

MỤC LỤC - CONTENTS

- 4 Đinh Thị Oanh:** Bảo vệ nền tảng tư tưởng của Đảng về ứng phó với biến đổi khí hậu và bảo vệ môi trường - Safeguarding the Party's ideological foundation on climate change response and environmental protection.
- 9 Phạm Xuân Định:** Vấn đề giai cấp và đấu tranh giai cấp trong tác phẩm Tuyên ngôn của Đảng Cộng sản - The question of class and class struggle in the Communist Party Manifesto.
- 14 Phạm Văn Lưỡng - Nguyễn Thanh Tùng:** Bảo vệ quyền con người trên không gian mạng nhìn từ vai trò của thanh niên hiện nay - Protecting human rights in cyberspace seen from the role of youth today.
- 19 Đặng Thị Thu Hiền:** Tổ chức các hoạt động trải nghiệm cho trẻ mầm non theo tiếp cận phát triển năng lực - Organizing experiential activities for preschool children based on a competency-based approach.
- 24 Nguyễn Thu Hiền:** Đổi mới hoạt động dạy học thông qua trải nghiệm và ứng dụng công nghệ nhằm phát huy tiềm năng, bồi dưỡng sự tự tin cho học sinh lớp một - Innovating teaching activities through experiential learning and technology integration to foster students' potential and self-confidence among first-grade students.
- 29 Chu Thị Thu Hà:** Quản trị truyền thông trường tiểu học trong bối cảnh chuyển đổi số - School communication governance in the context of digital transformation.
- 34 Vũ Nguyệt Hà:** Ứng dụng trí tuệ nhân tạo AI nhằm phát triển năng lực đọc hiểu văn bản văn học cho học sinh lớp 3 - Bộ sách Kết nối tri thức với cuộc sống - Applying artificial intelligence to develop literary reading comprehension competence for third-grade students.
- 39 Nông Khánh Vy - Nguyễn Đức Danh:** Phát triển tính tự chủ cho trẻ 5-6 tuổi thông qua vận dụng mô hình học tập trải nghiệm của David Kolb - Developing autonomy in 5-6-year-old children through Kolb's experiential learning model.
- 44 Ngô Thị Hoài Thu:** Quản lý hoạt động bồi dưỡng giáo viên dạy học môn Tiếng Việt theo hướng phát triển năng lực sáng tạo ở trường tiểu học - Managing teacher professional development for Vietnamese language teaching toward developing creative competence in primary schools.
- 49 Nguyễn Hân:** Phát triển kỹ năng tự học cho sinh viên ngành Giáo dục Tiểu học thông qua hoạt động thực hành mỹ thuật - Developing self-learning skills for primary education students through art practice activities.
- 54 Phan Việt Hằng:** Khai thác một số phần mềm AI thiết kế video dạy học diện tích cho học sinh lớp 5 - Using AI software tools to design instructional videos on area for grade 5 students.
- 59 Quách Việt Tú:** Tích hợp văn hóa địa phương trong dạy học tập làm văn nhằm phát triển năng lực giao tiếp tiếng Việt cho học sinh tiểu học vùng Đồng bằng sông Cửu Long - Integrating local culture in teaching, learning and writing in order to develop Vietnamese communication capacity for primary school students in the Mekong Delta.
- 63 Lưu Thị Lan Hương:** Vai trò của hiệu trưởng trong huy động các điều kiện hỗ trợ dạy học môn Tự nhiên và Xã hội theo hướng phát triển năng lực số cho học sinh tiểu học - The Role of Principals in Mobilizing Supportive Conditions for Teaching Natural and Social Sciences to Primary School Students.
- 68 Nguyễn Minh Anh:** Ứng dụng ngôn ngữ thị giác tranh dân gian Đông Hồ trong tái thiết kế minh họa sách giáo khoa phổ thông - Application of Dong Ho folk art visual language in the redesign of K-12 textbook illustrations.
- 73 Lê Thị Hoàng Yến:** Ưu thế của tiếng Hàn và sự mất cân bằng song ngữ trong hội nhập ngôn ngữ của trẻ em 9-14 tuổi thuộc gia đình đa văn hóa tại Hàn Quốc - Korean Dominance and Bilingual Imbalance in the Linguistic Integration of Children Aged 9-14 from Multicultural Families in South Korea.
- 77 Nguyễn Minh Trung - Phan Anh Vũ - Trần Mạnh Huy:** Chuẩn hóa học phần tiếng Hàn du lịch theo định hướng du lịch thông minh và ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) - Standardization of the Korean for tourism course based on smart tourism principles and artificial intelligence (ai) applications.
- 82 Sào Mùi Lưu - Lương Văn Phước:** Thiết kế bộ câu hỏi đọc hiểu theo định hướng bài thi HSK đối với kiểm tra thường xuyên môn Đọc 3 nhằm nâng cao kỹ năng đọc cho sinh viên lớp Cao đẳng tiếng Trung Quốc K24 trường Cao đẳng Cao Bằng - Designing a set of reading comprehension questions according to the HSK test orientation for regular testing of Reading subject 3 to improve reading skills for students of K24 Chinese language college class at Cao Bang College.
- 87 Lê Thị Ha:** Students' perceptions of using AI and peer interaction in academic writing: a qualitative study.
- 93 Trần Thị Kim Loan:** Vai trò của trí tuệ nhân tạo và Moodle trong giảng dạy kỹ năng nói tiếng Trung 3 bậc đại học - The role of artificial intelligence and Moodle in teaching speaking skills in Chinese 3 at the tertiary level.
- 98 Phan Thị Thu:** Nâng cao năng lực biên dịch thương mại cho sinh viên ngành Tiếng Anh trong thời đại số - Thực trạng và giải pháp - Enhancing commercial translation competence for English-major students in the digital era: Situation and solutions.
- 103 Nguyễn Bạch Quỳnh Chi - Nguyễn Minh Huy - Trần Thụy Trúc Quỳnh:** Trí tuệ nhân tạo và bài tập về nhà trong giảng dạy ngoại ngữ: Tác động đối với hoạt động nhận thức và tự chủ học tập - Artificial intelligence and homework in foreign language teaching: Impacts on cognitive activity and learner autonomy.
- 108 Nguyễn Thị Tuyết Hòa:** Nâng cao chất lượng dạy học tiếng Anh chuyên ngành tại Trường Cao đẳng Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh trong bối cảnh chuyển đổi số - Enhancing the quality of ESP instruction at Ho Chi Minh City Industry and Trade College in the context of digital transformation.
- 113 Trương Hoài Uyên:** Chiến lược đoán nghĩa từ vựng qua ngữ cảnh trong bài đọc IELTS Academic: Nghiên cứu sinh viên Sư phạm tiếng Anh tại UD-UFLS - Lexical inferring in IELTS Academic Reading: A study on ELT students at UD-UFLS.
- 118 Lê Minh Thanh:** Ứng dụng ChatGPT thúc đẩy dạy và học ở bậc đại học trong kỷ nguyên trí tuệ nhân tạo - Application of ChatGPT in promoting teaching and learning process at higher education in the era of artificial intelligence.
- 123 Võ Hoàng Nam:** Phát triển tư duy phản biện cho sinh viên sư phạm nhằm nâng cao năng lực học tập và nghiên cứu ở Trường Đại học Khánh Hòa - Developing critical thinking for pedagogical students to enhance learning and research capacity at the University of Khanh Hoa.
- 128 Lưu Thị Thảo:** Phát triển hệ sinh thái giáo dục số tại các trường đại học ở Việt Nam trong giai đoạn hiện nay - Developing a digital education ecosystem at universities in Vietnam in the current period.
- 133 Nguyễn Duy Thu Nguyệt - Phan Thị Cẩm Giang - Phạm Thị Thanh Huyền - Nguyễn Đăng Khoa Nguyễn - Phan Thị Mộng Tuyền:** Ảnh hưởng của việc sử dụng mạng xã hội đến mức độ hạnh phúc của sinh viên đại học tại Việt Nam - The Impact of Social Media Use on University Students' Happiness in Vietnam.
- 138 Nguyễn Phương Bắc:** Đánh giá sự hài lòng của sinh viên về chất lượng dịch vụ đào tạo theo hình thức giảng dạy trực tuyến của hệ đào tạo từ xa tại các trường đại học tư thục - Evaluating student satisfaction with the quality of online teaching services in distance education programs at private universities.
- 143 Trần Thị Kiểm Thu:** Khung năng lực ICT dành cho giáo viên của UNESCO và một số giải pháp rèn luyện năng lực ICT cho sinh viên sư phạm Vật lý - The UNESCO ICT competency framework for teachers and strategies for developing ICT competencies in pre-service physics teachers.
- 148 Trịnh Minh Hiếu:** Một số giải pháp nâng cao chất lượng giảng dạy môn Lịch sử Việt Nam cho sinh viên Khoa Sư phạm Trường Đại học Bạc Liêu trong bối cảnh cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 - Some solutions to improve the quality of teaching Vietnamese History for students at the Faculty of Education, Bac Lieu University in the context of the Fourth Industrial Revolution.

- 153 Nguyễn Phương Bắc:** Nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến hình ảnh thương hiệu các trường đại học ngoài công lập vùng Đồng bằng sông Hồng - Research on factors affecting the brand image of private universities in the Red River Delta region.
- 158 Phạm Văn Phi:** Đánh giá các nhân tố ảnh hưởng đến động lực học tập của sinh viên tại các trường đại học ngoài công lập trên địa bàn thành phố Hải Phòng - Evaluating factors affecting students' learning motivation at private universities in Hai Phong city.
- 163 Tạ Thị Hằng:** Tác động của trí tuệ nhân tạo (AI) đến khả năng nhận diện tin giả của sinh viên trên địa bàn Hà Nội - The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Fake News Detection Ability among Students in Hanoi.
- 168 Vũ Thị Vân:** Trí tuệ cảm xúc trong rèn nghề của sinh viên sư phạm - Emotional intelligence in the professional training of student teachers.
- 173 Phạm Văn Phi:** Các nhân tố ảnh hưởng đến kết quả học tập của sinh viên tại các trường đại học công lập trên địa bàn thành phố Hà Nội - Factors affecting students' academic performance at public universities in Hanoi.
- 178 Phùng Thị Hương - Lù Thị Vân Anh:** Lan tỏa giá trị nông sản xanh từ các ý tưởng khởi nghiệp sáng tạo của học sinh, sinh viên góp phần phát triển nông nghiệp bền vững của Trường Cao đẳng Sơn La trong giai đoạn hiện nay - Promoting the value of green agricultural products through innovative startup ideas of pupils and students to contribute to the sustainable agricultural development of Son La College in the current context.
- 182 Nguyễn Thị Minh Khai:** Dạy học hệ phương trình tuyến tính theo hướng mô hình hóa toán học cho sinh viên khối ngành kinh tế - Teaching systems of linear equations through mathematical modeling for economics students.
- 188 Đỗ Thị Thùy Linh - Lê Quang Hùng:** Thực trạng hoạt động thể dục thể thao ngoại khóa của sinh viên khoa sư phạm, Trường Đại học Tây Nguyên - Current status of extracurricular physical education activities of students from the faculty of education and pedagogy, Tay Nguyen university.
- 192 Phạm Thị Lâm Oanh:** Thiết kế mô hình sổ tay học tập số hỗ trợ phát triển ý tưởng cho sinh viên mỹ thuật số - Designing a digital learning notebook model to support idea development for digital art students.
- 197 Nguyễn Thị Hoài Thanh:** Vận dụng hoạt động học tập trải nghiệm trong giảng dạy tiếng Việt cho người nước ngoài tại Khoa Việt Nam học, Trường Đại học Ngoại ngữ, Đại học Huế - Applying experiential learning activities in teaching Vietnamese to foreigners at the Faculty of Vietnamese Studies, University of Foreign Languages, Hue University.
- 202 Trần Đăng Kim Trang:** Giáo dục di sản thông qua âm nhạc dân tộc: Thực tiễn từ chương trình “Ca trù - Tinh hoa Việt” tại trường Cao đẳng Văn hóa Nghệ thuật Thành phố Hồ Chí Minh - Heritage education through traditional music: A case study of the program “Ca trù - The quintessence of Vietnam” at Ho Chi Minh City College of Culture and Arts.
- 207 Huỳnh Hữu Hiếu:** Nâng cao chất lượng học tập môn Bóng chuyền của sinh viên các trường đại học, cao đẳng: Thực trạng và giải pháp - Improving the quality of Volleyball learning for students at universities and colleges: Current situations and solutions.
- 212 Nguyễn Công Đại - Nguyễn Đức Huy:** Thực trạng quản lý công tác sinh viên tại các trường cao đẳng y dược trên địa bàn Thành phố Hà Nội - The current situation of student affairs management at medical and pharmacy colleges in hanoi city.
- 217 Phạm Thị Hạnh:** Giáo dục chủ nghĩa yêu nước Hồ Chí Minh cho sinh viên Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội trong bối cảnh hiện nay - Patriotism education based on Ho Chi Minh thought for students of Hanoi University of Natural Resources and Environment in the current context.
- 222 Trần Văn Thái:** Trao đổi về trợ giúp pháp lý bằng hình thức tư vấn pháp luật cho người khuyết tật - Từ thực tiễn tỉnh Cà Mau - Discussion on legal aid through legal consultation for persons with disabilities - from the practice in Ca Mau province.
- 227 Lê Đức Khải:** Bảo đảm quyền im lặng của người bị buộc tội trong giai đoạn điều tra vụ án hình sự ở Việt Nam - Ensuring the right to silence of criminal suspects and defendants during the criminal investigation stage in Vietnam.
- 232 Nguyễn Xuân Giang:** Nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước về phòng cháy, chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ đối với cơ sở lưu trú du lịch tại các phường Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng - Improving state management of fire safety and rescue for tourist accommodation establishments in Da Lat wards, Lam Dong province.
- 236 Trần Thị Bé Năm:** Một số nguyên nhân và giải pháp phòng ngừa về tội phạm công nghệ cao trong hoàn cảnh tội phạm mới hiện nay - Causes and Preventive Measures for High-Tech Crime in the Context of Emerging Criminal Trends.
- 241 Nguyễn Đăng Hải Linh - Đào Thị Thu Hằng:** Hoàn thiện cơ chế hướng dẫn áp dụng pháp luật về nội dung hợp đồng theo Bộ luật Dân sự năm 2015 - Improving the legal guidance mechanism for the application of the law on contract contents under the 2015 Civil Code.
- 246 Ngô Minh Quyên - Nguyễn Thị Diễm Thúy:** Thiệt hại của hộ gia đình, cá nhân khi Nhà nước thu hồi đất nông nghiệp - Góc nhìn từ quyền lợi kinh tế, xã hội và văn hóa - Damages suffered by households and individuals upon the State's recovery of agricultural land: Economic, social and cultural perspectives.
- 251 Nguyễn Tất Thành - Nguyễn Mạnh Hiếu - Nguyễn Hoàng Thu Nhi:** Kinh nghiệm của Trung Quốc về ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong hoạt động tố tụng: Từ mô hình “Tòa án thông minh” đến thực tiễn áp dụng - China's experience in applying artificial intelligence in litigation: From the "smart court" model to practical application.
- 225 Trần Xuân Lâm - Trần Văn Công:** Xử lý tài sản bảo đảm tại các tổ chức tín dụng theo pháp luật Việt Nam: Thực trạng và giải pháp hoàn thiện - Handling of collateral at credit institutions under Vietnamese law: Current situation and solutions.
- 260 Trương Vĩnh Khang:** Chế định sở hữu tài sản trong Quốc triều hình luật thế kỷ XV và giá trị tham chiếu đối với pháp luật Việt Nam hiện nay - Property ownership regulations in the 15th century Criminal Dynasty and their reference value for contemporary Vietnamese law.
- 266 Bùi Thị Ngọc Hân:** Cải cách pháp luật ngân hàng sau Luật Các tổ chức tín dụng năm 2024 - Reforming Banking Law after the 2024 law on credit institutions.
- 271 Vũ Quốc Doanh - Nguyễn Văn Lý:** Những thuận lợi và khó khăn khi triển khai hồ sơ bệnh án điện tử ở Việt Nam - Advantages and difficulties in implementing electronic medical records in Vietnam.
- 276 Phạm Văn Huynh:** An toàn phòng cháy chữa cháy đối với các công trình ngầm, hầm ngầm - Fire safety and prevention for underground structures and tunnels.
- 279 Trần Thị Thanh Huyền:** Kiểm soát hành vi lạm dụng quyền sở hữu trí tuệ nhằm hạn chế cạnh tranh trong nền kinh tế số tại Việt Nam - Controlling intellectual property misuse to restrict competition in the digital economy in Viet Nam.
- 284 Trần Linh Huân - Phạm Thị Hồng Tâm - Nguyễn Duy Dũng:** Pháp luật về bảo vệ môi trường di sản thiên nhiên: Thực trạng và kiến nghị hoàn thiện - Law on environmental protection of natural heritage - current situation and recommendations for improvement.
- 289 Nguyễn Hoàng Chương:** Pháp luật về miễn, giảm trách nhiệm bồi thường thiệt hại của người vận chuyển hàng không - Legal framework on exemption and reduction of liability for damages of air carriers.
- 294 Trần Linh Huân - Nguyễn Duy Dũng - Phạm Thị Hồng Tâm:** Pháp luật về bảo vệ môi trường đất - Thực trạng và một số kiến nghị - Law on soil environmental protection in Vietnam and recommendations for improvement.
- 299 Vũ Thanh Huyền - Nguyễn Danh Tuấn:** Kinh nghiệm xét xử trực tuyến theo pháp luật Trung Quốc và định hướng hoàn thiện pháp luật Việt Nam - Online trials under Chinese law and recommendations for improving Vietnamese law.
- 304 Vu Minh Hieu:** Assessing education accreditor competence through peer-review model: an approach to inqaahe international standards and guidelines ISG 2025.

- 310 Văn Thị Thao Giang:** Quyền riêng tư của trẻ em nổi tiếng trên không gian mạng và vấn đề lao động trẻ em trong nền kinh tế sáng tạo - Privacy rights of child influencers in cyberspace and child labour issues in the creative economy.
- 315 Nguyễn Thị Thúy Triêm:** Chế định tín thác danh dự dành cho vật nuôi theo pháp luật Hoa Kỳ và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam - Honorary trusts for pets under United States law and lessons for Vietnam.
- 320 Hồ Xuân Thắng - Nguyễn Kim Ngân - Trương Hoàng Thy Phương:** Bàn về chế định phòng, chống công nghệ giả mạo bằng trí tuệ nhân tạo (deepfake) hiện nay ở nước ta - Discussion on the Current Legal Framework for the Prevention and Control of Artificial Intelligence-Based Deepfake Technology in Vietnam.
- 324 Phạm Chí Thắng:** Hoàn thiện khung pháp lý về phòng chống hàng giả, bảo vệ người tiêu dùng trong hoạt động thương mại điện tử ở Việt Nam hiện nay - Improving the legal framework for combating counterfeit goods and protecting consumers in e-commerce activities in Vietnam in the current period.
- 329 Huỳnh Thị Cẩm Hồng:** Gợi mở hoàn thiện quyền bí mật đời sống riêng tư của trẻ em trong mối quan hệ với quyền và trách nhiệm của cha mẹ - Recommendations for perfecting children's right to privacy in relation to parents' rights and responsibilities.
- 334 Võ Thanh Tùng:** Phản bác luận điểm của các thế lực thù địch: "Quan hệ giữa tôn giáo với chủ nghĩa xã hội là quan hệ một mất một còn" - Refuting the argument of hostile forces: "The relationship between religion and socialism is a life-and-death relationship".
- 339 Hà Lê Bảo Thi:** Hợp tác tiểu đa phương tại khu vực Đông Nam Á - Minilateral cooperation in Southeast Asia Region.
- 344 Nguyễn Minh Khôi:** Nâng cao hiệu quả phòng, chống ma túy "núp bóng" trong học đường - Improving the effectiveness of preventing and combating "drugs hidden in the guise" in schools.
- 348 Nguyễn Tư Lương:** Phát triển nguồn nhân lực du lịch thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh trí tuệ nhân tạo và chuyển đổi số - Developing human resources for smart tourism in vietnam in the context of artificial intelligence and digital transformation.
- 353 Trịnh Văn Tài:** Chuyển đổi số trong doanh nghiệp tại tỉnh Đắk Lắk - Digital transformation in enterprises in Dak Lak province.
- 358 Nguyễn Tư Lương:** Phát triển du lịch Net Zero tại Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi xanh: Tiếp cận và hàm ý chính sách - Developing Net Zero tourism in vietnam under the green transition context: approaches and policy implications.
- 363 Đinh Anh Tuấn:** Nhân viên công tác xã hội với vai trò người biện hộ đối với cộng đồng LGBT tại Việt Nam - Social workers as advocates for the LGBT community in Viet Nam.
- 368 Nguyễn Công Thành - Nguyễn Doãn Thuận:** Luận về thời gian hình thành Vương triều Tây Sơn - On the formation of the Tay Son dynasty.
- 374 Trần Thị Song La:** Thông tin về nghệ thuật truyền thống trên báo mạng điện tử địa phương phía Bắc Việt Nam hiện nay - Traditional arts coverage in local online newspapers in northern Vietnam today.
- 379 Trần Thị Tuyết - Nguyễn Thị Thanh Huyền:** Thông điệp chính sách phát triển du lịch văn hoá trên báo điện tử: trường hợp thành phố Đà Nẵng - Cultural tourism policy message on news media: the case of Da Nang.
- 384 Phạm Thị Thu Hào:** Infographic trên báo điện tử Việt Nam dưới góc nhìn tiếp nhận của công chúng - Infographic on Vietnamese online newspapers from the perspective of audience reception.
- 389 Nguyễn Thị Thùy Linh:** Xu hướng "Biophilic Design" và vai trò của cây xanh trong thiết kế nội thất nhà ở - "Biophilic design" trends and the role of greenery in residential interior design.
- 394 Ngô Thị Thu Hương:** Lịch sử phát triển của thiết kế ghế Trung Hoa từ cổ đại đến giữa thế kỷ XVIII (trước Cách mạng Công nghiệp) - The evolution of chair design in history: function and materials from antiquity to the mid-18th century (pre-industrial era).
- 399 Nguyen Minh Phuoc:** Musical characteristics of songs in the Du Ke theatre of the Khmer people in Tra Vinh.
- 404 Hồng Quang Minh:** Kịch về giới tính và sự biến đổi trên sân khấu Thành phố Hồ Chí Minh hiện nay - Gender-themed drama and its transformation on Ho Chi Minh City stage today.
- 408 Nguyễn Văn Hiệp:** Kiến tạo địa điểm từ nguồn lực văn hóa, nghệ thuật và sáng tạo: Kinh nghiệm quốc tế và trường hợp phố đi bộ Nguyễn Huệ tại Việt Nam - Creative placemaking leveraging cultural and artistic resources: International experiences and the case of Nguyen Hue pedestrian street in Vietnam.
- 414 Ngô Trần Đức Tâm:** Múa rối nước Việt Nam một di sản văn hóa phi vật thể: Nội hàm văn hóa, cơ chế truyền thừa và giá trị truyền bá xuyên văn hóa - The intangible cultural heritage of Vietnamese water puppetry: Cultural connotations, transmission mechanisms, and cross-cultural communication value.
- 419 Nguyễn Trung Hiếu - Đặng Đăng Thư:** Thiết lập hoạt động du lịch cộng đồng vùng Bảy Núi, tỉnh An Giang gắn với tri thức dân gian của người Khmer - Establishing community-based tourism in the Bay Nui region, An Giang province, linked to the folk knowledge of the Khmer people.
- 424 Đồng Thị Hường:** Cây dừa nước với sinh kế và bản sắc văn hóa của cư dân người Việt Tây Nam Bộ - Nipa palm in the livelihood and cultural identity of the Vietnamese residents in the southwest region of Vietnam.
- 428 Huỳnh Chi - Trần Thị Bảo Ngọc:** Phát huy vai trò văn hoá trong phát triển du lịch: Trường hợp di tích lịch sử và thắng cảnh Ba Hòn - Promoting the role of culture in tourism development: The case of the Ba Hòn historical site and scenic area.
- 433 Huỳnh Thị Minh Hạ:** Tiếp cận thực địa trong giáo dục mỹ thuật: Một nghiên cứu tại Tháp Bà Ponagar, Khánh Hòa - Field-based approach in art education: A study at Po Nagar Cham towers, Khanh Hoa.
- 438 Nguyễn Thị Hiện:** Hợp tác giữa nghệ nhân và nhà thiết kế đương đại để tái sử dụng phế liệu, vật liệu tơ sen trong thiết kế xanh, thiết kế tuần hoàn hiện nay: Nghiên cứu thực nghiệm trên sản phẩm áo dài từ nguồn sen Đồng Tháp - Collaboration between artisans and contemporary designers in reusing local waste as green and circular design materials from lotus fiber: Experimental research on ao dai products from Dong Thap lotus resources.
- 442 Trần Đăng Kim Trang:** Hòa hợp Nhị Tiên trong tín ngưỡng dân gian người Hoa - Biểu tượng văn hóa của sự hòa thuận, tài lộc và đạo đức kinh doanh - The He-He Er Xian in Chinese folk beliefs: A cultural symbol of harmony, prosperity, and business ethics.
- 447 Đoàn Minh Hậu - Danh Tuấn Minh:** Hình tượng con người hiện sinh qua nghệ thuật ngôn từ trong tiểu thuyết Những Ngã tư và những cột đèn của nhà văn Trần Dần - The image of existential human beings through the art of language in the novel "The Intersections and the Lamp-posts" by writer Tran Dan.
- 452 Nguyễn Thị Lê Nin:** Không gian nghệ thuật trong Quốc âm thi tập của Nguyễn Trãi - The artistic space in Nguyen Trai's Quoc am thi tap.
- 457 Lê Thị Hà:** Ứng dụng Hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong đào tạo kỹ thuật công trình giao thông: Phát triển năng lực người học thông qua phân tích không gian - Application of Geographic Information Systems (GIS) in transportation engineering education: Developing competencies through spatial analysis.
- 461 Nguyễn Thị Thúy Hằng:** Thử nghiệm mô hình trồng lúa sử dụng phân hữu cơ bón gốc kết hợp kỹ thuật cắt lá trên lúa tím Thảo Cầm vụ Đông Xuân năm 2026 tại xã Hòa Bình, tỉnh Cà Mau - Experimental model of purple brocade rice cultivation using organic basal fertilizer combined with leaf-pruning techniques during the Winter-Spring crop season of 2026 in Hoa Binh commune, Ca Mau province.
- 465 Nguyễn Thị Thanh Hòa - Phạm Thị Kim Huệ - Nguyễn Văn Quyết - Vũ Minh Hiếu:** Thiết kế hệ thống điều khiển và giám sát cho dây chuyền tự động phân loại sản phẩm theo mã QR code - Design of a control and monitoring system for an automated product sorting line based on QR codes.
- 470 Nguyễn Thị Phương:** Nghiên cứu các mô hình lai VAR-Neural Network cho bài toán dự báo chuỗi thời gian đa biến - Research on hybrid VAR-Neural Network models for multivariate time series forecasting.
- 476 Bùi Bá Mạnh:** Bài toán phủ đĩa tròn và ứng dụng - The circular disk covering problem and its applications.

NGHIÊN CỨU CÁC MÔ HÌNH LẠI VAR- NEURAL NETWORK CHO BÀI TOÁN DỰ BÁO CHUỖI THỜI GIAN ĐA BIẾN

NGUYỄN THỊ PHƯỢNG

Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật TP. HCM

Nhận bài ngày 25/4/2026. Sửa chữa xong 10/6/2026. Duyệt đăng 14/6/2026.

Abstract

This study proposes and evaluates several hybrid VAR–Neural Network models for multivariate time series forecasting, including VARNN, VAR+Residual-FFNN, and VAR+Residual-LSTM. The main contribution of this research is the application of residual learning, where Neural Networks are trained to learn the residual errors generated by the VAR model in order to improve forecasting accuracy. Experimental results demonstrate that hybrid forecasting models significantly outperform single forecasting models. In particular, VAR+Residual-LSTM and VAR+Residual-FFNN achieved lower forecasting errors compared to direct hybrid approaches such as VAR+FFNN and VAR+LSTM. The findings confirm that residual learning enables Neural Networks to focus on learning nonlinear residual components after VAR captures linear dependencies.

Keywords: Multivariate Time Series, VAR, LSTM, FFNN, Residual Learning, Hybrid Forecasting.

1. Đặt vấn đề

Trong thực tế, dữ liệu chuỗi thời gian đa biến xuất hiện rất nhiều trong các lĩnh vực như dự báo thời tiết, tiêu thụ điện năng, tài chính và giám sát môi trường. Việc dự báo chính xác các chuỗi dữ liệu này có ý nghĩa quan trọng trong quá trình phân tích và hỗ trợ ra quyết định. Với sự phát triển mạnh mẽ của dữ liệu lớn và Internet of Things (IoT), khối lượng dữ liệu chuỗi thời gian ngày càng gia tăng cả về số lượng lẫn độ phức tạp. Điều này đặt ra yêu cầu cần xây dựng các mô hình dự báo có độ chính xác cao và khả năng xử lý hiệu quả các quan hệ phụ thuộc giữa nhiều biến dữ liệu theo thời gian. Mô hình thống kê truyền thống Vector Autoregression (VAR) đã được sử dụng rộng rãi trong dự báo chuỗi thời gian. Đặc biệt, mô hình VAR có khả năng mô hình hóa mối quan hệ tuyến tính giữa nhiều biến đồng thời và được đánh giá là phù hợp với dữ liệu chuỗi thời gian đa biến. Tuy nhiên, VAR gặp khó khăn khi dữ liệu xuất hiện các đặc trưng phi tuyến hoặc biến động phức tạp. Song song với đó, các mô hình học sâu như Feedforward Neural Network (FFNN) và Long Short-Term Memory (LSTM) cho thấy khả năng học phi tuyến hiệu quả và đạt kết quả tốt trong nhiều bài toán dự báo thực tế. LSTM đặc biệt phù hợp với dữ liệu chuỗi nhờ khả năng ghi nhớ phụ thuộc dài hạn. Tuy nhiên, các mô hình học sâu thường yêu cầu thời gian huấn luyện lớn và chưa tận dụng đầy đủ cấu trúc tuyến tính của dữ liệu đa biến. Qua quá trình khảo sát tài liệu và thực nghiệm, có thể nhận thấy xu hướng kết hợp mô hình thống kê với Neural Network đang được sử dụng ngày càng nhiều nhằm nâng cao độ chính xác dự báo cho dữ liệu chuỗi thời gian đa biến. Các mô hình hybrid giúp tận dụng ưu điểm của cả hai hướng tiếp cận: khả năng mô hình hóa tuyến tính của mô hình thống kê và khả năng học phi tuyến của Neural Network. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu hiện nay chủ yếu tập trung vào việc kết hợp trực tiếp giữa mô hình thống kê và học sâu mà chưa khai thác hiệu quả residual learning để giảm sai số dự báo. Ngoài ra, tính ổn định của các mô hình hybrid trên dữ liệu chuỗi thời gian đa biến vẫn còn là một thách thức lớn. Xuất phát từ các vấn đề trên, nghiên cứu này tập trung xây dựng và đánh giá các mô hình lai VAR–Neural Network kết hợp residual learning cho bài toán dự báo chuỗi thời gian đa biến.

Các đóng góp chính của nghiên cứu gồm: 1. Xây dựng pipeline forecasting đa biến dựa trên VAR và

Email: 2531309@student.hcmute.edu.vn

Neural Network; 2. Đề xuất cơ chế residual learning nhằm cải thiện sai số dự báo; 3. So sánh hiệu quả giữa các mô hình truyền thống, mô hình học sâu và hybrid forecasting; 4. Đánh giá tính ổn định của các mô hình hybrid trên dữ liệu khí hậu đa biến.

2. Tổng quan nghiên cứu

Dự báo chuỗi thời gian đa biến là một trong những hướng nghiên cứu quan trọng trong lĩnh vực khai phá dữ liệu và trí tuệ nhân tạo. Trong nhiều năm qua, mô hình thống kê truyền thống Vector Autoregression (VAR) đã được sử dụng rộng rãi nhờ khả năng mô hình hóa quan hệ tuyến tính giữa các biến theo thời gian. Đặc biệt, mô hình VAR cho phép phân tích sự phụ thuộc lẫn nhau giữa nhiều chuỗi dữ liệu đồng thời. Nhờ đó, VAR thường được ứng dụng trong các lĩnh vực như kinh tế, tài chính và dự báo thời tiết. Tuy nhiên, hạn chế lớn nhất của VAR là khó xử lý các đặc trưng phi tuyến và dữ liệu có biến động phức tạp. Cùng với sự phát triển của học sâu, các mô hình Neural Network như FFNN và LSTM ngày càng được ứng dụng mạnh mẽ trong dự báo chuỗi thời gian. FFNN có khả năng học các quan hệ phi tuyến giữa các biến dữ liệu thông qua nhiều lớp ẩn. Trong khi đó, LSTM là biến thể của Recurrent Neural Network (RNN), được thiết kế nhằm xử lý hiệu quả dữ liệu chuỗi và ghi nhớ phụ thuộc dài hạn. Nhiều nghiên cứu cho thấy LSTM đạt kết quả vượt trội trong các bài toán dự báo thời gian thực nhờ khả năng học thông tin theo chuỗi thời gian. Tuy nhiên, các mô hình học sâu thường yêu cầu thời gian huấn luyện lớn và đôi khi chưa khai thác hiệu quả các quan hệ thống kê tuyến tính giữa các biến. Trong những năm gần đây, hybrid forecasting trở thành xu hướng nổi bật nhằm kết hợp ưu điểm của mô hình thống kê và học sâu. Các nghiên cứu hybrid forecasting cho thấy việc kết hợp giữa VAR với Neural Network có thể cải thiện đáng kể độ chính xác dự báo.

Một số nghiên cứu đã áp dụng Neural Network để học trực tiếp giá trị dự báo cùng với mô hình VAR. Tuy nhiên, cách tiếp cận này dễ dẫn đến hiện tượng trùng lặp nhiệm vụ giữa mô hình thống kê và mô hình học sâu. Khi đó, Neural Network phải học đồng thời cả thành phần tuyến tính và phi tuyến của dữ liệu, làm giảm hiệu quả tối ưu hóa. Mặc dù nhiều nghiên cứu trước đó đã áp dụng các mô hình thống kê và học sâu cho bài toán dự báo chuỗi thời gian đa biến, tuy nhiên vẫn còn tồn tại một số hạn chế đáng chú ý. Các mô hình thống kê truyền thống như VAR có khả năng mô hình hóa tốt các quan hệ tuyến tính nhưng gặp khó khăn khi dữ liệu xuất hiện các đặc trưng phi tuyến và biến động phức tạp theo thời gian. Ngược lại, các mô hình học sâu như FFNN và LSTM có khả năng học phi tuyến hiệu quả nhưng thường yêu cầu thời gian huấn luyện lớn và chưa khai thác tối ưu các mối quan hệ thống kê tuyến tính giữa các biến dữ liệu đa biến. Bên cạnh đó, nhiều nghiên cứu hybrid forecasting hiện nay chủ yếu tập trung vào việc kết hợp trực tiếp giữa mô hình thống kê và Neural Network nhưng chưa phân tích sâu hiệu quả của residual learning trong việc cải thiện sai số dự báo. Ngoài ra, tính ổn định của các mô hình hybrid trong dữ liệu chuỗi thời gian đa biến vẫn còn là một thách thức lớn, đặc biệt đối với các hệ thống dữ liệu có biến động mạnh hoặc chứa nhiễu nhiều.

Xuất phát từ những hạn chế trên, nghiên cứu này đề xuất và đánh giá các mô hình lai VAR-Neural Network kết hợp với residual learning nhằm nâng cao độ chính xác và khả năng ổn định trong bài toán dự báo chuỗi thời gian đa biến.

3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập dữ liệu, tiền xử lý dữ liệu, xây dựng mô hình. Nghiên cứu sử dụng nhiều mô hình khác nhau để thực hiện dự báo chuỗi thời gian đa biến, bao gồm mô hình thống kê truyền thống, mô hình Neural Network và các mô hình lai. Các mô hình được xây dựng gồm VAR, LSTM, FFNN, VARNN, VAR+Residual-FFNN và VAR+Residual-LSTM.

3.1. Mô hình VAR

VAR (Vector Autoregression) là mô hình thống kê được sử dụng để mô hình hóa mối quan hệ tuyến tính giữa nhiều biến theo thời gian. Trong mô hình VAR, giá trị hiện tại của một biến phụ thuộc vào các giá trị quá khứ của chính nó và các biến khác trong hệ thống.

$$Y_t = c + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Trong đó: Y_t : vector dữ liệu tại thời điểm; A_j : ma trận hệ số hồi quy; p : độ trễ của mô hình; ε_t : nhiễu ngẫu nhiên.

Ưu điểm của VAR là khả năng mô hình hóa quan hệ tuyến tính giữa nhiều biến đồng thời. Tuy nhiên, VAR gặp hạn chế khi dữ liệu có đặc trưng phi tuyến mạnh.

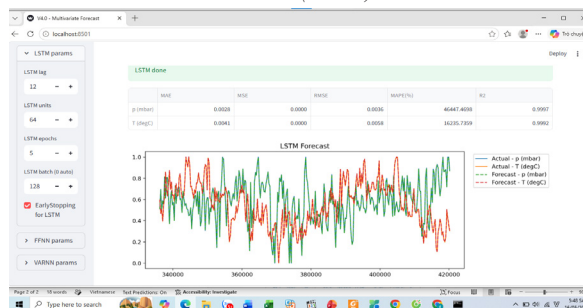
Hình 1 (VAR)



3.2. Mô hình LSTM

LSTM là biến thể của mạng RNN được đề xuất nhằm giải quyết hiện tượng mất gradient trong dữ liệu chuỗi dài. Ưu điểm của LSTM gồm: Ghi nhớ thông tin dài hạn, học đặc trưng phi tuyến, phù hợp với dữ liệu chuỗi thời gian phức tạp. LSTM sử dụng memory cell và các cơ chế gate gồm input gate, forget gate và output gate để ghi nhớ hoặc loại bỏ thông tin cần thiết trong quá trình huấn luyện. Nhờ khả năng ghi nhớ phụ thuộc dài hạn, LSTM đặc biệt phù hợp với dữ liệu chuỗi thời gian có tính tuần tự và biến động phức tạp.

Hình 2 (LSTM)



3.3. Mô hình FFNN

Feedforward Neural Network (FFNN) là mạng neural truyền thẳng gồm lớp đầu vào, lớp ẩn và lớp đầu ra. FFNN thực hiện quá trình lan truyền tiến từ input đến output nhằm học mối quan hệ phi tuyến giữa các biến dữ liệu. Trọng số mạng được cập nhật thông qua thuật toán tối ưu Adam kết hợp với hàm mất mát Mean Squared Error. Trong nghiên cứu này, FFNN được sử dụng trong hai trường hợp: Học trực tiếp giá trị dự báo trong mô hình VAR+FFNN; Học residual của VAR trong mô hình VAR+Residual-FFNN.

Hình 3 (FFNN)



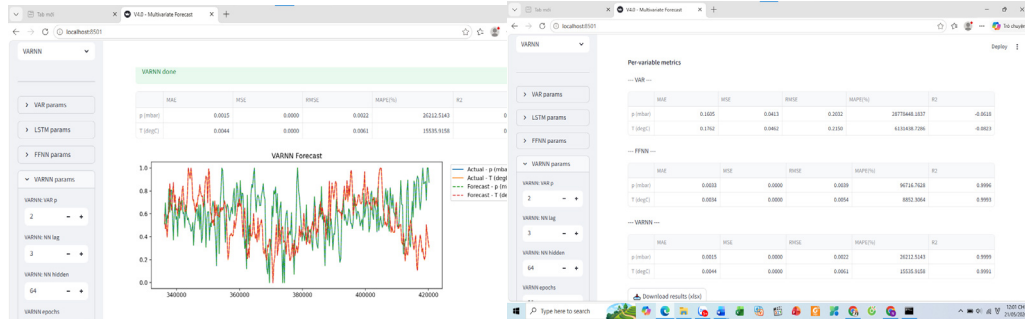
3.4. Mô hình lai VAR–Neural Network

Nghiên cứu xây dựng ba nhóm mô hình hybrid forecasting gồm:

3.4.1. Mô hình VAR+FFNN (VARNN)

Trong mô hình này, kết quả dự báo của VAR được kết hợp trực tiếp với đầu ra của FFNN: $\text{Forecast} = \text{VAR}_{\{\text{pred}\}} + \text{FFNN}_{\{\text{pred}\}}$. Quy trình thực hiện: Huấn luyện mô hình VAR, dự báo bằng VAR, huấn luyện FFNN với dữ liệu gốc, dự báo bằng FFNN, Kết hợp kết quả dự báo cuối cùng.

Hình 4 (VARNN=VAR+FFNN)

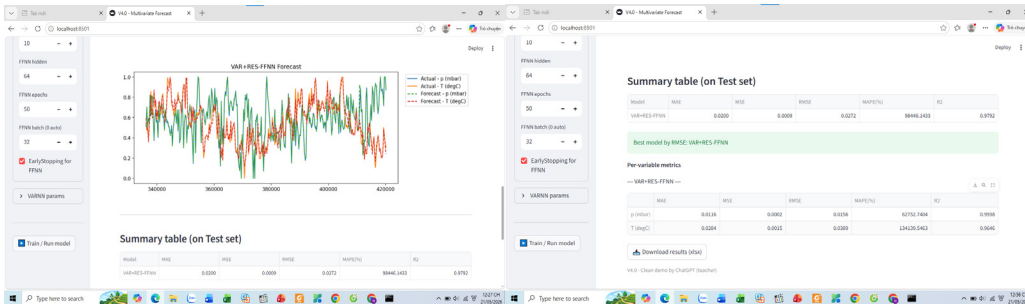


3.4.2. Mô hình VAR+Residual-FFNN

Đây là mô hình hybrid trọng tâm của nghiên cứu. Đầu tiên, mô hình VAR được sử dụng để dự báo dữ liệu tuyến tính: $\text{VAR}_{\{\text{pred}\}}$ Residual = $y_{\{\text{true}\}} - \text{VAR}_{\{\text{pred}\}}$ FFNN học phần residual của VAR.

Giá trị dự báo cuối cùng: $\text{Forecast} = \text{VAR}_{\{\text{pred}\}} + \text{Residual}_{\{\text{pred}\}}$. Cách tiếp cận này giúp FFNN tập trung học các thành phần phi tuyến mà VAR chưa mô hình hóa được.

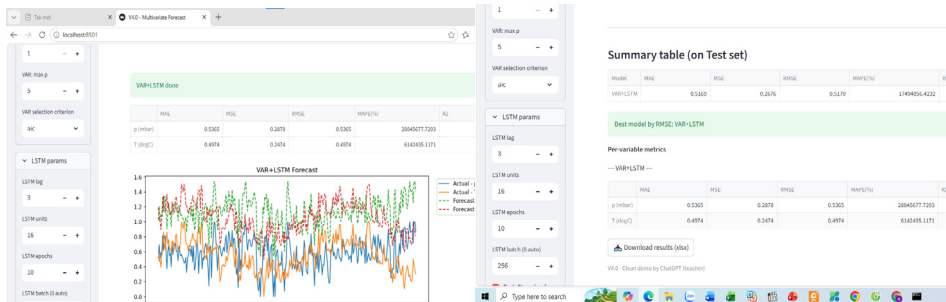
Hình 5 (VAR+Residual-FFNN)



3.4.3. Mô hình Hybrid VAR+LSTM

Trong mô hình này, kết quả dự báo của VAR được kết hợp trực tiếp với đầu ra của LSTM: $\text{Forecast} = \text{VAR}_{\{\text{pred}\}} + \text{LSTM}_{\{\text{pred}\}}$. Quy trình thực hiện: Huấn luyện mô hình VAR, dự báo bằng VAR, huấn luyện LSTM với dữ liệu gốc, dự báo bằng LSTM, kết hợp kết quả dự báo cuối cùng.

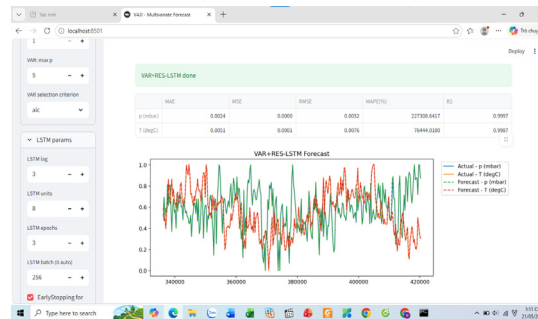
Hình 6 (Hybrid VAR+LSTM)



3.4.4. Mô hình VAR+Residual-LSTM

Tương tự VAR+Residual-FFNN, mô hình này dùng LSTM để học residual của VAR. Giá trị dự báo cuối cùng: $\text{Forecast} = \text{VAR}_{\{\text{pred}\}} + \text{Residual}^{\wedge}\{\text{LSTM}\}_{\{\text{pred}\}}$

Hình 7(VAR+Residual-LSTM)



4. Thực nghiệm

4.1. Bộ dữ liệu thực nghiệm

Nghiên cứu sử dụng hai bộ dữ liệu chuỗi thời gian đa biến: Bộ dữ liệu Jena Climate được thu thập tại thành phố Jena (Đức) trong giai đoạn từ năm 2009 đến năm 2016 với chu kỳ lấy mẫu mỗi 10 phút. Dữ liệu bao gồm nhiều thuộc tính khí hậu như nhiệt độ, áp suất khí quyển, độ ẩm, tốc độ gió và mật độ không khí, có khoảng 420.551 dòng dữ liệu và khoảng 15 thuộc tính. Kích thước: ~42 MB. Bộ dữ liệu khí tượng đa biến Abbigeri, có khoảng 123.936 dòng và khoảng 17 biến, Kích thước: ~17 MB.

4.2. Cấu hình thực nghiệm

Các thực nghiệm được thực hiện bằng ngôn ngữ Python, giao diện streamlit trên môi trường Windows 10 với bộ xử lý Intel Core i5/i7 và RAM 8–16 GB. Các mô hình được xây dựng bằng các thư viện TensorFlow/Keras, Scikit-learn và Statsmodels. Đối với các mô hình học sâu, các tham số huấn luyện được thiết lập như sau: Optimizer: Adam; Batch size: 32; Epochs: Epochs: 30–50 tùy mô hình; Hàm mất mát: Mean Squared Error (MSE). Đối với mô hình VAR, độ trễ tối ưu được lựa chọn dựa trên tiêu chí Akaike Information Criterion (AIC). Hiệu năng mô hình được đánh giá thông qua các chỉ số RMSE, MAE, MAPE và CV(RMSE). Nghiên cứu tiến hành xây dựng và đánh giá 3 nhóm mô hình:

Baseline Models: 1. VAR; 2. FFNN; 3. LSTM.

Hybrid Models: 4. VAR+FFNN; 5. VAR+LSTM

Residual Hybrid Models: 6. VAR+Residual-FFNN; 7. VAR+Residual-LSTM

4.3. Chỉ số đánh giá

Hiệu quả dự báo của các mô hình được đánh giá thông qua các chỉ số: Mean Absolute Error (MAE); Root Mean Square Error (RMSE); Mean Absolute Percentage Error (MAPE); Hệ số xác định R². Ngoài các chỉ số định lượng, nghiên cứu còn sử dụng: Forecast Plot (Actual vs Forecast), Residual Distribution Plot, Loss Curve. Kết quả biểu đồ Actual và Forecast cho thấy các mô hình hybrid có khả năng bám sát dữ liệu thực tế tốt hơn đáng kể so với các mô hình truyền thống. Điều này chứng minh rằng residual learning là một hướng tiếp cận hiệu quả trong bài toán dự báo chuỗi thời gian đa biến.

5. Kết quả và thảo luận

Qua các lần thực nghiệm với nhiều cấu hình, các mô hình hybrid forecasting cho kết quả ổn định và có độ chính xác cao hơn so với các mô hình đơn lẻ. Mô hình VAR cho kết quả thấp nhất do chỉ mô hình hóa được các quan hệ tuyến tính trong dữ liệu. Khi dữ liệu xuất hiện các biến động phi tuyến, sai số dự báo của VAR tăng đáng kể. Các mô hình học sâu như FFNN và LSTM cải thiện độ chính xác nhờ khả năng học phi tuyến. Đặc biệt, LSTM cho khả năng bám sát dữ liệu tốt hơn trong các chuỗi thời gian có phụ thuộc dài hạn. Tuy nhiên, kết quả tốt nhất thuộc về các mô hình residual hybrid forecasting.

5.1. So sánh VAR+FFNN và VAR+Residual-FFNN

Kết quả thực nghiệm cho thấy: $RMSE(VAR+Residual-FFNN) < RMSE(VAR+FFNN)$. Trong quá trình chạy thực nghiệm, mô hình VAR+FFNN đôi khi xuất hiện hiện tượng học chống lặp giữa VAR và FFNN. FFNN phải học lại một phần thông tin tuyến tính mà VAR đã xử lý trước đó nên hiệu quả tối ưu chưa thật sự tốt. Trong khi đó, ở mô hình VAR+Residual-FFNN: VAR xử lý linear component. FFNN chỉ học nonlinear residuals. Do đó, residual learning giúp tối ưu hóa quá trình học và cải thiện độ chính xác dự báo.

5.2. Hiệu quả của VAR+Residual-LSTM

Mô hình VAR+Residual-LSTM đạt kết quả rất cao với RMSE thấp và hệ số R^2 gần bằng 1. Điều này cho thấy việc sử dụng LSTM để học residual của VAR giúp khai thác hiệu quả phụ thuộc dài hạn trong phần sai số còn lại. Biểu đồ Actual vs Forecast cho thấy mô hình residual hybrid có khả năng bám sát xu hướng dữ liệu thực tế tốt hơn đáng kể so với các mô hình baseline.

5.3. Các hiện tượng bất thường trong nghiên cứu

5.3.1. Phân tích hiện tượng MAPE bất thường

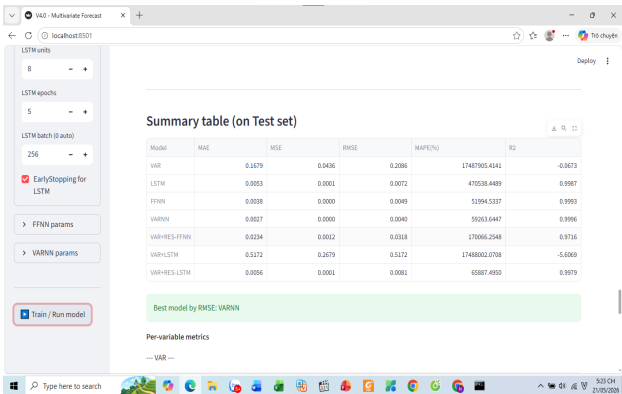
Kết quả thực nghiệm cho thấy chỉ số MAPE của một số mô hình có giá trị lớn bất thường. Nguyên nhân chủ yếu là do dữ liệu thực tế xuất hiện các giá trị gần bằng 0, làm cho công thức tính MAPE trở nên nhạy cảm và gây sai lệch lớn. MAPE có thể không ổn định khi giá trị thực gần bằng 0. Do đó, trong bài toán dự báo chuỗi thời gian đa biến, RMSE và R^2 được xem là các chỉ số đánh giá ổn định và phù hợp hơn.

5.3.2. Phân tích mô hình VAR+LSTM bất thường

Trong một số giai đoạn dự báo, mô hình VAR+LSTM xuất hiện dao động khá mạnh và chưa bám sát hoàn toàn xu hướng dữ liệu thực tế. Điều này thể hiện rõ hơn khi dữ liệu có biến động lớn hoặc thay đổi nhanh theo thời gian. Nguyên nhân có thể đến từ: Sự không đồng bộ giữa output của VAR và LSTM; Quá trình kết hợp trực tiếp chưa tối ưu; LSTM học dư thừa thành phần tuyến tính đã được VAR mô hình hóa. Kết quả này cho thấy không phải mọi mô hình hybrid đều mang lại hiệu quả tối ưu. Hiệu suất của hybrid forecasting phụ thuộc mạnh vào cơ chế kết hợp mô hình và đặc điểm dữ liệu thực nghiệm.

6. Đánh giá mô hình khi run all

Bảng so sánh tổng thể cho thấy các mô hình residual hybrid forecasting đạt hiệu quả tốt nhất trong nghiên cứu.



Model	Đặc điểm	Hiệu quả
VAR	Chỉ học tuyến tính	Thấp
FFNN	Học phi tuyến	Khá tốt
LSTM	Học phụ thuộc thời gian	Tốt
VAR+FFNN	Hybrid trực tiếp	Cải thiện
VAR+LSTM	Hybrid trực tiếp	Chưa ổn định
VAR+Residual-FFNN	Residual learning	Rất tốt
VAR+Residual-LSTM	Residual + temporal learning	Tốt nhất

Xem tiếp trang 480

3.2. Kiến nghị

Việc giải quyết vấn đề 1 đang dừng lại với $n = 7$, tức là tìm vị trí đặt không quá 7 đội chữa cháy trên địa bàn có dạng hình tròn sao cho khoảng cách từ một vị trí bất kì trên địa bàn đến đội chữa cháy gần nhất là nhỏ nhất. Đối với vấn đề 2, bài viết cũng dừng lại ở việc giải quyết cho trường hợp địa bàn có dạng hình vuông. Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu cách sử dụng nhiều hơn 7 đĩa tròn như nhau để phủ kín hình tròn đơn vị với bán kính đĩa tròn là nhỏ nhất và cách sử dụng ít nhất các đĩa tròn có bán kính 0,5 đơn vị để phủ kín hình có dạng không phải hình vuông.

Tài liệu tham khảo

- [1] Bùi Bá Mạnh, Nguyễn Hữu Hiệu. (2019). Ứng dụng bài toán phủ đĩa tròn trong công tác phòng cháy chữa cháy. *Phòng cháy và chữa cháy, Số 122, tháng 9/2019*.
- [2] Bùi Bá Mạnh. (2020). Ứng dụng bài toán phủ đĩa tròn trong công tác phòng cháy chữa cháy (Phần 2). *Phòng cháy và chữa cháy, Số 137, tháng 12/2020*.
- [3] P. Toth and D. Vigo, editors. *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications, Second Edition*. Number 18 in MOS-SIAM Series on Optimization. SIAM. 2014.
- [4] Yuichi Nagata. Efficient evolutionary algorithm for the vehicle routing problem with time windows: edge assembly crossover for the vrptw. In *2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation*. IEEE, Sep 2007.
-

NGHIÊN CỨU CÁC MÔ HÌNH LẠI VAR- NEURAL NETWORK...

Tiếp theo trang 475

7. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng và đánh giá các mô hình thực nghiệm gồm VAR, LSTM, FFNN, VAR+FFNN, VAR+Residual-FFNN, VAR+LSTM, và VAR+Residual-LSTM trên dữ liệu khí hậu đa biến. Kết quả thực nghiệm cho thấy: Các mô hình hybrid forecasting vượt trội hơn so với mô hình đơn lẻ; Residual learning giúp cải thiện đáng kể độ chính xác dự báo; VAR+Residual-FFNN và VAR+Residual-LSTM đạt kết quả tốt nhất. Tuy nhiên, nghiên cứu cũng cho thấy rằng không phải mọi mô hình hybrid đều hoạt động hiệu quả như nhau. Việc kết hợp trực tiếp giữa VAR và LSTM có thể dẫn đến hiện tượng dự báo chưa ổn định nếu cơ chế kết hợp chưa phù hợp. Do đó dù đạt được kết quả tích cực, nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế như thời gian huấn luyện của các mô hình học sâu còn khá lớn, quá trình lựa chọn tham số vẫn chủ yếu dựa trên thực nghiệm và ảnh hưởng bởi các tập dữ liệu. Bài báo kế tiếp sẽ nghiên cứu sâu hơn 2 vấn đề bất thường trên tập dữ liệu London_daily được trích xuất từ London Smart Meter Dataset nhằm đảm bảo kích thước dữ liệu phù hợp với tài nguyên tính toán theo hướng mở rộng /.

Tài liệu tham khảo

- G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel and G. M. Ljung, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, 5th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2015.
- S. Hochreiter and J. Schmidhuber, "Long Short-Term Memory," *Neural Computation*, vol. 9, no. 8, pp. 1735–1780, 1997.
- H. Lütkepohl, *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin, Germany: Springer, 2005.
- A. O. Mohamed, K. A. El-Dahshan and A. M. Salem, "Hybrid ARIMA and Neural Network Model for Time Series Forecasting," *International Journal of Computer Applications*, vol. 120, no. 9, pp. 1–7, 2015.
- M. T. Hagan, H. B. Demuth and M. H. Beale, *Neural Network Design*. Boston, MA, USA: PWS Publishing, 1996.
- J. Zhang, Y. Wei and D. Tan, "A Hybrid Forecasting Model Based on VAR and Deep Learning for Multivariate Time Series Prediction," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 4, pp. 1–15, 2022.
- I. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville, *Deep Learning*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2016.
- A. Vaswani et al., "Attention Is All You Need," *Advances in Neural Information Processing Systems*, pp. 5998–6008, 2017.
- S. Haykin, *Neural Networks and Learning Machines*, 3rd ed. New York, NY, USA: Pearson, 2009.
- F. Chollet, *Deep Learning with Python*. Shelter Island, NY, USA: Manning Publications, 2018.
- D. P. Kingma and J. Ba, "Adam: A Method for Stochastic Optimization," in *Proc. International Conference on Learning Representations (ICLR)*, 2015.
- T. Brownlee, *Deep Learning for Time Series Forecasting*. Machine Learning Mastery, 2018.