

НЕЙРОСЕТЕВОЙ НАСТРОЙЩИК ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Сладков М.¹, Леонов С.В.²

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8Т92, e-mail: sladkov02@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: leonov@tpu.ru

Введение

Все чаще в современном мире можно увидеть, как выходит новая нейросеть, решающая определенные задачи, зачастую даже лучше человека. Пока что, чаще их применяют для развлекательного характера, однако есть и такие нейросети, что помогают решать инженерные и научные задачи.

В промышленности тоже есть место для применения нейросетей. Уже имеются исследования систем регулирования, которые задействуют нейросети, причем это положительно влияет на процесс [1,3]. Целью данной работы является разработка нейросетевого настройщика ПИД-регулятора для объектов, параметры которых изменяются во времени.

Описание нейронной сети

Одним из важных условий применимости проекта, является невысокая вычислительная сложность модели нейронной сети. Для такой задачи прогнозирования коэффициентов ПИД-регулятора подходит перцептрон. Принцип работы перцептрона состоит в следующем, каждый вход умножается на весовой коэффициент, после чего суммируется с такими же взвешенными входами. Сумма взвешенных входов подается на вход функции активации, после чего формируется выходное значение. Схема перцептрона представлена на рисунке 1.

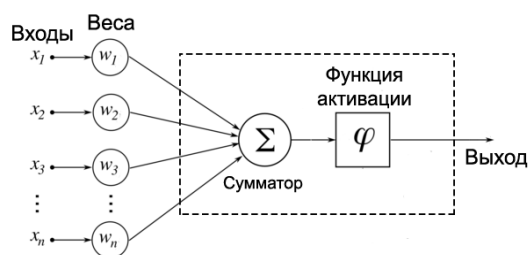


Рис. 1. Схема перцептрона

Глядя на рисунок 1, можно увидеть, что выход у перцептрона всего один, потому для пропорционального, интегрального и дифференциального коэффициентов будет отдельный перцептрон.

Для обучения нейронной сети используется метод обратного распространения ошибки, он используется с целью минимизации ошибки работы перцептрона, что позволяет, в свою очередь, добиться желаемого выхода. Метод заключается в вычислении градиента, использующегося при обновлении весов перцептрона, фактически, сигналы ошибки от выходов сети распространяются к входу обратно прямому распространению сигналов при работе [2].

В обучающей выборке содержится 30 примеров, она состоит из значений коэффициентов k и коэффициентов ПИД-регулятора, соответствующих передаточной функции с значениями коэффициентов k . Расчет коэффициентов ПИД-регулятора проведен методом Циглера-Никольса, с последующей итеративной корректировкой.

Количество эпох обучения составляет 900 эпох, при этом достигается точность 90 процентов на обучающей выборке, на тестовой выборке точность составила 70 процентов.

Описание объекта управления и принцип действия

Для проведения экспериментов и дальнейшего анализа результатов, необходим объект управления. Передаточная функция объекта управления выглядит следующим образом:

$$W(s) = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{s^2 + s \cdot (k_1 + k_2) + k_1 \cdot k_2};$$

Перед объектом управления стоит ПИД-регулятор, вся система охвачена единичной обратной связью.

Таким образом, на вход каждого перцептрона, отвечающего за один из коэффициентов ПИД-регулятора, подаются коэффициенты k_1 , k_2 , k_3 . На основе этих коэффициентов происходит “предсказание” перцептроном коэффициента. Далее данные коэффициенты передаются в ПИД-регулятор, который формирует свое выходное значение.

Результаты и их анализ

Эксперимент состоит в следующем, пусть коэффициенты k_1 , k_2 , через промежуток времени в 5 секунд меняют свои значения в диапазонах [5;4] и [1;2.5] соответственно, а задающее воздействие увеличивается на 0,5, так как подразумевается переход из одного режима работы в другой. Сравнивается перерегулирование и скорость регулирования системы с нейросетевым настройщиком и системы с оптимальными параметрами усредненных значений k_1 , k_2 , k_3 , которые обеспечивают устойчивость на всем интервале изменения параметров.

Коэффициент k_1 будет уменьшаться через каждый промежуток на 0,5, а k_2 увеличиваться на 0,75.

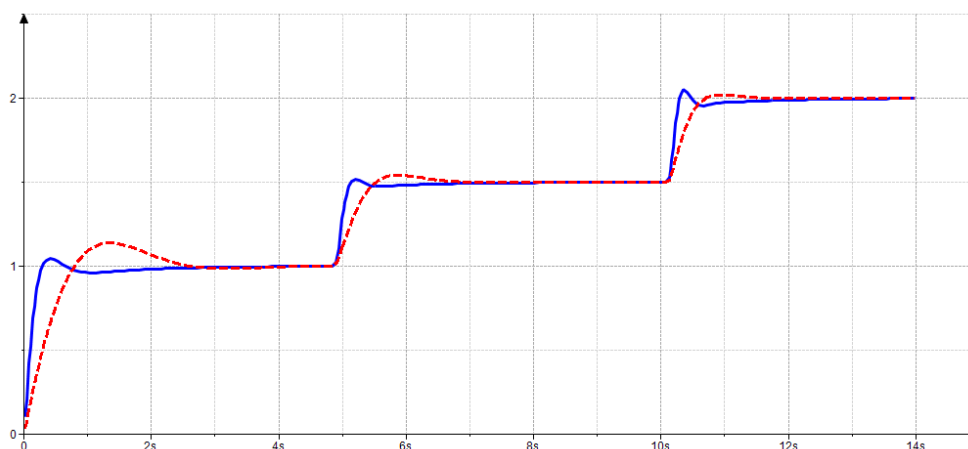


Рис. 2. Переходные характеристики исследуемых систем

На рисунке 2, сплошной линией изображена переходная характеристика системы под управлением нейросетевого настройщика ПИД-регулятора, а прерывистой линией – система с оптимально настроенным ПИД-регулятором. Исходя из графика, можно сделать вывод о том, что система с нейросетевым настройщиком регулятора оказалась быстрее во всех случаях, а перерегулирование оказалось больше лишь в одном случае из трех. Однако стоит отметить тот факт, что на качество работы настройщика зависит от обучающей выборки, которая в проводимом эксперименте не большая, потому потенциал для улучшения показателей присутствует. Соответственно, можно сделать вывод, что применение настройщика имеет выгоду.

Заключение

Таким образом, применение нейросетей, а в частности – нейросетевого настройщика ПИД-регулятора позволяет придать системе гибкости и повысить качество переходных процессов в системе, объекты которой могут изменять свои параметры и режимы работы.

Список использованных источников

1. Исследование адаптивной системы автоматического регулирования с применением нейросетевых технологий на имитационной модели реактора. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-adaptivnoy-sistemy-avtomaticheskogo-regulirovaniya-s-primeneniem-neyrosetevykh-tehnologiy-na-imitatsionnoy-modeli> (дата обращения 15.02.2023).
2. Метод обратного распространения ошибки. [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_обратного_распространения_ошибки (дата обращения 15.02.2023).
3. Нейросетевая настройка адаптивного ПИД-регулятора мощности гидроагрегата. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrosetevaya-nastroyka-adaptivnogo-pid-regulyatora-moschnosti-gidroagregata> (дата обращения 15.02.2023).