مبانی بینایی کامپیوتر

مدرس: محمدرضا محمدی

۱۴۰۱

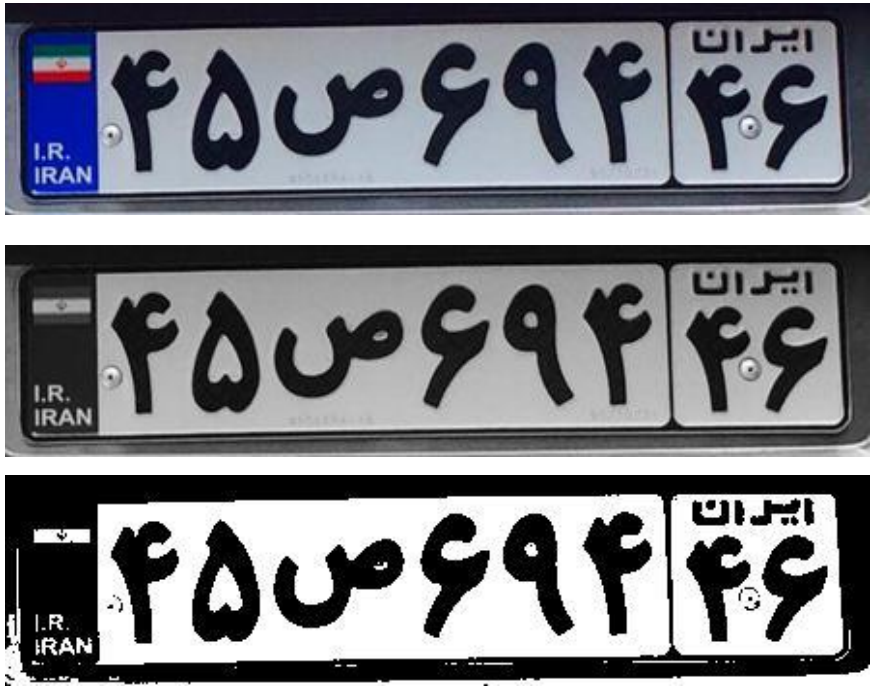
ناحیه‌بندی تصویر

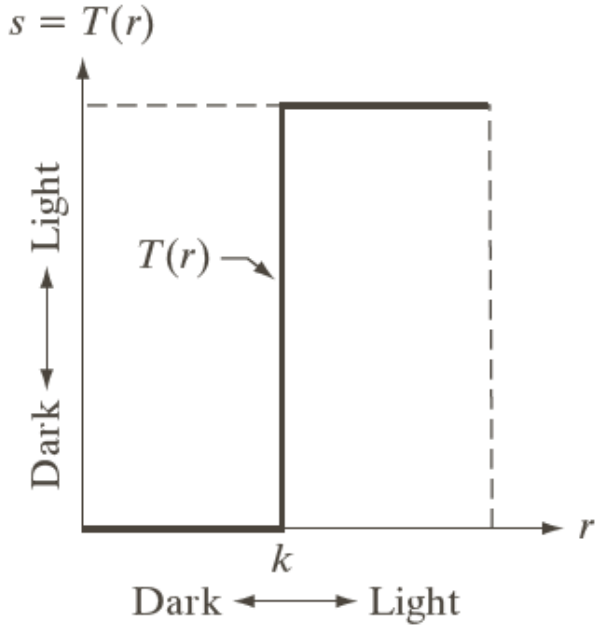
Image Segmentation

ناحیه‌بندی تصویر

آستانه‌گذاری سطح خاکستری

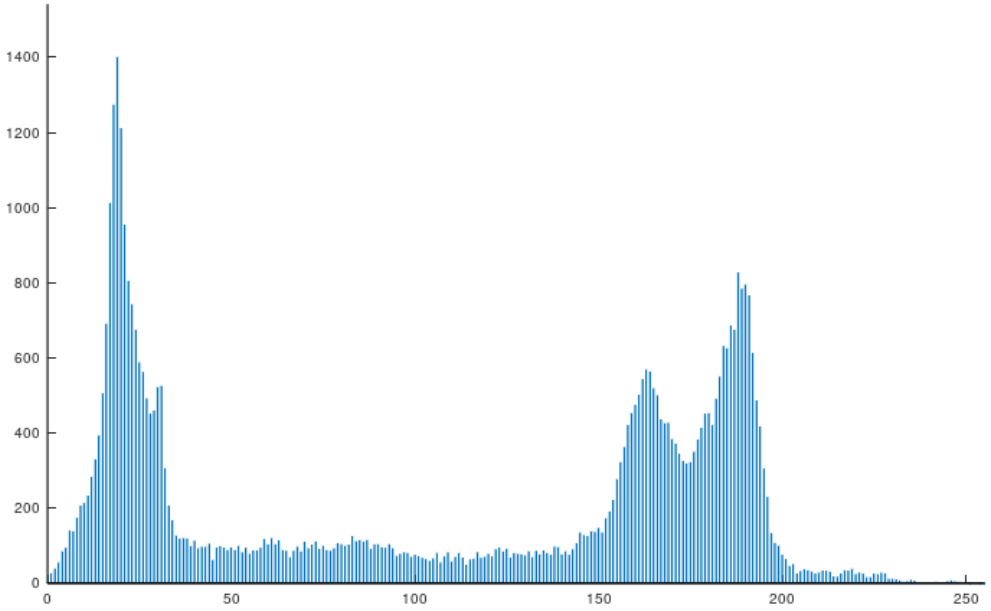
- ساده‌ترین راه برای استخراج ناحیه از تصویر استفاده از مقادیر سطح خاکستری است
- پس از این عملگر نقطه‌ای، هر ناحیه به هم پیوسته یک ناحیه است

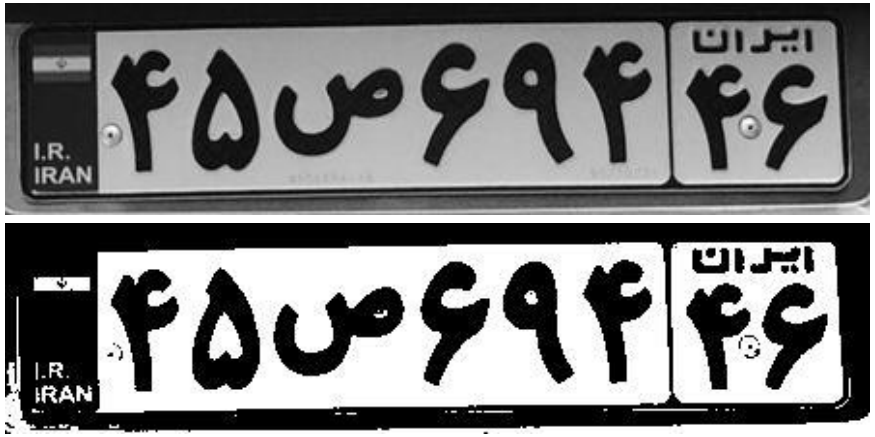




تعیین سطح آستانه

- سطح آستانه بهینه چه عددی است؟
- می‌توان با استفاده از دانش پیشین از یک عدد ثابت استفاده کرد
- می‌توان از مشخصه‌های آماری مانند میانگین یا میانه سطوح خاکستری استفاده کرد
- می‌توان از استفاده از هیستوگرام استفاده کرد





الگوریتم Otsu

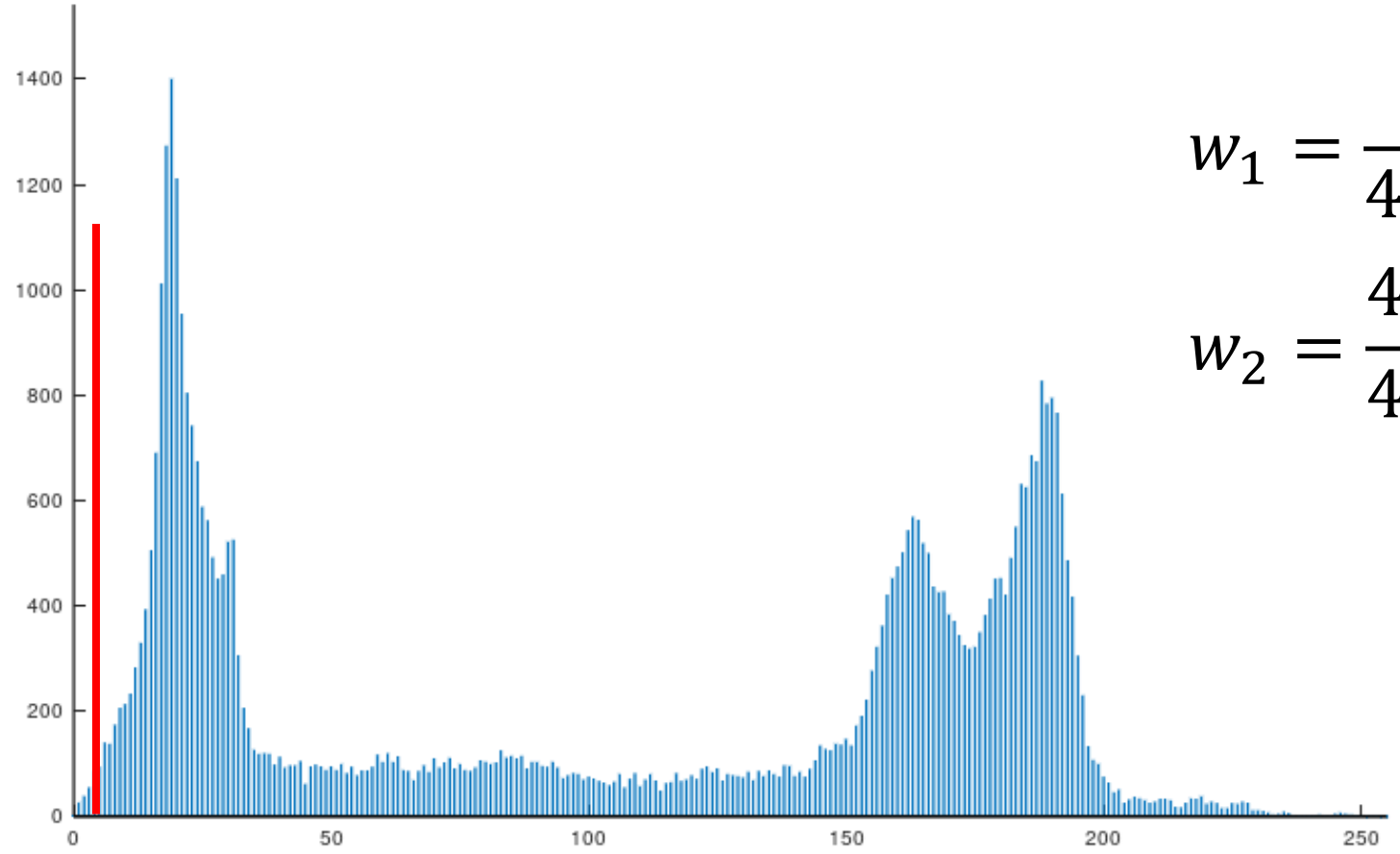
- یک الگوریتم تعیین سطح مقدار آستانه بر حسب مشخصه‌های آماری است
- خلاصه الگوریتم این است که سطح آستانه‌ای را انتخاب کنیم که واریانس بین پیکسل‌های هر کلاس کمینه شود

$$\sigma_w^2 = w_1\sigma_1^2 + w_2\sigma_2^2$$

- w_i تعداد پیکسل‌های کلاس i، و σ_i^2 واریانس پیکسل‌های آن کلاس است

الگوریتم Otsu

- برای یک تصویر ۸ بیتی سطح آستانه یکی از ۲۵۵ مقدار است



$$w_1 = \frac{302}{48832} = 0.006$$

$$w_2 = \frac{48530}{48832} = 0.994$$

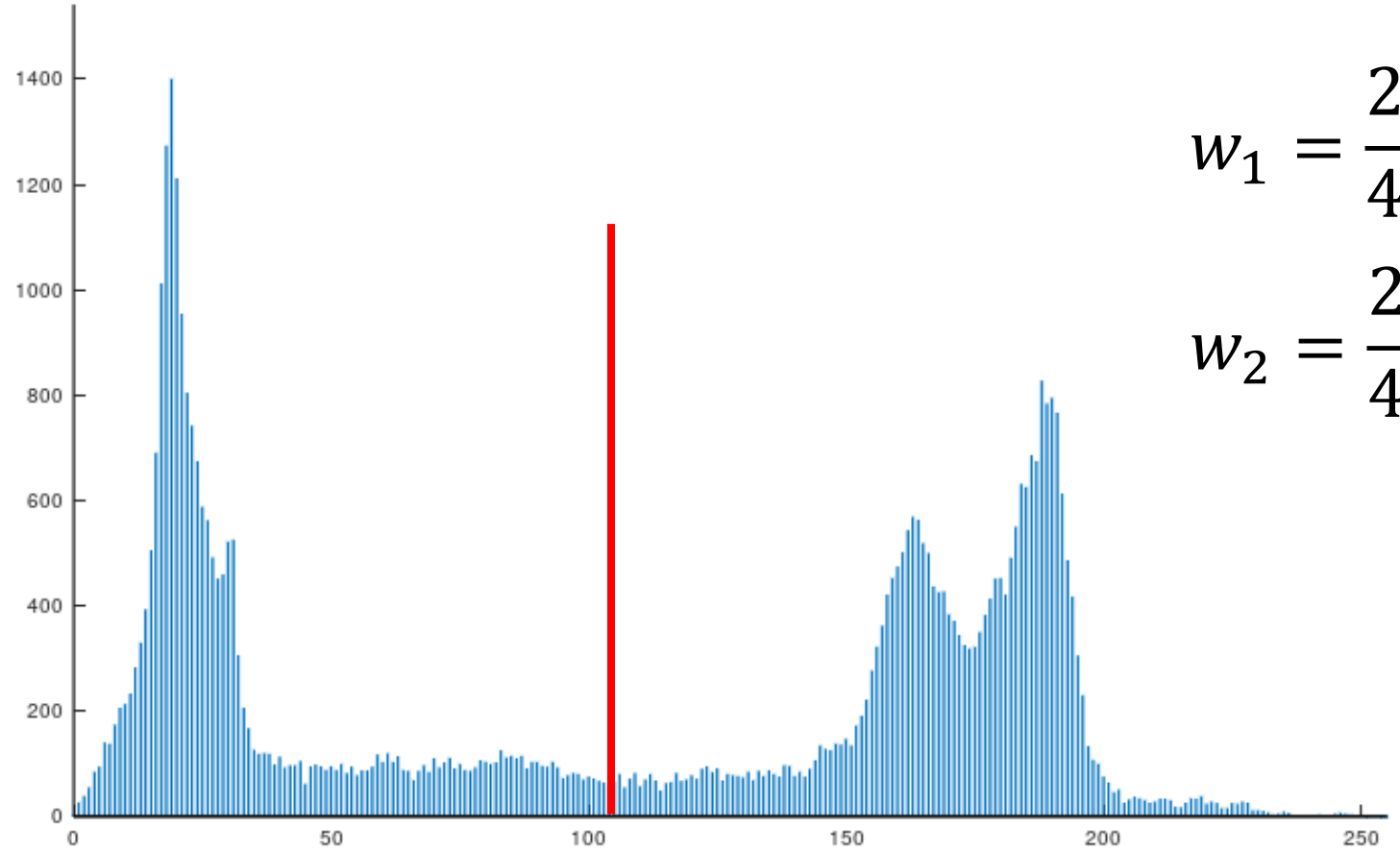
$$\sigma_1^2 = 1.75$$

$$\sigma_2^2 = 5154.8$$

$$\sigma_w^2 = 5123.0$$

الگوریتم Otsu

- برای یک تصویر ۸ بیتی سطح آستانه یکی از ۲۵۵ مقدار است



$$w_1 = \frac{23033}{48832} = 0.472$$

$$w_2 = \frac{25799}{48832} = 0.528$$

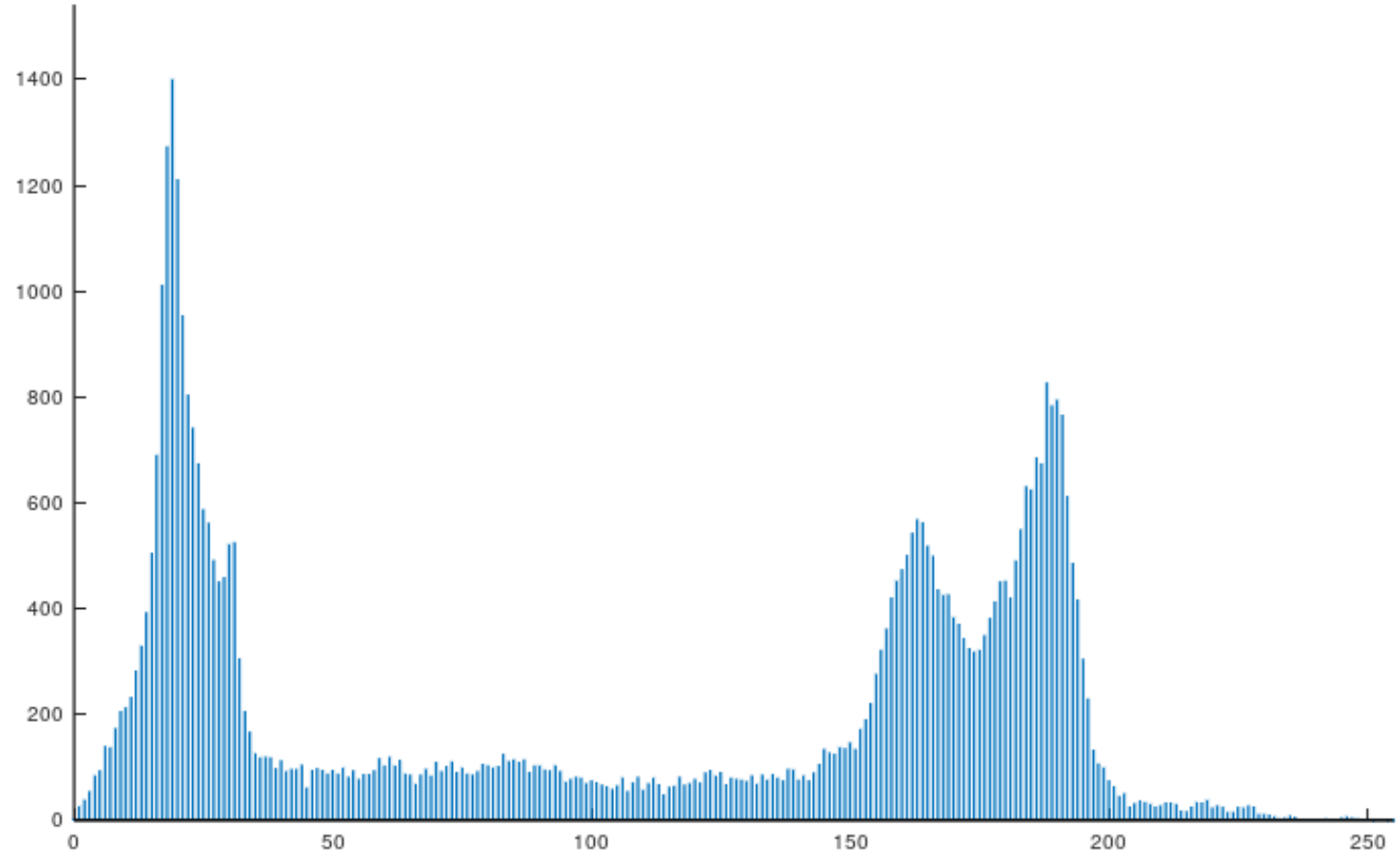
$$\sigma_1^2 = 703.2$$

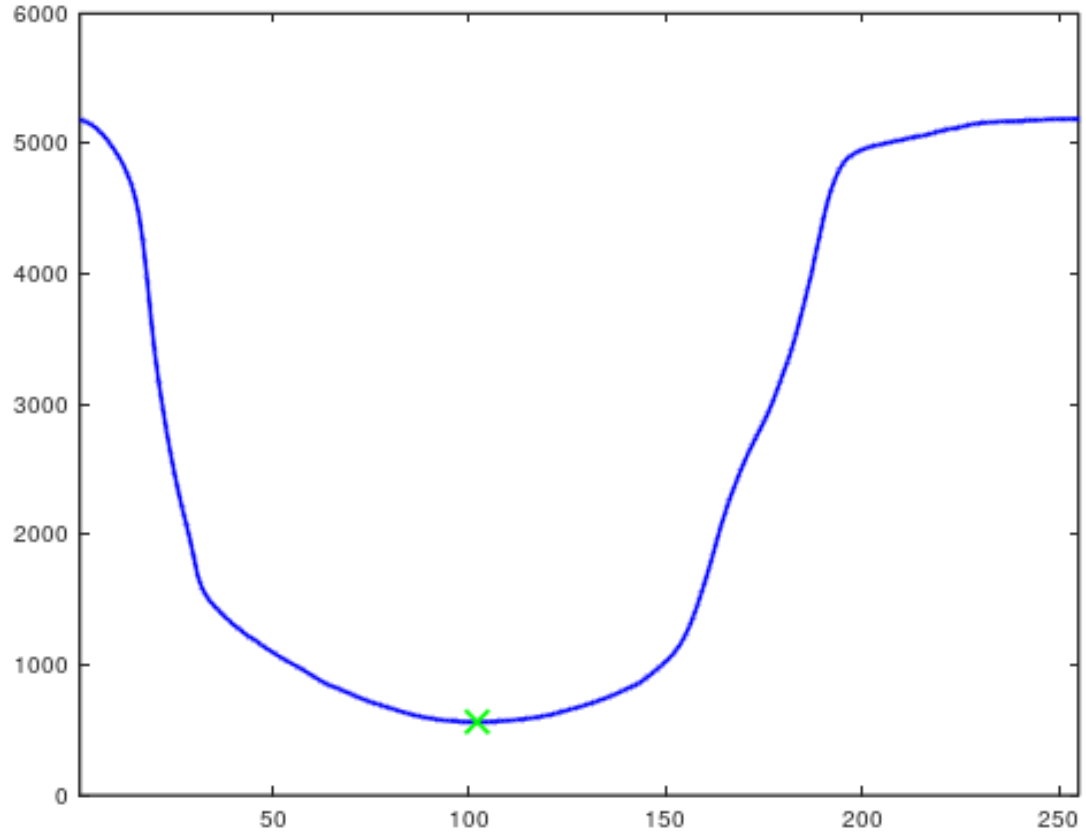
$$\sigma_2^2 = 456.9$$

$$\sigma_w^2 = 573.1$$

الگوریتم Otsu

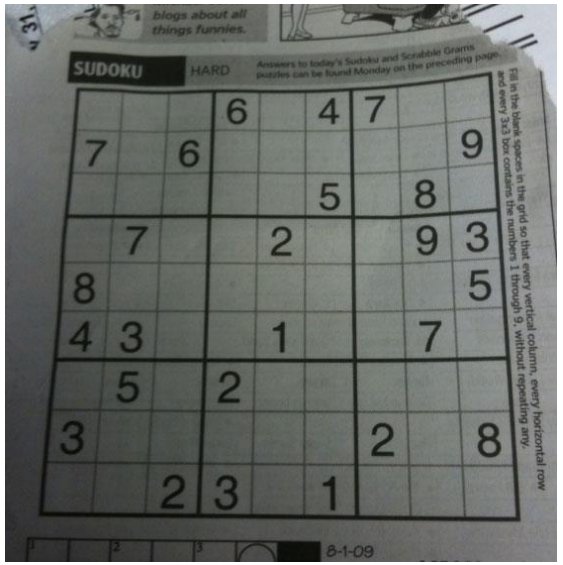
- برای یک تصویر ۸ بیتی سطح آستانه یکی از ۲۵۵ مقدار است





الگوریتم Otsu

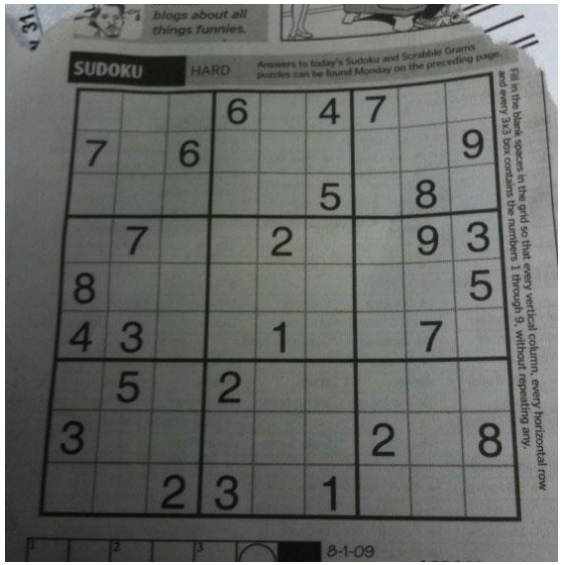
1		8			6	9	2	
	2		4	9		1		
	6						4	5
		3		7				
	9					2		3
					5			9
9							8	
	5		1				6	4
		1		5				

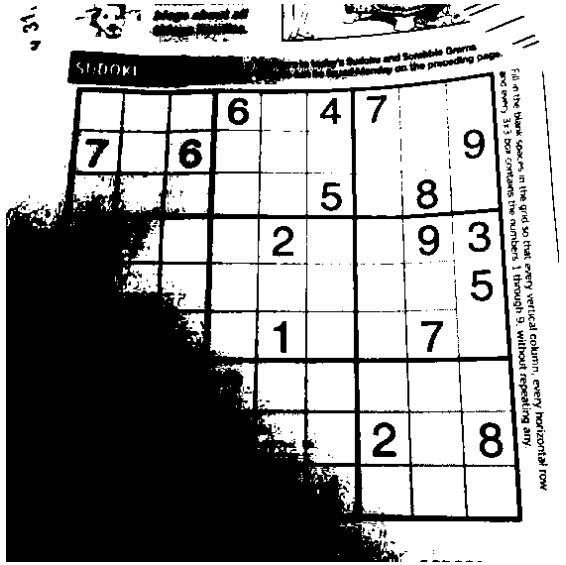


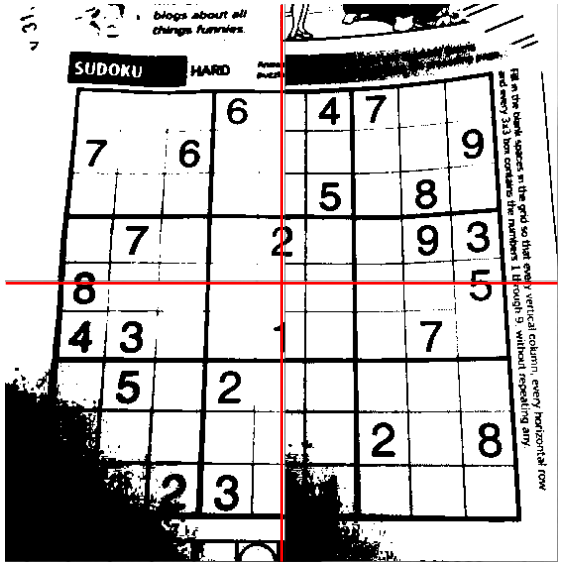
1		8			6	9	2	
	2		4	9		1		
	6						4	5
		3		7				
	9					2		3
					5			9
9							8	
	5		1				6	4
		1		5				

آستانه‌گذاری وفقی

- به منظور رفع چالش قبل، مناسب است تا برای هر ناحیه از تصویر یک آستانه متناسب تعریف شود
- در حالت حدی می‌توان برای هر پیکسل یک آستانه تعریف کرد
- البته این محاسبات پیچیده برای هر پیکسل هزینه‌بر است
- می‌توان میانگین پیکسل‌های اطراف هر ناحیه را به عنوان معیاری برای مقدار آستانه محاسبه کرد



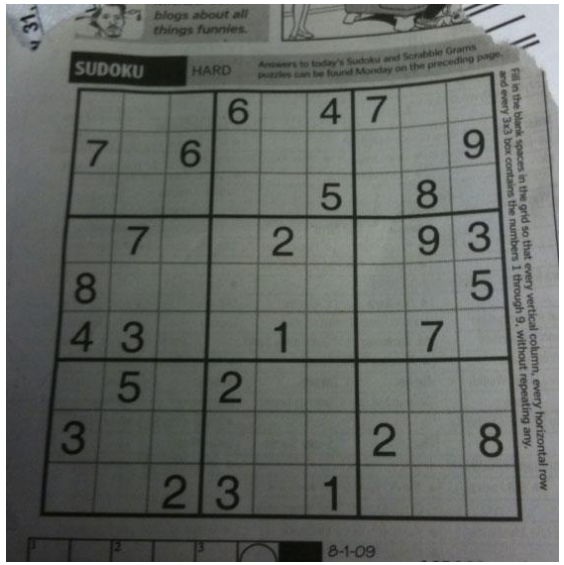


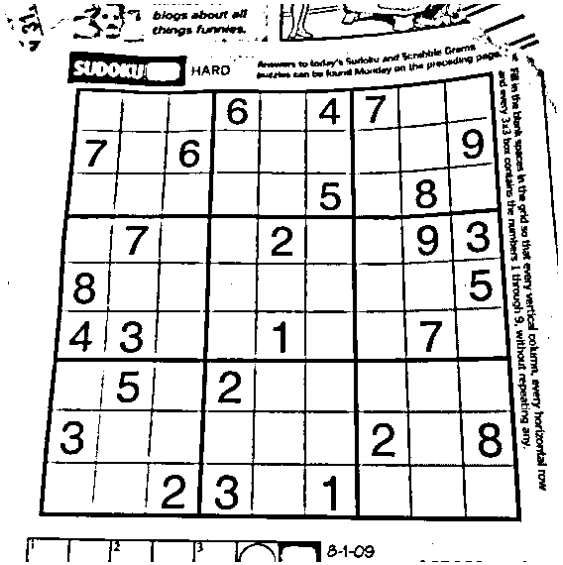


آستانه‌گذاری وفقی

```
dst = cv2.adaptiveThreshold(src, maxValue, adaptiveMethod, thresholdType, blockSize, C)

// src:                 Source 8-bit single-channel image
// maxValue:            Non-zero value assigned to the pixels for which the condition is satisfied
// adaptiveMethod:      Adaptive thresholding algorithm to use (MEAN or GAUSSIAN)
// thresholdType:       Thresholding type that must be either THRESH_BINARY or THRESH_BINARY_INV
// blockSize:           Size of a pixel neighborhood that is used to calculate a threshold value
// C:                   Constant subtracted from the mean or weighted mean
// dst:                 Destination image of the same size and the same type as src
```





استخراج ناحیه‌ها از تصویر باینری

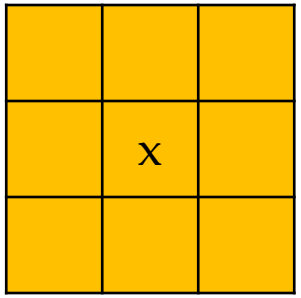
- با استفاده از روش‌های ذکر شده، یک تصویر دوسطحی بدست می‌آید
- حال باید پیسکل‌های مربوط به هر ناحیه را مشخص کنیم

0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0

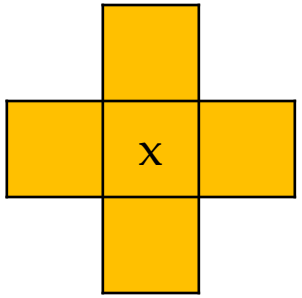
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0
0	2	0	0	0	0	0	3
2	2	0	0	0	3	3	3
2	2	0	0	3	3	0	0
2	0	0	0	0	0	3	3
0	0	0	0	0	0	3	0

اتصال پیکسل‌ها

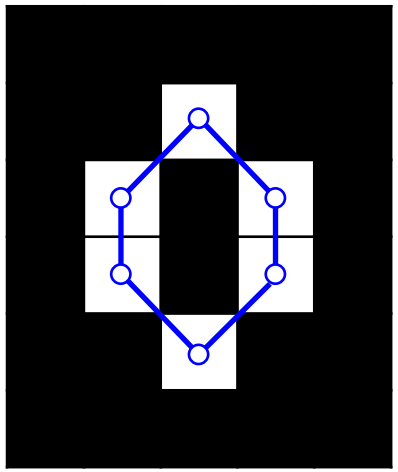
- کدام پیکسل‌ها به هم متصل هستند؟

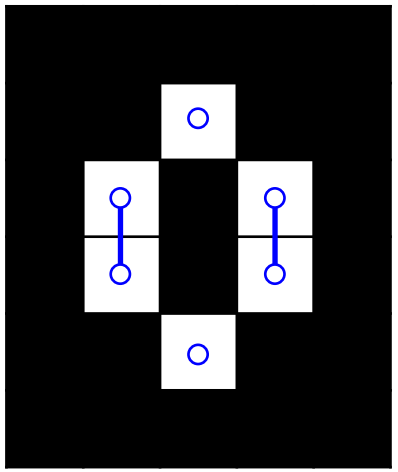


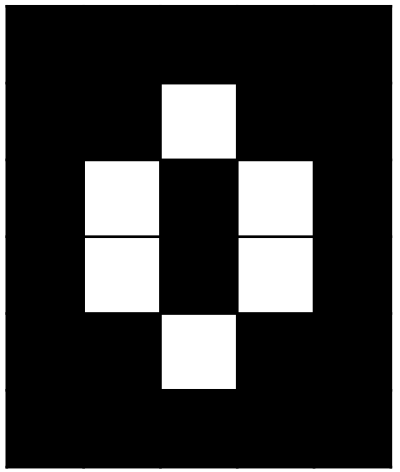
8-connectivity



4-connectivity

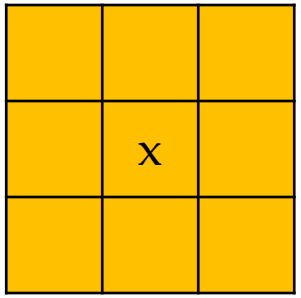




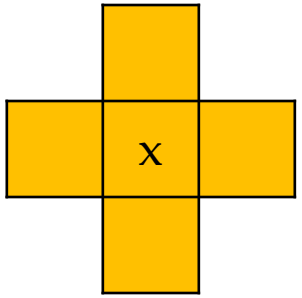


اتصال پیکسل‌ها

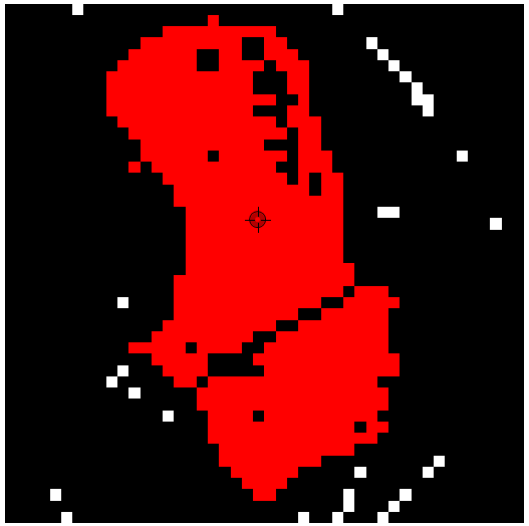
- کدام پیکسل‌ها به هم متصل هستند؟

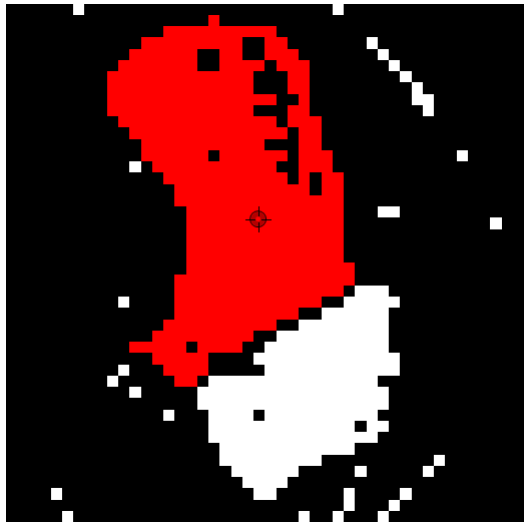


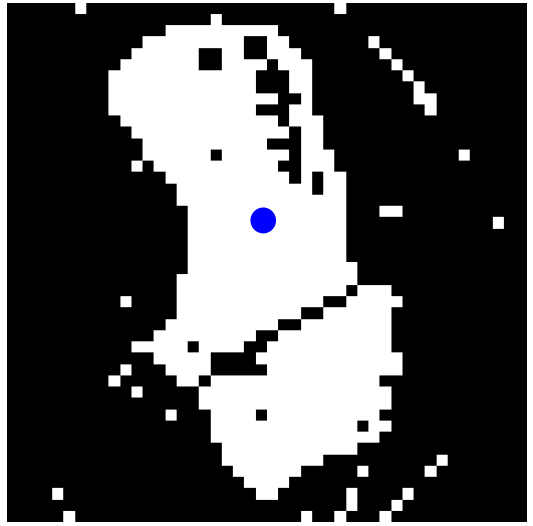
8-connectivity



4-connectivity

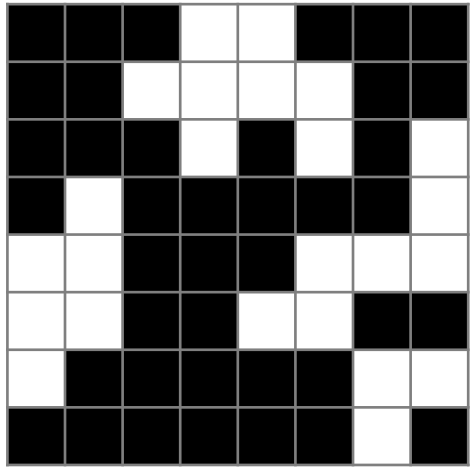






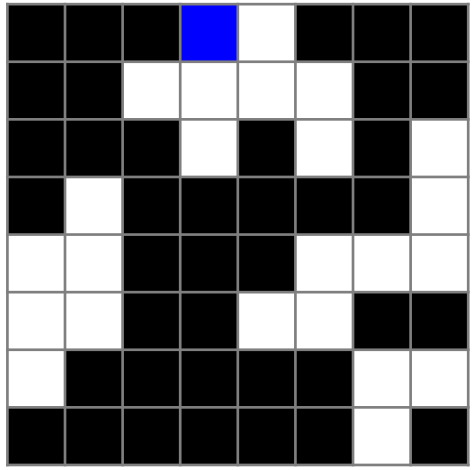
برچسب‌گذاری اجزاء متصل

- چگونه اجزاء متصل در تصویر باینری را مشخص کنیم؟
- الگوریتم یک جزء در هر زمان
  - در این الگوریتم برای استخراج اجزاء، از پیکسل نخست تصویر شروع می‌کنیم و به هر پیکسل که رسیدیم پیکسل‌های متصل به آن را محاسبه می‌کنیم



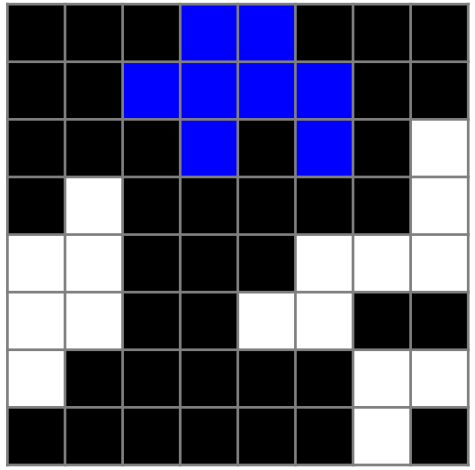
برچسب‌گذاری اجزاء متصل

- چگونه اجزاء متصل در تصویر باینری را مشخص کنیم؟
- الگوریتم یک جزء در هر زمان
  - در این الگوریتم برای استخراج اجزاء، از پیکسل نخست تصویر شروع می‌کنیم و به هر پیکسل که رسیدیم پیکسل‌های متصل به آن را محاسبه می‌کنیم



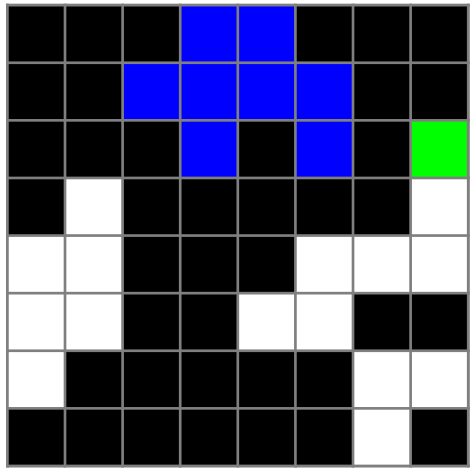
برچسب‌گذاری اجزاء متصل

- چگونه اجزاء متصل در تصویر باینری را مشخص کنیم؟
- الگوریتم یک جزء در هر زمان
  - در این الگوریتم برای استخراج اجزاء، از پیکسل نخست تصویر شروع می‌کنیم و به هر پیکسل که رسیدیم پیکسل‌های متصل به آن را محاسبه می‌کنیم



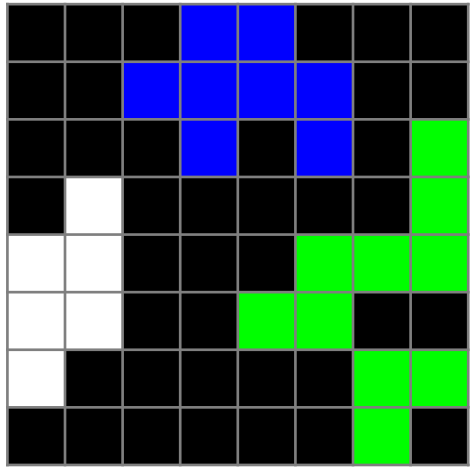
برچسب‌گذاری اجزاء متصل

- چگونه اجزاء متصل در تصویر باینری را مشخص کنیم؟
- الگوریتم یک جزء در هر زمان
  - در این الگوریتم برای استخراج اجزاء، از پیکسل نخست تصویر شروع می‌کنیم و به هر پیکسل که رسیدیم پیکسل‌های متصل به آن را محاسبه می‌کنیم
  - سپس، این روند برای پیکسل‌های بعدی که هنوز برچسب نخورده‌اند تکرار می‌شود



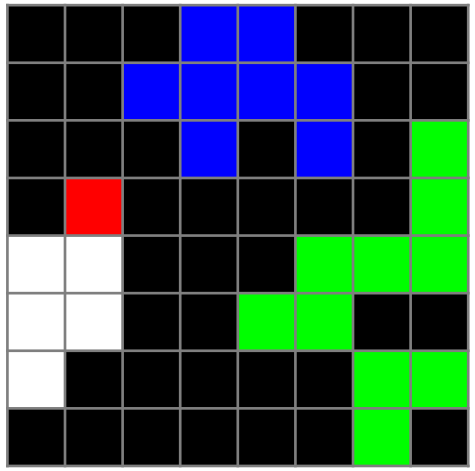
برچسب‌گذاری اجزاء متصل

- چگونه اجزاء متصل در تصویر باینری را مشخص کنیم؟
- الگوریتم یک جزء در هر زمان
  - در این الگوریتم برای استخراج اجزاء، از پیکسل نخست تصویر شروع می‌کنیم و به هر پیکسل که رسیدیم پیکسل‌های متصل به آن را محاسبه می‌کنیم
  - سپس، این روند برای پیکسل‌های بعدی که هنوز برچسب نخورده‌اند تکرار می‌شود



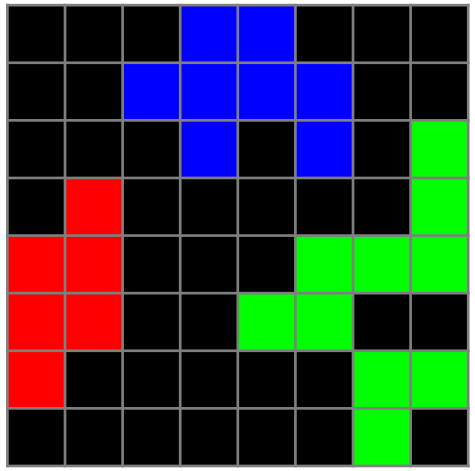
برچسب‌گذاری اجزاء متصل

- چگونه اجزاء متصل در تصویر باینری را مشخص کنیم؟
- الگوریتم یک جزء در هر زمان
  - در این الگوریتم برای استخراج اجزاء، از پیکسل نخست تصویر شروع می‌کنیم و به هر پیکسل که رسیدیم پیکسل‌های متصل به آن را محاسبه می‌کنیم
  - سپس، این روند برای پیکسل‌های بعدی که هنوز برچسب نخورده‌اند تکرار می‌شود



برچسب‌گذاری اجزاء متصل

- چگونه اجزاء متصل در تصویر باینری را مشخص کنیم؟
- الگوریتم یک جزء در هر زمان
  - در این الگوریتم برای استخراج اجزاء، از پیکسل نخست تصویر شروع می‌کنیم و به هر پیکسل که رسیدیم پیکسل‌های متصل به آن را محاسبه می‌کنیم
  - سپس، این روند برای پیکسل‌های بعدی که هنوز برچسب نخورده‌اند تکرار می‌شود

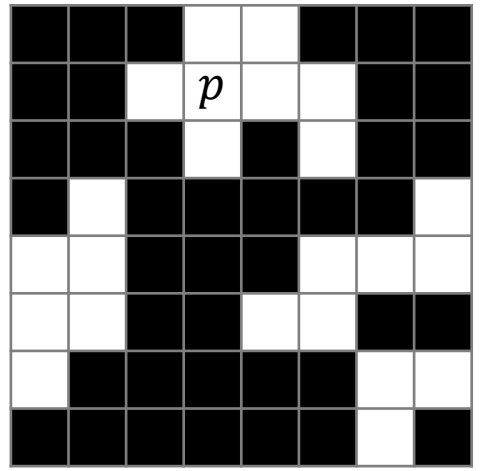


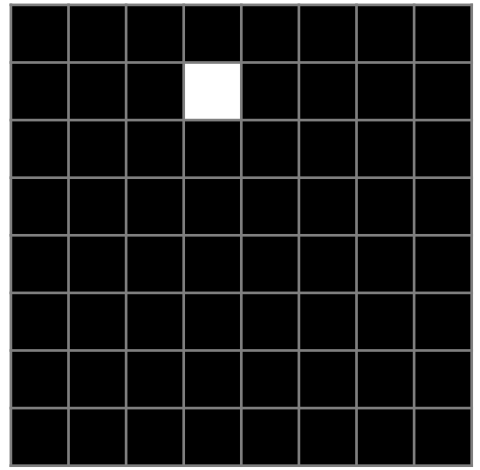
استخراج یک ناحیه متصل

```
// Finding the connected component containing an
   object pixel p
1. Initialize
    1. Create a result set S that contains only p
    2. Create a Visited flag at each pixel, and
       set it to be False except for p
    3. Initialize a queue (or stack) Q that
       contains only p.
2. Repeat until Q is empty:
    1. Pop a pixel x from Q.
```

$S = \{(1,3)\}$

$Q = \{(1,3)\}$



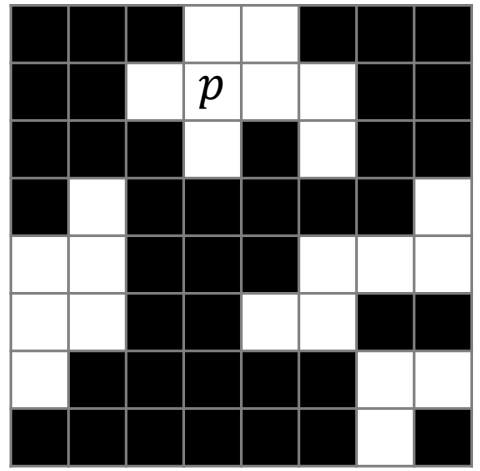


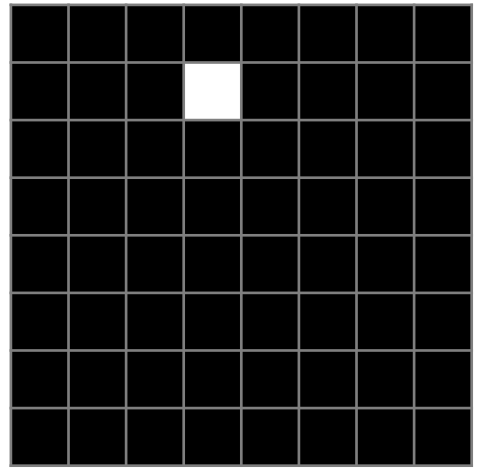
استخراج یک ناحیه متصل

```
// Finding the connected component containing an
   object pixel p
1. Initialize
    1. Create a result set S that contains only p
    2. Create a Visited flag at each pixel, and
       set it to be False except for p
    3. Initialize a queue (or stack) Q that
       contains only p.
2. Repeat until Q is empty:
    1. Pop a pixel x from Q.
    2. For each unvisited object pixel y
       connected to x, add y to S, set its flag
       to be visited, and push y to Q.
```

$S = \{(1,3)\}$

$Q = \{\ \ \}$



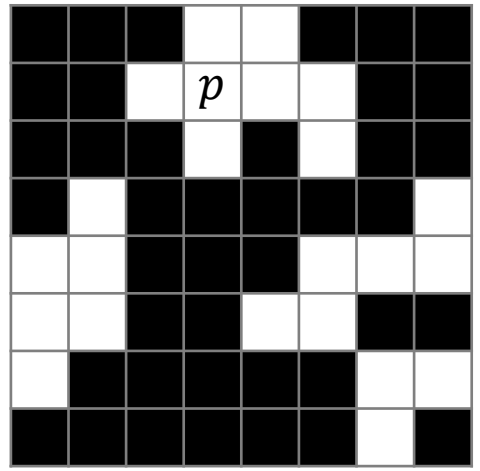


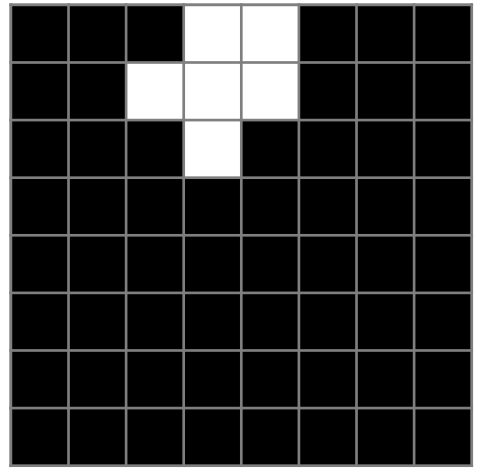
استخراج یک ناحیه متصل

```
// Finding the connected component containing an
   object pixel p
1. Initialize
    1. Create a result set S that contains only p
    2. Create a Visited flag at each pixel, and
       set it to be False except for p
    3. Initialize a queue (or stack) Q that
       contains only p.
2. Repeat until Q is empty:
    1. Pop a pixel x from Q.
    2. For each unvisited object pixel y
       connected to x, add y to S, set its flag
       to be visited, and push y to Q.
3. Output S
```

$S = \{(1,3), (0,3), (1,2), \dots\}$

$Q = \{(0,3), (1,2), \dots\}$



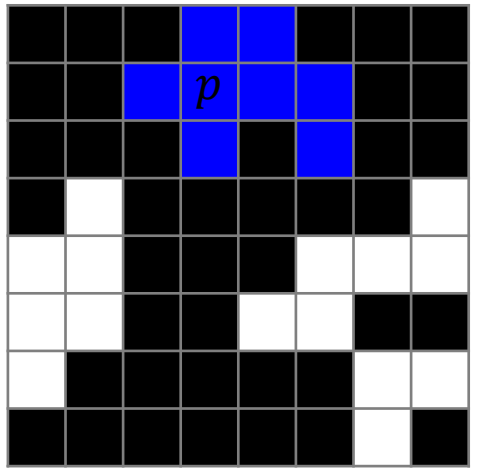


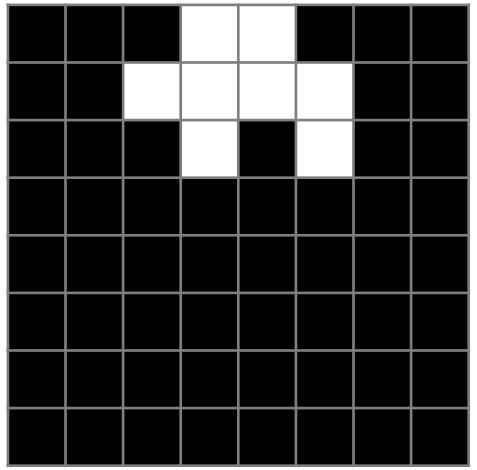
استخراج یک ناحیه متصل

```
// Finding the connected component containing an
   object pixel p
1. Initialize
    1. Create a result set S that contains only p
    2. Create a Visited flag at each pixel, and
       set it to be False except for p
    3. Initialize a queue (or stack) Q that
       contains only p.
2. Repeat until Q is empty:
    1. Pop a pixel x from Q.
    2. For each unvisited object pixel y
       connected to x, add y to S, set its flag
       to be visited, and push y to Q.
3. Output S
```

$S = \{(1,3), (0,3), (1,2), \dots\}$

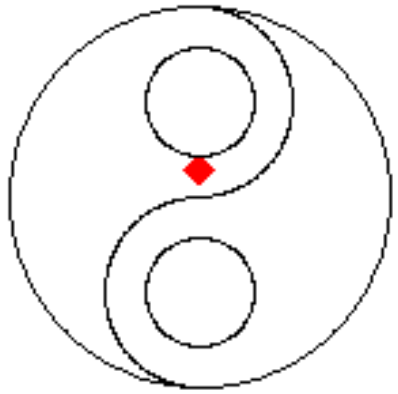
$Q = \{\quad\}$

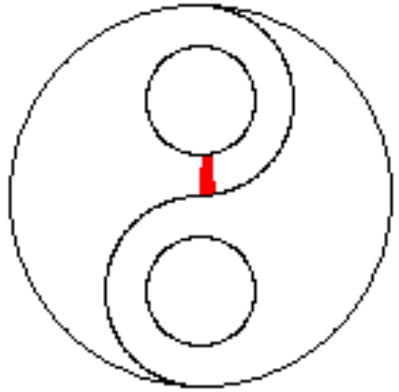




استخراج یک ناحیه متصل

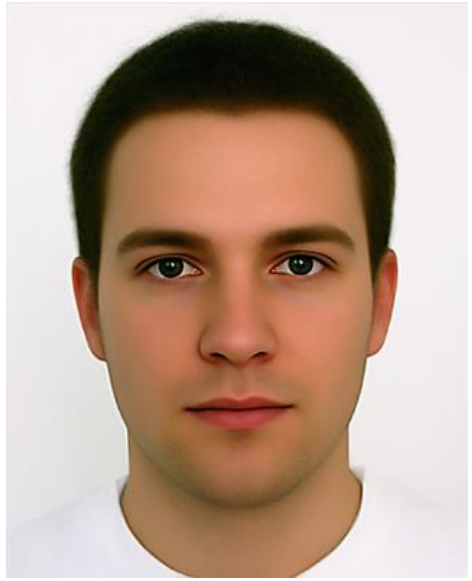
```
// Finding the connected component containing an
   object pixel p
1. Initialize
    1. Create a result set S that contains only p
    2. Create a Visited flag at each pixel, and
       set it to be False except for p
    3. Initialize a queue (or stack) Q that
       contains only p.
2. Repeat until Q is empty:
    1. Pop a pixel x from Q.
    2. For each unvisited object pixel y
       connected to x, add y to S, set its flag
       to be visited, and push y to Q.
3. Output S
```





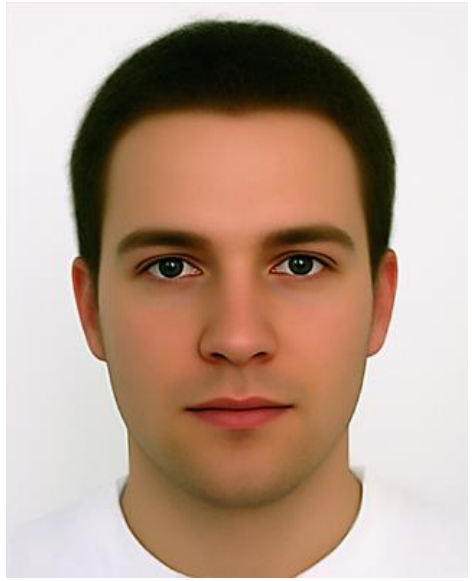
رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیئ در تصویر است که یک نقطه از آن را می‌دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می‌شود



رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیئ در تصویر است که یک نقطه از آن را می‌دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می‌شود

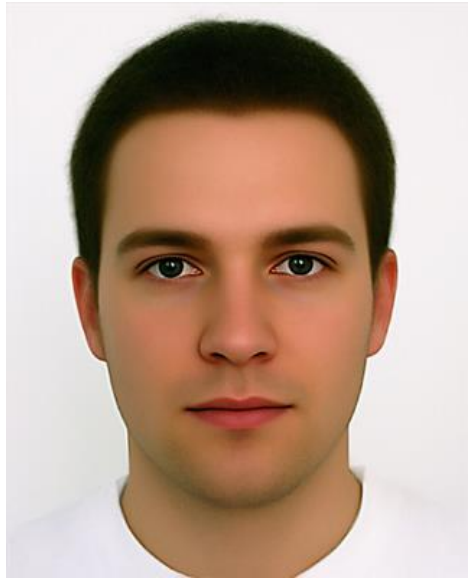


رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیئ در تصویر است که یک نقطه از آن را می‌دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می‌شود

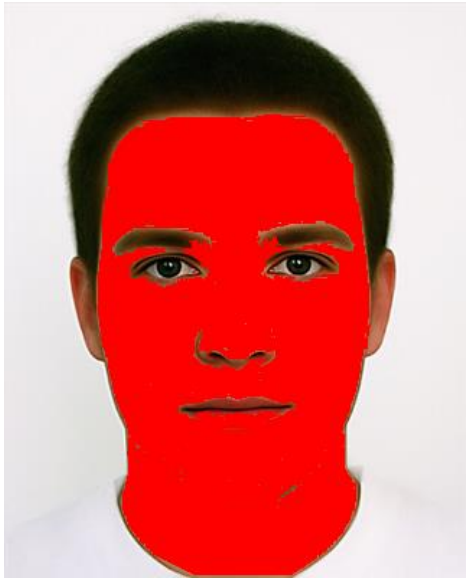
رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیئ در تصویر است که یک نقطه از آن را می‌دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می‌شود



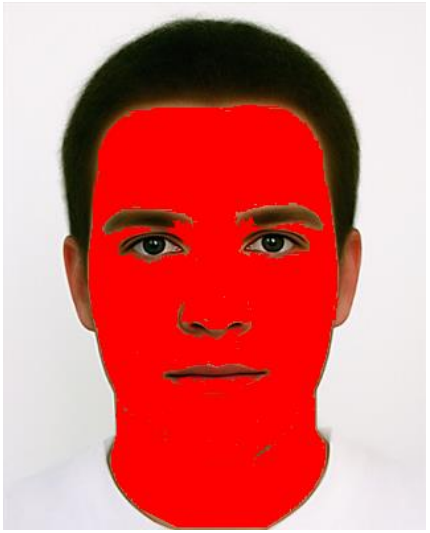
رشد ناحیه

- هدف از این الگوریتم استخراج ناحیه مربوط به یک شیئ در تصویر است که یک نقطه از آن را می‌دانیم
- به نقطه اولیه بذر یا seed گفته می‌شود



رشد ناحیه

- الگوریتم رشد ناحیه مشابه با استخراج یک جزء متصل در تصویر باینری است
- تفاوت با تصویر باینری آن است که مقادیر پیکسل‌ها باینری نیستند و حتی می‌توانند رنگی باشند
- در پیاده‌سازی، تفاوت اصلی در این است که پیکسل‌های همسایه به چه شرطی به ناحیه اضافه شوند؟
- باید محتوای مشابهی داشته باشد که معادل با اختلاف کم است
- اختلاف با چه معیاری سنجیده شود؟



معیار اختلاف برای رشد ناحیه

- می‌توان رنگ پیکسل مورد نظر را با رنگ پیکسل بذر مقایسه کرد و اگر اختلاف آنها از حدی کمتر بود به ناحیه اضافه شوند
  - این روش معادل با این است که ابتدا تصویر را بر اساس اختلاف با رنگ مورد نظر باینری کرده و سپس ناحیه متصل به این پیکسل را استخراج کنیم