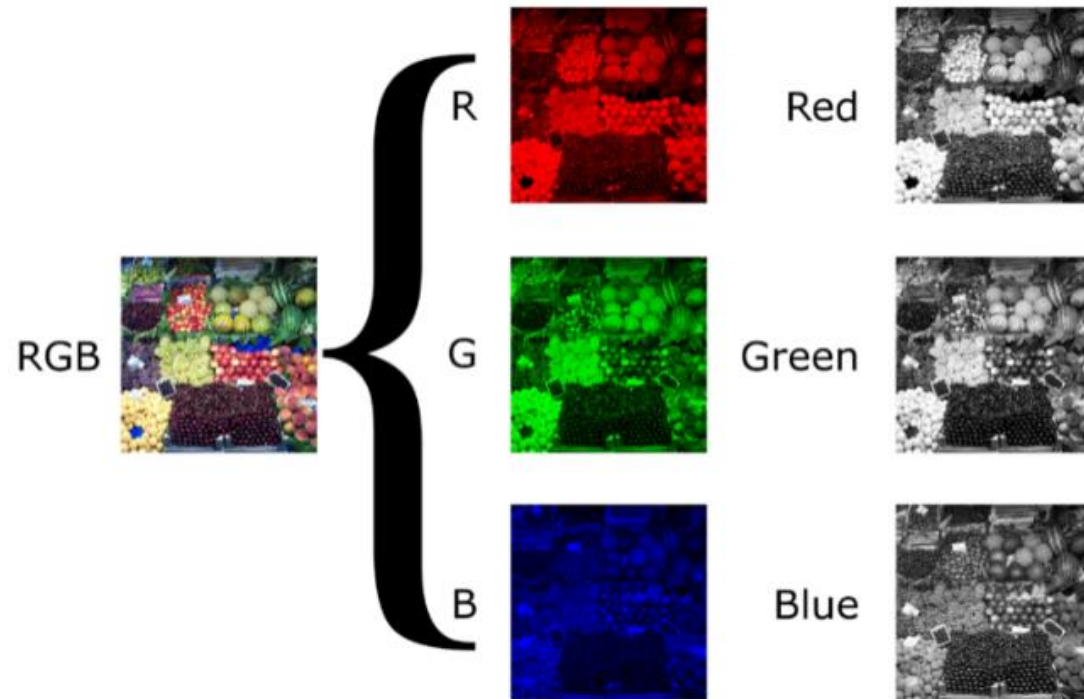

Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического
Приборостроения
Кафедра «Компьютерных технологий и программной инженерии»

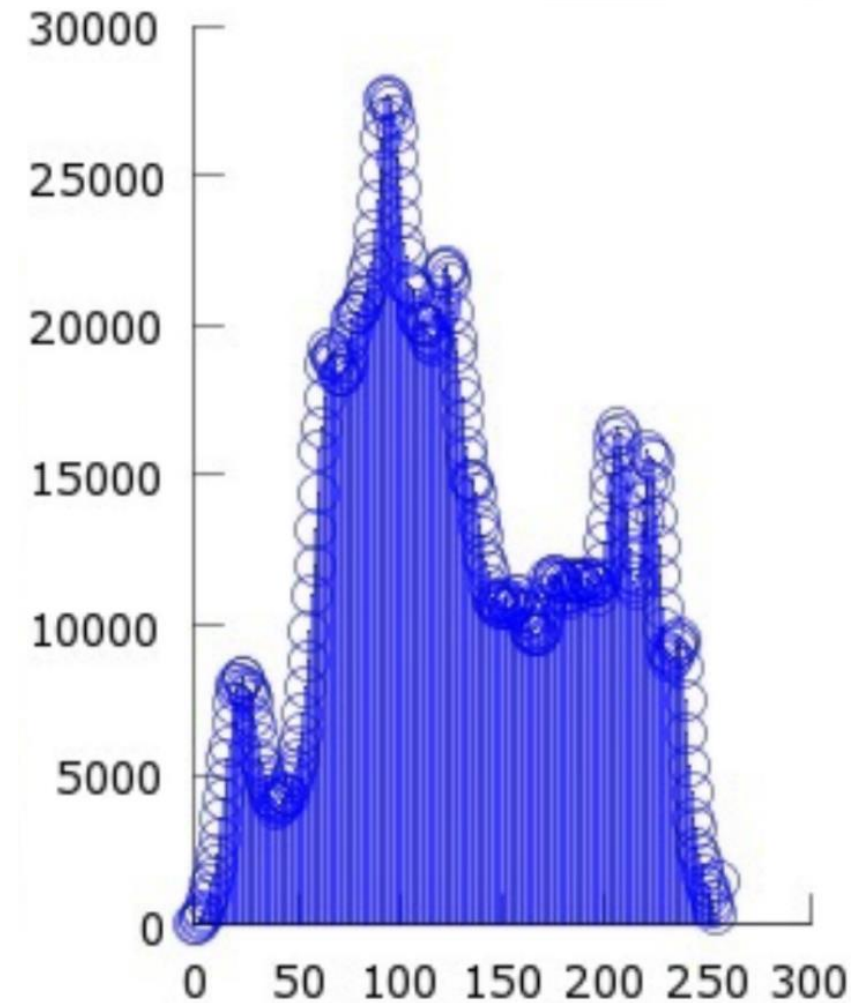
**Традиционные методы компьютерного зрения.
Цифровая обработка изображений**

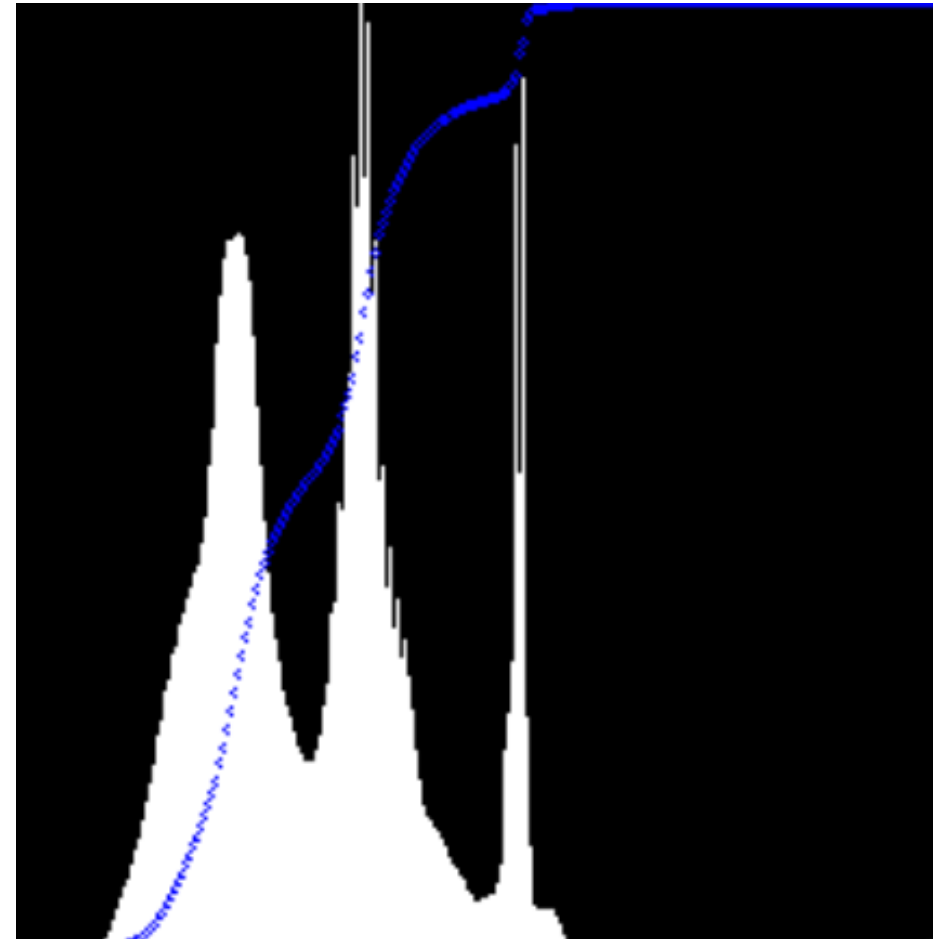
Фильтрация изображений

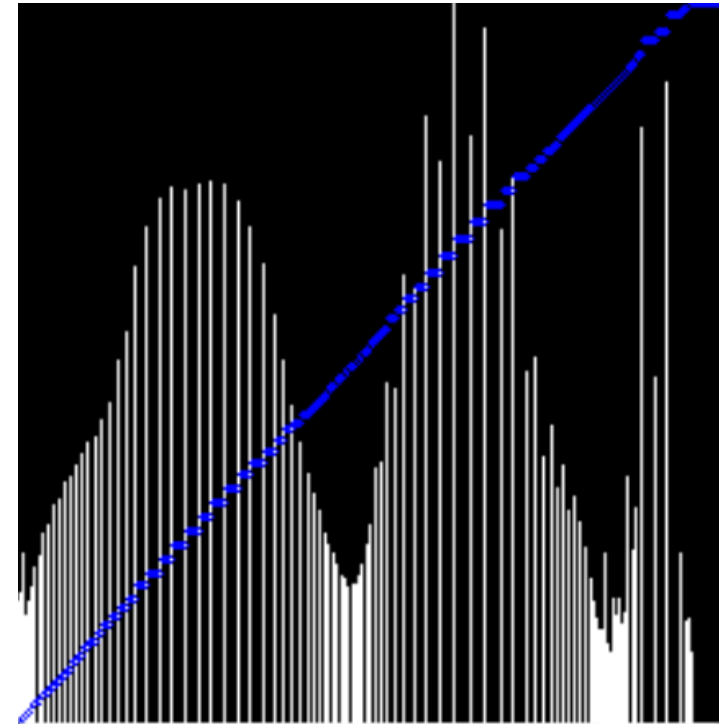


$$Y' = 0.299R' + 0.587G' + 0.114B'$$

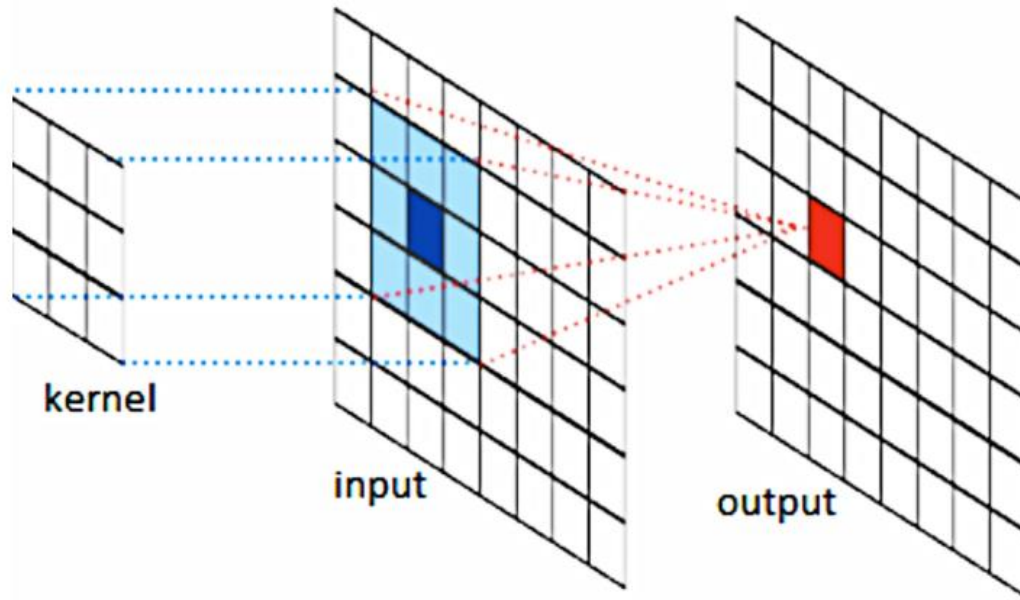
$$Y' = 0.2126R' + 0.7152G' + 0.0722B'$$



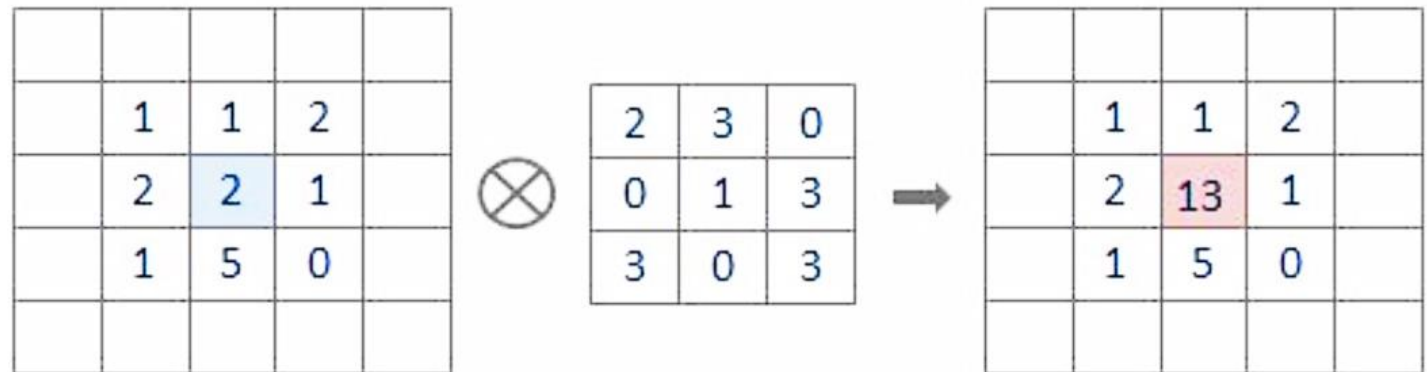


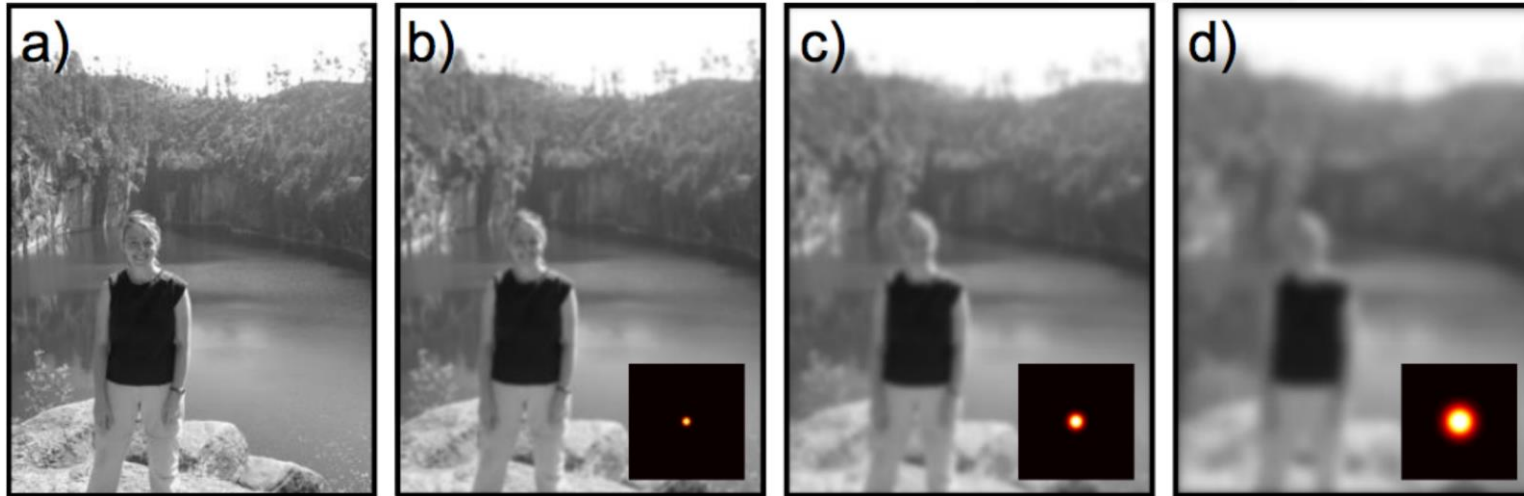


$$f(x) = \text{round} \left(\frac{cdf(x) - cdf_{min}}{pixels - 1} * 255 \right)$$



$$x_{ij} = \sum_{m=-M}^M \sum_{n=-N}^N p_{i-m,j-n} f_{m,n}$$





$$F_{gauss}(i, j) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma^2}\right)$$

$\sigma = 0.8408$

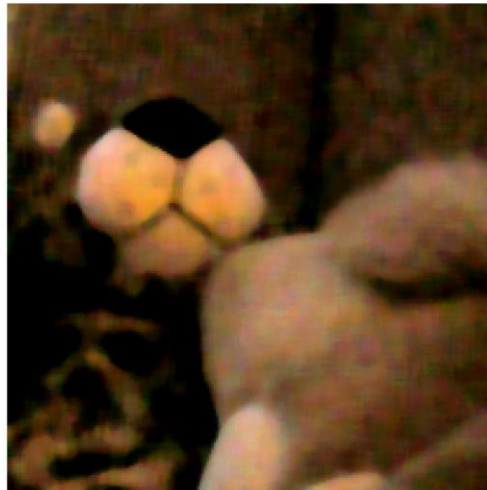
0,00000067	0,00002292	0,00019117	0,00038771	0,00019117	0,00002292	0,00000067
0,00002292	0,00078633	0,00655965	0,01330373	0,00655965	0,00078633	0,00002292
0,00019117	0,00655965	0,05472157	0,11098164	0,05472157	0,00655965	0,00019117
0,00038771	0,01330373	0,11098164	0,22508352	0,11098164	0,01330373	0,00038771
0,00019117	0,00655965	0,05472157	0,11098164	0,05472157	0,00655965	0,00019117
0,00002292	0,00078633	0,00655965	0,01330373	0,00655965	0,00078633	0,00002292
0,00000067	0,00002292	0,00019117	0,00038771	0,00019117	0,00002292	0,00000067



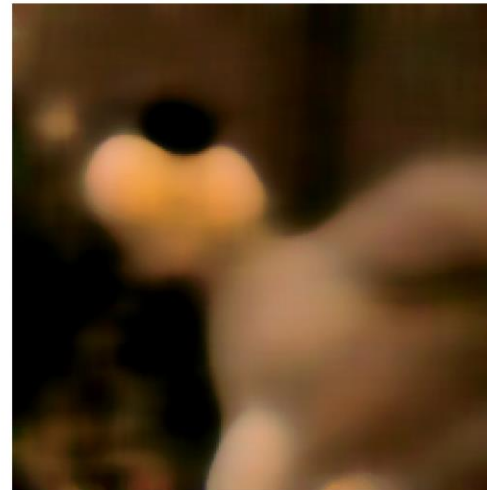
original image



1px median filter



3px median filter



10px median filter

7	0	1
6		2
5	4	3

42 ⁷	199 ⁰	234 ¹
177 ⁶	129	199 ²
65 ⁵	177 ⁴	65 ³

1 ⁷	0 ⁰	0 ¹
0 ⁶	X	0 ²
1 ⁵	0 ⁴	1 ³

$$LBP_{P,R} = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) 2^p$$

1 ⁷	0 ⁶	1 ⁵	0 ⁴	1 ³	0 ²	0 ¹	0 ⁰
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

$$128 + 32 + 8 = 168$$

«Uniform patterns» - числа с 0, 1 или 2 переходами 0-1 или 1-0. Например: «00111100», «11111111» и «00011111»

Выделение краев (Edge detection)

Фильтры Превитта

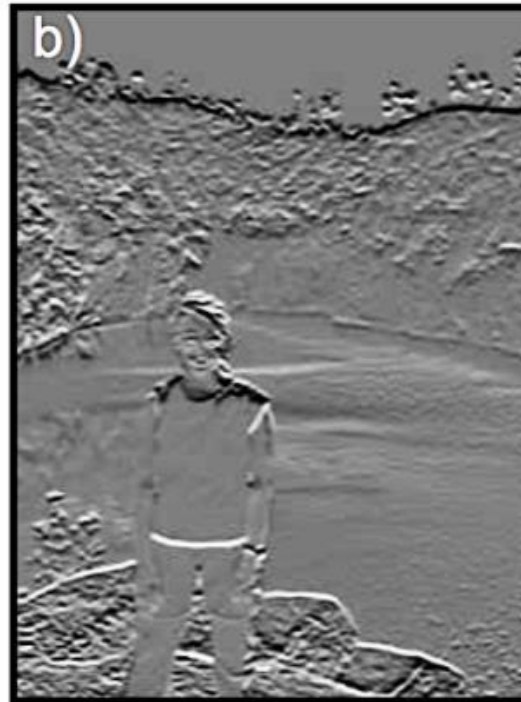
$$\mathbf{F}_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{F}_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Фильтры Собеля

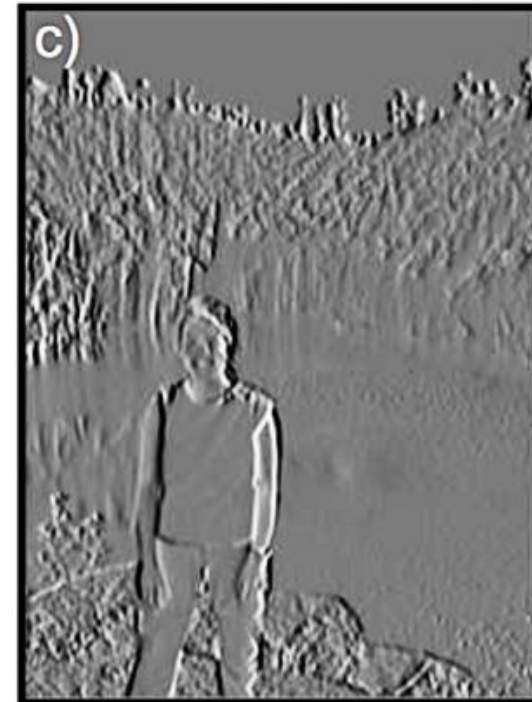
$$\mathbf{F}_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{F}_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$



Original image



Prewitt (vertical)



Prewitt (horizontal)



Original image

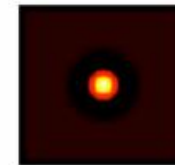


Laplacian

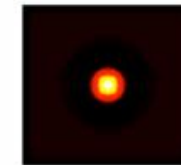
$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$



Laplacian of Gaussian

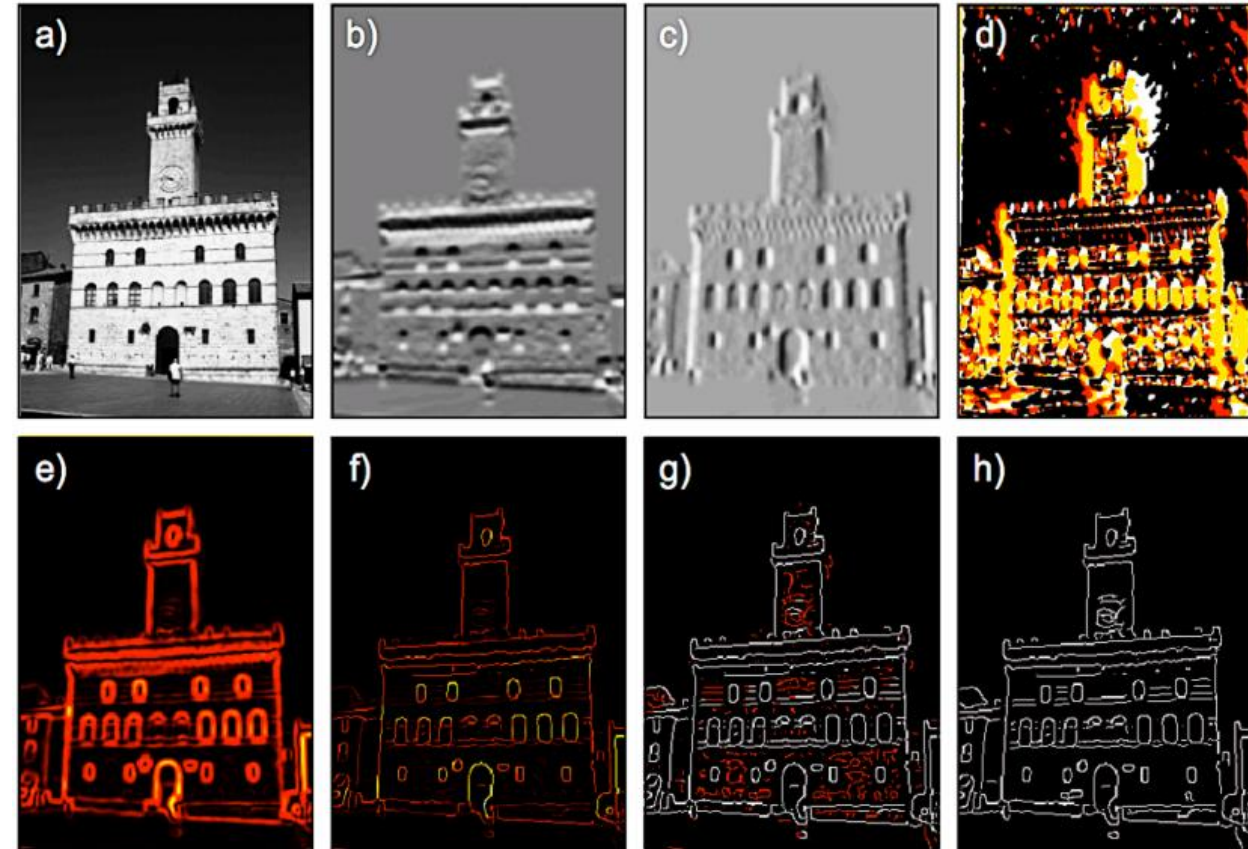


Difference of Gaussians



$$LoG(x; \sigma) = \left(\frac{x^2}{\sigma^4} - \frac{1}{\sigma^2} \right) G(x; \sigma)$$

- a) Исходное изображение
- b) Вертикальный фильтр Превитта
- c) Горизонтальный фильтр Превитта
- d) Квантование
ориентации $\theta_{ij} = \arctan[v_{ij}/h_{ij}]$
- e) Амплитуда градиента $a_{ij} = \sqrt{h_{ij}^2 + v_{ij}^2}$
- f) Non-maximal suppression: угол квантуется (по 45 градусов), амплитуда:= 0, если меньше хотя бы 1 из 2 пикселей перпендикулярных градиенту
- g) Два порога: белые пиксели выше максимального порога, красные – больше минимального
- h) Hysteresis thresholding – все белые пиксели и связанные с ними красные



Выделение ключевых точек

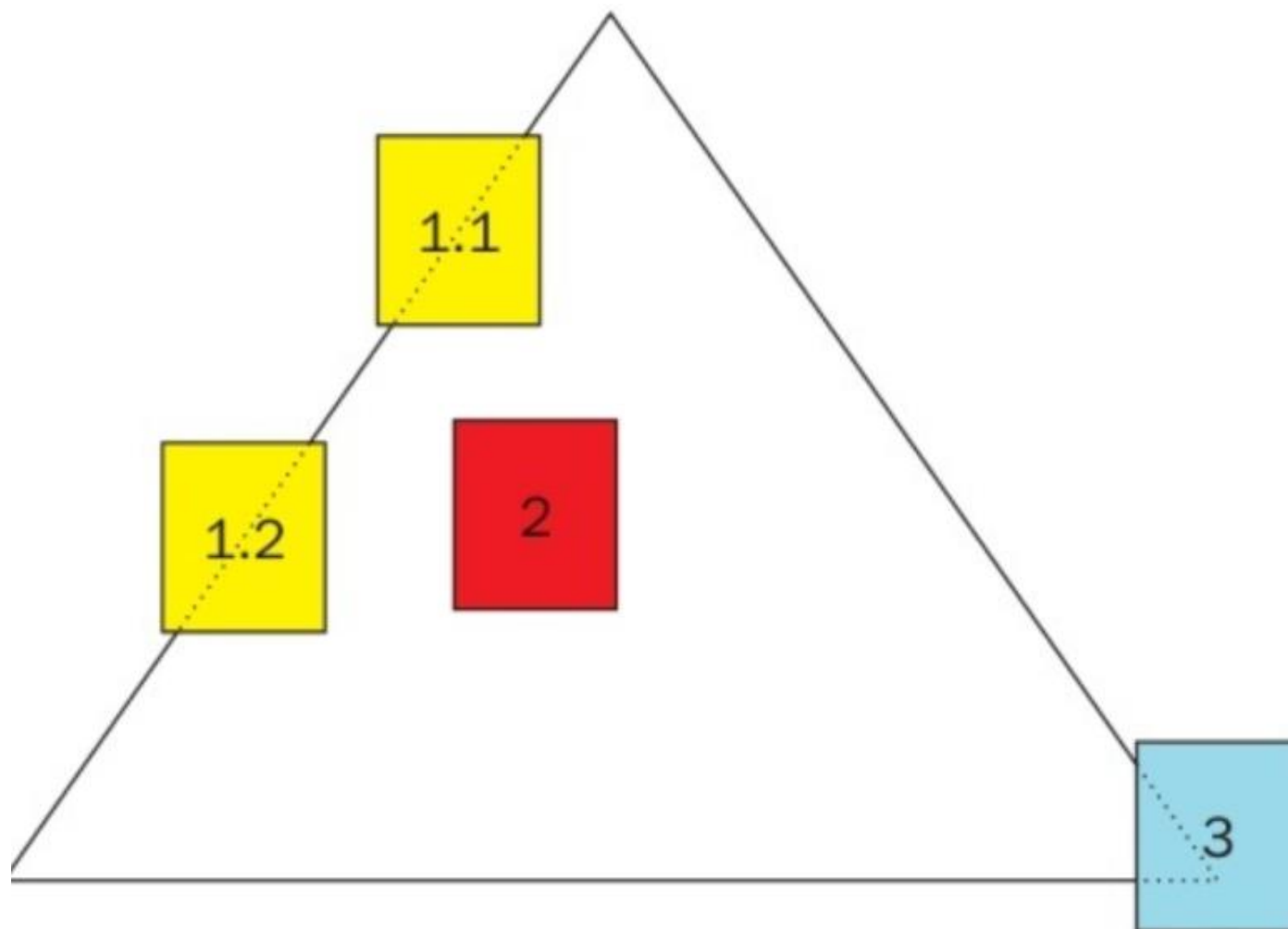
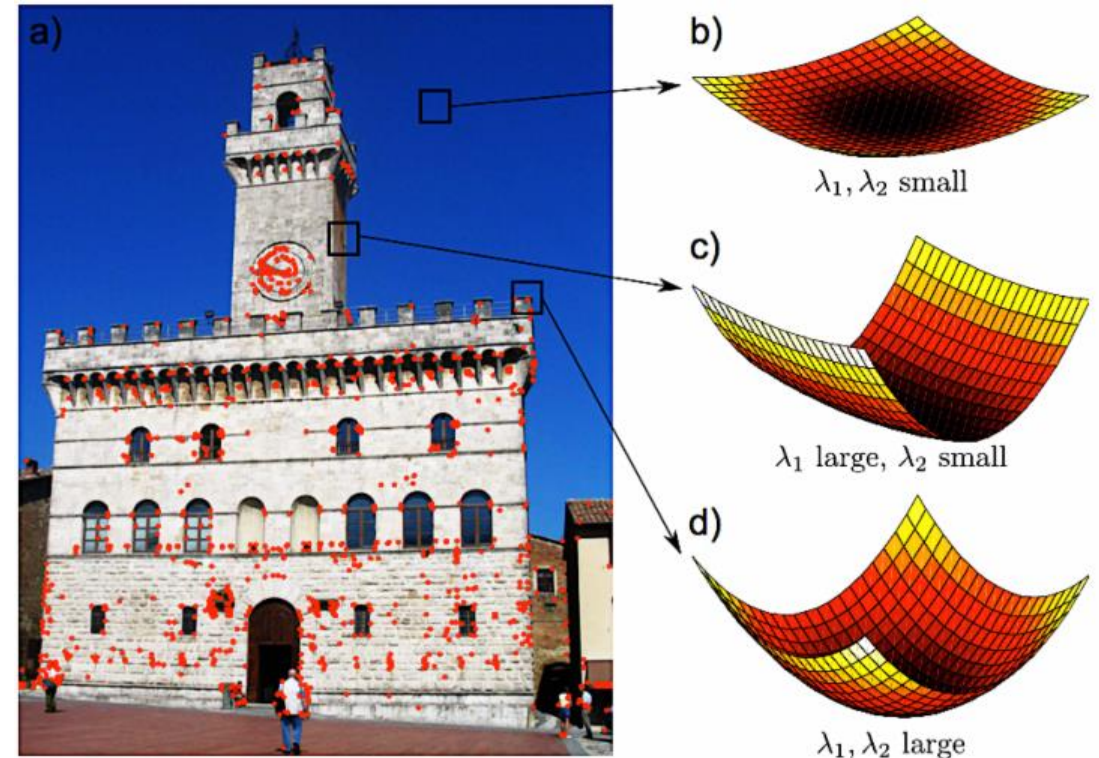


Image structure tensor

$$\mathbf{S}_{ij} = \sum_{m=i-D}^{i+D} \sum_{n=j-D}^{j+D} w_{mn} \begin{bmatrix} h_{mn}^2 & h_{mn}v_{mn} \\ h_{mn}v_{mn} & v_{mn}^2 \end{bmatrix}$$

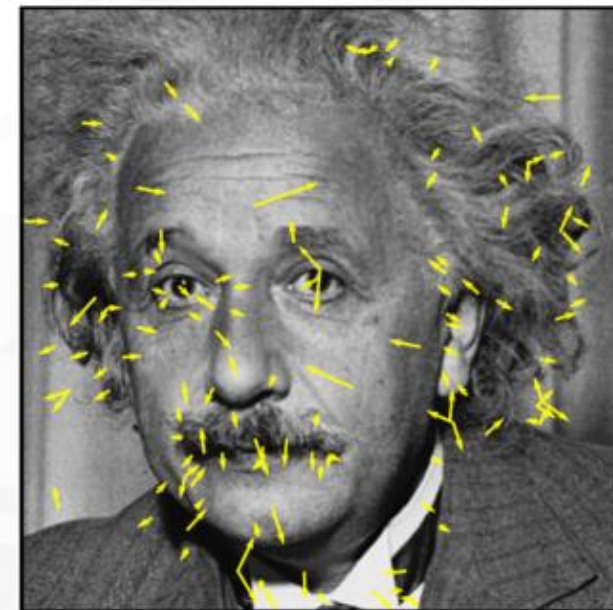
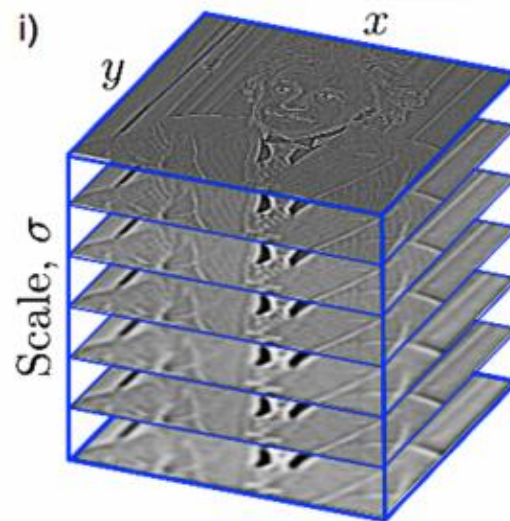
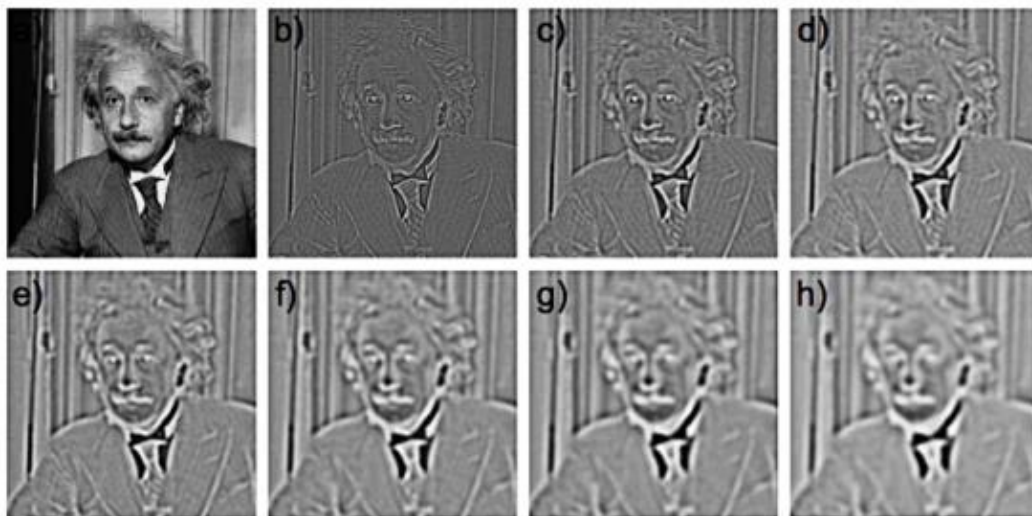
$$c_{ij} = \lambda_1 \lambda_2 - \kappa(\lambda_1^2 + \lambda_2^2) = \det[\mathbf{S}_{ij}] - \kappa \cdot \text{trace}[\mathbf{S}_{ij}]$$

h_{mn}, v_{mn} — отклики фильтров
горизонтальных/вертикальных частных
производных





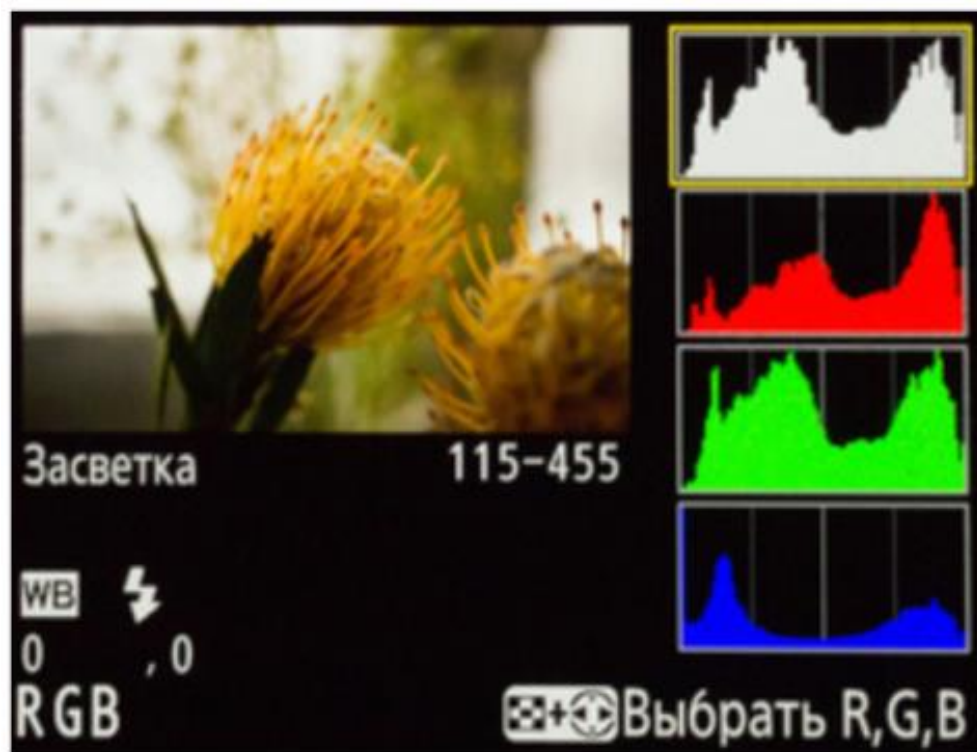
1. Поиск в пирамиде экстремальных точек — интенсивность больше/меньше всех ($3 \times 3 \times 3 - 1 = 26$ соседей)
2. Проверка условий детектора Харриса
3. Построение гистограммы ориентаций градиента в локальной окрестности (36 блоков на 360 градусов) и выбор одного или двух пиков в гистограмме



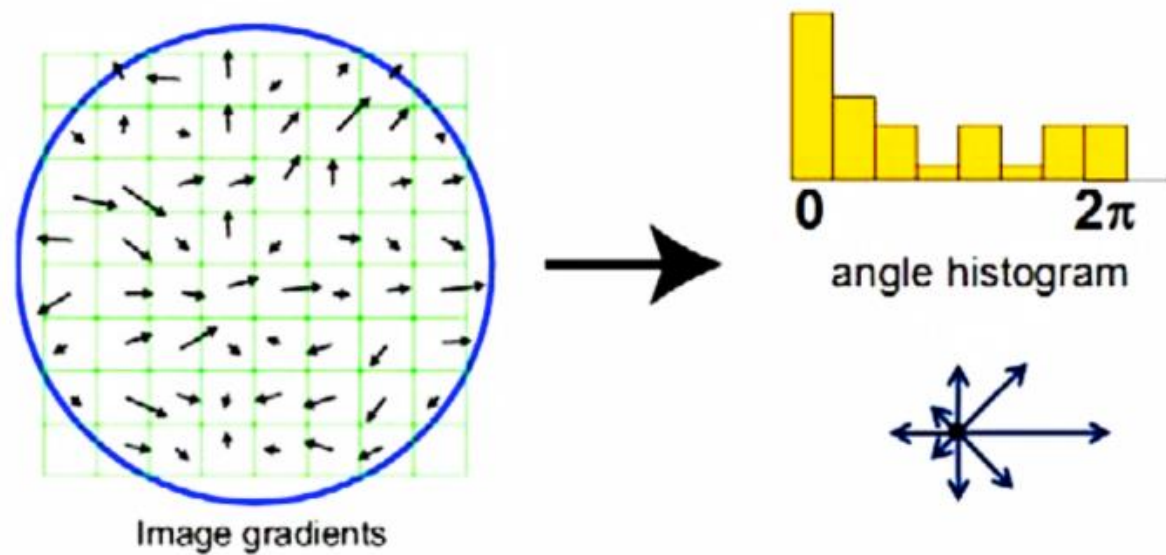
Дескрипторы



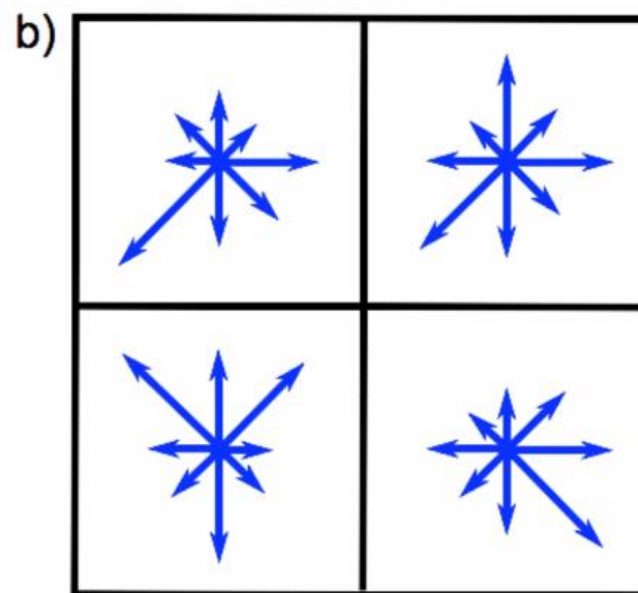
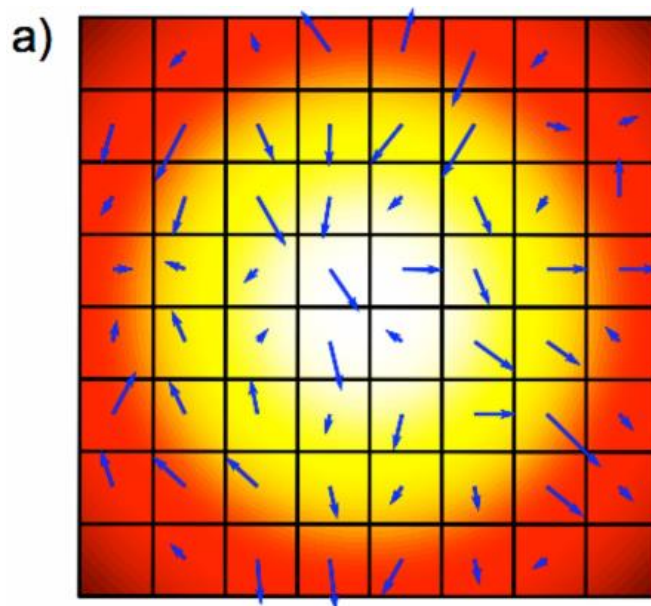
Гистограмма цвета



Гистограмма ориентаций градиента



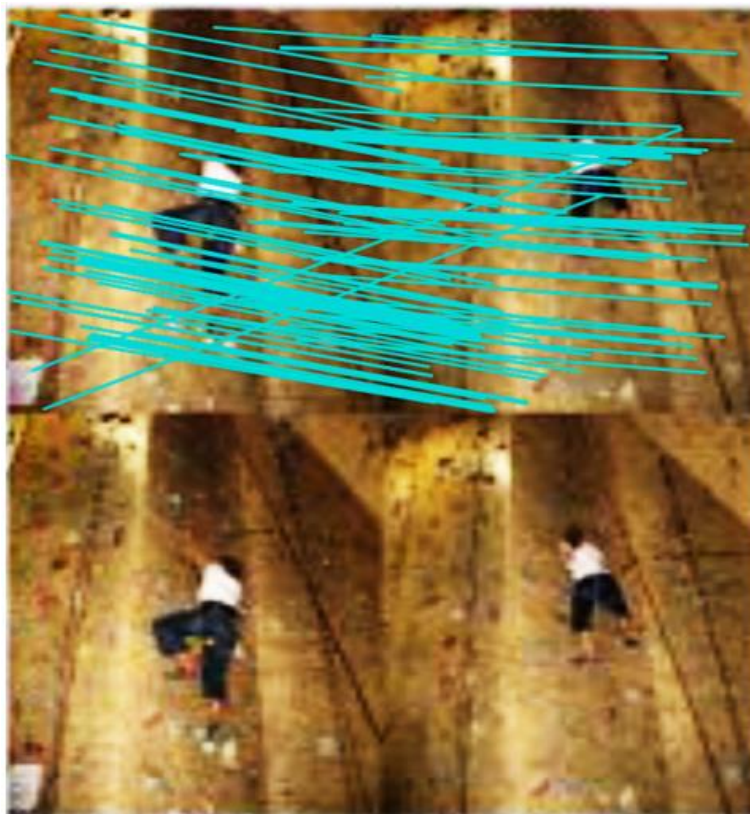
1. 16×16 окрестность точки разбивается сеткой 4×4 ячейки
2. В каждой ячейке вычисляется взвешенная гистограмма ориентации градиента (8 блоков)
3. Гистограммы всех ячеек нормируются по ориентации ключевой точки и объединяются в единый SIFT дескриптор (размерность $4 \times 4 \times 8 = 128$)



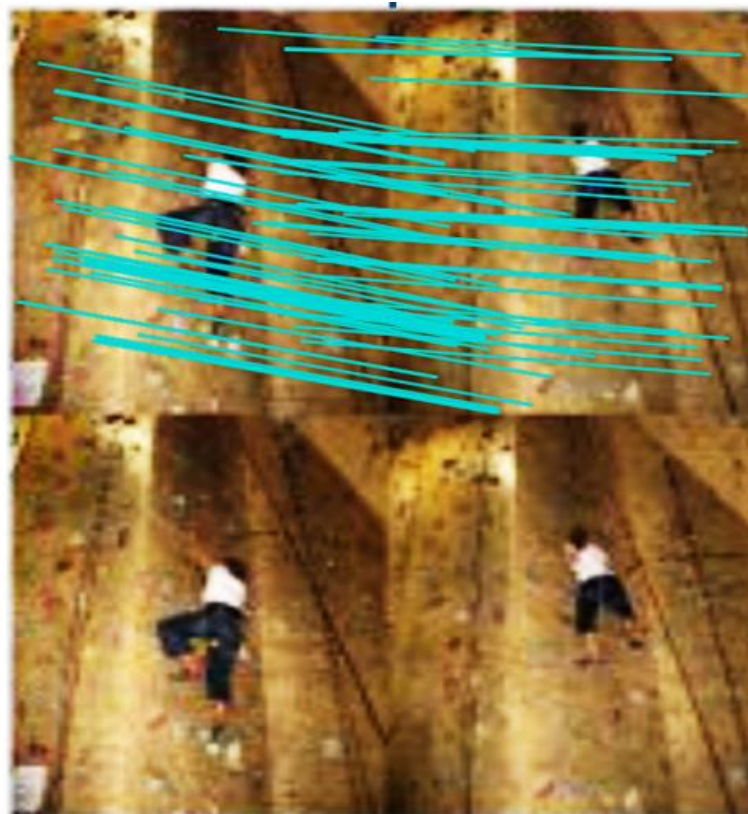


Дескрипторы совпадают, если расстояние до 1NN (nearest neighbor) / расстояние до 2NN меньше определенного порога (0,6 - 0,8)

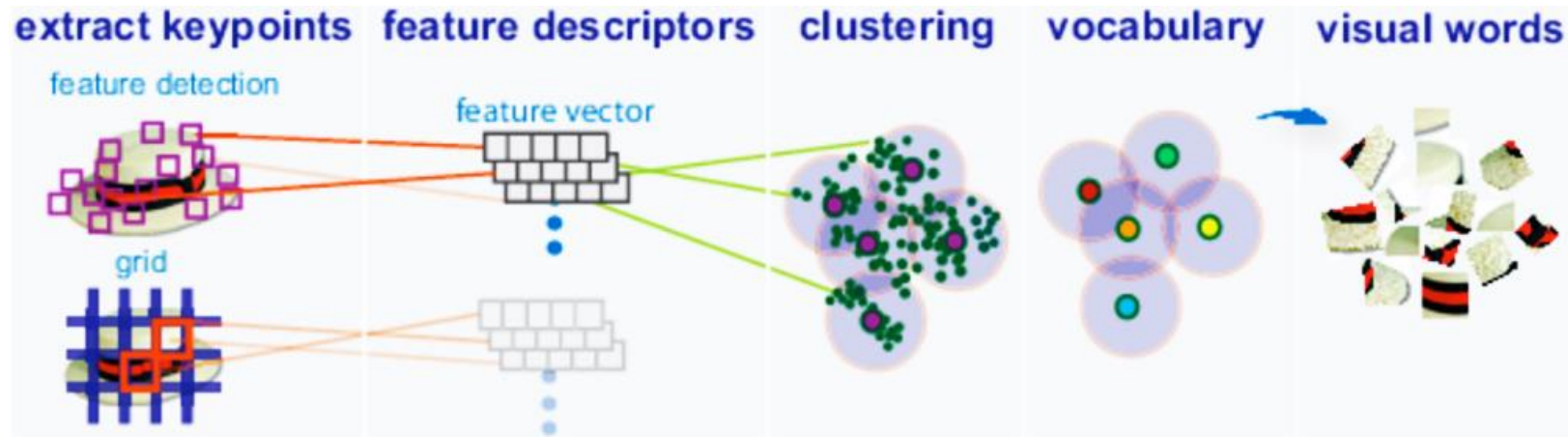
Сравнение
дескрипторов
левого
изображения



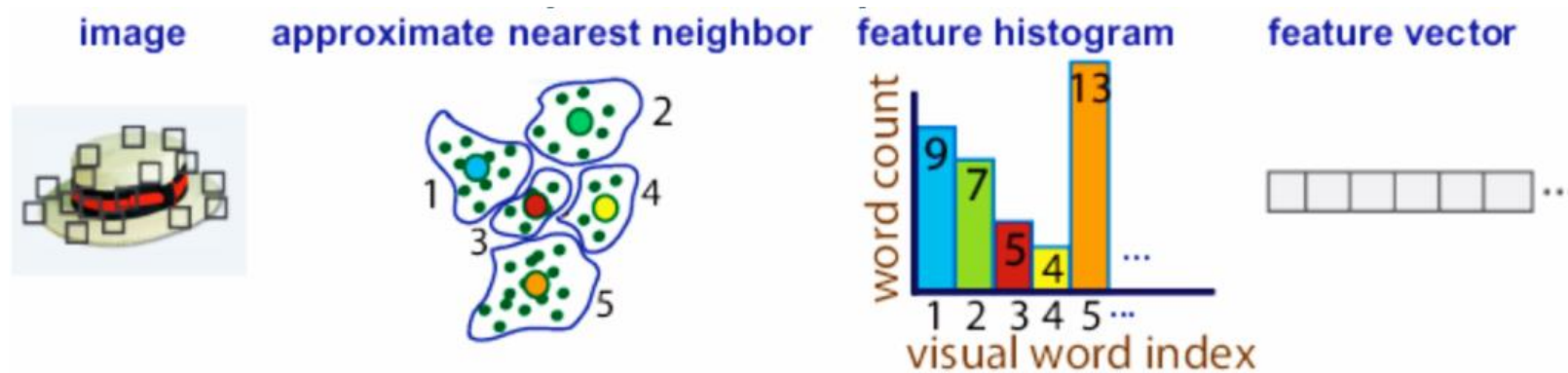
Сравнение
дескрипторов
обоих
изображения



Формирование «словаря»



Кодирование изображения





ГУАП

guap.ru

Спасибо за внимание!