

УДК 528.854.2

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИ-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОБРАЖЕНИЙ И РАЗРАБОТКА ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

студент гр.113801 Тармин А.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук Ролич О.Ч.

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Сегментация изображений.

Сегментация изображений – это выделение объектов(областей) на изображении. Она используется для обнаружения дефектов при сборке деталей на производстве, для обработки снимков в медицине, составления карт местности по снимкам спутников и не только.

В данной работе сегментация применяется для выявления форм объектов произвольных размеров на изображениях разного типа. Это даст нам определить, есть ли какая-либо закономерность в формах и размерах объектов, находящихся на изображениях каждого из типов,и насколько отчётливо она прослеживается.

Существует много методов сегментации: яркостная сегментация, многомасштабная сегментация, водораздельная сегментация, сегментация с помощью метода разреза графа и т.д. Мы будем применять яркостную сегментацию.

Алгоритм сегментации изображений:

Для сегментации цветного изображения требуется перевести его в корректное бинарное изображение. Для этого изображение переводится в оттенки серого, чтобы из трёхмерной матрицы, над которой мы работаем (цветного изображения), получить двумерную. После чего оно переводится в бинарное изображение с заданным порогом.

Выделение контуров.

Выделение контуров активно используется в обработке изображений. В этом методе обработки изображений чаще всего используется два алгоритма: алгоритм Собеля и алгоритм Канни.

В нашей классификации рассматриваются изображения разного происхождения: естественного (природно-бытового) и искусственного (созданные графически, например, на компьютере). Первые примечательны

наличием шума, в отличие от вторых, что усложняет выделение контуров на изображении. В данном случае лучше всего справляется алгоритм Канни.

Алгоритм состоит из 5-ти шагов:

Сглаживание изображения (размытие изображения, для сглаживания шумов).

Поиск градиентов (границы выделяются только там, где значение градиента изображения максимальное).

Подавление не-максимумов (как границы отмечаются только локальные максимумы).

Двойная пороговая фильтрация (потенциальные границы определяются порогами).

Трассировка области неоднозначности (итоговые границы определяются путём подавления всех краёв, несвязанных с определёнными (сильными) границами).

Перед применение алгоритма Канни требуется перевести изображение в градации серого. После этого изображение можно сглаживать. Для размывания используется размытие по Гауссу.

Размытие по Гауссу представляет собой фильтр размытия изображения с применением нормального (Гауссового) распределения. Уравнение распределения Гаусса в N измерениях имеет вид:

$$G(r) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} e^{-r^2/(2\sigma^2)},$$

где r – радиус размытия, $r^2 = u^2 + v^2$, σ – стандартное отклонение распределения Гаусса.

Для поиска градиентов используется оператор Собеля, который основан на свёртке изображения небольшими целочисленными фильтрами в вертикальном и горизонтальном направлениях. Оператор использует ядра 3×3 , с которыми свёртывают исходное изображение для вычисления приближенных значений производных по горизонтали и по вертикали.

При подавлении не-максимумов Пикселями границ объявляются пиксели, в которых достигается локальный максимум градиента в направлении вектора градиента. Значение направления должно быть кратно 45° . Принцип подавления представлен на рисунке 1.

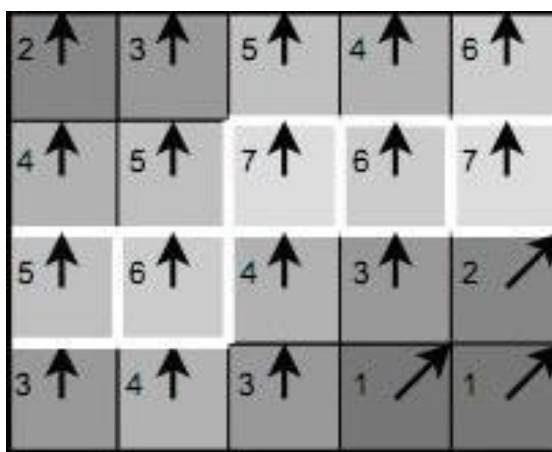


Рисунок 1. Принцип подавления не-максимумов.

Принцип работы двойной пороговой фильтрации: если значение пикселя выше верхней границы – он принимает максимальное значение (граница считается достоверной), если ниже – пиксель подавляется, точки со значением, попадающим в диапазон между порогов, принимают фиксированное среднее значение (они будут уточнены на следующем этапе).

Трассировка области неоднозначности сводится к выделению групп пикселей, которые получили промежуточное значение при двойной пороговой фильтрации, и, если они соединены с одной из установленных границ, отнесению их к этой границе, а в противном случае – подавлению. При этом пиксель добавляется к группе пикселей, если он соприкасается с ней по одному из 8-ми направлений.

Данные о процессе исследований.

Список исследуемых типов изображений:

Абстракция

Карта

Пейзаж

Портрет

Сцена

Текст

Космос

Город

Село

Для каждого из типов проанализировано 50 изображений. В анализ входят следующие этапы:

Сегментация изображений, анализ форм и размеров сегментов.

Выделение контуров изображений и анализ их гистограмм.

Составление классификации изображений на основе полученных данных.

Сегментация изображений, анализ форм и размеров сегментов.

Анализ форм объектов на сегментированном изображении для начала рассмотрим на примере изображения типа «абстракция». Данный пример представлен на рисунке 2.

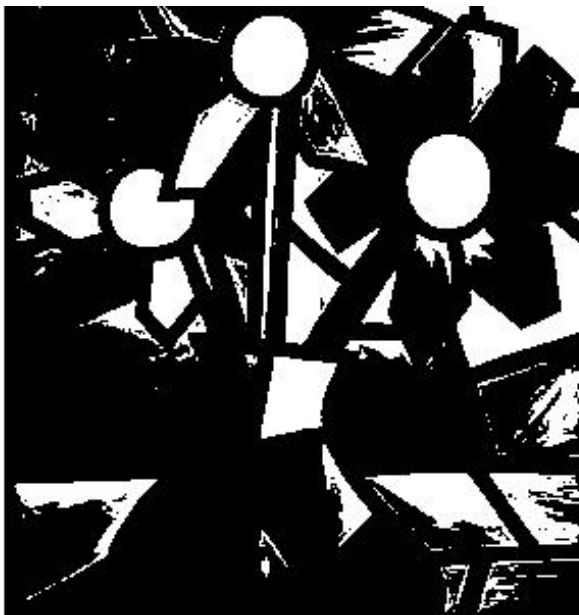


Рисунок 2. Пример сегментации изображения типа «абстракция».

На данном изображении можно заметить, что имеются явно выделяющиеся круглые объекты и многогранные фигуры произвольных форм. Преимущественно они имеют прямые грани, которые не изгибаются в самовольном направлении.

Рассмотрим формы объектов на сегментированном изображении типа «пейзаж». Данный пример представлен на рисунке 3.



Рисунок 3. Пример сегментации изображения типа «пейзаж».

На этом изображении, в отличие от прошлого, сложно описать форму объектов, так как они все абсолютно разнородные. Однако для большинства пейзажей характерна широкая фигура сверху, которая выделяет небо на изображении и «оттеняет» данный тип на фоне других.

Подобным образом были проанализированы все изображения каждого из типов и получены следующие усреднённые результаты по каждому из них:

Абстракция: характерны круги и многоугольники, волнистые линии и отсутствие мелких сегментов в силу шума.

Пейзаж: характерно наличие больших объектов, которыми является поля и небо, произвольной формы, наличие большого количества мелких сегментов.

Карта: имеется большое количество мелких сегментов, прямых линий, отсутствие в большинстве случаев объектов определённой формы.

Портрет: скопление объектов наблюдается вблизи центра, размеры и форма объектов сильно варьируется.

Сцена: преимущественно имеются объекты округлой формы, редкое наличие многоугольников.

Космос: небольшое количество круглых объектов и очень много мелких сегментов, разбросанных в произвольном порядке.

Текст: много мелких сегментов схожего размера с большим количеством прямых и волнистых линий.

Город: характерны четырёхугольники произвольных форм, волнистые и прямые линии, большое количество мелких сегментов.

Село: как и в пейзаже, характерно наличие большого объекта сверху, которым выступает небо, небольшое количество многоугольников и множество мелких сегментов.

Выделение контуров изображений и анализ их гистограмм.

Рассмотрим выделение контуров на изображении типа «портрет». Пример представлен на рисунке 4.



Рисунок 4. Пример выделения контуров на изображении типа «портрет».

На данном примере наглядно видно, что количество белых контуров не очень большое по отношению к чёрному цвету. Более точно это можно увидеть на гистограмме данного изображения, которая представлена на рисунке 5.

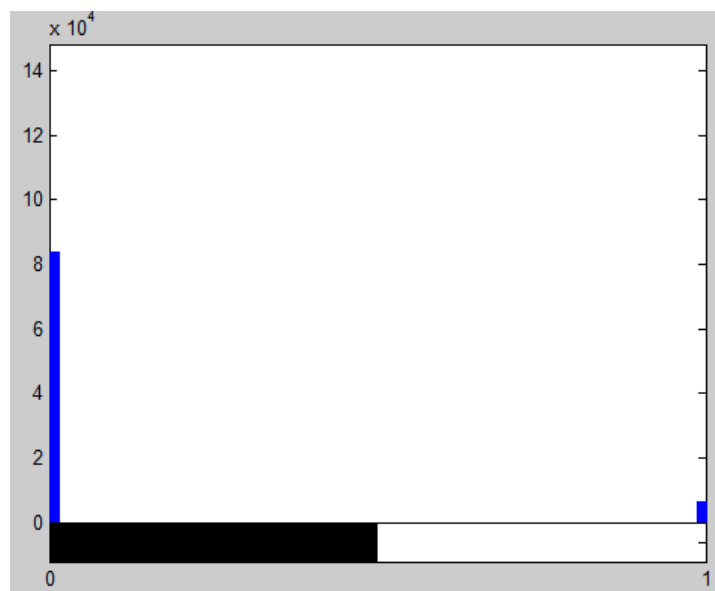


Рисунок 5. Гистограмма изображения типа «портрет» с выделенными контурами.

На гистограмме показано, что значение белого цвета равно 0,7, а чёрного – 8,3. Т.к. все изображения имеют разрешение 300 на 300 пикселей, процент белого цвета на фотографии равен:

$$\frac{0,7}{9/100} \approx 7,8 \%$$

Так как все контуры на изображениях имеют одинаковую ширину, высчитав процент белого цвета на изображении после выделения контуров, найдём условное количество границ, что отчасти демонстрирует, как много объектов (маленьких или больших) находится на изображении.

Этим способом были проанализированы изображения разного типа и составлены данные о среднем проценте белого на изображениях после выделения контуров:

- Абстракция – 11,14% (У большинства изображений – 10%)
- Пейзаж – 12,05% (У большинства изображений – 11,67%)
- Карта – 14,53% (У большинства изображений – 16,67%)
- Портрет – 8,53% (У большинства изображений – 7,78%)
- Сцена – 9,72% (У большинства изображений – 8,89%)
- Космос – 13,20% (У большинства изображений – 12,22%)
- Текст – 9,67% (У большинства изображений – 9,44%)
- Город – 12,61% (У большинства изображений – 13,33%)

Село – 12,72% (У большинства изображений – 13,33%)

Составление классификации изображений на основе полученных данных.

На таблице 1 представлена классификация изображений по их статистически-геометрическим характеристикам.

Таблица 1. Классификация изображений по статистически-геометрическим характеристикам.

Тип изображений	Описание форм и размеров сегментированных объектов на изображениях	Процент белых пикселей на изображениях после выделения контуров
Абстракция	Круги и многоугольники, волнистые линии, отсутствие мелких сегментов	11,14% (У большинства изображений – 10%)
Пейзаж	Большие объекты (поля и небо) произвольной формы, большое количество мелких сегментов	12,05% (У большинства изображений – 11,67%)
Карта	Много мелких сегментов, прямых линий, произвольная форма большинства объектов	14,53% (У большинства изображений – 16,67%)
Портрет	Скопление объектов вблизи центра, размеры и форма объектов сильно варьируется	8,53% (У большинства изображений – 7,78%)
Сцена	Наличие объектов округлой формы, иногда присутствуют многоугольники	9,72% (У большинства изображений – 8,89%)

Космос	Много объектов в виде кругов, много произвольно разбросанных мелких сегментов	13,20% (У большинства изображений – 12,22%)
Текст	Мелкие сегменты схожего размера с большим количество прямых и волнистых линий	9,67% (У большинства изображений – 9,44%)
Город	Четырёхугольники произвольных форм, волнистые и прямые линии, большое количество мелких сегментов.	12,61% (У большинства изображений – 13,33%)
Село	Большой объект сверху (небо), небольшое количество многоугольников, множество мелких сегментов.	12,72% (У большинства изображений – 13,33%)

Вывод.

По полученным данным можно точно сказать, что для корректного определения типа изображений требуется больше информации, которая бы помогла выявить больше особенностей каждого из типа. Например, как можно заметить по таблице классификации, у типов «город» и «село» имеются очень схожие средние показатели как процента белых пикселей на изображениях после выделения контуров, так и формы и размеры