

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

**Ingeniería técnica de telecomunicaciones especializada
en imagen y sonido**



**UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA**



**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA**

**“Técnicas de reducción del color spill
en Chroma Key”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

AUTOR: ERNESTO MANUEL PRIMO BOSCH

DIRECTOR: D.BORJA VIDAL RODRÍGUEZ

GANDIA 2012

ÍNDICE

Capítulo 1-Motivación	
1.1-Objetivos.....	5
Capítulo 2-Introducción al Chroma key	
2.1-Introducción.....	7
2.2-Introducción a la composición en chroma key.....	7
2.3-Historia y evolución de la chroma key.....	8
2.4-Descripción del proceso.....	11
2.5-Materiales y equipos necesarios.....	19
Capítulo 3-Reducción de color	
3.1-Color spill.....	25
3.2-Técnicas para reducir el color spill.Mejora de la iluminación.....	26
3.3-Técnicas para reducir el color spill.Técnicas de postproducción.....	29
3.3.1-Primatte.....	30
3.4-Técnicas para reducir el spill color. Fondos de color variable.....	32
Capítulo 4-Implementación en matlab de una solución para color spill	
4.1-Introducción a la implementación de técnicas para reducir el color spill.....	35
4.2-Método 1.....	38

4.3-Método 2.....	42
4.4-Método 3.....	46
4.5-Combinación método 2 y 3.....	49
4.6-Método 4.....	50
4.7- Comparación de métodos.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54
ANEXO I.....	56
ANEXO II.....	58
ANEXO III.....	60

CAPITULO 1.-MOTIVACIÓN

1.1-OBJETIVOS

Tanto en cine como en televisión se realizan de forma continua composiciones entre distintas fuentes de imagen con el objetivo de dinamizar las producciones o permitir la incorporación de escenarios virtuales. Una forma básica de componer una imagen consiste en el mezclado de dos imágenes. Los primeros sistemas de composición se basaban en realizar fundidos o adiciones de varias imágenes. Posteriormente se desarrollaron los basados en llaves que permitían efectos más avanzados.[Jack07]

Entre los mezclados de llave, tal vez el más común es el Chroma key o también conocido como cromaqui que consiste actualmente en tener un panel, una pared, una lona o cualquier otra zona de color verde o azul, en la que un personaje se ubica delante de ella para realizar una toma de una película, programa de tv o cualquier otra situación mientras una cámara lo capta.[Jack07].Posteriormente en producción mediante procesado se consigue diferenciar el fondo, del personaje para sustituirlo por otra imagen, haciendo una composición o video que haga creer que el personaje se encuentra en un lugar o tiene algo que en realidad no existe, como por ejemplo un plató de noticias virtual, los mapas del tiempo en los telediarios.[www1]

El presente proyecto final de carrera se pretende realizar un estudio sobre la composición de video mediante chroma key y técnicas para mejorar el problema uno de los problemas de esta técnica, el *color spill*. Presentar ciertos conceptos básicos sobre la realización de un chroma key..

La primera parte, que corresponde con el capítulo 2, se centra en primer lugar en hacer una introducción sobre el tema de estudio y, en segundo, profundiza en los fundamentos de un chroma key.

La segunda parte que corresponde con el capítulo 3, se centra en el estudio y revisión de técnicas para la reducción del *color spill* en sistemas de segmentación de video basados en chroma key.

- Búsqueda bibliográfica, revisión de propuestas previas y sistemas comerciales.
- Análisis y estudio de prestaciones de las técnicas.

La cuarta parte, que corresponde con el capítulo 4, se centra en la Implementación en MATLAB y evaluación de prestaciones de las técnicas propuestas.

- Implementación en MATLAB y evaluación de resultados

Por último se hace una breve conclusión de los aspectos descritos en el documento.

CAPITULO 2.-INTRODUCCIÓN AL CHROMA KEY

2.1-INTRODUCCIÓN

En los últimos años el cine ha demostrado avanzar a una velocidad muy alta, pasando a estar al servicio de ordenadores y cámaras muy potentes y por lo tanto siendo fundamental los escenarios virtuales, debido a que las películas han pasado a tener cada vez mas peso en el cine los efectos especiales.

Actualmente en la industria cinematográfica es fundamental tener la capacidad de crear realidades que no existan enfrente de la cámara, lo ideal sería que todo pareciera tan perfecto que los espectadores no notasen que fue creado con efectos especiales.[www1]

Por tanto, la mayoría de los efectos especiales se deben realizar de tal manera que parezcan totalmente reales, las películas son siempre irreales, pero esta irrealidad debe ser convincente y no despertar sospechas en los espectadores. En conclusión decimos que se persigue la creación de efectos visuales que transmitan sensación de realidad, de la manera más sencilla y con el menor coste. Esto se persigue, por ejemplo, para la creación de lugares en los que será muy difícil rodar por diversos problemas o interactuar con personajes ficticios, consiguiendo que la ciencia ficción resulte menos costosa y dar un alto nivel de realismo.[Jack07]

2.2-INTRODUCCIÓN A LA COMPOSICIÓN EN CHROMA KEY

Para conseguir que toda esta irrealidad sea totalmente creíble y conseguir todos estos efectos y escenarios virtuales utilizamos la técnica de la composición, que es el arte de crear elementos de imágenes separadas para, posteriormente combinarlas de tal manera que parezcan una sola imagen nueva. Normalmente esta imagen no podría crearse de otra manera, como por ejemplo combinar personajes de carne y hueso con personajes animados.[www3]

Durante la segunda mitad del siglo XX, esta técnica pasó de ser una curiosidad de algunas producciones a ser básica en el negocio de la producción de películas, hasta tal punto que la tecnología se usa en todo tipo de lugares, incluso en aquellos en los que uno menos se imagina como puede ser la replicación de multitudes o la adición de elementos.[Jack07]

Dentro de la técnica de la composición, la forma mas conocida de crearla es el *chroma key* (figura 1) [Jack07], que es una técnica audiovisual utilizada ampliamente tanto en cine y televisión como en fotografía, que consiste en la sustitución de un fondo por otro mediante un equipo especializado o un ordenador, es decir, un proceso electrónico que combina las señales de salida de dos o más cámaras entre si y/o con otras fuentes externas obteniendo como resultado una mezcla uniforme y visualmente indetectable.[www1][www2]



Figura 1-Ejemplo de chroma key

Es decir, básicamente se trata de superponer dos fuentes de imágenes, sustituyendo los píxeles de un determinado color en una de las fuentes, concretamente en el *foreground*. Así en la zona donde este ese color se pueda observar la otra fuente. La imagen llave es la que se usa para decidir que píxeles se deben substituir *background*.[\[www3\]](#)

Aunque los dos nombres más comunes con los que se conoce a la técnica que nos ocupa son fondo azul (*blue screen* en inglés) y Croma key (*Chroma Key* en inglés) también podemos referirnos a ella como pantalla azul, “Cromaquí” o superposición por separación de colores.[\[www4\]](#)

2.3-HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL CHROMA KEY

Según el diccionario del *British Kinematograph* [\[www5\]](#) ,Croma (*Chroma*) es el componente de la señal de vídeo que lleva la información del color y, por extensión, el grado o nivel de saturación del color.

Así pues el término chroma key significa, literalmente, llave de color aunque si queremos dar una definición más explicativa y exacta tendremos que referirnos a él como:

“Un proceso electrónico que combina las señales de salida de dos o más cámaras entre si y/o con otras fuentes externas (Entre estas fuentes externas tenemos elementos como los escáners de filmación, las trucas, las pinturas mate y los que hoy por hoy son los elementos más versátiles, los ordenadores)

obteniendo como resultado una mezcla uniforme y visualmente indetectable.” [www6]

Aunque para situarnos en la importancia que tiene hoy en día *croma key* en el cine será fundamental indagar un poco en su historia y su evolución.

Para llegar el *chroma key* que hoy se conoce muchas han sido las evoluciones que esta técnica ha tenido que sufrir. Por ejemplo grabar tarjetas impresas o pintadas por separado para luego unir las manualmente a los fotogramas necesarios, era un trabajo laborioso y muy costoso puesto que era totalmente manual.[www6]

El primer "paso" de esta técnica se dio en el campo de la fotografía y en concreto en 1920 cuando C. Dodge Dunning [www7] patentó un sistema al que llamó *Dunning Travelling Matte* (figura 2) (Algunos autores se refieren a él como *Bi Pack Camera*). Dicho sistema se componía, básicamente, de un negativo virgen y de un positivo entintado con color naranja. Durante la "sesión" los actores (o en su caso la acción) se iluminaban con luz naranja contra un fondo blanco iluminado con luz azul de modo que actuaban como "mascarilla viviente" para la acción de fondo. [www7]

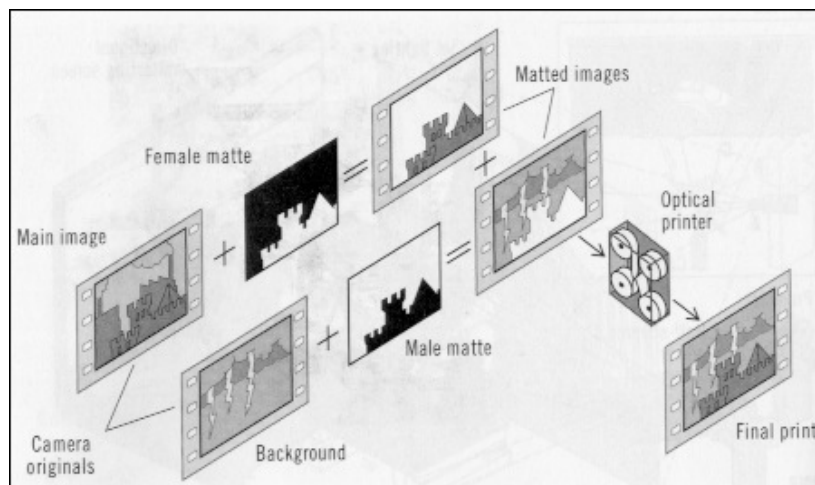


Figura 2-*Dunning Travelling Matte*[www7]

Este sistema consiste en captar las dos imágenes (*background* y *foreground*) y obtener la máscara de la zona deseada para luego unir las mediante una impresora óptica.

Para el cine, se utilizaba el *travelling matte* un proceso complejo y lento, antes de la composición digital.

Posteriormente en la década de 1930 determinados estudios como *RKO radio Pictures* desarrollaron para el cine el *travelling matte* y se utilizaba para crear efectos especiales en películas, algunas se hicieron muy famosas por esto como "El ladrón de Bagdad"(1940).

En *RKO, Linwood Dunn* utilizaba un *travelling matte* para crear transiciones en películas como “Volando hacia Río de Janeiro” (1933).

Aunque el crédito para el desarrollo de la pantalla azul se da a Larry Butler, quien ganó el Premio de la Academia para los efectos especiales por “El ladrón de Bagdad”. Había inventado la *chroma key* y la técnica *travelling matte* a fin de lograr los efectos visuales que no tenían precedentes en 1940. También fue el primero que creó efectos especiales en Technicolor, que no estaba apenas desarrollada en ese momento.

En 1950, la compañía *Warner Brothers* junto con un ex-empleado de Kodak que era Arthur Widmer empezaron a desarrollar técnicas para mejorar el *chroma key*. Una de las primeras películas que se benefició de estas mejoras fue la adaptación de 1958 de la novela de Ernest Hemingway, “El viejo y el mar”, protagonizada por Spencer Tracy.

Durante la década de 1980, llegaron las primeras grandes incursiones en el actual *chroma key* con los miniordenadores, que se utilizaron para “El Imperio Contraataca” (Richard Edlund), esta tecnología aceleró considerablemente el proceso lo que suponía un considerable ahorro. Gracias a esto Edlund recibió un premio especial de la Academia por su innovación.

Este gran cambio vino propiciado por la gran desventaja de los *traditional travelling matte*: la dificultad de sincronizar el disparo de las imágenes.[www7]

También Petro Vlahos fue galardonado con un Oscar por su desarrollo de este tipo de técnicas[www8]. Su técnica aprovecha el hecho de que la mayoría de los objetos en escenas del mundo real tienen un color cuyo componente de azul es similar en intensidad a su componente de color verde. Petro estaba ayudado por Zbigniew Rybczynski que también contribuyó al desarrollo de las *chroma keys*.

En esta época algunas de las películas, como “*Star Trek: The Next generation*” según la propuesta de Don Lee, de la CEI y desarrollado por Gary Hutzel, hacen un uso intensivo de *chroma key* para agregar fondos que son construidos en su totalidad con imágenes generadas por ordenador (CGI). Además también innovaron haciendo que actuaciones de diferentes tomas se pueden mezclar, lo que permite a los actores ser filmados por separado y luego se colocan juntos en la misma escena.

Las cosas han avanzado mucho y el uso de los ordenadores y, más recientemente, la filmación digital hacen que todo el proceso se realice de modo más directo y con mejores prestaciones. Aunque, si nos fijamos la tecnología y la técnica han evolucionado mucho pero la base sigue siendo la misma, combinar dos imágenes grabadas o editadas en un lugar y tiempo diferente.

[www6]

2.4-DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación, sabiendo que un *chroma-key* es una técnica para combinar dos imágenes sustituyendo un color de una de las imágenes de forma que releve por otra imagen, vamos a resumir un poco determinadas maneras de realizar un *chroma key* que sería como hacer transparente un color para dejar ver otra imagen que hubiera detrás.

En primer lugar haremos una pequeña descripción básica de uno de los procesos en los que la clave está en el sistema de grabación que no solo trabaja con dos fuentes distintas, una primaria y otra secundaria, sino que posee un dispositivo electrónico capaz de detectar la señal de un determinado color, generalmente el azul, actuando como sigue:

Si no recibe señal de color azul graba tomando como origen la fuente primaria. Si recibe señal de color azul desconecta la grabación que está efectuando de la fuente primaria e inserta en su lugar la fuente secundaria.

Evidentemente, cuanto mayor sea la capacidad del dispositivo para desconectar las zonas de azul sin afectar al resto de gamas cromáticas, sobretodo las más próximas a este, mayor será la calidad del producto final. En nuestro caso utilizaremos un fondo de color verde y los cambios de tonalidad podrán llegar a producir colores próximos al negro. [www5]

Para que el proceso se entienda aun mejor pondremos un ejemplo con escena de *Star wars*. En ella tenemos:

- Como fuente primaria una filmación en la que los actores ruedan en un decorado cuyas ventanas están cubiertas por un fondo azul (figura 3).



Figura 3-fuente primaria

- Como fuente secundaria una pintura mate digital que muestra una imagen panorámica de *Coruscant* (figura 4).



Figura 4-fuente secundaria

Aunque habría que llamarlo fondo generado por ordenador se le sigue llamando pintura mate como "homenaje" a los artesanos que comenzaron esta técnica "tirando" de pincel.

En la composición final el sistema de grabación detectará la presencia del azul en los huecos de las ventanas y en esa zona desconectará la fuente primaria (filmación con actores) y colocará la secundaria (pintura mate). Como resultado de esta acción se obtendrá una combinación de ambas fuentes de modo que donde había decorado y actores permanecerán estos y donde teníamos fondo azul ahora tendremos la pintura mate digital (figura 5). [www5]



Figura 5-composición final

Los efectos de key se clasifican en dos grupos:

- 1) Luminancia key (Luma key)
- 2) Color key (Chroma key)

Como ya se conoce, la Luminancia (Y) es la parte de la señal eléctrica de vídeo que contiene la información de blanco, grises y negro de la escena y que utilizan los televisores blanco y negro para mostrar las imágenes.

La segmentación de video mediante luminancia se realiza teniendo como referencia la luminancia del vídeo que actúa como llave o fuente de *key* y no sobre su color. Es muy importante distinguir claramente la diferencia entre utilizar una referencia de luminancia a una de color.

Una vez determinada la imagen que será fuente de *key*, se efectúa un ajuste de recorte mediante controles que normalmente vienen incluidos en los mezcladores de efectos.

Por otra parte la segmentación mediante Crominancia (*Chroma Key*) considera el "color" de la imagen fuente de *key*, y lo recorta para mostrar la imagen base. Evidentemente cualquier imagen puede utilizarse como fuente de *key*, lo normal es que la imagen a utilizar tenga las características adecuadas para efectuar el recorte, donde la parte que se quiere eliminar (hacer transparente) tenga un color uniforme (normalmente azul o verde) y la parte que se quiere mantener tenga colores distintos al anterior para que el sistema pueda distinguir lo mas precisamente posible entre lo transparente y lo opaco.[www7]

El código implementado en Matlab usado para realizar el proceso de la *chroma key* se muestra en el Anexo I

Esta demostración la haremos en matlab (es un programa que realiza cálculos numéricos con vectores y matrices). A continuación podemos ver con imágenes el resultado final:



Figura 6-Foreground

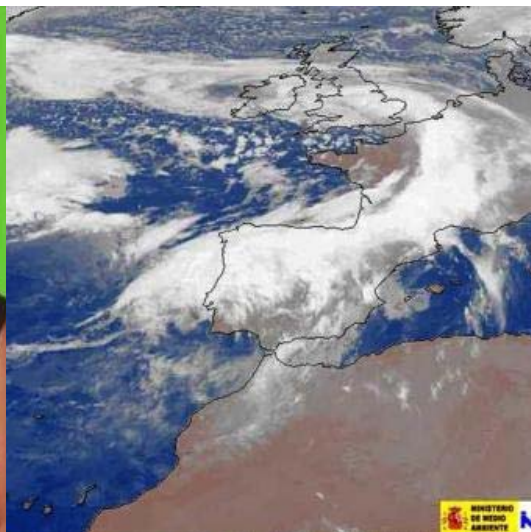


Figura 7-Background



Figura 8-imagen obtenida del chroma key

Hay muchas formas de realizar este procesado. Por ejemplo, en el Anexo II se muestra otra implementación alternativa basada en la propiedad de Matlab para trabajar de forma más eficiente directamente sobre matrices.

Para ello necesitamos dos imágenes que una nos sirva como fondo y otra como imagen de primer plano (*background y foreground*).[www9]



Figura 9-*background*



Figura 10 -*foreground*

Cuyo resultado será:



Figura 11-composición,realizada a partir de las figuras 9 y 10 y cuyo algoritmo está descrito en el Anexo II

Estos algoritmos se basan en el caso más sencillo de una imagen estática ya que el objetivo del proyecto es estudiar la reducción del *color spill* .En el caso de una señal de vídeo habría que repetir el proceso para cada imagen de la secuencia de vídeo.

Básicamente la *chroma key* separa el *foreground* y el *background* mediante una máscara (canal alfa) cuyos valores serían 0 (blanco) para el *background* y 1 (negro) para el *foreground* que se desea conservar.

Gráficamente se vería de la siguiente forma:

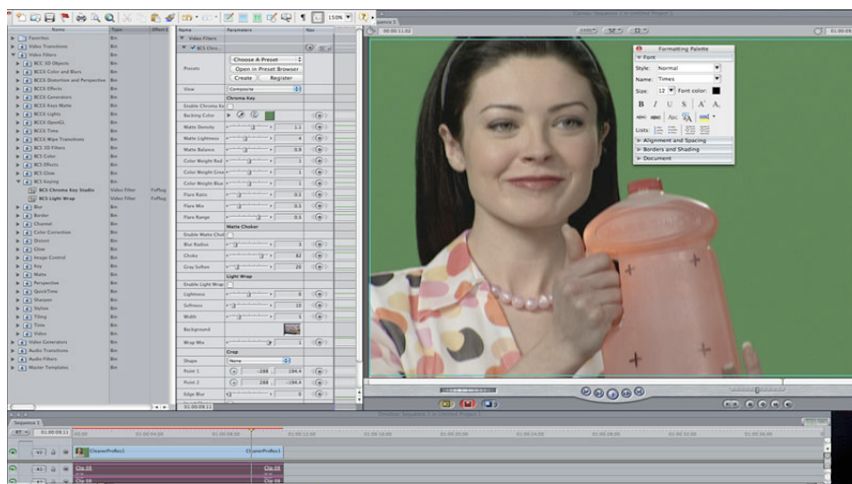


Figura 12-Imagen foreground

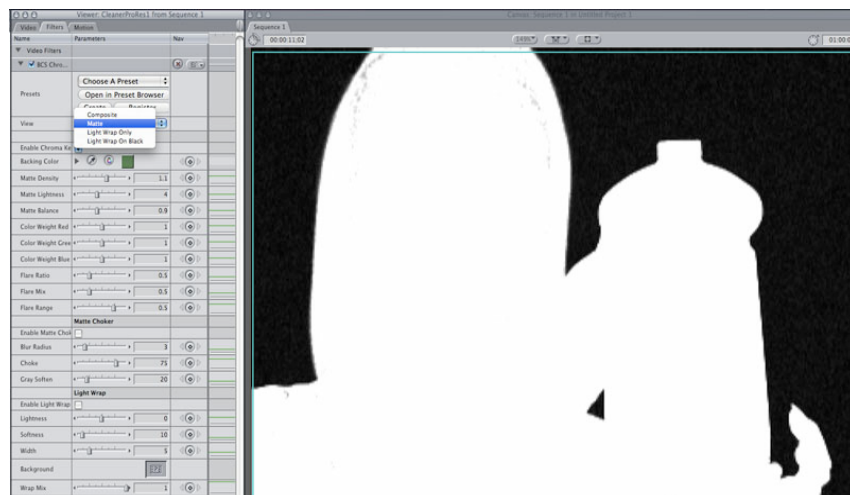


Figura 13-Canal alpha(matte)

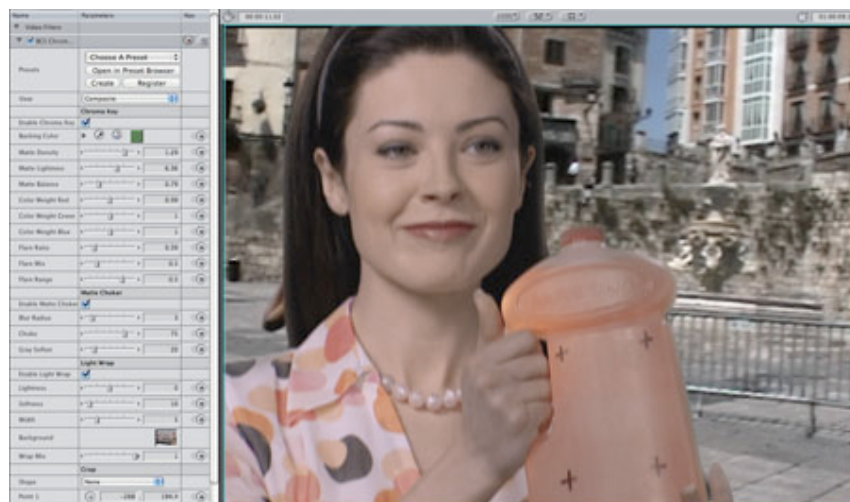


Figura 14-Composición final

Desde el punto de vista más riguroso, es posible hacer un análisis matemático del problema. Petro Vhalos, uno de los pioneros de los efectos especiales de Hollywood definió el problema por primera vez [www7] y encontró soluciones aplicables en el cine y luego en el video. Su solución la implementaba un equipo, un equipo común para el estudio moderno de video, llamado *ultimatte*, por el cual fue honrado en 1995 con un oscar

El problema se puede plantear formalmente de la siguiente forma [Gru0 2]. El color de cada punto (C) de una imagen compuesta será una función del color del *foreground* C_f y del color del nuevo *background* C_b [Gru 02]

$$C = [R \ G \ B \ \alpha]$$

Dicha fórmula se aplicara a cada punto, a cada pixel de la imagen a tratar.

Los subíndices f y g siempre indicarán *foreground* y *background*

Como se puede ver el valor de color de cada pixel esta compuesto por rojo(R), verde(G), azul(B) y una cuarta componente alfa que multiplicara a cada componente de color. Cada coordenada estará entre 0 y 1.

También tenemos que tener en cuenta que con C_f y C_b en los puntos correspondientes y sabiendo que C_k es un color de fondo conocido, asumimos que el color de fondo será: $C_f = C_o + (1 - \alpha_0)C_k$

Determinando C_o que luego dará el color compuesto: $C = C_o + (1 - \alpha_0)$

Podremos aplicar las fórmulas a todos los puntos que comparten las imágenes de *foreground* y *background* para poder realizar la composición.

Con estas premisas matemáticas fundamentales para crear una composición, el gran Petro Vhalos después de muchos años de experiencia, experimentación matemática no abstracta, añadió lo siguiente:

$$\alpha_0 = 1 - a_1 (B_f - a_2 G_f)$$

En el segundo paso del proceso de Ptro Vhalos introduce:

$$\alpha_0 = 1 - a_1 (B_f - a_2 (a_5 \max(r, g) + (1 - a_5) \min(r, g))),$$

siguientes paso en el proceso de Ptro Vhalos:

$$\alpha_0 = 1 - ((B_f - a_1) - a_2 \max(r, g) - \max(a_5 (R_f - G_f), a_6 (G_f - R_f))),$$

El problema es el siguiente: Sabemos que R_f es una extrapolación entre R_k de R_o con α_0 , o $R_f = R_o + (1 - \alpha_0) R_k$, y que se mantienen relaciones similares entre G_f y B_f . Esto será $f_c = c_o + (1 - \alpha_0) c_k$ en nuestra notación abreviada. (Ignoramos la relación de α_f porque es trivial.) Una solución completa requiere G_o , R_o , B_o y α_o . Así pues, tenemos tres ecuaciones y cuatro incógnitas, por lo tanto es un problema de forma incompleta y por eso se exponen una infinidad de soluciones irresolubles.

Ahora expondremos una serie de casos en donde se puede resolver el problema, aunque no es una solución definitiva:

SOLUCIÓN 1: SIN COMPONENTE DE COLOR AZUL [Gru 02]

Si en C_o sabemos que no hay componente azul $C_o = [R_o \ G_o \ 0]$, y C_k contiene solo azul, $C_k = [0 \ 0 \ B_k]$, entonces:

$$C_f = c_o + (1 - \alpha_0) c_k = [R_o \ G_o \ (1 - \alpha_0)B_k].$$

Por lo tanto, la solución de $B_f = (1 - \alpha_0) B_k$ la ecuación para B_k da solución

$$C_o = [R_f \ G_f \ 0 \ 1 - (B_f/B_k)] \text{ if } B_k \neq 0$$

Aunque este ejemplo es bastante ideal, ya que restringe a todos los objetos que tienen componentes azul, también excluye grises, dos tercios de todos los colores y todos los pasteles y tonalidades claras ya que contienen blanco y el blanco a su vez azul. Básicamente, sólo es válida para un plano de espacio de color RGB en 3D, el plano RG

SOLUCIÓN 2:GRIS O COLOR CARNE [Gru 02]

Podemos encontrar una resolución si sabemos que C_0 es gris, es decir, que hay una solución al problema si R_0 or $G_0 = aB_0 + b\alpha_0$, y si c_k es azul puro con $aB_k + b \neq 0$. Quedando:

$$C_f = [R_0 \ aB_0 + b\alpha_0 \ B_0 + (1-\alpha_0) B_k].$$

$$C_0 = [R_f \ G_f \ B_\Delta + \alpha_0 B_k \ (G_f - aB_\Delta)/(aB_k + b)], \text{ Si } aB_k + b \neq 0.$$

Pero respecto a las anteriormente mencionadas soluciones debemos recalcar que son casos especiales obtenidos poniendo la ecuación en forma de matriz

$$C_0 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \bar{t}_1 \\ 0 & 1 & 0 & \bar{t}_2 \\ 0 & 0 & 1 & \bar{t}_3 \\ -R_k & -G_k & -B_k & \bar{t}_4 \end{bmatrix} = [R_\Delta \ G_\Delta \ B_\Delta \ T], \quad \bar{t} = [\bar{t}_1 \ \bar{t}_2 \ \bar{t}_3 \ \bar{t}_4].$$

en donde añadiremos una cuarta columna en dos lugares para convertir en problema en un problema específico:

$$C_0 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \bar{t}_1 \\ 0 & 1 & 0 & \bar{t}_2 \\ 0 & 0 & 1 & \bar{t}_3 \\ -R_k & -G_k & -B_k & \bar{t}_4 \end{bmatrix} = [R_{\Delta_s} \ G_{\Delta_s} \ B_{\Delta_s} \ T].$$

la ecuación de la matriz tendrá una solución para C_0 si el determinante de la matriz 4x4 no es 0 ó:

$$t_1 R_k + t_2 G_k + t_3 B_k + t_4 = \bar{t} \cdot C_k \neq 0.$$

entonces la el algebra estándar lineal ofrece

$$\alpha_0 = \frac{T - (t_1 R_\Delta + t_2 G_\Delta + t_3 B_\Delta)}{\bar{t} \cdot C_k} = \frac{T - \bar{t} \cdot C_\Delta}{\bar{t} \cdot C_k} = 1 - \frac{\bar{t} \cdot C_f - T}{\bar{t} \cdot C_k}, \quad \text{donde } c_0 = c_\Delta + \alpha_0 c_k$$

Por último, respecto a la solución algorítmica, destacaremos que debido a que hallar una solución matemática para cualquier problema es extremadamente complicado habrá una infinidad de soluciones diferentes ya que no hay ninguna ideal, todas tienen sus correspondientes problemas.[Gru 02]

2.5-MATERIALES Y EQUIPOS NECESARIOS

Los escenarios virtuales, realizados con la ayuda de un chroma key, son una alternativa estética y económica atractiva para los realizadores de televisión. Para lograr un buen efecto es necesario contar con una dirección de arte adecuada, material de calidad y el conocimiento de variables importantes que ayudarán a evitar futuros dolores de cabeza.

Empecemos por establecer una premisa importante: evidentemente, hay algunos equipos mejores que otros, pero cualquier dispositivo capaz de hacer efectos de chroma key va a dar un resultado decente si se alimenta con material de buena calidad. Y la buena calidad se apoya en tres factores: buena cámara, buena iluminación y buen fondo (figura 15).. Y si se trata de lograr recortes de color en posproducción, el formato de grabación también cuenta.

Habitualmente se usa verde o azul y no rojo, ya que es el componente de color más importante de la piel humana y que puede causar problemas con los rasgos de la piel de las personas. En la filmación suelen intervenir actores y este color es el menos presente en la piel humana con lo cual evitamos que parte de estos pueda ser borrado junto con el fondo.

Aunque el color más habitual del fondo o ciclorama era el azul, el verde se ha extendido considerablemente ya que los sensores CCD y CMOS son más sensibles al verde por lo que el ruido del fondo se reduce si éste es verde.



Figura 15-ejemplo de tela de *background*

Aunque también mencionaremos que una buena alternativa diferente al uso de lonas pero con la misma utilidad para no tener el problema de las arrugas de la lona es el de una pintura especial para chroma key (figura 16), el único inconveniente será que la pared tiene que ser completamente lisa.



Figura 16-bote de pintura especial para chroma key

Recientemente aparición una nueva tecnología diferente que se llama *chroma ring* con tela retroreflectante.

Chromatte [reflecmedia] es una tela diseñada específicamente para ser utilizada como fondo en producciones de chroma key. A diferencia de los fondos de tela tradicionales, que suelen ser azules o verdes, chromatte se percibe como gris bajo la luz ambiente. La tela contiene millones de cuentas de cristal que se comportan como 'ojos de gato'. Estas cuentas son reflectores que devuelven la luz incidente a su fuente de procedencia - este proceso retroreflectivo es la ciencia que se esconde tras *Chromatte*.

El material retroreflectivo se ilumina con luz direccional generada por un *chromaRing* (una anillo de diodos led que se monta sobre la cámara como muestra la figura 17). Al incidir en la tela *Chromatte*, la luz se refleja fuertemente en la dirección de incidencia por lo que la mayor parte de la radiación vuelve hacia la cámara. La cámara capta la tela gris como un fondo verde o azul perfectamente uniforme. Gracias al gran número de cuentas de cristal presentes en *Chromatte*, la cámara y el *chromaRing* tienen total libertad de movimiento, incluso en ángulos muy pronunciados. Los materiales retroreflectivos reducen la complejidad de las Chroma Key. Éstas permiten la implementación de sistemas de bajo coste, buenas prestaciones y fácil despliegue ya que la fuerte reflexión reduce considerablemente el efecto de arrugas en la tela por lo que no es necesario tener una superficie perfectamente estirada.

Generando un fondo de color a través de un proceso retro-reflectivo, *Chromatte* ofrece indiscutibles beneficios.[refecmedia]



Figura 17-Ejemplo de chroma ring montado sobre una cámara



Figura 18-Ejemplo de tela retroreflectiva (chromatte)

Pero también podemos encontrar cicloramas para realizar cromas que se utilizan para crear un "fondo sin fin" el ciclorama se curva en la parte de abajo con el fin de mostrar una imagen al espectador que parece ser infinita. También se utiliza a menudo en estudios de TV para proyectar cierta imagen como fondo de la escena o para proyectar colores mediante luces para crear efectos de fondo interesantes. A veces va pintado. Aunque su gran problema será la necesidad de proporcionar una iluminación uniforme.



Figura 19-Ciclorama

La iluminación es un punto crítico para conseguir una buena composición [Jack 07]. Para iluminar correctamente una escena para chroma key se debe tener en cuenta la necesidad de lograr una iluminación pareja en la zona azul, para ello se deben utilizar artefactos de luz difusa (soft) y preferentemente con difusores de papel. El sujeto se debe iluminar de acuerdo a las necesidades artísticas, aunque observando que el nivel de luz debe ser preferentemente mayor al nivel del fondo y que no deben existir zonas de sombras muy profundas. Una buena práctica es iluminar por componentes separadas, esto es, primero el fondo azul hasta lograr una iluminación pareja y luego el sujeto sin que la luz incida sobre el fondo. Esto no es fácil de lograr pero se debe tratar de conseguir la menor interacción posible. Colocando el sujeto a más de dos metros del fondo azul se tendrá un buen despegue para lograr el objetivo planteado. Otra técnica posible para mejorar el recorte del chroma key es poner gelatinas amarillas o naranja en las lámparas de back del sujeto, esto permite que la luz se sume al reflejo azul del fondo y se neutralice dando como resultado luz blanca y mejorando el recorte de los bordes. [www7]



Figura 20-Ejemplo de iluminación para chroma key

Con Un fondo bien iluminado y un programa matemático podemos realizar un chroma key muy simple, con infinidad de programas de edición comerciales que permiten realizar una chroma key .

Habitualmente encontramos los sistemas electrónicos para realizar croma y luma key directamente incluidos en el mismo mezclador de vídeo o generador de efectos, ya sea para una o varias cámaras y varias capas. Estas unidades pueden existir como sistemas dedicados independientes de los mezcladores.. En la actualidad son más populares los programas (software) que se incluyen en paquetes tradicionales de edición en post-producción de vídeo. Un programa muy conocido y simple de utilizar como el Adobe Premiere incluye

una variedad de efectos de *key* que permiten componer capas de vídeo con efectos muy atractivos.

Los sistemas de *croma key* han permitido desarrollar la técnica de Estudio Virtual que esta revolucionando el mundo de la composición escenográfica permitiendo introducir las técnicas de ordenadores como el diseño gráfico, animación 3D. etc. en el mundo de la televisión y el cine. [Jack 07]

CAPÍTULO 3.-REDUCCIÓN DEL COLOR SPILL

3.1-COLOR SPILL

El chroma key produce sentimientos encontrados en los realizadores. Para algunos, lograr un buen recorte es algo trivial. Otros tiemblan sólo de pensar en "iluminar un chroma". Pero en general se asume que un Chroma key puede ser problemático -largas horas de ajustes, pruebas y desespero- tratando de lograr un recorte decoroso, haciendo desaparecer una sombra inoportuna o recuperando el color natural de un presentador con ictericia electrónica. [www1]

En este proyecto vamos a profundizar en un problema en concreto que presentan los chroma key. A pesar de los esfuerzos por iluminar correctamente la escena, que en el caso del chroma key se complica por la necesidad de conseguir un fondo de una gran uniformidad, como se describió en el apartado, es posible que parte del color del fondo se refleje en los sujetos del *foreground*. Esto supone una degradación en la imagen que, en casos extremos, puede dar lugar a que los reflejos sean eliminados por el procesado Chroma key y los píxeles afectados sean sustituidos erróneamente por sus correspondientes en el *background*. A este proceso se le denomina invasión de color o *color spill* (ó *blue spill, green spill*) [www2]

El *color spill* es especialmente notable - y difícil de quitar - en áreas semitransparentes como el pelo rubio o un velo de novia. Dicha dificultad reside en que cuando se realiza la programación del bucle en el que le decimos las condiciones para que substituya el fondo podemos tener el problema de eliminar zonas donde hay *color spill* porque directamente suprimimos esa zonas por las condiciones que implantamos, por lo tanto son zonas de *color spill* en las que debido a sus condiciones son muy difíciles de programar. Pero además, por lo general, se ve derrame de color en la parte posterior de los hombros, parte de los brazos o las piernas y el pelo. [www3]

Esto sucede a menudo durante el proceso de rodaje y tiene que ser corregido después. La figura 21 muestra un ejemplo de *color spill* azul y como fue eliminado mediante procesado. [www4]



Figura 21-Izquierda imagen con *color spill* azul en el borde del pelo; a la derecha imagen con el *color spill* eliminado

En conclusión, hay que saber que en el negocio cinematográfico, el hecho de encontrar el balance entre el uso de una realidad aceptable o que esta parezca falsa es crítico para conseguir producciones de calidad. En este punto se estudiarán diversas técnicas para reducir el problema del *color spill en el chroma key* y que el público acepte la irrealidad como realidad. [www8]

3.2-TECNICAS PARA REDUCIR EL COLOR SPILL.MEJORA DE LA ILUMINACIÓN

El primer paso para luchar contra el *color spill* es evitar que aparezca mediante una iluminación correcta. El esquema típico para iluminar una escena en un estudio de televisión se muestra en la Figura 22:



Figura 22-ejemplo de iluminación en TV

Una vez conseguida esta configuración habrá que tener en cuenta las sombras y el cambio de color que producirán dichos elementos para poder controlar los problemas que puedan surgir en la postproducción del chroma key.

Aunque sabiendo manejar la iluminación también será importante tener en cuenta el comportamiento del fondo. El esquema de iluminación que puede funcionar perfectamente con una formulación de pintura, una pieza de tela o un fondo sofisticado, puede resultar absolutamente catastrófico en un estudio diferente. Aparte de la uniformidad del color y de las condiciones correctas de tono, saturación y brillo, ¿cuál es la característica más importante del fondo? Su reflectividad. Un fondo totalmente mate es muy difícil de iluminar, pero suprime por completo los rebotes de luz coloreada que tienden a 'ensuciar' los bordes del sujeto, generando el efecto conocido como *color spill* (invasión de color). En casos extremos, la invasión del color de fondo puede llevar a cubrir el color real del sujeto, generar problemas de recorte, y en todos los casos representa un problema estético.

Los dispositivos de chroma key suelen incluir un control de *spill suppression* [REF] que puede disimular este tipo de problemas, desaturando los bordes del sujeto. Aunque esta es una solución aceptable en algunos casos, a veces genera efectos indeseables, especialmente en planos cerrados, cuando las irregularidades en el color del vestuario son más evidentes.

Pero, como ya hemos mencionado anteriormente, el mayor enemigo de los efectos de chroma key es la sombra, especialmente en los casos en los que el sujeto debe desplazarse, por lo cual resulta más difícil definir una zona de luz adecuada. La sombra altera el fondo y revela sus defectos pero, paradójicamente, en algunos casos es necesario iluminar para lograr una sombra consistente que pueda ser recreada de manera creíble en el compuesto final. Siempre debemos iluminar la pantalla verde lo más uniforme posible para evitar diferencias de tonos.

No hay fórmulas en el tema de iluminación para chroma key, pero sí pueden establecerse tres principios fundamentales, [www8]:

1. Una vez establecido el sujeto, este debe respetarse rigurosamente, aunque ello represente un trabajo monumental para llevar el fondo a un nivel correcto. Es muy fácil que el sujeto quede oscuro frente a un fondo que se ve parejo, simplemente por ser brillante. El monitor de forma de onda y, o, el exposímetro, son herramientas esenciales -en último caso, el indicador de cebra de la cámara puede salvar una toma difícil.

2. Debe existir una diferencia significativa entre la luminancia del sujeto y la del fondo. La diferencia en luminosidad facilita la ubicación de zonas disparejas en el fondo y asegura un nivel similar de saturación de color en el fondo. Atención: no siempre lo más deseable es que el fondo brille menos que el sujeto... Cuando la latitud de la cámara lo permite, se admite usar fondos al límite de la saturación.

3. Dentro de lo posible hay que separar físicamente al sujeto del fondo. Las buenas intenciones no son suficientes para evitar la invasión de color, que es muy difícil de apreciar cuando los ojos están cansados del color de fondo.

El objetivo es la reducción de derrames de color tanto como sea posible. Esta es la razón por la elección de una pantalla trasera no reflectante chroma key y la continua lucha con las sombras y las diferentes tonos de color por la iluminación habrá que ser cuidadoso porque la iluminación es muy importante, y por eso debido a que no existe una manera perfecta de iluminar y lo hagamos como lo hagamos siempre tendremos el problema del derrame de color deberemos ir probando diferentes configuraciones y posiciones con las luces.

Por lo tanto un esquema estándar sería:

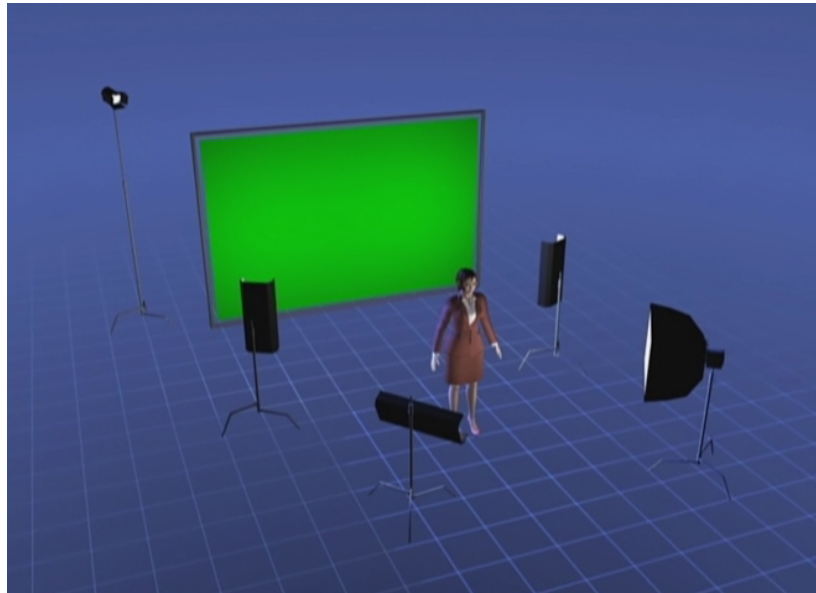


figura 23-Diagrama de iluminación para chroma key

Por lo tanto para realizar correctamente la iluminación se debe seguir el siguiente orden para el encendido:

1. Se iluminan las paredes hasta conseguir la exposición adecuada
2. Se aplica la iluminación principal condicionada a la acción
3. Posteriormente luces de relleno, luces traseras,... condicionadas a los actores.
4. Se corrigen ciertas áreas con luces direccionales si fuera necesario.

Una vez obtenida la iluminación general de la escena, algunos ajustes pueden reducir notablemente el *color spill*. Algunos de los métodos más conocidos son:

- ❖ Intentar mantener la imagen principal de delante lo más lejos posible del fondo de color. Cuanto más lejos de la pantalla verde estén los actores menos se notará el *color spill* alrededor de ellos. Es recomendable por lo menos 1,5 0 2 metros de separación en el momento de la grabación.
- ❖ Ilumine el *chroma key* con independencia de la imagen delantera. Con esto evitará la indeseada aparición de sombras.
- ❖ Utilización de un gel de color claro en la luz de fondo de los actores o imagen principal. Dichos gels se utilizan mucho para evitar el derrame de color y se pueden adquirir en cualquier tienda especializada.
- ❖ Utilizar los mismos gels anteriormente mencionados en la iluminación de la pantalla verde.
- ❖ Intentar iluminar con menos intensidad la pantalla verde que la imagen principal, pero muy importante que sea de manera uniforme.
- ❖ Utilizar un *spray mate* en la pantalla verde. Es muy fácil de adquirir y así evitaremos reflejos ya que estos absorben la luz.

Siguiendo algunos de los anteriores consejos e incluso combinándolos entre si se conseguirá una reducción del *color spill*, aunque esto requiere un gran trabajo de precisión y pruebas. Pero como ya hemos mencionado anteriormente el tema de iluminación es más un arte que una ciencia

3.3-TECNICAS PARA REDUCIR EL COLOR SPILL.TÉCNICAS DE POST-PRODUCCIÓN,PRIMATTE.

Aunque lo difícil consiste en eliminar el derrame de color sin perder los detalles, como mechones de pelo o de los bordes de un vaso de vidrio. También es importante corregir el matiz adicional azul o verde sin cambiar los tonos de color del resto de la imagen.[www9]

Muchos programas (adobe after effects, eyeon fusión) con los que se pueden crear *chroma keys* utilizan algoritmos para la reducción del *color spill*. Generalmente dichos programas se le añaden o los contienen como un *plug-in*. Como ejemplo estudiaremos con algo más de detalle el caso del software *Primatte*.

3.3.1-PRIMATTE

Primatte [www13] es una tecnología de gama alta utilizada en *chroma key* y aprovechada en cine, la televisión y las aplicaciones fotográficas para eliminar fondos de color sólido (pantalla verde o pantalla azul por lo general)

Se utiliza un único algoritmo basado en tres poliedros de múltiples caras flotando en el espacio de color RGB. Los poliedros se utilizan para aislar las regiones de color en la imagen en primer plano. *Primatte* se refiere a menudo como una tecnología de composición y se utiliza generalmente como un plug-in para los productos como *Adobe After Effects*, *Adobe Photoshop*, *Autodesk Media*, *Eyeon Fusion* de composición y edición de varios otros paquetes de software.

Pero, ¿por qué utilizar el *Primatte* y no otras técnicas de composición? el *Primatte* es muy revolucionario ya que hace la composición de una manera más limpia y rápida que otros productos del mercado. Sus principales características que hacen del *Primatte* un producto superior son:

- ❖ Una función de ajuste de iluminación que detecta el color de la pantalla de fondo y luego lo utiliza para generar un ambiente limpio con una iluminación uniforme “virtual” o “artificialmente generada”.
- ❖ Una nueva función basada en el uso de máscaras de detección del primer plano que usa algoritmos que pueden diferenciar fácilmente los objetos del primer plano y así obtener un *chroma key* casi perfecto.
- ❖ Una función que cuando el objeto está en primer plano puede contener un color que se encuentra en el fondo, estas áreas en el proceso de composición se volverían transparentes para substituir pero con este modo híbrido realiza una operación haciendo una segunda *key* con las áreas de color similares a las del primer plano.

Por lo tanto cuando usemos la interfaz *Primatte* estaremos creando esencialmente tres complejos poliedros. Esto lo podemos interpretar como tres globos uno dentro del otro que comparten un punto central. La creación de estos poliedros separa todos los posibles colores del primer plano en una de las cuatro regiones (Figura 24):

Región 1(en el interior del poliedro pequeño):esta región contiene todos los colores del primer plano que se podrían considerar colores del fondo.

Región 2(entre poliedro pequeño y mediano):esta región contiene todos los colores del primer plano que se encuentran en los bordes del objeto.

Región 3(entre poliedros mediano y grande):esta región contiene todos los colores del primer plano que son 100% del objeto.

Región 4(fuera del poliedro grande):esta región contiene los colores del primer plano que no se modifican la en la imagen compuesta.

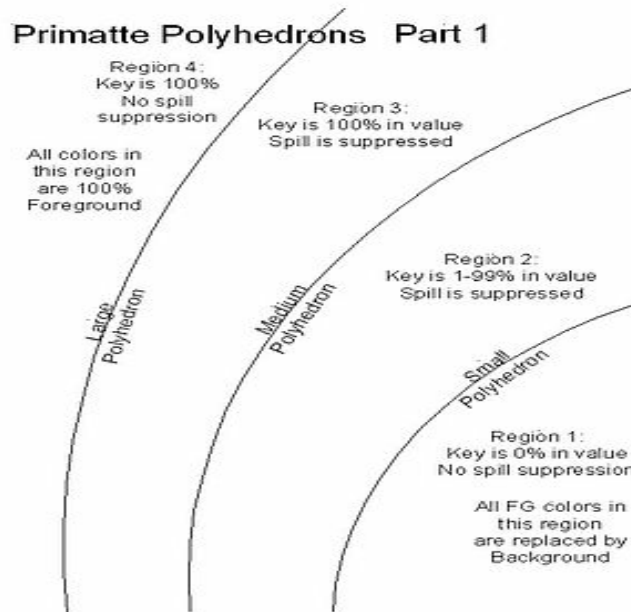


Figura 24-Ejemplo de regionalización en *Primatte*

con esta segmentación de colores el algoritmo puede clasificar cada color en una región y así determinar concretamente todas las tonalidades para la composición, además así conseguirá eliminar los colores "anormales", es decir los derrames de color eliminándolos ya que no se podrán clasificar en una región concreta. [www11]

Pero además el *primatte* contiene una herramienta, una esponja (*matte sponje*), en la que si seleccionas una zona donde hay un derrame de color y *Primatte* va al poliedro correspondiente a esa zona y lo substituye por su color correspondiente. Por ejemplo, si el usuario hace click en un derrame del pelo de la persona del primer plano *Primatte* va a la sección del poliedro grande a la zona particular del tono del color del pelode la imagen y lo substituye (figura 25).[www10]

3



Figura 25-Ejemplo de *color spill* en pelo

3.4-TECNICAS PARA REDUCIR EL SPILL. FONDOS DE COLOR VARIABLE.

Una técnica para reducir el *color spill* es utilizar un fondo que vaya alternando su color de forma rotativa, por ejemplo utilizando alguna herramienta similar a un disco de Newton [Gru 01]. Esta técnica está pensada originalmente para conseguir que el *foreground* sea independiente de los colores del fondo (es decir, por ejemplo, permitir que el *foreground* contenga elementos de color verde cuando como fondo se usa verde sin que el procesado *chroma key* los elimine). Esta técnica tiene el beneficio adicional de que en media el color del fondo es blanco (al ser una composición de todos colores fundamentales) por lo tanto, el fondo al ser una equivalencia de blanco hace que no tengamos reflejos en la figura del *foreground* y por tanto se elimina el *color spill* sobre los elementos del *foreground*.

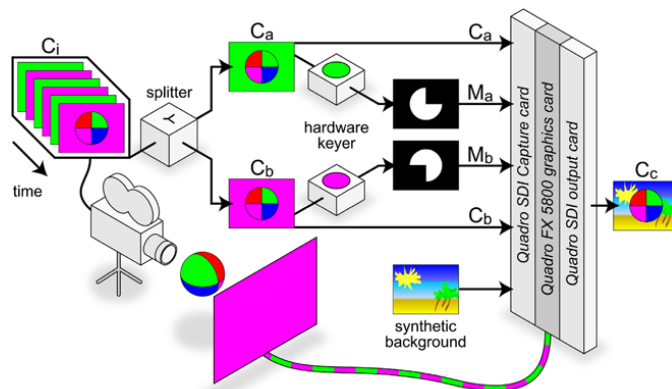


Figura 26-Sistema de varianza de color

La Figura 23 muestra el proceso. El esquema se traduce en una iluminación homogénea en espectro cuando se promedia. Esto imita una posición neutral de la iluminación en el telón de fondo y se neutraliza el derrame de color en el primer plano. [Gru 01]

Por lo tanto, este método experimental se presenta como otra alternativa para realizar una composición realista reduciendo el *color spill* y además para poder solucionar otro problema además del derrame de color como la coincidencia de color entre foreground y background presentando la posibilidad de emplear una sucesión de colores en el fondo o background.

Esta solución alternativa para suprimir el derrame de color es una técnica que está en proceso de construcción y experimentación desarrollada por cuatro investigadores fundamentales que son Grundhöfer, Daniel Kurz, Sebastian Thiele y Oliver Bimber. Si se desea profundizar en el tema, ya que es bastante complejo, en la posterior bibliografía podemos encontrar el nombre de un artículo escrito por ellos [Gru 01]

Para llevarlo a cabo necesitaremos una conmutación de colores a una velocidad muy alta y con una gran coordinación con el procesador de *chroma key* y con la captura, es decir, con la cámara, y para ello podemos utilizar para el fondo varios equipos como: video proyectores DLP, pantallas plasma o LCD, paneles FED, leds RGB

Ejemplos de equipo utilizado:



Figura 27-Equipos utilizados

CAPÍTULO 4-IMPLEMENTACIÓN EN MATLAB DE UNA SOLUCIÓN PARA COLOR SPILL

4.1-INTRODUCCIÓN A LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS PARA REDUCIR EL SPILL.

En este capítulo se estudiarán diversas aproximaciones para reducir el *color spill* y se implementarán en Matlab. Finalmente se evaluarán las prestaciones de estas técnicas. Además para facilitar la futura tarea, al final de este capítulo realizaremos una conclusión y una comparación de todos los algoritmos impuestos.

Para la realización del algoritmo que implementaremos en la presente técnica de realizar un *chroma key* emplearemos la aplicación Matlab R2011a. Y para obtener una buena base en el empleo del *chroma* con dicho programa, hemos realizado algunas pruebas con un *chroma key* básico de un único color de fondo.

El código sería igual para verde que para azul que para cualquier otro patrón la única diferencia sería la programación para separar las imágenes y obtener la imagen delantera y la imagen trasera. En concreto, se ha elegido una implementación sobre fondo verde.

A continuación se expone a modo introductorio el código que se utilizará para la realización del *chroma key* ya que éste será la base para continuar programando y poder realizar la reducción del derrame.

```
disp('implementación chroma-key');  
  
imagen_in2=imread('ernesto.jpg');  
  
imagen_in1=imread('background1.jpeg');  
  
figure(1);  
subplot(121);  
imshow(imagen_in2);  
title('foreground')  
subplot(122);  
imshow(imagen_in1);  
title('background')
```

creamos un M-file llamado *chroma* con esta función:

```
function imagen_out= chroma(imagen_in2,imagen_in1)  
  
[m,n,k]=size(imagen_in2);  
imagen_out=imagen_in2;  
for i=1:m  
    for j=1:n
```

```
        if (imagen_in2(i,j,1)<85) &&  
(imagen_in2(i,j,2)>=200) && (imagen_in2(i,j,3)<85)  
            imagen_out(i,j,:)=imagen_in1(i,j,:);  
        end  
    end  
end  
  
figure;imshow(imagen_out)  
title('chroma key')
```

Se cargan y normalizan las fotografías de *foreground* y de *background* con la funciones *imread*(‘nombre de la imagen.extensión’) para cargarlas y ver los valores de determinados píxeles para así posteriormente determinar los umbrales y condiciones de los bucles que nos realizarán la sustitución de lo deseado.

Dentro del M-file empezaremos dándole nombre a la función asignándole una salida y como entradas las imágenes a combinar. Seguidamente con *size* nos devolverá el tamaño de la imagen de *foreground* y sus componentes de color RGB.

Una vez tenemos el tamaño de las imágenes a emplear pasaremos a copiar el tamaño de la imagen *foreground* en la imagen de salida *imagen_out*.

Des esta manera realizaremos un bucle de tipo *for* que recorre la matriz de la imagen desde el pixel 0 hasta el último, pero a su vez le añadiremos una condición con el *if* que nos diga que todos los píxeles que superen unos umbrales previamente definidos (esto significara que son píxeles del fondo verde en este caso) se substituirán por el pixel correspondiente a la imagen de *background*.

Por último, dentro de Matlab haremos una llamada a la función creada anteriormente en un M-file y la almacenaremos en una variable llamada *chroma key* para poder representarla una *figure*.

El trabajo quedará así:

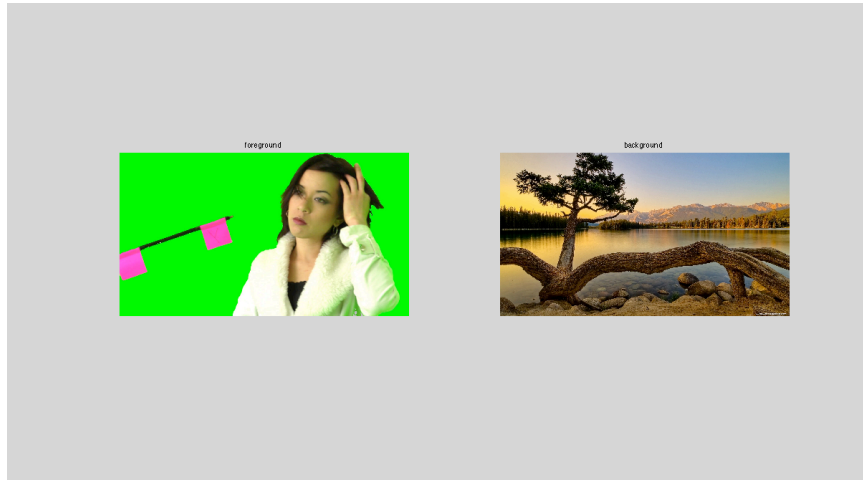


Figura 28-*Foreground* y *background*



Figura 29-Composición *chroma key*

Ahora ya tenemos el *chroma key* realizado, la composición final de dos imágenes creando una realidad no existente. Como ejemplo se ha tomado una imagen con un fuerte *color spill* para magnificar el efecto. Se aprecia en la Figura 29 como hay un considerable reflejo verde en varias partes de la imagen. No es habitual encontrar *Chroma keys* tan mal hechas pero de esta forma se evalúan mejor las prestaciones de los algoritmos a analizar.

Para ello se propone realizar algoritmos en Matlab realizaremos un procesamiento y análisis de la imagen. Se fijaran unos umbrales sobre la imagen. El código en concreto de los métodos realizados se muestra de forma detallada en el anexo.

4.2-METODO 1

Para entender este primer método primero realizaremos una breve explicación del modelo de color RGB, el cual hace referencia a la composición de colores en términos de la intensidad de los colores primarios que son rojo, verde y azul, es un modelo de color basado en la síntesis aditiva con lo que es posible componer los colores con la mezcla de primarios y así tener una gran gama de ellos.[www11]

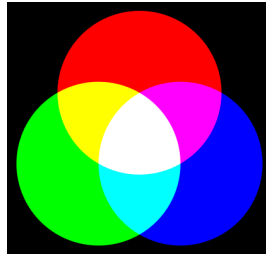


Figura 30-RGB

Cada píxel estará compuesto por tres componentes de color y con la mezcla, la cantidad de cada color primario, podremos darle un tono y un color diferente a cada píxel. Como consecuencia diremos que cada foto en RGB tiene 3 planos de color. Por lo tanto, si sabemos que una foto esta representada con el modelo de color RGB tenemos mucha información manipulable para poder jugar con los colores y atacar el problema del derrame.

El primer método que proponemos es bastante simple y podemos decir que algo brusco pero en algunas imágenes en las que el derrame es bajo como el típico *color spill* en el pelo suele ser efectivo.

Se calcula la Chroma normalmente con el código mostrado en la Sección 4.1

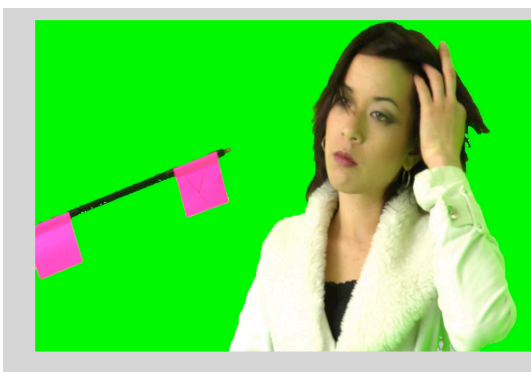


Figura 31-Foreground

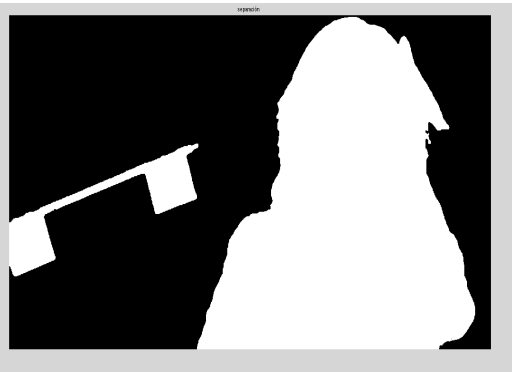


Figura 32-Máscara

De esta manera con la separación podremos multiplicar la imagen inicial por la de la máscara separada y obtener solo la chica en el frontal para poder empezar a jugar con sus parámetros y sus planos de RGB.



Figura 33-Foreground obtenido aplicando la máscara de la figura 32

Con los objetos del *foreground* segmentados, realizaremos una modificación del plano verde (componente verde de los píxeles seleccionados por la máscara) para así reducir el *color spill* verde y por ultimo cuando ya hayamos modificado el verde y reducido el *color spill* realizaremos la sustitución del negro por el *chroma key*.



Figura 34-Modificación del verde



Figura 35-Resultado final

Se puede apreciar que se reduce el *color spill* pero a costa de modificar el color de la imagen lo que no resulta satisfactorio. Por lo tanto, este método reduce el *color spill* pero nos modifica la imagen ya que bajamos el verde a todo, es demasiado brusco.

Pero como esta imagen tiene mucho *color spill* vamos a comprobar este método en una imagen que tiene menos *color spill*, solo tiene en el pelo. Estos niveles de spill son mucho más habituales que los de la Figura 31.

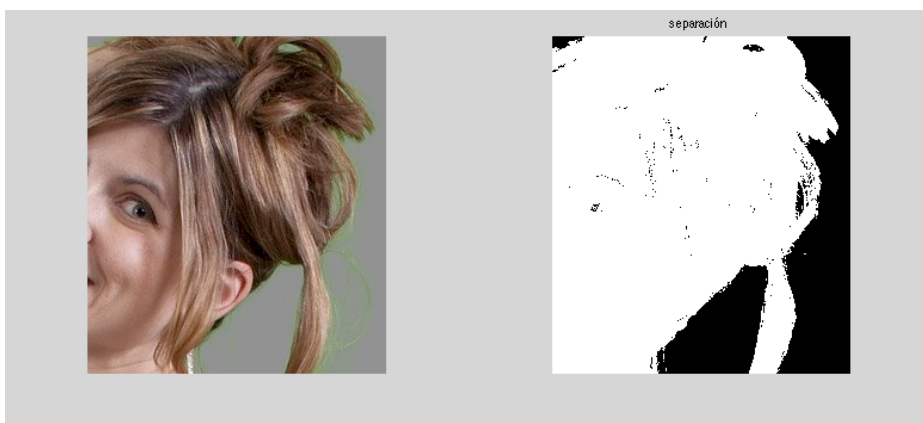


Figura 36-Foreground

Figura 37-Máscara

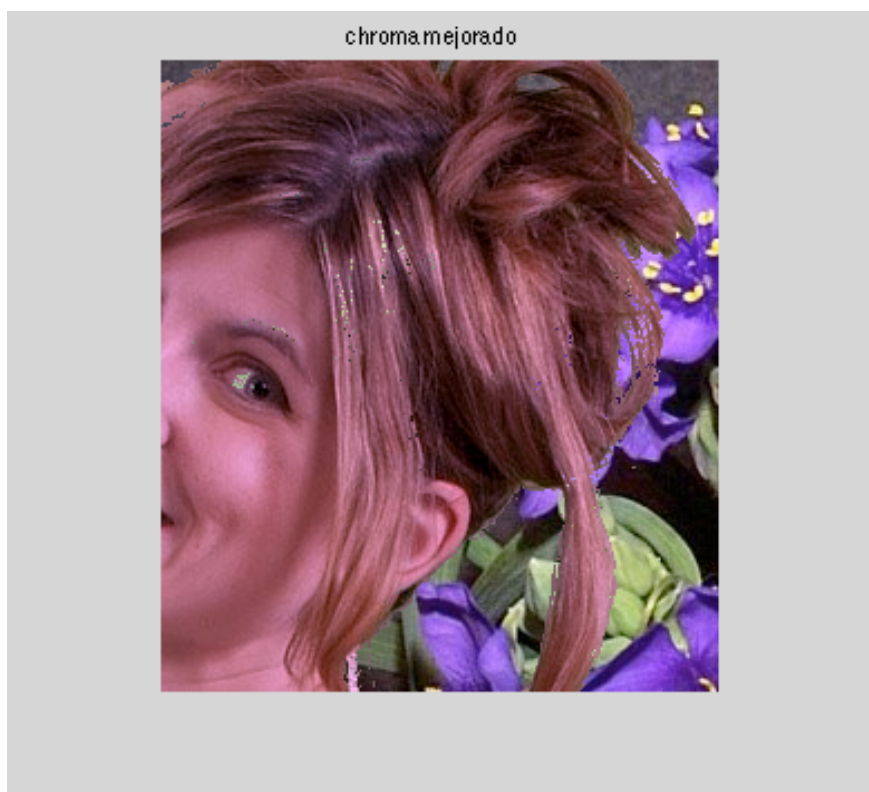


Figura 38-Resultado final

Como podemos observar en esta figura también se reduce el derrame de color pero aún es mas evidente el cambio de color de la imagen final respecto la inicial. Además en una foto en la que el *color spill* es reducido y solo en los bordes o el pelo es muy difícil ajustar los umbrales del chroma key hasta tal punto que si los ajustamos bien eliminamos mechones del pelo y por lo tanto el *color spill*.

Por lo tanto, como conclusión destacamos que este método es efectivo en cuanto a la eliminación de *color spill* pero no podemos decir que es valido debido a que a la brusquedad de reducir el plano verde de la imagen frontal se modifican todos los colores, es decir todos los demás planos de color, aunque intentemos tocar los demás planos de manera lineal a la reducción del verde nunca llegaras a obtener un resultado óptimo. Incluso poco derrame se nota muchísimo la modificación.

4.2-METODO 2

Debido al poco éxito del método anterior pasaremos a realizar un modelo jugando con los planos del modelo de color HSV, este modelo de color define sus valores en término de sus componentes, es decir, que ahora la imagen en lugar de representar 3 planos con sus colores primarios representa los planos en función del matiz, la saturación y luminosidad. Reorganiza la representación de los colores RGB de una manera más intuitiva y conceptualmente cartesiana, dándole una dimensión angular a esta representación. [www12]

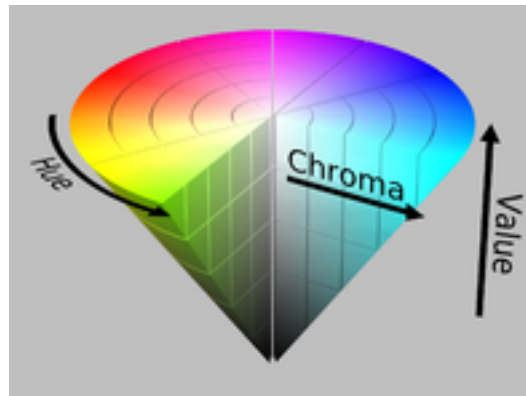


Figura 39-HSV

El método a seguir, en cuanto a programación se refiere, será similar al anterior, como se observa en las figuras 40 y 41, pero gracias a esta nueva representación tendremos 3 planos con los que variar la imagen y reducir el *color spill*. Ahora aplicaremos el método con las mismas pautas (realizar separación de la imagen *foreground* para poder jugar con los planos de la imagen frontal) y rebajar el segundo plano que es el de la saturación para ver como le afecta a la imagen y la cantidad de *color spill* que reduce.



Figura 40-Foreground

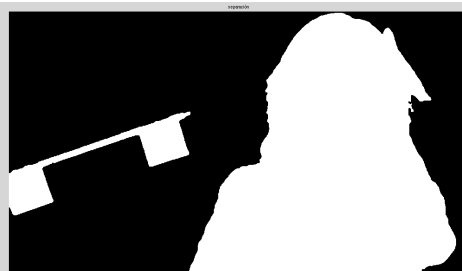


Figura 41-Máscara

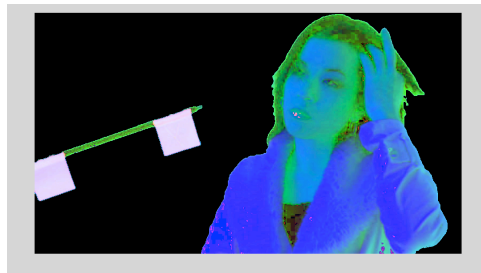


Figura 42-Representación HSV

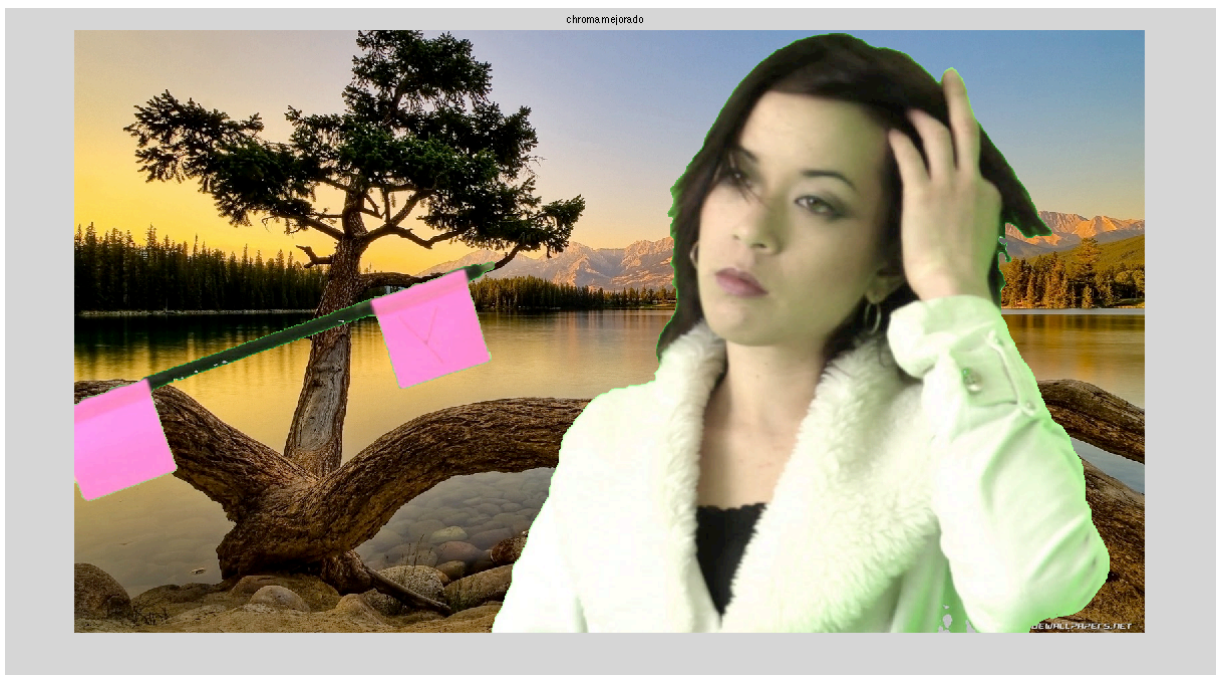


Figura 43-Resultado final

Como podemos comprobar la imagen final mejora respecto al primer método, es decir, el *color spill* se reduce bastante pero además la imagen ya no cambia tanto porque al pasar a HSV podemos modificar la saturación y no el color y eso hacer que el cambio no sea tan brusco y podamos mejorarlo. Obviamente la saturación del *foreground* se reduce de forma apreciable. De todas formas, hay que insistir en que la Figura 41 muestra un nivel de *color spill* muy superior al normal. Por tanto vamos a ver que ocurre con imágenes con menos *color spill*, como la mostrada en la figura 44.

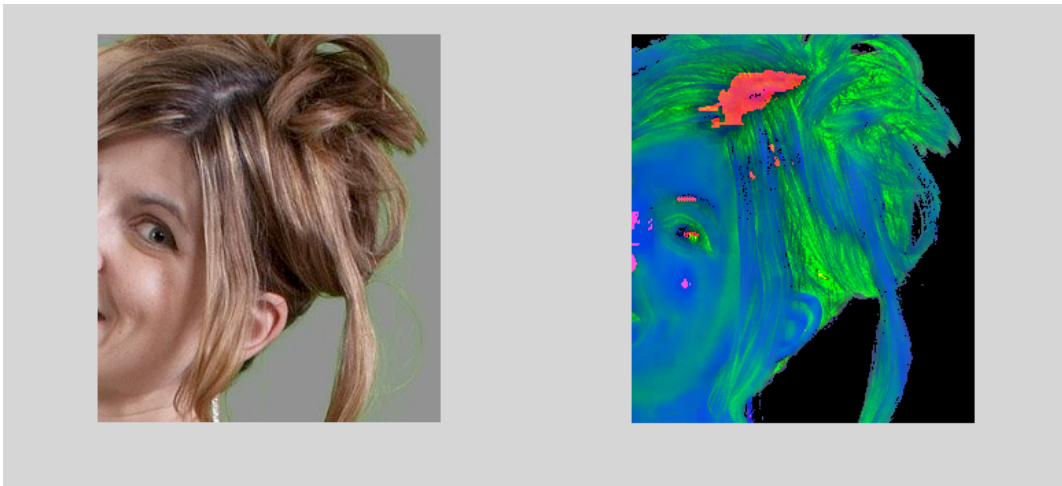


Figura 44-Foreground

45-Representación HSV



Figura 46-Resultado final

En este caso se consigue reducir el *color spill* con una pequeña alteración de la saturación de la imagen ya que al tener solo *color spill* en el pelo la reducción óptima del plano de saturación tiene que ser baja y eso provoca que no afectemos a la imagen.

Para finalizar este método probaremos en una imagen (figura 47) con poca coloración en la que el blanco de la ropa resalta considerablemente el *color spill* y veremos un gran resultado ya que podremos reducir notablemente el *color spill* bajando el plano de saturación pero como tiene poco contraste no se verá muy afectada la imagen final.

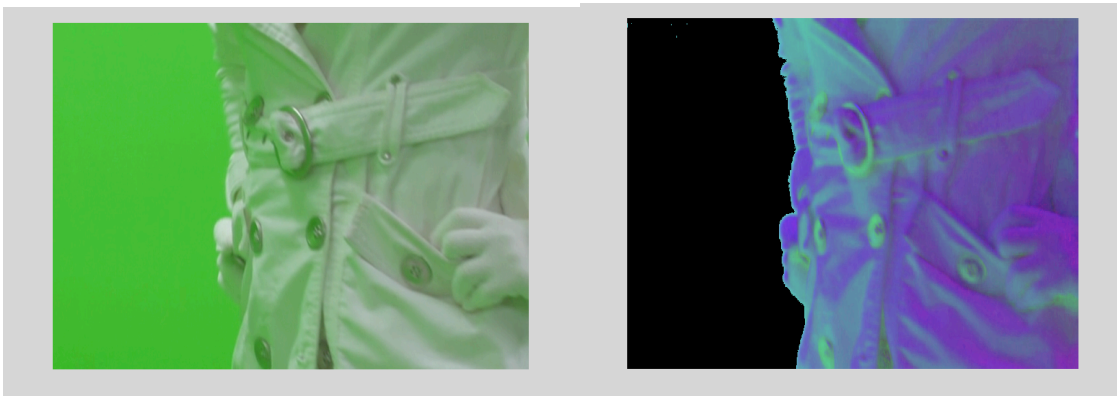


Figura 47-Foreground

Figura 48-Representación HSV

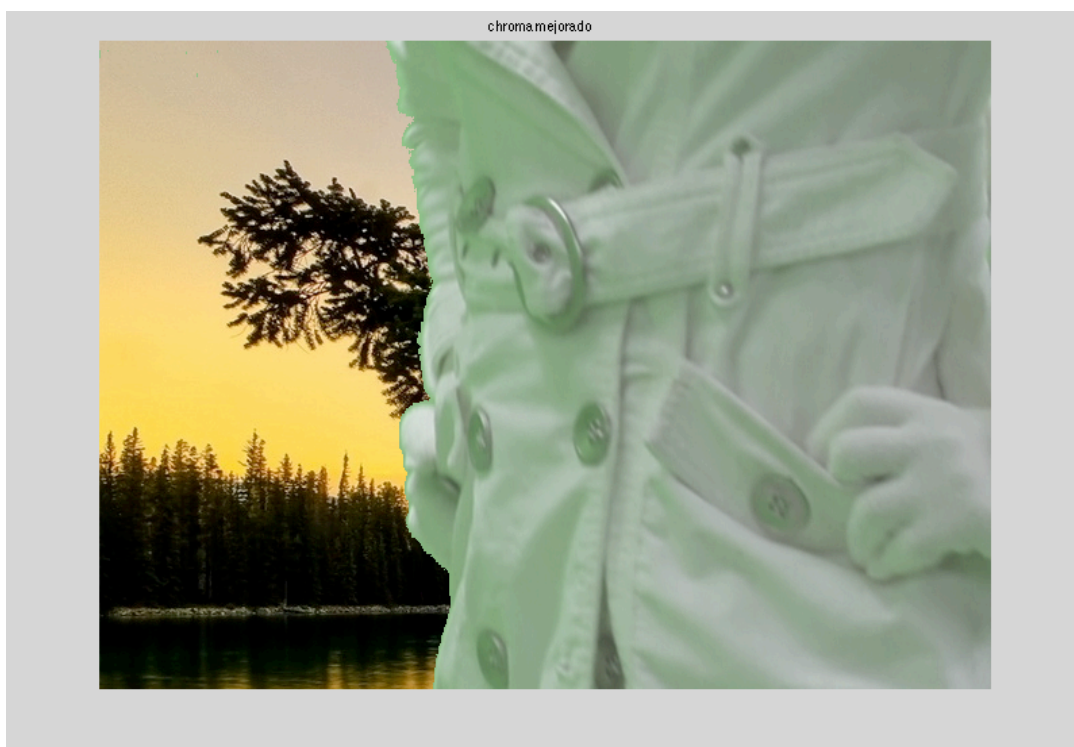


Figura 49-Resultado final

Por lo tanto, como conclusión destacamos que este método podría ser aplicado en ciertos casos en los que se consigue reducir el *color spill* pero la imagen final no se modifica respecto a la inicial, eso si solo en fotos con poco *color spill* o con poca coloración ya que en otras si que se verá diferencia en el resultado final ya que observaremos un cambio notable en la saturación.

4.4-MÉTODO 3

Como hemos comentado en los apartados anteriores, los métodos de momento hallados no son muy efectivos para una imagen de *foreground* con un *color spill* abundante y con muchos colores. Esto es debido a que todas las modificaciones que realizábamos eran aplicadas sobre toda la imagen frontal y por esto nos modificaba mucho la imagen y no eran efectivas para algunos tipos de foto, por lo tanto en este método nuestra finalidad será hallar una manera de conseguir aislar solo las partes donde tengamos el derrame de color para atacar al *color spill* solo y no a toda la imagen frontal.

A diferencia de los anteriores métodos en este primero hacemos el croma y posteriormente con la imagen del croma ya realizada con su respectivo *color spill* tenemos que realizar un estudio de la imagen para realizar una máscara que nos diga donde están las zonas molestas y después aplicarle dicha máscara a la imagen y jugar con sus valores para reducirla. Para ello, en primer lugar pasamos la imagen obtenida del croma a otra representación del color llamada escala de grises.

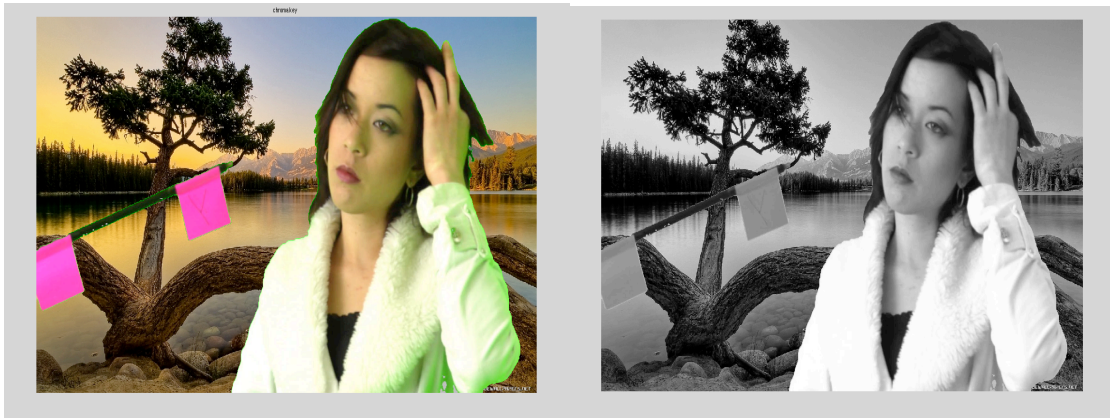


Figura 50-Chroma key

Figura 51-Escala de grises

Aunque para crear nuestra máscara lo óptimo sería que cuando pasemos a escala de grises mantengamos el color verde y así le restaremos los demás, para así tener solo el verde de la imagen y posteriormente le impondremos unos umbrales con una condiciones para así obtener una máscara que nos indica las zonas de *color spill*.



Figura 52-Máscara de selección de *color spill*

Por ello cogemos esta máscara (figura 52) y se la aplicamos al plano verde de la imagen original obtenida del chroma key. Dicha máscara se multiplica por un valor y se lo restamos a la componente verde de la imagen chroma. Así conseguiremos reducir el *color spill*. Como podemos observar en la figura 55.



Figura 53-Resultado después de aplicar máscara con reducción

Como podemos ver (figura 53) después de comparar con la imagen obtenida del croma es bastante más efectivo este método para fotos con bastante *color spill* y mucho color respecto a los anteriores pero nos introducirá unas zonas indeseadas.

En una segunda prueba (figura 56), para imágenes con mucho *color spill* pero con pocos colores se aprecia que se reduce el *color spill* pero la máscara introduce una degradación apreciable en zonas con mucho *color spill*.



Figura 56-Foreground

Figura 57-máscara

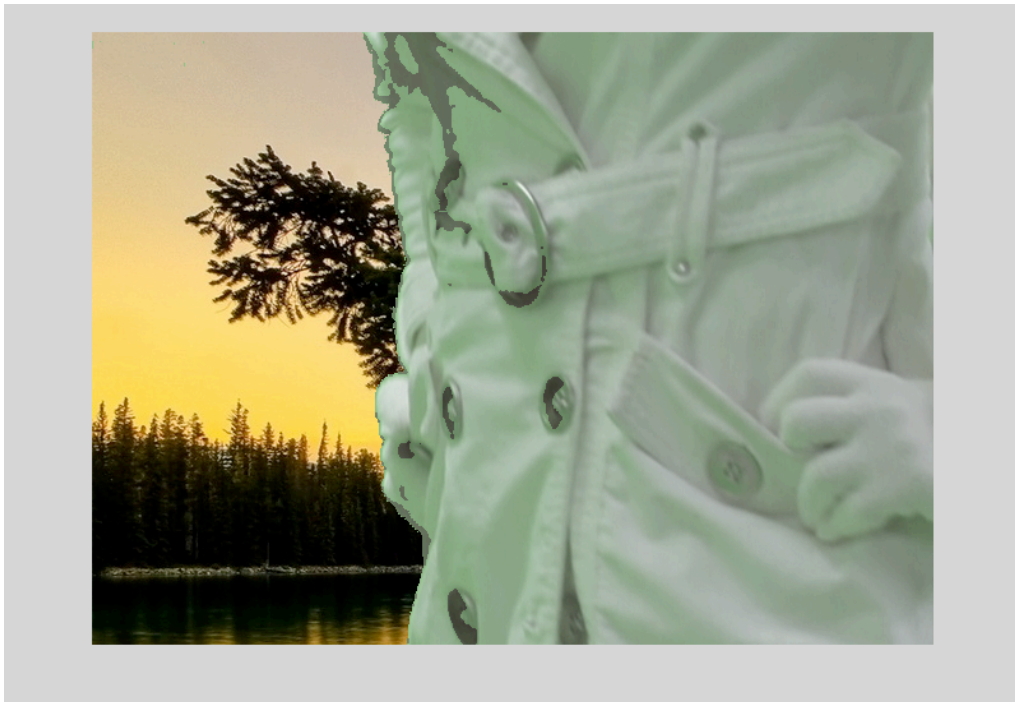


Figura 58-Resultado final

Por lo tanto el método de realizar una máscara que detecte *color spill* será un gran descubrimiento para imágenes con mucho *color spill* y color ya que el resultado está bastante acertado, pero en lo que respecta a otro tipo de fotografías no es muy valido porque tenemos diferentes problemas, como la introducción deseada en la imagen y en las fotos con poco *color spill*, como el

típico *color spill* en el pelo la máscara no será capaz de detectar *color spill* ya que los umbrales no se ajustan bien debido a la dificultad de ser zonas muy concretas.

4.5-COMBINACIÓN MÉTODO 2 Y 3

Como hemos podido ver en el método 3 el resultado es aceptable pero mejorable, por lo tanto, para mejorarlo le añadiremos comandos del método 2 en el que bajamos toda la saturación a la chica y las banderas, como vemos en la figura 54 y 55



Figura 54-separación



Figura 55-Resultado final

En conclusión, hemos de destacar que este método se acerca más a unos buenos resultados, ya que con la máscara de detección de *color spill* somos capaces de reducir el derrame y además al añadir parte del método dos podemos jugar con los planos de tono, saturación y brillo para modificar a la chica reduciendo mas aun si cabe el derrame, pero de manera que no se vea muy cambiada respecto a la imagen salida del *chroma key*.

4.6-METODO 4

En este método se pretende corregir el efecto del desplazamiento introducido por el *color spill* realizando una rotación sobre el plano HSV. Para que podamos hacernos una idea, el modelo de color HSV se puede representar espacialmente como se ve en la siguiente imagen. (figura 61)

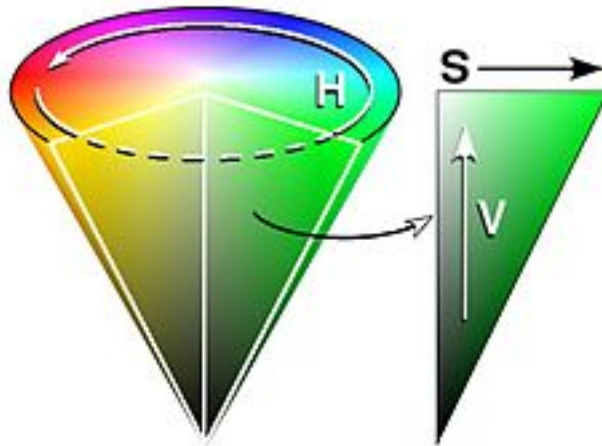


Figura 61-HSV

Para que esto sea efectivo, es decir, para que la modificación del vector haga que se reduzca el derrame de verde en la imagen final sin afectar a toda la imagen frontal o final deberemos realizar esta modificación solo sobre las zonas con *color spill*, por lo tanto nos ayudaremos con máscaras como en el método anterior.

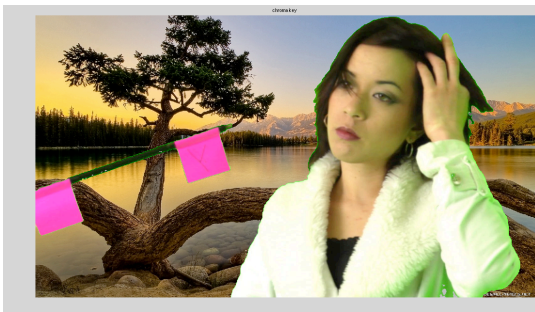


Figura 62-Chroma key



Figura 63-Máscara

Posteriormente pasaremos la imagen inicial del chroma key realizado y la imagen obtenida del croma a HSV. Con las dos imágenes transformadas y la máscara obtenida realizaremos una operación en la multipliquemos la imagen original que esta dividida por un valor a la máscara y después se lo restemos a la saturación de la imagen obtenida del chroma. Con todo esto conseguiremos reducir la desviación en el vector de la imagen final respecto la inicial y reducir el *color spill*. Este proceso se podrá realizar tanto al plano del tono como de la saturación. Cuyo resultado es una buena reducción del *color spill* aunque eso si la imagen final no se modifica respecto a la original.

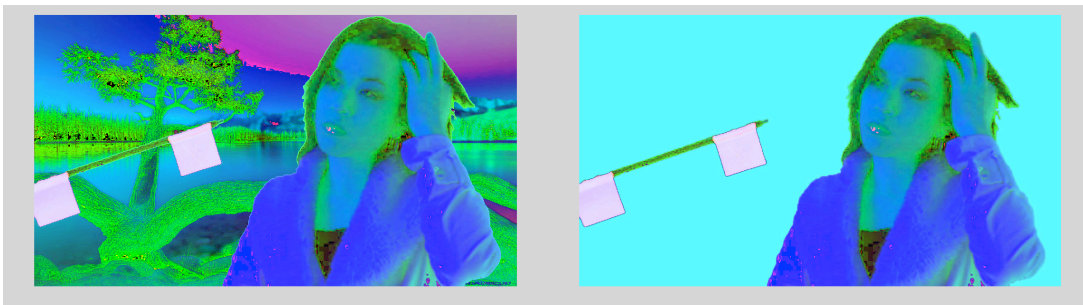


Figura 64-Representación HSV Figura 65-Representación HSV y separación



Figura 66-Resultado final

En lo que respecta a las demás fotos, como ya he comentado anteriormente, para cuando hay poco *color spill* como el del pelo este método no funcionará porque la máscara no funciona, no detecta el derrame, pero en la foto de

mucho *color spill* pero poco color será algo efectiva ya que la máscara si que va pero no reduce gran cantidad.



Figura 67-Foregorund

Figura 68-Máscara

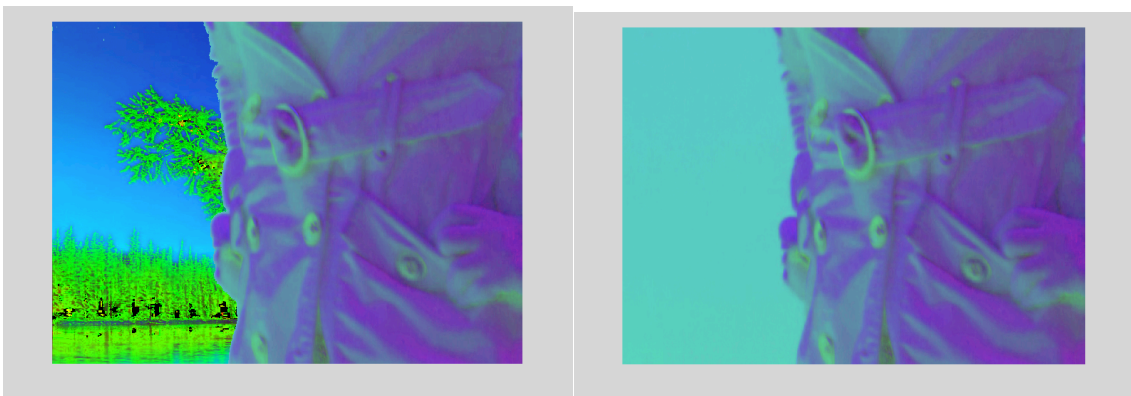


Figura 69-Representación HSV Figura 70-Representación HSV y separación

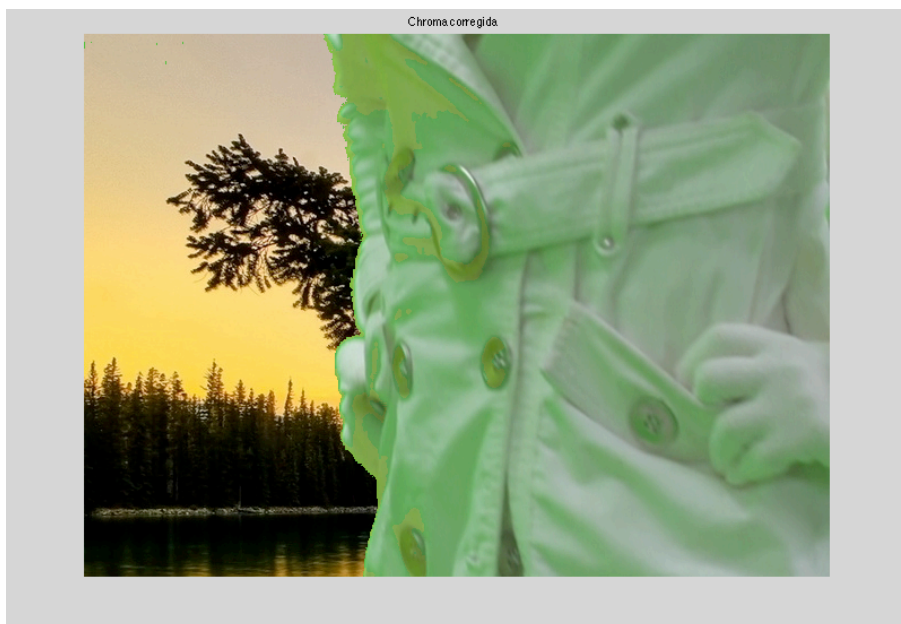


Figura 71-Resultado final

4.7-COMPARACIÓN DE MÉTODOS

Para finalizar debemos destacar que los dos primeros métodos en los que separamos la imagen *foreground* y al resultado tocamos el plano verde (RGB) el resultado no es muy satisfactorio para ninguna foto ya que al realizar esta modificación la imagen final cambiará de color y aunque reduzcamos el *color spill* el resultado estará muy perjudicado, aunque después toquemos los otros planos para compensar la reducción de verde no conseguiremos evitar la modificación de la imagen frontal del final respecto el frontal del *foreground*.

En cambio en el segundo método ya empezamos a encontrar resultados, esto es debido a que al pasar al método HSV modificamos unos planos distintos al RGB y así no afectaremos al color y la imagen final no se verá perjudicada, pero esto solo será efectivo en imágenes con poco *color spill* y con poco color ya que aunque no modifiquemos color modificamos otros parámetros como la saturación de todo el *foreground* que afectará también pero si la imagen tiene las características antes mencionadas no se notará mucho.

En los siguientes métodos se usa una máscara que localice las zonas con *color spill* y así podremos atacar a esas zonas de diversas maneras. Una vez hallada en el método 3 se la aplicaremos con una cierta disminución en la saturación, así se le reducirá la saturación solo a las zonas de *color spill*. El cuarto método se basa en reducir la desviación que hay en las zonas de *color spill* que hay en el vector de la saturación. Estos dos métodos finales serán efectivos para zonas con mucho *color spill*, ya que en las fotos con poco derrame la máscara no será capaz de localizarlo.

Por tanto se han hallado métodos diferentes que atacan el problema del *color spill* dependiendo de las características de la imagen.

5-BIBLIOGRAFIA

[www1] http://www.loresdelsith.net/3po/rep/c_blue.htm

[www2]

<http://www.edicionmania.com/index.php?name=News&file=article&sid=60&the me=Printer>

[www3] <http://es.wikipedia.org/wiki/Croma>

[www4] http://www.digitalanarchy.com/demos/chroma_color.html

[Jack 07] J. Jackman, "Composición Chroma-key: una guía práctica para video y cine", Ed. Escuela de Cine y Video, Andoain, 2007.

[www5] http://www.loresdelsith.net/3po/rep/c_blue.htm

[www6] http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key

[www7] http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key

[www8]

<http://books.google.es/patents?id=qsU2AAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4&hl=es#v=onepage&q&f=false>

[SV] B. Vidal, "Practicas de sistemas de video", Ed. SPUPV, 2007.

[reflecmmedia]

<http://www.reflecmmedia.com/education/products/chromatte/index.htm>

[www9] <http://thilinasameera.wordpress.com/2010/12/03/chroma-keying-matlab-implementation-1-0/>

[www10] www.eradigital.com.ar/blog/archivos/chroma_key.pdf

[www11] www.digitalanarchy.com/demos/chroma_color.html

[www12] [En.wikipedia.org/Wiki/primatte_chromakey_technology](http://en.wikipedia.org/wiki/primatte_chromakey_technology)

[www13] <http://www.primatte.com/>

[Gru01] Anselm Grundhofer, Daniel Kurz, Sebastian Thiele, Oliver Bimber, "Color invariant chroma keying and color spill neutralization for dynamic scenes and cameras", *The Visual Computer: International Journal of Computer Graphics*, Vol 26 Issue 9, September 2010.

[Smith 02] Alvy Ray Smith and James, “Blue Screen Matting” F. Blinn1
Microsoft Corporation

[Laf11] J. A. Lafuente, “Técnicas de implementación de cicloramas para chroma key sin limitaciones de color”, Trabajo Fin de Carrera, EPSG, Universidad Politécnica de Valencia, 2011.

[www14] http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_color_RGB

[www15] http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV

ANEXO I

La siguiente función implementa la chroma key, es decir, la realización de una composición formada por una imagen principal y una de fondo, detallando claramente lo que realiza cada comando.

Function imagen_out=croma(im_delante,im_fondo) %definimos la función croma dándole como entradas las dos imágenes a combinar y devolviéndonos el resultado en la variable imagen_out.

[m,n,c]=size(im_delante); %nos devuelve en m la fila de la matriz en n la columna de la matriz y en c el color de la matriz de la imagen que queremos cambiar el fondo.

for i=1:m

for j=1:n %creamos un bucle que recorra la matriz pixel por pixel

if im_delante(i,j,2)>=120 & im_delante(i,j,1)<= 140 &

 im_delante(i,j,3)<= 150

 imagen_out(i,j,:)=im_delante(i,j,:); %le indicamos que si los pixels que superen esos valores no se cambien

else

 Imagen_out(i,j,:)=im_fondo; %pero si no cumple las anteriores condiciones se cambia por la imagen de fondo

end

end

end

 imshow(imagen_out) %muestra el resultado en pantalla

ANEXO II

Ahora mostraremos otro algoritmo para la implementación de un *chroma*, este algoritmo utiliza un tratamiento de la imagen mediante máscara, consiste en aplicarle a cada píxel de una imagen receptora una matriz de números que con su promediado modificara la imagen para obtener una combinación de dos imágenes y además aplicándole la máscara adecuada conseguiremos tratar los bordes correctamente y que no ocurra el problema del degradado de color (*spill color*) .

Para ello necesitamos dos imágenes que una nos sirva como fondo y otra como imagen de primer plano (*background* y *foreground*).[www7]

Cargamos estas dos imágenes en matlab:

```
imBg = imread ('background.jpg');  
imFg = imread ('foreground.jpg');
```

Como se puede ver el color de primer plano principal es azul, por lo tanto, tenemos que enmascarar el color azul corresponde a la imagen. Con el fin de realizar esta operación, tenemos que crear una máscara con los umbrales de color.

Como estamos usando imágenes en color tenemos que realizar la máscara para todas las matrices de máscaras RGB.

Finalmente el programa será:

```
function [image mask] = chromaKey(background, foreground, key, major)  
  
    R = key(1);          G = key(2);          B = key(3);  
  
    if(major=='b')  
  
        imF = (foreground(:,:,1)<=R)&(foreground(:,:,2)<=G)&(foreground(:,:,3)>B);  
  
    else  
  
        imF = (foreground(:,:,1)<=R)&(foreground(:,:,2)>G)&(foreground(:,:,3)<=B);  
  
    end  
  
    imFu = cast(~imF, 'uint8');  
  
    imFm = cast(imF, 'uint8');  
  
    imCk(:,:,1) = background(:,:,1).*imFm + imFu.*foreground(:,:,1);  
  
    imCk(:,:,2) = background(:,:,2).*imFm + imFu.*foreground(:,:,2);  
  
    imCk(:,:,3) = background(:,:,3).*imFm + imFu.*foreground(:,:,3);  
  
    image = imCk;  
  
    mask = imF;
```

ANEXO III

MÉTODOS IMPLEMENTADOS

MÉTODO 1

LLAMADA

```
imagen_in2=imread('ernesto.jpg');  
imagen_in1=imread('background1.jpeg');  
separacion_RGB(imagen_in2,imagen_in1);
```

PROGRAMA

```
function imagen_out= separacion(imagen_in2,imagen_in1)  
  
figure(1)  
imshow(imagen_in2)  
  
[m,n,k]=size(imagen_in2);  
  
imagen_out=imagen_in2;  
  
for i=1:m  
    for j=1:n  
        if (imagen_in2(i,j,1)<85) && (imagen_in2(i,j,2)>=200) &&  
(imagen_in2(i,j,3)<85)  
            imagen_out(i,j,:)=0;  
        else  
            imagen_out(i,j,:)=255;  
        end  
    end  
end  
  
figure(2)  
imshow(imagen_out)  
title('separación')  
  
a=double(imagen_out)/255;  
b=double(imagen_in2)/255;  
  
imagen_out=a.*b;  
  
figure(3)  
imshow(imagen_out)  
  
imagen_out(:,:,2)=imagen_out(:,:,2).*0.75;  
  
figure(4)  
imshow(imagen_out)  
  
imagen_in1=double(imagen_in1)/255;  
  
[m,n,k]=size(imagen_out);  
imagen_out=imagen_out;
```

```
for i=1:m
    for j=1:n
        if (imagen_out(i,j,1)==0) && (imagen_out(i,j,2)==0) &&
(imagen_out(i,j,3)==0)
            imagen_out(i,j,:)=imagen_in1(i,j,:);
        end
    end
end
figure(5)
imshow(imagen_out)
title('chroma mejorado')
```

MÉTODO 2

LLAMADA

```
imagen_in2=imread('ernesto.jpg');  
imagen_in1=imread('background1.jpeg');  
separacion_HSV(imagen_in2,imagen_in1);
```

PROGRAMA

```
function imagen_out= separacion(imagen_in2,imagen_in1)  
  
figure(1)  
imshow(imagen_in2)  
  
[m,n,k]=size(imagen_in2);  
  
imagen_out=imagen_in2;  
  
for i=1:m  
    for j=1:n  
        if (imagen_in2(i,j,1)<85) && (imagen_in2(i,j,2)>=200) &&  
(imagen_in2(i,j,3)<85)  
            imagen_out(i,j,:)=0;  
        else  
            imagen_out(i,j,:)=255;  
        end  
    end  
end  
  
figure(2)  
imshow(imagen_out)  
title('separación')  
  
a=double(imagen_out)/255;  
b=double(imagen_in2)/255;  
  
imagen_out=a.*b;  
  
figure(3)  
imshow(imagen_out)  
  
imagen_out=rgb2HSV(imagen_out);  
  
figure(4)  
imshow(imagen_out)  
  
imagen_out(:,:,2)=imagen_out(:,:,2).*0.65;  
  
imagen_out=HSV2rgb(imagen_out);  
  
figure(5)  
imshow(imagen_out)  
  
imagen_in1=double(imagen_in1)/255;
```

```
[m,n,k]=size(imagen_out);
imagen_out=imagen_out;

for i=1:m
    for j=1:n
        if (imagen_out(i,j,1)==0) && (imagen_out(i,j,2)==0) &&
(imagen_out(i,j,3)==0)
            imagen_out(i,j,:)=imagen_in1(i,j,:);
        end
    end
end
figure(6)
imshow(imagen_out)
title('chroma mejorado')
```

MÉTODO 3

LLAMADA

```
imagen_in2=imread('ernesto.jpg');  
imagen_in1=imread('background1.jpeg');  
METODO_modificado(imagen_in2,imagen_in1);
```

PROGRAMA

```
function imagen_final= chroma(imagen_in2,imagen_in1)  
  
[m,n,k]=size(imagen_in2);  
imagen_out=imagen_in2;  
for i=1:m  
    for j=1:n  
        if (imagen_in2(i,j,1)<85) && (imagen_in2(i,j,2)>=200) &&  
(imagen_in2(i,j,3)<85)  
            imagen_out(i,j,:)=imagen_in1(i,j,:);  
        end  
    end  
end  
  
figure(1);imshow(imagen_out)  
title('chroma key')  
  
imagen_final=imagen_out;  
  
gray=rgb2gray(imagen_final);  
figure(2);imshow(gray)  
  
imagen_outR=double(imagen_final(:,:,1));  
imagen_outG=double(imagen_final(:,:,2));  
imagen_outB=double(imagen_final(:,:,3));  
  
figure(3);imshow(imagen_outG)  
  
imagen_outG2=(imagen_outG-imagen_outR-imagen_outB);  
masc=(imagen_outG2>20);  
imagen_outG2=imagen_outG2.*masc;  
imagen_outG2=medfilt2(imagen_outG2);  
  
figure(4);imshow((imagen_outG2));  
  
imagen_outG2=uint8(ceil(imagen_outG2));  
  
imagen_outG2(430,1072)  
  
imagen_outG2(600,1029)  
imagen_outG2(865,1266)  
imagen_outG2(862,1489)
```

```
imagen_final(:,:,2)=[imagen_final(:,:,2)]-  
[ ((imagen_outG2).*255.*0.2)];  
  
figure(5);imshow(imagen_final);
```

COMBINACIÓN MÉTODO 2 Y 3

LLAMADA

```
imagen_in2=imread('ernesto.jpg');  
imagen_in1=imread('background1.jpeg');  
METODO_modificado(imagen_in2,imagen_in1);
```

PROGRAMA

```
function imagen_final= chroma(imagen_in2,imagen_in1)  
  
[m,n,k]=size(imagen_in2);  
imagen_out=imagen_in2;  
for i=1:m  
    for j=1:n  
        if (imagen_in2(i,j,1)<85) && (imagen_in2(i,j,2)>=200) &&  
(imagen_in2(i,j,3)<85)  
            imagen_out(i,j,:)=imagen_in1(i,j,:);  
        end  
    end  
end  
  
figure(1);imshow(imagen_out)  
title('chroma key')  
  
imagen_final=imagen_out;  
  
gray=rgb2gray(imagen_final);  
figure(2);imshow(gray)  
  
imagen_outR=double(imagen_final(:,:,1));  
imagen_outG=double(imagen_final(:,:,2));  
imagen_outB=double(imagen_final(:,:,3));  
  
figure(3);imshow(imagen_outG)  
  
imagen_outG2=(imagen_outG-imagen_outR-imagen_outB);  
masc=(imagen_outG2>20);  
imagen_outG2=imagen_outG2.*masc;  
imagen_outG2=medfilt2(imagen_outG2);  
  
figure(4);imshow((imagen_outG2));  
  
imagen_outG2=uint8(ceil(imagen_outG2));  
  
imagen_outG2(430,1072)  
  
imagen_outG2(600,1029)  
imagen_outG2(865,1266)  
imagen_outG2(862,1489)
```

```
imagen_final(:,:,2)=[imagen_final(:,:,2)]-
[((imagen_outG2).*255.*0.2)];

figure(5);imshow(imagen_final);

[m,n,k]=size(imagen_in2);

imagen_out=imagen_in2;

for i=1:m
    for j=1:n
        if (imagen_in2(i,j,1)<85) && (imagen_in2(i,j,2)>=200) &&
(imagen_in2(i,j,3)<85)
            imagen_out(i,j,:)=0;
        else
            imagen_out(i,j,:)=255;
        end
    end
end

a=double(imagen_out)/255;
b=double(imagen_final)/255;

imagen_out=a.*b;

figure(6);imshow(imagen_out);

imagen_final=rgb2HSV(imagen_out);

imagen_final(:,:,2)=imagen_final(:,:,2).*0.7;

imagen_final=HSV2rgb(imagen_final);

figure(7);imshow(imagen_final);

imagen_in1=double(imagen_in1)/255;

[m,n,k]=size(imagen_final);
imagen_out=imagen_final;

for i=1:m
    for j=1:n
        if (imagen_out(i,j,1)==0) && (imagen_out(i,j,2)==0) &&
(imagen_out(i,j,3)==0)
            imagen_out(i,j,:)=imagen_in1(i,j,:);
        end
    end
end

figure(8);imshow(imagen_out);
```


MÉTODO 4

LLAMADA

```
imagen_in2=imread('ernesto.jpg');  
imagen_in1=imread('background1.jpeg');  
METODO_modificado_HSV_bv(imagen_in2,imagen_in1);
```

PROGRAMA

```
function imagen_final= METODO_modificado_HSV_bv(imagen_in2,imagen_in1)  
  
[m,n,k]=size(imagen_in2);  
imagen_out=imagen_in2;  
for i=1:m  
    for j=1:n  
        if (imagen_in2(i,j,1)<85) && (imagen_in2(i,j,2)>=200) &&  
(imagen_in2(i,j,3)<85)  
            imagen_out(i,j,:)=imagen_in1(i,j,:);  
        end  
    end  
end  
  
figure(1);imshow(imagen_out)  
title('chroma key')  
  
imagen_final=imagen_out;  
  
gray=rgb2gray(imagen_final);  
figure(2);imshow(gray)  
  
imagen_outR=double(imagen_final(:,:,1));  
imagen_outG=double(imagen_final(:,:,2));  
imagen_outB=double(imagen_final(:,:,3));  
  
figure(3);imshow(imagen_outG)  
  
imagen_outG2=(imagen_outG-imagen_outR-imagen_outB);  
masc=(imagen_outG2>3);  
imagen_outG2=imagen_outG2.*masc;  
imagen_outG2=medfilt2(imagen_outG2);           % Es la que marca el spill  
  
imagen_outG2=imagen_outG2>5;  
figure(4);imshow((imagen_outG2));title('spill')  
  
imagen_outHSVchroma=rgb2HSV(imagen_out);  
figure(5);imshow(imagen_outHSVchroma)  
  
imagen_HSVoriginal=rgb2HSV(imagen_in2);  
figure(6);imshow(imagen_HSVoriginal)  
imagen_HSVoriginal(10,10,1)  
imagen_outHSVchroma(852,1484,1)
```

```
%imagen_outHSVchroma(:,:,1)=imagen_outHSVchroma(:,:,1)-  
imagen_outG2.*imagen_HSVoriginal(10,10,1)/8; % Le resto al hue de la  
imagen con chroma el hue del verde de un punto que era verde en la  
imagen original
```

```
imagen_outHSVchroma(:,:,2)=imagen_outHSVchroma(:,:,2)-  
imagen_outG2.*imagen_HSVoriginal(10,10,2)/6; % Le resto a la  
saturacion de la imagen con chroma la saturacion de un punto que era  
verde en la imagen original
```

```
imagen_final=HSV2rgb(imagen_outHSVchroma);  
figure(7);imshow(imagen_final);title('Chroma corregida')
```