



บทที่ 2

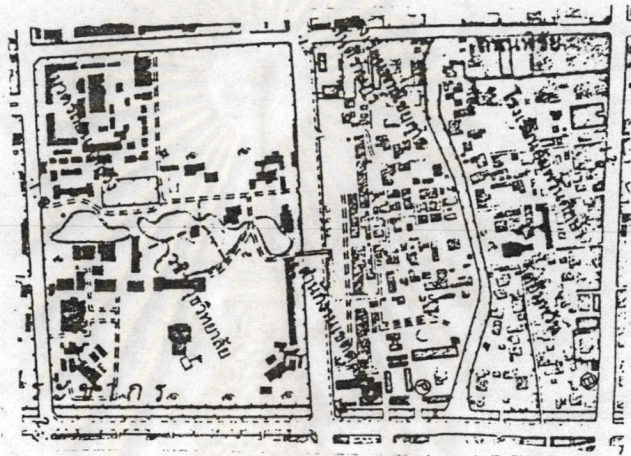
ความหมายของการเงินเนอราลไลซ์และวิธีการ

ความหมายของการเงินเนอราลไลซ์

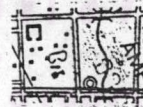
เนื่องจากแผนที่ คือ การจำลองข้อมูลบนผิวโลกเพื่อให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ บนผิวโลกได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตามการแสดงผลข้อมูลบนแผนที่จะต้องมีมาตราส่วนเล็กกว่า 1:1 เสมอ เพราะข้อจำกัดของพื้นที่ที่ใช้ในการแสดง เป็นผลให้รูปกราฟิกข้อมูลต่าง ๆ มีระยะห่างระหว่างกันและขนาดความกว้างยาวลดลงตามมาตราส่วนที่ใช้ รูปกราฟิกจะจับกลุ่มหนาแน่นจนไม่อาจสื่อความหมายที่ถูกต้องชัดเจนได้ ดังนั้นเพื่อให้แผนที่สื่อสารได้ถูกต้องและเป็นประโยชน์อย่างแท้จริงจำเป็นต้องมีกระบวนการจัดการให้รูปกราฟิกแสดงเหมาะสมกับมาตราส่วนที่ใช้ ในทางคาร์โตกราฟีเรียกกระบวนการนี้ว่า การเงินเนอราลไลซ์ นอกจากการสร้างแผนที่แล้วการเงินเนอราลไลซ์ยังถูกนำไปใช้เป็นกระบวนการหลักในการสร้างแผนที่มาตราส่วนลดทอนจากแผนที่เดิมที่มีมาตราส่วนใหญ่กว่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้แผนที่มาตราส่วนลดทอนที่จัดทำขึ้นใหม่ยังคงสื่อความหมายได้ตรงหรือใกล้เคียงกับแผนที่มาตราส่วนเดิม รูป 2.1 แสดงให้เห็นความแตกต่างของรูปกราฟิกพื้นที่บริเวณเดียวกันบนแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 และ 1:50,000

ในการทำเงินเนอราลไลซ์มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่หลายประการด้วยกัน ปัจจัยอย่างแรกที่อิทธิพลมากที่สุดก็คือ มาตราส่วน เพราะอัตราการเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนมีผลโดยตรงต่อการปรับเปลี่ยนรูปกราฟิกของข้อมูลแต่ละประเภท สัญลักษณ์แผนที่เป็นปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึง เพราะขนาดและแบบของสัญลักษณ์มีผลต่อการจัดวางบนแผนที่ ประเภทของข้อมูลก็เป็นปัจจัยสำคัญ ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนของการเงินเนอราลไลซ์ข้อมูลบางอย่างอาจต้องการเลื่อนขยับ แต่ข้อมูลบางอย่างจำเป็นต้องคงตำแหน่งเดิมเอาไว้ ดังนั้นประเภทของข้อมูลจึง

เป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ นอกจากนั้นข้อจำกัดการมองเห็นของมนุษย์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง
 เพราะเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปสู่ลักษณะที่สื่อความหมายได้จริง



1:10,000



1:50,000

รูป 2.1 แสดงความแตกต่างของรูปกราฟิกบนแผนที่มาตราส่วน 1:10,000 และ 1:50,000

การเจนเนอราลไลซ์ประกอบด้วยกระบวนการใหญ่ ๆ 2 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการคัดเลือก

หน้าที่ของกระบวนการนี้ก็คือ เลือกลักษณะเฉพาะข้อมูลที่มีนัยสำคัญต่อแผนที่มาตราส่วนลดทอนและคัดข้อมูลที่ไม่มีนัยสำคัญออกไป โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนลักษณะและรายละเอียดของข้อมูล ในการคัดเลือกไม่ได้คำนึงถึงเฉพาะประเภทของข้อมูลเท่านั้นแต่จะต้องคำนึงถึงลักษณะของข้อมูลนั้นด้วย ตัวอย่างเช่น ทะเลสาบหรือแอ่งน้ำซึ่งมีขนาดใหญ่ชัดเจนบนแผนที่มาตราส่วนลดทอนอาจถูกเลือกไว้ แต่กรณีที่ไม่แสดงด้วยขนาดเล็กมากเกินไปจนมองเห็นเหมือนจุด ก็ควรจะถูกคัดออก

2. กระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสม

เป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่ปรับรูปกราฟิกของข้อมูลให้คงส่วนสำคัญและลักษณะเด่นชัดเอาไว้ พร้อมกับตัดลดรายละเอียดที่ไม่สำคัญของข้อมูลออกไป ขั้นตอนโดยทั่วไปประกอบด้วย

2.1 การจัดกลุ่ม เป็นขั้นตอนสำคัญและจัดเป็นขั้นตอนที่ต้องกระทำเป็นอันดับแรกเสมอ เพราะข้อมูลแต่ละประเภทต้องการการปรับแต่งในลักษณะแตกต่างกันไป บางโอกาสการปรับแต่งข้อมูลประเภทใดประเภทหนึ่งต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์กับข้อมูลประเภทอื่นด้วย

2.2 การรวม เมื่อมาตราส่วนของแผนที่ลดลงข้อมูลต่าง ๆ ก็จะลดขนาดลงตามอัตราการผลิตมาตราส่วน จนข้อมูลบางประเภทมีขนาดเล็กถึงขนาดที่ไม่อาจสื่อความหมาย ตัวอย่างเช่น อาคารบ้านเรือน เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องรวมข้อมูลประเภทเดียวกันที่อยู่ใกล้กันไว้เป็นรูปหรือสัญลักษณ์เดียวกัน ในกรณีของข้อมูลลายเส้น เช่น ขอบทางน้ำและขอบถนน เมื่อแสดงที่มาตราส่วนเล็กลง ทางน้ำหรือถนนเหล่านี้ อาจไม่สามารถจำแนกขอบให้เห็นได้ชัดจึงต้อง

แทนด้วยสัญลักษณ์เส้นตามแนวเส้นกลางของเส้นขอบทั้งสอง โดยการรวมเส้นขอบทั้งสองเข้าด้วยกัน ปริมาณของข้อมูลที่ต้องทำการรวมมักจะเพิ่มขึ้นตามขนาดการลดลงของมาตราส่วนเสมอ

2.3 การเลื่อนขยับ ผลจากการรวมข้อมูลเข้าด้วยกันทำให้เกิดที่ว่างมากขึ้นบนบางส่วนของแผนที่ ขณะเดียวกันจากการที่พื้นที่ที่แสดงข้อมูลลดลงก็อาจทำให้เกิดการซ้อนกันของข้อมูลกันได้ จึงจำเป็นจะต้องมีการเลื่อนขยับข้อมูลโดยจะต้องไม่ทำให้ความหมายของแผนที่ผิดเพี้ยนไป

2.4 การลดจุดบนเส้น เส้นต่าง ๆ ที่ปรากฏบนแผนที่มาตราส่วนลดทอนควรจะมีลักษณะเรียบมากขึ้นจึงจะต้องมีการตัดจุดบางจุดออกไปและคงจุดที่แสดงลักษณะเฉพาะของเส้นเอาไว้

จากข้างต้นเป็นกระบวนการมาตรฐานทั่วไป ซึ่งในทางปฏิบัติการดำเนินการตามกระบวนการต่าง ๆ ในการเจนเนอรัลไลซ์ด้วยมือขึ้นอยู่กับนักเขียนแผนที่ (Cartographer) โดยคำนึงปัจจัยต่าง ๆ ดังที่กล่าวไปแล้ว ดังนั้นแผนที่ที่แสดงจะมีความถูกต้องเหมาะสมเพียงใดขึ้นกับทักษะ ความรู้ความชำนาญของนักเขียนแผนที่ เป็นสำคัญ

การเจนเนอรัลไลซ์ด้วยมือ (Manual Generalization)

การเจนเนอรัลไลซ์ด้วยมือเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้ในการจัดทำแผนที่มาตราส่วนลดทอนจากแผนที่มาตราส่วนเดิมที่พิมพ์อยู่บนกระดาษ มีขั้นตอนคร่าว ๆ ดังนี้ คือ

1. วิเคราะห์เพื่อกำหนดว่าข้อมูลใดบนแผนที่มาตราส่วนเดิมควรแสดงบนแผนที่มาตราส่วนลดทอน

2. ลอกถ่ายข้อมูลที่จะต้องแสดงบนแผนที่มาตราส่วนลดทอน บนฟิล์ม (transparent drafting film) ที่ละประเภทข้อมูลบนมาตราส่วนเดิม โดยขณะทำการลอกถ่าย

จะทำการปรับแต่งและลดทอน ลักษณะรูปภาพของข้อมูลตามที่ควรแสดงบนแผนที่
มาตราส่วนลดทอน

3. รวบรวมแผ่นฟิล์มลอกลายรูปภาพของข้อมูลแต่ละประเภทเข้าด้วยกัน จากนั้นใช้หลักการทางโฟโตกราฟฟี เพื่อฉายข้อมูลลงไปสู่มาตราส่วนที่ต้องการ

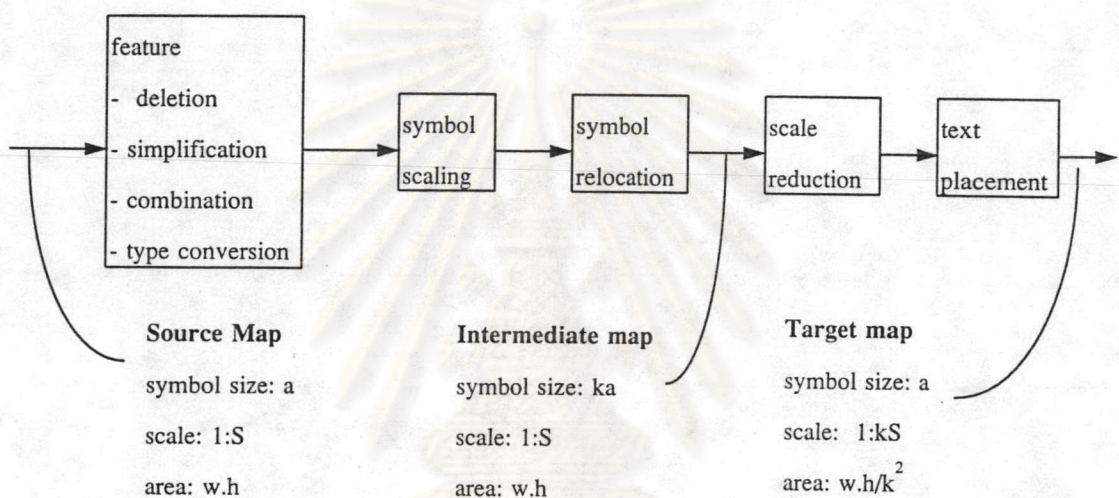
ในขั้นตอนที่ 2 จะเห็นได้ว่าจำเป็นจะต้องให้เส้นที่ลอกลายมีความหนาในขนาดที่เมื่อลดมาตราส่วนไปแล้ว ความหนาของเส้นบนแผนที่มาตราส่วนลดทอนเป็นไปตามต้องการพอดีเช่น ในการลดทอนมาตราส่วนจาก 1:5,000 ไปสู่ 1:20,000 จะได้อัตราส่วนลดทอนเป็น 4 เท่า ดังนั้นหากต้องการให้ความหนาของเส้นบางเส้นที่ปรากฏบนแผนที่มาตราส่วนลดทอนมีขนาด 0.5 มิลลิเมตร จำเป็นจะต้องลอกลายเส้นด้วยความหนา 2.0 มิลลิเมตร เป็นต้น

การเจนเนอราลไลซ์ด้วยมือเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้ทำงานกับแผนที่ที่จัดพิมพ์บนกระดาษ ถ้าหากแผนที่อยู่ในรูปเชิงตัวเลขในลักษณะที่เป็นฐานข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ ควรต้องมีกระบวนการต่อเนื่องบนคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้การจัดทำแผนที่เป็นไปโดยอัตโนมัติ ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วและประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาในการทำงาน

การเจนเนอราลไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer - Assisted Generalization)

Nickerson และ Freeman (1986) ได้แสดงโครงร่างการเจนเนอราลไลซ์เอาไว้ตามรูป 2.2 ซึ่งกำหนดให้แผนที่ต้นฉบับมีมาตราส่วน 1:S มีขนาดสัญลักษณ์ (symbol size) เท่ากับ a และขนาดรูปแผนที่เท่ากับ $w.h$ และแผนที่มาตราส่วนลดทอนตามโครงร่างมีมาตราส่วนเป็น 1:kS มีขนาดสัญลักษณ์เท่ากับ a และมีขนาดแผนที่เท่ากับ $(w.h)/k^2$ ขั้นตอนแรกของโครงร่างการจัดการกับข้อมูล ประกอบด้วย 4 กระบวนการ กระบวนการแรกเป็นกระบวนการคัดข้อมูลออก (deletion) เพื่อทำให้ความหนาแน่นของข้อมูลบนแผนที่ต้นฉบับและแผนที่มาตราส่วนลดทอนมีความใกล้เคียงกัน กระบวนการต่อไปเป็นการปรับแต่งให้เหมาะสม (simplification) ทำหน้าที่ลดจำนวนจุดที่ประกอบเป็นรูปข้อมูล ต่อจากนั้นก็จะเป็นกระบวนการรวมข้อมูล (combination) เช่น ทางน้ำขนาดใหญ่อาจแสดงเป็นเพียงสัญลักษณ์เส้นเดียวตามแนวเส้นกลาง

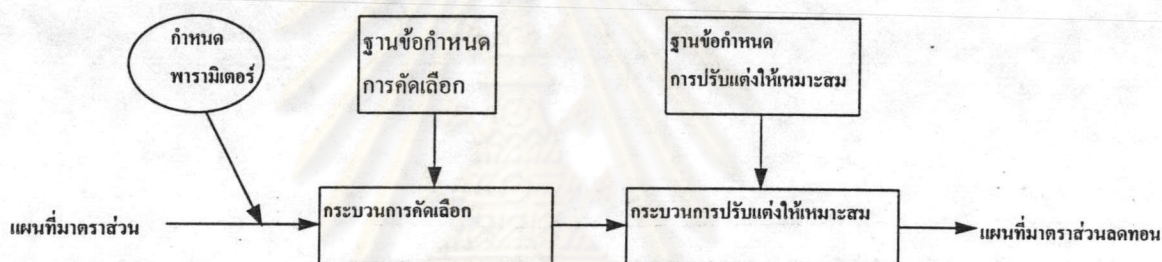
ของข้อมูลเดิม กระบวนการสุดท้ายของขั้นตอนนี้คือเปลี่ยนประเภทข้อมูล (type conversion) เป็นการปรับเปลี่ยนประเภทข้อมูลอย่างหนึ่งไปเป็นอีกอย่างหนึ่ง ตัวอย่างเช่น อ่างน้ำ เป็นข้อมูลพื้นที่รูปปิด อาจถูกเปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์แทนทำให้กลายเป็นข้อมูลประเภทจุด เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการต่าง ๆ ของขั้นตอนแรกตามโครงสร้างกับกระบวนการที่นำเสนอไว้ในตอนต้นของบทนี้ จะเห็นได้ว่าการตัดออก (deletion) เป็นกระบวนการเดียวกับ กระบวนการคัดเลือก ส่วนกระบวนการที่เหลือทั้งสามก็ถือรวมเป็นกระบวนการเดียวกับกระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสมนั่นเอง



รูป 2.2 โครงร่างกระบวนการเจเนอราลไลซ์เพื่อสร้างแผนที่มาตราส่วน $1:kS$ จากแผนที่มาตราส่วน $1:S$ ของ Nickerson และ Freeman (1986)

ขั้นตอนต่อไปตามโครงสร้างเป็นการปรับขนาดสัญลักษณ์ตามมาตราส่วนที่เปลี่ยนแปลง (symbol scaling) โดยสร้างแผนที่ร่าง (intermediate map) จากแผนที่ต้นฉบับที่มีขนาดของสัญลักษณ์ขยายเป็น k เท่าของขนาดเดิม ซึ่งจะทำให้เห็นการซ้อนทับของสัญลักษณ์ ขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของสัญลักษณ์ (symbol relocation) เพื่อแก้ปัญหาการซ้อนทับ จากนั้นจึงเป็นขั้นตอนเปลี่ยนมาตราส่วนไปสู่มาตราส่วนลดทอน (scale reduction) ในที่นี้คือ $1:kS$ ขั้นตอนสุดท้ายของโครงสร้างเป็นการใส่ตัวหนังสือ (text placement) เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้จะได้แผนที่มาตราส่วนลดทอนตามต้องการ

ในการวิจัยนี้มุ่งประเด็นไปที่การเจนเนอเรตไลซ์ข้อมูลในแผนที่ ซึ่งก็คือขั้นตอนแรกๆ ของโครงสร้างตามรูป 2.2 โดยสนใจเฉพาะข้อมูลสายเส้นได้แก่ ถนน แหล่งน้ำ ทางรถไฟ และเส้นขอบเขตการปกครอง ลักษณะของการเจนเนอเรตไลซ์ที่ผู้วิจัยนำเสนอมีโครงสร้างดังรูป 2.3 กล่าวคือ เมื่อนำแผนที่ต้นฉบับมาทำการเจนเนอเรตไลซ์จะต้องผ่านกระบวนการหลัก ๆ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการคัดเลือก และ กระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสม โดยมีฐานข้อกำหนดซึ่งรวบรวมความรู้และกฎเกณฑ์ควบคุมแต่ละกระบวนการและต้องมีการกำหนดค่าปัจจัยต่างๆ ที่อิทธิพลต่อการเจนเนอเรตไลซ์ดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อแรกของบทนี้ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ก็คือพารามิเตอร์ของกระบวนการที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์นั่นเอง โดยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องได้รับการกำหนดค่าให้ถูกต้องตั้งแต่เริ่มต้นทำงาน



รูป 2.3 โครงร่างของการเจนเนอเรตไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์

ลักษณะของกระบวนการคัดเลือกที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้จะทำงานกับฐานข้อกำหนดที่ควบคุมอยู่เป็นหลัก โดยอ่านข้อมูลจากแผนที่ต้นฉบับ จากนั้นจึงส่งเข้าไปตรวจสอบกับฐานข้อกำหนดหากให้ข้อสรุปว่าเลือก ข้อมูลนั้นก็จะถูกเก็บเอาไว้ หากข้อสรุปปฏิเสธการเลือกข้อมูลนั้นก็จะไม่ถูกเก็บ ส่วนกระบวนการปรับแต่งให้เหมาะสมเป็นการนำหลักการและอัลกอริทึมทางด้านคณิตศาสตร์และเรขาคณิตเข้ามาประยุกต์ใช้โดยประกอบด้วยการลดจุดบนเส้น การตรวจสอบการซ้อนทับ การรวมเส้นและการเปลี่ยนชนิดข้อมูล ส่วนการที่ข้อมูลประเภทใดจะใช้อัลกอริทึมใดบ้างหรือมีลำดับก่อนหลังการใช้อัลกอริทึมต่าง ๆ เป็นอย่างไรก็ขึ้นกับข้อสรุปจากฐานข้อกำหนดที่ควบคุมกระบวนการนี้อยู่

พารามิเตอร์ของการเงินเนอราลไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์

พารามิเตอร์ของการเงินเนอราลไลซ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ก็คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเงินเนอราลไลซ์ ดังนั้นค่าพารามิเตอร์หรือปัจจัยเหล่านี้จะต้องได้รับการกำหนดค่าไว้ตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อที่ฐานข้อกำหนดและอัลกอริทึมต่าง ๆ จะได้นำค่าเหล่านี้ไปใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีพารามิเตอร์ที่จำเป็น ดังนี้

1. ลำดับความสำคัญ (Priority)

เป็นพารามิเตอร์ที่ระบุลำดับความสำคัญก่อนหลังให้ข้อมูลแต่ละประเภท เพราะการเงินเนอราลไลซ์ในบางขั้นตอนจำเป็นต้องคำนึงถึงประเภทข้อมูล และ ความสัมพันธ์ของแต่ละประเภทข้อมูล เพื่อรักษาลักษณะสำคัญของข้อมูลเอาไว้ Caldwell (1984) กล่าวถึงการกำหนดลำดับความสำคัญของข้อมูลโดยหน่วยงาน U.S. Defense Mapping Agency ซึ่งกำหนดให้แหล่งน้ำมีความสำคัญมากที่สุด ทางรถไฟ ถนน แนวสายไฟฟ้าแรงสูงและเส้นชั้นความสูงมีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ สำหรับการวิจัยครั้งนี้เกี่ยวข้องกับเฉพาะแหล่งน้ำ ถนน ทางรถไฟและเส้นขอบเขตการปกครอง เท่านั้น

2. มาตรฐาน (Scale)

เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดปัจจัยที่เป็นมาตรฐาน ประกอบด้วยมาตรฐานแผนที่ต้นฉบับและมาตรฐานลดทอนที่ต้องการ พารามิเตอร์มาตรฐานเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุดและจะต้องกำหนดค่าให้ถูกต้อง เพราะอัตราการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานมีผลกระทบโดยตรงต่อการเงินเนอราลไลซ์

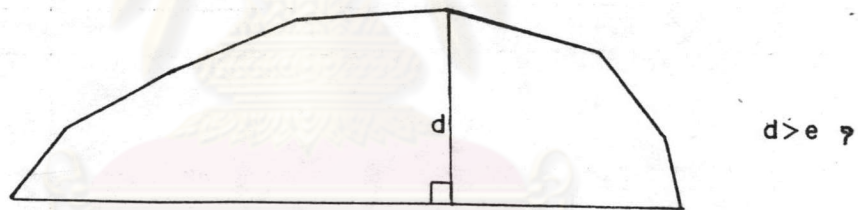
3. ความหนาของเส้น (Line Width)

เนื่องจากสัญลักษณ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเงินเนอราลไลซ์เพราะ

รูปแบบและขนาดของสัญลักษณ์ที่ใช้แทนข้อมูลมีผลต่อการจัดวางบนแผนที่ ในกรณีที่ข้อมูลเป็นเส้น ซึ่งจำแนกประเภทด้วยความหนา ในการเจนเนอราลไลซ์จึงจำเป็นต้องทราบความหนาของเส้นที่ใช้แทนข้อมูลแต่ละประเภท ดังนั้นความหนาของเส้นจึงเป็นพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องกำหนดค่าเอาไว้ ตัวอย่างเช่น ถนนใช้เส้น 0.2 มม. แหล่งน้ำ 0.3 มม. ทางรถไฟ 0.4 มม. และ เส้นขอบเขตการปกครองใช้เส้น 0.5 มม. เป็นต้น

4. ค่ามากที่สุดที่ยอมรับได้ในการลดจุดบนเส้น (Weeding Points Tolerance)

เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ (e) ที่ใช้กับอัลกอริทึม Douglas-Peucker ซึ่ง มีหน้าที่ปรับให้เส้นมีความเรียบขึ้น โดยเอาจุดที่มีระยะห่างจากเส้นฐานน้อยกว่า e ออก และ เก็บจุดที่แสดงลักษณะเฉพาะของเส้นคือห่างเส้นฐานมากกว่า e เอาไว้ ตัวอย่างเช่น กำหนดให้มีค่าเป็น 0.05 มม.



รูป 2.4 แสดงค่ามากที่สุดที่ยอมรับได้ในการลดจุดบนเส้นด้วยอัลกอริทึม Douglas - Peucker

5. ระยะน้อยที่สุดระหว่างข้อมูลที่ยอมรับได้ (Minimum Feature Spacing)

เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดระยะห่างน้อยที่สุดระหว่างข้อมูลที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ เพราะข้อจำกัดการมองเห็นของมนุษย์เป็นปัจจัยหนึ่งในการเจนเนอราลไลซ์ เนื่องจากว่าหาก ระยะห่างระหว่างข้อมูลน้อยเกินไปจะดูเหมือนข้อมูลนั้นติดกันหรือเชื่อมต่อเป็นชิ้นเดียวกัน ทำให้การสื่อความหมายผิดเพี้ยนไปได้ ตัวอย่างเช่น กำหนดให้มีค่าเป็น 0.3 มม.