راهبرد مدیریت مالی
سال پنجم، شماره هجدهم
پاییز ۱۳۹۶
صص ۴۴-۲۷

دانشگاه الزهرا (س)
دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۲۰
تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۶/۱۲

پیش‌بینی قیمت سهام با رویکرد ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب[۱]

سهیل احمدخان بیگی[۲] ندا عبدالوند[۳]

چکیده

یکی از گزینه‌های موجود جهت سرمایه‌گذاری نقدینگی، بورس و اوراق بهادار می‌باشد. با توجه به ارتباطات غیرخطی موجود میان متغیرهای مؤثر بر قیمت سهام، شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از مناسب‌ترین رویکردهای موجود جهت پیش‌بینی قیمت سهام می‌باشند. در این مقاله سعی شده تا از طریق ترکیب نگاشت‌های آشوبی و الگوریتم رقابت استعماری، زاویه حرکتی مستعمرات به سمت استعمارگر اصلاح‌شده و به‌این‌ترتیب احتمال قرارگیری در دام نقطه بهینه محلی تا حد ممکن کاهش یابد. هدف این مقاله معرفی و مقایسه عملکرد رویکرد پیشنهادی با سایر الگوریتم‌های بهینه‌سازی جستجوی پیشین می‌باشد. ازاین‌رو با استفاده از اطلاعات قیمتی روزانه سهام شرکت ایران‌خودرو بین سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵ به آموزش شبکه عصبی با الگوریتم‌های بهینه‌سازی مختلف پرداختیم. جهت ارزیابی میزان عملکرد رویکردها، از سه دیدگاه: میزان دقت پیش-بینی(آماره‌های اندازه‌گیری خطاR2,RMSE)، میزان حافظه مصرفی و زمان اجرایی استفاده شد، نتایج حاکی از آن است که رویکرد پیشنهادی از عملکرد بهتری نسبت به سایر رویکردهای پیشین برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی قیمت سهام، الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب
طبقه‌بندی موضوعی: G13

---

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/jfm.2017.14635.1319
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی فناوری اطلاعات – تجارت الکترونیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، Emil:Sohail_AhmadKhanBeygi@yahoo.com
۳. استادیار، عضو هیأت علمی دانشگاه الزهرا، نویسنده مسئول، Emil:Abdolvand@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

پیش‌بینی قیمت سهام همواره موضوعی چالش‌برانگیز برای پژوهشگران بوده است(پارک و همکاران ۲۰۰۷)[1] . نرخ بازدهی و عدم قطعیت بالای این بازار سبب گردیده تا سرمایه گذران از روش‌های متنوعی جهت تسهیل در فرآیند تصمیم‌گیری بهره گیرند(منجمی و همکاران [2] ۱۳۸۸ و تیکنور [3] ۲۰۱۳). در یک طبقه‌بندی کلی تمامی این روش‌ها را می‌توان دریکی از گروه‌های: تحلیل بنیادی، تحلیل تکنیکی، پیش‌بینی سری‌های زمانی و روش‌های یادگیری ماشینی جای داد. تحلیل بنیادی از طریق بررسی داده‌های شرکت و بازاری که شرکت در آن فعالیت دارد، سعی در پیش‌بینی قیمت سهام می‌نماید. تحلیل تکنیکی براین باور است که گذشته همواره خود را تکرار می‌کند، پس از طریق شناسایی الگوهای موجود در داده‌های گذشته به پیش‌بینی آینده می‌پردازد. در پیش‌بینی از طریق سری‌های زمانی از طریق شناسایی روابط میان متغیرهای مستقل و وابسته به پیش‌بینی آتی پرداخته می‌شود. روش‌های یادگیری ماشینی از طریق به‌کارگیری یک سری از الگوریتم‌های خاص سعی می‌نمایند تا الگوهای پنهان میان داده‌ها را کشف نمایند. درصورتی‌که تعداد متغیرهای مستقل و وابسته زیاد بوده و میان آن‌ها ارتباط خطی برقرار نباشد؛ این روش بهترین گزینه برای پیش‌بینی می‌باشد. جهت پیاده‌سازی تکنیک‌های یادگیری ماشینی روش‌های متعددی همچون شبکه عصبی مصنوعی، درخت تصمیم‌گیری، خوشه‌بندی و طبقه‌بندی موجود است که می‌بایست با توجه به نتیجه موردنظر از انجام پیش‌بینی و داده‌های مسئله، مناسب‌ترین روش را جهت مدل‌سازی مسئله انتخاب نماییم. شبکه‌های عصبی مصنوعی به دلیل توانایی بالایشان در شناسایی ارتباطات غیرخطی، گزینه مناسبی برای حل مسائلی با ساختار سری زمانی می‌باشند. جهت آموزش این شبکه‌ها می‌توان از الگوریتم‌های بهینه‌سازی متنوعی استفاده نمود که کارایی هر یک از این الگوریتم‌ها تأثیر بسزایی در نتایج به‌دست‌آمده از شبکه عصبی دارد(چارلز و همکاران [4] ۲۰۰۹ و لی و همکاران[5] ۲۰۰۲ و مدگاچی و همکاران ۲۰۱۵[6] و حاجی‌زاده و همکاران ۲۰۱۰ [7]). الگوریتم رقابت استعماری، الگوریتمی نوپا

---

1. Park, Cheol-Ho; Irwin, Scott H - 2007
2. Monjemi, Dr.Seyed Amir Hosein; Abzari, Dr.Mehdi; Rayati Shavazi, Alireza
3. Ticknor - 2013
4. Charles & Darné - 2009
5. Lee & Chen - 2002
6. Metghalchi, Chen, & Hayes - 2015
7. Hajizadeh, Ardakani, & Shahrab - 2010

Archive of SID

www.SID.ir

جهت آموزش شبکه عصبی می‌باشد که با الهام گیری از فرآیند اجتماعی، سیاسی در دنیای واقعی به حل مسائل مختلف می‌پردازد (بوزا و همکاران ۲۰۱۴ [1]و مدگاچی و همکاران ۲۰۱۵ وآیودل ۲۰۱۲ [2]). اما ازآنجایی‌که در فرآیند حرکت مستعمرات به سمت استعمارگر این الگوریتم از تابعی با توزیع یکنواخت استفاده‌شده است باز هم احتمال قرارگیری در دام نقطه بهینه محلی وجود دارد(طلاطهاری و همکاران [3] ۲۰۱۲). در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از نگاشت‌های آشوبی و تصادفی نمودن زاویه حرکتی مستعمرات، مشکل موجود برطرف شود.

ادامه مقاله بدین شرح سازمان‌دهی شده‌است: بخش ۲ به بررسی برخی از مطالعات انجام‌شده، بخش ۳ به شرح متدلوژی پژوهش، بخش ۴ به بیان نتایج به‌دست‌آمده از رویکرد جاری و مقایسه آن با سایر رویکردهای پیشین و بخش ۵ به نتیجه‌گیری اختصاص‌یافته است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یک سرمایه‌گذار برای رسیدن به بیشترین سودآوری ممکن می‌بایست بینشی دقیق از آینده بازار را در اختیار داشته باشد(تیکنر ۲۰۱۳ و وانگ ۲۰۱۱ [4]و باجلان و همکاران ۱۳۹۵ [5]و منجمی و همکاران ۱۳۸۸). دستیابی به این بینش می‌تواند از طرق مختلفی حاصل گردد. در حوزه بورس و اوراق بهادار پژوهش‌های گسترده‌ای صورت گرفته است که به‌طورکلی تمامی این پژوهش‌ها را می‌توان از ۴ منظر موردبررسی قرارداد: ۱-تکنیک‌های مدل‌سازی۲- چارچوب‌های زمانی ۳- متغیرهای ورودی و ۴- تکنیک‌های ارزیابی. در حوزه تکنیک‌های مدل‌سازی با توجه به نوع و ساختار مسئله، مدلی خلاصه‌شده از واقعیت ایجاد می‌شود تا به‌واسطه آن مقادیر آینده را پیش‌بینی نمایند(پارک و همکارانش ۲۰۰۷) [6]. در حوزه چارچوب زمانی با توجه به داده‌های روزانه، هفتگی، ماهیانه و سالیانه

---

1. Buza, Nagy, & Nanopoulos - 2014
2. Ayodele - 2012
3. Talatahari, Kaveh, & Sheikholeslami - 2012
4. Wang & Jian-Zhou - 2011
5. Bajelan, Fallahpour Dana
6. Park, Cheol-Ho; Irwin, Scott H - 2007

Archive of SID

www.SID.ir

ارائه‌شده به تحلیل بازار و شناسایی الگوهای موجود در این بازار می‌پردازند. در حوزه متغیرهای ورودی از طریق شناسایی متغیرهای بنیادی و تکنیکی مؤثر بر قیمت سهام به پیش‌بینی قیمت سهام می‌پردازند. در حوزه ارزیابی عملکرد از طریق به‌کارگیری معیارهای ارزیابی مختلف سعی در بررسی میزان کارایی هر رویکرد می‌نمایند.دکتر منجمی و همکارانش در سال ۱۳۸۸، با استفاده از ترکیب شبکه عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک مدلی را جهت پیش‌بینی قیمت سهام ارائه نمودند و نتایج حاصل از آن را با نتایج به‌دست‌آمده از یک شبکه عصبی ساده بررسی کردند، نتایج نشان دادند که استفاده از شبکه عصبی ترکیبی از سرعت و دقت بالاتری نسبت به یک شبکه عصبی مصنوعی ساده برخوردار است. مهدی ابزری و همکارانش در سال ۱۳۹۱ با ترکیب شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم رقابت استعماری داده‌های مرتبط با ۱۲ شرکت عضو بورس اوراق و بهادار تهران را مورد پیش‌بینی قراردادند، نتایج نشان دادند که استفاده از این روش برای پیش‌بینی قیمت سهام تا حد زیادی می‌تواند مفید باشد. تی سانگ چن و همکارانش در سال ۲۰۱۱ به مقایسه عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و درخت‌های تصمیم‌گیری در پیش‌بینی قیمت سهام پرداختند، برای این منظور از ۱۰ عدد مجموعه داده قیمت سهام استفاده کردند و جهت ارزیابی نتایج به‌دست‌آمده از ضریب تعیین استفاده نمودند، نتایج نشان داد که شبکه‌های عصبی نسبت به سایر روش‌های دیگر از دقت بالاتری برخوردار می‌باشند. در جدول زیر خلاصه‌ای از مطالعات صورت گرفته‌شده از طریق شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی متنوع درزمینه پیش‌بینی قیمت سهام را مشاهده می‌نمایید.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود نقطه‌ضعف اصلی تمامی رویکردهای پیشین نحوه مدل‌سازی تک‌بعدی مسئله می‌باشد، که جهت رفع آن از الگوریتم رقابت استعماری استفاده‌شده، اما ازآنجایی‌که در پیاده‌سازی حرکت مستعمرات به سمت استعمارگر الگوریتم رقابت استعماری از توابعی با توزیع یکنواخت استفاده‌شده است باز مشکل قرارگیری در دام نقطه بهینه محلی به چشم می‌خورد. این مقاله سعی دارد تا از طریق ترکیب الگوریتم رقابت استعماری با نگاشت‌های آشوبی، و اصلاح زاویه حرکتی مستعمرات به سمت استعمارگر، نقاط ضعف رویکردهای سابق را بهبود بخشد. با توجه به جستجوهای صورت گرفته می‌توان بیان نمود که تاکنون در بورس و اوراق بهادار ایران از چنین رویکردی برای پیش‌بینی قیمت سهام استفاده نشده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. پژوهش‌های صورت گرفته از طریق شبکه‌های عصبی مصنوعی

حوزه‌های مطالعاتی / پژوهش‌های صورت گرفته	تکنیک‌های یادگیری ماشینی استفاده‌شده	قالب زمانی استفاده‌شده				متغیرهای ورودی			مدل‌های ارزیابی عملکرد		
		روزانه	هفتگی	ماهانه	ترکیبی	متغیرهای تحلیل تکنیکی	متغیرهای تحلیل بنیادی	سایر موارد	روش‌های ارزیابی رگرسیون	روش‌های ارزیابی طبقه‌بندی کننده	سایر موارد
سید امیر منجمی و همکارانش ۱۳۸۸	• الگوریتم‌های ژنتیک • شبکه عصبی فازی	✓			•	•	✓	✓	MSE NMSE MAPE R^2		
محمدرضا عباس پور و همکارانش ۱۳۸۱	• شبکه عصبی MLP • شبکه عصبی Elman • شبکه عصبی Cascade • شبکه عصبی GRNN	✓					✓	✓	MAE MSE MAPE MdAPE R^2 Trend		
بهزاد حیدری زارع و همکارانش ۱۳۸۹	• شبکه عصبی MLP	✓					✓	✓	MAD MSE RMSE MAPE BIAS R^2		
جی جی لو ۲۰۱۰	• شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل رابستگی مؤلفه‌ها	✓				✓		✓	RMSE MAPE DA		
احمد کاظم و همکارانش ۲۰۱۳	• بردار پشتیبان رگرسیون و تئوری آشوب با تابع Firefly	✓				✓			MSE MAPE		
ملک آسر بولیسگلو و همکارانش	• شبکه عصبی تطبیقی بر اساس سیستم استنتاج فازی	✓					✓		RMS R^2		
تی سانگ شن چن و همکارانش ۲۰۱۱	• مقایسه بین شبکه‌های عصبی مصنوعی و درخت‌های	✓				✓			R^2		
مهدی ابزاری ۱۳۹۱	• شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم رقابت	✓				✓			MSE		

Archive of SID

www.SID.ir

فرضیه پژوهش

با توجه به مزایای بیان‌شده پیرامون رویکرد جاری و کاهش احتمال قرارگیری در دام نقطه بهینه محلی نسبت به سایر رویکردهای پیشین، فرض بر این قرار می‌باشد که رویکرد حاضر از توانایی بالقوه‌ای در پیش‌بینی و کاهش میزان خطای حاصل از برآورد نسبت به سایر رقبای هم‌ردیف خود برخوردار است که برای تائید این امر از مقایسه میزان کارایی(دقت پیش‌بینی، حافظه مصرفی، زمان اجرایی) الگوریتم حاضر با سایر الگوریتم‌های مرسوم جهت آموزش شبکه عصبی استفاده‌شده می‌گردد.

روش‌شناسی پژوهش

ابتدا از طریق مطالعه مقالات پیشین، متغیرهای مؤثر بر قیمت سهام شناسایی و سپس داده‌های مرتبط باقیمت سهام شرکت ایران‌خودرو از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵ از طریق سایت بورس و اوراق بهادار جمع‌آوری‌شده است. داده‌های اولین قیمت سهم، حداکثر قیمت سهم، حداقل قیمت سهم، ارزش سهم و حجم معاملات به‌عنوان متغیرهای مستقل و قیمت بازشده سهم در روز بعد به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. پس از نرمال‌سازی داده‌ها در بازه [۱و۱-]، ابتدا داده‌ها به‌صورت تصادفی مرتب و سپس ۸۰٪ از داده‌ها به فاز آموزش و ۲۰٪ به فاز آزمون اختصاص داده‌شده است. سپس از طریق نرم‌افزار متلب و سیستمی با پردازنده ۵ هسته‌ای ۲/۲۷ گیگا هرتز و ۴ گیگا بایت حافظه اصلی به‌وسیله پیاده‌سازی یک شبکه عصبی پرسپترون ۳ لایه(۵ نرون در لایه ورودی، ۳ نرون در لایه پنهان و یک نرون در لایه خروجی) آموزش شبکه عصبی از طریق الگوریتم‌های مختلف بهینه‌سازی جستجو انجام‌شده و درنهایت کارایی هریک از این الگوریتم‌ها مورد ارزیابی قرارگرفته است. نمودار ۱ شمای کلی متدولوژی پژوهش را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار ۱. شمای کلی متدلوژی پژوهش

الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب

در سیاست جذب(همگون سازی) پیاده‌سازی شده در نسخه اصلی الگوریتم رقابت استعماری، استعمارگر مستعمره را به‌اندازه x واحد به سمت خود جذب می‌نماید؛ x عددی تصادفی و با توزیع یکنواخت است که از فرمول زیر به دست می‌آید(آتشپز[1] ۱۳۸۷ و طلاطهاری و همکاران ۲۰۱۲).

$$x \sim u\,(0.\beta.d)$$

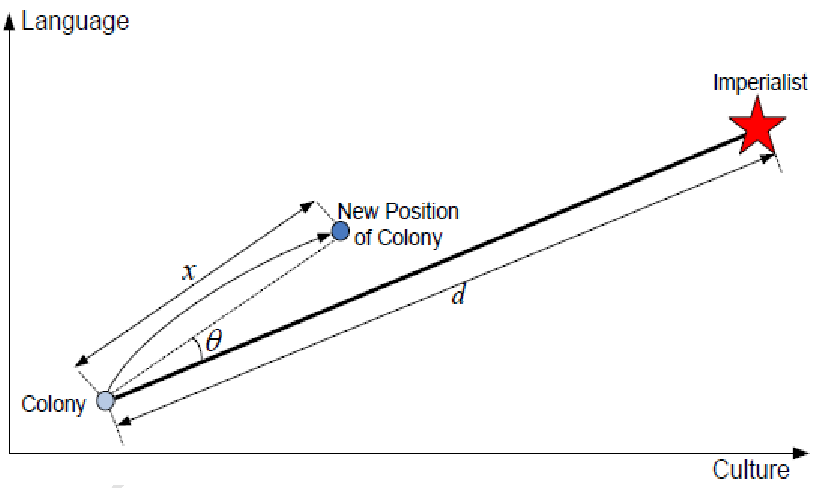
1. Atashpaz gargary

Archive
www.SID.ir

که در آن d فاصله بین مستعمره و استعمارگر و β عددی بزرگ‌تر از یک و نزدیک ۲ است. پس از تعیین میزان اندازه نزدیک شدن مستعمره به سمت استعمارگر نوبت تعیین زاویه این حرکت می‌باشد که این کار به‌وسیله θ که عدد تصادفی با توزیع یکنواخت است انجام می‌گیرد (آتشپز ۱۳۸۷ و طلاطهاری و همکاران ۲۰۱۲).

$$\theta \sim u(-\gamma . \gamma)$$

γ پارامتری دلخواه است که کاهش آن سبب می‌شود تا زاویه حرکتی به سمت استعمارگر به‌صورت یک خط مستقیم صورت گیرد و افزایش آن باعث دور شدن زاویه حرکتی نسبت به استعمارگر می‌شود. حرکت با توزیع یکنواخت مستعمره به سمت استعمارگر سبب افزایش احتمال قرارگیری در دام نقطه بهینه محلی می‌گردد (آتشپز ۱۳۸۷ و طلاطهاری و همکاران ۲۰۱۲).



نمودار ۲. حرکت واقعی مستعمرات به سمت استعمارگر

جهت غلبه بر این مشکل، برای تعیین زوایای حرکتی مستعمرات به سمت استعمارگر از نگاشت‌های آشوبی زیر استفاده شده است.

www.SID.ir

جدول ۲. نگاشت‌های آشوبی

نگاشت آشوبی	فرمول
CM1[1]	$\theta_{n+1} = \alpha\theta_n(1-\theta_n)$
CM2[2]	$\theta_{n+1} = \alpha\theta_n^2 Sin(\pi\theta_n)$
CM3[3]	$\theta_{n+1} = \theta_n + n - \left(\frac{\alpha}{2\pi}\right)\mathrm{Sin}(2\pi\theta_n)\mathrm{Mod}(1)$
CM4[4]	$\theta_{n+1} = \begin{cases} 0 & \text{if } \theta_n=0 \\ 1/\theta_n \mathrm{Mod}(1) & \theta_n \varepsilon (0,1) \end{cases}$

که در آن α پارامتر کنترل؛ و Θ متغیر آشوبی است که در طی اجرای الگوریتم مقدار آن هیچ‌گاه تکرار نخواهد شد. در نمودار زیر شبه کد الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب را مشاهده می‌نمایید(طلاطهاری و همکاران ۲۰۱۲).

۱) چند نقطه تصادفی بر روی تابع انتخاب کرده و امپراطوری‌های اولیه را تشکیل بده.

۲) مستعمرات را به سمت کشور امپریالیست حرکت بده (سیاست همگون سازی).

۳) اگر مستعمره‌ای در یک امپراطوری وجود داشته باشد که هزینه آن کمتر از امپریالیست باشد، جای مستعمره و امپریالیست را باهم عوض کن.

1. Sinusoidal map
2. Logistic map
3. Zaslavskii map
4. Tent map

Archive of SID

www.SID.ir

۴) هزینه‌ی کل یک امپراطوری را با در نظر گرفتن هزینه‌ی امپریالیست و مستعمراتش را حساب کن.

۵) یک مستعمره از ضعیف‌ترین امپراطوری را انتخاب کرده و آن را به امپراطوری‌ای که بیشترین احتمال تصاحب را دارد بده.

۶) امپراطوری‌های ضعیف را حذف کن.

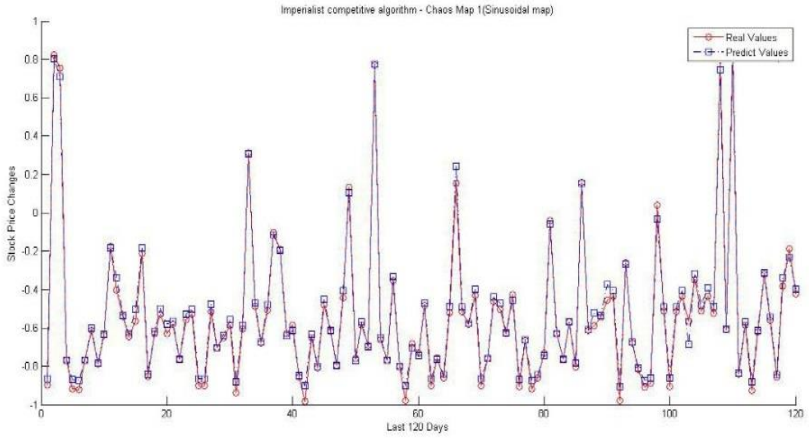
۷) تکرار گام‌های ۲-۴ تا رسیدن به شرایط توقفی که کاربر از پیش تعیین کرده است، شرایط توقف می‌تواند بر اساس زمان الگوریتم، تعداد دفعات تکرار، میزان جمعیت، تغییر در تابع هدف و ... تعیین شود.

تحلیل داده‌ها

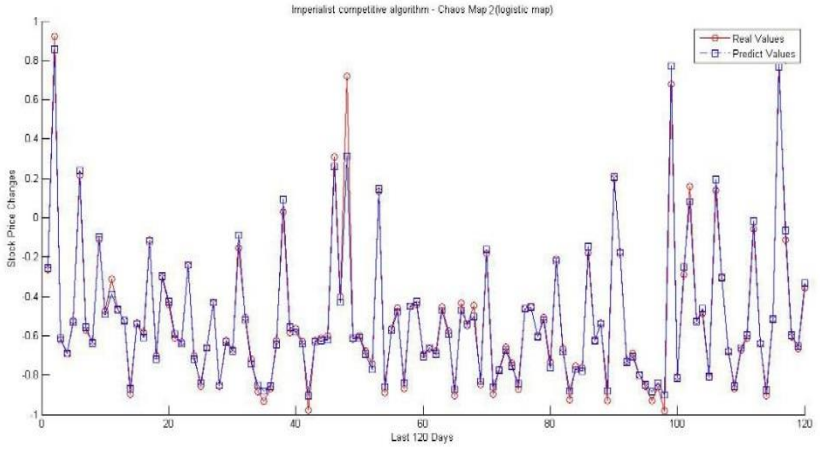
در مقاله حاضر سعی شده تا با اصلاح زاویه حرکتی مستعمرات به سمت استعمارگر از طریق نگاشت‌های آشوبی رویکردی نوین جهت پیش‌بینی قیمت سهام و بررسی کارایی معرفی و عملکرد آن نسبت به سایر الگوریتم‌های بهینه‌سازی جستجوی پیشین بررسی گردد. جهت ارزیابی عملکرد هر یک از رویکردها از سه معیار میزان دقت پیش‌بینی، میزان حافظه مصرفی و میزان زمان اجرایی استفاده‌شده است. ازآنجایی‌که رویکرد مورداستفاده مبتنی بر روش رگرسیون می‌باشد، جهت ارزیابی عملکرد و کارایی رویکردها از معیارهای RMSE (ریشه میانگین مربعات خطا) و R^2 (ضریب تعیین) استفاده‌شده است. RMSE یکی از شایع‌ترین فرمول‌های مورداستفاده جهت ارزیابی مدل‌های رگرسیون می‌باشد که تنها برای مقایسه مدل‌هایی با واحد اندازه‌گیری خطای یکسان بکار می‌رود و R^2 (ضریب تعیین)، بیانگر میزان همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته در آینده است که هرچه مقدار R^2 به یک نزدیک‌تر باشد، نشان می‌دهد مدل از عملکرد بهتری برخوردار است . در کنار این موارد میزان مصرف حافظه اصلی به کیلوبیت و زمان اجرایی الگوریتم به ثانیه از معیارهای دیگری می‌باشند که در این مقاله از آن‌ها استفاده‌شده است. تصاویر زیر نمودارهای پیش‌بینی قیمت سهام در ۱۲۰ روز کاری توسط نگاشت‌های آشوبی مختلف پیاده‌سازی شده را نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

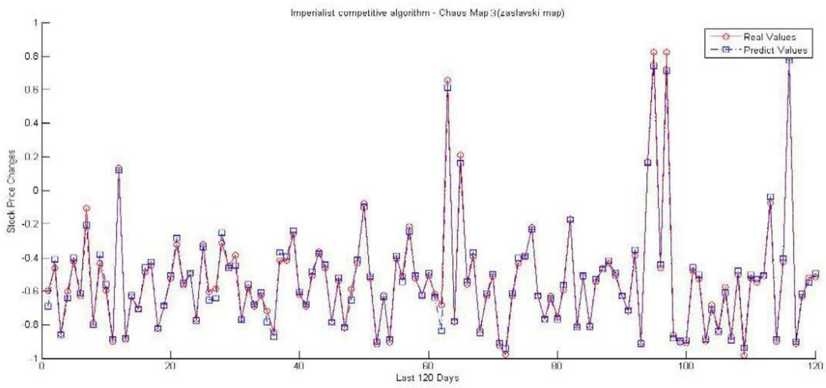


نمودار ۳. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی ۱

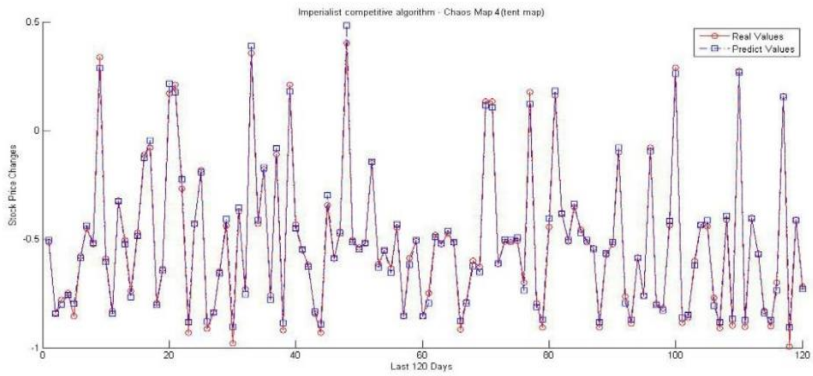


نمودار ٤. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی۲

www.SID.ir



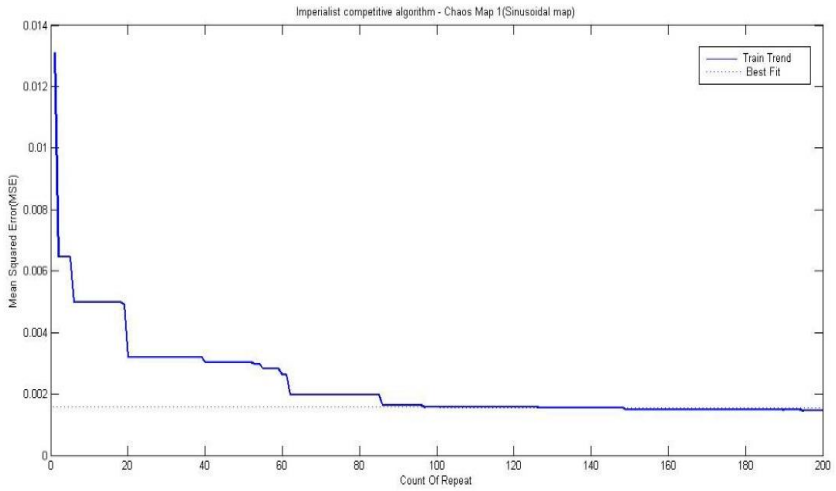
نمودار ۵. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی۳



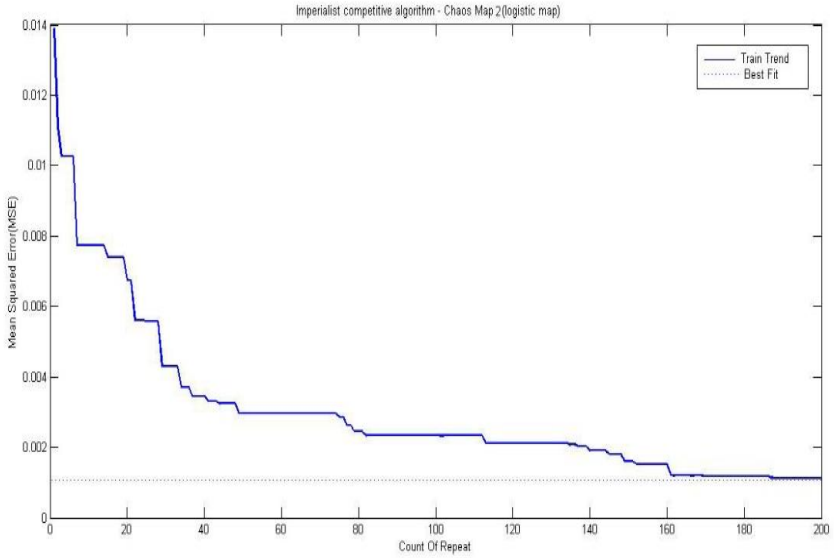
نمودار ٦. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی ٤

نمودارهای زیر نشانگر روند کاهش میانگین مربعات خطا (MSE) توسط نگاشت‌های آشوبی مختلف پیاده‌سازی شده می‌باشند.

www.SID.ir

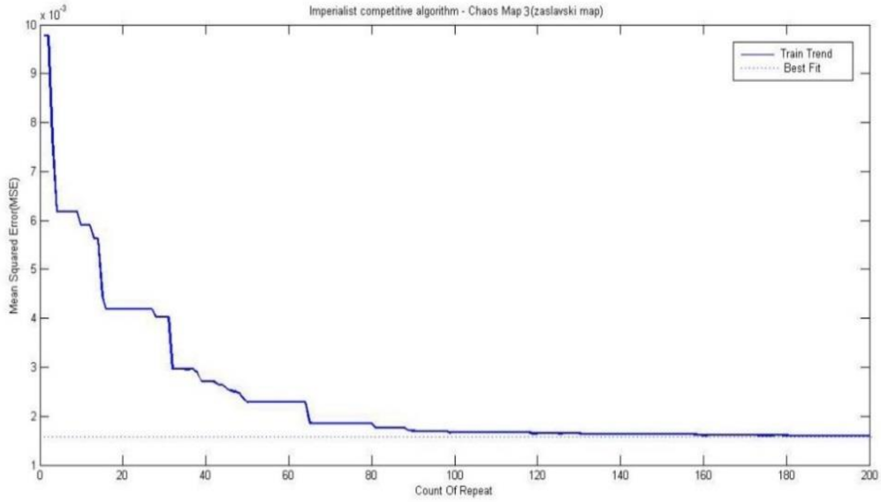


نمودار ۷. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی ۱

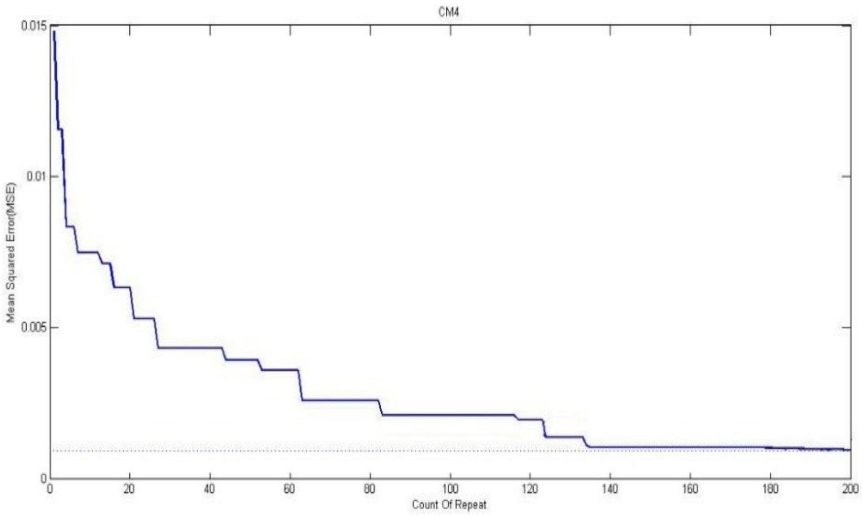


نمودار ۸. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی ۲

www.SID.ir



نمودار ۹. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی ۳



نمودار ۱۰. الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب- نگاشت آشوبی ٤

جهت بررسی میزان کارایی مدل پیشنهادی، رویکرد جاری با سایر الگوریتم‌های مرسوم بهینه‌سازی جستجو ازجمله: الگوریتم گرادیان نزولی، الگوریتم ژنتیک، بهینه‌سازی ازدحام ذرات و الگوریتم رقابت استعماری مورد مقایسه قرارگرفته و نتایج آن به‌طور خلاصه در جدول آورده شده است.

www.SID.ir

جدول ۳. معیارهای ارزیابی عملکرد

	رویکرد پیشنهادی حاضر (رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب)				سایر رویکردهای مرسوم آموزش شبکه عصبی			
معیار ارزیابی	نگاشت آشوبی ۱	نگاشت آشوبی ۲	نگاشت آشوبی ۳	نگاشت آشوبی ٤	گردیان نزولی	ژنتیک	بهینه‌سازی ازدحام ذرات	رقابت استعماری
ریشه میانگین مربعات خطا	۰/۰۲٤۷	۰/۰۳٦۰٥٦	۰/۰۳۱٦۲۳	۰/۰۲۸۲۱	۰/٤۹٦٤	۰/۸٦۰۲	۰/٤۳٥۹	۰/۰٤
ضریب تعیین	۰/۹۸۸٦	۰/۹۸۷٤	۰/۹۹۰۲	۰/۹۹۳۱	۰	۰/۹٤٦۱	۰/۹۸٤٤	۰/۹۸٤٦
زمان اجرایی	۳۸۷٤/٤٦۲	۳٥٦۱/۳۷۱	٤۰۳۲/۰٦۱	۲۷۲۲/۹٤۱	۳۸۱٤٥	۳۹٥۸۷۸٥٥	۲۱۲۹/٥۲۱	٤٥۰۸۷٦
حافظه مصرفی	۱۷٤۱۲	۲٥۱۳٦	۱٦۷۹٦	۲۲۳٦٤	۲۳۸٥٦۱	۳٦۰۸۰	٤۷۷۹٦	٥۸۷۱۲

در میان توابع آشوبی پیاده‌سازی شده در رویکرد جاری بهترین کارایی مربوط به نگاشت آشوبی ۴ می‌باشد و در نقطه مقابل آن بهترین کارایی در میان سایر الگوریتم‌های مرسوم به الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات اختصاص دارد، جدول زیر ارزیابی عملکرد این دو الگوریتم برتر را نشان می‌دهد.

جدول ٤. مقایسه الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و الگوریتم رقابت استعماری مبتنی بر آشوب (نگاشت آشوبی ٤)

	ضریب تعیین	زمان اجرایی	حافظه مصرفی
رقابت استعماری مبتنی بر تئوری آشوب نگاشت ٤	۰/۹۳۱	۲۷۲۲/۹٤۱	۲۲۳٦٤
بهینه‌سازی ازدحام ذرات	۰/۹۸٤٤	۲۱۲۹/٥۲۱	٤۷۷۹٦

نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه رویکردهای مورداستفاده جهت آموزش شبکه عصبی نشان می‌دهند که زاویه حرکتی ایجادشده توسط نگاشت آشوبی ۴ با ضریب تعیین ۰,۹۹۳۱، حافظه مصرفی ۲۲۳۶۴ کیلوبیت و زمان اجرایی ۲۷۲۲/۹۴۱ ثانیه در مقایسه با سایر رویکردهای پیشین از کارایی بالاتری برخوردار است. مشاهده می‌نماییم که تابع نگاشت آشوبی ۴ بهترین روند تصادفی نمودن حرکت مستعمرات به سمت استعمارگر را به همراه دارد و به‌این‌ترتیب احتمال قرارگیری در دام نقطه بهینه محلی را نسبت به سایر توابع نگاشت آشوبی به میزان زیادی کاهش می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری و بحث

مقاله حاضر با ترکیب الگوریتم رقابت استعماری با برخی از پرکاربردترین نگاشت‌های آشوبی به معرفی رویکردی جدید جهت پیش‌بینی قیمت سهام پرداخته‌شده است. به‌منظور تائید کارایی رویکرد پیشنهادی حاضر نسبت به سایر رویکردهای پیشین آموزش شبکه عصبی، نتایج حاصله از سه دیدگاه میزان دقت پیش‌بینی، میزان حافظه مصرفی و میزان زمان اجرایی مورد ارزیابی قرارگرفته‌اند. الگوریتم رقابت استعماری با نگاشت آشوبی ۴ (زاسلاوسکی) با ضریب تعیین ۰/۹۹۳۱، زمان اجرایی ۲۷۲۲/۹۴۱ ثانیه و میزان حافظه مصرفی ۲۲۳۶۴ کیلوبیت توانست رتبه نخست را در میان سایر الگوریتم‌های آموزش شبکه عصبی، ازلحاظ کارایی را به خود اختصاص دهد. جهت آموزش شبکه عصبی مصنوعی و جلوگیری از به وجود آمدن بایاس برای هر الگوریتم ابتدا داده‌ها به‌صورت تصادفی چیدمان و سپس ۸۰٪ از داده‌ها به آموزش شبکه عصبی و ۲۰٪ از داده‌ها به آزمون شبکه عصبی اختصاص داده شدند. الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشین برای پیمایش فضای جستجو از توابعی با توزیع یکنواخت استفاده می‌نمایند؛ در این رویکرد با بکار بستن توابع آشوبی و تصادفی نمودن پیمایش فضای جستجو احتمال قرارگیری در دام نقطه بهینه محلی به میزان قابل‌توجهی نسبت به سایر رویکردهای پیشین کاهش‌یافته که نتایج به‌دست‌آمده نیز تأکیدی بر این امر می‌باشند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان چنین ادعا نمود که رویکرد پیشنهادی حاضر می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کمکی مناسب جهت پیاده‌سازی سیستم‌های تصمیم‌یار برای کمک به فرایند تصمیم‌گیری در تحلیل‌های تکنیکی مورداستفاده قرار گیرد. در کنار مزایای حاصل‌شده از به‌کارگیری رویکرد پیشنهادی، رویکرد فوق شامل محدودیت‌هایی نیز می‌باشد که بهبود و رفع هر یک از این محدودیت‌ها می‌تواند سرآغازی جهت پژوهش‌های آتی باشد. یکی از محدودیت‌های موجود در این مقاله استفاده از مجموعه داده یک سهم خاص جهت ارزیابی عملکرد الگوریتم در شناسایی الگوی داده می‌باشد. استفاده از داده یک سهم احتمال دارد به افزایش یا کاهش دقت نتایج بیانجامد به همین دلیل لازم است الگوریتم مذکور با داده‌های شاخص بورس و یا ترکیبی از داده‌های چند سهم آزموده شود. مقاله جاری تنها به استفاده ۴ مورد از پرکاربردترین توابع آشوبی محدودشده است، درحالی‌که تعداد توابع آشوبی بسیار بیشتر از موارد ذکرشده می‌باشد، پیشنهاد می‌شود از سایر نگاشت‌های آشوبی نیز جهت تغییر زاویه حرکتی مستعمرات به سمت استعمارگر استفاده شود. ازآنجایی‌که متغیرهای مستقل تأثیر بسزایی در آموزش شبکه عصبی و پیش‌بینی متغیر وابسته دارند و در مقاله جاری تنها از متغیرهای تکنیکی بورس بهره گرفته‌شده است، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از ترکیبی از متغیرهای تکنیکی و بنیادی جهت آموزش شبکه استفاده شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- آتش پز گرگری ، اسماعیل " توسعه الگوریتم بهینه سازی اجتماعی و بررسی کارایی آن"، *مهندسی برق-گرایش کنترل -دانشگاه تهران*، ۱۳۸۷
- باجلان ، سعید ؛ فلاحپور، سعید ؛ دانا، ناهید. " پیش بینی روند تغییرات قیمت سهم با استفاده از ماشین بردار پیشتیبان وزن دهی شده و انتخاب ویژگی هیبرید به منظور ارائه استراتژی معاملاتی بهینه" *راهبرد مدیریت مالی ۱۳۹۵*
- منجمی، سید امیر حسین ؛ ابزری، مهدی ، شوازی، علیرضا رعیتی."پیش بینی قیمت سهام در بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه ی عصبی فازی و الگوریتم های ژنتیک و مقایسه آن با شبکه ی عصبی مصنوعی، *فصلنامه اقتصاد مقداری بررسی های اقتصادی سابق، ۱۳۸۸*
- Atashpaz Gargary Esmael. (2008). Development of Social Organizational Optimization Algorithm and its Performance Evaluation. Electrical Engineering - *Control Taught - Tehran University(in persian).*
- Al-Radaideh, Qasem, A., & Adel Abu Alnagi, E. (2013). Predicting Stock Prices Using Data Mining Techniques. *The International Arab Conference on Information Technology*.
- Ayodele, A. (2012). Stock Price Prediction using Neural Network with Hybridized Market Indicators. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, 3*, 2079-8407.
- Bajelan, S., Falahpour, S.Dana,N. (2016). Projection of share price changes using a weighted support machine and selecting a hybrid feature to provide an optimal trading strategy. *Financial Management Strategy(in persian).*
- Buza, K., Nagy, G. I., & Nanopoulos, A. (2014). Storage-optimizing clustering algorithms for high-dimensional tick data. *Expert Systems with Applications, 41*, 4148–4157.
- Charles, A., & Darné, O. (2009). The random walk hypothesis for Chinese stock markets: Evidence from variance ratio tests. *Economic Systems, 33*, 117–126.
- Hajizadeh, E., Ardakani, H. D., & Shahrab, J. (2010). Application of data mining techniques in stock markets:A survey. *Journal of Economics and International Finance, 2*, 109-118.
- Lee, T.-S., & Chen, N.-J. (2002). Investigating the information content of non-cash-trading index futures using neural networks. *Expert Systems with Applications, 22*, 225–234.
- Metghalchi, M., Chen, C.-P., & Hayes, L. A. (2015). History of share prices and market efficiency of the Madrid general stock index. *International Review of Financial Analysis, 40*, 178–184.
- Monajemi, A., Abzari, M.Shavazi,A. (2009). Prognosis of Stock Price in the Stock Market Using Fuzzy Neural Network and Genetic Algorithms and

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison with Artificial Neural Network. *Quarterly Journal of Economics, Some ex-economic studies(in persian).*
- Park, Cheol-Ho; Irwin, Scott H. (2007). WHAT DO WE KNOW ABOUT THE PROFITABILITY OF TECHNICAL ANALYSIS? *Journal of Economic Surveys, 21*, 786–826.
- Talatahari, S., Azar, B. F., Sheikholeslami, R., & Gandomi, A. (2012). Imperialist competitive algorithm combined with chaos for global optimization. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 1312–1319.
- Talatahari, S., Azar, B. F., Sheikholeslami, R., & Gandomi, H. (2012). Imperialist competitive algorithm combined with chaos. *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat, 17*, 1312–1319.
- Talatahari, S., Kaveh, A., & Sheikholeslami, R. (2012). Chaotic imperialist competitive algorithm for optimum design of truss structures. *Structural and Multidisciplinary Optimization, 46*, 355–367.
- Talataharia, S., Azarb, B. F., Sheikholeslamib, R., & Gandomi, A. (2012). Imperialist competitive algorithm combined with chaos for global optimization. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 1312–1319.
- Ticknor, J. (2013). A Bayesian regularized artificial neural network for stock market forecasting. *Expert Systems with Applications, 40*, 5501–5506.
- Wang, & Jian-Zhou. (2011). Forecasting stock indices with back propagation neural network. *Expert Systems with Applications, 38*, 14346–14355.

Archive of SID

www.SID.ir