

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập – Tự do – Hạnh phúc**

**THÔNG TIN TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

Tên luận án: **Nghiên cứu điều khiển cánh tay Robot 6DOF bám theo quỹ đạo dựa trên trí tuệ nhân tạo.**

Ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa

Mã số: 9520216

Nghiên cứu sinh: **Ngô Xuân Khoát**

Khóa đào tạo: 2019

Người hướng dẫn: **TS. Lưu Hoàng Minh, TS. Ngô Mạnh Dũng**

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Giao thông Vận tải Thành phố Hồ Chí Minh.

**1. Mục tiêu nghiên cứu**

Mục tiêu đề xuất hệ thống điều khiển mới cho Robot kết hợp Camera, dựa trên giải thuật thông minh nhằm giúp Robot di chuyển bám quỹ đạo, tiếp cận đúng đối tượng dưới ảnh hưởng của các yếu tố môi trường và các sai số ngẫu nhiên.

**2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

**a. Đối tượng nghiên cứu**

Hệ thống cánh tay Robot 6DOF và Stereo Camera, hệ điều khiển ROS based control cho Robot 6DOF.

**b. Phạm vi nghiên cứu**

Nghiên cứu và phát triển giải pháp “Đóng khung đối tượng” trên nền ảnh 2D bằng giải thuật Yolo. Phát triển giải thuật nâng cao chất lượng ảnh 3D bằng phương pháp PPF trước khi sử dụng để ước lượng 6DOF của đối tượng có xem xét đến thời gian tính toán để ứng dụng giải thuật này cho hệ thống Robot gấp vật (vật cao su).

Tìm hiểu và lựa chọn giải pháp cho hoạch định quỹ đạo cho Robot trong môi trường 3D có vật cản cố định. Cụ thể tập trung tìm hiểu giải thuật Probabilistic Roadmap – PRM và giải thuật trường lực từ nhân tạo – APF.

Nghiên cứu và phát triển lý thuyết điều khiển tay máy bám quỹ đạo. Cụ thể, tập trung nghiên cứu giải thuật PD Fuzzy bù trọng lực cho tay máy UP6 và giải thuật điều

khiển tay máy Robot theo phương pháp ROS based control. Nhằm tập trung tối ưu hai chỉ số đánh giá cho hệ thống TeleRobotics là: Sai số bám quỹ đạo và thời gian trễ bám quỹ đạo.

Mô phỏng, kiểm nghiệm giải thuật đề xuất để kiểm chứng bằng Matlab.

Thực nghiệm trên mô hình tay máy Robot công nghiệp Motomini + Stereo Camera Intel realsense D435, Robot controller YRC1000micro và phần mềm ROS based control để kiểm nghiệm phương thức điều khiển đề xuất.

### 3. Phương pháp nghiên cứu

**Phân tích:** Phân tích ảnh hưởng của thời gian tính toán tác động đến quá trình điều khiển cho hệ thống Robot. Vì thời gian tính toán tổng của các giải thuật sẽ ảnh hưởng tới thời gian cập nhật thông số điều khiển, trung bình hiện nay tần số cập nhật từ 40Hz trở đi tương đương 25ms) cho quá trình điều khiển bám theo quỹ đạo.

**Khảo sát:** Khảo sát tính ổn định của đối tượng dựa trên các bộ điều khiển thông thường (PD bù trọng lực, Fuzzy, Fuzzy-PD...) tay máy UP6.

**So sánh đánh giá:** Đánh giá và so sánh để lựa chọn giải pháp phù hợp trong điều khiển tay máy bám quỹ đạo, hoạch định quỹ đạo, giải pháp xử lý ảnh 3D để ước lượng 6DOF của đối tượng.

Mô phỏng: Mô phỏng trên Matlab các bộ điều khiển đề xuất.

Kiểm nghiệm trên mô hình thực: Triển khai thực nghiệm, kiểm nghiệm trên mô hình, đánh giá tính ổn định của giải thuật.

### 4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

**Ý nghĩa khoa học:** Luận án đã nghiên cứu, đề xuất và kiểm nghiệm giải thuật cho hệ thống Robot + Camera gồm các khối nhiệm vụ chính: Ước lượng 6DOF của đối tượng, hoạch định quỹ đạo cho Robot tiếp cận đối tượng trong môi trường có vật cản cố định, điều khiển Robot bám quỹ đạo vừa hoạch định. Các giải thuật chính được kiểm chứng thông qua mô phỏng và được so sánh với các phương pháp khác để chứng minh ưu điểm. Mô hình thực nghiệm để kiểm nghiệm tính đúng đắn của giải thuật đề xuất.

**Ý nghĩa thực tiễn:** Hệ thống Robot + Camera gấp vịt cao su trong luận án có khả năng áp dụng không giới hạn cho nhiều trường hợp mở rộng trong: môi trường phóng xạ, xử lý rác thải y tế hay rác thải độc hại. Dễ dàng kết hợp mở rộng ứng dụng cho quan sát và sửa chữa dưới biển sâu và đặc biệt trong xử lý bom mìn chống khủng bố.

### 5. Đóng góp mới của luận án

Đối với hệ thống Robot + Camera: Luận án đã xây dựng thành công giải thuật PPF cho ước lượng 6DOF của đối tượng với đề xuất giảm thời gian tính toán bằng cách đóng khung ảnh đối tượng 2D và giảm mẫu cho đám mây ảnh 3D.

Đối với hoạch định quỹ đạo trong môi trường 3D có vật cản cố định: Luận án đã đề xuất và cải tiến nhằm khắc phục một số nhược điểm của 02 giải thuật PRM và APF. Đặc biệt với giải thuật APF, hàm mũ được sử dụng để cải tiến cho trường lực tổng và hệ số bước lặp lamda được cập nhật theo biến động của trường lực tổng để tối ưu vận tốc trên quỹ đạo.

Đối với điều khiển cánh tay Robot sử dụng phương trình động lực học: Luận án đã đề xuất giải pháp ước lượng các giá trị tham số của phương trình động lực học Robot UP6, đồng thời đề xuất mô phỏng cho 02 giải thuật PD bù trọng lực và Fuzzy PD cho hệ phương trình động lực học Robot UP6 này.

Đối với điều khiển cánh tay Robot sử dụng phương trình động lực học: Luận án đã ứng dụng giải pháp điều khiển ROS based control để chuyển hóa bài toán điều khiển động lực học sang bài toán động học. Hơn nữa, giải bài toán động học ngược bằng phương pháp nghịch đảo ma trận Jacobin vận tốc để tối ưu thời gian tính toán.

## **6. Bố cục của luận án**

Nội dung chính của luận án được tổ chức thành 04 chương cùng với kết luận và hướng nghiên cứu phát triển. Bố cục cụ thể như sau:

Chương 1: Cánh tay Robot 6DOF và hệ thống Robot - Camera;

Chương 2: Hoạch định quỹ đạo cho cánh tay Robot 6DOF trong môi trường có vật cản cố định;

Chương 3: Điều khiển cánh tay Robot 6DOF bám quỹ đạo;

Chương 4: Mô hình thực nghiệm.

*Tp. Hồ Chí Minh, ngày tháng 10 năm 2024*

**Tập thể hướng dẫn khoa học**

**Nghiên cứu sinh**

**TS. Lưu Hoàng Minh    TS. Ngô Mạnh Dũng**

**Ngô Xuân Khoát**