- Gaussian:

Ảnh train:

```
BGM = BayesianGaussianMixture(n_components=6,covariance_type='full',random_state=1,n_init=15)
# fit model and predict clusters
preds = BGM.fit_predict(X)

#Adding the Clusters feature to the orignal dataframe.
df["Clusters"]= preds
```

```
[92] pp=BGM.predict_proba(X)# Calcualting the probabilities of each prediction
     df_new=pd.DataFrame(X,columns=feats)
     df_new[[f'predict_proba_{i}' for i in range(6)]]=pp # creating new dataframe columns of probabilites
     df_new['preds']=preds
     df_new['predict_proba']=np.max(pp,axis=1)
     df_new['predict']=np.argmax(pp,axis=1)

     train_index=np.array([])
     for n in range(6):
         n_inx=df_new[(df_new.preds==n) & (df_new.predict_proba > 0.68)].index
         train_index = np.concatenate((train_index, n_inx))
```

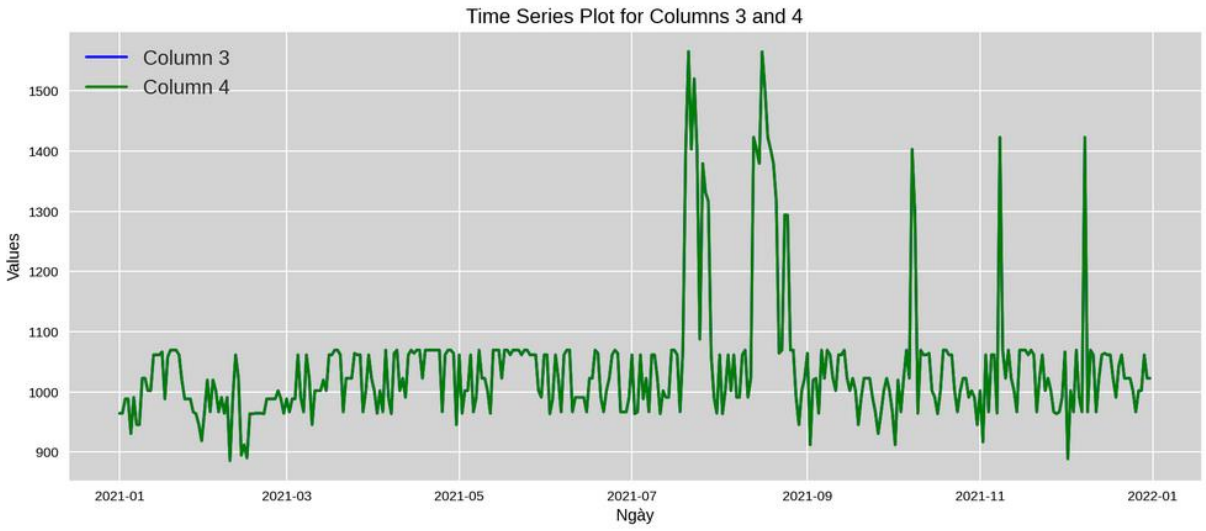
```
[93] from sklearn.model_selection import StratifiedKFold
     X_new=df_new.loc[train_index][feats]
     y=df_new.loc[train_index]['preds']

     params_lgb = {'learning_rate': 0.06,'objective': 'multiclass','boosting': 'gbdt','n_jobs': -1,'verbosity': -1, 'num_classe

     model_list=[]

     gkf = StratifiedKFold(11)
     for fold, (train_idx, valid_idx) in enumerate(gkf.split(X_new,y)):

         tr_dataset = lgb.Dataset(X_new.iloc[train_idx],y.iloc[train_idx],feature_name = feats)
         vl_dataset = lgb.Dataset(X_new.iloc[valid_idx],y.iloc[valid_idx],feature_name = feats)

         model = lgb.train(params = params_lgb,
                     train_set = tr_dataset,
                     valid_sets =  vl_dataset,
                     num_boost_round = 5000,
                     callbacks=[ lgb.early_stopping(stopping_rounds=300, verbose=False), lgb.log_evaluation(period=200)])

         model_list.append(model)
```

Ảnh kết quả:

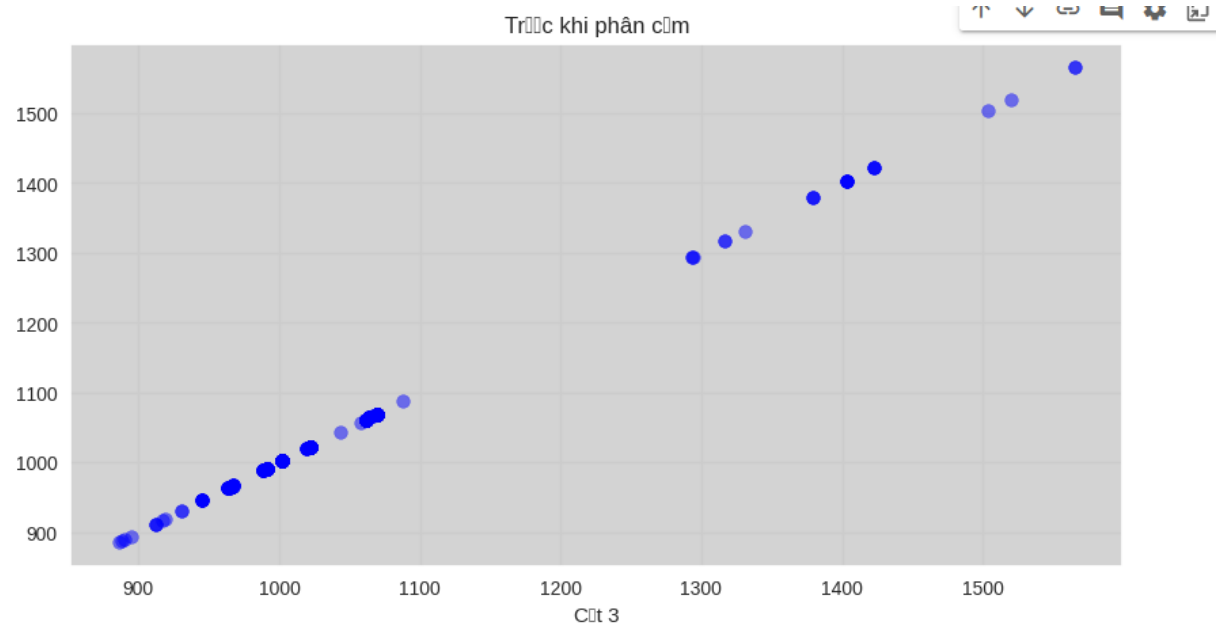
```
[200]   valid_0's multi_logloss: 0.000151726
[400]   valid_0's multi_logloss: 0.000151726
[200]   valid_0's multi_logloss: 0.000153686
[400]   valid_0's multi_logloss: 0.000153686
[200]   valid_0's multi_logloss: 0.000155722
[400]   valid_0's multi_logloss: 0.000155722
[200]   valid_0's multi_logloss: 0.000156754
[400]   valid_0's multi_logloss: 0.000156754
[200]   valid_0's multi_logloss: 0.000153261
[400]   valid_0's multi_logloss: 0.000153261
[200]   valid_0's multi_logloss: 0.00015524
[400]   valid_0's multi_logloss: 0.00015524
[200]   valid_0's multi_logloss: 0.000155472
[400]   valid_0's multi_logloss: 0.000155472
[200]   valid_0's multi_logloss: 9.92419e-06
[400]   valid_0's multi_logloss: 9.8222e-06
[600]   valid_0's multi_logloss: 9.75475e-06
[800]   valid_0's multi_logloss: 9.70667e-06
[1000]  valid_0's multi_logloss: 9.67072e-06
[1200]  valid_0's multi_logloss: 9.64285e-06
[1400]  valid_0's multi_logloss: 9.62062e-06
[1600]  valid_0's multi_logloss: 9.60248e-06
[1800]  valid_0's multi_logloss: 9.5874e-06
[2000]  valid_0's multi_logloss: 9.57468e-06
[2200]  valid_0's multi_logloss: 9.5638e-06
```

- EDA:

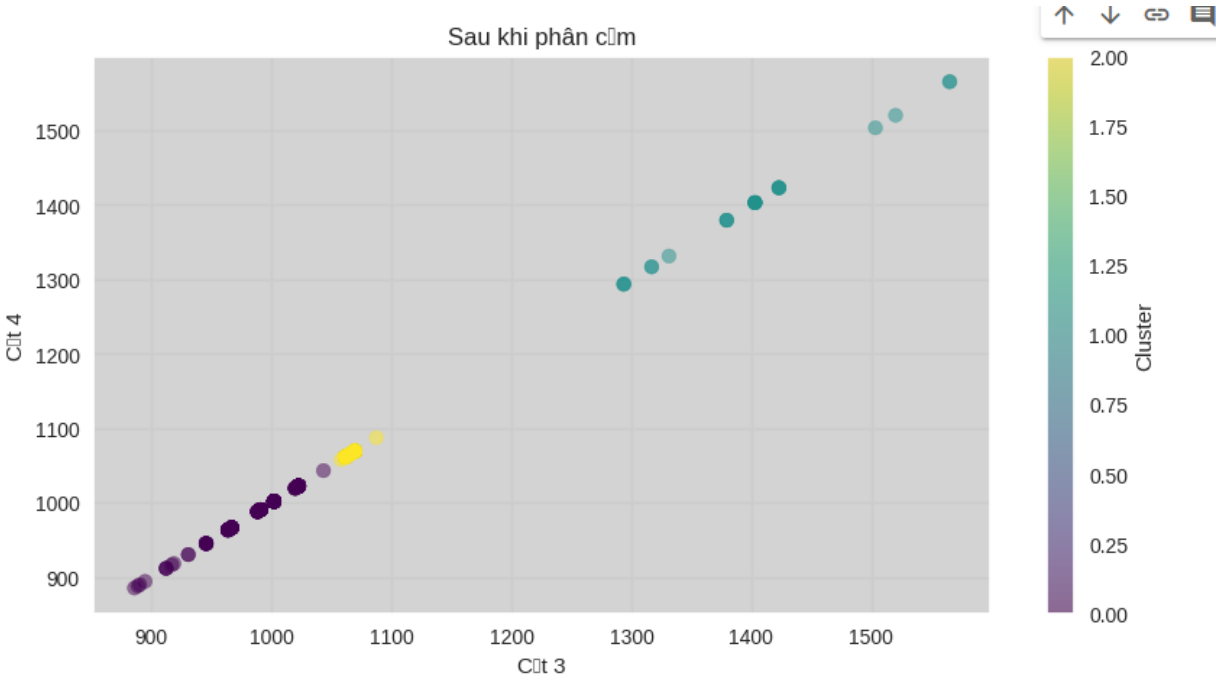
Dữ liệu theo chuỗi thời gian:



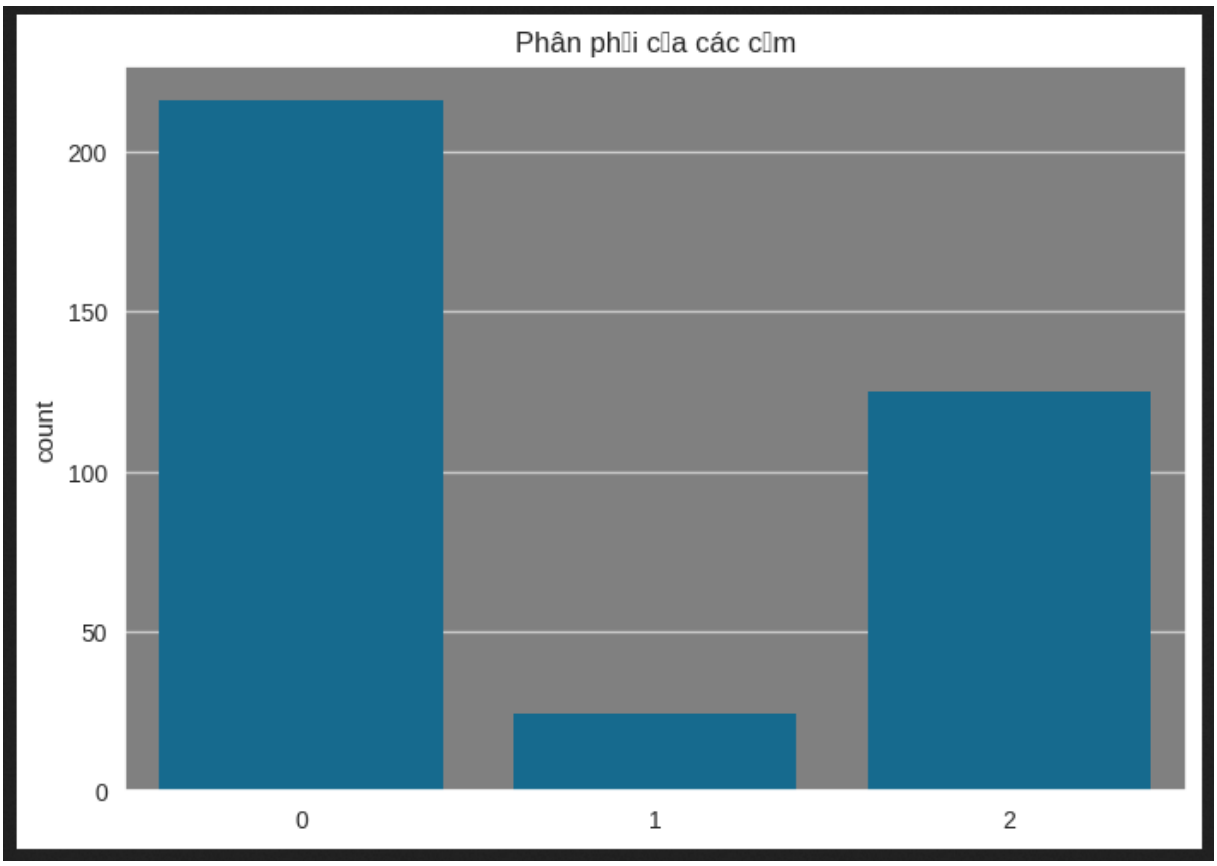
Data trước khi phân cụm:



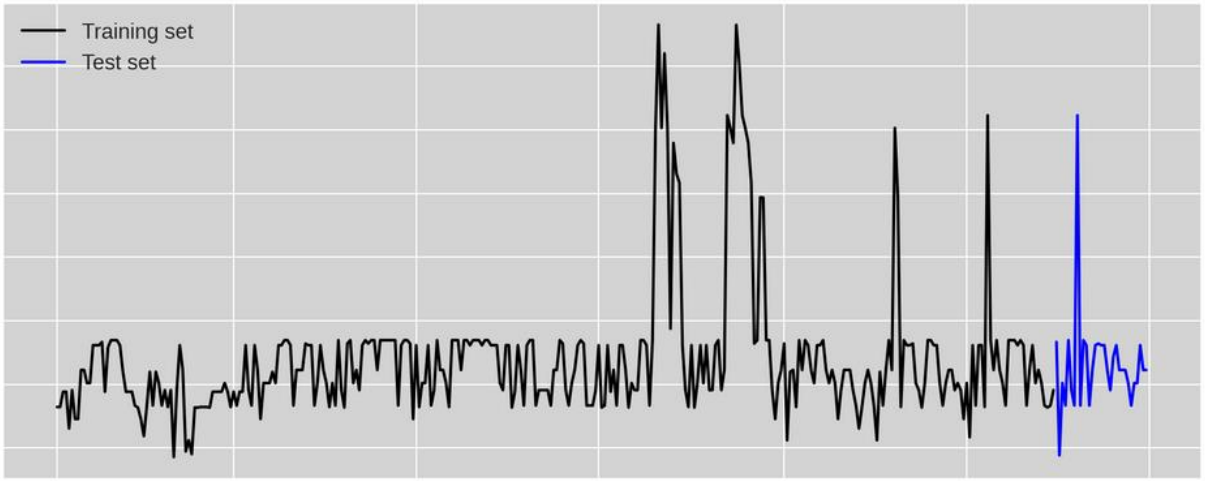
Data sau khi phân cụm:



Phân phối dữ liệu theo các cụm:



Từ biểu đồ ta thấy rằng cụm 0 chứa nhiều điểm dữ liệu nhất.



- LSTM:

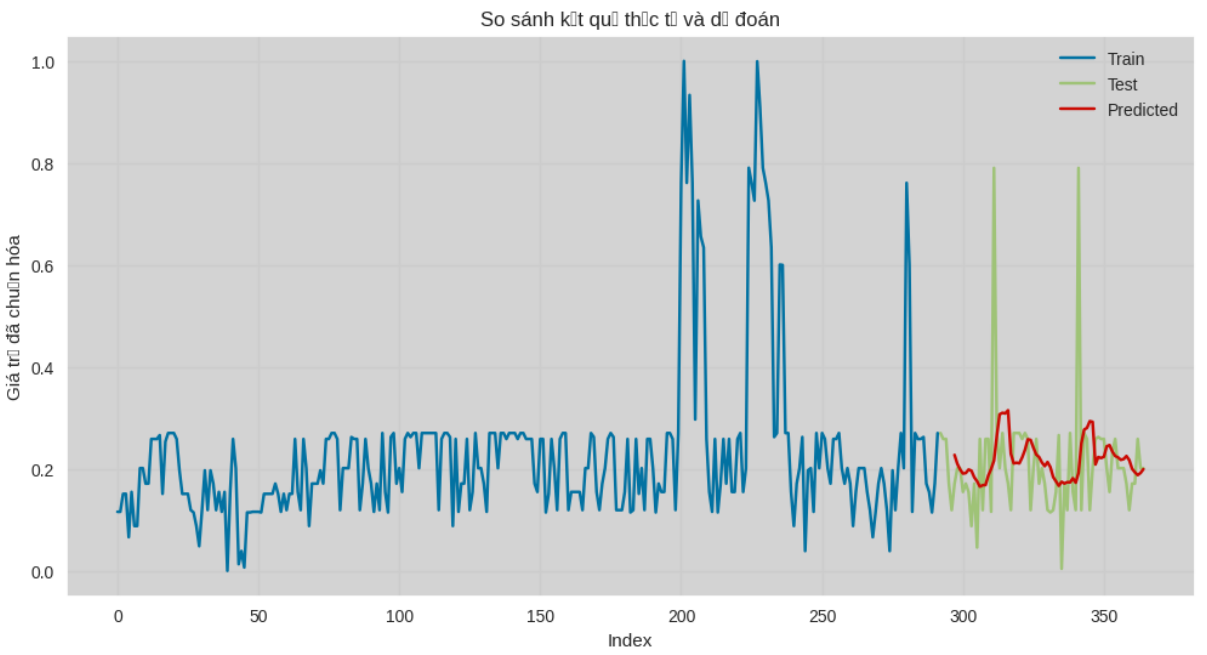
Ảnh train:

```
[109] # Chọn các cột cần thiết
      feats = ['3', '4']
      selected_data = df[feats]
      print(selected_data.head(20))

      # Sử dụng MinMaxScaler để chuẩn hóa các cột đã chọn về khoảng 0-1
      scaler = MinMaxScaler()
      scaled_data = scaler.fit_transform(selected_data)
      scaled_df = pd.DataFrame(scaled_data, columns=feats)
      print(scaled_df.head(20))

      # Chuẩn bị dữ liệu cho LSTM
      window_size = 5

      def create_windowed_dataset(data, window_size):
          X, y = [], []
          for i in range(len(data) - window_size):
              X.append(data[i:i + window_size])
              y.append(data[i + window_size])
          return np.array(X), np.array(y)
```

```
[109] # Chia dữ liệu thành train và test
      split_ratio = 0.8
      split_index = int(len(scaled_df) * split_ratio)
      train_data = scaled_df.values[:split_index]
      test_data = scaled_df.values[split_index:]

      # Tạo dữ liệu train và test theo cửa sổ thời gian
      X_train, y_train = create_windowed_dataset(train_data, window_size)
      X_test, y_test = create_windowed_dataset(test_data, window_size)

      # Thay đổi hình dạng của dữ liệu để phù hợp với LSTM
      X_train = X_train.reshape((X_train.shape[0], X_train.shape[1], X_train.shape[2]))
      X_test = X_test.reshape((X_test.shape[0], X_test.shape[1], X_test.shape[2]))

      # Xây dựng mô hình LSTM
      model = Sequential()
      model.add(LSTM(50, return_sequences=True, input_shape=(window_size, X_train.shape[2])))
      model.add(LSTM(50))
      model.add(Dense(X_train.shape[2]))

      model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')
      model.summary()
```

```
model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')
model.summary()

# Huấn luyện mô hình
model.fit(X_train, y_train, epochs=20, batch_size=32, validation_split=0.2)

# Dự đoán trên dữ liệu test
predictions = model.predict(X_test)

# Vẽ biểu đồ so sánh kết quả thực tế và dự đoán
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(range(len(train_data)), train_data[:, 0], label='Train')
plt.plot(range(len(train_data), len(train_data) + len(test_data)), test_data[:, 0], label='Test')
plt.plot(range(len(train_data) + window_size, len(train_data) + window_size + len(predictions)), predictions[:, 0], label=
plt.title('So sánh kết quả thực tế và dự đoán')
plt.xlabel('Index')
plt.ylabel('Giá trị đã chuẩn hóa')
plt.legend()
plt.show()
```

Ảnh kết quả:


So sánh kết quả thực tế và dự đoán
Train
Test
Predicted
Giá trị đã chuẩn hóa
Index
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0
50
100
150
200
250
300
350