

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ШТРИХОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Разработка алгоритма распознавания штрихового изображения ставит своей целью создание эффективного инструмента, способного анализировать, интерпретировать и классифицировать штриховые изображения и графические примитивы на штриховых изображениях. Целью данной работы является разработка копценции алгоритма, позволяющего проводить анализ изображения с целью нахождения и классификации графических примитивов и осуществлении сбора информации о характеристиках графических примитивов (ширина, длина, тип линии и т.д.) для последующе декодирования. Новый алгоритм будет основан на базовом алгоритме Хафа с внесением необходимых изменений для распознавания штриховых и штрихпунктирных линий.

Под графическим примитивом понимается простейший геометрический объект, отображаемый на экране дисплея. Описание графического примитива обычно содержит метрическую и атрибутивную части. Метрическая часть позволяет сопоставить те величины, в которых задан графический примитив для отображения его на дисплее и те величины, которые характеризуют его физическое или логическое представление. Атрибутивная часть передает геометрические параметры, характеризующие форму и расположение графического примитива.

Точка – наиболее простой графический примитив нулевой размерности. Точка определяется своими координатами на плоскости.

Линия – совокупность точек, через которые проходит геометрический отрезок с заданными конечными точками. Характеризуется начальной и конечной точками, или начальной точкой и приращениями координат, или длиной и углом наклона. В зависимости от стиля различают: Сплошная линия – непрерывная линия, которая соединяет две точки без разрывов. Пунктирная линия – линия, состоящая из коротких отрезков или точек с промежутками между ними.

Алгоритм Хафа – это популярный метод обнаружения простых геометрических форм, таких как прямые, окружности, эллипсы и т.д., на изображениях. Основная идея алгоритма заключается в преобразовании из координатного пространства изображения в параметрическое пространство, в котором каждая геометрическая форма представляется точкой или кривой [1].

Этапы алгоритма Хафа для обнаружения прямых линий:

Предварительная обработка изображения: первым шагом является преобразование исходного изображения в градации серого. Вторым шагом применяется пороговый фильтр для сглаживания изображения и уменьшения шума, для этого могут использоваться различные варианты фильтрации и обнаружения границ объектов на изображении.

Фильтр Гаусса использует функцию Гаусса для сглаживания изображения, что помогает уменьшить шум и детализацию. Эффективно удаляет гауссовский шум, сохраняет края объектов. При высоких значениях сигмы вызывает размытие деталей, неэффективен при удалении шума соли и перца с изображения.

Свертка с маской (фильтры Собеля, Превитта) применяет операторы градиента к изображению для выделения краев путем вычисления приближенного градиента яркости изображения. Выявляет направление наибольшего изменения интенсивности и выделяет края, но чувствителен к шуму и имеют невысокий порог распознавания при малой разнице яркостей.

Медианный фильтр заменяет каждый пиксель изображения медианным значением интенсивности пикселей в его окрестности. Эффективно удаляет шум соль и перец шума без размытия краев, не вводит новые значения в изображение, что сохраняет его общий контраст.

Неэффективно справляется с гауссовским шумом.

Билатеральный фильтр комбинирует сглаживание с сохранением краев, учитывая разницу в интенсивности между соседними пикселями.

Выбор фильтра зависит от конкретной задачи и качества исходного изображения. Например, для удаления гауссовского шума лучше подходит фильтр Гаусса, в то время как для устранения шума соль-перец предпочтительнее медианный фильтр. Билатеральный фильтр хорошо подходит для задач, где необходимо сохранить края при удалении шума.

Следующим этапом алгоритма является инициализация пространства Хафа: для каждой точки границы на изображении рассматриваются все возможные прямые линии, проходящие через эту точку. В случае прямых линий используется параметрическое представление линии, например, в форме $r = x \cos(\theta) + y \sin(\theta)$, где r – расстояние от начала координат до линии, а θ – угол наклона нормали к линии. Для каждой такой линии в пространстве параметров (r, θ) инкрементируется соответствующая ячейка. После заполнения пространства Хафа, пики в этом пространстве соответствуют прямым линиям на изображении. Таким образом, выбираются ячейки с наибольшим количе-

ством голосов (инкрементов), и соответствующие им параметры (r , θ) используются для построения линии на исходном изображении. Стандартный алгоритм Хафа не определяет штриховые и штрихпунктирные линии, поэтому адаптация алгоритма может содержать следующие шаги и особенности адаптации базового алгоритма. Усиленный шаг предварительной обработки: перед применением алгоритма Хафа требуется более сложная предварительная обработка, чтобы выделить штриховые и штрихпунктирные линии, особенно если они нерегулярны или имеют переменные интервалы [2].

Модификация алгоритма для учета разрывов (рис. 1): традиционный алгоритм Хафа не обнаруживает линии, состоящие из отдельных сегментов, так как разрывы между сегментами приводят к тому, что голоса в пространстве Хафа распределяются менее плотно.

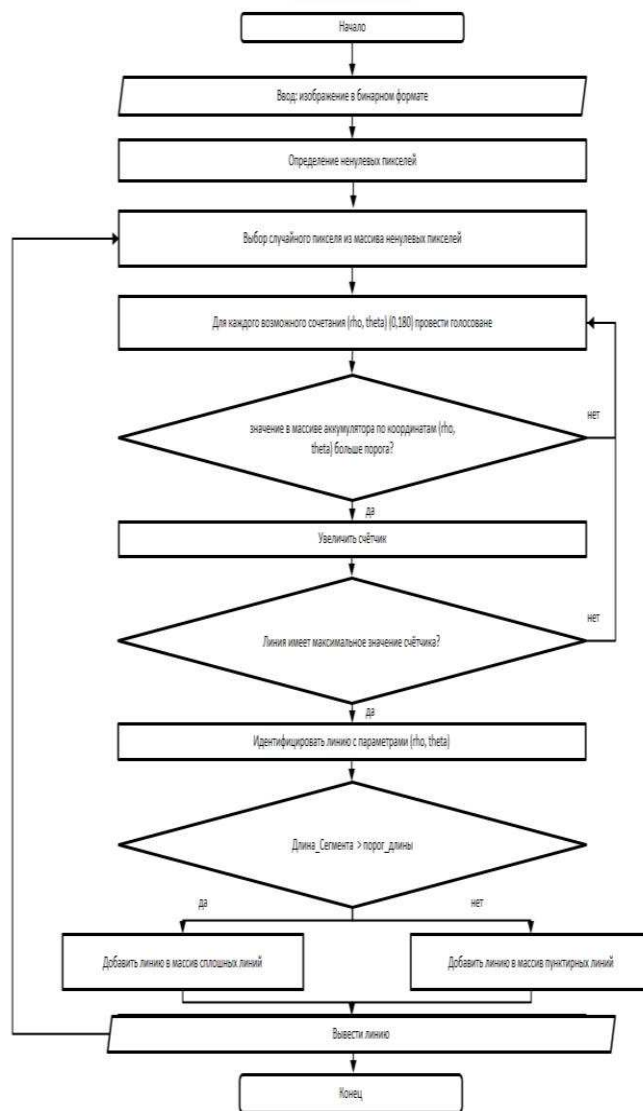


Рисунок 1 – Блок схема разработанного алгоритма на основе алгоритма Хафа с учетом определения штриховых и штрихпунктирных линий

Алгоритм для штриховых и штрихпунктирных линий адаптируется алгоритм для учёта разрывов, например, путём введения дополнительных шагов, которые идентифицируют и соединяют разрозненные сегменты линий воедино (дополнительная переменная, отвечающая за порог, связанный с длиной промежутка между отрезками).

Анализ паттернов голосования: для детектирования штрихпунктирных линий требуется анализ не только пиков в пространстве Хафа, но и характерные паттерны голосования, соответствующие периодическим прерываниям в линиях.

Постобработка: после применения алгоритма Хафа для определения штриховых и штрихпунктирных линий потребуется дополнительная постобработка для соединения отдельных сегментов в единую линию, а также для удаления ложных срабатываний.

Для типизации штриховых и штрихпунктирных линий необходимо определить длины штрихов и интервалов, учитывая вариабельность форм штриховых и штрихпунктирных линий.

В данной работе были исследованы и адаптированы методики для эффективного обнаружения не только сплошных, но и штриховых, а также штрихпунктирных линий путем модификации алгоритма Хафа, включающие усовершенствованную предварительную обработку изображений, специализированные механизмы для учёта разрывов между сегментами линий, а также методы постобработки для соединения этих сегментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Doermann, David Handbook of Document Image Processing and Recognition / Naornita Florica. – New York : Springer, 2014. – 666 pp.

2. Вершок Д.А. Алгоритмические средства обработки и анализа изображений на основе преобразования Хафа: Автореф. дис. канд. техн. наук [Электронный ресурс] / БГУ информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2002.. – Режим доступа: http://neuroface.narod.ru/files/vershok_autoref.pdf.