

Сетевые нечеткие ситуационно-прецедентные модели систем управления сложными техническими объектами

А.М. Соколов^{1*}, М.В. Черновалова², Н.Н. Прокимнов³

¹Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

²Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия

³Университет «Синергия», Москва, Россия

*andreisokol98@gmail.com

Аннотация. Управление сложными техническими объектами часто затрудняет отсутствие информации, необходимой для построения вероятностных моделей процесса управления. Альтернативный подход основан на моделях, в которых для идентификации эффективной с точки зрения выбранного критерия стратегии управления используются элементы теории нечетких множеств. К недостаткам нечетких ситуационных моделей относятся субъективный характер, обусловленный применяемыми для их построения экспертными данными, а также невозможность достаточно детального различения реакций объекта на одинаковые управляющие воздействия, что наиболее ярко проявляется в сложных технических объектах, на функционирование которых оказывает влияние множество ситуационных факторов. В работе предложен подход к построению нечетких ситуационных моделей на основе прецедентов, допускающий неоднозначность перехода при одинаковом управляющем воздействии из одной ситуации в другую в случаях, когда невозможно обеспечение стабильности как факторов неопределенности внешней среды, так и параметров самого объекта. Описан метод построения моделей, основанный на учете накопленных исторических данных относительно эксплуатируемого объекта. Такой принцип в значительной степени устраняет субъективность, присущую экспертным методам. Кроме того, программы, реализующие метод, отличаются значительно меньшим временем выполнения, что имеет важное значение для систем управления технологическими процессами. Для проведения вычислительных экспериментов разработана программа на языке Python. Проверка, которая осуществлялась на примере системы управления обжиговой машиной конвейерного типа, подтвердила работоспособность предложенного метода и модели.

Ключевые слова: нечеткая сетевая модель, ситуационное управление, управление по прецедентам, сложный технический объект

Для цитирования: Соколов А.М., Черновалова М.В., Прокимнов Н.Н. Сетевые нечеткие ситуационно-прецедентные модели систем управления сложными техническими объектами // Прикладная информатика. 2024. Т. 19. № 6. С. 4–17. DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-6-4-17

Network fuzzy situational precedent models of control systems for complex technical objects

A. Sokolov^{1*}, M. Chernovalova², N. Prokimnov³

¹National Research University "MPEI", Moscow, Russia

²Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

³Synergy University, Moscow, Russia

*andreisokol98@gmail.com

Abstract. The control of complex technical objects is often hampered by the lack of information necessary to build probabilistic models of the control process. An alternative approach is based on models in which elements of fuzzy set theory are used to identify an effective control strategy from the point of view of the selected criterion. The disadvantages of fuzzy situational models include the subjective nature due to the expert data used for their construction, as well as the inability to distinguish in sufficient detail the reactions of an object to the same control actions, which is most clearly manifested in complex technical objects, the functioning of which is influenced by many situational factors. The paper proposes an approach to the construction of fuzzy situational models based on precedents and allows for the ambiguity of the transition with the same control action from one situation to another in cases where it is impossible to ensure the stability of both the uncertainty factors of the external environment and the parameters of the object itself. The method of constructing models based on the consideration of accumulated historical data regarding the operated object is described. This principle largely eliminates the subjectivity inherent in expert methods. In addition, programs implementing the method are distinguished by significantly shorter execution time, which is important for process control systems. A Python program has been developed for conducting computational experiments. The verification, which was carried out using the example of a control system for a conveyor-type roasting machine, confirmed the operability of the proposed method and model.

Keywords: fuzzy network model, situational control, precedent control, complex technical object

For citation: Sokolov A., Chernovalova M., Prokimnov N. Network fuzzy situational precedent models of control systems for complex technical objects. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2024, vol.19, no.6, pp.4-17 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-6-4-17

Введение

В наши дни в промышленности для обеспечения конкурентоспособности и повышения экономической эффективности предприятий всё более широкое распространение получают киберфизические системы [1, 2], в которых все операции производственных контуров автоматизированы, а датчики и вычислительные устройства интегрированы в состав информационно-аналитической сети. Объединение устройств и агрегатов

в единую сеть позволяет осуществлять контроль и интеллектуальное управление реализацией как отдельных стадий, так и технологического процесса в целом, а также накопление ретроспективной информации для реинжиниринга. В качестве структурных компонентов киберфизических систем обычно выступают сложные технические объекты (СТО), которые используются для решения отдельных производственных задач в рамках общего производственного цикла и обладают соб-