ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ В ПАКЕТЕ MATLAB

Колодников М. И.
Научный руководитель А.А. Ефремов
Томский политехнический университет
mik10@tpu.ru

Введение

Наиболее современные принципы построения автоматических систем управления основаны на составлении строгих математических моделей. Тем не менее, большинство объектов и систем имеют определенные ограничения в силу недостаточной формализации [1]. Управление такими системами проводится либо с использованием принципов адаптивного управления, либо с помощью современных интеллектуальных подходов, таких как нейронные сети, экспертные системы и нечеткая логика [2].

Нечеткая логика позволяет учитывать различного рода неопределенности, возникающие при описании и моделировании систем [1-3], и описываемые нечеткими величинами с определенными функциями принадлежности.

Целью данной работы являлась реализация пользовательских функций принадлежностей в пакете прикладных программ MATLAB.

Основные понятия нечетких множеств

Нечеткая логика является обобщением классической логики и оперирует понятиями нечеткого множества [1, 2].

Нечетким подмножеством $\tilde{S}$ некоторого множества Xназываетсямножество пар

$$\tilde{S} = \{\mu_S(x), x\},$$

где $x \epsilon X, \mu_S(x) \in [0, 1]$.

Функция $\mu_S(x): X \to [0, 1]$ называется функцией принадлежности (ФП) нечеткого множества$\tilde{S}$[1]. Она позволяет вычислить степень принадлежности произвольного элемента множества Xк нечеткому множеству. Также, среди элементов множества X можно выделить отрезки (A, C) и $[B_L, B_R]$, называемые соответственно основанием и ядром нечеткого множества [3], для которых справедливо:

$$\mu_S(x) > 0, \forall x \in (A, C);$$

$$\mu_S(x) = 1, \forall x \in [B_L, B_R].$$

Таким образом, нечеткое множество можно также задать четверкой характерных чисел $\langle A, B_L, B_R, C\rangle$, при условии, что вид ФП определен. В связи с этим, значительная роль при моделировании нечетких систем отдается форме ФП.

Существует множество типов ФП, из которых самыми широко используемыми являются треугольная, трапецеидальная и гауссиана [1, 2]. Значения этих функций могут существенно повлиять на результат моделирования системы и на процесс принятия решений, поэтому для эксперта важно подобрать такую форму кривой, которая бы была адекватна поставленной задаче.

Полиномиальные ФП 2-го порядка

В работе [3] были предложены ФП LR-типа [1], для которых функциями левой и правой частей являются участки полиномов 2-го порядка:

$$\mu(x) = \begin{cases} f_L(x), x \epsilon [A, B_L); \\ 1, x \epsilon [B_L, B_R]; \\ f_R(x), x \epsilon (B_R, C]; \\ 0, x \notin [A, C], \end{cases}$$

где $f_L(x), f_R(x)$ – функции левой и правой частей ФП соответственно.

Форму таких ФП можно варьировать, приравнивая нулю производные функций $f_L(x)$ и $f_R(x)$ либо в точках, где $\mu(x) = 0$, либо в точках, где $\mu(x) = 1$. Таким образом, можно получить 4 различных формы полиномиальных ФП 2-го порядка (рис. 1).

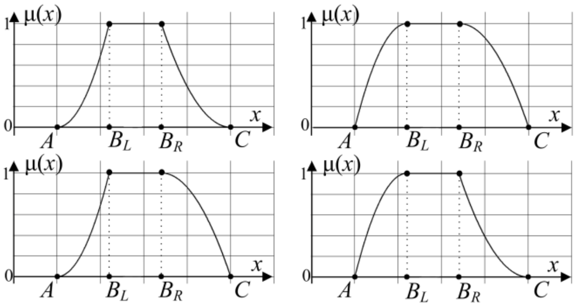

Рис. 1. Возможные формы полиномиальной ФП 2-го порядка

Следует отметить, что если $B_L = B_R = B$, мы получим треугольные ФП, задаваемые тройкой характерных чисел$\langle A, B, C\rangle$.

Реализация ФП в пакете MATLAB

Встроенные модули MATLAB позволяют работать с нечеткой логикой и реализовывать собственные функции принадлежности [4]. Реализация пользовательской ФП заключается в создании m-файла в рабочей директории MATLAB:

```
function out = twoPolyMf(x, p)
LP = length(p)-1;
t = p(length(p));
for i=1:length(x)
if (x(i) <= p(1)) || (x(i) >= p(LP))
        y(i) = 0;
elseif (x(i) >= p(2)) && (x(i) <= p(LP-
1))
        y(i) = 1;
elseif x(i) < p(2)
```

```
if (t == 0) || (t == 1)
                y(i) = (p(1)^2 - 2*p(1)*x(i)
+ x(i)^2)/((p(1)-p(2))^2);
else
                y(i) = ((p(1)-x(i))*(p(1) -
2*p(2) + x(i)))/((p(1) - p(2))^2);
end
else
if (t == 0) || (t == 2)
                y(i) = (p(LP)^2 -
2*p(LP)*x(i) + x(i)^2)/((p(LP) - p(LP-
1))^2);
else
                y(i) = ((p(LP)-x(i))*(p(LP)-
2*p(LP-1)+x(i)))/((p(LP)-p(LP-1))^2);
end
end
end
out = y;
end
```

Данная функция позволяет задавать треугольную или трапециевидную полиномиальную ФП 2-го порядка, конкретная форма которой задается последним параметром в векторе-переменной *p*. Характерные точки нечеткого числа определяются первыми тремя (для треугольной ФП) или четырьмя (для трапециевидной ФП) значениями вектора *p*.

Далее в редакторе нечеткой логики MATLAB мы можем вызвать созданный m-файл и задать параметры нечеткой величины (рис. 2).

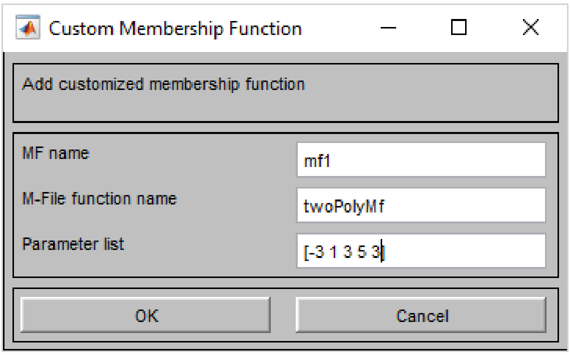

Рис. 2. Пример задания пользовательской ФП

Задаваемая на рис. 2 ФП имеет 5 параметров, следовательно, это трапециевидная ФП с набором характерных точек $\langle -3; 1; 3; 5 \rangle$. Конкретная форма ФП определена последним параметром и представлена на рис. 3.

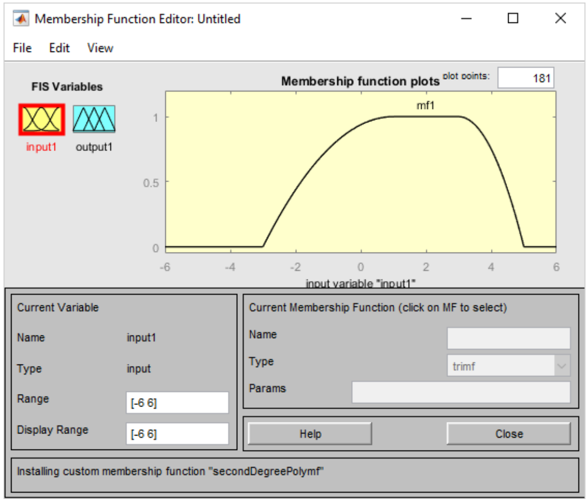

Рис. 3. Пример реализации пользовательской ФП

В дальнейшем планируется использование данных функций принадлежности при моделировании в MATLAB нечетких систем [5], решении задач нечеткой надежности [6], управления и принятия решений.

Заключение

Результатом данной работы является реализация возможности использования пользовательских полиномиальных функций принадлежности 2-го порядка при моделировании нечетких систем в MATLAB. Предложенный код m-файла позволяет добиться значительного разнообразия внешнего вида функции принадлежности. Подход, используемый в данной работе, может быть использован для построения иных функций принадлежностей LR-типа.

Список использованных источников

1. Прикладные нечеткие системы : Пер. с япон. / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под ред. Т.Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. - 368 с.

2. Деменков Н.П. Нечеткое управление в технических системах : Учебное пособие / Н.П. Деменков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 200 с.

3. Ефремов А.А. О применении кусочно-непрерывных функций к заданию функций принадлежности нечетких чисел (L-R)-типа / А.А. Ефремов, А.М. Кориков // Вестник науки Сибири. – 2011. - №. 1(1). – С. 340-343.

4. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 : Основы применения : Полное руководство пользователя / В. П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002. – 768 с.

5. Luneva E.E., Banokin P.I., Yefremov A.A. Evaluation of social network user sentiments based on fuzzy sets // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. - № 93 (1). - art. no. 012054.

6. Кармачев Д.П., Ефремов А.А. Анализ моделей надежности технических систем с U-образной функцией интенсивности отказов // Современные техника и технологии: сборник докладов XX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 14-18 апреля 2014 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 185-186.