





Reconhecimento de padrões e aprendizagem computacional

# Classificação de imagens



# Conceito

Classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos.



# Imagem espectral

A informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, na qual cada "pixel" tem coordenadas espaciais  $x$ ,  $y$  e uma informação espectral  $L$ , que representa a radiância do alvo nas  $k$  bandas espectrais amostradas.



# Tipos de classificação





## Pixel a Pixel

- Utilizam apenas a informação espectral de cada pixel para achar regiões homogêneas.
- Podem ser separados em métodos estatísticos (utilizam regras da teoria de probabilidade) e determinísticos (não utilizam probabilidade).



## Por regiões

- Além de informação espectral de cada pixel, utilizam a relação com seus vizinhos.
- Procuram reconhecer áreas homogêneas da imagem, baseados nas propriedades espectrais e espaciais de imagens.
- A informação de borda é utilizada inicialmente para separar regiões.



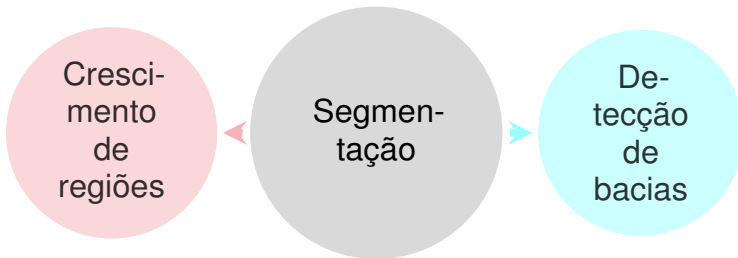
# Segmentação de imagens

É o processo de divisão de uma imagem em regiões uniformes (conjuntos de pixels contíguos) que devem corresponder às áreas de interesse.





# Métodos de segmentação





## Crescimento de regiões

- O crescimento de regiões utiliza medidas estatísticas de similaridade e agregação para realizar o agrupamento de dados.



## Detecção de bacias

- Deve ser feita sobre uma imagem resultante da extração de bordas (filtro de Sobel).
- Pressupõe uma certa representação topográfica para a imagem.



# Classificação e Segmentação

A estratégia da segmentação seguida da classificação aproxima-se muito do procedimento de interpretação visual, pois primeiramente se delimitam as unidades homogêneas da paisagem e depois atribuí-se uma classe.

Além disso, o mapa resultante não apresenta um aspecto salpicado como ocorre na classificação pixel-a-pixel, evitando-se operações de pós-processamento ou generalização.



Um exemplo visual apresentado por Centeno 2014.


# Semente (1,1)

## Tolerância: 10 ( $x-1 < 10$ )

4	57	3	3	3	2	2	1	2	3	2	3	3
1	1	1	1	1	1	6	81	141	154	140	138	117
1	1	1	1	1	1	96	207	192	198	194	194	199
117	82	8	2	1	0	30	189	196	190	187	191	191
176	219	203	77	2	1	1	27	105	180	193	192	191
87	152	199	146	14	2	1	1	1	19	52	78	122
168	161	77	134	14	2	1	1	1	1	1	1	1
34	65	93	7	3	15	71	90	1	1	0	1	1
143	91	38	106	129	161	192	205	60	1	0	1	1
144	150	174	216	219	219	215	223	192	60	1	1	1
157	209	206	208	213	207	214	214	201	196	35	2	3
187	202	205	217	217	215	205	206	208	172	25	2	11
195	196	192	211	221	219	205	189	101	23	7	3	12
197	192	188	209	212	210	137	29	0	0	2	3	2

# Semente (1,1)

## Tolerância: 10 ( $x-1 < 10$ )




The diagram shows a grid of numbers. The second row, second column contains the number '1', which is circled in red. Arrows point from the numbers 4, 57, 3, 1, 1, 1, and 1 to this circled '1'.

4	57	3	3	3	2	2	1	2	3	2	3	3
1	1	1	1	1	1	6	81	141	154	140	138	117
1	1	1	1	1	1	96	207	192	198	194	194	199
117	82	8	2	1	0	30	189	196	190	187	191	191
176	219	203	77	2	1	1	27	105	180	193	192	191
87	152	199	146	14	2	1	1	1	19	52	78	122
168	161	77	134	14	2	1	1	1	1	1	1	1
34	65	93	7	3	15	71	90	1	1	0	1	1
143	91	38	106	129	161	192	205	60	1	0	1	1
144	150	174	216	219	219	215	223	192	60	1	1	1
157	209	206	208	213	207	214	214	201	196	35	2	3
187	202	205	217	217	215	205	206	208	172	25	2	11
195	196	192	211	221	219	205	189	101	23	7	3	12
197	192	188	209	212	210	137	29	0	0	2	3	2

# Semente (1,1)

Tolerância: 10 ( $x-1 < 10$ )

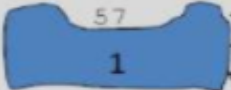


	57		3	3	2	2	1	2	3	2	3	3
	1		1	1	1	6	81	141	154	140	138	117
			1	1	1	96	207	192	198	194	194	199
117	82	8	2	1	0	30	189	196	190	187	191	191
176	219	203	77	2	1	1	27	105	180	193	192	191
87	152	199	146	14	2	1	1	1	19	52	78	122
168	161	77	134	14	2	1	1	1	1	1	1	1
34	65	93	7	3	15	71	90	1	1	0	1	1
143	91	38	106	129	161	192	205	60	1	0	1	1
144	150	174	216	219	219	215	223	192	60	1	1	1
157	209	206	208	213	207	214	214	201	196	35	2	3
187	202	205	217	217	215	205	206	208	172	25	2	11
195	196	192	211	221	219	205	189	101	23	7	3	12
197	192	188	209	212	210	137	29	0	0	2	3	2



# Semente (1,1)

## Tolerância: 10 ( $x-1 < 10$ )



	57			← 3	3	2	2	1	2	3	2	3	3
				← 1	1	1	6	81	141	154	140	138	117
				← 1	1	1	96	207	192	198	194	194	199
				← 2	1	0	30	189	196	190	187	191	191
117	82	8											
176	219	203	77		2	1	1	27	105	180	193	192	191
87	152	199	146		14	2	1	1	1	19	52	78	122
168	161	77	134		14	2	1	1	1	1	1	1	1
34	65	93	7		3	15	71	90	1	1	0	1	1
143	91	38	106	129	161	192	205	60	1	0	1	1	1
144	150	174	216	219	219	215	223	192	60	1	1	1	1
157	209	206	208	213	207	214	214	201	196	35	2	3	
187	202	205	217	217	215	205	206	208	172	25	2	11	
195	196	192	211	221	219	205	189	101	23	7	3	12	
197	192	188	209	212	210	137	29	0	0	2	3	2	



# Algoritmos classificadores

É o processo de associar os pixels da imagem a classes individuais que representam os objetos reais, com base nos seus valores digitais.  
Se um pixel satisfaz um determinado conjunto de critérios, ele é associado à classe.

# Paradigmas de classificação





## Não supervisionado

- Requer pouca ou nenhuma participação do analista no processo de classificação.
- Sendo utilizado quando não se tem suficientes conhecimentos acerca da área, ou quando desejamos fazer uma classificação exploratória da imagem.

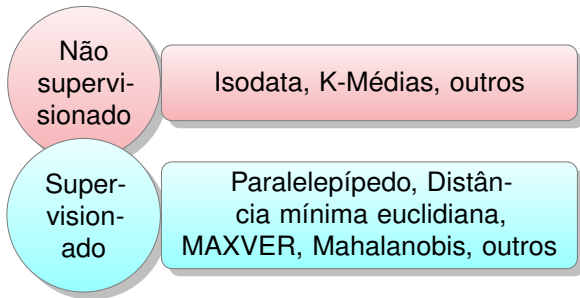


## Supervisionado

- Envolve duas etapas, o treinamento e a classificação.
- Amostras das classes são fornecidas previamente pelo analista.
- O treinamento consiste em reconhecer a assinatura espectral de cada uma das classes adotadas para o estudo da área.



# Algoritmos





# Não supervisionado - K-Médias



## Supervisionado - Distância mínima euclidiana

O valor espectral dos pixels representa uma mistura de superfícies.  
Logo atribui-se um pixel à classe que ele está mais próximo.





## Distância euclidiana

$$DIST = \sqrt{\sum (VB_{ijk} - \bar{x}_{ck})^2} \quad (1)$$

em que  $VB_{ijk}$  é o valor de um pixel  $ij$  na banda  $k$ ,  $\bar{x}_{ck}$  é a média da classe  $c$  na banda  $k$ ,  $c$  é o número de classes envolvidas na classificação e  $k$  é o número de bandas envolvidas na classificação.



## Exemplo

Classes	x banda 4	s banda 4	x banda 5	s banda 4
Residencial	36,5	4,53	55,7	10,72
Comercial	54,8	3,88	77,4	11,16
Pântano	20,2	1,88	28,2	4,31
Floresta	39,1	5,11	35,5	6,41
Água	9,3	0,56	5,2	0,71

A qual classe o pixel  $b_4 = 40$  e  $b_5 = 40$  deverá ser associado?



## Exemplo resolução

Residencial:  $\sqrt{(40 - 36,5)^2 + (40 - 55,7)^2} = 16,04$

Comercial:  $\sqrt{(40 - 54,8)^2 + (40 - 77,4)^2} = 40,22$

Pântano:  $\sqrt{(40 - 20,2)^2 + (40 - 28,2)^2} = 23,04$

Floresta:  $\sqrt{(40 - 39,1)^2 + (40 - 35,5)^2} = 4,59$

Água:  $\sqrt{(40 - 9,3)^2 + (40 - 5,2)^2} = 46,4$