



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0039568

(51)<sup>2020.01</sup> H04W 28/20; H04W 72/02; H04W 72/00; H04W 28/16 (13) B

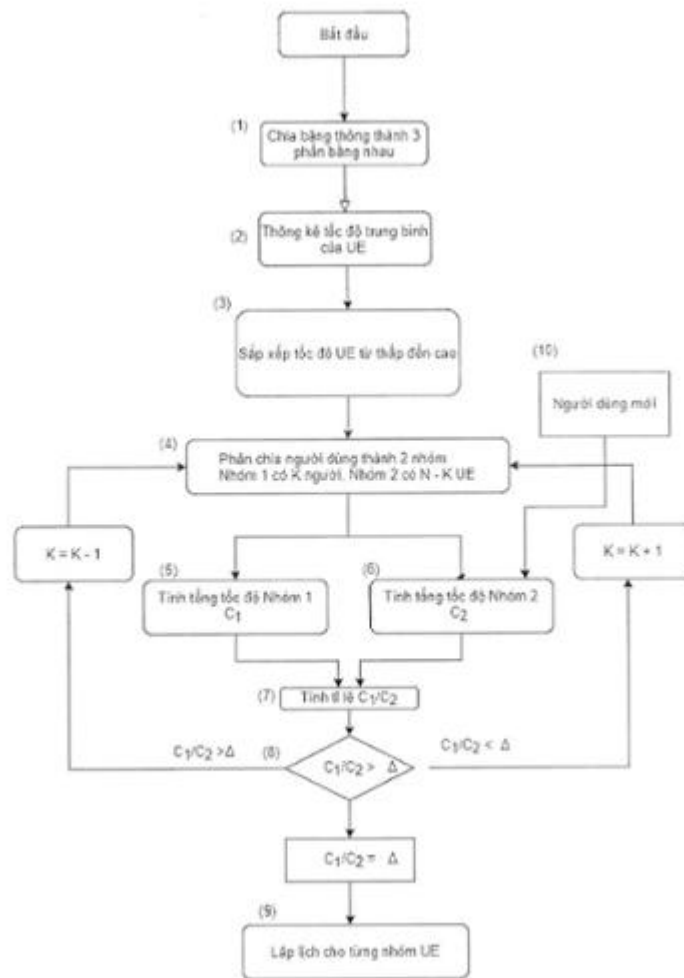
---

(21) 1-2021-07513 (22) 24/11/2021  
(45) 25/04/2024 433 (43) 25/01/2022 406  
(73) Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội (VN)  
Nhà E3, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội  
(72) Lâm Sinh Công (VN); Trần Thị Thúy Quỳnh (VN).

---

(54) PHƯƠNG PHÁP TÁI SỬ DỤNG TẦN SỐ THEO TỈ LỆ TRONG MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 5G SIÊU DÀY ĐẶC

(57) Phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng siêu dày đặc gồm các bước: (i) chia băng tần thành 3 phần theo hệ số  $\Delta$ ; (ii) thống kê thông lượng trung bình của người dùng ( $R_k$ ) mỗi  $t$  mili giây (ms); (iii) sắp xếp thông lượng người dùng theo thứ tự từ thấp đến cao bằng cách sắp xếp các giá trị thông lượng  $R_k$  theo thứ tự giảm dần; (iv) phân chia  $N$  người dùng đang hoạt động thành hai nhóm dựa theo giá trị thông lượng đã được sắp xếp ở Bước 3; (v) tính tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ nhất; (vi) tính tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ hai; (vii) tính tỉ lệ tổng thông lượng của người dùng trong hai nhóm; (viii) so sánh tỉ lệ đã tính được theo tham số  $\Delta$  đã chọn trước; (ix) kết nối và truyền tin cho người dùng; và (x) khi có người dùng mới xuất hiện, người dùng mới chưa có đủ thông tin để phân loại vào các nhóm nên sẽ được phân vào nhóm thứ nhất bằng cách cho người dùng được phục vụ trên dải băng tần con có công suất cao.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Kỹ thuật tái sử dụng tần số theo tỉ lệ cho phép các trạm phát trong mạng thông tin di động được sử dụng cùng 1 băng tần. Các kỹ thuật tái sử dụng tần số đã biết hiện nay được thực hiện theo nguyên lý chung sau:

Cứ 3 trạm phát sóng liền nhau được sử dụng toàn bộ băng tần B. Băng tần được chia thành 3 phần nhỏ B1, B2, B3. Việc phân chia băng tần thành B1, B2, B3 thường được chọn một cách đơn giản là  $B1 = B2 = B3$ . Ví dụ mạng di động 5G có thể được cơ quan quản lý cấp để hoạt động với 1 lượng băng tần có độ rộng là  $B=15$  MHz với dải tần số 2110 đến 2125 MHz, toàn bộ băng tần này được chia thành 3 phần bằng nhau là 5MHz với dải tần số lần lượt là B1 từ 2110 đến 2115 MHz, B2 từ 2115 – 2120 MHz và B3 từ 2120 – 2125 MHz, trong đó:

Trạm phát 1 sử dụng mức công suất cao để phát trên dải băng tần B1, và sử dụng mức công suất thấp để phát trên dải băng tần B2 và B3;

Trạm phát 2 sử dụng mức công suất cao để phát trên dải băng tần B2, và sử dụng mức công suất thấp để phát trên dải băng tần B1 và B3; và

Trạm phát 3 sử dụng mức công suất cao để phát trên B3, và sử dụng mức công suất thấp để phát trên dải băng tần B1 và B3.

Số lượng người dùng kết nối vào mỗi trạm cũng được chia thành 2 nhóm dựa theo tỉ số SINR và ngưỡng T với SINR là tỉ số tín hiệu mong muốn chia cho nhiễu và ồn nhiệt Gauss, ngưỡng T là một giá trị dương do nhà vận hành mạng lựa chọn. Trong đó:

Nhóm 1 bao gồm những người dùng có tỉ số SINR nhỏ hơn ngưỡng T; và

Nhóm 2 bao gồm những người dùng có tỉ số SINR lớn hơn ngưỡng T.

Việc phân người dùng vào các nhóm băng tần được quy định như sau:

Nhóm 1 được phục vụ bởi các mức công suất cao. Ví dụ: Nhóm 1 của trạm phát số 1 sẽ được phục vụ bởi mức công suất cao và trên dải băng tần B1.

Nhóm 2 được phục vụ bởi các mức công suất thấp. Ví dụ: Nhóm 2 của trạm phát số 1 sẽ được phục vụ bởi mức công suất thấp và trên dải băng tần B2 và B3.

Kỹ thuật tái sử dụng tần số hiện nay có một số nhược điểm sau:

- Hiệu suất sử dụng băng tần của các nhóm là không đồng đều: Băng tần trên mỗi nhóm là bằng nhau. Tuy nhiên, số lượng người dùng tại mỗi nhóm lại không giống nhau. Ví dụ với trạm phát 1: tại nơi điều kiện truyền tin tốt, phần lớn, thậm chí tất cả người dùng sẽ có tỉ số SINR lớn hơn ngưỡng T và được xếp vào Nhóm 2. Đồng thời, số người dùng được phân vào Nhóm 1 là không đáng kể. Khi đó, trạm phát chỉ sử dụng dải băng tần B2 và B3, dải băng tần B1 lại không được sử dụng. Như vậy, hiệu suất sử dụng băng tần B2 và B3 cao, trong khi hiệu suất băng tần B1 rất thấp.

- Việc phân chia người dùng theo tỉ số SINR không tối ưu: Trong mạng thông tin di động 4G, 5G ngày nay, có rất nhiều loại hình dịch vụ giá trị gia tăng mà người dùng có thể sử dụng như email, tin nhắn, gọi thoại qua internet (VoIP), truyền nhận hình ảnh (Video), tải file dữ liệu (FTP) ... Những người dùng sử dụng dịch vụ email, tin nhắn hay VoIP này có tốc độ rất thấp so với người dùng sử dụng loại hình dịch vụ Video hay FTP. Ví dụ: một người dùng VoIP thì tốc độ chỉ đạt 128kb/s, trong khi đó người dùng dịch vụ Video có thể có tốc độ lớn gấp khoảng 10 lần lên đến 10 Mb/s. Đối với nhà mạng, việc tối ưu truyền tin cho người dùng tốc độ cao mang lại nhiều lợi ích kể cả về kỹ thuật và kinh tế.

Do đó, nếu người dùng có tỉ số SINR thấp sử dụng dịch vụ tốc độ thấp được phân vào Nhóm 1 thì được phục vụ với công suất cao. Tuy nhiên, người dùng này không sinh ra thông lượng nhiều cho mạng nên không tối ưu được băng tần và không mang lại hiệu quả kinh tế. Ngược lại nếu người dùng có tỉ số SINR cao sử dụng dịch vụ tốc độ cao như dịch vụ Video được phân vào Nhóm 2 thì được phục vụ với công suất thấp. Khi đó, tốc độ của người dùng này giảm xuống. Điều này làm cho việc truyền hình ảnh chất lượng cao không được duy trì, và làm giảm trải nghiệm của người dùng. Người dùng lúc này có thể ngừng dịch vụ và gây thiệt hại về kinh tế cho nhà cung cấp dịch vụ mạng.

### Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc để khắc phục các nhược điểm của các kỹ thuật tái sử dụng tần số đã biết nêu trên.

Để giải quyết vấn đề kỹ thuật nêu trên, phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc theo sáng chế bao gồm các bước:

(i) phân chia băng tần thành ba băng tần con gồm băng tần con thứ nhất, băng tần con thứ hai và băng tần con thứ ba theo hệ số  $\Delta$  và theo công thức sau:

$$B = B_1 \mid B_2 \mid B_3$$

$$B_2 + B_3 = \Delta B_1$$

trong đó hệ số  $\Delta$  được xác định là tỉ số giữa tổng thông lượng của người dùng thông lượng thấp và tổng thông lượng của người dùng thông lượng cao;

(ii) thống kê thông lượng trung bình của người dùng mỗi  $t$  mili giây (ms) bởi các trạm phát sóng, trong đó:

đối với các người dùng đã thực hiện truyền tin lớn hơn  $t$  (ms) thì thông lượng trung bình chỉ được tính trong  $t$  (ms) gần nhất và công thức tính thông lượng trung bình của người dùng thứ  $k$  ( $R_k$ ) là:  $R_k = \frac{D_t}{t}$ , trong đó  $D_t$  là tổng dữ liệu mà người dùng đã truyền được trong khoảng thời gian  $t$ ;

đối với các người dùng mới tham gia truyền tin, thời gian truyền tin là  $t_0 < t$  (ms) thì thông lượng trung bình được tính trong thời gian  $t_0$  đó theo công thức

là:  $R_k = \frac{D_0}{t_0}$ , trong đó  $D_0$  là tổng dữ liệu mà người dùng đã truyền được trong

khoảng thời gian  $t_0$ ;

(iii) sắp xếp thông lượng người dùng theo thứ tự từ thấp đến cao bằng cách sắp xếp các giá trị thông lượng  $R_k$  thu được ở bước (ii) theo thứ tự giảm dần;

(iv) phân chia  $N$  người dùng đang hoạt động thành hai nhóm dựa theo giá trị thông lượng đã được sắp xếp ở bước (iii), trong đó:

- nhóm thứ nhất gồm  $K$  người dùng có thông lượng cao nhất;

- nhóm thứ hai có  $N-K$  người dùng người dùng còn lại, theo đó:

+ nhà vận hành mạng di động lựa chọn giá trị  $K$  theo các giá trị  $K$  trong quá khứ; và

+ nếu trong hệ thống chưa tồn tại giá trị  $K$  thì  $K$  có thể lựa chọn như sau:  $K = \Delta N$ ;

(v) tính tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ nhất bằng cách tính tổng  $K$  giá trị thông lượng lớn nhất đã được xác định ở bước (iv) theo công thức:

$$C_1 = R_1 + R_2 + \dots + R_K, \text{ trong đó:}$$

$C_1$  là tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ nhất; và

$R_k$  là thông lượng của người dùng thứ  $k$ ;

(vi) tính tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ hai bằng cách tính tổng  $N-K$  giá trị thông lượng nhỏ nhất đã được xác định ở bước (iv) theo công thức:  $C_2 = R_{K+1} + R_{K+2} + \dots + R_N$ , trong đó:  $C_2$  là tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ hai;

(vii) tính tỉ lệ tổng thông lượng của người dùng trong hai nhóm bằng cách tính thương số giữa tổng thông lượng  $C_2$  trong bước (vi) và  $C_1$  trong bước (v)

theo công thức tính: tỉ lệ =  $\frac{C_2}{C_1}$ ;

(8) so sánh tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1}$  đã tính được tại bước (vii) theo tham số  $\Delta$  đã chọn

trước:

nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} < \Delta$ , thì giảm số lượng người dùng trong nhóm thứ nhất đi một người, đồng nghĩa với việc tăng số lượng người dùng trong nhóm thứ hai lên một người;

nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} > \Delta$ , thì tăng số lượng người dùng trong nhóm thứ nhất lên một người, đồng nghĩa với việc giảm số lượng người dùng trong nhóm thứ hai đi một người;

nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} \approx \Delta$ , việc phân chia người dùng vào hai nhóm đã đảm bảo yêu cầu về tỉ lệ người dùng và chuyển sang bước (ix);

(ix) khi thu được tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1} \approx \Delta$ , bắt đầu thực hiện việc kết nối và truyền tin cho người dùng; và

(x) khi có người dùng mới xuất hiện, người dùng mới chưa có đủ thông tin để phân loại vào các nhóm nên sẽ được phân vào nhóm thứ nhất bằng cách cho người dùng được phục vụ trên dải băng tần con có công suất cao.

Theo một khía cạnh của sáng chế, nếu thống kê trong mạng cho thấy dữ liệu do những người dùng thông lượng cao sinh ra gấp 3 lần dữ liệu do người dùng thông lượng thấp sinh ra thì  $\Delta = 1/3$ .

Theo khía cạnh khác của sáng chế, giá trị  $t$  có thể được bằng chu kỳ thời gian người dùng gửi phản hồi về cho người dung.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 là sơ đồ minh họa các bước thực hiện của phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc theo sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Trong của mạng thông tin di động sử dụng phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc theo sáng chế, cứ 3 trạm phát sóng liền nhau được sử dụng toàn bộ băng tần được cấp. Trong mạng thông tin di động, dải băng tần thường được cấp bởi đơn vị quản lý nhà nước. Ví dụ mạng di động 5G có thể được cơ quan quản lý cấp để hoạt động với 1 lượng băng tần có độ rộng là  $B=15$  MHz với dải tần số 2110 đến 2125 MHz. Để cho việc sử dụng được tối ưu, băng tần này thường được chia thành các phần nhỏ tùy thuộc vào mục tiêu sử dụng của nhà vận hành mạng di động.

Trong phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc theo sáng chế, băng tần được chia thành 3 phần băng tần con B1, B2, B3. Trong hệ thống mạng thông tin di động, việc phân chia băng tần thành các phần băng tần con được thực hiện thông qua cấu hình hệ thống. Với 3 băng tần con B1, B2 và B3 thì:

Trạm phát 1 sử dụng mức công suất cao để phát trên băng tần con B1, và sử dụng mức công suất thấp để phát trên băng tần con B2 và B3;

Trạm phát 2 sử dụng mức công suất cao để phát trên băng tần con B2, và sử dụng mức công suất thấp để phát trên băng tần con B1 và B3; và

Trạm phát 3 sử dụng mức công suất cao để phát trên băng tần con B3, và sử dụng mức công suất thấp để phát trên băng tần con B2 và B1.

Theo Hình 1, phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng siêu dày đặc theo sáng chế bao gồm các bước như sau:

(1) Chia băng tần thành 3 băng tần con.

Do việc phân chia băng tần thành các băng tần con không thể thực hiện một cách thường xuyên nên nhà vận hành mạng có thể thực hiện chia băng tần ngay khi thiết lập hoạt động của hệ thống hoặc theo chu kỳ ngày, tháng. Việc phân chia băng tần con dựa theo thông lượng của người dùng sinh ra trong mạng. Các hệ thống quản trị và vận hành mạng thông tin di động đều cho phép thống kê lưu lượng trong mạng sinh ra bởi từng người dùng tham gia truyền tin. Người dùng tham gia truyền tin trong mạng có thể được chia thành: người dùng có thông lượng cao và người dùng thông lượng thấp. Trong đó, người dùng có thông lượng cao là người dùng sử dụng loại hình dịch vụ yêu cầu thông lượng cao như truyền dữ liệu video, tải tệp dữ liệu; người dùng có thông lượng thấp là người dùng sử dụng dịch vụ tốc độ thấp như cuộc gọi thoại, tin nhắn. Sự chênh lệch về thông lượng do người dùng thông lượng cao và người dùng thông lượng thấp sinh ra là rất lớn. Do đó, ta có thể đặt 1 ngưỡng thông lượng để phân biệt 2 loại người dùng này. Ví dụ, ngưỡng thông lượng có thể chọn là tốc độ tối thiểu để truyền video độ phân giải cao 3 Mb/s. Khi đó, những người dùng có thông lượng lớn hơn 3Mb/s được xác định là người dùng thông lượng cao. Ngược lại, người dùng có thông lượng nhỏ hơn 3 Mb/s được xác định là người dùng thông lượng thấp.

Việc theo dõi và thống kê lưu lượng trên mạng sẽ cho phép tính tổng thông lượng của người dùng thông lượng cao và người dùng thông lượng thấp. Quá trình theo dõi và thống kê càng lâu thì số liệu thu được càng chính xác. Thông thường, dữ liệu thống kê có thể thực hiện trong vòng 1 tháng. Sau khi xác định được tổng thông lượng của người dùng thông lượng cao và thông lượng thấp, hệ số  $\Delta$  được xác định là tỉ số giữa tổng thông lượng của người dùng thông lượng thấp và tổng thông lượng của người dùng thông lượng cao.

Từ đó, theo sáng chế, băng tần sẽ được phân chia theo hệ số  $\Delta$  theo công thức sau:

$$B = B_1 + B_2 + B_3$$

$$B_2 + B_3 = \Delta B_1$$



Nếu thống kê trong mạng cho thấy dữ liệu do những người dùng thông lượng cao sinh ra gấp 3 lần dữ liệu do người dùng thông lượng thấp sinh ra thì chọn  $\Delta = 1/3$ . Tức là băng tần để phục vụ cho người dùng thông lượng cao gấp 3 lần băng tần sử dụng cho nhóm người dùng thông lượng thấp.

Lưu ý rằng trong mạng thông tin di động 5G, băng tần là tập hợp của các khối nguyên tài nguyên nên việc chia băng tần thành các băng tần con chỉ đơn giản là việc nhóm một số khối tài nguyên tài nguyên lại với nhau. Hệ số  $\Delta$  và các băng tần con thường được giữ cố định trong 1 khoảng thời gian dài như 1 ngày, 1 tuần, 1 tháng hoặc lâu hơn tùy theo cách vận hành của nhà mạng.

Bước 1 thống kê lưu lượng người dùng trong 1 khoảng thời gian dài để có được việc chia băng tần chính xác, thì Bước 2 đến Bước 8 thực hiện việc chia người dùng thành các nhóm dựa theo thống kê tức thời trong 1 khoảng thời gian ngắn. Lưu ý rằng mỗi phiên truyền tin của người dùng thường chỉ kéo dài trong 1 khoảng thời gian ngắn. Ví dụ người dùng xem video có độ phân giải cao trên youtube trong khoảng thời gian 15 phút thì người dùng sẽ thực hiện nhiều phiên truyền và nhận video, mỗi phiên truyền và nhận video chỉ kéo dài khoảng 1 phút. Do đó, việc phân loại người dùng cần phải thực hiện trong khoảng thời gian ngắn. Điều đó, đồng nghĩa với quá trình thống kê thông lượng để phục vụ cho việc phân loại người dùng cũng cần diễn ra trong thời gian ngắn.

(2) Các trạm phát sóng thống kê thông lượng trung bình của người dùng mỗi  $t$  mili giây (ms).

Đối với các người dùng đã thực hiện truyền tin lớn hơn  $t$  (ms) thì thông lượng trung bình chỉ được tính trong  $t$  (ms) gần nhất. Theo một phương án của sáng chế, giá trị  $t$  có thể được bằng chu kỳ thời gian người dùng gửi phản hồi về cho người dùng.

Công thức tính thông lượng trung bình của người dùng thứ  $k$ :

$$R_k = \frac{D_t}{t}$$

trong đó  $D_t$  là tổng dữ liệu mà người dùng đã truyền được trong khoảng thời gian  $t$ .

Đối với các người dùng mới tham gia truyền tin, thời gian truyền tin là  $t_0 < t$  (ms) thì thông lượng trung bình được tính trong thời gian  $t_0$  đó. Khi đó, thông lượng trung bình được tính theo công thức sau:

$$R_k = \frac{D_0}{t_0}$$

trong đó  $D_0$  là tổng dữ liệu mà người dùng đã truyền được trong khoảng thời gian  $t_0$ .

(3) Sắp xếp thông lượng người dùng theo thứ tự từ thấp đến cao bằng cách sắp xếp các giá trị thông lượng  $R_k$  thu được ở Bước 2 theo thứ tự giảm dần.

(4) Phân chia  $N$  người dùng đang hoạt động thành 2 nhóm dựa theo giá trị thông lượng đã được sắp xếp ở Bước 3:

- Nhóm 1 gồm  $K$  người dùng có thông lượng cao nhất;
- Nhóm 2 có  $N-K$  người dùng người dùng còn lại;

trong đó:

nhà vận hành mạng di động lựa chọn giá trị  $K$  theo các giá trị  $K$  trong quá khứ; và

nếu trong hệ thống chưa tồn tại giá trị  $K$  thì  $K$  có thể lựa chọn như sau:

$$K = \Delta N$$

Việc xác định  $K$  theo công thức trên để đảm bảo cho sự cân bằng về thông lượng của 2 nhóm người dùng. Ví dụ: tổng thông lượng của người dùng thông lượng cao gấp 3 lần tổng thông lượng của người dùng thông lượng thấp, hay  $\Delta = \frac{1}{3}$ . Khi đó, chỉ  $\frac{1}{3}$  trong số người dùng đang hoạt động được phân loại thành người dùng thông lượng cao. Bằng cách phân chia trên thì tổng thông lượng của 2 nhóm người dùng là bằng nhau.

(5) Tính tổng thông lượng người dùng trong Nhóm 1 bằng cách tính tổng  $K$  giá trị thông lượng lớn nhất đã được xác định ở Bước 4 theo công thức:

$$C_1 = R_1 + R_2 + \dots + R_K$$

Trong đó:

- $C_1$  là tổng thông lượng người dùng trong nhóm 1;
- $R_k$  là thông lượng của người dùng thứ  $k$ .

(6) Tính tổng thông lượng người dùng trong Nhóm 2 bằng cách tính tổng  $N-K$  giá trị thông lượng nhỏ nhất đã được xác định ở Bước 4 theo công thức:

$$C_2 = R_{K+1} + R_{K+2} + \dots + R_N$$

Trong đó:  $C_2$  là tổng thông lượng người dùng trong nhóm 2.

(7) Tính tỉ lệ tổng thông lượng của người dùng trong 2 nhóm bằng cách tính thương số giữa tổng thông lượng  $C_2$  trong Bước 6 và  $C_1$  trong bước 5 theo công thức tính: tỉ lệ  $= \frac{C_2}{C_1}$ .

(8) So sánh tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1}$  đã tính được tại Bước 7 theo tham số  $\Delta$  đã chọn trước:

Nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} < \Delta$ , thì giảm số lượng người dùng trong Nhóm 1 đi 1 người, đồng nghĩa với việc tăng số lượng người dùng trong Nhóm 2 lên 1 người. Người dùng bị dịch chuyển từ Nhóm 1 sang Nhóm 2 thường là người dùng có thông lượng gần với thông lượng ngưỡng. Khi chuyển 1 người dùng thì tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1}$  sẽ thay đổi một cách đáng kể. Hơn nữa, tại 1 thời điểm, có thể có rất nhiều người kết nối vào 1 trạm thông tin di động nhưng số lượng người tham gia truyền dữ liệu với trạm này (người dùng có thông lượng lớn hơn 0) là không lớn, khoảng 10 đến 15 người. Do đó, việc tăng giảm 1 người để đảm bảo cho việc hiệu chỉnh được được chính xác và duy trì được sự ổn định của mạng.

Nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} > \Delta$ , thì tăng số lượng người dùng trong Nhóm 1 lên 1 người, đồng nghĩa với việc giảm số lượng người dùng trong Nhóm 2 đi 1 người. Người dùng bị dịch chuyển từ Nhóm 2 sang Nhóm 1 thường là người dùng có thông lượng gần với thông lượng ngưỡng. Khi chuyển 1 người dùng thì tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1}$  sẽ thay đổi một cách đáng kể. Hơn nữa, tại 1 thời điểm, có thể có rất nhiều người kết nối vào 1 trạm thông tin di động nhưng số lượng người tham gia truyền dữ liệu với trạm này (người dùng có thông lượng lớn hơn 0) là không lớn, khoảng 10 đến 15 người. Do đó, việc tăng giảm 1 người để đảm bảo cho việc hiệu chỉnh được được chính xác và duy trì được sự ổn định của mạng.

Nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} \approx \Delta$ , việc phân chia người dùng vào 2 nhóm đã đảm bảo yêu cầu về tỉ lệ người dùng và chuyển sang Bước 9.

Việc phân loại người dùng này khác hoàn toàn với cách phân loại người dùng truyền thống sử dụng chất lượng kênh truyền của người dùng.

(9) Sau khi thực hiện Bước 8, ta thu được tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1} \approx \Delta$ . Khi đó bắt đầu thực hiện việc kết nối và truyền tin cho người dùng.

(10) Khi có người dùng mới xuất hiện, người dùng mới chưa có đủ thông tin để phân loại vào các nhóm nên sẽ được phân vào Nhóm 1 bằng cách cho người dùng được phục vụ trên dải băng tần con có công suất cao. Đây là nhóm được ưu tiên phục vụ với công suất cao và có khả năng truyền thông lượng cao. Việc phân người dùng mới vào Nhóm 1 sẽ kích thích người dùng sử dụng dịch vụ và tối ưu được băng tần.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Tại thời điểm nhà vận hành mạng di động muốn áp dụng phương pháp của sáng chế, nhà vận hành mạng di động thực hiện:

- Sử dụng thống kê dữ liệu trong mạng.

Giả sử tỉ lệ dữ liệu do người dùng thông lượng cao sinh ra gấp đôi dữ liệu do nhóm thông lượng tốc thấp sinh ra.

Giả sử băng tần nhà mạng được cấp là 60 MHz. Chia băng tần thành 3 băng tần con B1, B2, B3 sao cho

$$B2 + B3 = \frac{1}{2} B1$$

Để cho việc tính toán và xử lý đơn giản, ta chọn  $B2 = B3$ . Khi đó, giá trị của các băng tần con như sau:  $B1 = 40$  MHz,  $B2 = B3 = 10$  MHz.

Lưu ý rằng công suất truyền trên băng tần con B1 cao hơn công suất truyền trên băng tần B2 và B3. Ngoài ra, thống kê về thông lượng mạng tại các vị trí khác nhau là khác nhau nên mỗi mỗi khu vực địa lý sẽ có những chỉ số  $\Delta$  khác nhau.

- Thời gian thống kê dữ liệu  $t$  của mỗi người dùng được chọn là 40 ms, bằng thời chu kỳ phản hồi chất lượng kênh mặc định.

Thông lượng dữ liệu của người dùng sẽ được tính như sau:

$$R_k = \frac{D_t}{t}$$

trong đó  $D_t$  là tổng dữ liệu mà người đã truyền được trong khoảng thời gian  $t = 40$  ms.

- Giả sử có 5 người dùng với thông lượng sau khi đã được sắp xếp là  $R_1 = 5$  Mb/s,  $R_2 = 3$  Mb/s,  $R_3 = 1,8$  Mb/s,  $R_4 = 1,4$  Mb/s và  $R_5 = 0,8$  Mb/s

- Phân chia người dùng thành 2 nhóm:

+ Nhóm 1 gồm 3 người dùng  $R_2=3$  Mb/s và  $R_1=5$  Mb/s.

+ Nhóm 2 gồm 2 người dùng  $R_3=0,8$  Mb/s,  $R_4=1,4$  Mb/s,  $R_5=1,8$  Mb/s.

- Thực hiện việc kết nối và truyền tin cho người dùng dựa trên băng tần đã được phân. Quá trình truyền tin dựa theo các cấu hình và chương trình có sẵn của hệ thống.

### **Hiệu quả đạt được của sáng chế**

Sau khi thực hiện các bước của phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng di động 5G siêu dày đặc theo sáng chế, hiệu quả thu được như sau:

Tối ưu hóa băng tần. Phương pháp theo sáng chế giúp tối ưu hóa băng tần bằng cách đảm bảo được hiệu suất sử dụng băng tần thông qua việc duy trì tỉ lệ dữ liệu truyền của người dùng tại ở mỗi nhóm người dùng và băng tần được cấp.

Nâng cao thông lượng hệ thống và trải nghiệm người dùng. Phương pháp theo sáng chế giúp phân loại người dùng có thông lượng cao và người dùng có thông lượng thấp vào 2 nhóm riêng biệt. Khi muốn nâng cao hiệu suất và trải nghiệm của nhóm người dùng nào đó, nhà vận hành mạng có thể nâng cao công suất của trạm phát để phục vụ nhóm người dùng đó hoặc ưu tiên nhóm đó được sử dụng những vùng băng tần tốt.

## Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc bao gồm các bước:

(i) phân chia băng tần (B) thành ba băng tần con gồm băng tần con thứ nhất (B1), băng tần con thứ hai (B2) và băng tần con thứ ba (B3) theo hệ số  $\Delta$  theo công thức sau:

$$B = B_1 + B_2 + B_3$$

$$B_2 + B_3 = \Delta B_1$$

trong đó hệ số  $\Delta$  được xác định là tỉ số giữa tổng thông lượng của người dùng thông lượng thấp và tổng thông lượng của người dùng thông lượng cao;

(ii) thống kê thông lượng trung bình của người dùng mỗi  $t$  mili giây (ms) bởi các trạm phát sóng, trong đó:

đối với các người dùng đã thực hiện truyền tin lớn hơn  $t$  (ms) thì thông lượng trung bình chỉ được tính trong  $t$  (ms) gần nhất và công thức tính thông lượng trung bình của người dùng thứ  $k$  ( $R_k$ ) là:  $R_k = \frac{D_t}{t}$ , trong đó  $D_t$  là tổng dữ liệu mà người dùng đã truyền được trong khoảng thời gian  $t$ ;

đối với các người dùng mới tham gia truyền tin, thời gian truyền tin là  $t_0 < t$  (ms) thì thông lượng trung bình được tính trong thời gian  $t_0$  đó theo công thức là:  $R_k = \frac{D_0}{t_0}$ , trong đó  $D_0$  là tổng dữ liệu mà người dùng đã truyền được trong khoảng thời gian  $t_0$ ;

(iii) sắp xếp thông lượng người dùng theo thứ tự từ thấp đến cao bằng cách sắp xếp các giá trị thông lượng  $R_k$  thu được ở bước (ii) theo thứ tự giảm dần;

(iv) phân chia  $N$  người dùng đang hoạt động thành hai nhóm dựa theo giá trị thông lượng đã được sắp xếp ở bước (iii), trong đó:

- nhóm thứ nhất gồm  $K$  người dùng có thông lượng cao nhất;
- nhóm thứ hai có  $N-K$  người dùng người dùng còn lại, theo đó:

+ nhà vận hành mạng di động lựa chọn giá trị  $K$  theo các giá trị  $K$  trong quá khứ; và

+ nếu trong hệ thống chưa tồn tại giá trị  $K$  thì  $K$  có thể lựa chọn như sau:  $K = \Delta N$ ;

(v) tính tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ nhất bằng cách tính tổng  $K$  giá trị thông lượng lớn nhất đã được xác định ở bước (iv) theo công thức:  $C_1 = R_1 + R_2 + \dots + R_K$ , trong đó:

$C_1$  là tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ nhất; và

$R_k$  là thông lượng của người dùng thứ  $k$ ;

(vi) tính tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ hai bằng cách tính tổng  $N-K$  giá trị thông lượng nhỏ nhất đã được xác định ở bước (iv) theo công thức:  $C_2 = R_{K+1} + R_{K+2} + \dots + R_N$ , trong đó:  $C_2$  là tổng thông lượng người dùng trong nhóm thứ hai;

(vii) tính tỉ lệ tổng thông lượng của người dùng trong hai nhóm bằng cách tính thương số giữa tổng thông lượng  $C_2$  trong bước (vi) và  $C_1$  trong bước (v) theo công thức tính: tỉ lệ =  $\frac{C_2}{C_1}$ ;

(8) so sánh tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1}$  đã tính được tại bước (vii) theo tham số  $\Delta$  đã chọn trước:

nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} < \Delta$ , thì giảm số lượng người dùng trong nhóm thứ nhất đi một người, đồng nghĩa với việc tăng số lượng người dùng trong nhóm thứ hai lên một người;

nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} > \Delta$ , thì tăng số lượng người dùng trong nhóm thứ nhất lên một người, đồng nghĩa với việc giảm số lượng người dùng trong nhóm thứ hai đi một người;

nếu tỉ số  $\frac{C_2}{C_1} \approx \Delta$ , việc phân chia người dùng vào hai nhóm đã đảm bảo yêu cầu về tỉ lệ người dùng và chuyển sang bước (ix);

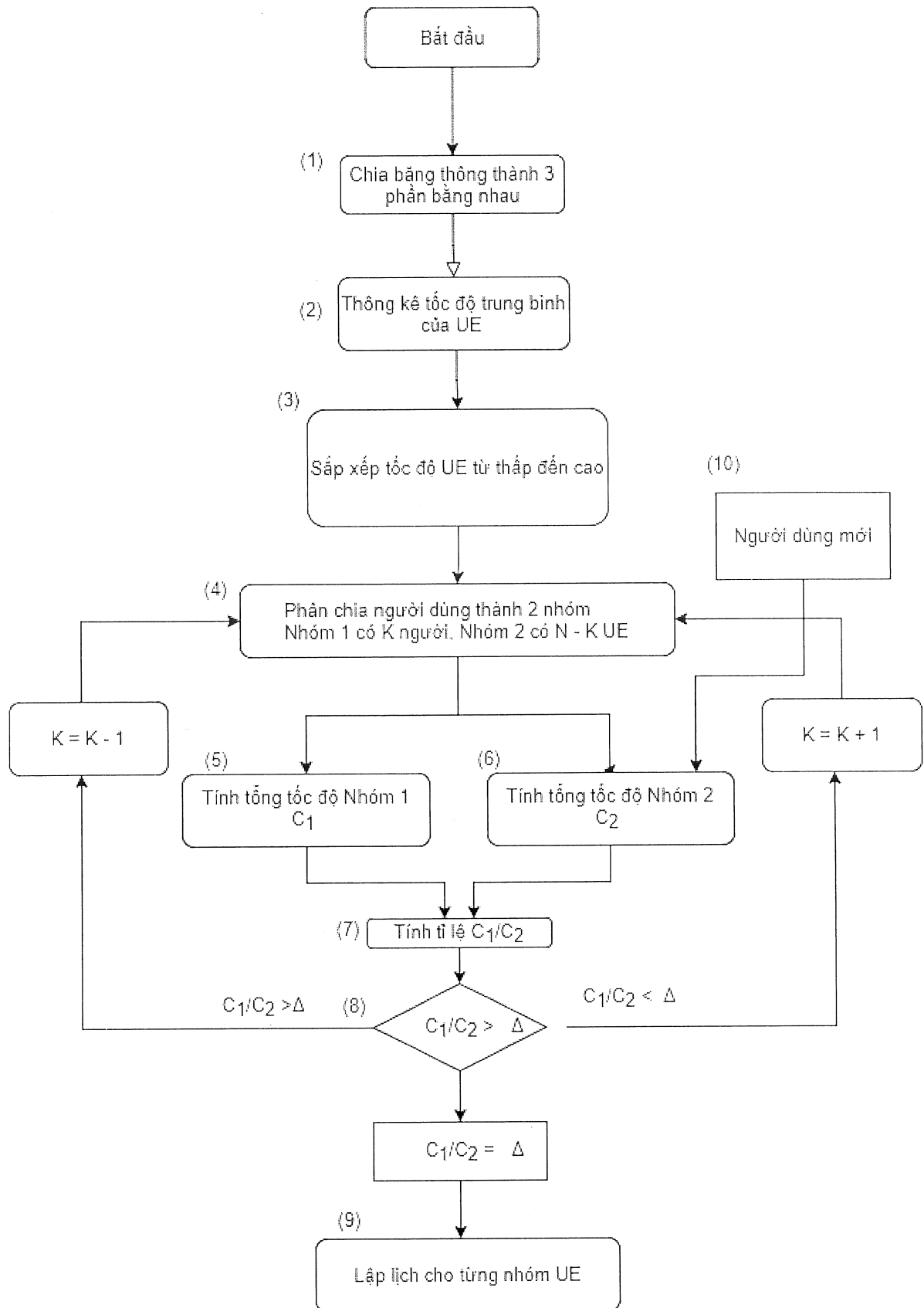
(ix) khi thu được tỉ lệ  $\frac{C_2}{C_1} \approx \Delta$ , bắt đầu thực hiện việc kết nối và truyền tin cho người dùng; và

(x) khi có người dùng mới xuất hiện, người dùng mới chưa có đủ thông tin để phân loại vào các nhóm nên sẽ được phân vào nhóm thứ nhất bằng cách cho người dùng được phục vụ trên dải băng có công suất cao.

2. Phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc theo điểm 1, trong đó nếu thống kê trong mạng cho thấy dữ liệu do những người dùng thông lượng cao sinh ra gấp 3 lần dữ liệu do người dùng thông lượng thấp sinh ra thì  $\Delta = 1/3$ .

3. Phương pháp tái sử dụng tần số theo tỉ lệ trong mạng thông tin di động 5G siêu dày đặc theo điểm 1, trong đó giá trị  $t$  có thể được bằng chu kỳ thời gian người dùng gửi phản hồi về cho người dùng.





Hình 1