Cây quyết định
(Decision tree)

Trường Đại học Công nghệ Thông tin, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh
Tài liệu nội bộ

Tháng 2 năm 2020

Nội dung

1. Ví dụ mở đầu
2. Xây dựng cây quyết định
3. Thực hành với python-Xây dựng và vẽ cây quyết định
4. Điều kiện dừng
5. Xử lý một số dạng dữ liệu khác

Nội dung trình bày

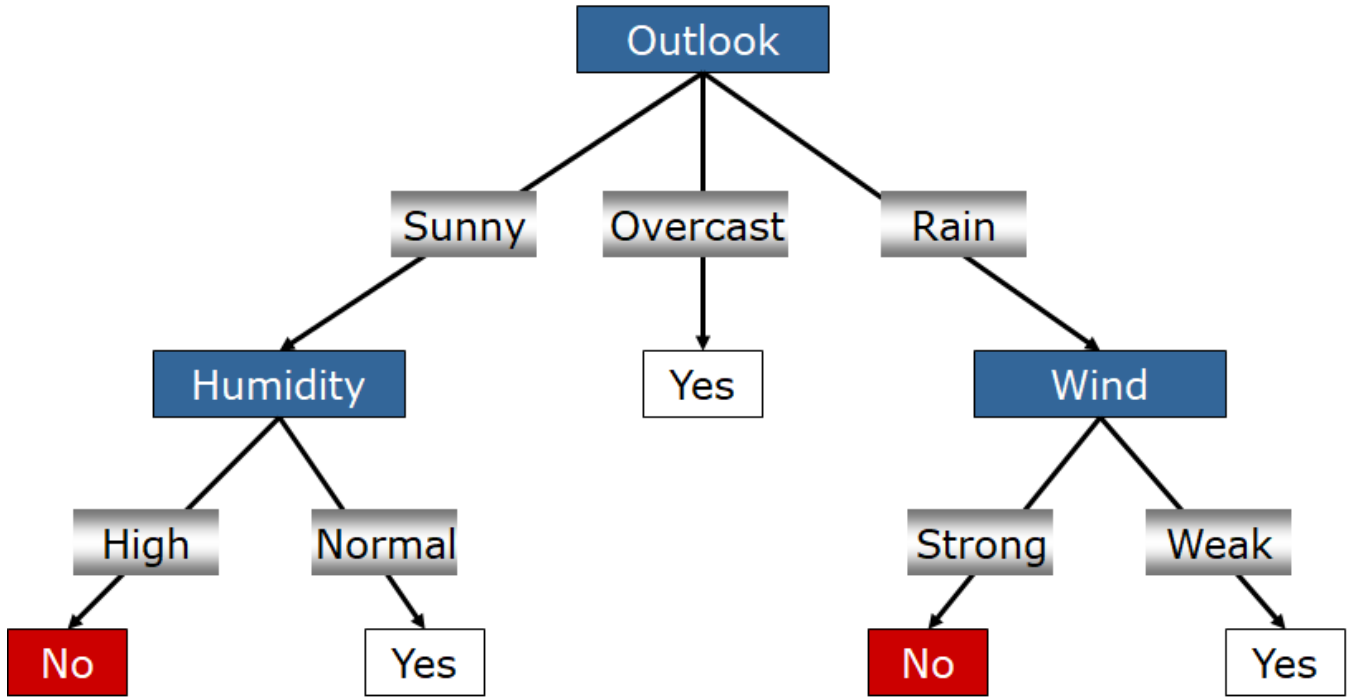
1. Ví dụ mở đầu

David là quản lý của một câu lạc bộ đánh golf. Anh nhận thấy: Có ngày đông người muốn chơi golf nhưng số nhân viên câu lạc bộ lại không đủ phục vụ, Có hôm lại quá ít (hoặc không có) người đến chơi dẫn đến câu lạc bộ lại thừa nhân viên phục vụ, và việc này rõ ràng bị ảnh hưởng lớn từ yếu tố thời tiết.
Do vậy, David muốn dựa vào dữ liệu thời tiết để tối ưu hóa số nhân viên phục vụ mỗi ngày. Trong hai tuần, anh ta thu thập thông tin về: Trời (outlook) (nắng (sunny), nhiều mây (overcast) hoặc mưa (raining)); nhiệt độ (temperature) bằng độ F; độ ẩm (humidity); có gió mạnh (wind) hay không; và số người chơi trong ngày (yes=đông, no=ít). David thu được một bộ dữ liệu gồm 14 dòng và 5 cột.

Day	Outlook	Temp	Humidity	Wind	PlayTennis
1	Sunny	Hot	High	Weak	No
2	Sunny	Hot	High	Strong	No
3	Overcast	Hot	High	Weak	Yes
4	Rain	Mild	High	Weak	Yes
5	Rain	Cool	Normal	Weak	Yes
6	Rain	Cool	Normal	Strong	No
7	Overcast	Cool	Normal	Strong	Yes
8	Sunny	Mild	High	Weak	No
9	Sunny	Cool	Normal	Weak	Yes
10	Rain	Mild	Normal	Weak	Yes
11	Sunny	Mild	Normal	Strong	Yes
12	Overcast	Mild	High	Strong	Yes
13	Overcast	Hot	Normal	Weak	Yes
14	Rain	Mild	High	Strong	No

Hình 1: Dữ liệu của David

Hình ảnh cây quyết định



Hình 2: Sơ đồ phân tích của anh David

KHÁI NIỆM ”GỐC”, ”NÚT”, ”NHÁNH”, ”LÁ”, ”ĐỘ SÂU”, THẾ NÀO LÀ CÂY QĐ TỐT?
RA QĐ THẾ NÀO? LUẬT

- Cây quyết định càng đơn giản càng tốt
- Cây quyết định được sử dụng trong phân lớp bằng cách duyệt từ nút gốc của cây cho đến khi đụng đến nút lá, từ đó rút ra lớp của đối tượng cần xét
- Mỗi đường đẫn đến lá trong cây tạo thành một luật
  VD: (Outlook=Sunny AND Humidity=Normal) OR (Outlook=Overcast) OR (Outlook=Rain AND Wind=Weak) = nhãn ”yes”
- Kỹ thuật học máy dùng trong cây quyết định được gọi là học bằng cây quyết định, hay chỉ gọi với cái tên ngắn gọn là cây quyết định

Nội dung trình bày

❷ Xây dựng cây quyết định

TỪ DỮ LIỆU THÔ ĐẾN CÂY QĐ?

DỰA VÀO ĐÂU ĐỂ XÁC ĐỊNH GỐC- Đo độ ”không thuần khiết” (impurity)

DÙNG GINI HAY ENTROPY?
ĐỘ ĐO GINI - Thuật toán CART (Classification And Regression Tree)
Breiman et al., 1984
ĐỘ ĐO ENTROPY- thuật toán ID3 (Interative Dichotomiser)
Ross Quilan, 1993
https://link.springer.com/article/10.1007/BF00993309

Equation 6-1. Gini impurity

$$G_i = 1 - \sum_{k=1}^{n} {p_{i,k}}^2$$

Equation 6-3. Entropy

$$H_i = -\sum_{\substack{k=1 \\ p_{i,k} \neq 0}}^{n} p_{i,k} \log_2 \left(p_{i,k}\right)$$

- Hai thuật toán như nhau trong đa số trường hợp
- Gini thường chạy nhanh hơn nên được mặc định trong Scikit-Learn
- Entropy thường cho cây cân bằng hơn

Hàm mất mát trong thuật toán CART

Chọn nút gốc có hàm mất mát nhỏ nhất:

$$J(k, t_k) = \frac{m_{\text{left}}}{m} G_{\text{left}} + \frac{m_{\text{right}}}{m} G_{\text{right}}$$

where $\begin{cases} G_{\text{left/right}} \text{ measures the impurity of the left/right subset,} \\ m_{\text{left/right}} \text{ is the number of instances in the left/right subs} \end{cases}$

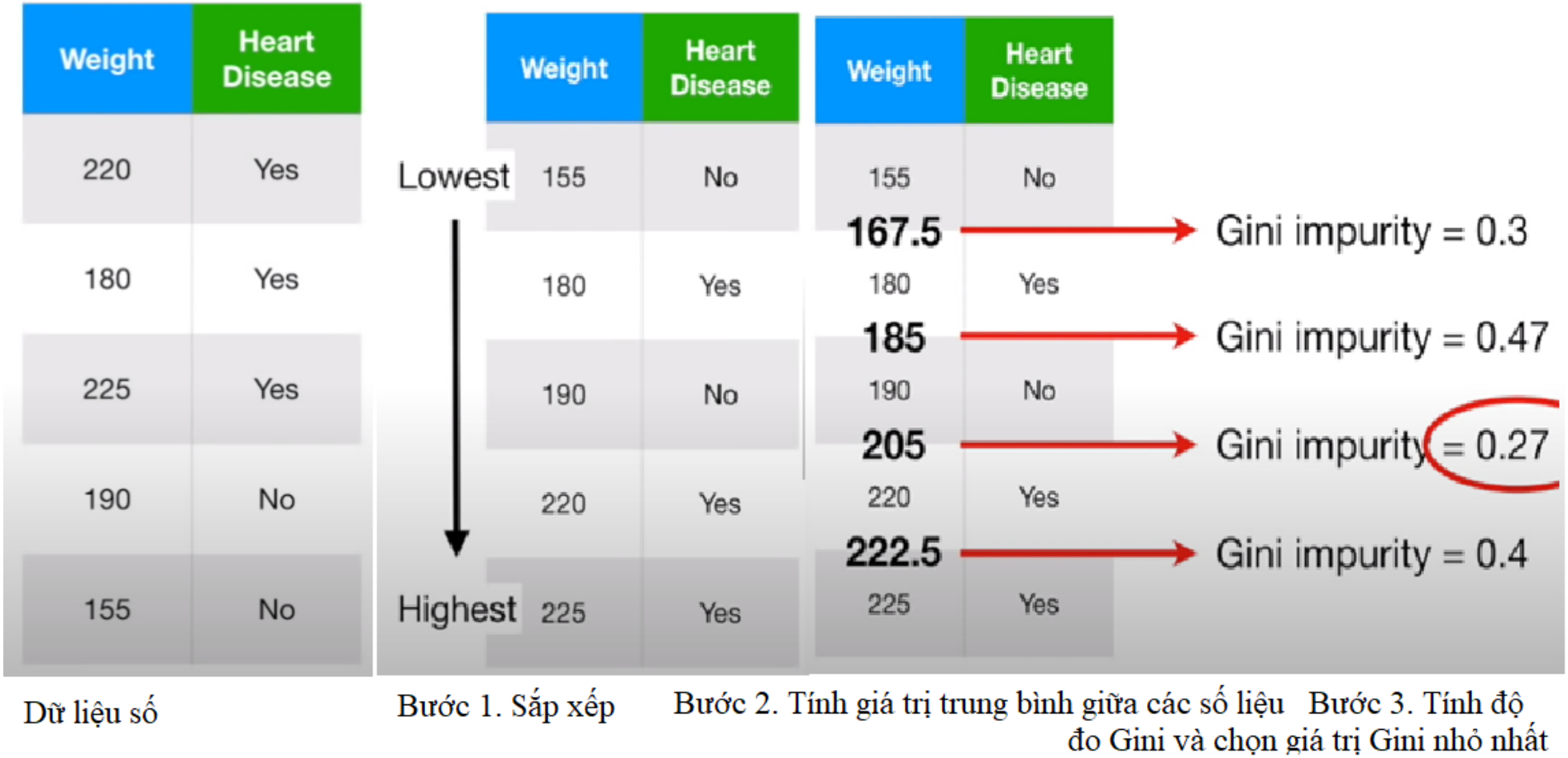
TÍNH ĐỘ KHÔNG THUẦN KHIẾT CỦA THUỘC TÍNH CÓ DỮ LIỆU SỐ ?

Weight	Heart Disease
220	Yes
180	Yes
225	Yes
190	No
155	No

Dữ liệu số

Hình 3

TÍNH ĐỘ KHÔNG THUẦN KHIẾT CỦA THUỘC TÍNH CÓ DỮ LIỆU SỐ



Hình 4

ƯỚC LƯỢNG XÁC SUẤT MỘT MẪU THUỘC PHÂN LỚP

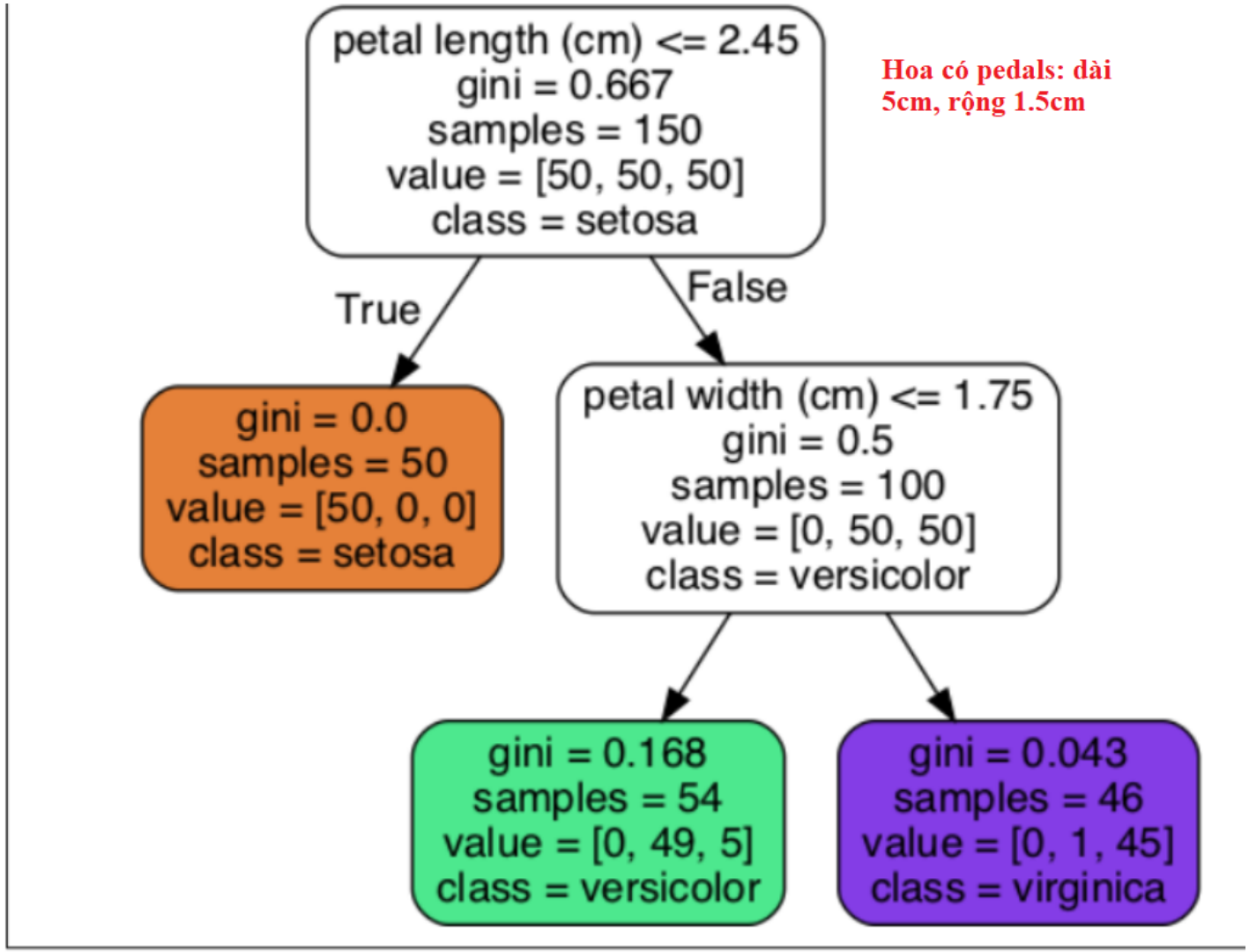


Figure 6-1. Iris Decision Tree

Hình 5

Nội dung trình bày

❸ Thực hành với python-Xây dựng và vẽ cây quyết định

Sinh viên thực hành đoạn code trang 177, 178

Nội dung trình bày

4. Điều kiện dừng

KHI NÀO THÌ DỪNG QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG CÂY? HIỆU CHỈNH SIÊU THAM SỐ ĐỂ TRÁNH HIỆN TƯỢNG QUÁ KHỚP (OVERFITTING)

HIỆU CHỈNH SIÊU THAM SỐ ĐỂ TRÁNH HIỆN TƯỢNG QUÁ KHỚP (OVERFITTING)

DecisionTreeClassifier có các siêu tham số (tr 184)

- max_depth:
- min_samples_leaf:
- min_samples_split:
- ....

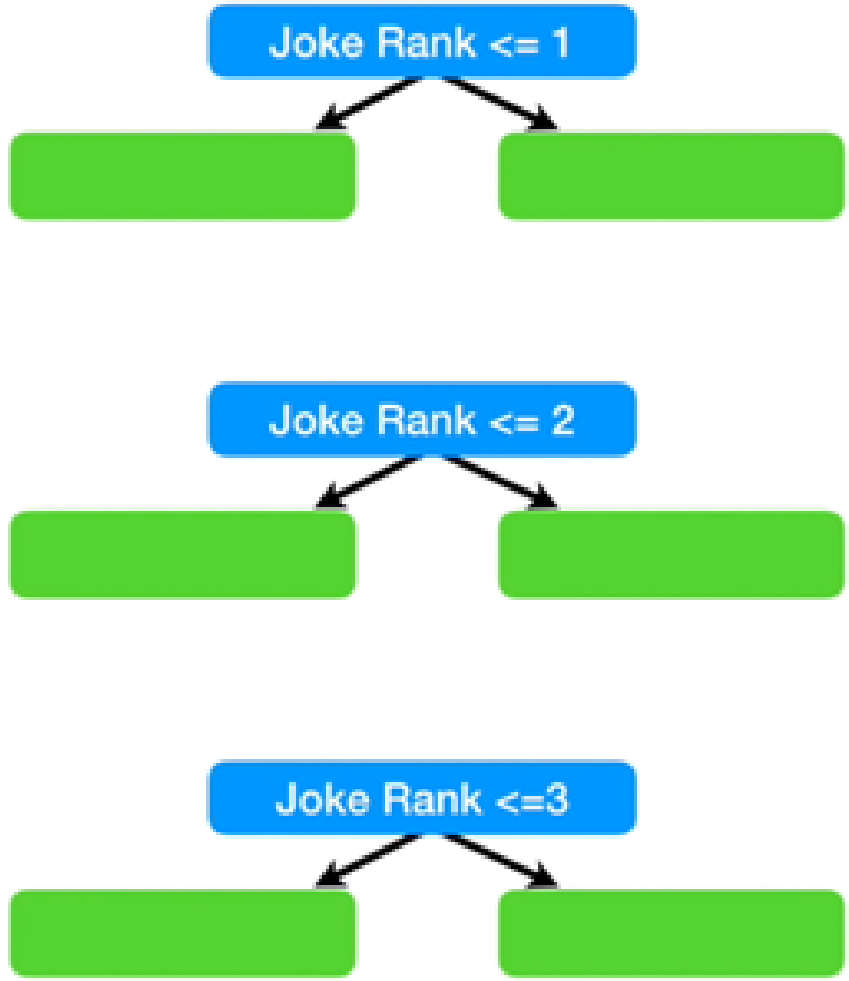
Quá trình này gọi là thêm ràng buộc cho các siêu tham số- Regularization Hyperparameters

Nội dung trình bày

5. Xử lý một số dạng dữ liệu khác

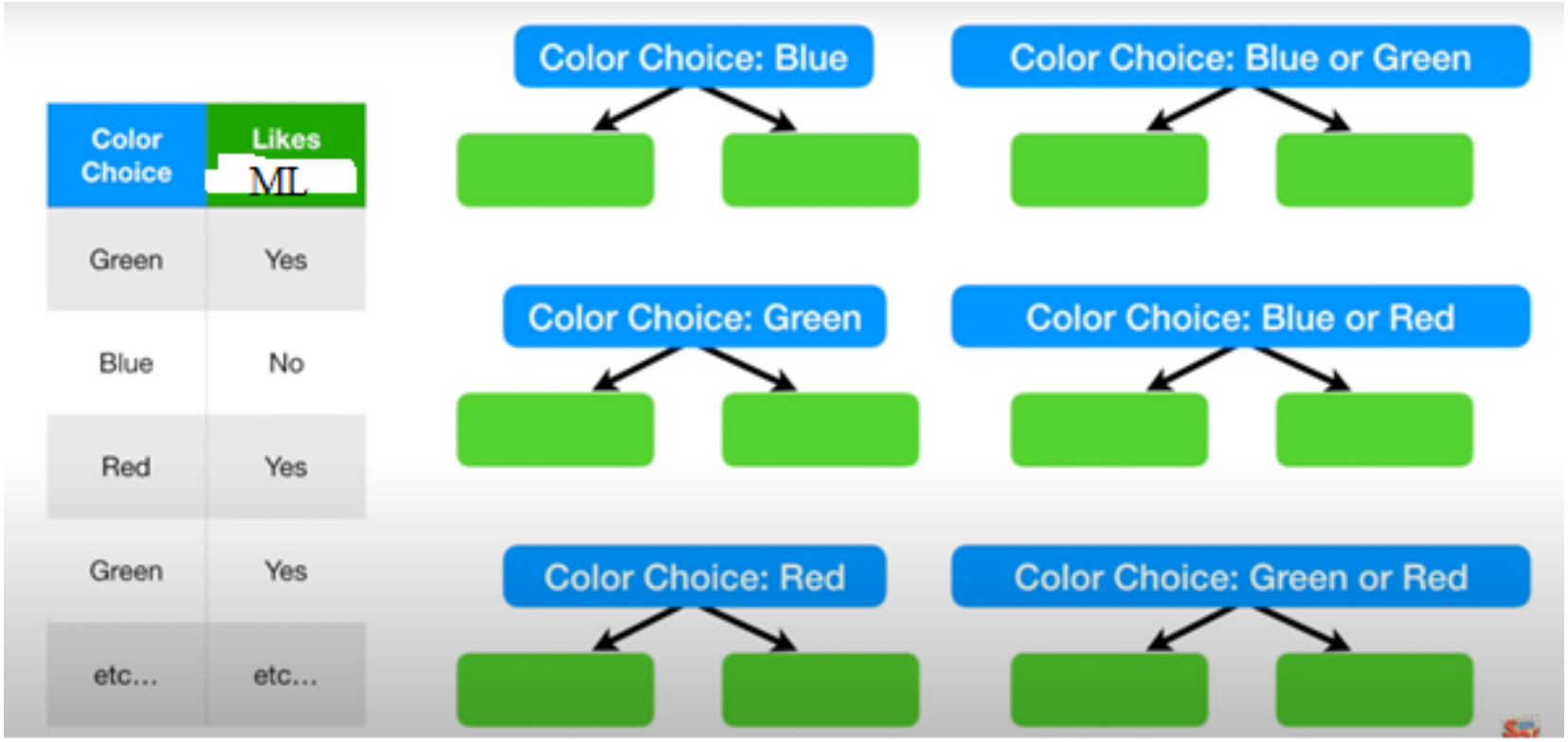
TÍNH ĐỘ KHÔNG THUẦN KHIẾT CỦA THUỘC TÍNH CÓ DỮ LIỆU ĐƯỢC XẾP HẠNG (RANKED DATA)

Rank my jokes...	Like ML
1	Yes
1	No
3	Yes
1	Yes
etc...	etc...



Hình 6

TÍNH ĐỘ KHÔNG THUẦN KHIẾT CỦA THUỘC TÍNH CÓ DỮ LIỆU NHIỀU CHỌN LỰA



Hình 7

Nhận xét Cây quyết định không đòi hỏi nhiều việc xử lý (chuẩn bị) dữ liệu, không cần co dãn/ chuẩn hóa dữ liệu.

BÀI TẬP

1. Giải thích ý nghĩa và cách dùng các siêu tham số của lệnh DecisionTreeClassifier ở trang 184
2. Nếu mô hình quá khớp/quá kém thì cần hiệu chỉnh tham số như thế nào?
3. Hiệu chỉnh đoạn CT tr 177,178 để xây dựng cây quyết định từ dữ liệu của anh David ở phần đầu tài liệu này.
4. Làm bài tập 7 trang 189.
5. Đọc thêm về kỹ thuật tỉa cành (pruning)
6. Đọc thêm bài toán hồi quy dựa trên cây quyết định (tr 185)

Tài liệu tham khảo

- Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & TensorFlow, 2nd Edition của tác giả Aurélien Géron.
- https://www.kaggle.com/bbose71/svm-non-linear-classification
- https://machinelearningcoban.com/
- https://www.youtube.com/watch?v=7VeUPuFGJHk