



مرکز آموزش‌های الکترونیکی دانشگاه شهید بهشتی

شبکه‌های عصبی مصنوعی

Artificial Neural Networks

Ali Katanforoush*

* Department of Data and Computer Sciences, Shahid Beheshti University

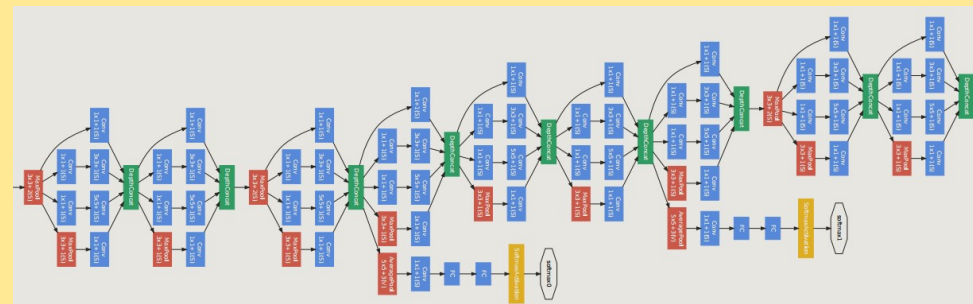
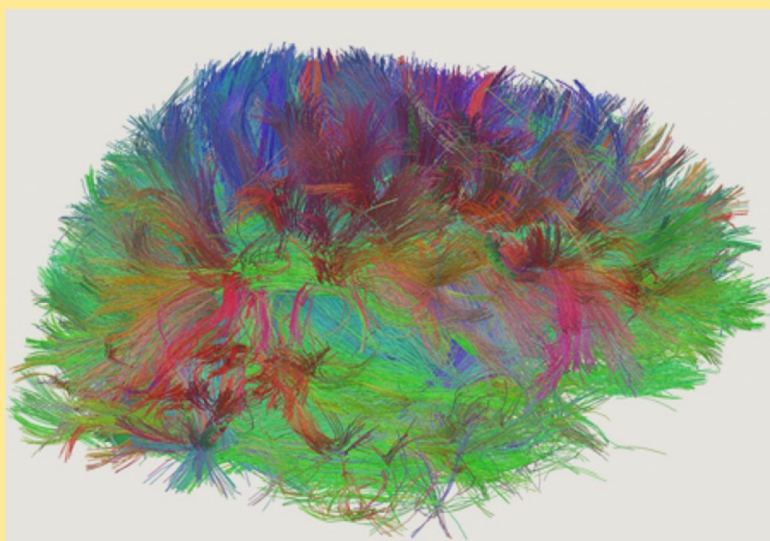
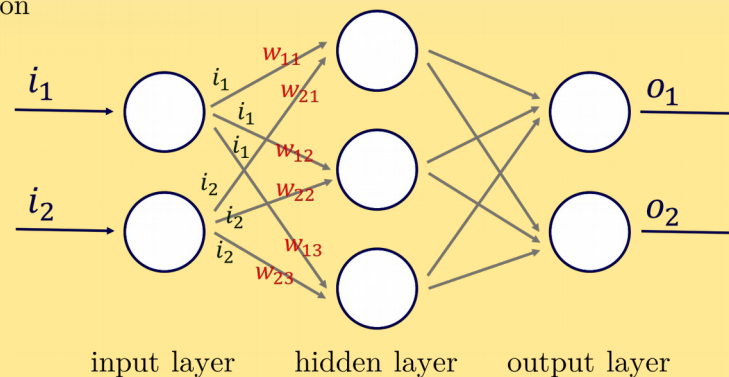
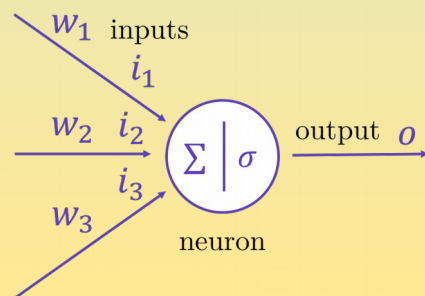
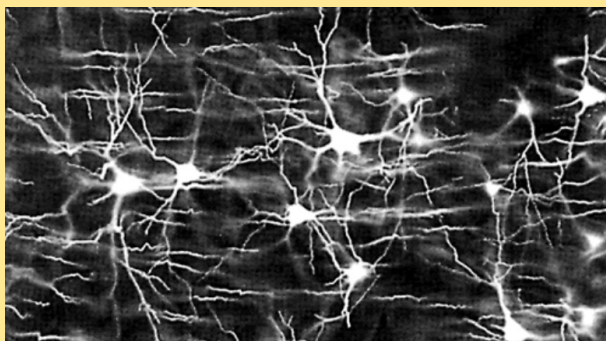
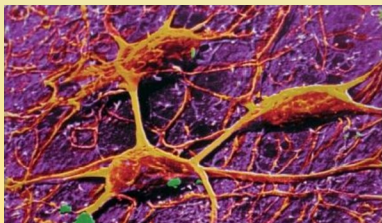
1 / 19

2

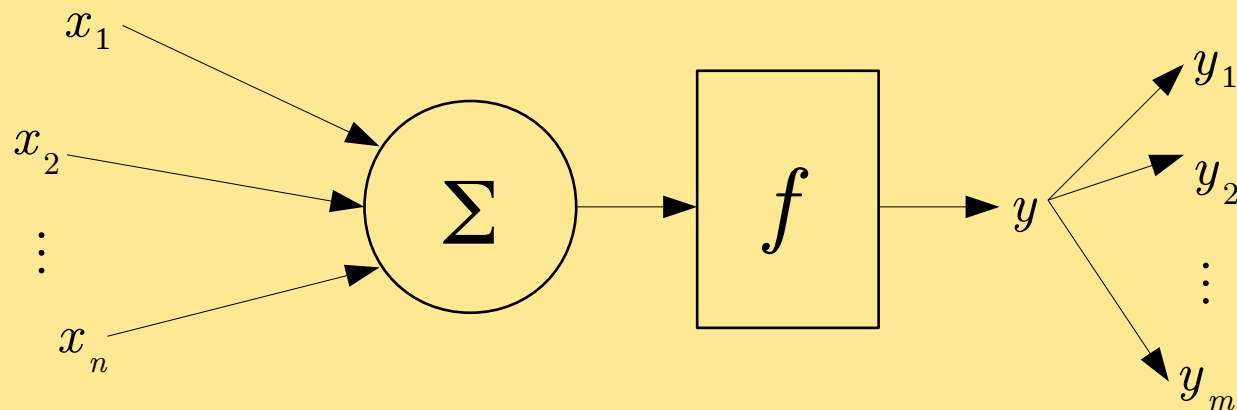
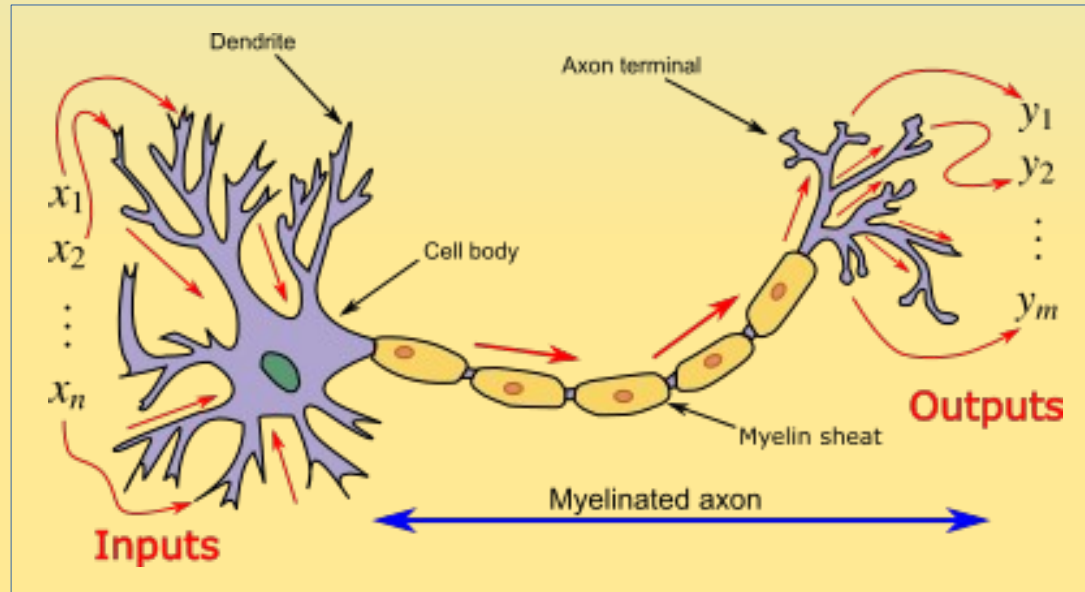


Neuron Models and Network Architectures

مدل‌های نورونی و انواع معماری شبکه‌های عصبی



مدل‌های نورونی و انواع معماری شبکه‌های عصبی



مدلهایی برای نورون‌های زیستی

Integrate-and-fire (۱)

Hodgkin-Huxley model (۲)

Leaky integrate-and-fire (۳)

FitzHugh-Nagumo model (۴)

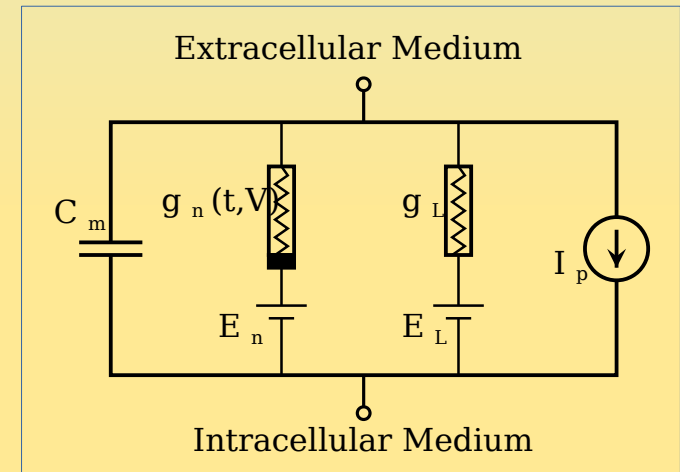
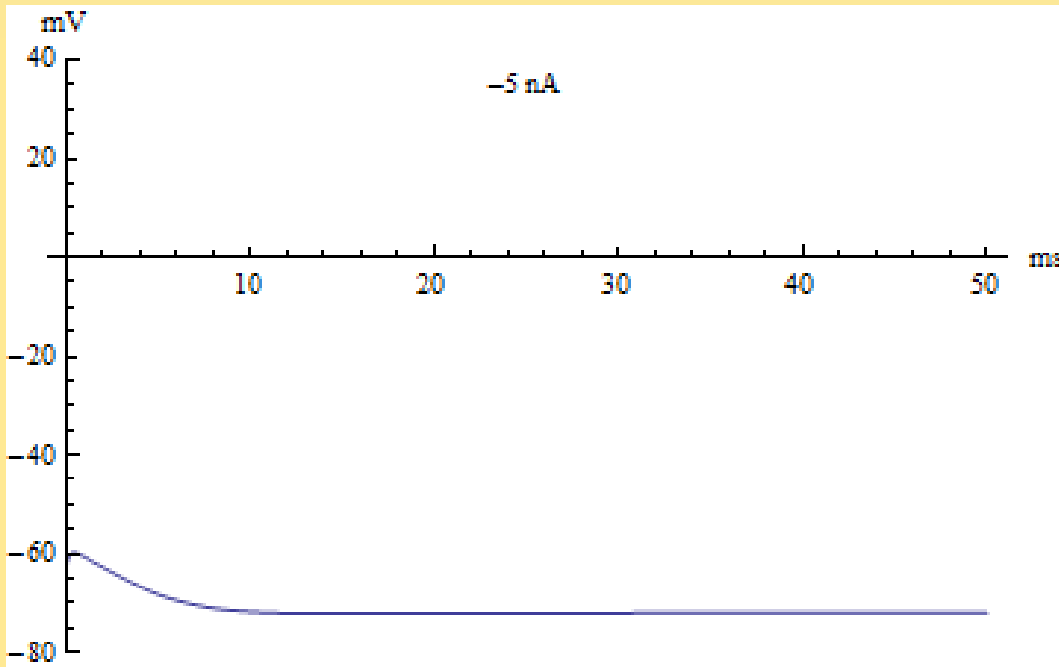
Morris-Lecar model (۵)

Hindmarsh-Rose model (۶)

Cable theory (۷)

Compartmental models (۸)

مدل نوروئی هاجکین-هاکسلی (نورون زیستی)

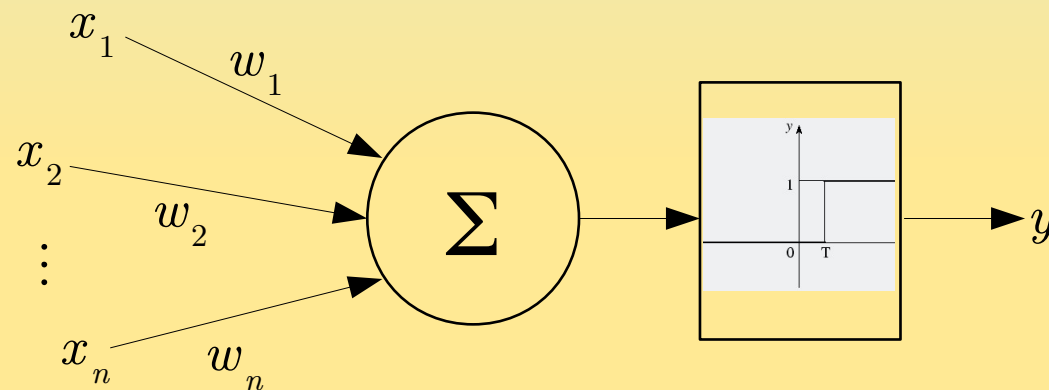


$$I = C_m \frac{dV_m}{dt} + g_K(V_m - V_K) + g_{Na}(V_m - V_{Na}) + g_l(V_m - V_l)$$

مدل نورونی مک کالوک-پیتس (نورون محاسباتی)

- مک کالوک-پیتس در ۱۹۴۳، برای اولین بار، نورون‌ها را از منظر یک واحد پردازشی مورد توجه قرار دادند.
- آن‌ها با الهام از نورون‌های زیستی، یک مدل ساده محاسبه پیشنهاد دادند.
- در این مدل، ورودی‌ها و خروجی نورون می‌توانند مقادیری از مجموعه $\{0,1\}$ بگیرند.
- سیناپس‌های ورودی یا تحریک‌کننده (excitatory synapse) با وزن $+1$ و یا مهارکننده (inhibitory synapse) با وزن -1 هستند.
- فعال‌سازی توسط یک تابع پله‌ای با آستانه شلیک T مدل می‌شود.

مدل نورونی مک کالوک-پیتس (نورون محاسباتی)



$$x_i \in \{0, 1\}$$

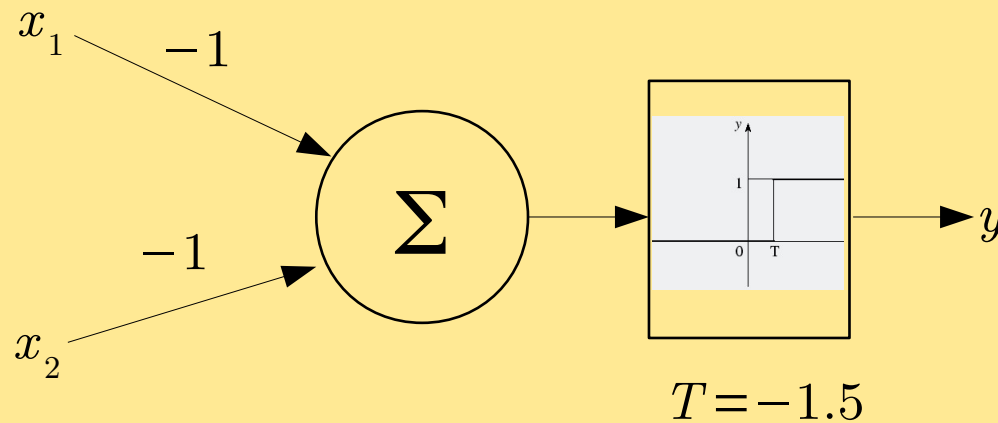
$$w_i \in \{-1, 1\}$$

$$T \in \mathbb{R}$$

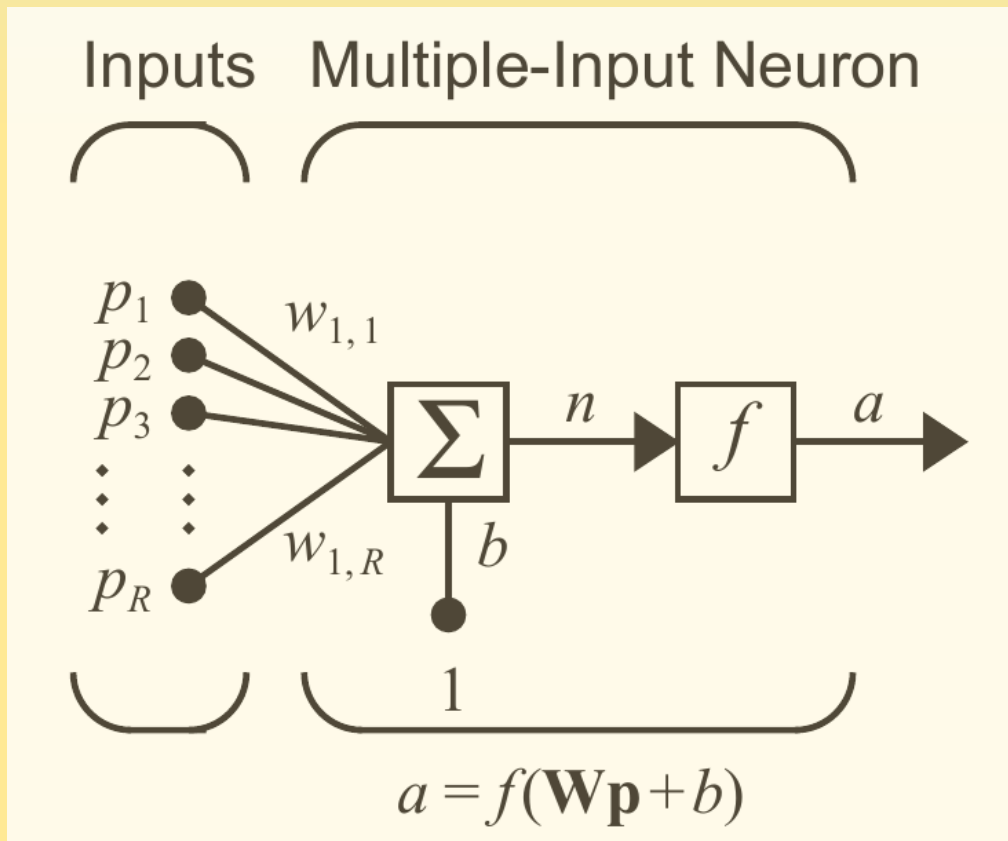
$$y \in \{0, 1\}$$

$$y = \begin{cases} 0 & \text{if } \sum w_i x_i < T \\ 1 & \text{if } \sum w_i x_i \geq T \end{cases}$$

مثال. دروازه NAND به استفاده از مدل MCP

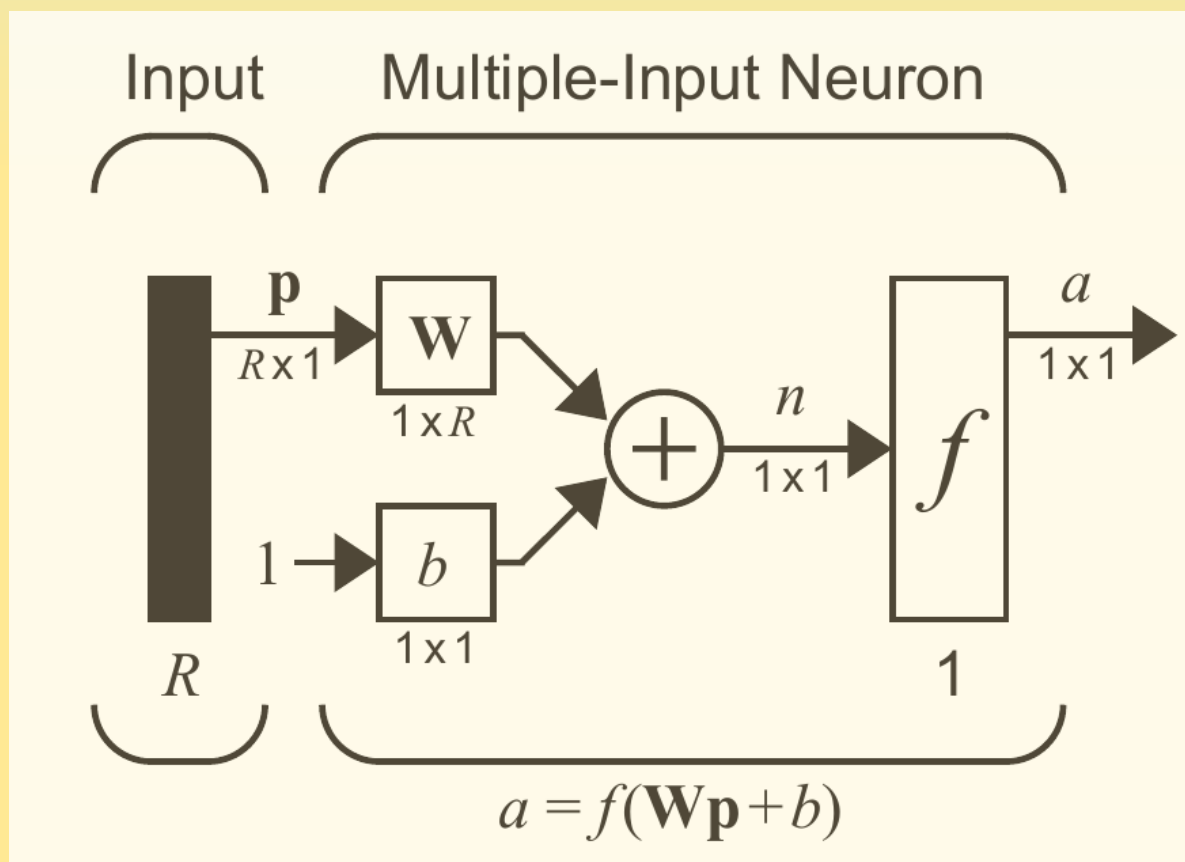


مدل عمومی نورون محاسباتی



- در یک مدل عمومی‌تر، ورودی‌ها و خروجی نورون می‌توانند هر مقداری از دامنه اعداد حقیقی $\mathbb{R}$ داشته باشند.
- همین‌طور وزن‌ها،
- و برای فعال‌سازی نورون، به فراخور کاربرد، تابع مناسبی بر دامنه $\mathbb{R}$ در نظر می‌گیریم.

نمایش فشرده در فرم ماتریسی



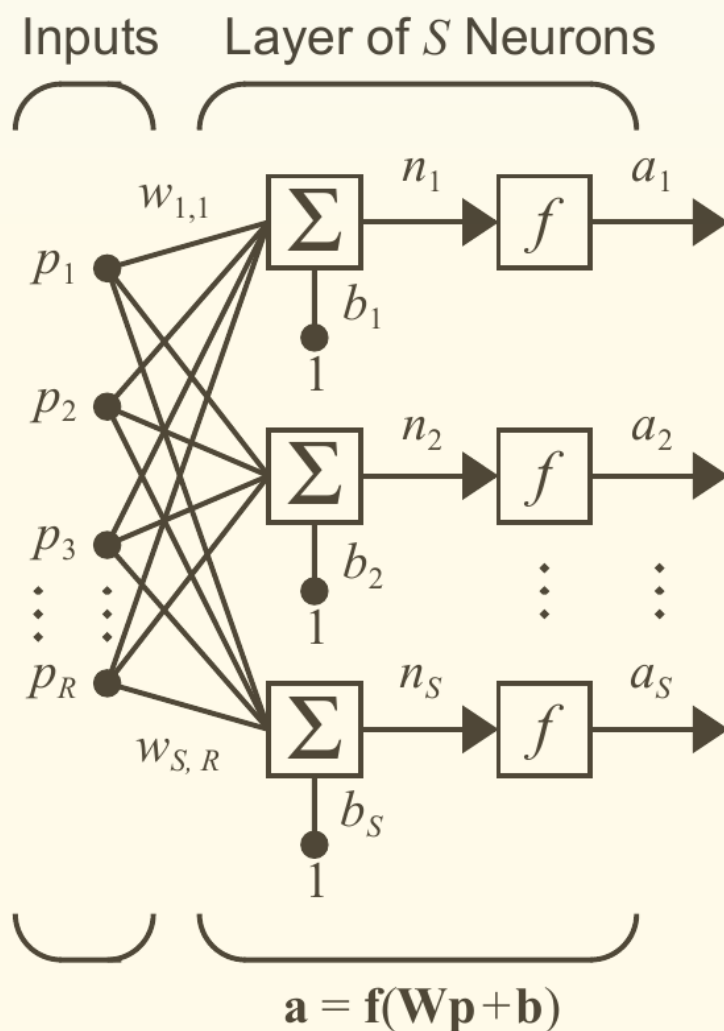
توابع فعال سازی

Name	Input/Output Relation	Icon	MATLAB Function
Hard Limit	$a = 0 \quad n < 0$ $a = 1 \quad n \geq 0$		hardlim
Symmetrical Hard Limit	$a = -1 \quad n < 0$ $a = +1 \quad n \geq 0$		hardlims
Linear	$a = n$		purelin
Saturating Linear	$a = 0 \quad n < 0$ $a = n \quad 0 \leq n \leq 1$ $a = 1 \quad n > 1$		satlin

توابع فعال سازی

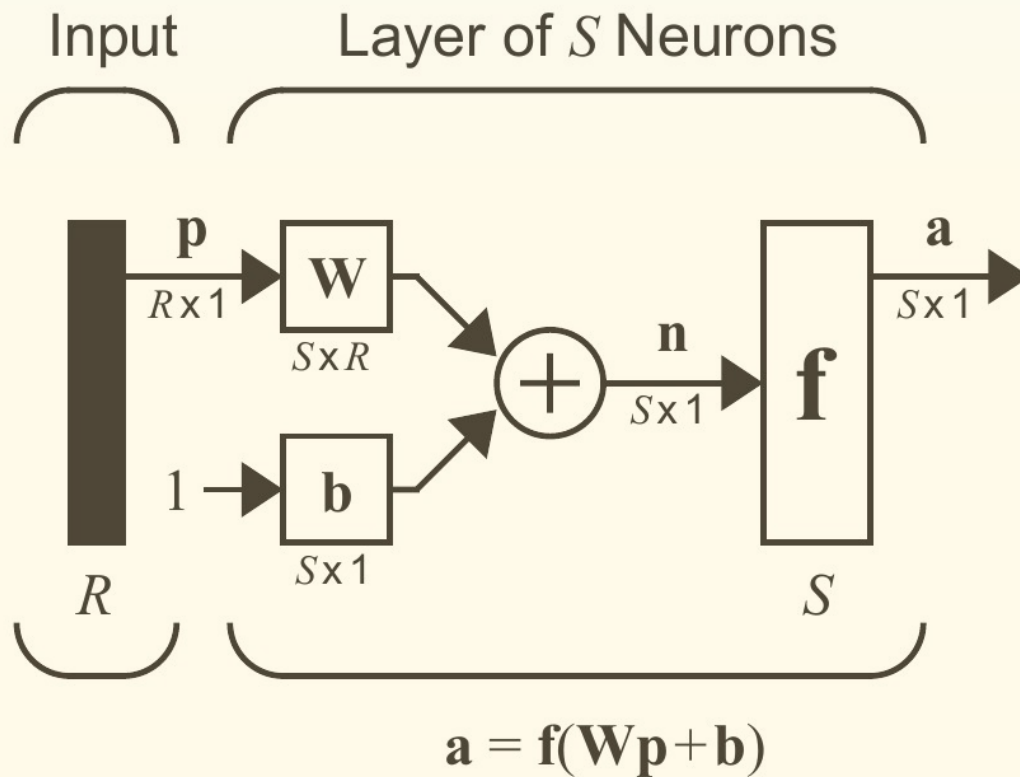
Symmetric Saturating Linear	$a = -1 \quad n < -1$ $a = n \quad -1 \leq n \leq 1$ $a = 1 \quad n > 1$		satlins
Log-Sigmoid	$a = \frac{1}{1 + e^{-n}}$		logsig
Hyperbolic Tangent Sigmoid	$a = \frac{e^n - e^{-n}}{e^n + e^{-n}}$		tansig
Positive Linear	$a = 0 \quad n < 0$ $a = n \quad 0 \leq n$		poslin
Competitive	$a = 1 \quad \text{neuron with max } n$ $a = 0 \quad \text{all other neurons}$		compet

لایه نوروני



- با کنار هم قرار دادن تعدادی نورون که میدان ادراکی مشترکی دارند یک لایه نوروני تعریف می شود.
- در اینجا منظور از میدان ادراکی (receptive field) برای یک نورون، مجموعه ای از نورون های است که ورودی آن نورون به طور بالقوه از آنها تأمین می شود.
- تعریف یک لایه نوروני را می توان اولین گام برای ساخت شبکه هایی با معماری پیچیده تر به شمار آورد.

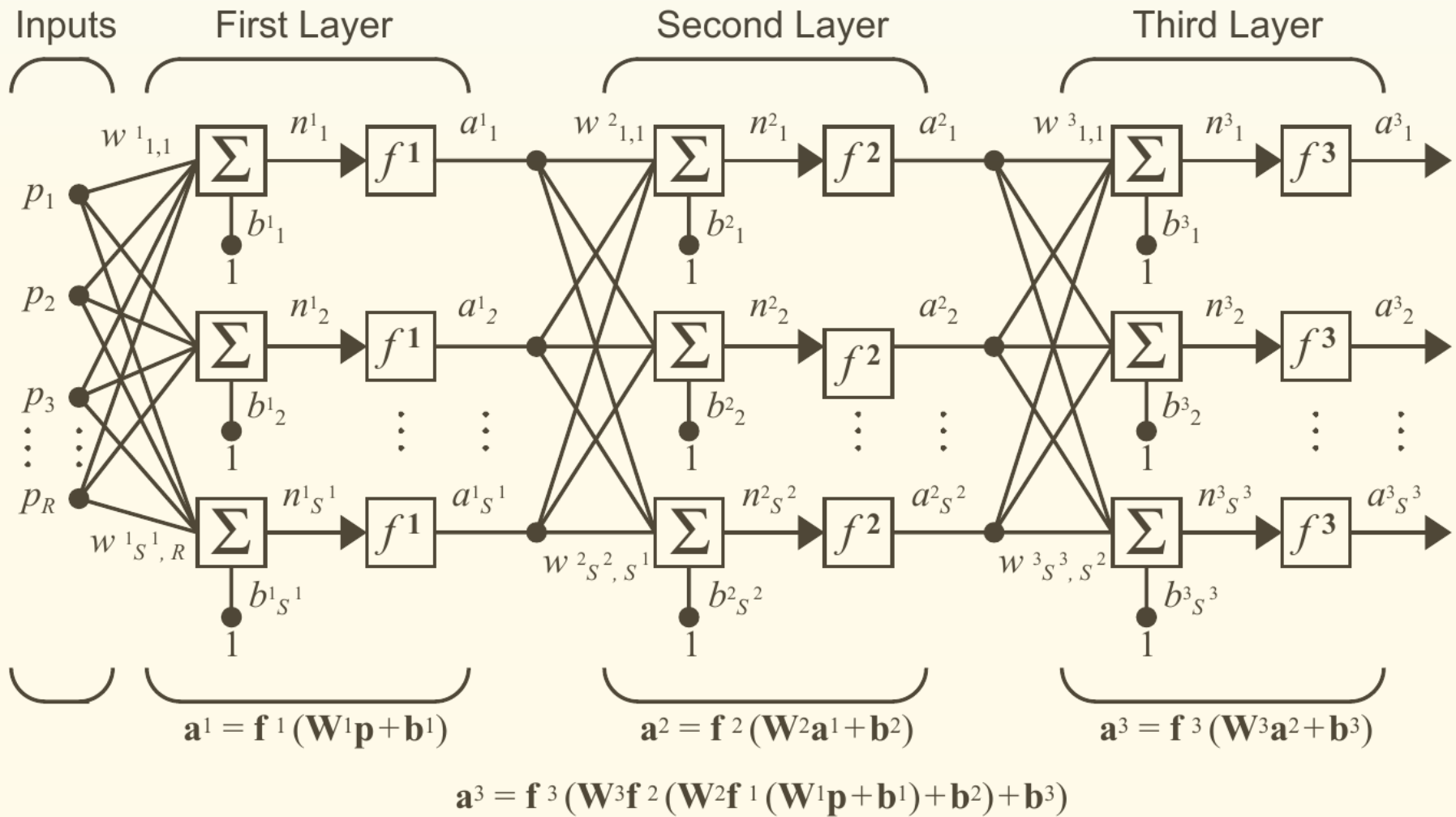
نمایش فشرده لایه نرونی



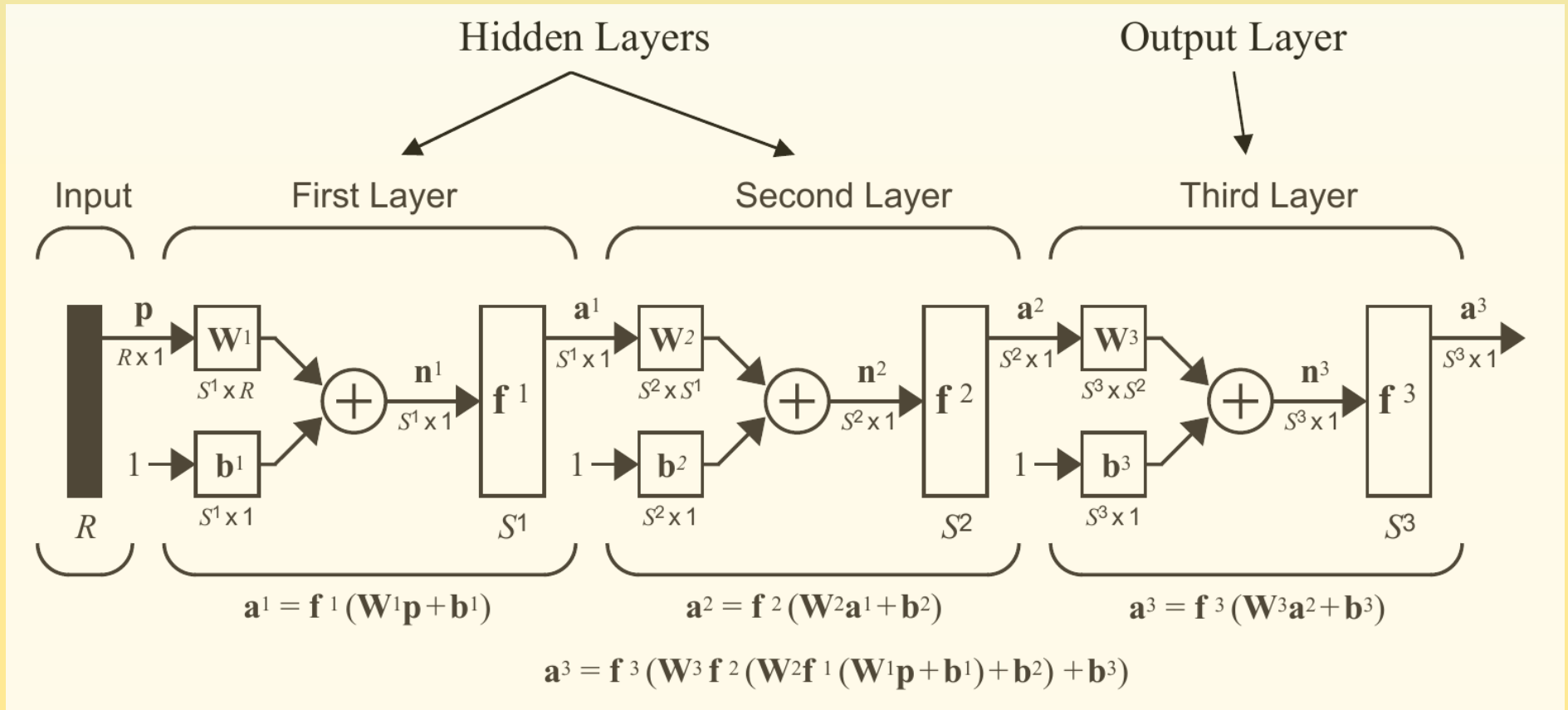
$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,R} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,R} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{S,1} & w_{S,2} & \cdots & w_{S,R} \end{bmatrix}$$

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

شبکه چندلایه پیشرو (feed-forward)

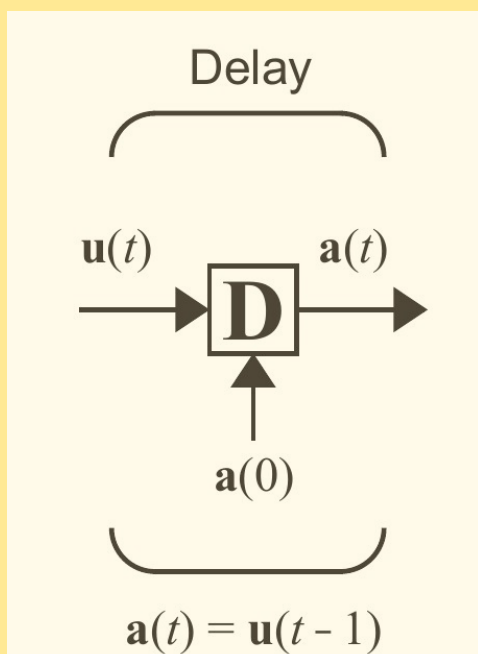


نمایش فشرده شبکه چندلایه پیشرو



شبکه بازگشتی (Recurrent network)

- در معماری feed-forward، خروجی هر لایه فقط به لایه‌های بعدی فرستاده می‌شود.
- در واقع، در یک شبکه پیشرو، جریان اطلاعات در یک مسیر باز حرکت می‌کند و بازخوردی به شبکه نمی‌دهد.
- این محدودیت در شبکه بازگشتی برداشته می‌شود یعنی جریان اطلاعات در شبکه می‌تواند در چرخه‌های بسته مکرراً مورد استفاده قرار گیرد.
- یک رویکرد برای نمایش شبکه‌های بازگشتی، استفاده از بلوک تأخیر (Delay block) در طراحی شبکه عصبی است.



شبکه بازگشتی (Recurrent network)

