

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
KHOA KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ

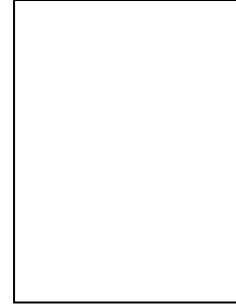
NGUYỄN THỊ NGỌC BÍCH

**NGHIÊN CỨU THUẬT TOÁN ĐIỀU CHỈNH BÚP SÓNG ĐỂ TỐI
ƯU CÔNG SUẤT TRUYỀN PHÁT TRONG MẠNG DI ĐỘNG 5G**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG

Thái Nguyên – 2024

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
KHOA KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ



ĐỒ ÁN
TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG

Đề tài:

**NGHIÊN CỨU THUẬT TOÁN ĐIỀU CHỈNH BÚP SÓNG ĐỂ TỐI
ƯU CÔNG SUẤT TRUYỀN PHÁT TRONG MẠNG DI ĐỘNG 5G**

Giáo viên hướng dẫn : TH.S HOÀNG VĂN THỰC

Sinh viên thực hiện : NGUYỄN THỊ NGỌC BÍCH

Lớp : HTVT-K18A

Thái Nguyên – 2024

LỜI CẢM ƠN

Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến tất cả những người đã hỗ trợ và đóng góp cho việc hoàn thành dự án này.

Đầu tiên và trên hết, chúng tôi xin gửi lời tri ân chân thành đến **Th.S Hoàng Văn Thực** đã dành thời gian và kiến thức để hướng dẫn và hỗ trợ chúng tôi trong suốt quá trình làm đề án. Sự chỉ dẫn và sự khích lệ của thầy là nguồn động viên quý báu giúp em vượt qua những thách thức và đạt được kết quả tốt đẹp như hiện nay.

Cuối cùng nhưng không kém phần quan trọng, chúng tôi muốn gửi lời cảm ơn đặc biệt đến gia đình, bạn bè và những người thân yêu đã luôn ở bên cạnh và động viên chúng tôi trong suốt quá trình làm đề án này.

Em xin chân thành cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày... tháng 05 năm 2024

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Thị Ngọc Bích

MỤC LỤC

MỤC LỤC	iii
MỤC LỤC HÌNH ẢNH.....	vii
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	ix
MỞ ĐẦU.....	xi

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN CHUNG VỀ MẠNG DI ĐỘNG 5G	1
1.1. Giới thiệu chung về mạng di động 5G.....	1
1.2. Công nghệ 5G	7
1.2.1. Điện toán đám mây.....	7
1.2.2. Công nghệ Nano	8
1.3. Các kỹ thuật then chốt của mạng di động 5G	9
1.3.1. Kỹ thuật MIMO.....	9
1.3.2. Truyền thông hợp tác.....	11
1.3.3. Ghép kênh phân chia tần số trực giao OFDM.....	11
1.3.4. Kỹ thuật song công toàn phần	13
1.3.5. Công nghệ sóng milimet.....	14
CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU VỀ MASSIVE MIMO VÀ KỸ THUẬT BEAMFORMING.....	16
2.1. Giới thiệu về hệ thống truyền thông Massive MIMO.....	16
2.2. Vai trò của tạo dạng búp sóng trong hệ thống MIMO quy mô lớn.....	20
2.2.1. Tăng cường hiệu quả năng lượng.....	20
2.2.2 Cải thiện hiệu suất phổ	20
2.2.3 Tăng cường bảo mật hệ thống	21
2.2.4 Khả năng ứng dụng cho các dải sóng mm	21
2.3 Các bộ tiền mã hóa và tách sóng MIMO quy mô lớn	22
2.4. Phân loại các kỹ thuật tạo dạng búp sóng	25
2.4.1. Tạo dạng búp sóng băng rộng và tạo dạng búp sóng băng hẹp.....	25
2.4.2. Tạo dạng mảng búp sóng chuyên mạch và mảng búp sóng thích nghi..	26
CHƯƠNG 3: MÔ PHỎNG, ĐÁNH GIÁ THUẬT TOÁN ĐIỀU CHỈNH BÚP SÓNG TRONG MẠNG 5G.....	29
3.1. Các kỹ thuật beam forming cố định	29
3.1.1 Ma trận Butler	29
3.1.2 Ma trận Blass.....	30

3.1.3 Mảng Wullenweber	31
3.2 Beamforming tối ưu	32
3.2.1 Vector đáp ứng mảng	33
3.2.2 Ký hiệu phân cực không gian.....	34
3.2.3 Ma trận ký hiệu phân cực không gian	34
3.2.4 Các tín hiệu và tạp âm	34
3.2.5 Các trọng số tối ưu	35
3.3. Các thuật toán thích nghi.....	38
3.3.1 Thuật toán quân phương tối thiểu (LMS)	38
3.3.2 Nghịch đảo ma trận hiệp phương sai lấy mẫu trực tiếp (DMI).....	39
3.3.3 Thuật toán bình phương tối thiểu đệ quy (RLS)	39
3.3.4 Các thuật toán trực tiếp quyết định	40
3.3.5 Thuật toán mô đun không đối (CMA).....	40
3.3.6 Các kỹ thuật khác	41
3.4. Các thuật toán tạo dạng búp sóng thích nghi trong hệ thông tin di động 5G .	42
3.4.1 Tạo dạng búp sóng phương sai tối thiểu tuyến tính	44
3.4.2 Tạo dạng búp sóng đáp ứng không nhiều phương sai tối thiểu	45
3.5. Thuật toán tạo dạng búp sóng sử dụng thuật toán quân phương tối thiểu LMS	
47	
3.5.1 Độ hội tụ của thuật toán LMS	48
3.5.2. Thông số thiết kế	48
3.5.3. Nhận xét kết quả mô phỏng.....	53
3.6. Các thuật toán thuật toán tạo dạng búp sóng chính trong anten mảng	54
3.6.1. Mô tả thuật toán.....	54
3.6.2. Kết quả mô phỏng	56
3.6.3. Nhận xét, đánh giá kết quả mô phỏng.....	58
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI.....	61
TÀI LIỆU THAM KHẢO	62

MỤC LỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Mạng di động thế hệ 5G	2
Hình 1.2. Tốc độ mà mạng 5G	2
Hình 1.3. Mô hình trạm HAPS trong tương lai (ảnh : Internet).....	4
Hình 1.4. Điện toán đám mây.....	8
Hình 1.5. Anten thông minh	10
Hình 1.6. Vùng bức xạ của anten thường và anten thông minh	10
Hình 1.7: Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM.....	12
Hình 1.8. Sự trực giao trong miền thời gian của tín hiệu OFDM	12
Hình 1.9: Kỹ thuật song công toàn phần	14
Hình 2.1: Hình dáng Anten Massive MIMO trong thực tế	17
Hình 2.2: Mô hình thể hiện Cell sử dụng Anten MIMO.....	17
Hình 2.3: Phân loại tạo dạng búp sóng.....	25
Hình 3.1: Mô hình ma trận Butler 8x8 tạo ra mảng 8 phần tử.....	30
Hình 3.2: Ma trận Blass (các vòng là các ghép cặp trực tiếp)	31
Hình 3.3: Mảng Wullenweber	32
Hình 3.4: Mảng anten thích nghi.....	33
Hình 3.5: Biểu diễn luồng tín hiệu của thuật toán LMS.....	47
Hình 3.6a. Độ hội tụ của LMS trên 1000 mẫu	49
Hình 3.6b. Đồ thị chữ nhật với $\theta_0 = 0^0$, $\theta_i = 60^0$	49
Hình 3.6c. Đồ thị cực với $\theta_0 = 0^0$, $\theta_i = 60^0$	50
Hình 3.7a. Độ hội tụ của LMS trên 1000 mẫu	50
Hình 3.7b Đồ thị chữ nhật với $\theta_0 = 0^0$, $\theta_i = [-70^0, 50^0]$	51
Hình 3.8a. Độ hội tụ của LMS trên 1000 mẫu	51
Hình 3.8b Đồ thị cực với $\theta_0 = 20^0$, $\theta_i = [-70^0, -30^0, 60^0]$	52
Hình 3.9a. Đồ thị chữ nhật với $\theta_0 = 20^0$, $\theta_i = [-70^0, -30^0, 60^0]$	52
Hình 3.9b. Đồ thị cực với $\theta_0 = 0^0$, $\theta_i = [-70^0, 50^0]$	53
Hình 3.10: Búp sóng chính vuông góc với dãy Anten	55
Hình 3.11: Quay búp sóng chính của anten sang phải 30^0	56

Hình 3.12: Đồ thị bức xạ với búp sóng chính hướng theo góc 20°	57
Hình 3.13: Đồ thị bức xạ khi thay đổi pha của tín hiệu sang trái 10°	57
Hình 3.14: Đồ thị bức xạ khi thay đổi khoảng cách giữa các phần tử	58
Hình 3.15. Đồ thị bức xạ khi thay đổi biên độ của tín hiệu	58

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
5G NR	Fifth generation new radio	Chuẩn 5G mới của 3GPP
3GPP	Third generation partnership project	Dự án hợp tác thế hệ thứ ba
AMPS	Advanced mobile phone system	Hệ thống điện thoại di động tiên tiến
AoA	Angle of arrival	Góc đến
AoD	Angle of departure	Góc xuất phát
BER	Bit error rate	Tỷ lệ lỗi bit
CQI	Channel quality indicator	Chỉ số chất lượng kênh
CMA	Constant modulus algorithm	Thuật toán mô đun không đổi
CSI	Channel state information	Thông tin trạng thái kênh
CSI-RS	CSI- reference signal	Thông tin trạng thái kênh với tín hiệu tham chiếu
D-AMPS	Digital advanced mobile phone system	Hệ thống điện thoại di động tiên tiến kỹ thuật số
DTX	Discontinuous transmission	Truyền liên tục
DM-AIS	Dynamic mutated artificial immune system	Hệ thống miễn dịch nhân tạo đột biến động

DoA	Direction of arrival	Hướng đến
eMBB	Enhanced mobile broadband	Băng thông rộng di động nâng cao
EPC	Evolved packet core	Lõi gói đã phát triển
EIRP	Effective isotropic radiated power	Công suất bức xạ đẳng hướng hiệu quả
FDD	Frequency Division Duplexing	Song công phân chia theo tần số
GSM	Global system for mobile communication	Hệ thống toàn cầu cho liên lạc di động
GSMA	GSM association	Hiệp hội GSM
HSPA	High speed packet access	Truy cập gói tốc độ cao
GSA	Gravitational search algorithm	Thuật toán tìm kiếm hấp dẫn
IMT	International mobile telecommunications	Viễn thông di động quốc tế
IoT	Internet of things	Internet vạn vật