

# TRÍCH YẾU LUẬN VĂN CAO HỌC

1. Tên tác giả: Đặng Nguyễn Đức Tiến
2. Tên luận văn: Phát hiện làn đường thời gian thực cho hệ thống điều khiển xe tự động.
3. Chuyên ngành: Khoa học Máy tính – Mã số: 60.48.01
4. Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Tp.HCM
5. Nội dung:

- **Mục đích và đối tượng nghiên cứu:** Phát hiện làn đường (lane detection) là một trong những vấn đề rất quan trọng trong nhiều ứng dụng về các hệ thống hỗ trợ giao thông tự động, đặc biệt trong các hệ thống điều khiển xe tự động. Trong bài toán phát hiện làn đường có 3 loại mục tiêu chính là: (i) cảnh báo khi chuyển làn đường, (ii) hỗ trợ người trong quá trình lái xe, và (iii) điều khiển xe tự động. Trong đó, mục tiêu phục vụ cho hệ thống điều khiển xe tự động được đánh giá là khó nhất. Trong bài toán này, còn nhiều khó khăn cần giải quyết như: yêu cầu xử lý thời gian thực; môi trường hoạt động phức tạp: không rõ dấu phân cách, địa hình không phẳng, độ cong làn đường thay đổi; các tình huống đặc biệt: sự phân/ghép làn đường, hoạt động tại giao lộ...

Vấn đề đặt ra cho đề tài là tìm ra phương pháp hiệu quả để có thể một mặt thực thi được trong thời gian thực, mặt khác giải quyết được phần lớn các khó khăn kể trên, đặc biệt hỗ trợ được cho mục tiêu ứng dụng vào hệ thống điều khiển xe tự động.

- **Phương pháp nghiên cứu:** Trong đề tài này chúng tôi đã tập trung giải quyết bài toán bằng cách sử dụng Particle Filter kết hợp với thông tin từ trạng thái chuyển động của xe. Ở mỗi bước thực hiện thuật toán tiến hành áp dụng giải thuật Canny để rút trích cạnh làm đặc trưng về dấu làn đường. Tiếp theo, Particle Filter được sử dụng để theo vết làn đường. Ở mỗi bước, Particle Filter tạo ra 100 ứng viên, gồm 50 ứng viên cho đường biên trái và 50 ứng viên cho đường biên phải. Các đường biên được xấp xỉ bởi đường cong bậc 3 thông qua 4 điểm kiểm soát. Điểm kiểm soát thứ nhất của mỗi đường biên được chọn là điểm ở gần thiết bị (xe) nhất, điểm điều khiển cuối cùng là điểm ở trên dấu làn đường xa nhất trên thị trường. Các điểm còn lại được chọn sao cho khoảng cách giữa các điểm kiểm soát với nhau càng cân bằng càng tốt. Ở mỗi bước lặp, Particle Filter sinh ra các đường biên mới bằng cách di chuyển các điểm kiểm soát cũ dựa theo thông tin trạng thái chuyển động. Mỗi đường biên được tính trọng số theo độ đo vị trí đường biên. Các làn đường là sự kết hợp của một cặp đường biên trái và đường biên phải. Mỗi làn đường được gán trọng số theo độ đo làn đường, là một sự kết hợp giữa độ đo của từng đường biên, độ cong của làn đường và độ rộng của làn đường. Làn đường có trọng số cao nhất

được chọn để làm kết quả thể hiện. Thông tin trạng thái sử dụng dựa trên mô hình Aukermann. Toàn bộ quá trình thực hiện đều được tiến hành trên ảnh từ trên nhìn xuống với tọa độ thực thông qua phép biến đổi ánh xạ ngược của phép chiếu dựa vào ma trận Homography.

- **Kết quả nghiên cứu và kết luận:** Kết quả thực nghiệm và khảo sát đã thể hiện được những ưu điểm về tốc độ thực thi nhanh (hoạt động trong thời gian thực với video có độ phân giải 640 x 480, tốc độ 15 fps) và hiệu quả tốt khi so sánh với các phương pháp hiện đại. Sai biệt trung bình là 6cm, trong đó độ lệch chuẩn ở vào khoảng 9cm. Các tình huống phức tạp như trong mục tiêu phần lớn đều đã giải quyết được. Điều này phù hợp với mục tiêu đặt ra cho đề tài, và hoàn toàn có thể ứng dụng được cho các hệ thống điều khiển xe tự động.

Đóng góp khoa học: Bằng cách sử dụng ảnh từ trên nhìn xuống, những khó khăn về các dấu phân cách đã được giải quyết. Xấp xỉ đường biên bằng đường cong bậc 3 đủ mạnh để mô tả được các dạng phức tạp của làn đường mà vẫn duy trì chi phí tính toán nhỏ. Khó khăn khi dấu làn đường bị mất và ràng buộc về vị trí của điểm kiểm soát được giải quyết với công thức tính độ đo cải tiến. Particle Filter đóng vai trò quan trọng khi dự đoán được các dạng làn đường phức tạp, điều quan trọng cho các hệ thống điều khiển xe tự động. Tích hợp thông tin trạng thái chuyển động giúp tăng độ chính xác trong dự đoán và hỗ trợ thông tin để giải quyết một số trường hợp đặc biệt như mất dấu làn đường, xe thay đổi hướng đi, kết hợp/chia nhỏ làn đường, gặp giao lộ.... Đây là những đóng góp quan trọng tạo nền tảng cho những nghiên cứu tiếp theo.

Hướng dẫn khoa học

Học viên

TS. Nguyễn Đình Thúc

Đặng Nguyễn Đức Tiến

## MASTER THESIS' SUMMARY

1. Author: Dang Nguyen Duc Tien
2. Thesis: Real-time Lane Detection in Autonomous Driving Systems.
3. Field: Computer Science – Code: 60.48.01
4. School: University of Science – Vietnam National University - HCM City
5. Summary:
  - **Objectives:** Real-time lane detection and localization is an important task in many intelligent transportation system applications, especially in autonomous driving systems. In lane detection algorithms, there are three main objectives as follows: (i) lane-departure-warning systems, (ii) driver-attention monitoring systems, and (iii) autonomous driving systems. In these objectives, supporting for autonomous driving systems is considered to be the hardest one, which raises many difficulties to be solved due to real-time constrain, unclear lane-marking, occlusions, high curvature changing, etc. Therefore, the goal of our research is to find a real-time method for lane detection in autonomous driving systems which aim to overcome these complicated situations.
  - **Methods:** A robust approach to lane detection has been presented that is using the novel lane detection with Particle Filter to track the lane in respect to the motion states of the vehicle. At each frame, the lane-markings are extracted by using Canny algorithm. Based on the result of Lane-marking detection step, Particle Filter is used for lane tracking. In this step, Particle Filter generated 100 hypotheses at each frame: 50 hypotheses for the left boundary and 50 hypotheses for the right boundary. Each boundary is approximated as a cubic spline curve, which is represented by 4 control points. The first point is forced to be the nearest point to the vehicle, the last point is set to the end point of the furthest lane-marking, and two other points are chosen where the spacing is as even as possible. Particle Filter generated each boundary hypothesis by moving the previous detected lane boundaries control points according to the motion states of the vehicle. Then, boundary hypotheses are weighted by Lane Boundary Position score. A lane is represented by choosing two boundaries: one from the left boundaries and one from the right boundaries. Lanes are scored by LaneScore, the combination of Lane Boundary Position score, Lane Curvature score, and Lane Width score. Finally, the lane with maximum likelihood (LaneScore after resampled by Particle

Filter) is selected to present the lane detection result. The vehicle motion states model is used from Aukermann Steering Motion model. The whole process is applied on top-down view (the so-called Bird's eye view) in real coordinates, which is obtained by Inverse Perspective Mapping (IPM) through Homography matrix.

- **Conclusion:** Experimental result shows that the program can run in real time with video input of resolution 640 x 480, and 15 fps; which has good performance when comparing with other current approaches. Absolute mean error is 6 centimeters, and standard deviation is about 9 centimeters. Most of difficult situations listed above have been solved. This result illustrates that our goal is attained, and the proposed approach can be used in autonomous driving systems for lane detection.

Scientific contributions: by using Bird's eye view images, difficulties from lane-markings extraction are solved. By approximating lane boundaries by the cubic splines with a few control points, the program can be run in real-time processing without losing the accuracy. Such situations as losing lane-markings or the constraint of control point position (which must be) on the lane-marking are solved by applying the novel lane boundary position score. Particle Filter has the important role since it can predict complicated lane shapes, which are very important for the autonomous driving system. Integrated vehicle motion states increase the accuracy of the prediction and provide information to overcome complicated situations like losing lane-marking, direction changing, merging/splitting lane, vehicle at crossroads, etc. Obviously, these solutions have founded significant contributions to further future research.

Scientific Supervisor

Master Student

Dr. Nguyen Dinh Thuc

Dang Nguyen Duc Tien