



ICS 3622

Sistemas de Apoyo a la Gestión

Capítulo V

Metodologías de Apoyo a la Toma de Decisiones

Sergio Maturana V.

Depto. de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Escuela de Ingeniería

Pontificia Universidad Católica de Chile

Herramientas de Apoyo a la Gestión

- ✓ Sistemas Expertos
- ✓ Simulación
- ✓ Programación Matemática
- ✓ Redes Neuronales
- ✓ Algoritmos Genéticos
- ✓ Lógica Difusa

Optimización usando Programación Matemática

- ✓ Programación Matemática
 - ¿Qué es?
- ✓ Programación lineal
 - Es la técnica de programación matemática más usada
 - Ej. Problema de la dieta
 - Problemas de flujos en redes
 - Programación entera mixta

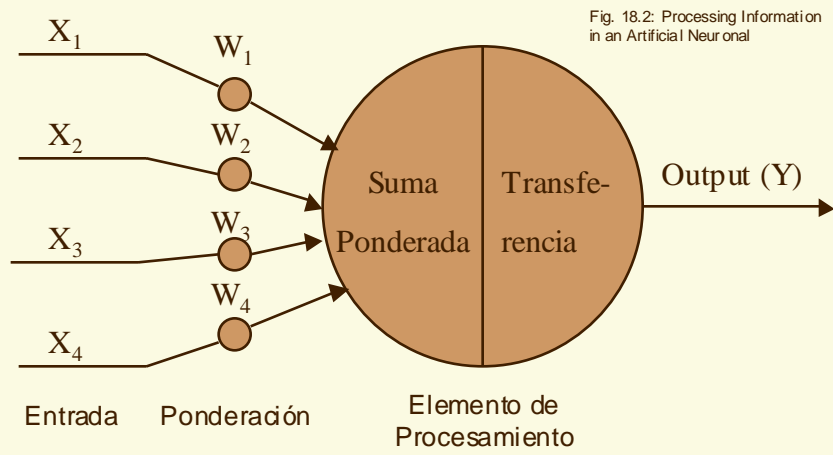
Heurísticas

- ✓ Uso de reglas lógicas o de sentido común para buscar soluciones “buenas” aunque no necesariamente óptimas
- ✓ Cuando usar heurísticas
- ✓ Ventajas de usar heurísticas
- ✓ Desventajas de usar heurísticas
 - (Geoffrion y Van Roy, 1979)

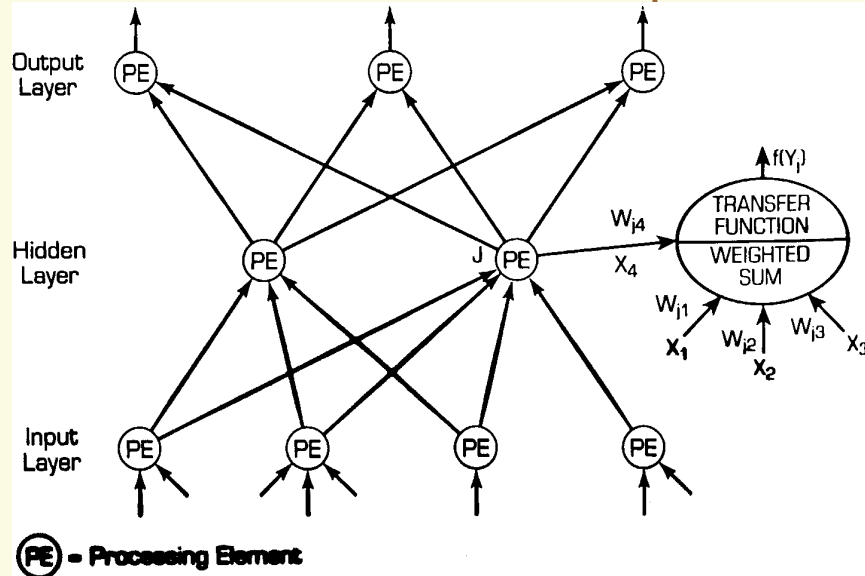
Fundamentos de Redes Neuronales

- ✓ Componentes y Estructura
 - Elementos de Procesamiento
 - Una Red
 - Estructura de la Red

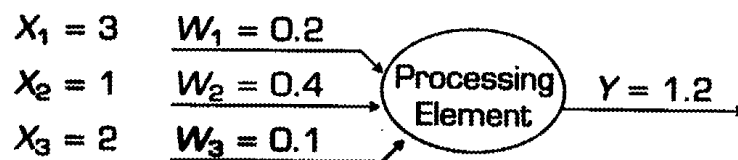
Procesamiento de Información en una Neurona Artificial



Red Neuronal con una capa oculta



Box 18.3: Example of ANN Functions



Summation function:

$$Y = 3(0.2) + 1(0.4) + 2(0.1) = 1.2$$

Transformation (transfer) function:

$$Y_T = \frac{1}{1 + e^{-1.2}} = 0.77$$

Box 18.4: How Patterns Are Presented and Recognized

The box shows seven ideal desired outputs. Actual outputs will be exactly the same as they were prior. The problem is to classify each pattern to a class (the interpretation).

The network uses other hidden information decisions were made. These decisions are stored in the network during training and test cases.

Pattern	Hidden Output	Interpretation
U	0 0 0 0 0 0 0 0 0	down
L	1 1 1 0 0 0 0 0 0	left
V	1 1 1 0 0 0 1 1 1	valley
C	1 0 1 0 1 0 1 0 1	climbing
R	0 0 0 0 0 0 1 1 1	right
H	0 0 1 1 1 1 0 0 0	hill
U	1 1 1 1 1 1 1 1 1	up

Pattern	Hidden Output	Interpretation
test cases		
#1	1 1 0 0 1 1 0 0 1 1	climbing
#2	0 0 0 0 0 1 0 0 0 1	right
#3	1 1 0 1 1 1 0 0 0 0	left
#4	0 0 1 1 0 1 0 1 0 1	climbing
#5	1 0 0 1 1 0 1 1 0 0	climbing

Pattern	Hidden Output	Interpretation
training cases		
#6	1 1 1 0 1 1 1 0 1 1	climbing
#7	0 0 1 0 0 0 1 1 1 1	right
#8	0 1 0 1 1 0 1 1 0 0	climbing
#9	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0	left
#10	1 1 1 1 0 0 1 1 1 1	valley

NOTE: Since the hidden output may deviate from the desired output, the ANN will try to minimize the difference and give an interpretation as close as possible to the desired pattern.

Source: C. W. Dyer and M. Orr, "Pattern Classification: A Neural Network Approach," Addison-Wesley, Reading, MA, 1991. Used with permission.

Proceso de Aprendizaje de una Red Neuronal

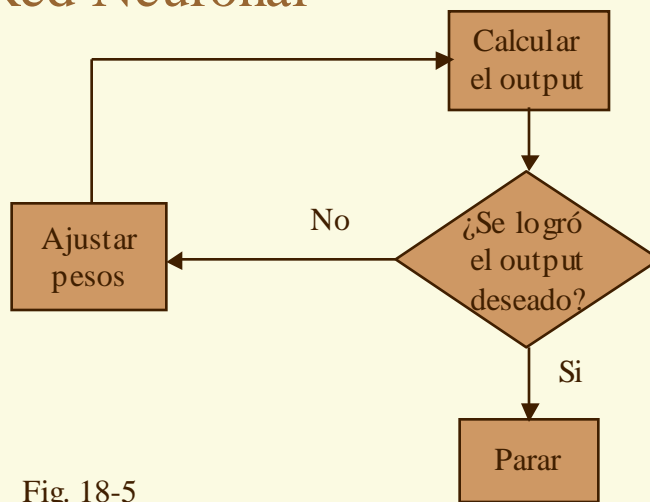


Fig. 18-5

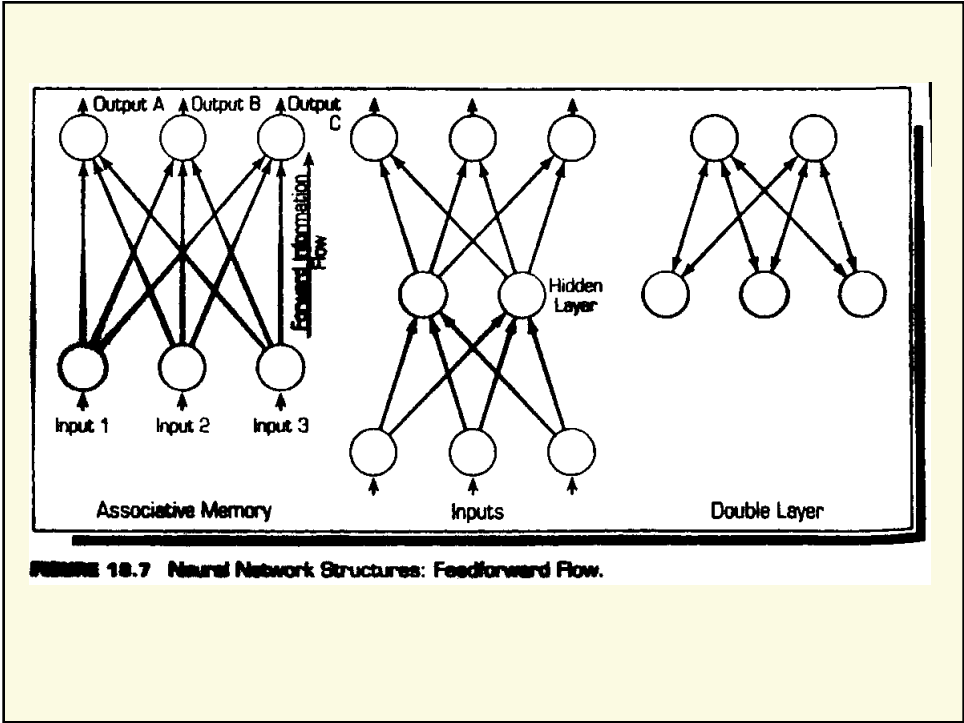
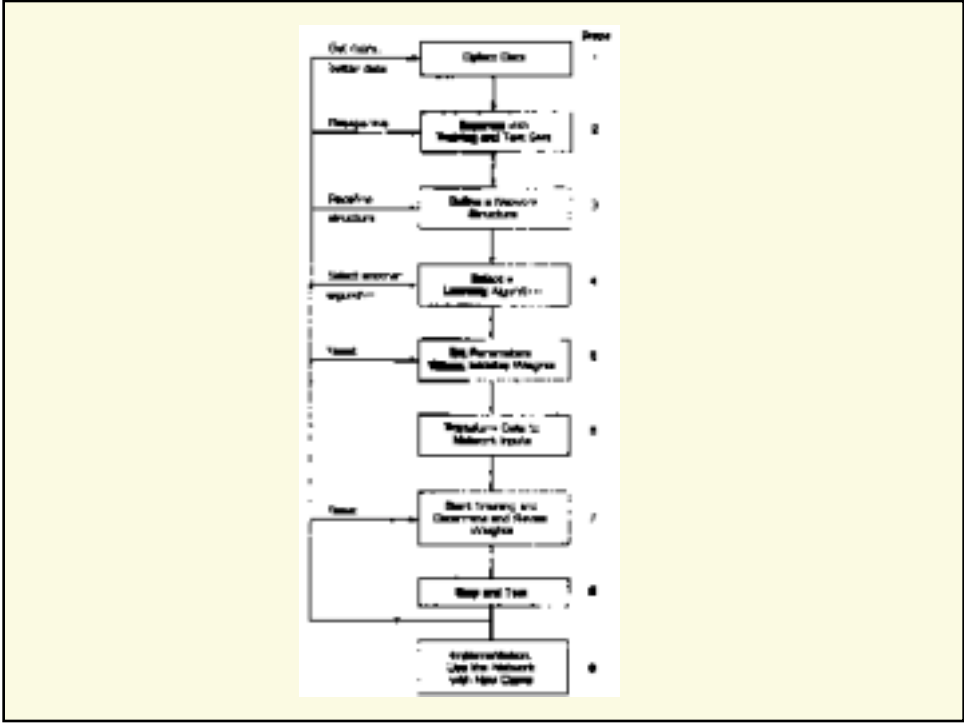
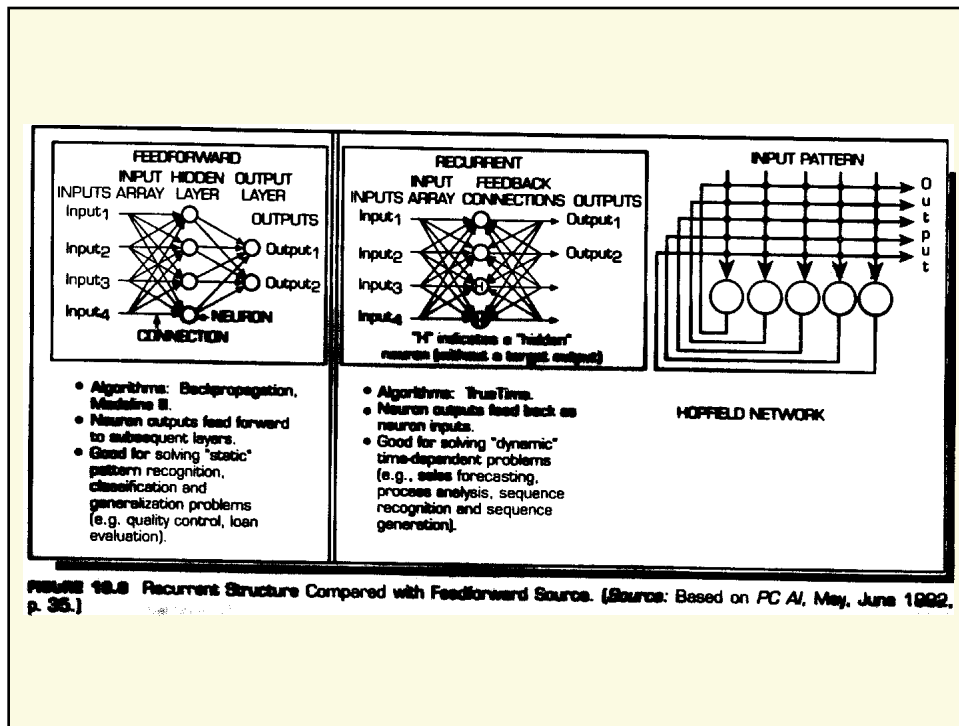
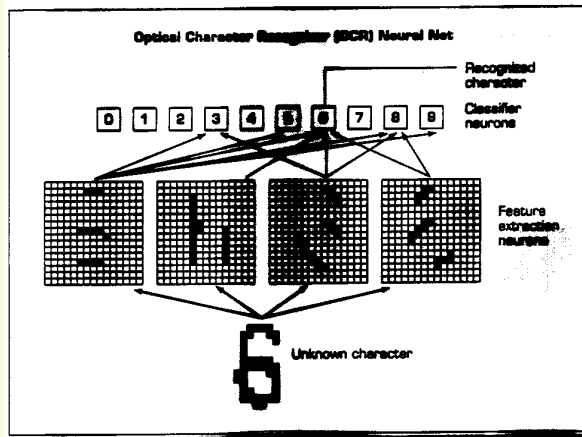


FIGURE 18.7 Neural Network Structures: Feedforward Flow.



Box 18.5: OCR Neural Network

This figure shows how a neural network can recognize characters better than template matching. Sets of neurons extract features from the input image. (Here, neurons extract the locations of vertical, horizontal, and diagonal strokes.) The locations of these features indicate possible choices of the character class. Most of the evidence shows that 6 is the best choice. For details see Schertz (1991).



(Source: AT&T Technology Magazine, Vol. 8, No. 4, 1991 ©.)

Aprendizaje

- ✓ Las redes neuronales artificiales (más que las naturales) aprenden de sus experiencias.
- ✓ El proceso de aprendizaje involucra:
 - Calcular el output
 - Comparar output con resultado deseado
 - Ajustar las ponderaciones y repetir el proceso

Comparación de Sistemas Expertos y Redes Neuronales

	Expert Systems	Artificial Neural Networks
1	Have user development facilities but should preferably be developed by skilled developers because of knowledge acquisition complexities.	Have user development facilities and can be easily developed by users with a little training.
2	Takes a longer time to develop. Experts must be available and willing to articulate the problem-solving process.	Can be developed in a short time. Experts only need to identify the inputs, outputs, and a wide range of samples.
3	Rules must be clearly identified. Difficult to develop for decisions made intuitively.	Does not need rules to be identified. Well suited for decisions made intuitively.
4	Weak in pattern recognition and data analysis such as forecasting.	Well suited for such applications but need wide range of sample data.
5	Not fault tolerant.	Highly fault tolerant.
6	Changes in problem environment warrant maintenance.	Highly adaptable to changing problem environment.
7	The application must fit into one of the knowledge representation schemes.	ANNs can be tried if the application does not fit into one of ES's representation schemes.

Source: Items 1-12 are from J. R. Slater, et al "On Selecting Appropriate Technology for Knowledge Systems." *Journal of Systems Management*, October 1993, p 15.

Tabla 18.3

	Expert Systems	Artificial Neuronal Networks
8	The performance of the human expert who helped create the ES places a theoretical performance limit for the ES.	ANNs may outperform human experts in certain applications such as forecasting.
9	Have explanation systems to explain why and how the decision was reached. Required when the decision needs explanation to inspire confidence in users. Recommended when the problem-solving process is clearly known.	Have no explanation system, and act like a black box.
10	Useful when a series of decisions are made in the form of a decision tree and when in such cases user interaction is required.	Useful for one-shot decisions.
11	Useful when high-level human functions such as reasoning and deduction need to be emulated.	Useful when low-level human functions such as pattern recognition need to be emulated.
12	ES are not useful to validate the correctness of ANN system development.	ANNs in certain cases are useful to validate the correctness of ES development.
13	Use symbolic approach (mainly).	Use numeric approach (mainly).
14	Use logical (deductive) reasoning.	Use associative (inductive) reasoning.
15	Use sequential processing.	Use parallel processing.
16	The system is closed.	The system is self-organizing.
17	The system is driven by knowledge.	The system is driven by data.

Aplicando Redes Neuronales a Marketing: Un Caso

- ✓ Veratex Corp., distribuidor de productos médicos y dentales de Detroit
 - La empresa envía catálogos a médicos y dentistas, los que compran pasan a la base de datos que es usada por 40 vendedores para tomar pedidos por teléfono.
 - El problema es que se acumulan nombres en la base de datos que no hacen ordenes
 - La base de datos tiene 44.000 nombres

Aplicando Redes Neuronales a Marketing: Un Caso

✓ Solución:

- Vertex pidió a Churchill Systems una red neuronal (backpropagation) para identificar a clientes “dormidos” con la mayor probabilidad de volver a colocar ordenes y a la vez eliminar a los que tienen probabilidad de ser malos clientes
- Se usó datos estadísticos y demográficos junto con los datos de la base de datos

Areas de Aplicaciones de Redes Neuronales

- ✓ Reconocimiento de Patrones
- ✓ Interpretación de Datos
- ✓ Optimización
- ✓ Asignación de Recursos basados en Datos Históricos
- ✓ Análisis Estadísticos

Uso de Redes Neuronales para Aprobación de Créditos

- ✓ Miles de personas están continuamente solicitando créditos para los más diversos propósitos
- ✓ Las instituciones financieras hacen llenar a los solicitantes formularios con sus datos los que deben ser procesados para determinar si se le concede el préstamo o no



Name: _____ Home Tel: _____ Work Tel: _____		
Address: _____		
City: _____ State: _____ Zip: _____		
Social Security Number: _____ Sex: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F		
Marital Status: <input type="checkbox"/> Single <input type="checkbox"/> Married <input type="checkbox"/> Widowed <input type="checkbox"/> Divorced		
Number of Children: _____		
Job Information:		
Employer: _____ Years: _____		
Occupation: _____		
Financial Information:		
Home: <input type="checkbox"/> Own <input type="checkbox"/> Rent Purchase Price: _____ Date: _____		
Monthly Income: _____		
Checking Account: _____ Number: _____ Bank: _____		
Savings Account: _____ Number: _____ Bank: _____		
Balance: _____		
Balance: _____		
	Total Amount	Monthly Payment
Mortgage Expense:	_____	_____
Car Loans:	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Credit Cards:	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

FIGURE 19.1 A Simplified Credit Card Application Form.

The data in this record are collected directly from the credit card application itself

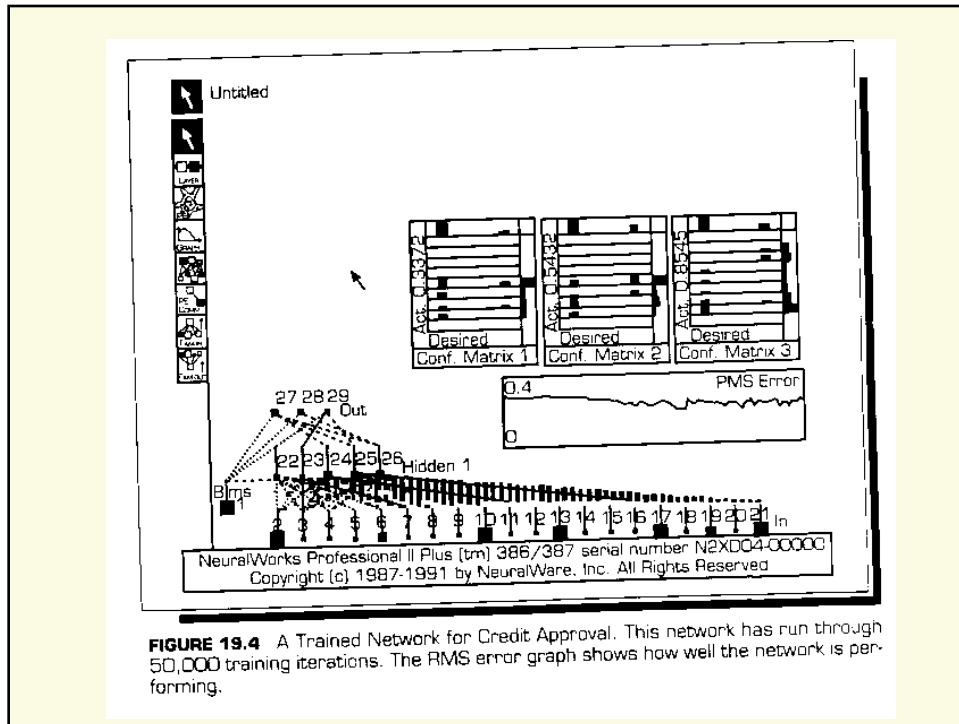
Field Name	Len	Type	Description
Name:	24	char	Last, first
Address:	32	char	
Zip Code:	5	digits	
Home Tel:	10	char	
Work Tel:	10	char	
SS#:	11	char	Social security number
Sex:	1	char	M/F
Marital Status:	1	char	Single, married, widowed, divorced
Children:	1	digit	Number of children under 18 at home
Occupation:	12	char	Description of occupation
Occ Code:	4	digits	Standard occupation code
Home:	1	letter	Own/rent
Monthly Income:	6	digits	
Monthly Expenses:	6	digits	
Checking Account:	1	char	Y/N
Savings Account:	1	char	Y/N
Master Card:	1	digit	Number of MCs
Visa:	1	digit	Number of Visas
American Express:	1	digit	Number of AMEX (Amex, Optima, etc.)
Merchant Cards:	1	digit	Number of merchant cards
Late Payments:	12	digit	1 digit for each of past 12 months

FIGURE 19.2 Database Description for Credit Card Application.

Posibles Resultados y su Frecuencia

Category	Initial Data	Test Dataset	Training Dataset	Unused Examples
Good Risk	17,284	1,739	6,179	9,366
Indeterminate Risk	7,523	755	6,179	589
Poor Risk	6,851	672	6,179	0
Total:	31,658	3,166	18,537	9,955

FIGURE 19.3 Possible Outcomes and Their Frequency.



Uso de Redes Neuronales para Predicción de Quiebras

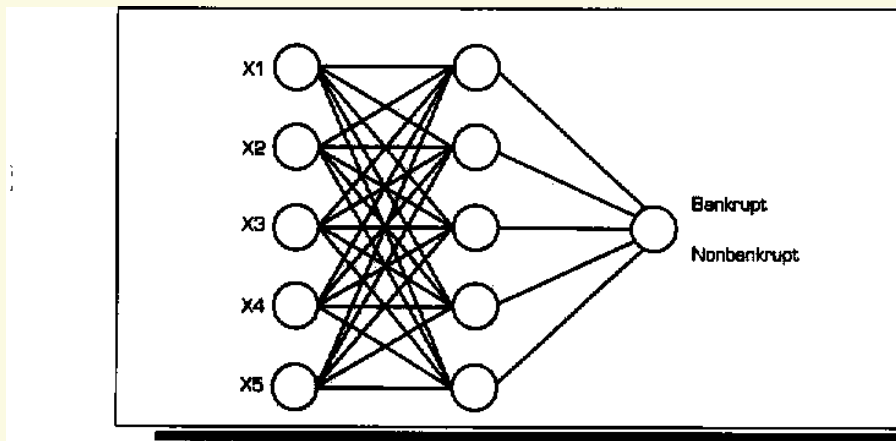


FIGURE 19.5 Architecture of the Neural Network Used for Bankruptcy Prediction.

Resultados de la Predicción



Bankrupt	Actual		27
	Neural network		22
	Discriminant analysis		16
Nonbankrupt	Actual		28
	Neural network		23
	Discriminant analysis		25

FIGURE 19.6 Results for the Bankruptcy Prediction Problem.

Predicción de la Bolsa de Valores con Redes Neuronales

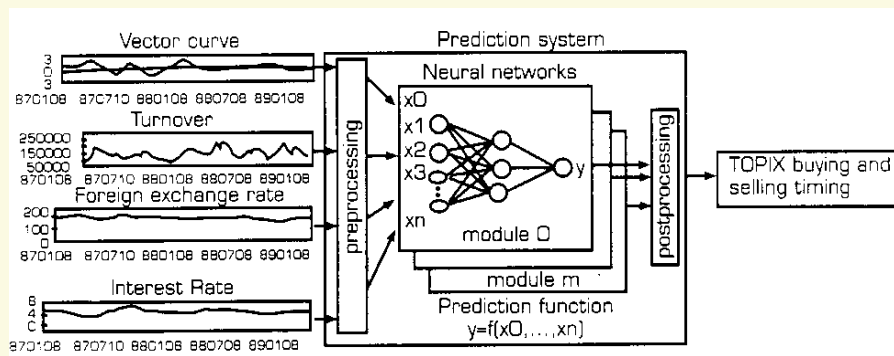


FIGURE 19.7 Basic Architecture of Predicted System.

Modelo de la Red Neuronal

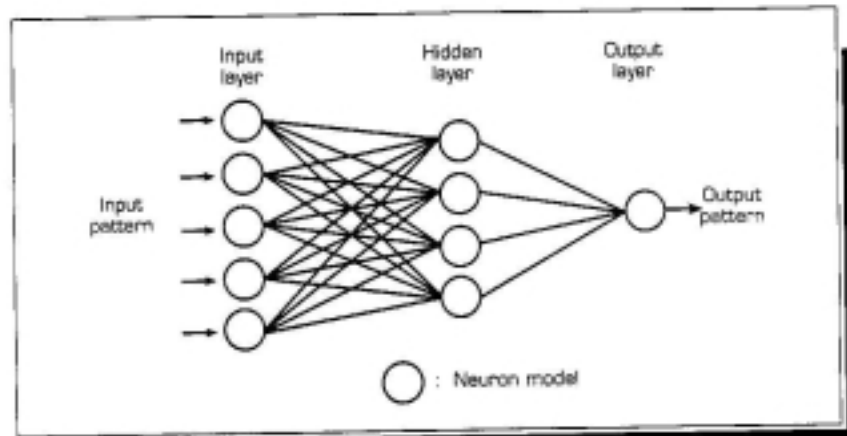


FIGURE 19.8 Neural Network Model.

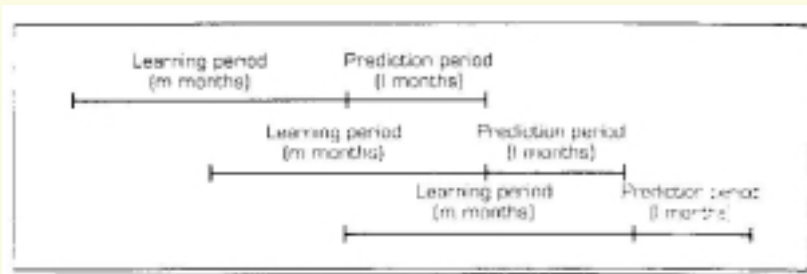


FIGURE 19.9 Moving Simulation.

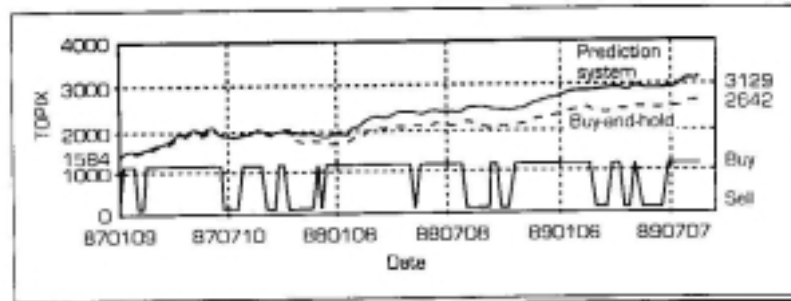


FIGURE 19.10 Performance of the Prediction System.

Algoritmos Genéticos

- ✓ Desarrollar sistemas que sean capaces de reorganizarse y adaptarse a un entorno cambiante como los organismos biológicos
- ✓ Ejemplo: Un juego llamado Vector
 - Un oponente escribe un número de 6 dígitos, 0 o 1. En este ej. 001010.
 - Hay que adivinar el número lo más rápido posible. Uno presenta un número al rival y éste le dice cuántos número correctos hay, pero no cuáles son.

Solución

- ✓ Por prueba y Error
 - Hay 64 combinaciones posibles. Aleatoriamente tomará, en promedio, 32 intentos.
- ✓ Por algoritmo genético
 - Paso 1: determinar población inicial de 4 elementos en forma aleatoria:
 - 110100 (1); 111101 (1); 011011 (4); 101100 (3)

✓ Paso 2:

- Se eliminan los dos elementos más débiles

✓ Paso 3:

- Los dos elementos “buenos”, llamados padres, se cruzan por “crossover”:

- 01:1011 → 01:1100 (Score 3)
- 10:1100 → 10:1011 (Score 4)

✓ Paso 4:

- Hagamos copias de los padres

0110:11

1011:00

✓ Paso 5:

- Intentemos un crossover diferente:

0110:00 (4)

1011:11 (3)

✓ Se repite proceso:

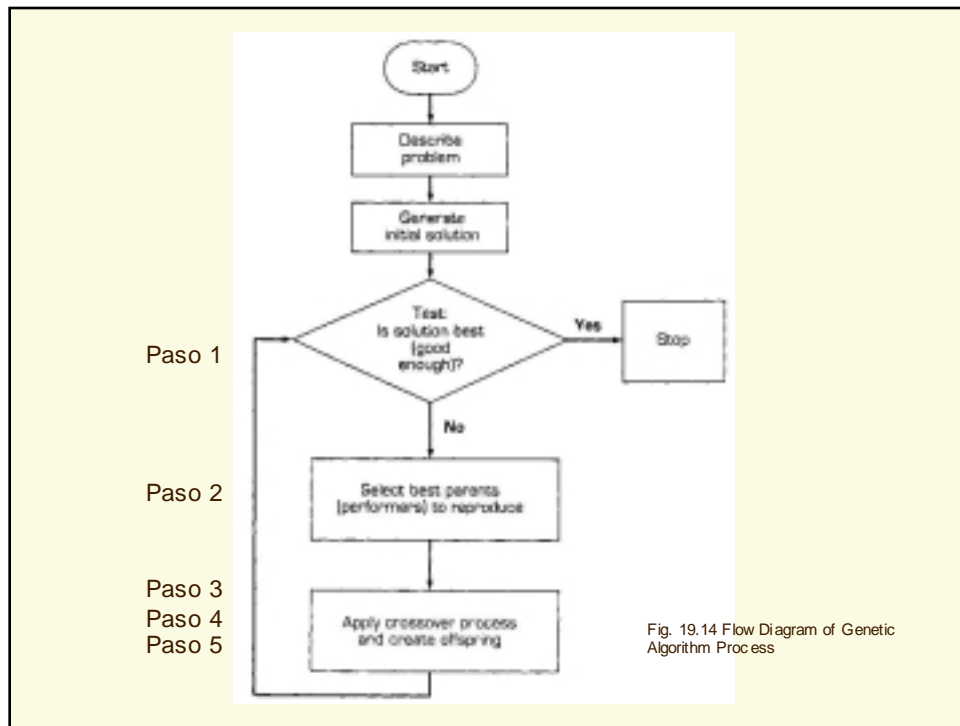
- seleccionar mejores padres para reproducirse (dos veces):

- 1:01011 y 0:11000
- Crossover: 111000 (3) y 001011 (5)
- 101:011 y 011:000
- Otro crossover 101000 (4) y 011011 (4)

✓ Se repite proceso:

- seleccionar mejores padres para reproducirse:

- 00101:1 y 10100:0
- Crossover: 001010 (Score 6)
- Número de intentos: 13



Definición y Proceso

Grefenstette (1982): procedimiento iterativo que mantiene una población de estructuras que son soluciones posibles, llamadas cromosomas. Las cromosomas se pueden reproducir por operadores genéticos: crossover o mutación. En cada iteración los cromosomas son evaluados y solo permanecen los más fuertes.

La mayoría de los algoritmos genéticos usan tres operadores primarios:

reproducción, crossover y mutación

Aplicaciones

- ✓ Austin (1990):
 - Control de Procesos Dinámicos
 - Inducción de optimización de reglas
 - Descubrir nuevas topologías de conectividad en redes neuronales
 - Simulación de modelos biológicos
 - Diseño de estructuras de ingeniería
 - Reconocimiento de patrones

Lógica Difusa

- ✓ Sirve para incorporar la incertidumbre
- ✓ Usa teoría matemática de conjuntos difusos (Zadeh (1988)).
- ✓ Racionalidad de este enfoque:
 - La toma de decisiones no siempre es blanco y negro, o verdadero y falso. Existen los grises y los tal vez.

Ventajas

- ✓ Es flexible
- ✓ Ofrece más opciones
- ✓ Libera la imaginación
- ✓ En caso de error, el daño es menor
- ✓ Facilita la mantención de los sistemas
- ✓ Maneja problemas que son difíciles de plantear en términos de modelos matemáticos

Aplicaciones

- ✓ Regulación de frenos de autos
- ✓ Autoenfoco en cámaras fotográficas
- ✓ Automatización de máquinas de lavar
- ✓ Control de movimiento de trenes
- ✓ Compra-venta de acciones en bolsa
- ✓ Regulación de temperatura del agua
- ✓ Otros.