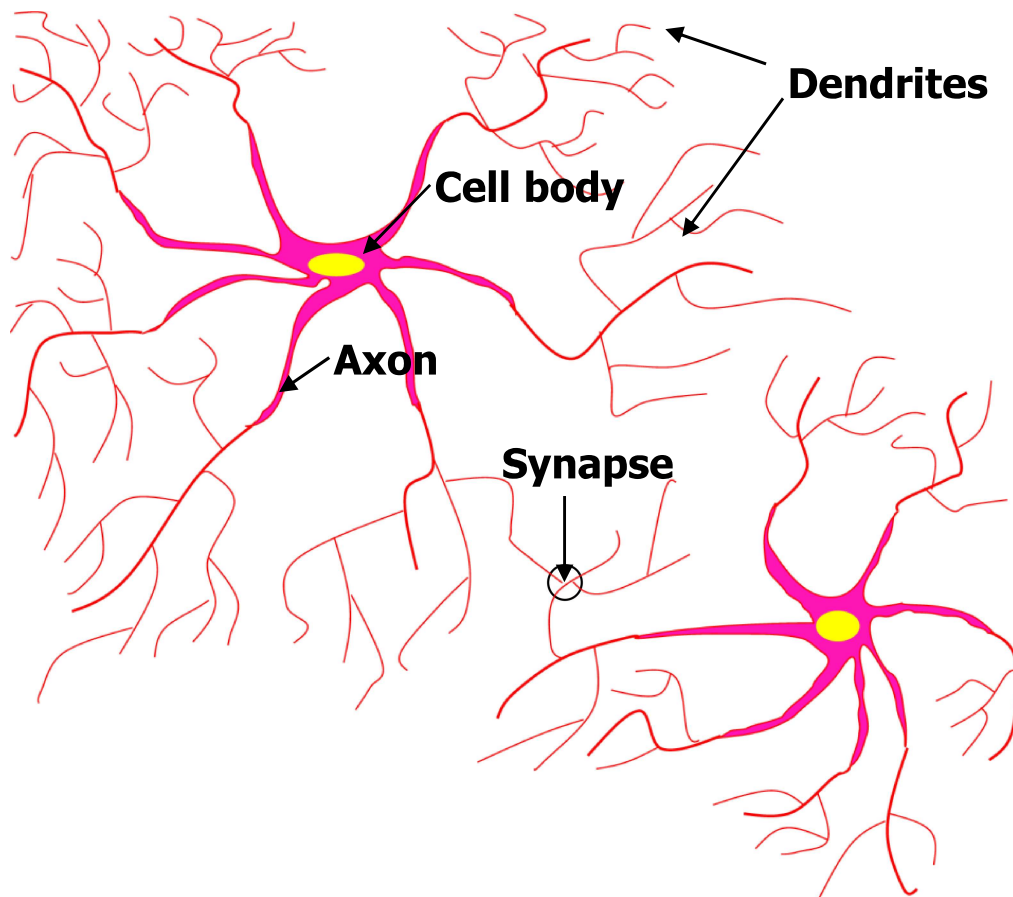


الهام از طبیعت

- مطالعه شبکه‌های عصبی مصنوعی تا حد زیادی ملهم از سیستم‌های یادگیر طبیعی است که در آنها یک مجموعه پیچیده از نورون‌های به هم متصل در کار یادگیری دخیل هستند.



الهام از طبیعت

- گمان می‌رود که مغز انسان از تعداد 10^{11} نورون تشکیل شده باشد که هر نورون با تقریبا 10^4 نورون دیگر در ارتباط است.
- سرعت سوئیچینگ نورون‌ها در حدود 10^{-3} ثانیه است که در مقایسه با کامپیوترها (10^{-10} ثانیه) بسیار ناچیز می‌نماید. با وجود این، آدمی قادر است در 0.1 ثانیه تصویر یک انسان را بازشناسایی نماید. این قدرت فوق العاده از پردازش موازی توزیع شده در تعدادی زیادی از نورون‌ها حاصل می‌شود.

الهام از طبیعت

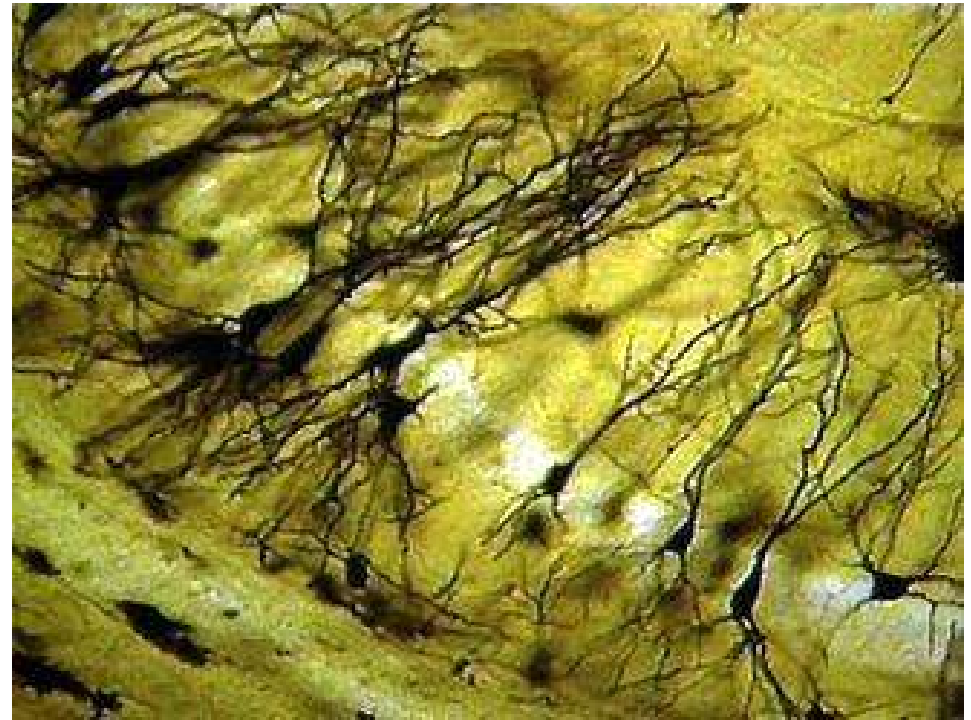
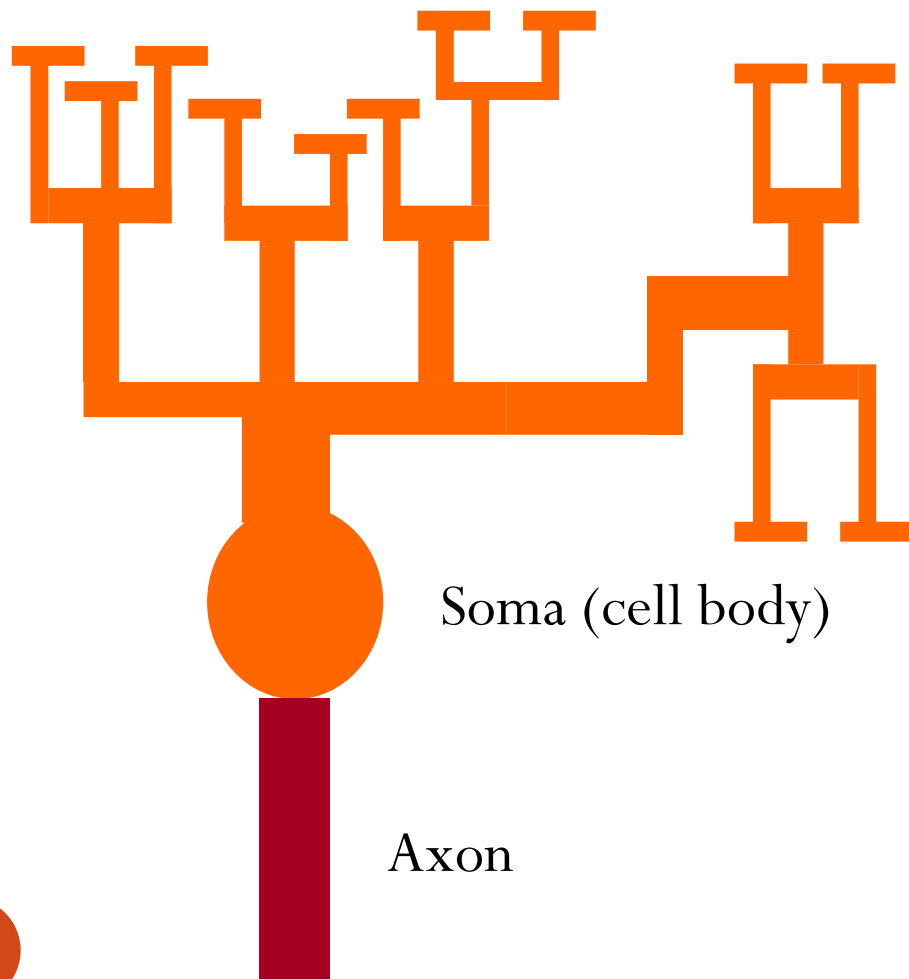
حیوانات قادر هستند تا به صورت تطبیق پذیر نسبت به تغییرات محیط بیرون واکنش داده و رفتار خود را تغییر دهند. آنها برای این منظور از سیستم عصبی خود استفاده می کنند.

یک مدل مناسب برای سیستم عصبی باید قادر باشد تا مشابه چنین پاسخ هایی را در یک سیستم هوشمند مصنوعی تولید نماید.

سیستم عصبی از مجموعه عناصر پایه نسبتاً ساده ای ساخته شده است که به عنوان **نورون** شناخته می شوند. از این رو کپی برداری از رفتار و عملکرد آنها باید یک راه حل برای حصول این هدف باشد.

الهام از طبیعت

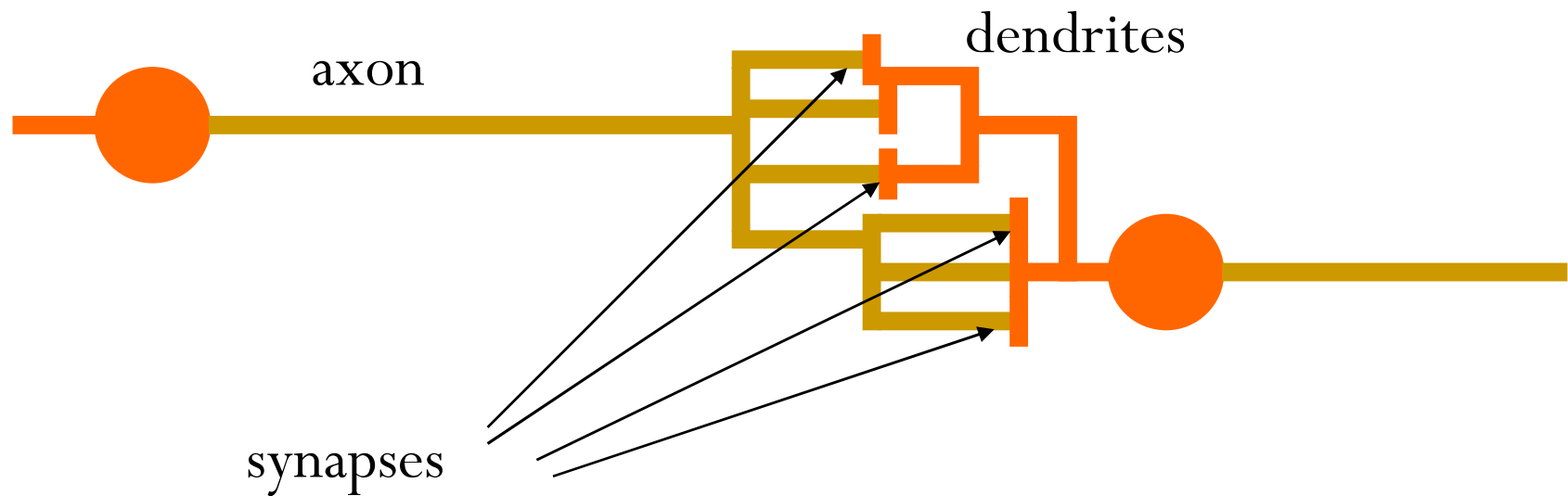
Dendrites



Soma (cell body)

Axon

الهام از طبیعت



انتقال اطلاعات در بخش اتصالات سیسایپی رخ می دهد.

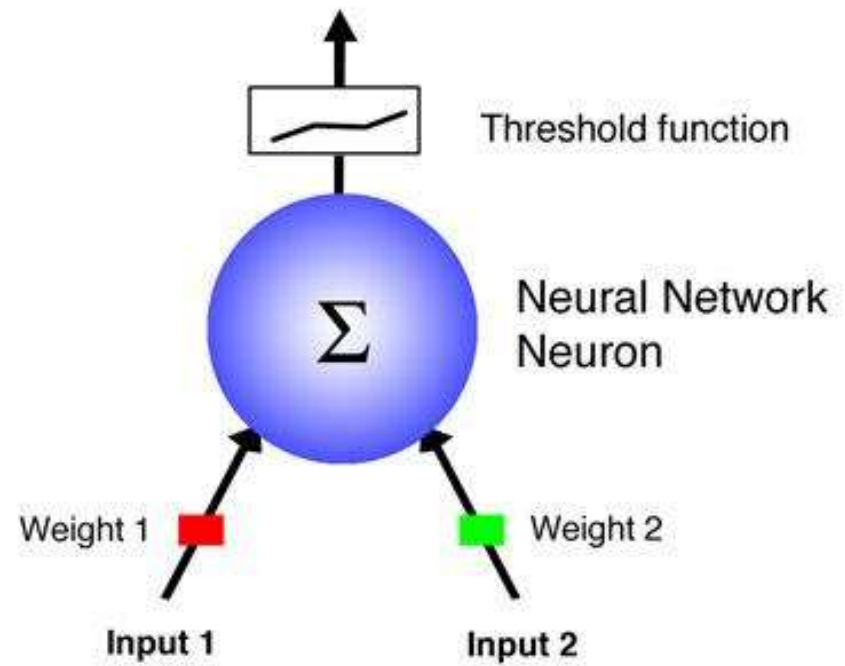
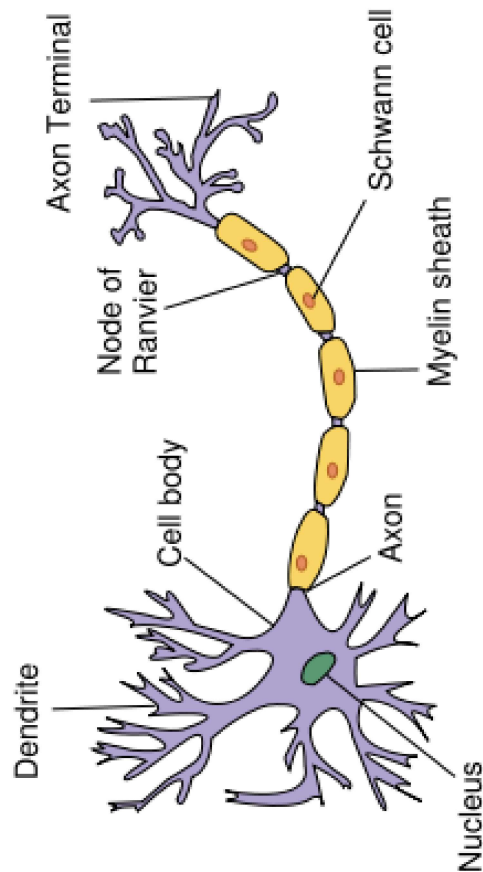
الهام از طبیعت

تحریک عصبی در طول آکسون نورون پیش تحریک کننده سبب آزاد شدن نوروترنسمیترها در سیناپس می شود.

این نوروترنسمیترها سبب بروز حالت **نشاط (Excitation)** یا **سکون (Inhibition)** در دنتریت های نورون تحریک شده می شود.

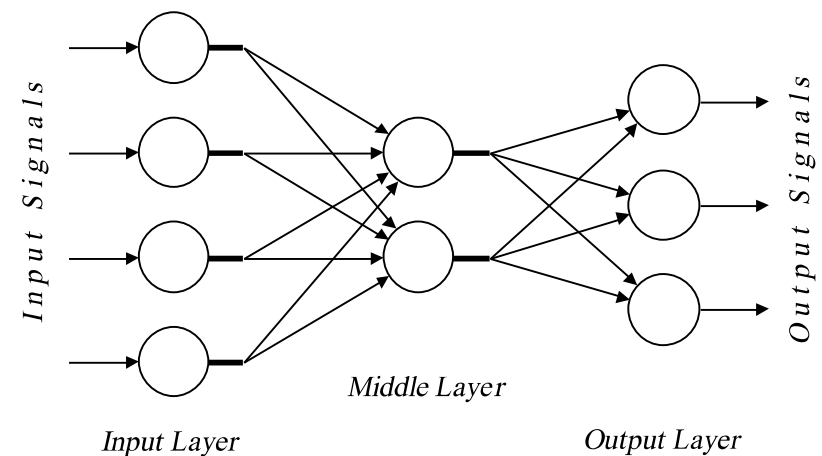
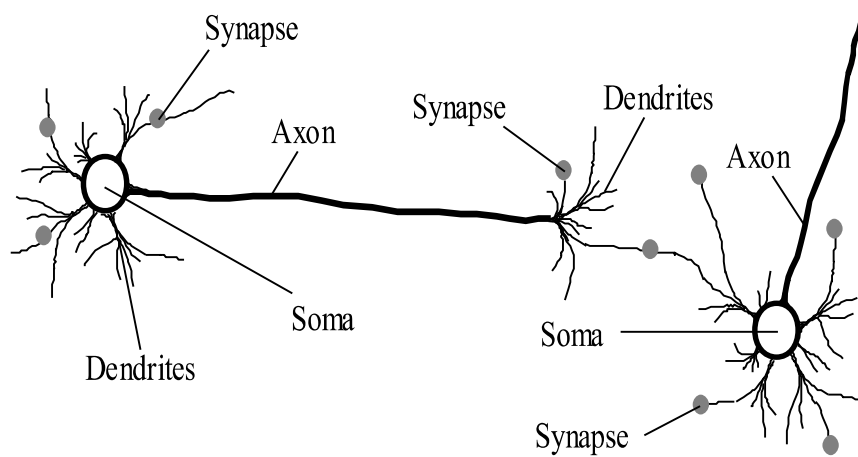
تجمع سیگنال های تحریک کننده و ساکن کننده ممکن است در ادامه سبب تولید یک تحریک عصبی در نورون بعدی شود. در این حالت سهم یک سیگنال وابسته به قدرت اتصالات سیناپسی خواهد بود.

الهام از طبیعت



الهام از طبیعت

| Biological Neural Network | Artificial Neural Network |
|---------------------------|---------------------------|
| Soma | Neuron |
| Dendrite | Input |
| Axon | Output |
| Synapse | Weight |



نحوه‌ی کار کرد

How the Process Works ?

- **Step 1: Initialisation**

- Set initial weights to random numbers in a specific range.

- **Step 2: Activation**

- Activate the perceptron by applying inputs and desired output.

(Training data set) Calculate the actual output at each iteration.

نحوه‌ی کار کرد

- **Step 3: Weight training**

- Update the weights of the perceptron. The weight correction is computed by the **Learning rule**.

- **Step 4: Iteration**

- Increase **iteration** by one, go back to **Step 2** and repeat the process until convergence.

انواع شبکه‌های عصبی

Types of Networks:

- Multi-Layer-Perceptron
- Hopfield
- Kohonen Feature Map
- Hamming Network
- ...

انواع شبکه‌های عصبی

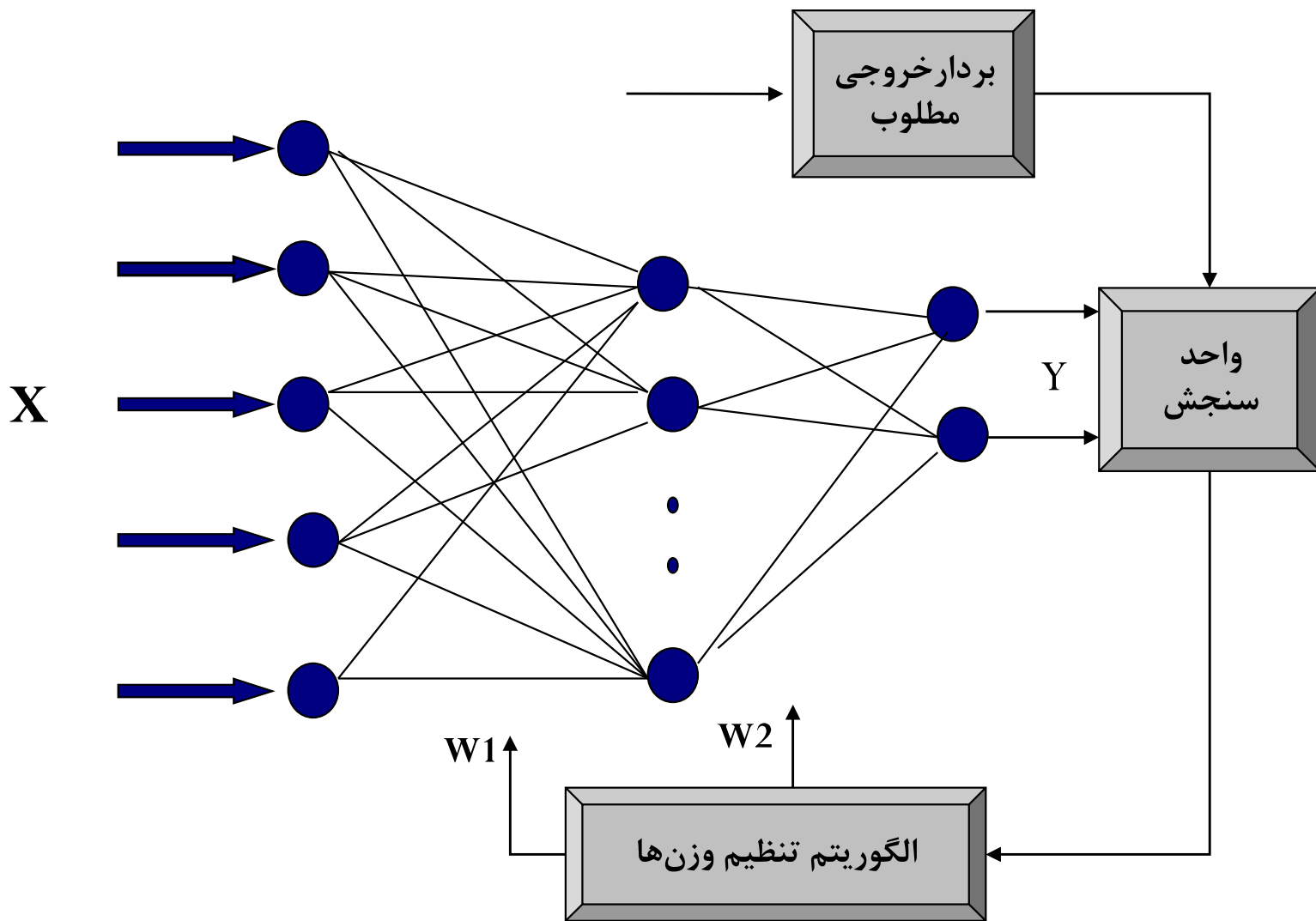
Different Learning Algorithms:

- Delta Learning Rule
- Hebb Learning Rule
- Error Backpropagation
- Simulated Annealing
- Genetic Algorithms
- ...

Type of Learning:

- Supervised
- Unsupervised

آموزش با مربی



کاربردها

- پیش بینی (Prediction)

- پیش بینی هوا

- پیش بینی قیمت ارز

- دسته بندی (Classification)

- پردازش تصاویر پزشکی

- بازشناسی گفتار

- تشخیص بیماری‌ها از روی نتایج آزمایش افراد

کاربردها

- **بازشناسی (Recognition)**

- بازشناسی الگو

- بازشناسی حروف

- تخمین توابع

- فیلتر تطبیقی

- کنترل

- فشرده سازی داده

-

کاربردها

- امور مالی، بیمه، بانکها
- تشخیص کلاه برداری، تخمین سهام، تجویز وام
- بازاریابی، تجارت
- پیش بینی فروش، امتزاج داده، نمایش نمودار مشتری
- پزشکی
- تشخیص و تجویز درمان

کاربردها

- صنعت

- کنترل کیفیت، کنترل ماشین آلات

- مخابرات

- فیلترهای تطبیقی

- تجزیه و بازشناسی گفتار

مزایا

- بازنمایی فشرده اطلاعات در قالب ماتریس‌های مقادیر وزن‌ها و بایاس‌ها و عملکرد ساده و سریع به علت ویژگی فوق.
- قابلیت تحمل نویز و داده‌های ناقص و قابلیت تعمیم مناسب روی داده‌های مشاهده نشده.
- قابلیت پردازش غیر خطی که یک ویژگی قابل توجه در کار با داده‌های واقعی است.

- قدرت شبکه‌های عصبی نتیجه طبیعت توزیع شده اطلاعات در میان وزن‌ها و پارامترهای شبکه است و این عامل توانایی ذخیره و بازیابی مناسب الگوها را به سامانه می‌دهد.

معایب

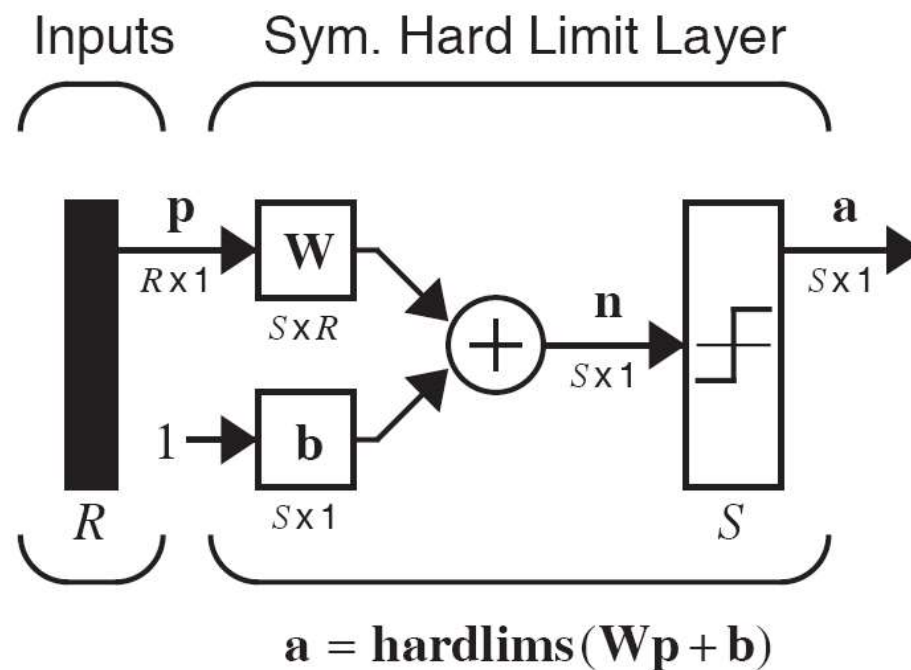
- ممکن است نیاز به زمان آموزش زیاد داشته باشند و شاید هم به یک نقطه قابل قبول همگرا نشوند.
- استفاده از وزن‌های اولیه تصادفی مختلف نتایج متفاوتی را به دنبال خواهد داشت.
- از آنجا که تحلیل شبکه‌ها کار بسیار پیچیده‌ای است در نتیجه در طراحی شبکه روش‌های تحلیلی وجود ندارد و در نتیجه مجبور خواهیم بود به صورت تجربی یا با چندین بار آزمایش ساختار و ابعاد شبکه را طراحی کنیم.

معایب

- اضافه کردن اطلاعات جدید به آنها کار مشکلی است و اشتراک بین چندین شبکه هم کار مشکلی خواهد بود.
- به دلیل محاسبات تکرار شونده در مواردی دارای سرعت پایین آموزش هستند.

Artificial Neurons

نورون‌ها در حقیقت با پردازش اطلاعات کار می‌کنند. آنها در حقیقت اطلاعات را به صورت سیگنال تحریک دریافت کرده و فراهم می‌آورند.



McCulloch-Pitts model

Artificial Neurons

The McCulloch-Pitts model:

- Synaptic strength are translated as synaptic weights;
- Excitation means positive product between the incoming spike rate and the corresponding synaptic weight;
- Inhibition means negative product between the incoming spike rate and the corresponding synaptic weight;

Artificial Neurons

Nonlinear generalization of the McCulloch-Pitts neuron:

$$a = f(Wp + b) = f(net)$$

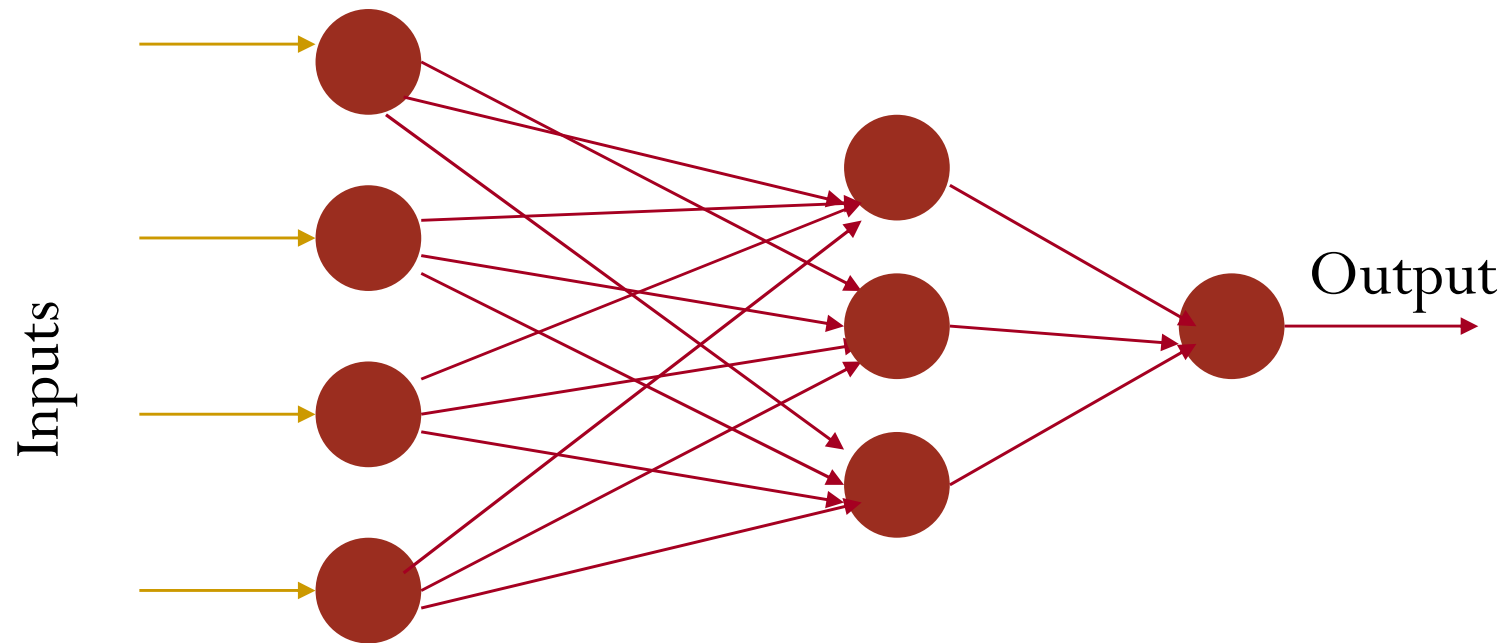
a is the neuron's output, **p** is the vector of inputs, **W** is the matrix of synaptic weights and **b** is the bias.

Examples:

$$a = \frac{1}{1 + e^{-net}}$$

Sigmoidal neuron

Artificial Neurons



An artificial neural network is composed of many artificial neurons that are linked together according to a specific network architecture. The objective of the neural network is to transform the inputs into meaningful outputs.

Learning Biological Systems

Learning = learning by adaptation

حيوانات كوچك به مرور در طول زندگي ياد مي گيرند كه ميوه هاي سبز كال هستند در حاليكه ميوه هاي زرد / قرمز رسيده و شيرين هستند. يادگيري در حقيقت با آزمون و چيدن ميوه هاي و تطبيق صورت مي گيرد.

در سطح سيستم عصبي، يادگيري با تغيير وزن هاي سيناپتيك، حذف برخي از سيناپس ها و ساختن اتصالات جديد صورت مي گيرد.

Learning as Optimization

هدف از این تطبیق تولید پاسخ مناسب با اطلاعات دریافتی از محیط اطراف به منظور دستیابی به یک وضعیت و شرایط بهتر است. به عنوان مثال، حیوانات تمایل به دریافت انرژی زیادی به واسطه تغذیه دارند، میوه‌های آب دار و رسیده سبب می‌شوند تا آنها احساس سیری کرده و حس شادی از این وضعیت داشته باشند.

به بیان دیگر، هدف از یادگیری در ارگانیسم‌های طبیعی بهینه سازی در مواد غذایی، حس شادی و به عبارت ساده رسیدن به وضعیت بهینه است.

Learning in Principal for Artificial NN

به منظور طراحی مناسب شبکه‌های عصبی مصنوعی ما نیاز به یک تعریف مناسب از انرژی داریم. همچنین نیاز داریم از یک روش بهینه سازی ریاضی مناسب استفاده کنیم تا میزان تغییرات لازم برای هر یک از وزن‌های شبکه را محاسبه نماییم.

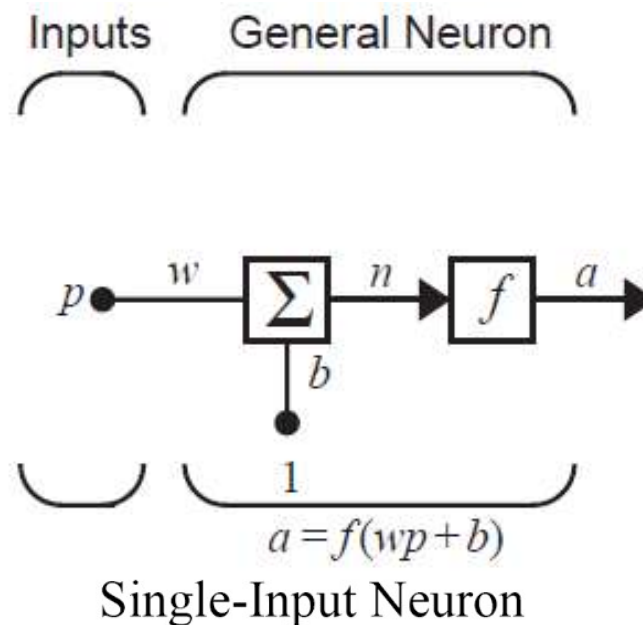
ENERGY = measure of task performance error

Neural Networks Mathematics

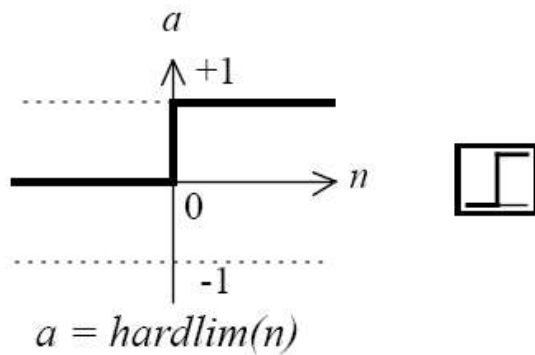
Neural network: input / output transformation

$$y = f(wp + b)$$

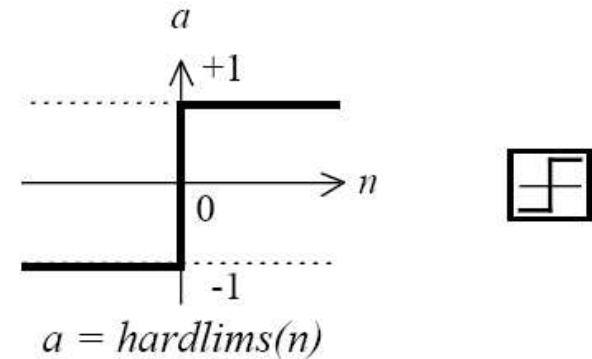
where **w** and **b** are the matrix of weights and biases.



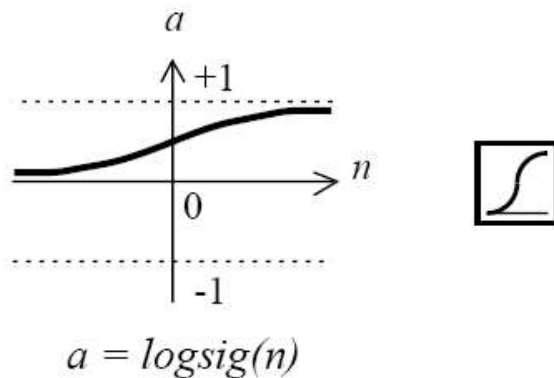
Transfer Functions



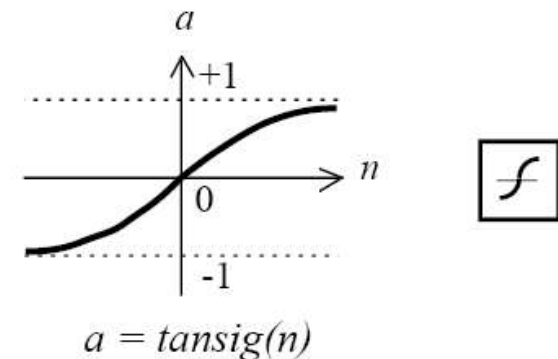
Hard Limit Transfer Function



Symmetric Hard Limit Trans. Funct.

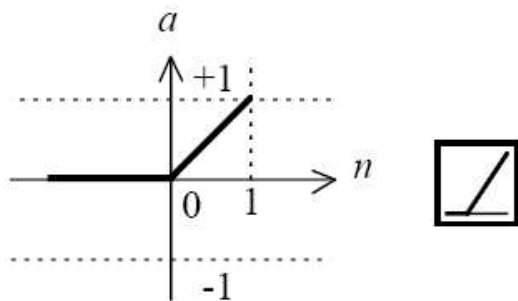


Log-Sigmoid Transfer Function



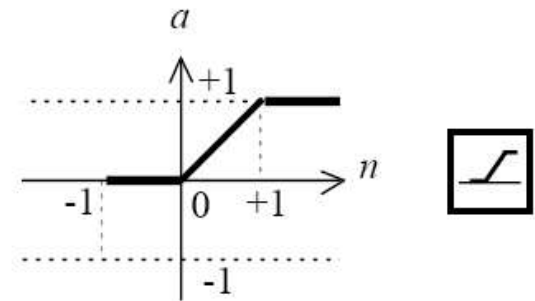
Tan-Sigmoid Transfer Function

Transfer Functions



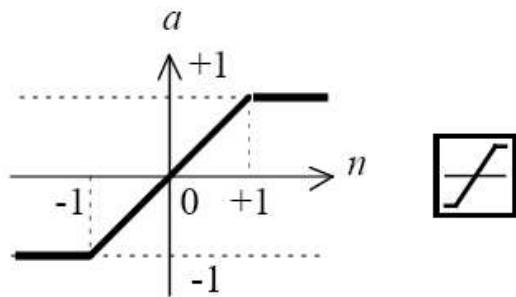
$$a = \text{poslin}(n)$$

Positive Linear Transfer Funct.



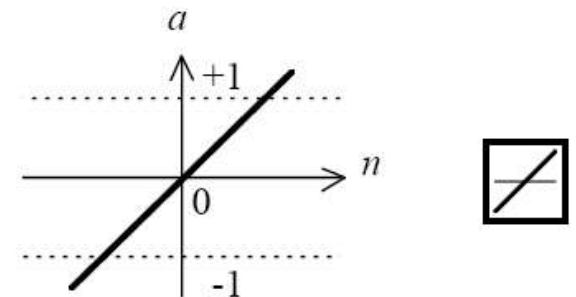
$$a = \text{satlin}(n)$$

Satlin Transfer Function



$$a = \text{satlins}(n)$$

Satlins Transfer Function



$$a = \text{purelin}(n)$$

اصول طراحی شبکه های عصبی

- تعیین ساختار شبکه عصبی

- تعداد لایه های شبکه

- نحوه اتصال گره های شبکه

- تعیین مشخصات گره ها

- تابع تبدیل یا فعالیت گره

اصول طراحی شبکه های عصبی

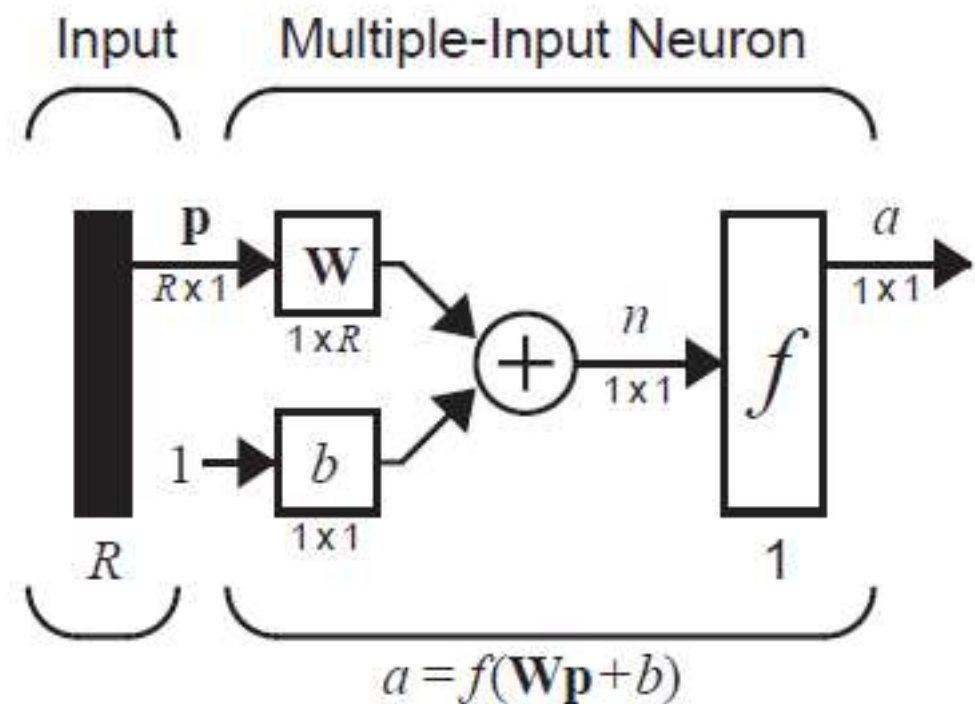
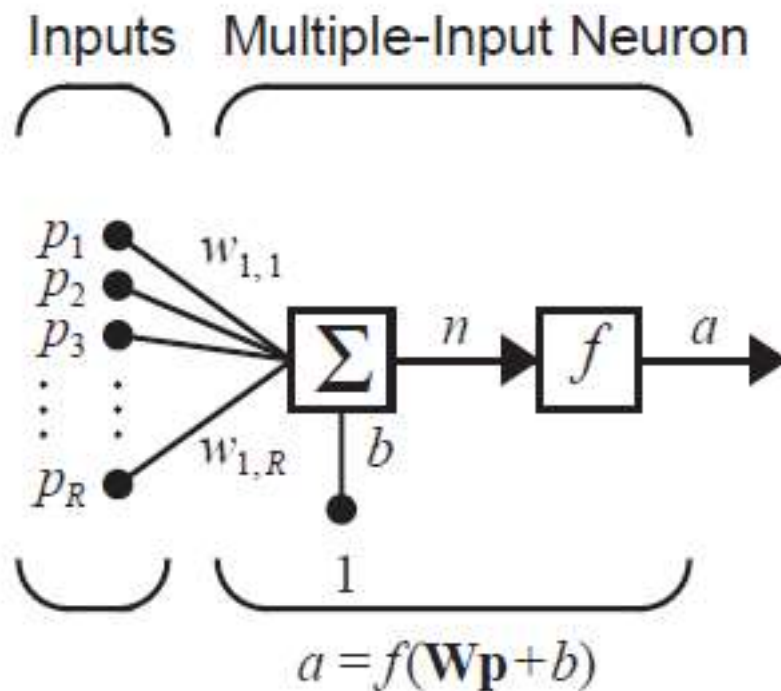
- تعیین مشخصات الگوریتم آموزش شبکه

- مقدار دهی اولیه به وزن ها

- تعیین فرمول برای محاسبه خطای خروجی

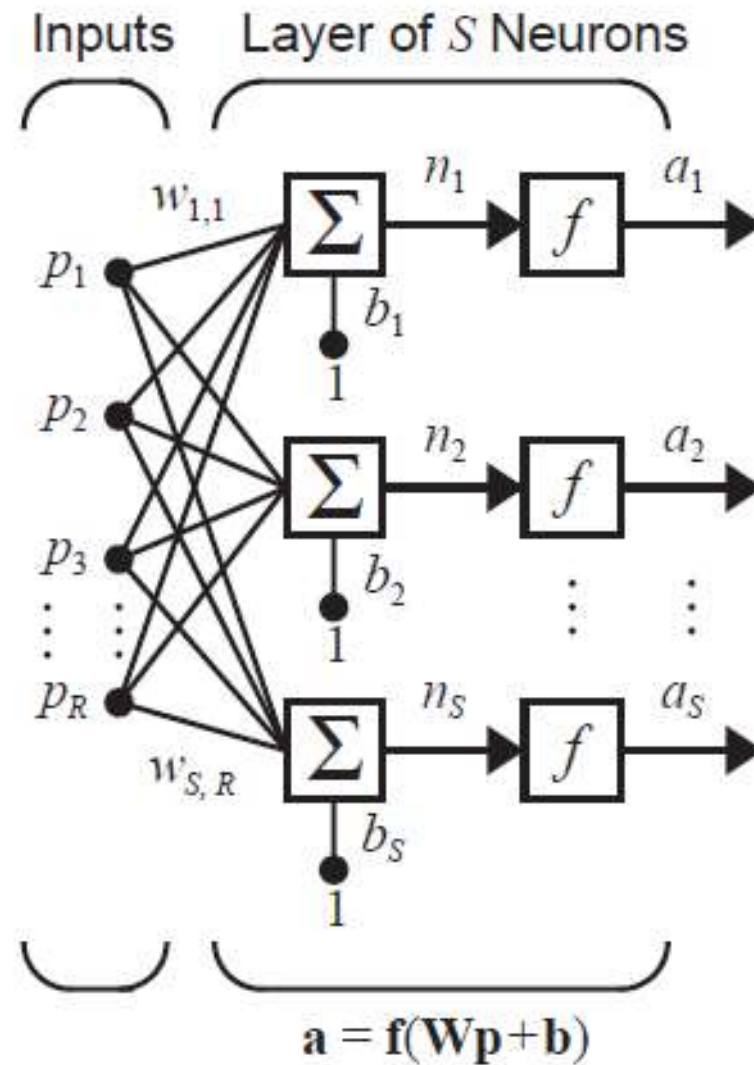
- روش آموزش وزن های شبکه

Multiple-Input Neuron

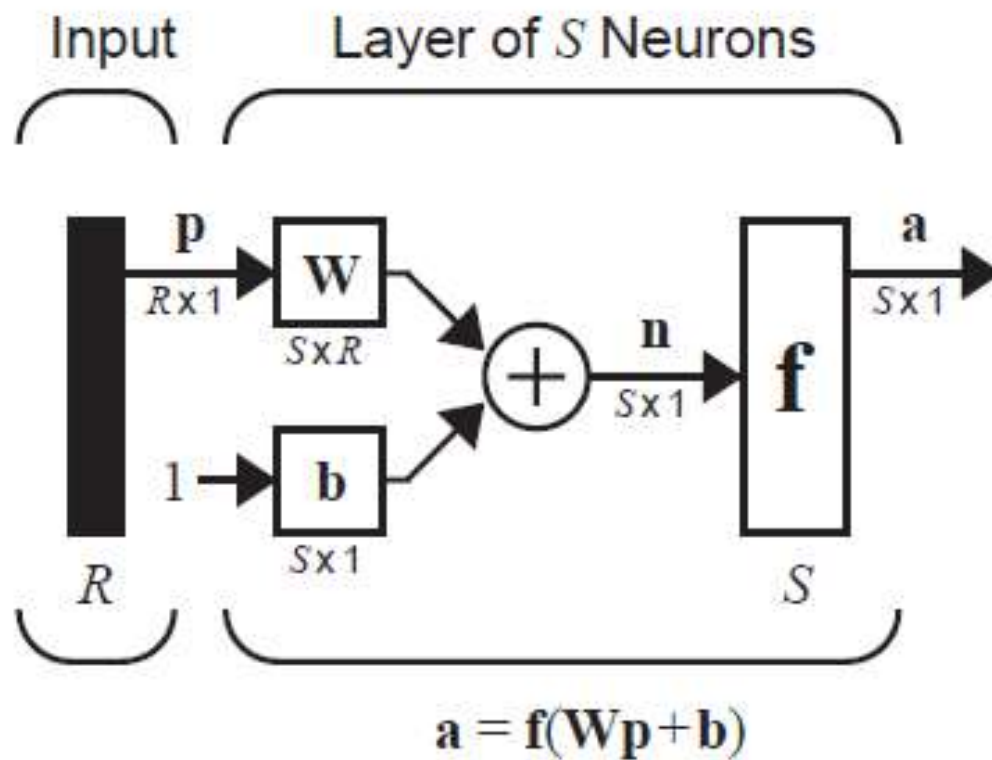


Abbreviated Notation

Layer of Neurons



Abbreviated Notations



$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,R} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,R} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{S,1} & w_{S,2} & \cdots & w_{S,R} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{p} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_R \end{bmatrix} \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_S \end{bmatrix} \quad \mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_S \end{bmatrix}$$