

رَبِّ الْعَالَمِينَ



# مبانی بینایی کامپیووتر

مدرس: محمدرضا محمدی

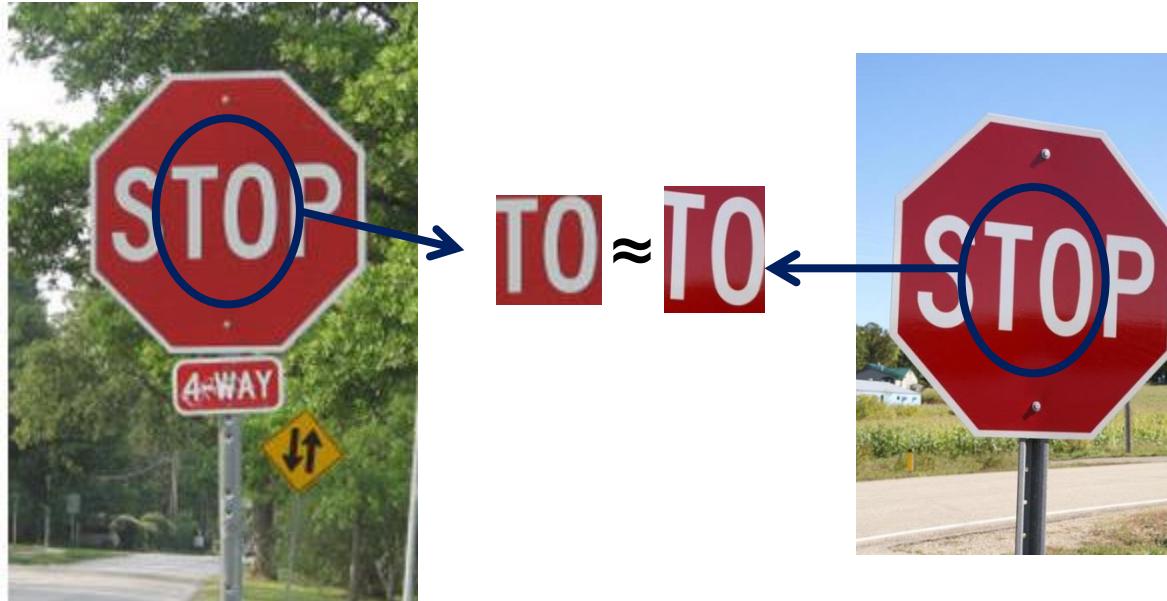
بهار ۱۴۰۲

# تاظر و هم ترازی تصاویر

## Correspondence and Image Alignment

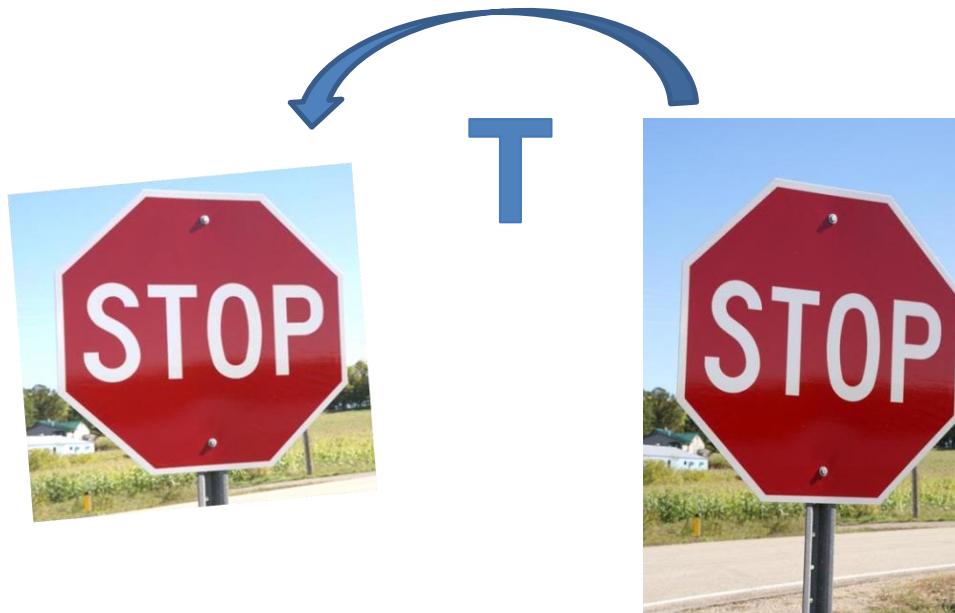
# تاظر

- انطباق نقاط، لبهها یا ناحیه‌ها میان تصاویر

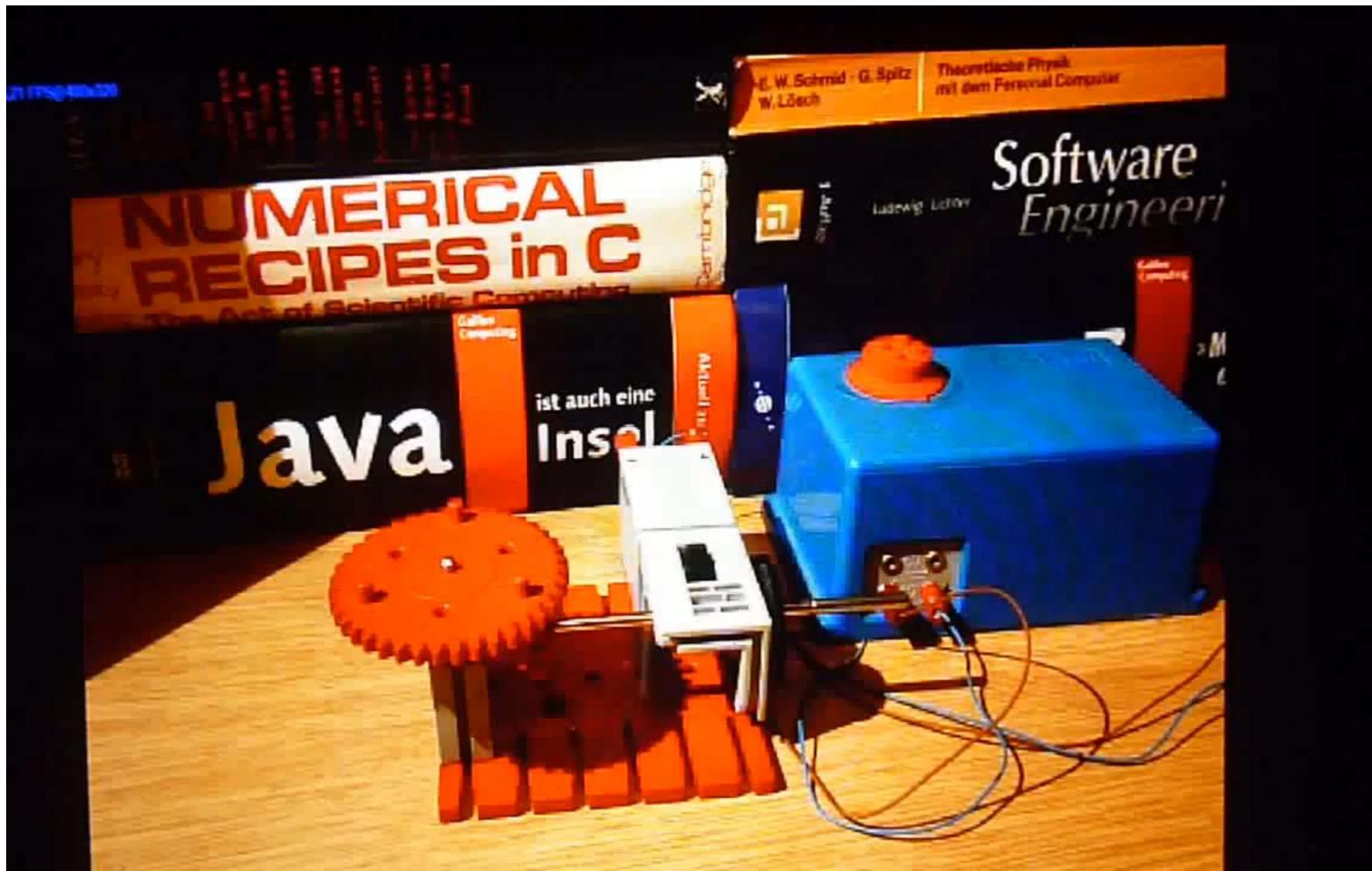


# هم ترازی

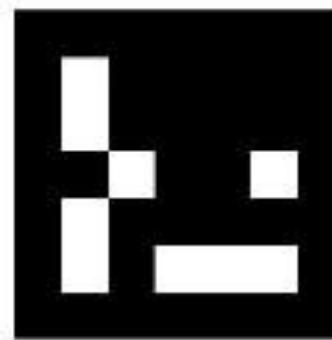
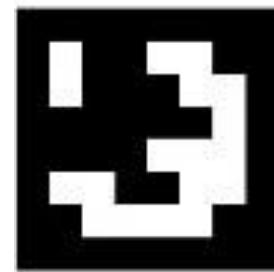
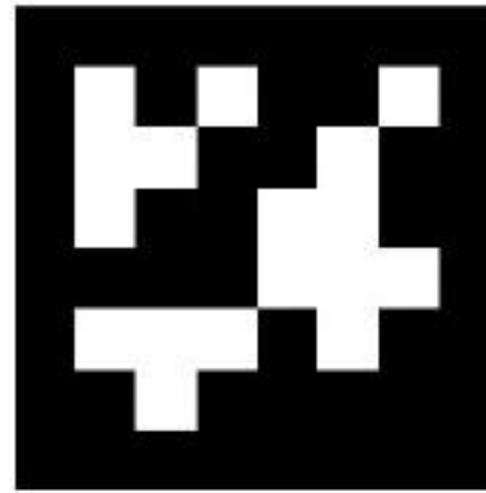
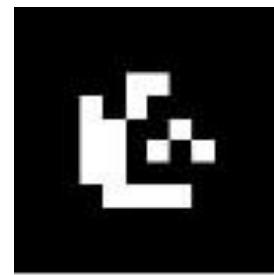
- بدست آوردن و اعمال تبدیلی که دو تصویر را به یکدیگر منطبق کند



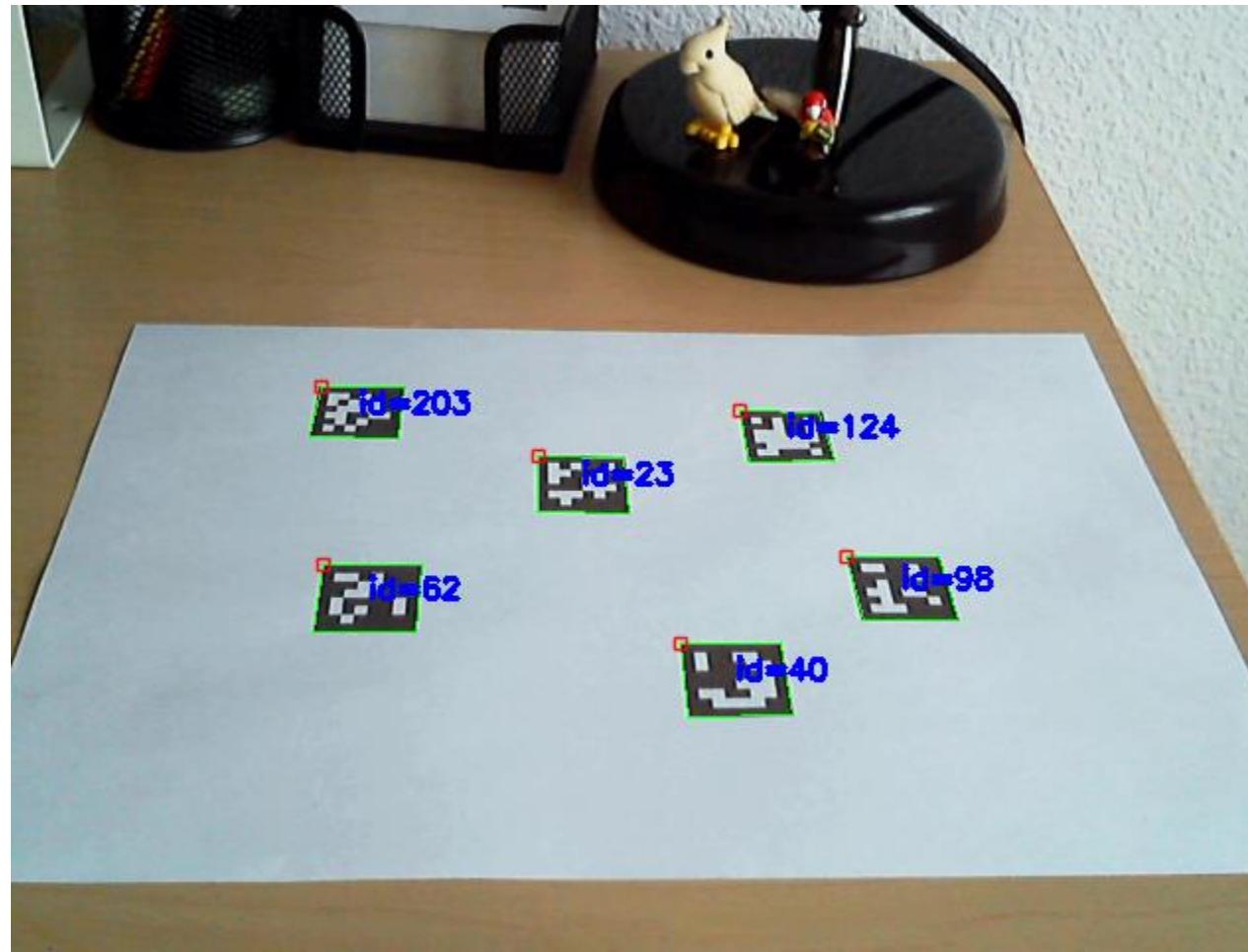
واقعیت افزوده



# ArUco



# ArUco



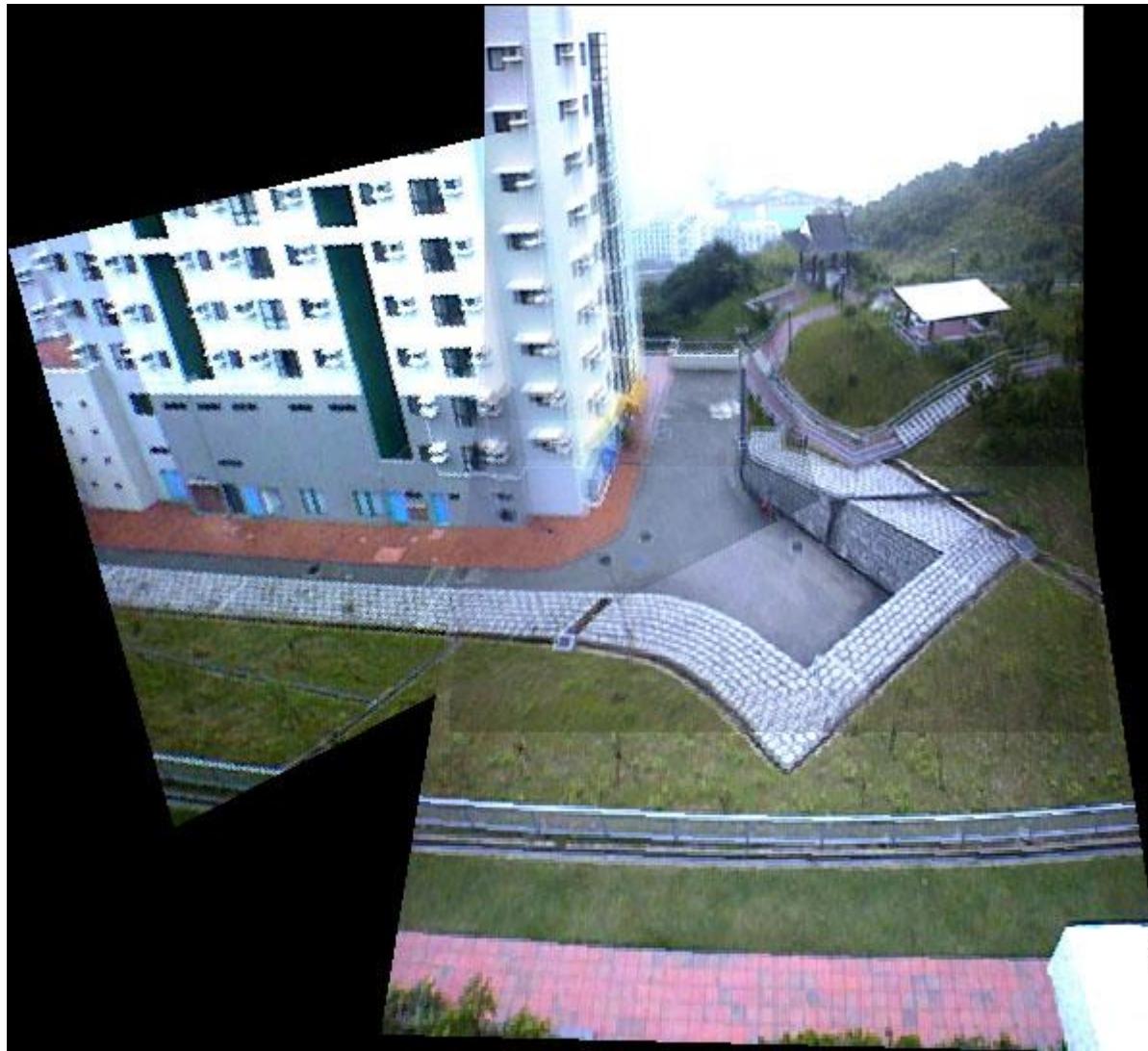
# موزاییک تصویر



# موزاییک تصویر



# موزاییک تصویر



# موزاییک تصویر



# موزاییک تصویر







# موزاییک تصویر



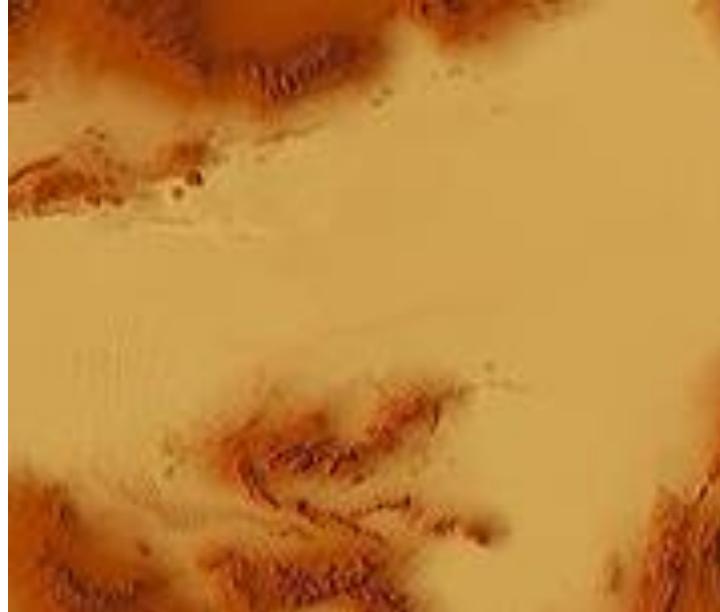
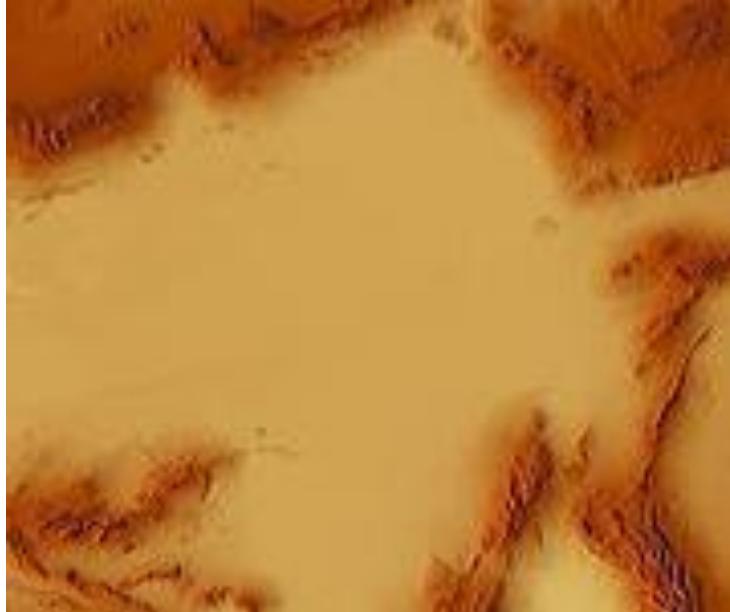
# انطباق تصویر

- چطور می‌توان موقعیت دو تصویر نسبت به یکدیگر را اندازه‌گیری کرد؟
- یک راه استفاده از محاسبه شباهت بخشی از تصویر ۱ در تصویر ۲ است
- کدام بخش از تصویر را جستجو کنیم؟



# انطباق تصویر

- چطور می‌توان موقعیت دو تصویر نسبت به یکدیگر را اندازه‌گیری کرد؟
- یک راه استفاده از محاسبه شباهت بخشی از تصویر ۱ در تصویر ۲ است
- کدام بخش از تصویر را جستجو کنیم؟



# نقاط کلیدی

Participant filter: All

10.43 sec



E  
m  
e  
n  
t i  
v e  
s k i n .

add the  
s and moisture  
to your baby's skin.

It features unique high-absorbency natural-blend cotton paper that provides cotton-soft, extra thick, gel-free protection for your baby's sensitive skin. The chlorine-free materials and hypoallergenic polymers is non-toxic and non-irritating. Clinically dermatologist recommended for babies with allergies and sensitive skin.

TM



If you are not satisfied with the baby leakage protection, you will get your money back. Read more about our leakfree guarantee at [www.baby.com](http://www.baby.com)

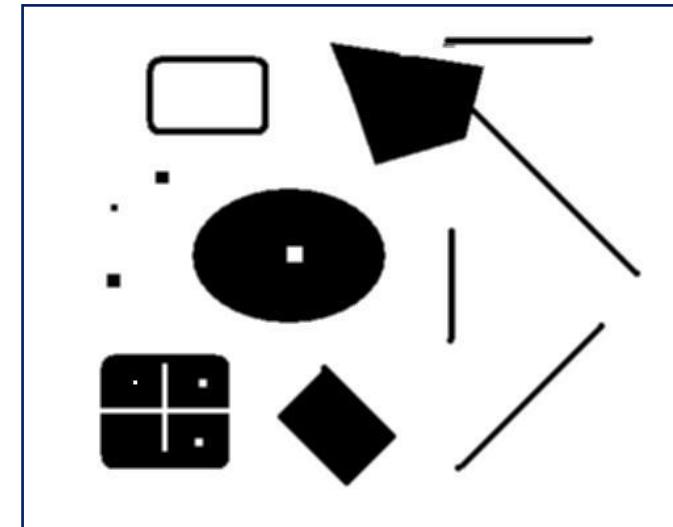
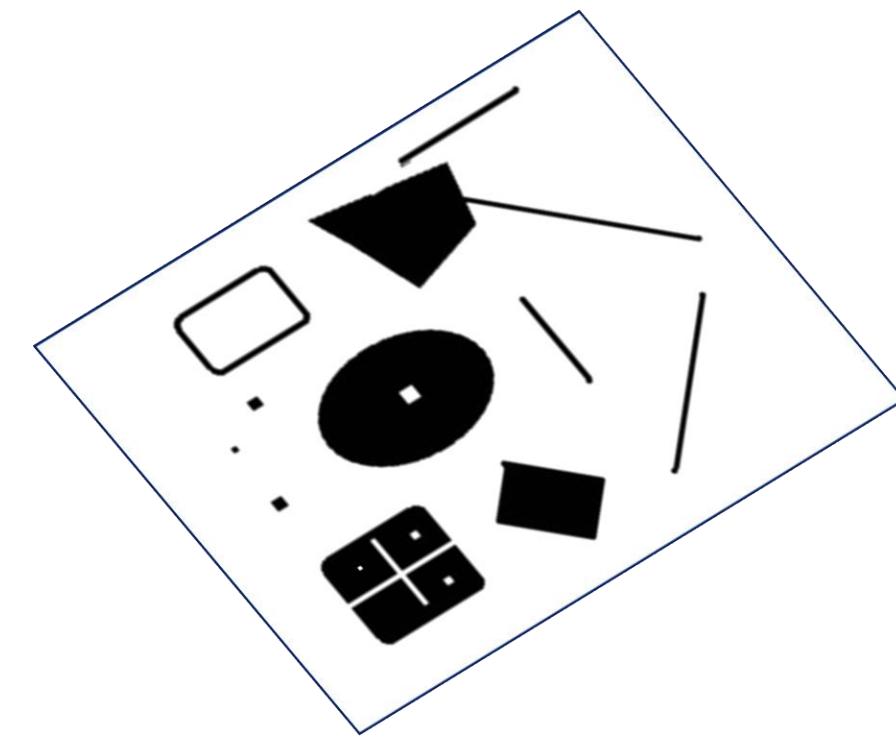
# نقاط کلیدی

- نقاط کلیدی (keypoints) یا نقاط مورد علاقه، نقاطی از تصویر هستند که اطلاعات قابل توجهی را در خود دارند و نسبت به نقاط دیگر تمایز قابل توجهی دارند
- نقاط کلیدی تصویر را از تعداد بسیار زیادی پیکسل به تعداد بسیار محدودی نقطه که اطلاعات زیادی دارند فشرده می‌کنند



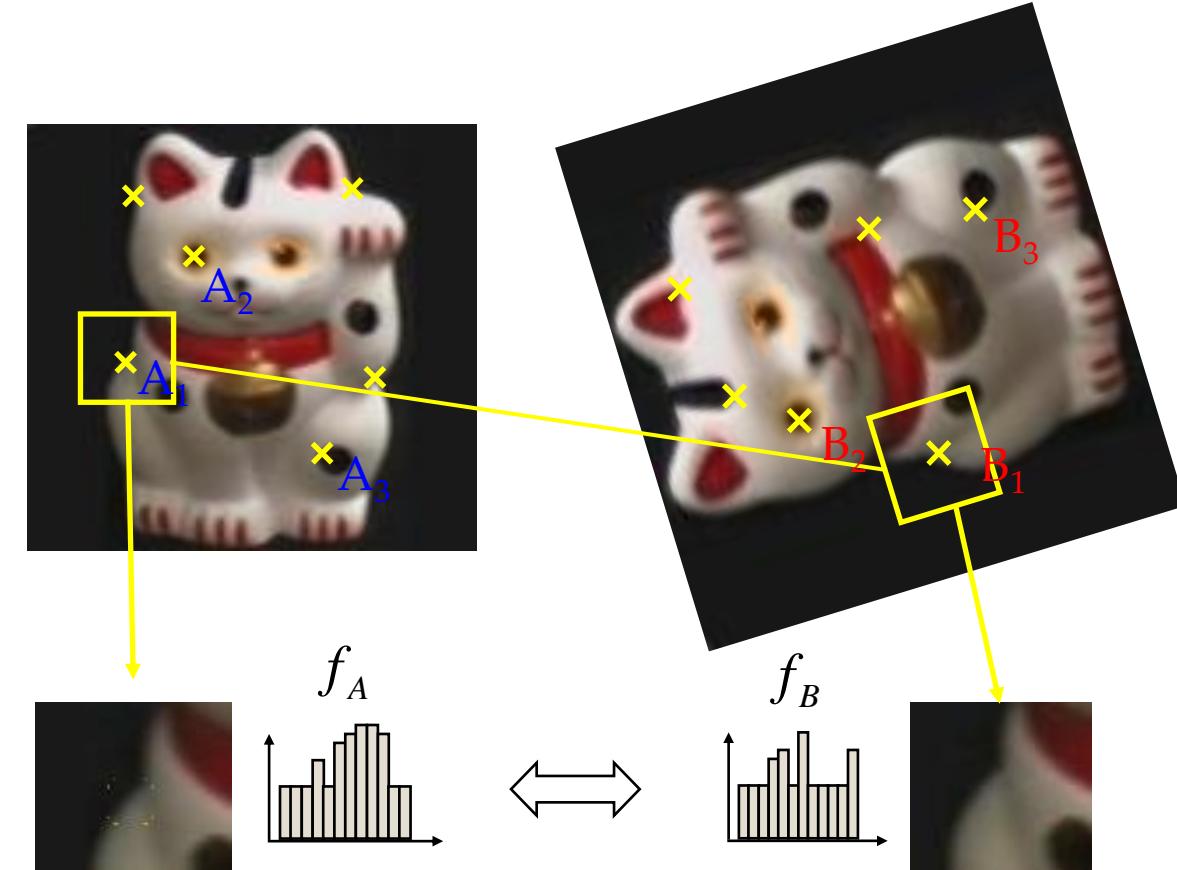
# نقاط کلیدی

- فرض کنید یک تصویر به شما نشان داده شود و از شما بخواهیم که برخی از نقاط را در آن علامت بزنید
- سپس، همان تصویر تغییر شکل داده شود و همان فرآیند از شما خواسته شود
  - کدام نقاط را انتخاب می‌کنید؟



# انطباق نقاط کلیدی

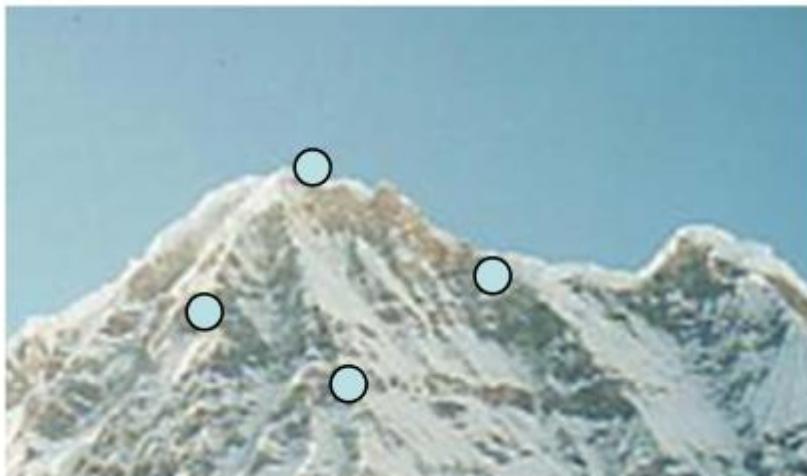
- مجموعه‌ای از نقاط کلیدی استخراج می‌شوند
- هر نقطه کلیدی توسط یک توصیفگر بازنمایی می‌شود
- توصیفگرهای بر یکدیگر منطبق می‌شوند



$$d(f_A, f_B) < T$$

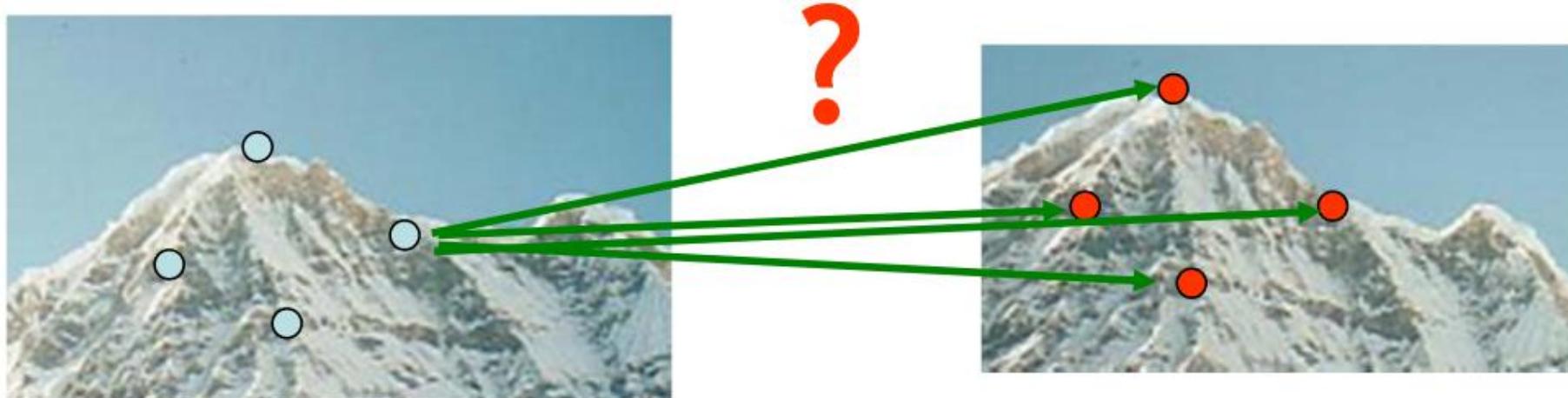
# مشخصه‌های نقاط کلیدی

- بتوان نقاط کلیدی یکسان را به صورت مستقل در هر دو تصویر تشخیص داد
  - در این مثال امکان منطبق کردن نقاط کلیدی نیست



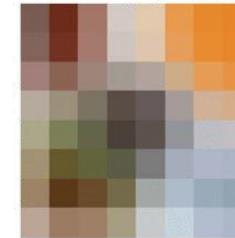
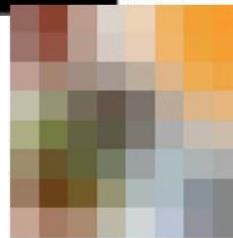
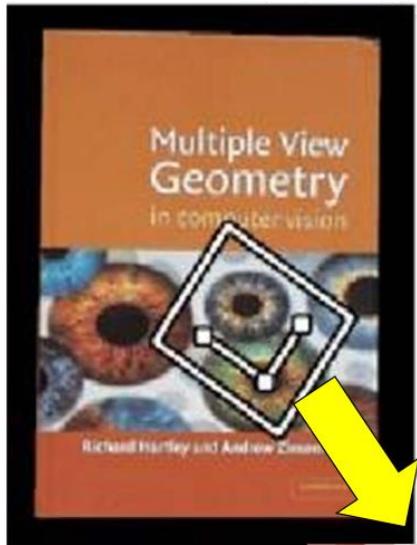
# مشخصه‌های نقاط کلیدی

- بتوان نقاط کلیدی یکسان را به صورت مستقل در هر دو تصویر تشخیص داد
- نقاط کلیدی باید به اندازه کافی متمایز باشند تا بتوان تناظر نقاط کلیدی را مشخص کرد



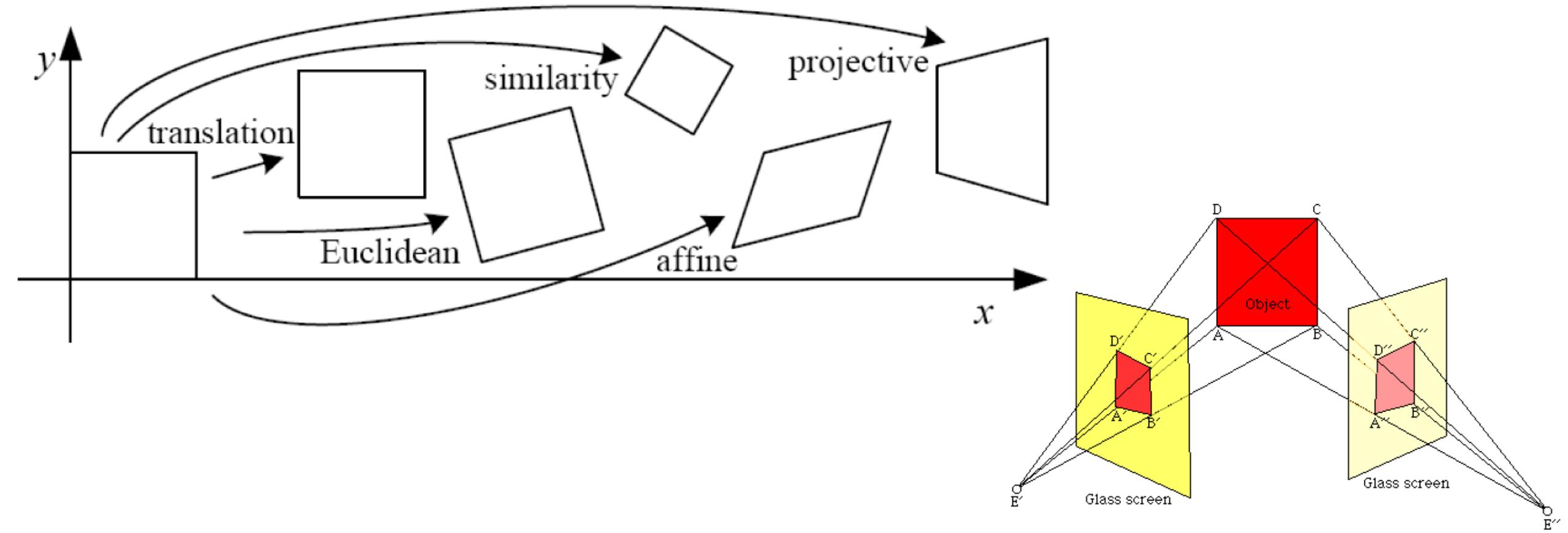
# مشخصه‌های نقاط کلیدی

- بتوان نقاط کلیدی یکسان را به صورت مستقل در هر دو تصویر تشخیص داد
- نقاط کلیدی باید به اندازه کافی متمایز باشند تا بتوان تناظر نقاط کلیدی را مشخص کرد
- نسبت به تبدیل‌های هندسی نامتغیر باشند



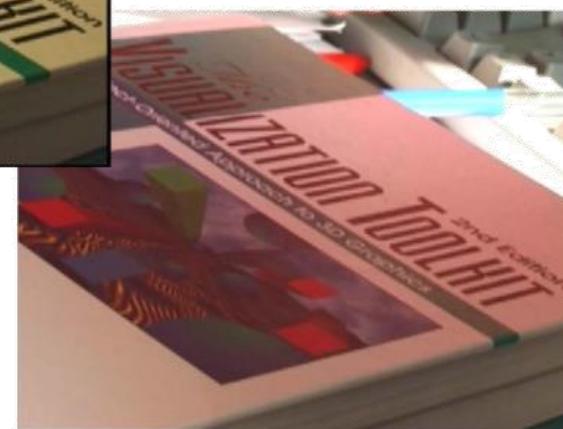
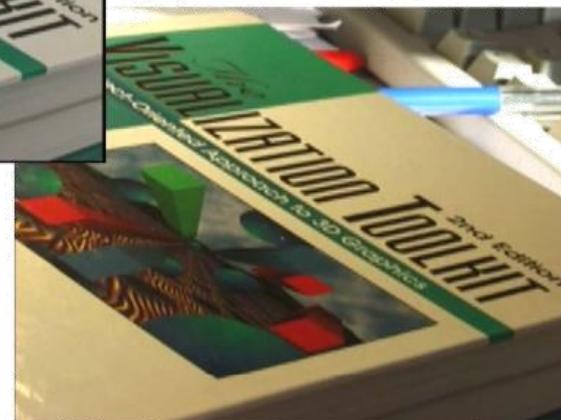
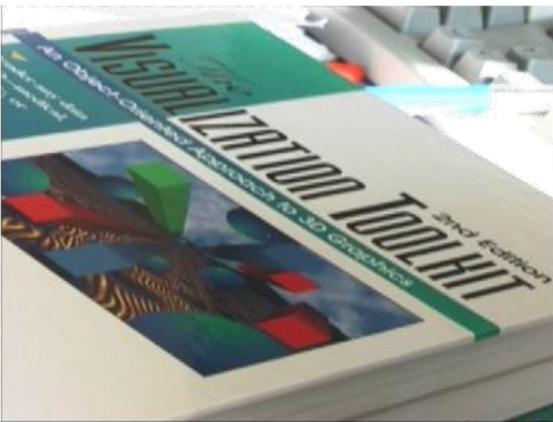
# تبديلات هندسي

- سطوح مختلف تبدیلات هندسی



# مشخصه‌های نقاط کلیدی

- نسبت به تبدیل‌های هندسی نامتغیر باشند
- نسبت به تغییرات شدت روشنایی نامتغیر باشند



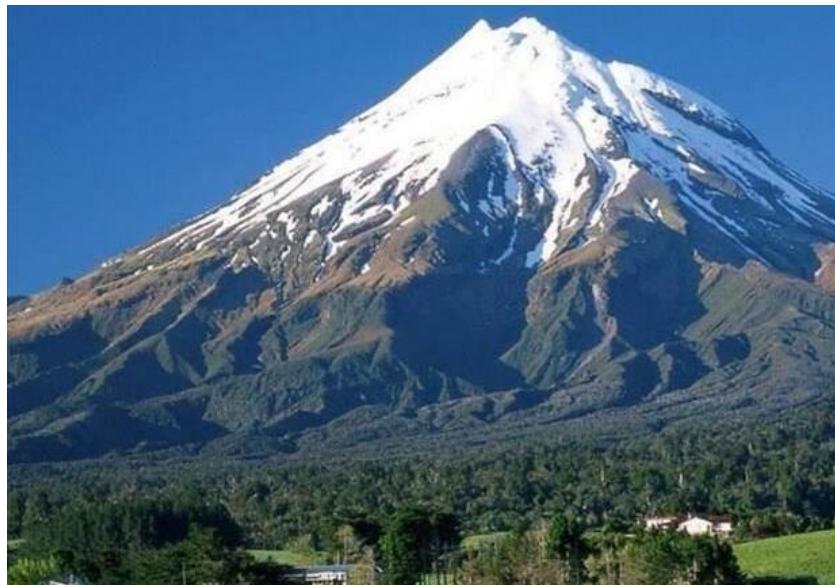
# مشخصه‌های نقاط کلیدی

- استخراج نقاط کلیدی باید قابل تکرار و دقیق باشد
  - نسبت به جابجایی، چرخش، مقیاس و تبدیلات هندسی نامتفاوت باشد
  - نسبت به تغییرات شرایط نوری، نویز، و کیفیت تصویربرداری نامتفاوت باشد
- محلی بودن: ویژگی‌ها باید محلی باشند تا نسبت به انسداد و در هم ریختگی مقاوم باشند



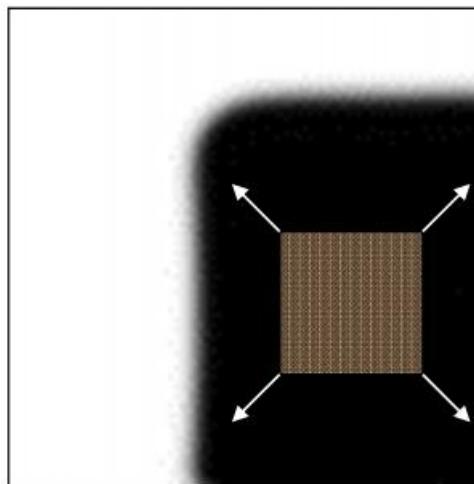
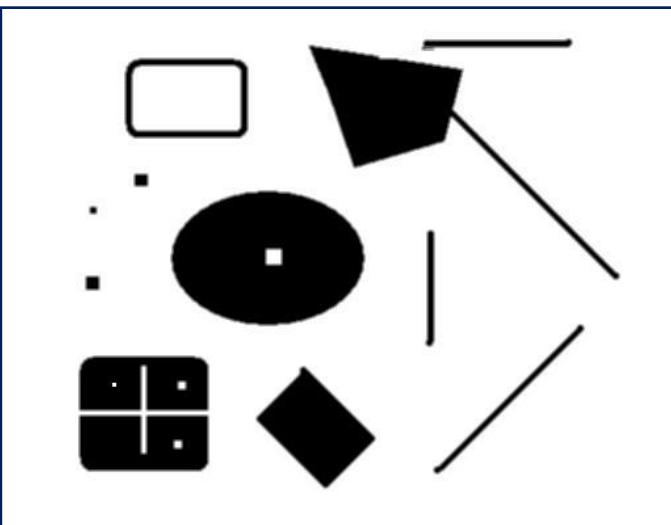
# مشخصه‌های نقاط کلیدی

- استخراج نقاط کلیدی باید قابل تکرار و دقیق باشد
  - نسبت به جابجایی، چرخش، مقیاس و تبدیلات هندسی نامتغیر باشد
  - نسبت به تغییرات شرایط نوری، نویز، و کیفیت تصویربرداری نامتغیر باشد
- محلی بودن: ویژگی‌ها باید محلی باشند تا نسبت به انسداد و در هم ریختگی مقاوم باشند
- کمیت: برای بسیاری از کاربردها نیاز به تعداد کافی نقطه کلیدی است
- تمایز: ناحیه‌ها باید دارای ساختارهای متمایزکننده‌ای باشند
- بهره‌وری: باید از نظر حجم محاسبات نزدیک به زمان حقیق باشد

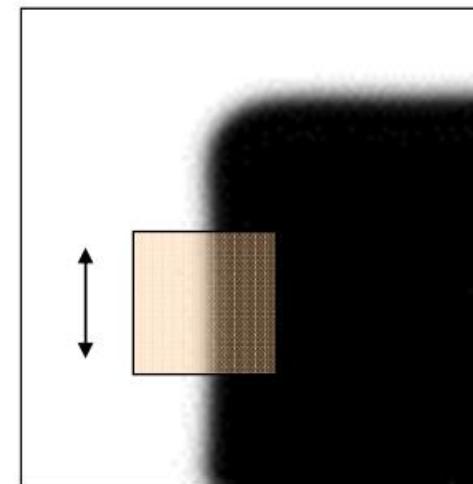


# نقاط کلیدی

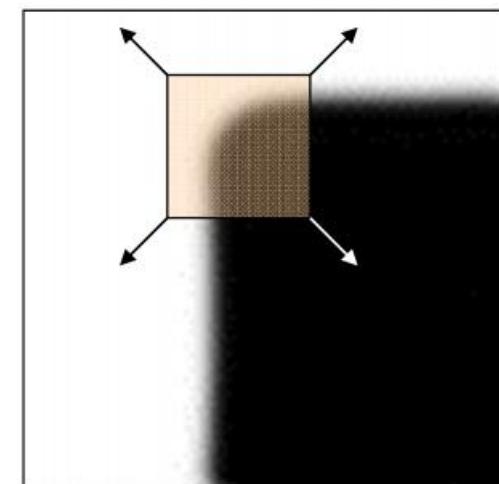
- چه نقاطی در تصویر زیر به سادگی قابل تشخیص و انطباق هستند؟
- گوشها تکرارپذیر و متمایز هستند



“flat” region:  
no change in all  
directions



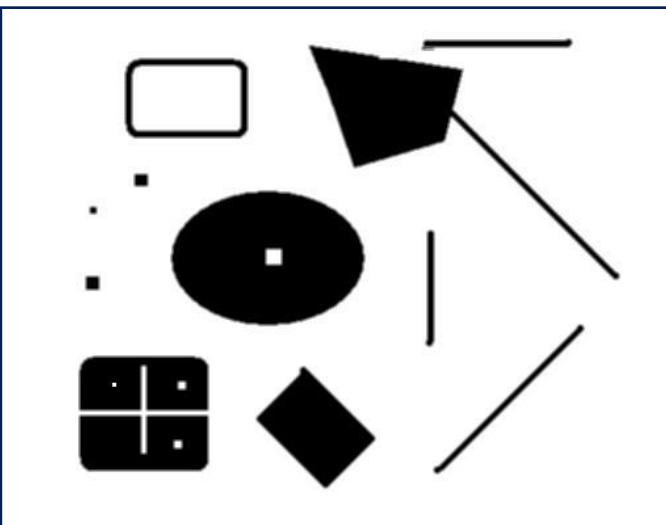
“edge”:  
no change along  
the edge direction



“corner”:  
significant change  
in all directions

# آشکارساز Harris

- جستجو برای همسایگی‌های محلی در تصویر انجام می‌شود که محتوای تصویر دارای دو جهت اصلی باشند
- به عبارت دیگر، آشکارساز Harris یک گوشه‌یاب است

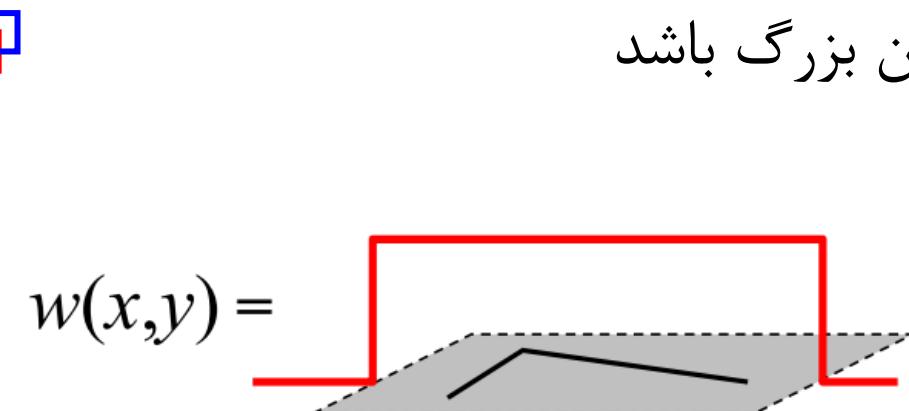


# آشکارساز Harris

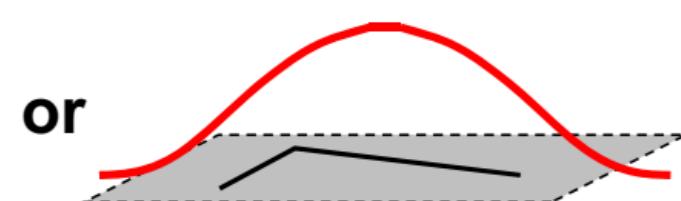
- میزان اختلاف سطح روشنایی تصویر به ازای جابجایی  $(u, v)$

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

- که  $w$  یک پنجره برای تاثیر همسایه‌های محلی است که می‌تواند مستطیلی یا گاووسی باشد
- گوشه نقطه‌ای است که تابع فوق در آن بزرگ باشد



1 in window, 0 outside



Gaussian

# آشکارساز Harris

- میزان اختلاف سطح روشنایی تصویر به ازای جابجایی  $(u, v)$

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

- که  $w$  یک پنجره برای تاثیر همسایه‌های محلی است که می‌تواند مستطیلی یا گاوی باشد
- گوش نقطه‌ای است که تابع فوق در آن بزرگ باشد
- با استفاده از بسط تیلور داریم

$$I(x + u, y + v) \approx I(x, y) + uI_x + vI_y$$

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

$$I(x + u, y + v) \approx I(x, y) + uI_x + vI_y$$

$$E(u, v) \approx \sum_{x,y} w(x, y) [uI_x + vI_y]^2 = \sum_{x,y} w(x, y) (u^2 I_x^2 + 2uv I_x I_y + v^2 I_y^2)$$

$$= [u \quad v] \left( \sum_{x,y} w(x, y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

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

# آشکارساز Harris

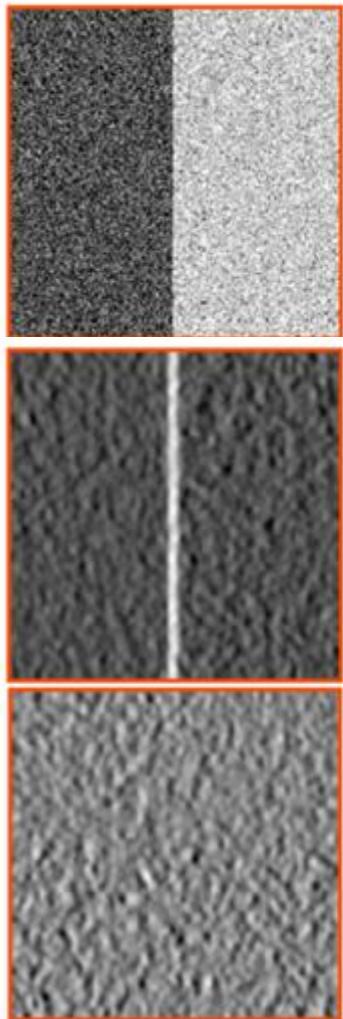
$$E(u, v) \approx [u \quad v] \left( \sum_{x,y} w(x, y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \right) [u \quad v]$$

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

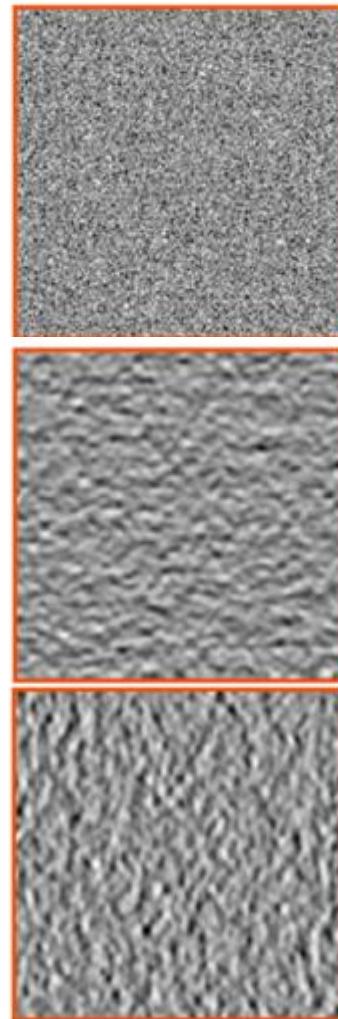
- مقادیر ویژه یک ماتریس نشان می‌دهند که در یک راستا چه مقدار انرژی وجود دارد و بردارهای ویژه جهت آنها را مشخص می‌کنند

مثال

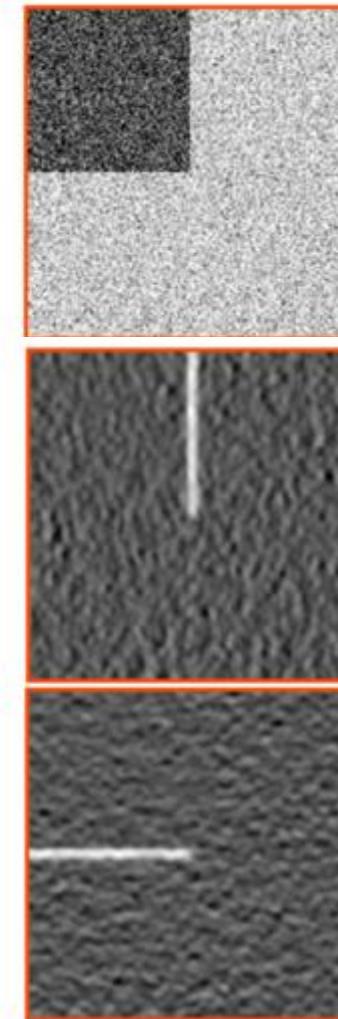
لبه



تحت



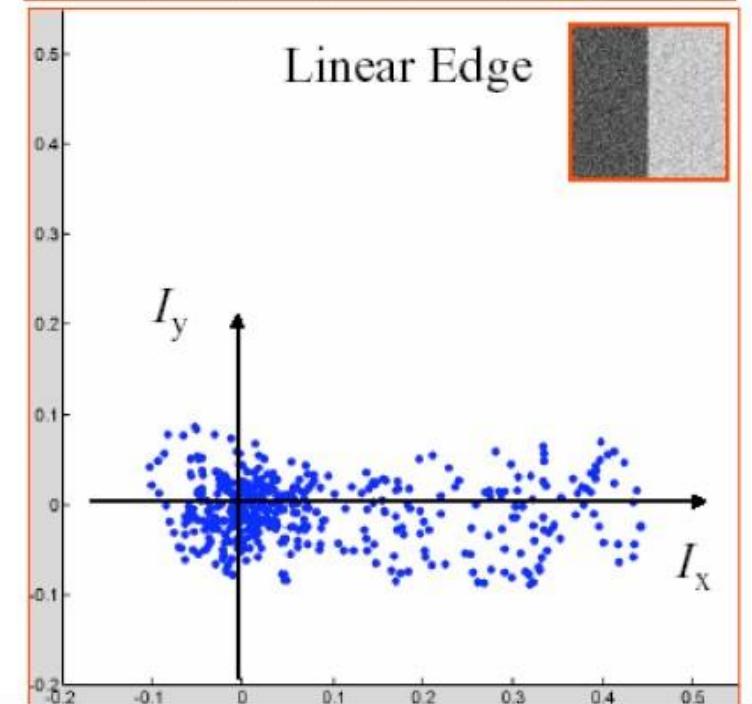
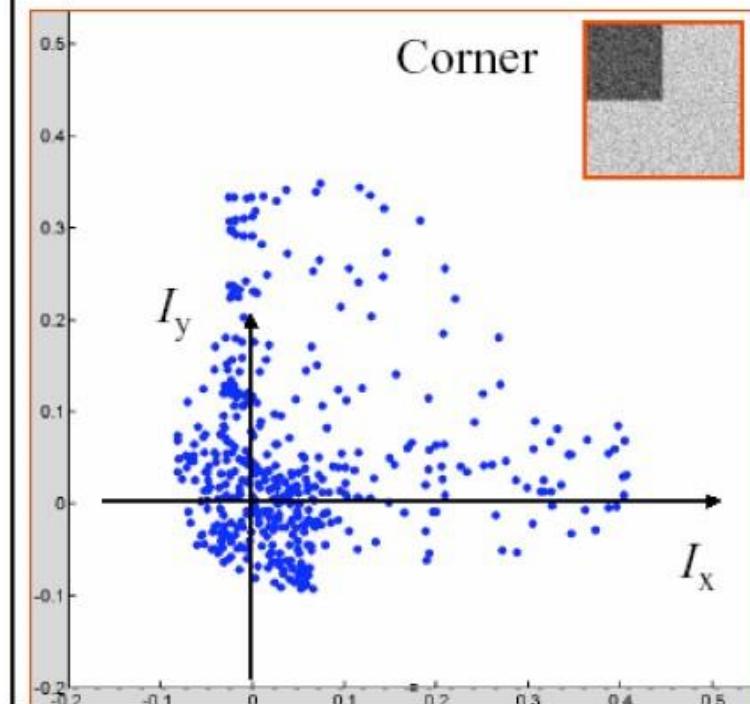
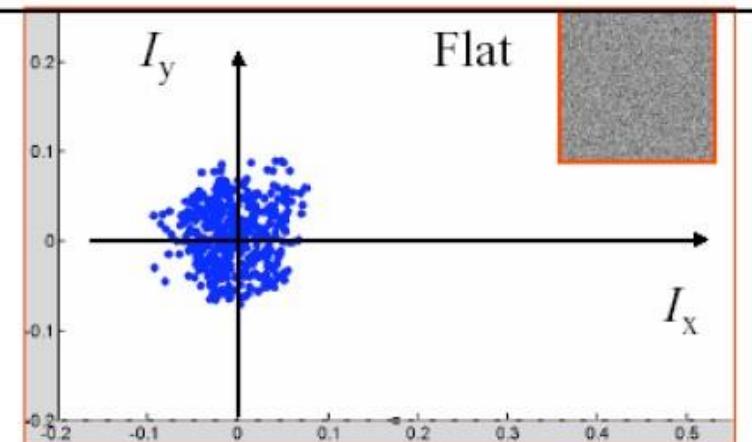
گوشه



مشتق X  
مشتق Y

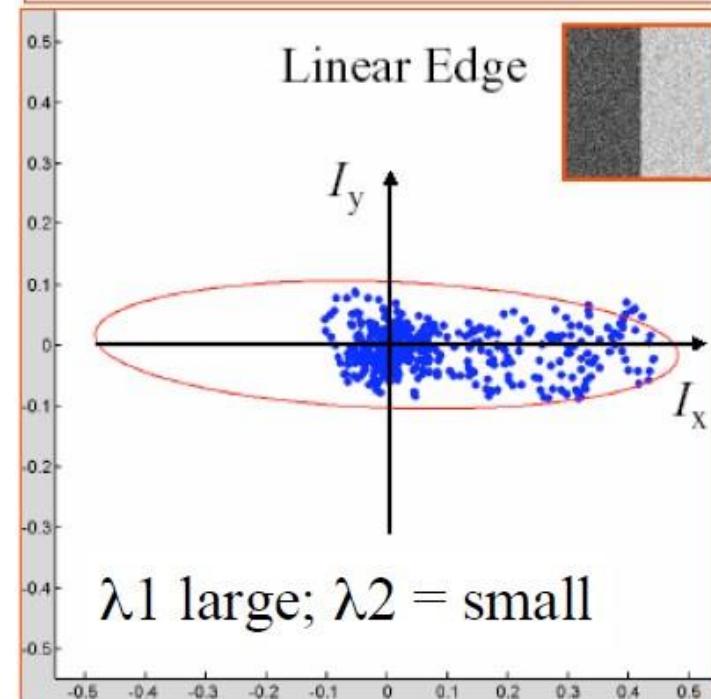
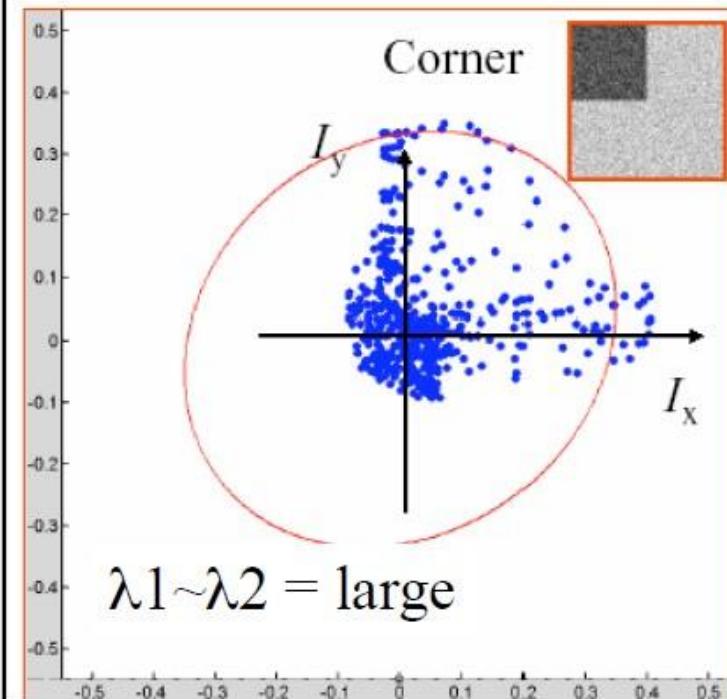
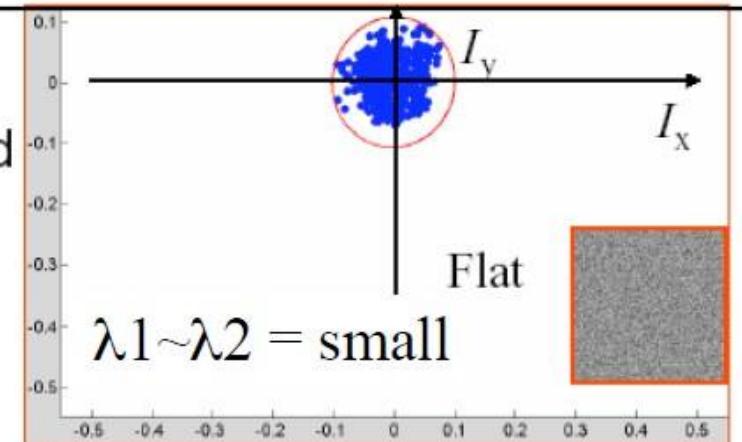
مثال

The distribution of the  $x$  and  $y$  derivatives is very different for all three types of patches



مثال

The distribution of  $x$  and  $y$  derivatives can be characterized by the shape and size of the principal component ellipse

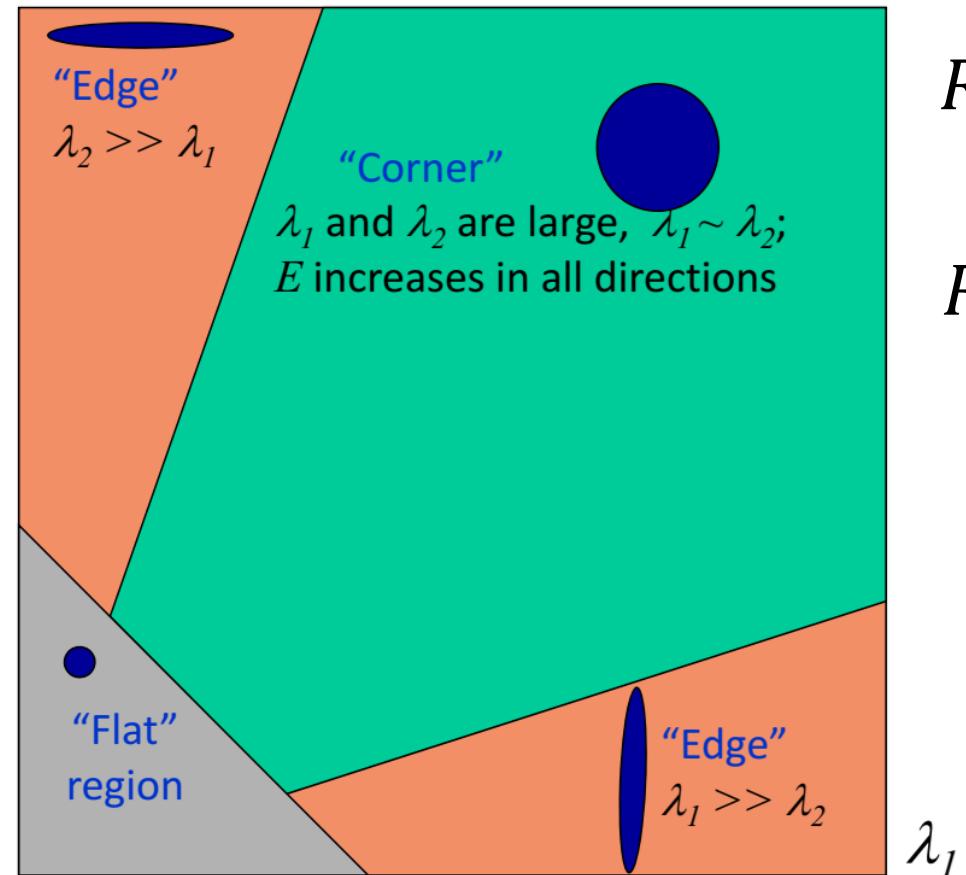


# آشکارساز Harris

- برای داشتن گوشه، نیاز است تا هر دو مقدار ویژه بزرگ باشند

$$R = \lambda_1 \lambda_2 - k(\lambda_1 + \lambda_2)^2$$

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



# آشکارساز Harris

- محاسبه مشتق افقی و عمودی
- محاسبه مربع مشتق‌ها
- اعمال اثر پنجره  $W$
- محاسبه مقادیر  $R$
- حذف مقادیر غیر بیشینه

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

$$M = g(\sigma_I) * \begin{bmatrix} I_x^2(\sigma_D) & I_x I_y(\sigma_D) \\ I_x I_y(\sigma_D) & I_y^2(\sigma_D) \end{bmatrix}$$

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

