В результате работы модуля был сделан следующий вывод:

Профессиональные компетенции выпускников отделения математики и информатики ИФН КемГУ не в полной мере соответствуют актуальным требованиям рынка труда Кемеровской области. Это подтверждается тем, что, несмотря на положительную динамику предложений на рынке труда региона, рост заработной платы сотрудников в сфере ИКТ и рост ВВП сферы ИКТ региона в целом, количество выпускников, трудоустраивающихся по специальности, в процентном соотношении снижается.

Рекомендуется внести изменения в учебный план в соответствии с рекомендациями экспертной системы выбора профессиональных компетенций.

1. Гордева Н.М., Статистика в схемах и таблицах. – М. – 2017. – С.417.
2. Лаптева Е.В., Портнова Л.В., Статистика: теория статистики и экономическая статистика / Оренбург. – 2019. – С.412.
3. Яковлев В.Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel / М. – 2019. – С. 353.
4. Вакуленко Е.С. Экономический анализ феномена массовизации высшего образования // Прикладная эконометрика. – 2019. – №55. – С. 113-138.
5. Долгова И.Н., Единак Е.А., Коровкин А.Г., Королев И.Б. Согласование спроса и предложения на региональных рынках труда РФ с учетом образовательных характеристик рабочей силы // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2017. – № 15. – С. 511-530.
6. Ковальчук О.В. Методологические аспекты оценки эффективности образовательной деятельности в муниципальных образованиях // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №6. – С. 87-88.
7. Леонидова Г.В., Устинова К.А. Трудоустройство по специальности в регионе // Высшее образование в России. – 2016. – № 4 (200). – С. 64-71.
8. Бизнес-статистика статистической методологии познания [электронный ресурс] // 2015. URL: <http://elibrary.ru/handle/123456789/950> (дата обращения: 20.12.2019).
9. Козырева П.М. Образование и трудоустройство: возможности и реальность [электронный ресурс] // 2019. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovanie-i-trudoustroystvo-vozmozhnosti-i-realnost/viewer> (дата обращения 20.12.2019).
10. Сандлер Д.Г., Сущенко А.Д., Кузнецов П.Д., Печенкина Т.Е. Трудоустройство выпускников и его связь с качеством высшего образования [электронный ресурс] // 2018. URL: <https://www.umj.ru/jour/article/view/171> (дата обращения 20.12.2019).

Буянкин В.М.

Разработка системы искусственного нейроителлекта для управления цифровым следящим приводом

*ФГБОУ ВО “Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)”
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-06-2020-74

idsp: ljournal-06-2020-74

Аннотация

В статье рассматриваются этапы проектирования системы искусственного нейроителлекта для управления цифровым следящим приводом (ЦСП). Рассматривается проектирование ЦСП с электродвигателем постоянного тока с

ПИД-нейрорегулятором. Классические регуляторы не могут оперативно самообучаться, перестраивать свои структуры, варьировать коэффициенты при изменении параметров технических объектов. Классические регуляторы не могут вырабатывать упреждающее прогнозируемое управление, которое является необходимым для качественной работы.

В последние годы резко повысился интерес к новым научным направлениям, в частности к нейроуправлению с использованием нейрорегуляторов. Нейрорегуляторы как элементы систем искусственного нейроителлекта непосредственно обучаются статическим и динамическим характеристикам, обеспечивая необходимую точность систем нейроуправления, что выгодно отличает их от традиционных микропроцессорных систем. Поэтому для удешевления статических и динамических характеристик необходимо решать задачи проектирования систем искусственного нейроителлекта для ЦСП. Разработанная система искусственного нейроителлекта для ЦСП показала высокие статические и динамические характеристики работы с самообучением нейрорегулятора, который успешно подстраивается к внешним возмущающим воздействиям.

Ключевые слова: статические, динамические, характеристики, нейрорегулятор, электропривод

Введение

В настоящее время сверхточные прецизионные системы ЦСП разрабатываются на базе стандартных классических регуляторов, которые широко зарекомендовали себя благодаря своей простоте и высокой надежности для линеаризованных объектов управления. Однако, эти регуляторы не могут оперативно самообучаться, перестраивать свои структуры, варьировать коэффициенты при изменении параметров технических объектов. Стандартные классические регуляторы не могут вырабатывать упреждающее прогнозируемое управление, которое является необходимым для качественной работы.

В последние годы резко повысился интерес к новым научным направлениям, в частности к нейроуправлению с использованием нейрорегуляторов. Нейрорегуляторы непосредственно обучаются статическим и динамическим характеристикам, обеспечивая необходимую точность систем нейроуправления, что выгодно отличает их от традиционных микропроцессорных систем. Поэтому для удешевления статических и динамических характеристик необходимо решать задачи проектирования систем искусственного нейроителлекта для ЦСП.

Ключевые слова: статические, динамические, характеристики, искусственный нейроэлектротехнический интеллект электропривода

Описание структурной схемы ЦСП

Структурная схема рабочего макета (ЦСП) с двигателем постоянного тока выполнен в виде научно-исследовательского стенда представлен на рис. 1 на базе микро - ЭВМ в МГТУ им. Н.Э.Баумана на кафедре “Электротехника и электроника”. Основу конструкции стенда составляет стандартный лабораторный стол 1. Вертикально на столе смонтирована панель с гнездами для измерений необходимых параметров различных блоков системы управления электроприводом. На этой панели закреплена фальш-панель 2 с выполненной на ней мнемонической блок-схемой ЦСП, вид которой представлен на рис. 2, совместно с управляющей микро-ЭВМ. Здесь же, в соответствующих местах выведена индикация угла поворота и частоты вращения вала привода посредством светодиодов и семисегментных цифровых элементов.

Электродвигатель постоянного тока 3 с нагрузочным устройством 4 и импульсным датчиком 5 укреплены на специальном вертикальном (для экономии места) каркасе-стойке, установленной на полу справа от лабораторного стола 1.

Микропроцессорный комплекс 6, или микро-ЭВМ с блоком программатора 7 и источником питания нагрузочного устройства 8 расположены на крышке приборной тумбы 9, которая установлена слева от стойки с двигателем. В тумбе 9 установлен крейт 10 с электронными блоками системы управления. В крейте расположена также необходимая функциональная коммутационная аппаратура. Такое расположение и

конструктивное исполнение блока 10 дает возможность свободного доступа к печатным платам электронных блоков в случаях их изучения или ремонта. Предложенное расположение оборудования, соответствующее функциональной блок-схеме (рис. 1). ЦСП, обеспечивающее эффективную и безопасную работу за стендом.

Рис. 1. Стенд ЦСП на базе микро-ЭВМ

ЦСП представляет собой двухконтурную цифровую следящую систему автоматического регулирования. Контуры отрицательной обратной связи замыкаются через микро-ЭВМ с помощью импульсного датчика, при помощи которого можно получить информацию о частоте вращения и угле поворота вала электродвигателя.

Функциональная схема ЦСП изображена на рис. 2. и состоит из микро-ЭВМ, программатора, интерфейса, преобразователя код-фаза, распределителя импульсов, блока тиристоров, электродвигателя постоянного тока тахогенератора, импульсного датчика, блока угол-код с цифровой индикацией об измерения механических характеристик ЦСП стенде предусмотрено нагрузочное угле поворота и о частоте вращения вала электродвигателя. Для исследования и устройство.

Рис. 2. Функциональная схема ЦСП

ЦСП с выполнен по принципу неавтономной цифровой автоматизированной системы управления, в которой сравнение задающего и обрабатываемого кодов происходит непосредственно в самой микро-ЭВМ ДВК. Управляющий сигнал из микро-ЭВМ выдается на преобразователь код-фаза и обрабатывается в распределителе импульсов. Далее через тиристорный преобразователь подается на исполнительный электродвигатель постоянного тока. Ошибка рассогласования между задающим устройством и обратной связью обрабатывается в цифровом корректирующем устройстве реализованного на базе в микро- ЭВМ .

Разработки ПИД-нейрорегулятора

Для разработки ПИД-нейрорегулятора выберем многослойную нейронную сеть с прямой передачей сигнала и обратным распространением ошибки, которая представлена на рис. 3. На представленной нейронной сети элемент z осуществляет задержку сигнала. На входы нейронной сети подается n значений $X(z)$ и m значений сигнала с выхода $Y(z)$. Величины n и m определяются порядком дифференциального уравнения, которое описывает работу ПИД-регулятора. Нейронная сеть содержит в первом входном слое 5 нейронов и один нейрон на выходе с функциями активации *pureline*. Алгоритм обучения нейронной сети и выбор целевой функции для ПИД-нейрорегулятора аналогичен выше описанному ПИ-нейрорегулятору.

Рис. 3. ПИД-нейрорегулятор

Система уравнений, описывающая процессы в ПИД-нейрорегуляторе имеет вид:

$$\left. \begin{aligned}
 E_1 &= X_0 W_{11} - X_1 W_{12} - X_2 W_{13} - Y_1 W_{14} \\
 E_2 &= X_0 W_{21} - X_1 W_{22} - X_2 W_{23} - Y_1 W_{24} \\
 &\dots\dots\dots \\
 E_5 &= X_0 W_{51} - X_1 W_{52} - X_2 W_{53} - Y_1 W_{54} \\
 R_1 &= \tan \operatorname{sig}(E_1), \\
 &\dots\dots\dots \\
 R_5 &= \tan \operatorname{sig}(E_5),
 \end{aligned} \right\} \text{Уравнения 1-го выходного слоя нейронов}$$

$$\left. \begin{aligned} Y'_0 &= R_1 W'_1 + \dots + R_5 W'_{51} \\ Y_0 &= \text{pureline} Y'_0 \end{aligned} \right\} \text{Уравнения 2-го выходного слоя нейронов, (13)}$$

где X_0, Y_0 - входной и выходной сигнал нейронной сети;

$X_1 = X_0 Z^{-1}$, $X_2 = X_0 Z^{-2}$, входные сигналы нейронной сети, задержанные на 1,2 такта;

$Y_1 = Y_0 Z^{-1}$, выходной сигнал нейронной сети, задержанный на 1 такт;

$E_1 \dots E_5$ - выходные сигналы первого слоя нейронов; $W_{11} \dots W_{54}$ - веса первого слоя нейронов; $R_1 \dots R_5$ - сигналы на выходе блоков активации первого слоя нейронов; Y'_0 - сигнал на выходе второго слоя нейронов; $W'_1 \dots W'_{51}$ - веса второго слоя нейронов; *pureline* - линейная функция активации.

Нейронная сеть содержит в первом входном слое 5 нейронов с функциями *pureline*. На рис.4 показана схема обучения в ПИД-нейрорегулятора.

Рис. 4. Схема обучения в ПИД-нейрорегулятора

Процедура обучения нейронной сети ПИД-нейрорегулятора заключается в настройке весовых коэффициентов и параметров нейронов. Настройка производится на основании информации о сигнале ошибки между выходом цифрового дискретного ПИД-регулятора и ПИД-нейрорегулятора.

На рис.5 представлена система нейрорегулирования с прогнозирующими нейроидентификаторами для ЦСП с токовым, скоростным и путевым контурами

Рис. 5. Система нейруправления с прогнозирующими нейроидентификаторами для ЦСП с токовым, скоростным и путевым контурами

На рис.6 представлены осциллограммы работы ЦСП с переходными процессами при реакции на ступенчатое входное воздействие и с ПИД-нейрорегулятоом. На фото.1. представлен научно-исследовательский стенд ЦСП для исследования процессов нейроидентификации, нейруправления, нейропрогнозирования.

Фото.1. Стенд ЦСП для исследования процессов нейроидентификации, нейруправления, нейропрогнозирования

(б)

Рис. 6. Осциллограммы работы ЦСП с переходными процессами

(а) Осциллограмма работы ЦСП, полученная при помощи нейроидентификатора при частоте вращения 9 об/мин

(б) Осциллограмма тока в якоре электродвигателя ЦСП, полученная при помощи нейроидентификатора.

Заключение

Разработанная система искусственного нейроинтеллекта для ЦСП показала высокие статические и динамические характеристики работы с самообучением нейрорегулятора, который успешно подстраивается к внешним возмущающим воздействиям

1. Буянкин В. М., Пантюхин, Д. В. Синтез последовательного интегрального пропорционального нейрорегулятора для управления электроприводом // Перспективные системы и задачи управления : труды Всероссийской научно-технической конференции. — Домбай, 2006. — С. 115—121.
2. Буянкин В.М. Интегральный, пропорциональный, дифференциальный нейрорегулятор // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». — 2006. — №3 — С. 56—61.
3. Буянкин В. М. Двухконтурная система нейрорегулирования электроприводом с нейросамонастройкой // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. — 2006. — №8. — С. 90—94.
4. Буянкин, В. М. Нейрорегулирование электродвигателями электроприводов. Издание LAMBERN Academic Publishing Germany, 2015г С 160.
5. Буянкин, В.М. Разработка метода адаптивного подчиненного регулирования нейрорегуляторами для управления многоконтурными следящими электроприводами для мехатронной системы работа с параллельной механикой//Промышленные АСУ и контроллеры-2016-N12.-С.-32-36.

Горячкин Б.С., Журавлева У.В., Харлашкин А.И.

Использование методов когнитивной графики на этапе концептуального проектирования автоматизированных систем

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-06-2020-75

idsp: ljjournal-06-2020-75

Аннотация

В данной статье предложен подход, использующий методы когнитивной графики как один из возможных способов эффективного представления данных на этапе концептуального проектирования автоматизированных систем. Приведено обоснование применения средств когнитивной графики на ранних стадиях проектирования автоматизированных информационных систем и практическая реализация при помощи средств когнитивной графики с применением технологии