ISSN 2354-0575

NGHIÊN CỨU THUẬT TOÁN CHIA SẺ PHỔ LỚP LÓT CHUYỂN TIẾP Ở MẠNG VÔ TUYẾN NHẬN THỨC

Nguyễn Văn Vinh, Nguyễn Thị Phương Hòa

Khoa Điện-Điện tử, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

Ngày nhận: 14/11/2019

Ngày sửa chữa: 21/12/2019

Ngày xét duyệt: 29/12/2019

Tóm tắt

Ở bài báo này, một thuật toán chia sẻ phổ lớp lót chuyển tiếp tối ưu ở mạng vô tuyến nhận thức (CR, Cognitive Radio) được nghiên cứu và phân tích. Nội dung bài báo được đề cập thông qua giao thức giải mã tối ưu, phân tích hiệu năng mạng của người dùng nhận thức, ảnh hưởng của nhiễu chia sẻ phổ được coi là sự kết hợp với hoạt động của người dùng chính. Và một giải pháp tối ưu kiểu chuyển tiếp nổi tiếp xác suất tổn hao công suất làm giảm ảnh hưởng của nhiễu lên hiệu năng của mạng được phân tích, khẳng định tính chính xác về lý thuyết và được minh chứng thông qua kết quả mô phỏng Matlab.

Từ khóa: *Vô tuyến nhận thức, Tối ưu hóa, Chia sẻ phổ*

1. Mở đầu

Ở mạng vô tuyến nhận thức, người dùng nhận thức được phép tương tác với người dùng chính miễn là việc truyền tải thông tin của người dùng nhận thức nhận được đáp ứng các giới hạn về mức độ gây nhiễu từ người dùng chính ngay ra, nghĩa là mức độ nhiễu của người dùng chính không cao hơn giá trị nhiệt độ gây nhiễu cụ thể là người dùng đồng thời sử dụng băng tần được cấp phép của người dùng chính để thực hiện phân chia phổ dưới dạng lớp lót (underlay) [1, 2]. Trong những năm gần đây, một số lượng lớn các nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc đưa công nghệ chuyển tiếp hợp tác vào mạng nhận thức chia sẻ phổ dựa trên lớp lót có thể cải thiện hiệu năng truyền dẫn của người dùng nhận thức đồng thời đảm bảo chất lượng truyền thông của người sử dùng chính [3-9]. Kết quả cái gọi là mạng vô tuyến nhận thức chuyển tiếp đã xuất hiện cho phép chia sẻ khoảng cách lớp dưới dạng hợp tác [10]. Ở mạng này, người dùng nhận thức nhận nguồn truyền thông tin với sự trợ giúp của người dùng nhận thức khác chuyển tiếp và chuyển tiếp giới hạn công suất truyền của họ trong quá trình truyền dẫn để đảm bảo rằng giới hạn ngưỡng nhiễu của người sử dụng chính là không bị ảnh hưởng.

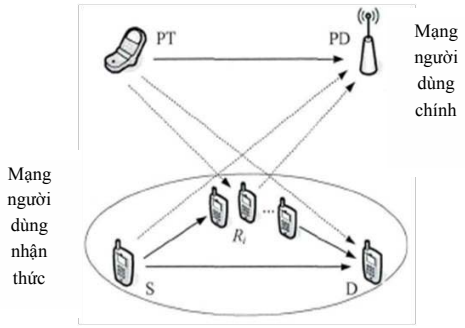
Mạng vô tuyến nhận thức chuyển tiếp nhận được nhiều sự quan tâm, để ý của các nhà nghiên cứu. Nhiều học giả tập trung vào vấn đề nguồn phân bổ công suất và chuyển tiếp trong các mạng hợp tác người dùng nhận thức [13-15]. Trước đây, Leila Musavian và cộng sự đã chỉ ra rằng công suất đỉnh giới hạn và công suất trung bình của người sử dùng nhận thức được giới hạn trong cả hai trường hợp kênh Rayleigh và khả năng có thể sử dụng suy luận giải pháp khép kín [10]; tài liệu [11] nghiên cứu dưới tiền đề hạn chế công suất đỉnh, việc lựa chọn mạng nhận thức phối hợp hoạt động gián đoạn truyền; thời gian gần đây ở tài liệu [12], các tác giả cũng cho rằng hạn chế công suất đỉnh người dùng chính có thể là một trong nhiều phương pháp tối ưu cho mạng vô tuyến nhận thức lớp lót.

Ở bài báo này, kết hợp các giới hạn về mức độ nhiễu và các vấn đề can thiệp chia sẻ phổ để xây dựng một mô hình mạng tiếp nhận nhận thức hoàn chỉnh và phân tích hiệu suất của mạng. Nội dung cụ thể được đề cập đến các giao thức hợp tác dựa trên lựa chọn chuyển tiếp tối ưu, có tính đến ảnh hưởng hoạt động của người dùng chính đối với mạng nhận thức, và tìm ra một giải pháp hình thức đóng của xác suất bị gián đoạn. Thông qua việc phân tích các kết quả mô phỏng, độ

chính xác của các kết quả phân tích lý thuyết được xác minh, và hiệu ứng can thiệp quang phổ đối với việc thực hiện mạng tiếp nhận nhận thức trực tiếp được phản ánh trực tiếp, điều này tiếp tục khẳng định rằng mô hình mạng được xây dựng ở bài báo này là hoàn chỉnh hơn và hiệu năng của mạng tốt hơn.

2. Mô hình mạng

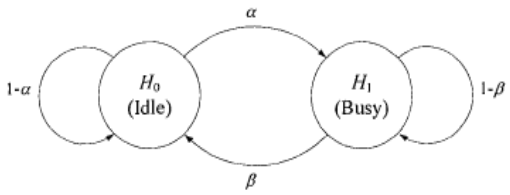
Mô hình mạng được sử dụng ở đây là một mạng tiếp nhận nhận thức kiểu lớp lót, nơi mà người dùng chính và người dùng nhận thức cùng tồn tại, Hình 1.



Hình 1. Mô hình mạng nhận thức chuyển tiếp underlay đa chuyển tiếp

Sự khác biệt là trong mạng người dùng nhận thức có M chuyển tiếp ứng với các ứng cử viên $\mathcal{R}=\{R_i=1, 2, ..., M\}$ có thể được chọn để hoàn thành quá trình truyền hợp tác. Tương tự, giả định rằng công suất truyền tải bị giới hạn và kênh bị mờ, nguồn và chuyển tiếp không thể thiết lập liên kết truyền trực tiếp, bất kỳ kênh truyền thông nào giữa hai người dùng là kênh Rayleigh mờ dần độc lập và kênh $|h_{AB}|^2$ thu được tuân theo phân phối mũ tham số λ_{AB}. Truyền tải người dùng nhận thức sử dụng giao thức hợp tác chọn lọc hai khe: Trong khe thời gian đầu tiên, thông tin phát sóng nguồn và tất cả chuyển tiếp ứng viên nhận và cố gắng giải mã tín hiệu, một bộ chuyển tiếp được giải mã chính xác cấu thành một bộ giải mã, ký hiệu là $D(s)$; khe thời gian thứ hai, chuyển tiếp trong tập hợp "tốt nhất", có nghĩa là cho phép đích thu được tín hiệu tối đa tới nhiễu và nhiễu Relay chuyển tiếp các kết quả giải mã của nó.

Hình 2, mô tả việc truyền tải người dùng nhận thức vẫn cần đáp ứng giới hạn ngưỡng nhiễu của người dùng chính, vì vậy công suất tối đa cho phép đối với người dùng nhận thức và người dùng chuyển tiếp được chọn để truyền là $P_S = I_{th}/|h_{S.P}|^2$, $P_{Ri} = I_{th}/|h_{i.P}|^2$ tương ứng.



Hình 2. Mô hình kênh của người dùng chính

Mặt khác, truyền tín hiệu người dùng nhận thức cũng có thể bị nhiễu chia sẻ phổ, và tín hiệu nhiễu từ người dùng chính có thể nhận được ở cả chuyển tiếp được chọn và người dùng đích. Nó được giả định ở đây rằng người dùng chính không phải lúc nào cũng chiếm phổ được ủy quyền của nó. Chỉ khi người dùng chính chiếm quang phổ thì việc truyền tải mạng nhận thức có thể bị xáo trộn. Do đó, để đánh giá tác động của nhiễu đối với hiệu năng người dùng nhận thức, cần mô hình trạng thái hoạt động của người dùng chính trong hai khe thời gian. Giả sử rằng $H_P(i)=H_0$ $(i=1, 2)$ đại diện cho người dùng chính không hoạt động trong khe thời gian thứ i và $H_P(i)=H_1$ $(i=1, 2)$ đại diện cho hoạt động của người dùng chính, xác suất của hai số này là $\Pr(H_P(i)=H_0) = p_0$ và $\Pr(H_P(i)=H_1) = 1-p_0$. Ngoài ra, như trong Hình 2 mô hình chuỗi nhị phân Markov được sử dụng để mô tả sự chuyển đổi trạng thái người dùng chính, α là xác suất mà kênh người dùng chính chuyển từ nhàn rỗi sang bận và β là xác suất mà kênh người dùng chính chuyển từ trạng thái bận sang trạng thái chờ. Tức là

$$\begin{aligned}\Pr(H_P(2)=H_1|H_P(1)=H_0)=\alpha\\ \Pr(H_P(2)=H_0|H_P(1)=H_1)=\beta\end{aligned} \quad (1)$$

3. Phân tích hiệu suất

Như đã mô tả ở trên, mạng người dùng nhận thức thông qua giao thức hợp tác lựa chọn DF hai khe. Vì vậy, phân tích xác suất tổn thất công suất cần xem xét khả năng truyền tải khe thời gian thứ hai bị gián đoạn trong tất cả các tình huống giải mã có thể xảy ra trong khe thời gian đầu tiên. Công thức tính toán xác suất công suất tổn thất được đưa ra bởi tiêu chí xác suất đầy đủ:

$$P_{out} = \sum_{D(s)} \Pr[\gamma_D \le I_{th}|D(s)]\Pr[D(s)] \quad (2)$$

trong đó γ_D là tín hiệu nhận được với nhiễu cộng với tỷ số tín hiệu trên tạp âm (SNR, Signal Noise Rate) tại nút đích. Dựa trên công thức trên, xác suất tổn thất công suất có thể được giải quyết trong hai phần: xác suất bộ giải mã (Pr[$D(s)$] và xác suất tổn thất công suất trong điều kiện bộ giải mã cụ thể (Pr[$\gamma_D < \gamma_{th}$| $D(s)$]).

3.1. Xác suất bộ giải mã

Pr [$D(s)$] đại diện cho xác suất mà bộ chuyển tiếp ứng viên có thể được giải mã chính xác sau khe đầu tiên là $D(s)$. Dựa trên trạng thái của người dùng chính trong khe thời gian đầu tiên, xác suất này có thể được thảo luận trong hai tình huống.

1) Khi $H_P(1)=H_0$, người dùng chính không hoạt động và sẽ không can thiệp vào việc tiếp nhận tín hiệu của người dùng cảm nhận bằng chuyển tiếp . Do đó, SNR tại chuyển tiếp của người dùng cảm nhận thứ i là $\gamma_{S,R_i} = P_S\left|h_{S,R_i}\right|^2/\delta^2$, trong đó δ^2 là công suất nhiễu Gaussian trắng chuẩn. Đặt thay thế $P_S = I_{th}/_S\left|h_{S,R_i}\right|^2, \gamma_{S,R_i}$ của CDF có thể được biểu diễn là:

$$F_{\gamma_{S,Ri}}(\gamma) = \Pr\left[\left|h_{S,R_i}\right|^2/\left|h_{S,P}\right|^2 \le \gamma\delta\right] \quad (3)$$

trong đó, $\delta = \sigma^2/I_{th}$. Xác định biến ngẫu nhiên $X = \left[\left|h_{S,R_i}\right|^2/\left|h_{S,P}\right|^2\right]$, X là tỷ lệ của hai biến chỉ mục đích và CDF của nó là $F_X(x) = x/(x+\zeta_{Ri}), x \succ 0$, trong đó $\zeta_{Ri} = \lambda_{S,P}/\lambda_{S,Ri}$. Như vậy có

$$F_{\gamma_{S,Ri}}(\gamma) = \frac{\gamma\delta}{\gamma\delta + \gamma_{Ri}} \quad (4)$$

Nếu SNR nhận được của người dùng nhận thức R_i cao hơn SNR của ngưỡng ngắt, nó được coi là R_i và được giải mã một cách chính xác, đó là $R_i \in D(s)$. Do đó, xác suất giải mã bộ $D(s)$ là

$$\begin{aligned}\Pr[D(s)] &= \prod_{R_i\in D(s)} \Pr(\gamma_{S,Ri} \ge I_{th}) \\ &\quad \times \prod_{R_i\in D(s)} \Pr(\gamma_{S,Ri} \prec I_{th}) \\ &= \prod_{R_i\in D(s)} \Pr\left(1 - \frac{\gamma_{th}\delta}{\gamma_{th}\delta + \zeta_{Ri}}\right) \\ &\quad \times \prod_{R_i\in D(s)} \frac{\gamma_{th}\delta}{\gamma_{th}\delta + \zeta_{Ri}}\end{aligned} \quad (5)$$

2) Khi $H_P(1)=H_0$, người dùng chính không hoạt động và tất cả chuyển tiếp người nhận thức sẽ nhận tín hiệu nhiễu từ bộ phát của người dùng chính. Do đó, SNR tại chuyển tiếp người nhận thức thứ i có thể được biểu thị bằng

$$\begin{aligned}\gamma'_{S,Ri} &= \frac{P_S\left|h_{S,Ri}\right|^2}{P_P\left|h_{S,Ri}\right|^2 + \sigma^2} \\ &= \frac{\gamma_{S,Ri}}{\gamma_{INF_{Ri}} + 1}\end{aligned} \quad (6)$$

trong đó, P_P là công suất truyền của người dùng chính và $\gamma_{INF_{Ri}} = P_P\left|h_{S,R_i}\right|^2/\sigma^2$. $\gamma'_{S,Ri}$ của CDF là

$$F_{\gamma'_{S,Ri}}(\gamma) = \int_0^\infty F_{\gamma_{S,Ri}}\left[\gamma(\gamma+1)\right] f_{\gamma_{INF_{Ri}}}(y)dy \quad (7)$$

Ở công thức trên, $\gamma_{INF_{Ri}}$ tuân theo phân phối mũ của tham số $\zeta_{Ri} = \sigma^2\lambda_{P,Ri}/P_P$, do đó PDF của nó là $f_{\gamma'_{S,Ri}}(y) = \zeta_{Ri}e^{-\zeta_{Ri}y}, y \ge 0$. Biến đổi biểu thức 4 và $f_{\gamma'_{S,Ri}}(y)$ được

$$F_{\gamma'_{S,Ri}}(\gamma) = \int_0^\infty \frac{\gamma\delta\gamma + \gamma\delta}{\gamma\delta\gamma + (\gamma\delta + \zeta_{Ri})}\zeta_{Ri}e^{\zeta_{Ri}y}dy \quad (8)$$

Áp dụng công thức xác định giới hạn trên và dưới của tỷ lệ lỗi symbol trung bình chúng ta có thể nhận được biểu thức cuối cùng của $f_{\gamma'_{S,Ri}}(y)$ như sau:

$$\begin{aligned}F_{\gamma'_{S,Ri}}(\gamma) &= \zeta_{Ri}\beta_{Ri}\Gamma(2)\Gamma(-1,\zeta_{Ri}\beta_{Ri})e^{\zeta_{Ri}\beta_{Ri}} + \\ &\quad + \zeta_{Ri}\Gamma(1)\Gamma(0,\zeta_{Ri}\beta_{Ri})e^{\zeta_{Ri}\beta_{Ri}}\end{aligned} \quad (9)$$

trong đó, $\beta_{Ri} = 1 + \zeta_{Ri}/\gamma\delta$ và theo (5), chúng ta có thể nhận được xác suất thiết lập giải mã trong trường hợp này là

$$\begin{aligned}\Pr[D(s)] &= \prod_{R_i\in D(s)}\left[1 - F_{\gamma'_{S,Ri}}(\gamma_{th})\right]\times \\ &\quad \times \prod_{R_i\in D(s)} F_{\gamma'_{S,Ri}}(\gamma_{th})\end{aligned} \quad (10)$$

3.2. Xác suất tổn thất trung bình có điều kiện

Với bộ giải mã D(s) có xác suất điều kiện $\Pr\left[\gamma_D \prec \gamma_{th}|D(s)\right]$, do vậy việc truyền thông tin của người dùng nhận thức bị gián đoạn cũng cần được chia thành hai trường hợp theo trạng thái của người dùng chính trong khe thứ hai và được thảo luận riêng.

1) Khi $H_P(2)=H_0$, người dùng chính ở trạng

thái không hoạt động và sẽ không can thiệp vào việc tiếp nhận tín hiệu của người dùng đích. Giả sử R_i được chọn làm chuyển tiếp, SNR tại đích là $\gamma_{Ri,D} = P_{Ri}\left|h_{Ri,D}\right|^2/\sigma^2$, trong đó $P_{Ri} = I_{th}\left|h_{Ri,D}\right|^2$. CDF của $F_{R_i,D}$ có thể thu được thông qua quá trình dẫn xuất tương tự $F_{\gamma_{S,Ri}}(\gamma)$

$$F_{\gamma_{Ri,D}}(\gamma) = \frac{\gamma\delta}{\gamma\delta + \psi_{R_i}} \tag{11}$$

trong số đó, $\psi_{R_i} = \lambda_{R_i,P}/\lambda_{R_i,D}$. Giao thức yêu cầu lựa chọn thông tin chuyển tiếp tốt nhất, do đó xác suất gián đoạn có điều kiện cho một bộ giải mã $D(s)$ đã cho có thể được tính như sau

$$\begin{aligned}\Pr\left[\gamma_D \prec \gamma_{th}\middle|D(s)\right] &= \Pr\left[\max_{R_i\in D(s)} \gamma_{Ri,D} \prec \gamma_{th}\right] \\ &= \prod_{R_i\in D(s)} \frac{\gamma_{th}\delta}{\gamma_{th}\delta + \psi_{R_i}}\end{aligned} \tag{12}$$

2) Khi $H_P(2)=H_1$, người dùng chính ở trạng thái hoạt động và người dùng đích sẽ nhận tín hiệu nhiễu từ bộ phát của người dùng chính. Do đó, SINR tại đích có thể được biểu thị bằng

$$\gamma'_{R_i,D} = \frac{P_{R_i}\left|h_{Ri,D}\right|^2}{P_P\left|h_{P,D}\right|^2 + \sigma^2} \tag{13}$$

Công thức trên tương tự như công thức (6), do đó CDF của $\gamma'_{Ri,D}$ có thể thu được thông qua cùng một quá trình dẫn xuất toán học.

$$\begin{aligned}F_{\gamma'_{Ri,D}}(\gamma) &= \theta\beta'_{R_i}\Gamma(2)\Gamma(-1,\theta\beta'_{R_i})e^{\theta\beta'_{R_i}} \\ &+ \theta\Gamma(1)\Gamma(0,\theta\beta'_{R_i})e^{\theta\beta'_{R_i}}\end{aligned} \tag{14}$$

trong đó, $\theta = \sigma^2\lambda_{P,D}/P_P$, $\beta'_{R_i} = 1 + \psi_{Ri}/\gamma\delta$.

Theo phương trình (12), công thức để giải quyết xác suất gián đoạn có điều kiện được biểu thị bằng

$$\Pr\left[\gamma_D \prec \gamma_{th}\middle|D(s)\right] = \prod_{R_i\in D(s)} F_{\gamma'_{R_i,D}}(\gamma_{th}) \tag{15}$$

3.3. Xác suất tổn thất trung bình

Tóm lại, theo trạng thái hoạt động của người dùng chính trong hai khe thời gian, có bốn trường hợp hoàn toàn được áp dụng công thức nhân xác suất, và xác suất xuất hiện của bốn điều kiện này có thể thu được

***Case I*:**

$$\Pr\left[H_P(1) = H_0, H_P(2) = H_0\right] = p_0(1-\alpha) \tag{16}$$

***Case II*:**

$$\Pr\left[H_P(1) = H_0, H_P(2) = H_1\right] = p_0\alpha$$

***Case III*:**

$$\Pr\left[H_P(1) = H_1, H_P(2) = H_0\right] = p_0(1-\alpha)$$

***Case IV*:**

$$\Pr\left[H_P(1) = H_1, H_P(2) = H_0\right] = p_0\alpha$$

Sau đó, áp dụng công thức xác suất đầy đủ để có được xác suất tổn thất công suất của mạng như sau

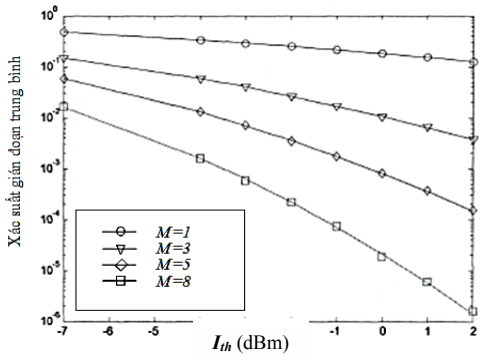
$$\begin{aligned}P_{out} &= P_0(1-\alpha)P_{out}^{I} + P_0\alpha P_{out}^{II} \\ &+ (1-P_0)\beta P_{out}^{III} \\ &+ (1-P_0)(1-\beta)P_{out}^{IV}\end{aligned} \tag{17}$$

Theo (2), P_{out}^{I} có thể tính bằng phương trình (5) và phương trình (12); phương trình (5) và phương trình (15) để tính P_{out}^{II}; phương trình (10) và phương trình (12) có thể tính P_{out}^{III} và phương trình (10) và Phương trình (15) có thể tính P_{out}^{IV}.

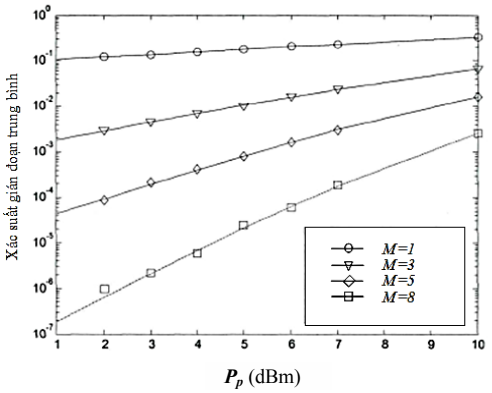
4. Kết quả mô phỏng và phân tích

Phần này sử dụng mô phỏng Monte Carlo để xác minh tính chính xác của giải pháp dạng đóng xác suất tổn thất công suất và phân tích ảnh hưởng của nhiễu chia sẻ phổ đến hiệu năng ngắt của mạng nhận thức đa người dùng. Giả sử rằng tất cả các điều kiện relay các ứng viên đều bằng nhau, các tham số cần thiết cho mô phỏng như sau: $\lambda_{S,Ri}= \lambda_{Ri,D}=1$, $\lambda_{S,P}= \lambda_{P,S}= \lambda_{Ri,P}= \lambda_{P,Ri}=3$, $\gamma_{th}=3$, $p_0=0.5$, $\delta^2=-10$dBm. Các giá trị được so sánh giữa các giá trị lý thuyết với các giá trị mô phỏng thử nghiệm để xác minh tính chính xác về phân tích lý thuyết. Phương pháp lấy giá trị thử nghiệm cho mô phỏng trước tiên được thiết lập các thông số cơ bản của mạng người dùng chính và mạng người dùng nhận thức, điều khiển công suất truyền đỉnh của người dùng nhận thức theo giới hạn nhiệt độ nhiễu, sau đó thực hiện lựa chọn và lựa chọn chuyển tiếp trong mạng người dùng nhận thức. Sau khi truyền, mô hình kênh Rayleigh với phương sai đã cho đã được sử dụng để tạo ra 10 kênh và tỷ lệ số lần gián đoạn trong kênh cho tổng số mô phỏng được ghi lại, là giá trị thử nghiệm mô phỏng tương ứng với xác suất tổn thất công suất. Ngoài ra, sơ đồ mô phỏng tác động công suất phát P_p của người dùng chính lên hiệu suất cũng có thể phản ánh trực tiếp tác động của nhiễu chia sẻ phổ.

Hình 3 cho thấy mối quan hệ giữa xác suất tổn thất trung bình giữa người dùng nhận thức và ngưỡng nhiễu của người dùng chính trong điều kiện số lượng chuyển tiếp ứng viên khác nhau được mô phỏng trong điều kiện người dùng chính truyền tải có công suất P_p = 5dBm. Từ hình vẽ có thể thấy các kết quả của giải pháp phân tích dạng khép kín đúng với các kết quả mô phỏng, điều này xác minh tính chính xác của đạo hàm lý thuyết. Cũng có thể thấy rằng khi nhiệt độ giao thoa tăng lên, khả năng trao đổi giảm, do sự gia tăng nhiệt độ giao thoa, cho phép người dùng nhận thức và chuyển tiếp truyền dữ liệu với công suất lớn hơn, do đó giảm xác suất gián đoạn mạng. Ngoài ra, việc tăng số lượng ứng cử viên chuyển tiếp có thể mang lại sự đa dạng và cải thiện hiệu năng mạng.

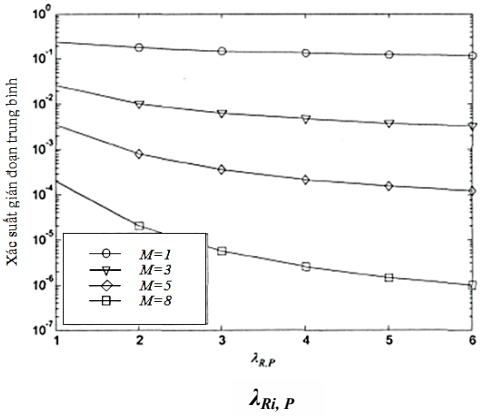


Hình 3. Giá trị xác suất gián đoạn và ngưỡng nhiễu I_{th}



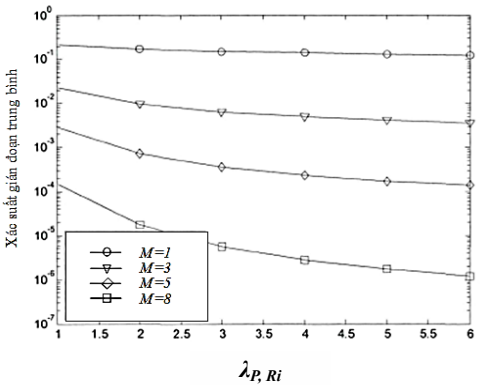
Hình 4. Mối quan hệ giữa xác suất gián đoạn và công suất phát của người dùng chính

Hình 4 cho thấy mối quan hệ giữa xác suất tổn thất trung bình người dùng nhận thức và công suất truyền tải người dùng chính khi I_{th} = 0dBm. Kết quả cho thấy sự gia tăng của công suất phát của người dùng chính sẽ dẫn đến giảm hiệu suất gián đoạn của người dùng nhận thức, đó là do sự can thiệp tăng tần số chia sẻ kinh nghiệm của người dùng nhận thức. Như trong Hình 3, kết quả phân tích lý thuyết phù hợp với kết quả mô phỏng, số lượng chuyển tiếp ứng cử viên càng lớn thì hiệu suất của mạng càng tốt.



Hình 5. Mối quan hệ giữa xác suất gián đoạn trung bình và $\lambda_{Ri,\,P}$

Hình 5 và Hình 6 cho thấy mối quan hệ giữa xác suất tổn thất công suất của mạng người dùng nhận thức và chất lượng liên kết giữa người sử dụng chính và phụ trong điều kiện P_p=5dBm và I_{th}=1dBm khác nhau. Trong Hình 5, tăng $\lambda_{Ri,P}$ có nghĩa là chất lượng của liên kết giữa người dùng nhận thức tiếp nhận và người dùng chính bị suy giảm và người dùng chính nhận chuyển tiếp có thể sử dụng công suất truyền lớn hơn để đáp ứng giới hạn ngưỡng nhiễu và công suất truyền dẫn cao.



Hình 6. Mối quan hệ giữa xác suất gián đoạn trung bình và $\lambda_{P,\,Ri}$

Trong hình 6, sự gia tăng về $\lambda_{P,Ri}$ có nghĩa là chất lượng của liên kết giữa người dùng chính và người dùng tiếp nhận nhận thức bị suy giảm, sự can thiệp của người dùng chính tới người dùng

tiếp nhận nhận thức bị giảm và hiệu suất gián đoạn được cải thiện; Nó cũng có thể được nhìn thấy từ hai biểu đồ rằng hiệu quả của chất lượng của hai liên kết về số lượng chuyển tiếp ứng viên thậm chí còn lớn hơn.

5. Kết luận

Bài báo nghiên cứu dựa trên cơ sở chia sẻ phổ lớp lót chuyển tiếp kiểu có lựa chọn và phân tích hiệu suất của mạng khi sử dụng hai giao thức truyền dẫn khác nhau. Thứ nhất, dựa trên giao thức chuyển tiếp và chuyển tiếp đơn, hiệu suất ngắt và hiệu suất tốc độ lỗi symbol được phân tích và biểu thức dạng đóng của giới hạn trên và dưới của xác suất tổn hao công suất và tỷ lệ lỗi symbol được suy ra; Mạng nhận thức có tính đến ảnh hưởng do hoạt động của người dùng chính và người dùng nhận thức; phân tích toàn diện hiệu suất gián đoạn của mạng người dùng nhận thức. Mô hình mạng được xây dựng dựa trên quy trình phân tích hiệu suất hoàn chỉnh, với mô hình nghiên cứu hiện tại không chỉ xem xét ảnh hưởng của nhiệt độ giao thoa của người dùng chính mà còn xem xét tác động của nhiễu chia sẻ phổ tới hiệu suất mạng của người dùng nhận thức và nó cũng chỉ ra rằng nhiễu chia sẻ phổ có ảnh hưởng đến hiệu suất của mạng.

Tài liệu tham khảo

[1]. Hoang, A.T., Liang, Y-C., *"A Two-Phase Channel and Power Allocation Seheme for Cognitive Radio Networks,"* in IEEE Proccedings on Personal, Indoorand Mobile Radio Communieations, 2006, PP. 211-215.

[2]. Asl, S. E., Abolhassani, B., *"Primary Interference Suppressionin Secondary underlay Transmission Using Direct Sequence Spread Spectrum,"* in First International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, 2009, PP. 108-113.

[3]. Simeone, O., Gambini, J., Bar-Ness, Y., *"Cooperation and Cognitive Radio,"* in Proc. IEEE International Conference on Communications (ICC'07), May 2007. pp. 6511-6516.

[4]. Luo, C. Q., F. R., Ji., H., *"Optimal Capacity in underlay Paradigm Based Cognitive Radio Network with Cooperative Transmission,"* in VTC 2010-Fall, 2010, PP. 1-5.

[5]. Krishna, R., Cumanan, K., Xiong, Z., et al, *"Cooperative Relays for an Underlay Cognitive Radio Network,"* in Proc. International Conference on Wireless Communications & Signal Proeessing, 2009, pp. l-4.

[6]. Manna, R., Louie, R. H. Y., Yonghui Li et al, *"Cooperative Amplify-and-Forward Relaying in Cognitive Radio Networks,"* in proc. of The Fifth International Confereneeon Cognitive Radio Oriented Wireless Networks & Communieations (CROWNCOM), 2010, PP. l-5.

[7]. Beigi, M.A., Razavizadeh, S.M., *"Cooperative Beamforming in Cognitive Radio Networks,"* in Proc. 2nd IFIP Wireless Days (WD), 2009, pp. l-5.

[8]. Shashika Manosha, K.B., Rajatheva, N., *"Joint Power and Rate Control for Spectrum Underlay in Cognitive Radio Networks with a Novel Pricing Scheme,"* in Proc. VTC 2010-Fall, 2010, PP. l-5.

[9]. Sun, Y., Li, YZ., Zhong, X.F. et al., *"Resouree Allocation for the Cognitive Coexistence of Ad-Hoc and Cooperative Relay Networks,"* in Proc. 2010 IEEE International Conference on Communications (ICC), 2010, pp. l-5.

[10]. Musavian, L., Aissa, S., Lambotharan, S., *"Effective Capaeity for Interfereneeand Delay Constrained Cognitive Radio Relay Channels,"* IEEE Trans. Wire. Comm., vol. 9, no. 5, May 2010, PP. 1698-1707.

[11]. Guo, Y., et al., *"Outage Performance of Relay- Assisted Cognitive Radio System under Spectrum-Sharing Constraints,"* Eleetronics Letters, vol. 46, no. 2, Jan., 2010, PP. 182-184.

[12]. Lee, J., Wang, H.., Andrews, J.G., *"Outage Proba bility of Cognitive Relay Networks with Interferenee Constraints,"* IEEE Transationson Wireless Communications, vol. 10, no. 2, 2011, PP. 390-395.

[13]. Mietzner, J., LamPe, L., Sehober, R., *"Perfonnance Analysisfor a Fully Deeentralised Transmit Power Allocation Sehelne for Relay-Assisted Cognitive Radio Systems,"* IEEE Global Telecommunieation Conf. (GLOBECOM) November 2008, PP. l-5.

[14]. Sun, C., Letaief, K.B., *"User Cooperation in Heterogeneous Cognitive Radio Networks with Interferenee Reduetion,"* in Proc. IEEE Int. Conf. Communication (ICC), May 2008, PP. 3193-3197.

[15]. Hou, Y.T., Shi, Y., Sherali, H.D., *"Spectrum Sharing for Multi-Hop Networking with Cognitive Radios,"* IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 26, no. l, Jan. 2008, pp. 146-155.

THE ALGORITHM STUDY SHARED TRANSITIONAL UNDERLAY SPECTRUM OF COGNITIVE RADIO NETWORK

Abstract:

In this paper, an algorithm for sharing the optimal transition primer spectrum in cognitive radio network (CR, Cognitive Radio) was studied and analyzed. The content of the article is mentioned through the optimal decoding protocol, analyzing the network performance of perceived users, the effect of spectrum sharing noise is considered to be associated with the operation of the main user. And a floating forward optimization solution that relies on the probability of power loss reduces the influence of noise on the performance of the network being analyzed, confirms theoretical accuracy and is demonstrated through simulation results Matlab.

Keywords: *Cogitive radio, Optimization, Share spectrum*