



ESTUDI PER A UNA INTERFÍCIE D'AJUDA A DALTÒNICS EN LA INTERPRETACIÓ DE MAPES DE METRO

Autor: **Verónica Marchán**

Director: **Maria Vanrell**



Índex

- Introducció
- Interpretació automàtica de mapes
- Resultats experimentals
- Aplicació
- Conclusions i línies de continuació



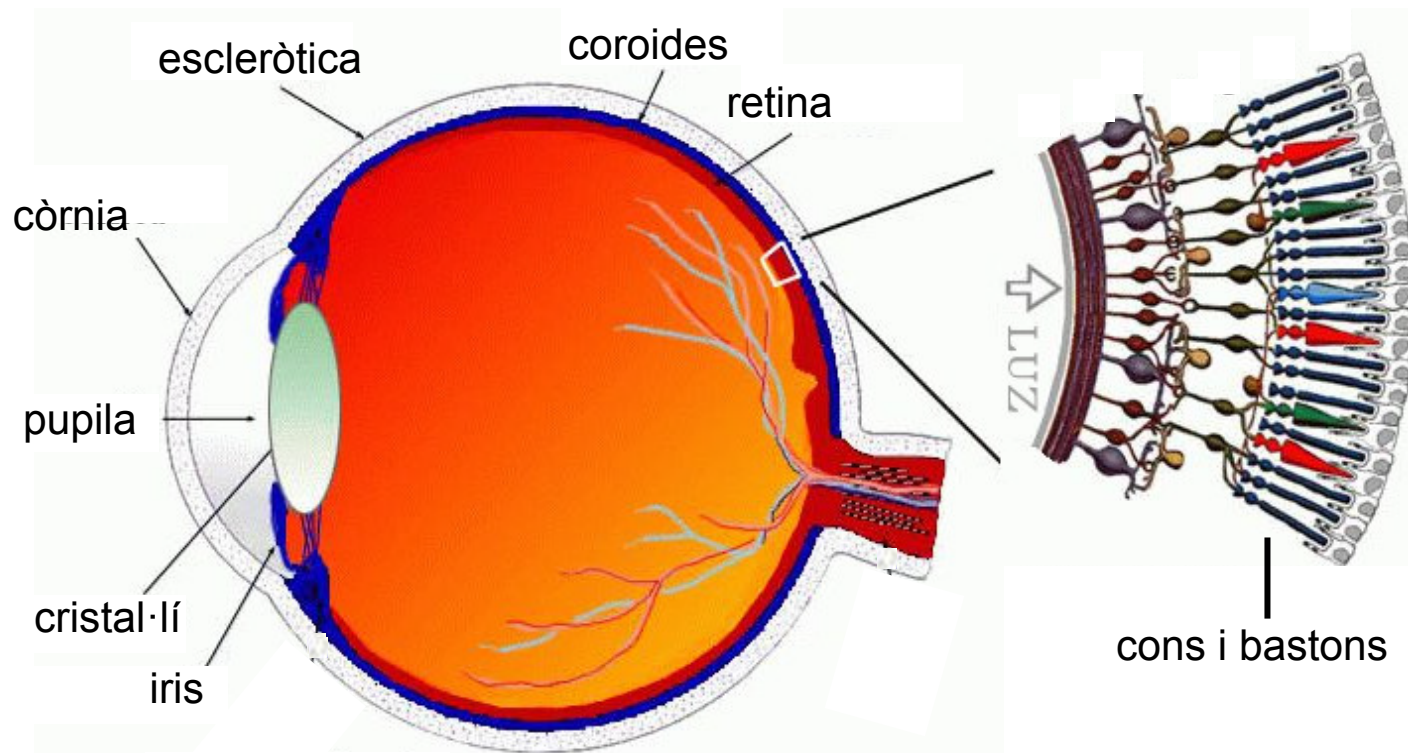
Índex

- Introducció
 - Daltonisme.
 - Mapes de metro i Daltonisme.
 - Antecedents.
 - Objectius del projecte.
- Interpretació automàtica de mapes
- Resultats experimentals
- Aplicació
- Conclusions i línies de continuació

Introducció. Daltonisme

El daltonisme és un defecte genètic que comporta la dificultat de veure o distingir els colors.

Hi han 4 tipus: Acromàtic, Monocromàtic, Dicromàtic (dividit en Protanopia, Deuteranopia i Tritanopia), Tricromàtic anòmal (dividit en Protanomalia, Deuteranomalia i Tritanomalia).



Introducció. Mapes de metro i Daltonisme



Visió normal



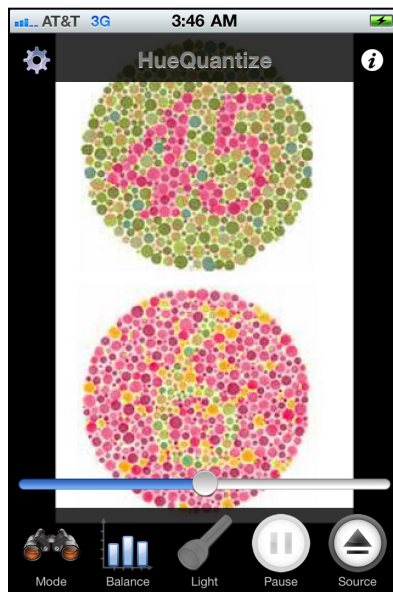
Protanòpsia

Introducció. Antecedents

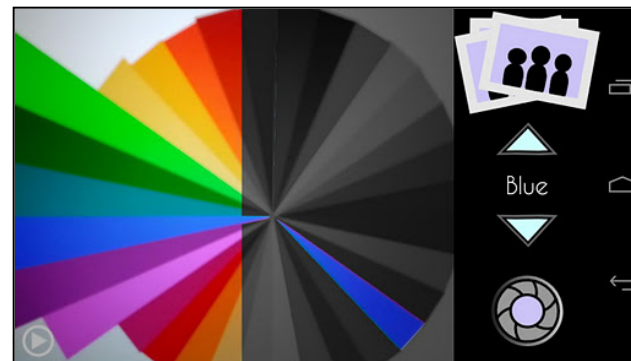
- Cromatic Glass: Divisió dels colors en diferents segments d'espectre de color per evitar superposició.
- Dan Kam: Buscar colors manualment i canviar la saturació.
- Colorblind Vision: Extracció de 8 colors bàsics.



Cromatic Glass



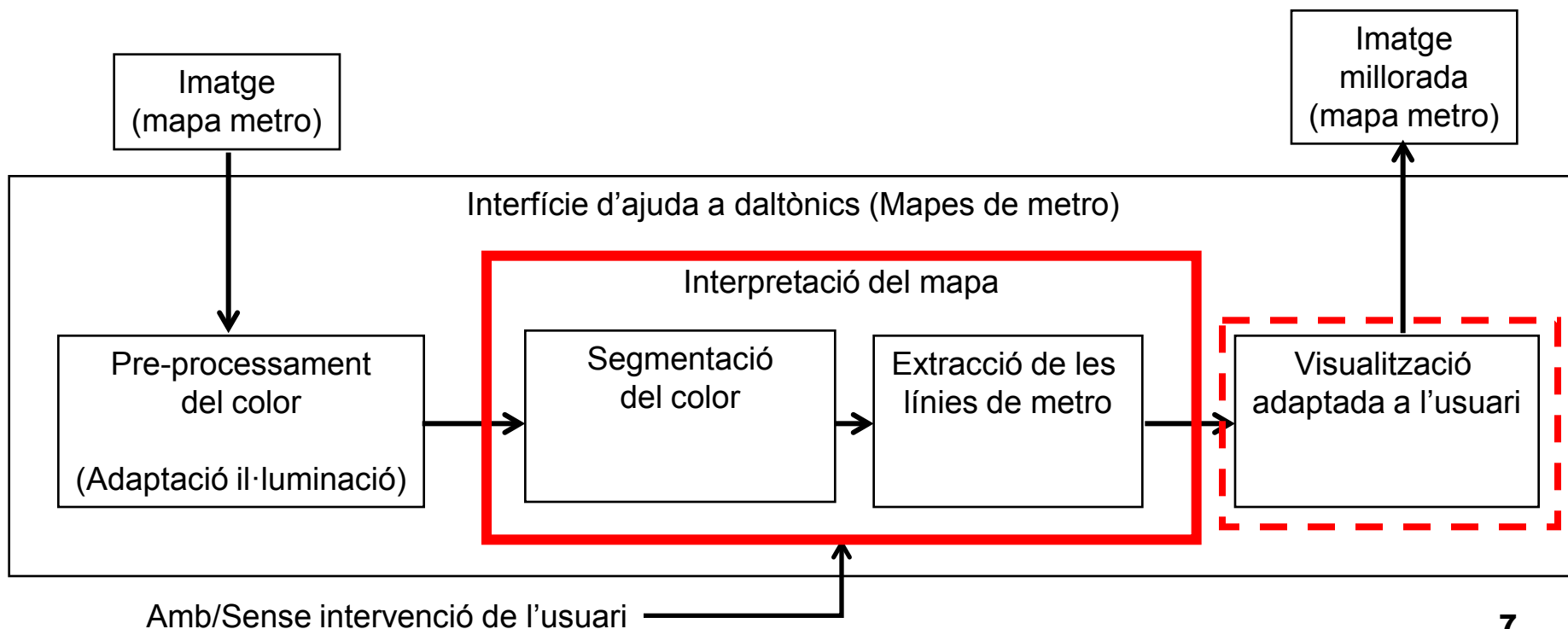
Dan Kam



Colorblind Vision

Introducció. Objectius

- Segmentació correcta de colors.
- Extracció de les línies.
- Automatització dels processos.





Índex

- Introducció
- Interpretació automàtica de mapes
 - Amb intervenció de l'usuari
 - Mètode 1. Assignació directa del color
 - Mètode 2. Assignació aproximada del color
 - Sense intervenció de l'usuari
 - Segmentació de color
 - Mètode 3. Espai de noms de color
 - Mètode 4. Espai RGB
 - Extracció de línies de metro
 - Selecció de paràmetres
 - Mètode 5. Mesura de la Validity
 - Mètode 6. Mesura de la Intra-variança
 - Mètode 7. Solució ad-hoc sense paràmetres
- Resultats experimentals
- Aplicació
- Conclusions i línies de continuació

Interpretació de mapes. Amb intervenció

Mètode 1. Assignació directa de color

L'usuari fa una selecció de la línia que vol visualitzar.



$$R_{p_i} = R_p$$

$$G_{p_i} = G_p$$

$$B_{p_i} = B_p$$



$$(R_p, G_p, B_p)$$

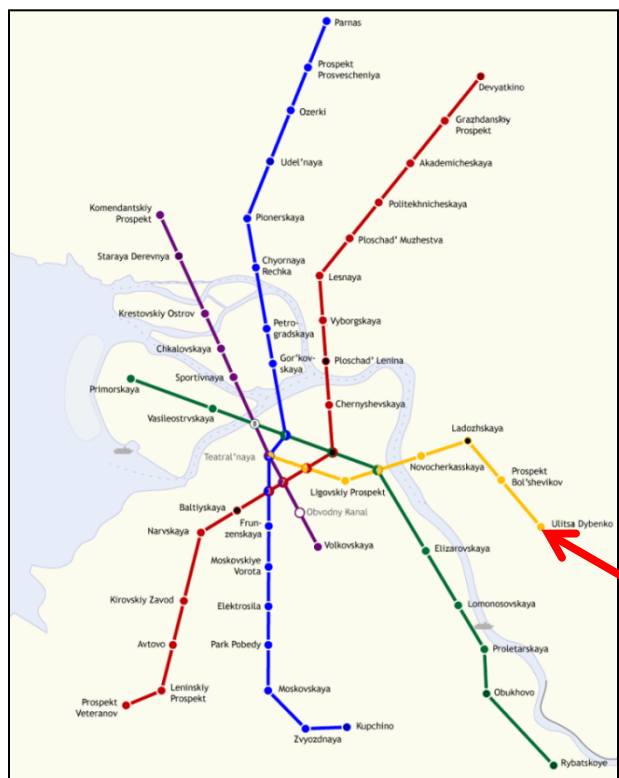


Problema: Línies primes, mala segmentació.

Interpretació de mapes. Amb intervenció

Mètode 2. Assignació aproximada de color

L'usuari fa una selecció de la línia que vol visualitzar.



$$R_p - 50 \leq R_{p_i} \leq R_p + 50$$

$$G_p - 50 \leq G_{p_i} \leq G_p + 50$$

$$B_p - 50 \leq B_{p_i} \leq B_p + 50$$

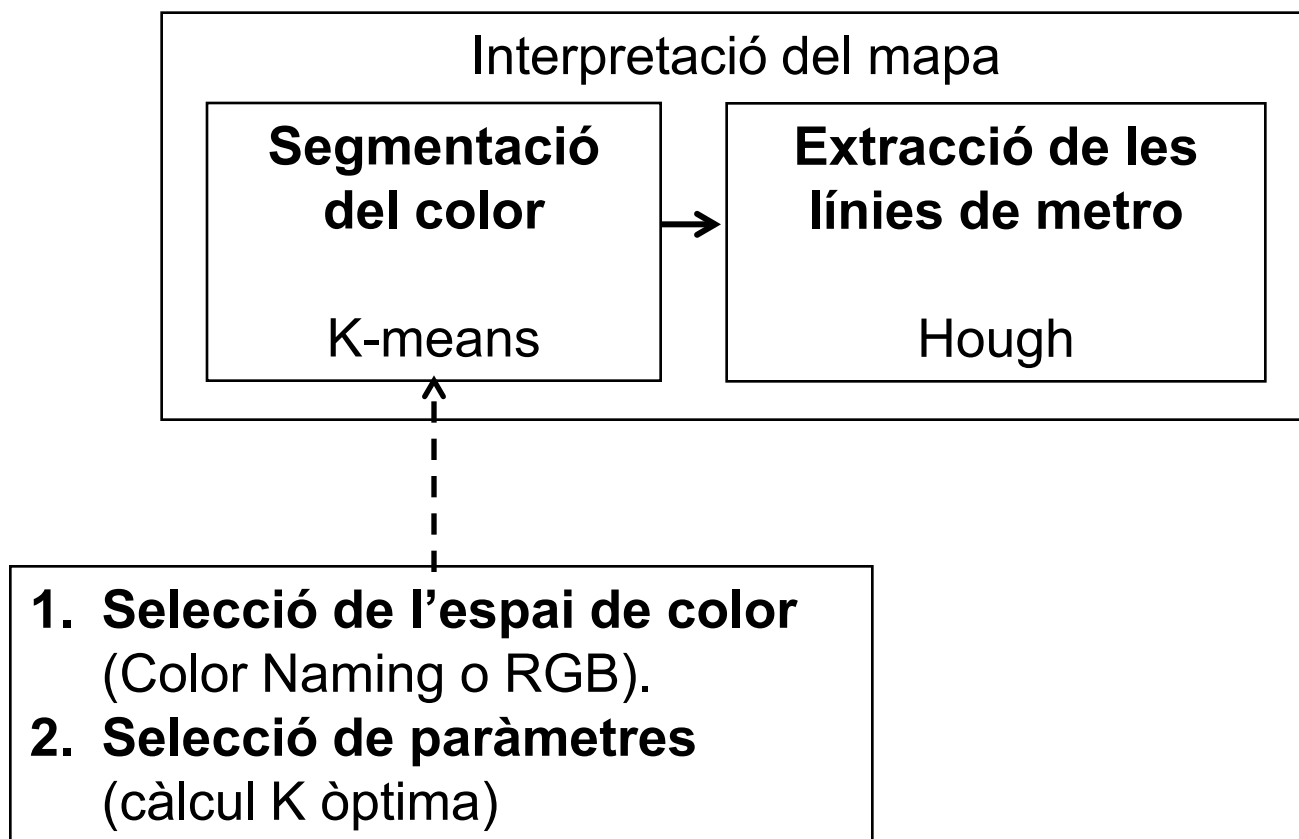


$$(R_p, G_p, B_p)$$



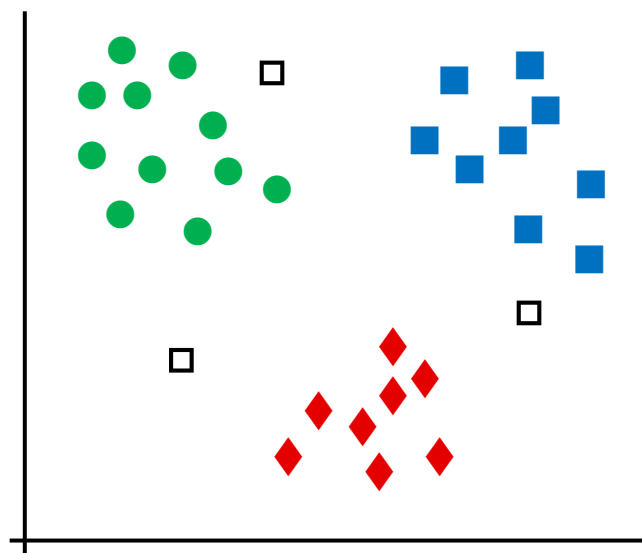
Problema: Colors propers, segmentació conjunta.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

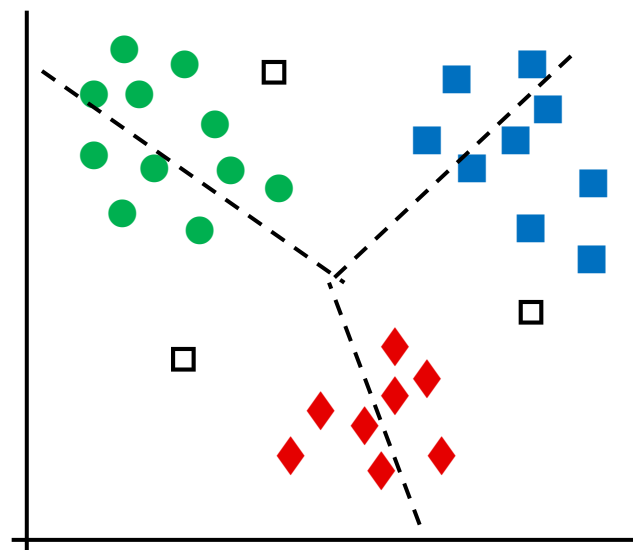


Interpretació de mapes. Sense intervenció

K-means és un algoritme de clustering que permet dividir un conjunt de N elements en K grups diferents.



Inicialització aleatòria dels
centroides

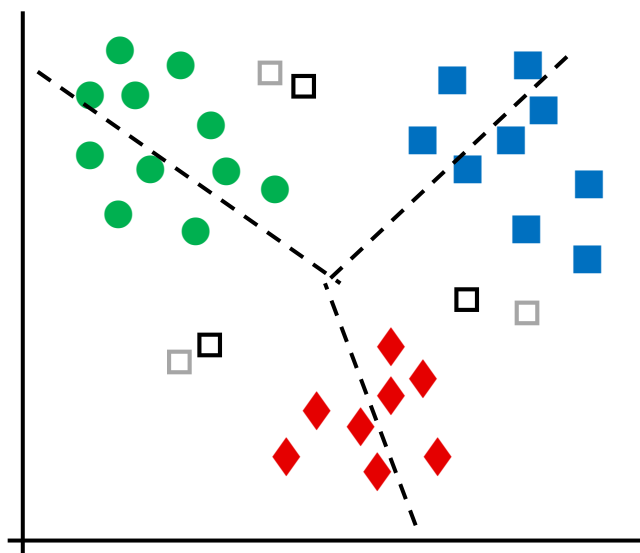


Assignació dels elements al centroide
més pròxim

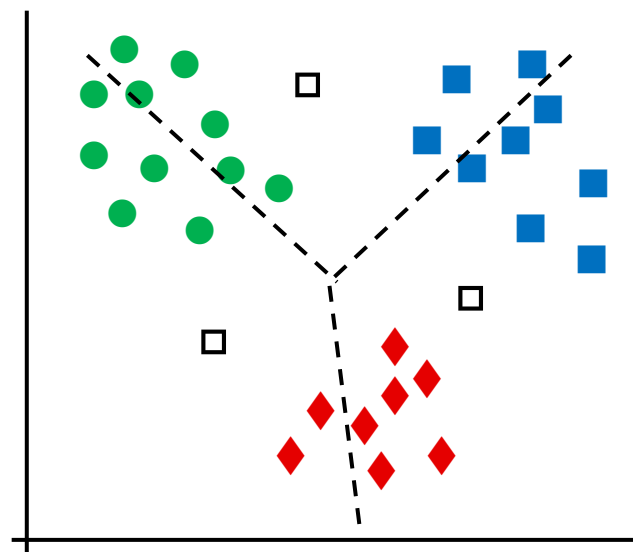
Propietats: elements definits pel seu centroide i K és un paràmetre d'entrada.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

K-means és un algoritme de clustering que permet dividir un conjunt de N elements en K grups diferents.



Fer mitjana i moure centroide
a la nova posició

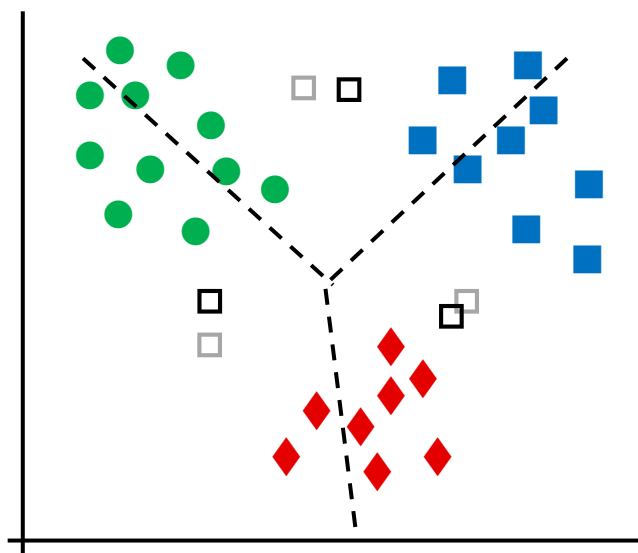


Assignació dels elements al centroide
més pròxim

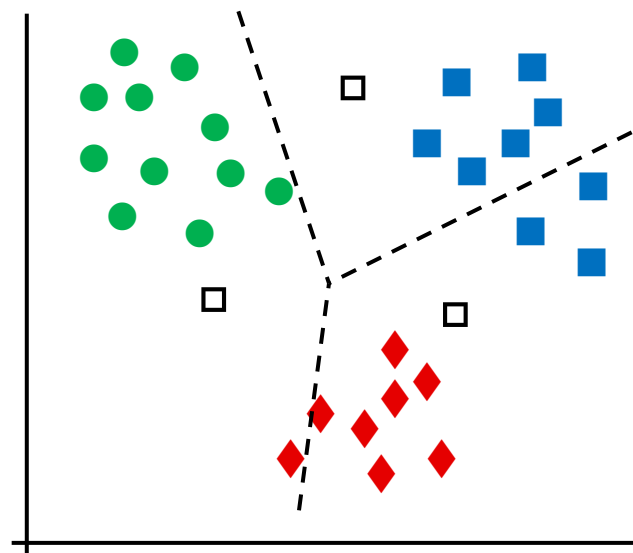
Propietats: elements definits pel seu centroide i K és un paràmetre d'entrada.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

K-means és un algoritme de clustering que permet dividir un conjunt de N elements en K grups diferents.



Fer mitjana i moure centroide a la nova posició

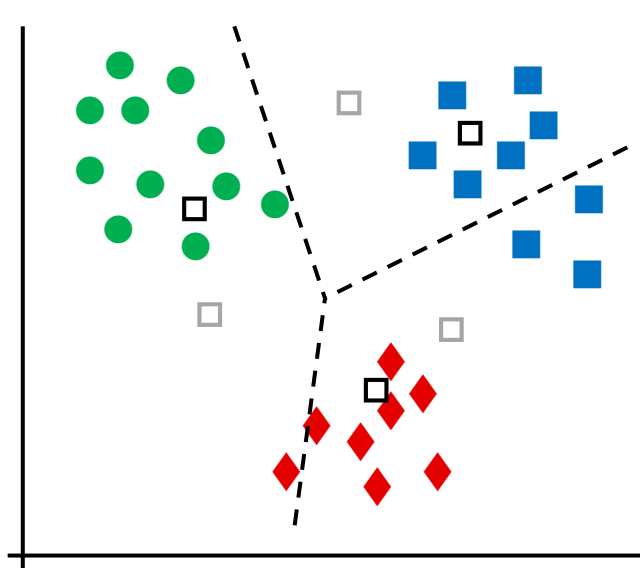


Assignació dels elements al centroide més pròxim

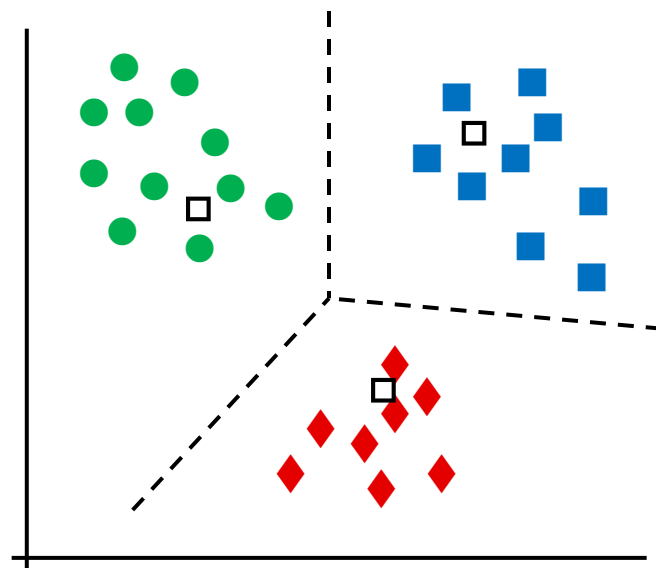
Propietats: elements definits pel seu centroide i K és un paràmetre d'entrada.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

K-means és un algoritme de clustering que permet dividir un conjunt de N elements en K grups diferents.



Fer mitjana i moure centroide
a la nova posició

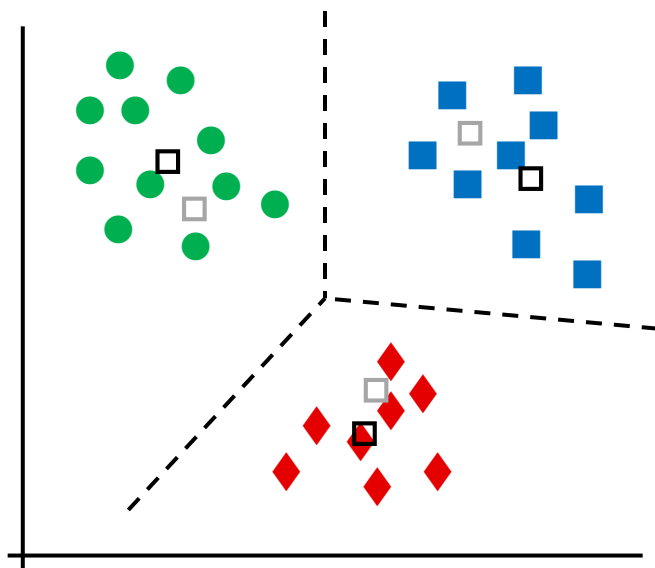


Assignació dels elements al centroide
més pròxim

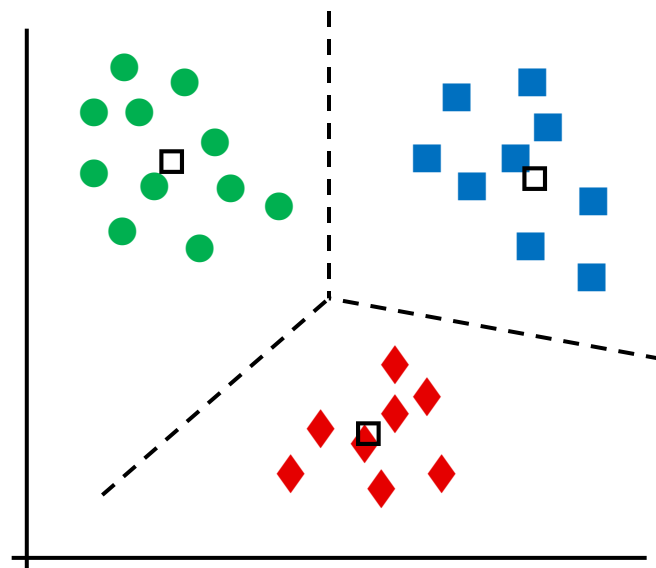
Propietats: elements definits pel seu centroide i K és un paràmetre d'entrada.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

K-means és un algoritme de clustering que permet dividir un conjunt de N elements en K grups diferents.



Fer mitjana i moure centroide a la nova posició

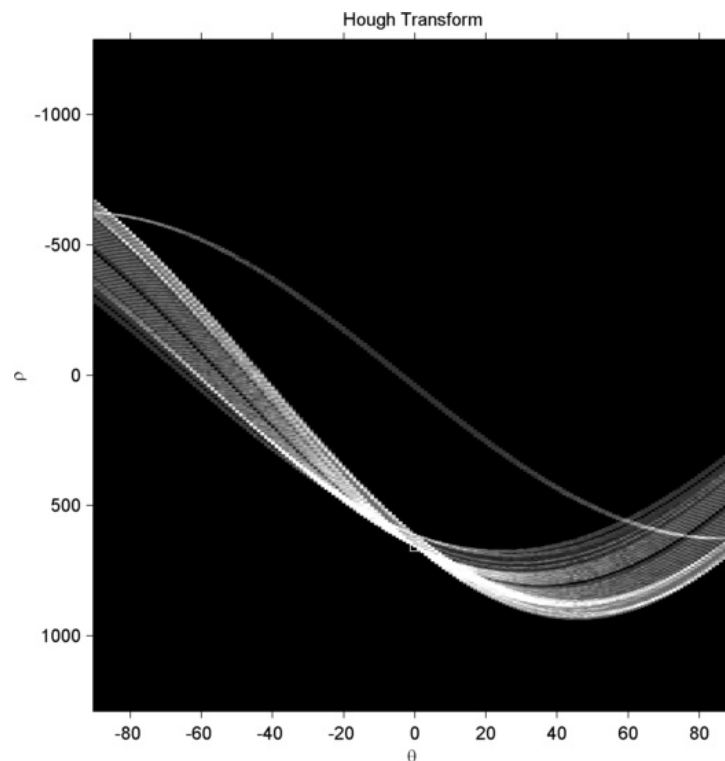


Assignació dels elements al centroide més pròxim. Solució estable. Fi de l'algoritme.

Propietats: elements definits pel seu centroide i K és un paràmetre d'entrada.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

La **transformada de Hough** és un algoritme que es fa servir en el reconeixement de patrons en imatges per trobar línies rectes, circumferències o el·lipses.



Propietats: la seva eficiència depèn de la qualitat de les dades d'entrada.

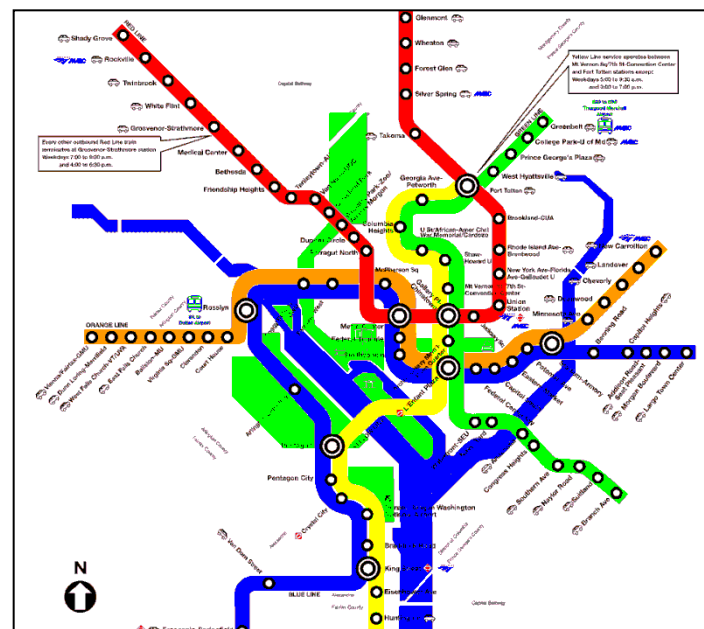
Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 3. L'espai de noms de color (Color Naming)

(Selecció de l'espai de color)

Colors bàsics: vermell, taronja, marró, groc, blau, púrpura, rosa, negre, gris i blanc

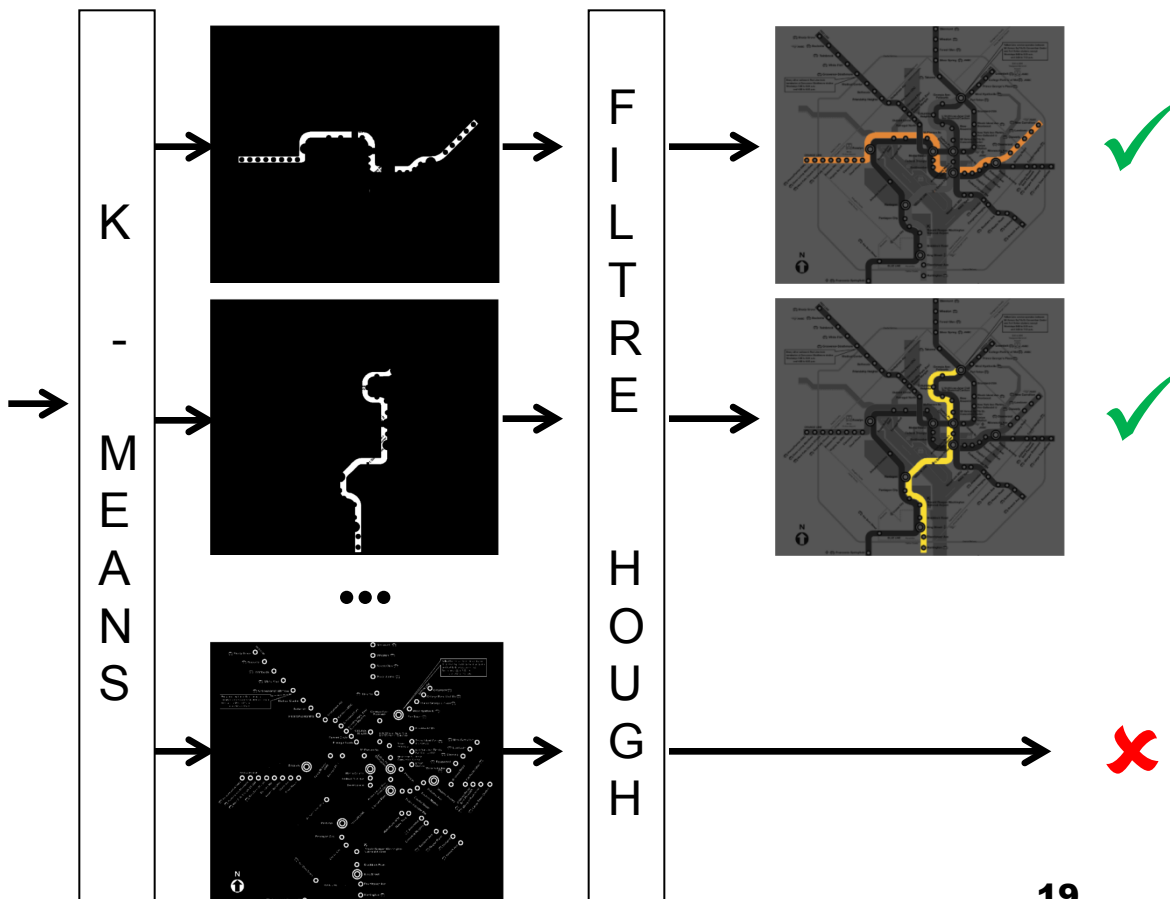
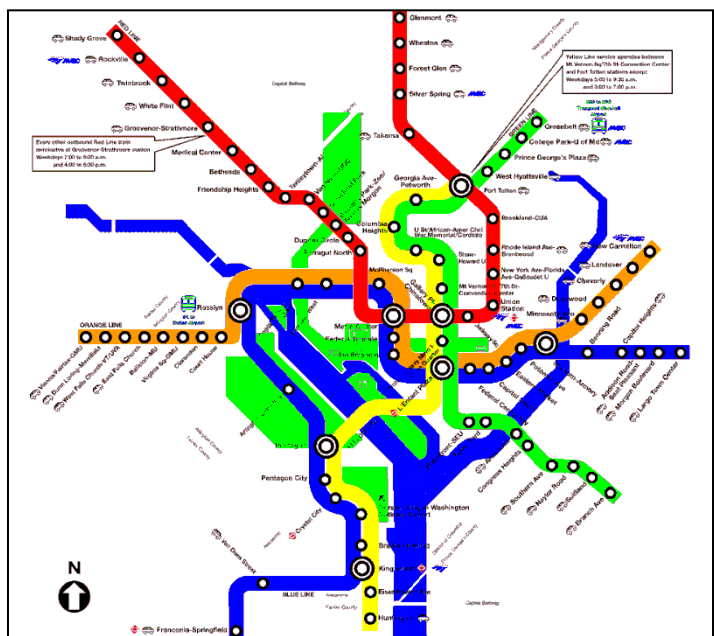
$$(R, G, B) = [P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}]$$



Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 3. L'espai de noms de color (Color Naming) (Selecció de l'espai de color)

K = 10





Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 3. L'espai de noms de color (Color Naming)

(Selecció de l'espai de color)

Avantatges:

- Transformació de la imatge de N a 11 colors bàsics.
- Traiem problema anti-aliasing.

Inconvenients:

- Nombre de colors insuficients.
- Segmentació de vàries línies alhora.
- Valor de K és el mateix per a totes les imatges.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 4. L'espai RGB

(Selecció de l'espai de color)

K = 10

K
-
M
E
A
N
S



...



F
I
L
T
R
E

H
O
U
G
H





Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 4. L'espai RGB

(Selecció de l'espai de color)

Avantatge:

- Treballem directament amb els colors de la imatge.

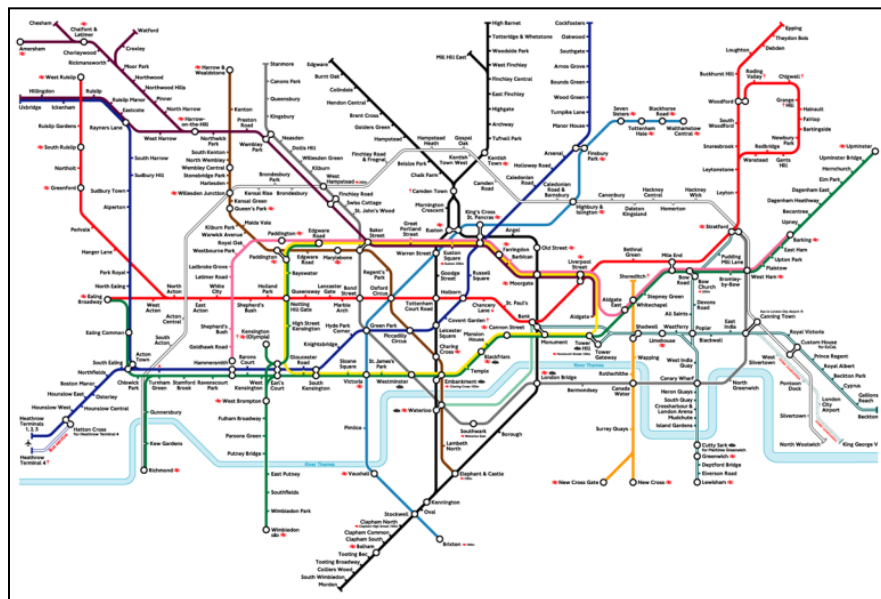
Inconvenients:

- Tenim anti-aliasing.
- Valor de K és el mateix per a totes les imatges.

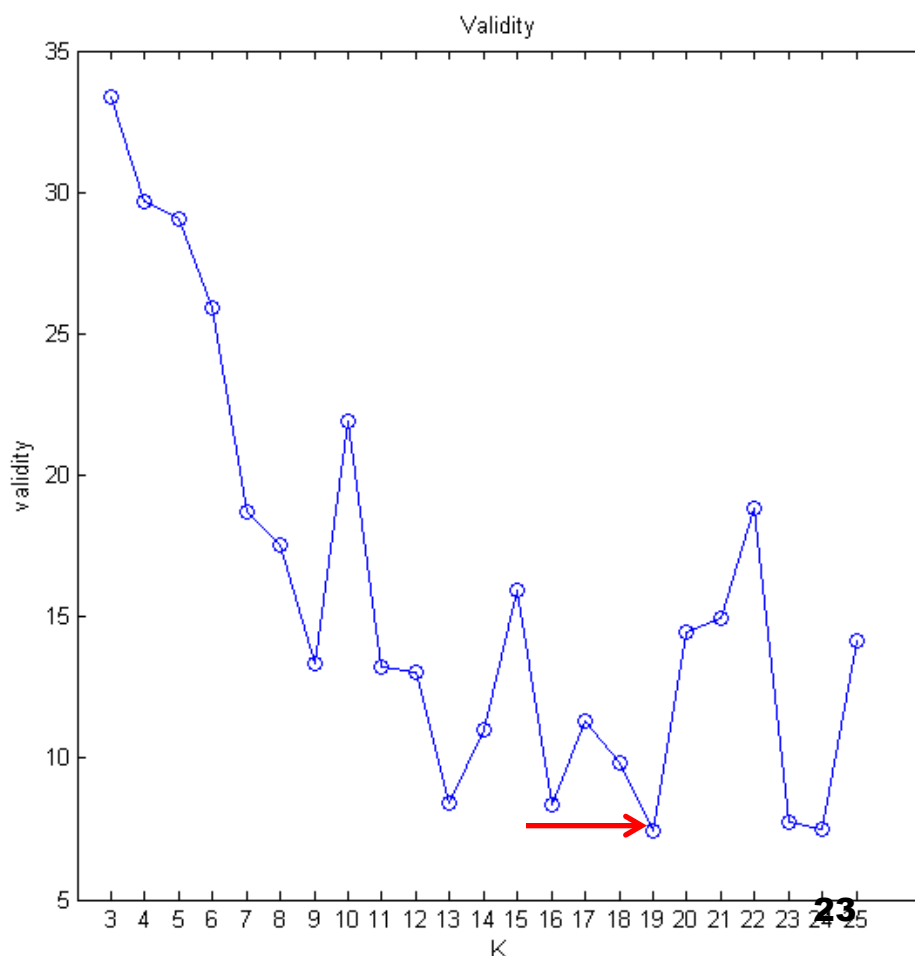
Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 5. Mesura de la *Validity* (Selecció dels paràmetres)

- K-means amb $3 \leq K \leq 25$
- Mesura $\text{validity} = \frac{\text{intra}}{\text{inter}}$



Londres. 11 línies





Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 5. Mesura de la *Validity*

(Selecció dels paràmetres)

Avantatge:

- Calculem automàticament el nombre de clústers per a cada imatge.

Inconvenients:

- El valor calculat acostuma a ser molt gran.
- Temps de càlcul bastant elevat.

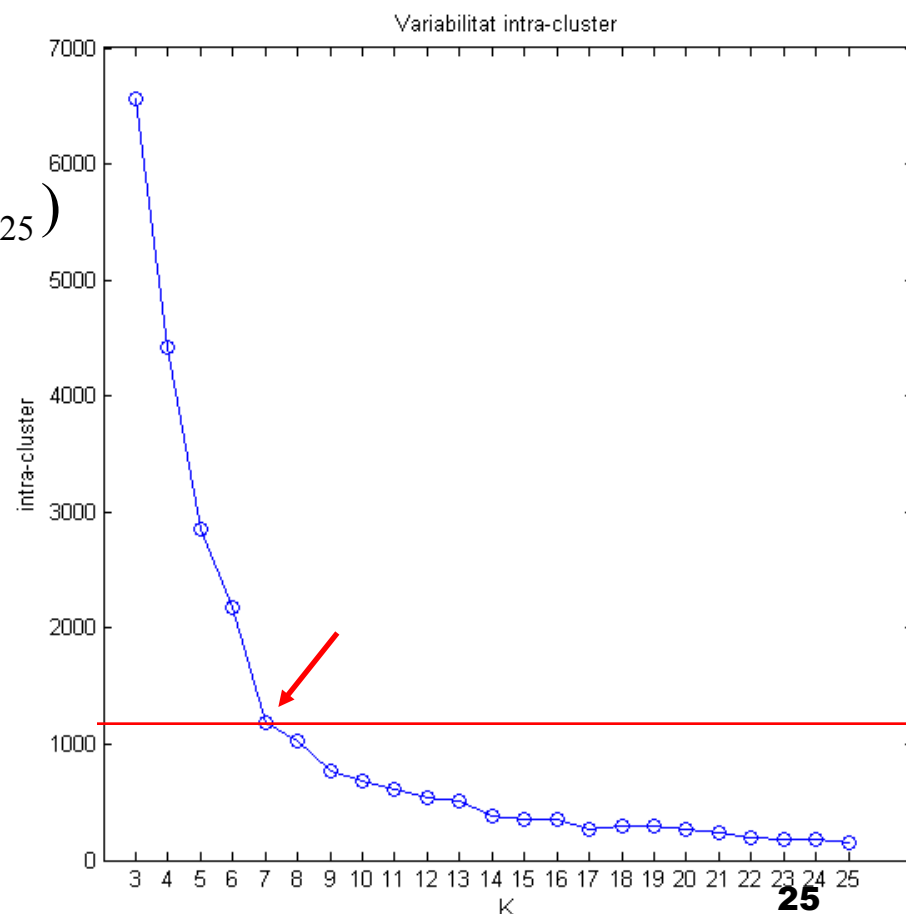
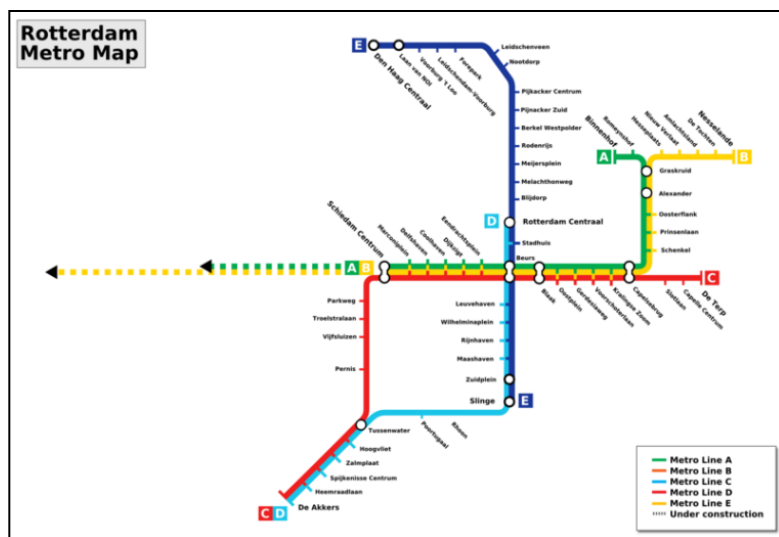
Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 6. Mesura de la Intra-variança

(Selecció dels paràmetres)

- K-means amb $3 \leq K \leq 25$
- Mesura mitjana ($\text{intra}_3, \dots, \text{intra}_{25}$)

Rotterdam. 5 línies





Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 6. Mesura de la Intra-variança

(Selecció dels paràmetres)

Avantatges:

- Càlcul automàtic del nombre de clústers per a cada imatge.
- Nombre de clústers bastant ajustat a les necessitats de la imatge.

Inconvenients:

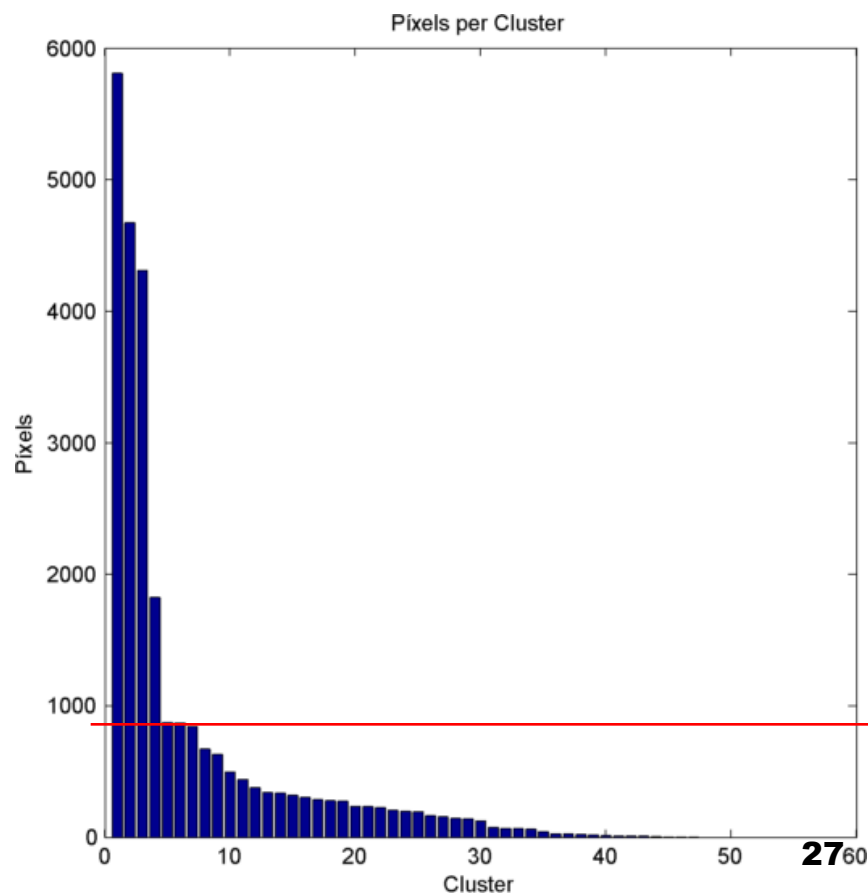
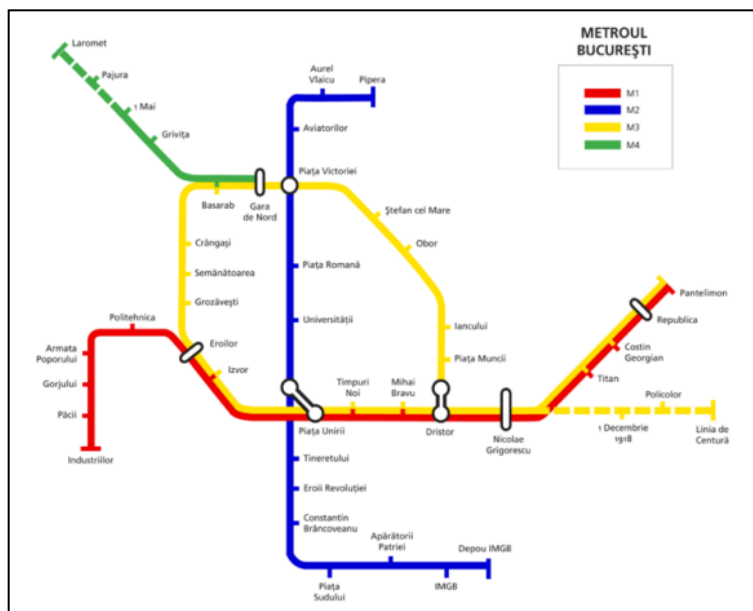
- Temps de càlcul elevat.

Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 7. Solució ad-hoc sense paràmetres.

(Selecció dels paràmetres)

- K-means amb $K = 50$
- Histograma # píxels/clúster





Interpretació de mapes. Sense intervenció

Mètode 7. Solució ad-hoc sense paràmetres.

(Selecció dels paràmetres)

Avantatges:

- Nombre de clústers predefinit i vàlid per a qualsevol imatge.
- Evitem la segmentació de vàries línies alhora.
- Temps de càlcul molt raonable.

Inconvenient:

- Degut a certes característiques del histograma, el threshold a vegades no és l'adequat.

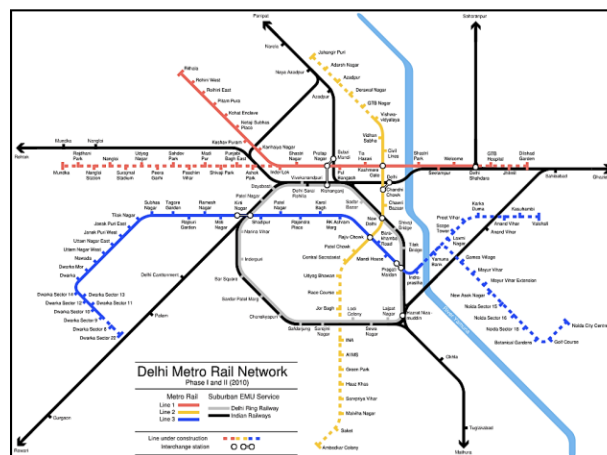
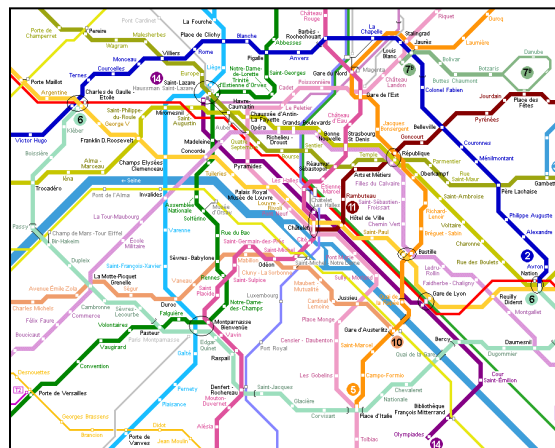
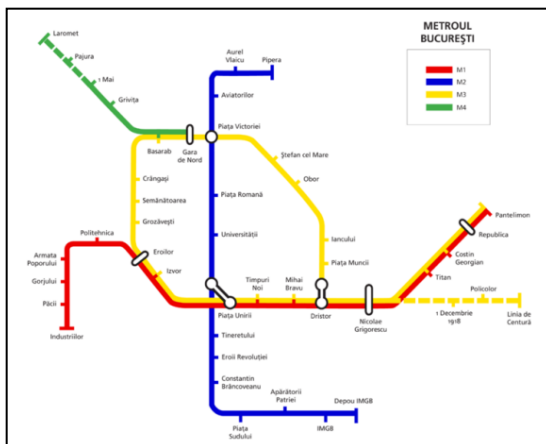


Índex

- Introducció
- Interpretació automàtica de mapes
- **Resultats experimentals**
 - Base de dades
 - Mètriques d'avaluació
 - Avaluació
 - Mètodes amb intervenció
 - Mètodes sense intervenció
- Aplicació
- Conclusions i línies de continuació

Resultats experimentals. Base de Dades

- 21 imatges
- Mides entre 474x586 i 1050x1200
- Format *PNG*



Resultats experimentals. Mètriques d'avaluació

- **True Positive:** línia ben segmentada.
- **False Positive:** segmentació de la imatge que no representa una línia ó línia segmentada juntament amb una altra i no per separat.
- **False Negative:** línia que no ha estat segmentada o s'ha descartat.
- **Precision:** de totes aquelles línies que s'han classificat com a tal, quantes ho són realment.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

- **Recall:** de totes les línies que hi ha en total, quantes s'han classificat bé.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

- **F-measure:** mitjana harmònica entre *precision* i *recall*. Ens indicarà quins dels mètodes és millor.

$$\text{F-measure} = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

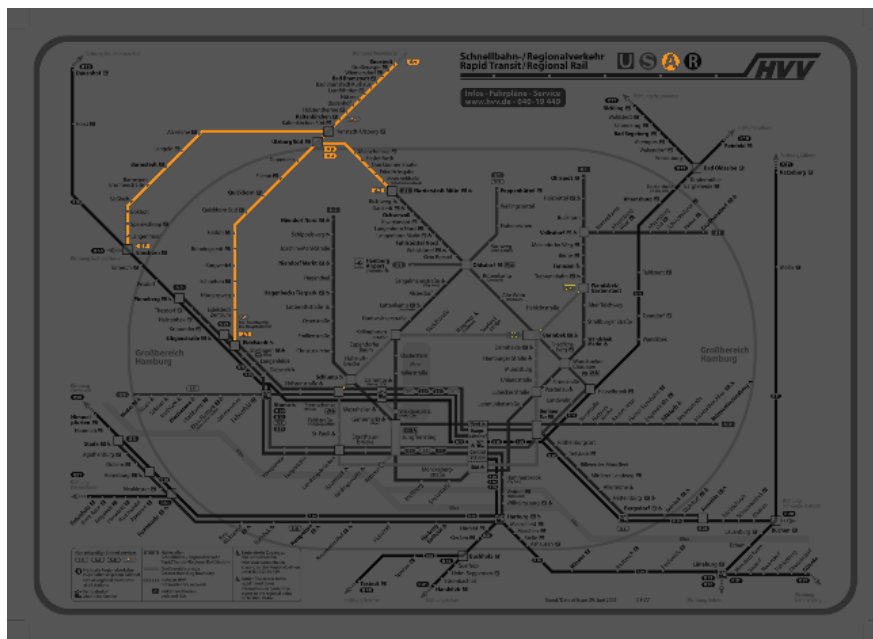
Resultats experimentals. Avaluació

Mètodes amb intervenció

	TP	FP	FN	Precision	Recall	F-measure	T. còmput
M1. Assignació directa del color	140	22	22	0.86	0.86	0.86	< 1 seg.
M2. Assignació aproximada del color	142	21	20	0.87	0.88	0.87	< 1 seg.

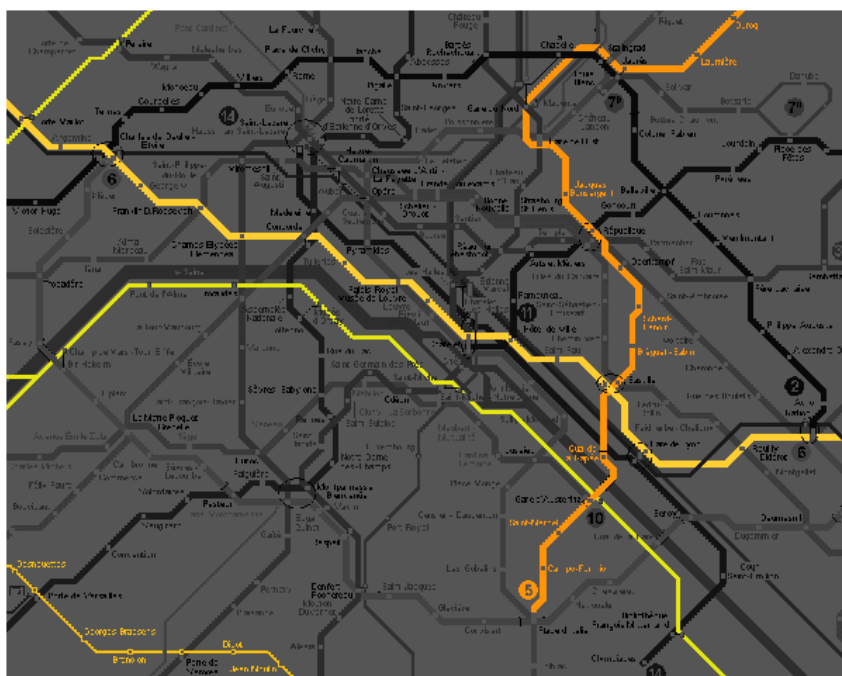
Resultats experimentals. Avaluació

Mètode 2. Assignació aproximada de color



Resultats experimentals. Avaluació

Mètode 2. Assignació aproximada de color



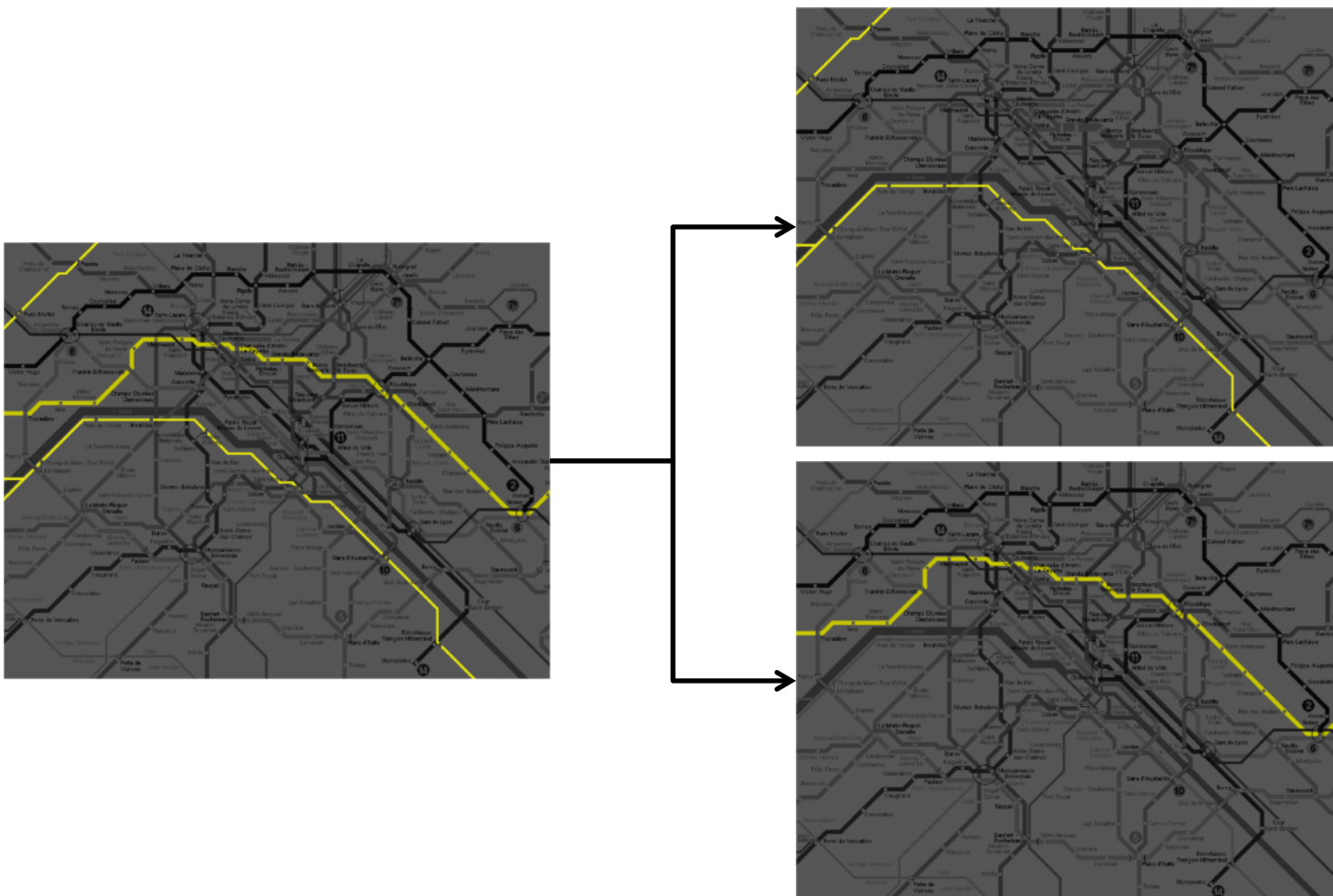
Resultats experimentals. Avaluació

Mètodes sense intervenció

	TP	FP	FN	Precision	Recall	F-measure	T. còmput
M3. Espai de noms de color	110	97	51	0.53	0.68	0.60	~ 1.5 min
M4. Espai RGB	113	81	48	0.58	0.70	0.64	~ 1 min
M5. Mesura de la Validity	128	145	34	0.47	0.80	0.60	~ 5 min
M6. Mesura de la Intra-variança	114	63	48	0.64	0.70	0.67	~ 3 min
M7. Solució ad-hoc sense paràmetres	113	60	49	0.65	0.70	0.67	~1 min

Resultats experimentals. Avaluació

Mètode 7. Solució ad-hoc sense paràmetres

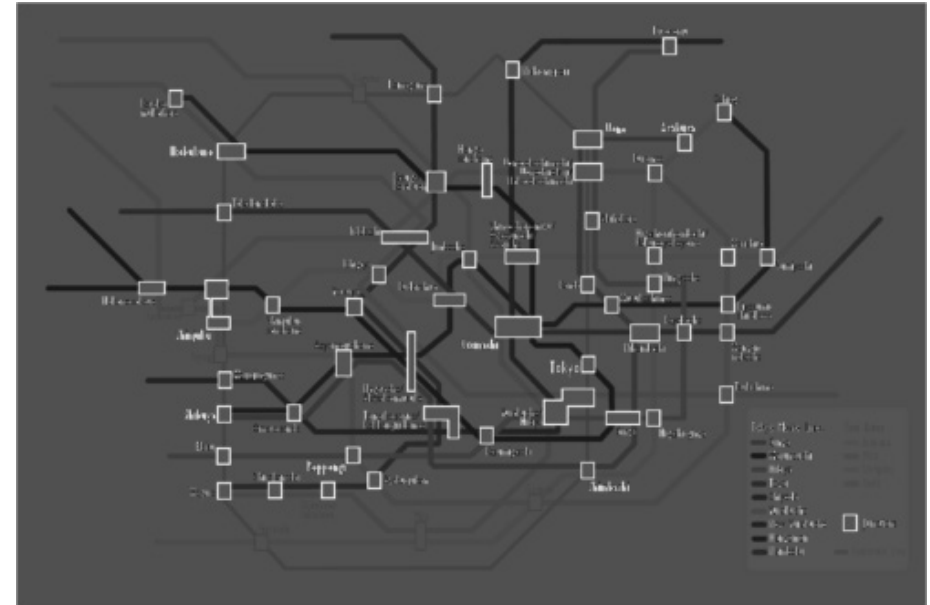


Resultats experimentals. Avaluació

Mètode 7. Solució ad-hoc sense paràmetres



Mètode 7. Solució ad-hoc sense paràmetres



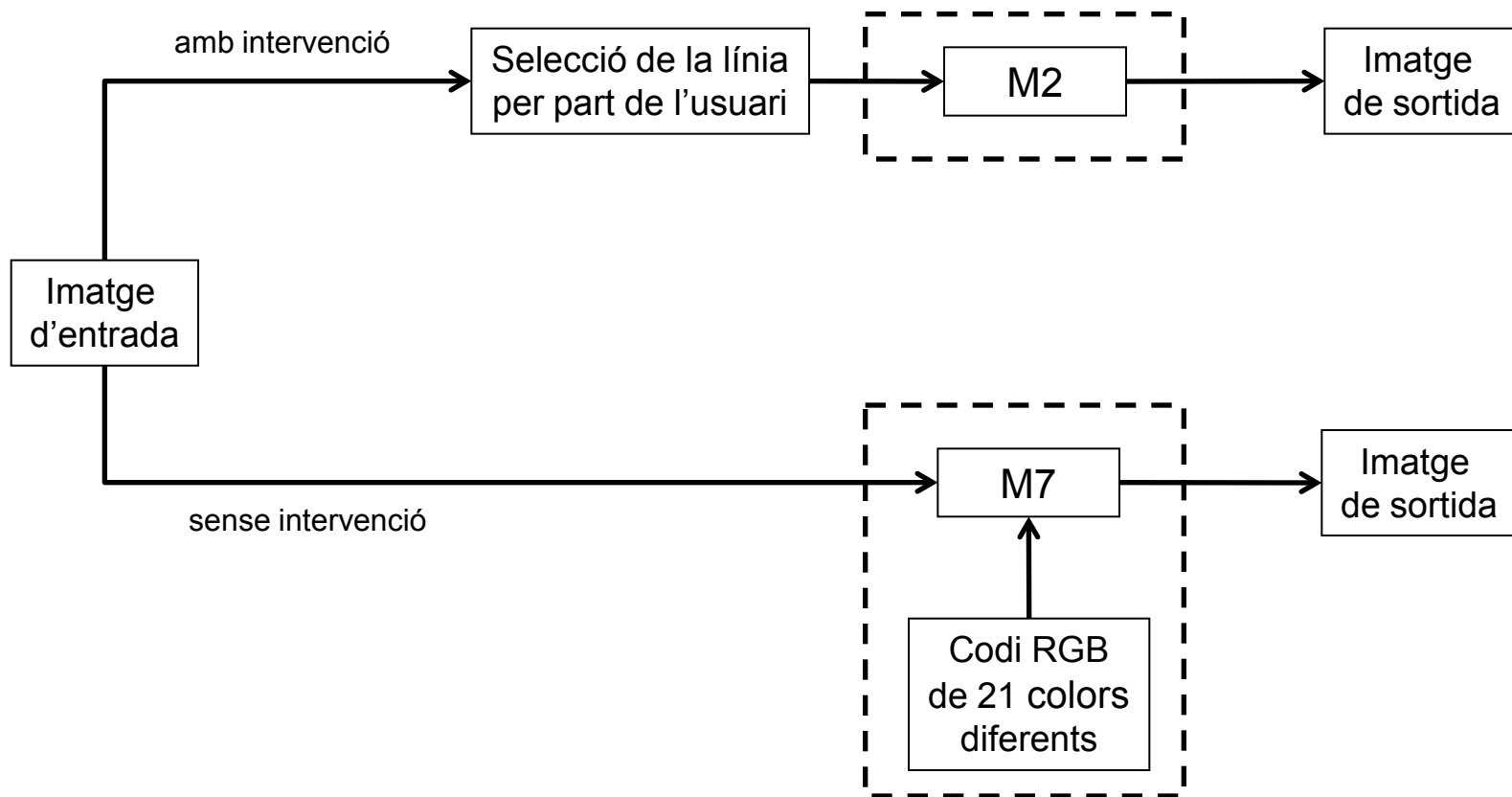


Índex

- Introducció
- Interpretació automàtica de mapes
- Resultats experimentals
- **Aplicació**
 - Amb intervenció
 - Sense intervenció
- Conclusions i línies de continuació

Aplicació

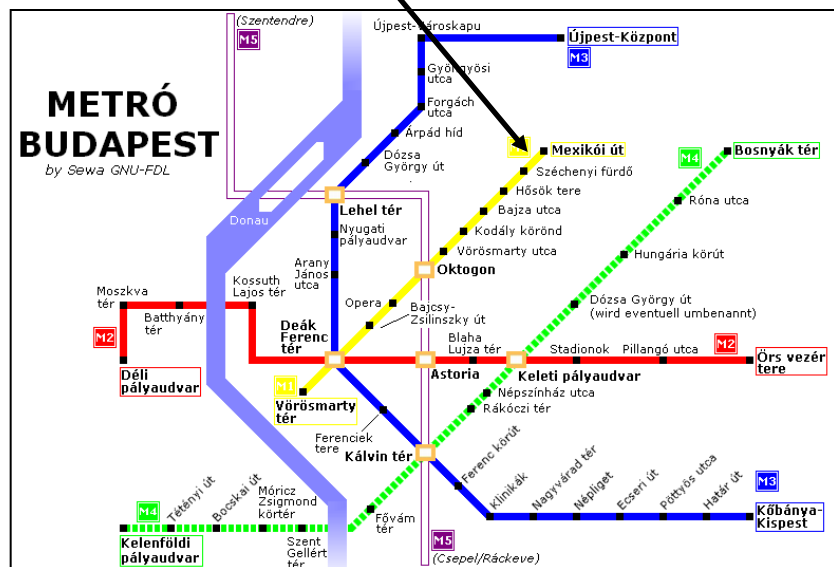
- Esquema bàsic de les interfícies.



Aplicació. Amb intervenció

Mètode 2. Assignació aproximada de color

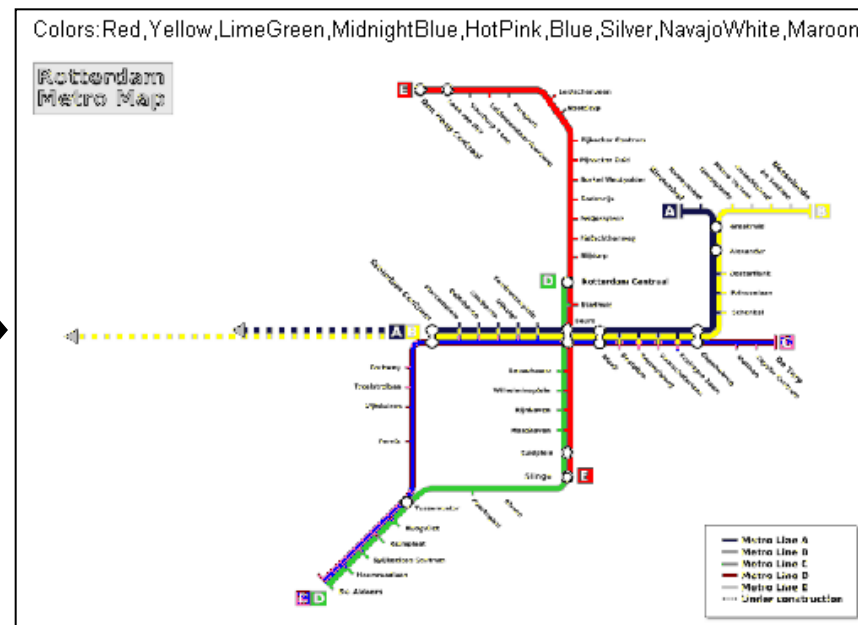
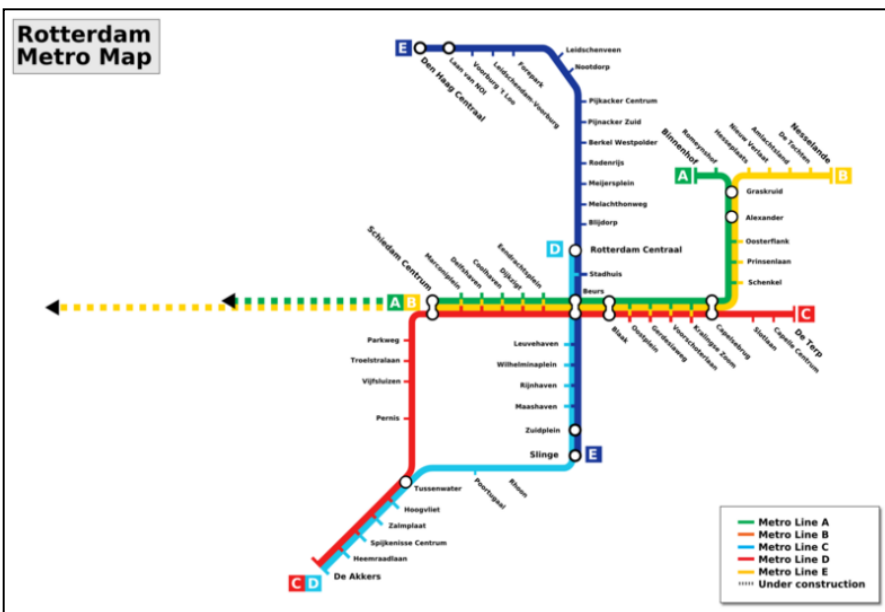
L'usuari selecciona la línia groga a la imatge



Aplicació. Sense intervenció

Mètode 7. Solució ad-hoc sense paràmetres

Paleta de 21 colors (daltònic amb protanòpsia i deuteranomia)





Índex

- Introducció
- Interpretació automàtica de mapes
- Resultats experimentals
- Aplicació
- **Conclusions i línies de continuació**



Conclusions i línies de continuació

Conclusions

- Hem fet un estudi per a una interfície d'ajuda a daltònics en la interpretació de mapes de metro.
- Hem desenvolupat algoritmes per a la segmentació i extracció de línies de mapes de metro.
- Hem fet servir algoritmes concrets de visió per computador com K-means i Hough.
- Hem creat una base de dades variada i amb un cert grau de complexitat.
- Hem arribat a un 65% de *precision* i a un 70% de *recall* amb el mètode 7.



Conclusions i línies de continuació

Línies de continuació

- Desenvolupar el mòdul de pre-processament de la imatge.
- Definir una interfície adaptada per a cada tipus de daltonisme.
- Millorar els algoritmes desenvolupats i aprofundir en el descriptor de noms de color.



Moltes gràcies.