

## 1. Etape de lucru

### Alegerea și optimizarea arhitecturii rețelei

Constă în alegerea numărului de neuroni și straturi. Pentru fiecare problemă dată există un număr de neuroni și o arhitectură optime.

### Implementarea perechilor de date intrare-ieșire cunoscute

Presupune introducerea datelor cunoscute în rețea.

### Antrenarea rețelei

Reprezintă etapa în care rețea își modifică ponderile sinaptice astfel încât eroarea dintre rezultatul furnizat față de valoarea indicată să fie în limitele prescrise. O eroare de antrenare prea mică conduce la fenomenul de supra-antrenare: rețeaua oferă răspunsuri în limita de eroare prescrisă numai pentru datele folosite la antrenare.

### Validarea rețelei

Este etapa în care se prezintă rețelei date de intrare cunoscute și se compară răspunsul acesteia cu datele de ieșire corespunzătoare, de asemenea cunoscute. În urma analizării nivelului de eroare obținut se decide dacă rețeaua are un grad de generalizare satisfăcător.

## 2. EasyNN

EasyNN un software specializat pentru construirea și utilizarea rețelelor neurale, oferind utilizatorului atât o interfață grafică prietenoasă cât și multiple facilități legate de manipularea rețelei.

Interfața utilizator EasyNN este prezentată în figura 1a, bara de unelte "Standard" în figura 1b iar semnificația principalelor comenzi în tabelul 1.

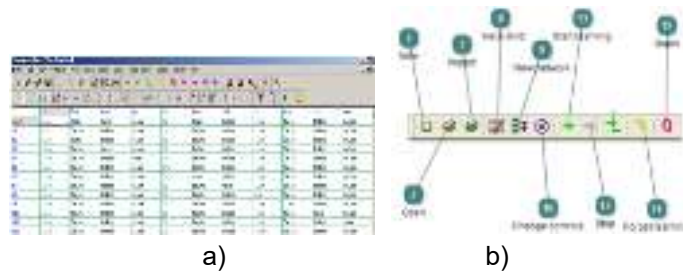


















Fig.1

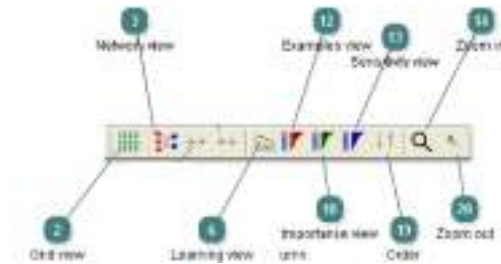
EasyNN: a) - interfața grafică, b) - bara de unelte "Standard"

Tab. 1 Semnificația principalelor comenzi din bara de unelte "Standard"

|   |  |
|---|--|
|  <b>New</b> <br>Creează un document nou, cu o rețea nouă. |  <b>Open</b> <br>Deschide o rețea existentă (extensia: tvq).  |
|  <b>Import</b> <br>Importă un fișier într-o rețea         |  <b>Check Grid</b> <br>Verifică foaia de lucru dacă poate fi utilizată pentru generarea unei rețele. |
|  <b>New network</b>                                       |  <b>Change controls</b>    |









|  |   |
|--|---|
| Deschide fereastra de dialog "New network" în scopul creării unei rețele.  | Deschide fereastra de dialog "Controls" pentru setările de antrenare, validare și altele.   |
| <b>11 Start learning</b> <br>Pornește antrenarea rețelei.                   | <b>12 Stop</b> <br>Oprește procesul curent.   |
| <b>14 Query</b> <br>Deschide fereastra de dialog "Query" pentru interogare. | <b>15 Forget learning</b> <br>Anularea antrenării. Ponderile rețelei sunt aduse la valori aleatorii. |

În figura 2 este prezentată bara de unelte "View & Zoom", cu semnificațiile comenzilor din tabelul 2.



**Fig.2**  
EasyNN - bara de unelte " View & Zoom"

**Tab. 2** Semnificația principalelor comenzi din bara de unelte "View & Zoom"

|   |  |
|---|--|
| <b>2 Grid view</b> <br>Afișează foaia de lucru                                   | <b>3 Network view</b> <br>Afișează structura rețelei.                         |
| <b>4 Zoom in</b> <br>Mărește scara de afișare curentă.                           | <b>5 Zoom out</b> <br>Micșorează scara de afișare curentă.                    |
| <b>6 Examples view</b> <br>Afișează comparativ erorile pe linii.                 | <b>7 Learning view</b> <br>Afișează graficul de antrenare.                    |
| <b>8 Sensitivity view</b> <br>Afișează sensibilitatea ieșirilor față de intrări. | <b>9 Importance view</b> <br>Afișează importanța intrărilor asupra ieșirilor. |

### 3. Exemplu de lucru în EasyNN

Să se construiască o rețea neurală pentru predicția valorilor tensiunii arteriale sistolice, tensiunii arteriale diastolice și a glicemiei, cunoscând valorile greutateii corporale, înălțimii, taliei și a indicelui de masă corporală.

#### Etape de lucru

##### 1. Pregătirea datelor

Se introduc datele (tabelul 3) într-un fișier tip Excel 97-2003 care se salvează cu denumirea Predtens.xls

**Tab. 3** Date numerice pentru rețeaua neuronală

| GREUTATE | INALTIME | TALIE | IMC | TAS | TAD | GLICEMIE |
|----------|----------|-------|-----|-----|-----|----------|
| 71       | 135      | 90    | 39  | 130 | 95  | 86       |
| 71       | 138      | 91    | 29  | 100 | 60  | 74       |
| 55       | 149      | 85    | 25  | 130 | 85  | 101      |
| 54       | 150      | 73    | 18  | 100 | 70  | 97       |

2. Se deschide EasyNN

3. Se deschide un document nou (File - New)

4. Se importă fișierul Predtens.xls

Se utilizează comanda: **File - Import** și se alege fișierul Predtens.xls cu următoarele setări:

1 - numele foii importate: Sheet1

2 - se accepta utilizarea numelor coloanelor ca nume de variabile:



3 - NU se acceptă ca prima coloană să fie importată a nume de rânduri:



4 - se specifică pentru fiecare coloană tipul de date numerice (Mode = Integer), poziția în rețea (Type = Input - pentru Greutate, Înălțime, Talie și IMC (indice de masă corporală, Type = Output - pentru TAS, TAD și Glicemie).



5 - după importarea tuturor coloanelor, se acceptă salvarea documentului, pe Desktop, cu denumirea implicită (Predtens.tvq) și se obține fereastra:

|     | GREUTATE | INALTIME | TALIE | IMC | TAS | TAD | GLICEMIE |
|-----|----------|----------|-------|-----|-----|-----|----------|
| Tu1 | 71       | 135      | 90    | 39  | 130 | 95  | 86       |
| Tu2 | 71       | 138      | 91    | 29  | 100 | 60  | 74       |
| Tu3 | 55       | 149      | 85    | 25  | 130 | 85  | 101      |
| Tu4 | 54       | 150      | 73    | 18  | 100 | 70  | 97       |

### 6. Se verifică dacă datele pot fi utilizate (Action - Check Grid)

Nu trebuie sa existe date de intrare identice care să conducă la date de ieșire diferite.

### 7. Crearea rețelei

Se utilizează comanda **Action - New Network**:

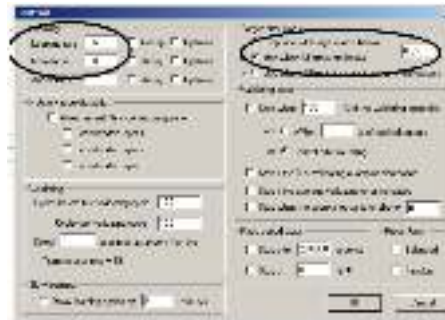


Se poate opta pentru numărul de straturi ascunse (1, 2 sau 3). Se alege 1 strat.

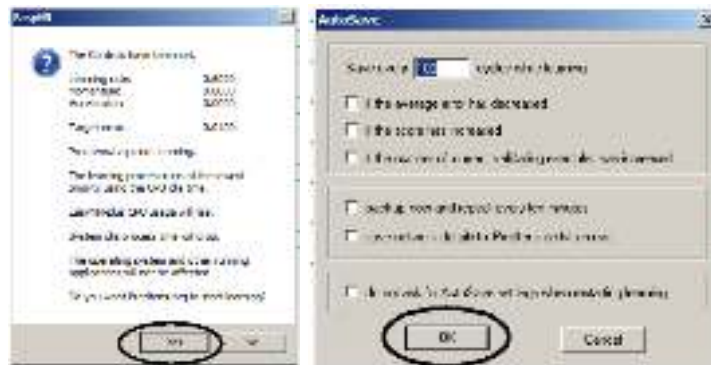
Se acceptă soluția oferită program și se continuă cu setările de antrenare:



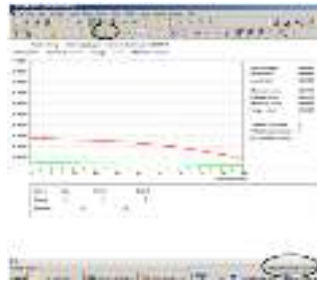
### 8. Setările parametrilor de învățare și pornirea antrenării



Se păstrează valorile ratei de învățare (Learning rate) și a impulsului (Momentum) și se modifică condiția de finalizare a învățării: **"stop when All errors are below = 0.01"**. Se finalizează apăsând **OK** și se acceptă pornirea antrenării:

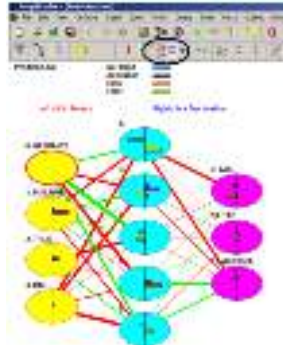


Se urmărește evoluția procesului de învățare folosind comanda: **View-Graph-Learning Progress**



**9. Se vizualizează rețeaua**

Se utilizează comanda **View-Network**:



**10. Se vizualizează importanța intrărilor pentru ieșiri**

Se utilizează comanda: **View-Input Importance**:



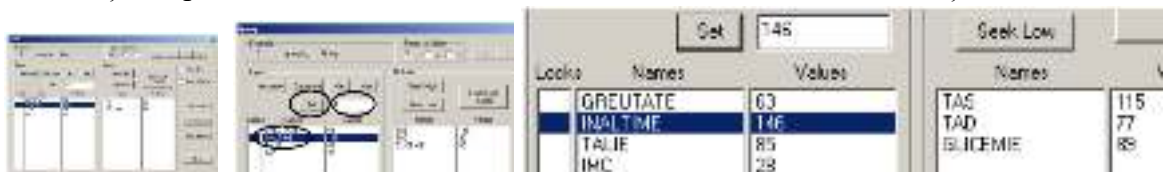
Se observă că factorul cu cea mai mare influență pentru valorile TAS, TAD și glicemie este indicele de masă corporală.

**11. Se predicționează valorile de ieșire pentru date de intrare cunoscute**

Se utilizează comanda **Query-Query**, alegând opțiunea de pornire cu valori medii:



Pentru introducerea valorilor se selectează variabila corespunzătoare, se introduce valoarea în câmpul de intrare și se apasă butonul **Set**, observându-se modificarea valorilor de ieșire:



**Observație**

Valorile de intrare în rețea trebuie să fie cuprinse în intervalul valorilor minime, respectiv maxime pentru fiecare variabilă.

**Exercițiu**

Să se construiască o rețea neurală pentru predicția colesterolului atunci când se cunosc vârsta, talia, indicele de masă corporală, tensiunea arterială sistolică și tensiunea arterială diastolică (tabelul 4).

**Tab. 4** Date numerice pentru rețeaua neuronală Colesterol

| VARSTA | TALIE | IMC | TAS | TAD | COLESTEROL |
|--------|-------|-----|-----|-----|------------|
| 72     | 90    | 39  | 130 | 95  | 192        |
| 45     | 91    | 29  | 100 | 60  | 197        |
| 74     | 85    | 25  | 130 | 85  | 238        |
| 54     | 73    | 18  | 100 | 70  | 313        |
| 36     | 72    | 26  | 140 | 80  | 221        |
| 49     | 94    | 27  | 150 | 100 | 238        |
| 67     | 104   | 29  | 150 | 90  | 282        |
| 66     | 96    | 32  | 120 | 90  | 213        |

Să se determine factorul de intrare cu cea mai mare influență asupra colesterolului  
Să se interogheze rețeaua pentru următoarele valori:

| VARSTA | TALIE | IMC | TAS | TAD | COLESTEROL |
|--------|-------|-----|-----|-----|------------|
| 51     | 78    | 21  | 120 | 65  | ?          |
| 41     | 93    | 32  | 110 | 75  | ?          |
| 65     | 89    | 38  | 138 | 98  | ?          |