

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КООРДИНАТНОГО УСТРОЙСТВА ВЫШИВАЛЬНОГО ПОЛУАВТОМАТА

Студ. Жабин Д.Н., к.т.н., доц. Кириллов А.Г.

Витебский государственный технологический университет

Одним из существенных факторов, влияющих на качество изготовления вышивок на вышивальном полуавтомате, является точность отработки перемещений (позиционирования) кареткой координатного устройства. Погрешности, возникающие при отработке перемещений, изменяются в ходе эксплуатации полуавтомата за счет изнашивания подвижных соединений, появления зазоров в разъемных соединениях, растяжения тросиков и других причин. Во многих случаях наладка координатного устройства позволяет восстановить точность отработки перемещений, однако большие временные затраты на проведение диагностики не дают возможности количественно оценить произведенное улучшение.

Одним из перспективных средств измерения и контроля геометрических размеров обрабатываемых деталей является машинное зрение – комплекс расчетных методов, средств оцифровки изображения и программного обеспечения для обработки изображений. Машинное зрение позволяет автоматизировать процесс измерения геометрических параметров образцов-изделий, сократив при этом временные и материальные затраты в несколько раз. В то же время отличительной особенностью таких систем, которую необходимо учитывать, является их узкая специализация и невозможность использования универсальных решений на данном этапе развития техники.

Целью данной работы являлась разработка методики измерения и анализа точности координатного устройства швейного вышивального полуавтомата с микропроцессорным управлением. Для анализа точности прокладывания строчек полуавтоматом была предложена методика, основанная на определении координат проколов иглой посредством программного распознавания объектов.

С использованием специальной программы на полуавтомате на листовом пластике была изготовлена сетка в виде проколов (рис. 1). Вместо иглы в игловодителе закрепляется пробойник, что позволяет получать отверстия правильной круглой формы. Диаметр пробойника равен 2 мм и расстояние между отверстиями как по вертикали, так и по горизонтали составляет 4 мм. Число проколов составило 1600.

Изображение сетки было отсканировано и сохранено в растровом формате jpeg с разрешением 300 dpi.

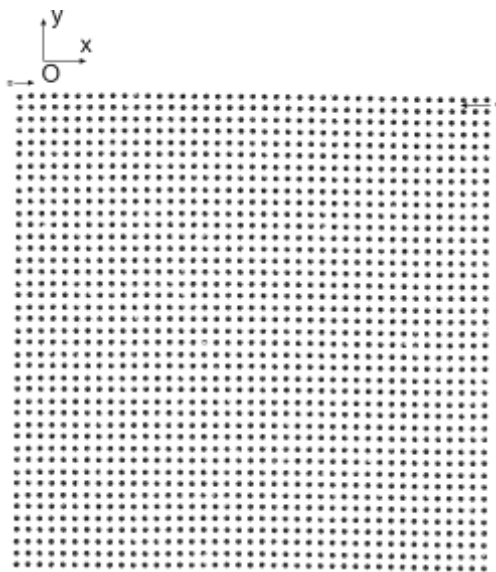


Рисунок 1 – Сетка из проколов, полученная на полуавтомате

Программное обеспечение для автоматического определения точности обработки перемещений координатным устройством разработано использованием пакета прикладных программ Matlab. Ниже приведен алгоритм обработки исходного изображения, позволяющий получить координаты центров кругов и погрешность расположения центров этих кругов относительно идеальной сетки. Обработка в качестве изображения эталонной сетки позволяет оценить погрешность работы самого алгоритма.

Вначале повышается контрастность изображения.

Затем методом Канни определяются границы кругов. При этом опытным способом подбираются два параметра, необходимые для работы метода: пороговое значение интенсивности и стандартное отклонение функции Гаусса. На рис. 2 показан фрагмент полученного изображения с выделенными границами кругов.



Рисунок 2 – Определение границ кругов методом Канни

Границы кругов заполняются заливкой.

Выполняется морфологическое сглаживание изображения с помощью шаблона "диск". Это позволяет избавиться от тонких линий и улучшить форму кругов.

Для всех замкнутых заполненных областей изображения определяются координаты центров их масс.

Для анализа погрешностей нужны не сами координаты, а отклонения этих координат от идеальной сетки. Для определения отклонений координат кругов от идеальной сетки был разработан алгоритм, состоящий из нескольких шагов. Ось Ох была направлена вдоль главного вала полуавтомата, ось Оу – поперек.

а) Определяются минимальные значения x_{min} и y_{min} .

б) Вычисляются отклонения координат всех точек относительно точки (x_{min}, y_{min}) . При этом если координаты точек x_i и y_i значительно (более чем на половину шага сетки) отличаются от x_{min} и y_{min} , от них вычитается целое число шагов сетки.

в) Определяются средние значения отклонений координат всех точек относительно точки (x_{min}, y_{min}) по формулам

$$\overline{Dx}_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i - x_{min} , \quad \overline{Dy}_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i - y_{min}$$

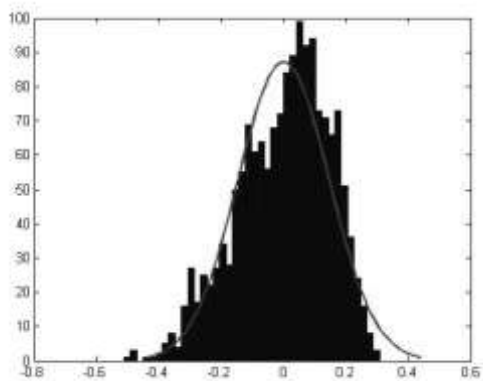
Тем самым определяется смещение центра поля рассеяния координат точек.

Погрешности расположения центров кругов относительно идеальной сетки

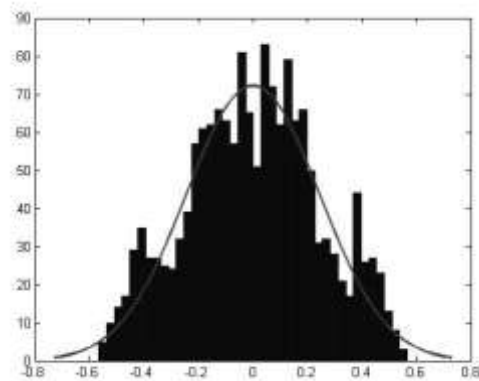
$$Dx'_i = x_i - x_{min} - \overline{Dx}_i , \quad Dy'_i = y_i - y_{min} - \overline{Dy}_i$$

В случае, если отсканированное изображение повернуто на некоторый угол α , необходимо повернуть его на угол $-\alpha$. Для определения угла поворота α разработан соответствующий расчетный алгоритм.

С помощью программного обеспечения выполняется статистический анализ полученных погрешностей (рис. 3). Анализируются погрешности позиционирования по двум координатам, для чего определяются среднее квадратичное отклонение σ и доверительный интервал с вероятностью 95%.



$\Delta x'_i$ (продольное направление)
 $\sigma = 0,15; -0,29 \leq \Delta x' \leq 0,29$.



$\Delta y'_i$ (поперечное направление)
 $\sigma = 0,24; -0,48 \leq \Delta y' \leq 0,48$.

Рисунок 3 – Распределение погрешностей позиционирования

Как видно по рис. 3, погрешности находятся в пределах $\pm 0,29$ мм по оси Ox и в пределах $\pm 0,48$ мм по оси Oy с доверительной вероятностью 95%. Таким образом, по более нагруженной координате (узел траверсы) погрешность позиционирования оказалась существенно выше, чем по менее нагруженной (узел каретки).

Предложенный алгоритм определения погрешностей позиционирования имеет присущую ему погрешность, которую необходимо оценить. Основным источником этой погрешности являются ограничения на представление растрового изображения в электронном виде. Для оценки погрешности алгоритма была в графическом редакторе выполнена эталонная сетка и произведена ее обработка. Погрешность при обработке изображения эталонной сетки составила $\pm 0,035$ мм, что на порядок меньше измеряемых погрешностей позиционирования.

Полученные результаты использовались при наладке координатного устройства, что позволило улучшить точность позиционирования и повысить качество прокладывания строчки.