

Al-Hanani Murad Abdullah Ahmad

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: Alhanani@hotmail.com

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 89094022606

УДК 681.5

И.С. Коберси, В.В. Шадрин

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБУЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ
АЛГОРИТМОВ**

Рассмотрена разработка генетического алгоритма для обучения интеллектуальной системы управления транспортными средствами, система управления является нейро-нечеткой.

Нейронная система; генетические алгоритмы.

I.S. Kobersi, V.V. Shadrina

**DEVELOPMENT OF ALGORITHM STUDY OF INTELLECTUAL
MANAGEMENT SYSTEM BASED ON GENETIC ALGORITHMS**

The paper considers the development of genetic algorithm for training the intelligent system of driving a vehicle, the control system is a neuro-fuzzy.

Neural systems; genetic algorithms.

Нечеткая логика позволяет строить карты входного пространства вплоть до выходного пространства. Механизм построения выполняется посредством формирования правил IF-THEN, для этого необходимо тщательно построить нечеткие правила и их набор [2]. Основная проблема состоит в том, что применение данного подхода представляет некоторую трудность построения функции принадлежности. Генетический алгоритм – это технология, которая эмулирует теорию эволюции для решений сложных задач оптимизации. Генетические алгоритмы представляют альтернативу традиционным методам оптимизации, с применением случайного поиска, чтобы получить набор оптимальных решений. Генетические алгоритмы буквально ищут относительно двух концов пространства поиска с тем, чтобы определить оптимизационное решение. Популяции всех решений оцениваются для определения наилучшего решения. Гибридная система комбинирует систему нейронного нечеткого интерфейса, а генетические алгоритмы применяются для настройки параметров гибридной сети (ННС). Цель заключается в сокрушении набора правил, прежде чем подавать на вход сети. Модификации, внесенные в разные (отдельные) слои сети, повышают ее производительность. Предложенный ГА ННС-сети в состоянии достичь высоких классификационных показателей по сравнению с ННС-сетей. На рис. 1 показана гибридная система управления транспортными средствами ТС, она состоит из трех основных модулей.

В этой статье рассматривается разработка модуля управления скоростью ТС.

Архитектура модуля управления скоростью ТС

Слои характеризуются нечеткими операциями по следующему порядку:

- ◆ первый слой (входной слой);
- ◆ второй слой (слой состояний);
- ◆ третий слой (правило – базовый слой);
- ◆ слой четвертый (слой отбора правил);
- ◆ пятый слой (слой следствия);
- ◆ шестой слой (выходной слой).

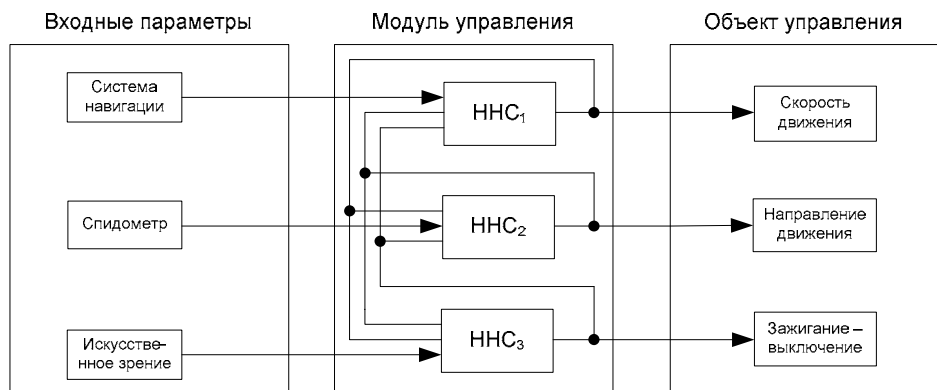


Рис. 1. Модуль системы управления транспортными средствами

Каждый слой имеет свое число нейронов. Число нейронов каждого слоя упорядочено. Номер нейронов в k -м слое назовем N_k , где $k \in \{1, \dots, 6\}$. Нейроны, расположенные в k -м слое, имеют связь E . Значение $E_{i,j}^k$ означает связь i -го нейрона k -1-слоя с j -м нейроном k -го слоя, где $k \in \{2, \dots, 6\}$, $i \in \{1, \dots, N_{k-1}\}$ и $j \in \{1, \dots, N_k\}$. Это не означает связь двух нейронов одного и того же слоя. Связи в нейронных сетях содержат веса w . В модуле [1,2] значения всех весов связей встраиваются вместе с нейронами. Таким образом, веса связи $E_{i,j}^k$ обозначаются $W_{i,j}^k$ и соединены с j -ми нейронами k -го слоя.

Первый слой (I) – входной слой. Вход модуля является нечетким вектором данных, представляющим собой $\vec{x} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_{N_1}]^T$. Функция этого слоя заключается в приеме входных параметров, преобразовании их в одиночные нечеткие множества и передаче на следующий слой. Узлы (переменные) в этом слое называются лингвистическими переменными; они представляют входные лингвистические переменные типа “скорость”, “направление”, “препятствие” и т.д.

Однако в этой актуальной реализации все входы принимают поп-нечеткие векторные значения. Следовательно, процесс поп-фаззификации выполняется. Лингвистические связи прямо соединяют (передают) поп-нечеткие входы на следующий слой. Каждый узел принимает только один вход в качестве одного из ас-

пектов входных векторных данных по всей сети и вывод на несколько узлов следующего слоя.

Функции входа и вывода определяются следующими формулами:

$$\text{Net вход: } f_i^I = x_i \text{ для } i = 1, \dots, N_1,$$

$$\text{Net вывод: } o_i^I = f_i^I \text{ для } i = 1, \dots, N_1,$$

где f_i^I – вход узла i в (первом) слое I; o_i^I – вывод узла i в слое I; и x_i – i -й элемент входного вектора \vec{x} .

Второй слой (II) – слой состояний. Нейроны этого слоя называются узлами ввода элементов. Они представляют собой такие переменные как “высокий”, “средний” или “медленный” из соответствующих входных лингвистических переменных. Подобная структура показана на рис. 2.

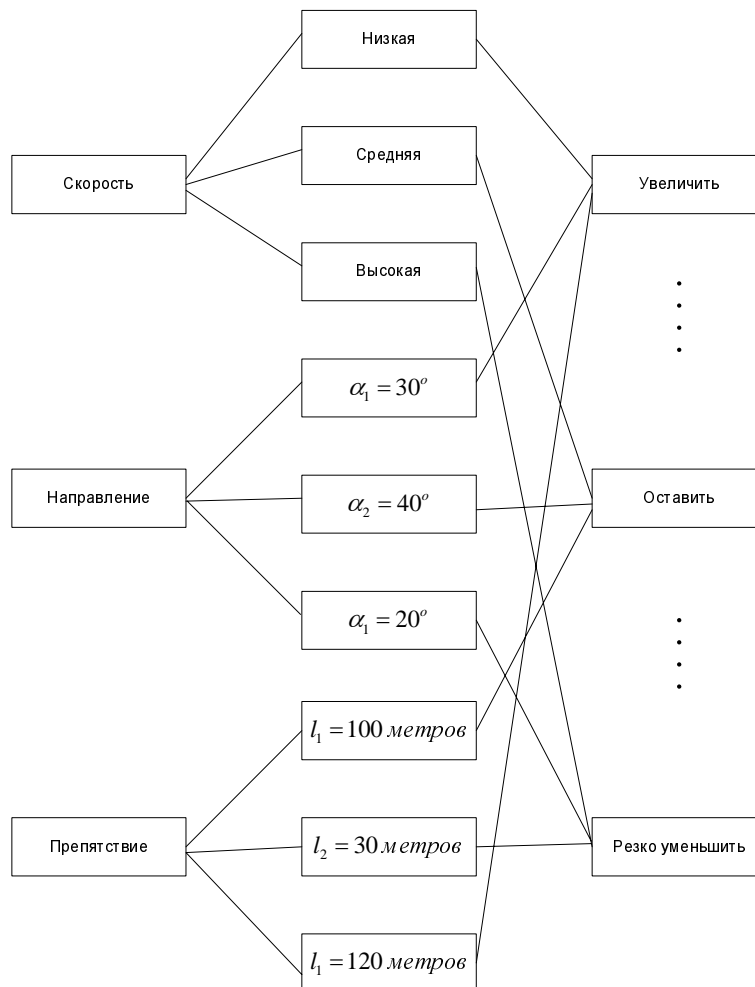


Рис. 2. Иллюстрация простого примера интерфейса нечеткого управления

Показные значения на рис. 2 “скорость”, “направление” и “препятствие” представляют собой лингвистические переменные трех терм множества входного

слоя. А девять узловых значений в слое состояний (второй слой), представляют “состояние скорости”, “состояние направления” и “состояние препятствия”.

Входные значения применяют значения IL . Значения $IL_{i,j}$ обозначают узловые соединения j -го значения i -й входной лингвистической переменной.

Каждое входное узловое значение имеет только один вход, но с его выхода можно передать один или более выводов на следующий слой. Каждый узел этого слоя имеет одну функцию принадлежности. Аргумент выбора функции принадлежности исходит от подключенного лингвистического узла в первом слое. Выходные значения входного узлового слоя представляют собой значение принадлежности.

Часто применяемая функция принадлежности имеет трапециевидальную форму, но в нашем случае применяется треугольная форма, поскольку данная функция имеет два боковых ограничения и один центр, в отличие от общепринятой формы, которая имеет четыре боковых и ни одного центра.

Горизонтальная ось функции принадлежности представляет собой входные лингвистические значения, а вертикальные оси представляют значения функции принадлежности $\mu(x_i)$, где x_i – параметр i -й лингвистической переменной и $\mu(x_i) \in [0,1]$. На рис. 3 показан вид функции принадлежности [1].

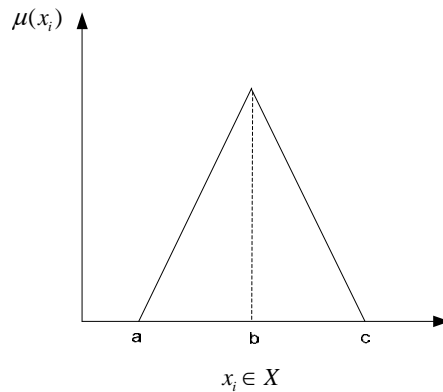


Рис. 3. Треугольная функция принадлежности

Входное значение узла $IL_{i,j}$ обозначает j -е значение i -й лингвистической переменной, вход и выход функции заданы следующими формулами:

$$\text{вход } f_{ij}^n = \begin{cases} 0, & x \in]-\infty, a_i^k], \\ \frac{x_i - a_i^k}{b_i^k - a_i^k}, & x \in [a_i^k, b_i^k], \\ \frac{x_i - c_i^k}{b_i^k - c_i^k}, & x \in [a_i^k, c_i^k], \\ 0, & x \in [c_i^k, +\infty[, \end{cases}$$

для $i = 1, \dots, N_1$ и $j = 1, \dots, N_2$,

$$f_{ij}^n = o_{ij}^n \text{ для } i = 1, \dots, N_1 \text{ и } j = 1, \dots, N_2.$$

Значение выхода: где o_i^I вывод i -го лингвистического узла в первом слое и $\{a_{ij}^II, b_{ij}^II, c_{ij}^II\}$ это параметры треугольной функции принадлежности.

Третий слой (III) – слой базы правил. Этот слой определяет нечеткие правила. Каждый его нейрон включает в себя нечеткие правила и называется узлом правил. Любая функция этого слоя узловых правил может быть проиллюстрирована, как показано на рис. 3.

ЕСЛИ ТС едет со скоростью v_1 , **И ЕСЛИ** ТС движется под углом α_1 ,
И ЕСЛИ обнаружено препятствие ρ_1 , **ТО** изменить скорость на значение $v_1 \pm v_i$.
ЕСЛИ ТС едет со скоростью v_2 , **И ЕСЛИ** ТС движется под углом α_2 ,
И ЕСЛИ обнаружено препятствие ρ_2 , **ТО** изменить скорость на значение $v_2 \pm v_i$.
ЕСЛИ ТС едет со скоростью v_3 , **И ЕСЛИ** ТС движется под углом α_3 ,
И ЕСЛИ обнаружено препятствие ρ_3 , **ТО** изменить скорость на значение $v_3 \pm v_i$.

Слова “увеличить”, “оставить” и “резко увеличить скорость” – это соответствующие узловые правила. Число выводов каждого узлового правила фиксировано-единственно, но число входов каждого узлового правила не фиксировано, а входит в интервал от 1 до N_l (количество входной размерности) в зависимости от количества нечетких правил.

Количества входных и выходных функций k -го узлового правила этого слоя определяются следующими функциями и соответственно:

$$\begin{aligned} \text{входы: } f_k^{III} &= \prod_i o_{ij}^{II} \quad \text{для } k = 1, \dots, N_3, \\ & i = 1, \dots, N_1, \text{ и } j = 1, \dots, N_2; \\ \text{выходы: } f_k^{III} &= o_k^{III} \quad \text{для } k = 1, \dots, N_3, \end{aligned}$$

где f_k^{III} – чистый вход k -го узлового правила в третьем слое (III), и o_{ij}^{II} – чистый выход j -го узлового значения i -й входной размерности второго слоя (II).

Четвертый слой (IV) – слой отбора правил. Этот слой определяет максимальную степень (степень истинности), соответствующую каждому правилу. Он имеет количество узлов, как и в предыдущем слое. Если степень истинности наибольшая среди всех правил, то значение четвертого слоя устанавливается равным единице, иначе равно нулю. Чистые входные и выходные функции определяются соответственно следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{входы: } f_l^{IV} &= o_k^{III} \quad \text{для } l = 1, \dots, N_4, \\ & \text{и } k = 1, \dots, N_3; \\ \text{выходы: } o_l^{IV} &= \begin{cases} 1, & \text{когда } f_l^{IV} \text{ максимальная,} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad \text{для } l = 1, \dots, N_4, \end{aligned}$$

где o_k^{III} – чистый выход k -го узлового правила в третьем (III) слое; f_l^{IV} – чистый вход выбранного l набора узлов четвертого слоя (IV); o_l^{IV} – чистый выход выбранного l набора узлов четвертого слоя (IV).

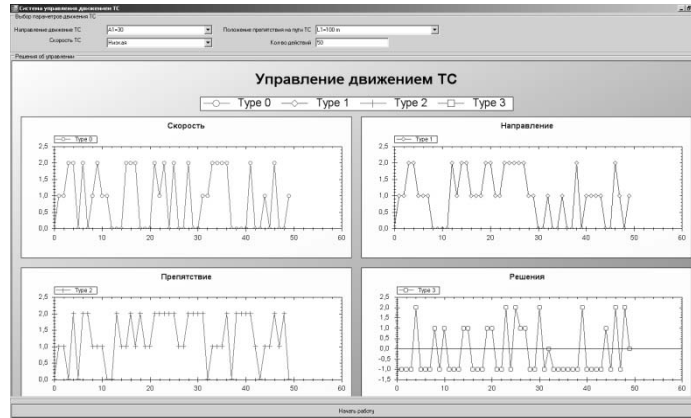


Рис. 4. Отбор правил модуля

Пятый слой (IV) – слой следствия (вывода). Узлы этого слоя называются узлами следствия, и каждый его узел имеет количество N_1+1 от входного слоя, имеющего два входа: первый от предыдущего слоя и N_1 (количество входных данных). Первый вход от предыдущего слоя обеспечивает запуск силы связанных нечетких правил. Вход и выход этого слоя определяются следующими выражениями:

$$\text{входы: } f_m^V = c_0 x_0 + c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_{N_1} x_{N_1} \quad \text{для } m = 1, \dots, N_5,$$

$$\text{выходы: } o_m^V = o_m^{IV} f_m^V \quad \text{для } m = 1, \dots, N_5,$$

где f_m^V – чистый вход m -го определенного узла пятого слоя (V); c_i – коэффициент i -й входной переменной; o_m^{IV} – выходное значение m -го узла четвертого слоя (IV); o_m^V – чистое выходное значение m -го узла пятого слоя (V). Значение $\{c_0, x_1, x_2, \dots, c_i, \dots, c_{N_1}\}$ представляет собой набор параметров. Упомянутые параметры этого слоя являются параметрами следствия (вывода).

Шестой слой (IV) – выходной слой. Этот слой содержит только один узел, и он называется узлом выхода. Таким образом, значение $N_5 = 1$. Он суммирует все выходные значения предыдущего слоя (слой следствий).

Функция выхода сети представляется следующим образом:

$$o^{VI} = f^{VI} = \sum_{m=1}^{N_5} o_m^V,$$

где f^{VI} – чистый вход выходного узла; o^{VI} – чистый выход выходного узла; o^V – выходное значение пятого слоя (V).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Финаев В.И.* Модели систем принятия решений. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005.
2. *Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. 2006.

Коберси Искандар Сулейман

Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: salouma1@mail.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371689.

Шадрина Валентина Вячеславовна

Тел.: 89518382131.

Kobersi Iskandar Souleiman

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: salouma1@mail.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371689.

Shadrina Valentina Viachaslavovna

Phone: 89518382131.

УДК 65.012

А.Р. Гайдук, Д.С. Дрокин

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКОВСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ**

В условиях априорной неопределенности модели системы получены расчетные соотношения для определения марковских параметров динамических систем.

Марковские параметры; система; идентификация.

A.R. Gajduk, D.S. Drokin

DEFINITION OF MARKOVSKY PARAMETERS OF POWER OBJECTS

In the conditions of aprioristic uncertainty of model of system settlement parities for definition markov parametres of dynamic systems are received.

Markov paramete; system; identification.

Введение. Проблема определения марковских параметров энергетических объектов по экспериментальным данным является актуальной для построения эффективных управлений в условиях априорной неопределенности их математической модели [1]. С усложнением энергетических объектов и увеличением требований к качеству систем управления ими, априорное определение адекватных математических моделей объектов становится все более проблематичным. Поэтому в настоящее время в системах управления стремятся использовать адаптивное управление. Особенно актуальной проблема определения параметров объектов является для тех случаев, когда неизвестен или может изменяться в процессе функционирования порядок системы.