

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی پزشکی

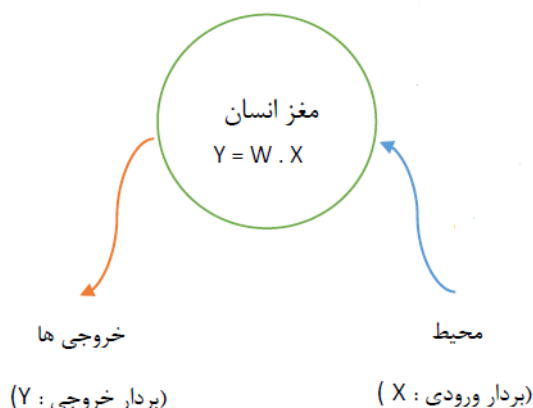
گزارش تکلیف ۲ درس مقدمه‌ای بر هوش محاسباتی

شبیه سازی یادگیری و تشخیص الگوها در مغز انسان با یک حافظه‌ی خطی

امین سخائی ۹۷۳۳۰۳۶

تاریخ تحویل: ۱۴۰۰/۰۹/۰۶

مقدمه:



هدف این تمرین شبیه سازی رفتار مغز در یادگیری داده های ورودی می باشد. یادگیری در مغز انسان به این صورت انجام می شود که در ابتدا داده های ورودی به مغز وارد می شوند و مغز توسط حواس سعی می کند آن ها را بیاموزد تا بتواند خروجی های مورد نظر را تولید کند.

قدم اول:

```
5 %% Inputs
6 - x=randi([0 15],500,3);
7 - x(:,3)=0;
8 - n=0.001;
9 - w=n*rand(3,3)
10 - y=zeros(size(x));
11 - d=zeros(size(x));
```

در ابتدا داده های ورودی بوسیله تولید ۵۰۰ نقطه تصادفی در فضا در بازه [۰,۱۵] تولید می شود. یادگیری در فضای دوبعدی دلخواه انجام می شود و بنابراین صفحه Z را برابر صفر در نظر می گیریم. بردار وزن ها در ابتدا تعلیم ندیده اند و مقادیر آن ها به صفر نزدیک است.

```
w =

1.0e-03 *

    0.8214    0.7746    0.4921
    0.4003    0.0080    0.4004
    0.6430    0.2122    0.4216
```

قدم دوم:

در این بخش الگوریتم یادگیری اجرا می شود. الگوریتم LMS وزن ها و بایاس را به گونه ای تغییر می دهد که میانگین مربعات خطای بین خروجی مطلوب و خروجی واقعی را به حداقل برساند. این الگوریتم به جای اینکه در لحظه وزن ها را محاسبه کند در طول زمان در جهت شیب منفی خطا (گرادیان نزولی) حرکت کرده و وزن های بهینه را محاسبه می کند.

الگوریتم تعلیم LMS برای اصلاح وزن های شبکه عصبی خطی به صورت زیر می باشد:

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

ضریب یادگیری (n) با حافظه شبکه رابطه عکس دارد. هرچقدر 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.

```

12 %% LMS
13 - for i=1:500
14 -     y(i,:)=x(i,:)*w;
15 -     d(i,:)=x(i,:)-y(i,:);
16 -     e(i)=mean(d(i,:));
17 -     w=w+n*(x(i,:)')*d(i,:);
18 - end

```

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

```

w_new =

    1.0000    0.0000    0.0000
    0.0000    1.0000   -0.0000
    0.0006    0.0002    0.0004

```

قدم سوم:

در مرحله آخر دو ورودی متفاوت (یکی داخل و دیگری بیرون صفحه دو بعدی) به عنوان ورودی به ماتریس می دهیم و خروجی ها را مشاهده می کنیم.

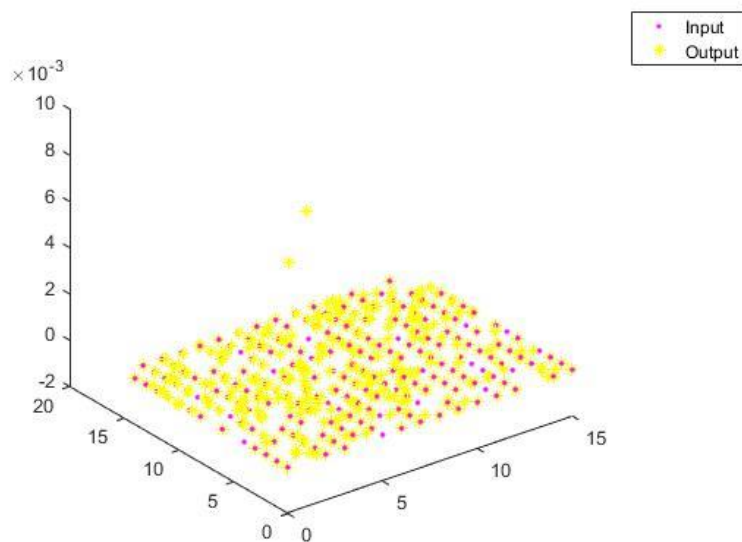
```

19 %% Result
20 - x_out=[9,20,12]
21 - y_out=x_out*w
22 - x_in=[8,5,0]
23 - y_in=x_in*w
24 - figure(1)
25 - plot3(x(:,1),x(:,2),x(:,3),'m')
26 - hold on
27 - plot3(y(:,1),y(:,2),y(:,3),'*y')
28 - legend({'Input','Output'})
29 - figure(2)
30 - plot3(x_out(:,1),x_out(:,2),x_out(:,3),'k')
31 - hold on
32 - plot3(y_out(:,1),y_out(:,2),y_out(:,3),'*c')
33 - hold on
34 - plot3(x(:,1),x(:,2),x(:,3),'m')
35 - hold on
36 - plot3(y(:,1),y(:,2),y(:,3),'*y')
37 - legend({'Input test','Output test','Input','Output'})
38 - figure(3)
39 - plot3(x_in(:,1),x_in(:,2),x_in(:,3),'k')
40 - hold on
41 - plot3(y_in(:,1),y_in(:,2),y_in(:,3),'*c')
42 - hold on
43 - plot3(x(:,1),x(:,2),x(:,3),'m')
44 - hold on
45 - plot3(y(:,1),y(:,2),y(:,3),'*y')
46 - legend({'Input test','Output test','Input','Output'})
47 - figure(4)
48 - plot(e)
49 - title('Mean squared error')

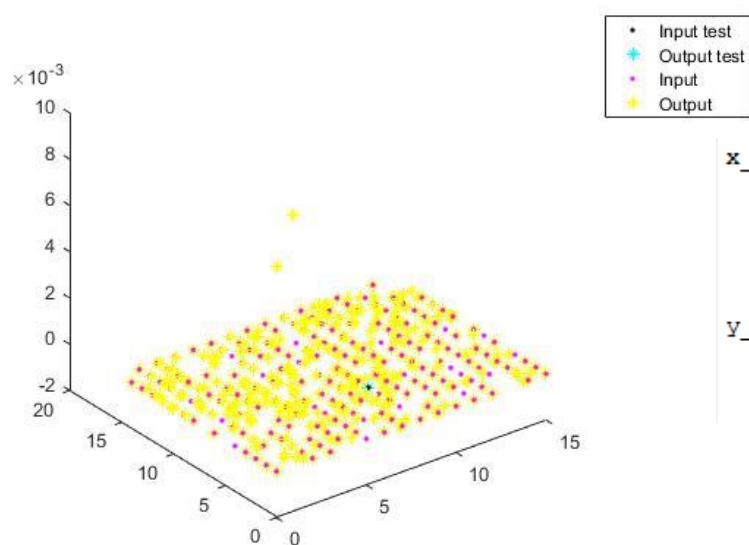
```

خروجی:

الگوریتم LMS:

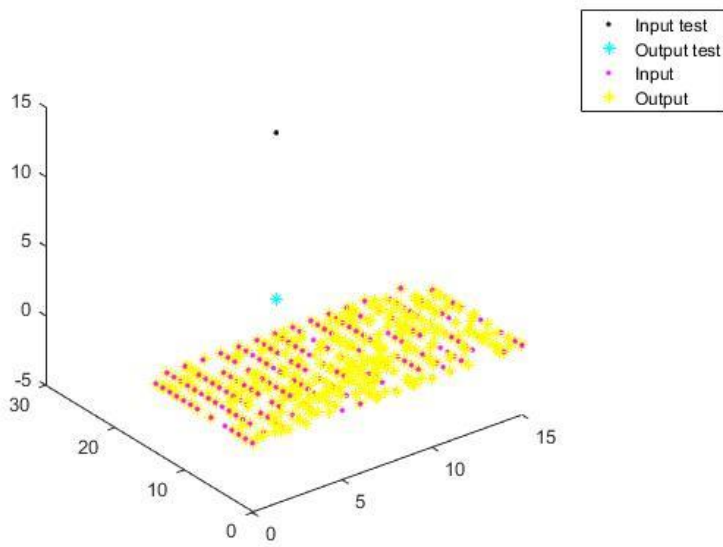


ورودی درون صفحه دو بعدی:



```
x_in =  
      8      5      0  
  
y_in =  
      8.0000      5.0000      0.0000
```

ورودی بیرون صفحه دو بعدی:



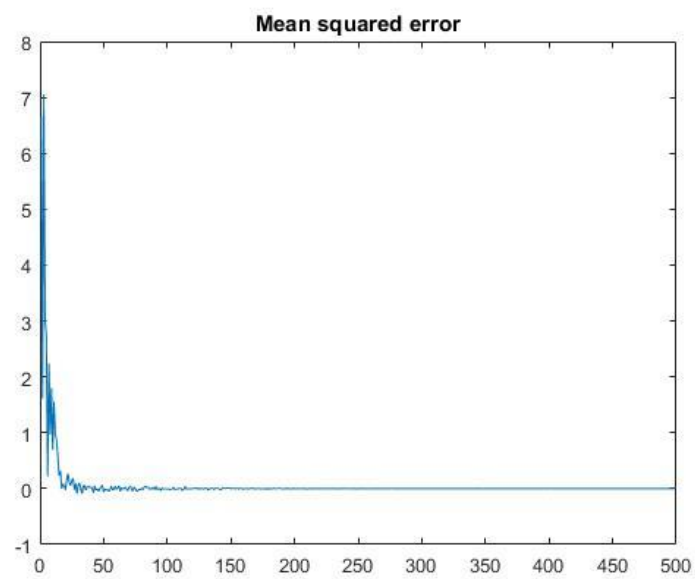
`x_out =`

9 20 12

`y_out =`

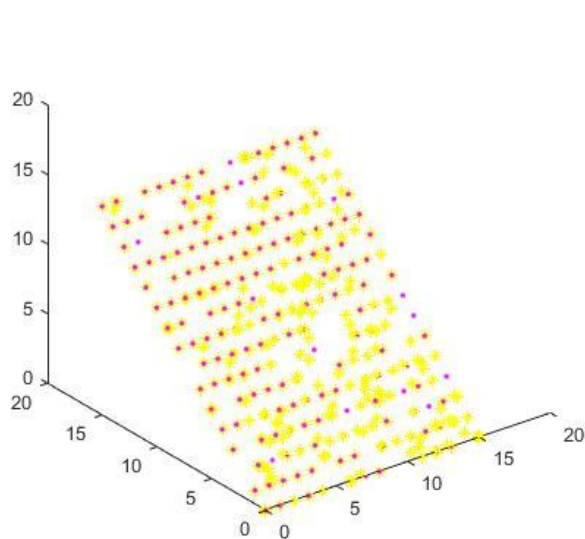
9.0079 20.0024 0.0051

میانگین مربعات خطا:



خروجی حالت دیگر (صفحه $y=z$):

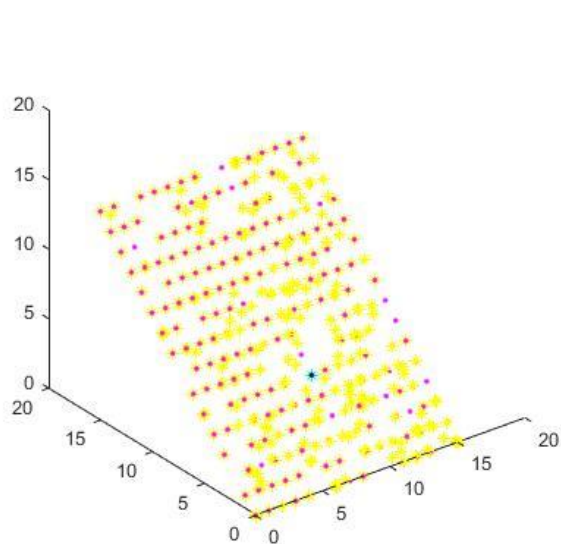
الگوریتم LMS:



```
w =
1.0e-03 *
0.4233    0.9709    0.9618
0.9665    0.9833    0.6389
0.8044    0.7751    0.0196

w_new =
1.0000    0.0000    0.0000
0.0001    0.5001    0.5003
-0.0001    0.4999    0.4997
```

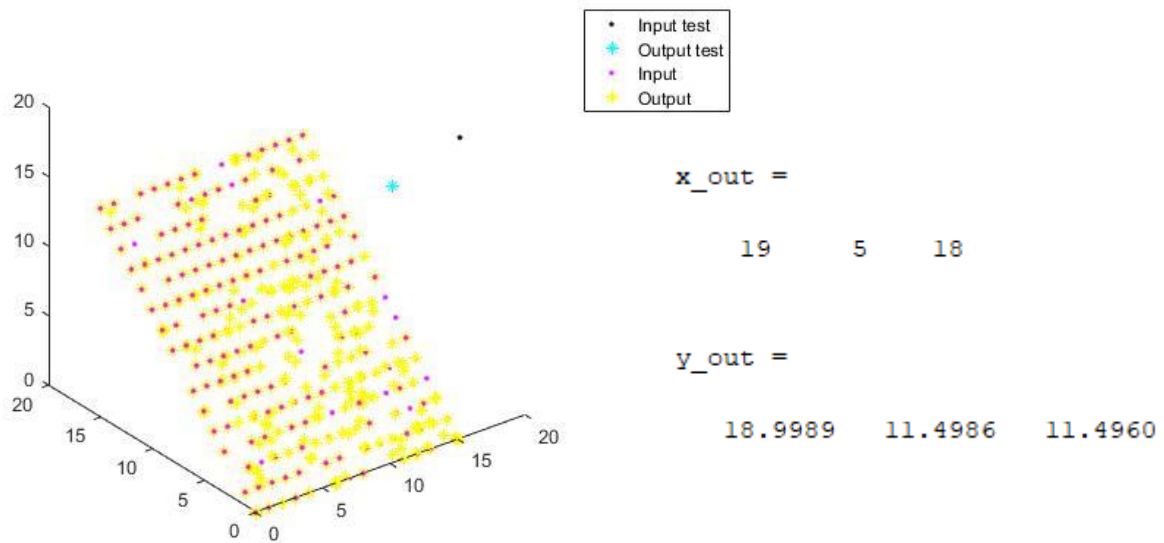
ورودی درون صفحه دو بعدی:



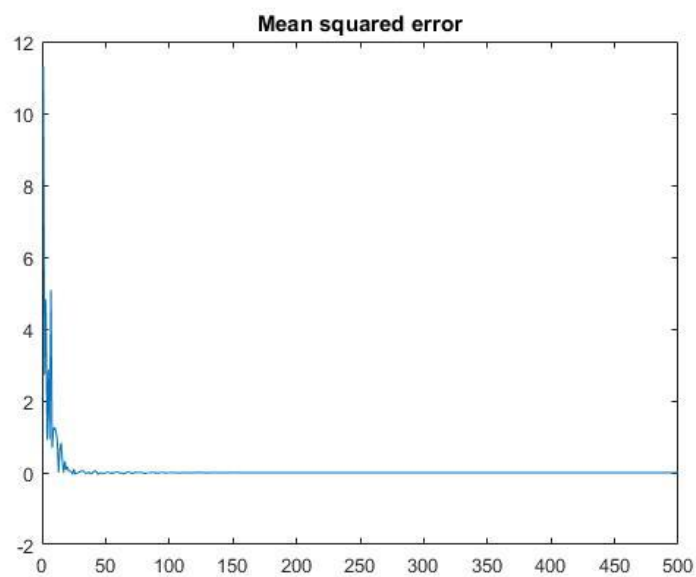
```
x_in =
8      5      5

y_in =
8.0000    5.0000    5.0000
```

ورودی بیرون صفحه دو بعدی:



میانگین مربعات خطا:



نتایج:

همانطور که در مراحل قبلی گفته شد، وزن‌ها پس از تعلیم به شکلی تغییر داده شد تا کمترین میانگین مربعات خطا ایجاد شود. اگر ورودی اعمال شده در صفحه دوبعدی که یادگیری روی آن انجام شده قرار داشته باشد (حوزه شناخت)، خروجی کاملاً بر ورودی منطبق است اما اگر ورودی خارج از صفحه دوبعدی تعلیم دیده باشد دیگر

خروجی بر ورودی منطبق نیست و تصویری از آن نقطه روی صفحه دوبعدی است. نتیجه فوق کاملاً بر عملکرد یادگیری در مغز انطباق دارد زیرا اگر پس از تعلیم اطلاعات ورودی به در حوزه شناختی ما باشد مغز به راحتی می‌تواند آن را درک کند اما اگر ورودی خارج از این حوزه باشد مانند زبان‌های دیگر، مغز توسط الگوهای یادگرفته سعی می‌کند آن را به شباهت‌هایی که به حوزه یادگیری‌اش وجود دارد نزدیک کرده و آن را درک کند.

مراجع

[۱] <https://onlinebme.com/product/lms-and-adaline/>