



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat d'Informàtica de Barcelona

Detección automática de equipos de fútbol en imatges



Jesus Molina Roldan
Victor Vidal Rojas Condori

Índice

1. Introducción	3
2. Estudio	3
2.1 Suavizados	3
2.1.1 Filtrado lineal (filtrados basados en máscaras de convolución)	4
2.1.2 Filtrado no lineal	5
2.2 Histogramas de color	5
2.3 Comparación de histogramas	6
2.3.1 Distancia Euclidiana	6
2.3.2 Distancia Chi-Cuadrado	6
2.3.3 KL: Kulback-Leibler divergencia	7
2.3.4 EMD (Earth Movers Distance)	7
3. Algoritmo	7
4. Experimento	9
5. Resultados del experimento.	10
6. Funciones Utilizadas.	13
7. Conclusiones	14

1. Introducción

El trabajo de investigación que presentamos a continuación intenta encontrar, a partir de un estudio de los histogramas de color, una presencia significativa de la camiseta del F. C Barcelona en una imagen.

Para ello, dispondremos de múltiples imágenes de diferente equipos, en total 9 equipos, para analizarlas y poder estudiar el comportamiento de nuestro algoritmo dependiendo de los parámetros que se introducen. Como resultado final, mostrará el porcentaje de aciertos en función de un parámetro de corte llamado “error” .

2. Estudio

2.1 Suavizados

En el procesamiento de imágenes digitales encontramos diferentes técnicas que se pueden realizar con el objetivo de eliminar aquel posible ruido que impide obtener una búsqueda correcta de la información y su estudio.

Dentro de los posibles procesamiento digitales encontramos los suavizados de imagen.

Estos a intentar reducir la cantidad de variaciones de intensidad entre píxeles.

Dentro de los suavizados de imagen podríamos diferenciar dos grandes categorías.

2.1.1 Filtrado lineal (filtrados basados en máscaras de convolución)

Se calcula un nuevo valor en un píxel a partir de los valores vecinos. Dentro de los filtrados lineales podemos encontrar los siguientes:

- Filtrado media.



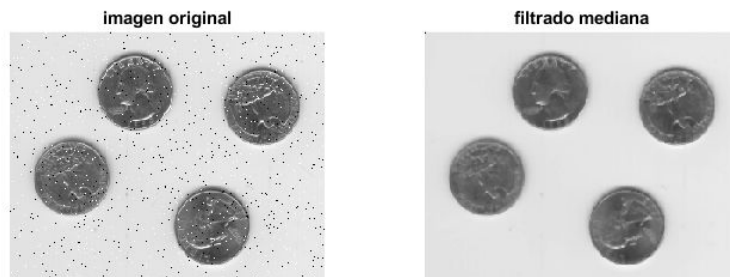
- Filtrado gaussiano.



2.1.2 Filtrado no lineal

Si no satisface los principios de linealidad y superposición entonces se considera filtrado no lineal. Dentro de los filtros lineales podemos encontrar :

- Filtrado media



- Filtrado maximo
- Filtrado minimo

2.2 Histogramas de color

En el campo de procesamiento de imagen y fotografía, un histograma es una representación del número de píxeles que tienen colores en cada una de las listas fijas de rangos de colores, que se extiende sobre el espacio de colores de la imagen, es decir, el conjunto de todos los posibles colores. El histograma de color puede ser construido para cualquier tipo de espacio de color, a pesar de eso los histogramas más usados suelen ser RGB o HSV. El histograma de una imagen, en definitiva, nos da información global y útil para determinar las condiciones de iluminación, hacer transformación, binarizar imágenes y comparar imágenes.

Un histograma de una imagen es producido primero a partir de la discretización de los colores en una imagen en número de grupos (número de bins), y luego se cuenta el número de píxeles de la imagen en cada grupo.

Algunas características de los histogramas son las siguientes:

- No contiene información espacial de la imagen.
- Dos imágenes diferentes pueden coincidir en histograma.
- La imagen no se puede obtener a partir de un histograma.

2.3 Comparación de histogramas

Una de las investigaciones que podemos hacer es la realización de comparaciones de histogramas para poder determinar qué tan similares son. Para ello encontramos diferentes medidas para calcular las distancias entre histogramas. La distancia de los histogramas es una función que dado dos histogramas te devuelve cuán similares son.

Dentro de los histogramas hay dos grupos de medidas, bin to bin y cross-bin. El primer grupo simplemente compara un bin de histograma con el bin correspondiente del otro histograma, en contraposición cross-bin aprovecha los valores adyacentes al bin que corresponde a ser tratado. Dependiendo de la medida de distancia y el número de bins puede dar valores distintos a la hora de comparar que dos imágenes son similares a nivel de color. A continuación explicaremos diferentes medidas de distancia que se suelen usar para comparar histogramas.

2.3.1 Distancia Euclidiana

Es una medida del tipo bin to bin. Posee una complejidad computacional $O(n)$. Cada uno de los bins se pondera de manera igual.

$$d(q, v) = \sum_i (q_i - v_i)^2$$

2.3.2 Distancia Chi-Cuadrado

Es una medida del tipo bin to bin, la cual tiene origen estadístico. Posee una complejidad computacional $O(n)$. Cada uno de los bins se pondera de manera diferente.

$$X^2(x, y) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - y_i)^2}{(x_i + y_i)}$$

2.3.3 KL: Kulback-Leibler divergencia

Es una medida del tipo bin to bin, la cual tiene origen en el área de la teoría de la información. Posee una complejidad computacional $O(n)$.

$$KL(x, y) = \sum_{i=1}^n x_i \log \frac{x_i}{y_i}$$

2.3.4 EMD (Earth Movers Distance)

Es una medida del tipo cross-bin, la cual se define por el coste mínimo que deberíamos pagar por transformar un histograma en el otro. En definitiva es un problema de programación lineal entera. $O(n^3 \log n)$.

$$\begin{aligned} EMD^D(x, y) &= \min_{F=\{F_{ij}\}} \frac{\sum_{i,j} F_{ij} D_{ij}}{\sum_i F_{ij}} \\ \text{s.t. : } &\sum_j F_{ij} \leq x_i \quad \sum_i F_{ij} \leq y_j \\ &\sum_{i,j} F_{ij} = \min(\sum_i x_i, \sum_j y_j) \\ &F_{ij} \geq 0 \end{aligned}$$

3. Algoritmo

El algoritmo que utilizamos para detectar de manera correcta si existe una presencia significativa de camisetas del barcelona es muy parecida a la estrategia “nearest-neighbour”. Los pasos a realizar son los siguientes

1. Seleccionamos previamente las imágenes que nos servirán de modelo para realizar el estudio. Estas imágenes estarán pre procesadas manualmente por nosotros para que los histogramas resultantes sean lo más parecido a un histograma de una camiseta del F.C. Barcelona.

2. Con la imagen a testear, realizaremos los siguientes pasos:
 - La dividimos en diferentes partes, cada parte tendrá como tamaño la altura y anchura de la imagen original dividida por la mitad.
 - Realizamos la normalización de color para hacerlo invariante a cambios de iluminación (dividimos cada componente por $(R+G+B)/3$ en el caso RGB).
 - En el caso RGB seleccionamos las componentes roja y azul, ya que consideramos que son las componentes que más importancia tienen para conseguir el objetivo de encontrar una camiseta del F.C. Barcelona, y con ellas realizamos un histograma 2D de 50x50 bins donde 50 es el valor máximo que puede obtener un pixel en una componente de color (255) dividido entre 5.
 - En el caso HSV, seleccionamos las componentes Hue y Saturation, ya que Value es la iluminación que no nos hace falta en este caso.
 - Una vez dado el histograma, realizamos una normalización para tener los valores entre 0 y 1, y después le aplicamos un filtro gaussiano para que no haya tanta disparidad entre bins vecinos.
3. Realizamos el paso 2 sobre las imágenes de modelo también.
4. Comparamos los histogramas de las imágenes obtenidas del paso 2, con los histogramas de los modelos. En este caso nos quedaremos con la menor distancia que nos encontramos una vez realizadas las comparaciones entre imagen a testear y modelos.
5. Comprobamos si dicha distancia entra dentro del margen que habremos colocado con anterioridad.

Esta comprobación la realizamos por cada imagen a testear y obtendremos un porcentaje de acierto de nuestro algoritmo.

4. Experimento

Para poder perfeccionar el algoritmo haremos diferentes estudios al respecto. Por este motivo, nuestra función está diseñada para ser lo más personalizable posible y facilitarnos la experimentación. Dado los diferentes parámetros de configuración, lo que intentaremos es perfeccionar esos parámetros para poder determinar cuál sería el más conveniente para mostrar como resultado final. Entre los parámetros que podemos configurar tenemos:

- Distancia: Distancia Euclidiana, Distancia Chi-Cuadrado, KL.
- Espacios de color: RGB y HSV. Para realizar el estudio solo trabajaremos con el espacio RG y HS. Eso es debido a la normalización del color, ya que como al normalizar la suma de valores siempre es un número constante (Intensidad), no es necesario trabajar en los tres espacios RGB.
- Número de bins del histograma: a la hora de comparar cronogramas testeamos diferentes números de bins: 25x25, 50x50, 75x75, 100x100. En el caso de hsv como los valores de H y S van entre 0 y 1 entonces multiplicaremos por 256 para que vayan de 0 a 256 y probaremos la misma combinación de bins que en el RGB.
- Base de datos: tendremos diferentes base de datos para estudiar. BASE DE DATOS 1 y BASE DE DATOS 2.

5. Resultados del experimento.

Al empezar la fase de experimentación, hubieron ciertos aspectos que detectamos al instante respecto al número de imágenes que usamos como modelo y la cantidad de bins.

Para empezar, a mas cantidad de imágenes utilizadas como modelo, menor era la distancia que obtengamos lo cual era positivo en el caso de las imágenes del barcelona, sin embargo, esta mejoría era notable en las imágenes de otros equipos lo cual nos hacía colocar el margen de error demasiado bajo, reduciendo el porcentaje de acierto. Por este motivo hemos limitado el número de imágenes de modelo a 3.

Respecto al número de bins, intentamos conseguir una agrupación que impactara lo suficiente en el resultado para justificar su uso y el mejor resultado obtenido fue el uso de 50 bins como se puede observar en la siguiente imagen.

```
i =
  25
ans =
  1
pdd =
  0.178571428571429

i =
  50
ans =
  0.65
pdd =
  0.678571428571429

i =
  75
ans =
  0.275
pdd =
  0.814285714285714

i =
  100
ans =
  0.2
pdd =
  0.853571428571429
```

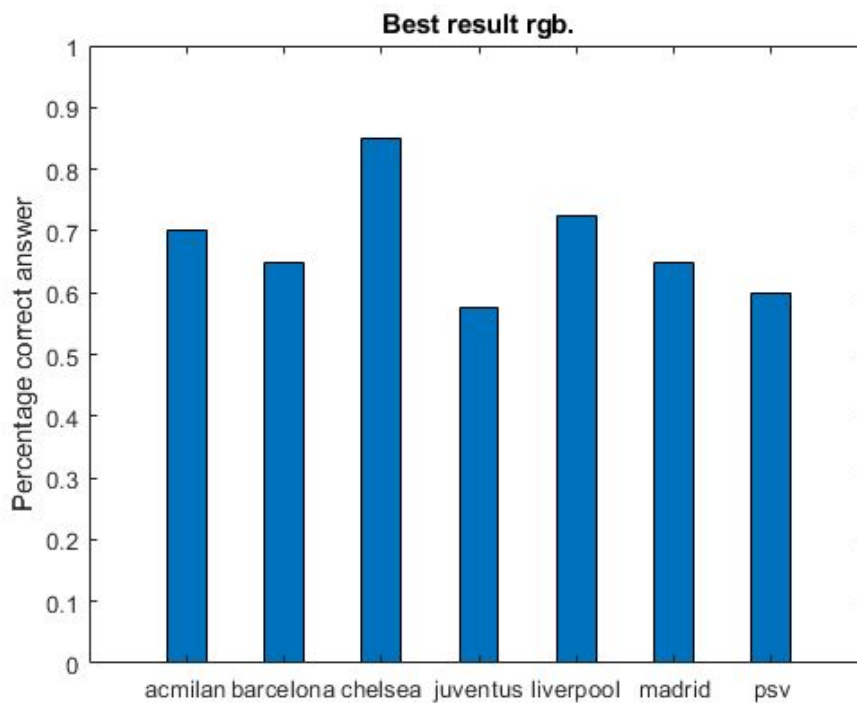
Visión por Computador

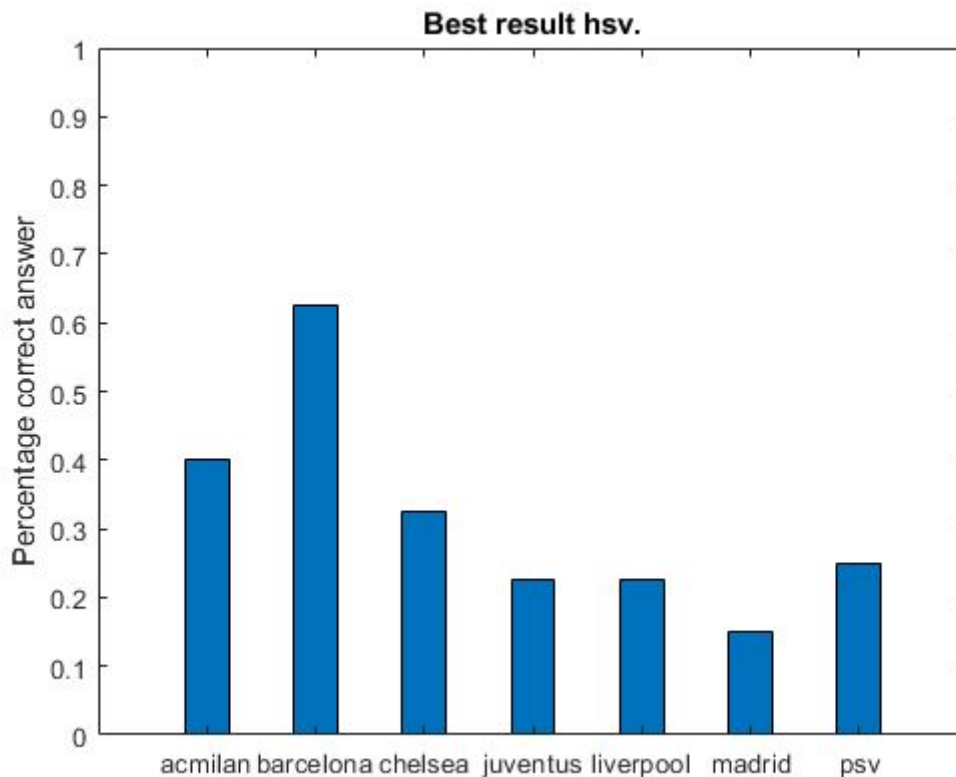
La **i** representa el número de bins utilizados en cada iteración, **ans** es el porcentaje de acierto de camisetas del F.C. Barcelona y **pdd** es el porcentaje de acierto de general, es decir, al probar el algoritmo con camisetas de distintos equipos.

A la hora de escoger el algoritmo para calcular la distancia en histogramas, nos decidimos por Chi-Cuadrado por los siguientes motivos:

- Chi-Cuadrado es un algoritmo más robusto que la distancia euclidiana y el coste era el mismo.
- Para que el cálculo de distancia Kullback-Leibler funcione, es necesario que el segundo histograma no tuviera ningún valor a 0. Debido a que las imágenes de test son diversas, no podemos asegurar esto y decidimos descartar el algoritmo.
- Earth Movers Distance, el más robusto pero también el más costoso en cuanto a recursos se refiere. Descartado por lo anterior.

Por último, comparamos los resultados entre los espacios de color:





Estas gráficas representan los mejores resultados obtenidos por cada espacio de color.

Hay que tener en cuenta que estas gráficas representan el porcentaje de acierto de nuestro algoritmo por equipo, es decir que en el caso del F.C. Barcelona, representa las imágenes que se han detectado correctamente como camisetas del F.C. Barcelona y en el caso de los demás equipos representa el porcentaje de camisetas que han sido descartadas, correctamente, como camisetas que no son del F.C. Barcelona.

Se puede apreciar que con un acierto similar en imágenes que sí contienen camisetas del F.C. Barcelona, difieren demasiado al detectar camisetas de otros equipos.

En resumen, después de diversas pruebas llegamos a la conclusión de que las mejores opciones para nuestro algoritmo son:

- Espacio de color RGB
- 50 bins
- Distancia Chi-Cuadrado

6. Funciones Utilizadas.

experimento(distance, space_color, nbins, BD, error, teams, nimagenes)

Esta función se encarga de realizar los experimentos. Para ello le pasamos distintos parámetros para realizarlo:

- El parametro “**distance**” te permite elegir que tipo de distancia de las tres explicadas puedes introducir.
- En “**space_color**” introduces en que espacio de trabajos quieres realizar el experimento entre rgb y hsv.
- El parámetro **nbins** configura el experimento para que los histogramas del estudio sea de nbins.
- La variable “**BD**” se introduce un valor entero entre 1 y 3 correspondiendo al tipo de base de datos que tenemos disponibles para tener como fuentes de comparación.
- La variable “**error**” es la cota superior de aceptación de manera que si la distancia de los histogramas es inferior al error, consideramos que hay una camiseta del Barcelona.
- “**team**” corresponde a los equipos que queremos para obtener las imágenes de test.
- Finalmente como último parámetro, “**nimagenes**” significa al número de imágenes de test.

distChi(l1,l2)

Dado dos histogramas devuelve la distancia chi entre ellos.

distEuclidean(l1,l2)

Dado dos histogramas devuelve la distancia euclidiana entre ellos.

distKL(l1,l2)

Dado dos histogramas devuelve la distancia KL entre ellos.

getHistoHSV(im, NBINS)

Dada una imagen devuelve el histograma HS con nbins como número de bins del histograma.

getHistoRGB(im,NBINS)

Dada una imagen devuelve el histograma RG con nbins como número de bins del histograma.

7. Conclusiones

Tras los diversos experimentos realizados, no podemos afirmar que el uso único de histogramas de color se un metodo fiable para detectar camisetas de un equipo. Sería necesario complementarlo con otros algoritmos para hacerlo más robusto. No obstante, consideramos que los resultados presentados en el documento son bastantes positivos pese a las limitaciones.