

УДК 621.385.002

В.Ю. Евтушенко, Е.Ю. Косенко**СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОВКОЙ
АВТОМОБИЛЯ**

Рассматривается задача разработки автоматической системы управления парковкой легкового автомобиля. Для ее решения предлагается использовать методы теории нечетких множеств и нечеткой логики. В работе выполнен анализ применения классической теории управления и проведено имитационное моделирование нечетких систем управления, встроенных в систему математического моделирования MatLab. Приводится порядок формирования значения вещественной функции, определяемой нечеткой моделью. Также рассмотрены основные положения и модули системы парковки автомобиля и приведены результаты сравнительного анализа.

Нечеткая логика; нечеткие системы управления; регулятор; база правил.

V.J. Evtushenko, E.Yu. Kosenko**AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR CAR PARKING**

The paper considers the problem of automatic control system development for car parking. The decision of the problem is supposed to be made with application of methods of fuzzy set and fuzzy logic theory. In this work the analysis of classical control theory application is carried out and imitating modeling of the fuzzy control systems that have been built in system of mathematical modeling MatLab is made. There is introduced the procedure of forming of real function's values which is defined by a fuzzy model. Also substantive provisions and modules of system of car parking are considered and results of the comparative analysis are introduced.

Fuzzy logic; fuzzy control systems; controller; rule database.

Основная проблема представляет собой парковку автомобиля, имеющего определенную траекторию движения под начальным углом движения. Управление автомобилем выполняется на уровне ускорения и торможения.

Для создаваемой системы нечеткого управления объектом будет легковой автомобиль. Он оборудуется восемью ультразвуковыми датчиками, аналогичными датчикам современных парктроников (устройств, показывающих расстояние до препятствия при ручной парковке).

При управлении сложными техническими системами, как правило, приходится сталкиваться с различной степенью неопределенности исходных данных, параметров системы, нечеткостью целей и задач управления.

Причины возникновения неопределенности могут заключаться в стохастической природе влияющих на систему внешних факторов, в особенностях протекающего технологического процесса и в непредсказуемости управляющего воздействия человека [1].

В современной научной литературе обращается внимание на необходимость разработки и применения новых методов раскрытия неопределенности при управлении в условиях неполной (нечеткой) информации.

Методы управления, основанные на теории нечетких множеств, разработанной американским математиком Л.А. Заде, являются наиболее перспективными для решения данного класса задач [2–3].

Наиболее эффективным подходом к решению такой задачи будет применение теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Для решения данной проблемы в качестве основных информационных технологий выбраны системы управления на основе нечеткого вывода и извлечение умений опытного водителя. Сначала на основе обработки некоторого количества экспе-

риментальных данных параллельных и перпендикулярных парковок создаётся база нечётких правил и функций принадлежности, описывающих входные лингвистические переменные расстояний до препятствий от восьми ультразвуковых датчиков и выходную лингвистическую переменную угла поворота руля. Затем в ходе большой серии парковок производится корректировка баз правил и точного вида треугольных нечетких чисел, описывающих нечеткие переменные (термы), составляющие вышеуказанные лингвистические переменные. Наличие большого количества управляющих параметров относит эту задачу к области искусственного интеллекта.

Нечеткий контроллер представляет собой систему нечеткого логического вывода типа Мамдани. Нечеткая модель реализует некоторую вещественную функцию

$$f : D_{x_1} \times \dots \times D_{x_n} \rightarrow D_z,$$

которая определяется процедурой выполнения нечетких правил. Для заданных вещественных значений аргументов x_1, x_2, \dots, x_n , вещественное значение функции $z^* = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ вычисляется следующим образом:

1. В каждом правиле R_i определяются степени принадлежности $\mu_{A_{ij}}(x_j^*)$ величин x^* нечетким множествам A_{ij} .
2. Вычисляются степени срабатывания правил $w_i = T(\mu_{A_{1i}}(x_1^*), \mu_{A_{2i}}(x_2^*), \dots, \mu_{A_{ni}}(x_n^*))$, где $T(a, b)$ – операция нечеткой конъюнкции.
3. Заключение правил вычисляются как нечеткие множества Z_i , со следующими степенями принадлежности $\mu_{z_i}(z) = F(w_i, \mu_{C_i}(z))$, где F – некоторая вещественная функция от двух аргументов (обычно операция нечеткой конъюнкции).
4. Заключение правил Z_i агрегируются в нечеткое множество Z^* по формуле $\mu_Z(z) = S(\mu_{z_1}(z), \mu_{z_2}(z), \dots, \mu_{z_m}(z))$, где в качестве функции S обычно выбирается некоторая операция нечеткой дизъюнкции $S(a, b)$.
5. На основе нечеткого множества Z^* определяется, например, в результате вычисления его центра тяжести, вещественное число z^* которое и принимается за значение вещественной функции $z^* = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, определяемой нечеткой моделью.

Для реализации процесса нечеткого вывода используются блоки с несколькими входами. Поскольку база правил нечеткой продукции содержит большое количество нечетких высказываний, при этом с увеличением их количества точность вывода повышается, то организуется множество блоков. Если нечеткий вывод проводится на одном уровне блоков, то для продолжения вывода выходы блоков одного уровня связаны с входами на другом уровне, и в результате образуется структура нечеткой модели. Разработка таких сетей эффективно выполняется в системе Fuzzy Logic Toolbox [4].

В рассматриваемой задаче были определены входные и выходные лингвистические переменные.

Входные параметры:

1. SL – скорость грузовика.
2. DPP – расстояние до цели парковки.

Выходные параметры:

1. SL – скорость грузовика.
2. DML – направление движения грузовика.

Для решения этой задачи была построена база правил соответствующей системы нечеткого вывода, которая содержит правила нечетких продукций следующего вида:

ЕСЛИ «SL1 есть NLS» И «DPP есть BD1» ТО «DML есть СВ» И «SL2 есть NVHS»
 ЕСЛИ «SL1 есть NVHS» И «DPP есть AD1» ТО «DML есть В» И «SL2 есть NHS»
 ЕСЛИ «SL1 есть NHS» И «DPP есть AD1» ТО «DML есть SB» И «SL2 есть NAS»
 ЕСЛИ «SL1 есть NAS» И «DPP есть SD1» ТО «DML есть SB» И «SL2 есть NLS»
 ЕСЛИ «SL1 есть NLS» И «DPP есть PP» ТО «DML есть none» И «SL2 есть S»
 ЕСЛИ «SL1 есть PLS» И «DPP есть BD2» ТО «DML есть CF» И «SL2=PVHS»
 ЕСЛИ «SL1 есть PVHS» И «DPP есть AD2» ТО «DML есть F» И «SL2=PHS»
 ЕСЛИ «SL1 есть PHS» И «DPP есть AD2» ТО «DML есть SF» И «SL2 есть PAS»

ЕСЛИ «SL1 есть PAS» И «DPP есть SD2» ТО «DML есть SF» И «SL2 есть PLS»
 ЕСЛИ «SL1 есть PLS» И «DPP есть PP» И «DML есть none» И «SL2 есть S»

Функции принадлежности для входных и выходных параметров изображены на рис. 1, 2 и 3 соответственно.

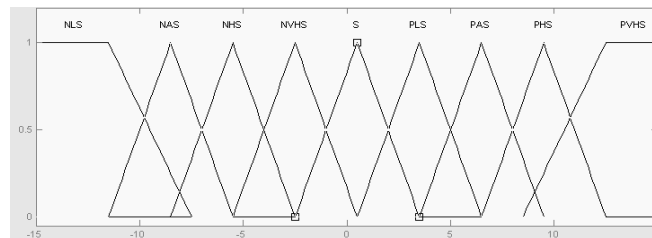


Рис. 1. Функции принадлежности скорости грузовика

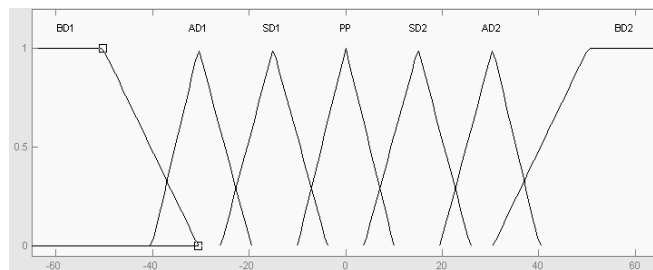


Рис. 2. Функции принадлежности расстояния до цели парковки

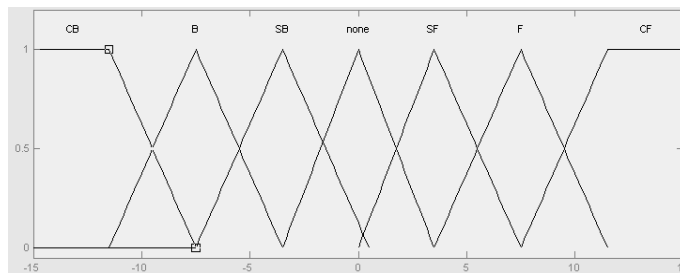


Рис. 3. Функции принадлежности направления движения

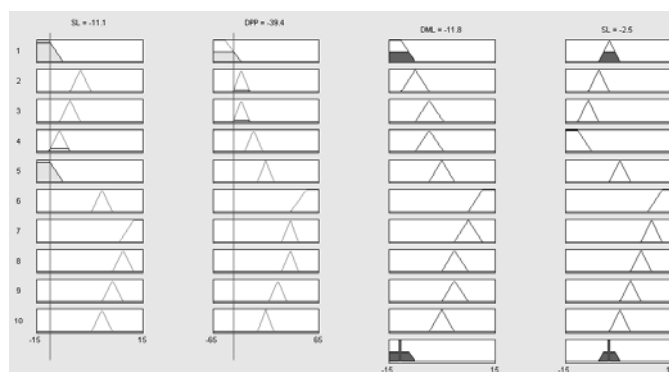


Рис. 4. Графический интерфейс программы просмотра правил после выполнения процедуры нечеткого вывода

Сравнение результатов нечеткого вывода для этих значений входных переменных, полученных на основе численных расчетов и с помощью разработанной нечеткой модели, показывает хорошую согласованность модели и подтверждает ее адекватность в рамках рассматриваемой модели.

В результате расчетов получен график нечеткого вывода (рис. 5) для разработанной нечеткой модели.

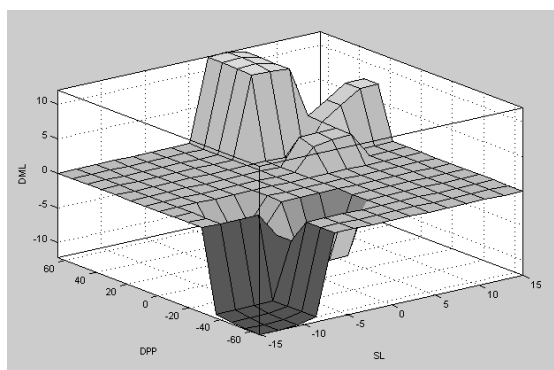


Рис. 5. Поверхность нечеткого вывода для разработанной нечеткой модели

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Финаев В.И.* Модели принятия решений: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 118 с.
2. *Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А.* Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 464 с.
3. *Cai B., Konik D.* Intelligent Vehicle Active Suspension Control Using Fuzzy Logic // IFAC World Congress. – 1993. – Vol. 2. – P. 231-236.
4. *Аверин А.Н.* и др. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.Е. Золотовский.

Евтушенко Валентин Юрьевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: val.evtushenko@gmail.com; 347900, г. Таганрог, ул. Чехова, 3; тел.: 88634371689; кафедра систем автоматического управления; старший преподаватель.

Косенко Евгений Юрьевич – e-mail: kosenko@tti.sfedu.ru; зам декана ФАВТ; к.т.н.; доцент.

Evtushenko Valentine Jurevich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: val.evtushenko@gmail.com; 3, Chekhov's street, Taganrog, 347900, Russia; phone: +78634371689; the department of automatic control systems; senior teacher.

Kosenko Evgenii Yurevich – e-mail: kosenko@tti.sfedu.ru; deputy dean of the faculty of automation and computer engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.