Developing an Intelligent Model to Predict Stock Trend Using the Technical Analysis

Elham Afsharirad
M.Sc. student, Faculty of Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: afsharirad.elham1218@yahoo.com

Seyed Enayatallah Alavi
*Corresponding author, Assistant Prof., Faculty of Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: se.alavi@scu.ac.ir

Hassanali Sinaei
Associate Prof., Department of Management, Faculty of Economics & Social Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz, Iran. E-mail: ha.sinaei@scu.ac.ir

Archive of SID

Abstract

Objective: The aim of this study is to predict trend in stock using both analytical methods of stock prediction and intelligent machine learning methods on the case study of the Tehran Stock Exchange index.

Methods: The proposed method consists of the following steps: at first, required data are collected. Afterwards, the data are evaluated using 25 analytical methods certified by Tehran stock exchange, Inc. Then, 10 highest rank methods are selected based on feature selection technique leading to a decrease in dimensions.

Results: The output of the final step is given to five intelligent machine learning methods, i.e., linear support vector machines, Gaussian kernel support vector machines, decision trees, Naïve Bayes and K nearest neighbors.

Conclusion: Eventually, majority voting approach is used to make the final decision. The advantage of the proposed technique is the flexibility to use any technical analysis methods which means there is almost no limitation for this approach. Moreover, the feature selection technique is utilized for technical analysis and these methods are prioritized.

Keywords: Index Stock Exchange Prediction, Technical Analysis, Intelligent Machine Learning Methods

Citation: Afsharirad, E., Alavi, S.E., Sinaei, H. (2018). Developing an Intelligent Model to Predict Stock Trend Using the Technical Analysis. *Financial Research Journal*, 20 (2), 249-264. (*in Persian*)

Financial Research Journal, 2018, Vol. 20, No.2, pp. 249-264
DOI: 10.22059/frj.2018.253673.1006625
Received: May 22, 2017; Accepted: March 15, 2018
© Faculty of Management, University of Tehran

www.SID.ir

مدلی هوشمند برای پیش‌بینی روند سهام با استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکال

الهام افشاری‌راد
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: afsharirad.elham1218@yahoo.com

سید عنایت‌اله علوی
* نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده مهندسی،دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: se.alavi@scu.ac.ir

حسنعلی سینایی
دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: ha.sinaei@scu.ac.ir

چکیده

هدف: هدف این پژوهش پیش‌بینی روند با روش‌های تحلیل تکنیکال پیش‌بینی سهام و روش‌های هوشمند یادگیری ماشین است و برای پیش بینی بر روی شاخص کل کار می‌شود.

روش: این پژوهش، شامل مراحلی است که در ادامه می‌آید: ابتدا داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری می‌شوند سپس به ۲۵ روش تحلیل داده می‌شوند، سپس از میان این ۲۵ روش ده روش با اولویت طبق روش انتخاب ویژگی کاهش ابعاد، انتخاب می‌شوند، خروجی این مرحله به پنج روش هوشمند یادگیری ماشین، ماشین بردار پشتیبان خطی، ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسی، درخت تصمیم، نزدیک‌ترین K همسایه و نئیو بیز داده می‌شود. سپس، برای تصمیم‌گیری نهایی از روش رأی اکثریت استفاده شده است.

یافته‌ها: در نهایت این نتیجه حاصل شد که روش پیشنهادی به‌طور متوسط نرخ پیش‌بینی صحیح ۹۷ درصد دارد.

نتیجه‌گیری: مزایای روش پیشنهادی به این شرح است: روش پیشنهادی در استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکال محدودیتی ندارد. روش انتخاب ویژگی بر روی روش‌های تحلیل تکنیکال اعمال شده و روش‌های تحلیل تکنیکال با اولویت انتخاب شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی شاخص کل، تحلیل تکنیکال ، روش‌های هوشمند یادگیری ماشین.

استناد: افشاری‌راد، الهام؛ علوی، سید عنایت‌اله؛ سینایی، حسنعلی(۱۳۹۷). مدلی هوشمند برای پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکال. *فصلنامه تحقیقات مالی*، ۲۰ (۲)، ۲۴۹-۲۶۴

فصلنامه تحقیقات مالی، سال ۱۳۹۷، دوره ۲۰، شماره ۲، صص. ۲۴۹-۲۶۴
DOI: 10.22059/frj.2018.233763.1006452
دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۰۱، پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۴
© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بورس اوراق بهادار، بازاری متشکل و رسمی است که اوراق بهادار پذیرفته شده در آن براساس قوانین و مقررات خاصی بین خریداران و فروشندگان دادوستد میشود. وظیفه‌ی اصلی بورس اوراق بهادار، فراهم آوردن بازاری شفاف (ارائه‌ی اطلاعات کامل به خریداران و فروشندگان) برای دادوستد اوراق بهادار است. با توجه به اهمیت شناخت پیشینه‌ی هر پدیده در درک بهتر ماهیت و کارکرد آن، در ادامه به ذکر سابقه‌ی مختصری از تشکیل بورس در جهان و ایران پرداخته شده است. پیش‌بینی و بررسی رفتار قیمت اوراق بهادار در دنیای اقتصاد، یک امر بسیار قابل توجه است (حسن[۱] و نت[۲] و کیرلی[۳]، ۲۰۰۷). دلیل اصلی که مردم در بازار سهام سرمایه‌گذاری می‌کنند، به‌دست آوردن سود است که لازمه‌ی آن داشتن اطلاعات درست از بازار سهام و تغییرات سهام و پیش‌بینی روند آینده‌ی آن است. بنابراین سرمایه‌گذار نیازمند ابزارهای قدرتمند و قابل اعتماد است تا از طریق آن به پیش‌بینی قیمت سهام بپردازد (انکه[۴] و تورونگوانگ[۵]، ۲۰۰۵). با توجه به نیاز روزافزون برای به دست آوردن اطلاعات صحیح و بهینه در زمینه پیش‌بینی سهام در این پژوهش بر آن شدیم که به پیش‌بینی این مهم با استفاده از ترکیب روش‌های تحلیل فنی و روش‌های یادگیری ماشین بپردازیم. با توجه به همه‌گیر شدن استفاده از روش‌های یادگیری ماشین در همه علوم به منظور ماشینی کردن فعالیت‌ها با وارد کردن این روش‌ها در مقوله پیش‌بینی سهام دیگر معامله‌گران به راحتی می‌توانند بدون نیاز به مراجعه با تحلیل‌گرهای بورس برای پیشبینی خود به تحلیل بپردازند. هدف نهایی ارائه روشی جهت پیشبینی روند قیمتی سهام در روز آینده جهت دادن دید برای خرید یا فروش سهام به معامله‌گر است. نوآوری پژوهش حاضر در استفاده از روش‌های مختلف تحلیل تکنیکال برای سهم به طور مجزا و استفاده از بهترین آن‌ها به‌منظور پیش‌بینی است و همچنین استفاده از روش‌های مختلف بهینه‌سازی به منظور دستیابی به بهترین نتیجه ممکن است. در ادامه ساختار این پژوهش به‌صورت زیر است:

پیشـینه پژوهش: این بخش با بررسـی پیشینه‌ی پژوهش، مطالعات قبلی که در زمینه‌ی پژوهش انجام شده است را به ترتیب زمانی با ذکر روش‌های اقتصادی و هوشمند مورد استفاده و میزان کارایی به‌دست آمده، بیان می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش: این بخش روش‌های اقتصادی و هوشمند یادگیری ماشین مورد استفاده را به تفصیل توضیح می‌دهد.

یافته‌های پژوهش: در این بخش روش پیشنهادی پژوهش و نتایج به دست آمده بیان شده است.

نتیجه‌گیری: در این بخش نتایج به دست آمده مورد تحلیل و بررسی قرارگرفته و پیشنهادهایی برای ادامه‌ی کار در آینده ارائه شده است.

روش‌های تحلیل بورس

به دلیل وجود اطلاعات ناشناخته‌ی فراوان در بررسی روند حرکتی قیمت سهام، پیش‌بینی آن کار دشواری است و به همین دلیل سرمایه‌گذاران از دو روش کلی برای امر تحلیل و انتخاب سهام استفاده می‌کنند:

- تحلیل بنیادی[۶]: به مطالعه‌ی اطلاعات ذاتی سهام به‌طور مثال، اطلاعات مالی سهم مربوطه، دید عمومی نسبت به

---

۱. Hassan ۲. Nath ۳. Kirley
۴. Enke ۵. Thawornwong ۶. Fundamental Analysis

www.SID.ir

آن، کارایی صنعت آن، فضای اقتصادی و فضای سیاسی کشور می‌پردازد (کیم[۱]، کیم و لی[۲]، ۲۰۰۳).

- تحلیل فنی[۳]: به فعالیت‌های خود بازار نگاه می‌کند، مانند قیمت گذشته‌ی سهام، حجم معاملات آن و به دنبال یافتن روندهایی است که رفتار آینده‌ی سهام را نشان بدهد (کیم، کیم و لی، ۲۰۰۳).

روش‌های یادگیری ماشین

یکی از شاخه‌های وسیع و پرکاربرد هوش مصنوعی، یادگیری ماشین است که به مطالعه‌ی شیوه و الگوریتم‌هایی می‌پردازد که براساس آن رایانه‌ها و سامانه‌ها توانایی یادگیری انجام اعمال مختلف را پیدا می‌کنند. در واقع یادگیری حاصل بر اساس نوعی مشاهده یا داده است (میشل[۴]، ۱۹۹۷) و شامل روش‌هایی است که برای دسته‌بندی داده‌ها استفاده می‌شوند.

پیشینه پژوهش

اهم پژوهش‌های پیشین در جدول ۱ آمده است. منظور از نرخ تشخیص صحیح، نرخ پیش‌بینی صحیح در امر دسته‌بندی داده‌ها است.

جدول ۱. پژوهش‌های پیشین

نام ارائه‌دهنده	داده	دسته‌بندی کننده	تحلیل فنی	کارایی
شونبرگ[۵]، ۱۹۹۰	آلمان	شبکه‌ی عصبی	–	دقت = ٪۹۰
سعد و پروخاروف، ۱۹۹۸	اپل، مایکروسافت، موتورولا و ماشین‌های تجاری بین‌المللی	شبکه‌ی عصبی احتمالی، شبکه‌ی عصبی تأخیر زمانی و شبکه‌ی عصبی بازگشتی	–	خطای پیش‌بینی ≈ ٪۳۵
کیم، کیم و لی، ۲۰۰۳	کره جنوبی	ماشین بردار پشتیبان	۱۲	دقت = ٪۸۰
کو و چن و هانک، ۲۰۰۱	تایوان	شبکه‌ی عصبی فازی بر پایه‌ی الگوریتم ژنتیک	۱	میانگین مجذور خطاها = ٪۰/۰۱
چن و هو، ۲۰۰۵	تایوان	ماشین بردار پشتیبان رگرسیونی	–	میانگین خطای مطلق = ٪۱/۳۱
حسن و نت و کیرلی، ۲۰۰۷	شرکت اپل، شرکت ماشین‌های تجاری بین‌المللی و شرکت دل	مدل مخفی مارکو، شبکه‌ی عصبی	–	میانگین خطای مطلق ≈ ٪۱/۱
حافظی و شهرابی و هادیوندی، ۲۰۱۵	ایران	شبکه‌ی عصبی	–	میانگین خطای مطلق = ٪۷/۰۵
دواردز و ماگی و باستی، ۲۰۰۷	چهار شرکت هندی	روش شبکه‌ی عصبی، ماشین بردار پشتیبان، نزدیک‌ترین K همسایه و جنگل‌های تصادفی	۱۰	دقت ≈ ٪۸۳
علوی و سینایی و افشاری راد، ۲۰۱۵	بانک تجارت ایران	ماشین بردار پشتیبان، نزدیک‌ترین K همسایه و جنگل‌های تصادفی	۴	نرخ تشخیص صحیح = ٪۹۱/۴۸
درودی و ابراهیمی، ۱۳۹۵	شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران	ماشین بردار پشتیبان و بهینه‌سازی ازدحام ذرات و سری‌های زمانی مبتنی بر رفتار متلاطم	–	میانگین خطای مطلق ≈0/053458
فخاری و ولی‌پورخطیر و موسوی، ۱۳۹۶	چند شرکت سرمایه گذاری	شبکه‌ی عصبی بیزین و لونبرگ مارکوات	۵	۰,۱۲۴۵
بی‌زاده و قرمباغی و بهزادی، ۱۳۹۶	چندین شرکت بورس اوراق بهادار تهران	الگوریتم تکاملی ژنتیک و تکامل دیفرانسیلی	–	میانگین خطای مطلق ≈ 1/28

۱. Kim
۲. Lee
۳. Technical Analysis
۴. Mitchel
۵. Schöneburg

Archive of SID

www.SID.ir

مسأله اصلی انتخاب ابزار مناسب پیش‌بینی در مورد رفتار قیمت سهام است که در این پژوهش از میان بیست و پنج روش تحلیل تکنیکال خط افزایش/کاهش[۱]، اسیلاتور تجمع/توزیع[۲]، شاخص جهت‌دار میانگین[۳]، اسیلاتور آرون[۴]، شاخص میانگین، رنج صحیح[۵]، اسیلاتور تعادل قدرت[۶]، اندیکاتور باندهای بولینگر[۷]، شاخص کانال قیمت[۸]، شاخص پراکندگی[۹] پنج‌روزه و ده‌روزه، شاخص میانگین، متحرک‌نمایی[۱۰]، اندیکاتور میانگین متحرک واگرایی/همگرایی[۱۱]، اندیکاتور حرکت[۱۲]، اندیکاتور شاخص جریان نقدینگی[۱۳]، اندیکاتور حجم معاملات تعادلی[۱۴]، اسیلاتور قیمت[۱۵]، اندیکاتور نرخ تغییرات[۱۶]، اندیکاتور شاخص قدرت نسبی[۱۷]، اندیکاتور میانگین متحرک ساده[۱۸]، اندیکاتورهای استوکاستیک[۱۹] K%، D% و D% سریع، اندیکاتور فراریت[۲۰]، اندیکاتور ویلیامز R%[۲۱]، اندیکاتور میانگین متحرک وزن‌دار[۲۲] که در سایت شرکت مدیریت فناوری بورس ایران معرفی شده‌اند، تمامی این روش‌ها اعمال شده و روش‌های تحلیل تکنیکال با اهمیت‌تر را انتخاب کرده و به روش‌های هوشمند یادگیری ماشین از جمله: ماشین بردار پشتیبان خطی[۲۳]، ماشین بردار پشتیبان با کرنل گوسی[۲۴]، درخت تصمیم[۲۵]، نزدیک‌ترین K همسایه[۲۶] و نئیو بیز[۲۷] که برای دسته‌بندی[۲۸] داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، داده و به‌منظور دستیابی به خروجی نهایی، خروجی‌های روش‌های نام برده شده در روش دسته‌بندی کننده‌ی ترکیبی[۲۹]، روش رأی اکثریت[۳۰] مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

روش شناسی پژوهش

با توجه به انتخاب روش‌های تحلیل تکنیکال برای این پژوهش به علت گستردگی و تنوع آن‌ها و هم‌چنین کمی بودن مقادیر آن‌ها، فرمول‌های این روش‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. فرمول‌های روش‌های تحلیل فنی

روش‌های تحلیل فنی	فرمول
اندیکاتور فراریت	$a_t = ((C_t / C_{t-1})-1)*100$ $Volatility_n = STDV(a_n:a_{n-10})*Sqrt(252)$
اندیکاتور میانگین متحرک ساده	$SMA_n = (C_1 + C_2 + \dots + C_n)/n$
اندیکاتور میانگین متحرک نمایی	$Weighting\ Multiplier_n = (2/ (n + 1))$ $EMA_n = ((C_t – EMA_{n-1}) * Weighting\ Multiplier_n) + EMA_{n-1}$
اندیکاتور میانگین متحرک وزن‌دار	$WMA_n = (C_1 + 2C_2 + \dots + n\ C_n)/ ((n*(n-1))/2)$
میانگین متحرک واگرایی/همگرایی	$MACD_n = EMA_{n-12} – EMA_{n-26}$
شاخص میانگین جهت‌دار	$ADX_{i+27 \dots end} = ((ADX_{i+26} *13) + DX_{i+27})/14$
اندیکاتور باندهای بولینگر	$Middle\ Band_n = SMA_n$ $Upper\ Band_n = SMA_n + (STDV_n * 2)$ $Lower\ Band_n = SMA_n - (STDV_n * 2)$ $Bolinger\ Bands_n = (Upper\ Band_n - Lower\ Band_n) / Middle\ Band_n$

1. Advance/Decline (A/D) Line
2. Accumulation/Distribution (A/D) Oscillator
3. Average Directional Movement Index (ADX)
4. Aroon Oscillator
5. Average True Range Oscillator (ATR)
6. Balance of Power Oscillator (BOP)
7. Bollinger Bonds
8. Commodity Channel Index (CCI)
9. Disparity Index
10. Exponential Moving Average (EMA)
11. Moving Average Convergence Divergence (MACD)
12. Momentum
13. Money Flow Index (MFI)
14. On-Balance Volume (OBV)
15. OSCP
16. Rate-of-Change (ROC)
17. Relative Strength Index (RSI)
18. Simple Moving Average (SMA)
19. Stochastic
20. Volatility
21. Williams R%
22. Weighted Moving Average (WMA)
23. Linear Support Vector Machine
24. Gaussian Support Vector Machine
25. Decision Tree
26. K_Nearest Neighbours
27. Naive Bayse
28. Classification
29. Classification Ensemble Methods
30. Majority Vote

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. فرمول‌های روش‌های تحلیل فنی

روش‌های تحلیل فنی	فرمول
اندیکاتور کانال قیمت	$M_t = \frac{(H_t + L_t + C_t)}{3}$ $SM_t = \sum_{i=1}^{n} M_{t-i+1}$ $D_t = \sum_{i=1}^{n} \lvert M_t - SM_t \rvert$ $CCI_n = (M_t - SM_t) / 0.015D_t$
شاخص قدرت نسبی	$RSI_t = 100 - (100/ 1+ (\sum_{i=0}^{n-1} Up_{t-i}/n) / (\sum_{i=0}^{n-1} Dn_{t-i}/n))$
اندیکاتور حجم معاملات تعادلی	$OBV_n = OBV_{n-1} +/- V_n$
اندیکاتور شاخص جریان نقدینگی	$Typical\ Price_t = (H_t + L_t + C_t)/3$ $Raw\ Money\ Flow_t = Typical\ Price_t * V_t$ $Money\ Flow\ Ratio_t = (Positive\ Money\ Flow_{14})/ (Negative\ Money\ Flow_{14})$ $Money\ Flow\ Index_t = 100 - 100/ (1 + Money\ Flow\ Ratio_t)$
اندیکاتور استوکاستیک *K%*	$Stochastic\ K\%_n = ((C- \mathbf{L_n})/ (\mathbf{H_n - L_n}))*100$
اندیکاتورهای استوکاستیک *D%*	$Stochostic\ D\%_n = (Stochostic\ K\%_n + Stochostic\ K\%_{n-1} + Stochostic\ K\%_{n-2})/3$
اندیکاتورهای استوکاستیک *D%* سریع	$Stochostic\ Fast\ D\%_n = (Stochostic\ D\%_n + Stochostic\ D\%_{n-1} + Stochostic\ D\%_{n-2})/3$
اندیکاتور آرون	$Aroon\ Up_t = 100 * (25 - \sum_{i=1}^{25} Up_i)/25$ $Aroon\ Down_t = 100 * (25 - \sum_{i=1}^{25} Dn_i)/25$ $Aroon\ Indicator_t = (Aroon\ Up_t) - (Aroon\ Down_t)$
اندیکاتور حرکت	$Momentum_n = C_t - C_{t-n}$
شاخص میانگین رنج صحیح	$TR_t = \max (H_t - L_t, ABS (H_t - C_{t-1}), ABS (L_t - C_{t-1}))$ $TR_t = \max (H_t, C_{t-1}) - \min (L_t, C_{t-1})$ $ATR_t = (ATR_{t-1} \times (n - 1) + TR_t)/n$ $ATR_t = (\sum_{i=1}^{n} TR_i)/n$
اندیکاتور ویلیامز *R%*	$William's\ R\%_t = (Highest\ H_n - C_t)/(Highest\ H_n - Lowest\ L_n) * -100$
اندیکاتور نرخ تغییرات	$ROC_t = [(C_t - C_{t-n}) / (C_{t-n})]$
اندیکاتور تجمع/توزیع	$Money\ Flow\ Multiplier_t = [(C_t - L_t) - (H_t - C_t)] / (H_t - L_t)$ $Money\ Flow\ Volume_t = Money\ Flow\ Multiplier_t * V_t$ $ADL_t = ADL_{t-1} + Money\ Flow\ Volume_t$
شاخص پراکندگی	$Disparity_t = C_t / average(C_t:C_{t-9})$
شاخص پراکندگی	$Disparity_t = C_t / average(C_t:C_{t-4})$
خط افزایش/کاهش	$A/D\ Line_t = (((C_t - L_t) - (H_t - C_t))/(H_t - L_t))*V_t$
اندیکاتور قیمت	$OSCP_t = (average(C_{t-n}:C_{t-2n}) - average(C_t: C_{t-2n}))/ average(C_{t-n}: C_{t-2n})$
اندیکاتور تعادل قیمت	$BOP_t = (C_t - O_t) / (H_t - L_t)$

لازم به ذکر است در فرمول‌ها منظور از C_t قیمت پایانی، O_t قیمت بازگشایی، H_t بالاترین قیمت، L_t پایین‌ترین قیمت، V_t حجم معاملات روز مورد نظر، C_n به معنای قیمت پایانی nامین روز، Up_t میزان افزایش خروجی روش نسبت به روز قبل، Dn_t میزان کاهش خروجی روش نسبت به روز قبل و هم‌چنین اگر فرض شود نام روش X است، منظور از X_n محاسبه‌ی روش برای nامین روز است. تمامی مقادیر X_0 نیز در صورت نیاز برابر با صفر است. هم‌چنین منظور از SUM تابع جمع، Sqrt تابع جذر، STDV تابع انحراف از میانگین، ABS تابع قدر مطلق، AVERAGE تابع میانگین، Highest H_n بیش‌ترین مقدار بین بالاترین مقدارهای n روز گذشته و Lowest L_n کم‌ترین مقدار بین پایین‌ترین مقدارهای n روز گذشته است. لازم به ذکر است تمامی فرمول‌های ۱ تا ۲۵ از خو[1] و ژو[2] و وانگ[3] (۲۰۰۹) هستند.

1. Xu 2. Zhou 3. Wang

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های یادگیری ماشین مورد استفاده

در این بخش تمامی روش‌های یادگیری ماشین مورد استفاده در پژوهش، شامل دسته‌بندی کننده‌های مختلف، روش کاهش ابعاد مورد استفاده و روش‌هایی که به‌منظور تصمیم‌گیری نهایی در مورد خروجی دسته‌بندی کننده‌ها استفاده شده‌اند، شرح داده شده است.

ماشین بردار پشتیبان

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان اولیه توسط وپنیک[۱] ابداع شد. ماشین بردار پشتیبان یکی از روش‌های یادگیری با ناظر است که از آن برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌کنند. این روش از جمله روش‌های نسبتاً جدیدی است که در سال‌های اخیر کارایی خوبی نسبت به روش‌های قدیمی‌تر برای طبقه‌بندی، از جمله نسبت به شبکه‌ی عصبی نشان داده است (لیو و وانگ و خیا و لیانگ، ۲۰۱۶). ماشین بردار پشتیبان یک مدل ویژه از روش‌های دسته‌بندی‌کننده است که با استفاده از توابع کرنل[۲] مختلف، حاشیه‌ی ایمن[۳] و بردارهای پشتیبان[۴] به دسته‌بندی می‌پردازد، ریسک را کاهش می‌دهد و از قابلیت تعمیم[۵] بالایی برخوردار است (یانگ[۶] و چن[۷] و کینگ[۸]، ۲۰۰۲). ماشین بردار پشتیبان به‌خوبی با داده‌های غیرخطی رگرسیون و سری‌های زمانی[۹] کار می‌کند (واپنیک[۱۰]، ۲۰۱۳) .

ماشین بردار پشتیبان برای نمونه‌های ورودی جدایی‌پذیر

در یک فرایند یادگیری که شامل دو کلاس است، هدف ماشین بردار پشتیبان پیدا کردن بهترین تابع برای دسته‌بندی است به نحوی‌که بتوان اعضای دو کلاس را در مجموعه‌ی داده‌ها از هم تشخیص داد. معیار بهترین دسته‌بندی، برای مجموعه داده‌هایی که به‌صورت خطی قابل تجزیه هستند، به‌صورت هندسی مشخص می‌شود (فورد[۱۱] و بتچلر[۱۲] و ویلکینز[۱۳]، ۱۹۷۰).

ماشین بردار پشتیبان برای نمونه‌های ورودی جدایی‌ناپذیر

اغلب یافتن یک ابرصفحه جداکننده به‌راحتی امکان‌پذیر نیست. زیرا به‌طور مثال یک داده‌ی دارای خطای[۱۴] قوی می‌تواند باعث ایجاد روی هم افتادگی کلاس‌ها و تشخیص کلاس (دسته) نادرست شود. دسته‌بندی کننده‌ی غیرخطی، از قرار دادن هسته برای پیدا کردن ابرصفحه‌ی با بیش‌ترین حاشیه، استفاده می‌کند. در حالت غیرخطی، می‌توان با اعمال هسته‌ی کرنل مناسب روی داده‌ها، داده‌ها را به فضایی برد که در آن‌جا با اعمال یک ابرصفحه ساده دسته‌بندی قابل انجام باشد (فورد و بتچلر و ویلکینز، ۱۹۷۰). هسته‌های متداول چندجمله‌ای (همگن)، ناهمگن و گوسی (تابع پایه‌ای شعاع[۱۵]) هستند (فورد و بتچلر و ویلکینز، ۱۹۷۰).

---

1. Vapnik
2. Kernel Functions
3. Safe Margin
4. Support Vector
5. Generalization
6. Yang
7. Chan
8. King
9. Time Series
10. Vapnik
11. Ford
12. Batchelor
13. Wilkins
14. Noise
15. (Gaussian) Radial Basic Function (RBF)

Archive of SID

www.SID.ir

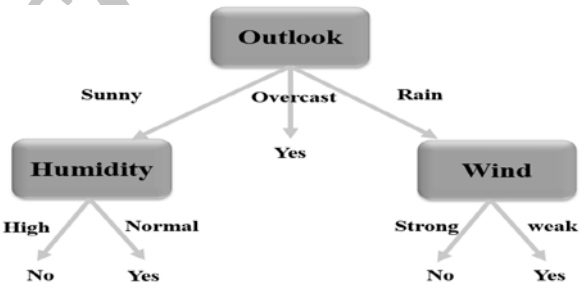
در این پژوهش از هر دو حالت دسته‌بندی خطی و غیرخطی برای دسته‌بندی داده‌ها استفاده شده است. به این منظور از دسته‌بندی کننده‌ی درجه‌ی نه در حالت دسته‌بندی جدایی‌پذیر و از هسته‌ی کرنل گوسی در حالت دسته‌بندی جدایی‌ناپذیر استفاده شده است. دلیل استفاده از حالت دسته‌بندی غیرخطی جامعیت بیش‌تر این روش است. رابطه‌ی کرنل گوسی (فورد و بتچلر و ویلکینز، ۱۹۷۰) به‌صورت رابطه‌ی ۱ است.

$$K(x,x')= \exp\left(-\frac{||x-\mu||^2}{2\sigma^2}\right) + C \quad (۱)$$

که در آن منظور از μ میانگین داده‌ها است و پارامتر مجهول در استفاده از آن σ است. این پارامتر یک پارامتر عددی و آزاد است (فورد و بتچلر و ویلکینز، ۱۹۷۰). C پارامتر ضریب جریمه[1] است که میزان خطای دسته‌بندی را نشان می‌دهد، به این معنی که اگر داده‌ای به‌طور اشتباه دسته‌بندی شود، یک میزان جریمه بابت آن در نظر گرفته می‌شود. با توجه به آن‌چه گفته شد پارامتر ماشین بردار پشتیبان در حالت خطی فقط درجه‌ی خط و پارامترهای ماشین بردار پشتیبان در حالت کرنل گوسی ضریب جریمه و پارامتر σ است.

درخت تصمیم

هر گره در درخت تصمیم نشان‌دهنده‌ی یک ویژگی است و هر شاخه از هر گره نشان‌دهنده‌ی مقادیر ممکن برای ویژگی مرتبط با آن گره است، هر نمونه با شروع از ریشه دسته‌بندی می‌شود، مقدار ویژگی موجود در ریشه برای نمونه‌ی مورد نظر چک می‌شود و با توجه به مقدار ویژگی ریشه برای نمونه، داده‌ی ورودی به زیردرخت مناسب درخت پیشروی می‌کند. این فرآیند برای این زیردرخت نیز تکرار می‌شود (میشل، ۱۹۹۷). شکل ۱ نمایی از یک درخت تصمیم را نشان می‌دهد.



شکل ۱. درخت تصمیم

نزدیک‌ترین K همسایه

روش نزدیک‌ترین K همسایه، یک گروه شامل K داده از مجموعه‌ی داده‌های آموزشی که نزدیک‌ترین داده‌ها به داده‌ی ورودی باشند را انتخاب کرده و براساس برتری دسته یا برچسب مربوط به آن‌ها در مورد دسته‌ی داده‌ی آزمایشی مزبور تصمیم‌گیری می‌نماید. به عبارت ساده‌تر این روش دسته‌ای را انتخاب می‌کند که در همسایگی انتخاب‌شده بیش‌ترین تعداد

[1]. Penalties Factor

www.SID.ir

داده، منتسب به آن دسته باشند، بنابراین دسته‌ای که از همه‌ی رده‌ها بیش‌تر، در بین K نزدیک‌ترین همسایه مشاهده شود، به‌عنوان دسته‌ی داده‌ی جدید در نظر گرفته می‌شود (لیو و دانگ و زیاد و لیانگ، ۲۰۱۶).

نئیو بیز

یک روش بسیار کاربردی یادگیری ماشین، دسته‌بندی‌کننده‌ی بیز است که بر پایه‌ی احتمال استوار است. دسته‌بندی کننده‌ی بیز ساده برای مسائلی که هر نمونه‌ی x در آن توسط مجموعه‌ای از مقادیر ویژگی و تابع هدف f(x) از مجموعه‌ای مانند V انتخاب می‌گردد، کاربرد دارد (لیو و دانگ و زیاد و لیانگ، ۲۰۱۶).

روش بیز برای دسته‌بندی نمونه‌ی جدید محتمل‌ترین دسته یا مقدار هدف V_{Map} را با داشتن مقادیر ویژگی‌های $<a_1, a_2, \ldots, a_n>$ که توصیف‌کننده نمونه‌ی جدید است، به‌صورت رابطه‌ی ۲ شناسایی می‌کند (میشل، ۱۹۹۷) .

$$V_{NB} = \arg_{v_j \in V} \max P(v_j) \prod_i P(a_i|v_j) \quad (۲)$$

کاهش ویژگی

مشکل بعضی از الگوریتم‌های کامپیوتری در زمانی که ارائه‌شده بودند، بار محاسباتی زیاد آن‌ها بود، اگرچه امروزه با ظهور کامپیوترهای پر سرعت و منابع ذخیره‌سازی بزرگ این مشکل، به چشم نمی‌آید ولی از طرف دیگر، مجموعه داده‌های بسیار بزرگ با ابعاد بالا، برای مسائل جدید باعث شده است که هم‌چنان پیداکردن یک الگوریتم سریع برای کاهش ابعاد مورد اهمیت باشد (تسای[1] و لین[2] و ین[3] و چن[4]، ۲۰۱۱). به این منظور از دو روش اصلی جهت کاهش ابعاد استفاده می‌شود.

۱. استخراج ویژگی[5]: در این روش یک مجموعه‌ی *k* بعدی جدید که ترکیبی از *d* بعد اصلی است ساخته می‌شود (آلپیدن، ۲۰۰۴) .

۲. انتخاب ویژگی[6]: در این روش یک مجموعه‌ی k بعدی از d بعد ساخته می‌شود که بیش‌ترین اطلاعات را دربردارند و سایر *(d-k)* ویژگی را نادیده می‌گیرد (آلپیدن، ۲۰۰۴) .

روش Relief یکی از روش‌های انتخاب ویژگی است که الگوریتم آن به صورت شکل ۲ است. که در آن منظور از D مجموعه‌ی آموزشی، S مجموعه‌ی ویژگی‌های اصلی (شامل تمام ویژگی‌ها)، N تعداد ویژگی‌ها، T زیرمجموعه‌ی ویژگی انتخاب‌شده و M تعداد ویژگی‌های انتخاب‌شده یا تعداد ویژگی‌های لازم است.

```
Relief (D, S, NoSample, Threashold)
T= Null, Initialize all weights, Wi, to zero
For i=0 to NoSample
Randomly choose an instance x in D
Finds its nearHit and nearMiss
For j=1 to N
Wj = Wj –diff (xj, nearHitj) 2 + diff (xj, nearMissj) 2
For j=1 to n
If wj ≥ Threashold
Append feature fj to T
Return T
```

شکل ۲. الگوریتم *Relief*

[1]. Tsai [2]. Lin [3]. Yen
[4]. Chen [5]. Feature Extraction [6]. Feature Selection

Archive of SID

www.SID.ir

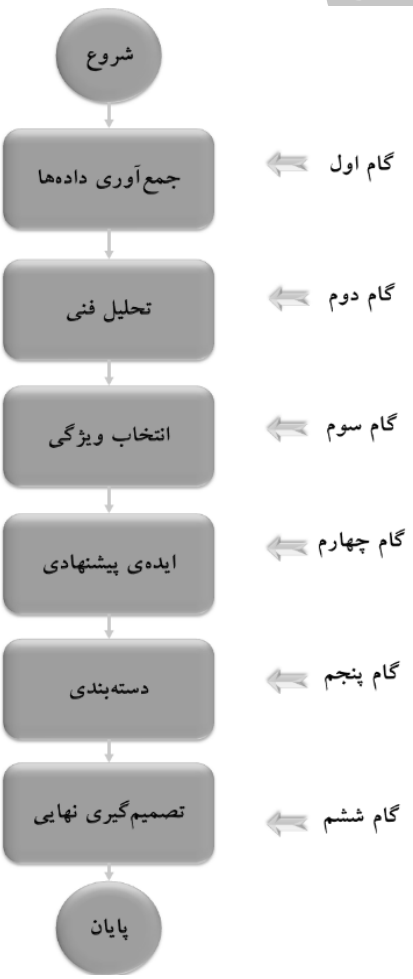
روش تصمیم‌گیرنده‌ی ترکیبی

روش رأی اکثریت

به منظور تصمیم‌گیری نهایی در مورد خروجی‌های دسته‌بندی‌کننده‌ها، روش‌های متعددی وجود دارد که بنا به انتخاب روش‌های دسته‌بندی‌کننده‌ای که پیش از این شرح داده شدند، استفاده از دو روش رأی اکثریت و پشته پیشنهاد می‌شود. با این توضیح در ادامه دسته‌بندی‌کننده‌هایی که در بخش قبل توضیح داده شدند، دسته‌بندی‌کننده‌های سطح صفر نام می‌گیرند.

در این روش خروجی تمامی دسته‌بندی‌کننده‌های سطح صفر به‌دست می‌آیند و میان آن‌ها نتیجه‌ای که بیش‌ترین تعداد دسته‌بندی‌کننده‌ها به آن رسیده‌اند به‌عنوان نتیجه‌ی نهایی در نظر گرفته می‌شود (پاتل[1] و شاه[2] و تاکار[3] و کوتچا[4]، ۲۰۱۵).

روش پیشنهادی شامل گام‌های شکل ۳ است:



[1]. Patel [2]. Shah [3]. Thakkar
[4]. Kotecha

www.SID.ir

شکل ۳. گام‌های روش پیشنهادی

یافته‌های پژوهش

در این بخش یافته‌های پژوهش طبق گام‌های روش پیشنهادی بیان شده است.

گام اول

داده‌ها از تاریخ ۱۳۸۷/۹/۱۶ تا ۱۳۹۵/۸/۱۰ هستند که شامل مقدار آغازین شاخص کل، مقدار پایانی آن، بیش‌ترین مقدار آن، کم‌ترین مقدار آن و حجم کل معاملات روزانه هستند. در جدول ۳ تعداد روزهایی که در سال‌های مورد بررسی شاخص بورس کل ایران صعودی یا نزولی بوده است، آورده شده است.

جدول ۳. خلاصه‌ی روند بورس ایران طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۵

سال	تعداد روزهای صعودی	درصد روزهای صعودی	تعداد روزهای نزولی	درصد روزهای نزولی	مجموع
۱۳۸۷	۹	۲۴/۳۳٪	۲۸	۵۸/۶۷٪	۳۷
۱۳۸۸	۱۵۶	۶۳/۶۷٪	۸۹	۳۶/۳۳٪	۲۴۵
۱۳۸۹	۱۵۹	۶۵/۱۶٪	۸۵	۳۴/۸۴٪	۲۴۴
۱۳۹۰	۱۲۵	۵۲/۰۸٪	۱۱۵	۴۷/۹۲٪	۲۴۰
۱۳۹۱	۱۳۱	۵۴/۸۱٪	۱۰۸	۴۵/۱۹٪	۲۳۹
۱۳۹۲	۱۴۸	۶۰/۹۰٪	۹۵	۳۹/۱۰٪	۲۴۳
۱۳۹۳	۱۲۰	۴۹/۷۹٪	۱۲۱	۵۰/۲۱٪	۲۴۱
۱۳۹۴	۱۴۰	۵۸/۳۳٪	۱۰۰	۴۱/۶۷٪	۲۴۰
۱۳۹۵	۸۷	٪۵۸	۶۳	٪۴۲	۱۵۰

گام دوم

در روش‌های تحلیل تکنیکال باید بازه‌ی زمانی هر روش مشخص شود، بازه‌ی زمانی که در این پژوهش برای هر کدام از روش‌های تحلیل تکنیکال در نظر گرفته شده است در ادامه آمده است. خط افزایش/کاهش ده روزه، اسیلاتور تجمع/توزیع ده روزه، شاخص جهت‌دار میانگین ۱۴ روزه، اسیلاتور آرون ۲۵ روزه، شاخص میانگین رنج صحیح ۱۴ روزه، اسیلاتور تعادل قدرت ده روزه، باندهای بولینگر ۱۴ روزه، شاخص کانال قیمت ۲۰ روزه، شاخص پراکندگی پنج‌روزه ۵ روزه، شاخص پراکندگی ده‌روزه ده روزه، شاخص میانگین متحرک نمایی ده روزه، اندیکاتور میانگین متحرک واگرایی/همگرایی ۲۶ روزه، اندیکاتور حرکت ۱۰ روزه، اندیکاتور شاخص جریان نقدینگی ۱۸ روزه، اندیکاتور حجم معاملات تعادلی ۱۰ روزه، اسیلاتور قیمت ۱۰ روزه، اندیکاتور نرخ تغییرات ۱۲ روزه، اندیکاتور شاخص قدرت ۱۴ روزه، میانگین متحرک ساده ۱۰ روزه، اندیکاتور استوکاستیک $K\%$ ۱۴ روزه، اندیکاتور استوکاستیک $D\%$ ۱۶ روزه، اندیکاتور استوکاستیک $D\%$ سریع ۱۸ روزه، اندیکاتور فراریت ۱۰ روزه، اندیکاتور ویلیامز $R\%$ ۱۴ روزه و اندیکاتور میانگین متحرک وزن‌دار ۱۰ روزه. بعد از اعمال ۲۵ روش تحلیل تکنیکال روی داده‌های ورودی، این حجم داده برای بورس ایران شامل ۴۶۹۷۵ = ۲۵ × ۱۸۷۹ رکورد است.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌های آماری بیش‌ترین مقدار، کم‌ترین مقدار، میانگین و انحراف از معیار روش‌های تحلیل تکنیکال بر روی بورس ایران در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. شاخص‌های آماری روش‌های تحلیل فنی

شماره	نام روش تحلیل فنی	بیش‌ترین	کم‌ترین	میانگین	انحراف از معیار
۱	خط افزایش/کاهش	۱	−۱	۰	۰
۲	اسیلاتور تجمع/توزیع	۲۲۷	۰	۵۱	۴۱
۳	شاخص جهت‌دار میانگین	۹۹	۱۳	۴۵	۱۸
۴	اسیلاتور آرون	۹۶	۰	۴۸	۶۷/۸۸
۵	شاخص میانگین رنج صحیح	۱۲۰۶	۱۵	۲۶۱	۲۲۳
۶	اسیلاتور تعادل قدرت	۴	−۱	۰	۱
۷	باندهای بولینگر	۹۰۳۸۴	۸۱۱۳	۴۴۱۲۹	۲۶۷۵۰
۸	شاخص کانال قیمت	۲۵۵	−۲۰۶	۲۰	۹۷
۹	شاخص پراکندگی پنج‌روزه	۱۰۶	۹۶	۱۰۰	۱
۱۰	شاخص پراکندگی ده‌روزه	۱۰۹	۹۵	۱۰۱	۲
۱۱	شاخص میانگین متحرک نمایی	۸۸۳۴۷	۸۰۰۸	۴۲۸۹۶	۲۶۰۲۹
۱۲	اندیکاتور میانگین متحرک واگرایی/همگرایی	۴۷۶۸	−۲۶۲۸	۲۵۸	۱۰۵۷
۱۳	اندیکاتور حرکت	۹۳۱۱	−۶۲۵۲	۳۳۸	۱۷۰۵
۱۴	اندیکاتور شاخص جریان نقدینگی	۹۸	۱	۴۹/۵	۶۸/۵
۱۵	اندیکاتور حجم معاملات تعادلی	۰/۰۴۳۸	−۰/۰۲۴۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱
۱۶	اسیلاتور قیمت	۱۵	−۷	۱	۳
۱۷	اندیکاتور شاخص قدرت نسبی	۱۰۰	۰	۵۷	۲۸
۱۸	اندیکاتور نرخ تغییرات	۸۸	−۷۹	۴/۵	۱۱۸
۱۹	میانگین متحرک ساده	۱۰۰	۰	۵۸	۳۹
۲۰	اندیکاتور استوکاستیک K%	۱۰۰	۰	۵۸	۳۷
۲۱	اندیکاتور استوکاستیک D%	۱۰۰	۰	۵۸	۳۷
۲۲	اندیکاتور استوکاستیک D% سریع	۳۹	۱	۹	۵
۲۳	اندیکاتور فراریت	۰	−۱۰۰	−۴۲	۳۹
۲۴	اندیکاتور ویلیامز R%	۸۸۶۱۰	۷۹۷۹	۴۲۹۵۲	۲۶۰۳۹

Archive of SID

www.SID.ir

۲۵	اندیکاتور میانگین متحرک وزن‌دار	۸۹۵۰۱	۷۹۵۵	۴۳۰۶۶	۲۶۰۵۰

گام سوم

خروجی روش Relief دو متغیر با نام‌های وزن[1] و اولویت[2] است که ابعاد هر کدام به تعداد ویژگی‌های داده‌های ورودی که در اینجا ۲۵ ویژگی هستند، است. خروجی این روش در جدول ۵ آمده است.

با توجه به جدول ۵ ده روش تحلیل تکنیکال با اولویت، برای بورس ایران اندیکاتور میانگین متحرک وزن‌دار، شاخص جهت‌دار میانگین، اندیکاتور ویلیامز R%، اندیکاتور شاخص قدرت نسبی، شاخص کانال قیمت، اسیلاتور تجمع/توزیع، اسیلاتور قیمت، اندیکاتور استوکاستیک D% سریع، اندیکاتور شاخص جریان نقدینگی و اندیکاتور استوکاستیک D% هستند.

جدول ۵. خروجی روش *Relief* برای بورس ایران

نام روش تحلیل فنی	وزن	اولویت
خط افزایش/کاهش	-۰/۰۰۱۹۹۸	۱۴
اسیلاتور تجمع/توزیع	۰/۰۱۲۴۲۵	۶
شاخص جهت‌دار میانگین	-۰/۰۰۱۵۱۱	۲
اسیلاتور آرون	۰/۰۰۰۸۵۳	۲۴
شاخص میانگین رنج صحیح	۰/۰۰۳۳۰۸	۲۰
اسیلاتور تعادل قدرت	۰/۰۱۲۴۳۴	۲۲
باندهای بولینگر	۰/۰۰۹۰۲	۲۱
شاخص کانال قیمت	-۰/۰۰۰۸۸۳	۵
شاخص پراکندگی پنج‌روزه	-۰/۰۰۱۰۶۰	۲۳
شاخص پراکندگی ده‌روزه	۰/۰۰۰۳۳۱	۱۲
شاخص میانگین متحرک نمایی	۰/۰۰۰۸۰۷	۱۶
اندیکاتور میانگین متحرک واگرایی/همگرایی	۰/۰۰۲۴۹۲	۱۷
اندیکاتور حرکت	۰/۰۰۱۶۶۷	۱۳
اندیکاتور شاخص جریان نقدینگی	۰/۰۱۴۰۳۹	۹
اندیکاتور حجم معاملات تعادلی	-۰/۰۰۱۳۴۶	۱۹
اسیلاتور قیمت	۰/۰۰۲۴۶۴	۷
اندیکاتور نرخ تغییرات	۰/۰۰۱۷۲۹	۲۵
اندیکاتور شاخص قدرت نسبی	۰/۰۰۰۳۴۵	۴
میانگین متحرک ساده	۰/۰۰۰۹۱۶	۱۱
اندیکاتور استوکاستیک K%	۰/۰۰۵۱۱۰	۱۸
اندیکاتور استوکاستیک D%	۰/۰۰۳۴۳۹	۱۰
اندیکاتور استوکاستیک D% سریع	۰/۰۰۳۵۲۱	۸

[1]. Weight [2]. Rank

Archive of SID

www.SID.ir

اندیکاتور فراریت	۰/۰۰۲۸۷۶	۱۵
اندیکاتور ویلیامز R%	۰/۰۰۵۱۱۱	۳
اندیکاتور میانگین متحرک وزن‌دار	۰/۰۰۰۸۵۶	۱

گام چهارم

در این گام خروجی‌های روش‌های تحلیل فنی که در گام قبل اعمال شد را نرمال‌سازی می‌کنیم به این معنا که برای هر روش داده‌ها را در یک بازه مخصوص به خود روش تحلیل فنی می‌بریم و اعداد یک و منفی یک را با توجه به اینکه خروجی هر روز نسبت به روز قبل اختلاف مثبت یا منفی داشته است به خروجی نهایی تعلق می‌دهیم.

گام پنجم

در این گام روش‌های دسته‌بندی‌کننده بهمنظور دسته‌بندی داده‌ها به دو دسته‌ی صعودی و نزولی اعمال شده‌اند. برای این منظور خروجی‌های گام قبل که همگی اعداد یک و منفی یک شده‌اند را گرفته و به روش‌های یادگیری ماشین می‌دهیم و برای ارزیابی هر کدام از روش‌های یادگیری ماشین از معیار نرخ تشخیص صحیح داده‌های مورد دسته‌بندی، استفاده شده است. نتیجه‌ی اعمال همه‌ی روش‌های دسته‌بندی‌کننده در جدول ۶ آمده است.

مشاهده می‌شود که به علت استفاده از روش انتخاب ویژگی که سبب انتخاب بهترین روش‌های تحلیل تکنیکال شد درصد بالایی از نرخ پیشبینی صحیح به‌دست آمد.

جدول ۶. نتیجه‌ی اعمال دسته‌بندی‌کننده‌ها

روش	روش پیشنهادی
ماشین بردار پشتیبان خطی	۹۱/۱۶۰۸٪
ماشین بردار پشتیبان کرنل گوسین	۹۲/۱۷۲۵٪
نزدیکترین K همسایه	۹۵/۸۴۶۶٪
نئیو بیز	۸۷/۶۹۹۷٪
درخت تصمیم	۹۰/۳۷۳۸٪

گام ششم

در این گام تصمیم‌گیری نهایی در مورد روند شاخص گرفته می‌شود به این صورت که خروجی روش‌های یادگیری ماشین برای هر روز را به دست می‌آوریم و بین آنها رای اکثریت می‌گیریم با توجه به اینکه سه روش یادگیری ماشین وجود دارد

Archive of SID

www.SID.ir

به راحتی می‌توان نظر نهایی را با روش رای اکثریت به دست آورد، درواقع نظر نهایی اجماع نظرهای یادگیری ماشین در رابطه با صعوی بودن یا نزولی بودن روند فردای شاخص کل است .

بعد از اعمال روش رای اکثریت این نتیجه به دست آمد که این روش با دقت ٪۹۷/۰۸۳۳ توانسته است به پیش بینی روند شاخص کل در روز آینده بپردازد. بنابراین روش پیشنهادی توانسته است با نرخ تشخیص صحیح ٪۹۷/۰۸۳۳ به پیشبینی روند شاخص بورس اوراق بهادار تهران بپردازد.

نتیجه گیری

اهمیت پیش‌بینی بورس با توجه به روند افزایش تمایل عموم به سرمایه‌گذاری در امور اقتصادی و تأثیر بورس بر نمای اقتصادی هر کشور، بر همگان آشکار است، به این منظور این پژوهش پیش‌بینی روند شاخص کل بورس را توسط روش‌های تحلیل تکنیکال و روش‌های هوشمند یادگیری ماشین مورد مطالعه قرار داد. لازم به ذکر است روش پیشنهادی مزایای زیر را نسبت به سایر پژوهش‌های مشابه دارد:

روش پیشنهادی در استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکال محدودیتی ندارد. یعنی میتوان به راحتی به تعداد دلخواه روش‌های تحلیل تکنیکال مختلف را به عنوان ورودی به روش پیشنهادی افزود. این مزیت سبب می‌شود عدم وابستگی روش به روش‌های مورد استفاده در پژوهش بوجود آید همچنین اگر در یک بازار یا یک سهم یک یا چند اندیکاتور نتیجه بهتری داشتند میتوان آن‌ها را جایگزین روش‌های پیشنهادی در پژوهش کرد.

روش انتخاب ویژگی بر روی روش‌های تحلیل تکنیکال اعمال شده و روش‌های تحلیل تکنیکال با اولویت انتخاب شده‌اند. وجه اهمیت این موضوع این است اندیکاتورهایی برای هر سهم انتخاب میشوند که پیش‌بینی بهتر و با اهمیت‌تری را در آن سهم خاص دارند.

یک روش پیشنهادی در استفاده از خروجی‌های روش‌های تحلیل تکنیکال با اولویت اعمال شده است. که وجه تمایز با اهمیت این پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌های مشابه در این زمینه است.

نرخ تشخیص صحیح به‌طور میانگین بالای ۹۷ درصد است. یعنی روش پینهادی توانسته است به میزان بالای ۹۷ درصد به پیش‌بینی صحیح در مورد آینده روند بپردازد.

به علت جامعیت روش پیشنهادی می‌توان آن را برای پیش‌بینی روند سهام شرکت‌های مختلف ایرانی و غیر ایرانی نیز استفاده کرد. به این دلیل که روش پیشنهادی و وابستگی خاصی به یک سهم خاص ندارد و به دلیل انعطاف‌پذیری بالا می‌توان آن را برای هر سهمی به کار برد.

اهمیت نتایج این پژوهش از این رو است که اولا یک روش جامع برای پیش‌بینی روند شاخص کل در آن استفاده شده است، که این روش را حتی می‌توان برای پیش‌بینی روند قیمت سهم‌های مختلف شرکت‌ها و نیز کشورهای مختلف به علت عدم وابستگی به داده‌ها، به کار برد ثانیا در مقایسه با پژوهش‌های پیشین، روش پیشنهادی با اختلاف قابل توجهی بهتر عمل کرده است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

درودی، دیاکو و ابراهیمی، سید بابک (۱۳۹۵). ارائۀ روش هیبریدی نوین برای پیش بینی شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار. *فصلنامه تحقیقات مالی*، ۱۸ (۴)، ص ۶۱۳-۶۳۲.

فخاری، حسین. ولیپور خطیر، محمد و موسوی، سیده مائده (۱۳۶۹). بررسی عملکرد شبکۀ عصبی بیزین و لونبرگ مارکوات در مقایسه با مدل‌های کلاسیک در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری. *فصلنامه تحقیقات مالی*، ۱۹ (۲)، ص ۲۹۹-۳۱۸.

نبی زاده، احمد؛ قره باغی، هادی و بهزادی، عادل(۱۳۹۶). بهینه سازی پرتفوی ردیابی شاخص بر اساس بتای نامطلوب مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی. *فصلنامه تحقیقات مالی*، ۱۹ (۲)، ص ۳۱۹-۳۴۰.

References

Alavi, S. E., Sinaei, H. & Afsharirad, E. (2015). Predict the trend of stock prices using machine learning techniques, *International Academic Journal of Economics*, 2 (12), 1-11.

Alpaiden, E. (2004). *Introduction to machine learning*. First Edition. The MIT Press Cambridge Massuchusetts, London, England.

Chen, K.-Y., & Ho, C.-H. (2005). An improved support vector regression modeling for Taiwan Stock Exchange market weighted index forecasting. International Conference on Neural Networks and Brain. Beijing, China.

Dorodi, D., & Abrahimi, S. B. (2017). Presenting a new hybrid method for predicting the Stock Exchange price index. *Financial Research Journal*, 18 (4), 612-632. (*in Persian*)

Edwards, R. D., Magee, J. & Bassetti, W. C. (2007). Technical analysis of stock trends: CRC Press.

Enke, D., Thawornwong, S. (2005). The use of data mining and neural networks for forecasting stock market returns. *Expert systems with Applications*, 29 (4), 927-940.

Fakhari, H. Valipour Khatir, M. & Mousavi, M. (2017). Investigating Performance of Bayesian and Levenberg-Marquardt Neural Network in Comparison Classical Models in Stock Price Forecasting. *Financial Research Journal*, 19 (2), 229-318. (*in Persian*)

Ford, N., Batchelor, B., & Wilkins, B. R. (1970). A learning scheme for the Nearest Neighbor Classifier. *Information Sciences*, 2 (2), 139-157.

Hassan, M. R., Nath, B., & Kirley, M. (2007). A fusion model of HMM, ANN and GA for stock market forecasting. *Expert systems with Applications*, 33 (1), 171-180.

Hafezi, R., Shahrabi, J., & Hadavandi, E. (2015). A bat-neural network multi-agent system (BNNMAS) for stock price prediction: Case study of DAX stock price. *Applied Soft Computing*, 29, 196-210.

Kim, E., Kim, W., & Lee, Y. (2003). Combination of multiple classifiers for the customer's purchase behavior prediction. *Decision Support Systems*, 34 (2), 167-175.

Kuo, R. J., Chen, C., & Hwang, Y. (2001). An intelligent stock trading decision support system through integration of genetic algorithm based fuzzy neural network and artificial neural network. *Fuzzy sets and systems*, 118 (1), 21-45.

Archive of SID

www.SID.ir

Liu, C., Wang, J., Xiao, D., & Liang, Q. (2016). Forecasting S&P 500 Stock Index Using Statistical Learning Models. *Open Journal of Statistics*, 6 (06), 1067.

Mitchel, T. M. (1997). *Machine Learning*. First Edition, McGraw Hill Science.

Nabizade, A., Gharehbaghi, H. & Behzadi, A. (2016).Index Tracking Optimization under down Side Beta and Evolutionary Based Algorithms. *Financial Research Journal*, 19 (2), 319-340. (*in Persian*)

Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2015). Predicting stock and stock price index movement using trend deterministic data preparation and machine learning techniques. *Expert systems with Applications*, 42 (1), 259-268.

Saad, E. W., Prokhorov, D. V., & Wunsch, D. C. (1998). Comparative study of stock trend prediction using time delay, recurrent and probabilistic neural networks. *IEEE Transactions on neural networks*, 9 (6), 1456-1470.

Schöneburg, E. (1990). Stock price prediction using neural networks: A project report. *Neurocomputing*, 2 (1), 17-27.

Tsai, C.-F., Lin, Y.-C., Yen, D. C., & Chen, Y.-M. (2011). Predicting stock returns by classifier ensembles. *Applied Soft Computing*, 11 (2), 2452-2459.

Vapnik, V. (2013). The nature of statistical learning theory: Springer science & business media.

Xu, X., Zhou, C., & Wang, Z. (2009). Credit scoring algorithm based on link analysis ranking with support vector machine. *Expert systems with Applications*, 36 (2), 2625-2632.

Yang, H., Chan, L., & King, I. (2002). Support vector machine regression for volatile stock market prediction. International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning. Manchester, UK.

Archive of SID

www.SID.ir