

THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Trần Vũ Hợp
2. Giới tính: Nam
3. Ngày sinh: 01/11/1985
4. Nơi sinh: Hà Nội
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh số: 1013/QĐ-ĐT ngày 02 tháng 12 năm 2021 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo:
 - (1) Gia hạn thời gian học tập 12 tháng (01 năm) theo Quyết định số 2833/QĐ-ĐHCN ngày 03/12/2024 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ;
 - (2) Gia hạn thời gian học tập 12 tháng (01 năm) theo Quyết định số 2694/QĐ-ĐHCN ngày 19/11/2025 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ;
 - (3) Điều chỉnh tên đề tài luận án tiến sĩ theo Quyết định số 1362/QĐ-ĐHCN ngày 12/06/2026 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ.
7. Tên đề tài luận án: “Nâng cao khả năng lọc nhiễu, cải thiện chất lượng đài ra-đa phân giải cao”
8. Ngành đào tạo: Kỹ thuật Viễn thông
9. Mã số: 9520208
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học:
 - (1) Hướng dẫn chính: PGS.TSKH. Nguyễn Văn Lợi, Tổng Công ty Công nghiệp Công nghệ cao Viettel, Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội;
 - (2) Hướng dẫn phụ: TS. Trần Cao Quyền, Khoa Điện tử - Viễn thông, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
11. Tóm tắt các kết quả mới của luận án:

Mục đích và đối tượng nghiên cứu: Luận án nghiên cứu các giải pháp xử lý nhiễu cho hệ thống ra-đa phân giải cao nhằm nâng cao khả năng phát hiện, phân loại và bám mục tiêu trong môi trường nhiễu phức tạp. Đối tượng nghiên cứu là hai nhóm ra-đa phân giải cao (ra-đa điều tần liên tục FMCW và ra-đa xung) cùng các loại nhiễu đặc thù: nhiễu pha do tín hiệu rò, nhiễu rời rạc từ các đối tượng không phải mục tiêu (chim, phương tiện mặt đất, công trình) và nhiễu hỗn hợp phi Gaussian, không đồng nhất (nhiều địa vật, nhiễu biển, nhiễu khí tượng).

Phương pháp nghiên cứu: kết hợp phân tích lý thuyết và mô phỏng; thiết kế, chế tạo phần cứng; xử lý tín hiệu kết hợp học máy; kiểm chứng thực nghiệm trên các hệ thống ra-đa thực đang vận hành.

Các kết quả mới của luận án:

- (1) Đề xuất giải pháp giảm nhiễu pha cho ra-đa FMCW thông qua cấu trúc mảng ăng-ten khe ống dẫn sóng có kiểm soát bức xạ, xẻ khe trên thành hẹp, kết hợp lưới lọc phân cực và mặt mở loa tối ưu. Cấu trúc đề xuất đạt hệ số cách ly phát - thu 85 dB trong dải làm việc, vượt giá trị tính toán yêu cầu, qua đó cải thiện độ ổn định đo cự ly, vận tốc và nâng cao chất lượng tổng thể của đài ra-đa FMCW.
- (2) Đề xuất giải pháp giảm nhiễu rời rạc và phân loại drone trong ra-đa FMCW dựa trên đặc trưng vi đồ-p-le kết hợp hệ quy tắc phân loại phân cấp Top Model, tích hợp bản đồ giao thông để phân tích quỹ đạo chuyển động của mục tiêu. Kết quả thực nghiệm loại bỏ 97% nhiễu rời rạc, phân loại chính xác 100% số drone ở cự ly tới 3,5 km, tầm phân loại cải thiện $1,6 \div 3,2$ lần tùy kích bản bay so với ra-đa thương mại tham chiếu Elvira.
- (3) Đề xuất giải pháp đa búp sóng kết hợp phát hiện CFAR hai giai đoạn thích nghi trên nền nhiễu hỗn hợp cho ra-đa xung, trong đó phân bố nhiễu phi Gaussian được ước lượng bằng đa thức Bernstein để xác định ngưỡng phát hiện cục bộ tối ưu theo từng vùng nhiễu. Thử nghiệm trên ra-đa xung cảnh giới 3D cho thấy tỷ số tín - tạp tăng khoảng 8 dB (tại cự ly 70 km), xác suất báo động giảm hơn 90% so với CA-CFAR truyền thống, thời gian xử lý đáp ứng yêu cầu thời gian thực.
- (4) Các giải pháp đề xuất được kiểm chứng thực nghiệm trên các đài ra-đa phân giải cao đang vận hành, khẳng định tính đúng đắn của phương pháp và giá trị ứng dụng thực tiễn. Kết quả nghiên cứu của luận án đã được công bố trên 02 tạp chí quốc tế thuộc danh mục ISI/Scopus, 04 báo cáo tại hội nghị quốc tế và 01 sáng chế được cấp bằng độc quyền trong nước.

12. Khả năng ứng dụng trong thực tiễn: Các giải pháp đã được cài đặt và khai thác trên các đài ra-đa đang vận hành: ra-đa FMCW giám sát tầm thấp phục vụ phát hiện, phân loại drone (bảo vệ sân bay, công trình trọng điểm, biên giới, cảng biển) và ra-đa xung cảnh giới 3D tầm xa; góp phần tự chủ công nghệ trong nghiên cứu, chế tạo ra-đa quân sự.

13. Những hướng nghiên cứu tiếp theo:

- (1) Bảo đảm độ ổn định pha giữa các phần tử phát - thu và cải tiến các thành phần phần cứng then chốt của hệ thống FMCW;
- (2) Mở rộng tập dữ liệu huấn luyện với nhiều chủng loại drone, ứng dụng học máy và học sâu để khai thác sâu hơn đặc trưng vi đồ-p-le;
- (3) Mở rộng thử nghiệm trên nhiều cấu hình ra-đa (đa kênh, đa băng tần) và các điều kiện địa hình khác nhau.

14. Các công trình đã công bố có liên quan đến luận án:

- [1] "A Discrete Clutter Reduction Method for Drone Detection with High Resolution Radars," Proc. 12th Int. Conf. on Electronics, Communications and Networks

- (CECNet 2022), DOI: 10.3233/FAIA220543.
- [2] "Ambiguity Resolution for Ground-based Pulse-Doppler Radars Using Multiple Medium PRF," Proc. Int. Conf. on Signal Processing Systems (ICSPS 2022), Jiangsu, China, DOI: 10.1109/ICSPS58776.2022.00024.
- [3] "Enhanced Multi-Target Tracking with Combination of Position, Power and Ambiguous Doppler Measurements," Fuzzy Systems and Data Mining IX, 2023, DOI: 10.3233/FAIA231011.
- [4] "A design of a high-resolution frequency modulated continuous wave radar for drone detection based on spurious phase noise and discrete clutter reduction," IET Radar, Sonar & Navigation, vol. 18, no. 5, pp. 704-714, 2024, DOI: 10.1049/rsn2.12512.
- [5] "An Adaptive IMM for Tracking Maneuvering Target with High Variability of Environment," Fuzzy Systems and Data Mining X, 2024, DOI: 10.3233/FAIA241441.
- [6] "Improving Aerial Target Detection for 3D Radar Based on Two-Stage CFAR Method with Adaptive Clutter Distribution Estimation," Frontiers in Signal Processing, 2025, DOI: 10.3389/frsip.2025.1688944.
- [7] Sáng chế: "Phương pháp chuyển đổi và hiển thị dữ liệu quét ra-đa độ phân giải cao," Bằng độc quyền sáng chế số VN1-0052696-000, cấp ngày 25/09/2025, Việt Nam.

Xác nhận của cán bộ hướng dẫn
(Kí và ghi rõ họ tên)

Ngày tháng năm 2026
Nghiên cứu sinh
(Kí và ghi rõ họ tên)

INFORMATION ON DOCTORAL THESIS

1. Full name: Tran Vu Hop
2. Sex: Male
3. Date of birth: 01/11/1985
4. Place of birth: Ha Noi
5. Admission decision number: 1013/QĐ-ĐT dated 02/12/2021 of the Rector of VNU University of Engineering and Technology.
6. Changes in academic process:
 - (1) Extension of the training period by 12 months (01 year) under Decision No. 2833/QĐ-ĐHCN dated 03/12/2024 of the Rector of VNU University of Engineering and Technology;
 - (2) Extension of the training period by 12 months (01 year) under Decision No. 2694/QĐ-ĐHCN dated 19/11/2025 of the Rector of VNU University of Engineering and Technology;
 - (3) Adjustment of the doctoral thesis title under Decision No. 1362/QĐ-ĐHCN dated 12/06/2026 of the Rector of VNU University of Engineering and Technology.
7. Official thesis title: "Enhancing the noise filtering capability and improving the quality of high-resolution radars"
8. Major: Telecommunications Engineering
9. Code: 9520208
10. Supervisors:
 - (1) Principal supervisor: Assoc. Prof. Dr.Sc. Nguyen Van Loi, Viettel High Technology Industries Corporation;
 - (2) Co-supervisor: Dr. Tran Cao Quyen, Faculty of Electronics and Telecommunications, VNU University of Engineering and Technology.
11. Summary of the **new findings** of the thesis:

Research purpose and objects: The thesis studies noise and clutter filtering solutions for high-resolution radar systems in order to improve target detection, classification and tracking in complex noise environments. The research objects are two groups of high-resolution radars (frequency modulated continuous wave FMCW radar and pulse radar), together with their characteristic types of noise and clutter: phase noise caused by the leakage signal, discrete clutter from non-target objects (birds, ground vehicles, man-

made structures), and heterogeneous, non-Gaussian mixed clutter (ground clutter, sea clutter and weather clutter).

Research methods: a combination of theoretical analysis and simulation; hardware design and fabrication; signal processing combined with machine learning; and experimental validation on operational radar systems.

New findings of the thesis:

- (1) A phase-noise reduction solution for FMCW radar using a slotted-waveguide antenna array with narrow-wall slots, polarization filtering grid and optimized horn aperture, achieving a measured transmit-receive isolation of 85 dB across the operating band, which improves range and velocity measurement stability.
 - (2) A discrete clutter reduction and drone classification method for FMCW radar based on micro-Doppler features combined with the hierarchical Top Model rule set and traffic-map information. Experiments show 97% of discrete clutter removed, 100% of drones correctly classified at ranges up to 3.5 km, and a classification range improvement of 1.6 to 3.2 times (depending on flight scenario) compared with the reference Elvira radar.
 - (3) A multi-beam processing solution combined with a two-stage adaptive CFAR detector for pulse radar in heterogeneous, non-Gaussian clutter, in which the clutter distribution is estimated by Bernstein polynomial approximation to set an optimal local threshold for each clutter region. Field tests on a 3D surveillance pulse radar show an SNR gain of about 8 dB (at 70 km range) and a false-alarm reduction of more than 90% compared with conventional CA-CFAR, while meeting real-time processing requirements.
 - (4) All proposed solutions were experimentally validated on operational high-resolution radars, confirming their correctness and practical value. The results have been published in 02 ISI/Scopus-indexed journals, 04 international conference papers and 01 national patent.
12. Practical applicability, if any: The proposed solutions have been deployed on operational radars: low-altitude FMCW surveillance radar for drone detection and classification (protection of airports, critical facilities, borders and seaports) and long-range 3D surveillance pulse radar, contributing to technological self-reliance in military radar development.
13. Further research directions, if any:
- (1) Improving phase stability among transmit-receive elements and key hardware components of the FMCW system;

- (2) Extending the training dataset with more drone types and applying machine/deep learning to further exploit micro-Doppler features;
- (3) Extending experiments to other radar configurations (multi-channel, multi-band) and different terrain conditions.

14. Thesis-related publications:

- [1] "A Discrete Clutter Reduction Method for Drone Detection with High Resolution Radars," Proc. 12th Int. Conf. on Electronics, Communications and Networks (CECNet 2022), DOI: 10.3233/FAIA220543.
- [2] "Ambiguity Resolution for Ground-based Pulse-Doppler Radars Using Multiple Medium PRF," Proc. Int. Conf. on Signal Processing Systems (ICSPS 2022), Jiangsu, China, DOI: 10.1109/ICSPS58776.2022.00024.
- [3] "Enhanced Multi-Target Tracking with Combination of Position, Power and Ambiguous Doppler Measurements," Fuzzy Systems and Data Mining IX, 2023, DOI: 10.3233/FAIA231011.
- [4] "A design of a high-resolution frequency modulated continuous wave radar for drone detection based on spurious phase noise and discrete clutter reduction," IET Radar, Sonar & Navigation, vol. 18, no. 5, pp. 704-714, 2024, DOI: 10.1049/rsn2.12512.
- [5] "An Adaptive IMM for Tracking Maneuvering Target with High Variability of Environment," Fuzzy Systems and Data Mining X, 2024, DOI: 10.3233/FAIA241441.
- [6] "Improving Aerial Target Detection for 3D Radar Based on Two-Stage CFAR Method with Adaptive Clutter Distribution Estimation," Frontiers in Signal Processing, 2025, DOI: 10.3389/frsip.2025.1688944.
- [7] Patent: "Method for converting and displaying high-resolution radar scan data," Vietnam Patent No. VN1-0052696-000, granted 25/09/2025.

Date:

Date:

Signature:

Signature:

Full name:

Full name: