

La película digital

Planteamiento

Planteamientos teóricos

Sensores electrónicos

Fotoelectrónica

La luz está formada por *fotones*.

Al chocar los fotones con la materia le arranca *electrones*.

Pero esto solo pasa con los materiales *semiconductores*.

El número de electrones que se pone en marcha por cada fotón es la *eficacia cuántica*.

La eficacia cuántica depende de la longitud de onda del fotón.

El cerebro percibe la longitud de onda como *color*.

A más luz exponemos el semiconductor, más *corriente eléctrica* produciremos.

Para recibir la luz fabricamos *sensores* divididos en celdillas, normalmente dispuestas en filas y columnas, cada una de las cuales llamamos *píxel*.

Píxeles más grandes significan mayor superficie sensible, por tanto una recogida mayor número de fotones y una producción superior de electrones.

Además píxeles más grandes significan menor producción de *ruido*.

Cada píxel es una célula sensible a la luz que entendemos representa un punto de la imagen.

Sensores triples

Los fotones tienen color, los electrones no.

El número de electrones producidos nos indica la cantidad de luz expuesta, pero no su color.

Para poder registrar el color hay que diferenciar los electrones producidos por los fotones de cada color.

Según las teorías clásicas sobre podemos obtener cualquier color mezclando solo tres, que llamaremos *primarios*.

De manera que diferenciamos los electrones producidos por los fotones rojos, verdes y azules.

Una de las maneras de diferenciarlos es la de emplear tres sensores, cada uno con un *filtro de color* que produce una *carga eléctrica* dependiente del contenido del color del filtro que tiene la imagen.

Esta solución de los tres sensores suele usarse en cámaras de televisión.

Sensores de tres capas

Otra solución es emplear tres sensores construidos sobre el mismo chip, en tres capas.

Esta es la técnica empleada en la práctica totalidad de las *películas químicas*.

Solo hay en la actualidad un *sensor de estado sólido* de este tipo. El *foveón*.

Sensores con filtro de color

La solución más común en fotografía es emplear un único sensor con filtros individuales dispuestos delante de cada píxel.

Así cada píxel solo capta un color.

Después de la toma hay que calcular los colores reales de cada píxel a partir del valor de los adyacentes.

Este proceso se denomina *interpolación de color*.

La organización de los filtros depende del fabricante, aunque es muy popular la disposición de *filtro de Bayer*, que tiene el 50% de píxeles verdes e igual número de azules que de verdes de manera que cada una fila es verde y azul alternados y la siguiente rojo y verde.

Sensores lineales y superficiales

Lineales

Hay dos maneras de fabricar un sensor, en línea y en superficie.

La primera consiste en disponer los píxeles en una sola fila.

Para captar la imagen hay que mover el sensor por toda la superficie.

Es una técnica lenta, solo apta para motivos estáticos.

Se usa en escáneres y en algunas cámaras digitales antiguas.

Su ventaja consiste en que solo tiene limitada la *resolución* a lo largo del sensor pero transversalmente puede proporcionar distinto número de píxeles según desplazemos el sensor.

Al poder aumentar la resolución en el sentido del movimiento del sensor podemos conseguir mucho detalle en este sentido.

Superficiales

Los sensores superficiales consisten en una pastilla plana dividida en celdillas.

Los sensores superficiales ocupan toda el área de la imagen.

Son los más empleados en cámaras fotográficas y de vídeo.

Puesto que su tamaño es fijo tienen una resolución fija. La cantidad de píxeles horizontales y verticales es siempre la misma.

Sensores interlined y full-frame

El factor de relleno

La célula sensible suele ser algún tipo de fototransistor.

El espacio ocupado por la célula sensible es algo menor que el espacio disponible teórico para todo el píxel.

A la proporción de este espacio que ocupa el sensor se le llama *fill factor*. Literalmente: factor de relleno.

Hay básicamente dos tipos de sensores los interlineados y los de superficie completa

Sensores interlineados

Los sensores interlineados tienen entre cada línea de píxeles un canal en el que se descargan los electrones producidos. De forma parecida a una cinta transportadora de una fábrica que recogiera la carga eléctrica.

Este canal de transmisión ocupa parte del espacio del píxel, por lo que los sensores que los usan tienen un píxel efectivo más pequeño que el teóricamente disponible por el tamaño.

Es decir, tienen un fill factor pequeño. Típico del 50%, que significa que el foto sensor ocupa la mitad del espacio total del píxel.

Al ser el fotosensor más pequeño tiene menos *sensibilidad* y ofrece más *ruido*.

La ventaja consiste en que estos sensores pueden leerse continuamente, mediante una obturación electrónica.

Por eso suelen usarse en cámaras de vídeo y fotográficas con visor continuo de la imagen, ya que permiten enviar al monitor todo cuanto reciben sin tener por qué realizar la exposición real.

Sensores de superficie completa

En un sensor de superficie completa (*full frame*) los electrones producidos en el píxel pasan a la salida copiándose de uno a otro.

Tienen un fill factor grande. El caso del full frame real sería un factor de relleno del 100%, aunque no siempre se alcanza estos valores.

Las ventajas son que al ser más grandes los fotorreceptores ofrecen más sensibilidad y menos ruido.

Pero requieren un obturador mecánico.

Los sensores fullframe se emplean sobre todo en cámaras fotográficas profesionales y donde es necesario la máxima calidad de imagen.

Microlentes

Para mejorar el factor de relleno de un sensor colocamos lentes individuales delante de cada uno de los píxeles.

La microlente dirige hacia el fotorreceptor la luz que pudiera caer fuera de él.

Tipos de sensores

CCD

El CCD es un sensor fabricado a base de transistores de efecto de campo dispuestos sobre en una línea. Básicamente un CCD es un transistor de efecto de campo multipuerta.

Al CCD puede accederse solo por línea.

Presentan un buen rango dinámico y son algo más baratos de fabricar que los CMOS.

Tienen fama de ofrecer menos ruido que los CMOS.

CMOS

El sensor CMOS está fabricado a partir de transistores de tipo CMOS.

El CMOS ha sido usado clásicamente para aplicaciones de baja calidad debido a su alto ruido y poco rango dinámico.

No obstante esto en la actualidad ha cambiado, ofreciéndose sensores CMOS con respuestas tan buenas o mejores que las de los CCD.

Sin embargo aún subsiste el mito de la baja calidad de este tipo de sensores.

Aunque hay ciertas leyendas sobre que son sensores más caros que los CCD tampoco es siempre cierto que sea así.

Otros

Hay otros tipos de sensores. Básicamente los basados en transistores bipolares y los foveón.

Sus aplicaciones están ligadas a algunas marcas y solo se emplean en algunos modelos concretos de cámaras.

Comportamiento de la película digital

Rango dinámico y contraste

El rango dinámico es la diferencia entre el valor más alto y el más bajo de una magnitud.

En fotografía es un término equivalente a contraste o latitud.

La expresión rango dinámico procede de una visión del sensor como componente electrónico.

Estrictamente hablando el rango dinámico sería el margen de salida eléctrica que ofrece como respuesta.

En este caso se mediría en decibelios.

Pero a veces se confunde el rango dinámico con la *latitud*, que es la diferencia entre la *luminancia* más alta y la más baja de la escena capaz de aceptar el material sensible.

Es muy habitual llamar rango dinámico a lo que es latitud.

El contraste es la diferencia entre la mayor y menor luminancia de la escena.

Saturación y velo

Los límites de uso de un sensor electrónico son los de ruido negro y saturación

El ruido negro es el equivalente al velo en la película química y lo produce la llamada corriente oscura (*dark current*).

Consiste en que el sensor ofrece señal eléctrica de salida aún cuando está a oscuras y no ofrece hay imagen.

La saturación aparece cuando hay un exceso de luz que el sensor no puede manejar.

El fototransistor opera como un vaso que se llena de electrones. Si echamos demasiada luz, el vaso se desborda.

Esta sobreexposición se manifiesta de manera distinta a como lo hace en la película química.

En los sensores de estado sólido la saturación aparece bruscamente y anula cualquier vestigio de detalle.

En la película la saturación es progresiva y comprime el detalle de las altas luces, pero no lo desintegra.

Además la saturación conlleva el efecto nocivo del *bloomig*, consistente en que los electrones sobrantes de un píxel caen en los adyacentes. Como si el vaso, al rebosar llenara los vasos cercanos.

El bloomig aparece en la imagen como una mancha, o destello blanco, que deshace el detalle de la imagen.

La saturación es el efecto del que más debemos alejarnos y hemos de evitar.

Ruido y grano

Llamamos ruido a la señal eléctrica que se añade a la producida por la imagen.

En la película suele presentar se de varias maneras, pero la más popular es la conocida como *grano* porque se manifiesta como un granulado de la imagen.

En televisión suele llamarse al ruido *nieve*.

Hay al menos seis tipos de ruido que van desde el ruido de corriente negra –el sensor produce electricidad aún en la oscuridad- al ruido térmico –la corriente eléctrica producida por la temperatura del propio sensor-.

Como es normal a mayor sensibilidad más ruido producimos.

A más temperatura, más ruido.

A menor tamaño del píxel, más ruido.

Cuando forzamos la sensibilidad, ya sea de forma natural, como amplificando la señal eléctrica, aumentamos el ruido.

Sensibilidad

La sensibilidad es un concepto físico que indica es la inversa de la acción requerida para obtener una reacción predeterminada de un sistema.

En fotografía la sensibilidad habla de la cantidad mínima de *exposición* necesaria para obtener una imagen.

Cuanta más sensibilidad tenga el sensor, menos luz necesitamos para realizar la foto.

La sensibilidad se mide en la actualidad mediante una norma ISO que se ha escrito a partir de las normas ASA norteamericana y DIN alemana.

La sensibilidad ISO se indica mediante un número tal que al doblarlo la hacemos doble.

Así un paso de exposición consiste en doblar o dividir por dos el número de la sensibilidad.

La serie de sensibilidades ISO es: 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200.

Entre los valores enteros de sensibilidad tenemos siempre otros dos. Así dividimos el paso en tercios.

Los valores de los tercios de paso incrementan al paso anterior en un 25% y reducen al superior en un 20%.

La serie por tercios es: 25, 32, 40, 50, 64, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 640, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200.

Sensibilidad espectral

Los sensores tienen distinta respuesta según sea el color de la luz.

Normalmente los sensores se manipulan para que ofrezcan una respuesta a los colores que sea más o menos similar a la del ojo.

Esto significa que casi toda la respuesta se ofrece al color verde. Algo menos al rojo y una pequeña parte al azul.

No obstante los fotorreceptores tienen una gran respuesta a la luz infrarroja. Luz que los ojos no ven.

Por esto muchas cámaras tienen montados filtros que bloquean los infrarrojos.

Una cámara digital sin filtro infrarrojo puede producir imagen con menos luz visible de la que usualmente empleamos. Puede tener una sensibilidad aparente mayor que la real.

Resolución y nitidez

La resolución es el número de píxeles que contiene un sensor.

A más píxeles más detalle podemos captar.

Pero también, para aumentar el número de píxeles sin aumentar la superficie del sensor tenemos que hacer más pequeños los píxeles.

Al hacer los píxeles más pequeños reducimos su sensibilidad y aumentamos el ruido que producen.

Normalmente la nitidez aumenta al reducir el tamaño de los puntos y subir su número.

Pero hay efectos no deseados al emplear puntos discretos (píxeles) para fotografiar objetos con texturas pequeñas, como líneas paralelas, superficies llenas de puntos. Es el moiré, del que hay al menos once tipos distintos.

OEFC

La función de conversión optoelectrónica es una manera de ver la respuesta del sensor como un todo: desde su comportamiento electrónico como el numérico.

La OEFC es la curva característica del sensor digital y equivale a la curva HD de densidad de la película.

La OEFC dibuja una curva en la que en el eje horizontal encontramos la luminancia de la escena, con las sombras a la izquierda y las luces a la derecha y un eje vertical que representa el número, de 0 a 1, que produce la exposición indicada en el otro eje.

Registro digital

Analógico y digital

Un sistema es analógico cuando emplea una magnitud física para representar otra.

Un sistema es digital cuando emplea números para representar una magnitud física.

Los sensores fotográficos de estado sólido son analógicos, porque traducen la *iluminancia* (cantidad de luz que los ilumina) en carga eléctrica (número de electrones).

Pero el sensor se conecta a un sistema de digitalización, que convierte esta carga eléctrica en un número.

Por ejemplo, las cámaras de video analógico son analógicas porque la imagen del CCD la traducen en campo magnético que se graba en cinta.

Las cámaras de video digitales podrían usar los mismos sensores CCD pero graban los datos mediante números.

Sistema binario de numeración

En contra de lo que a menudo se piensa, digital no tienen nada que ver con binario ni con unos y ceros.

Sucede que para escribir los números más fácilmente empleamos la base dos en vez de la diez, que es la que normalmente empleamos para contar.

La base dos solo usa dos símbolos, el uno y el cero.

El sistema de numeración que empleamos da un valor a cada posición. La primera cifra, la de más a la derecha, vale 1, la segunda, 2, la tercera, 4, la quinta 8, la sexta 16 y así sucesivamente. Cada cifra vale el doble que la anterior (la que está más a la derecha suya).

Cuando una cifra tiene escrito un 1 se usa su valor, cuando tiene un 0 no se emplea.

Por ejemplo el número 101 tiene un uno en la primera posición (que vale 1) y otro en la tercera (que vale 4) por tanto representa el número 5 (cuatro más uno).

Otro ejemplo: el número 1100101 vale, de derecha a izquierda: uno más cuatro (tercera posición) más 32 (sexta posición) más 64 (séptima posición) por tanto representa a la cantidad ciento uno.

Cuantificación y rango

En fotografía usamos números de ocho cifras, diez y doce.

A cada cifra suele llamársele con el nombre en inglés *bit*.

La informática ha puesto de moda que se escriban los números en base dos escritos con ocho cifras.

Cada grupo de ocho cifras –ocho bits- se llama octeto o, por su nombre inglés *byte*.

Con ocho bits podemos contar desde 0 hasta 255.

Con diez bits, podemos escribir números desde 0 a 1024.

Con doce, desde 0 a 4096.

Los números siempre se escriben en grupos de 8. Por lo que si usamos 10 o 12 realmente escribimos 16.

Así dividimos el rango dinámico total capaz de recoger el sensor en un número fijo de partes.

Por ejemplo, si el sensor es capaz de responder de 1 a 1000 lux de iluminación y empleamos 12 bits estamos dividiendo ese rango en aproximadamente cuatro mil partes.

Si tenemos un rango muy grande y usamos pocos bits lo dividimos en saltos muy grandes.

Podemos ver el rango como la altura de un piso y la cuantificación –el número de pasos que podemos contar- como la cantidad de escalones de una escalera para subirlos.

Si tenemos pocos bits dividimos la escala en pocos valores. Eso se traduce en pasterizaciones: transiciones bruscas de tonos donde hay degradados sutiles.

Por tanto hay que adecuar el número de bits del digitalizador al rango dinámico del sensor.

Hay dos conceptos que retener en esto: por un lado está el paso de cuantificación, que es el incremento existente entre dos números sucesivos. Por otro lado está el rango abarcado.

Si usamos pasos muy pequeños tendremos muy buena resolución tonal, pero necesitaremos más pasos para abarcar todo el rango posible.

Hay que adecuar por tanto el número de niveles al rango disponible.

Esto crea varias dificultades ya que tratamos por igual a las imágenes con mucho contraste que a las de poco.

El ejemplo más claro lo tenemos al codificar el color: si 0 es nada de color y 255 es el tono máximo de rojo disponible ¿Pero qué saturación de rojo codificamos con este 255? ¿Un rojo normal o uno que encontraremos rara vez? Si usamos un tono normal no podremos codificar nunca los tonos muy saturados. Si codificamos los tonos muy saturados estaremos desperdiciando números que pocas veces usaríamos.

Por otra parte el límite de salto entre dos números adyacentes debe ser tal que sea al menos mayor o igual que el contraste umbral diferencial del ojo (es decir, que podamos apreciar el cambio) y por otro lado que sea mayor que el nivel de ruido del sistema, ya que si el ruido fuera más grande los números quedarían enmascarados por él.

Peso y tamaño

El tamaño de una foto es su número de píxeles.

Por ejemplo, una foto de 2000 x 3000 píxeles tiene seis millones de píxeles. O sea, seis megapíxeles.

El peso de una imagen es el número de bytes que ocupa el fichero donde se almacena.

Por ejemplo, una foto de 6 mega píxeles codificada en blanco y negro en 8 bits emplea solo 1 byte para representarlos 256 tonos de gris que van del blanco al negro, por tanto pesaría 6 megabytes.

Pero si la foto es en color RGB necesitaríamos tres números: uno para el rojo, otro para el verde y otro para el azul. Si codificamos con 1 byte cada color tendremos

tres veces seis millones, por tanto dieciocho megabytes.

Pero si en vez de números de 1 byte (8 bits) empleamos números de 12 bits, que se codifican con 2 bytes, la misma imagen de 6 megapíxeles tendría ahora 36 megabytes.

Requisitos fotográficos digitales

La fotografía digital tiene que codificar la luz que llega hasta el sensor.

Normalmente consideramos una escena típica la que tiene un contraste de 130:1.

Es decir, una escena en la que las partes más claras tienen 130 veces más luz que las más oscuras.

Pero esto es solo una guía, en realidad puede haber escenas con un contraste mucho mayor.

El ojo es capaz de diferenciar tonos adyacentes que difieren en una luminancia del 1%.

Según todo esto haría falta 11 bits para poder codificar adecuadamente la gama de tonos.

Si empleamos menos corremos el riesgo de que aparezcan bandas de color plano (*posterización*) en las zonas más oscuras o más claras de la imagen.

A pesar de esto, el estándar de la industria es ofrecer imágenes codificadas con 8 bits. Por tanto con una gradación de 256 tonos.

La principal objeción a aumentar el número de bits es que incrementa en gran manera el peso de los ficheros.

Al codificar un sistema de imagen siempre andamos con el compromiso de emplear el mínimo número de bits posibles pero tratando de abarcar el mayor número de tonos.

El ejemplo más claro son los espacios de color: si intentamos representar muchos colores (por ejemplo el ProPhoto) caemos en el error de tener números para colores que no empleamos. Si usamos espacios de color pequeños (por ejemplo el sRGB) aunque mejoramos la transición de tonos en los degradados disponemos de pocos colores vivos y saturados.

Otro caso similar sucede al tratar de codificar un color en modo Lab: este modo es capaz de representar colores que nunca captará nuestra cámara. Por tanto si reservamos números para estos valores, estaremos desperdiciando números. Pero si lo reducimos, estaremos perdiendo colores que podrían hacernos falta.

Codificación digital

Imagen latente digital

Los sensores digitales ofrecen una imagen directamente volcada del dispositivo que es en blanco y negro de manera que cada píxel en realidad tiene información solo de un color primario. Para tener la imagen final en color hay que revelar estos datos volcados.

Por tanto podemos hablar de revelado digital para pasar de esta *imagen latente* digital a la imagen final.

Cada cámara produce su propia imagen latente no siendo compatibles siempre los programas que revelan una con las que revelan otra.

La imagen latente suele codificarse en 10 o 12 bits, aunque al revelarla pasa a 8.

Al revelar la imagen latente digital se hace la interpolación de color, la codificación y la interpretación de color.

La interpolación consiste en recuperar el color de un píxel a partir de los valores captados por los píxeles adyacentes.

La codificación consiste en el escalado de los colores para hacer que un tono neutro se codifique con la misma cantidad de rojo, verde y azul.

También se modifican los valores al aplicar la gamma del sistema de color elegido.

La interpretación de color consiste en modificar, cuando procede, los números para adaptarlos al perfil de color seleccionado.

Imagen en blanco y negro

Una imagen en blanco y negro está formada por números que indican lo claro u oscuro que es cada píxel.

Esta forma de codificar emplea solo un número por cada píxel. Número que puede ser de 8,10 o 12 bits.

Estos números usan el 0 para el negro y el valor más alto para el blanco.

Imagen en color

La imagen en color consiste en tres o cuatro números por cada píxel.

Hay tres modos normales de codificar una imagen de color: RGB, Lab y CMYK.

En RGB escribimos la cantidad de rojo, verde y azul.

En Lab escribimos la cantidad de luminosidad, color rojo-verde y color azul-amarillo. Este modo no es muy popular, aunque muchos fotógrafos lo emplean para trabajar.

El modo CMYK usa cuatro números, que indican la cantidad de azul, rojo, amarillo y

negro.

Imágenes comprimidas

Una imagen puede comprimirse de diversas maneras.

La compresión significa reducir el peso del fichero de la imagen mientras mantenemos su tamaño.

Hay dos maneras de comprimir una imagen: con pérdidas o sin pérdidas.

La compresión sin pérdidas ofrece imágenes más pequeñas que no degradan su calidad. Podemos abrir y cerrar estas imágenes cuantas veces queramos que siempre mantengan la misma calidad.

La compresión con pérdidas permite realizar ficheros más pequeños que los hechos con una compresión sin pérdidas, pero a costa de una degradación progresiva de su calidad.

Normalmente la compresión con pérdidas se hace a costa de la resolución de los colores.

Al abrir y cerrar sucesivamente el fichero se recalculan los colores, provocando progresivamente una pérdida de calidad mayor.

La compresión con pérdidas se emplea de forma sistemática en vídeo y televisión así como en los ficheros jpg.

Empleamos la compresión sin pérdidas en los formatos de imagen PSD de photoshop, TIFF y en los GIF en blanco y negro.

Usamos las imágenes sin pérdidas para retocar.

Usamos las imágenes con pérdidas para enviar las copias finales de las fotos.

Formatos de imagen

Ficheros de imagen

Guardamos las fotografías en ficheros.

Estos ficheros responden a diversos formatos.

Un fichero puede tener cuatro tipos de datos: los canales de imagen, los canales alfa, los datos IPTC, el perfil de color y los datos estructurales para control del propio formato.

Canales de imagen

La imagen propiamente dicha, que se almacena en los denominados *canales*.

Por ejemplo una imagen RGB emplea tres canales, uno para rojo, otro para verde y

otro para azul. Una imagen en blanco y negro solo usa un canal.

Canales alfa

Son canales de imagen que no se imprimen. Sirven para indicar máscaras de transparencia o efectos.

IPTC

Son datos textuales que añaden información a la imagen.

Su origen son las hojas con que se acompañaba a las fotos en prensa indicando datos de la foto, como el autor, donde fue tomada, el título y otras similares.

Este tipo de información se ha incluido ahora dentro de las propias imágenes, de manera que no hacen falta dos documentos, sino uno solo.

Perfil de color

Los números escritos en el fichero representan la cantidad de colores primarios que hay que emplear para ver el color de la imagen. Pero no nos dicen cuales son estos colores primarios.

Por ejemplo, sin un fichero RGB escribe tres números 80-126-175 quiere decir que hay que usar 80 partes de rojo, 126 partes de verde y 175 partes de azul. Pero no nos dice exactamente qué rojo, qué verde y qué azul hay que emplear.

Esta es la información que nos da el perfil: más o menos nos dice qué colores son los primarios que hay que mezclar para obtener el color codificado.

Datos estructurales

Estos datos ofrecen información sobre el propio fichero.

Suelen ser datos necesarios para la descompresión o etiquetas con información para el programa visor de fotos.

RAW

Raw significa *crudo* en inglés y se refiere, de forma genérica, a un formato de imagen que es un volcado más o menos directo de los datos captados por el sensor.

Al haber muchos modelos de sensores hay muchos tipos de raw.

Además, cada marca de cámaras emplea su propio formato de fichero para guardar estos datos volcados del sensor.

La principal ventaja de los ficheros raw está en que son la imagen latente de la fotografía digital.

Por tanto y a diferencia de la imagen latente de la fotografía química, puede revelarse varias veces de manera que siempre podemos modificar la reproducción

tonal de la foto.

La parte negativa está en que al guardarse estos datos en bruto en ficheros con formatos propietarios de las casas nadie nos garantiza que dentro de unos años podamos leer nuestras propias fotografías con el software de que dispongamos entonces.

TIFF

TIFF es el estándar de hecho para la comunicación de fotos en la industria.

En su origen fue un formato de fichero creado para la industria de artes gráficas y hoy por hoy está adoptado como el estándar industrial.

Es un formato muy flexible. Consiste en una serie de etiquetas que indican aspectos importantes de la imagen que guarda el fichero.

Estas etiquetas pueden ampliarse, por lo que el formato evoluciona con las necesidades de la industria.

Permite emplear todos los modos de color y en cualquier codificación.

Además permite compresión sin pérdidas (normalmente LZW).

Aunque también puede codificar imágenes comprimidas con pérdidas no es muy popular.

Permite usar canales alfa y resoluciones de 1y6 bits.

Su ventaja es su flexibilidad.

Su desventaja está en que al ser un formato vivo y que evoluciona no todos los lectores son capaces de dar respuesta a todas las características que ofrece.

Por ejemplo, no todos los lectores son capaces de abrir los TIFF de 16 bits, o con canales alfa, o con compresión LZW o en modo Lab...

LA respuesta predeterminada en la especificación del formato es que si un programa no entiende una etiqueta (porque no tiene respuesta para ella) simplemente debe ignorarla y proseguir con la interpretación de la siguiente.

JPG

El formato JPG es compresión con pérdidas.

Por ello no es nada aconsejable su uso durante el procesado de la foto.

Es preferible emplearlo solo para transmisión de las imágenes.

Pero no todo el mundo lo entiende así.

Es un formato que permite guardar fotos en RGB, CMYK y blanco y negro de 8 bits por canal.

No permite usar canales alfa ni codificaciones de más de 8 bits.

Así mismo no debería usarse con imágenes con pocos tonos (menos de 16), grandes superficies planas o bordes abruptos.

Es decir, textos.

El formato de compresión es propietario por lo que ha de abonarse un canon para programar decodificadores. Por tanto es un formato denostado por la comunidad de soft libre.

Otros

Hay docenas de otros formatos. Por ejemplo:

PSD: es el formato nativo de Photoshop. Lo usamos para almacenar fotografías con una fuerte intervención del laboratorio digital.

GIF: usa solo 256 colores escogidos de una paleta. Es muy poco apropiado para fotografía a no ser que sea para blanco y negro o texto, ya que emplea una codificación sin pérdidas.

PNG: es la alternativa al JPG de carácter libre.

Ciencia del color

Color físico

Color perceptual

Hipótesis tricromática

Hipótesis de pares oponentes

El diagrama del CIE

CIEXYZ

CIELab

Perfiles y gestión de color

La imagen digital

Imagen fotométrica (scene referred)

Es la imagen captada por el sensor y que es fiel interpretación de las condiciones luminosas de la escena.

La empleamos para mediciones y reproducciones fieles de color.

Para poder usarlas hemos de conocer perfectamente la respuesta cromático-espectral del sensor.

Imagen perceptual (output referred)

Es la imagen captada por el sensor pero adaptada para su visión.

Esta adaptación consiste en tres pasos: el equilibrio de grises, la compresión de los extremos tonales y el aumento de contraste de la zona media.

El equilibrio de grises consiste en dar el mismo valor a los canales de color a la hora de representar un tono neutro.

La compresión de extremos tonales consiste en imitar el efecto de las películas tradicionales: comprimimos las altas luces y expandimos ligeramente las sombras.

El aumento de contraste en la zona media consiste en diferenciar mejor los tonos de la parte central de la escala de manera que mejoramos su detalle.

Esta manipulación es necesaria dado que si viéramos la imagen en modo escena lo que tendríamos sería una foto apagada, con poco contraste y sin vida ya que los sensores no son capaces de trabajar la adaptación como el ojo hace.

Este tipo de imagen es el que se emplea en fotografía general.

Planteamientos prácticos

Toma I: Conocer nuestra cámara

Sensibilidad de nuestra cámara

La sensibilidad de nuestra cámara puede determinarse por el siguiente procedimiento:

1. Mide, para una sensibilidad determinada la exposición incidente sobre una tarjeta gris –También vale medir la exposición reflejada-.
2. Fotografía una tarjeta gris medio con varias aberturas. Pon todos los controles de la cámara a cero: nada de aumentar el detalle, ni la saturación ni reducir el ruido.
3. Aplica el modo AdobeRGB a la imagen.
4. Abre las fotos con un programa visor de fotos que permitan usar gestión de color. Por ejemplo Photoshop, pero asegúrate de que el espacio de trabajo configurado es el mismo de la foto: AdobeRGB.
5. Mira la foto en la que el gris tiene como valor $R=G=B= 116$ (también vale el 116).

6. Ahora cuenta el número de pasos de diferencia la exposición dada a esa foto y la sensibilidad con que mediste la carta gris en el paso 1.
7. Con esa diferencia calcula la sensibilidad de la cámara.

Recuerda una cosa: la sensibilidad cambia con la temperatura de color de la luz. Además, las cámaras digitales tienen un fallo de reciprocidad bastante grande con las luces de corta duración. Esto significa que la sensibilidad para flash puede ser distinta –normalmente menor- que para luz día.

Latitud y contraste

La latitud es el número de pasos de diferencia que la cámara admite que tenga la escena.

Normalmente está en torno a los seis pasos.

Esto significa que si la escena tiene un contraste de menos de seis pasos podemos reproducir detalle tanto en las luces como en las sombras.

Pero si el contraste de la escena es mayor que la latitud entonces uno de los extremos tonales no puede reproducirse adecuadamente.

En este caso hemos de elegir si sacar detalle de las sombras o de las luces.

Determinación de la latitud

Para determinar la latitud podemos hacer la siguiente prueba:

1. Disponemos la tarjeta gris junto con la blanca.
2. Medimos la exposición incidente o bien la reflejada por la tarjeta gris.
3. Fotografiamos las dos tarjetas desde 5 pasos menos de lo medido con el fotómetro hasta 5 pasos por encima.
4. Esto produce un escalonado de las exposiciones.
5. Ahora debemos asignar el perfil de color AdobeRGB.
6. Abrimos las fotos en photoshop.
7. Abrimos la ventana de información de manera que veamos los datos Lab de la imagen.
8. Buscamos la foto en la que la tarjeta blanca tenga una L de 96 (o poco más o menos).
9. Buscamos la foto en la que la tarjeta gris tenga una L de 6.

10. Vemos la diferencia en pasos entre estas dos imágenes y le sumamos dos pasos y un tercio.

11. Este valor es la latitud de la cámara. El máximo contraste que admite.

Determinación del límite de blancos

Ahora buscamos el límite de blancos de la cámara.

El límite de blancos es el punto a partir del que perdemos detalle en las luces.

Es la distancia de las medias tintas a las luces con detalle.

Para eso mira cual es la diferencia en pasos entre la imagen que da el gris en L 50 y la que da el blanco en L 96.

Si la foto con el blanco en L 96 está hecha con un diafragma más grande (o más velocidad) que la del gris, añade esta diferencia a 2,3.

Pero si el la imagen del blanco a L 96 tiene un diafragma más abierto que la foto del gris, entonces resta a 2,3 el número de pasos de diferencia que haya.

Este número es la distancia en pasos entre el gris medio y el blanco con detalle.

Es decir, de la zona V a la VII REAL de nuestra cámara.

Recuerda siempre este valor, porque si tienes alguna vez una lectura de fotómetro mayor que este desde el gris, no tendrás detalle en esa parte de la imagen.

Por ejemplo: el gris medio está en f:8 y el blanco en f: 11. Como hay un paso más cerrado significa que la latitud es 3,3.

Pero si el blanco en L 96 hubiera aparecido en f:5,6 entonces la distancia de blancos sería de 1,3 (quito el paso porque he tenido que abrir un paso para encontrar la foto)

Determinación del límite de negros

El límite de negros es la distancia de las medias tintas a las sombras profundas. Es decir, del gris medio al detalle en sombras.

Para eso mira la diferencia en pasos entre la foto que daba el gris con L 50 y la que lo da con L 6.

Ese es el número de pasos que tu cámara aguanta entre las sombras con detalle y el gris medio.

Caracterización espectrométrica

Consiste en medir la respuesta espectral de la cámara.

Es necesaria para hacer trabajos de tipo fotométrico –scene referred-

Para ello hay que medir una serie de muestras de color mediante un espectrofotómetro y obtener las curvas OEFC reales de la combinación de luz, objetivo y exposición.

Perfilado de color

El perfilado de color consiste en obtener el perfil de color de la cámara.

Para ello fotografiamos una muestra de color y comparamos, mediante software, los colores fotografiados con los reales.

El resultado es un fichero de perfil de color.

La diferencia esencial entre ambas maneras de trabajar es que la caracterización emplea un espectrofotómetro.

Además, los datos son distintos. La caracterización produce la respuesta real del sensor. El perfilado no nos dice nada del comportamiento espectral, sino solo del colorimétrico.

El perfilado no puede emplearse para realizar mediciones fotométricas. Solo la caracterización.

Toma II: Iluminación para digital

El flash

El flash es un aparato de iluminación que dispara destellos de luz.

El flash consigue unos niveles de iluminación relativamente altos al concentrar toda la energía en un intervalo de tiempo muy corto, lo que eleva la potencia de la iluminación.

Lamentablemente tan corto tiempo hace que, en el caso de que la intensidad luminosa sea muy alta (como lo es a corta distancia del flash) el sensor digital no sea capaz de seguir la subida tan rápida de luz y subexponga.

Esto se traduce en que la sensibilidad del sensor digital al flash es menor que a la luz continua.

La mejor manera de conocer las posibilidades del sensor con un flash consiste en determinar su sensibilidad.

Recuerda que esta sensibilidad depende de la distancia del flash a la cámara.

Luz continua

La luz continua de uso en fotografía digital suele ser de tres tipos: incandescente halógena, fluorescente o HMI.

La sensibilidad de la cámara depende del tipo de luz.

Normalmente se dice que depende de la temperatura de color de la lámpara. Pero ni las HMI ni las fluorescentes tienen temperatura de color. Por lo que hay que ser precavido a la hora de filtrar.

Los sensores digitales no presentan mucha diferencia con la luz continua sobre la película química.

La mayor diferencia se presenta con las luces de baja inercia, como las HMI o fluorescentes, que pueden parpadear y subexponer la foto.

Si la imagen parpadea la mejor solución es emplear tiempos de exposición superiores a 1/60. Aunque aún así puede haber problemas.

Si aparecen estos problemas por encima de 1/60 deberíamos cambiar de iluminación. O tratar de conectar los fluorescentes a fases distintas de la instalación eléctrica.

Hay que tener especial cuidado con las luces con bajo contenido de azul, como las tungsteno domésticas, ya que obligan al sistema de equilibrio de blancos a amplificar mucho el canal azul, que al ser el color que menos contribuye a la sensación de brillo, es el que produce mayor ruido.

Toma III: Exposición para fotografía digital

Exposición para las sombras

Si conocemos el límite de negros de nuestra cámara, podemos exponer de manera que las sombras en las que queramos detalle nunca estén por debajo de la distancia medida de negros.

Por ejemplo, si hemos determinado que el límite de negros está a 3 pasos por debajo del gris medio podríamos medir puntualmente sobre el negro en el que queremos detalle y cerrar esos tres pasos el diafragma.

Otra manera sería procurar que la diferencia entre el gris medio y esas sombras no fueran mayores de esos 3 pasos que hemos decidido que nos conviene emplear como límite de negros.

La exposición para las sombras tiene el riesgo de que las posterice debido a la resolución de digitalizador de la cámara.

De cómo evitar esa posterización posible hablamos en la sección de exposición a la derecha.

Exposición para las luces

De forma similar a lo que hemos explicado para las sombras podemos operar con las luces.

Para ello medimos el tono en el que queremos el blanco con detalle y abrimos algo menos el diafragma de lo que hemos determinado como límite de blancos.

Por ejemplo, si sabemos que el límite de blancos está a un paso y medio del gris, medimos donde queremos detalle en blanco y abrimos un paso y medio.

Sea como sea, hemos de vigilar siempre que la zona con detalle en blanco no suba del valor determinado.

Al estar trabajando en digital, si exponemos en RAW siempre podremos reubicar los tonos revelando de manera distinta la imagen latente digital.

Exposición a la derecha

Una manera de sistematizar el trabajo de exposición es vigilar el histograma que presenta la cámara.

Exponemos en RAW y fotografiamos de manera que el histograma no sobrepase el lado derecho de la pantalla.

Para ello primero hacemos unas tomas de prueba, como si de una polaroid se tratara.

Miramos el histograma de estas pruebas o, si nuestra cámara nos lo ofrece, le indicamos que nos muestre las partes sobre expuestas.

Repetimos la foto haciendo que el histograma esté todo lo pegado posible al lado derecho pero sin sobrepasarlo.

Una vez vayamos a revelar la foto, bajamos los tonos a nuestro gusto.

Para bajarlo podemos emplear el mando de niveles o el de curvas de photoshop, o el mismo programa de revelado que empleemos.

Latitud de exposición

Control de color

Sistemas de exposición

Una exposición se hace siempre con referencia a dos criterios: el de nivel y el de contraste.

El criterio de nivel consiste en determinar la exposición para ofrecer una densidad adecuada al trabajo que queremos hacer.

Este criterio es el normalmente empleado por los sistemas automáticos y por los fotógrafos comunas nociones básicas y medias de exposimetría.

Consiste fundamentalmente en determinar la exposición para el gris medio, o para reproducir como gris medio un cierto tono.

El criterio de contraste tiene en cuenta los límites superior e inferior de la escala tonal.

Basa su decisión no tanto en la ubicación del gris medio dentro de la gama tonal – que sería lo que haríamos con el criterio de nivel- como es exponer de manera que se mantenga el detalle en luces y en sombras que queremos.

Estos dos criterios no son excluyentes. AL contrario, deberíamos emplear ambos a la vez para decidir la exposición a dar.

Los diversos sistemas de exposición: zonas, tonos, Davis, tratan de proporcionar herramientas para la utilización de estos criterios.

Exposición sobre gris medio

En este procedimiento calculamos la exposición simplemente sobre la medición del gris medio. Valor con el que realizamos la foto.

Sistema de zonas

La fotometría del sistema de zonas asigna diez *zonas* a las diferentes tonalidades.

Las esenciales son:

1. Zona V. Que es la que proporciona el fotómetro.
2. Zona VII. Dos pasos por encima de la cinco, contiene el blanco con detalle.
3. Zona III. Dos pasos por debajo de la cinco. Contiene las sombras con detalle.

El uso sería el siguiente:

Medimos sobre un tono.

Si hiciéramos la foto con esa medición el objeto medido se reproduciría en zona V. Como un gris medio.

Si el objeto es más claro, abrimos el diafragma.

Si es más oscuro, lo cerramos.

Los límites serían los de la zona VII y III.

El problema del sistema de zonas es que no es un sistema de fotometría, sino que abarca desde las técnicas para conocer el comportamiento de la película, a la toma de decisiones sobre como ampliar. Pasando, claro, por las decisiones sobre la fotometría

Esto hace que los valores de zona VII y III para detalle en luces y en sombra sea algo artificial.

Sistema de tonos

En este sistema dividimos las tonalidades en seis apartados:

Negros profundos. De L menor de 6.

Sombras con detalle. De L 6 a 27.

Medias tintas oscuras. De L 27 a L 50.

Medias tintas claras. De L 50 a L 73.

Luces con detalle. De L 73 a L 96.

Altas luces. De L 96 en adelante.

El gris medio cae en L 50.

A la hora de medir el gris medio podemos reubicarlo según queramos como media tinta oscura –si cerramos algo el diafragma- o medias tintas claras – si lo abrimos-.

El valor exacto en pasos de esta escala depende de donde caigan, para nuestra cámara concreta, cada uno de los tonos de L.

Ya hemos visto determinar los tonos de límites de blancos y de negros (L 96 y L 6).

Podemos determinar los puntos de cruce de los demás tonos y así disponer de información sobre la reubicación de los tonos que produce nuestra cámara.

La idea es abrir o cerrar la exposición según queramos dar un aire más luminoso u oscuro a los tonos.

Sistema de luz incidente de Davis

Consiste en medir la iluminación incidente más clara y más oscura de la escena.

A este valor, en pasos, le añadimos 5.

Ese es el contraste de la escena.

Davis desarrolla unas curvas para establecer la sensibilidad efectiva de la película.
Pero no he trabajado aún este tema en digital.

Laboratorio I: Revelado de la imagen latente digital

Procesado RAW

Flujo de trabajo de color

Formatos de salida

Control de tono

Laboratorio II: Ampliación digital

Pruebas de color

Caracterización de la ampliadora

Amplificadoras fotográficas

Amplificadoras de impresión

Configuración de salida

Laboratorio III: Retoque básico

Control de tono

Etalonaje digital

Arañazos y polvo

Limpieza

Presentación I: Papel

Acabados

Exposición

Presentación II: Pantalla

Visores de fotos

HTML

PDF

Videodisco

Temas de ampliación

Retrato digital

Modelado de la figura

Retoque de retrato

Bodegón digital

Materiales

Retoque

Reproducción de obras

Iluminación y exposición

Interior y arquitectura

Angulares

Control de perspectiva

Puzzles

Imágenes de alto rango dinámico