

УДК 621.09

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЗАГОТОВКИ НА ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ

Хабилов Вадим Ринатович⁽¹⁾, Дмитриев Роман Петрович⁽²⁾

*Магистр 2года⁽¹⁾, студент 4 курса⁽²⁾,
кафедра «Металлорежущие станки»*

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: С.К. Руднев,

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»

Использование автоматизированного позиционирования заготовки на столе фрезерного станка – это один из способов повышения производительности процесса обработки. При автоматизированном позиционировании исключается ошибка оператора при установке заготовки и её позиционировании в системе ЧПУ. Для реализации данного метода разработан программно-аппаратный комплекс с использованием технологии машинного зрения(1).

Аппаратная часть комплекса состоит из цифровой камеры установленной в непосредственной близости от рабочего органа станка(2). Камера имеет несколько доступных разрешений захватываемого изображения, возможность изменения фокусного расстояния и ручной фокусировки. Для повышения четкости изображения расположен источник света.

Программная часть написана на языке Python с использованием библиотеки OpenCV(3) для реализации алгоритмов компьютерного зрения и фреймворк PyQt для упрощения взаимодействия комплекса и оператора. Программа получает изображение с камеры, преобразует его в одноканальное, выделяет границы и определяет контуры. Для полученных контуров определяется форма и в случае подтверждения формы окружности определяется её центр и радиус(4).

Для определения координат центра окружностей на изображении рассмотрены два способа с использованием преобразований Хафа, функции определения минимальной описанной окружности и поиск центра окружности по трем точкам. Для реализации преобразований Хафа используется стандартная функция библиотеки OpenCV `cv2.HoughCircles(5)`, основным достоинством которой является точность, однако, для обработки изображений большого разрешения требуется значительное время – более 15 секунд для изображения 720x1280 пикс.

При определении центра окружности методом определения минимальной описанной окружности используется функция `cv2.MinEnclosingCircle`. Обработка изображения происходит быстрее, но также снижается точность определения координат центра окружности из-за неоднородности формы контура. Алгоритм, разработанный на основе определения центра окружности по трем точкам имеет достаточно высокую точность определения и в то же время работает достаточно быстро при использовании стандартного модуля `math`.

Также рассматривается способ повышения точности позиционирования с помощью использования изображений высокого разрешения. В данной статье описывается исследование зависимости точности определения координат окружности от разрешения захватываемого изображения. Используемая камера имеет четыре доступных разрешения. Для определения точности определения координат окружности, после проведения калибровки системы, рабочий орган позиционируется в центре только что просверленного отверстия, обнуляются координаты. Отводя рабочий орган

в случайную сторону на расстояние около 30 мм, проводится повторное распознавание отверстия и позиционирование рабочего органа в его центре. Повторяя данные действия не менее 50 раз, для каждого доступного разрешения камеры получаем координаты отверстия. После обработки полученных результатов строим диаграмму распределения полученных координат отверстия для каждого разрешения. Диаграммы изображены на рисунке 1. Полученные погрешности для каждого из разрешений представлены в таблице 1. Также для определения целесообразности применения того или иного разрешения осуществим замер времени обработки изображения. Замер времени будет осуществляться с помощью внутренних часов материнской платы.

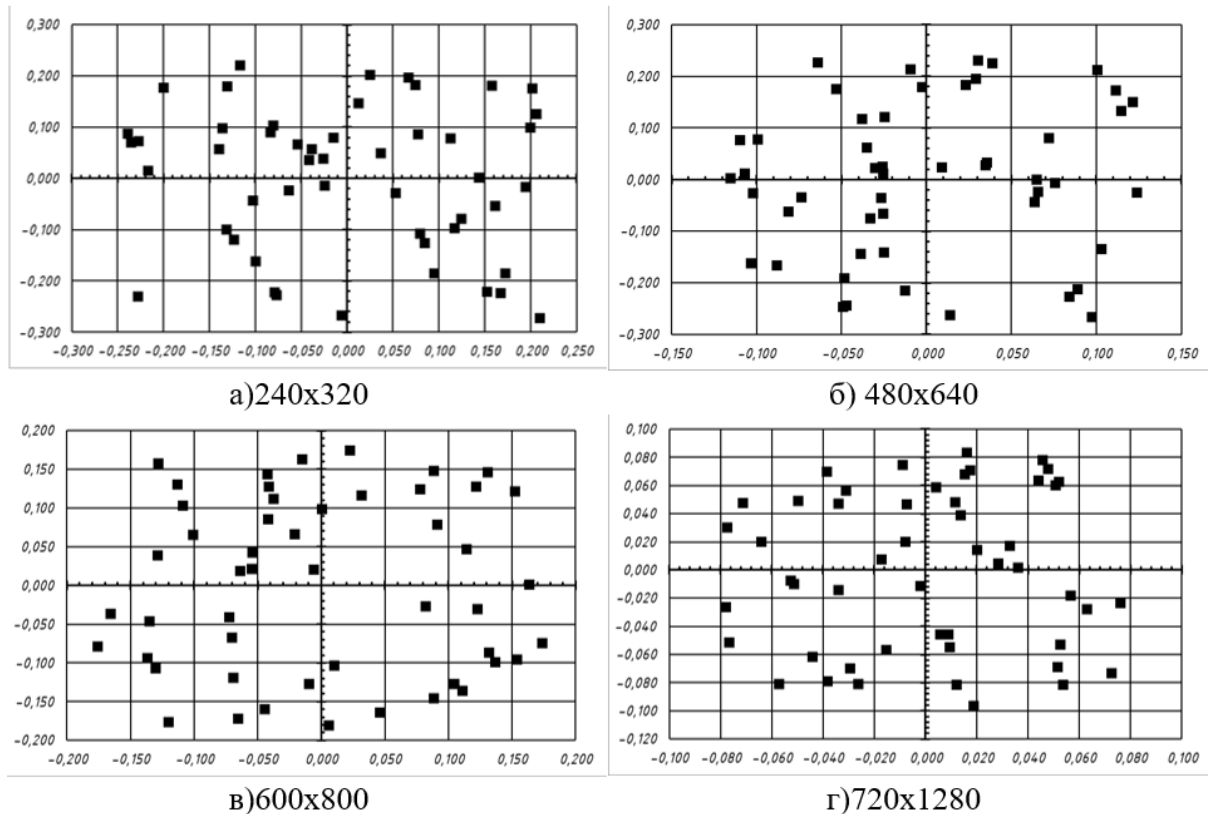


Рисунок 1 – Результаты эксперимента по определению точности определения координат отверстия

Таблица 1 – Обработанные результаты эксперимента

Разрешение, пикс	Разброс значений, мм	Погрешность при N=50, P=95%, мм	Время определения окружностей, мс
240x320	0,47	0,044	126
480x640	0,39	0,038	154
600x800	0,35	0,033	179
720x1280	0,17	0,025	203

По полученным результатам исследований сделаны следующие выводы. Среди рассмотренных способов определения координат центров окружностей наиболее рационально использование метода определения центра окружности по трем точкам. По полученным результатам эксперимента можно сделать вывод о том, что погрешность распознавания координат окружностей на изображении имеет обратную зависимость с разрешением данного изображения. Следовательно применение большего разрешения

позволяет повысить точность распознавания центров окружностей. Для данной комбинации оборудования: станок и камера, целесообразно применения максимально допустимого разрешения, так как время, затраченное на распознавание окружностей, не превышает 250 мс плюс время на подвод рабочего органа, что значительно быстрее позиционирования рабочего органа в ручном режиме.

Литература

1. *Wen-Pei Sung, Jimmy (C.M.) Kao and Ran Chen. Machine Vision and Applications // Applied Mechanics and Materials – 2013 – Volumes 457-458*
 2. *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.*
 3. *Шахин, Г. Сравнительный анализ библиотек компьютерного зрения / Г. Шахин // Colloquium-journal. – 2019. – № 24-2(48). – С. 137-139.*
 4. *Кротова, Н. А. Определение геометрических параметров и ориентации заготовки на станке с применением алгоритмов технического зрения / Н. А. Кротова, Р. Л. Пушков // Вестник МГТУ Станкин. – 2021. – № 2(57). – С. 8-12.*
 5. Библиотека OpenCV 3.2.0 URL: <https://docs.opencv.org/3.2.0/index.html> (дата обращения: 04.09.2022).
-