

УДК 004.932

Формальная постановка задачи роботизированного захвата и классификация существующих методов решения

Абдуллов Т. С., Мухаметов А. Н., Якупов З. Я.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Аннотация: Роботизированный захват объектов является важной задачей в робототехнике и компьютерном зрении. В работе рассматривается проблема роботизированного захвата. Осуществляется формальная постановка задачи и описывается классификация методов решения данной задачи.

Ключевые слова: робототехника, компьютерное зрение, захват объектов, роботизированный захват объектов.

В работе рассматривается проблема роботизированного захвата. Осуществляется формальная постановка задачи и описывается классификация методов решения данной задачи. Роботизированный захват объектов — это фундаментальная проблема не только в научной сфере робототехники, но и во множестве сфер индустрии и промышленности. Решение данной задачи позволит расширить области применения роботов. В зависимости от свойств объектов, которыми должен манипулировать робот, выбирают подходящую конфигурацию захвата. Существуют 2 самых распространённых типа захвата: вакуумные захваты и грипперы. Наибольший интерес представляют грипперы (рис. 1) из-за схожести функционирования с человеческими пальцами. Конструктивная особенность и принцип функционирования гриппера позволяет осуществлять захват объектов сложной геометрической формы.

Пусть положение захвата описывается следующим образом:

$$G = (x, y, z, r_x, r_y, r_z, w), \quad (1)$$

где x, y, z — координаты центра захвата, r_x, r_y, r_z — углы поворота захвата, w — ширина захвата (рис. 1). Входные данные могут быть представлены:

1) в виде облака точек:

$$I = (x_i, y_i, z_i), \quad (2)$$

где $x_i, y_i, z_i \in R$ — координаты точки сцены относительно устройства съёмки,

2) или в формате RGBD:

$$I = (C, D), \quad (3)$$

где $C \in R^{(3 \times H \times W)}$ — цветное трехканальное с высотой H и шириной W изображение, а $D \in R^{(H \times W)}$ — карта глубины с теми же размерностями.

Тогда необходимо найти такой алгоритм A , который проводит отображение множества входных данных во множество поз захвата:

$$A(I, \bar{w}) = V, \quad (4)$$

где \bar{w} — параметры алгоритма; $V = (G'_1, \dots, G'_K)$ — множество предсказанных поз рабочего органа для захвата.

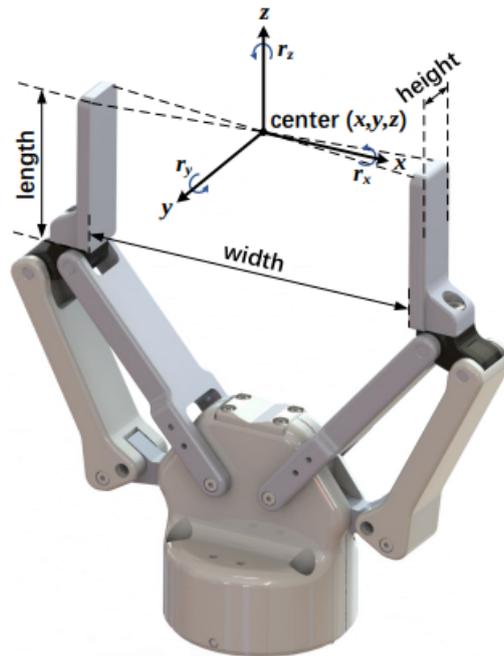


Рис. 1. Гриппер

Для решения задачи требуется большое количество качественных данных. Из всех существующих наборов данных можно выделить набор данных проекта GraspNet [1]. В наборе данных GraspNet содержится 190 нагромождённых сцен действия, снятых с использованием двух популярных RGBD камер (Kinect Azure и RealSense D435).

Подходы к решению задачи по роботизированному захвату можно классифицировать по множеству различных критериев. Вообще говоря, подходы можно разделить на статистические [1–3] и аналитические [4, 4, 5]. Аналитические подходы анализируют геометрию объектов, а статистические опираются на процесс обучения и данные. Статистические подходы дополнительно можно поделить по типу машинного обучения. Кроме того, подходы можно разделить на модельные и безмодельные.

Литература

1. Hao-Shu Fang et al. GraspNet-1Billion: A LargeScale Benchmark for General Object Grasping // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2020. P. 11444–11453.
2. Bohg J., Morales A., Asfour T., Kragic D. Data-driven grasp synthesis—a survey // IEEE Transactions on Robotics (T-RO). 2014.
3. Sahbani A., El-Khoury S., Bidaud P. An overview of 3D object grasp synthesis algorithms // Robotics and Autonomous Systems. 2012.
4. Абдуллов Т., Мухаметов А. Роботизированный захват объектов известной формы с использованием монокулярной камеры // В сборнике: Физико-математические, естественно-научные и социальные аспекты

современного развития науки, техники и общества. Материалы I Городской молодёжной научной конференции. Казань. 2021. С. 3-6.

5. Абдуллов Т., Мухаметов А. Захват объекта вакуумным прихватом из неотсортированного множества // XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция. С.4-6.

MSC 68T40

Formal statement of the robotic grasping problem and classification of existing solution methods

T. S. Abdulloev, A. N. Mukhametov, Z. Ya. Yakupov

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev

Abstract: Object grasping is an important task in robotics. In this work deals with the problem of robotic grasping. A formal formulation of the problem is carried out and a classification of methods for solving this problem is described.

Keywords: robotics, computer vision, object grasping, robotics grasping.

References

1. Hao-Shu Fang et al, GraspNet-1Billion: A LargeScale Benchmark for General Object Grasping, *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2020, P. 11444–11453.
2. J. Bohg, A. Morales, T. Asfour, D. Kragic, Data-driven grasp synthesis—a survey, *IEEE Transactions on Robotics (T-RO)*, 2014.
3. A. Sahbani, S. El-Khoury, P. Bidaud, An overview of 3D object grasp synthesis algorithms, *Robotics and Autonomous Systems*, 2012.
4. T. Abdulloev, A. Mukhametov, Robotic capture of objects of known shape using a monocular camera, *Physical-mathematical, natural-scientific and social aspects of the modern development of science, technology and society. materials of the I City Youth Scientific Conference Kazan*, 2021, P. 3-6.
5. T. Abdulloev, A. Mukhametov, Capturing an object by vacuum grabbing from an unsorted set, *XXV Tupolev Readings (School of Young Scientists): International Youth Scientific Conference*, P. 4-6.