

# Computer Vision

*Detección de ojos rojos*



## Universidad de Granada

Máster Universitario Oficial en Ciencia de Datos e Ingeniería Informática



Alberto Castillo Lamas

[alcasla90@gmail.com](mailto:alcasla90@gmail.com)

El efecto de ojos rojos comúnmente aparece en las fotos en color. Ocurre cuando se usa un flash fotográfico cerca de la lente de la cámara en ambientes de poca luminosidad. El efecto aparece en ojos humanos y de animales que tienen "Tapetum lucidum", una capa de tejido en el ojo inmediatamente detrás de la retina que refleja la luz visible a través de ella aumentando la luz disponible para los fotoreceptores.

Este documento expone el problema del efecto de ojos rojos, centrándose en una solución software para su detección y corrección. Primero se describe las causas de su ocurrencia, después se explica como se identifica el problema, detectamos las zonas donde se produce y procedo a corregirlas. Tras estas secciones para finalizar se expone la experimentación realizada.

## 1 Causas

En las fotografías con flash la luz del flash se produce demasiado rápido para que la pupila se cierre, entonces mucha de la luminosidad del flash para adentro del ojo a través de la pupila, se refleja en el fondo del ojo y sale a través de la pupila. La luz reflejada por el ojo es recogida por la cámara, y la principal causa del color rojo es la amplia cantidad de sangre en el coroide (capa de vasos sanguíneos) que nutre el fondo del ojo y se localiza detrás de la retina.

La cantidad de sangre varía mucho entre los individuos. Gente de piel clara con ojos azules tienen relativamente poca melanina en el fondo del ojo y esto muestra un efecto ojos rojos más fuerte que la gente con piel más oscura con ojos marrones, debido a la absorción de la melanina junto a otros factores.

## 2 Identificación del problema

El primer paso que tengo que dar es identificar el problema al que me enfrento. Este consiste en imágenes digitales a color donde se ha producido el efecto ojos rojos en individuos como personas y animales.

La automatización de esta tarea requiere de dos etapas fundamentales, detección de la zona (ojos), también conocido en el campo de Visión por Computador como segmentación, consiste en la 'separación' o identificación de una o varias zonas que cumplen una serie de criterios. La otra tarea fundamental es, una vez detectada la zona afectada, corregir el efecto de ojos rojos automáticamente. Así se obvia el tedioso proceso para el usuario de seleccionar manualmente la localización de los ojos.

### 2.1 Modelo de color HSV

De forma estandarizada las imágenes tomadas por una cámara en formato digital suelen estar formateadas con una estructura que almacena una mezcla de colores, conocido técnicamente como espacio de color RGB (de rojo, verde y amarillo en inglés) siendo una forma correcta para la representación de imágenes para el ojo humano en la pantallas actuales.

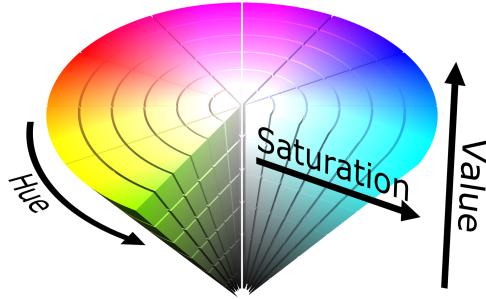
Sin embargo hay más modelos de color, que hacen el trabajo con ciertas características del color más fácil. Un ejemplo de ello es el modelo de color HSV (de Matiz, Saturación y valor según sus siglas en inglés). Cuando se desea elegir un color adecuado para alguna aplicación resulta muy útil la ruleta de color HSV. En ella la matiz se representa por una región circular. Una región triangular puede ser usada para representar la saturación y el valor del color. Normalmente, el eje horizontal del triángulo denota la saturación, mientras que el eje vertical corresponde al valor del color. De este modo, un color puede ser elegido al tomar primero el matiz de una región circular u después seleccionar la saturación y el valor de color deseado de la región triangular como se observa en la figura 1.

## 3 Segmentación

En esta sección se describe como se obtiene la zona afectada que nos interesaría tratar para corregir el efecto de ojos rojos.

La obtención de esta zona se realiza a través de una máscara de tamaño similar al de la imagen que determina qué píxeles serán tratados y cuáles no. El área que busco de los ojos rojos será una

Figure 1: Colores del modelo de color HSV.

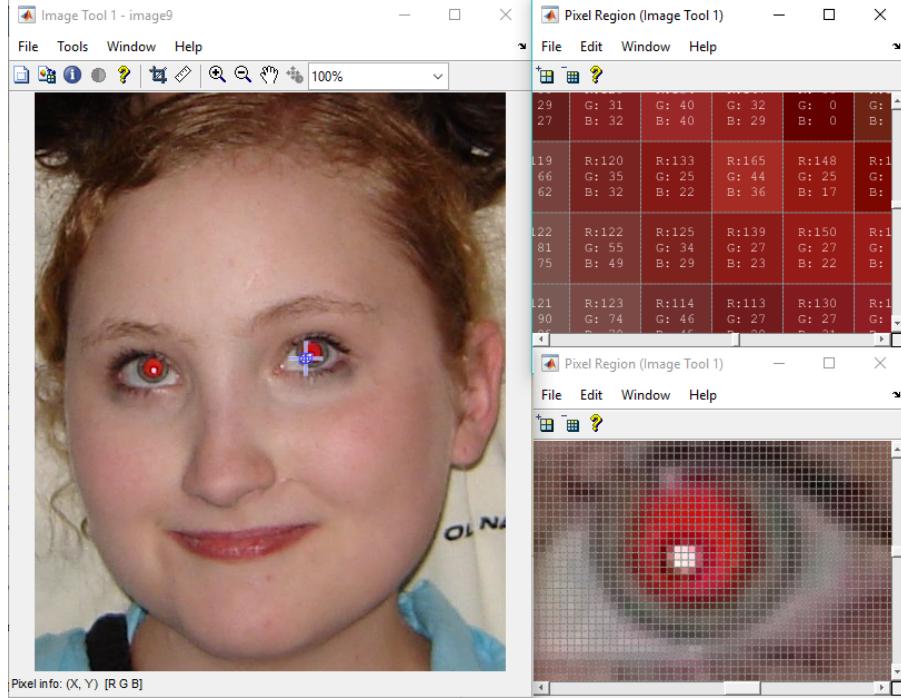


zona con un tono muy fuerte rojo, en la mayoría de imágenes, en otras un naranja también intenso. También poseerá un valor alto de saturación.

### 3.1 Máscara por color

Las áreas que buscamos serán zonas en la imagen con unos valores de color característicos debido al origen artificial de estos, se puede observar en la figura 2

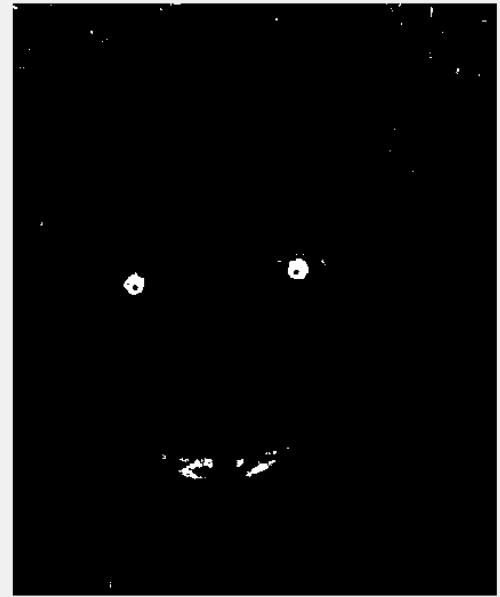
Figure 2: Efecto de ojos rojos en detalle.



Para esta primera aproximación de la máscara se trabajará con los valores de la imagen en el espacio de color HSV para un valor de tono rojo y saturación dado a la función, usualmente funcional para un valor de tono alto y una saturación media-alta.

Durante la prueba con distintos valores tanto de tono como de saturación se observa como la máscara obtenida contenía zonas de píxeles correspondientes a falsos positivos, o en caso de tomar valores altos se excluían zonas de ojos a tratar, por tanto es preferible contener las zonas que se necesitan tratar aunque se incluyan otras que no correspondan, un ejemplo de ello se observa en la figura 3.

Figure 3: Máscara de color obtenida con falsos positivos.



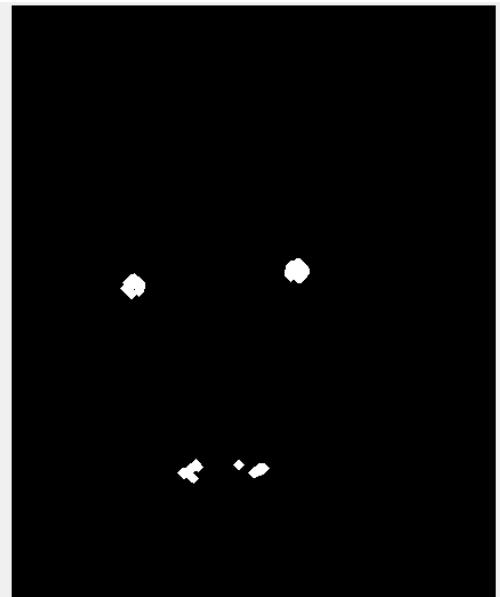
### 3.2 Máscara por morfología (refinamiento)

Se observa en la máscara obtenida en el apartado anterior como en zonas donde hay rojo aparte de los ojos puede tomarse falsos positivos. En el caso de pequeños puntos como en la figura 3, valores de píxeles esparcidos que cumplen con los requisitos de color, o en el caso de áreas extensas debido a objetos cuyo color coincide o se asemeja al rojo del efecto. Objetos como ropa, pelo,...

**Áreas de tamaño reducido** Para la eliminación de estos pequeños puntos se va a aplicar técnicas de morfología. Se aplica un proceso de apertura, erosión y posterior dilatación.

La erosión se realiza con un kernel de forma circular cual áreas buscadas. Este proceso eliminará la mayoría de falsos positivos de área reducida, pero también reduce en tamaño las áreas a detectar de los ojos, debido a esto sigue un proceso de dilatación que hará recuperar el tamaño original de las áreas no eliminadas por erosión. El resultado de este proceso se observa en la figura 4

Figure 4: Máscara de color tras el proceso de apertura.



**Áreas de tamaño extenso** Como se menciona anteriormente pueden quedar zonas de gran extensión, mayores al área de los ojos, que tras el proceso de apertura sigan observándose, como en la figura 5. Como el objeto rodeado sigue al tener un tamaño considerable. Para ello se necesita alguna forma de detectarla y eliminarla.

Figure 5: Máscara de color tras el proceso de apertura donde hay elementos grandes con color similar.



Para la detección de áreas extensas se procede al etiquetado de cada una de las áreas detectadas en la máscara, considerando área un grupo de píxeles conectados. Para cada región detectada se obtiene el área que ocupa, lo que se utilizará para la eliminación de las áreas de gran tamaño.

La eliminación de estas áreas se realizará para aquellas cuya área sea superior a la media de las áreas multiplicado por un índice que se proporciona como parámetro de entrada a la función, aunque con el valor de este índice de 2 por defecto, funciona con la mayor parte de los experimentos llevados a cabo, el resultado se muestra en figura 6 donde el elemento se encontraba donde apunta la flecha.

Figure 6: Máscara de color tras el proceso de apertura donde hay elementos grandes con color similar.



## 4 Corrección del efecto

Una vez detectada el área o las áreas de ojos rojos se debe corregir el efecto sobre la imagen. Para corregir el defecto se ha experimentado con distintas soluciones. Los métodos son similares y trabajan de la misma forma. Trabajando sobre la imagen con el modelo de color RGB, su espacio original, el valor de una o varias bandas de color en los píxeles afectados se modifica. Los métodos para la modificación del color son:

- Anulación banda roja
- Banda roja igual a la media de la azul y verde

- Las tres bandas con la media de los tres valores

Las dos primeras imputaciones producen una alteración de color hacia azules con un tono verdoso, como se ve a la izquierda de la figura, la tercera forma imputando un valor que produce un tono neutro grisáceo, derecha de la figura 7.

Me decanto por el segundo método por la obtención de colores neutrales más similares a los reales.

Figure 7: Resultado de la imputación de valores para la corrección del efecto. A la izquierda resultados similares imputando la banda roja, a la derecha imputación de la media del tono a las tres bandas.



## 5 Experimetación

El índice de calidad introducido intenta realizar una penalización justa sobre los resultados obtenidos tras aplicar el proceso, teniendo en cuenta para ellos las zonas detectadas de forma errónea y el tamaño de la imagen.

$$indice = \frac{\bar{A}*(nreg - 2*ind)}{\#fil(mask)*\#col(mask)}$$

Donde  $\bar{A}$  es el área media de las regiones detectadas,  $nreg$  el número de regiones detectadas,  $ind$  el número de individuos en la imagen, y  $mask$  la máscara aplicada a la imagen.

Este índice penaliza con la media de las áreas un número de áreas detectadas quitando la de los ojos y teniendo el cuenta el tamaño de la imagen.

Se muestra como ejemplo el resultado de las imágenes 8 y 9, con un resultado de 0.00250 y 0 respectivamente. Se observa una ejecución exacta en la segunda imagen, por ello no tiene penalización, mientras que en el primer caso aunque detecta correctamente el efecto de los ojos quedan pequeñas zonas del pelo y se ve ligeramente penalizado al ser pocas y de área pequeña.

Figure 8: Máscara de color tras el proceso de apertura donde hay elementos grandes con color similar.

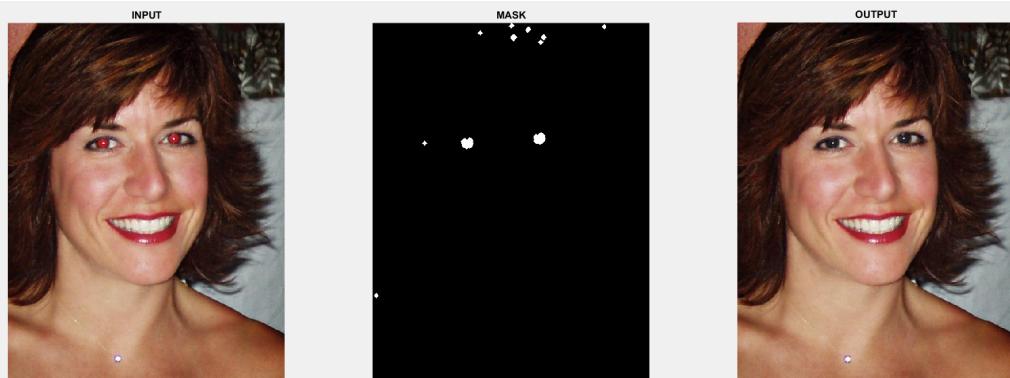
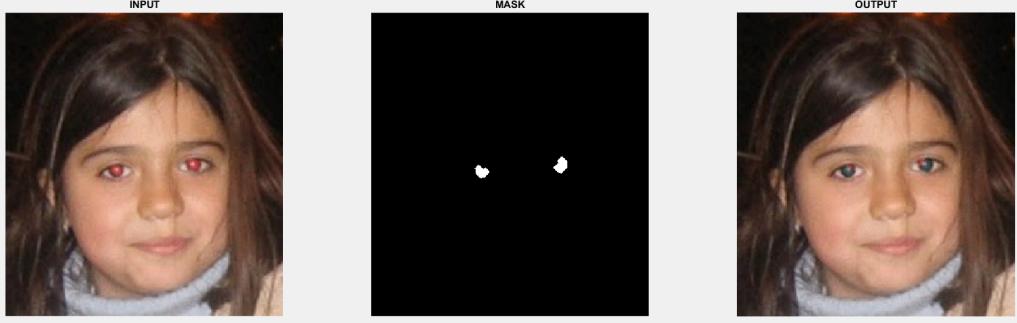


Figure 9: Máscara de color tras el proceso de apertura donde hay elementos grandes con color similar.



El resultado con las imágenes proporcionadas es el que muestre la tabla 1.

Table 1: Características del dataset *pv1math* apreciando tipo, posee valores perdidos, número de valores perdidos, niveles de factor.

Nombre imagen	índice
gato1	0
gato2	0.03315
mosca	0.00892
ojol1	0.00346
ojol2	0
ojol3	0
ojol4	0
ojol5	0
ojol6	0.00140
ojol7	0
ojol8	0
perro	0.00821
pez	0
rana1	0.01105
rana2	0.00515
rana3	0.00772
ojos100	0.00250
ojos101	0
ojos102	0.00361
ojos103	0.01969
ojos104	0.03014
ojos105	0.00589

El índice de las imágenes aporta algunos valores que no corresponden debido a que el algoritmo cuenta con la detección de los ojos pero hay casos donde se hace imposible la corrección del efecto en los ojos.

**Nota:** Las imágenes de la segunda parte de la tabla son imágenes añadidas por mi, se encuentran en el directorio *mis\_ojos\_rojos*.

## 6 Referencias

Towards an automatic redeye effect removal

Mathematical Morphology and Computer Vision

Chapter 10 Image Segmentation

Wikipedia. Red eyes effect

MathWorks. Detecting a Cell Using Image Segmentation

Wikipedia. HSL and HSV