

**BỘ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**



NGUYỄN VĂN CHÍNH

**TRUYỀN THÔNG KẾT HỢP TRONG MÔI TRƯỜNG
VÔ TUYẾN NHẬN THỨC: CẢI THIỆN VÀ
ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG CỦA MẠNG THỨ CẤP**

Chuyên ngành : Kỹ thuật viễn thông

Mã số: 62.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2017

Công trình hoàn thành tại:

Học viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS. Võ Nguyễn Quốc Bảo

2. TS. Nguyễn Lương Nhật

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước hội đồng chấm luận án tại:

Học viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông,

Vào lúc: giờ ngày tháng năm 2017

Có thể tìm hiểu luận án tại:

Thư viện Quốc gia

Thư viện Học viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông

MỞ ĐẦU

Công nghệ vô tuyến nhận thức (cognitive radio - CR) ra đời giúp cải thiện hiệu suất sử dụng phổ tần bởi nó cho phép các dịch vụ vô tuyến có thể sử dụng chung dải phổ. Bên cạnh vô tuyến nhận thức, truyền thông đa chặng cho phép hệ thống mở rộng vùng phủ sóng cũng như cải thiện chất lượng tín hiệu trong vùng phủ sóng đó. Tuy nhiên, nhược điểm của truyền thông đa chặng là hiệu suất sử dụng phổ tần thấp. Để giải quyết vấn đề này, công nghệ vô tuyến nhận thức là một sự lựa chọn tốt nhất. Phương thức truyền dạng nền có ưu điểm là cho phép mạng sơ cấp và mạng thứ cấp có thể đồng thời truyền nhận dữ liệu miễn là can nhiễu của mạng thứ cấp không được lớn hơn mức chịu đựng của máy thu sơ cấp. Để thực hiện điều này, máy phát thứ cấp thường phải điều chỉnh công suất phụ thuộc vào độ lợi kênh truyền can nhiễu từ máy phát thứ cấp đến máy thu sơ cấp dẫn đến vùng phủ sóng của mạng thứ cấp thường giới hạn và việc đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS của hệ thống thứ cấp là một vấn đề thử thách.

Luận án định hướng giải quyết bài toán nâng cao hiệu năng của mạng thứ cấp trong khi vẫn đảm bảo mức can nhiễu cho mạng sơ cấp bằng cách sử dụng các kỹ thuật tiên tiến ở lớp vật lý như: truyền chuyển tiếp, truyền hợp tác, truyền thích nghi và mã hóa không gian.

MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Mục tiêu nghiên cứu:

Xây dựng các mô hình mạng truyền thông kết hợp và chuyển tiếp hiệu quả cho mạng thứ cấp: đảm bảo QoS và mở rộng vùng phủ sóng. Đề xuất các phương pháp mới cho phép phân tích hiệu năng của các mô hình mạng đề xuất.

Áp dụng các kỹ thuật cải thiện hiệu năng ở lớp vật lý: mã không gian thời gian, truyền thích nghi để cải thiện hiệu năng của mạng thứ cấp trong khi vẫn đảm bảo thông tin của mạng sơ cấp.

Đối tượng nghiên cứu

Các kỹ thuật kết hợp: selection combining và maximal-ratio combining;

Các kỹ thuật truyền thích nghi giảm ảnh hưởng can nhiễu lên hệ thống sơ cấp;

Kênh truyền fading: Rayleigh; Các mô hình truyền thông hợp tác: truyền lựa chọn, truyền lặp lại, truyền gia tăng;

Các giao thức xử lý tín hiệu tại nút chuyển tiếp: amplify-and-forward, decode-and-forward, và coded cooperation;

Các kỹ thuật chọn nút chuyển tiếp trong mạng truyền thông hợp tác;

Kỹ thuật truyền đa chặng sử dụng công nghệ MIMO.

Phạm vi nghiên cứu:

Thông tin vô tuyến, mạng truyền thông kết hợp và kỹ thuật vô tuyến nhận thức.

Nhiệm vụ nghiên cứu

Đề nâng cao hiệu năng, mở rộng vùng phủ sóng và chất lượng dịch vụ QoS của mạng thứ cấp (Mạng Cognitive radio) mà không ảnh hưởng đến chất lượng của mạng sơ cấp; NCS phải thực hiện các nhiệm vụ sau:

Một là đề xuất mô hình truyền thông kết hợp sử dụng nhiều nút chuyển tiếp, nhưng chọn nút chuyển tiếp AF tốt nhất dạng nền. Trong đó xem xét trong các điều kiện sau:

* Xem xét đến kênh can nhiễu từ nút nguồn và nút chuyển tiếp đến nút thu sơ cấp

* Xem xét trên kênh truyền Pha đình rayleigh độc lập, không đồng nhất

* Xem xét đến kênh truyền trực tiếp từ nguồn đến đích và kỹ thuật kết hợp tại nút đích.

Hai là đề xuất mô hình chuyển tiếp đa chặng tiến hành tối ưu vị trí nút chuyển tiếp DF dạng nền. Trong đó xem xét trong các điều kiện sau:

* Xem xét công suất chịu đựng can nhiễu tối đa của máy thu sơ cấp

* Xem xét công suất phát tối đa của máy phát thứ cấp

Ba là ứng dụng mã hóa không gian thời gian Alamouti vào trong mạng vô tuyến nhận thức dạng nền trong trường hợp một chặng và nhiều chặng. Trong đó xem xét trong các điều kiện sau:

* Xem xét công suất chịu đựng can nhiễu tối đa của máy thu sơ cấp

* Xem xét kênh can nhiễu từ máy phát thứ cấp đến máy thu sơ cấp.

Bốn là ứng dụng điều chế thích nghi trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền. Xây dựng và giải bài toán tối ưu hiệu suất phổ tần, các kết quả biểu diễn dưới dạng đóng cho kênh truyền fading Rayleigh trong đó xem xét trong điều kiện kênh can nhiễu từ máy phát thứ cấp đến máy thu sơ cấp.

Cấu trúc luận án

Chương 1: Giới thiệu về vô tuyến nhận thức và truyền thông kết hợp

Chương 2: Đề xuất và đánh giá hiệu năng mô hình truyền thông kết hợp hiệu quả trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền.

Chương 3: Đánh giá hiệu năng mã hóa không gian thời gian Alamouti trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền: một chặng và nhiều chặng

Chương 4: Điều chế thích nghi trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền: Tối ưu hiệu suất phổ tần.

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU VỀ VÔ TUYẾN NHẬN THỨC VÀ TRUYỀN THÔNG KẾT HỢP

Tóm tắt: Chương này giới thiệu những kiến thức cơ bản liên quan đến luận án đó là những khái niệm cơ bản vô tuyến nhận thức, truyền thông kết hợp (MIMO ảo) và truyền thông kết hợp trong môi trường vô tuyến nhận thức. Mỗi quan hệ giữa vô tuyến nhận thức với vô tuyến thông minh, kiến trúc vật lý và chức năng vô tuyến nhận thức. Phân tích các mô hình mạng vô tuyến nhận thức và cấu trúc mạng vô tuyến nhận thức.

1.1 GIỚI THIỆU

Chương này trình bày tổng quan những vấn đề cơ bản về vô tuyến nhận thức, truyền thông kết hợp và sự kết hợp truyền thông kết hợp với vô tuyến nhận thức. Phần cuối của chương rút ra một số nhận xét đề xuất hướng nghiên cứu nhằm cải thiện hiệu suất sử dụng phổ tần mà vẫn đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS.

1.2 VÔ TUYẾN NHẬN THỨC

1.2.1 Sự cần thiết ra đời vô tuyến nhận thức

Do vậy nhu cầu bức thiết đặt ra đối với nền viễn thông thế giới là cho ra đời một hệ thống vô tuyến nhận thức có khả năng sử dụng những khoảng trống trong dải tần số. Sự xuất hiện của vô tuyến nhận thức cho phép giải quyết được những khó khăn trong việc sử dụng hiệu quả tài nguyên tần số vô tuyến.

1.2.2 Khái niệm vô tuyến nhận thức

Theo IEEE: “Vô tuyến nhận thức là hệ thống phát/nhận tần số vô tuyến mà được thiết kế để thông minh phát hiện một khoảng phổ đang sử dụng hay không, và nhảy (hoặc thoát khỏi nếu cần thiết) rất nhanh qua một khoảng phổ tạm thời không sử dụng khác, nhằm không gây nhiễu cho các hệ thống được cấp phép khác.

1.2.3 Mối quan hệ giữa vô tuyến thông minh (Software Defined Radio) và vô tuyến nhận thức

Vô tuyến nhận thức cần dựa trên vô tuyến thông minh để phát triển. Hay nói cách khác, vô tuyến thông minh chính là công nghệ lõi của vô tuyến nhận thức.

1.2.4 Kiến trúc vật lý của vô tuyến nhận thức

Bộ phận chính của hệ thống thu phát vô tuyến nhận thức gồm hai phần là phần cao tần (RF front end), và phân xử lý băng gốc (baseband processing unit).

1.2.5 Chức năng vô tuyến nhận thức

Hệ thống vô tuyến nhận thức có bốn chức năng chính, đó là: Cảm biến phổ, Phân tích quản lý phổ, Quản lý phổ và chia sẻ phổ.

1.2.6 Mô hình mạng vô tuyến nhận thức

1.2.6.1 Mô hình mạng vô tuyến nhận thức dạng nền (underlay)

Trong mô hình vô tuyến nhận thức dạng nền, mạng thứ cấp và mạng sơ cấp hoạt động trên cùng một tần số trong đó máy phát thứ cấp phải điều chỉnh công suất phát sao cho công suất can nhiễu nhận tại máy thu sơ cấp phải nhỏ hơn một ngưỡng quy định trước, I_p .

1.2.6.2 Mô hình mạng vô tuyến nhận thức dạng chồng chập (overlay)

Trong mô hình này, mạng sơ cấp và thứ cấp hoạt động trên cùng băng tần với giả định rằng hai mạng phải trao đổi thông tin và hợp tác lẫn nhau để loại bỏ/trách can nhiễu giữa hai mạng bằng các kỹ thuật xử lý tín hiệu phức tạp.

1.2.6.3 Mô hình mạng vô tuyến nhận thức dạng đan xen (interweave)

Mô hình vô tuyến nhận thức dạng đan xen là mô hình hệ thống thứ cấp phải dừng truyền nếu hệ thống sơ cấp truyền phát trở lại hạn chế gây can nhiễu cho hệ thống sơ cấp.

1.2.7 Cấu trúc mạng vô tuyến nhận thức

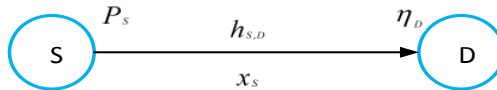
Mạng vô tuyến nhận thức có thể tồn tại ở hai dạng có cấu trúc và không có cấu trúc.

Với dạng có cấu trúc, các phần tử mạng có thể giao tiếp với nhau thông qua trạm gốc (hoặc nút chủ) ở tần số bản quyền hoặc tần số không bản quyền. Trong mô hình mạng, có thể có phần tử quản lý phổ (Spectrum broker), giúp trao đổi thông tin tần số (lỗ phổ) giữa các hệ thống vô tuyến nhận thức.

Với dạng không có cấu trúc (ad-hoc networks), các phần tử mạng kết nối với nhau thông qua kết nối ad-hoc. Mô hình mạng không có cấu trúc thường được sử dụng trong mạng cảm biến, thu thập thông tin.

1.3 MÔ HÌNH KÊNH CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG TRỰC TIẾP

1.3.1 Mô hình cơ bản



Hình 1.8: Mô hình kênh của hệ thống truyền thông trực tiếp

1.3.2 Các kỹ thuật phân tập sử dụng trong mạng vô tuyến nhận thức

1.3.2.1 Các phương pháp tổ hợp phân tập

Cho đến nay, kỹ thuật phân tập được chia làm bốn loại cơ bản:

- Kết hợp lựa chọn (Selection Combining)
- Kết hợp chuyển mạch (Switching Combining)
- Kết hợp độ lợi cân bằng (Equal-Gain Combining)
- Kết hợp tỉ số cực đại (Maximal Ratio Combining)

1.3.3 Kỹ thuật MIMO (Multi-Input Multi Output)

1.3.3.1 Khái niệm MIMO

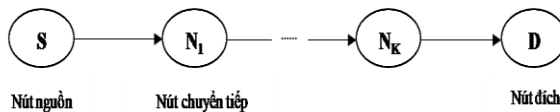
Định nghĩa: MIMO là công nghệ truyền thông không dây, trong đó cả máy phát và máy thu đều sử dụng nhiều anten.

1.3.3.2 Ưu nhược điểm của kỹ thuật MIMO

Việc sử dụng nhiều anten trong hệ thống MIMO cho phép: i) cải thiện hiệu năng dưới dạng độ lợi phân tập của hệ thống và ii) nâng cao dung lượng của hệ thống (truyền nhiều luồng dữ liệu).

1.4 TRUYỀN THÔNG KẾT HỢP

1.4.1 Truyền thông chuyển tiếp



Hình 1.10 Mô hình hệ thống truyền thông chuyển tiếp đa chặng

1.4.2 Kỹ thuật MIMO ảo (Hay còn gọi là truyền thông kết hợp)

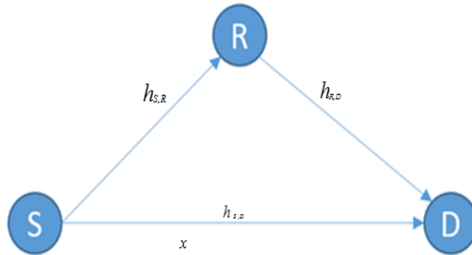
1.4.2.1 Lý do ra đời MIMO ảo

Công nghệ MIMO khó áp dụng trong các thiết bị di động cầm tay và mạng cảm biến không dây với năng lượng và năng lực tính toán giới hạn.

1.4.2.2 Khái niệm MIMO ảo

Hệ thống cho phép các đầu cuối di động chỉ sử dụng một anten duy nhất trong môi trường đa người dùng, có thể chia sẻ và sử dụng chung anten với nhau, tạo ra một bộ phát gồm nhiều anten ảo để đạt được sự phân tập không gian như hệ thống MIMO. Hệ thống như vậy gọi là truyền thông kết hợp hay là hệ thống MIMO ảo.

1.4.2.3 Mô hình hệ thống



Hình 1.11 Mô hình cơ bản của hệ thống truyền thông kết hợp

Mô hình cơ bản của hệ thống truyền thông hợp tác bao gồm một nút nguồn (S), một nút chuyển tiếp (R) và một nút đích (D).

1.4.2.4 Một số kỹ thuật xử lý tín hiệu trong truyền thông kết hợp.

Khuếch đại và chuyển tiếp và Giải mã và chuyển tiếp

1.4.2.5 So sánh kỹ thuật chuyển tiếp AF và DF

Về mặt kỹ thuật, kiểu AF đơn giản hơn nhưng nó đòi hỏi nút chuyển tiếp có nhiều bộ nhớ để lưu trữ các mẫu tín hiệu thu trước khi khuếch đại và chuyển tiếp. Trong khi đó, kiểu DF lại có ưu điểm là thích hợp cho các hệ thống số có sử dụng mã hóa.

1.5 TRUYỀN THÔNG KẾT HỢP TRONG MÔI TRƯỜNG VÔ TUYẾN NHẬN THỨC

1.5.1 Phân tích ưu và nhược điểm của truyền thông kết hợp

* **Ưu điểm:** Cải thiện độ lợi phân tập (hiệu năng) cho hệ thống đơn anten; Mở rộng vùng phủ mà không tăng công suất phát. Hạn chế can nhiễu cho các hệ thống đơn anten

* **Nhược điểm:** Hiệu suất sử dụng phổ tần (spectral efficiency) thấp do việc sử dụng nhiều khe thời gian để truyền một khung dữ liệu. Độ phức tạp tại nút đích cao do việc sử dụng bộ phân tập kết hợp.

1.5.2 Ưu điểm của vô tuyến nhận thức

Hiệu suất sử dụng phổ tần có thể được cải thiện, cho phép triển khai các dịch vụ vô tuyến mới.

1.5.3 Mô hình kết hợp truyền thông kết hợp trong môi trường vô tuyến nhận thức.

Các nút trong mạng thứ cấp có thể hợp tác và chia sẻ với nhau thông tin nhận dạng tần số trống của mạng sơ cấp từ đó cải thiện chất lượng hoạt động nhận dạng. Hoặc chất lượng của mạng sơ cấp và thứ cấp có thể được cải thiện hơn bằng cách sử dụng kỹ thuật truyền thông hợp tác.

1.6 KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Chương 1 đã trình bày những vấn đề cơ bản về vô tuyến nhận thức và truyền thông kết hợp. Chương 1 cũng đồng thời cũng đưa ra sự cần thiết khi kết hợp hai công nghệ vô tuyến nhận thức và truyền thông kết hợp.

CHƯƠNG 2. ĐỀ XUẤT VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG MÔ HÌNH TRUYỀN THÔNG KẾT HỢP HIỆU QUẢ TRONG MÔI TRƯỜNG VÔ TUYẾN NHẬN THỨC DẠNG NỀN

Tóm tắt: Trong chương này, trình bày việc đánh giá hiệu năng của mạng truyền thông kết hợp trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền với nút chuyển tiếp AF tốt nhất. Đồng thời cũng trình bày việc tối ưu hiệu năng của mạng truyền thông kết hợp đa chặng trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền.

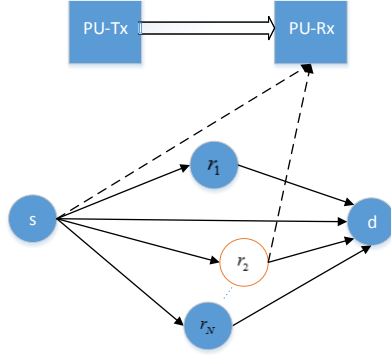
2.1 GIỚI THIỆU CHƯƠNG

Chương 2 trình bày đề xuất mô hình mới áp dụng kỹ thuật lựa chọn nút chuyển tiếp tốt nhất cho hệ thống thứ cấp và đề xuất kỹ thuật phân tích để tính xác suất dừng của hệ thống. Phương pháp phân tích là mới và có thể áp dụng cho kênh Rayleigh đồng nhất và kênh không đồng nhất. Tối ưu hiệu năng của hệ thống chuyển tiếp dạng nền có xem xét ràng buộc công suất can nhiễu tối đa tại máy thu sơ cấp và công suất phát tối đa của máy phát thứ cấp. Để đánh giá hiệu năng hệ thống, biểu thức dạng đóng của xác suất dừng hệ thống ở dạng chính xác và dạng xấp xỉ ở vùng tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu thấp và cao được thiết lập cho kênh truyền fading Rayleigh.

2.2 MÔ HÌNH #1: TRUYỀN THÔNG HỢP TÁC LỰA CHỌN NÚT CHUYỂN TIẾP DẠNG NỀN AF TỐT NHẤT

2.2.1 Mô hình hệ thống đề xuất

Mô hình của hệ thống ta nghiên cứu gồm một nút nguồn thứ cấp (s), một nút đích thứ cấp (d) và N chuyển tiếp thứ cấp ký hiệu lần lượt r_1, \dots, r_N , cùng tồn tại với một cặp PU.



Hình 2.1 Mô hình hệ thống truyền thông hợp tác lựa chọn nút chuyển tiếp tốt nhất dạng nền

Kết quả là CDF của $\gamma_{\mathcal{R}}$ được viết như sau:

$$F_{\gamma_{\mathcal{R}}}(\gamma) = 1 + \sum_{k=1}^N (-1)^k \sum_{\substack{n_1=\dots=n_k=1 \\ n_1 < \dots < n_k}}^N \left[\frac{\prod_{q=1}^k \frac{\alpha_{2,n_q}}{\gamma + \alpha_{2,n_q}}}{1 + \sum_{p=1}^k \frac{\gamma}{\alpha_{1,n_p}}} \right] \quad (2.16)$$

2.2.2 Phân tích xác suất dừng hệ thống

$$\Pr(\mathcal{O}) = \Pr\left[\frac{1}{2} \log_2(1 + \gamma_{\mathcal{R}}) < R\right] = \Pr(\gamma_{\mathcal{R}} < \gamma_{\text{th}})$$

$$= 1 + \sum_{k=1}^N (-1)^k \sum_{\substack{n_1=\dots=n_k=1 \\ n_1 < \dots < n_k}}^N \left[\frac{\prod_{q=1}^k \frac{\alpha_{2,n_q}}{\gamma_{\text{th}} + \alpha_{2,n_q}}}{1 + \sum_{p=1}^k \frac{\gamma_{\text{th}}}{\alpha_{1,n_p}}} \right]. \quad (2.17)$$

Cụ thể với trường hợp kênh truyền đồng nhất, ta có: $\alpha_{1,k} = \alpha_1$ and $\alpha_{2,k} = \alpha_2$ với mọi k , khi đó (2.17) được đơn giản như sau:

$$\Pr(\mathcal{O}) = 1 + \sum_{k=1}^N (-1)^k \binom{N}{k} \frac{1}{\left(1 + \frac{k\gamma_{\text{th}}}{\alpha_1}\right) \left(1 + \frac{\gamma_{\text{th}}}{\alpha_2}\right)^k} \quad (2.18)$$

Để tăng độ lợi phân tập cho hệ thống, nút đích kết hợp tín hiệu từ nút chuyển tiếp tốt nhất. Khi đó, xác suất dừng của hệ thống có thể được viết:

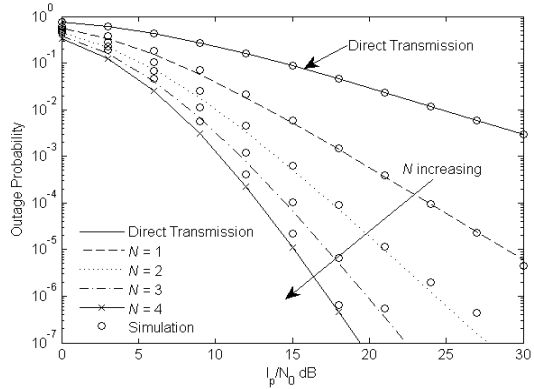
$$\Pr(\mathcal{O}) = \frac{\frac{\gamma_{th}}{\alpha_0}}{1 + \frac{\gamma_{th}}{\alpha_0}} + \sum_{k=1}^N (-1)^k \binom{N}{k} \frac{\left(\frac{1}{1 + \frac{k\gamma_{th}}{\alpha_1}} - \frac{1}{1 + \frac{\gamma_{th}}{\alpha_0} + \frac{k\gamma_{th}}{\alpha_1}} \right)}{\left(1 + \frac{\gamma_{th}}{\alpha_2} \right)^k} \quad (2.22)$$

Hình 2.2 cho thấy sự giảm đáng kể của OP khi số nút chuyển tiếp thứ cấp tăng lên. Hơn nữa hệ thống đang xem xét cũng cung cấp chất lượng tốt hơn so với truyền dẫn trực tiếp.

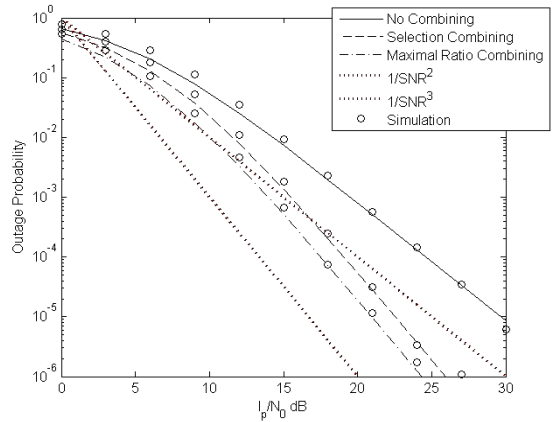
2.2.3 Mô phỏng và đánh giá kết quả

Hình 2.3 so sánh hiệu năng hệ thống cho trường hợp: không kết hợp, kết hợp lựa chọn và kết hợp tỉ lệ tối đa (MRC) đối với tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu trung bình. Với cấu hình mạng cố định và thiết lập kênh, MRC rõ ràng cho hiệu năng tốt hơn SC trong dải SNR hoạt động.

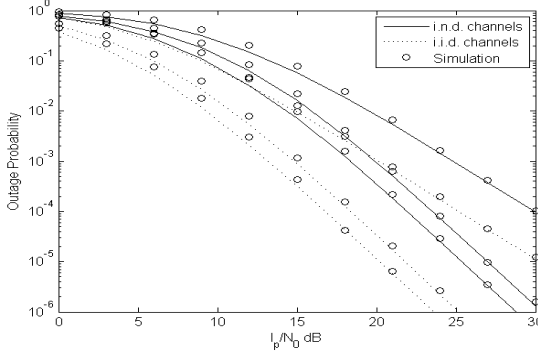
Trong Hình 2.4, kết quả mô phỏng rất thống nhất với kết quả phân tích lý thuyết và mạng i.i.d. cho chất lượng tốt hơn trong trường hợp mạng i.n.d. Hay nói cách khác là khi kênh truyền độc lập đồng nhất sẽ cho hiệu năng tốt hơn, tuy nhiên phải cùng chế độ phân tập.



Hình 2.2 Xác suất dừng của hệ thống khi số nút chuyển tiếp thứ cấp thay đổi



Hình 2.3 Hiệu suất của hệ thống khi thay đổi các kỹ thuật phân tập tại nút đích thứ cấp



Hình 2.4 Hiệu suất của hệ thống theo đặc tính kênh

2.3 MÔ HÌNH #2: CHUYỂN TIẾP ĐA CHẶNG DF DẠNG NỀN TỐI ƯU

2.3.1 Xây dựng và mô tả hệ thống khảo sát

Xem xét hệ thống gồm một cặp thu (PU-Rx) và phát (PU-Tx) sơ cấp tồn tại cùng với một mạng thứ cấp đa chặng. Quá trình truyền thông tin giữa nút nguồn thứ cấp (CR_1) và nút đích thứ cấp (CR_{K+1}) với sự hỗ trợ của $K - 1$ nút chuyển tiếp vô tuyến nhận thức, ký hiệu CR_2, \dots, CR_K .

2.3.2 Phân tích xác suất dừng hệ thống

Xác suất dừng của hệ thống được viết như sau:

$$OP = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda\gamma_{th}}, & \text{TH 1} \\ 1 - \prod_{k=1}^K \frac{\alpha_k}{\gamma_{th} + \alpha_k} & \text{TH 2} \end{cases} \quad (2.40)$$

Bài toán tối ưu hiệu năng của hệ thống

Bài toán tối ưu được phát biểu ở dạng toán học như sau:

$$\min OP \quad \text{s.t.} \quad d_{D,1} + d_{D,2} + \dots + d_{D,K} = 1 \quad (2.42)$$

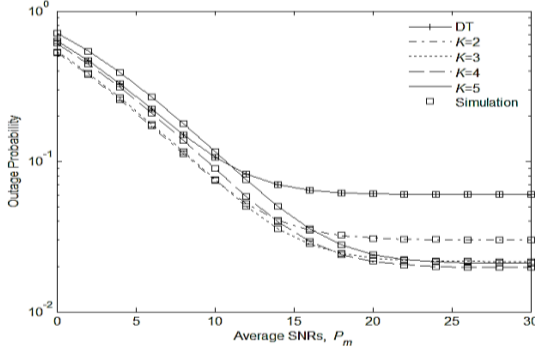
Ta dễ dàng nhận thấy rằng công thức xác suất dừng chính xác của hệ thống, khi thực hiện xấp xỉ biểu thức như sau:

$$OP \rightarrow \begin{cases} \gamma_{th} \left(\frac{1}{\bar{\gamma}_1} + \dots + \frac{1}{\bar{\gamma}_K} \right), & \text{TH 1} \\ \gamma_{th} \left(\frac{1}{\alpha_1} + \dots + \frac{1}{\alpha_K} \right), & \text{TH 2} \end{cases} \quad (2.43)$$

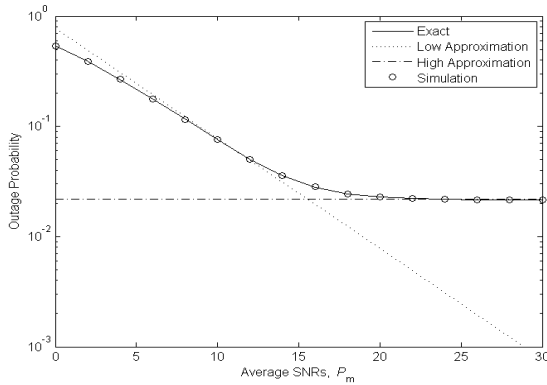
Hình 2.7 trong điều kiện ràng buộc về công suất phát và can nhiễu ở máy thu sơ cấp, thì mạng với số chặng lớn hơn không phải luôn luôn cho hiệu năng tốt hơn.

Hình 2.8 Đường xấp xỉ ở vùng nhiễu thấp và vùng nhiễu cao cũng hội tụ tương ứng với đường kết quả chính xác ở vùng tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu xem xét. Kết quả này cho phép chúng ta kiểm chứng lại lần nữa tính đúng đắn của xấp xỉ trong công thức (2.36).

2.3.3 Mô phỏng và đánh giá kết quả

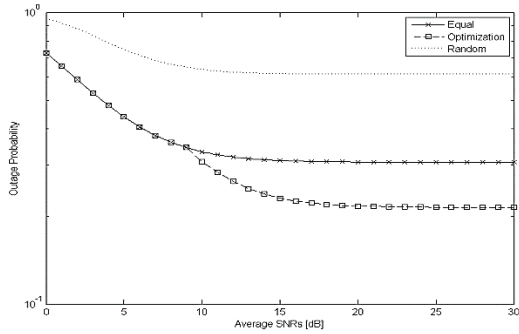


Hình 2.7 Xác suất dừng hệ thống theo P_m với $I_p/N_0 = 10$ dB, $\eta = 4$



Hình 2.8 Kiểm chứng công thức (2.40) với $I_p/N_0 = 10$ dB, $\eta = 4$, và $(x_p, y_p) = (0.5, 1)$.

Hình 2.9 trình bày các kết quả ta dễ dàng nhận thấy hiệu quả của phương pháp phân bổ tối ưu khi giá trị tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu lớn hơn 10 dB. Khi đó, xác suất dừng của hệ thống cho bởi phương pháp phân bổ tối ưu được dịch xuống dưới một khoảng lớn so với phương pháp phân bổ ngẫu nhiên.



Hình 2.9 So sánh các phương pháp phân bổ nút chuyển tiếp thứ cấp với $I_p/N_0 = 10$ dB, $\eta = 4$, và $(x_p, y_p) = (0.8, 0.4)$

2.4 KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

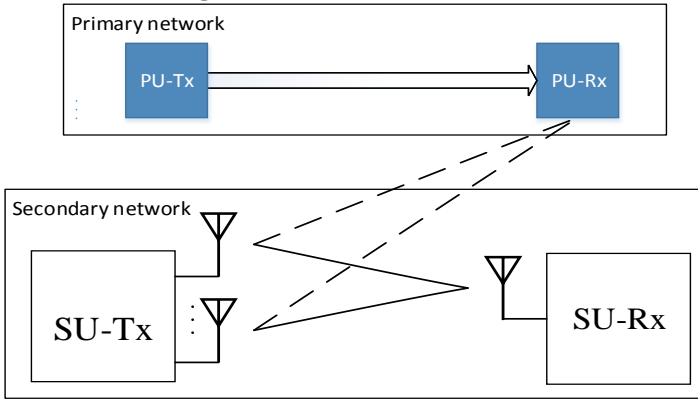
Đóng góp mới trong chương này là đã giải bài toán phân bổ tối ưu vị trí nút chuyển tiếp của mạng thứ cấp cho trường hợp tổng quát, thích hợp cả vùng tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cao lẫn thấp. Kết quả mô phỏng đã chứng minh phương pháp phân bổ tối ưu hiệu quả hơn so với phương pháp chia đều khoảng cách hoặc chọn khoảng cách ngẫu nhiên của hệ thống truyền thông phân tập đa chặng ứng dụng công nghệ vô tuyến nhận thức trong điều kiện ràng buộc mức can nhiễu và công suất phát tối đa.

CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG MÃ HÓA KHÔNG GIAN THỜI GIAN TRONG MÔI TRƯỜNG VÔ TUYẾN NHẬN THỨC DẠNG NỀN: MỘT CHẶNG VÀ NHIỀU CHẶNG

Tóm tắt: Chương này đã đề xuất ứng dụng mã hóa không gian thời gian Alamouti trong mạng vô tuyến nhận thức thứ cấp một chặng và đa chặng. Đồng thời sử dụng các tham số xác suất dừng OP và dung lượng Shannon để đánh giá hiệu năng của hệ thống có xem xét đến kênh can nhiễu từ máy phát thứ cấp, nút chuyển tiếp đến máy thu sơ cấp. Mô phỏng monte carlo được thực hiện để chứng minh các kết quả đã phân tích.

3.1 MÃ HÓA KHÔNG GIAN THỜI GIAN TRONG MÔI TRƯỜNG VÔ TUYẾN NHẬN THỨC DẠNG NỀN

3.1.1 Mô hình hệ thống



Hình 3.1 Hệ thống MISO dạng nền.

3.1.2 Phân tích xác suất dừng hệ thống

$$\begin{aligned}
 OP &= \Pr(\gamma_{\Sigma} < \gamma_{th}) \\
 &= F_{\gamma_{\Sigma}}(\gamma_{th}) \\
 &= \frac{\gamma_{th}}{\gamma_{th} + 2\alpha} + \frac{2\alpha^2}{(\gamma_{th} + 2\alpha)^2} \ln \frac{\alpha}{\gamma_{th} + \alpha}
 \end{aligned} \tag{3.9}$$

Cho trước đặc tính kênh truyền α , xác suất dừng hệ thống xấp xỉ ở vùng tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cao như sau:

$$OP \rightarrow \frac{\gamma_{th}^2}{2\alpha^2} \tag{3.10}$$

3.1.3 Dung lượng Shannon hệ thống

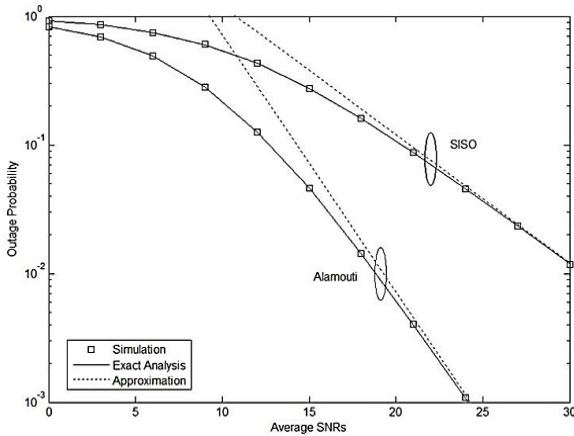
$$\begin{aligned} C &= \int_0^{\infty} C_{\text{AGWN}}(\gamma) f_{\gamma_{\Sigma}}(\gamma) d\gamma \\ &= \int_0^{\infty} \log_2(1 + \gamma) f_{\gamma_{\Sigma}}(\gamma) d\gamma \end{aligned} \quad (3.15)$$

Sử dụng tích phân từng phần, ta có thể viết C lại như sau:

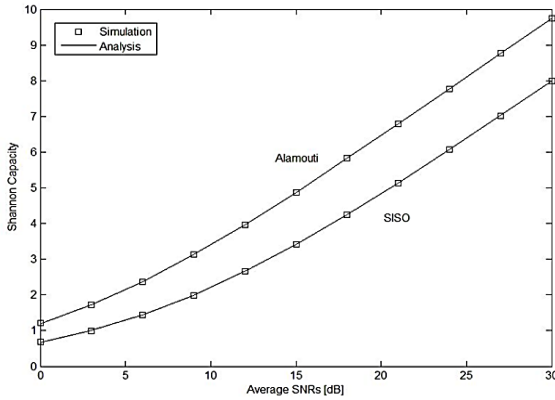
$$\begin{aligned} C &= -\frac{4\alpha \ln \alpha}{\ln 2} \underbrace{\int_0^{\infty} \frac{\ln(1 + \gamma)}{(\gamma + 2\alpha)^3} d\gamma}_{J_1(\alpha)} \\ &\quad + \frac{4\alpha}{\ln 2} \underbrace{\int_0^{\infty} \frac{\ln(\gamma + \alpha) \ln(1 + \gamma)}{(\gamma + 2\alpha)^3} d\gamma}_{J_2(\alpha)} \\ &\quad + \frac{4\alpha}{\ln 2} \underbrace{\int_0^{\infty} \frac{\ln(\gamma + 1)}{(\gamma + 2\alpha)^2} d\gamma}_{J_3(1, 2\alpha)} \\ &\quad - \frac{2}{\ln 2} \underbrace{\int_0^{\infty} \left[\frac{\ln(\gamma + 1)}{\gamma + \alpha} - \frac{\ln(\gamma + 1)}{\gamma + 2\alpha} \right] d\gamma}_{J_4(1, \alpha, 2\alpha)} \end{aligned} \quad (3.16)$$

3.1.4 Kết quả mô phỏng và thảo luận

Hình 3.2 và Hình 3.3 Kết quả trong hai hình chỉ ra rằng kết quả mô phỏng và kết quả phân tích là trùng khớp với nhau cho phép kết luận rằng phương pháp tính toán và kết quả phân tích là hoàn toàn đúng đắn.



Hình 3.2 Xác suất dừng hệ thống Alamouti và SISO dạng nền



Hình 3.3 Dung lượng Shannon hệ thống Alamouti và SISO dạng nền

Kết quả này cũng chỉ ra rằng hệ thống Alamouti trong môi trường vô tuyến nhận thức đạt được độ lợi phân tập là 2 so với độ lợi phân tập là 1 của hệ thống SISO.

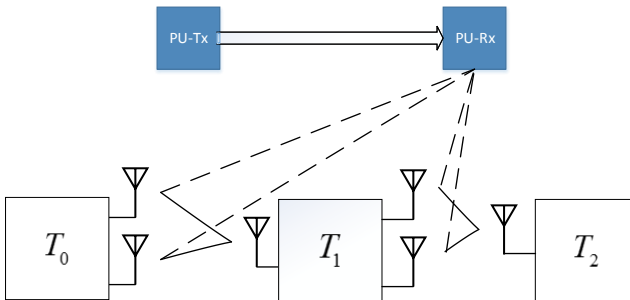
3.2 MÃ HÓA KHÔNG GIAN THỜI GIAN VỚI CHUYỂN TIẾP ĐA CHẶNG DF DẠNG NỀN

3.2.1 Giới thiệu

Truyền thông đa chặng là kỹ thuật cho phép mở rộng vùng phủ sóng của hệ thống vô tuyến và hạn chế can nhiễu. Trong phần này đề xuất áp dụng mã hóa không gian thời gian với kỹ thuật chuyển đa chặng dạng nền với mục tiêu cải thiện vùng phủ sóng và/hoặc hiệu năng của hệ thống.

3.2.2 Mô hình hệ thống

Hệ thống xem xét bao gồm nút nguồn ký hiệu T_0 , K nút chuyển tiếp, và một nút đích T_K như ở Hình 3.7. Các nút đều được trang bị hai anten phát và một anten thu sử dụng mã không gian thời gian Alamouti.



Hình 3.7 Hệ thống hai chặng MIMO dạng nền

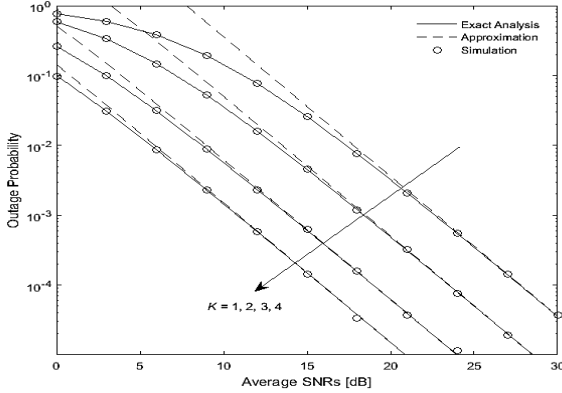
3.2.3 Phân tích xác suất dừng hệ thống

$$OP = 1 - \prod_{k=1}^K \left[1 - \frac{\gamma_{th}}{\gamma_{th} + 2\alpha_k} + \frac{2\alpha_k^2}{(\gamma_{th} + 2\alpha_k)^2} \ln \frac{\alpha_k}{\gamma_{th} + \alpha_k} \right] \quad (3.41)$$

Ở vùng tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cao, ta có thể xấp xỉ OP:

$$OP \approx \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \left(\frac{\gamma_{th}}{\alpha_k} \right)^2 \quad (3.42)$$

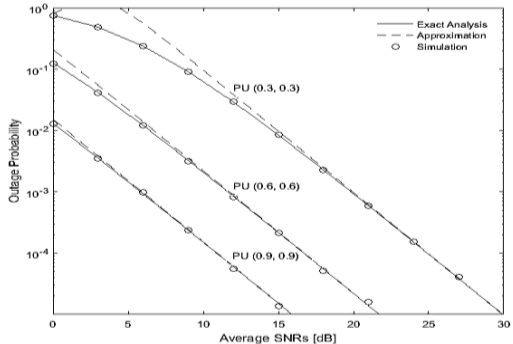
3.2.4 Kết quả mô phỏng và phân tích kết quả



Hình 3.8 Ảnh hưởng của số chặng lên xác suất dừng hệ thống mã hóa không gian thời gian đa chặng, PU (0.5, 0.5), $\eta = 3$, và $\gamma_{th} = 3$.

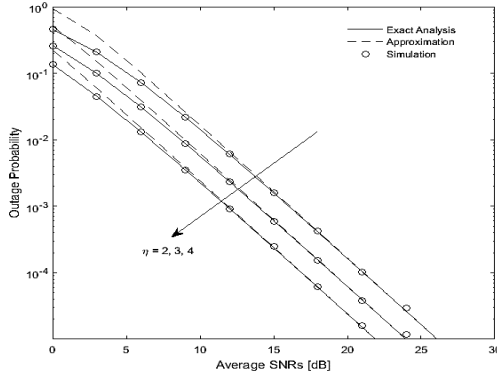
Trong Hình 3.8, cho thấy rằng khi số chặng tăng lên thì xác suất của hệ thống giảm, nghĩa là hiệu năng của hệ thống được cải thiện. Các kết quả mô phỏng trùng khớp với kết quả phân tích chính xác trong toàn vùng tỷ số tín hiệu trên nhiễu.

Hình 3.9 Ảnh hưởng của vị trí máy thu sơ cấp lên xác suất dừng hệ thống mã hóa không gian thời gian đa chặng, $K = 3$, $\eta = 3$, và $\gamma_{th} = 3$.



Hình 3.9 chỉ ra rằng, vị trí mạng sơ cấp càng xa mạng thứ cấp thì hiệu năng mạng thứ cấp tăng lên đáng kể do công suất phát của mạng thứ cấp khi càng xa mạng sơ cấp thì càng ít bị ràng buộc bởi mạng sơ cấp.

Trong Hình 3.10 có thể thấy rằng với cùng điều kiện hệ thống, thì kênh truyền có η càng lớn thì hiệu năng của mạng càng cao. Hiện tượng này hoàn toàn trùng khớp với mạng truyền thông đa chặng truyền thông.



Hình 3.10 Ảnh hưởng của môi trường fading lên OP mã hóa không gian thời gian đa chặng, $K = 3$, PU (0.5, 0.5), và $\gamma_{th} = 3$.

3.3 KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Đề xuất ứng dụng mã không gian thời gian cho mạng vô tuyến nhận ứng dụng nền và đồng thời đề xuất phương pháp phân tích hiệu năng mới dưới dạng xác suất dừng và dung lượng dừng hệ thống. Chứng minh rằng hệ thống Alamouti với hai anten phát và một anten thu dạng nền có thể đạt độ lợi phân tập là hai.

Đề xuất áp dụng mã không gian và thời gian cho mạng đa chặng và phân tích xác suất dừng dạng chính xác và dạng xấp xỉ ở vùng tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cao. Chứng minh rằng hệ thống đa chặng chỉ tăng độ lợi mã mà không tăng độ lợi phân tập. Các kết quả phân tích hiệu năng là những kết quả mới, được kiểm chứng bởi kết quả mô phỏng dựa vào phần mềm Matlab và đồng thời cho phép chúng ta chứng minh được Hệ thống mã Alamouti, có thể cải thiện đáng kể hiệu năng của hệ thống thứ cấp mà vẫn đảm bảo mức can nhiễu cho hệ thống sơ cấp.

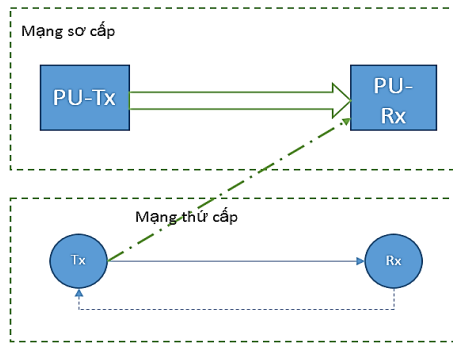
CHƯƠNG 4. ỨNG DỤNG ĐIỀU CHẾ THÍCH NGHI TRONG MÔI TRƯỜNG VÔ TUYẾN NHẬN THỨC DẠNG NỀN: TỐI ƯU HIỆU SUẤT PHỔ TẦN

Tóm tắt: Trong chương này giới thiệu kỹ thuật truyền thích nghi cho hệ thống thứ cấp dạng nền có xem xét đến kênh truyền can nhiễu từ máy phát thứ cấp đến máy thu sơ cấp. Đề xuất phương pháp phân tích để đánh giá hiệu năng của hệ thống ở kênh truyền fading Rayleigh dưới dạng xác suất dừng, hiệu suất phổ tần và xác suất lỗi bit trung bình. Mô phỏng Monte Carlo trên phần mềm Matlab được sử dụng để kiểm chứng tính chính xác của kết quả mô phỏng và chứng minh ưu điểm của kỹ thuật truyền thích nghi trong việc cải thiện hiệu suất phổ tần của hệ thống thứ cấp.

4.1 GIỚI THIỆU CHƯƠNG

Trong chương này, đề xuất áp dụng kỹ thuật truyền thích nghi cho mạng vô tuyến nhận thức dạng nền để cải thiện hiệu năng của hệ thống trong đó xem xét đến kênh truyền can nhiễu từ nút phát thứ cấp đến nút thu sơ cấp trong tỷ số tín hiệu trên nhiễu của hệ thống thứ cấp. Để đánh giá hiệu năng của hệ thống, phân tích các tham số hiệu năng hệ thống bao gồm: xác suất của mỗi chế độ truyền, xác suất dừng, hiệu suất phổ tần và xác suất lỗi bit trung bình của hệ thống ở kênh truyền fading Rayleigh.

4.2 MÔ HÌNH HỆ THỐNG ĐỀ XUẤT VÀ KHẢO SÁT



Hình 4.1 Mô hình mạng vô tuyến nhận thức dạng nền sử dụng điều chế thích nghi

Với xác suất lỗi bit cho trước, BEP_T , ngưỡng chuyển của chế độ thứ k , γ_T^k sẽ được tính để đảm bảo rằng xác suất lỗi bit tức thời của hệ thống¹ sẽ nhỏ hơn hoặc bằng BEP_T . Khi hệ thống sử dụng điều chế kết hợp (coherent modulation), ta có thể viết

¹ Tương đương với xác suất lỗi bit ở kênh truyền nhiễu trắng

$$\alpha_k Q\left(\sqrt{\beta_k \gamma_T^k}\right) \leq \text{BEP}_T, \quad (4.6)$$

Từ (4.6), ta có thể tính γ_T^k như sau:

$$\gamma_T^k = \frac{1}{\beta_k} \left[Q^{-1}\left(\frac{\text{BEP}_T}{\alpha_k}\right) \right]^2 \quad (4.7)$$

4.3 PHÂN TÍCH CÁC THAM SỐ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG ĐIỀU CHẾ THÍCH NGHI TRONG MÔI TRƯỜNG VÔ TUYẾN NHẬN THỨC DẠNG NỀN

4.3.1 Xác suất của mỗi chế độ truyền

Với điều chế thích nghi M QAM K chế độ, hệ thống sẽ truyền với $K - 1$ mức điều chế. Xác suất xảy ra của chế độ thứ k với $k = 1, \dots, K$ như sau:

$$\begin{aligned} \pi_k &= \Pr\left(\gamma_T^k \leq \gamma \leq \gamma_T^{k+1}\right) \\ &= \int_{\gamma_T^k}^{\gamma_T^{k+1}} f_\gamma(\gamma) d\gamma \end{aligned} \quad (4.8)$$

Thay thế (4.5) vào (4.8) và sau đó thực hiện tích phân, ta có thể xác định xác suất của chế độ truyền thứ k như sau:

$$\begin{aligned} \pi_k &= \int_{\gamma_T^k}^{\gamma_T^{k+1}} \frac{\alpha}{(\gamma + \alpha)^2} d\gamma \\ &= \frac{\gamma_T^{k+1}}{\gamma_T^{k+1} + \alpha} - \frac{\gamma_T^k}{\gamma_T^k + \alpha} \end{aligned} \quad (4.9)$$

4.3.2 Xác suất dừng hệ thống

$$\begin{aligned} \text{OP} &= \Pr\left(\gamma \leq \gamma_T^1\right) \\ &= 1 - \frac{\gamma_T^1}{\gamma_T^1 + \alpha} \end{aligned} \quad (4.11)$$

4.3.3 Hiệu suất phổ tần

$$\text{ASE} = \sum_{k=2}^K \pi_k m_k \quad (4.12)$$

với $m_k = \log_2 M_k$. Chú ý rằng với chế độ đầu tiên, $k = 1$, hệ thống không truyền nên $m_1 = 0$.

4.3.4 Tỷ số lỗi bit trung bình

$$\text{BEP} = \frac{\sum_{k=2}^K m_k \text{BEP}_k}{\sum_{k=2}^K m_k \pi_k}, \quad (4.13)$$

trong đó BEP_k là xác suất lỗi bit trung bình trong chế độ thứ k , được tính như sau:

$$\begin{aligned} \text{BEP}_k &\approx \int_{\gamma_T^{k-1}}^{\gamma_T^k} \alpha_k \frac{1}{4} \left(\frac{1}{3} e^{-\frac{\beta_k}{2}\gamma} + e^{-\frac{2\beta_k}{3}\gamma} \right) \frac{\alpha}{(\gamma + \alpha)^2} d\gamma \\ &= \frac{\alpha_k \alpha}{4} \left[\frac{1}{3} \int_{\gamma_T^{k-1}}^{\gamma_T^k} \frac{e^{-\frac{\beta_k}{2}\gamma}}{(\gamma + \alpha)^2} d\gamma + \int_{\gamma_T^{k-1}}^{\gamma_T^k} \frac{e^{-\frac{2\beta_k}{3}\gamma}}{(\gamma + \alpha)^2} d\gamma \right] \\ &= \frac{\alpha_k \alpha}{4} \left[\frac{1}{3} I\left(\frac{\beta_k}{2}\right) + I\left(\frac{2\beta_k}{3}\right) \right] \end{aligned} \quad (4.16)$$

4.4 TỐI ƯU HIỆU SUẤT PHỔ TẦN

Bài toán tối ưu được phát biểu dưới dạng biểu thức toán học như sau

$$\max_{\gamma_T^0, \dots, \gamma_T^K} \text{ASE subject to } \text{BER} \leq \text{BER}_T. \quad (4.19)$$

Sử dụng toán tử Lagrange, chúng ta chú ý rằng $\gamma_T^0 = 0$, $\gamma_T^K = \infty$ với $\gamma_T^{k-1} \leq \gamma_T^k$, ta viết nhân tử chung như sau:

$$\begin{aligned} \Lambda &= \text{ASE} + \lambda (\text{BER} - \text{BER}_T \text{ASE}) \\ &= \text{ASE}(1 - \lambda \text{BER}_T) + \lambda \text{BER} \end{aligned} \quad (4.20)$$

Sử dụng điều kiện $\text{BER} - \text{BER}_T \text{ASE} = 0$ kết hợp với (4.18), giá trị tối ưu của $\gamma_T^1, \dots, \gamma_T^{K-1}$ là nghiệm của hệ $K-1$ phương trình phi tuyến sau:

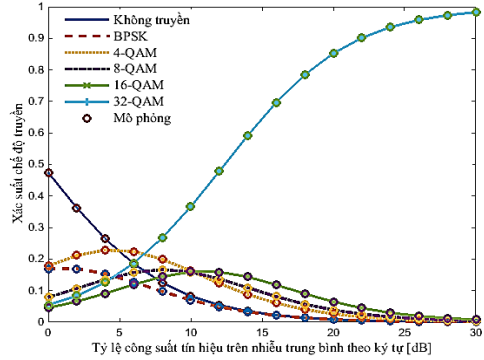
$$\begin{cases} \sum_{k=1}^{K-1} m_k \text{BER}_k - \text{BER}_T \sum_{k=1}^{K-1} m_k \pi_k = 0 \\ y_1(\gamma_T^1) - y_k(\gamma_T^k) = 0, k = 2, \dots, K-1 \end{cases} \quad (4.21)$$

$$\text{với } y_k(\gamma_T^k) = \frac{m_k \text{BER}_{\text{AWGN}}^k(m_k, \gamma_T^k) - m_{k-1} \text{BER}_{\text{AWGN}}^k(m_{k-1}, \gamma_T^{k-1})}{m_k - m_{k-1}}$$

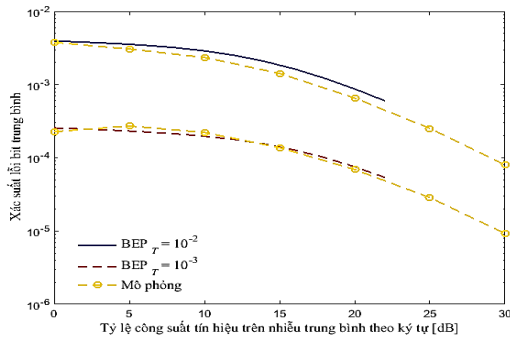
4.5 MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Hình 4.2 Ở vùng giá trị $\frac{I_p}{N_0}$ nhỏ, trong khoảng 0-7 dB, hệ thống thường xuyên dừng truyền vì không đảm bảo xác suất lỗi bit theo yêu cầu. Tuy nhiên, khi giá trị $\frac{I_p}{N_0}$ tăng làm hệ thống có xu hướng sử dụng các chế độ truyền cao hơn.

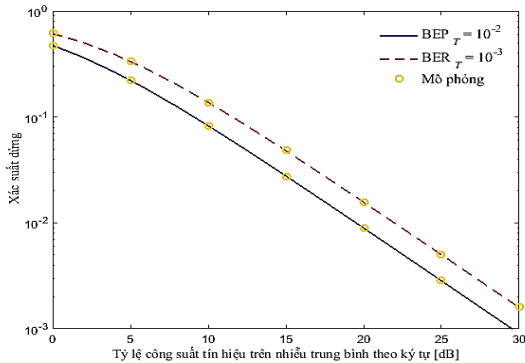
Hình 4.3 chỉ ra rằng khi xác suất lỗi bit trung bình của hệ thống luôn luôn nhỏ hơn xác suất lỗi bit yêu cầu, nghĩa là luôn đảm bảo QoS yêu cầu của hệ thống.



Hình 4.2 Xác suất của các chế độ truyền.

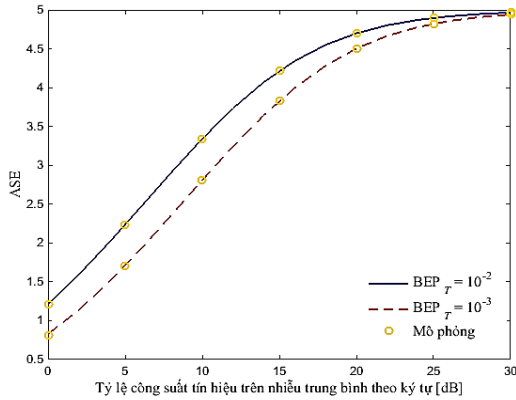


Hình 4.3 Xác suất lỗi bit trung bình của hệ thống với 6 chế độ truyền



Hình 4.4 Xác suất dừng hệ thống

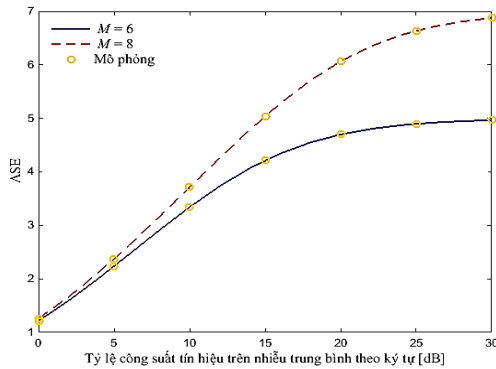
Trên hình 4.4, khi giá trị BER_T giảm cũng làm xác suất dừng của hệ thống tăng cao, nghĩa là hệ thống sẽ thường rơi vào trạng thái không truyền do không đảm bảo được QoS yêu cầu.



Hình 4.5 Hiệu suất phổ tần của hệ thống với 6 chế độ truyền

Hình 4.5 khi giá trị BER_T tăng cũng làm hiệu suất phổ tần giảm xuống. Từ đó ta có thể đi đến kết luận rằng, khi chúng ta tăng QoS dẫn đến sự đánh đổi với hiệu suất phổ tần của hệ thống.

Hình 4.6 đã chỉ ra rằng trong cùng điều kiện kênh truyền, việc tăng số lượng chế độ truyền sẽ cải thiện đáng kể hiệu suất phổ tần, đặc biệt ở vùng tín hiệu trên nhiễu cao. Tuy nhiên, khi ngưỡng chuyển là không thay đổi sẽ dẫn đến xác suất dừng của hệ thống sẽ không phụ thuộc vào số lượng chế độ truyền.



Hình 4.6 Ảnh hưởng của số lượng chế độ truyền lên hiệu suất phổ tần

4.6 KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

Chương 4 có hai đóng góp quan trọng:

- Đề xuất phương pháp mới đánh giá hiệu năng của hệ thống bao gồm: xác suất dừng, xác suất lỗi bit trung bình, hiệu suất phổ tần và xác suất của các chế độ truyền ở kênh truyền fading Rayleigh. Phương pháp này là tổng quát và có thể áp dụng cho các mô hình kênh khác;

(1) Áp dụng và khảo sát hiệu năng của kỹ thuật truyền thích nghi vào hệ thống truyền thông hợp tác nhận thức dạng nền,

(2) Áp dụng và khảo sát hiệu năng của kỹ thuật truyền thích nghi vào hệ thống MIMO dạng nền và

Thiết lập và giải bài toán tối ưu hiệu suất phổ tần của hệ thống truyền thông nhận thức dạng nền có sử dụng truyền thích nghi. Các kết quả chỉ ra rằng ngưỡng chuyển tiếp tối ưu cải thiện đáng kể hiệu suất phổ tần so với ngưỡng chuyển tiếp cố định.

KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP

KẾT LUẬN

Qua thời gian nghiên cứu kết quả của luận án đã đạt được mục đích đề ra ban đầu đó là: i) Xây dựng các mô hình mạng truyền thông kết hợp và chuyển tiếp hiệu quả cho mạng thứ cấp: đảm bảo QoS và mở rộng vùng phủ sóng. Đồng thời đề xuất các phương pháp mới cho phép phân tích hiệu năng của các mô hình mạng đề xuất và ii) Áp dụng các kỹ thuật cải thiện hiệu năng ở lớp vật lý: mã không gian thời gian, truyền ứng ứng để cải thiện hiệu năng của mạng thứ cấp trong khi vẫn đảm bảo thông tin của mạng sơ cấp. Những kết quả nghiên cứu này vừa mang tính cơ bản, vừa mang tính chất đề xuất những vấn đề mới, phát triển nhằm ứng dụng có hiệu quả vào trong mạng không dây hiện nay và trong tương lai.

Các kết quả đạt được của luận án là tin cậy và có một số đóng góp mới:

(i) Xác định những giới hạn đối với các chỉ số hiệu năng (xác suất dừng, tỷ lệ lỗi bit trung bình, dung lượng Shannon, hiệu suất phổ, ...) trên lớp vật lý (mô hình OSI) đối với trường hợp của hệ mạng thứ cấp trên nền vô tuyến nhận thức dạng nền.

(ii) Áp dụng các đặc thù trên lớp vật lý (mô hình OSI) đối với hệ mạng thứ cấp của hệ thống truyền thông hợp tác trong môi trường vô tuyến nhận thức vào phân tích chất lượng hệ thống trong trường hợp phân bố vị trí nút chuyển tiếp của mạng thứ cấp, mã Alamouti, các phương pháp điều chế.

ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

Từ công trình nghiên cứu số 1 đó là: “Phân tích xác suất dừng của hệ thống truyền thông kết hợp chuyển tiếp AF trong môi trường vô tuyến nhận thức trên kênh fading Rayleigh”, có thể phát triển bài toán đánh giá chất lượng của hệ thống truyền thông kết hợp chuyển tiếp AF trong môi trường vô tuyến nhận thức thông qua số nút chuyển tiếp tối ưu, vị trí của nút sơ cấp và ảnh hưởng của môi trường truyền trên kênh Rician và Nakagami- m . Đồng thời tiếp tục phát triển nghiên cứu hệ thống truyền thông kết hợp đa chặng khi phân định công suất tối ưu cho các máy phát của từng nút chuyển tiếp.

Trên cơ sở công trình số 3 “Tối ưu hiệu năng của hệ thống truyền thông đa chặng trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền” sẽ nghiên cứu phát triển thiết kế mạng vô tuyến kết hợp nhận thức thứ cấp cho phép tận dụng tối đa kênh truyền rồi trong khi vẫn đảm bảo chất lượng dịch vụ của mạng vô tuyến sơ cấp và đánh giá chất lượng của mạng. Đồng thời giải quyết bài toán phân bố năng lượng giữa nút nguồn và nút chuyển tiếp trong điều kiện ràng buộc về năng lượng tổng cụ thể: Khảo sát hệ thống trong trường hợp khi xem xét công suất phát tối đa của máy phát sơ cấp và can nhiễu gây ra của máy phát sơ cấp đến máy thu sơ cấp; Tính toán các thông số chất lượng khác của hệ thống: Như tỷ số lỗi bit (Bit Error Rate), dung lượng kênh truyền (Ergodic Capacity); Khảo sát hệ thống với các loại kênh truyền khác như Rician, Nakagami- m ; Nghiên cứu hệ thống truyền đa chặng của mạng thứ cấp khi giới hạn công suất cho các máy phát của từng nút chuyển tiếp; Tối ưu khoảng cách giữa các nút chuyển tiếp của mạng thứ cấp khi vị trí của các nút chuyển tiếp không cùng nằm trên một đường thẳng.

Trên cơ sở công trình số 2 “Đánh giá chất lượng hệ thống mã hóa Alamouti trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền” nghiên cứu sinh mới phân tích giới hạn trên một an ten thu, Phương pháp này có thể mở rộng cho trường hợp sau: Khảo sát hệ thống Alamouti trong trường hợp máy thu thứ cấp có nhiều hơn 01 anten thu; Khảo sát các mã không gian thời gian khác với nhiều hơn hai anten ở máy phát thứ cấp; Xem xét khảo sát ảnh hưởng của kênh truyền can nhiễu không hoàn hảo lên hiệu năng của hệ thống thứ cấp với một mức can nhiễu quy định trước; Khảo sát hệ thống với kênh truyền phức tạp hơn như kênh Nakagami- m hay Rician.

Với công trình số 4 “Đánh giá hiệu năng của hệ thống vô tuyến nhận thức dạng nền với điều chế thích nghi” đây là công trình có tính chất tổng quát có thể áp dụng cho các mô hình khác. Kết quả của công trình này có thể phát triển giải quyết các bài toán như: Áp dụng và khảo sát hiệu năng của hệ thống truyền thông kết hợp nhận thức dạng nền sử dụng kỹ thuật điều chế thích nghi; Hoặc áp dụng kết quả trên khảo sát hiệu năng của hệ thống MIMO sử dụng kỹ thuật truyền thích nghi;

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

- [1] Nguyen Van Chinh, Vo Nguyen Quoc Bao, “*Outage Analysis of Cognitive Underlay Amplify-and-Forward Networks over Rayleigh Fading Channels*”, International Green Technology Workshop/Conference/Exhibition IGTWCE 2012, Ho Chi Minh City, pp. 38-42, 2012
- [2] Nguyen Van Chinh, Vo Nguyen Quoc Bao, and Nguyen Luong Nhat, "Performance Analysis of Cognitive Underlay Alamouti Scheme over Rayleigh fading channels", The International Conference on Advanced Technologies for Communications 2013 (ATC'13), Ho Chi Minh City, pp. 23-27, 2013
- [3] Nguyễn Văn Chính, Võ Nguyễn Quốc Bảo, và Nguyễn Lương Nhật, “*Tối ưu hiệu năng của hệ thống truyền thông đa chặng trong môi trường vô tuyến nhận thức dạng nền*”, Chuyên san các Công trình Nghiên cứu, Phát triển và Ứng dụng Công nghệ Thông tin và Truyền thông của Tạp chí Công nghệ Thông tin & Truyền thông, Kỳ 3, Tập V-1, tháng 6/2014.
- [4] Nguyễn Văn Chính, Võ Nguyễn Quốc Bảo, “*Đánh giá hiệu năng của hệ thống vô tuyến nhận thức dạng nền với điều chế thích nghi*”, Chuyên san các Công trình Nghiên cứu, Phát triển và Ứng dụng Công nghệ Thông tin và Truyền thông của Tạp chí Công nghệ Thông tin & Truyền thông, Tập V-1, Số 13 (33), tháng 6/2015.