Develando la mentira de los megapíxeles

Métodos Numéricos

Departamento de Computación, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

24 de Octubre de 2014

Hasta acá

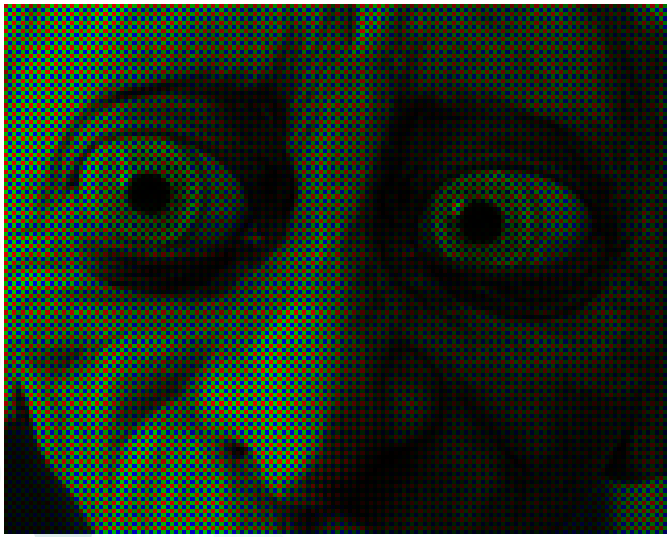
- Resolución de ecuaciones de difusión del calor.
- Eliminación de ruido en imágenes.
- Generación de rankings de páginas web.
- Diseño de portfolios con mínima varianza.

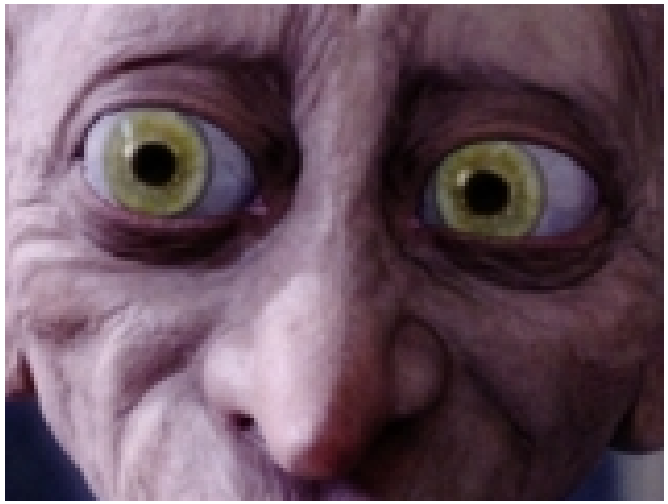
Todos los temas que los alumnos estuvieron viendo llamaron la atención de los recruiters de esta reconocida empresa en el procesamiento de imágenes

Para encontrar candidatos para su posición de *Image processing Ninja Gurú Jedi Master* decidieron lanzar un desafío en donde se tenga resolver un problema de procesamiento de imágenes con los últimos conceptos aprendidos por los alumnos

Desafío

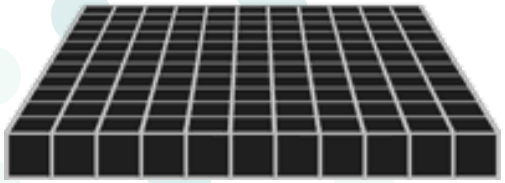
Diseñar, implementar y analizar un algoritmo para resolver el problema de *demosaicing*

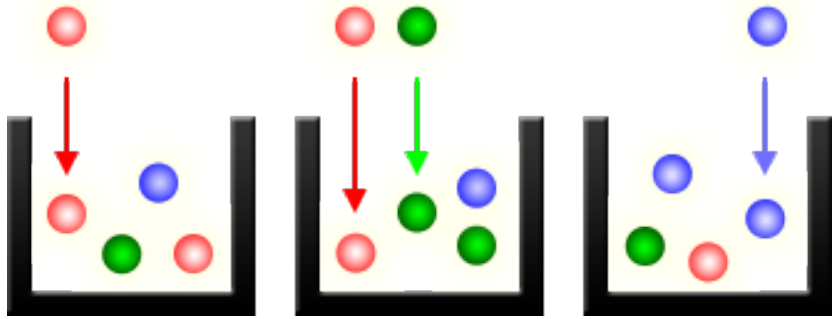




Captura de una imagen

Cómo consigue una imagen una cámara digital?
Las cámaras digitales poseen un sensor en forma de cuadrícula, en el que cada posición es capaz de captar la intensidad de la luz que llega a ese punto a través de la lente





Cuando el fotógrafo apreta el disparador, el sensor queda expuesto, mediante la lente, a la luz proveniente del exterior
Cuál es el problema si todas las *cajitas* capturan todos los colores?

Solución a la no disociación de colores

Si cada sensor capta todos los fotones que impactan en el, sin disociar el color de la luz proveniente, entonces solo podremos generar imágenes en escala de grises

Cómo se soluciona esto? En vez de capturar toda la información que se pueda, en cada sensor de la cuadricúla se captura la información perteneciente a un solo color y despues veremos como nos las arreglamos para generar una imagen completamente a color.

Solución a la no disociación de colores

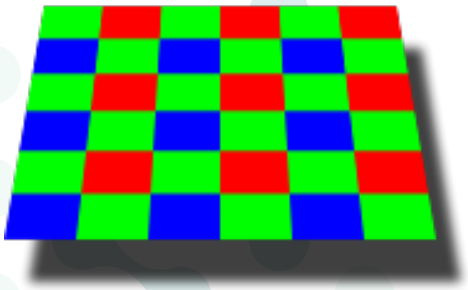
Si cada sensor capta todos los fotones que impactan en el, sin disociar el color de la luz proveniente, entonces solo podremos generar imágenes en escala de grises

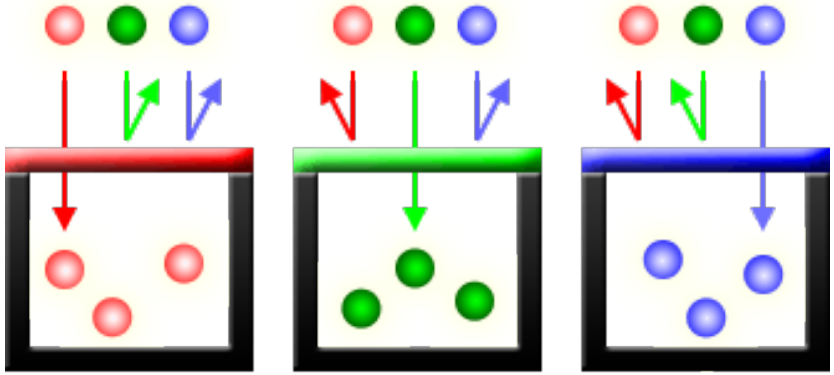
Cómo se soluciona esto? En vez de capturar toda la información que se pueda, en cada sensor de la cuadricúla se captura la información perteneciente a un solo color y despues veremos como nos las arreglamos para generar una imagen completamente a color.

Figura : *Este es el caso de publicidad fraudulenta más inaudito desde la película historia sin fín. - Lionel Hutz -*

Captura de una imagen

En vez de capturar toda la luz en cada sensor, se filtra un solo color y se captura la información correspondiente a ese color.
La decisión de que color capturar en cada pixel da lugar a lo que se conoce como *Color Filter Array*

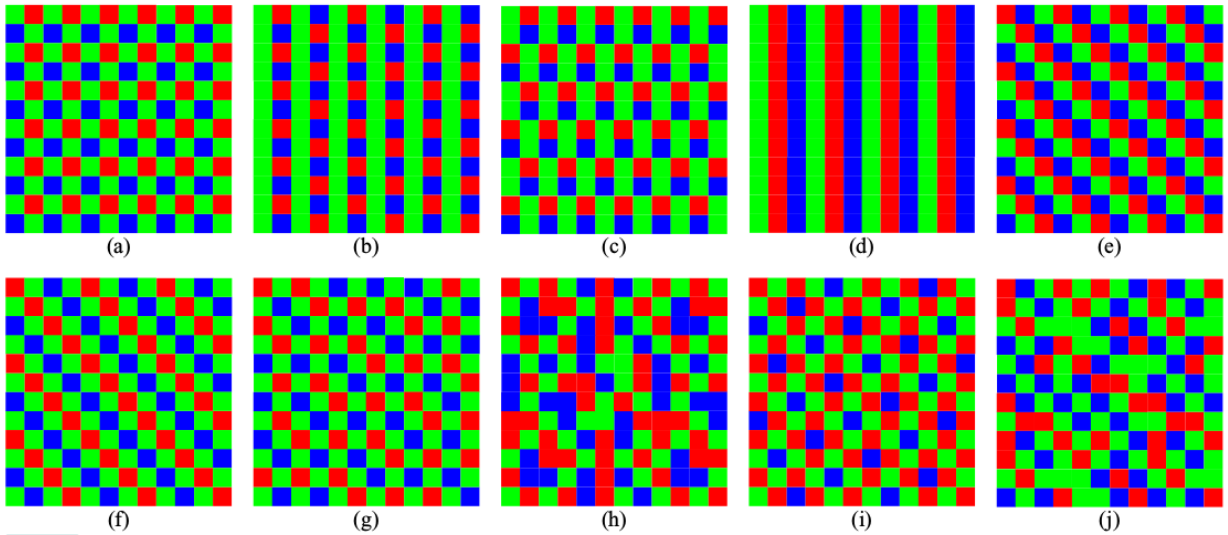




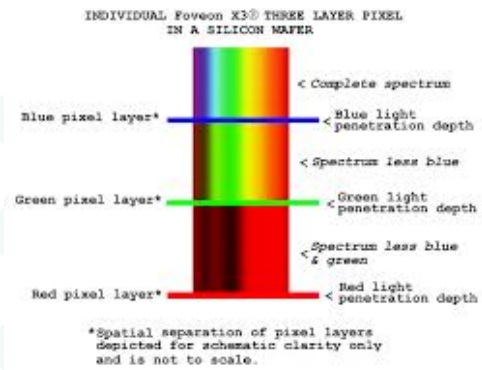
En la figura de la izquierda se puede ver el CFA más utilizado, el Bayer Array.

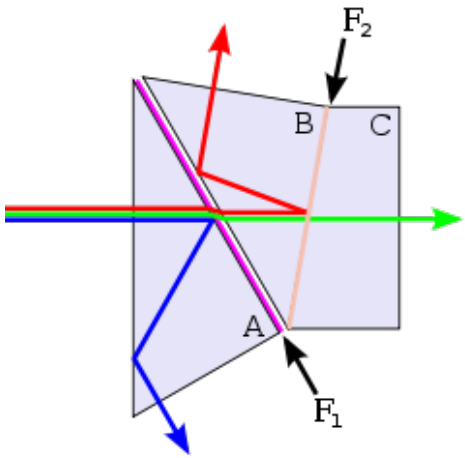
Alternativas

Otros CFAs:



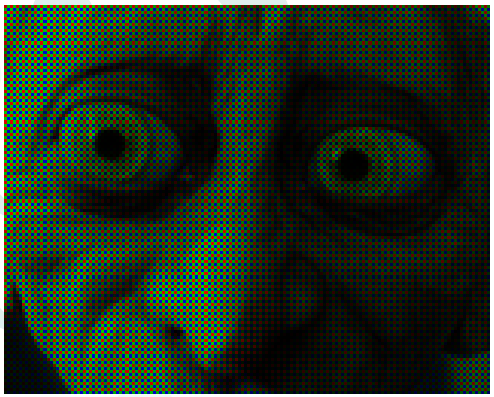
Otras alternativas (Foveon y 3ccd):

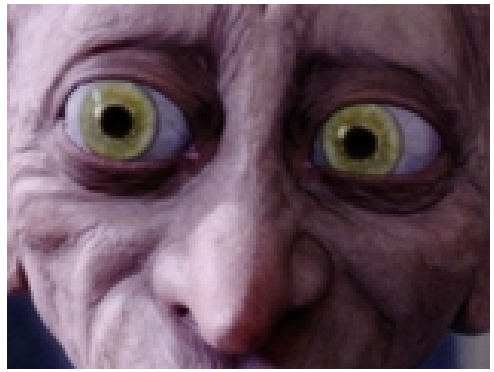




Demosaicing

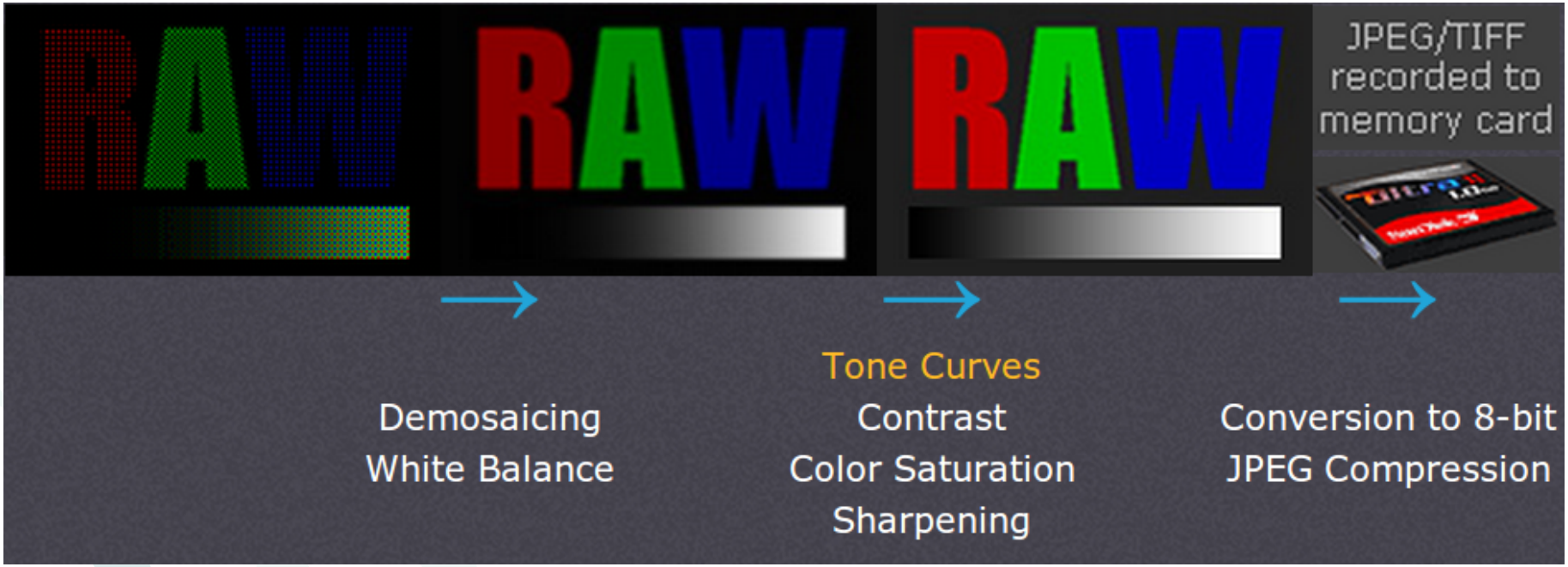
El problema de demosaicing consiste en obtener una imagen con información en los 3 canales de colores rojo, verde y azul en cada pixel, a partir de la información capturada por el sensor. En nuestro caso trabajaremos solo sobre el Bayer Array, problema que también se conoce como *debayering*





No todo es demosaicing

Para generar una imagen desde los datos crudos hay más pasos aparte del demosaicing



Demosaiqueando

Cómo podemos hacer para conseguir una imagen completa a partir de lo que capta el sensor?

El problema no tiene una única solución por lo que no existe un único método para lograr esto

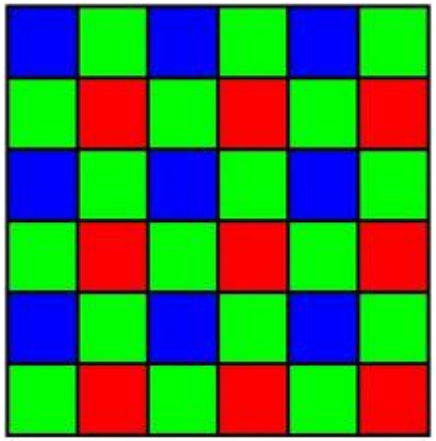
Demosaiqueando

Cómo podemos hacer para conseguir una imagen completa a partir de lo que capta el sensor?

El problema no tiene una única solución por lo que no existe un único método para lograr esto

Mi vecino el colorido

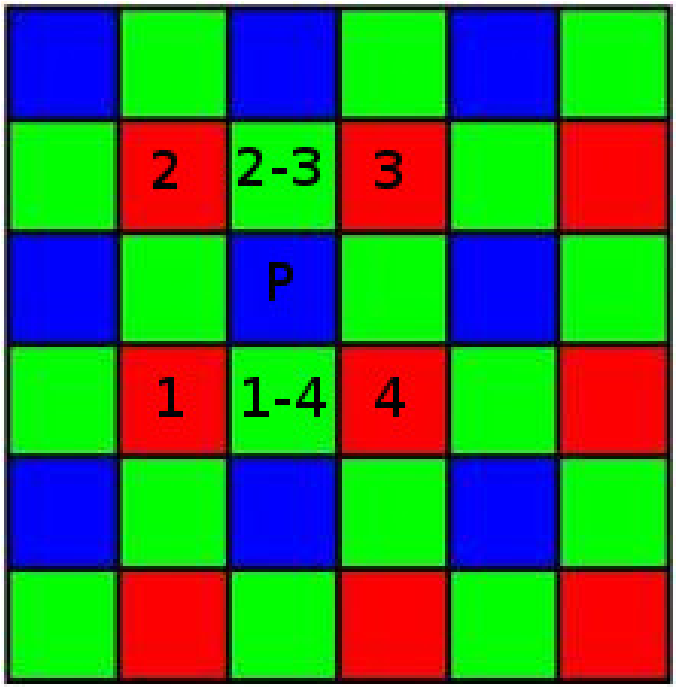
Uno de los algoritmos más simples para generar una imagen completa se basa en simplemente rellenar el color faltante de un pixel copiando el valor de su vécino más cercano



Como vemos en la figura, todo pixel tiene un vecino de cada color posible en su *8-connected nieghborhood*

Interpolación Bilineal

La interpolación bilineal es una composición de interpolaciones lineales en dos direcciones diferentes.
En este caso nos servirá para averiguar el valor de un pixel en función de sus vecinos en la grilla



Interpolaciones Direccionales

Estos métodos se basan en realizar interpolaciones en diferentes direcciones para aproximar el valor buscado de un pixel, luego se mezcla la información de las diferentes direcciones para lograr un único valor

En este tipo de métodos hay dos decisiones importantes a tomar:

- Como realizar las interpolaciones direccionales
- Como mezclar la información de todas las direcciones.

Eligiendo direcciones

Cuando se realizan las interpolaciones direccionales nuevamente hay dos cuestiones a tener en cuenta

- Que direcciones se van a utilizar. Ej: horizontal, vertical, diagonal, genéricas.
- Dada una dirección, hay que decidir como se va a interpolar. Ej: Polinómica, Splines, Interpolación por bloques.

Mezclando la información

Una vez que se tiene la información en las diferentes direcciones, hay que decidir como mezclar esta información para generar un valor.

- Una opción simple es tomar el promedio de los valores obtenidos en las diferentes direcciones.
- Otras opciones buscan pesar la importancia de las direcciones utilizadas.

Mezclando la información

Una vez que se tiene la información en las diferentes direcciones, hay que decidir como mezclar esta información para generar un valor.

- Una opción simple es tomar el promedio de los valores obtenidos en las diferentes direcciones.
- Otras opciones buscan pesar la importancia de las direcciones utilizadas.

Utilizando el gradiente

- El gradiente, o el conjunto de derivadas direccionales, es un indicador de la variación de color en un determinado pixel.
- Valores grandes del gradiente en una determinada dirección esta asociado a una variación grande.
- En general, una variación grande de color esta asociado a un borde.
- En el caso ideal, nos gustaría que la información de color de un objeto no se difunda a través de sus bordes a otros objetos.
- La idea es utilizar el gradiente para darle mayor peso a las direcciones donde el color no está cambiando bruscamente.

Algoritmo de Malvar, He y Cutler

- El paper *High-quality linear interpolation for demosaicing of Bayer-Patterned color images*, presenta una alternativa para intentar mejorar los resultados obtenidos por las aproximaciones típicas.
- La principal diferencia radica en utilizar la información de los 3 canales para lograr una reconstrucción integral de la imagen.

Experimentando

Una vez que logramos el demosaicing de una imagen, qué podemos analizar sobre los algoritmos?

- Tiempo de ejecución
- Calidad cuantificables
- Calidad subjetiva

Generando datos

- Para generar datos de prueba vamos a realizar el paso inverso. Podemos tomar imagenes completas y aplicarles el Bayer Array para generar una imagen cruda sintetica.
- Se puede también trabajar con imagenes crudas reales (.NEF, .RAF, .RAW, .CRW). Hay que recordar que este no es el único paso para obtener una imagen completa.
- Para leer las imágenes, aplicarles el mosaico y hacer cualquier otro procesamiento necesario, se pueden utilizar código en otros lenguajes como Python, MATLAB, u otros. En el caso de hacerlo en C++, se pueden utilizar librerías para estos pasos.

Mediciones cuantificables

- Tiempo de ejecución.
- Métricas de calidad como PSNR o SSIM.

Algunas observaciones:

- El estudio cualitativo se puede realizar solo sobre el canal verde.
- Para el estudio cualitativo se puede recortar los bordes de la imagen.

Mediciones subjetivas

Más allá de toda métrica que podamos optimizar, las imágenes resultantes son para que sean vistas por humanos y por lo tanto es pertinente realizar un análisis subjetivo.

Una manera de mirar la calidad de una imagen es buscar artifacts, por ejemplo:

- Moire
- Zippering

Importante: Cuidado al generar datos sinteticos a partir de imágenes con artifacts

Fechas de entrega

- *Formato Electrónico:* Jueves 13 de Noviembre de 2014, hasta las 23:59 hs, enviando el trabajo (informe + código) a la dirección *metnum.lab@gmail.com*. El subject del email debe comenzar con el texto [TP3] seguido de la lista de apellidos de los integrantes del grupo.
- *Formato físico:* Viernes 14 de Noviembre de 2014, en la clase de laboratorio.

Importante: El horario es estricto. Los correos recibidos después de la hora indicada serán considerados re-entrega.

Recomendaciones

- Viernes 31/10: Compresión del problema y de los métodos barajados, lectura de paper, implementación vecino más cercano e interpolación bilineal.
- Viernes 7/11: Decisiones para el método de interpolaciones direccionales e implementaciones restantes. Experimentos de correción y de medición de tiempos de computo.
- Jueves 13/11: Experimentos cualitativos finales, exploración de artifacts en los resultados, reconsideración de métodos en base los resultados, conclusiones finales.