TRÍCH YẾU LUẬN ÁN

a) Tóm tắt mở đầu:

- Tên tác giả: Phạm Thị Quỳnh Trang
- Tên luận án: Nghiên cứu một số giải pháp nâng cao hiệu năng truyền thông vô tuyến cho hệ thống kết hợp thiết bị bay không người lái (UAV)
- Ngành khoa học của luận án: Kỹ thuật Viễn thông Mã số: 9520208
- Tên đơn vị đào tạo: Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

b) Nội dung bản trích yếu:

1- Mục đích nghiên cứu của luận án

Mục tiêu tổng quát của luận án là đề xuất một số giải pháp kỹ thuật nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên và chất lượng dịch vụ cho hệ thống thông tin hỗ trợ bởi UAV. Cụ thể, luận án tập trung thực hiện các mục tiêu sau:

- Cải thiện độ chính xác trong dự báo suy hao kênh truyền UAV: Nghiên cứu và xây dựng các mô hình học máy và học sâu để dự báo suy hao cho các liên kết A2A và A2G. Trong đó, đề xuất sử dụng thuật toán tối ưu hóa tìm kiếm hấp dẫn (Gravitational Search Algorithm - GSA) để tự động hóa việc thiết lập siêu tham số, giúp tối ưu hóa hiệu năng của các mô hình dự báo.

- Đánh giá hiệu quả truyền thông của UAV khi đóng vai trò trạm gốc và nút chuyển tiếp: Thiết lập các biểu thức giải tích để xác định độ cao, góc ngẩng tối ưu và phân tích ảnh hưởng của chúng đến bán kính vùng phủ sóng, độ lợi công suất. Đồng thời, nghiên cứu tác động của vận tốc đến sự ổn định của tốc độ truyền dẫn khi UAV làm nút chuyển tiếp di động, từ đó đề xuất biểu thức dạng đóng xác định vận tốc vận hành phù hợp nhằm duy trì tính ổn định của liên kết.

- Nghiên cứu giải pháp truy nhập và chia sẻ phổ tần sử dụng kỹ thuật RSMA: Xây dựng mô hình truyền dẫn đường lên kết hợp vô tuyến nhận thức và đa truy nhập tách tỉ lệ tốc độ. Luận án xác định các điều kiện ghép cặp người dùng ưu tiên (PU) – người dùng thứ cấp (SU) và quy trình tách tín hiệu tại trạm gốc. Đồng thời, đề xuất thuật toán ghép cặp PU-SU nhằm gia tăng số lượng người dùng được phục vụ, góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng phổ tần của hệ thống.

2- Đối tượng nghiên cứu của luận án

Đối tượng nghiên cứu của luận án tập trung vào các yếu tố kỹ thuật trong hệ thống thông tin vô tuyến hỗ trợ bởi UAV, bao gồm:a) Đặc tính vật lý và hình học của liên kết UAV:

- Đặc tính kênh truyền UAV: Các mô hình suy hao của liên kết A2A và liên kết A2G trong các môi trường truyền dẫn khác nhau.

- Hệ thống thông tin UAV: Các mô hình hệ thống trong đó UAV đóng vai trò là trạm gốc để mở rộng vùng phủ sóng hoặc nút chuyển tiếp để kết nối các thiết bị tầm xa.

- Kỹ thuật đa truy nhập và quản lý tài nguyên: Mô hình truyền dẫn kết hợp giữa vô tuyến nhận thức và đa truy nhập RSMA; các thuật toán ghép cặp người dùng và kỹ thuật tách tín hiệu tại trạm gốc.

3- Các phương pháp nghiên cứu.

Luận án áp dụng phương pháp nghiên cứu tổng hợp, kết hợp giữa phân tích lý thuyết, mô hình hóa dựa trên dữ liệu và kiểm chứng bằng mô phỏng số. Các phương pháp cụ thể bao gồm:

- Phân tích lý thuyết và mô hình hóa hệ thống: Sử dụng lý thuyết thông tin và truyền thông vô tuyến để xây dựng mô hình hệ thống cho các kịch bản UAV. Phương pháp này là cơ sở để thiết lập các biểu thức toán học mô tả mối quan hệ giữa các thông số vật lý (vị trí, vận tốc, công suất) và hiệu năng mạng (tốc độ dữ liệu, xác suất dừng).

- Phương pháp tối ưu hóa và xấp xỉ tuyến tính: Tìm kiếm các nghiệm dạng đóng cho bài toán tối ưu hóa cấu hình không gian (độ cao, góc ngẩng) và phân bổ tài nguyên phổ tần. Cách tiếp cận này giúp xác định các xu hướng tối ưu và cung cấp các chỉ dẫn kỹ thuật cho việc triển khai hệ thống.

- Tiếp cận dựa trên dữ liệu và học sâu: Sử dụng các mô hình học sâu để dự báo đặc tính kênh truyền trong các môi trường phức tạp. Các kết quả từ mô hình này có thể cung cấp tham số đầu vào cho các thuật toán tối ưu hóa và điều phối tài nguyên ở các bước tiếp theo.

- Mô phỏng số và đối soát hiệu năng: Luận án sử dụng các công cụ Matlab và Python để thực hiện mô phỏng Monte Carlo. Quá trình này nhằm hai mục đích: (i) Kiểm chứng độ chính xác của các mô hình toán học và thuật toán đề xuất; (ii) So sánh hiệu quả của các giải pháp mới với các công nghệ truyền thống dưới cùng một điều kiện.

4- Các kết quả chính.

- Luận án đề xuất một phương pháp lựa chọn và tối ưu siêu tham số cho các mô hình học máy và học sâu trong bài toán ước lượng suy hao kênh truyền đối với cả liên kết A2A và A2G. Bằng cách kết hợp thuật toán GSA với các mô hình như KNN, DT, RF và các kiến trúc LSTM, nghiên cứu đã cải thiện đáng kể độ chính xác ước lượng so với các mô hình thống kê truyền thống. Đóng góp này cung cấp công cụ dự báo kênh truyền dựa trên dữ liệu, làm cơ sở tin cậy cho việc thiết kế và tối ưu các hệ thống UAV trong môi trường thực tế.

- Đề xuất một mô hình xấp xỉ tuyến tính trong toán học nhằm xây dựng các biểu thức dạng đóng để xác định độ cao, góc ngẩng và vận tốc vận hành tối ưu khi UAV đóng vai trò trạm gốc hoặc nút chuyển tiếp. Phân tích ảnh hưởng của các tham số này đến hiệu quả truyền thông thể hiện ở bán kính vùng phủ sóng, độ lợi công suất, hoặc tốc độ truyền dẫn. Khác với các cách tiếp cận thuần túy bằng mô phỏng, đóng góp này tường minh hóa mối quan hệ giữa cấu hình hình học, vùng phủ sóng và công suất thu. Kết quả nghiên cứu cung cấp các chỉ dẫn kỹ thuật có ý nghĩa vật lý, giúp tối ưu hóa việc triển khai UAV trên thực tế.

- Xây dựng mô hình truyền dẫn đường lên dựa trên kỹ thuật RSMA trong mạng vô tuyến nhận thức, cho phép nâng cao hiệu quả khai thác phổ tần. Đóng góp chính bao gồm việc thiết lập các điều kiện giải tích để ghép cặp người dùng (PU-SU) và xây dựng thuật toán kiểm soát nhập mạng có độ phức tạp thấp. Giải pháp đề xuất giúp gia tăng số lượng người dùng được phục vụ và nâng cao tổng tốc độ dữ liệu của hệ thống so với kỹ thuật NOMA truyền thống.

5- Kết luận.

Luận án này đề xuất một số giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên và chất lượng dịch vụ của các hệ thống truyền thông sử dụng thiết bị bay không người lái trong mạng vô tuyến thế hệ mới. Nghiên cứu đề xuất hướng giải quyết cho bài toán tối ưu hóa hiệu năng truyền dẫn dưới các ràng buộc về đặc tính cơ động của UAV, sự khan hiếm phổ tần và các yêu cầu về chất lượng dịch vụ. Các kết quả đạt được góp phần hỗ trợ việc phân tích và thiết kế các hệ thống truyền thông UAV trong mạng vô tuyến thế hệ mới.

Hà Nội, ngày tháng năm 2026

NGHIÊN CỨU SINH	**CÁN BỘ HƯỚNG DẪN**	
(*Ký và ghi rõ họ, tên*)	(*Ký và ghi rõ họ, tên*)	
	CBHD 1	**CBHD 2**
Phạm Thị Quỳnh Trang	**PGS. TS. Trịnh Anh Vũ**	**TS. Đinh Triều Dương**

XÁC NHẬN CỦA CƠ SỞ ĐÀO TẠO