

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕЧЕТКИХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПРОТИВООТКАТНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Насертдинова А.Р.

Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет, 423810, г. Набережные Челны, пр. Мира, д.68/19

e-mail: alfiyashka92@mail.ru

поступила в редакцию 08 декабря 2014 года

Аннотация

В статье рассматривается процесс получения и численного моделирования противооткатной системы автомобиля в виде нечёткого регулятора.

Ключевые слова: *нечёткий регулятор, математическая модель движения автомобиля, противооткатная система.*

Введение. Согласно статистике, порядка 80–85% всех дорожно-транспортных происшествий приходится на долю автомобилей. Именно поэтому автопроизводители, при разработке конструкции авто, уделяют максимум внимания его безопасности. Современные системы безопасности включают в себя целый ряд устройств: подушки безопасности автомобиля, антиблокировочную систему колес (АБС), противобуксовочные и противозаносные системы, противооткатную систему и многие другие средства.

Система поддержки при трогании автомобиля на подъеме (противооткатная система) предназначена для предотвращения откатывания автомобиля. Применение данной системы облегчает трогание автомобиля на подъеме, исключая использование стояночного тормоза, повышает безопасность, обеспечивает плавность начала движения даже при управлении транспортного средства неопытным водителем

Так, целью данной работы является сравнительный анализ нечетких регуляторов для противооткатной системы автомобиля.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка математической модели движения автомобиля;
2. Разработка цифровой модели движения автомобиля;
3. Построение и настройка различных нечетких регуляторов, подавая на вход скорость, перемещение, скорость и перемещение одновременно;
4. Исследование полученных регуляторов по отдельности, оценка адекватности их применения;
5. Сравнительный анализ полученных результатов.

Основная часть. В основе математической модели движения автомобиля с противооткатной системой лежит уравнение тягового баланса.

Тяговая сила на ведущих колесах автомобиля при его движении затрачивается на преодоление сил сопротивления движению, т.е.

$$F_k = F_f + F_i + F_g + F_{jx} \quad (1)$$

Здесь

$$F_k = \frac{M_e \cdot u_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_0} - \text{сила тяги} \quad (2)$$

M_e – максимальный крутящий момент двигателя (Н*м); u_{mp} – передаточное число трансмиссии; η_{mp} – КПД трансмиссии; r_0 – радиус качения колеса (м);

$$F_f = f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha - \text{сила сопротивления качению} \quad (3)$$

m – масса автомобиля (кг); g – ускорение свободного падения (Н/кг); f – коэффициент сопротивления качению колеса; α – угол наклона поверхности (град);

$$F_i = m \cdot g \cdot \sin \alpha - \text{сила сопротивления подъему} \quad (4)$$

$$F_e = k_e \cdot A_e \cdot v^2 - \text{сила сопротивления воздуха.}$$

В рассматриваемом случае скорость автомобиля маленькая, поэтому этой силой можно пренебречь.

$$F_{jx} = \delta \cdot m \cdot a - \text{сила сопротивления поступательному разгону автомобиля} \quad (5)$$

$\delta = 1 + \sigma_1 + \sigma_2 \cdot u_{mp}^2$ – коэффициент учета вращающихся масс. Для одиночных автомобилей при номинальной нагрузке можно считать $\sigma_1 = 0,03...0,05$; $\sigma_2 = 0,04...0,06$.

Известно, что необходимым и достаточным условием движения автомобиля является

$$F_k \geq F_f + F_i + F_e + F_j \quad (6)$$

Когда это условие не выполняется, автомобиль стоит на месте или скатывается назад, как в нашем случае. Чтобы этого не было, нужна еще одна сила, которая удерживала бы автомобиль на месте, пока не выполнится условие (6). Введем так называемую тормозящую силу F_m .

Получим уравнение движения автомобиля при трогании на подъеме с использованием противооткатной системы:

$$F_k = F_f + F_i + F_j - F_m \quad (7)$$

Для исследования полученной математической модели была построена цифровая модель, представляющая собой схему в Simulink (рисунок 1)

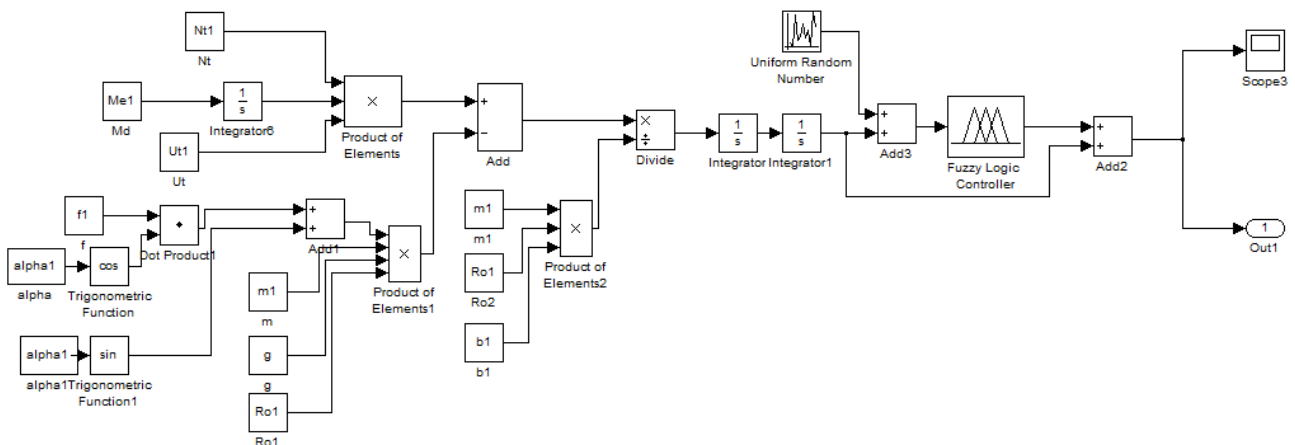


Рисунок 1. – Схема движения автомобиля с нечетким регулятором.

Для предотвращения скатывания автомобиля при трогании на подъеме был применен нечеткий регулятор, которому на вход подавалось в одном случае измеренное перемещение автомобиля, в другом случае измеренная скорость, в третьем случае одновременно скорость и перемещение автомобиля. На выходе нечеткого регулятора получали так называемую тормозящую силу.

Каждая модель была исследована на адекватность, как показали результаты, полученные регуляторы довольно хорошо удерживали автомобиль от скатывания.

Для проведения сравнительного анализа полученных нечетких регуляторов на одном графике были построены траектории движения автомобиля с разными нечеткими регуляторами (рисунок 2).

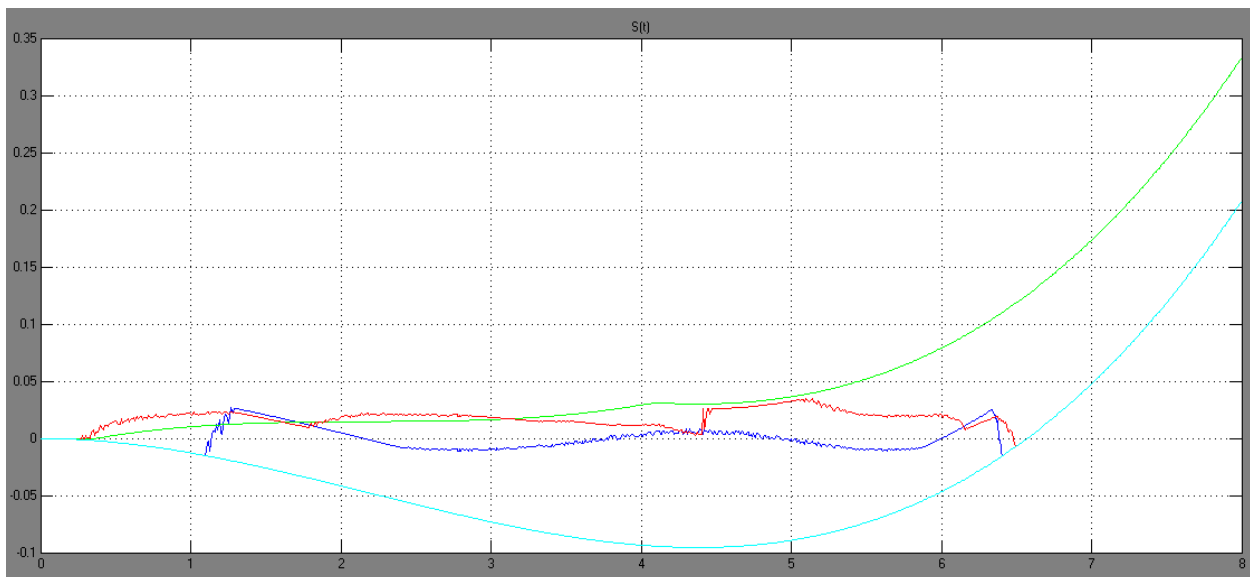


Рисунок 2. – Траектории движения автомобилей с разными нечеткими регуляторами.

Здесь зеленая линия соответствует траектории движения автомобиля с нечетким регулятором, которому на вход подается только скорость автомобиля; синяя – только перемещение, красная – перемещение и скорость одновременно; голубая – без использования противооткатной системы.

Как видно из графиков, эффективность использования каждого из регуляторов практически одинакова. Но сравнительно более плавное движение обеспечивает, как показали исследования, нечеткий регулятор, на вход которого подается текущая скорость автомобиля.

Заключение. В ходе выполнения данной работы были построены нечеткие регуляторы, на входы которых подавались для первого – измеренное перемещение, для второго – измеренная скорость, для третьего – одновременно скорость и перемещение автомобиля. Полученные регуляторы были исследованы по-отдельности. Для выявления самого эффективного из всех регуляторов был проведен сравнительный анализ путем построения траекторий движения автомобиля с разными нечеткими регуляторами на одном графике. Проанализировав ее, был сделан вывод, что нечеткий регулятор на основе информации о текущей скорости автомобиля является наиболее эффективным. Он достаточно хорошо удерживает автомобиль на месте и обеспечивает плавное движение.

Благодарность. Выражаю особую благодарность своему научному руководителю – доктору технических наук, профессору кафедры системного анализа и информатики Набережночелнинского института КФУ, Асанову Асхату Замиловичу за помощь в подготовке данной статьи.

Список литературы

- 1) Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. 228 с.
- 2) Васильев В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: Учебное пособие. М.: Радиотехника, 2009. 392 с.
- 3) Гостев В.И. Нечёткие регуляторы в системах автоматического управления. К.: «Радиоаматор», 2008. 972 с.
- 4) Гришкевич А.И. Автомобили: Теория: Учебник для вузов. Мн.: Выш. шк., 1986. 208 с.
- 5) Тарасик В.П. Теория движения автомобиля. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 478 с.