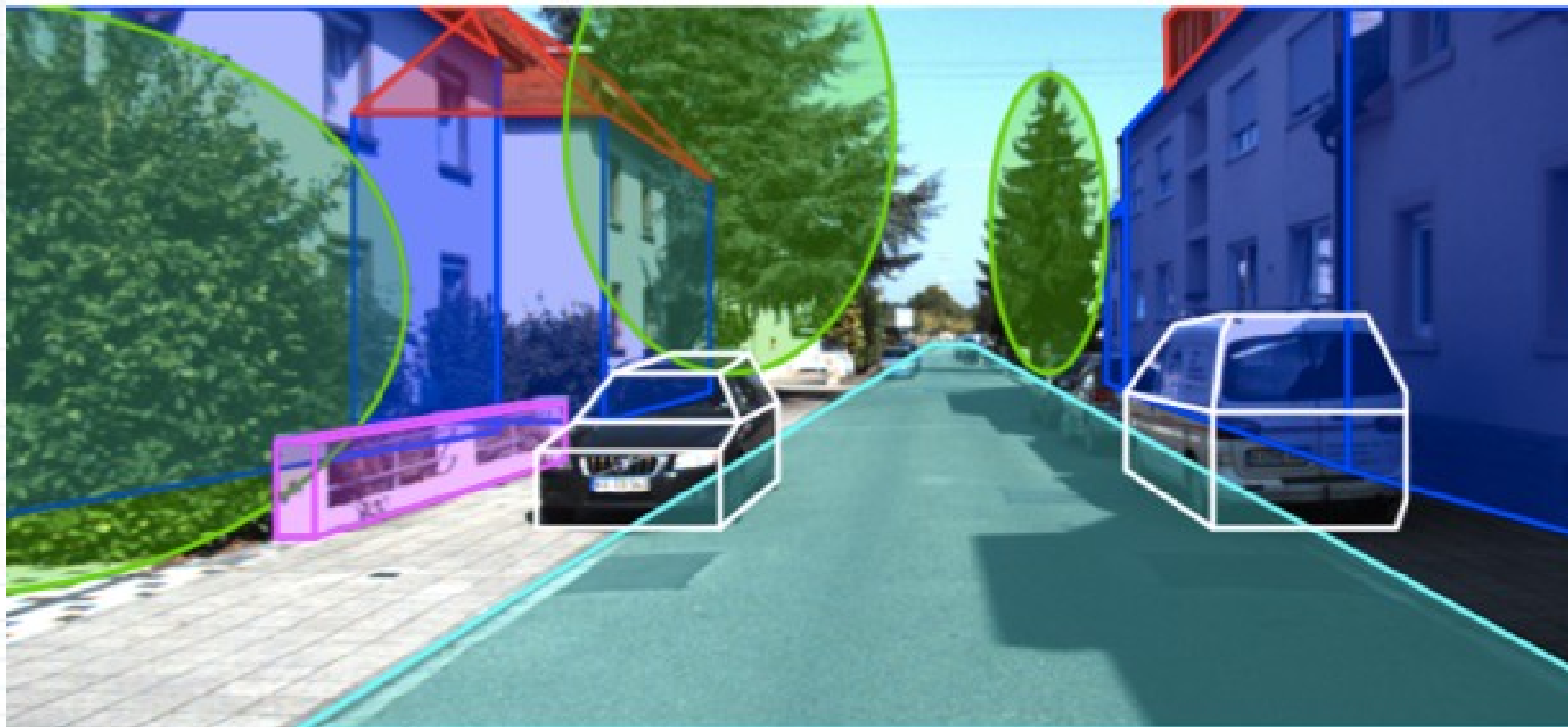


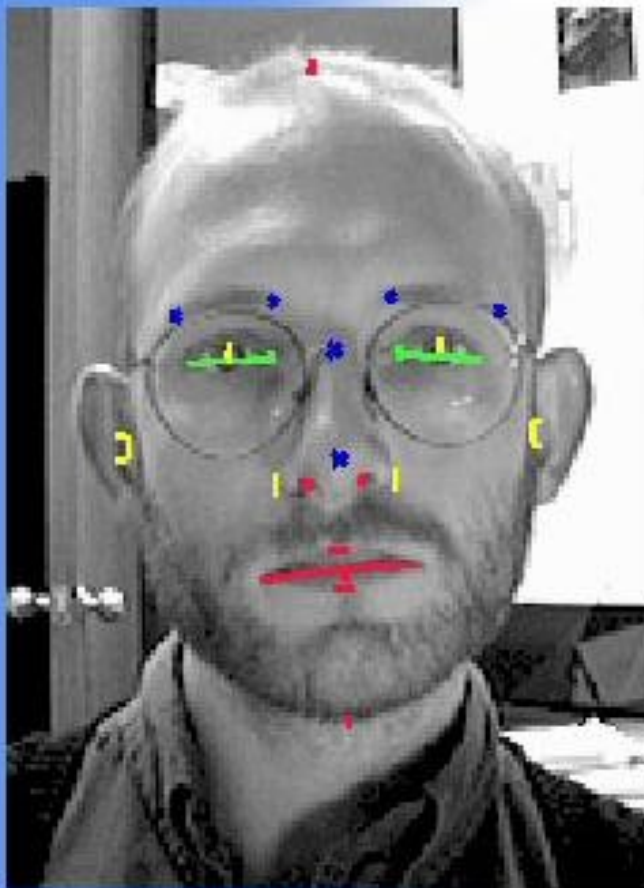
Машинное обучение Компьютерное зрение



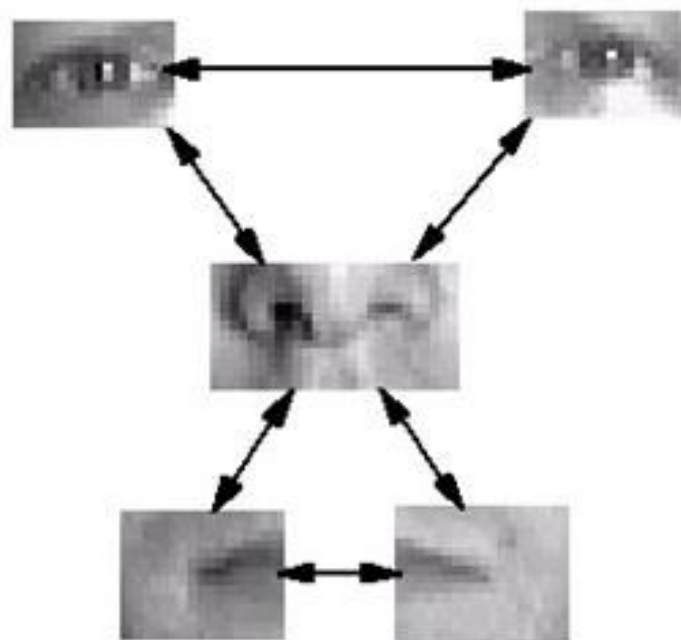
Задачи компьютерного зрения

- **Классификация:**
 - распознавание лиц, объектов, жестов
 - распознавание рукописного текста
 - поиск по изображению
- **Регрессия:**
 - определение положения и ориентации объекта в пространстве
 - стерео-реконструкция
 - восстановление зашумленных изображений
- **Выбросы:**
 - выявление аномалий
 - реферирование видео
- **Кластеризация:**
 - сегментация изображений
 - поиск дубликатов (фотоподделки)

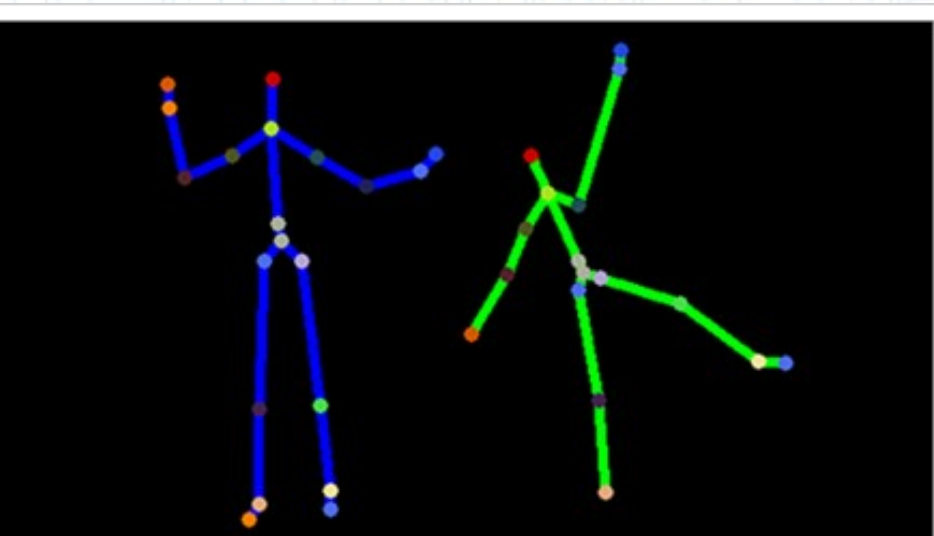
Распознавание лиц



Patch Model



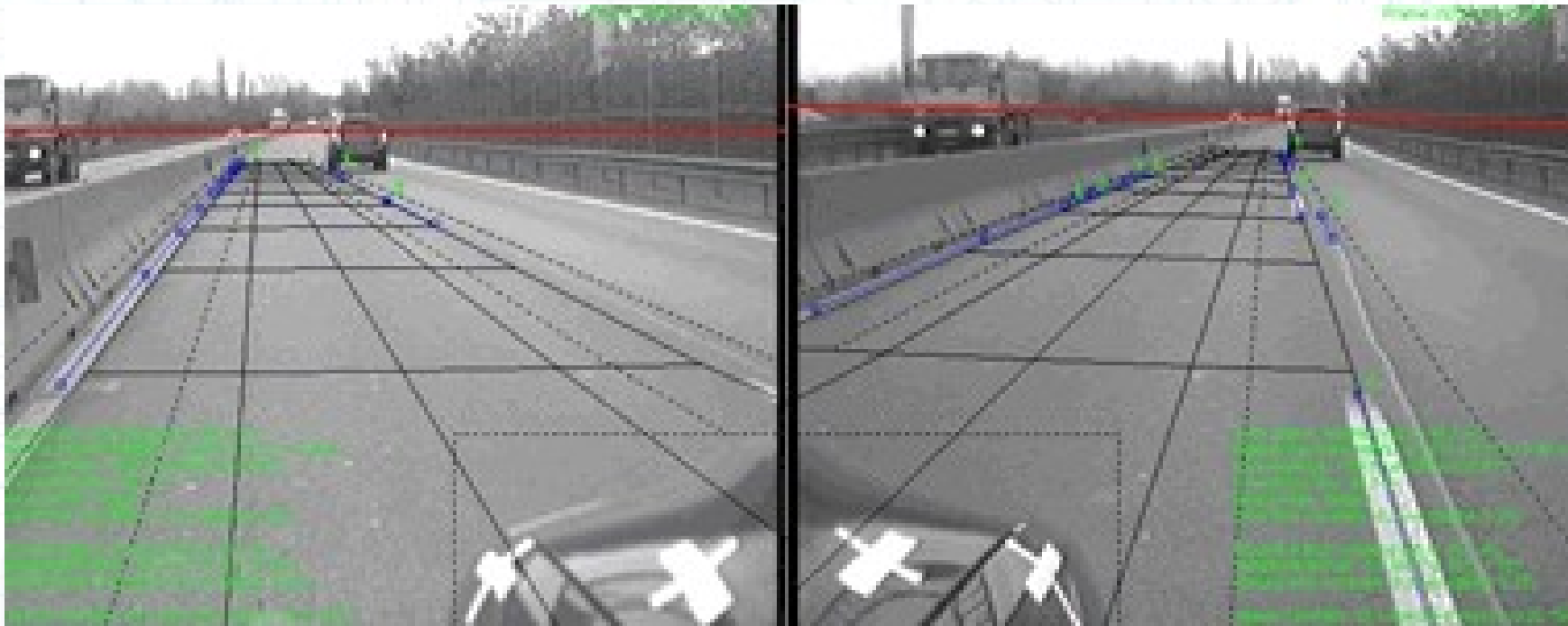
Распознавание жестов




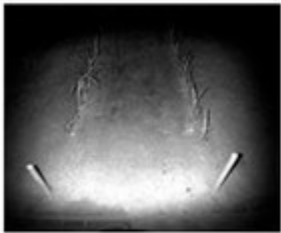
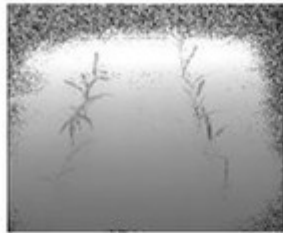
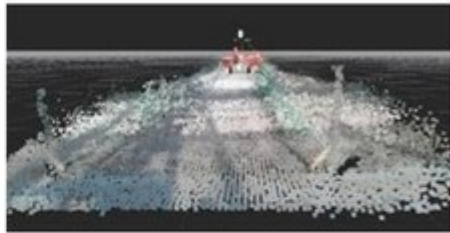
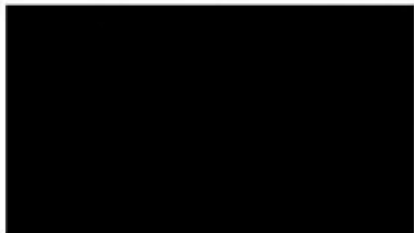
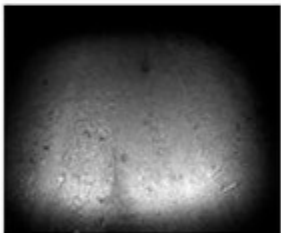
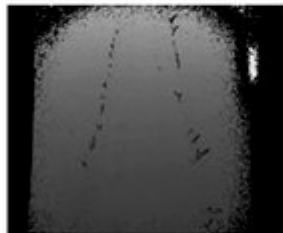
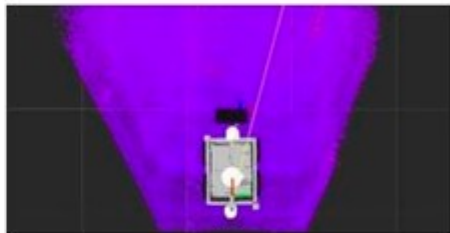

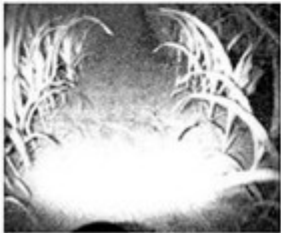
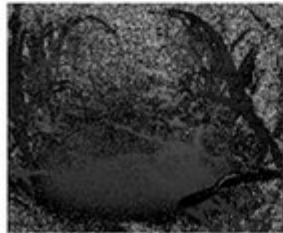
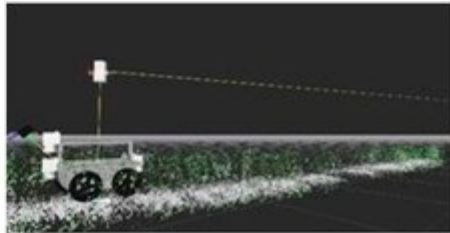
Стерео реконструкция



Стерео реконструкция



Стерео реконструкция

Environment	Lighting	RGB image	NIR image	Depth image	Point clouds (3-D reconstruction)
Greenhouse	Sun shadow				
Greenhouse	Night				
Open field	Sunny				

Восстановление зашумленных изображений

noisy



denoised



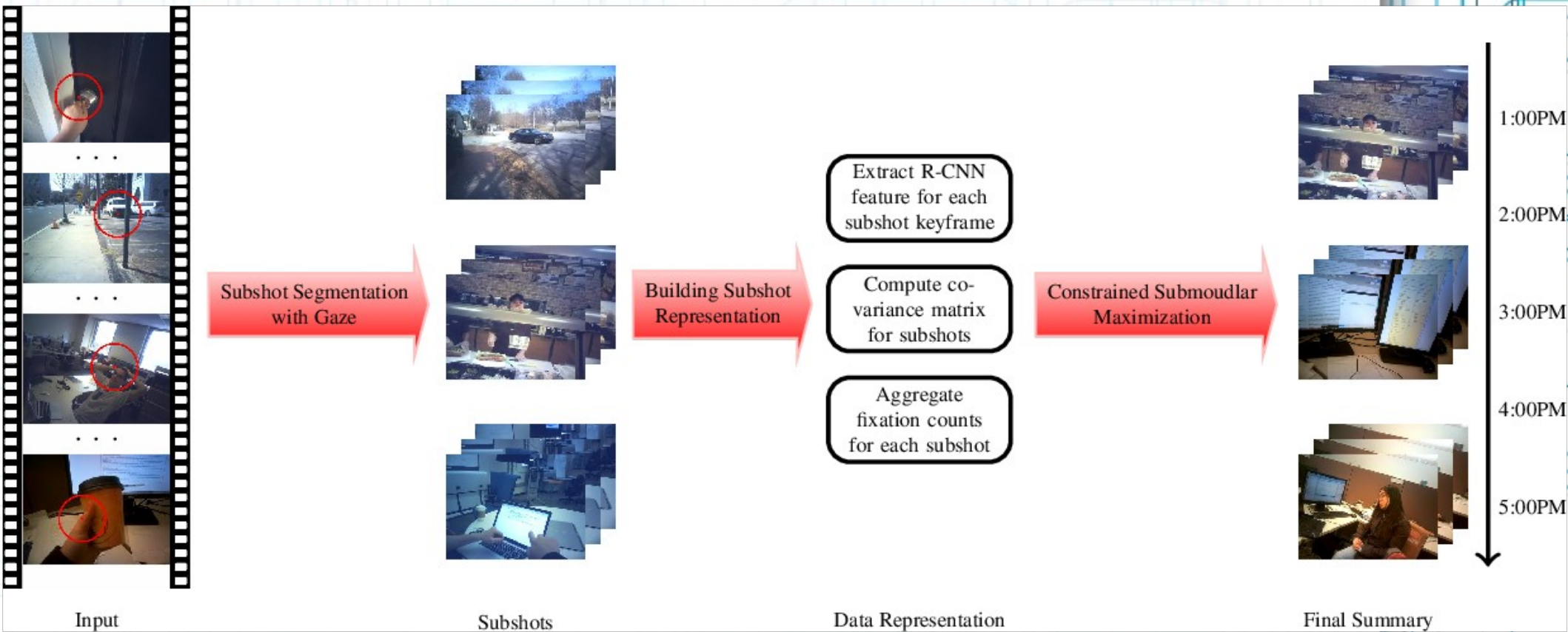
Выявление аномалий



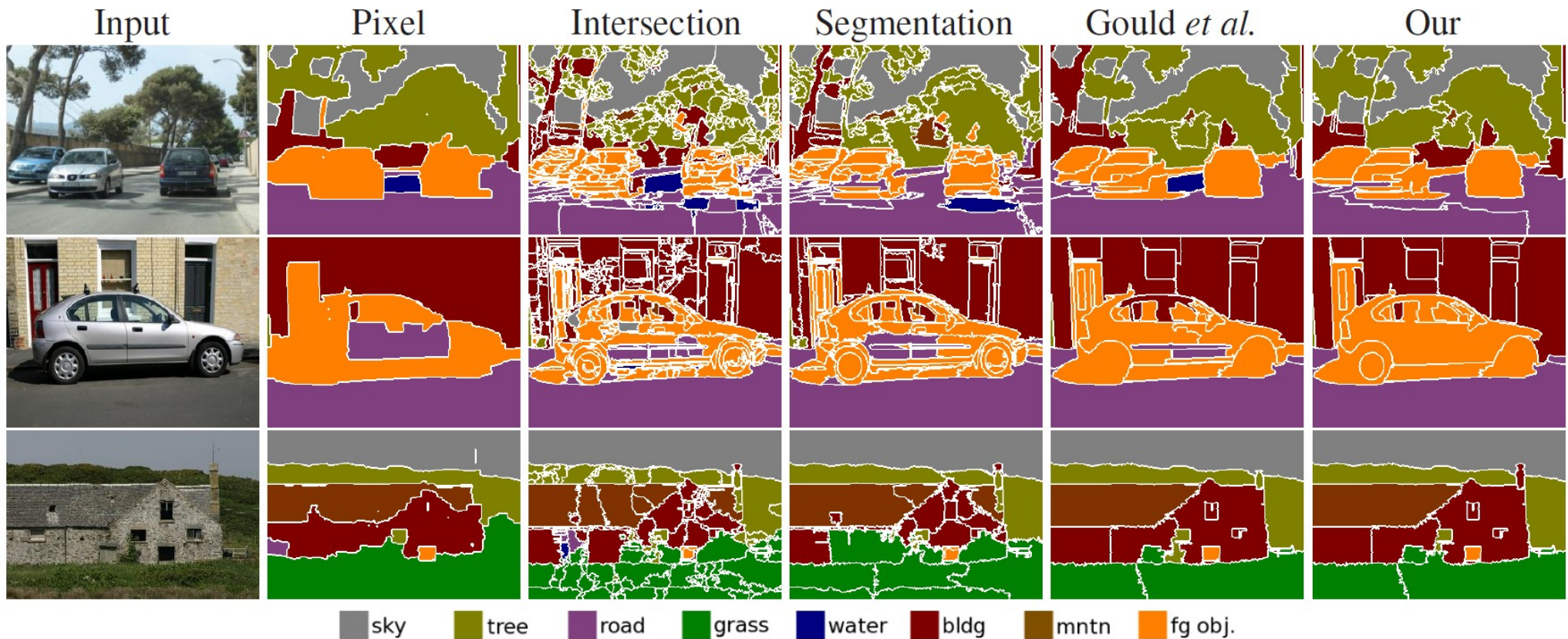
Реферирование видео (video summarization)



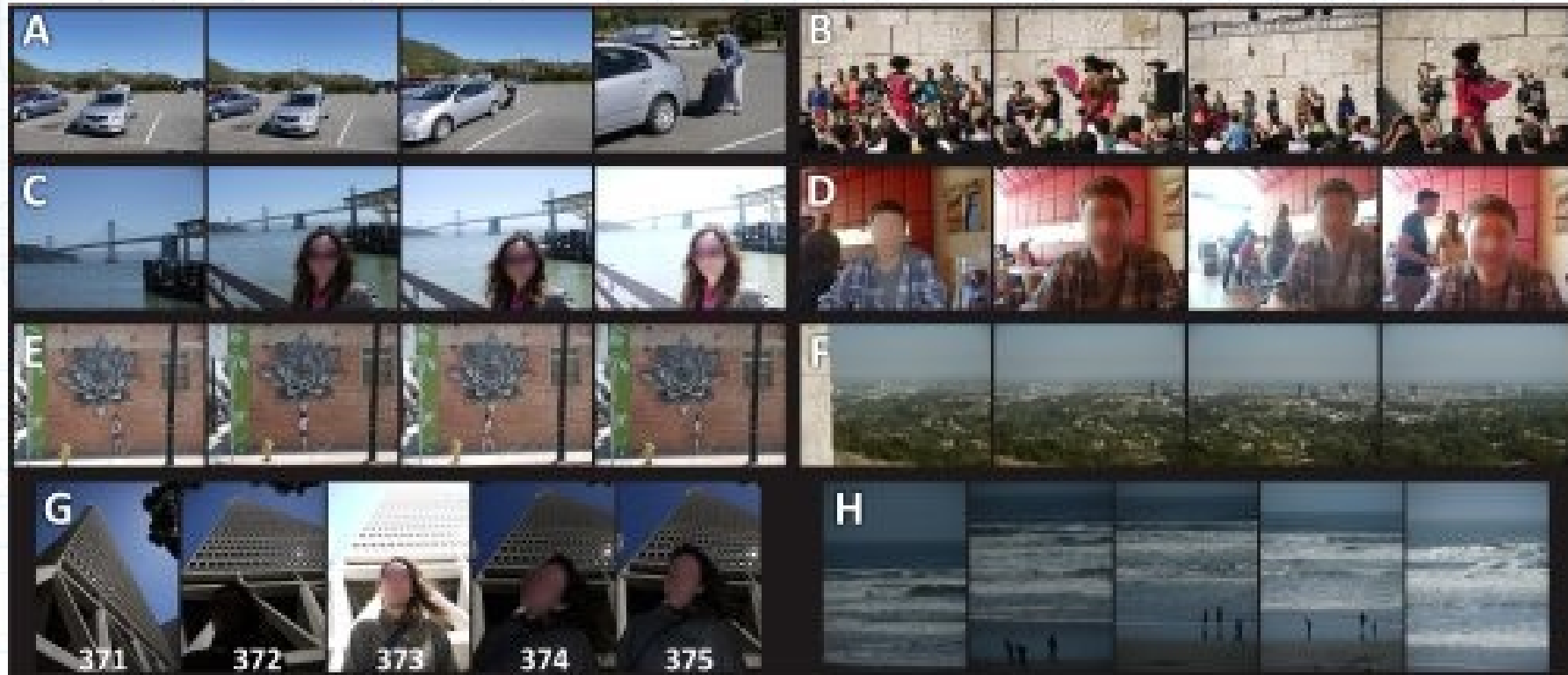
Реферирование видео (video summarization)



Сегментация изображений



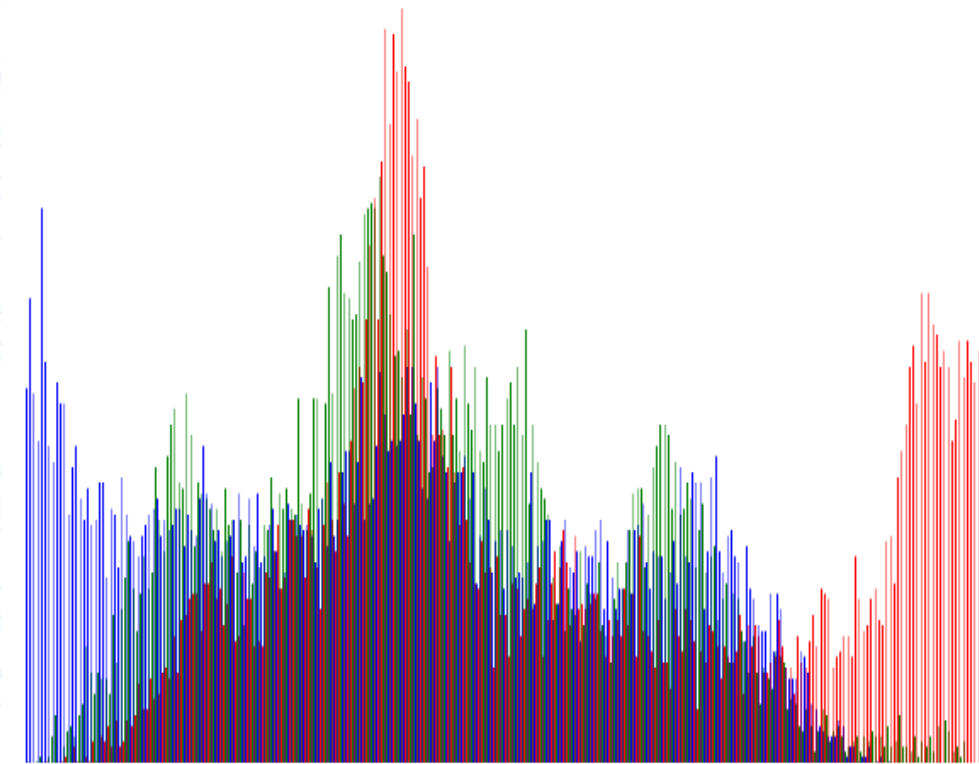
Поиск дубликатов



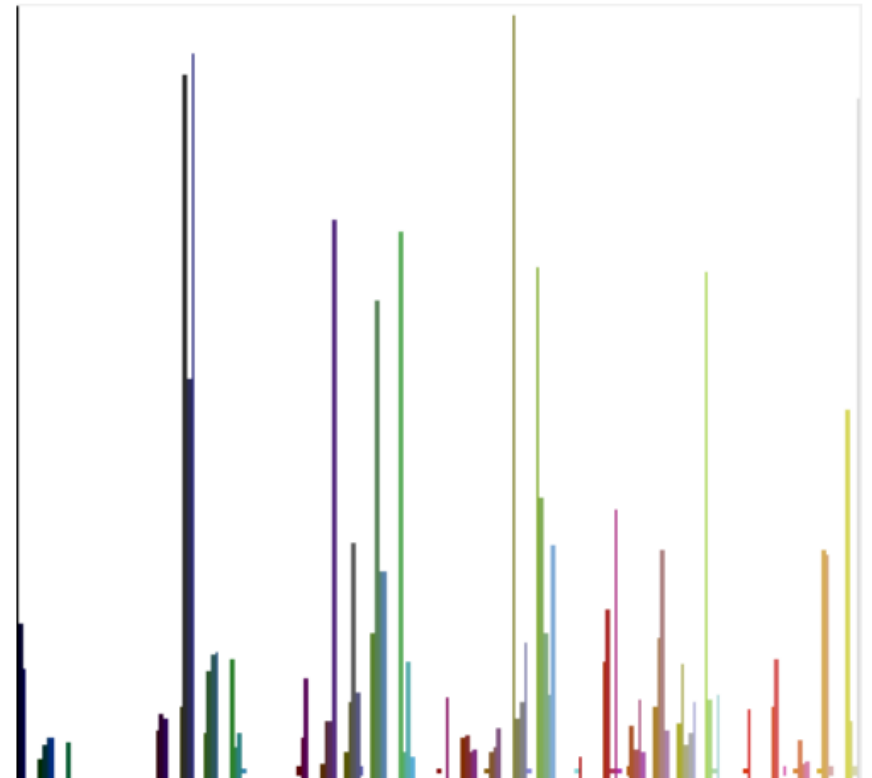
Признаки изображений

- Глобальные:
 - полноцветные гистограммы
 - контекст формы
 - GIST
- Локальные:
 - Детекторы: LoG, DoG, DoH, MSER, Hessian Affine, KAZE, FAST
 - Deskрипторы: SIFT, GLOH, SURF, LIOP, BRIEF, ORB, FREAK, BRISK, CARD
- Свертки с ядрами

Полноцветная гистограмма

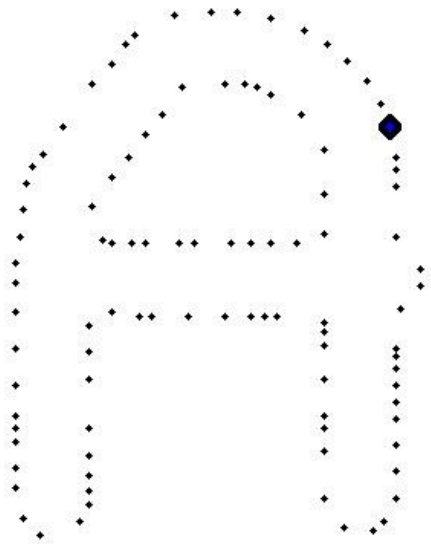


Обычная RGB-гистограмма

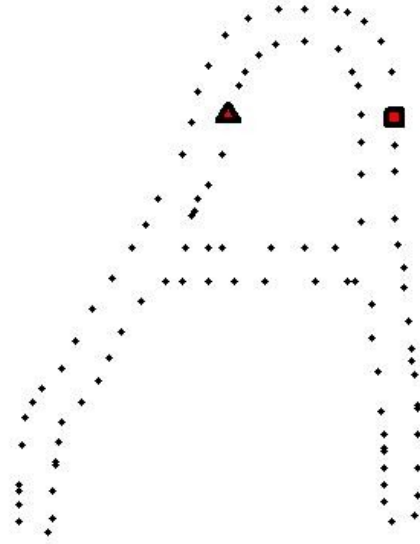


Полноцветная гистограмма

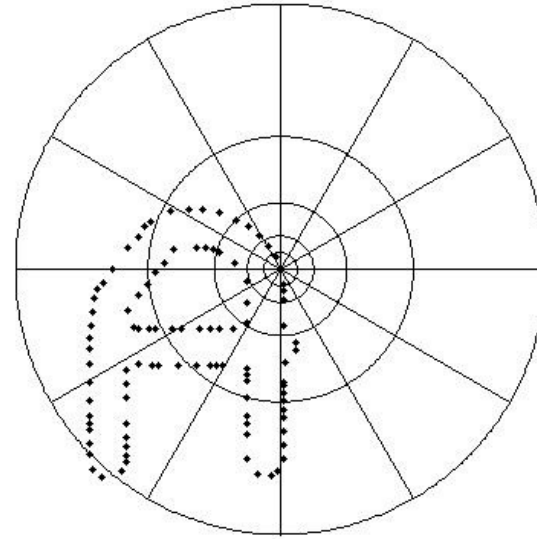
Контекст формы



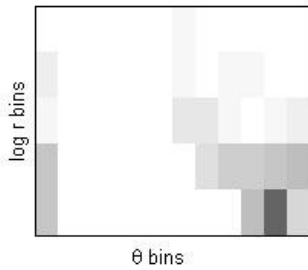
(a)



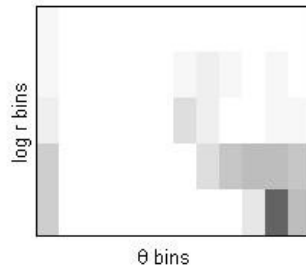
(b)



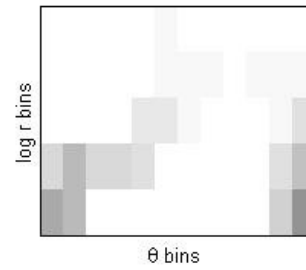
(c)



(d)



(e)

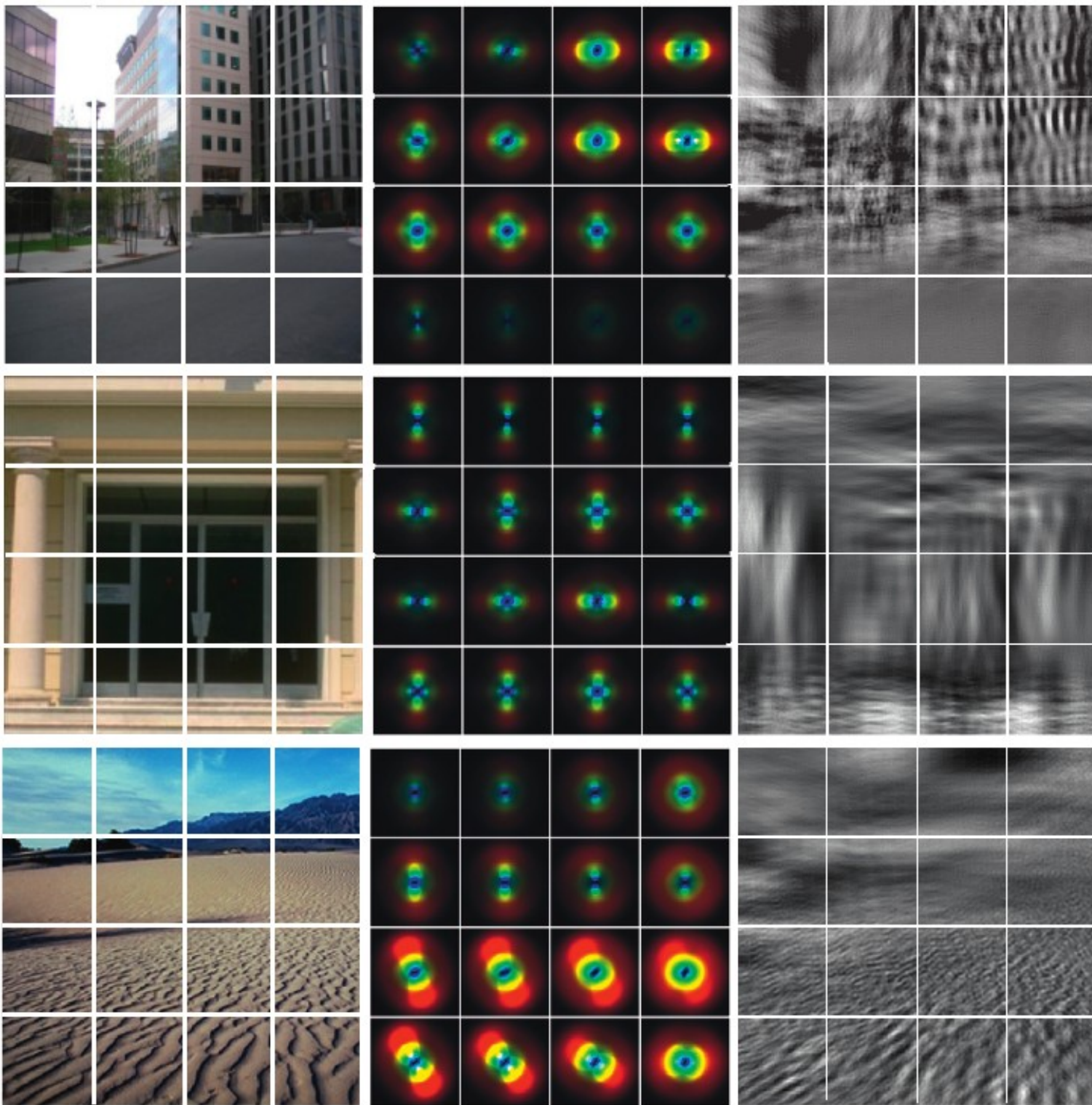


(f)

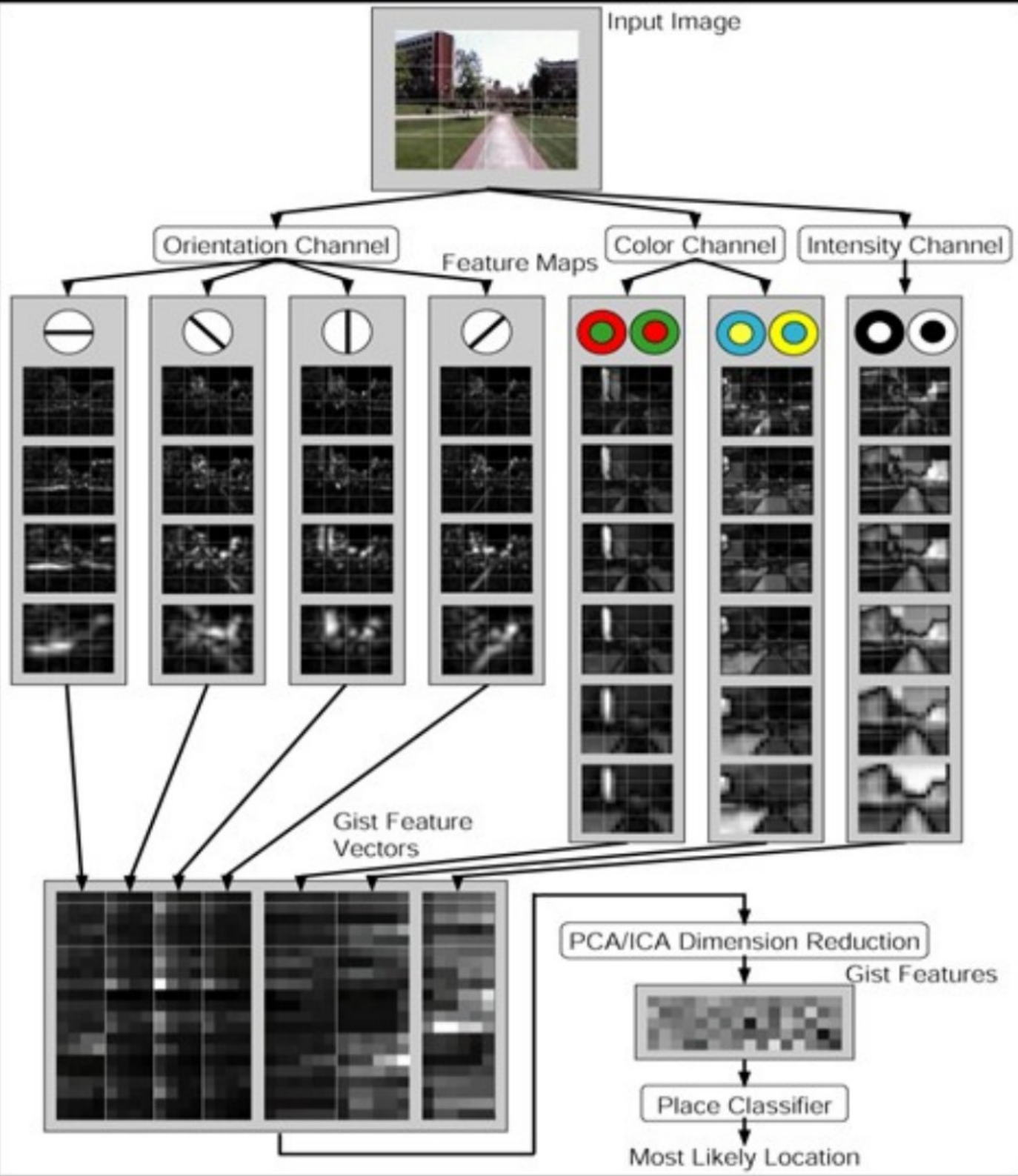
GIST (суть)

$$g_k = \sum_{x,y} w_k(x,y) \times |I(x,y) \otimes h_k(x,y)|^2$$

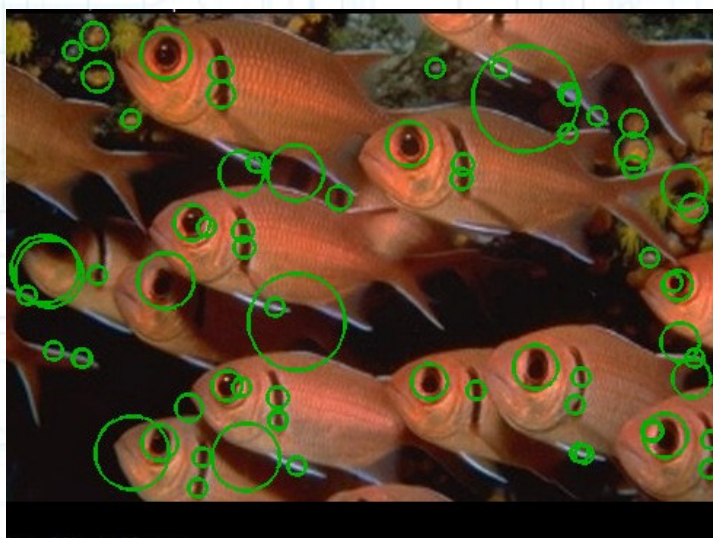
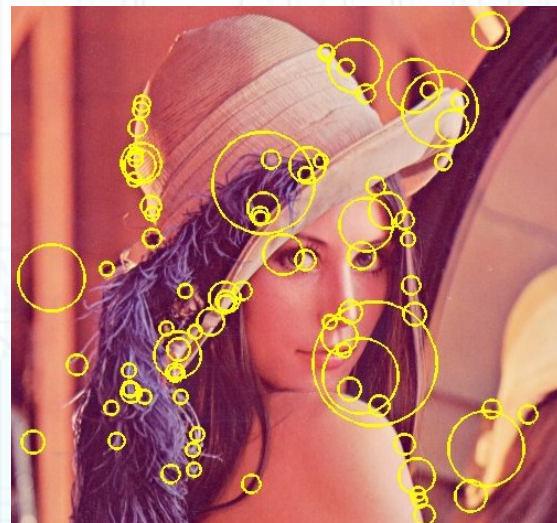
- \otimes - свертка
- $I(x,y)$ – яркость
- $h_k(x,y)$ – фильтр Габора (6 ориентаций, 4 масштаба)
- $w_k(x,y)$ – окно (делит изображение на 16 частей)
- Итого: $16 \times 6 \times 4 = 384$ признака



GIST



Детектирование особых точек (Blob detection)



Детектирование особых точек (Blob detection)

- LoG - Laplacian of Gaussian

$$g(x, y, t) = \frac{1}{2\pi t^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2t^2}} \quad G = g(x, y, t) * \text{image}(x, y)$$

$$LG = \Delta G = G_{xx} + G_{yy}$$

- DoG – Difference of Gaussians

$$G_t = \Delta G \quad LG \approx \frac{G(x, y, t_2) - G(x, y, t_1)}{t_2 - t_1}$$

- DoH - Determinant of Hessian –
инвариантен относительно аффинных
преобразований

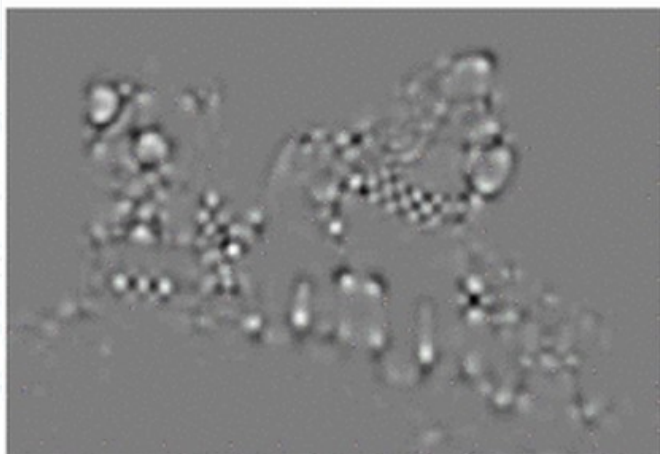
$$\det H = G_{xx}G_{yy} - G_{xy}^2$$



$\nabla^2 L$

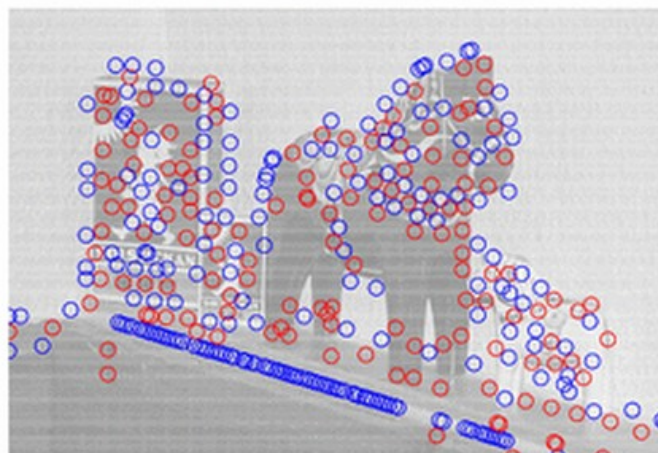


$\det \mathcal{H}L$

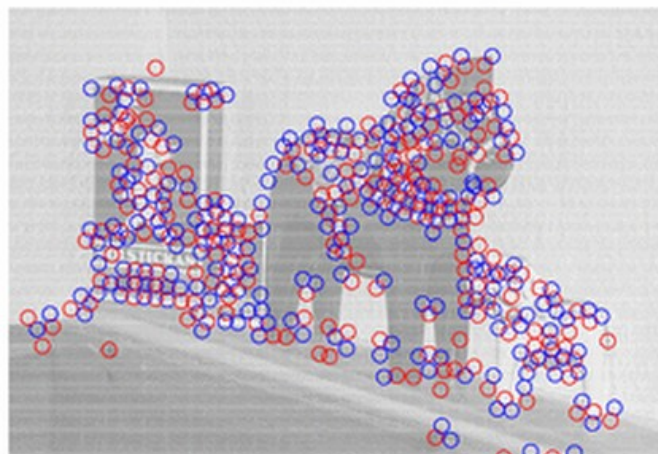


$-H$ where $H \geq 0$

local extrema of $\nabla^2 L$



local extrema of $\det \mathcal{H}L$



local extrema of H

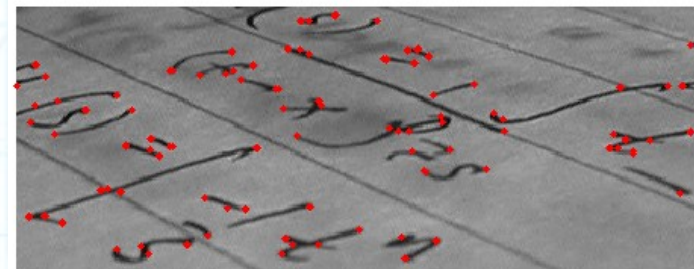
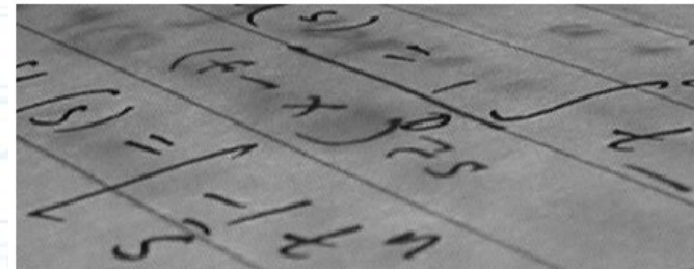
Детектирование угловых точек

- Моравек сравнивал окрестность каждой точки изображения, смещенную в разных направлениях.
 - Если не отличается, тогда это внутренняя точка
 - Если отличается только в одном направлении (и противоположном) – это кусок прямой границы
 - Если отличается по всем направлениям – это угол
- Обобщение – структурный тензор:

$$A = \sum_u \sum_v w(u, v) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \langle I_x^2 \rangle & \langle I_x I_y \rangle \\ \langle I_x I_y \rangle & \langle I_y^2 \rangle \end{bmatrix}$$

точка угловая ттт, когда оба с.з. велики

$$M_c = \lambda_1 \lambda_2 - \kappa (\lambda_1 + \lambda_2)^2 = \det(A) - \kappa \text{trace}^2(A)$$



MSER - Maximally stable extremal regions



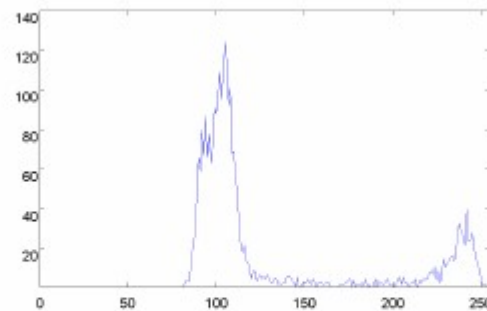
(a) Gray scale input image



(b) Detected MSERs



(a) Input Image

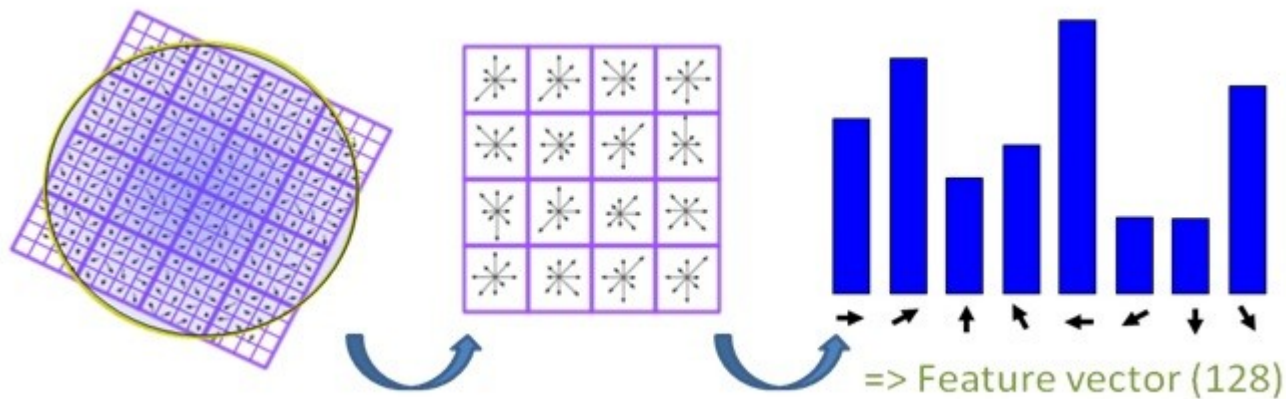
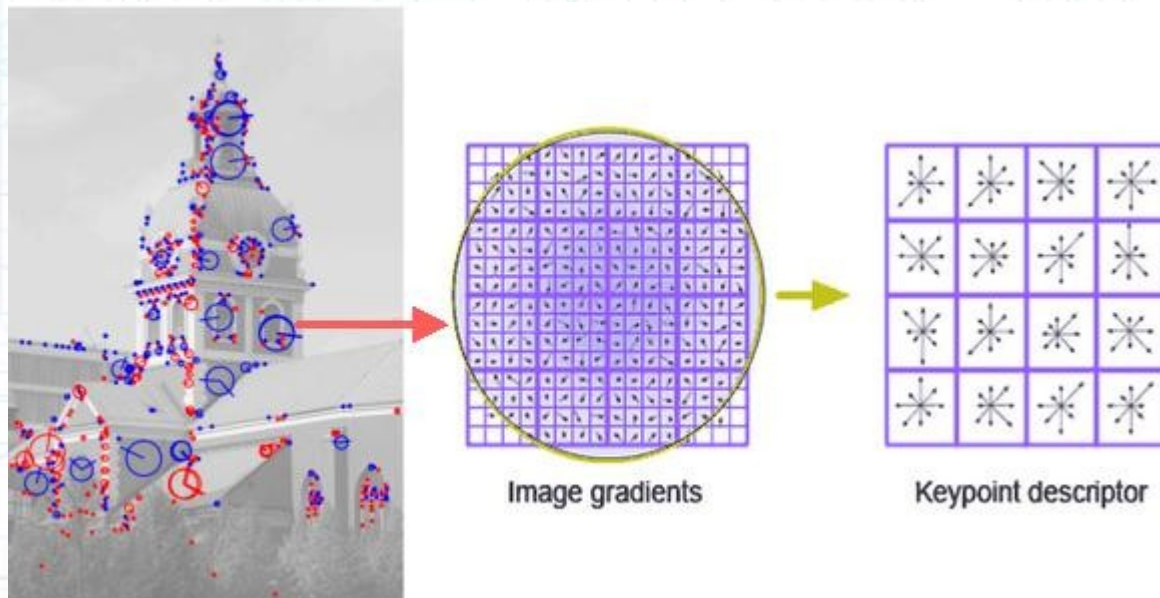


(b) Image histogram

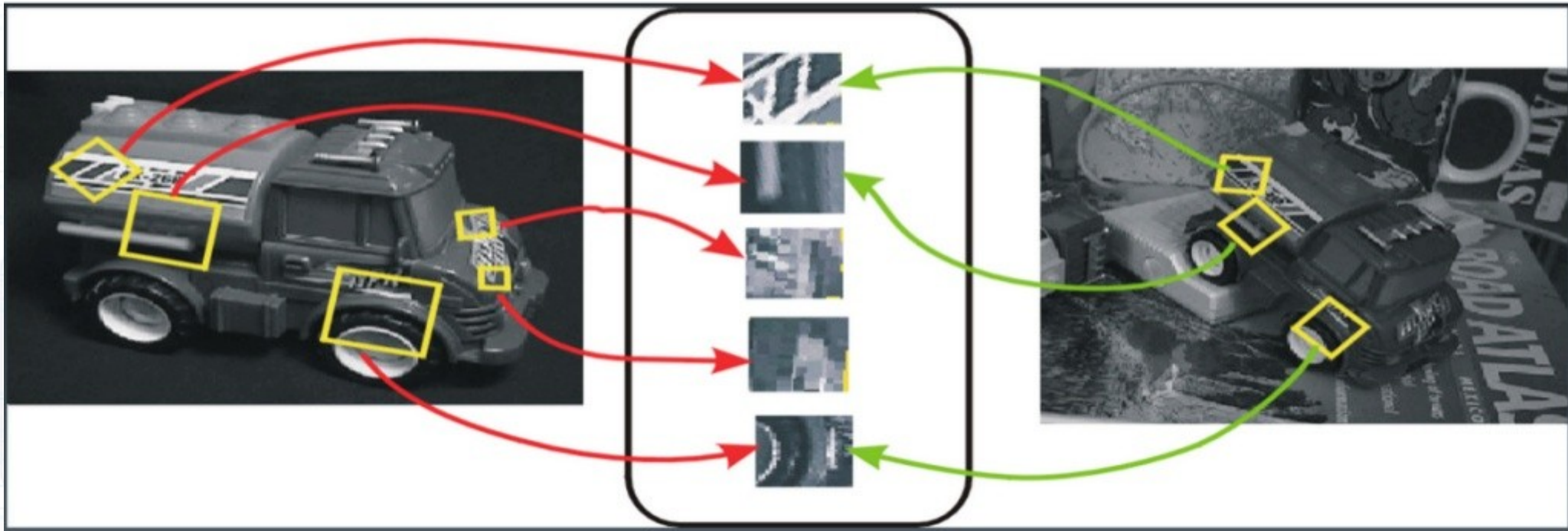


(c) MSER result

SIFT – Scale Invariant Feature Transform



SIFT – Scale Invariant Feature Transform



Поиск аффинного преобразования конфигураций особых точек – решаем СЛАУ методом наименьших квадратов:

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m1 & m2 \\ m3 & m4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} tx \\ ty \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} x & y & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x & y & 0 & 1 \\ \dots & & & & & \\ \dots & & & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m1 \\ m2 \\ m3 \\ m4 \\ tx \\ ty \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u \\ v \\ \cdot \\ \cdot \end{bmatrix}$$

Свертки с ядрами



Сверточные нейронные сети

