

Lucrarea 6.c

Reteaua neurala Hopfield pentru recunoasterea formelor intr-o imagine binara

1. Baza teoretica

Introducere. Prelucrarea de imagini este un domeniu care își păstrează dinamismul în ciuda trecerii anilor. Dezvoltările tehnologice au facilitat accesul unui număr tot mai mare de oameni la această ramură fascinantă a imagisticii computerizate.

Conținutul imagisticii computerizate a fost sintetizat (Figura 1.1) în lucrarea lui Pavlidis, lucrare fundamentală pentru începuturile prelucrării de imagini.

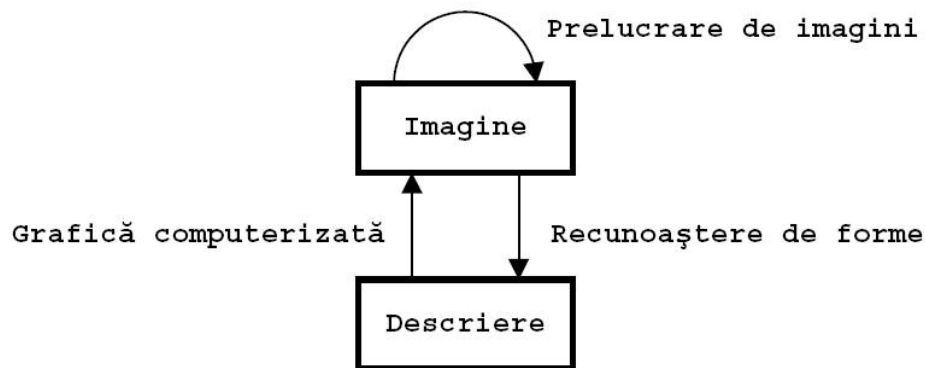


Figura 1.1. Conținutul imagisticii computerizate

În aceeași lucrare, Pavlidis propune clasificarea imaginilor în patru clase, astfel:

- **Clasa (1)** de imagini include imaginile în scară de gri (sau color).
- **Clasa (2)** de imagini cuprinde imaginile binare (sau cu câteva culori).
- **Clasa (3)** de imagini include imagini formate din linii și curbe continue.
- **Clasa (4)** de imagini cuprinde imagini formate din puncte izolate sau poligoane.

Se remarcă scăderea complexității imaginii odată cu numărul clasei, simultan cu reducerea semnificativă a volumului de date necesar pentru stocarea lor (Howe).

Rețeaua neurală Hopfield

Acest tip de rețea poate fi folosit ca memorie asociativă sau pentru rezolvarea unor probleme de optimizare. Folosește neuroni cu intrări binare, a căror ieșire conține nelinearități de tipul limitare hardware. Arhitectura unei rețele Hopfield cu N neuroni este prezentată în Figura 1.2. Ieșirea fiecărui neuron este aplicată tuturor celorlalte noduri prin intermediul unor ponderi. Hopfield a demonstrat că această rețea converge dacă ponderile sunt simetrice.

Deși simplitatea ei o face atractivă, această rețea prezintă două limitări majore când este utilizată ca memorie adresabilă prin conținut. În primul rând, numărul de forme prototip care pot fi stocate și apoi regăsite corect în rețea este limitat la aproximativ 15% din numărul de neuroni. Dacă se încearcă stocarea prea multor forme prototip, rețeaua ar putea converge către un prototip fictiv. A doua limitare prezentă la rețeaua Hopfield apare dacă prototipurile memorate în rețea sunt foarte asemănătoare (prezintă un mare număr de biți identici), caz în care rețeaua devine instabilă.

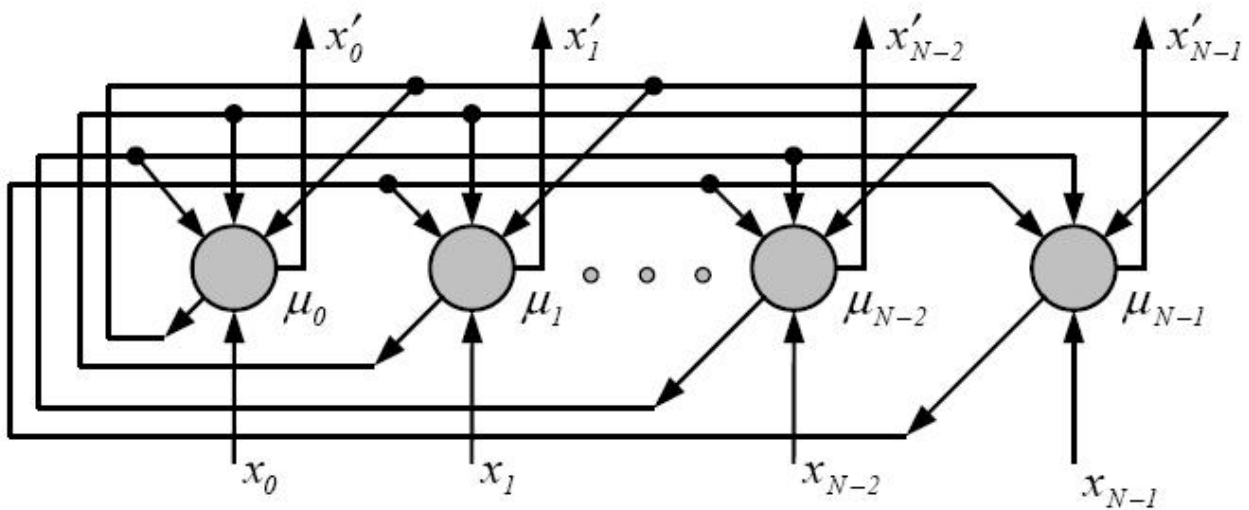


Figura 1.2. Arhitectura rețelei Hopfield

Dacă rețeaua Hopfield este folosită drept clasificator, ieșirea rețelei (după convergență) trebuie comparată cu fiecare formă prototip, după care se poate lua decizia de apartenență la una din clasele atașate formelor prototip.

Algoritmul de antrenare al rețelei Hopfield:

Pasul 1. Initializarea ponderilor conexiunilor:

$$t_{ij} = \begin{cases} \sum_{s=0}^{M-1} x_i^s x_j^s, & i \neq j \\ 0, & i = j, 0 \leq i \leq M-1, 0 \leq j \leq M-1 \end{cases}$$

unde t_{ij} este ponderea conexiunii de la nodul „i” la nodul „j”

Pasul 2. Se aplica un vector de intrare necunoscut

$$\mu_i(0) = x_i, 0 \leq i \leq N$$

Pasul 3. Itereaza pana la convergenta:

$$\mu_j(t+1) = f_h \left[\sum_{i=0}^{N-1} t_{ij} \mu_i(t) \right], 0 \leq j \leq M-1$$

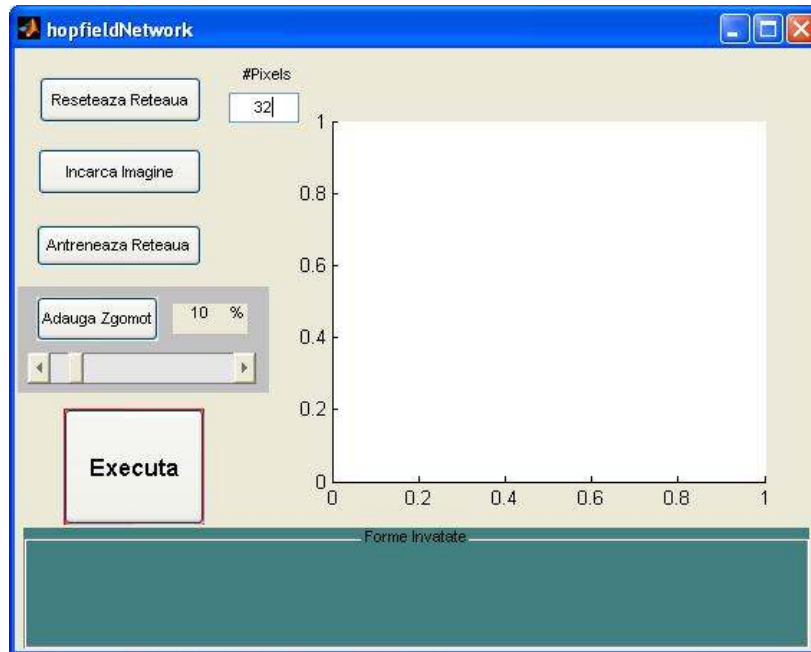
unde functia neliniara f_h este de tipul limitare hardware. Operatia se repeta pana cand toate iesirile neuronilor raman neschimbate. In acest caz, configuratia iesirilor coincide cu forma prototip cea mai apropiata de forma necunoscuta de intrare.

Pasul 4. Repeta pasii 2-3 pentru orice alta forma necunoscuta de intrare

2. Aplicatie de laborator

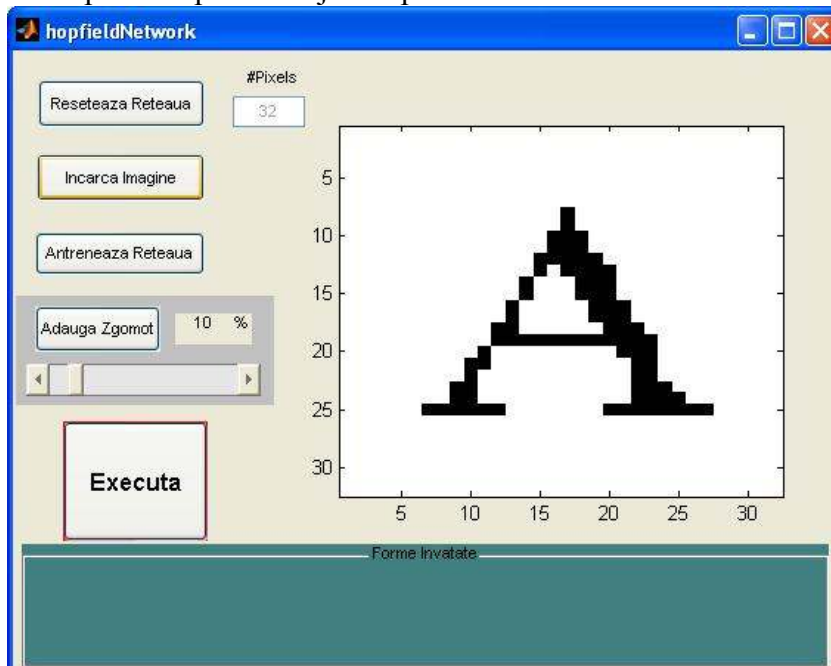
Aplicatia foloseste o retea neurala Hopfield pentru a recunoaste formele dintr-o imagine binara.

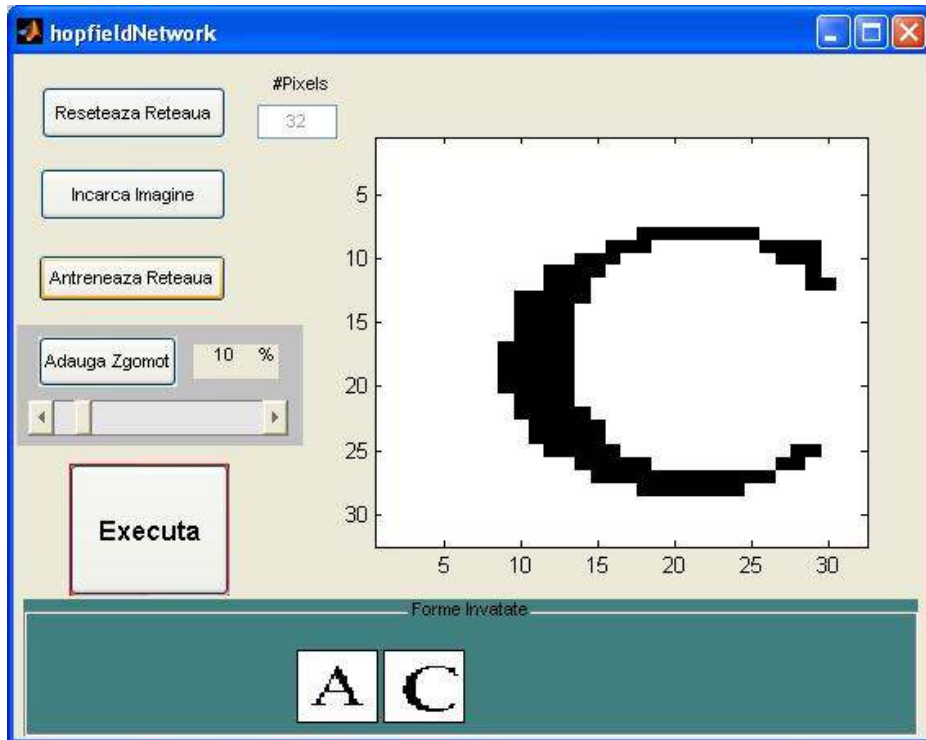
Cu ajutorul butonului “Incarca Imagine” se incarca o imagine binara.



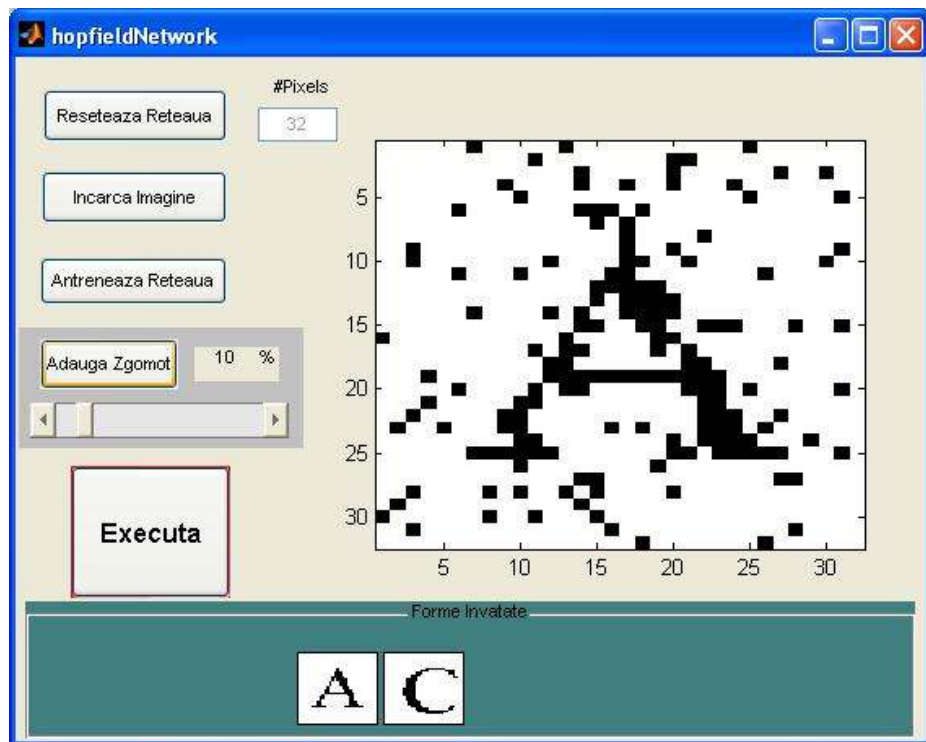
Invatarea acestei imagini se face cu ajutorul butonului “Train Network”.

Formele invatate vor aparea in partea de jos a aplicatiei – in sectiunea “Forme invatate”.





Pentru a testa retea se poate incarca orice imagine binara sau se poate incarca una din formele invatate si se poate adauga zgomot. Se poate alege orice nivel de zgomot de la 1% la 100%. Apoi se apasa butonul "Executa" pentru a testa forma noua.



Bibliografie

- [1] The MATHWORKS Inc. - www.mathworks.com
- [2] H. Demuth, M. Beale – “*Neural Network Toolbox. User Guide*”
- [3] V. Tiponut, C.D. Căleanu – “*Retele Neuronale. Arhitecturi și algoritmi*”