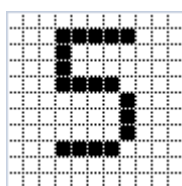


گزارش پروژه درس شبکه عصبی - شناسایی اعداد با استفاده از شبکه عصبی هاپفیلد

مهدی محمدی

در ابتدا به بررسی ماتریس اعداد می‌پردازیم. نشانه اعداد ۰ الی ۹ در ماتریس‌هایی با ابعاد ۱۱*۱۱ طراحی می‌گردند. به عنوان مثال نشانه عدد ۵ به شکل زیر در یک ماتریس با ابعاد ذکر شده، در نرم افزار Paint طراحی گردیده است :



لازم به ذکر است که نقاط توپر ارزش "۰" و نقاط خالی ارزش "۱" دارند و تصاویر ایجاد شده به فرمت Monochrome Bitmap ذخیره می‌شوند. در ادامه کدهای متلب آورده شده است و بعد از آن به تحلیل کدها می‌پردازیم.

```
clc;
close all;
clear all;

output=zeros(11,11);

N0=~imread('0.bmp');
N0=(N0==0)+(N0==1)*-1;

N1=~imread('1.bmp');
N1=(N1==0)+(N1==1)*-1;

N2=~imread('2.bmp');
N2=(N2==0)+(N2==1)*-1;

N3=~imread('3.bmp');
N3=(N3==0)+(N3==1)*-1;
```

```

N4=~imread('4.bmp');
N4=(N4==0)+(N4==1)*-1;

N5=~imread('5.bmp');
N5=(N5==0)+(N5==1)*-1;

N6=~imread('6.bmp');
N6=(N6==0)+(N6==1)*-1;

N7=~imread('7.bmp');
N7=(N7==0)+(N7==1)*-1;

N8=~imread('8.bmp');
N8=(N8==0)+(N8==1)*-1;

N9=~imread('9.bmp');
N9=(N9==0)+(N9==1)*-1;

T=cat(2,N0(:),N1(:),N2(:),N3(:),N4(:),N5(:),N6(
:),N7(:),N8(:),N9(:));
net = newhop(T);

pause on;
for d=0.01:0.02:0.45
    Noisy_N0=imnoise(N0,'salt & pepper',d);
    Noisy_N1=imnoise(N1,'salt & pepper',d);
    Noisy_N2=imnoise(N2,'salt & pepper',d);
    Noisy_N3=imnoise(N3,'salt & pepper',d);
    Noisy_N4=imnoise(N4,'salt & pepper',d);
    Noisy_N5=imnoise(N5,'salt & pepper',d);
    Noisy_N6=imnoise(N6,'salt & pepper',d);
    Noisy_N7=imnoise(N7,'salt & pepper',d);
    Noisy_N8=imnoise(N8,'salt & pepper',d);
    Noisy_N9=imnoise(N9,'salt & pepper',d);
    for i=0:9
        Ai =
{eval(strcat('Noisy_N',int2str(i),'(:)'))};
        [Y,~,~] = sim(net,{1 59},{},Ai);

```

```

Y=cell2mat(Y);
N=size(Y,2);
figure;
output(:)=Ai{1};
subplot(6,10,1);
imshow(output);
title(strcat('d=',num2str(d)));
for j=1:N
    output(:)=Y(:,j);
    subplot(6,10,j+1);
    imshow(output);
    title(strcat('#',int2str(j)));
    if Y(:,j) == N0(:)
        break;
    elseif Y(:,j) == N1(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N2(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N3(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N4(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N5(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N6(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N7(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N8(:)
        break
    elseif Y(:,j) == N9(:)
        break
    else
        end
end
end
display('press any key to continue...');
pause;

```

```
close all;
end
```

ابتدا با دستور `clc` محیط `command window` پاک می‌گردد، سپس با دستور `close all` تمامی تصاویر ایجادشده توسط برنامه‌های اجراشده قبلی، بسته می‌شوند و بعدازآن با استفاده از دستور `clear all` تمامی متغیرهای ایجادشده توسط برنامه‌های اجراشده قبلی، از حافظه پاک می‌شوند. با استفاده از دستور `output=zeros(11,11);` یک ماتریس 11×11 با درایه‌های ۰ ایجاد می‌شود. حال توسط دستور ترکیبی `N0=~imread('*.bmp');` تصویر مربوط به نشانه ۰ خوانده شده و پس از اعمال نقیض منطقی در ماتریس N_0 ذخیره می‌شود. در قدم بعدی با استفاده از دستور ترکیبی $N_0=(N_0==0)+(N_0==1)^*-1$ مقادیر ۱- بجای ۱ و مقادیر ۰ بجای ۰ قرار می‌گیرند. روند کلی این دستورات به شکل گرافیکی در ذیل ترسیم گشته است :

۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

تصویر اصلی *.bmp

.
.	.	.	.	۱	۱	۱
.	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.	.
.	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.	.
.	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.	.
.	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.	.
.	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.	.
.	.	.	۱	.	.	.	۱	.	.	.
.	.	.	.	۱	۱	۱
.
.

ماتریس N_0 پس از اجرای دستور ترکیبی $N_0 = \sim \text{imread}('0.bmp');$

۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	-۱	-۱	-۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱	-۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	-۱	-۱	-۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

ماتریس N_0 پس از اعمال دستور ترکیبی $(N_0 == 0) + (N_0 == 1)^* - 1$

این روند برای تمامی نشانه‌های اعداد ۱ تا ۹ نیز تکرار می‌گردد. در ادامه با استفاده از دستور ترکیبی زیر ماتریس داده‌های آموزشی شبکه هاپفیلد آماده می‌شود :

```
T=cat(۲,N۰(:),N۱(:),N۲(:),N۳(:),N۴(:),N۵(:),N۶(:),N۷(:),N۸(:),N۹(:));
```

در این دستور ترکیبی، هر ماتریس تبدیل یافته از تصویر اصلی، به یک بردار ۱۲۱×۱ تبدیل می‌گردد و سپس این ۱۰ بردار با هم ترکیب شده و یک ماتریس ۱۲۱×۱۰ تشکیل می‌شود. حال این ماتریس به شکل زیر به شبکه هاپفیلد جهت آموزش داده می‌شود :

```
net = newhop(T);
```

بعد از این دستور به اولین حلقه for برنامه می‌رسیم که درصد اعمال نویز فلفل - نمکی به هر یک از تصاویر اعداد ۰ تا ۹ را مشخص می‌نماید. حلقه دوم برنامه مشخص می‌کند که تصویر نویزی کدام یک از اعداد، جهت تست به شبکه هاپفیلد داده شود. با دستورات متوالی زیر تصویر نویزی مورد نظر به شبکه هاپفیلد جهت تست داده می‌شود :

```
Ai = {eval(strcat('Noisy_N',int2str(i),':'))};
```

```
[Y,~,~] = sim(net,{۱ ۵۹},{},Ai);
```

با استفاده از مجموعه دستورات اول، تصویر نویزی عدد مورد نظر، به صورت یک بردار ۱۲۱×۱ در بردار Ai ذخیره می‌شود و با استفاده از دستور دوم بردار Ai به شبکه عصبی هاپفیلد جهت تست اعمال می‌گردد. در این مثال تعداد تکرار جهت همگرا شدن ۵۹ می‌باشد. دستورات بعدی جهت نمایش تصویر هر مرحله از تکرار در زیر تصویرهای مربوطه، با استفاده از ماتریس output و تشخیص همگرا شدن به یکی از بردارهای ورودی آموزشی بکار می‌رود. به عنوان مثال اگر عدد ۰ نویزی به شبکه هاپفیلد جهت تست اعمال شود و بردار $y\{۹\}$ حاصل از تکرار نهم دستور sim، با بردار ورودی عدد ۰ بدون نویز یکی باشد، برنامه تشخیص می‌دهد که بردار ۰ نویزی در واقع عدد ۰ بدون نویز است. لازم به ذکر است که اگر نویز اعمال شده به تصاویر کم باشد، نرخ تشخیص صحیح زیاد می‌شود،

در صورتی که اگر نویز اعمال شده به تصاویر زیاد باشد، نرخ تشخیص صحیح کم می شود. همچنین یک تصویر نویز بالا ممکن است به تصویر دیگری غیر از تصویر واقعی همگرا شود و یا اصلاً به بردار خاصی همگرا نشود و ۵۹ تکرار انجام شود و نهایتاً عددی تشخیص داده نشود.

بنابراین در کاربردهای واقعی مانند تشخیص پلاک خودرو، بهتر است با استفاده از روش های پردازش تصاویر دیجیتال شامل الگوریتم های حذف نویز و الگوریتم های مورفولوژی تا حد امکان نویز تصاویر و یا درهم رفتگی اعداد (ناشی از مسائل محیطی) اصلاح شود و پس از استخراج هر عدد از پس زمینه اصلی، اعداد شناسایی شوند؛ با این روش نرخ تشخیص صحیح افزایش پیدا می کند.