

Решение обратной задачи кинематики для последовательных роботов- манипуляторов на основе нечетких численных методов

В. В. Борисов¹, А. М. Соколов^{1}, А. П. Жарков¹, О. П. Култыгин²*

¹ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

² Университет «Синергия», Москва, Россия

* *andreisokol98@gmail.com*

Аннотация. В настоящее время внедрение робототехнических систем является одной из распространенных форм автоматизации технологических операций в различных сферах человеческой деятельности. Среди робототехнических систем особое место занимают последовательные многозвенные роботы-манипуляторы (ПРМ), получившие широкое распространение из-за сравнительно малых габаритов и высокой маневренности, что делает их применение незаменимым при решении различных прикладных задач. На практике на эффективность функционирования ПРМ могут оказывать влияние факторы неопределенности различного типа, обусловленные воздействием внешней среды. Среди внешних факторов может быть выделена группа, влияние которой характеризуется неопределенностью при идентификации точного положения целевой точки позиционирования захвата. К таким факторам, в первую очередь, могут быть отнесены воздействия, влияющие на системы технического зрения. Данная проблема особенно актуальна для мобильных роботов специального назначения, работающих в агрессивных условиях внешней среды. Похожая на описанную ситуация также возникает при функционировании медицинского робота-манипулятора в момент проведения малоинвазивных вмешательств, когда роль системы управления и наблюдения берет на себя человек-оператор. В этой связи организация эффективного управления в условиях воздействия факторов неопределенности, препятствующих корректному распознаванию целевого положения рабочего органа ПРМ, является актуальной проблемой. Авторами статьи рассматривается решение обратной задачи кинематики для ПРМ на основе применения нечетких реализаций численных методов с учетом возможного возникновения в процессе решения вырожденных конфигураций звеньев манипулятора.

Ключевые слова: последовательный робот-манипулятор, управление, нечеткий численный метод, обратная задача кинематики

Для цитирования: *Борисов В. В., Соколов А. М., Жарков А. П., Култыгин О. П.* Решение обратной задачи кинематики для последовательных роботов-манипуляторов на основе нечетких численных методов // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 4. С. 113–126. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-4-113-126

Solving the inverse kinematics problem for sequential robot manipulators based on fuzzy numerical methods

V. Borisov¹, A. Sokolov^{1*}, A. Zharkov¹, O. Kultygin²

¹ National Research University "MPEI", Moscow, Russia

² Synergy University, Moscow, Russia

* andreisokol98@gmail.com

Abstract. Nowadays the introduction of robotic systems is one of the most common forms of the technological operations automation in various spheres of human activity. Among the robotic systems a special place is occupied by sequential multi-link robotic manipulators (SRM). SRM have become widespread due to relatively small dimensions and high maneuverability, which makes their use indispensable to solve various tasks. In practice, the effectiveness of the functioning of the SRM can be influenced by various types of external environment fuzzy factors. Among the external factors there is a group affecting the ability to determine the exact target position. Such factors often affect technical vision systems. This problem is especially relevant for special purpose mobile robots operating in aggressive environmental conditions. A situation similar to the described one also occurs when a medical robot manipulator is used for minimally invasive surgery, when the role of the control and monitoring system is assumed by an operator. In this regard, the organization of effective control taking into account influence of the external fuzzy factors, that prevent the correct recognition of the target position of the SRM instrument, is an urgent problem. The authors consider the solution of the inverse kinematics problem for SRM based on the use of fuzzy numerical methods, taking into account the possible occurrence of singular configurations in the process of solving.

Keywords: sequential robot manipulator, control, fuzzy numerical method, inverse kinematics problem

For citation: Borisov V., Sokolov A., Zharkov A., Kultygin O. Solving the inverse kinematics problem for sequential robot manipulators based on fuzzy numerical methods. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.4, pp.113-126 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-4-113-126

Введение

В настоящее время робототехнические системы получили широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности. Они широко используются при автоматизации высокотехнологичных производств в различных отраслях промышленности, применяются в перспективных образцах специальной военной техники и в сферах, в которых непосредственное участие человека затруднено. Направление исследований в области робототехники в последние годы является одним из основных направлений инновационного развития страны [1–5].

Особое место среди робототехнических устройств занимают многосвязные последовательные роботы-манипуляторы (ПРМ), представляющие собой цепочку соединенных последовательно звеньев, завершаемую рабочим органом в виде предназначенного для проведения требуемых манипуляций инструмента. Данные роботы обладают сравнительно небольшими габаритами и высокой маневренностью, что делает возможным их применение при решении широкого класса технологических задач.

На практике при управлении ПРМ могут возникать ситуации, в которых невозможно точно определить положения целевой точки