

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA NHIỀU ĐỊA VẬT TỪ MỘT SỐ DẠNG ĐỊA HÌNH ĐẾN CHẤT LƯỢNG PHÁT HIỆN CỦA HỆ THỐNG RA ĐA THỤ ĐỘNG SỬ DỤNG TÍN HIỆU DVB-T2

IMPACT OF LAND CLUTTER ON DETECTION QUALITY OF PASSIVE RADAR SYSTEM USING DVB-T2 SIGNAL

Nguyễn Tiên Hải¹, Nguyễn Mạnh Cường¹, Dương Quang Huy¹, Nguyễn Thanh Hưng¹, Phùng Ngọc Anh²

¹Học viện Kỹ thuật Quân sự

²Học viện Phòng không Không quân

Ngày nhận bài: 18/3/2022, Ngày chấp nhận đăng: 12/08/2022, Phản biện: TS. Vũ Chí Thanh

Tóm tắt:

Bài báo thực hiện đánh giá chất lượng phát hiện của hệ thống ra đa thụ động sử dụng tín hiệu DVB-T2 Việt Nam khi chịu tác động của nhiễu địa vật, mô phỏng nhiễu địa vật phản xạ từ các địa hình khác nhau như: địa hình khu vực nông thôn, rừng, núi, đồng cỏ... với các góc chiếu xạ khác nhau. Tác giả sử dụng phương pháp mô phỏng Monte-Carlo để mô tả đặc trưng phát hiện của hệ thống ra đa thụ động sử dụng tín hiệu DVB-T2. Kết quả cho thấy rằng với các dạng địa hình khác nhau và góc chiếu khác nhau chất lượng phát hiện của hệ thống có sự khác biệt rõ rệt, trong đó địa hình bằng phẳng chất lượng phát hiện của hệ thống thay đổi nhiều theo các dạng lớp phủ địa hình khác nhau; Dạng địa hình đô thị, núi ít thay đổi theo dạng lớp phủ bề mặt và có yêu cầu tỉ số SNR cao hơn các dạng địa hình khác để đạt được chất lượng phát hiện tương đương.

Từ khóa:

DVB-T2; Nhiễu; Gauss; Weibull; Log-Normal; Rayleigh.

Abstract:

This paper evaluates the detection performance of a passive radar system using Vietnamese DVB-T2 signal in land clutter, simulates several types of clutter reflected from different terrains such as rural areas, forests, mountains, grasslands... with different depression angles. We use the Monte-Carlo simulation method to describe the detection performance of the passive radar system using DVB-T2 signals. The results show that with different terrain types and different depression angles, the detection performance of the system is markedly different, in which the detection performance of the system varies greatly according to the layer types of low-releft terrain; Urban and mountain terrain requires higher SNR than other terrain types to achieve equal detection performance.

Keywords:

DVB-T2; Clutter; Gauss; Weibull; Log-Normal; Rayleigh.

1. GIỚI THIỆU

Thế kỷ 21 chứng kiến sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ truyền thông số, với sự phủ sóng rộng rãi của tín hiệu truyền hình kỹ thuật số đã tạo nên điều kiện thuận lợi cho việc phát triển các hệ thống ra đa thụ động sử dụng tín hiệu DVB-T2. Hệ thống ra đa thụ động sử dụng nguồn phát truyền hình kỹ thuật số không kết hợp có được nhiều ưu điểm [6][7][8][9] mà các hệ thống ra đa chủ động khác không có được như: giá thành thấp, khả năng làm việc 24/7 và

đặc biệt là khả năng chống trình sát điện tử, đây là một ưu điểm lớn cần phải nhận được sự quan tâm thích đáng do những tiến bộ về công nghệ của lĩnh vực trình sát vô tuyến hiện đại. Để có thể sử dụng hiệu quả hệ thống ra đa thụ động sử dụng tín hiệu DVB-T2, việc nghiên cứu đánh giá chất lượng phát hiện của hệ thống khi chịu tác động của nhiễu là một yêu cầu thực tiễn.

Nhiễu ra đa bao gồm nhiễu tích cực và nhiễu tiêu cực. Trong đó đối với hệ thống ra đa cảnh

giới phòng không và hệ thống ra đa giám sát mặt đất, nhiễu phản xạ từ mặt đất là một trong những dạng nhiễu tiêu cực phổ biến. Tính chất và cường độ nhiễu phản xạ từ mặt đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố: tần số, khả năng phân giải của ra đa, dạng và tính chất bề mặt vùng nhiễu, tọa độ vị trí hệ thống ra đa và vùng nhiễu [1][2][3][4][5] ... Do đó, nhiễu địa vật là một trong những dạng nhiễu phức tạp và đa dạng của nhiễu tiêu cực.

Hệ thống ra đa hai vị trí là hệ thống ra đa có trạm thu và phát được bố trí ở hai địa điểm tách biệt, so với hệ thống ra đa một vị trí hệ thống ra đa hai vị trí thể hiện được tính ưu việt về việc phát hiện các mục tiêu tàng hình và khả năng chống trình sát điện tử. Tuy nhiên xử lý tính toán trong hệ thống ra đa hai vị trí tương đối phức tạp, đặc tính phản xạ của các đối tượng giám sát ngoài việc phụ thuộc và tính chất của đối tượng, của hệ thống thu – phát còn phụ thuộc vào tọa độ vị trí của trạm thu, trạm phát và đối tượng giám sát.

Các công trình nghiên cứu về chất lượng phát hiện của hệ thống ra đa thụ động hai vị trí sử dụng tín hiệu DVB-T2 đa phần đều đánh giá khả năng phát hiện của hệ thống đối với mô hình nhiễu địa vật có phân bố Gauss. Các tài liệu [1][2][3][10] nghiên cứu về đặc trưng thống kê của dữ liệu phản xạ từ mặt đất cho các hệ thống ra đa thụ động hai vị trí sử dụng tín hiệu DVB-T2 cho thấy nhiễu địa vật cho hệ thống ra đa thụ động hai vị trí sử dụng tín hiệu truyền hình số mặt đất tuân theo các phân bố Rayleigh, Weibull hoặc Log-Normal. Bài báo hướng tới đối tượng nghiên cứu là hệ thống ra đa phân giải cao (cả về cự ly và phương vị) nên bài báo sử dụng phân bố Weibull để mô tả nhiễu phản xạ từ mặt đất do hệ thống ra đa thụ động sử dụng tín hiệu DVB-T2.

Việt Nam là nước có địa hình phức tạp bao gồm: thành thị, nông thôn, đồi, núi, cao nguyên, đồng bằng... Bài báo thực hiện đánh giá chất lượng phát hiện của hệ thống ra đa thụ động sử dụng tín hiệu DVB-T2 Việt Nam với các dạng địa hình khác nhau, các dạng lớp phủ bề mặt địa hình khác nhau ở một số góc chiếu nhỏ. Qua đó đánh giá được sự suy giảm chất lượng phát hiện của hệ thống khi hoạt động ở các vùng có các tính chất địa hình đặc trưng,

làm cơ sở xây dựng các bộ phát hiện phù hợp với dạng nhiễu và tính chất nhiễu vùng.

2. NHIỄU PHẢN XẠ TỪ MẶT ĐẤT

2.1 Cường độ nhiễu phản xạ từ mặt đất

Nhiễu địa vật được đặc trưng bởi hệ số phản xạ nhiễu σ^0 , hệ số này được xác định là diện tích phản xạ hiệu dụng trên mỗi vùng bề mặt bị chắn trong ô phân giải không gian của ra đa trên mặt đất. Như thể hiện trên hình 1 ở góc chiếu xạ α của ra đa, miền cự ly A được xác định theo công thức:

$$\Delta r = \left(\frac{c\tau}{2}\right) \sec \alpha \quad (1)$$

Ở đây c là vận tốc ánh sáng ($c=3 \times 10^8$ m/s trong không gian tự do) và τ là độ rộng xung trong ra đa xung dải hẹp hoặc thay τ bằng $1/B$ cho hệ thống ra đa dải rộng. Hệ số $1/2$ trong công thức tính Δr là do sự di chuyển hai chiều của xung ra đa. Góc chiếu xạ α là góc chiếu dưới đường chân trời mà ở đó vùng nhiễu được chiếu xạ.

Cụ thể hơn, góc chiếu xạ được xác định là phần bù của góc tới ở điểm địa hình được quan sát. Góc tới là góc tạo bởi đường bán kính của trái đất tại điểm quan sát và hướng chiếu xạ của ra đa tới điểm quan sát. Do đó định nghĩa chặt chẽ về góc chiếu xạ là đặt vào một hệ quy chiếu có tâm ở điểm địa hình, không phải ở anten. Với định nghĩa này về góc chiếu sẽ tính đến hiệu ứng cong của bề mặt trái đất ở phía trạm phát và không tính đến bất kỳ hiệu ứng nào về độ dốc cục bộ của địa hình.

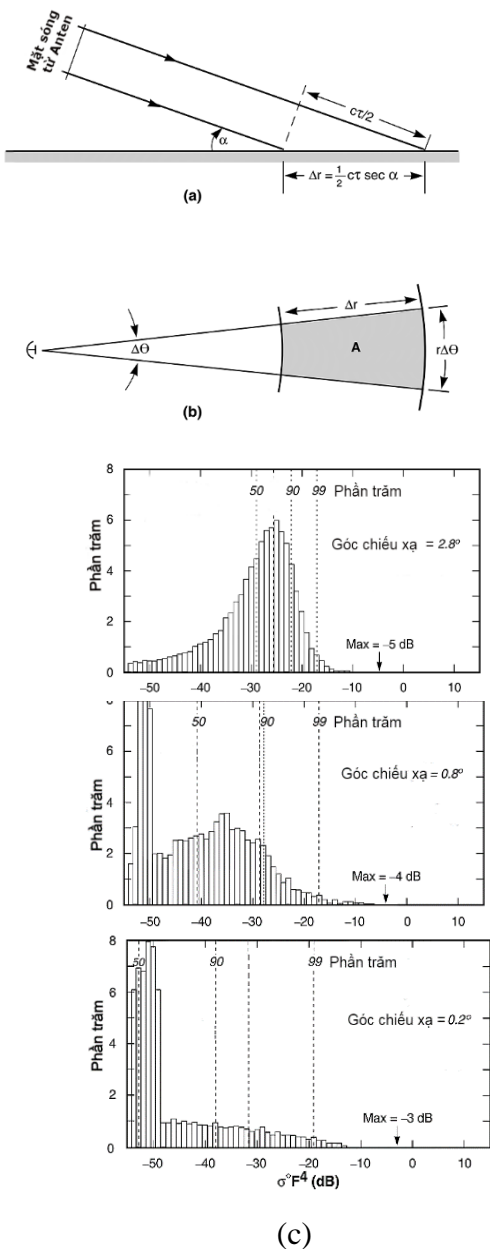
Công thức tính góc chiếu α như sau:

$$\alpha \cong \frac{h}{r} - \frac{r}{2a} \quad (2)$$

Ở đây h – độ cao ra đa hiệu dụng, r – cự ly nghiêng tính từ ra đa đến điểm địa hình, a – bán kính trái đất hiệu dụng (bán kính trái đất thực tế gấp 4/3 lần ở điều kiện khúc xạ khí quyển tiêu chuẩn). Ở cự ly ngắn độ cong trái đất sẽ không có ý nghĩa, khi đó góc chiếu xạ (là góc dưới đường nằm ngang nhìn từ anten) được tính theo công thức:

$$\alpha \cong \frac{h}{r} \quad (3)$$

Hình 1.c thể hiện ba biểu đồ minh họa cho sự ảnh hưởng lớn của góc chiếu xạ đến hình dạng nhiễu, các góc chiếu xạ thay đổi từ $2,8^{\circ}$ đến $0,8^{\circ}$ và $0,2^{\circ}$. Hình dạng nhiễu có xu hướng biến đổi thành biến thể khác giống như sự thay đổi của dạng địa hình và lớp phủ địa hình. Tuy nhiên hình biểu diễn cho thấy các giá trị cường độ nhiễu trung bình thay đổi không nhiều chỉ vài dB, sự thay đổi lớn là ở hình dạng và sự trải rộng giá trị theo sự thay đổi rất nhỏ của góc chiếu xạ.



Hình 1. Ô phân giải mặt đất của ra đa và phân bố nhiễu phản xạ từ mặt đất.

Góc chiếu có thể đồng nghĩa với góc nhìn. Tuy nhiên theo Hình 1 góc nhìn được hiểu là góc

giữa tiếp tuyến của bề mặt địa hình ở điểm phản xạ và hướng phát xạ. Như vậy góc nhìn ở đây có tính đến độ dốc địa hình cục bộ.

Miền cực ly ngang của A (ô phân biệt cực ly – phương vị) được xác định bởi tích và $\Delta\theta$, $\Delta\theta$ là độ rộng búp sóng phương vị ra đa tính ở mức -3dB. Do vậy A được xác định bởi công thức:

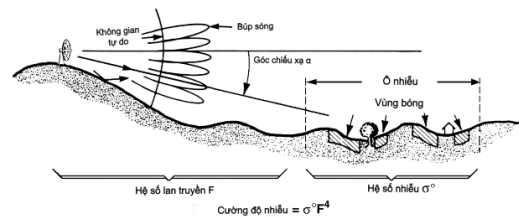
$$A = r \cdot \Delta r \cdot \Delta\theta \quad (4)$$

Và σ^0 được xác định bởi:

$$\sigma^0 = \sigma_c / A \quad (5)$$

Ở đây σ_c là diện tích phản xạ hiệu dụng của ô nhiễu đang xem xét.

Bài báo thực hiện nghiên cứu với góc α nhỏ hơn 2° và lớn nhất là nhỏ hơn gần 8° nên A không chỉ được xác định theo (4) mà sẽ phải tính thêm hệ số $\sec \alpha$ trong Δr .



Hình 2. Chiếu xạ mặt đất của ra đa

Như vậy chúng ta thấy khi giảm kích thước ô phân giải có thể giảm được cường độ nhiễu.

Hệ số tán xạ ngược phụ thuộc chủ yếu vào kiểu nhiễu. Hệ số này lớn nhất với nhiễu mặt đất, tiếp theo là nhiễu biển và nhỏ nhất là nhiễu thời tiết. Trong trường hợp nhiễu mặt đất, hệ số tán xạ ngược phụ thuộc vào kiểu địa hình, xếp theo thứ tự như sau: thành phố, núi, khu vực nhà nhỏ, đồi cây, rừng, đất trồng trọt và sa mạc. Ngoài ra, hệ số tán xạ ngược còn tăng theo tần số đối với tất cả các loại địa hình, tuy nhiên không phải là tăng tuyến tính. Hệ số tán xạ ngược sẽ tăng tuyến tính theo góc chiếu từ $0,5^{\circ}$ đến 10° (góc dưới so với đường nằm ngang).

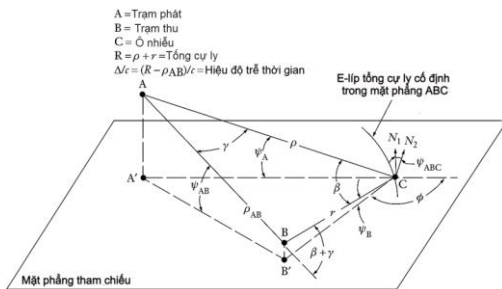
2.2. Nhiễu địa vật đối với hệ thống ra đa thụ động hai vị trí

Biểu diễn hình học của nhiễu địa vật đối với hệ thống ra đa hai vị trí được thể hiện trên Hình 3. Trạm phát, trạm thu và ô nhiễu tương ứng là các điểm A, B, C, ký hiệu các khoảng cách $AB = \rho_{AB}$, $AC = \rho$, $BC = r$, mặt phẳng tham chiếu

với mặt đất là mặt phẳng tiếp tuyến với bề mặt trái đất ở điểm C. Góc hai vị trí $\widehat{ACB} = \beta$, ở đây $\pi - \beta - \gamma$ là góc tạo bởi trạm phát, máy thu và ô nhiễu, γ là góc tạo bởi máy phát, ô nhiễu và máy thu. Các hướng tán xạ ngược và tán xạ về phía trước máy phát tương ứng với $\beta = 0^\circ$ và 180° . Các góc nhìn từ ô nhiễu về trạm phát và máy thu tương ứng là ψ_A và ψ_B .

Đường tổng cự ly cố định $R = \rho + r$ là một hình e-líp biến đổi trên trục AB với tiêu điểm là A và B. Phản xạ nhiễu nằm trong vùng cự ly xác định có độ trễ thời gian R/c (c – vận tốc ánh sáng) là các phản xạ của các ô nhiễu được đặt giữa và dọc theo đường xác định bởi sự giao nhau của đường e-líp tổng cự ly và bề mặt trái đất. Hiệu thời gian – độ trễ, Δ/c , giữa hướng trực xạ và tín hiệu không trực xạ (nhiều) từ trạm phát đến máy thu, được xác định theo công thức sau:

$$\frac{\Delta}{c} = (R - \rho_{AB})/c \quad (6)$$



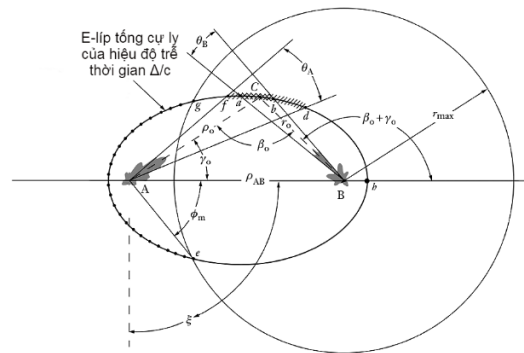
Hình 3. Hệ thống ra đa hai vị trí với điểm nhiễu mặt đất

Vị trí của các ô nhiễu tương ứng với phản xạ nhiễu có hiệu độ trễ - thời gian $\frac{\Delta}{c} = (\rho_0 r_0 - \rho_{AB})/c$ tương ứng với ô cự ly ở búp chính $(\beta_0 + \gamma_0 r_0)$ được thể hiện trên hình 4 cho trường hợp khi trạm phát và máy thu được đặt trên cùng đường nằm ngang, $(\psi_A = \psi_B = 0)$. Phản xạ nhiễu từ búp chính có tâm điểm đặt dọc theo đường e-líp Δ/c giữa các điểm a và b. Các điểm a và b được xác định bởi sự giao nhau của búp sóng chính trong mặt phẳng phương vị θ_A của trạm phát và búp sóng chính trong mặt phẳng phương vị θ_B của máy thu với đường e-líp Δ/c . Phản xạ nhiễu từ búp bên đến từ các ô trên e-líp nằm trên đường nhìn thẳng của cả trạm phát và máy thu nhưng không nằm trong phạm vi độ rộng búp sóng chính trong mặt phẳng phương vị của cả trạm phát và máy

thu. Trong hình 4 các ô nhiễu này tương ứng với arcs \overline{ga} và \overline{be} . Năng lượng nhiễu phản xạ ở máy thu được xác định theo công thức:

$$E_C = \int_{A_C} \left(\frac{P_t K \delta t L_\rho G_A}{4\pi \rho^2} \right) \cdot \left(\frac{L_r G_B \lambda^2}{(4\pi)^2 r^2} \right) \cdot \sigma^0 dA \quad (7)$$

Ở đây E_C – năng lượng nhiễu, P_t – công suất phát, G_A và G_B tương ứng là độ lợi công suất anten phát và anten thu, vi phân dA , K là tỉ số nén xung, δt là thời gian phân giải máy thu và gần bằng nghịch đảo băng thông máy thu, L_ρ và L_r là tổn hao đường truyền một chiều tương ứng từ máy phát đến ô nhiễu và từ ô nhiễu đến máy thu, λ là bước sóng ra đa, σ^0 là diện tích phản xạ hiệu dụng của nhiễu trên mỗi một đơn vị diện tích (m^2/m^2), A_C là vùng ô nhiễu trong búp sóng chính của anten trạm phát và máy thu.



Hình 4. Vùng nhiễu mặt đất cho hệ thống ra đa hai vị trí.

Với tích ρr và σ^0 xấp xỉ cố định qua vùng nhiễu A_C nên phương trình trên rút gọn thành:

$$E_C \approx \left(\frac{P_t K \delta t L_\rho \overline{G_A G_B} L_r \lambda^2}{(4\pi)^3 \rho^2 r^2} \right) (\sigma^0 A_C) \quad (8)$$

Ở đây $\overline{G_A G_B} \equiv \frac{1}{A_C} \int_{A_C} G_A G_B dA$ là trung bình tích độ lợi công suất trong búp sóng chính của anten máy thu và trạm phát. Hệ số $\sigma^0 A_C \equiv \sigma_C$ là diện tích phản xạ hiệu dụng nhiễu ở búp chính.

Có thể sử dụng phương trình (4) để xác định hệ số cải thiện yêu cầu của bộ xử lý doppler để phát hiện tín hiệu phản xạ yếu từ các mục tiêu di chuyển trong môi trường phản xạ nhiễu mạnh. Ví dụ, đối với mục tiêu điểm được đặt ở trung tâm của ô nhiễu và có độ lợi đỉnh G_{A_0}, G_{B_0} tương ứng cho trạm phát và máy thu,

tỉ số E_S/E_C của phản xạ mục tiêu đối với phản xạ nhiễu búp chính được xác định bởi:

$$\frac{E_S}{E_C} = \frac{G_{A_0} G_{B_0}}{G_A G_B} \cdot \frac{\sigma_t}{\sigma^0 A_C} \quad (9)$$

Ở đây σ_r là diện tích phản xạ hiệu dụng. Hệ số $\left(\frac{G_{A_0} G_{B_0}}{G_A G_B}\right)$ là hàm hình dạng búp sóng anten thu và phát.

Vùng nhiễu: đối với ra đa hai vị trí, vùng nhiễu được giới hạn bởi độ phân giải cự ly và hàm giản đồ búp sóng anten. Biểu diễn đại số đối với vùng nhiễu này được xác định bởi góc nhìn nhỏ trên bề mặt nhiễu phẳng, góc hai vị trí, độ trễ - thời gian giữa tín hiệu trực xạ và không trực xạ.

Đối với góc nhìn nhỏ, vùng nhiễu gần xấp xỉ bằng vùng trong mặt phẳng ABC nằm trong trường nhìn của độ rộng búp sóng chính trong mặt phẳng phương vị trạm phát và máy thu và được giới hạn bởi hai đường e-líp của tổng cự ly $R + (c\delta t/2)$ và $R - (c\delta t/2)$ với các tiêu điểm là A và B. Với $\Delta/c \gg \delta t$ hình dạng của ô nhiễu là hình bình hành, diện tích của nó được xác định bởi phương trình sau:

$$A_C = \begin{cases} \rho \theta_A \frac{c\delta t}{2} \sec^2\left(\frac{\beta}{2}\right), & \theta_A \leq (r/\rho)\theta_B \ll 2 \text{ rad} \\ & ; \Delta/c \gg \delta t \\ r\theta_B \frac{c\delta t}{2} \sec^2\left(\frac{\beta}{2}\right), & \theta_B < \left(\frac{\rho}{r}\right)\theta_A \ll 2 \text{ rad} \end{cases} \quad (10)$$

Với điều kiện góc nhìn thấp $\tan\psi_A \approx \psi_A \leq \left(\frac{2\rho}{\delta\rho}\right) \tan\left(\frac{\xi_A}{2}\right)$, $\tan\psi_B \approx \psi_B \leq \left(\frac{2\rho}{\delta\rho}\right) \tan\left(\frac{\xi_B}{2}\right)$, ở đây $\delta\rho = \delta r = c\delta t/2 \sec^2(\beta/2)$ bằng độ phân giải cự ly dọc \overline{AC} và \overline{BC} , ξ_A, ξ_B là độ rộng búp chính trong mặt phẳng đứng của trạm phát và máy thu.

3. ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỀU ĐỊA VẬT ĐẾN CHẤT LƯỢNG PHÁT HIỆN HỆ THỐNG RA ĐA THỤ ĐỘNG HAI VỊ TRÍ.

3.1. Đặc điểm địa hình Việt Nam

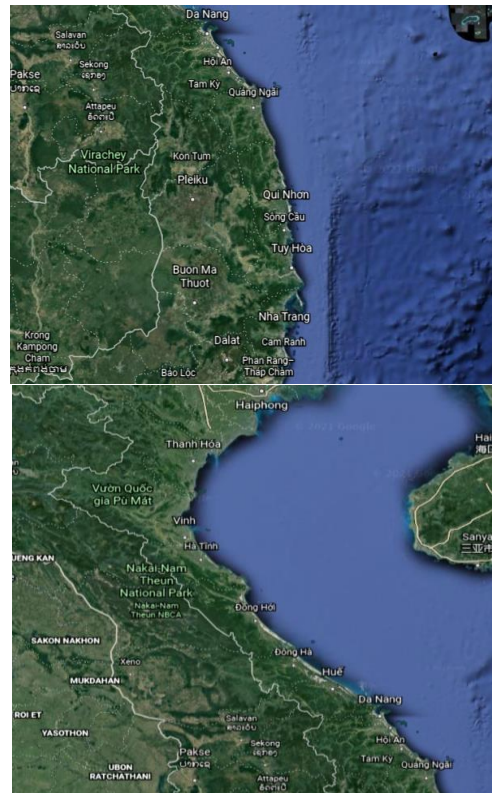
3.1.1. Khu vực Bắc Bộ



Hình 5. Địa hình khu vực Bắc Bộ

Địa hình Bắc Bộ đa dạng và phức tạp. Bao gồm đồi núi, đồng bằng. Có bề mặt thấp dần, xuôi theo hướng tây bắc - Đông Nam, Khu vực đồng bằng rộng lớn nằm ở lưu vực sông Hồng. Phần lớn bề mặt đồng bằng có địa hình khá bằng phẳng. Liên kề với Đồng bằng sông Hồng về phía tây và tây bắc là khu vực Trung du và miền núi. Địa hình ở đây bao gồm các dãy núi cao. Trong khu vực này từ lâu đã xuất hiện nhiều đồng cỏ, nhưng thường không lớn và chủ yếu nằm rải rác trên các cao nguyên.

3.1.2. Khu vực Trung Bộ



Hình 6. Địa hình khu vực Trung Bộ

Bắc Trung Bộ bao gồm các dãy núi phía Tây. Riêng miền núi phía Tây tỉnh Thanh Hoá có độ cao từ 1000 - 1500m. Khu vực miền núi Nghệ An - Hà Tĩnh là đầu nguồn của dãy Trường Sơn có địa hình rất hiểm trở, phần lớn các núi

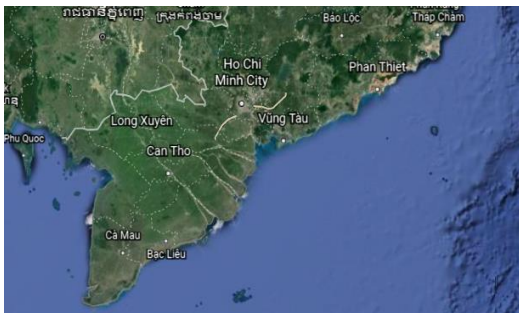
cao nằm rải rác ở đây. Các miền đồng bằng có tổng diện tích khoảng 6.200 km², trong đó đồng bằng Thanh Hoá, chiếm gần một nửa diện tích và là đồng bằng rộng nhất của Trung Bộ.

Tây Nguyên có diện tích khoảng 54.473,7 km². Địa hình Tây Nguyên đa dạng, phức tạp, chủ yếu là cao nguyên với núi cao ở độ cao từ 250 - 2500m.

Duyên hải Nam Trung Bộ thuộc khu vực cận giáp biển. Địa hình ở đây bao gồm đồng bằng ven biển và núi thấp. Các miền đồng bằng có diện tích không lớn thường bám sát theo các chân núi.

Xét chung, địa hình Trung Bộ có độ cao thấp dần từ khu vực miền núi xuống đồi gò trung du, xuôi xuống các đồng bằng phía trong dải cồn cát ven biển rồi ra đến các đảo ven bờ. Ngoài ra, miền trung còn có diện tích cồn cát lớn trải dài từ tỉnh Quảng Bình đến tỉnh Bình Thuận.

3.1.3. Khu vực Nam Bộ



Hình 7. Địa hình khu vực Nam Bộ

Địa hình trên toàn vùng Nam Bộ khá bằng phẳng, Đông Nam Bộ có cấu tạo địa chất chủ yếu là đất đỏ bazan và đất phù sa cổ. Khu vực đồng bằng sông nước ở đây chiếm diện tích khoảng 6.130.000 ha cùng trên 4.000 kênh rạch với tổng chiều dài lên đến 5.700 km. Tây Nam Bộ có độ cao trung bình gần 2m, chủ yếu là miền đất của phù sa mới.

Có thể nói đồng bằng sông Cửu Long là một vùng đất thấp, độ cao trung bình so với mặt biển chỉ vào khoảng 5 mét. Khu vực đồi núi chủ yếu tập trung ở phía đông nam Bộ... Khu vực phía tây cũng có một vài dãy núi.

Như vậy có thể thấy địa hình Việt Nam trải dài từ Bắc tới Nam rất đa dạng và phức tạp, mỗi một vùng miền hầu như có đủ các dạng địa

hình từ trung du, núi thấp đến núi cao và đồng bằng, có vùng còn có cả địa hình cao nguyên, cồn cát. Từ sự đa dạng về địa hình sẽ dẫn tới sự đa dạng về nhiều phản xạ từ mặt đất. Dưới đây bài báo khảo sát đặc tuyến phát hiện của hệ thống ra đa thụ động hai vị trí sử dụng tín hiệu DVB-T2 Việt Nam khi chịu tác động bởi nhiều địa vật từ một số dạng địa hình.

3.2 Khảo sát đặc tuyến phát hiện cho một số loại địa hình tiêu biểu

Trong phần này bài báo thực hiện mô phỏng đánh giá chất lượng phát hiện của hệ thống ra đa thụ động hai vị trí sử dụng tín hiệu DVB-T2 Việt Nam khi chịu tác động bởi nhiều phản xạ từ các dạng địa hình khác nhau (theo Bảng 1). Các tham số mô phỏng cụ thể như sau:

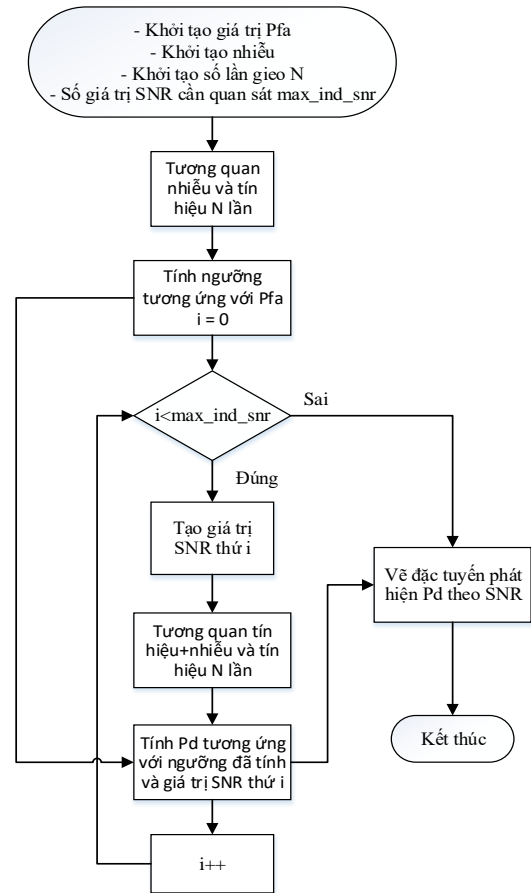
Bảng 1. Tham số nhiễu của các dạng địa hình

STT	Kiểu địa hình	Góc chiếu (độ)	σ_w^0 (dB) (Tham số tỉ lệ)	a_w (Tham số hình dạng)
1	Địa hình nông thôn/bằng phẳng			
a	Địa hình nông thôn nói chung	0.00 to 0.25	-33	3.8
		0.25 to 0.75	-32	3.5
		0.75 to 1.50	-30	3.0
		1.50 to 4.00	-27	2.7
		> 4.00	-25	2.6
b	Rừng cây	0.00 to 0.30	-42	3.2
		0.30 to 1.00	-30	2.7
		> 1.00	-19	2.0
c	Đất trồng trọt	0.00 to 0.40	-39	5.4
		0.40 to 0.75	-30	4.0
		0.75 to 1.50	-30	3.3
d	Cồn cát, đồng cỏ	0.00 to 0.25	-74	3.8
		0.25 to 0.75	-58	2.7
		> 0.75	-40	2.0

STT	Kiểu địa hình	Góc chiếu (độ)	σ_w^0 (dB) (Tham số tỉ lệ)	a_w (Tham số hình dạng)
2	Địa hình nông thôn/trung du, miền núi.			
a	Địa hình nông thôn/trung du, miền núi nói chung	0 to 2	-27	2.2
		2 to 4	-24	1.8
		4 to 6	-21	1.6
		> 6	-19	1.5
b	Rừng cây	Bất kỳ	-19	1.8
c	Núi	Bất kỳ	-11	2.8
3	Khu vực đô thị			
	Địa hình đô thị nói chung	0.00 to 0.25	-20	4.3
		0.25 to 0.75	-20	3.7
		> 0.75	-20	3.0
	Đô thị được quan sát trên địa hình thấp và thoáng.	0.00 to 0.25	-24	4.3
4	Góc chiếu âm (cho tất cả các dạng địa hình ngoại trừ núi và rừng cây ở địa hình cao)	0.00 to -0.25	-31	3.4
		-0.25 to -0.75	-27	3.3
		< -0.75	-26	2.3

* Lưu đồ thuật toán:

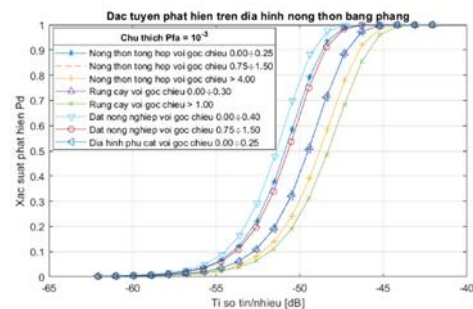
Thuật toán thực hiện khởi tạo nhiễu có phân bố Weibull với các tham số tỉ lệ và tham số hình dạng theo Bảng 1. Nhiễu sẽ được tương quan với tín hiệu để tính ra mức ngưỡng tương ứng với xác suất báo động lầm cho trước, tiếp theo thuật toán thực hiện tăng giá trị SNR để nhận được các giá trị xác suất phát hiện đúng tương ứng. Dựa trên các giá trị SNR, xác suất phát hiện đúng và xác suất báo động lầm xây dựng lên đặc tuyến phát hiện của hệ thống.



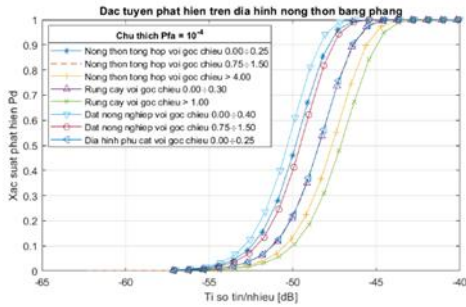
Hình 8. Lưu đồ thuật toán chương trình mô phỏng

3.2.1. Khảo sát đặc tuyến phát hiện trên loại địa hình nông thôn bằng phẳng.

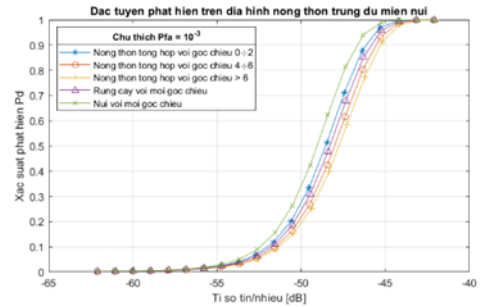
Theo Bảng 1 trong phần này, bài báo khảo sát đặc trưng phát hiện của hệ thống ra đa thụ động hai vị trí sử dụng tín hiệu DVB-T2 khi chịu tác động bởi nhiễu phản xạ từ mặt đất từ địa hình nông thôn bằng phẳng bao gồm: địa hình nông thôn nói chung với các góc chiếu thấp từ 0 độ đến hơn 4 độ, địa hình có rừng cây bao phủ, địa hình đất nông nghiệp, địa hình phủ cát.



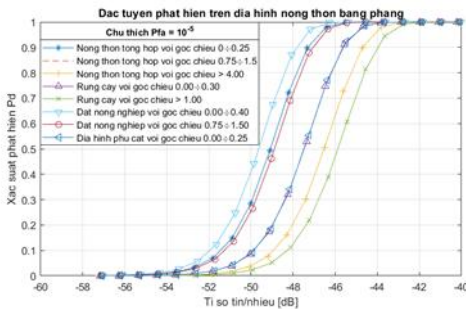
a,



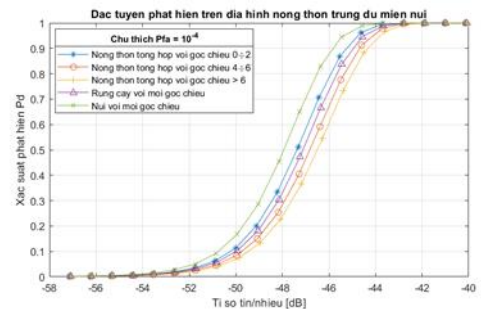
b,



a,



c,



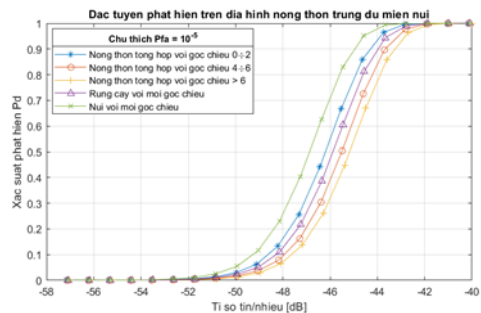
b,

Hình 9. Đặc tuyến phát hiện trên địa hình nông thôn bằng phẳng với các Pfa khác nhau

Các đặc tuyến phát hiện trên hình 8 cho thấy sự khác biệt về chất lượng phát hiện đối với các dạng địa hình tiêu biểu cho khu vực nông thôn, các khu vực bao gồm: địa hình nông thôn hỗn hợp, địa hình rừng cây bao phủ, địa hình đất nông nghiệp, địa hình phủ cát. Trong các dạng địa hình này, địa hình phủ cát ảnh hưởng mạnh nhất làm suy giảm chất lượng phát hiện tiếp theo đến địa hình rừng cây bao phủ, địa hình đất nông nghiệp ảnh hưởng ít hơn cả trong các dạng địa hình ở khu vực nông thôn.

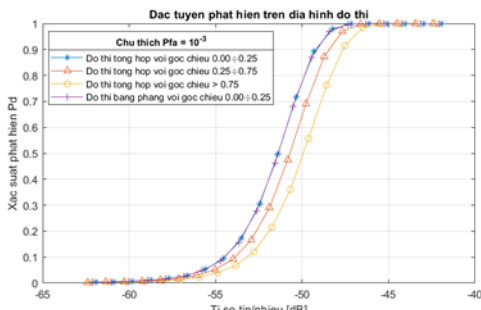
3.2.2. Khảo sát đặc tuyến phát hiện trên loại địa hình nông thôn trung du, miền núi.

Dựa trên các đường đặc trưng chất lượng phát hiện cho địa hình nông thôn cao (khu vực đồi núi) có thể thấy yếu tố lõi của địa hình mang tính quyết định hơn cả nên các yếu tố liên quan đến lớp phủ bề mặt không thể hiện được sự ảnh hưởng. Vì vậy có thể thấy các đường đặc trưng chất lượng phát hiện cho các dạng địa hình cao tổng hợp, rừng cây hay núi không có sự khác biệt lớn.

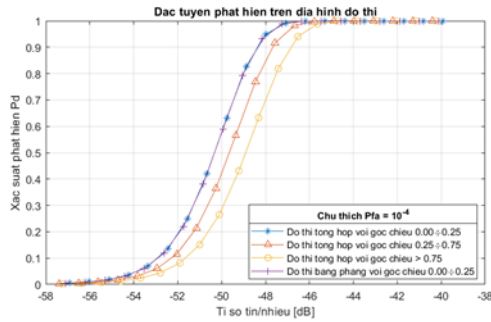


Hình 10. Đặc tuyến phát hiện trên địa hình trung du, miền núi với các Pfa khác nhau

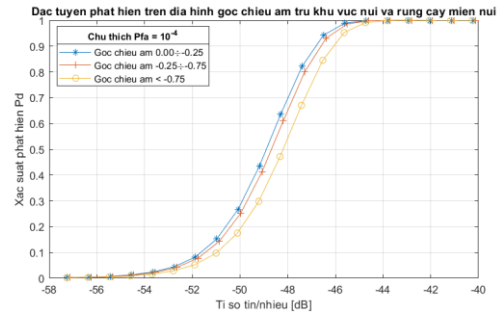
3.2.3 Khảo sát đặc tuyến phát hiện trên địa hình khu vực đô thị



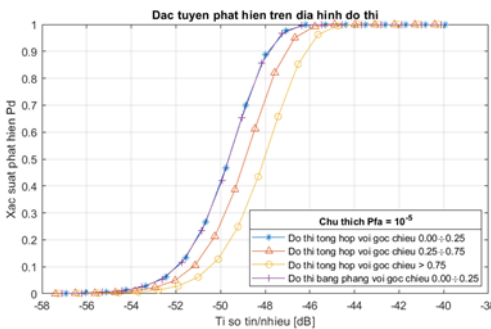
a,



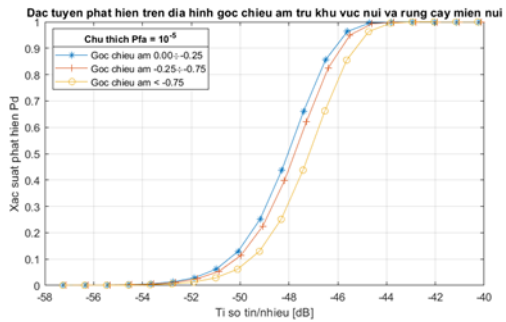
b,



b,



c,



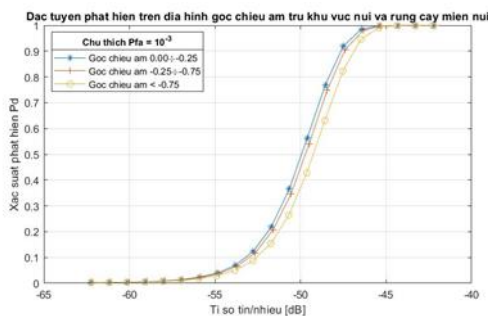
c,

Hình 11. Đặc tuyến phát hiện trên địa hình thành phố với các Pfa khác nhau

Hình 12. Đặc tuyến phát hiện trên địa hình góc chiếu âm với các Pfa khác nhau

Địa hình thành phố cũng giống như địa hình khu vực đồi núi, tính chất không bằng phẳng của bề mặt địa hình là yếu tố ảnh hưởng chủ yếu đến chất lượng phát hiện của hệ thống ra đa hoạt động ở khu vực này. Trong khu vực này bài báo khảo sát chất lượng phát hiện với các góc chiếu khác nhau, có thể thấy chất lượng phát hiện giảm theo chiều tăng của góc chiếu tương đối nhảy.

3.2.4 Địa hình góc chiếu âm



a,

Địa hình góc chiếu âm là địa hình chỉ xuất hiện khi chúng ta triển khai hệ thống ở khu vực trũng, bao xung quanh bởi núi cao, trong trường hợp này cũng giống như địa hình núi cao nhiều phản xạ ít phụ thuộc vào lớp phủ bề mặt mà chủ yếu phụ thuộc vào góc chiếu địa hình.

Như vậy qua khảo sát đặc tuyến phát hiện của hệ thống ra đa thụ động sử dụng tín hiệu DVB-T2 Việt Nam khi chịu ảnh hưởng của nhiễu mặt đất có thể thấy: địa hình đồng bằng là địa hình có sự đa dạng nhất về đặc tuyến phát hiện do nhiễu mặt đất đối với địa hình này chịu sự ảnh hưởng lớn của lớp phủ bề mặt. Với mỗi một loại lớp phủ bề mặt khác nhau cho chất lượng phát hiện khác nhau. Trong đó địa hình phủ cát và có rừng cây bao phủ chất lượng phát hiện kém hơn các dạng thực vật bao phủ khác. Đối với địa hình không bằng phẳng: núi, đô thị.. tính chất lớp bao phủ tác động làm thay đổi đặc tuyến phát hiện của hệ thống không nhiều vì hình dạng của các loại địa hình này đều là các dạng hình học phản xạ mạnh sóng vô tuyến. So sánh hai loại địa hình: địa hình cao (đồi, núi, đô thị...) và địa hình thấp thì khu vực địa hình

cao có chất lượng phát hiện kém hơn do tính chất phản xạ sóng vô tuyến mạnh của loại địa hình này.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày về những yếu tố ảnh hưởng đến mức độ phản xạ nhiễu từ địa vật cho hệ thống ra đa nói chung và hệ thống ra đa thụ động hai vị trí nói riêng, qua đó làm cơ sở để khảo sát sự ảnh hưởng của nhiễu địa vật tương ứng với các dạng địa hình đến hệ thống ra đa thụ động hai vị trí. Bài báo cũng đã đề cập đến các dạng địa hình ở các vùng miền của Việt Nam, cho thấy sự đa dạng và phức tạp của địa

hình trải dài từ Bắc tới Nam. Thông qua các dạng địa hình phổ biến ở cả ba miền bài báo khảo sát chất lượng phát hiện của hệ thống ra đa thụ động hai vị trí sử dụng tín hiệu DVB-T2 Việt Nam đối với các dạng địa hình tiêu biểu như: đồng bằng, miền núi, đô thị ... theo các góc chiếu khác nhau. Kết quả chỉ ra rằng với địa hình đồng bằng chất lượng phát hiện của hệ thống có sự đa dạng, ngoài phụ thuộc vào góc chiếu nó còn phụ thuộc nhiều vào lớp phủ bề mặt, trong đó lớp phủ bề mặt là cát và rừng cây có chất lượng phát hiện kém hơn các dạng phủ bề mặt khác. Với địa hình đô thị và miền núi, sự thay đổi của nhiễu biến đổi theo góc chiếu ít phụ thuộc vào lớp phủ bề mặt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Sekine, M., Mao, Y. Weibull Radar Clutter. London, UK: P.Peregrinus Ltd., 1990. ISBN 0863411916.
- [2]. Vichet Duk, Diego Cristallini, Philipp Wojaczek and Daniel W. O'Hagan Statistical Analysis of Clutter for Passive Radar on an Airborne Platform 2019 International Radar Conference (RADAR2019).
- [3]. J. Barrie Billingsley, Low-Angle Radar Land Clutter, William Andrew Publishing.
- [4]. Maurice W. Long, Radar Reflectivity of Land and Sea, Artech House 2001.
- [5]. Nicholas J. Willis and Hugh D. Griffiths, Advances in Bistatic Radar, SciTech Publishing 2007.
- [6]. Junhyeong Bae and SungYeong Park, Modeling and Simulation of Airborne Bistatic Radar Clutter, 2019 IEEE International Symposium on Phased Array System & Technology (PAST).
- [7]. N. J. Willis, Bistatic Radar, 2nd ed. SciTech Publishing Inc, 2005.
- [8]. H. D. Griffiths, "From a Different Perspective: Principles, Practice and Potential of Bistatic Radar," International Conference on Radar, Australia, Sept. 2003.
- [9]. C. J. Baker and H. D. Griffiths, "Bistatic and multistatic radar sensors for homeland security," Advances in Sensing with Security Applications, vol. 2, pp. 1–22, Feb. 2006.
- [10]. Vichet Duk, Diego Cristallini, Philipp Wojaczek and Daniel W. O'Hagan Statistical Analysis of Clutter for Passive Radar on an Airborne Platform 2019 International Radar Conference (RADAR2019).

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Nguyễn Tiên Hải tốt nghiệp đại học chuyên ngành radar năm 2006; nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành kỹ thuật ra đa dẫn đường năm 2010 tại Học viện Kỹ thuật quân sự. Tác giả hiện là giảng viên Bộ môn Radar – Khoa Vô tuyến điện tử – Học viện Kỹ thuật quân sự.

Lĩnh vực nghiên cứu: radar chủ động một vị trí, radar thụ động; ra đa thứ cấp; xử lý tín hiệu và dữ liệu ra đa.



Tác giả Nguyễn Mạnh Cường tốt nghiệp đại học chuyên ngành radar năm 1986; nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành kỹ thuật tự động hóa và điều khiển từ xa năm 1998, bằng Tiến sĩ chuyên ngành radar - dẫn đường năm 2007 tại Học viện Kỹ thuật quân sự. Tác giả hiện là chủ nhiệm Bộ môn Radar – Khoa Vô tuyến điện tử – Học viện Kỹ thuật quân sự.

Lĩnh vực nghiên cứu: radar nhiều vị trí, radar thụ động, MIMO radar; hệ thống nhận biết chủ quyền quốc gia; xử lý tín hiệu, nhận dạng mục tiêu radar, xử lý ảnh, thiết bị đầu cuối; thủy âm, các hệ thống vũ khí dưới nước...



Tác giả Dương Quang Huy tốt nghiệp đại học chuyên ngành radar năm 2017 tại Học viện Kỹ thuật quân sự. Tác giả hiện là học viên cao học Bộ môn Radar – Khoa Vô tuyến điện tử – Học viện Kỹ thuật quân sự.

Lĩnh vực nghiên cứu: Xử lý tín hiệu radar...



Tác giả Nguyễn Thanh Hưng tốt nghiệp đại học chuyên ngành radar năm 1992; nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành kỹ thuật tự động hóa và điều khiển từ xa năm 1997 tại Học viện Kỹ thuật quân sự, bằng Tiến sĩ chuyên ngành radar năm 2005 tại Đại học Hàng không Matxcova. Tác giả hiện là giảng viên Bộ môn Radar – Khoa Vô tuyến điện tử – Học viện Kỹ thuật quân sự.

Lĩnh vực nghiên cứu: radar nhiều vị trí, radar thụ động; hệ thống nhận biết chủ quyền quốc gia; xử lý tín hiệu, nhận dạng mục tiêu radar, xử lý ảnh, thiết bị đầu cuối; thủy âm, các hệ thống vũ khí dưới nước...



Tác giả Phùng Ngọc Anh tốt nghiệp đại học chuyên ngành vô tuyến điện tử và thông tin liên lạc năm 1998; nhận bằng Thạc sĩ chuyên ngành radar – dẫn đường năm 2003, bằng Tiến sĩ chuyên ngành radar – dẫn đường năm 2018 tại Học viện Kỹ thuật quân sự. Tác giả hiện đang công tác tại Khoa Radar – Học viện Phòng không – Không quân.

Lĩnh vực nghiên cứu: ảnh hưởng của biển Việt Nam đến khả năng phát hiện mục tiêu của radar biển, các mô hình thống kê của nhiễu biển, phát hiện mục tiêu trên biển với việc ổn định xác suất báo động lầm, mô phỏng khả năng phát hiện mục tiêu với các mô hình thống kê của nhiễu...