

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПАРКОВКЕ

Воронков А.В., Кудашев Т.Р., Марданишин А.Ф.

*Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский)
федеральный университет,
423810, г. Набережные Челны, пр. Мира, д.68/19
e-mail: voronkov91@gmail.com*

поступила в редакцию 10 ноября 2014 года

Аннотация

В статье представлено исследование различных алгоритмов управления автомобилем при автоматической парковке. Авторами были проанализированы существующие системы автоматической парковки и разработаны собственные алгоритмы построения траектории движения. В результате исследований проведен сравнительный анализ полученных алгоритмов с целью получения наиболее оптимального в плане быстродействия и обеспечения безопасности при совершении маневра. Для реализации алгоритмов использованы методы динамического программирования, применение кривых Безье, а также средства теории нечеткой логики.

Ключевые слова: *автоматическая парковка автомобиля, динамическое программирование, нечеткая логика, кривая Безье.*

Введение. На сегодняшний день одной из наиболее актуальных и обсуждаемых проблем является автоматизация человеческой деятельности. Многие виды деятельности, выполняемые человеком, в полной мере могут быть выполнены автоматизированными системами. Одним из ярких примеров подобного рода действий является парковка автомобиля. Постепенно автопроизводители начинают выводить на рынок системы автоматической парковки автомобилей под влиянием потребительского спроса.

Парковка является одной из самых опасных частей вождения, которая может принести моральный и материальный ущерб, как водителю, так и окружающим. Поэтому ликвидация сложности, стресса и неопределённости данного процесса работы является привлекательным и актуальным действием.

Основная задача системы автоматической парковки – обеспечение безопасности маневра при парковке автомобиля. Однако на сегодняшний день прослеживается тенденция к увеличению количества автомобилей в городах, поэтому одной из второстепенных функций системы автоматической парковки является обеспечение оптимального расположения автомобиля по отношению к другим автомобилям. К тому же, при парковке водитель вынужден совершать маневры, блокируя при этом полосу для движения, по крайней мере, на несколько секунд. Если водитель имеет проблемы при парковке, он может серьезно нарушить движение, заблокировав проезжую часть на несколько минут.

На сегодняшний день реализованы и применяются различные системы автоматической парковки. Большинство известных производителей автомобилей сегодня устанавливают на образцы своей продукции оригинальные парктроники. Наиболее популярны системы, обеспечивающие безопасность при параллельной парковке. Гораздо реже встречаются помощники для парковки типа «заезд в гараж».

Однако большинство подобного рода систем включают в себя множество датчиков и промежуточных систем, работающих непосредственно при парковке автомобиля. Это повышает стоимость продукта и усложняет процесс парковки. В данной работе предлагается реализовать систему автоматической параллельной парковки, которая позволяет рассчитать траекторию парковки по заранее рассчитанному расположению препятствий. Дальнейший процесс парковки подразумевает лишь движение автомобиля по заранее определенной

траектории.

Основная часть. Одной из основных проблем, возникающих при реализации данной системы, является способ расчета оптимальной траектории. Оптимальная траектория, прежде всего, должна обеспечивать безопасность маневра. Расчет траектории может быть реализован с помощью различных методов. В данной работе предлагается реализовать расчеты с помощью средств динамического программирования, применения кривых Безье и использования средств нечеткой логики.

Система парковки типа «заезд в гараж» может быть реализована с помощью средств нечеткой логики. При управлении автомобилем, как правило, приходится сталкиваться с различной степенью неопределенности исходных данных, нечеткостью целей и задач управления. Водитель никогда не рассчитывает расстояние до парковочного места, не измеряет угол поворота руля. Он способен лишь оценивать ситуацию. Поэтому целесообразно использовать средства нечеткой логики при разработке системы автоматической парковки.

Для управления парковкой типа «заезд в гараж» используется нечеткий регулятор. Задача управления заключается в выборе таких положений рулевого колеса, которые бы обеспечивали перемещение автомобиля на заданное место.

Нечеткий контроллер представляет собой систему нечеткого логического вывода типа Сугено. Система имеет одну выходную переменную – угол поворота руля и три входных: расстояния до точки парковки, углы поворота руля непосредственно на месте парковки и углы поворота руля вдали от места парковки. Нечеткой переменной является лингвистическая переменная «удаленность от места парковки», ее значениями (термами) такие выражения, как «на месте парковки» и «вдали от места парковки» [1].

Наиболее часто возникающая на практике ситуация – остановка перед парковочным местом на небольшом расстоянии со стороны одного из боковых бортов автомобиля. В этом случае алгоритм срабатывает успешно, и автомобиль припаркован в обозначенное место. Время, необходимое для процесса парковки при заданной скорости, составляет 9.7 секунд. Однако стоит отметить, что время, потраченное на симуляцию модели, значительно меньше и не превышает 1 с.

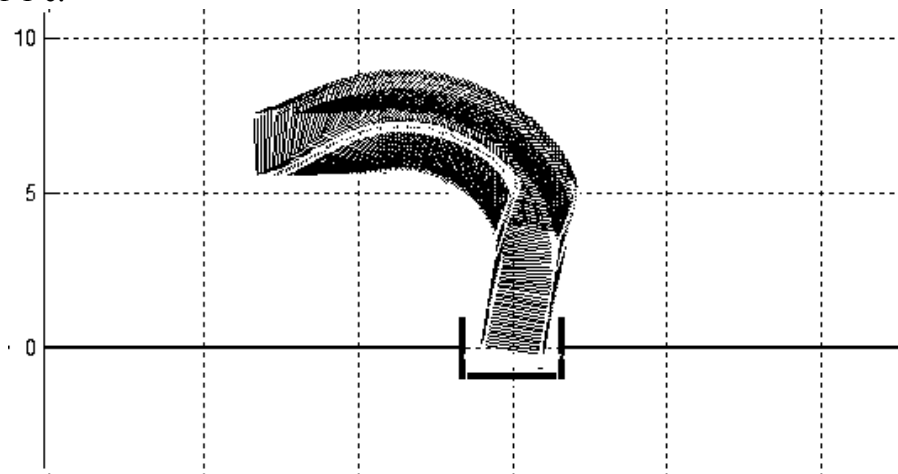


Рисунок 1. – Пример парковки типа «заезд в гараж».

Очевидно, что в тех случаях, когда перед парковочным местом имеется достаточно большое свободное пространство, приведенный алгоритм позволяет быстро рассчитать безопасную траекторию для парковки.

Однако на практике встречаются ситуации, когда затруднительно припарковать автомобиль, используя исключительно задний ход из-за различного рода препятствий или ограниченного пространства. Поэтому при эксплуатации данного алгоритма предполагается, что водитель может вмешиваться в процесс парковки и совершать маневры передним ходом при необходимости с последующим перерасчетом траектории.

При реализации методов параллельной парковки использованы методы динамического программирования и кривых Безье.

Динамическое программирование (ДП) – раздел математики, посвященный теории и методам решения многошаговых задач оптимального управления.

Изначально производится вычисление первого шага и запись всех переменных как оптимальных. Если автомобиль при каких-то значениях параметров управления попадает в точку, не удовлетворяющую критерию безопасности, то эта точка отмечается как непроходимая и на следующем шаге рассматриваться не будет. Так будет и в дальнейшем, для того чтобы избавиться от небезопасных траекторий. Далее производятся вычисления для остальных шагов, пока не будет достигнуто нужное положение автомобиля [2].

Для тестирования алгоритма имеются два параметра:

- время до следующей корректировки траектории автомобиля;
- разрешенная точность поворота.

Изменяя данные параметры можно получать различную точность вычислений, а также время отработки алгоритма.

Из рисунка 2 видно, что при минимально возможном повороте в 5 градусов алгоритм не может найти абсолютно идеальную траекторию, и «крутится» около нее. Таким образом можно сделать вывод, что для получения идеальной траектории необходимо более точный контроль над управлением автомобиля, что приведет к увеличению времени отработки алгоритма, а также к проблемам в реализации данного метода.

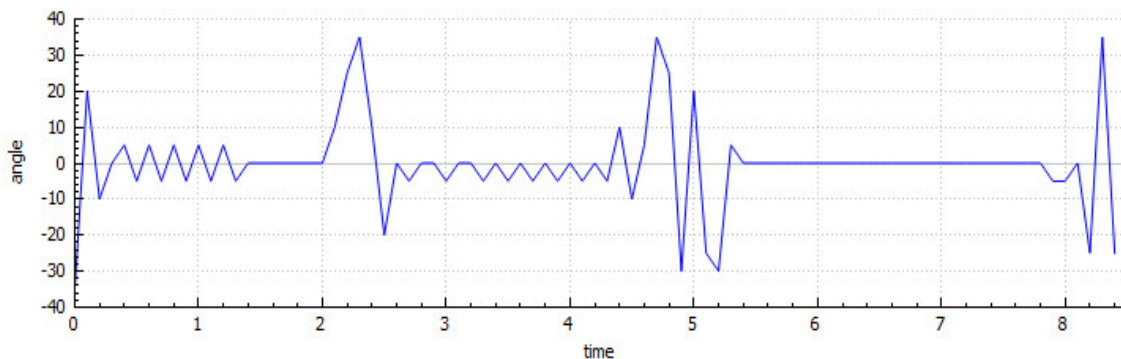


Рисунок 2. – Расчет каждые 0.1с.

Автоматическая парковка автомобиля при помощи метода ДП является одной из самых точных, но данная точность достигается благодаря большому количеству операций, проводимых для получения нужных управляющих воздействий. Что соответственно является значительным минусом, так как для того чтобы реализовать данный алгоритм необходимо будет заменять бортовой компьютер любого автомобиля на более совершенный. Иначе теряется смысл реализации данной технологии.

В целях решения выявленных проблем был разработан алгоритм, основанный на применении кривых Безье. Для расчета траектории задается начальная и конечная опорная точки, а также уравнение для каждой из опорных точек. После этого на каждом шаге происходит построение кривой и получение координат точек данной кривой. Получив кривую, алгоритм производит расчет коэффициента безопасности в каждой точке данной кривой. Исходя из полученных коэффициентов, выбирается самая безопасная траектория для реализации маневра [3].

Основным параметром для тестирования является количество точек, составляющих кривую. Чем больше точек, тем более точным будет коэффициент безопасности. Однако, при увеличении количества точек также увеличивается время отработки алгоритма, что может существенно сказаться на времени выполнения маневра.

На рисунке 3 показана траектория для количества точек, равном 100.

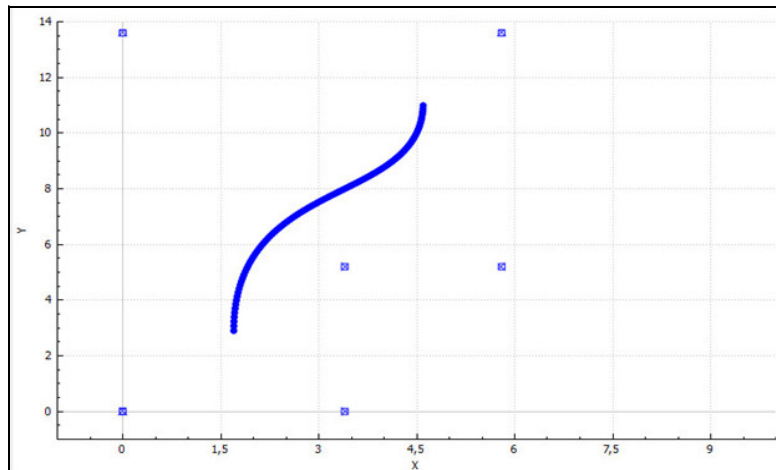


Рисунок 3. – Траектория при параллельной парковке с использованием кривых Безье

Главное преимущество данного метода заключается в том, что алгоритм не требователен к ресурсам, что положительно сказывается на времени его отработки и получения необходимой траектории.

Заключение. Данное исследование было направлено на изучение возможных методов автоматизации управления автомобилем для осуществления парковки. Изучив и реализовав алгоритмы, основанные на 3 абсолютно разных методах, можно сделать выводы, что каждый из методов имеет свои плюсы и минусы. Абсолютно идеального алгоритма на данный момент не существует, что дает простор для реализации своих идей. Стоит заметить, что алгоритм, основанный на методе НЛ, наиболее соответствует алгоритму, который сейчас используется в большинстве автомобилей, имеющих данную технологию, при этом он является более точным методом. Однако он может быть доработан с целью улучшения качества совершения маневра.

Алгоритм, основанный на методе ДП, является чрезмерно требовательным к ресурсам, что отрицательно сказывается на возможности реализации его на данном уровне развития технологий бортовых компьютеров. При этом данный алгоритм не отличается высокой безопасностью или точностью от других настолько, чтобы было адекватно пренебрегать ресурсами в пользу безопасности или точности. Однако, данный алгоритм можно доработать, стараясь уменьшить количество операций, что в итоге может привести к положительным результатам.

Алгоритм, основанный на кривых Безье, также может быть использован, так как он не является настолько требовательным к ресурсам, как метод ДП, адекватно реагирует на небольшое изменение начальных условий и отвечает нормам безопасности. Но данный алгоритм очень чувствителен к внешним факторам, так как траектория просчитывается лишь в начале маневра, что может привести к аварийной ситуации. Следует заметить, что данный алгоритм позволяет вызывать себя рекурсивно, что позволяет, немного изменив код алгоритма, просчитывать новую траекторию в каждой точке. Но для такого подхода понадобятся большие ресурсы, что приводит этот метод на одну ступень с методом ДП.

Список литературы

- 1) Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. М.: Диалог-МГУ, 1998. 116 с.
- 2) Беллман Р. Динамическое программирование. М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. 400 с.
- 3) Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики, 2-е издание. М.: Мир, 2001. 604 с.