

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.

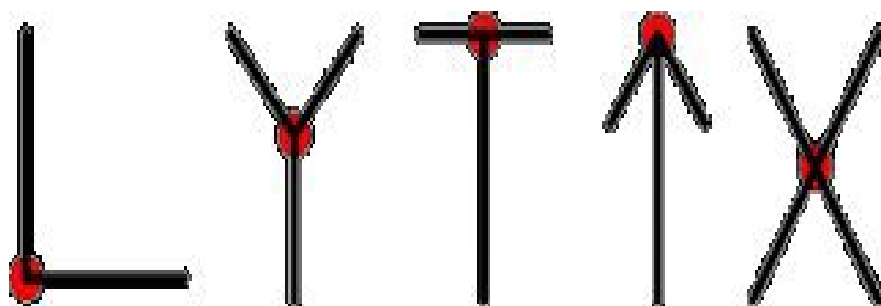
# Свойства особых точек (2)

- 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:

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

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

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

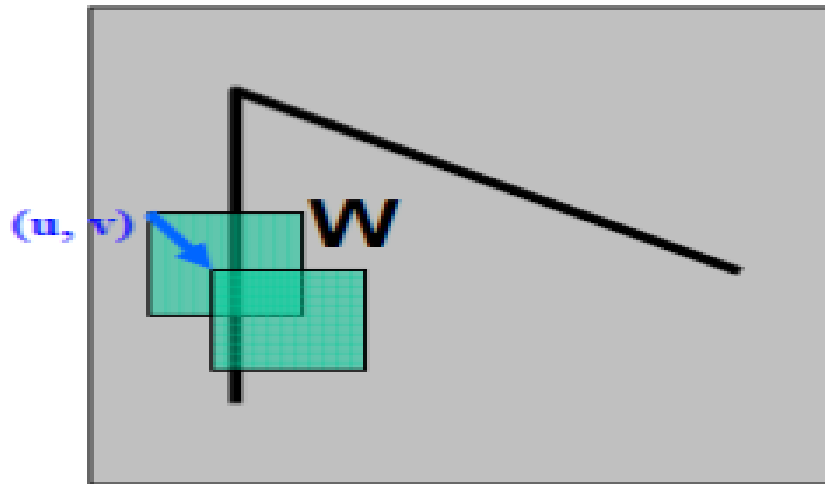
2. Построить карту нахождения углов в каждом пикселе:

# 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  $5 \times 5$  пикселей, но может зависеть от размера изображения) в центре  $(x, y)$ , а также его сдвиг на  $(u, v)$ .

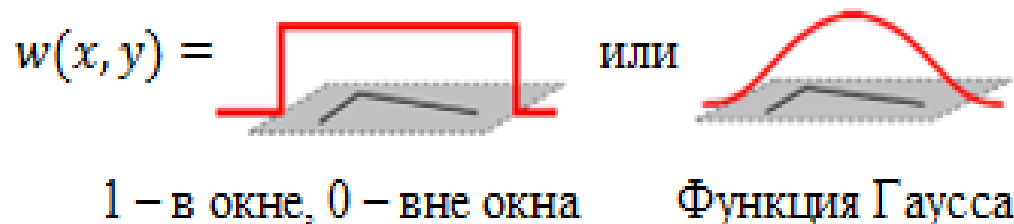


# Детектор Харриса

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)



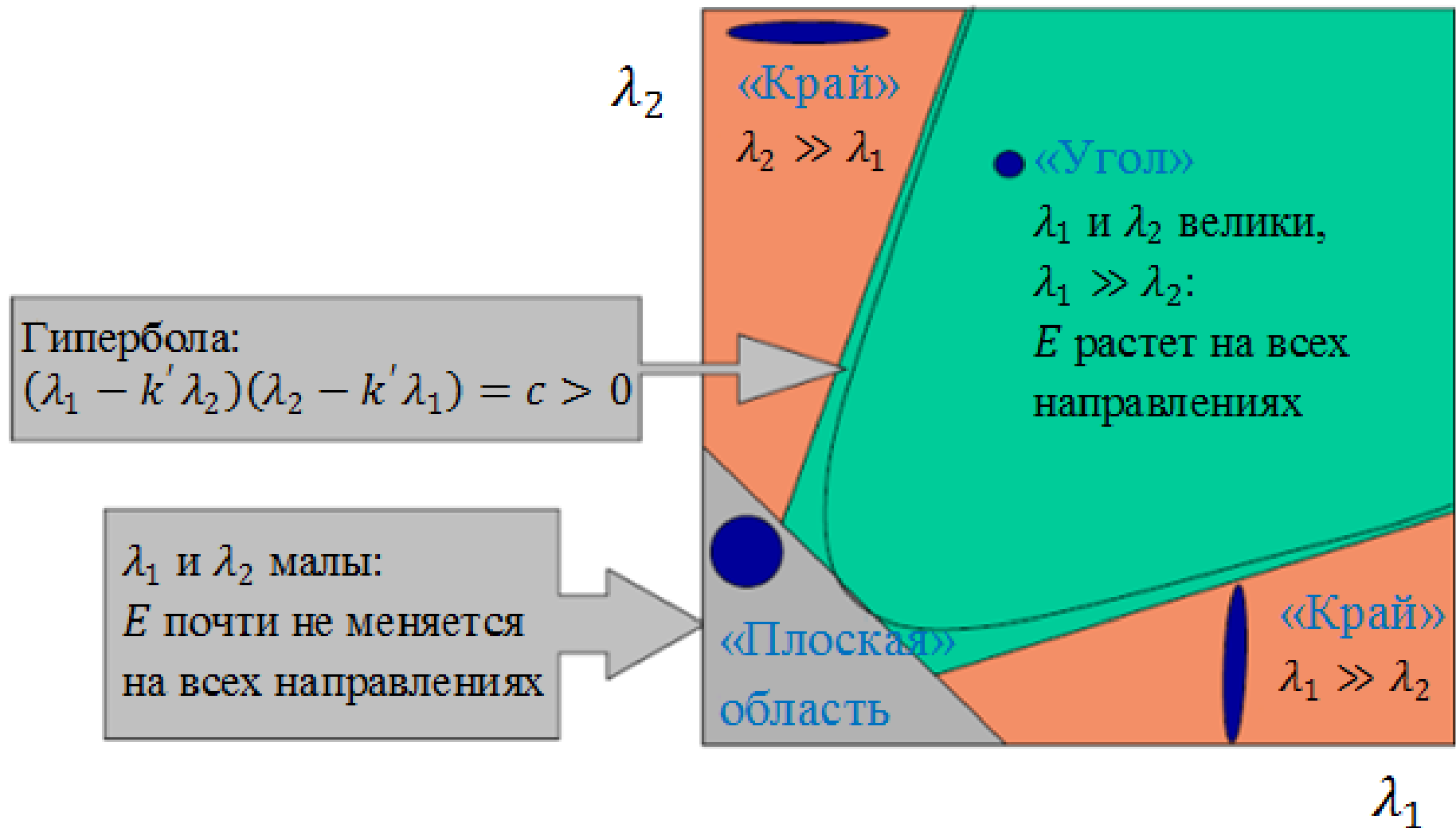
# Детектор Харриса

$M$  – 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.  $R = \det M - k(\text{tr} M)^2 > k$  па предложена мера отклика .

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

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)).