

## Система нечёткого управления для задачи автоматического торможения автомобиля перед препятствием

Необходимо разработать нечёткий контроллер для решения задачи автоматического торможения прямолинейно движущегося автомобиля перед препятствием. Входными параметрами контроллера являются расстояние до препятствия и скорость автомобиля. Выходным является тормозное усилие (поглощаемая за единицу времени энергия).



Движущийся автомобиль обладает кинетической энергией  $E = mv^2/2$ . При ненулевом выходе контроллера часть энергии поглощается тормозной системой, а скорость автомобиля соответствующим образом снижается.

Программа должна включать в себя модель движения автомобиля и нечёткий контроллер, управляющий торможением автомобиля.

Модель может быть реализована следующим образом.

Скорость машины и расстояние до препятствия описываются переменными  $v(t)$  и  $l(t)$  соответственно. Их начальные значения  $v(0), l(0)$  задаются пользователем.

Моделирование осуществляется с дискретным шагом по времени  $t = 0, 1, 2, \dots$  (например, в секундах).

В каждый момент времени:

1. Вычислите кинетическую энергию автомобиля  $E(t) = \frac{m \cdot v(t)^2}{2}$ .
2. Подайте на вход нечёткому контроллеру текущие значения скорости и расстояния  $v(t), l(t)$  и получите от него значение энергии торможения  $e_{brake}(t)$ .
3. Вычислите значение кинетической энергии автомобиля на следующий момент времени:  $E(t + 1) = E(t) - e_{brake}(t)$ .
4. Определите новое расстояние до препятствия с учётом скорости автомобиля и шага моделирования по времени:  $l(t + 1) = l(t) - v(t)\Delta t$ .
5. Если расстояние до препятствия стало отрицательным, зафиксируйте столкновение и завершите моделирование.
6. По  $E(t + 1)$  определите скорость автомобиля в следующий момент времени  $v(t + 1)$ .
7. Если скорость достигла нуля, остановите моделирование.

При моделировании используйте реалистичное значение массы автомобиля  $m$ . Постарайтесь настроить правила контроллера так, чтобы он не тормозил автомобиль в безопасных условиях, но при этом в большинстве случаев успевал остановить его до препятствия.

Учтите, что в реальности существует ограничение на максимальное количество энергии, которое может рассеять тормозная система.

## **Задание 1**

Реализуйте модель движения автомобиля и систему нечёткого вывода. Тип нечёткого вывода и другие параметры структуры системы нечёткого вывода – по Вашему усмотрению. Ввод параметров нечёткого вывода осуществляется вручную.

## **Задание 2**

Реализуйте оптимизацию правых частей правил системы нечёткого вывода с использованием генетического алгоритма (или его аналогов). Для этого предложите критерий качества управления таким образом, чтобы система, во-первых, обеспечивала торможение автомобиля до препятствия, и во-вторых не начинала торможение слишком рано.