

УДК 621.09

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЗАГОТОВКИ

В. Р. ХАБИРОВ

Научный руководитель С. К. РУДНЕВ

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана  
Москва, Россия

Одной из часто выполняемых операций на станке является обработка размеченных или уже существующих отверстий, например, обработка отливок, поковок или штамповок [1]. Позиционирование рабочего органа в центре выбранного отверстия имеет определенную сложность и требует от рабочего опыта в проведении подобных действий. Для решения данной задачи предлагается использовать технологию машинного зрения [2]. Машинное зрение – технология получения, извлечения и обработки информации из изображения, полученного с помощью оптических или бесконтактных датчиков [3]. Системы машинного зрения базируются на алгоритмах компьютерного зрения. Классическая система машинного зрения, представленная на рис. 1, состоит из камеры или иного датчика, устройства обработки сигнала, содержащего программное обеспечение для реализации алгоритмов машинного зрения, и исполнительного органа, которое выполняет определенную команду.

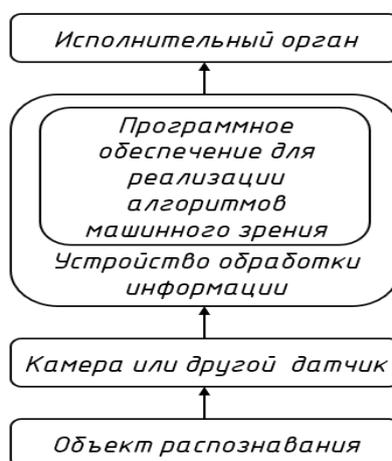


Рис. 1. Схема системы машинного зрения

Разработанный программно-аппаратный комплекс состоит из двух частей: дополнения для графического интерфейса LinuxCNC AXIS и модуля с камерой, который устанавливается на рабочий орган станка. При разработке использовались библиотека OpenCV для распознавания объектов и фреймворк PyQt для разработки графического интерфейса. На вход программы подается изображение рабочей зоны с камеры, которое после использования функций `cv2.findContours` преобразуется в массивы точек [4]. Полученные массивы обрабатываются с помощью алгоритмов определения координат центра окружностей или углов.

В процессе разработки программно-аппаратного комплекса выявлено два возможных способа установки камеры на станке: расположение статично на отдельной стойке, подвижно на рабочем органе станка [5]. Оба решения имеют определенные достоинства и недостатки. Так, неподвижное крепление позволяет уменьшить воздействие вибраций на камеру, однако накладывает определенные ограничения на рабочую зону. Решение с подвижным закреплением камеры на рабочем органе станка позволяет минимизировать искажения объектива камеры, т. к. интересующая область будет всегда располагаться строго под камерой, однако в данном способе крепления на камеру будут воздействовать вибрации и иметь место прочие физические воздействия от шпинделя станка.

Для внедрения данной разработки в производственные процессы проведен ряд экспериментов для определения точности позиционирования рабочего органа с помощью разработанного комплекса. На рабочем столе станка закрепляется заготовка из модельного пластика, просверливается отверстие, и обнуляются координаты, после чего рабочий орган отводится на 15...20 мм в случайном направлении, наводится на отверстие, новые координаты центра заносятся в таблицу, повторяются отвод рабочего органа и наведение на отверстие. По результатам эксперимента получены следующие данные лучшей попытки (рис. 2).

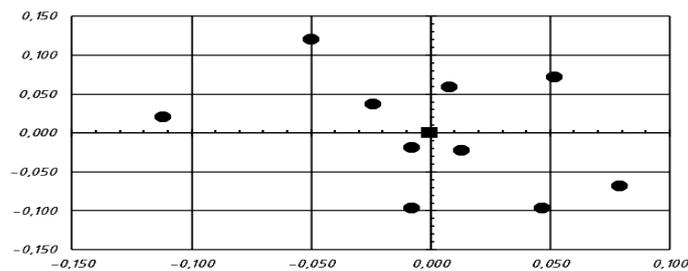


Рис. 2. Визуализация результатов эксперимента

На основе результатов исследований и экспериментов разработан программно-аппаратный комплекс для позиционирования рабочего органа по существующим отверстиям с повторяемостью 0,2 мм, что сопоставимо с точностью ручного позиционирования, однако при использовании комплекса на процессы позиционирования затрачивается значительно меньше времени.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Мурашко, Ф. В.** Сканирование контуров заготовок плоских материалов с применением комплекса машинного зрения / Ф. В. Мурашко, Е. А. Рыжкова, О. М. Власенко // Дизайн и технологии. – 2016. – № 52 (94). – С. 94–100.
2. Machine Vision and Applications / Wen-Pei Sung, Jimmy (C. M.) Kao, Ran Chen // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 457–458.
3. Machine Vision / Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck. – McGraw-Hill, 1995. – 549 p.
4. Библиотека OpenCV 3.2.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.opencv.org/3.2.0/index.html>. – Дата доступа: 04.09.2022.
5. **Кротова, Н. А.** Определение геометрических параметров и ориентации заготовки на станке с применением алгоритмов технического зрения / Н. А. Кротова, Р. Л. Пушков // Вестн. МГТУ «Станкин». – 2021. – № 2 (57). – С. 8–12.