

CSE 445: Học máy (Machine Learning)

Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Thị Thu Hương
Khoa Công nghệ thông tin – Đại học Thủ Đức
tungnt@tlu.edu.vn, huongnt@tlu.edu.vn

Bài giảng có sử dụng hình vẽ trong cuốn sách “An Introduction to Statistical Learning with Applications in R” với sự
cho phép của tác giả, có sử dụng slides các khóa học CME250 của ĐH Stanford và IOM530 của ĐH Southern California



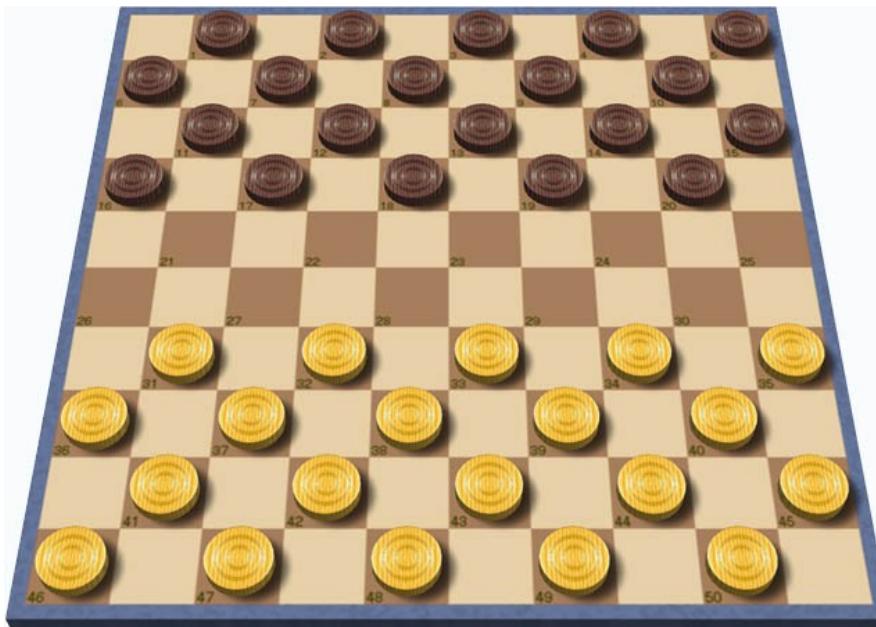
Giới thiệu về Học máy

- Học máy (machine learning) là gì?
 - Bao gồm quá trình đúc rút tri thức từ các quan sát, trải nghiệm thực tiễn bằng việc xây dựng các mô hình *từ dữ liệu*.
 - Các phương pháp học và nhận dạng *tự động* các mẫu phức tạp (complex patterns) từ dữ liệu.



Các ứng dụng của Học máy

- “Lĩnh vực nghiên cứu giúp máy tính có khả năng tự học khi không được lập trình trước” ([A] field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed.)



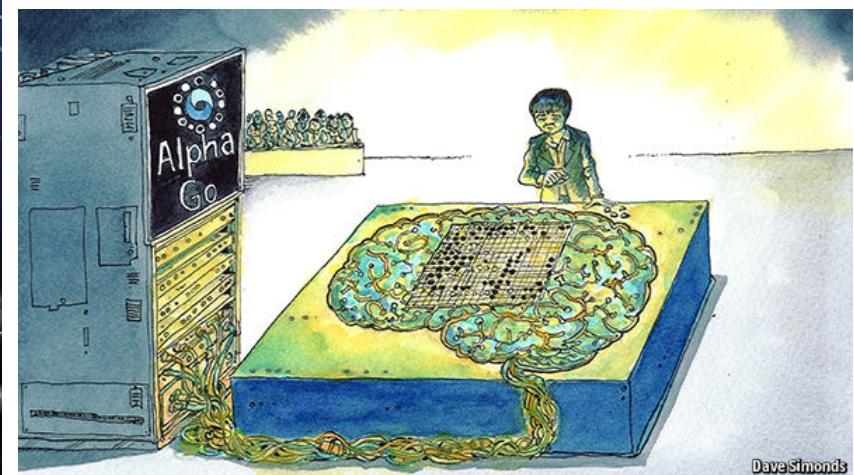
– Arthur Samuel (1959)



Các ứng dụng của Học máy



- AlphaGo thắng nhà vô địch thế giới cờ vây



Các ứng dụng của Học máy

- Học máy được sử dụng ở đâu?



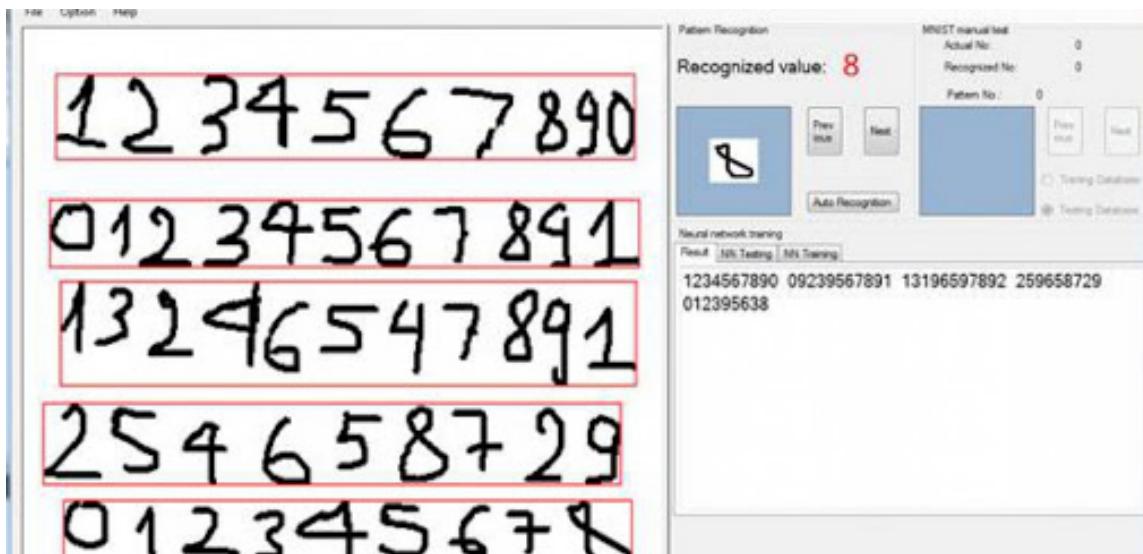
Các ứng dụng của Học máy

- Trong hệ thống tự động ra quyết định
 - vd: Lọc thư rác



Các ứng dụng của Học máy

- Cho các hệ thống tự động có lập trình phức tạp.
 - vd: Nhận dạng chữ viết tay



Các ứng dụng của Học máy

- Dùng cho khai phá dữ liệu
 - Vd: Bệnh án điện tử



“Mining Electronic Records
for Revealing Health Data”

[New York Times \(Jan 14, 2013\)](#)



Các ứng dụng của Học máy

- Trong các hệ thống tùy biến
 - Vd: Hệ thống gợi ý sản phẩm



Các ứng dụng của Học máy

- Trợ lý ảo
 - Hỗ trợ tìm kiếm thông tin hữu ích, khi được yêu cầu qua văn bản hoặc giọng nói
 - Lịch trình của tôi vào ngày mai là gì? Hoặc các chuyến bay có sẵn sắp tới cho chuyến công tác của tôi?
- => Trợ lý cá nhân của bạn tìm kiếm thông tin hoặc nhớ lại các truy vấn liên quan của bạn để thu thập thông tin



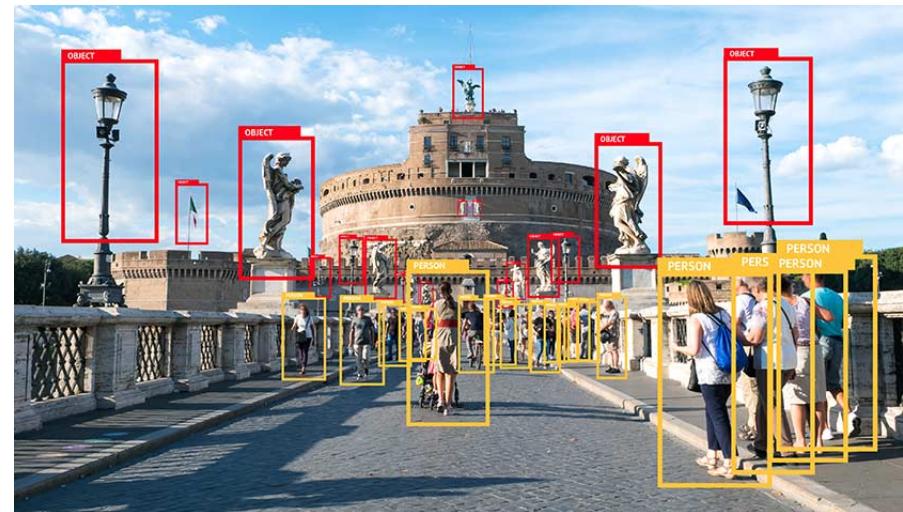
Các ứng dụng của Học máy

- Hệ thống tự tag ảnh của Facebook

Dự án DeepFace của Facebook

- Nhận diện khuôn mặt và xác định đối tượng cụ thể trong ảnh
- Cung cấp Thẻ Alt (Thẻ thay thế) cho hình ảnh đã được tải lên trên

Facebook



Các ứng dụng của Học máy

- Cho các hệ thống tự động có lập trình phức tạp.
 - vd: Xe không người lái



[Demo xe tự lái](#)



Các giải thuật Học máy

- Để lọc thư rác hoặc nhận dạng chữ viết tay, chúng ta gắn nhãn các mẫu (quan sát) để học mô hình từ chúng
 - *Học máy có giám sát*: Huấn luyện cho giải thuật học máy xây dựng mô hình từ các mối quan hệ trong dữ liệu, dựa trên tập các cặp đầu vào-ra của các quan sát.
- Để phát hiện các nhóm bệnh nhân trong Bệnh án điện tử (EMR), chúng ta chưa biết tên các nhóm (các lớp)
 - *Học máy không giám sát*: Huấn luyện cho giải thuật học các mối quan hệ và cấu trúc của dữ liệu
- Một số giải thuật học máy khác
 - Học máy bán giám sát (semi-supervised learning), Học tăng cường (reinforcement learning), Các hệ thống khuyến nghị (recommender systems), etc.



Thông tin môn học



Môn Học máy

- Trang web:
 - <http://lms.tlu.edu.vn/course/view.php?id=772>
 - Bài giảng, tài liệu và các thông báo của môn học.
 - Điểm danh, giao bài tập.



Đối tượng tham dự

- Các ngành học liên quan đến CNTT, kinh tế, điện tử.
- Không cần kiến thức nền về Học máy
- Điều kiện
 - Đã hoàn thành các môn học về xác suất thống kê, đại số tuyến tính.
 - Có kỹ năng lập trình cơ bản (R/Matlab/Python)



Mục đích của môn học

- Trang bị tổng quan ở mức cao về các kỹ thuật Học máy: hồi quy tuyến tính, K-mean, Gradient, Học Perceptron, Decision tree, Hồi quy Logistic, SVM, Random Forest.
- Biết vận dụng các phương pháp học máy tiên tiến dùng cho phân tích dữ liệu ra quyết định.
- Kỹ năng thực hành, thiết kế thí nghiệm sử dụng ngôn ngữ Python.
- Làm quen với các thuật ngữ chuyên ngành.



Yêu cầu khi dự lớp

- Văn hóa đúng giờ. Kỷ luật lao động.
- Tắt điện thoại di động
- Không gây ồn ào
- Không ăn vặt

SV có quyền ngắt giảng tại mọi thời điểm để đặt câu hỏi



Tài liệu

Vũ Hữu Tiệp, Machine Learning cơ bản, 2018. Link download

<https://github.com/tiepvupsu/ebookMLCB>

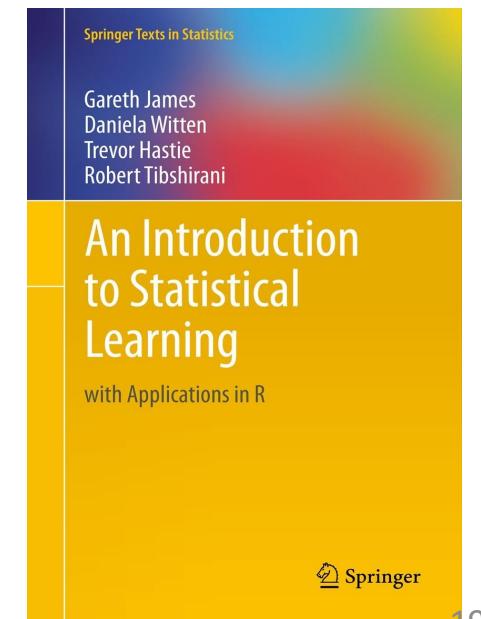
- Blog: <https://machinelearningcoban.com>
- Facebook Page: <https://www.facebook.com/machinelearningbasicvn>
- Facebook Group: <https://www.facebook.com/groups/machinelearningcoban>
- Interactive Learning: <https://fundaml.com>

“*An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*”
(ISL) by James, Witten, Hastie and Tibshirani*

cung cấp miễn phí (pdf) tại: www-bcf.usc.edu/~gareth/ISL/
Sách tham khảo:

“*The Elements of Statistical Learning*” (ESL) by Hastie, Tibshirani and Friedman

cung cấp miễn phí (pdf) tại: statweb.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/



Các yêu cầu môn học

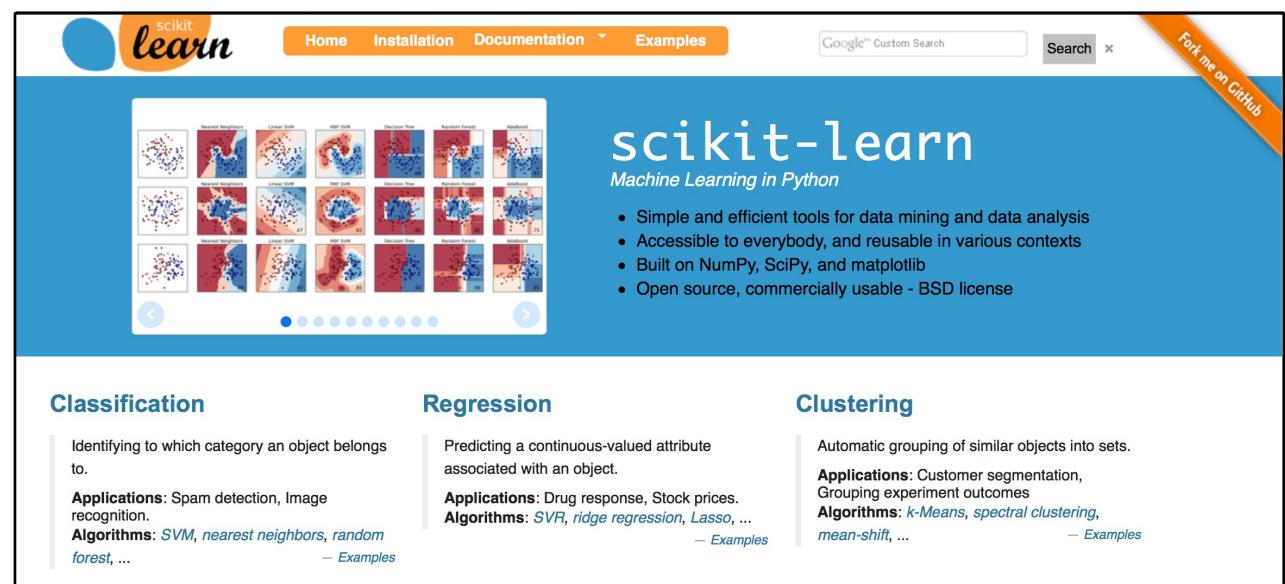
- Điểm quá trình: 50%
 - Bài tập: 20%
 - Kiểm tra trên lớp: 20%
 - Vắng <14 tiết: 10%
- Thi cuối kỳ (vấn đáp): 50%
- Các yêu cầu
 - Bài tập: Giao 4 bài tập, 5 điểm mỗi bài.
 - Hạn nộp bài tập theo thời khóa biểu của môn học.



Ngôn ngữ lập trình Python

– Python: www.python.org

- Scikit-learn (<http://scikit-learn.org/>): thư viện chứa rất nhiều các thuật toán machine learning cơ bản, dễ sử dụng.
- Numpy (<http://www.numpy.org/>): thư viện giúp xử lý các phép toán liên quan đến các mảng nhiều chiều, với các hàm gần gũi với đại số tuyến tính.



ANACONDA NAVIGATOR

Home

Environments

Learning

Community

Documentation

Developer Blog

Applications on Channels

 JupyterLab  1.2.6 An extensible environment for interactive and reproducible computing, based on the Jupyter Notebook and Architecture. <input type="button" value="Launch"/>	 Notebook 6.0.3 Web-based, interactive computing notebook environment. Edit and run human-readable docs while describing the data analysis. <input type="button" value="Launch"/>	 PyCharm 2021.2.3 Full-featured Python IDE by JetBrains. Supports code completion, linting, debugging, and domain-specific enhancements for web development and data science. <input type="button" value="Launch"/>	 Qt Console  4.6.0 PyQt GUI that supports inline figures, proper multiline editing with syntax highlighting, graphical calltips, and more. <input type="button" value="Launch"/>
 Spyder  4.0.1 Scientific PYthon Development EnviRonment. Powerful Python IDE with advanced editing, interactive testing, debugging and introspection features. <input type="button" value="Launch"/>	 Glueviz 0.15.2 Multidimensional data visualization across files. Explore relationships within and among related datasets. <input type="button" value="Install"/>	 Orange 3 3.23.1 Component based data mining framework. Data visualization and data analysis for novice and expert. Interactive workflows with a large toolbox. <input type="button" value="Install"/>	 RStudio 1.1.456 A set of integrated tools designed to help you be more productive with R. Includes R essentials and notebooks. <input type="button" value="Install"/>

Jupyter Python

localhost:8888/notebooks/Hello.ipynb

jupyter Hello Last Checkpoint: 2 minutes ago (autosaved)

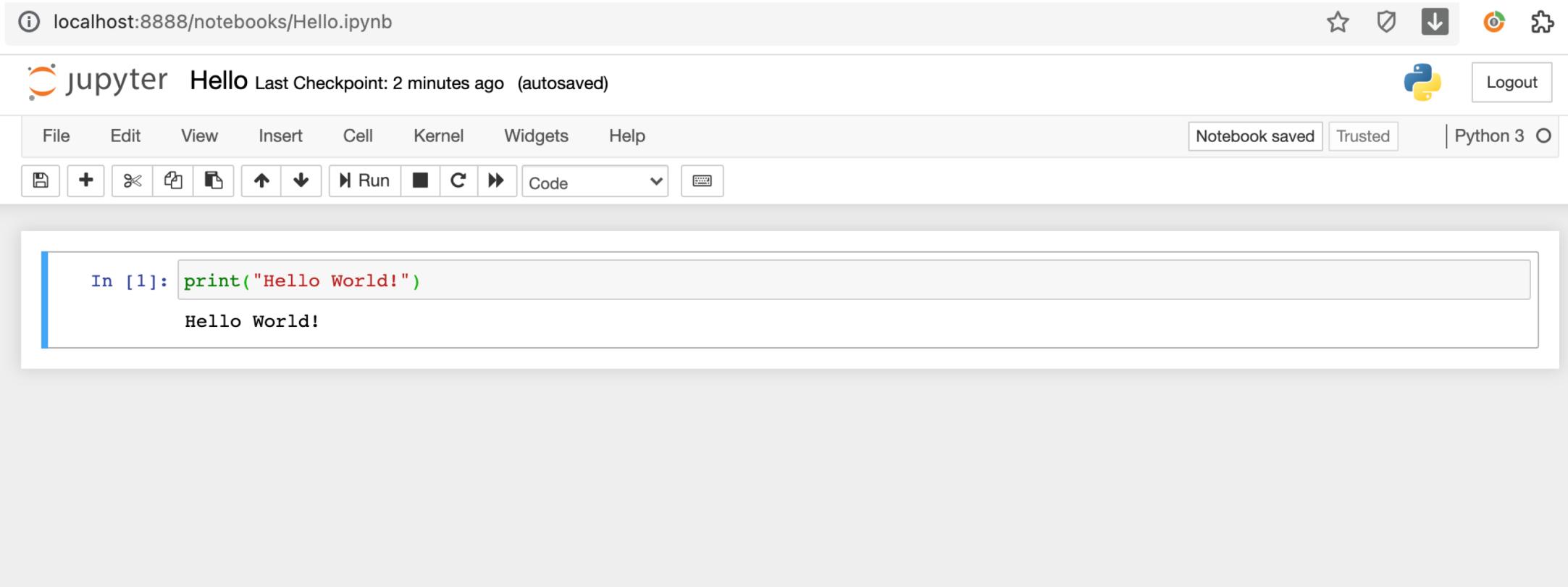
Logout

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

Notebook saved Trusted Python 3

In [1]: `print("Hello World!")`

Hello World!

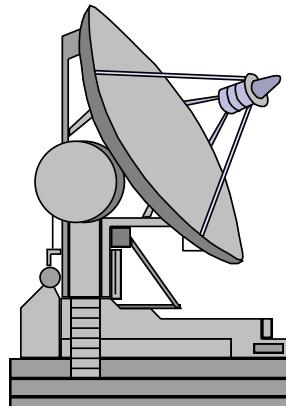


Mô hình Học máy (Machine learning Model)



Mục đích của mô hình Học máy

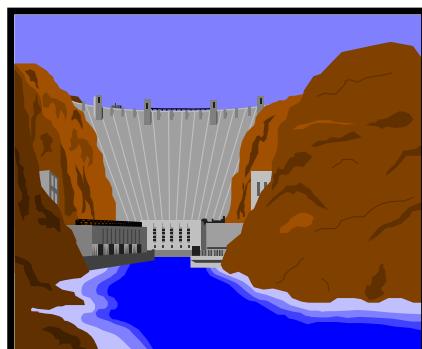
Truyền thông



Ra quyết định



Kỹ thuật



Tại sao phải xây dựng mô hình?

- Mô hình thể hiện xấp xỉ của thực tế được sử dụng để giải quyết các vấn đề cụ thể
- Chúng thường được xây dựng trên máy tính
- Chúng được sử dụng rộng rãi trong thực hành kỹ thuật



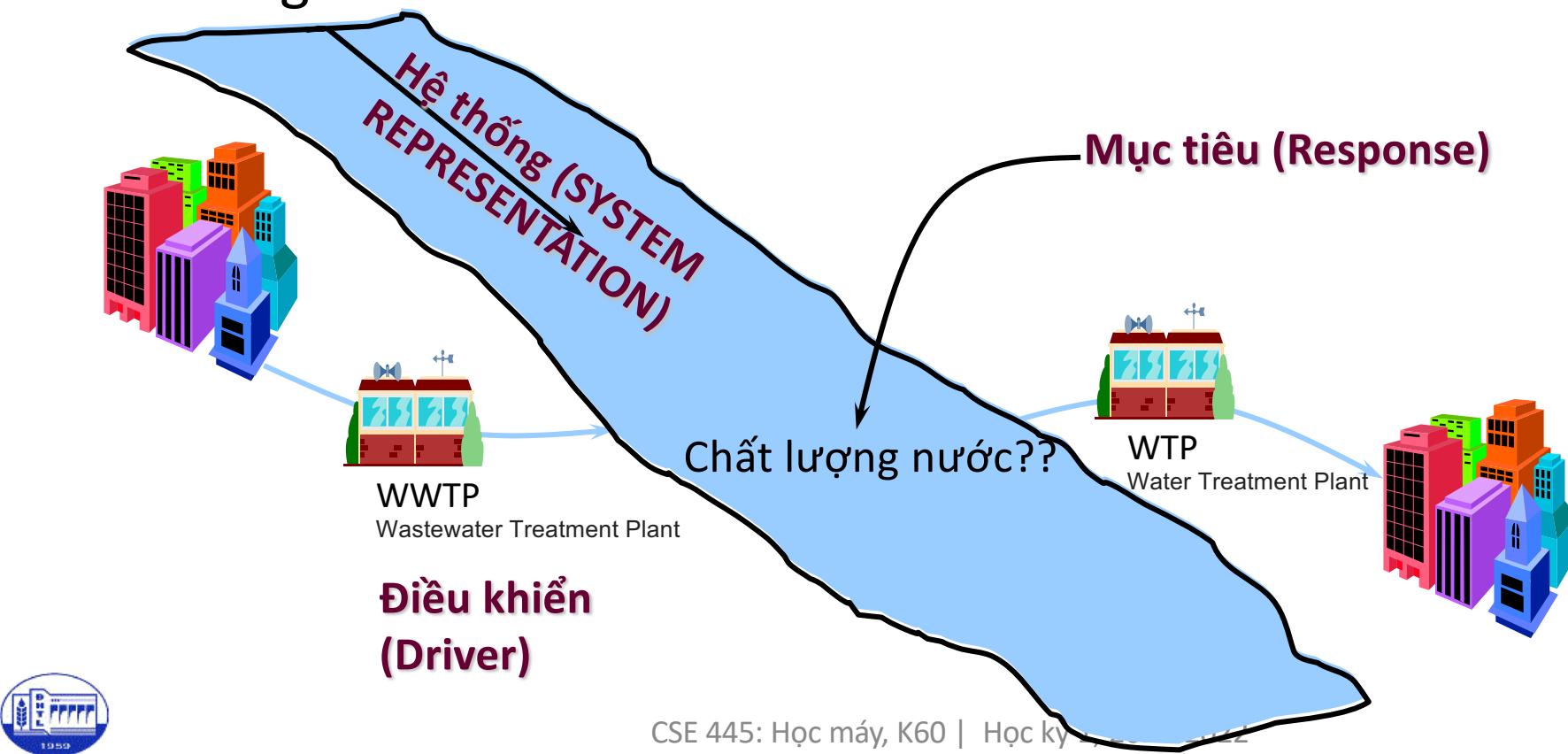
Tại sao dùng kỹ thuật thống kê?

- Nhiều biến trong kỹ thuật chứa thông tin không chắc chắn
- Xác suất và thống kê các công cụ để xử lý các biến không chắc chắn
- Chúng thường được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật



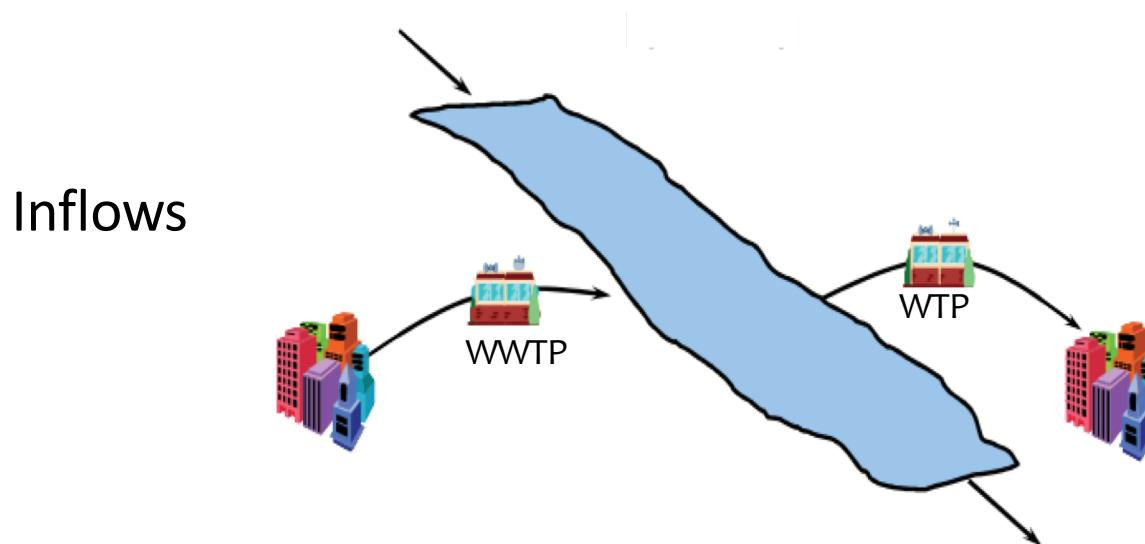
Các thành phần của mô hình

Hệ thống: Nhóm các thành phần mà chúng tương tác hoặc vận hành cùng nhau



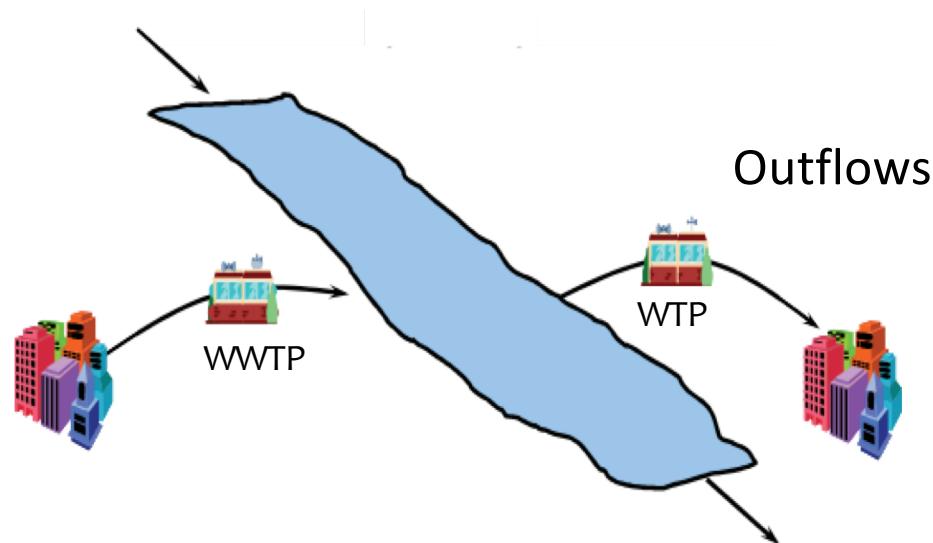
Các thành phần của mô hình

Biến đầu vào: Biến giúp xác định trạng thái của hệ thống thay đổi như thế nào (“Driver”)



Các thành phần của mô hình

Biến đích: Biến đầu ra có quan hệ với trạng thái của hệ thống



Đặt bài toán và Thuật ngữ

- X : *Tập biến đầu vào* (tập biến dự đoán, biến độc lập hoặc các đặc trưng) (input variables, predictors, independent variables or features).
- Y : *Biến đầu ra* (biến đích hoặc biến phụ thuộc) (output variables, response or dependent variable)
- *Học máy thống kê (Statistical Learning)*:
là 1 tập các giải pháp ước lượng hàm f để mô tả mối quan hệ giữa tập biến đầu vào và biến đầu ra:

$$Y = f(X) + \epsilon$$



Đặt bài toán và Thuật ngữ

- Làm cách nào để xây dựng mô hình?
- *Dữ liệu huấn luyện (Training data)*: tập gồm n các quan sát/mẫu huấn luyện (observations, samples) ta dùng để xây dựng mô hình f .
 - các cặp vào/ra:

$$\left(X^{(1)}, Y^{(1)} \right), \dots, \left(X^{(n)}, Y^{(n)} \right)$$



Đặt bài toán và Thuật ngữ

$$Y = f(X) + \epsilon$$

- Phương pháp để ước lượng f sẽ phụ thuộc vào vấn đề mà chúng ta muốn xử lý khi sử dụng dữ liệu.
 - Các phương pháp học máy khác nhau sẽ dùng các mô hình khác nhau để ước lượng hàm f .



Dự đoán và Suy diễn

- *Dự đoán (Prediction)*: Dự đoán biến đích Y với tập dữ liệu đầu vào X cho trước, sử dụng một hàm ước lượng thống kê của f , ký hiệu mô hình này là \hat{f} .
- *Suy diễn (Inference)*: Tìm hiểu mối quan hệ giữa Y với các biến độc lập X_i .
 - Không mong muốn xây dựng một mô hình hộp đen (black-box model).



Ví dụ về Quảng cáo

- Doanh nghiệp có thể điều chỉnh chiến lược quảng cáo sản phẩm (advertising) để tăng doanh số bán hàng (sales).
- Dữ liệu: Doanh số bán hàng và ngân sách quảng cáo cho 3 phương tiện truyền thông (TV, radio, newspaper).

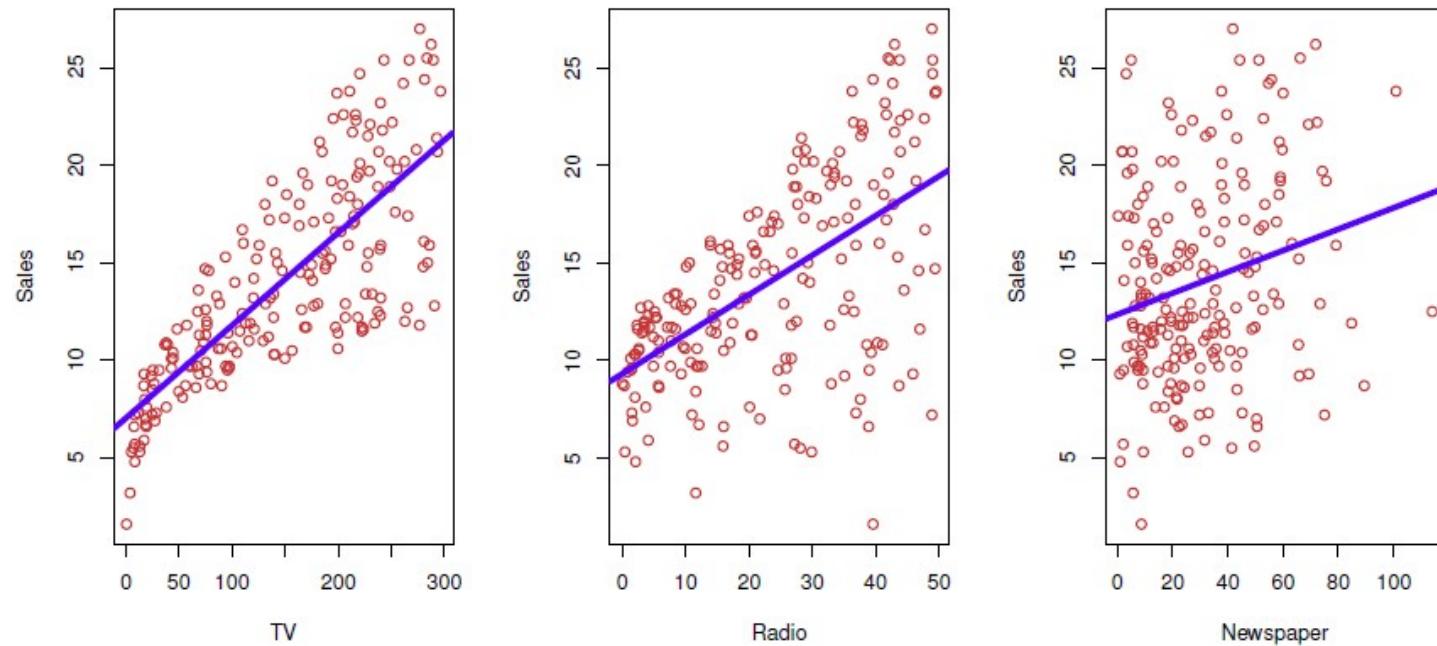


Figure 2.1 , ISL 2013



Câu đố:

- Trong ví dụ về quảng cáo, đâu là biến đầu vào/đầu ra?
 - Biến đầu ra : doanh số bán hàng
 - Biến đầu vào: ngân sách quảng cáo trên TV, ngân sách quảng cáo trên Radio, ngân sách quảng cáo trên báo chí
- Hãy lấy ví dụ về yêu cầu dự đoán và suy diễn mà ta có được lời giải từ dữ liệu này.
 - Dự đoán:
 - Số liệu về doanh số bán hàng ở thị trường A dự kiến thế nào khi biết ngân sách đầu tư quảng cáo trên TV, radio và báo chí?
 - Suy diễn:
 - Doanh số bán hàng tăng bao nhiêu nếu tăng ngân sách 10% cho quảng cáo trên TV?
 - Phương tiện truyền thông nào (TV, radio, báo) tạo ra sự thúc đẩy lớn nhất trong bán hàng?



Làm thế nào để ước lượng f ?

- Giả sử ta có tập dữ liệu huấn luyện:
$$\{(\mathbf{X}_1, Y_1), (\mathbf{X}_2, Y_2), \dots, (\mathbf{X}_n, Y_n)\}$$
- Ta phải dùng tập dữ liệu và một phương pháp học máy để ước lượng f .
- Các phương pháp (mô hình) học máy:
 - Các phương pháp có tham số
 - Các phương pháp phi tham số.



Các mô hình tham số và phi tham số

- Các mô hình có tham số (Parametric)
 - Đặt các giả định cho dạng (form) của f
 - Sử dụng dữ liệu huấn luyện để xấp xỉ/khớp (fit) mô hình (ước lượng các tham số)
 - Ưu điểm:
 - Dễ tìm các tham số của f
 - Nhược điểm:
 - Mô hình có thể ước lượng thiếu chính xác dạng của f



Các mô hình tham số và phi tham số

- Mặc dù độ lệch chuẩn thấp nhưng ta vẫn nhận được đáp án tồi khi sử dụng sai mô hình.

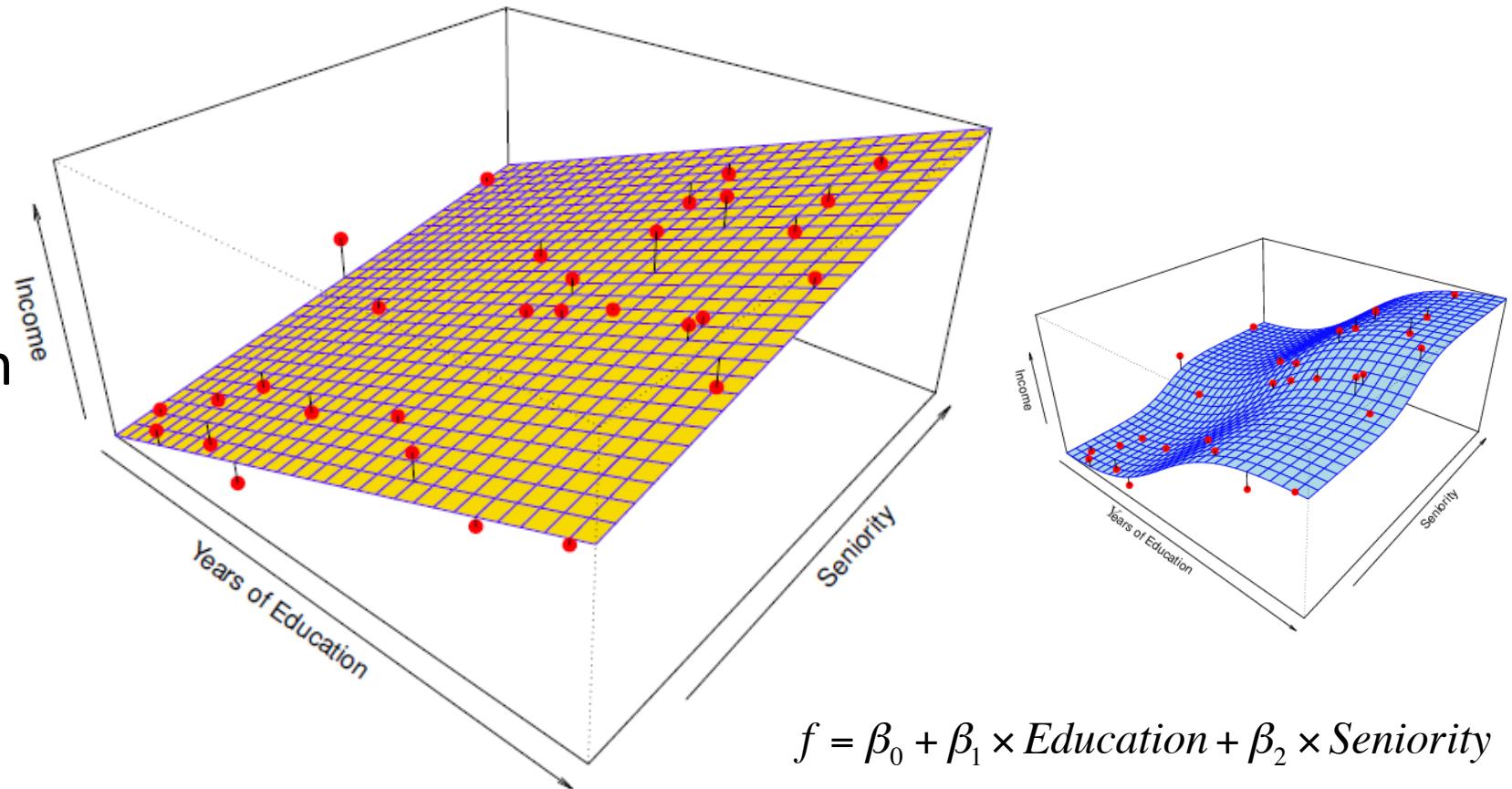


Figure 2.4 , ISL 2013



Các mô hình tham số và phi tham số

- Các mô hình phi tham số
 - Không cần đặt các giả định về dạng thức (form) của f
 - Xấp xỉ f với lỗi nhỏ nhất không bị *quá khớp/quá phù hợp* (*overfitting*) trên dữ liệu huấn luyện/tập học.
 - Ưu điểm:
 - Có thể xấp xỉ loạt các mô hình cho f
 - Nhược điểm:
 - Yêu cầu lượng lớn dữ liệu huấn luyện
 - Vấn đề *overfitting (quá khớp)*: đạt độ chính xác cao trên tập học, nhưng đạt độ chính xác thấp trên tập thử nghiệm



Các mô hình tham số và phi tham số

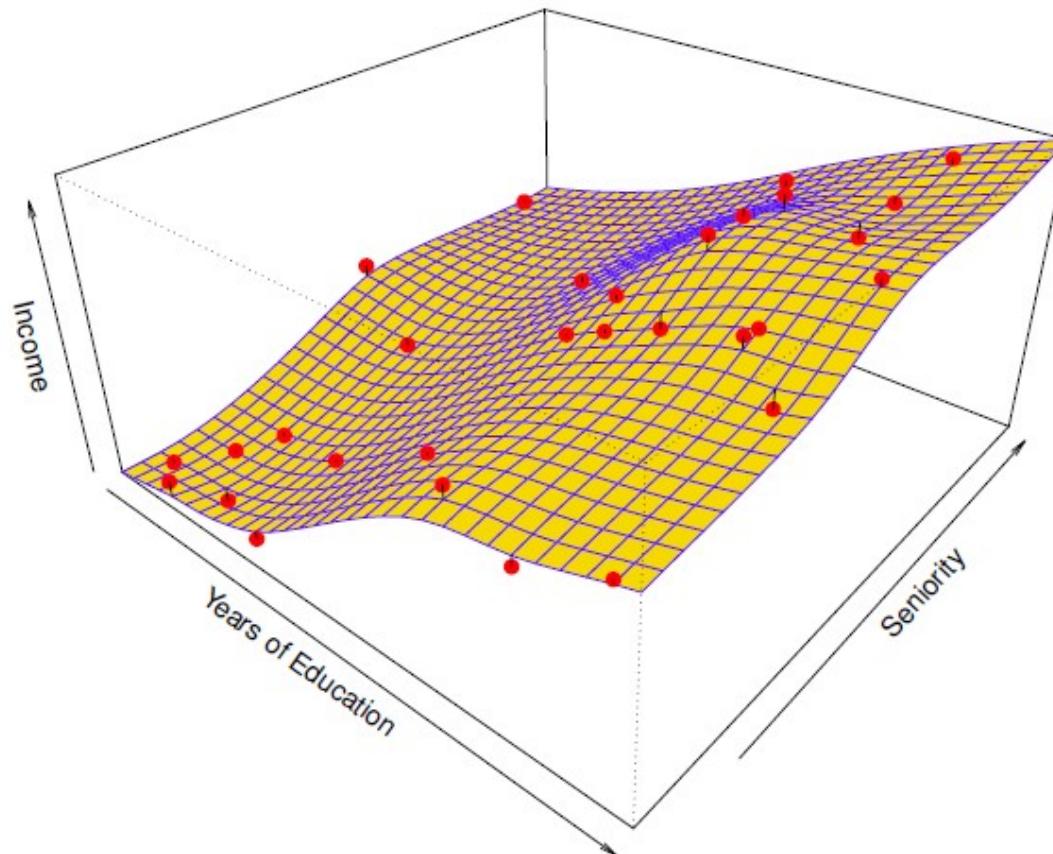


Figure 2.5 , ISL 2013



Các mô hình tham số và phi tham số

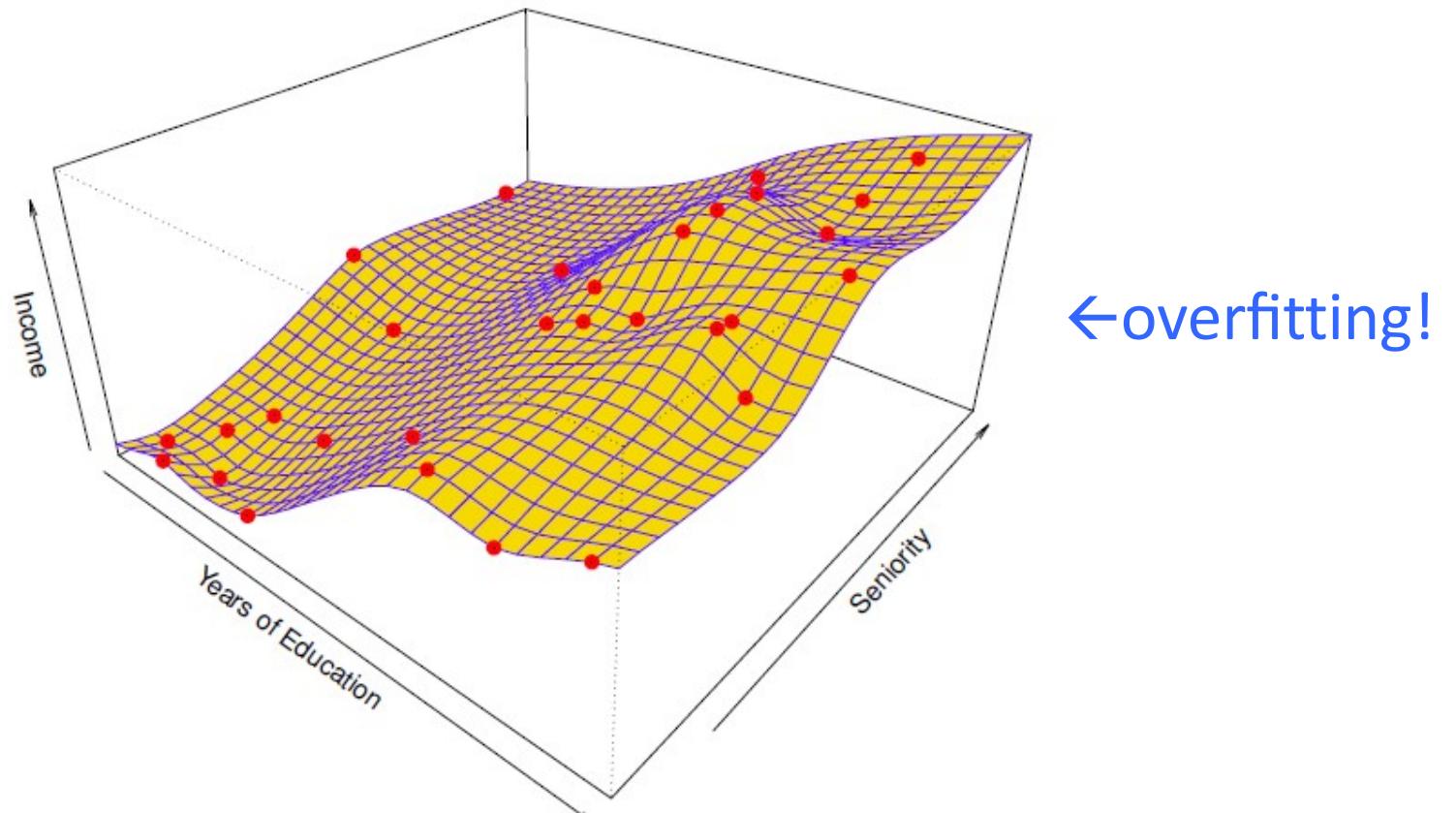


Figure 2.6 , ISL 2013



Trade-off: Độ chính xác vs. Tính diễn giải

- Các phương pháp khác nhau mang lại sự linh hoạt
 - Những mô hình có nhiều hạn chế sẽ cho độ chính xác kém
 - Vd: Hồi quy tuyến tính bị hạn chế – không xấp xỉ được hàm phi tuyến
- Tại sao chọn mô hình có nhiều hạn chế?
 - Dễ diễn giải – thuận lợi cho bài toán suy diễn
 - Các mô hình đơn giản có thể cho kết quả với độ chính xác cao (ít gấp vấn đề over-fitting)
- Với bài toán dự đoán, tính diễn giải không cần thiết
 - Mô hình dự đoán có thể là một hộp đen



Trade-off: Độ chính xác vs. Tính diễn giải

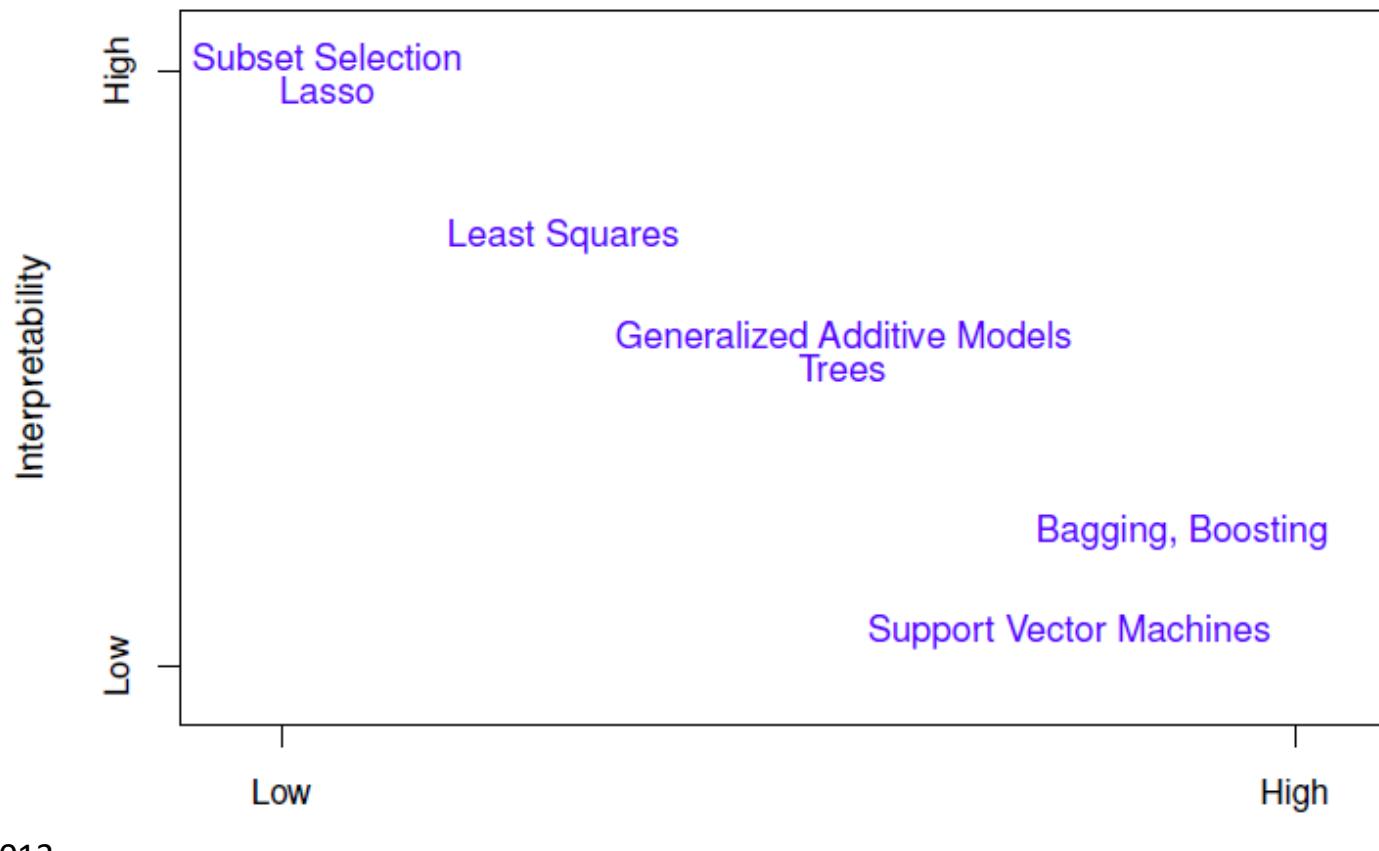


Figure 2.7 , ISL 2013



Học máy

- Bài toán học máy được chia làm 2 dạng chính:
 - *Học có giám sát (Supervised Learning)*
 - *Học không giám sát (Unsupervised Learning)*



Học có giám sát

- Cả biến đầu vào và biến đầu ra đều lưu trữ trong tập học.
 - $X^{(i)}$ và $Y^{(i)}$ đều có sẵn trong tập học
- Mục tiêu: Khái quát hóa (*generalize*) dữ liệu thử nghiệm



Học không giám sát

- Chỉ có các biến đầu vào, không có biến đầu ra
 - $X^{(i)}$ có sẵn, tuy nhiên không có $Y^{(i)}$
- Mục tiêu: *Phát hiện mối quan hệ giữa các biến hoặc giữa các quan sát (observations)*



Các dạng giải thuật học máy



Học có giám sát: Phân lớp và Hồi quy

- Bài toán học có giám sát được chia làm 2 dạng
Phân lớp và *Hồi quy*



Phân nhóm các thuật toán học máy

Phân nhóm dựa trên phương thức học:

- Supervised learning,
- Unsupervised learning,
- Semi-supervised learning
- Reinforcement learning

Phân nhóm dựa trên chức năng của các thuật toán:

- Regression Algorithms
- Classification Algorithms
- Clustering Algorithms
- Bayesian Algorithms



Học có giám sát

- Supervised learning là nhóm phổ biến nhất trong các thuật toán Machine Learning
- Supervised learning là thuật toán dự đoán đầu ra (outcome) của một dữ liệu mới (new input) dựa trên các cặp (*data, label*) đã biết từ trước
- Với tập ví dụ huấn luyện:
- Cần trả lời:
 - Một căn phòng có $(x_1 \text{ m}^2, x_2)$ phòng ngủ sẽ có giá bao nhiêu?

ID	Diện tích (m ²)	Số phòng ngủ	Giá bán (triệu VNĐ)
1	20	1	250.396
2	37	1	412.569
3	45	2	512.021
4	15	1	125.455
5	22	1	265.314
6	120	2	1.325.156
...



Học có giám sát: Phân lớp và Hồi quy

- *Hồi quy*: biến đầu ra Y là định lượng (liên tục/dạng số/có thứ tự) (continuous / numerical / ordered)
 - Dự đoán
 - Giá cổ phiếu Z trong 1 năm tính từ thời điểm này
 - Thu nhập của một người dựa trên yếu tố nhân khẩu học



Học có giám sát: Phân lớp và Hồi quy

- *Phân lớp*: biến đầu ra Y dạng định tính (kiểu rời rạc/thứ bậc/định danh) (categorical)
 - Dự đoán
 - Xu thế giá cổ phiếu Z sẽ tăng hay giảm trong năm tính từ thời điểm này.
 - Giao dịch thẻ tín dụng là gian lận hoặc hợp pháp

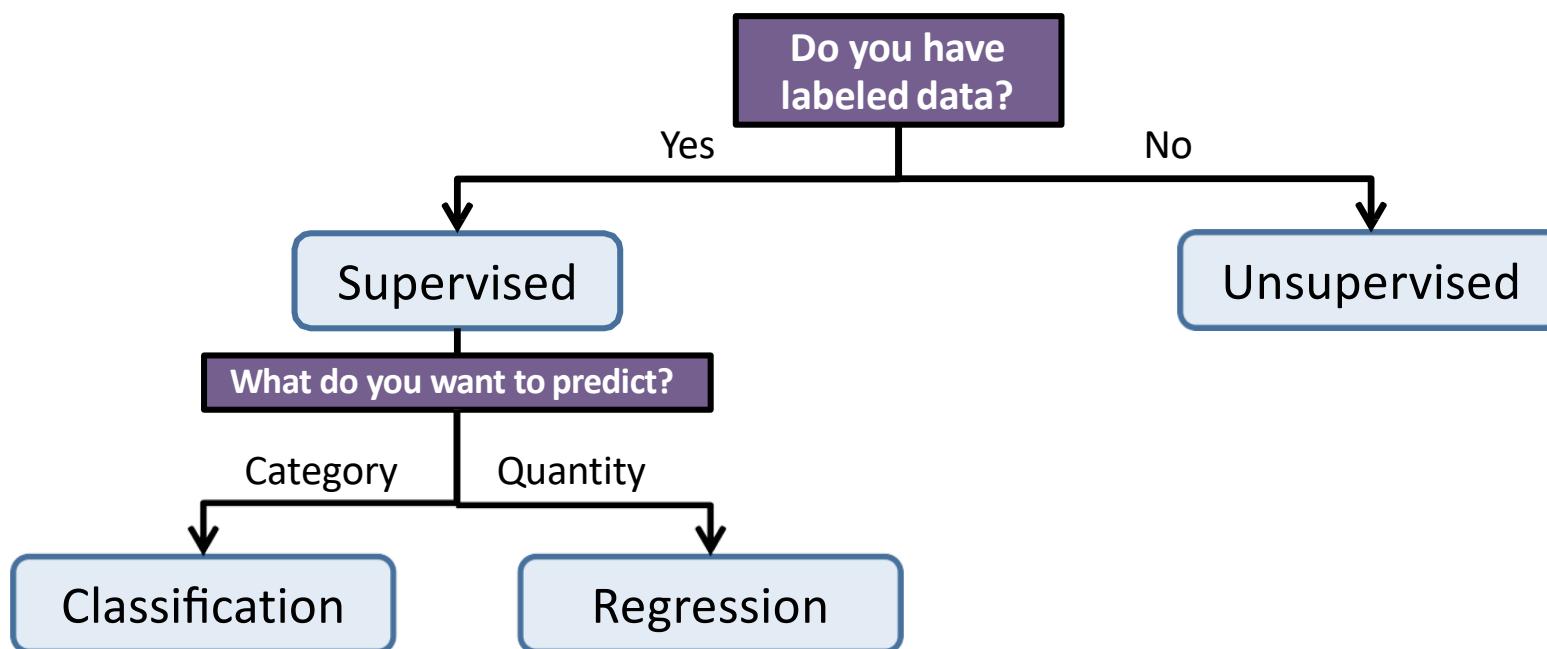


Học có giám sát: Phân lớp và Hồi quy

- Bài toán phân lớp cũng có thể trình bày theo dạng hồi quy
 - Bài toán 2 lớp: “Xác xuất để 1 quan sát/mẫu thuộc lớp 1?”
 - Một số phương pháp học máy có thể xử lý được cả 2 dạng bài toán (vd mạng nơ-ron, rừng ngẫu nhiên)
- Đối với việc lựa chọn 1 phương pháp học máy, đầu vào là định lượng/định tính không quá quan trọng.



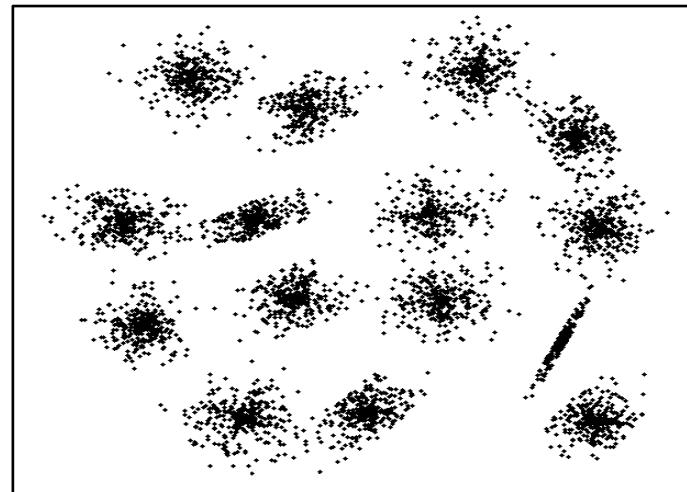
Các dạng giải thuật học máy



Học máy không giám sát: Phân cụm & Giảm chiều dữ liệu

- *Phân tích cụm*

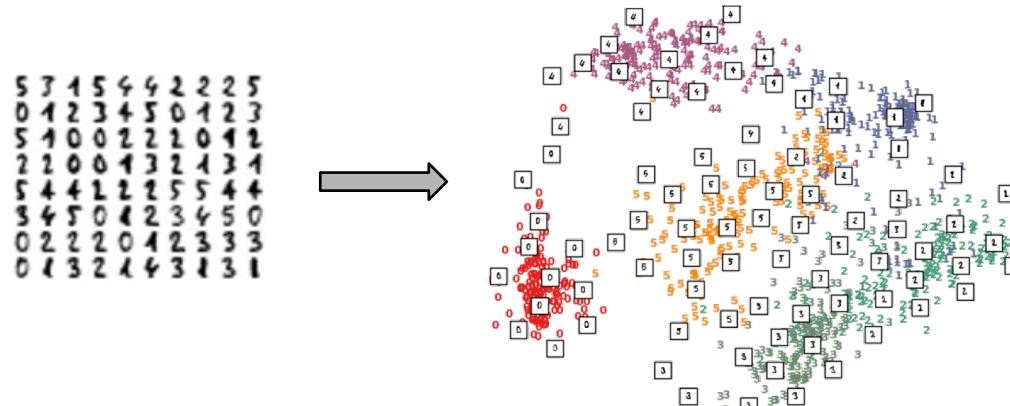
Chia dữ liệu thành các tập con mà chúng có
các đặc tính chung



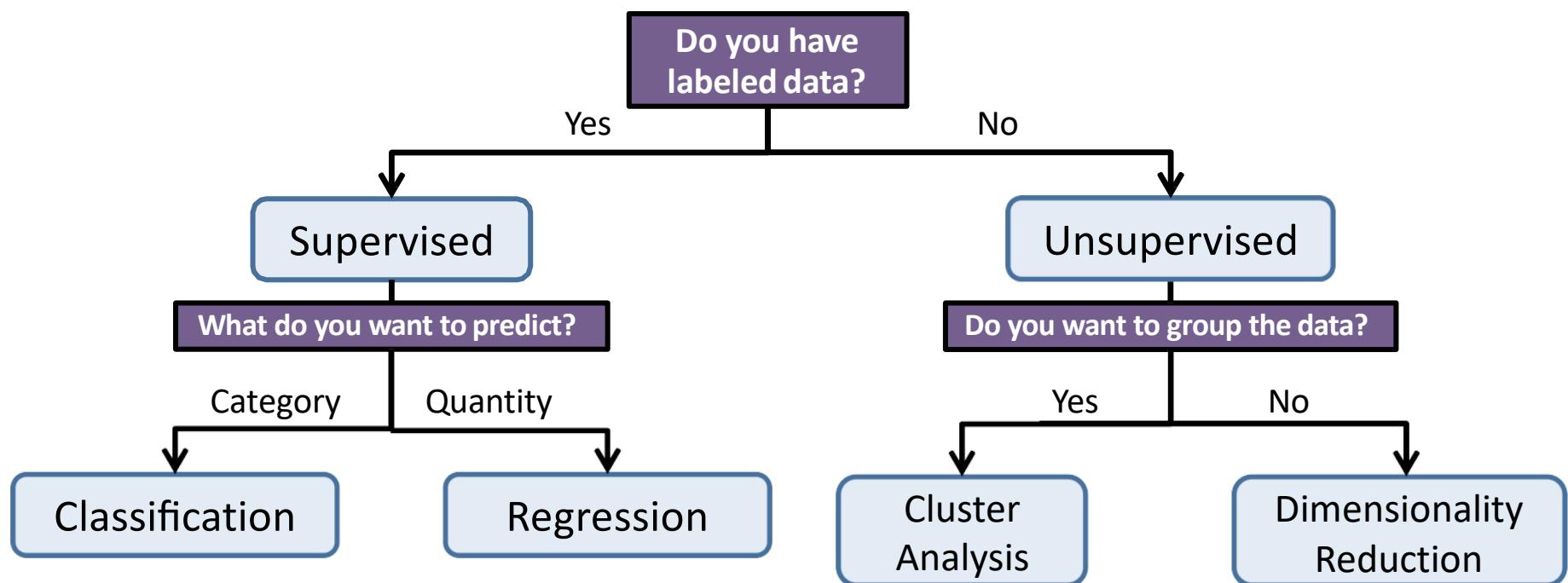
Học máy không giám sát: Phân cụm & Giảm chiều dữ liệu

- *Giảm chiều dữ liệu*

Tạo ra các biến mới từ các biến đầu vào ban đầu sao cho bảo toàn được các thông tin quan trọng



Các dạng giải thuật học máy

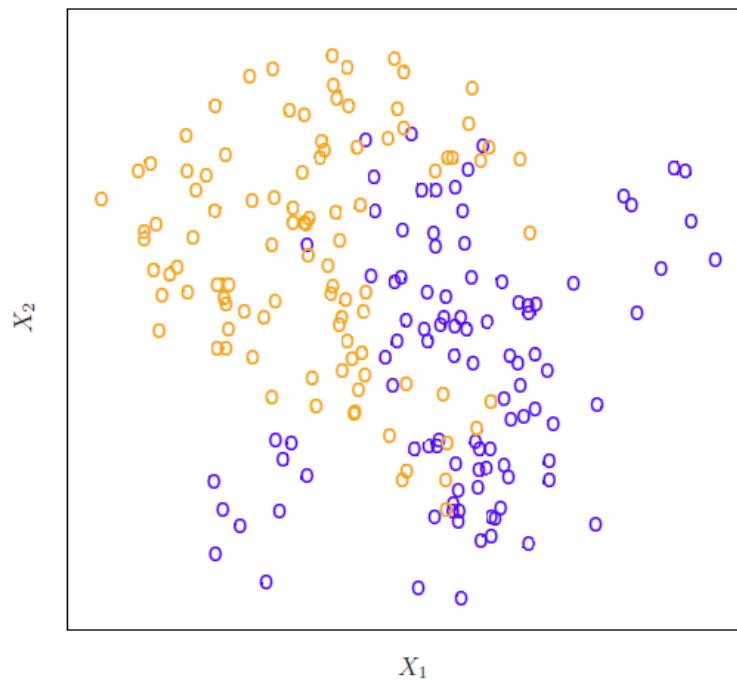


Giải thuật phân lớp đơn giản



Bộ phân lớp K-Nearest Neighbor (KNN)

- Ý tưởng: phân lớp các mẫu dựa trên “hàng xóm” các mẫu đã biết nhãn



Bộ phân lớp K-láng giềng gần nhất

- Bộ phân lớp: Chia không gian thuộc tính thành nhiều vùng
 - Mỗi vùng được gắn với 1 nhãn lớp (class label)
 - *Ranh giới quyết định* chia tách các vùng quyết định
- Các phương pháp phân lớp xây dựng mô hình có dạng:

$$Pr(Y | X)$$



Bộ phân lớp K-láng giềng gần nhất

- Bộ phân lớp KNN
 - Việc dự đoán lớp cho mẫu X là *lớp phổ biến nhất giữa K láng giềng gần nhất* (trong tập học)
 - Mô hình phân lớp:

$$Pr(X \text{ belongs to class } Y) \approx \frac{\# \text{ (neighbors of } X \text{ in class } Y)}{K}$$



Bộ phân lớp K-láng giềng gần nhất

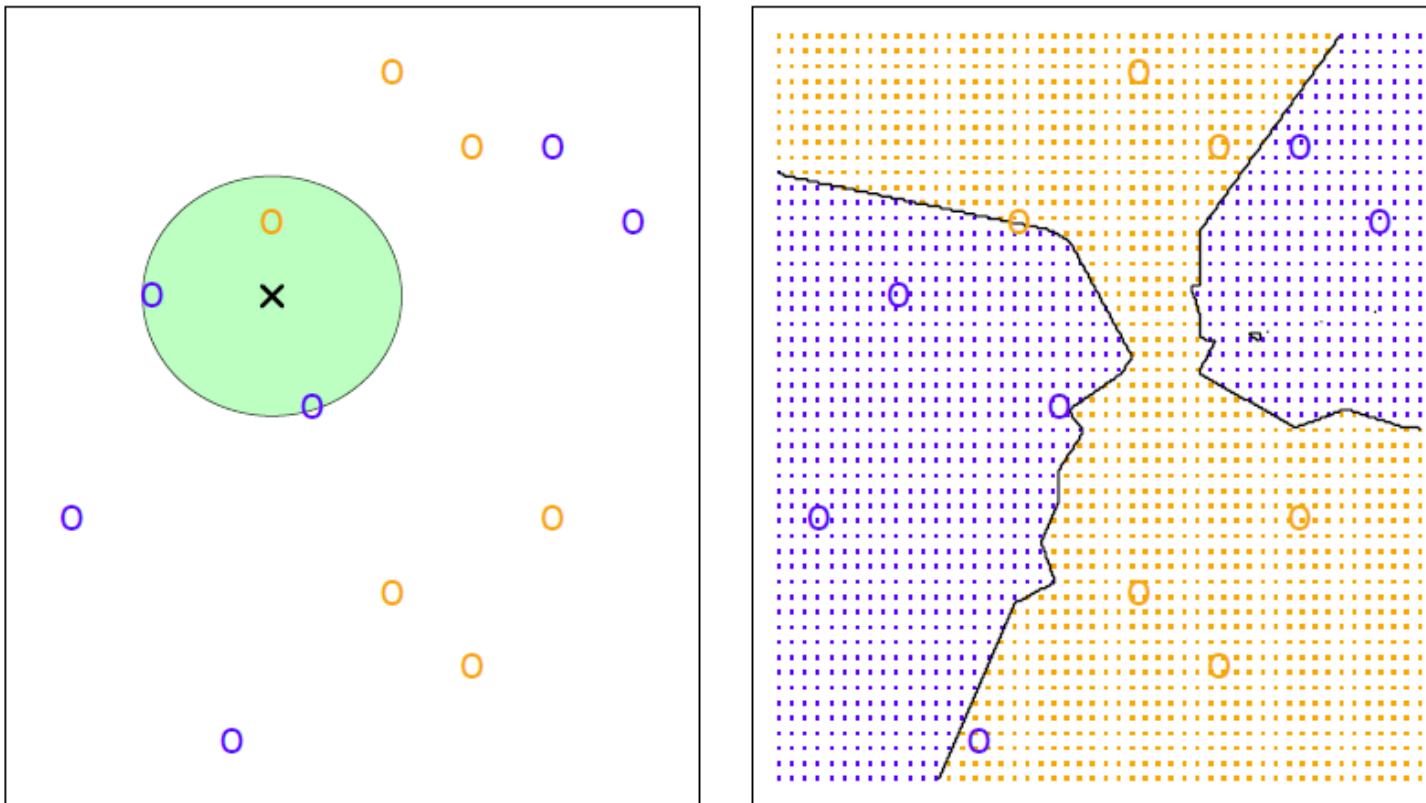
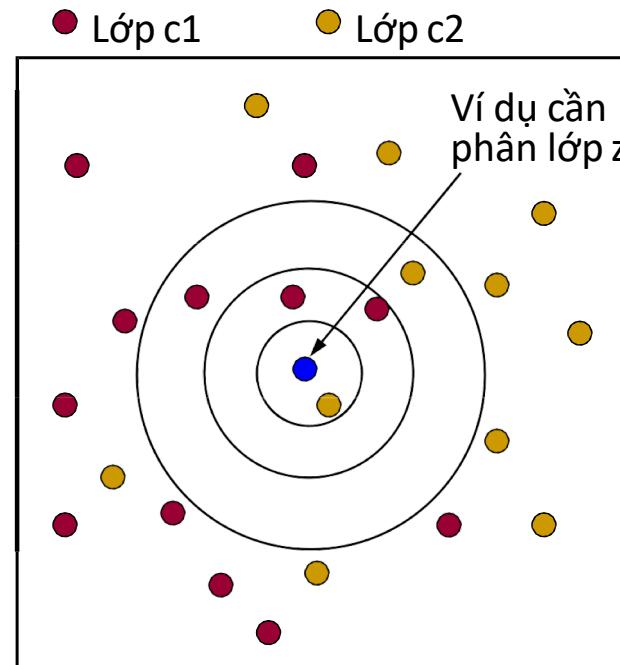


Figure 2.14, ISL 2013



Bộ phân lớp K-láng giềng gần nhất

- Xét 1 láng giềng gần nhất
→ Gán z vào lớp c2
- Xét 3 láng giềng gần nhất
→ Gán z vào lớp c1
- Xét 5 láng giềng gần nhất
→ Gán z vào lớp c1



Nguồn hình vẽ: Học máy,
Nguyễn Nhật Quang

Ví dụ bài toán phân lớp



Giải thuật phân lớp k-NN

■ Giai đoạn huấn luyện (học)

- Đơn giản là lưu lại các mẫu trong tập huấn luyện

■ Giai đoạn phân lớp: Để phân lớp cho một mẫu (mới) z

- Với mỗi mẫu, tính khoảng cách giữa x và z
- Xác định tập $NB(z)$ – các láng giềng gần nhất của z

→ Gồm k mẫu trong tập huấn luyện gần nhất với z tính theo một hàm khoảng cách d

- Phân z vào lớp chiếm số đông (the majority class) trong số các lớp của các mẫu trong $NB(z)$



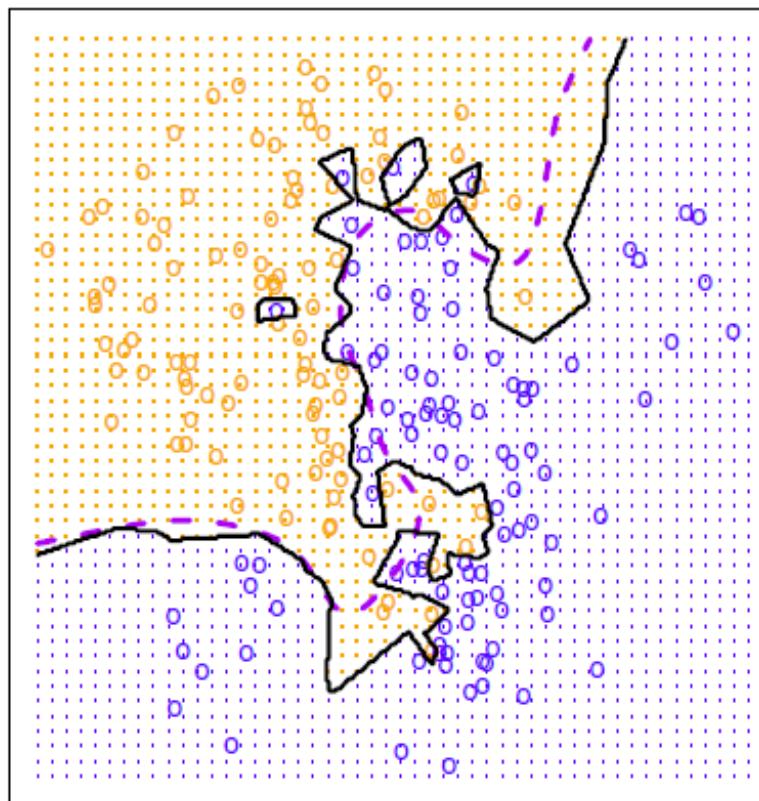
Lựa chọn K (bộ phân lớp KNN)

- K nhỏ
 - Ranh giới quyết định linh hoạt hơn, tuy nhiên dễ bị *overfit*
- K lớn
 - Ranh giới quyết định ít linh hoạt nhưng ít bị *overfit*
- *Overfitting*: Cho kết quả tốt trên tập học nhưng kém trên tập thử nghiệm



Lựa chọn K (bộ phân lớp KNN)

KNN: K=1



KNN: K=100

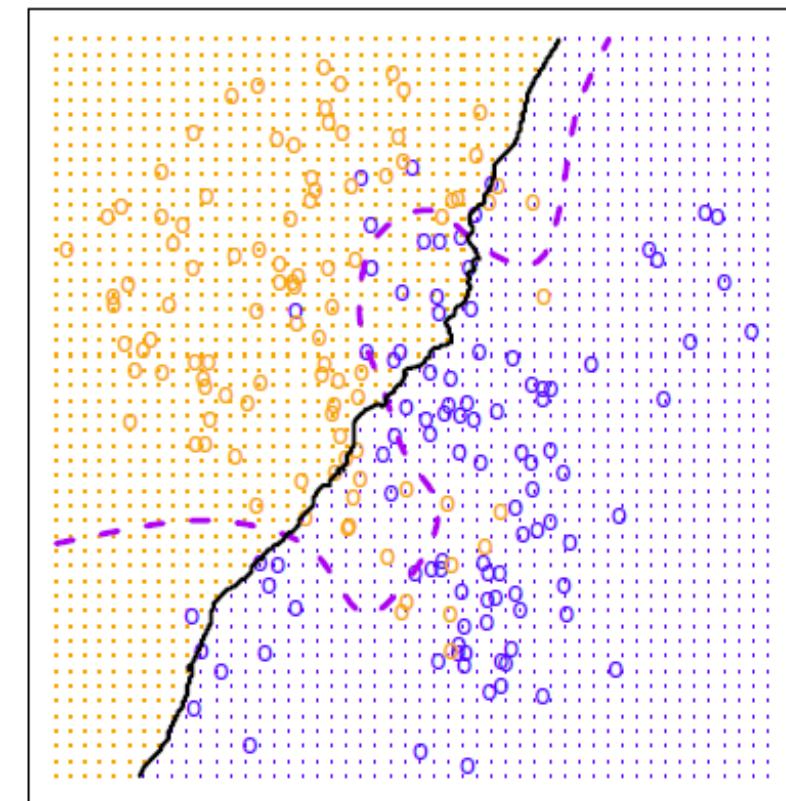


Figure 2.16,
ISL 2013



Lựa chọn K (bộ phân lớp KNN)

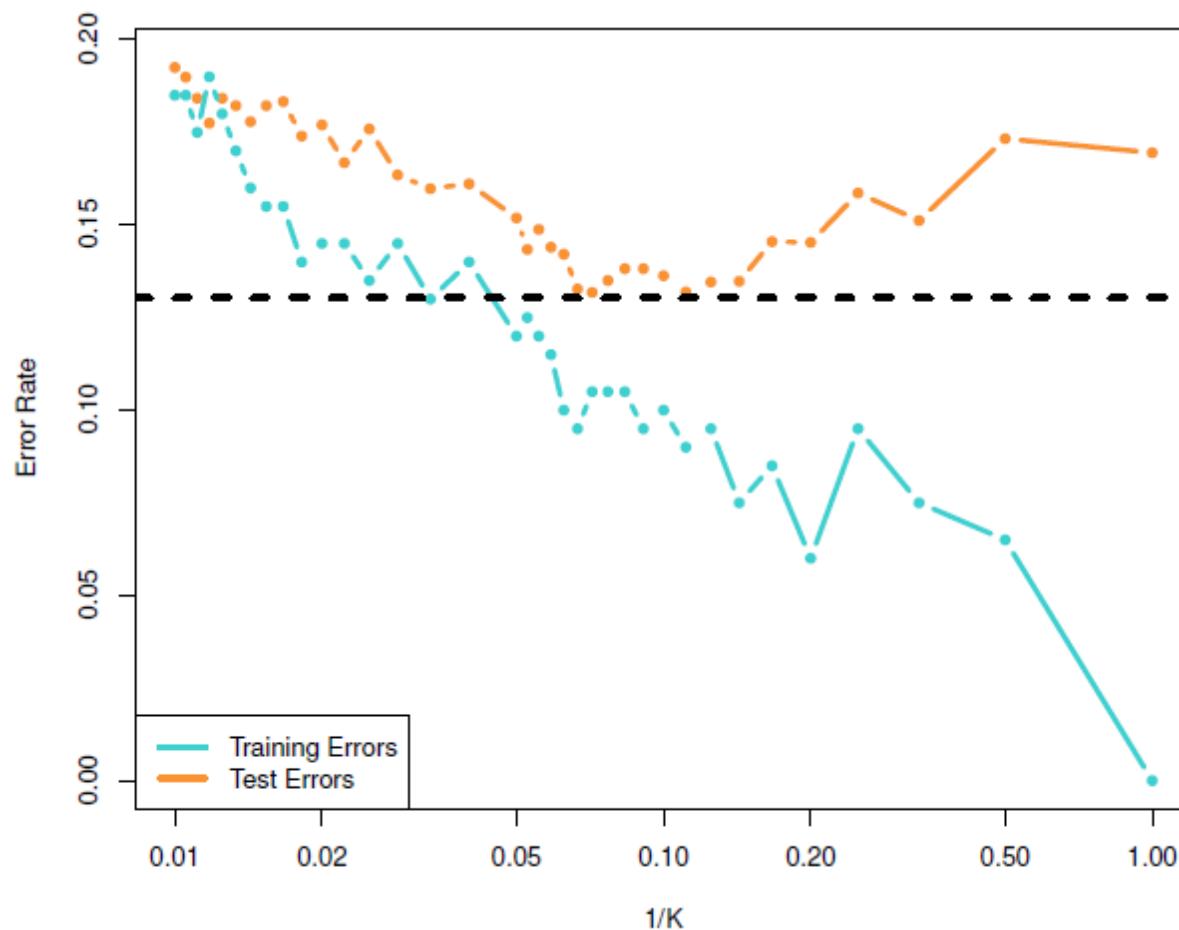


Figure 2.17, ISL 2013



Lựa chọn K (bộ phân lớp KNN)

KNN: K=10

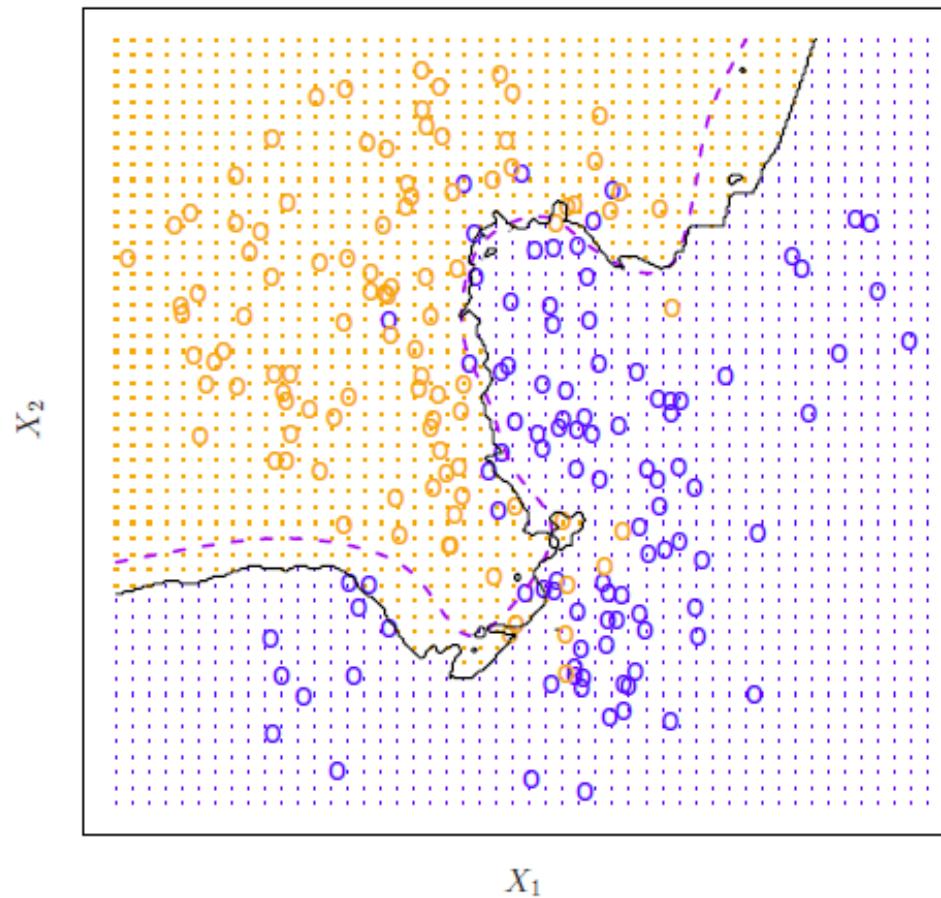


Figure 2.15, ISL 2013

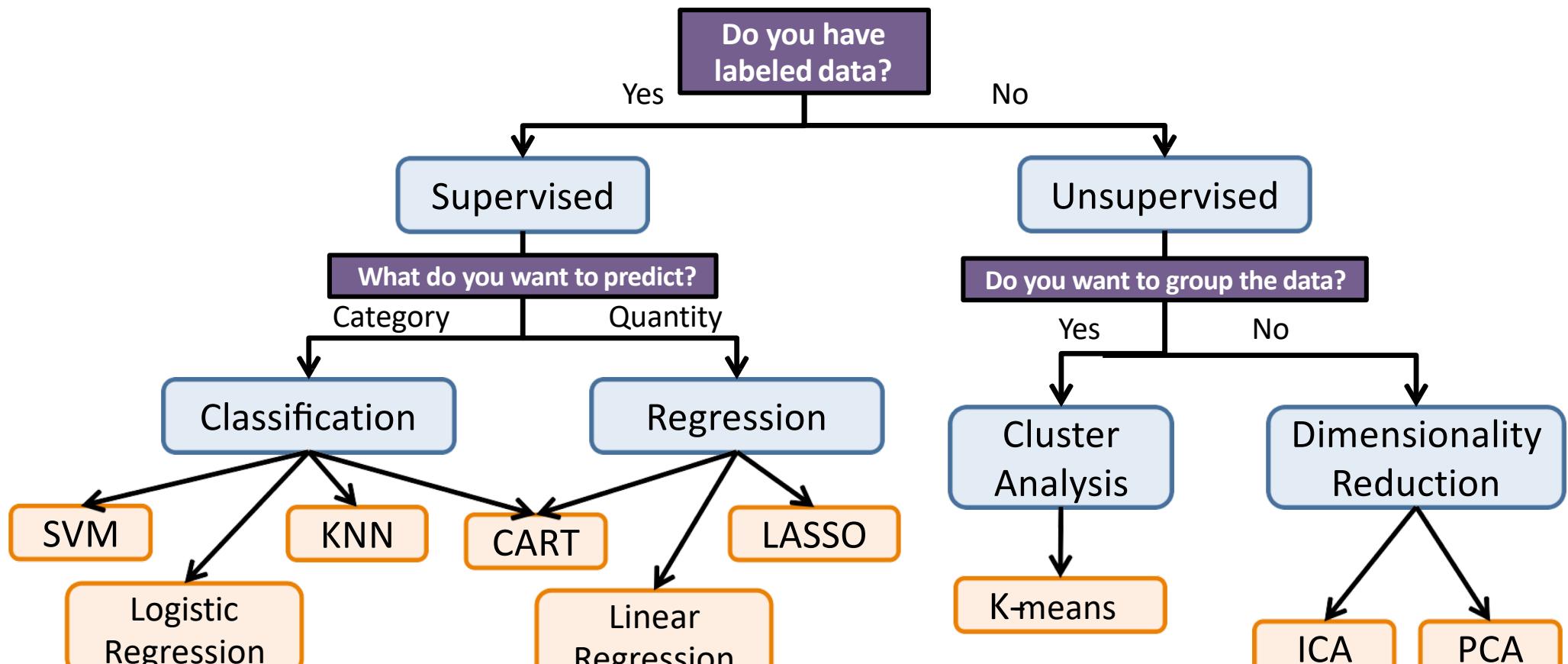


K-Nearest Neighbor classifier (KNN)

- **Ưu điểm:**
 - Dễ cài đặt
 - Ít tham số mô hình (K , distance metric)
 - Linh hoạt, các lớp không phải tách tuyến tính
- **Nhược điểm:**
 - Thời gian tính toán lâu
 - Khá nhạy với dữ liệu không cân bằng
 - Nhạy với dữ liệu đầu vào không liên quan với nhau



Các dạng giải thuật học máy



Giải thuật Học máy “Tốt nhất”

- Tin tồi: Không có giải thuật nào tốt nhất
 - Không có giải thuật học máy nào thực hiện tốt cho mọi bài toán
- Tin tốt: Tất cả các giải thuật học máy đều tốt
 - Mỗi giải thuật học máy thực hiện tốt cho một số bài toán
- Định lý “No free lunch”
 - Wolpert (1996): các giải thuật thực hiện như nhau khi ta lấy trung bình kết quả chúng thực hiện trên tất cả các bài toán



Trade-offs (đánh đổi) trong Học máy

- Bias vs. variance
- Độ chính xác vs. Khả năng diễn giải
- Độ chính xác vs. Khả năng mở rộng giải thuật
- Phạm vi kiến thức vs. Hướng dữ liệu
- Nhiều dữ liệu vs. Giải thuật tốt hơn



Chuẩn bị dữ liệu

- Các giải thuật học máy cần phải có dữ liệu!
- Tiền xử lý dữ liệu để chuyển đổi dữ liệu trước khi áp dụng vào giải thuật học máy
 - Lấy mẫu: chọn tập con các quan sát/mẫu
 - *Trích chọn thuộc tính*: Chọn các biến đầu vào
 - *Chuẩn hóa dữ liệu (Normalization)* (standardization, scaling, binarization)
 - Xử lý dữ liệu thiếu và phần tử ngoại lai (missing data and outliers)
- Ngoài ra, còn phụ thuộc vào giải thuật học máy
 - Cây quyết định có thể xử lý dữ liệu thiếu/phần tử ngoại lai
 - PCA yêu cầu dữ liệu đã được chuẩn hóa



Các câu hỏi?

