

УДК 685.34.05:004.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ БИНАРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОНТУРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ОЦИФРОВКОЙ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХА ОБУВИ

Кириллов А.Г., доц., Романович А.А., асс.

УО «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Ключевые слова: бинаризация, сегментация, обработка изображений, детали обуви.

Реферат: В статье выполнен сравнительный анализ алгоритмов бинаризации изображений контуров, полученных в результате сканирования деталей верха обуви. Выбор оптимального алгоритма позволяет получить уточненные координаты контуров, улучшив тем самым точность прокладывания соединительных и декоративных строчек на швейных полуавтоматах с микропроцессорным управлением.

При автоматизированной сборке заготовок верха обуви на полуавтоматах с микропроцессорным управлением одной из ключевых проблем является достижение заданной точности прокладывания строчек относительно края. Погрешности в обработке возникают на всех этапах технологической подготовки производства, а также в процессе самой сборки. Как показывает ряд исследований, размеры получаемых при раскрое деталей значительно отличаются от размеров, заданных при проектировании той или иной модели. Поэтому для изготовления кассет и разработки управляющих программ требуется оцифровывать непосредственно контуры деталей верха обуви.

При оцифровке деталей, имеющих ненулевую толщину, методом сканирования, возникает проблема, которая заключается в образовании теней по краям изображения.

Схема образования теней при сканировании деталей, имеющих толщину, на планшетном сканере, показана на рис. 1. Сканируемая деталь расположена на стеклянной пластине, под которой перемещается подвижная каретка. На каретке закреплены источник света и зеркало. Луч от источника света проходит через стеклянную пластину, попадает на деталь, затем отражается от нее, от подвижного и неподвижного зеркала и, наконец, попадает на ПЗС-матрицу (матрицу прибора с зарядовой связью) для оцифровки. Источник света и подвижное зеркало находятся друг от друга на некотором расстоянии, поэтому луч попадает на деталь под некоторым углом. Если источник света расположен в точке А, тень на изображении не возникает. При расположении источника света в точке Б деталь отбрасывает на крышку тень, изображение которой воспринимается светочувствительными элементами. Явление аналогично тому, что мы наблюдаем, рассматривая освещенный трехмерный объект на фоне экрана, когда кроме самого объекта видим на экране его тень.

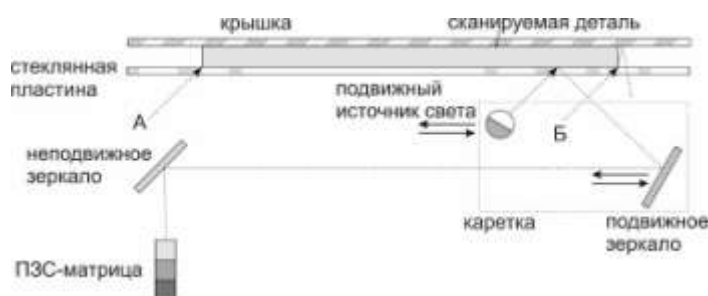


Рисунок 1 – Схема образования тени при сканировании деталей

На цифровом изображении детали тень выглядит как градиентная область серого цвета и переменной ширины, расположенная с нескольких сторон детали (рис.

2а). Если сканирование производить при открытой крышке, то тень не появляется (рис. 2б), однако воздействие внешнего освещения ухудшает качество изображения. Ширина полосы тени превышает толщину деталей, что не позволяет с достаточной точностью произвести оцифровку контура.



Рисунок 2 – Часть контура детали, полученная сканированием при закрытой (а) и при открытой (б) крышке сканера

Решение проблемы возможно изменением конструкции сканера, в частности добавлением дополнительного источника (источников) света, однако результат не будет оптимальным. Предпочтительно использовать программный способ удаления теней после сканирования деталей.

Задача автоматического детектирования теней в системах компьютерного зрения пока недостаточно изучена и алгоритм ее решения сильно зависит от параметров исходного изображения. Существует ряд алгоритмов детектирования теней, а также других искажений исходного изображения, в качестве входных данных для которых выступает не только само изображение, но и некоторые настраиваемые вручную численные параметры. Удаление теней осуществляется при выполнении этапа обработки изображения под названием «бинаризация».

Бинаризация изображений, как разновидность сегментации, является предварительным этапом обработки изображений. Этот этап играет важную роль, так как позволяет избавиться от лишней информации, а также подготовить изображение для детектирования его компонентов. При бинаризации требуется определить пороговое значение яркости цвета всего изображения или отдельных его частей так, чтобы удалить пиксели, имеющие яркость, меньшую пороговой. Для бинаризации изображений были предложены ряд методов [1], большинство из которых сильно зависят от типа изображения и целей его последующей обработки. Определение пороговой яркости (порога) является важной частью бинаризации изображения, т. к. ее неверное значение обычно приводит к потере информации об изображении. Методы бинаризации делятся на две группы: глобальные и локальные в зависимости от того, определяется ли пороговая яркость для всего изображения или отдельных его фрагментов.

Для сравнительного анализа методов бинаризации выбран глобальный метод Оцу и два локальных – Ниблэка и Ника.

Метод Оцу для определения порога вычисляет гистограмму изображения. Проводится максимизация межклассовой дисперсии

$$\sigma_b^2 = \omega_1 \omega_2 (m_1 - m_2)^2,$$

где ω_1, ω_2 – вероятности первого и второго классов;

m_1, m_2 – средние арифметические значения для каждого из классов.

Метод Ниблэка вычисляет порог бинаризации для каждой точки изображения на основании локальных среднего значения и стандартного отклонения. Под локальными понимаются значения в некоторой области изображения, которая обычно представляет собой окно размером (n, n) пикселей. Порог в точке (x, y) рассчитывается как

$$T(x, y) = m(x, y) + k\sigma(x, y),$$

где $m_{x,y}$, $\sigma_{x,y}$ – среднее значение и среднеквадратичное отклонение яркости пикселей в окне; k – коэффициент, подбираемый эмпирически.

Метод Ника является усовершенствованным методом Ниблэка и показывает лучшие результаты для задач сканирования документов. Порог в точке (x, y) рассчитывается как

$$T_{x,y} = m_{x,y} + k \sqrt{\frac{\sum p_i^2 - m_{x,y}^2}{N}},$$

где $m_{x,y}$ – среднее значение яркости пикселей в локальной области; k – коэффициент, подбираемый эмпирически; p_i – значение яркости отдельного пикселя.

На вырубочном прессе были изготовлены 50 образцов деталей. Образцы отсканированы на планшетном сканере с разрешением 300 dpi. Проведена бинаризация полученных изображений тремя вышеописанными методами. Определены в цифровом виде контуры деталей верха обуви. Выполнена обработка результатов исследования методами математической статистики. Эффективность вычислительных алгоритмов оценивалась несколькими параметрами: средней шириной отделенной от основного изображения тени, периметром контуров, средним квадратическим отклонением периметра контуров. Результаты сведены в таблицу.

Таблица – Оценка эффективности алгоритмов бинаризации

Используемый метод	Средняя ширина отделенной полоски тени, мм	Среднее значение периметра, мм	Среднее квадратическое отклонение значения периметра, мм
Ника	0,75	328,1	15,2
Ниблэка	0,65	329,0	16,1
Оцу	0,62	328,2	12,9

Как показывают приведенные данные, наиболее подходящим для поставленной задачи оказался метод Ника, который наилучшим образом отделяет фон от изображения, так как средняя ширина отделенной полоски тени достигает наибольшего значения. Наименее пригодным оказался метод Оцу, который в среднем дает погрешность определения контура в 0,13 мм, однако на некоторых участках эта величина достигает 0,4 мм. Среднее значение периметра позволяет судить о том, насколько сглаженным получается контур изображений при бинаризации. И, наконец, среднее квадратическое отклонение позволяет оценить стабильность работы алгоритма на массиве изображения. По последним двум параметрам можно сделать вывод, что все алгоритмы показывают одинаково стабильные результаты работы на массиве изображений.

Литература

1. Comparison of Niblack inspired binarization methods for ancient documents. Khurram Khurshid; Imran Siddiqi; Claudie Faure; Nicole Vincent // Conference: Document Recognition and Retrieval XVI, DRR 2009, 16th Document Recognition and Retrieval Conference, part of the IS&T-SPIE Electronic Imaging Symposium, San Jose, CA, USA, January 18-22, 2009.