|  |  |
| --- | --- |
| **COEURAI**  Phan Hữu An Nguyên – 08/01/2025  REF: | **Ảnh có chứa đối tượng  Mô tả được tạo tự động** |

**CGAN MODEL FOR CFD PREDICTION**

1. Dữ liệu từ OPENFOAM

Dữ liệu được trả về từ OPENFOAM để đưa cho model AI gồm 100 case khác nhau, mỗi case được nén trong các file zip riêng biệt.

Các thuộc tính trả về bao gồm:

* x, y, z: Vị trí
* p: Áp suất
* U\_x, U\_y, U\_z: Vận tốc

1. Xử lí dữ liệu (pixels\_coords\_testing.py)

* Giải nén dữ liệu và tìm kiếm file midBox.csv
* Tính vận tốc trung bình
* Loại bỏ dữ liệu trùng nhau
* Nội suy dữ liệu: sử dụng phương pháp nearest
* Plot Images and Generate SDF

1. Model

3.1 Discriminator

* Sử dụng bộ lọc tăng dần (64, 128, 256, 512) để trích xuất các đặc trưng từ thô đến chi tiết.
* Kích thước Kernel là (4,4), kích thước bước nhảy (stride) là (2,2)
* Optimizer: Adam(learning\_rate=0.0002, beta\_1=0.5)
* Loss functions: Binary Crossentropy, Loss weights = [0.5]

3.2 Generator

* Giảm kích thước đầu vào qua các lớp tích chập với Kích thước Kernel (4,4) và kích thước bước nhảy (stride) (2,2).
* Số bộ lọc tăng gấp đôi qua mỗi lớp (128, 256, 512, 1024).
* Kích hoạt LeakyReLU.
* Skip connections.
* Dropout để ngăn chặn overfitting.
* Hàm kích hoạt ReLU, Tanh

3.3 GAN

Hàm Mất Mát:

* Binary Crossentropy cho discriminator.
* Mean Absolute Error (MAE) cho generator.
* Kết hợp hai hàm mất mát với trọng số loss\_weights=[1, 100]

Mục tiêu:

* Input: SDF với kích thước được nội suy từ (40,500) thành (64,512) để phù hợp với mô hình
* Output: U là vận tốc dự đoán
* Hiện tại mô hình chưa học dựa trên áp suất P.

1. Parameters and Functions

Parameters:

* bnd\_array: Mảng lưu lại khoảng cách SDF của bộ dữ liệu
* sflow\_P\_array: Mảng lưu lại khoảng cách áp suất của bộ dữ liệu
* sflow\_U\_array: Mảng lưu lại khoảng cách vận tốc của bộ dữ liệu

Functions:

* define\_gan(g\_model, d\_model, image\_shape): Khởi tạo mô hình GAN
* generate\_real\_samples(): Tạo ảnh thật từ ảnh đầu vào
* generate\_fake\_samples(): Tạo ảnh giả được predict từ ảnh đầu vào
* load\_data(): Đọc dữ liệu và nội suy về kích thước phù hợp với mô hình
* plot\_images(): Tạo hình ảnh
* summarize\_performance(): Tạo hình ảnh của kết quả dự đoán so sánh với ảnh thật

1. Problem

5.1 Out of Memory: Xảy ra đối với hàm model.train\_on\_batch. RAM tăng lên sau từng epoch.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Giải pháp:

* Sử dụng tf.keras.backend.clear\_session(), gc.collect() (Vẫn xảy ra memory leak)
* Sử dụng phiên bản tensorflow = 2.6.1 hoặc 2.7.0

5.2 Giá trị dự đoán sai lệch lớn

A rainbow colored bar graph

Description automatically generated

Giải pháp:

* Các giá trị SDF sẽ có giá trị âm (ở bên trong vật thể) và dương (ở bên ngoài vật thể). Kết quả đầu ra sẽ là vận tốc dự đoán tại vị trí đó (luôn có giá trị dương). Hàm kích hoạt tanh có đầu ra là (-1,1) nên có thể sẽ cho ra kết quả âm gây ra dự đoán sai lệch.
* Thay thế hàm kích hoạt output của Generator thành sigmoid.

Kết quả:

1. Kết quả thử nghiệm

6.1 Lần train 1

* Dữ liệu: gồm 10 case
* Hàm kích hoạt output: tanh
* Epochs: 3000
* Kết quả: Vận tốc dự đoán có tồn tại giá trị âm và có sai lệch lớn so với vận tốc thực tế (Mục 5.1)

6.2 Lần train 2

* Dữ liệu: gồm 10 case
* Hàm kích hoạt: sigmoid
* Epochs: 1500
* Kết quả:

A comparison of a graph

Description automatically generated with medium confidence

A graph of a number of data

Description automatically generated with medium confidence

1. Note

Code sẽ xảy ra lỗi với phiên bản Keras mới nhất hiện tại (Keras = 3.7.0). Cài đặt Keras = 3.5.0 để khắc phục lỗi này.

Code sẽ xảy ra Out of Memory với tensorflow mới nhất hiện tại (Keras = 2.18.0). Cài đặt tensorflow = 2.16.1 hoặc 2.17.0 để khắc phục lỗi này