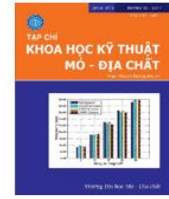




Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Ảnh hưởng của phương pháp phân tập phát sử dụng mã STBC và phân tập thu sử dụng kỹ thuật MRC lên hiệu suất truyền tin trong mạng không dây MIMO

Diêm Công Hoàng^{1,*}, Trần Thị Thu Thúy¹, Phạm Đình Tân¹

¹ Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 25/6/2017

Chấp nhận 27/7/2017

Đăng online 30/10/2017

Từ khóa:

MIMO

Phân tập phát

Phân tập thu

MRC

STBC

TÓM TẮT

Công nghệ truyền dẫn MIMO được biết đến như là công nghệ lớp vật lý chủ chốt cho phép các mạng không dây tiên tiến cung cấp tốc độ truy nhập dữ liệu cao. Trong các hệ thống MIMO, độ lợi phân tập có vai trò quan trọng làm giảm ảnh hưởng của hiện tượng pha-đỉnh, giúp cải thiện chất lượng kênh truyền dẫn. Bài báo này đi phân tích ảnh hưởng của hệ thống phân tập phát sử dụng mã khối không gian thời gian STBC và phân tập thu sử dụng kỹ thuật kết hợp tỉ lệ tối ưu MRC lên hiệu suất truyền tin trong mạng không dây MIMO. Hơn nữa, để thuận tiện trong việc đánh giá và so sánh hiệu suất truyền tin của các phương pháp phân tập, chúng tôi xây dựng một công cụ mô phỏng giao diện người dùng lập trình trên nền của Matlab, cho phép người dùng tùy biến với nhiều tham số đầu vào khác nhau như là độ dài một gói tin, số lượng gói tin truyền, kênh truyền, phương pháp điều chế và số lượng ăng-ten thu, phát.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, công nghệ truyền dẫn MIMO (Multiple Input Multiple Output: Đa đầu vào đa đầu ra) được biết đến như là công nghệ lớp vật lý chủ chốt được sử dụng trong các mạng không dây tiên tiến. Một trong những điểm nổi bật của công nghệ MIMO là khả năng tăng dung lượng kênh truyền tỉ lệ tuyến tính với số lượng ăng-ten sử dụng ở phía thu và phía phát mà không cần thêm băng thông hoặc tăng công

xuất phát so với các hệ thống truyền dẫn thông thường sử dụng một ăng-ten thu và một ăng-ten phát. Điều này là vì hệ thống MIMO có thể đạt được độ lợi phân tập và độ lợi ghép kênh không gian trong kênh truyền (G. Tsoulos, 2006). Do đó, công nghệ MIMO được kiến nghị sử dụng trong các chuẩn hiện nay như là chuẩn IEEE 802.11, IEEE 802.16, và mạng thế hệ thứ 4 (4G). Trong hệ thống MIMO, các phương pháp phân tập được sử dụng để làm giảm ảnh hưởng của hiện tượng pha-đỉnh, giúp cải thiện chất lượng kênh truyền (IEEE Standard 802.11, 2012). Các phương pháp phân tập đòi hỏi sự tồn tại của một số đường truyền có tham số độc lập thống kê nhưng

*Tác giả liên hệ

E-mail: diemconghoang@humg.edu.vn

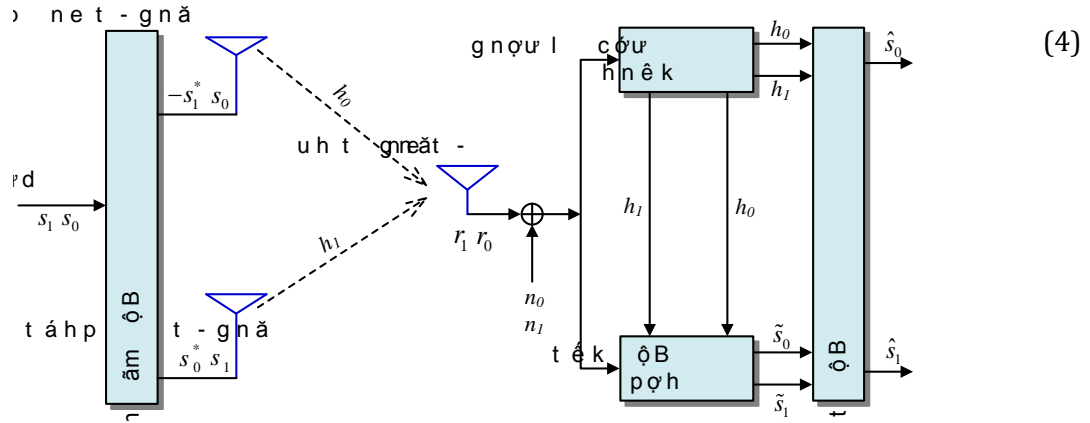
truyền tải cùng một thông tin giống nhau. Điều này có nghĩa là tín hiệu được truyền trên các đường truyền độc lập sẽ chịu ảnh hưởng bởi môi trường truyền dẫn khác nhau, có tín hiệu chịu ảnh hưởng bởi pha-đỉnh ít có tín hiệu chịu ảnh hưởng bởi pha-đỉnh nhiều. Vì vậy, nếu kết hợp các tín hiệu này một cách thích hợp, ở phía thu ta có thể thu được một tín hiệu kết hợp có chất lượng tốt hơn (Trần Xuân Nam và nnk, 2013). Tùy theo các ứng dụng, các phương pháp phân tập có thể được chia thành các loại như sau: Phân tập thời gian, phân tập không gian, phân tập tần số, phân tập phân cực. Do tính chất ngẫu nhiên của pha-đỉnh, biên độ của một tín hiệu chịu ảnh hưởng của pha-đỉnh ngẫu nhiên tại các thời điểm lấy mẫu đủ lớn về thời gian sẽ không tương quan với nhau. Do đó, truyền tín hiệu tại các thời điểm cách biệt đủ lớn tương đương với truyền tín hiệu trên nhiều đường truyền độc lập, tạo nên sự phân tập về thời gian (Trần Xuân Nam và nnk, 2013). Phân tập thời gian thích hợp đối với các kênh pha-đỉnh biến đổi nhanh. Tuy nhiên, phương pháp phân tập thời gian có hạn chế là làm suy giảm hiệu suất băng tần do có sự dư thừa trong miền thời gian. Một cách tương tự, ta có thể sử dụng một tập hợp các tần số để truyền đi cùng một tín hiệu tạo nên sự phân tập tần số. Tuy nhiên, phương pháp này gây ra sự tiêu tốn phổ tần lớn. Trong phân tập phân cực, tín hiệu được truyền đi trên hai phân cực trực giao nhau có các tham số thống kê độc lập. Do đó, ta thu được độ lợi phân tập. Tuy nhiên, do chỉ tồn tại hai phân cực sóng trực giao nên số lượng tối đa các nhánh phân tập có thể tạo ra chỉ là hai. Phân tập không gian là phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất trong thông tin vô tuyến hiện nay. Phương pháp này sử dụng nhiều ăng-ten ở phía thu, phát hoặc ở cả phía thu và phát để tạo thành các nhánh phân tập không gian khác nhau. Ưu điểm của phương pháp phân tập không gian là không làm suy giảm hiệu suất băng tần, không tiêu tốn phổ tần số, dễ sử dụng, và trên lý thuyết là không có sự hạn chế về nhánh phân tập (Trần Xuân Nam và nnk, 2013). Do các ưu điểm của phân tập không gian mang lại, các nghiên cứu hiện nay chủ yếu tập trung vào các kỹ thuật kết hợp tín hiệu phân tập, các kỹ thuật kết hợp phân tập không gian thu như là kết hợp chọn lọc, kết hợp tỉ số cực đại (MRC- Maximal Ratio Combining), kết hợp đồng độ lợi. Các kỹ thuật kết hợp phân tập không

gian phát như là kết hợp phân tập phát tỉ số cực đại, phân tập phát giữ chậm, phân tập phát không gian thời gian sử dụng mã khối STBC (Space Time Block Coding) của Alamouti. Trong thực tế, phương pháp phân tập không gian thu kết hợp tỉ số cực đại MRC và phân tập không gian phát sử dụng mã STBC được sử dụng phổ biến nhất hiện nay và được khuyến cáo sử dụng trong các mạng 4G, WIFI, WiMax. Chính vì vậy, bài báo này đi phân tích ảnh hưởng của kỹ thuật phân tập thu MRC và kỹ thuật phân tập phát sử dụng mã STBC lên hiệu suất truyền tin trong mạng không dây MIMO. Hơn nữa, để thuận tiện trong việc đánh giá và so sánh hiệu suất truyền tin của các phương pháp phân tập, chúng tôi xây dựng một công cụ mô phỏng giao diện người dùng (graphical user interface - GUI) trên nền của Matlab (Park, 1996; The MathWorks, 1996), cho phép người dùng tùy biến với nhiều tham số đầu vào khác nhau như là độ dài một gói tin, số lượng gói tin truyền, kênh truyền, phương pháp điều chế và số lượng ăng-ten thu, phát.

Phần còn lại của bài báo được bố trí như sau. Mục 2 trình bày về phân tập phát sử dụng mã STBC. Mục 3 trình bày về phân tập thu kết hợp tỉ số cực đại MRC. Công cụ mô phỏng và đánh giá kết quả mô phỏng được trình bày ở Mục 4. Cuối cùng, Mục 5 kết luận bài báo.

2. Phân tập sử dụng mã STBC

Trong truyền thông không dây, mã khối không gian thời gian STBC sử dụng nguyên lý của Alamouti thường được sử dụng để đạt được độ lợi phân tập cao mà không đòi hỏi thông tin về trạng thái kênh truyền ở phía phát (Alamouti, 1998). Hơn nữa, nguyên lý này có thể đạt được tốc độ và độ lợi phân tập hoàn toàn với thuật toán giải mã đơn giản ở phía thu (Alamouti, 1998). Nguyên lý phân tập truyền STBC với hai ăng-ten truyền và một ăng-ten nhận được thể hiện trong hình 1. Trong hình này, hai dấu (symbol) tín hiệu dữ liệu liên kề s_0 và s_1 được mã hóa. Sau đó được truyền đồng thời từ hai ăng-ten ở phía phát. Ký hiệu r_0 và r_1 là các tín hiệu nhận được ở phía thu tương ứng h_0 và h_1 là các đáp ứng kênh truyền cho tín hiệu từ ăng-ten 0 và ăng-ten 1. n_0 và n_1 là các thành phần tạp âm của máy thu tương ứng. Trong nguyên lý mã hóa STBC, hai dấu tín hiệu dữ liệu liên kề được mã hóa như sau. Đầu tiên, ta giả sử tín hiệu đầu vào dấu thứ j



Hình 1. Nguyên lý phân tập STBC với hai ăng-ten phát mà một ăng-ten thu.

th là \$s_j\$ dấu tiếp theo là \$s_{j+1}\$, trong đó \$j=2a\$ và \$a\$ là số chẵn. Các dấu \$s_j\$ và \$s_{j+1}\$ được ký hiệu như trong Bảng 1 và được truyền đồng thời tới bộ nhận. Tại khe thời gian \$t\$, ăng-ten 0 phát \$s_j\$ trong khi ăng-ten 1 phát \$s_{j+1}\$. Tại khe thời gian kết tiếp \$t+T\$, ăng-ten 0 phát \$-s_{j+1}^*\$ trong khi ăng-ten 1 phát \$s_j^*\$. Trong đó, \$*\$ là ký hiệu của toán tử liên hợp phức. \$T\$ là khoảng thời gian của dấu tín hiệu. Ta giả rằng sử kênh pha-đỉnh biến đổi chậm, không thay đổi trong khoảng thời gian hai dấu liền kề. Do đó, chỉ số thời gian có thể được bỏ qua trong biểu diễn độ lợi của kênh truyền như sau:

$$h_0(t) = h_0(t+T) = \alpha_0 e^{j\theta_0}, \quad (1)$$

$$h_1(t) = h_1(t+T) = \alpha_1 e^{j\theta_1},$$

Trong đó, \$\alpha\$ và \$\theta\$ lần lượt là biên độ và hệ số pha của kênh truyền. Trong trường hợp hai ăng-ten phát, một ăng-ten nhận, tín hiệu nhận có thể được biểu diễn dưới dạng véc-tơ như sau:

$$r = \begin{bmatrix} r_j \\ r_{j+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_j & s_{j+1} \\ -s_{j+1}^* & s_j^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_j \\ h_{j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_j \\ n_{j+1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Từ đó, biểu thức có thể được viết lại dưới dạng ma trận như sau:

$$r = Sh + n \quad (3)$$

Trong đó \$r, h, n\$ là ma trận \$[2 \times 1]\$, \$S\$ là ma trận \$[2 \times 2]\$. Tính trực giao trong nguyên lý STBC của Alamouti có thể được kiểm tra bằng cách,

Bảng 1. Dạng mã STBC Alamouti.

	Thời điểm: \$t\$	Thời điểm: \$t+T\$
Ăng-ten 0	\$s_j\$	\$-s_{j+1}^*\$
Ăng-ten 1	\$s_{j+1}\$	\$s_j^*\$

$$s_1^H s_2 = [s_j^* \ -s_{j+1}^*] \begin{bmatrix} s_{j+1} \\ s_j \end{bmatrix} = s_j^* s_{j+1} - s_j^* s_{j+1} = 0,$$

Trong đó, ký hiệu \$(.)^H\$ là liên hợp Hermitian; \$s_1\$ và \$s_2\$ véc-tơ cột thứ nhất và thứ hai của ma trận \$S\$.

Không mất đi tính tổng quát, sau một vài biến đổi đơn giản và lấy liên hợp phức ở hàng thứ hai thì biểu thức (2) có thể được biểu diễn một cách tương đương như sau:

$$\begin{bmatrix} r_j \\ r_{j+1}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_j & h_{j+1} \\ h_{j+1}^* & -h_j^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_j \\ s_{j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_j \\ n_{j+1}^* \end{bmatrix} \quad (5)$$

Biểu thức (5) cũng có thể biểu diễn dưới dạng ma trận như sau:

$$\mathcal{R} = Hs + \mathcal{N} \quad (6)$$

Trong đó \$\mathcal{R}, s, \mathcal{N}\$ là ma trận \$[2 \times 1]\$, \$H\$ là ma trận \$[2 \times 2]\$. Ở phía thu, ta giả sử rằng, kênh truyền được biết chính xác, tín hiệu thu kết hợp có thể đạt được bằng cách nhân cả hai vế của biểu thức với \$H^H\$ như sau:

$$\mathcal{R} = H^H \mathcal{R} \quad (7)$$

Thay (15) và (16) vào (17), ta thu được tín hiệu như sau:

$$\begin{aligned} \mathcal{R}_j &= (|h_j|^2 + |h_{j+1}|^2) s_j + h_j^* \mathcal{N}_j + h_{j+1} \mathcal{N}_{j+1}^* \\ \mathcal{R}_{j+1} &= (|h_j|^2 + |h_{j+1}|^2) s_{j+1} + h_{j+1}^* \mathcal{N}_j + h_j \mathcal{N}_{j+1}^* \end{aligned} \quad (8)$$

Như được thể hiện trong Hình 1, tín hiệu sau đó được gửi đến bộ tách tín hiệu khả năng cực đại (ML-Maximum Likelihood).

$$\hat{s}_k = \arg \min_{s_k \in S_M} |\mathcal{R}_k - \alpha s_k|^2, \quad (9)$$

Trong đó: \$k \in (j, j+1)\$; \$\alpha = |h_j|^2 + |h_{j+1}|^2\$;

S_M là tập tín hiệu truyền đã được biết trước ở cả đầu thu và nhận trong hệ thống.

3. Phân tập thu kết hợp tỉ số cực đại MRC

Trong phương pháp này, tín hiệu từ M nhánh phân tập được nhân trọng số tương ứng với tỉ số công suất tín hiệu trên tạp âm SNR của từng nhánh và đồng bộ pha sau đó được kết hợp với nhau. Để phân tích toán học phương pháp MRC, ta giả thiết tín hiệu thu $r_m(t)$ tại nhánh thứ m được biểu diễn như sau:

$$r_m(t) = h_m(t)s(t) + n_m(t) \quad (10)$$

Trong đó, $s(t)$ là tín hiệu từ ăng-ten phát, $h_m(t)$ và $n_m(t)$ lần lượt là đáp ứng kênh truyền pha-đỉnh từ ăng-ten truyền đến ăng-ten nhận và tạp âm AWGN của nhánh phân tập thứ m . Tín hiệu tại đầu ra các nhánh phân tập được kết hợp lại sau khi nhân trọng số và đồng bộ pha là

$$r_M(t) = \sum_{m=1}^M g_m r_m(t) \quad (11)$$

Trong đó M là tổng số ăng-ten thu, tạo thành M nhánh phân tập. g_m là trọng số kết hợp. Thay (10) vào (11) ta được,

$$r_M(t) = s(t) \sum_{m=1}^M g_m h_m(t) + \sum_{m=1}^M g_m n_m(t) \quad (12)$$

Từ biểu thức (12) ta có mật độ phổ công suất tạp âm ở đầu ra và năng lượng tín hiệu tức thời của tín hiệu phát là (Mohinder Jankiraman, 2004)

$$P_n = 2N_0 \sum_{m=1}^M |g_m|^2 \quad (13)$$

$$P_s = 2E_S \left| \sum_{m=1}^M |g_m h_m|^2 \right| \quad (14)$$

Kết hợp (13) và (14) ta có tỉ số công suất tín hiệu trên công suất tạp âm SNR tức thời được thiện trong biểu thức (15). Áp dụng bất đẳng thức Cauchy-Schwartz để tìm giá trị lớn nhất của tỉ số SNR. Bất đẳng thức Cauchy-Schwartz được phát biểu như biểu thức (16).

$$\gamma_{MRC} = \frac{E_S \left| \sum_{m=1}^M |g_m h_m|^2 \right|}{N_0 \sum_{m=1}^M |g_m|^2} \quad (15)$$

$$\left| \sum_{m=1}^M |x_m y_m|^2 \right| \leq \sum_{m=1}^M |x_m|^2 \sum_{m=1}^M |y_m|^2 \quad (16)$$

Điều kiện để xảy ra dấu bằng là

$$x_m = C \cdot y_m, \quad \forall m \quad (17)$$

với C là một hằng số bất kỳ. Thay (15) vào (16) ta được

$$\gamma_{MRC} \leq \frac{E_S}{N_0} \sum_{m=1}^M |h_m|^2 \quad (18)$$

dấu bằng xảy ra khi $g_m = h_m^*$. Điều này có nghĩa là phải biết trước một cách chính xác đáp ứng xung của kênh truyền h_m ở các nhánh phân tập tại phía thu để sử dụng làm các trọng số. Tỉ số SNR được viết lại như sau:

$$\gamma_{MRC} = \frac{E_S}{N_0} \sum_{m=1}^M |g_m|^2 \quad (19)$$

Trong thực tế, ta sử dụng các bộ ước lượng kênh truyền ở phía thu để biết được các kênh truyền h_m nhờ đó biết được g_m . Sau đó ta sử dụng bộ tách tín hiệu tỉ lệ cực đại như ở phần trên để tách tín hiệu thu được như thể hiện trong Hình 2. Tín hiệu thu tại các ăng-ten 1 và 2 lần lượt là

$$r_1(t) = h_1(t)s(t) + n_1(t) \quad (20)$$

$$r_2(t) = h_2(t)s(t) + n_2(t).$$

Sau đó, tín hiệu thu tại các ăng-ten được nhân trọng số và sau đó được tổng hợp lại như sau:

$$\mathcal{Y}_0 = r_{1,j}g_1 + r_{2,j}g_2 \quad (21)$$

Trong đó $g_1 = h_1^*$ và $g_2 = h_2^*$. Trong biểu thức này, tham số thời gian được lược bỏ để làm cho phần trình bày trở nên đơn giản hơn. Thay (20) vào (21) ta được

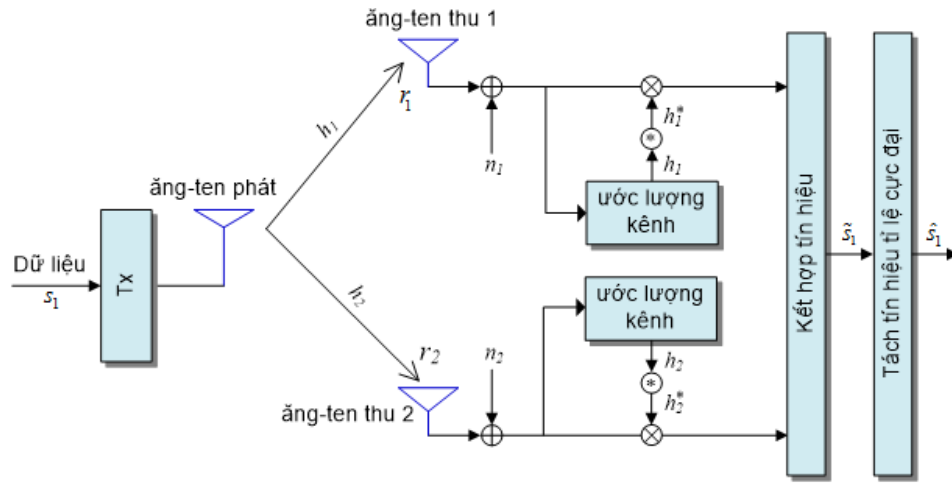
$$\mathcal{Y}_0 = (|h_1|^2 + |h_2|^2)s_j + n_{1,j}h_1^* + z_{2,j}h_2^* \quad (22)$$

Một cách tương tự, tín hiệu được gửi đến bộ tách tín hiệu khả năng lớn nhất như biểu thức (9).

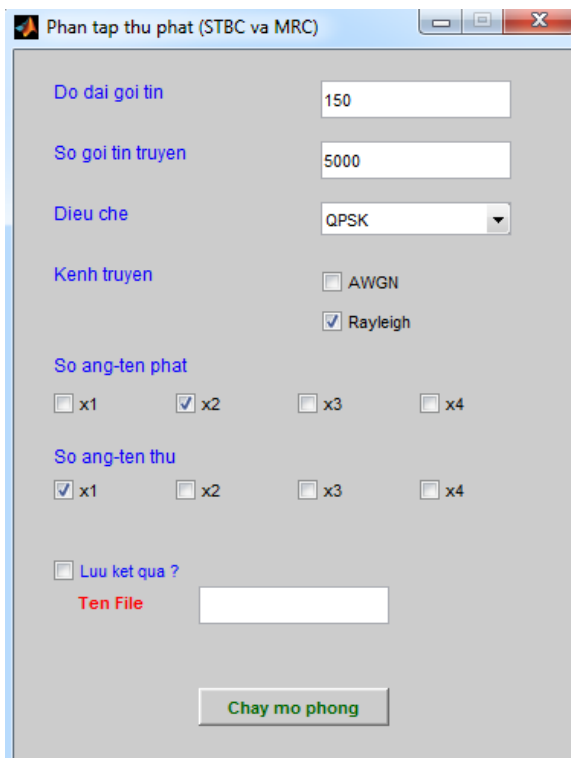
4. Công cụ mô phỏng và đánh giá hiệu suất

4.1. Công cụ mô phỏng

Để đánh giá và so sánh hiệu suất truyền tin của các phương pháp phân tập, chúng tôi xây dựng một công cụ mô phỏng giao diện người dùng GUI lập trình trên nền Matlab với giao diện



Hình 2. Nguyên lý phân tập thu kết hợp tỉ lệ cực đại MRC sử dụng 2 ăng-ten thu.



Hình 3. Giao diện của công cụ mô phỏng.

như trong Hình 3. Trong công cụ mô phỏng này, người dùng có thể lựa chọn các tham số một cách dễ dàng như độ dài gói tin (giá trị mặc định là 150 symbols), số lượng gói tin truyền đi trong mỗi lần mô phỏng (giá trị mặc định là 5000), các phương pháp điều chế số (BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM), kênh truyền (AWGN hoặc Rayleigh). Hơn nữa, số lượng ăng-ten thu và phát có thể chọn lựa các giá trị từ 1 đến 4. Kết quả mô phỏng

có thể được lưu trữ bằng cách chọn vào mục Lưu kết quả và nhập tên file lưu trữ.

Sau khi các tham số được lựa chọn, người dùng nhấn vào nút Chạy mô phỏng để chạy và hiển thị kết quả mô phỏng. Hiệu suất truyền tin của các phương pháp được đánh giá thông qua tham số tỉ lệ lỗi bit (Bit Error Rate - BER) ở các giá trị tỉ lệ công suất tín hiệu trên công suất tạp âm (Signal to Noise Ratio - SNR) khác nhau.

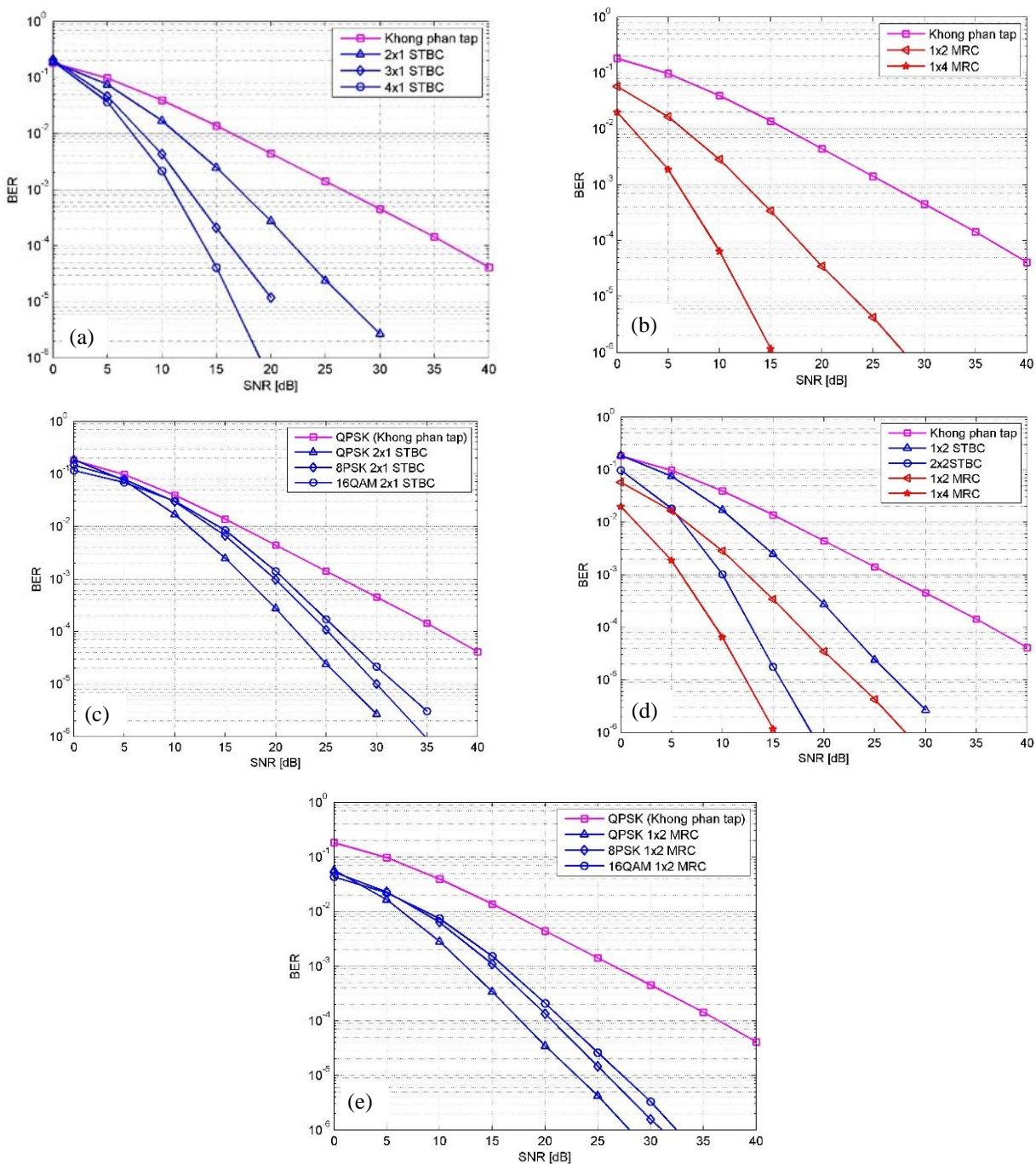
Bảng 2: Tham số mô phỏng.

Tham số	Giá trị
Độ dài gói tin	L=150
Số gói tin truyền	10000
Phương pháp điều chế	QPSK, 8PSK, 16QAM
Số ăng-ten thu	M=1, M=2, M=4
Số ăng-ten phát	N=1, N=2, N=4
Tỉ số SNR	Thay đổi từ 0 đến 40
Kênh Pha-đỉnh	Rayleigh

4.2. Kết quả mô phỏng

Trong mô phỏng này, kênh truyền được giả sử là đã biết tại phía thu. Các tham số mô phỏng sử dụng trong chương trình mô phỏng được thể hiện trong bảng 2. Kết quả mô phỏng được trình bày ở hình 4 thể hiện phẩm chất BER của các phương pháp phân tập với các tham số đầu vào khác nhau.

Hình 4a thể hiện giá trị BER của phương pháp phân tập phát sử dụng mã STBC với số lượng ăng-ten phát khác nhau. Kết quả mô phỏng được so sánh với trường hợp truyền thông thường một ăng-ten phát, một ăng-ten thu. Từ



Hình 4a-Phân tập phát sử dụng mã STBC; Hình 4b-Phân tập thu sử dụng MRC; Hình 4c-Phân tập phát 2X1 STBC với các phương pháp điều chế khác nhau; Hình 4d-Phân tập thu 1X2 MRC với các phương pháp điều chế khác nhau; Hình 4e- So sánh phân tập STBC và MRC.

hình 4a ta thấy rằng, giá trị BER giảm đáng kể khi sử dụng kỹ thuật phân tập phát với mã STBC. Nói cách khác hiệu suất truyền tin của kênh truyền được cải thiện đáng kể khi đạt được độ lợi phân tập ở phía phát thông qua sử dụng mã STBC. Hơn nữa, khi số lượng ăng-ten phát tăng lên, hiệu suất

kênh truyền cũng tăng lên. Điều này là do độ lợi phân tập phát có thể đạt được tăng tỉ lệ thuận với số ăng-ten phát.

Hình 4b thể hiện giá trị BER của phương pháp phân tập thu sử dụng kỹ thuật MRC với

số lượng ăng-ten thu khác nhau. Từ hình 4b ta thấy rằng, do đạt được độ lợi phân tập thu nên hiệu suất truyền tin khi sử dụng kỹ thuật phân tập thu MRC được cải thiện đáng kể so với phương pháp truyền thông thường một ăng-ten phát, một ăng-ten thu. Độ lợi phân tập thu có thể đạt được tăng tỉ lệ thuận với số ăng-ten thu. Do đó, khi số lượng ăng-ten thu tăng lên, hiệu suất kênh truyền cũng tăng lên đáng kể. Hình 4c và 4d lần lượt thể hiện giá trị BER của hai phương pháp phân tập phát STBC và phân tập thu MRC với các phương pháp điều chế khác nhau. Ta biết rằng, khi số bit trong một symbol tăng lên thì tỉ lệ lỗi bit sẽ tăng lên. Ví dụ, trong hệ thống truyền tin thông thường, giá trị BER của phương pháp điều chế 16QAM luôn lớn hơn giá trị BER của phương pháp điều chế QPSK. Tuy nhiên, từ các hình 4c và 4d ta thấy rằng, hiệu suất truyền tin của phương pháp điều chế 16QAM sử dụng kỹ thuật phân tập thu và phát vẫn tốt hơn nhiều so với phương pháp điều chế QPSK khi không sử dụng phương pháp phân tập. Điều này là do độ lợi phân tập có thể đạt được ở phía thu và phía phát giúp cải thiện hiệu suất kênh truyền. Độ dốc của các đường BER của các phương pháp điều chế khác nhau là như nhau. Điều này thể hiện, độ lợi phân tập có thể đạt được của các phương pháp điều chế khác nhau là như nhau.

Hình 4e so sánh hiệu suất truyền tin của hai phương pháp phân tập phát STBC và phân tập thu MRC. Từ hình vẽ ta thấy rằng, đường cong giá trị BER của cả hai phương pháp phân tập có cùng độ dốc. Điều này cũng thể hiện độ lợi phân tập của hai phương pháp là như nhau. Tuy nhiên, giá trị BER của phương pháp STBC dịch sang bên phải khoảng 3dB do điều kiện chuẩn hóa công suất phát chia đều cho các ăng-ten.

5. Kết luận

Bài báo đã trình bày một cách khái quát các hệ thống truyền thông MIMO, các kỹ thuật phân tập thu, phân tập phát và các kỹ thuật kết hợp tín hiệu. Bài báo cũng đã đưa ra phân tích ảnh hưởng của hai kỹ thuật phân tập thu MRC và phân tập phát STBC lên hiệu suất truyền tin trong mạng

không dây MIMO. Hơn nữa, một công cụ mô phỏng giao diện người dùng GUI lập trình trên nền của Matlab được giới thiệu để đánh giá và so sánh hiệu suất truyền tin của các phương pháp phân tập. Thông qua kết quả mô phỏng, ta thấy rằng hệ thống MIMO sử dụng các phương pháp điều chế khác nhau có cùng độ lợi phân tập. Phương pháp phân tập phát STBC 2xM có cùng độ lợi phân tập với phương pháp phân tập thu MRC 1x2M. Tuy nhiên, do điều kiện chuẩn hóa về công suất phát, giá trị BER của hệ thống STBC bị suy giảm 3dB so với hệ thống MRC.

Tài liệu tham khảo

- Alamouti, S. M., Oct. 1998. "A simple transmit diversity technique for wireless communications," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 16, issue 8, pp. 1451 - 1458.
- IEEE Standard 802.11, 2012. "Information technology Telecommunications and Information exchange between systems LANs and MANs Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", IEEE Standard 802.11.
- Mohinder J., 2004. "Space-time codes and MIMO systems", Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, ISBN 1-58053-865-7.
- Park, J. S., "Chapter 6 MATLAB GUI (Graphical User Interface) - Tutorial for Beginners. (<http://www.ee.bgu.ac.il/~adcomplab/Tutorial%20MATLAB%20GUI.pdf>)
- The MathWorks, 1996. "Building GUIs with MATLAB
- Trần Xuân Nam, L. M. Tuấn, 2013. "Xử lý tín hiệu không gian thời gian, lý thuyết và mô phỏng", NXB Khoa học kỹ thuật.
- Tsoulos, G., 2006. "MIMO system technology for wireless communications." CRC Press. Series: Electrical Engineering & Applied Signal Processing Series, Taylor & Francis Group, ISBN-13: 978-0-8493-4190-8.

ABSTRACT

The impact of transmit antenna diversity using STBC and receive antenna diversity using MRC on performance in MIMO systems

Hoang Cong Diem ¹, Thuy Thu Thi Tran ¹, Tan Đình Phạm ¹

¹ *Faculty of Information Technology, Hanoi University of Mining and Geology*

MIMO (Multiple Input Multiple) technology which uses multiple antennas at both transmitter and receiver at physical layer is widely known as an effective and efficient approach in order to achieve high reliability and high spectrum efficiency. Due to diversity gain in MIMO systems, the effect of multiple path fading on the transmitted data can be reduced. This paper presents the impact of transmit antenna diversity using STBC (Space Time Block Coding) and receive antenna diversity using MRC (Maximal Ratio Combining) on performance in MIMO communications. In addition, a simulation tool with graphical user interface (GUI) by using Matlab is built for evaluating the performance. In this tool, the parameters such as packet length, number of transmitted packet, modulation, channel model, and number of transmit/receive antennae can be changed easily on the interface of the tool.

Keywords: MIMO, transmit antenna diversity, receive antenna diversity, MRC, STBC.