**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**BỘ MÔN KHOA HỌC MÁY TÍNH**

- - - - 🙞🙞🟔🙜🙜 - - - -

**NHÓM LOTUS**

**0712228 – TRẦN TRUNG KIÊN**

**0712263 – VẠN DUY THANH LONG**

**PHÁT HIỆN KHUÔN MẶT VỚI THUẬT TOÁN ADABOOST**

**ĐỒ ÁN MÔN HỌC KỸ THUẬT TRÍ TUỆ NHÂN TẠO**

**GIẢNG VIÊN LÝ THUYẾT**

**TS. LÊ HOÀNG THÁI**

**NĂM 2010**

# MỤC LỤC

MỤC LỤC 2

Chương 1 NỀN TẢNG LÝ THUYẾT 4

1.1 Đặc trưng Haar-like 4

1.1.1 Tổng quan về đặc trưng Haar-like 4

1.1.2 Hình dung ban đầu về việc áp dụng đặc trưng Haar-like để phát hiện khuôn mặt 6

1.2 Thuật toán Adaboost (Adaptive boost) 7

1.2.1 Sơ bộ về ý tưởng 7

1.2.2 Thuật toán 8

1.2.3 Hiểu thuật toán 8

1.2.3.1 Mức sơ bộ 8

1.2.3.2 Mức chi tiết 13

1.3 Chuỗi các bộ phân lớp (The cascade of classifiers) 17

1.3.1 Dẫn nhập 17

1.3.2 Ý tưởng 17

1.3.3 Huấn luyện một cascade 18

Chương 2 CÀI ĐẶT 21

2.1 Phát biểu bài toán 21

2.2 Giải pháp 21

2.2.1 Các bộ phân lớp yếu 21

2.2.2 Tiền xử lý 22

2.2.3 Xây dựng chuỗi các bộ phân lớp 22

2.2.4 Hậu xử lý 23

Chương 3 THỰC NGHIỆM 25

3.1 Dữ liệu 25

3.1.1 Dữ liệu huấn luyện 25

3.1.2 Dữ liệu kiểm thử 25

3.2 Kịch bản 26

3.2.1 Số bộ phân lớp trong cascade 26

3.2.2 Kết quả trên các bộ test 27

Chương 4 KẾT LUẬN 28

4.1 Nhận xét về mô hình 28

4.1.1 Ưu điểm 28

4.1.2 Khuyết điểm 29

4.2 Hướng phát triển 29

PHỤ LỤC: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG CHƯƠNG TRÌNH 30

TÀI LIỆU THAM KHẢO 32

# TÓM TẮT

# GIỚI THIỆU

## TẦM QUAN TRỌNG CỦA BÀI TOÁN DỰ ĐOÁN CHỨNG KHOÁN

## PHÁT BIỂU VẤN ĐỀ

Ở đây, nhóm chia vấn đề dự đoán chứng khoán thành 2 vấn đề con:

* *Dự đoán giá:* mục tiêu của ta là dự đoán giá của một số ngày tiếp theo (**ngắn hạn**.) Cái ta hướng đến là dự đoán **vừa đúng về giá trị vừa đúng về xu hướng**(tăng bao nhiêu, giảm bao nhiêu.) Output là giá dự đoán.
* *Dự đoán xu hướng:* mục tiêu của ta là dự đoán xu hướng xét trong 1 khoảng thời gian nào đó, mà thường là **trung hạn và dài hạn**. Cái ta hướng tới là dự đoán **đúng xu hướng** (tăng hay giảm, không quan tâm là tăng bao nhiêu hay giảm bao nhiêu.) Output là một trong hai giá trị ứng với 2 trường hợp: xu hướng tăng, xu hướng giảm (Ta cũng có thể đưa thêm trường hợp thứ 3: xu hướng không đổi.)

## GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Một cách chung nhất, có hai hướng tiếp cận đối với bài toán dự đoán chứng khoán:

* Phân tích cơ bản.
* Phân tích kỹ thuật.

### Phân tích cơ bản

* Phân tích bản cân đối tài khoản và bản báo cáo lợi tức của công ty để tìm ra giá trị nội tại (tình hình phát triển của công ty) đó.
* Phân tích cơ bản cho rằng trong ngắn hạn, thị trường có thể đánh giá sai về giá trị nội tại của cổ phiếu của công ty đó nhưng về dài hạn, giá cổ phiếu sẽ hội tụ về giá trị nội tại.
* Như vậy, ta có thể thu lợi nhuận bằng cách mua cổ phiểu khi bị thị trường đánh giá thấp giá trị nội tại và bán ra khi thị trường đánh giá đúng giá trị nội tại.

### Phân tích kỹ thuật

* Phân tích kỹ thuật cho rằng tất cả các thông tin về công ty đều được phản ánh qua giá cả 🡪Phân tích cơ bản chỉ mất công.
* Cách thức: kết hợp dữ liệu quá khứ với các mô hình sóng.

Gần đây, cộng đồng phân tích kỹ thuật có xu hướng sử dụng các mô hình máy học như là ANN, SVM, Gaussian Process, Hidden Markov Model, các mô hình lai, …

Ở đây, nhóm giải quyết vấn đề theo hướng phân tích kỹ thuật mà cụ thể là sử dụng 2 mô hình máy học được cho là mạnh nhất hiện nay trong lĩnh vực dự đoán chứng khoán: ANN (Artificial Neural Network) và SVR (Support Vector Regression.)

# CÁC VẤN ĐỀ CỦA HƯỚNG TIẾP CẬN MÁY HỌC

Để giải được bài toán khó này, trước hết ta cần phải nhận ra được các vấn đề cần phải giải quyết của nó. Với hướng tiếp cận sử dụng các mô hình máy học, ta có 4 vấn đề cơ bản như sau:

## CHỌN INPUT/ OUTPUT

Đây là bước rất quan trọng. Ta phải chọn input/ output sao cho nó cung cấp đủ thông tin để mô hình của ta có thể nhận ra được các mẫu tiềm ẩn. Nhưng nếu ta chọn quá nhiều input thì cũng có thể gây ra nhiễu, làm giảm khả năng dự đoán của mô hình.

Nhìn chung, các input có thể sử dụng gồm có: Giá mở cửa, giá cao nhất, giá thấp nhất, giá đóng cửa, các indicator.

Ở đây, để khởi đầu, nhóm chọn input chỉ là giá đóng cửa.

## TIỀN XỬ LÝ

Nhìn chung, bước tiền xử lý thực hiện hai nhiệm vụ: khử nhiễu và chuẩn hóa.

Ở đây, với input chỉ là giá đóng cửa, ở bước tiền xử lý nhóm chỉ thực hiện nhiệm vụ chuẩn hóa.

* Dự đoán giá: đơn giản là scale về [0, 1] theo công thức:
* Dự đoán xu hướng:

## CHỌN MÔ HÌNH MÁY HỌC

Nhìn chung, các mô hình máy học được xây dựng lên dựa trên các giả sử nào đó về sự phân bố của dữ liệu. Một mô hình có thể phù hợp ở ứng dụng này nhưng khi đưa qua ứng dụng khác thì chưa chắc. Vì vậy, cách duy nhất để chọn được mô hình máy họcphù hợp là thử với các mô hình máy học khác nhau.

Ở đây, nhóm khởi đầu với hai mô hình được coi là mạnh nhất hiện nay trong lĩnh vực dự đoán chứng khoán: ANN và SVR.

Khi đã chọn được mô hình máy học rồi thì lại nảy sinh một vấn đề con là **chọn các tham số cho mô hình**.

## ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH

Ở đây, ta có thể chia các độ đo để đánh giá mô hình thành 2 nhóm:

* Nhóm các độ đo về giá trị: càng nhỏ càng tốt.
  + MSE (Mean Square Error):

Với y’n và yn lần lượt là giá trị dự đoán và giá trị thực.

* + MAE (Mean Absolute Error):
  + MAPE (Mean Absolute Percentage Error):
  + NMSE (Normalized Mean Square Error):

Với là giá trị trung bình của y1, …, yn

* Nhóm các độ đo về hướng:
  + DS (Directional Symmetry): càng lớn càng tốt.

Với:

* + Sign:
  + DM4Price (Direction Measure For Price): đây là độ đo do nhóm tự đặt ra cho bài toán dự đoán giá. Nó xuất phát từ hai lý do:
    - Như đã nói, mục tiêu của ta trong bài toán dự đoán giá là dự đoán đúng cả về giá trị lẫn xu hướng. Giá trị thì ta đã có rất nhiều độ đo rồi, nhưng xu hướng thì chỉ có độ đo DS. Tuy nhiên, việc xét dấu của tích không cho ta nhiều thông tin lắm. Ở đây, ta cần phải xét dấu của tích
    - Các cổ phiếu Việt Nam có đặc điểm là giá thường không đổi, dẫn đến tích trên = 0. Nếu ta cho khi tích >= 0 như ở độ đo DS thì với các cổ phiếu Việt Nam sẽ cho DS rất cao, trong khi điều đó không nói lên rằng mô hình của ta là tốt.

Từ đây, ta có công thức DM4Price như sau:

Xét tích

* + - Nếu tích > 0: dự đoán đúng.
    - Nếu tích < 0: dự đoán sai.
    - Nếu tích = 0: không đánh giá được.

Độ đo DM4Price sẽ cho ra 3 kết quả lần lượt ứng với phần trăm số phần tử dự đoán đúng, dự đoán sai và không đánh giá được.

# NỀN TẢNG LÝ THUYẾT

## ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

## SUPPORT VECTOR REGRESSION (SVR)

### Tổng quan

Ý tưởng cơ bản của SVR là ta sẽ ánh xạ không gian đầu vào (mà nếu ta áp dụng hồi qui tuyến tính thì không hiệu quả) sang một không gian mới cao chiều hơn mà ở đó, ta có thể áp dụng được hồi qui tuyến tính.

Đặc điểm của SVR là cho ta một giải pháp thưa; nghĩa là để xây dựng được hàm hồi qui, ta không cần phải sử dụng hết tất cả các điểm dữ liệu trong bộ huấn luyện. Những điểm có đóng góp vào việc xây dựng hàm hồi qui được gọi là những Support Vector.

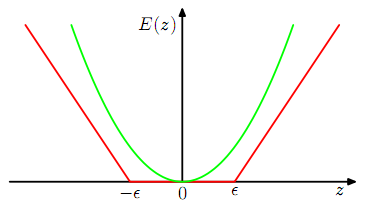
Điểm mạnh của SVR là sử dụng tối ưu hóa rủi ro cấu trúc (structural risk minimization), nhờ đó mà khả năng tổng quát hóa cao, tránh overfit (ANN thì dễ bị overfit.) Hơn nữa, hàm mục tiêu của SVR là hàm “convex”, do đó điểm cực trị tìm được sẽ là cực trị toàn cục (hàm mục tiêu của ANN thì không như vậy, nó có nhiều điểm cực trị và dẫn dến cực trị tìm được thường là cực trị cục bộ.)

### SVR

Với bài toán hồi qui tuyến tính đơn giản, ta phải minimize hàm lỗi chuẩn hóa:

Để có được một giải pháp thưa, ta sẽ thay hàm lỗi trên bằng hàm lỗi -insensitive. Đặc điểm của hàm lỗi này là nếu trị tuyệt đối của sự sai khác giữa giá trị dự đoán y(x) và giá trị đích nhỏ hơn epsilon (với epsilon > 0) thì nó coi như là độ lỗi bằng 0.

Để hiểu thêm, ta hãy ngó qua hình vẽ dưới đây:

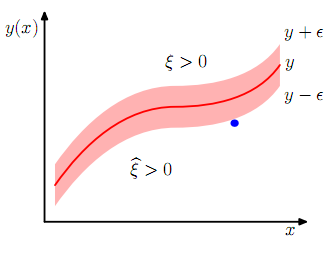


Trong đó, đường màu xanh là hàm lỗi bậc hai thông thường; đường màu đỏ là hàm lỗi -insensitive.

Như vậy bây giờ, ta phải minimize hàm lỗi chuẩn hóa sau:

Với:

Để cho phép một số điểm nằm ngoài ống epsilon, ta sẽ đưa thêm các biến “slack” vào. Đối với mỗi điểm dữ liệu xn, ta cần hai biến slack và ; trong đó ứng với điểm mà (nằm ngoài và phía trên ống) và ứng với điểm mà (nằm ngoài và phía dưới ống.)



Điều kiện để một điểm đích nằm trong ống là: với yn = y(xn). Với việc sử dụng các biến slack, ta cho phép các các điểm đích nằm ngoài ống (ứng với các biến slack > 0) và như thế thì điều kiện của ta bây giờ sẽ là:

[4.2.2.1]

[4.2.2.2]

Như vậy, ta có hàm lỗi cho SVR:

[4.2.2.3]

Mục tiêu của ta là minimize hàm lỗi này với các ràng buộc:

* [4.2.2.1]
* [4.2.2.2]

Ta hãy gọi đây là vấn đề tối ưu hóa A.

Có ngay hàm Lagrange:

[4.2.2.4]

Với

Lấy đạo hàm theo w, b, , và cho bằng 0, ta được:

[4.2.2.5]

[4.2.2.6]

[4.2.2.7]

[4.2.2.8]

Dùng 4 kết quả này thế vào hàm Lagrange, ta sẽ loại bỏ được w, b, , , , :

[4.2.2.9]

Với k là hàm kernel:

Như vậy, ta đã chuyển từ vấn đề tối ưu hóa A sang vấn đề tối ưu hóa B:

Maximize [4.2.2.9] với các ràng buộc:

* [4.2.2.6]

Lợi ích chính của việc chuyển đổi từ vấn đề tối ưu hóa A sang vấn đề tối ưu hóa B là vấn đề tối ưu hóa B có sử dụng hàm kernel. Điều này sẽ giúp cho việc tính toán trong không gian cao chiều trở nên rất hiệu quả.

Thế [4.2.2.5] vào hàm hồi qui ban đầu, ta có sự dự đoán cho một mẫu mới x:

[4.2.2.10]

Theo điều kiện KKT, có ngay:

[4.2.2.11]

[4.2.2.12]

[4.2.2.13]

[4.2.2.14]

Từ đây, ta có thể rút được những thông tin quan trọng như sau:

* Nếu thì : điểm nằm ở biên trên của ống () hoặc nằm ngoài về phía trên của ống ()
* Nếu thì : điểm nằm ở biên dưới của ống () hoặc nằm ngoài về phía dưới của ống ()
* và không thể cùng dương vì nếu vậy thì ta có: và , cộng lại ta sẽ thấy ngay vế trái luôn dương, trong khi vế phải bằng 0: vô lý!
* Những điểm Support Vector là những điểm đóng góp vào hàm dự đoán [4.2.2.10], nghĩa là những điểm có hoặc : những điểm nằm trên biên ống hoặc nằm ngoài ống.
* Những điểm nằm trong ống sẽ có và do đó không đóng góp gì vào quá trình dự đoán.

*Tính b:*

Thấy ngay ta dễ tính được b bằng cách xét một điểm xncó . Từ [4.2.2.13] ta có . Từ [4.2.2.11] ta có . Kết hợp với [4.2.2.10] có ngay:

Ta cũng sẽ được kết quả tương tự nếu xét điểm có .

Để vững chắc hơn, ta nên lấy trung bình của tất cả các giá trị của b lại.

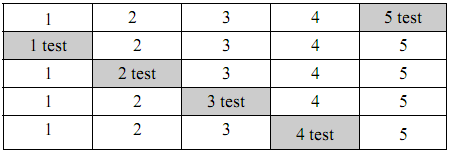
### Chọn các tham số cho mô hình

#### Grid Search

#### Pattern Search

#### Cross-Validation truyền thống

Để chọn các tham số cho mô hình thì Grid Search và Pattern Search sẽ được kết hợp với Cross-Validation.



Với Cross-Validation truyền thống thì ta sẽ chia bộ train thành k phần bằng nhau (k fold), chẳng hạn ở đây là 5 phần.

* Phần 5 sẽ được test dựa trên train phần 1 – 4.
* Phần 1 sẽ được test dựa trên train phần 2 – 5.
* Phần 2 sẽ được test dựa trên train phần 1, 3, 4, 5.
* Phần 3 sẽ được test dựa trên train phần 1, 2, 4, 5.
* Phần 4 sẽ được test dựa trên train phần 1, 2, 3, 5.

Độ lỗi ứng với 5 lần test sẽ được lấy trung bình lại. Bộ tham số nào cho độ lỗi trung bình này nhỏ nhất sẽ được chọn.

# CÁC CẢI TIẾN

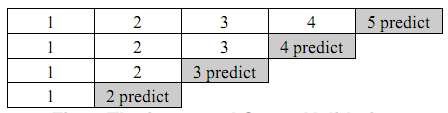
## CẢI TIẾN CROSS-VALIDATION TRONG TÌM THAM SỐ CỦA SVR

Ở đây, nhóm sử dụng hai phương pháp tìm tham số cho SVR là Grid Search và Pattern Search. Nhóm nhận thấy Grid Search với bản chất là vét cạn cho kết quả tốt hơn và ổn định hơn; tuy nhiên, nhược điểm của Grid Search là thời gian chạy quá lâu, đặc biệt là khi bộ huấn luyện lớn.

Điểm nữa là hiện nay trong hàm Cross-Validation của LIBSVM sử dụng phương pháp shuffle (xáo trộn các phần tử trong bộ huấn luyện rồi mới chia fold.) Phương pháp này có 2 nhược điểm:

* Tính không ổn định: mỗi lần ra một kết quả khác nhau, thời gian chạy khi nhanh khi lâu.
* Theo [2] thì phương pháp này không phù hợp đối với dữ liệu time series. Dữ liệu time series có đặc trưng là tính có hướng; nghĩa là ta chỉ có thể dùng dữ liệu được tạo ra sớm hơn để dự đoán dữ liệu được tạo ra trễ hơn mà không thể làm theo chiều ngược lại. Như vậy thì rõ ràng phương pháp shuffle sẽ làm mất tính chất này của dữ liệu time series.

Từ đây, [2] đề xuất phương pháp Cross-Validation cải tiến dành cho dữ liệu time series như sau:



Ta chia bộ huấn luyện làm 5 phần bằng nhau mà không xáo trộn bộ huấn luyện.

* Phần 5 sẽ được test dựa trên train phần 1-4.
* Phần 4 sẽ được test dựa trên train phần 1-3.
* Phần 3 sẽ được test dựa trên train phần 1-2.
* Phần 2 sẽ được test dựa trên train phần 1.

Nhận thấy với cách chia này thì ngoài việc đảm bảo tính có hướng của dữ liệu time series thì nó còn có 1 tác dụng nữa là làm giảm thời gian chạy cho Grid Search (Vì kích thước bộ train giảm dần thay vì luôn cố định như trong Cross-Validation truyền thống.)

## TĂNG ĐỘ CHÍNH XÁC VỀ HƯỚNG TRONG DỰ ĐOÁN GIÁ

Trong quá trình thí nghiệm, nhóm nhận thấy những trường hợp cho độ lỗi về giá trị nhỏ hơn chưa chắc đã cho sự đúng về xu hướng cao hơn.

Như đã nói mục tiêu của bài toán dự đoán giá là dự đoán đúng cả về giá trị lẫn xu hướng. Nhưng hiện nay quá trình huấn luyện chỉ tập trung vào việc minimize độ lỗi về giá trị. Như vậy, để đạt được mục tiêu đã nói ta cần đưa thêm thông tin về xu hướng vào trong quá trình huấn luyện.

[3] đề xuất một phương pháp như sau: với bộ huấn luyện, xét các output tnthỏa: (tn-tn-1)\*(tn+1-tn)>0 (giá tăng hoặc giảm 2 ngày liên tiếp.)

Để cải thiện xu hướng ta thay đổi giá trị của ouput là tn+1(thay vì trước đây là tn) với hy vọng là output sẽ thể hiện xu hướng rõ hơn.

## STEP-TRAINING (CHO ANN)

# CÀI ĐẶT

# THÍ NGHIỆM

## DỰ ĐOÁN GIÁ

### Mô tả dữ liệu

* Nước ngoài:
  + IBM: từ 2/1/2001 đến 31/12/2002; gồm 500 điểm dữ liệu.
  + YA: từ 9/1/2004 đến 31/12/2007; gồm 1001 điểm dữ liệu.
* Việt Nam:
  + FTP: từ 13/12/2006 đến 9/8/2010; gồm 914 điểm dữ liệu.
  + DHG: từ 21/12/2006 đến 10/12/2010; gồm 994 điểm dữ liệu.

Các bộ dữ liệu được chia thành 2 bộ train và test theo tỉ lệ: 80%:20%. Số node đầu vào là 5.

Giải thích về số node đầu vào: Ta có thể phát biểu bài toán hồi qui theo giá với SVR như sau:

Tìm f sao cho: pricek = f(pricek-1, …, pricek-n)

Ở đây, n chính là số node đầu vào của SVR.

### Thí nghiệm

Ở đây, SVR sử dụng Grid Search để tìm tham số. Ta sẽ so sánh giữa các phương pháp:

* Nhóm SVR:
  + SVR + Shuffle Cross-Validation (1)
  + SVR + Improved Cross-Validation (2)
  + SVR + Improved Cross-Validation + Improved Direction (3)
* Nhóm ANN:
  + ANN (4)
  + ANN + Step Training (5)
  + ANN + Step Training + Improved Direction (6)

### Kết quả

* Bộ nước ngoài:
  + IBM

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MSE | MAPE | DM4Price-Right | DM4Price-Wrong | DM4Price-CannotMeasure | DS | Thời gian search tham số (phút) |
| (1) | 2.416134 | 2.450208 | 46.94% | 53.06% | 0% | 55.10204 | 4.466322 |
| (2) | 2.184375 | 2.206432 | 45.92% | 54.08% | 0% | 53.06122 | 1.042342 |
| (3) | 2.408207 | 2.283254 | 54.08% | 45.92% | 0% | 58.16327 | 0.992422 |
| (4) | 2.242792 | 2.317366 | 57.14% | 42.85% | 0% | 54.08163 |  |
| (5) | 2.690727 | 2.454764 | 41.83% | 58.16 | 0% | 60.20408 |  |
| (6) | 2.538417 | 2.348978 | 40.81% | 59.18 | 0% | 54.08163 |  |

* + NYA

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MSE | MAPE | DM4Price-Right | DM4Price-Wrong | DM4Price-CannotMeasure | DS | Thời gian search tham số (phút) |
| (1) | 5970.9 | 0.896274 | 47.24% | 52.76% | 0% | 45.72864 | 29.18472 |
| (2) | 5650.005 | 0.831292 | 52.76% | 47.24% | 0% | 45.72864 | 4.771268 |
| (3) | 5594.911 | 0.845839 | 54.27% | 45.73% | 0% | 46.23116 | 4.451208 |
| (4) | 58687.825 | 3.153585 | 43.21% | 56.78% | 0% | 44.72361 |  |
| (5) | 6002.368 | 0.873353 | 54.77% | 45.22% | 0% | 45.72864 |  |
| (6) | 6448.194 | 0.884658 | 56.78% | 43.21% | 0% | 45.72864 |  |

* Bộ Việt Nam:
  + FPT

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MSE | MAPE | DM4Price-Right | DM4Price-Wrong | DM4Price-CannotMeasure | DS | Thời gian search tham số (phút) |
| (1) | 2.822008 | 2.08442 | 41.44% | 43.65% | 14.92% | 58.56354 | 82.47512 |
| (2) | 2.905566 | 2.107643 | 39.78% | 45.30% | 14.92% | 54.69613 | 3.874267 |
| (3) | 2.94058 | 2.162133 | 44.75% | 40.33% | 14.92% | 59.66851 | 7.613333 |
| (4) | 3.239410 | 2.474532 | 42.21% | 41.70% | 16.08% | 55.27638 |  |
| (5) | 2.620597 | 1.844288 | 45.72% | 38.19% | 16.08% | 58.29145 |  |
| (6) | 2.289264 | 1.739638 | 44.22% | 39.69% | 16.08% | 57.78894 |  |

* + DHG

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MSE | MAPE | DM4Price-Right | DM4Price-Wrong | DM4Price-CannotMeasure | DS | Thời gian search tham số (phút) |
| (1) | 0.992382 | 0.871604 | 25.89% | 30.46% | 43.65% | 70.05076 | 58.47058 |
| (2) | 0.993292 | 0.896034 | 28.43% | 27.92% | 43.65% | 69.54315 | 6.746752 |
| (3) | 1.19722 | 0.976193 | 25.38% | 30.96% | 43.65% | 69.03553 | 10.80942 |
| (4) | 1.023388 | 0.935622 | 29.94% | 26.39% | 43.65% | 69.03553 |  |
| (5) | 0.882822 | 0.801306 | 37.56% | 18.78% | 43.65% | 62.94416 |  |
| (6) | 0.859166 | 0.803013 | 36.04% | 20.30% | 43.65% | 64.46700 |  |

### Nhận xét

* Trong nhóm SVR:
  + Phương pháp Cross-Validation cải tiến cho độ lỗi MSE thấp hơn Cross-Validation truyền thống ở 2 mã nước ngoài và cho MSE cao hơn (nhưng không đáng kể) ở 2 mã Việt Nam. Tuy nhiên, điều quan trọng là phương pháp Cross-Validation cải tiến đã giúp cho thời gian chạy Grid Search giảm đáng kể.
  + Ta đạt được kết quả tương đối tốt về giá trị. Về xu hướng, phương pháp cải tiến để tăng độ chính xác về xu hướng đã đạt được hiệu quả đối với 2 mã nước ngoài và 1 mã Việt Nam (FPT.) Tuy nhiên, sự đúng về xu hướng vẫn còn dưới 60%. Trong tương lai, ta cần đưa thêm các thông tin về xu hướng vào quá trình huấn luyện để tăng độ chính xác về xu hướng hơn nữa.
  + Kết hợp 2 điều trên và điểm nữa là: ta thấy giá các mã Việt Nam thường xuyên đi ngang (giá không đổi) dẫn đến khó đánh giá mô hình một lần nữa cho ta thấy những khó khăn trong việc dự đoán thị trường chứng khoán Việt Nam.
* Trong nhóm ANN:
  + Phương pháp Step-Training cho độ lỗi MSE thấp hơn và thể hiện xu hướng tốt hơn so với cách train truyền thống ở ¾ mã chứng khoán, riêng mã IBM chỉ cao hơn không đáng kể. Tuy nhiên điều quan trọng khi áp dụng step-training ta có thể dự đoán trực tuyến vì bộ dữ liệu huấn luyện bây giờ rất nhỏ, và độ lỗi NMSE (chuẩn hóa của MSE) luôn cho dao động cố định.
  + Khi ta kết hợp thêm cải tiến ImprovedDirection về độ lỗi MSE thì cho kết quả tốt hơn ở ¾ mã chứng khoán, nhưng bù lại yếu tố xu hướng lại giảm đi ở các mã tương ứng ???
* SVR vs. ANN:
  + Xét về yếu tố xu hướng đúng thì ta thấy ở mô hình ANN trong cả 4 mã chứng khoán đều cho kết quả tốt hơn so với SVR, đặc biệt là với ANN-StepTraining, điều đó cho thấy StepTraining đã thể hiện đúng mục đích của nó là loại bỏ các dữ liệu lỗi thời, thể hiện đúng bản chất của dữ liệu trong thời điểm dự đoán.
  + Xét về độ lỗi MSE thì SVR cho kết quả tốt hơn ở 2 mã chứng khoán nước ngoài, còn ANN cho kết quả tốt hơn ở 2 mã chứng khoán Việt Nam

## DỰ ĐOÁN XU HƯỚNG

# KẾT LUẬN VÀ CÔNG VIỆC TƯƠNG LAI

# HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]Christopher M. Biship, *Pattern Recognition and Machine Learning,* Springer (2007)

[2]Shukuan Lin; Shaomin Zhang; Jianzhong Qiao; Hualei Liu; Ge Yu,[*A Parameter Choosing Method of SVR for Time Series Prediction*, IEEE, 2008](http://ieeexplore.ieee.org/search/srchabstract.jsp?tp=&arnumber=4708961&queryText%3Dtime+series+prediction%26searchWithin%3Dsvr%26openedRefinements%3D*%26ranges%3D2006_2011_Publication_Year%26searchField%3DSearch+All)

[3]Prapaphan Pan-0, *A stock price prediction model by the neural network approach*, Master thesis, 2003