

УДК 531.36

Об управлении движением шестизвенового манипулятора*

Андреев А.С.¹, Колегова Л.В.¹

Ульяновский государственный университет¹

Широкое применение робототехнических систем в различных областях промышленности вызвало интенсивные исследования по обоснованию методов конструирования структур управления роботами-манипуляторами. Одной из важных и весьма актуальных проблем в этих исследованиях остается построение структуры управления, обеспечивающего стабилизацию программного движения на основе обратной связи с неполным измерением, особенно, с измерением только фазовых координат, без измерения скоростей. Важность этой проблемы состоит в том, что установка датчиков скоростей не всегда возможна и требует дополнительных затрат, а их функционирование сопровождается шумами в измерении. Актуальность проблемы состоит в том, что для ее решения требуется разрабатывать и использовать новые методы моделирования и анализа построенных моделей. Из многочисленных работ в этой области отметим работы [1, 2] с использованием наблюдателей для оценки скоростей, работы [3–10] с использованием фильтров первого порядка, работы [11, 12] на основе адаптивного управления. Основным математическим аппаратом в решении этих задач является теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости с подбором соответствующей функции Ляпунова.

В работах [13, 14] предложен новый подход к построению моделей управления роботами-манипуляторами без измерения скоростей на основе нелинейного ПИ-регулятора при помощи обратной связи с запаздыванием. Этот подход потребовал соответствующего моделирования посредством функционально-дифференциальных уравнений и применения нового метода исследования асимптотической устойчивости этих уравнений и новой методики построения функционала Ляпунова.

В работе рассматривается задача о стабилизации без измерения скоростей программного движения шестизвенового манипулятора с цилиндрическими и призматическим шарнирами. Эта задача решается на основе указанных работ [13, 14].

Литература

1. Berghuis H., Nijmeijer H. A passivity approach to control-observer design for robots // IEEE Transactions on Robotics and Automation. 1993. No. 9. pp. 740-754.
2. Nicosia S., Tomei P. Robot control by using only joint position measurements // IEEE Transactions on Automatic Control, 1990, 35, pp. 1058–1061.
3. Andreev A. S., Peregodova O. A. Trajectory tracking control for robot manipulators using only position measurements // International Journal of Control, 2017. DOI: 10.1080/00207179.2017.1397755
4. Andreev A., Peregodova O., Sutyrkina K. Trajectory Tracking Control of Robot Manipulators with Revolute Joints using Only Position Measurements // 2018 18th

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-31-90120).

- International Conference on Mechatronics -Mechatronika (ME), Brno, Czech Republic, 2018. pp. 1-6.
5. Loria A. Global tracking control of one degree of freedom Euler-Lagrange systems without velocity measurements // European journal of control, 1996, 2, pp. 144-151.
 6. Loria A. Observers are unnecessary for output-feedback control of Lagrangian Systems // IEEE Transactions on Automatic Control, Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2016. Vol. 61. pp. 905–920.
 7. Moreno-Valenzuela J., Santibanez V., Campa R. On output feedback tracking control of robot manipulators with bounded torque input // International Journal of Control, Automation, and Systems. 2008. No. 6. pp. 76-85.
 8. Oliveira T. R., Peixoto A. J., Hsu L. Global tracking for a class of uncertain nonlinear systems with unknown sign-switching control direction by output feedback // International Journal of Control. 2015. Vol. 88. pp. 1895-1910.
 9. Romero J. G., Sarras I., Ortega R. A globally exponentially stable tracking controller for mechanical systems using position feedback // American Control Conference, Washington, DC, USA, 2013. pp. 4976-4981.
 10. Peregudova O. Robust Trajectory Tracking Control for Robot Manipulators without Velocity Measurements // Stability and Oscillations of Nonlinear Control Systems (Pyatnitskiy's Conference), 2018 International conference, IEEE Xplore. DOI: 10.1109/STAB.2016.7541115
 11. Colbaugh R., Glass K., Barany E. Adaptive regulation of manipulators using only position measurements // The International Journal of Robotics Research. 1997. Vol. 16. pp. 703-713.
 12. Yarza A., Santibanez V., Moreno-Valenzuela J. An adaptive output feedback motion tracking controller for robot manipulators: uniform global asymptotic stability and experimentation // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. 2013. Vol. 23. pp. 599-611.
 13. Andreev A. S., Peregudova O. A. Stabilization of the preset motions of a holonomic mechanical system without velocity measurement // Journal of Applied Mathematics and Mechanics. 2017. Vol. 81, No. 2. pp. 95-105.
 14. Andreev A., Peregudova O., Kolegova L. On the Output Position Feedback Controller of a Serial Robot Manipulator // 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), 2020. pp. 117-120, doi: 10.1109/SUMMA50634.2020.9280650.

MSC2020 34D20

On the motion control of a six-link manipulator

Andreev A.S.¹, Kolegova L.V.¹

Ulyanovsk State University¹