

THÔNG TIN TÍNH MỚI CỦA LUẬN ÁN TIẾN SĨ

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN MỘT SỐ GIẢI PHÁP HỖ TRỢ ĐIỀU KHIỂN XE TỰ HÀNH

Ngành: Hệ thống thông tin **Mã ngành:** 9480104

Họ và tên NCS: Quách Hải Thọ

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS.TS Huỳnh Công Pháp
2. TS. Phạm Anh Phương

Cơ sở đào tạo: Khoa Tin học, Trường Đại học Sư phạm – Đại học Đà Nẵng

Trong quá trình nghiên cứu về lĩnh vực xe tự hành, với mục tiêu của luận án là nghiên cứu giải pháp vận hành hiệu quả xe tự hành thông qua điều khiển thông minh và tìm đường đi tối ưu, trong đó có tính đến yếu tố pháp lý và đạo đức để nhằm hỗ trợ điều khiển xe an toàn. Kết quả nghiên cứu của luận án có thể làm tiền đề để phát triển một số mô-đun trên xe tự hành, nhằm cải thiện hiệu suất, cải thiện tính năng an toàn trong quá trình hoạt động của xe tự hành.

Kết quả nghiên cứu của luận án đã phát triển một số giải pháp hỗ trợ điều khiển an toàn cũng như đảm bảo các yếu tố pháp lý và đạo đức, với các mô-đun được xây dựng như mô-đun thiết lập kế hoạch chuyển động, mô-đun hỗ trợ ra quyết định điều khiển, mô-đun hỗ trợ điều khiển chuyển động, mô-đun điều khiển theo dõi chuyển động và mô-đun lập kế hoạch chuyển động dự phòng.

Các giải pháp được đề xuất nghiên cứu phát triển như sau:

- Đề xuất giải pháp lập kế hoạch chuyển động bằng phương pháp tiếp cận dựa trên kỹ thuật lấy mẫu, để tạo ra quỹ đạo tối ưu từ tập các ứng viên quỹ đạo. Giải quyết bài toán đặt ra của giải pháp này với mục tiêu không chỉ cải thiện hiệu quả tính toán mà còn xử lý tính bất định trong dữ liệu môi trường.

- Đề xuất giải pháp nhằm đảm bảo yếu tố pháp lý và đạo đức cho hoạt động của xe tự hành, bằng giải pháp thiết lập quỹ đạo chuyển động và mô hình ra quyết định điều khiển. Dựa trên yếu tố đạo đức và pháp lý, sẽ xây dựng 02 mô-đun bao gồm mô-đun

thiết lập quỹ đạo chuyển động với tập ràng buộc là các luật giao thông đường bộ và mô-đun hỗ trợ ra quyết định điều khiển với các yếu tố về đạo đức của người lái xe để kiểm soát hoạt động của xe tự hành.

- Đề xuất giải pháp hỗ trợ điều khiển an toàn cho xe tự hành, gồm mô-đun hỗ trợ điều khiển chuyển động, mô-đun điều khiển theo dõi chuyển động và mô-đun lập kế hoạch chuyển động dự phòng. Trong đó:

Mô-đun hỗ trợ điều khiển chuyển động được xây dựng với 02 mục tiêu chính: thứ nhất là can thiệp tối thiểu, nghĩa là hệ thống hỗ trợ điều khiển chuyển động này chỉ áp dụng kiểm soát tự trị khi cần thiết; thứ hai là đảm bảo an toàn, nghĩa là trạng thái không va chạm của xe được thực thi rõ ràng thông qua các ràng buộc tối ưu.

Mô-đun điều khiển theo dõi chuyển động được xây dựng với mục tiêu kiểm soát điều hướng, với mong muốn quá trình chuyển động của xe tự hành được chính xác và ổn định, điều này cũng đóng một vai trò quan trọng trong nhiệm vụ điều khiển hoạt động chuyển động của xe, đặc biệt khi xe hoạt động ở tốc độ cao.

Cuối cùng, mô-đun lập kế hoạch chuyển động dự phòng nhằm đảm bảo an toàn cho xe tự hành, bằng cách xây dựng một đường đi tối ưu dựa trên các đánh giá khả năng di chuyển của các đối tượng tham gia giao thông khác trong một khoảng thời gian nhất định, sau đó với mỗi quỹ đạo di chuyển sẽ tính toán các thao tác khẩn cấp thích ứng.

Những đóng góp của luận án, cụ thể như sau:

Đóng góp thứ nhất của luận án là đề xuất phương án lập kế hoạch chuyển động bằng phương pháp tiếp cận dựa trên kỹ thuật lấy mẫu, với mục tiêu cải thiện hiệu quả tính toán và xử lý tính bất định trong dữ liệu môi trường, kỹ thuật này đơn giản, hiệu quả với thông tin thu nhận được từ tín hiệu cảm biến và hệ thống định vị.

Đóng góp thứ hai của luận án là xây dựng mô-đun giải quyết bài toán hỗ trợ ra quyết định điều khiển cho xe tự hành với tập ràng buộc là các quy định về luật giao thông đường bộ và đạo đức của người lái xe. Mô-đun hỗ trợ điều khiển này gồm giải pháp thiết lập quỹ đạo chuyển động và mô hình ra quyết định điều khiển. Cụ thể là:

- Mô-đun hỗ trợ ra quyết định đóng vai trò quan trọng trong việc tránh va chạm và tránh các chướng ngại vật khi chuyển động. Quá trình hoạt động của mô-đun này được tách thành 2 phần riêng biệt, gồm: mô hình lý thuyết và hệ thống thu thập dữ liệu.

- Mô-đun thiết lập quỹ đạo chuyển động được xây dựng dựa trên phương pháp điều khiển mô hình dự báo. Để điều khiển dự báo cho một đối tượng, quá trình cần phải thực hiện các bước sau: Xây dựng mô hình dự báo, xác định hàm mục tiêu và các điều kiện ràng buộc, cuối cùng là giải bài toán tối ưu. Trong đó, tập ràng buộc của mô-đun này gồm các ràng buộc về vấn đề pháp lý và đạo đức của hành vi tham gia giao thông. Cách tiếp cận này phù hợp với các điều kiện phức tạp của môi trường, vì các ràng buộc này có thể phát sinh từ các khía cạnh khác nhau của việc lập kế hoạch chuyển động, tăng cường khả năng tránh chướng ngại vật nhưng vẫn đảm bảo quỹ đạo tối ưu toàn cục.

Đóng góp thứ ba của luận án là nâng cao tính năng an toàn cho xe tự hành bằng việc xây dựng tập mô-đun hỗ trợ ra quyết định điều khiển an toàn, bao gồm các mô-đun: mô-đun thứ nhất là điều khiển theo dõi chuyển động, mô-đun thứ hai là hỗ trợ điều khiển chuyển động và mô-đun cuối cùng là mô-đun lập kế hoạch chuyển động dự phòng, cụ thể như sau:

- Mô-đun điều khiển theo dõi chuyển động với tính năng kiểm soát điều hướng, nhằm mục đích giúp xe chuyển động chính xác và ổn định. Cụ thể hơn cho giải pháp thiết kế mô-đun này là thực hiện việc kết hợp các yếu tố không chắc chắn biến đổi theo thời gian đến các dự báo chướng ngại vật di động vào trong bài toán tối ưu, đồng thời đưa ra các ràng buộc cho giới hạn đường biên và chướng ngại vật di động mà vẫn duy trì được kế hoạch chuyển động của xe trong một khoảng thời gian giới hạn.

- Mô-đun hỗ trợ điều khiển chuyển động nhằm giải quyết tình huống đa dạng và phức tạp mà chúng ta thường gặp trong điều kiện môi trường giao thông, giải pháp hỗ trợ điều khiển chuyển động sẽ tạo ra quỹ đạo chuyển động an toàn cho xe, việc thiết kế hệ thống hỗ trợ điều khiển này có 02 mục tiêu chính: thứ nhất là can thiệp tối thiểu, nghĩa là chỉ áp dụng kiểm soát tự trị khi cần thiết, thứ hai là đảm bảo an toàn, nghĩa là trạng thái không va chạm của xe được thực thi rõ ràng thông qua các ràng buộc tối ưu. Mô-đun này có đặc điểm là rút ngắn chu kỳ lập kế hoạch chuyển động nhằm giảm thiểu độ lệch so với đầu vào của dự báo, trong khi vẫn đảm bảo an toàn theo kế hoạch chuyển động và giải pháp hỗ trợ điều khiển này chỉ được thực hiện trong những tình huống mà kịch bản chuyển động của xe phức tạp có khả năng xảy ra va chạm với các yếu tố cảnh báo thực tế.

- Mô-đun lập kế hoạch chuyển động dự phòng được xây dựng nhằm thực hiện và phát huy hiệu quả trong những trường hợp tham gia giao thông với vận tốc lớn, thì thời gian xử lý còn lại quá ngắn để thực hiện thao tác phanh khẩn cấp nhằm tránh các chướng ngại vật.

Nội dung của luận án, ngoài phần mở đầu và kết luận thì nội dung được xây dựng thành 04 chương như sau:

Chương 1. Tổng quan về điều khiển xe tự hành

Trong chương này, để có cơ sở xây dựng giải pháp hỗ trợ điều khiển trong hoạt động của xe tự hành, nội dung trình bày ngoài phần giới thiệu tổng quan về xe tự hành, với quá trình xây dựng, phát triển và xác định mức độ phân cấp theo hoạt động của xe tự hành, sẽ trình bày các vấn đề tồn tại và từ đó đưa ra giải pháp xây dựng các mô-đun hỗ trợ, đó cũng là những mục tiêu cần thực hiện của luận án.

Và để giải quyết các vấn đề đặt ra của luận án, nội dung trong chương này sẽ trình bày các kiến thức chuẩn bị làm cơ sở lý luận để giải quyết bài toán đặt ra, gồm có: xây dựng mô hình toán học, những phương pháp giải quyết bài toán sẽ nghiên cứu và các kết quả đã được nghiên cứu liên quan.

Nội dung chương này nằm trong bài báo số 3, số 4 và số 9 của tác giả

Chương 2. Giải pháp đề xuất Tìm đường đi tối ưu cho xe tự hành

Nội dung chương này sẽ trình bày tổng quan các kỹ thuật thiết lập đường đi cho xe tự hành. Phân tích, đánh giá ưu và nhược điểm của từng kỹ thuật để làm cơ sở xây dựng mô-đun tìm đường đi tối ưu cho xe tự hành bằng kỹ thuật dựa trên mẫu. Mô-đun lập kế hoạch chuyển động này sẽ giải quyết bài toán tạo ra quỹ đạo tối ưu, đạt hiệu quả tính toán và xử lý tính bất định trong dữ liệu môi trường.

Nội dung chương này nằm trong bài báo số 9 và số 11 của tác giả

Chương 3. Giải pháp đề xuất cho vấn đề pháp lý và đạo đức của xe tự hành

Nội dung chương này sẽ xây dựng giải quyết vấn đề pháp lý và đạo đức trong hoạt động của xe tự hành, với hệ thống 02 mô-đun, gồm:

- Mô-đun lập kế hoạch chuyển động với tập ràng buộc là các luật giao thông đường bộ để giải quyết bài toán pháp lý khi tham gia giao thông của xe tự hành.

- Mô-đun hỗ trợ ra quyết định điều khiển với tập ràng buộc được xây dựng từ đặc tính hành vi của người lái xe, mô-đun này sẽ giải quyết bài toán đạo đức của người lái xe được áp dụng vào hệ thống mô-đun của xe tự hành.

Nội dung chương này nằm trong bài báo số 5 và số 7 của tác giả

Chương 4. Giải pháp đề xuất hỗ trợ điều khiển an toàn xe tự hành.

Dựa trên vấn đề tồn tại với các giải pháp, mục tiêu đặt ra, cùng với cơ sở lý luận và các công cụ toán học đã trình bày ở chương 1. Trong chương này sẽ xây dựng tập các mô-đun nhằm nâng cao hiệu quả và hỗ trợ điều khiển an toàn xe tự hành, với hệ thống 03 mô-đun, gồm:

- Mô-đun điều khiển theo dõi chuyển động sẽ giải quyết bài toán kiểm soát điều hướng với mong muốn quá trình chuyển động của xe được chính xác và ổn định.

- Mô-đun hỗ trợ điều khiển chuyển động với mục đích giải quyết tình huống đa dạng và phức tạp thường gặp trong điều kiện môi trường giao thông.

- Mô-đun lập kế hoạch chuyển động dự phòng nhằm giải quyết các tình huống đảm bảo an toàn cho xe khi tham gia giao thông với vận tốc lớn.

Nội dung chương này được tổng hợp dựa kết quả nghiên cứu bài báo số 1, số 2, số 6, số 8 và số 10 của tác giả.

Cuối cùng là một số kết luận về luận án./.

Nghiên cứu sinh

Quách Hải Thọ