

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی پزشکی

گزارش تکلیف ۳ درس مقدمه‌ای بر هوش محاسباتی

تعلیم روابط منطقی AND، OR و XOR به یک شبکه عصبی تک لایه

امین سخائی ۹۷۳۳۰۳۶

تاریخ تحویل: ۱۴۰۰/۱۰/۰۳

مقدمه:

در این تمرین توسط الگوریتم LMS و شبکه پرسپترون می‌خواهیم روابط AND، OR و XOR به شبکه آموزش دهیم.

قدم اول:

```
5 %% Inputs
6 - x=[0 0 1;0 1 1;1 0 1;1 1 1];
7 - d=[0 0 0;0 1 1;0 1 1;1 1 0];
8 - n=0.001;
9 - w=n*rand(3,3)
10 - y=zeros(size(x));
11
```

در ابتدا داده‌های ورودی و خروجی مطلوب را تعریف می‌کنیم. تعداد ورودی‌های شبکه ۲ است و با اضافه کردن یک ستون بایاس با مقادیر یک به شکل زیر تعریف می‌شود.

		AND	OR	XOR
X_1	X_2	d1	d2	d3
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	1	0

بردار وزن‌ها نیز در ابتدا تعلیم ندیده‌اند و مقادیر آن‌ها به صفر نزدیک است.

$w =$

$1.0e-03 *$

0.8181	0.1499	0.9730
0.8175	0.6596	0.6490
0.7224	0.5186	0.8003

قدم دوم:

در این بخش الگوریتم یادگیری اجرا می‌شود. الگوریتم LMS وزن‌ها و بایاس را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که میانگین مربعات خطای بین خروجی مطلوب و خروجی واقعی را به حداقل برساند. این الگوریتم به جای اینکه در لحظه وزن‌ها را محاسبه کند در طول زمان در جهت شیب منفی خطا (گرادیان نزولی) حرکت کرده و وزن‌های بهینه را محاسبه می‌کند.

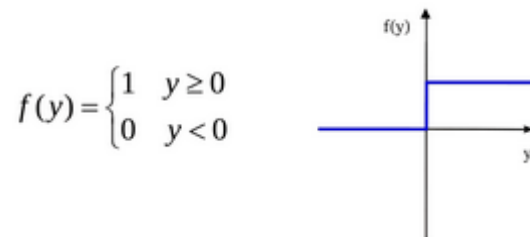
الگوریتم تعلیم LMS برای اصلاح وزن‌های شبکه عصبی خطی به صورت زیر می‌باشد:

$$W(new) = W(old) + nX^T(D - Y)$$

ضریب یادگیری (n) با حافظه شبکه رابطه عکس دارد. هرچه قدر n کوچک تر باشد حافظه سیستم بیشتر است.

همچنین مقدار n هرچه قدر کوچک تر باشد صحت الگوریتم بیشتر می شود اما سرعت همگرایی به خروجی مطلوب کاهش می یابد. بنابراین با کاهش n می بایست تعداد داده های ورودی افزایش یابد تا ماتریس به خروجی مطلوب همگرا شود.

همچنین در این تمرین، از الگوریتم پرسپترون استفاده شده است و بنابراین خروجی مرحله قبل در رابطه زیر قرار می گیرد:



```

12 %% Training
13 - for i=1:30
14 -     y = x * w;
15 -     for j=1:12
16 -         if (y(j)>=0)
17 -             y(j)=1;
18 -         else
19 -             y(j)=0;
20 -         end
21 -     end
22 -     y_e = d - y;
23 -     e(i,1)=mean(abs(y_e(:,1)));
24 -     e(i,2)=mean(abs(y_e(:,2)));
25 -     e(i,3)=mean(abs(y_e(:,3)));
26 -     w= w + n*(x')*y_e;
27 - end
28 - w_new=w
29

```

مقدار وزن ها پس از پایان یادگیری به صورت زیر است:

```

w_new =

    0.0008    0.0011    0.0010
    0.0008    0.0007    0.0006
   -0.0013   -0.0005    0.0008

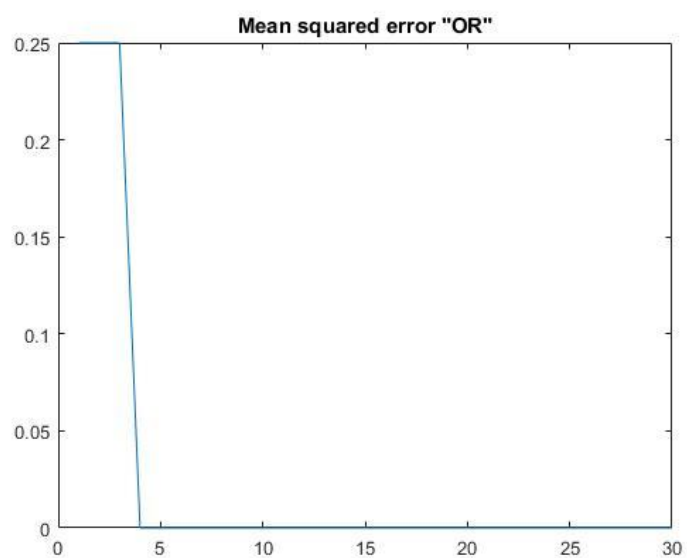
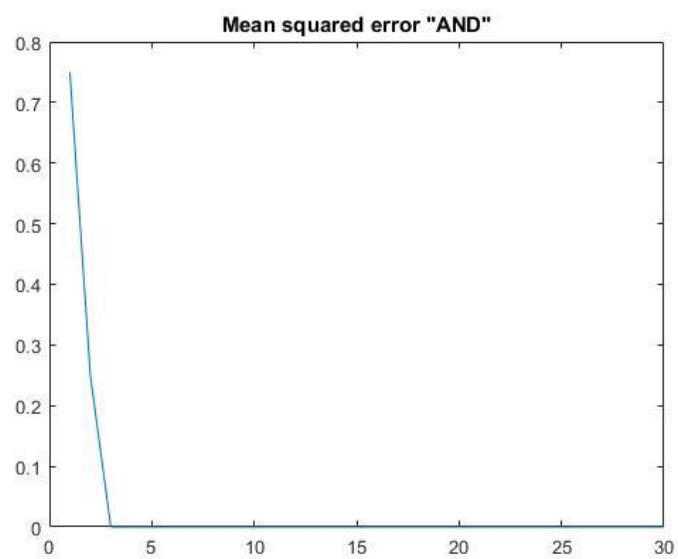
```

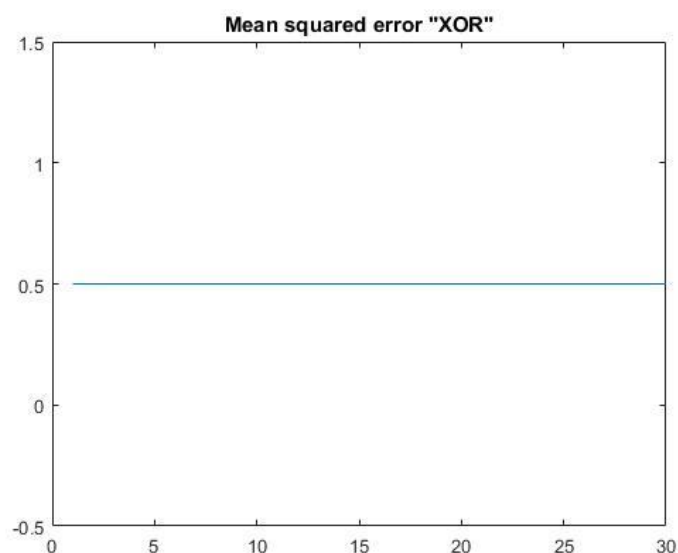
خروجی:

خروجی شبکه پس از تعلیم:

	AND	OR	XOR
1	0	0	0
2	0	1	0
3	0	1	0
4	1	1	0

میانگین مربعات خطا:





نتایج:

همانطور که مشاهده می‌شود شبکه دو عملگر AND و OR را آموزش دیده و پس از تکرارهای کمی به مقادیر صحیح رسیده است اما در یادگیری XOR دچار مشکل شده است (منحنی خطای آن نیز هیچ تغییری نمی‌کند). علت این است که شبکه طراحی شده دارای یک لایه است و یادگیری در پایین‌ترین سطح انجام می‌شود. برای آموزش XOR نیاز به حداقل ۲ لایه داریم.