

УДК 004.93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЦИТОЩЕТОК МЕДИЦИНСКИХ ЗОНДОВ

Борисов А.А., Кириллов А.Г., Куксевич В.Ф., Мурычева В.В.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы использования возможностей систем технического зрения в дефектоскопии изделий медицинского назначения, описан алгоритм функционирования разработанной системы на предмет анализа качества изготовления цитощеток медицинских зондов.

Ключевые слова: дефектоскопия, информационные технологии, техническое зрение, медицинский зонд.

Современные условия производства высокотехнологичных изделий требуют новых подходов к контролю качества производимой продукции. Значительный переход на более высокий уровень оценки качества, расширение возможностей дефектоскопии стало возможным в результате применения для указанных целей систем технического зрения (СТЗ). Данные системы позволяют проверять качество не только после окончания изготовления продукта или изделия, но и непосредственно во время технологического процесса.

По сравнению с проверкой продукции сотрудником ОТК, СТЗ обладает рядом преимуществ: более высокую точность и скорость анализа, непрерывную работу без усталости, возможность автоматического обнаружения дефектов без субъективного вмешательства. Также использование СТЗ в значительной степени упрощает и ускоряет дефектоскопию производственного оборудования, находящегося в эксплуатации.

В качестве исследуемого объекта СТЗ-дефектоскопии был выбран зонд «Юнона», обеспечивающий репрезентативное атравматичное взятие материала для цитологических и микробиологических исследований.

Конструкция зонда состоит из ручки, на одном из концов которой расположена насадка – щетка, представляющая собой стержень с множеством эластичных щетинок, расположенных по винтовой линии перпендикулярно его оси [1]. Для сборки (соединения ручки и щетки) используется сборочная машина МЗ, принцип работы которой, в основном, построен на работе пневмоцилиндров и электроники. За правильность и последовательность срабатывания каждого рабочего органа отвечает программируемый логический контроллер (ПЛК), хранящий в своей памяти программу работы

сборочной машины. При возникновении ошибок, программа останавливает работу машины МЗ и подает сигнал о наличии той или иной ошибки.

Процесс сборки может проходить в ручном или автоматическом режимах. Ручной режим подразумевает в себе один цикл сборки, то есть при нажатии на кнопку «Старт», поворотный стол делает один оборот, тем самым собирая 8 щеток. Автоматический режим – машина работает без остановки, пока оператор не завершит ее работу нажатием кнопки «Сброс». Контроль качества цитошеток производится визуально согласно чертежу изделия; бракованные щетки и ручки помещаются соответственно в тару «Брак щетки» и «Брак ручки».

При разработке СТЗ для автоматического контроля качества цитошеток использовались: локальная ПЭВМ с поддержкой USB 3.0 в качестве контроллера, диод рассеивающего типа и камера с высоким разрешением видеопотока Logitech C920 Pro.

Для крепления камеры к желобу машины МЗ, был разработан кронштейн, представляющий собой стойку, крепящуюся к желобу при помощи крепежных изделий. Кронштейн спроектирован таким образом, чтобы камера была направлена перпендикулярно плоскости желоба. Высота кронштейна позволяет захватить всю ширину желоба, что необходимо для правильного контроля щетки изделия.

Для решения задачи разработки сортировочного модуля были использованы аппаратно-программные средства построения и прототипирования простых систем, моделей электроники, автоматики, автоматизации процессов и робототехники на базе Arduino UNO.

Модуль сортировки представляет собой шаговый двигатель и соединенную с ним направляющую. Данный модуль устанавливается на желоб машины МЗ. Шаговый двигатель подключен к плате Arduino UNO, зафиксированной в изолированном коробе. Электронная схема сортировочного модуля изображена на рисунке 1.

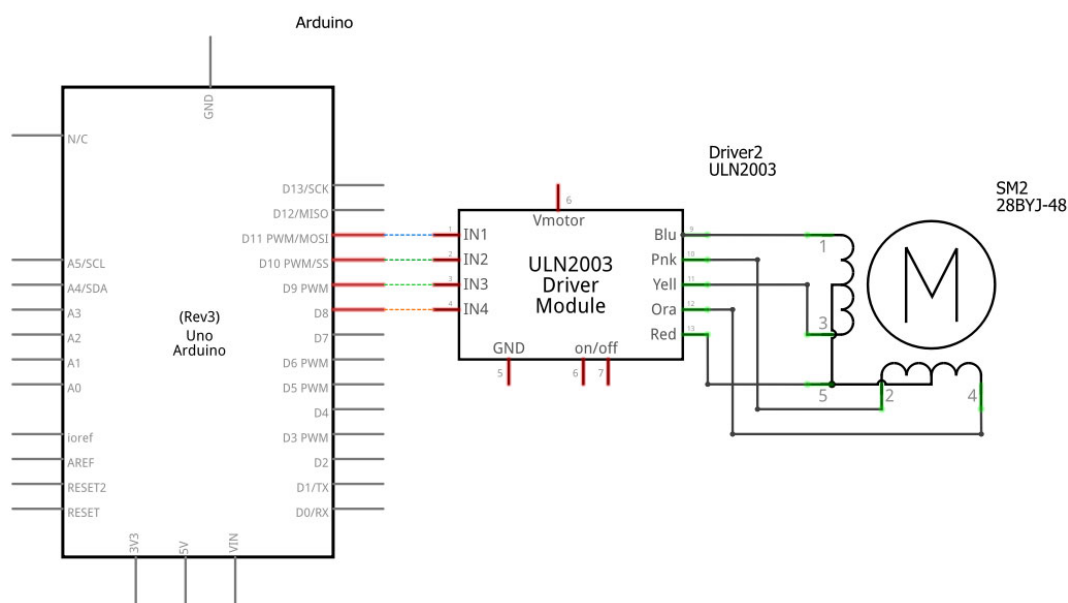


Рисунок 1 – Электронная схема сортировочного модуля

Также к плате Arduino UNO подключен провод, передающий управляющий сигнал с локального ПЭВМ. Данный сигнал может быть двух типов: положительный (подается в случае, если брак отсутствует и изделие соответствует необходимым параметрам) и негативный (подается в случае, если обнаружен брак или изделие не соответствует хотя бы одному из необходимых параметров).

При получении положительного сигнала от СТЗ, направляющая, закрепленная на шаговом двигателе, поворачивается в сторону контейнера с годными изделиями. Таким образом, после сбрасывания готового изделия в желоб машины, цитошетка сортируется в контейнер с годными изделиями. При получении негативного сигнала от СТЗ, направляющая поворачивается в сторону контейнера с бракованными изделиями.

В качестве программного обеспечения для проектируемой СТЗ было решено использовать среду разработки Microsoft Visual Studio 2022 [2]. Язык программирования выбран C++ [3] ввиду таких преимуществ, как высокая производительность, эффективное управление ресурсами ПЭВМ, широкие возможности для оптимизации кода, что особенно важно для систем реального времени, таких как СТЗ.

Для осуществления обработки цифрового видеопотока посредством разрабатываемого программного обеспечения было решено использовать стороннюю библиотеку OpenCV, включающую в себя все распространенные операции преобразования изображения и видеопотока [4].

В ходе проектирования СТЗ было решено разработать два режима взаимодействия с системой: рабочий режим и режим отладки.

Режим отладки предназначен для корректировки параметров СТЗ в реальных условиях эксплуатации. Рабочий режим предназначен для функционирования СТЗ.

Режим взаимодействия указывается в файле настроек СТЗ.

Алгоритм работы конструируемой СТЗ включает в себя этапы:

- 1) Получение параметров из файла настроек (файл типа .ini).
- 2) Установка полученных параметров – применение считанных параметров к маске щетки зонда, к маске ручки зонда, к камере СТЗ.
- 3) Получение видеопотока с камеры (рисунок 2).



Рисунок 2 – Изображение видеопотока с камеры СТЗ

- 4) Преобразование видеопотока в цветовое пространство HSV.

5) Создание масок для полученного видеопотока. К первой маске применяются параметры из файла настроек для определения синих и голубых оттенков на видеопотоке. Ко второй маске применяются параметры из файла настроек для определения белых и светло-серых оттенков на видеопотоке. В итоге получаются два бинарных фрагмента видеопотока.

6) Удаление лишней области на второй маске. После этого этапа получается видеопоток с той частью, в которой находится щетка зонда. Данный этап помогает облегчить определение положения щетки.

- 7) Поиск контуров на полученных масках.

8) Фильтрация контуров по площади и их отрисовка. Данный этап необходим для предотвращения ошибочных отрисовок контуров, вызванных шумом на видеопотоке, и других внешних воздействий, влияющих на качество получаемого видеопотока.

9) Сравнение получаемой площади контуров с допустимыми диапазонами (рисунок 3).

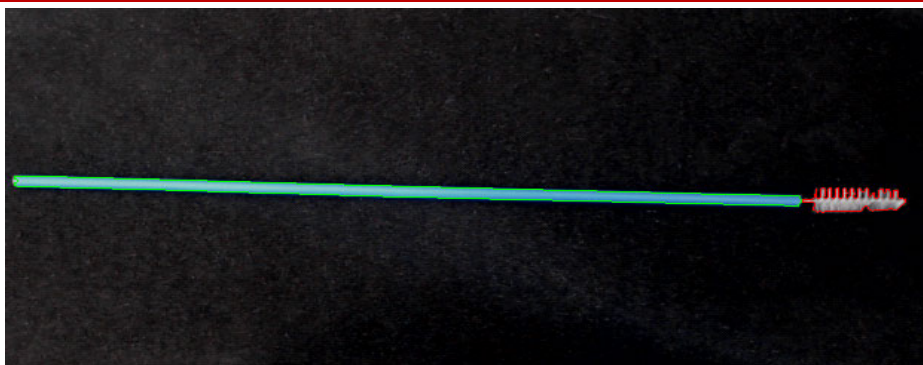


Рисунок 3 – Результат наложения контуров и проверки условий

Данный этап необходим для определения дефектов одного из элементов зонда. В случае с ручкой зонда – наличие разрывов, наростов и других дефектов будет влиять на вычисляемую площадь контуров. В случае с щеткой зонда – отсутствие ворсинок, наличие лишних ворсинок, глубина впаивания щетки в ручку – будут влиять на вычисляемую площадь контуров. Значения диапазона годности указываются в файле настроек, либо в режиме отладки при помощи ползунков значений в окне настройки параметров. Значения годности взяты с эталонной модели изделия.

- 10) Вычисление центра масс полученных фигур на масках.
- 11) Получение крайних точек фигур.
- 12) Получение оси фигуры через крайние точки и центр масс.
- 13) Проверка наличия отклонения оси щетки от оси ручки.

На данном этапе программа проверяет, имеется ли отклонение от оси ручки изделия и является ли данное отклонение допустимым. В случае если отклонения не обнаружено или оно находится в допустимых пределах, изделие помечается как годное (рисунок 4). В случае если отклонение обнаружено, изделие помечается как бракованное (рисунок 5).

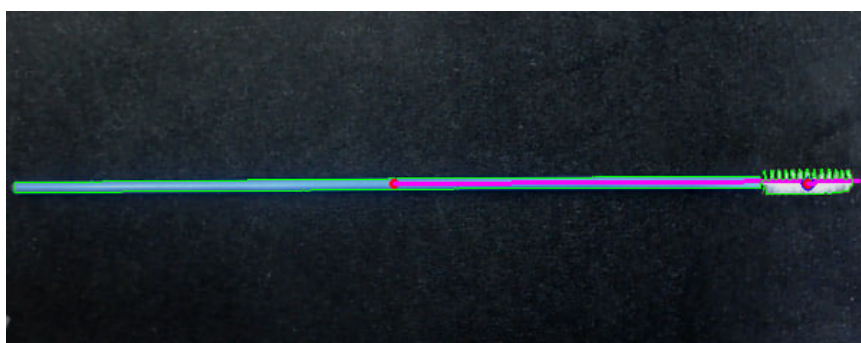


Рисунок 4 – Вариант проверки с годным изделием



Рисунок 5 – Вариант проверки с бракованным изделием

14) Анализ полученного результата.

15) Сортировка изделия по полученным параметрам качества.

Таким образом, с помощью разработанного алгоритма конструируемой СТЗ можно выполнить обработку входящего с камеры видеопотока и анализ объектов на нем при использовании различных методов обработки изображения. Все это позволит адаптировать СТЗ под стандарты заказчика и, в конечном итоге, положительно повлияет на уровень качества производимой продукции.

Борисов Александр Андреевич, студент специальности «Компьютерная мехатроника», Км-4, 4 курс, Республика Беларусь, Витебск, УО «Витебский государственный технологический университет»,

Кириллов Алексей Геннадьевич, к.т.н., доцент, Республика Беларусь, Витебск, УО «Витебский государственный технологический университет»,

Куксевич Виталий Фёдорович, старший преподаватель, pallmall5@bk.ru, Республика Беларусь, Витебск, УО «Витебский государственный технологический университет»,

Мурычева Виктория Владимировна, к.т.н., доцент, murychevavv@yandex.ru, Республика Беларусь, Витебск, УО «Витебский государственный технологический университет».

USING A VISION SYSTEM FOR AUTOMATIC QUALITY CONTROL OF MEDICAL PROBE CYTOBRUSHES

Borisov A.A., Kirillov A.G., Kuksevich V.F., Murycheva V.V.

Annotation: The article discusses the issues of using the capabilities of technical vision systems in the flaw detection of medical devices, and describes the algorithm for the operation of the developed system for analyzing the quality of manufacturing cytobrushes for medical probes.

Key words: flaw detection, information technology, technical vision, medical probe.