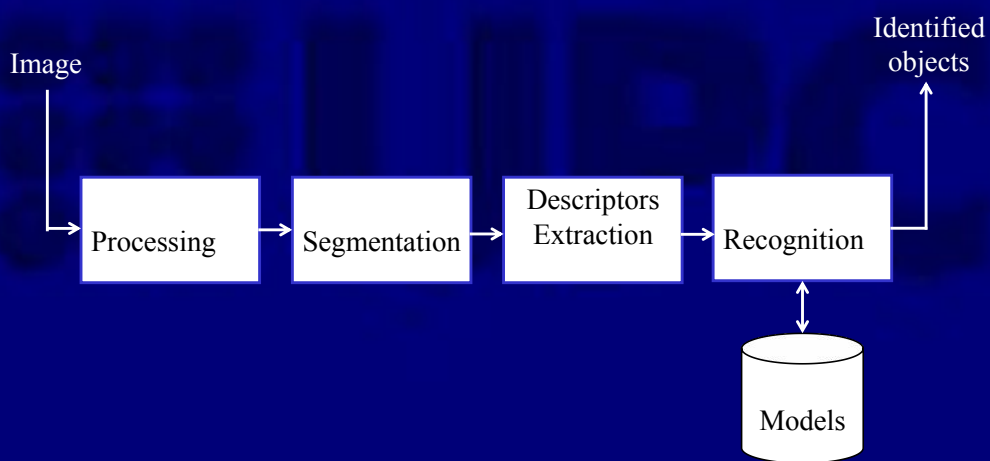


Segmentació de la imatge

A computer vision system



Introducció

- La segmentació consisteix en dividir la imatge en regions amb característiques similars

Quines característiques ?

Què vol dir similars ??

- Cada regió es representa com a una vora tancada
- Els problema sorgeix quan les imatges són sorolloses
- 3 grans famílies:
 - Binaritzat
 - Segmentació basada en regions
 - Region growing
 - Split & Merge
 - K-means
 - Segmentació basada en contorns
 - Watershed



Introducció



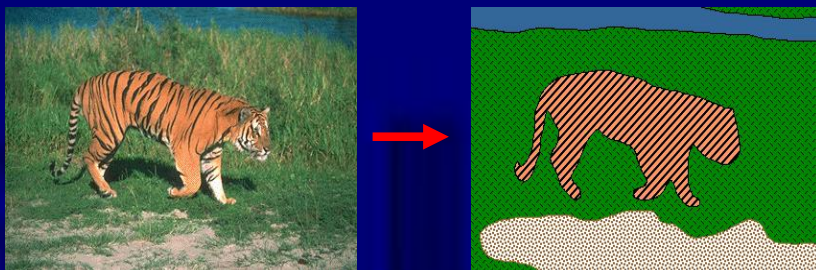
Extracting objects



How could this be done?



From images to objects



What Defines an Object?

Subjective problem, but has been well-studied

Gestalt Laws seek to formalize this

proximity, similarity, continuation, closure, common
fate



Regions and Edges

Edges are found based on **DIFFERENCES** between values of adjacent pixels.

Regions are found based on **SIMILARITIES** between values of adjacent pixels.



Segmentació basada en regions

- Basada en contorns: busquem vores entre regions
- Basada en regions: construcció directa de les regions
- Els resultats no solen coincidir
- La combinació d'ambdues tècniques és una bona idea
- Podem obtenir regions a partir de les vores, i vores a partir de les regions
- La segmentació basada en regions usa algun criteri de homogeneïtat per a agrupar píxels:
 - Nivell de gris
 - Color
 - Textura
 - Profunditat
 - Etc.

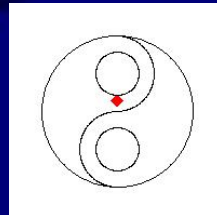


Region Growing

- Consisteix en anar ajuntant àrees amb característiques similars.

- 1. Escollir un píxel a l'atzar i comparar-lo amb els seus veïns.
- 2. La regió creix al voltant del píxel llavor incorporant píxels de característiques similars.
- 3. Quan el creixement de la regió s'atura. Escollim un altre píxel que no pertanyi a la regió i el prenem com a nova llavor.
- 4. Fem créixer la nova regió i repetim el procés fins que no quedin més píxels.

-Aquesta és una tècnica bottom-up.



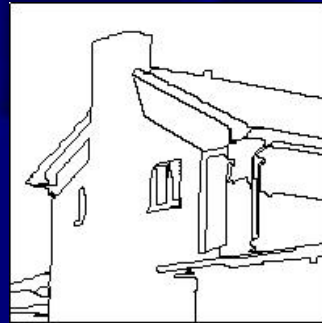
Region Growing

-Start from point (x,y) with property I.

```
Recursive_label(x, y);  
Begin  
  etí(x, y) := label;  
    { recurse left }  
  If  $f(x-1, y) = I$  and píxel not labelled then recursive_label(x-1, y);  
    { recurse right }  
  If  $f(x+1, y) = I$  and píxel not labelled then recursive_label(x+1, y);  
    { recurse up }  
  If  $f(x, y-1) = I$  and píxel not labelled then recursive_label(x, y-1);  
    { recurse down }  
  If  $f(x, y+1) = I$  and píxel not labelled then recursive_label(x, y+1);  
End;
```



Region growing



Split & Merge

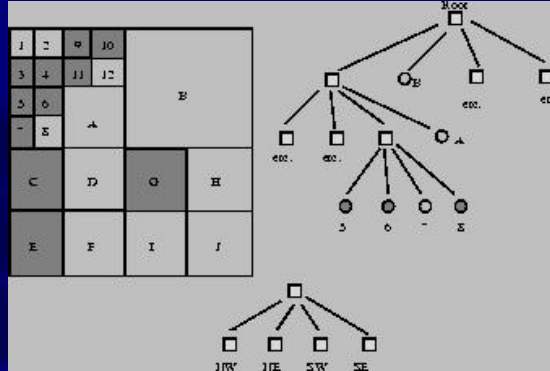
- Region splitting:

-La idea és anar subdividint la imatge en subregions que siguin coherents entre elles.

1. Considerar la imatge completa com la regió d'interès.
2. Mirar si tots els píxels de la regió d'interès satisfan la condició de similitud.
3. Si la satisfà, llavors la regió d'interès correspon a una regió de la imatge.
4. Sinó, dividir la regió d'interès (normalment en 4 subregions) i considerar cada una de les noves regions com a regió d'interès.
- 5.El procés es repeteix fins que no es produeix cap nou split.

Split & Merge

- El splitting de la imatge es pot definir com la construcció d'un 4-tree.



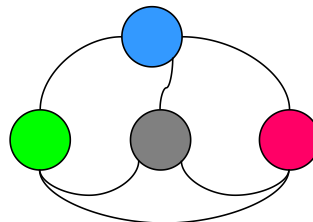
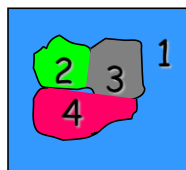
- Si només s'aplica la tècnica de split, moltes regions adjacents tenen característiques similars. Cal aplicar ara el merge i unir regions similars.

-L'algorisme de merge és més complex: ens cal un graf d'adjacència



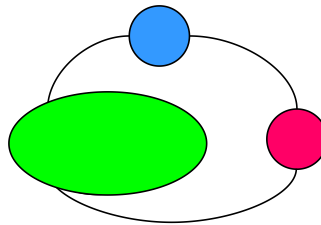
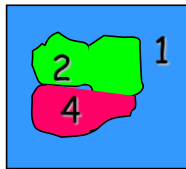
Merging Algorithm

- Form the Region Adjacency Graph
 - Regions are the nodes
 - Adjacency relations are the links



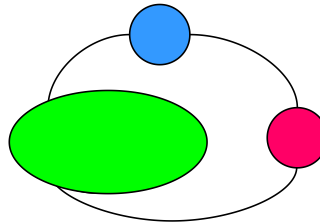
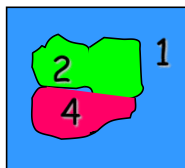
Merging Algorithm

- For each region in the image do:
 - Consider its adjacent regions and test if they are similar
 - If they are similar, merge them and update the RAG



Merging Algorithm

- Repeat the previous step until there are no more merges.



Split & Merge

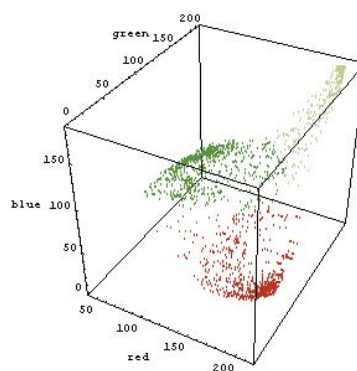
- La uniformitat es defineix com una mesura d'homogeneïtat.
- **Criteris de similitud:**
 - Comparar les mitjanes dels valors de cada regió.
 - Considerar si la desviació estàndard dels valors d'una regió està per sota d'un cert llindar. Si no ho està, splitarem la regió.
 - Considerar que els valors de cada regió formen una distribució de probabilitat. Considerar si el fet de fer el merge varia significativament les distribucions d'ambdues regions.
 - Fer el merge de regions adjacents si estan separades per un contorn feble (diferència de valors petita a banda i banda de la frontera).
 - Farem el merge si $W/S > T$. On W és la llargada del contorn feble, S és el perímetre de les dues regions unides i T és un cert llindar.



K-Means Clustering



■ RGB vector



K-means clustering minimizes

$$\sum_{i \text{ clusters}} \sum_{j \text{ elements of } i\text{th cluster}} \|x_j - \mu_i\|^2$$

K-means clustering

K-means clustering algorithm

1. Randomly initialize the cluster centers, c_1, \dots, c_K
2. Given cluster centers, determine points in each cluster
 - For each point p , find the closest c_i . Put p into cluster i
3. Given points in each cluster, solve for c_i
 - Set c_i to be the mean of points in cluster i
4. If c_i have changed, repeat Step 2

Properties

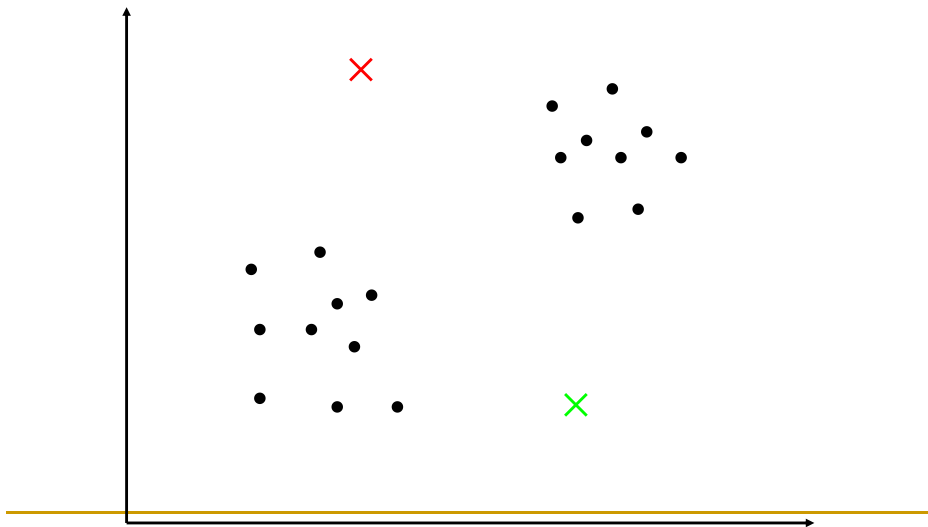
- Will always converge to *some* solution
- Can be a “local minimum”
 - does not always find the global minimum of objective function:

$$\sum_{\text{clusters } i} \sum_{\text{points } p \text{ in cluster } i} \|p - c_i\|^2$$

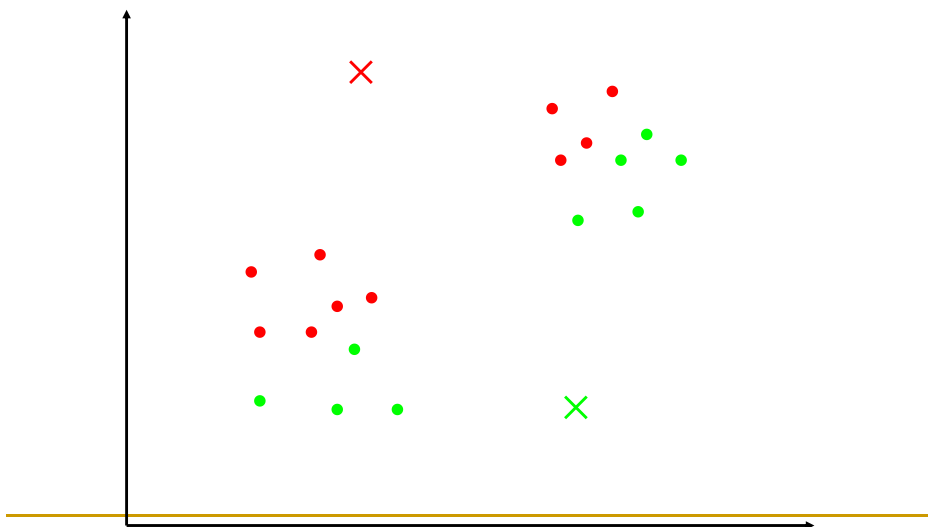
K-Means Clustering



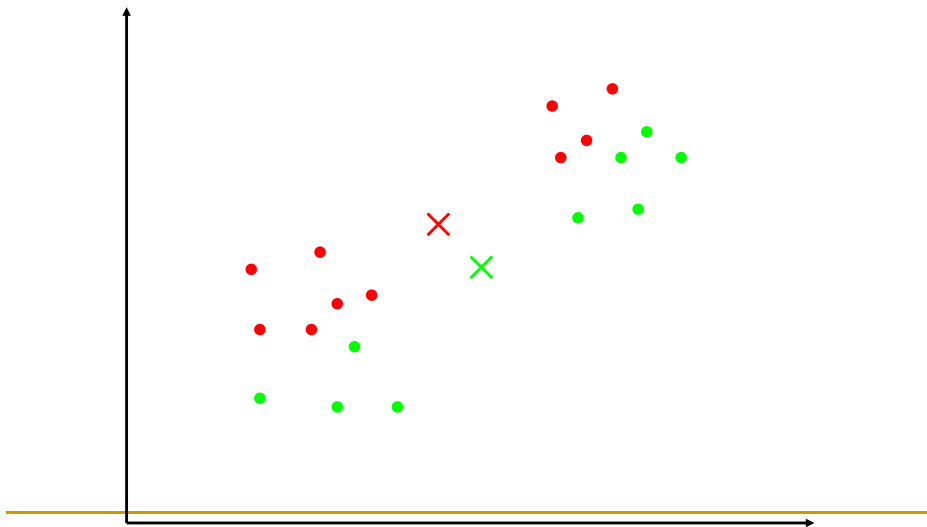
K-Means Clustering



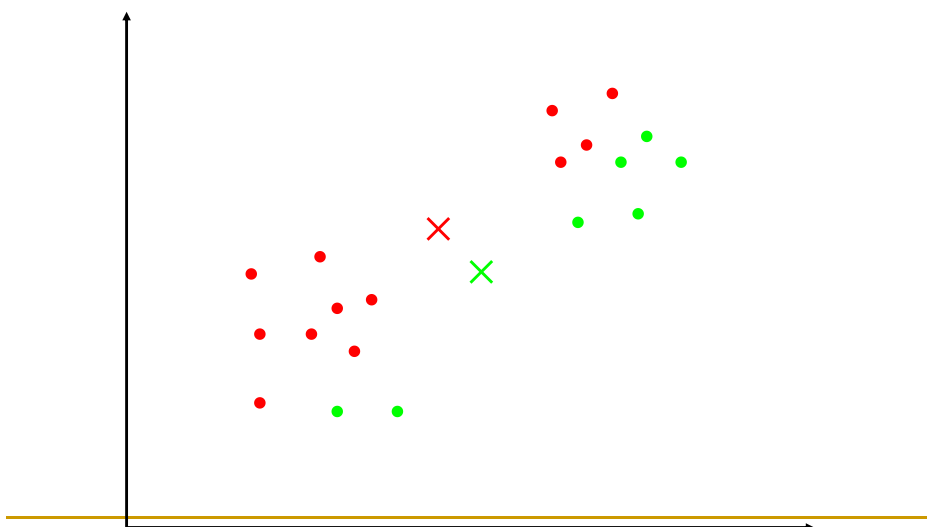
K-Means Clustering



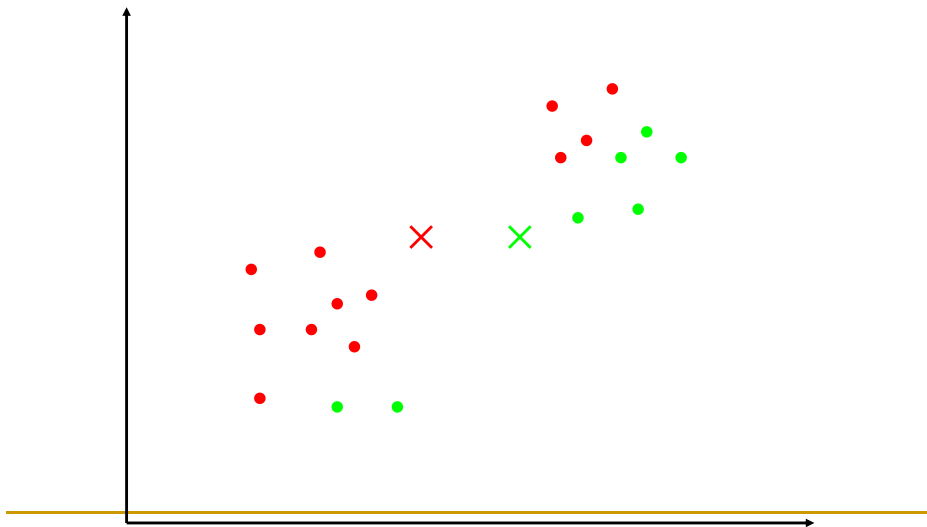
K-Means Clustering



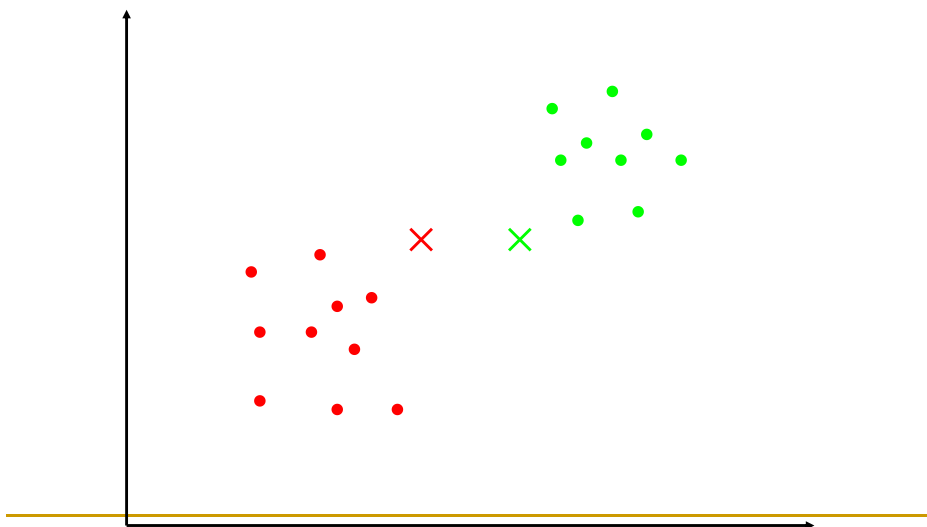
K-Means Clustering



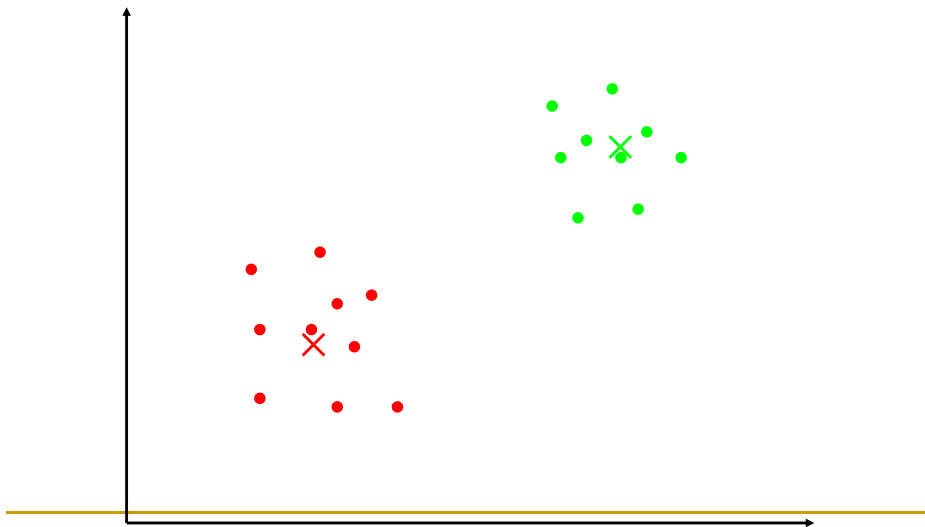
K-Means Clustering



K-Means Clustering



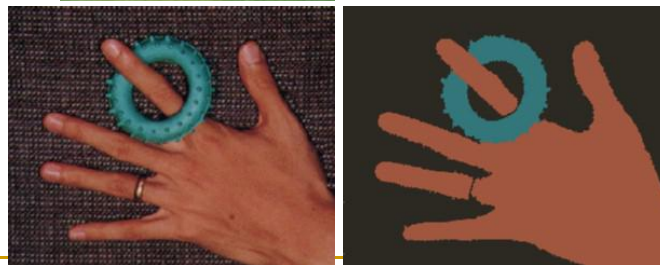
K-Means Clustering



Clustering



■ Example



D. Comaniciu and P. Meer, *Robust Analysis of Feature Spaces: Color Image Segmentation*, 1997.

K-Means Clustering



■ Example



Original

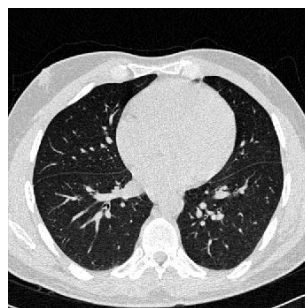


K=5



K=11

K-means Image Segmentation



An image (I)



Three-cluster image (J) on gray values of I

Note that K-means result is “noisy”

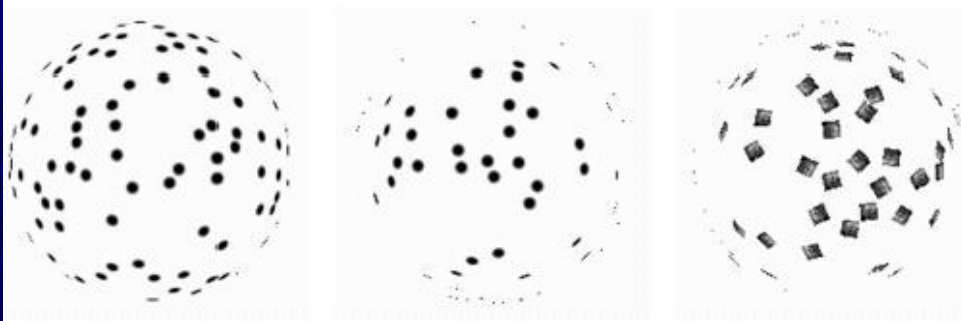
K-means: summary

- Algorithmically, very simple to implement
- *K*-means converges, but it finds a local minimum of the cost function
- Works only for numerical observations
- *K* is a user input; alternatively BIC (Bayesian information criterion) or MDL (minimum description length) can be used to estimate *K*
- Outliers can cause considerable trouble to *K*-means

Críteris d'homogeneitat ?



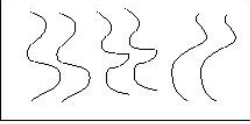
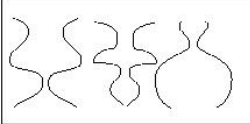
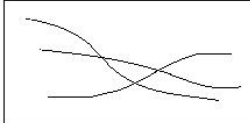
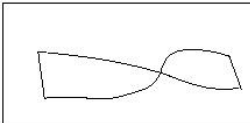
Críteris d'homogeneitat ?



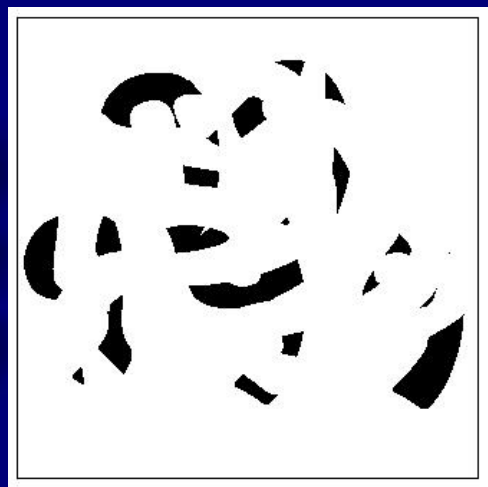
Críteris d'homogeneitat ?

	Not grouped
	Proximity
	Similarity
	Similarity
	Common Fate
	Common Region

Criteria d'homogeneity ?

	Parallelism
	Symmetry
	Continuity
	Closure

Criteria d'homogeneity ?



Criteris d'homogeneïtat ?



Segmentació basada en contorns

- Els humans som molt sensibles als contorns
- El resultat de l'extracció de contorns no és una segmentació
- Cal un post-processat que combini els contorns en cadenes per a obtenir les vores
- Apareixen contorns que no es corresponen amb les vores: contorn no fi, soroll.
- No apareixen contorns que si es corresponen amb les vores
- Podem determinar la fiabilitat de que un píxel de contorn pertanyi realment a la vora, a partir de la informació dels píxels veïns (relaxació).



Segmentació per watershed

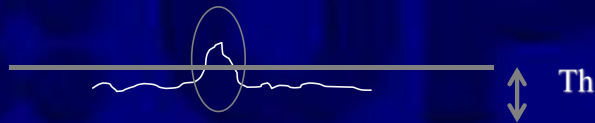
Recordem el problema...



How do we “detect” edges?

E_s has large values at edges:

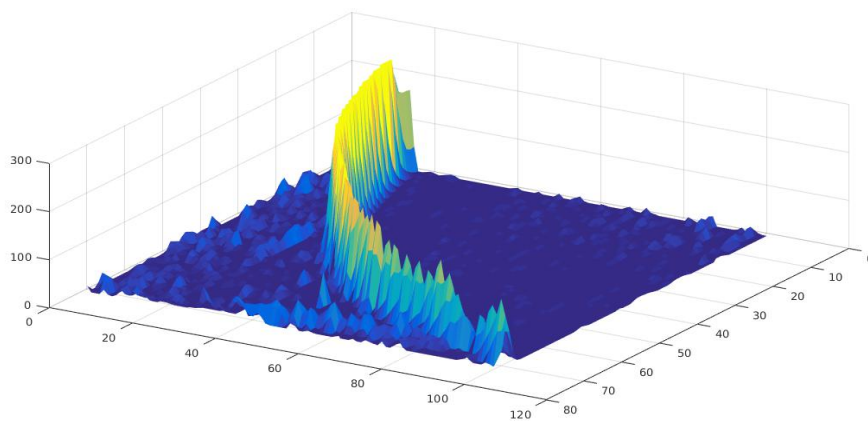
Find local maxima



I com fixem el llindar Th ????????



... but it also may have wide ridges around the local maxima (large values *around* the edges)

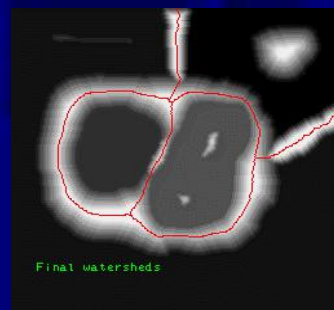
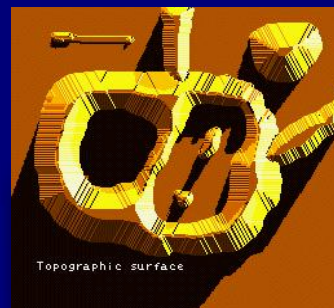
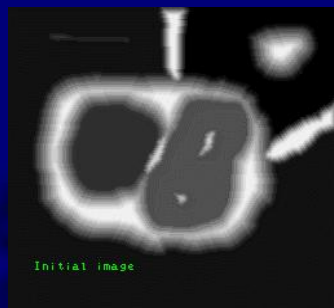


watershed

- Eina per a segmentació morfològica
- La imatge multinivell s'interpreta com una superfície topogràfica
- Descripció intuïtiva: inundació
 1. Representar la imatge com un relleu de plàstic
 2. Foradem el plàstic en els mínims locals de la imatge (o en els markers)
 3. Submergim el plàstic en aigua progressivament
 4. L'aigua que entra per cada forat s'etiqueta amb l'identificador del marker corresponent
 5. Quan aigües de diferents procedències es troben, aixequem una pared per a evitar que es barregin
 6. L'algorisme segueix fins que tot ha estat anegat
 7. Finalment les parets representen les línies de watershed
 8. La imatge queda particionada en regions



watershed



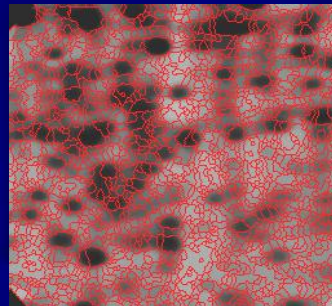
Watershed. Exemple

- Metodologia per segmentar (1)
 1. Obtenir la imatge gradient
 2. watershed a la imatge gradient a partir dels seus mínims



Watershed. La sobresegmentació

- Metodologia per segmentar (1)
 1. Obtenir la imatge gradient
 2. watershed a la imatge gradient a partir dels seus mínims



- Problema: Sobre-segmentació deguda al soroll o a petites irregularitats en la imatge gradient

watershed amb markers

- Metodologia per segmentar (2)

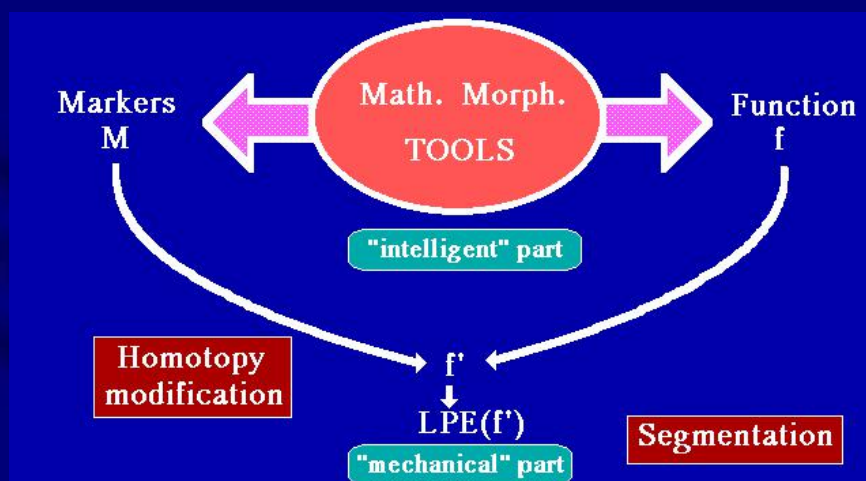
1. Obtenir la imatge gradient
2. Buscar markers, un per cada objecte a segmentar
3. watershed a la imatge gradient a partir dels markers



- Ara, el problema de la segmentació consisteix en trobar els markers



Watershed. El paradigma

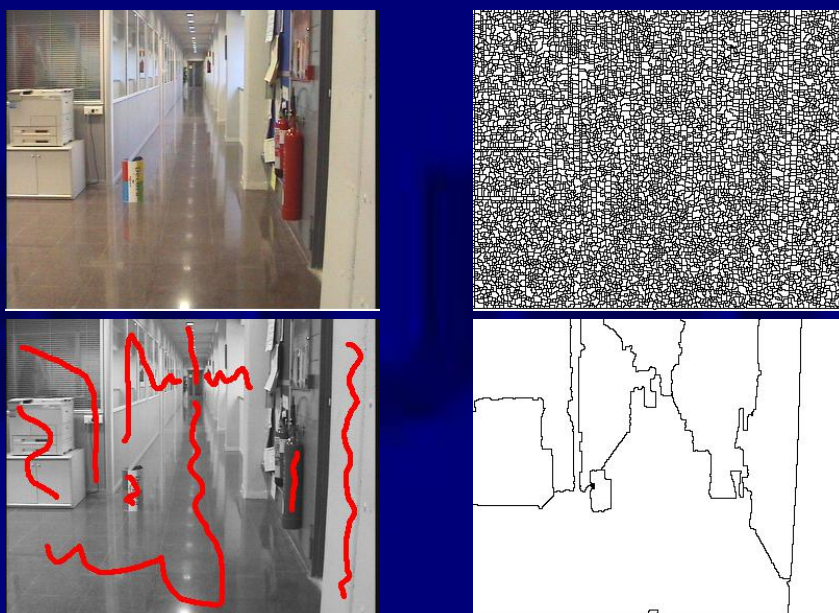


watershed amb markers

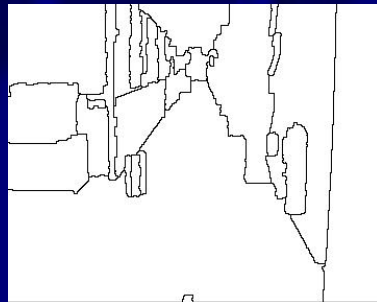
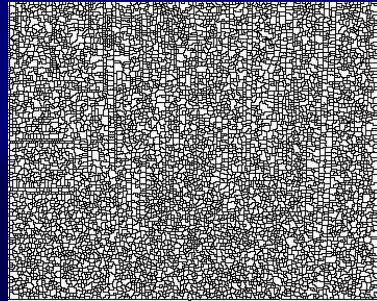
- Segmentació de carreteres. Els markers s'han col·locat manualment



watershed amb markers

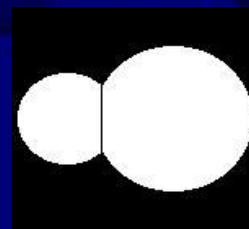
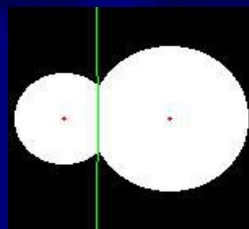
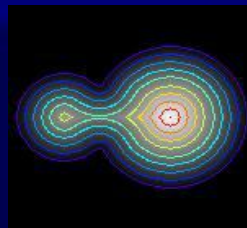
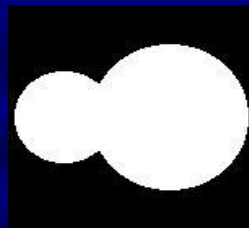


watershed amb markers



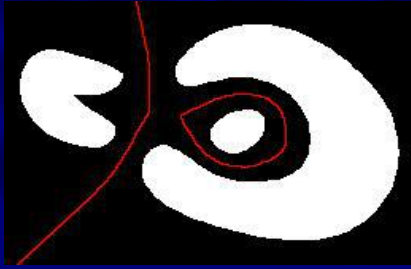
Separació de touching-blobs

- Transformada de distància + watershed
- Els màxims de la transformada de distància seran els markers
- Watershed sobre la inversa de la transformada de distància



SKIZ

- Skeleton by Influence Zones
 - Zona d'influència : Conjunt de píxels d'una imatge binària que estan més propers a una component connexa que a la resta
 - : Vores de les zones d'influència
- SKIZ



S'implementa mitjançant un watershed sobre la transformada de distància

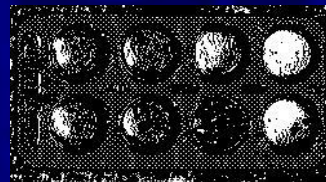


Obtenció automàtica de markers: extrems regionals

- Un màxim (mínim) regional és una regió connexa on tots els píxels veïns tenen un valor estrictament menor (major).
- Les imatges reals tenen masses màxims i mínims regionals.
- Cal filtrar per a reduir el nombre de màxims i mínims.
- Els extrems regionals trobats solen ser bons markers per al watershed.



Original



Extrems regionals

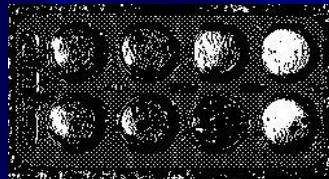


Obtenció automàtica de markers: extrems regionals

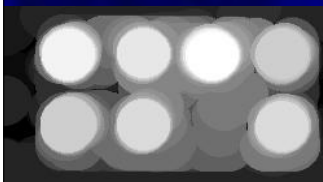
- Les tècniques de filtratge es basen en:
 - contrast: h-max, h-min
 - forma: Opening
 - mida: AreaOpening



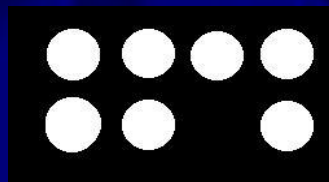
Original



Extrems regionals



Opening

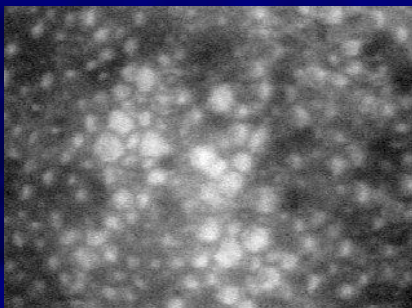


Extrems regionals de la imatge filtrada

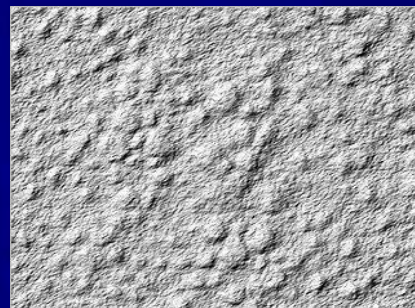


watershed amb obtenció automàtica de marques

- Volem segmentar les cel·les d'una imatge de la cornea.
- La imatge és molt sorollosa



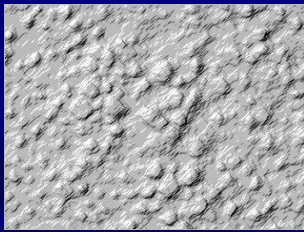
Imatge Original



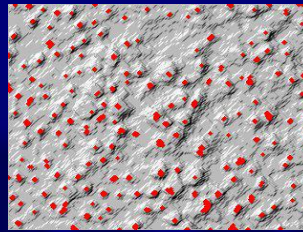
Imatge en relleu



- Per a eliminar soroll apliquem un filtre open-close
- Per trobar els markers busquem els màxims regionals

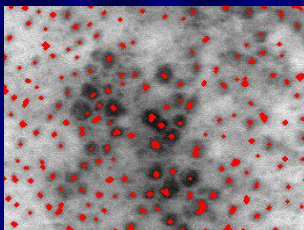


filtrada

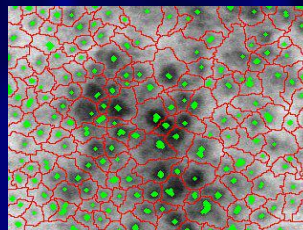


màxims regionals

- Per a trobar el marker del fons fem el SKIZ



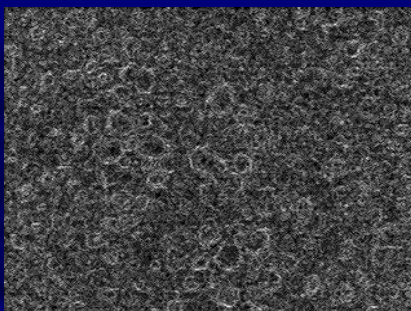
markers de les cel·les



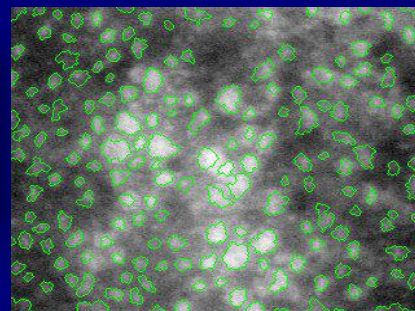
markers de cel·les i fons



- Segmentem la imatge amb watershed sobre la imatge gradient usant els markers obtinguts



Imatge gradient



Imatge segmentada

