



Tratamiento de imágenes

Ruido y Aliasing

Héctor Alejandro Montes

h.a.montes@fi.uaemex.mx

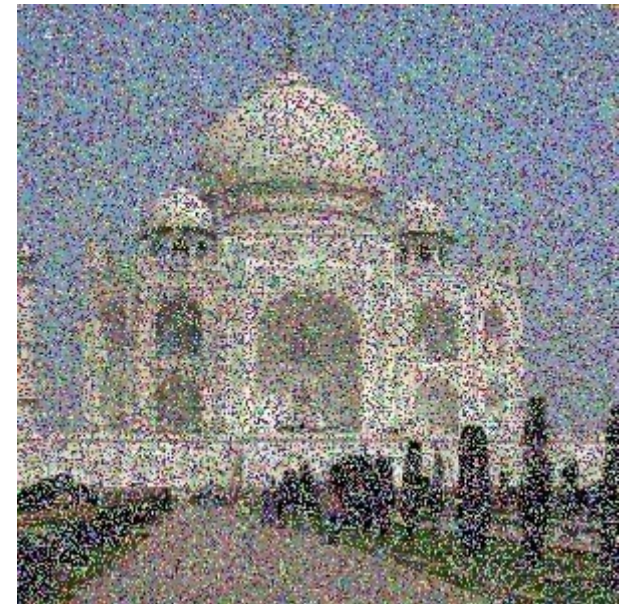
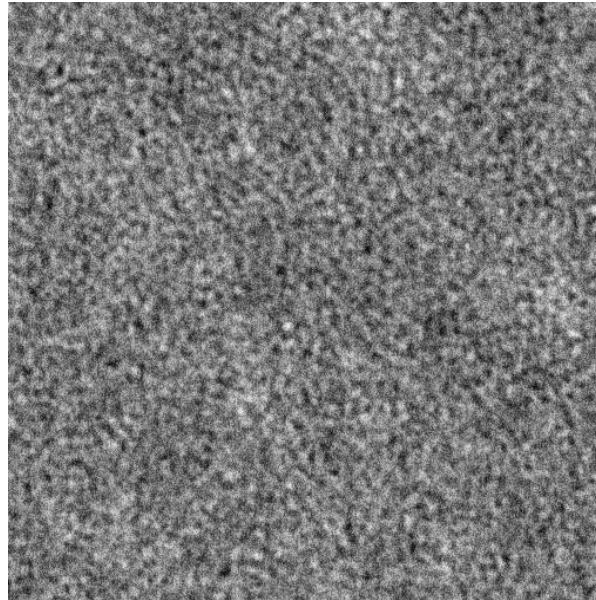
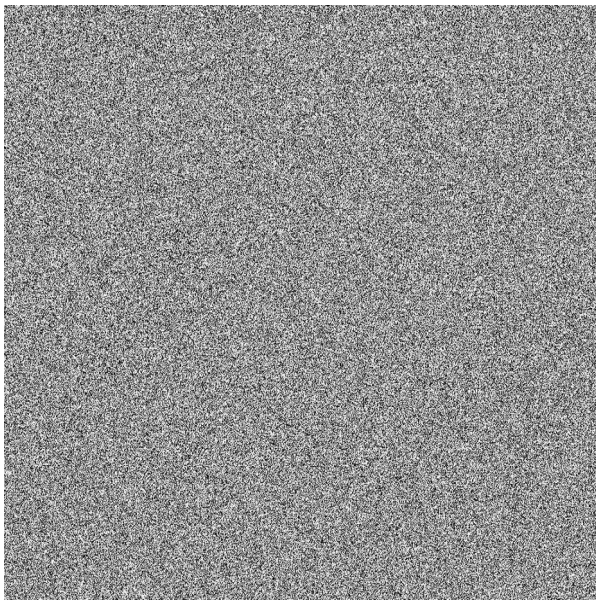
<http://fi.uaemex.mx/h.a.montes>

Advertencia

No use estas diapositivas como referencia única de estudio durante este curso. La información contenida aquí es una guía para las sesiones de clase y de estudio futuro. Para obtener información más completa, refiérase a la bibliografía listada en la última diapositiva.

Ruido

- Es la variación de intensidad o de información de color producida por un dispositivo de adquisición
 - Puede ser *aleatorio* o *determinista*.



Ruido

- Las cámaras digitales producen 3 tipos comunes de ruido:
 - Aleatorio
 - De patrón fijo
 - Ruido de Banda
- *No* son los ruidos eléctricos comunes (térmico, blanco, *flicker*, etc.), aunque usualmente afectan a los dispositivos de adquisición de imágenes
- El uso común de la palabra *ruido* significa *sonido indeseable*

Ruido

- Aleatorio
 - Difícil de eliminar
 - Su eliminación normalmente implica degradar la imagen
 - Afectan de forma especial a las texturas

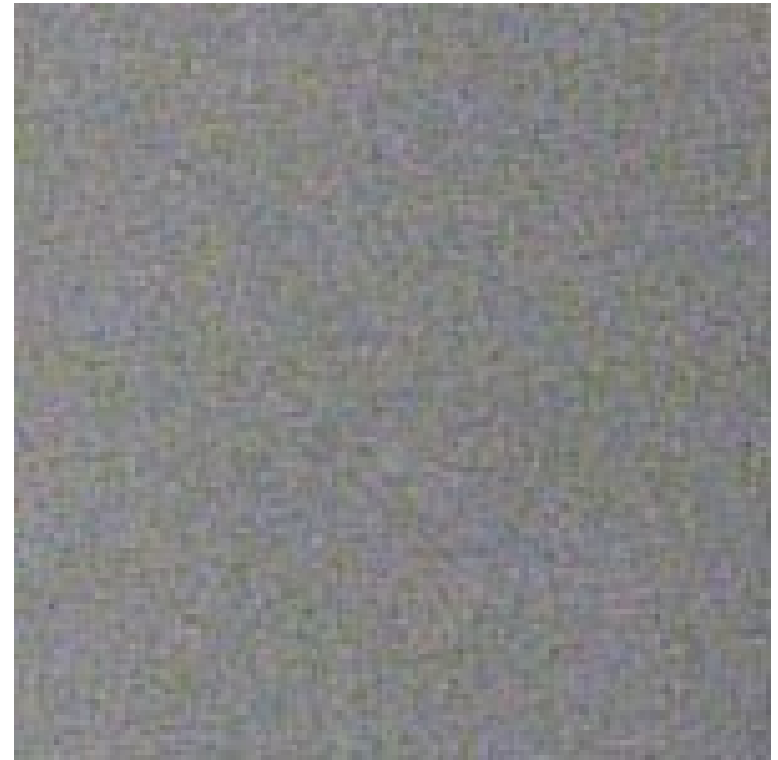


Imagen obtenida en:
www.cambridgeincolour.com

Ruido

- De patrón fijo
 - Surgen por los llamados *hot pixels*, que superan o degradan las fluctuaciones aleatorias de intensidad de la escena
 - Relativamente fácil de eliminar al ser repetitivo

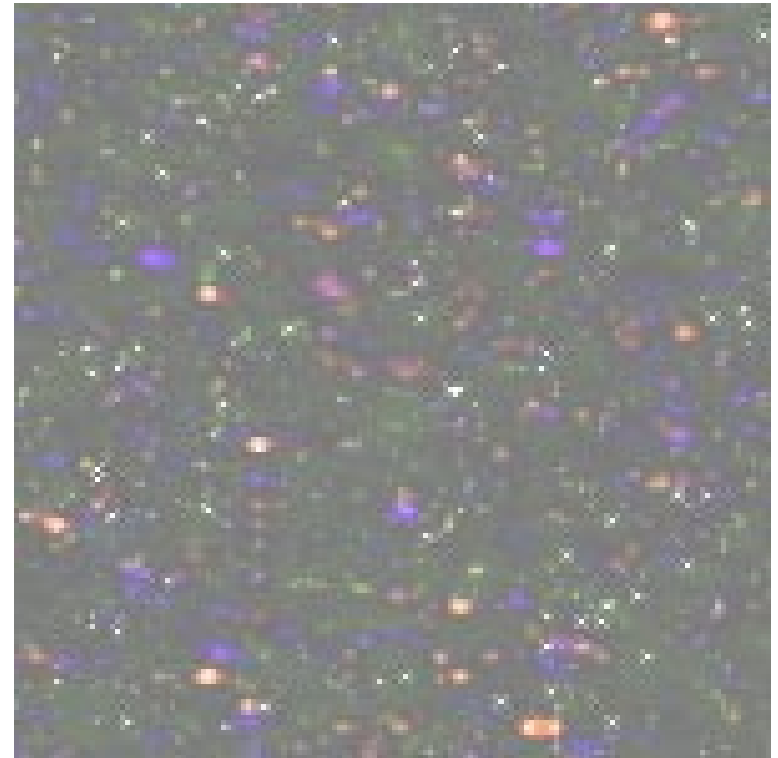


Imagen obtenida en:
www.cambridgeincolour.com

Ruido

- Ruido de Banda
 - Dependiente del dispositivo de adquisición
 - Varía con la exposición, balance, saturación, etc...



Imagen obtenida en:
www.cambridgeincolour.com

Ruido

- Normalmente aparece en forma de motitas (píxeles con una intensidad errónea) que degradan la calidad de la imagen.

Ruido

- Normalmente aparece en forma de motitas (píxeles con una intensidad errónea) que degradan la calidad de la imagen.

Ruido

- El ruido se mide con la proporción Señal/Ruido (SNR, *Signal to Noise Ratio*) normalmente expresada en decibelios:

$$\text{SNR} (dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{R} \right)$$

- Donde S es la potencia promedio de la señal y R es la potencia promedio del ruido, ambos expresados en Watts.
- Examinaremos diferentes técnicas para la eliminación de ruido y el realce de una imagen

SNR y Rango Dinámico (DR)

- SNR y DR tienen una relación estrecha
 - DR mide la proporción entre la señal más fuerte no distorsionada en un canal y la señal mínima discernible (ruido, para la mayoría de los propósitos).
- SNR mide la proporción entre un nivel de señal arbitrario y el ruido.
- Medir SNR requiere la selección de una señal de referencia.

Dithering

- Es una forma de ruido aplicada intencionalmente
- Utilizado para reducir los errores de cuantificación y prevenir patrones (de banda, por ejemplo) en imágenes
- Muy utilizado en la producción de CD's

Reducción de ruido

Ruido

- Elementos no deseados en una señal
- Mencionamos ya tres tipos de ruido:
 - Aleatorio
 - De patrón fijo
 - Ruido de Banda
- Además de los 3 tipos de errores propios de la imagen, algunos problemas de visión acarrear otros ***errores sistemáticos***:
 - Ejemplo: Errores electrónicos, de tipo radiométrico y geométrico en Teledetección.

Ruido

- El ruido electrónico está presente en los sensores de las cámaras (o en la superficie del *antiguo* material fotográfico).
- En ocasiones el ruido se añade a las imágenes para ocultar las transiciones inherentes a la representación digital de color: **Ruido de Banda**
 - Este es un proceso conocido como **dithering**: ruido intencionalmente añadido
 - Se puede utilizar para crear una apariencia natural a los objetos en imágenes creadas en computadora.

Ruido intencional



Ruido



Imagen original



Impulsive Salt-Pepper Noise

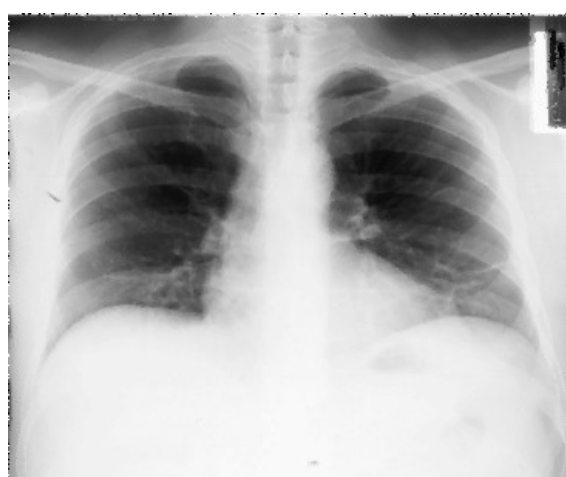
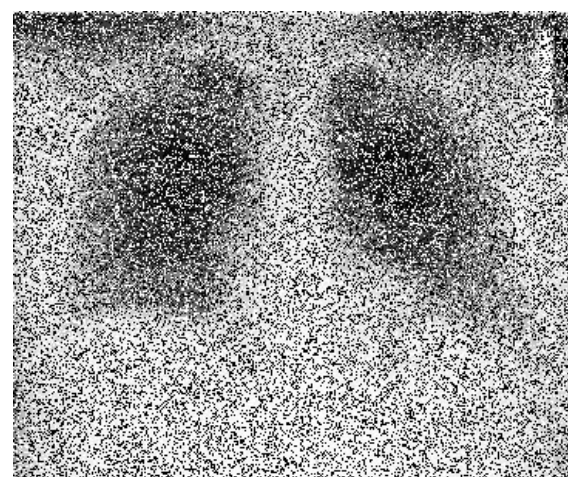
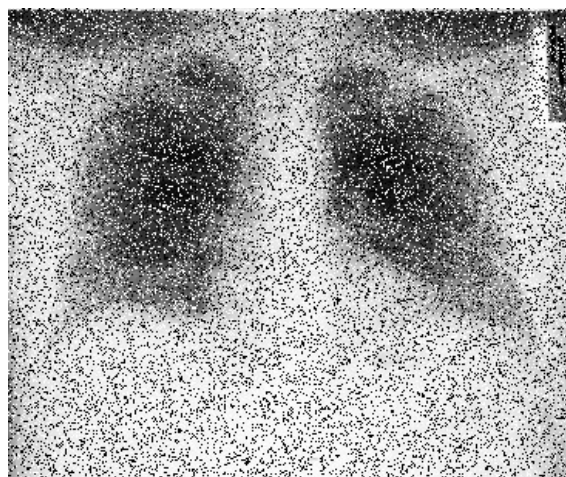
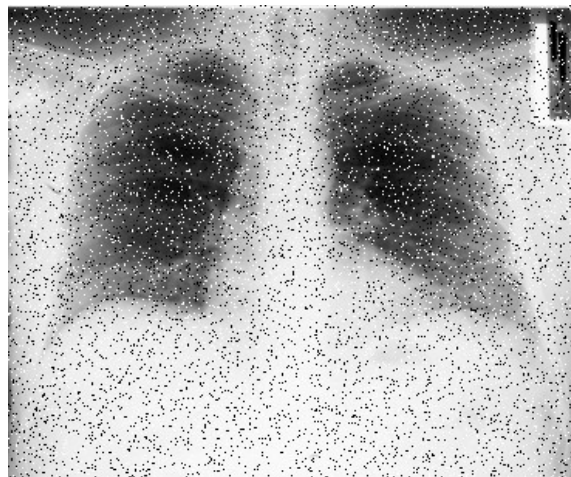


Additive Gaussian Noise

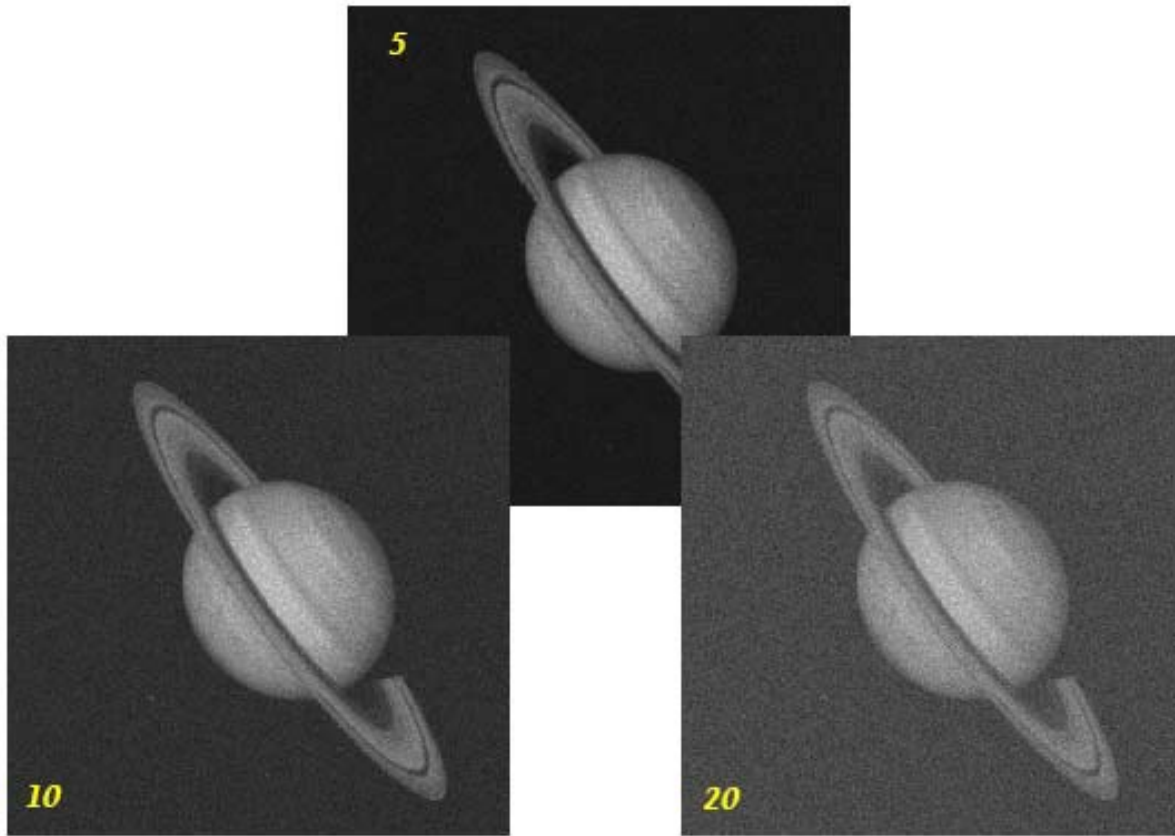


Multiplicative Speckle Noise

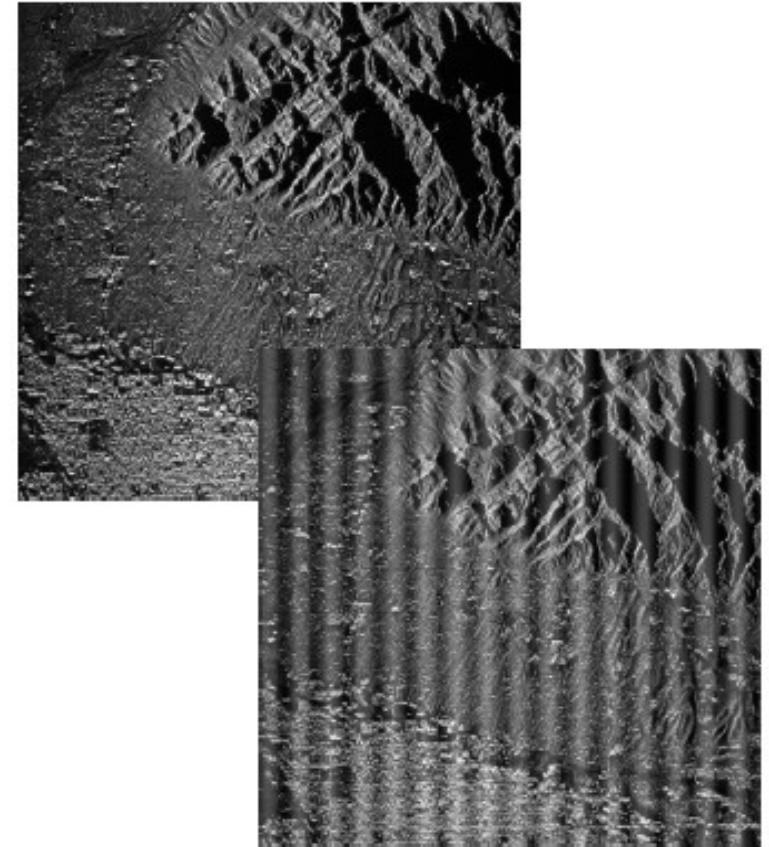
Ruido



Ruido

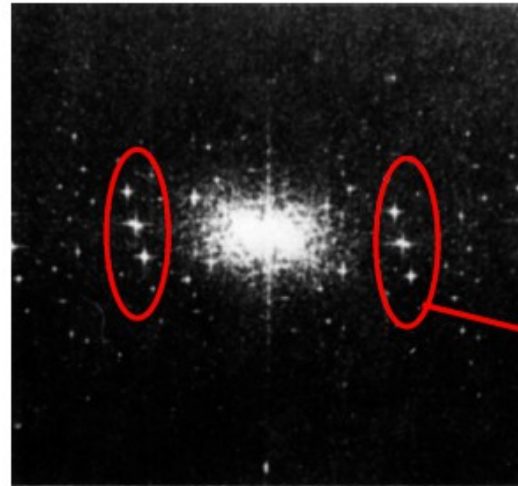


simulation example



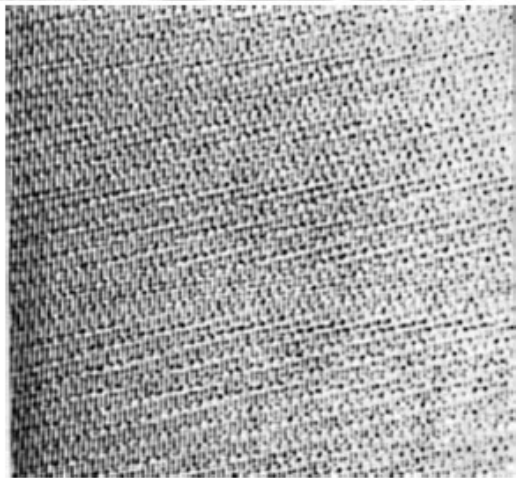
Ruido

example Mariner 6 image (Rindfleish et al, 1971)



*noisy image
power
spectrum*

*noise
spikes*



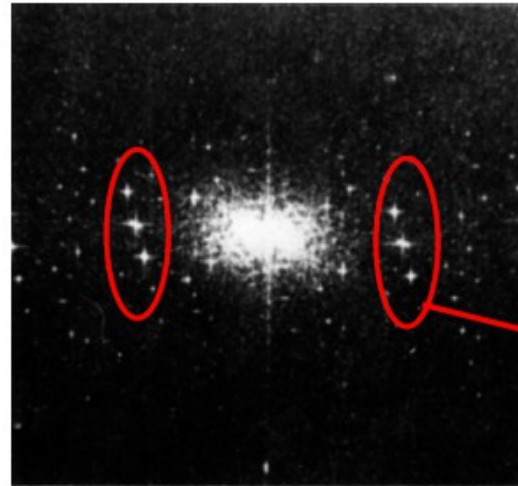
*noise
pattern*



*filtered
image*

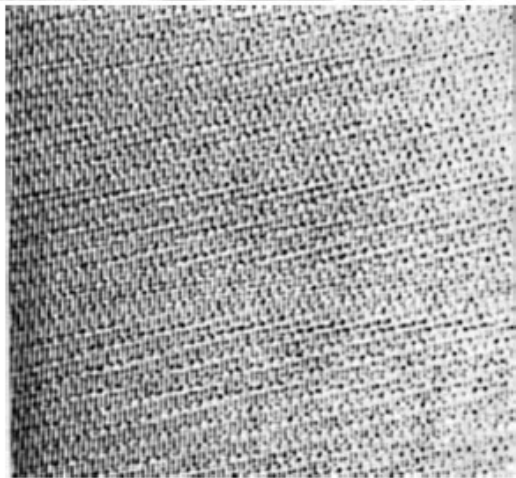
Ruido

example Mariner 6 image (Rindfleish et al, 1971)



*noisy image
power
spectrum*

*noise
spikes*



*noise
pattern*



*filtered
image*

Reducción de ruido

- La corrección de los errores aleatorios y los errores sistemáticos es compleja y requiere de *algoritmos específicos*
- El incremento de la legibilidad y la corrección de errores aleatorios se consigue mediante técnicas básicas (y/o avanzadas) de procesamiento de imágenes

Operaciones básicas de eliminación de ruido

- Operaciones básicas binarias
 - Eliminación de Ruido “Sal”:

```
SALT:[[sigma=  $\sum_{i=1}^8 P_i$ ;  
if (sigma==0) Q0=0;  
else Q0=P0]]
```

Observa que la sumatoria empieza en 1 y no en 0.
sigma depende únicamente de los 8 vecinos.

- Ruido “Sal”: Punto blanco en fondo oscuro

Operaciones básicas de eliminación de ruido

- Operaciones básicas binarias

- **Eliminación de Ruido “Pimienta”:**

```
PEPPER: [[sigma=  $\sum_{i=1}^8 P_i$   
            if (sigma==8) Q0=1;  
            else Q0=P0]]
```

- Ruido “Pimienta”: Punto oscuro en fondo claro

Operaciones básicas de eliminación de ruido

- Operaciones básicas binarias

- **Eliminación de Ruido “Sal y Pimienta”:**

Combinando las dos anteriores

```
NOISE: [[sigma =  $\sum_{i=1}^8 P_i$ 
         if (sigma == 0) Q0 = 0;
         elseif (sigma == 8) Q0 = 1;
         else Q0 = P0]]
```

Operaciones básicas de eliminación de ruido

- Operaciones básicas binarias

- **Eliminación de Ruido “Sal y Pimienta”:**

Combinando las dos anteriores

```
NOISE: [[sigma=  $\sum_{i=1}^8 P_i$   
if (sigma==0) Q0=0;  
elseif (sigma==8) Q0=1;  
else Q0=P0]]
```

Operaciones básicas de eliminación de ruido

- Operaciones básicas binarias

- **Eliminación de Ruido/Noise removal:**

NOISE: [[sigma = $\sum_{i=1}^8 P_i$;

if (sigma < 2) Q0 = 0;

elseif (sigma > 6) Q0 = 1;

else Q0 = P0]]

- Eliminación ruidos mayores a 1 pixel o manchas

Operaciones básicas de eliminación de ruido

- Dos operaciones básicas binarias
 - Eliminación de Ruido por Acumulación o Promediado de Imágenes/Noise removal by Image Accumulation:

Para dos imágenes

$$\text{AVERAGE:} [[R0=(P0+Q0)/2]]$$

Para n imágenes

$$\text{ADDAVG:} [[R0=(\sum_{i=1}^n P_i)/n]]$$

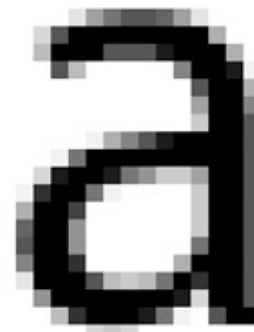
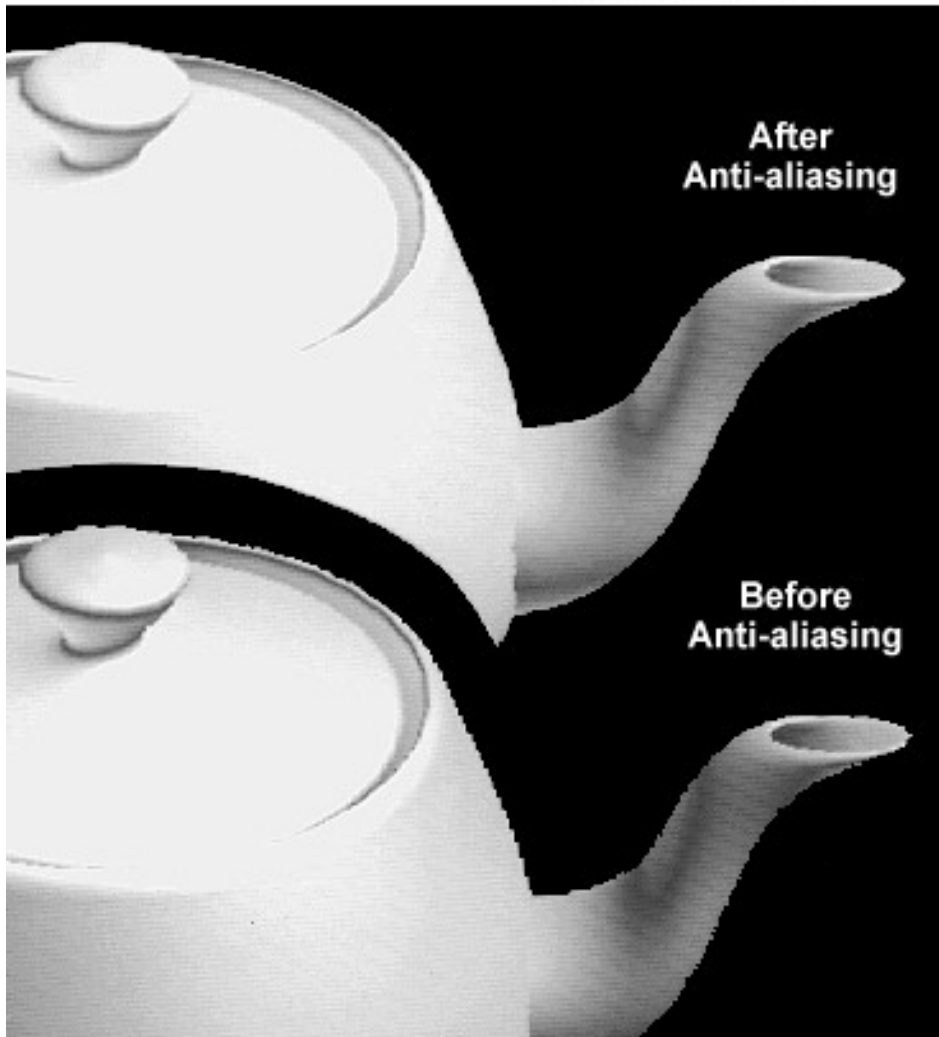
Se pueden necesitar hasta 100 imágenes para reducir el ruido por 10

Aliasing

- El *aliasing* surge durante el muestreo, debido a que la señal está sub-muestreada
- Formalmente el aliasing se corresponde con componentes de frecuencia que se introducen en la señal muestreada (ya que los filtros no son perfectos)

Aliasing

From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 1996 University of Utah



anti-aliased



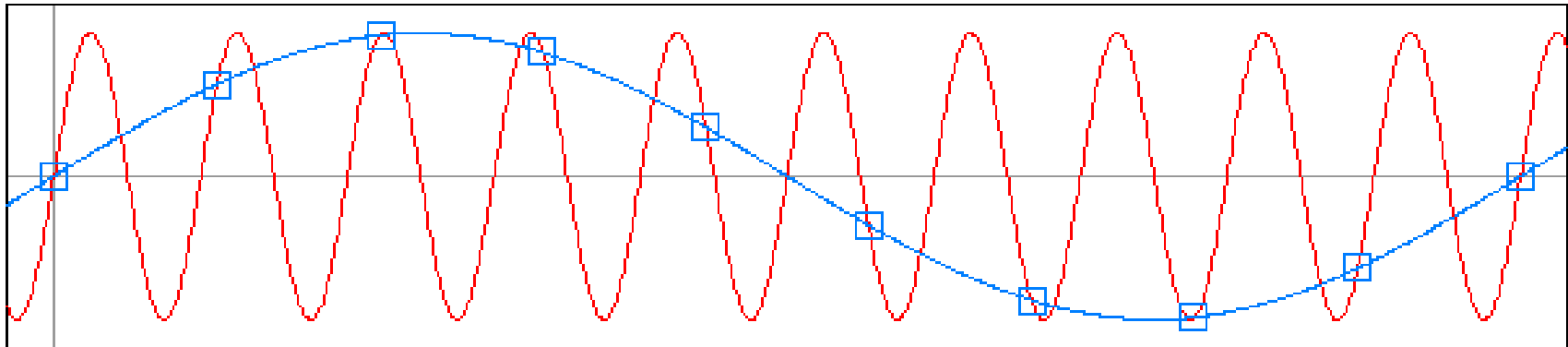
bitmapped



Aliasing

- El aliasing es el resultado de que diferentes señales continuas se vuelven indistinguibles una vez muestreadas.

Imagen obtenida de
es.wikipedia.org



Aliasing

- El aliasing se traduce en una distorsión en la imagen
- El aliasing se corrige o minimiza aplicando algún algoritmo de anti-aliasing
- Los algoritmos de anti aliasing normalmente consisten en eliminar las componentes de frecuencia más altas.

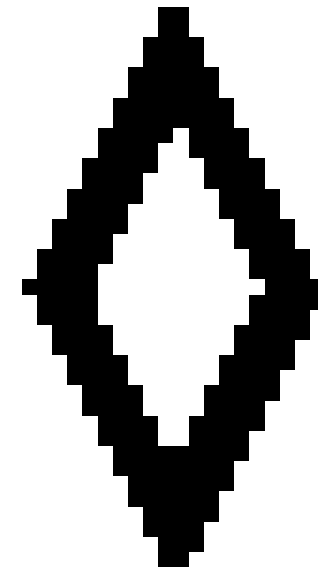


Imagen obtenida de
es.wikipedia.org

Aliasing

- El aliasing es muy común en las imágenes digitales debido al carácter discreto (número finito de renglones y columnas) de la matriz de la imagen

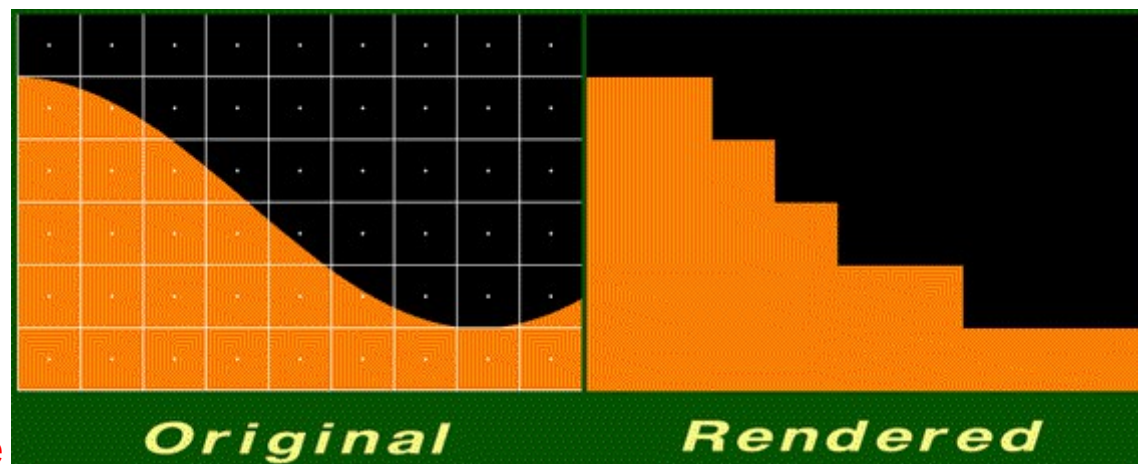


Imagen obtenida de

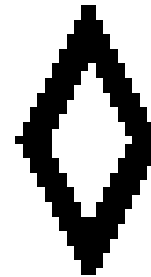
<http://acacia.ual.es/profesor/LIRIBARNE/AIG/antialiasing/problemas.html>

Aliasing

- Algunos de los problemas que produce el aliasing son:
 - Bordes escalonados (Jagged profiles)
 - Renderizado inadecuado de los detalles
 - Interferencias
 - Incluye los patrones de Moiré
 - Desintegración de texturas

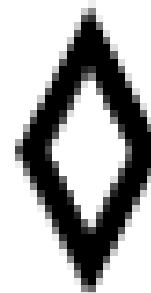
Aliasing

- Figura sin anti-aliasing



- Figura con anti-aliasing

Imágenes obtenidas de
es.wikipedia.org



Aliasing

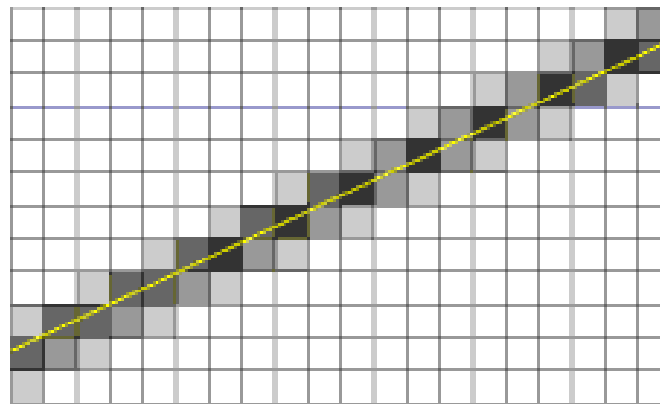
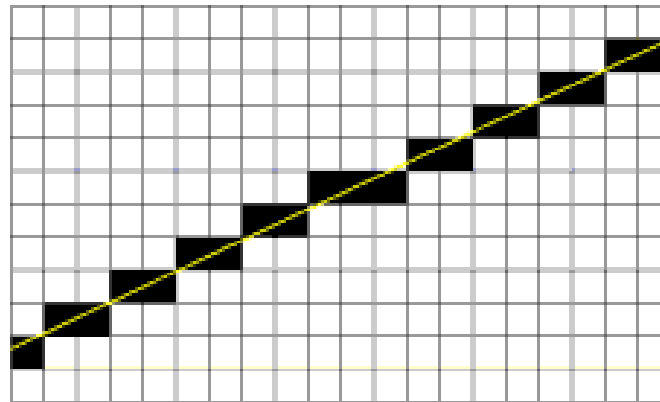


Imagen obtenida de
www.schorsch.com

Aliasing

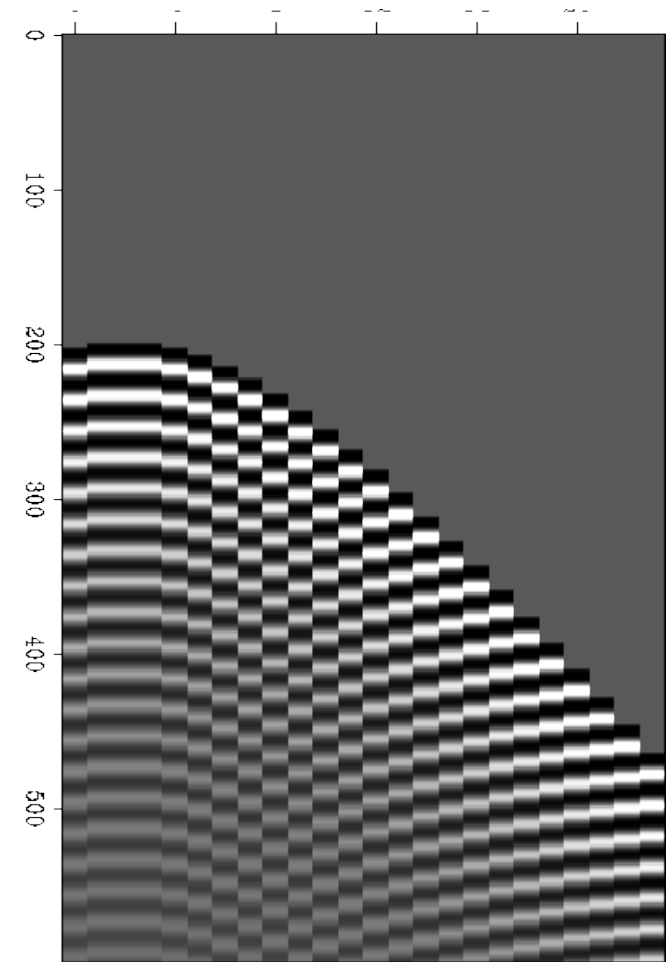
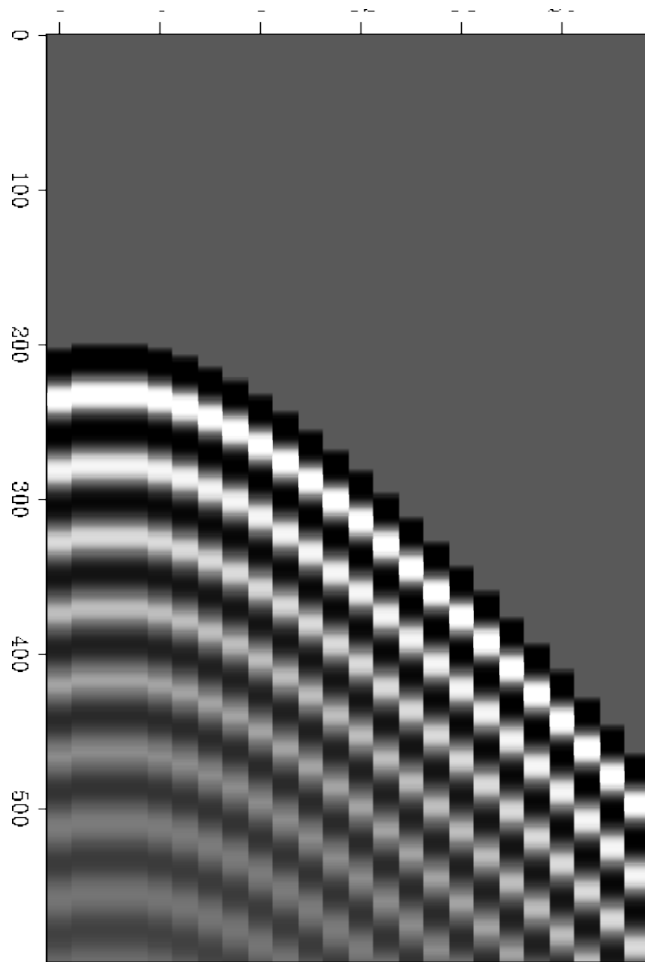


Imagen obtenida de
sepwww.stanford.edu

Aliasing



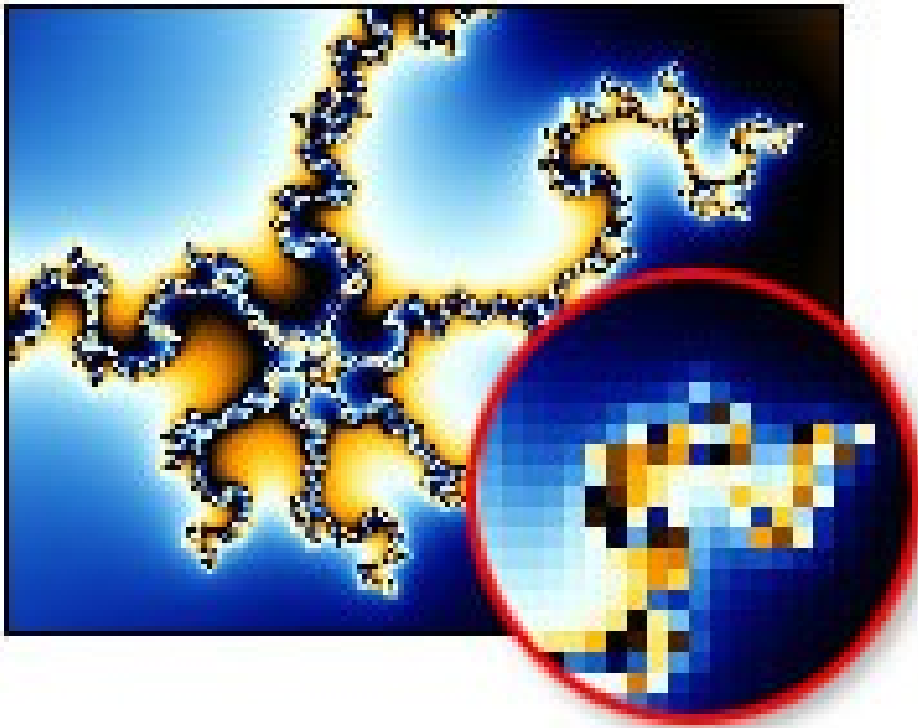
Sin anti-aliasing



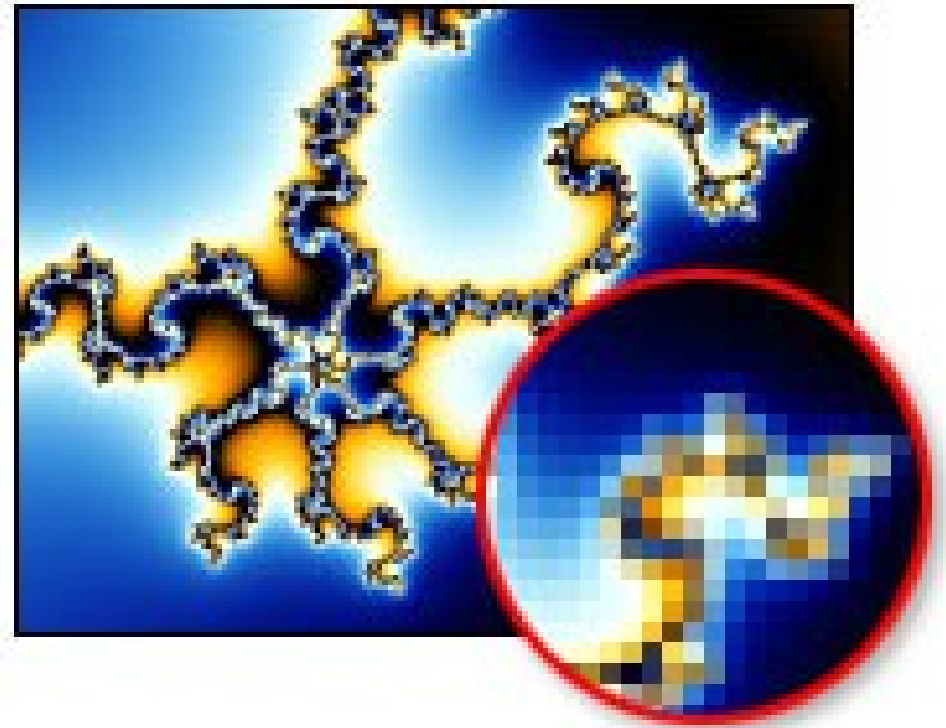
Con anti-aliasing

Imágenes obtenidas de
koti.mbnet.fi

Aliasing



Sin anti-aliasing



Con anti-aliasing

Imagenes obtenidas de
www.ultrafractal.com

Aliasing

Jargon
Jargon

Jargon
Jargon

Imagen obtenida de
www.linux-france.org

Anti-Aliasing

- Los algoritmos de anti-aliasing son costosos por lo que a veces se evitan
 - Esto ocurre especialmente en aplicaciones de *tiempo real*, juegos, motores 3D, etc.
- Existen tres tipos de algoritmos de antialiasing
 - Incrementar la resolución utilizando una mayor frecuencia de muestreo
 - Pre-filtrado
 - Pos-filtrado

[<http://acacia.ual.es/profesor/LIRIBARNE/AIG/antialiasing/tecnicas.html>]

Anti-Aliasing

- **Incrementar la resolución utilizando una mayor frecuencia de muestreo**
 - Incrementa el costo de generación de la imagen

Anti-Aliasing

- **Pre-filtrado**

- Se determina la intensidad de los píxeles basándose en la cantidad en que un píxel se encuentra cubierto por un objeto de la imagen.
- Para determinar si el píxel se encuentra cubierto o no, se usan diferentes variantes; media, mayor densidad, etc...

Anti-Aliasing

- **Pos-filtrado**

- Se crea la imagen a alta resolución y posteriormente la somete a un filtrado digital para eliminar las altas frecuencias.
- Dependiendo de la forma de creación de la imagen de alta resolución y del filtrado digital existen diferentes variantes