

Decision Tree

April 3, 2018

1 Arbre de décision

1.1 Introduction

Les arbres de décision sont une méthode utilisées en apprentissage automatique pour réaliser la **classification** et **prédiction** de nombreux phénomènes comme les événements météorologique par exemple.

Ils sont populaires parce que le **modèle final** est facile à comprendre par les praticiens et les experts du domaine de l'apprentissage supervisé. L'arbre de décision final peut expliquer exactement pourquoi une **prédiction** spécifique a été faite, ce qui le rend très attrayant pour une utilisation opérationnelle.

Les arbres de décision fournissent également la base pour des méthodes d'ensemble plus avancées telles que les **forêts aléatoires** (Random Forest).

Le code est disponible [ici](#).

1.1.1 Le but de ce mini-projet est de mettre en application les notions vues en cours :

1. Comment calculer et évaluer les points de partage pour une donnée ?
2. Comment organiser des divisions en une structure d'arbre de décision ainsi que la visualisation ?
3. Comment appliquer l'algorithme de classification à un problème réel et aussi la prédiction ?

1.2 Description

Un **noeud** représente une seule variable d'entrée (X) et un point de partage sur cette variable, en supposant que la variable est numérique. Les **nœuds feuilles** (également appelés nœuds terminaux) de l'arbre contiennent une variable de sortie (y) qui est utilisée pour effectuer une **prédiction**.

Une fois créé, un arbre peut être parcouru avec une nouvelle rangée de données suivant chaque branche avec les divisions jusqu'à ce qu'une **prédiction** finale soit faite.

La répartition avec le meilleur coût (coût le plus bas car nous minimisons les coûts) est sélectionnée. Ici, la fonction de minimisation sera l'**entropie**, c'est le **principe de minimisation**. Toutes les variables d'entrée et tous les points de partage possibles sont évalués.

1.3 Jeu de données

L'ensemble de données correspond à des données météorologiques consiste à prédire si les données correspondent à une **classe** C comme négative ou P pour positive. Un exemple serait une utilisation agricole pour différents types de plantation que l'on peut posséder par exemple.

L'ensemble de données contient 14 lignes avec 4 variables qualitatives. C'est un problème de classification avec deux classes (classification binaire).

Vous trouverez ci-dessous une liste des quatre variables de l'ensemble de données.

- **Outlook** (variable qualitative : sunny, overcast, rain).
- **Temperature** (variable qualitative : hot, cold, mid).
- **Humidity** (variable qualitative : high, normal, low).
- **Windy** (variable qualitative : false, true).

Voici le contenu du jeu de données : Pour la phase d'**apprentissage**, l'arbre de décision prend des valeurs numérique, ici nous pratiquons une transformation des **labels**.

```
In [1]: from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
        from sklearn import preprocessing
        InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"
        import pandas as pd
        import numpy as np

        # On lit le csv ici
        df = pd.read_csv("random_data.csv")

        # Affichage
        df.head(10)

        #Encodage de la colonne outlook
        firstLabelEncoder = preprocessing.LabelEncoder()
        firstLabelEncoder.fit(df['outlook'].tolist())
        firstColumn = firstLabelEncoder.transform(df['outlook'].tolist())

        #Encodage de la colonne temperature
        secondLabelEncoder = preprocessing.LabelEncoder()
        secondLabelEncoder.fit(df['temperature'].tolist())
        secondColumn = secondLabelEncoder.transform(df['temperature'].tolist())

        #Encodage de la colonne humidity
        thirdLabelEncoder = preprocessing.LabelEncoder()
        thirdLabelEncoder.fit(df['humidity'].tolist())
        thirdColumn = thirdLabelEncoder.transform(df['humidity'].tolist())

        #Encodage de la colonne windy
        fourthLabelEncoder = preprocessing.LabelEncoder()
        fourthLabelEncoder.fit(df['windy'].tolist())
        fourthColumn = fourthLabelEncoder.transform(df['windy'].tolist())

        #Encodage de la colonne windy
        fifthLabelEncoder = preprocessing.LabelEncoder()
        fifthLabelEncoder.fit(df['C'].tolist())
        fifthColumn = fifthLabelEncoder.transform(df['C'].tolist())
```

```

# Création de la table
encodedData = dict( outlook = np.array(firstColumn),
                    temperature = np.array(secondColumn),
                    humidity = np.array(thirdColumn),
                    windy = np.array(fourthColumn),
                    C = np.array(fifthColumn))

# Encodage sous forme de DF
finalDF = pd.DataFrame.from_dict(encodedData)

# Pour une raison obscure, la colonne C n'est pas dans l'ordre ...
finalDF.head(10)

```

Out[1]:

	C	humidity	outlook	temperature	windy
0	0	1	0	2	1
1	0	2	1	0	0
2	1	0	1	2	0
3	0	1	1	0	1
4	0	1	2	0	0
5	1	0	2	1	0
6	0	1	1	0	0
7	1	2	0	2	1
8	0	1	2	1	1
9	0	1	1	1	1

1.4 Indice d'entropie

L'**index d'entropie** est le nom de la fonction de coût utilisée pour évaluer les divisions dans l'ensemble de données dans notre cas (d'autres fonctions peuvent être utilisé comme la fonction Gini).

Un **score de l'entropie** donne une idée de la **qualité** d'une scission en fonction du mélange des classes dans les deux groupes créés par la scission.

Nous devons d'abord calculer la proportion de classes dans chaque groupe.

proportion = count(class_value) / count(rows)

Ici l'entropie est $E(s)$ =

$$\sum -p(c) \log_2 c \quad (1)$$

Définissons la routine suivante :

```

In [2]: def entropie(s):
        resultat = 0.0
        valeur, compteur = np.unique(s, return_counts=True)
        freqs = compteur.astype('float')/len(s)
        for p in freqs:
            if p != 0.0:
                resultat -= p * np.log2(p)
        return resultat

```

```
entropie(finalDF['C'])
```

```
Out[2]: 0.9999971146079947
```

Maintenant que nous avons une mesure de pureté, nous allons introduire une nouvelle appelée **information mutuelle** (ou **gain d'entropie**). Voici la routine :

```
In [3]: def gain(y, x):

        resultat = entropie(y)

        # On comptabilise le nombre d'attribut
        valeur, compteur = np.unique(x, return_counts=True)
        frequences = compteur.astype('float')/len(x)

        # Moyenne ponderé par l'entropie
        for p, v in zip(frequences, valeur):
            resultat -= p * entropie(y[x == v])
        return resultat
```

```
In [4]: gain(finalDF['C'], finalDF['outlook'])
```

```
Out[4]: 1.8684686673431372e-05
```

L'entrée y est correspond à la colonne C de notre tableau, c'est la colonne qui correspondant à la classification effectué (N ou P). Pour la valeur x, il s'agit des autres attribut que l'on va partager : *humidity, outlook, temperature, windy*.

2 Exemple avec scikit-learn et la classe *DecisionTreeClassifier*

Par défaut, la fonction de mesure utilisé par **scikit-learn** est *Gini* alors nous changons cette valeur par *l'entropie*. Pour commencer, nous allons générer les 4 matrices habituelles pour tester la méthode d'apprentissage automatique puis afficher le tableau entraîné et sa sortie correspondante.

```
In [5]: from sklearn.model_selection import train_test_split

        X = finalDF.drop('C', axis=1)
        y = finalDF['C']

        X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X,
                                                            y,
                                                            train_size=0.5,
                                                            test_size=0.5,
                                                            random_state=1)

        X_train.head(10)
        y_train.head(10)
```

```
Out[5]:
```

	humidity	outlook	temperature	windy
4925	0	0	2	1
3341	0	1	2	0
2470	0	2	1	1
270	1	0	1	1
8123	0	1	0	0
1398	0	2	1	0
9299	1	1	2	0
4739	1	2	2	1
5055	1	0	2	0
2866	1	2	0	1

```
Out[5]: 4925    1
        3341    0
        2470    0
        270     1
        8123    1
        1398    1
        9299    1
        4739    1
        5055    0
        2866    0
        Name: C, dtype: int64
```

On partage nos données ici, y_{train} correspondant ici à l'objectif en sortie contenant la ligne et sa classe C d'appartenance puis X_{train} est le jeu d'entraînement qui servira de données entrant pour la phase d'apprentissage.

```
In [6]: from sklearn import tree
        from sklearn.metrics import accuracy_score
        import graphviz
        import pydotplus
        from IPython.display import Image
        from sklearn.externals.six import StringIO
        #Initialisation de la classification avec comme critère : l'entropie
        clf = tree.DecisionTreeClassifier(criterion='entropy')

        # Input : 4 variables ; Target : classe C classification binaire
        clf = clf.fit(X_train, y_train)

        dot_data = StringIO()
        tree.export_graphviz(clf, out_file=dot_data,
                             filled=True,
                             label='all',
                             proportion=True,
                             feature_names=['humidity', 'outlook', 'temperature', 'windy'],
                             class_names=True,
```

```

rounded=True,
precision=8,
impurity=True,
special_characters=True)
graph = pydotplus.graph_from_dot_data(dot_data.getvalue())
Image(graph.create_png())
graph.write_png("Decision Tree For Weather.png")

```

Out [6]:



Out [6]: True

Ici les branches sont représentées de sorte à ce que le fils gauche correspond à la valeur *True* et le fils droit *False*. Les options suivantes ont été activées afin d'obtenir des informations pertinentes pour l'interprétation: Les noms de classes correspondentes bien au noms de colonnes afin de faciliter la lecture. La représentation de l'échantillon pour chaque noeud a été mis sous forme de pourcentage. Pour plus de clarté, l'arbre de décision est enregistré sous un format image *png*. Ici l'interprétation est libre suivant les données que l'utilisation entre aux début du notebook.

```

In [7]: from sklearn.metrics import accuracy_score

y_predict = clf.predict(X_test)

# Cette fonction permet de calculer la précision du modèle
accuracy_score(y_test, y_predict)

```

Out [7]: 0.5128

```

In [8]: from sklearn.metrics import confusion_matrix

```

```

pd.DataFrame(
    confusion_matrix(y_test, y_predict),
    columns=['Predicted Not C', 'Predicted C'],
    index=['True Not C', 'True C']
)

```

Out [8]:

	Predicted Not C	Predicted C
True Not C	1308	1220
True C	1216	1256

Matrice de confusion : 2564 valeurs on été prédit correctement sur les 5000.

3 Conclusion

Avec un jeu de données générer aléatoirement de 10 000 lignes, l'arbre de décision ayant eu 50% du jeu de données en entraînement (*train_size=0.5*) obtient une précision de 51,28%. Le résultat est très faible certes mais il est important à noter que finalement le jeu données générer n'a aucun sens particulier et ne suis aucune logique même si l'implémentation des nombres aléatoire n'est en réalité que "pseudo-aléatoires" suivant des modèles mathématiques pour chaque valeurs des colonnes sans aucun lien.

Le but de ce notebook était de voir les plusieurs notions autour des arbres de décision comme le calcul de l'entropie, le principe de gain puis l'utilisation d'une librairie (**Scikit-Learn**) pour faire de la classification et de la prédiction.

4 Annexe

Le code générant des données aléatoire pour réaliser l'apprentissage :

```
file = read.csv("test_data.csv") s = as.matrix.data.frame(file)
```

4.0.1 Names of columns

```
namescol = c("outlook", "temperature", "humidity", "windy", "C")
```

4.0.2 All possible values for each columns

```
outlook_possible_values = c("sunny", "overcast", "rain")    temperature_possible_values  
= c("hot", "mid", "cold")    humidity_possible_values = c("high", "normal", "low")  
windy_possible_values = c("true", "false") C_possible_values = c("N", "P")
```

4.0.3 Matrix representing all possible values

```
matrix_all_values = cbind(outlook_possible_values, temperature_possible_values, humid-  
ity_possible_values, windy_possible_values, C_possible_values)
```

4.0.4 Vector of possible indexes for generating a line

```
rand_values_for_all = c(floor(runif(1, 1,4)), floor(runif(1, 1,4)), floor(runif(1, 1,4)), floor(runif(1,  
1,3)), floor(runif(1, 1,3)))
```

4.0.5 Line computed

```
ligne = cbind(outlook_possible_values[rand_values_for_all[1]], tempera-  
ture_possible_values[rand_values_for_all[2]], humidity_possible_values[rand_values_for_all[3]],  
windy_possible_values[rand_values_for_all[4]], C_possible_values[rand_values_for_all[5]])
```

4.0.6 Function that will generate a data dataframe of n random lines

```
generate_n_line = function(nline = 100){ final = vector() for( i in seq(1:nline)){ rand_values_for_all  
= c(floor(runif(1, 1,4)), floor(runif(1, 1,4)), floor(runif(1, 1,4)), floor(runif(1, 1,3)), floor(runif(1,  
1,3)))
```

```

ligne      =      cbind(outlook_possible_values[rand_values_for_all[1]],      tempera-
ture_possible_values[rand_values_for_all[2]], humidity_possible_values[rand_values_for_all[3]],
windy_possible_values[rand_values_for_all[4]], C_possible_values[rand_values_for_all[5]])
final=rbind(final,ligne) } colnames(final) = namescol return(final) }

```

4.0.7 Test

```
test = generate_n_line(10000) test
```

4.0.8 Write into a csv

```
write.csv(test,"random_data.csv",row.names=FALSE)
```