

УДК 62-523.8

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ ГИБРИДНОЙ ЛОКОМОЦИИ МЕТОДОМ ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛИ

Осипов Е.В. (Университет ИТМО), Кулинь Г.В. (Университет ИТМО),

Иволга Д.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук Борисов И.И.
(Университет ИТМО)

Введение. Современные роботы должны быть способны функционировать в сложных и изменяющихся условиях окружающей среды. Роботы гибридной локомоции способны к эффективному передвижению по неровному или априори неизвестному ландшафту.

Для балансирующих роботов используются два основных типа алгоритмов удержания положения и угла наклона – без использования модели: ПИД регулятор и управление с нечеткой логикой; с использованием модели: линейно-квадратичный регулятор и управление с прогнозирующей моделью. Безмодельное управление отличается простотой реализации и высокой скоростью работы. Модельные регуляторы отличаются большей стабильностью, энергоэффективностью и гибкостью регулировки поведения робота. В данной работе был синтезирован алгоритм управления с прогнозирующей моделью для робота гибридной локомоции.

Основная часть. Для математического описания робота используется модель динамики одиночного твердого тела [1]. Корпус робота гибридной локомоции в модели описывается, как одиночное твердое тело, которое свободно двигается в пространстве. На тело действуют моменты и силы, возникающие при контакте колес с землей. Дополнительно в модели учитывается динамика колес, так как их массой нельзя пренебречь. Для моделирования колес также используется приближение динамики одиночного твердого тела. В модели колес делается допущение, что они крутятся без проскальзывания. Итоговый вектор состояния системы состоит из позиции и ориентации корпуса робота и позиции колес в локальной системе координат.

Синтез управления начинается линеаризация и дискретизация модели робота в окрестности равновесного состояния системы. Для управления роботом используется алгоритм на основе прогнозирующей модели [2]. Управление с прогнозирующей моделью решает задачу оптимального управления, в которой целевая функция управления задается, как квадратичная задача слежения за желаемой траекторией.

Алгоритм управления с прогнозирующей моделью рассчитывает оптимальные моменты и силы генерируемые ногами робота при контакте с землей. Полученные усилия необходимо пересчитать в моменты приводов (входные сигналы объекта управления). Расчет происходит через якобианы робота. Дополнительно к входному сигналу объекта управления добавляется пропорционально-дифференциальный регулятор для изменения конфигурации ног.

Выводы. Алгоритм управления был апробирован в имитационной среде MuJoCo в задачах: слежение за заданной траекторией и удержания равновесия при внешних воздействиях. В обоих случаях алгоритм успешно справился с задачей.

Список использованных источников:

[1] Di Carlo J. et al. Dynamic Locomotion in the MIT Cheetah 3 Through Convex Model-Predictive Control // 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). 2018. P. 1–9.

[2] Rawlings JB, Mayne DQ, Diehl M. Model predictive control: theory, computation, and design // Madison, WI: Nob Hill Publishing; 2017 Oct 1.