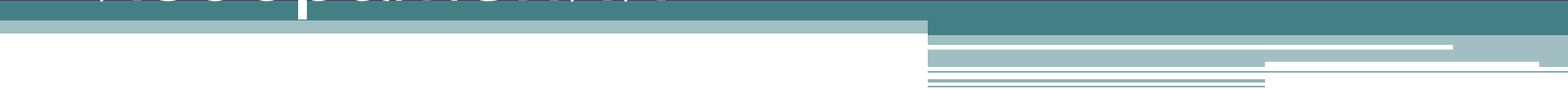


Алгоритмы сегментации изображений

A series of horizontal lines in teal and light blue colors, with varying lengths and slight offsets, creating a modern, layered effect across the middle of the slide.

Постановка задачи

- На изображении присутствует область (объект), отличающаяся от остальной части изображения (фона).
- Задача: выделить объект на изображении, отделив его от фона.

Постановка задачи



Алгоритмы сегментации

- «Волшебная палочка»
- «Умные ножницы»
- Сегментация с помощью разрезов на графах

Обозначения

- Размер изображения – $n \times m$ пикселей;
- $\rho(c_1, c_2)$ – функция, определяющая расстояние между цветами c_1 и c_2 ;
- c_0 – цвет выбранного пользователем пикселя.

«Волшебная палочка»

- Составить матрицу размером $n \times m$, элементы которой заданы формулой:
- $$B(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } \rho(c_{xy}, c_0) \leq T \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

где c_{xy} – цвет пикселя с индексами x и y ,
 T – заданный порог чувствительности.

- Данная матрица показывает, какие пиксели отличаются от заданного не более, чем на порог T .

«Волшебная палочка»

- Чем больше T , тем большую область алгоритм отметит, как объект.
- При слишком больших значениях T часть фона может быть отмечена, как объект; при слишком малых – часть объекта может быть воспринята, как фон.

«Волшебная палочка»

- Для полученной матрицы В с помощью любого алгоритма поиска связных областей найти область, которой принадлежит выбранный пользователем пиксель. Принадлежащие этой области пиксели и будут результатом работы алгоритма.
- Алгоритм плохо работает с пёстрыми объектами и размытыми границами.

«Волшебная палочка»



«Умные ножницы»

- Пользователь последовательно указывает несколько точек, принадлежащих границе объекта
- Алгоритм самостоятельно достраивает границу

«Умные ножницы»

- Представим изображение как граф, вершины которого – углы пикселей, а рёбра – стороны пикселей.
- Длина ребра определяется по формуле:

$$d = \frac{L}{K + \rho(c_1, c_2)}$$

где L – геометрическая длина ребра, c_1 и c_2 – цвета пикселей по обе стороны ребра, $K = \text{const}$

«Умные ножницы»

- С учётом полученных длин рёбер между заданными пользователем точками находится кратчайший путь, который при замыкании образует границу между объектом и фоном.
- Алгоритм плохо работает с пёстрыми изображениями. В этом случае пользователю придётся указывать большое число граничных точек.

«Умные ножницы»



Разрезы на графах

- Наиболее удобный для пользователя интерфейс: пользователь указывает часть пикселей, принадлежащих объекту, и часть пикселей, принадлежащих фону, после чего алгоритм производит сегментацию.
- Если результат неудовлетворителен, пользователь отмечает новые пиксели как фон/объект, добавляя их к отмеченным ранее, после чего результат пересчитывается.

Разрезы на графах

- Представим изображение в виде графа. Вершинами принимаются центры пикселей, затем для каждого пикселя соответствующая вершина соединяется рёбрами с вершинами, которые соответствуют соседним пикселям.

Разрезы на графах

- Вес ребра определяется по формуле:

$$d = \lambda \frac{1}{L} e^{-\sigma \rho(c_1, c_2)}$$

где L – геометрическая длина ребра, c_1 и c_2 – цвета соединяемых ребром вершин, λ и σ – положительные константы.

Чем меньше вес, тем больше разница между цветами соединяемых вершин.

Разрезы на графах

- Пусть пользователь отметил два множества пикселей: множество A содержит пиксели, относящиеся к объекту, а множество B – пиксели, относящиеся к фону.
- Добавим две новые вершины – *сток* и *исток*. Эти вершины соединяются рёбрами со всеми остальными вершинами, причём вес рёбер между истоком и вершинами множества A равен бесконечности, как и вес рёбер между стоком и вершинами множества B .

Разрезы на графах

- Для вершин, не принадлежащих множествам A и B , вес рёбер, соединяющих их с истоком и стоком соответственно, задаётся пропорционально схожести их цвета и цветов всех остальных вершин множества: чем сильнее цвет вершины похож на цвета остальных вершин множества A (B), тем больше вес ребра, соединяющего её с истоком (стоком).

Разрезы на графах

- Для вершин, не принадлежащих множествам A и B , вес рёбер, соединяющих их с истоком и стоком соответственно, задаётся пропорционально схожести их цвета и цветов всех остальных вершин множества: чем сильнее цвет вершины похож на цвета остальных вершин множества A (B), тем больше вес ребра, соединяющего её с истоком (стоком).

Разрезы на графах

- *Разрез* – разбиение вершин графа на два множества.
- Рёбра, соединяющие вершины из разных множеств, называются *разрезанными*.
- *Вес разреза* – сумма весов всех разрезанных рёбер.
- *Минимальный разрез* – разрез с минимальным весом.

Разрезы на графах

- Найдём минимальный разрез (например, с помощью алгоритма поиска максимального потока в сети).
- Полученный разрез разделит все вершины на принадлежащие объекту или фону. При этом вершины из A будут отнесены к объекту, вершины из B – к фону.

Разрезы на графах

- Граница между объектом и фоном будет проведена по возможности между пикселями с сильно отличающимися цветами.
- Пиксели, похожие по цвету на пиксели множества A , будут по возможности отнесены к объекту, а пиксели, похожие по цвету на пиксели множества B , - к фону.

Разрезы на графах



Практика

