

Red de Estudios sobre Soft Computing y sus Aplicaciones Tecnológicas y Empresariales (RESCATE)

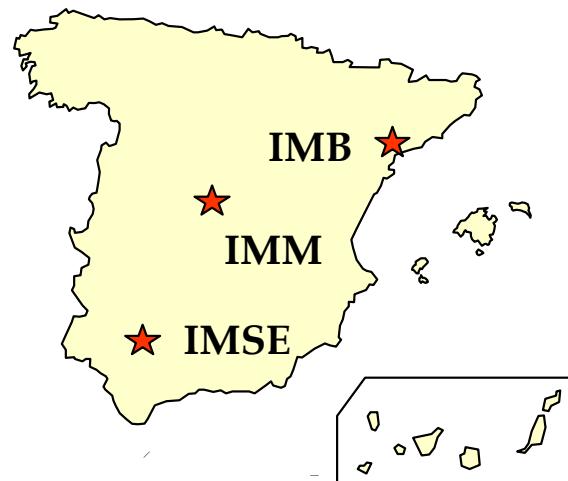
Grupo de Lógica Difusa del IMSE-CNM

Santiago Sánchez Solano

Instituto de Microelectrónica de Sevilla

Centro Nacional de Microelectrónica (CSIC)

Instituto de Microelectrónica de Sevilla



CNM: objetivo

Impulsar el desarrollo de la Microelectrónica en España mediante:

- Investigación básica
- Transferencia de tecnología
- Formación avanzada



IMSE: área de especialización

Diseño y test de circuitos integrados analógicos y digitales

IMSE-Estructura

Universidad de Sevilla

CSIC

IMSE

Administración

Unidades Técnicas

**DISEÑO Y TEST DE CIRCUITOS
INTEGRADOS DE SEÑAL MIXTA**

TIC178

**MICROELECTRÓNICA
ANALÓGICA Y DE SEÑAL MIXTA**

TIC179

**DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS
DIGITALES Y MIXTOS**

TIC180

Grupo de Lógica Difusa

Integrantes: 5 Doctores (3+2) y 6 Doctorandos

Antecedentes:

Circuitos VLSI para Lógica Difusa (I. Baturone)

Hardware digital de sistemas difusos (C. J. Jiménez-Fernández)

Herramientas de CAD para sistemas difusos (D. R. López)

Entorno de desarrollo para sistemas de inferencia (F. J. Moreno-Velo)

Desarrollo de controladores difusos como sistemas empotrados (A. Cabrera)

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Síntesis de circuitos difusos para aplicaciones específicas

TIC98-0869

Técnicas de Inferencia basadas en L. D. para la Caracterización de Aceites de Oliva

1FD97-0956

Sistemas Inteligentes para el Procesado de Información Sensorial

TIC2001-17261

Proyectos activos

TEC2005-04359/MIC (C.I.C.Y.T.) 2006 – 2008

Implementacion microelectronica de circuitos difusos para microsistemas inteligentes de visión

Participantes: Grupo de lógica difusa

TIC-635 (Junta de Andalucía) 2006 - 2008

Diseño de sistemas digitales micro-nanoelectrónicos de altas prestaciones

Participantes: Unidad de diseño digital y mixto del IMSE (TIC 180)

TEP-375 (Junta de Andalucía) 2006 - 2008

Sistemas autónomos y distribuidos para conservación del medio natural

Participantes: IMSE-CNM, Univ. Sevilla, Univ. Málaga, Univ. Granada, Univ. Pablo de Olavide, EBD-CSIC

Líneas de investigación

Diseño microelectrónico de sistemas difusos

- Síntesis de ASICs difusos analógicos y digitales
- Implementación de sistemas difusos sobre FPGAs
- Técnicas de codiseño HW/SW para sistemas empotrados

Herramientas de desarrollo de sistemas neuro-fuzzy

- Descripción y verificación de comportamiento de sistemas difusos
- Extracción de reglas y modelos difusos a partir de datos numéricos
- Aprendizaje supervisado y simplificación de bases de reglas
- Síntesis software (C, C++, Java) y hardware (VHDL)

Aplicaciones

- Control de maniobras de robots autónomos
- Procesado de imágenes
- Control de tráfico en internet
- Sensores empotrados para la conservación del medio natural

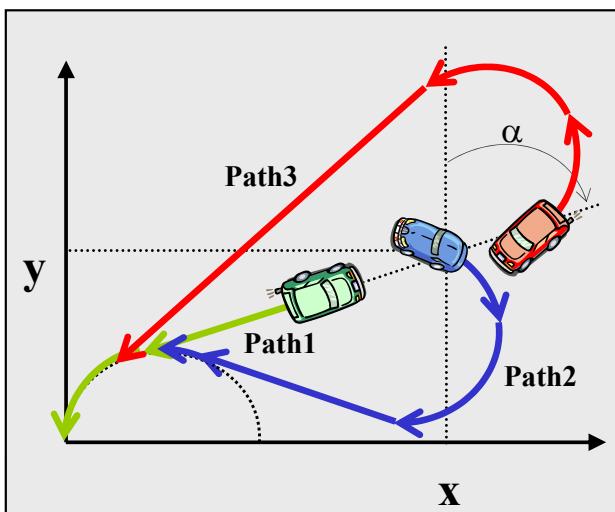
Navegación de vehículos móviles

- Control de aparcamiento en presencia de obstáculos del vehículo Romeo-4R



Estrategia de realización

- Combinación de conocimiento heurístico y análisis geométrico del problema



Control de trayectorias

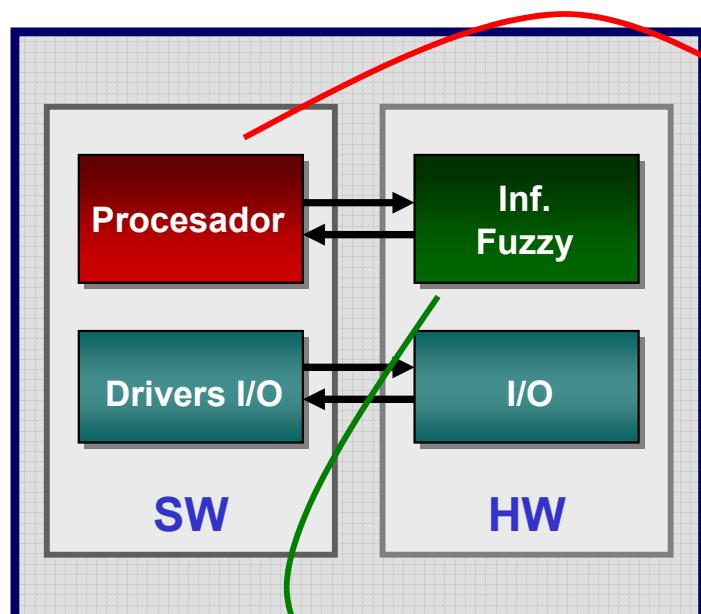
Metodología de diseño

- Basada en el uso del entorno de desarrollo Xfuzzy

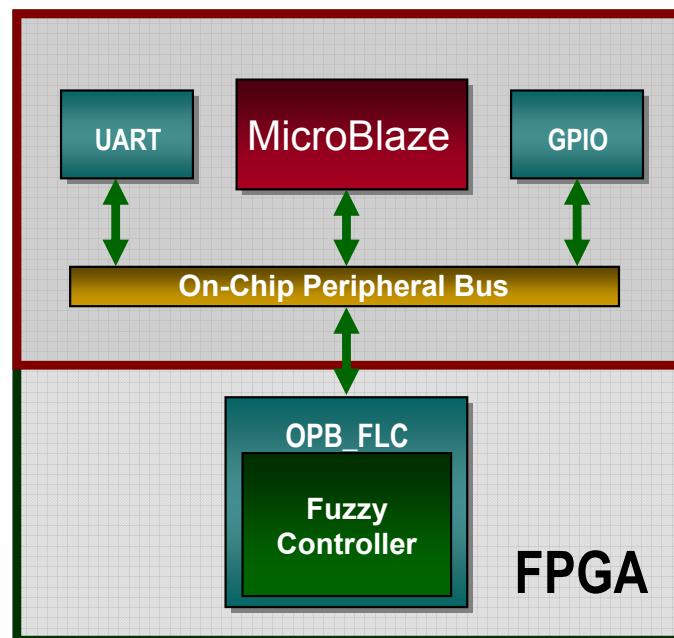
Xfuzzy 3.0

Técnicas de implementación

- ✓ Implementaciones software sobre DSPs y procesadores empotados
- ✓ Codiseño Hardware / Software con módulos de propiedad intelectual



Procesador:
Soft-core de Xilinx



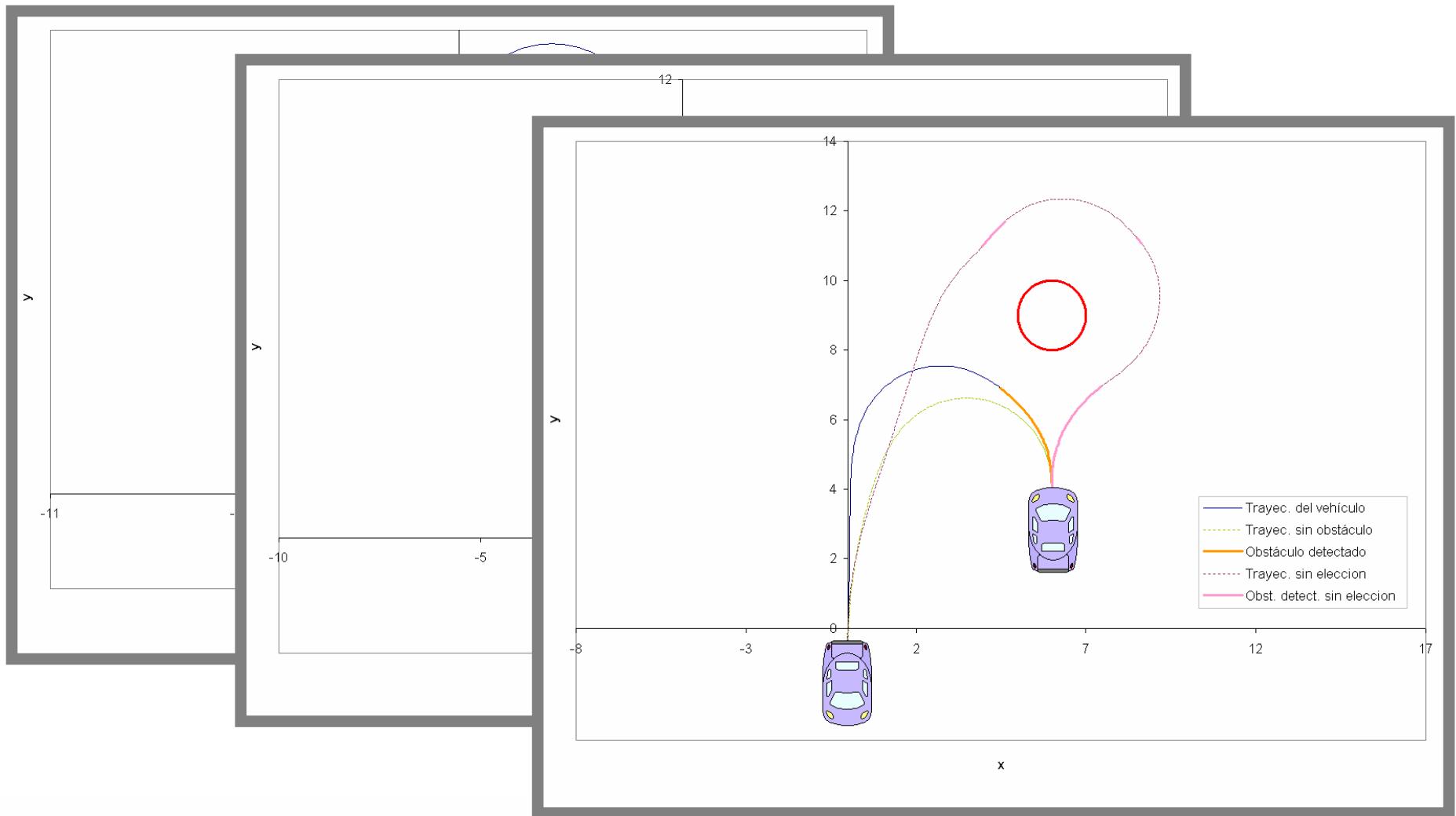
Inferencia Fuzzy:
Módulo IP



Spartan 3 System Board

- Spartan 3 – 1.0 M gates
- 432 Kb BRAM + 1 MB RAM

Resultados

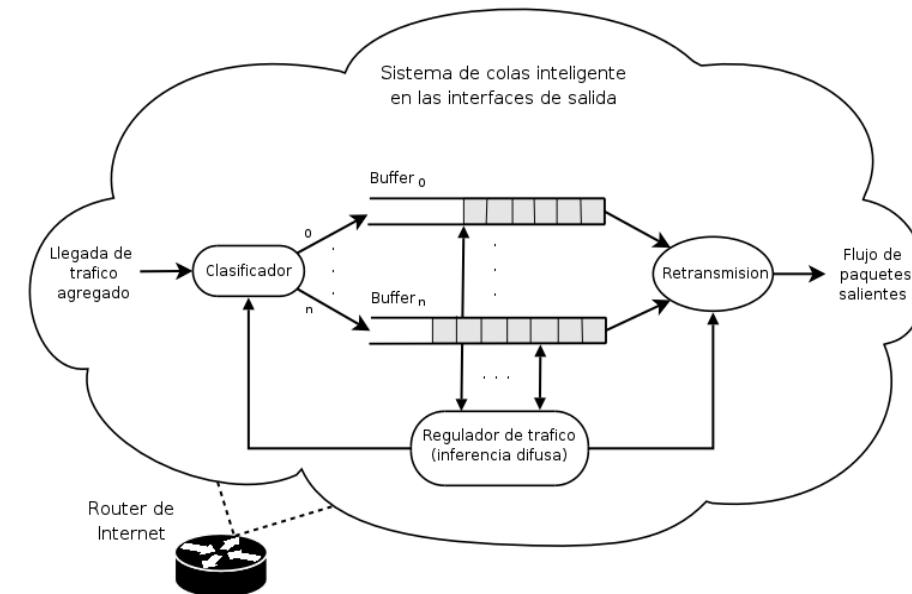


Control de tráfico en internet

- Desarrollo de mecanismos de regulación de tráfico «inteligentes» (flexible y adaptable)

Control de colas de paquetes

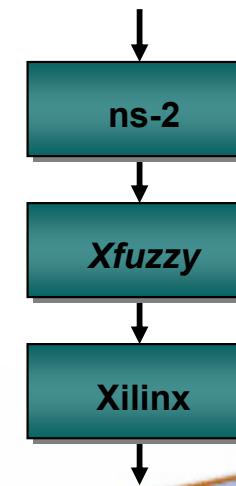
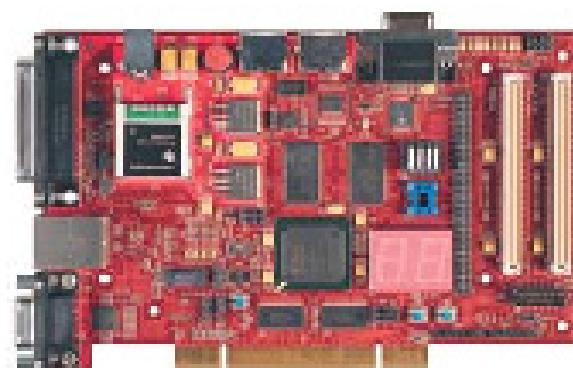
Varias funciones combinadas:
control de congestión, calidad
de servicio, seguridad



Plataforma de desarrollo

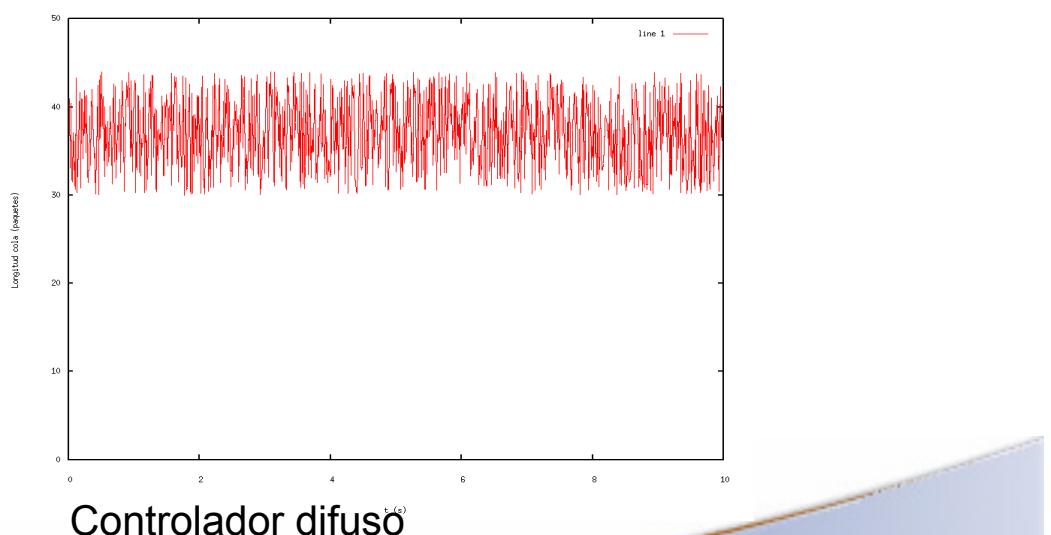
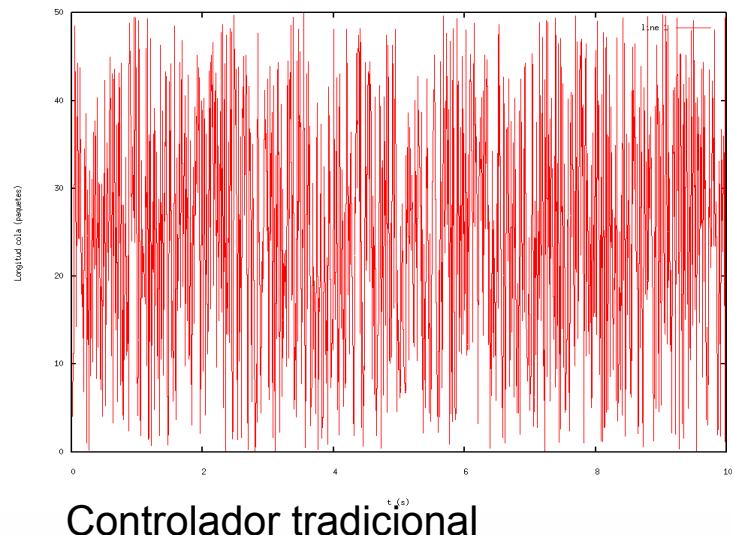
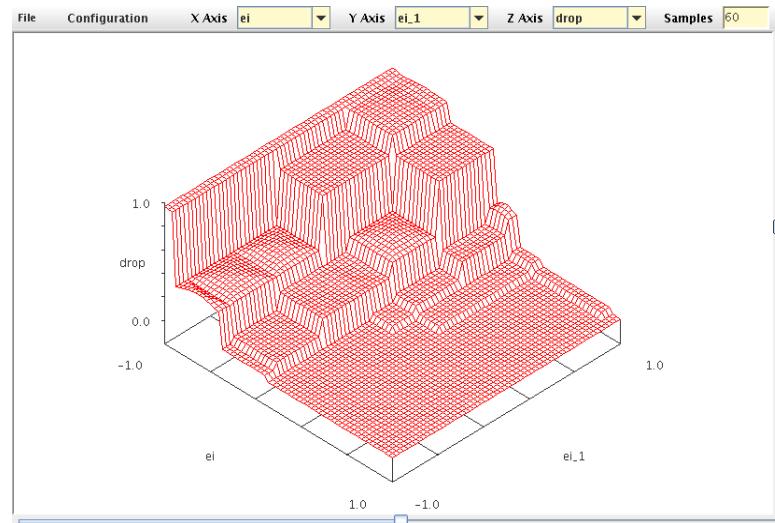
AvNet ADS-XLX

- Spartan 3 – 1.5 M gates
- Interfaz PCI



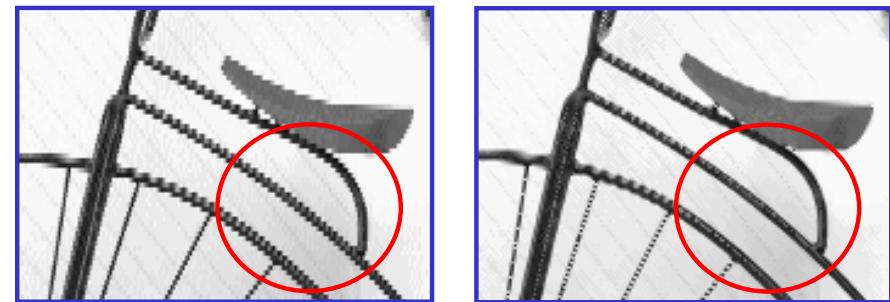
Resultados: controlador “*best-effort*”

p_i		e_{i-1}						
		NVB	NB	NS	Z	PS	PB	PVB
e_i	NVB	H	H	H	H	H	H	H
	NB	B	B	B	VB	VB	H	H
	NS	T	VS	S	S	B	VB	VB
	Z	Z	Z	Z	T	VS	S	B
	PS	Z	Z	Z	Z	T	T	VS
	PB	Z	Z	Z	Z	Z	Z	T
	PVB	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z

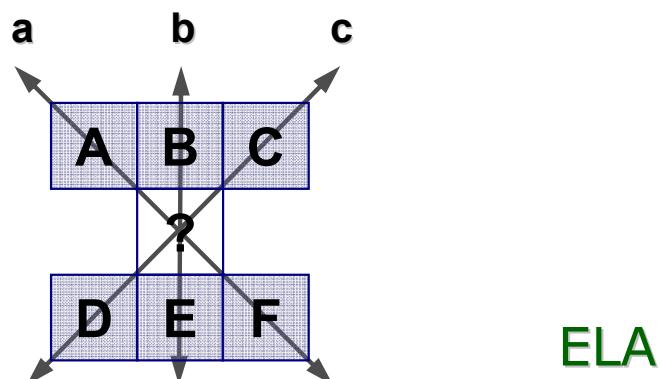


Procesado de Imágenes

- ❑ Algoritmos de desentrelazado
 - Técnica Fuzzy-ELA
 - Interpolación adaptativa en función del movimiento
- ❑ Incremento de resolución



Fuzzy-ELA (Interpolación espacial con detección de bordes)

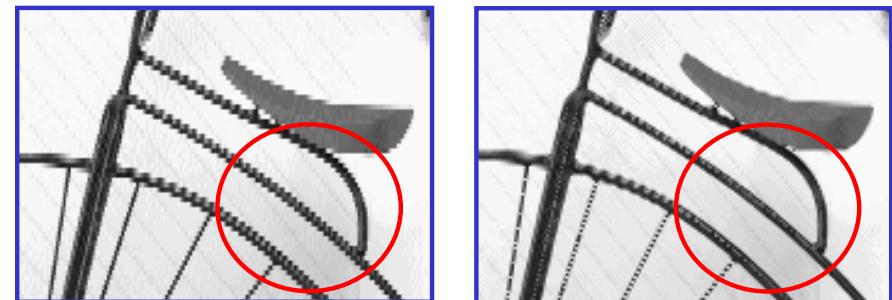


ELA

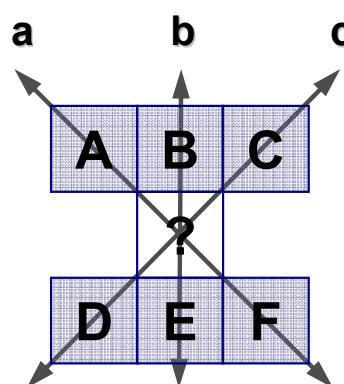
$$\begin{aligned} a &= |A - F| & b &= |B - E| & c &= |C - D| \\ \text{if } \min\{a, b, c\} = a &\Rightarrow I(x, y, t) = (A + F)/2 \\ \text{if } \min\{a, b, c\} = c &\Rightarrow I(x, y, t) = (C + D)/2 \\ \text{else } &\Rightarrow I(x, y, t) = (B + E)/2 \end{aligned}$$

Procesado de Imágenes

- ❑ Algoritmos de desentrelazado
 - Técnica Fuzzy-ELA
 - Interpolación adaptativa en función del movimiento
- ❑ Incremento de resolución



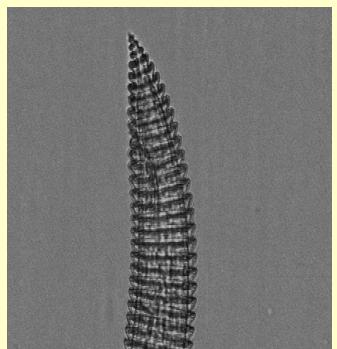
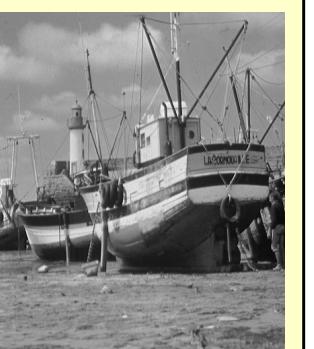
Fuzzy-ELA (Interpolación espacial con detección de bordes)



<i>if</i>	<i>antecedents</i>	<i>consequent</i>
1)	(a is SMALL) and (b is LARGE) and (c is LARGE)	(A+F)/2
2)	(a is LARGE) and (b is LARGE) and (c is SMALL)	(C+D)/2
3)	(a is strongly SMALL) and (b is LARGE) and (c is strongly SMALL)	(A+F+C+D)/4
4)	otherwise	(B+E)/2

$$I(x, y, t) = \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_i c_i}{\sum_{i=1}^4 \alpha_i} = \alpha_1 \left(\frac{A + F}{2} \right) + \alpha_2 \left(\frac{C + D}{2} \right) + \alpha_3 \left(\frac{A + F + C + D}{4} \right) + \alpha_4 \left(\frac{B + E}{2} \right)$$

Fuzzy-ELA 2D: Resultados (MSE)

ALGORITHM				
NNI	88.18	193.5	76.91	189.44
BLI	43.56	80.23	21.14	80.7
BCI	46.37	84.58	18.45	78.19
CSI	49.73	91.11	18.49	81.59
ELA (2D)	56.27	122.71	44.66	132.41
Proposal	42.71	79.94	20.01	79.4

Fuzzy-ELA 2D: Resultados



NNI



BLI



BCI



CSI



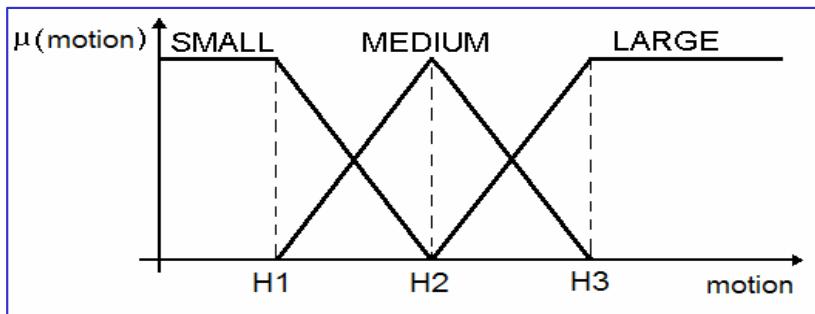
ELA (2D)



FUZZY-ELA (2D)

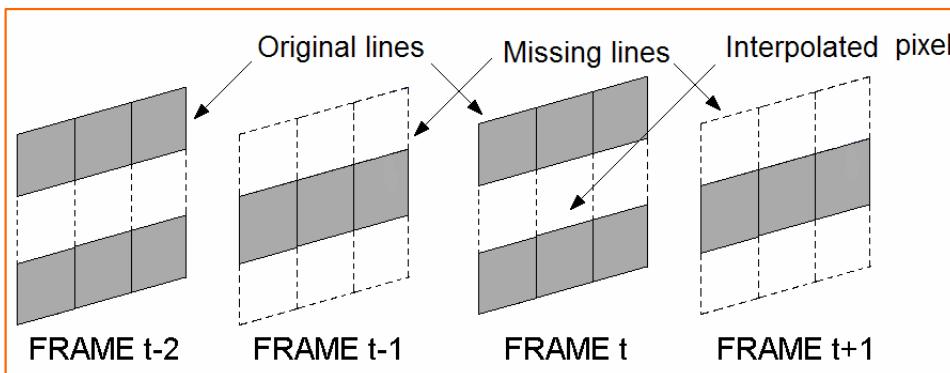
Interpolación adaptativa al movimiento

<i>if</i>	<i>antecedents</i>	<i>then</i>	<i>consequent</i>
1)	Motion(i,j,t) is SMALL		$I_T(x,y,t)$
2)	Motion(i,j,t) is LARGE		$I_S(x,y,t)$
3)	Motion(i,j,t) is MEDIUM		$\gamma I_T(x,y,t) + \lambda I_S(x,y,t)$



$$\text{motion}(x,y,t) = \sum_{i=1}^3 \left(\sum_{j=1}^3 H_{ij} C_{ij} \right)$$

$$H(x,y,t) = \frac{|I(x,y,t-1) - I(x,y,t+1)|}{2}$$



$$C = 1/16 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

➤ H_i , λ y γ son ajustados mediante las herramientas de Xfuzzy

Resultados (PSNR en dBs)

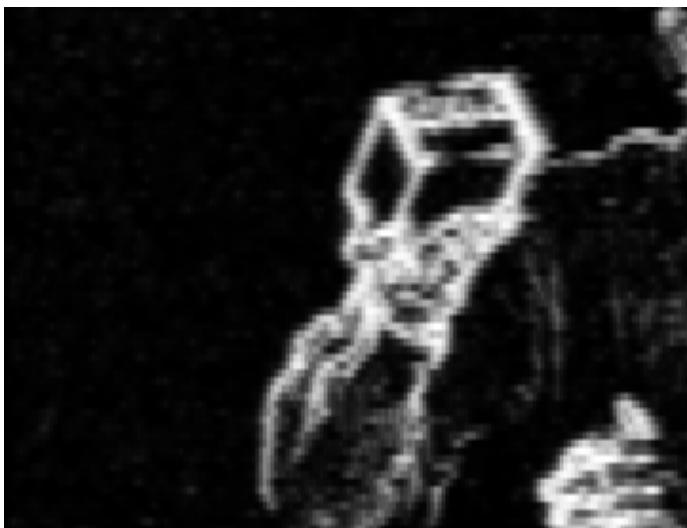
Video Sequence						
Format	CIF (255X352)			QCIF (144X176)		
L. Doubling	23.61	31.05	29.75	25.18	31.81	28.25
L. Average	26.67	35.04	33.53	29.25	35.94	32.61
Insertion	29.86	34.36	36.17	33.13	36.14	30.34
VT 2 fields	30.73	36.61	36.54	35.46	39.61	34.08
VT 3 fields	31.37	37.16	36.95	35.67	40.89	34.54
FMA*	33.12	35.38	37.62	34.73	39.49	32.27
Proposed C1	35.78	37.49	38.44	38.68	41.93	34.83
Proposed C2	35.93	37.61	38.49	38.91	42.02	34.92
Proposed C3	35.99	37.68	38.55	38.97	42.05	34.97



Técnica adaptativa (Van de Ville)



Técnica adaptativa (convolución)

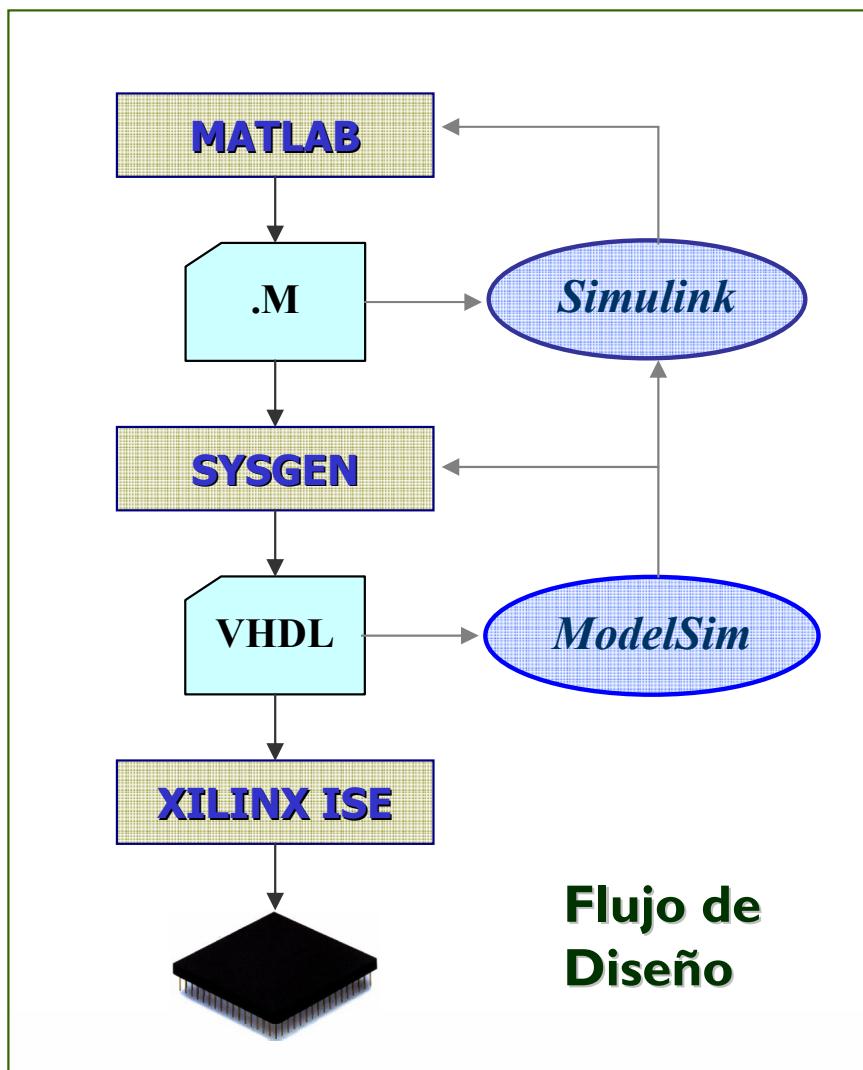


Detección de movimiento



Técnica Propuesta

Implementación sobre FPGAs



Resultados de implementación sobre FPGA Virtex 2 xc2v500_6fg256			
Arquitectura	Paralela	Mixta	Secuencial
Nº Slices	1017 (33%)	569(18,5%)	421 (13,7%)
Nº Multiplicadores	2 + 3	2 + 1	2 + 1
Periodo (ns)	11,7	28,7	98,6
Frecuencia (MHz)	85,4	38,4	10,14
Resolución	2.849.002	1.161.440	338.066

Diagrama de flujo para la implementación en un FPGA Virtex 2 xc2v500_6fg256:

- HDTV 1080x1920** se genera a partir de **XGA 1024x768**.
- XGA 1024x768** se genera a partir de **VGA 640x480**.

Publicaciones (<http://www.imse.cnm.es>)

A. Cabrera, S. Sánchez-Solano, P. Brox, A. Barriga, R. Senhadji

Hardware/software codesign of configurable fuzzy control systems

Applied Soft Computing, Vol. 4, nº 3, pp. 271-285, Elsevier, Aug. 2004.

A. Barriga, S. Sánchez-Solano, P. Brox, A. Cabrera, I. Baturone

Modelling and Implementation of Fuzzy Systems based on VHDL

International Journal of Approximate Reasoning, Vol. 41, nº 2, pp. 164-178, Feb. 2006.

I. Baturone, F. J. Moreno-Velo, S. Sánchez-Solano, A. Ollero

Automatic design of fuzzy controllers for car-like autonomous robots

IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 12, nº 4, pp. 447-465, Aug. 2004.

F. Montesino, D. R. Lopez, A. Barriga , S. Sánchez-Solano

Fuzzy End-to-End Rate Control for Internet Transport Protocols

Proc. IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZIEEE'2006), Vancouver, Jul. 2006.

P. Brox, I. Baturone, S. Sánchez-Solano

A Fuzzy Edge-Dependent Interpolation Algorithm

Soft Computing in Image Processing: Recent Advances, Springer Verlag, 2006.

P. Brox, I. Baturone, S. Sánchez-Solano, J. Gutiérrez-Ríos, F. Fernández-Hernández

A fuzzy edge-dependent motion adaptive algorithm for de-interlacing

Fuzzy Sets and Systems, Vol. 158, Issue 3, pp. 337-347, Feb. 2007.