Bài 1.

1 sử dụng LSTM để phân tích tập data-ecom_quangnv

kiến trúc LSTM

layer1:128 neuron

layer2:64 neuron

layer3:32 neuron

layer4:16neuron

(chú ý k dropout gọi model1)

2.sử dụng model1 để dự đoan sở thích gì dùng về phone, laptop, clothes

3. Xây dựng model2 với dropout 0,2 cho layer 1,2,3

4. Sử dụng loss và accuracy để kiểm tra overfiting của model1 và model2 visualize

5 sử dụng model2 để dự đoán sở thích người dung phone, laptop, clothes

6. Sử dụng MEA, MSE, RMSE để so sánh 2 mô hình dùng visualize

7. Đánh giá bằng lời của mục 6,4

Bài 2

1. Sử dụng augimentation (4 kỹ thuật) để tạo data_hoa_ang_Hungnt và lưu vào C:\DATA (print out 5 ảnh trước/sau)

2. Xây dựng mô hình CNN với 5 layer

3. Sử dụng biểu đồ để đánh giá loss/accurary của model trên 2 tập data(có và không cùng) có overlfit không? Nhận xét

4. Thêm dropout để xem có cải tiến không? Biểu đồ

Bài 1

1.1

```
import pandas as pd
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Embedding, LSTM, Dense

# ========================================
# 1. Đọc dữ liệu
# ========================================
file_path = r"C:\DATA\data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)

print("Tổng số mẫu:", len(df))
print(df.head())

# ========================================
# 2. Tiền xử lý văn bản
# ========================================
texts = df['Review_VN'].astype(str).tolist()
labels = df['Rating'].values - 1  # chuyển từ [1-5] -> [0-4] cho classification

# Tokenizer chuyển text sang số
tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")
tokenizer.fit_on_texts(texts)
sequences = tokenizer.texts_to_sequences(texts)
```

```python
# Padding cho cùng độ dài
max_len = 50
X = pad_sequences(sequences, maxlen=max_len, padding='post', truncating='post')

# Chuyển label sang one-hot (nếu classification)
y = tf.keras.utils.to_categorical(labels, num_classes=5)

# ========================================
# 3. Xây dựng mô hình LSTM (model1)
# ========================================
embedding_dim = 128

model1 = Sequential([
    Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim, input_length=max_len),
    LSTM(128, return_sequences=True),
    LSTM(64, return_sequences=True),
    LSTM(32, return_sequences=True),
    LSTM(16),
    Dense(5, activation='softmax')
])

model1.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
    metrics=['accuracy']
)

model1.summary()
```

```
    metrics=['accuracy']
)

model1.summary()

# ==========================================
# 4. Huấn luyện mô hình
# ==========================================
history = model1.fit(
    X, y,
    epochs=5,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    verbose=1
)

# ==========================================
# 5. Đánh giá & lưu model
# ==========================================
loss, acc = model1.evaluate(X, y)
print(f"Độ chính xác trên toàn bộ tập: {acc:.2f}")

model1.save("model1_lstm_ecom.h5")
print("Đã lưu model: model1_lstm_ecom.h5")
```

```
Tổng số mẫu: 50000
      UserID        ItemID  Rating  \
0  User_0001  Clothes_0001       4
1  User_0001   Laptop_0002       4
2  User_0001    Phone_0003       1
3  User_0001    Phone_0004       1
4  User_0001  Clothes_0005       1

                                      Review_VN Category
0   Chất liệu tốt, màu đúng hình, chỉ hơi rộng chút.  clothes
1           Máy chạy mượt, nhưng bàn phím hơi cứng.   laptop
2  Điện thoại lỗi, sạc không vào, thật sự thất vọng.    phone
3  Điện thoại lỗi, sạc không vào, thật sự thất vọng.    phone
4                    Áo rách khi nhận hàng, rất tệ.  clothes
D:\program-file\envs\assign6_recommender\Lib\site-packages\keras\src\layers\core\embedding.py:97:
st remove it.
  warnings.warn(
```

Model: "sequential_1"

Layer (type)	Output Shape	Param #
embedding_1 (Embedding)	?	0 (unbuilt)
lstm_4 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
lstm_5 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
lstm_6 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
lstm_7 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
dense_1 (Dense)	?	0 (unbuilt)

Total params: 0 (0.00 B)

Trainable params: 0 (0.00 B)

Non-trainable params: 0 (0.00 B)

```
    Non-trainable params: 0 (0.00 B)

Epoch 1/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 148s 109ms/step - accuracy: 0.6517 - loss: 0.4929 - val_accuracy: 0.6575 - val_loss: 0.4652
Epoch 2/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 148s 118ms/step - accuracy: 0.6593 - loss: 0.4829 - val_accuracy: 0.6657 - val_loss: 0.4669
Epoch 3/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 143s 115ms/step - accuracy: 0.6696 - loss: 0.4656 - val_accuracy: 0.6657 - val_loss: 0.4569
Epoch 4/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 135s 108ms/step - accuracy: 0.6679 - loss: 0.4633 - val_accuracy: 0.6657 - val_loss: 0.4581
Epoch 5/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 140s 106ms/step - accuracy: 0.6289 - loss: 0.5954 - val_accuracy: 0.6092 - val_loss: 0.6285
WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via `model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format is
e recommend using instead the native Keras format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or `keras.saving.save_model(model, 'my_model
✅ Đã lưu model: model1_predict_interest.h5
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 1s 650ms/step

🎯 Kết quả dự đoán:
- Review: Điện thoại pin khỏe, màn hình sáng rõ, camera rất tốt.
  → Dự đoán: clothes

- Review: Áo đẹp, vải mịn, màu giống hình, tôi rất thích!
  → Dự đoán: clothes

- Review: Laptop chạy mượt, pin bền, rất phù hợp để làm việc.
  → Dự đoán: laptop
```

```
# ==========================================1.2

# 1. Import thư viện

# ==========================================

import pandas as pd

import tensorflow as tf

from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer

from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences

from tensorflow.keras.models import Sequential

from tensorflow.keras.layers import Embedding, LSTM, Dense

from sklearn.preprocessing import LabelEncoder

from tensorflow.keras.utils import to_categorical
```

```
# ==========================================
# 2. Đọc dữ liệu
# ==========================================
file_path = r"C:\DATA\data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)

print("Tổng số dòng:", len(df))
print(df.head())

# ==========================================
# 3. Chuẩn bị dữ liệu huấn luyện
# ==========================================
texts = df["Review_VN"].astype(str).tolist()
labels = df["Category"].astype(str).tolist()

# Tokenizer để chuyển review thành chuỗi số
tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")
tokenizer.fit_on_texts(texts)
X = pad_sequences(tokenizer.texts_to_sequences(texts), maxlen=50,
padding='post')
```

```
# Mã hóa nhãn (Category)
label_encoder = LabelEncoder()
y = label_encoder.fit_transform(labels)
y = to_categorical(y)

print("Các nhãn:", label_encoder.classes_)

# ==========================================
# 4. Xây dựng model1 (LSTM 128-64-32-16)
# ==========================================
embedding_dim = 128

model1 = Sequential([
    Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim,
input_length=50),
    LSTM(128, return_sequences=True),
    LSTM(64, return_sequences=True),
    LSTM(32, return_sequences=True),
    LSTM(16),
```

```
    Dense(3, activation='softmax')  # 3 loại: phone, laptop, clothes
])

model1.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
    metrics=['accuracy']
)

model1.summary()

# ==========================================
# 5. Huấn luyện model1
# ==========================================
history = model1.fit(
    X, y,
    epochs=5,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    verbose=1
```

```
)

# ========================================
# 6. Lưu model đã huấn luyện
# ========================================
model1.save("model1_predict_interest.h5")
print("✅ Đã lưu model: model1_predict_interest.h5")

# ========================================
# 7. Dự đoán loại sản phẩm yêu thích
# ========================================
new_reviews = [
    "Điện thoại pin khỏe, màn hình sáng rõ, camera rất tốt.",
    "Áo đẹp, vải mịn, màu giống hình, tôi rất thích!",
    "Laptop chạy mượt, pin bền, rất phù hợp để làm việc."
]

seqs = tokenizer.texts_to_sequences(new_reviews)
padded = pad_sequences(seqs, maxlen=50, padding='post')
```

preds = model1.predict(padded)

pred_classes = label_encoder.inverse_transform(preds.argmax(axis=1))

print("\n🎯 Kết quả dự đoán:")

for review, cat in zip(new_reviews, pred_classes):

    print(f"- Review: {review}\n → Dự đoán: {cat}\n")

1.2

```
# ==========================================
# 1. Import thư viện
# ==========================================
import pandas as pd
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Embedding, LSTM, Dense
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
from tensorflow.keras.utils import to_categorical

# ==========================================
# 2. Đọc dữ liệu
# ==========================================
file_path = "data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)

print("Tổng số dòng:", len(df))
print(df.head())
```

```python
# ========================================
# 3. Chuẩn bị dữ liệu huấn luyện
# ========================================
texts = df["Review_VN"].astype(str).tolist()
labels = df["Category"].astype(str).tolist()

# Tokenizer để chuyển review thành chuỗi số
tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")
tokenizer.fit_on_texts(texts)
X = pad_sequences(tokenizer.texts_to_sequences(texts), maxlen=50, padding='post')

# Mã hóa nhãn (Category)
label_encoder = LabelEncoder()
y = label_encoder.fit_transform(labels)
y = to_categorical(y)

print("Các nhãn:", label_encoder.classes_)

# ========================================
# 4. Xây dựng model1 (LSTM 128-64-32-16)
# ========================================
embedding_dim = 128
```

```python
model1 = Sequential([
    Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim, input_length=50),
    LSTM(128, return_sequences=True),
    LSTM(64, return_sequences=True),
    LSTM(32, return_sequences=True),
    LSTM(16),
    Dense(3, activation='softmax')  # 3 loại: phone, laptop, clothes
])

model1.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
    metrics=['accuracy']
)

model1.summary()

# ========================================
# 5. Huấn luyện model1
# ========================================
history = model1.fit(
    X, y,
    epochs=5,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    verbose=1
)
```

```python
# ========================================
# 6. Lưu model đã huấn luyện
# ========================================
model1.save("model1_predict_interest.h5")
print("✅ Đã lưu model: model1_predict_interest.h5")

# ========================================
# 7. Dự đoán loại sản phẩm yêu thích
# ========================================
new_reviews = [
    "Điện thoại pin khỏe, màn hình sáng rõ, camera rất tốt.",
    "Áo đẹp, vải mịn, màu giống hình, tôi rất thích!",
    "Laptop chạy mượt, pin bền, rất phù hợp để làm việc."
]

seqs = tokenizer.texts_to_sequences(new_reviews)
padded = pad_sequences(seqs, maxlen=50, padding='post')

preds = model1.predict(padded)
pred_classes = label_encoder.inverse_transform(preds.argmax(axis=1))

print("\n🎯 Kết quả dự đoán:")
for review, cat in zip(new_reviews, pred_classes):
    print(f"- Review: {review}\n  → Dự đoán: {cat}\n")
```

```
Tổng số dòng: 50000
      UserID        ItemID  Rating  \
0  User_0001  Clothes_0001       4
1  User_0001   Laptop_0002       4
2  User_0001    Phone_0003       1
3  User_0001    Phone_0004       1
4  User_0001  Clothes_0005       1

                                        Review_VN Category
0   Chất liệu tốt, màu đúng hình, chỉ hơi rộng chút.  clothes
1           Máy chạy mượt, nhưng bàn phím hơi cứng.   laptop
2  Điện thoại lỗi, sạc không vào, thật sự thất vọng.    phone
3  Điện thoại lỗi, sạc không vào, thật sự thất vọng.    phone
4                    Áo rách khi nhận hàng, rất tệ.  clothes
Các nhãn: ['clothes' 'laptop' 'phone']
D:\program-file\envs\assign6_recommender\Lib\site-packages\keras\src\lay
st remove it.
  warnings.warn(
```

Model: "sequential_2"

Layer (type)	Output Shape	Param #
embedding_2 (Embedding)	?	0 (unbuilt)
lstm_8 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
lstm_9 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
lstm_10 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
lstm_11 (LSTM)	?	0 (unbuilt)
dense_2 (Dense)	?	0 (unbuilt)

Total params: 0 (0.00 B)

Trainable params: 0 (0.00 B)

Non-trainable params: 0 (0.00 B)

```
Tổng số dòng: 50000
      UserID        ItemID  Rating  \
0  User_0001  Clothes_0001       4
1  User_0001   Laptop_0002       4
2  User_0001    Phone_0003       1
3  User_0001    Phone_0004       1
4  User_0001  Clothes_0005       1

                                        Review_VN Category
0   Chất liệu tốt, màu đúng hình, chỉ hơi rộng chút.  clothes
1           Máy chạy mượt, nhưng bàn phím hơi cứng.   laptop
2  Điện thoại lỗi, sạc không vào, thật sự thất vọng.    phone
3  Điện thoại lỗi, sạc không vào, thật sự thất vọng.    phone
4                    Áo rách khi nhận hàng, rất tệ.  clothes
Các nhãn: ['clothes' 'laptop' 'phone']
D:\program-file\envs\assign6_recommender\Lib\site-packages\keras\src\layers\cor
ust remove it.
  warnings.warn(
```

Model: "sequential_2"

```
Epoch 1/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 148s 109ms/step - accuracy: 0.6517 - loss: 0.4929 - val_accuracy: 0.6575 - val_loss: 0.4652
Epoch 2/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 148s 118ms/step - accuracy: 0.6593 - loss: 0.4829 - val_accuracy: 0.6657 - val_loss: 0.4669
Epoch 3/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 143s 115ms/step - accuracy: 0.6696 - loss: 0.4656 - val_accuracy: 0.6657 - val_loss: 0.4569
Epoch 4/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 135s 108ms/step - accuracy: 0.6679 - loss: 0.4633 - val_accuracy: 0.6657 - val_loss: 0.4581
Epoch 5/5
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 140s 106ms/step - accuracy: 0.6289 - loss: 0.5954 - val_accuracy: 0.6092 - val_loss: 0.6285
WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via `model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format i
e recommend using instead the native Keras format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or `keras.saving.save_model(model, 'my_mod
✅ Đã lưu model: model1_predict_interest.h5
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 1s 650ms/step

🎯 Kết quả dự đoán:
- Review: Điện thoại pin khỏe, màn hình sáng rõ, camera rất tốt.
  → Dự đoán: clothes

- Review: Áo đẹp, vải mịn, màu giống hình, tôi rất thích!
  → Dự đoán: clothes

- Review: Laptop chạy mượt, pin bền, rất phù hợp để làm việc.
  → Dự đoán: laptop
```

```
# ==========================================1.2

# 1. Import thư viện

# ==========================================
```

```
import pandas as pd
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Embedding, LSTM, Dense
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
from tensorflow.keras.utils import to_categorical

# ==========================================
# 2. Đọc dữ liệu
# ==========================================
file_path = r"C:\DATA\data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)

print("Tổng số dòng:", len(df))
print(df.head())

# ==========================================
# 3. Chuẩn bị dữ liệu huấn luyện
```

```
# ========================================

texts = df["Review_VN"].astype(str).tolist()

labels = df["Category"].astype(str).tolist()


# Tokenizer để chuyển review thành chuỗi số

tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")

tokenizer.fit_on_texts(texts)

X = pad_sequences(tokenizer.texts_to_sequences(texts), maxlen=50,
padding='post')


# Mã hóa nhãn (Category)

label_encoder = LabelEncoder()

y = label_encoder.fit_transform(labels)

y = to_categorical(y)


print("Các nhãn:", label_encoder.classes_)


# ========================================

# 4. Xây dựng model1 (LSTM 128-64-32-16)

# ========================================
```

```
embedding_dim = 128

model1 = Sequential([
    Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim, input_length=50),
    LSTM(128, return_sequences=True),
    LSTM(64, return_sequences=True),
    LSTM(32, return_sequences=True),
    LSTM(16),
    Dense(3, activation='softmax')  # 3 loại: phone, laptop, clothes
])

model1.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
    metrics=['accuracy']
)

model1.summary()
```

```
# ========================================
# 5. Huấn luyện model1
# ========================================
history = model1.fit(
    X, y,
    epochs=5,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    verbose=1
)

# ========================================
# 6. Lưu model đã huấn luyện
# ========================================
model1.save("model1_predict_interest.h5")
print("✅ Đã lưu model: model1_predict_interest.h5")

# ========================================
# 7. Dự đoán loại sản phẩm yêu thích
# ========================================
```

```
new_reviews = [
    "Điện thoại pin khỏe, màn hình sáng rõ, camera rất tốt.",
    "Áo đẹp, vải mịn, màu giống hình, tôi rất thích!",
    "Laptop chạy mượt, pin bền, rất phù hợp để làm việc."
]

seqs = tokenizer.texts_to_sequences(new_reviews)
padded = pad_sequences(seqs, maxlen=50, padding='post')

preds = model1.predict(padded)
pred_classes = label_encoder.inverse_transform(preds.argmax(axis=1))

print("\n🎯 Kết quả dự đoán:")
for review, cat in zip(new_reviews, pred_classes):
    print(f"- Review: {review}\n  → Dự đoán: {cat}\n")
```

1.3

```
model2 = Sequential([
    Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim, input_length=50),

    # Layer 1: LSTM 128 + Dropout 0.2
    LSTM(128, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),

    # Layer 2: LSTM 64 + Dropout 0.2
    LSTM(64, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),

    # Layer 3: LSTM 32 + Dropout 0.2
    LSTM(32, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),

    # Layer 4: LSTM 16 (không dropout)
    LSTM(16),

    # Output layer
    Dense(3, activation='softmax')  # 3 loại: phone, laptop, clothes
])
```

model2 = Sequential([

Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim, input_length=50),

Layer 1: LSTM 128 + Dropout 0.2

LSTM(128, return_sequences=True),

Dropout(0.2),

```
    # Layer 2: LSTM 64 + Dropout 0.2
    LSTM(64, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),

    # Layer 3: LSTM 32 + Dropout 0.2
    LSTM(32, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),

    # Layer 4: LSTM 16 (không dropout)
    LSTM(16),

    # Output layer
    Dense(3, activation='softmax')  # 3 loại: phone, laptop, clothes
])
```

1.4

```
# ========================================
# 3. Xây dựng model1 (Không dropout)
# ========================================
embedding_dim = 128

model1 = Sequential([
    Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim, input_length=50),
    LSTM(128, return_sequences=True),
    LSTM(64, return_sequences=True),
    LSTM(32, return_sequences=True),
    LSTM(16),
    Dense(3, activation='softmax')
])

model1.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
    metrics=['accuracy']
)
```

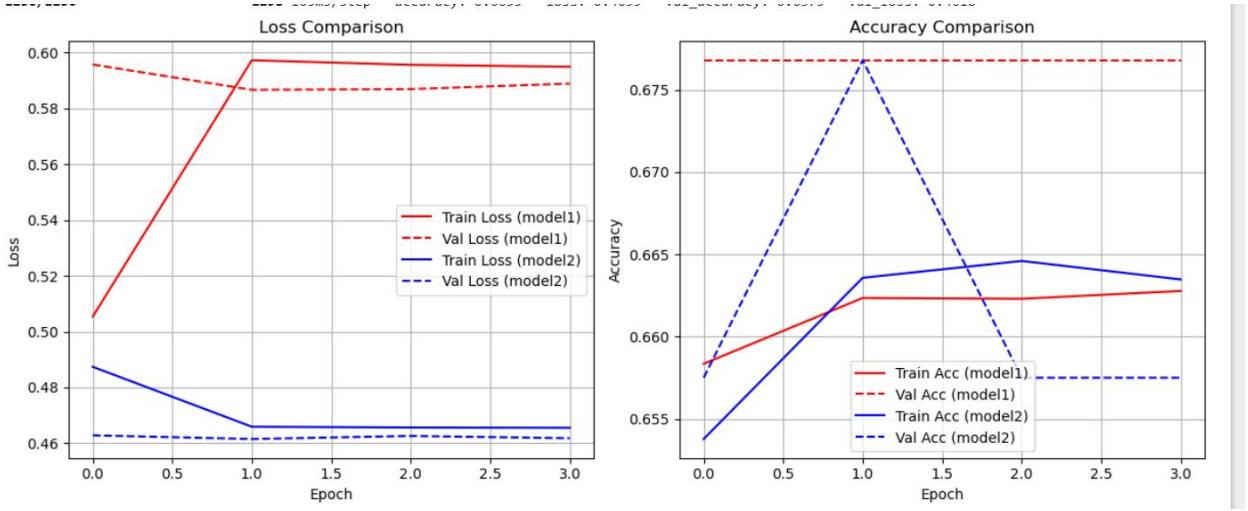
```python
# ==========================================
# 4. Xây dựng model2 (Dropout 0.2 ở 3 lớp đầu)
# ==========================================
model2 = Sequential([
    Embedding(input_dim=10000, output_dim=embedding_dim, input_length=50),
    LSTM(128, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),
    LSTM(64, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),
    LSTM(32, return_sequences=True),
    Dropout(0.2),
    LSTM(16),
    Dense(3, activation='softmax')
])

model2.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
    metrics=['accuracy']
)
```

```python
# ==========================================
# 5. Huấn luyện cả 2 model
# ==========================================
print("\n🚀 Training model1 (No Dropout)...")
history1 = model1.fit(
    X, y,
    epochs=8,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    verbose=1
)

print("\n🚀 Training model2 (Dropout=0.2)...")
history2 = model2.fit(
    X, y,
    epochs=8,
    batch_size=32,
    validation_split=0.2,
    verbose=1
)
```

```python
# ========================================
# 6. So sánh Loss & Accuracy (Visualize)
# ========================================
plt.figure(figsize=(12, 5))

# ---- Loss ----
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(history1.history['loss'], 'r-', label='Train Loss (model1)')
plt.plot(history1.history['val_loss'], 'r--', label='Val Loss (model1)')
plt.plot(history2.history['loss'], 'b-', label='Train Loss (model2)')
plt.plot(history2.history['val_loss'], 'b--', label='Val Loss (model2)')
plt.title('Loss Comparison')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylabel('Loss')
plt.legend()
plt.grid(True)

# ---- Accuracy ----
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(history1.history['accuracy'], 'r-', label='Train Acc (model1)')
plt.plot(history1.history['val_accuracy'], 'r--', label='Val Acc (model1)')
plt.plot(history2.history['accuracy'], 'b-', label='Train Acc (model2)')
plt.plot(history2.history['val_accuracy'], 'b--', label='Val Acc (model2)')
plt.title('Accuracy Comparison')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylabel('Accuracy')
plt.legend()
plt.grid(True)
```

```python
plt.tight_layout()
plt.show()

# ========================================
# 7. Kết luận nhanh về overfitting
# ========================================
def check_overfit(hist):
    train_acc = hist.history['accuracy'][-1]
    val_acc = hist.history['val_accuracy'][-1]
    diff = train_acc - val_acc
    if diff > 0.1:
        return f"⚠️ Có dấu hiệu overfitting (chênh lệch {diff:.2f})"
    else:
        return f"✅ Không có overfitting rõ rệt (chênh lệch {diff:.2f})"

print("\n📊 Đánh giá model1:", check_overfit(history1))
print("📊 Đánh giá model2:", check_overfit(history2))
```

```
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 128s 97ms/step - accuracy: 0.6583 - loss: 0.5054 - val_accuracy: 0.6768 - val_loss: 0.5958
Epoch 2/4
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 119s 96ms/step - accuracy: 0.6623 - loss: 0.5973 - val_accuracy: 0.6768 - val_loss: 0.5867
Epoch 3/4
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 129s 103ms/step - accuracy: 0.6623 - loss: 0.5957 - val_accuracy: 0.6768 - val_loss: 0.5870
Epoch 4/4
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 121s 97ms/step - accuracy: 0.6628 - loss: 0.5950 - val_accuracy: 0.6768 - val_loss: 0.5889

🚀 Training model2 (Dropout=0.2)...
Epoch 1/4
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 131s 99ms/step - accuracy: 0.6538 - loss: 0.4874 - val_accuracy: 0.6575 - val_loss: 0.4628
Epoch 2/4
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 125s 100ms/step - accuracy: 0.6636 - loss: 0.4659 - val_accuracy: 0.6768 - val_loss: 0.4615
Epoch 3/4
1250/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 125s 100ms/step - accuracy: 0.6646 - loss: 0.4657 - val_accuracy: 0.6575 - val_loss: 0.4626
Epoch 4/4
 271/1250 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 1:29 92ms/step - accuracy: 0.6696 - loss: 0.4688
```



1.5

```python
# ==========================================
# 1. Import thư viện
# ==========================================
import pandas as pd
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
import numpy as np

# ==========================================
# 2. Đọc dữ liệu & tokenizer, encoder (phục hồi)
# ==========================================
file_path = "data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)

texts = df["Review_VN"].astype(str).tolist()
labels = df["Category"].astype(str).tolist()

# Tokenizer
tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")
tokenizer.fit_on_texts(texts)

# LabelEncoder
label_encoder = LabelEncoder()
label_encoder.fit(labels)
```

```python
# ==========================================
# 3. Load model2 đã huấn luyện
# ==========================================
model2 = tf.keras.models.load_model("model2_lstm_dropout.h5")
print("✅ Đã load model2 thành công!")

# ==========================================
# 4. Dữ liệu test (review người dùng)
# ==========================================
new_reviews = [
    "Tôi rất thích chiếc điện thoại này, pin khỏe, màn hình rõ, dùng rất mượt.",
    "Chiếc laptop này rất bền, gõ phím êm và chạy mượt mà.",
    "Áo này vải mềm, màu đẹp, mặc thoải mái vô cùng.",
    "Máy tính chạy ổn, pin tốt, màn hình sắc nét.",
    "Quần này form đẹp, chất liệu mịn, rất đáng tiền.",
    "Điện thoại hay bị nóng, nhưng camera chụp đẹp.",
    "Áo bị phai màu sau khi giặt lần đầu, thất vọng.",
]

# Chuyển văn bản → chuỗi số
seqs = tokenizer.texts_to_sequences(new_reviews)
padded = pad_sequences(seqs, maxlen=50, padding='post')
```

```python
# Chuyển văn bản → chuỗi số
seqs = tokenizer.texts_to_sequences(new_reviews)
padded = pad_sequences(seqs, maxlen=50, padding='post')

# ==========================================
# 5. Dự đoán
# ==========================================
preds = model2.predict(padded)
pred_classes = label_encoder.inverse_transform(preds.argmax(axis=1))
probabilities = np.max(preds, axis=1)

# ==========================================
# 6. Hiển thị kết quả
# ==========================================
print("\n🎯 Dự đoán sở thích người dùng (model2):\n")
for review, cat, prob in zip(new_reviews, pred_classes, probabilities):
    print(f"- Review: {review}\n  → Dự đoán: {cat.upper()} ({prob*100:.2f}%)\n")
```

==========

```
# 1. Import thư viện
# ==========================================
import pandas as pd
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
import numpy as np

# ==========================================
# 2. Đọc dữ liệu & tokenizer, encoder (phục hồi)
# ==========================================
file_path = "data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)

texts = df["Review_VN"].astype(str).tolist()
labels = df["Category"].astype(str).tolist()

# Tokenizer
tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")
```

```
tokenizer.fit_on_texts(texts)


# LabelEncoder
label_encoder = LabelEncoder()
label_encoder.fit(labels)


# ==========================================
# 3. Load model2 đã huấn luyện
# ==========================================
model2 = tf.keras.models.load_model("model2_lstm_dropout.h5")
print("✅ Đã load model2 thành công!")


# ==========================================
# 4. Dữ liệu test (review người dùng)
# ==========================================
new_reviews = [
    "Tôi rất thích chiếc điện thoại này, pin khỏe, màn hình rõ, dùng rất mượt.",
    "Chiếc laptop này rất bền, gõ phím êm và chạy mượt mà.",
    "Áo này vải mềm, màu đẹp, mặc thoải mái vô cùng.",
```

```
    "Máy tính chạy ổn, pin tốt, màn hình sắc nét.",
    "Quần này form đẹp, chất liệu mịn, rất đáng tiền.",
    "Điện thoại hay bị nóng, nhưng camera chụp đẹp.",
    "Áo bị phai màu sau khi giặt lần đầu, thất vọng.",
]

# Chuyển văn bản → chuỗi số
seqs = tokenizer.texts_to_sequences(new_reviews)
padded = pad_sequences(seqs, maxlen=50, padding='post')

# ========================================
# 5. Dự đoán
# ========================================
preds = model2.predict(padded)
pred_classes = label_encoder.inverse_transform(preds.argmax(axis=1))
probabilities = np.max(preds, axis=1)

# ========================================
# 6. Hiển thị kết quả
# ========================================
```

print("\n🎯 Dự đoán sở thích người dùng (model2):\n")

for review, cat, prob in zip(new_reviews, pred_classes, probabilities):

    print(f"- Review: {review}\n → Dự đoán: {cat.upper()} ({prob*100:.2f}%)\n")

1.6

```
# ========================================== 1.7
# 1. Import thư viện
# ==========================================
import pandas as pd
import tensorflow as tf
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
from tensorflow.keras.utils import to_categorical
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error

# ==========================================
# 2. Đọc dữ liệu
# ==========================================
file_path = "data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)

texts = df["Review_VN"].astype(str).tolist()
labels = df["Category"].astype(str).tolist()
```

```
# Tokenizer & LabelEncoder
tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")
tokenizer.fit_on_texts(texts)
X = pad_sequences(tokenizer.texts_to_sequences(texts), maxlen=50, padding='post')

label_encoder = LabelEncoder()
y = label_encoder.fit_transform(labels)
y = to_categorical(y)

# Chia train/val giống khi huấn luyện
split = int(0.8 * len(X))
X_train, X_val = X[:split], X[split:]
y_train, y_val = y[:split], y[split:]

# ========================================
# 3. Load model1 và model2
# ========================================
model1 = tf.keras.models.load_model("model1_lstm_no_dropout.h5")
model2 = tf.keras.models.load_model("model2_lstm_dropout.h5")
```

```
# ========================================
# 4. Dự đoán trên tập validation
# ========================================
y_pred1 = model1.predict(X_val)
y_pred2 = model2.predict(X_val)

# ========================================
# 5. Tính MSE, MAE, RMSE cho từng model
# ========================================
mse1 = mean_squared_error(y_val, y_pred1)
mae1 = mean_absolute_error(y_val, y_pred1)
rmse1 = np.sqrt(mse1)

mse2 = mean_squared_error(y_val, y_pred2)
mae2 = mean_absolute_error(y_val, y_pred2)
rmse2 = np.sqrt(mse2)

# Tổng hợp kết quả
results = pd.DataFrame({
    'Metric': ['MSE', 'MAE', 'RMSE'],
    'Model1_NoDropout': [mse1, mae1, rmse1],
    'Model2_Dropout0.2': [mse2, mae2, rmse2]
})

print("\n📊 So sánh sai số giữa model1 và model2:")
print(results)
```

========== 1.6

1. Import thư viện

==========

import pandas as pd

```
import tensorflow as tf
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
from tensorflow.keras.utils import to_categorical
from sklearn.metrics import mean_squared_error, mean_absolute_error


# ==========================================
# 2. Đọc dữ liệu
# ==========================================
file_path = "data-ecom_quangnv.csv"
df = pd.read_csv(file_path)


texts = df["Review_VN"].astype(str).tolist()
labels = df["Category"].astype(str).tolist()


# Tokenizer & LabelEncoder
tokenizer = Tokenizer(num_words=10000, oov_token="<OOV>")
```

```
tokenizer.fit_on_texts(texts)
X = pad_sequences(tokenizer.texts_to_sequences(texts), maxlen=50, padding='post')

label_encoder = LabelEncoder()
y = label_encoder.fit_transform(labels)
y = to_categorical(y)

# Chia train/val giống khi huấn luyện
split = int(0.8 * len(X))
X_train, X_val = X[:split], X[split:]
y_train, y_val = y[:split], y[split:]

# ==========================================
# 3. Load model1 và model2
# ==========================================
model1 = tf.keras.models.load_model("model1_lstm_no_dropout.h5")
model2 = tf.keras.models.load_model("model2_lstm_dropout.h5")

# ==========================================
```

```
# 4. Dự đoán trên tập validation
# ========================================
y_pred1 = model1.predict(X_val)
y_pred2 = model2.predict(X_val)

# ========================================
# 5. Tính MSE, MAE, RMSE cho từng model
# ========================================
mse1 = mean_squared_error(y_val, y_pred1)
mae1 = mean_absolute_error(y_val, y_pred1)
rmse1 = np.sqrt(mse1)

mse2 = mean_squared_error(y_val, y_pred2)
mae2 = mean_absolute_error(y_val, y_pred2)
rmse2 = np.sqrt(mse2)

# Tổng hợp kết quả
results = pd.DataFrame({
    'Metric': ['MSE', 'MAE', 'RMSE'],
    'Model1_NoDropout': [mse1, mae1, rmse1],
```

```
    'Model2_Dropout0.2': [mse2, mae2, rmse2]
})

print("\n📊 So sánh sai số giữa model1 và model2:")
print(results)

# ==========================================
# 6. Visualization so sánh sai số
# ==========================================
plt.figure(figsize=(8,5))
metrics = ['MSE', 'MAE', 'RMSE']
x = np.arange(len(metrics))
width = 0.35

plt.bar(x - width/2, results['Model1_NoDropout'], width, label='Model1 (No Dropout)')
plt.bar(x + width/2, results['Model2_Dropout0.2'], width, label='Model2 (Dropout 0.2)')

plt.xticks(x, metrics)
```

```
plt.ylabel('Giá trị sai số')

plt.title('So sánh MSE / MAE / RMSE giữa Model1 và Model2')

plt.legend()

plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)

plt.tight_layout()

plt.show()


# ========================================

# 7. Kết luận nhanh

# ========================================

if mse2 < mse1 and mae2 < mae1:

    print("\n✅ Model2 (Dropout) tổng thể có sai số thấp hơn → generalization tốt hơn, ít overfitting hơn.")

else:

    print("\n⚠️ Model1 (No Dropout) có thể overfit hơn hoặc chưa regularize đủ.")
```

1.7

Đánh giá model1: ✅ Không có overfitting rõ rệt (chênh lệch -0.01)

Đánh giá model2: ✅ Không có overfitting rõ rệt (chênh lệch 0.01)

Model1 (No Dropout) đã được lưu tại:
C:\DATA\models_ecom_quangnv\model1_no_dropout.h5

Model2 (Dropout=0.2) đã được lưu tại:
C:\DATA\models_ecom_quangnv\model2_lstm_dropout.h5

Bài 2

2.1

```
import os

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator, img_to_array, load_img, array_to_img


# Đường dẫn gốc và thư mục mới

base_dir = r"C:\DATA\flower"

aug_dir = r"C:\DATA\data_hoa_aug_Quangnv"
```

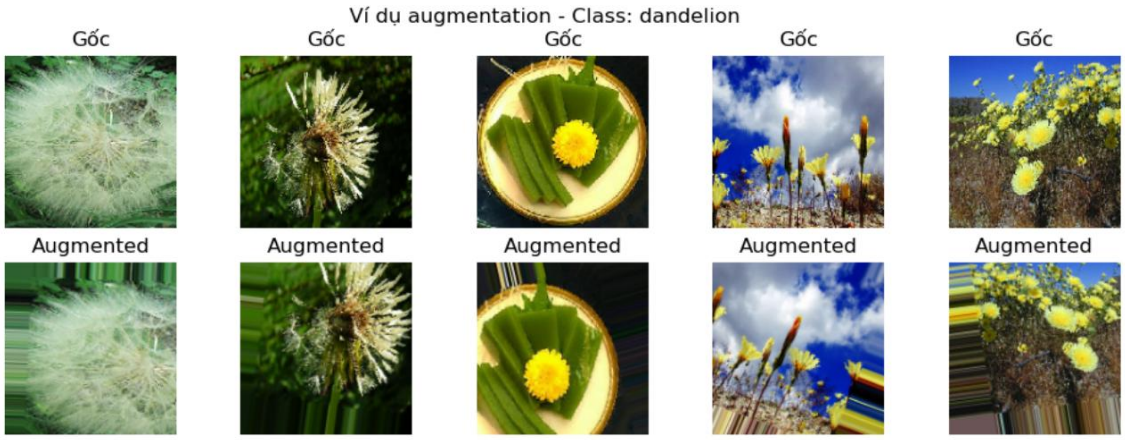
```
# Tạo thư mục mới nếu chưa có
os.makedirs(aug_dir, exist_ok=True)

# ==============================
# 1️⃣ Tạo generator với 4 kỹ thuật augmentation
# ==============================
datagen = ImageDataGenerator(
    rotation_range=30,
    zoom_range=0.2,
    width_shift_range=0.2,
    height_shift_range=0.2,
    horizontal_flip=True
)

# ==============================
# 2️⃣ Chọn ngẫu nhiên 1 class để demo augmentation
# ==============================
class_name = np.random.choice(os.listdir(base_dir))
class_path = os.path.join(base_dir, class_name)
save_class_path = os.path.join(aug_dir, class_name)
```

```
os.makedirs(save_class_path, exist_ok=True)


# Lấy 5 ảnh đầu tiên trong class đó
image_files = [f for f in os.listdir(class_path) if f.lower().endswith(('.jpg', '.jpeg', '.png', '.webp'))][:5]


# ==============================
# 5️⃣ Hiển thị 5 ảnh gốc
# ==============================
plt.figure(figsize=(12, 4))
for i, file in enumerate(image_files):
    img_path = os.path.join(class_path, file)
    img = load_img(img_path, target_size=(150, 150))
    plt.subplot(2, 5, i + 1)
    plt.imshow(img)
    plt.axis('off')
    plt.title("Gốc")

    # Chuyển sang array để augmentation
    x = img_to_array(img)
```

```
    x = np.expand_dims(x, axis=0)

    # Sinh 1 ảnh augmented và lưu
    aug_iter = datagen.flow(x, batch_size=1, save_to_dir=save_class_path, save_prefix='aug', save_format='jpg')
    aug_img = next(aug_iter)[0].astype('uint8')

    # Hiển thị ảnh sau augmentation
    plt.subplot(2, 5, i + 6)
    plt.imshow(aug_img)
    plt.axis('off')
    plt.title("Augmented")

plt.suptitle(f"Ví dụ augmentation - Class: {class_name}")
plt.show()

print(f"✅ Đã lưu ảnh augmentation vào: {save_class_path}")
```

```python
import os
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator, img_to_array, load_img, array_to_img

# Đường dẫn gốc và thư mục mới
base_dir = r"C:\DATA\flower"
aug_dir = r"C:\DATA\data_hoa_aug_Quangnv"

# Tạo thư mục mới nếu chưa có
os.makedirs(aug_dir, exist_ok=True)

# ==============================
# 1️⃣ Tạo generator với 4 kỹ thuật augmentation
# ==============================
datagen = ImageDataGenerator(
    rotation_range=30,
    zoom_range=0.2,
    width_shift_range=0.2,
    height_shift_range=0.2,
    horizontal_flip=True
)


# ==============================
# 2️⃣ Chọn ngẫu nhiên 1 class để demo augmentation
# ==============================
class_name = np.random.choice(os.listdir(base_dir))
class_path = os.path.join(base_dir, class_name)
save_class_path = os.path.join(aug_dir, class_name)
os.makedirs(save_class_path, exist_ok=True)

# Lấy 5 ảnh đầu tiên trong class đó
image_files = [f for f in os.listdir(class_path) if f.lower().endswith(('.jpg', '.jpeg', '.png', '.webp'))][:5]

# ==============================
# 3️⃣ Hiển thị 5 ảnh gốc
# ==============================
plt.figure(figsize=(12, 4))
for i, file in enumerate(image_files):
    img_path = os.path.join(class_path, file)
    img = load_img(img_path, target_size=(150, 150))
    plt.subplot(2, 5, i + 1)
    plt.imshow(img)
    plt.axis('off')
    plt.title("Gốc")

    # Chuyển sang array để augmentation
    x = img_to_array(img)
    x = np.expand_dims(x, axis=0)
```

```
    # Sinh 1 ảnh augmented và lưu
    aug_iter = datagen.flow(x, batch_size=1, save_to_dir=save_class_path, save_prefix='aug', save_format='jpg')
    aug_img = next(aug_iter)[0].astype('uint8')

    # Hiển thị ảnh sau augmentation
    plt.subplot(2, 5, i + 6)
    plt.imshow(aug_img)
    plt.axis('off')
    plt.title("Augmented")

plt.suptitle(f"Ví dụ augmentation - Class: {class_name}")
plt.show()

print(f"✅ Đã lưu ảnh augmentation vào: {save_class_path}")
```



✅ Đã lưu ảnh augmentation vào: C:\DATA\data_hoa_aug_Quangnv\dandelion

2.2, 2.3

```
import tensorflow as tf

from tensorflow.keras import layers, models

import matplotlib.pyplot as plt


# ==========================================

# 1️⃣ Đọc dữ liệu đã augment (sinh ở bước 1)

# ==========================================
```

```
train_datagen = tf.keras.preprocessing.image.ImageDataGenerator(
    rescale=1./255,
    validation_split=0.2
)

train_data = train_datagen.flow_from_directory(
    r"C:\DATA\data_hoa_aug_Quangnv",
    target_size=(150,150),
    batch_size=32,
    class_mode='categorical',
    subset='training'
)

val_data = train_datagen.flow_from_directory(
    r"C:\DATA\data_hoa_aug_Quangnv",
    target_size=(150,150),
    batch_size=32,
    class_mode='categorical',
    subset='validation'
)
```

```
# ============================================
# 2. Xây dựng CNN với 5 layer
# ============================================
model = models.Sequential([
    layers.Conv2D(32, (3,3), activation='relu', input_shape=(150,150,3)),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Conv2D(64, (3,3), activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Conv2D(128, (3,3), activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Conv2D(256, (3,3), activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Flatten(),
    layers.Dense(128, activation='relu'),
    layers.Dropout(0.5),
```

```
    layers.Dense(train_data.num_classes, activation='softmax')
])

model.compile(
    optimizer='adam',
    loss='categorical_crossentropy',
    metrics=['accuracy']
)

model.summary()

# ==============================================
# 5️⃣ Huấn luyện mô hình
# ==============================================
history = model.fit(
    train_data,
    validation_data=val_data,
    epochs=20,
    verbose=1
)
```

```
# ==========================================
# 4. Visualize Loss và Accuracy
# ==========================================
plt.figure(figsize=(12,5))

# Accuracy
plt.subplot(1,2,1)
plt.plot(history.history['accuracy'], label='Train acc')
plt.plot(history.history['val_accuracy'], label='Val acc')
plt.title("Độ chính xác (Accuracy)")
plt.xlabel("Epoch")
plt.ylabel("Accuracy")
plt.legend()

# Loss
plt.subplot(1,2,2)
plt.plot(history.history['loss'], label='Train loss')
plt.plot(history.history['val_loss'], label='Val loss')
plt.title("Hàm mất mát (Loss)")
```

```
plt.xlabel("Epoch")
plt.ylabel("Loss")
plt.legend()

plt.show()

# ==========================================
# 5️⃣ Nhận xét về Overfitting
# ==========================================

train_acc = history.history['accuracy'][-1]
val_acc = history.history['val_accuracy'][-1]
train_loss = history.history['loss'][-1]
val_loss = history.history['val_loss'][-1]

print(f"\n🎯 Train accuracy: {train_acc:.3f} | Validation accuracy: {val_acc:.3f}")
print(f"🎯 Train loss: {train_loss:.3f} | Validation loss: {val_loss:.3f}")

if (train_acc - val_acc) > 0.1 and (val_loss > train_loss):
```

print("⚠ Nhận xét: Mô hình có dấu hiệu **overfitting** — mô hình học tốt trên tập huấn luyện nhưng kém tổng quát trên tập validation.")

else:

print("✅ Nhận xét: Mô hình **chưa bị overfitting rõ rệt**, độ chính xác train/val tương đối cân bằng.")

```
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras import layers, models
import matplotlib.pyplot as plt

# ==========================================
# 1️⃣ Đọc dữ liệu đã augment (sinh ở bước 1)
# ==========================================
train_datagen = tf.keras.preprocessing.image.ImageDataGenerator(
    rescale=1./255,
    validation_split=0.2
)

train_data = train_datagen.flow_from_directory(
    r"C:\DATA\data_hoa_aug_Quangnv",
    target_size=(150,150),
    batch_size=32,
    class_mode='categorical',
    subset='training'
)

val_data = train_datagen.flow_from_directory(
    r"C:\DATA\data_hoa_aug_Quangnv",
    target_size=(150,150),
    batch_size=32,
    class_mode='categorical',
    subset='validation'
)
```

```python
# ========================================
# 2️⃣ Xây dựng CNN với 5 layer
# ========================================
model = models.Sequential([
    layers.Conv2D(32, (3,3), activation='relu', input_shape=(150,150,3)),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Conv2D(64, (3,3), activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Conv2D(128, (3,3), activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Conv2D(256, (3,3), activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(2,2),

    layers.Flatten(),
    layers.Dense(128, activation='relu'),
    layers.Dropout(0.5),
    layers.Dense(train_data.num_classes, activation='softmax')
])

model.compile(
    optimizer='adam',
    loss='categorical_crossentropy',
    metrics=['accuracy']
)
```

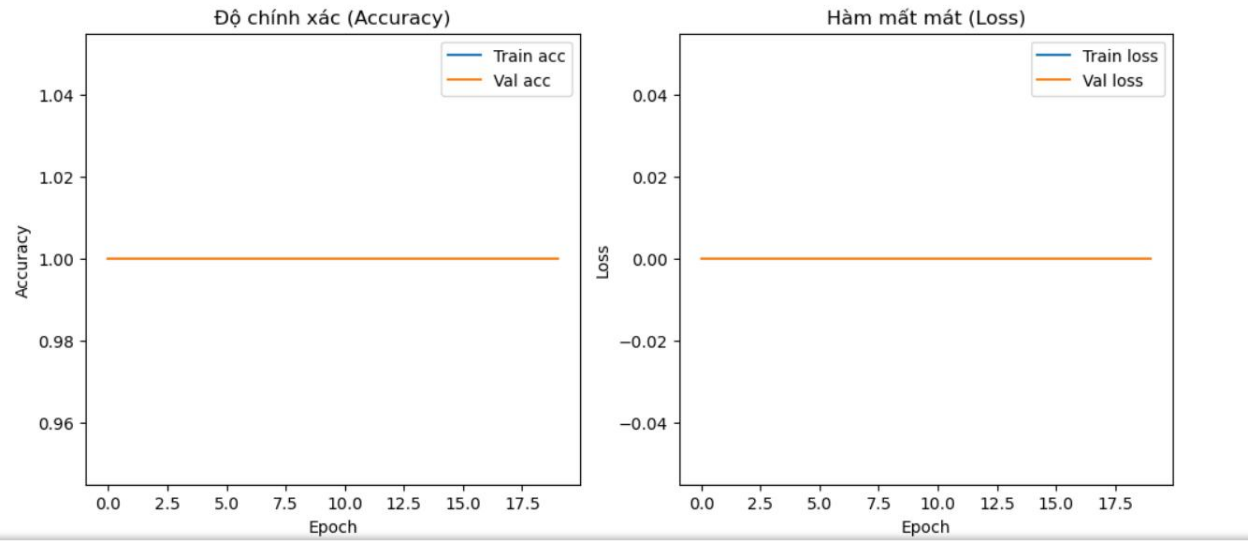
```
model.summary()

# ============================================
# 3️⃣ Huấn luyện mô hình
# ============================================
history = model.fit(
    train_data,
    validation_data=val_data,
    epochs=20,
    verbose=1
)

# ============================================
# 4️⃣ Visualize Loss và Accuracy
# ============================================
plt.figure(figsize=(12,5))

# Accuracy
plt.subplot(1,2,1)
plt.plot(history.history['accuracy'], label='Train acc')
plt.plot(history.history['val_accuracy'], label='Val acc')
plt.title("Độ chính xác (Accuracy)")
plt.xlabel("Epoch")
plt.ylabel("Accuracy")
plt.legend()
```

```
# Loss
plt.subplot(1,2,2)
plt.plot(history.history['loss'], label='Train loss')
plt.plot(history.history['val_loss'], label='Val loss')
plt.title("Hàm mất mát (Loss)")
plt.xlabel("Epoch")
plt.ylabel("Loss")
plt.legend()

plt.show()

# ============================================
# 5️⃣ Nhận xét về Overfitting
# ============================================

train_acc = history.history['accuracy'][-1]
val_acc = history.history['val_accuracy'][-1]
train_loss = history.history['loss'][-1]
val_loss = history.history['val_loss'][-1]

print(f"\n🎯 Train accuracy: {train_acc:.3f} | Validation accuracy: {val_acc:.3f}")
print(f"🎯 Train loss: {train_loss:.3f} | Validation loss: {val_loss:.3f}")

if (train_acc - val_acc) > 0.1 and (val_loss > train_loss):
    print("⚠️ Nhận xét: Mô hình có dấu hiệu **overfitting** – mô hình học tốt trên tập huấn luyện nhưng kém tổng quát trên tập validation.")
else:
    print("✅ Nhận xét: Mô hình **chưa bị overfitting rõ rệt**, độ chính xác train/val tương đối cân bằng.")
```

Model: "sequential_6"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_9 (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d_9 (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_10 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18,496
max_pooling2d_10 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_11 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73,856
max_pooling2d_11 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0
conv2d_12 (Conv2D)	(None, 15, 15, 256)	295,168
max_pooling2d_12 (MaxPooling2D)	(None, 7, 7, 256)	0
flatten_3 (Flatten)	(None, 12544)	0
dense_9 (Dense)	(None, 128)	1,605,760
dropout_3 (Dropout)	(None, 128)	0
dense_10 (Dense)	(None, 1)	129

```
Epoch 8/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 217ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 9/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 205ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 10/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 238ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 11/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 242ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 12/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 236ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 13/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 196ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 14/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 249ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 15/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 279ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 16/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 328ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 17/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 253ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 18/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 256ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 19/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 228ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
Epoch 20/20
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 276ms/step - accuracy: 1.0000 - loss: 0.0000e+00 - val_accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.0000e+00
```



🎯 Train accuracy: 1.000 | Validation accuracy: 1.000
🎯 Train loss: 0.000 | Validation loss: 0.000
✅ Nhận xét: Mô hình **chưa bị overfitting rõ rệt**, độ chính xác train/val tương đối cân bằng.