

# Filtrado de ruido en imagenes con transformada de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>   M.Santiago<sup>2</sup>   S.Lautaro Andres<sup>3</sup>  
V.Xavier<sup>4</sup>

1-2-3-4 Universidad Nacional del Comahue  
Buenos Aires , Neuquen

## 1 Resumen

## 2 Marco Teorico

- Banco de filtros

## 3 Resultados

- Imagenes de prueba
- Parametros optimos
- Comparacion de filtros

# Resumen

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

## Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

## Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros

Resumen del trabajo ( alguna imagen que represente nuestro trabajo ) Sugerencia usar a lenna

# ¿Cómo solucionamos el inconveniente del producto interno?

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico  
Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba  
Parametros optimos  
Comparacion de  
filtros

Estrategia: Algoritmo que relacione las bases ortonormales y la idea de banco de filtros.

Si partimos de la ecuación ?? y recordamos como se descomponían estas funciones, tenemos el inconveniente de los productos internos.

## Reescribiendo la ecuación ??

$$A_j(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} a_k^j \phi_{j,k}(t) \quad (1)$$

$$D_j(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} d_k^j \psi_{j,k}(t) \quad (2)$$

con

$$a_k^j = \langle A_j(t), \phi_{j,k}(t) \rangle \quad (3)$$

$$d_k^j = \langle A_j(t), \psi_{j,k}(t) \rangle \quad (4)$$

Podemos obtener  $a^j$  y  $d^j$  a partir de  $A_{j-1}$ , partiendo de del producto interno de  $A_{j-1}$  y las funciones de escala y wavelet

$$\langle A_{j-1}(t), \psi_{j,k}(t) \rangle = \langle A_j(t) + D_j, \psi_{j,k}(t) \rangle \quad (5)$$

$$\langle A_{j-1}(t), \phi_{j,k}(t) \rangle = \langle A_j(t) + D_j, \phi_{j,k}(t) \rangle \quad (6)$$

A su vez sabemos que

$$A_{j-1}(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} a_k^{j-1} \phi_k^{j-1}(t) \quad (7)$$

con lo que obtenemos que

$$a_k^j = \sum_{p \in \mathbb{Z}} a_p^{j-1} \langle \phi_{j-1,p}, \phi_{j,k} \rangle \quad (8)$$

$$d_k^j = \sum_{p \in \mathbb{Z}} a_p^{j-1} \langle \phi_{j-1,p}, \psi_{j,k} \rangle \quad (9)$$

Pero tanto los productos internos de  $\langle \phi_{j-1,p}, \phi_{j,k} \rangle$   
 $\langle \phi_{j-1,p}, \psi_{j,k} \rangle$ , son productos internos de funciones conocidas  
que ya fueron calculadas por lo cual podríamos tomarlo como  
coeficientes conocidos mas aun como coeficientes de filtros.

$$\sqrt{2}a_{p-2k} = \langle \phi_{j-1,p}(t), \phi_{j,k}(t) \rangle \quad (10)$$

$$\sqrt{2}b_{p-2k} = \langle \phi_{j-1,p}(t), \psi_{j,k}(t) \rangle \quad (11)$$



Por lo que se definen los coeficientes de los filtros

$$[LD]_n = \sqrt{2}a_{-n} \quad (12)$$

$$[HD]_n = \sqrt{2}b_{-n} \quad (13)$$

Donde LD es un filtro pasa bajos y HD es un filtro pasa altos.

Por lo que reescribimos a  $a_k^j$  y  $d_k^j$

$$a_k^j = \sum_{p \in \mathbb{Z}} a_p^{j-1} [LD]_{2k-p} \quad (14)$$

$$d_k^j = \sum_{p \in \mathbb{Z}} a_p^{j-1} [HD]_{2k-p} \quad (15)$$

```

graph LR
    A["a^{j+1}"] --> Split(( ))
    Split --> LD["LD"]
    Split --> HD["HD"]
    LD --> D2_1["↓ 2"]
    HD --> D2_2["↓ 2"]
    D2_1 --> Aj["a^j"]
    D2_2 --> dj["d^j"]
  
```

Figura: Descomposición con banco de filtros para 1D.

Para el caso que nosotros estudiamos, de imágenes, la descomposición en 2D, ve como un doble filtrado

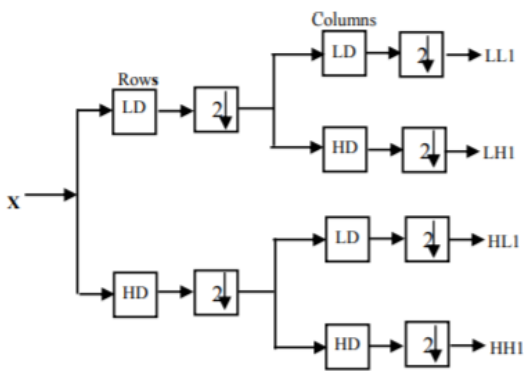


Figura: Descomposición con banco de filtros para 2D.

Es posible realizar el proceso inverso y recuperar la señal original

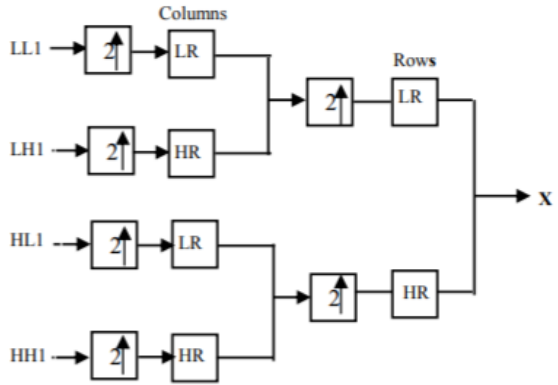


Figura: Reconstrucción con banco de filtros para 2D.

## Imagenes con ruido gaussiano con $\sigma = 0,3$

# Comparacion de Niveles

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico  
Banco de filtros

Resultados  
Imagenes de prueba

Parametros optimos  
Comparacion de  
filtros

PSNR	noise	1	2	4	6
Lenna	17.65	23.92	<b>27.03</b>	22.29	22.29
House	19.87	22.90	<b>25.58</b>	24.57	23.51
Wave	18.63	23.34	<b>26.70</b>	24.71	24.65
SSIM	noise	1	2	4	6
Lenna	0.518	0.742	<b>0.856</b>	0.847	0.808
House	0.620	0.806	<b>0.882</b>	0.839	0.814
Wave	0.586	0.761	<b>0.839</b>	0.820	0.803

# Comparacion de Niveles

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

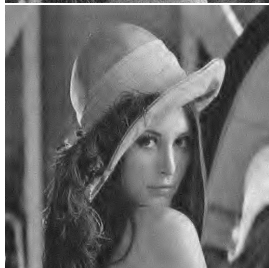
Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros



# Comparacion de modos

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros

PSNR	noise	soft	hard
Lenna	17.65	<b>27.03</b>	21.41
House	19.87	<b>25.58</b>	20.20
Wave	18.63	<b>26.70</b>	20.85
SSIM	noise	soft	hard
Lenna	0.518	<b>0.856</b>	0.757
House	0.620	<b>0.882</b>	0.789
Wave	0.586	<b>0.839</b>	0.755



# Comparacion de modos

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

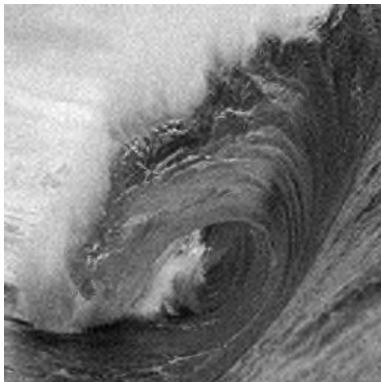
Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros



# Comparacion de umbrales

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico  
Banco de filtros

Resultados  
Imagenes de prueba  
Parametros optimos  
Comparacion de  
filtros

PSNR	noise	universal	bayes	level	normal	awt
Lenna	17.65	25.86	25.71	25.40	<b>27.03</b>	25.24
House	19.87	22.91	23.32	23.19	<b>25.58</b>	23.41
Wave	18.63	26.74	26.70	26.86	<b>26.70</b>	25.56
SSIM	noise	universal	bayes	level	normal	awt
Lenna	0.518	0.848	0.847	0.849	<b>0.856</b>	0.838
House	0.620	0.851	0.850	0.857	<b>0.882</b>	0.849
Wave	0.586	0.830	0.829	0.833	<b>0.839</b>	0.823

# Comparacion de umbrales

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros



# Comparacion de la Wavelet madre

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros

PSNR	noise	haar	db4	sym8
Lenna	17.65	23.44	25.19	<b>27.03</b>
House	19.87	<b>26.38</b>	24.78	25.58
Wave	18.63	24.67	<b>26.87</b>	26.70
SSIM	noise	haar	db4	sym8
Lenna	0.518	0.819	0.853	<b>0.856</b>
House	0.620	0.848	0.875	<b>0.882</b>
Wave	0.586	0.805	0.836	<b>0.839</b>

# Comparacion de la Wavelet madre - db4

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros



# Comparacion de la Wavelet madre - haar

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros



# Comparacion de la Wavelet madre - sym8

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros



# Parametros optimos

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

**Parametros optimos**

Comparacion de  
filtros

level	wavelet	mode	umbral
2	sym8	soft	normal



# Resultado del filtrado

Filtrado de  
ruido en  
imagenes con  
transformada  
de Wavelet

G.Isaias<sup>1</sup>,  
M.Santiago<sup>2</sup>,  
S.Lautaro  
Andres<sup>3</sup>,  
V.Xavier<sup>4</sup>

Resumen

Marco Teorico

Banco de filtros

Resultados

Imagenes de prueba

Parametros optimos

Comparacion de  
filtros