บทที่ 1
บทนำ

ที่มาของงานวิจัย

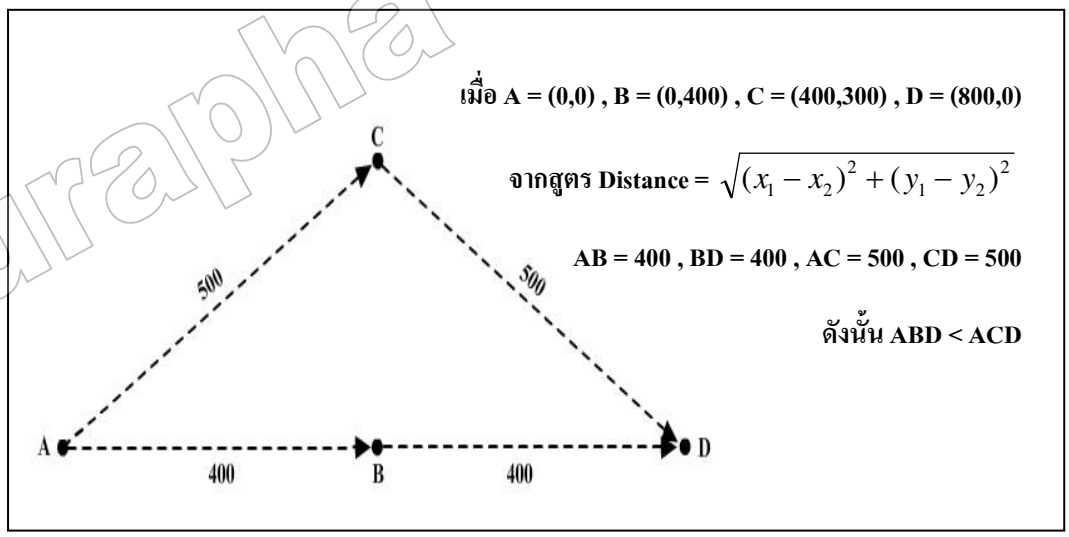
ในปัจจุบันปัญหาการเลือกเส้นทาง เป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจอย่างมากจากงานในด้านการขนส่ง การเดินทางและการลงทุน เนื่องจากทุก ๆ องค์กรในปัจจุบันต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายขององค์กรให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้มีต้นทุนที่ต่ำและสามารถแข่งขันกับผู้อื่นได้มากขึ้น ซึ่งการเลือกใช้เส้นทางที่สั้นที่สุดนั้นเป็นการลดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุดวิธีการหนึ่ง โดยอาจเป็นเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางที่สั้นที่สุดก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการในช่วงเวลานั้น เนื่องจากการหาระยะทางในปัจจุบันส่วนใหญ่จะอาศัยแผนที่แบบสองมิติ ซึ่งแสดงข้อมูลในมิติความกว้างและความยาวเท่านั้น ส่วนข้อมูลในมิติของความสูงนั้นไม่ได้ถูกแสดงไว้ในแผนที่ดังกล่าว ซึ่งในความเป็นจริงแล้วนั้น มิติความสูงของพื้นที่มีผลต่อการหาค่าของระยะทางเป็นอย่างมาก และจากงานวิจัยของ Michal Stec (2006) ได้นำเสนอการสร้างโมเดลจำลองภาพในสายการผลิตและงานด้านการขนส่งในระบบห่วงโซ่อุปทานให้เป็นแบบอัตโนมัติ ได้แนะนำเกี่ยวกับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดว่า เพื่อให้เส้นทางที่สร้างในระบบจำลองภาพนั้นมีความสมจริง 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) เพื่อนำมาใช้งานร่วมกันในการสกัดข้อมูลที่เป็นค่าระดับชั้นความสูงของภาพแผนที่ภูมิประเทศ โดยค่าดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการระบุค่าความสูงของเส้นทางที่อยู่บนแผนที่ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความสำคัญของปัญหา

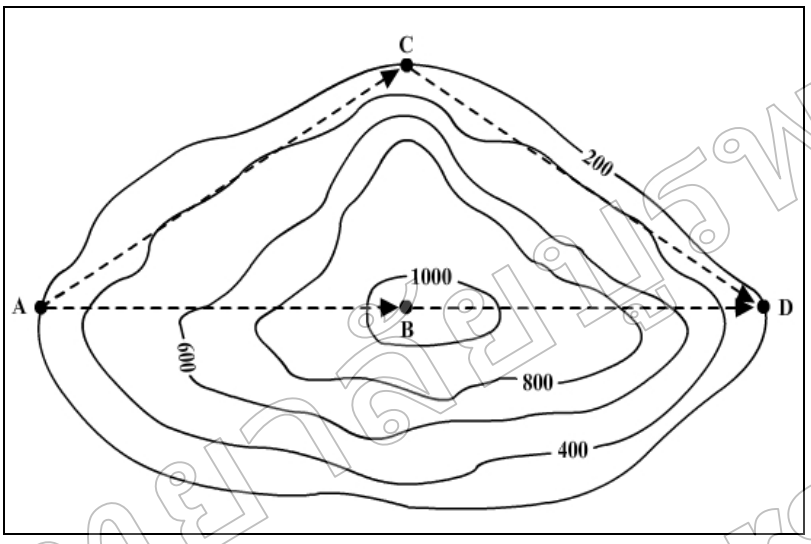
จากความเป็นจริงที่รู้กันโดยทั่วไปว่า โลกของเรานั้นมีลักษณะเป็นทรงกลม และไม่ได้แบนราบเป็นแนวระนาบเดียวกันทั้งโลก ทุก ๆ พื้นที่ในโลกมีความสูงต่ำแตกต่างกันไปตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ด้วยสาเหตุนี้เองจึงทำให้เส้นทางที่มนุษย์ใช้งานในทุกวันนี้มีลักษณะที่เป็นการเดินทางไปตามความสูงต่ำของแต่ละพื้นที่ 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)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการคำนวณในภาพที่ 1-1 หากนำมาพิจารณาใหม่อีกครั้ง โดยเป็นการพิจารณาจากระยะทางที่อ้างอิงระดับความสูงในสภาพภูมิประเทศจริง ดังแสดงในภาพที่ 1-2

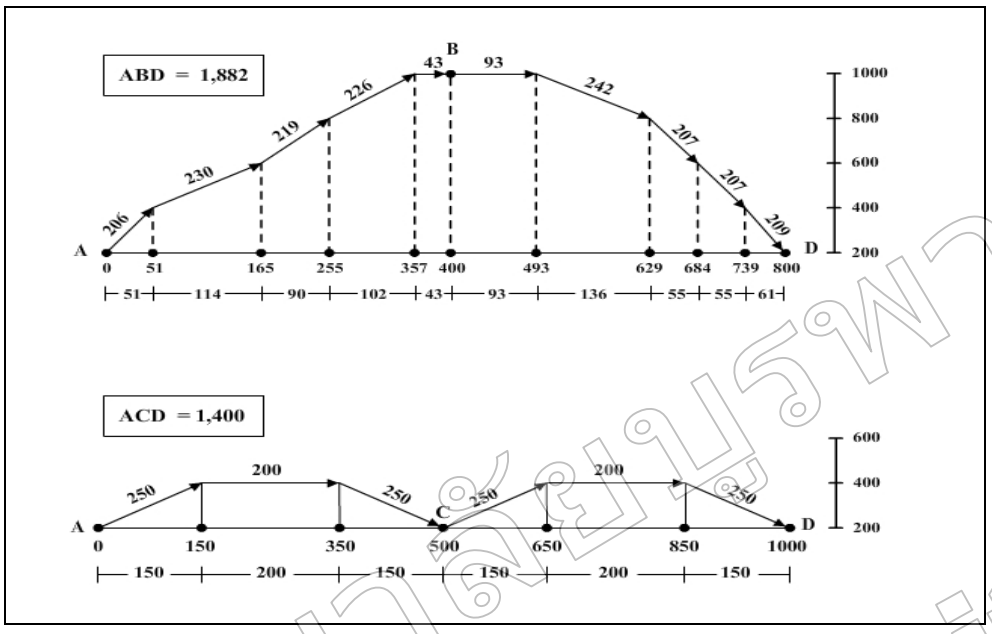


ภาพที่ 1-2 เส้นทางที่อยู่บนแนวระนาบแตกต่างกัน (ระดับชั้นความสูงไม่เท่ากัน)

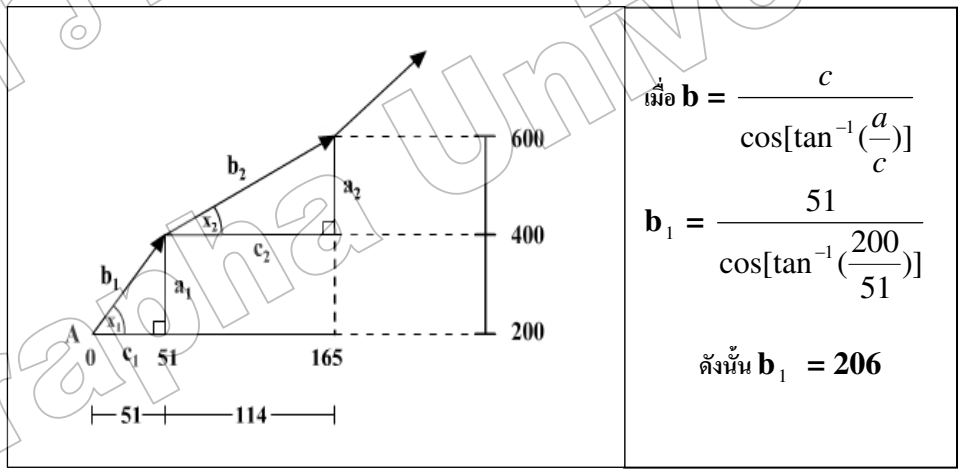
ในกรณีนี้มีความแตกต่างจากการหาระยะทางในครั้งแรก เนื่องจากบนเส้นทางABD และเส้นทางACD นั้นต้องเดินทางผ่านภูเขาที่มีระดับความสูงแตกต่างกัน จึงเป็นผลให้ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางไม่เท่ากับระยะทางเดิมที่เป็นระยะกระจัดซึ่งอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 1-3 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เส้นทางABD ที่จากเดิมมีระยะทางเพียง 800 เมตร กลับมีระยะทางเพิ่มขึ้นเป็น 1,882 เมตร และเส้นทางACD ที่จากเดิมมีระยะทาง 1,000 เมตร กลับมีระยะทางเพิ่มขึ้นเป็น 1,400 เมตร ซึ่งในการคำนวณระยะทางของเส้นทางABD และเส้นทางACD ในครั้งใหม่นี้ ใช้การคำนวณโดยอาศัยหลักการของตรีโกณมิติ ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณไว้ในภาพที่ 1-4

ทั้งนี้จะเห็นว่าเส้นทางABD เป็นเส้นทางที่ต้องผ่านพื้นที่ซึ่งมีความสูงแตกต่างกันทั้งหมด 4 ระดับชั้น ซึ่งในแต่ละระดับชั้นมีความสูงเพิ่มขึ้นถึง 200 เมตร จึงเป็นผลให้ค่าระยะทางเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นอย่างมาก สำหรับเส้นทางACDนั้น แม้จะผ่านพื้นที่ซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้นเช่นกันแต่ว่ามีความแตกต่างของความสูงเพียงระดับชั้นเดียวจึงเป็นผลให้ระยะทางเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่มากเท่ากับเส้นทางABD ดังนั้นเมื่อนำระยะทางที่ได้จากการหาระยะทางบนสภาพภูมิประเทศจริงมาพิจารณาจะพบว่าการตัดสินใจในครั้งใหม่ จะได้ผลการตัดสินใจที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมคือ เปลี่ยนมาเลือกใช้เส้นทางACD แทนเส้นทางABD เพื่อให้ได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1-3 ระยะทางตามสภาพภูมิประเทศจริงบนเส้นทาง ABD และ ACD



ภาพที่ 1-4 ตัวอย่างการคำนวณระยะทางโดยอาศัยหลักการของตรีโกณมิติ

นอกจากนี้หากนำปัจจัยด้านการใช้ความเร็วมาพิจารณาร่วมด้วยแล้ว จะเห็นได้ว่าเส้นทาง ACD นั้นสามารถทำความเร็วได้ง่ายกว่าเส้นทางABD เพราะเส้นทางABD ต้องเดินทางผ่านระดับความสูงที่มากกว่า ย่อมจะทำให้การใช้ความเร็วทำได้ไม่เต็มที่เหมือนกับเส้นทางACD ดังนั้นปัจจัยด้านความเร็วนี้จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณาร่วมกันกับระยะทาง ในกรณีที่ต้องการเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาสั้นที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นแล้วว่าค่าระดับความสูงของพื้นที่บนเส้นทางที่พิจารณานั้น มีความสำคัญต่อการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเป็นอย่างมาก ดังนั้นปัญหาที่นำเสนอในครั้งนี้คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับการหาค่าระดับความสูงของพื้นที่ที่สนใจ เพื่อใช้ในการระบุความสูงของเส้นทางที่พิจารณา ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวไว้ในตอนต้นแล้วว่าค่าระดับความสูงนี้สามารถหาได้จากแผนที่ภูมิประเทศ ซึ่งอยู่ในรูปแบบของรูปภาพที่นำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยวิธีกราดภาพ ดังนั้นจึงต้องนำเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ในขั้นตอนการเตรียมภาพ (Image Preprocessing) เพื่อให้ได้ภาพที่มีเฉพาะเส้นชั้นความสูงหลักเท่านั้น จากนั้นจึงใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น เพื่อสกัดให้ได้เฉพาะรูปภาพที่เป็นตัวเลขของเส้นความสูงหลักออกมา และในขั้นตอนต่อไปจึงใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำการรู้จำตัวเลขและหาคำตอบของค่าระดับชั้นความสูงทั้งหมดที่อยู่ในรูปภาพแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการระบุค่าความสูงของเส้นทางต่อไป โดยในส่วนของการคำนวณระยะทางนั้นจะเป็นงานที่จะต้องพัฒนาต่อไปในอนาคต

การรู้จำเส้นชั้นความสูงที่ผู้วิจัยจะได้นำเสนอต่อไปนี้ มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่าการรู้จำในแบบอื่น ๆ ทั่วไปเนื่องจากว่า ภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ได้มีการผลิตขึ้นมานั้น แม้ว่าจะมีการกำหนดรูปแบบมาตรฐานสากลเอาไว้แล้วก็ตาม แต่ก็ยังคงมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในส่วนที่เป็นรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ ซึ่งหากเป็นการใช้งานโดยให้มนุษย์เป็นผู้แปลความหมายนั้น รายละเอียดดังกล่าวอาจจะไม่เป็นปัญหาในการใช้งาน แต่ในทางระบบคอมพิวเตอร์นั้น รายละเอียดข้อแตกต่างบางอย่างมีผลกระทบต่อการประมวลผลเป็นอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น สีของเส้นชั้นความสูง ที่หากพิจารณาตามหลักมาตรฐานสากลแล้วนั้น จะกำหนดให้สีของเส้นชั้นความสูงเป็นสีน้ำตาล แต่ก็ไม่ได้กำหนดว่าค่าที่เป็นสีน้ำตาลนั้นมีค่าความเข้มแสงเท่ากับเท่าใด ทั้งนี้จึงขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ผลิตว่าจะเลือกใช้สีน้ำตาลแบบใด นอกจากนี้การที่ระบุไว้ว่า เส้นชั้นความสูงหลักจะต้องมีขนาดที่ใหญ่กว่าและมีสีที่เข้มมากกว่าเส้นชั้นความสูงรองนั้น ก็ไม่มีความชัดเจนว่าต้องมีขนาดที่ใหญ่กว่ากี่เท่าและมีความเข้มที่มากกว่าเท่าใด จึงทำให้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ผลิตเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ปัญหาที่มักพบอยู่เป็นประจำกับภาพที่ได้จากการกราดภาพก็คือ การแสดงค่าสีที่ผิดเพี้ยนอันมีสาเหตุมาจากการรวมแสงของเลนส์นั่นเอง ปัญหานี้จึงทำให้เส้นชั้นความสูงที่แสดงผลในแต่ละพื้นที่มีค่าที่แตกต่างกัน และก็เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าในภาพแผนที่ภูมิประเทศนั้น มีข้อมูลอื่นปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น สีของพื้นที่ เส้นเขตแดน หรือสัญลักษณ์แทนสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลบางประเภทที่มีลักษณะคล้ายกับข้อมูลเส้นชั้นความสูงหลัก เช่น ถนน หรือตัวเลขกำกับแผนที่ซึ่งจะใช้สีแดงในการแสดงผล และสีแดงนั้นก็มีลักษณะใกล้เคียงกับสีน้ำตาล ดังนั้นจากปัจจัยทั้งหมดที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น ทำให้การแยกเอาเฉพาะ

เส้นชั้นความสูงออกมาเพียงอย่างเดียวนั้น มีความยุ่งยากและละเอียดอ่อนเป็นอย่างยิ่ง หากในขั้นตอนการเตรียมภาพไม่มีประสิทธิภาพมากพอ ก็จะทำให้ข้อมูลสำคัญที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูลขาดหายไป ซึ่งจะมีผลต่อการรู้จำเป็นอย่างมาก สำหรับขั้นตอนการจัดกลุ่มนั้นมีความยุ่งยากเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น ปัญหาในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล เนื่องจากว่าข้อมูลในงานวิจัยนี้เป็นรูปภาพ ดังนั้นขนาดของข้อมูลจึงมีขนาดใหญ่ และใช้เวลาในการประมวลผลที่มาก รวมทั้งข้อจำกัดของการจัดกลุ่มแบบอาศัยความหนาแน่นที่ประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มจะขึ้นอยู่กับการกำหนดตัวแปรที่เหมาะสม หากในขั้นตอนการจัดกลุ่มไม่สามารถจัดกลุ่มข้อมูลที่สำคัญให้อยู่ด้วยกันได้แล้ว ข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการรู้จำก็จะไม่สมบูรณ์และมีผลต่อการรู้จำเช่นเดียวกัน สำหรับในขั้นตอนการรู้จำตัวเลขซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายนั้นจะมีความยุ่งยากกว่าการรู้จำตัวเลขแบบปกติทั่วไป เนื่องจากว่าตัวเลขที่บอกถึงค่าระดับชั้นความสูงนั้น ตัวเลขในแต่ละชุดจะอยู่ในทิศทางที่แตกต่างกันมากและสามารถเป็นไปได้ในทุก ๆ องศา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับทิศทางตัวเลขดังกล่าวให้อยู่ในทิศทางที่ต้องการเสียก่อนที่จะนำไปรู้จำหรือหาคำตอบต่อไป ซึ่งการปรับทิศทางนี้เองมีความสำคัญต่อการรู้จำและหาคำตอบเป็นอย่างมาก หากในขั้นตอนการหาคำตอบมีการปรับทิศทางที่แตกต่างไปจากทิศทางที่ทำการสอนไปแล้วนั้น คำตอบที่ได้ก็จะไม่ถูกต้องตามที่ต้องการ

จากความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาและวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แม้ว่าปัญหานี้จะมีความยุ่งยากอยู่หลายประการก็ตาม แต่ก็เป็นสิ่งท้าทายให้ผู้วิจัยพยายามทำการวิจัยและพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำเพื่อให้ได้ผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพ สำหรับใช้ในการพัฒนาขั้นตอนการเตรียมภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ได้จากการกราดภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีเพียงเส้นชั้นความสูงหลัก

2. เพื่อศึกษาการจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น สำหรับใช้ในการพัฒนาขั้นตอนการแยกรูปภาพตัวเลขออกจากเส้นชั้นความสูงหลัก

3. เพื่อศึกษาการรู้จำตัวเลข สำหรับใช้ในการพัฒนาขั้นตอนการรู้จำรูปภาพตัวเลขที่บอกถึงค่าระดับชั้นความสูง ซึ่งมีทิศทางการแสดงตัวเลขไม่แน่นอน

4. เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำแนวความคิดที่ได้นำเสนอ ไปทำการพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของตนเองต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ขั้นตอนวิธีการรู้จำตัวเลขเส้นชั้นความสูงหลัก โดยอาศัยเทคนิคการประมวลผลภาพ การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น และการรู้จำแบบวิธีการแพร่กระจายย้อนกลับ เพื่อให้ทราบค่าระดับชั้นความสูงที่อยู่ภายในแผนที่ภูมิประเทศ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาระยะทางในงานที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคตได้ โดยเป็นการหาระยะทางในรูปแบบที่แตกต่างจากการหาระยะทางในแนวระนาบเดียว ด้วยการนำมิติของระดับความสูงเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ

2. จากขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมา เมื่อพัฒนาต่อไปจนถึงขั้นตอนการคำนวณระยะทางได้แล้ว จะทำให้สามารถนำวิธีการทั้งหมดไปพัฒนาเป็นระบบช่วยตัดสินใจในงานด้านการขนส่ง การเดินทาง รวมไปถึงการวางแผนในลงทุนก่อสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ ให้อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดได้ ซึ่งสามารถช่วยเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในเรื่องดังกล่าวให้ลดลงจากเดิมได้

3. ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอจะสามารถใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาและพัฒนาการนำเทคนิคประมวลผลภาพ การจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น และการรู้จำตัวเลข มาใช้งานร่วมกันเพื่อสกัดข้อมูลที่เป็นค่าระดับชั้นความสูงจากภาพแผนที่ภูมิประเทศ โดยมีขอบเขตดังต่อไปนี้

1. ภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นแผนที่ซึ่งมีมาตราส่วนขนาดไม่เกิน 1: 50,000 และมีรายละเอียดส่วนใหญ่เป็นเส้นชั้นความสูง

2. ภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นภาพที่ได้มาจากการกราดภาพซึ่งมีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 200 จุดต่อนิ้ว และเป็นแผนที่ภูมิประเทศที่ซึ่งใช้สีและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นไปตามหลักมาตรฐานสากล

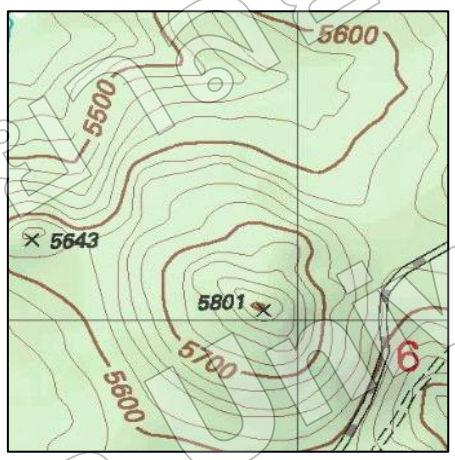
3. แผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นแผนที่ซึ่งมีสีของเส้นชั้นความสูงหลักกับเส้นชั้นความสูงรองแตกต่างกันชัดเจน (ค่าความเข้มแสงที่ระดับเทาต่างกันมากกว่า 25) และขนาดของตัวเลขที่ใช้ระบุค่าชั้นความสูงแต่ละตัวจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าหรือเท่ากับ 16×13 จุดภาพ และมีขนาดของเส้นกว้างมากกว่า 2 จุดภาพ ซึ่งตัวอย่างที่ตรงตามขอบเขตได้แสดงไว้ในภาพที่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

4. แผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการวิจัย ต้องเป็นแผนที่ซึ่งมีตัวเลขแสดงค่าระดับชั้นความสูงในทิศทางที่เป็นแนวเดียวกันกับเส้นชั้นความสูงอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถระบุได้ว่าตัวเลข

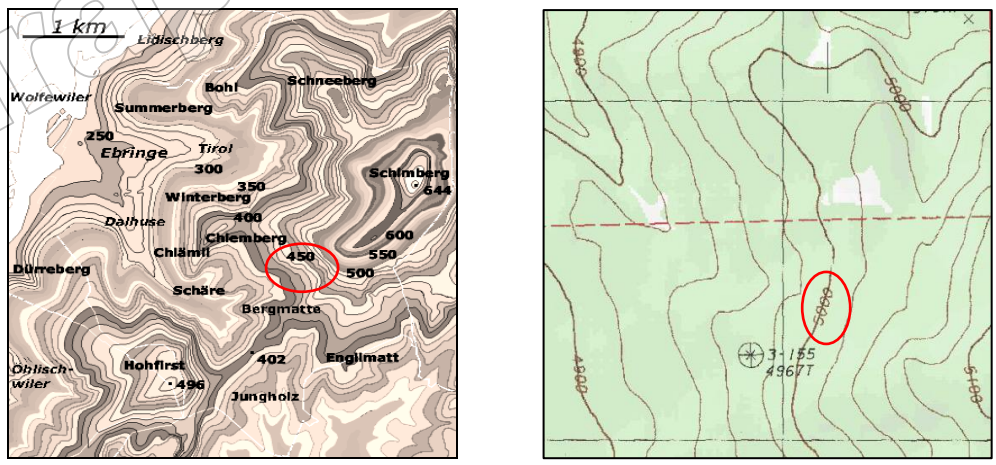
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กำกับชั้นความสูงนั้นเป็นของเส้นชั้นความสูงเส้นใด ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ภาพที่ 1-5 สำหรับแผนที่ซึ่งไม่สามารถใช้ได้คือแผนที่ซึ่งมีตัวเลขกำกับชั้นความสูงอยู่ในทิศทางที่ทับกับเส้นชั้นความสูงหลาย ๆ เส้นและไม่สามารถระบุได้ว่าตัวเลขดังกล่าวเป็นของเส้นชั้นความสูงหลักเส้นใด ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในภาพที่ 1-6 (ก)

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



ภาพที่ 1-5 ตัวอย่างตามขอบเขตงานวิจัย



(ก) (ข)

ภาพที่ 1-6 ตัวอย่างที่ไม่ตรงตามขอบเขตงานวิจัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย เพื่อให้สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัย	เดือนที่							
	ปี 2551				ปี 2552			
	9	10	11	12	1	2	3	4
¬ จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุวิจัย	→							
¬ ศึกษาการประมวลผลภาพ			→	→	→			
¬ ศึกษาการจัดกลุ่มข้อมูลโดยอาศัยความหนาแน่น				→	→	→		
¬ ศึกษาระบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับและจัดส่งบทความเพื่อตีพิมพ์					→	→	→	
¬ จัดทำและส่งรายงานฉบับสมบูรณ์							→	→

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University