

# Computational Graphs

## Đồ thị tính toán

Giảng viên: Nguyễn Thanh Sơn

**Nhóm 13**

**Lê Chí Thành - Vương Vĩnh Thuận**



# Nội dung



1

Dẫn nhập

2

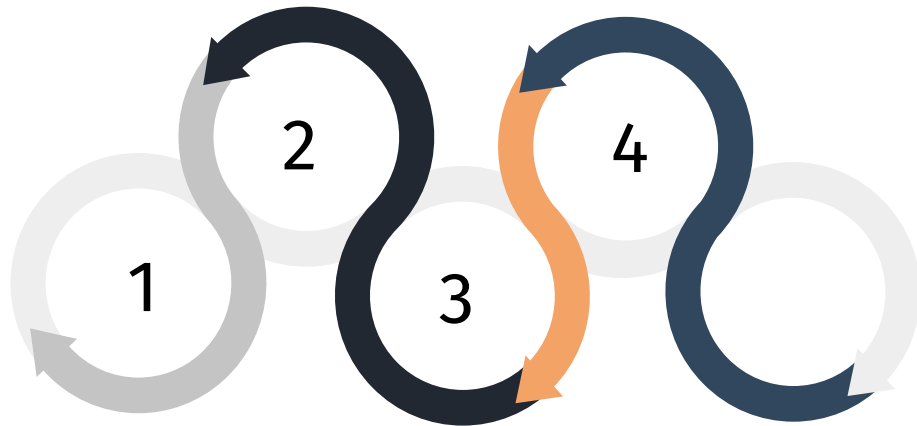
Computational Graphs

3

Ứng dụng

4

Demo





# Dẫn nhập



# Dẫn nhập

- **Đạo hàm là gì?**
- **Các thuật toán Machine Learning?**



# Dẫn nhập

- **Các thuật toán Machine Learning?**

- Supervised Learning: regression, classification
- Unsupervised Learning: Clustering (phân nhóm), association (sự liên kết)
- Reinforcement Learning (Học củng cố)

**LINEAR REGRESSION**





# Computational Graphs

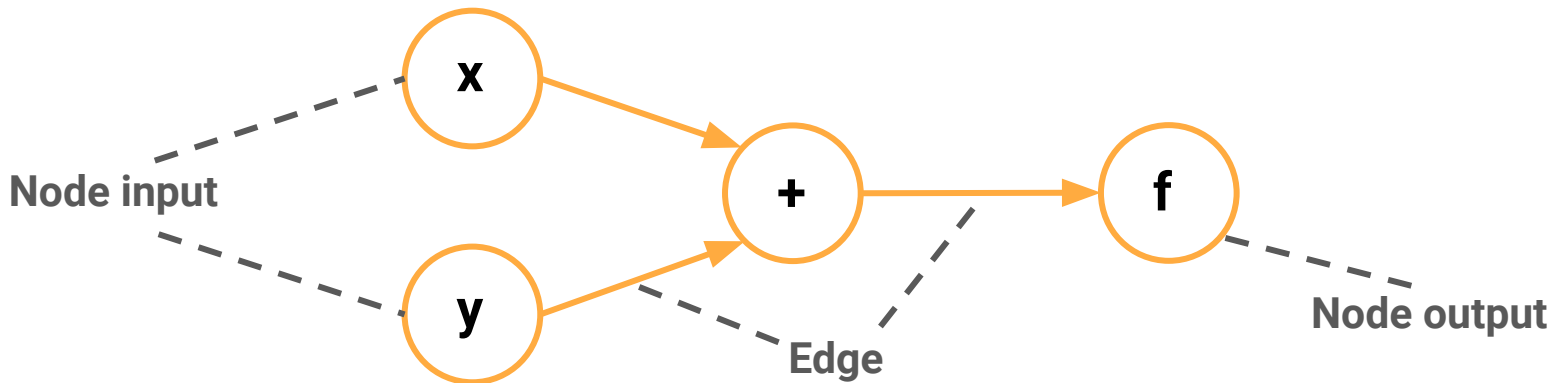
# Đồ thị tính toán

- Là một loại đồ thị **có hướng** dùng để biểu diễn các biểu thức toán học.
- Là ngôn ngữ mô tả mô hình Deep Learning.



# Đặc điểm

- Node (nút):
  - + Đầu vào (input): vector, ma trận.
  - + Phép toán (operation): cộng, trừ, nhân và chia.
- Cạnh (edge): một đối số (dữ liệu phụ thuộc), giống một con trỏ đến node.

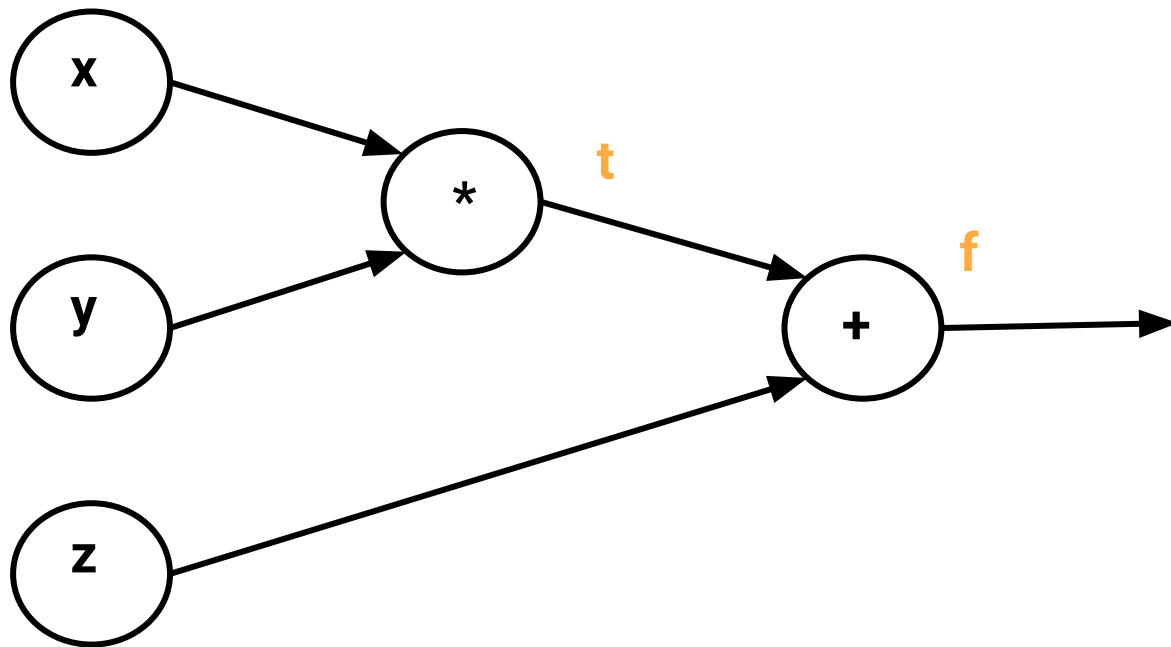




# Đồ thị tính toán

Xây dựng Computational graph cho hàm  $f$  sau:

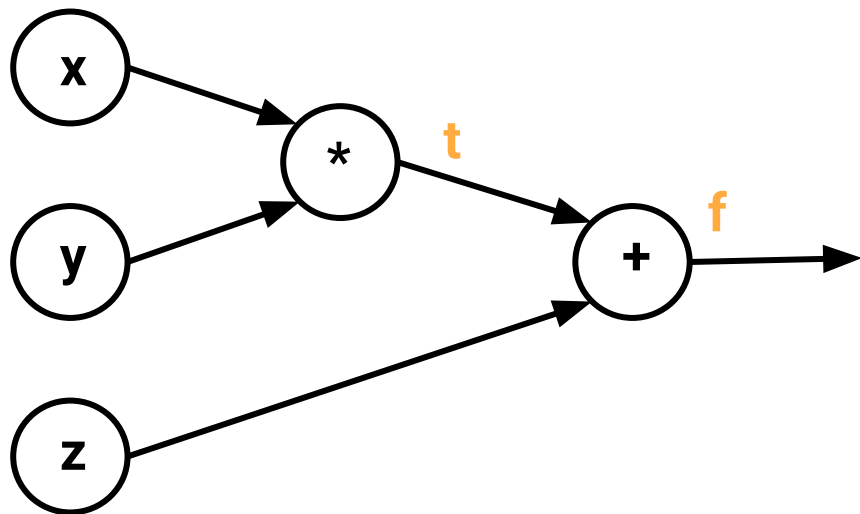
$$f(x, y, z) = (x * y) + z$$



# Đồ thị tính toán

$$f(x, y, z) = (x * y) + z \quad \text{Đặt } t = x * y, \quad f(t, z) = t + z$$

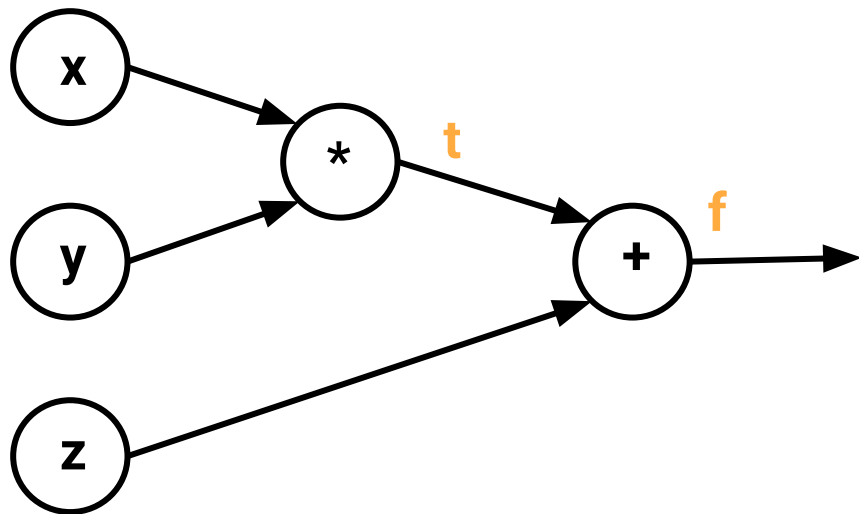
Đạo hàm riêng - Partial Derivative



$$\begin{array}{lll} \frac{\partial t}{\partial x} = y & \frac{\partial f}{\partial z} = 1 & \frac{\partial f}{\partial x} = y \\ \frac{\partial t}{\partial y} = x & \frac{\partial f}{\partial t} = 1 & \frac{\partial f}{\partial y} = x \end{array}$$

# Đồ thị tính toán

Tính chất



Đạo hàm riêng - Partial Derivative

$$\frac{\partial t}{\partial x} = y$$

$$\frac{\partial f}{\partial z} = 1$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = y$$

$$\frac{\partial t}{\partial y} = x$$

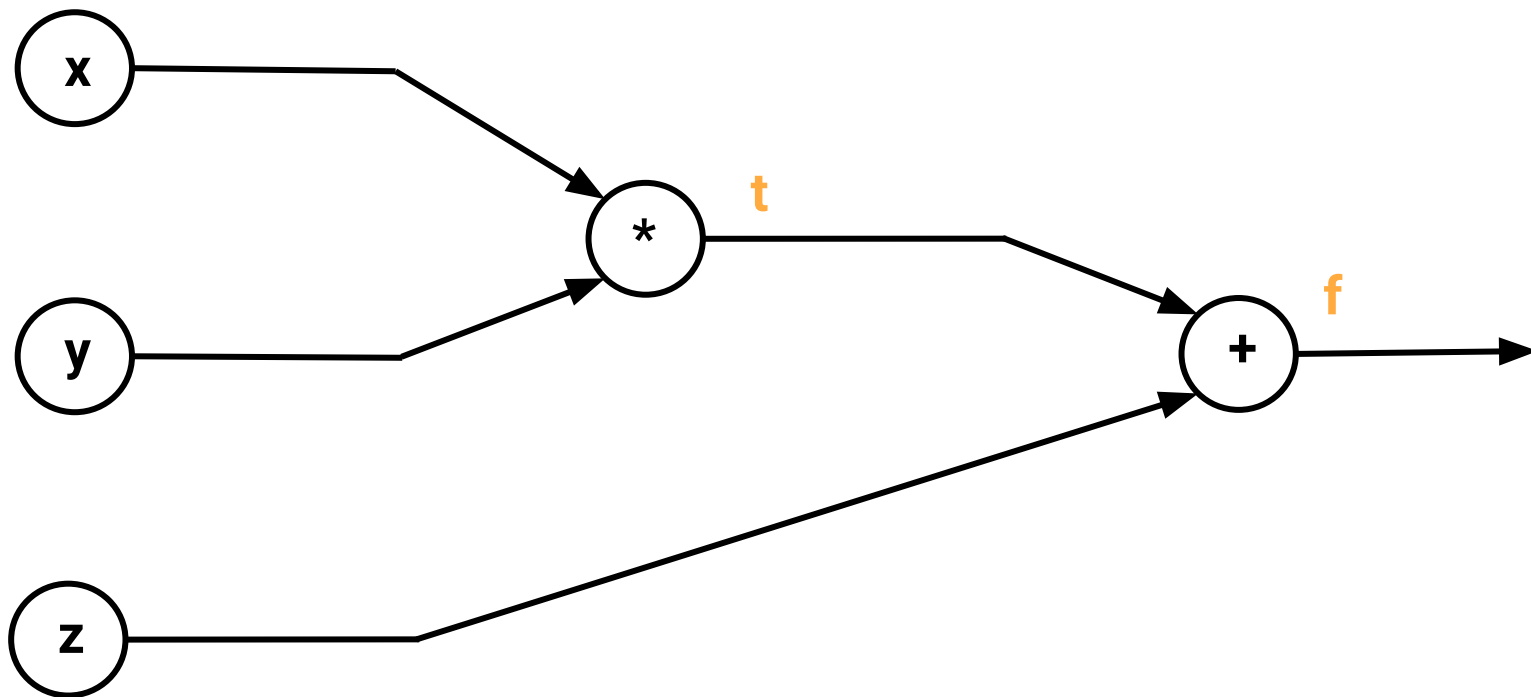
$$\frac{\partial f}{\partial t} = 1$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = x$$



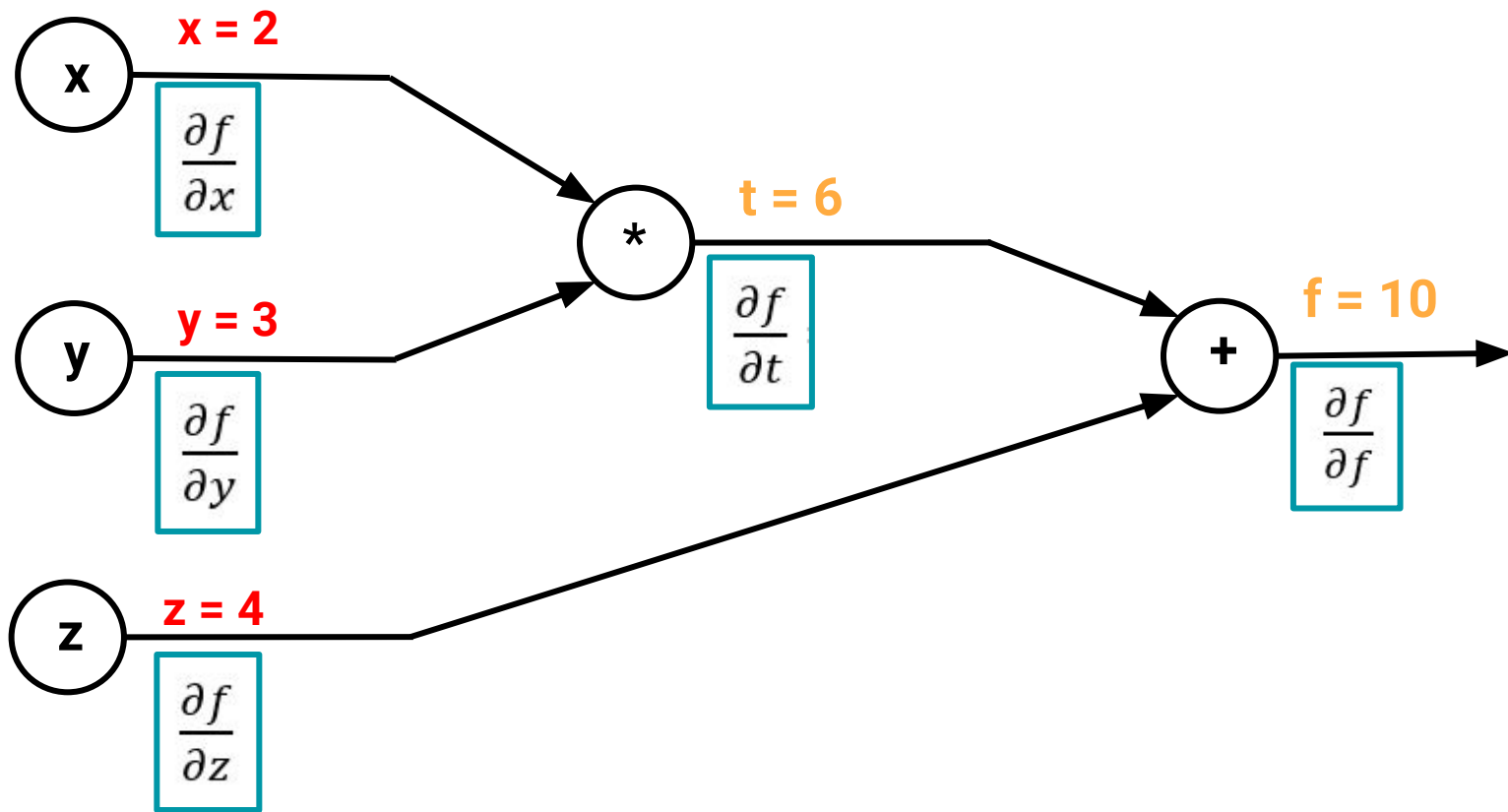
- *Đạo hàm của biểu thức cộng tại 1 biến = 1*
- *Đạo hàm của biểu thức nhân theo biến này = giá trị của biến còn lại*

# Đồ thị tính toán



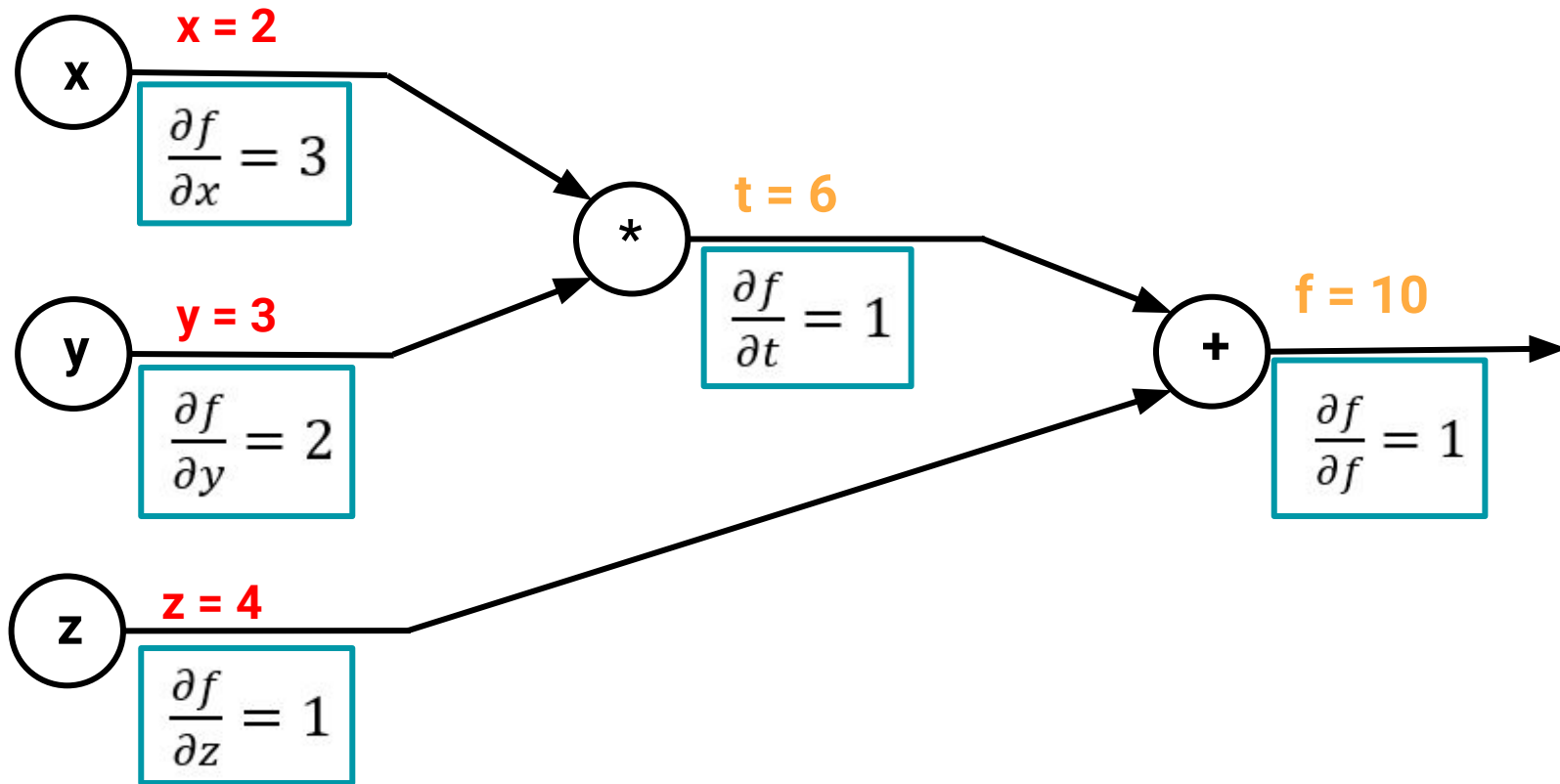
# Đồ thị tính toán

Tính  $f(x, y, z) = (x * y) + z$  với  $x = 2, y = 3, z = 4$

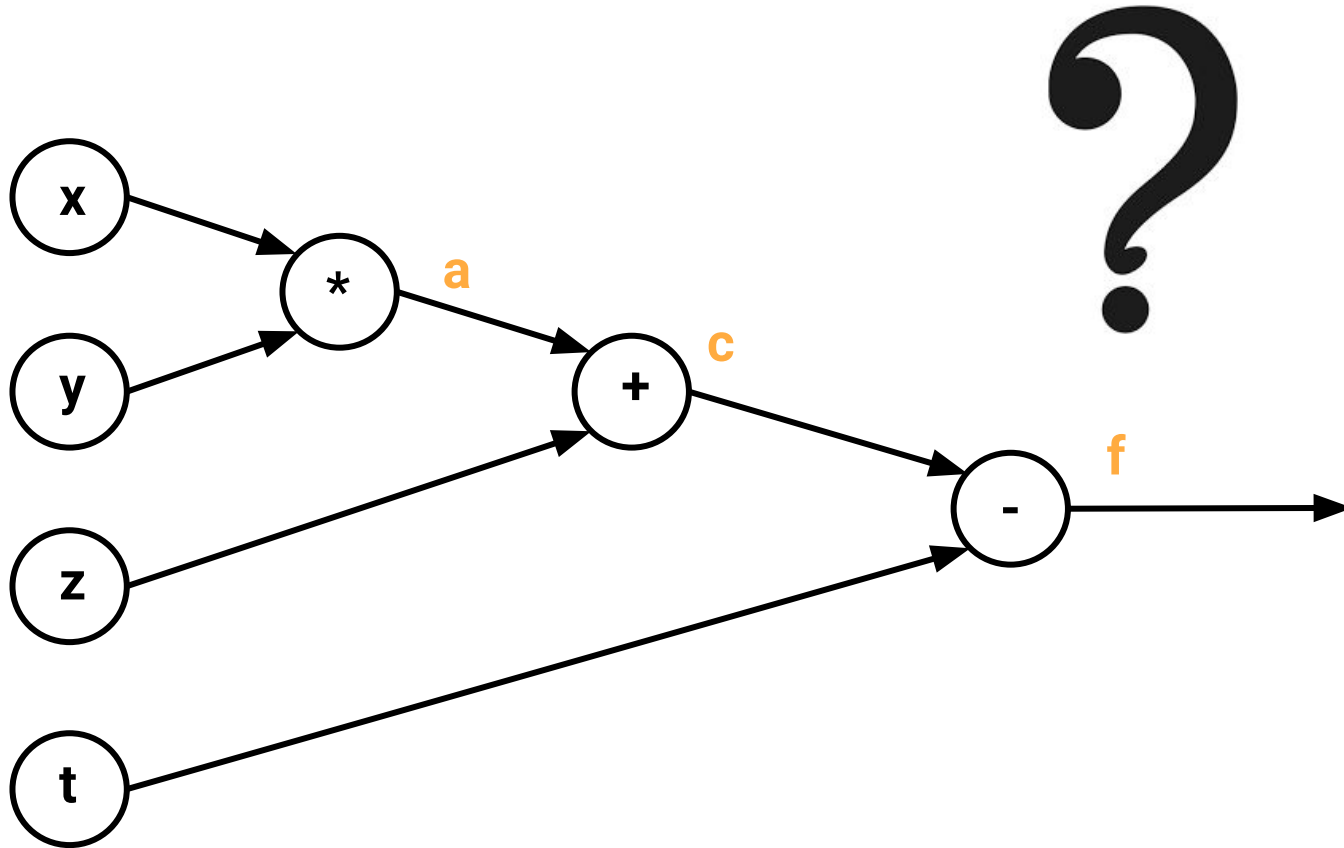


# Đồ thị tính toán

Tính  $f(x, y, z) = (x * y) + z$  với  $x = 2, y = 3, z = 4$



# Đồ thị tính toán



# Đồ thị tính toán

## Quy tắc dây chuyền - Chain rule



$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial c} \frac{\partial c}{\partial a} \frac{\partial a}{\partial x} = 1.1.y = y$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial c} \frac{\partial c}{\partial a} \frac{\partial a}{\partial y} = 1.1.x = x$$

$$\frac{\partial f}{\partial z} = \frac{\partial f}{\partial c} \frac{\partial c}{\partial z} = 1.1 = 1$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -1$$

**Computational graphs giúp tính đạo hàm từng vị trí (node)**



# Đồ thị tính toán

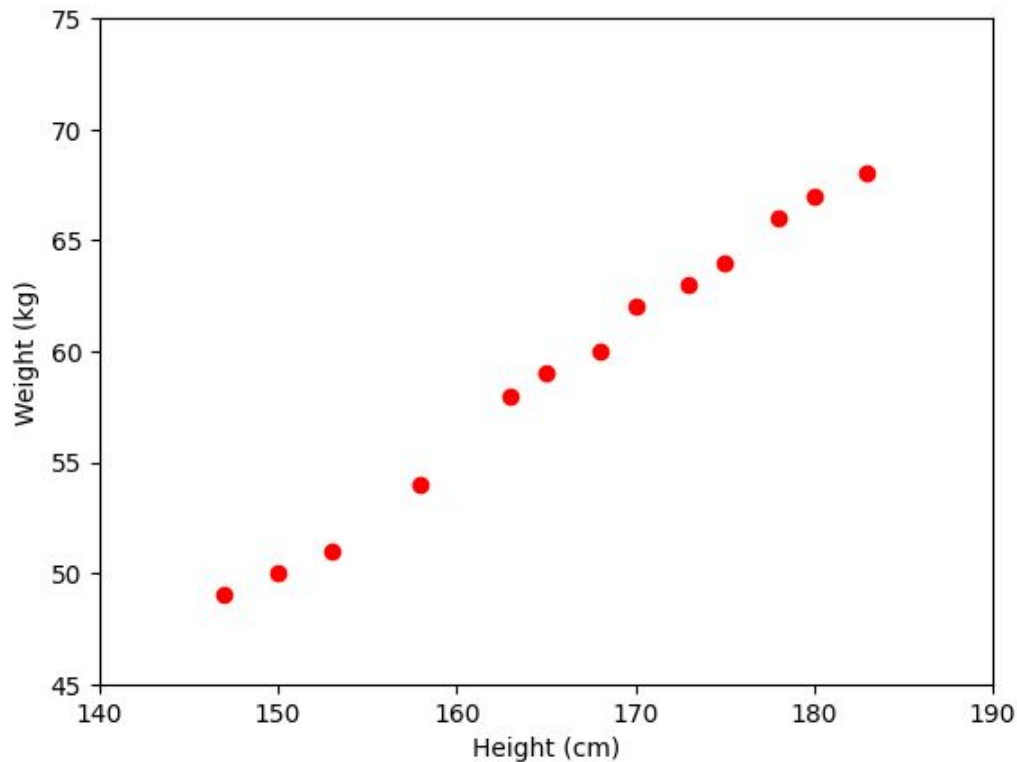
## Dự đoán cân nặng

Chiều cao (cm)	Cân nặng (kg)	Chiều cao (cm)	Cân nặng (kg)
147	49	168	60
150	50	170	72
153	51	173	63
155	52	175	64
158	54	178	66
160	56	180	67
163	58	183	68
165	59		

# Đồ thị tính toán

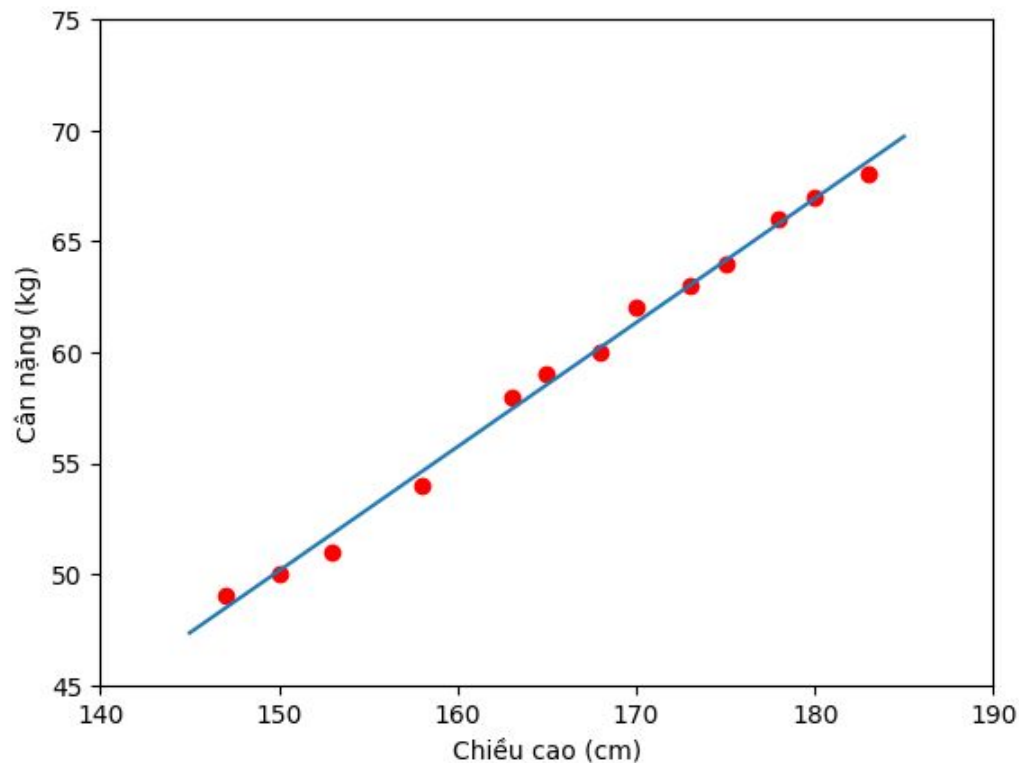
## Dự đoán cân nặng

Chiều cao (cm)	Cân nặng (kg)	Chiều cao (cm)	Cân nặng (kg)
147	49	168	60
150	50	170	72
153	51	173	63
155	52	175	64
158	54	178	66
160	56	180	67
163	58	183	68
165	59		



# Đồ thị tính toán

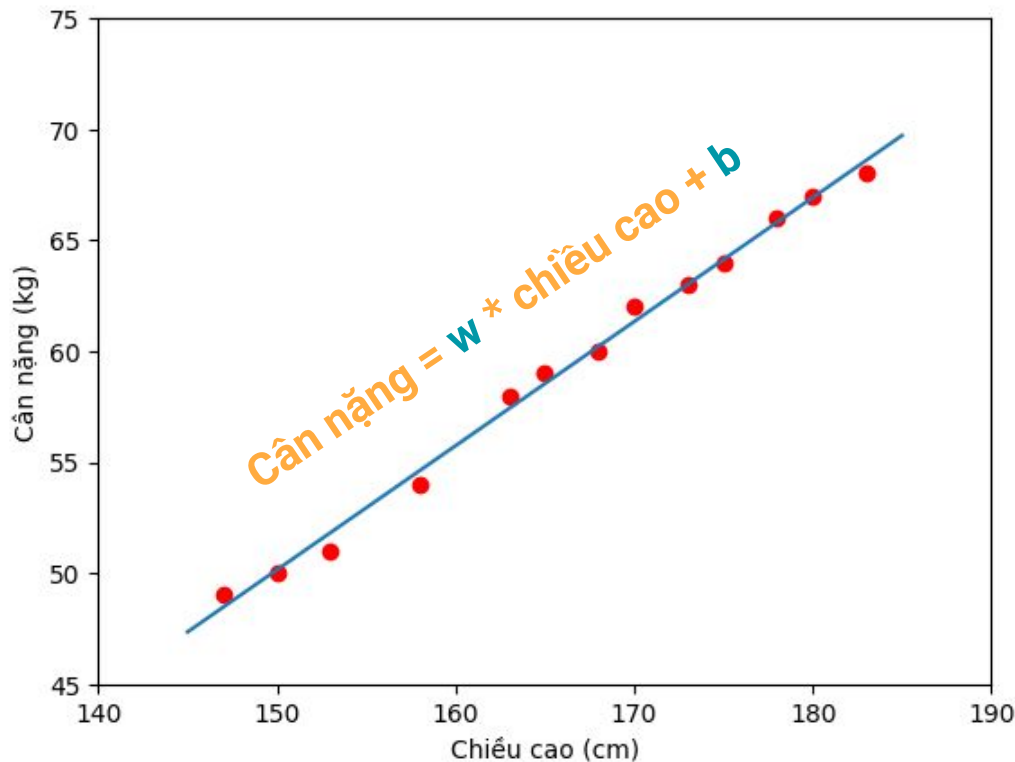
## Dự đoán cân nặng



# Đồ thị tính toán

## Dự đoán cân nặng

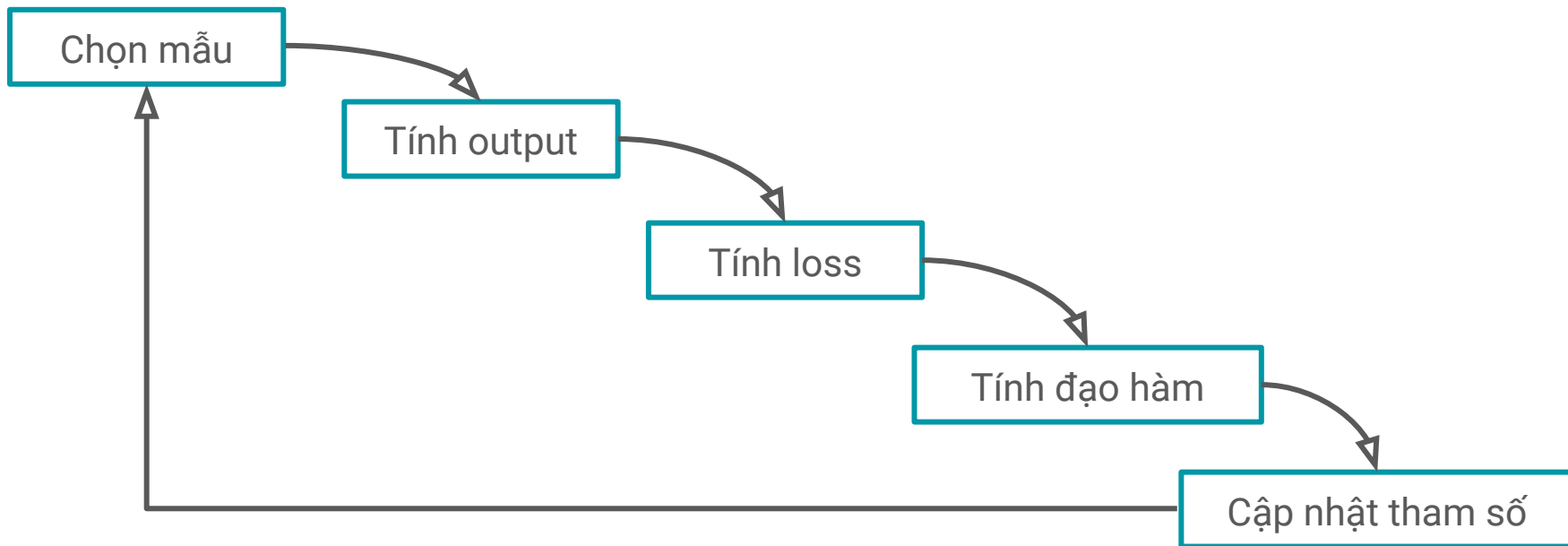
1 người cao **155cm** sẽ nặng bao nhiêu kg?



# Đồ thị tính toán

Dự đoán cân nặng

One-sample training



# Đồ thị tính toán

## Dự đoán cân nặng

### One-sample training

1) Chọn mẫu

2) Tính output  $o$

$$o = wx + b$$

3) Tính loss

$$L = (o - y)^2$$

4) Tính đạo hàm

$$L'_w = 2x(o - y)$$

$$L'_b = 2(o - y)$$

5) Cập nhật tham số

$$w = w - \eta L'_w$$

$$b = b - \eta L'_b$$

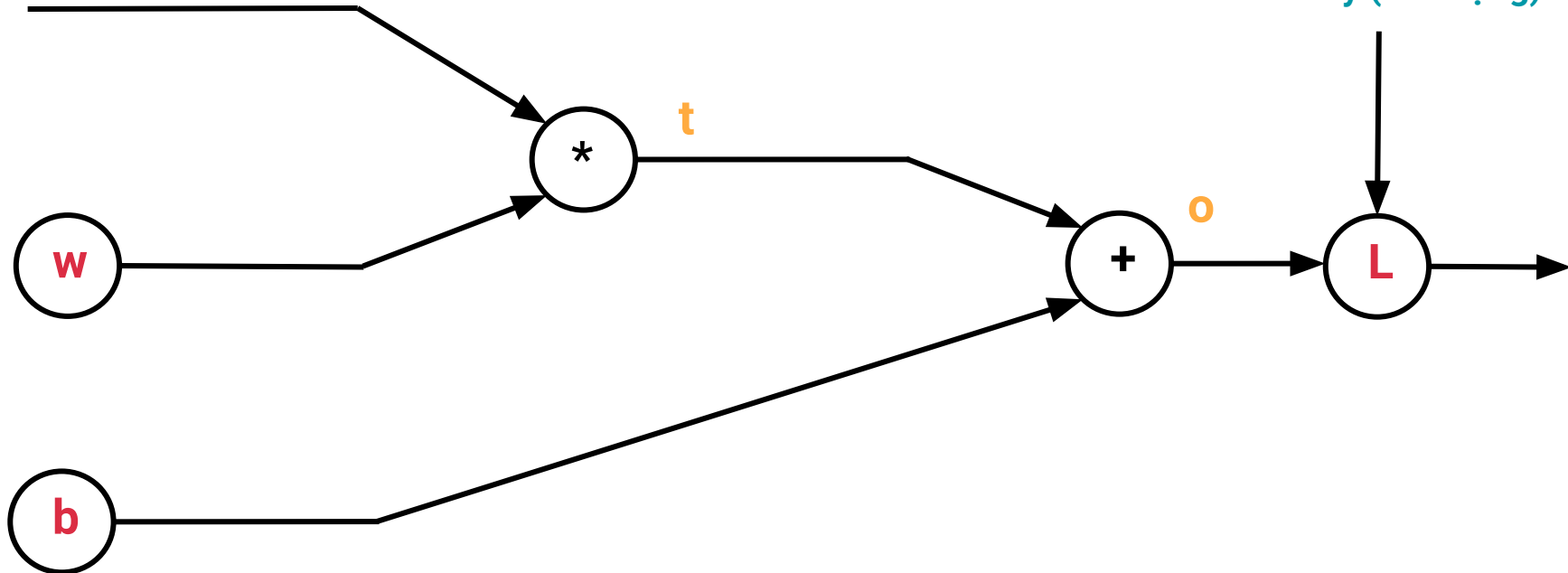
$\eta$ : learning rate

# Đồ thị tính toán

Dự đoán cân nặng

One-sample training

Chiều cao



# Đồ thị tính toán

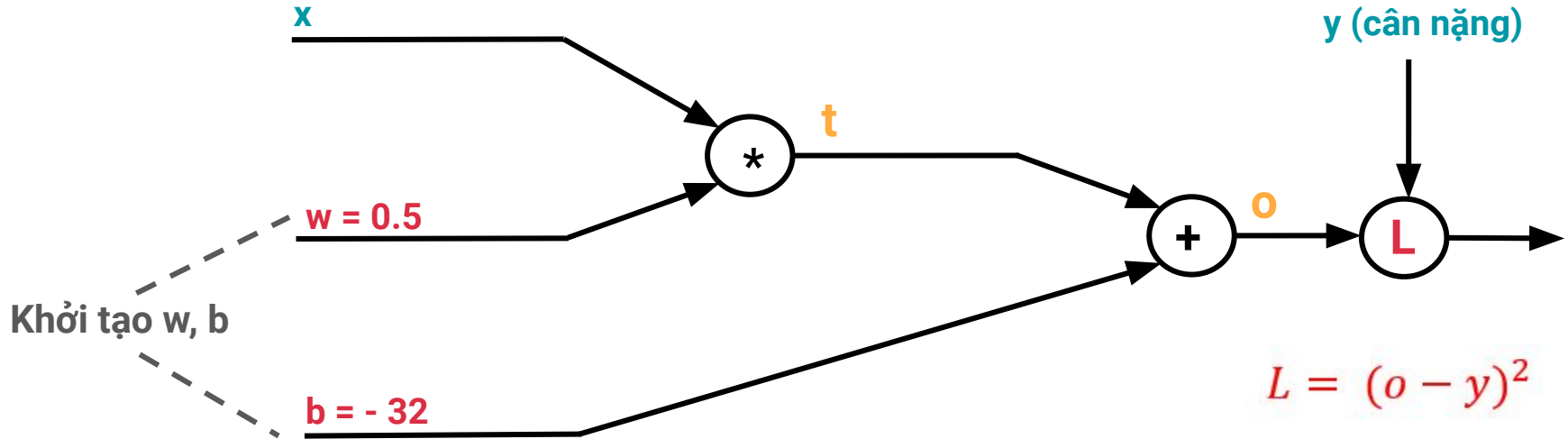
Dự đoán cân nặng

One-sample training

$$\text{cân nặng} = o = wx + b$$

$$t = w * \text{chiều cao} = wx$$

$$o = t + b$$





# Đồ thị tính toán

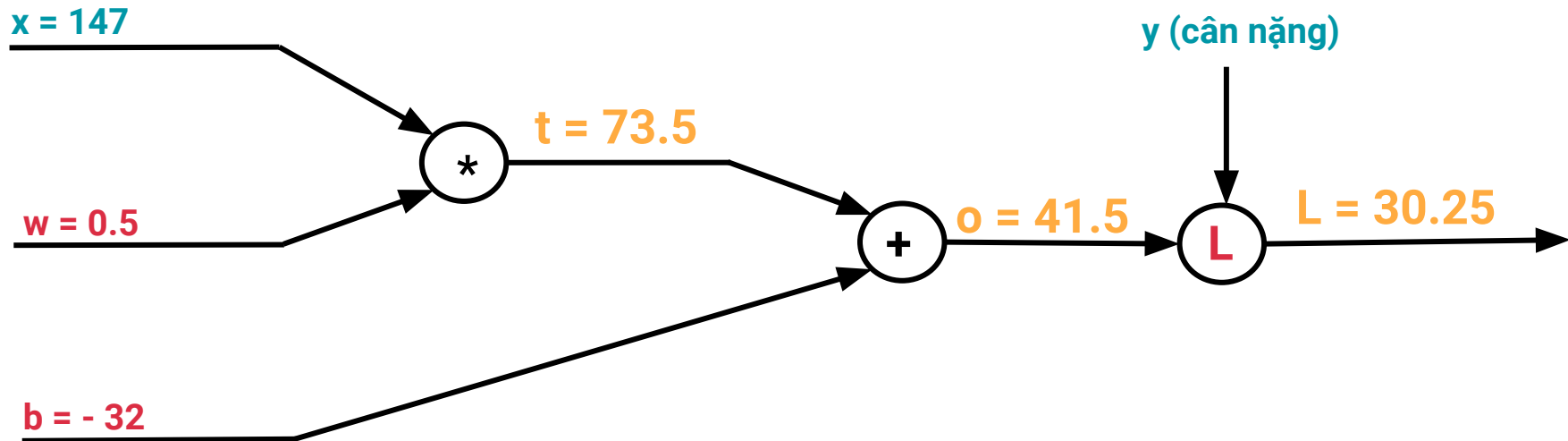
Dự đoán cân nặng

One-sample training

$$\text{cân nặng} = o = wx + b$$

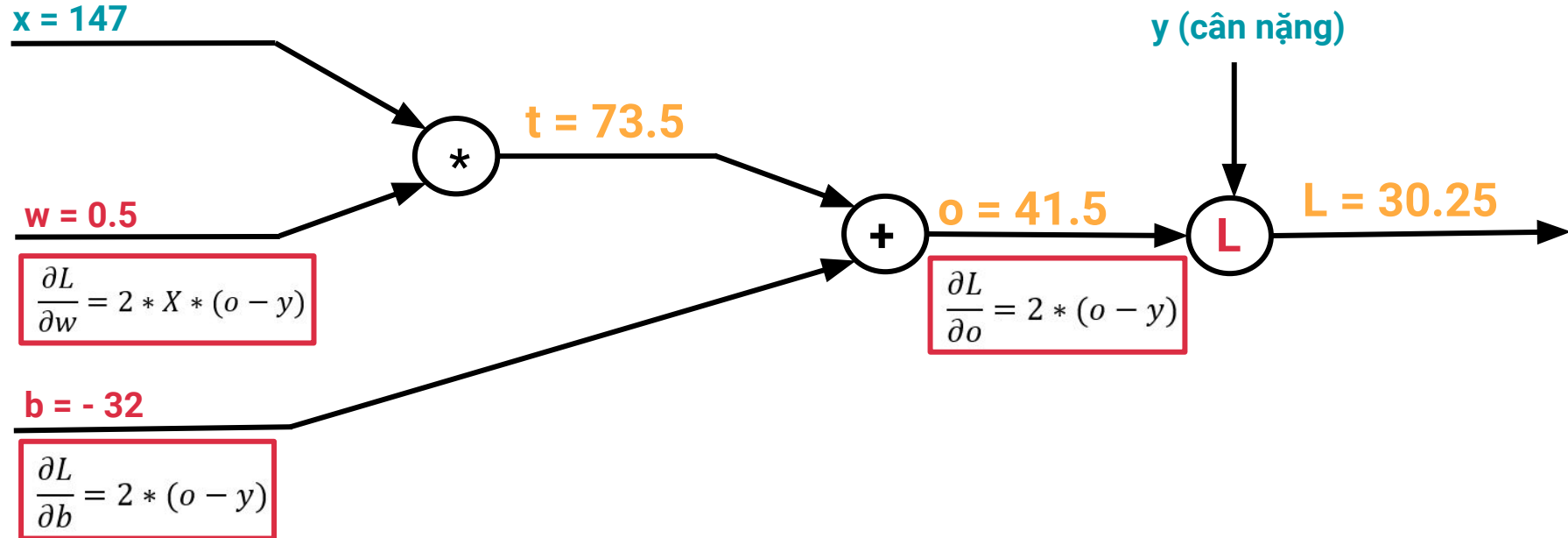
$$t = w * \text{chiều cao} = wx$$

$$o = t + b$$



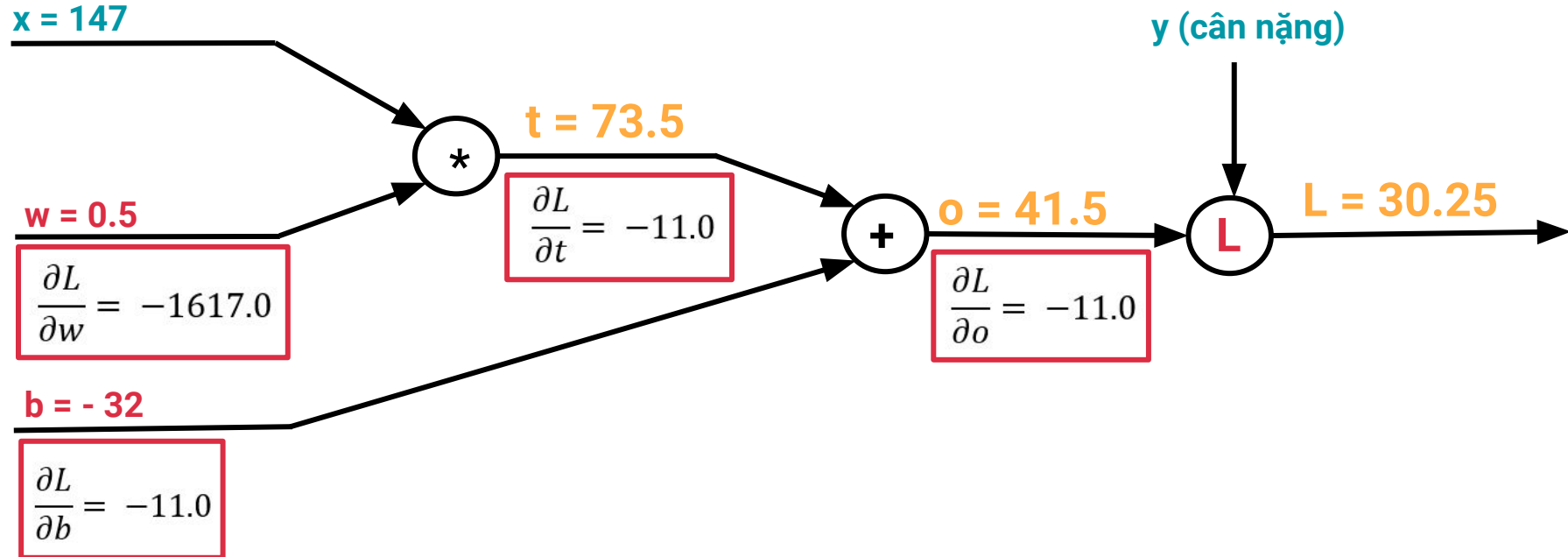
# Đồ thị tính toán

## Cơ chế đi ngược - Backpropagation



# Đồ thị tính toán

## Cơ chế đi ngược - Backpropagation



# Đồ thị tính toán

## Cơ chế đi ngược - Backpropagation

### Cập nhật $w$ và $b$

$$w = w - \eta L'_w$$

$$b = b - \eta L'_b$$

$$\eta = 0.00001$$

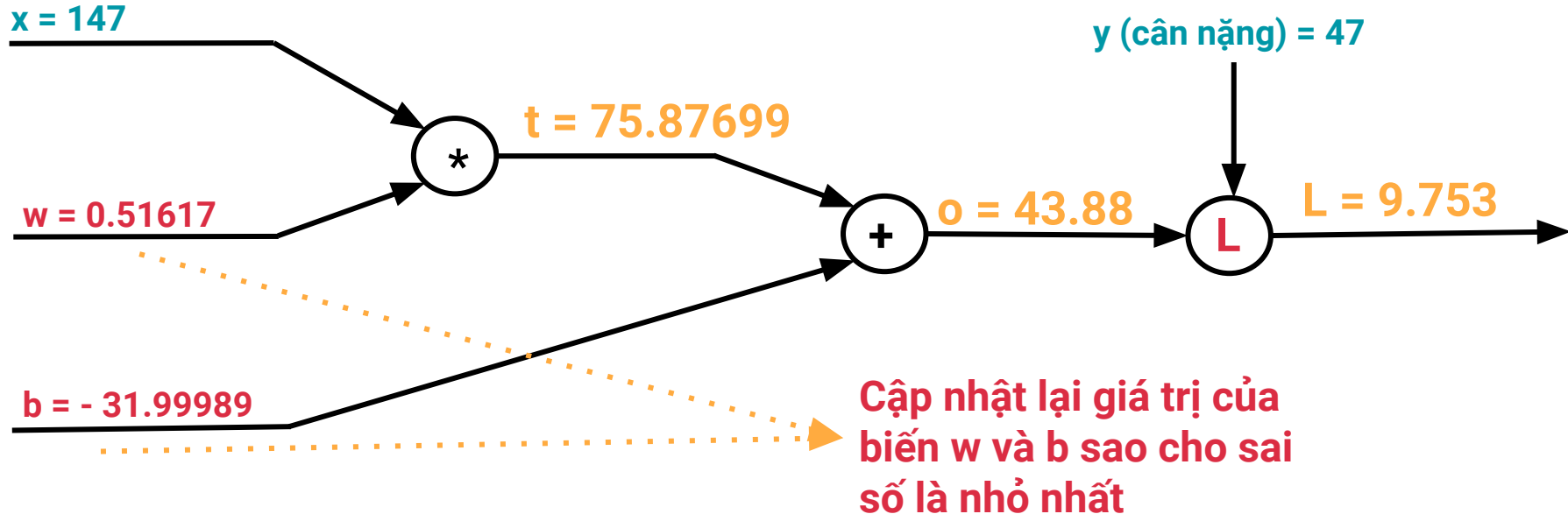
$$w = 0.51617$$

$$b = -31.99989$$

# Đồ thị tính toán

## Cơ chế đi ngược - Backpropagation

### Cập nhật w và b



# Đồ thị tính toán

*Đồ thị tính toán có phải là đồ thị vô hướng?*

# Đồ thị tính toán

*Nếu có nhiều hơn 1 sample thì sao?*

# Đồ thị tính toán

Công thức đối với dataset có N sample

$$\bar{Y} = \begin{bmatrix} \bar{y}^{(1)} \\ \vdots \\ \bar{y}^{(N)} \end{bmatrix} = (\sum_j w_j X_j) + b = (\sum_j w_j \begin{bmatrix} x^{(1)} \\ \vdots \\ x^{(N)} \end{bmatrix}) + b$$

$$\bar{y}^{(i)} = (\sum_j w_j x^{(i)}_j) + b$$

$$L = \frac{1}{N} \sum_i (\bar{y}^{(i)} - y^{(i)})^2$$

$$\begin{cases} L'_{w_j} = \frac{1}{N} \sum_i 2x^{(i)}_j (\bar{y}^{(i)} - y^{(i)}) \\ L'_b = \frac{1}{N} \sum_i 2(\bar{y}^{(i)} - y^{(i)}) \end{cases}$$

$$w_j = w_j - \eta L'_{w_j}, \quad b = b - \eta L'_b$$

$$\text{for } 0 < j \leq m, \quad 0 < i \leq N$$

with  $m$  is the number of var  $w$ ,  $N$  is the number of samples



# Đồ thị tính toán

*Nếu có nhiều hơn 1 đặc trưng?*

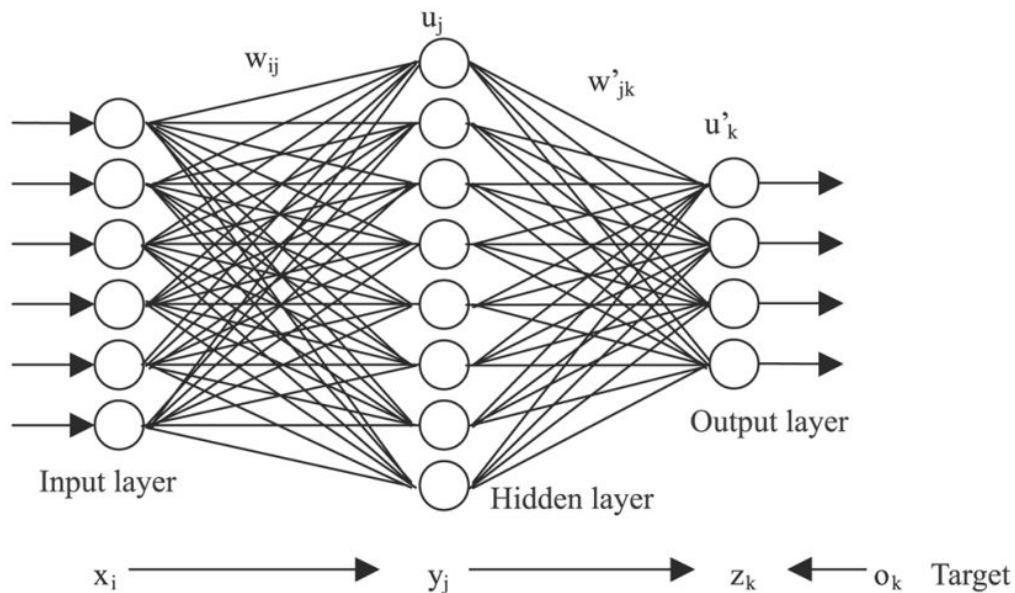
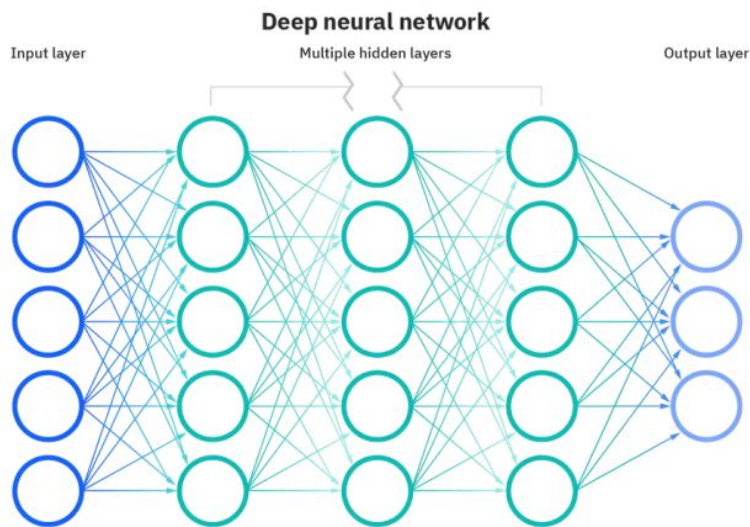


# Ứng dụng



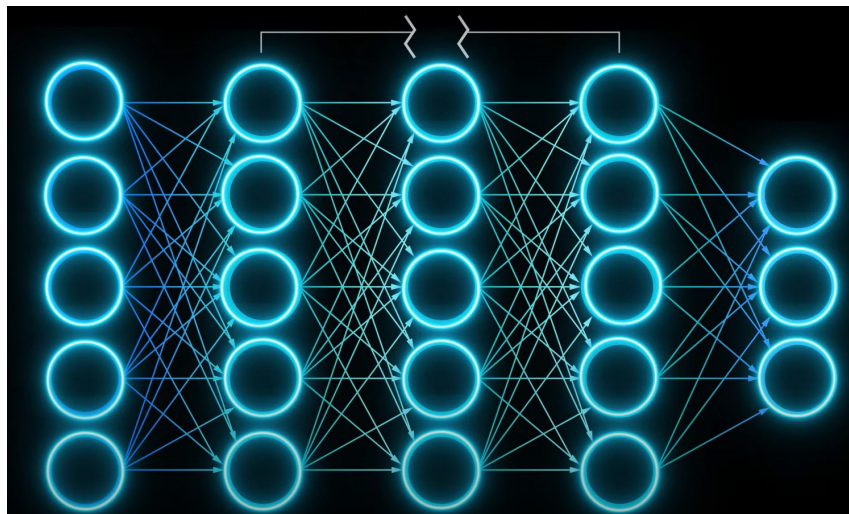
# Ứng dụng

- Giải thích cách tổ chức tính toán trong Neural Network (theo forward pass hay backpropagation để tính toán được output của Network).
- Neural Network là một dạng đặc biệt của Computational Graph.



# Ứng dụng

- Là công cụ mạnh để đạo hàm theo từng biến.
- Trong các bài toán network nhiều lớp, cần phải tính đạo hàm theo từng biến. Để làm việc này hiệu quả hơn, người ta sử dụng thuật toán lan truyền ngược (backpropagation).
- **Parallelization (tính toán song song)**





**DEMO**

# Cảm ơn mọi người đã lắng nghe



# Instructions for use

In order to use this template, you must credit [Slidesgo](#) and [Freepik](#) in your final presentation and include links to both websites.

## **You are allowed to:**

- Modify this template.
- Use it for both personal and commercial projects.

## **You are not allowed to:**

- Sublicense, sell or rent any of Slidesgo Content (or a modified version of Slidesgo Content).
- Distribute Slidesgo Content unless it has been expressly authorized by Slidesgo.
- Include Slidesgo Content in an online or offline database or file.
- Offer Slidesgo templates (or modified versions of Slidesgo templates) for download.
- Acquire the copyright of Slidesgo Content.

For more information about editing slides, please read our FAQs or visit Slidesgo School:

<https://slidesgo.com/faqs> and <https://slidesgo.com/slidesgo-school>

# Infographics

You can add and edit some **infographics** to your presentation to present your data in a visual way.

- Choose your favourite infographic and insert it in your presentation using Ctrl C + Ctrl V or Cmd C + Cmd V in Mac.
- Select one of the parts and **ungroup** it by right-clicking and choosing “Ungroup”.
- **Change the color** by clicking on the paint bucket.
- Then **resize** the element by clicking and dragging one of the square-shaped points of its bounding box (the cursor should look like a double-headed arrow). Remember to hold Shift while dragging to keep the proportions.
- **Group** the elements again by selecting them, right-clicking and choosing “Group”.
- Repeat the steps above with the other parts and when you’re done editing, copy the end result and paste it into your presentation.
- Remember to choose the “**Keep source formatting**” option so that it keeps the design. For more info, please visit **Slidesgo School**.

