

**Nöron Ağları ve Uygulamaları – Ödev 1 (Hesaplamalar program kullanmadan yapılacaktır.) (Teslim tarihi en geç 5 Aralık 2023 saat 09.00’dır.)**

- 1) Tek nöronlu bir ağda Hebb öğrenme kuralının 4 adımını gerçekleştiriniz.  
 $W^1 = [-1 \ 1]^T$  ilk adım başlangıç ağırlık vektörüdür.

$\alpha=1$  öğrenme sabiti ,  $\lambda=1$

Girişler:  $x_1=[-2 \ 1]^T$  ,  $x_2=[1 \ 0]^T$  ,  $x_3=[3 \ 2]^T$  ,  $x_4=[-1 \ 1]^T$

a) Bipolar sürekli  $f(u) = \frac{2}{1 + \exp(-\lambda u)} - 1$

b) Bipolar binary  $f(u) = \text{sgn}(u) = \begin{cases} +1 & , \ u > 0 \\ -1 & , \ u < 0 \end{cases}$

için son ağırlıkları bulunuz.

2)  $f(u)=\text{sgn}(u)$ ,  $\alpha=1$  ve başlangıç ağırlıkları  $w^1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ , ve iki eğitime çifti

$$\left( x_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}, d_1 = -1 \right), \left( x_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}, d_2 = 1 \right)$$

ile belirlenen data için Perceptron öğrenme kuralını gerçekleştiriniz. Bir satırda iki doğru cevap oluncaya kadar  $(x_1, d_1)$ ,  $(x_2, d_2)$  eğitime işlemi tekrarlayınız ve eğitime süresince elde edilen  $u^k$  değerlerini listeleyniz.

- 3) Tek nöronlu bir ağ,  $f(u)=\text{sgn}(u)$  ve aşağıdaki eğitime çiftleri kullanılarak eğitilmiştir.

$$\left( x_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ -2 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}, d_1 = -1 \right), \left( x_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}, d_2 = 1 \right), \left( x_3 = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ -3 \\ -2 \end{bmatrix}, d_3 = -1 \right)$$

perceptron kuralı kullanılarak elde edilen son ağırlıklar;

$$w^4 = [3 \ 2 \ 6 \ 1]^T$$

Her adımda,  $\alpha = 1$  için düzeltme yapıldıysa;

- a) Eğitimi geri-izleme(back tracking) yoluyla  $w^3$ ,  $w^2$ ,  $w^1$  ağırlıklarını bulunuz.  
b)  $(x_1, d_1)$ ,  $(x_2, d_2)$ ,  $(x_3, d_3)$  dizisini yeniden kullanarak eğitimin 4, 5 ve 6. adımlarında elde edilen  $w^5$ ,  $w^6$ ,  $w^7$  ağırlıklarını belirleyiniz.

- 4)  $\lambda=1$  ve  $\alpha=0,25$  için delta öğrenme kuralını kullanarak iki eğitim adımı yürütünüz. Aşağıdaki data çiftleri ile ağı eğitiniz.

$$\left( x_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ -1 \end{bmatrix}, d_1 = -1 \right), \left( x_2 = \begin{bmatrix} -2 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}, d_2 = 1 \right)$$

Başlangıç ağırlıkları:  $W^1 = [1 \ 0 \ 1]^T$

(ipucu:  $f(u) = \frac{2}{1 + \exp(-\lambda u)} - 1$  ve  $f'(u) = \frac{1}{2}(1 - y^2)$  kullanın)

- 5) 4. sorudaki ağ ve aynı eğitim datası için Widrow-Hoff öğrenme kuralını kullanarak iki eğitim adımı yürütünüz.

- 6) Üç bipolar binary nöronlu bir recurrent (kendini yenileyen) ağ, sadece tek bir eğitim adımında, tek bir bipolar binary giriş vektörüyle korelasyon öğrenme kuralı kullanılarak eğitilmiştir. Eğitim,  $\alpha=1$  için  $W^0=0$ 'da başlatılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ağırlık

matrisi  $W = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$  dir. Eğitim için kullanılan x ve d vektörlerini bulunuz. (iki

farklı cevap vardır.)

**Nöron Ağları ve Uygulamaları – Ödev 2 (E-posta ile teslim tarihi en geç 12 Aralık 2023 saat 09.00'a kadardır. E-posta ile gönderildikten sonra Arş. Gör. Özden NİYAZ'a bilgisayar üzerinde gösterimi yapılmalıdır.)**

Maximum altı girişli tek bir nöronun ağırlıklarını eğitebilecek bir program yazarak öğrenme algoritmalarını gerçekleyiniz. Program, kullanıcının öğrenme kuralını, aktivasyon fonksiyonunun tipini,  $\lambda$ 'yı (gerekliyse), eğitim datasını ve belirlenen sayıda eğitim adımının yürütülmesini belirlemesine izin vermelidir. Kurallar: Hebb, Perceptron, Delta, Widrow-Hoff. 1. ödevdeki problem 1, 2, 4 ve 5 için programınızı kontrol ediniz.