



การประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึกด้วยเทคนิคโมเดลผสม สำหรับการพยากรณ์ค่า
ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ใน จังหวัดมุกดาหารโดยข้อมูล
ความลึกเชิงแสงของละอองลอยและข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

ศิวกร กุลวงศ์¹, ก้องภพ เพิ่มไพศาลสกุล¹, ชีระวุฒิ จันทะพันธ์^{1*} และ อรรถจัน คงทอง^{1*}

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย มุกดาหาร, ตำบล บางทรายใหญ่, อำเภอ เมืองมุกดาหาร, จังหวัด มุกดาหาร, 49000, ประเทศไทย

*E-mail: 05949@pccm.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีจุดประสงค์เพื่อ(1)ออกแบบโมเดลพยากรณ์ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) รายชั่วโมงในจังหวัดมุกดาหาร โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลความลึกเชิงแสงของละอองลอย (AOD) ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง, การเรียนรู้เชิงลึก และโมเดลแบบผสม (2)เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการทำนาย PM2.5 แบบเดี่ยว (Single Model) และโมเดลแบบผสม (Hybrid Model) โดยใช้ตัวชี้วัดทางสถิติและการประเมินเชิงพื้นที่-เวลา(Spatio-temporal evaluation) (3)ประยุกต์ใช้โมเดลเพื่อพัฒนาเป็นระบบพยากรณ์ความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือ เจ้าหน้าที่และผู้เชี่ยวชาญในหน่วยงานภาครัฐและเทคโนโลยีที่ใช้คือ(1)แอปพลิเคชัน Visual Studio Code (2) เว็บไซต์ คอมไพล์ Lightning AI (3)Pre-Trained Model (4)Model และ structure Models การศึกษาการออกแบบโมเดลพยากรณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 พบว่ามีโมเดลที่ดีที่สุดดังนี้ โมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง 2 โมเดลคือ **Gradient Boosting Machine (GBM)** และ **Support Vector Regression (SVR)** เป็นสองโมเดลที่ให้ผลการพยากรณ์ดีที่สุด โดย GBM มีค่า RMSE ต่ำที่สุด (2.9902) และค่า R² สูง (0.7616) แสดงถึงความแม่นยำและความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ดี ขณะที่ SVR ให้ค่า MAE ต่ำที่สุด (2.2663) สะท้อนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ต่ำ และมีค่า Temporal Stability ที่ต่ำที่สุด โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก 2 โมเดล คือ **Transformer** และ **FNO** เป็นสองโมเดลที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด โดย Transformer มีค่า MAE(2.6399) และ RMSE(3.4741) ต่ำที่สุด และมีค่า R²(0.6780) สูงสุด ขณะที่ค่า CRPS(2.6399) ในขณะเดียวกัน FNO มีค่า Temporal Stability(0.9626) ต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่าโมเดลผสมมีความสามารถในการพยากรณ์ดีกว่าโมเดลเดี่ยวและเมื่อประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี Weighted Multi-Criteria Decision Approachพบว่าการใช้โมเดลด้วยวิธีการ stackingดีที่สุดโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเพียง 2.9668 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (MAE = 2.9668, RMSE = 4.1201, R² = 0.9319) จากการทดลองสรุปได้ว่าสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบพยากรณ์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กPM2.5ได้

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5, ความลึกเชิงแสง (AOD), โมเดลผสม (Hybrid Model), การพยากรณ์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5