หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
กระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสม

กระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสมทำหน้าที่ในการปรับแต่งรูปกราฟิกของข้อมูลประเภทต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกมาแล้วให้มีการแสดงเหมาะสมกับมาตราส่วน โดยการวิจัยนี้สนใจเฉพาะรูปกราฟิกที่เป็นเส้นเท่านั้น ขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการแตกต่างกันไปตามประเภทของข้อมูลและมาตราส่วนลดทอนที่ต้องการ โดยที่ความแตกต่างดังกล่าวปรากฏอยู่ในฐานข้อกำหนดควบคุมกระบวนการซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปกราฟิกของข้อมูลชนิดเดียวกันบนแผนที่หลาย ๆ มาตราส่วนของบริเวณศึกษา

ฐานข้อกำหนดการปรับแต่งให้เหมาะสม

การศึกษาพื่อสร้างฐานข้อกำหนดการปรับแต่งให้เหมาะสม ทำโดยเปรียบเทียบรูปกราฟิกของข้อมูลชนิดเดียวกันบนแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 กับ 1:10,000 1:20,000 และ 1:50,000 ได้ผลเป็นข้อเท็จจริงแตกต่างกันไปตามประเภทข้อมูล ทำให้ต้องสร้างข้อกำหนดที่ใช้กับข้อมูลแต่ละประเภทแตกต่างกันไปด้วย ลักษณะของตัวแปรที่ต้องใช้ในฐานข้อกำหนดมีลักษณะแตกต่างจากตัวแปรของฐานข้อกำหนดการคัดเลือกอย่างมาก ทั้งนี้เพราะข้อกำหนดประเภทนี้เป็นข้อกำหนดที่ให้ผลสรุปในลักษณะกำหนดขั้นตอนทำงานให้กับกระบวนการ เป็นผลให้ตัวแปรที่ใช้จะต้องสามารถกำหนดขั้นตอนของกระบวนการและระบุได้ว่ากระบวนการทำงานไปถึงขั้นตอนใดแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งตัวแปรของฐานข้อกำหนดประเภทนี้ออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. ตัวแปรประเภทข้อมูล

เป็นตัวแปรที่ระบุประเภทข้อมูลของรูปกราฟิกที่แสดงอยู่บนแผนที่ ชนิดของตัวแปรตลอดจนค่าตัวแปรและรหัสที่ใช้เป็นเช่นเดียวกับตัวแปรประเภทข้อมูลของฐานข้อกำหนดการคัดเลือกตามตาราง 4.1

2. ตัวแปรมาตราส่วนลดทอน

เป็นตัวแปรที่ค่าตัวแปรระบุขนาดของมาตราส่วนลดทอน มีลักษณะเช่นเดียวกับตัวแปรมาตราส่วนลดทอนของฐานข้อกำหนดการคัดเลือก

3. ตัวแปรควบคุม

เป็นตัวแปรที่ระบุว่ากระบวนการดำเนินการไปถึงขั้นตอนไหนแล้ว ฐานข้อกำหนดใช้ตัวแปรชนิดนี้ในการตรวจสอบขั้นตอนที่ทำไปแล้ว เพื่อที่จะสามารถระบุขั้นตอนที่ต้องทำต่อไป เช่น ผ่านการสร้างกลุ่มข้อมูล ผ่านการลดจุดบนเส้น เป็นต้น

4. ตัวแปรกำหนดขั้นตอน

เป็นตัวแปรที่ใช้ในการระบุขั้นตอนที่ต้องทำต่อไป เช่น ทำขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น เป็นต้น หลักการและอัลกอริธึมของขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการนี้ผู้วิจัยได้กล่าวไว้อย่างละเอียดในบทที่ 6

ตัวแปรและค่าตัวแปรของฐานข้อกำหนดประเภทนี้ผู้วิจัยได้แจกแจงพร้อมทั้งกำหนดรหัสตัวเลขไว้ตามตาราง 5.1 พร้อมทั้งได้สร้างอนุประโยคจากตัวแปรและค่าตัวแปรดังกล่าวไว้ตามตาราง 5.2 เพื่อใช้ในการสร้างข้อกำหนดสำหรับข้อมูลแต่ละประเภทต่อไป

ตาราง 5.1 แสดงตัวแปรและค่าของตัวแปรของข้อกำหนดการปรับแต่งให้เหมาะสม

ตัวแปร	รหัส	ค่าตัวแปร	รหัส
1. มาตราส่วนลดทอน	900	เท่ากับ 1:10,000	10000
		เท่ากับ 1:20,000	20000
		เท่ากับ 1:50,000	50000
2. ตัวแปรขั้นตอน	1000	สร้างกลุ่มข้อมูล	1001
		ลดจุดบนเส้น	1002
		ตรวจสอบการซ้อนทับ	1003
		เปลี่ยนกำแพงกันดิน	1004
		ตรวจเลือกทางเท้า	1005
		เปลี่ยนรั้ว,กำแพงริมถนน	1006
		ตรวจสอบความยาวถนน	1007
		สิ้นสุดกระบวนการ	1008
3. ตัวแปรควบคุม	2000	เริ่มกระบวนการ	2001
		ผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล	2002
		ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น	2003
		ผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ	2004
		ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน	2005
		ผ่านขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้า	2006
		ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนรั้ว , กำแพงริมถนน	2007
		ผ่านขั้นตอนตรวจสอบความยาวถนน	2008

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.2 แสดงอนุประโยคของข้อกำหนดการปรับแต่งให้เหมาะสม

รหัส	อนุประโยคตามรหัส ตัวแปรและค่าตัวแปร	ความหมาย
1	900,10000	มาตราส่วนลดทอนเท่ากับ 10,000
2	900,20000	มาตราส่วนลดทอนเท่ากับ 20,000
3	900,50000	มาตราส่วนลดทอนเท่ากับ 50,000
4	1000,1001	ทำขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล
5	1000,1002	ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
6	1000,1003	ทำขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
7	1000,1004	ทำขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน
8	1000,1005	ทำขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้า
9	1000,1006	ทำขั้นตอนเปลี่ยนรั้ว,กำแพงริมถนน
10	1000,1007	ทำขั้นตอนตรวจสอบความยาวถนน
11	1000,1008	สิ้นสุดกระบวนการ
12	2000,2001	เริ่มกระบวนการ
13	2000,2002	ผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล
14	2000,2003	ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น
15	2000,2004	ผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
16	2000,2005	ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน
17	2000,2006	ผ่านขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้า
18	2000,2007	ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนรั้ว,กำแพงริมถนน
19	2000,2008	ผ่านขั้นตอนตรวจสอบความยาวถนน

ในการวิจัยนี้เป็นการศึกษาข้อมูล 4 ประเภท คือ แหล่งน้ำ ถนน ทางรถไฟ และเส้นขอบเขตการปกครอง โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาข้อเท็จจริงและข้อกำหนดที่สร้างขึ้นสำหรับข้อมูลแต่ละประเภท ดังนี้

1. แหล่งน้ำ

จากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปกราฟิกของข้อมูลแหล่งน้ำบนแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 กับแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 1:20,000 และ 1:50,000 ของบริเวณศึกษา ทำให้สามารถสรุปเป็นข้อเท็จจริงได้ดังนี้

1. รูปแหล่งน้ำทั้งที่เป็นทางน้ำ เช่น แม่น้ำ , คลอง และ แหล่งน้ำรูปปิด เช่น สระน้ำ , บึง ที่แสดงบน 1:4,000 ไม่แตกต่างกับที่แสดงบน 1:10,000

2. ที่ 1:20,000 ไม่จำแนกขอบทางน้ำเป็นกำแพงกันดิน

3. ที่ 1:20,000 รูปแหล่งน้ำที่เป็นทางน้ำ เช่น แม่น้ำ , คลอง บางส่วนแสดงเป็นเส้นเดียวคือไม่เห็นขอบฝั่ง บางส่วนที่มีความกว้างค่อนข้างมากยังคงแสดงเป็นเส้นขอบฝั่ง

4. ที่ 1:20,000 รูปแหล่งน้ำรูปปิด เช่น สระน้ำ , บึง รูปร่างเปลี่ยนไป

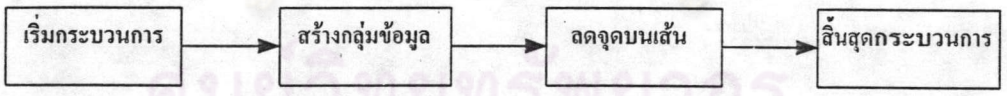
5. ที่ 1:50,000 ไม่จำแนกขอบทางน้ำเป็นกำแพงกันดิน

6. ที่ 1:50,000 รูปแหล่งน้ำที่มีลักษณะทางน้ำ เช่น แม่น้ำ , คลอง ส่วนใหญ่แสดงเป็นเส้นเดียว โดยส่วนที่กว้างมากจริง ๆ ยังคงแสดงเป็นเส้นขอบฝั่ง

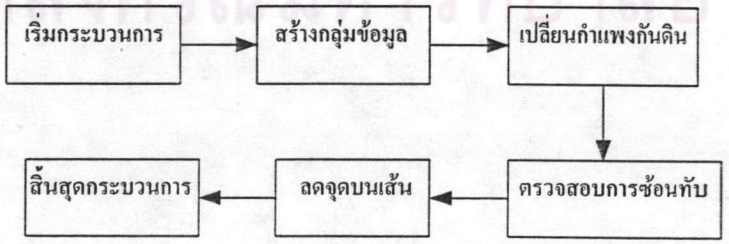
7. ที่ 1:50,000 รูปแหล่งน้ำรูปปิด เช่น สระน้ำ , บึง รูปร่างเปลี่ยนไป บางรูปหายไป

ผู้วิจัยกำหนดให้ข้อมูลทุกประเภทและทุกมาตราส่วนอย่างน้อยที่สุดจะต้องผ่านขั้นตอนการลดจุดบนเส้น ดังนั้น จากข้อเท็จจริงข้างต้นทำให้สามารถเขียนขั้นตอนสำหรับข้อมูลแหล่งน้ำสำหรับแต่ละมาตราส่วนลดทอนได้ดังนี้

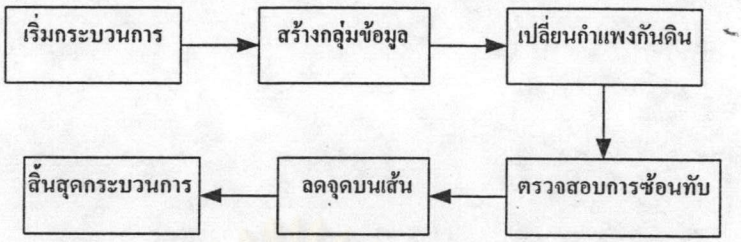
1. มาตราส่วนลดทอน 1:10,000



2. มาตราส่วนลดทอน 1:20,000



3. มาตราส่วนลดทอน 1:50,000



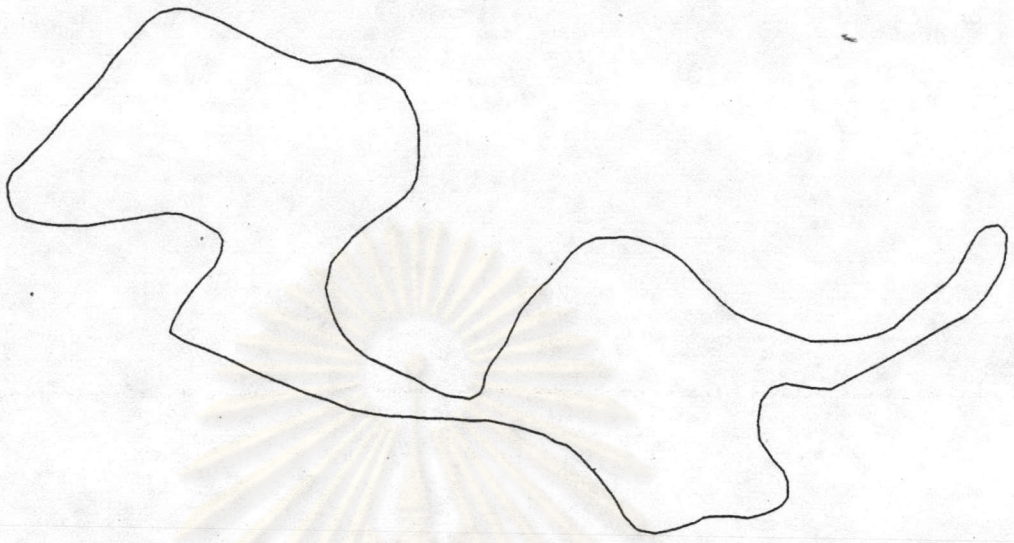
ผู้วิจัยได้สร้างข้อกำหนดสำหรับข้อมูลแหล่งน้ำไว้ตามตาราง 5.3 พร้อมทั้งได้ทำการทดลองนำรูปแหล่งน้ำ ทั้งที่เป็นรูปปิดในบริเวณใกล้เคียงกับบริเวณศึกษาและเป็นทางน้ำ ซึ่งสมมติขึ้นมาประมวลผลด้วยโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นโดยใช้ข้อกำหนดตามตาราง 5.3 ได้ผลดังรูป 5.1 และ 5.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

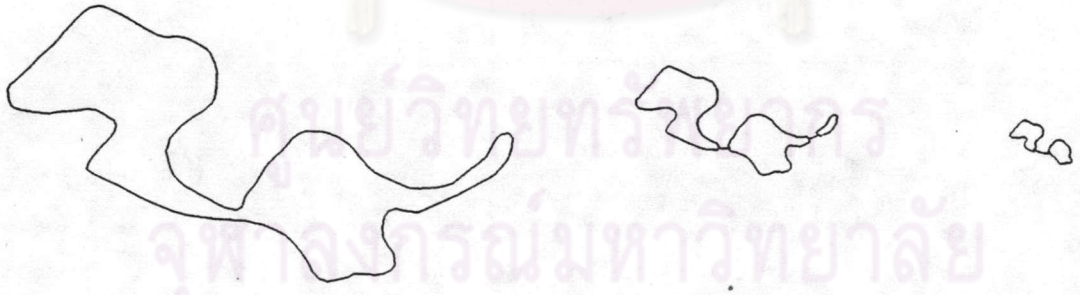
ตาราง 5.3 แสดงข้อกำหนดของการปรับแต่งให้เหมาะสมของข้อมูลแหล่งน้ำ

รหัส	ข้อกำหนดตาม รหัสอนุประโยค	ความหมาย
1	12,4	เริ่มกระบวนการ ทำขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล
2	1,13,5	ถ้ามาตราส่วน 1:10,000 และ ผ่านขั้นสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
3	1,14,11	ถ้ามาตราส่วน 1:10,000 และ ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
4	2,13,7	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน
5	2,16,6	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน ทำขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
6	2,15,5	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
7	2,14,11	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
8	3,13,7	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน
9	3,16,6	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน ทำขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
10	3,15,5	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
11	3,14,11	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



1:4,000

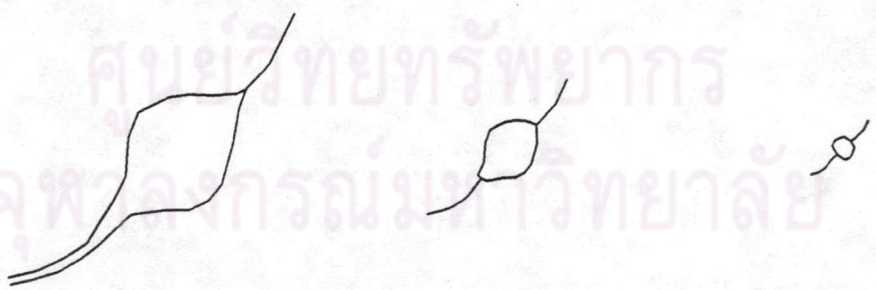


1:10,000 1:20,000 1:50,000

รูป 5.1 ผลการเจนเนอราลไลซ์แหล่งน้ำรูปปิดด้วยข้อกำหนดตามตาราง 5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1:4,000



1:10,000 1:20,000 1:50,000

รูป 5.2 ผลการเจนเนอราลไลซ์แหล่งน้ำที่เป็นทางน้ำด้วยข้อกำหนดตามตาราง 5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

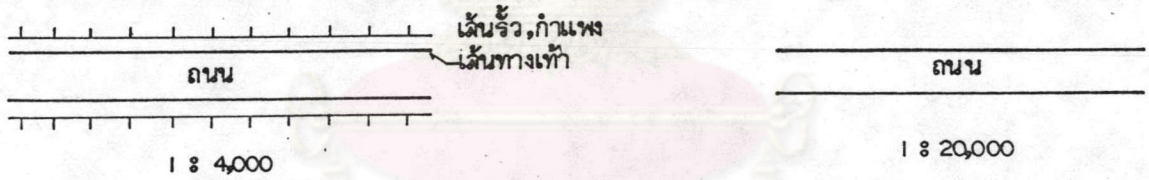
2. ถนน

จากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปกราฟิกของข้อมูลถนนบนแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 กับแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 1:20,000 และ 1:50,000 ของบริเวณศึกษาสามารถสรุปเป็นข้อเท็จจริงได้ดังนี้

1. รูปทางเท้าบางส่วนที่แสดงบน 1:4,000 ไม่แสดงให้เห็นบนม่าตราส่วน 1:10,000 จากการตรวจสอบโดยการวัดความกว้างบน 1:4,000 พบว่าทางเท้าที่หายไปมีความกว้างน้อย 4 เมตร

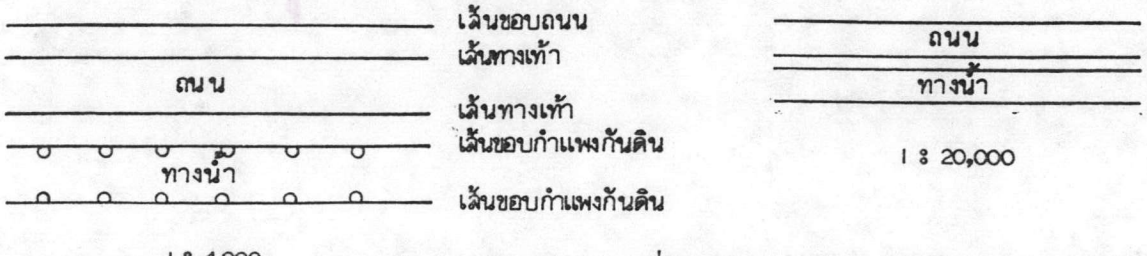
2. ถนนซอยบางเส้นที่แสดงบน 1:4,000 ไม่แสดงให้เห็นบนมาตราส่วน 1:20,000 จากการตรวจสอบโดยการวัดพบว่าเส้นหายไปเป็นเส้นที่มีความยาวประมาณน้อยกว่า 160 เมตร

3. ที่มาตราส่วน 1:20,000 เส้นที่เคยเป็นรั้วติดถนนเปลี่ยนเป็นเส้นขอบถนน ในลักษณะดังรูป 5.3



รูป 5.3 ลักษณะการเปลี่ยนประเภทเส้นแนวรั้วริมถนน

4. เส้นกำแพงกันดินที่เป็นขอบทางน้ำและเส้นขอบถนนที่เคยเป็นเส้นร่วมบน 1:4,000 กลับแยกกันชัดเจนบน 1:20,000 ดังรูป 5.4



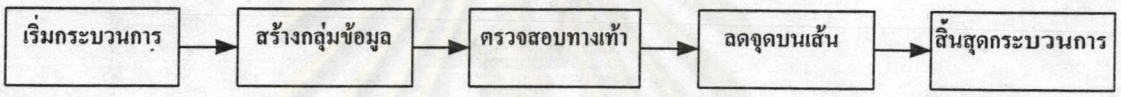
รูป 5.4 ลักษณะการเปลี่ยนประเภทเส้นกำแพงกันดินติดถนน

5. ที่มาตราส่วน 1:50,000 เส้นที่เคยเป็นรั้วติดถนนเปลี่ยนเป็นเส้นขอบถนน ในลักษณะเช่นเดียวกับข้อเท็จจริงข้อ 3

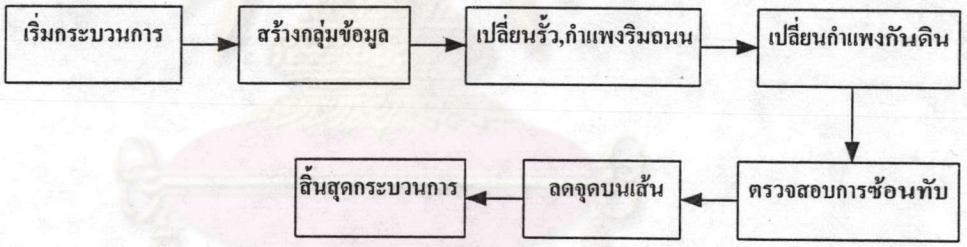
6. เส้นกำแพงกันดินที่เป็นขอบทางน้ำและเส้นขอบถนนที่เคยเป็นเส้นร่วมบน 1:4,000 กลับแยกกันชัดเจนบน 1:50,000 ในลักษณะเช่นเดียวกับข้อเท็จจริงข้อ 4

จากข้อเท็จจริงข้างต้นสามารถเขียนขั้นตอนสำหรับข้อมูลถนนสำหรับแต่ละมาตราส่วนได้ดังนี้

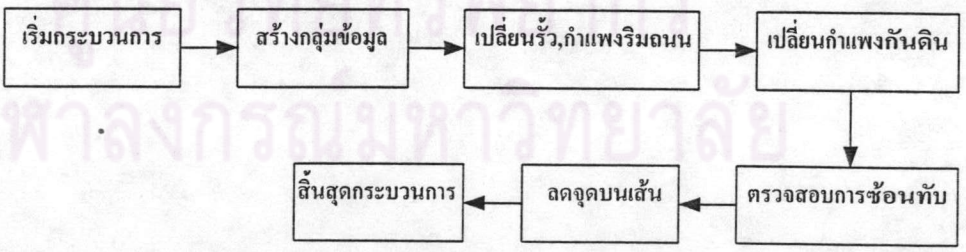
1. มาตราส่วนลดทอน 1:10,000



2. มาตราส่วนลดทอน 1:20,000



3. มาตราส่วนลดทอน 1:50,000

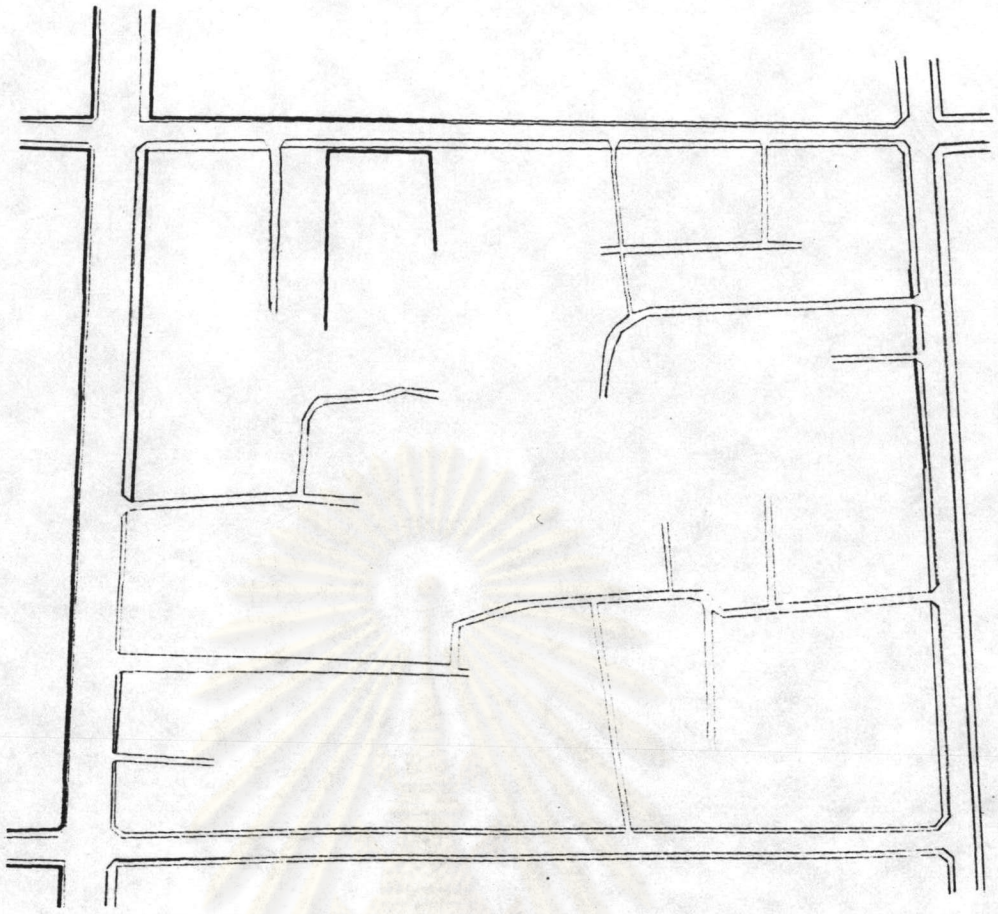


ผู้วิจัยได้สร้างข้อกำหนดของข้อมูลถนนไว้ตามตาราง 5.4 พร้อมทั้งได้ทดลองนำรูปถนนบริเวณใกล้เคียงกับบริเวณศึกษามาทดลองประมวลผลด้วยโปรแกรมประยุกต์และใช้ข้อกำหนดในตาราง 5.4 ได้ผลการทดลองดังรูป 5.5

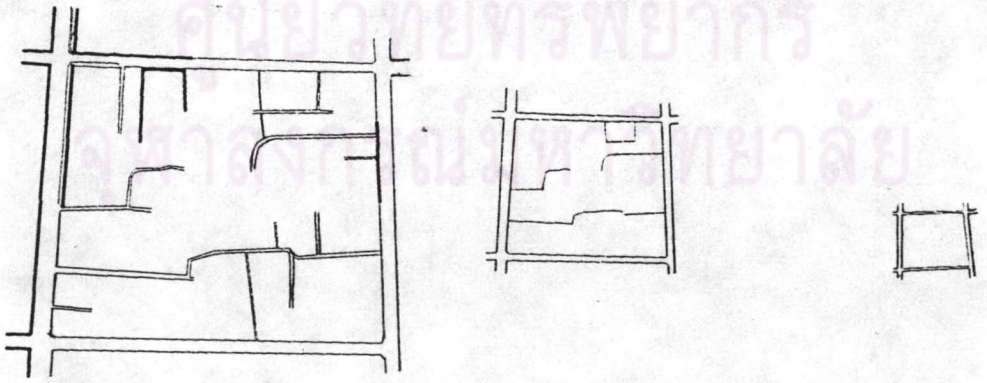
ตาราง 5.4 แสดงข้อกำหนดของการปรับแต่งให้เหมาะสมของข้อมูลถนน

รหัส	ข้อกำหนดตาม รหัสอนุประโยค	ความหมาย
1	12,4	เริ่มกระบวนการ ทำขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล
2	1,13,8	ถ้ามาตราส่วน 1:10,000 และ ผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้า
3	1,17,5	ถ้ามาตราส่วน 1:10,000 และ ผ่านขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้า ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
4	1,14,11	ถ้ามาตราส่วน 1:10,000 และ ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
5	2,13,9	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนเปลี่ยนรั้ว,กำแพงริมถนน
6	2,18,7	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนรั้ว,กำแพงริมถนน ทำขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน
7	2,16,6	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน ทำขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
8	2,15,5	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
9	2,14,11	ถ้ามาตราส่วน 1:20,000 และ ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
10	3,13,9	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนเปลี่ยนรั้ว,กำแพงริมถนน
11	3,18,7	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนรั้ว,กำแพงริมถนน ทำขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน
12	3,16,6	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน ทำขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
13	3,15,5	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
14	3,14,11	ถ้ามาตราส่วน 1:50,000 และ ผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



1:4,000



1:10,000 1:20,000 1:50,000

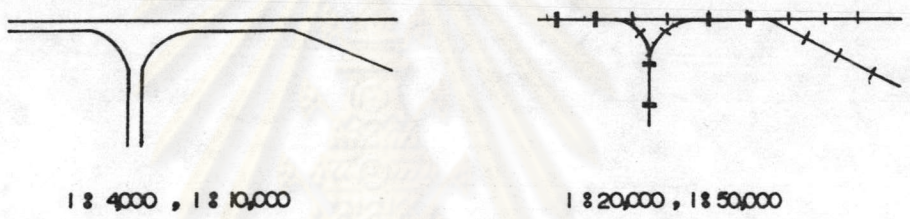
รูป 5.5 ผลการเจนเนอราลไลซ์ถนนด้วยข้อกำหนดตามตาราง 5.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ทางรถไฟ

จากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปกราฟิกของข้อมูลทางรถไฟบนแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 กับแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 1:20,000 และ 1:50,000 ของบริเวณศึกษาสามารถสรุปเป็นข้อเท็จจริงได้ดังนี้

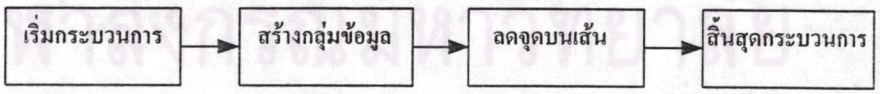
ที่มาตราส่วน 1:4,000 และ 1:10,000 ทางรถไฟคู่แสดงเป็น 2 เส้นแยกจากกัน ในขณะที่ที่มาตราส่วน 1:20,000 และ 1:50,000 ทางรถไฟคู่แสดงเป็นสัญลักษณ์เส้นเดียวดัง รูป 5.6



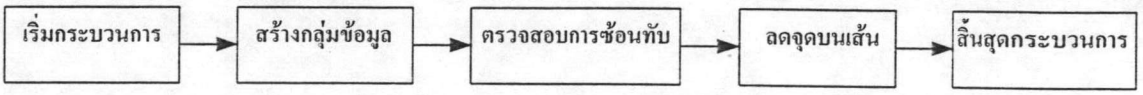
รูป 5.6 ลักษณะเส้นทางรถไฟคู่บนแผนที่ต่างมาตราส่วน

จากข้อเท็จจริงข้างต้นสามารถเขียนขั้นตอนสำหรับข้อมูลถนนสำหรับแต่ละมาตราส่วนได้ดังนี้

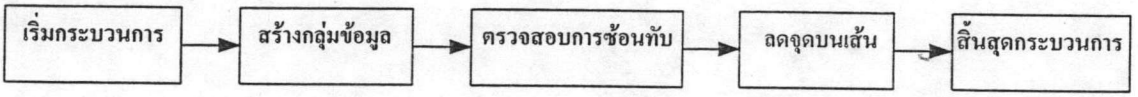
1. มาตราส่วนลดทอน 1:10,000



2. มาตราส่วนลดทอน 1:20,000



3. มาตราส่วนลดทอน 1:50,000

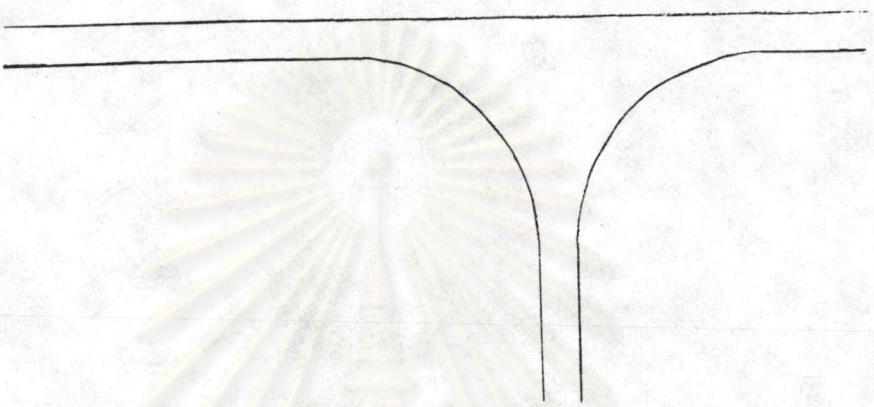


ผู้วิจัยได้สร้างข้อกำหนดของข้อมูลทางรถไฟไว้ตามตาราง 5.5 พร้อมทั้งได้ทดลองนำรูปเส้นทางรถไฟที่อยู่ใกล้เคียงกับบริเวณศึกษามาทดลองประมวลผลด้วยโปรแกรมประยุกต์และใช้ข้อกำหนดในตาราง 5.5 ได้ผลการทดลองดังรูป 5.7

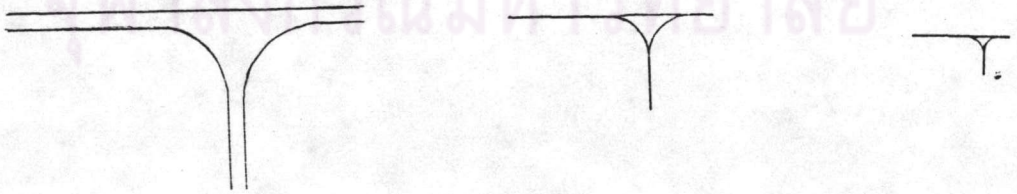
ตาราง 5.5 แสดงข้อกำหนดของการปรับแต่งให้เหมาะสมของข้อมูลทางรถไฟ

รหัส	ข้อกำหนด	ความหมาย
1	12,4	เริ่มต้นกระบวนการ ทำขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล
2	1,13,5	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:10,000 และผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
3	1,14,11	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:10,000 และผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
4	2,13,6	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:20,000 และผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูลล ทำขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
5	2,15,5	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:20,000 และผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
6	2,14,11	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:20,000 และผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
7	3,13,6	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:50,000 และผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูลล ทำขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ
8	3,15,5	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:50,000 และผ่านขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
9	3,14,11	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:50,000 และผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



1:4,000



1:10,000 1:20,000 1:50,000

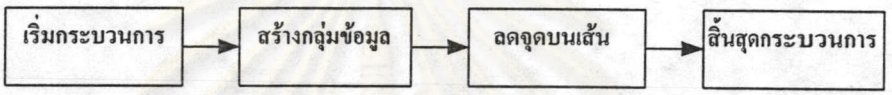
รูป 5.7 ผลการเจนเนอราลไลซ์ทางรถไฟด้วยข้อกำหนดตามตาราง 5.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. เส้นขอบเขตการปกครอง

จากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปกราฟิกของข้อมูลเส้นขอบเขตการปกครองบนแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 กับแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 1:20,000 และ 1:50,000 ของบริเวณศึกษาไม่พบความแตกต่างชัดเจนนอกจากลักษณะของเส้นมีความเรียบขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการลดจุดบนเส้นเมื่อมาตราส่วนลดลง ดังนั้นจึงสามารถเขียนขั้นตอนสำหรับข้อมูลเส้นการปกครองได้ดังนี้

ที่มาตราส่วนลดทอน 1:10,000 , 1:20,000 และ 1:50,000



ผู้วิจัยได้สร้างข้อกำหนดของข้อมูลเส้นขอบเขตการปกครองไว้ตามตาราง 5.6 พร้อมได้ทดลองสมมติรูปเส้นขอบเขตการปกครองขึ้นมาทดลองประมวลผลด้วยโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นในการวิจัยนี้และใช้ข้อกำหนดในตาราง 5.6

ตาราง 5.6 แสดงข้อกำหนดของการปรับแต่งให้เหมาะสมของข้อมูลขอบเขตการปกครอง

รหัส	ข้อกำหนด	ความหมาย
1	12,4	เริ่มต้นกระบวนการ ทำขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล
2	1,13,5	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:10,000 และผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
3	1,14,11	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:10,000 และผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
4	2,13,5	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:20,000 และผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
5	2,14,11	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:20,000 และผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ
6	3,13,5	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:50,000 และผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล ทำขั้นตอนลดจุดบนเส้น
7	3,14,11	ถ้ามาตราส่วนลดทอนเป็น 1:50,000 และผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น สิ้นสุดกระบวนการ

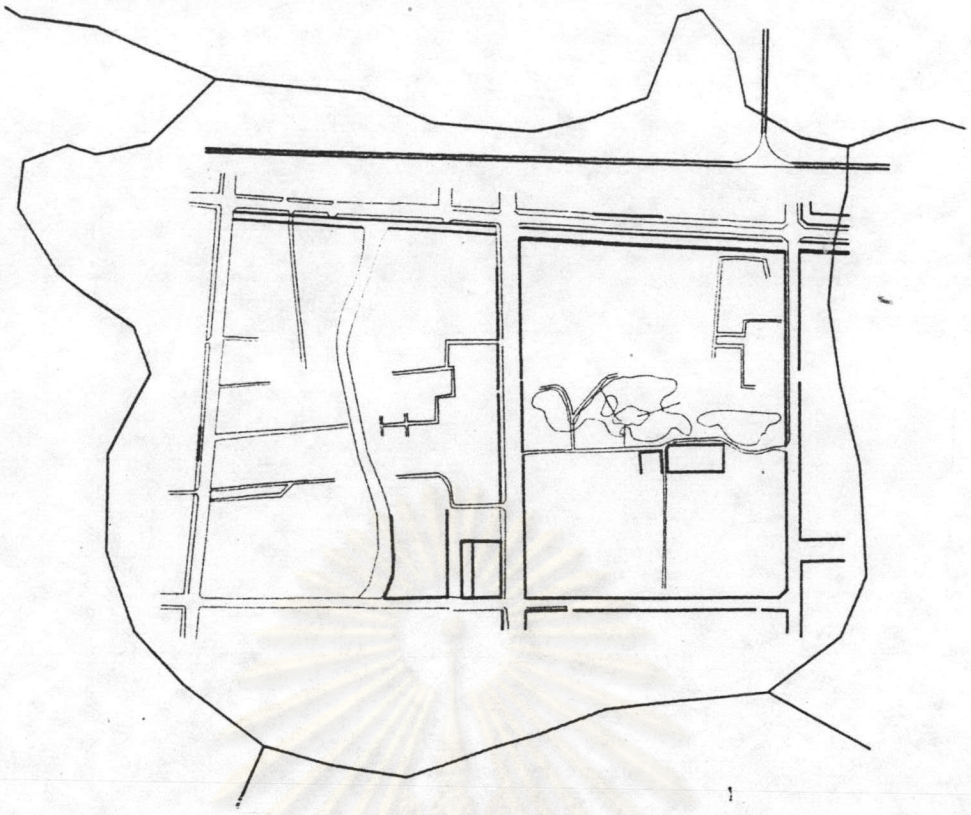
การวิเคราะห์ผลการทดลองใช้กระบวนการกับข้อมูลบริเวณศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองนำรูปกราฟิกของบริเวณศึกษาซึ่งก็คือบริเวณโรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัยและบริเวณใกล้เคียงในช่วงพิกัดประมาณ (664,000 อ. , 1,523,000 น.) ถึง (665,000 อ. , 1,523,500 น.) ตามระบบพิกัดยูทีเอ็ม ซึ่งผ่านกระบวนการคัดเลือกมาแล้ว (ดูรูป 4.4 และ 4.5) มาผ่านกระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสมโดยใช้ข้อกำหนดสำหรับข้อมูลแต่ละประเภทตามตาราง 5.3 , 5.4 , 5.5 และ 5.6 โดยสร้างรูปเส้นทางรถไฟและเส้นขอบเขตการปกครองสมมติเพิ่มเข้าไป เพื่อให้การทดลองครอบคลุมข้อมูลทุกประเภท ได้ผลการทดลองจำแนกตามมาตราส่วนลดทอน ดังนี้

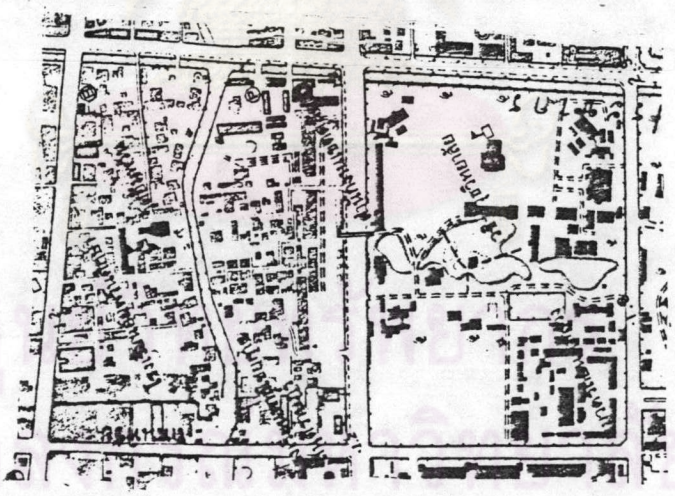
1. มาตราส่วนลดทอน 1:10,000

รูปกราฟิกที่แสดงบนแผนที่ 1:4,000 และ 1:10,000 ส่วนใหญ่เหมือนกันโดยเพียงแต่ลดขนาดตามมาตราส่วน ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนก็คือ ทางเท้ากว้างน้อยกว่า 4 เมตรจะไม่แสดงบนมาตราส่วน 1:10,000 ดังนั้นขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้าจึงเป็นขั้นตอนหลักในการสร้างแผนที่มาตราส่วนลดทอน 1:10,000 จากการทดลองทำการเจนเนอราลไรซ์ด้วยขั้นตอนต่างๆ ตามข้อกำหนดในตาราง 5.3 ได้รูปแผนที่มาตราส่วนลดทอน 1:10,000 ตามรูป 5.8 a เมื่อเปรียบเทียบกับรูป 5.8 b ซึ่งเป็นแผนที่มาตราส่วนเดียวกันจัดทำโดยองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งประเทศญี่ปุ่น (JICA) จะเห็นว่ารูปกราฟิกที่เป็นเส้นของประเภทข้อมูลที่สนใจมีความใกล้เคียงกัน ผลการทดลองจึงเป็นที่น่าพอใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



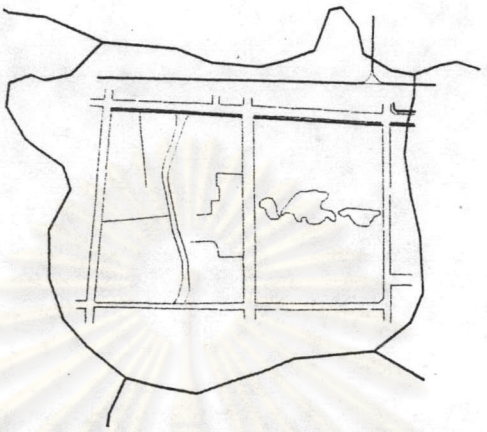
a) ผลการทดลอง



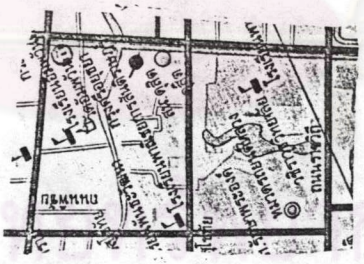
b) จัดทำโดย JICA

รูป 5.8 แสดงเปรียบเทียบแผนที่มาตราส่วน 1:10,000
จากผลการทดลองกับแผนที่ที่จัดทำโดย JICA

2. มาตราส่วนลดทอน 1:20,000



a) ผลการทดลอง



b) จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร

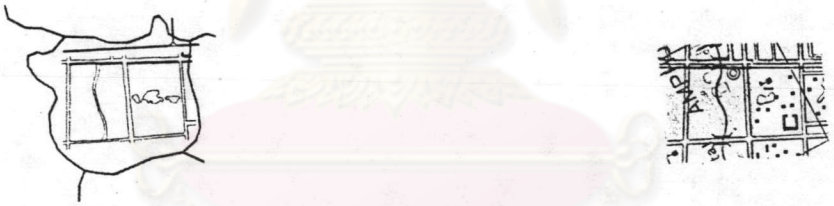
รูป 5.9 แสดงเปรียบเทียบแผนที่มาตราส่วน 1:20,000 จากผลการทดลองกับแผนที่ที่จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประการที่สาม ถนนซอยบางเส้นซึ่งมีแสดงอยู่บนแผนที่ตามรูป 5.9 b ไม่แสดงในผลการทดลองตามรูป 5.9 a สาเหตุเนื่องจากขั้นตอนตรวจสอบความยาวถนนซึ่งตัดเส้นถนนที่มีความยาวบนมาตราส่วนลดทอนน้อยกว่า 8 มิลลิเมตร (160 เมตร) ออก แต่เส้นถนนซอยบางเส้นในรูป 5.9 b ซึ่งสั้นกว่า 8 มิลลิเมตร แต่ต่ออยู่กับถนนซอยเส้นยาวยังคงอยู่ ทำให้ผลที่ได้แตกต่างกัน

ประการที่สี่ ในรูป 5.9 b เส้นถนนซอยแสดงเป็นเส้นคู่ ส่วนผลการทดลองตามรูป 5.9 a แสดงเป็นสัญลักษณ์เส้นเดี่ยวตามแนวกลางของเส้นขอบถนนเดิม ผู้วิจัยพบว่าเส้นคู่บนแผนที่ตามรูป 5.9 b ไม่ใช่เส้นขอบถนนแต่เป็นเพียงสัญลักษณ์ที่เป็นเส้นคู่ ดังนั้นในความเป็นจริงผลการทดลองสำหรับเส้นถนนซอยตามรูป 5.9 a จึงไม่ต่างจากแผนที่รูป 5.9 b

3. มาตราส่วนลดทอน 1:50,000



a) ผลการทดลอง **b) จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร**

รูป 5.11 แสดงเปรียบเทียบแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 จากผลการทดลองกับแผนที่ที่จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร

ผลการทดลองเป็นไปตามรูป 5.11 a เปรียบเทียบกับรูปแผนที่ 5.11 b ซึ่งเป็นแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร ผลที่ได้ส่วนใหญ่ตรงกันโดยมีความแตกต่างอยู่บ้างที่รูปสระน้ำ ซึ่งผลการทดลองแสดงรูปสระน้ำเป็น 2 รูป สาเหตุน่าจะเนื่องมาจากในกระบวนการไม่มีขั้นตอนตัดรูปที่มีเนื้อที่เล็ก ๆ ออก เป็นผลให้รูปเล็กยังคงอยู่

บทที่ 6
หลักการและอัลกอริธึมของกระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสม

เมื่อแผนที่มาตราส่วนเดิมผ่านกระบวนการคัดเลือก ข้อมูลในแผนที่ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกจะเป็นเฉพาะข้อมูลที่ต้องแสดงบนแผนที่มาตราส่วนลดทอนที่ต้องการ อย่างไรก็ตามข้อมูลเหล่านี้ต้องได้รับการปรับแต่งรูปกราฟิกเสียก่อน เพื่อให้การแสดงข้อมูลเหมาะสมกับมาตราส่วนลดทอนที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องให้ข้อมูลผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสม โดยจะใช้ขั้นตอนใดบ้างขึ้นกับข้อกำหนดที่ควบคุมกระบวนการอยู่ จากบทที่ 5 แสดงให้เห็นว่าข้อกำหนดระบุขั้นตอนในรูปของตัวแปรและค่าตัวแปรประเภทกำหนดขั้นตอน โดยใช้รหัสตัวเลขตามตามราง 5.1 ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงการตรวจสอบกับข้อกำหนดและอัลกอริธึมที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการ

การตรวจสอบกับฐานข้อกำหนด

กระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสมทำงานกับข้อมูลทีละประเภทตามลำดับความสำคัญที่กำหนดเป็นพารามิเตอร์เอาไว้ โดยเริ่มต้นด้วยการกำหนดค่าตัวแปรของตัวแปรควบคุมให้เป็น 2001 (ดูตาราง 5.1) เพื่อแสดงการเริ่มต้นกระบวนการกับข้อมูลที่กำลังพิจารณาจากนั้นนำตัวแปรและค่าตัวแปรควบคุม และ ตัวแปรและค่าตัวแปรมาตราส่วนลดทอนส่งเข้าไปตรวจสอบกับข้อกำหนด โดยเลือกข้อกำหนดที่มีอนุประโยคส่วนเงื่อนไขที่ใช้ตัวแปรและค่าตัวแปรตรงกับที่ส่งเข้าไป ข้อกำหนดที่ถูกเลือกจะระบุขั้นตอนที่ต้องใช้ในรูปของตัวแปรและค่าตัวแปรกำหนดขั้นตอน กระบวนการจะทำงานต่อไปตามขั้นตอนที่ข้อกำหนดนี้ระบุ ขั้นตอนต่าง ๆ นอกจากจะทำงานตามอัลกอริธึมที่ใช้แล้วยังทำหน้าเปลี่ยนค่าตัวแปรของตัวแปรควบคุมเพื่อแสดงว่าผ่านขั้นตอนแล้ว เมื่อเสร็จขั้นตอนกระบวนการจะนำตัวแปรและค่าตัวแปรควบคุมที่เปลี่ยนแล้ว และ ตัวแปรและค่าตัวแปรมาตราส่วนลดทอนกลับไปตรวจสอบกับข้อกำหนดจนกว่าขั้นตอนที่ระบุจะทำงานและให้ผลการเปลี่ยนค่าตัวแปรของตัวแปรควบคุมเป็น 2001 ซึ่ง

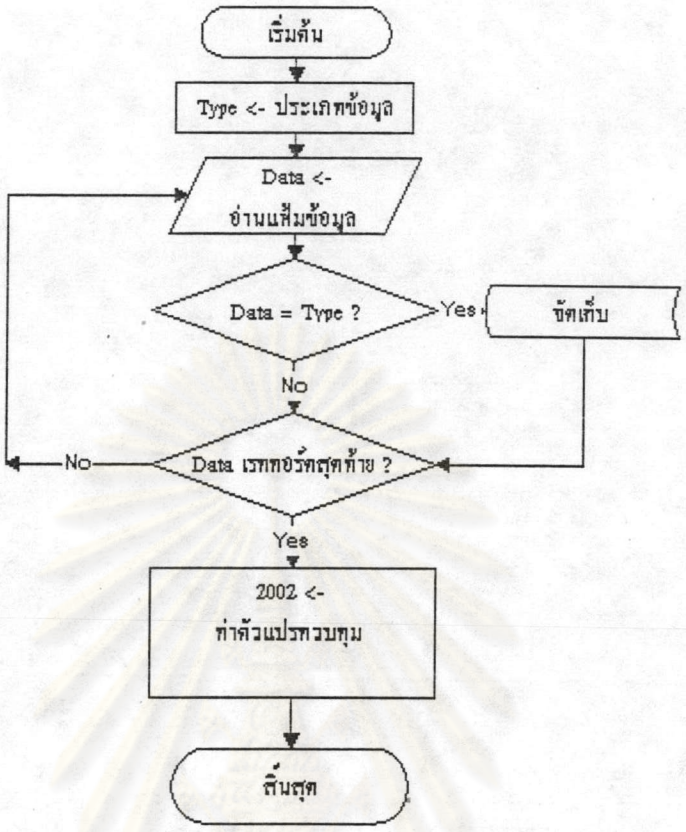
แสดงการเริ่มกระบวนการใหม่ กระบวนการจะเริ่มต้นใหม่โดยเปลี่ยนประเภทข้อมูล เมื่อข้อมูลทุกประเภทผ่านกระบวนการ จะได้แฟ้มข้อมูลของแผนที่มาตราส่วนลดทอนแยกตามประเภทข้อมูล

ขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูลเป็นค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัส 1001 ขั้นตอนนี้ทำหน้าที่ในการสร้างกลุ่มข้อมูลตามประเภทข้อมูลที่กำลังพิจารณา ลักษณะการทำงานของขั้นตอนนี้เป็นไปตาม Flow Chart ในรูป 6.1

จากรูป 6.1 ลักษณะการทำงานตามขั้นตอนนี้ขั้นแรกต้องระบุประเภทข้อมูลที่กำลังพิจารณา จากนั้นอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกมาแล้วทีละระเบียน ตรวจสอบว่าข้อมูลที่อ่านเป็นข้อมูลประเภทเดียวกับที่ระบุเอาไว้หรือไม่ ถ้าใช่ก็จัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลเฉพาะประเภทเอาไว้ จากนั้นทำซ้ำโดยอ่านข้อมูลระเบียนถัดไปจนครบทุกระเบียน ก่อนสิ้นสุดขั้นตอนจะทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรของตัวแปรควบคุมให้เป็น 2002 เพื่อแสดงการผ่านขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล (ดูตาราง 5.1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

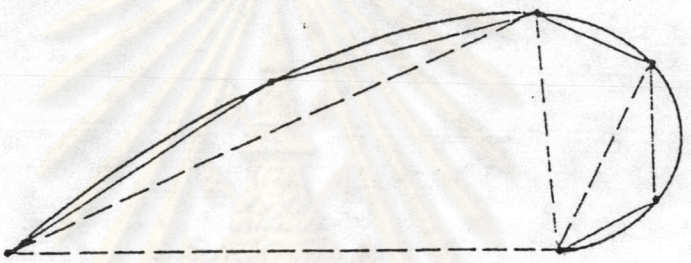


รูป 6.1 Flow Chart ของขั้นตอนสร้างกลุ่มข้อมูล

ขั้นตอนลดจุดบนเส้น

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนลดจุดบนเส้นเป็นค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัส 1002 ผู้วิจัยได้เลือกใช้อัลกอริธึม Douglas-Peucker เป็นอัลกอริธึมที่ใช้ในขั้นตอนนี้ เนื่องจากตามรายงานของ White (1985) ระบุว่าอัลกอริธึม Douglas-Peucker เป็นเทคนิคที่ใช้แล้วเส้นยังคงรักษาลักษณะเฉพาะไว้ได้ดีที่สุด อัลกอริธึมนี้ทำงานโดยใช้พารามิเตอร์ควบคุมเพียงตัวเดียว คือ ระยะมากที่สุดที่ยอมรับในการลดจุดบนเส้น (e) ซึ่งกำหนดไว้เป็นพารามิเตอร์ของการเจนเนอราลไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์ รูป 6.2 แสดงการใช้อัลกอริธึม Douglas-Peucker ในการลดจุดบนเส้น ขั้นตอนของอัลกอริธึมเริ่มต้นโดยสร้างเส้นตรงระหว่างจุดแรก (เรียกว่าจุด anchor) และจุดสุดท้าย (เรียกว่าจุด float) ของเส้นเดิม จากนั้นทำการคำนวณระยะตั้งฉากจาก

เส้นตรงนี้ไปยังทุก ๆ จุดบนเส้นเดิม เก็บระยะตั้งฉากที่ยาวที่สุด (dm) และจุดของระยะนี้ (im) เอาไว้ ถ้าค่า dm > e ก็ให้เปลี่ยนจุด float มาไว้ที่ im ทำซ้ำจากจุด float ไปยังจุด anchor จนกระทั่ง dm < e จึงเปลี่ยนจุด anchor มาไว้ที่ im ทำต่อไปจนกว่า จุด anchor จะเป็นจุดเดียวกับจุด float จึงสิ้นสุดขั้นตอนสำหรับเส้นที่กำลังพิจารณา จุดทุกจุดที่เป็นจุด anchor ขณะขั้นตอนกำลังทำงานถือว่าเป็นจุดที่เหลืออยู่บนเส้นที่พิจารณา เมื่อเส้นทุกเส้นผ่านการลดจุดแล้ว ขั้นตอนจะทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรของตัวแปรควบคุมให้เป็น 2003 เพื่อแสดงการผ่านขั้นตอนลดจุดบนเส้น (ดูตาราง 5.1)



รูป 6.2 แสดงการใช้อัลกอริธึม Douglas-Peucker ในการลดจุดบนเส้น

ขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับ

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับเป็นค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัส 1003 ในการทำงานของขั้นตอนนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1. การสร้างแถบโพลีกอน
2. การตรวจสอบการตัดกันของแถบโพลีกอน
3. การสร้างอะเรย์การซ้อนทับ
4. การรวมเส้น

1. การสร้างแถบโพลีกอน

จากบทที่ 2 ซึ่งได้กล่าวถึงการเจนเนอราลไลซ์ด้วยมือ จะเห็นได้ว่าหากต้องการให้เส้นที่ไปปรากฏบนแผนที่มาตราส่วนลดทอนมีความหนาของเส้นตามต้องการจะต้องทำการลอกลายเส้นนั้นด้วยความหนาเป็นจำนวนเท่าตามสัดส่วนการลดทอนของมาตราส่วน

ดังนั้นเราสามารถแทนรูปเส้นที่ขยายออกในขั้นตอนการลอกลายข้างต้นด้วยแถบโพลีกอนรอบเส้นที่กำลังลอกลายนั้น หรือ ที่กำลังพิจารณาด้วยความกว้างตามที่คำนวณได้จากสัดส่วนการลดทอน (ดูรูป 6.3) อย่างไรก็ตามในแง่ของทฤษฎีทางคาร์โตกราฟีจำเป็นจะต้องคำนึงถึงระยะห่างน้อยที่สุดระหว่างเส้นที่ยอมรับได้ด้วย ฉะนั้นความกว้างของแถบโพลีกอนจึงควรบวกค่านี้เข้ากับความหนาของเส้นด้วย ตามสมการข้างล่าง

ให้ S_o = ตัวเลขส่วนของมาตราส่วนเดิม

S_r = ตัวเลขส่วนมาตราส่วนลดทอน

d_r = ความหนาของเส้นบนมาตราส่วนลดทอน

t = ระยะห่างน้อยที่สุดระหว่างเส้นที่ยอมรับได้

d = ความกว้างของแถบโพลีกอน

จะได้ว่า $\mathbf{d = (S_r / S_o) \times d_r + t}$

ในการคำนวณหาจุดปลายของแต่ละเวกเตอร์บนแถบโพลีกอนทำได้โดยอาศัยการคำนวณหาจุดตัดระหว่างเวกเตอร์ออฟเซทของเวกเตอร์บนเส้นแนวกลาง

รูป 6.4 แสดงอัลกอริธึมการสร้างจุดปลายของเวกเตอร์บนแถบโพลีกอนโดยเวกเตอร์ $\mathbf{C_1C_2}$ และ เวกเตอร์ $\mathbf{C_2C_3}$ เป็นเวกเตอร์บนเส้นแนวกลาง จากรูป 6.3 จะได้ว่า

$$AZ_{c\text{-}L1} = AZ_1 + 270^{\circ}$$
$$AZ_{c\text{-}R1} = AZ_1 + 90^{\circ}$$

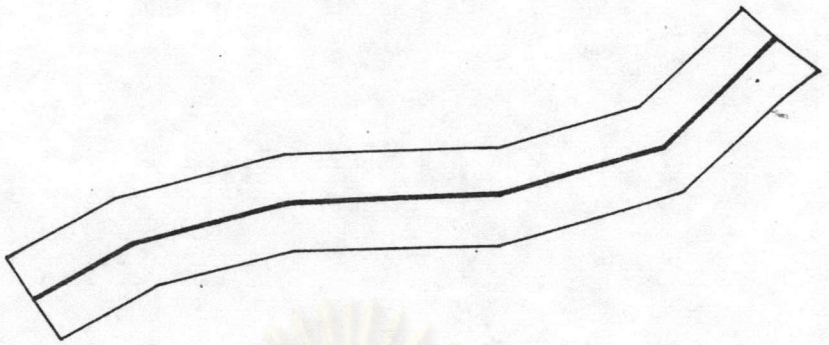
$$X_{L1} = X_{c1} + (d/2) \sin (AZ_{c1\text{-}L1})$$
$$Y_{L1} = Y_{c1} + (d/2) \sin (AZ_{c1\text{-}L1})$$
$$X_{L2} = X_{c2} + (d/2) \sin (AZ_{c2\text{-}L2})$$
$$Y_{L2} = Y_{c2} + (d/2) \sin (AZ_{c2\text{-}L2})$$

เมื่อกำหนดจุดเริ่มต้นและอะซิมัธของทั้งสองเส้นได้แล้วจึงคำนวณจุดตัด (P_1,P_2) ได้จากสมการ

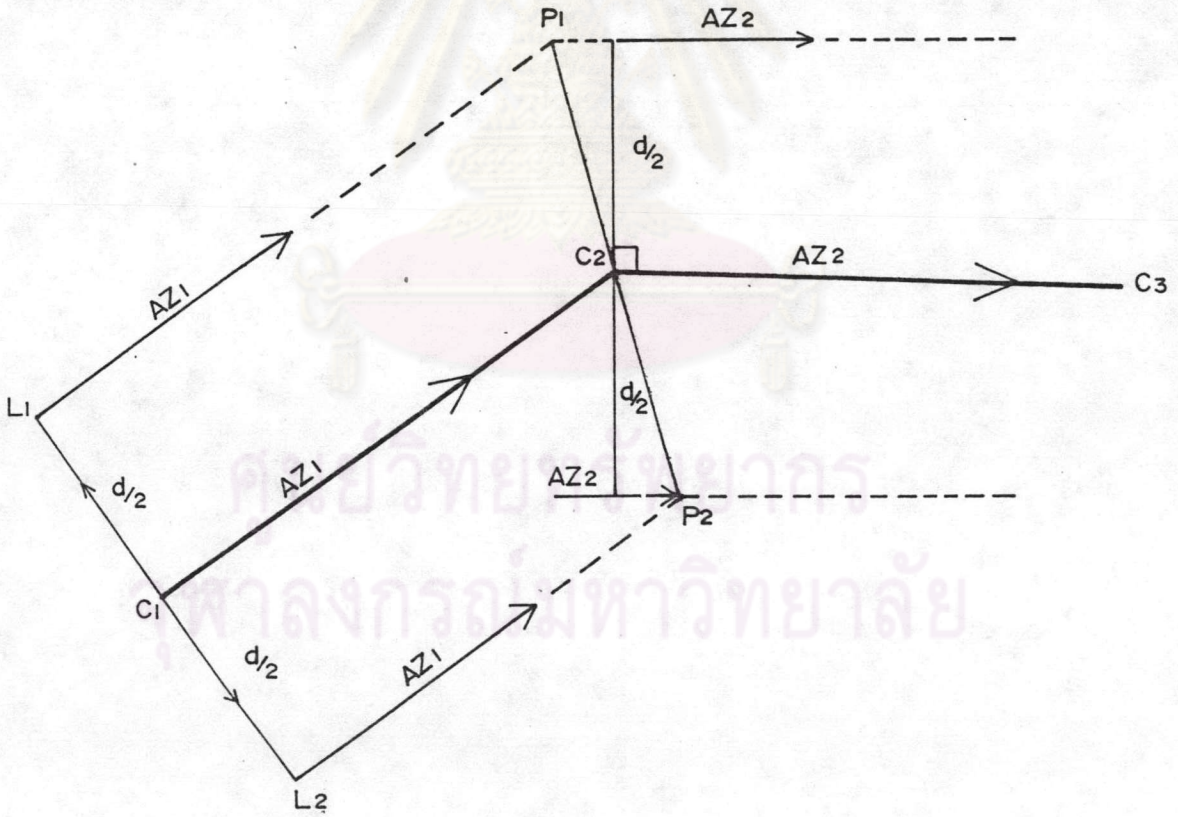
$$Y_{P1} = \frac{X_{L2} - X_{L1} + Y_{L1} \tan (AZ_1) - Y_{L2} \tan (AZ_2 + 180)}{\tan (AZ_1) - \tan (AZ_2 + 180)}$$
$$X_{P1} = X_{L1} + (Y_{P1} - Y_{L1}) \tan (AZ_1)$$

รูป 6.5 แสดงอัลกอริธึมที่ใช้ในการสร้างแถบโพลีกอนจากข้อมูลเส้นแนวกลางที่มีอยู่ โดยใช้รูทีน OFFSET คำนวณพิกัดจุดออฟเซททั้งด้านซ้ายและขวาของเส้นแนวกลาง รูทีน INTERSECT ใช้ในการคำนวณจุดตัดและรูทีน AZ ใช้ในการคำนวณอะซิมัธของเวกเตอร์ โดยรูทีนต่าง ๆ จะใช้สมการข้างต้นในการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 6.3 แสดงแถบโพลีกอนรอบเส้นที่เป็นแนวกลาง



รูป 6.4 แสดงการสร้างจุดปลายของเวกเตอร์บนแถบโพลีกอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Algorithm  FrmPB ( PLX( ), PLY( ), NUM, c )
Purpose :  Create polygon band ( PBX( ), PBY( ) ) around centre line ( PLX( ), PLY( ) )
Argument :  PLX( ), PLY( )      polyline arrays
            NUM                 number of  vector of centre line
Global :    PBX( ), PBY( )      polygon band arrays
Local :     I                   a variable for stepping through polyline arrays
            NUM_V               number of vertices of polygon band
            LX( ), LY( )        left polyline offset
            RX( ), RY( )        right polyline offset

BEGIN
  'create left and right polyline offset
  X1 := PLX(1);    Y1 := PLY(1);
  X2 := PLX(2);    Y2 := PLY(2);
  I := 2;
  AZ1  :=  AZ( X1, Y1, X2, Y2 );
  Call OFFSET( X1, Y1, AZ1, d, LX1, LY1, RX1, RY1, );
  LX(1)  :=  LX1;
  LY(1)  :=  LY1;
  RX(1)  :=  RX1;
  RY(1)  :=  RY1;
  WHILE  I ≠ NUM DO
     BEGIN
          X1  :=  X2;
          Y1  :=  Y2;
          I  :=  I+1;
          X2  :=  PLX(I);
          Y2  :=  PLY(I);
          AZ2  :=  AZ( X1, Y1, X2, Y2 );
          call OFFSET ( X1, Y1, AZ2, D, LX2, LY2, RX2, RY2 );
          call INTERSECT ( LX1, LY1, AZ1, LX2, LY2, AZ2, LXIN, LYIN );
          call INTERSECT ( RX1, RY1, AZ1, RX2, RY2, AZ2, RXIN, RYIN );
          LX(I-1)  :=  LXIN;
          LY(I-1)  :=  LYIN;
          RX(I-1)  :=  RXIN;
          RY(I-1)  :=  RYIN;
          AZ1  :=  AZ2;
          LX1  :=  LX2;
```

รูป 6.5 อัลกอริธึมในการสร้างแถบโพลีกอน

```
            LY1 := LY2;
            RX1 := RX2;
            RY1 := RY2;
        END
    AZ2 := AZ( X1, Y1, X2, Y2 );
    call OFFSET ( X2, Y2, AZ2, d, LX2, LY2, RX2, RY2 );
    IF ( PLX(NUM) := PLX(0) ) THEN DO                    'polyline closed itself
      BEGIN
            AZ1 := AZ( PLX(0), PLY(0), PLX(1), PLY(1) );
            call INTERSECT( LX1, LY1, AZ2, PLX(0), PLY(0), AZ1, LXIN, LYIN );
            call INTERSECT( RX1, RY1, AZ2, PRX(0), PRY(0), AZ1, RXIN, RYIN );
            LX(0) := LXIN;
            LY(0) := LYIN;
            RX(0) := RXIN;
            RY(0) := RYIN;
      END
    ELSE DO
      BEGIN
            LX(NUM) := LX2;
            LY(NUM) := LY2;
            RX(NUM) := RX2;
            RY(NUM) := RY2;
      END
    'form polygon band from left and right polyline offset
    FOR I = 1 TO NUM DO
      BEGIN
            PBX(I) := LX(I);
            PBY(I) := LY(I);
      END
    NUM_V := I=1;
    FOR I = NUM TO 1 STEP -1
      BEGIN
            PBX(NUM_V) := RX;
            PBY(NUM_V) := RY;
            NUM_V := NUM_V+1;
      END
```

รูป 6.5 อัลกอริธึมในการสร้างแถบโพลีกอน (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การตรวจสอบการตัดกันของแถบโพลีกอน

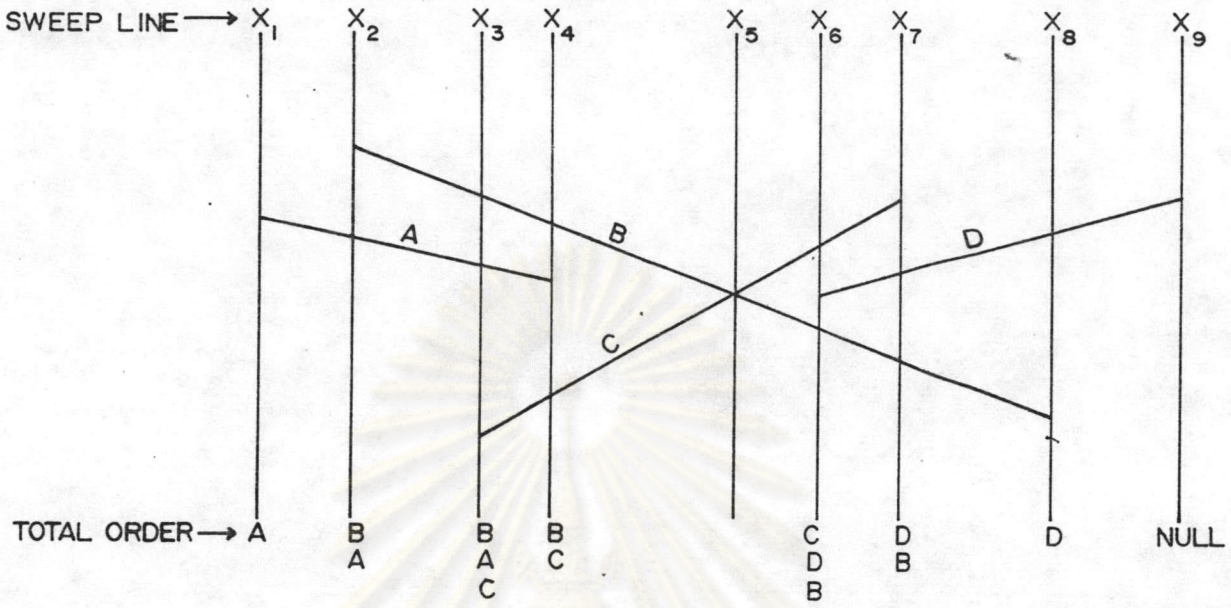
เมื่อเราทำการสร้างแถบโพลีกอนรอบเส้นที่ต้องการตรวจสอบแล้วขั้นตอนสำคัญต่อไปในกระบวนการปรับแต่งอย่างเหมาะสมก็คือ จะต้องตรวจสอบให้ได้ว่าเกิดการซ้อนทับของโพลีกอนหรือไม่ โดยการตรวจสอบการตัดกันของโพลีกอน ผู้วิจัยได้ใช้อัลกอริธึมในการหาจุดตัดระหว่างเส้นของ Shamos และ Hoey (1976) และ เทคนิคเพลนสวีพ Preparata และ Shamos (1985) โดยมีแนวคิดว่าหากโพลีกอนตัดกันจะต้องมีเส้นบนโพลีกอนคู่ใดคู่หนึ่งหรือหลายคู่ตัดกันด้วยเช่นกัน

หลักการของเทคนิคเพลนสวีพ ก็คือ เมื่อทำการเรียงลำดับพิกัดจุดปลายของเส้นทั้งหมด จากซ้ายไปขวา ตามค่าพิกัดตะวันออก แล้วจึงกวาดเส้นดิ่ง (sweep line) เริ่มจากจุดแรกทางซ้ายสุดไปจนถึงจุดสุดท้ายทางขวาสุด เมื่อกวาดเส้นดิ่งไปเจอปลายซ้ายของเส้นใดก็เก็บเส้นนั้นไว้ในโครงสร้างข้อมูลตัวหนึ่ง เรียกว่า TOTAL ORDER โดยเก็บจากมากไปน้อยตามค่าพิกัดเหนือ เมื่อกวาดไปเจอปลายขวาของเส้นใดก็ลบเส้นนั้นออกจาก TOTAL ORDER รูป 6.6 แสดงให้เห็นถึงการเก็บข้อมูลใน TOTAL ORDER

จากรูป 6.6 จะเห็นได้ว่าข้อมูลเส้นที่ปรากฏใน TOTAL ORDER มีการเข้าออก หรือ เปลี่ยนตำแหน่งใน TOTAL ORDER เมื่อ

1. กวาดเส้นดิ่งไปพบจุดปลายซ้ายของเส้นใดเส้นนั้นจะถูกเก็บใน TOTAL ORDER
2. กวาดเส้นดิ่งไปพบจุดปลายขวาของเส้นใดเส้นนั้นจะถูกลบออกจาก TOTAL ORDER
3. กวาดเส้นดิ่งไปพบจุดตัดของสองเส้นใดสองเส้นนั้นจะถูกสลับตำแหน่งกันใน TOTAL ORDER

การตรวจสอบว่าเส้นคู่ใดตัดกันกระทำโดยตรวจสอบเส้นที่ติดกันใน TOTAL ORDER ขณะที่เส้นดิ่งกวาดไป

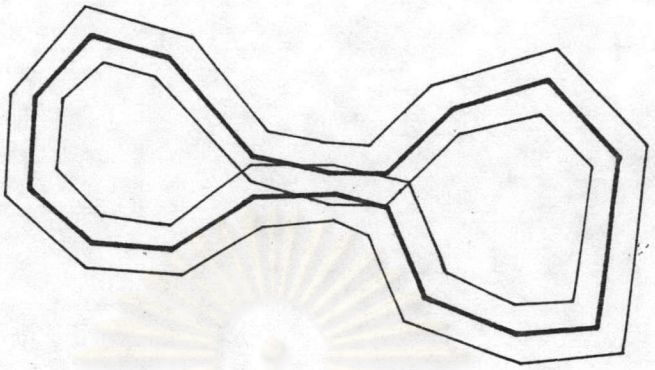


รูป 6.6 แสดงการกวาดเส้นดิ่ง (sweep line) และการเก็บข้อมูลใน TOTAL ORDER ตามเทคนิคเพลนสวีพ

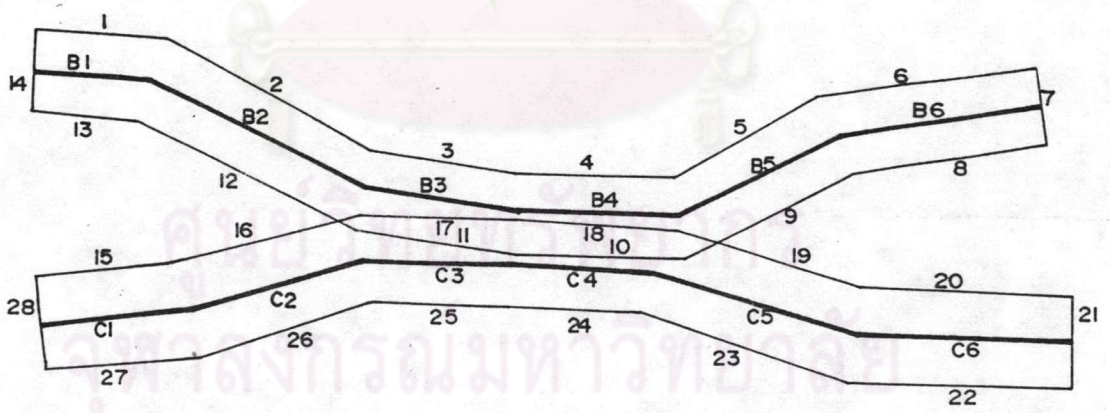
3. การสร้างอะเรย์การซ้อนทับ

การซ้อนทับของแถบโพลีกอนเกิดได้ทั้งกับโพลีกอนของเส้นที่เป็นรูปปิดและไม่เป็นรูปปิด ในกรณีของเส้นรูปปิดนอกจากว่าจะต้องตรวจสอบแถบโพลีกอนของเส้นมีการซ้อนทับกับแถบโพลีกอนอื่นหรือไม่ ยังจะต้องตรวจสอบกับตัวเอง เช่น ในกรณีของทะเลสาบ (รูป 6.7) ในส่วนของแถบโพลีกอนของเส้นประเภทอื่นที่ไม่ใช่รูปปิด ตัวอย่างเช่น แถบโพลีกอนของเส้นขอบทางน้ำ (รูป 6.8) ก็จะต้องตรวจสอบกับโพลีกอนอื่นซึ่งอาจจะเป็นแถบโพลีกอนของเส้นฝั่งตรงข้าม อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบการซ้อนทับของโพลีกอนไม่ว่าลักษณะใดก็ตามสามารถทำได้โดยตรวจสอบว่า มีเวกเตอร์ใดบนแถบโพลีกอนตัดกับเวกเตอร์อื่นบนแถบโพลีกอนเดิมหรือแถบโพลีกอนอื่นหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่ามีบางส่วนของแถบโพลีกอนซ้อนทับกัน

จากขั้นตอนตรวจสอบการตัดกันของโพลีกอนทำให้ทราบว่ามีเวกเตอร์คู่ใดบนแถบโพลีกอนที่ตัดกันบ้าง จากนั้นจึงดำเนินการตรวจสอบว่ามีเวกเตอร์ใดอยู่ในส่วนการซ้อนทับของโพลีกอน โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีสร้างอะเรย์การซ้อนทับ (interference array) เพื่อช่วยในการตรวจสอบ อะเรย์การซ้อนทับเป็นอะเรย์ขนาด 2 สดมภ์ และมีจำนวนแถวเท่ากับจำนวนเวกเตอร์บนด้านของแถบโพลีกอนที่มีการตัดกัน สดมภ์แรกของอะเรย์เป็นเวกเตอร์บนแถบโพลีกอนของแนวเส้นที่กำลังพิจารณา และ สดมภ์ที่สองเป็นเวกเตอร์บนแถบโพลีกอนอื่นที่เข้ามาตัดหรือซ้อนอยู่ คู่เวกเตอร์ที่ไม่ตัดหรือซ้อนกันในสดมภ์ที่สองจะถูกกำหนดให้เป็น 0 จากรูป 6.8 จะพบว่าแถบโพลีกอนของแนวเส้น B และ C ตัดกันที่เวกเตอร์ 12 กับเวกเตอร์ 16 และเวกเตอร์ 9 กับ เวกเตอร์ 19 เขียนอะเรย์การซ้อนทับได้เป็น {(13,0),(12,16),(11,0),(10,0),(9,19),(8,0)} การตรวจสอบเริ่มจากอะเรย์แรกที่สดมภ์ที่สองไม่เป็น 0 โดยทำการตรวจสอบอะเรย์ที่ติดกันทั้งสองตัว ทั้งนี้เพราะการซ้อนทับจะอยู่ก่อนหรือหลังการตัดกันเสมอ จากตัวอย่างจะเห็นว่าอะเรย์ที่สองคือ (12,16) เป็นอะเรย์แรกที่สดมภ์ที่สองไม่เป็น 0 จึงต้องตรวจสอบที่อะเรย์ที่ 1 (13,0) และอะเรย์ที่ 3 (11,0) เริ่มต้นที่อะเรย์ที่ 1 ก่อนโดยสร้างเวกเตอร์ d ที่กึ่งกลางของเวกเตอร์บนเส้นแนวกลางซึ่งมีเวกเตอร์ 13 เป็นแถบโพลีกอนที่ออฟเซทอยู่ซึ่งก็คือ เวกเตอร์ B1 และให้เวกเตอร์ d นี้มีขนาดเท่ากับครึ่งหนึ่งของความกว้างของแถบโพลีกอนและอยู่ในทิศตั้งฉากกับเวกเตอร์ B1 จากนั้นจึงเอาเวกเตอร์ที่อยู่ติดกับเวกเตอร์ในสดมภ์ที่ 2 ของอะเรย์ 2 ซึ่งก็คือเวกเตอร์ 15 และ เวกเตอร์ 17 มาตรวจสอบว่าตัดกับเวกเตอร์ d ในกรณีนี้พบว่าไม่ตัดกันอะเรย์ 1 จึงไม่เปลี่ยนแปลง จากนั้นจึงเลื่อนมาตรวจสอบที่อะเรย์ 3 โดยสร้างเวกเตอร์ d เช่นเดิมและตรวจสอบกับเวกเตอร์ 15 และ เวกเตอร์ 17 พบว่าตัดกับเวกเตอร์ 17 อะเรย์ 3 จึงต้องถูกแก้เป็น (11,17) และเขียนอะเรย์ของการซ้อนทับใหม่ได้ว่า {(13,0),(12,16),(11,17),(10,0),(9,19),(8,0)} หลังจากนั้นจึงเลื่อนไปที่อะเรย์ถัดไปที่สดมภ์ที่ 2 ไม่เป็น 0 ในที่นี้คือ อะเรย์ 3 และทำการตรวจสอบเช่นเดิม ทำไปเรื่อย ๆ จนถึงอะเรย์สุดท้ายที่สดมภ์ที่ 2 ไม่เป็น 0 เมื่อเสร็จแล้วและมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับอะเรย์การซ้อนทับก็ให้วนกลับไปเริ่มใหม่ จนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับอะเรย์การซ้อนทับจึงสิ้นสุดกระบวนการ จากตัวอย่างนี้เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะได้อะเรย์การซ้อนทับเป็น {(13,0),(12,16),(11,17),(10,18),(9,19),(8,0)} นำอะเรย์นี้มาหาว่าเวกเตอร์ของแนวเส้นกลางใดบ้างที่อยู่ในส่วนซ้อนทับของโพลีกอน สำหรับแนวเส้น B จะได้ว่าเวกเตอร์ { B2, B3, B4, B5 } เป็นเวกเตอร์ที่อยู่ในส่วนซ้อนทับ ทำเช่นเดิมกับแนวเส้น C เมื่อสิ้นสุดขั้นตอนจะได้ว่าเวกเตอร์ {C2, C3, C4, C5} เป็นเวกเตอร์ที่อยู่ในส่วนซ้อนทับ



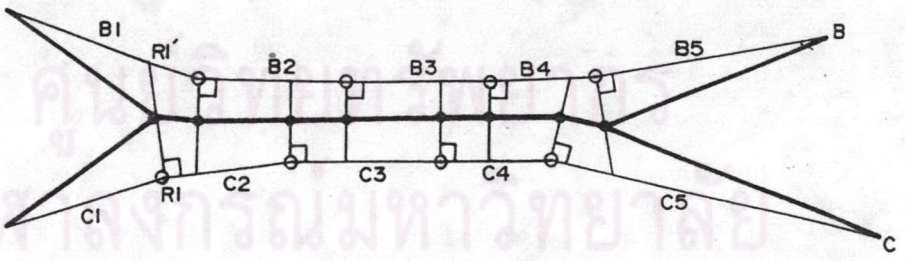
รูป 6.7 แสดงการซ้อนทับของแถบโพลีกอนของรูปปิด



รูป 6.8 แสดงการซ้อนทับของแถบโพลีกอนของเส้นขอบทางน้ำ

4. การรวมเส้น

จากอะเรย์การซ้อนทับทำให้ทราบว่ามีเวกเตอร์ใดบ้างที่อยู่ในบริเวณการซ้อนทับ นำเวกเตอร์เหล่านี้มาคำนวณหาแนวเส้นที่เป็นแนวรวมของเวกเตอร์บนโพลีกอนที่ซ้อนทับกันอยู่ รูป 6.9 แสดงตัวอย่างเส้นสมมติ 2 เส้นที่มีแถบโพลีกอนซ้อนทับกัน เมื่อนำข้อมูลตามรูปนี้ไปตรวจสอบการซ้อนทับจะได้ว่า เวกเตอร์ {B1,B2,B3,B4,B5} ของเส้น B และเวกเตอร์ {C1,C2,C3,C4,C5} ของเส้น C เป็นเวกเตอร์ที่อยู่ในบริเวณการซ้อนทับ จึงเริ่มการรวมเส้นโดยนำค่าพิกัดของจุดปลายของเวกเตอร์ดังกล่าวมาจัดเรียงตามค่าพิกัดตะวันออก จากนั้นจึงทำการสร้างเวกเตอร์ตั้งฉากที่จุดแรก ซึ่งก็คือเวกเตอร์ R1R1' โดยจุด R1' เป็นจุดตัดระหว่างเวกเตอร์ตั้งฉากกับเวกเตอร์บนเส้นตรงข้าม คำนวณหาจุดกึ่งกลางเวกเตอร์ R1R1' จุดกึ่งกลางนี้จะเป็นจุดแรกของแนวเส้นรวมที่สร้างขึ้นทำเช่นนี้กับจุดที่เรียงลำดับไว้ทุกจุด จากนั้นจึงสร้างเวกเตอร์เชื่อมจุดกึ่งกลางทั้งหมดก็จะได้แนวเส้นรวม



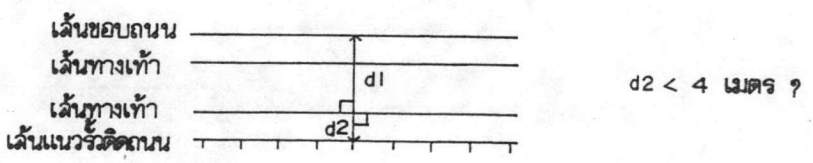
รูป 6.9 แสดงการสร้างเส้นแนวรวมของเส้น 2 เส้นที่มีแถบโพลีกอนซ้อนทับกัน

ขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนเปลี่ยนกำแพงกันดิน เป็นค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัส 1004 ผู้วิจัยกำหนดให้มีขั้นตอนนี้เพราะว่าเส้นกำแพงกันดินที่เป็นขอบทางน้ำและเส้นขอบถนนที่เคยเป็นเส้นเดียวกันบนแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 กลับแยกกันชัดเจนบนมาตราส่วน 1:20,000 และ 1:50,000 ดังรูป 5.4 ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนค่าตัวแปรของตัวแปรประเภทข้อมูลที่เป็นกำแพงกันดินไปเป็นค่าตัวแปรที่เป็นเส้นขอบถนน จากตาราง 4.1 ขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนที่เปลี่ยนรหัสค่าตัวแปร 106 ไปเป็น 204 ซึ่งในขั้นตอนของการจัดกลุ่มจะเก็บเอาเส้นขอบกำแพงกันดินเข้ามาอยู่ในกลุ่มข้อมูลถนนด้วย

ขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้า

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนตรวจเลือกทางเท้า เป็นค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัส 1005 ผู้วิจัยกำหนดให้มีขั้นตอนนี้เนื่องจากพบว่าที่มาตราส่วน 1:10,000 ทางเท้าบางส่วนที่เคยมีในมาตราส่วน 1:4,000 หายไป จากการตรวจสอบเพิ่มเติมพบว่าทางเท้าหายไปเป็นทางเท้าที่มีความกว้างน้อยกว่า 4 เมตร รูป 6.10 แสดงให้เห็นถึงวิธีการหาความกว้างขอบทางเท้า โดยการคำนวณระยะตั้งฉากจากกึ่งกลางเส้นทางเท้าไปยังเส้นอื่น ๆ เลือกเอาระยะสั้นที่สุดมาตรวจสอบว่ายาวกว่า 4 เมตรหรือไม่ หากยาวกว่าเส้นทางเท้านั้นก็จะยังคงอยู่ หากสั้นกว่าก็จะถูกตัดออกไป เพื่อทำให้ขั้นตอนมีประสิทธิภาพจึงไม่จำเป็นจะต้องตรวจสอบระยะกับทุกเส้นโดยเลือกเฉพาะเส้นขอบถนน เส้นกำแพงกันดิน และ เส้นแนวรั้วริมถนน



รูป 6.10 แสดงการตรวจสอบความกว้างทางเท้า

ขั้นตอนเปลี่ยนรั้วหรือกำแพงริมถนน

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนเปลี่ยนรั้วหรือกำแพงริมถนนเป็นค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัส 1006 ผู้วิจัยกำหนดให้มีขั้นตอนนี้เพราะว่า เส้นรั้วหรือกำแพงริมถนนที่มาตราส่วน 1:4,000 เปลี่ยนเป็นเส้นขอบถนนที่มาตราส่วน 1:20,000 และ 1:50,000 ดังนั้นต้องมีการเปลี่ยนค่าตัวแปรของตัวแปรประเภทข้อมูลที่เป็นรั้วหรือกำแพงริมถนน ไปเป็นค่าตัวแปรที่เป็นเส้นขอบถนน จากตาราง 4.1 ขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนที่เปลี่ยนรหัสค่าตัวแปร 302 ไปเป็นรหัสค่าตัวแปร 204 ซึ่งในขั้นตอนของการจัดกลุ่มจะเก็บเอาเส้นรั้วหรือกำแพงริมถนนเข้ามาอยู่ในกลุ่มข้อมูลถนนด้วย

ขั้นตอนตรวจสอบความยาวถนน

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนตรวจสอบความยาวถนนเป็นค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัส 1007 ผู้วิจัยกำหนดให้มีขั้นตอนดังนี้ เนื่องจากพบว่าถนนซอยที่มีความยาวประมาณน้อยกว่า 160 เมตร ไม่แสดงบนแผนที่มาตราส่วน 1:20,000 ขั้นตอนนี้จะทำการคำนวณความยาวของทุกเวกเตอร์บนเส้นถนนซอยที่กำลังพิจารณา รวมความยาวทั้งหมด จากนั้นทำการจัดเก็บเฉพาะเส้นที่มีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับ 160 เมตร

ขั้นตอนสิ้นสุดกระบวนการ

จากตาราง 5.1 ขั้นตอนสิ้นสุดกระบวนการเป็นขั้นตอนที่มีค่าตัวแปรของตัวแปรกำหนดขั้นตอนที่มีรหัสเป็น 1008 เป็นขั้นตอนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนค่าตัวแปรของตัวแปรควบคุมให้มีรหัสเป็น 2001 (ดูตาราง 4.1) เพื่อเริ่มต้นกระบวนการกับข้อมูลประเภทอื่นต่อไปตามลำดับความสำคัญที่กำหนดไว้เป็นพารามิเตอร์ของการเจนเนอราลไลซ์

บทที่ 7
บทสรุป

สรุปการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เกิดขึ้นจากแนวคิดที่จะใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแผนที่มาตราส่วนอื่น ๆ ที่เล็กกว่าแผนที่มาตราส่วนเดิมที่มีอยู่ ประเด็นปัญหาของการวิจัยจึงเป็นเรื่องของการเจนเนอราลไลซ์แบบใช้คอมพิวเตอร์ ในการวิจัยจึงต้องทำการศึกษาหาวิธีการหรืออัลกอริธึมที่สามารถทำให้ผลการเจนราลไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์มีความถูกต้องเหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาการเจนเนอราลไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โครงร่างดังรูป 2.3 เป็นไปในลักษณะการใช้ฐานข้อกำหนดควบคุมกระบวนการของการเจนเนอราลไลซ์ คือ หลังจากที่ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ของการเจนเนอราลไลซ์แล้ว กระบวนการทั้งสอง ได้แก่ กระบวนการคัดเลือก และกระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสม จะทำงานต่อไปโดยมีฐานข้อกำหนดควบคุม กระบวนการแต่ละกระบวนการจะให้ผลหรือเลือกใช้อัลกอริธึมใดขึ้นกับฐานข้อกำหนดที่ควบคุมอยู่เป็นสำคัญ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทำการเจนเนอราลไลซ์ข้อมูลเชิงเส้น ได้แก่ แหล่งน้ำ ถนน ทางรถไฟ และ เส้นขอบเขตการปกครอง เพื่อสร้างแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 1:20,000 และ 1:50,000 จากแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 ผลที่ได้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในบทที่ 5

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบของฐานข้อกำหนดที่สามารถนำไปใช้ควบคุมกระบวนการเจนเนอราลไลซ์ในการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมกับได้แจกแจงส่วนประกอบของฐานข้อกำหนดอย่างละเอียดเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไปและยังได้สร้างโปรแกรมเพิ่มเติมแก้ไขฐานข้อกำหนดเอาไว้ด้วย นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้นำเสนออัลกอริธึมที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการ ได้แก่ การสร้างโพลีกอนรอบเส้น การตรวจหาการตัดกันของเส้น การตรวจสอบการซ้อนทับของโพลีกอน การรวมเส้น เป็นต้น

อย่างไรก็ตามวิธีการเจนเนอราลไลซ์ที่ผู้วิจัยใช้มีข้อควรสังเกตบางประการ กล่าวคือ

ประการที่ 1 วิธีการเจนเนอราลไลซ์ที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้เป็นการทำงานกับข้อมูลทีละประเภท ในขั้นตอนตรวจสอบการซ้อนทับตามวิธีการในบทที่ 6 เป็นการตรวจสอบกับข้อมูลประเภทเดียวกันและเป็นการตรวจสอบเพื่อพิจารณาว่าจะต้องทำการรวมข้อมูลเข้าด้วยกันหรือไม่เท่านั้น การซ้อนทับของข้อมูลต่างประเภทกันไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาและไม่มีขั้นตอนที่จะใช้ในการเลื่อนขยับเมื่อข้อมูลต่างประเภทซ้อนทับกัน ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทข้อมูลจึงไม่ได้รับพิจารณา เป็นผลให้พารามิเตอร์ที่กำหนดลำดับความสำคัญของประเภทข้อมูลไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ใด ๆ หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งไม่ว่าจะกำหนดลำดับความสำคัญของข้อมูลเอาไว้อย่างไรผลที่ได้จากการเจนเนอราลไลซ์ตามวิธีการนี้ก็ยังคงเหมือนเดิม

ประการที่ 2 ภายหลังจากนำรูปแผนที่ต้นฉบับไปผ่านการเจนเนอราลไลซ์ด้วยกระบวนการคัดเลือกและกระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสม ดังโครงร่างในรูป 2.3 มีความเป็นไปได้ที่จะยังคงมีการซ้อนทับของรูปกราฟิกอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ารูปแผนที่มีความหนาแน่นมาก แต่ที่ปัญหาดังกล่าวไม่ชัดเจนในการวิจัยนี้ก็เพราะรูปแผนที่ของบริเวณศึกษาไม่มีความหนาแน่นมากนัก ดังนั้นเพื่อให้การเจนเนอราลไลซ์มีความสมบูรณ์มากขึ้นจึงน่าจะต้องมีการตรวจสอบการซ้อนทับซ้ำอีกครั้งภายหลังสิ้นสุดกระบวนการทั้งสองและหากมียังคงพบว่ามีการซ้อนทับเหลืออยู่ก็น่าจะมีกลไกให้สามารถกลับไปเริ่มต้นที่กระบวนการคัดเลือกอีกครั้งและปรับเปลี่ยนข้อกำหนดที่ใช้อยู่

ประการที่ 3 ข้อเท็จจริงที่ใช้ในการสร้างข้อกำหนดเกิดจากการศึกษาเปรียบเทียบแผนที่มาตราส่วน 1:4,000 ของบริเวณศึกษากับแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 1:20,000 และ 1:50,000 ของบริเวณเดียวกันซึ่งจัดทำโดยกรมแผนที่ทหารและองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งประเทศญี่ปุ่น (JICA) ทำให้ข้อกำหนดที่ใช้ในการวิจัยอาจไม่ถูกต้องถ้าหากนำไปใช้ทำการเจนเนอราลไลซ์กับบริเวณอื่นที่ไม่ใช่บริเวณศึกษา

ประการที่ 4 การเจนเนอราลไลซ์ในการวิจัยนี้ทำงานกับรูปกราฟิกที่ไม่ได้มีการจัดเก็บฐานข้อมูลแอทริบิวท์เอาไว้ด้วย ผู้วิจัยพบว่าหากพัฒนาการเจนเนอราลไลซ์โดยพิจารณาข้อมูลแอททริบิวทร์ร่วมด้วยมากยิ่งขึ้น การสร้างข้อกำหนดและอัลกอริธึมทางเรขาคณิตจะกระทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพกว่า

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาต่อเนื่อง สิ่งที่ควรพิจารณามีดังนี้

1. ควรพัฒนาการเจนเนอราลไลซ์ด้วยการใช้ฐานข้อกำหนดกับข้อมูลประเภทอื่น เช่น เส้นชั้นความสูง เส้นแนวสายไฟฟ้าแรงสูง กลุ่มอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น

2. ควรทดลองพัฒนาการเจนเนอราลไลซ์ด้วยการใช้ฐานข้อกำหนดกับข้อมูลที่อยู่บนโปรแกรมประเภท GIS เช่น ARC/INFO , SPAN เป็นต้น เพื่อศึกษาวิธีการเจนเนอราลไลซ์ให้สามารถรักษาลักษณะทางโทโปโลยีของข้อมูลเดิมเอาไว้ และ เพื่อทำให้การแสดงผลทางกราฟิกของโปรแกรมประเภทนี้เป็นไปตามหลักการทางคาร์โตกราฟีและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ควรดำเนินการศึกษาวิจัยสร้างข้อกำหนดมาตรฐานแห่งชาติขึ้นเพื่อใช้ในการพัฒนาการเจนเนอราลไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์และใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเจนเนอราลไลซ์ที่อาจจะมีในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย