

## Đánh giá điểm tín dụng sử dụng Decision Tree và Random Forest

Mục tiêu:

- Xây dựng mô hình Decision Tree và Random Forest sử dụng thư viện sklearn.
- Ứng dụng, hiểu cách áp dụng hai mô hình để giải bài toán thực tế (vd: đánh giá điểm tín dụng).
- Sử dụng độ đo thích hợp để đánh giá chất lượng mô hình.

Vấn đề:

- Yếu tố then chốt trong việc cho vay tín dụng là khả năng hoàn trả của người vay. Vì vậy đánh giá điểm tín dụng của người dùng là một bài toán được quan tâm trong lĩnh vực tài chính. Nhìn chung, đây là một bài toán phân loại 2 lớp (good/bad score).
- Hơn nữa, số lượng bad credits thường ít hơn nhiều so với số lượng good credits ==> Dữ liệu mất cân bằng.

Dữ liệu:

- Thường ở dưới dạng bảng, mỗi hàng là một cá nhân vay, mỗi cột thể hiện một thuộc tính của cá nhân đó.
- Các trường thuộc tính tồn tại ở nhiều dạng: categorical, numeric (discrete / continuous). Thậm chí tên trường có thể được ẩn đi, hay giá trị thật sự được mã hóa để đảm bảo tính bảo mật của khách hàng.
- Hai tập dữ liệu sẽ sử dụng: German credit và Australian credit.

[https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Statlog+\(Australian+Credit+Approval\)](https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Statlog+(Australian+Credit+Approval))

<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Statlog+%28German+Credit+Data%29>

Bài toán:

- Đầu vào: N vector D chiều, tương ứng N cá thể với D thuộc tính.
- Đầu ra: nhãn 0-1 (0: bad credit, 1: good credit).

```
[3]: import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split, GridSearchCV, \
    learning_curve, ShuffleSplit, cross_val_score
from sklearn.feature_selection import SelectFromModel
from sklearn.metrics import accuracy_score, confusion_matrix, \
    classification_report, f1_score, roc_auc_score

import matplotlib.pyplot as plt

from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier

random_state = 42
```

## 1. Tìm hiểu dữ liệu

```
[4]: '''
- Tìm hiểu cấu trúc data tại trang web UCI
- Down các files, đặt trong folder data/
- Làm với phiên bản 'numeric'
'''
data_path = './data/german.data-numeric'
credit=np.genfromtxt(data_path)
print(credit)
X,y = credit[:, :-1], credit[:, -1]
print(X.shape, y.shape)

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X,y,test_size=0.2,
↳random_state=42)
print(X_train.shape, X_test.shape)

[[ 1.  6.  4. ...  0.  1.  1.]
 [ 2. 48.  2. ...  0.  1.  2.]
 [ 4. 12.  4. ...  1.  0.  1.]
 ...
 [ 4. 12.  2. ...  0.  1.  1.]
 [ 1. 45.  2. ...  0.  1.  2.]
 [ 2. 45.  4. ...  0.  1.  1.]]
(1000, 24) (1000,)
(800, 24) (200, 24)
```

## 2. Tìm hiểu mô hình Decision Tree, Random Forest của Sklearn

```
[5]: '''
- Decision Tree
https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.tree.
↳DecisionTreeClassifier.html
'''
DT = DecisionTreeClassifier(random_state=random_state)

'''
- Random Forest
https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.
↳RandomForestClassifier.html
'''
RF = RandomForestClassifier(random_state=random_state)
```

```
[6]: print('Demo DT and RF prediction')
DT.fit(X_train, y_train)
y_dt_pred = DT.predict(X_test)
```

```

print("-DT acc = {}".format(accuracy_score(y_test, y_dt_pred)))
print("-DT f1 = {}".format(f1_score(y_test, y_dt_pred)))
print("-DT roc auc = {}".format(roc_auc_score(y_test, y_dt_pred)))
print(confusion_matrix(y_test, y_dt_pred))

```

Demo DT and RF prediction

```

-DT acc = 0.665
-DT f1 = 0.7632508833922261
-DT roc auc = 0.5948431301839163
[[108  33]
 [ 34  25]]

```

### Bài 1: Chạy RF baseline

```

[10]: RF.fit(X_train, y_train)
y_rf_pred = RF.predict(X_test)
print("-RF acc = {}".format(accuracy_score(y_test, y_rf_pred)))
print("-RF f1 = {}".format(f1_score(y_test, y_rf_pred)))
print("-RF roc auc = {}".format(roc_auc_score(y_test, y_rf_pred)))
print(confusion_matrix(y_test, y_rf_pred))
print(classification_report(y_test, y_rf_pred))

```

```

-RF acc = 0.81
-RF f1 = 0.8749999999999999
-RF roc auc = 0.7173939175381656
[[133   8]
 [ 30  29]]

```

	precision	recall	f1-score	support
1.0	0.82	0.94	0.87	141
2.0	0.78	0.49	0.60	59
accuracy			0.81	200
macro avg	0.80	0.72	0.74	200
weighted avg	0.81	0.81	0.80	200

### 3. Tìm kiếm siêu tham số

```

[21]: # Utility functions
def grid_search(algorithm, n_jobs, dict_param):
    if algorithm == 'decision-tree':
        model = DecisionTreeClassifier()
    if algorithm == 'random-forest':
        model = RandomForestClassifier()

```

```

classifier = GridSearchCV(estimator=model, cv=5, param_grid=dict_param,
                          n_jobs=n_jobs, scoring='f1')
classifier.fit(X_train, y_train)
print('Best model', end='')
print(classifier.best_estimator_)
return classifier.best_estimator_

def evaluate(model):
    print("Train Accuracy :", accuracy_score(y_train, model.predict(X_train)))
    print("Train f1 score :", f1_score(y_train, model.predict(X_train)))
    print("Train roc auc :", roc_auc_score(y_train, model.predict(X_train)))
    print("Train Confusion Matrix:")
    print(confusion_matrix(y_train, model.predict(X_train)))
    print("-"*50)
    print("Test Accuracy :", accuracy_score(y_test, model.predict(X_test)))
    print("Test f1 score :", f1_score(y_test, model.predict(X_test)))
    print("Test roc auc :", roc_auc_score(y_test, model.predict(X_test)))
    print("Test Confusion Matrix:")
    print(confusion_matrix(y_test, model.predict(X_test)))

def plot_learning_curve(estimator, title, label_curve, X, y, ylim=None, cv=None,
                        n_jobs=1, train_sizes=np.linspace(.1, 1.0, 5),
                        new_plot=False,
                        idx_color=0):
    # Khởi tạo bức ảnh mới với thư viện plot lib
    if new_plot:
        # plt.figure()
        plt.title(title)
        plt.xlabel("Training examples")
        plt.ylabel("Score")
        plt.grid()
    # chú thích nếu có
    if ylim is not None:
        plt.ylim(*ylim)

    # thực hiện training model, ghi nhận các giá trị trong quá trình training
    # cv = số fold cross validate, số phần bộ dữ liệu được chia để thực hiện
    → training testing.
    # train_sizes = mảng tỉ lệ, các tỉ lệ được hệ thống chọn làm điểm dừng để
    → thực hiện 1 testing
    # train_sizes = [0.3, 0.5] => hệ thống lấy 30 % dữ liệu để train và thực
    → hiện test, tương tự 50 % ..
    # scoring = hàm mục tiêu để đánh giá chất lượng mô hình và vẽ lên đồ thị
    train_sizes, train_scores, test_scores = learning_curve(
        estimator, X, y, cv=cv, n_jobs=n_jobs, train_sizes=train_sizes,
        → scoring="f1")
    # Lấy trung bình cộng các giá trị output của các fold

```

```

train_scores_mean = np.mean(train_scores, axis=1)
train_scores_std = np.std(train_scores, axis=1)
test_scores_mean = np.mean(test_scores, axis=1)
test_scores_std = np.std(test_scores, axis=1)

# thực hiện vẽ các giá trị số lên đồ thị với màu vừa được random
plt.fill_between(train_sizes, test_scores_mean - test_scores_std,
                 test_scores_mean + test_scores_std, alpha=0.1, color='r')
plt.fill_between(train_sizes, train_scores_mean - train_scores_std,
                 train_scores_mean + train_scores_std, alpha=0.1, color='g')
plt.plot(train_sizes, test_scores_mean, 'o-', color='r',
         label=label_curve['test'])
plt.plot(train_sizes, train_scores_mean, 'o-', color='g',
         label=label_curve['train'])

plt.legend(loc="best")
return plt

```

### 3.1 Decision Tree

```

[11]: # Trước hết, hãy thử khảo sát DT với tham số max_depth
cv_accuracies_by_depth, test_accuracies_by_depth= [], []
max_depth_values= np.arange(2,11)

for curr_max_depth in max_depth_values:
    tree= DecisionTreeClassifier(random_state=random_state,
    ↪max_depth=curr_max_depth)

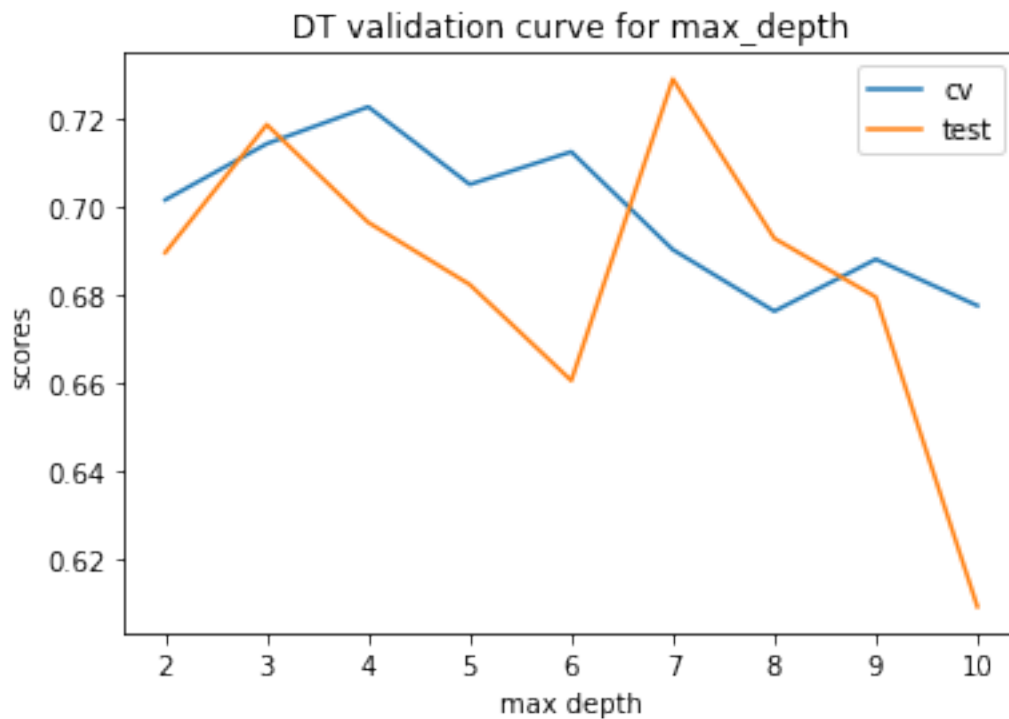
    # cross-validation
    val_scores= cross_val_score(estimator=tree, X=X_train, y=y_train, cv=5,
    ↪scoring='f1')
    cv_accuracies_by_depth.append(val_scores.mean())

    # test
    tree.fit(X_train, y_train)
    curr_pred= tree.predict(X_test)
    test_accuracies_by_depth.append(f1_score(curr_pred, y_test))

# Plot
plt.plot(max_depth_values, cv_accuracies_by_depth, label='cv')
plt.plot(max_depth_values, test_accuracies_by_depth, label='test')
plt.legend()
plt.xlabel('max depth')
plt.ylabel('scores')
plt.title('DT validation curve for max_depth')

```

```
[11]: Text(0.5, 1.0, 'DT validation curve for max_depth')
```



```
[15]: # Thử sử dụng GridSearchCV để khảo sát
dict_param = {
    'max_depth': [2, 3, 5, 7, 10, 20],
    'min_samples_leaf': [5, 10, 20, 50, 100],
    'criterion': ["gini", "entropy"]
}
best_tree = grid_search('decision-tree', n_jobs=-1, dict_param=dict_param)
```

Best modelDecisionTreeClassifier(max\_depth=5, min\_samples\_leaf=50)

## Bài 2: đánh giá best\_tree

- Prediction performance
- Learning curve

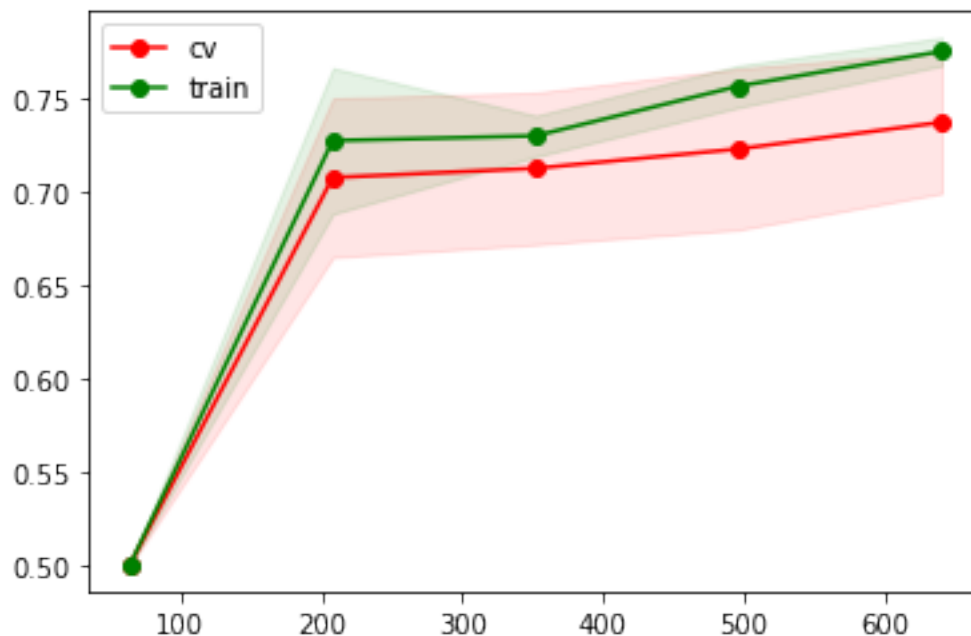
```
[16]: best_tree.fit(X_train, y_train)
evaluate(best_tree)
title = 'Learning curve with best tree'
label_curve = {'train': 'train', 'test': 'cv'}
plot_learning_curve(best_tree, title, label_curve
                    , X_train, y_train, cv=5)
```

Train Accuracy : 0.75375  
Train roc auc : 0.6691817783683073  
Train Confusion Matrix:  
[[493 66]  
 [131 110]]

---

Test Accuracy : 0.795  
Test roc auc : 0.721541050607044  
Test Confusion Matrix:  
[[127 14]  
 [ 27 32]]

[16]: <module 'matplotlib.pyplot' from '/home/lam/.local/lib/python3.6/site-packages/matplotlib/pyplot.py'>



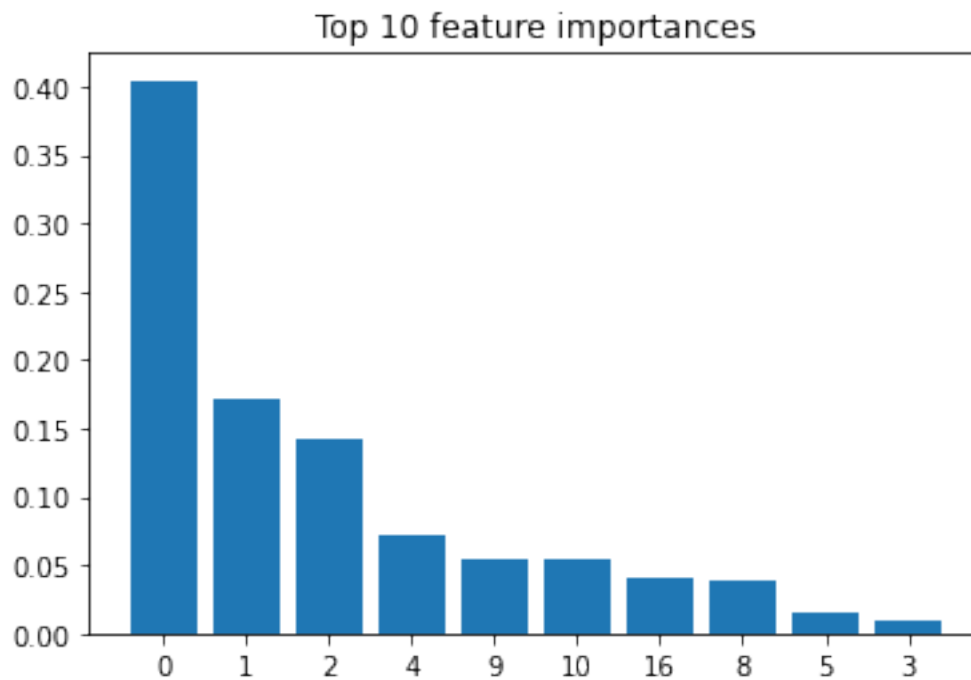
```
[37]: # Nhận xét về độ quan trọng của từng feature
importances = best_tree.feature_importances_
indices = np.argsort(importances)[::-1]
print('Top 10 feature importances')
for i in range(10):
    print('Feature ', i, '-', importances[indices[i]])

indices = indices[:10]
plt.figure()
plt.title('Top 10 feature importances')
plt.bar(range(10), importances[indices])
```

```
plt.xticks(range(10), indices)
plt.show()
```

Top 10 feature importances

Feature 0 - 0.40445005922715943  
Feature 1 - 0.17066428015343657  
Feature 2 - 0.14261352910286315  
Feature 3 - 0.07120344185816782  
Feature 4 - 0.05428847945598893  
Feature 5 - 0.05400258515142507  
Feature 6 - 0.04007488290946428  
Feature 7 - 0.03813781829612112  
Feature 8 - 0.015091674891623292  
Feature 9 - 0.009473248953750433



### 3.2 Random Forest

#### Bài 3: thực hành tương tự với RF

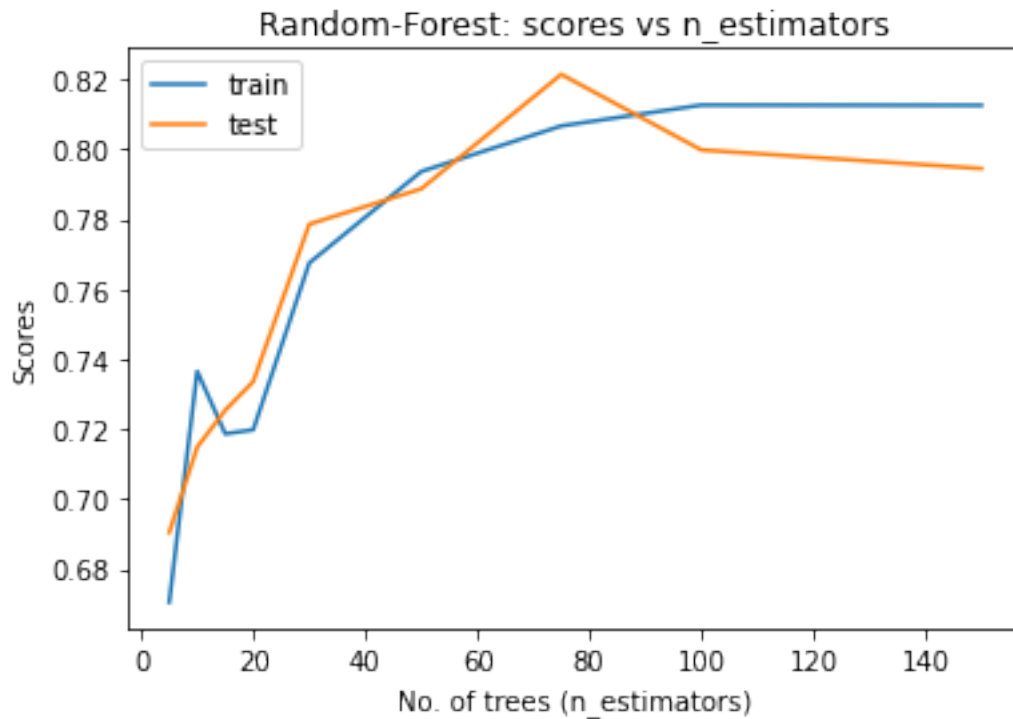
```
[17]: # Bài tập
      # Tương tự, thử khảo sát RF với số lượng cây n_estimators
      # code
      num_trees = [5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150]
```



```

# gidi
train_acc = []
test_acc = []
for ntrees in num_trees:
    rf = RandomForestClassifier(n_estimators=ntrees, random_state=random_state,
    ↪n_jobs=-1).fit(X_train, y_train)
    temp_train_acc=cross_val_score(rf, X_test, y_test, cv=5, scoring='f1')
    train_acc.append(temp_train_acc.mean())
    test_acc.append(f1_score(rf.predict(X_test), y_test))
plt.plot(num_trees, train_acc, label='train')
plt.plot(num_trees, test_acc, label='test')
plt.legend()
plt.xlabel('No. of trees (n_estimators)')
plt.ylabel('Scores')
plt.title('Random-Forest: scores vs n_estimators');

```



```

[18]: # Sử dụng GridSearch CV
dict_param = {
    'max_depth': [3, 11, 15, 24, 27],
    'min_samples_leaf': [1, 5, 7, 9, 15, 24],
    'max_features': [4, 6, 10, 16],
    'n_estimators': [75]
}

```

```

}
# Bài tập:
# - tìm best_forest
# - Đánh giá best_forest
# - Vẽ learning curve
# - Tìm hiểu feature importance
# Code

# Giải
# - Tìm best_forest
best_forest = grid_search('random-forest', n_jobs=-1, dict_param=dict_param)

```

```

Best model RandomForestClassifier(max_depth=27, max_features=16,
min_samples_leaf=5,
                                n_estimators=75)

```

```

[20]: # Giải
# - Đánh giá best_forest và vẽ Learning Curve
evaluate(best_forest)
title = 'Learning curve with best forest'
label_curve = {'train': 'train', 'test': 'cv'}
plot_learning_curve(best_forest, title, label_curve
                    , X_train, y_train, cv=5)

```

```

Train Accuracy : 0.89875
Train roc auc : 0.8461130204351279
Train Confusion Matrix:
[[547  12]
 [ 69 172]]

```

```

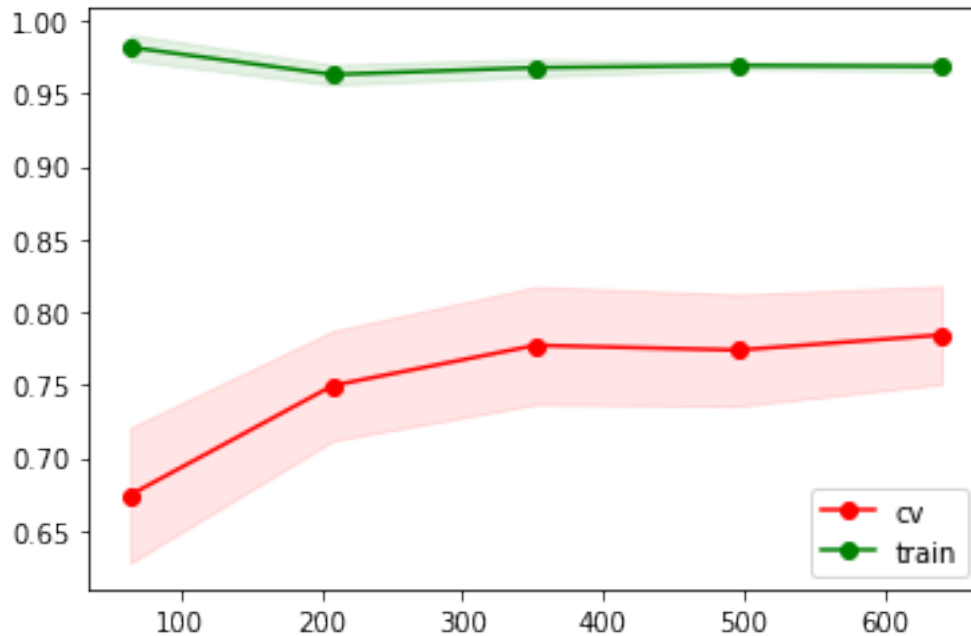
-----
Test Accuracy : 0.775
Test roc auc : 0.6728573145810794
Test Confusion Matrix:
[[130  11]
 [ 34  25]]

```

```

[20]: <module 'matplotlib.pyplot' from '/home/lam/.local/lib/python3.6/site-
packages/matplotlib/pyplot.py'>

```



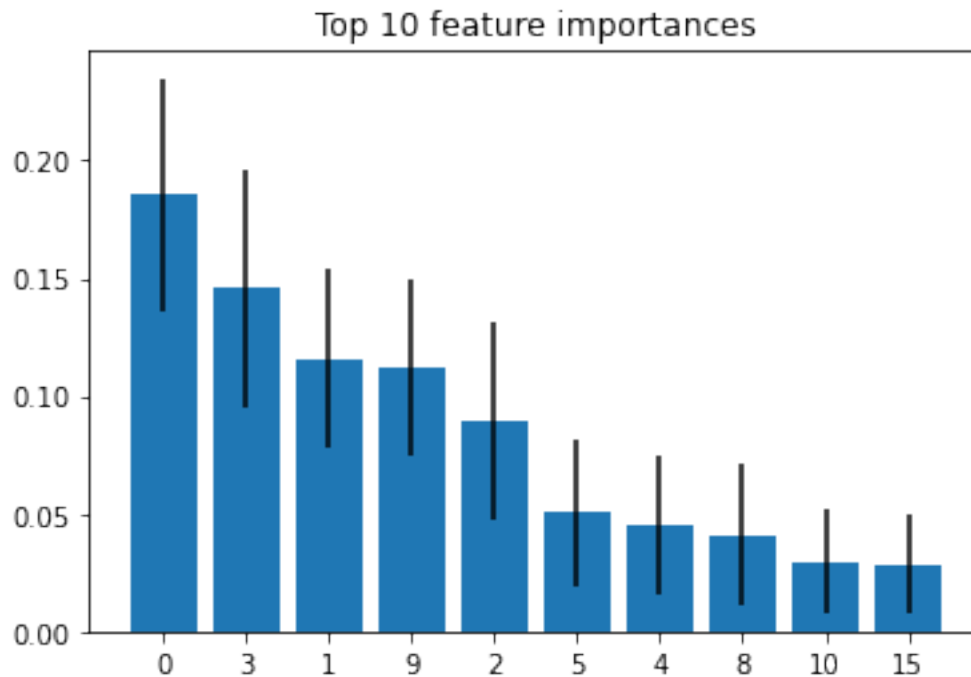
```
[43]: # Giải: Feature importance
best_forest.fit(X_train,y_train)
importances = best_forest.feature_importances_
std = np.std([tree.feature_importances_ for tree in best_forest.estimators_],
             ↪axis=0)
indices = np.argsort(importances)[::-1]
print('Top 10 feature importances')
for i in range(10):
    print('Feature ', i, '-', importances[indices[i]])

indices = indices[:10]
plt.figure()
plt.title('Top 10 feature importances')
plt.bar(range(10), importances[indices], yerr=std[indices])
plt.xticks(range(10), indices)
plt.show()
```

```
Top 10 feature importances
Feature 0 - 0.18546725288085203
Feature 1 - 0.14586230946748843
Feature 2 - 0.11589666908123857
Feature 3 - 0.11238796654515897
Feature 4 - 0.08906888774463108
Feature 5 - 0.05030161330772379
Feature 6 - 0.04494763709450428
Feature 7 - 0.041114129019795234
```

Feature 8 - 0.029706735056116974

Feature 9 - 0.02849291814075971



### 3.3 Thử nghiệm bổ sung

#### 3.3.1 Bỏ một số features có độ quan trọng thấp

```
[61]: # Thử bỏ một số feature có độ quan trọng thấp đi
# Chú ý tham max_features cần thay đổi
sfm = SelectFromModel(best_forest, threshold='mean')
sfm.fit(X_train, y_train)
X_train_dropped = sfm.transform(X_train)
X_test_dropped = sfm.transform(X_test)

title = 'Learning with dropped features'
label_curve = {'train': 'train', 'test': 'cv'}
forest_dropped = RandomForestClassifier(max_depth=11, min_samples_leaf=5,
                                       n_estimators=75, n_jobs=-1, random_state=random_state)

# plot_learning_curve(forest_dropped, title, label_curve, X_train_dropped,
#                     y_train, cv=5)

forest_dropped.fit(X_train_dropped, y_train)
y_dropped_pred = forest_dropped.predict(X_test_dropped)
```

```
print('acc', accuracy_score(y_test, y_dropped_pred))
print('f1', f1_score(y_test, y_dropped_pred))
print('roc_auc', roc_auc_score(y_test, y_dropped_pred))
```

0.79

### 3.3.2 Một số chiến lược áp dụng cho Random Forest khi gặp phải Class Imbalance

<https://machinelearningmastery.com/bagging-and-random-forest-for-imbalanced-classification/>

```
[29]: '''
      - Standard RF
      '''
      params = {
          'max_depth': best_forest.get_params()['max_depth'],
          'max_features': best_forest.get_params()['max_features'],
          'min_samples_leaf': best_forest.get_params()['min_samples_leaf'],
          'n_estimators': best_forest.get_params()['n_estimators'],
      }
      evaluate(best_forest)
```

Train Accuracy : 0.89875  
 Train f1 score : 0.931063829787234  
 Train roc auc : 0.8461130204351279  
 Train Confusion Matrix:  
 [[547 12]  
 [ 69 172]]

-----  
 Test Accuracy : 0.775  
 Test f1 score : 0.8524590163934427  
 Test roc auc : 0.8461130204351279  
 Test Confusion Matrix:  
 [[130 11]  
 [ 34 25]]

```
[30]: '''
      - Random Forest With Class Weighting
      '''
      rf1 = RandomForestClassifier(max_depth=params['max_depth'],
      ↪max_features=params['max_features'],
      min_samples_leaf = params['min_samples_leaf'],
      ↪n_estimators=params['n_estimators'],
      class_weight='balanced')
      rf1.fit(X_train, y_train)
      evaluate(rf1)
```

Train Accuracy : 0.9075  
 Train f1 score : 0.9326047358834244

Train roc auc : 0.9019440464967822

Train Confusion Matrix:

```
[[512  47]
 [ 27 214]]
```

-----  
Test Accuracy : 0.78

Test f1 score : 0.8439716312056738

Test roc auc : 0.9019440464967822

Test Confusion Matrix:

```
[[119  22]
 [ 22  37]]
```

```
[31]: '''
- Random Forest With Bootstrap Class Weighting
'''
'''
- Random Forest With Class Weighting
'''
rf2 = RandomForestClassifier(max_depth=params['max_depth'],
    ↳max_features=params['max_features'],
                                min_samples_leaf = params['min_samples_leaf'],
    ↳n_estimators=params['n_estimators'],
                                class_weight='balanced_subsample')
rf2.fit(X_train, y_train)
evaluate(rf2)
```

Train Accuracy : 0.91

Train f1 score : 0.9345454545454546

Train roc auc : 0.9037329552624351

Train Confusion Matrix:

```
[[514  45]
 [ 27 214]]
```

-----  
Test Accuracy : 0.78

Test f1 score : 0.8428571428571429

Test roc auc : 0.9037329552624351

Test Confusion Matrix:

```
[[118  23]
 [ 21  38]]
```

```
[45]: '''
- Random Forest With Random Undersampling
'''
from imblearn.ensemble import BalancedRandomForestClassifier
rf3 = BalancedRandomForestClassifier(max_depth=params['max_depth'],
    ↳max_features=params['max_features'],
```

```
min_samples_leaf = params['min_samples_leaf'],  
↪ n_estimators=params['n_estimators'],  
    )  
rf3.fit(X_train, y_train)  
evaluate(rf3)
```

0.24.0