



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053626

(51)^{2022.01} G01S 13/02

(13) B

(21) 1-2023-09259

(22) 26/12/2023

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/03/2024 432

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội.

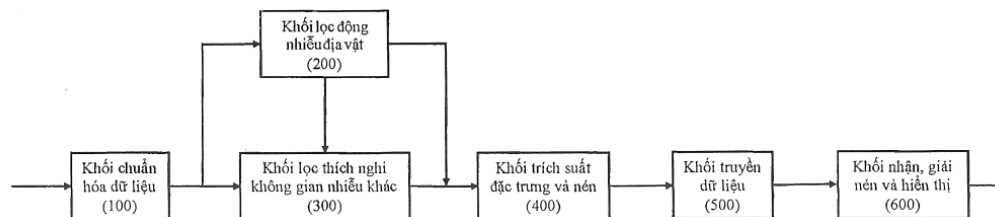
(72) LÊ QUỐC HÙNG (VN); LÊ TRẦN SỰ (VN); VŨ NGỌC VINH (VN); NGUYỄN QUANG BẰNG (VN); NGUYỄN VĂN HOÀNG (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG NÉN TÍN HIỆU PHẢN XẠ TRÊN NỀN NHIỀU BIẾN ĐỘNG
TRONG CÁC HỆ THỐNG RA ĐA GIÁM SÁT CHỦ ĐỘNG

(21) 1-2023-09259

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động, đây là giải pháp mới, đơn giản và hiệu quả để nén tín hiệu trước khi chia sẻ hay truyền tới trung tâm xử lý. Khác với các hệ thống trước đây dựa trên thực hiện nén trên từng xung phản xạ, hệ thống đề xuất trong sáng chế xử lý trên các vùng phản xạ dạng ma trận tương quan hai chiều (2D), kết hợp với giải pháp tính toán động, tự động tích lũy và thích nghi với thay đổi; các thuật toán nhân chập, nén đơn giản, hiệu quả vì gắn với đặc trưng của vùng phản xạ ra đa chủ động trên cả hai miền tần số- thời gian. Nhờ đó, hệ thống đề xuất trong sáng chế này mang lại hiệu năng nén hiệu quả và vượt trội so với các hệ thống đã đề xuất. Hơn nữa, hệ thống đề xuất trong sáng chế dễ dàng triển khai trên nền tảng tính toán tốc độ cao FPGA nhằm phù hợp với những ứng dụng giám sát thời gian thực có độ trễ thấp hay mở rộng hệ thống.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề xuất hệ thống nén tín hiệu phản xạ ra đa chủ động trên nền nhiễu biến động. Cụ thể, hệ thống được đề xuất liên quan đến lĩnh vực xử lý tín hiệu trong các hệ thống ra đa giám sát chủ động.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các hệ thống ra đa giám sát chủ động gồm các ra đa thành phần và trung tâm xử lý. Mỗi ra đa phát đi xung thăm dò sau mỗi nhịp của tín hiệu xung kích phát, xung này va đập vào các đối tượng và trả lại tín hiệu phản xạ. Các tín hiệu phản xạ từ các ra đa được chia sẻ hoặc truyền về trung tâm xử lý. Trong bối cảnh hiện nay, việc truyền tín hiệu phản xạ này càng cấp thiết vì: khi ra đa thành phần bị tác chiến điện tử thì cần phối hợp với các nguồn ra đa lân cận để xác định nguồn gây nhiễu, tương can giao thoa để xác định mục tiêu; tránh lộ vị trí khi phát xạ nên cần nguồn lân cận để chủ động nắm tình huống; tập trung trên hướng hay khu vực trọng yếu nhiều ra đa;...

Tín hiệu phản xạ ra đa chủ động bao gồm cả mục tiêu và cả nhiễu (địa hình, địa vật, mây, mục tiêu giả,...). Các nhiễu này đều dạng biến động, có thể thay đổi theo không gian, thời gian. Xét theo nguồn gốc thì nhiễu có thể đến từ các yếu tố ngoại cảnh khách quan (vị trí, thời tiết, tán xạ, bức xạ,...) hay các yếu tố chủ quan (các thiết bị gây nhiễu sóng, phá sóng, tạo giả,...). Căn cứ theo các yếu tố vật lý học có thể chia nhiễu thành hai loại, là nhiễu địa vật (dạng hình thang, tần số cố định, vị trí xuất hiện không hay ít thay đổi, cần chia sẻ hoặc truyền) và nhiễu khác (dạng xung kim, tần số không cố định, vị trí xuất hiện thay đổi, không cần chia sẻ hoặc truyền).

Để tăng năng lực giám sát và mở rộng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động, cần phải tiến hành nén tín hiệu phản xạ của từng ra đa thành phần nhằm loại bỏ nhiễu khác, thông tin dư thừa và giữ lại thông tin địa vật, mục tiêu.

Trên thế giới, có nhiều giải pháp nén được nghiên cứu nhưng đối tượng áp dụng là các dữ liệu dạng văn bản, ảnh, âm thanh, hình ảnh động. Đối với tín hiệu phản xạ ra đa thì mới được nghiên cứu gần đây và chỉ xử lý trên một xung phản xạ (echo pulse compression) (tham khảo “Digital Signal Processing of Radar Pulse Echoes” bởi Armin W Doerry, 2020 và “Application of Compressed Sensing to Radar Signals” bởi Jozef Perđoch, Miroslav Pacek, Zdeněk Matoušek, Stanislava Gažovová, 2023). Hướng tiếp cận này có các hạn chế là không thể hiện được mối tương quan giữa các xung phản xạ về phương vị và cự ly trong việc tạo thành thông tin địa vật, mục tiêu. Thêm vào đó, tín hiệu phản xạ ra đa có tần số, thời điểm xuất hiện không cố định nên có đặc trưng trên cả miền thời gian và miền tần số, nhưng chưa có giải pháp nào phân tích tín hiệu trên

cả hai miền. Giải pháp nén hiện nay chỉ thực hiện trên không gian một chiều (1D) dọc theo xung phản xạ. Ngoài ra, cường độ tín hiệu phản xạ mạnh yếu theo chiều cự ly từ tâm đài ra đa ra xa nên cần có ngưỡng lọc thích nghi; thông tin nền địa vật quanh đài ít thay đổi nên không phải gửi đi liên tục; cần có nguyên lý tính toán để tích lũy động nền địa vật khi có thay đổi. Các điều này dẫn đến sai khác thông tin, tổn dung lượng kênh truyền và tài nguyên xử lý, không tối ưu việc nén (tỉ số nén CR - Compression Ratio thấp, sai số trung bình toàn phương MSE - Mean Squared Error cao, tỉ số tín hiệu cực đại trên nhiễu PSNR - Peak Signal to Noise Ratio thấp,...).

Để khắc phục những nhược điểm trên, mục đích của sáng chế này là đề xuất hệ thống mới để nén một cách hiệu quả tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động. Hơn nữa, hệ thống đề xuất trong sáng chế này được thiết kế theo kiểu mô-đun, tuần tự để có thể triển khai trên các nền tảng tăng tốc tính toán nhằm phù hợp với những ứng dụng giám sát thời gian thực hay mở rộng hệ thống.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động, nhằm khắc phục nhược điểm của các giải pháp gần đây.

Trong sáng chế này, hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động được thực hiện thông qua các khối sau:

Khối chuẩn hóa dữ liệu. Dữ liệu phản xạ ra đa ban đầu theo từng xung dạng một chiều (1D) được đưa vào bộ đệm dữ liệu nhận. Tại đây thực hiện các biến đổi tạo thành các gói dữ liệu hai chiều (2D) cho bước xử lý sau. Các gói được sắp xếp tuần tự nhau theo chiều phương vị, cự ly.

Khối lọc động nhiễu địa vật. Tại đây thực hiện khởi tạo, xây dựng và tích lũy bản đồ địa vật từ các từ các ma trận hai chiều (2D) (phương vị - cự ly) ở khối chuẩn hóa dữ liệu. Nguyên lý tính toán dựa trên tích lũy động từng xung phản xạ theo từng góc phương vị, cho phép tự động cập nhật nền bản đồ địa vật khi có thay đổi. Mức độ thay đổi nền địa vật được đánh giá theo từng vùng và sẽ gửi chỉ gửi vùng địa vật biến đổi (vùng vượt ngưỡng).

Khối lọc thích nghi không gian nhiễu khác. Tại đây, từ các ma trận hai chiều (2D) (phương vị - cự ly) ở khối chuẩn hóa dữ liệu, thực hiện các biến đổi, tính toán để loại trừ đi dữ liệu nền địa vật trên lọc bỏ nhiễu biến động thông qua bộ lọc tương quan cự ly và lọc thích nghi không gian với mục đích loại bỏ nhiễu khác, tăng cường thông tin mục tiêu.

Khối nén tín hiệu phản xạ. Tại đây thực hiện biến đổi tín hiệu về ma trận tương quan thời gian – tần số, qua các phép biến đổi đa phân giải (Multi-resolution) sẽ trích xuất ra các đặc trưng của tín hiệu và được biểu diễn dưới dạng chuỗi nhị phân một chiều (1D). Dữ liệu này có kích thước giảm đáng kể so với dữ liệu ban đầu. Để tăng hiệu quả

nén, đề xuất cách nén thông quan thay thế các đoạn chuỗi nhị phân giống nhau, xuất hiện nhiều bằng các chuỗi bit mã hoá ngắn hơn.

Khởi truyền dữ liệu. Dữ liệu truyền bao gồm dữ liệu truyền theo chu kì (chuỗi dữ liệu nén sau mỗi lần xử lý n tia phương vị) và không theo chu kì (vùng dữ liệu địa vật khi có đủ sự thay đổi). Nếu là kết nối mới thì sẽ gửi toàn bộ dữ liệu địa vật. Đồng thời thiết lập ưu tiên cao cho dữ liệu theo chu kì vì địa vật ít thay đổi hơn.

Khởi nhận, giải nén và hiển thị. Tại đây tùy dữ liệu nhận dạng nào sẽ thực hiện xử lý tương ứng, nếu là vùng dữ liệu địa vật sẽ được cập nhật tương ứng, nếu là dữ liệu nén sẽ được thực hiện giải nén theo các bước, biến đổi ngược thời gian – tần số, cộng thêm dữ liệu địa vật để hiển thị.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1a là hình vẽ mô tả các thành phần tín hiệu phản xạ ra đa chủ động với nền nhiễu biến động theo thời gian – tần số;

Hình 1b là hình vẽ mô tả hiển thị trên màn ra đa giám sát chủ động;

Hình 2 là hình vẽ mô tả các khối chức năng của hệ thống đề xuất;

Hình 3 là hình vẽ mô tả luồng xử lý và các mô-đun của khối chuẩn hoá dữ liệu;

Hình 4 là hình vẽ mô tả luồng xử lý và các mô-đun của khối lọc nhiễu động địa vật;

Hình 5a là hình vẽ mô tả luồng xử lý và các mô-đun của khối lọc thích nghi không gian nhiễu khác;

Hình 5b là hình vẽ mô tả dạng phân phối xác suất hình thang đa tầng bộ lọc tương quan cự ly;

Hình 6 là hình vẽ mô tả luồng xử lý và các mô-đun của khối trích suất đặc trưng và nén;

Hình 7 là hình vẽ mô tả luồng xử lý và các mô-đun của khối nhận, giải nén và hiển thị;

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động, được mô tả chi tiết ở dưới đây:

Tham chiếu Hình 1, tín hiệu phản xạ ra đa bao gồm thông tin mục tiêu và thông tin nhiễu (nhiều địa vật cần chia sẻ hoặc truyền đi; nhiễu khác cần loại bỏ trước khi chia sẻ hoặc truyền đi) như Hình 1a. Các thông tin này có mức biến động về biên độ và thời gian hay cự ly khác nhau nên khi hiển thị trên màn ra đa sẽ khác nhau như Hình 1b.

Tham chiếu Hình 2, hệ thống đề xuất trong sáng chế này bao gồm những khối chức năng sau:

Cụ thể nội dung các khối như sau:

Khối chuẩn hóa dữ liệu 100:

Tham chiếu Hình 3, tín hiệu phản xạ nhận vào mô-đun bộ nhớ đệm 101, thực hiện cơ chế xử lý theo kiểu tuần tự FIFO (First In First Out). Khi đủ n xung phản xạ theo phương vị 102 (n có thể là 8, 16, 32, 64) sẽ đưa tới mô-đun tạo ma trận hai chiều (2D) 103, kích thước $n \times n$. Các ma trận liên tiếp nhau sẽ phủ hết chiều cự ly của xung phản xạ. Trong trường hợp ma trận cuối xung phản xạ không đủ kích thước n , sẽ thêm viền (padding) với giá trị 0. Giả sử tín hiệu phản xạ độ dài theo cự ly là m thì số ma trận trên một tia là dạng số nguyên của $\frac{m}{n} + 1$.

Khối lọc động nhiễu địa vật 200:

Tham chiếu Hình 4, các ma trận M là đầu vào của khối lọc động nhiễu địa vật 200. Khi khởi chạy lần đầu cần khởi tạo ma trận địa vật $\vec{U}_{kxm}$ 201, dạng hai chiều (2D) với k là số tia phủ hết 360° phương vị và m là độ dài theo cự ly. Tiếp theo quá trình lọc động bản đồ địa vật gồm hai việc chính là tích lũy động và phát hiện động vùng thay đổi của địa vật.

Mô-đun tích lũy động 202 được thực hiện theo nguyên lý tín hiệu phản xạ từ địa vật ở một khoảng cách và một góc phương vị là ổn định, hay nói cách khác tín hiệu phản xạ từ địa vật qua các vòng quét có tương quan với nhau, còn tín hiệu mục tiêu, nhiễu biến động khác thì không ổn định, lúc lớn lúc nhỏ, thay đổi theo từng vòng quét, không tương quan. Theo đó, khi nhận được dữ liệu ma trận hai chiều (2D) sẽ căn cứ theo từng xung phương vị θ , xử lý lần lượt như sau:

- Nếu giá trị $X_{\theta i}$ của xung tại vị trí i trên chiều cự ly, lớn hơn giá trị của bản đồ địa vật hiện tại ngưỡng Ω_i thì giữ nguyên giá trị của xung (mục tiêu hay nền tạp cần giữ lại). Xét đến biên độ tín hiệu giảm theo cự ly, tín hiệu vùng gần cao, trong khi tín hiệu vùng xa lại thấp, nên ngưỡng Ω_i cần được thiết lập động theo cự ly m như sau: $\Omega_i = (1 - \frac{m-i}{m} + \epsilon)\Omega_0$, với $\epsilon = \{0; 1\}$ hệ số ngưỡng xa.

- Khi giá trị không lớn hơn (có thể là nền nhiễu địa vật) thì cập nhật giá trị mới tại vị trí i theo nguyên tắc:

$$\vec{U}_{\theta i_new} = \alpha \vec{U}_{\theta i_current} + (1 - \alpha) X_{\theta i}$$

- Hệ số cập nhật quán tính $\alpha = [0; 1]$, càng gần giá trị 1 thì tốc độ cập nhật của bản đồ địa vật càng chậm, ví dụ nếu $\alpha = 0,975$ thì giá trị mới của bản đồ địa

vật chỉ mang 2,5% đặc trưng của giá trị xung mới, giữ lại 97,5% giá trị cũ. Điều này có nghĩa là ra đa cần quay được một số vòng nhất định thì bản đồ địa vật mới ổn định được và sẽ ít bị ảnh hưởng bởi những giá trị xung kim thẳng giáng bất thường.

- Khi tích lũy động theo phương pháp nêu trên sẽ giúp tự động cập nhật nền địa vật khi thay đổi. Tập hợp các vùng theo góc 360° quanh ra đa sẽ được dữ liệu nhiều địa vật tích lũy động $\bar{U}$.

Mô-đun phát hiện động 203 phát hiện động vùng thay đổi của địa vật sẽ tính toán dựa trên sai lệch của giá trị cập nhật so với giá trị hiện tại tại từng điểm trong vùng. Mỗi vùng ở đây là một ma trận hai chiều (2D) được đánh mã để phân biệt, mã này được sử dụng để báo cho phía nhận biết để thay đổi vùng tương ứng. Các bước thực hiện như sau:

- Tính mức độ thay đổi của vùng j CE_j được tính toán dựa trên lý thuyết độ lệch chéo (Cross entropy) theo công thức:

$$CE_j = \sum_{n,n} \log \left\{ \frac{(U_{\theta i_new} - U_{\theta i_current})}{U_{\theta i_current}} \right\}$$

- Nếu CE_j lớn hơn ngưỡng $\bar{U}_{CE} = [0;1]$ thì bản đồ địa vật được coi là thay đổi lớn, cần phải gửi đi để cập nhật. Vùng này được gọi vùng địa vật biến đổi $\bar{U}^*$.

Khối lọc thích nghi không gian nhiều khác 300:

Đối với nhiều khác có đặc điểm tần số không cố định (đặc trưng tần số), dạng xung kim, vị trí xuất hiện thay đổi (đặc trưng thời gian). Do vậy cần xử lý qua bộ lọc tương quan cự ly và biến đổi tín hiệu về các miền không gian của tần số và thời gian để làm nổi bật nhiễu trước khi xử lý bằng ngưỡng thích nghi.

Tham chiếu Hình 5a, các các ma trận hai chiều (2D) là đầu vào của khối lọc thích nghi không gian nhiều khác 300 cần được đưa vào mô-đun trừ nhiễu địa vật 301 tương ứng với vùng đang xét. Tiếp đến, do các nhiễu dạng xung kim có độ tương quan cự ly thấp nên trước tiên cần xử lý qua mô-đun lọc tương quan cự ly 302 (Matched Filter) để giảm biên độ nhiễu, đồng thời tăng cường tín hiệu mục tiêu. Theo đó, khi nhận được dữ liệu ma trận M sau khi trừ đi địa vật, sẽ căn cứ theo từng xung phương vị θ , xử lý như sau:

- Nhân chập với cửa sổ tham chiếu theo chiều cự ly có dạng $\mathcal{L}_{1 \times n} = \{\mu_1; \mu_2; \dots; \mu_n\}$, với $n = \{4; 8; 16; 32\}$, $\mu_n = [0;1]$.

- Cửa sổ $\mathbf{x}_{1 \times n}$ được chọn theo dạng phân phối xác suất dạng hình thang đa tầng như hình 5b, đặc trưng cho tín hiệu mục tiêu. Ví dụ, $\mathbf{x}_{1 \times 16} = \{0,4; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,0; 1,0; 1,0; 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,4\}$.

- Kết quả của phép nhân chập trên là những vùng tín hiệu có phân phối cường độ giống như dạng tham chiếu sẽ được tăng cường, còn những vùng tín hiệu có phân bố khác so với tín hiệu tham chiếu sẽ bị suy giảm.

- Các ma trận sau nhân chập sẽ được xử lý qua mô-đun biến đổi tần số - thời gian CDF97 303. Tại đây, qua phép biến đổi Cohen-Daubechies-Feauveau 97 (CDF97) thành dạng ma trận hai chiều (2D) đa phân giải (Multi-resolution dạng LL, HL, LH, HH). Số cấp η trong CDF97 sẽ ảnh hưởng tới mức độ tách biên sau khi bóc tách.

- Tiếp theo, các ma trận đa phân giải đưa qua mô-đun lọc thích nghi không gian 304 để loại bỏ các nhiễu ngẫu nhiên khác, giá trị sau biến đổi trong mỗi ô (h_{ij}) trong các ma trận đa phân giải, đều mang thông tin nhiễu. Việc loại bỏ nhiễu được thực hiện bởi so sánh với ngưỡng T ; giá trị $\tilde{h}_{ij}$ sau bộ lọc thích nghi theo công thức sau:

$$\tilde{h}_{ij} = \begin{cases} h_{ij} + \frac{T(e^{-\eta}-1)}{2(e^{-\eta}+1)} & \text{nếu } h_{ij} \geq T \\ 0 & \text{nếu } h_{ij} < T \end{cases}, \text{ với } \eta \text{ ứng số cấp của CDF97}$$

- Tập hợp các $\tilde{h}_{ij}$ ta được ma trận H^* , dạng đa phân giải, bao gồm các dữ liệu đã loại bỏ các loại nhiễu ngẫu nhiên khác.

Khối trích suất đặc trưng và nén 400:

Tham chiếu Hình 6, đầu vào là ma trận H^* . Tại đây, thực hiện các tính toán để trích suất các đặc trưng dữ liệu, đồng thời thực hiện nén chuỗi byte.

Mô-đun trích suất các đặc trưng 401 thực hiện tính toán ngược theo cây định hướng không gian để trích suất đặc trưng là các phần tử có giá trị lớn hơn ngưỡng tương ứng. Do bước biến đổi CDF97 đã chia đôi giá trị sau mỗi cấp nên ngưỡng cũng sẽ điều chỉnh tăng giảm tùy theo việc chọn gốc định hướng, thực hiện lần lượt như sau:

- Chọn gốc định hướng $O_{(i,j)}$ là một phần tử thuộc HH (trên cùng bên trái ứng với $O_{(0,0)}$) hoặc một phần tử thuộc LL (dưới cùng bên phải ứng với $O_{(n-1,n-1)}$).

- Chọn ngưỡng ban đầu t_0 là giá trị nguyên gần giá trị lớn nhất của cấp thỏa mã $t_0 = 2^p$, p là số nguyên dương. Sau mỗi cấp thiết lập ngưỡng tương ứng t_η theo nguyên tắc:

$$t_\eta = \begin{cases} t_0 2^{-\eta} & \text{nếu gốc ban đầu là } O_{(n-1,n-1)} \\ t_0 2^\eta & \text{nếu gốc ban đầu là } O_{(0,0)} \end{cases}$$

- Khởi tạo danh sách các phần tử đặc trưng (LSC- List of Significant Cells) rỗng với kích thước $n \times n$, dạng một chiều (1D) $\{0\}$.

- Duyệt lần lượt qua tất cả các cấp của H^* . Tại mỗi cấp, so sánh giá trị từng ô tương ứng với ngưỡng để xác định có phải phần tử đặc trưng. Nếu giá trị nhỏ hơn t_η thì đặt bit tương ứng trong LSC là 0, không thì đặt là 1. Chuỗi LSC đã giảm kích thước rất nhiều so với ma trận M ban đầu do thay thế giá trị trong ma trận bằng 1 bit.

Mô-đun nén chuỗi bit 402, sẽ tính toán theo nguyên lý thay thế các đoạn chuỗi tám bit giống nhau, lặp lại nhiều lần bằng các chuỗi bit ngắn hơn như sau:

- Ghép cặp mỗi 8-bit để khởi tại thành một kí tự ASCII. Thiếu thêm viên (padding) với giá trị 0 vào phía trước. Từ đó, biểu diễn chuỗi bit LSC thành danh sách các kí tự ASCII LAC (List of ASCII Characters).

- Thống kê tần suất xuất hiện mỗi kí tự ASCII trong LAC thành danh sách các kí tự ASCII sắp xếp (theo chiều giảm dần tần suất xuất hiện) LOAC (List of Ordered ASCII Characters). Đồng thời, tính N là số kí tự khác nhau trong chuỗi LAC.

- Để giảm kích thước ta thực hiện đồng thời hai việc:

+ Thay vì dùng tám bit biểu diễn một mã ASCII sẽ dùng tối đa b bit, với $b = 1 + \text{Rounddown}(\log_2 N)$, b luôn nhỏ hơn tám.

+ Xây dựng bảng mã hóa bit lần lượt theo nguyên tắc, kí tự xuất hiện nhiều trong LOAC sẽ thay thế bằng ít bit. Như vậy, kí tự càng xuất hiện nhiều sẽ biểu diễn bằng càng ít bit. Đóng gói bảng mã này theo cấu trúc làm header trước khi gửi dữ liệu nén.

+ Thay thế các đoạn trong LSC theo bảng mã hóa bit được dữ liệu nén.

- Đặc trưng tín hiệu phản xạ là phần nền địa vật và mục tiêu dạng giống nhau nên các bit giống nhau sẽ xảy ra nhiều. Do vậy, khả năng nén theo nguyên tắc trên sẽ phát huy hiệu quả.

Khởi truyền dữ liệu 500:

Dữ liệu truyền bao gồm dữ liệu truyền theo chu kì (chuỗi dữ liệu nén sau mỗi lần xử lý n tia phương vị đã bao gồm header bảng mã hóa bit) và không theo chu kì (vùng dữ liệu địa vật khi có đủ sự thay đổi). Nếu là kết nối mới sẽ gửi toàn bộ dữ liệu địa vật. Đồng thời, tại đây thiết lập ưu tiên cho việc truyền dữ liệu theo chu kì vì địa vật ít thay đổi hơn.

Khởi nhận, giải nén và hiển thị 600:

Tham chiếu Hình 7, dữ liệu nhận được sẽ được đưa vào mô-đun bóc tách dữ liệu 601. Tại đây, căn cứ theo mã đánh dấu sẽ phân ra hai loại dữ liệu:

- Dữ liệu không theo chu kì (nền địa vật, vùng địa vật thay đổi). Tiếp tục đi vào mô-đun khởi tạo và cập nhật địa vật 603.

- Dữ liệu theo chu kì (bảng mã hóa bit và chuỗi dữ liệu nén). Tiếp tục đi vào mô-đun giải nén. Tại đây thực hiện tuần tự, ngược lại các khối trích suất đặc trưng và nén 400 và khối lọc thích nghi không gian nhiều khác 300 để giải nén dữ liệu, biến đổi ngược CDF97 để khôi phục dữ liệu thành các ma trận chứa thông tin mục tiêu nhưng thiếu dữ liệu địa vật.

Hai dữ liệu trên được kết hợp theo đúng mã phương vị và chiều cự ly trong mô-đun ghép dữ liệu 605, trước khi truyền đến mô-đun hiển thị 606.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

So sánh với các giải pháp mới đề xuất gần đây thì hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống radar giám sát chủ động trong sáng chế này có những ưu điểm vượt trội sau:

Thứ nhất, hệ thống đề xuất trong sáng chế này có khả năng xử lý và nén hiệu quả tín hiệu phản xạ radar trong nền nhiễu biến động do tích lũy động xử lý nhiễu địa vật, lọc thích nghi không gian các nhiễu khác và phân tích dữ liệu trên một vùng thay vì một xung, có tính đến tương quan và đặc trưng tín hiệu phản xạ trên hai miền tần số - thời gian.

Thứ hai, hệ thống đề xuất trong sáng chế này có khả năng hoạt động ổn định trong điều kiện nền nhiễu biến động nhờ giải pháp tính toán động, tự động tích lũy và thích nghi với thay đổi; các thuật toán nhân chập, nén đơn giản, hiệu quả vì gắn với đặc trưng của vùng phản xạ radar chủ động.

Thứ ba, hệ thống đề xuất trong sáng chế này có khả năng hoạt động tốt với hầu hết các loại tín hiệu xung radar với các sóng khác nhau (m, dm, cm) vì xử lý linh hoạt với các ngưỡng biến đổi và cửa sổ đa kích thước, đa tầng.

Thứ tư, hệ thống đề xuất được thiết kế theo tuần tự, sử dụng những kỹ thuật đơn giản nhưng hiệu quả, từ đó có thể triển khai dễ dàng trên những nền tảng tăng tốc tính toán (ví dụ FPGA) để phù hợp với những ứng dụng giám sát thời gian thực hay mở rộng hệ thống.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động, bao gồm những khối sau:

khối chuẩn hóa dữ liệu; tại đây thực hiện các bước nhỏ sau:

tín hiệu phản xạ được nhận vào mô-đun bộ nhớ đệm, thực hiện cơ chế xử lý theo kiểu tuần tự FIFO. Khi đủ n (n có thể là 8, 16, 32, 64) tín hiệu phản xạ theo phương vị sẽ đưa tới mô-đun tạo ma trận hai chiều (2D), kích thước $n \times n$.

trong trường hợp ma trận cuối xung phản xạ không đủ n mẫu, sẽ thêm viên với giá trị 0. Nếu tín hiệu phản xạ độ dài theo cự ly là m thì số ma trận trên 1 tia là dạng số nguyên của $\frac{m}{n} + 1$;

khối lọc động nhiễu địa vật; tại đây thực hiện các bước nhỏ sau:

khi khởi chạy lần đầu cần khởi tạo ma trận địa vật $\bar{U}_{kxm}$, dạng hai chiều (2D) với k là số tia phủ hết 360° phương vị và m là độ dài theo cự ly;

mô-đun tích lũy động để tích lũy động thông tin địa vật;

mô-đun phát hiện động để phát hiện động vùng thay đổi của địa vật

khối lọc thích nghi không gian nhiễu khác; tại đây thực hiện các bước nhỏ sau:

tính toán ngưỡng Ω_i theo cự ly $\Omega_i = (1 - \frac{m-i}{m} + \varepsilon)\Omega_0$, với $\varepsilon = \{0; 1\}$ hệ số ngưỡng xa;

lựa chọn hệ số cập nhật quán tính $\alpha = [0; 1]$;

so sánh giá trị $X_{\theta i}$ của xung phương vị θ tại vị trí i chiều cự ly với ngưỡng Ω_i để xác định cập nhật theo nguyên tắc $\bar{U}_{\theta i_new} = \alpha \bar{U}_{\theta i_current} + (1 - \alpha)X_{\theta i}$;

khối trích suất đặc trưng và nén; tại đây thực hiện các bước nhỏ sau:

mô-đun trích suất các đặc trưng để bóc tách và lưu lại đặc trưng dữ liệu sau loại bỏ nhiễu địa vật và nhiễu khác, đưa từ dạng hai chiều (2D) về dạng một chiều (1D);

mô-đun nén chuỗi bit để tiếp tục nén các đặc trưng dạng một chiều (1D) bằng phương pháp thay thế các chuỗi 8-bit giống nhau, lặp lại nhiều lần bằng các chuỗi bit ngắn hơn;

khối truyền dữ liệu; tại đây thực hiện các bước nhỏ sau:

truyền dữ liệu truyền theo chu kì (chuỗi dữ liệu nén sau mỗi lần xử lý n tia phương vị đã bao gồm header bảng mã hóa bit) và không theo chu kì (vùng dữ liệu địa vật khi có đủ sự thay đổi);

có kết nối mới sẽ gửi toàn bộ dữ liệu địa vật;

thiết lập ưu tiên cho việc truyền dữ liệu theo chu kì vì địa vật ít thay đổi hơn;

khởi nhận, giải nén và hiển thị; tại đây thực hiện các bước nhỏ sau:

mô-đun bóc tách dữ liệu để xử lý cho phù hợp;

mô-đun khởi tạo và cập nhật địa vật để lưu trữ, cập nhật động nền địa vật;

mô-đun giải nén để biến đổi ngược chuỗi bit nén thành dữ liệu dạng ma trận hai chiều (2D);

mô-đun ghép dữ liệu để kết hợp với nền địa vật tương ứng theo đúng mã phương vị và chiều cự ly;

mô-đun hiển thị để phục vụ hiển thị dữ liệu tại nơi nhận.

2. Hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động theo điểm 1, trong đó tại mô-đun phát hiện động của khối lọc động nhiễu địa vật, thực hiện các bước nhỏ sau:

đánh mã vùng j đang xét theo phương vị cự ly;

thiết lập ngưỡng thay đổi $\bar{U}_{CE} = [0; 1]$;

tính toán mức độ thay đổi của vùng j theo công thức $CE_j = \sum_{n,n} \log \left\{ \frac{(U_{\theta i_new} - U_{\theta i_current})}{U_{\theta i_current}} \right\}$;

so sánh CE_j với $\bar{U}_{CE}$ để xác định vùng có thay đổi cần gửi đi (vùng $\bar{U}^*$).

3. Hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động theo điểm 1, trong đó tại khối lọc thích nghi không gian nhiễu khác, thực hiện các bước nhỏ sau:

trừ đi nền địa vật tương ứng;

mô-đun lọc tương quan cự ly để loại bỏ biên độ nhiễu xung, đồng thời tăng cường tín hiệu mục tiêu;

mô-đun biến đổi tần số - thời gian CDF97 để phân tích dữ liệu trên cả 2 miền tần số- thời gian;

mô-đun lọc thích nghi không gian để loại bỏ nhiễu ngẫu nhiên khác.

4. Hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động theo điểm 3, trong đó tại mô-đun lọc tương quan cự ly của khối lọc thích nghi không gian nhiễu khác, thực hiện các bước nhỏ sau:

lựa chọn cửa sổ tham chiếu $\mathbf{x}_{1 \times n} = \{\mu_1; \mu_2; \dots; \mu_n\}$, với $n = \{4; 8; 16; 32\}$, $\mu_n = [0; 1]$, phân phối xác suất hình thang đa tầng;

nhân chập trên từng xung trong vùng.

5. Hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động theo điểm 3, trong đó tại mô-đun biến đổi tần số - thời gian CDF97 của khối lọc thích nghi không gian nhiễu khác, thực hiện các bước nhỏ sau:

lựa chọn cấp biến đổi của CDF97 và thực hiện biến đổi để được dạng đa phân giải; thiết lập ngưỡng thích nghi không gian T ;

so sánh từng giá trị h_{ij} trong ma trận đa phân giải với T để tính toán giá trị mới $\tilde{h}_{ij}$.

6. Hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động theo điểm 1, trong đó tại mô-đun trích suất các đặc trưng của khối trích suất đặc trưng và nén, thực hiện các bước nhỏ sau:

chọn góc định hướng thuộc HH hoặc LL trong ma trận đa phân giải;

thiết lập ngưỡng ban đầu t_0 là giá trị nguyên gần giá trị lớn nhất của cấp thỏa mã $t_0 = 2^p$, p là số nguyên dương;

sau mỗi cấp thiết lập ngưỡng tương ứng t_η theo

$t_0 2^{-\eta}$ nếu gốc ban đầu thuộc HH, $t_0 2^\eta$ nếu gốc ban đầu thuộc LL;

khởi tạo danh sách phần tử đặc trưng LSC dạng một chiều (1D) $\{0\}$, kích thước $n \times n$;

lần lượt xét giá trị trong các ô từ góc định hướng, so sánh với ngưỡng t_η để xác định giá trị đặc trưng, đặt bit tương ứng là 1.

7. Hệ thống nén tín hiệu phản xạ trên nền nhiễu biến động áp dụng cho các hệ thống ra đa giám sát chủ động theo điểm 1, trong đó tại mô-đun nén chuỗi bit của khối trích suất đặc trưng và nén, thực hiện các bước nhỏ sau:

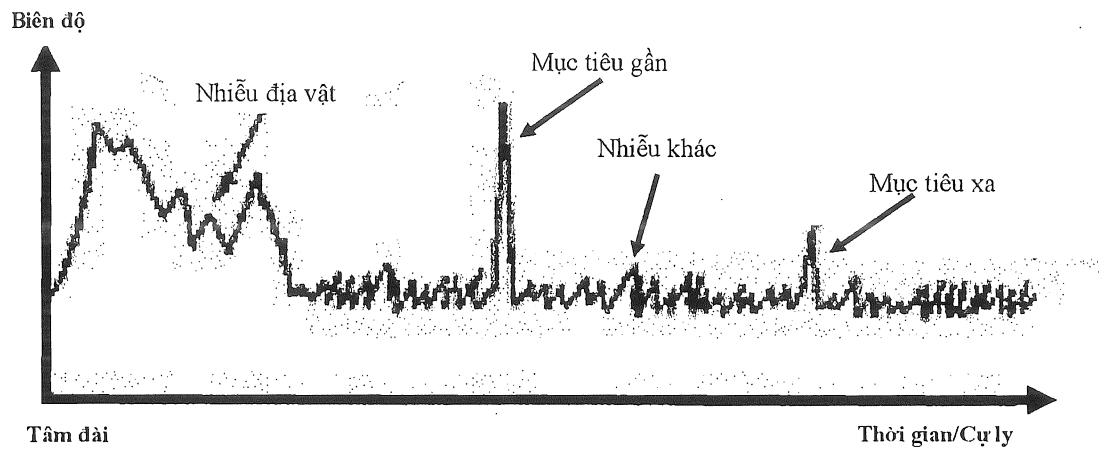
ghép cặp mỗi 8-bit để khởi tại thành một ký tự ASCII trong LSC thành danh sách các ký tự ASCII LAC. Thêm thêm viên với giá trị 0 vào phía trước;

thống kê tần suất xuất hiện mỗi kí tự ASCII trong LAC thành danh sách các kí tự ASCII sắp xếp (theo chiều giảm dần tần suất xuất hiện) LOAC;

tính toán số bit tối đa b biểu diễn LOAC, với $b = 1 + \text{Rounddown}(\log_2 N)$, b luôn nhỏ hơn 8;

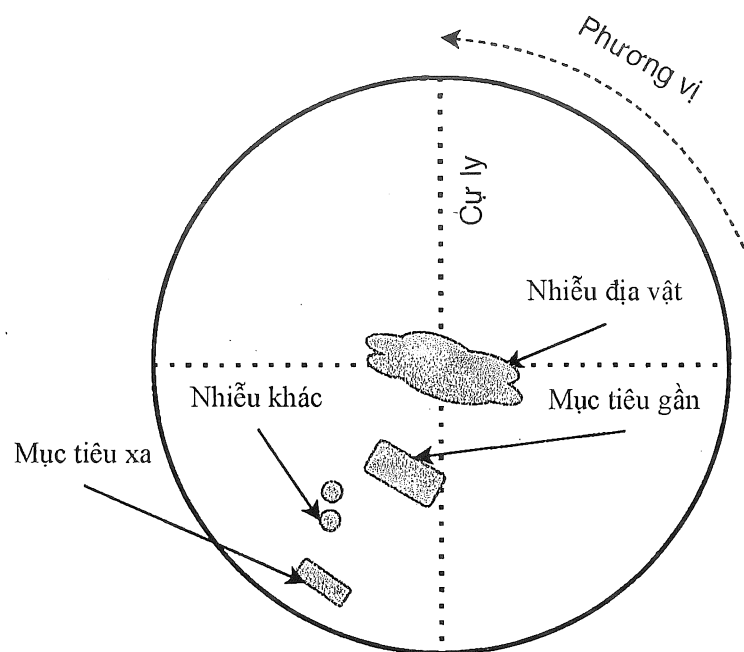
thiết lập bảng mã hóa bit lần lượt theo nguyên tắc, kí tự xuất hiện nhiều trong LOAC sẽ thay thế bằng ít bit;

thay thế các đoạn trong LSC theo bảng mã hóa bit được chuỗi bit nén.



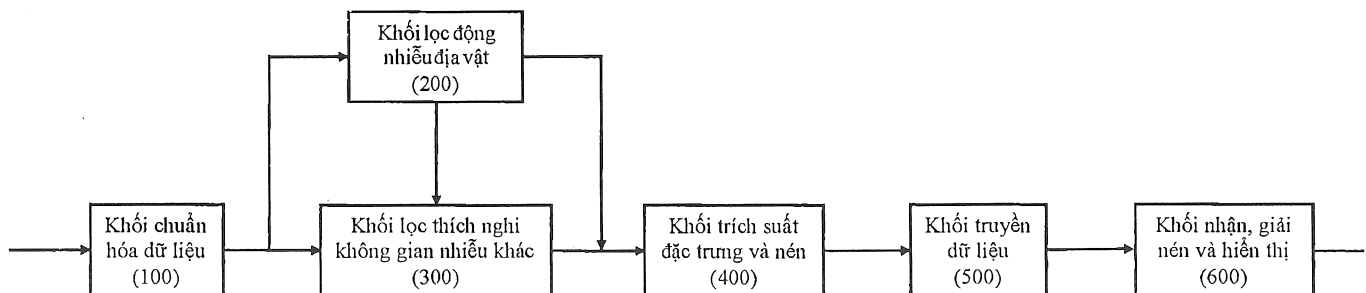
1a. Thành phần tín hiệu phản xạ ra đa chủ động với nền nhiễu biến động theo thời gian, tần số

Hình 1a

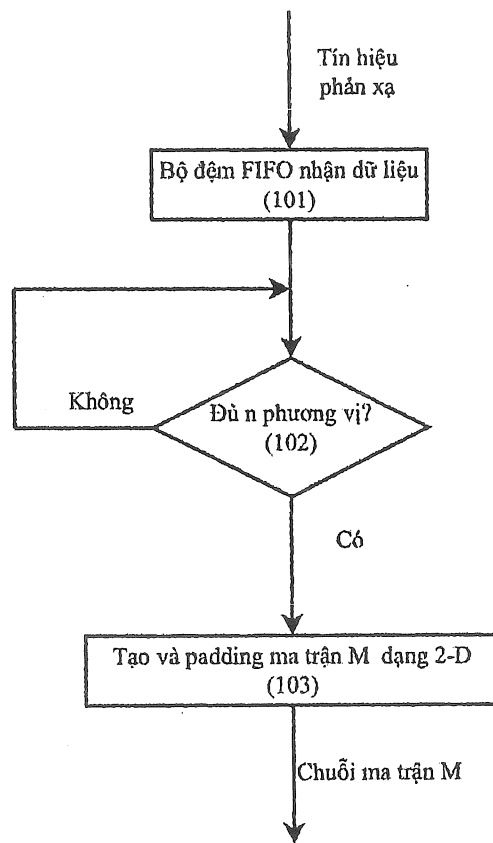


1b. Hiện thị trên màn ra đa giám sát chủ động

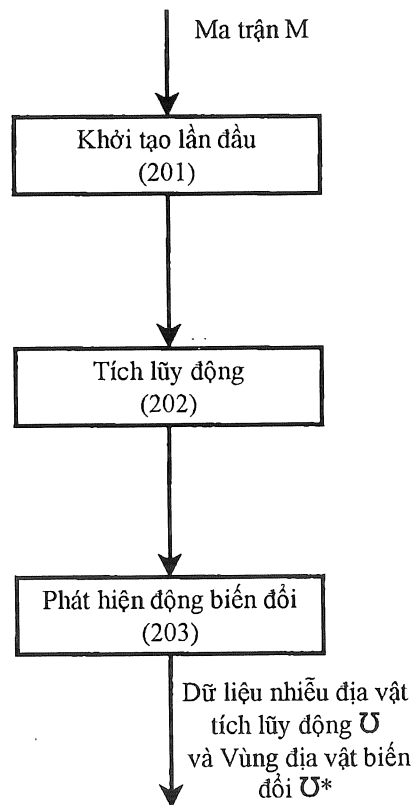
Hình 1b



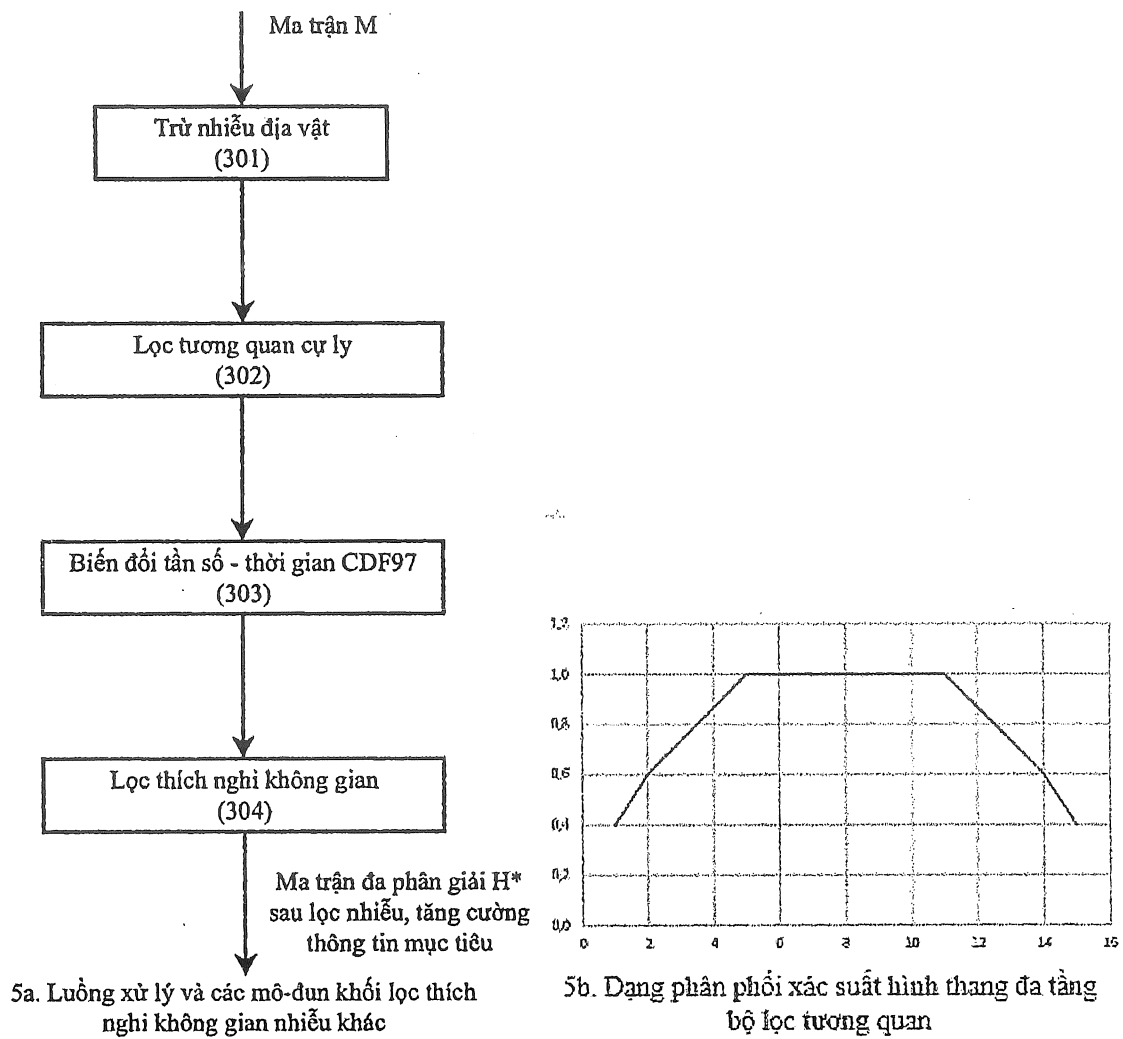
Hình 2



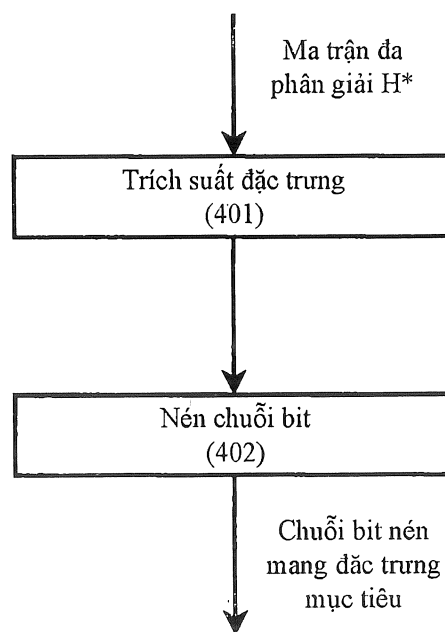
Hình 3



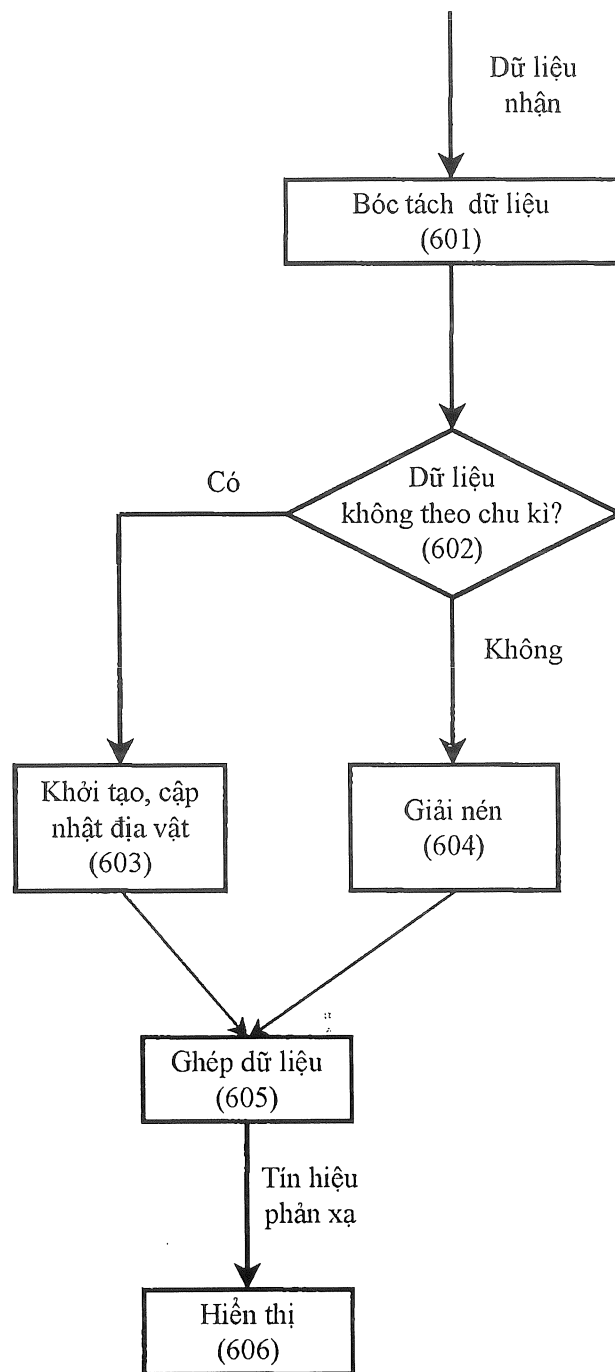
Hình 4



Hình 5 (5a, 5b)



Hình 6



Hình 7