

---

# Học máy (Machine Learning)

Nguyễn Văn Vinh – Bộ môn KHMT, Khoa  
CNTT, Đại học Quốc Gia Hà Nội

# Học máy và AI

---

- Cải tiến hiệu quả của bài toán thông qua quan sát và sự dạy bảo
- Học máy như là một thành phần quan trọng của AI

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE

## MACHINE LEARNING

### DEEP LEARNING

---

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Any technique that enables computers to mimic human behavior



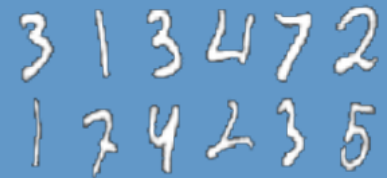
## MACHINE LEARNING

Ability to learn without explicitly being programmed



## DEEP LEARNING

Learn underlying features in data using neural networks



# Tài liệu tham khảo

---

- Text book
  - Murphy (2012). Machine Learning: A Probabilistic Perspective
  - Bishop (2006). Pattern Recognition and Machine Learning
  - Mitchell (1997). Machine Learning
  - Tiếng Việt (2 cuốn)
  - <https://machinelearningcoban.com/>
- Online Courses and Course Videos
  - Andrew Ng (Stanford) on coursera and youtube
  - DeepLearning.ai
  - Fast.ai (Machine Learning + Deep Learning for coder)

# IJCAI 2011 International Joint Conference on Artificial Intelligence

## List of keywords

### Agent-based and Multiagent Systems

- Agent Theories and Architectures
- Agent Communication
- Agreement Technologies Argumentation
- Auctions and Market-Based Systems
- Coordination and Collaboration
- Distributed AI
- E-Commerce
- Game Theory
- Multiagent Learning
- Multiagent Planning
- Multiagent Systems
- Simulation and Emergent Behavior
- Social Choice

### Constraints, Satisfiability, and Search

- Applications
- Constraint Optimization
- Constraint Satisfaction
- Distributed Constraints
- Dynamic Programming
- Evaluation and Analysis
- Global Constraints
- Heuristic Search
- Meta-heuristics
- Quantifier Formulations
- Satisfiability
- Modeling
- Search
- Solvers and Tools
- Symmetry

### Knowledge Representation, Reasoning and Logic

- Action, Change and Causality
- Automated Reasoning and Theorem Proving
- Beliefs and Knowledge
- Case-based reasoning
- Common-Sense Reasoning
- Computational Complexity
- Description Logics and Ontologies
- Diagnosis and Abductive Reasoning
- Geometric, Spatial, and Temporal Reasoning
- Knowledge Representation
- Logic Programming
- Many-Valued and Fuzzy Logics
- Nonmonotonic Reasoning
- Preferences
- Qualitative Reasoning
- Reasoning with Beliefs

### Machine Learning

- Active Learning
- Case-based Reasoning
- Classification
- Cost-Sensitive Learning
- Data Mining
- Deep Learning
- Ensemble Methods
- Evolutionary Computation
- Feature Selection/Construction
- Kernel Methods
- Learning Graphical Models
- Learning Preferences or Rankings
- Learning Theory
- Machine Learning
- Neural Networks
- Online Learning
- Reinforcement Learning
- Relational Learning

### Multidisciplinary Topics And Applications

- AI and Natural Sciences
- AI and Social Sciences
- Art and Music
- AI and Ubiquitous Computing Systems
- Autonomic Computing
- Brain Sciences
- Cognitive Modeling
- Computational Biology and e-Health
- Computer Games
- Computer-Aided Education
- Human-Computer Interaction
- Intelligent Database Systems
- Intelligent User Interfaces
- Interactive Entertainment
- Knowledge-based Software Engineering
- Personalization and User Modeling
- Philosophical and Ethical Issues
- Real-Time Systems
- Security and Privacy
- Validation and Verification

### Natural-Language Processing

- Dialogue
- Discourse
- Information Extraction
- Information Retrieval
- Machine Translation
- Morphology and Phonology
- Natural Language Generation
- Natural Language Semantics
- Natural Language Summarization
- Natural Language Syntax
- Natural Language Processing
- Psycholinguistics
- Question Answering

### Planning and Scheduling

- Activity and Plan Recognition
- Applications of Planning
- Conformant/Contingent Planning
- Hierarchical Task Networks
- Hybrid Systems
- Markov Decision Processes
- POMDPs
- Plan Execution and Monitoring
- Planning Algorithms
- Planning under Uncertainty
- Real-time Planning
- Robot Planning
- Scheduling
- Search in Planning and Scheduling
- Theoretical Foundations of Planning

### Robotics and Vision

- Behavior and Control
- Cognitive Robotics
- Human Robot Interaction
- Localization, Mapping, State Estimation
- Manipulation
- Motion and Path Planning
- Multi-Robot Systems
- Robotics
- Sensor Networks
- Vision and Perception

### Uncertainty in AI

- Approximate Probabilistic Inference
- Bayesian Networks
- Decision/Utility Theory
- Exact Probabilistic Inference
- Graphical Models
- Preference Elicitation
- Sequential Decision Making
- Uncertainty

### Web and Knowledge-based Information

- Information Extraction
- Information Integration
- Information Retrieval
- Knowledge Acquisition

# Một vài trích dẫn

---

- **“A breakthrough in machine learning would be worth ten Microsofts”** (Bill Gates, Chairman, Microsoft)
- **“Machine learning is the next Internet”** (Tony Tether, Director, DARPA)
- **“Machine learning is the hot new thing”** (John Hennessy, President, Stanford)
- **“Web rankings today are mostly a matter of machine learning”** (Prabhakar Raghavan, Dir. Research, Yahoo)
- **“Machine learning is going to result in a real revolution”** (Greg Papadopoulos, CTO, Sun)

# Một số thành tựu của học máy

# Google Translate & Vietgle Translate



Sign in

Try a new browser with automatic translation. [Download Google Chrome](#) [Dismiss](#)

Translate

From: English



To: Vietnamese

Translate

English Vietnamese Spanish

Facebook says most of its money comes from online advertising. But the company also says it expects to earn money from fees charged on the sales of virtual goods. These are digital products used in social games, not physical goods. Facebook says it sees important income coming from this new market, which could reach fourteen billion dollars by twenty sixteen.

Vietnamese English Spanish

Facebook cho biết hầu hết tiền của nó đến từ quảng cáo trực tuyến. Nhưng công ty cũng cho biết họ hy vọng sẽ kiếm được tiền từ chi phí tính trên doanh số bán hàng của hàng hóa ảo. Đây là những sản phẩm kỹ thuật số được sử dụng trong các trò chơi xã hội, không phải vật lý hàng hóa. Facebook nói rằng nó thấy thu nhập quan trọng đến từ thị trường mới này, có thể đạt 14000000000 đô la bằng 20 16.



**New!** Hold down the shift key, click, and drag the words above to reorder. [Dismiss](#)

Tiếng Anh

Tiếng Việt

Hiển thị Theo hàng

☒ Chung ☐ Tin học ☐ Kế toán ☐ Toán học ☐ Y học ☐ Kỹ thuật

## Nội dung cần dịch

Facebook says most of its money comes from online advertising. But the company also says it expects to earn money from fees charged on the sales of virtual goods. These are digital products used in social games, not physical goods. Facebook says it sees important income coming from this new market, which could reach fourteen billion dollars by twenty sixteen.

Dịch

Xóa

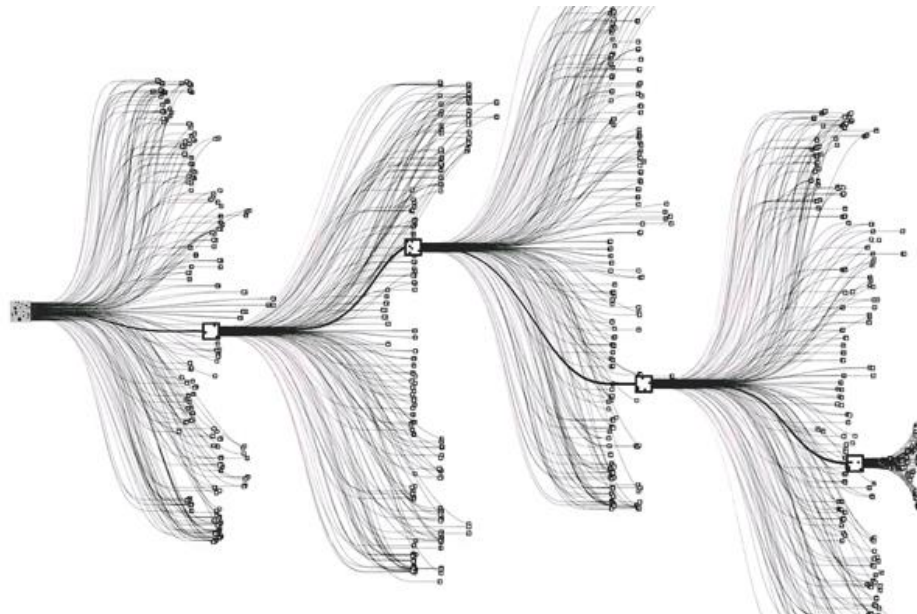
## Kết quả

Facebook nói phần lớn tiền của nó đến từ quảng cáo trực tuyến. Nhưng công ty cũng nói nó mong để kiếm được tiền từ phí tính tiền về việc bán hàng hoá ảo. Đây là sản phẩm số được dùng trong trò chơi xã hội, không hàng hoá cụ thể. Facebook nói nó cho là quan trọng thu nhập đến từ thị trường mới này, có thể đạt đến 14 - tỉ đô-la bằng 20 - 16.



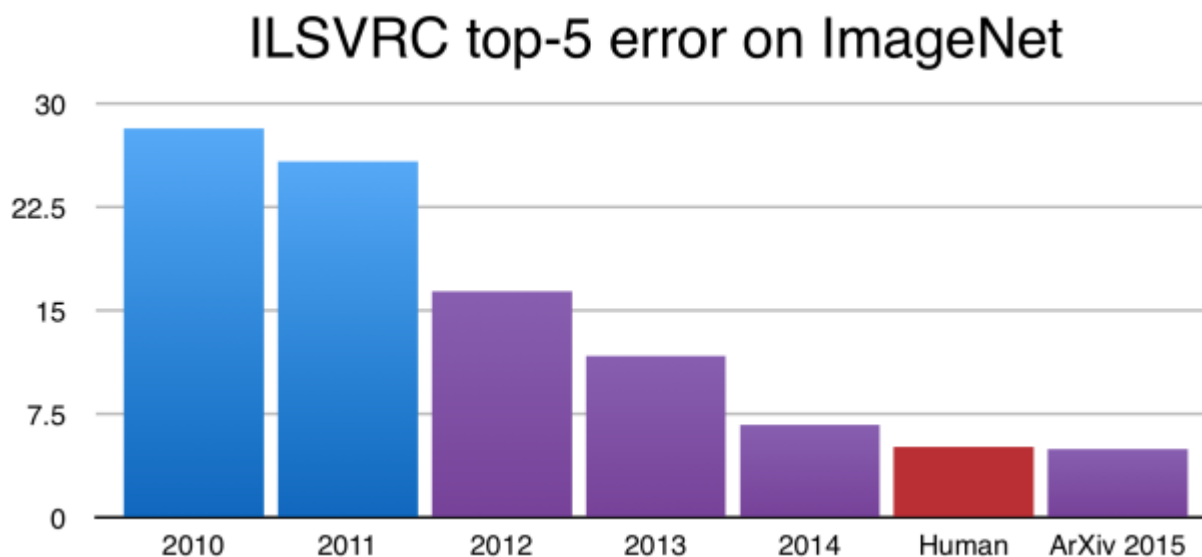
# AlphaGo

- 3-2016, AlphaGo đã đánh bại **Lee Sedol**, đại kiện tướng cờ vây người Hàn Quốc 4-1 gây ngạc nhiên cho cả giới cờ vây chuyên nghiệp và các nhà nghiên cứu về AI

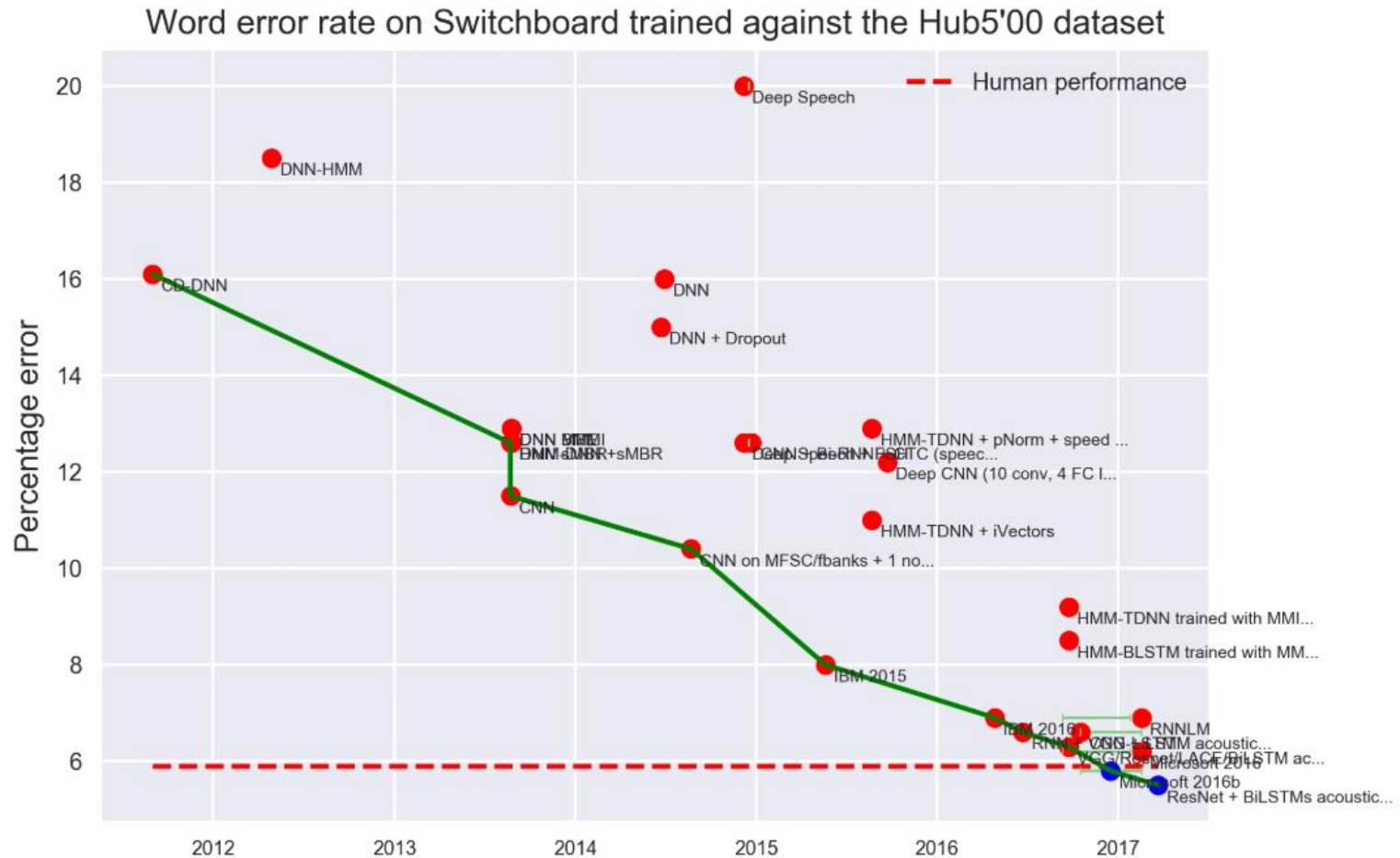


# Image Net (tốt hơn con người)

- Hệ thống nhận dạng tốt nhất cải tiến từ 26% tỉ lệ lỗi năm 2011 xuống 3.5% năm 2015 tương đương và thấp hơn so với con người.

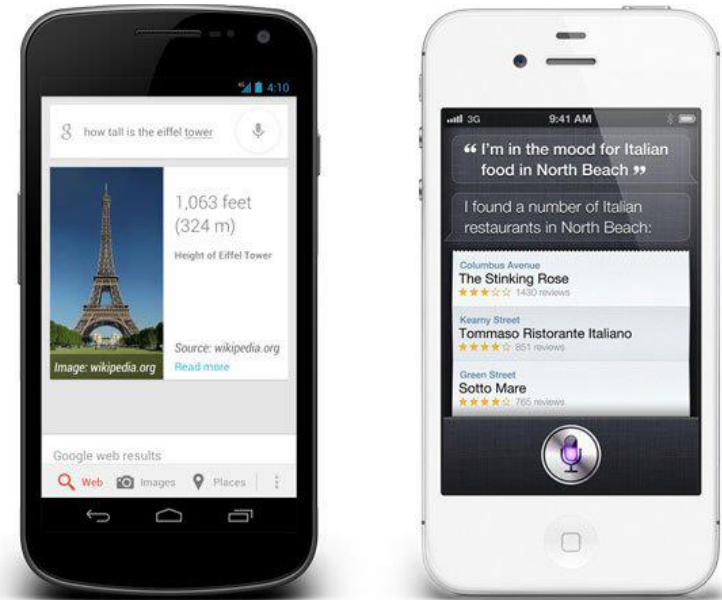


# Speech Recognition

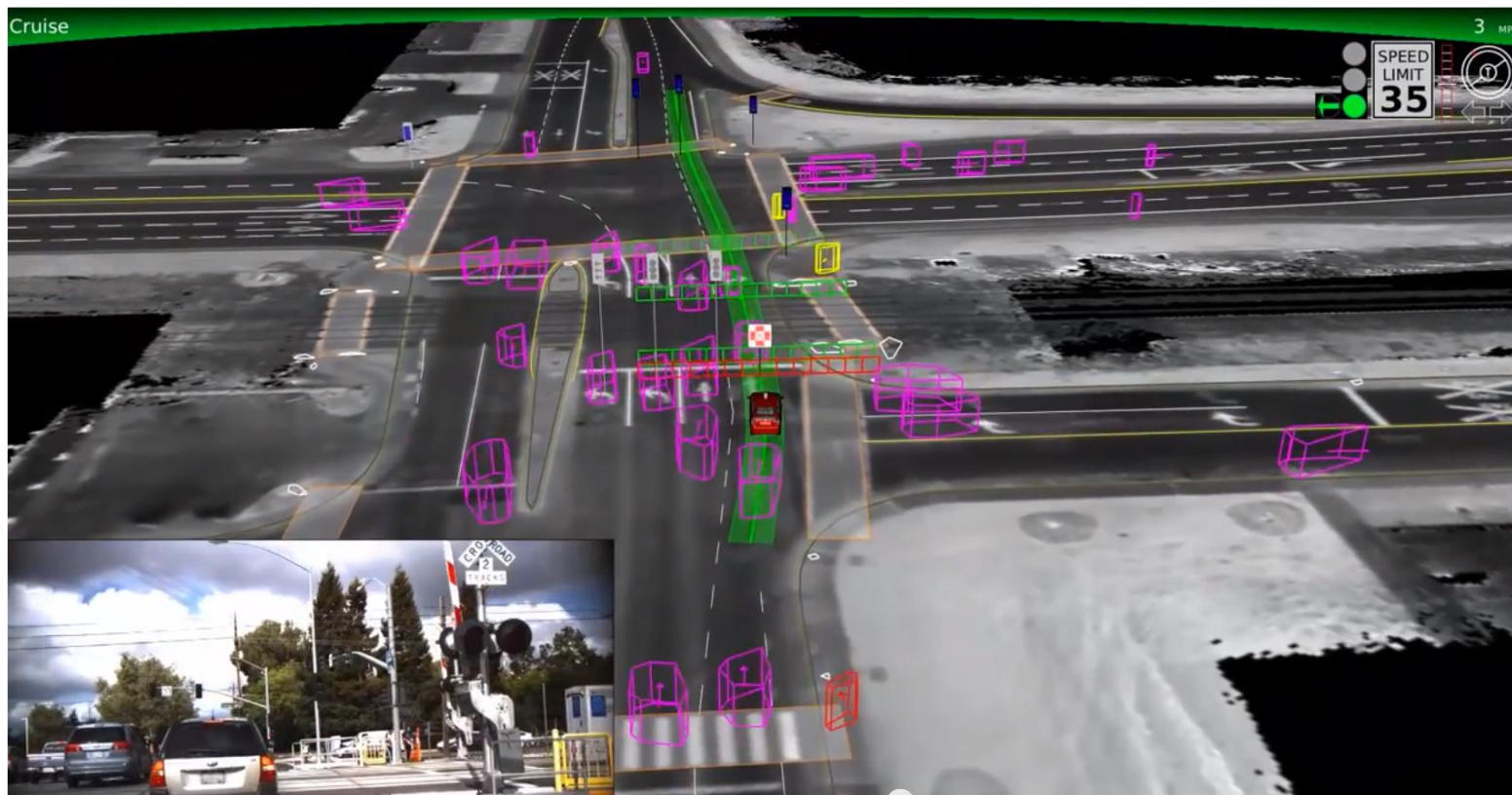


# Trợ lý Ảo (nghe bằng con người)

- Apple's Siri, Google Now, Microsoft Cortana, Amazon Echo, và các trợ lý ảo khác
- Nhờ vào cải tiến đột phá của nhận dạng tiếng nói (ASR) trong vòng 7 năm qua.
- Tuy nhiên, ASR cũng chỉ là 1 phần, còn 1 phần khác là hiểu văn bản, đây cũng là vấn đề rất là khó.



# Lái xe tự động



- Xe tự lái của Google: Hiện nay đang mở rộng việc đánh giá và chạy thử trên nhiều cung đường/ Có thể bán 2017-2020?

# Companies



"An important shift from a mobile first world to an AI first world" [CEO Sundar Pichai @ Google I/O 2017]



Created AI and Research group as 4th engineering division, now 8K people [2016]



Created Facebook AI Research, Mark Zuckerberg very optimistic and invested

Others: IBM, Amazon, Apple, Uber, Salesforce, Baidu, Tencent, etc.



# Governments



"AI holds the potential to be a major driver of economic growth and social progress" [White House report, 2016]



Released domestic strategic plan to become world leader in AI by 2030 [2017]



"Whoever becomes the leader in this sphere [AI] will become the ruler of the world" [Putin, 2017]

**Việt Nam?**

# Tại sao Học máy lại quan trọng

---

- Kỷ nguyên dữ liệu lớn (**Bigdata**)
  - Hàng nghìn tỉ trang web
  - Hàng giờ video được upload lên Youtube mỗi giây
  - Walmart xử lý hơn 1M giao dịch trong một giờ và có CSDL hơn 2.5 petabytes ( $2.5 \times 10^{15}$ ) *lượng thông tin*
- Phát triển hệ thống là quá khó/đắt đỏ để xây dựng trí thức bằng tay bởi vì chúng yêu cầu các kỹ năng cụ thể và chi tiết hoặc điều chỉnh tri thức cho nhiệm vụ cụ thể (*knowledge engineering bottleneck*)



# Học máy là gì?

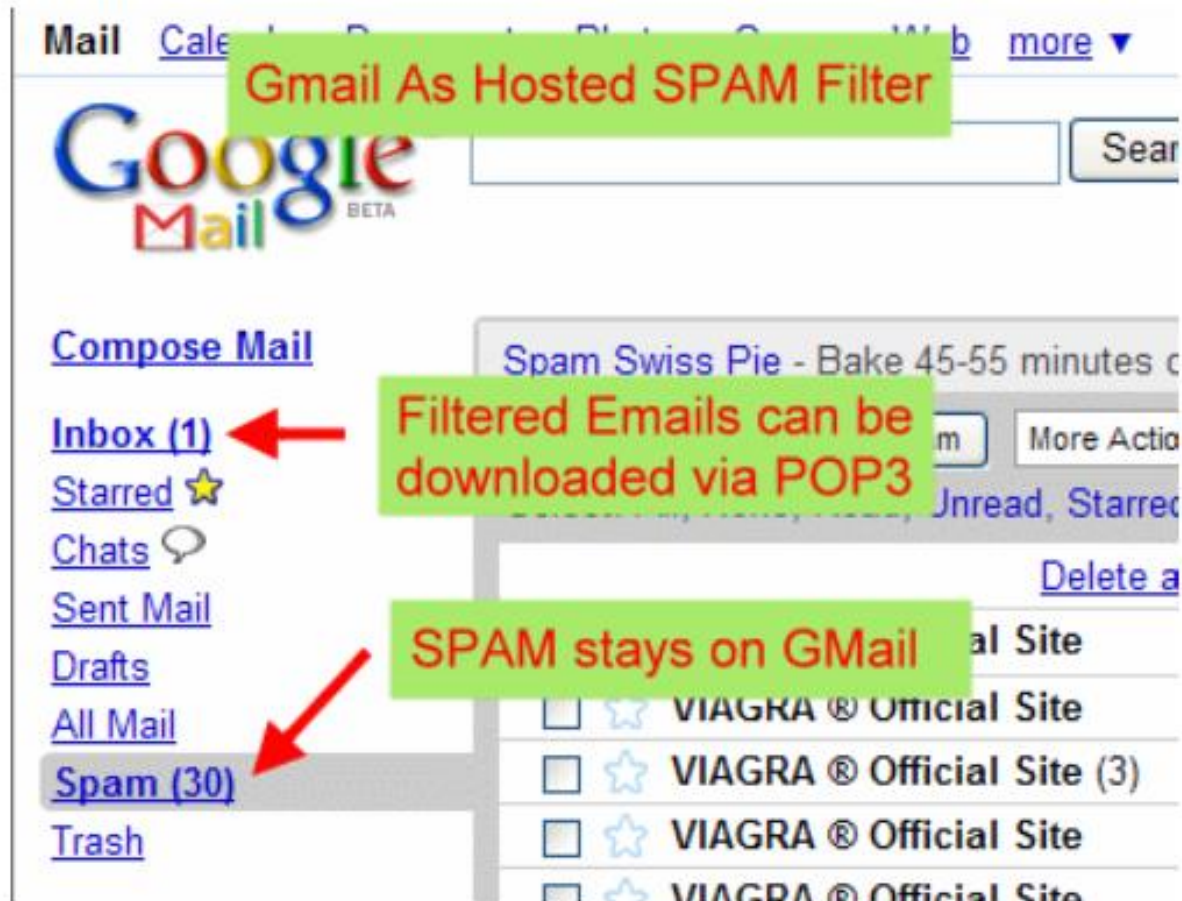
- Học máy (Machine Learning – ML) là một lĩnh vực nghiên cứu của Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence – AI)
- Một số định nghĩa về học máy
  - Một quá trình mà một chương trình máy tính cải thiện hiệu suất của nó trong một công việc thông qua kinh nghiệm [Mitchell, 1997]
  - Việc lập trình các máy tính để tối ưu hóa một tiêu chí hiệu suất dựa trên các dữ liệu ví dụ hoặc kinh nghiệm trong quá khứ [Alpaydin, 2004]
  - Học máy như tập các phương pháp có thể tự động xác định các mẫu trong dữ liệu và sau đó sử dụng các mẫu đã phát hiện để dự đoán dữ liệu trong tương lai [Murphy, 2012]
- Biểu diễn một bài toán học máy [Mitchell, 1997]
  - **Một công việc (nhiệm vụ) T**
  - **Đối với các tiêu chí đánh giá hiệu năng P**
  - **Thông qua (sử dụng) kinh nghiệm E**

# Ví dụ bài toán học máy (1)

---

- Lọc thư rác – Email spam filtering
  - *T: Dự đoán (để lọc) những thư điện tử nào là thư rác (spam email)*
  - *P: % of các thư điện tử gửi đến được phân loại chính xác*
  - *E: Một tập các thư điện tử (emails) mẫu, mỗi thư điện tử được biểu diễn bằng một tập thuộc tính (vd: tập từ khóa) và nhãn lớp (thư thường/thư rác) tương ứng.*

# Lọc thư rác (Spam mail Filtering)



# Ví dụ bài toán học máy (2)

- Phân loại các trang Web
  - *T: Phân loại các trang Web theo các chủ đề đã định trước*
  - *P: Tỷ lệ (%) các trang Web được phân loại chính xác*
  - *E: Một tập các trang Web, trong đó mỗi trang Web gắn với một chủ đề*



## Pháp luật



### TTTM Hải Dương cháy: bà con tiểu thương mất gần 400...

Tuổi Trẻ

TTO - 14g chiều, chủ tịch UBND tỉnh Hải Dương Nguyễn Mạnh Hiền đã chủ trì cuộc họp để nghe...

Thanh Niên

Sau scandal xô xát với Andrea, Yanbi lại...

Infonet

Bị cáo hiếp dâm nặng nề đòi...cưới nạn...

Thanh Niên

Cháy TTTM Hải Dương: Không loại trừ...

Tiền Phong

Xe khách bốc cháy, 30 người thoát chết

## Thể thao



### Lương tăng gấp đôi, Ronaldo tuyên bố M.U giờ là quá...

Báo Bóng Đá

Đúng như những gì đã được giới truyền thông Tây Ban Nha tiết lộ, cuối cùng thì BLĐ CLB Real...

Báo Bóng Đá

10 ngôi sao "ích kỉ" nhất làng bóng đá...

Khampha.vn

Công Vinh tiếp tục bị "đầy" ở ghế dự bị

Khampha.vn

ĐT nữ Việt Nam thắng đậm Jordan 4-0

Sohanews

Chế - Vui - Độc: "Nhà hát Old Trafford..."

## Giải trí



### Quang Lê tái xuất sau tai nạn

Zing

Chưa đầy 24 tiếng sau vụ tai nạn trên đường cao tốc từ San Jose về Quận Cam, giọng ca "Đập vỡ cây đàn" đã quay lại sân khấu.



Sohanews

Thủy Tiên kéo áo, khoe chân dài thẳng tắp

Eva.vn

"Cười vỡ bụng" sao Việt bị đim hàng tuần qua

Phunutoday.vn

Ngôi sao đen Yanbi, Phương Trinh còn trong sáng...

Zing

5 nhân vật đại hiệp hấp dẫn phụ nữ nhất phim...

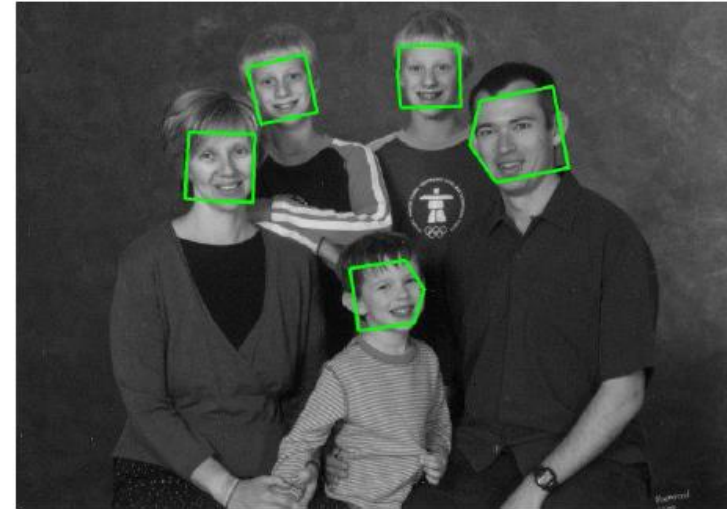
## Ví dụ bài toán học máy (3)

---

- Nhận dạng mặt người
  - *T: Nhận dạng mặt người trên các bức ảnh đã cho trước*
  - *P: Tỷ lệ (%) độ chính xác mặt người nhận dạng được các bức ảnh*
  - *E: Một tập các khuôn mặt người đã được xác định trước.*



# Nhận dạng khuôn mặt người



*K. Murphy & Family*



*Based on classifiers trained from  
tens of thousands of example faces  
(Viola & Jones, 2004)*

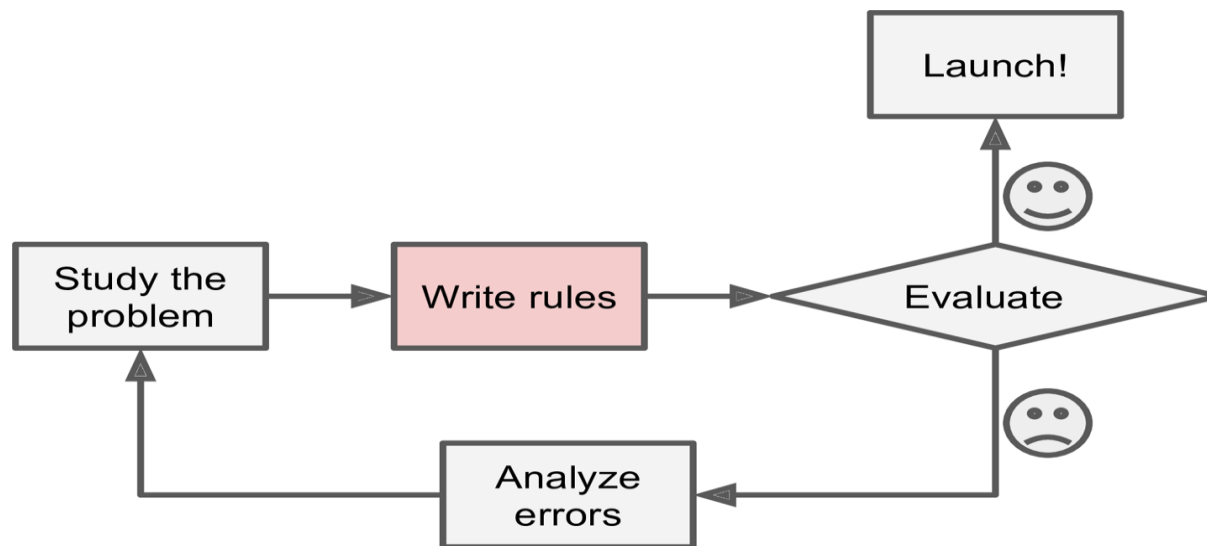
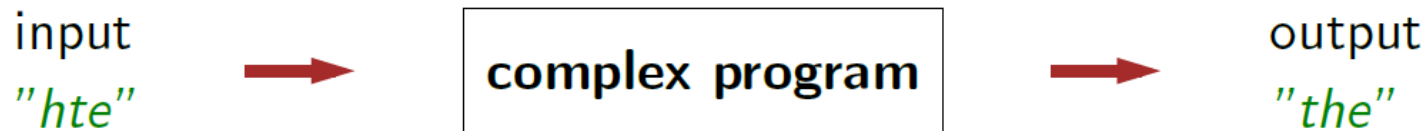
# Applications

---

- **Xử lý ngôn ngữ tự nhiên** (Natural Language Processing): xử lý văn bản, giao tiếp người – máy, ...
- **Nhận dạng** (Pattern Recognition): nhận dạng tiếng nói, chữ viết tay, vân tay,
- **Thị giác máy** (Computer Vision) ...
- **Tìm kiếm** (Search Engine, Ranking, Information Retrieve)
- **Chẩn đoán trong y tế**: phân tích ảnh X-quang, các hệ chuyên gia chẩn đoán tự động.
- **Tin sinh học**: phân loại chuỗi gene, quá trình hình thành gene/protein
- **Vật lý**: phân tích ảnh thiên văn, tác động giữa các hạt ...
- **Phát hiện gian lận tài chính** (financial fraud): gian lận thẻ tín dụng
- **Phân tích thị trường chứng khoán** (stock market analysis)
- **Chơi trò chơi**: tự động chơi cờ, hành động của các nhân vật ảo
- **Rôbot**: là tổng hợp của rất nhiều ngành khoa học, trong đó *học máy* tạo nên hệ thần kinh/bộ não của người máy.

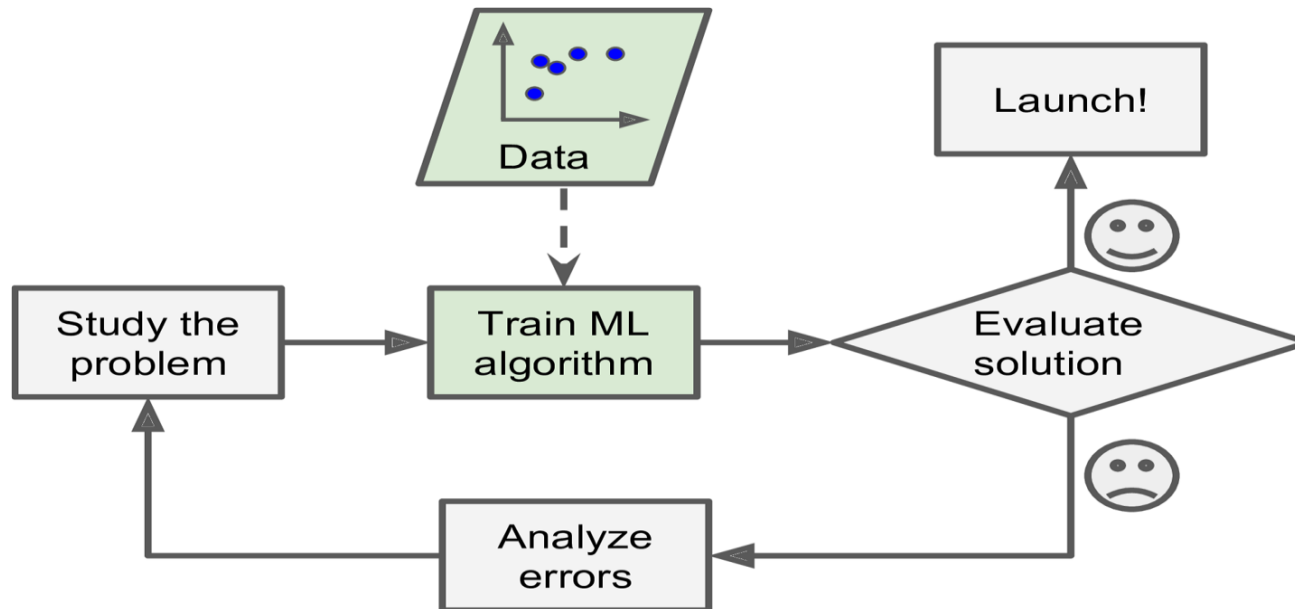


# Tiếp cận truyền thống



- Chương trình phức tạp sẽ khó sử dụng hiệu quả

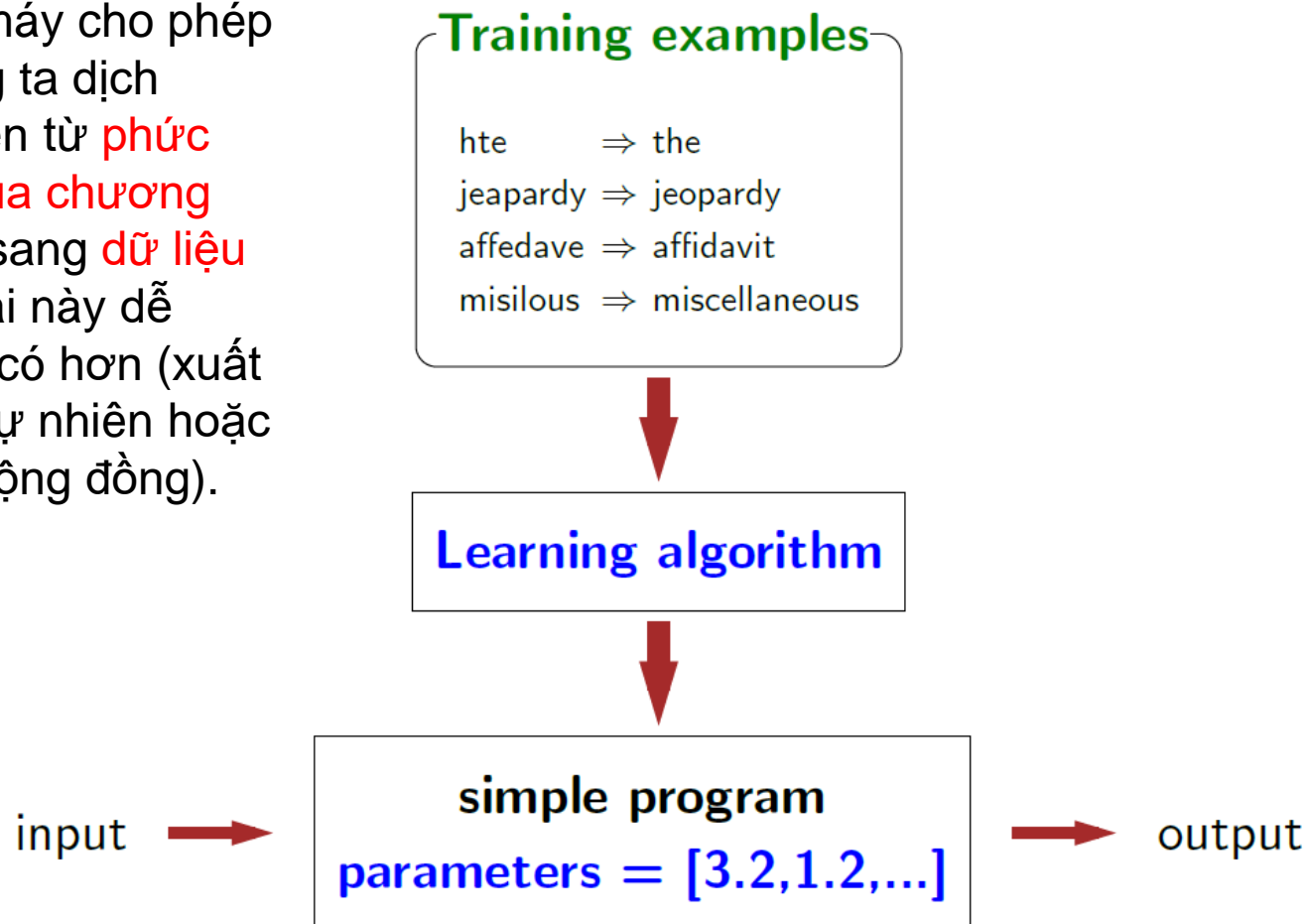
# Cách tiếp cận học máy



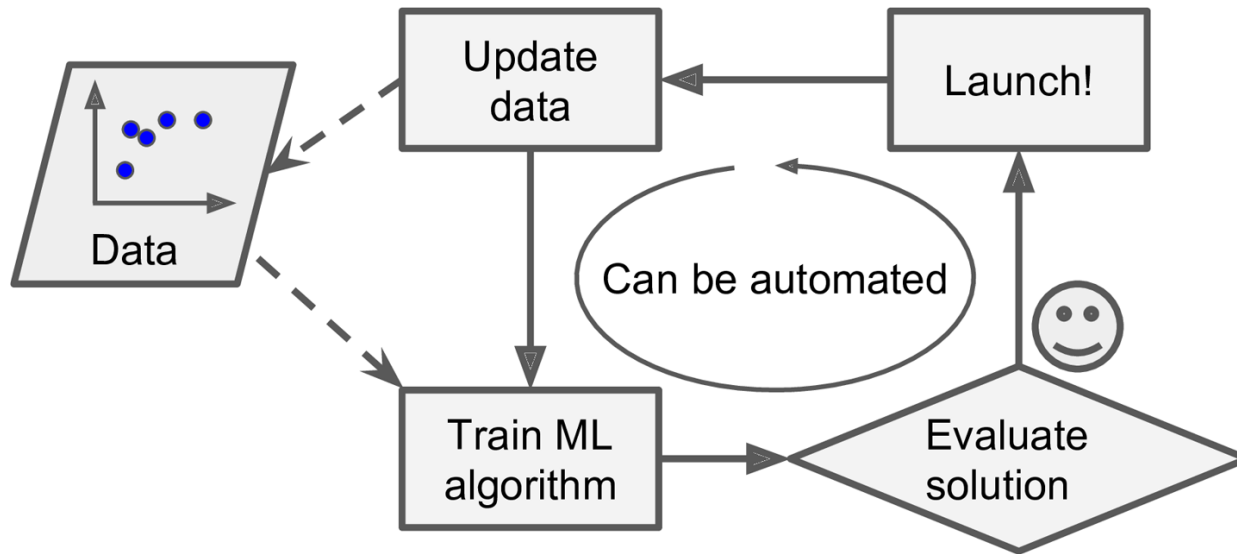
- Chương trình sẽ ngắn và dễ bảo trì hơn và có kết quả chính xác hơn

# Cách tiếp cận học máy

- Học máy cho phép chúng ta dịch chuyển từ **phức tạp của chương trình** sang **dữ liệu** mà cái này dễ dàng có hơn (xuất hiện tự nhiên hoặc qua cộng đồng).

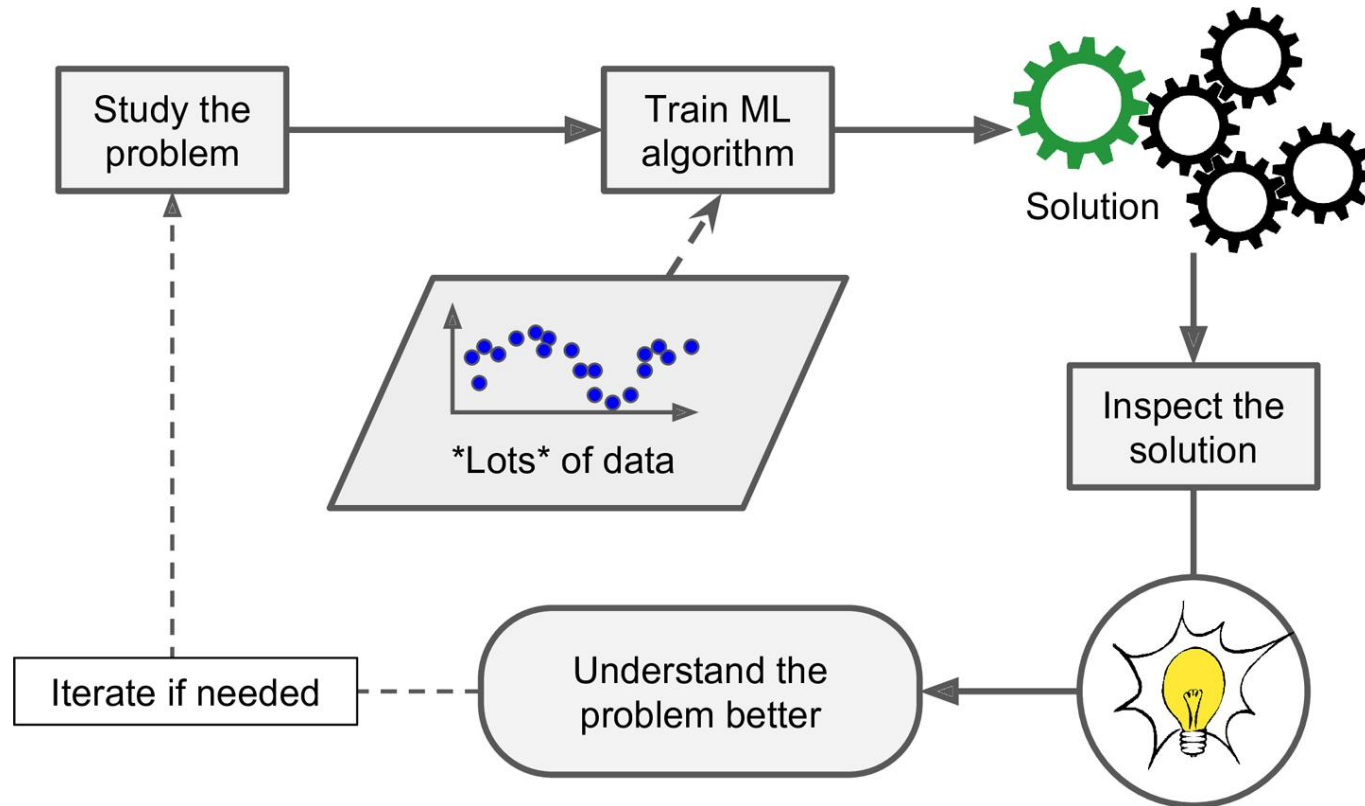


# Cách tiếp cận học máy



- Automatically adapting to change

# Cách tiếp cận học máy



- Machine Learning can help humans learn

# Types of Learning

**Supervised:** Learning with a **labeled training** set

Example: email **classification** with already labeled emails

**Unsupervised:** Discover **patterns** in **unlabeled** data

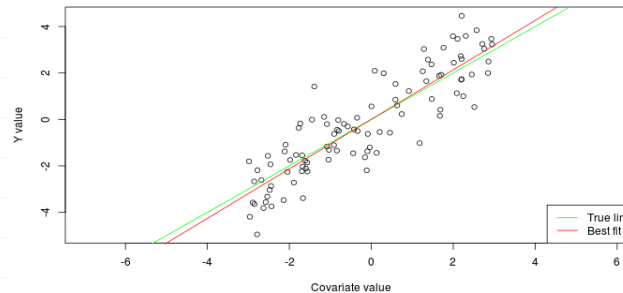
Example: **cluster** similar documents based on text

**Reinforcement learning:** learn to **act** based on **feedback/reward**

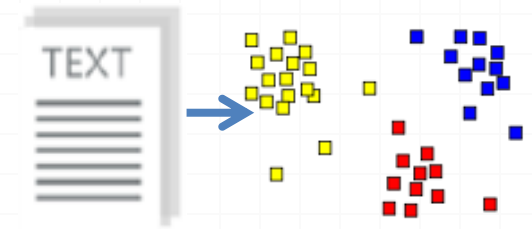
Example: learn to play Go, reward: **win or lose**



Classification



Regression



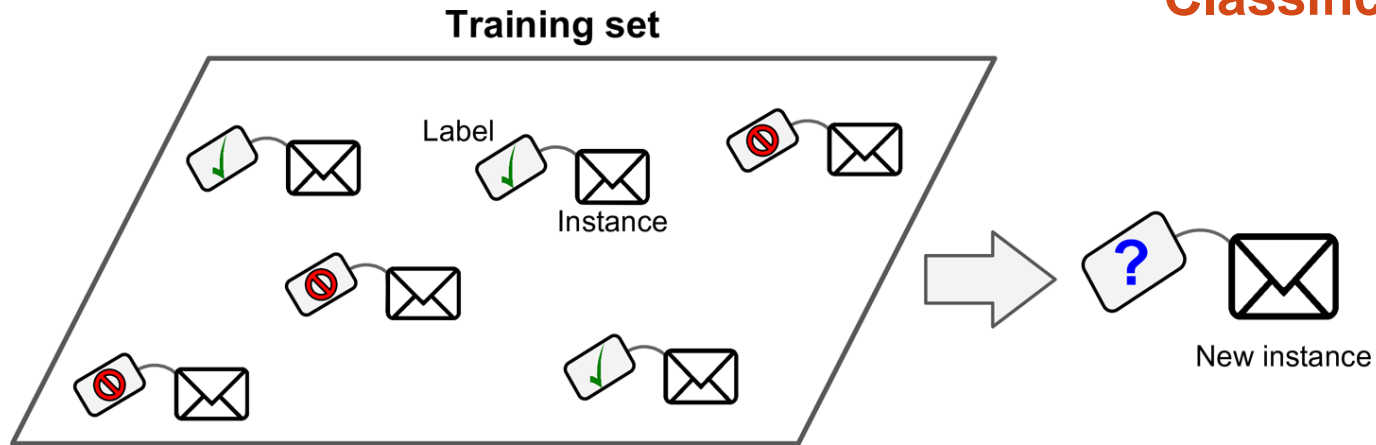
Clustering

Anomaly Detection  
Sequence labeling

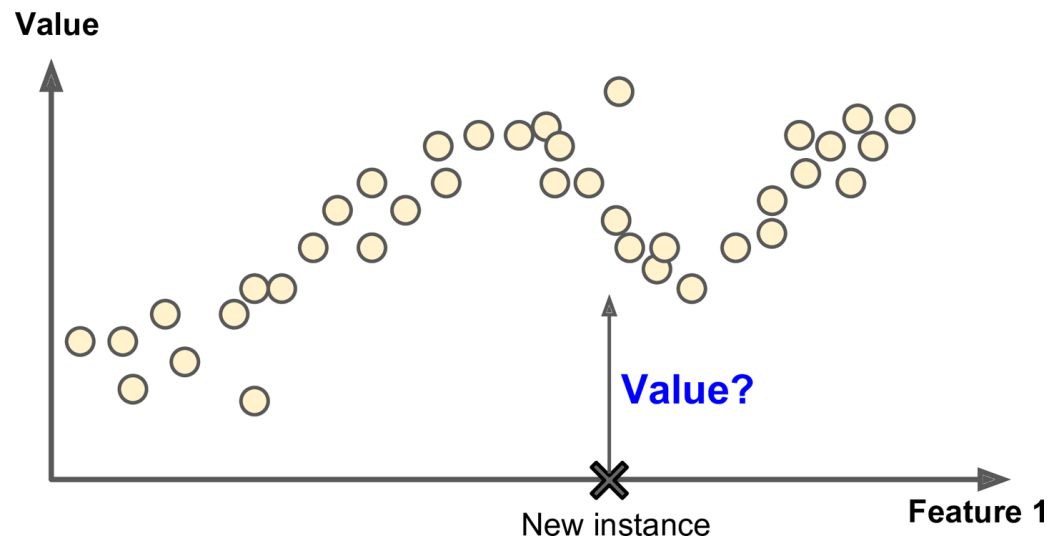
...

# Supervised Learning

**Classification**

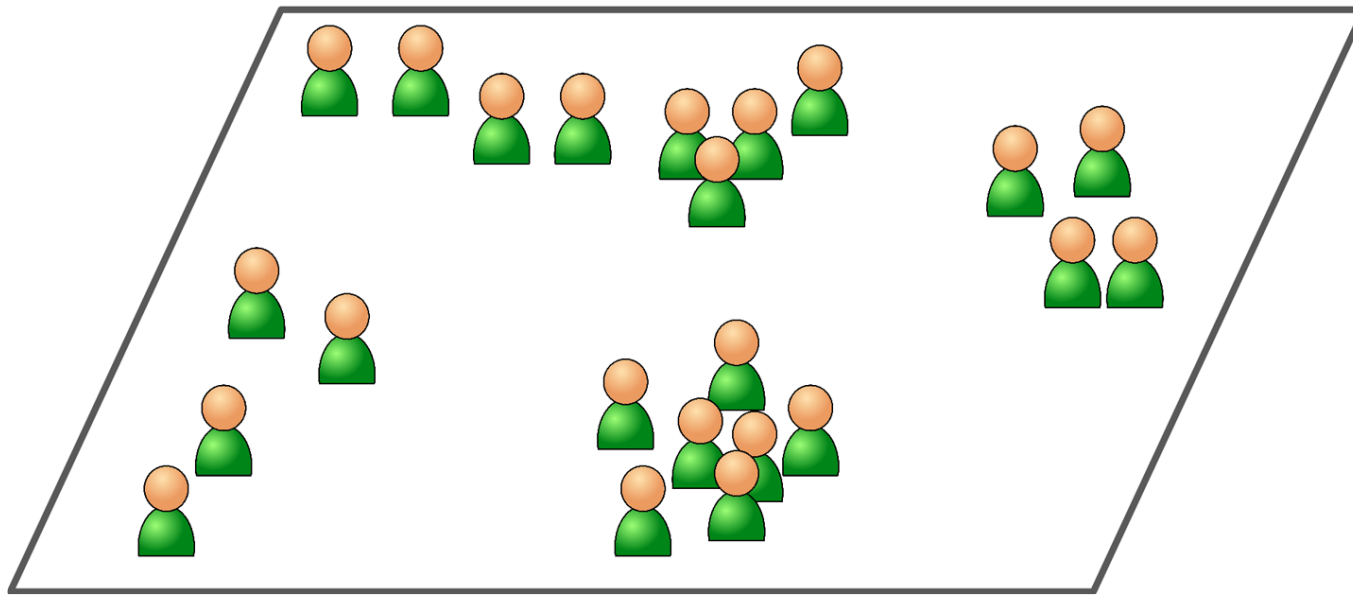


**Regression**



# Unsupervised Learning

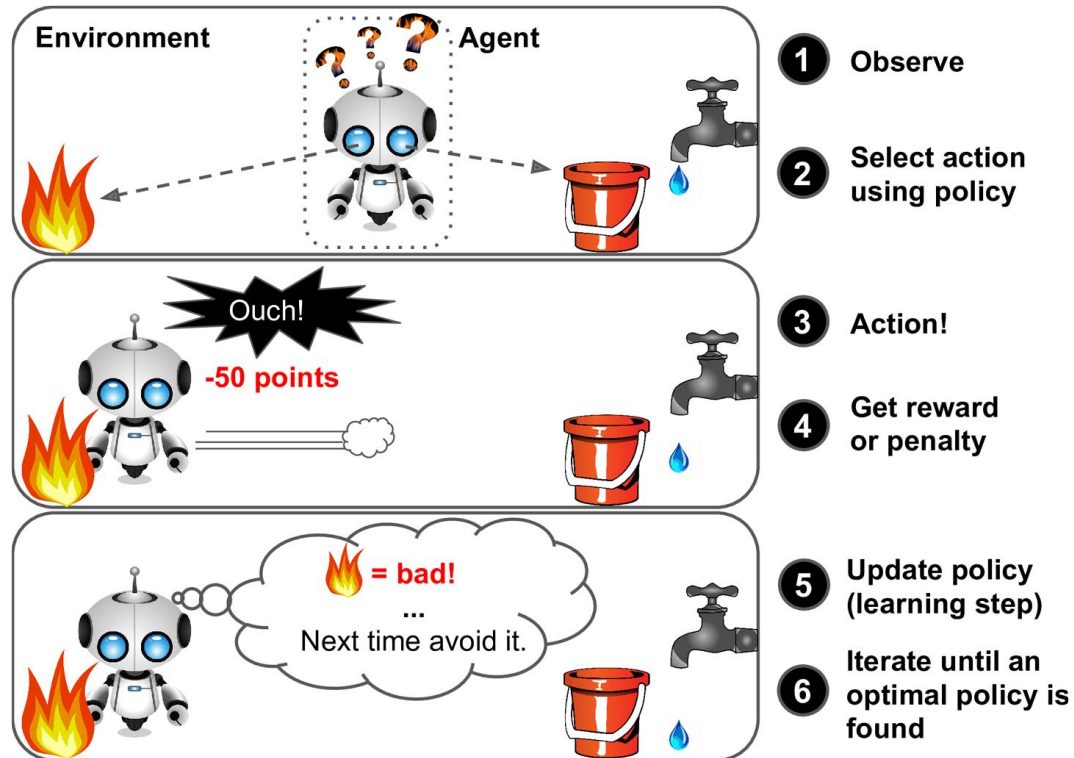
Training set



- An unlabeled training set for unsupervised learning



# Reinforcement Learning

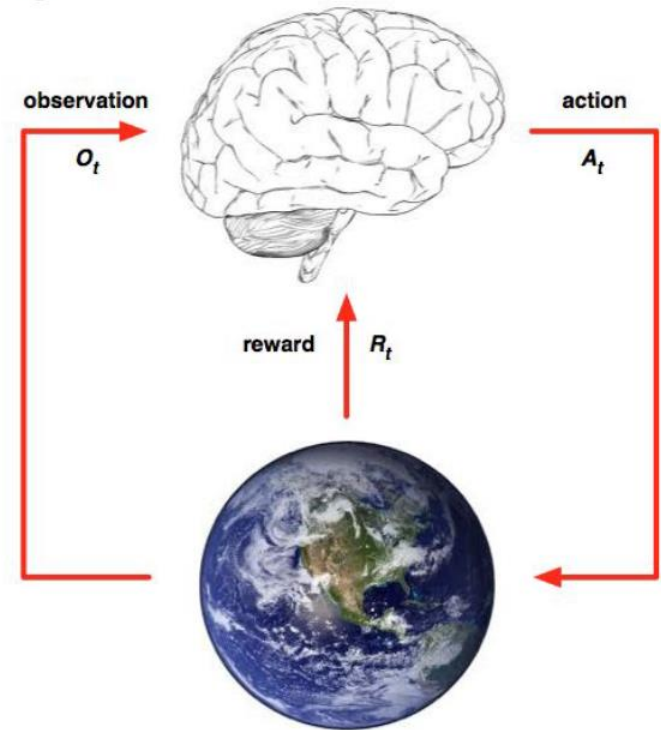


# Reinforcement Learning

RL is a general-purpose framework for decision-making

- An agent selects **actions**
- Its actions influence its future **observations**
- Success is measured by a scalar **reward** signal

Goal: select actions to maximise future rewards



# Cách tiếp cận tổng quát

---

- Phát biểu bài toán (Formulate task)
- Mô hình học (tham số, cấu trúc)
- Thu thập dữ liệu
- Biểu diễn dữ liệu của bài toán như thế nào? (đặc trưng/ giá trị)
- Gán nhãn dữ liệu
- Học mô hình với dữ liệu (huấn luyện)
- Sử dụng mô hình để phân lớp hoặc đoán dữ liệu mới (kiểm thử)
- Đánh giá độ chính xác

# Ví dụ: Phân loại ảnh

input

desired output



apple

pear

tomato

cow

dog

horse

# Dữ liệu huấn luyện (Training data)



apple

pear

tomato

cow

dog

horse

# Kiến trúc hệ thống học máy

## Learning(Học)

Training Samples



Features



Training Labels



Training



Learned model



## Inference(Dự đoán)



Test Sample



Features



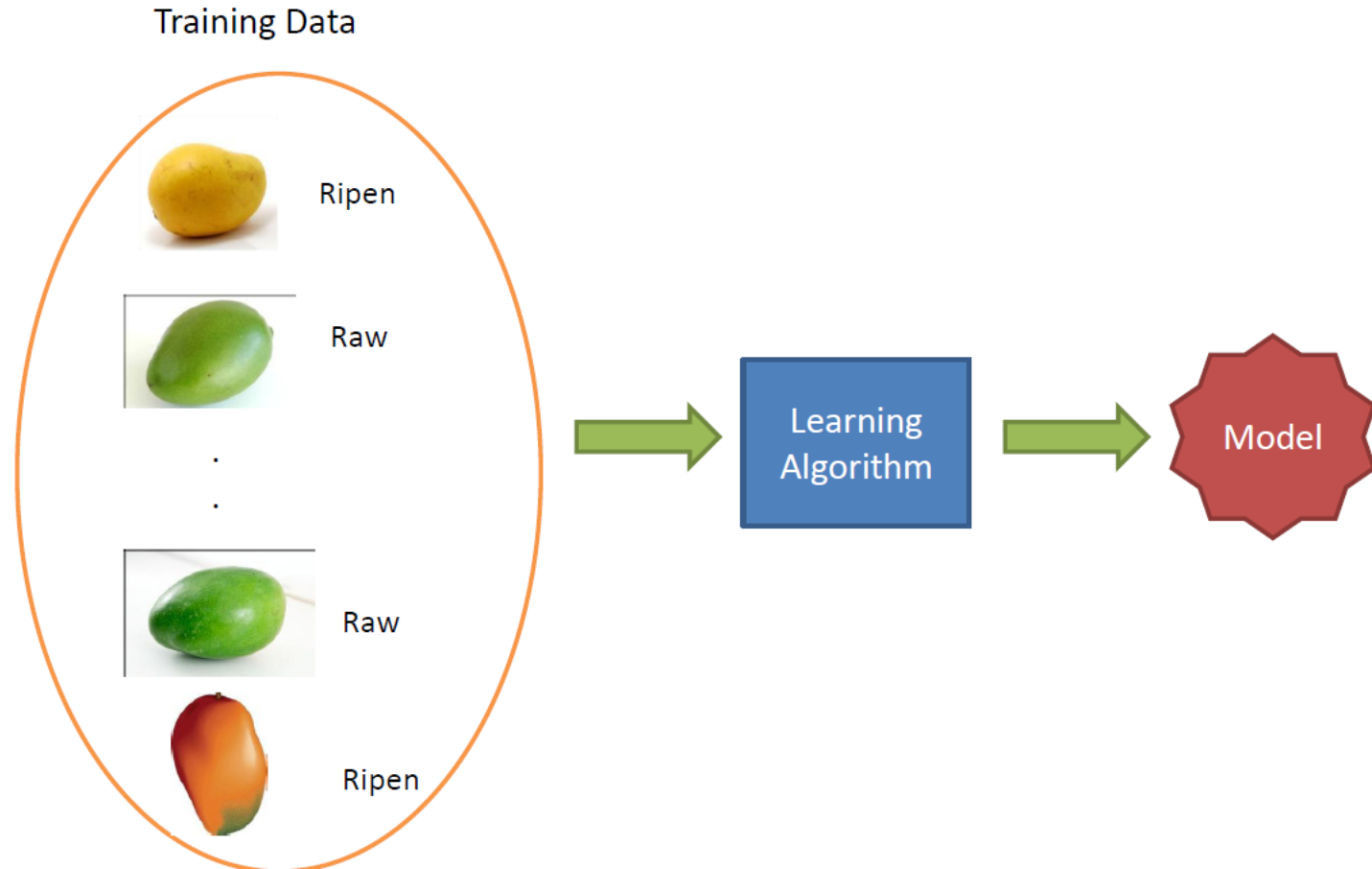
Prediction

Learned model

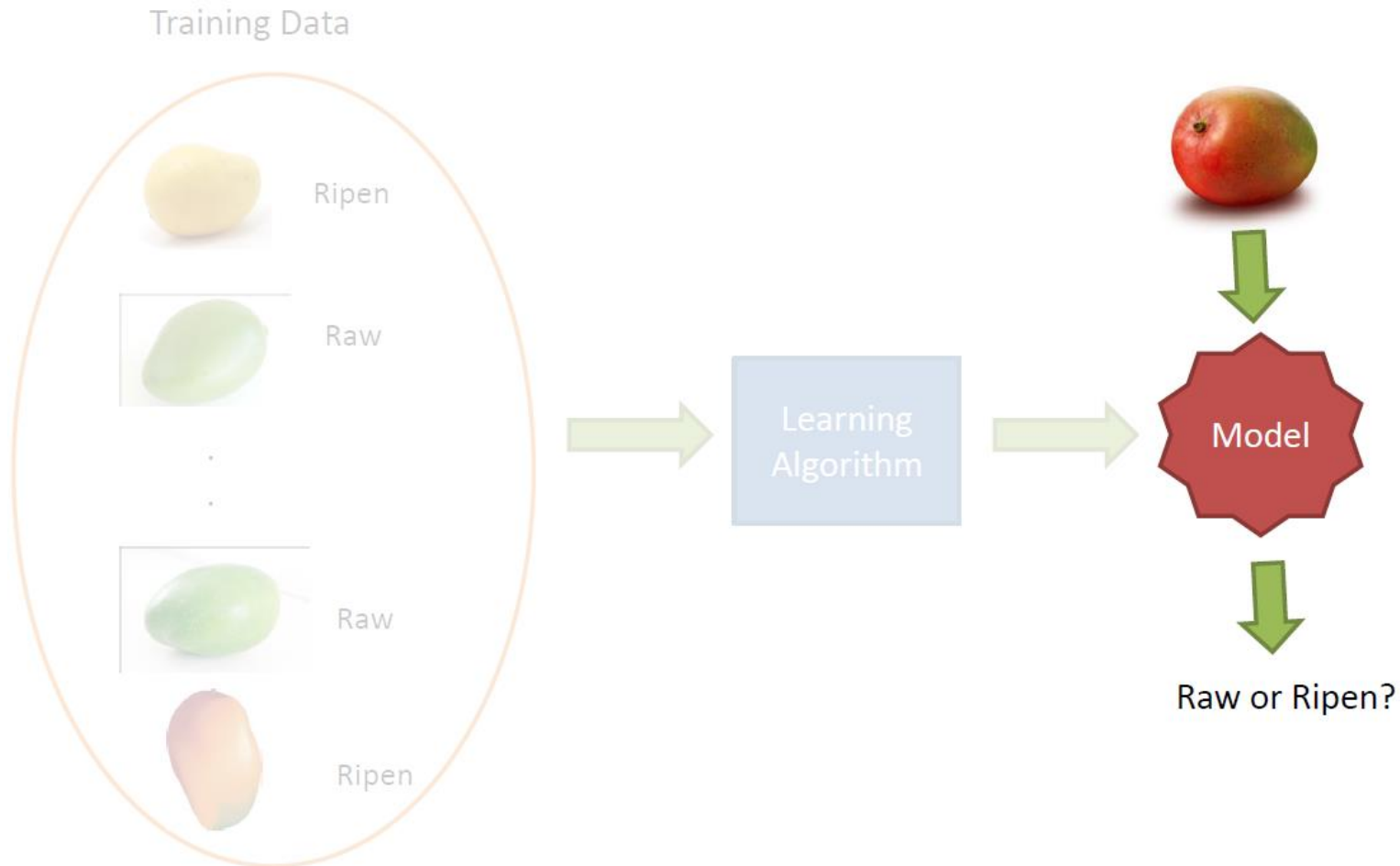


# Ví dụ (chín hay xanh)

---



# Ví dụ (chín hay xanh)





$D_n$ 

Training data set (training set)

inputs:  
(what we observe) targets:  
(what we must predict)

"horse"



"cat"

etc...



"horse"

Number of  
examples:

n

dimensionality:

a

inputs:  $X$   
(input feature vector) targets:  $Y$   
(label) $X_1$ 

(3.5, -2, ... , 127, 0, ...)

+1

 $Y$ Turn it into  
a nice data  
matrix...preprocessing,  
feature  
extraction

(-9.2, 32, ... , 24, 1, ...)

-1

etc...

 $X_n$  $X_{n,2}$   
(6.8, 54, ... , 17, -3, ...)

+1

 $Y_r$ New test  
point:

$$X = (5.7, -27, \dots, 64, 0, \dots) \xrightarrow{f_\theta} +1$$

$x \in \mathbb{R}^d$

# Learning Function $f_\theta$

Supervised task:

predict  $y$  from  $x$

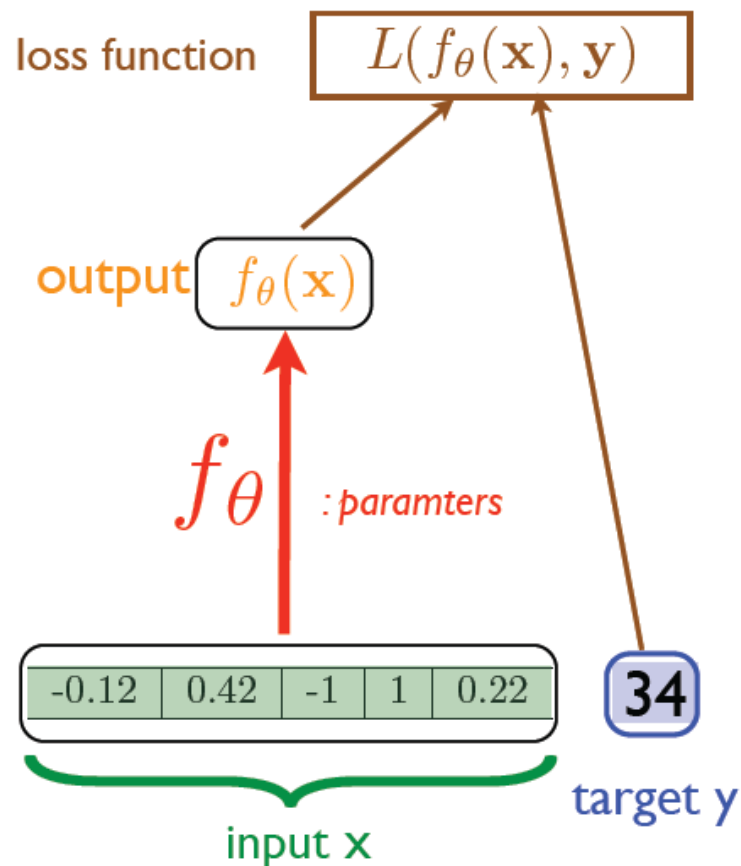
input  $x \in \mathbb{R}^d$  target (label)  $y$

n examples

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$t$
0.32	-0.27	+1	0	0.82	113
-0.12	0.42	-1	1	0.22	34
0.06	0.35	-1	1	-0.37	56
0.91	-0.72	+1	0	-0.63	77
...	...	...	...	...	...

Training set  $D_n$

Learn a function  $f_\theta$  that will minimize prediction errors as measured by cost (loss)  $L$ .



# Nhiệm vụ và thành phần trong ML

- Hàm học (learning/decision function)
- Hàm lỗi (loss/objective function)
- Thuật toán học
- Cách đánh giá

# A Recipe for Machine Learning

1. Given training data:

$$\{\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i\}_{i=1}^N$$

2. Choose each of these:

- Decision function

$$\hat{\mathbf{y}} = f_{\boldsymbol{\theta}}(\mathbf{x}_i)$$

- Loss function

$$\ell(\hat{\mathbf{y}}, \mathbf{y}_i) \in \mathbb{R}$$

3. Define goal:

$$\boldsymbol{\theta}^* = \arg \min_{\boldsymbol{\theta}} \sum_{i=1}^N \ell(f_{\boldsymbol{\theta}}(\mathbf{x}_i), \mathbf{y}_i)$$

4. Train with SGD:

(take small steps  
opposite the gradient)

$$\boldsymbol{\theta}^{(t+1)} = \boldsymbol{\theta}^{(t)} - \eta_t \nabla \ell(f_{\boldsymbol{\theta}}(\mathbf{x}_i), \mathbf{y}_i)$$

# Học máy

- Ý tưởng chính: **Khả năng tổng quát hóa**
  - Thuật toán học máy ước lượng độ chính xác cao nhất trên tập ví dụ huấn luyện nhưng chúng ta chỉ quan tâm đến độ chính xác của tập kiểm thử trong tương lai. Vậy làm sao phải tổng quát hóa từ tập huấn luyện sang tập kiểm thử?

# Đánh giá hệ thống học máy

---

- **Độ chính xác của phân lớp** (Classification Accuracy)
- **Tính đúng đắn của giải pháp** (Solution correctness)
- **Chất lượng của giải pháp** (Solution quality (length, efficiency))
- **Tốc độ thực hiện** (Speed of performance)

# Học Machine Learning cần gì?

- Kiến thức toán: đại số tuyến tính, giải tích, xác suất thống kê, kỹ thuật tối ưu
- Kỹ năng lập trình: Python, libs: Scikit-learn, Tensorflow (Google), Pytorch (Facebook)...
- Kỹ năng sử dụng server: Linux, GPU
- Tính say mê, kiên trì và sáng tạo

# Tại sao nghiên cứu Học máy? (Thời gian thích hợp)

---

- Nhiều thuật toán học máy hiệu quả đã có sẵn
- Lượng lớn dữ liệu online đã có sẵn (**big data**)
- Tài nguyên tính toán đã có sẵn

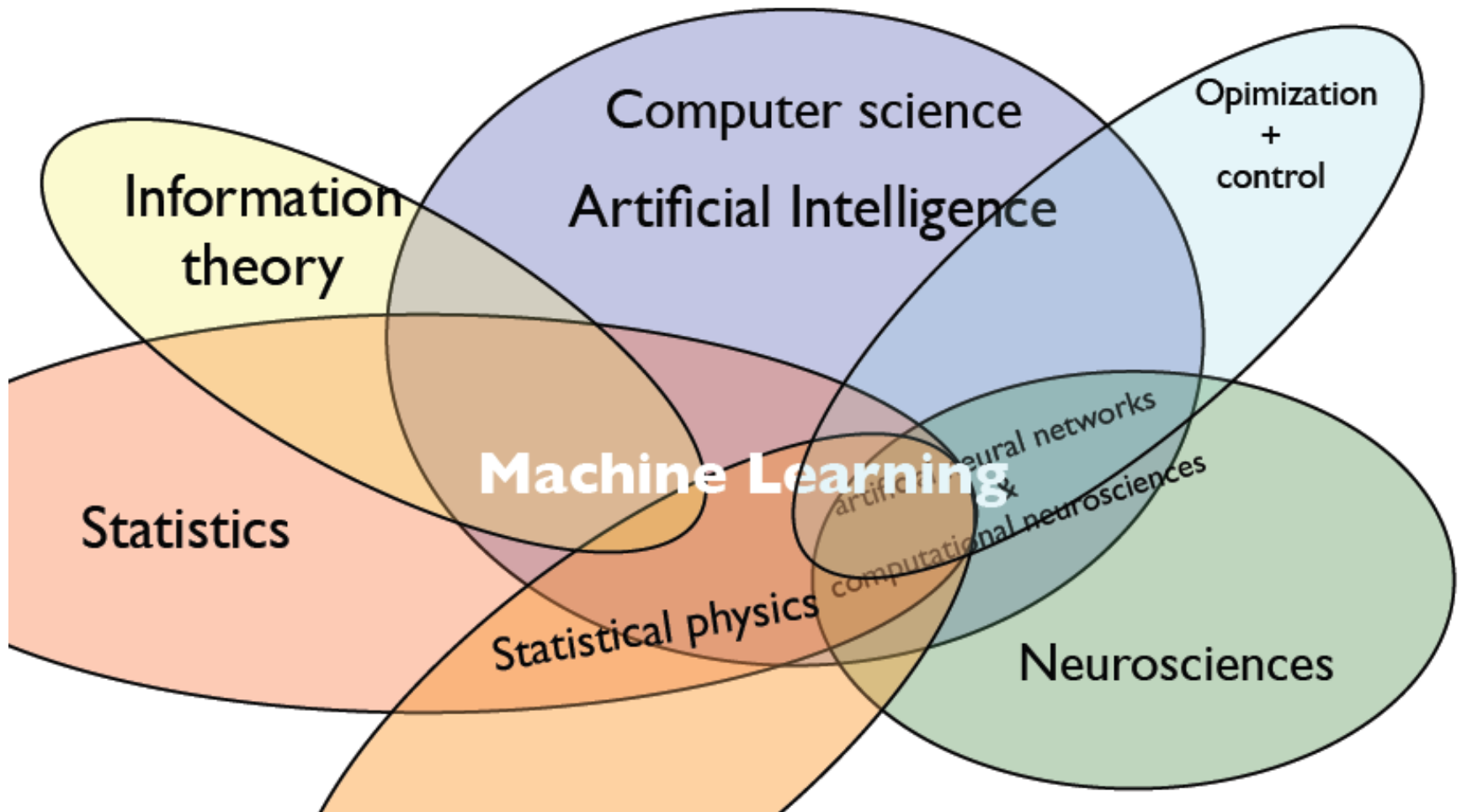


# Môn học liên quan

---

- Artificial Intelligence
- Data Mining
- Probability and Statistics
- Information theory
- Numerical optimization
- Computational complexity theory
- Control theory (adaptive)
- Psychology (developmental, cognitive) (Tâm lý học)
- Neurobiology (Thần kinh học)
- Linguistics
- Philosophy (Triết học)

# Current view of ML founding disciplines



# Machine learning hay Statistics (1)?

---

- *Đóng góp của statistics có tính chất nền tảng trong việc xử lý uncertainty, xử lý noise trong dữ liệu.*
- *Đóng góp của machine learning nói riêng và KHMT nói chung là sự chú trọng đến khía cạnh thuật toán và hiệu quả tính toán*

# Nguồn dữ liệu huấn luyện

---

- Dữ liệu chuẩn (UCI, LDC, PennTree Bank, Kaggle.com, ...)
- Tự xây dựng các ví dụ huấn luyện và có thể hỏi và nhờ chuyên gia trong việc gán nhãn cho các ví dụ đó

# Tài liệu tham khảo

---

- Slides bài giảng về Machine Learning của một số trường đại học trên thế giới.
- Slides bài giảng Học Máy – Nguyễn Nhật Quang – ĐHBK Hà Nội