

MẠNG NƠON NHÂN TẠO và GIẢI THUẬT DI TRUYỀN

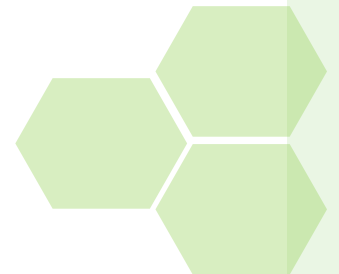
Neural Network & Genetic Algorithm



Biên soạn: ThS. Phạm Đình Tài
pdtaii@ntt.edu.vn
0985.73.39.39

CHƯƠNG 2

Mô hình neuron và Các kiến trúc mạng



- ✓ **Mô hình toán học cơ bản của một neuron**
- ✓ **Giải thích tại sao các neuron nhân tạo có thể kết nối với nhau để tạo ra mạng neuron nhân tạo**
- ✓ **Minh họa thao tác cơ bản của mạng thông qua ví dụ**

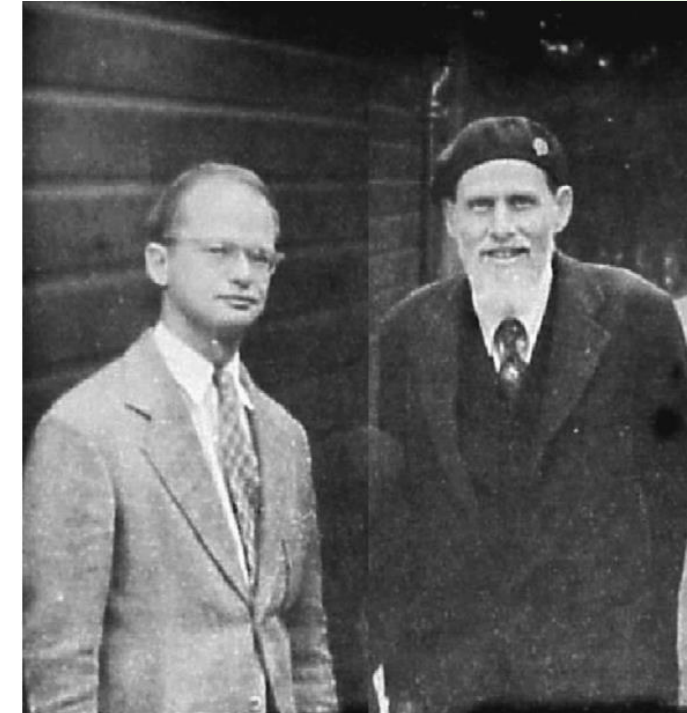
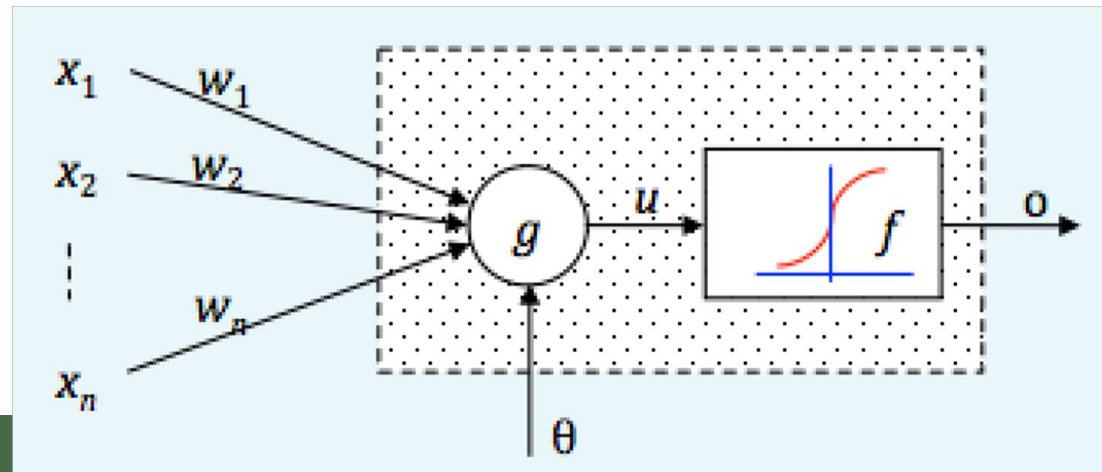
NỘI DUNG TRÌNH BÀY

- ✓ **Mô hình neuron**
- ✓ **Neuron một đầu vào**
- ✓ **Neuron nhiều đầu vào**
- ✓ **Các lớp neurons**
- ✓ **Mạng đa lớp**
- ✓ **Một số ví dụ**

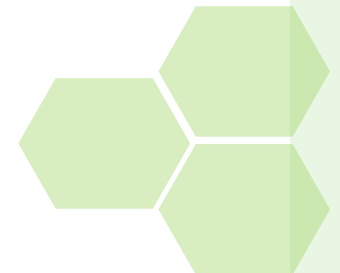


MÔ HÌNH NEURON

- Mô hình đề xuất năm 1943 bởi McCulloch-Pitts
- Neuron sinh học có các đặc điểm sau
 - ❖ Có một hoặc nhiều tín hiệu đầu vào
 - ❖ Mức độ phụ thuộc vào các tín hiệu đầu vào khác nhau
 - ❖ Khi tổng kích thích đầu vào vượt quá một ngưỡng neuron sẽ tạo ra một xung tín hiệu đầu ra



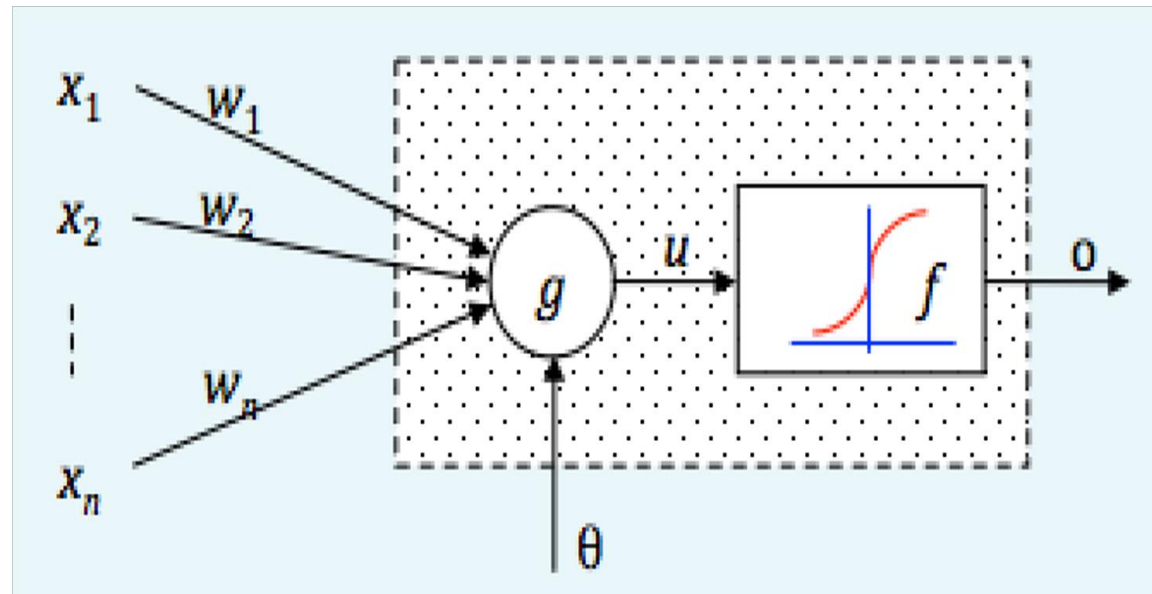
McCulloch-Pitts



CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN

Mô hình mạng neuron gồm 3 thành phần

- Hệ thống ghép nối thần kinh (synapse)
- Bộ cộng
- Hàm kích hoạt



NEURON MỘT ĐẦU VÀO

1. Các thành phần cơ bản

- Neuron một đầu vào
- Đầu vào là một số p
- Trọng số w
- Bias b
 - b và w là các tham số có thể thay đổi theo một luật học để quan hệ giữa đầu vào và đầu ra đạt được một mục đích nào đó
- Hàm truyền đạt f
 - Được lựa chọn bởi người thiết kế mạng

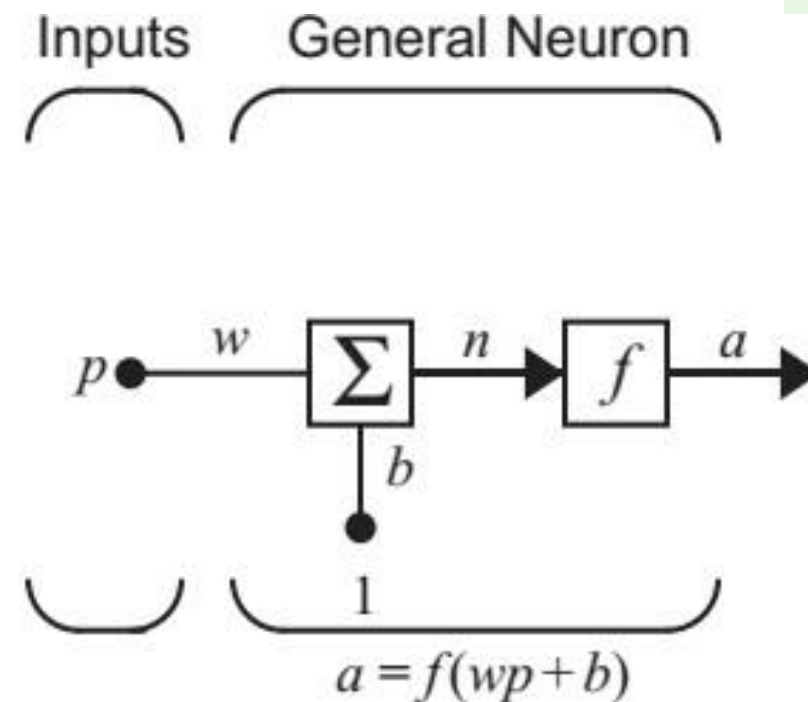
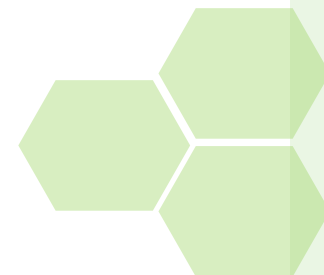


Figure 2.1 Single-Input Neuron

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

2. Hàm truyền đạt

- Các neuron sử dụng hàm ngưỡng còn được gọi là neuron McCulloch-Pitts do các tác giả này đưa ra vào năm 1943
- Hàm ngưỡng
 - Đơn giản
 - Không tồn tại đạo hàm tại $u = 1$ nên không thể sử dụng một số phương pháp dựa trên Gradient. (*Gradient là một vectơ trong khi đạo hàm là giá trị vô hướng*)

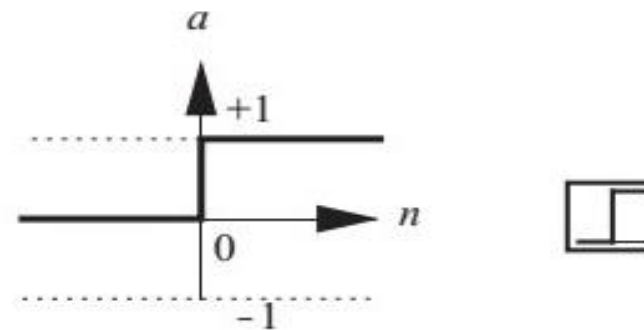


NEURON MỘT ĐẦU VÀO

2. Hàm truyền đạt

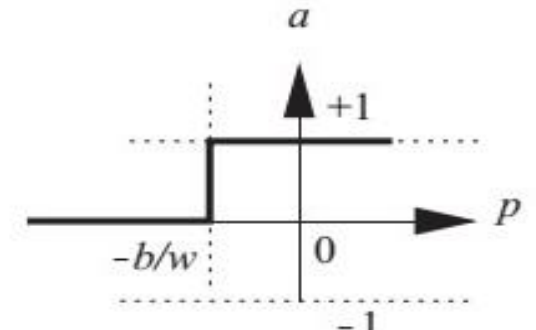
- Có thể là hàm tuyến tính hoặc phi tuyến
- Được lựa chọn để thỏa mãn một số đặc tính của bài toán
- Một số dạng hàm truyền đạt

(<http://matrix.etseq.urv.es/manuals/matlab/toolbox/nnet/tabs12a.html>)



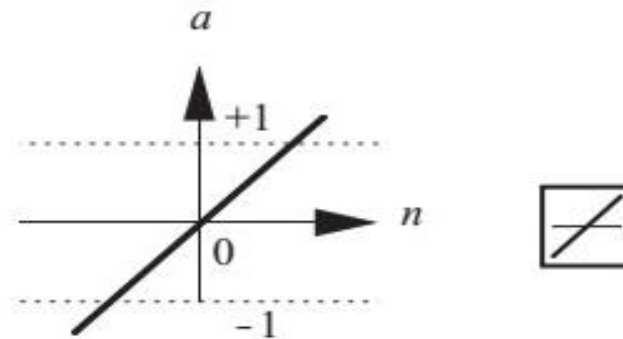
$$a = \text{hardlim}(n) = 1 \text{ if } n \geq 0; = 0$$

Hard Limit Transfer Function



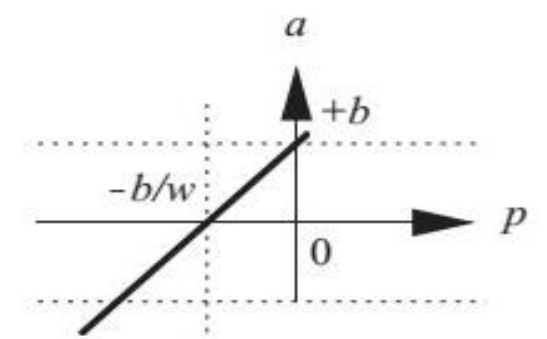
$$a = \text{hardlim}(wp + b)$$

Single-Input *hardlim* Neuron



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

Linear Transfer Function

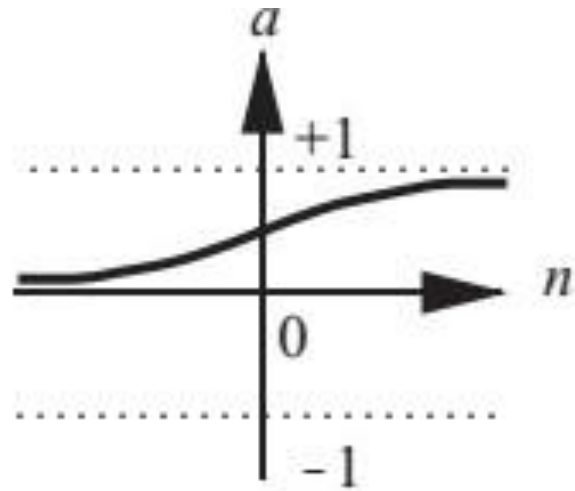


$$a = \text{purelin}(wp + b)$$

Single-Input *purelin* Neuron

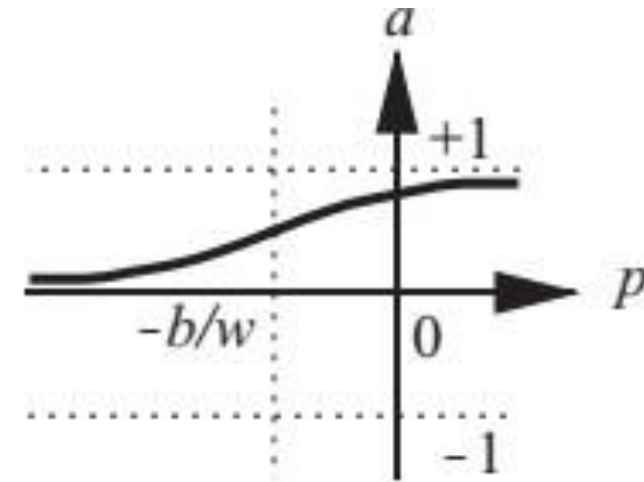
NEURON MỘT ĐẦU VÀO

2. Hàm truyền đạt



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

Log-Sigmoid Transfer Function



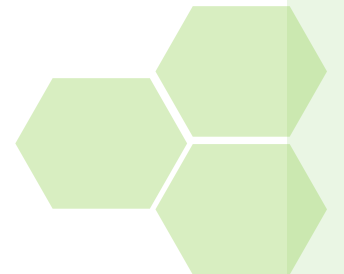
$$a = \text{logsig}(wp + b)$$

Single-Input *logsig* Neuron

2. Hàm truyền đạt

- Hàm **logsig** hoặc **sigmoid** là hàm truyền đạt được sử dụng nhiều nhất.
- Hàm có dạng đồng biến, có thể coi là trung gian giữa hàm tuyến tính và hàm ngưỡng
 - A: hệ số dốc
 - Khi $a \Rightarrow$ vô cùng, $f(u)$ tiến đến hàm ngưỡng
- Có ưu điểm so với hàm ngưỡng là tồn tại đạo hàm

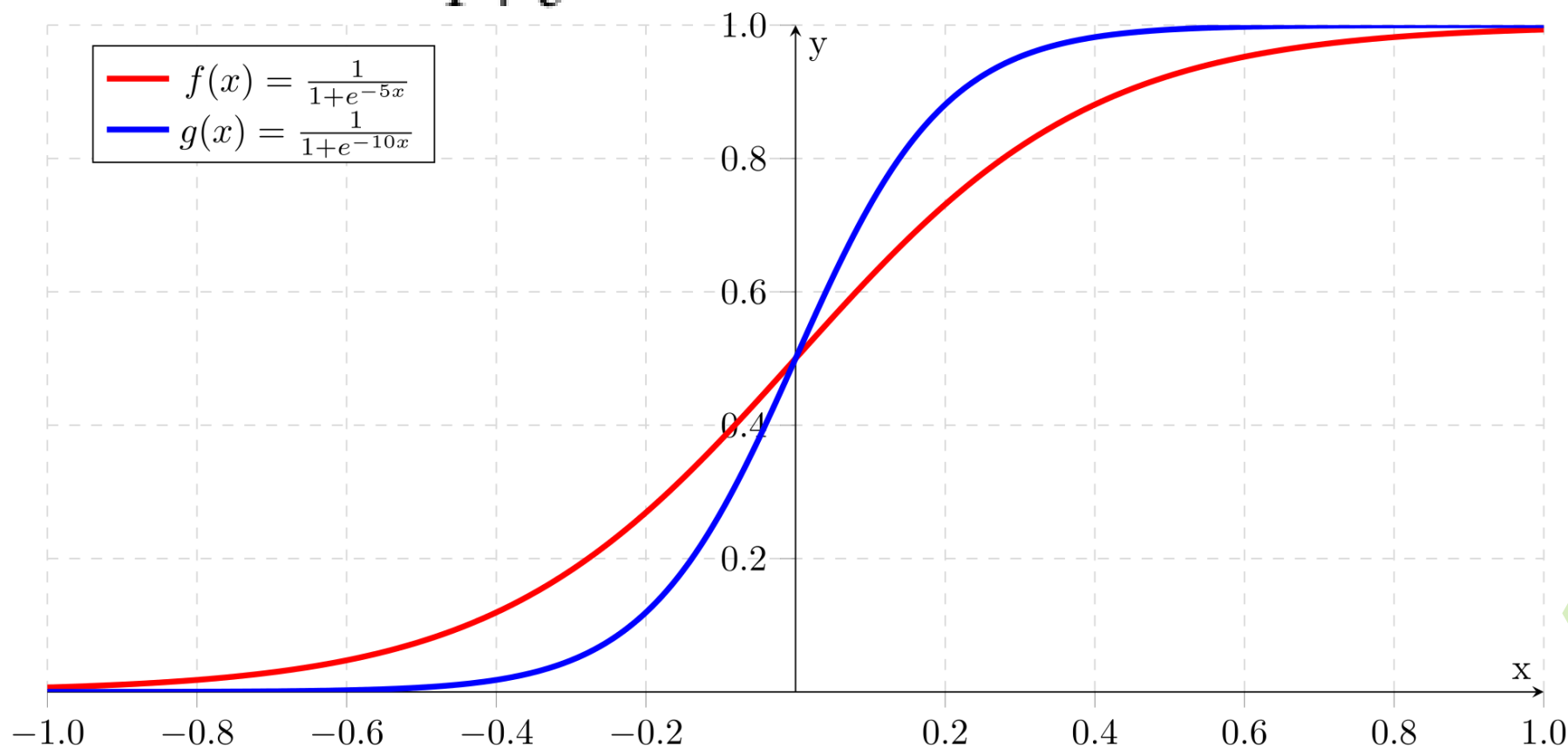
$$\text{logsig}_a(u) = \frac{1}{1 + e^{-au}}$$



NEURON MỘT ĐẦU VÀO


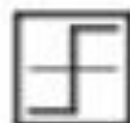
2. Hàm truyền đạt

- Ví dụ *sigmoid* $a = \frac{1}{1 + e^{-n}}$.



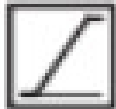
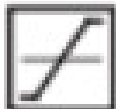

NEURON MỘT ĐẦU VÀO

2. Hàm truyền đạt

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




NEURON MỘT ĐẦU VÀO

2. Hàm truyền đạt

Saturating Linear	$a = 0 \quad n < 0$ $a = n \quad 0 \leq n \leq 1$ $a = 1 \quad n > 1$		satlin
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

NEURON MỘT ĐẦU VÀO

2. Hàm truyền đạt

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

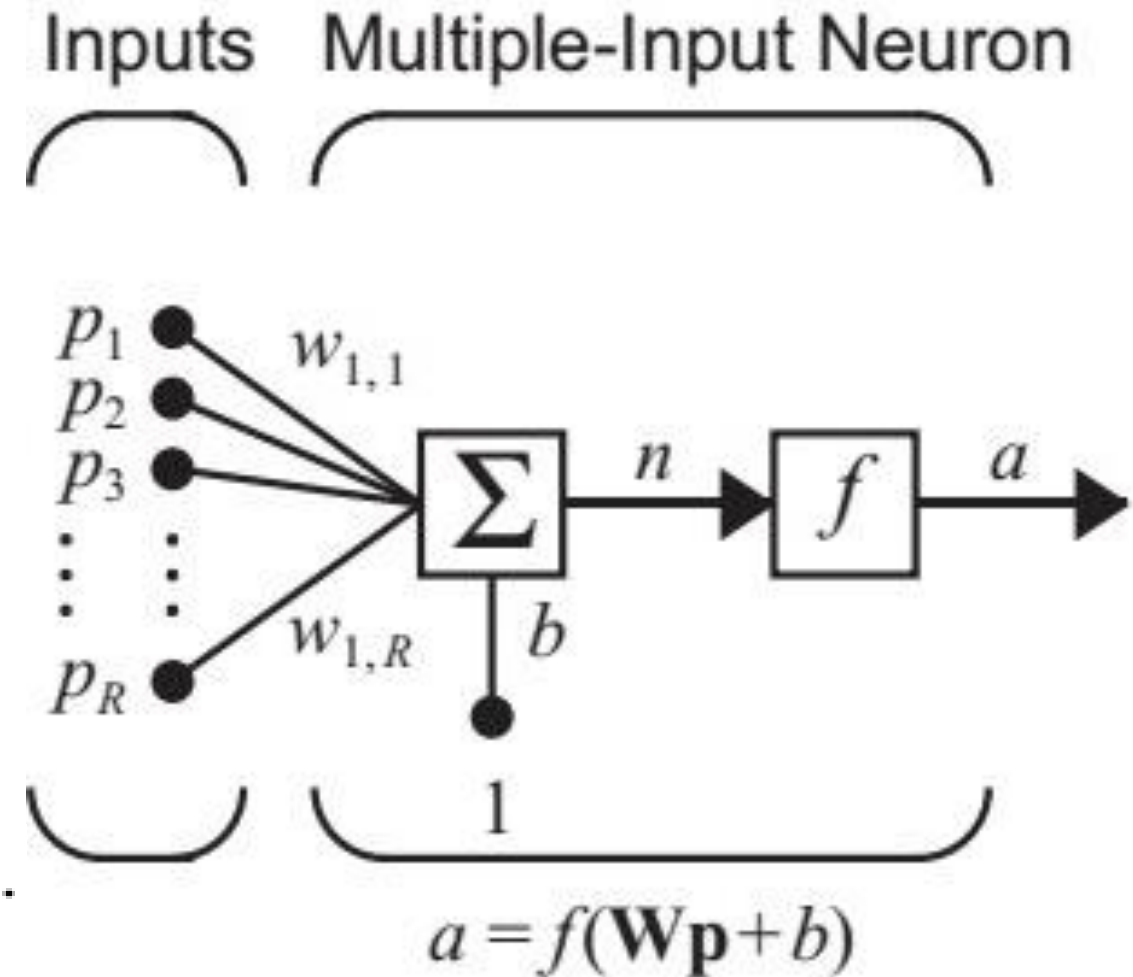
NEURON NHIỀU ĐẦU VÀO

1. Mô hình chung

- Thông thường một neuron có nhiều hơn một đầu vào
- Một neuron có R đầu vào được biểu diễn như sau
 - ❖ Kích thích: p_1, p_2, \dots, p_R
 - ❖ Các trọng số: $w_{1,1}, w_{1,2}, \dots, w_{1,R}$
 - ❖ Bias: b
 - ❖ Đầu vào của neuron

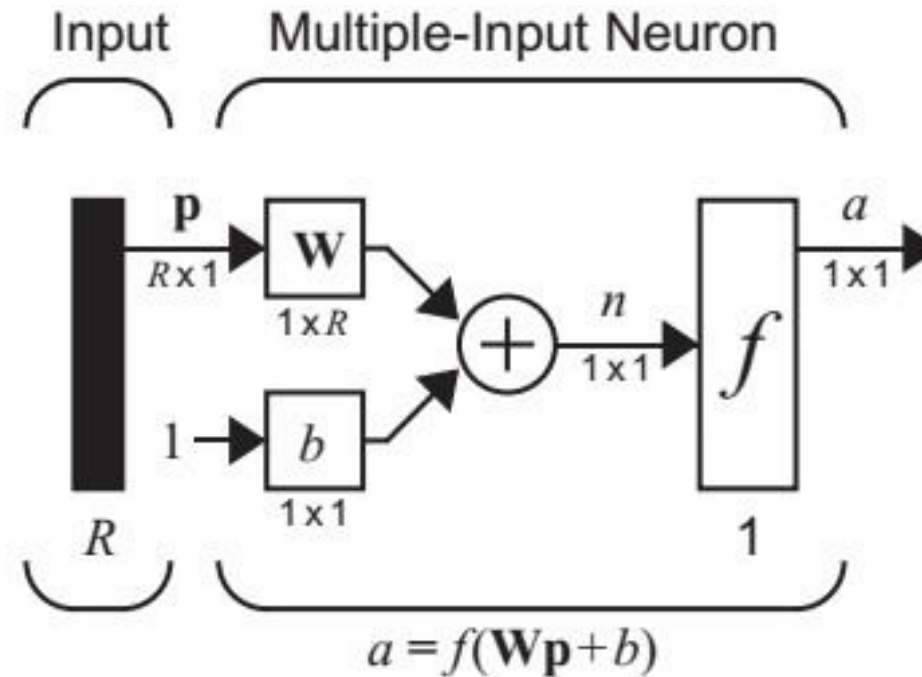
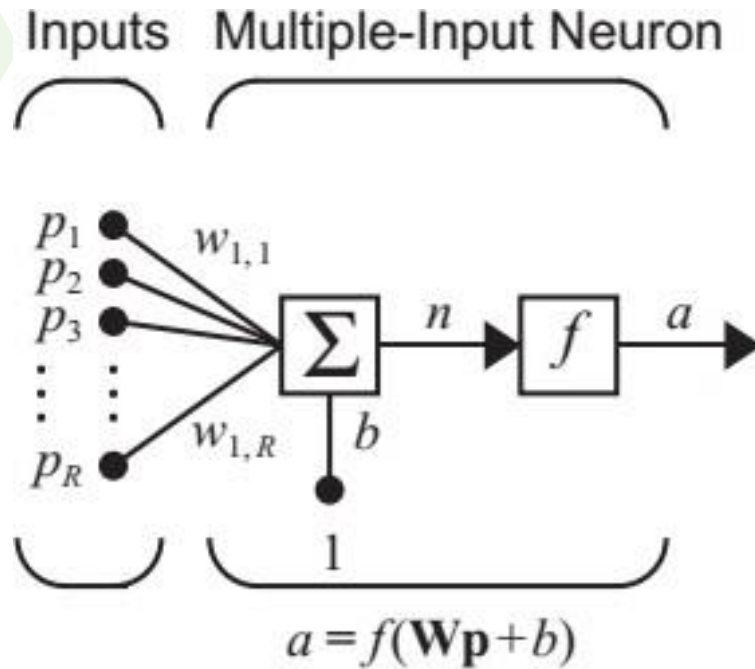
$$n = w_{1,1}p_1 + w_{1,2}p_2 + \dots + w_{1,R}p_R + b.$$

$$n = \mathbf{W}\mathbf{p} + b$$



NEURON NHIỀU ĐẦU VÀO

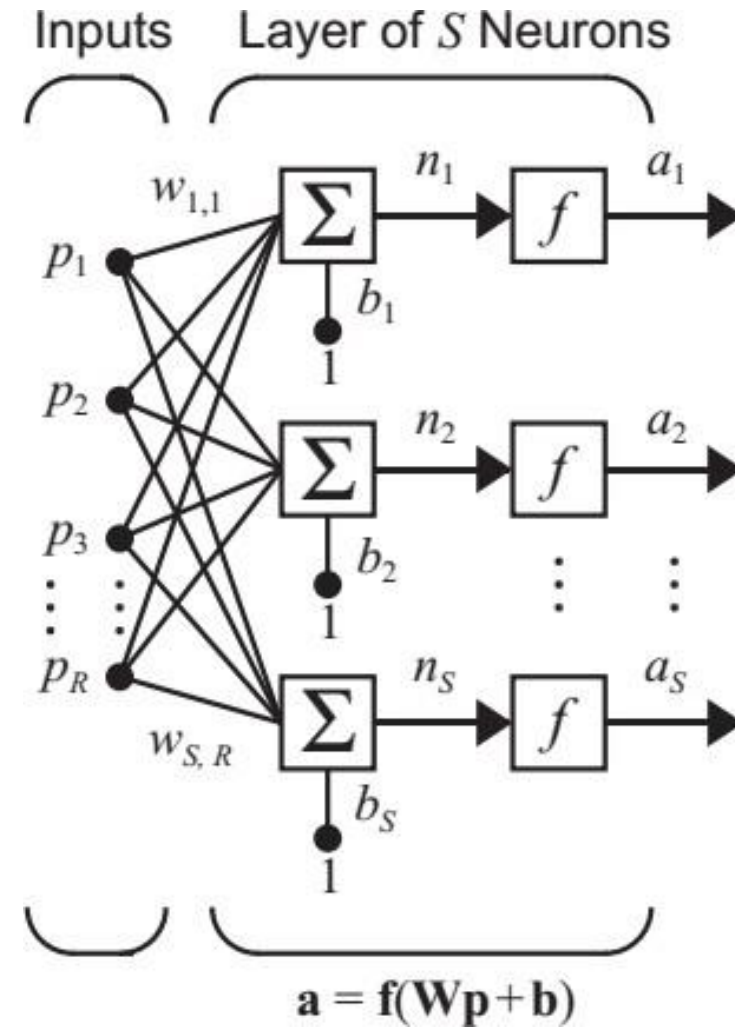
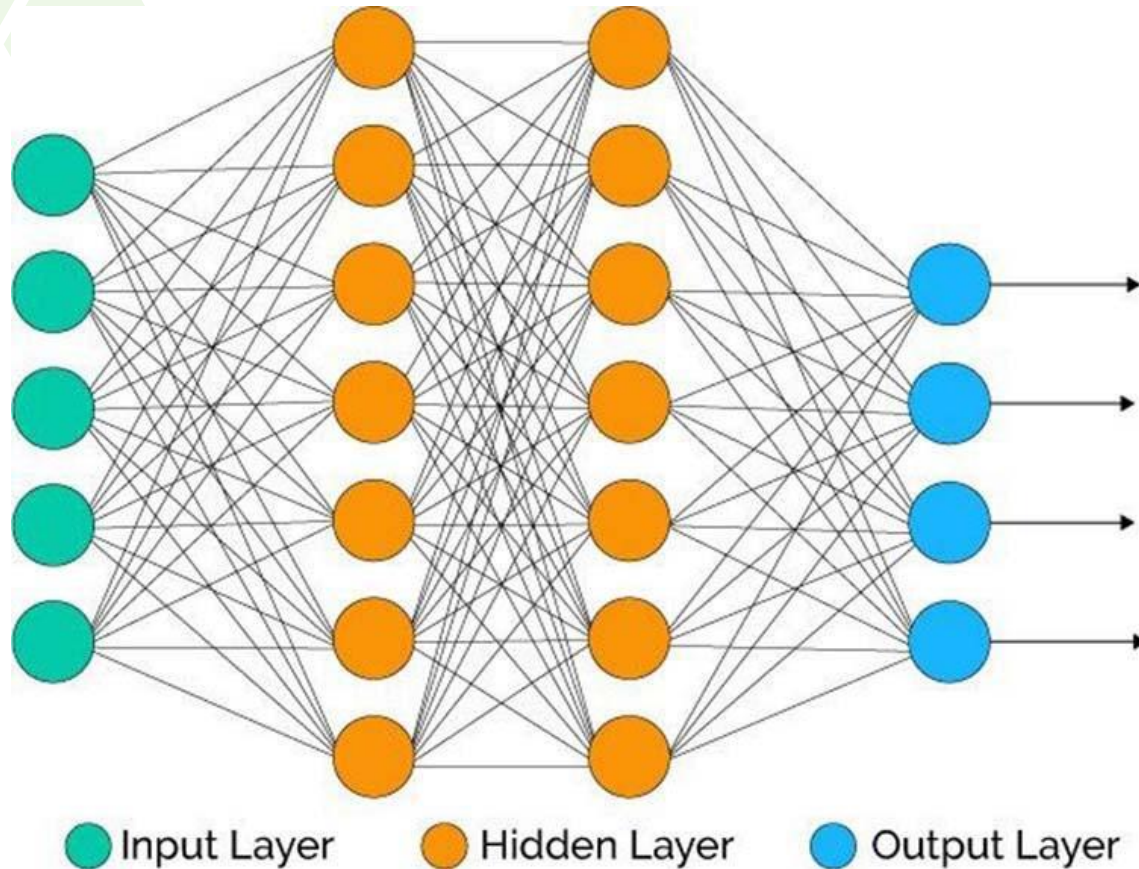
2. Cách biểu diễn gọn



Abbreviated Notation

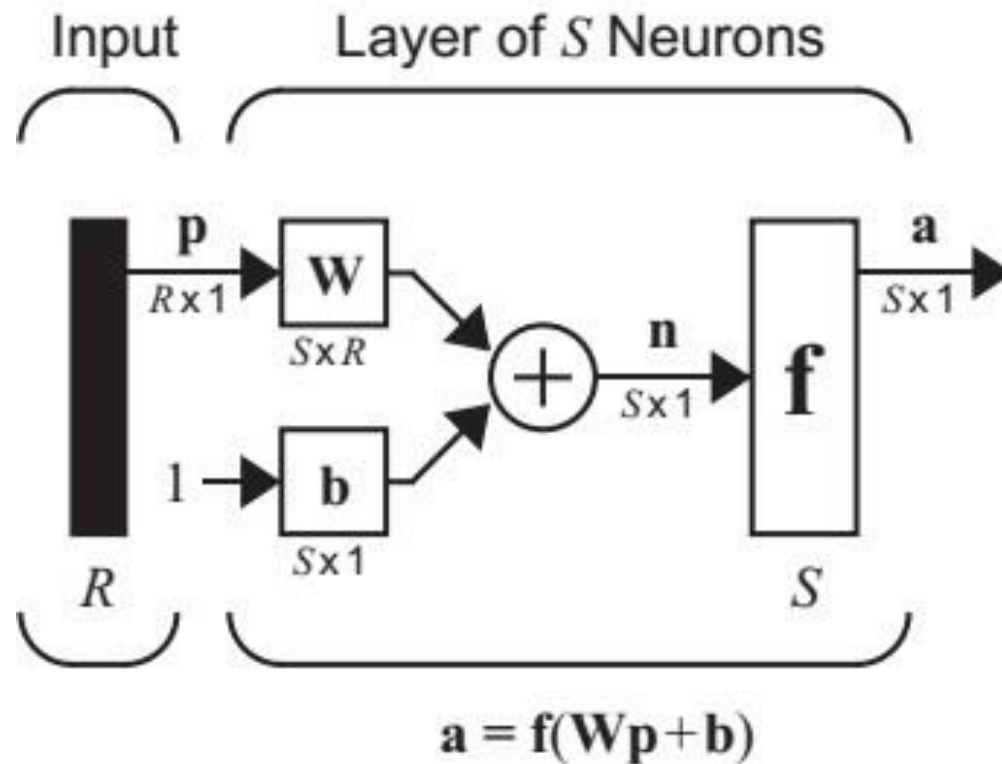
KIẾN TRÚC MẠNG NEURON

1. Lớp các neuron



KIẾN TRÚC MẠNG NEURON

2. Các ký pháp viết gọn

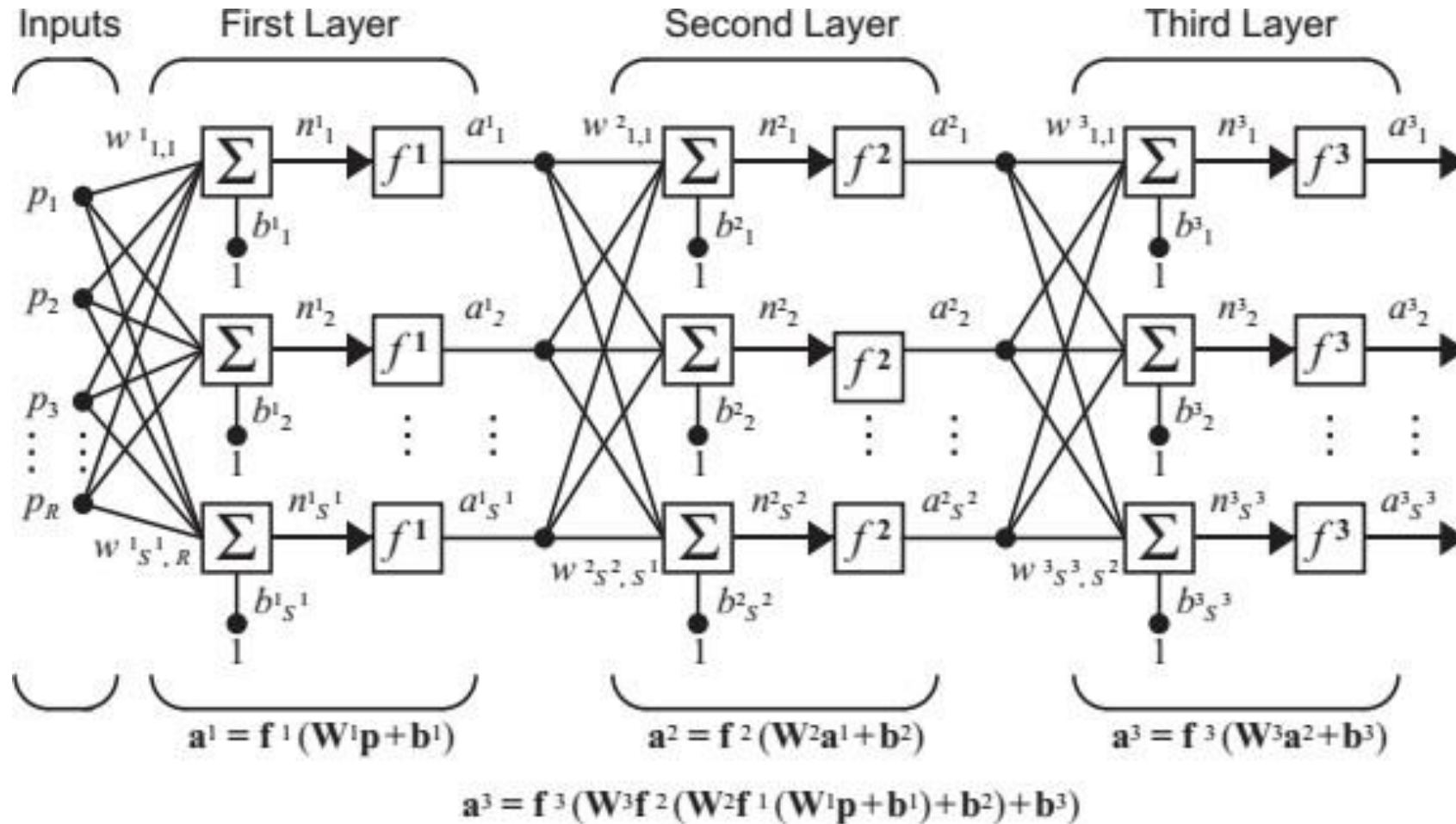


$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,R} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,R} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{S,1} & w_{S,2} & \cdots & w_{S,R} \end{bmatrix}$$

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

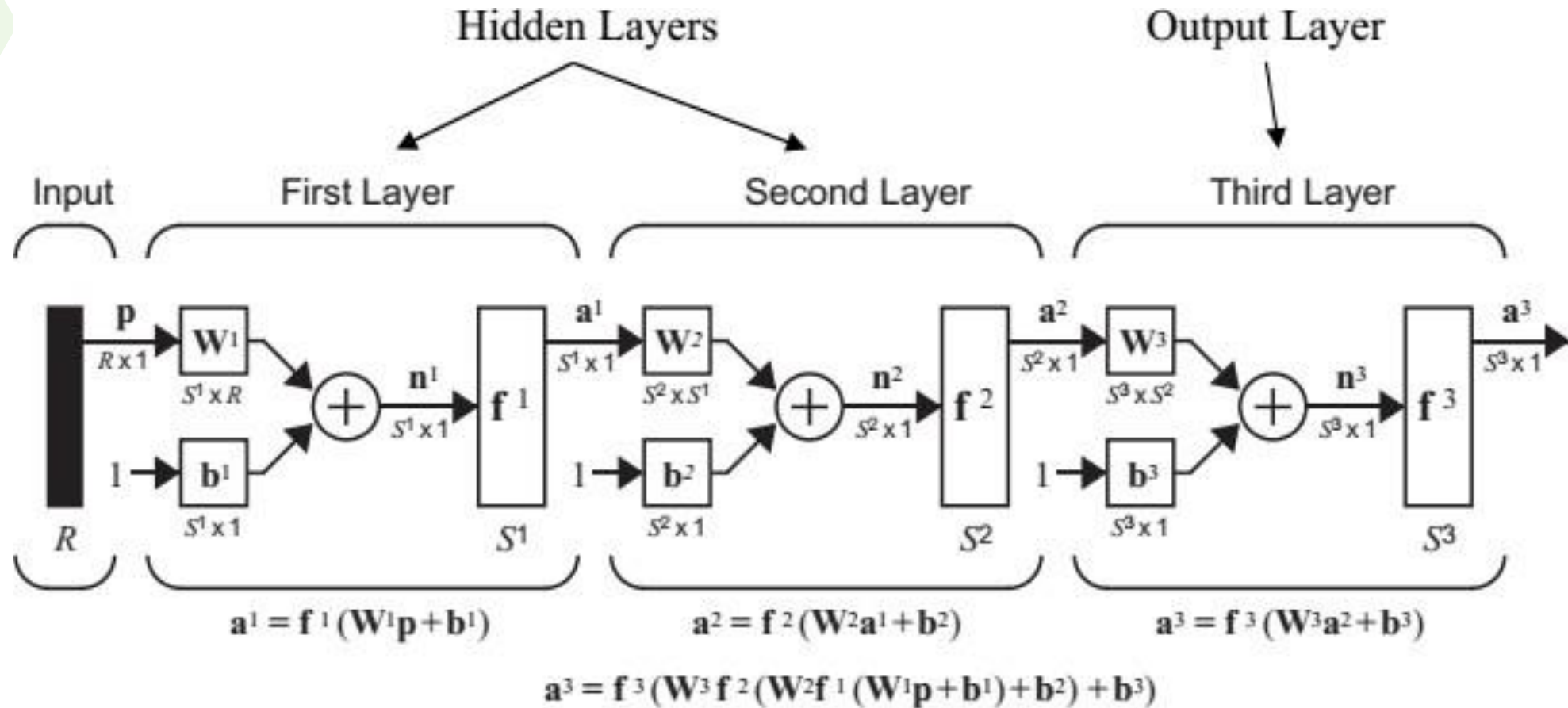
KIẾN TRÚC MẠNG NEURON

3. Mạng neuron đa lớp



KIẾN TRÚC MẠNG NEURON

3. Mạng neuron đa lớp - biểu diễn gọn



Ví dụ 1:

- Mạng neuron có đầu vào là **2.0**, trọng số là **2.3** và bias là **-3**
 - Tính đầu vào của hàm truyền đạt ?
 - Tính đầu ra của neuron ?

■ Trả lời

- Đầu vào của hàm truyền đạt

$$n = wp + b = (2.3)(2) + (-3) = 1.6$$

- Đầu ra: không xác định vì không định nghĩa hàm truyền đạt

Ví dụ 2:

- Mạng neuron có đầu vào là **2.0**, trọng số là **2.3** và bias là **-3**
 - Tính đầu vào của hàm truyền đạt ?
 - Tính đầu ra của neuron với các hàm truyền đạt

■ Trả lời

For the hard limit transfer function:

$$a = \text{hardlim}(1.6) = 1.0$$

. For the linear transfer function:

$$a = \text{purelin}(1.6) = 1.6$$

i. For the log-sigmoid transfer function:

$$a = \text{logsig}(1.6) = \frac{1}{1 + e^{-1.6}} = 0.8320$$

Ví dụ 3:

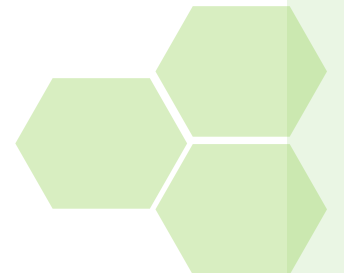
- Cho Neuron hai đầu vào $b = 1.2$; $w = [3 \ 2]$; $p = [5, 6]^T$
- Tính đầu ra của neuron với các hàm truyền đạt sau?

- **Trả lời** $n = \mathbf{Wp} + b = [3 \ 2] \begin{bmatrix} -5 \\ 6 \end{bmatrix} + (1.2) = -1.8 .$

i. $a = \text{hardlims}(-1.8) = -1$

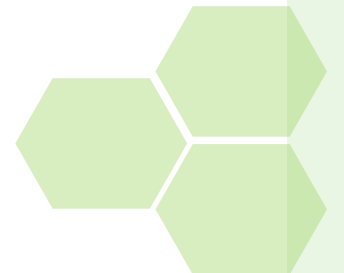
ii. $a = \text{satlin}(-1.8) = 0$

iii. $a = \text{tansig}(-1.8) = -0.9468$



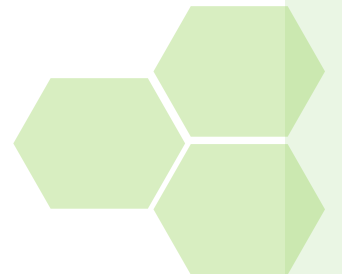
Ví dụ 4:

- Một mạng neuron có **6** đầu vào, **2** đầu ra
- Đầu ra nằm trong khoảng **[0, 1]** và là các biến liên tục
- Hãy xác định kiến trúc mạng
 - Bao nhiêu neuron?
 - Số chiều của ma trận trọng số?
 - Kiểu hàm truyền đạt?
 - Bias ?



Trả lời:

- Hai neuron: mỗi neuron cho một đầu ra
- Ma trận trọng số có hai hàng tương ứng với hai neuron, 6 cột tương ứng với 6 đầu vào
- Hàm truyền đạt là hàm liên tục, nên phù hợp nhất là logsig
- Không đủ thông tin để xác định bias



Thank you !



https://www.youtube.com/watch?v=giid0-Oj_FY

Video tham khảo