

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ ЧЕТВЕРОНОГИМ РОБОТОМ

Ляховский М.В. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Базылев Д.Н. (ИТМО)

Введение. Модельно предиктивный регулятор (Model Predictive Control - MPC) позволяет достичь устойчивого передвижения четвероногими роботами для большого числа походок на различных желаемых скоростях [1, 2, 3, 4]. В процессе реализации регулятора необходимо задавать матрицу весов Q , которая влияет на общее поведение робота. Данная матрица весов обычно заранее выбирается эмпирическим путем и не меняется в процессе работы контроллера. В данной работе предлагается улучшить общее поведение робота во время перемещения, путем снижения ошибки слежения за желаемой траекторией, за счет постоянного изменения матрицы весов Q с помощью нейронной сети.

Основная часть. В качестве модели четвероногого шагающего робота выбрана модель абсолютно твердого тела. Для простоты матрица весов для слагаемого ошибки состояния в целевой функции имеет диагональный вид. В виртуальной среде моделирования в автоматическом режиме проводится большой набор экспериментов со случайными матрицами весов Q и желаемыми траекториями длительностью 3 периода походки, что примерно равняется 1.5 с. На основе собранных данных обучается полносвязная нейронная сеть, на вход которой подается желаемый вектор состояния и матрица весов Q , на выходе получается норма ошибки вектора состояния на всей траектории. Полученная нейронная сеть NN1 может оценить норму ошибки состояния робота на коротком будущем горизонте в зависимости от желаемого состояния и матрицы весов Q . Используя собранные данные и нейронную сеть NN1 обучается нейронная сеть NN2, на вход которой подается желаемое и текущее состояние робота, на выходе вектор весов для диагональной матрицы Q . Вектор весов матрицы Q и желаемое состояние далее подаются на вход уже обученной NN1, на выходе которой получается оценка нормы ошибки вектора состояния. Ошибка вектора состояния используется как награда для алгоритма обучения с подкреплением для NN2. В результате обучения NN2 получается нейронная сеть, которая может на основе желаемого и текущего состояния робота рассчитывать такой вектор весов для матрицы Q , который будет минимизировать норму ошибки вектора состояния робота на будущем коротком горизонте.

Выводы. Рассмотрена задача оптимального управления походкой четвероногого робота, предложен подход для адаптивного изменения матрицы весов Q в зависимости от желаемого и текущего состояния тела робота с помощью нейронной сети, а также алгоритм сбора данных и обучения этой нейронной сети.

Список использованных источников:

1. Carlo, J., Wensing, P., Katz, B., Bledt, G., and Kim, S. (2018). Dynamic locomotion in the mit cheetah 3 through convex model-predictive control. 1–9. DOI: 10.1109/IROS.2018.8594448.
2. Bledt, G. and Kim, S. (2020). Extracting legged locomotion heuristics with regularized predictive control. In 2020 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 406–412. DOI: 10.1109/ICRA40945.2020.9197488.
3. Grandia, R., Hutter, M., Jenelten, F. (2022). Perceptive Locomotion through Nonlinear Model Predictive Control. DOI:10.48550/arXiv.2208.08373