ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МНОГОМЕРНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Якубова Ноилахон Собирджановна

докторант кафедры «Система управления и обработка информации»,
 Ташкентский Государственный Технический Университет,
 Республика Узбекистан, г. Ташкент
 E-mail: usmanov.komil@mail.ru

Максудова Азиза Икрамжановна

ассистент кафедры «Информатика, автоматизация и управления»,
 Ташкентского химико-технологического института,
 Республика Узбекистан, г. Ташкент

Урманова Василя Тохировна

ассистент кафедры «Информатика, автоматизация и управления»,
 Ташкентского химико-технологического института,
 Республика Узбекистан, г. Ташкент

INTELLIGENT CONTROL FOR DISTILLATION COLUMNS

Noilakhon Yakubova

Doctoral student of the department
 "Management system and information processing"
 Tashkent State Technical University,
 Uzbekistan, Tashkent

Aziza Maksudova

Assistant of department "Informatics, automation and control"
 of the Tashkent chemical-technological institute,
 Uzbekistan, Tashkent

Vasila Urmanova

Assistant of department "Informatics, automation and control"
 of the Tashkent chemical-technological institute,
 Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Эта работа предлагает разработку интеллектуального контроллера. Рекуррентные нейронные сети используются для идентификации процесса, предоставления прогнозов о его поведении на основе управляющих воздействий, применяемых к системе. Затем эта информация используется нечеткими контроллерами для повышения эффективности управления. Более того, функции принадлежности нечетких контроллеров развиваются с помощью генетических алгоритмов (ГА), позволяющих автоматически настраивать контроллеры.

ABSTRACT

This work proposes the development of an intelligent predictive controller. Recurrent neural networks are used to identify the process, providing predictions about its behavior, based on control actions applied to the system. These information are then used by fuzzy controllers to accomplish a better control performance. Moreover, the fuzzy controller membership functions are evolved by Genetic algorithms (GA's) allowing an automatic tune of controllers.

Ключевые слова: нечеткое управление, нейронные сети, генетические алгоритмы, ректификационная колонна.
Keywords: fuzzy control, neural networks, genetic algorithms, distillation column.

Современные управляемые объекты характеризуются высокой степенью сложности, к факторам

которой относятся многомерность, нелинейность, неопределенность математической модели и др [1].

Ректификационные колонны были тщательно изучены, и исследование в некотором смысле завершено. Но управление ректификационной колонной можно разделить на две разные задачи: управление установившимся режимом и динамическое управление [2-3]. Управление в установившемся состоянии включает в себя подавление помех и обычно реализуется промышленными ПИД-регуляторами. Эти контроллеры настроены для работы вокруг конкретных рабочих точек, полученных из линеаризованных моделей процесса. При изменении условий эксплуатации необходимо динамическое управление. В этом случае прогнозирующие контроллеры используются для генерации уставок для ПИД-контроллеров [4-5]. Динамическое управление также необходимо, когда колонна работает не в нормальных условиях, что приводит к сильной нелинейности в процессе. Типичными ситуациями являются операции запуска и останова, когда установка находится далеко от своих нормальных производственных условий и, следовательно, может демонстрировать очень разное поведение [6].

В данной работе рассматривается задача управления запуском ректификационной колонны. Эта задача представляет собой одну из самых сложных динамических операций в химической промышленности. Он включает в себя управление сложными теплообменными операциями и встречается в широком диапазоне рабочих условий [7]. Таким образом, предлагается альтернативный подход, основанный на таких интеллектуальных методах управления, как нейронная сеть, нечеткие системы и генетические алгоритмы. Основная цель процедуры запуска - достичь состояния устойчивого состояния за короткое время без нарушения ограничений процесса. С момента своего появления нечеткая логика широко используется в области управления. В этой работе мы модифицируем хорошо известный PID-fuzzy регулятор чтобы получить предсказывающий нечеткий регулятор [3]. Лингвистические правила для такого ПИД-подобного fuzzy-регулятора приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Лингвистические правила для ПИД-подобного fuzzy-регулятора

Изменения по ошибке	Выход	Ошибка						
		NB	NM	NS	SS	PS	PM	PB
	NB	SS	NS	NM	NM	NB	NB	NB
	NM	PS	SS	NS	NM	NM	NB	NB
	NS	PM	PS	SS	NS	NM	NM	NB
	SS	PM	PM	PS	SS	NS	NM	NM
	PS	PB	PM	PM	PS	SS	NS	NM
	PM	PB	PB	PM	PM	PS	SS	NS
	PB	PB	PB	PB	PM	PM	PS	SS

PB: Положительный большой
 PM: положительный средний
 PS: положительный маленький
 SS: устойчивое состояние

NS: отрицательный маленький
 NM: отрицательная среда
 NB: отрицательный большой

Правила применяются в форме IF-Then следующим образом [8]:
 IF Error is NB AND Change in Error is NB THEN Output is SS
 IF Error is NM AND Change in Error is NB THEN Output is NS

Рисунок 2. Степень MF входов и выходов FLC

Структурная схема математической модели системы в комплексе MatLab представлена на рис. 3.

Рисунок 3. Структурная схема математической модели системы управления натяжением с нечетким регулятором

Ступенчатая характеристика различных нечетких контроллеров бинарной дистилляционной колонны, настраиваемых отдельно GA [9];

GA -Генетический алгоритм; FLC- Нечеткое логическое управление ; PSO-; MF-;

Рисунок 4. Блок-схема Simulink MIMO PD-подобного FLC с 12 коэффициентами масштабирования

Заключение

В этой статье предлагается применение новой архитектуры нечеткого прогнозирующего контроллера, настроенной с помощью генетических алгоритмов, для управления запуском дистилляционной колонны. Предлагаемая архитектура использует рекуррентные нейронные сети для предоставления прогнозной информации о поведении системы. Основываясь на этой информации, набор нечетких контроллеров может выполнять прогнозирующие действия, чтобы преодолеть большую задержку в системе и привести полностью пустой (сухой запуск) столбец в заданное производственное состояние.

Контроллеры автоматически настраиваются с помощью генетических алгоритмов, функция соответствия которых включает в себя различные требования к управлению. Разработанная архитектура обеспечивает лучшую эффективность управления системой во время моделирования по сравнению с другой усовершенствованной архитектурой управления и надзора. Предлагаемая методология представляет собой общую основу, применимую к широкому кругу сложных задач управления, то есть задач, которые имеют в качестве характеристик высокое время отклика, сильную нелинейность и другие характеристики, которые затрудняют управление с помощью более традиционных систем управления.

Список литературы:

1. Якубова Н.С., Усманов К.И., Сарболаев Ф.Н., & Исломова Ф.К. (2021). Нечеткое синергетическое управление многомерных нелинейных объектов с дискретным временем. *Universum: технические науки*, (3-1 (84)), 35-39.
2. R.-E. Precup and H. Hellendoorn, "A survey on industrial applications of fuzzy control," *Computers in Industry*, vol. 62, no. 3, pp. 213–226, 2011.
3. Адаптивно нечеткое синергетическое управление многомерных нелинейных динамических объектов // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* Усманов К.И. [и др.]. 2020. № 3 (72). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9016> (дата обращения: 14.03.2021).
4. Usmanov, R., Siddikov, I., Yakubova, N., & Rahmanov, A. (2018). Adaptive identification of the Neural system of Controlling nonlinear Dynamic Objects. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 5(2), 5195-5199.
5. Sidikov I., Yakubova N., Usmanov K., & Kazakhbayev S. (2020). Fuzzy synergetic control nonlinear dynamic objects. *Karakalpak Scientific Journal*, 3(2), 14-22.
6. Нечеткое управление нелинейных динамических объектов в интеллектуальных системах // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* Усманов К.И. [и др.]. 2020. № 4 (73). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9275> (дата обращения: 14.03.2021).
7. Y. Fu and T. Chai, "Intelligent decoupling control of nonlinear multivariable systems and its application to a wind tunnel system," *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, vol. 17, no. 6, pp. 1376–1384, 2009.
8. Сидиков И.Х., Усманов К.И., Якубова Н.С., & Казахбаев С.А. (2020). Нечеткое синергетическое управление нелинейных систем. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2).
9. P. Menghal and A.J. Laxmi, "Adaptive neuro fuzzy based dynamic simulation of induction motor drives," in *Fuzzy Systems (FUZZ)*, 2013 IEEE International Conference on. IEEE, 2013, pp. 1–8.
10. Siddikov I., Usmanov K., Yakubova N. Synergetic control of nonlinear dynamic objects // *Chemical Technology, Control and Management*. – 2020. – Т. 2020. – №. 2. – С. 49-55.