FINAL PROJECT

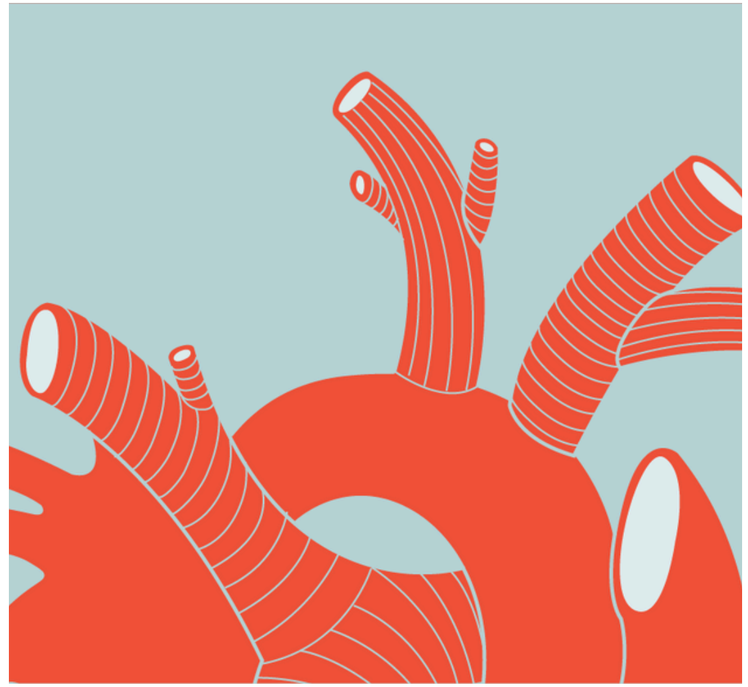
DA46

DỰ ĐOÁN BỆNH TIM MẠCH

TRAN THI THUY TIEN

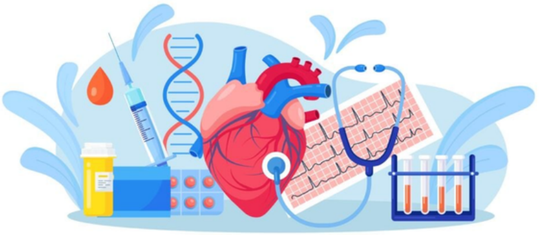
NỘI DUNG

- Tổng quan
- EDA
- Xây dựng mô hình
- Đánh giá mô hình
- Kết luận



TỔNG QUAN

- Bệnh tim mạch là do các rối loạn của tim và mạch máu.
  - Bệnh mạch vành (nhồi máu cơ tim)
  - Tai biến mạch máu não (đột quỵ)
  - Tăng huyết áp tăng (cao huyết áp)
  - ...



- Các nguyên nhân chính:
  - Sử dụng thuốc lá
  - Thiếu hoạt động thể lực
  - Chế độ ăn uống không lành mạnh
  - Sử dụng rượu, bia ở mức độ nguy hại

- Có thể phòng ngừa được bằng cách giải quyết các yếu tố nguy cơ hành vi trên

Việc chẩn đoán sớm có thể giúp bệnh nhân gia tăng cơ hội sống.

Việc chẩn đoán có thể được thực hiện bằng học máy.

EDA

- Tập dữ liệu được sử dụng là một phần của tập dữ liệu Heart Disease từ UCI machine learning repository.
- Đây là kết quả xét nghiệm lâm sàng của 303 bệnh nhân tại Phòng khám Cleveland ở Cleveland, Ohio, Mỹ. Được dùng cho việc dự đoán bệnh mạch vành.
- Tập dữ liệu gồm 14 thuộc tính bao gồm cả biến mục tiêu.

```
df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 303 entries, 0 to 302
Data columns (total 14 columns):
 #   Column    Non-Null Count  Dtype  
---  ------    --------------  -----  
 0   age       303 non-null    int64  
 1   sex       303 non-null    int64  
 2   cp        303 non-null    int64  
 3   trestbps  303 non-null    int64  
 4   chol      303 non-null    int64  
 5   fbs       303 non-null    int64  
 6   restecg   303 non-null    int64  
 7   thalach   303 non-null    int64  
 8   exang     303 non-null    int64  
 9   oldpeak   303 non-null    float64
 10  slope     303 non-null    int64  
 11  ca        299 non-null    float64
 12  thal      301 non-null    float64
 13  num       303 non-null    int64  
dtypes: float64(3), int64(11)
memory usage: 33.3 KB
```

```
df = df.rename(columns={'num': 'target'})
```

```
df.head()
```

	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target
0	63	1	1	145	233	1	2	150	0	2.3	3	0.0	6.0	0
1	67	1	4	160	286	0	2	108	1	1.5	2	3.0	3.0	2
2	67	1	4	120	229	0	2	129	1	2.6	2	2.0	7.0	1
3	37	1	3	130	250	0	0	187	0	3.5	3	0.0	3.0	0
4	41	0	2	130	204	0	2	172	0	1.4	1	0.0	3.0	0

```
print(df['target'].unique())
```

```
[0 2 1 3 4]
```

EDA

- “target” đề cập đến sự hiện diện của bệnh tim ở bệnh nhân. Có giá trị từ 0 đến 4.
- Các thử nghiệm với tập dữ liệu này tập trung vào việc phân biệt sự hiện diện (giá trị 1,2,3,4) với sự vắng mặt (giá trị 0) nên sẽ tiến hành xử lý các giá trị 1,2,3,4 thành 1.

```
df['target'] = df['target'].replace([1, 2, 3, 4], 1)
```

```
print(df['target'].unique())
```

```
[0 1]
```

```
df.head()
```

	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target
0	63	1	1	145	233	1	2	150	0	2.3	3	0.0	6.0	0
1	67	1	4	160	286	0	2	108	1	1.5	2	3.0	3.0	1
2	67	1	4	120	229	0	2	129	1	2.6	2	2.0	7.0	1
3	37	1	3	130	250	0	0	187	0	3.5	3	0.0	3.0	0
4	41	0	2	130	204	0	2	172	0	1.4	1	0.0	3.0	0

```
categorical_data = ['sex', 'cp', 'fbs', 'restecg', 'exang', 'slope', 'ca', 'thal']
numerical_data = ['age', 'trestbps', 'chol', 'thalach', 'oldpeak']
```

EDA

- Kiểm tra và xử lý giá trị null

```
print("missing_values_count:")
print(df.isnull().sum())
```

```
missing_values_count:
age         0
sex         0
cp          0
trestbps    0
chol        0
fbs         0
restecg     0
thalach     0
exang       0
oldpeak     0
slope       0
ca          4
thal        2
target      0
dtype: int64
```

```
print(df['ca'].unique())
print(df['thal'].unique())
```

```
[ 0.  3.  2.  1. nan]
[ 6.  3.  7. nan]
```

```
# Thay thế giá trị null bằng giá trị phổ biến nhất
print(df['ca'].mode()[0])
df['ca'] = df['ca'].fillna(df['ca'].mode()[0])
print(df['ca'].unique())
```

```
0.0
[0. 3. 2. 1.]
```

```
print(df['thal'].mode()[0])
df['thal'] = df['thal'].fillna(df['thal'].mode()[0])
print(df['thal'].unique())
```

```
3.0
[6. 3. 7.]
```

```
df.info()
```

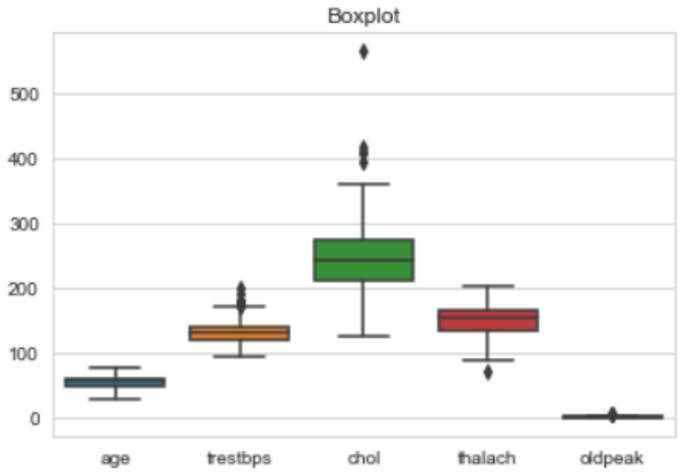
```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 303 entries, 0 to 302
Data columns (total 14 columns):
 #   Column    Non-Null Count  Dtype  
---  ------    --------------  -----  
 0   age       303 non-null    int64  
 1   sex       303 non-null    int64  
 2   cp        303 non-null    int64  
 3   trestbps  303 non-null    int64  
 4   chol      303 non-null    int64  
 5   fbs       303 non-null    int64  
 6   restecg   303 non-null    int64  
 7   thalach   303 non-null    int64  
 8   exang     303 non-null    int64  
 9   oldpeak   303 non-null    float64
 10  slope     303 non-null    int64  
 11  ca        303 non-null    float64
 12  thal      303 non-null    float64
 13  target    303 non-null    int64  
dtypes: float64(3), int64(11)
memory usage: 33.3 KB
```

EDA

```
df[numerical_data].describe().T
```

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
age	303.0	54.438944	9.038662	29.0	48.0	56.0	61.0	77.0
trestbps	303.0	131.689769	17.599748	94.0	120.0	130.0	140.0	200.0
chol	303.0	246.693069	51.776918	126.0	211.0	241.0	275.0	564.0
thalach	303.0	149.607261	22.875003	71.0	133.5	153.0	166.0	202.0
oldpeak	303.0	1.039604	1.161075	0.0	0.0	0.8	1.6	6.2

```
sns.boxplot(df[numerical_data])
plt.title('Boxplot')
plt.show()
```



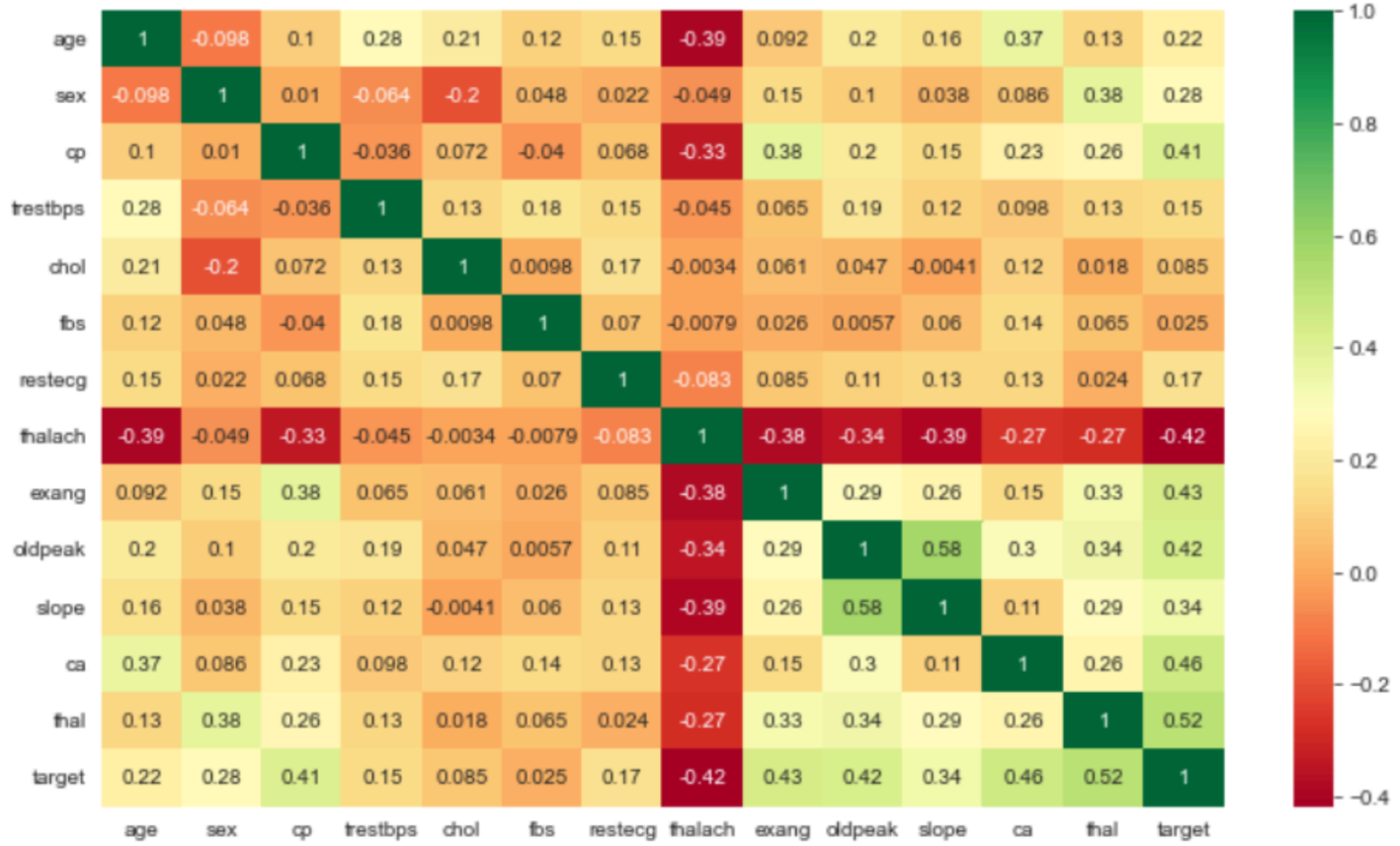

```
# the distributaion of Target variable.
sns.set_style('whitegrid')
sns.countplot(x='target',data=df,palette='PuRd')
plt.title('Target Distribution');
```


```
# Calculate and print the percentage of people with and without Heart Disease
print(f"The percentage of people with Heart Disease: {df['target'].value_counts(normalize=True)[1] * 100:.2f}%")
print(f"The percentage of people without Heart Disease: {df['target'].value_counts(normalize=True)[0] * 100:.2f}%")
```

```
The percentage of people with Heart Disease: 45.87%
The percentage of people without Heart Disease: 54.13%
```

EDA

```
corrmat = df.corr()
top_corr_features = corrmat.index
plt.figure(figsize=(12,7))
g=sns.heatmap(df[top_corr_features].corr(),annot=True,cmap="RdYlGn")
```

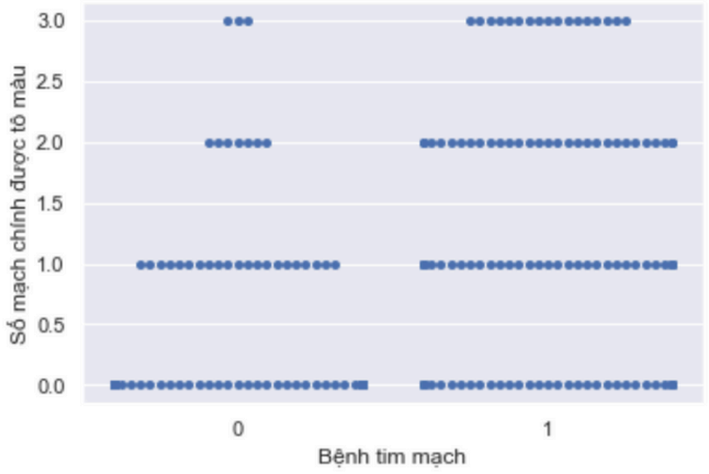


- Tương quan giữa biến **mục tiêu** và biến **độc lập** cao hơn 0.4:
  - thal
  - ca
  - exang
  - oldpeak
  - cp

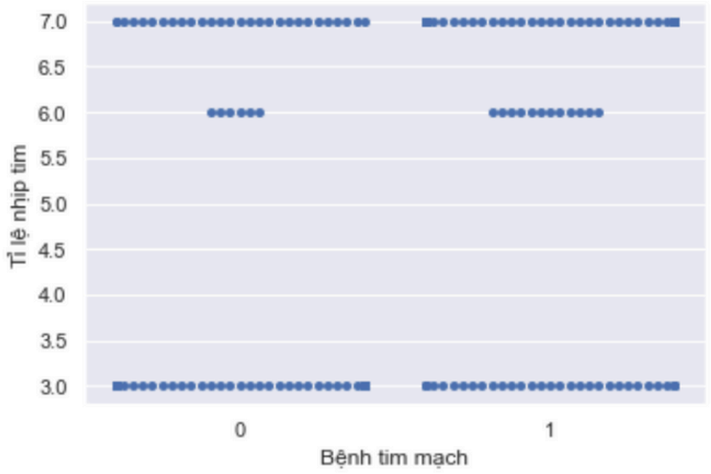
- Tương quan giữa các biến **độc lập** cao hơn 0.4:
  - oldpeak - slope: chỉ số trong điện tâm đồ (ECG)

EDA

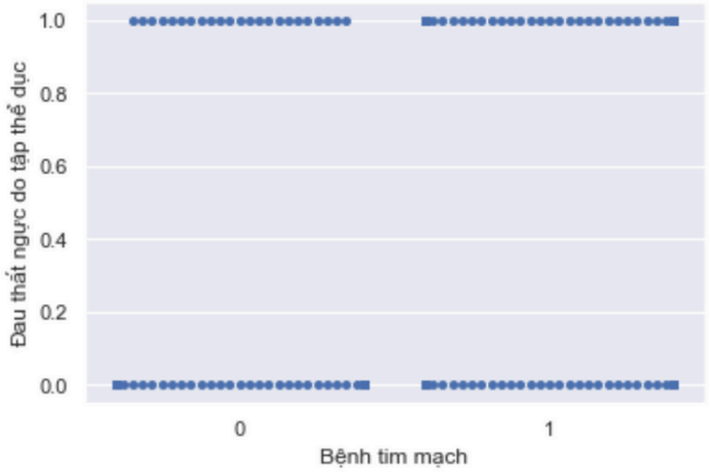
thal



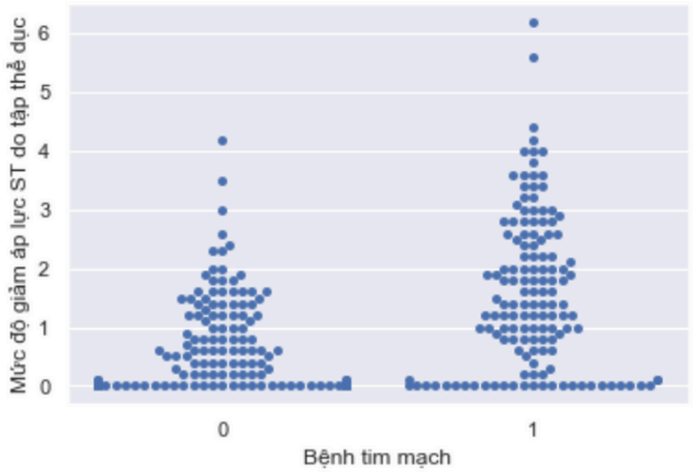
ca



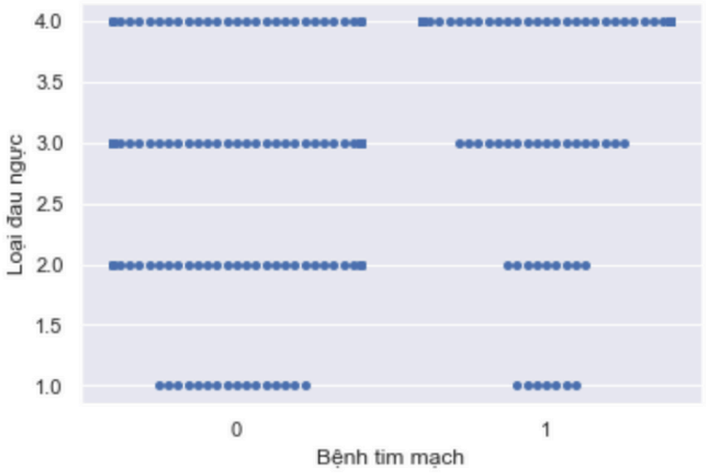
exang



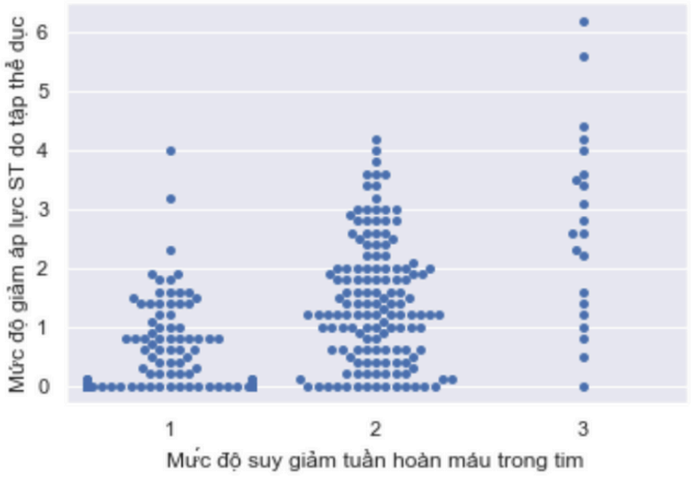
oldpeak



cp

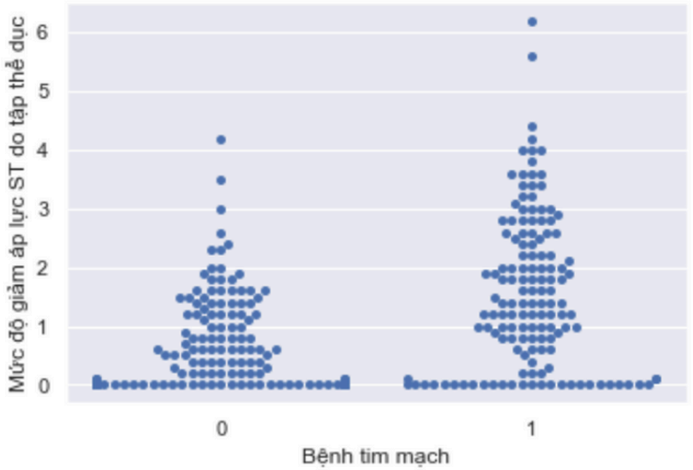


oldpeak - slope



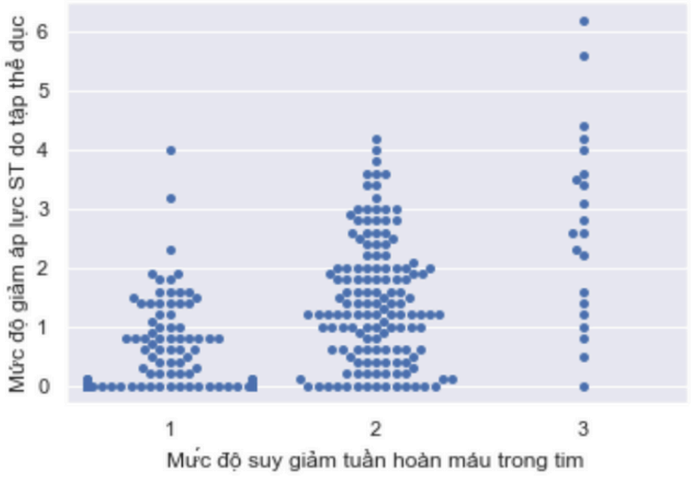
EDA

oldpeak



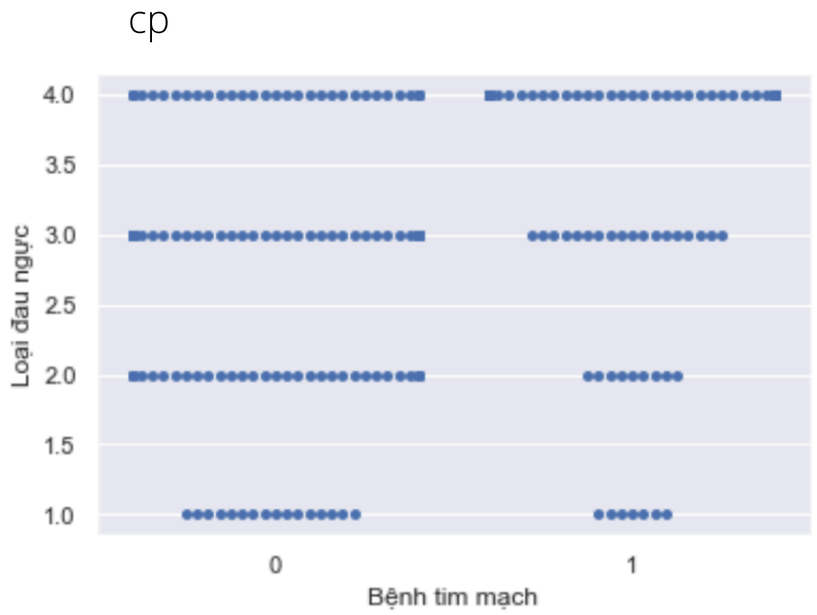
- Oldpeak đánh giá phản ứng của tim mạch trong quá trình tăng cường vận động.
- Sự tăng cao của oldpeak có thể liên quan đến sự suy giảm của tuần hoàn máu trong tim, và thường được coi là một dấu hiệu bất thường trong quá trình cung cấp oxy cho tim mạch, có thể liên quan đến bệnh tim mạch.

oldpeak - slope



- Slope đề cập đến độ dốc của đoạn đỉnh của đường ST trên điện tâm đồ (ECG) sau quá trình tập thể dục
  - ***Giá trị 1: Dốc lên (upsloping)***: phản ứng bình thường
  - ***Giá trị 2: Phẳng (flat)***: phản ứng không bình thường của tim mạch, có thể liên quan đến sự suy giảm tuần hoàn máu trong tim hoặc các vấn đề khác về sức khỏe tim mạch
  - ***Giá trị 3: Dốc xuống (downsloping)***: dấu hiệu không bình thường và có thể liên quan đến các vấn đề nghiêm trọng về sức khỏe tim mạch, như cung cấp oxy kém cho cơ tim, bất thường về các mạch của tim, hoặc các vấn đề về điện thế tim

EDA



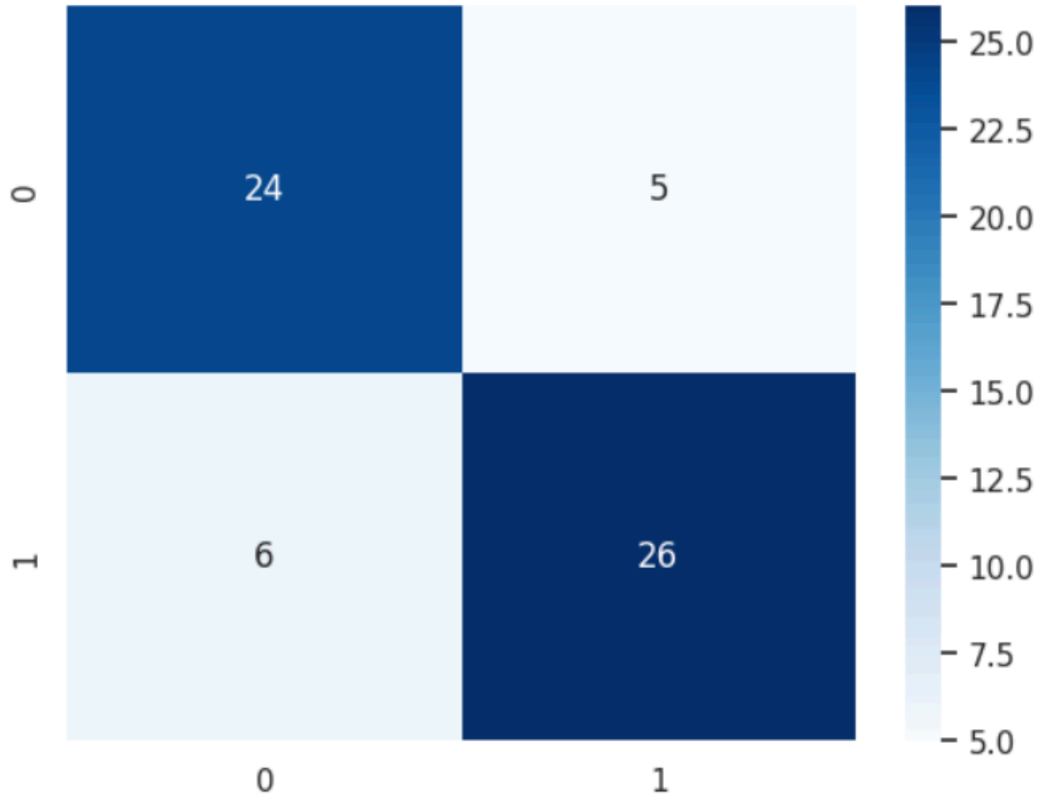
- Cp đề cập đến loại đau ngực mà bệnh nhân ghi nhận
  - ***Giá trị 1: Đau ngực điển hình (typical angina)*** - Đây là loại đau ngực được xem là đặc trưng của bệnh tim mạch.
  - ***Giá trị 2: Đau ngực không điển hình (atypical angina)*** - Đau ngực không theo mô típ của đau ngực điển hình, có thể gây nhầm lẫn trong việc chẩn đoán bệnh tim mạch.
  - ***Giá trị 3: Đau ngực không phải do cơ tim (non-anginal pain)*** - Loại đau ngực không liên quan đến sự co thắt của động mạch cơ tim, có thể là do các vấn đề khác
  - ***Giá trị 4: Không có triệu chứng (asymptomatic)*** - Bệnh nhân không ghi nhận bất kỳ triệu chứng nào liên quan đến đau ngực hoặc vấn đề tim mạch.

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

1. Logistic Regression
2. SVC
3. GaussianNB
4. Random Forest
5. Decision Tree
6. XGBoost
7. Extreme Gradient Boost

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Logistic Regression



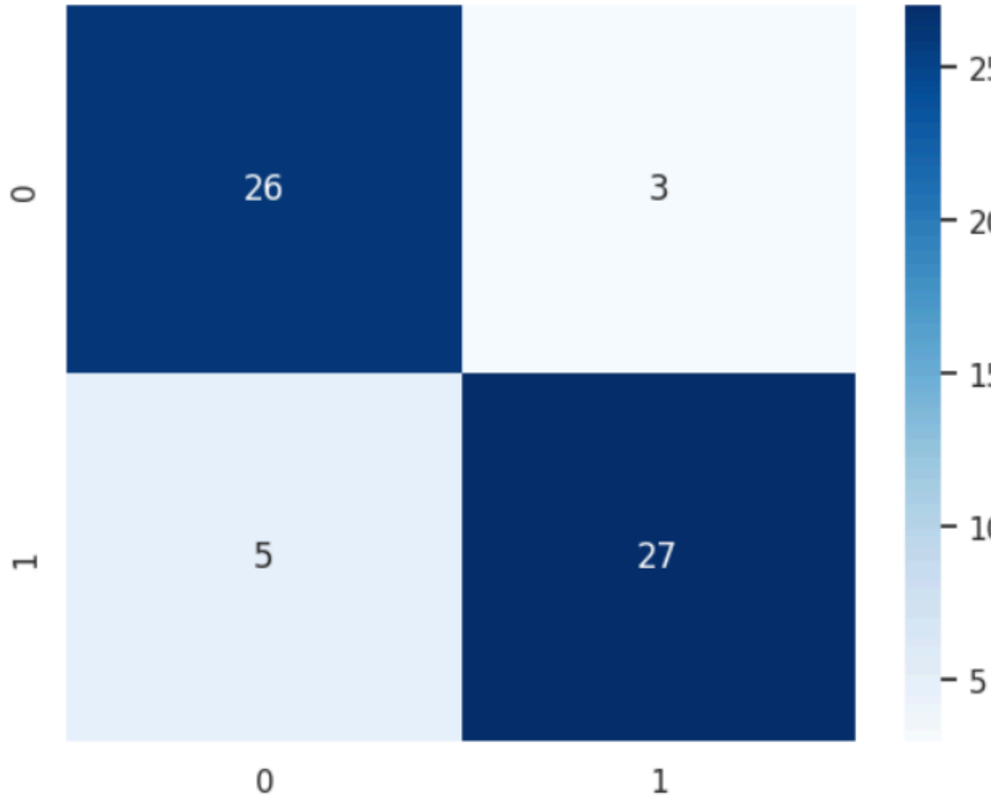
Accuracy of Logistic Regression: 81.9672131147541

	precision	recall	f1-score	support
0	0.80	0.83	0.81	29
1	0.84	0.81	0.83	32
accuracy			0.82	61
macro avg	0.82	0.82	0.82	61
weighted avg	0.82	0.82	0.82	61

ROC AUC: 0.9127155172413793

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

SVC



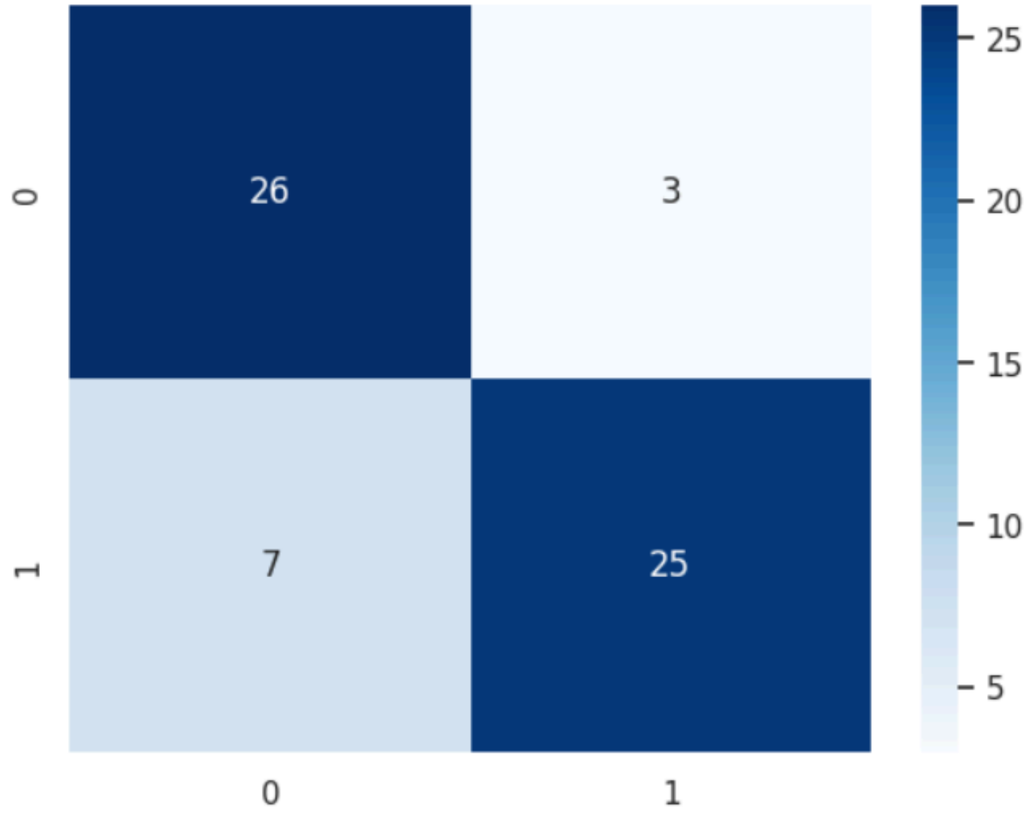
Accuracy of SVC: 86.88524590163934

	precision	recall	f1-score	support
0	0.84	0.90	0.87	29
1	0.90	0.84	0.87	32
accuracy			0.87	61
macro avg	0.87	0.87	0.87	61
weighted avg	0.87	0.87	0.87	61

ROC AUC: 0.9364224137931035

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

GaussianNB



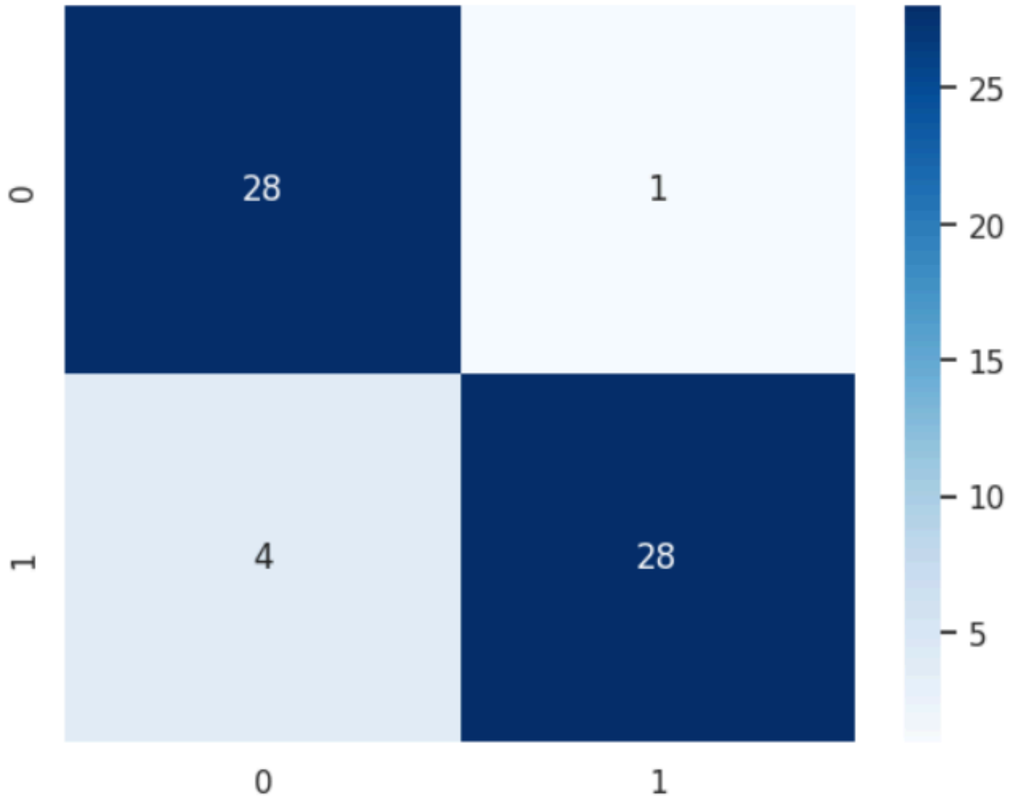
Accuracy of GaussianNB: 83.60655737704919

	precision	recall	f1-score	support
0	0.79	0.90	0.84	29
1	0.89	0.78	0.83	32
accuracy			0.84	61
macro avg	0.84	0.84	0.84	61
weighted avg	0.84	0.84	0.84	61

ROC AUC: 0.9170258620689654

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Random Forest



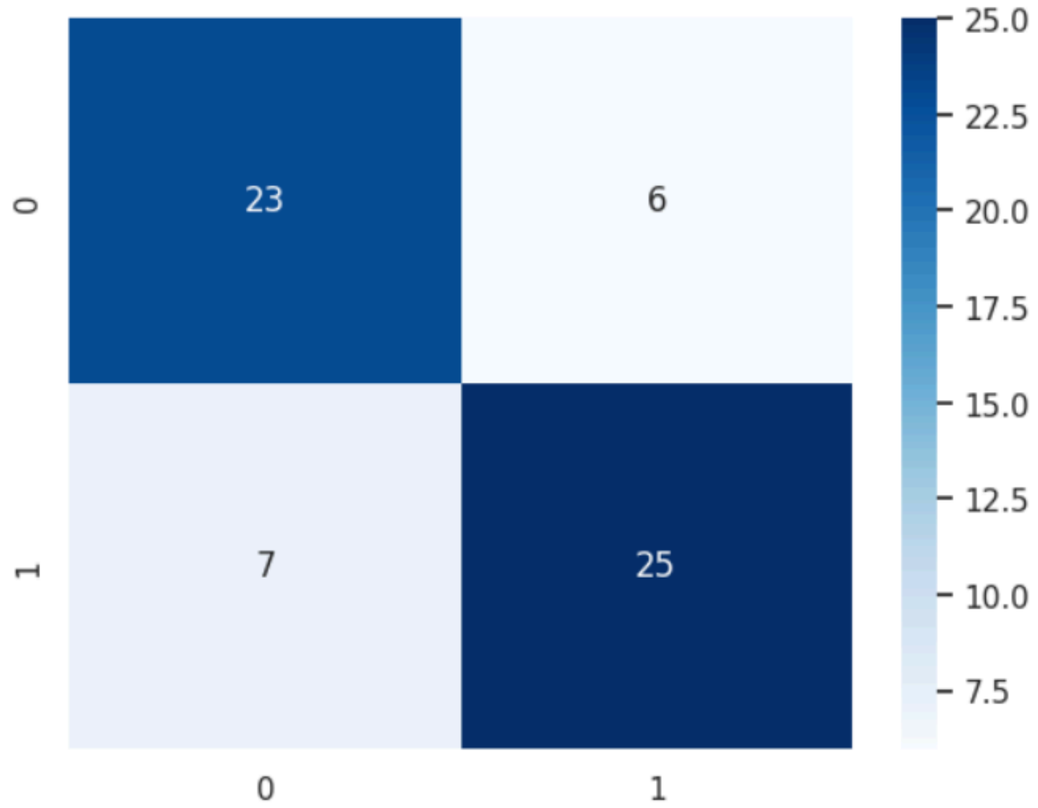
Accuracy of Random Forest: 91.80327868852459

	precision	recall	f1-score	support
0	0.88	0.97	0.92	29
1	0.97	0.88	0.92	32
accuracy			0.92	61
macro avg	0.92	0.92	0.92	61
weighted avg	0.92	0.92	0.92	61

ROC AUC: 0.9504310344827587

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Decision Tree



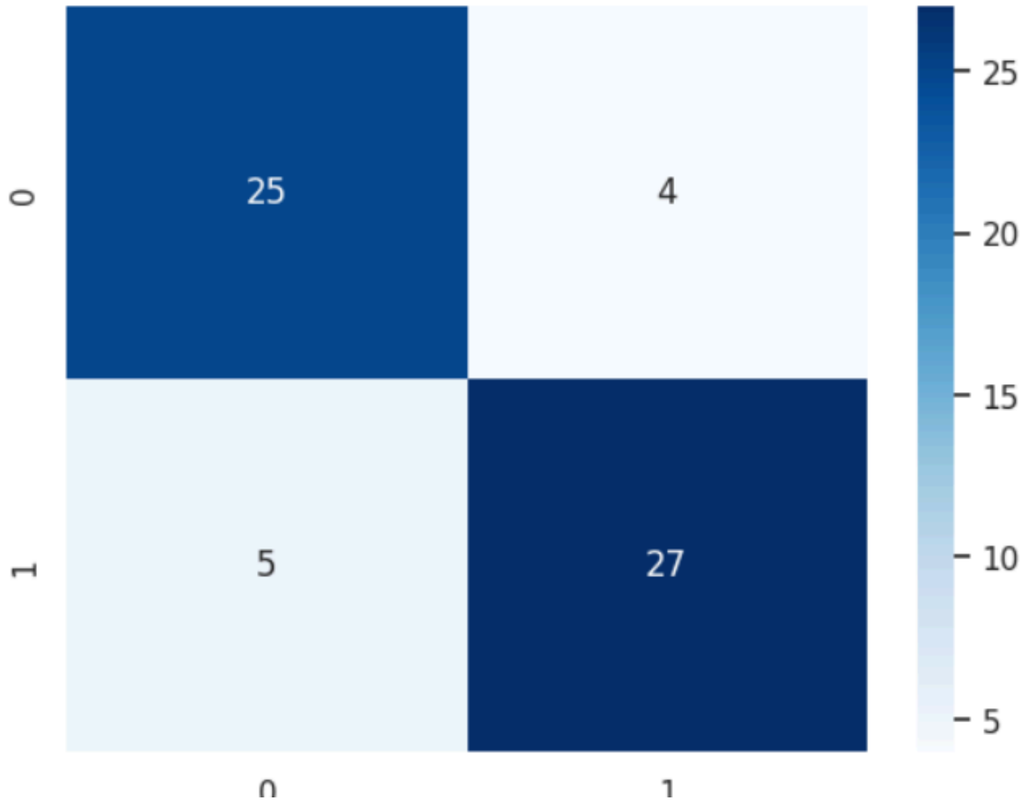
Accuracy of Decision Tree: 78.68852459016394

	precision	recall	f1-score	support
0	0.77	0.79	0.78	29
1	0.81	0.78	0.79	32
accuracy			0.79	61
macro avg	0.79	0.79	0.79	61
weighted avg	0.79	0.79	0.79	61

ROC AUC: 0.7931034482758621

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

XGBoost



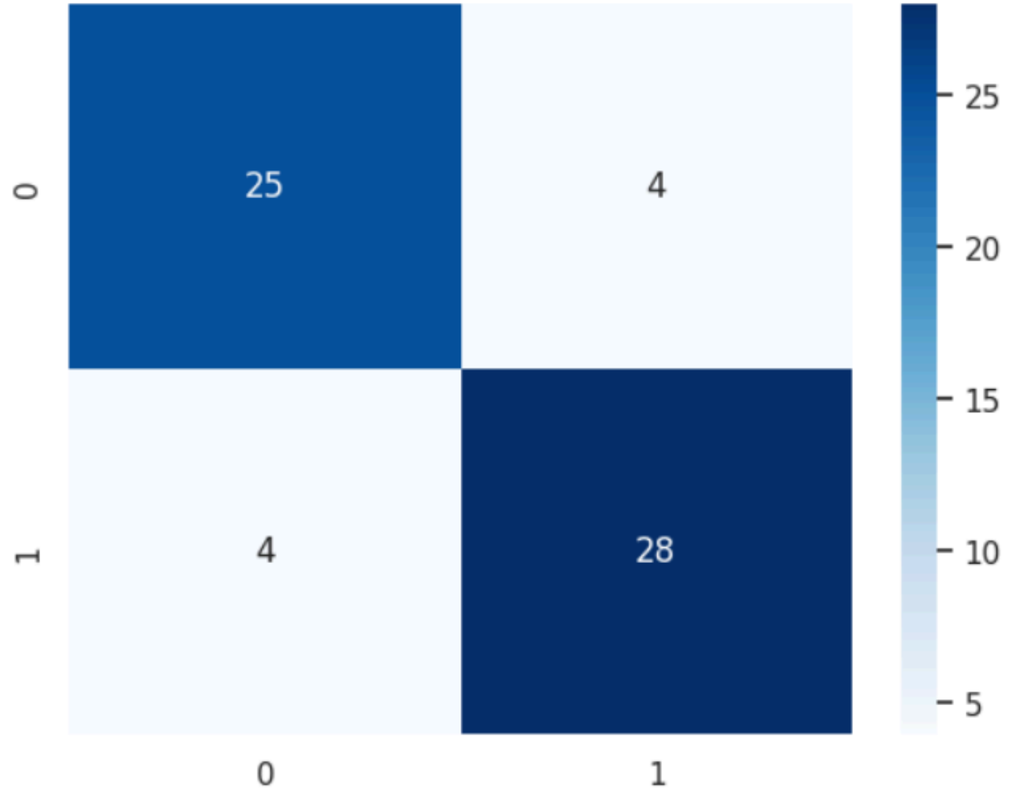
Accuracy of XGBoost: 85.24590163934425

	precision	recall	f1-score	support
0	0.83	0.86	0.85	29
1	0.87	0.84	0.86	32
accuracy			0.85	61
macro avg	0.85	0.85	0.85	61
weighted avg	0.85	0.85	0.85	61

ROC AUC: 0.920258620689655

XÂY DỰNG MÔ HÌNH

Extreme Gradient Boost

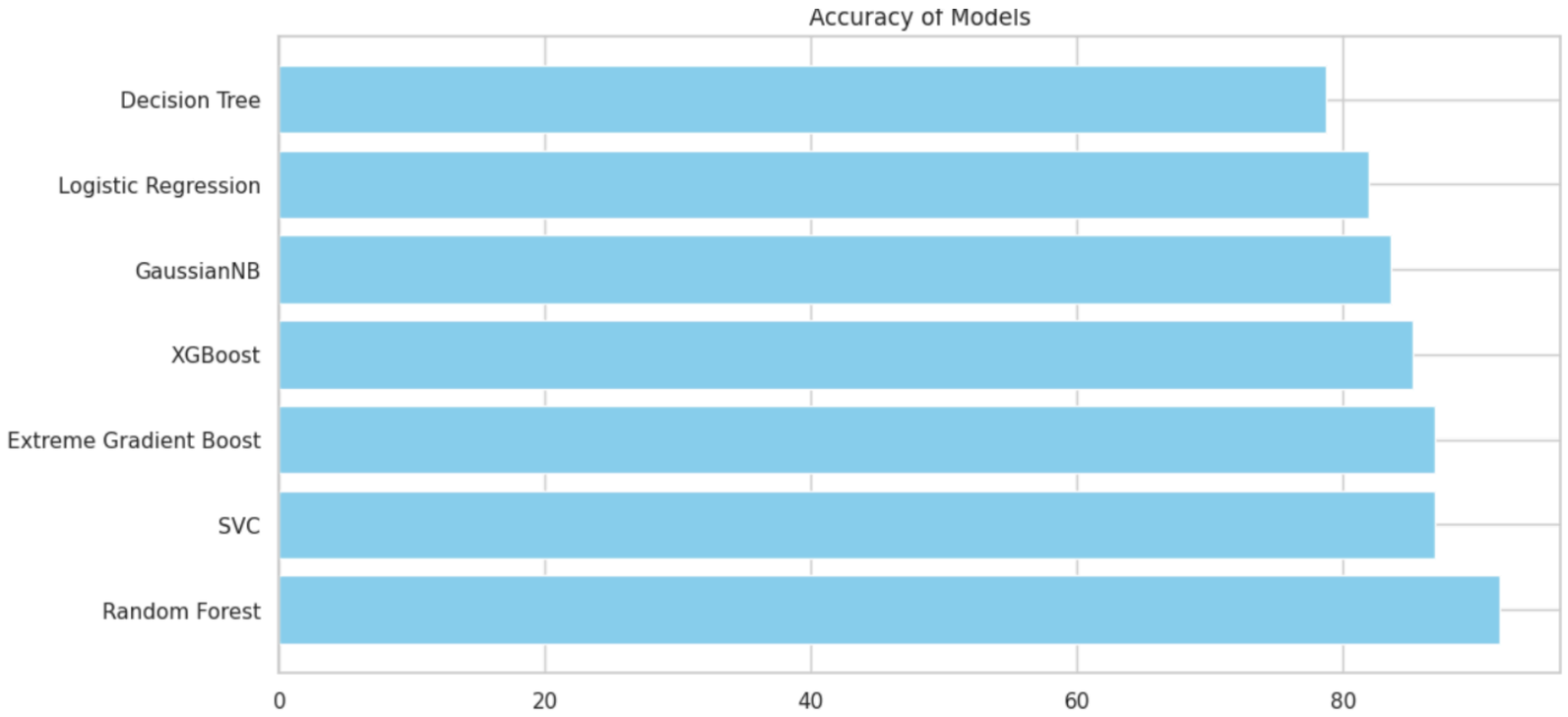


Accuracy of Extreme Gradient Boost: 86.88524590163934

	precision	recall	f1-score	support
0	0.86	0.86	0.86	29
1	0.88	0.88	0.88	32
accuracy			0.87	61
macro avg	0.87	0.87	0.87	61
weighted avg	0.87	0.87	0.87	61

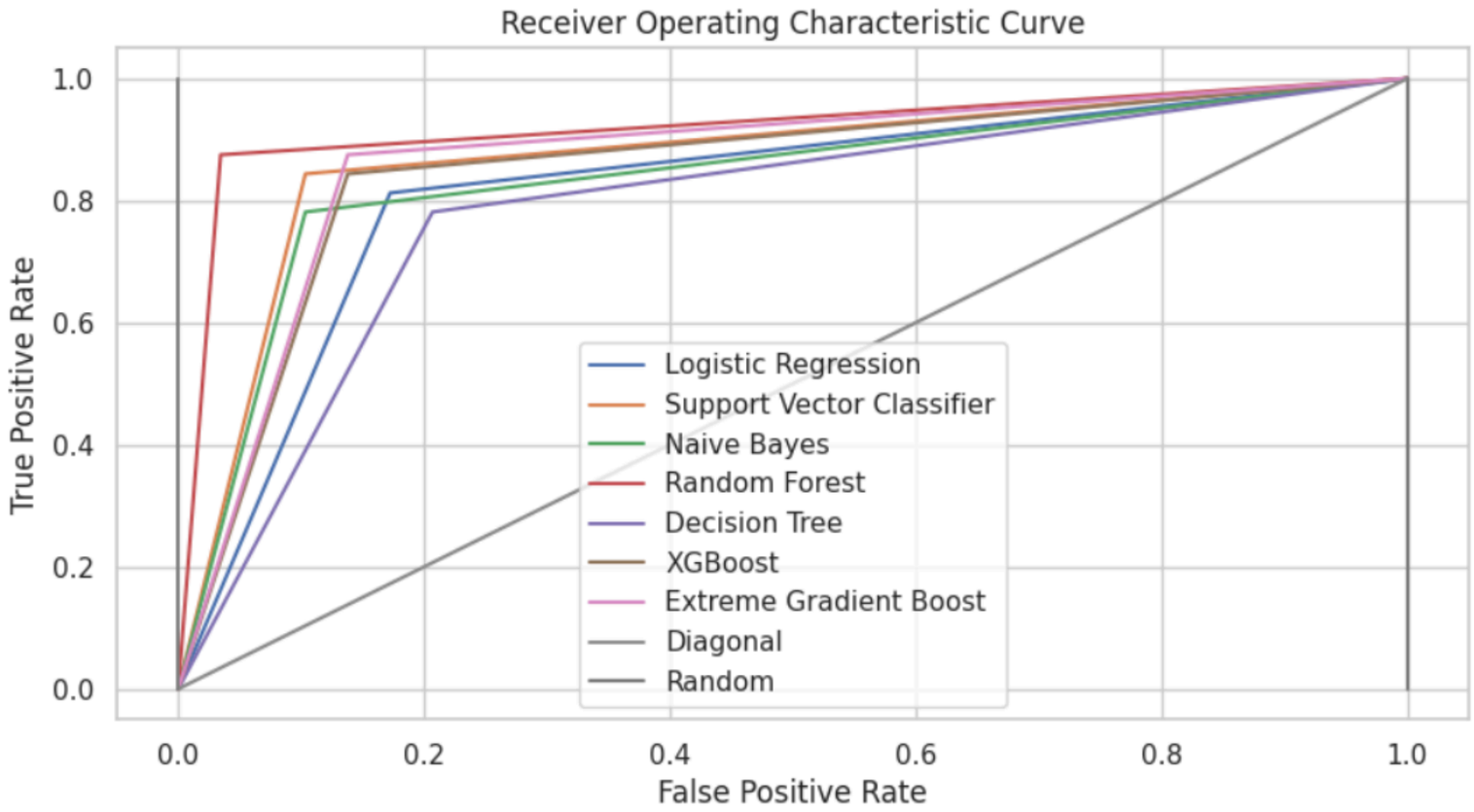
ROC AUC: 0.9331896551724138

ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH



	Models	Accuracy
3	Random Forest	91.803279
1	SVC	86.885246
6	Extreme Gradient Boost	86.885246
5	XGBoost	85.245902
2	GaussianNB	83.606557
0	Logistic Regression	81.967213
4	Decision Tree	78.688525

ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH



→ Từ Accuracy và biểu đồ ROC ta chọn mô hình *Random Forrest* để dự đoán

TỐI ƯU HÓA MÔ HÌNH

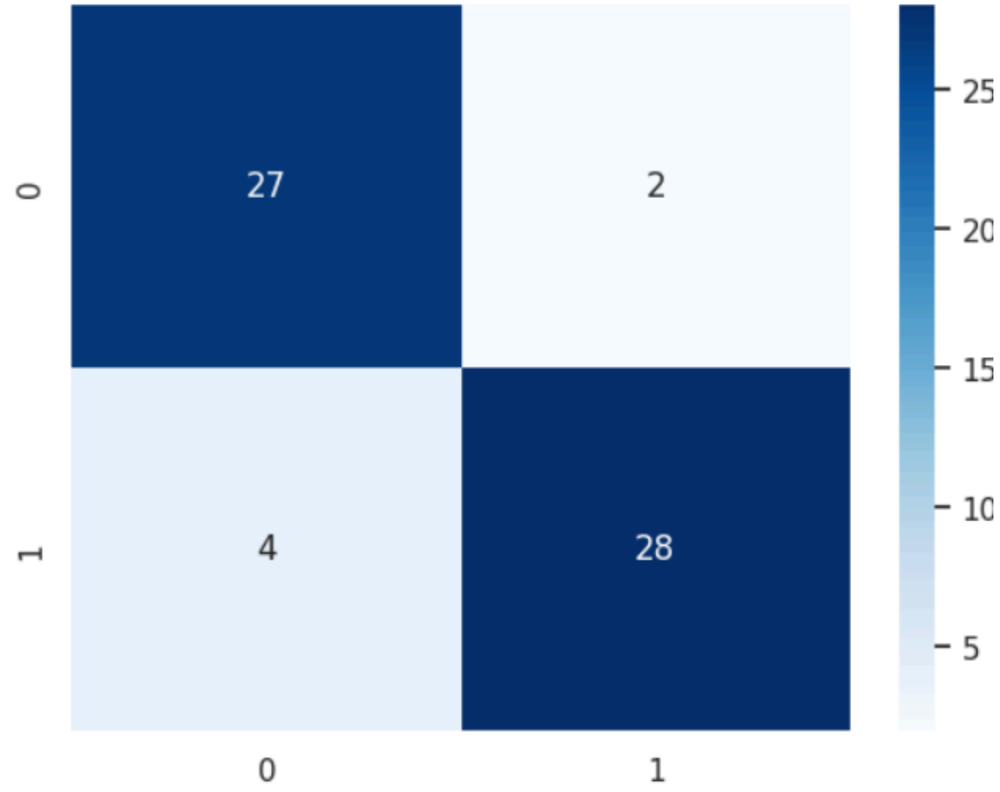
✓ Chọn tham số tốt nhất bằng RandomizedSearchCV

```
# Định nghĩa mô hình
clf = RandomForestClassifier()

# Định nghĩa không gian tham số
param_dist = {
    'n_estimators': sp_randint(100, 500),
    'max_depth': [ 10, 20, 30, 40,50],
    'min_samples_split': sp_randint(2, 11),
    'min_samples_leaf': sp_randint(1, 5)
}

# Thiết lập Randomized Search CV
random_search = RandomizedSearchCV(estimator=clf, param_distributions=param_dist, n_iter=150, cv=5, n_jobs=-1, verbose=2, random_state=42)

# Huấn luyện mô hình với Randomized Search
random_search.fit(X_train, y_train)

# Kết quả tốt nhất
print("Best parameters:", random_search.best_params_)
print("Best score:", random_search.best_score_)
```

```
Fitting 5 folds for each of 150 candidates, totalling 750 fits
Best parameters: {'max_depth': 30, 'min_samples_leaf': 3, 'min_samples_split': 10, 'n_estimators': 332}
Best score: 0.8427721088435375
```

TỐI ƯU HÓA MÔ HÌNH

✓ Chạy lại mô hình Random Forest với các thông số vừa tìm được



Accuracy of Random Forest: 91.80327868852459

	precision	recall	f1-score	support
0	0.88	0.97	0.92	29
1	0.97	0.88	0.92	32
accuracy			0.92	61
macro avg	0.92	0.92	0.92	61
weighted avg	0.92	0.92	0.92	61

ROC AUC: 0.9364224137931034

Thử nghiệm trên mô hình khác

- ✓ Chạy mô hình đã tối ưu hóa trên 1 tập data mới
- ✓ Thêm cột giá trị predit sau khi chạy mô hình để kiểm tra mức độ phân loại của mô hình

	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target	predit
0	63.0	1.0	1.0	145.0	233.0	1.0	2.0	150.0	0.0	2.3	3.0	0.0	6.0	0.0	0
1	67.0	1.0	4.0	160.0	286.0	0.0	2.0	108.0	1.0	1.5	2.0	3.0	3.0	1.0	1
2	67.0	1.0	4.0	120.0	229.0	0.0	2.0	129.0	1.0	2.6	2.0	2.0	7.0	1.0	1
3	37.0	1.0	3.0	130.0	250.0	0.0	0.0	187.0	0.0	3.5	3.0	0.0	3.0	0.0	0
4	41.0	0.0	2.0	130.0	204.0	0.0	2.0	172.0	0.0	1.4	1.0	0.0	3.0	0.0	0

Thử nghiệm trên mô hình khác

- ✓ Chạy mô hình đã tối ưu hóa trên 1 tập data mới
- ✓ Thêm cột giá trị predit sau khi chạy mô hình để kiểm tra mức độ phân loại của mô hình

```
[89] new_data.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 122 entries, 0 to 121
Data columns (total 14 columns):
 #   Column    Non-Null Count  Dtype  
---  ------    --------------  -----  
 0   age       119 non-null    float64
 1   sex       119 non-null    float64
 2   cp        119 non-null    float64
 3   trestbps  119 non-null    float64
 4   chol      119 non-null    float64
 5   fbs       119 non-null    float64
 6   restecg   119 non-null    float64
 7   thalach   119 non-null    float64
 8   exang     119 non-null    float64
 9   oldpeak   119 non-null    float64
 10  slope     119 non-null    float64
 11  ca        119 non-null    float64
 12  thal      119 non-null    float64
 13  target    119 non-null    float64
dtypes: float64(14)
memory usage: 13.5 KB
```

```
[93] p =rf_optimized.predict(Temp_data)
     p
```

```
array([0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
       0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0,
       1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0,
       1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0,
       1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1,
       1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1])
```

```
new_data=new_data.assign(predit=p)
new_data.head()
```

	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target	predit
0	63.0	1.0	1.0	145.0	233.0	1.0	2.0	150.0	0.0	2.3	3.0	0.0	6.0	0.0	0
1	67.0	1.0	4.0	160.0	286.0	0.0	2.0	108.0	1.0	1.5	2.0	3.0	3.0	1.0	1
2	67.0	1.0	4.0	120.0	229.0	0.0	2.0	129.0	1.0	2.6	2.0	2.0	7.0	1.0	1
3	37.0	1.0	3.0	130.0	250.0	0.0	0.0	187.0	0.0	3.5	3.0	0.0	3.0	0.0	0
4	41.0	0.0	2.0	130.0	204.0	0.0	2.0	172.0	0.0	1.4	1.0	0.0	3.0	0.0	0

Thử nghiệm trên mô hình khác

✓ Tính AUC từ Concordance, Discordance và Tied Pairs:

```
fitted = pd.DataFrame({'Actuals': new_data['target'], 'PredictedScores': new_data['predit']})
ones = fitted[fitted['Actuals'] == 1] # Subset ones
zeros = fitted[fitted['Actuals'] == 0] # Subset zeros
```

```
totalPairs = len(ones) * len(zeros)
```

```
conc = sum(ones['PredictedScores'].apply(lambda x: (x > zeros['PredictedScores']).sum()))
disc = sum(ones['PredictedScores'].apply(lambda x: (x < zeros['PredictedScores']).sum()))
tied = sum(ones['PredictedScores'].apply(lambda x: (x == zeros['PredictedScores']).sum()))
```

```
percent_concordance = conc / totalPairs
percent_discordance = disc / totalPairs
percent_tied = (tied / totalPairs) # percent_tied = (1 - percent_concordance - percent_discordance)
AUC = percent_concordance + 0.5 * percent_tied
Gini = 2 * AUC - 1
```

```
print('percent_concordance:',percent_concordance)
print('AUC:',AUC)
print('Gini:',Gini)
```

```
percent_concordance: 0.8104631217838765
AUC: 0.9018010291595197
Gini: 0.8036020583190393
```

KẾT LUẬN

Xác suất bệnh mạch vành bắt nguồn từ các hàm phân biệt là đáng tin cậy và hữu ích về mặt lâm sàng khi áp dụng cho những bệnh nhân mắc hội chứng đau ngực và tỷ lệ mắc bệnh ở mức độ trung bình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bệnh tim mạch (CVD) ở Việt Nam

Bệnh tim mạch (CVD)

who.int

Heart Disease Dataset

Public Health Dataset

kaggle.com

UCI Machine Learning Repository

Discover datasets around the world!

ics.uci.edu

PHỤ LỤC

No.	Column name	Description	Value
1	age	Age	[29:77]
2	sex	Sex	(1 = male; 0 = female)
3	cp	Chest pain type	4 values -- Value 1: typical angina -- Value 2: atypical angina -- Value 3: non-anginal pain -- Value 4: asymptomatic
4	trestbps	Resting blood pressure	in mm Hg
5	chol	Serum cholesterol	in mg/dl
6	fbs	Fasting blood sugar	> 120 mg/dl (0 - normal/false; 1 - abnormal/true)
7	restecg	Resting electrocardiographic results	3 values -- Value 0: normal -- Value 1: having ST-T wave abnormality (T wave inversions and/or ST elevation or depression of > 0.05 mV) -- Value 2: showing probable or definite left ventricular hypertrophy by Estes' criteria
8	thalach	Maximum heart rate achieved	in bpm
9	exang	Exerciseinduced angina	Yes/No
10	oldpeak	ST depression induced by exercise relative to rest	
11	slope	Slope of the peak exercise ST segment	3 values -- Value 1: upsloping -- Value 2: flat -- Value 3: downsloping
12	ca	Number of major vessels colored by fluoroscopy	
13	thal	Heart rate	4 values
14	target	Heart disease in the patient	Yes/No

THANK YOU