

การประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนผ่านระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์

FLOOD RISK ESTIMATION GIS-BASED SUPPORT VECTOR MACHINE

กานต์มณี สร้อยสนธาวรรกุล, เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ*

*Kanmanee Sroysonthawornkul, Kiatkulchai Jitt-Aer**

สำนักบัณฑิตศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Graduate of Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Thai Air Force Academy School.

**Corresponding author, e-mail: kiatkulchai@rtaf.mi.th*

Received: 7 June 2023; **Revised:** 12 September 2023; **Accepted:** 25 September 2023

บทคัดย่อ

แบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน หรือ Support Vector Machine (SVM) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการประเมินภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยปัจจัยเชิงพื้นที่ ที่ชี้ให้เห็นถึงความสามารถของการทำนายของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผ่านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน บริเวณอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่การเกิดอุทกภัยในอดีต แบ่งออกเป็นชุดข้อมูลการเรียนรู้ และข้อมูลชุดทดสอบด้วยการสุ่มตัวอย่างกับข้อมูลปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา เพื่อชี้ให้เห็นประสิทธิภาพการทำนายของแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ชัดเจนขึ้น จึงมีการนำดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยมาใช้ในการเปรียบเทียบพื้นที่ความเสี่ยงและความถูกต้องของแบบจำลอง และใช้พื้นที่ใต้กราฟ (Area Under The Curve) มาใช้ในการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีอัตราการทำนายเท่ากับ 0.8209 อัตราความสำเร็จมีค่าเท่ากับ 0.8945 และจากการวิเคราะห์ความสามารถในการทำนายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา พบว่าทุกปัจจัยมีความสามารถเชิงบวกต่อการทำนาย ซึ่งระยะห่างจากแม่น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสามารถเชิงบวกสูงสุด รองลงมา เป็นปัจจัยทางด้านความสูงของพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำ ค่าการไหลสะสม และความลาดเอียงของพื้นที่ จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งและแนวโน้มการเกิดอุทกภัย และการสื่อสารความเสี่ยงของพื้นที่สู่หน่วยงานที่จะเข้ามามีบทบาทในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย

คำสำคัญ: ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน; ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์; อุทกภัย

Abstract

Support Vector Machine (SVM) is statistical technique widely used in natural hazard management assessment. The main objective to assess flood risk with spatial area factors. Which indicates the predictive ability of each factor used analysis on Geographic Information system (GIS)- Based Support Vector Machine

in Mueang Ubon Ratchathani District and Warin Chamrap District. A flood susceptibility map was produced by mapping the flood locations. Which was divided into training and testing datasets using random selection. The spatial database was constructed using physical factors cause flooding of the study area. To compare forecasting performance of support vector machine. Flood Susceptibility Index (FSI) introduced to compare flood risk area and validate of model. Additionally, the area under the curve (AUC) was used to validate the resulting flood risk map. The validate results demonstrated that the prediction rate curves for flood risk maps generated by the SVM was 0.8209 while success rate was 0.8945. The result demonstrated that all physical factors cause flooding of the study area have reasonably positive ability to analyze. Whereas river distance was a highest positive performance factor. The next were altitude, drainage density, flow accumulate and slope, respectively. It can be concluded that SVM technique is an effective tool for identify and trend of flood. Which risk communication from study area to government sector or private sector comes into role in prevention and flood relieve.

Keywords: Support Vector Machine; GIS; Flood

บทนำ

อุทกภัย เป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สร้างความเสียหายมากที่สุดในโลก [1] การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลต่อปริมาณฝนเพิ่มขึ้นและลดลงในหลายภูมิภาค ในบริเวณที่มีฝนตกเพิ่มขึ้นมีโอกาสที่จะเกิดอุทกภัยได้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ชุมชนเมืองในเขตพื้นที่ลุ่มต่ำและใกล้กับแม่น้ำ หรือพื้นที่รับน้ำ เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ง่ายต่อการตั้งแหล่งชุมชน และการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม แต่ยังคงขาดการจัดการทางด้านการวางรูปแบบผังเมือง และการจัดการความเสี่ยงจากการเกิดอุทกภัยที่เป็นระบบกิจกรรมดังกล่าวจะลดทอนขนาดของพื้นที่รับน้ำลง [2]

แผนที่ความเสี่ยงอุทกภัยเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างความเข้าใจต่อระดับความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย [3] ในการจัดระดับความเสี่ยงสามารถสร้างได้จากพื้นฐานของลักษณะทางกายภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย โดยเฉพาะบริเวณตอนปลายของลุ่มน้ำ และยังมีประสิทธิภาพในการจัดการกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในหลายมิติโดยใช้องค์ประกอบเชิงพื้นที่ [4] ปัจจุบันทางกายภาพที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะถูกนำมาตรวจสอบประสิทธิภาพของปัจจัย ซึ่งหนึ่งในวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพที่อยู่ภายใต้ความเหมาะสมของแนวโน้มและระยะเวลา คือ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM)

การศึกษาเรื่อง Assessment of Flood Susceptibility Using Support Vector Machine in the Belt and Road Region เป็นการศึกษาความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยในภูมิภาคเอเชียของ Liu, J., et al. [5] ซึ่งใช้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัยทั้งหมด 11 ปัจจัย และใช้แบบจำลอง Support Vector Machine (SVM) ในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่ออุทกภัย ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดอุทกภัยสูงสุด 12.2% และพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดอุทกภัยสูง 9.57% พื้นที่ส่วนใหญ่ คือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ และมี 16 ประเทศ ที่มีระดับความอ่อนไหวต่ออุทกภัยสูงสุด (Flood Susceptibility Comprehensive Index: FSCI) มีค่า Normalized FSCI > 0.8 และ 5 ประเทศ Normalized FSCI > 0.6 ค่า AUC ของประเมินอัตราความสำเร็จเท่ากับ 0.917 และอัตราการทำนาย 0.934 จะสังเกตได้ว่า การใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ศึกษา ร่วมกับ SVM ในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่ออุทกภัย สามารถแสดงระดับความ

อ่อนไหวต่อการเกิดอุทกภัยในแต่ละพื้นที่ ระบุตำแหน่งที่ควรเฝ้าระวัง ทั้งยังมีความแม่นยำในการวิเคราะห์ที่สูงที่แสดงได้จากประเมินอัตราความสำเร็จ อัตราการทำนายจาก AUC ที่ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.8 แสดงค่าความแม่นยำที่เกือบจะสมบูรณ์แบบ [6]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยปัจจัยเชิงพื้นที่ ที่ชี้ให้เห็นถึงความสามารถของการทำนายของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผ่านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน บริเวณอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาจะครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภวารินชำราบ โดยที่อำเภอเมืองอุบลราชธานี ทางทิศใต้จะจรดแม่น้ำมูล ตรงข้ามกับอำเภวารินชำราบ มีสภาพเป็นที่ราบลุ่ม บริเวณตอนกลางเป็นที่เนินสูงเล็กน้อย และลาดเอียงลงมาทางทิศใต้เล็กน้อย มีลำน้ำโขงทั้ง 3 ด้าน ซึ่งไหลผ่านจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก ชุมชนเมืองอุบลราชธานี ประชาชนจะตั้งบ้านเรือนกระจายตามริมฝั่งแม่น้ำมูล อำเภวารินชำราบ ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของลำน้ำมูล ตรงข้ามกับอำเภอเมืองอุบลราชธานี มีแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ที่แยกที่สาขาออกมาจากแม่น้ำมูล ตลอดแนวริมแหล่งน้ำธรรมชาติเหล่านี้จะมีน้ำขังไหลตลอดทั้งปี อำเภวารินชำราบมีการขยายตัวของชุมชนไปทางทิศใต้ ทิศตะวันตก และทิศเหนือ โดยเฉพาะบริเวณที่ติดกับแม่น้ำมูล และเป็นศูนย์กลางทางธุรกิจและอุตสาหกรรมบางประเภท ซึ่งส่งผลดีในแง่ของเศรษฐกิจ แต่หากมองในแง่ของฝั่งเมืองนั้นย่อมไม่เหมาะสม เนื่องจากเป็นพื้นที่น้ำหลาก (Flood Way) [7-8]

ฐานข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) ฐานข้อมูลปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัยในอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จากการรวบรวมข้อมูลจากวารสารวิชาการ รายงานฉบับสมบูรณ์ วิทยานิพนธ์ และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุทกภัย โดยพิจารณาจากงานที่มีลักษณะทางธรณีสัณฐานและพฤติกรรมการเกิดอุทกภัยที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา ผลจากการศึกษาจะได้ปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัย ได้แก่ ระยะห่างจากลำน้ำ ความสูงของ ความหนาแน่นของลำน้ำ ค่าการไหลสะสม ความลาดเอียงของพื้นที่ และความสามารถในการระบายน้ำของดิน 2) ฐานข้อมูลการเกิดอุทกภัย ในช่วงปี 2558 – 2564 โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ซึ่งมีการเกิดอุทกภัย 500 ตำแหน่ง จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดฝึกอบรม 362 ตำแหน่ง และข้อมูลที่ใช้ในการฝึกทดสอบ 138 ตำแหน่ง

ขั้นตอนการวิจัย

1. การตรวจสอบความสามารถในการทำนายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัย

เป็นกระบวนการที่ระบุความสามารถในการทำนายของตัวแปรการเกิดอุทกภัย เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัยทั้งหมดเป็นปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ อาจมีความเป็นไปได้ที่ปัจจัยจะมีความสามารถในการทำนายต่ำ หรือไม่มีความสามารถในการทำนาย ซึ่งอาจนำไปสู่การทำนายที่ผิดพลาดหรือทำให้แผนที่พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของแบบจำลองซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีนมีประสิทธิภาพต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสามารถในการทำนายก่อนที่จะนำปัจจัยต่าง ๆ ไปใช้ในแบบจำลอง การศึกษาในครั้งนี้จึงมีการใช้ Linear Support Vector Machine (LSVM) ซึ่งเป็นเทคนิควิศวกรรมเชิงคุณลักษณะ (Feature Engineering Technique) เป็นวิธีที่ใช้ในการระบุน้ำหนักของปัจจัยค่าความสามารถในการทำนายตั้งแต่ 0-1 โดยที่ปัจจัยที่ค่าคะแนนเป็น 0 จะไม่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ [9-10] ซึ่งค่า LSVM สามารถวิเคราะห์ได้จาก

$$f(x) = \sin(w^T a + b) \quad (1)$$

โดยที่ $f(x)$ = Linear Support Vector Machine Function, w^T = Inverse Matrix ของค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย, a = Input Vector ที่ระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย, b = Offset ของ Hyperplane's Origin

2. ดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย (Flood Susceptibility Index)

วิธีการทางสถิติแบบสองตัวแปรที่เป็นแบบจำลองความน่าจะเป็นอย่างง่ายที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีความแม่นยำสูง เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของพื้นที่อุทกภัยและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา [11-12] ใช้วัดความแปรปรวนและความไม่เสถียรของฐานข้อมูลหรือปัจจัยเงื่อนไข (Conditional Factors) โดยที่ค่าน้ำหนักของอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยจะต่างกัน จึงต้องมีการตรวจสอบค่าน้ำหนักจากดัชนีทางสถิติ (Statistical Index: SI) โดยที่ดัชนีทางสถิติของแต่ละปัจจัยเงื่อนไขจะถูกแบ่งตามความหนาแน่นของการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา [10]

$$W_{ij} = \ln \frac{D_{ij}}{D} = \ln \left[\frac{N_{ij}}{S_{ij}} / \frac{N}{S} \right] \quad (2)$$

โดยที่ W_{ij} = น้ำหนักของปัจจัยเงื่อนไข, D_{ij} = ความหนาแน่นของพื้นที่น้ำท่วมของแต่ละปัจจัย, D = ความหนาแน่นของพื้นที่น้ำท่วมบริเวณพื้นที่ศึกษา, N_{ij} = จำนวน Flood Pixel ของปัจจัยเงื่อนไข, S_{ij} = จำนวน Flood Pixel ทั้งหมดของปัจจัย, N = จำนวน Flood Pixel ทั้งหมด และ S = จำนวน Pixel ทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา

ปัจจัยเงื่อนไขจะถูกนำไปคูณด้วยค่า W_{ij} และนำมาคำนวณหา Flood Susceptibility Index (FSI) ซึ่งเป็นการคำนวณด้วย Frequency Ratio (FR) จากสมการ [13]

$$FSI = \sum_{j=1}^n W_{ij} \quad (3)$$

โดยที่ FSI = ดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย, W_{ij} = น้ำหนักของปัจจัยเงื่อนไข และ n = จำนวนปัจจัยเงื่อนไข

ผลของดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยจะได้แผนที่เสี่ยงอุทกภัย เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องกับแบบจำลองซอฟต์แวร์เตอร์แมชชีน

3. ประมวลผลพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยแบบจำลองซอฟต์แวร์เตอร์แมชชีน

การคำนวณชุดข้อมูลฝึกอบรมประกอบจะด้วย Instance-Label Pairs (x_i, y_i) $y_i \in R_n$, $x_i \in \{1, -1\}$ และ $i = 1, \dots, m \times$ คือ เวกเตอร์ภายในพื้นที่อินพุต ซึ่งรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุทกภัยทั้งหมด ได้แก่ ความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ความหนาแน่นของลำน้ำ การระบายน้ำของดิน ระยะห่างจากแม่น้ำ และค่าการไหลสะสม ตั้งค่า Hyperplane ในชุดข้อมูลฝึกอบรมที่เหมาะสมที่สุด โดยที่ค่า Pixel มากกว่า 0 เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสที่จะเกิดอุทกภัย และ Pixel ที่มีค่าเท่ากับ 0 มีโอกาสที่จะไม่เกิดอุทกภัย ด้วยสมการ [14]

$$y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1 - \epsilon_i \quad (4)$$

โดยที่ W = สัมประสิทธิ์ของเวกเตอร์ที่กำหนดแนวการวางของ Hyperplane, b = Hyperplane's Offset จากจุดกำเนิด และ ϵ_i = Positive Slack Variable

4. การประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง

ผลจากการทำนายพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย และแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน จะถูกตรวจสอบความถูกต้องด้วย Receiver Operating Characteristic (ROC) เป็นเส้นโค้งที่อธิบายถึงการดำเนินงาน วิธีการโดยปกติเป็นการคำนวณพื้นที่ภายใต้เส้น ROC หรือพื้นที่ใต้กราฟ (Area Under the Curve: AUC) [15] ซึ่งตัวแปรตาม (y) เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ $y = 1$ เมื่อมีโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ และ $y = 0$ เมื่อมีโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ [16] ตัวบ่งชี้ทางสถิติของที่แสดงความแม่นยำของแบบจำลอง โดยที่เส้นโค้งสร้างขึ้นจาก Sensitivity แสดงบนแกน Y และ 1-Specificity แสดงบนแกน X ซึ่งเป็นเมตริกทางสถิติ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและรายละเอียดในการทำนายแบบจำลองของ AUC และการตรวจสอบนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลอง [10][17] โดยค่า AUC ที่ < 0.6 แสดงค่าความแม่นยำต่ำ $0.6 - 0.7$ แสดงค่าความแม่นยำปานกลาง $0.7 - 0.8$ แสดงค่าความแม่นยำสูง และ ค่า AUC > 0.8 แสดงค่าความแม่นยำที่เกือบจะสมบูรณ์แบบ [6]

Sensitivity (Recall) คือ ดัชนีทางสถิติที่วัดสัดส่วนของพิกเซลที่ถูกน้ำท่วมที่ได้รับการจำแนกว่าเป็นพื้นที่น้ำท่วมอย่างถูกต้อง สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP+FN} * 100 \quad (5)$$

1-Specificity คือ ดัชนีทางสถิติที่วัดสัดส่วนของพิกเซลที่ไม่ถูกน้ำท่วมที่ได้รับการจำแนกว่าเป็นพื้นที่ไม่ถูกน้ำท่วมอย่างถูกต้อง สามารถคำนวณได้จาก

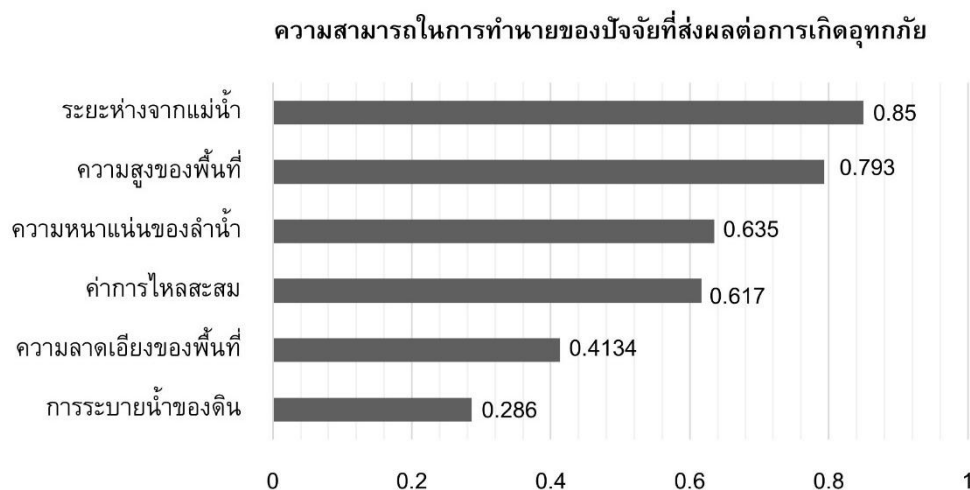
$$1\text{-Specificity} = \frac{TN}{FP+TN} * 100 \quad (6)$$

โดยที่ TP = จำนวน Pixel ที่ผ่านการ Classify, TN = จำนวน Pixel ที่ผ่านการ Classify และเป็น Pixel ที่ไม่ถูกน้ำท่วม, P = จำนวน Pixel น้ำท่วมทั้งหมด และ N = จำนวน Pixel ที่ไม่ถูกน้ำท่วมทั้งหมด

ผลการวิจัย

1. การตรวจสอบความสามารถในการทำนายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัย

การตรวจสอบความสามารถในการทำนายและความสำคัญของแต่ละปัจจัยจาก LSVM เป็นวิธีที่ช่วยในการประเมินความสามารถในการทำนายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัย มีค่าการทำนายอยู่ระหว่าง 0-1 โดยที่ปัจจัยที่มีค่าการทำนายเท่ากับ 0 จะถูกตัดออก เนื่องจากไม่ค่าความสามารถในการทำนาย จากภาพที่ 1 แสดงผลการศึกษาพบว่า ระยะห่างจากลำน้ำมีค่า 0.85 ซึ่งมีค่าความสามารถในการทำนายสูงสุด รองลงมาเป็นปัจจัยทางด้านความสูงของพื้นที่ มีค่าความสามารถในการทำนาย 0.793 ความหนาแน่นของลำน้ำ มีค่าความสามารถในการทำนาย 0.653 ค่าการไหลสะสม มีค่าความสามารถในการทำนาย 0.617 ความลาดเอียงของพื้นที่มีค่าความสามารถในการทำนาย 0.413 และความสามารถในการระบายน้ำของดิน มีค่าความสามารถในการทำนาย 0.28



ภาพที่ 1 ความสามารถในการทำนายของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัย

2. ดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย (Flood Susceptibility Index)

เป็นการสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีความแม่นยำ โดยปัจจัยต่าง ๆ จะมีค่าน้ำหนักของอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยที่ต่างกัน โดยปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักสูง จะแสดงถึงความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูง จากตารางที่ 1 พบว่า ปัจจัยด้านการระบายน้ำของดิน แบ่งปัจจัยเงื่อนไขออกเป็น 4 ปัจจัยเงื่อนไข ได้แก่ พื้นที่ที่มีการระบายน้ำของดินค่อนข้างดี มีค่า SI = 0.684 พื้นที่ลาดชันเชิงชัน = 0.209 พื้นที่ที่มีการระบายน้ำของดินค่อนข้างช้า = 0.779 พื้นที่ที่มีการระบายน้ำของดินปานกลาง = 0.779 ปัจจัยด้านความลาดเอียงของพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ที่ไม่มีความลาดเอียงหรือความลาดเอียงเท่ากับ 0 องศา มีค่า SI = 0.251 พื้นที่ที่มีความลาดเอียง 0-5 องศา = 0.022 และพื้นที่ที่มีความลาดเอียง 5-10 องศา = 0.725 ปัจจัยด้านการไหลสะสม 0-100,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปัจจัยด้านความหนาแน่นของลำน้ำ 0-0.3 (กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร) และปัจจัยด้านความสูงของพื้นที่ 101-200 เมตร มีค่า SI = 0 ปัจจัยด้านระยะห่างของแม่น้ำ ประกอบไปด้วยปัจจัยเงื่อนไข ได้แก่ ระยะห่างจากลำน้ำ 400 เมตร มีค่า SI = 0.806 ระยะห่างจากลำน้ำ 800 เมตร = 0.635 ระยะห่างจากลำน้ำ 1,200 เมตร = 0.326 ระยะห่างจากลำน้ำ 1,600 เมตร = 0.401 ระยะห่างจากลำน้ำ 2,000 เมตร = 0.189 และระยะห่างจากลำน้ำมากกว่า 2,000 เมตร = 0.934

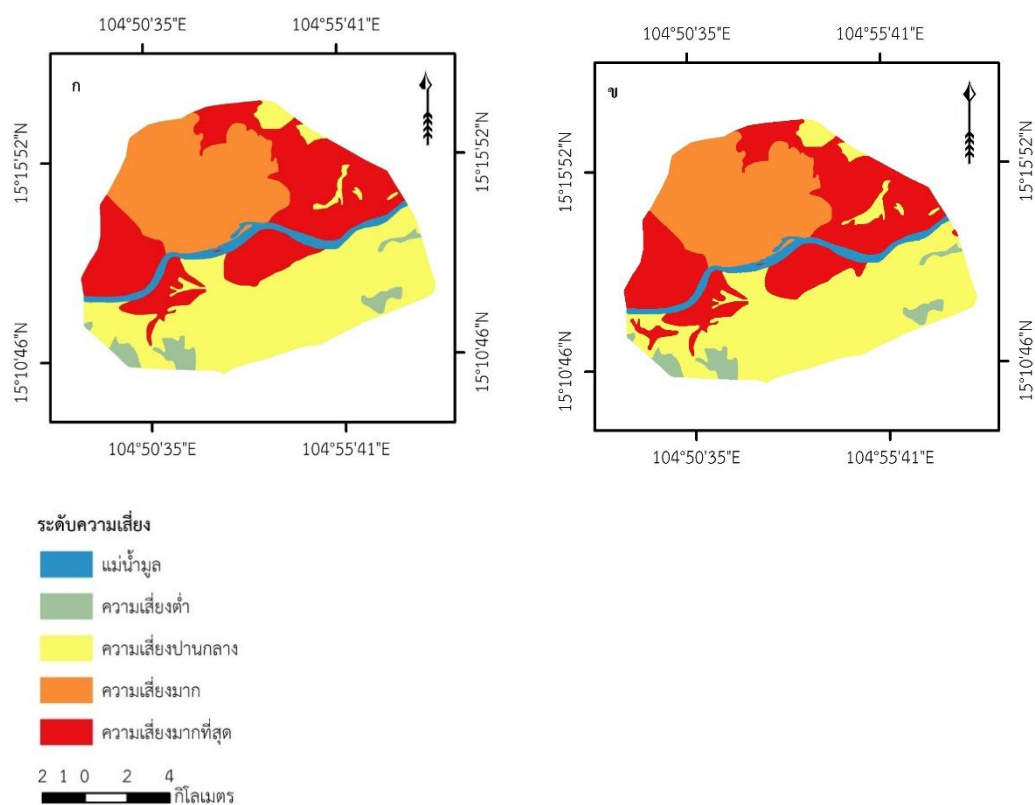
ตารางที่ 1 ค่าดัชนีทางสถิติของปัจจัยเงื่อนไข

ปัจจัย	ปัจจัยเงื่อนไข	SI
การระบายน้ำของดิน	ค่อนข้างดี	0.684
	-	0.209
	ค่อนข้างช้า	0.779
	ปานกลาง	0.736
ความลาดเอียงของพื้นที่ (องศา)	0	0.251
	0-5	0.022
	5-10	0.725
ค่าการไหลสะสม	0	0
ความหนาแน่นของลำน้ำ (กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร)	0-0.3	0
ความสูงของพื้นที่ (เมตร)	101-200	0
	400	0.806
	800	0.635
	1,200	0.326
	1,600	0.401
	2,000	0.189
	>2,000	0.934

และปัจจัยเงื่อนไขที่ผ่านการคูณกับค่า SI แล้วจะถูกนำมาสร้าง Flood Susceptibility Index (FSI) ด้วยสมการที่ 3 ด้วย Raster Calculator และจัดลำดับความเสี่ยงออกเป็น 4 ระดับ ด้วยวิธีการ Equal interval ได้แก่ พื้นที่ความเสี่ยงต่ำที่สุด พื้นที่ความเสี่ยงต่ำ พื้นที่ความเสี่ยงปานกลาง พื้นที่ความเสี่ยงมาก และพื้นที่ความเสี่ยงมากที่สุด โดยพื้นที่ความเสี่ยงมากที่สุดมีเนื้อที่ 44.419 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 31.778 ของพื้นที่ พื้นที่ความเสี่ยงมากมีเนื้อที่ 35.007 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 25.045 ของพื้นที่ พื้นที่ความเสี่ยงปานกลางมีเนื้อที่ 55.750 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.884 ของพื้นที่ พื้นที่ความเสี่ยงต่ำมีเนื้อที่ 4.601 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.291 ของพื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 2

3. แบบจำลองซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน

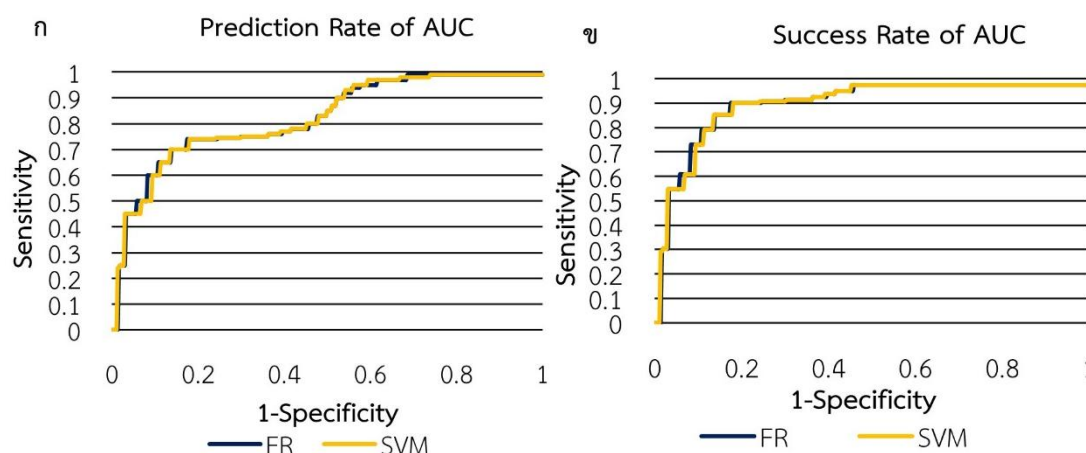
เป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องแบบกำกับดูแล ที่แปลงโครงสร้างจากแบบไม่เชิงเส้นเป็นแบบเชิงเส้นโดยไฮเปอร์เพลน เพื่อลดความซับซ้อนและการจำแนกหมวดหมู่ในชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลทดสอบ เป็นการคาดการณ์ตามช่วงเวลาโดยพิจารณาตามข้อมูลการฝึกอบรมที่ผ่านมา จากภาพที่ 2 แสดงแผนที่ความเสี่ยงอุทกภัยจากแบบจำลองซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน โดยพื้นที่ความเสี่ยงมากที่สุดมีเนื้อที่ 43.985 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 31.417 ของพื้นที่ พื้นที่ความเสี่ยงมากมีเนื้อที่ 34.933 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 24.951 ของพื้นที่ พื้นที่ความเสี่ยงปานกลางมีเนื้อที่ 56.459 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 40.326 ของพื้นที่ พื้นที่ความเสี่ยงต่ำมีเนื้อที่ 4.625 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.304 ของพื้นที่ แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนที่ความเสี่ยงอุทกภัยจาก (ก) แบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และ (ข) ดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย

4. การประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง

แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย อำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทั้งแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย จะถูกวัดความถูกต้อง (Validation) ด้วย AUC เพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ยิ่งค่า AUC สูงเท่าใด ยิ่งบ่งชี้ความแม่นยำของแบบจำลองมากขึ้นเท่านั้น โดยที่ อัตราการทำนายของแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีค่าเท่ากับ 0.8209 และดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยมีค่าเท่ากับ 0.8213 และอัตราความสำเร็จของการทำนายของแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีค่าเท่ากับ 0.8945 และการทำนายของดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยมีค่าเท่ากับ 0.8949 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง (ก) อัตราการทำนายของ AUC (ข) อัตราความสำเร็จของการทำนาย AUC

สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์คุณลักษณะ เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการทำนายของตัวแปรการเกิดอุทกภัย ซึ่งในพื้นที่ศึกษา ระยะห่างจากแม่น้ำเป็นปัจจัยที่มีความสามารถหรือเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงที่สุดต่อการเกิดอุทกภัย โดยที่ระยะที่มีอิทธิพลมากที่สุด คือ ระยะห่างจากแม่น้ำที่ระยะ 0-2,000 เมตร ซึ่งให้เห็นว่า พื้นที่ในรัศมี 2,000 เมตรจากแม่น้ำมูล มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย รองลงมาเป็นปัจจัยทางด้านความสูงของพื้นที่ ซึ่งโดยปกติน้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้น้ำเข้าท่วมบริเวณพื้นที่ที่มีระดับความสูงที่ต่ำกว่า ในขณะที่ความหนาแน่นของลำน้ำและค่าการไหลสะสม จะมีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยรองจากระยะห่างจากแม่น้ำและความสูงของพื้นที่ และจะมีอิทธิพลใกล้เคียงกัน มีบทบาทสำคัญต่อการกระจายความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา [18] ความลาดเอียงของพื้นที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาค่อนข้างต่ำ เนื่องจาก ความลาดเอียงนั้นแบ่งชี้ถึงแนวโน้มของความโค้งของพื้นที่ (Curvature) ที่มีความราบเรียบเป็นจำนวนมาก ทำให้ความเร็วในการไหลป่าและการระบายน้ำลงสู่ดินลดลง

พื้นที่ความเสี่ยงสูงของทั้งแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัย จะอยู่ในพื้นที่เดียวกัน แต่จะมีในบริเวณทางด้านฝั่งซ้ายของตอนล่างของลำน้ำมูล ที่แบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะเป็นความเสี่ยงในระดับปานกลาง แต่ในดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยจะเป็นพื้นที่เสี่ยงสูงเมื่ออภิปรายถึงความแตกต่างของผลลัพธ์มีเหตุผล 2 ประการ ประการแรก คือ การเลือกข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ อาจไม่เพียงพอต่อการสร้างแบบจำลอง หรืออาจกล่าวได้ว่า ปัจจัยทางกายภาพอื่น ๆ อาจไม่ถูกนำมาใช้ในการประเมินในครั้งนี้ เช่น ปริมาณน้ำฝน และประการที่ 2 คือ ความละเอียดของข้อมูล Digital Elevation Model ที่ใช้ในการสกัดข้อมูลความสูงของพื้นที่ ความหนาแน่นของลำน้ำ ค่าการไหลสะสม ความลาดเอียงของพื้นที่ มีความละเอียดไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ โดยเฉพาะในบริเวณที่ราบ โดยงานในอนาคตอาจมีการตรวจสอบผลกระทบของข้อมูลถึงความแตกต่างของระดับความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัยที่เกิดขึ้นในแต่ละแบบจำลอง [13]

การประเมินความถูกต้องและประสิทธิภาพการทำนายของแบบจำลอง ซึ่งทั้งสองแบบจำลองจะมีประสิทธิภาพที่สูงมาก ซึ่งจะมีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อยมาจากความสม่ำเสมอของตำแหน่งข้อมูลชุดฝึกอบรมของการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา แบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยมีความสามารถในการทำนายและความถูกต้องของแบบจำลองที่ใกล้เคียงกัน [18] อัตราความสำเร็จและอัตราการทำนายของแบบจำลอง

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน น้อยกว่าดัชนีความอ่อนไหวของการเกิดอุทกภัยเล็กน้อย แต่มีอัตราความผิดพลาดของการทำนายต่ำ อย่างไรก็ตามแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มักขาดความสามารถในการประเมินตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ เมื่อข้อมูลบางส่วนขาดหายไป ดังนั้น การศึกษาการเกิดอุทกภัยด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มักจะถูกใช้วิเคราะห์ควบคู่ไปกับแบบจำลองป่าสุ่ม (Random Forest) ที่สามารถใช้ในการจัดการข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกัน หรือกรณีที่ข้อมูลบางส่วนขาดหายไป เพื่อระบุความสำคัญของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ [9-10]

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ali, S., Cheema, M. J. M., Waqas, M. M., Waseem, M., Leta, M. K., Qamar, M. U., Awan, U. K., Bilal, M., Ur Rahman, M. H. (2021). Flood mitigation in the transboundary chenab river basin: A basin-wise approach from flood forecasting to management. *Remote Sens*, 13(19), Article number 3916.
- [2] Ionita, M., and Nagavciuc, V. (2021). Extreme floods in the eastern part of europe: Large-scale drivers and associated impacts. *Water*, 13(8), Article number 1122.
- [3] Adger, W. N. (2006). Vulnerability, global environmental change. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281.
- [4] Zerger, A. (2002). Examining GIS decision utility for natural hazard risk modelling. *Environmental Modelling & Software*, 17(3), 287-294.
- [5] Liu, J., Wang, J., Xiong, J., Cheng, W., Li, Y., Cao, Y., He, Y., Duan, Y., He, W., and Yang, G. (2022). Assessment of flood susceptibility mapping using support vector machine, logistic regression and their ensemble techniques in the Belt and Road region. *Geocarto International*, 37(25), 9817-9846.
- [6] Mojaddadi. H., Pradhan, B., Nampak, H., Ahmad, N., and Ghazali, H. B. A. (2017). Ensemble machine-learning-based geospatial approach for flood risk assessment using multi-sensor remote-sensing data and GIS. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2), 1080-1102.
- [7] Office of the National Water Resources. (2020). Lesson summary: Flood management ubon ratchathani area 2020. Office of The Prime Minister: Bangkok.
- [8] Ubon Ratchathani University. (2004). *Full report: The study of flood impact in economic and environment around the moon river bank at mueang ubon ratchathani district and and warin chamrap district*. Retrieved from. <http://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/e-research/sites/default/files/UBU-2547.pdf>
- [9] Tehrany, M. S., Kumar, L., and Shabani, F. (2019). A novel GIS-based ensemble technique for flood susceptibility mapping using evidential belief function and support vector machine: Brisbane, Australia. *PeerJ*, 2019(10), Article number e7653.
- [10] Romulus, C., and Bui, D. T. (2020). Identification of areas prone to flash-flood phenomena using multiple-criteria decision-making, bivariate statistics, machine learning and their ensembles. *Science of The Total Environment*, 712, Article number 136492.
- [11] Regmi, A. D., Devkota, K., Yoshida, K., Pradhan, B., Pourghasemi, H. R., Kumamoto, T., and Akgun, A. (2014). Application of flood susceptibility Index, statistical index, and weights-of-evidence models and their comparison in landslide susceptibility mapping in Central Nepal Himalaya. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(2), 725-742.

- [12] Pirasteh, S., and Li, J. (2017). Probabilistic frequency ratio (PFR) model for quality improvement of landslide susceptibility mapping from LiDAR-derived DEMs. *Geoenvironmental Disasters*, 4, Article number 19 (2017).
- [13] Suppawimut, W. (2021). GIS-Based flood susceptibility mapping using statistical index and weighting factor models. *Environment and Natural Resources Journal*, 19(6), 481-493.
- [14] Tehrany, M. S., Pradhan, B., Mansor, S., and Ahmad, N. (2015). Flood susceptibility assessment using GIS-based support vector machine model with different kernel types. *Catena*, 125, 91-101.
- [15] lamprakhon, B., and Charoenrak, N. (2018). *A proposed method to compare areas under the ROC curves for a single dataset: A case study of credit scoring model*. In University of the Thai Chamber of Commerce. Research Support Office (Ed.), 2th UTCC Academic Day (pp. 1756-1769).
- [16] Hanley, J. A., and McNeil, J. B. (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29-36.
- [17] Dodangeh, E., Choubin, B., Eidir, A. N., Nabipour, N., Panahi, M., Shamshirband, S., and Mosavi, A. (2020). Integrated machine learning methods with resampling algorithms for flood susceptibility prediction. *Science of The Total Environment*, 705, Article number 135983.
- [18] Olowe, J. F. (2021). *Spatial prediction of flood susceptible areas using machine learning approach: A focus on west african region* [Unpublished master's thesis]. Universitat Jaume I.