บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการศึกษาการสร้างแบบจำลองโดยใช้ฟัซซีเซตสำหรับหาค่าการเกิดฝน ในการดำเนินโครงการนี้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา
2. ประยุกต์ใช้ฟัซซีเซตเพื่อพยากรณ์น้ำฝน
3. การปรับเทียบแบบจำลอง
4. การประเมินประสิทธิภาพ

รายละเอียดของแต่ละหัวข้อจะอธิบายดังต่อไปนี้

ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา

การวิจัยครั้งนี้พิจารณาตัวแปรเข้าคือตัวแปรอุตุนิยมวิทยา เนื่องจากตัวแปรเหล่านี้ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความส่องสว่างของท้องฟ้า เป็นตัวแปรมีอิทธิพลต่อการเกิดฝน และยังเป็นตัวแปรที่มีการบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ส่วนตัวแปรออก (Output variable) คือ ปริมาณฝนที่ตก

วิธีการประยุกต์ใช้ฟัซซีเซตเพื่อการพยากรณ์น้ำฝน

การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ตัวแปรเข้า คือ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และดัชนีความส่องสว่างของท้องฟ้า ซึ่งมีขั้นตอนของการประยุกต์ คือ การสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก การสร้างกฎการควบคุม การหาตัวแปรออก การปรับเทียบ และการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่สร้างขึ้น รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนจะได้อธิบายดังต่อไปนี้

1. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามโดยการนำข้อมูลตัวแปรต้น เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความส่องสว่างของท้องฟ้า โดยหาความสัมพันธ์กันกับตัวแปรตาม คือปริมาณฝนที่ตก

2. การสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function, MF)

ในการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก จะดำเนินการดังนี้

2.1 จำนวนกลุ่มของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะเลือกพิจารณาจากการกระจายตัวของข้อมูลอดีตระหว่างข้อมูลฝนและตัวแปรต่างๆ

2.2 การกำหนดรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ในการกำหนดรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะพิจารณาจากประสบการณ์และความเหมาะสมของข้อมูลในอดีต (Shrestha, B.P., Duckstein, L. and Stakhiv. 1996)

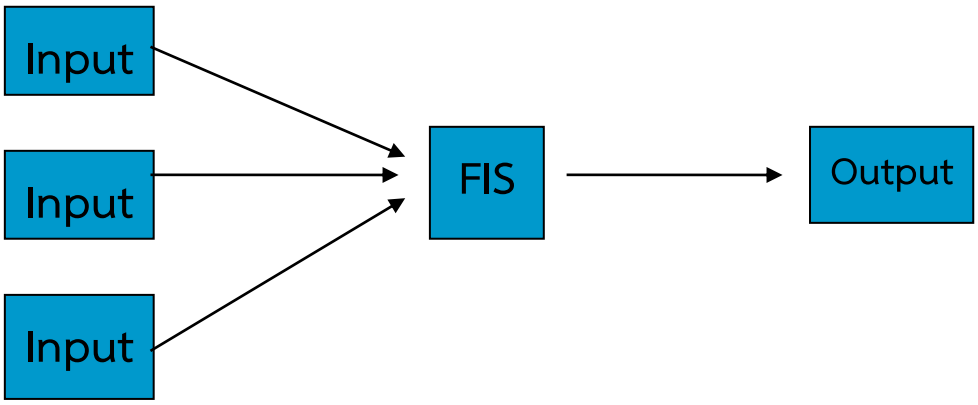
การปรับเทียบแบบจำลอง

1. การสร้างกฎการควบคุม

การสร้างกฎควบคุม หมายถึง การสร้างจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้าแต่ละตัวและตัวแปรออก จากหลักการ IF Premise (antecedent), THEN Conclusion (consequent) เป็นรูปแบบกฎพื้นฐาน (IF-THEN) ที่เป็นการอนุมานคือ ถ้าเรารู้ข้อเท็จจริง (ข้อเสนอ, สิ่งที่เกิดขึ้นก่อน) เราสามารถอนุมานข้อเท็จจริงได้ (บทสรุป, ผลที่ตามมา) ระบบกฎพื้นฐานเป็นรูปแบบที่มีลักษณะเด่นที่ว่าเป็นระบบที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี ซึ่งแหล่งที่มาของกฎการควบคุมอาจจะมาจากประสบการณ์ของมนุษย์ หรือมาจากแหล่งอื่นแต่ต้องมีความสอดคล้อง มีปฏิกริยาต่อกัน และมีความสมบูรณ์ของกฎควบคุมฟัซซี และใช้การดำเนินการ (Operator) เชื่อมต่อแบบ AND, OR จากนั้นใช้กระบวนการอนุมาน ซึ่งในกรณีที่มีกฎพื้นฐานมากกว่า 1 ข้อขึ้นไป ในการอนุมานจำเป็นจะต้องรวมกฎเข้าด้วยกัน (Aggregation) จากนั้นก็ใช้กระบวนการหาตัวแปรออกของระบบ (Ross, T. J., 1995)

2. การหาตัวแปรออก

ในการหาตัวแปรออกใช้หลักการ Defuzzification กล่าวคือ การแปลง ตัวแปรฟัซซีกลับมาเป็นตัวแปรแบบธรรมดา ซึ่งมีหลายเทคนิค เช่น Max – membership principle, Centroid method, Weighted average method, Mean-Max membership, Center of sums, Center of largest area, First (or last) of maxima แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้เทคนิค Centroid method เพราะมีความสะดวกและโปรแกรมสำเร็จรูป

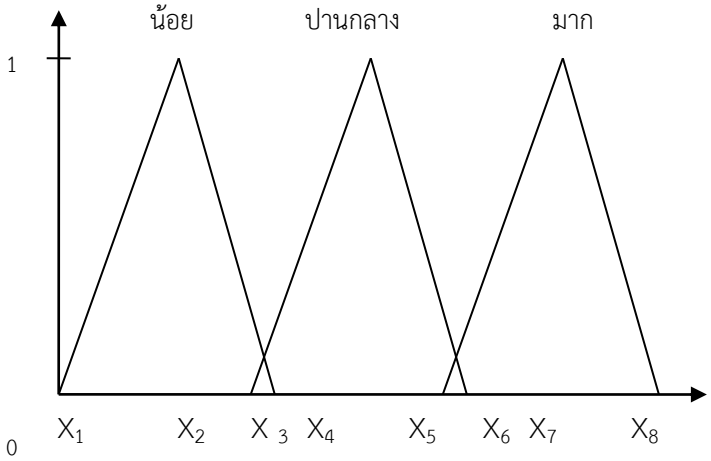


ภาพที่ 3.1 แสดงการหาค่าตัวแปรออกกรณีตัวแปรเข้า 3 ตัว

3. วิธีการประยุกต์อัลกอริธึมแบบอาณานิคมมดมาปรับเทียบในแบบจำลองฟัซซีเซต

3.1 การปรับเทียบ (Calibration)

ในกระบวนการการปรับเทียบแบบจำลองนั้น มีความสัมคัญมาก ซึ่งการที่จะนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนนั้นจำเป็นต้องมีการปรับเทียบเสียก่อน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการปรับเทียบนั้นจะต้องทำการเปลี่ยนรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เมื่อทำการเปลี่ยนความชันของเส้นกราฟแต่ละเส้นก็จะส่งผลค่าของตัวแปรออกมีค่าเปลี่ยนไป ซึ่งค่า X_1 ถึง X_9 ดังภาพที่ 3.2 นั้นจะเป็นตัวกำหนดความชันของเส้นกราฟและรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก แต่อย่างไรก็ตามในการปรับเทียบในแบบจำลองของฟัซซีด้วยวิธีนี้มีความลำบากมากและยังต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้คำนวณหรือผู้ใช้งาน จึงทำให้ค่าที่ได้ยังไม่ใช่ค่าที่เหมาะสมสูงสุด



ภาพที่ 3.2 รูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่เปลี่ยนตามค่า X_1-X_9

อัลกอริธึมแบบอาณานิคมมดเป็นวิธีการหาค่าความเหมาะสมสูงสุดแบบ Near optimization approach มีพื้นฐานมาจากเลียนแบบพฤติกรรมของมดจริงๆในธรรมชาติมดนั้นสามารถเดินทางจากรังของมันไปยังแหล่งอาหารและกลับมาสู่รังได้ โดยมดจะเลือกเส้นทางที่จะใช้เดินให้มีระยะทางรวมนั้นเกือบจะได้เป็นระยะทางที่สั้นที่สุด ดังนั้นในการปรับเทียบในครั้งนี้จึงจะประยุกต์อัลกอริธึมแบบอาณานิคมมดมาใช้ในการปรับเทียบในแบบจำลองฟัซซีเซต ซึ่งการปรับเทียบจะพิจารณาจากตัวแปรออกที่ได้จากแบบจำลองกับค่าปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริง โดยการพิจารณาในรูปของความสัมพันธ์กัน คือ การพิจารณาดูค่าสัมประสิทธิ์กำหนด (R^2) ตามสมการต่อไปนี้

$$R^2 = \frac{\left(\sum Em_i Ea_i - m\overline{Em_i}\,\overline{Ea_i}\right)^2}{\left(\sum Em_i^2 - m\overline{Em_i}^2\right)\left(\sum Ea_i^2 - m\overline{Ea_i}^2\right)} \qquad (3.1)$$

เมื่อ Em คือ ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลองฟัซซีเซต

Ea คือ ปริมาณฝนที่เกิดขึ้นจริง

3.2 ขั้นตอนในการปรับเทียบ

1. การเลือกข้อมูลในการปรับเทียบ

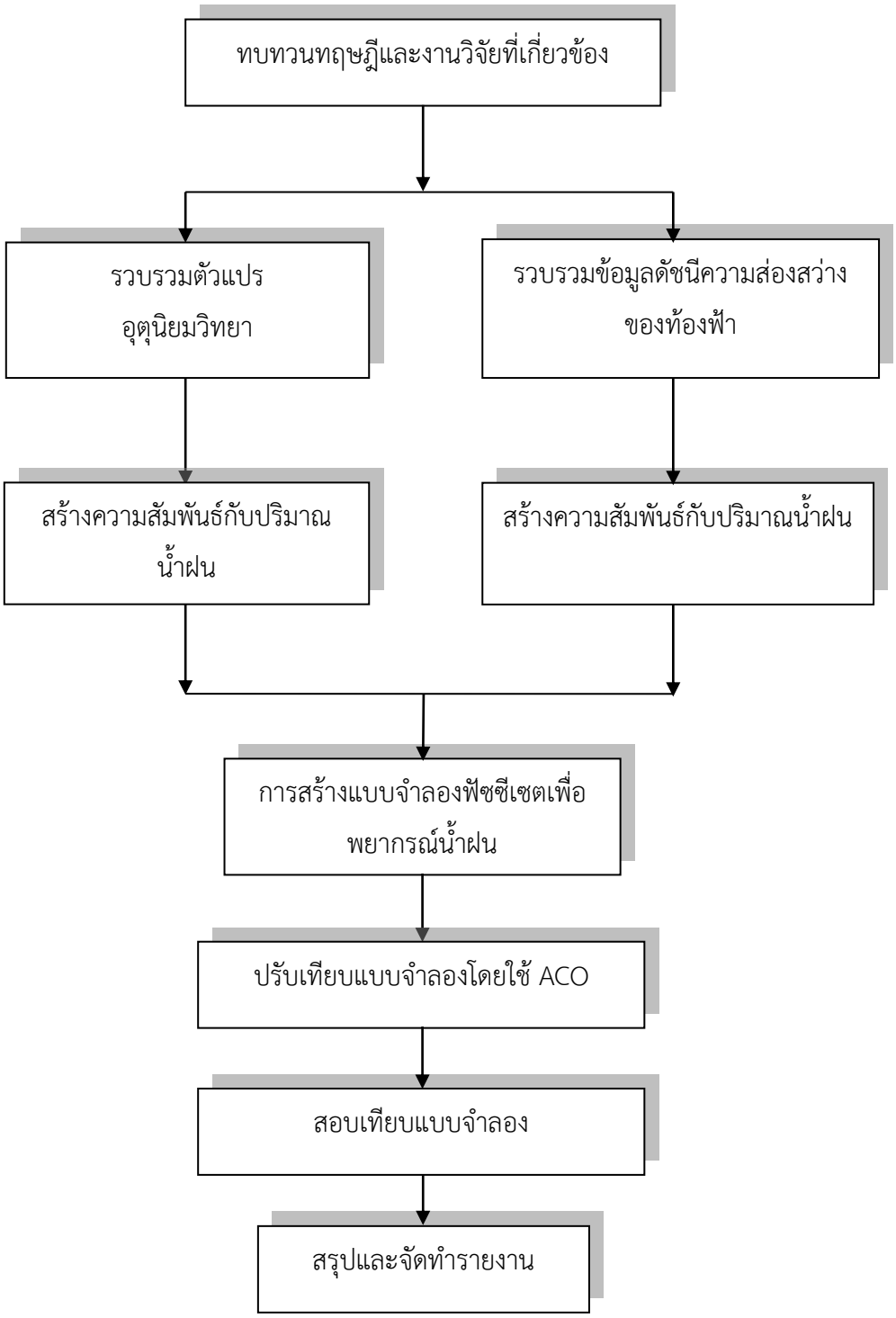
2. ทำการเลือกจำนวนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ให้ค่า R^2 มากที่สุด (เข้าใกล้ 1.0 มากที่สุด)

3. ทำการปรับรูปร่าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกโดยวิธีการเลื่อนกราฟ เข้า-ออก โดยให้ค่า R^2 มากที่สุด (เข้าใกล้ 1.0 มากที่สุด)

4. การปรับแก้ กฎการควบคุม

การประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินจะเลือกประเมินกับข้อมูลชุดที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในขั้นตอนของการปรับเทียบซึ่งถ้าค่าเบี่ยงเบนน้อยประสิทธิภาพของแบบจำลองก็สูง



ภาพที่ 3.3 ผังแสดงแผนงานการดำเนินงานวิจัย