

УДК 629.113

Имитационное моделирование криволинейного движения автомобиля в среде MATLAB

Козлов Владислав Александрович

vladislav-kozlov-2000@mail.ru

Шутов Андрей Александрович

andruwka04@yandex.ru

Сидоров Владимир Николаевич

sidorov-kaluga@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Исследована математическая модель криволинейного движения колесной машины с использованием встроенной подпрограммы MATLAB Driving Scenario Designer. В процессе моделирования скорость автомобиля варьируется в зависимости от дорожной ситуации, что дает возможность получить оптимальные значения для каждой точки траектории. Особое внимание уделяется анализу влияния скорости на динамические характеристики автомобиля. Продемонстрировано, как изменение скорости влияет на управляемость и безопасность движения колесной машины по криволинейной траектории. Результаты моделирования могут быть использованы для оптимизации управления автомобилем в различных дорожных условиях.

Ключевые слова: моделирование, траектория, безопасность, динамика, оптимизация, автомобиль, модель, управляемость, нагрузка

Современные автомобильные технологии требуют постоянного совершенствования моделей и методов анализа динамики транспортных средств. Криволинейное движение колесной машины представляет собой важный аспект, который влияет на безопасность и управляемость автомобиля. В данной работе исследована математическая модель криволинейного движения, используя программное обеспечение MATLAB, в частности, встроенную подпрограмму Driving Scenario Designer.

При исследовании математической модели криволинейного движения колесной машины построены траектории движения колесной машины в пространстве XOY в неподвижной системе координат. Для задания сценария движения автомобиля мы использовали встроенную подпрограмму MATLAB Driving scenario designer [1]. В ней можно построить траекторию движения автомобиля любой сложности. Для проведения нашего моделирования мы задались идеальной асфальтированной дорогой длиной в 500 м. Время движения автомобиля по трассе составит 20 с. В среднем автомобиль будет двигаться со скоростью 90 км/ч. Для анализа изменения основных параметров автомобиля зададимся двумя отрезками: прямолинейный (для разгона автомобиля) и криволинейный участок, включающий в себя множество поворотов. Разбив трассу таким образом, нам удалось отследить изменение многих параметров при движении автомобиля по прямолинейной и криволинейной траектории и сравнить полученные результаты.

Создав в Driving scenario designer модель нашей трассы, далее необходимо точками отметить номинальную траекторию движения транспортного средства. Таким образом, траектория движения автомобиля по асфальтированной дороге представлена на рис. 1.

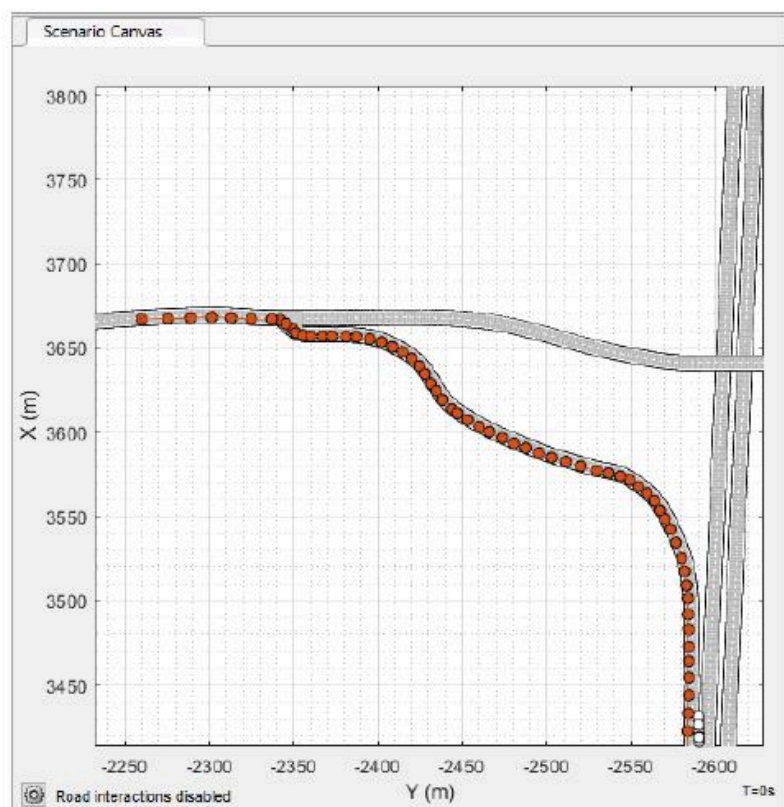


Рис. 1. Траектория движения автомобиля

Далее при сохранении созданного сценария движения колесной машины, формируется файл в формате Excel, куда вносятся координаты спроектированной траектории. Поскольку автомобиль при его движении по криволинейной траектории не может двигаться с постоянной скоростью, программа предлагает оптимальные величины движения колесной машины для каждой точки траектории. Таким образом, получаем файл Excel с прописанными точками траектории, для каждой из которых прописана скорость в м/с. Для загрузки траектории движения в рабочее поле Work Space необходимо прописать код формата `m` для открытия файла. После реализации данного кода, все данные о траектории подгружаются в рабочее поле Work Space и готовы для переноса в среду Simulink [2].

Для переноса массива данных в среду Simulink, необходимо создать в рабочем поле блок Lockup Table (n-D). В данный блок подгружаются три параметра, которые задавали ранее: значения x и y для определения координаты точки и значение v для задания скорости движения каждой точки траектории [3].

После переноса массива данных в данный блок, получаем доступ к таблице путем нажатия *Edit table and breakpoints*, где в любой момент можем изменять значение скорости в каждой точки траектории для улучшения управляемости модели.

Для получения данных о кривизне нашей траектории необходимо воспользоваться тем же блоком, исключив при этом значение скорости в каждой точки. Таким образом получим график кривизны траектории, представленный на рис. 2.

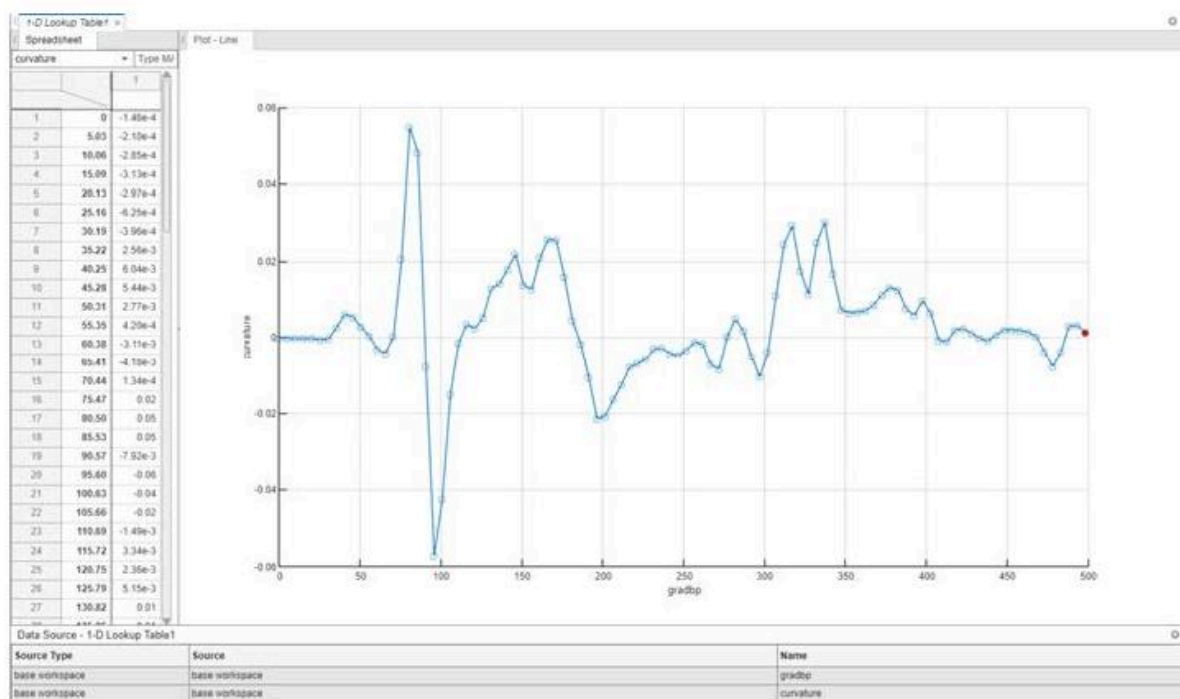


Рис. 2. График кривизны траектории

При моделировании изменения действительной траектории движения колесной машины, варьируемым параметром была выбрана скорость движения автомобиля. От нее зависят такие параметры как реакции, действующие в пятне контакта шины с опорным основанием в подвижной системе координат, необходимое давление в главном тормозном цилиндре, угловые скорости колес, крутящие моменты на полуосях автомобиля [4]. Данное исследование направлено на углубленное понимание динамических характеристик колесной машины при криволинейном движении и может служить основой для дальнейшей оптимизации управления автомобилем в различных дорожных условиях.

Литература

- [1] Плахов С.А., Дмитриева Т. Д. Стабилизация движения энергетических колесных модулей. *Современные автомобильные материалы и технологии» (САМИТ-2021). XIII Междунар. науч.-техн. конф.: сб. ст.* Курск, Юго-Западный государственный университет, 2021, с. 242–245.

- [2] Сидорова А.В., Степин П.И., Сидоров В.Н. Имитационное моделирование колебаний центра масс колесной машины с помощью программы Simulink. *Инженерный вестник Дона*, 2020, № 4, с. 2–12.
- [3] Жилейкин М.М. Математические модели систем транспортных средств: методические указания. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018, 100 с.
- [4] Полковникова Н.А. *Научные и инженерные расчеты в среде MATLAB*. Москва, Изд-во «МОРКНИГА», 2019, 143 с.

Simulation of curved motion of a car in the Matlab environment

Kozlov V.A. vladislav-kozlov-2000@mail.ru

Shutov A.A. andruwka04@yandex.ru

Sidorov V.N. sidorov-kaluga@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In this paper, a mathematical model of the curvilinear motion of a wheeled vehicle is investigated using the built-in Matlab subroutine “Driving Scenario Designer”. During the simulation, the speed of the car varies depending on the traffic situation, which makes it possible to obtain optimal values for each point of the trajectory. Special attention is paid to the analysis of the influence of speed on the dynamic characteristics of the car. The work demonstrates how a change in speed affects the controllability and safety of a wheeled vehicle along a curved trajectory. The simulation results can be used to optimize driving in various road conditions.

Keywords: modeling, trajectory, safety, dynamics, optimization, car, model, handling, load