

Práctica 6

Redes neuronales multicapa y clasificadores de árbol

The database has been provided by Dr Joan Domingo Gispert from the "Institut d'Alta Tecnologia PRBB", Hospital del Mar, Barcelona: www.prbb.org



ÍNDICE

- 6.1 Redes neuronales multicapa en Matlab
- 6.2 El cerebro humano
- 6.3 Técnicas PET
- 6.4 Técnicas RMN
- 6.5 La base de datos PRBB_Brain



Clasificación de Patrones

1 Redes Neuronales y Matlab

Inicialmente se crea el objeto 'net' correspondiente a la red neuronal mediante las siguientes instrucciones de configuración de red neuronal:

patternnet, configure,...

Además se requieren las variables **X** y **Targets**. **X** es la base de datos seleccionada para el 'Train' y **Targets** es una matriz de tantas filas como clases y tantas columnas como elementos. En cada columna todos los elementos son cero excepto el que corresponde a la clase del vector asociado que vale 1.

$$X_{\text{Base de Datos}} = \begin{pmatrix} v_1(1) & v_1(2) & : & v_1(d) \\ v_2(1) & v_2(2) & : & v_2(d) \\ : & : & : & : \\ v_N(1) & v_N(2) & : & v_N(d) \end{pmatrix} \quad \text{Targets} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & : & 0 \\ 0 & 0 & 0 & : & 1 \\ 1 & 0 & 0 & : & 0 \\ 0 & 0 & 0 & : & 0 \end{pmatrix}$$

C filas x N columnas

El primer vector es clase 3, el Segundo es clase 1, etc,...

Diseño de red neuronal (train): `net = train(net,X',Targets)`

Predicción genera 'soft labels': `outputs = net(X')`

outputs: matriz de C filas x N columnas. Cada columna equivale a una estimación de la probabilidad del objeto correspondiente de pertenecer a cada clase.



Clasificación de Patrones

3

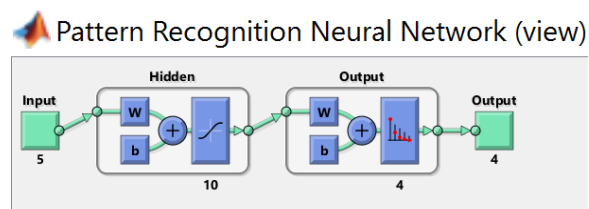
Antes de realizar el entreno de la red se pueden ajustar parámetros, como por ejemplo las proporciones de los conjuntos de train, validación y test:

```
net.divideParam.trainRatio
net.divideParam.valRatio
net.divideParam.testRatio
```

Entreno se realiza mediante: train (cuando se llama a esta función, internamente Matlab divide automáticamente la base de datos proporcionada en las 3 sub-bases)

<http://es.mathworks.com/help/nnet/ug/divide-data-for-optimal-neural-network-training.html>

Obtención de targets de salida se realiza mediante: net



Clasificación de Patrones

4

NN-training-tool

- Se abre automáticamente al entrenar la red
- Permite visualizar al finalizar, gráficas de diferentes medidas obtenidas a partir de los resultados

Entrenamiento: tiene como objetivo minimizar el error medido como:

$$J(\mathbf{w}) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^c (t_k - z_k)^2 = \frac{1}{2} \|\mathbf{t} - \mathbf{z}\|^2$$

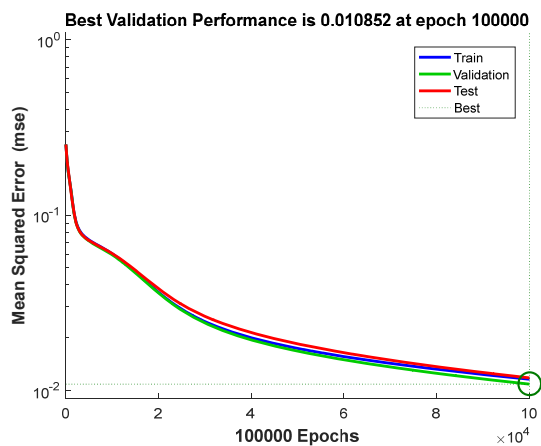


Clasificación de Patrones

5

Back-propagation performance

$$\mathbf{w}_j^{(h)}[n+1] = \mathbf{w}_j^{(h)}[n] - \eta \nabla_{\mathbf{w}_j^{(h)}} J(\mathbf{w}) \Big|_{\mathbf{w}=\mathbf{w}[n]} \in \mathbb{R}^{d \times 1}$$

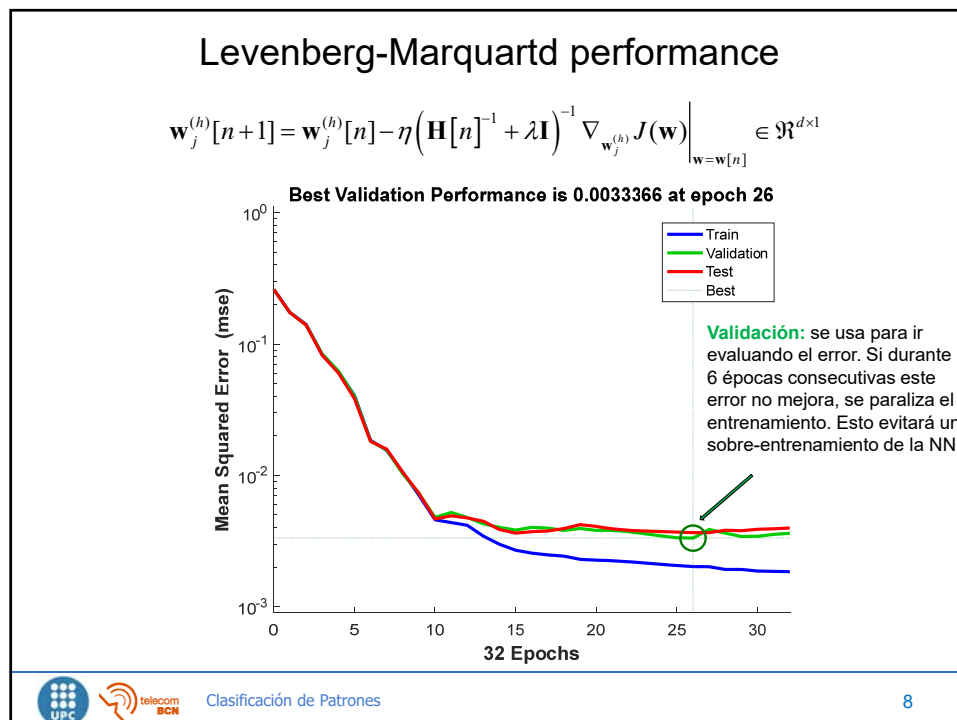
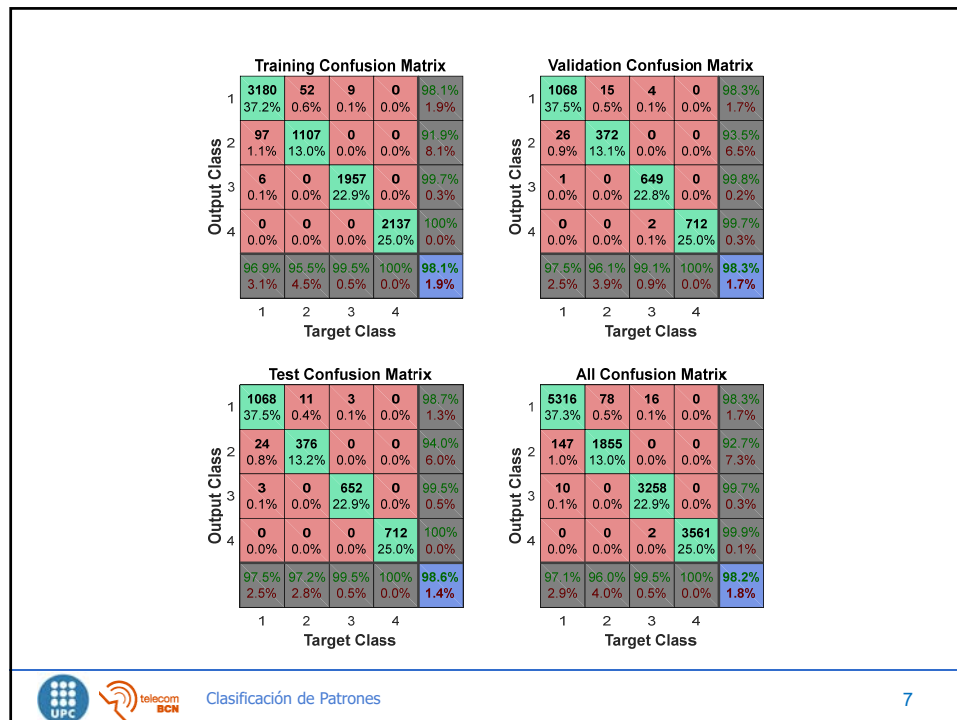


época: 1 época consiste en utilizar una vez todos los vectores de la BdD de train. Por lo tanto, si se iteran 100.000 épocas, quiere decir que el train hace 100.000 pasadas por la BdD de train.



Clasificación de Patrones

6





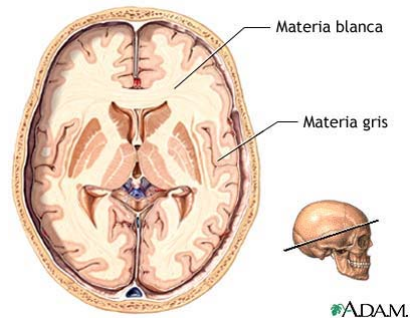
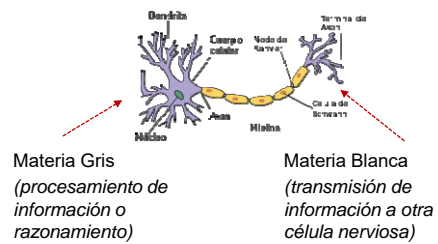
2 El cerebro humano

El cerebro es la parte anterosuperior del encéfalo y el centro supervisor del sistema nervioso. Consta de la materia gris (parte superficial llamada corteza y el núcleo) y la materia blanca (partes profundas a excepción del núcleo). Las áreas principales del cerebro tienen una o más funciones específicas.

Clasificación de Patrones

10

El tejido llamado "**materia gris**" presente en el cerebro y en la médula espinal es también conocido como sustancia gris y está compuesto por cuerpos celulares.
La "**materia blanca**" o sustancia alba está compuesta por fibras nerviosas.



ADAM.



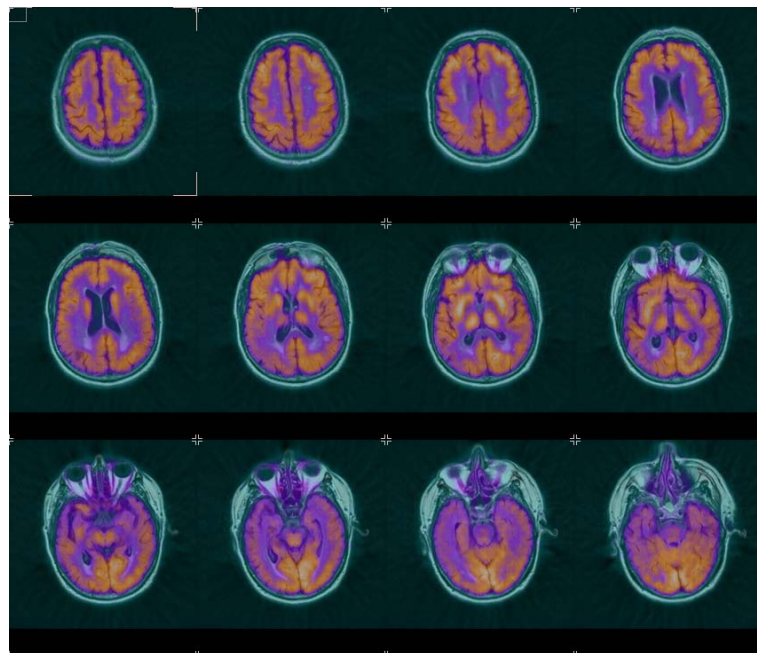
Clasificación de Patrones

11

Typical
Brain
Cuts

CLP Lab
5 BD
PRBB_Brain2

8:BD
PRBB_Brain



12

3 PET Techniques

Positron Emission Tomography (PET) is a method of nuclear medical imaging which allows displaying metabolic activity in a slice of the body by means of detecting radiation, emitted from a radio-isotope injected into the patient's body. PET is one of the most efficient tools for early detection and treatment monitoring of cancer as well as for neurological diseases such as Alzheimer's, Parkinson's and epilepsy.

Next two slides have been extracted from:

<http://visl.technion.ac.il/bron/works/>, lectured by Alexander Bronstein, Michael Bronstein, Michael Zibulevsky, Yehoshua Y. Zeevi from the Technion – Israel Institute of Technology, Dept. of Electrical Engineering, The Vision and Image Science Laboratory (VISL)

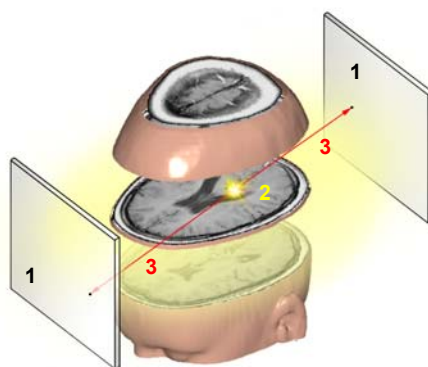
More Information on PET:

http://visl.technion.ac.il/bron/works/pet/SLIDES_nnpet.pdf



Clasificación de Patrones

13



- 1 – Scintillation detectors
- 2 – Scintillation position
- 3 – Photon pair line of flight

DATA ACQUISITION

PET utilizes the so-called coincident event imaging principle. Both photons of the produced pair must be detected by a pair of opposite scintillation detectors in order to record an event.

Detector readouts are used to reconstruct the line of flight of the photon pair, i.e. the line, on which the annihilation has occurred.

A reconstruction algorithm produces an image from the acquired data. During a typical PET scan 1-100 millions of events are recorded.



Clasificación de Patrones

14



- 1 – Patient's body
- 2 – Sliding bed
- 3 – Rotating pair of scintillation detectors

PET SCANNER CONSTRUCTION

Typical PET scanner configuration includes a large ring with an aperture of circular form into which the patient's body is inserted on a sliding bed.

The detectors are either static (full-ring) or rotating around the object and collecting the emitted radiation.

The acquired information is processed using a digital computer to reconstruct the image.



Clasificación de Patrones

15

4 RMN Techniques

- Bobina superconductora para generar campo magnético B_0 (p.e: 1.5 Tesla.)
- Antenas RF
- Bobinas secundarias para alterar ligeramente el campo magnético (ΔB)



Clasificación de Patrones

16

El modelo vectorial de medida...

Larmor Frequency: Equivale a la frecuencia o frecuencias naturales de resonancia de la muestra y dependen de los compuestos químicos a analizar.

1. La muestra se somete a una **MAGNETIZACIÓN PERMANENTE** "Bulk Magnetization" que provoca un vector de magnetización orientado según el eje z.
2. **PRECESSION:** Posteriormente, la muestra es sometida mediante un pulso de RF a la frecuencia de Larmor o muy cercana a un nuevo proceso de magnetización, de tal modo que se produce una rotación del vector de magnetización desde el eje z hasta el plano xy. Un ángulo típico de rotación es 90°, aunque puede elegirse una inclinación menor.
3. **RELAXATION:** En cuanto se acaba la excitación de RF, el vector que sigue girando alrededor del eje z, tiende a alinearse con el eje z. En este proceso se recoge o graba la proyección del vector sobre el plano xy, dando lugar a dos señales: proyección sobre el eje x y proyección sobre el eje y.



Clasificación de Patrones

17

Larmor Frequency: Equivale a la frecuencia o frecuencias naturales de resonancia de la muestra y dependen de los compuestos químicos a analizar.
Ecuación de Larmor para hallar la frecuencia de Resonancia (Hidrogeno a 1.5T : ~64 MHz)

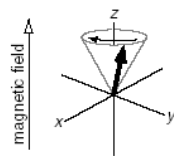


Fig. 3.2 If the magnetization vector is tilted away from the z axis it executes a precessional motion in which the vector sweeps out a cone of constant angle to the magnetic field direction. The direction of precession shown is for a nucleus with a positive gyromagnetic ratio and hence a negative Larmor frequency.

$$\omega_0 = \gamma \beta_0 / 2\pi$$

$$y(t) = -M_0 \cos(2\pi f_{TMS} t) \sin(\beta(t))$$

$$x(t) = +M_0 \sin(2\pi f_{TMS} t) \sin(\beta(t))$$

M_0 : Intensidad del campo magnético

f_{TMS} : Frecuencia de Larmor o de referencia

β : Ángulo de inclinación del vector de magnetización respecto a eje z



Clasificación de Patrones

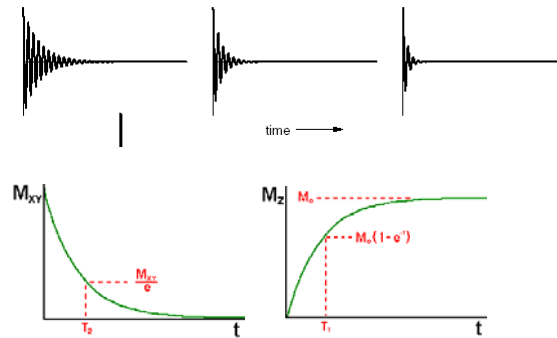
18

FID: Free Induction Decay Signal.

Las dos señales grabadas en el plano xy se procesan como parte real y parte imaginaria de una **señal compleja**.

$$y(t) = M_0 \cos(2\pi f_{TMS} t) \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right) \quad x(t) = M_0 \sin(2\pi f_{TMS} t) \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right)$$

$$s(t) = x(t) + jy(t) = M_0 \exp(j2\pi f_{TMS} t) \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right)$$



Clasificación de Patrones

19

Interpretation...

Typical T_1 and T_2 Values

Tissue	T_1 (0.5T) (msec)	T_1 (1.5T) (msec)	T_2 (msec)
Fat (adipose)	210	260	80
Liver	350	500	40
Muscle	550	870	45
White matter	500	780	90
Gray matter	650	900	100
CSF	1800	2400	160

Bushberg, p. 308



Clasificación de Patrones

20

5 The DataBase: PRBB_Brain

The database is formed by 8 Images. All of them correspond to a single Human Brain Cut

- Images 1..4: Obtained by Magnetic Resonance
- Images 5: Positron emission tomography (PET)
- Images 6:8: Probabilities for each pixel to be in one of the three classes:
 - White (Materia Blanca) Class 2
 - Grey (Materia Gris) Class 1
 - LCR (Líquido Cefaloraquídeo) Class 3
 - Background (Fondo) Class 4
- Each Image has 256x256 pixels = 65536 = N patterns
- Feature Vectors are formed taking d=5 pixels. Each feature “j” in a vector is obtained from the same horizontal-vertical pixel at the “j” image.

$$\mathbf{X}_{\text{Base de Datos}} = \begin{pmatrix} v_1(1) & v_1(2) & \dots & v_1(d) \\ v_2(1) & v_2(2) & \dots & v_2(d) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_N(1) & v_N(2) & \dots & v_N(d) \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \updownarrow \\ N = 65536 \end{matrix} \quad \text{Labels} = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ \vdots \\ 2 \end{pmatrix}$$

$\xleftarrow{\quad d = 5 \quad} \xrightarrow{\quad}$

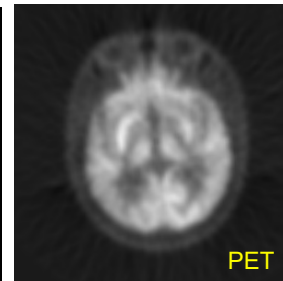
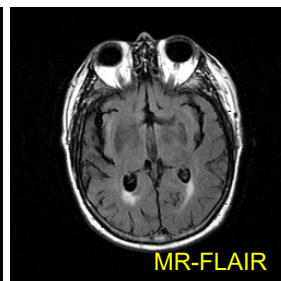
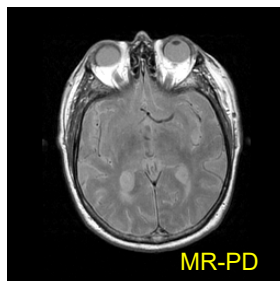
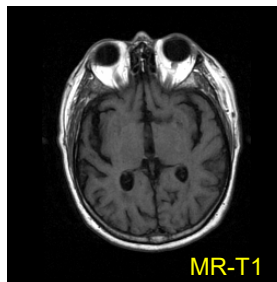


Clasificación de Patrones

21

The DataBase:
PRBB_Brain

Images 1:5

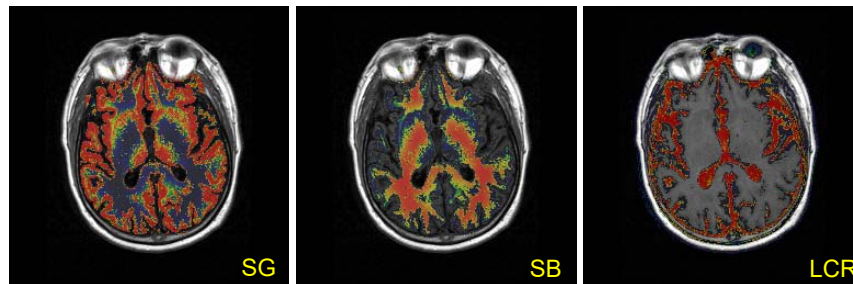


Clasificación de Patrones

22

The DataBase: PRBB_Brain

Images 6:8 are probability maps, with values in $[0..1]$



Clasificación de Patrones

23