



**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN  
KHOA HỆ THỐNG THÔNG TIN**

**BÁO CÁO ĐỒ ÁN MÔN HỌC  
PHÂN TÍCH DỮ LIỆU KINH DOANH**

**SỬ DỤNG KỸ THUẬT PHÂN TÍCH CHUỖI THỜI GIAN  
VÀO BÀI TOÁN DỰ ĐOÁN GIÁ CỔ PHIẾU  
CỦA CÁC CÔNG TY CÔNG NGHỆ**

**Giảng viên hướng dẫn: Trần Văn Hải Triều**

**Nhóm: 9**

**Lớp: IS403.Q12**

# Thành viên nhóm

| Số thứ tự | Tên                 | MSSV     |
|-----------|---------------------|----------|
| 1         | Hoàng Lê Nhật Minh  | 23520926 |
| 2         | Trịnh Thái Long     | 23520891 |
| 3         | Đinh Nhật Luân      | 23520894 |
| 4         | Cam Hồng Mạnh       | 23520914 |
| 5         | Thượng Trung Nguyên | 23521058 |
| 6         | Chu Thị Cẩm Tú      | 23521697 |

# GIỚI THIỆU



- Cổ phiếu là hình thức đầu tư trọng điểm trong ngành tài chính.
- Đại diện cho quyền sở hữu một phần của doanh nghiệp.

# GIỚI THIỆU



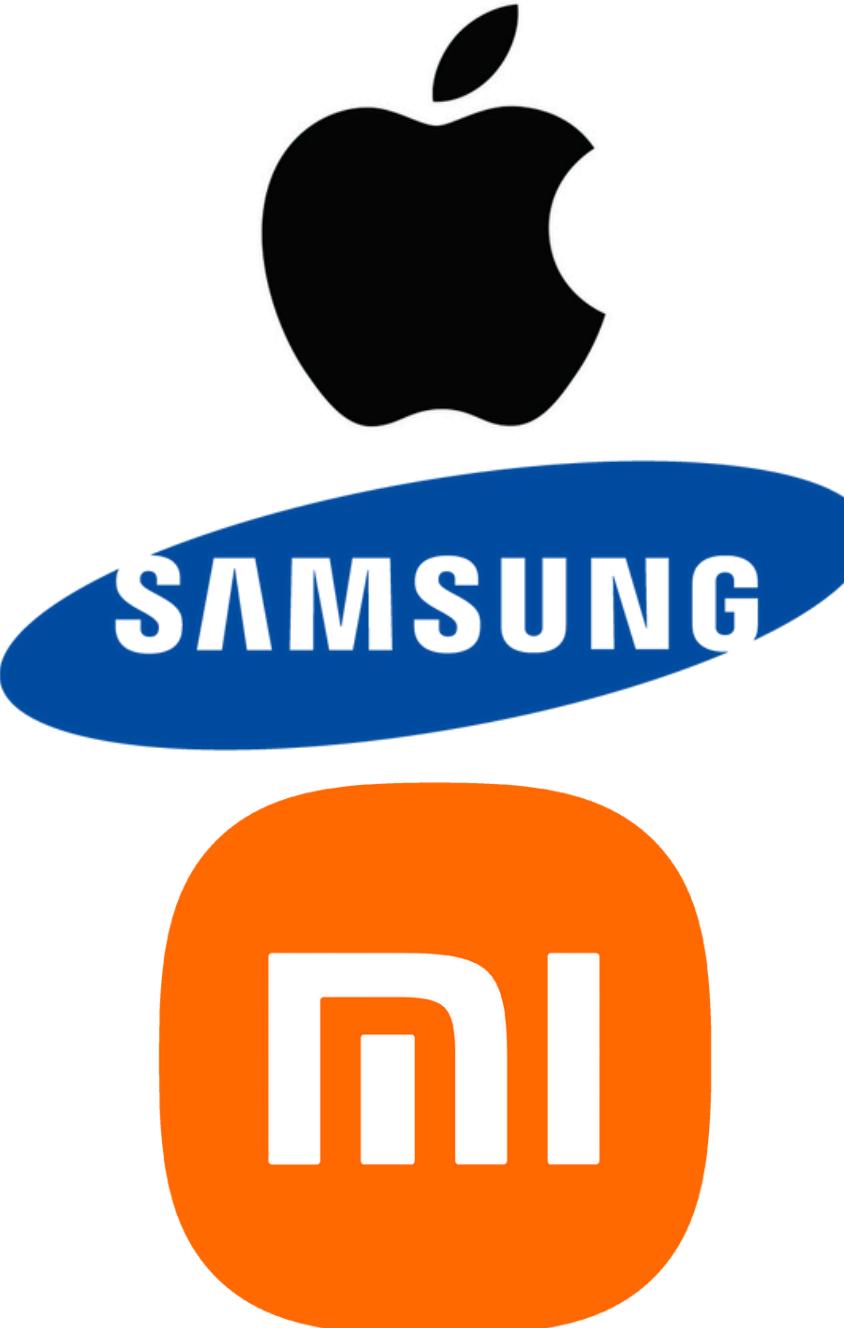
Khái niệm cổ phiếu xuất hiện từ năm 1602 khi Công ty Đông Ấn Hà Lan phát hành cổ phiếu đầu tiên — mở ra thời kỳ phát triển của thị trường chứng khoán hiện đại.

# MỤC TIÊU



- Định giá và dự đoán giá cổ phiếu
- Phân tích và so sánh hiệu suất của các mô hình học máy và học sâu

# Phạm vi & Phương pháp nghiên cứu

| Dữ liệu   | Mô hình sử dụng   | Đánh giá mô hình:  |
|---|---|--|
|  The logos of three major smartphone manufacturers are displayed: the Apple logo at the top, followed by the Samsung logo in a blue oval, and the Xiaomi logo at the bottom. | <ul style="list-style-type: none"><li>• ARIMA</li><li>• DNN</li><li>• EST</li><li>• GBT</li><li>• GRU</li><li>• HMM</li><li>• LSTM</li><li>• LR</li><li>• RNN</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• MAPE</li><li>• RMSE</li><li>• MLSE</li></ul> |

# TÀI NGUYÊN

## Bộ dữ liệu

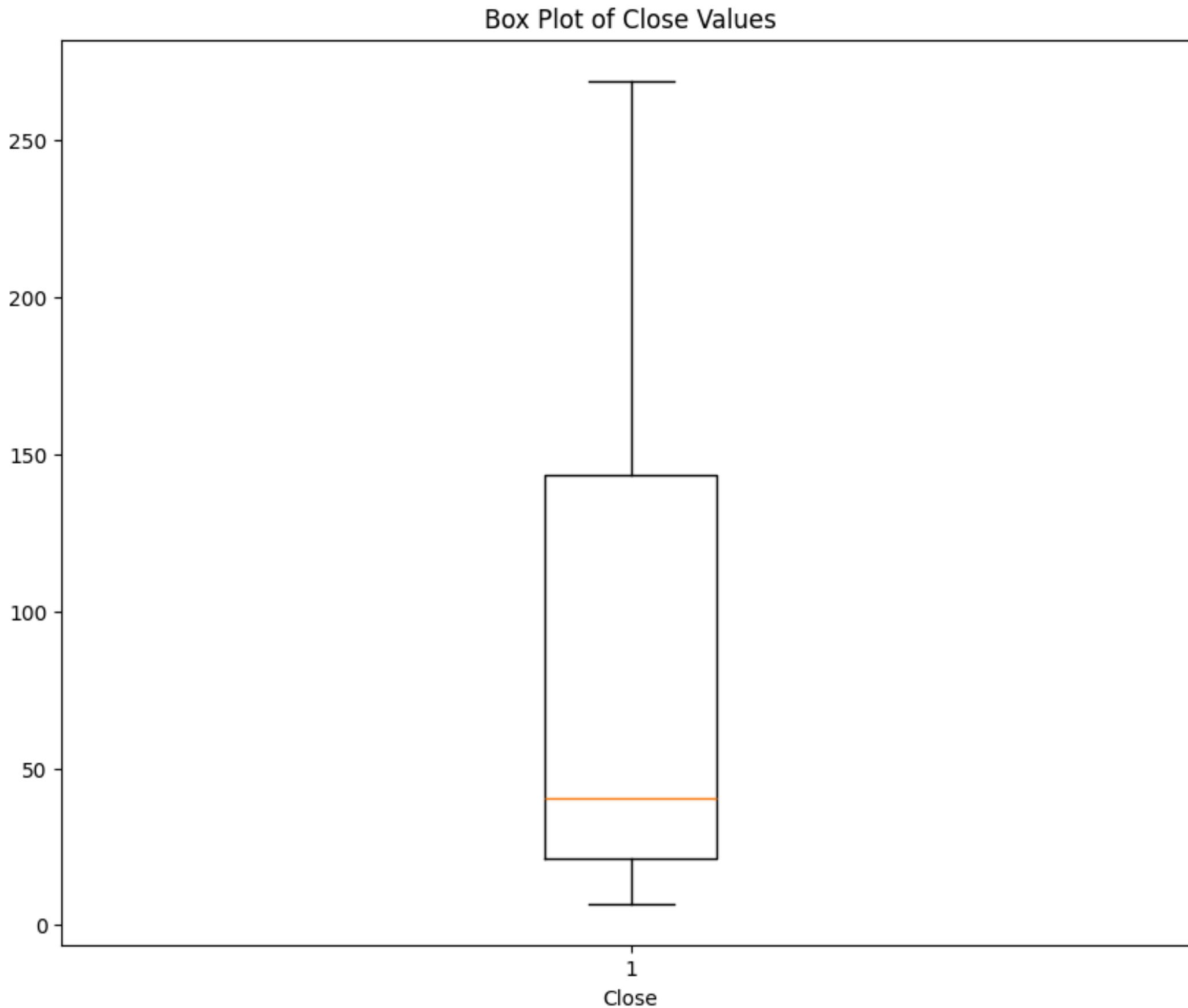
- AAPL 
- 005930.KS 
- XIAOMI-W  
(1810.HK) 

| Thuộc tính | Mô tả                                     |
|------------|---|
| Date       | Ngày diễn ra giao dịch                    |
| Open       | Giá của cổ phiếu đầu tiên được giao dịch  |
| High       | Giá cao nhất của cổ phiếu được giao dịch  |
| Low        | Giá thấp nhất của cổ phiếu được giao dịch |
| Close      | Giá đóng cửa của cổ phiếu                 |
| Adj Close  | Giá đóng cửa được điều chỉnh              |
| Volume     | Khối lượng giao dịch                      |

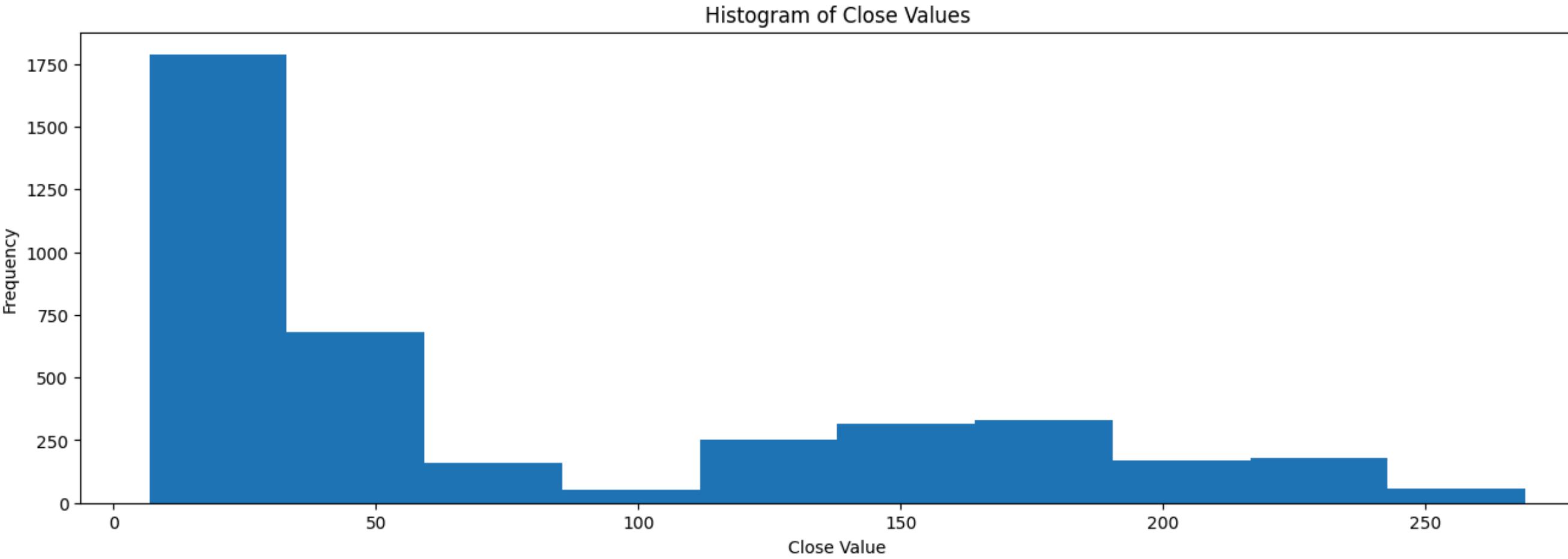
Biến “Close” (giá đóng cửa) được lựa chọn làm biến mục tiêu

# Tập dữ liệu chứng khoán của Apple Inc.

| Thông số thống kê | Giá trị |
|-------------------|---------|
| Count             | 3982    |
| Mean              | 77,74   |
| Std               | 72,31   |
| Min               | 6,86    |
| 25%               | 21,27   |
| 50%               | 40,25   |
| 75%               | 143,36  |
| Max               | 269     |
| CV                | 0,93    |
| Skewness          | 0,89    |
| Kurtosis          | -0,66   |

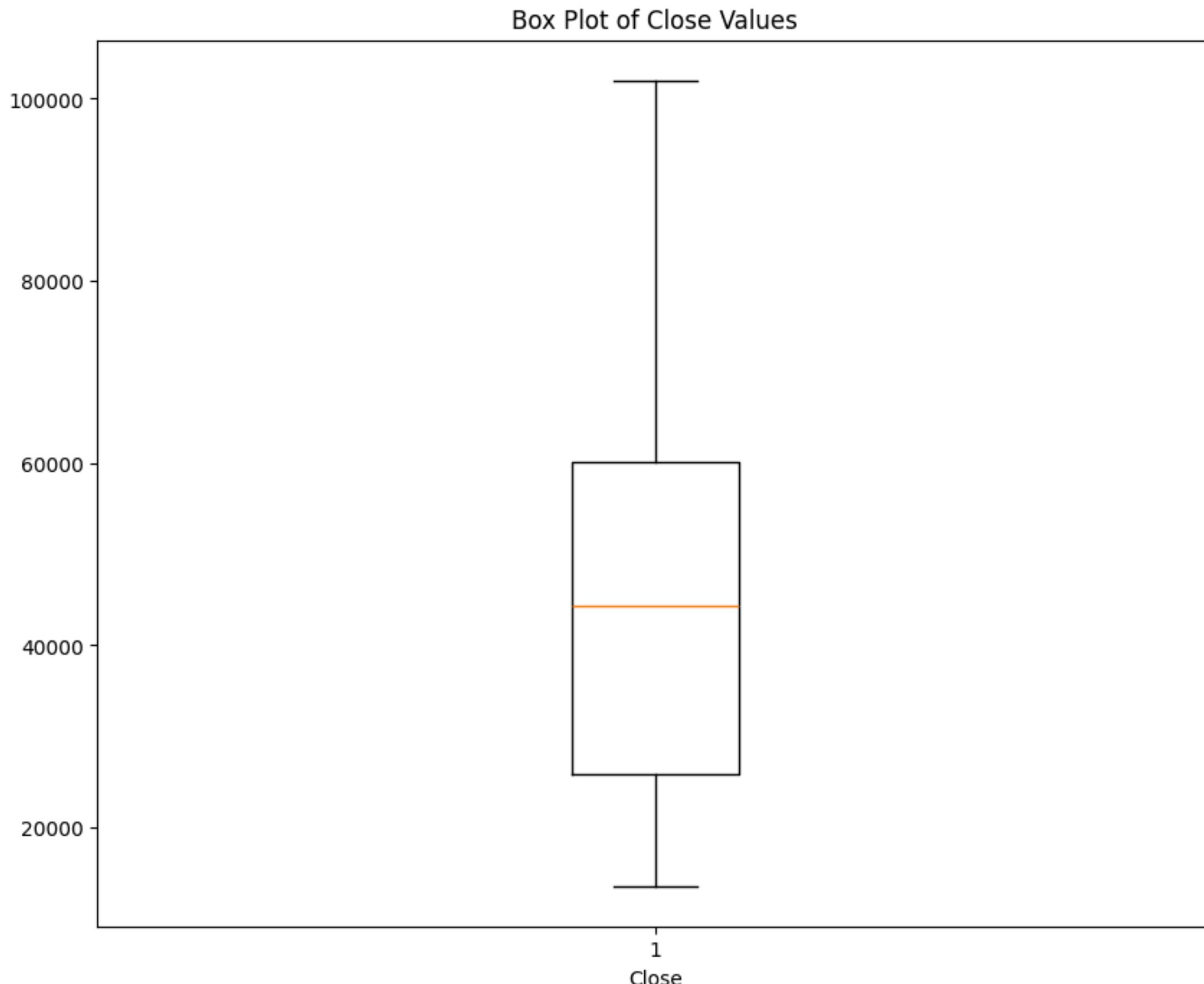


# Tập dữ liệu chứng khoán của Apple Inc.

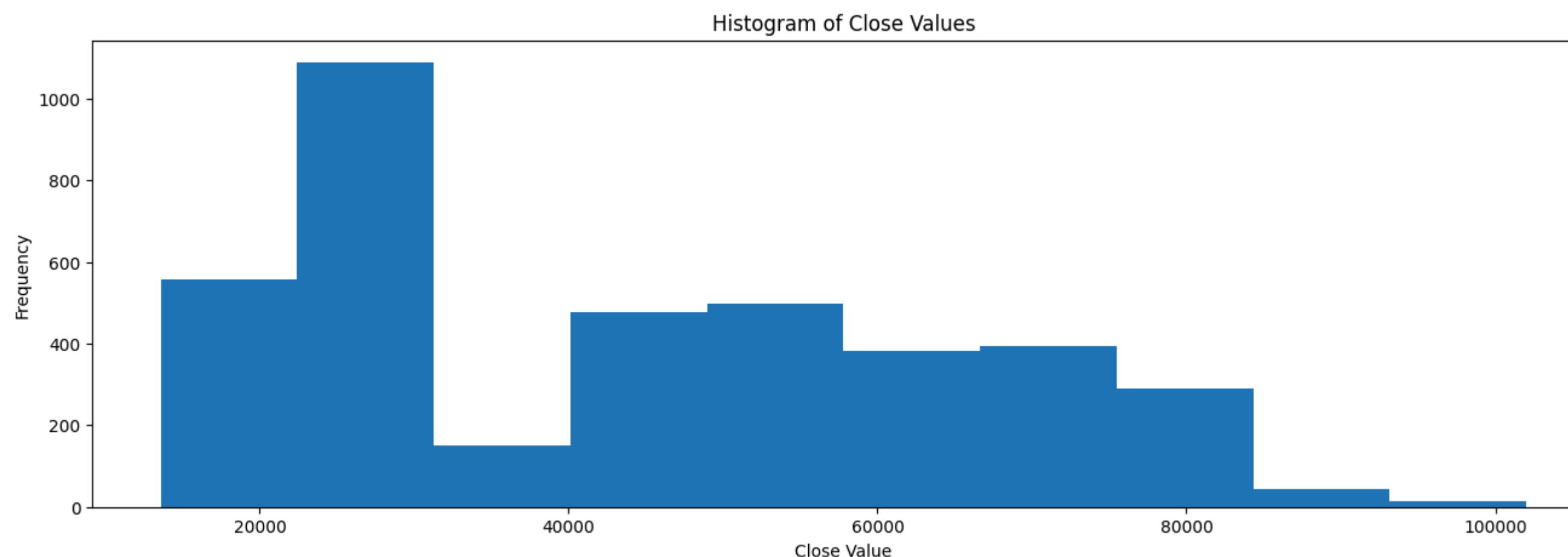
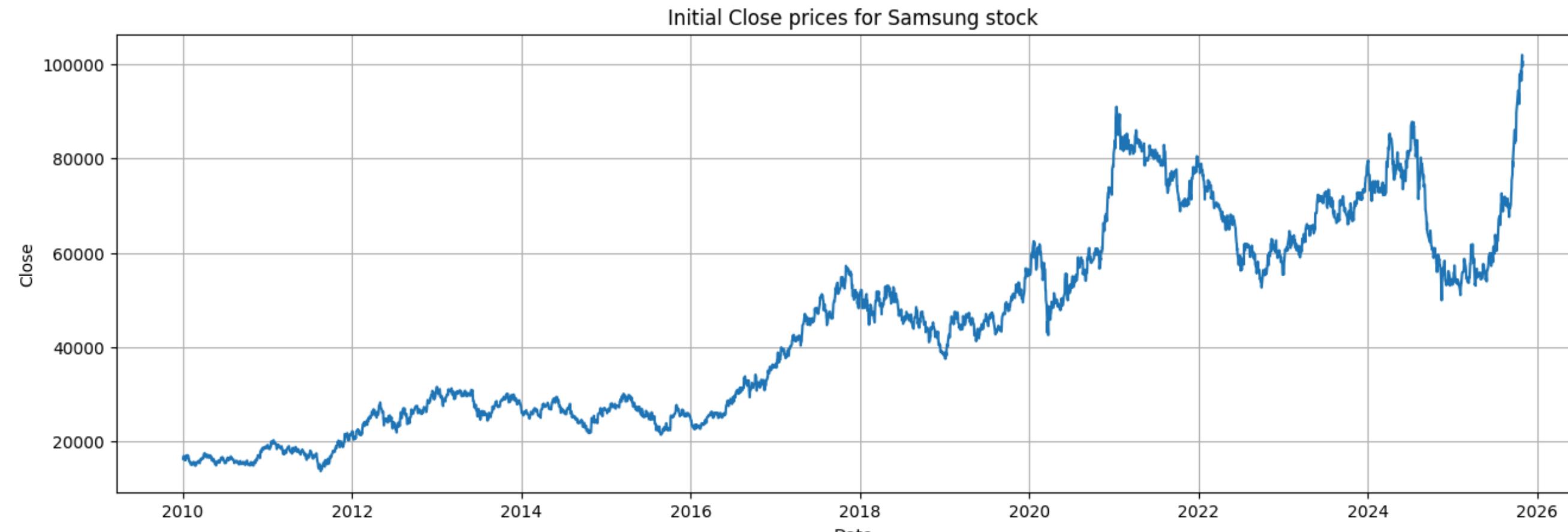


# Tập dữ liệu chứng khoán của Samsung Electronics Co., Ltd

| Thông số thống kê | Giá trị  |
|-------------------|----------|
| Count             | 3892     |
| Mean              | 43733,77 |
| Std               | 20683,64 |
| Min               | 13440    |
| 25%               | 25620    |
| 50%               | 43775    |
| 75%               | 59600    |
| Max               | 100600   |
| CV                | 0,47     |
| Skewness          | 0,35     |
| Kurtosis          | -1,09    |

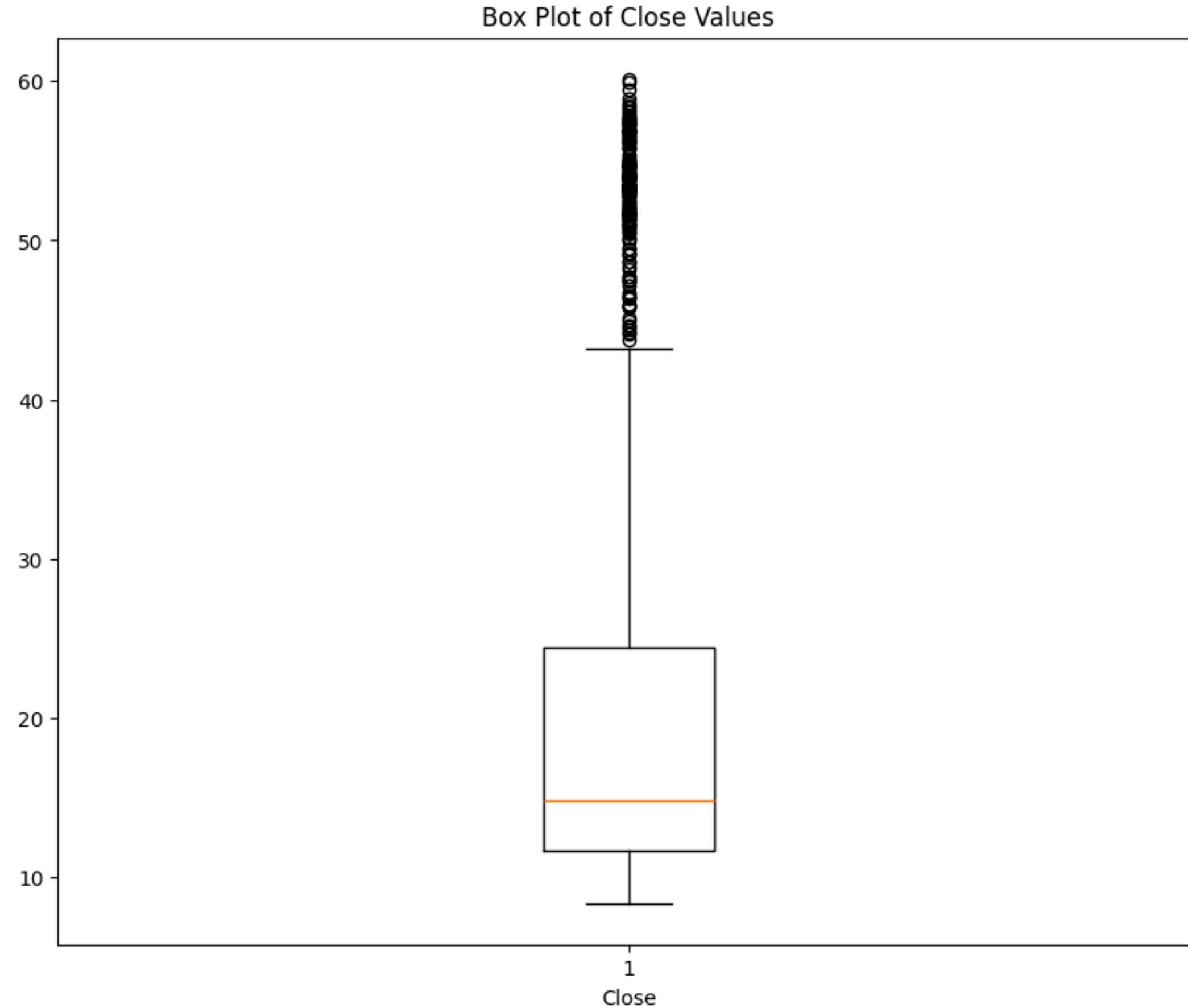


# Tập dữ liệu chứng khoán của Samsung Electronics Co., Ltd



# Tập dữ liệu chứng khoán của Xiaomi Corporation

| Thông số thống kê | Giá trị |
|-------------------|---------|
| Count             | 1800    |
| Mean              | 19,84   |
| Std               | 12,57   |
| Min               | 8,35    |
| 25%               | 11,62   |
| 50%               | 14,83   |
| 75%               | 24,38   |
| Max               | 60,15   |
| CV                | 0,63    |
| Skewness          | 1,71    |
| Kurtosis          | 2,08    |

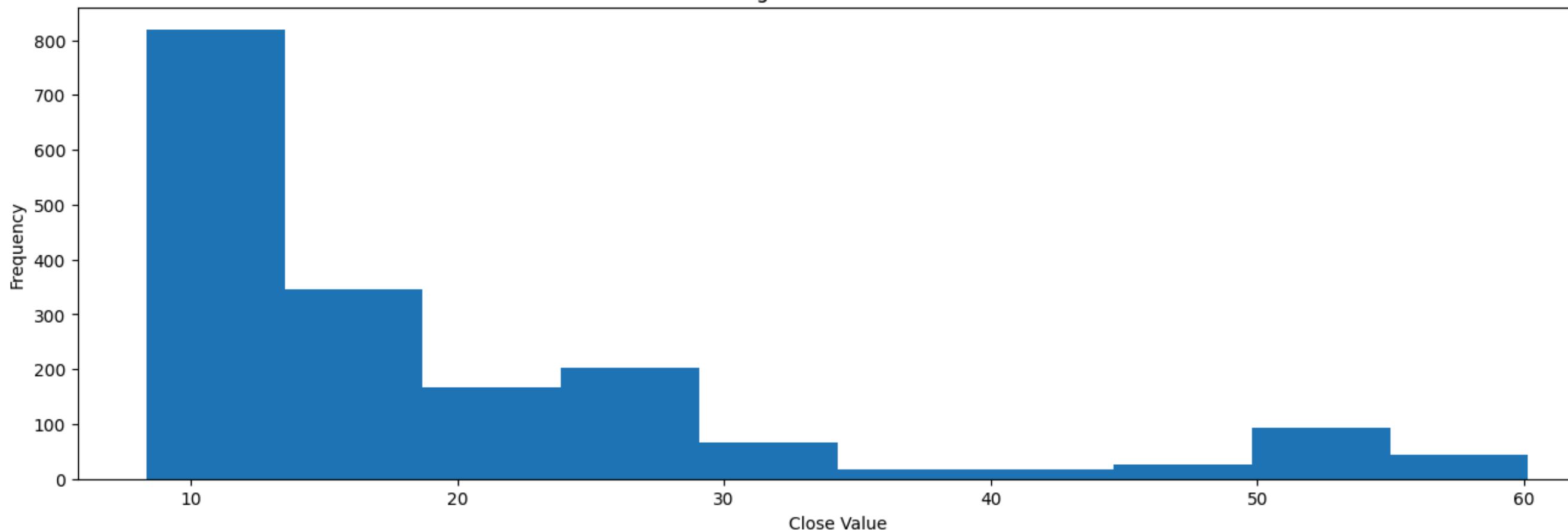


# Tập dữ liệu chứng khoán của Xiaomi Corporation

Initial Close prices for Xiaomi stock

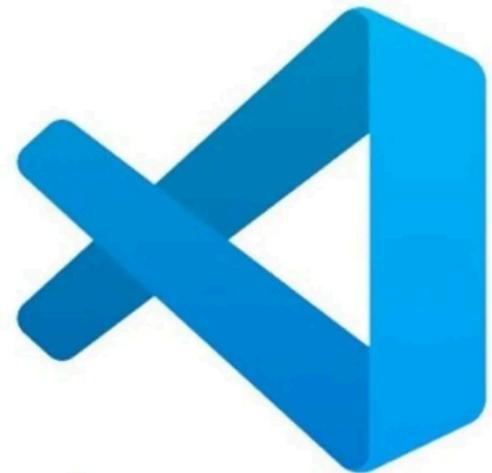


Histogram of Close Values



# Công cụ sử dụng

IDE

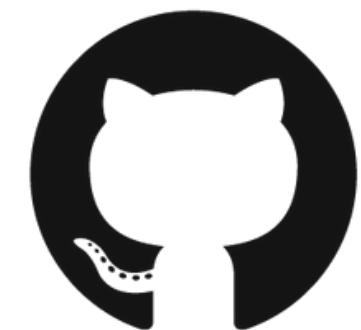


Visual Studio Code



Studio<sup>®</sup>

Các nền tảng hỗ trợ



GitHub



Google Docs



Google  
Sheets

# ARIMA

# Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

- Là một trong những mô hình thống kê phổ biến nhất dùng trong dự báo chuỗi thời gian.
- Giả định rằng giá trị tương lai có thể được biểu diễn như tổ hợp tuyến tính của:
  - Các giá trị trong quá khứ
  - Các sai số ngẫu nhiên.
- Ứng dụng mạnh trong dự báo tài chính ngắn hạn, ví dụ: giá đóng cửa cổ phiếu.

# Ưu điểm và hạn chế

| Ưu điểm   | Hạn chế  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Chỉ cần dữ liệu nội tại của chuỗi (không cần biến độc lập).</li><li>• Linh hoạt – có thể áp dụng cho nhiều chuỗi thời gian khác nhau.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Khó mô hình hóa quan hệ phi tuyến tính hoặc biến động bất thường.</li><li>• Chỉ hoạt động tốt với dữ liệu có tính dừng.</li><li>• Hiệu quả giảm khi dự đoán dài hạn.</li></ul> |

# Cấu trúc mô hình ARIMA(p, d, q)

## Phương trình tổng quát

$$y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

- p là số bậc tự hồi quy (Autoregressive – AR).
- d là số lần sai phân cần để chuỗi đạt tính dừng (Integrated – I).
- q là số bậc trung bình trượt (Moving Average – MA).

# Kiểm tra tính dừng của chuỗi

Chuỗi dữ liệu cần có tính dừng (mean, variance, autocorrelation không đổi theo thời gian).

Kiểm tra bằng kiểm định ADF (Augmented Dickey-Fuller).

Nếu chuỗi không dừng → cần sao phán:

- Sai phân bậc 1:  $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$
- Sai phân bậc d:  $\Delta^d x_t = \Delta(\Delta(\dots\Delta(x_t)))$

## Xác định tham số p, d, q

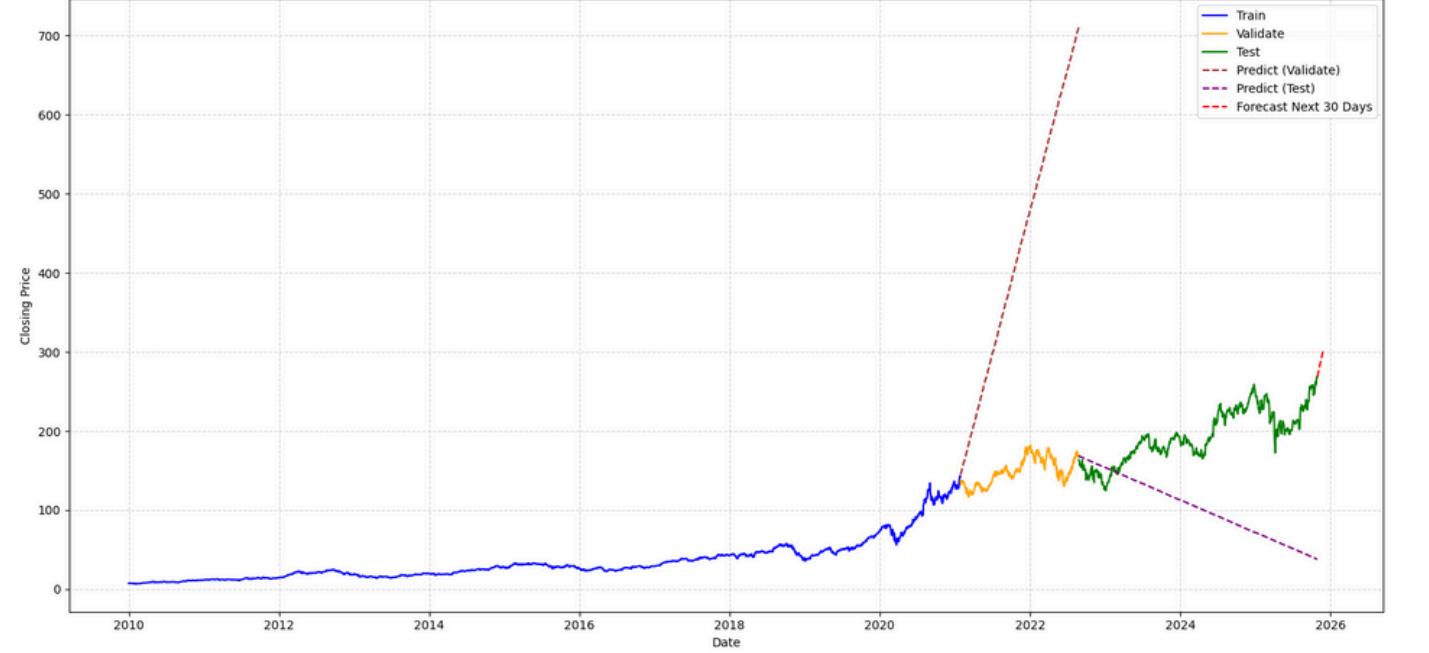
- Dựa vào đồ thị ACF (AutoCorrelation Function) và PACF (Partial AutoCorrelation Function).
- Có thể dùng hàm `auto_arima()` để tự động chọn p, d, q tối ưu theo AIC/BIC.

## Ứng dụng trong nghiên cứu

Lý do chọn biến “Close”:

- Là chỉ báo phản ánh mức định giá thị trường cuối phiên
- Phổ biến trong nghiên cứu dự báo tài chính.

Apple Closing Price (2009-12-31 → 2025-11-28)

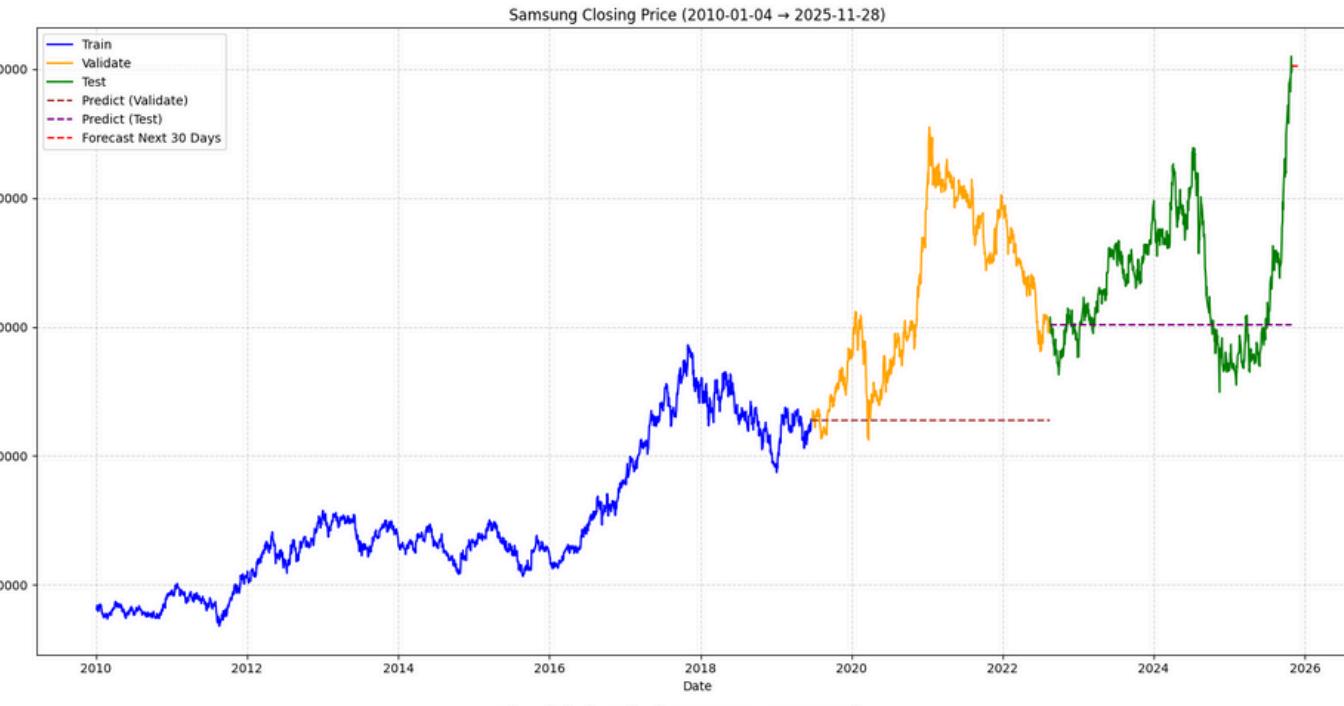
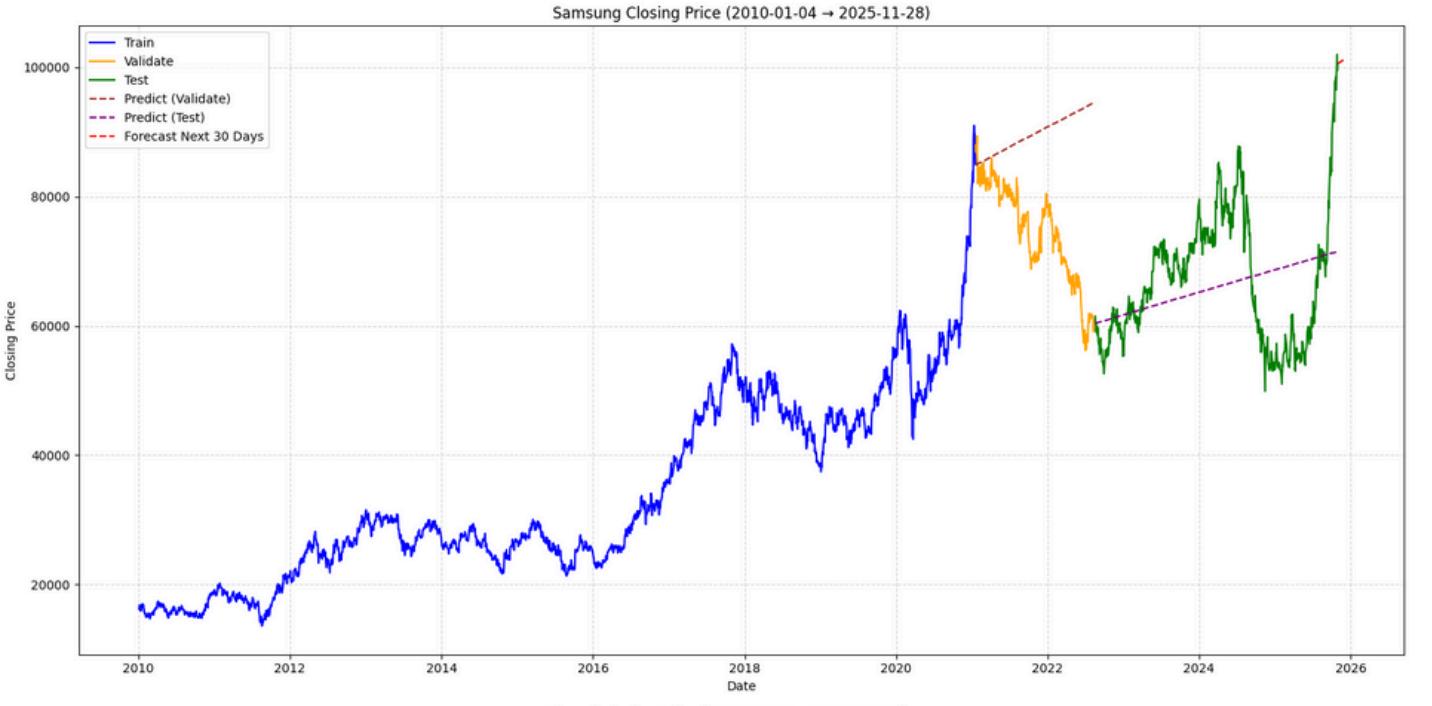


7-2-1

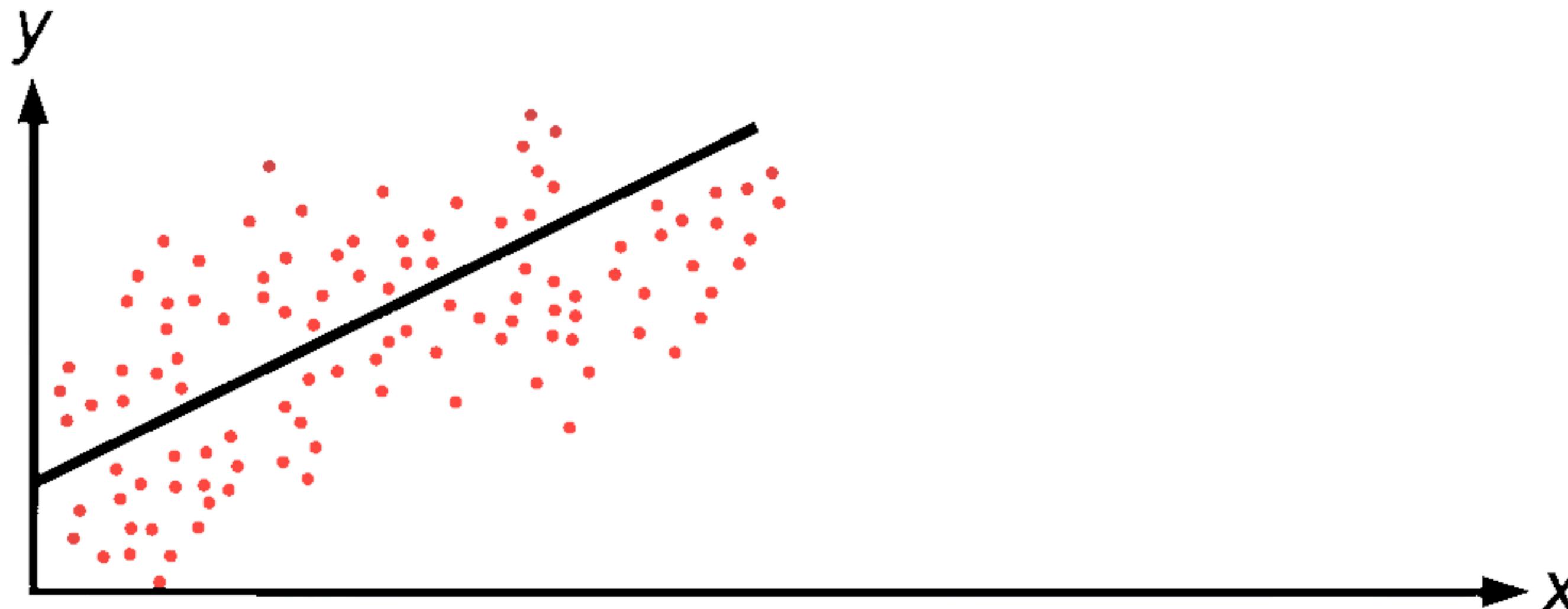
Apple Closing Price (2009-12-31 → 2025-11-28)



6-2-2



# Linear Regression



# Linear Regression (LR)

- Là mô hình cơ bản và phổ biến trong thống kê và học máy.
- Mục tiêu: dự đoán giá trị của biến phụ thuộc (Y) dựa trên một hoặc nhiều biến độc lập (X).
- Tìm mối quan hệ tuyến tính giữa các biến để giải thích hành vi dữ liệu.
- Ứng dụng trong:
  - Kinh tế & tài chính
  - Marketing & dữ liệu khách hàng
  - Y học & kỹ thuật dữ liệu

# Linear Regression (LR)

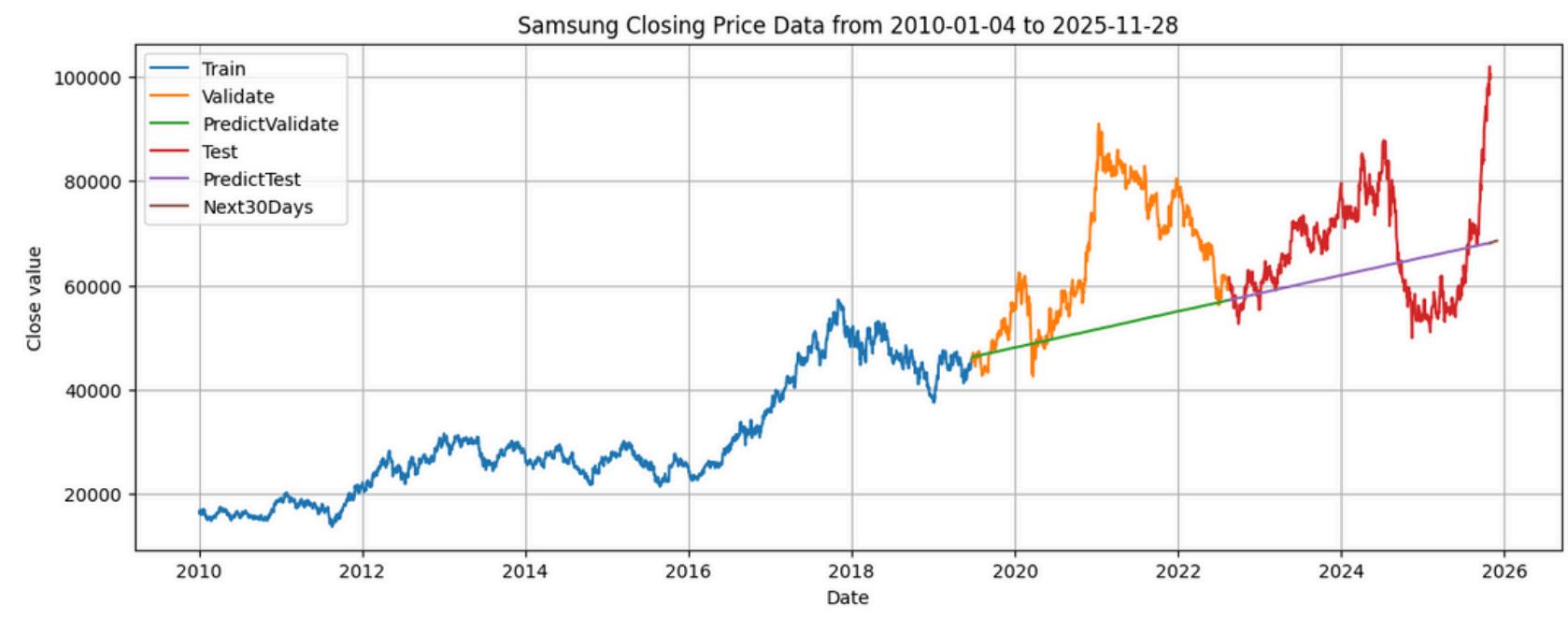
- Xây dựng một đường thẳng (hoặc siêu phẳng) phù hợp nhất với dữ liệu.
- Mục tiêu: Giảm sai số bình phương trung bình (MSE) giữa giá trị thực và giá trị dự đoán.
- Phương trình tổng quát:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$$

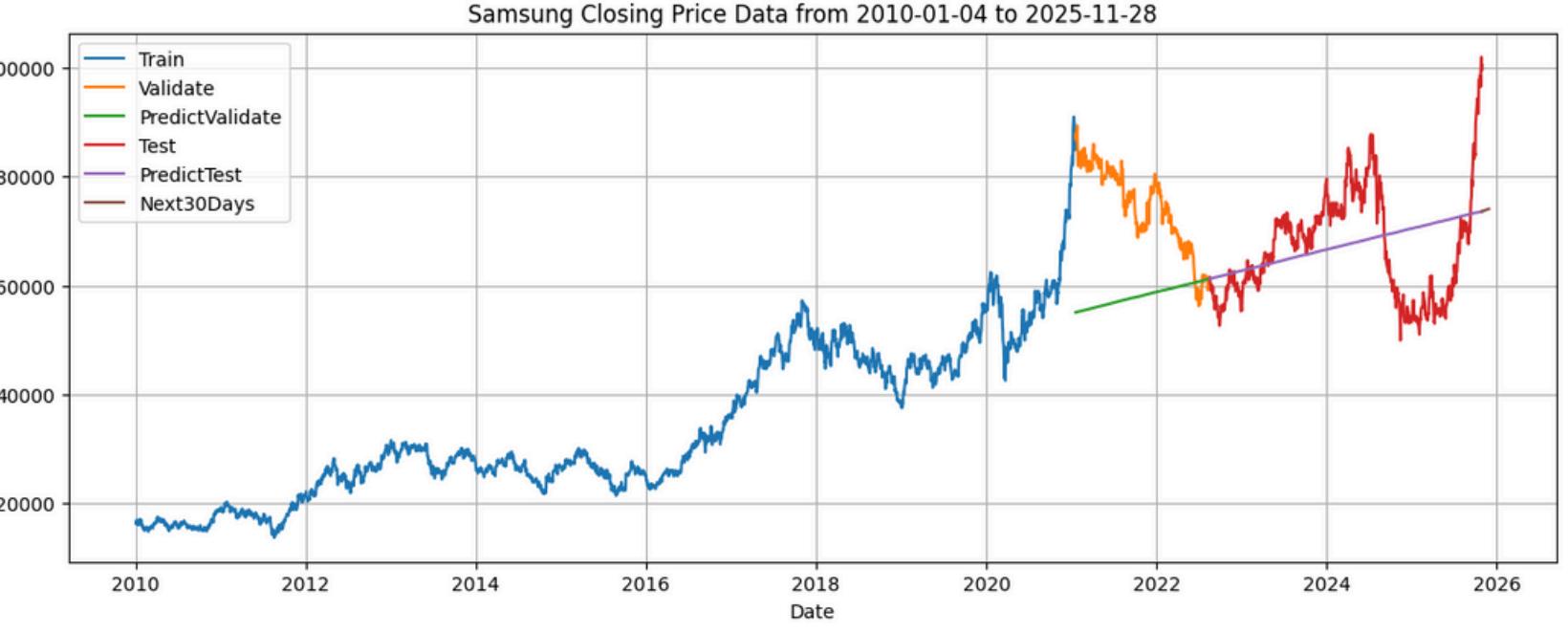
- Hồi quy tuyến tính đơn (Simple Linear Regression)

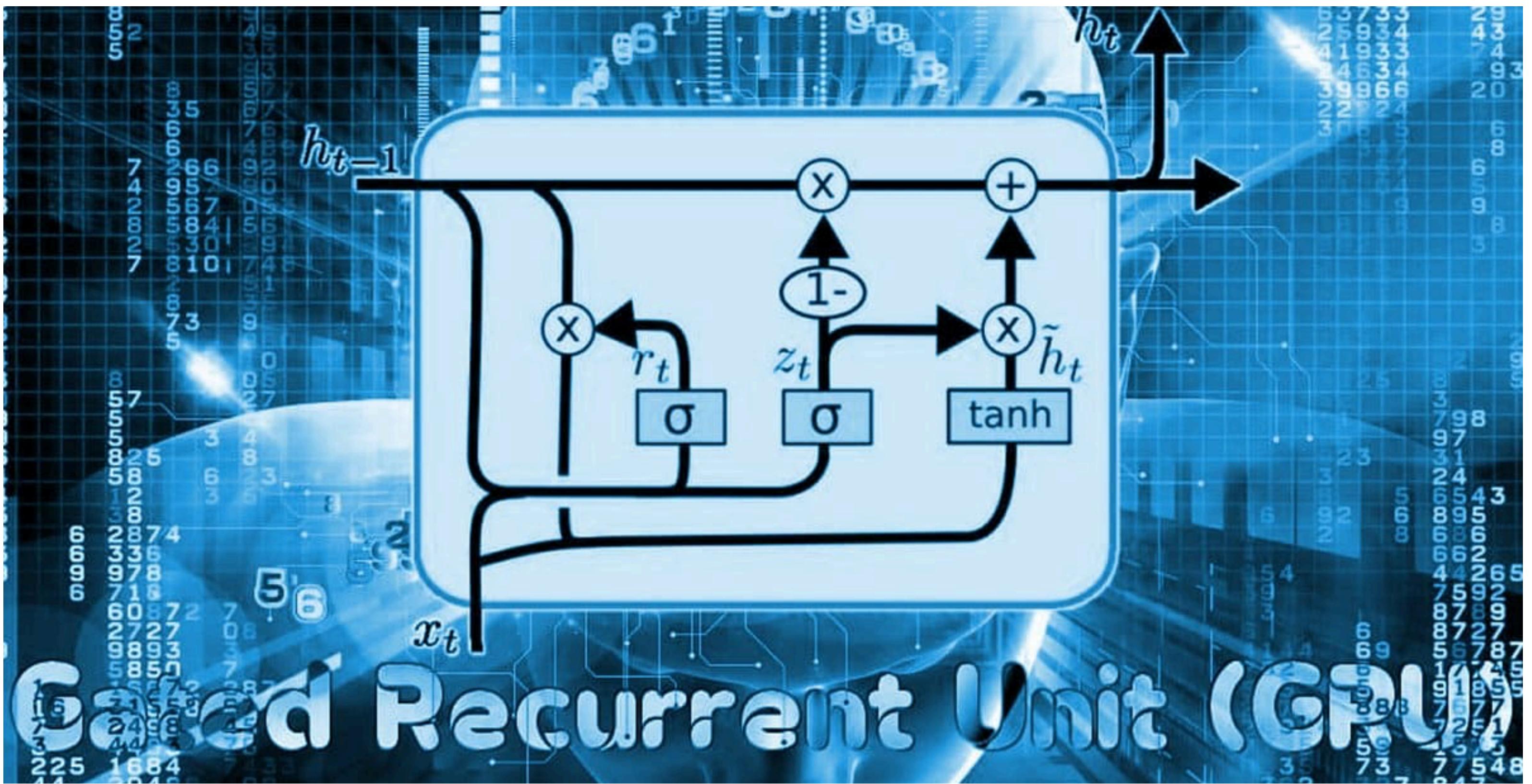
$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

7-1-2



6-2-2





# Gated Recurrent Unit (GRU)

- Là một biến thể của RNN, được đề xuất bởi Kyunghyun Cho et al., 2014.
- Mục tiêu: Giải quyết hiện tượng “vanishing gradient” trong RNN truyền thống.
- Có khả năng học quan hệ dài hạn nhưng với cấu trúc đơn giản hơn LSTM.
- Cơ chế hoạt động dựa trên các “cổng” điều khiển luồng thông tin.

# Cấu trúc và cơ chế hoạt động

GRU gồm 2 cổng chính:

- Cổng cập nhật (Update Gate –  $z_t$ )  
→ Quyết định giữ bao nhiêu thông tin cũ để truyền sang bước tiếp theo.

$$z_t = \sigma(W_z x_t + U_z h_{t-1})$$

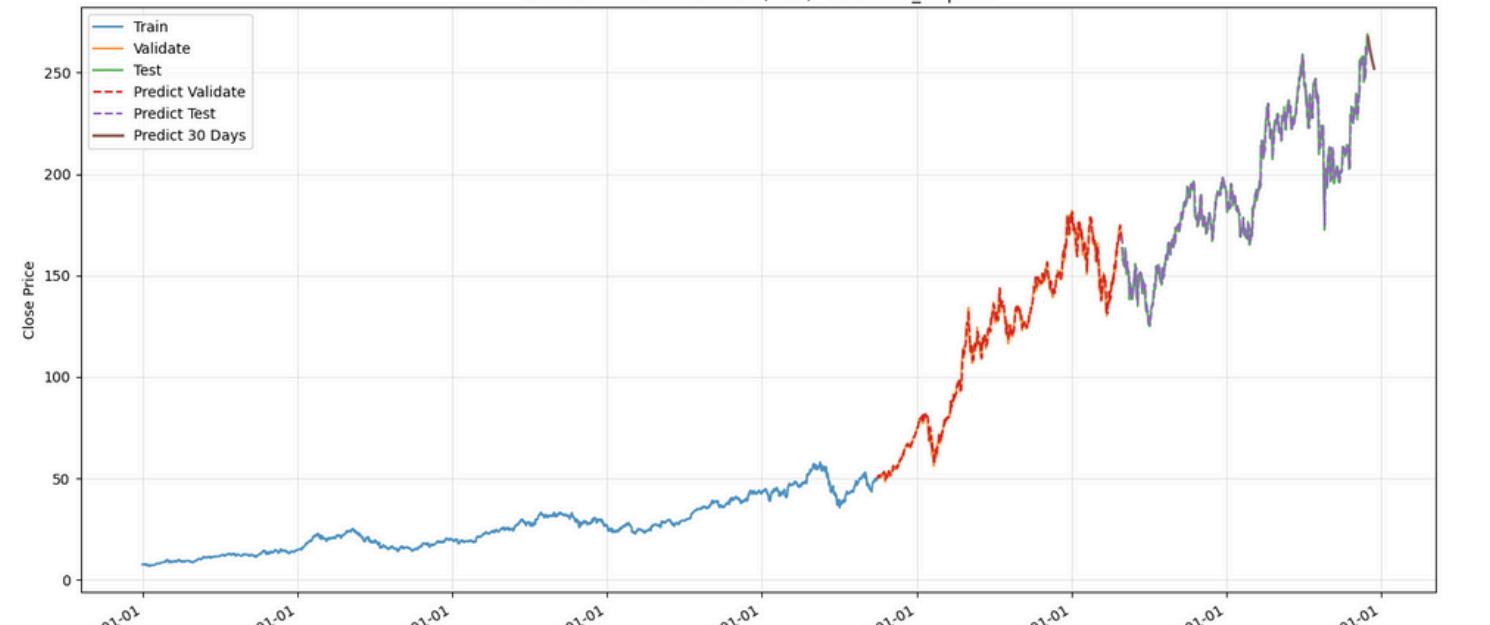
- Cổng đặt lại (Reset Gate –  $r_t$ )  
→ Quyết định quên bao nhiêu thông tin cũ không còn cần thiết.

$$r_t = \sigma(W_r x_t + U_r h_{t-1})$$

## Cập nhật trạng thái ẩn

- Trạng thái ẩn ứng viên:  $a_t = \tanh(r_t * W_a[h_{t-1}, X_t] + b_a)$

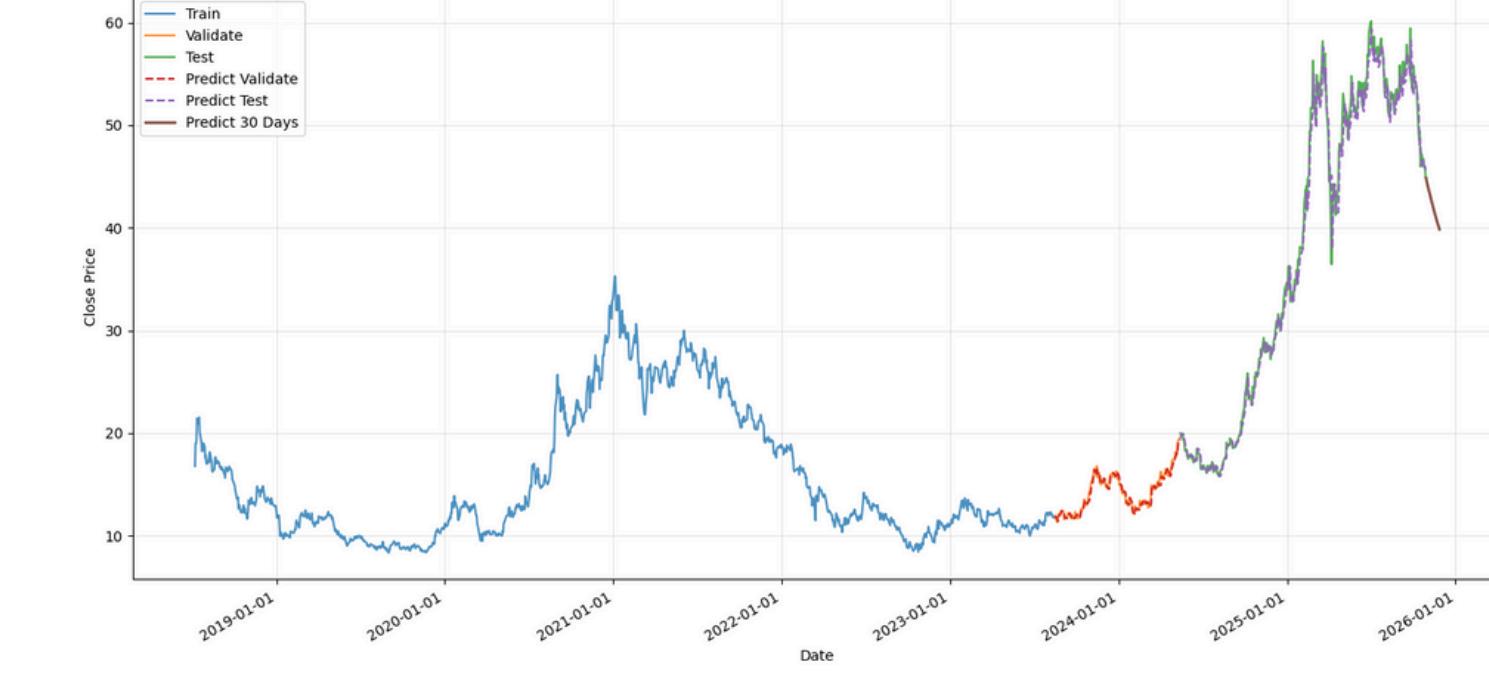
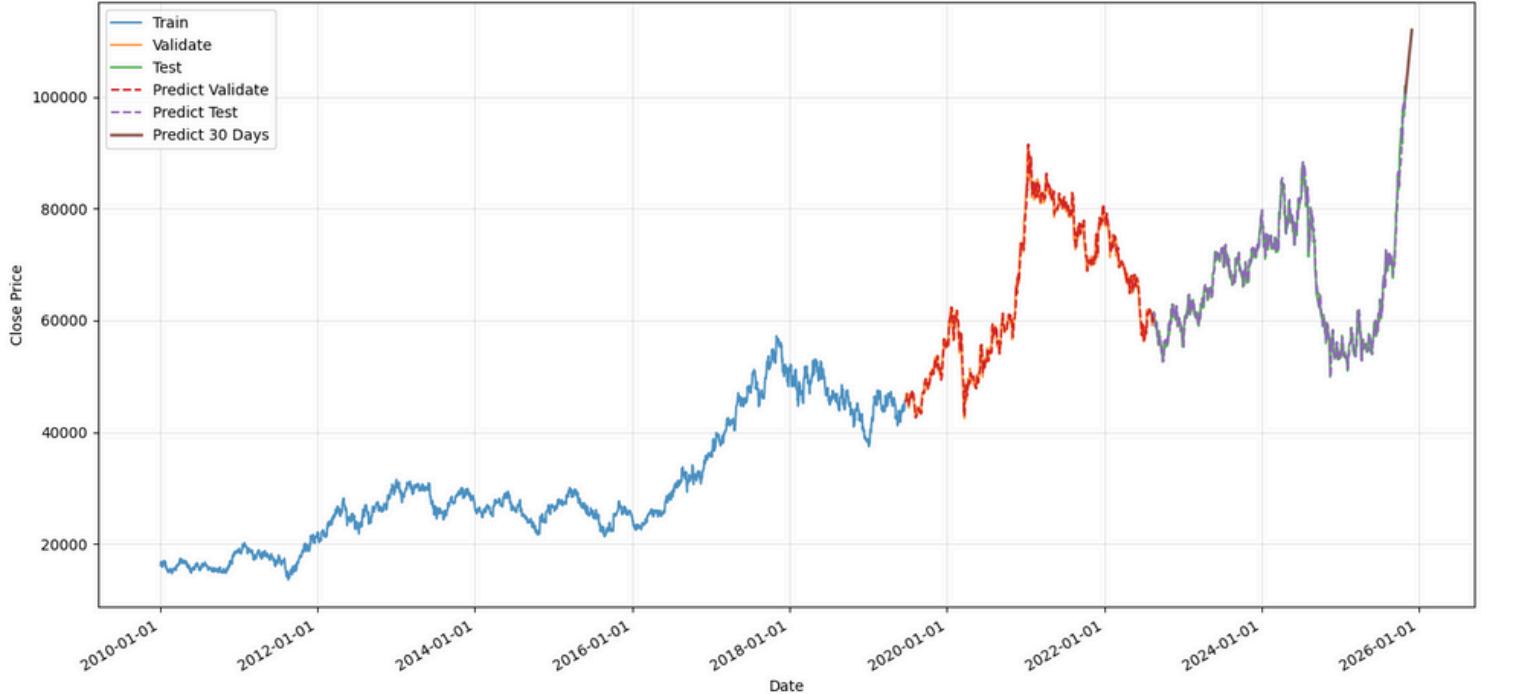
- Trạng thái ẩn hiện tại:  $h_t = (1 - z_t) * a_t + z_t * h_{t-1}$



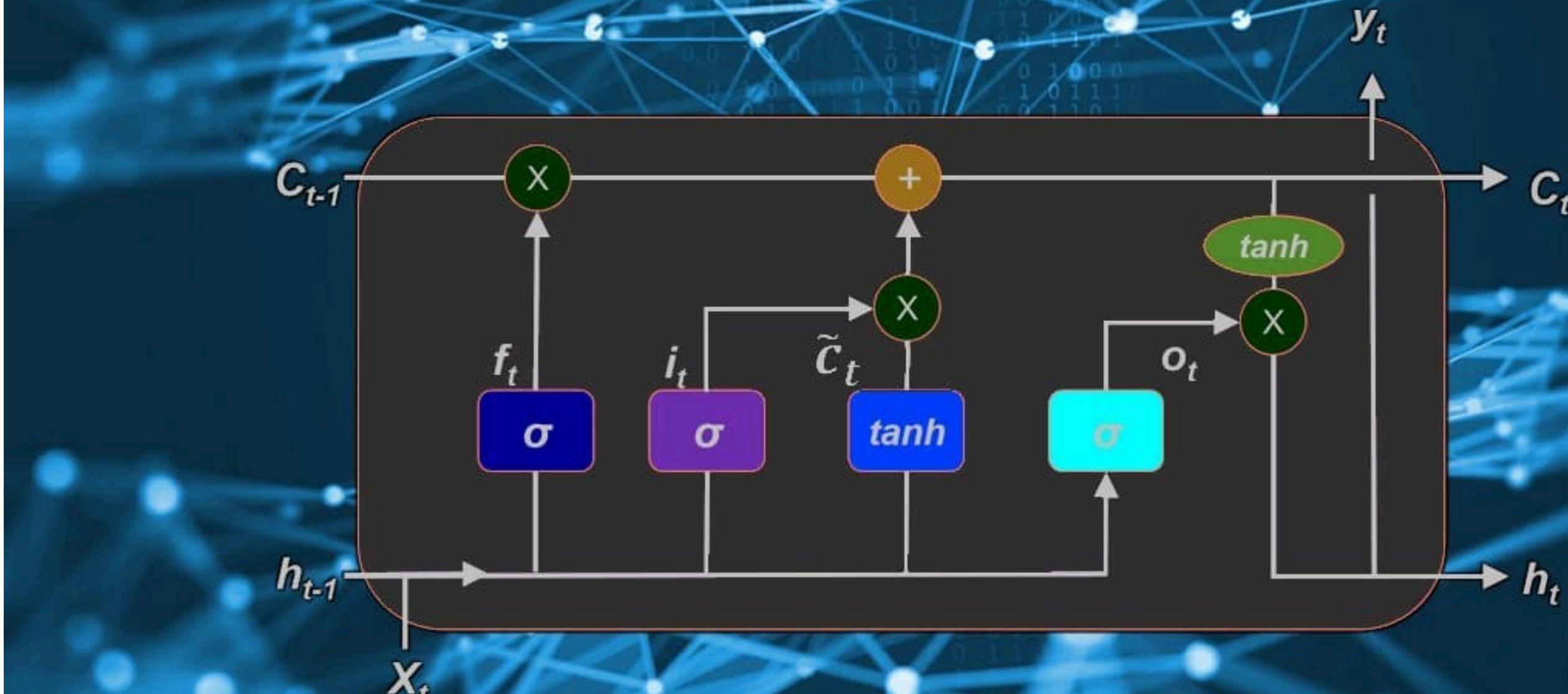
7-2-1



6-2-2



# Long Short-Term Memory (LSTM)



# Long Short-Term Memory (LSTM)

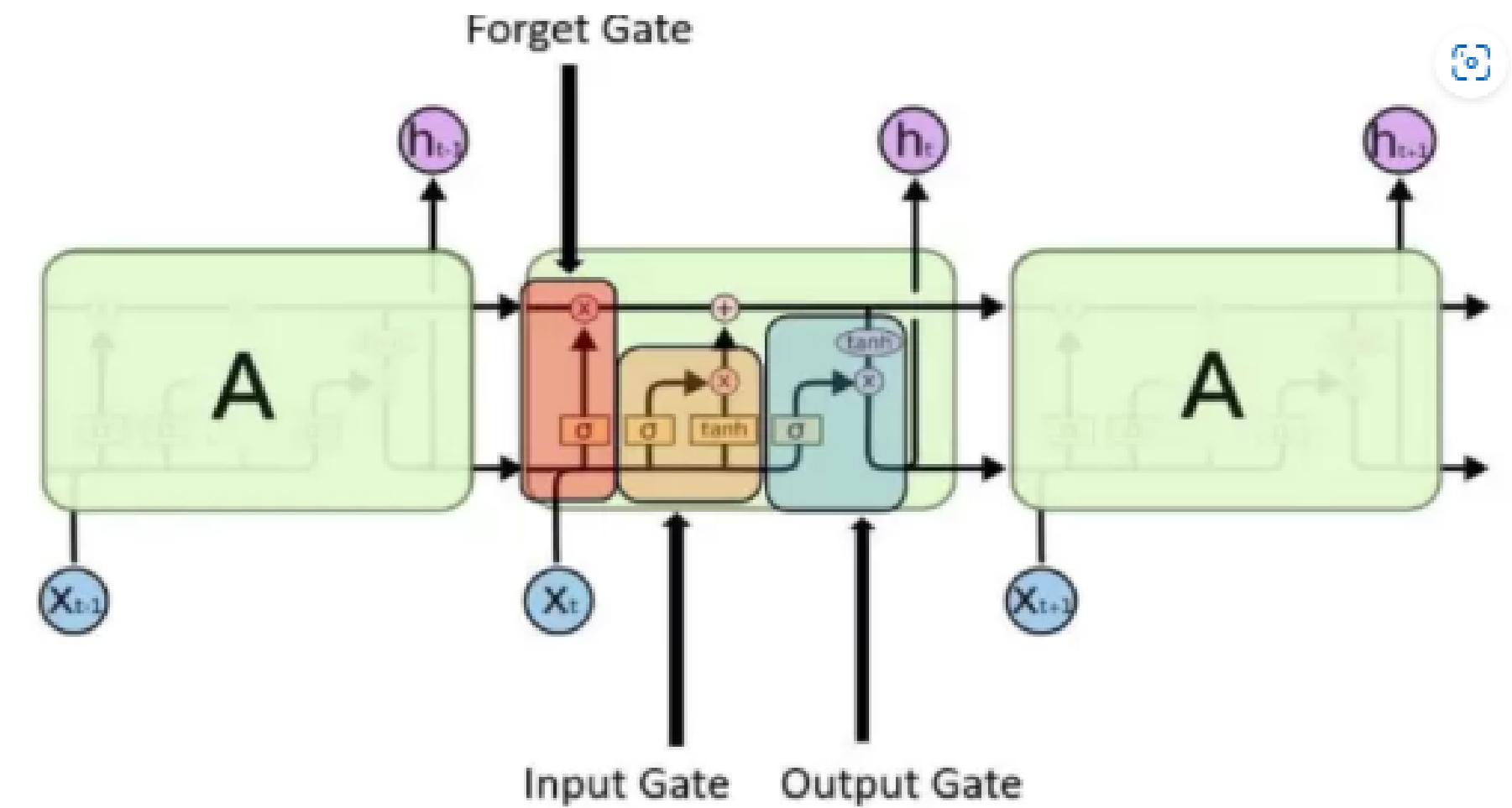
- Là biến thể cải tiến của RNN
- Giải quyết các vấn đề: mất gradient, không ghi nhớ phụ thuộc dài hạn của RNN truyền thống.

# Long Short-Term Memory (LSTM)

Đặc điểm chính:

Mỗi khối nhớ (memory block) gồm:

- Cổng quên (Forget gate)
  - Cổng đầu vào (Input gate)
  - Cổng đầu ra (Output gate)
- có khả năng ghi nhớ
- quên chọn lọc
- cập nhật linh hoạt thông tin.



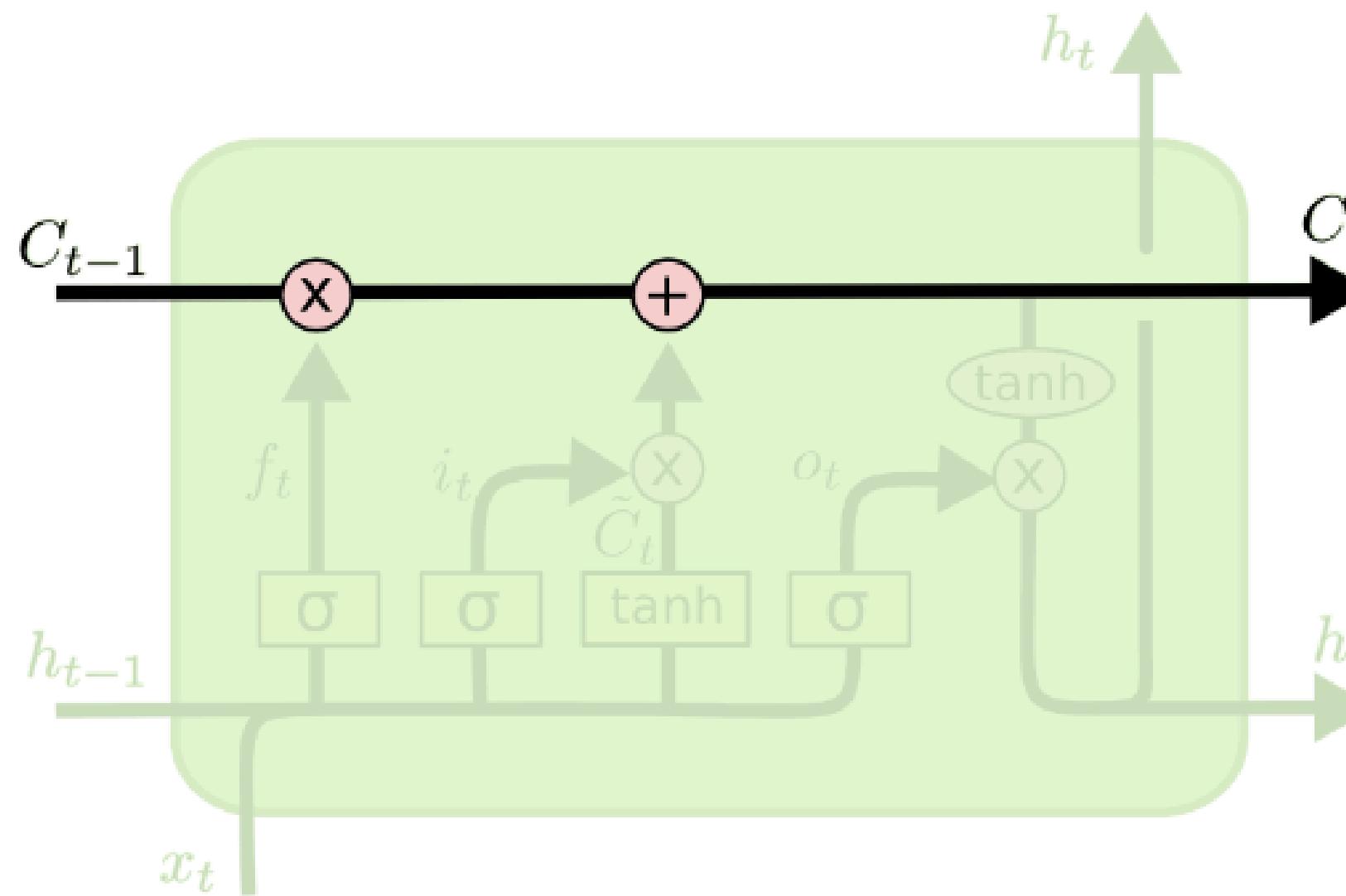
# Cấu trúc tính toán trong LSTM

Các công thức tại thời điểm t:

- *Forget gate:*  $f_t = \sigma(W_f x_t + U_f h_{t-1})$
- *Input gate:*  $i_t = \sigma(W_i x_t + U_i h_{t-1})$
- *Cell gate:*  $\hat{c}_t = \tanh(W_c x_t + U_c h_{t-1})$
- *Cell state:*  $c_t = f_t^* c_{t-1} + i_t^* \hat{c}_t$
- *Output gate:*  $o_t = \sigma(W_o x_t + U_o h_{t-1})$
- *Hidden state:*  $h_t = o_t \cdot \tanh(c_t)$

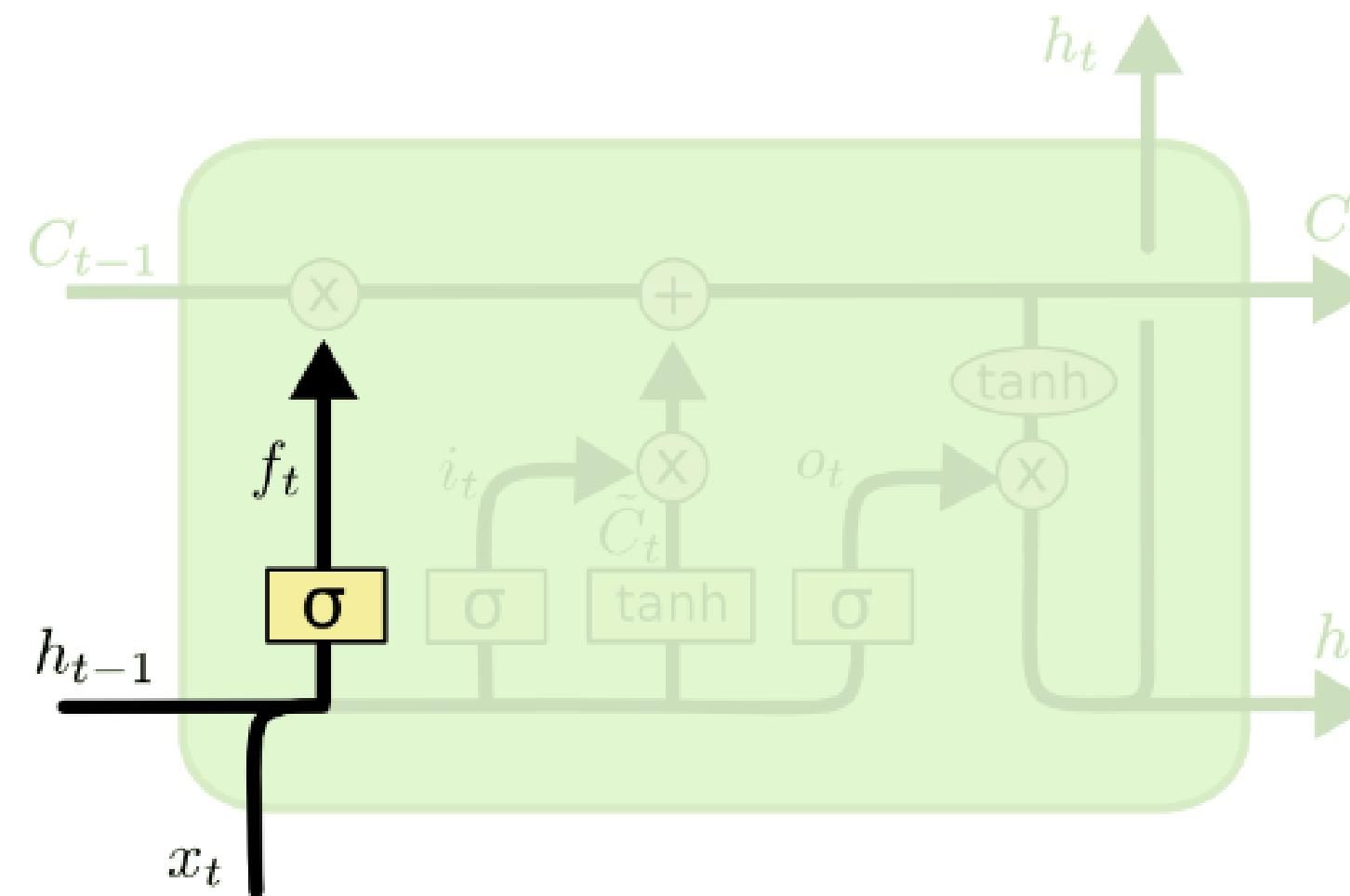
# Cell State – Bộ nhớ trung tâm

- Là đường truyền ký ức chính trong LSTM.
- Được xem như “constant error carousel” – giúp truyền thông tin qua nhiều bước thời gian mà không mất mát.
- Nhờ đó, LSTM có thể ghi nhớ các phụ thuộc dài hạn hiệu quả hơn RNN.



# Forget Gate – Chọn lọc thông tin quá khứ

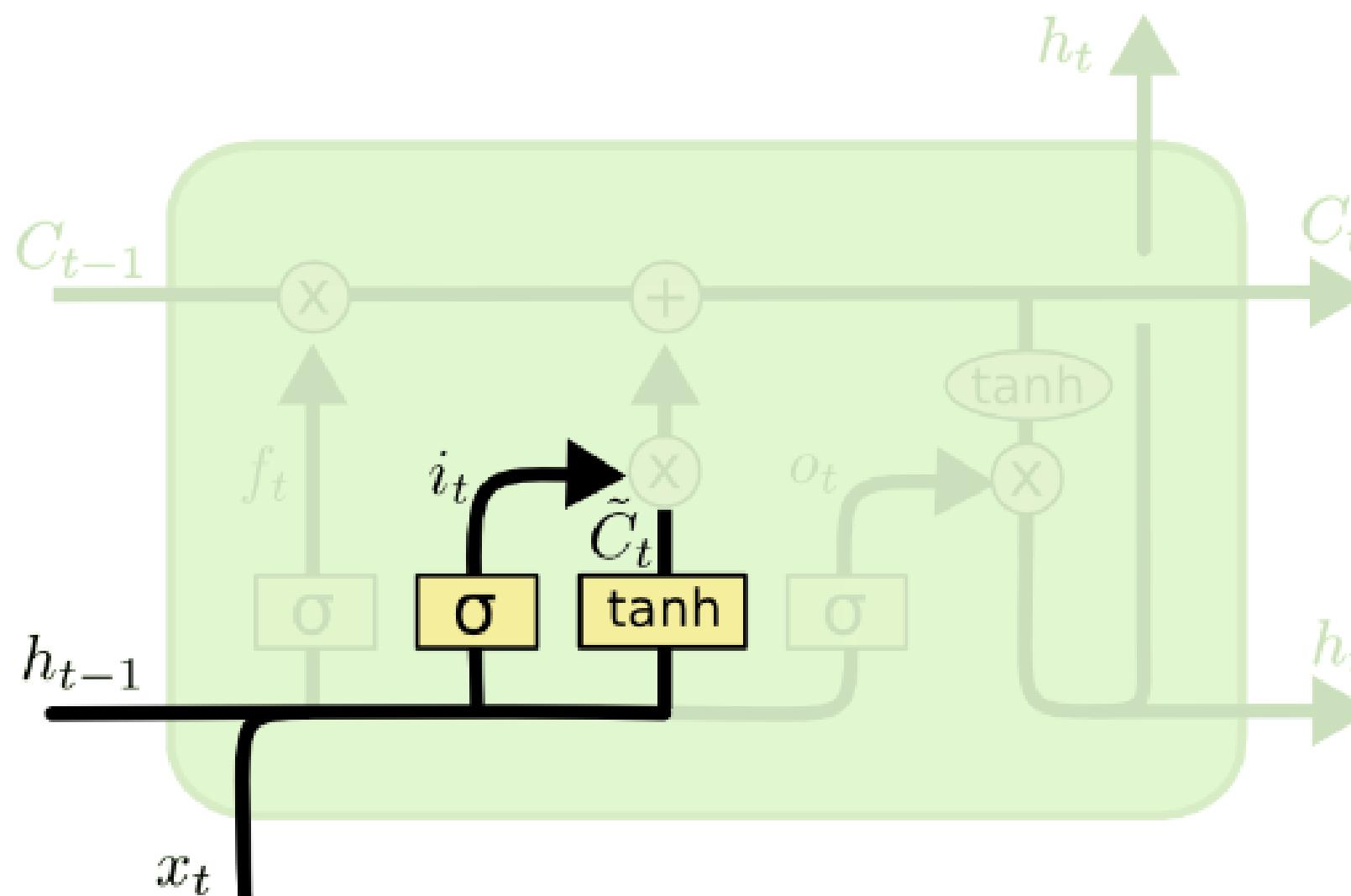
- Vai trò: Xác định phần nào của bộ nhớ cũ cần giữ lại hoặc loại bỏ.
- Đầu vào:  $h_{t-1}, x_t$
- Nếu đầu ra  $\approx 1 \rightarrow$  giữ lại,  $\approx 0 \rightarrow$  loại bỏ.
- Ý nghĩa: Giúp mô hình “quên” thông tin không còn hữu ích, thích ứng linh hoạt với từng bối cảnh dữ liệu.



# Input Gate – Cập nhật thông tin mới

Cấu trúc gồm 2 phần:

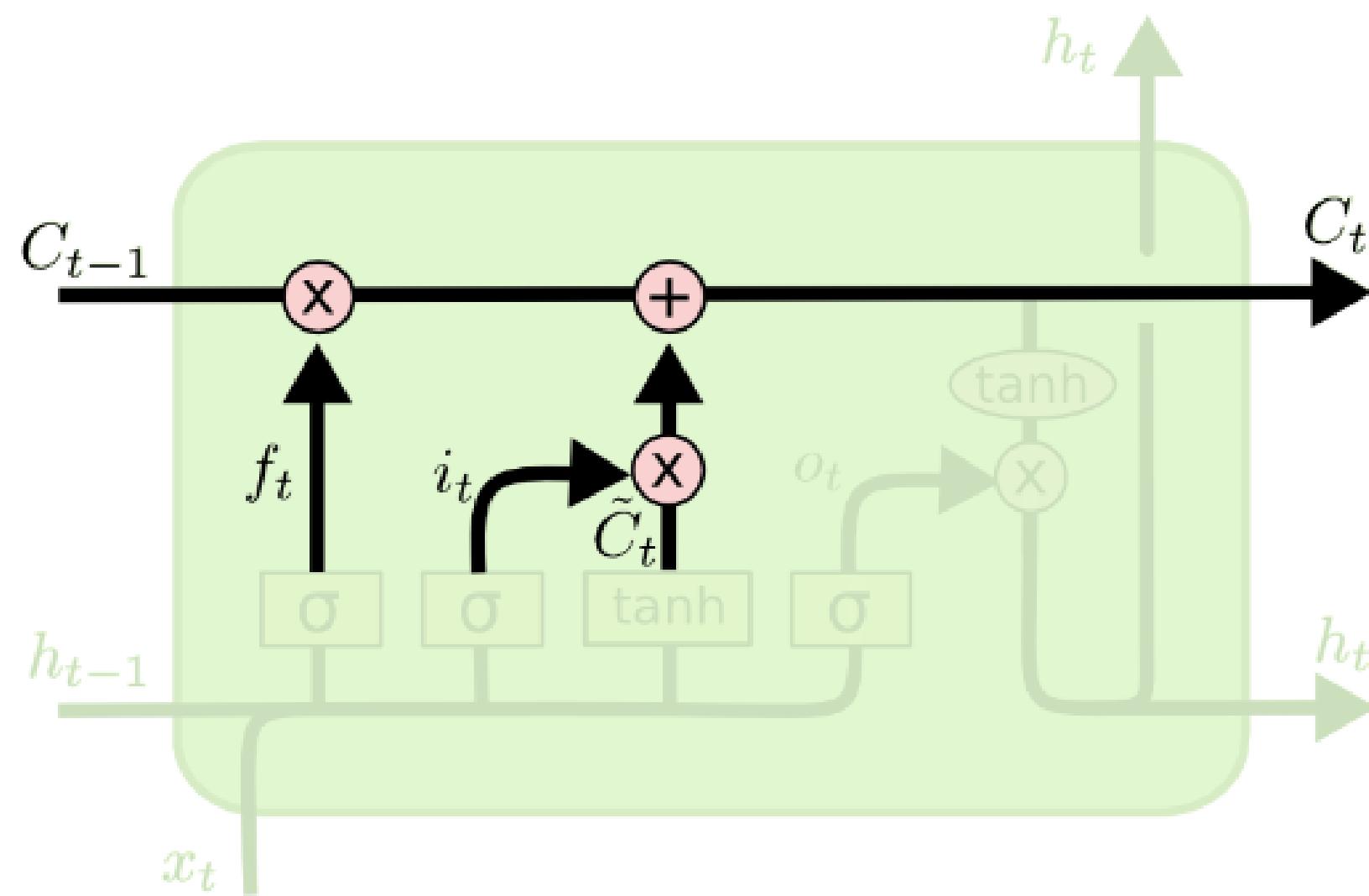
- Lớp  $\sigma$ : chọn phần thông tin mới cần lưu.
- Lớp tanh: tạo vector ứng viên (candidate vector) đại diện cho nội dung mới.  
→ Hai phần kết hợp → chỉ ghi nhớ thông tin quan trọng.



# Cập nhật Cell State

Cell state mới ct được tính bằng việc kết hợp:

- Phần thông tin quá khứ được giữ lại bởi forget gate
- Và phần thông tin mới được chọn lọc bởi input gate



# Output Gate – Tạo đầu ra

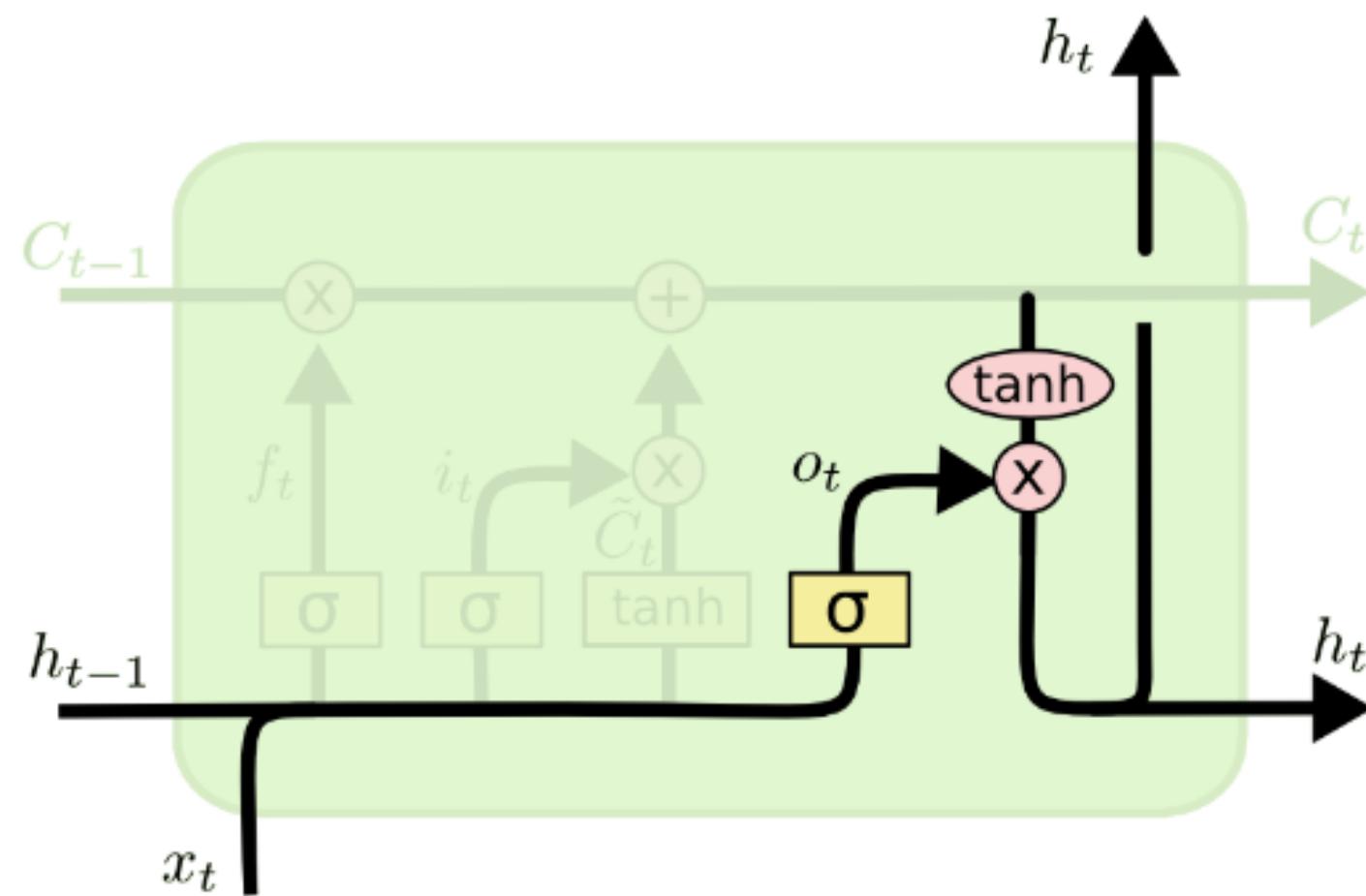
Output Gate – Tạo đầu ra  $h_t$

Cách hoạt động:

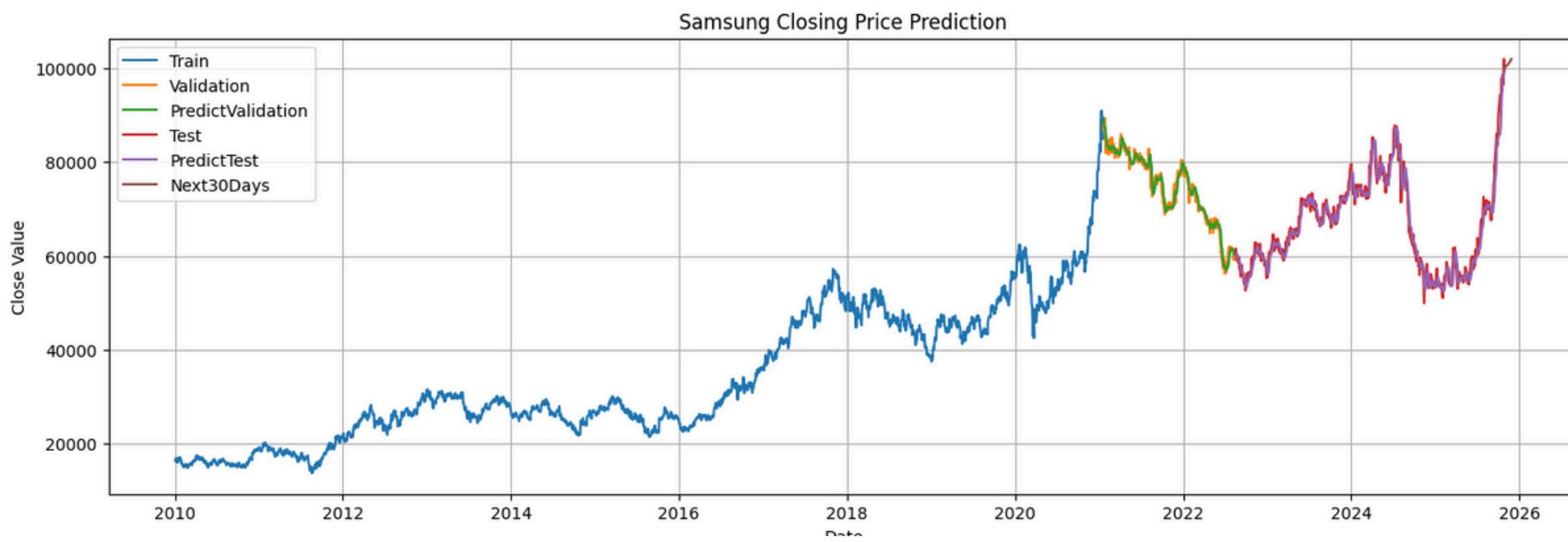
1. Cell state  $c_t$  được đưa qua hàm tanh  $\rightarrow [-1,1]$ .
2. Output gate  $o_t$  chọn phần thông tin cần xuất ra.

Kết quả:

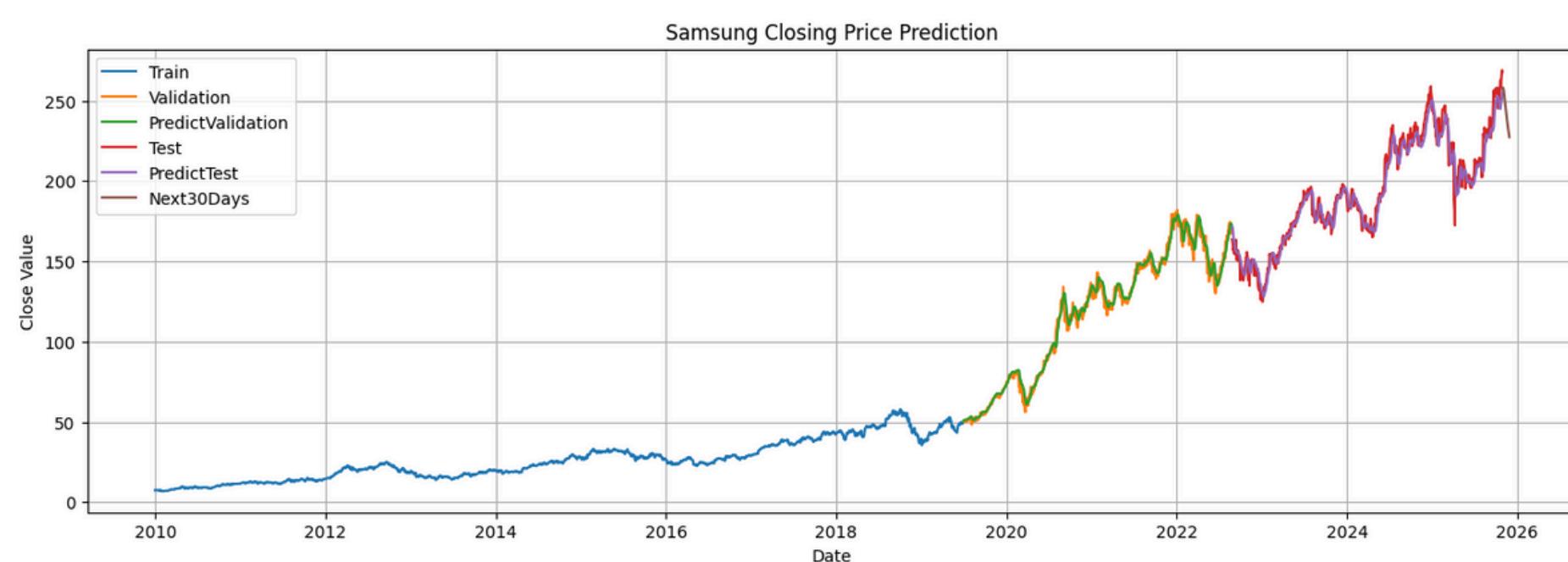
→ LSTM chỉ phát ra thông tin quan trọng tại thời điểm hiện tại, đồng thời duy trì ký ức dài hạn.



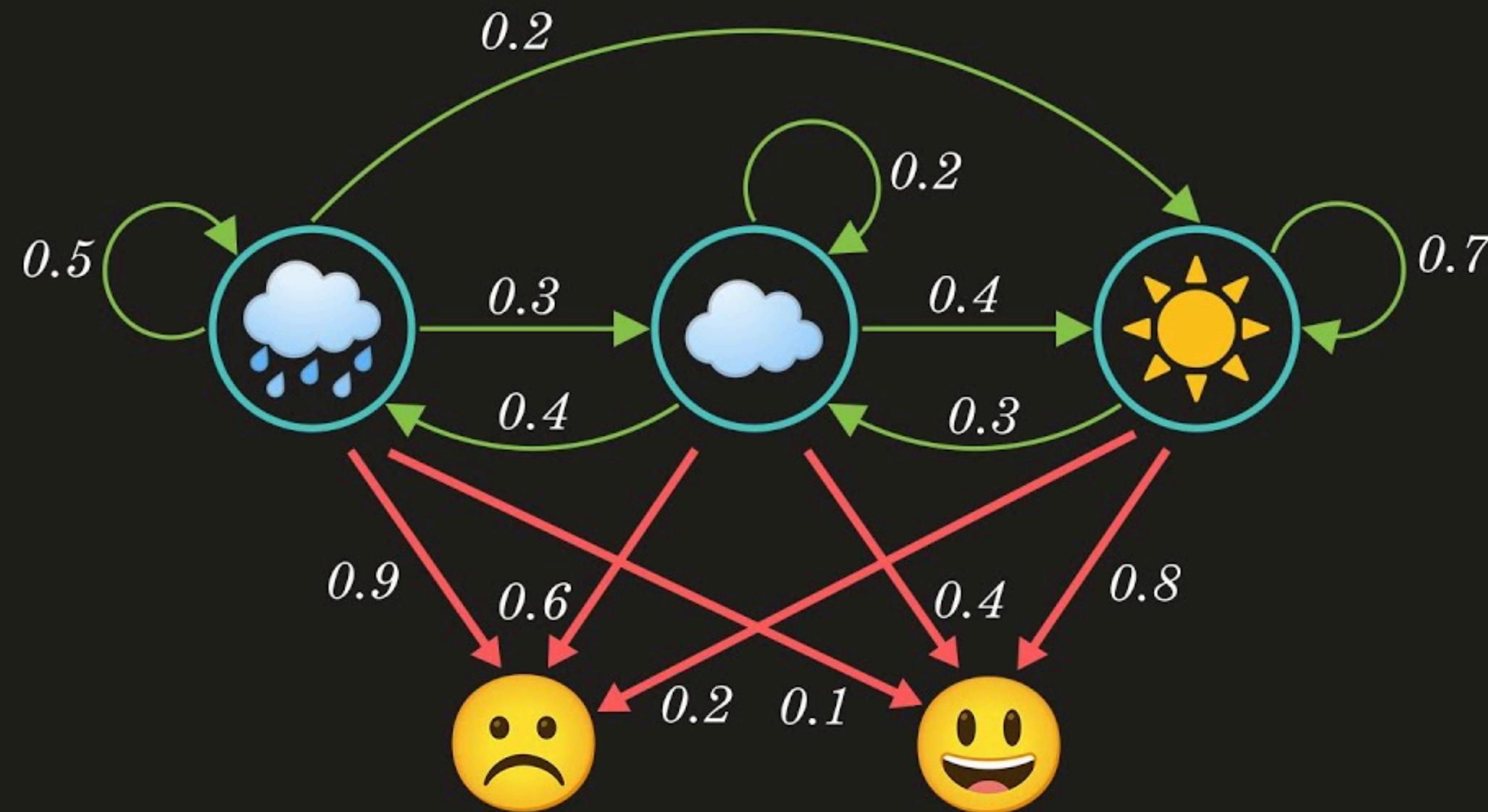
7-1-2



6-2-2



# Hidden Markov Model



# Hidden Markov Model (HMM)

- Mô tả mối quan hệ giữa trạng thái ẩn và quan sát thực tế.
- Ứng dụng: nhận dạng giọng nói, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, phân tích chuỗi DNA, xử lý ảnh, dự báo tài chính

# Hidden Markov Model (HMM)

Biến quan sát (vector 3 chiều):

$$O_t = \left( \frac{Close - Open}{Open}, \frac{High - Open}{Open}, \frac{Open - Low}{Open} \right)$$

$$:= (\textit{fracChange}, \textit{fracHigh}, \textit{fracLow}) [10]$$

- **fracChange**: biến động giữa Close & Open
- **fracHigh**: chênh lệch giữa High & Open
- **fracLow**: chênh lệch giữa Low & Open

Cấu hình mô hình:

- Số trạng thái ẩn: 10
- Huấn luyện bằng phương pháp MAP (Maximum A Posteriori)

# Dự báo & Tối ưu hóa

Quy trình dự báo:

1. Sử dụng dữ liệu d ngày trước → tính  $fracChange$  cho ngày d+1
2. Dự đoán giá đóng cửa:

$$Close = Open \times (1 + fracChange)$$

3. Đánh giá bằng MAE (Mean Absolute Error) trên tập validate.

Tối ưu hóa:

1. Chia nhỏ  $fracChange$  thành các khoảng (number of steps).
2. Thử nghiệm để tìm số bước tối ưu, giúp giảm MAE và nâng cao độ chính xác dự báo.

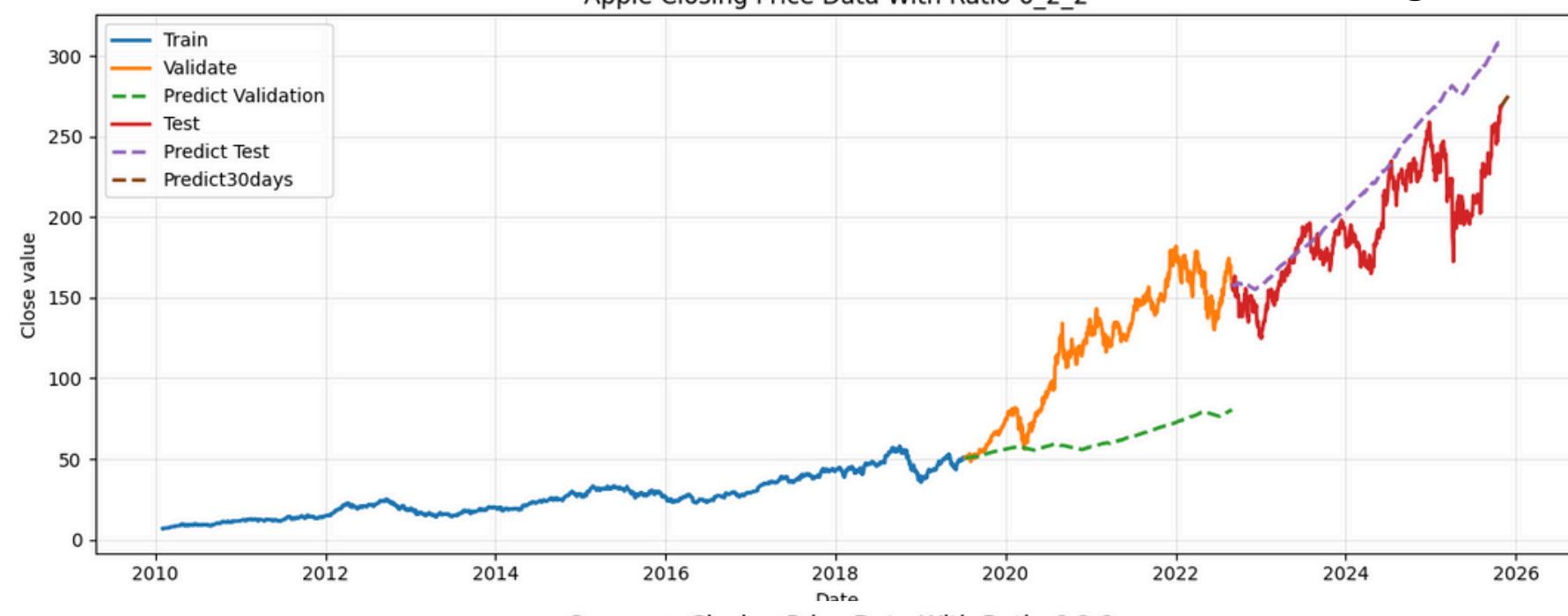
7-1-2

Apple Closing Price Data With Ratio 7\_1\_2



6-2-2

Apple Closing Price Data With Ratio 6\_2\_2



Samsung Closing Price Data With Ratio 7\_1\_2



Samsung Closing Price Data With Ratio 6:2:2



Xiaomi Closing Price Data With Ratio 7\_1\_2



# Các độ đánh giá mô hình

| Mean Absolute Percentage Error   | Root Mean Squared Error  | Mean Squared Logarithmic Error  |
|--|--|---|
| $MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \left  \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right $   | $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i - \hat{y}_i)^2}$   | $MSLE = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} [\log_e(1 + y_i) - \log_e(1 + \hat{y}_i)]^2$   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Đo tỷ lệ sai lệch trung bình tuyệt đối (%).</li> <li>Giá trị nhỏ → mô hình ổn định &amp; đáng tin cậy.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Đo mức độ sai lệch tuyệt đối trung bình.</li> <li>Giá trị nhỏ → mô hình bắt đúng xu hướng biến động.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Đo sai lệch tỷ lệ theo thang logarit, phản ánh khả năng bắt xu hướng tăng/giảm.</li> <li>Giá trị nhỏ → mô hình bắt đúng xu hướng biến động.</li> </ul> |

# **Đánh giá thuật toán**

## Đánh giá trên tập dữ liệu Validate

| Dataset    |       | Apple             |                  | Samsung          |                    | Xiaomi           |                  |
|------------|-------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| Tỷ lệ chia |       | 7:1:2             | 6:2:2            | 7:1:2            | 6:2:2              | 7:1:2            | 6:2:2            |
| Mô hình    | Độ đo |                   |                  |                  |                    |                  |                  |
| LR         | MAPE  | 0,48              | 0,49             | 0,21             | 0,18               | 0,16             | 0,59             |
|            | RMSE  | 73,44             | 73,45            | 18651,07         | 17025,95           | 2,54             | 7,39             |
|            | MSLE  | 0,43              | 0,63             | 0,08             | 0,07               | 0,03             | 0,2              |
| GRU        | MAPE  | 1,415748          | 1,58104          | 0,9461421        | 1,854709           | 3,285213         | 2,0316688        |
|            | RMSE  | 2,7969416         | 2,56799          | 927,55681        | 1530,686           | 0,56673          | 0,370249         |
|            | MSLE  | <b>0,00033044</b> | <b>0,0004737</b> | <b>0,0001656</b> | <b>0,0005329</b>   | <b>0,0012851</b> | <b>0,000665</b>  |
| ARIMA      | MAPE  | 1,8239            | 0,4574           | 0,2275           | 0,2708             | 0,1602           | 0,1841           |
|            | RMSE  | 318,34            | 69,97            | 18623,34         | 23020,98           | 3,0726           | 3,2439           |
|            | MSLE  | 1,0743            | 0,529            | 0,0565           | 0,1504             | 0,0427           | 0,0568           |
| ETS        | MAPE  | 0,01371           | 0,16162308       | 0,01321          | 0,2685497          | 0,019686         | 0,0133425        |
|            | RMSE  | 2,708315          | 41,268402        | 1212,914         | 22886,0992         | 0,38014          | 0,2592114        |
|            | MSLE  | 0,00032           | 0,04459592       | 0,00032          | 0,148085           | 0,0006           | 0,00033          |
| LSTM       | MAPE  | <b>0,0205073</b>  | <b>0,0261955</b> | <b>0,0272397</b> | <b>0,0262819</b>   | <b>0,0407223</b> | <b>0,0394789</b> |
|            | RMSE  | <b>0,0197407</b>  | <b>0,0248025</b> | <b>0,0215868</b> | <b>0,0207897</b>   | <b>0,0299066</b> | <b>0,0287405</b> |
|            | MSLE  | <b>0,00012955</b> | <b>0,0002005</b> | <b>0,0001755</b> | <b>0,000161997</b> | <b>0,0003076</b> | <b>0,0002863</b> |

## Đánh giá trên tập dữ liệu Validate

| Dataset    |       | Apple     |            | Samsung    |              | Xiaomi   |            |
|------------|-------|-----------|------------|------------|--------------|----------|------------|
| Tỷ lệ chia |       | 7:1:2     | 6:2:2      | 7:1:2      | 6:2:2        | 7:1:2    | 6:2:2      |
| Mô hình    | Độ đo |           |            |            |              |          |            |
| RNN        | MAPE  | 0,03993   | 0,0049     | 0,018001   | 0,0283       | 0,02967  | 0,0393     |
|            | RMSE  | 6,02004   | 6,4077     | 1638,278   | 2704,047     | 0,54734  | 2,21       |
|            | MSLE  | 0,001688  | 0,001041   | 0,00049    | 0,001417     | 0,00126  | 0,002266   |
| GBT        | MAPE  | 0,08      | 0,46       | 0,1        | 0,17         | 0,02     | 0,02       |
|            | RMSE  | 16,78     | 72,54      | 8392,49    | 16729,42     | 0,42     | 0,4        |
|            | MSLE  | 0,01      | 0,59       | 0,01       | 0,07         | 0,0007   | 0,0008     |
| HMM        | MAPE  | 0,143747  | 0,411731   | 0,245936   | 0,148809     | 0,15734  | 0,26215    |
|            | RMSE  | 22,406232 | 63,20071   | 19624,5605 | 13934,268122 | 2,737745 | 4,84523    |
|            | MSLE  | 0,019393  | 0,39227568 | 0,061637   | 0,04462672   | 0,033852 | 0,15394398 |
| DNN        | MAPE  | 0,03      | 0,14       | 0,02       | 0,06         | 0,03     | 0,03       |
|            | RMSE  | 4,4       | 6,65       | 1713,73    | 2280,37      | 0,48     | 0,48       |
|            | MSLE  | 0,002     | 0,02       | 0,0008     | 0,005        | 0,001    | 0,001      |

**Xếp hạng các giá trị đánh giá đo được của các mô hình theo thứ tự tăng dần từ trên xuống cho bộ dữ liệu Apple trên tập Validate**

| Apple |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6/2/2 |       |       | 7/1/2 |       |       |
| MAPE  | RMSE  | MSLE  | MAPE  | RMSE  | MSLE  |
| RNN   | LSTM  | LSTM  | ETS   | LSTM  | LSTM  |
| LSTM  | GRU   | GRU   | LSTM  | ETS   | ETS   |
| DNN   | RNN   | RNN   | DNN   | GRU   | GRU   |
| ETS   | DNN   | DNN   | RNN   | DNN   | RNN   |
| HMM   | ETS   | ETS   | GBT   | RNN   | DNN   |
| ARIMA | ARIMA | HMM   | HMM   | GBT   | GBT   |
| GBT   | GBT   | ARIMA | LR    | HMM   | HMM   |
| LR    | LR    | GBT   | GRU   | LR    | LR    |
| GRU   | HMM   | LR    | ARIMA | ARIMA | ARIMA |

**Xếp hạng các giá trị đánh giá đo được của các mô hình theo thứ tự tăng dần từ trên xuống cho bộ dữ liệu Samsung trên tập Validate**

| Samsung |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6/2/2   |       |       | 7/1/2 |       |       |
| MAPE    | RMSE  | MSLE  | MAPE  | RMSE  | MSLE  |
| LSTM    | LSTM  | LSTM  | ETS   | LSTM  | GRU   |
| RNN     | GRU   | GRU   | RNN   | GRU   | LSTM  |
| DNN     | GBT   | RNN   | DNN   | ETS   | ETS   |
| HMM     | LR    | DNN   | LSTM  | RNN   | RNN   |
| GBT     | ETS   | HMM   | GBT   | DNN   | DNN   |
| LR      | DNN   | GBT   | LR    | GBT   | GBT   |
| ETS     | RNN   | LR    | ARIMA | LR    | ARIMA |
| ARIMA   | HMM   | ETS   | HMM   | ARIMA | HMM   |
| GRU     | ARIMA | ARIMA | GRU   | HMM   | LR    |

## Xếp hạng các giá trị đánh giá đo được của các mô hình theo thứ tự tăng dần từ trên xuống cho bộ dữ liệu Xiaomi trên tập Validate

| Xiaomi |       |       |       |       |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6/2/2  |       |       | 7/2/2 |       |       |
| MAPE   | RMSE  | MSLE  | MAPE  | RMSE  | MSLE  |
| LSTM   | LSTM  | RNN   | ETS   | LSTM  | LSTM  |
| RNN    | RNN   | LSTM  | GBT   | ETS   | ETS   |
| DNN    | DNN   | DNN   | RNN   | GBT   | GBT   |
| ARIMA  | ARIMA | GBT   | DNN   | DNN   | DNN   |
| ETS    | ETS   | GRU   | LSTM  | RNN   | RNN   |
| GRU    | GRU   | ARIMA | LR    | GRU   | GRU   |
| GBT    | GBT   | ETS   | ARIMA | LR    | ARIMA |
| LR     | LR    | LR    | HMM   | ARIMA | LR    |
| HMM    | HMM   | HMM   | GRU   | HMM   | HMM   |

# Đánh giá trên tập dữ liệu Test

| Dataset    |       | Apple             |                  | Samsung          |                    | Xiaomi           |                  |
|------------|-------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| Tỷ lệ chia |       | 7:1:2             | 6:2:2            | 7:1:2            | 6:2:2              | 7:1:2            | 6:2:2            |
| Mô hình    | Độ đo |                   |                  |                  |                    |                  |                  |
| LR         | MAPE  | 0,51              | 0,65             | 0,12             | 0,13               | 0,48             | 0,4              |
|            | RMSE  | 104,63            | 131,32           | 9924,33          | 10687,78           | 26,59            | 21,76            |
|            | MSLE  | 0,53              | 1,13             | 0,02             | 0,02               | 0,72             | 0,37             |
| GRU        | MAPE  | 0,012725          | 0,013022         | 0,01411          | 2,01402            | 0,022631         | 0,027217         |
|            | RMSE  | 3,47              | 3,53             | 1304,15          | 1273,55            | 1,3              | 1,59             |
|            | MSLE  | <b>0,00033</b>    | <b>0,000337</b>  | <b>0,000372</b>  | <b>0,000356</b>    | <b>0,000903</b>  | <b>0,001232</b>  |
| ARIMA      | MAPE  | 0,451             | 0,1012           | 0,1218           | 0,1234             | 0,4201           | 0,4201           |
|            | RMSE  | 113,59            | 23,86            | 9871,75          | 11711,46           | 24,126           | 24,126           |
|            | MSLE  | 0,7812            | 0,0151           | 0,021            | 0,0286             | 0,5091           | 0,5091           |
| ETS        | MAPE  | 0,01228           | 0,161623         | 0,01321          | 0,122941           | 0,02133          | 0,01425          |
|            | RMSE  | 3,37451           | 41,2684          | 1212,91          | 11648,428          | 1,21607          | 0,871397         |
|            | MSLE  | 0,0003            | 0,04459          | 0,00032          | 0,028287           | 0,00081          | 0,00042          |
| LSTM       | MAPE  | <b>0,0205073</b>  | <b>0,0261955</b> | <b>0,0272397</b> | <b>0,0262819</b>   | <b>0,0407223</b> | <b>0,0394789</b> |
|            | RMSE  | <b>0,0197407</b>  | <b>0,0248025</b> | <b>0,0215868</b> | <b>0,0207897</b>   | <b>0,0299066</b> | <b>0,0287405</b> |
|            | MSLE  | <b>0,00012955</b> | <b>0,0002005</b> | <b>0,0001755</b> | <b>0,000161997</b> | <b>0,0003076</b> | <b>0,0002863</b> |

# Đánh giá trên tập dữ liệu Test

| Dataset    |       | Apple     |           | Samsung    |              | Xiaomi   |            |
|------------|-------|-----------|-----------|------------|--------------|----------|------------|
| Tỷ lệ chia |       | 7:1:2     | 6:2:2     | 7:1:2      | 6:2:2        | 7:1:2    | 6:2:2      |
| Mô hình    | Độ đo |           |           |            |              |          |            |
| RNN        | MAPE  | 0,073308  | 0,0249    | 0,02134    | 0,0283       | 0,037811 | 0,0277     |
|            | RMSE  | 20,0144   | 6,713     | 1847,902   | 2704,0475    | 2,169517 | 1,6173     |
|            | MSLE  | 0,008771  | 0,001041  | 0,00074    | 0,001417     | 0,002214 | 0,001278   |
| GBT        | MAPE  | 0,25      | 0,7       | 0,07       | 0,18         | 0,21     | 0,21       |
|            | RMSE  | 61,7      | 141,95    | 6650,01    | 16528,36     | 14,69    | 14,53      |
|            | MSLE  | 0,12      | 1,51      | 0,01       | 0,07         | 0,12     | 0,11       |
| HMM        | MAPE  | 0,069604  | 0,148005  | 0,027546   | 0,155413     | 0,081801 | 0,468112   |
|            | RMSE  | 11,197317 | 37,686774 | 1837,74561 | 12397,891443 | 1,629519 | 26,427831  |
|            | MSLE  | 0,004556  | 0,0266221 | 0,000923   | 0,03299802   | 0,005712 | 0,69995673 |
| DNN        | MAPE  | 0,03      | 0,04      | 0,02       | 0,03         | 0,1      | 0,1        |
|            | RMSE  | 7,91      | 11,22     | 2357,2     | 2706,62      | 5,42     | 5,42       |
|            | MSLE  | 0,001     | 0,003     | 0,001      | 0,001        | 0,01     | 0,01       |

## Xếp hạng các giá trị đánh giá đo được của các mô hình theo thứ tự tăng dần từ trên xuống cho bộ dữ liệu Apple trên tập Test

| Apple |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6/2/2 |       |       | 7/1/2 |       |       |
| MAPE  | RMSE  | MSLE  | MAPE  | RMSE  | MSLE  |
| GRU   | LSTM  | LSTM  | GRU   | LSTM  | LSTM  |
| RNN   | GRU   | GRU   | ETS   | ETS   | ETS   |
| LSTM  | RNN   | RNN   | LSTM  | GRU   | GRU   |
| DNN   | DNN   | DNN   | DNN   | DNN   | DNN   |
| ARIMA | ARIMA | ARIMA | HMM   | HMM   | HMM   |
| HMM   | HMM   | HMM   | RNN   | RNN   | RNN   |
| ETS   | ETS   | ETS   | GBT   | GBT   | GBT   |
| LR    | GBT   | LR    | ARIMA | LR    | LR    |
| GBT   | LR    | GBT   | LR    | ARIMA | ARIMA |

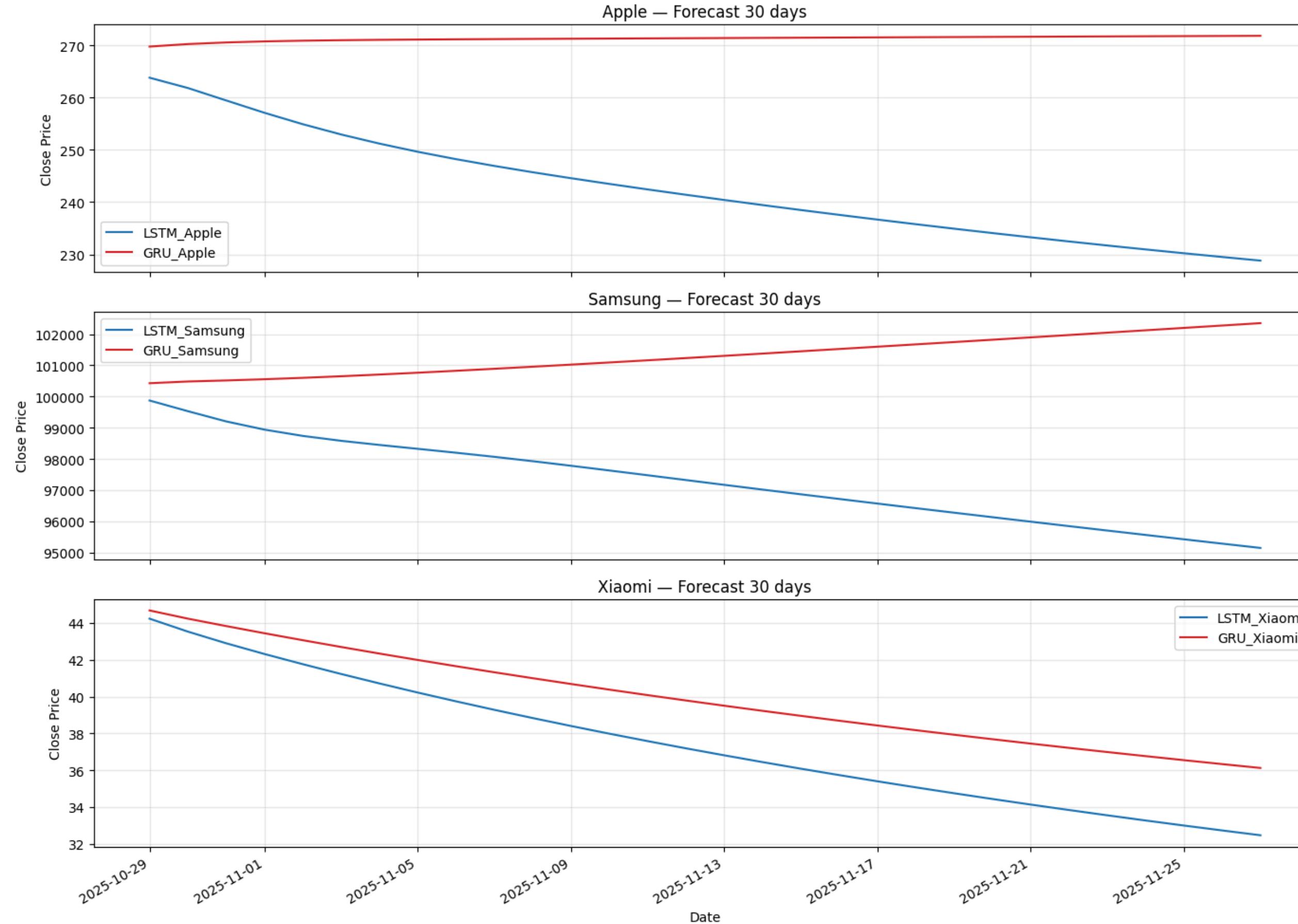
**Xếp hạng các giá trị đánh giá đo được của các mô hình theo thứ tự tăng dần từ trên xuống cho bộ dữ liệu Samsung trên tập Test**

| Samsung |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6/2/2   |       |       | 7/1/2 |       |       |
| MAPE    | RMSE  | MSLE  | MAPE  | RMSE  | MSLE  |
| LSTM    | LSTM  | LSTM  | ETS   | LSTM  | LSTM  |
| RNN     | GRU   | GRU   | GRU   | GRU   | ETS   |
| DNN     | DNN   | DNN   | DNN   | ETS   | GRU   |
| ETS     | RNN   | RNN   | RNN   | RNN   | RNN   |
| ARIMA   | ETS   | LR    | LSTM  | HMM   | HMM   |
| HMM     | ARIMA | ETS   | HMM   | DNN   | DNN   |
| GBT     | HMM   | ARIMA | GBT   | GBT   | GBT   |
| LR      | GBT   | HMM   | ARIMA | ARIMA | LR    |
| GRU     | LR    | GBT   | LR    | LR    | ARIMA |

## Xếp hạng các giá trị đánh giá đo được của các mô hình theo thứ tự tăng dần từ trên xuống cho bộ dữ liệu Xiaomi trên tập Test

| Xiaomi |       |       |       |       |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6/2/2  |       |       | 7/2/2 |       |       |
| MAPE   | RMSE  | MSLE  | MAPE  | RMSE  | MSLE  |
| ETS    | LSTM  | LSTM  | ETS   | LSTM  | LSTM  |
| GRU    | GRU   | GRU   | GRU   | ETS   | GRU   |
| RNN    | RNN   | RNN   | RNN   | GRU   | ETS   |
| LSTM   | ETS   | ETS   | LSTM  | HMM   | HMM   |
| DNN    | DNN   | DNN   | HMM   | RNN   | DNN   |
| GBT    | GBT   | GBT   | DNN   | DNN   | RNN   |
| LR     | LR    | LR    | GBT   | GBT   | GBT   |
| HMM    | ARIMA | HMM   | ARIMA | ARIMA | ARIMA |
| ARIMA  | HMM   | ARIMA | LR    | LR    | LR    |

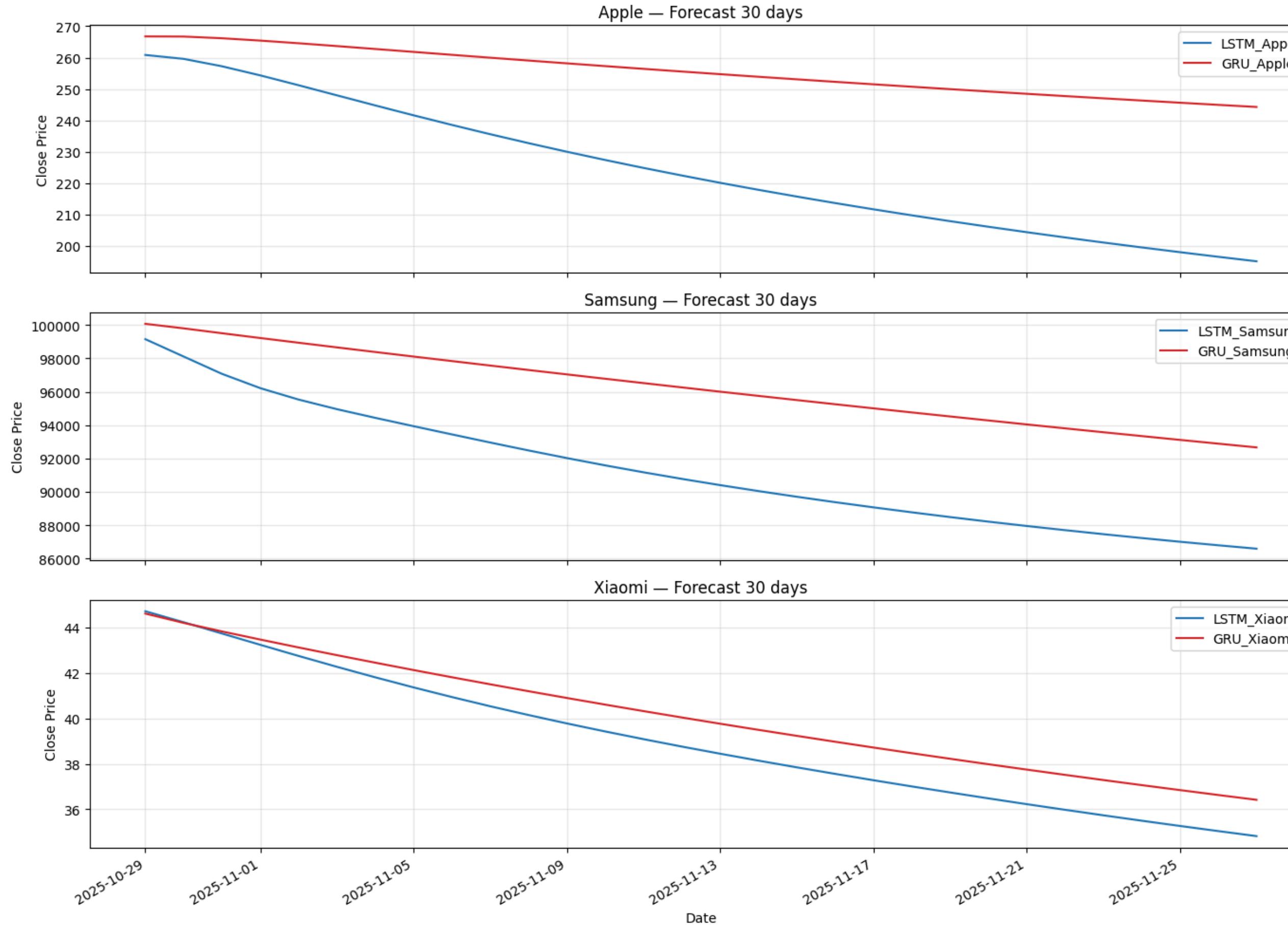
# Dự đoán giá cổ phiếu trong 30 ngày tới với tỉ lệ 7-1-2



# Dự đoán giá cổ phiếu trong 30 ngày tới với tỉ lệ 7-1-2

| 30-DAY FORECAST TABLE – Apple |               |              | 30-DAY FORECAST TABLE – Samsung |               |               | 30-DAY FORECAST TABLE – Xiaomi |               |              |
|-------------------------------|---------------|--------------|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------|
| Date                          | LSTM_Forecast | GRU_Forecast | Date                            | LSTM_Forecast | GRU_Forecast  | Date                           | LSTM_Forecast | GRU_Forecast |
| 2025-10-29                    | 263.776703    | 269.730194   | 2025-10-29                      | 99872.617188  | 100426.710938 | 2025-10-29                     | 44.228699     | 44.674000    |
| 2025-10-30                    | 261.808411    | 270.210205   | 2025-10-30                      | 99530.406250  | 100482.257812 | 2025-10-30                     | 43.525501     | 44.229801    |
| 2025-10-31                    | 259.430298    | 270.517609   | 2025-10-31                      | 99202.242188  | 100515.531250 | 2025-10-31                     | 42.892502     | 43.826000    |
| 2025-11-01                    | 257.070709    | 270.718994   | 2025-11-01                      | 98939.281250  | 100554.375000 | 2025-11-01                     | 42.310001     | 43.436699    |
| 2025-11-02                    | 254.889008    | 270.854004   | 2025-11-02                      | 98737.992188  | 100599.742188 | 2025-11-02                     | 41.757301     | 43.058800    |
| 2025-11-03                    | 252.928101    | 270.947998   | 2025-11-03                      | 98580.765625  | 100650.250000 | 2025-11-03                     | 41.225498     | 42.691399    |
| 2025-11-04                    | 251.180801    | 271.017090   | 2025-11-04                      | 98448.109375  | 100705.164062 | 2025-11-04                     | 40.712601     | 42.334202    |
| 2025-11-05                    | 249.618805    | 271.071106   | 2025-11-05                      | 98324.257812  | 100763.671875 | 2025-11-05                     | 40.217800     | 41.986500    |
| 2025-11-06                    | 248.207596    | 271.116089   | 2025-11-06                      | 98198.945312  | 100825.187500 | 2025-11-06                     | 39.740299     | 41.647900    |
| 2025-11-07                    | 246.913406    | 271.155609   | 2025-11-07                      | 98067.109375  | 100889.148438 | 2025-11-07                     | 39.279301     | 41.317902    |
| 2025-11-08                    | 245.707596    | 271.191986   | 2025-11-08                      | 97927.539062  | 100955.085938 | 2025-11-08                     | 38.833801     | 40.996399    |
| 2025-11-09                    | 244.567703    | 271.226410   | 2025-11-09                      | 97781.304688  | 101022.632812 | 2025-11-09                     | 38.402802     | 40.682800    |
| 2025-11-10                    | 243.477097    | 271.259888   | 2025-11-10                      | 97630.460938  | 101091.554688 | 2025-11-10                     | 37.985699     | 40.376999    |
| 2025-11-11                    | 242.424393    | 271.292603   | 2025-11-11                      | 97477.132812  | 101161.554688 | 2025-11-11                     | 37.581699     | 40.078499    |
| 2025-11-12                    | 241.402298    | 271.325012   | 2025-11-12                      | 97323.125000  | 101232.523438 | 2025-11-12                     | 37.190201     | 39.787201    |
| 2025-11-13                    | 240.406601    | 271.356995   | 2025-11-13                      | 97169.640625  | 101304.242188 | 2025-11-13                     | 36.810600     | 39.502701    |
| 2025-11-14                    | 239.434998    | 271.388794   | 2025-11-14                      | 97017.343750  | 101376.640625 | 2025-11-14                     | 36.442200     | 39.224899    |
| 2025-11-15                    | 238.486404    | 271.420593   | 2025-11-15                      | 96866.531250  | 101449.625000 | 2025-11-15                     | 36.084499     | 38.953400    |
| 2025-11-16                    | 237.560501    | 271.451996   | 2025-11-16                      | 96717.226562  | 101523.109375 | 2025-11-16                     | 35.737000     | 38.688202    |
| 2025-11-17                    | 236.657303    | 271.483307   | 2025-11-17                      | 96569.328125  | 101597.007812 | 2025-11-17                     | 35.399300     | 38.428902    |
| 2025-11-18                    | 235.776703    | 271.514404   | 2025-11-18                      | 96422.679688  | 101671.281250 | 2025-11-18                     | 35.070801     | 38.175301    |
| 2025-11-19                    | 234.918594    | 271.545410   | 2025-11-19                      | 96277.156250  | 101745.851562 | 2025-11-19                     | 34.751099     | 37.927399    |
| 2025-11-20                    | 234.082794    | 271.575989   | 2025-11-20                      | 96132.648438  | 101820.726562 | 2025-11-20                     | 34.439899     | 37.684799    |
| 2025-11-21                    | 233.268906    | 271.606598   | 2025-11-21                      | 95989.085938  | 101895.882812 | 2025-11-21                     | 34.136700     | 37.447399    |
| 2025-11-22                    | 232.476395    | 271.636810   | 2025-11-22                      | 95846.453125  | 101971.335938 | 2025-11-22                     | 33.841301     | 37.215099    |
| 2025-11-23                    | 231.704697    | 271.666809   | 2025-11-23                      | 95704.734375  | 102047.062500 | 2025-11-23                     | 33.553299     | 36.987701    |
| 2025-11-24                    | 230.953094    | 271.696686   | 2025-11-24                      | 95563.914062  | 102123.085938 | 2025-11-24                     | 33.272400     | 36.764999    |
| 2025-11-25                    | 230.220993    | 271.726288   | 2025-11-25                      | 95424.015625  | 102199.367188 | 2025-11-25                     | 32.998402     | 36.546902    |
| 2025-11-26                    | 229.507599    | 271.755798   | 2025-11-26                      | 95284.992188  | 102275.882812 | 2025-11-26                     | 32.730900     | 36.333199    |
| 2025-11-27                    | 228.812195    | 271.784912   | 2025-11-27                      | 95146.882812  | 102352.687500 | 2025-11-27                     | 32.469799     | 36.123901    |

# Dự đoán giá cổ phiếu trong 30 ngày tới với tỉ lệ 6-2-2



# Dự đoán giá cổ phiếu trong 30 ngày tới với tỉ lệ 6-2-2

| 30-DAY FORECAST TABLE – Apple |               |              | 30-DAY FORECAST TABLE – Samsung |               |               | 30-DAY FORECAST TABLE – Xiaomi |               |              |
|-------------------------------|---------------|--------------|---------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------|
| Date                          | LSTM_Forecast | GRU_Forecast | Date                            | LSTM_Forecast | GRU_Forecast  | Date                           | LSTM_Forecast | GRU_Forecast |
| 2025-10-29                    | 260.845490    | 266.753601   | 2025-10-29                      | 99155.820312  | 100076.953125 | 2025-10-29                     | 44.715199     | 44.612301    |
| 2025-10-30                    | 259.589813    | 266.707886   | 2025-10-30                      | 98114.562500  | 99804.710938  | 2025-10-30                     | 44.230701     | 44.201900    |
| 2025-10-31                    | 257.227814    | 266.164795   | 2025-10-31                      | 97075.953125  | 99512.132812  | 2025-10-31                     | 43.735001     | 43.827202    |
| 2025-11-01                    | 254.328201    | 265.413788   | 2025-11-01                      | 96218.648438  | 99225.046875  | 2025-11-01                     | 43.238098     | 43.468700    |
| 2025-11-02                    | 251.187805    | 264.562988   | 2025-11-02                      | 95532.429688  | 98942.093750  | 2025-11-02                     | 42.747799     | 43.120998    |
| 2025-11-03                    | 247.967194    | 263.663208   | 2025-11-03                      | 94957.281250  | 98662.750000  | 2025-11-03                     | 42.269600     | 42.782200    |
| 2025-11-04                    | 244.756195    | 262.741302   | 2025-11-04                      | 94436.921875  | 98386.546875  | 2025-11-04                     | 41.807499     | 42.451199    |
| 2025-11-05                    | 241.605499    | 261.812714   | 2025-11-05                      | 93936.843750  | 98113.156250  | 2025-11-05                     | 41.363701     | 42.127300    |
| 2025-11-06                    | 238.543304    | 260.886200   | 2025-11-06                      | 93443.570312  | 97842.273438  | 2025-11-06                     | 40.939201     | 41.810398    |
| 2025-11-07                    | 235.584198    | 259.967285   | 2025-11-07                      | 92956.851562  | 97573.726562  | 2025-11-07                     | 40.534000     | 41.500000    |
| 2025-11-08                    | 232.734802    | 259.058990   | 2025-11-08                      | 92481.890625  | 97307.390625  | 2025-11-08                     | 40.147400     | 41.195999    |
| 2025-11-09                    | 229.996201    | 258.163208   | 2025-11-09                      | 92024.062500  | 97043.234375  | 2025-11-09                     | 39.778301     | 40.898201    |
| 2025-11-10                    | 227.367004    | 257.280487   | 2025-11-10                      | 91586.773438  | 96781.187500  | 2025-11-10                     | 39.425098     | 40.606400    |
| 2025-11-11                    | 224.843399    | 256.411804   | 2025-11-11                      | 91171.109375  | 96521.273438  | 2025-11-11                     | 39.086300     | 40.320400    |
| 2025-11-12                    | 222.420807    | 255.556793   | 2025-11-12                      | 90776.500000  | 96263.468750  | 2025-11-12                     | 38.760300     | 40.040100    |
| 2025-11-13                    | 220.094498    | 254.715897   | 2025-11-13                      | 90401.523438  | 96007.867188  | 2025-11-13                     | 38.445702     | 39.765301    |
| 2025-11-14                    | 217.859100    | 253.888596   | 2025-11-14                      | 90044.562500  | 95754.406250  | 2025-11-14                     | 38.141300     | 39.495800    |
| 2025-11-15                    | 215.709702    | 253.074799   | 2025-11-15                      | 89704.101562  | 95503.125000  | 2025-11-15                     | 37.845901     | 39.231499    |
| 2025-11-16                    | 213.641098    | 252.274094   | 2025-11-16                      | 89378.898438  | 95254.031250  | 2025-11-16                     | 37.558800     | 38.972301    |
| 2025-11-17                    | 211.648895    | 251.486404   | 2025-11-17                      | 89067.914062  | 95007.171875  | 2025-11-17                     | 37.279099     | 38.717899    |
| 2025-11-18                    | 209.728394    | 250.711395   | 2025-11-18                      | 88770.312500  | 94762.554688  | 2025-11-18                     | 37.006302     | 38.468399    |
| 2025-11-19                    | 207.875702    | 249.948807   | 2025-11-19                      | 88485.351562  | 94520.289062  | 2025-11-19                     | 36.740002     | 38.223400    |
| 2025-11-20                    | 206.086807    | 249.198196   | 2025-11-20                      | 88212.375000  | 94280.281250  | 2025-11-20                     | 36.479900     | 37.982899    |
| 2025-11-21                    | 204.358093    | 248.459503   | 2025-11-21                      | 87950.726562  | 94042.593750  | 2025-11-21                     | 36.225899     | 37.746899    |
| 2025-11-22                    | 202.686493    | 247.732300   | 2025-11-22                      | 87699.820312  | 93807.187500  | 2025-11-22                     | 35.977600     | 37.515099    |
| 2025-11-23                    | 201.068695    | 247.016403   | 2025-11-23                      | 87459.078125  | 93574.046875  | 2025-11-23                     | 35.735001     | 37.287399    |
| 2025-11-24                    | 199.501801    | 246.311401   | 2025-11-24                      | 87227.992188  | 93343.179688  | 2025-11-24                     | 35.497898     | 37.063801    |
| 2025-11-25                    | 197.983398    | 245.617203   | 2025-11-25                      | 87006.031250  | 93114.664062  | 2025-11-25                     | 35.266201     | 36.844101    |
| 2025-11-26                    | 196.510803    | 244.933594   | 2025-11-26                      | 86792.750000  | 92888.484375  | 2025-11-26                     | 35.039902     | 36.628300    |
| 2025-11-27                    | 195.082108    | 244.260193   | 2025-11-27                      | 86587.718750  | 92664.570312  | 2025-11-27                     | 34.818600     | 36.416199    |

# Kết luận

LSTM và GRU đạt hiệu suất dự báo tốt nhất, nhờ khả năng học quan hệ phi tuyến và phụ thuộc thời gian, mang lại kết quả ổn định và chính xác.

## Hạn chế

- Thị trường tài chính biến động mạnh, khó dự đoán.
- Dữ liệu đầu vào còn hạn chế, chỉ tập trung vào giá cổ phiếu.
- Chưa xét đến các yếu tố bên ngoài như tin tức, sự kiện, tâm lý nhà đầu tư.

## Hướng phát triển tương lai

- Mở rộng dữ liệu: kết hợp dữ liệu phi cấu trúc (tin tức, mạng xã hội).
- Nâng cao mô hình: kết hợp LSTM, GRU với các mô hình lai hoặc ensemble.
- Hướng tới xây dựng hệ thống dự báo thông minh, chính xác và tin cậy hơn trong phân tích tài chính doanh nghiệp.

Cảm ơn thầy và các bạn đã  
lắng nghe