

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.9:519.8

МОДУЛИ НЕЧЕТКО-НЕЙРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ РОБОТА

Р.У. Сиддиков

Кокандский государственный педагогический университет им. Мукини,

113000, Узбекистан, г. Коканд, ул. Амира Темура, 37

E-mail: sidrus1073@mail.uz

В работе рассмотрен нечетко-нейронный метод программирования с целью управления движением робота. Рассмотрены достоинства этого метода в сравнении с теорией нечетких множеств и нейронных сетей рассмотренных по отдельности

Ключевые слова: нейронные сети, управление, робот, сигналы

© Сиддиков Р.У., 2014

INFORMATION AND COMPUTATION TECHNOLOGIES

MSC 68T40

FUZZY MODULES NEURONS CONTROLLING ROBOT MOVEMENTS

R.U. Siddikov

Kokand State Pedagogical Institute by Mukini, 113000, Uzbekistan, Kokand, Amira Temura st. 37

E-mail: sidrus1073@mail.uz

We consider a fuzzy-neural programming method in order to control the movement of the robot. The advantages of this method in comparison with the theory of fuzzy sets and neural networks considered separately.

Key words: neural network control, robot, signals

© Siddikov R.U., 2014

Введение

Важнейшим достоинством нейронных сетей считается возможность их обучения и адаптации [1]-[6]. Нам не требуются знания об объекте управления (например, его математическая модель). На основе входных и заданных (эталонных) сигналов нейронная сеть может научиться управлять объектом. Нейронные сети состоят из огромного количества взаимосвязанных простых обрабатывающих элементов (нейронов), что в результате дает громадную вычислительную мощность при использовании параллельной обработки информации. К сожалению, способ проектирования таких систем основывается скорее на интуиции, чем на существующих закономерностях. До настоящего времени неизвестен алгоритм расчета количества слоев сети и количества нейронов в каждом слое для конкретных приложений. Тем не менее, по завершении обучения нейронные сети становятся незаменимыми средствами решения задач распознавания образов, аппроксимации, оптимизации, векторного квантования либо классификации. С другой стороны, накопленные нейронной сетью знания оказываются распределенными между всеми ее элементами, что делает их практически недоступными для наблюдателя.

Описание метода

Этого недостатка лишены системы управления с нечеткой логикой. Однако в данном случае знания о способе управления необходимы уже на стадии проектирования управляющих модулей, причем они должны исходить от экспертов и, следовательно, возможность обучения отсутствует. Однако и в такой ситуации полные знания (описывающие в математическом виде функциональную зависимость между входами и выходами системы) не требуются. В отличие от обычных модулей управления, используются не количественные («сколько?»), а качественные («как?») знания. Система принимает решения на основе правил, записанных в форме импликации IF-THEN. Простейший подход к проектированию таких систем заключается в формулировании правил управления и функции принадлежности по результатам наблюдения за процессом управления, осуществляемым человеком либо уже существующим регулятором, с последующим оцениванием корректности функционирования такой системы. Если проект оказывается неудачным, то функцию принадлежности и/или правила управления можно легко модифицировать. Как уже отмечалось, основным недостатком подобных систем - это невозможность адаптации и обучения.

Объединение обоих подходов позволяет, с одной стороны, привнести способность к обучению и вычислительную мощность нейронных сетей в системы с нечеткой логикой, а с другой стороны - усилить интеллектуальные возможности нейронных сетей свойственными «человеческому» способу мышления нечеткими правилами выработки решений.

Попытки такого объединения стали в последние годы предметом весьма интенсивных исследований. Их результатом можно считать системы выработки решений, в разной степени реализующих идею нечеткого мышления в комплексе с заимствованной от нейронных сетей способностью к обучению. Как отмечалось выше, при некоторых допущениях можно представить систему нечеткого управления в форме многослойной сети с прямым распространением сигнала (*feedforward*). Этим термином также обозначается определенный класс нейронных сетей. Поскольку для их

обучения до настоящего времени вполне успешно использовался алгоритм обратного распространения ошибки, то нет никаких препятствий к тому, чтобы применить его для любой сети этого класса. Следовательно, можно сделать вывод: если системе нечеткого управления можно представить в виде такой сети, то ее можно будет обучать по методу обратного распространения ошибки. Процесс обучения подразделяется на два этапа. Вначале на вход модуля управления подается значение сигнала $\bar{x}$, входящее в обучающую выборку; на его основе формируется выходное управляющее воздействие. Этот сигнал распространяется по сети в прямом направлении, и последовательно рассчитываются значения $\bar{z}^k (k = 1, \dots, N)$, a , b и, наконец, $\bar{y}$. Затем выполняется второй этап: обратное распространение ошибки. При этом выходная реакция $\bar{y}$ сравнивается с эталонным значением d , и по результатам сравнения модифицируются значения весов $\bar{y}^m$. Аналогично рассчитываются остальные параметры: $\bar{x}_i^m$ и σ_i^m . Для $\bar{x}_i^m$ применяется рекурсия

$$\bar{x}_i^m(t+1) = \bar{x}_i^m(t) - \eta \frac{\partial e(t)}{\partial \bar{x}_i^m(t)}.$$

Задача движения робота и способ формирования нечетких правил с помощью алгоритма накопления знаний на основе численных данных. Применим для решения той задачи модифицированный модуль нечеткого управления с возможностью обучения. На первой фазе была выбрана структура модуля. Для первого входного сигнала - позиции робота на оси x - предложено использовать пять функций принадлежности, а для второго входного сигнала - угла ϕ , под которым робот находится к оси - семь функций принадлежности. В результате генерации посылок нечетких правил на основе попарного сопоставления всех функций принадлежности первой и второй переменной получено 35 правил. Центры функции принадлежности выходной переменной (угла поворота робота θ) размещены в точке 0, что равнозначно отсутствию выводов (заключений) в правилах. Сформированные таким образом исходные функции принадлежности использовались в модуле нечеткого управления путем задания соответствующих начальных значений параметров и весов.

Заключение

Таким образом, представленная структура модуля нечеткого управления обладает свойством, которое отсутствует у «обычных» нечетких систем - способностью к обучению. Это достигнуто благодаря представлению модуля управления в виде нейроподобной многослойной сети. В то же время, эта сеть свободна от главного недостатка нейронных сетей - распределения знаний. Все веса и параметры сохраняют свою физическую интерпретацию, что дает возможность анализировать знания, накопленные системой в процессе обучения.

К достоинствам рассмотренного метода можно отнести;

- автоматизацию разделения нечетких правил и выбора функций принадлежности;
- автоматизацию уточнения функции принадлежности при изменении окружающей среды, что обеспечивается возможностями обучения нейронных сетей.

Библиографический список

1. Berenji И. R., Khedkar P. Learning and tuning fuzzy logic controllers through Reinforcements // IEEE Transactions on Neural Networks. 1992. Vol. 3. № 5. P. 724-740.

2. Furuhashi T., Hasegawa T., Horikawa S., Uchikawa Y. An adaptive fuzzy controller using fuzzy neural networks // Fifth IFSA World Congress. 1993. P. 769-772.
3. Hayashi Y., Nomura H., Yamasaki H., Wakami N. Construction of fuzzy inference rules by NDF and NDFL // International Journal of Approximate Reasoning. 1992. Vol. 6. P. 241-246.
4. Horikawa S., Furuhashi T., Uchikawa Y. On fuzzy modeling using fuzzy neural networks with the back-propagation algorithm // IEEE Transactions on Neural Networks, 1992, Vol. 3. №5. P. 801-806.
5. Kohonen T. Self-Organization and Associative Memory. Berlin: Springer-Verlag, 1988.
6. Kohonen T. The self-organizing map // Proceedings of the IEEE. 1990. Vol. 78. P. 1464-1480.

Поступила в редакцию / Original article submitted: 13.05.2014