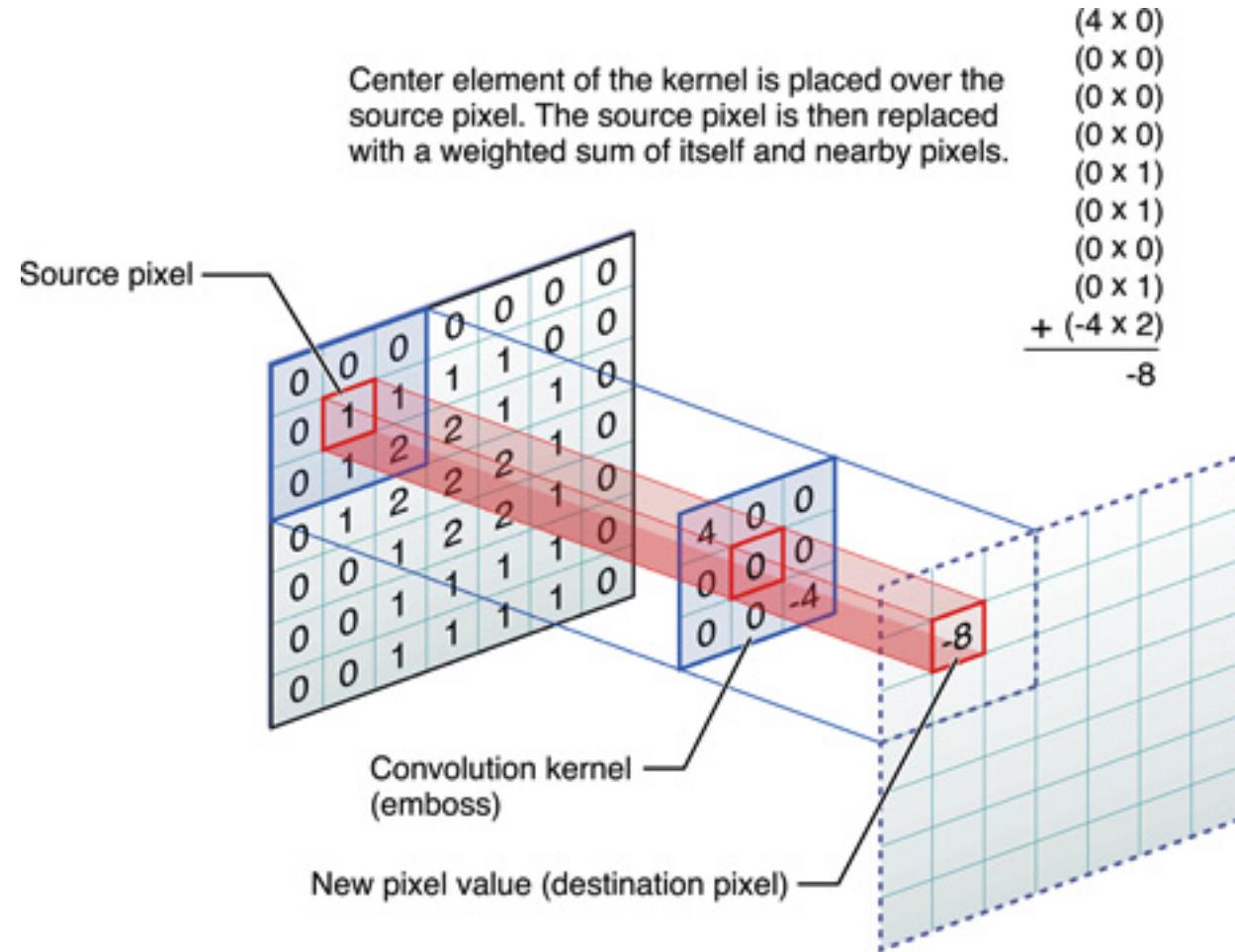


Олдскульные методы
работы с изображениями

Свертка изображения с фильтром



Простые свертки



Original

0	0	0
0	1	0
0	0	0

?

Простые свертки



Original

0	0	0
0	1	0
0	0	0



Filtered
(no change)

[1] <http://courses.graphics.cs.msu.ru/mod/resource/view.php?id=38>

Простые свертки



Original

0	0	0
0	0	1
0	0	0

?

Простые свертки



Original

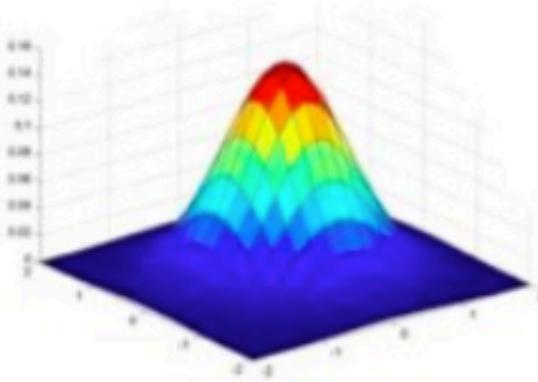
0	0	0
0	0	1
0	0	0



Shifted left
By 1 pixel

Гауссовское размытие

$$G_{\sigma} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$



0.003	0.013	0.022	0.013	0.003
0.013	0.059	0.097	0.059	0.013
0.022	0.097	0.159	0.097	0.022
0.013	0.059	0.097	0.059	0.013
0.003	0.013	0.022	0.013	0.003

$5 \times 5, \sigma = 1$

[1] <http://courses.graphics.cs.msu.ru/mod/resource/view.php?id=38>

Гауссовское размытие

Original



Noisy



Smoothed



[1] <http://courses.graphics.cs.msu.ru/mod/resource/view.php?id=38>

Задача

Придумать, каким фильтром (не обязательно представимым в виде свертки) подавить шум из белых и черных точек в 1 пиксель («соль и перец»)

Медианный фильтр

123	125	126	130	140
122	124	126	127	135
118	120	150	125	134
119	115	119	123	133
111	116	110	120	130

Neighbourhood values:

115, 119, 120, 123, 124,
125, 126, 127, 150

Median value: 124

Медианный фильтр

123	125	126	130	140
122	124	126	127	135
118	120	150	125	134
119	115	119	123	133
111	116	110	120	130

Neighbourhood values:

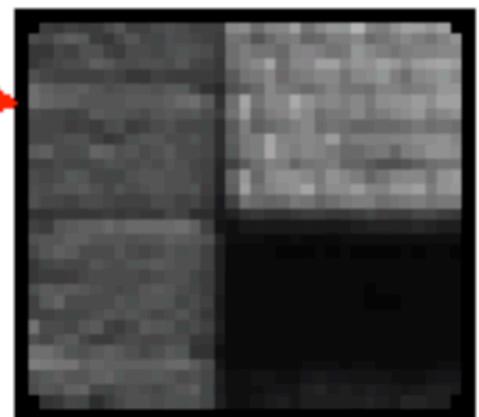
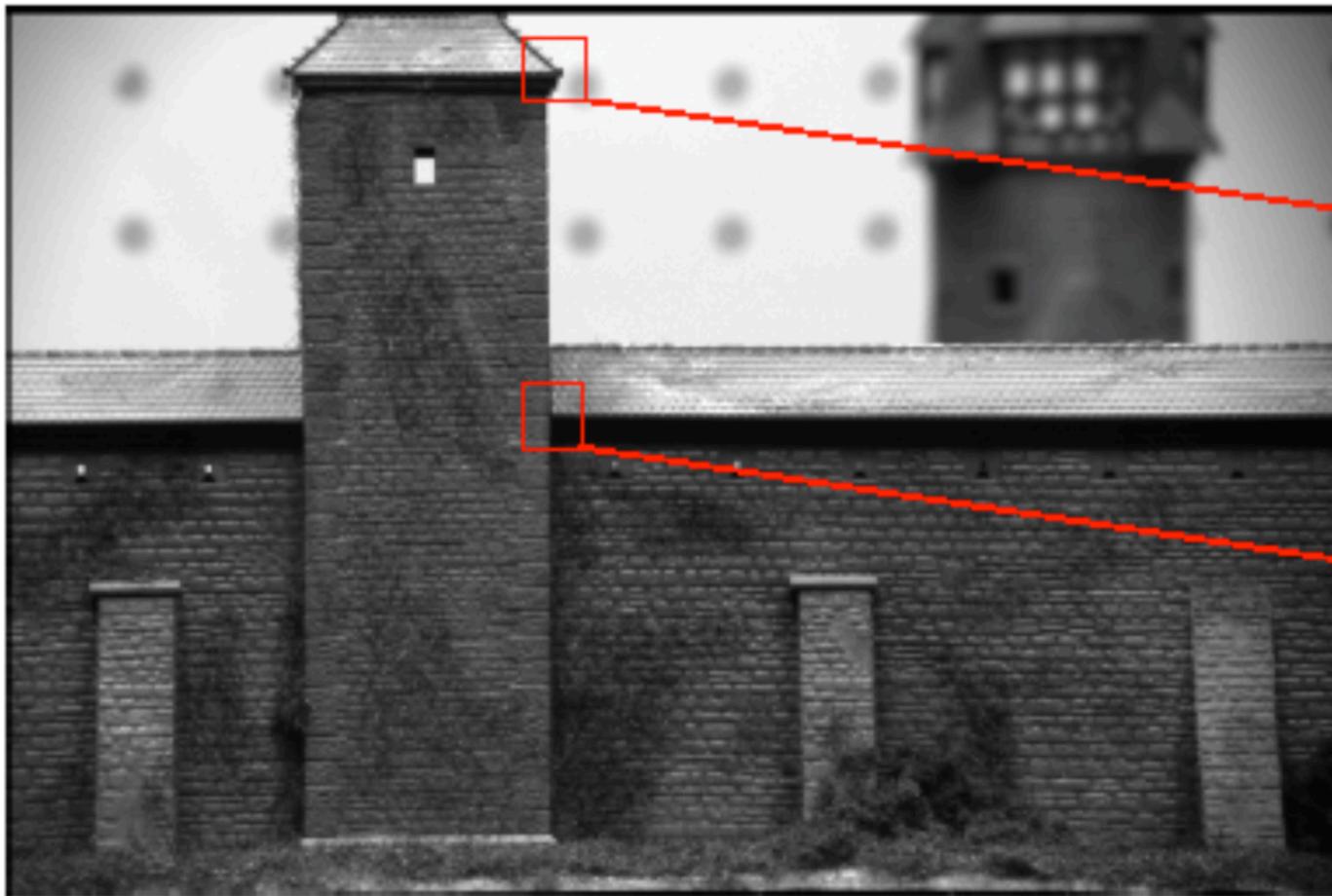
115, 119, 120, 123, 124,
125, 126, 127, 150

Median value: 124

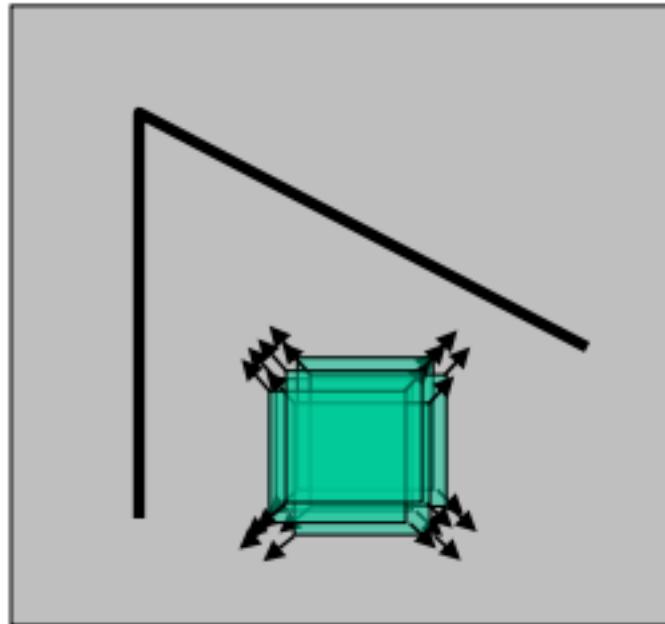


Локальные особенности

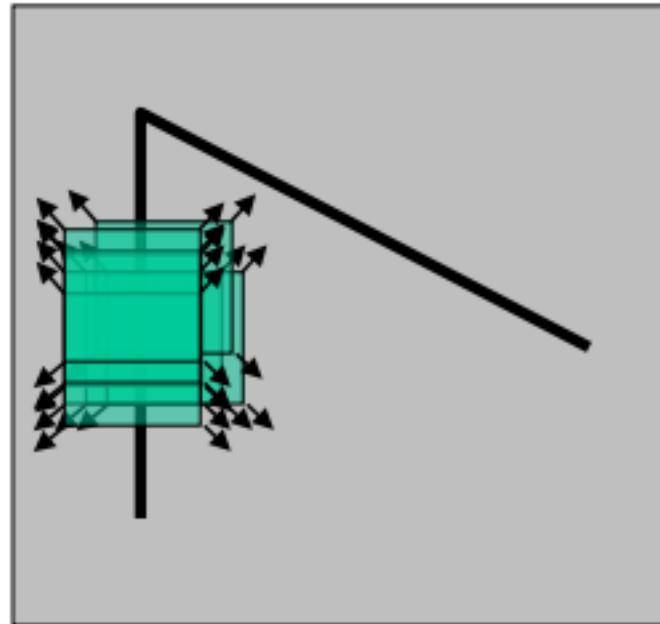
Пример: угол



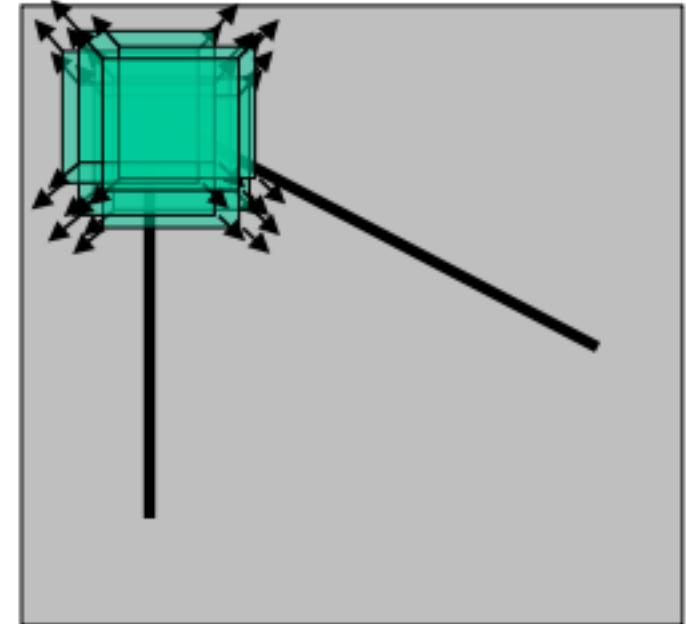
Формализуем понятие угла



“flat” region:
no change in
all directions



“edge”:
no change along
the edge direction



“corner”:
significant change
in all directions

Изменение интенсивности в области

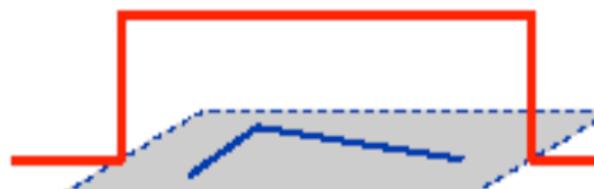
$$E(u, v) = \sum_{x, y} w(x, y)[I(x+u, y+v) - I(x, y)]^2$$

Window
function

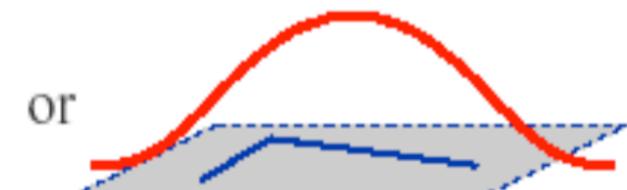
Shifted
intensity

Intensity

Window function $w(x, y) =$



1 in window, 0 outside



Gaussian

Линеаризация изменения

$$\sum [I(x+u, y+v) - I(x, y)]^2$$

$$\approx \sum [I(x, y) + uI_x + vI_y - I(x, y)]^2 \quad \text{First order approx}$$

$$= \sum u^2 I_x^2 + 2uv I_x I_y + v^2 I_y^2$$

$$= \begin{bmatrix} u & v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} \quad \text{Rewrite as matrix equation}$$

$$= \begin{bmatrix} u & v \end{bmatrix} \left(\sum \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

Матрица моментов

$$M = \sum_{x,y} w(x,y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

Windowing function - computing a weighted sum (simplest case, w=1)

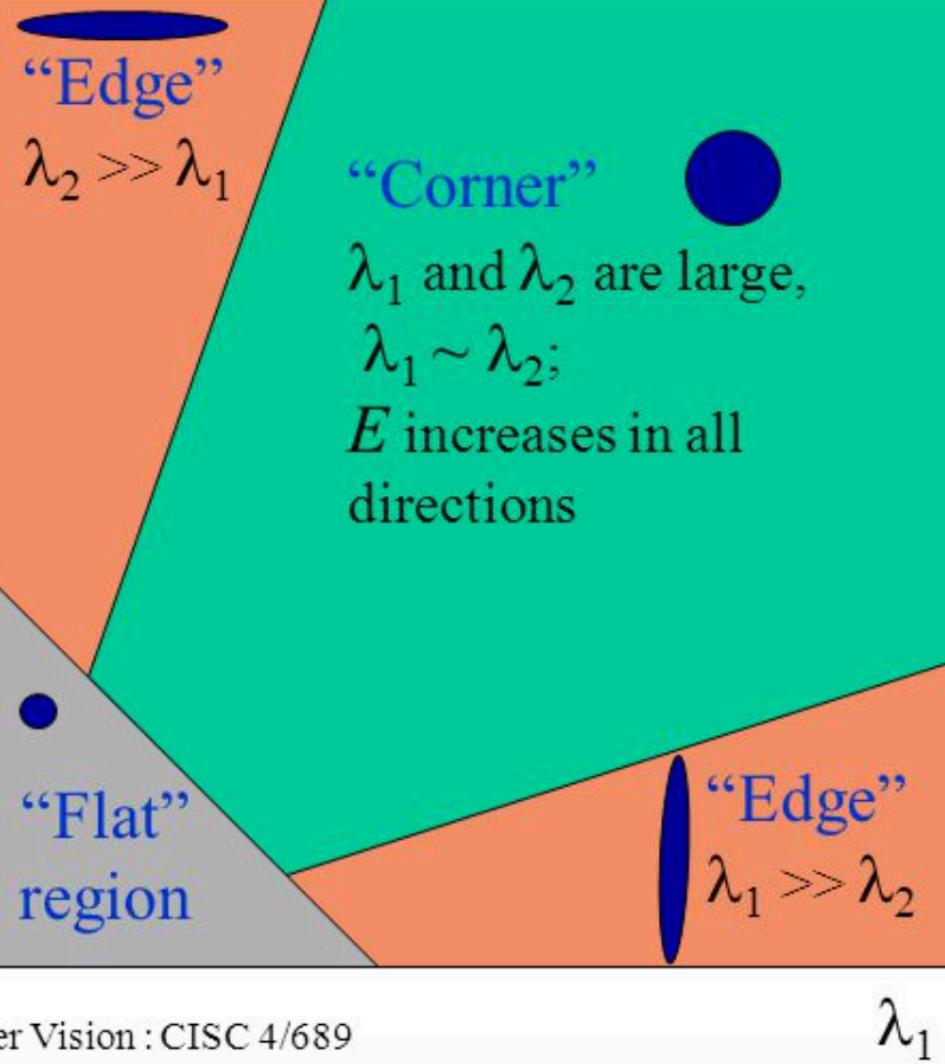
Note: these are just products of components of the gradient, I_x , I_y

Собственные значения матрицы моментов

Classification of image points using eigenvalues of M :

λ_1 and λ_2 are small;
 E is almost constant
in all directions

λ_2



ФУНКЦИЯ ОТКЛИКА В ДЕТЕКТОРЕ ХАРРИСА

Measure of corner response:

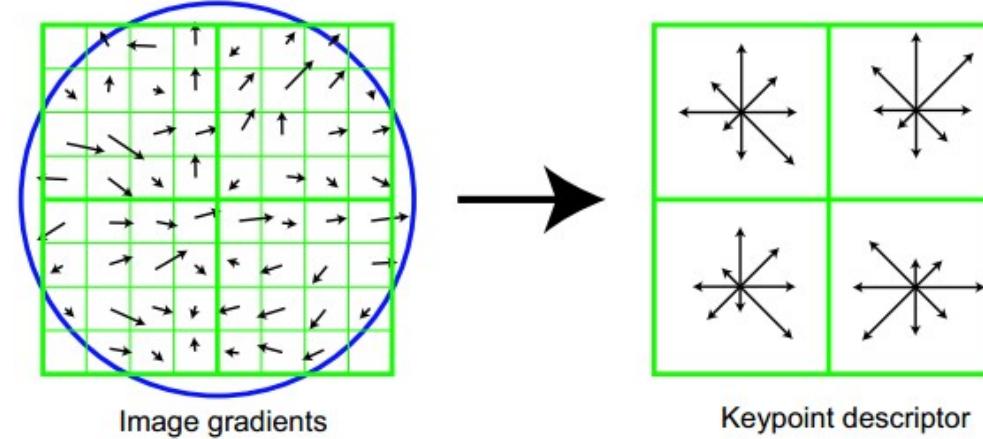
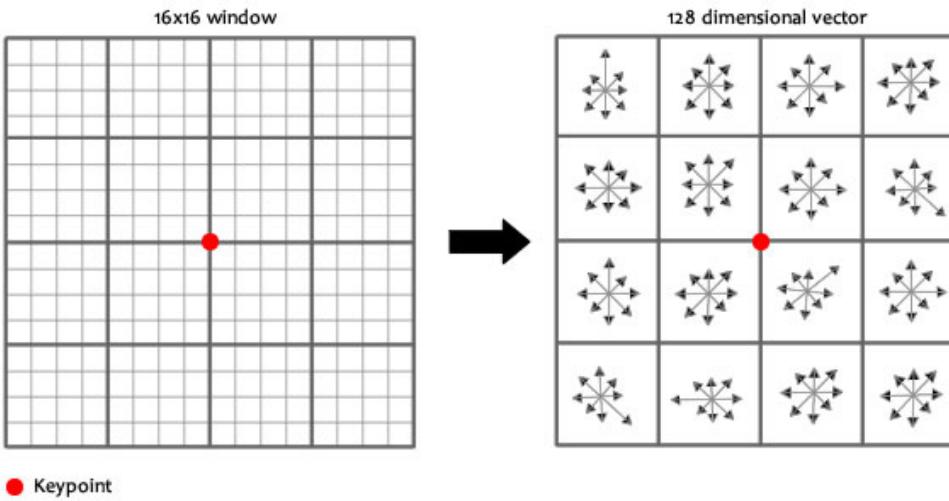
$$R = \det M - k(\operatorname{trace} M)^2$$

$$\begin{aligned}\det M &= \lambda_1 \lambda_2 \\ \operatorname{trace} M &= \lambda_1 + \lambda_2\end{aligned}$$

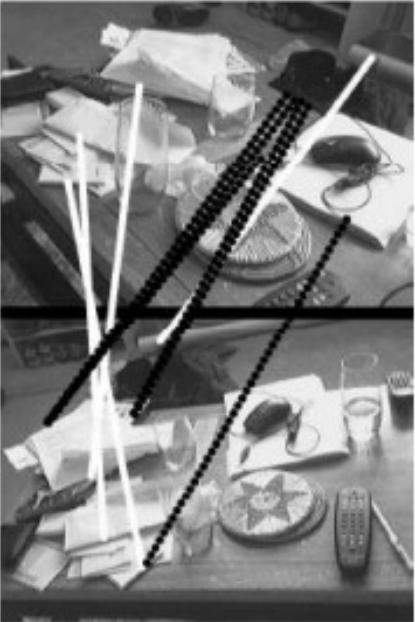
(k is an empirically determined constant; $k = 0.04 - 0.06$)

Дескрипторы

SIFT (Scale-Invariant Feature Transform)



Сравнение SIFT и PCA-SIFT



(A1) SIFT:
4/10 correct



(A2) PCA-SIFT ($n=20$):
9/10 correct



(B1) SIFT:
6/10 correct



(B2) PCA-SIFT ($n=20$):
10/10 correct

Сравнение SIFT, PCA-SIFT и SURF

method	Time	Scale	Rotation	Blur	Illumination	Affine
Sift	common	best	best	common	common	good
PCA-sift	good	good	good	best	good	best
Surf	best	common	common	good	best	good

GLOH (Gradient Location and Orientation Histogram)

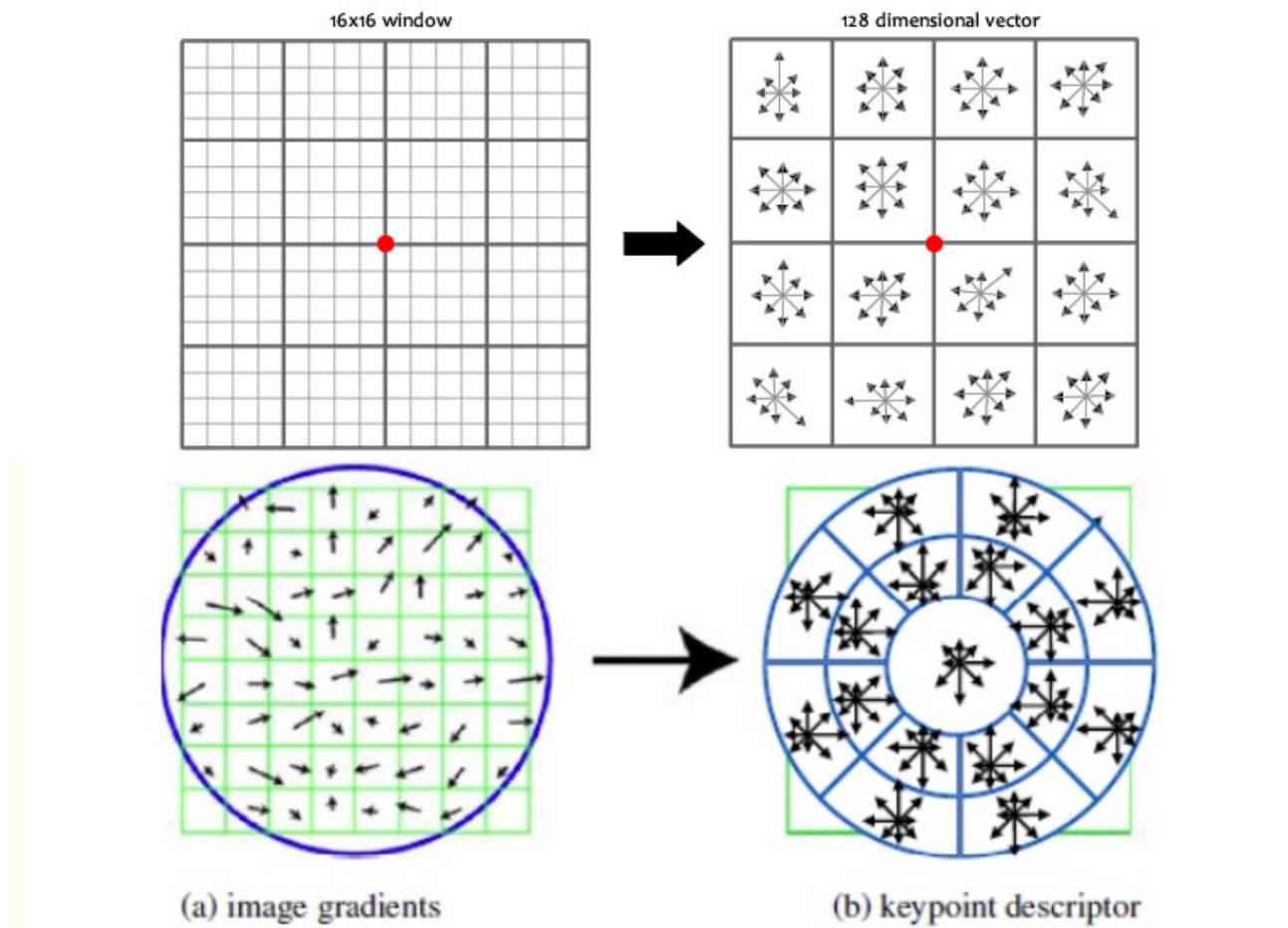
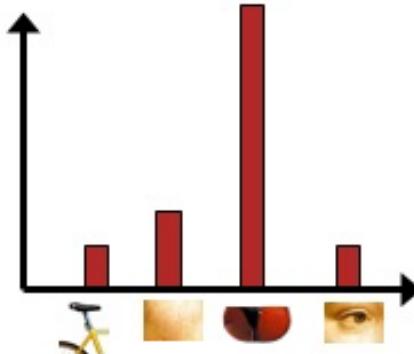
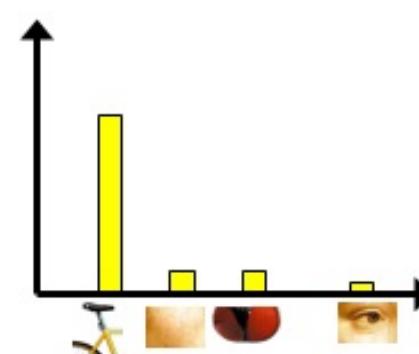
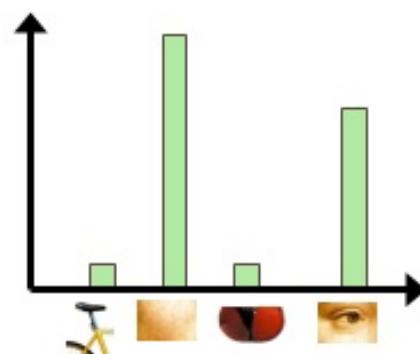


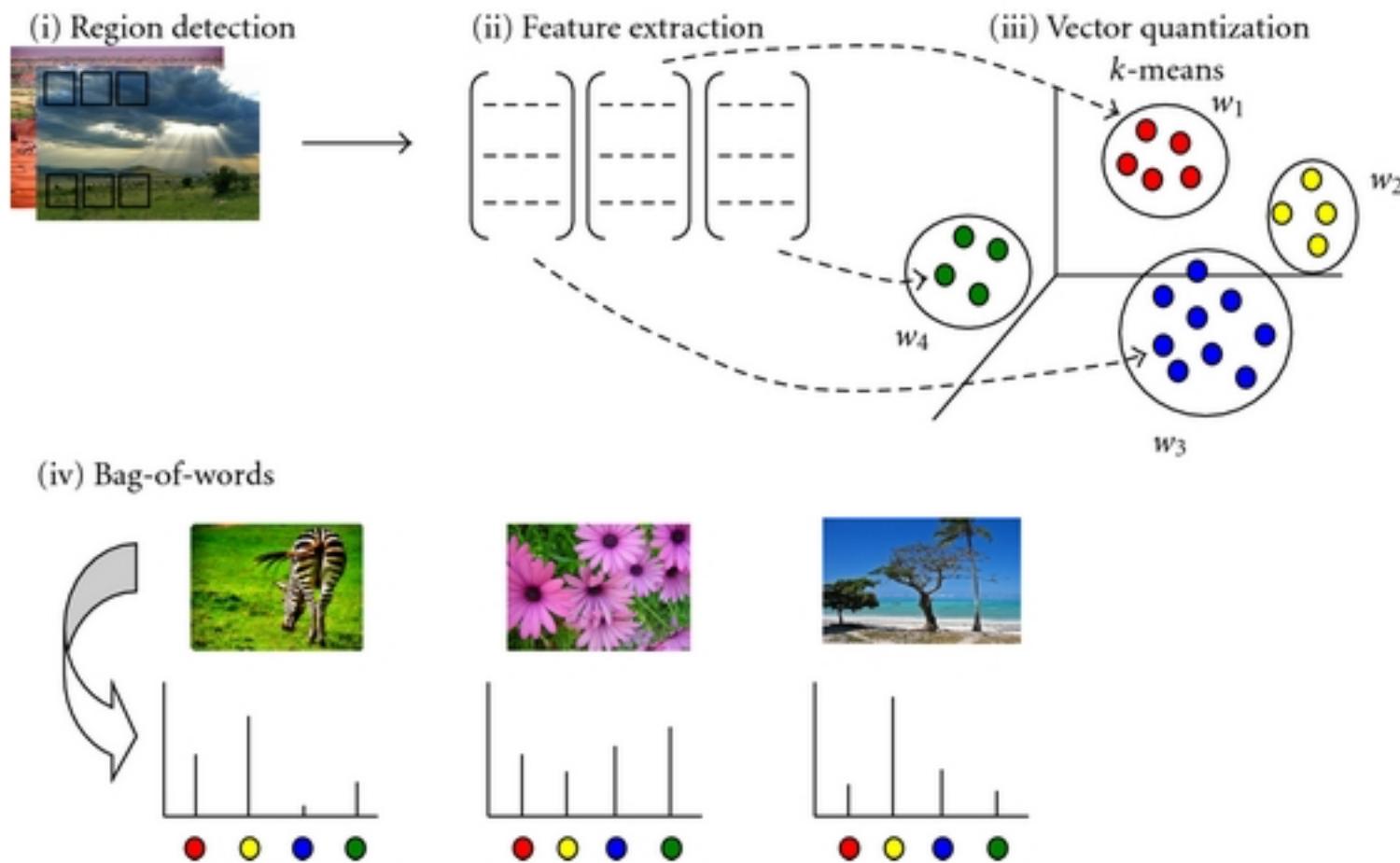
Figure 4.19 The gradient location-orientation histogram (GLOH) descriptor uses log-polar bins instead of square bins to compute orientation histograms (Mikolajczyk and Schmid 2005).

Пример решения задачи

Пример: мешок визуальных слов



Пример: мешок визуальных слов



Резюме

- Простая обработка изображения: фильтры
- Локальные особенности на примере углов
- Дескрипторы
- Пример: классификация изображений

Еще несколько ключевых слов

- Детектирование краев, детектор Canny
- Детектирование блобов, лапласиан гауссианы и разность гауссиан
- Детектор Харриса-Лапласа
- Гистограммы признаков
- Каскады признаков (в частности, гистограмм)
- RANSAC
- Преобразование Хафа
- Метод Виолы-Джонса