



(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)



1-0031675

(51)⁷ H04W 16/00

(13) B

(21) 1-2019-05360

(22) 30/09/2019

(45) 25/04/2022 409

(43) 25/12/2019 381A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

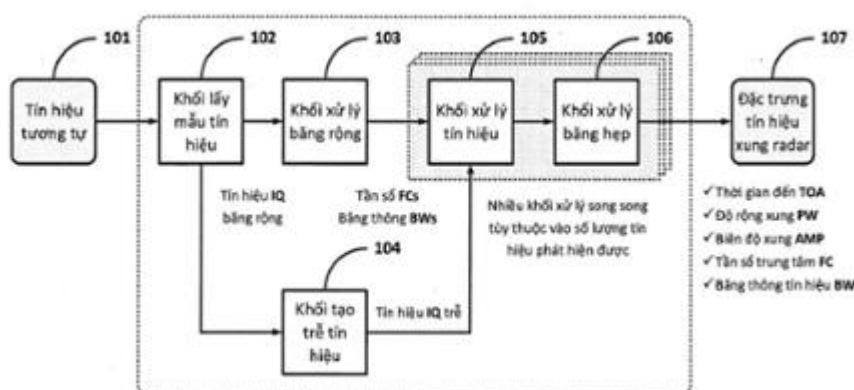
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Đỗ Văn Lộng (VN); Nguyễn Trần Minh (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÁT PHÁT HIỆN VÀ ƯỚC LƯỢNG THAM SỐ TÍN HIỆU XUNG TRONG BĂNG THÔNG RỘNG

(57) Sáng chế đề xuất một hệ thống và phương pháp mới để phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung xuất hiện trong băng thông rộng. Hệ thống phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng bao gồm: khối lấy mẫu tín hiệu, khối xử lý băng rộng, khối xử lý tín hiệu và khối xử lý băng hẹp. Phương pháp phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung trong băng thông rộng bao gồm các bước sau: bước 1: phát hiện và ước lượng tần số trung tâm FCs và băng thông BWs của các tín hiệu xuất hiện trong băng thông xử lý; bước 2: tạo dao động riêng, trộn tần số, giảm tần số lấy mẫu, và lọc băng hẹp tín hiệu sử dụng thông tin về tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs ước lượng; bước 3: phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung trong từng băng hẹp, đóng gói thông tin xung.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực giám sát và phân tích phổ tần số tín hiệu. Sáng chế đề xuất một hệ thống và phương pháp mới để phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung trong băng thông rộng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tín hiệu xung trong môi trường có thể phát ra từ các thiết bị dân sự (như các loại radar thời tiết, súng bắn tốc độ, hay thiết bị LIDAR trong các hệ thống xe tự lái, ...) hoặc từ các thiết bị quân sự (như các loại radar cảnh giới tầm xa, radar dò tìm mục tiêu, radar bắt bám mục tiêu, radar của đầu đạn tên lửa ...).

Việc phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng đóng vai trò vô cùng quan trọng trong các hệ thống giám sát và phân tích phổ tần số tín hiệu. Hầu hết các tính năng quan trọng của một hệ thống giám sát phổ tần số như phân tích tín hiệu, định hướng, định vị, bắt bám và nhận dạng mục tiêu đều dựa trên việc phát hiện và ước lượng tham số của tín hiệu xung phát ra từ các mục tiêu đó.

Những tham số cơ bản của một tín hiệu xung bao gồm thời điểm đến của xung (Time of Arrival, TOA), độ rộng xung (Pulse Width, PW), biên độ xung (Pulse Amplitude, AMP), tần số trung tâm (Center Frequency, FC) và băng thông tín hiệu (Bandwidth, BW). Ngoài ra, một số tham số khác như chu kỳ lặp xung (Pulse Repetition Period, PRI) hay dạng điều chế trong xung (Modulation on Pulse, MOP) có thể được tính toán và ước lượng từ những tham số cơ bản của một tín hiệu xung. Các tham số cơ bản của một tín hiệu xung sẽ được đóng gói thành một từ mô tả xung (Pulse Descriptor Word, PDW) để gửi lên các mô-đun xử lý thông tin.

Trên thế giới, có hai phương pháp chính để phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung trong băng thông rộng. Cụ thể:

Phương pháp thứ nhất thực hiện chuyển đổi tín hiệu từ miền thời gian sang miền thời gian - tần số (spectrogram) và sử dụng các thuật toán so sánh ngưỡng để phát hiện tín hiệu trực tiếp trong miền thời gian - tần số. Phương pháp này sẽ trực tiếp đưa ra thời điểm đến của xung, thời điểm kết thúc xung, tần số trung tâm và băng thông tín hiệu xung. Tuy nhiên, phương pháp này có nhược điểm rất lớn là độ chính xác ước lượng tham số xung thấp (theo nguyên lý bất định một tín hiệu không thể đảm bảo được độ phân giải trong cả miền thời gian và miền tần số).

Phương pháp thứ hai sử dụng nhiều bộ lọc băng hẹp để phân chia toàn bộ băng rộng thành nhiều băng hẹp chồng lấn lên nhau. Việc phát hiện và ước lượng tham số xung sẽ được thực hiện song song với từng băng hẹp. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là tham số của xung sẽ bị ước lượng sai nếu xung đó không nằm

trộn trong một băng hẹp. Hơn nữa, nếu một xung có thể nằm trong hai băng hẹp thì tham số của xung đó ước lượng được ở mỗi băng hẹp sẽ khác nhau, gây khó khăn cho các mô-đun xử lý thông tin ở lớp trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất một hệ thống và phương pháp mới để phát hiện và ước lượng tham số các tín hiệu xung trong băng thông rộng nhằm khắc phục những nhược điểm của các giải pháp truyền thống.

Theo khía cạnh thứ nhất, hệ thống phát hiện và ước lượng tham số các tín hiệu xung trong băng thông rộng đề xuất trong sáng chế bao gồm những khối sau: khối lấy mẫu tín hiệu; khối ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu; khối tạo trễ tín hiệu; khối xử lý tín hiệu; khối phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng hẹp.

Theo khía cạnh thứ hai, phương pháp phát hiện và ước lượng tham số các tín hiệu xung trong băng thông rộng đề xuất trong sáng chế bao gồm những bước chính sau:

- Bước 1: phát hiện và ước lượng tần số trung tâm FCs và băng thông BWs của các tín hiệu xuất hiện trong băng thông rộng.
- Bước 2: tạo dao động riêng và trộn tần số, giảm tần số lấy mẫu và lọc băng hẹp tín hiệu sử dụng thông tin về tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs ước lượng.
- Bước 3: phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung trong từng băng hẹp, đóng gói thông tin xung (bao gồm thời gian xuất hiện xung TOA, độ rộng xung PW, biên độ xung AMP, tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW) thành các từ mô tả xung PDW.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống và phương pháp phát hiện và ước lượng tham số các tín hiệu xung trong băng thông rộng như sau. Đầu vào của hệ thống là tín hiệu tương tự thu được tại các bộ thu cao tần băng rộng. Tín hiệu cao tần này sẽ được lấy mẫu ở tốc độ cao (lên đến hàng GHz) sử dụng bộ chuyển đổi tương tự - số (ADC) hiệu năng cao. Sau đó, tín hiệu rời rạc (gọi là tín hiệu IQ băng rộng) sẽ được truyền đến khối phát hiện và ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu. Tại đây, một phương pháp mới được đề xuất để phát hiện sự xuất hiện của các tín hiệu xung và ước lượng tần số trung tâm và băng thông của tín hiệu. Dựa vào số lượng tín hiệu phát hiện được, hệ thống sẽ khởi tạo các khối xử lý tín hiệu để trộn tần số, giảm tần số lấy mẫu và lọc băng hẹp và đưa ra tín hiệu IQ băng hẹp. Tham số cấu hình cho các khối xử lý tín hiệu là các giá trị tần số trung tâm và băng thông tín hiệu ước lượng được. Cuối cùng, các luồng tín hiệu IQ băng hẹp sẽ được đưa vào khối phát hiện và ước lượng tham số xung. Tham số của các tín hiệu xung phát hiện được bao gồm thời gian đến của xung TOA, độ rộng xung PW, biên độ xung AMP, tần số trung tâm FC

và băng thông tín hiệu xung BW. Các thông tin xung này sẽ được đóng gói thành các từ mô tả xung PDW và gửi lên các mô-đun xử lý thông tin lớp trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ sơ đồ nguyên lý của phương pháp phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng;

Hình 2 là hình vẽ sơ đồ chi tiết của mô-đun phát hiện và ước lượng thô tần số trung tâm và băng thông tín hiệu;

Hình 3 là hình vẽ sơ đồ chi tiết của mô-đun xử lý tín hiệu, bao gồm bộ tạo dao động riêng, bộ trộn tần số, bộ giảm tần số lấy mẫu và bộ lọc thông thấp;

Hình 4 là hình vẽ sơ đồ chi tiết của mô-đun phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông hẹp;

Hình 5 là hình vẽ minh họa phương pháp tìm kiếm tất cả các đỉnh tin cậy trong biểu đồ tần suất phổ tần số;

Hình 6 là hình vẽ minh họa phương pháp phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số và ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu xung.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng sử dụng một số dụng cụ và phương pháp như sau: bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự - số ADC (Analog-To-Digital Converter) là một linh kiện bán dẫn thực hiện chuyển đổi một đại lượng vật lý tương tự liên tục nào đó sang giá trị số rời rạc biểu diễn độ lớn của đại lượng đó; tín hiệu IQ là tín hiệu phức được biểu diễn bằng hai thành phần trực giao với nhau là phần thực (In-phase) và phần ảo (Quadrature); tín hiệu IQ băng rộng là tín hiệu IQ được lấy mẫu ở tần số cao, trong đó có chứa nhiều thành phần tín hiệu ở các tần số khác nhau; tín hiệu IQ băng hẹp là tín hiệu IQ có tần số lấy mẫu thấp hơn, trong đó chỉ chứa một tín hiệu ở một tần số xác định; bộ lọc FIR (viết tắt của Finite Impulse Response - đáp ứng xung hữu hạn) là bộ lọc số cấu tạo gồm một số phần tử để thực hiện cho qua một dải tần nào đó và chặn những dải tần còn lại; bộ lọc CIC (viết tắt của Cascaded Integrator Comb) là tổ hợp của bộ lọc răng lược (comb), bộ tích phân (integrator) và bộ giảm tần số lấy mẫu (decimator) thực hiện chức năng lọc thông thấp và giảm tần số lấy mẫu của tín hiệu, do sự kết hợp này nên bộ lọc CIC tiết kiệm tài nguyên phần cứng hơn bộ lọc FIR; bộ lọc FMA (viết tắt của Finite Moving Average) là bộ lọc mà các hệ số bằng nhau và có tổng bằng 1, do đó, đầu ra của bộ lọc FMA được tính bằng cách lấy trung bình N điểm đầu vào; FPGA (Field Programmable Gate Array) là một loại mạch tích hợp cỡ lớn dùng cấu trúc mảng các phần tử logic mà người dùng có thể lập trình được; DSP

(Digital Signal Processor) là một loại vi điều khiển chuyên dụng được thiết kế cho những ứng dụng trong xử lý tín hiệu số; tín hiệu IQ là tín hiệu phức gồm hai thành phần (phần thực và phần ảo) trực giao với nhau; FFT (Fast Fourier Transform) là thuật toán biến đổi một chuỗi tín hiệu rời rạc trong miền thời gian sang một chuỗi tín hiệu rời rạc trong miền tần số; STFT (Short-Time Fourier Transform) là thuật toán FFT áp dụng cho chuỗi tín hiệu rời rạc có số lượng mẫu ít (tương ứng với thời gian ngắn), sau đó các khung biến đổi FFT được ghép lại với nhau theo thời gian để biểu diễn toàn bộ tín hiệu dưới dạng biểu đồ thời gian-tần số (spectrogram).

Tham chiếu hình 1, hệ thống phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng bao gồm các mô-đun sau: khối tín hiệu tương tự đầu vào 101, khối lấy mẫu tín hiệu 102, khối xử lý băng rộng 103, khối tạo trễ tín hiệu 104, khối xử lý tín hiệu 105, khối xử lý băng hẹp 106 và khối đóng gói đặc trưng tín hiệu xung 107, trong đó:

Tín hiệu từ khối tín hiệu tương tự đầu vào 101 được truyền đến khối lấy mẫu tín hiệu 102;

Khối lấy mẫu tín hiệu 102 thực hiện biến đổi tín hiệu tương tự (liên tục) thành tín hiệu số (rời rạc) với tần số lấy mẫu lên đến hàng GHz; đầu ra của khối lấy mẫu tín hiệu 102 là tín hiệu phức IQ băng rộng sẽ được truyền đến khối xử lý băng rộng 103;

Khối xử lý băng rộng 103 có nhiệm vụ phát hiện tín hiệu trong băng thông rộng và ước lượng thô tần số trung tâm và băng thông của các tín hiệu xung; thông tin đầu vào là tín hiệu IQ băng rộng từ khối lấy mẫu tín hiệu 102; thông tin đầu ra là tần số trung tâm FCs và băng thông BWs của các tín hiệu xuất hiện trong băng thông xử lý; thông tin này sẽ được truyền đến khối xử lý tín hiệu 105. Theo đó, khối xử lý băng rộng 103 bao gồm hai khối thành phần là khối tính toán biểu đồ tần suất phổ tần số 202 và khối phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số 207.

Khối tính toán biểu đồ tần suất phổ tần số 202 bao gồm:

Khối tính toán biến đổi Fourier ngắn 203 nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng rộng và tiến hành phân chia toàn bộ tín hiệu thành các khung tín hiệu có độ dài N mẫu. Đầu ra của khối tính toán biến đổi Fourier ngắn 203 là một mảng $X(N \times T)$ có kích thước $N \times T$ phần tử, trong đó N là số điểm trong một khung FFT và T là tổng số khung FFT trong khoảng thời gian xử lý.

Khối tạo trễ tín hiệu 204 tiến hành tạo trễ $M \leq T$ khung FFT trong một khoảng thời gian để ước lượng ngưỡng thích nghi ở khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205.

Khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205 thực hiện ước lượng ngưỡng thích nghi sử dụng $M \leq T$ khung FFT đầu tiên. Đầu vào của khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205 là một mảng $X(N \times M)$ gồm M khung FFT trong đó mỗi khung có N phần tử. Đầu ra của khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205 là một mảng ngưỡng thích nghi $h(N \times 1)$ gồm N phần tử.

Khối ước lượng biểu đồ tần suất phổ tần số 206 thực hiện ước lượng biểu đồ tần suất của phổ tần số dựa trên từng khung FFT được làm trễ từ khối tạo trễ tín hiệu 204 và ngưỡng thích nghi ước lượng được từ khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205.

Khối phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số 207 bao gồm:

Khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số 208 sử dụng bộ lọc trung bình FMA để làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số.

Khối tìm đỉnh trong biểu đồ tần suất phổ tần số 209 thực hiện tìm tất cả các đỉnh tin cậy dựa trên biểu đồ tần suất đã làm mượt ở khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số 208.

Khối ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu 210 thực hiện ước lượng tần số trung tâm FC và băng thông BW với mỗi đỉnh tin cậy tìm được.

Khối tạo trễ tín hiệu 104 có nhiệm vụ tạo trễ tín hiệu IQ băng rộng một khoảng thời gian sau khi hoàn thành việc ước lượng tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs; tín hiệu trễ này sẽ được truyền đến khối xử lý tín hiệu 105;

Khối xử lý tín hiệu 105 thực hiện tạo dao động riêng, trộn tần số, giảm tần số lấy mẫu và lọc băng hẹp; thông tin đầu vào của khối xử lý tín hiệu 105 là tín hiệu IQ băng rộng (đã làm trễ) và hai tham số là tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs ước lượng được ở khối xử lý băng rộng 103; thông tin đầu ra của khối xử lý tín hiệu 105 là các luồng tín hiệu IQ băng gốc đã được giảm tần số lấy mẫu và lọc băng hẹp; số lượng luồng tín hiệu IQ băng hẹp phụ thuộc vào số lượng tần số trung tâm FCs và băng thông BWs ước lượng được ở khối xử lý băng rộng 103; hai tham số cấu hình cho khối xử lý tín hiệu 105 là tần số trung tâm và băng thông tín hiệu cũng đã được ước lượng ở khối xử lý băng rộng 103; tín hiệu IQ băng hẹp sẽ được truyền đến khối xử lý băng hẹp 106 để phát hiện và ước lượng tính các tham số của các tín hiệu xung xuất hiện trong băng hẹp;

Các bộ DDC sử dụng trong khối xử lý tín hiệu 105 là mô-đun điển hình trong lĩnh vực xử lý tín hiệu vô tuyến. Tuy nhiên, nhóm tác giả cũng có những cải tiến so với các mô hình DDC truyền thống như sau:

- Thứ nhất, số lượng khối xử lý tín hiệu 105 được tính toán động từ số lượng tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs ước lượng được ở băng thông tín hiệu 103.
- Thứ hai, tham số đưa vào mỗi bộ DDC là tần số trung tâm FC và băng thông BW được cấu hình động, tạo nên sự linh hoạt trong việc phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng hẹp 106.

Tham chiếu hình 3, khối xử lý tín hiệu 105 bao gồm các khối thành phần sau: khối tạo dao động số NCO 304 thực hiện tạo ra các tín hiệu dao động riêng với tần số băng tần số trung tâm ước lượng FC 302; khối trộn tần số MIXER 305 thực hiện trộn tín hiệu IQ băng rộng 301 với tín hiệu dao động riêng; khối giảm tần số lấy mẫu CIC 306 thực hiện giảm tần số lấy mẫu và loại trừ các tần số ảnh; khối lọc thông thấp LPF 307 thực hiện lọc tín hiệu với băng thông ước lượng BW 303;

Khối xử lý băng hẹp 106 nhận tín hiệu IQ băng hẹp từ khối xử lý tín hiệu 105 và thực hiện phát hiện và ước lượng tham số xung, bao gồm thời điểm đến của xung TOA, độ rộng xung PW, biên độ xung AMP, tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW; các đặc trưng của tín hiệu xung ước lượng được sẽ được đóng gói thành các từ mô tả xung PDW ở khối đóng gói đặc trưng xung 107 và truyền lên các mô-đun xử lý thông tin lớp trên để thực hiện các tính năng khác như phân tích xung, định hướng, định vị, bắt bám hay nhận dạng mục tiêu.

Khối xử lý băng hẹp 106 bao gồm các khối thành phần cơ bản sau: khối tính toán đường bao xung 402, khối làm mượt đường bao xung 403, khối đệm tín hiệu đường bao xung 404, khối ước lượng ngưỡng thích nghi 405, khối phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung 406, khối ước lượng TOA, PW và AMP 407, khối ước lượng FC và BW 408, khối đóng gói bản tin PDW 409. Trong đó:

Khối tính toán đường bao xung 402 nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng hẹp và tính đường bao xung bằng cách lấy tổng bình phương hai thành phần thực và ảo của tín hiệu. Gọi $X_n = I_n + jQ_n$ là tín hiệu IQ băng hẹp đầu vào ở thời điểm n .

Khối làm mượt đường bao xung 403 nhận đầu vào là đường bao xung Y_n và sử dụng bộ lọc trung bình FMA với chiều dài M để làm mượt đường bao và đưa ra đầu ra là đường bao xung đã làm mượt $\hat{Y}_n$.

Khối đệm tín hiệu đường bao xung 404 thực hiện đệm tín hiệu đường bao xung một khoảng thời gian để thực hiện phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung

Khối ước lượng ngưỡng thích nghi 405 có nhiệm vụ ước lượng nền nhiễu và tính toán ngưỡng thích nghi để phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung.

Khối phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung 406 có nhiệm vụ phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung sử dụng dữ liệu đệm từ khối đệm tín hiệu đường bao xung 404 và ngưỡng thích nghi ước lượng từ khối ước lượng ngưỡng thích nghi 405.

Khối ước lượng TOA, PW và AMP 407 có nhiệm vụ ước lượng tính thời điểm đến của xung TOA, thời điểm kết thúc xung TOD, độ rộng xung PW, và biên độ xung AMP

Khối ước lượng FC và BW 408 có nhiệm vụ ước lượng tính tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW của tín hiệu xung phát hiện được.

Khối đóng gói bản tin PDW 409 có nhiệm vụ đóng gói các từ mô tả xung PDWs và gửi lên các mô-đun xử lý thông tin lớp trên. Mỗi từ mô tả xung PDW bao gồm thời gian đến của xung TOA, độ rộng xung PW, biên độ xung AMP, tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW.

Phương pháp phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng theo sáng chế bao gồm những bước sau:

Bước 1: phát hiện tín hiệu, ước lượng tần số trung tâm FCs và băng thông BWs của các tín hiệu xung xuất hiện trong băng thông rộng:

Bước này sử dụng khối ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu 103 tại hệ thống nêu trên.

Tham chiếu hình 2, đầu vào của bước này là tín hiệu IQ băng rộng và đầu ra của bước này là các giá trị ước lượng thô của tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs. Tại bước này thực hiện phát hiện sự xuất hiện của các tín hiệu xung trong băng thông rộng và ước lượng tần số trung tâm và băng thông của tất cả các xung đó.

Tại khối tính toán biểu đồ tần suất phổ tần số 202 nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng rộng và tính toán biểu đồ tần suất của phổ tần số bằng các bước sau: tính toán biến đổi Fourier ngắn, tạo trễ tín hiệu, ước lượng ngưỡng thích nghi, và ước lượng biểu đồ tần suất phổ tần số. Chi tiết các bước được thực hiện tại các khối tính toán biến đổi Fourier ngắn 203, khối tạo trễ tín hiệu 204, khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205 và khối ước lượng biểu đồ tần suất phổ tần số 206 được mô tả như sau:

Khối tính toán biến đổi Fourier ngắn 203 nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng rộng và tiến hành phân chia toàn bộ tín hiệu thành các khung tín hiệu có độ dài N mẫu. Thực hiện biến đổi FFT để biến đổi N mẫu trong miền thời gian sang N mẫu tương ứng trong miền tần số và tính công suất của từng mẫu trong miền tần số. Sau đó, sắp xếp các khung FFT trong miền tần số liên tiếp nhau theo thời gian để biểu diễn tín

hiệu đầu vào dưới dạng thời gian – tần số. Đầu ra của khối tính toán biến đổi Fourier ngắn 203 là một mảng $X(N \times T)$ có kích thước $N \times T$ phần tử, trong đó N là số điểm trong một khung FFT và T là tổng số khung FFT trong khoảng thời gian xử lý.

Khối tạo trễ tín hiệu 204 tiến hành tạo trễ $M \leq T$ khung FFT trong một khoảng thời gian để ước lượng ngưỡng thích nghi ở khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205. Sau đó, các khung FFT đã được làm trễ (đầu ra của khối tạo trễ tín hiệu 204) và ngưỡng thích nghi ước lượng (đầu ra của khối ước lượng ngưỡng thích nghi 205) sẽ được truyền đến khối ước lượng biểu đồ tần suất phổ tần số 206.

Khối ước lượng ngưỡng thích nghi 205 thực hiện ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng sử dụng $M \leq T$ khung FFT đầu tiên. Đầu vào của khối ước lượng ngưỡng thích nghi 205 là một mảng $X(N \times M)$ gồm M khung FFT trong đó mỗi khung có N phần tử. Đầu ra của khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205 là một mảng ngưỡng thích nghi $h(N \times 1)$ gồm N phần tử. Phương pháp ước lượng mảng ngưỡng thích $h(N \times 1)$ gồm hai bước cơ bản như sau:

- Tính toán giá trị trung bình $\mu_X(N \times 1)$ và phương sai $\sigma_X(N \times 1)$ của công suất đối với từng phần tử FFT.
- Tính toán ngưỡng thích nghi phát hiện tín hiệu theo công thức sau:

$$h_X(n) = \mu_X(n) + K \cdot \sigma_X(n)$$

Trong đó K là hệ số hiệu chỉnh để cân bằng giữa khả năng phát hiện tín hiệu và xác suất phát hiện nhầm tín hiệu.

Khối ước lượng biểu đồ tần suất phổ tần số 206 thực hiện ước lượng biểu đồ tần suất của phổ tần số dựa trên từng khung FFT được làm trễ từ khối tạo trễ tín hiệu 204 và ngưỡng thích nghi ước lượng được từ khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng 205. Với mỗi khung FFT, so sánh giá trị công suất của từng phần tử FFT với ngưỡng thích nghi và tiến hành cộng tích lũy theo thời gian mỗi khi mẫu FFT vượt ngưỡng. Khi đó, những dải tần có tần suất tích lũy lớn trong biểu đồ tần suất sẽ tương ứng với những tín hiệu xung thu được trong dải tần đó.

Khối phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số 207 nhận đầu vào là biểu đồ tần suất của phổ tần số và thực hiện phân chia biểu đồ tần suất thành những dải tần số có tần suất xuất hiện cao và thấp khác nhau. Những dải tần số có tần suất xuất hiện cao tương ứng với tần số xuất hiện của các tín hiệu xung. Khối phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số 207 bao gồm những bước sau: làm mượt biểu đồ tần suất bằng bộ lọc trung bình FMA, tìm tất cả các đỉnh tin cậy trong biểu đồ tần suất và ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu. Chi tiết các khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số

208, khối tìm đỉnh trong biểu đồ tần suất phổ tần số 209, khối ước lượng tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs được mô tả như sau:

Khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số 208 sử dụng bộ lọc trung bình FMA để làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số. Mục đích của khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số 208 là để loại bỏ những đỉnh không tin cậy nhưng vẫn giữ được những thông tin quan trọng của biểu đồ tần suất để ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu.

Khối tìm đỉnh trong biểu đồ tần suất phổ tần số 209 thực hiện tìm tất cả các đỉnh tin cậy dựa trên biểu đồ tần suất đã làm mượt ở khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số 208. Những đỉnh tin cậy sẽ phải thỏa mãn những điều kiện sau (tham chiếu hình 5 để minh họa cho các đỉnh tin cậy trong một biểu đồ tần suất phổ tần số):

- Điều kiện 1: các đỉnh tin cậy phải cách nhau ít nhất một số điểm nào đó.
- Điều kiện 2: các đỉnh tin cậy phải có giá trị lớn hơn ngưỡng xác định nào đó.
- Điều kiện 3: các đỉnh tin cậy phải lớn hơn n lần giá trị điểm thấp nhất liên kề.

Khối ước lượng tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs 210 thực hiện ước lượng tần số trung tâm FC và băng thông BW với mỗi đỉnh tin cậy tìm được. Với mỗi đỉnh tin cậy xác định được, lấy một ngưỡng khoảng $P\%$ công suất từ đỉnh và xác định giá trị sườn lên và sườn xuống của đỉnh. Từ đó, tần số trung tâm FC được tính bằng điểm giữa của sườn lên và sườn xuống và băng thông BW được tính bằng giá trị sườn lên trừ đi giá trị sườn xuống. Tham chiếu hình 6, để minh họa cho phương pháp ước lượng FC và BW.

Các giá trị tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs ước lượng được sẽ được truyền sang khối xử lý tín hiệu để tiến hành lọc băng hẹp và phát hiện, ước lượng tham số xung trong băng hẹp.

Bước 2: xử lý tín hiệu, tạo dao động riêng và trộn tần số, giảm tần số lấy mẫu và lọc băng hẹp tín hiệu:

Tham chiếu hình 1 và hình 3, khối xử lý tín hiệu 105 nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng rộng, mảng giá trị các tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs ước lượng được ở bước 1. Với mỗi giá trị của tần số trung tâm FC 302 và băng thông tín hiệu BW 303, khối xử lý tín hiệu sẽ thực hiện những bước sau: tạo tín hiệu dao động riêng bằng khối tạo dao động số NCO 304 với tần số bằng tần số trung tâm ước lượng FC 302, trộn tín hiệu IQ băng rộng đầu vào với tín hiệu dao động riêng bằng khối trộn tần số MIXER 305, giảm tần số lấy mẫu bằng bộ lọc CIC 306, lọc tín hiệu bằng bộ lọc thông thấp 307 với băng thông ước lượng BW 303. Đầu ra của khối xử lý tín hiệu là tín hiệu IQ băng hẹp ở băng gốc đã được lọc với băng thông tương ứng.

Bước 3: phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông hẹp:

Tham chiếu hình 1, khối xử lý băng hẹp 106 nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng hẹp và đưa ra tất cả các từ mô tả xung PDWs của các tín hiệu xung phát hiện được, trong đó mỗi từ mô tả xung PDW bao gồm thời điểm đến của xung TOA, độ rộng xung PW, biên độ xung AMP, tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu xung BW. Các từ mô tả xung PDWs này sẽ được gửi lên các mô-đun xử lý thông tin lớp trên để thực hiện các chức năng khác như phân tích xung, định vị, bắt bám và nhận dạng mục tiêu.

Tham chiếu hình 4, khối xử lý băng hẹp 106 để phát hiện và ước lượng tham số xung được thực hiện qua các bước sau: tính toán đường bao xung, làm mượt đường bao xung, đệm tín hiệu đường bao xung, ước lượng ngưỡng thích nghi, phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung, ước lượng tính thời điểm đến TOA, độ rộng xung PW và biên độ xung AMP, ước lượng tính tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW, đóng gói và truyền các từ mô tả xung PDWs lên các mô-đun xử lý tín hiệu lớp trên.

Khối tính toán đường bao xung 402 nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng hẹp và tính đường bao xung bằng cách lấy tổng bình phương hai thành phần thực và ảo của tín hiệu. Gọi $X_n = I_n + jQ_n$ là tín hiệu IQ băng hẹp đầu vào ở thời điểm n . Đường bao xung được tính như sau:

$$Y_n = \|X_n\|^2 = I_n^2 + Q_n^2$$

Khối làm mượt đường bao xung 403 nhận đầu vào là đường bao xung Y_n và sử dụng bộ lọc trung bình FMA với chiều dài M để làm mượt đường bao và đưa ra đầu ra là đường bao xung đã làm mượt $\hat{Y}_n$. Việc tính toán chiều dài M của bộ lọc phụ thuộc vào độ rộng xung tối thiểu mà hệ thống có khả năng phát hiện. Chiều dài M càng lớn thì hệ thống có khả năng phát hiện các xung dài tốt hơn trong điều kiện nhiễu. Tuy nhiên, khả năng phát hiện và ước lượng tham số của xung ngắn sẽ bị giảm đi.

Khối đệm tín hiệu đường bao xung 404 thực hiện đệm tín hiệu đường bao xung một khoảng thời gian để thực hiện phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung. Số lượng mẫu đệm lại không cố định mà phụ thuộc vào từng ứng dụng cụ thể.

Khối ước lượng ngưỡng thích nghi 405 ước lượng nền nhiễu và tính toán ngưỡng thích nghi để phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung. Nền nhiễu được ước lượng bằng việc sử dụng L_0 mẫu gần nhất $\hat{Y}_{n-L_0+1}, \hat{Y}_{n-1}, \hat{Y}_n$. Nền nhiễu ước lượng $\hat{\mu}_n$ và ngưỡng thích nghi h_n được tính toán từ thời điểm $n \geq L_0$ như sau:

- ✓ Tại thời điểm $n = L_0$, nền nhiễu ước lượng $\mathbf{P}_n$ được tính toán sử dụng L_0 mẫu liên tiếp $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \dots, \hat{Y}_{L_0}$ như sau:

$$\mathbf{P}_n = \frac{1}{L_0} \sum_{n=1}^{L_0} \hat{Y}_n$$

- ✓ Tại thời điểm $n > L_0$, nền nhiễu ước lượng $\mathbf{P}_n$ được tính toán sử dụng L_0 mẫu liên tiếp $\hat{Y}_{n-L_0+1}, \dots, \hat{Y}_{n-1}, \hat{Y}_n$ như sau:

$$\mathbf{P}_n = \frac{1}{L_0} \sum_{k=1}^{L_0} \hat{Y}_{n+k-L_0}$$

- ✓ Để tránh việc sử dụng các mẫu $\hat{Y}_n$ trong xung, nền nhiễu trung bình được hiệu chỉnh bằng phương pháp sau:

$$\mathbf{P}_n = \min(\mathbf{P}_{n-1}, \mathbf{P}_n)$$

- ✓ Để tránh nền nhiễu ước lượng giảm quá thấp do vấn đề hiệu chỉnh, nền nhiễu sẽ được cập nhật theo chu kỳ N_0 xác định như sau:

$$\mathbf{P}_n = c_0 \cdot \mathbf{P}_n$$

Trong đó $c_0 > 1$ và N_0 là hệ số và chu kỳ hiệu chỉnh ngưỡng.

- ✓ Ngưỡng thích nghi phát hiện tín hiệu được tính toán bằng công thức sau:

$$h_n = K_0 \cdot \mathbf{P}_n$$

Trong đó K_0 là hệ số điều chỉnh giữa khả năng phát hiện xung và xác suất phát hiện nhầm xung.

Khối phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung 406 phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung sử dụng dữ liệu đệm từ khối đệm tín hiệu đường bao xung 404 và ngưỡng thích nghi ước lượng từ khối ước lượng và cập nhật ngưỡng thích nghi 405. Phương pháp phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung sử dụng $2L$ mẫu liên tiếp $\hat{Y}_{n-2L+1}, \dots, \hat{Y}_n$.

Sườn lên của xung được phát hiện ở thời điểm $n_0 = n - L + 1$ nếu thỏa mãn tất cả các điều kiện sau:

- ✓ Điều kiện 1: Giá trị mẫu $\hat{Y}_{n-L}$ phải nhỏ hơn ngưỡng phát hiện tín hiệu tương ứng h_{n-L} .

- ✓ Điều kiện 2: Giá trị của K_1 mẫu liên tiếp $\hat{Y}_{n-L+1,L}, \hat{Y}_{n-L+K_1}$ phải lớn hơn ngưỡng phát hiện tín hiệu tương ứng $h_{n-L+1,L}, h_{n-L+K_1}$.
- ✓ Điều kiện 3: Tổng năng lượng của những mẫu vượt ngưỡng trong số K_2 mẫu liên tiếp $\hat{Y}_{n-L+1,L}, \hat{Y}_{n-L+K_2}$ phải lớn hơn một giá trị xác định.
- ✓ Điều kiện 4: Tổng số mẫu vượt ngưỡng trước thời điểm phát hiện tín hiệu $\hat{Y}_{n-2L+1,L}, \hat{Y}_{n-L}$ phải nhỏ hơn một giá trị xác định.

Sườn xuống của xung được phát hiện ở thời điểm $n_1 = n - L + 1$ nếu thỏa mãn tất cả các điều kiện sau:

- ✓ Điều kiện 1: Giá trị mẫu $\hat{Y}_{n-L+1}$ phải nhỏ hơn ngưỡng phát hiện tín hiệu tương ứng h_{n-L+1} .
- ✓ Điều kiện 2: Giá trị của M_1 mẫu liên tiếp $\hat{Y}_{n-L-M_1+1,L}, \hat{Y}_{n-L}$ phải lớn hơn ngưỡng phát hiện tín hiệu tương ứng $h_{n-L-M_1+1,L}, h_{n-L}$.
- ✓ Điều kiện 3: Tổng số mẫu vượt ngưỡng sau thời điểm phát hiện tín hiệu $\hat{Y}_{n-2L+1,L}, \hat{Y}_{n-L}$ phải nhỏ hơn một giá trị xác định.

Khối ước lượng TOA, PW và AMP 407 ước lượng tính thời điểm đến của xung TOA, thời điểm kết thúc xung TOD, độ rộng xung PW, và biên độ xung AMP. Thời điểm đến của xung được tính như sau:

Tính giá trị lớn nhất của từ thời điểm phát hiện sườn lên đến thời điểm phát hiện sườn xuống.

Thời điểm đến của xung TOA được xác định là thời điểm đầu tiên mà giá trị của mẫu vượt 25% giá trị lớn nhất.

Thời điểm kết thúc xung TOD được xác định là thời điểm cuối cùng mà giá trị của mẫu vẫn còn vượt 25% giá trị lớn nhất.

Biên độ của xung AMP được xác định bằng cách lấy trung bình giá trị các mẫu từ thời điểm TOA đến thời điểm TOD.

Khối ước lượng FC và BW 408 ước lượng tính tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW của tín hiệu xung phát hiện được. Đầu vào của Khối ước lượng FC và BW 408 là tín hiệu IQ trong xung từ thời điểm phát hiện sườn lên đến thời điểm phát hiện sườn xuống. Để ước lượng tính tần số trung tâm và băng thông tín hiệu, khối ước lượng FC và BW 408 thực hiện những bước sau:

Sử dụng FFT để biến đổi tín hiệu IQ trong xung (từ thời điểm đến TOA đến thời điểm kết thúc TOD) từ miền thời gian sang miền tần số.

Tính toán mật độ công suất phổ tần số bằng cách lấy bình phương biên độ các phần tử FFT.

Xác định các điểm sườn lên và sườn xuống bằng cách lấy ngưỡng K-dB từ đỉnh của mật độ công suất phổ tần số, gọi là $f_{\min}$ và $f_{\max}$.

Ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu bằng công thức sau:

$$FC = \frac{1}{2}(f_{\min} + f_{\max})$$

$$BW = (f_{\max} - f_{\min})$$

Khối đóng gói bản tin PDW 409 đóng gói các từ mô tả xung PDWs và gửi lên các mô-đun xử lý thông tin lớp trên. Mỗi từ mô tả xung PDW bao gồm thời gian đến của xung TOA, độ rộng xung PW, biên độ xung AMP, tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

So với các giải pháp truyền thống, hệ thống và phương pháp phát hiện tín hiệu xung trong băng rộng đề xuất trong sáng chế này có những ưu điểm sau:

- Thứ nhất, hệ thống và phương pháp phát hiện tín hiệu xung trong băng rộng đề xuất trong sáng chế thực hiện phát hiện tín hiệu và ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu trong miền tần số, sau đó tiến hành phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong miền thời gian. Do đó, độ chính xác và độ phân giải ước lượng tham số tín hiệu xung sẽ được đảm bảo.

- Thứ hai, việc sử dụng thông tin về tần số trung tâm và băng thông tín hiệu ước lượng để cấu hình xuống các băng hẹp làm cho các tín hiệu xung nằm trọn trong một băng hẹp. Do đó, các tham số tín hiệu xung ước lượng được sẽ chính xác. Hơn nữa, một tín hiệu xung phát ra ở một tần số chỉ có thể nằm trọn trong một băng hẹp. Do đó, nhược điểm của các phương pháp truyền thống sẽ được khắc phục.

- Thứ ba, việc ước lượng ngưỡng thích nghi ở cả hai khối xử lý băng rộng 103 và khối xử lý băng hẹp 105 giúp hệ thống hoạt động hiệu quả trong điều kiện nền nhiễu biến động và tăng đáng kể khả năng phát hiện xung cũng như độ chính xác ước lượng tham số xung so với các phương pháp truyền thống sử dụng ngưỡng cố định.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng bao gồm: khối lấy mẫu tín hiệu, khối xử lý băng rộng, khối tạo trễ tín hiệu, khối xử lý tín hiệu, khối xử lý băng hẹp, trong đó:

khối lấy mẫu tín hiệu thực hiện chuyển đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu phức (IQ) băng rộng sử dụng các bộ chuyển đổi tương tự - số (ADC) hiệu năng cao;

khối xử lý băng rộng có nhiệm vụ phát hiện các tín hiệu xung trong băng rộng và ước lượng thô giá trị của tần số trung tâm và băng thông của tất cả các tín hiệu xung trong băng thông xử lý;

khối tạo trễ tín hiệu có nhiệm vụ tạo trễ toàn bộ tín hiệu IQ băng rộng trong một khoảng thời gian để hoàn thành việc phát hiện và ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu trong băng rộng;

khối xử lý tín hiệu nhận thông tin về số lượng tín hiệu phát hiện được trong băng rộng, tiến hành khởi tạo các bộ dao động riêng, trộn tần số, giảm tần số lấy mẫu và lọc băng hẹp để đưa ra các luồng tín hiệu IQ băng hẹp;

khối xử lý băng hẹp nhận luồng tín hiệu IQ băng hẹp từ khối xử lý tín hiệu và thực hiện nhiệm vụ phát hiện và ước lượng các tham số của tín hiệu xung, bao gồm thời điểm đến của xung, độ rộng xung, biên độ xung, tần số trung tâm và băng thông tín hiệu xung.

2. Hệ thống phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng theo điểm 1 trong đó khối xử lý băng rộng bao gồm hai khối thành phần là khối tính toán biểu đồ tần suất phổ tần số và khối phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số:

khối tính toán biểu đồ tần suất phổ tần số bao gồm:

khối tính toán biến đổi Fourier ngắn nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng rộng và tiến hành phân chia toàn bộ tín hiệu thành các khung tín hiệu có độ dài N mẫu; đầu ra của khối tính toán biến đổi Fourier ngắn là một mảng $X(N \times T)$ có kích thước $N \times T$ phần tử, trong đó N là số điểm trong một khung FFT và T là tổng số khung FFT trong khoảng thời gian xử lý;

khối tạo trễ tín hiệu tiến hành tạo trễ $M \leq T$ khung FFT trong một khoảng thời gian để ước lượng ngưỡng thích nghi ở khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng;

khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng thực hiện ước lượng ngưỡng thích nghi sử dụng $M \leq T$ khung FFT đầu tiên; đầu vào của khối ước lượng

ngưỡng thích nghi trong băng rộng là một mảng $X(N \times M)$ gồm M khung FFT trong đó mỗi khung có N phân tử;

khối ước lượng biểu đồ tần suất phổ tần số thực hiện ước lượng biểu đồ tần suất của phổ tần số dựa trên từng khung FFT được làm trễ từ khối tạo trễ tín hiệu và ngưỡng thích nghi ước lượng được từ khối ước lượng ngưỡng thích nghi trong băng rộng;

khối phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số bao gồm:

khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số sử dụng bộ lọc trung bình FMA để làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số;

khối tìm đỉnh trong biểu đồ tần suất phổ tần số thực hiện tìm tất cả các đỉnh tín cậ dựa trên biểu đồ tần suất đã làm mượt ở khối làm mượt biểu đồ tần suất phổ tần số;

khối ước lượng tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs thực hiện ước lượng tần số trung tâm FC và băng thông BW với mỗi đỉnh tín cậ tìm được.

3. Hệ thống phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng theo điểm 1 trong đó: hệ thống này bao gồm bộ xử lý DDC có số lượng khối xử lý tín hiệu được tính toán động từ số lượng tần số trung tâm FCs và băng thông tín hiệu BWs ước lượng được ở băng thông tín hiệu; đồng thời, tham số đưa vào mỗi bộ xử lý DDC là tần số trung tâm FC và băng thông BW được cấu hình động.

4. Hệ thống phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng theo điểm bất kỳ trong số điểm 1 đến 3, trong đó: khối xử lý băng hẹp bao gồm:

khối tính toán đường bao xung nhận đầu vào là tín hiệu IQ băng hẹp và tính đường bao xung bằng cách lấy tổng bình phương hai thành phần thực và ảo của tín hiệu;

khối làm mượt đường bao xung nhận đầu vào là đường bao xung Y_n và sử dụng bộ lọc trung bình FMA với chiều dài M để làm mượt đường bao và đưa ra đầu ra là đường bao xung đã làm mượt $\hat{Y}_n$;

khối đệm tín hiệu đường bao xung thực hiện đệm tín hiệu đường bao xung một khoảng thời gian để thực hiện phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung;

khối ước lượng và cập nhật ngưỡng thích nghi có nhiệm vụ ước lượng nền nhiễu và tính toán ngưỡng thích nghi để phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung;

khối phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung có nhiệm vụ phát hiện sườn lên và sườn xuống của xung sử dụng dữ liệu đệm từ khối đệm tín hiệu đường bao

xung và ngưỡng thích nghi ước lượng từ khối ước lượng và cập nhật ngưỡng thích nghi;

khối ước lượng TOA, PW và AMP có nhiệm vụ ước lượng tinh thời điểm đến của xung TOA, thời điểm kết thúc xung TOD, độ rộng xung PW, và biên độ xung AMP;

khối ước lượng FC và BW có nhiệm vụ ước lượng tinh tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW của tín hiệu xung phát hiện được;

khối đóng gói bản tin PDW có nhiệm vụ đóng gói các từ mô tả xung PDWs và gửi lên các mô-đun xử lý thông tin lớp trên; mỗi từ mô tả xung PDW bao gồm thời gian đến của xung TOA, độ rộng xung PW, biên độ xung AMP, tần số trung tâm FC và băng thông tín hiệu BW.

5. Phương pháp phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng, bao gồm các bước:

bước 1: phát hiện tín hiệu và ước lượng tần số trung tâm và băng thông các tín hiệu xung xuất hiện trong băng rộng;

bước 2: khởi tạo các khối xử lý tín hiệu bao gồm tạo bộ dao động riêng, trộn tần số, giảm tần số lấy mẫu, lọc băng hẹp và đưa ra các luồng tín hiệu IQ băng hẹp dựa trên số lượng tín hiệu, tần số trung tâm và băng thông ước lượng được ở bước 1;

bước 3: phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung xuất hiện trong băng hẹp, bao gồm thời điểm đến của xung, độ rộng xung, biên độ xung, tần số trung tâm và băng thông tín hiệu xung; các tham số dẫn suất như chu kỳ lặp xung hay dạng điều chế xung có thể được tính toán và ước lượng từ các tham số cơ bản nêu trên.

6. Phương pháp phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng theo điểm 5, trong đó:

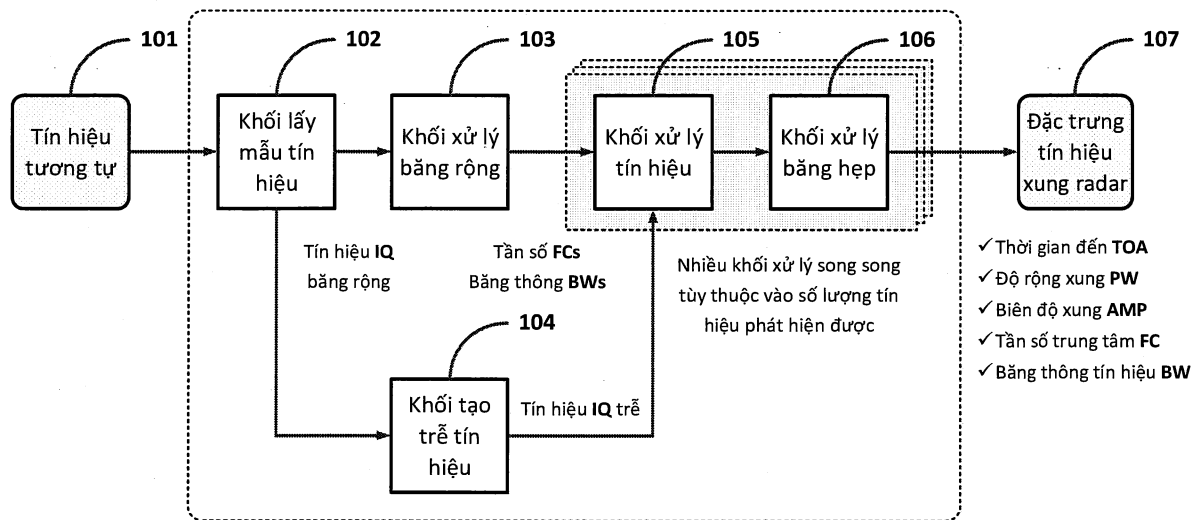
tại bước phát hiện và ước lượng tần số trung tâm và băng thông của các tín hiệu xung xuất hiện trong băng rộng, sử dụng dữ liệu IQ băng rộng đầu vào để tính toán biểu đồ tần suất phổ tần số và phân chia biểu đồ tần suất để ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu;

tại bước tính toán biểu đồ tần suất phổ tần số, tín hiệu IQ băng rộng đầu vào trong miền thời gian sẽ được biến đổi sang miền thời gian - tần số bằng phương pháp biến đổi Fourier ngắn (SFFT), sau đó thực hiện tính toán ngưỡng thích nghi phát hiện tín hiệu dựa trên việc ước lượng công suất nền nhiễu; tiếp theo tiến hành so sánh công suất ở mỗi điểm của từng khung FFT với ngưỡng thích nghi và cộng tích lũy theo thời gian khi điểm FFT vượt ngưỡng;

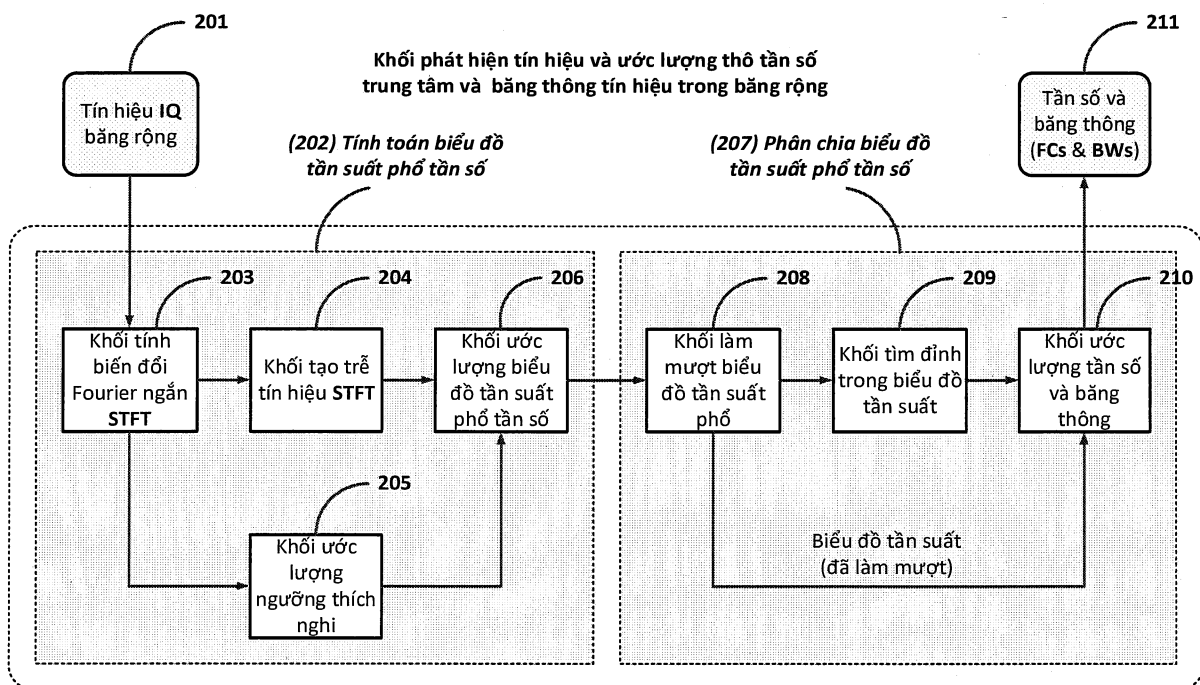
tại bước phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số, trước tiên thực hiện làm mượt biểu đồ tần suất bằng bộ lọc trung bình FMA, sau đó tìm tất cả các đỉnh tin cậy trong biểu đồ tần suất đã làm mượt, cuối cùng ước lượng tần số trung tâm và băng thông của các tín hiệu xuất hiện trong băng rộng.

7. Phương pháp phát hiện và ước lượng tham số tín hiệu xung trong băng thông rộng theo điểm 5 hoặc điểm 6 trong đó: tại bước phát hiện và ước lượng tham số của các tín hiệu xung xuất hiện trong băng hẹp, trước tiên tính toán và làm mượt đường bao tín hiệu xung, sau đó phát hiện sườn lên và sườn xuống của tín hiệu xung dựa trên việc kiểm tra các điều kiện đảm bảo, tiếp theo ước lượng tính thời điểm đến của xung, độ rộng xung, biên độ xung, tần số trung tâm và băng thông của tín hiệu xung.

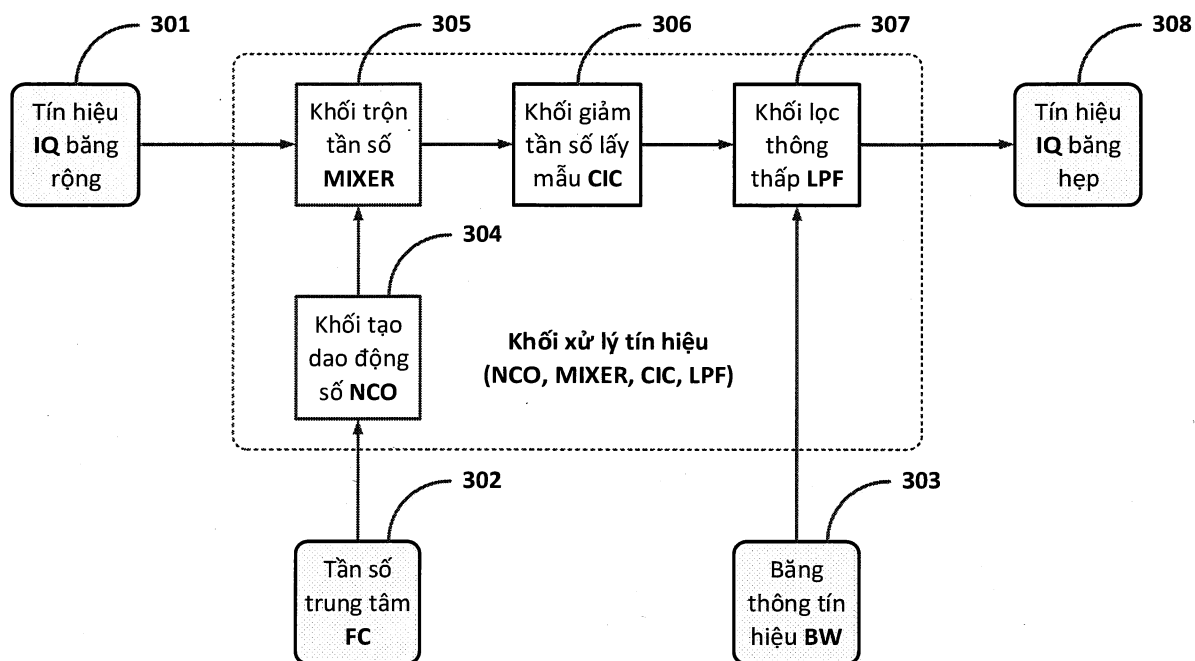
Hình vẽ



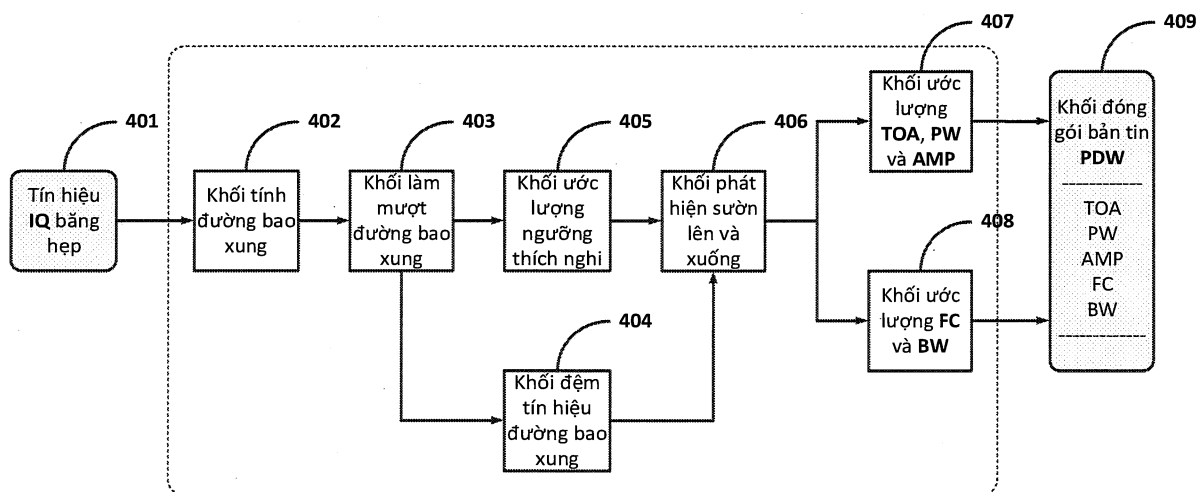
Hình 1



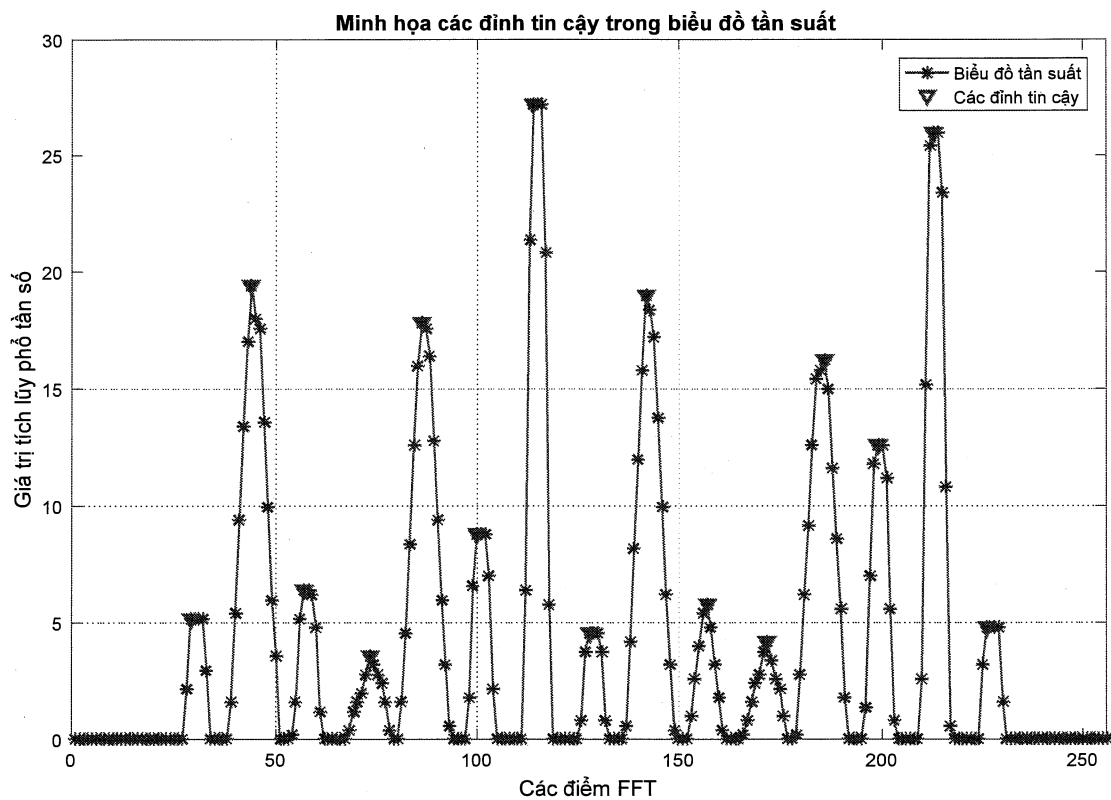
Hình 2



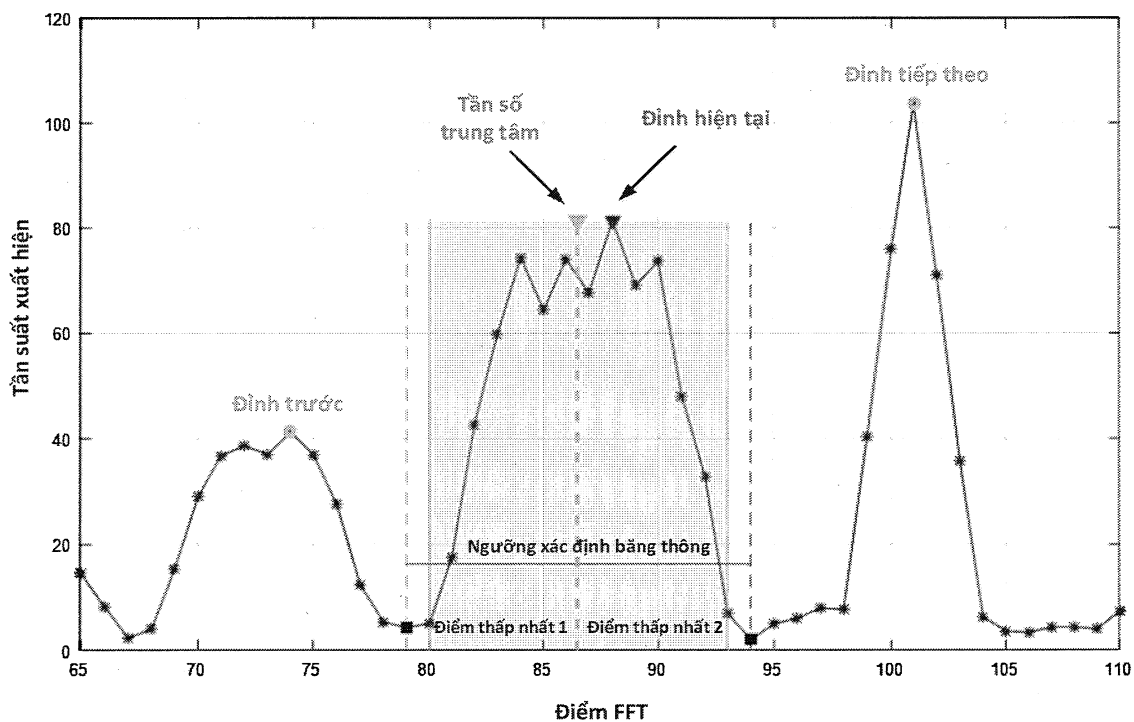
Hình 3



Hình 4

**Hình 5**

Phân chia biểu đồ tần suất phổ tần số và ước lượng tần số trung tâm và băng thông tín hiệu

**Hình 6**