**TRANG THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN**

Tên đề tài luận án: Kỹ thuật tiền mã hóa trong truyền thông không dây MIMO chuyển tiếp

Chuyên ngành: Vật lý Vô tuyến và Điện tử

Mã số: 62 44 03 01

Họ tên nghiên cứu sinh: Nguyễn Anh Vinh

Người hướng dẫn khoa học:

HDC: PGS. TS. Nguyễn Hữu Phương, bộ môn Viễn thông và Mạng, khoa Điện tử-Viễn thông

HDP: TS. Nguyễn Nam Trân, bộ môn Máy tính và Hệ thống nhúng, khoa Điện tử-Viễn thông

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG.HCM

1. TÓM TẮT NỘI DUNG LUẬN ÁN:

Khai thác thông tin kênh truyền ở phía phát (CSIT) giúp gia tăng dung lượng hoặc độ tin cậy tín hiệu truyền dẫn trong môi trường không dây. Luận án xem xét các hệ thống nhiều ăng-ten phát nhiều ăng-ten thu (MIMO) chuyển tiếp hai chặng và nhiều chặng tổng quát với các mô hình kênh MIMO tương quan ở hai đầu phát-thu, nhiễu màu ở các máy thu và tín hiệu tương quan ở máy nguồn. Luận án đã nghiên cứu và đề xuất các giải pháp thiết kế các bộ tiền mã hóa theo các tiêu chí tối thiểu lỗi bình phương trung bình (MMSE) và tối đa thông tin tương hỗ (MMI) của hệ thống. Phương pháp tiến hành trong luận án như sau. Đầu tiên xây dựng mô hình toán học cho hệ thống. Tiếp theo thành lập và giải bài toán thiết kế bộ tiền mã hóa ứng với các hàm mục tiêu khác nhau như MSE và MI. Và cuối cùng đánh giá hiệu quả của các giải pháp thông qua mô phỏng.

2. NHỮNG KẾT QUẢ MỚI CỦA LUẬN ÁN:

Luận án có ba đóng góp khoa học sau đây.

Thứ nhất, nghiên cứu mô hình MIMO chuyển tiếp nhiều chặng và thiết kế các bộ tiền mã hóa tín hiệu cho máy nguồn và các máy chuyển tiếp theo phương pháp MMSE tiệm cận. Để đạt được một bộ tiền mã hóa, CSIT tức thời và tiêu chí MMSE ngõ ra cục bộ của chặng liên quan được sử dụng. Kết quả mô phỏng chứng tỏ thiết kế tiền mã hóa MMSE tiệm cận đạt được hiệu năng tốt về MI và tỉ lệ lỗi bit (BER) trong khi chỉ cần CSIT cục bộ và bộ thu MMSE đơn giản ở máy đích. Giải pháp cho phép hiện thực hóa các hệ thống truyền thông MIMO nhiều chặng bằng cơ chế thiết kế các ma trận tiền mã hóa phân tán đơn giản.

Thứ hai, đề xuất giải pháp thiết kế bộ tiền mã hóa tối ưu cho máy chuyển tiếp trong hệ thống MIMO hai chặng nhằm tối đa thông tin tương hỗ hệ thống. Bằng cách phân bổ công suất bằng nhau cho tất cả ăng-ten máy nguồn, luận án thiết kế bộ tiền mã hóa tối ưu cho máy chuyển tiếp dùng CSIT toàn phần hai chặng bằng cách tối đa hóa thông tin tương hỗ hệ thống. Kết quả mô phỏng chứng tỏ thiết kế tiền mã hóa chuyển tiếp MMI tối ưu cho dung lượng cao hơn đáng kể so với kỹ thuật đã công bố.

Thứ ba, phát triển các phương pháp lặp và đơn giản để thiết kế phối hợp bộ tiền mã hóa ở máy nguồn và bộ tiền mã hóa ở máy chuyển tiếp nhằm tối đa thông tin tương hỗ cho các hệ thống chuyển tiếp MIMO hai chặng trong hai trường hợp CSIT: toàn phần và một phần. Với CSIT toàn phần, các bộ tiền mã hóa nguồn và chuyển tiếp đạt được và bộ cân bằng MMSE ở máy đích có khả năng tách rời kênh MIMO đầu cuối tương đương thành những kênh con một ăng-ten phát một ăng-ten thu (SISO) song song. Luận án cũng đã mở rộng thành công thiết kế tiền mã hóa đơn giản dùng CSIT toàn phần cho trường hợp hệ thống MIMO chuyển tiếp có nhiều hơn hai chặng. Các kết quả mô phỏng chứng tỏ các giải pháp thiết kế dùng CSIT toàn phần mang lại dung lượng cao hơn so với các thiết kế đã công bố. Thêm nữa, các thiết kế tiền mã hóa dùng CSIT một phần cũng hoạt động tốt so với các giải pháp dùng CSIT toàn phần, trong khi đòi hỏi ít hơn về độ phức tạp tính toán và lượng thông tin hồi tiếp.

3. CÁC ỨNG DỤNG/ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG THỰC TIỄN HAY NHỮNG VẤN ĐỀ CÒN BỎ NGỎ CẦN TIẾP TỤC NGHIÊN CỨU

Thiết kế bộ tiền mã hóa dùng CSIT cho hệ thống MIMO chuyển tiếp không dây là lĩnh vực có nhiều vấn đề mở cần nghiên cứu. Sau đây là một số hướng nghiên cứu mở rộng gắn với những kết quả đạt được của luận án.

Đầu tiên, phát triển thiết kế tiền mã hóa nguồn-chuyển tiếp phối hợp theo tiêu chí MMI hoặc theo tiêu chí MMSE cho hệ thống MIMO hai chặng có kênh truyền trực tiếp và nghiên cứu mở rộng cho các mạng chuyển tiếp dùng nguồn năng lượng không dây trong đó tín hiệu tần số vô tuyến mà máy chuyển tiếp thu vào được dùng làm nguồn nuôi cho chính nó.

Kế đến, phân tích hiệu năng hệ thống để tìm ra biểu thức tiệm cận cho BER hoặc dung lượng trung bình và so sánh với kết quả mô phỏng.

|  |  |
| --- | --- |
| **CÁN BỘ HƯỚNG DẪN** | **NGHIÊN CỨU SINH** |
|  |  |  |

**XÁC NHẬN CỦA CƠ SỞ ĐÀO TẠO**

**PHÓ HIỆU TRƯỞNG**

**Trần Lê Quan**

**THESIS INFORMATION**

Thesis title: Precoding techniques for wireless MIMO relaying communications

Speciality: Radio and electronics physics

Code: 62 44 03 01

PhD Student: Nguyen Anh Vinh

Supervisor: Nguyen Huu Phuong PhD., Associate Professor, department of Telecommunications and Networks, faculty of Electronics and Telecommunications

Co-Supervisor: Nguyen Nam Tran PhD., department of Computer and Embedded system, faculty of Electronics and Telecommunications

At: UNIVERSITY OF SCIENCE – VNU.HCMC

1. ABSTRACT:

Exploiting channel information at the transmitter side (CSIT) allows to increase the capacity or the reliability of the transmission signal in a wireless environment. The thesis studied general two-hop and multi-hop multiple-input multiple-output (MIMO) systems with the double-sided correlated MIMO channels, the color noise at the receiver nodes and the correlated signals at the source node. The thesis researched and proposed solutions for designing precoders under the system minimum mean squared error (MMSE) and maximum mutual information (MMI) criteria. The method employed in the thesis is as follows. First, the mathematical model for the system is built. Then, the precoder design problem having the system MSE or the system MI as the objective function is formulated and solved. Finally, the efficiency of the precoder design solutions is evaluated through simulation results.

2. CONTRIBUTIONS:

The thesis has the following three scientific contributions.

First, the thesis studied a multi-hop MIMO relaying system model and designed precoders for the source node and the relay nodes by the MMSE asymptotic method. To obtain a precoder, the local instantaneous CSIT and MMSE criterion of the corresponding hop were used. Simulation results show the asymptotic MMSE precoding scheme performs well in terms of MI and bit error rate (BER) while using the local instantaneous CSIT and a simple MMSE receiver at the destination. The solution enables to realize multi-hop MIMO communications systems with a simple distributed strategy of designing precoding matrices.

Second, the thesis proposed an optimal method of designing relay precoder for a two-hop MIMO relaying system to maximize the system mutual information. While allocating equal power to all the source antennas, the thesis designed an optimal precoder at the relay node to maximize the system multual information with the full CSIT of two hops. Simulation results show the optimal MMI relay precoder design yields a much larger capacity than the previously-published schemes.

Third, the thesis developed iterative and simplified methods of jointly designing precoders at the source and relay nodes to maximize the mutual information of a two-hop MIMO relaying system with full and partial CSIT. The equivalent end-to-end MIMO channel in the presence of the obtained source and relay precoders with full CSIT and the MMSE receiver at the destination was decomposed into the parallel single-input single-output (SISO) subchannels. Also, a successfull extension of the simplified precoder design with full CSIT to the case of a multi-hop MIMO relaying system was shown. Simulation results show the obtained precoder designs with full CSIT provide larger capacity than the existing precoding techniques. In addition, the precoder designs with partial CSIT work well compared with those with full CSIT but with a less requirement on compuational complexity and amount of feedback information.

3. FUTURE RESEARCH ISSUES

Precoder design with CSIT for wireless MIMO relaying systems is a research area with open problems. The following is possible future research issues related to the thesis.

The first issue is to develop joint designs of source and relay precoders under MMI or MMSE criterion for a two-hop MIMO system with the presence of the source-to-destination direct link and then make an extension of them for a wireless-power relaying network in which the radio frequency signals that a relay node recieves act as a power supply to itself.

The second issue is to analyze system performance to find asymptotic expressions for the system BER or the system average capacity and compare them to the simulation results.

|  |  |
| --- | --- |
| **SUPERVISORS** | **PhD Student** |
|  |  | Nguyen Anh Vinh |

**CONFIRMATION OF THE UNIVERSITY OF SCIENCE**

**VICE PRESIDENT**

**Tran Le Quan**