**MỤC LỤC**

[1. giới thiệu 2](#_Toc439769907)

[1.1. Lí do chọn đề tài 2](#_Toc439769908)

[1.2. Mục đích nghiên cứu 3](#_Toc439769909)

[1.3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu 3](#_Toc439769910)

[1.4. Phương pháp nghiên cứu 4](#_Toc439769911)

[2. NỘI DUNG ĐỀ TÀI 5](#_Toc439769912)

[2.1. Cơ sở lý thuyết 5](#_Toc439769913)

[2.2. TÌNH TRẠNG NGHIÊN CỨU 7](#_Toc439769914)

[2.3. Các vấn đề Cần giải quyết trong luận văn 13](#_Toc439769915)

[2.3.1. Bài toán đặt ra 13](#_Toc439769916)

[2.3.2. Các phương lựa chọn relay sẽ nghiên cứu 13](#_Toc439769917)

[2.3.3. Các yếu tố cần so sánh giữa các phương pháp 13](#_Toc439769918)

[2.3.4. Các mô hình lựa chọn khảo sát 14](#_Toc439769919)

[3. Kết luận 14](#_Toc439769920)

[4. KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ THỰC HIỆN 14](#_Toc439769921)

[5. TÀI LIỆU THAM KHẢO 15](#_Toc439769922)

# 1. giới thiệu

## 1.1. Lí do chọn đề tài

Trong những năm gần đây, việc gán băng tần số cố định trong thông tin liên lạc không dây là nguyên nhân chính cho sự thiếu hụt phổ tần số vô tuyến khi mà việc mở rộng các ứng dụng không dây ngày càng nhiều như: video call, truy cập internet tốc độ cao, truyền file. Kỹ thuật cognitive radio được đưa ra để giải quyết vấn đề thiếu hụt này.Một Cognitive radio là một mạng vô tuyến thông minh có thể được lập trình và cấu hình động. Nó có thể tự động nhận biết được các kênh liên lạc vô tuyến có thể thực hiện truyền dữ liệu, do đó dựa trên sự thay đổi các tham số trong truyền và nhận dữ liệu để cho phép nhiều giao tiếp không dây đồng thời trên một băng tần số tại cùng một vị trí.Kỹ thuật này cho phép tồn tại đồng thời các user thứ hai (secondary users) và các user ban đầu (primary users) trên dải tần số vốn được phẩn bổ cho các user ban đầu (primary users).Do đó hiệu quả sử dụng phổ tần số là đáng kể. Tuy nhiên, vấn đề bảo mật trong truyền dẫn dữ liệu trong mạng cognitive radio là một vấn đề được quan tâm hàng đầu.

Để giải quyết vấn đề bảo mật trong truyền dẫn, các kỹ thuật truyền thống được áp dụng chủ yếu là các giao thức ở các lớp trên trong mô hình 7 lớp OSI thông qua việc sử dụng các khóa cá nhân (private – key) và khóa công cộng (public – key). Tuy nhiên, các phương pháp này thường phức tạp. Ngày nay thông qua các kết quả trong nghiên cứu lý thuyết thông tin, xử lý tín hiệu cho thấy rằng có thể tăng khả năng bảo mật thông tin bằng việc tính toán sự không hoàn hảo ở lớp vật lý trong việc thiết kế hệ thống bảo mật. Ví dụ: nhiễu và fading có thể sử dụng làm “ẩn” tin tức ở các thiết bị nghe lén mà không cần phải sử dụng các mã bí mật.

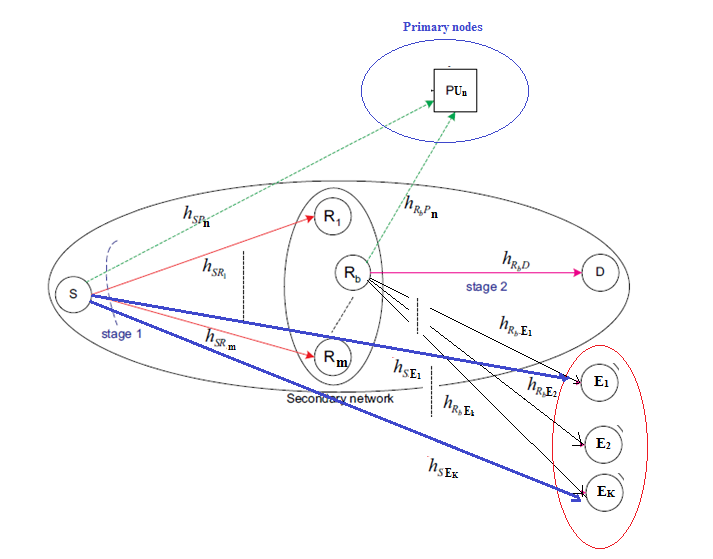
Việc bảo mật ở lớp vật lý có thể thực hiện được thông qua: mô hình tiền xử lý (mã hóa, mô hình tạo nhiễu chủ động,…), xử lý tín hiệu, truyền thông kết hợp (sử dụng các bộ chuyển tiếp),… Trong đó, kỹ thuật sử dụng các bộ chuyển tiếp có thể tối ưu hóa khả năng bảo mật của các kênh thông tin hợp lệ. Để tăng độ bảo mật trong mạng “***Cooperative cognitive radio***” thì việc đánh giá các phương pháp chọn các bộ chuyển tiếp một cách tối ưu, từ đó đưa ra cái nhìn tổng quan về các phương pháp này làm cơ sở để đề xuất phương pháp lựa chọn mới là rất cần thiết. Đây cũng chính là lý do em chọn đề tàinày.

Chèn tài liệu tham khảo cho các phát biểu trên

## 1.2. Mục đích nghiên cứu

Mục đích của đề tài là khảo sát các phương pháp bảo mật ở lớp vật lý trong mạng *vô tuyến nhận thức hợp tác* thông qua việc chọn bộ chuyển tiếp (relay) đã có, phân tích ưu điểm và nhược điểm của từng phương pháp, so sánh các phương pháp này, từ đó chỉ ra trường hợp, môi trường cụ thể mà mỗi phương pháp nên được áp dụng. Bên cạnh đó, nếu có thể, sẽ đề xuất một hoặc vài cách cải thiện, kết hợp các phương pháp đã có hoặc đề xuất một phương pháp chọn mới và khảo sát nó.

## 1.3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Đề tài này nghiên cứu vấn đề lựa chọn các bộ chuyển tiếp trong mạng *vô tuyến nhận thức hợp tác* có nhiều bộ chuyển tiếp thứ cấp (multiple secondary relays), nhiều user ban đầu (multiple primary users) và nhiều thiết bị nghe lén thứ cấp (multiple secondary eveavesdroppers). Trong mô hình khảo sát sẽ nghiên cứu cả công suất can nhiễu lớn nhất tác động lên các user ban đầu (primary users) và công suất phát lớn nhất của các user thứ cấp (secondary users) để đảm bảo chất lượng dịch vụ tại mạng sơ cấp (primary network).

Hình 1.1 Mô hình mạng Cooperative Cognitve radio khảo sát.

Trong mô hình khảo sát bao gồm một nguồn phát thứ cấp (S) truyền dữ liêu tới một nguồn thu đích (D) thông qua M bộ chuyển tiếp (relays) thứ cấp Rm, m = 1,2,3,…M. Giả sử rằng không có một đường truyền trực tiếp giữa nguồn phát (S) và đích (D) do suy hao trong truyền dẫn và che chắn của các vật cản. Các user ban đầu (primary users) ký hiệu là PUn, n = 1,2,3,…, N. Công suất phát của nguồn thứ cấp (S) phải nhỏ hơn công suất truyền lớn nhất cho phép Pt để không gây nên can nhiễu lên các PU. Các máy nghe lén Ek, k = 1,2,…,K thử nghe và giải mã dữ liệu gốc. Giả sử kênh truyền giữa hai đầu cuối là bị khóa do Rayleigh fading. Dựa vào sự thay đổi trạng thái thông tin kênh truyền tại máy thu để đưa ra các phương pháp chọn các bộ chuyển tiếp thích hợp để đảm bảo khả năng bảo mật cao nhất cần được nghiên cứu để khảo sát trong quá trình mô phỏng.

## 1.4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu của đề tài là dựa vào các cơ sở lý thuyết, sau đó, dùng mô phỏng bằng phần mềm Malab để kiểm chứng lại. Các bước nghiên cứu sau sẽ lần lượt được thực hiện:

* Tìm hiểu, phân loại các phương pháp lựa chọn bộ chuyển tiếp (relay) đã có.
* Tìm hiểu cơ sở lý thuyết của các phương pháp chọn bộ chuyển tiếp đã có.
* Tìm hiểu các phương pháp mô hình hóa các kiểu bộ chuyển tiếp, trạng thái thông tin kênh truyền.
* Tìm hiểu các tiêu chí để so sánh các phương pháp chọn bộ chuyển tiếp.
* Tìm hiểu phương pháp so sánh, đánh giá các phương pháp lựa chọn bộ chuyển tiếp dựa trên các tiêu chí đã chọn.
* Đề xuất phương pháp chọn mới nhằm cải thiện một trong các tiêu chí.
* Mô phỏng khả năng bảo mật của các phương pháp chọn bộ chuyển tiếp thông qua phần mềm Matlab, đánh giá kết quả dựa trên các tiêu chí và phương pháp so sánh.

# 2. NỘI DUNG ĐỀ TÀI

## 2.1. Cơ sở lý thuyết

#### 2.1.1. Giới thiệu về mạng Cooperative cognitive radio

Mạng “*Cooperative cognitive radio*” được xem là giải pháp giải quyết vấn đề thiếu hụt phổ vô tuyến.Kỹ thuật này cho phép đồng thời tồn tại các user thứ cấp (SU) và các user ban đầu (PU) trên cùng một băng tần số nhưng vẫn đảm bảo chất lượng dịch vụ (QOS) tại các user ban đầu (PU). Để đảm bảo chất lượng dịch vụ tại các user ban đầu thì các can nhiễu không mong muốn từ các user thứ cấp (SU) phải được điều khiển. Chính vì vậy nên các user thứ cấp (SU) có 3 kiểu chế độ hoạt động khác nhau:

* Interweave
* Overlayer
* Underlayer

Trong đó chế Underlayer là chế độ hoạt động đơn giản nhất, ở chế độ này chất lượng các dịch vụ (QOS) tại các user ban đầu (PU) được đảm bảo bằng cách xác định đúng công suất phát của của các user thứ cấp (SU). Việc xác định công suất này có thể chia thành 2 phương án: dài hạn và ngắn hạn. Đối với phương án ngắn hạn công suất phát của user thứ cấp (SU) sẽ được điều chỉnh để giới hạn công suất can nhiễu hoặc giới hạn cả công suất can nhiễu và công suất phát lớn nhất. Đối với phương án dài hạn sẽ xác định công suất phát của user thứ cấp (SU) nhằm đáp ứng được việc giới hạn thiếu hụt ở các user ban đầu (đảm bảo chất lượng dịch vụ tại PU không bị ảnh hưởng).

Chính vì giới hạn công suất phát của cá user thứ cấp (SU) nên khoảng cách truyền dữ liệu của các user thứ cấp sẽ ngắn, tuy nhiên điều này có thể khắc phục được thông qua các kỹ thuật truyền thông kết hợp như sử dụng các bộ chuyển tiếp (relay) giữa nguồn phát và thu để chuyển tiếp các thông tin và khắc phục nhược điểm về khoảng cách do suy hao đường truyền gây ra. Các bộ chuyển tiếp (relays) có thể hoạt động ở các chế độ khác nhau như: giải mã và chuyển tiếp (decode and forward), khuếch đại và chuyển tiếp (amplify and forward). Ban đầu, các bộ chuyển tiếp (relay) chỉ giải mã các tín hiệu nhận được sau đó mã hóa lại thành các thông tin đã mã hóa trước khi chuyển tiếp các thông tin này tới các thiết bị thu cuối cùng. Ngày nay, các bộ chuyển tiếp sẽ khuếch đại tín hiệu nhận được và chuyển tiếp nó đến thiết bị thu cuối cùng.Trong mạng truyền thông kết hợp (cooperative communication) nhiều bộ chuyển tiếp có thể hỗ trợ trong quá trình truyền dẫn từ nguồn và thiết bị thu cuối cùng với chất lượng cao.

#### 2.1.2 Trạng thái kênh truyền

Trong truyền thông không dây, thông tin trạng thái kênh truyền (channel state information) liên quan đến sự hiểu biết về đặc tính kênh truyền. Thông tin này giúp chúng ta biết được cách một tín lan truyền từ máy phát tới máy thu và cho biết sự ảnh hưởng của các yếu tố lên kênh truyền như: fading, tán xạ, suy giảm công suất do khoảng cách truyền,…

Thông tin trạng thái kênh truyền thường được ước lượng tại máy thu và gửi trở lại máy phát thông qua một đường truyền theo chiều ngược lại. Có hai mức độ cơ bản của trạng thái kênh truyền:

* Trạng thái kênh truyền tức thời: cho biết các điều kiện hiện tại của kênh truyền.
* Trạng thái kênh truyền thống kê: cho biết các đặc tính thống kê của kênh truyền: kiểu phân phối của fading, độ lợi trung bình của kênh truyền, các thành phần line of sight,…

**Mô tả toán học trạng thái kênh truyền:**

Nếu ký hiệu x là vector truyền đi, y là vector nhận, H là ma trận kênh truyền, n là nhiễu khi đó ta có:



n là nhiễu có trung bình bằng không và phương sai là S, ký hiệu: 

**Đối với trạng thái kênh truyền tức thời ta có:**

Về mặt lý tưởng, nếu ma trận kênh truyền H được biết, phụ thuộc vào việc ước lượng lỗi của kênh truyền mà thông tin kênh truyền có thể được biểu diễn:



Trong đó: Hestimatelà tham số ước lượng kênh truyền, Rerror là ma trận ước lượng lỗi đồng phương sai, vec() là phép vector hóa để tạo vector.

**Đối với trạng thái kênh truyền thống kê:**



**Ước lượng cho trạng thái kênh truyền:**

Vì trạng thái kênh truyền luôn thay đổi theo môi trường, nên trạng thái kênh truyền tức thời được ước lượng thông qua ước lượng ma trận kênh truyền H khi đã biết trước tín hiệu truyền đi và tín hiệu nhận được.

Nếu chuỗi training ký hiệu: p1, p2,…,pN khi đó vector phát: P =[p1, p2,…, pN] ta có:



Hay với vector nhiễu: 

## 2.2. TÌNH TRẠNG NGHIÊN CỨU

#### 2.2.1. Nhìn chung

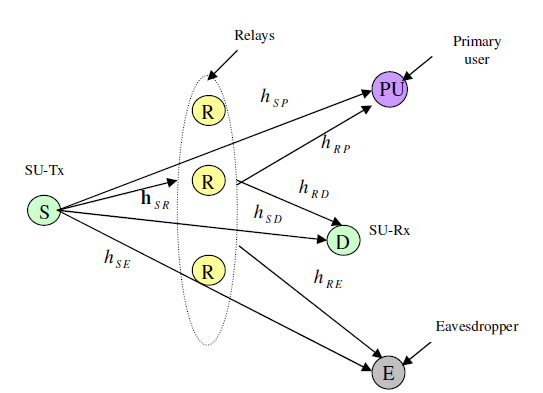
Trong khoảng thời gian 2001-2015, đã có nhiều đề tài nghiên cứu về các bảo mật ở lớp vật lý thông qua lưa chọn bộ chuyển tiếp trong mạng “*Cooperative coginitve radio*”.Nhìn chung, có thể phân loại các phương phápchọn bộ chuyển tiếp và hướng cải thiện như sau:

* Lưa chọn các bộ chuyển tiếp (relay) thông qua tỉ số tín hiệu trên nhiễu tại máy thu.
* Lựa chọn bộ chuyển tiếp (relay) thông qua trạng thái của kênh truyền.
* Lựa chọn bộ chuyển tiếp (relay) tốt nhấtkết hợp lựa chọn bộ chuyển tiếp (relay) thứ 2 để tạo nhiễu cho các thiết bị nghe lén.

#### 2.2.2. Lựa chọn bộ chuyển tiếp thông qua tỉ số tín hiệu trên nhiễu tại máy thu

Theo bài báo [1] thì việc lựa chọn bộ chuyển tiếp tốt nhất để đảm bảo khả năng bảo mật dựa trên tỉ số tín hiệu trên nhiễu SNR (signal to noise ratio) để từ đó tính toán tốc độ bí mật (secrecy rate) tốt nhất.

Trong bài báo số [1] đưa ra mô hình khảo sát gồm 1 thiết bị phát sơ cấp S (SU-TX), N bộ chuyển tiếp (R), một máy thu đầu cuối D (SU-RX), một user ban đầu PU (primary user) và một thiết bị nghe lén E (eavesdropper) như hình 2.1.



Hình 2.1: Mô hình mạng khảo sát trong bài báo 1

Trong đó:

- hSE là độ lợi kênh truyền giữa SU-Tx và thiết bị nghe lén E (eavesdropper)

- hSP là độ lợi kênh truyền giữa SU – Tx và PU (primary user)

- hSR là độ lợi kênh truyền giữa SU – Tx và bộ chuyển tiếp (relay)

- hSD là độ lợi kênh truyền giữa SU-Tx và thiết bị thu (D)

- hRDlà độ lợi kênh truyền giữa bộ chuyển tiếp (relay) và thiết bị thu (D)

- hRP là độ lợi kênh truyền giữa bộ chuyển tiếp (relay) và PU (primary user)

- hRE là độ lợi kênh truyền giữa bộ chuyển tiếp (relay) và thiết bị nghe lén E.

Khi đó gọi Cd là tập hợp các bộ chuyển tiếp (relay) có thể giải mã thành công tin tức nhận được trong time slot đầu tiên,  ký hiệu là số lượng phần tử của tập hợp Cd.là tỉ số công suất tín hiệu trên nhiễu tức thời trên nhiễu cho kênh truyển (SU-Tx)– (SU-Rx) và (SU-TX) – E. là tỉ số công suất tín hiệu trên nhiễu cho kênh truyền giữa bộ chuyển tiếp (relay) và thiết bị thu, thiết bị nghe lén, . Khi đó tốc độ bị mật Cs (secrecy rate) được xác định:



Trong bài báo số [1] ký hiệu  là mức giới hạn can nhiễu, là cường độ nhiễu tại user ban đầu (primary user) do SU-Tx gây ra. Khi đó việc lựa chọn bộ chuyển tiếp:



Hoặc lựa chọn bộ chuyển tiếp thông qua tỉ số tín hiệu trên kênh truyền giữa bộ chuyển tiếp và thiết bị thu:



Ký hiệu Rs là tốc độ bí mật mong muốn, Rs> 0.Xác suất thiếu hụt bí mật PSOP (secrecy outage probability) được xác định thông qua hai trường hợp:

- TH1: Tốc độ bí mật nhỏ hơn RS và mức độ can nhiễu tại PU nhỏ hơn.

- TH2: Công suất nhiễu tại PU lớn hơn.

Suy PSOP được xác định như sau:



Phương pháp này lựa chọn các bộ chuyển tiếp chủ yếu dựa vào khả năng giải mã thông tin thành công ở máy thu nên xét về khía cạnh bảo mật thì xác suất các thiết bị nghe lén có thể giải mã được vẫn còn lớn.

#### 2.2.3 Lựa chọn bộ chuyển tiếp thông qua trạng thái kênh truyền

Theo bài báo số [3] phương pháp này lựa chọn các bộ chuyển tiếp (relay) thông qua trạng thái kênh truyền tại máy thu trong mô hình kênh truyền có fading Rayleigh. Trong báo này mô hình kênh truyền như sau: Bài báo [2] chia ra làm 3 trường hợp:

- Lựa chọn bộ chuyển tiếp khi trạng thái kênh truyền từ nguồn phát sơ cấp (secondary user) và bộ chuyển tiếp tới thiết bị nghe lén là biết rõ. Phương pháp này ký hiệu là ORS (Opportunistic Relay Selection).

- Lựa chọn bộ chuyển tiếp khi trạng thái kênh truyền từ nguồn phát đến thiết bị nghe lén, và trạng thái kênh truyền từ bộ chuyển tiếp tới thiết bị nghe lén là không có, chỉ có thông tin trung bình kênh truyền. Phương pháp này ký hiệu là SoRS (Sub-optimal Relay Selection).

- Lựa chọn khi chỉ biết chất lượng kênh truyền từ nguồn phát thứ cấp (secondary user) đến bộ chuyển tiếp. Ký hiệu PRS (partial relay selection).

Theo như kết quả mô phỏng trong bài báo số [3] thì phương pháp ORS là tối ưu nhất.

Trong bài báo [3] ký hiệu nguồn phát thứ cấp là S, các rely là Rm, m = 1,2,…M, thiết bị nghe lén ký hiệu là E,có K thiết bị nghe lén nên ta có: E1,…,EK, ký hiệu thiết bị thu thứ cấp là D và các user ban đầu (primary user) là Pn, n = 1,2,…,N.

Ký hiệuđộ lợi công suất kênh truyền cho kênh truyền: ,

khi đó với là một biến ngẫu nhiên theo hàm mũ e với tham số 

##### 2.2.3.1 Phương pháp ORS (Opportunistic Relay Selection).

Phương pháp này áp dung khi biết rõ trạng thái kênh truyền từ nguồn phát sơ cấp (secondary user) và bộ chuyển tiếp tới thiết bị nghe lén là biết rõ. Việc lựa chọn relay dựa trên chiến lượt max - min



Xác suất thiếu hụt bí mật (secrecy outage probability) của phương pháp ORS được cho bởi công thức:



Với,là ngưỡng ban đầu. W1m, W2m được xác định như sau:





Với Qt là tỉ số công suất tín hiệu trên nhiễu trung bình.

, với Pt là công suất phát lớn nhất cho phép, N0 là công suất nhiễu.

là tỉ số cường độ nhiễu tại user ban đầu (primary user) trên công suất phát lớn nhất cho phép.

là độ lợi lớn nhất của kênh truyền

là độ lợn lớn nhất của kênh truyền 

##### 2.2.3.2 Phương pháp SoRS (Sub-optimal Relay Selection)

Phương pháp này lựa chọn bộ chuyển tiếp khi trạng thái kênh truyền từ nguồn phát đến thiết bị nghe lén, và trạng thái kênh truyền từ bộ chuyển tiếp tới thiết bị nghe lén là không có, chỉ có thông tin trung bình kênh truyền. Việc lựa chọn relay cũng dựa vào chiến lượt max – min.



Với là giá trị trung bình của  ,  là giá trị trung bình của .

Xác suất thiếu hụt bí mật trong trường hợp này:



Với:





##### 2.2.3.3 Phương pháp PRS (partial relay selection)

Phương pháp này lựa chọn khi chỉ biết chất lượng kênh truyền từ nguồn phát thứ cấp (secondary user) đến bộ chuyển tiếp.



Xác suất thiếu hụt bí mật:



Với:





#### 2.2.4 Lựa chọn bộ chuyển tiếptốt nhất kết hợp các bộ chuyển tiếp gây nhiễu

Theo như bài báo số [4] thực hiện ý tưởng lựa chọn 2 relays, trong đó một relay sẽ thực hiện việc truyền thông tin tới thiết bị thu và một relay thứ 2 sẽ thực hiện phát nguồn nhiễu có chủ đích để đảm bảo thiết bị nghe lén không thể giải mã thông tin được.

Trong bài báo số [4] tác giả thực hiện các phương pháp chọn relay như sau:

- Lựa chọn relay chuyển tiếp tin tức và relay tạo nhiễu ngẫu nhiên

- Lựa chọn relay tốt nhất chuyển tiếp tin tức dựa vào tỉ số tín hiệu trên nhiễu và lựa chọn relay tạo nhiễu là ngẫu nhiên.

- Lựa chọn relay tốt nhất chuyển tiếp tin tức dựa vào tỉ số tín hiệu trên nhiễu và lựa chọn relay tạo nhiễu tốt nhất dựa vào công suất nhiễu tại các thiết bị nghe lén.

- Lựa chọn relay tốt nhất chuyển tiếp tin tức dựa vào tỉ số tín hiệu trên nhiễu vào không phát nhiễu nhân tạo tới các thiết bị nghe lén.

Theo kết quả bài báo [3] mô phỏng thì khả năng bảo mật thông tin tốt nhất khi chọn relay chuyển tiếp thông tin tốt nhất và lựa chọn relay gây nhiễu tốt nhất.

## 2.3. Các vấn đề Cần giải quyết trong luận văn

### 2.3.1. Bài toán đặt ra

Nói vắn tắt, đề tài sẽ khảo sát các phương pháp chọn bộ chuyển tiếp nhằm tối hưu hóa độ bảo mật thông tin với điều kiện:

* Mạng khảo sát là mạng Cooperative cognitive radio
* Môi trường truyền dẫn có fading phân bố Rayleigh
* Các node phân bố ngẫu nhiên.
* Không có đường truyền trực tiếp từ nguồn phát thứ cấp đến thiết bị thu do suy hao đường truyền, fading và không có đường truyền giữa các thiết bị đầu cuối.

### 2.3.2. Các phương lựa chọn relaysẽ nghiên cứu

Trong các phương pháp đã trình bày ở 2.2, đề tài này dự kiến sẽ tập trung nghiên cứu các phương pháp chọn relay:

* Lựa chọn relay tốt nhất dựa vào thông tin trạng thái kênh truyền
* Lựa chọn relay tốt nhất dựa vào thông tin trạng thái kênh truyền kết hợp với lựa chọn một relay thứ 2 tạo nhiễu cho thiết bị nghe lén.

### 2.3.3. Các yếu tố cần so sánh giữa các phương pháp

Để so sánh các phương pháp, các yếu tố sau cần được quan tâm:

* Tốc độ bí mật (secrecy rate) Rs
* Xác suất thiếu hụt bí mật (Secrecy Outage Propability)

### 2.3.4. Các mô hình lỰA CHỌN KHẢO SÁT

Mô hình lựa chọn để khảo sát giông như hình 1.1, tuy nhiên số vị trí của các thiết bị sẽ được bố trí một cách ngẫu nhiên.

# 3. Kết luận

Luận văn dự kiến sẽ đưa ra các đánh giá cho từng phương pháp chọn relay trong mạng Cooperative cognitive radio nhằm đạt được khả năng bảo mật cao nhất ở lớp vật lý, kết quả trình bày dạn bảng biểu, đồ thị, so sánh (ưu điểm, nhược điểm)của các phương pháp, từ đó chỉ ra các tình huống, môi trường phù hợp cho từng phương pháp. Đồng thời luận văn sẽ khảo sát phương pháp chọn relay tốt nhất dựa vào thông tin trạng thái kênh truyền kết hợp với lựa chọn một relay thứ hai tạo nhiễu cho các thiết bị nghe lén.

# 4. KẾ HOẠCH TIẾN ĐỘ THỰC HIỆN

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| STT | Nội dung công việc | Thời gian (tháng) | | | | | |
| Tháng 1 | Tháng 2 | Tháng 3 | Tháng 4 | Tháng 5 | Tháng 6 |
| 1 | Tìm hiểu cơ sở lý thuyết của mạng Cooperative cognitive radio và bảo mật lớp vật lý | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png |  |  |  |  |  |
| 2 | Lựa chọn mô hình và xây dựng mô hình toán mô hình |  | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png |  |  |  |  |
| 3 | Mô phỏng phương pháp chọn relay dựa trên thông tin trạng thái kênh truyền |  | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png |  |  |  |
| 4 | Mô phỏng kết hợp phương pháp chọn relay chuyển tiếp và chọn relay tạo nhiễu |  |  |  | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png |  |
| 5 | Tổng kết các kết quả, rút ra kết luận |  |  |  |  | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png |  |
| 6 | Viết báo cáo |  |  |  |  | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png | C:\Users\tuannmdo\Downloads\256.png |

# 5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hefdhallah Sakran, Omar Nasr, Mona Shokair, El Sayed El-Rabaie and Atef Abou El-Azm, "*Proposed relay selection scheme for physical layer security in cognitive radio networks,*" Communications IET, 2012. ISSN 1751-8628 , vol 6, no., pp.1052-1056, 6 November. 2012

[2] Khuong Ho Van, "*Exact outage analysis of underlay cooperative networks with reactive relay selection under imperfect channel information,*" Wireless persional Communication, 2015. ISSN 0929-6212, vol 84, no.1, pp.567-582, 1 September 2015

[3] Trung Q. Duong\_, Tran Trung Duy, Maged Elkashlan, Nghi H. Tran, and Octavia A. Dobre, "*Secured Cooperative Cognitive Radio Networks with Relay Selection*",Global Communications Conference (GLOBECOM), 2014 IEEE, pp 3074-3079, 8 – 12 December 2014

[4] Yuanwei Liu, Lifeng Wang, Tran Trung Duy, Maged Elkashlan, and Trung Q. Duong, "*Relay Selection for Security Enhancement in Cognitive Relay Networks*", IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS LETTERS, 2015, Vol 4, No.1,,Pages 46-49, Feberary 2015.

[5] Wiki:https://en.wikipedia.org/wiki/Channel\_state\_information, “*Channel sate information*”.