

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ В ПИД – РЕГУЛЯТОРАХ

Сачко А.В.

Научный руководитель — доцент к.т.н. Куликовский В.С.

Сибирский федеральный университет

Искусственные нейронные сети (ИНС) – математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой попыткой были нейронные сети Уоррена Мак Каллока и Уолтера Питтса.

ИНС представляют собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (т.е. функциональный блок с одним выходом y и n входами x_1, x_2, \dots, x_n). Такие процессоры обычно довольно просты, особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах. Нейронные сети не программируются, они обучаются, что позволяет передать нейронной сети опыт эксперта. Возможность обучения – одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. После разработки алгоритмов обучения, модели нейронных сетей стали использовать в практических целях в том числе и в задачах управления.

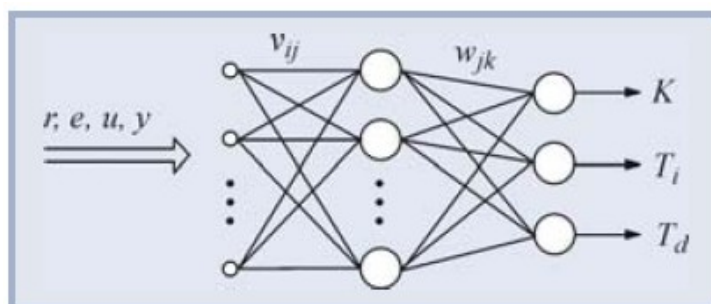


Рис. 1. Структура нейронной сети в блоке автонастройки

Благодаря этому появилась возможность использования нейронных сетей в ПИД – регуляторах

Нейронная сеть в ПИД – регуляторах.

Нейронная сеть в ПИД – регуляторах используется для: построения самого регулятора и для построения блока настройки его коэффициентов. Регулятор с нейронной сетью похож на регулятор с табличным управлением, однако отличается специальными методами настройки (обучения). В отличие от нечеткого регулятора, где эксперт должен сформулировать правило настройки в определенных переменных, при использовании нейронных сетей достаточно, чтобы эксперт несколько раз сам настроил регулятор в процессе обучения сети.

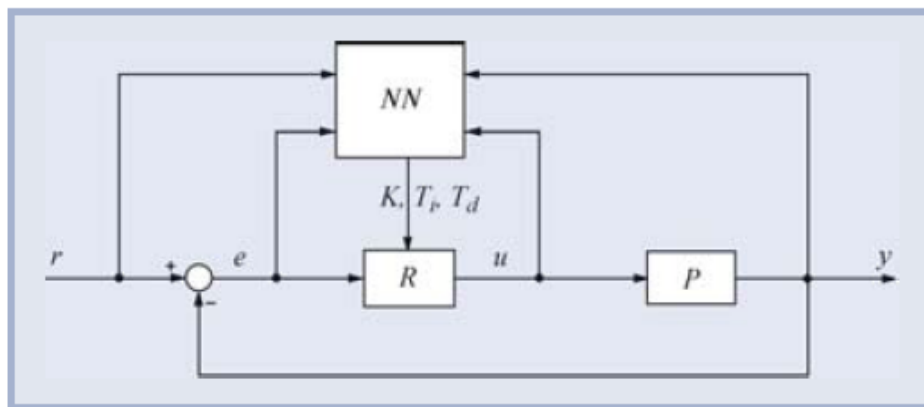


Рис. 2. Структура ПИД-регулятора с блоком автонастройки на основе нейронной сети NN

Типовая структура системы автоматического регулирования с ПИД-регулятором и нейронной сетью в качестве блока автонастройки показана на рисунке 2. Нейронная сеть NN в данной структуре играет роль функционального преобразователя, который для каждого набора сигналов r , e , u , y вырабатывает коэффициенты ПИД-регулятора K , T_i , T_d . Самой сложной частью в проектировании регуляторов с нейронной сетью является процедура «обучения» сети. «Обучение» заключается в идентификации неизвестных параметров нейронов w_i , b и a . Для «обучения» нейронной сети обычно используют методы градиентного поиска минимума критериальной функции $\sum = (u^* - u)^2$, зависящей от параметров нейронов. Процесс поиска является итерационным, на каждой итерации находят все коэффициенты сети, сначала для выходного слоя нейронов, затем предыдущего и так до первого слоя (метод обратного распространения ошибки). Используются также другие методы поиска минимума, в том числе генетические алгоритмы, метод моделирования отжига, метод наименьших квадратов.

Процесс «обучения» нейронной сети выглядит следующим образом (рисунок 3). Эксперту предоставляют возможность подстраивать параметры регулятора K , T_i , T_d в замкнутой системе автоматического регулирования при различных входных воздействиях $r(t)$. Временные диаграммы (осциллограммы) переменных r^* , e^* , u^* , y^* , полученные в подстраиваемой экспертом системе (рисунок 3, а), записываются в архив и затем подаются на нейронную сеть, подключенную к ПИД-регулятору (рисунок 3, б).

Нейронная сеть настраивается таким образом, чтобы минимизировать погрешность $\sum = (u^* - u)^2$, между сигналом u^* , полученным с участием эксперта, и сигналом u , полученным в процессе «обучения» нейронной сети. После выполнения процедуры «обучения» параметры нейронной сети заносятся в блок автонастройки. В соответствии с теорией нейронных сетей, обученная нейронная сеть должна вести себя так же, как и эксперт, причём даже при тех входных воздействиях, которые не были включены в набор сигналов, использованных при «обучении».

Длительность процесса «обучения» является основной преградой на пути широкого использования методов нейронных сетей в ПИД-регуляторах. Другими недостатками нейронных сетей являются невозможность предсказания погрешности регулирования для воздействий, которые не входили в набор обучающих сигналов, а также отсутствие критериев выбора количества нейронов в сети, длительности обучения, диапазона и количества обучающих воздействий.

Таким образом, если исследуемый объект управления нелинеен, сложен и не может быть идентифицирован, но имеются эвристические правила или опыт ручного

управления таким объектом, то решить задачу управления можно с помощью нейросетевого регулятора.

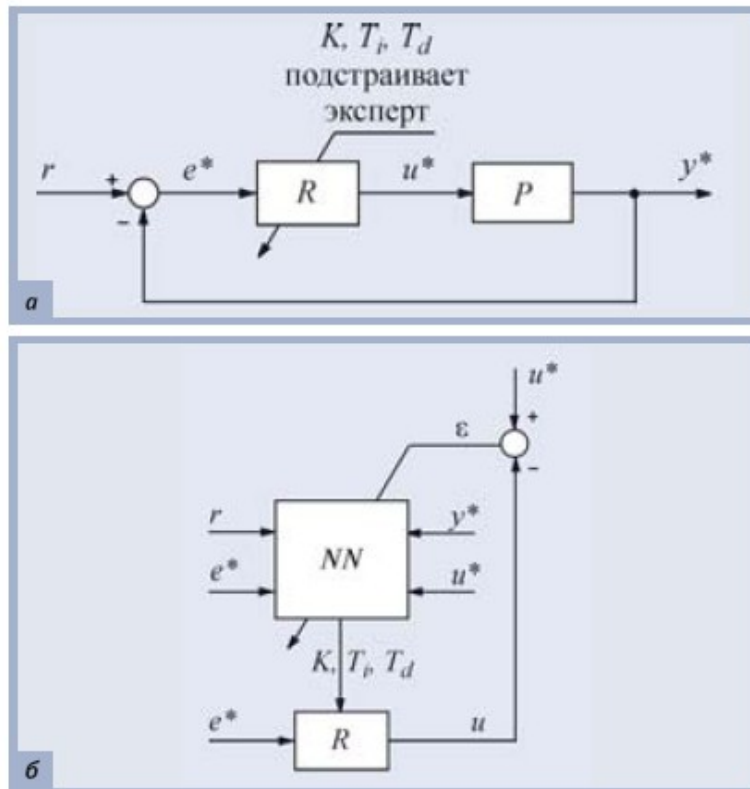


Рис. 3. Схема «обучения» нейронной сети в блоке автонастройки: а-система управления, подстраиваемая экспертом; б-нейронная сеть, обучаемая с помощью сигналов, которые получены в представленной на рисунке а системе