

Точечные особенности

Особая точка

- Особая точка m , или точечная особенность (англ. point feature, key point, feature), изображения – это точка изображения, окрестность которой $o(m)$ можно отличить от окрестности любой другой точки изображения $o(n)$ в некоторой другой окрестности особой точки $o_2(m)$.

Детектор

- Детектор – это метод извлечения особых точек из изображения. Детектор обеспечивает инвариантность нахождения одних и тех же особых точек относительно преобразований изображений.

Дескриптор

- Дескриптор – идентификатор особой точки, выделяющий её из остального множества особых точек. В свою очередь, дескрипторы должны обеспечивать инвариантность нахождения соответствия между особыми точками относительно преобразований изображений.

Свойства особых точек (1)

1992 Haralick и Shapir:

- Отличимость (distinctness) – особая точка должна явно выделяться на фоне и быть отличимой (уникальной) в своей окрестности.
- Инвариантность (invariance) – определение особой точки должно быть независимо от аффинных преобразований.
- Стабильность (stability) – определение особой точки должно быть устойчиво к шумам и ошибкам.

Свойства особых точек (2)

- 2006 Tuytelaars и Mikolajczyk
- Повторяемость (repeatability) – особая точка находится в одном и том же месте сцены или объекта изображения, несмотря на изменения точки обзора и освещённости.
- Отличительность / информативность (distinctiveness/informativeness) – окрестности особых точек должны иметь большие отличия друг от друга, так, чтобы возможно было выделить и сопоставить особые точки.
- Локальность (locality) – особая точка должна занимать небольшие области

Детекторы углов

- Углы (corners) – особые точки, которые формируются из двух или более граней, и грани обычно определяют границу между различными объектами и / или частями одного и того же объекта.
- По-другому можно сказать, что углы – это точка, у которой в окрестности интенсивность изменяется относительно центра (x, y) .
- Углы определяются по координатам и изменениям яркости окрестных точек изображения. Главное свойство таких точек

Виды углов



Детектор Моравека (1977г.)

1. Для каждого пикселя изображения:

$$V_{u,v}(x,y) = \sum_{\forall a,b \in w} (I(x+u+a, y+v+b) - I(x+a, y+b))^2,$$

$$(u,v) \in \{(1,0), (1,1), (0,1), (-1,1), (-1,0), (-1,-1), (0,-1), (1,-1)\}$$

$$C(x,y) = \min (V_{u,v}(x,y))$$

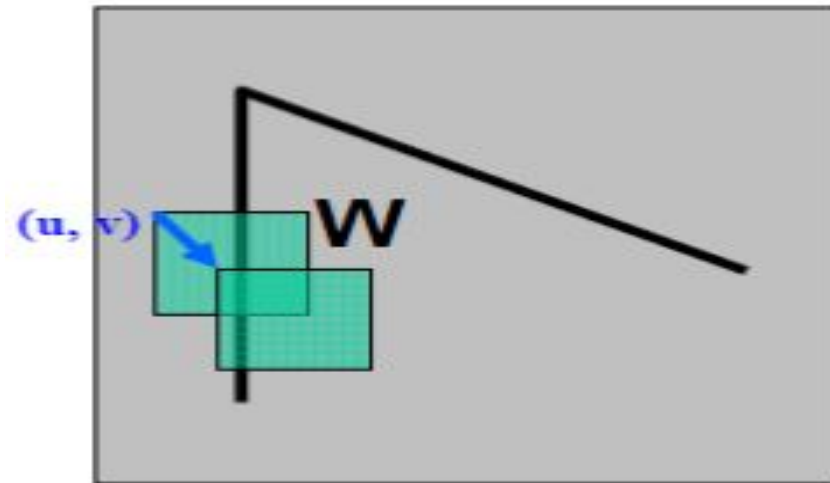
2. Построить карту нахождения углов в каждом пикселе:

Детектор Моравека

4. Удалить повторяющиеся углы с помощью применения процедуры поиска локальных максимумов функции отклика (non-maximal suppression). Все полученные ненулевые элементы карты соответствуют углам на изображении.

Детектор Харриса 1988

Для данного изображения I рассмотрим окно W (обычно размер окна равен 5×5 пикселей, но может зависеть от размера изображения) в центре (x, y) , а также его сдвиг на (u, v) .



Детектор Харриса

Взвешенная сумма квадратов разности яркостей равна:

$$E(u,v) = \sum_{(x,y) \in W} w(x,y) (I(x+u,y+v) - I(x,y))^2 \approx \sum_{(x,y) \in W} w(x,y) (I_x(x,y)u + I_y(x,y)v)^2 \approx (x \ y) M \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix},$$

где $w(x,y)$ – весовая функция (обычно используется функция Гаусса или бинарное окно)



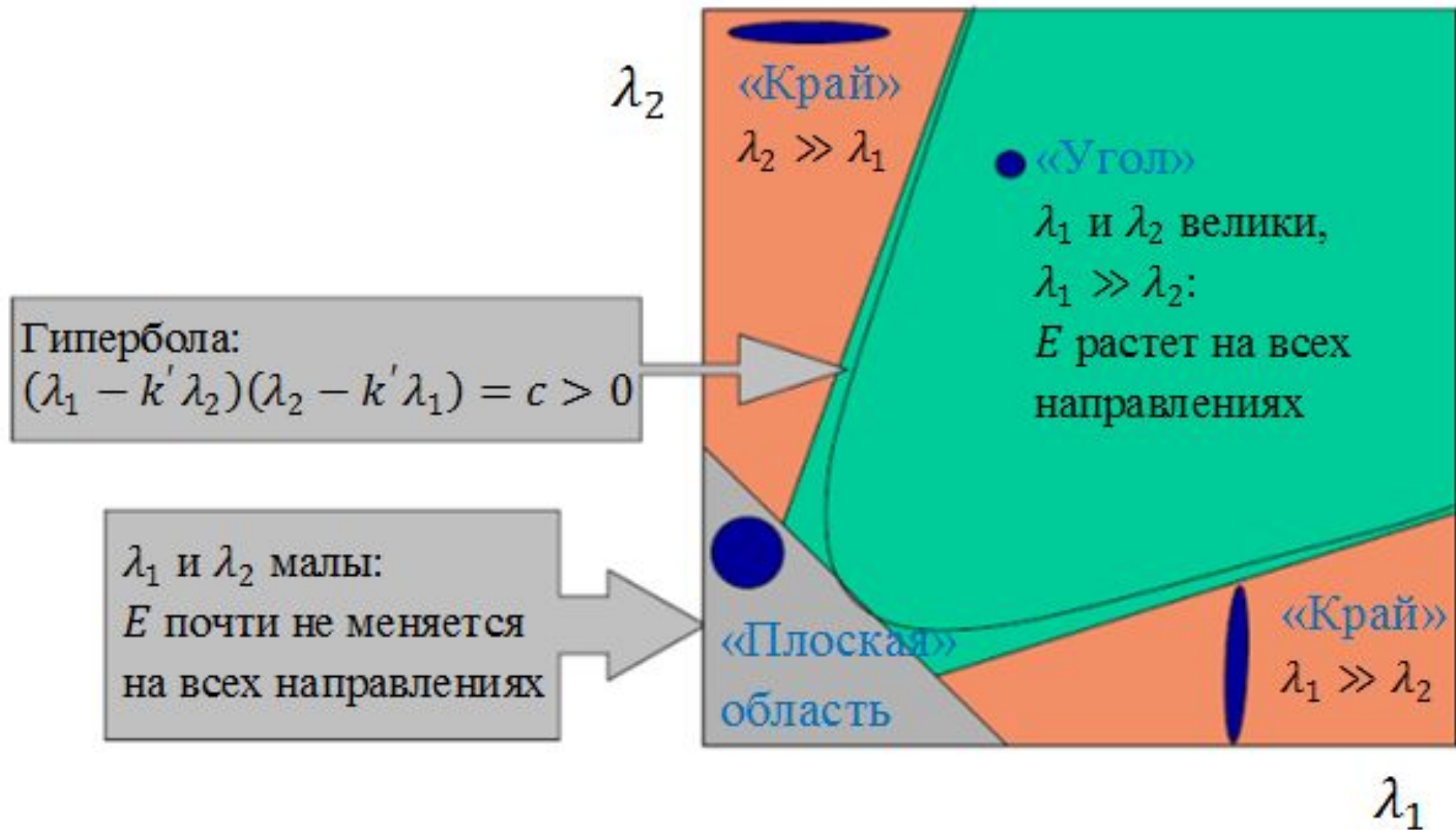
Детектор Харриса

M – автокорреляционная матрица:

$$M = \sum_{(u,v) \in W} w(u,v) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

Угол характеризуется большими изменениями функции $E(x,y)$ по всем возможным направлениям (x,y) , что эквивалентно большим по модулю собственным значениям матрицы M .

Детектор Харриса



Детектор Харриса

Поскольку напрямую считать собственные значения является трудоёмкой задачей, Харрисом и С. $R = \det M - k(tr M)^2 > k$ па предложена мера отклика .

$$R = \det M - k(tr M)^2 > k,$$

$k \in [0,04;0,06]$

где k – эмпирическая константа,

Таким образом, значение R положительно для угловых особых точек.

Затем производится отсечение точек по найденному порогу R (т.е. те точки, у которых значение R меньше некоторого порога,

Детектор Харриса

- Детектор Харриса инвариантен к поворотам, частично инвариантен к аффинным изменениям интенсивности.
- К недостаткам стоит отнести чувствительность к шуму и зависимость детектора от масштаба изображения (для устранения этого недостатка используют многомасштабный детектор Харриса (multi-scale Harris detector)).