



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
ACADEMIA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE



- Profesora: M. en C. Ma. Elena Cruz Meza,
- e-mail: analisisimagenesescom@gmail.com

ANÁLISIS DE IMÁGENES

Análisis de Imágenes

Ruido y su tratamiento

analisisimagenesescom@gmail.com

Restauración de la imagen

- a) **Modelo del proceso degradación/restauración de una imagen.**
- b) Modelos de ruido.
- c) Restauración en presencia de ruido (filtros espaciales)

Introducción

- Como en el *realce de imágenes*, la meta final de las técnicas de **restauración** es mejorar la imagen en un sentido predeterminado. A pesar de que existen *áreas de sobrelape*, el **realce** de una imagen es un proceso altamente *subjetivo*, mientras que la **restauración** de una imagen es parte de un **proceso objetivo**.
- La *restauración* intenta reconstruir o **recobrar** una imagen que ha sido degradada utilizando conocimiento **a priori** del **modelo de degradación** y aplicando el *proceso inverso* a éste para poder recobrar así la imagen original.

Introducción

- Los métodos de restauración generalmente involucran la formulación de criterios de probabilísticos que nos llevarán a la estimación de los resultados deseados.
- En contraste, los métodos de realce son básicamente procedimientos heurísticos diseñados para manipular una imagen a manera de aprovechar los aspectos del sistema visual humano.
- Por ejemplo, el realce del contraste está diseñado para complacer al espectador, mientras que la eliminación de ruido está considerada como método de restauración.

Modelo del proceso degradación/restauración de una imagen

- El proceso de degradación se modela como la *función de degradación* que, junto con un término de *ruido aditivo*, opera sobre una imagen de entrada $f(x,y)$ para producir una imagen degradada $g(x,y)$.

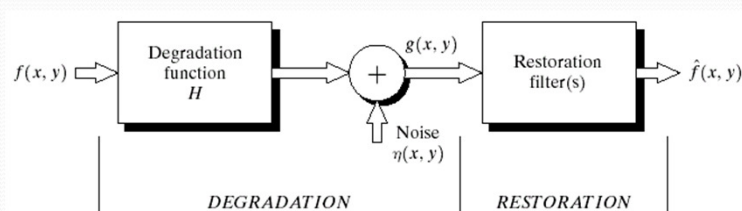


FIGURE 5.1 A model of the image degradation/restoration process.

Modelo del proceso degradación/ restauración de una imagen

- Dada $g(x,y)$, algún conocimiento de la *función de degradación* H , y algún conocimiento del término de *ruido aditivo* $\eta(x,y)$, el objetivo de la restauración es obtener un *estimado de la función original* $\hat{f}(x,y)$.
- Queremos estimar lo más cercanamente posible la imagen original de entrada, y en general se tiene que, mientras más sepamos de H y η , $\hat{f}(x,y)$ estará más cerca de $f(x,y)$.

Modelo del proceso degradación/ restauración de una imagen

- Si H es *lineal* y es un proceso *invariante a la posición*, entonces la imagen degradada está dada, en el *dominio espacial* por:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + \eta(x, y)$$

donde $h(x,y)$ es la *representación espacial de la función de degradación* y, el símbolo “*” indica *convolución*.

Modelo del proceso degradación/ restauración de una imagen

▪ Sabemos, por el *teorema de la convolución*, que la convolución en el *dominio espacial* es igual a la multiplicación en el *dominio de la frecuencia*, por lo que la forma equivalente del *modelo de degradación* en el dominio de la frecuencia está dada por:

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

donde los términos en mayúscula representan las *transformadas de Fourier* de los términos correspondientes a la ecuación anterior.

Restauración de la imagen

- a) Modelo del proceso degradación/restauración de una imagen.
- b) Modelos de ruido.**
- c) Restauración en presencia de ruido (filtros espaciales).

Modelos de ruido

- Las fuentes principales de ruido en las imágenes digitales son durante la adquisición (digitalización) y/o durante la transmisión. El desempeño de los sensores de imágenes es afectado por una variedad de factores, como son las condiciones ambientales durante la adquisición de la imagen y por la calidad de los elementos de sensor.
- Por ejemplo, cuando adquirimos imágenes con una cámara CCD, los niveles de iluminación y la temperatura del sensor son los factores primordiales que afectan con ruido a las imágenes. Las imágenes se corrompen durante la transmisión debido principalmente a interferencias en el canal de transmisión.

Propiedades espaciales y de frecuencia del ruido

- Serán relevantes en esta discusión, los parámetros que definen las *características espaciales* del ruido y si el ruido está o no correlacionado con la imagen.
- Las *propiedades de frecuencia* se refieren al contenido de frecuencias del ruido en el sentido de Fourier. Por ejemplo, cuando el contenido del espectro de Fourier del ruido es constante se conoce como *ruido blanco*.

Propiedades espaciales y de frecuencia del ruido

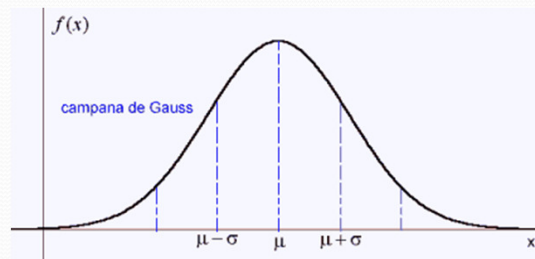
- Con excepción del ruido espacial periódico, asumiremos en esta discusión, que *el ruido es independiente* de las *coordenadas espaciales*, y que *no existe correlación* con respecto a la imagen misma.
- Aunque estas suposiciones son inválidas en algunos casos, trabajar con dependencias espaciales y correlación con el ruido es complejo y está fuera del alcance de este curso.

Algunas funciones importantes de densidad de probabilidad del ruido

- Basados en las suposiciones anteriores, el *descriptor de ruido espacial* en el que nos enfocaremos está relacionado con el comportamiento estadístico de los valores de los niveles de gris en las *componentes del ruido del modelo* de degradación.
- Estos componentes pueden ser considerados como *variables aleatorias* y son caracterizados por una *función de densidad de probabilidad* (FDP). En adelante veremos dos tipos importantes de FDP encontradas en aplicaciones de procesamiento de imágenes.

Ruido Gaussiano

- Es el más popular de todos los ruidos.
- Tiene un efecto de brillantez en la imagen original, ya que los niveles de gris se ven aumentados en un factor de ruido que sigue una distribución normal.
 - Una distribución normal se caracteriza por tener un valor medio y una varianza:



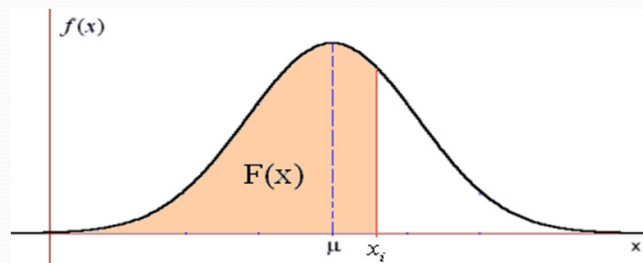
Ruido Gaussiano

- Produce pequeñas variaciones en la imagen.
 - Suele ser debido a los componentes electrónicos (sensores, digitalizadores...)
- Espectro de energía constante para todas las frecuencias:
 - Afecta a la imagen completa.
 - La intensidad de todos los píxeles se ve alterada.



Continuación...

- Función de distribución
 - la probabilidad de ocurrir un determinado valor,
- Función de densidad:
 - como están repartidos estos valores dentro de una determinada población,
- Se denomina “campana de Gauss” a la función de densidad asociada.



Ruido Gaussiano

- La FDP de una variable aleatoria Gaussiana z , está dada por:

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(z-\mu)^2/2\sigma^2} \quad \left. \vphantom{p(z)} \right\} \text{ ec. a)}$$

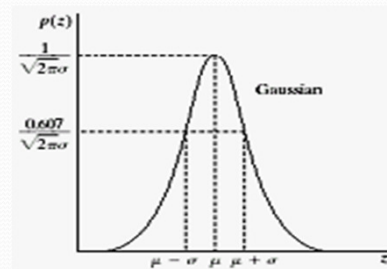
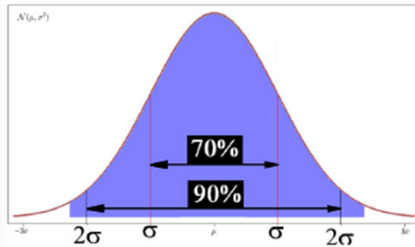
donde z representa el nivel de gris, μ es el valor promedio de z , y σ es su desviación estándar. La desviación estándar al cuadrado, σ^2 , se llama la **varianza** de z .

Ruido Gaussiano

- Cuando z se describe mediante la ecuación anterior, aproximadamente el **70%** de sus valores caen en el rango de $[(\mu - \sigma), (\mu + \sigma)]$, y alrededor del **95 %** estarán en el rango de $[(\mu - 2\sigma), (\mu + 2\sigma)]$.

$$P(g(x,y) - f(x,y) < g(x,y) +) = 70\%$$

$$P(g(x,y) - 2 < f(x,y) < g(x,y) + 2) = 90\%$$

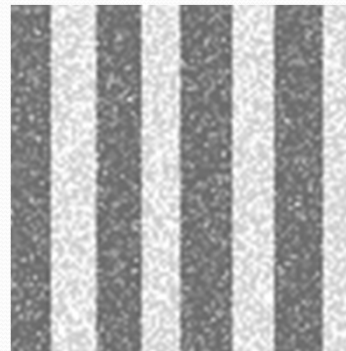


Continuación...

- El método para generar ruido mediante esta distribución es bastante simple:
 - Imagen con ruido gaussiano



Imagen original



Ruido Gaussiano
Varianza 0.1

Continuación...

• Algoritmo

- Valores constantes: 2π , varianza(σ) y media (μ)
- Leer imagen a degradar
- Para cada pixel de la imagen calcular su FDP
 - {
 - $\text{pixel} = f(x,y)$
 - $\text{ruidoG} = \text{raizCuadrada}(-2\sigma^2 * \log(1.0 - \text{random}()))$
 - $\text{theta} = \text{random}() * 2\pi$
 - $\text{ruidoG} = \text{ruidoG} * \cos(\text{theta})$
 - $\text{ruidoG} += \mu$
 - $\text{pixel} += (\text{ruidoG} + 0.5)$
 - Si ($\text{pixel} > 255$) $\text{pixel} = 255$
 - Si ($\text{pixel} < 0$) $\text{pixel} = 0$
 - }
- ImagenDegradada

Continuación...

- Influencia del ruido gaussiano según la varianza

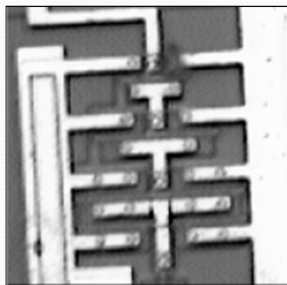
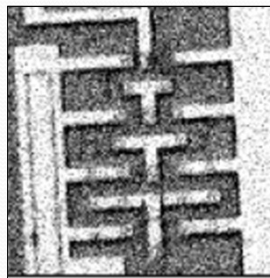
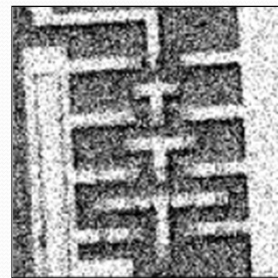


Imagen original

Ruido Gaussiano
Varianza 0.025Ruido Gaussiano
Varianza 0.05

Ruido Impulso (sal y pimienta)

- La FDP del *ruido impulso* (*bipolar*) está dada por:

$$p(z) = \begin{cases} P_a & \text{para } z = a \\ P_b & \text{para } z = b \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases}$$

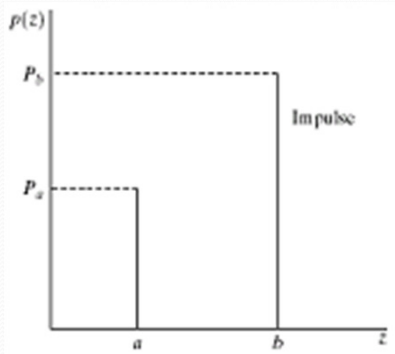
Si $b > a$, el valor de gris b aparecerá como un punto luminoso en la imagen. De manera opuesta, el nivel a aparecerá como un punto oscuro. Si cualquiera P_a o P_b son *cero*, el ruido impulso se llama *unipolar*. Si ni P_a ni P_b son *cero*, y especialmente si son *aproximadamente iguales*, los valores del ruido impulso parecerán *granos aleatorios de sal y pimienta* distribuidos en toda la imagen. Por esta razón, el *ruido impulso bipolar* se conoce como *sal* (*aditivo*) y *pimienta* (*sustractivo*).

Ruido Impulso (sal y pimienta)

- Los impulsos del ruido pueden ser *positivos* o *negativos*. La escala que éstos tienen es generalmente un proceso de la digitalización de la imagen. Debido a que la corrupción por impulso es generalmente alta comparado con la fuerza de la señal de la imagen, el ruido impulso se digitaliza en los valores extremos de la imagen (blanco o negro puros). Por lo que generalmente se supone que a y b están “*saturados*” en el sentido de que son los valores máximos o mínimos permitidos en la digitalización. Como resultado de lo anterior, los impulsos negativos aparecen como *puntos negros* (*pimienta*) y los positivos como *puntos blancos* (*sal*).

Ruido Impulso (sal y pimenta)

La FDP del ruido impulso es como sigue:



Ejemplos

Imagen original:

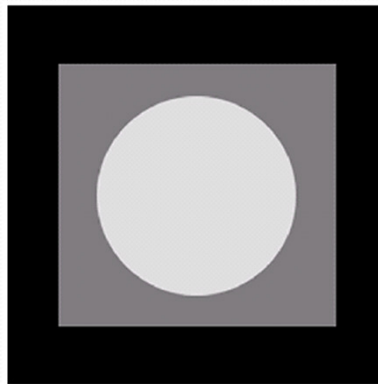
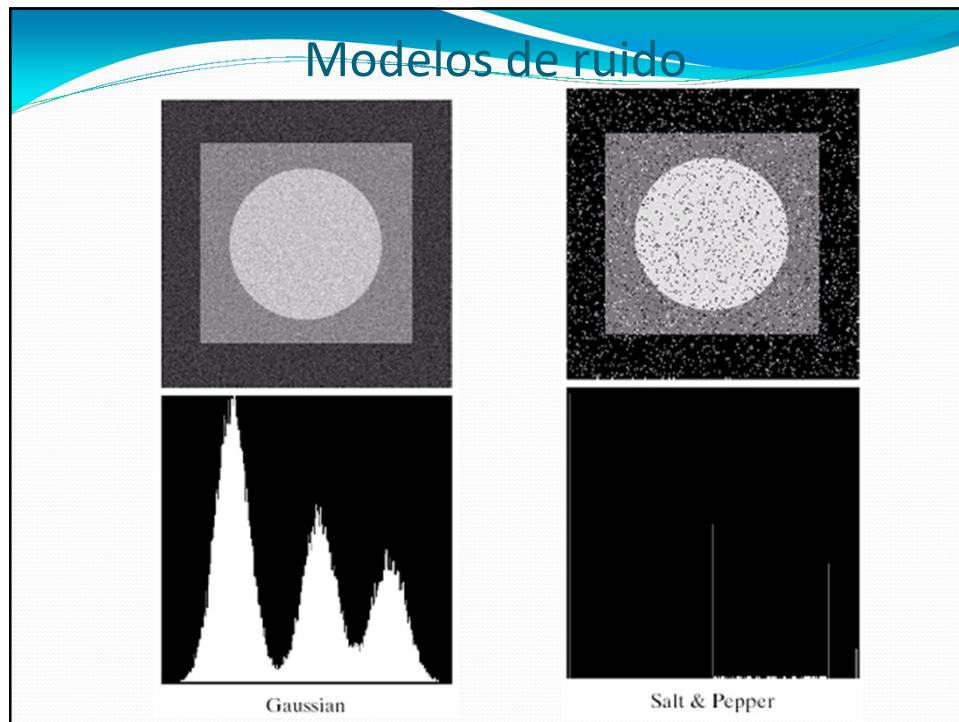


FIGURE 5.3 Test pattern used to illustrate the characteristics of the noise PDFs shown in Fig. 5.2.



Estimación de los parámetros del ruido

- Los parámetros del ruido de FDP pueden ser conocidos parcialmente de las especificaciones de los sensores, pero generalmente deben ser estimados de las imágenes en cuestión.
- Una manera de estudiar las características del ruido es adquiriendo imágenes de ambientes “homogéneos” con iluminación “uniforme”. Las imágenes resultantes suelen ser buenos indicadores del ruido y los parámetros como la *media* y la *desviación estándar* pueden calcularse de sus histogramas.