Arshive of SID

مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره سی‌ودوم / پائیز ۱۳۹۶

طراحی سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند

شاپور محمدی[۱]
سیدعلی موسوی سرحدی[۲]
محمد نوری‌بخش[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۱۶

چکیده

پیش بینی قیمت آتی و به تبع آن کسب بازدهی بیشتر همواره یکی از مهمترین موضوعات در بازارهای مالی بوده است. از این رو در این پژوهش به طراحی سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند پرداخته شده است. برای رسیدن به این هدف، این پژوهش در چهار مرحله اصلی طراحی و اجرا گردیده است. در مرحله اول حدود کانال روند در بازه های زمانی مختلف استخراج گردیده و این حدود در مرحله دوم برای دوره آزمایش توسط الگوریتم ماشین بردار پشتیبان پیش بینی شده است. در مرحله سوم استراتژی های خرید و فروش در محدوده کانال پیش بینی شده در دوره آزمایش تعریف و اجرا شده و در مرحله چهارم بازدهی حاصل از سیستم طراحی شده با بازدهی حاصل از بکارگیری استراتژی خرید و نگهداری مقایسه شده اند.

در مورد همه شاخص های انتخاب شده به عنوان نمونه پژوهش، عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند از عملکرد استراتژی خرید و نگهداری بهتر بود.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، تئوری کانال روند، پیش بینی شاخص.

۱- دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲- دانشجوی دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم، قم، ایران (نویسنده مسئول) aghali_1365@yahoo.com
۳- کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

www.SID.ir

Arshive of SID

۱- مقدمه

موضوع شناخت و بررسی رفتار قیمت اوراق بهادار و ارزشیابی دارایی های مالی از آغاز شکل گیری بازارهای متشکل سرمایه، همواره مورد توجه محافل علمی و سرمایه گذاری بوده است. توسعه و گسترش روزافزون کاربرد رایانه در تمامی عرصه های دانش بشری و از جمله مدیریت مالی و سرمایه گذاری، زمینه های تازه ای از کاربرد فناوری جدید را پدید آورده است(۱). از آنجا که شاخص بازار سهام در بر گیرنده سهام شرکت های مختلف است معیاری کلی برای نشان دادن وضعیت بازار سهام می باشد و بسیاری از افراد جهت انتخاب گزینه مناسب سرمایه گذاری هنگام مقایسه بازار سهام با سایر گزینه ها از شاخص سهام استفاده می نمایند و همچنین خواهان پیش بینی شاخص هستند تا بدانند روند افزایشی یا کاهشی شاخص حدودا تا چه هنگام ادامه می یابد. با توجه به افزایش تعداد سهامداران حقیقی و حقوقی در بازار سهام و توجه آنها به شاخص های سهام در معاملات به عنوان معیار نشان دهنده روند کلی بازار سرمایه، پیش بینی شاخص اهمیت بسزایی یافته است. قیمت ها در بازار سهام به علت تغییرات بسیار وسیع و شدید و نیز تاثیرپذیری از بسیاری عوامل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و حتی طبیعی یکی از مشکلترین و پیچیده ترین موارد برای پیش بینی به حساب می آیند (۲۶).

در تحقیقی برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها از ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است که برتری این روش را بر رگرسیون لجستیک نشان داده‌ا است(۷). با مدل ترکیبی ماشین بردار پشتیبان و ARIMA به پیش بینی قیمت سهام پرداخته شده که نتایج نشان از برتری مدل ترکیبی نسبت به سایر مدلها داشته است.

با رویکرد ماشین بردار پشتیبان شاخص نیکی[۱] پیش‌بینی شده است که برتری این روش را نسبت به شبکه عصبی پس‌انتشار خطا نشان می دهد(۲۵). در تحقیقی نوسانات بازار سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان پیش‌بینی شده است که نتایج تحقیق دال بر برتری ماشین بردار پشتیبان بر سایر مدل‌ها از جمله مدل گارچ بوده است(۲۴).

در تحقیقی دیگر نیز از ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها استفاده شده است و نتیجه را با شبکه عصبی پس‌انتشار خطا و رگرسیون لجستیک مقایسه نمودند و دریافتند که ماشین بردار پشتیبان بهتر از دو روش دیگر عمل می‌کند(۲۸).

شاخص‌های مربوط به شش بازار سهام آسیایی با روش شبکه عصبی پس‌انتشار خطا و ماشین بردار پشتیبان پیش‌بینی شده اند که نتیجه بر خلاف نتایج سایر تحقیقات که همواره برتری ماشین بردار پشتیبان را بر شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان داده اند در مورد ۴ شاخص، عملکرد بهتر ماشین بردار پشتیبان و در ۲ شاخص، عملکرد بهتر شبکه عصبی پس‌انتشار خطا را نشان دادند(۱۹).

همچنین از ماشین بردار پشتیبان برای امتیازدهی کارت اعتباری نیز استفاده شده است(۲۶).

www.SID.ir

Arshive of SID

در تحقیقی جهت پیش‌بینی شاخص بازار سهام تایوان از ترکیب ماشین بردار پشتیبان و انتخاب فیلتر محور نگاشت خود سازمان‌ده استفاده نموده اند و برتری روش ترکیبی را بر ماشین بردار پشتیبان به تنهایی نشان دادند(۲۷).

تحقیقات نشان داده است که استفاده از ابزارها و روش های پیش بینی سنتی خطای بالایی دارد و اغلب در مقایسه با روشهای جدیدتر و مدل های غیرخطی شکست می خورد(۳۴).

با مرور تاریخچه بورس اوراق بهادار تهران در می یابیم که این بازار دارای پستی و بلندی های بسیاری بوده است که مهمترین آنها، تشکیل حباب قیمت در اوایل دهه ۱۳۷۰ و سقوط ناگهانی قیمتهای سهام و شاخص کل بورس در سال ۱۳۷۵ است که می توان کم تجربگی عامه سرمایه گذاران در فرایند سرمایه گذاری را عامل اصلی این پدیده برشمرد. این کم تجربگی به نوبه خود متأثر از نداشتن سابقه تاریخی کافی و همچنین فقدان آگاهی عامه مردم نسبت به دانش مالی و فنون و تکنیک های تجزیه و تحلیل مالی، کافی نبودن تعدادتحلیلگران متبحر و غیره بود. در چنین شرایطی و با توجه به تأثیر قابل توجه عوامل یاد شده، داشتن یک مدل پیش بینی مناسب باعث تخصیص بهینه منابع و کارآیی در بازار سرمایه است(۱). براین اساس در این تحقیق به دنبال طراحی سیستمی هوشمند برای پیش بینی روند آتی قیمت سهام و خرید و فروش سهام بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند می باشیم.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

مدل مورد استفاده در این پژوهش مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند در تحلیل تکنیکال است.

از لحاظ نظری، تحلیل تکنیکی تلاش می‌کند که روند قیمت سهام را با استفاده از داده‌های تاریخی حجم و قیمت سهام پیش‌بینی نماید. طرفداران تحلیل تکنیکی علاقمند به شناسایی نقاط برگشت مهم برای ارزیابی حرکات سهم می‌باشند(۲۹). کانال روند عبارتست از محدوده‌ای محصور بین دو خط موازی که قیمت در آن محدوده تغیر می‌کند. معمولاً روندها تمایل دارند که در داخل کانال قیمتی خاص حرکت کنند بدین معنی که همانطور که شیب خط روند در صورت تغییر می تواند باعث تعویض نقش روند شود، خارج شدن بازار از کانال خود نیز می تواند باعث تغییرات در روند و شیب آن گردد. برای ترسیم خط کانال باید به موازات خط روند، خطی از آخرین قیمت موجود در کانال رسم شود. برای خط روند حتماً لازم است دو نقطه را برای روند در نظر بگیریم اما در خط کانال نیازی به دو نقطه برخورد نمی باشد و تنها یک نقطه را با فرض استفاده موازی خط روند می توان استفاده کرد. فراموش نشود خط کانال تابعی از خط روند می باشد و هیچ زمانی خط کانال قبل از خط روند ترسیم نمی شود.

ماشین بردار پشتیبان یکی از تکنیکهای یادگیری آماری است. الگوریتمی است که نوع خاصی از مدلهای خطی را می‌یابد که حداکثر حاشیه ابرصفحه را حاصل می‌کنند. حداکثر کردن حاشیه ابرصفحه به حداکثر شدن تفکیک بین طبقات منجر می‌شود. این الگوریتم بر اساس اصول تئوری یادگیری آماری و حداقل‌سازی

www.SID.ir

Arshive of SID

ریسک ساختاری پایه‌گذاری شده است(۳۱) که در پیش‌بینی سری‌های زمانی به خصوص مدل‌سازی سری‌های زمانی غیر خطی مورد استفاده قرار می گیرد. این مدل‌های یادگیری، همه بر پایه این فرض اولیه استوارند که تجربیات کسب شده و آموخته‌های ماشین یادگیری برای پیش‌بینی و تصمیم‌گیری در آینده مناسبند. واضح است که این خود، فرض ثابت بودن مدل احتمالی تولید کننده داده‌ها را می‌طلبد. در الگوریتم ماشین بردار پشتیبان(SVM)، هدف الگوریتم، یادگیری بدست آوردن توانایی تعیین نسبتاً دقیق کلاس داده‌های دیده نشده پس از پایان مرحله آموزش می‌باشد(۸).

SVMها داده‌ها را به‌صورت بردار پردازش می‌کنند و همواره سعی در یافتن یک ابرصفحه[۲] برای تفکیک داده‌ها دارند. به همین دلیل آن‌ها را در زمره طبقه‌بندی‌های خطی قرار می‌دهند. به‌علاوه SVM ها در میان تمام ابرصفحاتی که داده‌ها را تفکیک می‌کنند، آن ابرصفحه را برمی‌گزینند که بیشترین تفکیک‌پذیری یا بیشترین اندازه حاشیه را میان داده‌های کلاس‌های مختلف حاصل کنند. برای این کار، ابرصفحه مطلوب طوری انتخاب می‌شود که فاصله آن از نزدیک‌ترین داده بیشینه شود. چنین ابرصفحه‌ای در صورت وجود، ابرصفحه با حاشیه بیشینه خوانده می‌شود و چنین طبقه‌بندی خطی را طبقه‌بندی با حاشیه بیشینه می‌نامند.

در مدل ترکیبی مورد استفاده در این پژوهش ابتدا حدود بالایی و پائینی کانال روند از طریق بکارگیری تئوری کانال در تحلیل تکنیکال محاسبه می‌گردد سپس با بکارگیری ماشین بردار پشتیبان حدود بالایی و پائینی برای دوره آتی(آزمایش) پیش‌بینی می‌گردد:

$$[\acute{H}_1, \acute{L}_1] = f(x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-k}, y_i, y_{i-1}, \dots, y_{i-k}, \dots)$$

دوره آزمایش در این پژوهش ۱۰ درصد کل دوره مورد بررسی است. همچنین در مدل ماشین بردار پشتیبان از تابع کرنل RBF با پارامتر gamma=.1428 استفاده شده است. آنگاه با استفاده از استراتژی معاملاتی تعریف شده به خرید و فروش پرداخته می‌شود(۲۶).

۳- روش شناسی پژوهش

روش اجرای این پژوهش از بعد هدف از نوع کاربردی می باشد چرا که از نتایج آن می توان در جهت بهبود عملکرد سرمایه گذاری در بورس استفاده کرد و از بعد ماهیت و روش از نوع توصیفی است. اطلاعات این پژوهش نیز از منابع اطلاعاتی و داده های سازمان بورس و اوراق بهادار تهران اقتباس شده است. قلمرو زمانی این پژوهش از اول شهریور سال۱۳۸۰ تا اول شهریور سال ۱۳۹۰ به مدت ۱۰ سال می باشد. مکان اجرای این پژوهش نیز بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

جامعه آماری در این پژوهش شاخص روزانه قیمت سهام از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ می‌باشد که چهار گروه داده‌های شاخص کل، شاخص ۵۰ شرکت، شاخص صنعت و شاخص مالی به عنوان نمونه آماری مورد بررسی قرار گرفته اند.

www.SID.ir

Arshive of SID

سپس با استفاده از استراتژی های تعریف شده به خرید و فروش در محدوده کانال پیش بینی شده پرداخته می شود و در پایان جهت آزمون فرضیه، عملکرد سیستم هوشمند طراحی شده با بازدهی حاصل از استراتژی خرید و نگهداری مقایسه می گردد.

۴- متغیرهای پژوهش

حد بالایی و پائینی کانال(Max , Min): در مدل ترکیبی مورد استفاده در این پژوهش ابتدا حدود بالایی و پائینی کانال روند از طریق بکارگیری تئوری کانال در تحلیل تکنیکال محاسبه می‌گردد:

$$H_i = \mathrm{Max}(C_i, C_{i+1}, \dots, C_{i+n-1})$$

$$L_i = \mathrm{Min}(C_i, C_{i+1}, \dots, C_{i+n-1})$$

در این پژوهش حدود کانال روند در بازه‌های زمانی ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ روزه استخراج گردید.

نرخ تغییرROC: یکی از متداول‌ترین و پرکاربردترین نماگرهای تکنیکال ROC می‌باشد. در این نماگر به‌جای استفاده از تفاوت قیمت‌ها از درصد تغییرات قیمت‌ها استفاده می‌گردد. نرخ تغییر n روزه (nدوره) به این صورت محاسبه می‌شود:

$$ROC_n = \left(\frac{P_n}{P_0} - 1\right) \times 100$$

Pn: قیمت پایانی در روز (دوره)n Po: قیمت پایانی درn دوره قبل

ROC معمولاً به صورت ۵ یا ۱۲ روزه محاسبه می‌شود.

بسیاری از تحلیل‌گران از تقاطع خط با ROC خط صفر، برای دریافت سیگنال‌های خرید و فروش استفاده می‌کنند. تقاطع رو به بالا با خط صفر، سیگنال خرید و تقاطع رو به پایین با خط صفر، سیگنال فروش ارزیابی می‌شود. باید توجه نمود که معمولاً این شاخص را همراه با روند حرکت بازار تفسیر می‌کنند. یعنی تنها زمانی تقاطع رو به بالا با خط صفر سیگنال خرید محسوب می‌شود که روند حرکت بازار صعودی باشد. سیگنال فروش نیز زمانی معتبر خواهد بود که تقاطع با خط صفر رو به پایین و همزمان روند قیمت نزولی باشد(۴).

شاخص قدرت نسبیRSI: این نماگر نشان می‌دهد درn روز گذشته، چند درصد از تغییرات مثبت و چند درصد از تغییرات منفی بوده است. محاسبه RSI به این ترتیب می‌باشد:

$$RSI = \frac{n(P)}{n(P)+n(N)}$$

در فرمول فوق n(p) تعداد تغییرات مثبت قیمت دارایی و n(N) تعداد تغییرات منفی قیمت دارایی مورد نظر می‌باشد. معمولاً این نماگر در شرایط عادی بازار سهام در کشورهای توسعه یافته از نظر بازارهای مالی بین ۳۰ و ۷۰ نوسان می‌کند و در شرایط رکودی بین ۲۰ و ۸۰ در نوسان است. وقتی که این نماگر به عدد

www.SID.ir

Arshive of SID

۷۰ نزدیک می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که در K روز گذشته (به‌عنوان مثال در ۱۴ روز گذشته)، ۷۰٪ از تغییرات قیمت مثبت بوده است و تقریباً قیمت دارایی به اندازه قابل توجهی رشد داشته است. بنابراین می‌توان انتظار داشت بازار به مرحله آسیب‌پذیری نزدیک شده باشد. در ایران RSI بارها حدود ۰ و ۱۰۰ را لمس می‌کند. یعنی بارها اتفاق می‌افتد که قیمت سهام شرکتی در تمامی ۱۴ روز گذشته مثبت یا منفی باشد. البته یکی از دلایل این ویژگی تعیین سقف و کف است. اگر دوره محاسبه را از ۱۴ روز مثلاً به ۲۸ روز افزایش دهیم این مشکل حل می‌شود(۴).

میانگین متحرک ساده[۳]: این میانگین احتمالاً قدیمی‌ترین و پرکاربردترین روش آماری برای داده‌های سهام است(۵). این شاخص یکی از متداول‌ترین شاخص‌های پیگیری روند در طی دهه‌های گذشته بوده است. با وجود سادگی، میانگین متحرک ساده، ابزار مفیدی برای شناسایی و تعقیب روند و همچنین هموارسازی انواع داده‌ها می‌باشد(۱۵). میانگین متحرک ساده nروزه برای دورهt بدین صورت محاسبه می‌شود:

$$m_t(n)=n^{-1}\sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i}$$

n دوره میانگین متحرک (معمولاً ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ روز) برای دوره t ام می‌باشد. به‌عنوان مثال برای محاسبه میانگین متحرک ۵ روزه در روز هشتم، میانگین قیمت روز هشتم، هفتم، ششم، پنجم و چهارم محاسبه می‌شود. در کشورهای مختلف میانگین‌های متحرک عملکرد متفاوتی دارند و حتی برای این سؤال که کدام یک از میانگین‌های متحرک ۵ و ۱۰ و ۲۰ و ... مناسب است پاسخ کلی وجود ندارد و در مورد ابزارهای مختلف و بازارهای مختلف جواب می‌تواند متفاوت باشد(۴). بررسی‌های نویسندگان نشان می‌دهد که در ایران میانگین متحرک ساده قابل اتکاتر است. لذا در این تحقیق ما از میانگین متحرک ساده به‌عنوان متغیر ورودی استفاده نمودیم.

استوکاستیک[۴]**(k٪)**: این اندیکاتور بر پایه این نظریه بنا شده که قیمت‌های پایانی در حالت افزایشی تمایل دارند که به سمت بالاترین قیمت دوره و در حالت کاهشی به سمت پائین‌ترین قیمت دوره بروند. در فرایند استوکاستیک‌ها از دو خط استفاده می‌شود که یکی را k٪ و دیگری را D٪ می‌نامند.

$$k\% = \frac{(C - L_n)}{(H_n - L_n)} \times 100$$

در این فرمول L_n کمترین مقدار در دوره مورد بررسی و H_n بیشترین مقدار در این دوره است.

استوکاستیک سریع و استوکاستیک آرام (Fast K , SlowD): اگر از خط K٪ میانگین متحرک سه روزه گرفته شود نوعی از استوکاستیک به دست می‌آید که به استوکاستیک سریع معروف است و اگر از استوکاستیک سریع میانگین متحرک سه روزه گرفته شود نوع دیگری از استوکاستیک به دست می‌آید که به استوکاستیک آرام مشهور است(۵).

www.SID.ir

Arshive of SID

۵- فرضیه پژوهش

فرضیه این پژوهش عبارتست از "عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و کانال روند بهتر از عملکرد استراتژی خرید و نگهداری است".

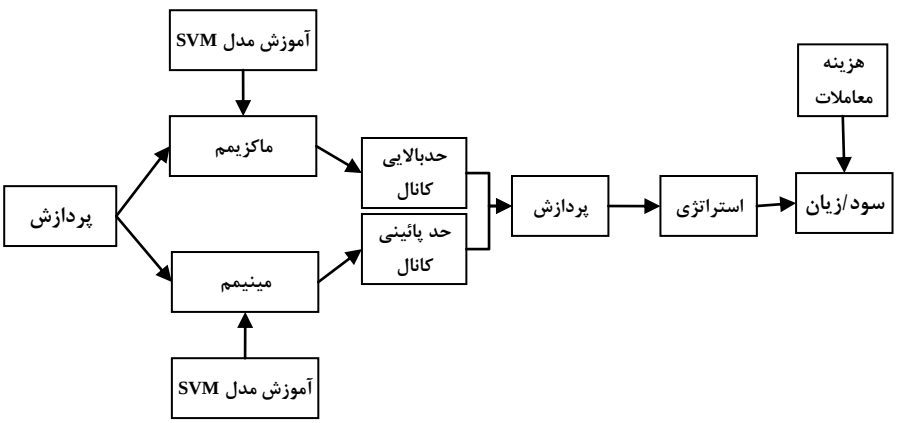
اهداف تحقیق :

هدف اصلی: طراحی سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند.

هدف فرعی: مقایسه عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند با روش خرید و نگهداری.

۶- یافته های پژوهش

این تحقیق در چهار مرحله صورت گرفته است. در مرحله اول حدود بالایی و پائینی در بازه‌های مختلف استخراج گردید، در مرحله دوم به پیش‌بینی حدود بالایی و پائینی به وسیله ماشین بردار پشتیبان پرداخته می شود، در مرحله سوم استراتژی‌های خرید و فروش بکار گرفته می‌شود و نهایتا در مرحله چهارم به ارزیابی عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش پرداخته می‌شود.



شکل ۱- معماری سیستم هوشمند خرید و فروش در مدل ترکیبی ماشین بردار پشتیبان و تئوری کانال روند

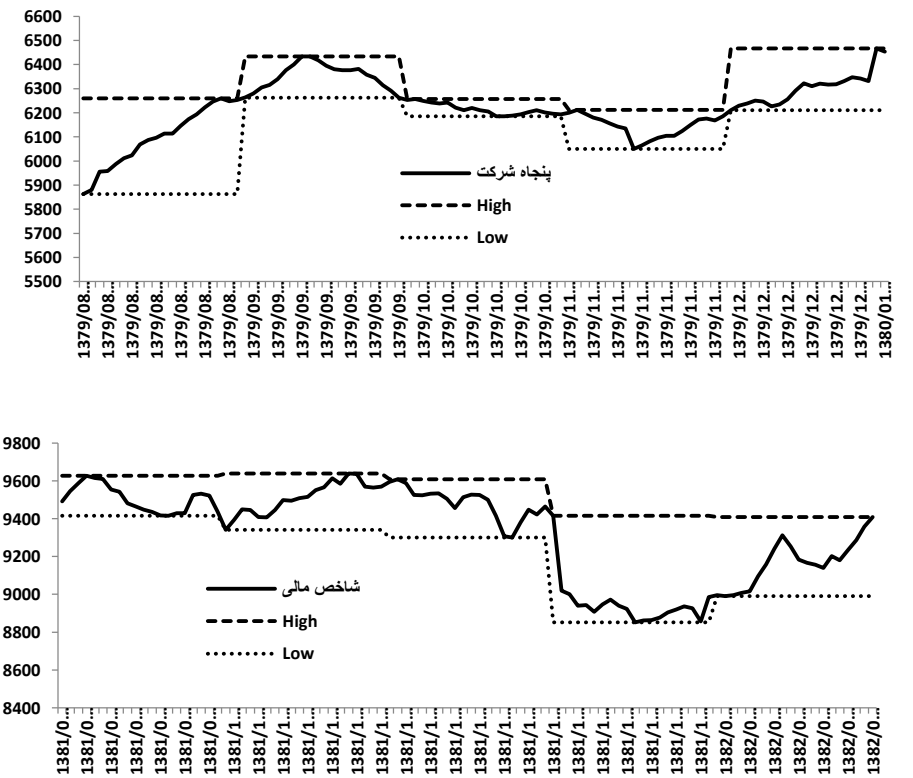
مرحله اول: استخراج حدود بالایی و پائینی کانال روند

در اولین گام برای بدست آوردن H و L، سری زمانی شاخص با استفاده از نرم افزار متلب به دوره های چهارگانه ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ روزه تقسیم بندی شده است. دو سری زمانی تازه ایجاد شده H و L در واقع

www.SID.ir

Arshive of SID

ماکزیمم یا مینیمم مقدار شاخص در دوره های زمانی چهارگانه است. از این دو سری زمانی به عنوان متغیر وابسته در مدل SVM استفاده شده است. متغیرهای مستقل نیز همان متغیرهای تکنیکال است که نحوه محاسبه هریک توضیح داده شد. طبیعی است که مقدار پایانی شاخص در میان دو باند H و L نوسان می نماید و این نوسان در دوره پیش بینی (دوره زمانی آزمون) و نزدیک و دور شدن آن به باندها، علائم خاصی به معامله گر منتقل می کند و معامله گر بر اساس این نوسان به معامله می پردازد. برای انعکاس بهتر این معنا، دو باند H و L و مقدار شاخص در نمودار زیر ارائه شده است. در این نمودارها برشی تاریخی از صد داده اول مربوط به هر شاخص برای دوره ۲۰ روزه ارائه شده است تا نحوه عمل در این مورد با وضوح بیشتری به تصویر کشیده شود. استفاده از بازه‌های زمانی مختلف برای رسم کانال روند، جهت انتخاب بهترین بازه در طراحی سیستم خرید و فروش برای هر شاخص است.



نمودار ۱- باندهای بالا و پایین و حرکت شاخص

www.SID.ir

Arshive of SID

مرحله دوم: پیش‌بینی حدود بالا و پائین از طریق بکارگیری الگوریتم ماشین بردار پشتیبان: در مرحله قبل حدود بالایی و پائینی یا H و L مورد محاسبه قرار گرفت. روش‌های مختلفی برای نرمال‌سازی داده‌ها وجود دارد. برای آماده سازی داده‌های ورودی به نرم افزار و آموزش آنها از این فرمول استفاده شده است: $X_{\text{scaled}} = -1 + 2\frac{(x-\min(x))}{(\max(x)-\min(x))}$. بدین صورت داده ها نرمال سازی شده و در بازه [۱،۱-] قرار گرفته اند. داده های نرمال سازی شده H و L در کنار داده های نرمال سازی شده تکنیکال (Roc، Rsi، SlowD، FastK، K%، EMA10) به نرم افزار STATISTICA وارد گردید. به این ترتیب برای دو باند بالا و پایین با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پیش بینی صورت پذیرفته است. رگرسیون مورد استفاده در استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان رگرسیون نوع اول بوده همچنین در فرایند آموزش ماشین بردار پشتیبان از تابع کرنل RBF[۵] استفاده شده است. داده ها به دو بخش آموزش و آزمایش تقسیم شده است که با نسبت‌های مختلفی این کار صورت گرفته ضمن آنکه جهت بررسی دقت پیش‌بینی ماشین بردار پشتیبان، از پارامتر میانگین مربع خطاها[۶] استفاده شده که نتایج حاصل از پیش بینی برون نمونه ای در جدول زیر آمده است.

جدول ۱- میانگین مربع خطاها (MSE)

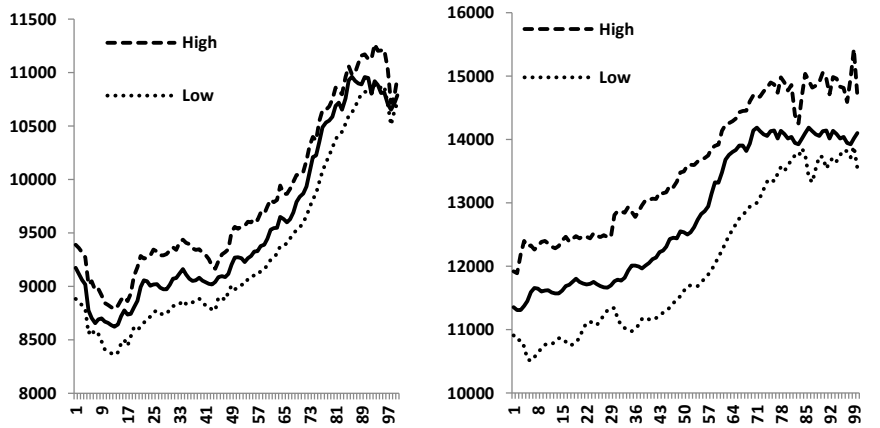
شاخص	دوره	۵	۱۰	۲۰	۴۰
شاخص کل - High		0.0001	0.0033	0.002	0.0077
شاخص کل - Low		0.0016	0.003	0.0025	0.0008
شاخص صنعت - High		0.303	0.332	0.526	0.004
شاخص صنعت - Low		0.179	0.348	0.605	0.005
شاخص مالی - High		0.424	0.545	0.517	1.402
شاخص مالی - Low		0.063	0.178	0.34	1.102
شاخص ۵۰ شرکت - High		0.00179	0.001	0.0047	0.0008
شاخص ۵۰ شرکت - Low		0.00017	0.00106	0.0009	0.00015

همانگونه که در جدول ملاحظه می شود برای شاخص کل دوره ۵ روزه، برای شاخص صنعت دوره ۴۰ روزه، برای شاخص مالی دوره ۵ روزه و بالاخره برای شاخص ۵۰ شرکت دوره ۴۰ روزه دقت پیش بینی بالاتری ایجاد می نماید.

برای درک بهتر نتایج بدست آمده، نوسان مقادیر واقعی شاخص در میان دو باند پیش بینی شده در قالب مجموعه دو نمودار به تصویر کشیده شده است.

www.SID.ir

Arshive of SID



نمودار ۲- کانال‌های روند چهل روزه پیش‌بینی شده توسط ماشین بردار پشتیبان

لازم به توضیح می باشد که در این نمودارها از میان مدلهای گوناگون مدلهایی برگزیده شده است که از لحاظ معیار MSE عملکرد بهتری داشته اند.

مرحله سوم : بکارگیری استراتژی خرید و فروش در محدوده کانال پیش‌بینی شده:

در این مرحله در محدوده کانال‌های پیش‌بینی شده و با بکارگیری استراتژی های معاملاتی به خرید و فروش پرداخته شده است. استراتژی معاملاتی خرید و فروش شامل شروط زیر است:

معامله بعدی خرید است اگر:

۱- قیمت به حد پائینی کانال نزدیک شده باشد. $\frac{|C_i - L'_i|}{C_i} \leq \delta$

که در اینجا C_i قیمت بسته‌شدن و L'_i حد پائینی کانال پیش‌بینی شده است و δ میزان نزدیک شدن به حد پائینی کانال برای انجام خرید را نشان می‌دهد. هر چه δ کمتر باشد تعداد معاملات کمتر خواهد بود بنابراین δ تعیین کننده فراوانی معاملات است. δ همواره مقداری بین صفر و یک دارد. در این پژوهش مقدار δ متغیر در نظر گرفته شده و با اندازه‌گیری میزان بازدهی در هر حالت مقدار بهینه این متغیر بدست می‌آید.

۲- روند قیمت صعودی باشد.

از آنجایی که در تئوری کانال، معامله خرید فقط در صورتی انجام می‌گیرد که روند قیمت صعودی باشد لذا این شرط بدین صورت تعریف شده که در صورتی یک روند صعودی در نظر گرفته می‌شود که مجموع تغییرات پنج روز گذشته مثبت باشد.

۳- قیمت فعلی با احتساب هزینه معاملات کمتر از قیمت فروش قبلی با احتساب هزینه معاملاتی باشد.

Sell price- $C_i \geq \varphi$

www.SID.ir

Arshive of SID

در اینجا φ هزینه معاملاتی خرید می‌باشد، به زبان ساده این شرط بیان می‌دارد که در صورتی که در حال بررسی شرایط خرید هستیم بایستی در نظر داشته باشیم که قیمت فعلی به حدی از قیمت فروش قبلی کمتر باشد که حداقل هزینه معاملاتی را پوشش دهد .

معامله بعدی فروش است اگر:

۱- قیمت به حد بالایی کانال نزدیک شده باشد: $\frac{|C_i - H'_i|}{C_i} \leq \delta$

که در اینجا C_i قیمت بسته‌شدن و H'_i حد بالایی کانال پیش‌بینی شده است و δ میزان نزدیک شدن به حد پائینی کانال برای انجام خرید را نشان می‌دهد هر چه δ کمتر باشد تعداد معاملات کمتر خواهد بود بنابراین δ تعیین کننده فراوانی معاملات است . δ همواره مقداری بین صفر و یک دارد.

۲- روند قیمت نزولی باشد: از آنجایی که در تئوری کانال، معامله فروش فقط در صورتی انجام می‌گیرد که روند قیمت نزولی باشد لذا این شرط بدین صورت تعریف شده که در صورتی یک روند نزولی در نظر گرفته می‌شود که مجموع تغییرات پنج روز گذشته منفی باشد.

۳- قیمت فعلی با احتساب هزینه معاملات بیشتر از قیمت خرید قبلی با احتساب هزینه معاملاتی باشد:

- buy price$\geq \Phi\ C_i$

در اینجا Φ هزینه معاملاتی فروش می‌باشد، به زبان ساده این شرط بیان می‌دارد که در صورتی که در حال بررسی شرایط فروش هستیم بایستی در نظر داشته باشیم که قیمت فعلی به حدی از قیمت خرید قبلی بیشتر باشد که حداقل هزینه معاملاتی را پوشش دهد. در این مرحله، خروجی(پیش‌بینی) ماشین بردار پشتیبان وارد نرم‌افزار اکسل گردید و استراتژی‌های خرید و فروش به صورت توابع شرطی[۷] تعریف گردید. هزینه معاملاتی خرید ۰۰۵. ارزش معامله و هزینه معاملاتی فروش به اندازه ۰۰۱۰۵. ارزش معامله در نظر گرفته شد. با توجه به مطالب مذکور واضح است که با تغییر مقدار δ تعداد معاملات و به تبع آن میزان بازده معاملات تغییر می‌کند. به همین دلیل در اینجا با تغییر مقدار δ و اندازه‌گیری بازده می‌توان مقدار بهینه δ را برای هر شاخص بدست آورد.

جدول ۲- تغیرات بازدهی در معاملات شاخص کل در صورت تغییرδ

δ	٪۲	٪۵	٪۱۰
میانگین تعداد معاملات	۲	۲	۴
میانگین بازدهی	۲۱,۳۳۱	۲۰,۳۶۴	۲۲,۲۸۲

با توجه به اطلاعات جدول فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که میانگین بازدهی معاملات در صورتی که δ=.1 باشد به نسبت بیشتر است بنابراین در مرحله بعدی برای مقایسه میزان بازدهی حاصل از عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش با استراتژی خرید و نگهداری در مورد شاخص کل از δ=.1 استفاده می‌گردد.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۳- تغیرات بازدهی در معاملات شاخص صنعت در صورت تغییر δ

δ	٪۲	٪۵	٪۱۰
میانگین تعداد معاملات	۳,۵	۴	۴,۵
میانگین بازدهی	۲۱,۳۳۱	۲۱,۶۰۵	۲۲,۹۱۲

با توجه به اطلاعات جدول فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که میانگین بازدهی معاملات در صورتی که δ=.1 باشد به نسبت بیشتر است بنابراین در مرحله بعدی برای مقایسه میزان بازدهی حاصل از عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش با استراتژی خرید و نگهداری در مورد شاخص صنعت از δ=.1 استفاده می‌گردد.

جدول ۴- تغیرات بازدهی در معاملات شاخص ۵۰ شرکت در صورت تغییرδ

δ	٪۲	٪۵	٪۱۰
میانگین تعداد معاملات	۴	۴	۴,۵
میانگین بازدهی	۲۹,۶۵	۲۹,۶۵	۲۱,۸۰۳

میانگین بازدهی در معاملات شاخص ۵۰ شرکت با تغییر مقدار δ نشان می‌دهد که میزان بازدهی در صورتی که δ=.02 یا δ=.05 باشد به نسبت بیشتر است؛ با این استدلال در مرحله بعدی برای مقایسه میزان بازدهی حاصل از عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش با استراتژی خرید و نگهداری در مورد شاخص ۵۰ شرکت، از یکی از این دو نسبت استفاده می‌گردد .

جدول ۵- تغیرات بازدهی در معاملات شاخص مالی در صورت تغییر δ

δ	٪۲	٪۵	٪۱۰
میانگین تعداد معاملات	۴	۴,۵	۴,۵
میانگین بازدهی	۱۸,۱۳	۲۱,۱۵	۲۱,۰۲

میانگین بازدهی در معاملات شاخص مالی با تغییر مقدار δ نشان می‌دهد که میزان بازدهی در صورتی که δ=.05 باشد به نسبت بیشتر است با این استدلال در مرحله بعدی برای مقایسه میزان بازدهی حاصل از عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش با استراتژی خرید و نگهداری در مورد شاخص مالی از این نسبت استفاده می‌گردد.

www.SID.ir

Arshive of SID

مرحله چهارم: ارزیابی عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش از طریق مقایسه با روش خرید و نگهداری در این مرحله برای نتیجه‌گیری کلی در مورد عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش، بازده حاصل از بکارگیری این سیستم با بازده استراتژی خرید و نگهداری مقایسه گردید. لازم به ذکر است در این مرحله بازدهی دوره‌های مختلف بر اساس مقدار δ بهینه‌ای که در مرحله قبل برای هر شاخص بدست آمد محاسبه گردیده است .

جدول ۶- عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش در مورد شاخص کل

خرید و نگهداری	۴۰	۲۰	۱۰	۵	دوره
۲	۲	۴	۴	۶	تعداد معاملات
۲۴,۲	۲۷,۰۳	۲۶,۶	۲۱,۶	۱۳,۹	بازدهی٪

همانطور که مشاهده می‌گردد عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش در دوره بلندمدت‌تر بهتر بوده که می‌توان این نتیجه را به خاطر عملکرد بهتر ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی کانال روند در دو دوره ۲۰ و ۴۰ روزه دانست(همانطور که MSE در این دو دوره کمتر بوده است) البته در هر دو دوره، عملکرد سیستم هوشمند خریدو فروش بهتر از بکارگیری استراتژی خریدو نگهداری بوده است.

جدول ۷- عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش در مورد شاخص صنعت

خرید و نگهداری	۴۰	۲۰	۱۰	۵	دوره
۲	۶	۴	۴	۴	تعداد معاملات
۱۷,۶	۲۴,۸	۲۳,۹۵	۲۳,۳	۱۹,۶	بازدهی٪

همانگونه که نتایج فوق نشان می‌دهد عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش در همه دوره‌های زمانی بهتر از استراتژی خرید و نگهداری بوده است.

جدول ۸- عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش در مورد شاخص ۵۰ شرکت

خرید و نگهداری	۴۰	۲۰	۱۰	۵	دوره
۲	۴	۴	۴	۴	تعداد معاملات
۲۵,۵	۲۸,۴	۲۹,۱	۲۷,۵	۳۳,۶	بازدهی٪

نتایج حاصل از بکارگیری سیستم هوشمند خرید و فروش در مورد شاخص ۵۰ شرکت بهتر از استراتژی خرید و نگهداری بوده است به گونه‌ای که در همه‌ی بازه‌های زمانی بازده بالاتری نسبت به استراتژی خرید و نگهداری کسب شده است.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۹- عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش در مورد شاخص مالی

دوره	۵	۱۰	۲۰	۴۰	خرید و نگهداری
تعداد معاملات	۴	۴	۶	۴	۲
بازدهی٪	۲۶,۶	۲۸,۸	۱۵,۵	۱۳,۷	۲۶,۴

بازدهی حاصل از بکارگیری سیستم هوشمند خرید و فروش در مورد شاخص مالی در دو دروه ۵ و ۱۰ روزه بهتر از استراتژی خرید و نگهداری عمل کرده و در دو دوره ۲۰ و ۴۰ روزه عملکرد به نسبت ضعیف‌تری داشته است. از آنجا که داده‌های هر چهار شاخص دارای توزیع نرمال نیست می‌بایست برای آزمون فرضیه این پژوهش از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون[۸] استفاده کرد. فرض صفر این آزمون عبارتست از "تفاوت میان دو نمونه برابر صفر است ".

جدول ۱۰- نتایج آزمون ویلکاکسون

Z	P-Value	فرضیه صفر
۱,۸۲۵	.۰۳۴	تفاوت میان دو نمونه برابر صفر است

همانطور که جدول نشان می‌دهد فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت میان دو نمونه رد می‌شود بنابراین می‌توان گفت بکارگیری سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و کانال روند توانسته بازدهی بالاتری نسبت به استراتژی خرید و نگهداری ایجاد کند.

۷- نتیجه گیری و بحث

هدف اصلی در این پژوهش طراحی سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و کانال روند است. برای رسیدن به این هدف نمونه آماری این پژوهش که عبارتست از شاخص کل، شاخص صنعت، شاخص ۵۰ شرکت و شاخص مالی طی ده سال (از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰) مورد بررسی قرار گرفته است. فرایند طراحی و ارزیابی عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و کانال روند در چهار مرحله اصلی صورت گرفت. در مرحله اول داده‌های کانال روند در دوره های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ روزه با توجه به هر یک از شاخص‌ها طی ۱۰ سال مورد بررسی استخراج گردیده و پس از نرمال‌سازی، در مرحله دوم با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به پیش‌بینی کانال‌های مشابه در دوره آزمایش پرداخته شد. در مرحله سوم استراتژی‌های خرید و فروش تعریف و اعمال گردید و عملکرد بدست آمده، در مرحله چهارم با بازدهی حاصل از بکارگیری استراتژی خرید و نگهداری مقایسه گردید.

www.SID.ir

Arshive of SID

با نتایج حاصل از تحلیل داده‌های مورد استفاده در این پژوهش و نیز آزمون فرضیه، نتیجه‌گیری می‌شود که عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و کانال روند در مورد هر چهار شاخص بهتر از عملکرد استراتژی خرید و نگهداری می‌باشد؛ بنابراین فرضیه اصلی این پژوهش مبنی بر بهتر بودن عملکرد سیستم هوشمند خرید و فروش بر اساس مدلی مرکب از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و کانال روند نسبت به استراتژی خرید و نگهداری پذیرفته می‌گردد که میتوان چنین نتیجه گیری کرد که به منظور کسب بازدهی بیشتر در بورس تهران میتوان از تئوری کانال روند استفاده نمود. به نظر میرسد الگوی رفتاری قیمت ها در بورس تهران تکرارشونده است و میتوان با استفاده از کانالیزه کردن رفتار گذشته، بازدهی بیشتری کسب کرد و سیستم هوشمند طراحی شده میتواند به عنوان سیستم خرید و فروش الگوریتمی همراه با سایر سیاست های خرید و فروش و در نظر گرفتن سایر شاخص ها مورد استفاده قرار گیرد. به منظور انجام پژوهش‌های آتی در ارتباط با موضوع این تحقیق، این موارد پیشنهاد می-شود: در این پژوهش از شاخص های بازار سهام استفاده شد ولی در تحقیقات آتی برای بررسی بیشتر می توان از قیمت های سهام استفاده کرد. در این پژوهش در ابتدا برای محاسبات اولیه و نرمال سازی داده ها از نرم افزار اکسل و متلب استفاده شده و سپس داده ها به جهت پیش بینی به نرم افزار STATISTICA وارد شده اند. در تحقیقات آتی می توان تمامی مراحل را در نرم افزار متلب کدنویسی کرد تا یک سیستم یکپارچه با عملکرد سریعتر بدست آید. در مورد بازه زمانی مطالعه نیز می‌توان به‌جای داده‌های روزانه، از نوسان با تواتر بالا[۹] استفاده نمود که به مدل‌ها ماهیتی نزدیک به پیوسته می‌دهد. به عنوان مثال می‌توان برای افزایش دقت مدل‌ها از داده‌های ساعتی یا پانزده دقیقه ای استفاده نمود.

فهرست منابع

* راعی رضا، چاوشی کاظم. پیش بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران: مدل شبکه های عصبی مصنوعی و مدل چندعاملی. تحقیقات مالی، بهار و تابستان۱۳۸۲.
* راعی رضا، تلنگی احمد. مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته. تهران: سمت،۱۳۸۳.
* راعی رضا، فلاح پور سعید. پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی. تحقیقات مالی،۱۷، ۱۳۸۳.
* محمدی شاپور. تحلیل تکنیکی در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه تحقیقات مالی، شماره۱۷، بهار۱۳۸۳.
* مورفی جان. تحلیل تکنیکال در بازار سرمایه. ترجمه کامیار فراهانی فرد و رضا قاسمی لنگرودی، تهران: چالش.۱۳۸۴.
* یاری سعید، خانلو بهمن. طبقه بندی و خوشه بندی با استفاده از SVM. پروژه کارشناسی رشته علوم کامپیوتر. دانشکده ریاضی،آمار و علوم کامپیوتر.دانشگاه تهران.۱۳۸۷.

www.SID.ir

Arshive of SID

* راعی رضا، فلاح پور سعید. کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها با استفاده از نسبت های مالی. بررسی های حسابداری و حسابرسی،دوره ۱۵،شماره ۵۳،پاییز۱۳۸۷.
* Abe,S.(2005). "support vector machines for pattern classification" springer, london.
* Abe,s.(2001)."pattern classification :neuro-fuzzy methods and theircomparison".springer-verlag,London.
* Achelis,S.B(1995)."technical Analysis from A to Z: covers every trading tool from the Absolute breath Index to the Zig Zag". chicago.IL:probus publisher
* Angulo,c.parra,X.catala,A.(2002)."An unified framework for'all data at nce' multi-class support vector machines". Tenth European Symposiumon Artificial Neural Network (ESANN), Bruges, Belgium, PP.161-166
* Barberis,N.sheleifer,A.Vishny,R(1998)."A Model for Investor Sentiment". Journal of Financial Economics49:307-343
* Bishop,C.M.(2006)"pattern Recognition and Machine Learning". Springer, Singapore.
* Chenoweth,T.Obradvoice,Z.(1996)."Embedding Technical Analysis in to Neural Networks Based Trading Systems". Applied Artificial 10:523-541
* Colby,R.(2003)."Encyclopedia of Technical Market Indicators". Mc Gra whill
* Cox,D.Cox,M(2006)."The Mathematics of Banking and Finance". JohnWhiey &Sons,England
* Cristianini,N.Shawe-Taylor.J(2000)."An Introduction to Support Vector Machines and OtherKernel-Based Learning Methods". Cambridge University Press,Cambridge,UK.
* Cherkassky,V.Mulier,F.(1998)."Learning from Data: Concepts, theory, and Methods". John Wilery&Sons,New York.
* Chen,W.H &Shin,J.Y.(2006).Comparison of support-Vector machines and back propagation neural networks in forecasting the six major Asian stock markets, Int. J.Electrnic Finance,VoL.1,No.1
* Dietterich,T.G.Bakiri,G.(1995)."Solving multiclass learning problem via error correcting output codes". Journal of Artificial intelligence Research,2.263-286.
* Dunis,C,L& Jaliov.(2001).Neural network regression and alternative forecasting techniques for predicting financial variablies. paper, Liverpool Business School and CIBEF
* Fama,E(1970)."Efficient Capital Markets:A Review of Theory and Empirical Work".The Journal of Finance,Vol.25,383-471
* Fukunaga,K.(1990)."Introduction to Statistical Pattern Recognition, second edition, Academic Press, San Diego.
* Gavrishchaka,V,V&Banerjee,S.(2006).Support vector machine as an efficient framework for stock market volatility forecasting,CMS,3
* Huang,W.Nakamoria,Y&Wang,S.Y.(2005).Forecasting stock market movement direction with support vector machine, Computers & Operations Research,32
* Huang,C.L.,Chen,M.C.,&Wang,C.J.(2010). Credit card scoring with a data mining approach based on support vector machine. Expert systems with Applications,33(4)
* Huang,C.L&Tsai,C.Y.(2012).A Hybird SOFM-SVR with a filter based feature selection for stock market forecasting,Expert systems with applications,36
* Hui,X,F&Su,.J.(2006).An Application of Support Vector Machine to Companies' Financical Distress Prediction,Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
* Thawornwong,S.Enke,D.Dagli,C.(2003)."Neural Networks as a Dicision Maker for Stock Trading:A Technical Analysis Approach".International Journal of Smart Engineering System Design,5:313-325
* Vapnik,V.(1995)."The Nature of ".Springer-Verlag,New Yor.

www.SID.ir

Arshive of SID

* Vapnik,V.(1998)." Statistical Learning Theory".John Wilery & Sons, NewYork.
* Vapnik,V.Chapelle,O.(2000)"Bounds on error expectation for SVM: Advances in Large Margin Classifiers".MIT Press,Cambridge,MA.
* Wang, Z.(2004).Prediction of stock market Prices using neural network techniques.Master's thesis,University of Ottawa,2004.
* Wen,Qinghau(2013)" Automatic stock decision support system based on box theory and SVM algorithm" Expert Systems with Applications,37: 1015–1022

یادداشت‌ها

[1]. NIKEI225
[2]. Hyperplane
[3]. Simple Moving Average
[4]. Stochastic
[5]. Radial Based Function
[6]. Mean Squared Error(MSE)
[7]. IF Functions
[8]. Wilcoxon Test
[9]. High-Frequency Volatility

www.SID.ir