

Садыков С.С., Кульков Я.Ю., Орлов А.Д.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения
высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

Разработка и исследование алгоритма распознавания плоских объектов на основе локальных особенностей их контуров

Большинство предприятий стремятся к автоматизации всего процесса производства. Для автоматизации сборки изделий важны такие аспекты, как скорость сборки, точность и процент выходного брака. В процессе сборки участвуют роботы, которые выполняют алгоритмы сборки, поскольку они способствуют высокой точности сборки и низкому проценту выходного брака [1,2].

Большую часть номенклатуры изделий, используемых при сборочных операциях, составляют плоские детали [3]. Под плоским в данной задаче понимается объект, у которого есть только два устойчивых положения, имеющие одинаковое изображение.

Для построения алгоритма распознавания необходим набор признаков, инвариантных к вращению и изменению масштаба объекта, и позволяющий с высокой точностью выполнять классификацию объектов. В данной работе предложен алгоритм распознавания отдельных объектов с использованием признаков, сформированных на основе локальных особенностей их контуров.

По контуру объекта вычисляется набор первичных параметров, таких как значение кривизны точки, длина контура, число точек в заданном направлении по схеме цепного кодирования Фримена [4].

Общее количество признаков контура вычисляется как $N_{\text{призн.}} = N_0 + \dots + N_{i-1}$, где $i=19$.

Значение i -го признака рассчитывается по формуле $K_i = N_i / N_{\text{призн.}}$.

Полученные значения формируют вектор признаков $K = \{K_0, K_2, \dots, K_{19}\}$.

Полученные признаки составляют вектор вероятностных признаков, который служит для распознавания объекта. Алгоритм позволяет получить характеристику точек контура, используя 20 параметров.

Точность распознавания зависит от полноты обучающей выборки. Исследование разработанного алгоритма распознавания включает этапы генерации набора изображений из 360 изображений с разным углом поворота объекта, расчётом контурных признаков для набора изображений с помощью алгоритма вычисления признаков дискретной замкнутой контурной линии, деление набора признаков на обучающую и тестовую выборку с дальнейшим распознаванием методом kNN.

В процессе исследования использовались 15 объектов, по которым сгенерированы обучающие и тестовые выборки.

Обученная модель была исследована на тестовой выборке. Точность распознавания в зависимости от класса входного объекта представлена на рисунке 1.

После определения класса объекта должен выполняться его захват манипулятором. Для заранее определенной точки захвата, объект должен находиться в заранее определённом положении. В случае невыполнения данного требования происходит захват детали в месте с неровностями, что приводит к потере детали манипулятором.

Для исключения подобных ошибок, необходимо точное указание области захвата внутри объекта. Так как объект в поле зрения СТЗ комплекса может находиться в произвольном расположении и ориентации, то необходим алгоритм определения эффективной точки захвата. Такая точка указывается на этапе обучения оператором.

Предлагаемый алгоритм позволяет находить на объекте такую точку вне зависимости от его положения и ориентации.



Рис. 2. Результат распознавания тестовых объектов

Исследуемый алгоритм расчёта точки захвата предусматривает 4 подготовительных этапа для определения локальной точки внутри объекта. На этапе настройки системы загружается изображение объекта, для которого производятся первичные расчёты, такие как расчёт моментов изображения, необходимые для определения положения объекта, построение описанного прямоугольника минимальной площади, необходимый для расчёта локальной точки и служит системой координат для объекта, и расчёт коэффициента отношения, которое хранится в системе для дальнейшего расчёта. Постановка точки захвата на объект, локальная точка которой уже определена, осуществляется путем расчёта моментов изображения, построение описанного прямоугольника минимальной площади и расчёта точки с использованием коэффициента отношения.

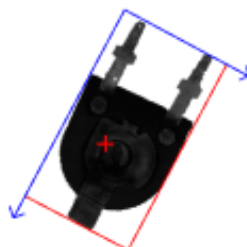


Рис. 3. Пример расчета локальной точки захвата

Разработанные алгоритмы могут использоваться как в комплексе, так и по отдельности в различных отраслях производства или как часть систем технического зрения различного назначения.

Литература

1. Shah R. Pandey A.B. Concept for Automated Sorting Robotic Arm // Procedia Manufacturing. 2018. No20. С.400-405.
2. Zhang W. Mei J. Ding Y. Design and Development of a High Speed Sorting System Based on Machine Vision Guiding // Physics Procedia. 2012. No25. С.1955-1965.
3. Les T. Kruk M. Osowski S. Automatic recognition of industrial tools using artificial intelligence approach // Expert Systems with Applications. 2013. No40. С.4777-4784.
4. Садыков С.С. Алгоритм формирования вероятностных признаков точек контура бинарного изображения // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2015. No30. С.52-59.