



REDES NEURONALES ARTIFICIALES A LA *MEDIDA*: BUSCANDO SOLUCIONES PRÁCTICAS A PROBLEMAS COMPLEJOS.

Dra. Pilar Gómez Gil

*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
(INAOE).*

*Coordinación de Ciencias Computacionales
Tonantzintla, Puebla.*

pgomez@inaoep.mx

ccc.inaoep.mx/~pgomez

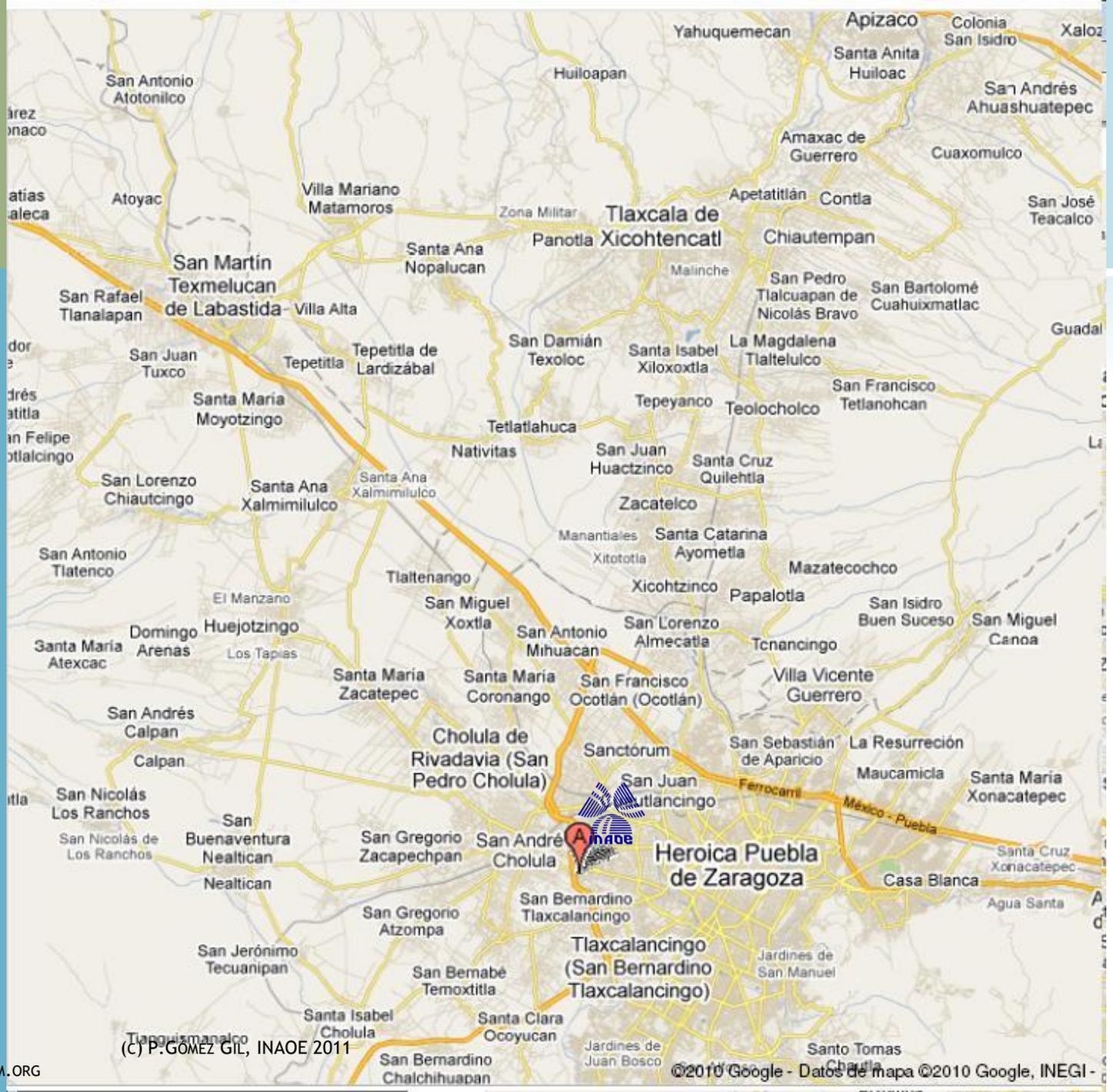


SOBRE EL INAOE

Es un centro público de Investigación cuyo misión es contribuir a la generación, avance y difusión del conocimiento para el desarrollo del país y de la humanidad, por medio de la identificación y solución de problemas científicos y tecnológicos y de la formación de especialistas en las áreas de Astrofísica, Óptica, Electrónica, Ciencias Computacionales y áreas afines.



<http://www.inaoep.mx/>



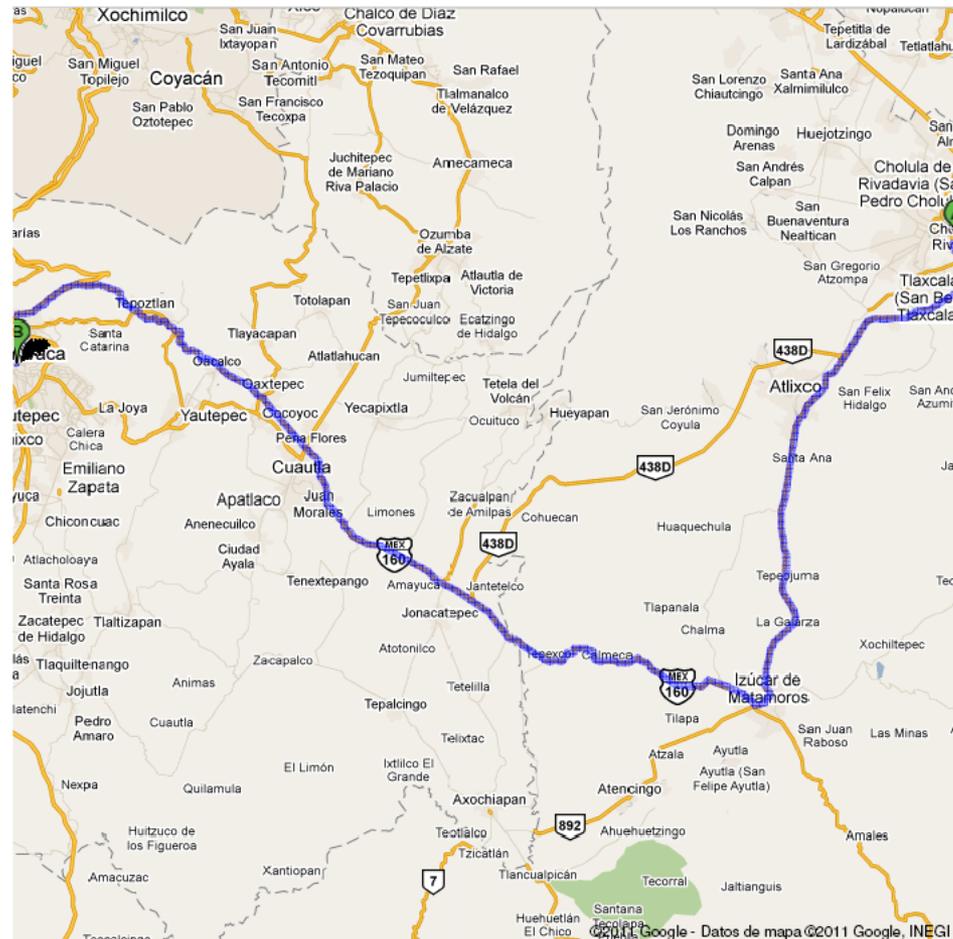
TONANTZINTLA - CUERNAVACA

177 KM



Google maps

Cómo llegar a Cuernavaca, MOR, México
177 km – aprox. 2h 8 min



ÁREAS DE INVESTIGACIÓN DE LA COORDINACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN DEL INAOE



1. *Aprendizaje automático y reconocimiento de patrones*
2. Tratamiento de lenguaje natural
3. Percepción por computadora
4. Ingeniería de Sistemas



APRENDIZAJE AUTOMÁTICO Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES

- Se enfoca en el desarrollo de investigación básica y aplicada en áreas como aprendizaje reforzado basado en grafos, cómputo suave para clasificación, extracción de características, minería de datos, reconocimiento de patrones lógico-combinatorio y ***redes neuronales artificiales***.

REVISTA KOMPUTER SAPIENS



Inicio

Acerca de la Revista

Sapiens Piensa

Nuestros Columnistas

ISSN 2007-0691

ccc.inaoep.mx/~ksapiens

Temática

Suscripciones

Revisiones del Comité Editorial

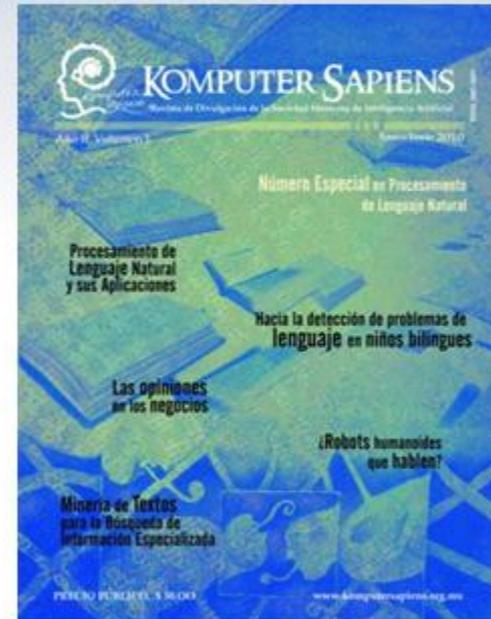
Archivo



Revista de Divulgación de la
Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial

Información

Quiénes Somos



Año 2 Volumen 1

8

Para conocer más sobre la
Coordinación de Computación
visita: ccc.inaoep.mx



OBJETIVO DE LA PRESENTACIÓN



Motivar a la audiencia a conocer más sobre las *Redes Neuronales Artificiales*, como una herramienta práctica para la solución de algunos problemas considerados “complejos” .



CONTENIDO

- @ Introducción
- @ Características de las RNA
- @ Ventajas y Desventajas de las RNA
- @ El desarrollo con RNA
- @ La investigación en RNA el INAOE
- @ Conclusiones



@ INTRODUCCIÓN



LA INTELIGENCIA COMPUTACIONAL

- ⊙ Las redes neuronales artificiales forman parte del campo conocido como *Inteligencia Computacional*, el cual a su vez es parte de la *Inteligencia Artificial*.
- ⊙ la **Inteligencia Computacional (IC)** tiene que ver con la teoría, diseño, desarrollo y aplicación de paradigmas de computación, que son biológica y lingüísticamente motivados.
- ⊙ La **IC** Incluye a los sistemas conexionistas, algoritmos genéticos, programación evolutiva, **redes neuronales artificiales (RNA)**, sistemas difusos y sistemas híbridos inteligentes formados por todos los anteriores.



IEEE Computational Intelligence Society

MIMICKING NATURE FOR PROBLEM SOLVING

IEEE Computational Intelligence Soc

Menu

- About CIS
 - Welcome from the Past President
 - Scope
 - Constitution
 - Bylaws
 - ADCOM Meeting Minutes
 - Officers (EXCOM)
 - ADCOM Members
 - Standing Committee Chairs
 - Constitution and Bylaws Committee
- Membership Benefits

IEEE CIS > About CIS

Scope

The Field of Interest of the Society shall be the theory, design, application, and development of biologically and linguistically motivated computational paradigms emphasizing neural networks, connectionist systems, genetic algorithms, evolutionary programming, fuzzy systems, and hybrid intelligent systems in which these paradigms are contained.



LA COMPUTACIÓN “CONVENCIONAL”

Pasos para la solución de problemas:

1. Desarrollo de una formulación matemática.
2. Desarrollo de un algoritmo para implementar la solución matemática.
3. Codificación del algoritmo en un lenguaje específico.
4. Ejecución del código.

[Gómez-Gil, 2011]

ÉXITOS DE LA COMPUTACIÓN CONVENCIONAL



- ◎ Muy eficiente en la solución a problemas matemáticos complejos y de simulación.
- ◎ Muy eficiente realizando tareas repetitivas y bien definidas.

FRACASOS DE LA COMPUTACIÓN CONVENCIONAL



- ◎ Muy ineficiente resolviendo problemas de reconocimiento, tales como:
 - ◎ Reconocimiento de imágenes
 - ◎ Reconocimiento de voz
- ◎ Muy ineficiente con adaptación y aprendizaje.
- ◎ Muy ineficiente con problemas de percepción.



CARACTERÍSTICAS DE LA COMPUTACIÓN BIOLÓGICA



- ⊙ Contiene mecanismos de percepción
- ⊙ Es masivamente paralela y altamente interconectada
- ⊙ Es tolerante al ruido en el medio ambiente y en sus componentes
- ⊙ Tiene gran variabilidad y especialización en sus componentes.
- ⊙ Es altamente adaptable al medio
- ⊙ Es lenta y baja en precisión
- ⊙ Presenta un desarrollo evolutivo continuo hacia sistemas más complejos



OBSERVEN QUE...



... Los sistemas biológicos
utilizan estrategias de
procesamiento muy diferentes
a los sistemas de cómputo
convencionales

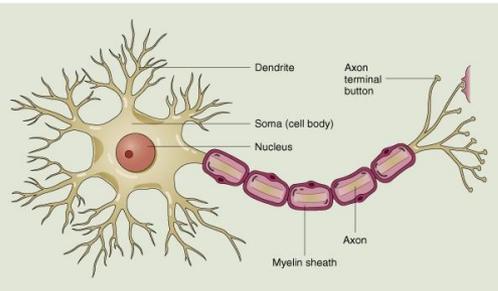


@ CARACTERÍSTICAS DE LAS RNA



REDES NEURONALES ARTIFICIALES

- Están inspiradas en la construcción del cerebro y las neuronas biológicas.
- Son modelos matemáticos capaces de adaptar su comportamiento en respuesta a ejemplos presentados por el medio ambiente, de manera supervisada o no supervisada (**aprendizaje basado en ejemplos**)





UNA DEFINICIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

“Una red neuronal es un procesador masivamente paralelo y distribuido hecho de unidades procesadoras simples, las cuales son de manera natural propensas a almacenar conocimiento adquirido de la experiencia y hacerlo útil.”

[Haykin 2009]

EL CEREBRO Y LAS RNA



Una red neuronal artificial se parece al cerebro en dos aspectos:

1. Adquiere el conocimiento del medio ambiente, a través de un proceso de aprendizaje,
2. La fuerza de conexión entre los neurones, conocida como los pesos sinápticos, se utiliza para almacenar el conocimiento adquirido.

[Haykin 2009]



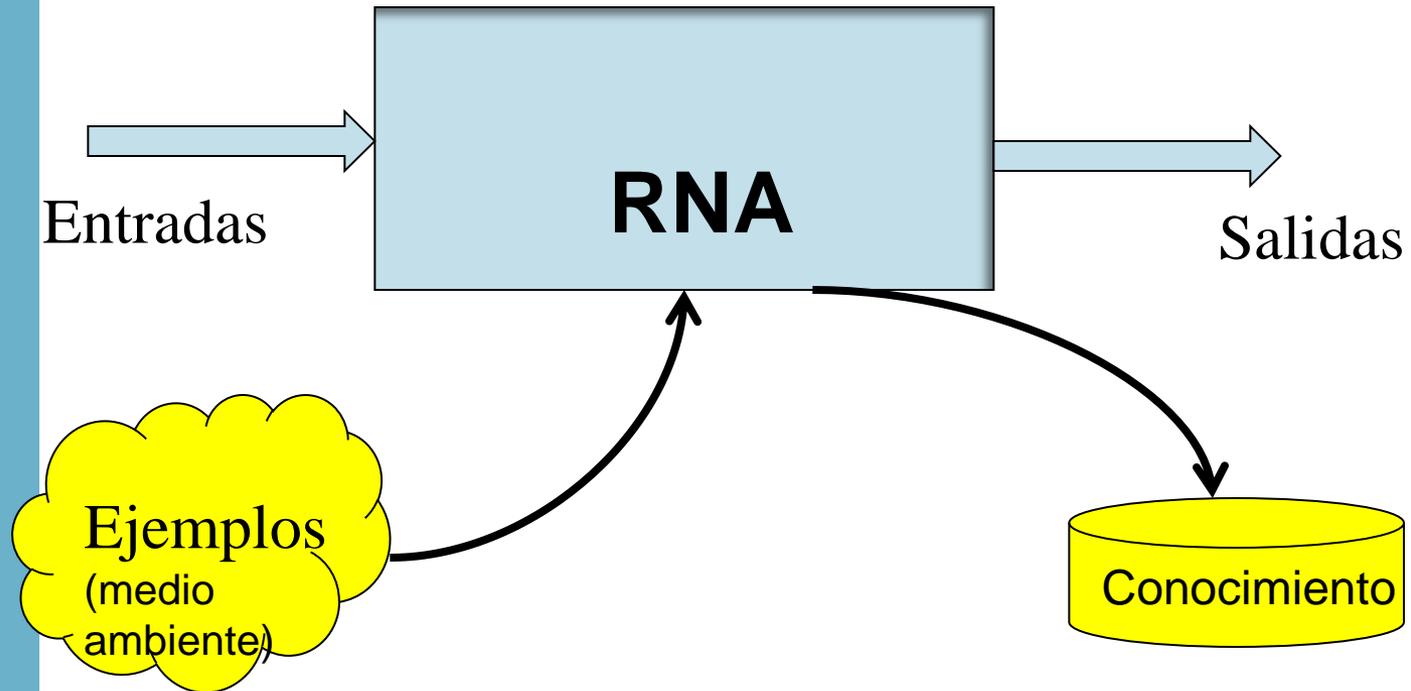
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS RNA



- 1. APRENDIZAJE.** Una red neuronal puede modificar su comportamiento en respuesta al medio ambiente.
- 2. GENERALIZACION.** Una vez entrenada, la red neuronal puede ser insensible a cambios en sus entradas.
- 3. ABSTRACCION.** Una red neuronal puede determinar la esencia o características principales de un conjunto de datos.

[Gómez-Gil 2011]

EL CONTEXTO DE REDES NEURONALES

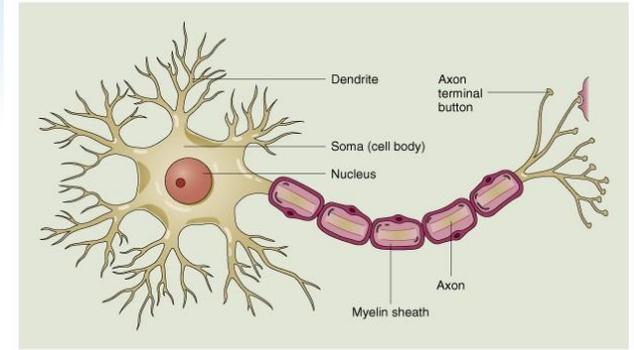




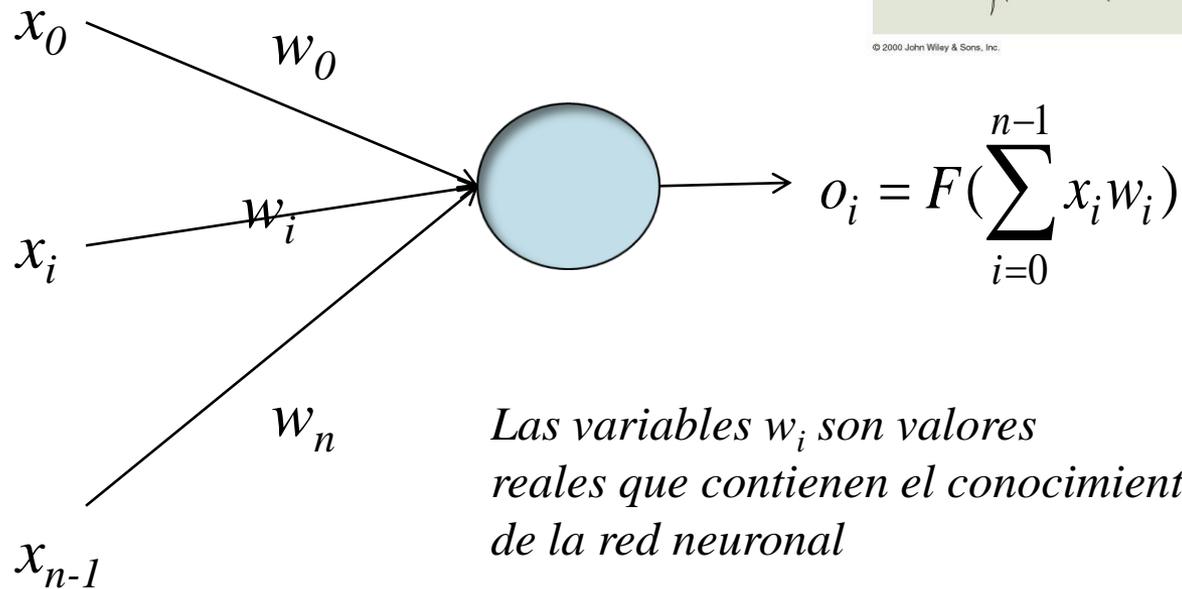
TIPOS DE RNA

- ① Las RNA pueden clasificarse en general como **alimentadas hacia adelante o recurrentes**. El tipo de entrenamiento que utilizan puede ser **supervisado o no supervisado**.
- ① Hay cientos de modelos de redes neuronales y algoritmos para entrenarlas!!!
- ① El modelo escogido depende de la aplicación que se desea hacer y de la disponibilidad y características de los datos.

EL COMPONENTE FUNDAMENTAL: NEURONA



© 2000 John Wiley & Sons, Inc.

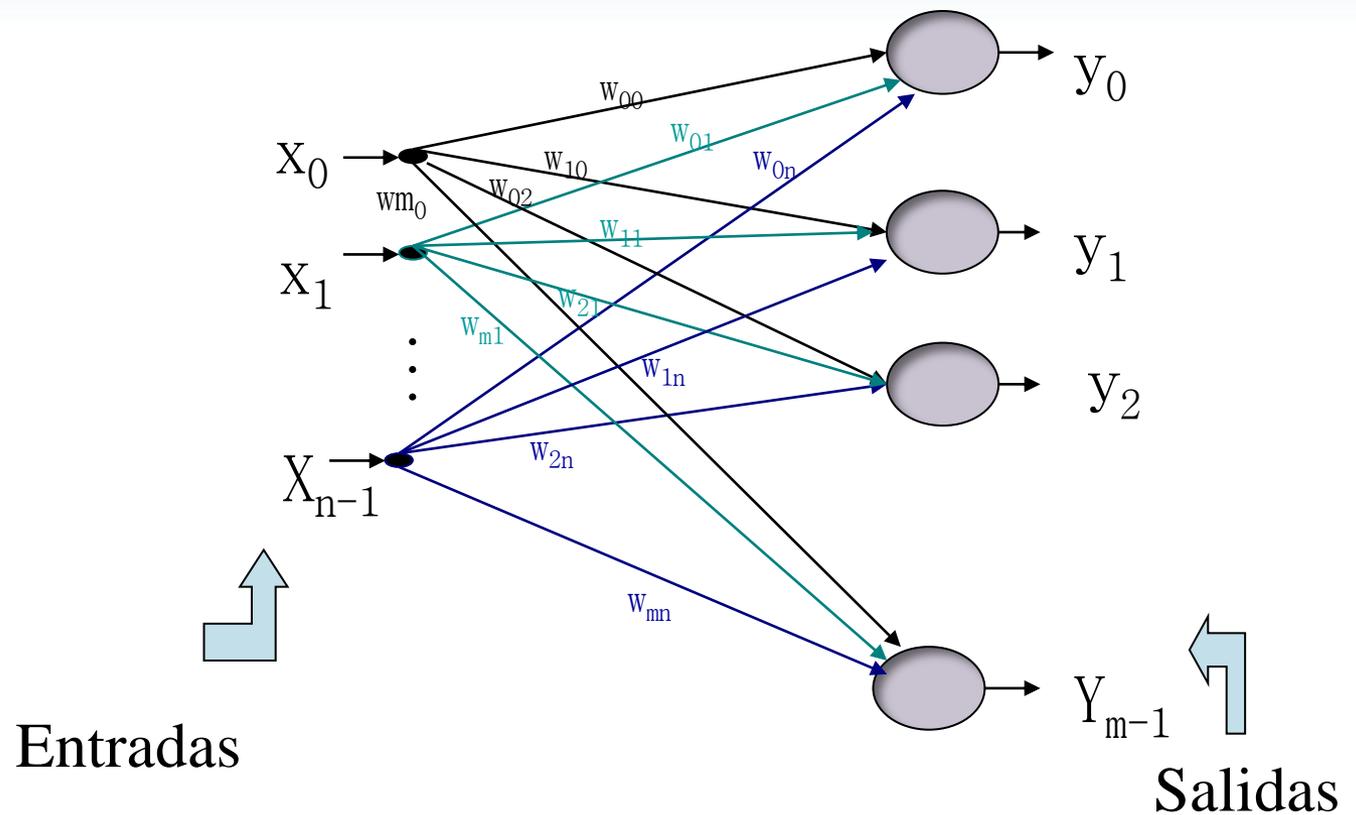


TOPOLOGÍAS PRINCIPALES DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

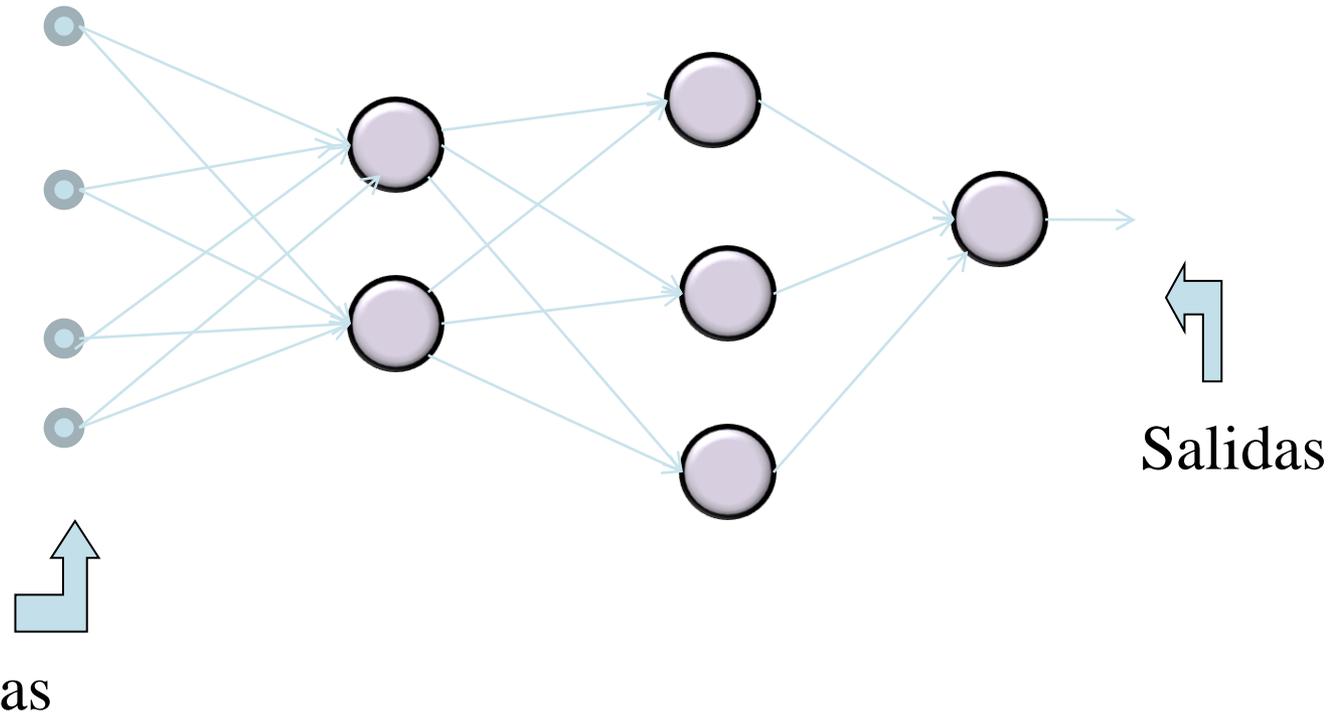


- ◎ Redes de un nivel
- ◎ Redes de varios niveles
- ◎ Redes recurrentes

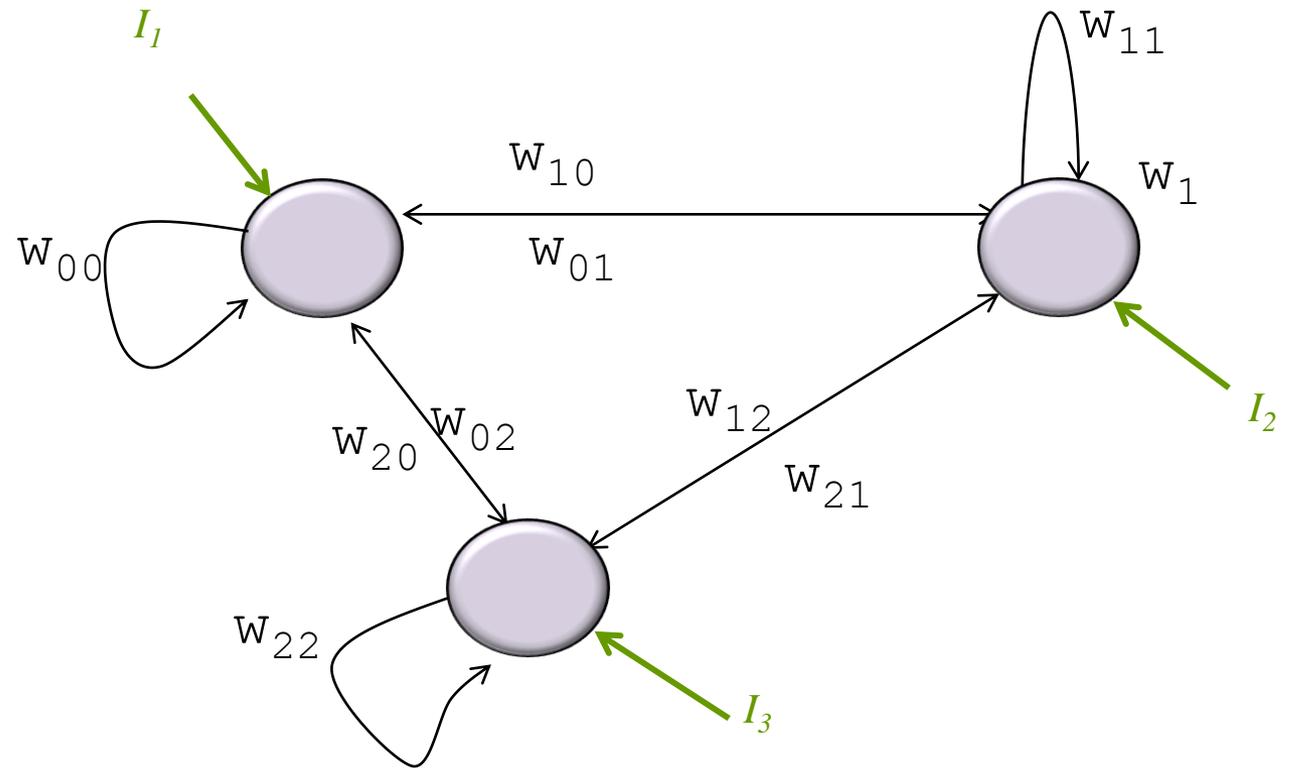
REDES DE UN NIVEL



REDES DE VARIOS NIVELES



REDES RECURRENTE





@ VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS RNA



BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS NEURONALES ARTIFICIALES

- ⊙ Son sistemas no lineales
- ⊙ Son capaces de definir una relación entre entradas y salidas
- ⊙ Son adaptables
- ⊙ Pueden dar información sobre la confiabilidad de sus respuestas
- ⊙ Son tolerantes a fallas
- ⊙ Pueden construirse en VLSI
- ⊙ Son universales en cuanto a su análisis y diseño
- ⊙ Presentan analogías con los sistemas biológicos

[Haykin 2009]



PRINCIPALES LIMITACIONES DE LAS RNA

- ⊙ Las RNA no son la solución a todos los problemas, sino solo de aquellos en los que "las reglas de solución" no son conocidas, y existen suficientes datos ejemplos que permitan a la red aprender.
- ⊙ Las R.N.A. son hasta cierto punto impredecibles.
- ⊙ Las R.N.A. no pueden explicar como resuelven un problema. La representación interna generada puede ser demasiado compleja para ser analizada, aún y en los casos más sencillos.



SI TIENES UN PROBLEMA DONDE...

- ⊙ no conoces las reglas (ecuaciones) que gobiernan la solución que quieres implementar, pero...
- ⊙ tienes una gran cantidad de datos que describen al problema y son ejemplos de su posible solución y
- ⊙ dispones de tiempo para ajustar tu solución probando diferentes modelos ...

... es posible que las RNA puedan ayudarte a solucionarlo....



@ EL DESARROLLO CON RNA

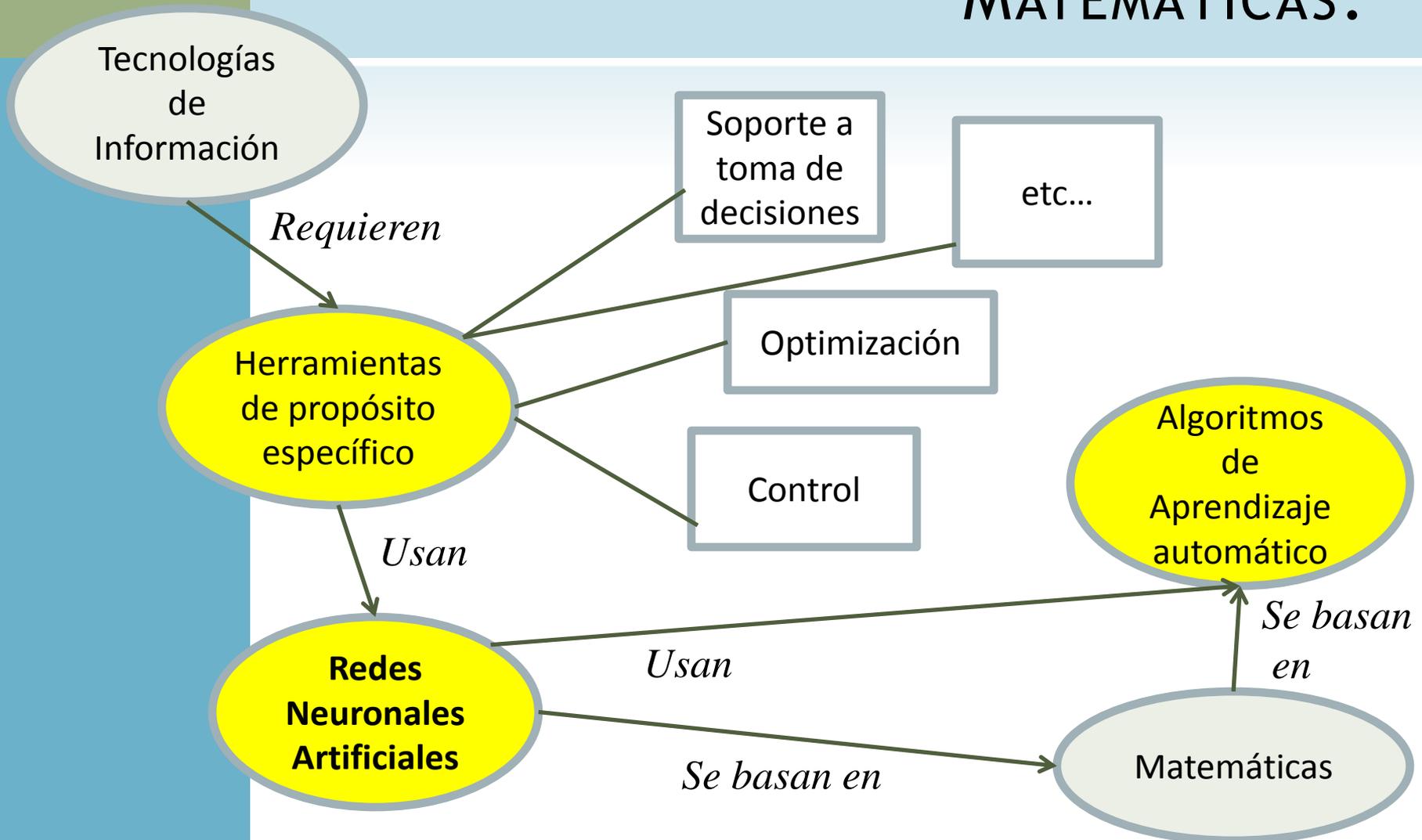


TIPOS DE PROBLEMAS A RESOLVERSE CON RNA

- ⊙ Aproximación de funciones
- ⊙ Clasificación y reconocimiento
- ⊙ Agrupamiento de datos
- ⊙ Predicción
- ⊙ Selección de características
- ⊙ Optimización

[Gómez-Gil, 2009]

UNA RELACIÓN (DE TANTAS) ENTRE TI, RNA Y, (POR SUPUESTO), MATEMÁTICAS.



ALGUNOS (POCOS) EJEMPLOS DE APLICACIONES DE RNA



- ⊙ Reconocimiento de caracteres manuscritos, impresos, de font antiguo, etc. .
- ⊙ Sistemas de memorias asociativas.
- ⊙ Reconocimiento de voz
- ⊙ Control de robots
- ⊙ Toma de decisiones administrativas, financieras etc.
- ⊙ Reconocimiento de enfermedades
- ⊙ Reconocimiento de señales de radio
- ⊙ Predicción de Señales y series de tiempo Caóticas
- ⊙ Generación de reglas para sistemas expertos
- ⊙ Aplicaciones en economía para predicción
- ⊙ Aplicaciones en geología, meteorología, astronomía

OPCIONES PARA UTILIZAR RNA



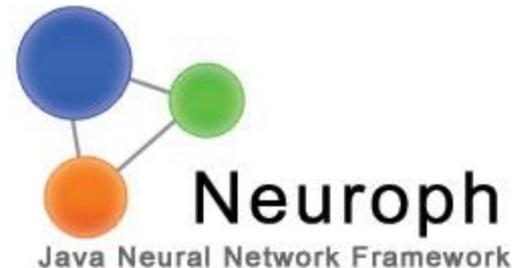
- ⊙ Crear tu propio código
- ⊙ Utilizar código abierto
- ⊙ Utilizar paquetes comerciales



Matlab
Neural Network Toolbox



NeuroShell Trader
Trading Software for Stocks, Commodities, Futures and Options





RECOMENDACIÓN IMPORTANTE

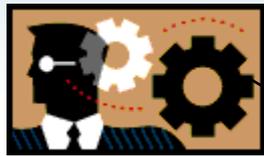
- ⊙ Aunque muchos de los paquetes y software disponible puede utilizarse como una “caja negra”, **no es recomendable** buscar soluciones de RNA u otros métodos basados en aprendizaje por ejemplos, **si uno no conoce los conceptos básicos de su funcionamiento**, y el significado de los parámetros involucrados





This learning program, which runs on the Internet, helps soldiers practice their perceptual attention while on patrol. [Bell, 2006]

ESTRUCTURA DE UN APROXIMADOR CREDITICIO [MENDOZA Y GÓMEZ-GIL 2010]



Conocimiento
Del experto

Entrenamiento
del aproximador

Evaluación
del
aproximador

Calificación
otorgada



Cambios en
Arquitectura y
parámetros

Conocimiento de
la RNA

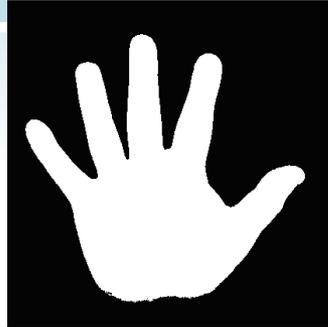
Parámetros
crediticios

Ajustes
al aproximador

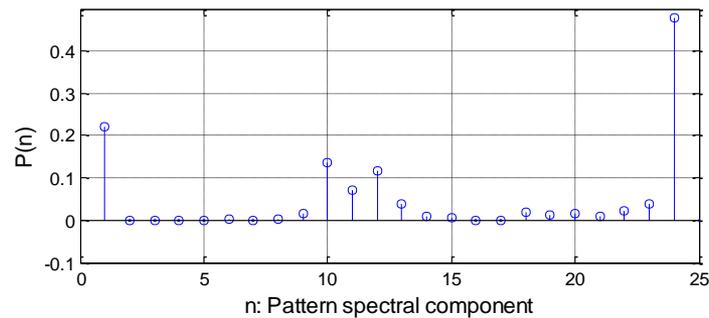
Aspectos
de diseño



BIOMETRÍA MULTIMODAL [RAMÍREZ-CORTÉS ET AL. 2009]



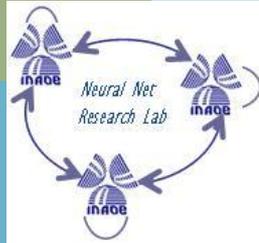
Extracción de características: Imágenes en niveles de gris e imagen binarizada



Extracción de características: Modelo pecstrum



@ LA INVESTIGACIÓN EN RNA EN EL INAOE



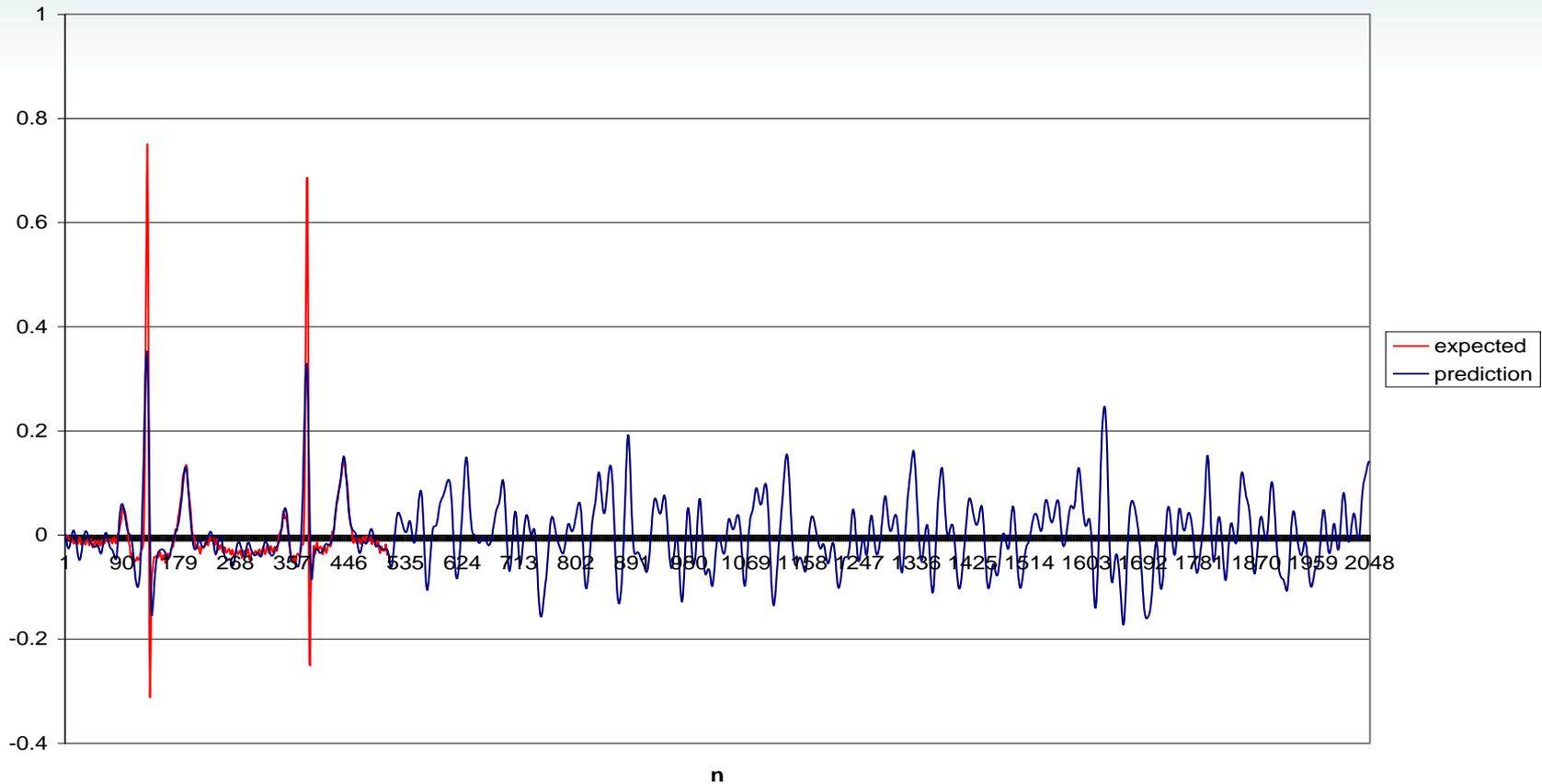
ALGUNOS PROYECTOS VIGENTES EN NUESTRO GRUPO

1. Algoritmos y esquemas de aprendizaje automático en redes neuronales artificiales recurrentes, para aproximación y **pronóstico** de series de tiempo no estacionarias y caóticas.
2. Análisis multivariado y predicción de series de tiempo basado en redes neuronales para el procesamiento de señales EEG con aplicación a **interfaces cerebro-computadora (BCI)**.
3. **Clasificación Estrella/Galaxias** en Imágenes Astronómicas: Una extensión de los Modelos Directos hacia los Modelos Adaptivos Neuronales"
4. **Minería de datos** en datos estructurales utilizando redes neuronales artificiales.
5. **PRISCUS**: Reconocimiento automático de escritura manuscrita en documentos antiguos

PRONÓSTICO DE SERIES DE TIEMPO CAÓTICAS.

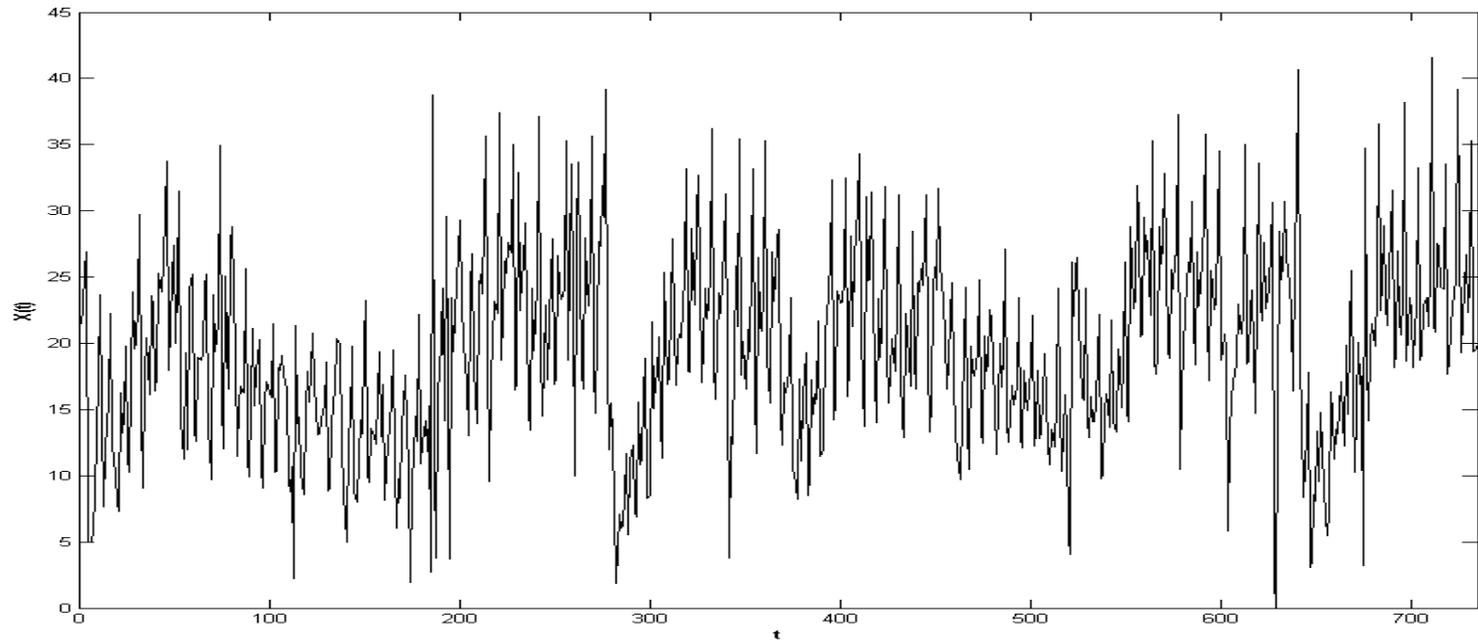


Case K.2

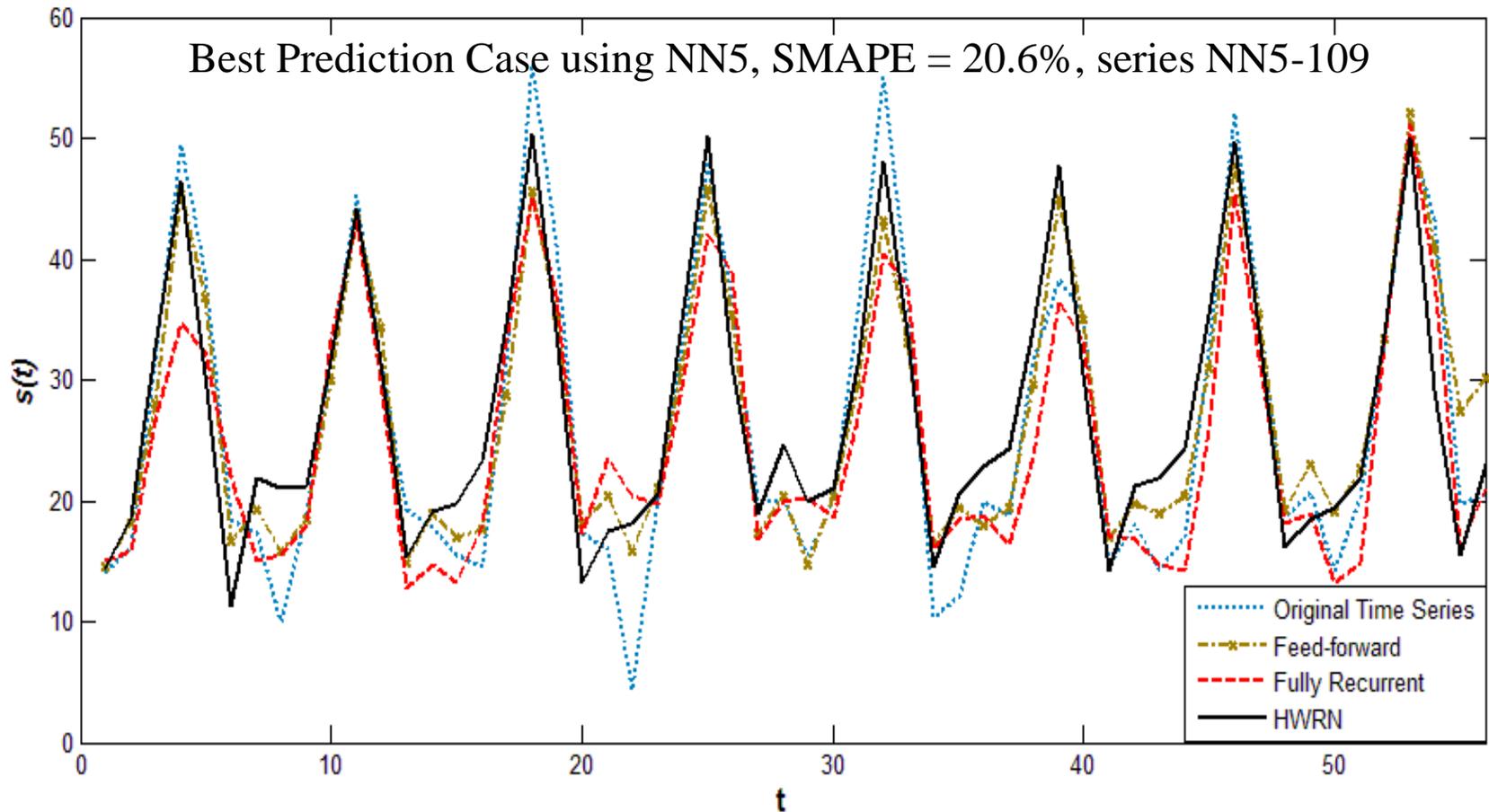


Pronóstico de largo plazo de un ECG (Gómez-Gil 2007)

EJEMPLO DE UNA SERIE FINANCIERA: NN5-001 [CRONE 2008]



MEJOR CASO DE PREDICCIÓN DE LA HWRN SOBRE SERIES NN5 [GARCÍA-PEDRERO Y GÓMEZ-GIL 2010]

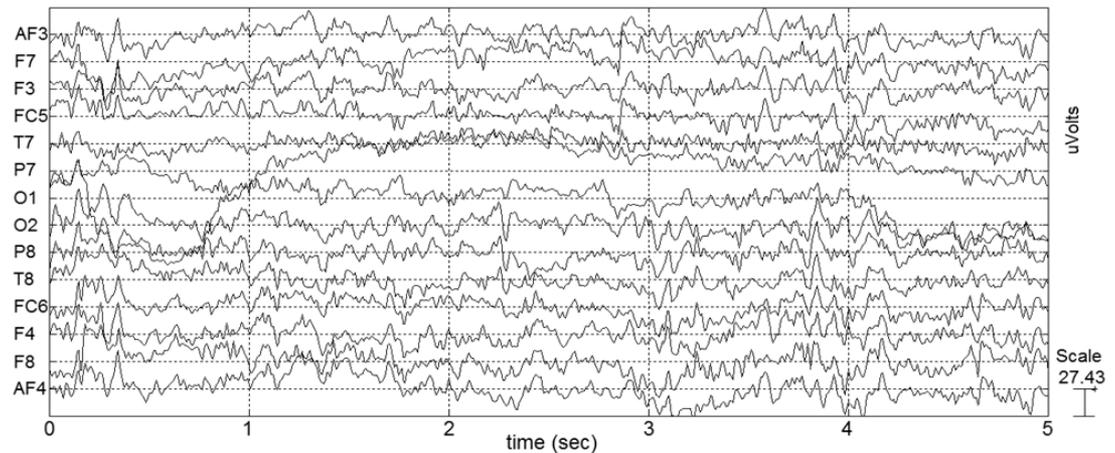


OBTENCIÓN DE SEÑALES ECG PARA BCI

[Ramírez et al. 2010]

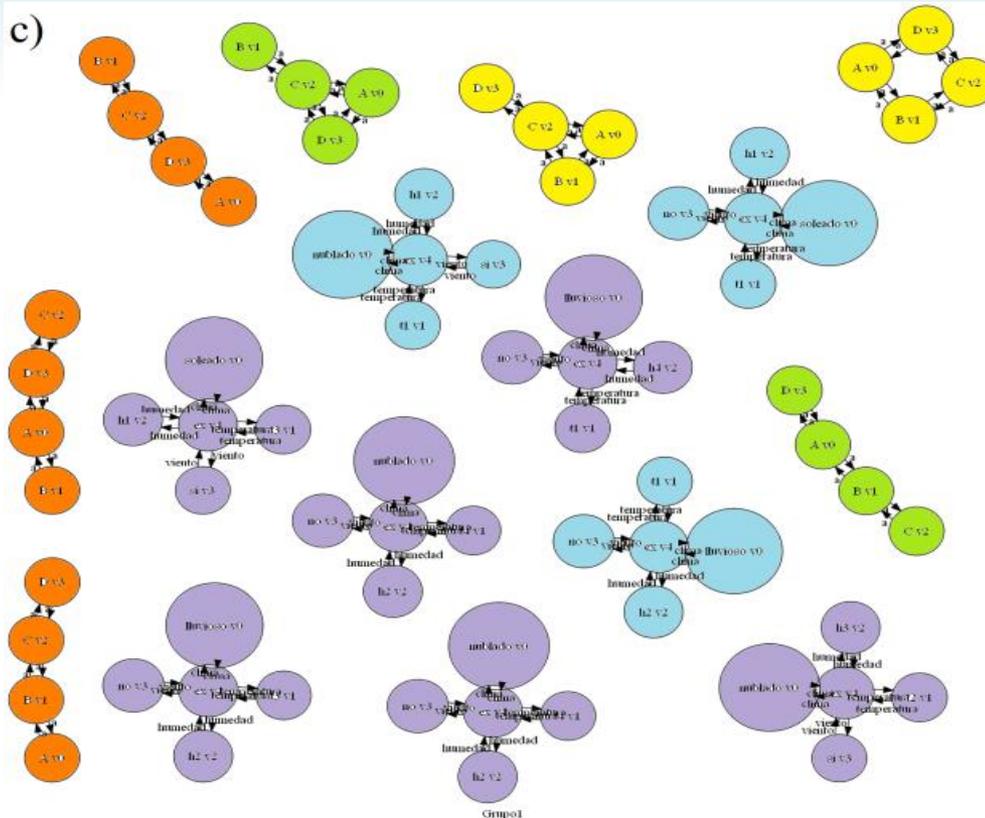


Usando el casco...



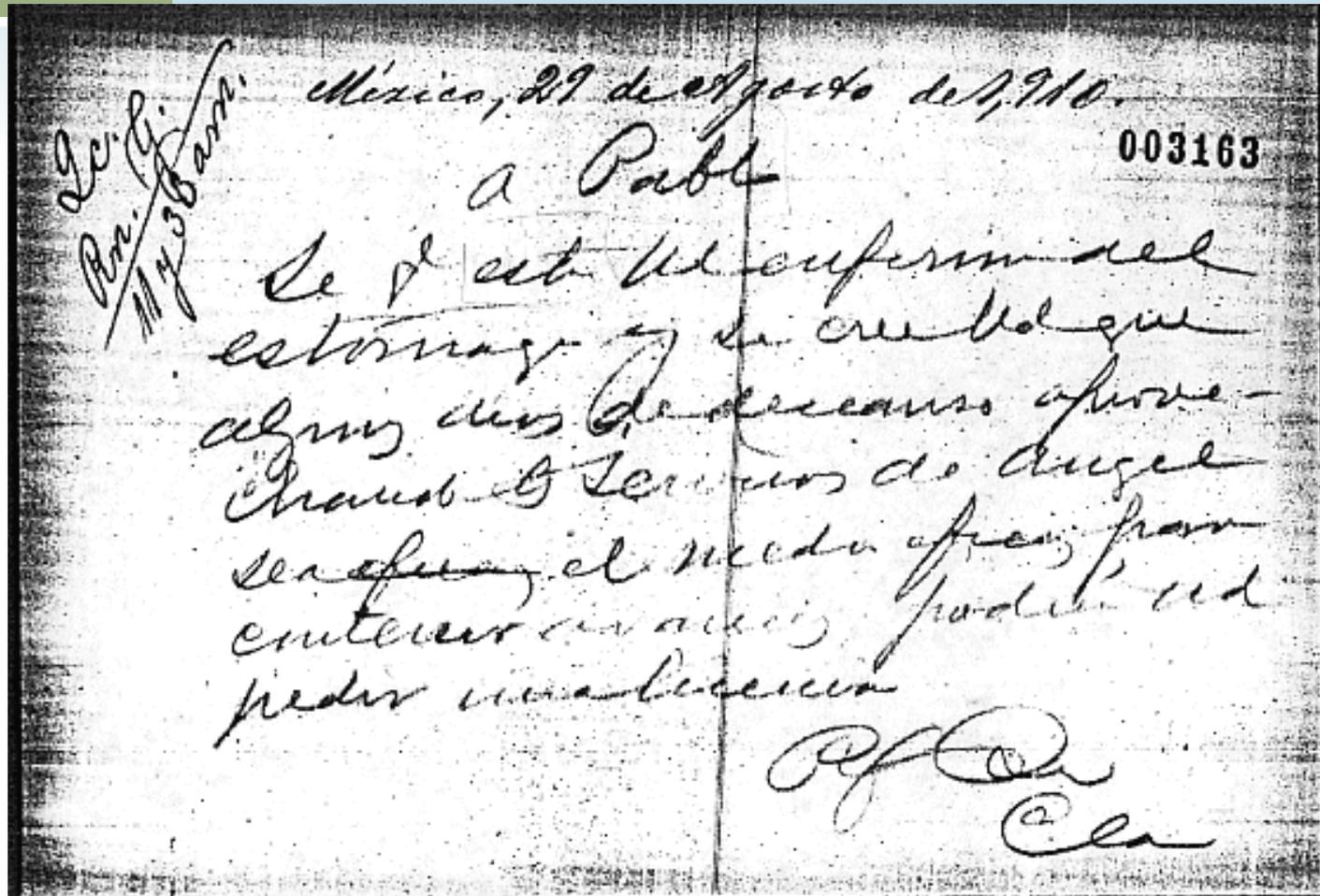
Datos obtenidos de un casco EEG

DISEÑO DE UN ALGORITMO DE MINERÍA DE DATOS BASADO EN GRAFOS PARA LA TAREA DE APRENDIZAJE DE CONCEPTOS



Once grafos clasificados por grupos usando una SOM [Fonseca et al. 2010]

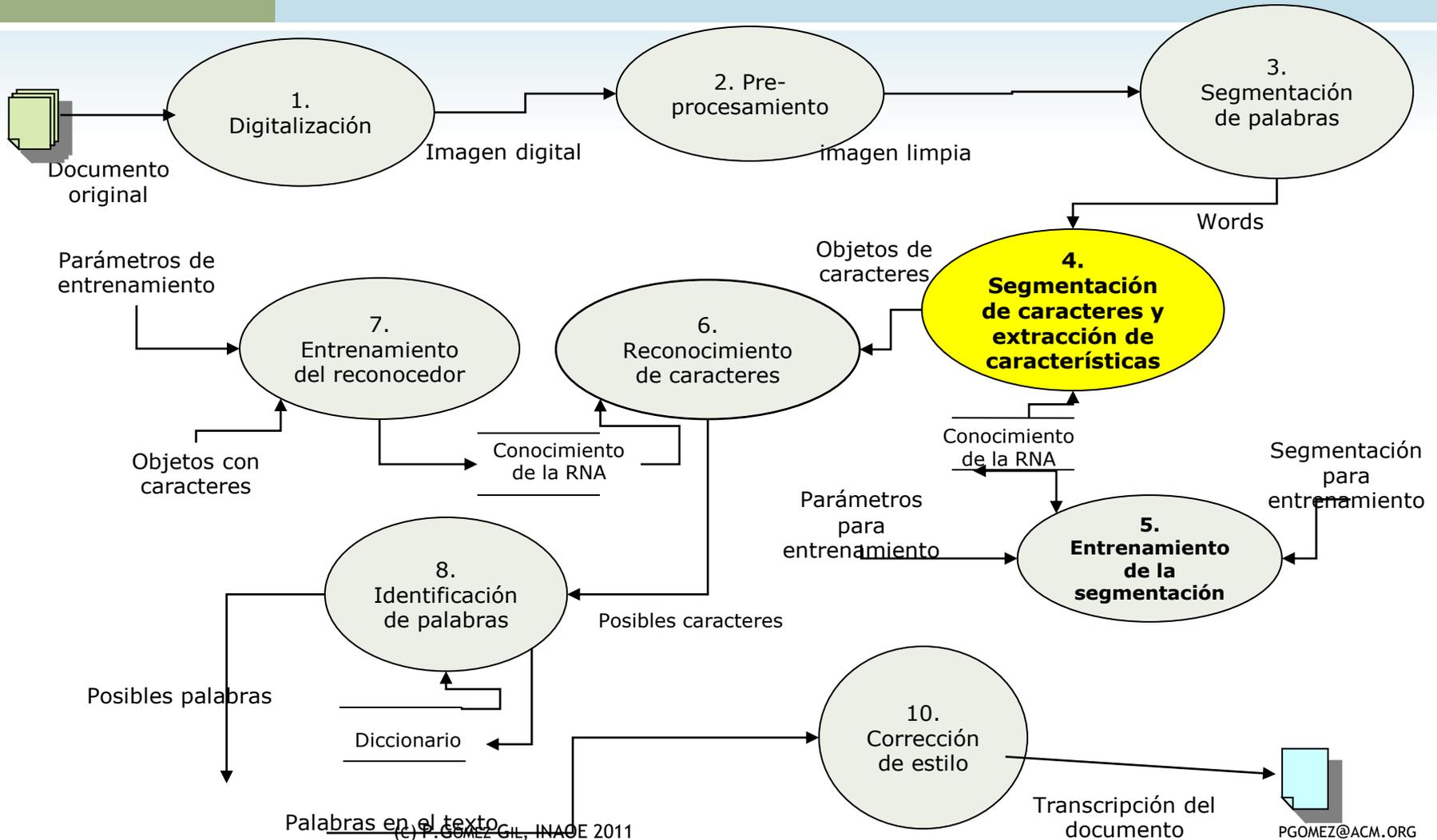
PRISCUS: RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE ESCRITURA MANUSCRITA EN DOCUMENTOS ANTIGUOS



[Linares-Pérez et al. 2001]

UN OCR PARA DOCUMENTOS MANUSCRITOS

[Gómez-Gil et al. 2007]





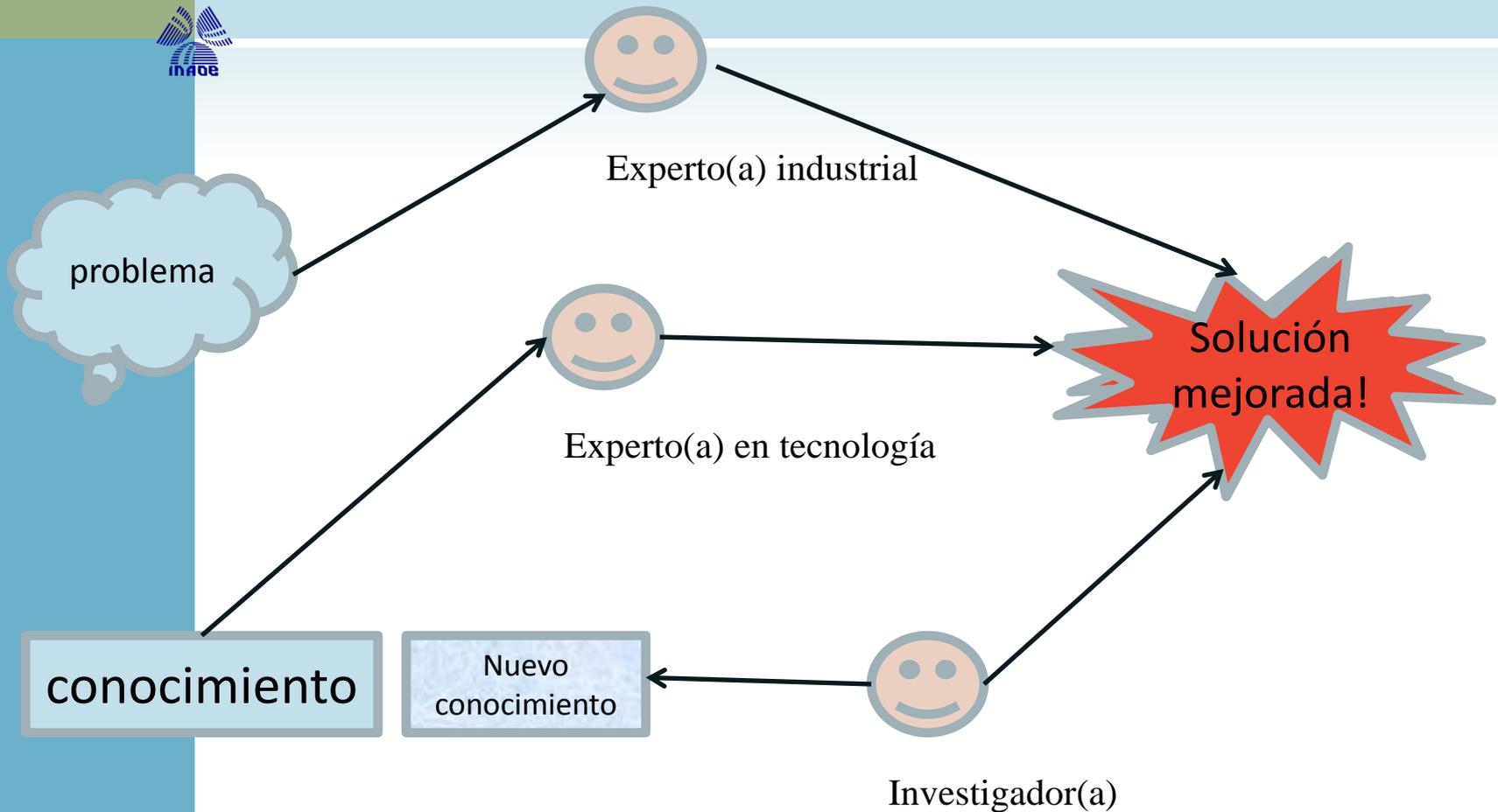
@ CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

- ⊙ Las Redes Neuronales Artificiales son una rama de la Inteligencia Computacional que permite solucionar problemas donde otras herramientas han fallado
- ⊙ Un problema es factible de ser solucionado usando RNA si hay una gran cantidad de datos que lo representan y no existen reglas de solución bien definidas conocidas
- ⊙ Para aplicar correctamente RNA es fundamental conocerlas
- ⊙ En el INAOE contamos con varios proyectos de investigación en el área de RNA y otros modelos de Inteligencia Computacional

CONCLUSIONES (2)





GRACIAS POR SU ATENCIÓN!



Dr. Haykin and Dr. Gómez-Gil at MICAI 2008 México

`pgomez@inaoep.mx`,
`pgomez@acm.org`

`ccc.inaoep.mx/~pgomez`



REFERENCIAS

- © Bell, TE “Games Engineers Play . The Institute.” September 2006. Vol. 30, No. 3.
www.ieee.org/theinstitute
- © Crone S.F.: “NN5 Forecasting Competition for Artificial Neural Networks & Computational Intelligence.” Available since 2008 at: <http://www.neural-corecasting-competition.com/>. Last consulted at March, 2009.
- © Fonseca R, Gómez-Gil P, González-Bernal J, Olmos, I. [“Red Neuronal SOM para el agrupamiento de grafos etiquetados.”](#) Memorias técnicas del 11º. Encuentro de Investigación. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Tonantzintla, Puebla. 4 y 5 de Noviembre 2010.
- © García-Pedrero, A and P. Gómez-Gil. [“Time Series Forecasting using Recurrent Neural Networks and Wavelet Reconstructed Signals”](#). Proceedings of the 20th. International Conference on Electronics, Communications and Computers. CONIELECOMP 2010. Puebla, Pue. DOI: 10.1109/CONIELECOMP.2010.5440775
- © Gómez-Gil, P. Notas del curso Redes Neuronales Artificiales, INAOE, 2011. Disponible en: [http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/cursos/redes neuronales artificiales/](http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/cursos/redes_neuronales_artificiales/) -> presentaciones



REFERENCIAS (2)

- ⊙ Gómez-Gil, P. Tutorial: [An introduction to the use of Artificial Neural Networks](http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/cursos/redes%20neuronales%20artificiales/index_archivos/Page530.htm). 8th. Mexican International Conference on Artificial Intelligence. MICAI 2009. Disponible en: http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/cursos/redes%20neuronales%20artificiales/index_archivos/Page530.htm
- ⊙ Gómez-Gil, P. [“Long Term Prediction, Chaos and Artificial Neural Networks. Where is the meeting point?”](#) Engineering Letters. Vo. 15, Number 1. August 2007. ISSN: 1816-0948 (online version), 1816-093X (printed version).
- ⊙ Gómez-Gil, P. De-Los-Santos Torres G., Navarrete-García J. Ramírez-Cortés M.. [“The Role of Neural Networks in the interpretation of Antique Handwritten Documents.”](#) in *Híbrido Intelligent Systems. Analysis and Design Series: Studies at Fuzziness and Soft Computing*. Vol . 208. Editors: Castillo, O. Melin, P. Kacprzyk W. Springer. ISBN-10: 3-540-37419-1. Pags. 269-281. 2007
- ⊙ Haykin, S. *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson, Upper Saddle River, 2009.
- ⊙ Linares-Perez S, Spinola-Tenorio C, Gómez-Gil P and Ramírez Cortés M “On the automatic digital storage of historical documents: Recognition of handwritten telegrams of Don Porfirio Diaz”, Proceedings of the Fifth International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems & Allied Technologies. 6, 7 & 8 September 2001. Osaka-Kyoiku University, Osaka, Japan.

REFERENCIAS (3)



- ⊙ Mendoza, A. y Gómez-Gil, P. “Herramientas para el Pronóstico de la Calificación Crediticia en las Finanzas Públicas Estatales en México: Redes Neuronales Artificiales, Modelo Probit Ordenado y Análisis Discriminante.” A publicarse en Herramientas de Diagnóstico y Respuesta de las Finanzas Públicas Locales en México en un Entorno de Crisis” Editor: Mendoza, A. Editorial Porrúa. 2010.
- ⊙ Ramírez-Cortés, JM., P. Gómez-Gil, Sánchez-Perez, G. Prieto-Castro, C. [“A shape-based hand recognition approach using the pattern spectrum.”](#) Journal of Electronic Imaging. Jan-March 2009. Vol. 18, No. 1. ISSN 1017-9909. Digital version: Vol. 18, 013012 (2009); DOI:10.1117/1.3099712
- ⊙ Ramírez-Cortés JM, Alarcón-Aquino V, Rosas-Cholula G, Gómez-Gil P, Escamilla-Ambrosio J. [“P-300 rhythm detection using ANFIS algorithm and wavelet feature extraction in EEG signals”](#). Lecture Notes in Engineering and Computer Science -Proceedings of the 2010 World Congress on Engineering and Computer Science (WCECS 2010) – International Conference on Soft Computing and Applications (ICSCA 10), San Francisco, USA, Vol. 2186, pp. 619 - 623. Eds. Ao SI, Douglas C, Grundfest WS, Burgstone J. International Association of Engineers.