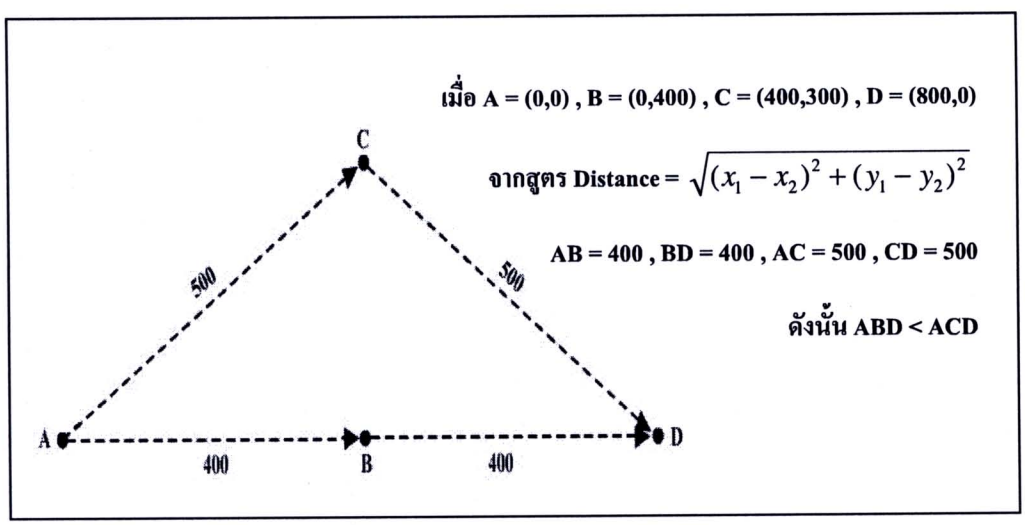
บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันปัญหาการเลือกเส้นทาง เป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจอย่างมากจากงานในด้านการขนส่ง การเดินทางและการลงทุน เนื่องจากทุก ๆ องค์กรในปัจจุบันต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายขององค์กรให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้มีต้นทุนที่ต่ำและสามารถแข่งขันกับผู้อื่นได้มากขึ้น ซึ่งการเลือกใช้เส้นทางที่สั้นที่สุดนั้นเป็นการลดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุดวิธีการหนึ่ง โดยอาจเป็นเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางที่สั้นที่สุดก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการในช่วงเวลานั้น เนื่องจากการหาระยะทางในปัจจุบันส่วนใหญ่จะอาศัยแผนที่แบบสองมิติซึ่งแสดงข้อมูลในมิติความกว้างและความยาวเท่านั้น ส่วนข้อมูลในมิติของความสูงนั้นไม่ได้ถูกแสดงไว้ในแผนที่ดังกล่าว ซึ่งในความเป็นจริงแล้วนั้น มิติความสูงของพื้นที่มีผลต่อการหาค่าของระยะทางเป็นอย่างมาก และจากงานวิจัยของ Michal Stec (2006) ได้นำเสนอการสร้างโมเดลจำลองภาพในสายการผลิตและงานด้านการขนส่งในระบบห่วงโซ่อุปทานให้เป็นแบบอัตโนมัติ ได้แนะนำเกี่ยวกับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดว่าเพื่อให้เส้นทางที่สร้างในระบบจำลองภาพนั้นมีความสมจริง ควรนำเอาปัจจัยในเรื่องของลักษณะถนนที่ใช้ในการเดินทางมาใช้ในการพิจารณาหาเส้นทางที่เหมาะสม เพราะเส้นทางที่ขึ้นภูเขาย่อมใช้ความเร็วได้ไม่เท่ากับเส้นทางที่เป็นถนนทางเรียบ เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด จึงจำเป็นต้องทราบข้อมูลในมิติของความสูงเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจ

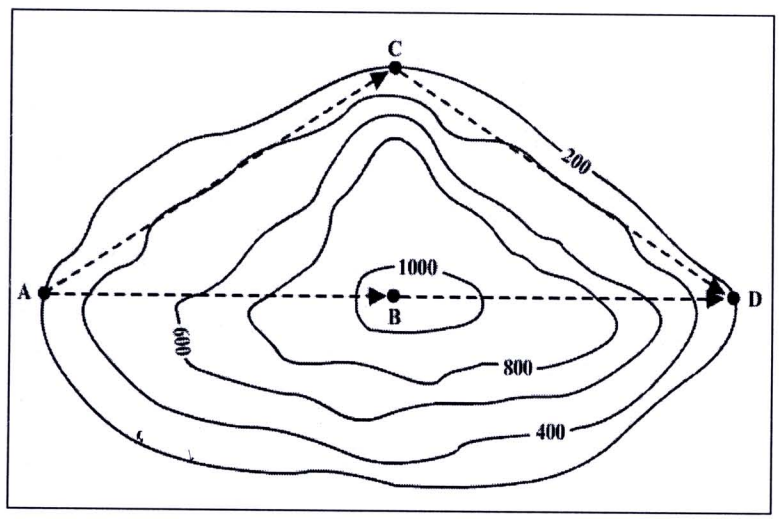
ทั้งนี้จากการศึกษาข้อมูลของผู้วิจัยพบว่า มีแผนที่แบบสองมิติอยู่หนึ่งประเภทซึ่งเป็นแผนที่ที่มีข้อมูลมิติของความสูงอยู่ด้วย ซึ่งได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) นั่นเอง โดยในแผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลมิติของความสูงจะอยู่ในรูปแบบของเส้นชั้นความสูง (Contour Line) อย่างไรก็ตามแม้ว่าแผนที่ภูมิประเทศจะมีข้อมูลในเรื่องของมิติความสูง แต่ข้อมูลดังกล่าวก็อยู่ในรูปแบบของรูปภาพที่มีการนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยการกราดภาพ (Scanning) ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “ภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ได้จากการกราดภาพ” (Scanned Topographic Map) ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น (Density Based Clustering) และการรู้จำตัวเลข (Numerical Recognition) เพื่อนำมาใช้งานร่วมกันในการสกัดข้อมูลที่เป็นค่าระดับชั้นความสูงของภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ได้จากการกราดภาพ แล้วใช้ค่าดังกล่าวในการหาค่าระยะทางตามสภาพภูมิประเทศจริง เพื่อนำค่าระยะทางที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นเส้นทางที่เป็นไปได้ต่อไป

จากความเป็นจริงที่รู้กันโดยทั่วไปว่า โลกของเรานั้นมีลักษณะเป็นทรงกลม และไม่ได้แบนราบเป็นแนวระนาบเดียวกันทั้งโลก ทุก ๆ พื้นที่ในโลกมีความสูงต่ำแตกต่างกันไปตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ด้วยสาเหตุนี้เองจึงทำให้เส้นทางที่มนุษย์ใช้งานในทุกวันนี้มีลักษณะที่เป็นการเดินทางไปตามความสูงต่ำของแต่ละพื้นที่ แต่เนื่องจากการคำนวณหาระยะทางที่คนส่วนใหญ่มักใช้กันนั้น เป็นการหาระยะทางในแนวระนาบเดียวกันหรือที่เรียกว่า “การวัดระยะแบบยูคลิด” (Euclidean distance) ซึ่งวิธีนี้เหมาะสมกับการหาระยะทางของตำแหน่งสองจุดที่อยู่ในแนวระนาบเดียวกัน โดยใช้ค่าพิกัดของจุดแต่ละจุดในการคำนวณหาระยะทาง ดังตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 1-1 ซึ่งระหว่างจุดสองจุดนั้นจะต้องไม่มีความแตกต่างในเรื่องความสูงต่ำของพื้นผิว หากใช้วิธีการวัดระยะแบบยูคลิดกับเส้นทางที่ระหว่างเส้นทางนั้นมีความสูงต่ำของพื้นที่ไม่เท่ากัน ค่าของการวัดระยะแบบยูคลิดที่ได้ย่อมไม่ตรงกับความเป็นจริง ซึ่งค่าที่ได้จะมีความแตกต่างจากค่าที่เป็นจริงมากน้อยเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับความสูงต่ำของเส้นทางนั้น โดยค่าของระยะทางมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการตัดสินใจเลือกเส้นทาง (Path finding) โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest path) ค่าระยะทางที่นำมาใช้ในการตัดสินใจนั้นจะมีความสำคัญที่สุด เพราะค่าของระยะทางในแต่ละเส้นทางมีผลต่อการตัดสินใจทั้งสิ้น หากไม่ทำการคำนวณจากระยะทางที่แท้จริงแล้วก็อาจทำให้เลือกเส้นทางที่ไม่เหมาะสมได้



ภาพที่ 1-1 ตัวอย่างการคำนวณเส้นทางที่อยู่ในแนวระนาบเดียว (ระดับชั้นความสูงเท่ากัน)

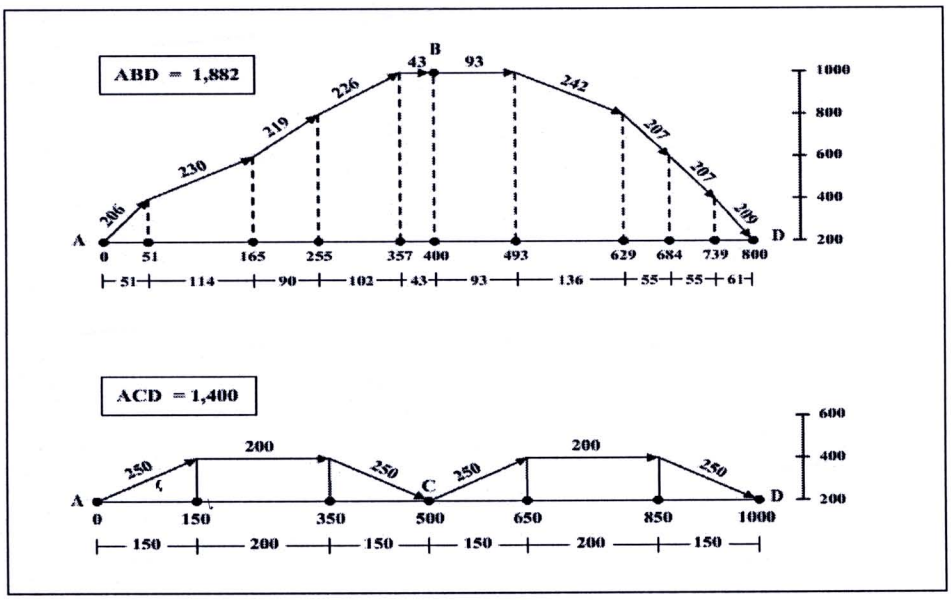
จากการคำนวณในภาพที่ 1-1 หากนำมาพิจารณาใหม่อีกครั้ง โดยเป็นการพิจารณาจากระยะทางที่อ้างอิงระดับความสูงในสภาพภูมิประเทศจริง ดังแสดงในภาพที่ 1-2



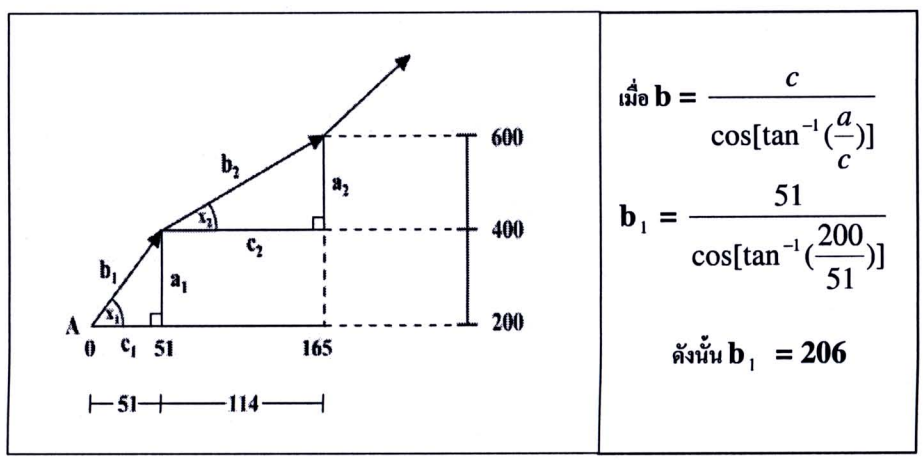
ภาพที่ 1-2 เส้นทางที่อยู่บนแนวระนาบแตกต่างกัน (ระดับชั้นความสูงไม่เท่ากัน)

ในกรณีนี้มีความแตกต่างจากการหาระยะทางในครั้งแรก เนื่องจากบนเส้นทาง ABD และเส้นทาง ACD นั้นต้องเดินทางผ่านภูเขาที่มีระดับความสูงแตกต่างกัน จึงเป็นผลให้ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางไม่เท่ากับระยะทางเดิมที่เป็นระยะกระจัดซึ่งอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 1-3 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เส้นทาง ABD ที่จากเดิมมีระยะทางเพียง 800 เมตร กลับมีระยะทางเพิ่มขึ้นเป็น 1,882 เมตร และเส้นทาง ACD ที่จากเดิมมีระยะทาง 1,000 เมตร กลับมีระยะทางเพิ่มขึ้นเป็น 1,400 เมตร ซึ่งในการคำนวณระยะทางของเส้นทาง ABD และเส้นทาง ACD ในครั้งใหม่นี้ ใช้การคำนวณโดยอาศัยหลักการของตรีโกณมิติ ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณไว้ในภาพที่ 1-4

ทั้งนี้จะเห็นว่าเส้นทาง ABD เป็นเส้นทางที่ต้องผ่านพื้นที่ซึ่งมีความสูงแตกต่างกันทั้งหมด 4 ระดับชั้น ซึ่งในแต่ละระดับชั้นมีความสูงเพิ่มขึ้นถึง 200 เมตร จึงเป็นผลให้ค่าระยะทางเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นอย่างมาก สำหรับเส้นทาง ACDนั้น แม้จะผ่านพื้นที่ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้นเช่นกันแต่ว่ามีความแตกต่างของความสูงเพียงระดับชั้นเดียวจึงเป็นผลให้ระยะทางเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่มากเท่ากับเส้นทาง ABD ดังนั้นเมื่อนำระยะทางที่ได้จากการหาระยะทางบนสภาพภูมิประเทศจริงมาพิจารณา จะพบว่าการตัดสินใจในครั้งใหม่ จะได้ผลการตัดสินใจที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมคือ เปลี่ยนมาเลือกใช้เส้นทาง ACD แทนเส้นทาง ABD เพื่อให้ได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด



ภาพที่ 1-3 ระยะทางตามสภาพภูมิประเทศจริงบนเส้นทาง ABD และ ACD



เมื่อ $\mathbf{b} = \dfrac{c}{\cos[\tan^{-1}(\frac{a}{c})]}$

$\mathbf{b}_1 = \dfrac{51}{\cos[\tan^{-1}(\frac{200}{51})]}$

ดังนั้น $\mathbf{b}_1 = \mathbf{206}$

ภาพที่ 1-4 ตัวอย่างการคำนวณระยะทางโดยอาศัยหลักการของตรีโกณมิติ

นอกจากนี้หากนำปัจจัยด้านการใช้ความเร็วมาพิจารณาร่วมด้วยแล้ว จะเห็นได้ว่าเส้นทาง ACD นั้นสามารถทำความเร็วได้ง่ายกว่าเส้นทาง ABD เพราะเส้นทาง ABD ต้องเดินทางผ่านระดับความสูงที่มากกว่า ย่อมจะทำให้การใช้ความเร็วทำได้ไม่เต็มที่เหมือนกับเส้นทาง ACD ดังนั้นปัจจัยด้านความเร็วนี้จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณาร่วมกันกับระยะทาง ในกรณีที่ต้องการเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาสั้นที่สุด

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นแล้วว่าระดับความสูงของพื้นที่บนเส้นทางที่เราพิจารณานั้น มีความสำคัญต่อการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเป็นอย่างมาก จึงจำเป็นที่จะต้องทราบค่าระดับชั้นความสูงที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ของเส้นทางที่กำลังพิจารณาอยู่ ซึ่งผู้วิจัยก็ได้กล่าวไว้ในตั้งแต่ตอนต้นแล้วว่าค่าระดับความสูงนี้เราสามารถจะหาได้จากแผนที่ภูมิประเทศ โดยข้อมูลดังกล่าวจะอยู่ในรูปแบบของรูปภาพที่มีการนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ ดังนั้นเราจึงต้องอาศัยเทคนิคการประมวลผลภาพ การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น และการรู้จำตัวเลข มาดำเนินการต่อภาพแผนที่ภูมิประเทศที่เรานำเข้ามาโดยการกราดภาพ เพื่อให้ได้ค่าระดับความสูงของพื้นที่บนเส้นทางที่เราพิจารณา แต่เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่า ในภาพแผนที่ภูมิประเทศนั้นจะมีข้อมูลอื่นปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก ตัวอย่าง เช่น สีของพื้นที่ สัญลักษณ์แทนสิ่งก่อสร้าง หรือเส้นเขตแดน เป็นต้น ดังนั้นเราจึงต้องอาศัยเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ในขั้นตอนการเตรียมภาพ (Image Preprocessing) เพื่อให้ได้ภาพที่มีเฉพาะเส้นชั้นความสูงหลักเท่านั้น จากนั้นจึงใช้การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่นเพื่อสกัดเอาเฉพาะรูปภาพที่เป็นตัวเลขของเส้นความสูงหลักออกมา และในขั้นตอนต่อไปจึงใช้การรู้จำตัวเลขเพื่อให้ทราบค่าที่แท้จริงของระดับชั้นความสูงที่มีอยู่ในรูปภาพที่นำมาประมวลผล ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีความยุ่งยากกว่าการรู้จำตัวเลขแบบปกติทั่วไป เนื่องจากว่าตัวเลขที่บอกถึงค่าระดับชั้นความสูงจะอยู่ในทิศทางที่เป็นไปได้ในทุกๆองศา จึงทำให้ต้องทราบทิศทางดังกล่าวเสียก่อนจึงจะทำการรู้จำได้ และเมื่อได้ค่าระดับชั้นความสูงแล้วจึงนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาระยะทางที่อยู่บนเส้นทาง ส่วนในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นขั้นตอนการเลือกเส้นทางที่เป็นไปได้จากเส้นทางที่มีอยู่ทั้งหมด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพ สำหรับใช้ในการพัฒนาขั้นตอนการเตรียมภาพของภาพแผนที่ภูมิประเทศจากการกราดภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีเพียงเส้นชั้นความสูงหลัก

2. เพื่อศึกษาการจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น สำหรับใช้ในการพัฒนาขั้นตอนการแยกรูปภาพตัวเลขออกจากเส้นชั้นความสูงหลัก

3. เพื่อศึกษาการรู้จำตัวเลข สำหรับใช้ในการพัฒนาขั้นตอนการรู้จำรูปภาพตัวเลขที่บอกถึงค่าระดับชั้นความสูง ซึ่งมีทิศทางการจัดวางตำแหน่งตัวเลขไม่แน่นอน

4. เพื่อศึกษาและพัฒนาขั้นตอนวิธีการหาเส้นทางที่เป็นไปได้ในสภาพภูมิประเทศจริง

5. เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำแนวความคิดที่นำเสนอ ไปศึกษาเพื่อทำการพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของตนเองต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ขั้นตอนวิธีการรู้จำตัวเลขเส้นชั้นความสูงหลัก โดยอาศัยเทคนิคการประมวลผลภาพ การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น และการรู้จำแบบวิธีการแพร่กระจายย้อนกลับ เพื่อให้ทราบค่าระดับชั้นความสูงที่อยู่ภายในแผนที่ภูมิประเทศ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาระยะทางในงานที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคตได้ โดยเป็นการหาระยะทางในรูปแบบที่แตกต่างจากการหาระยะทางในแนวระนาบเดียว ด้วยการนำมิติของระดับความสูงเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ

2. จากขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมา เมื่อพัฒนาต่อไปจนถึงขั้นตอนการคำนวณระยะทางได้แล้ว จะทำให้สามารถนำวิธีการทั้งหมดไปพัฒนาเป็นระบบช่วยตัดสินใจในงานด้านการขนส่ง การเดินทาง รวมไปถึงการวางแผนในลงทุนก่อสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ ให้อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดได้ ซึ่งสามารถช่วยเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในเรื่องดังกล่าวให้ลดลงจากเดิมได้

3. ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอจะสามารถใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาและพัฒนาการนำเทคนิคประมวลผลภาพ การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น และการรู้จำตัวเลข มาใช้งานร่วมกันเพื่อสกัดข้อมูลที่เป็นค่าระดับชั้นความสูงจากภาพแผนที่ภูมิประเทศ โดยมีขอบเขตดังต่อไปนี้

1. ภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นแผนที่ซึ่งมีมาตราส่วนขนาดไม่เกิน 1: 50,000 และมีรายละเอียดส่วนใหญ่เป็นเส้นชั้นความสูง

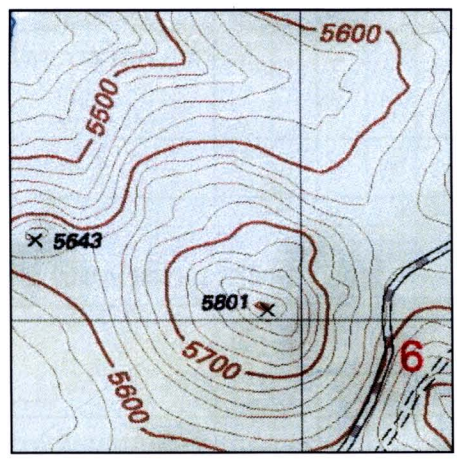
2. ภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นภาพที่ได้มาจากการกราดภาพซึ่งมีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 200 จุดต่อนิ้ว และเป็นแผนที่ภูมิประเทศที่ซึ่งใช้สีและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นไปตามหลักมาตรฐานสากล

3. แผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นแผนที่ซึ่งมีสีของเส้นชั้นความสูงหลักกับเส้นชั้นความสูงรองแตกต่างกันชัดเจน (ค่าความเข้มแสงที่ระดับเทาต่างกันมากกว่า 25) และขนาดของตัวเลขที่ใช้ระบุค่าชั้นความสูงแต่ละตัวจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าหรือเท่ากับ 16×13 จุดภาพ และมีขนาดของเส้นกว้างมากกว่า 2 จุดภาพ ซึ่งตัวอย่างที่ตรงตามขอบเขตได้แสดงไว้ในภาพที่ 1-5 และสำหรับตัวอย่างที่ไม่ตรงตามขอบเขตจะแสดงไว้ในภาพที่ 1-6

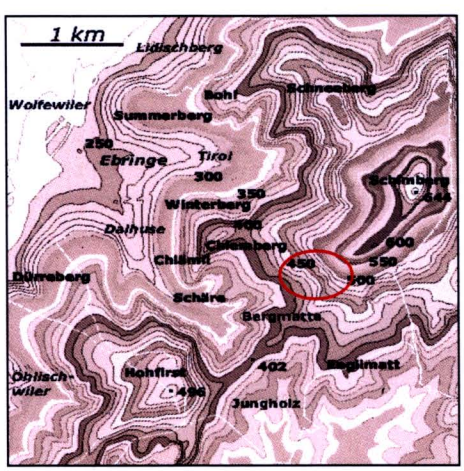
4. แผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นแผนที่ซึ่งมีตัวเลขแสดงค่าระดับชั้นความสูงในทิศทางที่เป็นแนวเดียวกันกับเส้นชั้นความสูงอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถระบุได้ว่าตัวเลขกำกับชั้นความสูงนั้นเป็นของเส้นชั้นความสูงเส้นใด ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ภาพที่ 1-5 สำหรับแผนที่ซึ่งไม่

สามารถใช้ได้คือแผนที่ซึ่งมีตัวเลขกำกับชั้นความสูงอยู่ในทิศทางที่ทับกับเส้นชั้นความสูงหลาย ๆ เส้น และไม่สามารถระบุได้ว่าตัวเลขดังกล่าวเป็นของเส้นชั้นความสูงหลักเส้นใด ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในภาพที่ 1-6 (ก)

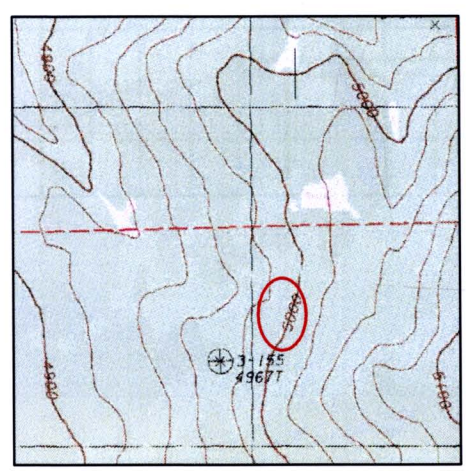
5. แผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นแผนที่ซึ่งไม่มีเส้นชั้นความสูงตัดผ่าน ตัวเลขที่ระบุค่าชั้นความสูงและมีระยะห่างจากเส้นชั้นความสูงถึงตัวเลขอย่างน้อย 3 จุดภาพ เพื่อให้สามารถระบุค่าระดับชั้นความสูงได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ภาพที่ 1-5 และตัวอย่างที่ไม่ถูกต้องในภาพที่ 1-6 (ข)



ภาพที่ 1-5 ตัวอย่างตามขอบเขตงานวิจัย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1-6 ตัวอย่างที่ไม่ตรงตามขอบเขตงานวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ดำเนินการวิจัยแบบ 2 ปีต่อเนื่อง (ปีงบประมาณ 2553-2554)

แผนการดำเนินงานปีที่ 1 (ปีงบประมาณ 2553-2554)

แผนการดำเนินงานวิจัย	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
➢ การจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุวิจัย	⇨											
➢ การศึกษาการประมวลผลภาพ	→	→	→	→	→	→						
➢ การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1							⇨					
➢ การศึกษาการจัดกลุ่มข้อมูลโดยการวัดความหนาแน่น							→	→	→	→	→	→
➢ การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2												⇨

แผนการดำเนินงานปีที่ 2 (ปีงบประมาณ 2554-2555)

แผนการดำเนินงานวิจัย	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
➢ การศึกษาระบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับเพื่อการรู้จำตัวเลขกำกับเส้นชั้นความสูง	→	→	→	→	→	→						
➢ การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3							⇨					
➢ พัฒนาเป็น Web-based Application สำหรับผู้ใช้ทั่วไป							→	→	→	→	→	→
➢ จัดส่งรายงาน												⇨