



(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)



1-0026376

(51)⁷ H04B 1/06

(13) B

(21) 1-2016-03721

(22) 20/03/2014

(86) PCT/CN2014/073757 20/03/2014

(87) WO2015/139260 24/09/2015

(45) 25/11/2020 392

(43) 26/12/2016 345A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

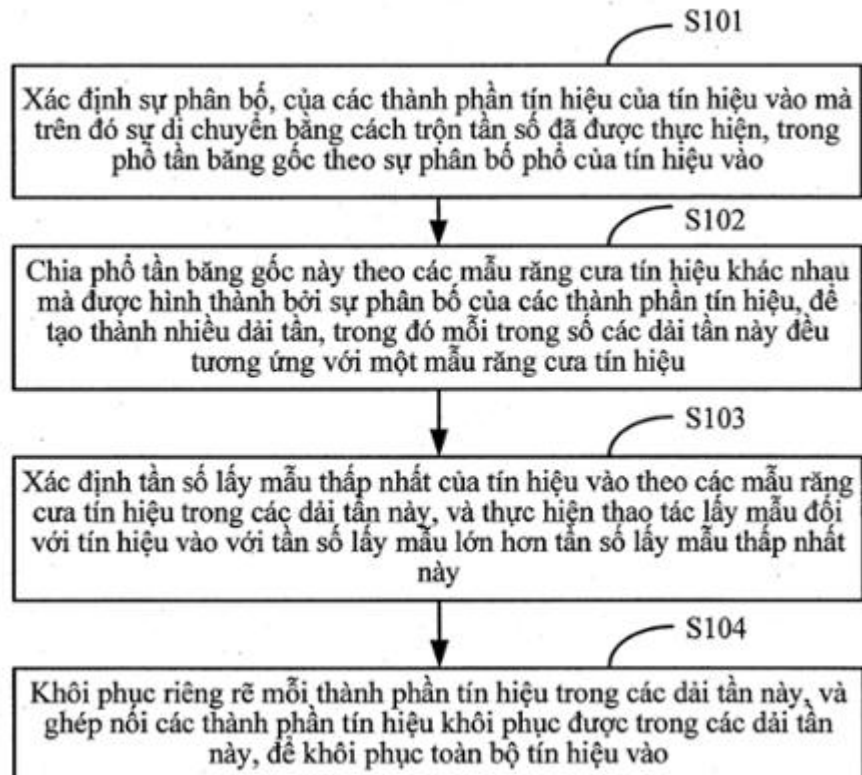
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) KONG, Xiangming (US); ZHU, Hufei (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ TÍN HIỆU

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén. Phương pháp này bao gồm các bước: xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó việc trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào; chia phổ tần băng gốc ra theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau mà được hình thành bởi sự phân bố của các thành phần tín hiệu, để tạo thành các dải tần; xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này, và thực hiện thao tác lấy mẫu đối với tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất này, để thu được tín hiệu được lấy mẫu; và khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục tín hiệu vào. Theo sáng chế, nhiều tín hiệu băng hẹp hơn có thể được xử lý với tốc độ lấy mẫu thấp hơn, và các tín hiệu thưa khác nhau trong miền tần số có thể được xử lý một cách linh hoạt.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến các công nghệ truyền thông, cụ thể là đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kĩ thuật lấy mẫu nén.

Tình trạng kĩ thuật của sáng chế

Khi tín hiệu thừa thớt, thì tín hiệu được lấy mẫu luôn bao gồm một lượng lớn thông tin dư thừa, và tín hiệu được lấy mẫu này cần phải được nén lại trước khi tín hiệu này được lưu lại và được truyền đi. Do đó, trong năm 2006, những người như Terence Tao và Donoho đồng thời đưa ra khái niệm lấy mẫu nén, tức là tiến trình lấy mẫu được kết hợp với tiến trình nén tín hiệu, và tốc độ lấy mẫu thấp nhất được xác định trực tiếp, trong lúc lấy mẫu, theo độ thừa của tín hiệu nguồn, để thực hiện việc lấy mẫu. Lấy mẫu nén (compressive sensing) là lý thuyết thực hiện việc tái tạo tín hiệu theo tín hiệu thừa hoặc tín hiệu có thể nén được. Chìa khoá để thực hiện việc lấy mẫu nén là việc điểm mẫu thu được có thể bao gồm càng nhiều thông tin về tín hiệu nguồn càng tốt, tức là, có sự rời rạc rõ rệt giữa miền được hình thành bởi các toán tử lấy mẫu và miền thừa của tín hiệu. Tốc độ lấy mẫu thấp nhất xác định được theo công nghệ lấy mẫu nén nói chung là thấp hơn tốc độ Nyquist, điều này làm giảm mạnh sự phức tạp, chi phí, và mức tiêu thụ điện của mạch lấy mẫu. Nhất là với sự tăng lên không ngừng của tần số và băng thông của tín hiệu truyền thông, thì mạch lấy mẫu thông thường đã trở thành sự bế tắc lớn trong sự phát triển của các công nghệ truyền thông, do đó, việc áp dụng công nghệ lấy mẫu nén vào lĩnh vực truyền thông là một việc đặc biệt quan trọng.

Đối với tín hiệu truyền thông tương tự băng rộng có đặc tính thừa, nếu thao tác lấy mẫu được thực hiện trực tiếp bằng bộ chuyển đổi tương tự-số (Analog to Digital Converter - ADC) tốc độ thấp, thì răng cưa phổ tần không thể hồi phục được sẽ xuất hiện trong tín hiệu, làm mất mát thông tin trong tín

hiệu sau khi lấy mẫu tín hiệu. Trong hệ thống truyền thông lấy mẫu nén hiện có, thì hệ thống giải điều chế ngẫu nhiên (Random Demodulator - RD) hoặc hệ thống chuyển đổi băng rộng được điều chế (Modulated Wideband Converter - MWC) được sử dụng, trong đó việc lấy mẫu được thực hiện sau khi thao tác trộn tần số được thực hiện trước tiên nhờ sử dụng dãy ngẫu nhiên, và sau đó tín hiệu được khôi phục bằng thuật toán khôi phục.

Hệ thống RD hiện có chỉ có thể áp dụng được cho tín hiệu mà có các ngăn tần số rời rạc và có miền tần số thưa thớt. Đối với hầu hết các tín hiệu truyền thông có phổ tần liên tục, thì việc lấy mẫu và khôi phục mà được thực hiện bằng hệ thống RD sẽ làm cho sai số khôi phục tương đối cao, sự phức tạp tính toán là rất cao, và tín hiệu không thể được khôi phục trong thời gian thực. Dãy ngẫu nhiên được sử dụng trong hệ thống MWC là dãy tuần hoàn, tín hiệu của mỗi dải con có thể được khôi phục riêng rẽ bằng thuật toán khôi phục tín hiệu của hệ thống MWC, và sau đó việc khôi phục hoàn toàn đối với tín hiệu được thực hiện theo thông tin liên quan khác. Trong hệ thống MWC hiện có, bởi vì băng thông dải con mà bị chiếm bởi mỗi tín hiệu không được phân biệt trong hệ thống, nên tốc độ lấy mẫu cuối cùng của ADC không được xác định bởi tổng băng thông thực tế của tín hiệu, mà được xác định bởi số lượng dải con bị chiếm bởi tín hiệu đó. Ngay cả khi băng thông của một tín hiệu nhỏ hơn nhiều so với độ rộng của một dải con, do tín hiệu đó chiếm dải con, nên tốc độ lấy mẫu của ADC được tăng lên nhiều. Đặc biệt là, do cách chia dải con là thông số cố định của hệ thống, và không thay đổi theo tín hiệu, nên biên dải tần của tín hiệu thường không tương ứng với biên dải con. Do đó, tín hiệu mà có độ rộng dải tần nhỏ hơn độ rộng dải con sẽ trải ra hai dải con, điều này làm tăng tốc độ lấy mẫu của ADC một cách không cần thiết.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kĩ thuật lấy mẫu nén, để có thể xử lý nhiều tín hiệu băng hẹp hơn với

tốc độ lấy mẫu thấp hơn, và có thể xử lý linh hoạt các tín hiệu thưa khác nhau trong miền tần số.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó việc trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào;

chia phổ tần băng gốc này theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau mà được hình thành bởi sự phân bố của các thành phần tín hiệu, để tạo thành nhiều dải tần, trong đó mỗi trong số các dải tần này đều tương ứng với một mẫu răng cưa tín hiệu;

xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này, và thực hiện thao tác lấy mẫu đối với tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất này, để thu được tín hiệu được lấy mẫu; và

khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục tín hiệu vào.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, bước xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần cụ thể là bước:

xác định dải tần bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất trong số các dải tần này, và lấy tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi dải tần mà bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất này làm tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất hoặc cách thức thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện khả thi thứ hai của khía cạnh thứ nhất, bước thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu được tín hiệu được lấy mẫu, cụ thể là

bước:

thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu f_s , để thu được tín hiệu được lấy mẫu, trong đó $f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$, f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần này, f_p là băng thông dải con, và m là số lượng kênh của hệ thống.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện khả thi thứ ba của khía cạnh thứ nhất, sau khi nhiều dải tần được hình thành, phương pháp này còn bao gồm bước:

xác định ma trận con A_{si} , tương ứng với ma trận quan sát A để lấy mẫu nén, trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo mẫu răng cưa tín hiệu trong mỗi dải tần trong số các dải tần này, trong đó $i=1, \dots, K$, trong đó

bước khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục toàn bộ tín hiệu vào, cụ thể là các bước:

khôi phục riêng rẽ phổ tần băng gốc của dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{si}(f) = A_{si}^+ y(f)$, trong đó A_{si}^+ là ma trận nghịch đảo Moore Penrose của ma trận con A_{si} của dải tần thứ i , $Z_{si}(f)$ là phổ tần băng gốc khôi phục được của dải tần thứ i , $y(f)$ là phép biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu được lấy mẫu, và K là tổng số dải tần mà được hình thành trên phổ tần băng gốc; và

ghép nối các phổ tần băng gốc khôi phục được của các dải tần, để thu được toàn bộ phổ tần băng gốc của tín hiệu vào, và khôi phục tín hiệu vào theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất hoặc bất kì trong số những cách thức thực hiện khả thi từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức

thực hiện khả thi thứ tư của khía cạnh thứ nhất, trước bước xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó thao tác trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào, phương pháp này còn bao gồm các bước:

dò tín hiệu vào nhận được trước đó, để thu được sự phân bố phổ của tín hiệu vào, và thực hiện thao tác cấu hình hệ thống theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào này, trong đó

bước thực hiện thao tác cấu hình hệ thống theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào cụ thể là một trong số hoặc tổ hợp của các bước sau:

tạo cấu hình và điều chỉnh băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh động băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc

điều chỉnh băng thông dải thông của bộ lọc; hoặc

tạo cấu hình số lượng kênh m.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế tiếp tục đề xuất thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén, trong đó thiết bị này bao gồm:

khối tiền xử lý, được tạo cấu hình để xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó việc trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào; chia phổ tần băng gốc này theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau mà được hình thành bởi sự phân bố của các thành phần tín hiệu, để tạo thành nhiều dải tần trên phổ tần băng gốc này, trong đó mỗi trong số các dải tần này đều tương ứng với một mẫu răng cưa tín hiệu; và xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này;

khối lấy mẫu, được tạo cấu hình để thực hiện việc lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất mà khối tiền xử lý xác định được, để thu được tín hiệu được lấy mẫu; và

khối tái tạo, được tạo cấu hình để khôi phục riêng rẽ, theo tín hiệu được

lấy mẫu mà khối lấy mẫu thu được, thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần mà khối tiền xử lý tạo ra, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục tín hiệu vào.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, khối tiền xử lý được tạo cấu hình cụ thể để xác định dải tần bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất trong số các dải tần này, và lấy tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi dải tần mà bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất này làm tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào.

Dựa vào khía cạnh thứ hai hoặc cách thức thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện khả thi thứ hai của khía cạnh thứ hai, khối lấy mẫu được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu f_s , để thu được tín hiệu được lấy mẫu, trong

đó $f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$, f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần này, f_p là băng thông dải con, và m là số lượng kênh của hệ thống.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện khả thi thứ ba của khía cạnh thứ hai, sau khi các dải tần được hình thành trên phổ tần băng gốc, thì khối tiền xử lý còn được tạo cấu hình để xác định ma trận con A_{Si} , tương ứng với ma trận quan sát A để lấy mẫu nén, trong mỗi trong số các dải tần này theo mẫu răng cưa tín hiệu trong mỗi dải tần trong số các dải tần này, trong đó $i=1, \dots, K$, trong đó

khối tái tạo được tạo cấu hình cụ thể để khôi phục riêng rẽ phổ tần băng gốc của dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{Si}(f) = A_{Si}^+ y(f)$, trong đó A_{Si}^+ là ma trận được chuyển vị của ma trận con A_{Si} của dải tần thứ i , $Z_{Si}(f)$ là phổ tần băng gốc khôi phục được của dải tần thứ i ,

$y(f)$ là tín hiệu cần được khôi phục, và K là tổng số dải tần mà được hình thành trên phổ tần băng gốc; và

khối tái tạo còn được tạo cấu hình cụ thể để ghép nối các phổ tần băng gốc khôi phục được của các dải tần, để thu được toàn bộ phổ tần băng gốc của tín hiệu vào, và khôi phục tín hiệu vào theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối.

Dựa vào khía cạnh thứ hai hoặc bất kì trong số những cách thức thực hiện khả thi từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện khả thi thứ tư của khía cạnh thứ hai, khối tiền xử lý còn được tạo cấu hình để dò tín hiệu vào nhận được trước đó, để thu thập sự phân bố phổ của tín hiệu vào này, và thực hiện thao tác cấu hình hệ thống theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào này, trong đó

khối tiền xử lý được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện một trong số hoặc tổ hợp của các thao tác sau:

tạo cấu hình và điều chỉnh băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh động băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc

điều chỉnh băng thông dải thông của bộ lọc; hoặc

tạo cấu hình số lượng kênh m .

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện khả thi thứ năm của khía cạnh thứ hai, thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén nêu trên là trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế tiếp tục đề xuất thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén, trong đó thiết bị này bao gồm: bộ xử lý, bộ thu phát, và bộ nhớ; trong đó

bộ thu phát được tạo cấu hình để tương tác với thiết bị khác và nhận tín hiệu vào;

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu giữ chương trình; và

bộ xử lý được tạo cấu hình để gọi ra chương trình được lưu giữ trong bộ nhớ, để thực hiện các bước sau:

xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó việc trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào;

chia phổ tần băng gốc này theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau mà được hình thành bởi sự phân bố của các thành phần tín hiệu, để tạo thành nhiều dải tần, trong đó mỗi trong số các dải tần này đều tương ứng với một mẫu răng cưa tín hiệu;

xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này, và thực hiện thao tác lấy mẫu đối với tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất này, để thu được tín hiệu được lấy mẫu; và

khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục tín hiệu vào.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ ba, việc bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần cụ thể là việc:

bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

xác định dải tần bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất trong số các dải tần này, và lấy tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi dải tần mà bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất này làm tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào.

Dựa vào khía cạnh thứ ba hoặc cách thức thực hiện khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện khả thi thứ hai của khía cạnh thứ ba, việc bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu được tín hiệu

được lấy mẫu, cụ thể là việc:

bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu f_s , để thu được tín hiệu được lấy mẫu, trong đó $f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$, f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần này, f_p là băng thông dải con, và m là số lượng kênh của hệ thống.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện khả thi thứ ba của khía cạnh thứ ba, sau khi các dải tần được hình thành, thì bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định ma trận con A_{si} , tương ứng với ma trận quan sát A để lấy mẫu nén, trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo mẫu răng cưa tín hiệu trong mỗi dải tần trong số các dải tần này, trong đó $i=1, \dots, K$, trong đó

việc bộ xử lý được tạo cấu hình để khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục toàn bộ tín hiệu vào, cụ thể là việc:

bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

khôi phục riêng rẽ phổ tần băng gốc của dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{si}(f) = A_{si}^+ y(f)$, trong đó A_{si}^+ là ma trận nghịch đảo Moore Penrose của ma trận con A_{si} của dải tần thứ i , $Z_{si}(f)$ là phổ tần băng gốc khôi phục được của dải tần thứ i , $y(f)$ là phép biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu được lấy mẫu, và K là tổng số dải tần mà được hình thành trên phổ tần băng gốc; và

ghép nối các phổ tần băng gốc khôi phục được của các dải tần, để thu được toàn bộ phổ tần băng gốc của tín hiệu vào, và khôi phục tín hiệu vào theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối.

Dựa vào khía cạnh thứ ba hoặc bất kì trong số những cách thức thực hiện khả thi từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện khả thi thứ tư của khía cạnh thứ ba, trước khi xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó thao tác trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào, thì bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

dò tín hiệu vào nhận được trước đó, để thu được sự phân bố phổ của tín hiệu vào, và thực hiện thao tác cấu hình hệ thống theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào này, trong đó

bước thực hiện thao tác cấu hình hệ thống theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào cụ thể là một trong số hoặc tổ hợp của các bước sau:

tạo cấu hình và điều chỉnh băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh động băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc

điều chỉnh băng thông dải thông của bộ lọc; hoặc

tạo cấu hình số lượng kênh m.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức thực hiện khả thi thứ năm của khía cạnh thứ ba, thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kĩ thuật lấy mẫu nén nêu trên là trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối.

Theo phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kĩ thuật lấy mẫu nén theo sáng chế, thì phổ tần băng gốc thu được sau khi trộn tần số tín hiệu sẽ được phân tích, phổ tần băng gốc này được chia thành nhiều dải tần theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau, và các tín hiệu được khôi phục nhờ sử dụng riêng rẽ các ma trận con khác nhau và sau đó được ghép nối. Theo cách này, các tín hiệu thừa khác nhau trong miền tần số có thể được xử lý, và thao tác lấy mẫu tín hiệu được thực hiện với tần số lấy mẫu thấp hơn, điều này có thể cho phép giảm số lượng kênh phần cứng cần thiết; việc khôi phục tín hiệu được thực hiện trong trường hợp tốc độ lấy mẫu tương đối thấp; và nhiều tín

hiệu băng hẹp hơn có thể được xử lý với tốc độ lấy mẫu thấp hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả các giải pháp kỹ thuật của sáng chế một cách rõ ràng hơn, phần sau sẽ mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo, vốn cần thiết để mô tả các phương án của sáng chế. Các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả sau đây chỉ thể hiện một số phương án của sáng chế, và người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực này có thể tạo ra các hình vẽ khác dựa vào các hình vẽ kèm theo này mà không cần đến hoạt động có tính sáng tạo nào.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ cấu trúc của hệ thống chuyển đổi băng rộng được điều chế mà trong đó một phương án của sáng chế được áp dụng;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của phương pháp xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo Phương án 1 của sáng chế;

Fig.3a là hình vẽ thể hiện các phổ tần khi ba tín hiệu truyền thông được nhập vào;

Fig.3b là hình vẽ thể hiện các phổ tần bằng góc của các tín hiệu vào trên Fig.3a mà trên đó thao tác trộn tần số đã được thực hiện;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo Phương án 2 của sáng chế; và

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ thành phần cấu trúc của thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo Phương án 3 của sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Phần sau đây sẽ mô tả các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế, dựa vào các hình vẽ kèm theo, để làm cho các mục đích, các dấu hiệu và các ưu điểm của sáng chế trở nên rõ ràng và dễ hiểu hơn. Tất nhiên là các phương án được mô tả chỉ là một phần chứ không phải tất cả các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác mà người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực này có thể tạo ra dựa trên các phương án này của sáng chế mà

không cần đến hoạt động sáng tạo nào thì cũng nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo các phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho hệ thống truyền thông dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén, cụ thể là bộ thu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén, và được dùng để xử lý các tín hiệu thưa khác nhau trong miền tần số, ví dụ, các tín hiệu truyền thông có tần số tương đối rộng mà được tạo ra bằng cách truyền các thông tin dữ liệu của cùng một người dùng nhờ sử dụng nhiều dải tần trong hệ thống LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài), hoặc các tín hiệu truyền thông có các dải tần khác nhau được truyền bởi nhiều nhà điều hành. Sáng chế có thể được áp dụng đặc biệt cho trường hợp mà trong đó số lượng kênh phần cứng là ít hơn số lượng dải con mà bị chiếm bởi tín hiệu. Nói chung, các lợi ích mà sáng chế có thể đem lại sẽ trở nên rõ rệt hơn khi có một lượng kênh phần cứng ít hơn.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ cấu trúc của hệ thống chuyển đổi băng rộng được điều chế mà trong đó một phương án của sáng chế được áp dụng. Hệ thống này nói chung là được thiết đặt trong bộ thu, và bao gồm cụ thể là thiết bị tập hợp nén với m ($1 \dots m$) kênh. Mỗi kênh bao gồm bộ trộn tần số 1, bộ lọc thông thấp 2, và bộ lấy mẫu ADC 3. Sau khi thao tác trộn tần số được thực hiện đối với các tín hiệu vào $x(t)$ bởi các bộ trộn tần số 1 nhờ sử dụng các dãy tuần hoàn ngẫu nhiên (bao gồm $p_1(t)$, ..., và $p_m(t)$), thì các tín hiệu vào $x(t)$ lần lượt đi qua các bộ lọc thông thấp 2 ($h_1(t)$,, và $h_m(t)$), và sau đó thao tác lấy mẫu được thực hiện bởi các bộ lấy mẫu ADC 3, để thu được các tín hiệu được lấy mẫu bị răng cưa $y_1[n]$, ..., và $y_m[n]$, và sau đó thao tác khôi phục tín hiệu được thực hiện bằng thuật toán khôi phục tín hiệu, để khôi phục các tín hiệu được lấy mẫu bị răng cưa thành các tín hiệu được lấy mẫu bằng thiết bị lấy mẫu ADC thông thường, để thực hiện khôi phục hoàn toàn các tín hiệu vào.

Theo các phương án của sáng chế, hệ thống truyền thông dựa trên kỹ

thuật lấy mẫu nén đơn kênh ($m = 1$) được lấy làm ví dụ thể hiện; các trường hợp có nhiều kênh có thể được suy ra theo cách tương tự như trường hợp này nên các trường hợp đó không được liệt kê từng trường hợp một ở đây theo sáng chế.

Phương án thực hiện 1

Như được thể hiện trên Fig.2, phương pháp xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo Phương án 1 của sáng chế bao gồm các bước:

S101: Bộ thu xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó việc trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào.

Tín hiệu vào này là tín hiệu tần số vô tuyến. Bởi vì các dải tần số truyền tương ứng với các nhà điều hành khác nhau thường là các tín hiệu đã biết, nên theo phương án này của sáng chế, các tín hiệu tần số vô tuyến đã biết này được dùng làm các tín hiệu vào để xử lý, tức là các dải tần bị chiếm bởi các tín hiệu vào này thường là đã biết. Do đó, theo sự phân bố phổ tần của tín hiệu đã biết, thì tình trạng phân bố, của các thành phần tín hiệu mà được hình thành sau khi thao tác trộn tần số đã được thực hiện trên tín hiệu đó, trong phổ tần băng gốc, là có thể được ước lượng trước. Tín hiệu vào có thể bao gồm nhiều tín hiệu băng hẹp không liên tục, như được thể hiện trên Fig.3a, bao gồm ba tín hiệu truyền thông là: tín hiệu 1, tín hiệu 2, và tín hiệu 3 đối xứng quanh gốc và có các tần số trung tâm lần lượt là ± 880 MHz, $\pm 1832,5$ MHz, và $\pm 2,65$ GHz và các băng thông lần lượt là 10 MHz, 15 MHz, và 60 MHz. Một hệ thống có thể hỗ trợ tín hiệu mà có băng thông đạt tới 2,98 G (tín hiệu đối xứng quanh gốc), và toàn bộ băng thông 5,95 G có thể được chia thành 97 dải con. Do đó, băng thông (tức là, f_p) của mỗi dải con là $61,35$ MHz = $5,95$ G/97. Ba tín hiệu truyền thông trên Fig.3a chiếm tổng số tám dải con, bao gồm các dải con (từ 830 MHz đến 890 MHz, và từ -890 MHz đến

-830 MHz) của tín hiệu 1, các dải con (từ 1,81 GHz đến 1,87 GHz, và -1,87 GHz đến -1,81 GHz) của tín hiệu 2, và các dải con (2,61 GHz đến 2,67 GHz, 2,67 GHz đến 2,73 GHz, -2,67 GHz đến -2,61 GHz, và -2,73 GHz đến -2,67 GHz) của tín hiệu 3. Hai sườn của tín hiệu 3 mà có tần số trung tâm là $\pm 2,65$ GHz trải đối xứng ra hai dải con tại cả hai sườn, và các biên dải con nằm tại khoảng $\pm 2,67$ GHz.

Bởi vì phổ tần của tín hiệu vào là đã biết, nên sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó thao tác trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc, là có thể được tính trước.

Thao tác trộn tần số được thực hiện theo đặc điểm của dãy tuần hoàn, và có tín hiệu hài tại tâm của mỗi dải con, tức là, tín hiệu đã được trộn tần số bao gồm nhiều tín hiệu đơn âm với số lượng là bội số của băng thông dải con f_p. Sau khi trộn tần số, mỗi tín hiệu băng hẹp được di chuyển đến băng gốc bởi tín hiệu hài của dải con mà tín hiệu băng hẹp này nằm trong đó (nếu tín hiệu này trải ra nhiều dải con, thì mỗi phần của tín hiệu này trong mỗi dải con được coi là một tín hiệu khác nhau), và các tín hiệu được di chuyển này bị răng cưa trong băng gốc. Sự phân bố của các tần số của tín hiệu này trong băng gốc có thể được tính theo phổ tần của mỗi tín hiệu băng hẹp và tần số của ngăn tần số trung tâm của dải con mà mỗi tín hiệu băng hẹp nằm trong đó.

Fig.3b là hình vẽ thể hiện các phổ tần băng gốc của ba tín hiệu trên Fig.3a mà trên đó sự di chuyển bằng cách trộn tần số đã được thực hiện. Sau khi trộn tần số, thì tín hiệu 1 là tín hiệu được biểu diễn bằng đường liền nét và đường liền nét màu xám mà được đánh dấu bằng kí hiệu (1) trên hình vẽ trên phổ tần băng gốc, trong đó đường liền nét này là tín hiệu của tín hiệu dương sau khi trộn tần số, và đường liền nét màu xám này là tín hiệu của tín hiệu âm sau khi trộn tần số. Sau khi trộn tần số, thì tín hiệu 2 là tín hiệu được biểu diễn bằng đường liền nét có các hình tròn và đường liền nét màu xám có các hình tròn mà được đánh dấu bằng kí hiệu (2) trên hình vẽ trên phổ tần

băng gốc, trong đó đường liền nét có các hình tròn này là tín hiệu của tín hiệu dương sau khi trộn tần số, và đường liền nét màu xám có các hình tròn này là tín hiệu của tín hiệu âm sau khi trộn tần số. Tín hiệu 3 trải ra hai dải con, và sau khi trộn tần số, thì tín hiệu 3 là tín hiệu được biểu diễn bằng đường chấm gạch, đường chấm gạch màu xám, đường răng cưa, và đường răng cưa màu xám mà được đánh dấu bằng kí hiệu (3) trên hình vẽ trên phổ tần băng gốc, trong đó đường chấm gạch và đường răng cưa là các tín hiệu của các tín hiệu dương sau khi trộn tần số, và đường chấm gạch màu xám và đường răng cưa màu xám là các tín hiệu của các tín hiệu âm sau khi trộn tần số.

Tuỳ ý, nếu sự phân bố phổ của tín hiệu vào là không tường minh hay không rõ ràng, hoặc nếu tín hiệu vào được phân tán động, thì theo phương án này của sáng chế, sự phân bố phổ của tín hiệu vào có thể được xác định theo tín hiệu vào nhận được trước đó; và sau đó sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó sự di chuyển bằng cách trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc, được xác định theo sự phân bố phổ xác định được của tín hiệu vào, mà cụ thể là bước: dò tín hiệu vào nhận được trước đó, để thu được sự phân bố phổ của tín hiệu vào này. Sau khi sự phân bố phổ của tín hiệu vào được xác định, thì hệ thống có thể còn được tạo cấu hình theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào này. Ví dụ, băng thông dải con f_p của hệ thống, tần số lấy mẫu của bộ lấy mẫu, và/hoặc băng thông dải thông của bộ lọc, là được tạo cấu hình hoặc được điều chỉnh động theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào này.

S102: Bộ thu chia phổ tần băng gốc này theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau mà được hình thành bởi sự phân bố của các thành phần tín hiệu, để tạo thành nhiều dải tần, trong đó mỗi trong số các dải tần này đều tương ứng với một mẫu răng cưa tín hiệu.

Như được thể hiện trên Fig.3b, có thể thấy rằng các tín hiệu khác nhau bị răng cưa trong các dải tần khác nhau của phổ tần băng gốc. Phổ tần băng gốc

này có thể được chia thành nhiều dải tần theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau. Mỗi đường trên hình vẽ này bao gồm tám mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau, và có thể thu được tám dải tần bằng phép chia. Hai tín hiệu (đường chấm gạch và đường chấm gạch màu xám) bị răng cưa trong dải tần thứ nhất, ba tín hiệu (đường chấm gạch, đường chấm gạch màu xám, và đường liền nét màu xám) bị răng cưa trong dải tần thứ hai, hai tín hiệu (đường chấm gạch màu xám và đường liền nét màu xám) bị răng cưa trong dải tần thứ ba, ba tín hiệu (đường chấm gạch màu xám, đường liền nét có các hình tròn, và đường răng cưa) bị răng cưa trong dải tần thứ tư, ba tín hiệu (đường chấm gạch màu xám, đường liền nét màu xám có các hình tròn, và đường răng cưa) bị răng cưa trong dải tần thứ năm, hai tín hiệu (đường liền nét và đường răng cưa) bị răng cưa trong dải tần thứ sáu, ba tín hiệu (đường liền nét, đường răng cưa, và đường răng cưa màu xám) bị răng cưa trong dải tần thứ bảy, và hai tín hiệu (đường răng cưa và đường răng cưa màu xám) bị răng cưa trong dải tần thứ tám. Có thể thấy rằng có tối đa là ba tín hiệu bị răng cưa trong một dải tần.

S103: Bộ thu xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này, và thực hiện thao tác lấy mẫu đối với tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất này, để thu được tín hiệu được lấy mẫu.

Bước xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này cụ thể là các bước:

xác định dải tần bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất trong số các dải tần này, và lấy tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi dải tần mà bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất này làm tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào.

Nếu tối đa $Q \leq N$ tín hiệu bị răng cưa trong mỗi dải tần của phổ tần băng gốc, thì tần số lấy mẫu của ADC cần thỏa mãn điều kiện là $f_s \geq Qf_p$.

Tuy nhiên, trong hệ thống MWC hiện nay, tần số lấy mẫu của ADC là Nf_p , trong đó thông thường là, $Q < N$. Có thể thấy rằng tần số lấy mẫu của ADC theo sáng chế là thấp hơn tần số lấy mẫu của hệ thống MWC theo giải pháp đã biết. Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần của phổ tần băng gốc, f_s là tần số lấy mẫu, và f_p là băng thông dải con. Như được thể hiện trên Fig.3b, có thể thấy rằng một dải tần có các tín hiệu bị răng cưa của tối đa là ba dải con, tức là, các dải tần thứ hai, thứ tư, thứ năm, và thứ bảy. Do đó, tần số lấy mẫu thấp nhất xác định được là $3f_p = 184.05\text{MHz}$, tức là, theo sáng chế, tần số lấy mẫu của ADC chỉ cần thỏa mãn điều kiện là $3f_p = 184.05\text{MHz}$. Theo hệ thống MWC hiện nay, tần số lấy mẫu của ADC ít nhất là $8f_p = 490.8\text{MHz}$. Theo phương pháp Nyquist thông thường (tức là phương pháp lấy mẫu không dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén), thì cần phải sử dụng ADC đơn kênh để thực hiện thao tác lấy mẫu trên ba tín hiệu, và tần số lấy mẫu thấp nhất là $2 * (2,680\text{ GHz} - 875\text{ MHz}) = 2 * 1,805\text{ GHz} = 3,61\text{ GHz}$. Ngay cả khi thao tác lấy mẫu được thực hiện riêng rẽ bằng ba ADC sau khi ba tín hiệu được giải điều chế riêng rẽ thành tần số cơ sở bằng ba kênh (ba bộ trộn tần số), thì tổng tần số lấy mẫu của ba ADC này cũng cần phải đạt tới $(10\text{ MHz} + 15\text{ MHz} + 60\text{ MHz}) * 2 = 85\text{ M} * 2 = 170\text{ MHz}$. Do đó, theo sáng chế, thao tác lấy mẫu có thể được thực hiện trên tín hiệu vào nhờ sử dụng thiết bị phân cứng đơn kênh (thiết bị lấy mẫu nén với $m=1$) với tốc độ gần bằng tốc độ lấy mẫu thấp nhất.

Đối với hệ thống có m kênh, thì bước thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu được tín hiệu được lấy mẫu, cụ thể là bước:

thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu f_s , để thu được tín hiệu được lấy mẫu, trong đó $f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$, f_{s_min} là tần số

lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần này, f_p là băng thông dải con, và m là số lượng kênh của hệ thống.

S104: Bộ thu khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục tín hiệu vào.

Sau khi nhiều dải tần được hình thành trên phổ tần băng gốc, thì phương pháp này còn bao gồm bước: xác định ma trận con A , tương ứng với ma trận quan sát A_{Si} để lấy mẫu nén, trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo mẫu răng cưa tín hiệu trong mỗi dải tần trong số các dải tần này, trong đó $i=1, \dots, K$.

Nếu K dải tần được hình thành trên phổ tần băng gốc, thì tập hợp dải con mà tín hiệu $f \in [f_{i1}, f_{i2})$ trong dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) nằm trong đó là S_i , ma trận con của ma trận quan sát tương ứng với dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) là A_{Si} , và phổ tần băng gốc của tín hiệu tương ứng trong dải tần thứ i có thể được khôi phục thành $Z_{Si}(f) \geq A_{Si}^+ y(f)$.

Bước khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục toàn bộ tín hiệu vào, cụ thể là các bước:

S1041: Khôi phục riêng rẽ phổ tần băng gốc của dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{Si}(f) = A_{Si}^+ y(f)$.

A_{Si}^+ là ma trận nghịch đảo Moore Penrose của ma trận con A_{Si} của dải tần thứ i , $Z_{Si}(f)$ là phổ tần băng gốc khôi phục được của dải tần thứ i , $y(f)$ là phép biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu được lấy mẫu, và K là tổng số dải tần mà được hình thành trên phổ tần băng gốc.

S1042: Ghép nối các phổ tần băng gốc khôi phục được của các dải tần, để thu được toàn bộ phổ tần băng gốc của tín hiệu vào, và khôi phục tín hiệu vào theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối.

Các phổ tần băng gốc của K dải tần tính được ở bước S1041 được ghép nối thành toàn bộ phổ tần băng gốc bằng cách lấy tổng, và tín hiệu vào được khôi phục theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối, để thu được tín hiệu được khôi phục đúng.

Đối với cách thức điều chế mà trong đó thông tin dữ liệu được mang bằng ngăn tần số, chẳng hạn ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM), thì thông tin dữ liệu có thể được khôi phục trực tiếp từ phổ tần băng gốc mà không cần khôi phục tín hiệu miền thời gian. Đối với cách thức điều chế khác, thì tín hiệu miền tần số băng gốc có thể được chuyển đổi thành tín hiệu được lấy mẫu trong miền thời gian bằng phép biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transformation - DFT).

Theo cách này, với phương pháp xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo phương án này của sáng chế, thì phổ tần băng gốc thu được sau khi trộn tần số tín hiệu sẽ được phân tích, phổ tần băng gốc này được chia thành nhiều dải tần theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau, và các tín hiệu được khôi phục nhờ sử dụng riêng rẽ các ma trận con khác nhau và sau đó được ghép nối. Theo cách này, các tín hiệu thưa khác nhau trong miền tần số có thể được xử lý, và thao tác lấy mẫu tín hiệu được thực hiện với tần số lấy mẫu thấp hơn, điều này có thể cho phép giảm số lượng kênh phân cứng cần thiết; việc khôi phục tín hiệu được thực hiện trong trường hợp tốc độ lấy mẫu tương đối thấp; và nhiều tín hiệu băng hẹp hơn có thể được xử lý với tốc độ lấy mẫu thấp hơn.

Phương án thực hiện 2

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật

lấy mẫu nén theo phương án này của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.4, thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén này theo sáng chế bao gồm: khối tiền xử lý 401, khối lấy mẫu 402, và khối tái tạo 403.

Khối tiền xử lý 401 được tạo cấu hình để xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó việc trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào; chia phổ tần băng gốc này theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau mà được hình thành bởi sự phân bố của các thành phần tín hiệu, để tạo thành nhiều dải tần trên phổ tần băng gốc này, trong đó mỗi trong số các dải tần này đều tương ứng với một mẫu răng cưa tín hiệu; và xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này.

Tín hiệu vào này là tín hiệu tần số vô tuyến. Bởi vì các dải tần số truyền tương ứng với các nhà điều hành khác nhau thường là các tín hiệu đã biết, nên theo phương án này của sáng chế, các tín hiệu tần số vô tuyến đã biết này được dùng làm các tín hiệu vào để xử lý, tức là các dải tần bị chiếm bởi các tín hiệu vào này thường là đã biết. Do đó, theo sự phân bố phổ tần của tín hiệu đã biết, thì khối tiền xử lý 401 có thể ước lượng trước tình trạng phân bố, của các thành phần tín hiệu mà được hình thành sau khi thao tác trộn tần số đã được thực hiện trên tín hiệu đó, trong phổ tần băng gốc. Tín hiệu vào có thể bao gồm nhiều tín hiệu băng hẹp không liên tục, như được thể hiện trên Fig.3a, bao gồm ba tín hiệu kênh đối xứng tại tâm quanh gốc. Bởi vì phổ tần của tín hiệu vào là đã biết, nên khối tiền xử lý 401 có thể tính toán trước sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó thao tác trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc. Như được thể hiện trên Fig.3b, có thể thấy rằng các tín hiệu khác nhau bị răng cưa trong các dải tần khác nhau của phổ tần băng gốc. Phổ tần băng gốc này có thể được chia thành nhiều dải tần theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau. Mỗi đường trên hình vẽ này bao gồm tám mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau, và có thể thu được tám dải tần bằng phép chia.

Khối tiền xử lý 401 xác định dải tần bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất trong số các dải tần này, và lấy tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi dải tần mà bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất này làm tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào.

Nếu tối đa $Q \leq N$ tín hiệu bị răng cưa trong mỗi dải tần của phổ tần băng gốc, thì tần số lấy mẫu của ADC cần thỏa mãn điều kiện là $f_s \geq Qf_p$. Tuy nhiên, trong hệ thống MWC hiện nay, tần số lấy mẫu của ADC là Nf_p , trong đó thông thường là, $Q < N$. Có thể thấy rằng tần số lấy mẫu của ADC theo sáng chế là thấp hơn tần số lấy mẫu của hệ thống MWC theo giải pháp đã biết. Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần của phổ tần băng gốc, f_s là tần số lấy mẫu, và f_p là băng thông dải con. Như được thể hiện trên Fig.3b, có thể thấy rằng một dải tần có các tín hiệu bị răng cưa của tối đa là ba dải con, tức là, các dải tần thứ hai, thứ tư, thứ năm, và thứ bảy. Do đó, tần số lấy mẫu thấp nhất mà khối tiền xử lý 401 xác định được là $3f_p = 184.05\text{MHz}$, tức là, theo sáng chế, tần số lấy mẫu của ADC chỉ cần thỏa mãn điều kiện là $3f_p = 184.05\text{MHz}$.

Tùy ý, nếu sự phân bố phổ của tín hiệu vào là không tường minh hay không rõ ràng, hoặc nếu tín hiệu vào được phân tán động, thì khối tiền xử lý 401 có thể còn xác định sự phân bố phổ của tín hiệu vào theo tín hiệu vào nhận được trước đó, sau đó xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó sự di chuyển bằng cách trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc, theo sự phân bố phổ xác định được của tín hiệu vào.

Cụ thể là, khối tiền xử lý 401 dò tín hiệu vào nhận được trước đó, để thu được sự phân bố phổ của tín hiệu vào này, và thực hiện thao tác cấu hình hệ thống theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào này, và được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện một trong số hoặc tổ hợp của các bước sau: tạo cấu hình và điều

chỉnh băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc điều chỉnh động băng thông dải con f_p của hệ thống; hoặc điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc điều chỉnh băng thông dải thông của bộ lọc; hoặc tạo cấu hình số lượng kênh m .

Khối lấy mẫu 402 được tạo cấu hình để thực hiện việc lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất mà khối tiền xử lý 401 xác định được, để thu được tín hiệu được lấy mẫu.

Khối lấy mẫu 402 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu f_s , để thu được tín hiệu được lấy mẫu,

trong đó $f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$, f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần này, f_p là băng thông dải con, và m là số lượng kênh của hệ thống.

Khối tái tạo 403 được tạo cấu hình để khôi phục riêng rẽ, theo tín hiệu được lấy mẫu mà khối lấy mẫu 402 thu được, thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần mà khối tiền xử lý 401 tạo ra, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục tín hiệu vào.

Tuỳ ý, sau khi các dải tần được hình thành trên phổ tần băng gốc, thì khối tiền xử lý 401 còn được tạo cấu hình để: xác định ma trận con A , tương ứng với ma trận quan sát A_{si} để lấy mẫu nén, trong mỗi trong số các dải tần này theo mẫu răng cưa tín hiệu trong mỗi dải tần trong số các dải tần này, trong đó $i=1, \dots, K$.

Nếu K dải tần được hình thành trên phổ tần băng gốc, thì tập hợp dải con mà tín hiệu $f \in [f_{i1}, f_{i2})$ trong dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) nằm trong đó là S_i , ma trận con của ma trận quan sát tương ứng với dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) là A_{si} , và phổ tần băng gốc của tín hiệu tương ứng trong dải tần thứ i có thể

được khôi phục thành $Z_{si}(f) \geq A_{si}^+ y(f)$.

Khối tái tạo 403 được tạo cấu hình cụ thể để khôi phục riêng rẽ phổ tần băng gốc của dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{si}(f)=A_{si}^+ y(f)$, trong đó A_{si}^+ là ma trận được chuyển vị của ma trận con A_{si} của dải tần thứ i , $Z_{si}(f)$ là phổ tần băng gốc khôi phục được của dải tần thứ i , $y(f)$ là tín hiệu cần được khôi phục, và K là tổng số dải tần mà được hình thành trên phổ tần băng gốc. Khối tái tạo 403 còn được tạo cấu hình cụ thể để ghép nối các phổ tần băng gốc khôi phục được của các dải tần, để thu được toàn bộ phổ tần băng gốc của tín hiệu vào, và khôi phục tín hiệu vào theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối. Khối tái tạo 403 ghép nối các phổ tần băng gốc tính được của K dải tần thành toàn bộ phổ tần băng gốc bằng cách lấy tổng, và khôi phục tín hiệu vào theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối, để thu được tín hiệu được khôi phục đúng.

Đối với cách thức điều chế mà trong đó thông tin dữ liệu được mang bằng ngăn tần số, chẳng hạn ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM), thì thông tin dữ liệu có thể được khôi phục trực tiếp từ phổ tần băng gốc mà không cần khôi phục tín hiệu miền thời gian. Đối với cách thức điều chế khác, thì tín hiệu miền tần số băng gốc có thể được chuyển đổi thành tín hiệu được lấy mẫu trong miền thời gian bằng phép biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transformation - DFT).

Phương án thực hiện 3

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ thành phần cấu trúc của thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo phương án này. Như được thể hiện trên Fig.5, thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo sáng chế bao gồm: bộ xử lý 501, bộ thu phát 502, và bộ nhớ 503.

Bộ xử lý 501 có thể là khối xử lý trung tâm (Central Processing Unit -

CPU) đơn lõi hoặc đa lõi, hoặc mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), hoặc một hoặc nhiều mạch tích hợp được tạo cấu hình để thực hiện phương án này của sáng chế.

Bộ thu phát 502 được tạo cấu hình để tương tác với thiết bị khác và nhận tín hiệu vào.

Bộ nhớ 503 được tạo cấu hình để lưu giữ chương trình.

Bộ xử lý 501 được tạo cấu hình để gọi ra chương trình được lưu giữ trong bộ nhớ 503, để thực hiện các bước sau:

xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó việc trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào;

chia phổ tần băng gốc này theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau mà được hình thành bởi sự phân bố của các thành phần tín hiệu, để tạo thành nhiều dải tần, trong đó mỗi trong số các dải tần này đều tương ứng với một mẫu răng cưa tín hiệu;

xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này, và thực hiện thao tác lấy mẫu đối với tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất này, để thu được tín hiệu được lấy mẫu; và

khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục tín hiệu vào.

Ngoài ra, việc bộ xử lý 501 được tạo cấu hình để xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu vào theo các mẫu răng cưa tín hiệu trong các dải tần này cụ thể là việc:

bộ xử lý 501 được tạo cấu hình để:

xác định dải tần bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất trong số các dải tần này, và lấy tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi dải tần mà bao gồm số lượng tín hiệu bị răng cưa lớn nhất này làm tần số lấy mẫu thấp

nhất của tín hiệu vào.

Ngoài ra, việc bộ xử lý 501 được tạo cấu hình để thực hiện việc lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu được tín hiệu được lấy mẫu, cụ thể là việc:

bộ xử lý 501 được tạo cấu hình để:

thực hiện thao tác lấy mẫu trên tín hiệu vào với tần số lấy mẫu f_s , để thu được tín hiệu được lấy mẫu, trong đó $f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$, f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu bị răng cưa tối đa trong dải tần này, f_p là băng thông dải con, và m là số lượng kênh của hệ thống.

Ngoài ra, sau khi các dải tần được hình thành, thì bộ xử lý 501 còn được tạo cấu hình để:

xác định ma trận con A , tương ứng với ma trận quan sát A_{si} để lấy mẫu nén, trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo mẫu răng cưa tín hiệu trong mỗi dải tần trong số các dải tần này, trong đó $i=1, \dots, K$, trong đó

việc bộ xử lý 501 được tạo cấu hình để khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi dải tần trong số các dải tần này theo tín hiệu được lấy mẫu này, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các dải tần này, để khôi phục toàn bộ tín hiệu vào, cụ thể là việc:

bộ xử lý 501 được tạo cấu hình để:

khôi phục riêng rẽ phổ tần băng gốc của dải tần thứ i ($i=1, \dots, K$) theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{si}(f) = A_{si}^+ y(f)$, trong đó A_{si}^+ là ma trận nghịch đảo Moore Penrose của ma trận con A_{si} của dải tần thứ i , $Z_{si}(f)$ là phổ tần băng gốc khôi phục được của dải tần thứ i , $y(f)$ là phép biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu được lấy mẫu, và K là tổng số dải tần mà được hình thành trên phổ tần băng gốc; và

ghép nối các phổ tần băng gốc khôi phục được của các dải tần, để thu

được toàn bộ phổ tần băng gốc của tín hiệu vào, và khôi phục tín hiệu vào theo phổ tần băng gốc thu được sau khi ghép nối.

Ngoài ra, trước khi xác định sự phân bố, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu vào mà trên đó thao tác trộn tần số đã được thực hiện, trong phổ tần băng gốc theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào, thì bộ xử lý 501 còn được tạo cấu hình để:

dò tín hiệu vào nhận được trước đó, để thu được sự phân bố phổ của tín hiệu vào, và thực hiện thao tác cấu hình hệ thống theo sự phân bố phổ của tín hiệu vào này.

Cụ thể là, thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén này còn thực hiện phương pháp xử lý tín hiệu theo Phương án 1 theo lệnh. Việc này không được mô tả chi tiết lại ở đây.

Thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo phương án này của sáng chế có thể được thiết đặt trong các thiết bị truyền thông khác nhau, ví dụ, trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối, chứ không bị giới hạn theo sáng chế.

Theo phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên kỹ thuật lấy mẫu nén theo sáng chế, thì phổ tần băng gốc thu được sau khi trộn tần số tín hiệu sẽ được phân tích, phổ tần băng gốc này được chia thành nhiều dải tần theo các mẫu răng cưa tín hiệu khác nhau, và các tín hiệu được khôi phục nhờ sử dụng riêng rẽ các ma trận con khác nhau và sau đó được ghép nối. Theo cách này, các tín hiệu thừa khác nhau trong miền tần số có thể được xử lý, và thao tác lấy mẫu tín hiệu được thực hiện với tần số lấy mẫu thấp hơn, điều này có thể cho phép giảm số lượng kênh phân cứng cần thiết; việc khôi phục tín hiệu được thực hiện trong trường hợp tốc độ lấy mẫu tương đối thấp; và nhiều tín hiệu băng hẹp hơn có thể được xử lý với tốc độ lấy mẫu thấp hơn.

Dựa vào các ví dụ được mô tả ở các phương án trong bản mô tả này, người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực này có thể còn thấy rằng các khối và các bước thuật toán nêu trên có thể được thực hiện bằng phần cứng điện tử, phần mềm máy tính, hoặc tổ hợp của chúng. Để mô tả rõ khả năng

hoán đổi giữa phần cứng và phần mềm, phần nêu trên đã mô tả tổng quát các thành phần và các bước của từng ví dụ theo các chức năng. Việc các chức năng này được thực hiện bằng phần cứng hay phần mềm phụ thuộc vào các ứng dụng cụ thể và các điều kiện ràng buộc về thiết kế kỹ thuật. Người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực này có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng được mô tả đối với mỗi ứng dụng cụ thể, nhưng điều này không có nghĩa là cách thức thực hiện này nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Các bước của các phương pháp hoặc các thuật toán được mô tả ở các phương án trong bản mô tả này có thể được thực hiện bằng phần cứng, môđun phần mềm thực thi bởi bộ xử lý, hoặc tổ hợp của chúng. Môđun phần mềm này có thể nằm trong RAM (Random Access Memory - bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên), ROM (Read Only Memory - bộ nhớ chỉ đọc), ROM lập trình được bằng điện, ROM lập trình được và xoá được bằng điện, thanh ghi, đĩa cứng, đĩa tháo được, đĩa CD-ROM, hoặc dạng phương tiện lưu trữ bất kì khác đã biết trong lĩnh vực.

Mục đích, các giải pháp kỹ thuật và các lợi ích của sáng chế đã được mô tả chi tiết hơn theo những cách thức thực hiện cụ thể nêu trên. Cần hiểu rằng phần mô tả nêu trên chỉ là những cách thức thực hiện cụ thể của sáng chế chứ không nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Các phương án cải biến, thay thế hoặc cải tiến tương đương bất kì mà không nằm ngoài nguyên lý của sáng chế thì cũng nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý tín hiệu dựa trên cảm nhận nén bao gồm các bước:

xác định phân phối, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu đầu vào mà trộn tần số đã được thực hiện trên đó, trong phổ băng cơ sở theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào;

phân chia phổ băng cơ sở theo các mẫu hình méo gấp tín hiệu khác nhau được tạo bằng cách phân phối các thành phần tín hiệu, để tạo nhiều băng tần số, trong đó mỗi băng trong các băng tần số tương ứng một mẫu hình méo gấp tín hiệu;

xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu đầu vào theo các mẫu hình méo gấp tín hiệu trong các băng tần số, và thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu thập tín hiệu được lấy mẫu; và

khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số theo tín hiệu được lấy mẫu, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các băng tần số, để hoàn thành khôi phục tín hiệu đầu vào.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu đầu vào theo các mẫu hình méo gấp tín hiệu trong các băng tần số bao gồm các bước:

xác định băng tần số bao gồm số lượng tín hiệu méo gấp lớn nhất trong số các băng tần số, và sử dụng tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi băng tần số bao gồm số lượng tín hiệu méo gấp lớn nhất làm tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu đầu vào.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu thập tín hiệu được lấy mẫu cụ thể là:

thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu f_s , để thu thập tín hiệu được lấy mẫu, trong đó $f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$, f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu méo gấp lớn nhất trong băng tần số, f_p là băng thông băng phụ, và m là số lượng kênh của hệ thống.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sau khi nhiều băng tần số được tạo, phương pháp còn bao gồm các bước:

xác định ma trận phụ A_{si} , tương ứng với ma trận quan sát A để lấy mẫu cảm nhận nén, trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số theo mẫu hình méo gấp tín hiệu trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số, trong đó $i=1, \dots, K$, trong đó:

việc khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số theo tín hiệu được lấy mẫu, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các băng tần số, để hoàn thành khôi phục toàn bộ tín hiệu đầu vào cụ thể bao gồm các bước:

khôi phục riêng rẽ phổ băng cơ sở của băng tần số thứ i ($i=1, \dots, K$) theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{si}(f) = A_{si}^+ y(f)$, trong đó A_{si}^+ là ma trận đảo Moore Penrose của ma trận phụ A_{si} của thứ băng tần số i , $Z_{si}(f)$ là phổ băng cơ sở được khôi phục của thứ băng tần số i , $y(f)$ là biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu được lấy mẫu, và K là tổng số các băng tần số mà được tạo trên phổ băng cơ sở; và

ghép nối các phổ băng cơ sở được khôi phục của các băng tần số, để thu thập toàn bộ phổ băng cơ sở của tín hiệu đầu vào, và khôi phục tín hiệu đầu vào theo phổ băng cơ sở thu được thông qua ghép nối.

5. Phương pháp xử lý tín hiệu theo điểm 1, trong đó trước khi xác định phân

phối, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu đầu vào mà trộn tần số đã được thực hiện trên đó, trong phổ băng cơ sở theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, phương pháp còn bao gồm các bước:

dò thấy tín hiệu đầu vào nhận được trước đó, để thu thập phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, và thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, trong đó:

việc thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào cụ thể bao gồm một hoặc tổ hợp của nhiều bước sau:

cấu hình và điều chỉnh băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh động băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc

điều chỉnh băng thông thông dải của bộ lọc; hoặc

tạo cấu hình số lượng kênh m .

6. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu thập tín hiệu được lấy mẫu cụ thể là:

thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu f_s , để thu thập tín hiệu được lấy mẫu, trong đó:

$$f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$$

f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu méo gấp lớn nhất trong băng tần số, f_p là băng thông băng phụ, và m là số lượng kênh của hệ thống.

7. Phương pháp xử lý tín hiệu theo điểm 2, trong đó trước khi xác định phân phối, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu đầu vào mà trộn tần số đã được thực hiện trên đó, trong phổ băng cơ sở theo phân phối phổ của tín hiệu đầu

vào, phương pháp còn bao gồm các bước:

dò thấy tín hiệu đầu vào nhận được trước đó, để thu thập phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, và thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, trong đó:

việc thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào cụ thể bao gồm một hoặc tổ hợp của nhiều bước sau:

cấu hình và điều chỉnh băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh động băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc

điều chỉnh băng thông thông dải của bộ lọc; hoặc

tạo cấu hình số lượng kênh m.

8. Phương pháp xử lý tín hiệu theo điểm 3, trong đó trước khi xác định phân phối, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu đầu vào mà trộn tần số đã được thực hiện trên đó, trong phổ băng cơ sở theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, phương pháp còn bao gồm các bước:

dò thấy tín hiệu đầu vào nhận được trước đó, để thu thập phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, và thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, trong đó:

việc thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào cụ thể bao gồm một hoặc tổ hợp của nhiều bước sau:

cấu hình và điều chỉnh băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh động băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc

điều chỉnh băng thông thông dải của bộ lọc; hoặc

cấu hình số lượng kênh m.

9. Thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên cảm nhận nén, trong đó thiết bị bao gồm:

bộ thu phát được tạo cấu hình để nhận tín hiệu đầu vào;

ít nhất một bộ xử lý; và

bộ nhớ được ghép nối với ít nhất một bộ xử lý và được tạo cấu hình để lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, khiến ít nhất một bộ xử lý để:

xác định phân phối, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu đầu vào mà trộn tần số đã được thực hiện trên đó, trong phổ băng cơ sở theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào;

phân chia phổ băng cơ sở theo các mẫu hình méo gấp tín hiệu khác nhau được tạo bằng cách phân phối các thành phần tín hiệu, để tạo nhiều băng tần số, trong đó mỗi băng các băng tần số tương ứng một mẫu hình méo gấp tín hiệu;

xác định tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu đầu vào theo các mẫu hình méo gấp tín hiệu trong các băng tần số, và thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu thập tín hiệu được lấy mẫu; và

khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số theo tín hiệu được lấy mẫu, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các băng tần số, để hoàn thành khôi phục tín hiệu đầu vào.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó việc bộ xử lý có thể vận hành để thực thi các lệnh để:

xác định băng tần số bao gồm số lượng tín hiệu méo gấp lớn nhất trong số các băng tần số, và sử dụng tần số lấy mẫu thấp nhất được yêu cầu bởi băng tần số bao gồm số lượng tín hiệu méo gấp lớn nhất làm tần số lấy mẫu thấp nhất của tín hiệu đầu vào.

11. Thiết bị theo điểm 9, trong đó việc bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu lớn hơn tần số lấy mẫu thấp nhất, để thu thập tín hiệu được lấy mẫu bao gồm:

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

thực hiện lấy mẫu trên tín hiệu đầu vào ở tần số lấy mẫu f_s , để thu thập tín hiệu được lấy mẫu, trong đó:

$$f_s \geq f_{s_min} = \frac{Q \times f_p}{m}$$

f_{s_min} là tần số lấy mẫu thấp nhất, Q là số lượng tín hiệu méo gấp lớn nhất trong băng tần số, f_p là băng thông băng phụ, và m là số lượng kênh của hệ thống.

12. Thiết bị theo điểm 9, trong đó sau khi nhiều băng tần số được tạo, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: xác định ma trận phụ A_{Si} , tương ứng với ma trận quan sát A để lấy mẫu cảm nhận nén, trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số theo mẫu hình méo gấp tín hiệu trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số, trong đó $i=1, \dots, K$, trong đó:

việc bộ xử lý được tạo cấu hình để khôi phục riêng rẽ thành phần tín hiệu tương ứng trong mỗi băng tần số trong nhiều băng tần số theo tín hiệu được lấy mẫu, và ghép nối các thành phần tín hiệu được khôi phục trong các băng tần số, để hoàn thành khôi phục toàn bộ tín hiệu đầu vào bao gồm:

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

khôi phục riêng rẽ phổ băng cơ sở của băng tần số $i (i=1, \dots, K)$ theo công thức thuật toán khôi phục tín hiệu $Z_{Si}(f) = A_{Si}^+ y(f)$, trong đó A_{Si}^+ là ma trận đảo Moore Penrose của ma trận phụ A_{Si} của băng tần số thứ i , $Z_{Si}(f)$ là phổ băng cơ sở được khôi phục của thứ băng tần số i , $y(f)$ là biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu được lấy mẫu, và K là tổng số các băng tần số

được tạo trên phổ băng cơ sở; và

ghép nối các phổ băng cơ sở được khôi phục của các băng tần số, để thu thập toàn bộ phổ băng cơ sở của tín hiệu đầu vào, và khôi phục tín hiệu đầu vào theo phổ băng cơ sở thu được thông qua ghép nối.

13. Thiết bị theo điểm 9, trong đó trước khi xác định phân phối, của các thành phần tín hiệu của tín hiệu đầu vào mà trộn tần số đã được thực hiện trên đó, trong phổ băng cơ sở theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

dò thấy tín hiệu đầu vào nhận được trước đó, để thu thập phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, và thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào, trong đó:

việc thực hiện cấu hình hệ thống theo phân phối phổ của tín hiệu đầu vào cụ thể bao gồm một hoặc tổ hợp của nhiều bước sau:

cấu hình và điều chỉnh băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh động băng thông băng phụ f_p của hệ thống; hoặc

điều chỉnh tần số lấy mẫu f_s của bộ lấy mẫu; hoặc

điều chỉnh băng thông thông dải của bộ lọc; hoặc

tạo cấu hình số lượng kênh m.

14. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thiết bị xử lý tín hiệu dựa trên cảm nhận nén là trạm cơ sở hoặc trạm đầu cuối.

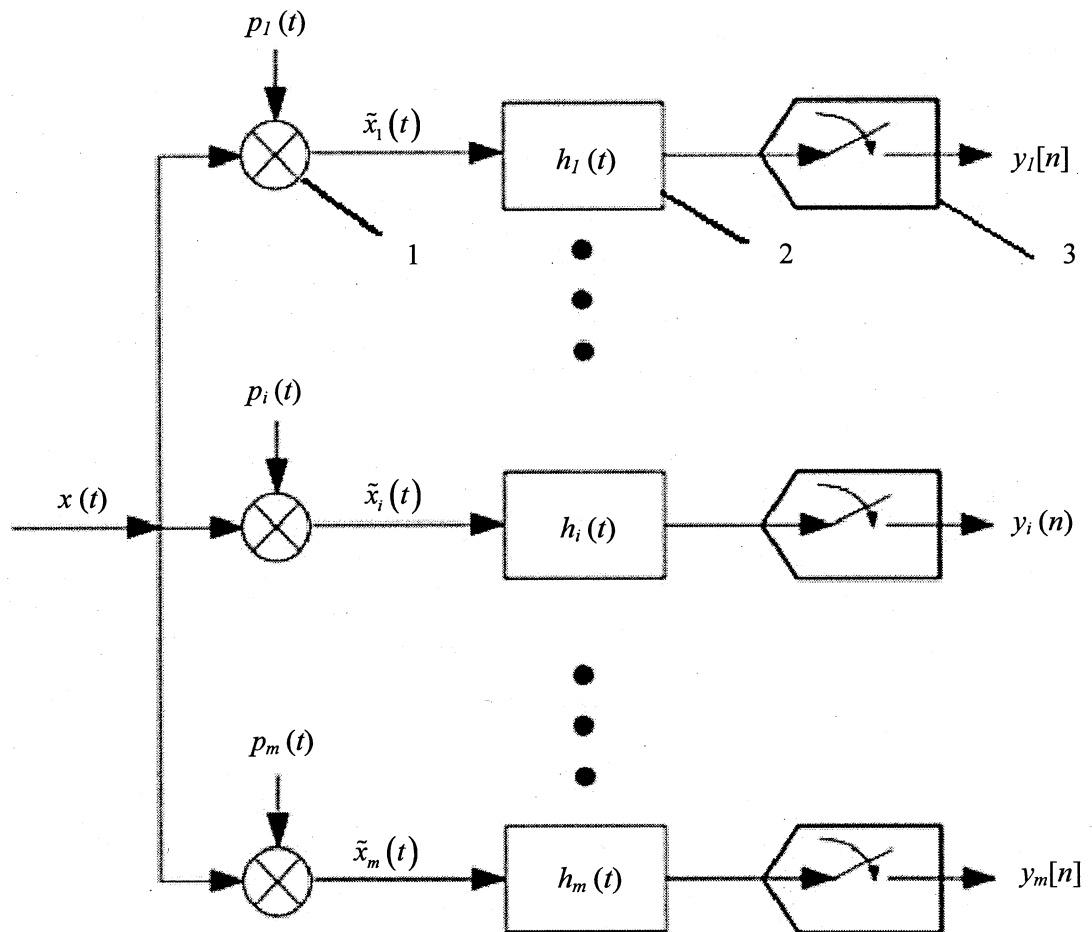


Fig.1

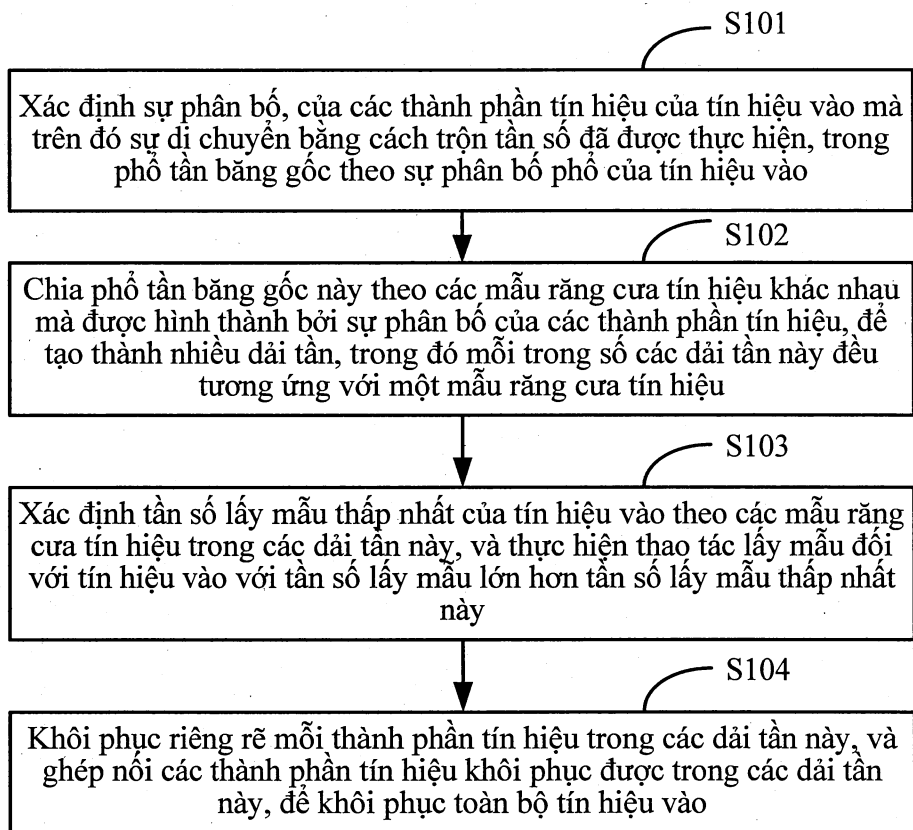


Fig.2

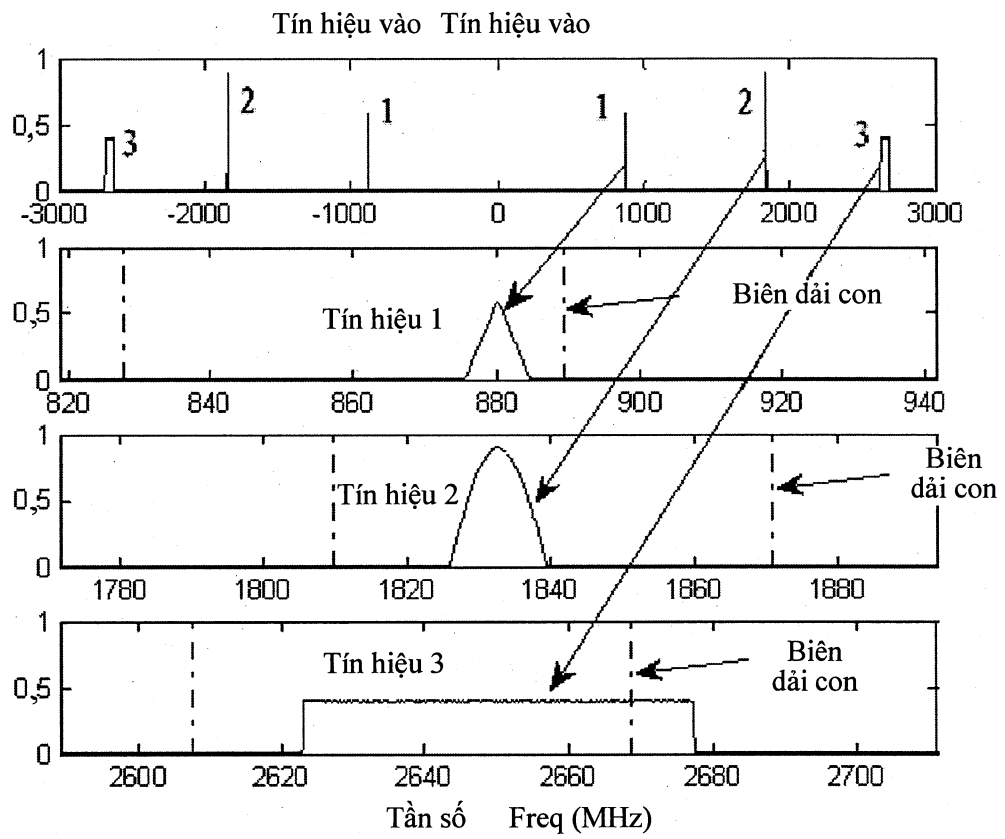


Fig.3a

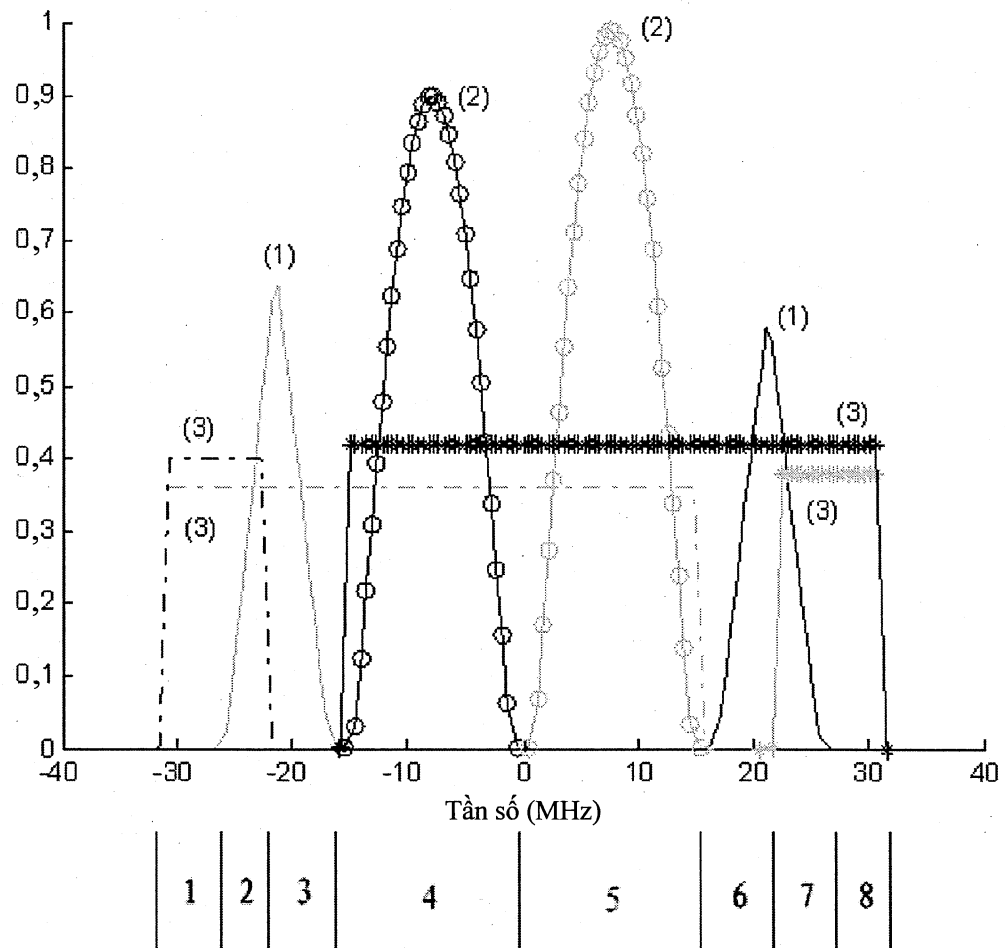


Fig.3b

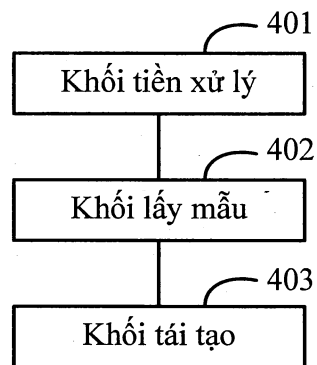


Fig.4

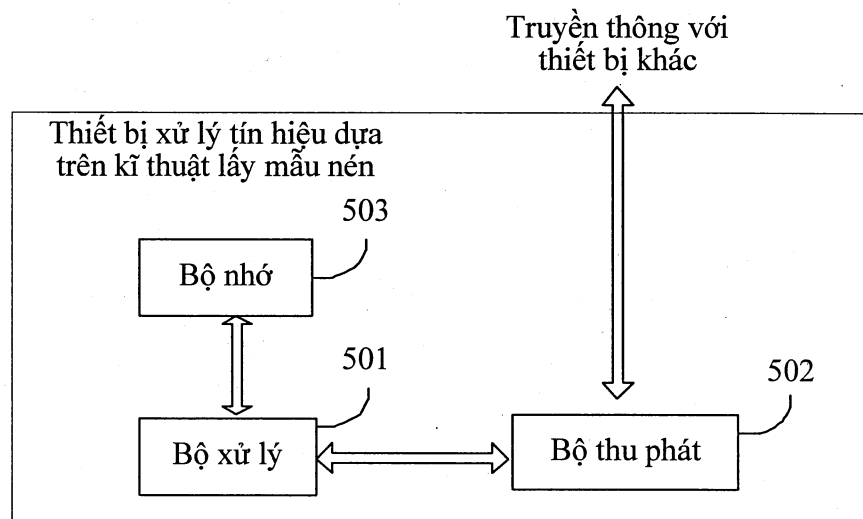


Fig.5