

## PROJECTE 2: **Etiquetador**

---

Intel·ligència Artificial  
2022-2023

Universitat Autònoma de Barcelona

## Projecte 2

**Objectiu:** Fer un agent que faci **etiquetatge automàtic d'imatges** que permeti fer cerques intel·ligents en llenguatge natural en una botiga on-line que actualitza el llistat de productes constantment.

El vostre sistema hauria d'assignar dos tipus d'etiquetes: color i forma del producte, per a que els usuaris puguin fer cerques en un llenguatge molt directe, com ara: *"red shirt"* o *"Black sandals"*



## Projecte 2

Com que pot ser molt complex!!! → Farem algunes simplificacions

### Simplificacions:

- Les etiquetes seran en anglès
- Etiquetarem només 8 tipus de roba:

✓ <i>Dresses</i>	✓ <i>Shirts</i>
✓ <i>Flip Flops</i>	✓ <i>Shorts</i>
✓ <i>Jeans</i>	✓ <i>Socks</i>
✓ <i>Sandals</i>	✓ <i>Handbags</i>



- Etiquetarem els colors predominants de cada peça de roba només amb els 11 color bàsics universals:

✓ <i>Red</i>	✓ <i>Green</i>	✓ <i>Black</i>
✓ <i>Orange</i>	✓ <i>Blue</i>	✓ <i>Grey</i>
✓ <i>Brown</i>	✓ <i>Purple</i>	✓ <i>White</i>
✓ <i>Yellow</i>	✓ <i>Pink</i>	



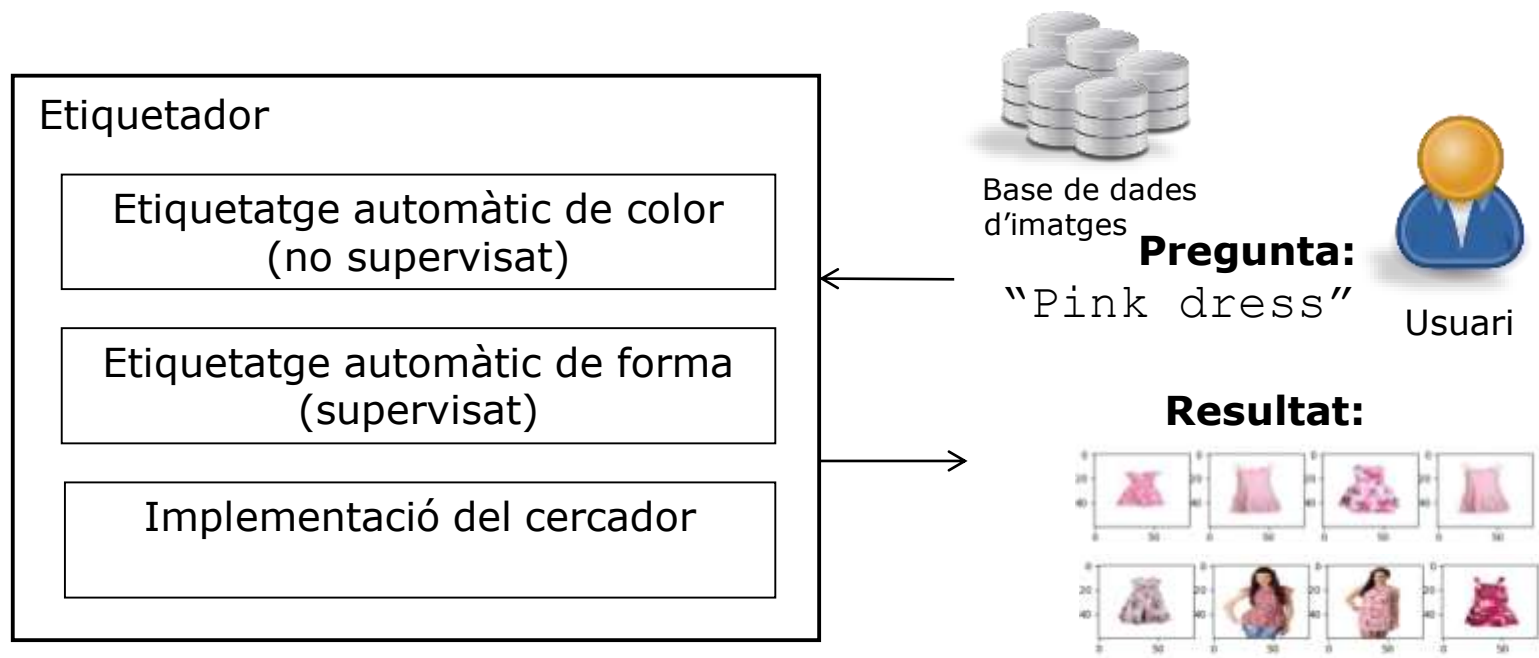
- Per reduir el temps d'execució de tots els algorismes treballarem amb imatges de baixa resolució (60x80 píxels). Farem servir la base de dades: Fashion Product Images Dataset del Kaggle

<https://www.kaggle.com/paramaggarwal/fashion-product-images-dataset>

**Kaggle** és una repositori de bases de dades que es comparteixen per recerca en Data-Science

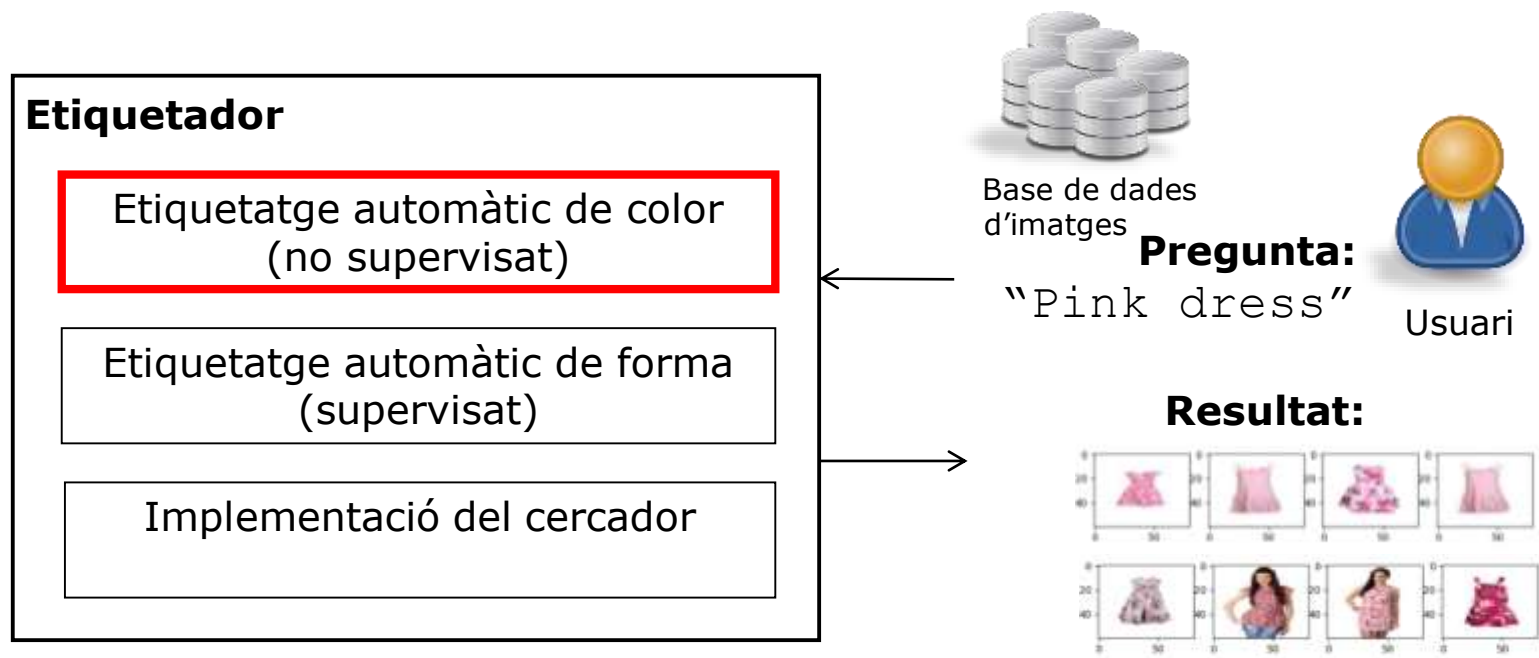
## Projecte 2

**Problemes a resoldre** per fer aquest etiquetador:



## Projecte 2

**Problemes a resoldre** per fer aquest Etiquetador:



# Projecte 2: Etiquetatge de COLOR


Com podem resoldre el problema d'etiquetar automàticament el color?



**Etiquetes de colors predominants:**

*Yellow, Orange, Blue, Black, Green, White*

## 3 Qüestions:

- Com es representa el color?  RGB (3 dimensions)
- Com podem trobar els colors predominants d'una imatge?
- Com podem assignar un nom als colors predominants?

# Projecte 2: Etiquetatge de COLOR

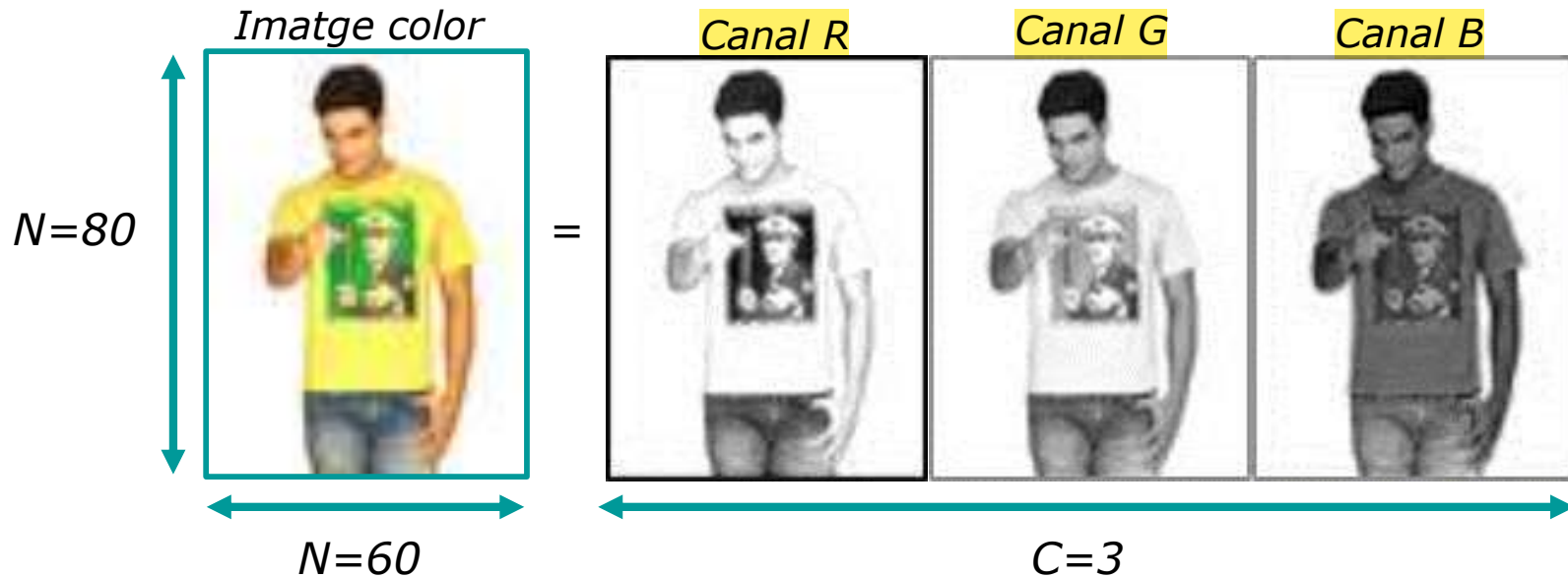
## Com es representa el color?



La resposta està vinculada a **com es representa una imatge?**

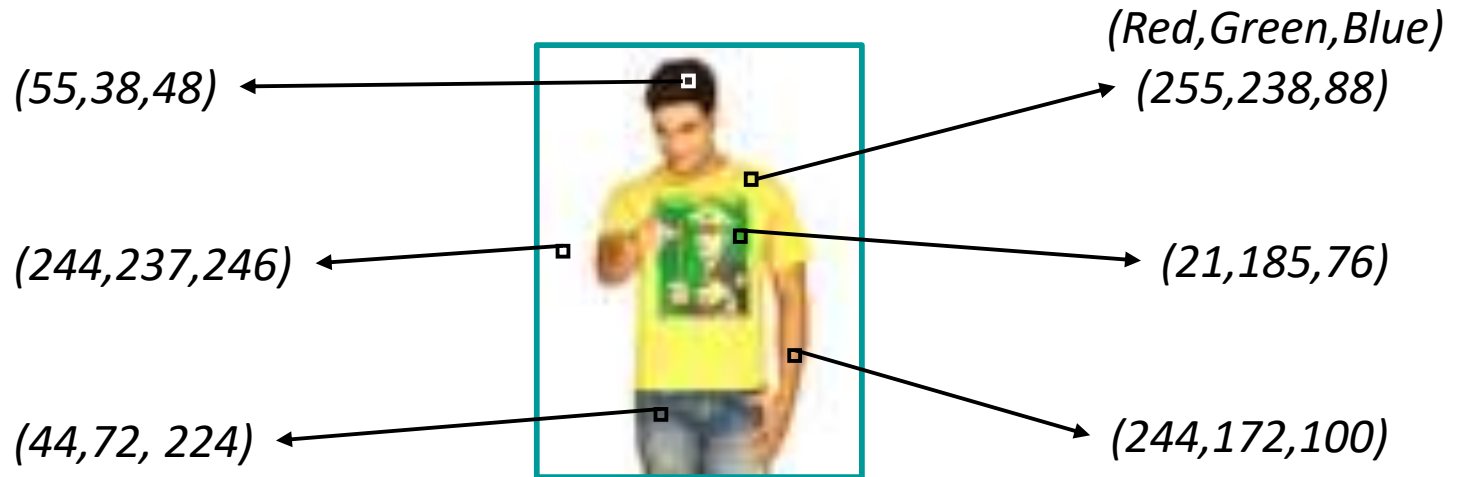
Una imatge en color és una matriu de dimensions:  $N \times M \times C$

**Exemple:** Imatge en color  $80 \times 60 \times 3$  (files x columnes x canals)  
Imatge en nivell de gris  $80 \times 60 \times 1$



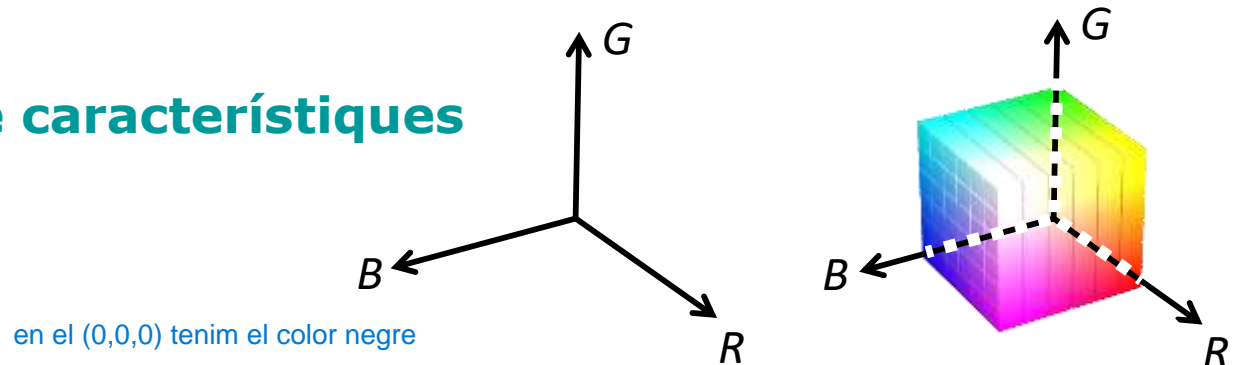
## Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

Mirem-ho a nivell de cada píxel:



Tornem a la pregunta inicial: **Com es representa el color?**

Això és un **espai de característiques** de 3 dimensions





# Projecte 2: Etiquetatge de COLOR

Com podem resoldre el problema d'etiquetar automàticament el color?



**Etiquetes de colors predominants:**

*Yellow, Orange, Blue, Black, Green, White*

## 3 Qüestions:

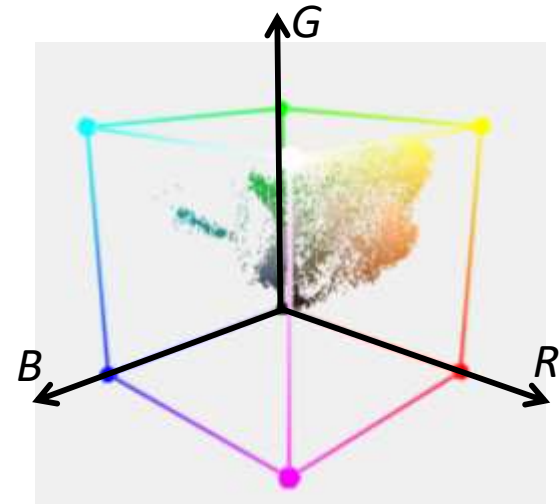
- Com es representa el color? ✓
- Com podem trobar els colors predominants d'una imatge? ↗
- Com podem assignar un nom als colors predominants?

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

Com podem trobar els colors predominants d'una imatge?



Imatge en color ( $N \times M \times 3$ )  
Núm. de píxels = files x columnes



Els colors dels punts són els colors de l'RGB de cada píxel



**Com podem trobar els colors predominants?**

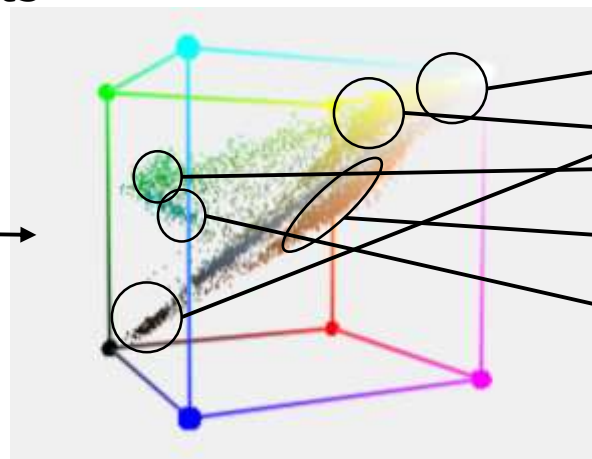
$$X = \begin{pmatrix} x_R^1 & x_G^1 & x_B^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_R^n & x_G^n & x_B^n \end{pmatrix} \begin{matrix} \updownarrow \\ N \times M \\ \text{píxels} \end{matrix}$$

$\longleftrightarrow$   
3 canals

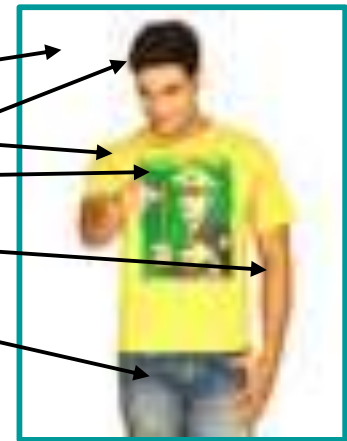
## Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

**Objectiu:** Tenim una mostra de punts en un espai de tres dimensions i necessitem trobar els agrupaments més importants d'aquest núvol de punts

$$X = \begin{pmatrix} x_R^1 & x_G^1 & x_B^1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_R^n & x_G^n & x_B^n \end{pmatrix} \rightarrow$$



Agrupaments  
més importants



Colors  
predominants

**Solució:** Agrupament no supervisat de punts

**Com ho fem?** Algorisme **k-means**

## Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

---

En aquest projecte l'algorisme K-means el treballarem a

Fitxer: `Kmeans.py`

Classe: `Kmeans`

Entrades de la classe `Kmeans`

- `X`: Imatge que volem analitzar.
- `K`: Numero de clústers que utilitzarem
- `options`: Opcions addicionals (mètode d'inicialització de centroides, màxim numero d'iteracions,...)

Primer s'inicialitzaran totes les variables necessàries quan es cridi:

```
Kmeans(X, K=3, options=None)
```

I finalment s'aplicarà l'algorisme que iterarà fins a convergir

```
Kmeans.fit()
```

es guardaran els centroides obtinguts a la variable `centroids`

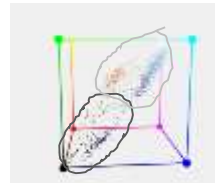
# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

**Exemple:** aplicació del K-means per diferents valors de K

Imatge  
Original



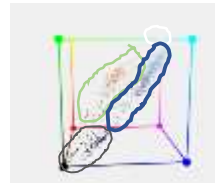
K=2



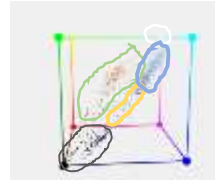
K=3



K=4



K=5



K=6



Píxels assignats  
a cada centroid



**Nota:** Aquesta visualització es fa amb la funció `visualize_k_means()`

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

---

**Problema del k-means:** Quina  $k$  és la millor?

A Teoria hem vist com estimar la millor  $k$  automàticament:

Es pot estimar una **Mesura sobre la qualitat de la classificació**, i estudiar com varia per a diferents números de classes ( $k=2, 3, 4, \dots$ ).

*(Normalment aquest estudi es basa en un anàlisi de la variància de les classes)*

**Alguns estadístics interessants:**

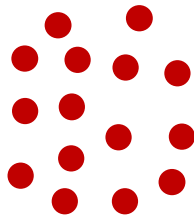
- Distància Intra-class
- Distància Inter-class
- Discriminant de Fisher

**farem servir aquesta!!**

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

## Distància *Intra-class*

Exemple de 2 classes resultants del k-means:



Classe compacta   
*Bona classificació*



Classe No compacta   
*Mala classificació*

RECORDATORI DE TEORIA

**Estimació:** Suma per a totes les classes de la mitjana de les distàncies entre tots els parells de punts d'una classe

$$D(C) = \frac{2}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m \sum_{i=j+1}^m d(\vec{x}^i, \vec{x}^j) : \vec{x}^i, \vec{x}^j \in C, i, j: 1 \dots m$$

$$\sum_{i=1}^k D(C_i)$$

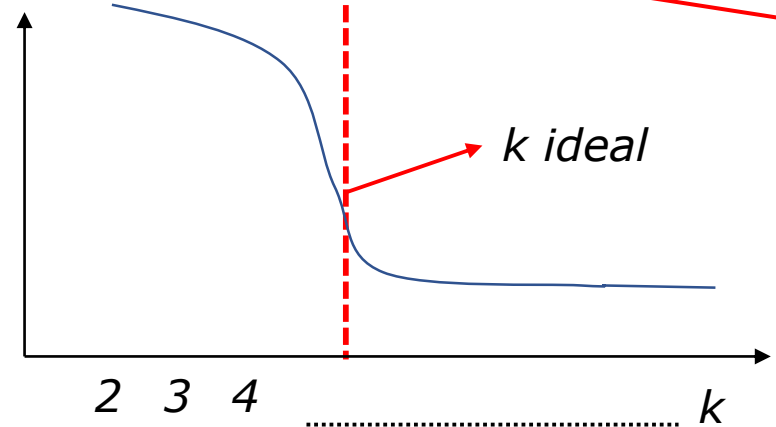


**és bo que sigui petita !!**

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

## Estudi de la Distància *Intra-class*:

*Distància  
Intra-class*



## En el nostre cas:

Donada una imatge

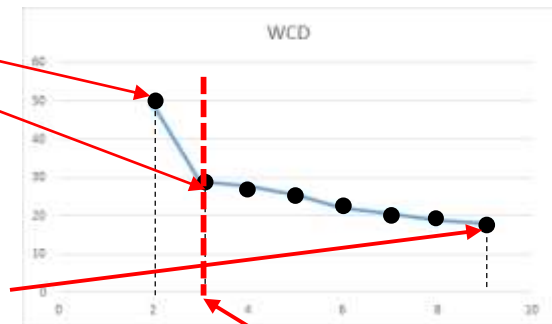


`withinClassDistance()` per  $K=2$

`withinClassDistance()` per  $K=3$

⋮

`withinClassDistance()` per  $K=9$



*k ideal*



# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

## Estudi de la Distància *Intra-class*:

Donada una imatge

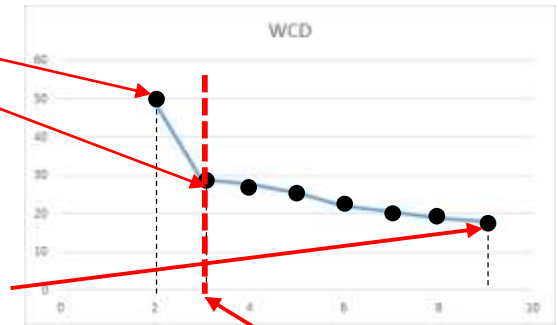


`withinClassDistance()` per  $K=2$

`withinClassDistance()` per  $K=3$

⋮

`withinClassDistance()` per  $K=9$



**Com la podem trobar ?** ←  $k$  ideal

Podem calcular el % de Decrement:

$$\%DEC = 100 \frac{WCD_k}{WCD_{k-1}}$$

Un llindar possible és agafar la  $k$  a partir de la qual

$$100 - \%DEC < 20\% \text{ (exemple)}$$

K	WCD	%DEC	100-%DEC
2	49.09		
3	29.11	59.29	40.71
4	27.95	96.03	3.97
5	25.68	91.86	8.14
6	22.00	85.70	14.30
7	20.61	93.65	6.35
8	18.82	91.31	8.69
9	18.09	96.15	3.85

←  $k$  ideal

←  $< 20\%$

## Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

---

**Problema:** Quina  $k$  és la millor?

Per a calcular distancia intra-class programareu la funció:

```
whitinClassDistance()  
Entrada: self  
Retorna: valor  $WCD$ 
```

Per a seleccionar la millor  $k$  programareu la funció:

```
find_bestK()  
Entrada: self,  $max\_K$   
Actualitza:  $K$ 
```

# Projecte 2: Etiquetatge de COLOR

Com podem resoldre el problema d'etiquetar automàticament el color?



**Etiquetes de colors predominants:**

*Yellow, Orange, Blue, Black, Green, White*

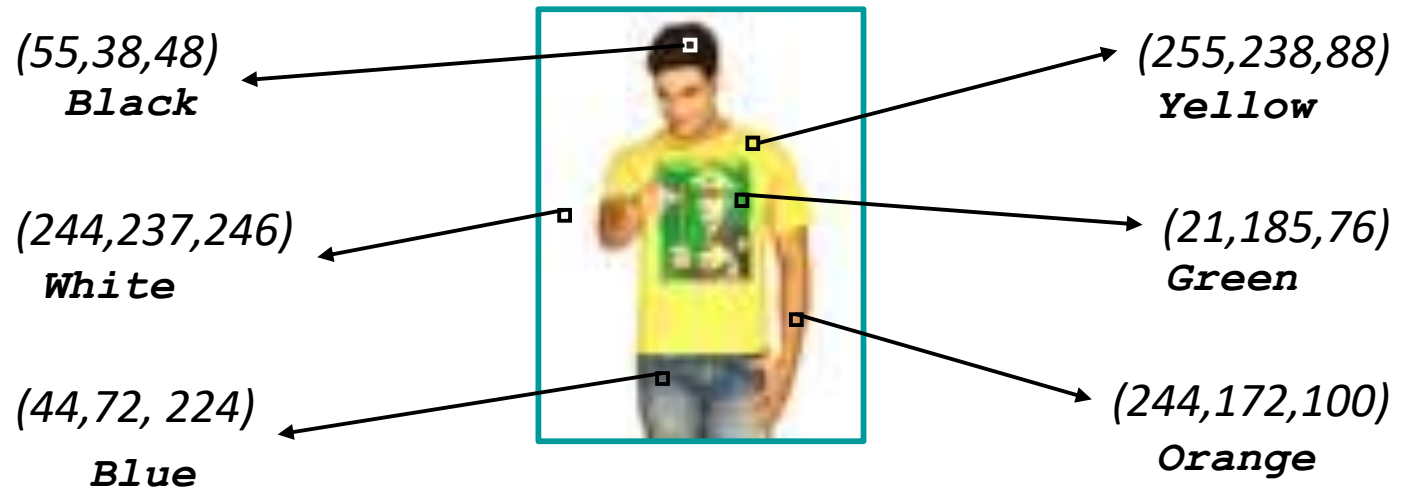
## 3 Qüestions:

- Com es representa el color? ✓
- Com podem trobar els colors predominants d'una imatge? ✓
- Com podem assignar un nom als colors predominants? ↖

## Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

---

Com podem assignar un nom als colors predominants?



**Aquest problema requereix simular  
com els humans perceben el color !!!**

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

Aquest problema ja ha estat resolt de manera **multidisciplinar**:

Experiments en  
**Antropologia**

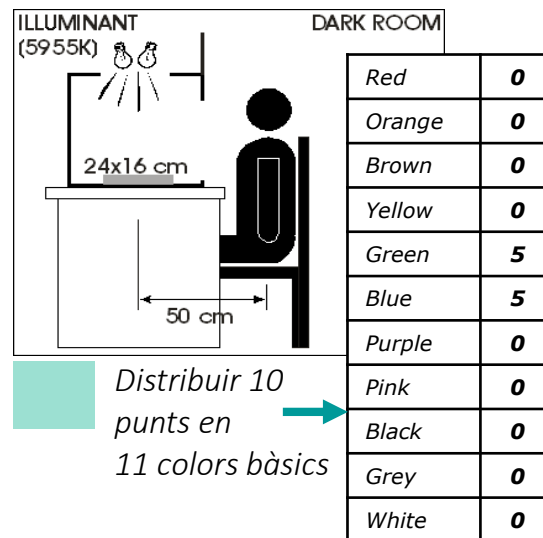
+

Experiments en  
**Psicologia  
Experimental**

+

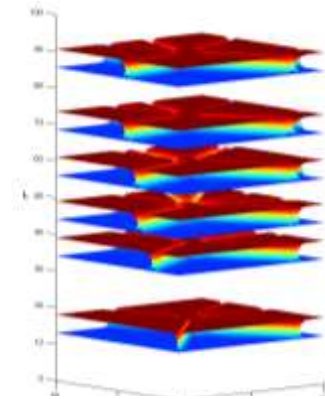
Models  
Matemàtics en  
**Visió Artificial**

*Estudis sobre 78 llengües  
ha demostrat que  
existeixen 11 noms de  
color bàsics universals  
compartits per les  
llengües més  
evolucionades*



Berlin, B., & Kay, P. (1991)  
*Basic color terms: Their  
universality and evolution.*  
Univ of California Press.

R. Benavente, M. Vanrell, R. Baldrich  
(2006) A dataset for fuzzy color  
naming, *Color Research and  
Applications*



$(R, G, B) \rightarrow (P_{Red}, \dots, P_{White})$

Codi disponible a:  
[http://www.cvc.uab.cat/colour\\_naming](http://www.cvc.uab.cat/colour_naming)

R. Benavente, M. Vanrell, R. Baldrich  
(2008)  
*Parametric fuzzy sets for automatic color  
naming, Journal of the OSA.*

**Nosaltres usarem aquest codi!!!**

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

---

## Com podem assignar un nom als colors predominants?

Fent servir els resultats dels treballs anteriors, passarem de l'espai RGB a l'espai dels 11 noms de colors:

$$(R, G, B) \rightarrow (P_{Red}, P_{Orange}, P_{Brown}, P_{Yellow}, P_{Green}, P_{Blue}, P_{Purple}, P_{Pink}, P_{Black}, P_{Grey}, P_{White})$$

per a cada RGB retorna un vector d'**11 probabilitats de que un humà assigni cada un dels noms de color**.

La funció que fa aquesta conversió us la donem programada:

Funció: `get_color_prob()`

Fitxer: `utils.py`

Per assignar etiquetes a tots els colors predominants programareu:

Funció: `get_color()`

Fitxer: `kmeans.py`

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

## Exemple:



centroide



[241, 184, 94]

( R , G , B )

Get\_color\_prob([241, 184, 94])


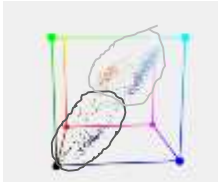



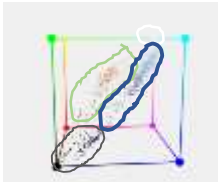





[ 0 , 0.0562 , 0 , 0.943 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 ]  
(Red, Orange, Brown, Yellow, Green, Blue, Purple, Pink, Black, Grey, White)

Probabilitat( (241, 184, 94)=Yellow ) = 0.943

**Màxima**

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de COLOR

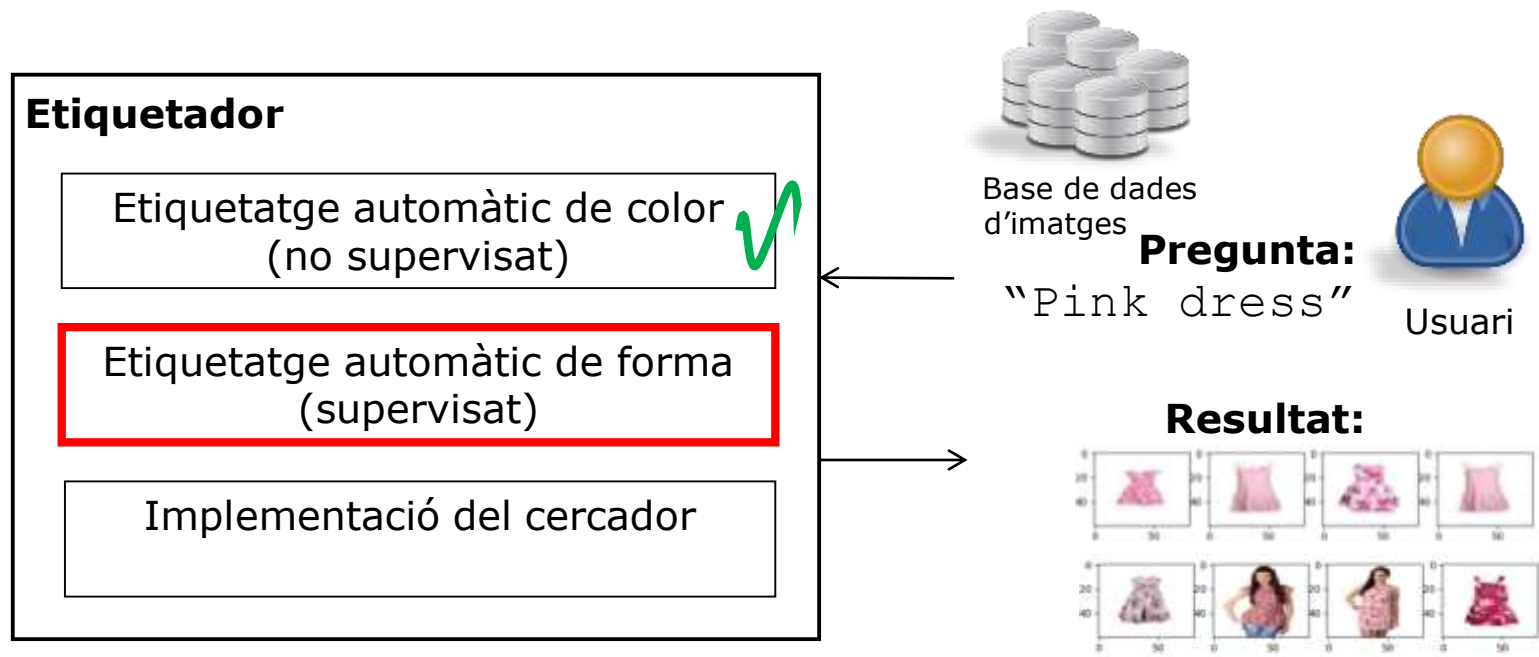
**Exemple:** aplicació de les etiquetes per diferents resultats

Imatge Original		Resultat	Píxels assignats a centroides	Etiquetes dels centroides
	K=2			[Gris, Gris]
	K=3			[Blanc, Gris, Negre]
	K=4			[Blanc, Blau, Taronja, Negre]
	K=5			[Blanc, Blau, Lila Taronja, Negre]
	K=6			[Blanc, Blau, Lila, Marro, Taronja, Negre]



## Projecte 2

**Problemes a resoldre** per fer aquest Etiquetador:



## Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

---

Com podem resoldre el problema d'etiquetar automàticament la roba?




**Etiqueta de forma:**

*Shirt*



### 3 Qüestions:

- Com podem representar la forma de la roba? 
- Com podem aprendre a classificar la roba?
- Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge?

# Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

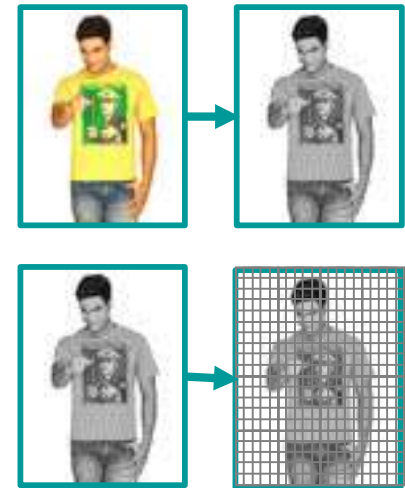
---

## Com podem representar la forma de la roba?

Quin **espai de característiques** podríem fer servir per representar la forma de la roba?

Aquest és un **problema de visió per computador** que com que encara no en sabem prou ho resoldrem de manera molt simple de la següent manera:

- 1) Eliminarem el COLOR, ja que no el necessitem per representar la forma
- 2) Agafarem directament els píxels de la imatges com la característica de cada posició de la imatge.



# Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

## Com podem representar la forma de la roba?

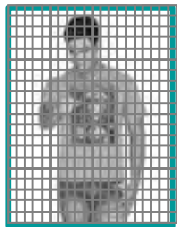
### Extracció de les **característiques d'una imatge**

- 1) Eliminarem el COLOR, ja que no el necessitem per representar la forma

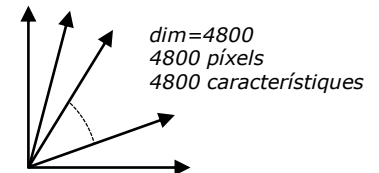
$$(R, G, B) \rightarrow \left( \frac{R + G + B}{3}, \frac{R + G + B}{3}, \frac{R + G + B}{3} \right)$$



- 2) Agafarem directament els píxels de la imatges com la característica de cada posició de la imatge.



$(1, 0, 0.5, \dots, 1) \rightarrow$  vector de 80x60 píxels  
dimensió=4800



## Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

---

Com podem resoldre el problema d'etiquetar automàticament la roba?



**Etiqueta de forma:**

*Shirt*



### 3 Qüestions:

- Com podem representar la forma de la roba? ✓
- Com podem aprendre a classificar la roba? ↖
- Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge?

# Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

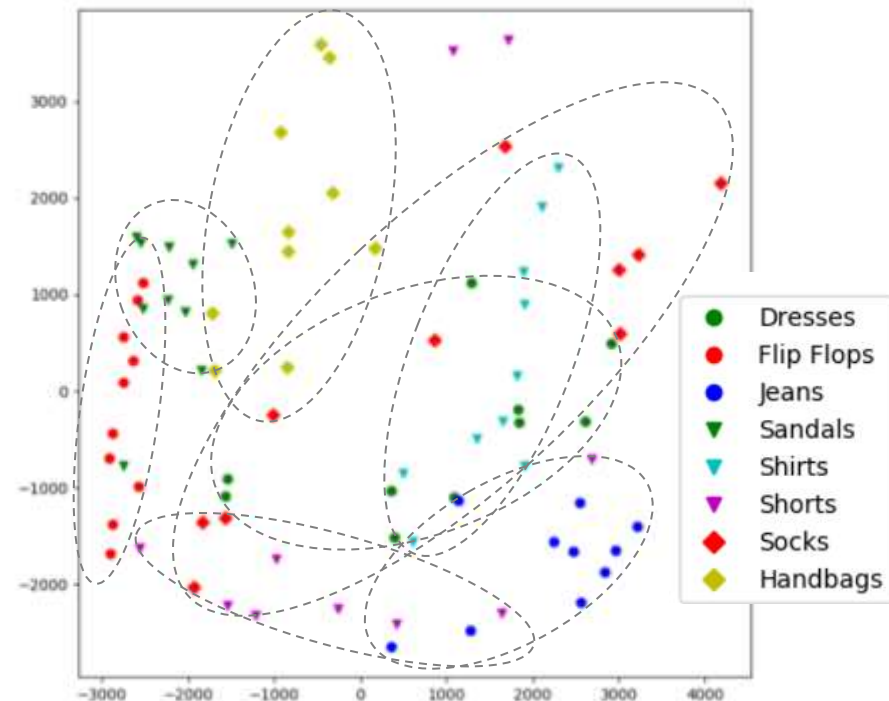
## Com podem aprendre a classificar la roba?

Donada la mostra que farem servir com a conjunt d'aprenentatge podem intentar visualitzar aquest espai de 4800 dimensions a un espai observable de 2 dimensions:

$$X = \begin{pmatrix} x_1^1 & \dots & x_{4800}^1 & C_1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ x_1^{n_1} & \dots & x_{4800}^{n_1} & C_1 \\ x_1^1 & \dots & x_{4800}^1 & C_2 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ x_1^{n_2} & \dots & x_{4800}^{n_2} & C_2 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ x_1^1 & \dots & x_{4800}^1 & C_k \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ x_1^{n_k} & \dots & x_{4800}^{n_k} & C_k \end{pmatrix}$$

Anàlisi en components  
principals (PCA)

*Canvi a la base dels  
vectors propis i agafem  
les 2 primeres dimensions*



**Observació de clústers tot i l'alta  
pèrdua d'informació (4800 a 2)**

# Projecte 2: etiquetatge automàtic de FORMA

## Com podem aprendre a classificar la roba?

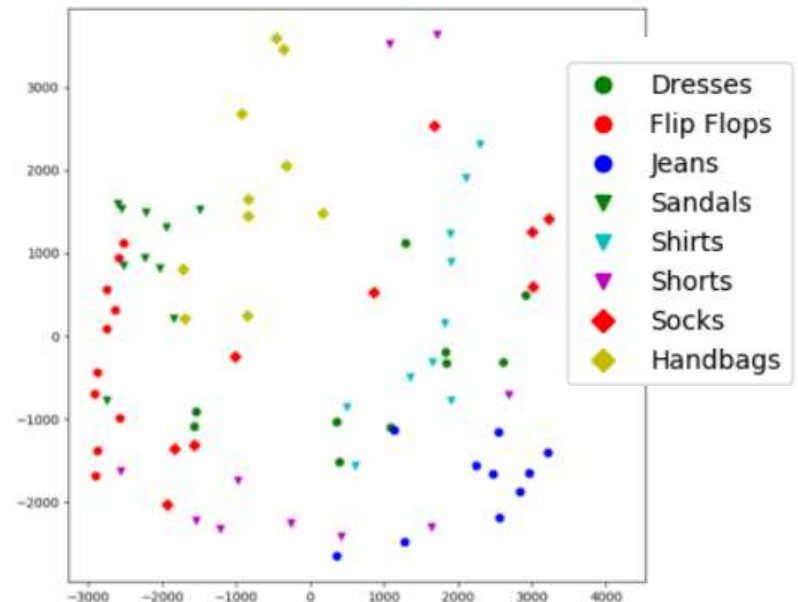
A Teoria hem vist diferents dues famílies de classificadors:

- Classificador lineal
- Classificador no lineal
- Classificador probabilístic

**Quan les dades presenten un model clar (lineal, no-lineal, probabilístic, ...)**

- Classificador del k-veí més proper (KNN)

**Quan no existeix un model clar**



# Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

---

Com podem resoldre el problema d'etiquetar automàticament la roba?



**Etiqueta de forma:**

*Shirt*



## 3 Qüestions:

- Com podem representar la forma de la roba? ✓
- Com podem aprendre a classificar la roba? ✓
- Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge? ↗

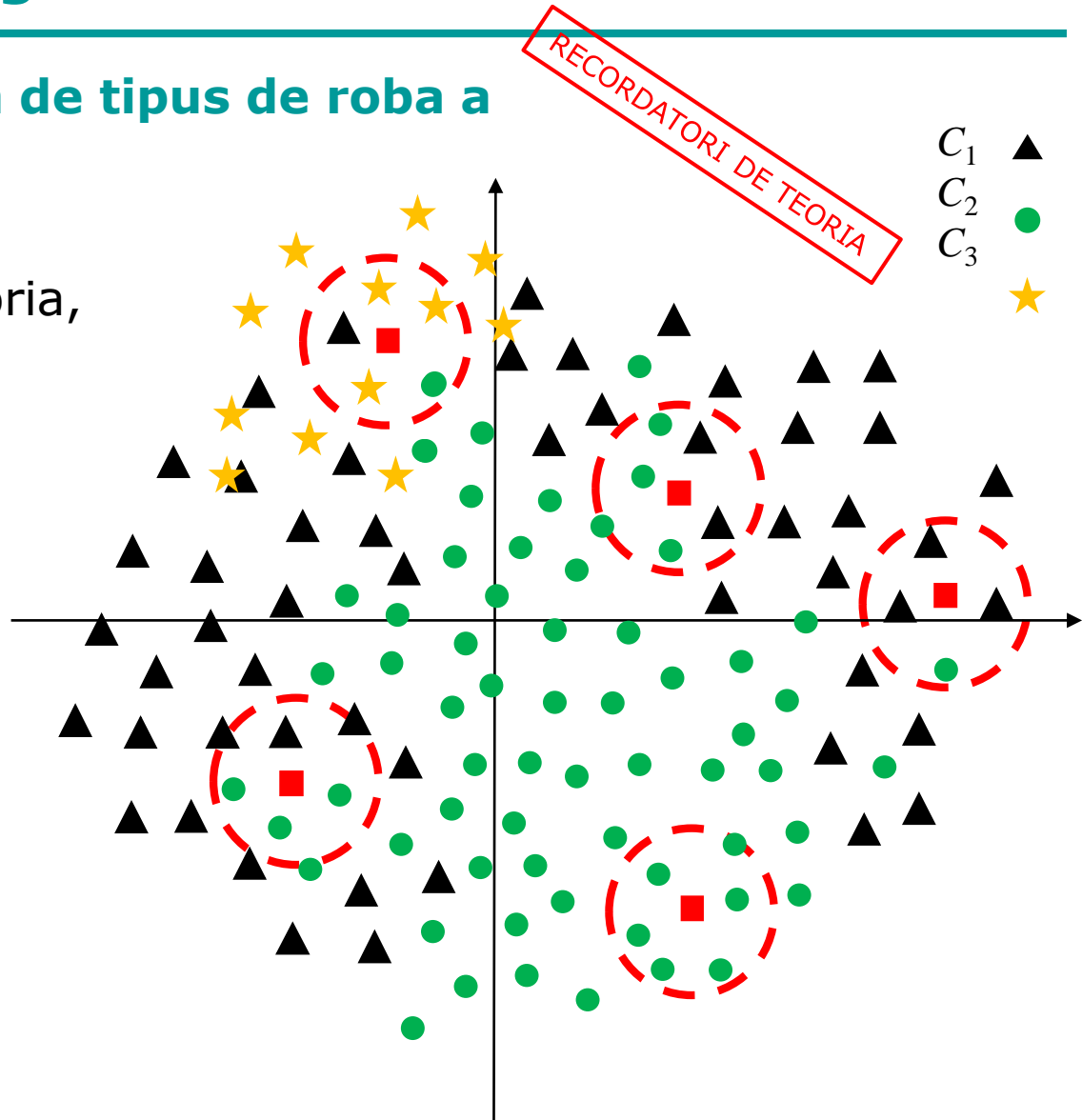


# Projecte 2: etiquetatge automàtic de FORMA

Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge?

**Algorisme K-NN** vist a teoria,

**Idea:** Es basa la decisió en els veïns més propers, considerant a quina classe pertanyen els N-veïns més propers.

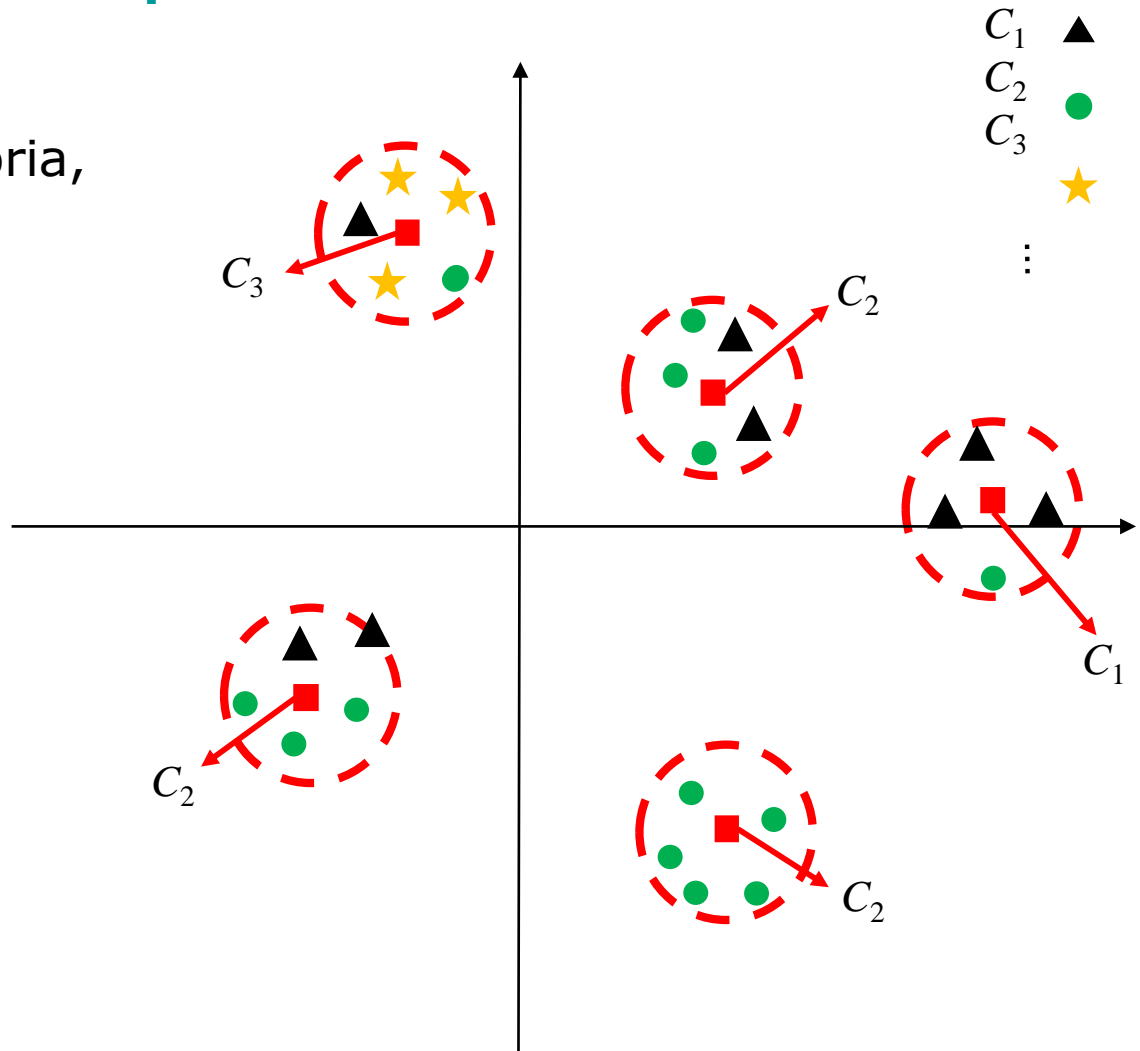


# Projecte 2: etiquetatge automàtic de FORMA

Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge?

**Algorisme K-NN** vist a teoria,

**Idea:** Es basa la decisió en els veïns més propers, considerant a quina classe pertanyen els N-veïns més propers.



# Projecte 2: etiquetatge automàtic de FORMA

Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge?

## Algorisme K-NN

### Funció de decisió

(per classificar  $\vec{y}$ )

```
Per ( $\vec{x}^j \in X$ ) fer  
    Llista = inserir( $[d(\vec{y}, \vec{x}^j), C_j]$ , Llista)  
fPer  
Veins = Primers_k(ordemar_d(Llista))  
Si ( $\text{comptar}(\text{Veins}, C_1) > \text{comptar}(\text{Veins}, C_2)$ )  
     $\vec{y} \in C_1$   
Sinó  
     $\vec{y} \in C_2$   
fSi
```

$$d(\vec{y}, \vec{x}^i) \begin{matrix} \nearrow \\ \nearrow \\ \vdots \\ \searrow \end{matrix} \begin{pmatrix} x_1^1 & \dots & x_{4800}^1 C_1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1^{n_1} & \dots & x_{4800}^{n_1} C_1 \\ x_1^1 & \dots & x_{4800}^1 C_2 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1^{n_2} & \dots & x_{4800}^{n_2} C_2 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1^1 & \dots & x_{4800}^1 C_k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1^{n_k} & \dots & x_{4800}^{n_k} C_k \end{pmatrix}$$

### Exemple:

$$\vec{y} = [1, 1, 1, 0.2, 0.5, 0, 0, 1, \dots, 1]$$



$d=23$

$$[1, 1, 1, 0.1, 0.4, 0.2, 1, 1, \dots, 1]$$



$d=59$

$$[0, 0, 0, 0.7, 0.5, 1, 0, 1, \dots, 1]$$



$d=103$

$$[0, 0, 0, 0.2, 1, 1, 0, 0.4, \dots, 0]$$



## Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

---

Com podem resoldre el problema d'etiquetar automàticament la roba?



**Etiqueta de forma:**

*Shirt*



### 3 Qüestions:

- Com podem representar la forma de la roba? ✓
- Com podem aprendre a classificar la roba? ✓
- Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge? ✓

# Projecte 2: Etiquetatge de FORMA

---

## La resposta a les 3 qüestions en el codi:

- Com podem representar la forma de la roba?

Funció: `read_dataset()`

Directori: `images/train`

Fitxer: `utils_data.py`

- Com podem aprendre a classificar la roba?

Funció: `KNN.__init__()`

Fitxer: `KNN.py`

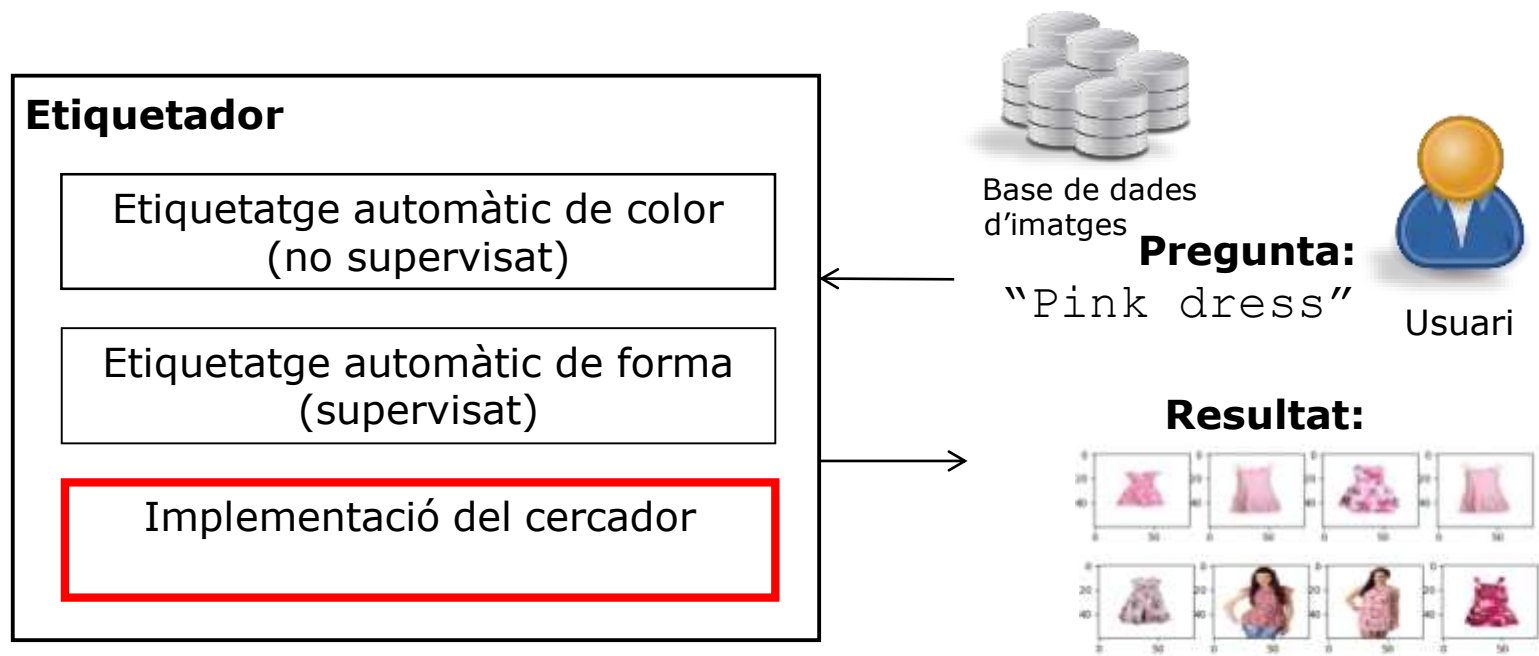
- Com assignem l'etiqueta de tipus de roba a una nova imatge?

Funció: `KNN.predict()`

Fitxer: `KNN.py`

## Projecte 2

**Problemes a resoldre** per fer aquest Etiquetador:



## Projecte 2: Cercador d'imatges

---

### Com implementem un cercador basat en etiquetes de color i forma?

Ja tenim imatges etiquetades amb COLOR i FORMA,

Per fer les cerques amb etiquetes programareu les funcions:

```
Retrieve_img_by_color()
```

```
Retrieve_img_by_class()
```

```
Retrieve_combine()
```

```
Fitxer: my_labeling.py
```

# Projecte 2

---

## Planificació

### **Part 1: PROGRAMACIÓ** Kmeans i color

**Sessió Virtual de seguiment:** Setmana del **27 de Març**

**Entrega:** Què? Exercicis indicats al guió de la Part 1 (GuiaP2\_Part1.pdf)  
Quan? Abans del diumenge **6 d'Abril** a les 23:55h.

### **Part 2: PROGRAMACIÓ** kNN i forma

**Sessió Virtual de seguiment:** Setmana del **17 d'Abril**

**Entrega:** Què? Exercicis indicats al guió de la Part 2 (GuiaP2\_Part2.pdf)  
Quan? Abans del diumenge **2 de Maig** a les 23:55h.

### **Part 3: Anàlisi del Rendiment**

**Sessió Virtual de seguiment:** Setmana del **8 de Maig**

**Entrega:** Què? Informe indicat al guió de la Part 3 (GuiaP2\_Part3.pdf)  
Quan? Abans del diumenge **18 de Maig** a les 23:55h.

### **Presentació ORAL**, explicació de tot el projecte

**Sessió Virtual de seguiment:** Setmana del **22 de Maig**

**Entrega:** Què? Diapositives de la presentació  
Quan? abans del Diumenge **1 de Juny** a les 23:55h.



# Projecte 2

---

## Consells pràctics per a la primera entrega:

- Trobareu els exercicis al fitxer `<GuiaP2_Part1.pdf>` al `cv.uab.cat` Secció>Pràctiques>Projecte2. Aquest document us va guiant en tot el que heu d'anar programant.
- Guardareu totes les funcions al fitxer `<Kmeans.py>`
- Programeu les funcions tal i com s'especifiquen quant als paràmetres d'entrada i el que retorna cada funció.
- L'entrega es farà via CV, entregareu un fitxer que conté totes les funcions que es treballen a la Part 1.
- Aconsellem assistir a la **sessió virtual** de pràctiques **amb els exercicis pràcticament resolts** per poder aprofitar millor la sessió i poder comentar dubtes amb el professor de pràctiques o per poder avançar amb la pràctica.

# Projecte 2

---

## Consells pràctics per a la segona entrega:

- Trobareu els exercicis al fitxer `<GuiaP2_Part2.pdf>` al `cv.uab.cat` Secció>Pràctiques>Projecte2. Aquest document us va guiant en tot el que heu d'anar programant.
- Guardareu totes les funcions al fitxer `<KNN.py>`
- L'entrega es farà via CV, entregareu un fitxer que conté totes les funcions que es treballen a la Part 2.
- Aconsellem assistir a la **sessió virtual** de pràctiques **amb els exercicis pràcticament resolts** per poder aprofitar millor la sessió i poder comentar dubtes amb el professor de pràctiques o per poder avançar amb la pràctica.

# Project 2

---

## Consells pràctics per a la 3a entrega:

- Trobareu els exercicis al fitxer `<GuiaP2_Part3.pdf>` al `cv.uab.cat` Secció>Pràctiques>Projecte2. Aquest document us va guiant ent tot el que heu d'anar programant.
- Guardareu totes les funcions al fitxer `<my_labeling.py>`
- Entregareu al `cv.uab.cat`, els fitxers `Kmeans.py`, `KNN.py`, i `my_labeling.py` amb totes les funcions de tot el projecte, i **l'informe** on explicareu els anàlisis que heu fet i tots els resultats
- Aconsellem assistir a la **sessió virtual** de pràctiques **amb els exercicis pràcticament resolts** per poder aprofitar millor la sessió i poder comentar dubtes amb el professor de pràctiques o per poder avançar amb la pràctica.

# Projecte 2

---

## Consells pràctics per preparar l'Informe i la Presentació Oral:

Ambdós s'haurien d'organitzar de la següent manera:

- **Introducció** (llista de continguts i resum del que s'ha fet diferent)
- **3 anàlisis com a mínim** d'alguna de les parts opcionals que es mencionen a la guia 3. Un anàlisi hauria de contenir el següent:
  - *Breu introducció sobre quin paràmetre fem l'anàlisi*
  - *Comparació del resultat original amb els nous resultats*
  - *Explicació dels resultats (Per que funciona millor? per que funciona pitjor? es més eficient? Podríeu trobar casos on un mètode funcioni millor que l'altre?)*
- **Conclusió**
  - *Principals problemes trobats, què heu après?, què milloraríeu?*

## Possibles paràmetres d'anàlisi:

- Mètode d'inicialització de centroides
- Utilitzar un espai de colors diferent a l'RGB
- Utilitzar diferents valors de K
- Utilitzar diferents mètodes per trobar la millor K (Interclass variance, Fisher,...)
- Utilitzar altres mètodes d'etiquetatge de color (Múltiples etiquetes, introduir nous colors,...)
- Utilitzar diferents característiques per al KNN → Diferents tamanys d'imatge
- Utilitzar diferents característiques per al KNN → Característiques calculades per separat (*Valor mitja de tots els pixels, pixels dreta vs esquerra, superiors vs inferiors,...*)
- ...

## Projecte 2

---

### Avaluació:

***Nota Projecte 2** = 0.75 \* Nota Grup + 0.25 \* Nota Individual*

❖ ***Nota Grup** = 0.6 \* Nota Codi + 0.3 \* Informe + 0.1 \* Presentació Grup*

❖ ***Nota Individual** = 0.5 \* Presentació Individual + 0.5 \* Participació Grupal*