูปแบบ (Pattern) เป็นการกำหนดรูปแบบของตัวอักขระที่ใช้แสดงแทนข้อมูล ผู้ใช้จะต้องกำหนดรูปแบบที่ต้องการซึ่งมีอยู่ในฟอนต์ที่ได้กำหนดไว้

3) สี เป็นการกำหนดสีที่จะใช้ในการแสดงข้อมูล

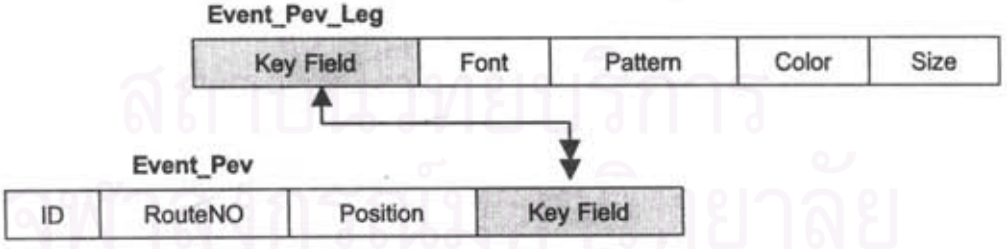
4) ขนาด เป็นการกำหนดขนาดของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงข้อมูล

เขตข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดสัญลักษณ์สามารถเป็นเขตข้อมูลใดก็ได้และประเภทของเขตข้อมูลก็อาจจะเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้โดยจะใช้ตามตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง โครงสร้างตารางสัญลักษณ์ข้อมูลเชิงตำแหน่งดูได้จากตาราง 3.6

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
Key Field	*	จัดเก็บข้อมูลค่าของเขตข้อมูลสัญลักษณ์ที่ไม่ซ้ำซ้อนกัน
Font	Text	จัดเก็บชื่อฟอนต์
Pattern	Long	จัดเก็บค่าหมายเลขประจำรูปแบบของอักขระ
Color	Long	จัดเก็บค่าของสี
Size	Long	จัดเก็บขนาดของสัญลักษณ์ตำแหน่ง

ตาราง 3.6 โครงสร้างตารางสัญลักษณ์ข้อมูลเชิงตำแหน่ง

รูปที่ 3.15 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งและตารางสัญลักษณ์



รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งกับตารางสัญลักษณ์เชิงตำแหน่ง

3.4 การออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลัก

เมื่อกำหนดให้มีการแสดงข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์ระบบจะแปลงค่าระยะของเหตุการณ์ต่าง ๆให้เป็นค่าพิกัด โดยหากเป็นข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งก็จะจัดเก็บค่าพิกัดลงในตารางข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่ง (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 3.2.2) ซึ่งในขณะที่มีการแสดงข้อมูลเหตุการณ์เชิงตำแหน่งก็จะใช้ค่าพิกัดที่อยู่ในตารางข้อมูลในการแสดงเป็นภาพแผนที่ แต่สำหรับข้อมูลเส้นทางและข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นแล้ว ได้ออกแบบให้จัดเก็บข้อมูลค่าพิกัดทั้งหมดที่แปลงจากแต่ละเส้นทางและแต่ละข้อมูลเหตุการณ์ลงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลักเพื่อใช้ในการแสดงข้อมูล

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลักกำหนดไว้ดังรูปที่ 3.16

```
Type XY
        X As Single
        Y As Single
End Type
Type Feat
        TotalVertices As Integer
        coor() As XY
End Type
Type Layer
        TotalFeatures As Integer
        feature() As Feat
End Type
Global theme() As Layer
```

รูปที่ 3.16 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลัก

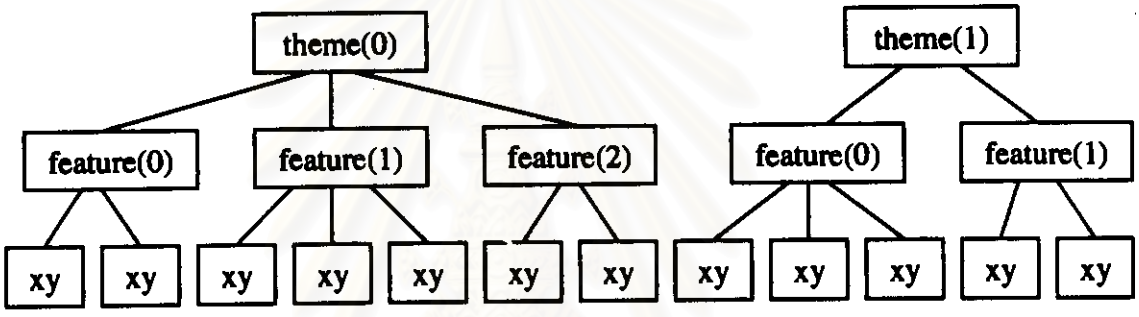
Type XY จัดเก็บค่าพิกัดแกน X และแกน Y ของแต่ละคู่พิกัดที่เชื่อมต่อกันเป็นแต่ละข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น

Type Feat จัดเก็บค่าจำนวนคู่พิกัดทั้งหมด(TotalVertices) จัดเก็บค่าพิกัดของแต่ละตำแหน่งที่ประกอบกันเป็นข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้นซึ่งเป็นลักษณะข้อมูลแบบแถวลำดับที่เปลี่ยนแปลงขนาดได้ (Dynamic Array)

Type Layer จัดเก็บค่าจำนวนข้อมูลทั้งหมด(TotalFeatures) จัดเก็บค่าพิกัดที่ประกอบกันเป็นแต่ละข้อมูลเหตุการณ์หรือข้อมูลเส้นทาง ซึ่งเป็นลักษณะข้อมูลแบบแถวลำดับที่เปลี่ยนแปลงขนาดได้

Theme เป็นตัวแปรที่เป็นลักษณะข้อมูลแบบแถวลำดับที่เปลี่ยนแปลงขนาดได้ซึ่งจะจัดเก็บข้อมูลเชิงเส้นไว้ โดยจำนวนจะมีเท่ากับรายการของข้อมูลเชิงเส้นที่กำหนดให้แสดง

รูปที่ 3.17 เป็นตัวอย่างของการสร้างโครงสร้างข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำหลักสำหรับข้อมูลเหตุการณ์เชิงเส้น 2 ประเภท โดยมีจำนวนข้อมูลเหตุการณ์ และจำนวนพิกัดที่แตกต่างกัน โครงสร้างข้อมูลที่เป็นลักษณะข้อมูลแบบแถวลำดับที่เปลี่ยนแปลงขนาดได้นี้จะนำไปใช้ในการแสดงข้อมูลเชิงเส้นบนจอภาพ



ReDim theme(2)
Theme(0).TotalFeatures = 3
ReDim theme(0).feature(3)
Theme(0).feature(0).TotalVertices = 2
ReDim theme(0).feature(0).coor(2)
Theme(0).feature(1).TotalVertices = 3
ReDim theme(0).feature(1).coor(3)
Theme(0).feature(2).TotalVertices = 2
ReDim theme(0).feature(2).coor(2)

Theme(1).TotalFeatures = 2
ReDim theme(1).feature(2)
Theme(1).feature(0).TotalVertices = 3
ReDim theme(1).feature(0).coor(3)
Theme(1).feature(1).TotalVertices = 2
ReDim theme(1).feature(1).coor(2)

รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการสร้างข้อมูลเชิงเส้นในหน่วยความจำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย