

การคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์
โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม
The Prediction of Landslides Risk Areas in Uttaradit Province
by Applying Geo-Informatics Technology
with an Artificial Neural Network

วิภา อินเรือง¹ และ ทวี ชัยพิมลพลิน²

Wipa Inruang and Tawee Chaipimonplin

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ และเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและโครงข่ายประสาทเทียมในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ วิธีการศึกษา ประกอบด้วย 1) การจำแนกจุดเกิดดินถล่มด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 2) การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดดินถล่ม 3) การพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม 4 ประเด็น ได้แก่ (ก) การเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย (ความลาดชัน ระดับความสูง ปริมาณน้ำฝน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ระยะห่างจากทางน้ำ และแนวกันชนจากรอยเลื่อน) (ข) การกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน ที่ 16.70 องศา (ค) การเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยนำเข้า 5 ปัจจัย และ 7 ปัจจัย (ง) การเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ขนาดกริดของข้อมูลดาวเทียมและ 4) นำผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากแบบจำลองมาใช้คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มประกอบด้วย ความลาดชัน ระดับความสูง ปริมาณ

¹นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²อาจารย์ ดร. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

น้ำฝน ระยะห่างจากทางน้ำ และแนวกันชนจากรอยเลื่อน ส่วนการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม 4 ประเด็น พบว่าการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ การทดสอบโดยใช้ค่าจริง การทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันที่ 16.70 องศา การทดสอบโดยใช้ปัจจัยนำเข้า 5 ปัจจัย การทดสอบหลังปรับแก้ขนาดกริดของข้อมูลดาวเทียม สำหรับผลการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มพบว่าพื้นที่เสี่ยงมากอยู่บริเวณตอนเหนือของอำเภอลับแลและอำเภอเมือง และบางส่วนของอำเภอท่าปลา ซึ่งพื้นที่ทั้ง 3 อำเภอเคยเกิดเหตุการณ์ดินถล่มครั้งรุนแรงในปี 2549

คำสำคัญ: พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม โครงข่ายประสาทเทียม ภูมิสารสนเทศ อุตุนิวัติ

Abstract

The study had 2 main objectives: to develop the demonstrative model of Artificial Neural Network (ANN) which suitable for the predictions landslide susceptibility areas in Uttaradit Province and to apply Geo-Informatics technology and ANN in predicting the risk areas. The research methodology included 1) The classification of selected landslide areas by Landsat satellite imagery 2) The analysis of affective factors of landslides 3) The further development of ANN model, which will be in 4 experiments; (a) the comparison between real value and rang value of the factors (slope, elevation, rainfall, land use, level of watershed classification, distance from river and distance from faults), (b) the prescription of the break-point of slope factor 16.70 degrees, (c) the comparison of input factor between 5 factors and 7 factors and(d) the comparisons of the testing results both pre and post corrections of grid size from the satellite data 4) The use of the best results of model to predict the landslides susceptibility areas. The study has shown that the most affective factors to landslides consist of slope, elevation, rainfall, distance from river and distance from faults. Moreover, the development of ANN models has also found that the most effective factors are included of, the testing process of real value, the experimental of designated the break-point of landslide 16.70 degrees, the

testing process by using 5 factors and the testing after resolving grid size from the satellite data.. The results of landslide prediction has shown that the most susceptibility areas cover the north of Lap Lae and Muang district, and some parts of Thapla district where the great landslide had occurred in 2006.

Keywords: Landslides risk areas, Artificial Neural Network, Geo-informatics, Uttaradit

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดอุตรดิตถ์เป็นจังหวัดเดียวในภาคเหนือที่เกิดดินถล่มครั้งรุนแรงที่สุดติดอันดับ 1 ใน 3 ของประเทศ ซึ่งเหตุการณ์ดินถล่มเกิดขึ้นในปี 2549 ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนจำนวนมาก คิดเป็นมูลค่าความเสียหายรวมมากกว่า 2,000 ล้านบาท ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเพื่อคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มกันอย่างแพร่หลาย โดยวิธีที่นิยมใช้กันมากคือการทำหนดพื้นที่เสี่ยงดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) โดยการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก (weighting) และการให้ค่าคะแนนข้อมูล (rating) แต่ในปัจจุบันได้เริ่มมีการใช้วิธีการต่างๆ ในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มเพื่อให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยวิธีการหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายคือการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN) Ermini, et al. (2005) ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Information Technology) ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจในการประยุกต์ใช้วิธีการศึกษาพื้นที่เสี่ยงดินถล่มด้วยวิธีดังกล่าว เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมเป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการคาดการณ์เหตุการณ์ต่างๆ ได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตในการเรียนรู้เพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับระบบประสาทในสมองของมนุษย์ ส่วนเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน และยังสามารถจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์
2. เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์

ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ศึกษาคือ พื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ มีพื้นที่ประมาณ 7,854 ตารางกิโลเมตร ภูมิประเทศที่พบมากประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่เป็นพื้นที่สูงระหว่าง 400-1,000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง จังหวัดอุตรดิตถ์แบ่งการปกครองออกเป็น 9 อำเภอ 67 ตำบล 562 หมู่บ้าน มีประชากรทั้งสิ้น 465,277คน (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

2. ขอบเขตด้านเวลา

จังหวัดอุตรดิตถ์ได้เกิดเหตุการณ์ดินถล่มครั้งรุนแรง คือ ปี 2549 ซึ่งเกิดขึ้นในวันที่ 22 พฤษภาคม 2549 ได้เกิดดินถล่มในอำเภอเมือง อำเภอลับแล และอำเภอท่าปลา รวมทั้งสิ้น 33 หมู่บ้าน มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บ 75 คน บ้านเรือนเสียหายประมาณ 483 หลัง เสียหายบางส่วน 3,478 หลัง มีพื้นที่ได้รับความเสียหายประมาณ 2.03 ตร.กม. (กรมทรัพยากรธรณี, 2549) ดังนั้นในการศึกษานี้ ผู้ศึกษาจึงใช้ข้อมูลตำแหน่งที่เกิดดินถล่มและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มในปี 2549 สำหรับประมวลผลในโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากเหตุการณ์ดินถล่มได้สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก สำหรับปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ความลาดชัน ระดับความสูง ข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และข้อมูลแนวรอยเลื่อน ใช้ข้อมูลของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) ปริมาณน้ำฝน ใช้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างวันที่ 19-24 พฤษภาคม 2549 จากกรมอุตุนิยมวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน แปลจากข้อมูลภาพถ่ายเทียม Landsat 5TM บันทึกเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ข้อมูลเส้นทางน้ำใช้ข้อมูลของ กระทรวงคมนาคม และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5TM บันทึกเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2549

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) ใช้กระบวนการเรียนรู้ LM เพื่อประมวลผลในโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากเป็นใช้กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยที่สุด Beale, et al. (2002) (2) ใช้ปัจจัยความลาดชันกำหนดจุดตัดความลาดชันที่ทำให้เกิดดินถล่ม 16.70 องศา เนื่องจากพื้นที่เคยเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 หรือ 16.70 องศา (วรวิทย์ ต้นตวนิช, 2535) (3) ใช้ค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัยเป็นเกณฑ์การทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าจริงคือค่าของแต่ละปัจจัยในแต่ละ pixel ค่าช่วงคือการนำค่าจริงของแต่ละปัจจัยมากำหนดเป็นระยะหรือช่วงก่อนนำเข้าในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (4) ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5TM บันทึกเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2549 และมีการปรับขนาดกริดเป็น 30x30 เมตร เนื่องจากภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ระบุจุดเกิดดินถล่ม ยังไม่มีการปรับขนาดกริด ซึ่งอาจจะส่งผลให้การกำหนดจุดเกิดดินถล่มจึงมีความคลาดเคลื่อน

ทบทวนวรรณกรรม

โครงข่ายประสาทเทียมมีเริ่มเป็นที่รู้จักเมื่อประมาณ 60 ปีที่แล้ว โดย McCulloch และ Pitts แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเสนอบทความวิชาการชื่อ “Boolean brain” ซึ่งได้กลายเป็นจุดกำเนิดของการจัดรูปแบบคณิตศาสตร์ของโครงข่ายประสาทเทียม ต่อมาได้มีนักวิจัยได้คิดค้นรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบต่างๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (พยุง มีสัจ, 2551)

การกำหนดกระบวนการเรียนรู้ (Learning Algorithms) ที่ใช้ในการเรียนรู้ พบว่าการศึกษาลำดับใหญ่นิยมใช้กระบวนการเรียนรู้แบบแพร่กลับ (สุรเชษฐ์ เกื้อนแก้วสิงห์, 2552; จักรฤทธิ์ ตรีนาจ, 2555) โดยหลักการทำงานจะมีการเพื่อปรับค่าน้ำหนักของแต่ละการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ให้เหมาะสม โดยการปรับค่านี้นี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้กับค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการเรียนรู้หลายรูปแบบ ในการทบทวนวรรณกรรมได้แบ่งออกเป็น การเปรียบเทียบวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับวิธีการอื่น และการศึกษาระบบการเรียนรู้แบบแพร่กลับในด้านอื่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเปรียบเทียบวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับวิธีการอื่น เช่นการศึกษาของ Choi *et al.* (2012) ศึกษาพื้นที่เสี่ยงดินถล่มในประเทศเกาหลี โดยเปรียบเทียบ 3 วิธีการ ระหว่างวิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency ratio : FR) วิธีการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression :

LR) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ Levenberg Marquardt (LM) ผลการศึกษาพบว่าวิธี FR วิธี LR และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม มีความถูกต้องในการคาดการณ์เท่ากับร้อยละ 87.00 , 88.21, และ 86.51 ตามลำดับ

การศึกษาระบบการเรียนรู้แบบแพร่กลับในด้านอื่น เช่นการศึกษาของ จักรฤทธิ ตรีนาจ (2555) ได้คาดการณ์ระดับน้ำหลากที่สถานีวัดระดับน้ำ M.7 โดยใช้ข้อมูลภาพเรดาร์ในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้ระหว่าง LM และ Bayesian regularized (BR) ผลการศึกษาพบว่า LM ให้ผลการคาดการณ์ที่ดีกว่า BR ทวี ชัยพิมลผลิน (2555) ได้พัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการคาดการณ์น้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยใช้ภาพเรดาร์และข้อมูลอุทกวิทยา โดยเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้ระหว่าง BR และ LM ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่เรียนรู้แบบ LM จะมีการเรียนรู้ที่เร็วและให้ผลการคาดการณ์ที่ดีกว่า BR เซาว์ หิรัญติยะกุล (2549) ได้ประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายค่าอัตราการไหลในลำน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำ M.7 เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วม โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ LM ผลการศึกษาพบว่าสามารถทำนายค่าอัตราการไหลที่ดีที่สุดด้วยค่า $R^2 = 0.9780$ สมยศ ตั้งเจริญจิตกุล (2547) ได้ประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายระดับน้ำในแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้ระหว่าง LM และวิธีลดระดับเกรเดียนต์ (Gradient descent) ผลการศึกษาพบว่า LM มีประสิทธิภาพในการทำนายสูงกว่าและใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่าวิธีลดระดับเกรเดียนต์

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยจึงใช้กระบวนการเรียนรู้ LM เป็นกระบวนการเรียนรู้ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพไม่ต่างจากกระบวนการเรียนรู้อื่นๆ และ LM ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยที่สุดอีกด้วย

วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ ปี 2549 โดยการศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2) การวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ (3) นำผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากการวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มโดยประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลการศึกษา

1. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุดรดิตถ์

การรวบรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้า (input layer) จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้จำนวน 7 ปัจจัย (ตารางที่ 1) และสร้างแผนที่แต่ละปัจจัยให้อยู่ในรูปแบบตารางกริด ขนาด 30x30 เมตรด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ รวมทั้งแปลงข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มให้อยู่ในรูปแบบ ASCII หรือ Excel file เพื่อนำเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม

ตารางที่ 1 ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ประมวลผลในโครงข่ายประสาทเทียม

ข้อมูลนำเข้า	เงื่อนไข	ที่มา
1. ความลาดชัน	1. มากกว่า 45 องศา 2. 15 - 45 องศา 3. น้อยกว่า 15 องศา	(ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). 2549)
2. ระดับความสูง	1. มากกว่า 1,000 ม. 2. 500 - 1,000 ม. 3. น้อยกว่า 500 ม.	(ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). 2549)
3. ปริมาณน้ำฝน	1. > 100 ม.ม./วัน 2. 51 - 100 ม.ม./วัน 3. 0 - 50 ม.ม./วัน	(กรมทรัพยากรธรณี. 2554)
4. การใช้ประโยชน์ที่ดิน	1. ป่าเสื่อมโทรม 2. ป่าสมบูรณ์ 3. พืชไร่ พืชสวน 4. การเกษตรอื่นๆ 5. พื้นที่ชุมชน 6. พื้นที่แหล่งน้ำ	(ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). 2549)
5. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1. ชั้นที่ 1A 2. ชั้นที่ 1B 3. ชั้นที่ 2 4. ชั้นที่ 3 5. ชั้นที่ 4 6. ชั้นที่ 5	(ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). 2552)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

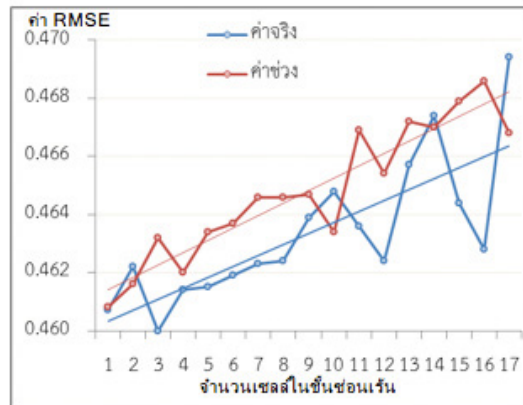
ข้อมูลนำเข้า	เงื่อนไข	ที่มา
6. ระยะห่างจากทางน้ำ	1. 100 ม. 2. 200 ม. 3. 300 ม. 4. 400 ม. 5. 500 ม. 6. มากกว่า 500 ม.	(ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). 2552)
7. แนวกันชนจากรอยเลื่อน	1. 1,000 ม. 2. 2,000 ม. 3. 3,000 ม. 4. 4,000 ม. 5. 5,000 ม. 6. > 5,000 ม.	(ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). 2549)

2. การวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

ในการวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ประเด็นต่างๆที่จะกล่าวต่อไปนี้จะใช้กระบวนการเรียนรู้ LM ในการทดสอบ และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น (node) เท่ากับ n ของจำนวนข้อมูลนำเข้า เนื่องจากได้ทดลองพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเบื้องต้นแล้วพบว่า กระบวนการเรียนรู้ LM มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากกระบวนการเรียนรู้อื่นๆ และยังใช้เวลาในการประมวลผลน้อยที่สุด จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทดสอบต่อไป โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย

ค่าจริงคือค่าของแต่ละปัจจัยในแต่ละ pixel ค่าช่วงคือการนำค่าจริงของแต่ละปัจจัยมากำหนดเป็นระยะหรือช่วงก่อนนำเข้าในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เช่น จากตารางที่ 1 ปัจจัยความลาดชันแบ่งออกเป็น 3 ช่วง เป็นต้น โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ คือ (1) กำหนดข้อมูลนำเข้าจำนวน 7 ปัจจัย (2) ปัจจัยความลาดชันยังไม่ได้กำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่ม (break point) และ (3) เป็นการทดสอบก่อนกระบวนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม โดยได้ผลการทดสอบดังนี้



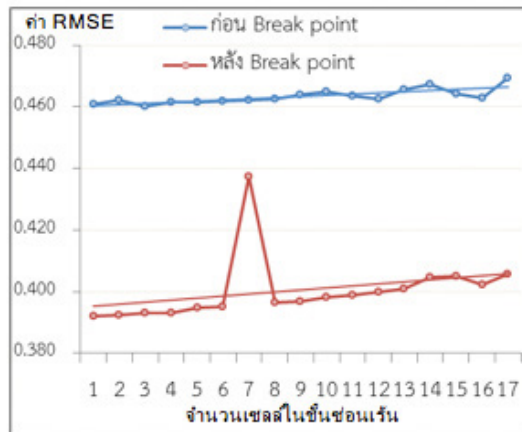
ภาพที่ 1 ผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วง

ผลการทดสอบเมื่อพิจารณาจากค่า RMSE พบว่าการใช้ค่าจริงในการทดสอบมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE น้อยกว่าการใช้ค่าช่วง ซึ่งการใช้ค่าจริงเป็นข้อมูลนำเข้าในโครงข่ายประสาทเทียม จะทำให้แบบจำลองสามารถดึงค่าจริงไปใช้ในการประมวลผลได้โดยตรง ทำให้แบบจำลองสามารถจำแนกข้อมูลได้ชัดเจน

2.2 การกำหนดจุดตัด (Break point) ของปัจจัยความลาดชัน

เกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ (1) ใช้ค่าจริงในการทดสอบ (2) กำหนดข้อมูลนำเข้าจำนวน 7 ปัจจัย (3) ปัจจัยความลาดชันเปรียบเทียบก่อนและหลังกำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มที่ 16.70 องศา เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 หรือ 16.70 องศา (วรวิทย์ ต้นติวณิช, 2535) (4) เป็นการทดสอบก่อนกระบวนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม

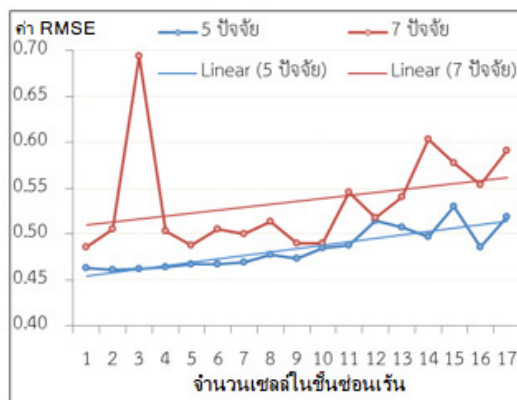
ผลการทดสอบเมื่อพิจารณาจากค่า RMSE พบว่า การทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE น้อยกว่าก่อนกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน ซึ่งจากสภาพจริงของพื้นที่เกิดดินถล่มทั่วไปจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีความลาดชันค่อนข้างมาก ดังนั้นการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันก่อนการนำเข้าในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากกว่าไม่กำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน



ภาพที่ 2 ผลการทดสอบก่อนและหลังการกำหนด Break point

2.3 การเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยนำเข้า

เกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ (1) ใช้ค่าจริงในการทดสอบ (2) ปัจจัยความลาดชัน กำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มที่ 16.70 องศา (3) เป็นการทดสอบก่อน กระบวนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม ผลการทดสอบมีดังนี้

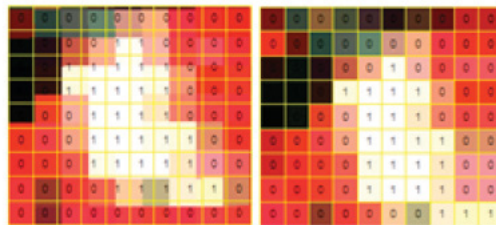


ภาพที่ 3 ผลการทดสอบจำนวนปัจจัยนำเข้า

ผลการทดสอบเมื่อพิจารณาจากค่า RMSE พบว่าการทดสอบโดยใช้ 5 ปีจ้ยนำเข้ามีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE น้อยกว่าการใช้ 7 ปีจ้ย ซึ่งการตัดปีจ้ยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และปีจ้ยชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพขึ้น เนื่องจากในการระบุพิกเซลบริเวณที่เกิดดินถล่ม พบว่าปีจ้ยดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกันในพื้นที่ใกล้เคียงกัน เช่น บริเวณที่เกิดดินถล่มอยู่ในพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด ทำให้ค่าที่นำเข้าไปในแบบจำลองมีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพลดลง

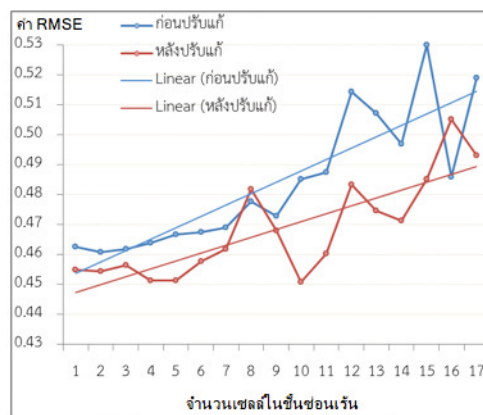
2.4 การเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (Geometric Correction)

เนื่องจากการทดสอบที่ผ่านมาทั้ง 3 กรณี เป็นการทดสอบก่อนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม Landsat ซึ่งยังไม่ได้ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ส่งผลให้การกำหนดจุดเกิดดินถล่มจึงมีความคลาดเคลื่อน (1 = เกิดดินถล่ม, 0 = ไม่เกิดดินถล่ม) ดังรูปที่ 4



ภาพที่ 4 ภาพก่อนการปรับแก้ (ซ้าย) และหลังการปรับแก้ (ขวา) ข้อมูลดาวเทียม

เกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ (1) ใช้ค่าจริงในการทดสอบ (2) กำหนดข้อมูลนำเข้าจำนวน 5 ปีจ้ย (3) ปีจ้ยความลาดชันกำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มที่ 16.70 องศา



ภาพที่ 5 ผลการทดสอบทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม

ผลการทดสอบเมื่อพิจารณาจากค่า RMSE พบว่าการทดสอบหลังการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE น้อยกว่าก่อนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน ซึ่งการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5TM บันทึกเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2549 นั้น ทำให้การกำหนดจุดเกิดดินถล่มมีความแม่นยำมากขึ้น ส่งผลให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

สรุปแบบจำลองที่ใช้คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบด้วย การทดสอบโดยใช้ค่าจริง การทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน การทดสอบโดยใช้ปัจจัยนำเข้า 5 ปัจจัย การทดสอบหลังการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

3. การคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์

ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการซ้อนทับ (Map Overlay) โดยกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก (weighting) และการให้ค่าคะแนน (rating) ของปัจจัย ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัย

ปัจจัย	เกณฑ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก
1. ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายปีเฉลี่ย 30 ปี (มิลลิเมตรต่อวัน)	น้อยกว่า 92 (คะแนน=0) 92 – 94.75 (คะแนน=1) 94.76 – 97.5 (คะแนน=2) มากกว่า 97.5 (คะแนน=3)	5
2. ความลาดชัน (องศา)	น้อยกว่า 24 (คะแนน=0) 24 – 31.50 75 (คะแนน=1) 31.51 – 39 (คะแนน=2) มากกว่า 39 (คะแนน=3)	4
3. แนวกันชนจากรอยเลื่อน (เมตร)	มากกว่า 16,000 (คะแนน=0) 11,051 – 16,000 (คะแนน=1) 6,100 – 11,050 39 (คะแนน=2) น้อยกว่า 6,100 (คะแนน=3)	3
4. ระดับความสูง (เมตร)	น้อยกว่า 200 (คะแนน=0) 200 – 445 (คะแนน=1) 446 – 690 (คะแนน=2) มากกว่า 690 (คะแนน=3)	2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัย	เกณฑ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก
5. ระยะห่างจากทางน้ำ (เมตร)	มากกว่า 360 200 (คะแนน=0) 241 – 360 (คะแนน=1) 120 – 240 (คะแนน=2) น้อยกว่า 120 (คะแนน=3)	1

การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพื้นที่เสี่ยงดินถล่ม สำหรับการกำหนดเกณฑ์มาจากการนำพิกเซลที่เกิดดินถล่ม (พื้นที่ที่เกิดดินถล่มมีค่าเท่ากับ 1) จำนวน 482 พิกเซล มาแบ่งช่วงเพื่อกำหนดระดับความเสี่ยงในแต่ละปัจจัย โดยพิจารณาจากการกระจายตัวและความถี่ของข้อมูล นำค่าข้อมูลที่อยู่ในช่วงที่มีความถี่ของข้อมูลมากที่สุดมาใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลเพื่อกำหนดช่วงข้อมูลในแต่ละระดับความเสี่ยงของแต่ละปัจจัย โดยพิจารณาจากค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลในแต่ละปัจจัย

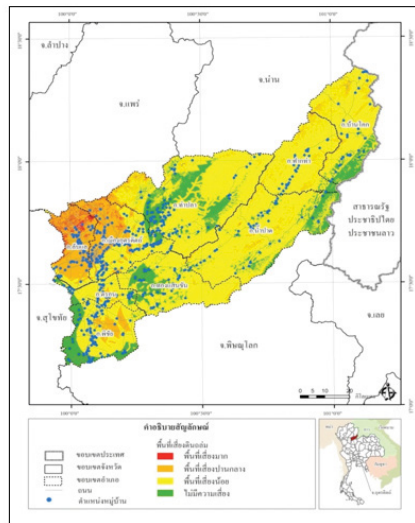
จากการจำแนกพื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุดรธานีรูปที่ 7 พบว่าพื้นที่เสี่ยงมากอยู่บริเวณตอนเหนือของอำเภอลับแล ตอนเหนือของอำเภอเมืองและบางส่วนของอำเภอท่าปลา เมื่อพิจารณาพื้นที่เสี่ยงดินถล่มในภาพรวมระดับจังหวัด สามารถแสดงรายละเอียดได้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุดรธานี

ระดับของความเสี่ยงภัย	พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
เสี่ยงมาก	83.92	1.07
เสี่ยงปานกลาง	1,252.61	15.97
เสี่ยงน้อย	5,355.84	68.29
ไม่เสี่ยง	1,150.95	14.67
รวม	7,843.32	100.00

ตารางที่ 3 พบว่าส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มน้อย จำนวน 5,355.84 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 68.29 ของพื้นที่ทั้งหมดรองลงมาคือ พื้นที่เสี่ยงปานกลาง จำนวน 1,252.61 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 15.97 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ไม่เสี่ยงดินถล่ม

จำนวน 1,150.95 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.67 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่เสี่ยงมาก จำนวน 83.92 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.07 ของพื้นที่ทั้งหมด



ภาพที่ 6 พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลดินถล่มปี 2549 เนื่องจากเป็นปีที่เกิดดินถล่มครั้งรุนแรงและสร้างความเสียหายให้กับชีวิตและทรัพย์สินมากที่สุด (กรมทรัพยากรธรณี. 2549) และใช้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้า การวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วยความลาดชัน ระดับความสูง ปริมาณน้ำฝน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ระยะห่างจากทางน้ำ และแนวกันชนจากรอยเลื่อน

ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าแบบจำลองที่ใช้คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ ประกอบด้วย การทดสอบโดยใช้ค่าจริง การทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน การทดสอบโดยใช้ปัจจัยนำเข้า 5 ปัจจัย การทดสอบหลังปรับแก้ขนาดกริดของข้อมูลดาวเทียม

การนำผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม มาใช้จำแนกพื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าพื้นที่เสี่ยงมากอยู่บริเวณตอนเหนือของอำเภอลับแล ตอนเหนือของอำเภอเมืองและบางส่วนของอำเภอท่าปลา ส่วนมากเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก อยู่ในพื้นที่ป่าไม้ อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำและเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้แนวรอยเลื่อน

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา (1) การแปลจุดที่เกิดดินถล่มอ้างอิงจากผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) ปี 2552 ซึ่งผู้ศึกษาไม่ได้ทำการสำรวจภาคสนามเอง ดังนั้นผลการแปลจุดที่เกิดดินถล่มอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ โดยจุดที่เกิดดินถล่มจากการศึกษาดังกล่าวได้มาจากการสำรวจและบันทึกพิกัดพื้นที่บริเวณที่เกิดดินถล่มในปี 2549 ซึ่งการศึกษาต่อไปในอนาคตควรมีการเก็บข้อมูลจุดที่เกิดดินถล่มภาคสนามเพื่อให้การแปลภาพถ่ายดาวเทียมมีความถูกต้องมากขึ้น (2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ เป็นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างวันที่ 19-24 พฤษภาคม 2549 โดยเหตุการณ์ดินถล่มเกิดในวันที่ 22 พฤษภาคม 2549 การใช้ปริมาณน้ำฝนทั้งก่อนและหลังวันที่เกิดดินถล่มเนื่องจากเป็นช่วงที่เกิดฝนตกหนักสะสมติดต่อกันและส่งผลให้เกิดดินถล่มในที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝน จะทำให้ปริมาณน้ำฝนแต่ละสถานีนี้น้อยกว่าปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้นการศึกษาต่อไปในอนาคตจึงควรใช้ค่าของปริมาณน้ำฝนจริงที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานีเพื่อให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหัวหน้าสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับดินถล่มเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาคั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถาบันสำรวจและติดตามการปลูกพืชเสพติด ที่กรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาคั้งนี้

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทวี ชัยพิมลผลิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ช่วยตรวจสอบแก้ไข และให้ความอนุเคราะห์ในทุกๆด้านจนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. (2549). รายงานสรุปเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัย ปีงบประมาณ 2549.

สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2555, จาก http://www.dmr.go.th/download/hazard/hazard_book1.html

กรมทรัพยากรธรณี. (2554). แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชนจังหวัดอุตรดิตถ์.

สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2555, จาก <http://www.dmr.go.th/main.php?filename>

- กรมทรัพยากรธรณี. (2555). **แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชนจังหวัดอุตรดิตถ์ 2554.** สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2555, จาก http://www.dmr.go.th/main.php?file_name=landslide_province
- จักรฤทธิ์ ตรีนาจ. (2555). **การพยากรณ์ระดับน้ำหลากที่สถานีวัดระดับน้ำ M.7 โดยใช้ข้อมูลภาพเรดาร์ในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. อุบลราชธานี: สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ถ่ายเอกสาร.
- เขาว์ หิรัญดียะกุล. (2549). **การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการเตือนภัยน้ำท่วม.** รายงานการวิจัย นครราชสีมา: สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. ถ่ายเอกสาร.
- ทวี ชัยพิมลผลิน. (2555). **การพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์น้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยใช้ภาพเรดาร์และข้อมูลอุทกวิทยา.** รายงานการวิจัย เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พยุง มีสีจ. (2551). **ระบบพีซีและโครงข่ายประสาทเทียม.** กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรวิฑูมิต์ ต้นตวนิช. (2535). **ธรณีวิทยาภัยพิบัติเนื่องจากแผ่นดินถล่มที่บ้านกระทุงเหนือจังหวัดนครศรีธรรมราช.** รายงานการวิจัย กรุงเทพฯ: กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภญญาภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). (2549). **การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในเขตภาคเหนือตอนบน.** รายงานการวิจัย เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภญญาภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ). (2552). **โครงการศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์และวางแผนจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์.** รายงานการวิจัย เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- สมยศ ตั้งเจริญจิตกุล. (2547). **การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายระดับน้ำแม่น้ำปิง ณ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- สุรเชษฐ์ เกื้อนแก้วสิงห์. (2552). การใช้โครงข่ายประสาทเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการพยากรณ์ผลผลิตอ้อย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ขอนแก่น: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- Beale, M. H., Hagan, M. T. and Demuth, H. B. (2002). **Neural Network Toolbox™ 7 User's Guide**. Massachusetts, United States: The MathWorks.
- Choi, J., Oh, H. J., Lee, H. J., Lee, C. and Lee, S. (2012). Combining landslide susceptibility maps obtained from frequency ratio, logistic regression, and artificial neural network models using ASTER images and GIS. **Journal of Engineering Geology**. (124): 12-23.
- Ermini, L., Catani, F., Casagli, N. (2005) Artificial Neural Networks applied to landslide susceptibility assessment. **Journal of Geomorphology**. (66): 327-343