



# Deep Learning

(جلسه اول)

محمد خالوئی

- ❖ دانشجوی دکتری هوش مصنوعی و رباتیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ❖ عضو آزمایشگاه سیستم های هوشمند چندرسانه ای دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ❖ مسئول واحد یادگیری ژرف کارگروه کلان داده دانشگاه صنعتی شریف
- ❖ دالان ارتباطی : [khalooei@aut.ac.ir](mailto:khalooei@aut.ac.ir) <http://ceit.aut.ac.ir/~khalooei>

مرداد ۱۳۹۷

# فهرست مطالب

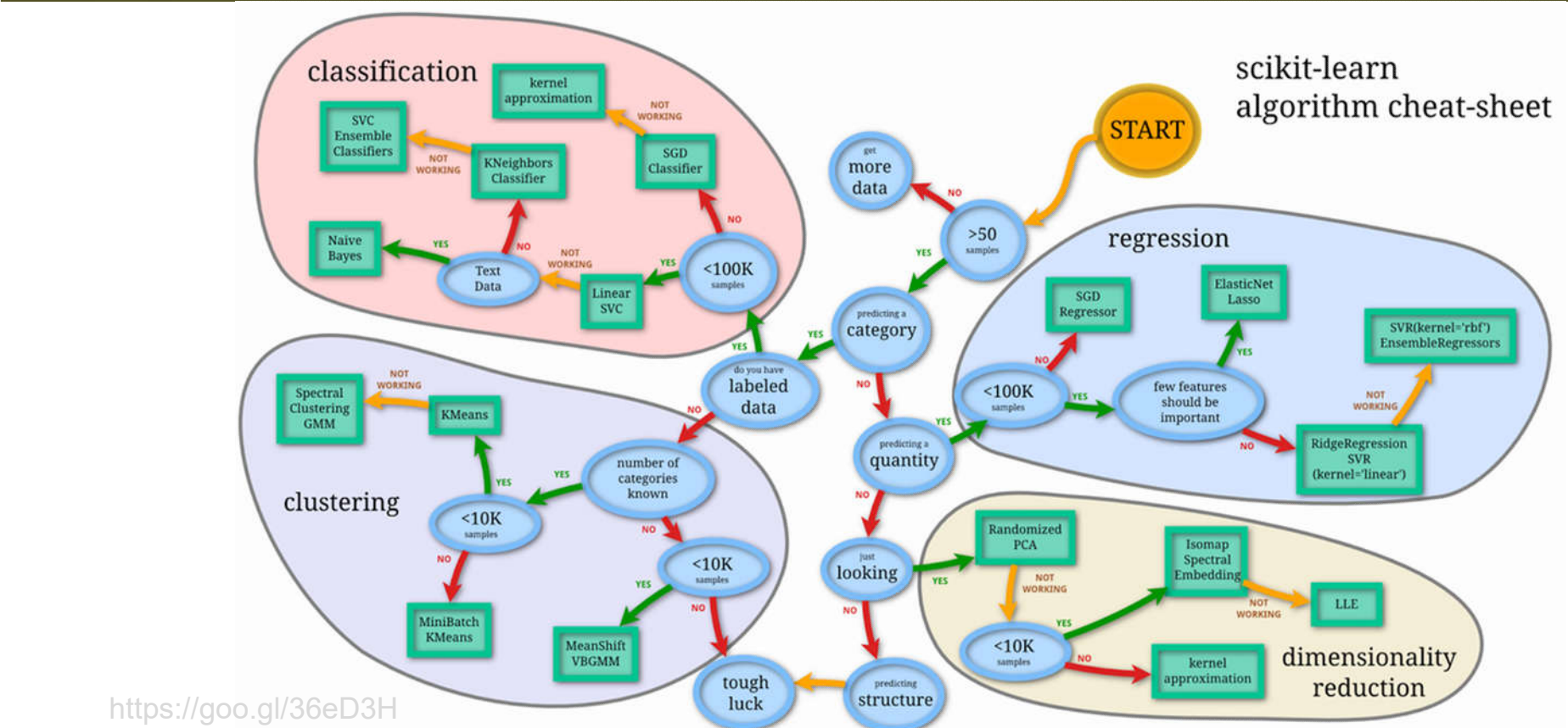
- بخش اول : مفاهیم و مقدمات پایه دوره

- مروری بر بخش بندی دوره
- مروری بر زبان پایتون و مفاهیم برنامه نویسی مهم آن
- مروری بر کتابخانه های مهم و پر کاربرد در پایتون

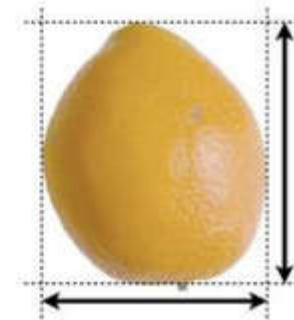
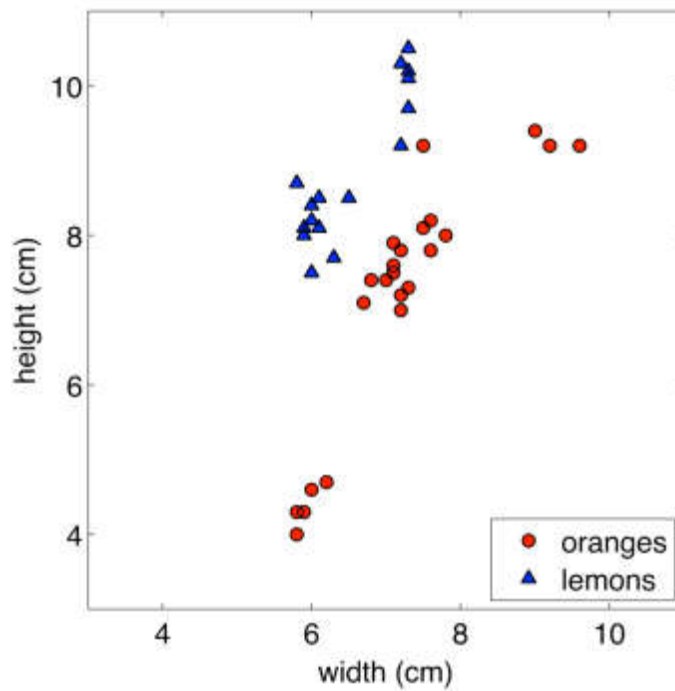
- بخش دوم

- بیان سریع تاریخچه وار سیر حرکتی به سمت رویکرد یادگیری ژرف
- ورودی کلی به بحث شبکه عصبی و یادگیری ژرف
- بیان زیر ساخت های کلی در یادگیری ژرف بصورت مروری

مقدمه...

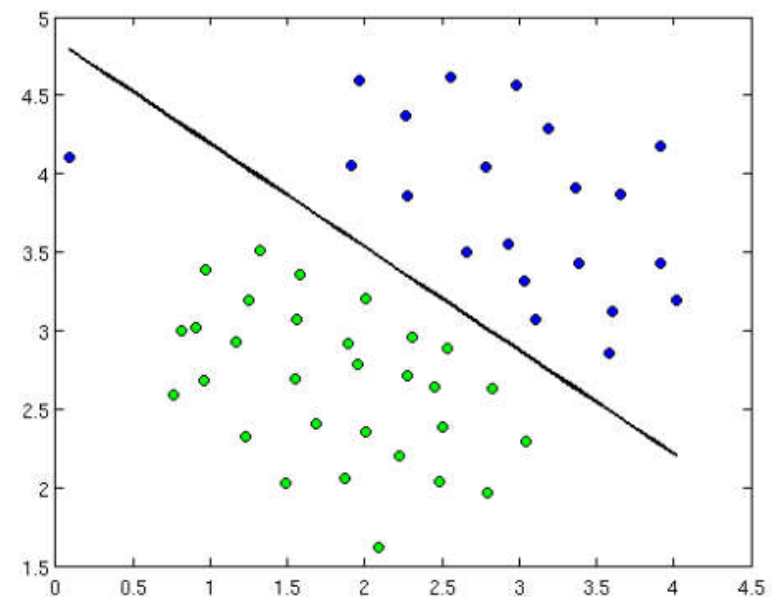


# مروری بر مفاهیم اولیه ...

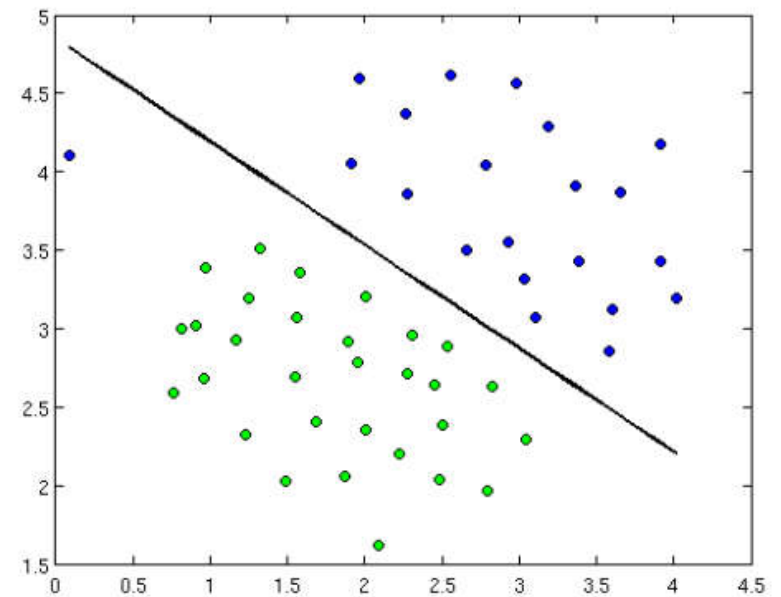
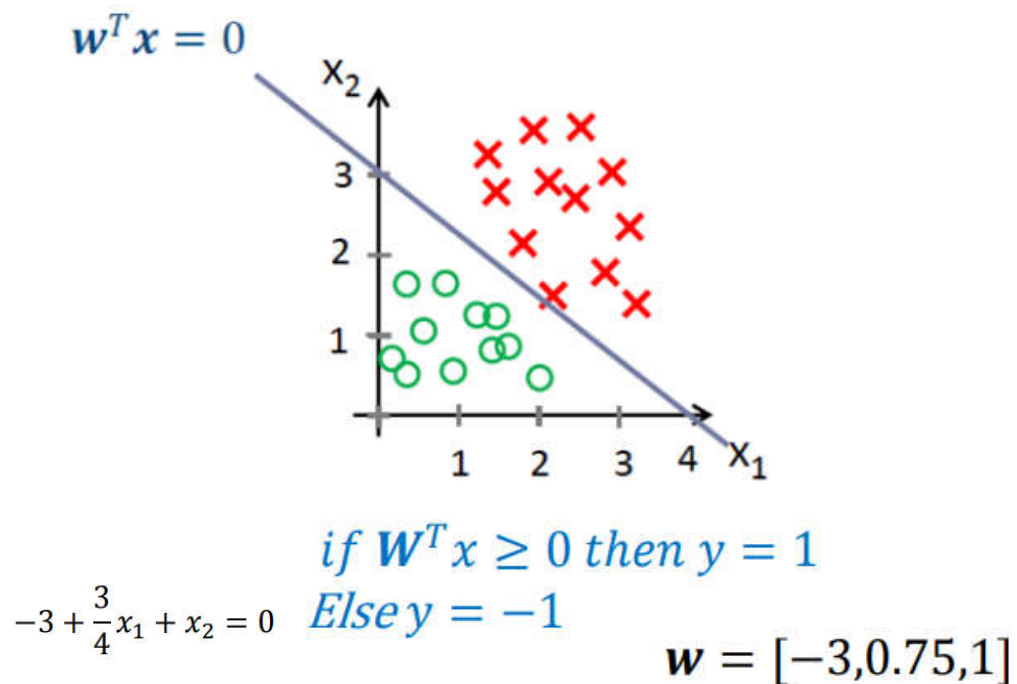


# مروری بر مفاهیم اولیه ...

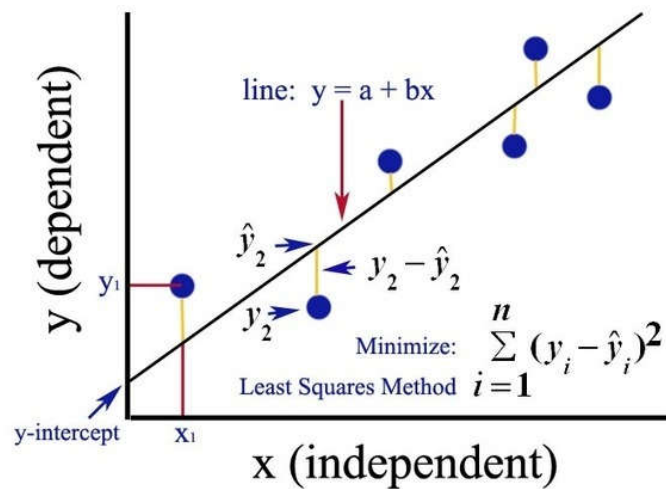
- Given: Training set
  - labeled set of  $N$  input-output pairs
    - $D = \{(\mathbf{x}^{(i)}, y^{(i)})\}_{i=1}^N$
    - $y = \{1, \dots, K\}$
- Goal: Given an input  $\mathbf{x}$ , assign it to one of  $K$  classes
- Examples:
  - Spam filter
  - Handwritten digit recognition



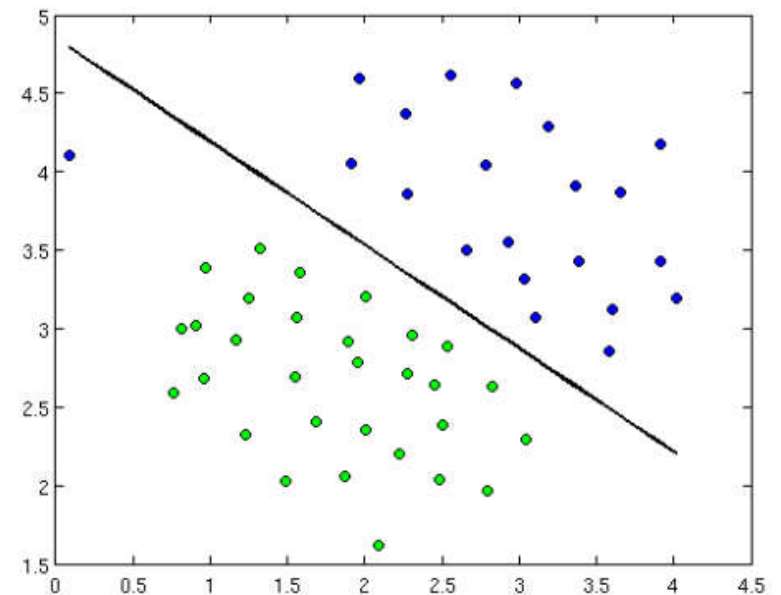
# مروری بر مفاهیم اولیه ...



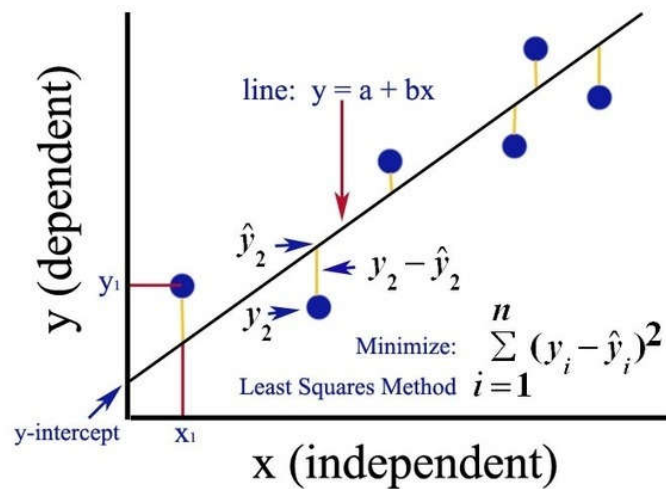
# مروری بر مفاهیم اولیه ...



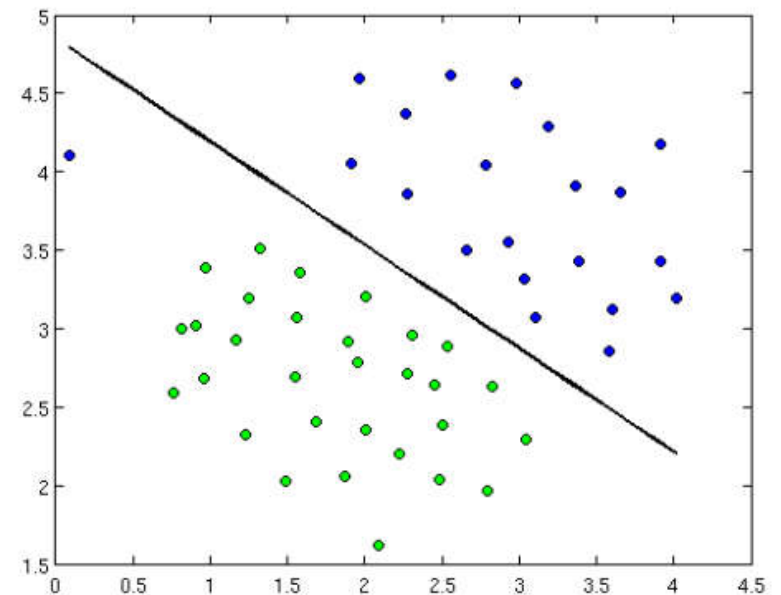
$$J(w) = \sum_{i=1}^N (g(w^T x^{(i)}) - y^{(i)})^2$$



# مروری بر مفاهیم اولیه ...



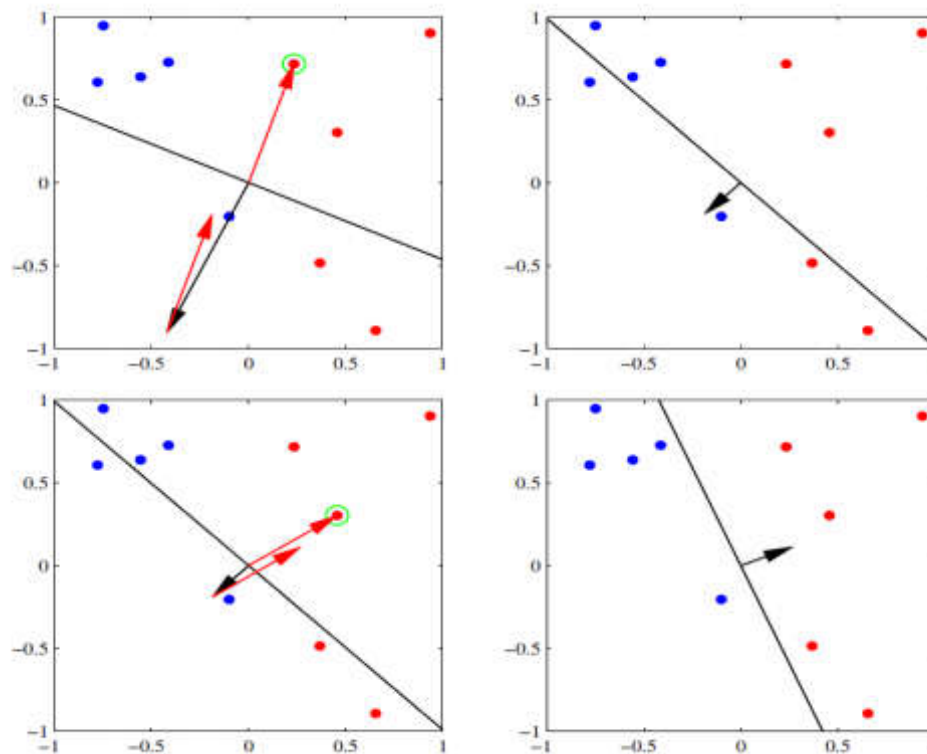
$$J(w) = \sum_{i=1}^N (g(w^T x^{(i)}) - y^{(i)})^2$$





# مروری بر مفاهیم اولیه ...

• همگرایی



# آماده سازی ذهنی...



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raptor-ElmendorfAFB-2009.JPG>

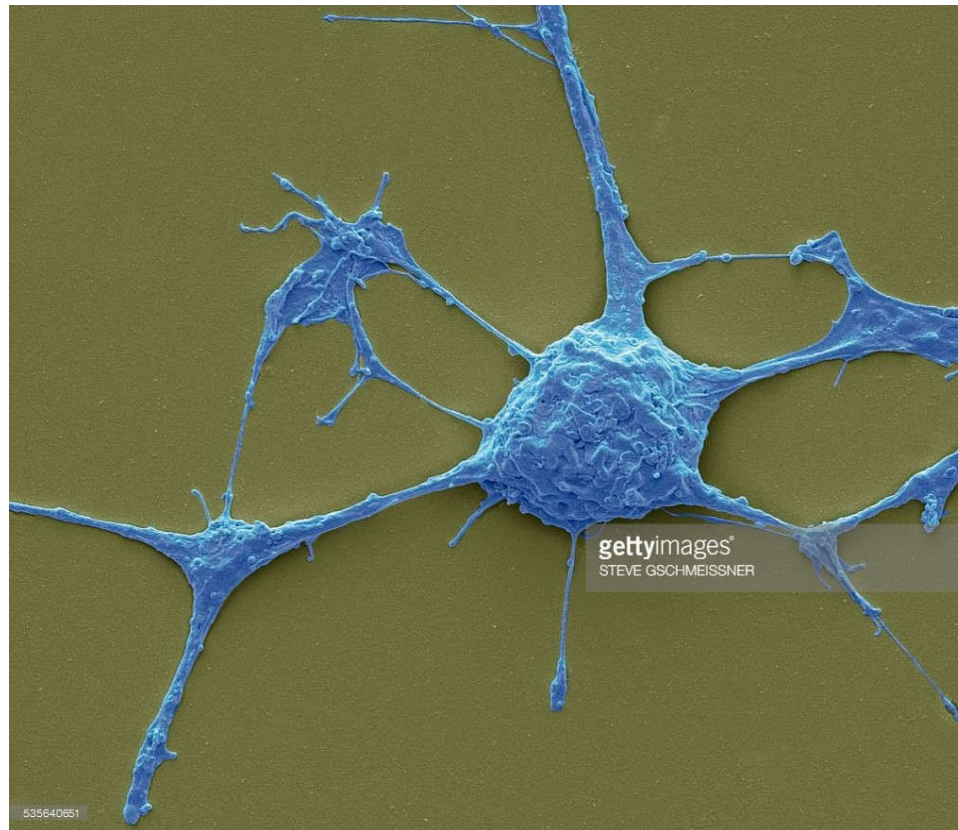


<http://weknowyourdreams.com/image.php?pic=/images/eagle/eagle-08.jpg>

# آماده سازی ذهنی...

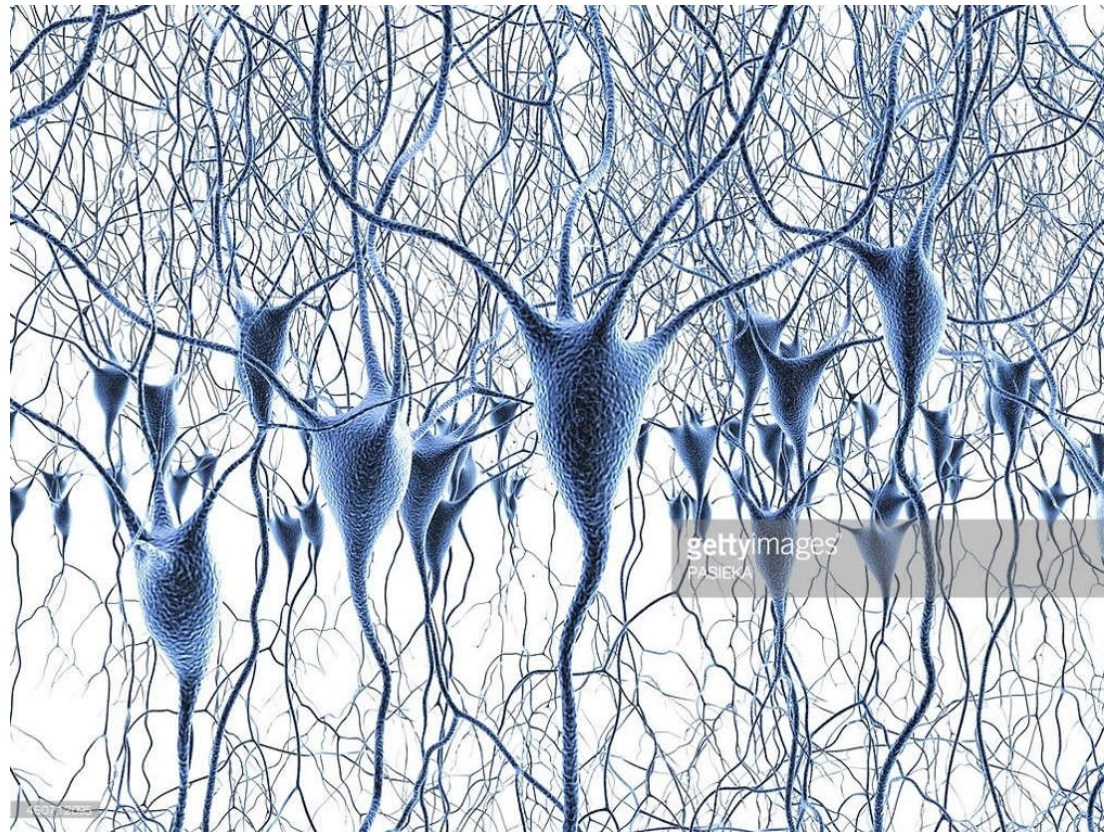


# نرون عصبی





# شبکه‌ای از نرون‌های عصبی



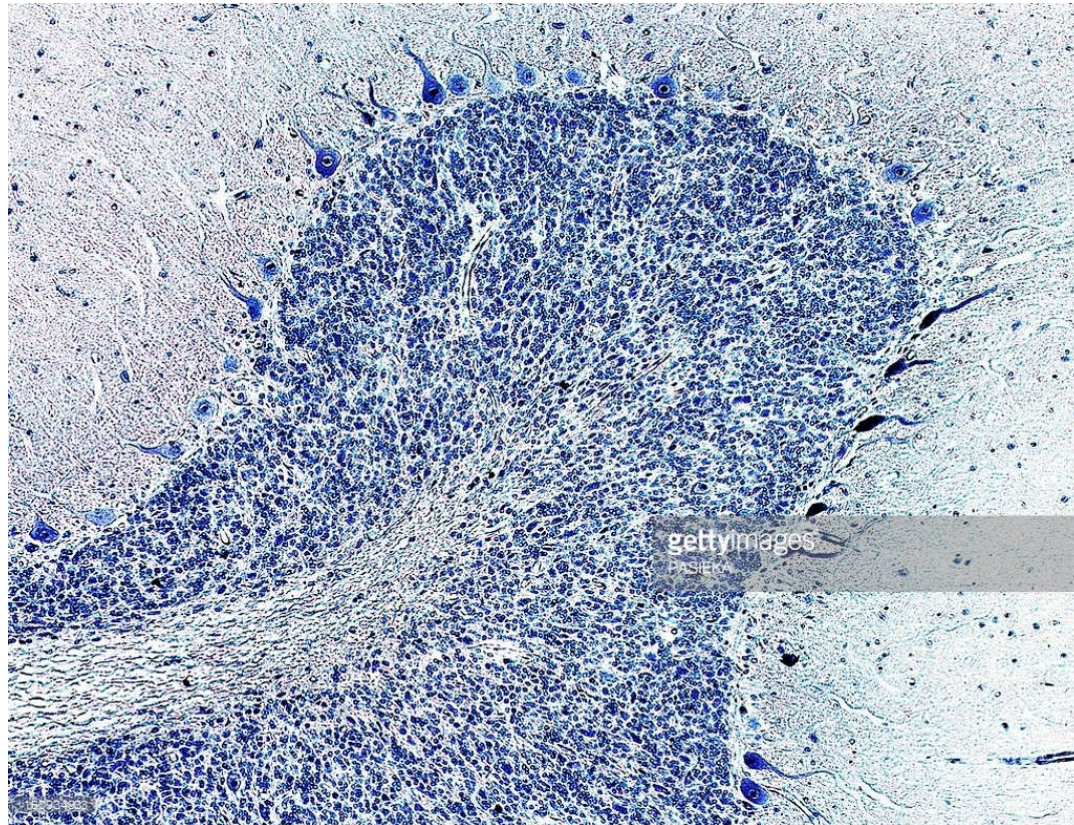


# شبکه‌ای از نرون‌های عصبی

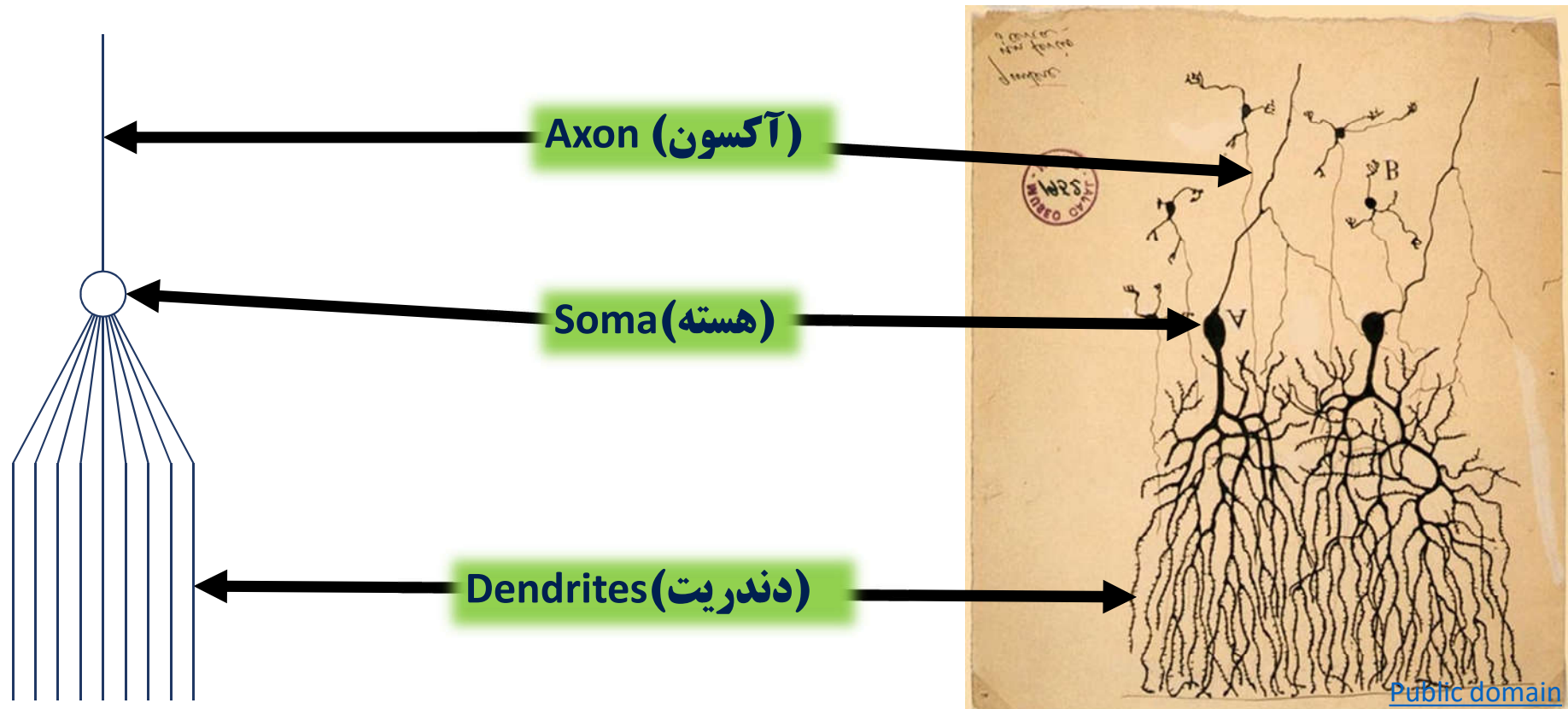




# شبکه‌ای از نرون‌های عصبی

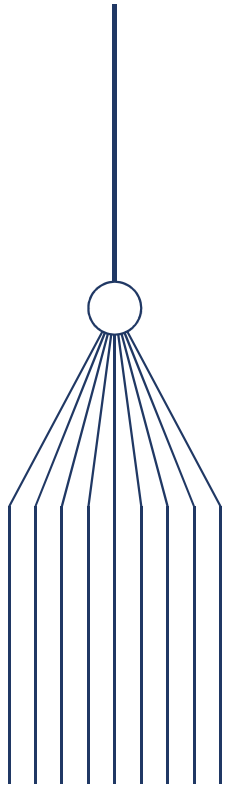


# اولین ترسیم‌هایی از نرون‌های عصبی

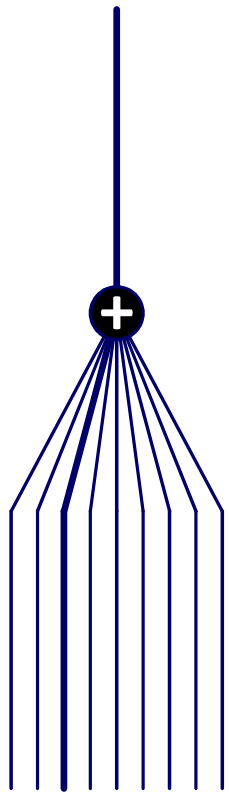




# مدل ساده شده نرون عصبی

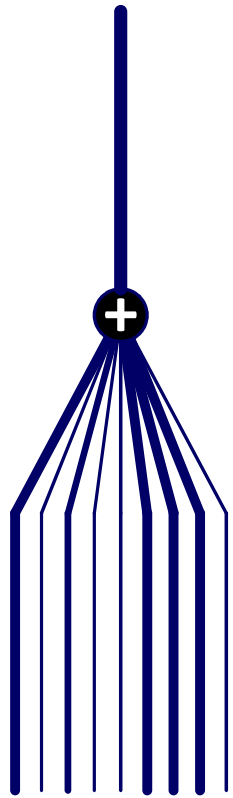


# مدل ساده شده نرون عصبی



• هسته مقادیر فعالیت‌های دندریت‌ها را به آکسون منتقل میکند

# مدل ساده شده نرون عصبی



- هسته مقادیر فعالیت‌های دندریت‌ها را به آکسون منتقل میکند
- هرچه دندریت‌های بیشتری مقدار فعالیت داشته باشند مقدار فعالیت آکسون هم بیشتر خواهد بود.

# سیناپس (Synapse)



- برای اتصال آکسون‌های یک نرون به دندریت‌های نرون دیگر

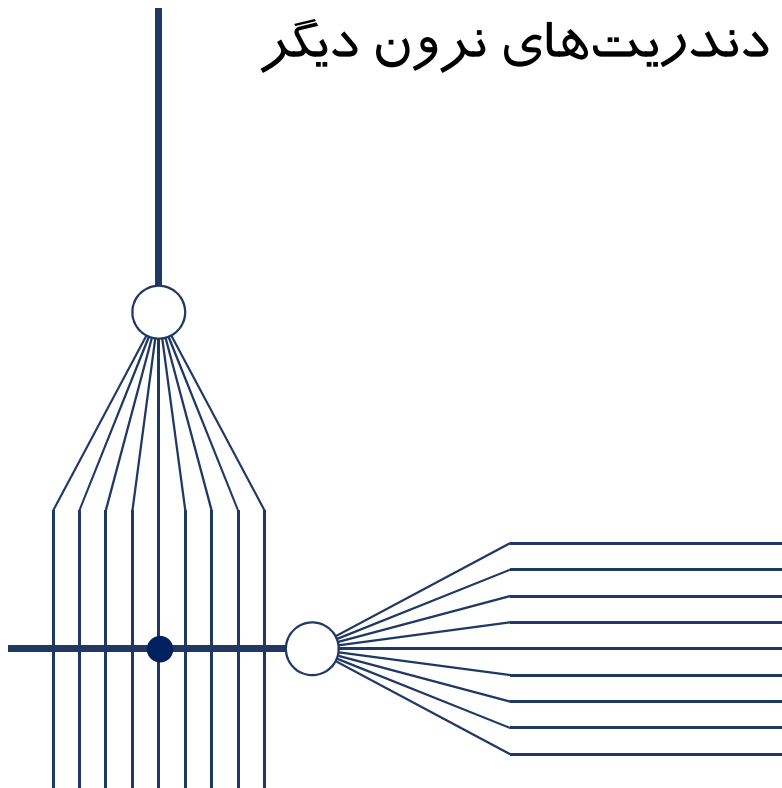
# مدل ساده شده شبکه عصبی

• انواع مختلف اتصال آکسون‌های یک نرون به دندریت‌های نرون دیگر

• قوی (Stronger)

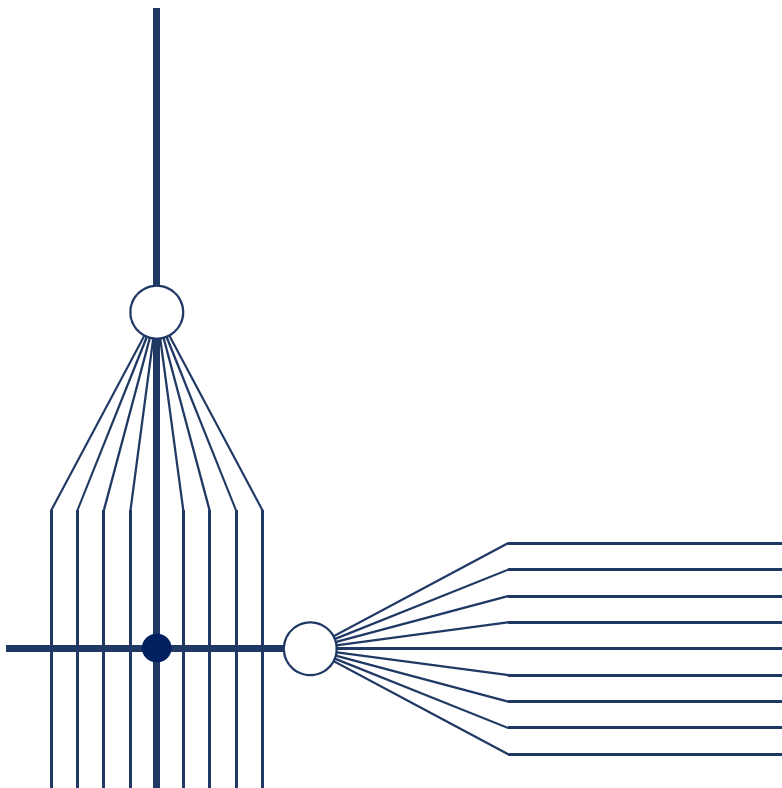
• ضعیف (Weaker)

• متوسط (between of them)



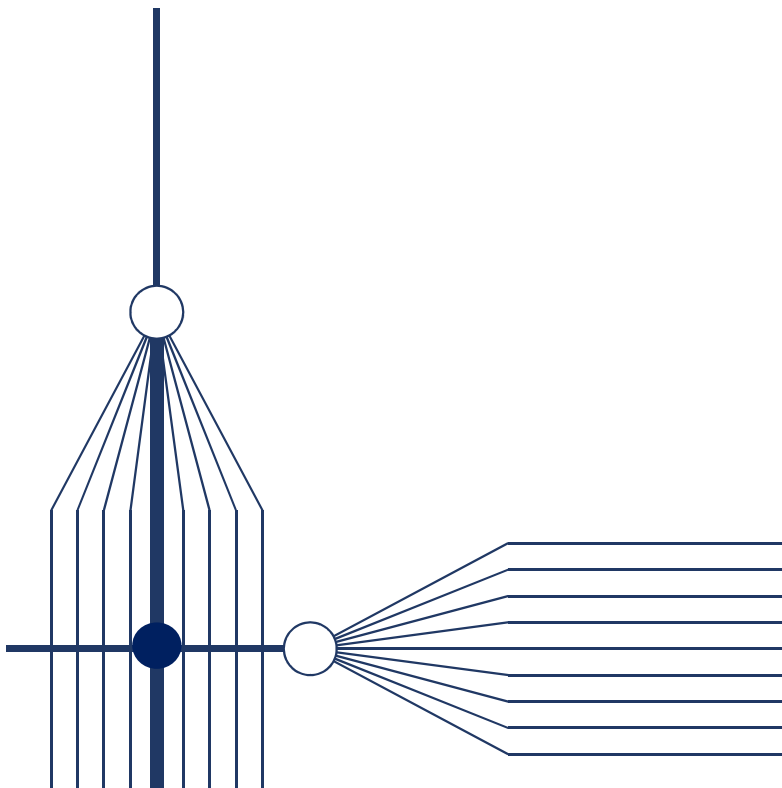
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- مثال اتصال متوسط (معادل مقدار ۰.۶)



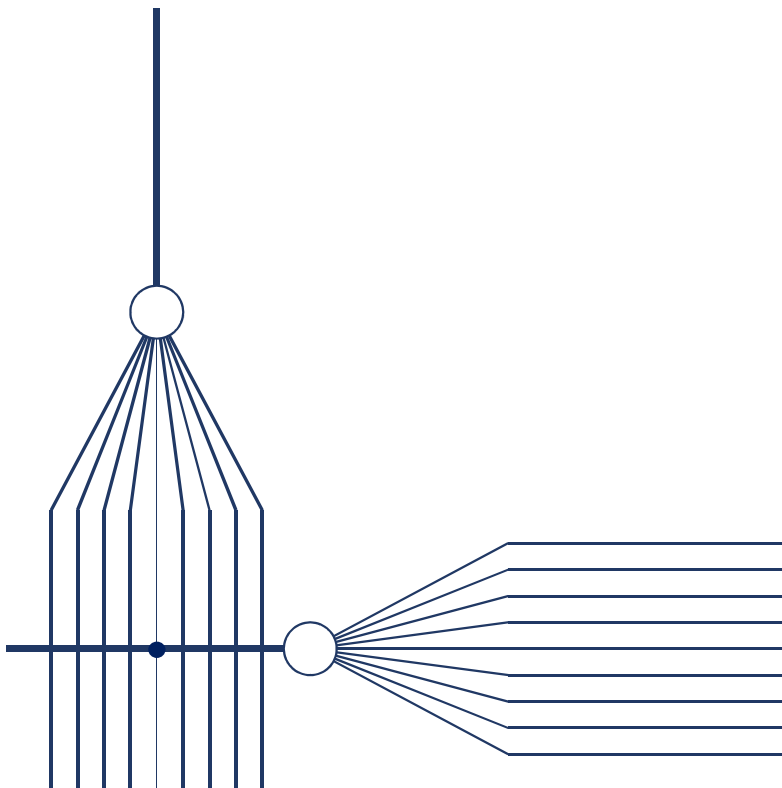
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- مثال اتصال قوی (معادل مقدار ۱)



# مدل ساده شده شبکه عصبی

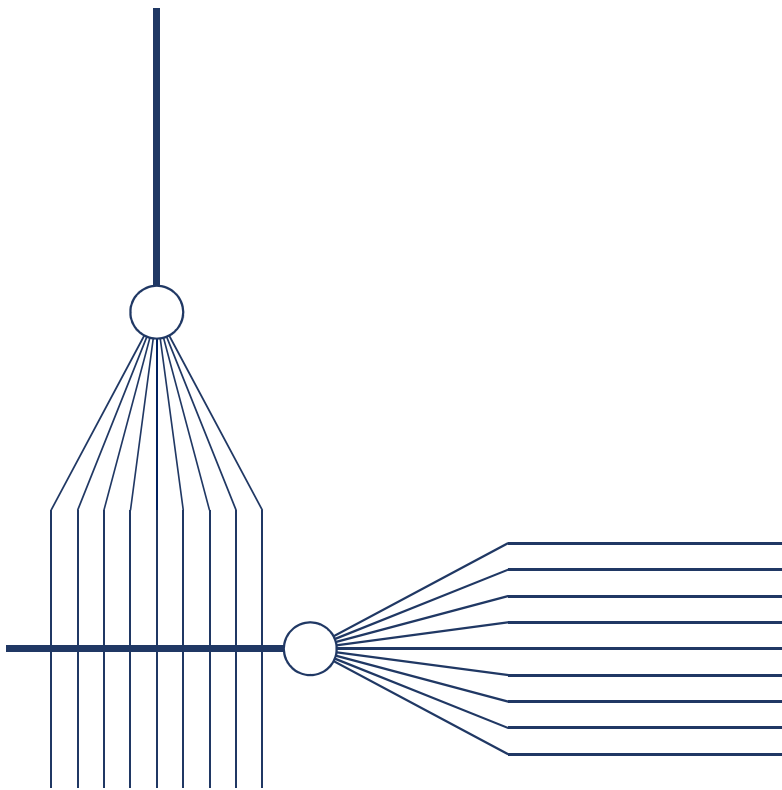
- مثال اتصال ضعیف (معادل مقدار ۰.۲)





# مدل ساده شده شبکه عصبی

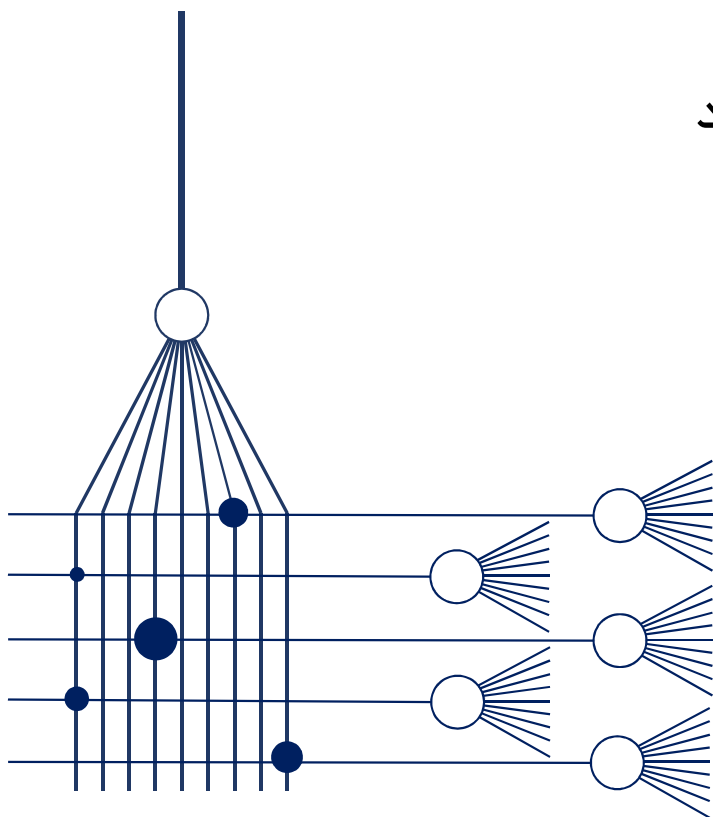
• عدم وجود اتصال (معادل صفر)



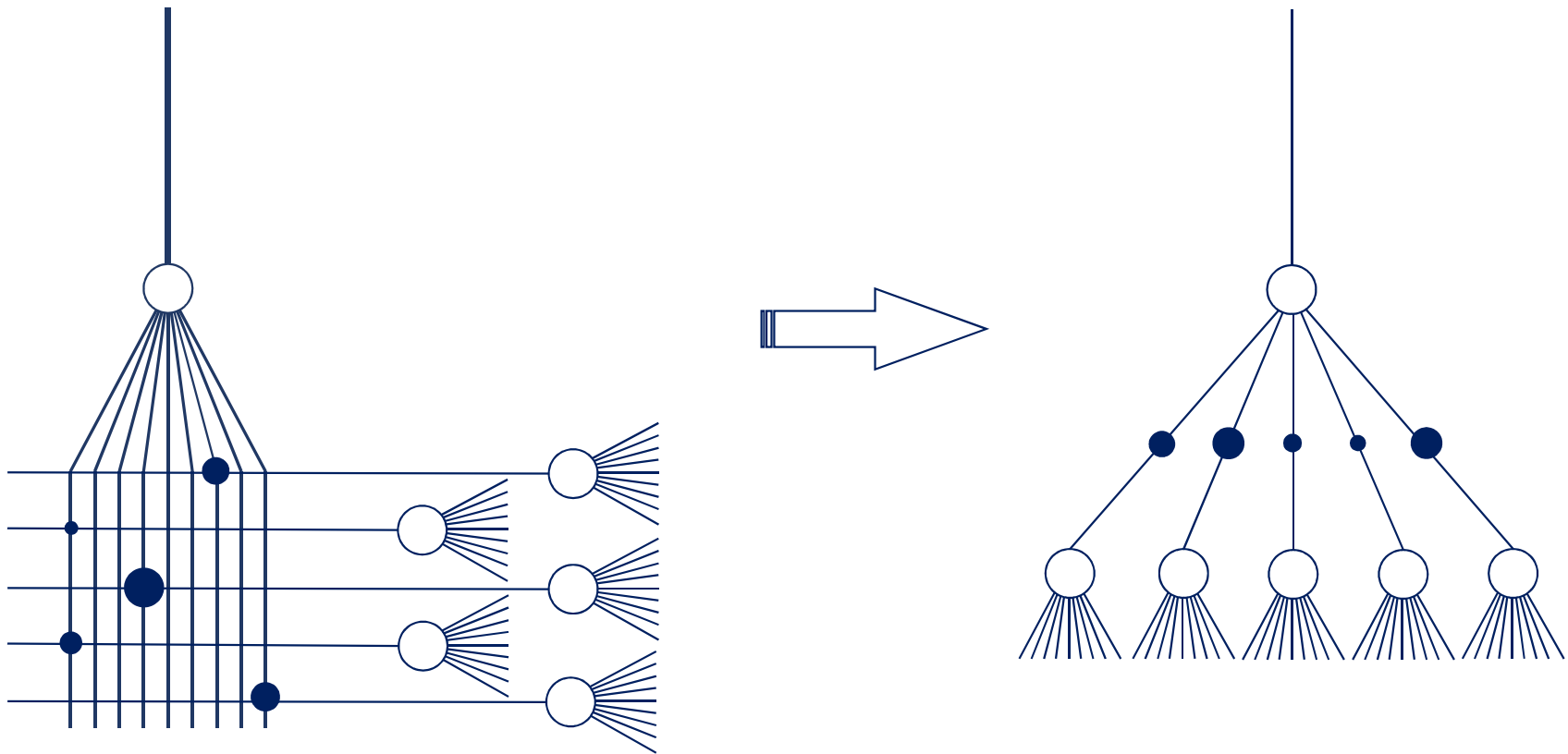
# مدل ساده شده شبکه عصبی

- هر تعداد آکسون نرون‌های دیگر به دندریت‌های یک نرون می‌تواند متصل شود

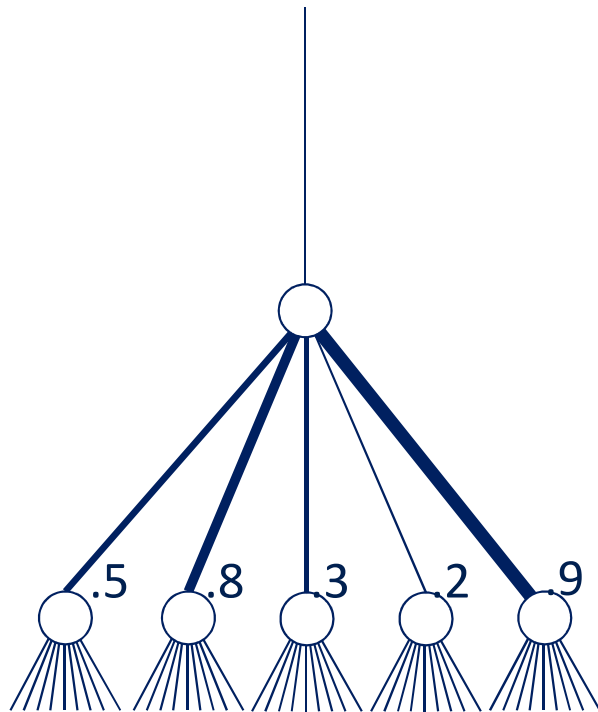
- هر کدام دارای میزان قوت اختصاصی دارد



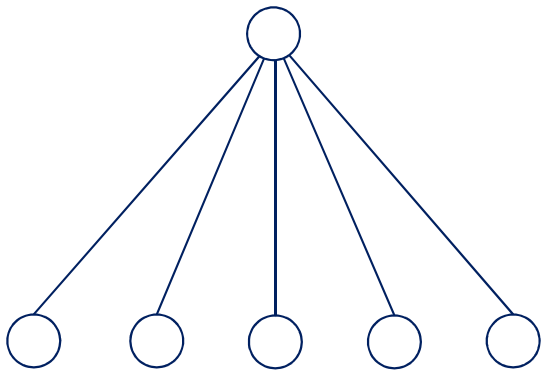
# مدل ساده شده شبکه عصبی



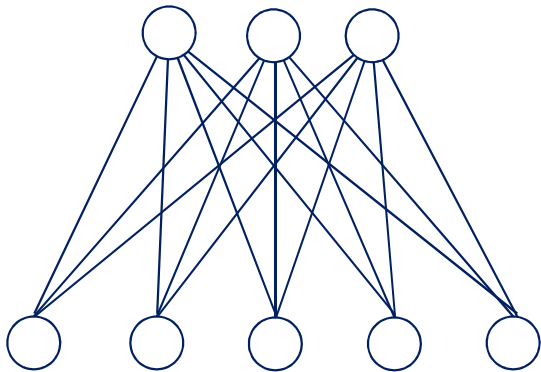
# مدل شیه سازی شده شبکه عصبی



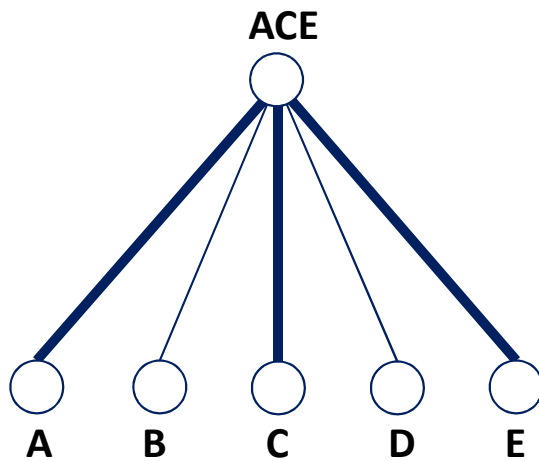
# مدل شیه سازی شده شبکه عصبی



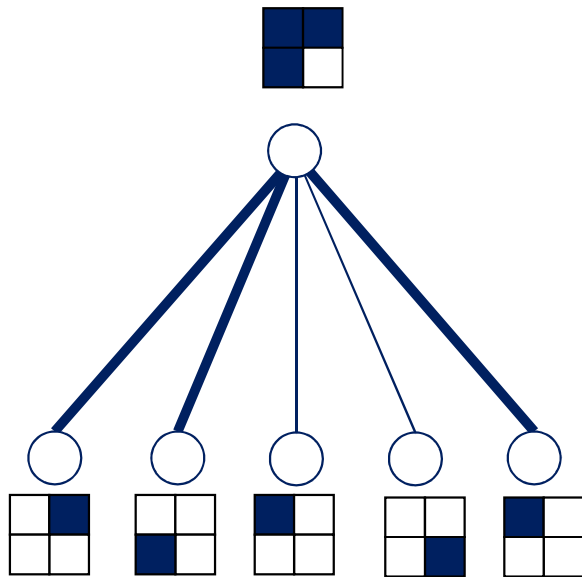
# مدل شبيه سازى شده شبكه عصبى



# مدل شیشه سازی شده شبکه عصبی

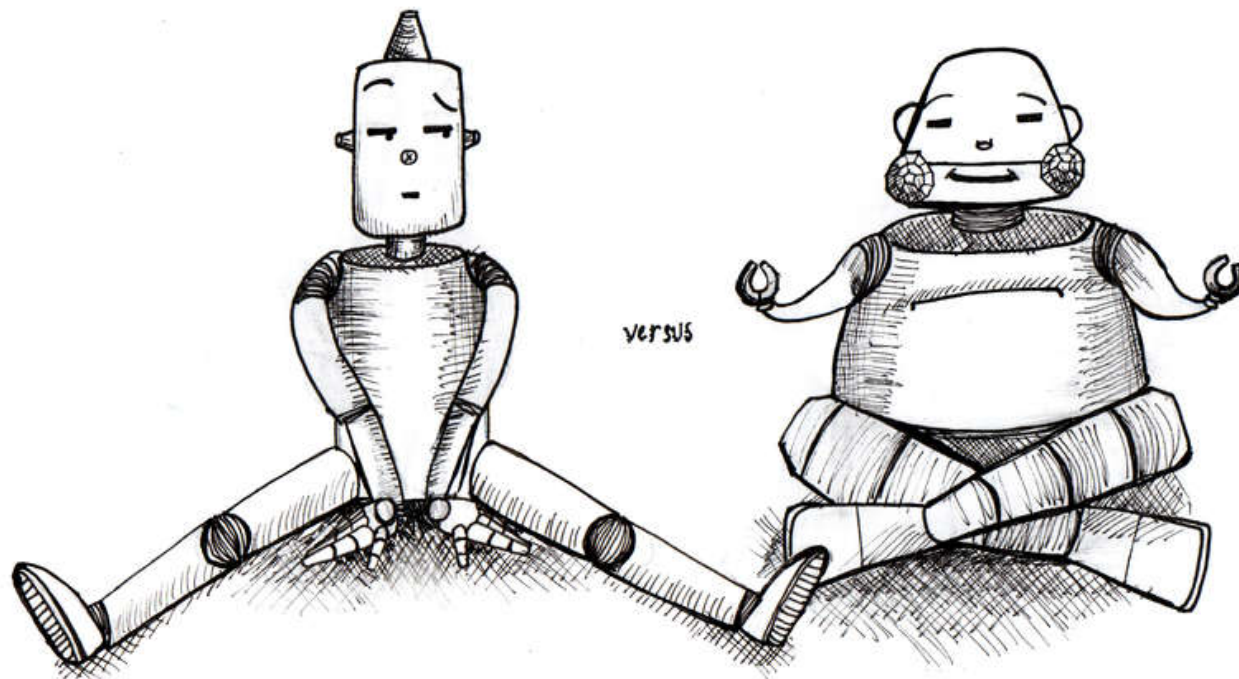


# مدل شیه سازی شده شبکه عصبی





*How can developments in deep learning make for a better approach to value investing?*



MACHINE LEARNING

DEEP LEARNING

EUCLEIDEAN TECHNOLOGIES MANAGEMENT ©

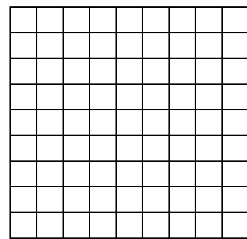
یادگیری ژرف

Deep learning courses - 2018

# آماده سازی ذهنی

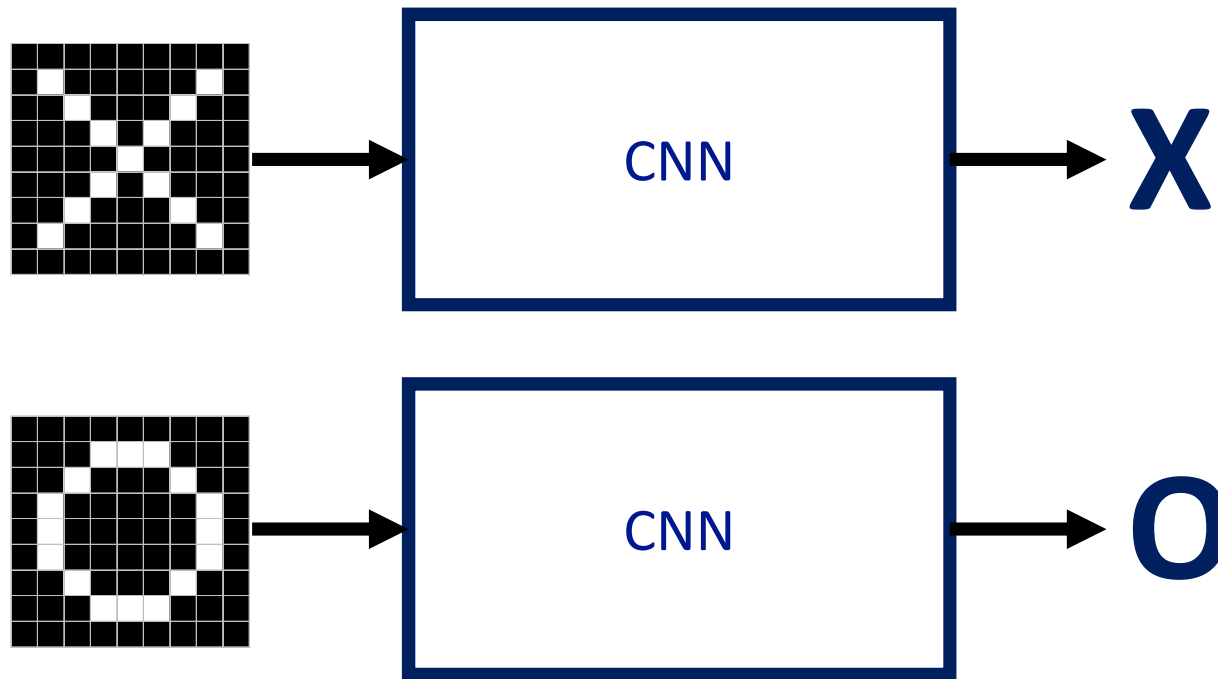
- در واقع سیستم قرار است از روی عکس ورودی (آرایه‌ای از پیکسل‌ها)
- تشخیص دهد که عکس مربوطه X یا O است!

ماتریس دو بعدی  
از پیکسل‌ها

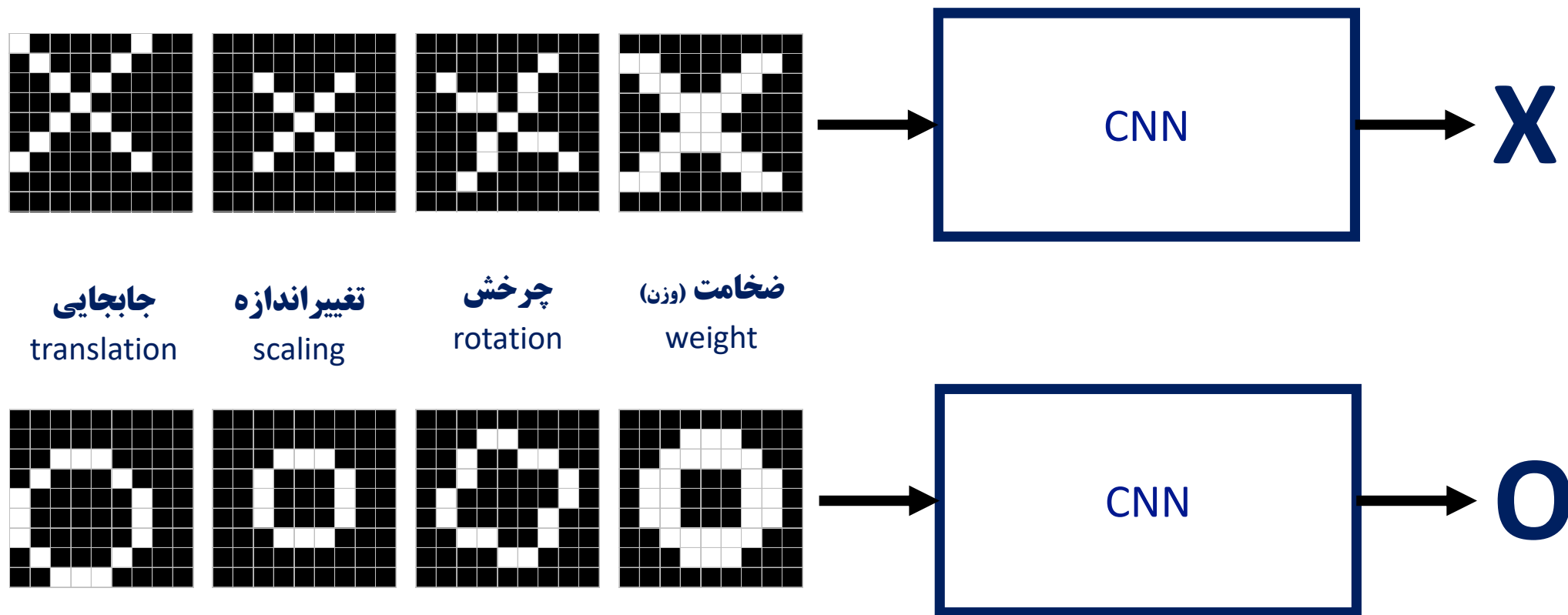


**X یا O**

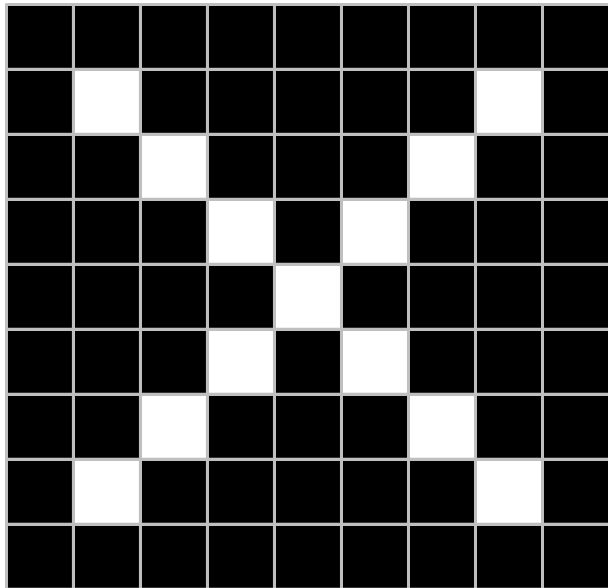
# مثال تشخیص X یا O با CNN



# مثال تشخیص X یا O با CNN – با قابلیت تعمیم

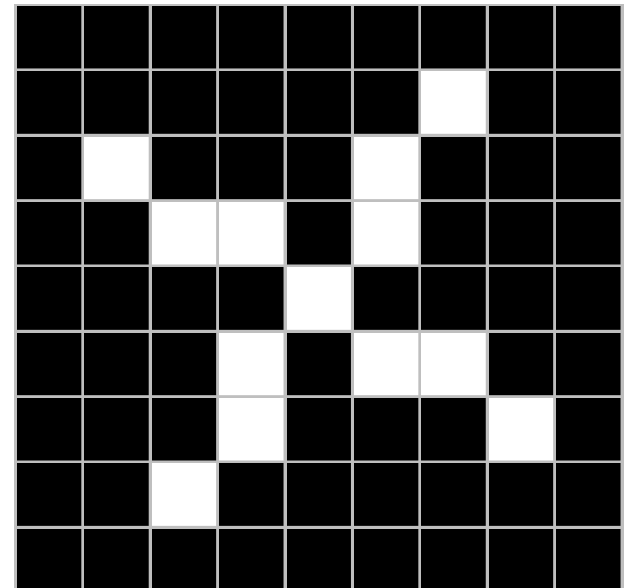


# اما واقعا راه تشخیص چیست!؟



?

=



# در واقع کامپیوتر چه میبیند!؟

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

?

=

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	X	-1	-1	-1	-1	X	X	-1
-1	X	X	-1	-1	X	X	-1	-1
-1	-1	X	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	X	-1	-1
-1	-1	X	X	-1	-1	X	X	-1
-1	X	X	-1	-1	-1	-1	X	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

# درواقع کامپیوتر چه میبیند!؟

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	X	-1	-1	-1	-1	X	X	-1
-1	X	X	-1	-1	X	X	-1	-1
-1	-1	X	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	X	-1	-1
-1	-1	X	X	-1	-1	X	X	-1
-1	X	X	-1	-1	-1	-1	X	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

# در واقع کامپیوترها ریزین هستند!!

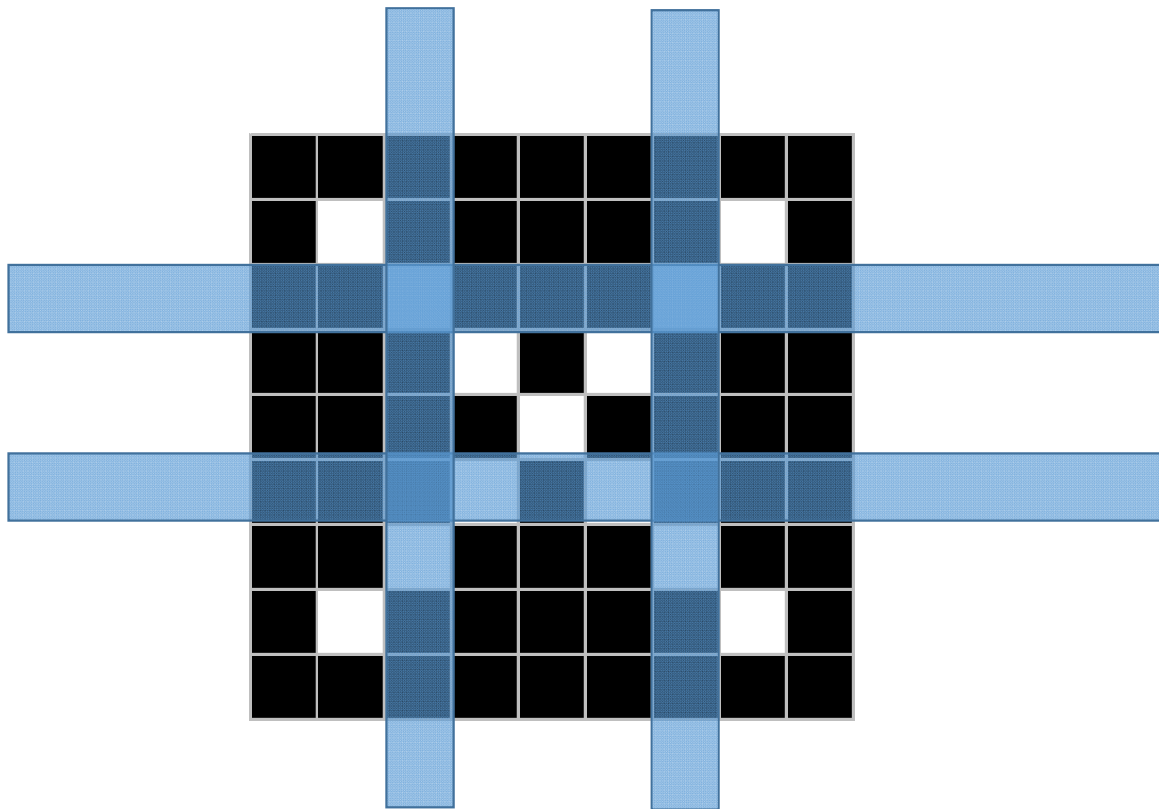
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

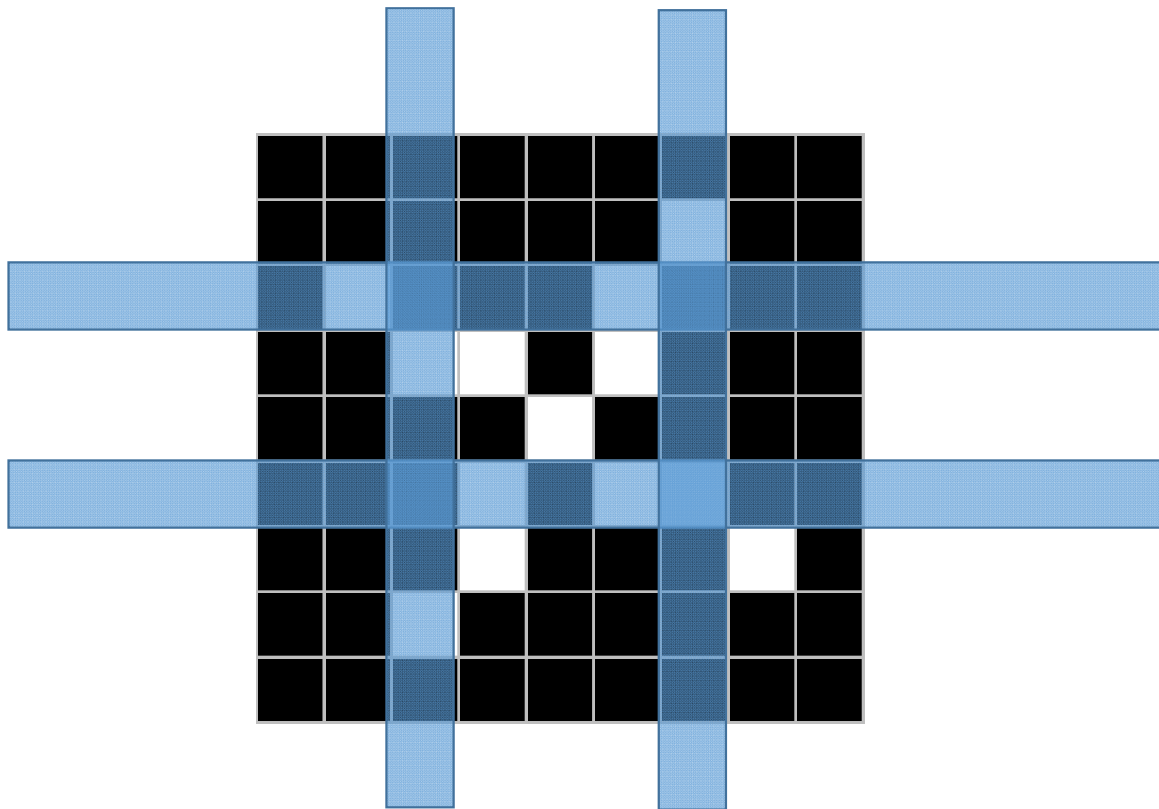


# اما واقعا راه تشخیص چیست؟!



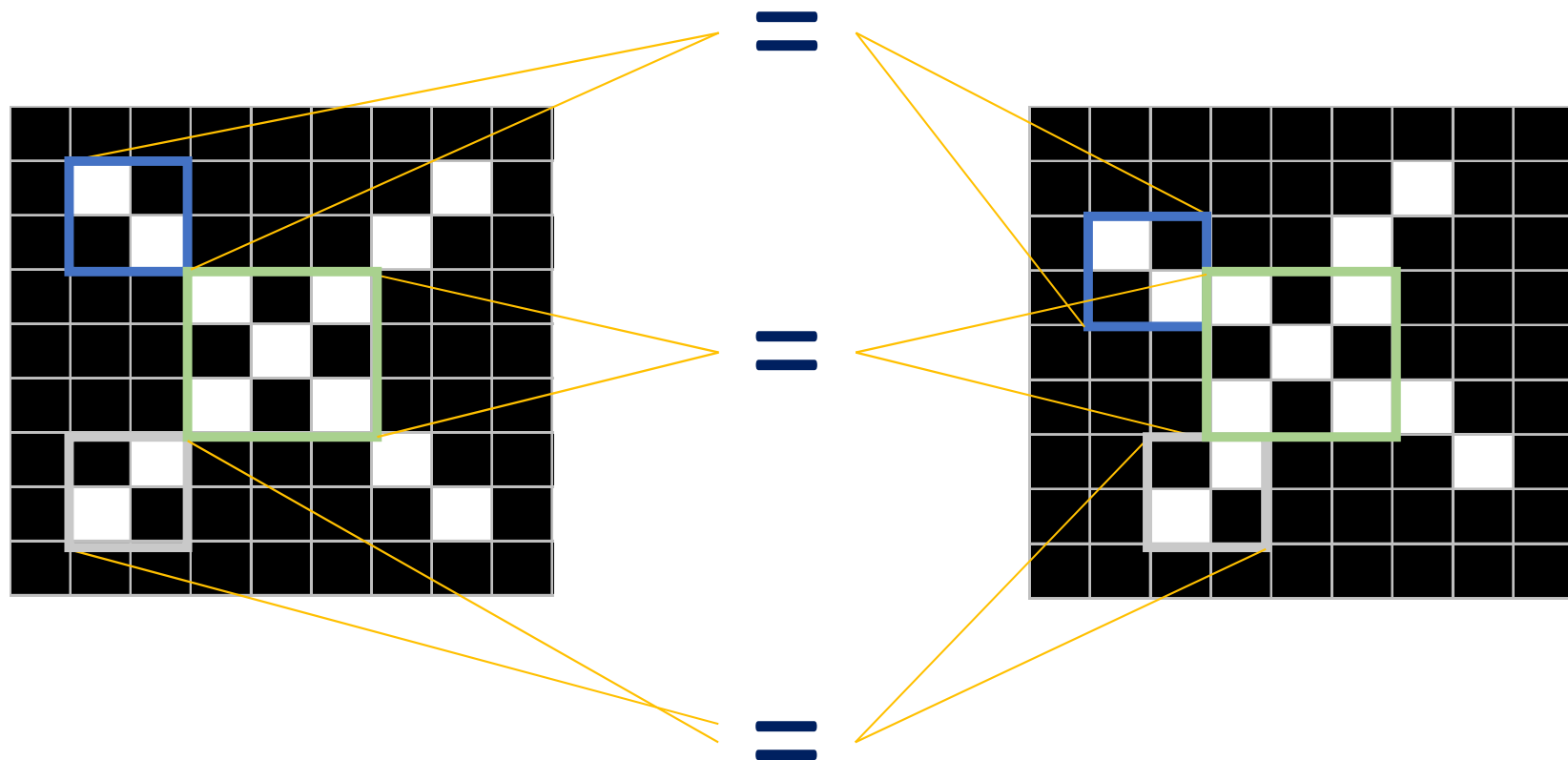
||--  
(2,2,2,2)

# اما واقعا راه تشخیص چیست؟!



||--  
(2,2,2,3)

# پس ConvNet چه ایده‌ای دارد!؟



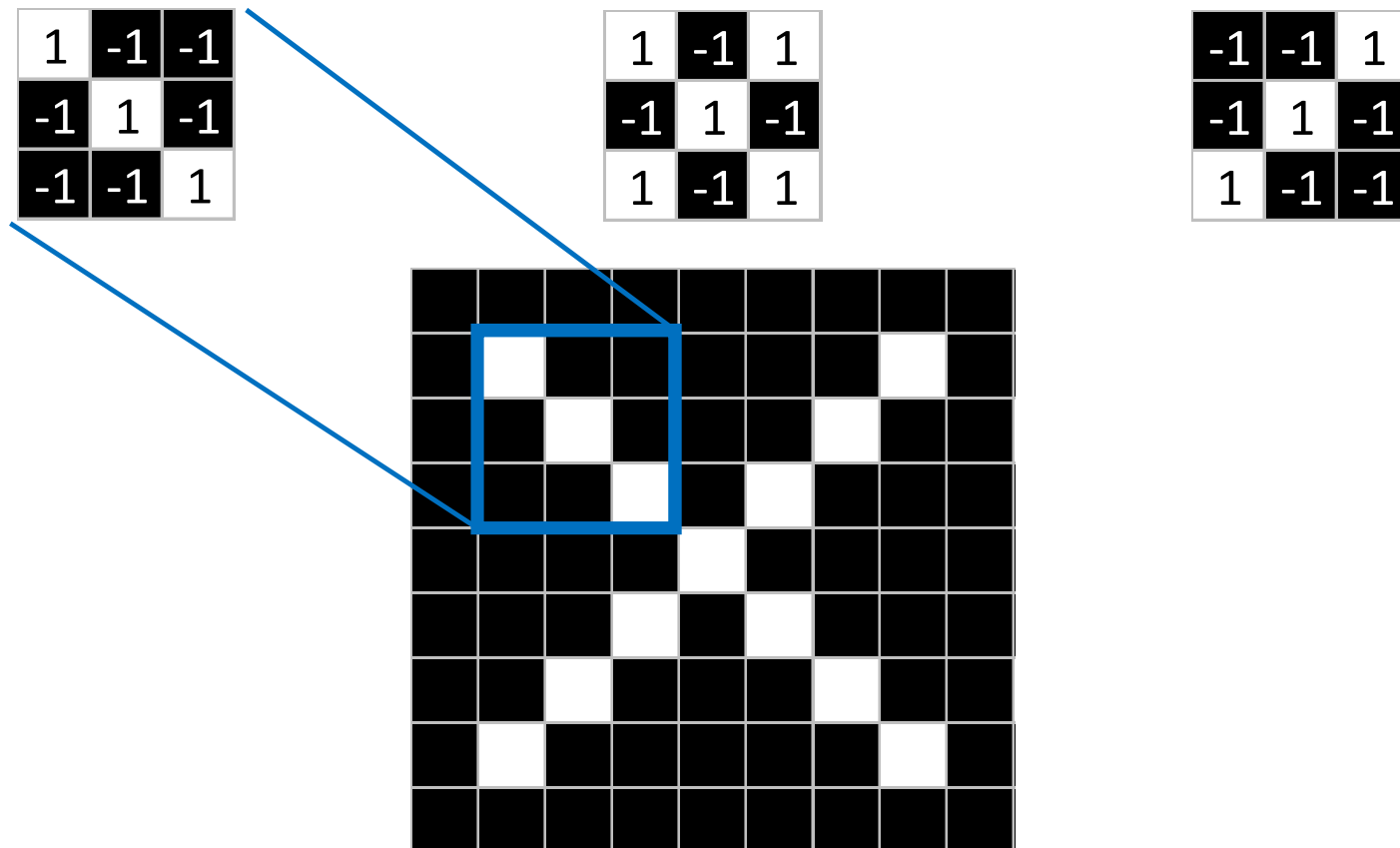
## ویژگی‌های مناسب بدست آمده...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

# ایده ConvNet

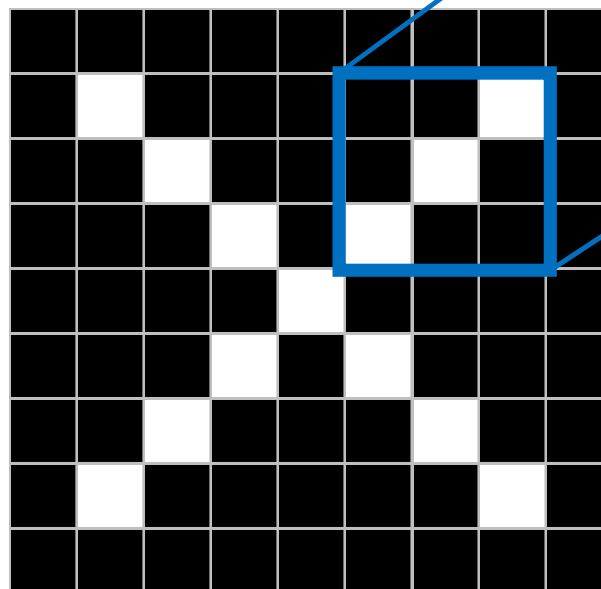


# ایده ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

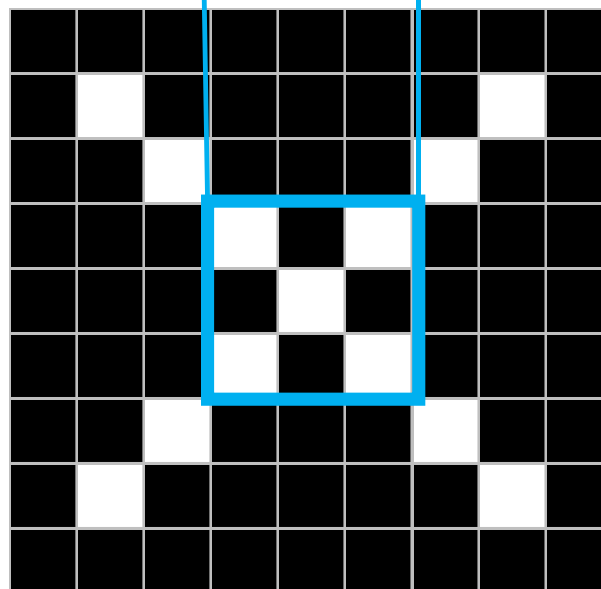


# ایده ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

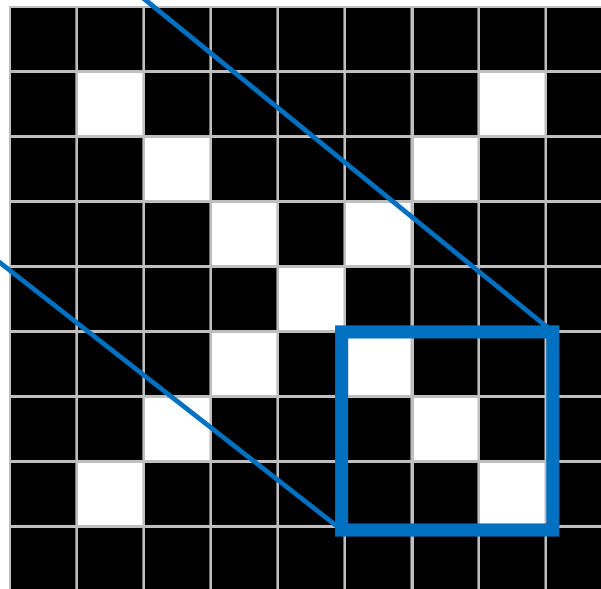


# ایده ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1



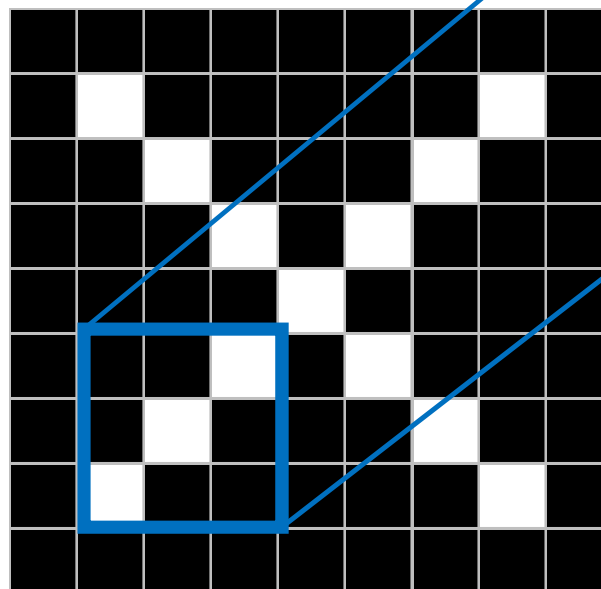


# ایده ConvNet

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1



# فیلترینگ

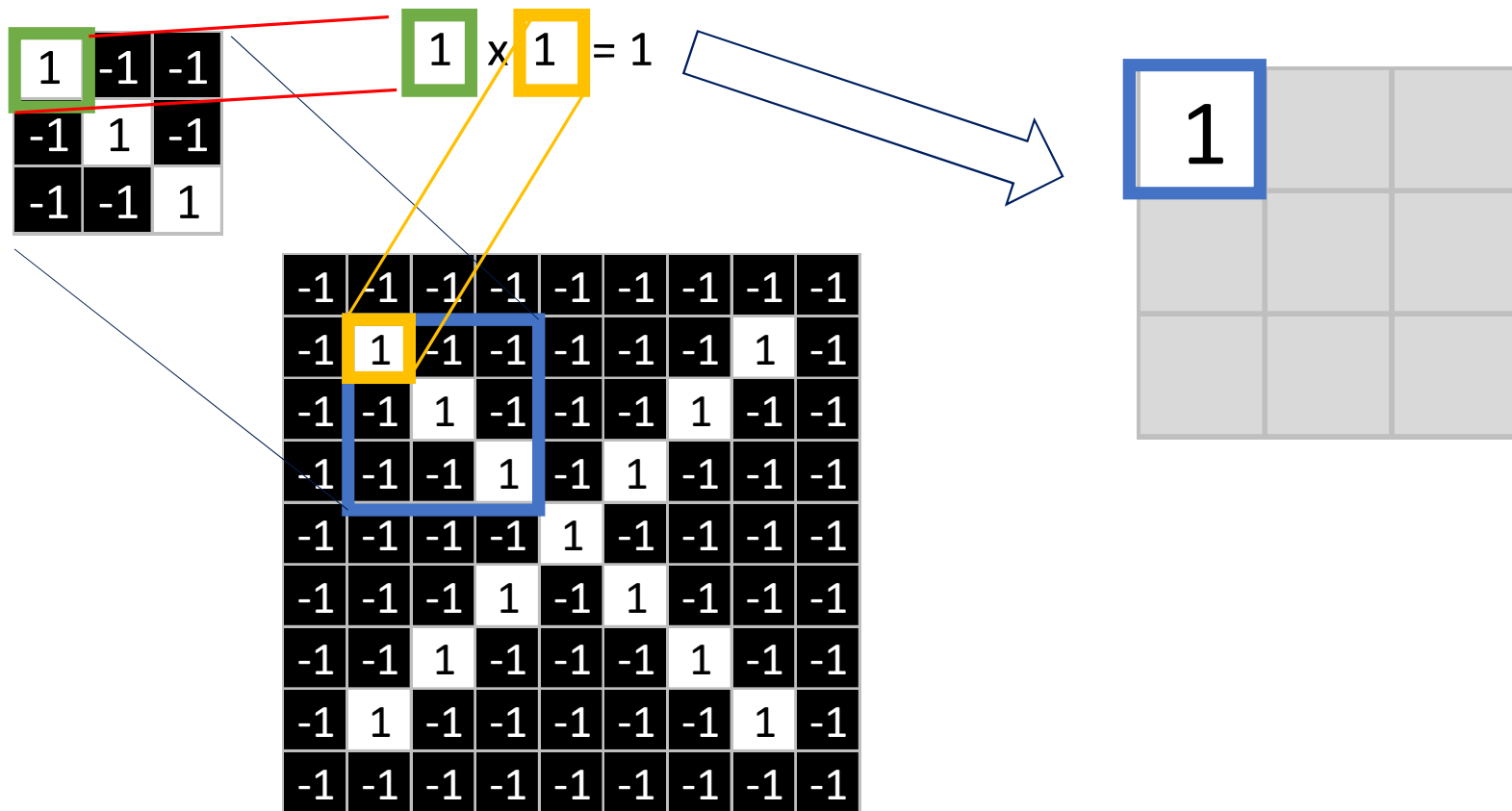
: یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

1. ماتریس ویژگی و تکه‌های تصویر (patch) را آماده کنیم
2. ضرب نقطه‌ای هر پیکسل ماتریس ویژگی در هر پیکسل از تکه عکس
3. جمع همه مقادیر ماتریس بدست آمده
4. جواب تقسیم بر تعداد پیکسل ماتریس ویژگی

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...



# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} = 1$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	

# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} = 1$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	1

# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} = 1$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	1
1		

# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	1
1	1	

# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} = 1$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	1
1	1	1



# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 \end{bmatrix} = 1$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	1
1	1	1
1		

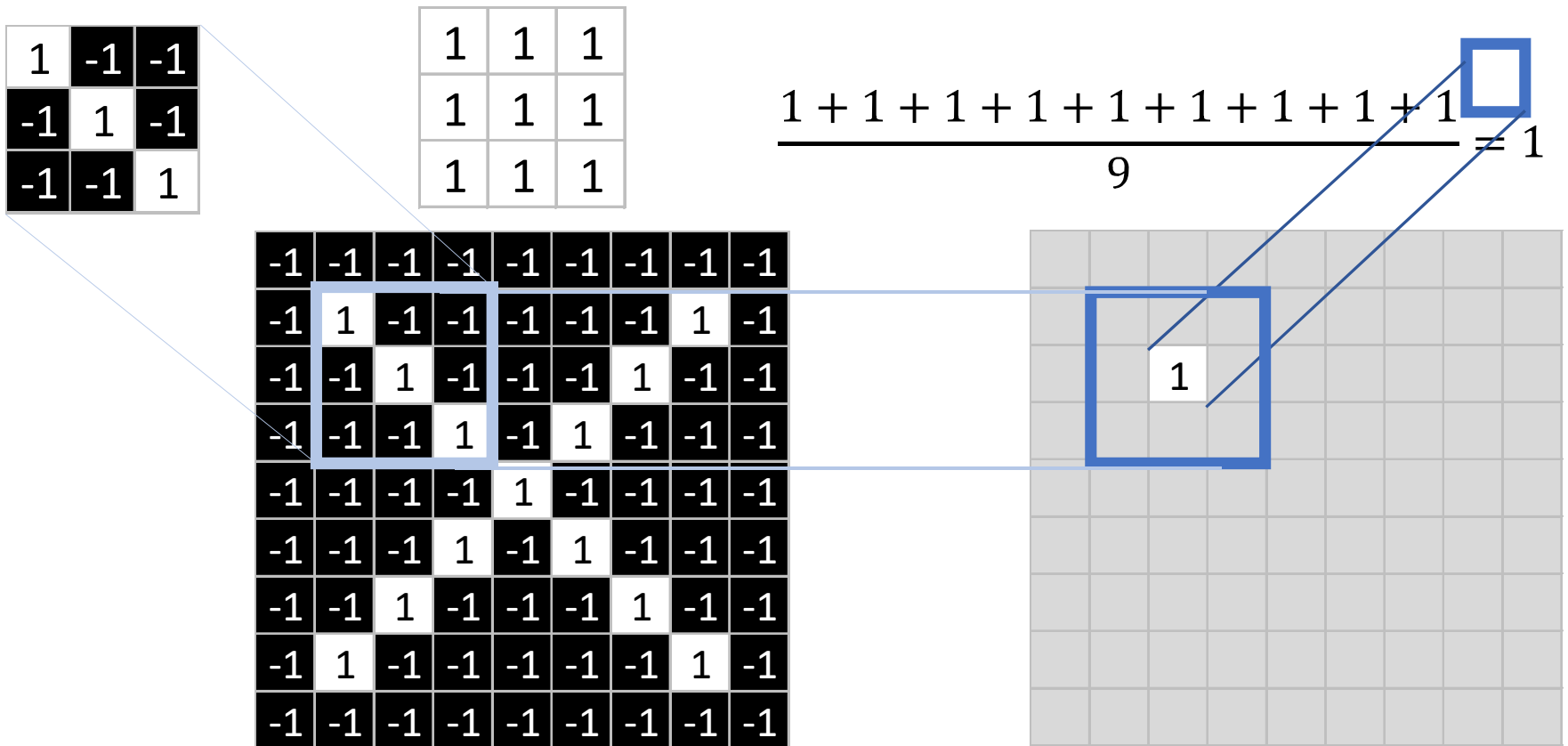
# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} \boxed{-1} \times \boxed{-1} = 1 \\ \text{red lines from } (1,2) \text{ and } (2,1) \end{matrix}$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	1
1	1	1
1	1	

# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...



# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix} = 1$$

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1		

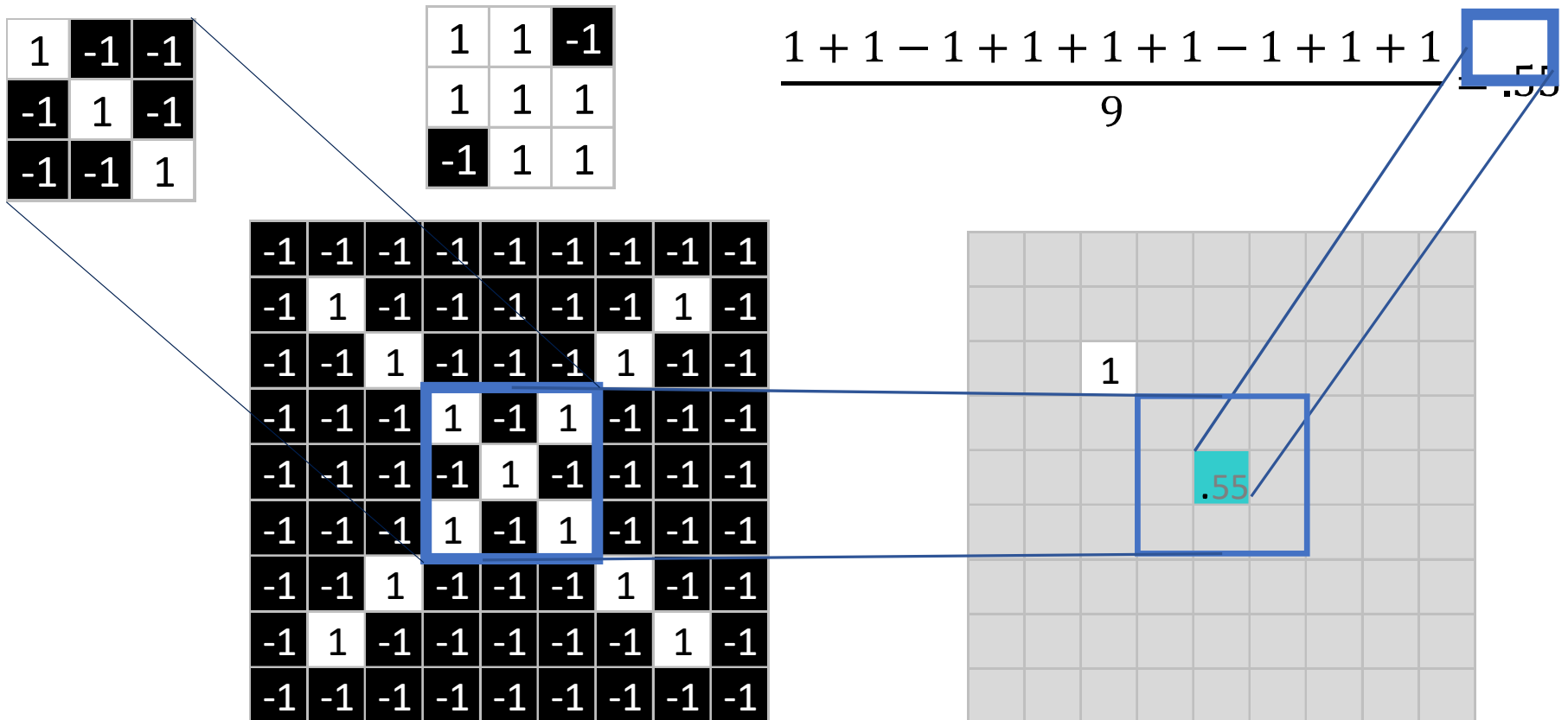
# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

1	1	-1
1	1	1
-1	1	1

# فیلترینگ : یک سری رابطه ریاضی پشت قضیه هست...



# کانولوشن: در واقع همه حالات ممکن تطبیق داشتن را بررسی می کند

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77



# کانولوشن: در واقع همه حالات ممکن تطبیق داشتن را بررسی می کند

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

=

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

=

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	1

=

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



-1	-1	1
-1	1	-1
1	-1	-1

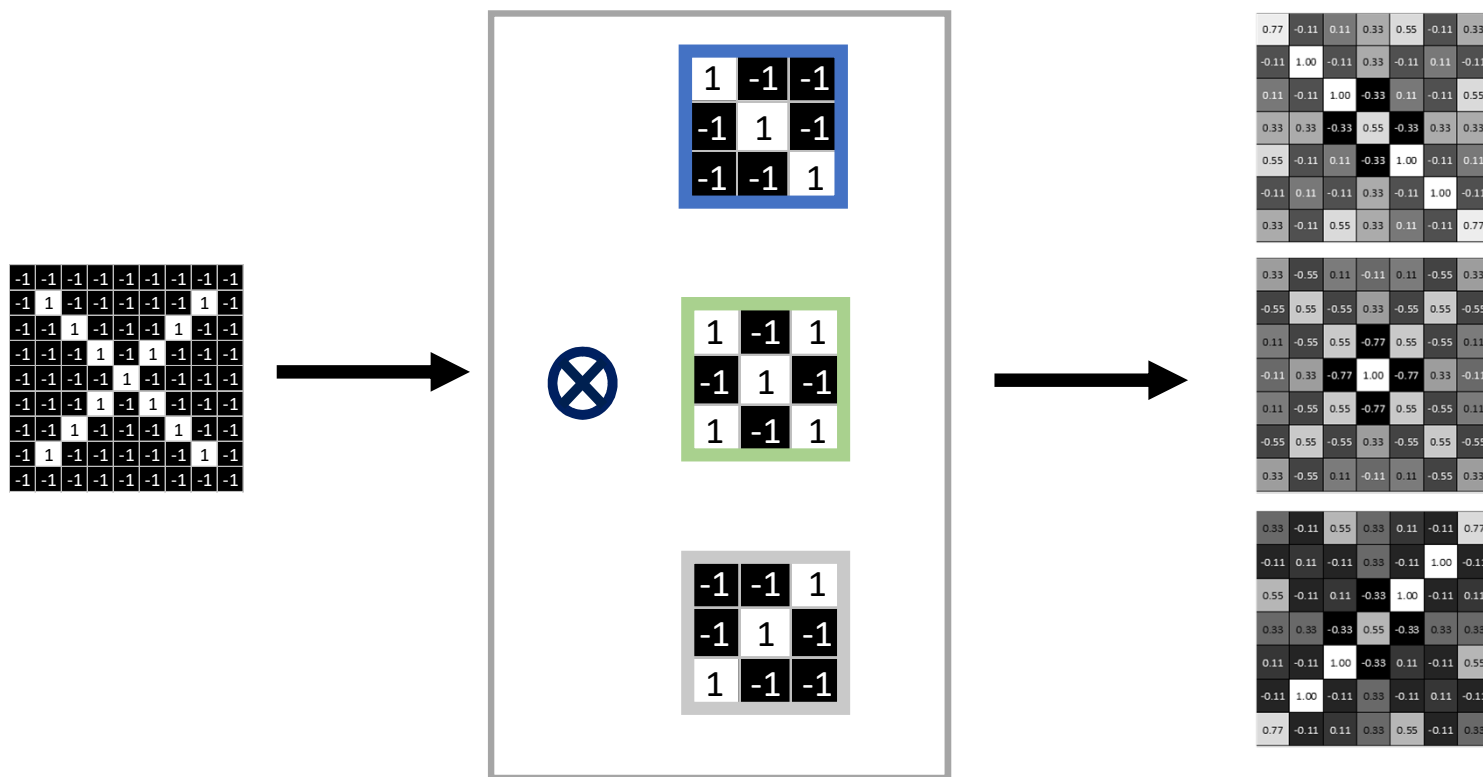
=

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33

لایه  
کانولوشن

Deep learning courses - 2018

# لایه کانولوشن: در واقع هر عکس به مجموعه‌ای از عکس‌های فیلترشده تبدیل می‌کند



# لایه کانولوشن: در واقع هر عکس به مجموعه‌ای از عکس‌های فیلترشده تبدیل می‌کند

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1

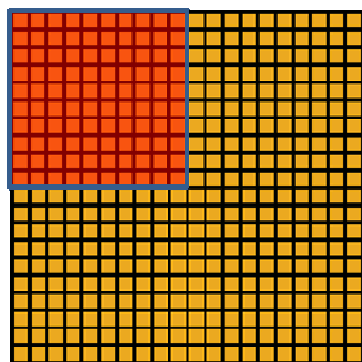


0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	-0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

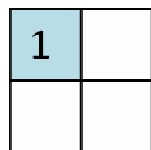
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33

# ادغام (پولینگ؛ Pooling)



Convolved  
feature

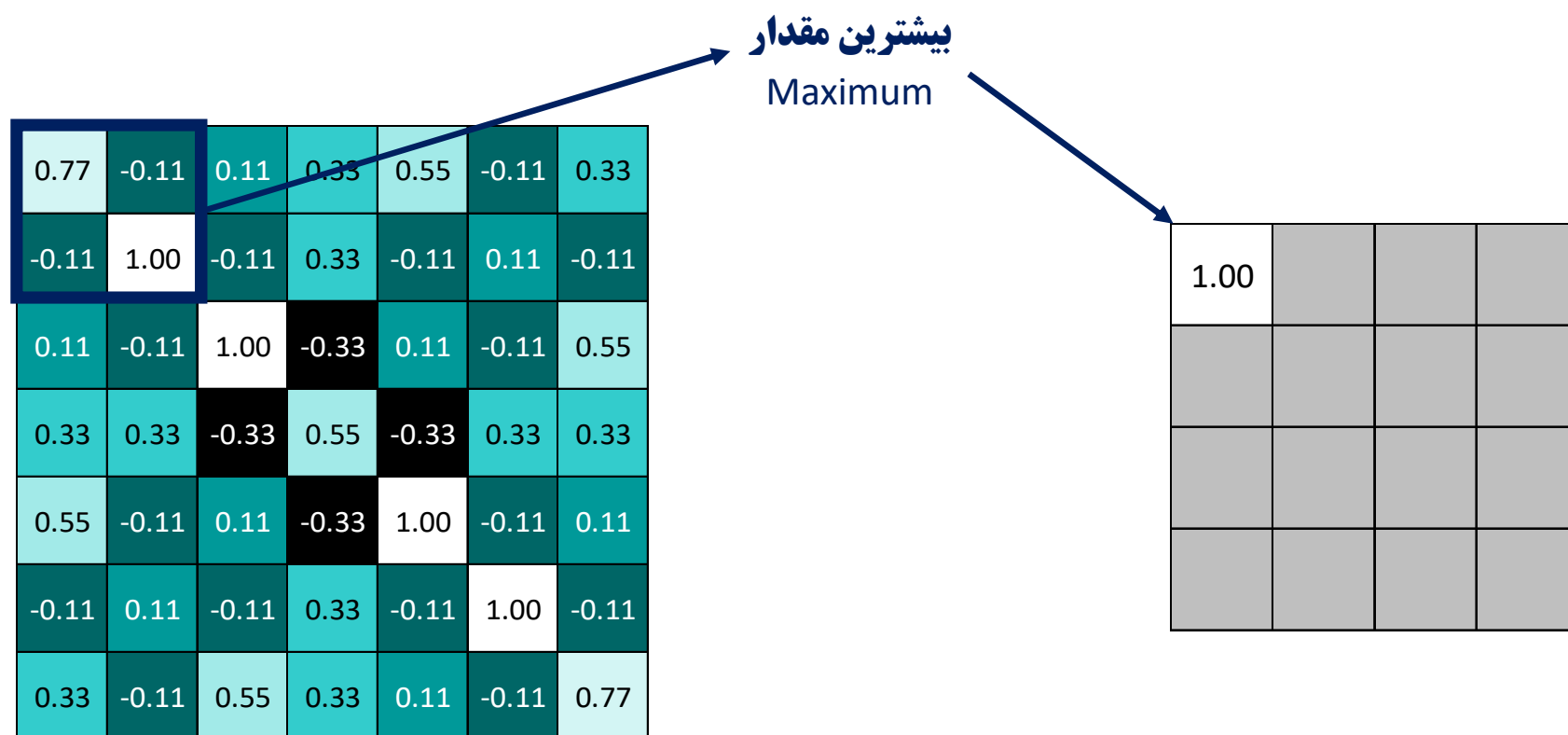


Pooled  
feature

<http://ufldl.stanford.edu/tutorial/supervised/Pooling/>

1. انتخاب اندازه پنجره
2. انتخاب گام حرکت
3. حرکت دادن پنجره روی تصاویر فیلترشده
4. در گام آخر؛ **بیشترین مقدار** هر پنجره را انتخاب می کنیم

# ادغام (پولینگ؛ Pooling)



# ادغام (پولینگ؛ Pooling)

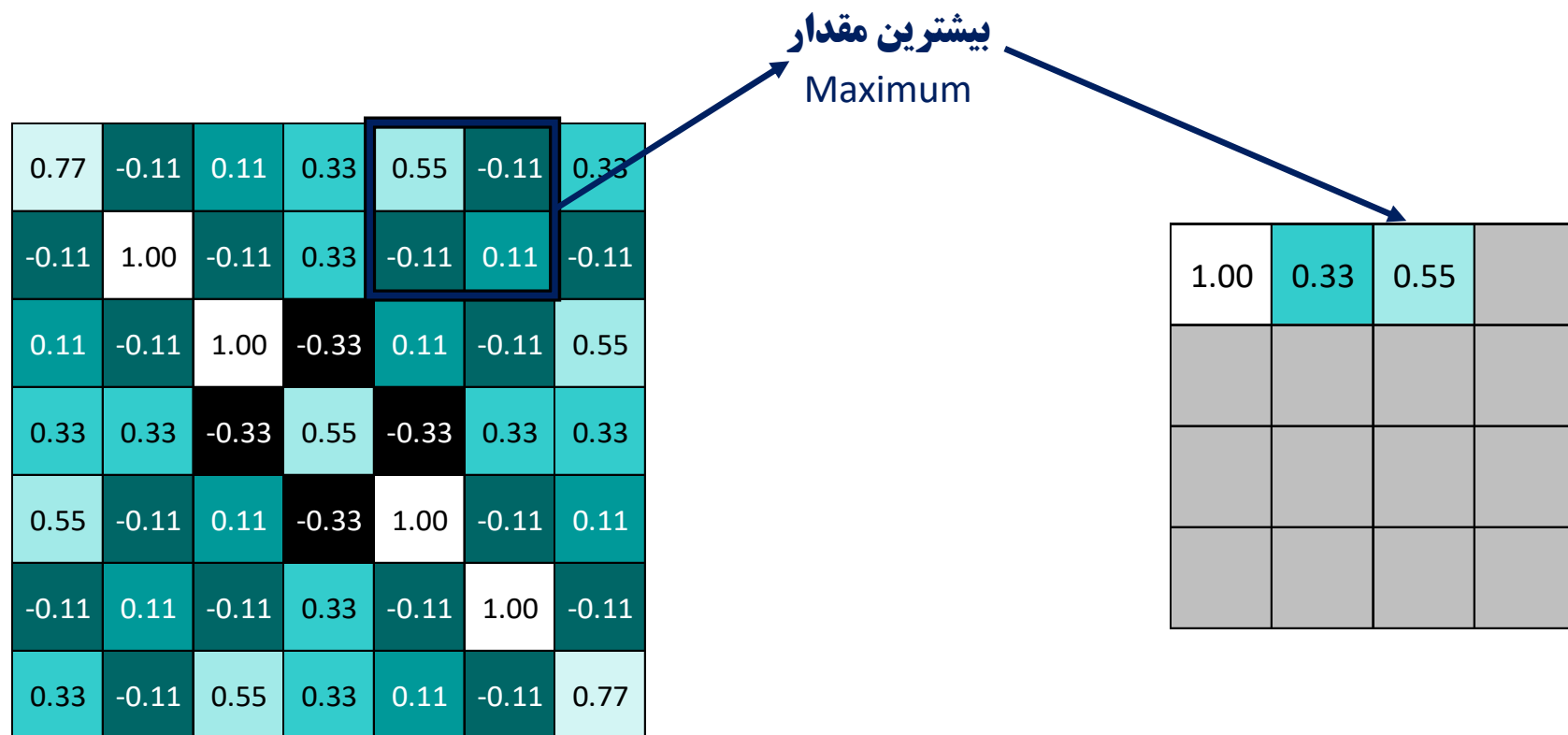
بیشترین مقدار  
Maximum

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

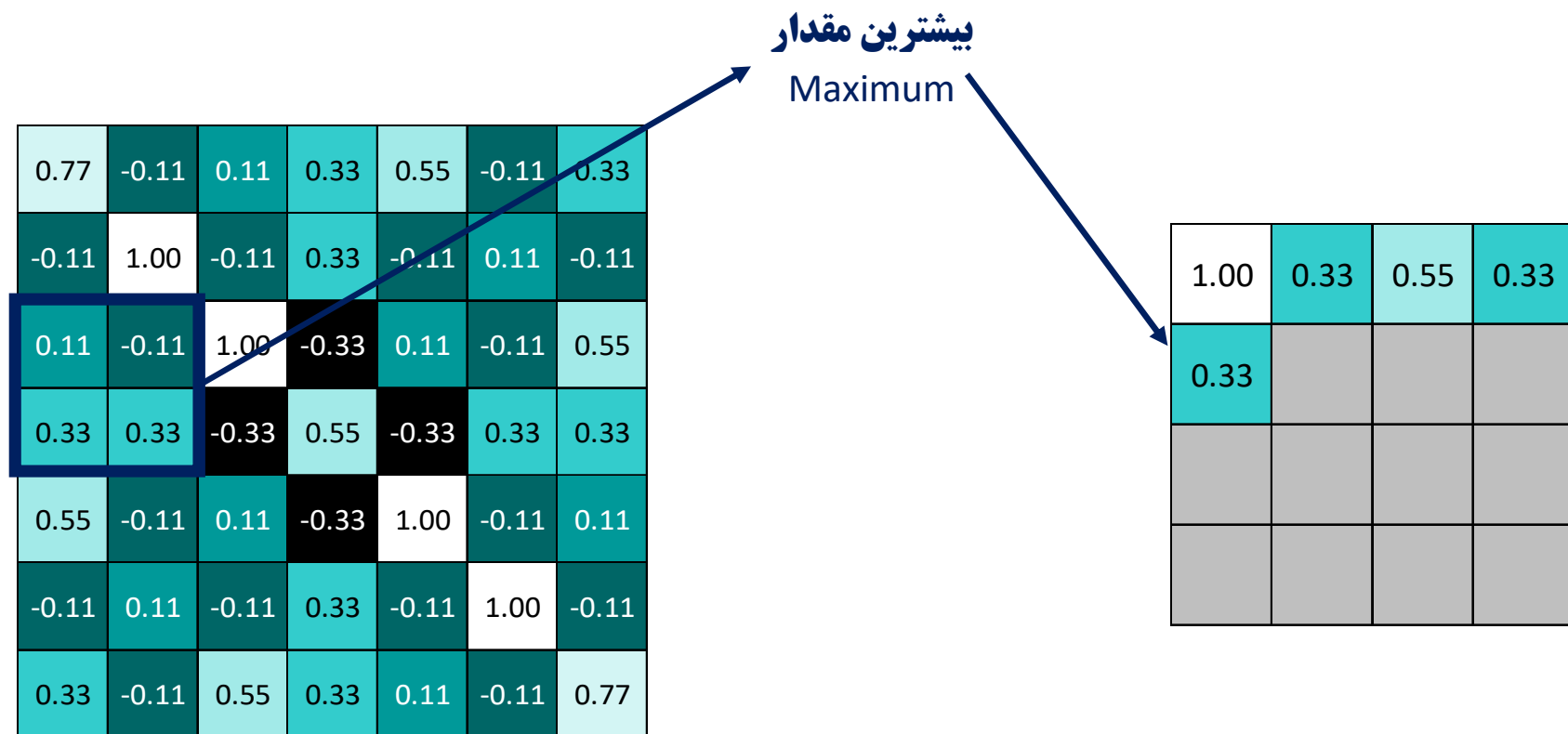
1.00	0.33		



# ادغام (پولینگ؛ Pooling)



# ادغام (پولینگ؛ Pooling)



# ادغام (پولینگ؛ Pooling)

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

max pooling

1.00	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.33	0.55
0.55	0.33	1.00	0.11
0.33	0.55	0.11	0.77

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77



1.00	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.33	0.55
0.55	0.33	1.00	0.11
0.33	0.55	0.11	0.77

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33



0.55	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.55	0.11
0.55	0.55	0.55	0.11
0.33	0.11	0.11	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33



0.33	0.55	1.00	0.77
0.55	0.55	1.00	0.33
1.00	1.00	0.11	0.55
0.77	0.33	0.55	0.33

# لایه ادغام (پولینگ؛ Pooling)

Deep learning courses - 2018

# لایه ادغام (پولینگ؛ Pooling)

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33

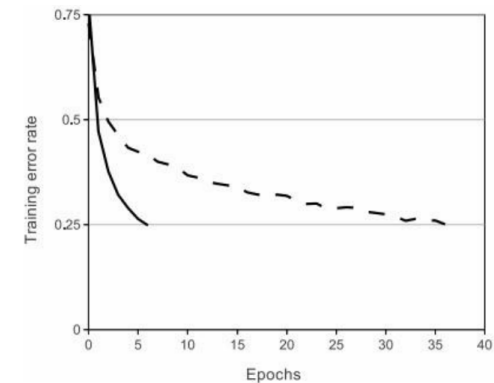
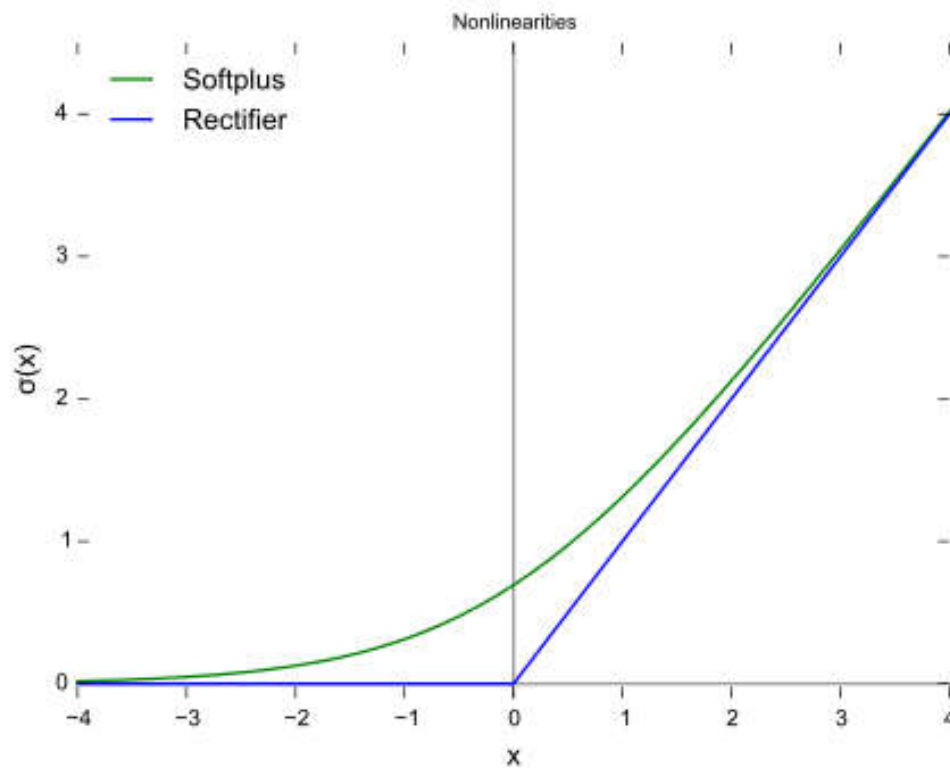
1.00	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.33	0.55
0.55	0.33	1.00	0.11
0.33	0.55	0.11	0.77

0.55	0.33	0.55	0.33
0.33	1.00	0.55	0.11
0.55	0.55	0.55	0.11
0.33	0.11	0.11	0.33

0.33	0.55	1.00	0.77
0.55	0.55	1.00	0.33
1.00	1.00	0.11	0.55
0.77	0.33	0.55	0.33



# هنجار سازی (نرمال سازی؛ Normalization) : Rectified Linear Units (ReLUs)



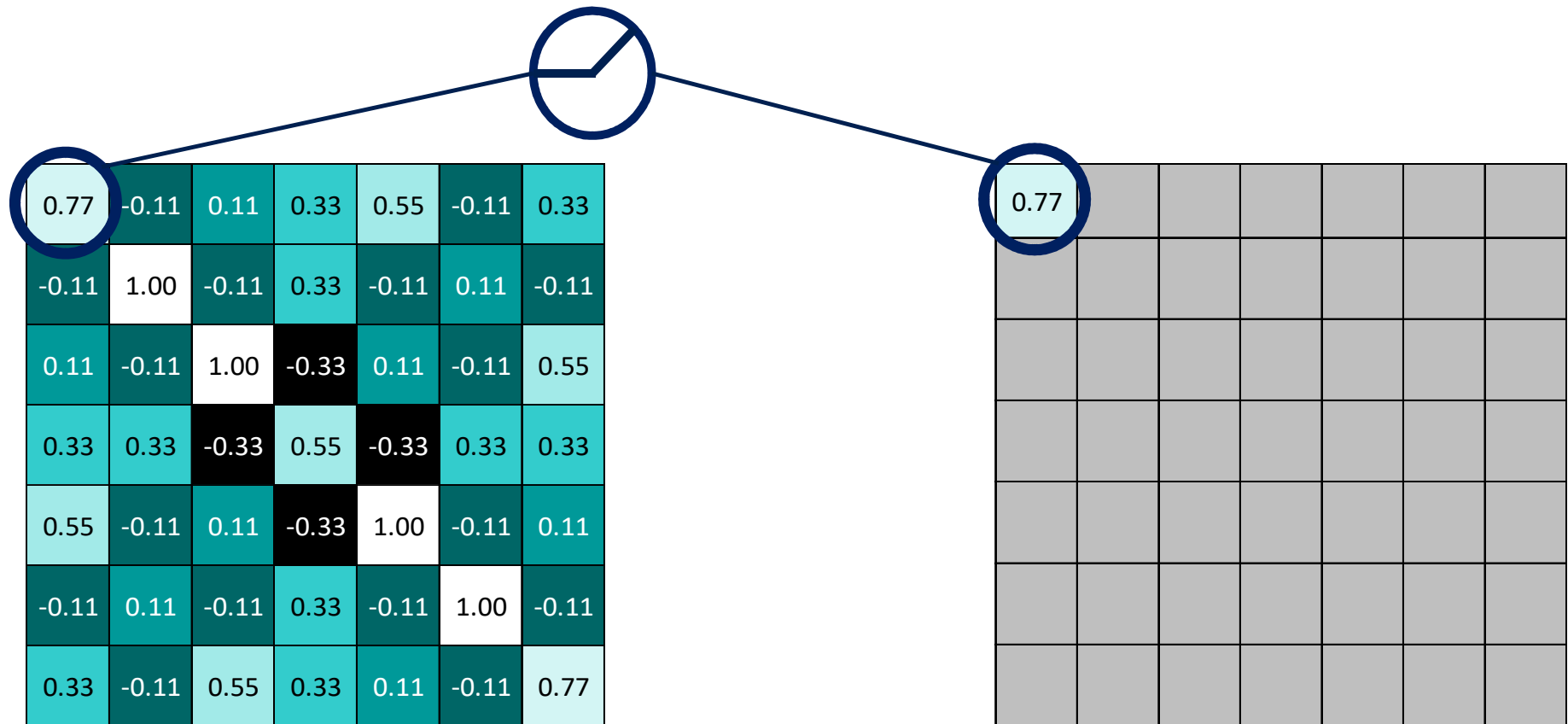
## مقایسه تابع Relue با tanh

برای نمایش بهبود شش برابری همگرایی با ReLU (خط ساده)

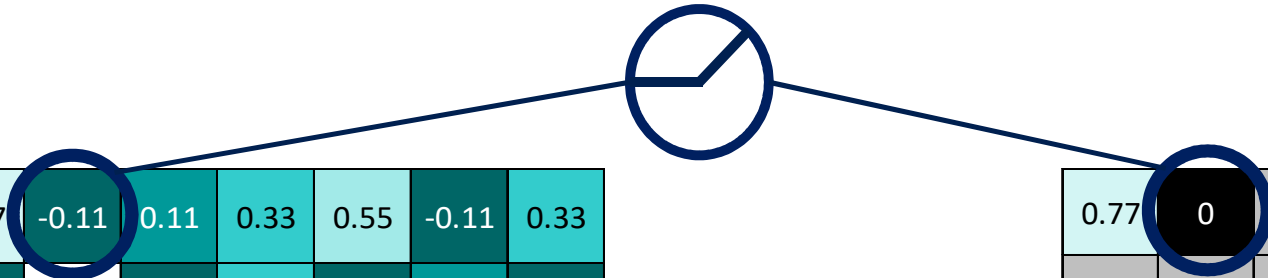
در برابر همگرایی با Tanh (خط چین)  
<https://papers.mpi-sws.org/paper/4924-image-net-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf>

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Rectifier\\_and\\_softplus\\_functions.svg#/media/File:Rectifier\\_and\\_softplus\\_functions.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Rectifier_and_softplus_functions.svg#/media/File:Rectifier_and_softplus_functions.svg)

# هنجار سازی (نرمال سازی؛ Normalization) : Rectified Linear Units (ReLUs)



# هنجار سازی (نرمال سازی؛ Normalization) : Rectified Linear Units (ReLUs)

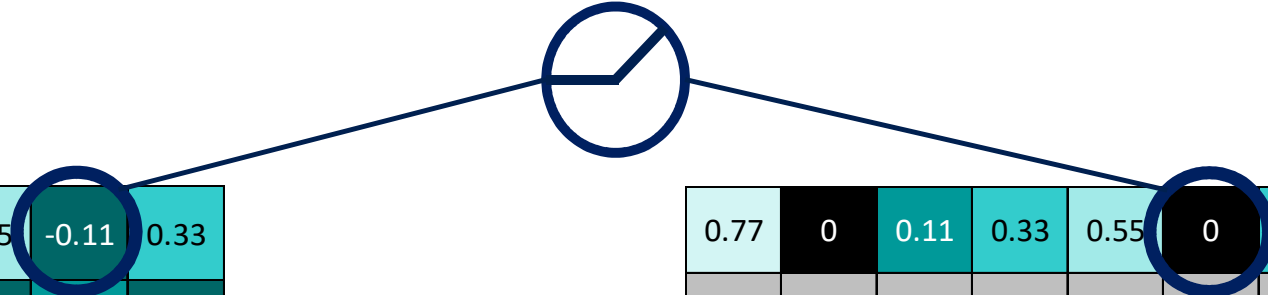


0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

0.77	0					



# هنجار سازی (نرمال سازی؛ Normalization) : Rectified Linear Units (ReLUs)

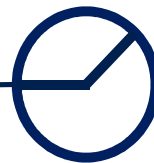


0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

0.77	0	0.11	0.33	0.55	0	0.33

# هنجار سازی (نرمال سازی؛ Normalization) : Rectified Linear Units (ReLUs)

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

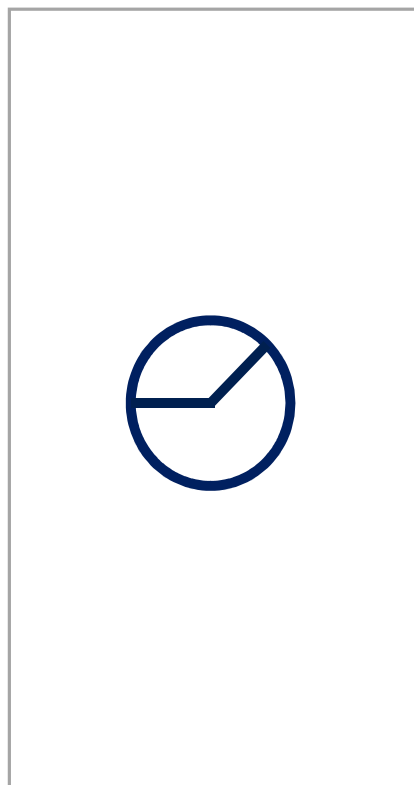


0.77	0	0.11	0.33	0.55	0	0.33
0	1.00	0	0.33	0	0.11	0
0.11	0	1.00	0	0.11	0	0.55
0.33	0.33	0	0.55	0	0.33	0.33
0.55	0	0.11	0	1.00	0	0.11
0	0.11	0	0.33	0	1.00	0
0.33	0	0.55	0.33	0.11	0	0.77

0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77

0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.11	0.33	-0.77	1.00	-0.77	0.33	-0.11
0.11	-0.55	0.55	-0.77	0.55	-0.55	0.11
-0.55	0.55	-0.55	0.33	-0.55	0.55	-0.55
0.33	-0.55	0.11	-0.11	0.11	-0.55	0.33

0.33	-0.11	0.55	0.33	0.11	-0.11	0.77
-0.11	0.11	-0.11	0.33	-0.11	1.00	-0.11
0.55	-0.11	0.11	-0.33	1.00	-0.11	0.11
0.33	0.33	-0.33	0.55	-0.33	0.33	0.33
0.11	-0.11	1.00	-0.33	0.11	-0.11	0.55
-0.11	1.00	-0.11	0.33	-0.11	0.11	-0.11
0.77	-0.11	0.11	0.33	0.55	-0.11	0.33



0.77	0	0.11	0.33	0.55	0	0.33
0	1.00	0	0.33	0	0.11	0
0.11	0	1.00	0	0.11	0	0.55
0.33	0.33	0	0.55	0	0.33	0.33
0.55	0	0.11	0	1.00	0	0.11
0	0.11	0	0.33	0	1.00	0
0.33	0	0.55	0.33	0.11	0	0.77

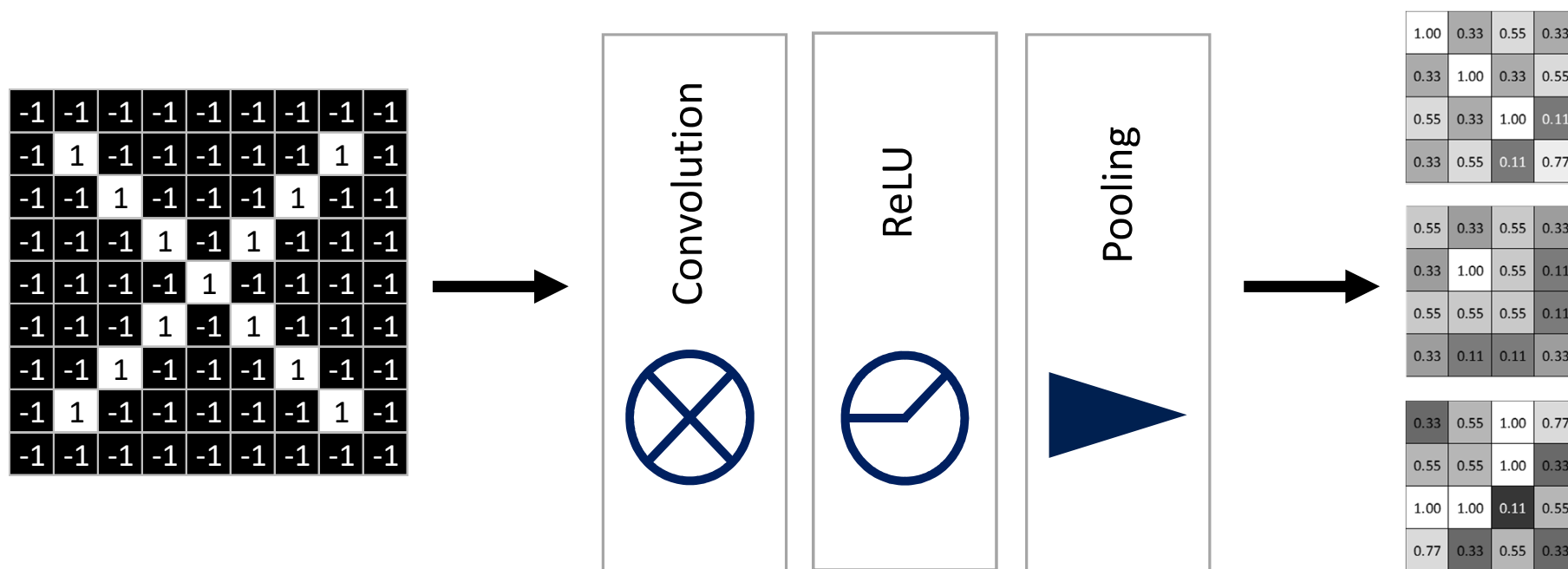
0.33	0	0.11	0	0.11	0	0.33
0	0.55	0	0.33	0	0.55	0
0.11	0	0.55	0	0.55	0	0.11
0	0.33	0	1.00	0	0.33	0
0.11	0	0.55	0	0.55	0	0.11
0	0.55	0	0.33	0	0.55	0
0.33	0	0.11	0	0.11	0	0.33

0.33	0	0.55	0.33	0.11	0	0.77
0	0.11	0	0.33	0	1.00	0
0.55	0	0.11	0	1.00	0	0.11
0.33	0.33	0	0.55	0	0.33	0.33
0.11	0	1.00	0	0.11	0	0.55
0	1.00	0	0.33	0	0.11	0
0.77	0	0.11	0.33	0.55	0	0.33

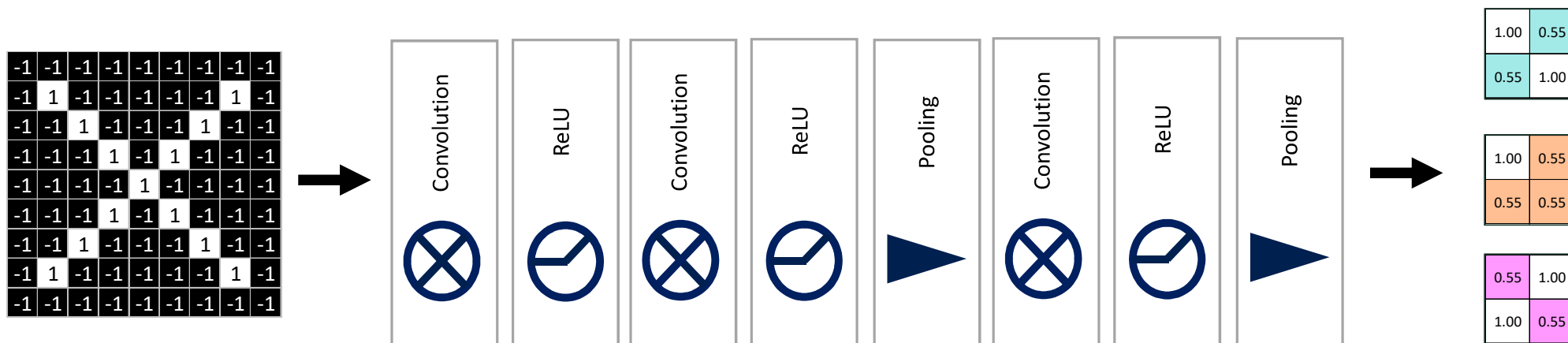
لایه Relu

Deep learning courses - 2018

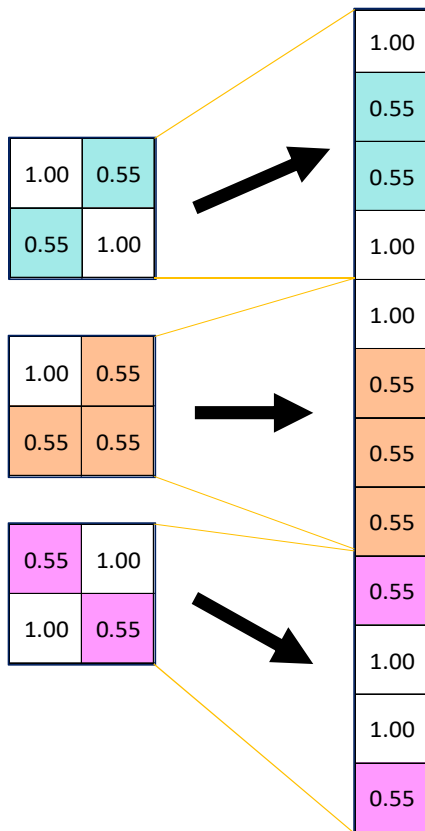
## طراحی مثال چندین لایه از موارد فراگیری شده



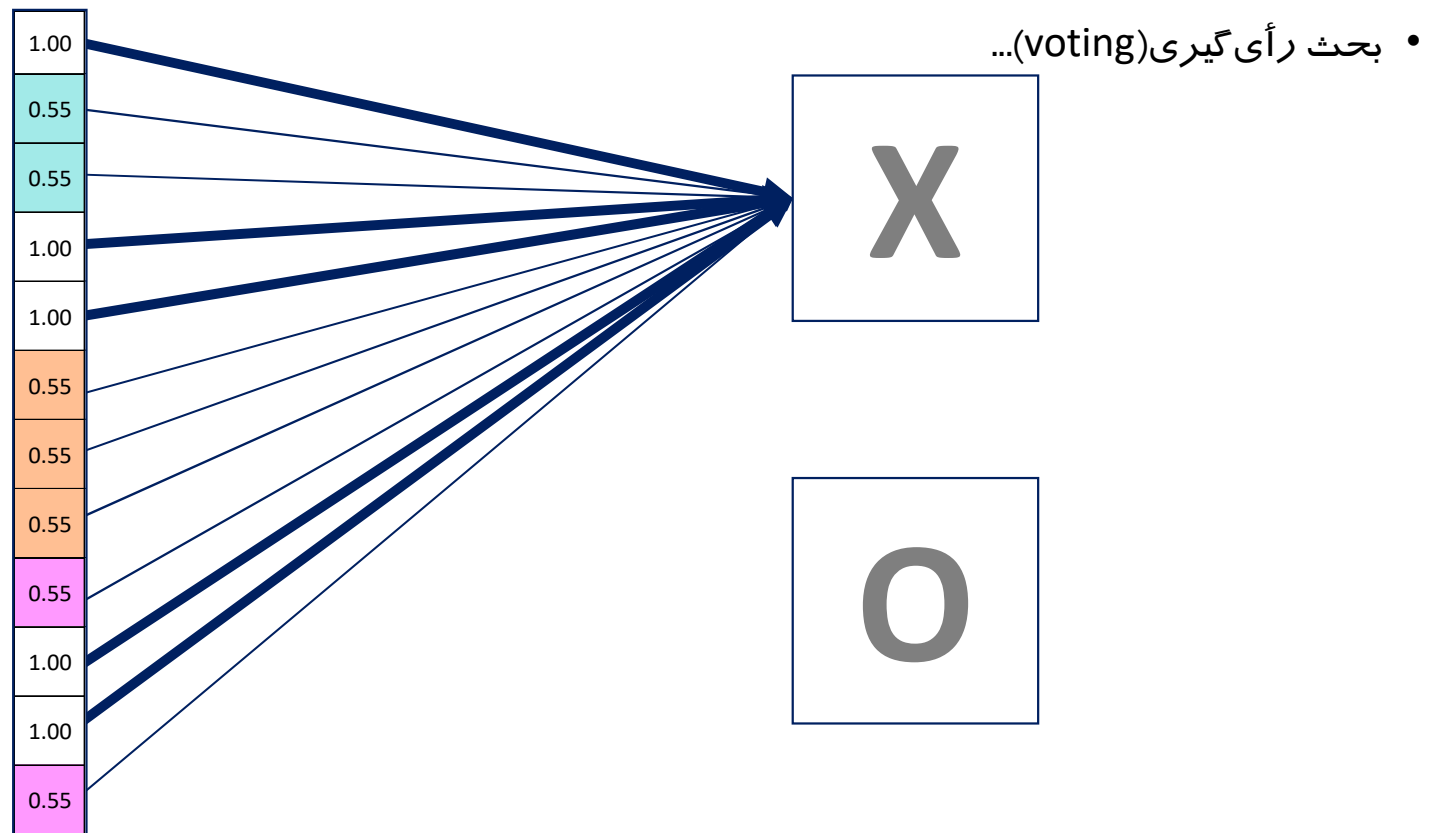
# طراحی مثال چندین لایه از موارد فراگیری شده؛ (Deep stacking)



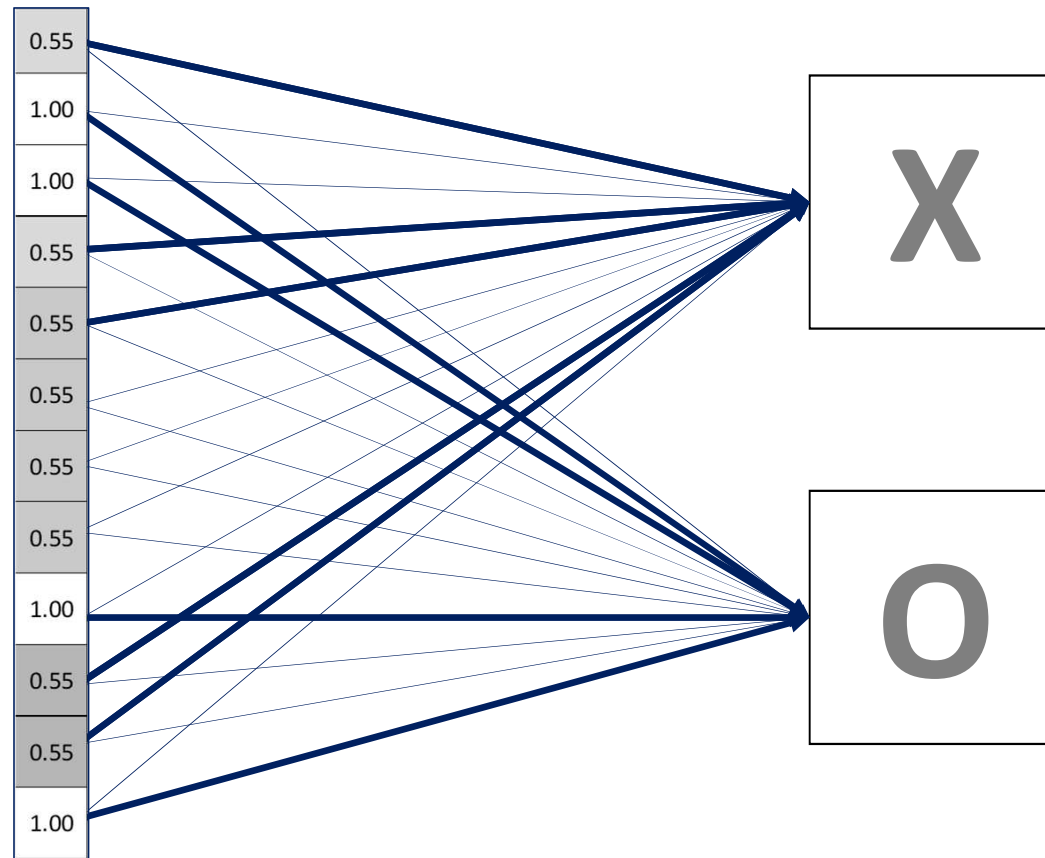
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

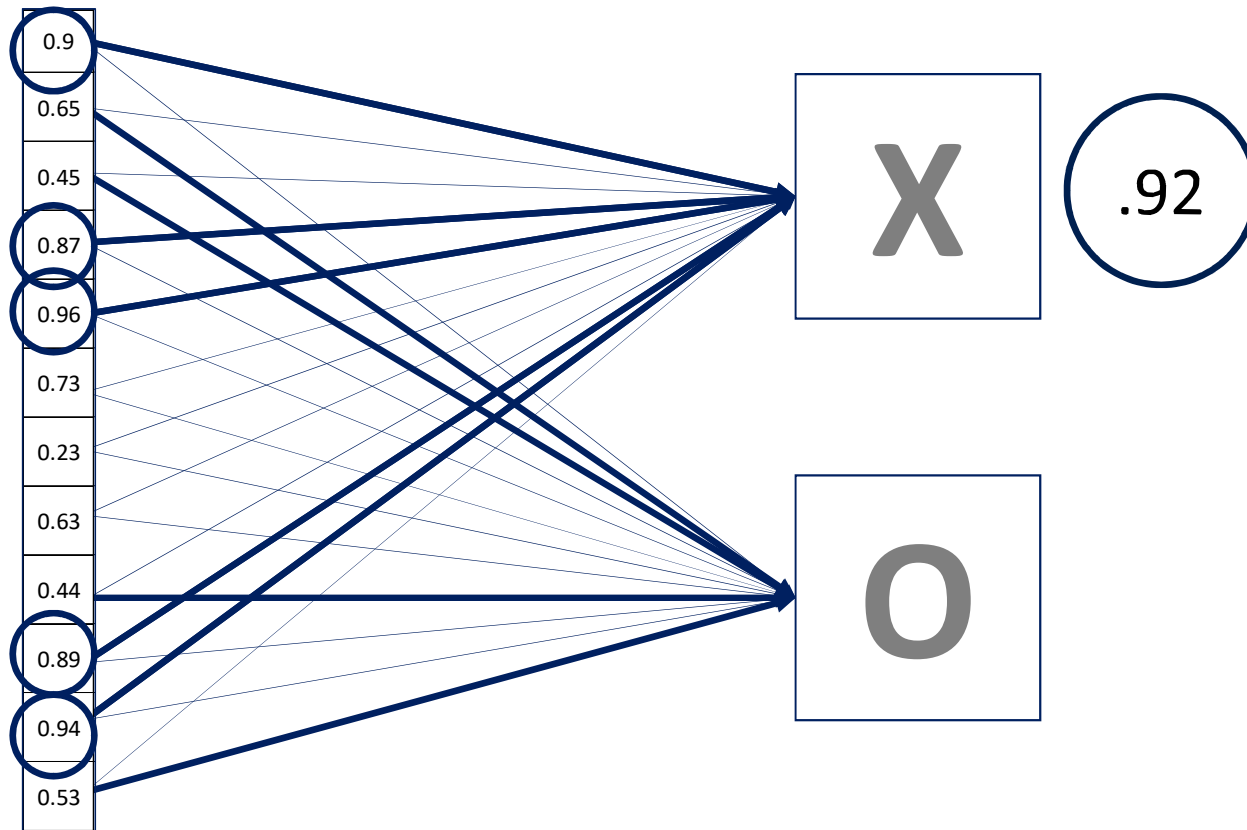


# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

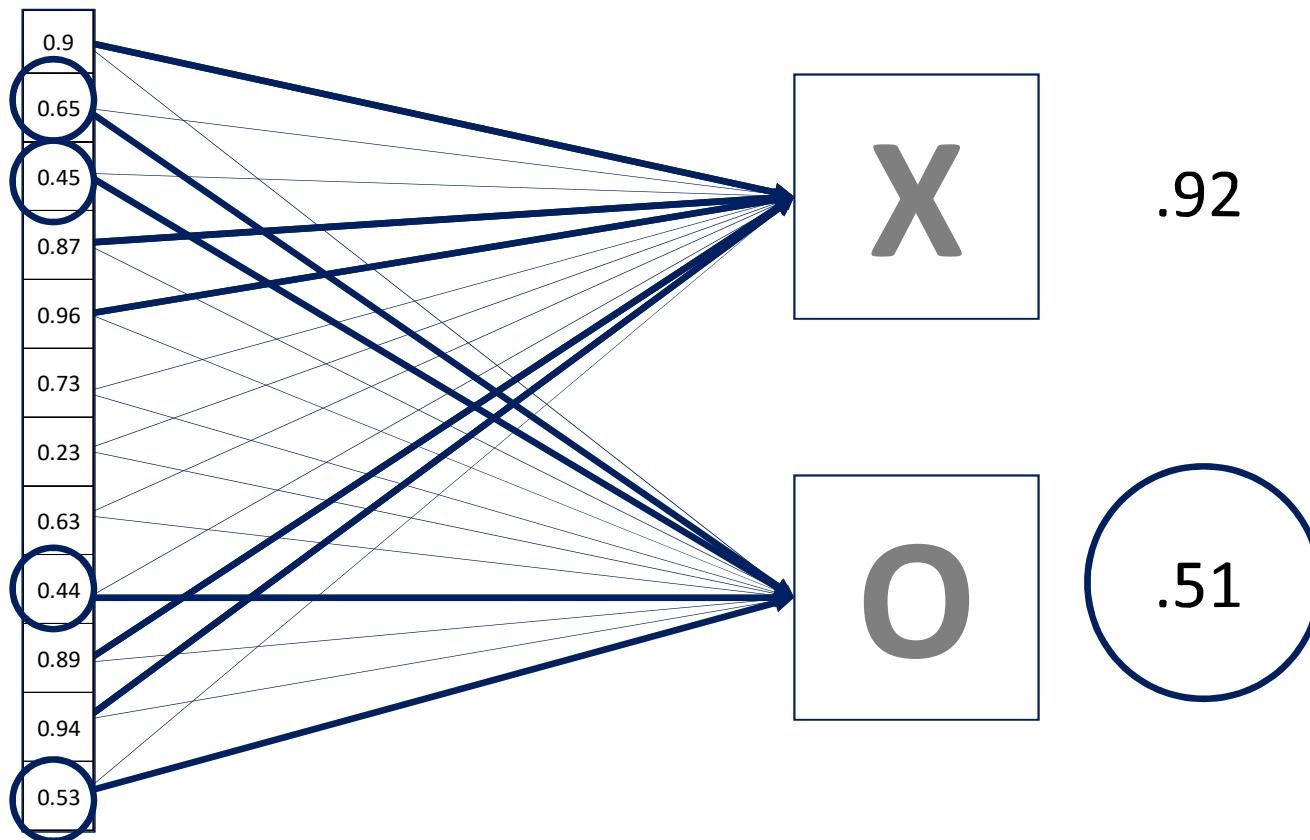




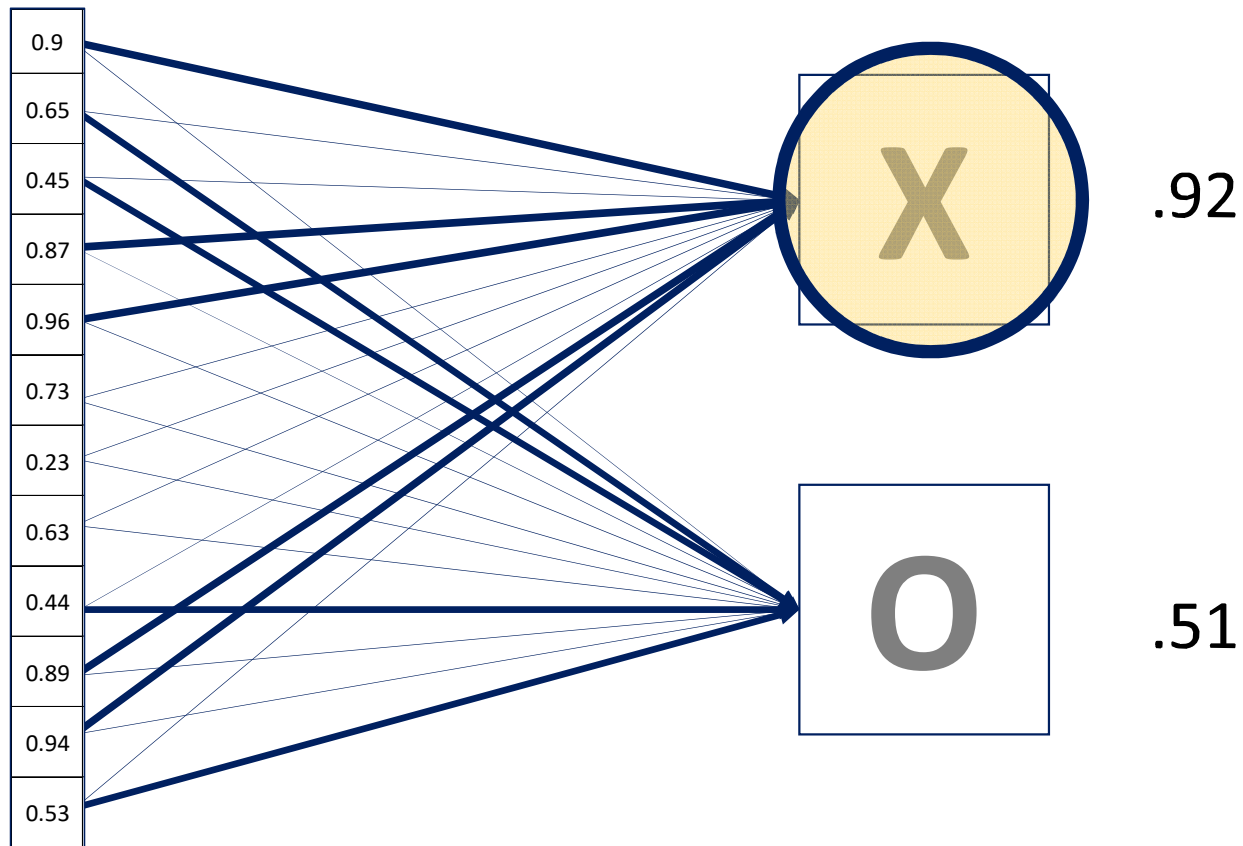
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

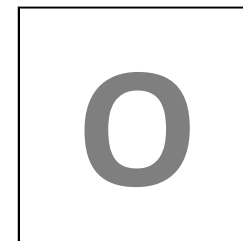
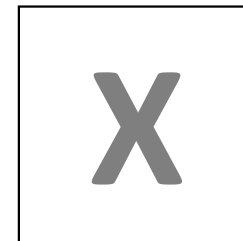
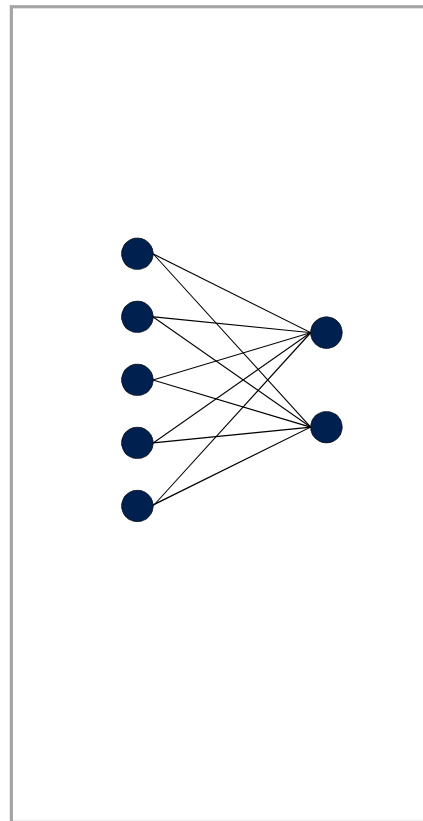


# لایه تمام متصل (Fully connected layer)



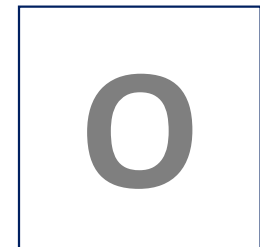
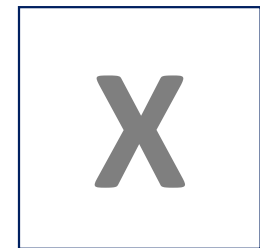
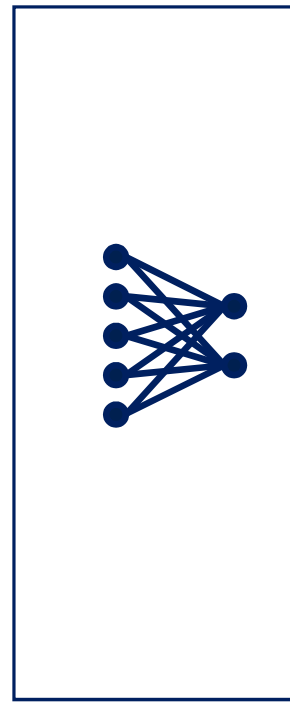
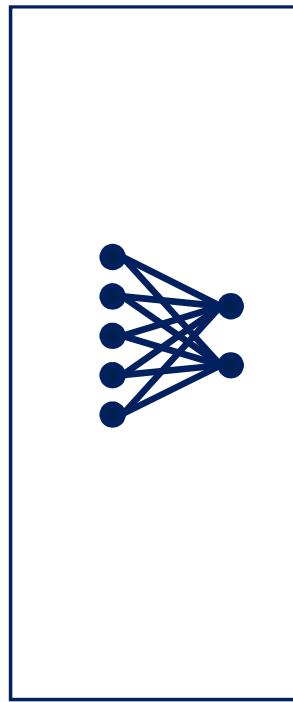
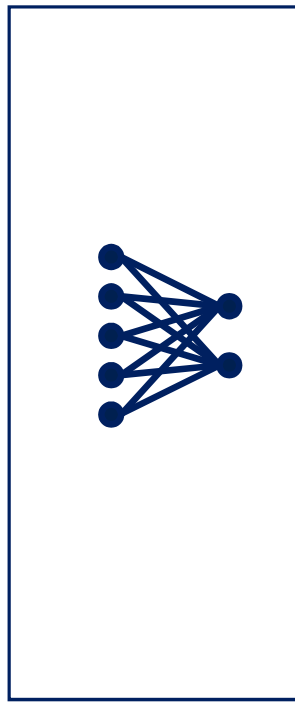
# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

0.9
0.65
0.45
0.87
0.96
0.73
0.23
0.63
0.44
0.89
0.94
0.53

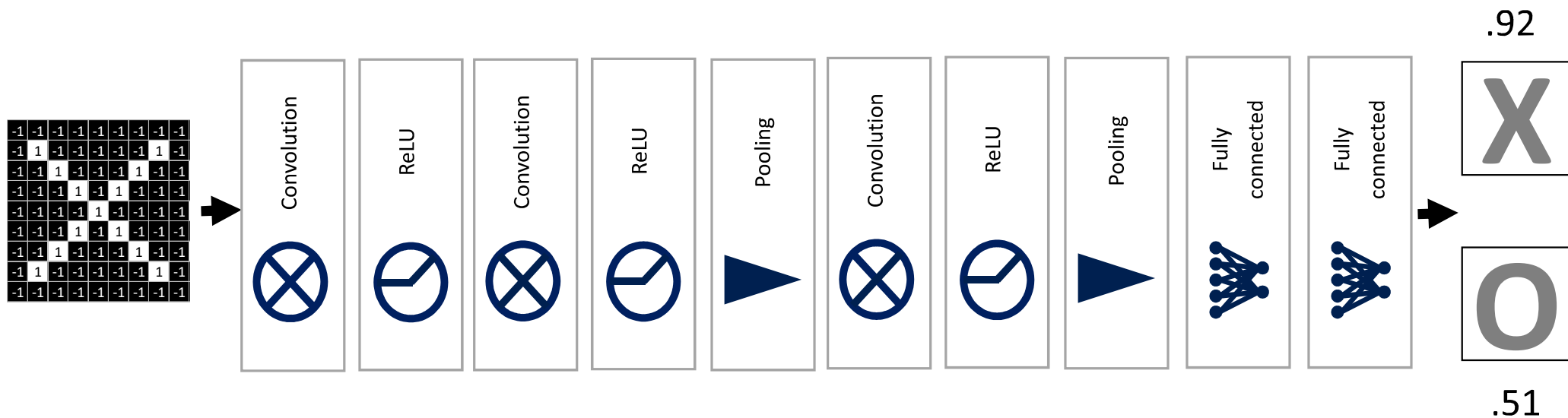


# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

0.9
0.65
0.45
0.87
0.96
0.73
0.23
0.63
0.44
0.89
0.94
0.53

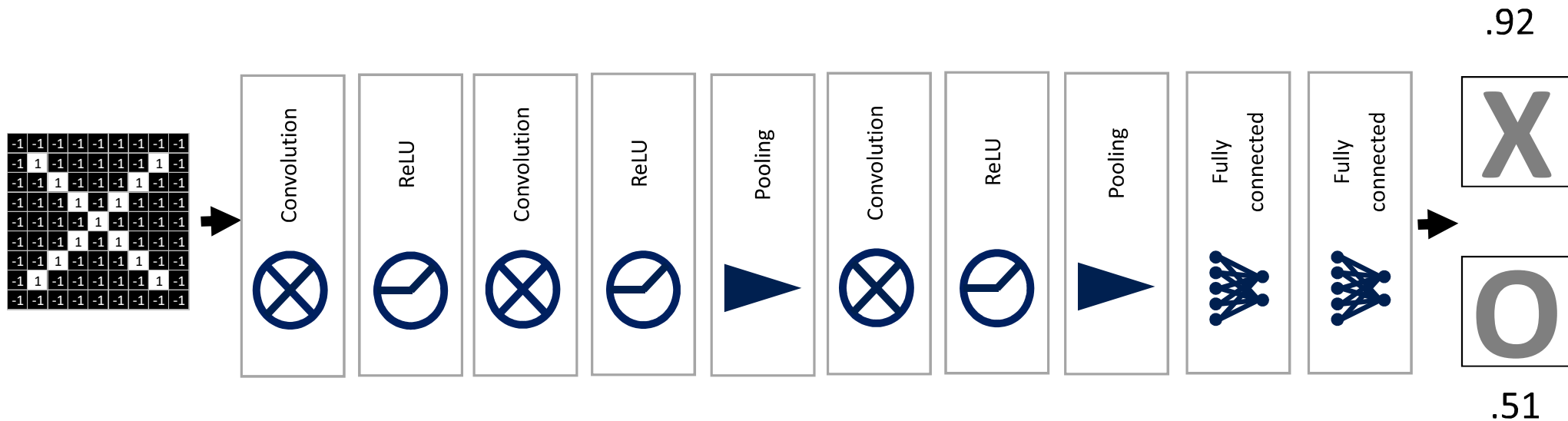


# لایه تمام متصل (Fully connected layer)

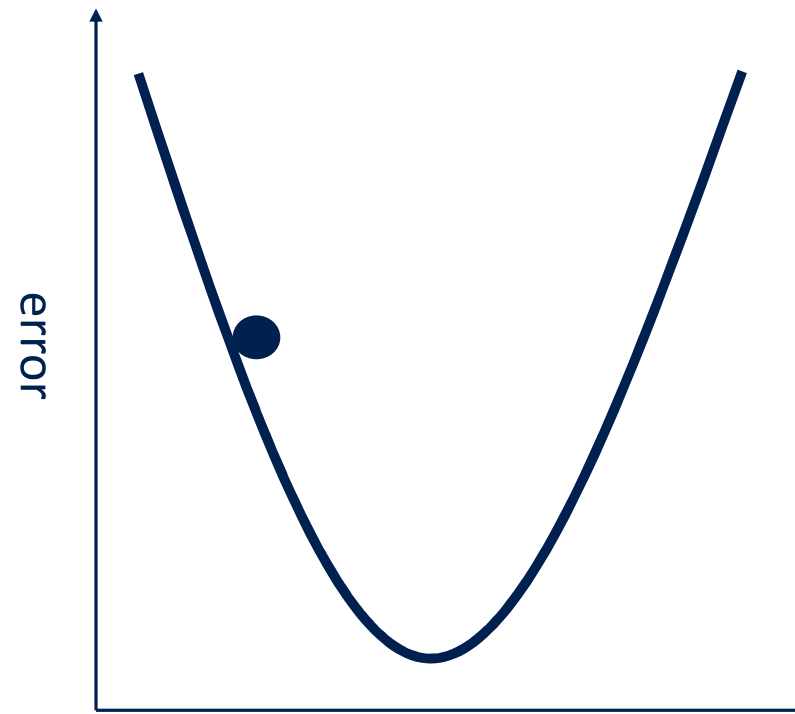


# انتشار رو به عقب (Back Propagation)

Error = right answer – actual answer

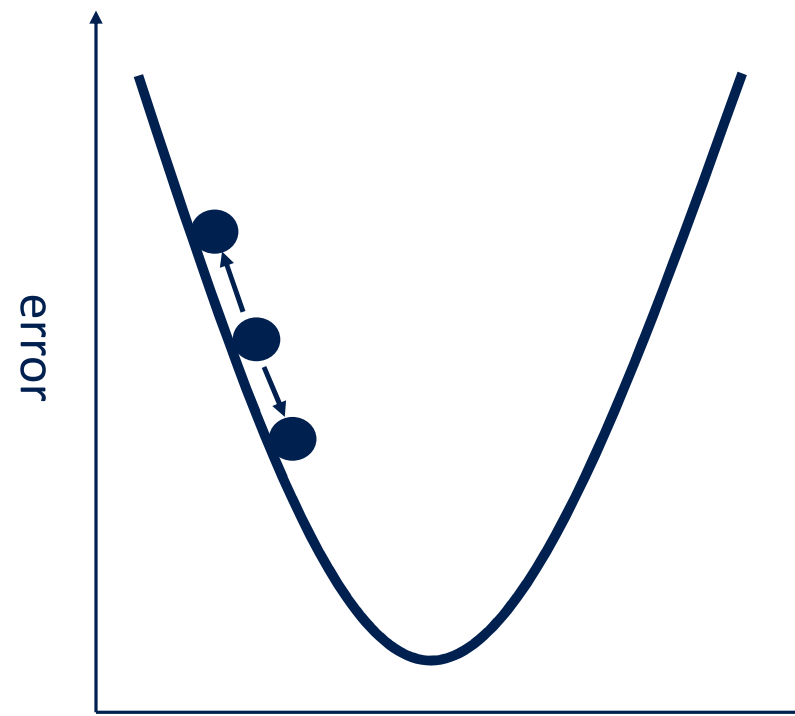


# کاهش گرادیان (Gradient descent)



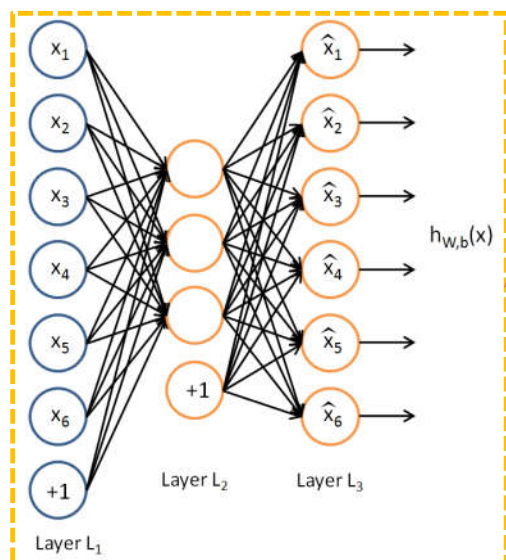


# کاهش گرادیان (Gradient descent)



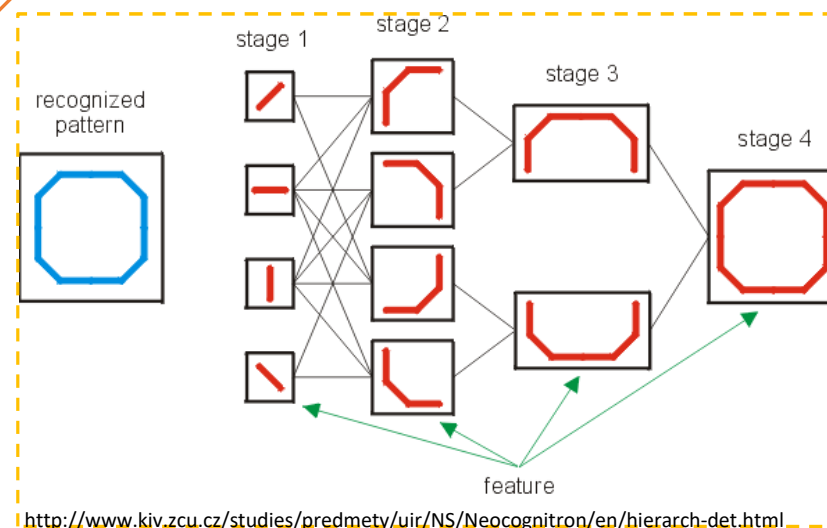
# یادگیری ژرف

## Hand-crafted feature



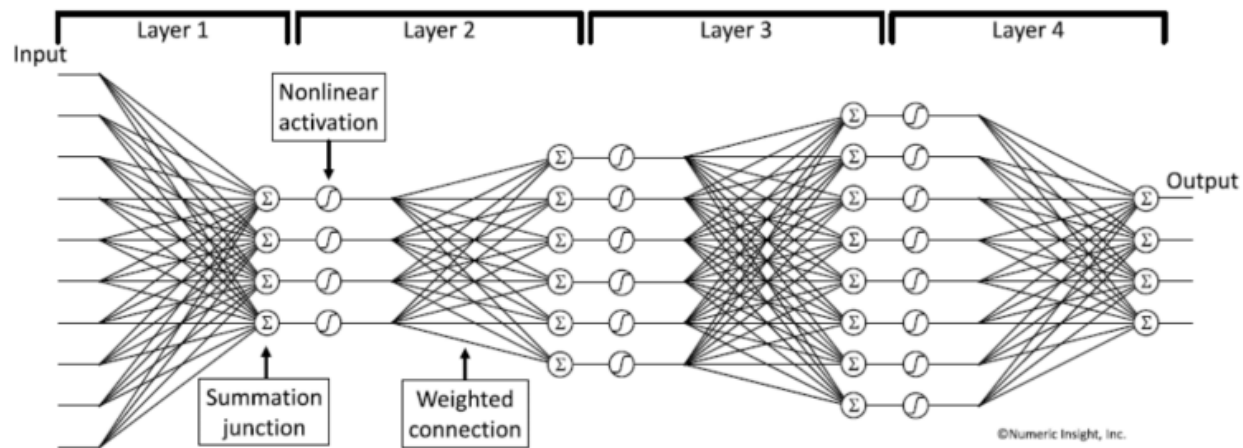
• یکی از نویدها و وعده‌های یادگیری ژرف:

- جایگزین کردن روشی برای انتخاب ویژگی، به جای روش‌های دستی
- با الگوریتم‌های موثر و کارا یادگیری ویژگی بدون نظارت و نیمه‌نظارت
- و استخراج ویژگی سلسله‌مراتبی



<http://www.kiv.zcu.cz/studies/predmety/uir/NS/Neocognitron/en/hierarch-det.html>

# یادگیری ژرف



# فریمورک های مختلف این حوزه





# Thank you!

**Mohammad KHalooei**

PhD student at Amirkabir University of Technology- Tehran Polytechnic

Laboratory of Intelligence and multimedia processing ([limp.aut.ac.ir](http://limp.aut.ac.ir))

Big data work group at Sharif University of Technology ([bigdataworkgroup.ir](http://bigdataworkgroup.ir))

<http://ceit.aut.ac.ir/~khalooei>

[khalooei@aut.ac.ir](mailto:khalooei@aut.ac.ir)