

УДК 681.51

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБУЧАЕМОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Д.А. Добрынин (*rabota51@mail.ru*)Федеральный исследовательский центр «Информатика и
управление» РАН, Москва

Аннотация. В статье рассматривается обучаемая система управления четырехногого робота с 12 степенями свободы. Система управления состоит из обучающей части, построенной с использованием математических методов обратной кинематики, и интеллектуальной обучающей ДСМ системы. Обучающая часть системы использует виртуальную модель четырехногого робота для синтеза движений и работает в режиме симуляции. В статье рассмотрены варианты статической и динамической устойчивости робота. Приведены расчетные параметры диагональной походки четырехногого робота. Англоязычный вариант работы опубликован ранее.¹

Ключевые слова: интеллектуальная система, шагающий робот, система управления.

Введение

Одной из главных причин активного интереса к разработкам в области шагающих роботов является преодоление недостаточной подвижности колесных транспортных средств на неровной местности. Для управления шагающими роботами используются различные методы [Hirose, 1986], [Jindrich, 2005], [Li, 2017]. Работы [Beranek, 2016], [Jatsun, 2016] посвящены вопросам управления шагающими системами во время реализации разных походок. В данной работе используется интеллектуальная обучаемая система управления, построенная с использованием динамического ДСМ метода [Dobrynin, 2006], [Finn, 2009].

¹ Dobrynin D. (2021) Simulation of Trainable Control System for Quadruped Robot. In: Ronzhin A., Shishlakov V. (eds) Electromechanics and Robotics. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 232. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2814-6_14

Обучаемая система управления шагающим роботом

В данной статье представлена обучаемая система управления четырехногим шагающим роботом, модель которого представлена на рис. 1а. Обучающая часть системы построена с использованием математических методов обратной кинематики. Она использует уравнения динамики для решения задач генерации траекторий ног робота (рис. 1б). Скорость расчета параметров движения низкая, поэтому обучающая часть работает в режиме симуляции и управляет виртуальным роботом. Рассчитанные параметры движения используются для обучения интеллектуальной ДСМ системы.

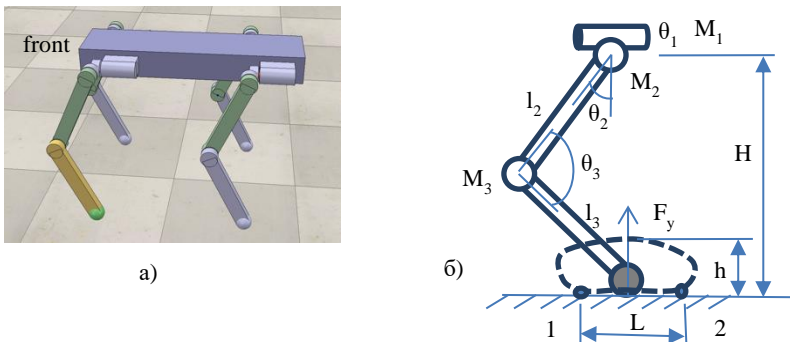


Рис. 1 а) модель робота, б) модель ноги.

Обучаемая ДСМ система содержит блоки анализа сил реакции опоры, анализа устойчивости, блок формирования траекторий ног робота. Режимы работы всей системы задает генератор фаз, который определяет последовательность перемещения ног робота. Для аппроксимации зависимости изменения углов в ДСМ системе используются кубические сплайны

Обученная ДСМ система может управлять роботом в реальном времени благодаря высокому быстродействию [Dobrynin, 2006]. Моделирование системы управления показало высокую скорость обучения такой системы.

Походка четырехногого робота животного типа содержит зоны неустойчивости. В статическом режиме робот устойчив, если опирается на все четыре ноги. При диагональной походке такой робот должен быстро проходить зоны неустойчивости, чтобы сохранить равновесие. В работе рассматривается вариант диагональной походки робота, определяются условия устойчивости робота.

Моделирование зависимостей углов приводов от времени в течении шага (рис. 2а) показывает, что в опорной фазе может быть достигнута высокая

точность аппроксимации исходной траектории ноги. Высокая скорость перемещения приводов требуется в фазе переноса ноги (рис. 2б). В опорной фазе скорость перемещения приводов существенно меньше.

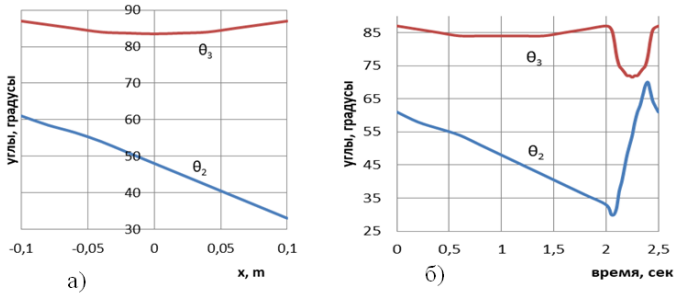


Рис. 2 а) Зависимость углов приводов от положения точки контакта, б) зависимость углов от времени при выполнении шага.

Список литературы

- [Hirose, 1986] S. Hirose, H. Kikuchi and Y. Umetani, Standard circular gait of a quadruped walking vehi-cle, *Advanced Robotics*. 2(1986) 143-164.
- [Jindrich, 2005] D. L. Jindrich, R. J. Full, Many-legged maneuver-ability: Dynamics of turning in hexa-pods, *The Journal of Experimental Biology*. 202(2005), 1603-1623.
- [Li, 2017] Li, Kunquan & Wen, Rui. (2017). Robust Control of a Walking Robot System and Con-troller Design. *Procedia Engineering*. 174. 947-955. 10.1016/j.proeng.2017.01.246.
- [Miller, 1989] W.T. Miller, Real-time application of neural networks for sensor-based control of robots with vision, *IEEE Trans. System, Man, and Cybernetics*. (1989), 825-831.
- [Beranek, 2016] Beranek R., Ahmadi M.A. Learning behavior based controller formaintaining balance in robotic locomotion // *Intell. Robot. Syst*. 2016. vol. 82. pp. 189–205.
- [Jatsun, 2016] Jatsun S.F. et al. Control the movement of the exoskeleton of lower limbs when walking.// *Yugo-Zapadnyy universitet: monographiya*. Kursk. 2016. 185 p.
- [Dobrynin, 2006] Dobrynin D. A. Dynamic JSM-method in the problem of intelligent robot control.//Tenth national conference on artificial intelligence CII-2006, September 25-28, 2006, Obninsk, Proceedings of the conference, M: Fizmatlit 2006, vol. 2.
- [Finn, 1991] Finn V. K. Plausible reasoning in JSM type intelligent systems //Results of science and technology. Ser. "Informatics". Vol. 15. - M.: VINITI, 1991.
- [Finn, 2009] Automatic generation of hypotheses in intelligent systems/ed. by V. K. Finn. - Moscow: Book house "LIBROKOM", 2009. - 528s