



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



بهره‌گیری از مدل تلفیقی ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم ژنتیک جهت پیش‌بینی تقاضا در دستگاه‌های خودپرداز بانکی

The use of hybrid support vector machines and Genetic algorithms to predict demand in ATMs

موسی کلانکی، کارشناس پایگاه داده، شرکت ایران ارقام، m.kalanaki@iranargham.com
حمزه حافظی‌نیا، سرپرست پایگاه داده، شرکت ایران ارقام، h.hafezinia@iranargham.com

چکیده

امروزه بانک‌ها یکی از مهمترین ارکان در نظام پولی و مالی کشور محسوب می‌شوند و هرگونه اختلال در این حوزه ضربات جبران ناپذیری به همراه خواهد داشت. یکی از ابزارهایی که در این امر نقش مهمی را ایفا می‌کند دستگاه‌های خودپرداز می‌باشد. امروزه دستگاه‌های خودپرداز به عنوان یکی از کانال‌ها و سرویس‌های ارتباطی غیرقابل جایگزین بین بانک‌ها و مشتریان دارای کارت تبدیل شده است. سهولت در استفاده، سرعت و در دسترس بودن موجب شده که این ابزار بانکی روز به روز مورد استقبال بیشتری واقع شود. صحت در پیش‌بینی وجه براساس تقاضا در دستگاه‌های خودپرداز یکی از خصوصیات مهم جهت پیش‌بینی می‌باشد زیرا در بخش‌های تجاری روزانه مردم احتیاج به وابستگی‌های بیشتری خواهند داشت. در سال‌های اخیر استفاده از مدل‌های هوشمند در مسائل مالی جهت پیش‌بینی و دسته‌بندی بسیار رشد یافته است. بسیاری از موسسات مالی روزانه با این چالش روبه‌رو می‌باشند. توجه به این موضوع که نگهداری وجه تا زمانی که براساس تقاضای مشتری باشد موضوع بسیار مهمی است؛ در این حالت پیش‌بینی سیستم براساس تقاضا امر بسیار مهمی می‌باشد. در این تحقیق براساس مدل تلفیقی ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم ژنتیک به صحت پیش‌بینی در دستگاه‌های خودپرداز پرداخته شده و با روش‌های قبل مورد مقایسه قرار می‌گیرد. نتیجه مقایسه برتری این مدل را نسبت به مدل‌های قبل نشان می‌دهد.



Abstract

Today, banks are considered as one of the most important organs in the country's monetary and financial systems. Therefore, any disturbances in this area will lead to irreparable blows. One of the important tools that plays an important role in this area are ATMs. Nowadays ATMs have become one of the most invaluable communication channels; these channels connect between banks and customers with cards. This banking tools make more receptive ease of use, speed and availability. The accuracy of forecasting on demand in ATMs is one of the important characteristics for predicting because more people will need more affiliation in daily business segments. In recent years, the use of smart models in financial matters has grown considerably to predict and categorize. Many financial institutions are faced with this challenge daily. Considering that keeping money up to the point of view based on customer demand is very important; in this case, system prediction is very important on demand. In this research, based on the hybrid model of support vector machine and genetic algorithm, prediction accuracy in ATMs computed and compared with the previous methods. The result shows the superiority of this model compared with the previous models.

مقدمه

دستگاه‌های خودپرداز بانکی یک وسیله ارتباطی جهت برقراری ارتباط بین موسسات مالی و مشتریان می‌باشند. بدین ترتیب تراکنش‌های مالی در یک فضای عمومی و بدون نیاز به منابع انسانی صورت می‌پذیرد. در کشورمان دستگاه‌های خودپرداز بانکی تحت یک بستر شبکه با یکدیگر ارتباط دارند؛ همین موضوع موجب می‌شود که مردم بتوانند از طریق دستگاه‌های خودپرداز/خود دریافت^۱ جهت تراکنش‌هایی مانند سپرده گذاری و دریافت وجه و انتقال وجه در هر نقطه از کشور و در هر ساعتی از شبانه روز اقدام کنند. از این رو این دستگاه‌ها یکی از مهم‌ترین کانال‌های ارتباطی میان بانک‌ها می‌باشند. یکی از مفاهیم اولیه‌ای که جهت مدیریت دستگاه‌های خود پرداز بانکی می‌توان به دست آورد تعیین میزان پول در هر دستگاه می‌باشد، که می‌توان با روش‌های مختلفی این موضوع را مدیریت کرد.



تصویر ۱- نمونه‌ای از دستگاه خودپرداز/خود دریافت

¹ CRS



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام های پرداخت

تهران، مرکز همایش های بین المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



اهمیت صحت در پیش بینی برای برداشت از وجه موجود در خودپردازها موجب افزایش انگیزه می گردد. صحت پیش بینی در تقاضای وجه نقد احتیاج به مرتب سازی و ذخیره سازی براساس اولویتها در دوره های زمانی مشخصی دارد. اگر پیش بینی در دوره ای طولانی بدون استفاده باشد وجه نقد موجود در دستگاه بدون استفاده باقی می ماند. تصویر شماره (۱) نمونه ای از دستگاه خودپرداز/خوددریافت مدل GRG را نشان می دهد. این دستگاه علاوه بر داشتن تمام توانمندی های موجود خودپرداز، قابلیت دریافت اسکناس مشتری را دارد تا پس از کنترل و شناسایی اسکناس های سالم و غیر جعلی را دریافت تشخیص داده و مبلغ مورد نظر را به حساب کارت مشتری واریز نماید.

امروزه بانک ها بیشتر توجه خود را در جهت مدیریت آسان تر و موثرتر منابع مالی به کار می گیرند. پارامترهای مهم برای پیش بینی تقاضا در دستگاه های خودپرداز مرتبط با تاریخچه تقاضاها بوده که همین موضوع از داده های مرتبط در آینده استفاده می کند. بدین ترتیب واریانس بالا در فرایند تقاضای پول نقد می تواند موجب قابلیت اطمینان بیشتر در روش های ارائه شده گردد. علاوه بر این، تقاضای پول فقط از پارامتر زمان تاثیر نمی پذیرد اما پارامترهای مختلف موجب ایجاد مدل های پیچیده تر و البته دقیق تر شود. در این تحقیق داده های جمع آوری شده مربوط به دستگاه های خودپرداز بانک تجارت در سه نقطه از کشور و در یک بازه زمانی شش ماهه می باشد. داده ها پس از بررسی های اولیه و براساس الگوریتمی که ذکر شده به مدل وارد شده و به وسیله الگوریتم ژنتیک پارامترهای بهینه مرتبط با مدل ماشین بردار پشتیبان حاصل می گردد. در این تحقیق حدود ۸۰ درصد داده ها جهت آموزش و ۲۰ درصد جهت تست و صحت سنجی مدل مورد استفاده قرار می گیرد. نتایج حاصل از خروجی نشان دهنده قابلیت اطمینان و دقت مدل جهت انجام پیش بینی های مربوطه می باشد.

ادبیات موضوع

مدیریت دارایی و بدهی ها در دستگاه های خودپرداز، در سال های اخیر مورد توجه پژوهشگران بوده است. مدیریت دارایی و بدهی بانک به عنوان برنامه ریزی همزمان همه دارایی ها می باشد. به منظور مدیریت وجه نقد در خودپردازها روش های مختلفی ارائه شده و تحقیقات متعددی صورت گرفته که در این تحقیق به برخی از آنها پرداخته شده است. در تحقیقی به منظور پیش بینی تقاضای وجه نقد روزانه به بهینه سازی میزان تخمین بار نقدی به ازای هر دستگاه خودپرداز پرداخته شد. مبنای این پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی بود که زمان به عنوان پامتر ورودی به مدل وارد گردید و جهت پیش بینی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که در حدود ۱۵ درصد هزینه های نگهداری کاهش می یابد [۱].

در تحقیقی دیگر با بهره گیری از روش مونت کارلو در مطالعه موردی دستگاه های خودپرداز مربوط به بانک صادرات انجام شد. براساس سناریوهای مختلف میزان کمبود و مازاد وجه نقد در دستگاهها با هم مقایسه شده و بهترین سناریو انتخاب می شود. که یکی از محدودیت ها و نقاط ضعف در این روش تعداد سناریوهای محدود می باشد [۲].

بانکها براساس هزینه های مختلفی که دارند سیاست های مختلفی خواهند داشت. در سیاست اول بانکها اهمیت کمتری برای پرداخت دارند. در سیاست های بعدی بانکها، مقدار وجه نقد به صورت ثابت برای هزینه ها از اهمیت بیشتری برخوردار می باشد. براساس تحقیقی که در سال ۲۰۰۷ انجام شد در حدود ۳۵ تا ۶۰ درصد از تمام هزینه های جاری دستگاه های مربوطه را نشان می دهد [۳]. در تحقیقی دیگر در سال ۲۰۰۷ حدود ۲۸٪ از هزینه ها جهت بهبود در سپرده گذاری و سیاست های و هزینه های مرتبط با انتقال در میان ۷۰۰ بانک بزرگ مورد بررسی قرار می گیرد. از طرف دیگر، اگر وجه دستگاه خودپرداز تمام



شود سود مرتبط کم می‌شود و مشتریان ناراضی می‌گردند. در نتیجه هزینه‌های مرتبط با سیستم‌های مدیریت هزینه را برای سرویس‌های مالی به حداقل رساندند [۴].

برای موسسات مالی و بانک‌ها تهیه و تخصیص منبع مالی مناسب جهت پاسخگویی به نیازهای مشتری یک چالش دائمی و پیوسته است. تمام شدن وجه نقد در دستگاه‌ها موجب عدم پاسخ‌گویی به مشتریان شده و در نهایت موجب کاهش درآمد و ضرر است؛ در برخی از موارد نیز موجب رساندن پول به صورت اورژانسی بوده که سبب وارد نمودن استرس زیاد به نیروی انسانی می‌شود. توانایی پیش‌بینی براساس تقاضا در آینده می‌تواند موجب تخمین در پیش‌بینی‌های مربوط به دستگاه‌های خودپرداز می‌شود. پارامترهای اولیه جهت پیش‌بینی‌های دستگاه‌ها جهت اطمینان در استفاده موثر از پهنای باند در تمام شعب مربوط به شبکه می‌شود. توانایی پیش‌بینی در خودپردازها و سرویس‌های مربوطه یکی از مهمترین پارامترهای مرتبط با سرویس‌ها جهت کسب درآمد بیشتر می‌باشد. بهینه‌سازی در مدیریت منابع مالی خودپردازها می‌تواند مانع مسدود شدن دستگاه‌ها به وسیله پول‌های نقد و تغییرات مدیریت سیستم‌ها به صورت متفاوت در به صورت پویا به وسیله نیازهای متفاوت در شبکه‌های خودپرداز می‌شود.

در پژوهشی دیگر موجودی نقدی را در تعدادی از دستگاه‌های خودپرداز به منظور برقراری تعادل میان عرضه و تقاضا براساس نیازهای مشتریان، موجودی نقدی را در دوره‌های متعدد بررسی کردند. هدف از این پژوهش تعیین میزان وجه نقد به منظور قرار دادن در دستگاه‌های خود پرداز برای یک دوره زمانی مشخص بوده است. در این تحقیق مسئله را به عنوان یک عدد صحیح مختلف فرموله کردند و یک رویکرد را براساس فرموله سازی مجدد مدل به عنوان فرمول کوتاه‌ترین مسیر برای یافتن جواب نزدیک به جواب بهینه ارائه دادند. مهمترین ضعف در این تحقیق در نظر گرفتن تقاضا به صورت قطعی در مسئله ای با اندازه بزرگ است. از خصوصیات کلیدی در الگوریتم‌های پیش‌بینی دستگاه‌های خودپرداز جمع‌آوری و پردازش تاریخچه داده‌ها می‌باشد. در برخی از موارد به وسیله مدل‌سازی و پیش‌بینی براساس تقاضا بدست می‌آید. در هر صورت واریانس بالا و غیر ثابت بر تاثیر بیشتر و قابلیت اطمینان بالاتر در فرایند مرتبط با تقاضا می‌افزاید [۵]. در مجموع، نگاهی به تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که در بیشتر پژوهش‌ها، از دیدگاه هوش مصنوعی روش‌ها و مواردی که لحاظ شده از دقت پایین‌تری برخوردار بوده و در بعضی برخی از پژوهش‌ها، هزینه‌های در نظر گرفته شده همه‌جانبه نیست.

روش تحقیق

با توجه به رفتارها و توزیع‌های متفاوت در مورد تعداد و زمان مراجعه مشتریان و همچنین میزان مصرف پول هر کدام از خودپردازها می‌توان برای هر یک از آنها یک مدل کنترل موجودی خاص متصور شد. در این تحقیق داده‌های ورودی مربوط به تراکنش‌های یکسال از دستگاه‌های خودپرداز مربوط به بانک تجارت در سه نقطه شهر تهران جمع‌آوری شده است. داده‌های جمع‌آوری شده به مدل وارد می‌شوند، جهت تدوین و اجرای مدل نیاز به تنظیم پارامترهای C و σ برای تابع کرنل و پارامتر E مربوط به تابع زیان اپسیلون می‌باشد. جهت یافتن بهینه ترین ترکیب از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. بدین ترتیب ترکیبی که کمترین مقدار خطا و بالاترین مقدار ضریب همبستگی را ایجاد کرده انتخاب می‌شود. در این تحقیق از الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم ژنتیک که در ادامه به تفکیک شرح داده می‌شود استفاده شده است. بدین ترتیب با ترکیب این دو الگوریتم از قدرت یادگیری هوشمند استفاده شده و با بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک به بهینه سازی پارامترهای مرتبط با یادگیری پرداخته می‌شود. داده‌های جمع‌آوری شده براساس تاریخ و مبالغ تراکنش‌های انجام شده در یک بازه شش ماهه و مرتبط با هر خودپرداز در سه منطقه مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است.



ماشین بردار پشتیبان

ماشین بردار پشتیبان^۲ روشی برای تخمین تابع به وسیله نگاشت از فضای ورودی به فضایی با مقادیر حقیقی مبتنی بر داده های آموزشی می باشد. ماشین بردار رگرسیونی همان خصوصیات حداکثر سازی حاشیه را دارا بوده و از توابع کرنل برای نگاشت های غیر خطی استفاده می گردد [۶].

برای مثال اگر مجموعه آموزشی ما برای رگرسیون شامل مجموعه ای به صورت زیر باشد

$$D = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\} \quad (1)$$

تابعی که برای محاسبه ماشین بردار پشتیبان رگرسیونی بکار رفته است به صورت نگاشتی از فضای ورودی x_i به فضای هدف y_i بوده که این تابع به فرم (۲) خواهد بود.

$$F(x) = w \cdot x - b \quad (2)$$

که w معرف بردار وزن و b معرف بایاس است.

در ماشین بردار پشتیبان رگرسیونی هدف تخمین پارامترهای w و b برای به دست آوردن بهترین نتیجه است. در ماشین بردار پشتیبان رگرسیونی اختلاف میان داده های واقعی و داده های نتایج با ϵ نمایش یافته و از متغیرهای ξ_i نیز برای اجازه دادن مقداری خطا بر که اثر عواملی مانند نویز به وجود می آید در نظر گرفته شده است، اگر متغیرهای اسلک به کار برده نشود در صورت وجود نویز الگوریتم از تخمین باز می ماند. این عملیات در معادله (۳) و (۴) آورده شده که اساس و پایه عملیات برای ماشین بردار رگرسیونی است [۷].

$$\text{Minimize } \frac{1}{2} \|w\|^2 + c \sum_{i=1}^n \xi_i \quad (3)$$

$$\text{subject to } y_i(w^T x_i + b) \geq 1 - \xi_i, \xi_i \geq 0 \quad (4)$$

تابع کرنل، یک جداکننده خطی متکی بر ضرب داخلی بردارهاست که به صوت $k(x_i, x_j) = x_i^T x_j$ تعریف گردیده است. اگر نقاط با استفاده از انتقال $\phi: x \rightarrow \phi(x)$ به فضای ویژگی یعنی فضایی با ابعاد بالاتر انتقال خواهد یافت.



الگوریتم ژنتیک

یکی از الگوریتم های بهینه سازی عددی می باشد که از طبیعت الهام گرفته شده است که امروزه در بسیاری از علوم برای پیدا کردن جواب های بهینه کاربرد دارد. انتخاب^۴، جهش^۵ و ترکیب^۶ سه عملیات اصلی برای الگوریتم ژنتیک می باشد. به وسیله عملگر انتخاب بهترین مجموعه از جمعیت های موجود انتخاب می شود و با توجه به مقدار این عملگر این تعداد متفاوت می باشد. عملگر ترکیب برای مبادله اطلاعات میان دو کروموزوم استفاده می شود، که با توجه به نوع ترکیب این مبادله متفاوت می باشد. جهش برای تغییرات تصادفی در مقادیر بیت ها به خصوص در مواقعی که جواب در مینیمم محلی قرار گرفته می تواند برای فرار از مینیمم محلی استفاده شود [۸].

یکی از مراحل الگوریتم ژنتیک ارزیابی جواب های به دست آمده در هر مرحله است. در واقع ارزش جواب های به دست آمده در هر مرحله تعیین می شود. مناسب بودن یا نبودن جواب با معیاری که از تابع هدف به دست می آید، سنجیده می شود. هرچه که یک جواب مناسب تر باشد مقدار برازندگی بیشتری دارد که با استفاده از محدوده دانش مساله به کار برده می شود. برای آن که شانس بقای چنین جوابی بیشتر شود احتمال بقای آن متناسب با مقدار برازندگی آن در نظر گرفته می شود. بنابراین رشته ای که برازنده تر است با احتمال بیشتری در تولید فرزندان شرکت می کند و دنباله های بیشتری را به وجود می آورد. با ارزشترین جواب ها در هر مرحله مانند قوی ترین موجودات در یک جمعیت می باشند. در تکثیر، رشته هایی با میزان تطبیق کم، از جمعیت حذف می شوند و رشته های با میزان تطبیق زیاد، تاثیر بیشتری در تولید جمعیت بعدی خواهند داشت [۸].

یافته ها و نتایج

تابع کرنل استفاده شده از نوع RBF^۷ بوده و تابع زبان اسیلون جهت بدست آوردن بهینه ترین مقادیر انتخاب شده است. معادلات (۵) و (۶) به ترتیب این روابط را نشان می دهد.

$$R^2 = \left[\frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2 \sum Y^2} \right]^{0.5} \quad (5)$$

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2}{n} \right]^{0.5} \quad (6)$$

که در این معادلات P_i مقدار برآورد شده یا شبیه سازی شده، Q_i مقدار مشاهده شده و n تعداد نمونه ها می باشد. در تدوین الگوریتم ژنتیک تعداد جمعیت اولیه انتخابی ۲۰، نوع ترکیب تک نقطه ای، نرخ انتخاب ۰/۵، نرخ جهش ۰/۲۵ و تعداد تکرار ۳۰۰ لحاظ گردید. تابع (۷) تابع هدف^۸ مورد استفاده در الگوریتم ژنتیک را ارائه می دهد.

⁴-selection

⁵-mutation

⁶-crossover

⁷ Radial Basis Function

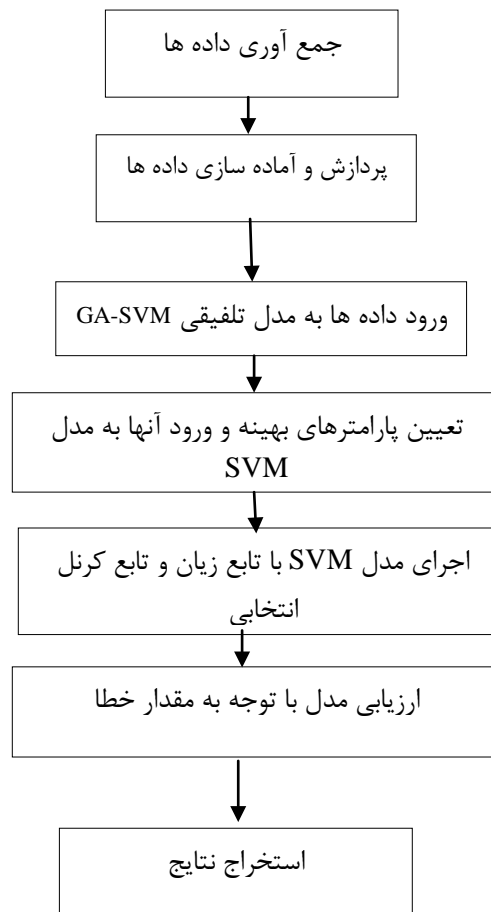
⁸ Fitness function



$$f = \sum_{i=1}^n \frac{|y_{test} - y_{model}|}{n}$$

(۷)

در این معادله f میانگین خطا، n تعداد داده های تست، y_{test} مقادیر آزمایشی و y_{model} مقادیر پیش بینی شده توسط مدل می باشد. الگوریتم ژنتیک با استفاده از ترکیبات مختلف پارامترها در تکرارهای مورد نظر به مقدار خطای مشخصی همگرا می شود. در این مطالعه جهت استفاده از تابع کرنل داده ها پس از نرمال سازی مورد استفاده قرار گرفتند. این تحقیق با استفاده از نرم افزار MATLAB(version 7.12(R 2013a)) و Toolbox SVM توسعه داده شده صورت پذیرفته و پارامترهای متناسب با ماشین بردار پشتیبان توسط الگوریتم ژنتیک پیوسته و مناسب سازی آن برای حل پارامترهای ماشین بردار پشتیبان مورد استفاده قرار گرفت.

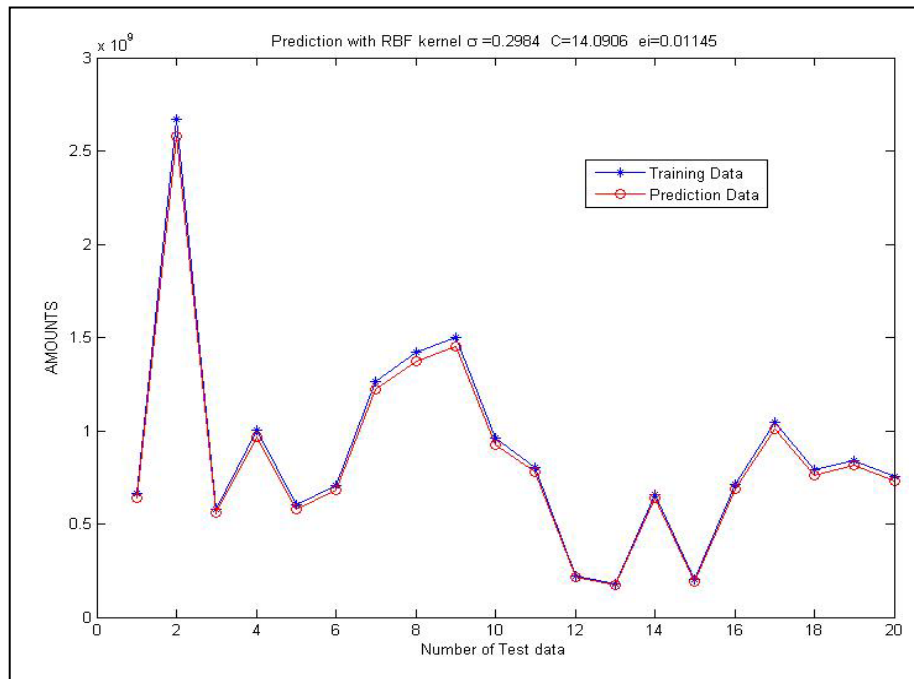


تصویر ۲- نحوه ورود و ارزیابی داده‌های مدل

در تصویر شماره (۲) مراحل و نحوه ورود داده ها و همچنین چگونگی استخراج نتایج نشان داده شده است. بدین ترتیب ابتدا داده های مربوط به خودپردازهای مربوط به تراکنشها جمع آوری شده و بعد از آن به پردازش و آماده سازی داده ها پرداخته می شود. بدین ترتیب با ورود داده ها به مدل مراحل آموزش شروع می شود؛ براساس الگوریتم ژنتیک پارامترهای مورد نیاز

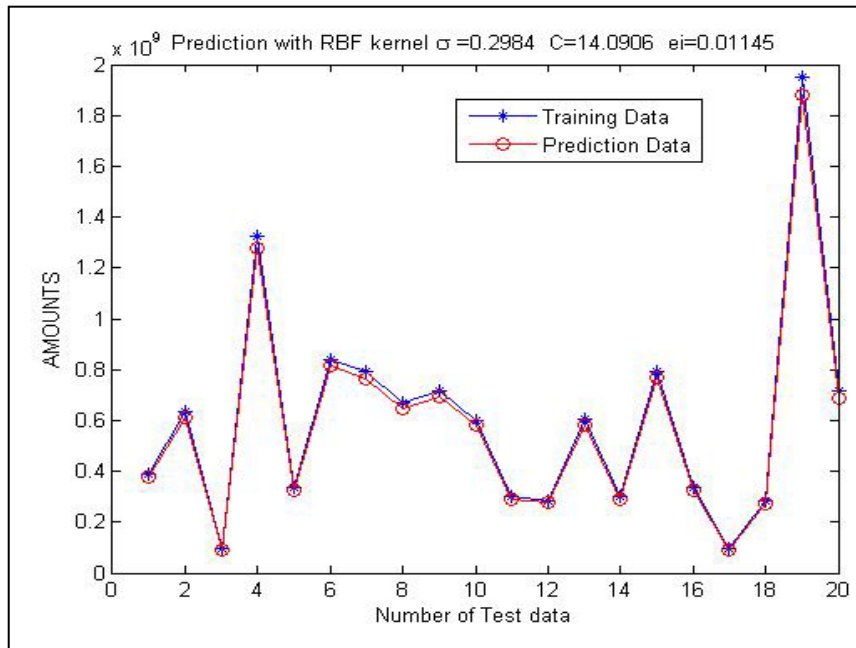


جهت آموزش براساس الگوریتم ژنتیک و تابع هدف انجام شده تا زمانی که به همگرایی مورد نظر دست یابد. سپس مدل ماشین بردار پشتیبان براساس پارامترهای حاصل از الگوریتم ژنتیک و داده‌های آموزشی و همچنین پارامترهای خطا خروجی را پیش‌بینی کرده و نشان می‌دهد.

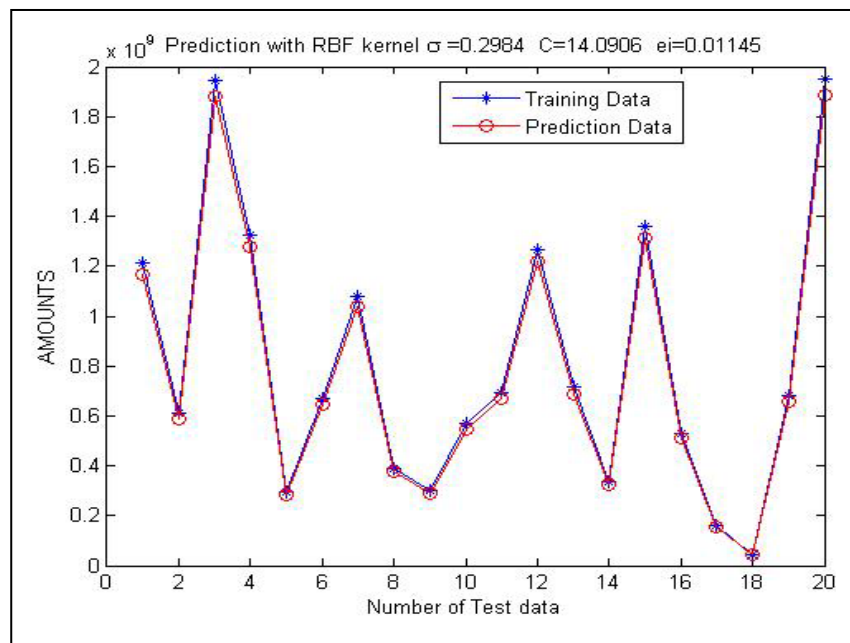


تصویر ۳- نتایج مربوط به ATM1

تصاویر (۳) تا (۵) نتایج استخراج شده را براساس پارامترهای استخراج شده که در الگوریتم ژنتیک بدست آمده و به ماشین بردار پشتیبان وارد شده را نشان می‌دهد. نتایج حاصل شده مربوط به هر دستگاه خودپرداز را به تفکیک نشان می‌دهد. با توجه به اینکه جنس و نوع داده‌ها یکسان بوده از این رو پارامترهای حاصل شده در الگوریتم ژنتیک برای تمامی خودپردازها یکسان بوده و فقط براساس ورودی‌ها نتایج متفاوت می‌باشد. جهت جلوگیری از تقلید در یادگیری داده‌ها به صورت تصادفی وارد مدل می‌شوند.



تصویر ۴- نتایج مربوط به ATM2



تصویر ۵- نتایج مربوط به ATM3



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶
7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



جدول ۱- نتایج حاصل از خروجی‌های مدل مربوطه

نوع دستگاه	تعداد نسل ها	R^2	RMSE	C	P1	ϵ
ATM1	100	0.998136	0.004125	14.096	0.2984	0.01145
ATM2	100	0.992359	0.004257	14.096	0.2984	0.01145
ATM3	100	0.994310	0.003791	14.096	0.2984	0.01145

جدول (۱) نتایج حاصل شده از خروجی را نشان می‌دهد تعداد نسل‌های اجرا شده مربوط به الگوریتم ژنتیک جهت افزایش سرعت و بهینه‌سازی متعادل ۱۰۰ در نظر گرفته شده و بقیه پارامترهای مرتبط با مدل ماشین بردار پشتیبان که جهت آموزش و تست مورد بررسی قرار گرفته را درج گردیده است.

جمع بندی

پیش‌بینی مقادیر مربوط به دستگاه‌های خودپرداز براساس پیاده‌سازی با پارامترهای مختلف با توجه به مقادیر محاسبه شده استخراج می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده مقدار پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی بسیار به هم نزدیک است مقادیر R^2 و RMSE براساس نتایج حاصل شده از دقت بالایی برخوردار می‌باشند. همچنین با تلفیق مدل ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم ژنتیک پارامترهای مناسب تری متناسب با داده‌های مسئله حاصل گردید و در نتیجه به کارایی بهینه تر مدل انجامید. خروجی‌های بدست آمده از مدل نشان می‌دهد که ترکیب مدل ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم ژنتیک موجب تسریع در پیدا نمودن پارامترهای مرتبط شده و در نتیجه موجب همگرایی بیشتر خواهد شد. در نهایت نرخ خطا کاهش یافته و میزان همبستگی افزایش می‌یابد. براساس داده‌های مربوطه و پارامترهایی که جهت آموزش به مدل داده شده است میزان قرار گیری وجوه نقدی در دستگاه‌های خودپرداز مرتبط به صورت بهینه در روزهای مرتبط مشخص می‌شود.

منابع

- [1] Supatchaya, Ch., Peerayuth, Ch., Juta, P., and John, K. (2013). An optimization-based heuristic for a capacitated lot-sizing model in an automated teller machines network. *Journal of Mathematics and Statistics, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, Thailand, Vol. 9, No. 4, PP. 283-288.*
- [2] Salimifard, Kh., and Farajzadeh, S. (2012), Using monte carlo simulation to determine the amount of money in the ATM and the improvement of customer satisfaction. *Proceeding of the 3rd Annual European Decision Science Institute Conference, 24-27 June, Istanbul, Turkey.*
- [3] Simutis, D. Dilijonas, L. Bastina, J. Friman, and P. Drobinov. (2007). Optimization of cash management for ATM network. *Information Technology And Control* Kaunas,



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶
**7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems**



Technologija. 36(1), 117 تا 121.

[4] Wagner, M. (2007) پ The optimal cash deployment strategy-Modeling a network of Automated teller machines پ MSc Thesis, Hanken Swedish School of Economics and Business Administration, PP. 70 تا 80 .

[5] Ghodrati, A., Abyak, H., and Sharifhosseini, A. (2013). ATM management using genetic algorithm. Management Science Letters. 3, 2007 تا 2014.

[6] Vapnic, V. N., (1995): The Nature of Statistical Learning Theory. Springer Verlag, New York, USA.

[7] Smola, A., Scholkopf, B. (1998). A tutorial on Support Vector Regression. J. Statistics and Computing. PP.199 -222.

[8] Haupt, L., Haupt, S. (2004). Practical Genetic Algorithms, Second Edition, by Randy 2004 John Wiley & Sons, Inc.