

# Week 1

Friday, January 12, 2024 7:38 AM

## Nội dung môn học

Lí thuyết 6 điểm

- Cuối kì: 3 điểm
- Midterm: 1 điểm
- Project: 2 điểm

Lab: 4 điểm(thầy Kiên + thầy Đăng)

## Giới thiệu các mục có trên moodle

2 cuốn refs:

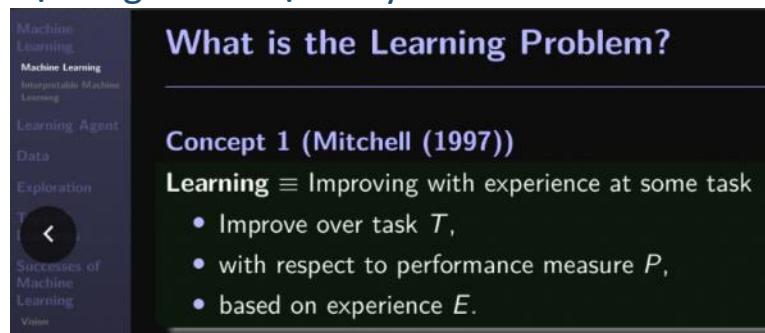
- Deep learning: nặng về toán
- Ngoài ra: lập trình deeplearning sử dụng python
- Hay: cuốn "thuật toán tối ưu"

Slide quan trọng: đồ thị tính toán [Slides - Google Drive](#)

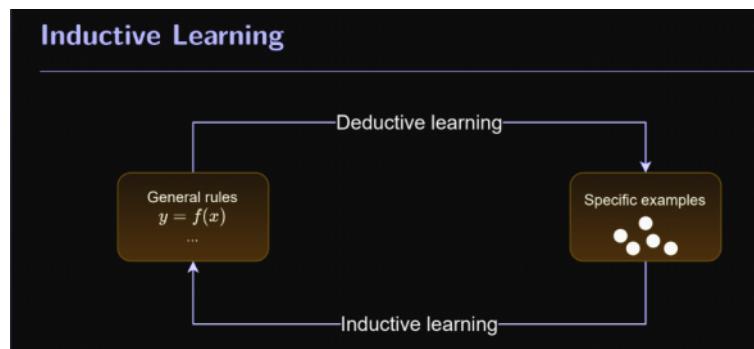
Jax: thư viện tối ưu cho numpy

Đồ án: sử dụng các API của chatGPT hoặc những mô hình đã tiền huấn luyện

## Định nghĩa về học máy



ML: đối tượng học là máy



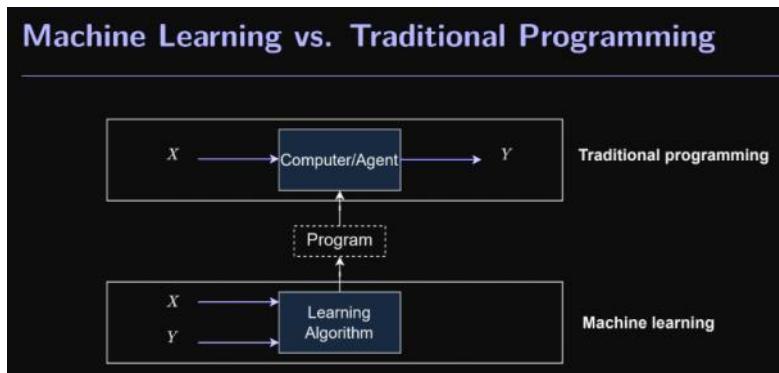
2 hình thức học:

- deductive learning(suy diễn): học các quy luật
  - o Ví dụ: Vật lý: 3 định luật đầu tiên của newton. Học xong rồi áp dụng vào giải các bài toán về chuyển động
- Diễn dịch(deductive): học các quy luật tổng quát. Rồi dùng các phương pháp suy diễn(logic)
- Quy nạp: từ data rút ra luật (học máy) (là cái nhánh từ specific example ra general rules)

? Liệt kê các bài toán hong liên quan đến học máy:

- $1 + 1 = 2 \rightarrow$  ko có yếu tố trải nghiệm về data cũng như là improment

Ví dụ: độ đo về thời gian. Liệu có những thuật toán số học nào improve về độ đo thời gian hay không



Viết ra những thuật toán học máy.

Ví dụ: Học có giám sát

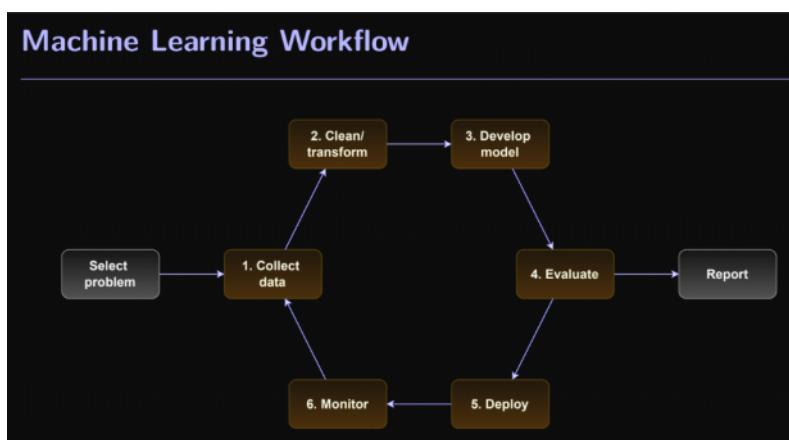
Phần "Program": làm những Rule hay Function(theo cách nhìn người lập trình)

Trong lĩnh vực AI, chia ra nhiều lĩnh vực khác nhau: thị giác, giải trí, tự động hóa,...

Large language model: học dựa trên lượng dữ liệu rất lớn

LLM:

- Speech
  - Text to speech
  - Speech recognition
- Vision
  - Text to image(stable diffusion, DALL-E)
    - Prompt engineering
- Sketch2code
- Auto captioning
- Games:
  - Atari games: những game nhanh tay lẹ mắt
  - Cờ khó nhất là cờ GO
  - Con người học lại cách đánh cờ từ máy :>
- Lái xe tự động:
  - Đưa vào cuộc sống còn hạn chế
  - Phải hoạt động trong môi trường có kiểm soát



Thu thập dữ liệu:

- Data tốt -> mô hình tốt
- Tốn chi phí

- Có hình thức collect data khác:
  - o Bot tự động thu thập data
  - o Beaufiful soup: cào dữ liệu

Làm sạch dữ liệu:

- Người ta chỉ trả lời vài phần -> thiếu
- Trả lời không đúng
- Có những biến không liên quan -> bỏ

Develop model:

- Lựa chọn mô hình
- Train

Đánh giá:

- Đạt yêu cầu chưa

Monitor:

- Dữ liệu bị out of date -> update lại

## Data

### Types of Data

- Record
  - Relational records
  - Data matrix: numerical matrix
  - Document data: text documents
  - Transaction data
- Graph and network
  - World Wide Web
  - Social or information networks
  - Molecular Structures

## Thuộc tính(Feature)

### Attributes

**Concept 3**

An attribute (also called dimension, feature, variable) is a data field, representing a characteristic or feature of a data object.

Data set	Attributes
Sales database	customers, store items, sales
Medical database	patients, treatments
University database	students, professors, courses

## Attribute Types

- **Nominal:** categories, states, or “names of things”
  - hair color = {auburn, black, blond, brown, grey, red, white}
  - marital status, occupation, ID numbers, zip codes
- **Binary:** nominal attribute with only two states
  - gender (symmetric: both outcomes equally important)
  - medical test (positive vs. negative) (asymmetric: outcomes not equally important)
- **Ordinal:** values have a meaningful order but magnitude between successive values is not known.
  - size = {small, medium, large}
  - grades, rankings

Thuộc tính định lượng(quanlitive)

- Định danh(Nominal): =, !=
- Ordinal: <, >, =, !=
- Binary

## Numeric Attribute Types

- Quantity (integer or real-valued)
- **Interval scale:** Measured on a scale of equal-sized units. No true zero-point. Values have order
  - temperature in Celsius or Fahrenheit
  - calendar dates
- **Ratio scale:** Inherent zero-point
  - temperature in Kelvin
  - length
  - counts
  - monetary quantities

Định lượng: có + - \* /

	Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width	Species
1	5.1	3.5	1.4	0.2	setosa
2	4.9	3.0	1.4	0.2	setosa
3	4.7	3.2	1.3	0.2	setosa
4	4.6	3.1	1.5	0.2	setosa
5	5.0	3.6	1.4	0.2	setosa
6	5.4	3.9	1.7	0.4	setosa

4 cột đầu: định lượng

Cột cuối: định tính

- BBC news dataset

#	sentences	class
0	Labour plans maternity pay rise\n\nMaternity p...	politics
1	Watchdog probes e-mail deletions\n\nThe inform...	politics
2	Hewitt decries 'career sexism'\n\nPlans to ext...	politics
3	Labour chooses Manchester\n\nThe Labour Party ...	politics
4	Brown ally rejects Budget spree\n\nChancellor ...	politics
...	...	...
2220	Trial begins of Spain's top banker\n\nThe tria...	business
2221	UK economy ends year with spurt\n\nThe UK econ...	business
2222	HealthSouth ex-boss goes on trial\n\nThe forme...	business
2223	Euro firms miss out on optimism\n\nMore than 9...	business
2224	Lacroix label bought by US firm\n\nLuxury good...	business

## Tensor-based Attributes

### Concept 4

A **tensor** is a generalized matrix, a finite table of numerical values indexed along several discrete dimensions.

- A 0d tensor is a scalar
- A 1d tensor is a vector (e.g. a sound sample)
- A 2d tensor is a matrix (e.g. a grayscale image)
- A 3d tensor (e.g. a multi-channel image)
- A 4d tensor (e.g. a sequence of multi-channel images)

Những dữ liệu text/corpus đều được chuyển sang Tensor

## Tensor-based Attributes (cont.)



## Sample dataset

- 28 × 28 grayscale images, 60k train samples, 10k test samples.

```
1 1 8 3 6 1 0 3 1 0 0 1 1 2 7 3 0 4 6 5  
2 6 4 7 1 8 9 9 3 0 7 1 0 2 0 3 5 4 6 5  
8 6 3 7 5 8 0 9 1 0 3 1 2 2 3 3 6 4 7 5  
0 6 2 7 9 8 5 9 2 1 1 4 4 5 6 4 1 2 5 3  
9 3 9 0 5 9 6 5 7 4 1 3 4 0 4 8 0 4 3 6  
8 7 6 0 9 7 5 7 2 1 1 6 8 9 4 1 5 2 2 9  
0 3 9 6 7 2 0 3 5 4 3 4 5 8 9 5 4 7 4 2  
1 3 4 8 9 1 9 2 8 7 9 1 8 7 4 1 3 1 1 0  
2 3 9 4 9 2 1 6 8 4 1 7 4 4 9 2 5 7 2 4  
4 2 1 9 4 2 8 7 6 9 2 2 3 8 1 6 5 1 1 0  
4 0 9 1 1 2 4 3 2 7 3 8 6 9 0 5 6 0 7 6  
2 6 4 5 8 3 1 5 1 9 2 7 4 4 8 1 5 5 9  
5 6 7 9 9 3 7 0 9 0 6 6 2 3 9 0 7 5 4 8  
0 9 4 1 2 8 7 1 2 4 1 0 3 0 1 1 8 2 0 3  
9 4 0 5 0 6 1 7 7 8 1 9 2 0 5 1 2 2 7 3  
5 4 4 7 1 8 3 9 6 0 3 1 1 2 6 3 5 7 6 8  
2 9 5 8 5 7 4 1 1 3 1 1 7 5 5 5 2 5 8 7 0  
9 2 7 5 0 9 0 0 8 9 2 4 8 1 6 1 6 5 1 8  
5 4 0 5 5 8 3 4 2 3 9 2 1 1 5 2 1 3 2 8  
7 3 7 2 4 6 9 7 2 4 2 8 1 1 3 8 4 0 6 5
```

## Các kiểu học

Có 3 nhóm học chính

- Học có giám sát
- Ko giám sát
- Học tăng cường

## Học có giám sát(Supervised learning)

Mục tiêu của việc học: tìm ra quy luật

X(input) ----- f(x) ---> y(output)

Trong tập dữ liệu huấn luyện sẽ có x và y

- Nếu output là số thực -> bài toán hồi quy(regression). Vd: chứng

khoán

- Nếu output là **định tính**, Vd: nam/nữ, dương/âm tính -> **classification(phân lớp)**. Ví dụ: xây dựng bài toán nhận diện đồng xu là loại đồng xu nào



Lúc này x là size, mass, y là label

### Học không giám sát(Unsupervised learning)

- Không có output
- Chỉ học **đặc trưng**
- Liệu đặc trưng size và mass có đủ để học hay không
- Dữ liệu này được phân phối như thế nào. Dữ liệu tập trung ở các cụm(cluster) nào
- Cách học **ít tốn kém** về nguồn nhân lực con người
  - o Ví dụ:

- BBC news dataset

#	sentences	class
0	Labour plans maternity pay rise\n\nMaternity p...	politics
1	Watchdog probes e-mail deletions\n\nThe inform...	politics
2	Hewitt decries 'career sexism'\n\nPlans to ext...	politics
3	Labour chooses Manchester\n\nThe Labour Party ...	politics
4	Brown ally rejects Budget spree\n\nChancellor ...	politics
...	...	...
2220	Trial begins of Spain's top banker\n\nThe tria...	business
2221	UK economy ends year with spurt\n\nThe UK econ...	business
2222	HealthSouth ex-boss goes on trial\n\nThe forme...	business
2223	Euro firms miss out on optimism\n\nMore than 9...	business
2224	Lacroix label bought by US firm\n\nLuxury good...	business

Không cần cột class

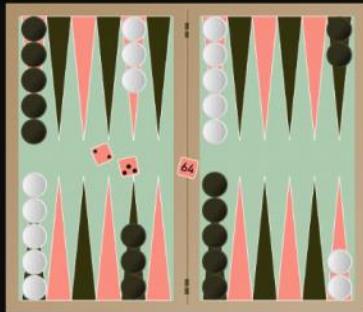
Sử dụng cho bước pretrain(model sẽ học trước)

Sau khi model được học xong rồi(pretrained), cho model học với dữ liệu có gắn nhãn(transformer)

### Học tăng cường(Reinforcement Learning)

- Data **online**
- Cần định nghĩa môi trường là gì, agent là gì
- Mục tiêu: đạt được giá trị lợi ích là cao nhất

- We get data  $\mathcal{D}$ : (**observation**, **action**, and **reward**)



## Learning Problem

Phần 3, 4 đọc, đôi khi thầy sẽ quay lại

### Notation

symbol	meaning	operator	meaning
$a, b, c, N \dots$	scalar number	$w^T$	transpose
$w, v, x, y \dots$	column vector	$XY$	matrix multiplication
$X, Y \dots$	matrix	$X^{-1}$	inverse
$\mathbb{R}$	set of real numbers		
$\mathbb{Z}$	set of integer numbers		
$\mathbb{N}$	set of natural numbers		
$\mathbb{R}^D$	set of vectors		
$\mathcal{X}, \mathcal{Y}, \dots$	set		
$\mathcal{A}$	algorithm		

Cần ghi nhớ các kí hiệu

### Credit Approval

- Suppose that a bank receives thousands of credit card applications every day, and it wants to automate the process of evaluating them.
- Applicant information

age	23 years
gender	male
annual salary	\$30000
years in residence	1 year
years in job	1 year
current debt	\$15000
...	...

- Approve credit?

Bài toán cấp tín dụng(xin vay tiền)

- Chi phí lớn: cần nhiều nhân viên

Các thông tin người cần vay tiền cần có:

- Age, gender,...
- Age: giới hạn bao nhiêu tuổi mới được cho vay
- Gender: quan trọng vì phụ nữ hay có nhu cầu chi tiêu nhiều(bias)
- Lương:
  - Hệ thống cần bik khách hàng tốt hay xấu để cho vay tiền
  - Lương thấp thì nguy cơ cao trở thành khách hàng xấu
- Debt(nợ):

-> tất cả các thông tin trên là  $x$ (input)

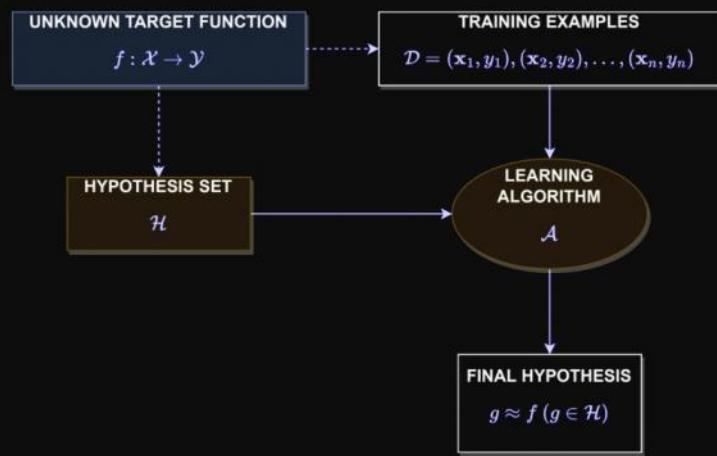
## Problem Statement

### Formalization

- Input:  $x$  (*customer application*)
- Output:  $y$  (*good/bad customer?* or  $\{1, -1\}$ )
- Data  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_N, y_N)$  (*historical records*)
- Target function:  $f : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$  (*ideal credit approval formula*)
- Best approximate function  $g : \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$  (*formula to be used*)

- Đòi tìm  $f(x)$  nhưng hàm  $f(x)$  là hàm hoàn hảo. Mình sẽ gắng tìm  $g(x)$  sao cho  $g(x)$  giống với  $f(x)$  nhất có thể
- Đánh giá: coi  $g(x)$  trên tập dữ liệu này chạy như thế nào(độ lỗi,...)

## Components of Learning



- Hàm  $f$  chưa biết
- Tập dữ liệu lịch sử(training examples)
- Xây dựng ra hypothesis set(tập hợp tất cả những quy luật mà chúng ta nghĩ rằng nó sẽ là lời giải cho  $f$ ), không gian tiềm năng là gì
- Sử dụng thuật toán tìm kiếm trên không gian này. Khi tìm kiếm thì cũng cần đánh giá(dựa trên tập dữ liệu training)

## Learning Model

The two components are referred as the **learning model**

- The **hypothesis set**  $\mathcal{H}$  is a set of functions that is potentially similar to  $f$

$$\mathcal{H} = \{h_{\theta_1}, h_{\theta_2}, \dots\}$$



- The **learning algorithm**  $A$  is a **search algorithm** which finds  $g \in \mathcal{H}$  such that

$$g \stackrel{\text{best}}{\approx} f$$



Có 2 thành phần quan trọng nhất trong learning model

- Không gian giả định: tập hợp các ứng cử viên mà ta nghĩ rằng nó có thể là lời giải. Được tham số hóa thông qua các tham số(theta)
- Thuật toán tìm kiếm
  - o Những hình tròn đại diện cho ứng viên tiềm năng
  - o Cần được đánh giá trên tập dữ liệu huấn luyện

## What is hypothesis set

### Concept 2

Hypothesis set is a set of potential functions, models or solutions

- Hypothesis set can be **finite**. For example

- $\{\text{guilty, not guilty}\}$
- $\{\text{accept, reject}\}$
- $\{\text{happy, sad}\}$
- $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$

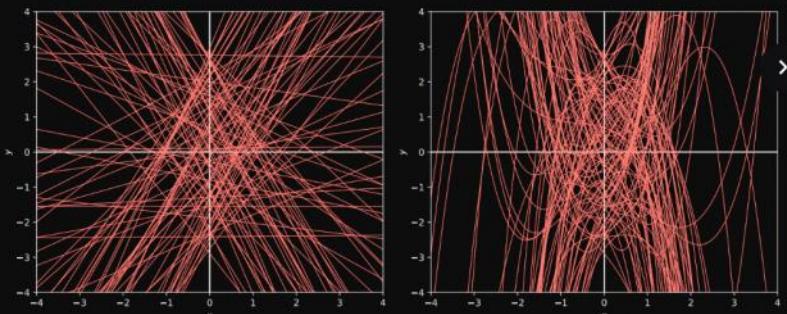
- Tên: Không gian tiềm năng, không gian mô hình,...

- Không gian có thể hữu hạn

- o Guilty, not guilty

## What is hypothesis set (cont.)

- Hypothesis set can be **infinite**. For example, sets of functions  $y = \theta_0 + \theta_1 x$  and  $y = \theta_0 + \theta_1 x + \theta_2 x^2 + \theta_3 x^3$



## Parameter representations

- Each element of hypothesis set often indexed by **parameters** or **weights** ( $\theta$  or  $w$ )
- Two basic representations for parameters: **factored**, and **structured**
  1. Factored: a parameter set consists of a vector of attribute values; values can be boolean, real-valued, or one of a fixed set of symbols.
  2. Structured: a parameter set includes objects, each of which may have attributes of its own as well as relationships to other objects.



- Kiến trúc đơn giản: vector(hình bên trái)
- Ma trận -> mở rộng ra là đồ thị tính toán(computational graph) (hình bên phải)

Hàm mất mát: đo độ tốt của mô hình

Điểm dữ liệu được tạo ra có nhiều -> nên mô hình học chỉ tiệm cận đến hàm f nhất có thể

## Simple Learning Model

### A Simple Hypothesis Set

We starts with the simple model (**the perceptron model**)

- For input  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_d)$  (*attributes of a customer*)

Approve credit if  $\sum_{i=1}^d w_i x_i \geq \text{threshold}$

Deny credit if  $\sum_{i=1}^d w_i x_i < \text{threshold}$

- This linear formula  $h \in \mathcal{H}$  can be written as

$$h(\mathbf{x}) = h_{\mathbf{w}, \text{threshold}}(\mathbf{x}) = \text{sign}\left(\left(\sum_{i=1}^d w_i x_i\right) - \text{threshold}\right)$$

- Mô hình perceptron
- Mỗi biến có đóng góp khác nhau trong việc ra quyết định
  - X1 là w1
  - X2 là w2,...
- $\geq$  thresold: khách hàng tốt

Hàm sign(z): = 1 nếu  $z \geq 0$  ngược lại -1

### Ví dụ: bài toán cấp tín dụng

			M1		M2	
Age	Salary	Label	Predicted label	err	Predicted label	err
25	2	1	1	0	1	1
40	2.5	-1	1	1	-1	0
22	3.5	1	1	0	-1	1
27	2.5	1	1	0	1	1

Cần có:

- Trọng số cho tuổi:  $w_{age}$
- Trọng số cho salary:  $w_{salary}$
- Threshold

	w_age	w_salary	Thresold	Err
M1	1	0	0	1
M2	-1	0	0	3

Vì không bik hàm nên áp dụng(M1) thử xem kết quả như nào(thể hiện bên table bên trên)

=> chọn M1

Vì không gian tìm kiếm là vô hạn nên không thể tune bằng con người được

## A Simple Hypothesis Set (cont.)

- Set  $w_0 = -\text{threshold}$

$$h(x) = h_{\mathbf{w}}(x) = \text{sign} \left( \left( \sum_{i=1}^d w_i x_i \right) + w_0 \right) \quad (3)$$

- Introduce an artificial coordinate  $x_0 = 1$

$$h(x) = h_{\mathbf{w}}(x) = \text{sign} \left( \sum_{i=0}^d w_i x_i \right) \quad (4)$$

- In vector form, the perceptron implements

$$h(x) = h_{\mathbf{w}}(x) = \text{sign} (\mathbf{w}^T \mathbf{x}) \quad (5)$$

- Thuật toán này không dựa trên gradient

- Thêm biến giả  $x_0 = 1$

❖ Tích vô hướng của 2 vector ( $\mathbf{w}$  và  $\mathbf{x}$ , các vector này có  $d+1$  chiều ( $d+1$  phần tử))

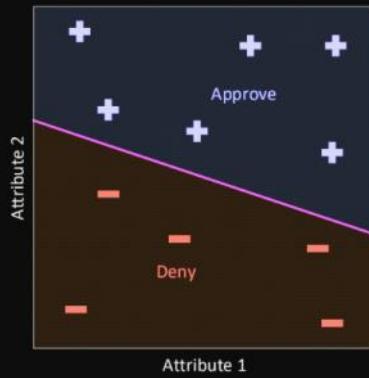
- Vector cột chuyển vị  $\rightarrow$  vector dòng \* vector cột ra một con số

- Viết theo công thức số 5: truyền vào 2 biến

- Theo công thức số 2: danh sách các biến

## 2D Model Visualization

- Decision boundaries:** line
- Decision regions:** approve and deny regions



## A Simple Learning Algorithm

- The performance measure:** the error rate
- We use the simple learning algorithm (**perceptron learning algorithm - PLA**) to find  $\mathbf{w}$

$$\arg \min_{\mathbf{w}} E(h_{\mathbf{w}}(\mathbf{x}), y | \mathcal{D}) \quad (6)$$

## A Simple Learning Algorithm (cont.)

- Given the training set

$$\mathcal{D} = \{(\mathbf{x}_1, y_1), (\mathbf{x}_2, y_2), \dots, (\mathbf{x}_N, y_N)\}$$

### 1. Init $\mathbf{w}$

### 2. Repeat until satisfied

- At iteration  $t = 1, 2, 3, \dots$ , pick a *misclassified* point  $(\mathbf{x}_i, y_i)$

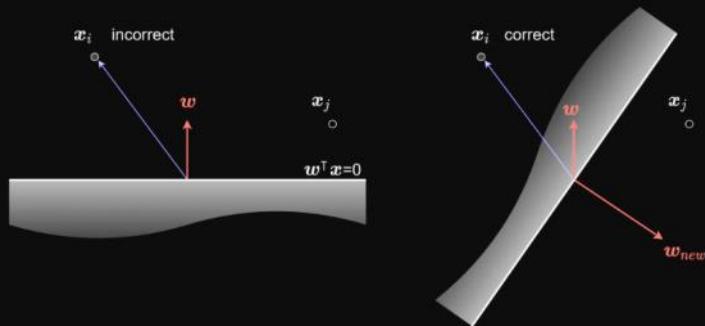
$$\text{sign}(\mathbf{w}^\top \mathbf{x}_i) \neq y_i \quad (7)$$

- and update the weight vector

$$\mathbf{w} \leftarrow \mathbf{w} + y_i \mathbf{x}_i \quad (8)$$

Khởi tạo  $\mathbf{w}$ , nếu đúng sang mẫu kế tiếp. Còn nếu sai thì cập nhật lại  $\mathbf{w}$ . sai là dự báo(predicted) khác với thực tế(label)

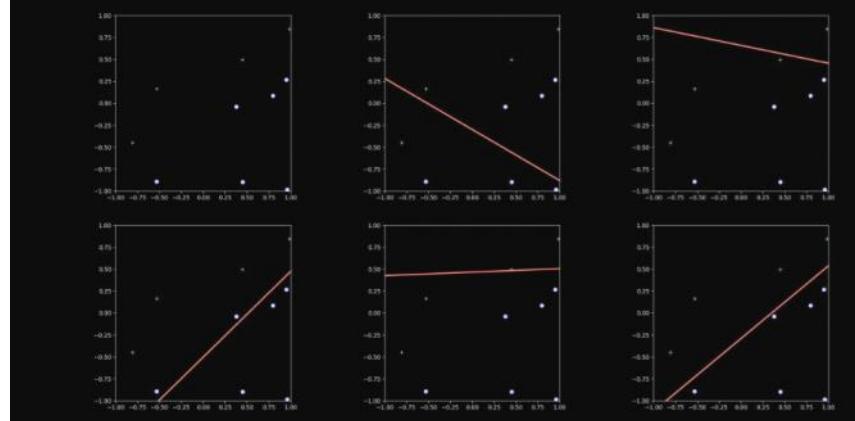
## A Simple Explanation



$\mathbf{w}$  là vector pháp tuyến

Những điểm nằm trên siêu phẳng (đường thẳng màu trắng) thì luôn cho giá trị = 0

## Is It Learning Algorithm?



Ví dụ về thuật toán perceptron

Không có gì mà đảm bảo thuật toán này chạy mà ko loop mãi mãi được. Tuy nhiên, đã có chứng minh về mặt toán học, nếu như mà có 2 tập data point phân tách tuyến tính (nằm 2 cụm riêng biệt) thì thuật toán này luôn chạy ra được kết quả

Giai pháp: đặt ra số lần lặp tối đa(max iteration)

Trong machine learning sẽ xài local search

