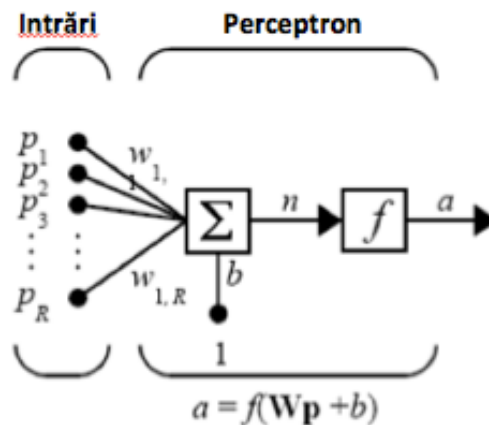


Laborator 5

Rețelele neuronale reprezintă un model matematic inspirat de principiile funcționării unui creier biologic. Creierul uman are în componență zeci de miliarde de *neuroni*, fiecare neuron fiind conectat cu zeci de mii de alți neuroni. Conexiunile dintre neuroni se numesc *sinapse*. Simplificând, un neuron funcționează în felul următor: neuronul primește *semnale electrice* de la *axonii* altor neuroni prin intermediul *dendritelor*, procesează aceste semnale iar dacă semnalul electric este suficient de puternic neuronul se *activează* și emite un semnal electric prin intermediul axonilor.

Perceptronul reprezintă modelul matematic al unui neuron. Semnalele electrice primite de la alți neuroni sunt modelate ca *valori numerice de intrare (intrări)*, procesarea semnalelor este modelată printr-o *funcție de integrare* (de obicei funcția de integrare liniară) aplicată intrărilor care sunt ponderate, activarea neuronului este modelată de o *funcție de transfer*.

Un perceptron cu R intrări este desenat mai jos:



Elementele vectorului de intrare p_1, p_2, \dots, p_R sunt multiplicat cu ponderile $w_{1,1}, w_{1,2}, \dots, w_{1,R}$ și apoi sumate. Această suma poate fi scrisă ca produsul dintre matricea W și vectorul coloană \mathbf{p} . Perceptronul are bias-ul b , care este adunat intrărilor ponderate, rezultând argumentul funcției de transfer.

Programele demonstrative **nnd2n1** și **nnd2n2** ilustrează un perceptron cu o singură sau două intrări, funcția de integrare liniară și diverse funcții de

transfer. Rulați cele două programe familiarizându-vă cu noțiunile prezentate.

Exercițiul 1: Reprezentați grafic funcțiile de transfer (*hardlim*, *hardlims*, *purelin*, *satlin*, *satlins*, *logsig*, *tansig*) exemplificate în programul demonstrativ. Reprezentați de asemenea și alte funcții de tranfer precum: *poslin*, *softmax*, *tribas*, *radbas*, etc.

Programul demonstrativ **nnd3pc** prezintă un exemplu de clasificare folosind o rețea cu un perceptron. O mașină vrea să clasifice fructele (mere sau portocale) care vin pe o bandă rulantă echipată cu un senzor ce măsoară trei caracteristici: forma, textura, greutatea. Caracteristicile sunt cuantificate prin valori numerice continue între -1 și 1 (senzorul care măsoară forma unui fruct returnează o valoare apropiată de 1 dacă fructul are forma rotundă și aproape de -1 dacă fructul are formă eliptică; senzorul care măsoară textura unui fruct returnează o valoare apropiată de 1 dacă fructul are textură fină și aproape de -1 dacă fructul are textură aspră; senzorul care măsoară greutatea unui fruct returnează o valoare apropiată de 1 dacă fructul are o greutate > 0.25 kg și aproape de -1 dacă fructul are o greutate < 0.25 kg). Pe baza caracteristicilor măsurate, mașina vrea să clasifice fructele în una din cele două clase: mere (clasa 1) sau portocale (clasa -1). Un exemplu tipic de portocală are caracteristicile $[1, -1, -1]$ iar un exemplu tipic de măr are caracteristicile $[1, 1, -1]$.

Codul Matlab care implementează rețeaua este următorul: (în noua variantă de MATLAB funcția *newp* este înlocuită de funcția *perceptron*)

```
net = newp([-1 1; -1 1;-1 1], 1);  
net.IW{1} = [0 1 0];  
net.b{1} = 0;
```

Exercițiul 2: Generați aleator 10 exemple de vectori de caracteristici și simulați comportamentul rețelei (folosiți metoda *sim* pentru rețeaua net definită de codul Matlab de mai sus).

Exercițiul 3: Generați un nor de 1000 de puncte (x_i, y_i) în pătratul de dimensiuni $[-1 \ 1] \times [-1 \ 1]$ și etichetați fiecare punct (x_i, y_i) cu eticheta 1 dacă $x_i - y_i > 0$ sau cu eticheta 0 altfel. Scrieți codul Matlab al unei rețele cu un perceptron care clasifică corect aceste puncte.

Programul demonstrativ **nnd4db** ilustrează o problemă binară de clasificare folosind un perceptron. Rulați acest program și încercați să realizați ce impact are asupra dreptei de separare a calselor valorile ponderilor w și a bias-ului b .

Exercițiul 4: Scrieți codul Matlab care implementează un perceptron ce rezolvă corect problema de separare în cazul în care avem 4 puncte $(0,0)$, $(1,0)$, $(0,1)$, $(1,1)$ iar etichetele lor sunt date de operațiile AND sau OR aplicate componentelor punctelor. Puteți scrie un perceptron care rezolvă corect problema pentru cazul XOR?