

## Tema 1.- Introducción a la Visión Artificial

### Visión Artificial Avanzada

Prof. Dr. Nicolás Luis Fernández García

Departamento de Informática y Análisis Numérico  
Escuela Politécnica Superior de Córdoba  
Universidad de Córdoba

## Programa

### **Tema 1.- Introducción a la Visión Artificial**

Tema 2.- Dificultades en los procesos de reconocimiento 2D

Tema 3.- Dificultades y limitaciones asociadas al uso de la Visión 3D

## Programa

### 1 Ruido

## Ruido

### 1 Ruido

## Ruido

### Definición

- 1 Ruido
  - Definición
  - Tipos de ruido
  - Ruido provocado durante la adquisición de la imagen
  - Ruido provocado durante la transmisión de la imagen
  - Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen
  - Supresión del ruido

## Ruido

### Definición

#### Definición (Ruido)

- *Error que puede degradar la calidad de una imagen*
- *El ruido se puede producir durante la adquisición, la transmisión o el procesamiento de la imagen.*

## Ruido

### Definición



Imagen original: Lenna



Imagen con ruido uniforme ( $\sigma = 10,0$ )

## Ruido

### Definición

#### Definición (Robustez)

*Un sistema de visión artificial es **robusto** si genera *los mismos resultados* con ruido y en ausencia de ruido.*



## Ruido

### Tipos de ruido

- 1 Ruido
  - Definición
  - Tipos de ruido
    - Ruido provocado durante la adquisición de la imagen
    - Ruido provocado durante la transmisión de la imagen
    - Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen
    - Supresión del ruido

## Ruido

### Tipos de ruido

#### Tipos de ruido

Las características probabilísticas permiten distinguir dos **clases de ruido**

- **Ruido local determinístico**
  - Presenta una forma y apariencia constante para cada sistema en particular.
  - Se manifiesta como una distribución constante y determinada dentro de la imagen.
  - Un ejemplo típico es la aparición en la imagen de una franja con unos niveles de intensidad sensiblemente diferentes a los del resto de la imagen.
- **Ruido aleatorio**: es producido por fuentes imprevistas y su distribución es aleatoria y cambiante con el tiempo.

## Ruido

### Tipos de ruido

#### Ruido: origen

El ruido se puede producir en la imagen durante:

- su adquisición
- su transmisión
- su procesamiento

## Ruido

### Tipos de ruido

#### Ruido semántico

- Ruido **intrínseco** provocado por la **textura** de los objetos o por un **entorno especial** de la escena
- Ejemplo: imágenes subacuáticas o con presencia de humo o vapor.

## Ruido

Tipos de ruido



Casa con “texturas”



Imagen subacuática

<http://divingforfun.com/>

## Ruido

Ruido provocado durante la adquisición de la imagen

### 1 Ruido

- Definición
- Tipos de ruido
- **Ruido provocado durante la adquisición de la imagen**
- Ruido provocado durante la transmisión de la imagen
- Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen
- Supresión del ruido

## Ruido

Ruido provocado durante la adquisición de la imagen

### Ruido provocado durante la adquisición de la imagen (1/5)

Categorías de los dispositivos de adquisición de imágenes

- Sensores fotoquímicos: películas o diapositivas fotográficas.
- Sensores fotoelectrónicos: tubos *vidicon*, dispositivos de inyección de carga (CID, *Charge Injection Devices*) y dispositivos de carga acoplada (CCD, *Charge Coupled Devices*).

## Ruido

Ruido provocado durante la adquisición de la imagen

### Ruido provocado durante la adquisición de la imagen (2/5)

- Aunque los dispositivos fotoquímicos pueden detectar y grabar la imagen al mismo tiempo, la imagen que producen **no puede ser fácilmente digitalizada**.
- Los dispositivos fotoelectrónicos superan a las películas en que pueden **digitalizar la imagen al mismo tiempo que la adquieren**.



## Ruido

Ruido provocado durante la adquisición de la imagen

### Ruido provocado durante la adquisición de la imagen (3/5)

Tipos de ruido en las imágenes adquiridas con sensores fotoquímicos:

- **Ruido de grano de película** (*film grain noise*):
  - Provocado por los granos de plata que precipitan durante la exposición de la película.
  - Ruido es muy dominante cuando las imágenes son adquiridas con una velocidad alta.
  - Puede ser modelado mediante distribuciones de Poisson o gaussianas
- Ruido provocado por el **polvo** de los componentes ópticos o presente en el revelado de las películas.

## Ruido

Ruido provocado durante la adquisición de la imagen

### Ruido provocado durante la adquisición de la imagen (4/5)

Ruido en las imágenes adquiridas con sensores fotoelectrónicos

- **Ruido térmico** (*thermal noise*):
  - Provocado por el calor originado por los componentes electrónicos.
  - Suele ser modelado como ruido aditivo blanco gaussiano de media cero.
- **Ruido fotoelectrónico:**
  - Producido por la fluctuación aleatoria del número de fotones de la luz.
  - Fluctuación baja: ruido modelado por una distribución de Poisson
  - Fluctuación alta: ruido modelado como un proceso gaussiano ( $\sigma = \text{sqrt}(\mu)$ ).

## Ruido

Ruido provocado durante la adquisición de la imagen

### Ruido provocado durante la adquisición de la imagen (5/5)

- **Ruido de cuantificación:** otro tipo de ruido estrechamente relacionado con la adquisición.
- Se produce cuando son usados insuficientes niveles de cuantificación para digitalizar la imagen.
- En tales situaciones aparecen contornos falsos.
- Se puede eliminar mediante una transformación en la escala de niveles de intensidad (por ejemplo, ecualización del histograma de frecuencias).

## Ruido

Ruido provocado durante la adquisición de la imagen



64 niveles



16 niveles



4 niveles



2 niveles

Imagen con diferentes “cuantificaciones” de los niveles de gris

## Ruido

Ruido provocado durante la transmisión de la imagen

- 1 Ruido
  - Definición
  - Tipos de ruido
  - Ruido provocado durante la adquisición de la imagen
  - **Ruido provocado durante la transmisión de la imagen**
  - Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen
  - Supresión del ruido

## Ruido

Ruido provocado durante la transmisión de la imagen

### Ruido provocado durante la transmisión de la imagen (1/4)

- La **transmisión** de una imagen digital entre dos dispositivos remotos (una cámara y un ordenador, dos ordenadores o un monitor y un ordenador) puede **incrementar el ruido** de la imagen.
- Tipos de ruido
  - **Ruido aditivo**
  - **Ruido multiplicativo**
  - **Ruido impulsivo** o **ruido de sal y pimienta** (*salt-pepper noise*).

## Ruido

Ruido provocado durante la transmisión de la imagen

### Ruido provocado durante la transmisión de la imagen (2/4)

- **Ruido aditivo**

- Ruido que es independiente de la señal de la imagen.

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

donde la imagen original  $f$  y el ruido  $\eta$  son dos variables independientes.

## Ruido

Ruido provocado durante la transmisión de la imagen

### Ruido provocado durante la transmisión de la imagen (3/4)

- **Ruido multiplicativo**

- Ruido dependiente de la magnitud de la señal.
- Si la magnitud del ruido es mucho mayor que la de la señal entonces

$$\begin{aligned}g(x, y) &= f(x, y) + \eta(x, y)f(x, y) \\ &= f(x, y)(1 + \eta(x, y)) \approx f(x, y)\eta(x, y)\end{aligned}$$

- Ejemplo:
  - Ruido de la pantalla de un televisor analógico.
  - Este ruido depende de la líneas del televisor: en el área de una línea, este ruido es máximo, y entre dos líneas es mínimo.



## Ruido

Ruido provocado durante la transmisión de la imagen

### Ruido provocado durante la transmisión de la imagen (4/4)

- **Ruido impulsivo** o **ruido de sal y pimienta** (*salt-pepper noise*).
  - También aparece con frecuencia durante la transmisión de la imagen
  - Hay puntos de la imagen que poseen unos niveles de intensidad que difieren bastante de los niveles de los puntos de su entorno.
  - Suele aparecer en forma de impulsos blancos o negros.

$$g(x, y) = \begin{cases} \eta(x, y) & \text{con probabilidad } p \\ f(x, y) & \text{con probabilidad } 1 - p \end{cases}$$

- Los impulsos pueden tener valores prefijados (v.g.: 0 ó 255) o pueden tener una distribución de probabilidad de “cola larga”

## Ruido

Ruido provocado durante la transmisión de la imagen



Sal y pimienta

CVIPTools: <http://cviptools.ece.siu.edu/>

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

- 1 Ruido
  - Definición
  - Tipos de ruido
  - Ruido provocado durante la adquisición de la imagen
  - Ruido provocado durante la transmisión de la imagen
  - **Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen**
  - Supresión del ruido

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

### Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen (1/4)

- Se genera para valorar la **robustez** de un algoritmo en presencia de ruido.
- Se introduce ruido **impulsivo**, **aditivo** o **multiplicativo**.
- Se suele utilizar el **ruido blanco** (*white noise*)
  - Tien una potencia espectral constante, es decir, su intensidad no decrece cuando aumenta la frecuencia.
  - Este ruido tiene de media cero y no está correlado.
  - Es una aproximación ideal del ruido que puede degradar las imágenes, porque su uso simplifica los cálculos.

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

### Definición (Ruido impulsivo)

- **Puntos ruidosos**
  - *Sus niveles de intensidad son muy diferentes a los valores de los puntos de su vecindario.*
  - *Se distribuyen uniformemente por toda la imagen*
- *Ruido frecuente durante la transmisión de la imagen.*

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

### Ruido uniforme



Imagen sin ruido



$\sigma = 5$



$\sigma = 10$

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

### Definición (Ruido gaussiano)

- *Función de densidad de probabilidad*

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

*donde*

- $\mu$ : *media*
- $\sigma$ : *desviación típica*

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

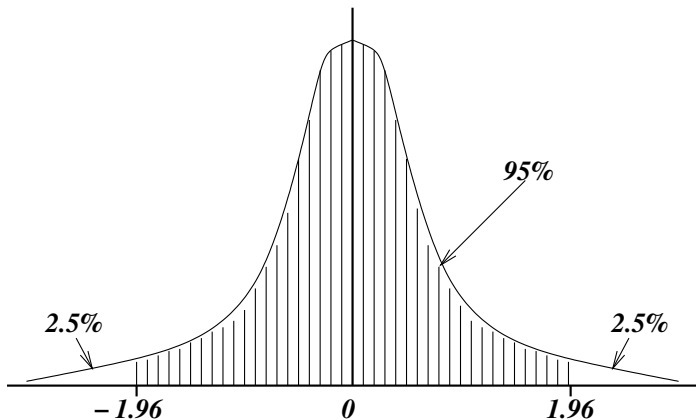
### Ruido gaussiano: características

- Es una muy buena aproximación al ruido que ocurre en muchos casos prácticos.
- El ruido gaussiano de media cero se suele utilizar para generar ruido aditivo **blanco**.



## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen



Distribución gaussiana

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

### Ruido gaussiano



Imagen sin ruido



$\mu = 0, \sigma = 5$



$\mu = 0, \sigma = 10$

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

### Definición (Ruido exponencial)

- *Función de densidad de probabilidad:*

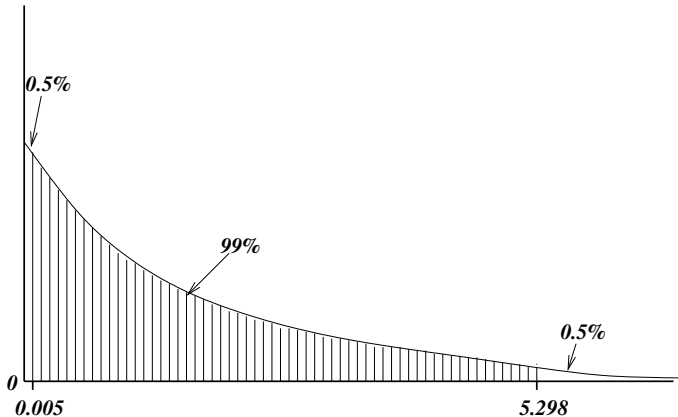
$$p(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad \text{para } x \geq 0$$

donde

- *la media de la distribución es  $\frac{1}{\lambda}$*
- *y la varianza  $\frac{1}{\lambda^2}$ .*

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen



Distribución exponencial

## Ruido

Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen

### Ruido exponencial



Imagen sin ruido



$\sigma = 5$



$\sigma = 10$

## Ruido

### Supresión del ruido

#### 1 Ruido

- Definición
- Tipos de ruido
- Ruido provocado durante la adquisición de la imagen
- Ruido provocado durante la transmisión de la imagen
- Ruido provocado durante el procesamiento de la imagen
- Supresión del ruido

## Ruido

### Supresión del ruido

#### Supresión del ruido

- Las técnicas de **supresión** del ruido están estrechamente relacionadas con los algoritmos de **suavizado y mejora** de la imagen.

## Ruido

### Supresión del ruido

#### Supresión del ruido

- **Técnicas globales:** operan sobre toda la imagen en conjunto.
  - Promediado en la adquisición de la imagen.
  - Procesamiento en el dominio de la frecuencia.
- **Técnicas locales o espaciales:** el valor de un punto depende de los puntos de su vecindario.
  - Filtros lineales.
  - Filtros no lineales.



## Ruido

### Supresión del ruido

#### Supresión del ruido: filtros espaciales

- Aunque todas las técnicas suprimen el ruido satisfactoriamente, se prefieren los **filtros espaciales**:
  - En general, tienen un **mejor rendimiento** con un menor coste en memoria y en tiempo de ejecución.
  - Sin embargo, **no existe** un único **filtro lineal** o no lineal que sea **óptimo** para todas las imágenes.

## Ruido

### Supresión del ruido

#### Supresión del ruido

- **Técnicas locales o espaciales:**
  - Filtros lineales.
    - Filtro del punto medio (*midpoint filter*).
    - *Filtro de la media aritmética (filtro paso bajo)*.
  - Filtros no lineales:
    - Filtro de la mediana.
    - Filtros del máximo y del mínimo.
    - Filtro de la media geométrica.
    - Filtro de la media armónica.
    - Filtro de la media contra - armónica.

## Ruido

Supresión del ruido



Imagen original



Imagen con ruido gaussiano

CVIPTools: <http://cviptools.ece.siu.edu/>

## Ruido

Supresión del ruido



Mediana  $3 \times 3$



Mediana  $5 \times 5$

CVIPTools: <http://cviptools.ece.siu.edu/>

## Ruido

Supresión del ruido



Sal y pimienta



Mediana  $3 \times 3$



Mediana  $5 \times 5$

CVIPTools: <http://cviptools.ece.siu.edu/>

## Tema 1.- Introducción a la Visión Artificial

### Visión Artificial Avanzada

Prof. Dr. Nicolás Luis Fernández García

Departamento de Informática y Análisis Numérico  
Escuela Politécnica Superior de Córdoba  
Universidad de Córdoba