บทที่ 4
ผลการวิจัย

แหล่งที่มาของข้อมูลภาพ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนี้จะเป็นภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ได้มาด้วยวิธีการกราดภาพ โดยแหล่งข้อมูลของภาพเหล่านี้นั้น ผู้วิจัยได้ทำการค้นหามาจากเว็บไซต์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะได้มาจากเว็บไซต์ http://www.digital-topo-maps.com ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่ให้ผู้ชมเว็บไซต์สามารถค้นหาข้อมูลภาพแผนที่ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จึงเป็นภาพสีแผนที่ภูมิประเทศแบบ RGB ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นภาพแผนที่ที่ได้มาตรฐานตามหลักสากล ซึ่งรับรองโดยหน่วยงานที่มีชื่อว่า U.S. Geological Survey (USGS) โดยข้อมูลทั้งหมดจะแบ่งออกเป็นสองชุดได้แก่ ชุดข้อมูลภาพเพื่อสอน และชุดข้อมูลภาพเพื่อทดสอบ สำหรับข้อมูลภาพที่ใช้สอนนั้นเป็นภาพเฉพาะตัวเลขที่ถูกตัดออกมาจากภาพแผนที่ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 175 ภาพ โดยสามารถดูภาพทั้งหมดได้ที่ภาคผนวก ก ส่วนชุดข้อมูลภาพที่ใช้ทดสอบการรู้จำนั้นมีจำนวน 4 ภาพ ซึ่งสามารถดูภาพดังกล่าวได้ที่ภาคผนวก ข

จากประเภทของภาพที่ได้ทำการแบ่งไว้ในทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น แผนที่ในแบบที่ 1 และ 4 เป็นแผนที่ที่พบได้มากที่สุดเท่า ๆ กัน ส่วนแผนที่ในแบบที่ 3 พบได้รองลงมา ส่วนในแบบที่ 2 นั้นจะพบได้น้อยที่สุด ดังนั้นภาพแผนที่ที่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้จะมีเพียงภาพในประเภทที่ 3 และ 4 เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการแยกเส้นชั้นความสูงหลักในงานวิจัยนี้ อาศัยความแตกต่างในเรื่องค่าสีของจุดภาพเพื่อคัดแยกเส้นชั้นความสูงทั้งสองแบบออกจากกัน หากเส้นชั้นความสูงทั้งสองแบบมีความเหมือนกันอย่างเช่นในภาพที่ 1 และ 2 ย่อมทำให้การคัดแยกไม่สามารถทำได้ หรือหากแม้สามารถคัดแยกได้ก็อาจทำให้ข้อมูลบางส่วนของเส้นชั้นความสูงหลักหายไป ซึ่งจะมีผลต่อการรู้จำและการหาคำตอบด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเป็นอย่างมาก สำหรับในแง่ของขนาดนั้นจะไม่ถูกนำมาใช้ในการคัดแยกสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากแผนที่ส่วนใหญ่มักมีขนาดของเส้นชั้นความสูงหลักและรองเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน จะมีส่วนน้อยที่มีขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่หากเลือกใช้แผนที่แบบที่ 4 และนำลักษณะความแตกต่างของเส้นมาช่วยในการพิจารณาคัดแยกเส้นชั้นความสูงทั้งสองแบบออกจากกันแล้ว จะทำให้ประสิทธิภาพในการคัดแยกดีมากยิ่งขึ้น แต่ด้วยวิธีการที่ผู้วิจัยจะนำเสนอนี้ สามารถใช้ความแตกต่างในเรื่องของค่าสีเพียงอย่างเดียว ก็สามารถคัดแยกเส้นชั้นความสูงได้ในแผนที่ทั้งแบบที่ 3 และ 4 แต่อย่างไรก็ตามหากผู้ใดมีความจำเป็นต้องใช้แผนที่แบบที่ 2 ผู้วิจัยก็ขอเสนอให้นำความแตกต่างในแง่ขนาดของเส้นมาพิจารณา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

คัดแยกก็สามารถที่จะทำได้ แต่ด้วยสาเหตุที่ว่าแผนที่ในแบบที่ 2 มีอยู่เป็นจำนวนน้อย ผู้วิจัยจึงไม่ได้นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ แต่ไม่ว่าจะเลือกใช้แผนที่แบบที่ 3 หรือ 4 ก็ตาม ลักษณะของแผนที่จะต้องเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดไว้ด้วย

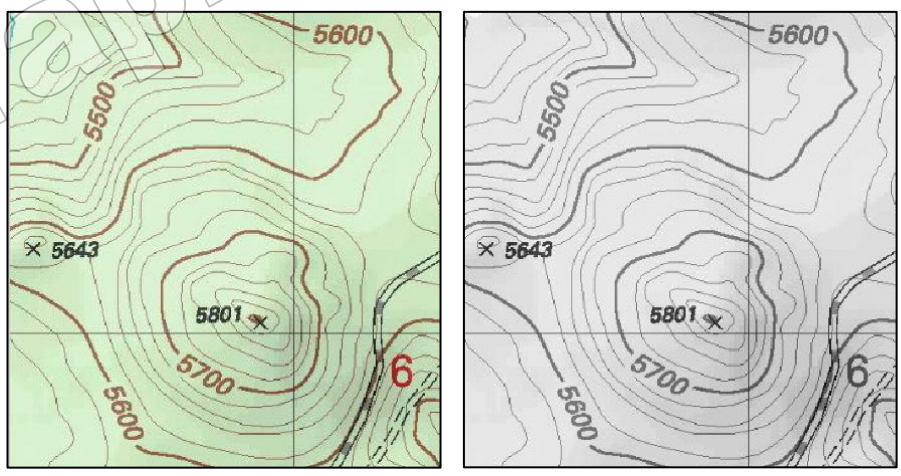
ผลการทดลอง

ด้วยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการรู้จำเส้นชั้นความสูงหลักจากภาพแผนที่ ซึ่งจะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ดังนั้นเพื่อพิสูจน์ถึงความถูกต้องของสิ่งที่ได้นำเสนอไปแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองด้วยภาพแผนที่ในชุดทดสอบจำนวน 1 ภาพ ซึ่งเป็นภาพแผนที่มาตราส่วน 1:25,000 และมีลักษณะตามขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยแสดงไว้ภาพที่ 4-1 (ก) โดยวิธีการทดลองจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่ได้นำเสนอไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมภาพ ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีขั้นตอนย่อย ๆ อีกหลายขั้นตอน โดยผลที่ได้จากการทดลองดังนี้

1.1 ขั้นตอนการแยกภาพพื้นหน้า จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ ทำการแยกภาพพื้นหน้าออกจากพื้นหลัง และจากผลการทดลองยืนยันได้ว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถทำการแยกภาพพื้นหน้าได้สำเร็จตามที่ต้องการ ซึ่งรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนย่อย ๆ จะมีดังนี้

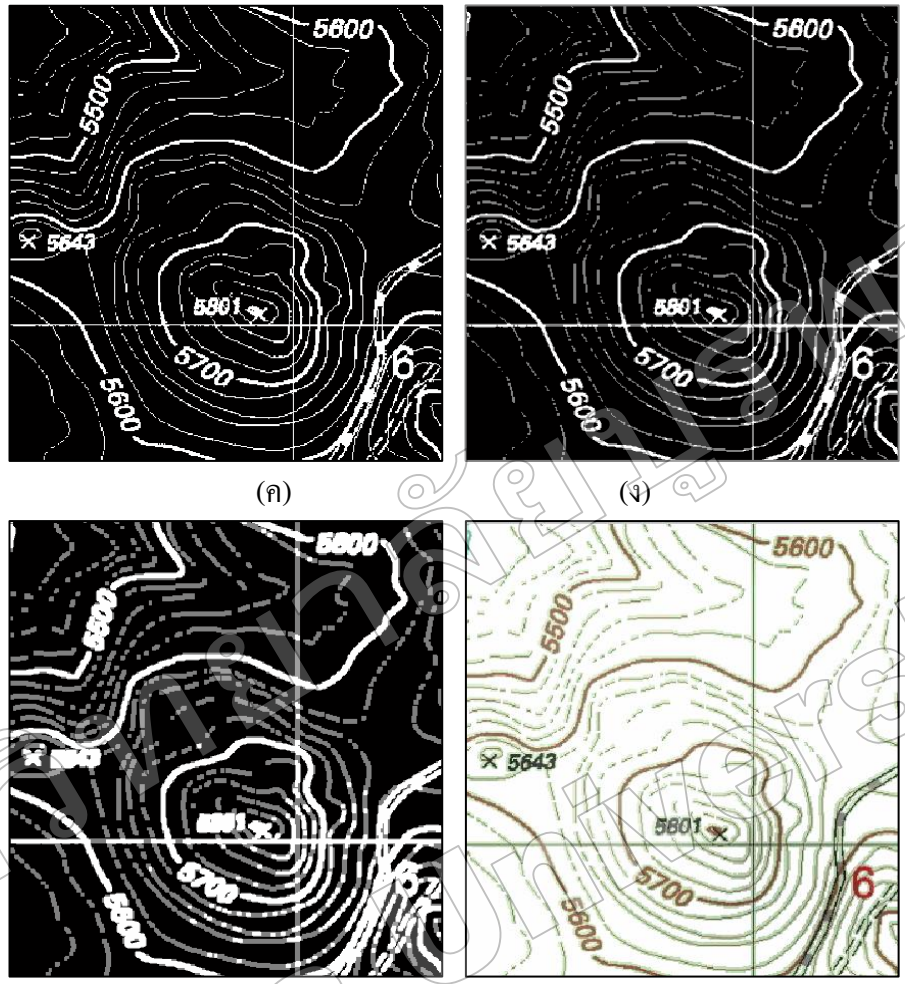
1.1.1 ขั้นตอนการแปลงภาพสีระบบ RGB ให้กลายเป็นภาพระดับสีเทา ในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่ารูปต้นฉบับที่อยู่ในภาพที่ 4-1 (ก) จากเดิมเป็นภาพสีระบบ RGB ได้ถูกแปลงให้กลายเป็นภาพระดับสีเทา ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (ข)



(ก) (ข)

ภาพที่ 4-1 ผลการทดลองขั้นตอนการแยกภาพพื้นหน้า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-1 ผลการทดลองขั้นตอนการแยกภาพพื้นหน้า

1.1.2 ขั้นตอนการแปลงภาพระดับสีเทาให้เป็นกลายเป็นภาพสีขาวดำ จากภาพระดับสีเทาที่แสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (ข) เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะถูกแปลงให้กลายเป็นภาพสองระดับหรือสีขาวดำนั่นเอง ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (ค) โดยจะเห็นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ภาพที่ได้มานั้นในส่วนที่เป็นสีขาวก็คือภาพในส่วนที่เป็นพื้นหน้า สำหรับในส่วนที่เป็นพื้นหลังนั้นจะถูกแยกออกไปเป็นสีดำ ทั้งนี้ก็เพราะเนื่องจากได้มีการกำหนดขีดแบ่งด้วยวิธีการของออตสุ จึงได้รูปภาพเป็นไปตามที่ต้องการ

1.1.3 ขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการกรองด้วยค่ามัธยฐาน จากภาพสองระดับที่แสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (ค) เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะทำให้จุดภาพที่เป็นภาพพื้นหลังบางจุดที่ยังคงเหลืออยู่ซึ่งในที่นี้ถือว่าเป็นสัญญาณรบกวน จะถูกกำจัดออกไปโดยใช้วิธีการกรองด้วยค่ามัธยฐาน ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (ง)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.1.4 ขั้นตอนการทำไดเลชั่น จากภาพสองระดับถูกกำจัดสัญญาณรบกวนไปแล้วซึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (ง) เมื่อผ่านการไดเลชั่นจะทำให้ภาพในส่วนที่เป็นสีขาวถูกขยายให้ใหญ่ขึ้นจากเดิม ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (จ)

1.1.5 ขั้นตอนการแปลงกลับภาพพื้นหน้าสีขาวดำให้เป็นภาพสีระบบ RGB หลังจากที่ภาพพื้นหน้าได้ทำการไดเลชั่นแล้วดังในภาพที่ 4-1 (จ) จะได้ทำการแปลงกลับภาพพื้นหน้าสีขาวดำให้เป็นภาพสีระบบ RGB โดยอาศัยการนำเอาภาพสีขาวดำมาเป็นหน้ากาก เพื่อทำการคัดกรองข้อมูลภาพต้นฉบับในส่วนที่เป็นภาพพื้นหน้าออกมา ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ภาพที่ได้ในขั้นตอนนี้จะแตกต่างจากต้นฉบับ เพราะจะเป็นภาพที่พื้นหลังเป็นเพียงสีขาว สีเดิมที่เคยมีทั้งหมดได้ถูกกำจัดออกไปจนหมด ดังแสดงผลไว้ในภาพที่ 4-1 (ฉ)

1.2 ขั้นตอนการกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลัก จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ ทำการกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลักออกมาจากภาพพื้นหน้า เพื่อให้ได้เส้นชั้นความสูงหลักและตัวเลขที่ต้องการซึ่งจากผลการทดลองสามารถกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลักและตัวเลขออกมาได้เกือบทั้งหมด อาจมีข้อมูลบางส่วนที่สูญหายไปบ้าง ทั้งนี้ก็มีสาเหตุมาจากความด้อยคุณภาพในขั้นตอนการผลิต ที่ทำให้สีในบางจุดของเส้นชั้นความสูงหลักหรือเส้นของตัวเลขมีสีที่เข้มน้อยกว่าจุดอื่น ๆ จึงทำให้ผลที่ได้ในการกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลักขาดความสมบูรณ์ไปบ้างในบางส่วน แต่โดยรวมแล้วถือว่าผลที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจและสามารถที่จะนำข้อมูลดังกล่าวไปจัดกลุ่มแล้วทำการรู้จำได้ ซึ่งรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนย่อย ๆ จะมีดังนี้

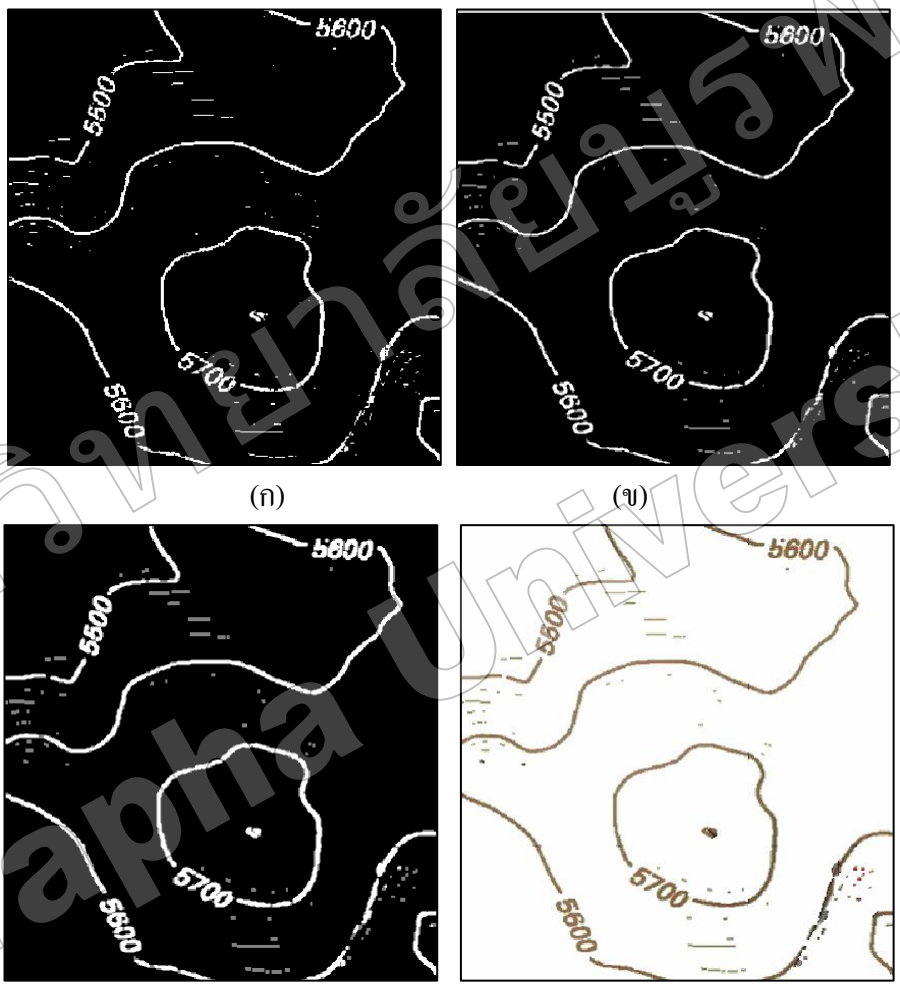
1.2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ฮิสโตแกรมเพื่อกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลัก จากภาพพื้นหน้าที่เป็นสีระบบ RGB ซึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 4-1 (ฉ) เมื่อผ่านขั้นตอนนี้ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมาใหม่นั้น จะทำให้สามารถแยกเส้นชั้นความสูงหลักออกทั้งหมดออกจากภาพพื้นหน้าได้ โดยที่จะทำการแยกภาพพื้นหน้าในส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เส้นชั้นความสูงหลักให้กลายไปเป็นพื้นหลังของภาพสองระดับที่สร้างขึ้นมาใหม่ ดังแสดงผลที่ได้จากการทดลองไว้ในภาพที่ 4-2 (ก)

1.2.2 ขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการกรองด้วยค่ามัธยฐาน หลังจากที่สกัดเส้นชั้นความสูงหลักออกมาเป็นภาพสีขาวดำได้แล้วในภาพที่ 4-2 (ก) ภาพที่ได้จะมีลักษณะของเส้นที่ขาดเป็นช่วง ๆ และมีสัญญาณรบกวนปะปนอยู่ด้วย จึงต้องทำการกำจัดสัญญาณรบกวนดังกล่าวออกไป ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังในภาพที่ 4-2 (ข)

1.2.3 ขั้นตอนการทำไดเลชั่น จากภาพที่ 4-2 (ข) ในขั้นตอนนี้จะทำการไดเลชั่นเพื่อทำให้ข้อมูลที่ต้องการชัดเจนมากขึ้น ซึ่งผลการทดลองเป็นดังในภาพที่ 4-2 (ค)

1.2.4 ขั้นตอนการแปลงกลับภาพเส้นชั้นความสูงหลักแบบสีขาวดำให้เป็นภาพสีระบบ RGB หลังจากที่ภาพเส้นชั้นความสูงแบบสีขาวดำได้ทำการไดเลชั่นแล้วดังในภาพที่ 4-2 (ค)

จะได้ทำการแปลงกลับภาพพื้นหน้าสีขาวดำให้เป็นภาพสีระบบ RGB โดยอาศัยการนำเอาภาพสีขาวดำมาเป็นหน้ากาก เพื่อทำการคัดกรองข้อมูลภาพต้นฉบับในส่วนที่เป็นเส้นชั้นความสูงหลักออกมา ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ภาพที่ได้ในขั้นตอนนี้จะแตกต่างจากภาพพื้นหน้า เพราะจะเป็นภาพที่มีเพียงเส้นชั้นความสูงหลักเท่านั้น ดังแสดงผลไว้ในภาพที่ 4-2 (ง)



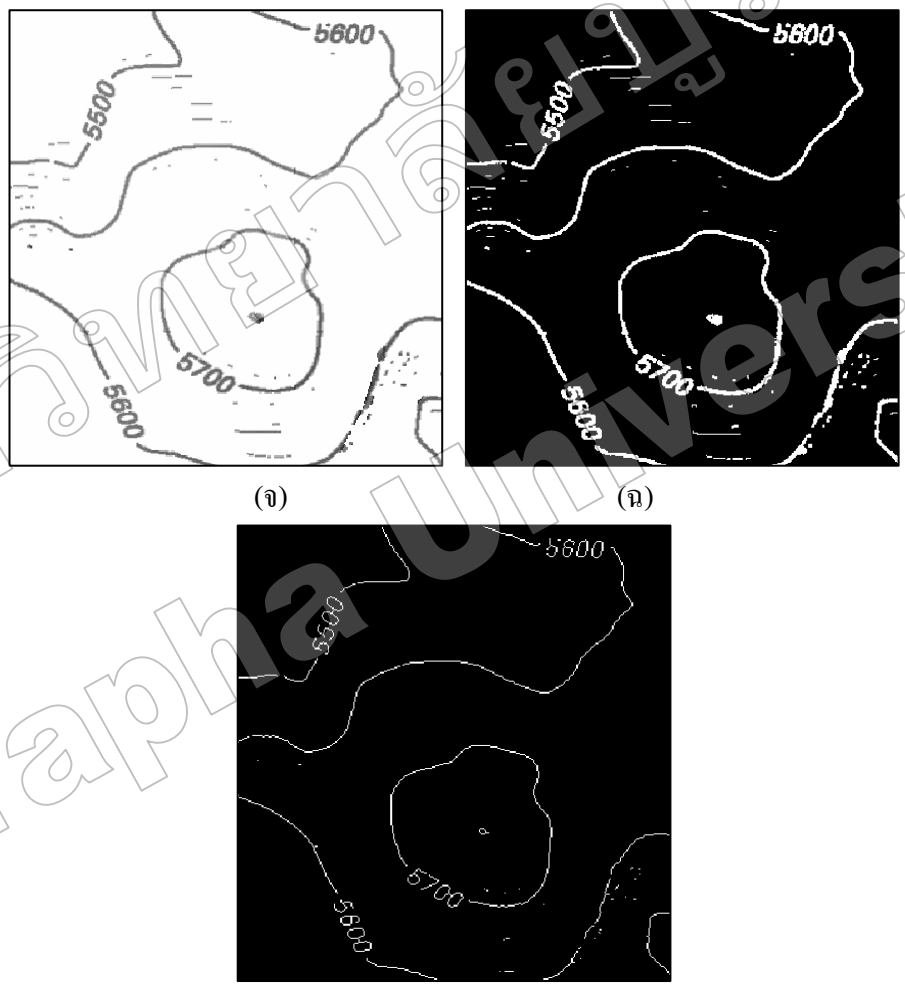
ภาพที่ 4-2 ผลการทดลองขั้นตอนการกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลัก

1.2.5 ขั้นตอนการแปลงภาพสีเส้นชั้นความสูงหลักระบบ RGB ให้กลายเป็นภาพระดับสีเทา จากภาพที่ 4-2 (ง) ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงภาพสีระบบ RGB ให้เป็นภาพสีเทา ซึ่งผลการทดลองเป็นดังในภาพที่ 4-2 (จ)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2.6 ขั้นตอนการแปลงภาพเส้นชั้นความสูงหลักระดับสีเทาให้เป็นกลายเป็นภาพเส้นชั้นความสูงสีขาวดำ จากภาพที่ 4-2 (จ) ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงภาพเส้นชั้นความสูงหลักระดับสีเทาให้เป็นภาพสีขาวดำ ซึ่งผลการทดลองเป็นดังในภาพที่ 4-2 (ฉ)

1.2.7 ขั้นตอนการหาแกนข้อมูล เมื่อได้ภาพที่ 4-2 (ฉ) แล้ว ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงภาพเส้นชั้นความสูงหลักสีขาวดำ ให้อยู่ในลักษณะที่เป็นโครงกระดูก ทั้งนี้ก็เพื่อให้เวลาที่ใช้ในการจัดกลุ่มลดน้อยลง ซึ่งผลการทดลองเป็นดังในภาพที่ 4-2 (ช)



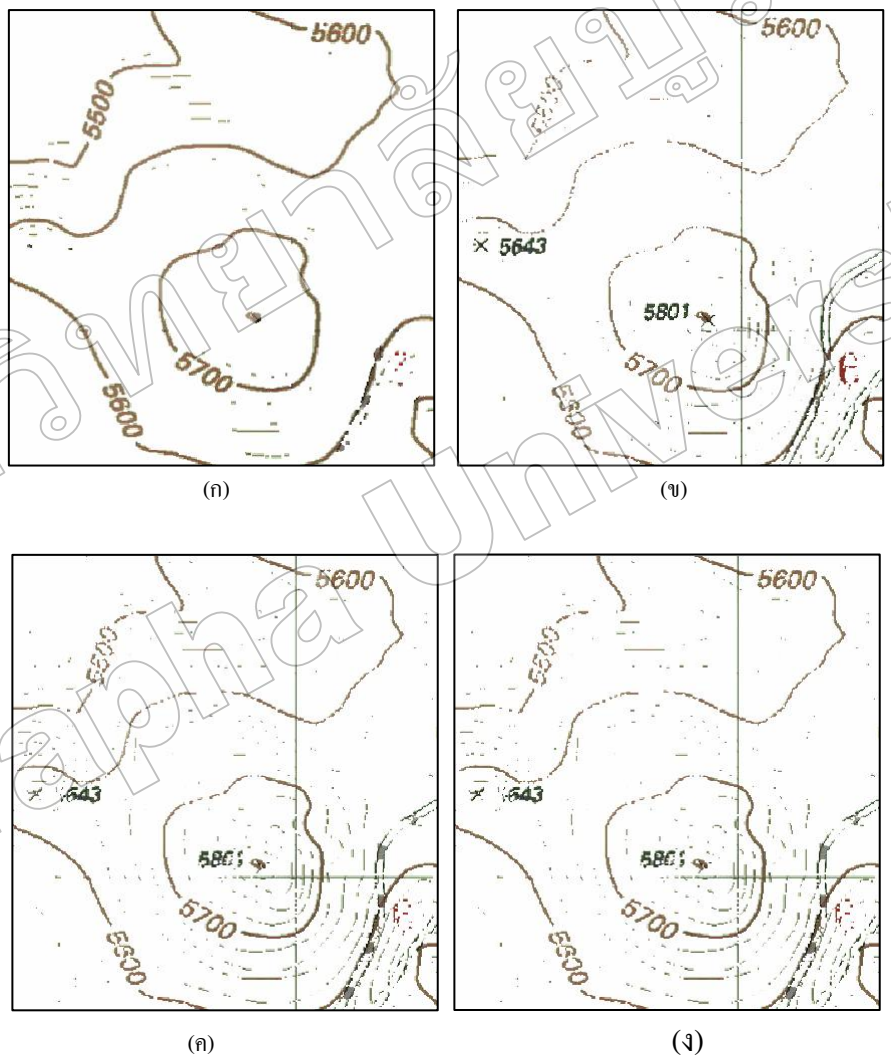
ภาพที่ 4-2 ผลการทดลองขั้นตอนการกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลัก

เปรียบเทียบการทดลองกับวิธีการที่นำเสนอไว้แล้ว

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า วิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปนั้น สามารถกู้คืนเส้นชั้นความสูงหลักได้ตามที่ต้องการ ดังภาพที่ 4-3 (ก) โดยที่สามารถลดผลกระทบของปัญหาการแทนค่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สีที่ผิดเพี้ยนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นวิธีการดังกล่าวนี้ยังเป็นกระบวนการแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีความง่ายต่อการใช้งาน และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับผลการทดลองโดยใช้วิธีการแยกสีซึ่งเป็นวิธีการที่ได้มีการนำเสนอไว้แล้วนั้นพบว่า ผลที่ได้จากวิธีการดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับวิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ เพราะว่าในบางครั้งข้อมูลที่ต้องการขาดหายไปเป็นจำนวนมาก หรือในบางครั้งได้ข้อมูลที่ต้องการครบถ้วนแต่ก็มีข้อมูลอื่น ๆ ปะปนมาด้วยมากเกินไป ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4-3 (ข) ถึง (ง)



ภาพที่ 4-3 ภาพตัวอย่างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอเปรียบเทียบกับวิธีการแยกสี

(ก) ผลการทดลองที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ

(ข) วิธีการแยกสีเมื่อสีแดงเป็น 5 ถึง 150 สีเขียวเป็น 5 ถึง 150 สีน้ำเงินเป็น 5 ถึง 100

(ค) วิธีการแยกสีเมื่อสีแดงเป็น 50 ถึง 150 สีเขียวเป็น 50 ถึง 150 สีน้ำเงินเป็น 5 ถึง 150

(ง) วิธีการแยกสีเมื่อสีแดงเป็น 50 ถึง 150 สีเขียวเป็น 50 ถึง 150 สีน้ำเงินเป็น 5 ถึง 175

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

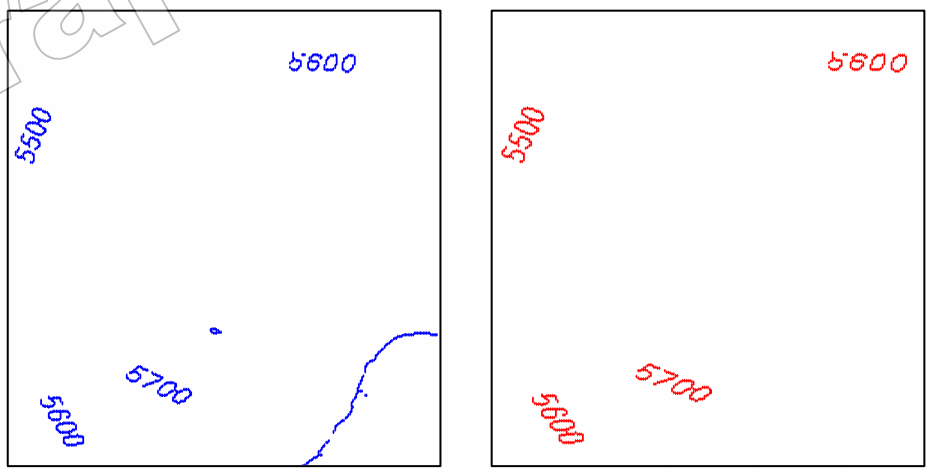
2. ขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่น

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการจัดกลุ่มข้อมูล เพื่อแยกตัวเลขออกจากเส้นชั้นความสูงหลัก ซึ่งจะใช้การจัดกลุ่มจำนวนทั้งหมด 2 รอบ ซึ่งจากที่ได้กล่าวไว้ในทฤษฎีของจัดกลุ่มข้อมูลแบบอาศัยความหนาแน่นนั้น ค่า Eps และค่า MinPts เป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการจัดกลุ่มเป็นอย่างมาก ดังนั้นก่อนอื่นจะต้องศึกษารูปภาพในส่วนที่มีเฉพาะตัวเลข ว่าในแต่ละตัวเลขมีขนาดความสูงเท่าไหร่เพื่อจะได้กำหนดค่า Eps ให้เท่ากับค่าดังกล่าว ซึ่งจะเป็นค่ารัศมีที่ครอบตัวเลขได้พอดี ในขณะเดียวกันให้ตรวจสอบว่าในแต่ละตัวเลขมีจำนวนจุดภาพโดยเฉลี่ยเท่าไหร่ แล้วจึงกำหนดค่า MinPts ให้เท่ากับค่าเฉลี่ยนั้น จากนั้นเมื่อได้ค่าทั้งสองค่าเรียบร้อยแล้วให้ทำการทดลองจัดกลุ่มข้อมูล หากผลการจัดกลุ่มยังไม่เป็นที่น่าพอใจให้ทำการปรับค่าทั้งสองค่า โดยให้ดูจากผลการจัดกลุ่มเป็นหลัก โดยมีหลักการเปลี่ยนค่าดังนี้

1. หากข้อมูลในส่วนที่เป็นตัวเลขส่วนใหญ่ ถูกจัดให้เป็นสัญญาณรบกวน ให้ทำการลดค่า MinPts ให้น้อยกว่าเดิมเป็นอันดับแรก หากยังไม่ได้ผลอย่างที่ต้องการจึงทดลองเพิ่มค่า Eps เป็นลำดับต่อไป

2. หากข้อมูลในส่วนที่เป็นตัวเลขถูกจัดให้เป็นจุดแกน และข้อมูลอื่น ๆ จำนวนมากก็ถูกจัดให้เป็นจุดแกนเช่นกัน ให้ทำการเพิ่มค่า Eps ให้ขึ้นกว่าเดิมเป็นอันดับแรก หากยังไม่ได้ผลอย่างที่ต้องการจึงทดลองเพิ่มค่า MinPts เป็นลำดับต่อไป

โดยผลการทดลองที่ผู้วิจัยได้ทดลองจนได้ผลที่น่าพอใจได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.4 โดยผลของการจัดกลุ่มในรอบที่ 1 ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4-4 (ก) ส่วนผลการจัดกลุ่มในรอบที่ 2 แสดงไว้ในภาพที่ 4-4 (ข)



(ก) (ข)

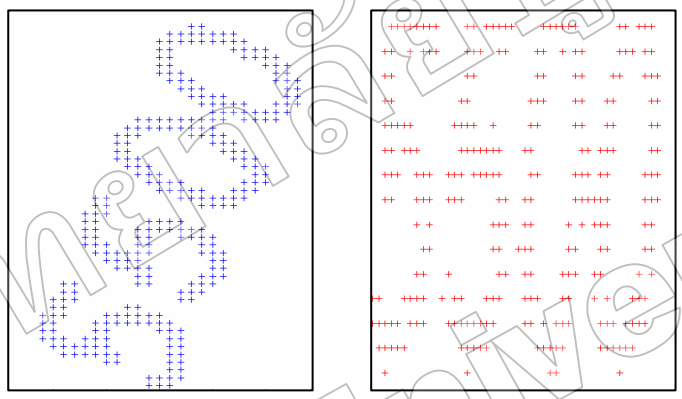
ภาพที่ 4-4 ผลการทดลองขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ขั้นตอนการรู้จำตัวเลข ในขั้นตอนการรู้จำนี้มีผลการทดลองที่เกี่ยวข้องตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการเตรียมภาพตัวเลข จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ จำนวน 2 ขั้นตอนคือ

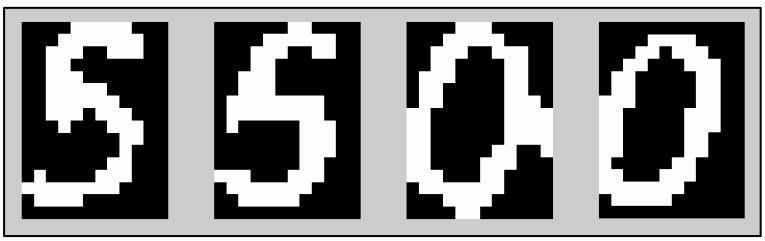
3.1.1ขั้นตอนการจัดภาพให้ตั้งตรง จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ ทำการปรับภาพตัวเลขที่ได้จากขั้นตอนการจัดกลุ่มซึ่งมีความเอียงของภาพ ให้อยู่ในแนวตั้งตรงและเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา เพื่อให้สามารถทำการรู้จำได้ โดยภาพที่ 4-5 (ก) แสดงตัวอย่างชุดตัวเลขที่ได้จากการจัดกลุ่มข้อมูล และภาพที่ 4-5 (ข) แสดงผลการจัดภาพให้ตั้งตรง ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถปรับภาพให้ตั้งตรงได้จริง



(ก) (ข)

ภาพที่ 4-5 ผลการทดลองขั้นตอนการจัดภาพให้ตั้งตรง

3.1.2 ขั้นตอนการแยกตัวเลข เนื่องจากตัวเลขที่ได้นั้นเป็นภาพตัวเลขที่มากกว่า 1 ตัว ดังนั้นจึงต้องทำการแยกตัวเลขทั้งหมดออกจากกันโดยใช้ฮิสโตแกรม ดังแสดงตัวอย่างการทดลองไว้ในภาพที่ 4-6

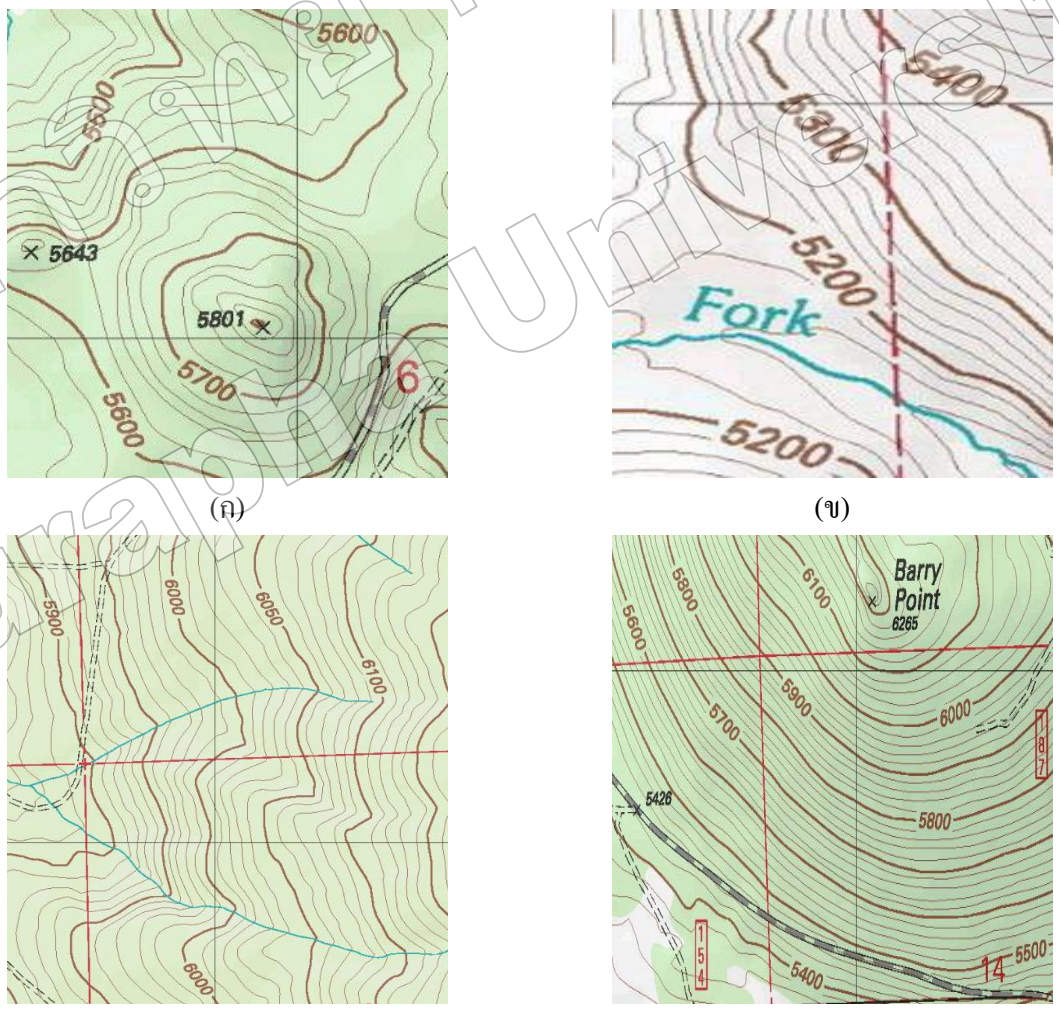


ภาพที่ 4-6 ผลการทดลองขั้นตอนการแยกตัวเลข

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.2 ขั้นตอนการสอน สำหรับขั้นตอนการสอนนั้น เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลภาพตัวอย่างทั้งหมด (ผนวก ก) ซึ่งได้ผ่านกระบวนการตั้งแต่แรกจนถึงขั้นตอนการแยกตัวเลข เข้าสู่ระบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ดังที่ได้แสดงแผนภาพจำลองของระบบไว้แล้วในภาพที่ 3-7 ของบทที่ 3 แล้วทำการปรับค่าน้ำหนักจนได้ค่าความผิดผลาดเท่ากับค่าที่กำหนดไว้

3.3 ขั้นตอนการหาคำตอบ เมื่อระบบโครงข่ายประสาทเทียมได้ถูกสอนจนสามารถรู้จำได้เรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบโครงข่ายดังกล่าว ด้วยการนำภาพที่ได้สอนไปแล้วมาทำการทดสอบ ซึ่งผลการทดลองปรากฏว่า ความถูกต้องในการรู้จำตัวเลขในแต่ละตัวประมาณร้อยละ 98 แต่หากพิจารณาจากความถูกต้องเมื่อตัวเลขเรียงอยู่ด้วยกันจะมีค่าความถูกต้องเป็นร้อยละ 92 และเมื่อนำภาพในชุดทดสอบซึ่งประกอบด้วยภาพแผนที่ภูมิประเทศจำนวน 4 ภาพ ซึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 4-7 (ก) ถึง (ง) เข้าทำการทดสอบกับระบบ ผลการทดลองที่ได้นั้นเป็นไปดังแสดงไว้ในตารางที่ 4-1



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 4-7 ชุดภาพแผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบการรู้จำของโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้รับการสอน

ภาพ	จำนวนของชุดตัวเลข	จำนวนที่ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนตัวเลขทั้งหมด	จำนวนที่ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ
ก	4	1	25	16	13	81.25
ข	4	2	50	16	14	87.50
ค	5	2	40	20	15	75
ง	9	2	22.22	36	27	75

สำหรับเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในแต่ละขั้นตอนของภาพที่ใช้ในการทดสอบนั้นเป็นดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของภาพในแต่ละขั้นตอน

ภาพ	ขนาดภาพ (จุดภาพ)	ขั้นตอนการเตรียมภาพ	ขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูล	ขั้นตอนการหาคำตอบ	รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น
ก	340×360	6	2.4	12	10.0
ข	185×270	3	2	12	6.6
ค	540×590	18	7.9	15	27.9
ง	650×430	12	16.4	27	55.4

หมายเหตุ *** หน่วยนับเวลาเป็นวินาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University