

Раздел VI. Практические аспекты энергетики

УДК 681.52

Д.А. Белоглазов, И.С. Коберси

НЕОБХОДИМОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Рассматриваются вопросы создания систем управления, гибридных регуляторов на основе таких методов искусственного интеллекта, как нейронные сети и нечеткая логика.

Искусственный интеллект; нечеткая логика; нейронные сети; гибридный регулятор.

D.A. Beloglazov, I.S. Kobersi

PROBLEM OF CONSTRUCTION OF CONTROL SYSTEMS ON THE BASIS OF METHODS OF THE ARTIFICIAL INTELLECT

Questions of creation of control systems, hybrid regulators are considered on the basis of such methods of an artificial intellect as neural networks and fuzzy logic.

Artificial intellect; fuzzy logic; neural networks; hybrid regulator.

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция автоматизации различных производств, технических процессов. Можно говорить о разных причинах сложившейся ситуации, но практически всегда основными являются следующие:

- необходимость увеличения качества выпускаемой продукции;
- необходимость обеспечения экономичного использования ресурсов;
- необходимость уменьшения влияния человеческого фактора, обеспечение безопасности.

Считаю необходимым рассмотреть каждый из приведенных выше пунктов, дать краткое пояснение. Каждый производитель стремится обеспечить наилучшее качество своей продукции, как понятно, сделать это не просто, требуются новые технические решения, применение различных алгоритмов, методов и др.

Можно говорить, что количество параметров контролируемых системами, управляющими различными технологическим процессами, растет год от года, следовательно, увеличивается и сложность самих систем управления. Нужно осознавать, что системы управления, которые были созданы на основе обычного подхода теории автоматического управления уже не удовлетворяют многим предъявляемым к ним требованиям, на смену им, несомненно, придут более прогрессивные решения, например, использующие методы искусственного интеллекта.

Необходимость обеспечения экономичного использования ресурсов является жизненно важным требованием для большинства производителей. Важность экономии ресурсов вытекает, прежде всего, из их стоимости, например не для кого ни секрет, что практически повсеместно использующиеся на производствах энергоресурсы постоянно растут в цене.

Конечно, важно правильно, экономно использовать не только ресурсы нефти и газа, урана, но и прочие ресурсы, например, алюминий, золото, платину, титан и др., список можно продолжать бесконечно.

Требование уменьшения влияния человеческого фактора на безопасность производства тоже является немаловажным, т.е. постоянно разработчики стремятся сделать свои системы управления наименее безотказными, наиболее живучими.

Считаю, что применение в современных системах автоматического управления таких методов искусственного интеллекта, как нейронные сети, нечеткая логика позволит существенно увеличить качество выпускаемой продукции, уменьшить использование дорогостоящих ресурсов, снизить зависимость от человеческого фактора.

Необходимость внедрения именно методов искусственного интеллекта в современные сложные технологические процессы производства легко объяснить, достаточно просто перечислить их выдающиеся достоинства.

Достоинствами аппарата нечеткой логики являются:

- возможность создания систем управления для объектов, алгоритмы, функционирования которых трудно формализуемы методами традиционной математики, построение экспертных систем;
- значительное повышение быстродействия процессов управления при использовании нечетких контроллеров;
- повышение точности алгоритмов фильтрации случайных возмущений при обработке информации от датчиков;
- снижение вероятностей ошибочных решений при функционировании управляющих алгоритмов, что позволяет увеличить срок службы технологического оборудования;

Достоинствами аппарата нейронных сетей являются:

- обучаемость;
- быстродействие;
- некоторая нечувствительность к изменениям входных сигналов

Можно видеть, что каждый из приведенных методов искусственного интеллекта обладает своими существенными достоинствами, но нашей целью является создание именно такого устройства – регулятора, которое могло бы успешно использовать оба приведенных метода, т.е. конечной целью является создание гибридного регулятора.

Проблематика создания гибридных регуляторов часто обсуждается в научной литературе, но, как правило, готового решения нигде не приводится. Нужно понимать, что решение такой проблемы как создание регулятора включающего в себя аппараты нечеткой логики и нейронных сетей является вовсе не тривиальной задачей.

В тематике данной работы нас, прежде всего, интересует некоторый технологический процесс, который требуется автоматизировать с помощью приведенных выше методов искусственного интеллекта.

Считаю необходимым пояснить, что благодаря тому, что нейронные сети и нечеткая логика очень универсальны, то технологический процесс может быть практически любым.

Рассмотрим несколько более подробно достоинства нейронных сетей, как было сказано ранее – это способность обучения, некоторая степень нечувстви-

тельности к небольшим изменениям входных сигналов, большая скорость работы.

Наиболее впечатляющей особенностью является, конечно, возможность обучаться, т.е. в процессе своей работы нейронная сеть может изменять свое поведение, адаптируясь к изменениям входных сигналов, что позволит вовремя реагировать на различные ситуации. Отметим, что уже существуют и успешно применяются различные алгоритмы обучения нейронных сетей.

Отклик сети после обучения может быть до некоторой степени нечувствителен к небольшим изменениям входных сигналов. Внутренняя способность видеть образ сквозь шум и искажения жизненно важна для многих систем управления. Она позволяет преодолеть требование строгой точности, предъявляемое обычным компьютером, и открывает путь к системе, которая может иметь дело с тем несовершенным миром, в котором мы живем.

Важно отметить, что искусственная нейронная сеть делает обобщения автоматически благодаря своей структуре, а не с помощью использования «человеческого интеллекта» в форме специально написанных компьютерных программ.

Способность выдавать решения всего за несколько миллисекунд тоже очень важна, особенно для систем автоматического управления. Данное свойство позволит осуществлять своевременное управление объектом без перерывов, вызванных длительными вычислениями, что существенно повысит качество управления.

В данной работе предполагается использовать нечеткий контроллер для управления некоторым объектом управления. Согласно особенностям создания нечетких контроллеров, первое, что нужно сделать – это определить входные и выходные параметры системы, диапазоны их изменений, создать базу правил, по которой наш контроллер будет принимать решения об управлении.

Необходимость использования нейронных сетей в связке с нечетким контроллером обоснуем следующим образом, как известно большинство технологических объектов постоянно испытывает на себе влияние окружающей среды. Нельзя утверждать, что объект управления и окружающая его среда статичны на протяжении всей “жизни” системы управления, конечно, как вы понимаете это не так.

В ходе функционирования объект изнашивается, изменяются его характеристики, следовательно, для более качественного управления необходимо время от времени проводить некоторую настройку имеющегося в системе нечеткого контроллера, осуществляющего управление.

Таким образом, становится видно, что у нас будет иметься регулятор, состоящий из двух частей, первая часть – нейронная сеть, производящая настройку нечеткого контроллера, вторая – нечеткий контроллер, осуществляющий непосредственное управления объектом, т.е. гибридный регулятор будет иметь вид, представленный на рис. 1.

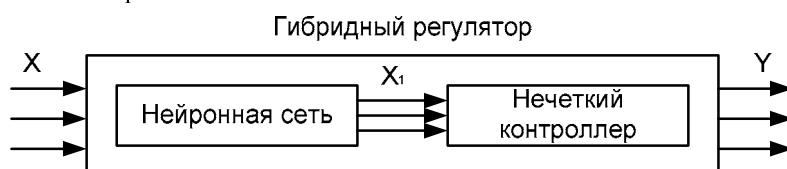


Рис. 1. Состав гибридного регулятора системы автоматического управления

X – входные параметры гибридного регулятора, непосредственно обрабатываются нейронной сетью, X_1 – входные параметры нечеткого регулятора осуществляющего управление объектом, т.е. формирующим выходные сигналы Y .

Планируется, что присутствующая в системе нейронная сеть будет время от времени корректировать параметры нашего нечеткого контроллера, т.е. изменять их. Также известно, что для каждого технического объекта управления можно выделить несколько основных режимов его работы, например для электродвигателя: холостой ход, небольшая нагрузка, средняя нагрузка, большая нагрузка, каждый из которых может характеризоваться своими значениями входных, выходных параметров.

Понятно, что для более качественного управления в различных режимах работы объекта нечеткий контроллер должен быть настроен соответствующим образом, перед нами возникают некоторые вопросы относительно того как это можно сделать.

Известно, что нейронные сети могут классифицировать сигналы, т.е. определять некоторые группы, к которым их можно отнести. Благодаря наличию такой особенности наша система автоматического регулирования может получить еще одно несомненное преимущество: мы можем определять режимы, в которых будет находиться наш объект управления, т.е. при определении того или иного режима работы наша нейронная сеть будет задавать определенные значения нечеткому контроллеру, настраивать его.

Считаю, что совместное применения двух методов искусственного интеллекта при создании гибридного регулятора позволит существенно повысить качество управления системой в целом, обеспечит ее надежность и экономичность.

Перечислив достоинства используемых методов искусственного интеллекта при создании гибридного регулятора считаю нужным также обратить внимание на некоторые их недостатки.

Основными недостатками систем на основе нечеткой логики являются:

- сложность построения базы правил нечеткого контроллера;
- невозможность математического анализа нечетких систем существующими методами;
- отсутствие стандартной методологии проектирования нечетких систем.

Основные трудности при использовании нечетких систем на практике связаны с априорным определением правил и построением функций принадлежности для каждого значения лингвистических переменных, описывающих структуру объекта, которые обычно проектировщик выполняет вручную. Поскольку вид и параметры функций принадлежности выбираются субъективно, они могут быть не вполне адекватны реальной действительности.

Невозможность математического анализа нечетких систем существующими методами объясняется тем, что нечеткие регуляторы в подавляющем количестве случаев создаются именно для систем, математическая модель которых неизвестна.

Несмотря на большие возможности, существует также ряд недостатков, которые ограничивают применение нейросетевых технологий. Нейронные сети позволяют найти только субоптимальное решение и соответственно неприменимое для задач, в которых требуется высокая точность.

Функционируя по принципу черного ящика, они также неприменимы в случае, когда необходимо объяснить причину принятия решения. Обученная

нейросеть выдает ответ за доли секунд, однако относительно высокая вычислительная стоимость процесса обучения как по времени, так и по объему занимаемой памяти также существенно ограничивает возможности их использования. И все же класс задач, для решения которых эти ограничения не критичны, достаточно широк.

Возможности, предлагаемые методами искусственного интеллекта на данный момент времени позволят создавать системы управления нового поколения, которые обладают некоторой долей интеллекта. Определенная интеллектуализация управляющих систем даст несомненные преимущества. Благодаря одному из своих удивительных свойств, способности к обучению, нейронные сети позволят создавать такие системы управления, которые будут способны адаптироваться к меняющимся во времени свойствам объекта, что, несомненно, скажется на качестве управления.

Объединение таких методов искусственного интеллекта как нейронные сети и нечеткая логика в одном устройстве, т.е. фактически создание гибридного регулятора, является очень перспективным решением, позволяющим решать ранее недоступные проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Финаев В.И.* Модели систем принятия решений. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005.
2. *Гайдуж А.Р.* Системы автоматизированного управления. Примеры, анализ и синтез. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. – 414 с.
3. *Уоссермен Ф.* “Нейрокомпьютерная техника” – М.: Мир, 1992.
4. *Горбань А.Н., Россиев Д.А.* “Нейронные сети на персональном компьютере” – СПб.: “Наука” РАН 1996.
5. *Ежов А.А., Шумский С.А.* “Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе”. 1998.
6. *Заде Л.* Понятие лингвистических переменных и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
7. *Zadeh L.A.* Fuzzy logic and approximate reasoning // *Synthese*, 1975. – V. 80. – P. 407 – 428.
8. *Мелихов А.Н., Баронец В.Д.* Проектирование микропроцессорных устройств обработки нечеткой информации. – Ростов-на-Дону.: Изд-во Ростовского университета, 1990. – 128 с.

Коберси Искандар Сулейман

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

E-mail: salouma1@mail.ru

347928, Таганрог, ГСП 17А, Некрасовский, 44. Тел: 88634-371-689

Белоглазов Денис Александрович

E-mail: salouma1@mail.ru

Тел: 8951-838-21-31

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, Nekrasovsky, Taganrog, 347928. Phone: 88634-371-689

Beloglazov Denis Alexandrovich

E-mail: salouma1@mail.ru
Phone: 8951-838-21-31

УДК 621.31:681.51

А.Ю.Молчанов, Д.И.Султанова

**ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В
ЭНЕРГОСИСТЕМЕ ПРИ НЕТОЧНЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

Рассматривается алгоритм распределения нагрузки между энергоблоками генерирующего узла электроэнергетической системы при задании характеристик энергоблоков, ограничений задачи и целевой функции нечеткими интервальными оценками.

Распределение нагрузки; нечеткий интервал.

A.Y.Moltchanov, D.I.Sultanova

**ON THE FEATURES OF POWER SYSTEM LOAD DISTRIBUTION
ALGORITHMS WITH FUZZY INPUT DATA**

Power system load distribution algorithm for a system of power plants in power system node with defining plant characteristics, task restrictions and goal function as fuzzy intervals is described.

Load distribution; fuzzy interval.

Задачи оптимального распределения нагрузки в произвольной энергосистеме относятся к сложным задачам многомерной оптимизации с нелинейными целевыми функциями и обычно решаются по принципу иерархической декомпозиции на подзадачи, связанные с оптимизацией перетоков мощности между укрупненными узлами энергосистемы. Мы будем рассматривать решение задачи оптимизации распределения нагрузки между энергоблоками одной или нескольких электростанций энергосистемы, при допущении, что потери, связанные с перетоками мощности, не учитываются при распределении нагрузки.

Задача распределения нагрузки между энергоблоками должна учитывать дискретность характеристик агрегатов, неопределенность относительно режимных параметров энергосистемы, связанную с ограниченной точностью прогнозирования нагрузки, неточность определения расходных характеристик агрегатов, а также ограничения, связанные с режимом работы отдельных энергоблоков и наличием резерва мощности в узле энергосистемы [1, 2].

Метод относительных приростов [1], используемый для распределения нагрузки между энергоблоками предполагает, что расходные характеристики энергоблоков представляют собой гладкие дифференцируемые функции и полностью известны. В действительности эти характеристики определяются в результате режимных испытаний и поэтому практически не обновляются. Предложено использование динамического программирования для распределения нагрузки [2], но при этом также необходимо точно знать расходные характеристики агрегатов. В работе [3] предложена модель оптимизации распределения на-