مدل‌سازی و شناسایی آماری شاخص‌های سطح بالای سامانه پرداخت الکترونیکی

زهرا جهان، فارغ التحصیل دوره کارشناسی مهندسی برق[1]- کنترل دانشگاه تهران، zahrajahan@ut.ac.ir
حمید آقایی، دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق- کنترل دانشگاه تهران، hamid.aghaie@ut.ac.ir
محمد کمیجانی، شرکت نبض افزار رایان اندیش، m.komijani@pulseware.ir
محمدرضا جمالی، شرکت نبض افزار رایان اندیش، jamali@pulseware.ir
بابک نجار اعرابی، دانشیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران، araabi@ut.ac.ir

چکیده

اولین گام در مدل‌سازی و ارزیابی هر سامانه، شناسایی شاخص‌های اساسی آن سامانه است. شاخص‌هایی مانند نرخ ورود تراکنش، خطا در حالت صادرکننده، پذیرنده و داخلی، دسترس پذیری، زمان پاسخ، طول صف، میانگین زمان تعمیر و فاصله بین دو خرابی از شاخص‌های اساسی در ارزیابی و مدل‌سازی سوییچ‌های پرداخت الکترونیک است. در این مقاله با استفاده از داده‌های واقعی چند بانک نمونه این شاخص‌ها مبتنی بر روش آماری مدل‌سازی و شناسایی شده‌اند. نتایج حاصل از این مقاله در مدل‌سازی سوییچ‌ها و شبکه پرداخت الکترونیکی و همچنین چهارچوب‌های ارزیابی مانند شش سیگما برای بررسی کیفیت خدمات بانکداری الکترونیکی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند.

کلید واژه‌ها : مدل‌سازی ؛ شناسایی آماری ؛ سوییچ‌های پرداخت الکترونیک ؛ تراکنش ؛ آزمون کولموگروف اسمیرنف ؛ هیستوگرام ؛ شبکه پرداخت

1- مقدمه

در هر سامانه شاخص‌ها و روندهایی برای بررسی عملکرد و ارزیابی تعریف می‌شود که این شاخص‌ها به صورت تظاهری در اثر کنش و واکنش بین اجزای مختلف سامانه و اثرات ورودی‌ها و خروجی‌ها بوجود می‌آیند. شاخص‌هایی مانند زمان پاسخ، دسترس پذیری، فاصله زمانی متوسط بین دوخرابی، متوسط زمان پاسخ از جمله شاخص‌های سطح بالایی است که در ارزیابی کیفیت خدمات سوییچ‌های پرداخت الکترونیکی مطرح می‌شود. شناسایی این شاخص‌ها بسیار مهم است و به روند تکاملی به‌سازی سامانه از جنبه‌های مختلف کمک می‌کند[1] و [2].

با توجه به اینکه تنها میانگین این شاخص‌ها کفایت نمی‌کند و بالا بودن واریانس این شاخص‌ها در سازمان پنهان تحمیل شده به بانک‌ها و شرکت‌های فراهم کننده خدمات بانکی تاثیر زیاد دارد، مشاهده و کنترل واریانس این شاخص‌ها نیز بسیار مهم

[1] در حال حاضر دانشجوی کاشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل دانشگاه صنعتی امیرکبیر

است که با ایجاد زیر ساخت نرم افزاری مناسب وضعیت سیگمای شاخص‌ها قابل مشاهده خواهد شد و بهبود شاخص‌ها مبتنی بر فرآیندهای چهارچوب‌هایی مانند روش شش سیگما امکان پذیر شود.

از طرفی باید توجه کرد که زیر ساخت‌های مالی به شدت بر فرآیندهای اجتماعی جامعه تاثیر گذار است و مدل‌سازی ، پیش‌بینی و ظرفیت سنجی سامانه پرداخت الکترونیکی در بهبود کیفیت خدمات تاثیر گذار است و علاوه بر امکان رفع مشکلات موجود، امکان ایجاد چشم انداز روشن و بدون مخاطره ای از آینده با مدل‌سازی و شبیه سازی فراهم می‌شود. با توجه به اینکه پیش زمینه هر گونه مدل‌سازی و شبیه سازی، شناسایی ماهیت شاخص‌های سامانه است، اهمیت شناسایی شاخص‌های عملکردی و فوق عملکردی سامانه پرداخت الکترونیکی دو چندان می‌شود[1].

با توجه به اهمیت ماهیت شاخص‌های مختلف سیستمی و رفتار مشتری در سامانه پرداخت الکترونیکی، در این مقاله این شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از داده‌های سوییچ‌های پرداخت الکترونیکی نمونه، شناسایی قرار گرفته است و در یک مورد موج ورودی تراکنش‌های سوییچ پرداخت بانک نمونه مدل‌سازی شده است. نتایج حاصل از این مقاله می‌تواند در گام‌های بعدی مدل‌سازی و ارزیابی سوییچ‌های پرداخت الکترونیکی و کل شبکه بانکی مورد استفاده قرار گیرد.

در قسمت دوم این مقاله ادبیات موضوع با محوریت اهمیت شناسایی و مدل‌سازی آماری سیستم‌ها ارایه شده است. در قسمت سوم روش تحقیق همراه با تعاریف و مدل‌های آماری استفاده شده ارایه شده است. قسمت چهارم نتایج حاصل از شناسایی و مدل‌سازی شاخص‌های نمونه ارایه شده است و در نهایت در قسمت پنجم خلاصه و نتیجه گیری نهایی آورده شده است.

2- ادبیات موضوع

مدل‌سازی آماری به تعیین ارتباط بین متغیرهای مختلف در یک سیستم با بیان ریاضی اطلاق می‌شود[3]. مدل‌سازی و یافتن تابع توزیع متناسب با یک مجموعه داده‌ها، مهم‌ترین قدم در شناسایی آماری است. این روش در بسیاری مسائل مدل‌سازی آماری و شناسایی سیستم و نیز زمینه‌های مالی و بانکی، مدل‌سازی ریسک، اعتبارات و هزینه‌ها و موارد مختلف به کار گرفته شده است[4]. با شناسایی تابع توزیع و هیستوگرام داده‌ها، مشخصه‌های آماری آن مانند میانگین، میانه و مد بدست می آید و تجزیه و تحلیل روی داده‌ها امکان‌پذیر می شود.

تاثیر فناوری اطلاعات در صنعت بانکداری، با معرفی کارت‌های اعتباری و شبکه دستگاه‌های خودپرداز در اوایل دهه 1970 رقم خورد. این روند با تلفن‌بانک در اوایل دهه 1980 و توسعه بانکداری از طریق رایانه‌های شخصی در اواخر دهه 1980 و اوایل دهه 1990 ادامه یافت. فناوری اطلاعات، امکان ارایه بسیاری از خدمات بانکی را توسط ابزارهای الکترونیکی فراهم ساخته است . طی سالیان اخیر، برخی از روش‌های ارائه خدمات بانکداری الکترونیک در نظام بانکی کشورمان مورد استفاده قرار گرفته است[5] و [6]. بدیهی است که موفقیت در عرصه بانکداری الکترونیکی در نظام بانکی کشور مستلزم پذیرش این خدمات توسط مصرف کنندگان است. بررسی الگوی استفاده مصرف کنندگان و عوامل موثر بر رفتار آنان در استفاده از خدمات بانکی الکترونیکی، در سال‌های اخیر مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی روندهای استفاده از این خدمات نشان دهنده افزایش چشم‌گیر میزان استفاده از این خدمات است[7]. بنابراین بانک‌های ایران، بانکداری الکترونیک و مدرن را در بین مهم‌ترین طرح‌های در حال اجرا و آینده خود قرار داده اند. بدیهی است که تحقق این طرح، بدون ایجاد زیر ساخت‌های مناسب و جامع امکان‌پذیر نیست[8].

مدل‌سازی و تخمین میزان تراکنش بانکی در برنامه ریزی و بهبود کیفیت خدمات شبکه پرداخت الکترونیکی نقش اساسی ایفا می‌کند. نتایج مدل‌سازی و تخمین نرخ ورود تراکنش‌های مختلف به شبکه بانکی در مدیریت صف تراکنش‌ها، بهبود کیفیت خدمات، ملاحظه محدودیت‌ها و ظرفیت سنجی شبکه، توسعه سخت افزاری و نرم افزاری شبکه، تجزیه و تحلیل وقوع حوادث احتمالی، شناخت الگوهای رفتاری کاربران و برنامه ریزی تامین نیاز آن‌ها مورد استفاده قرار می گیرد[9] و [10].

3- روش تحقیق

در این قسمت در ابتدا تعاریف شاخص‌های مورد شناسایی ارایه شده است. در ادامه توزیع‌های آماری که در شناسایی آماری شاخص‌ها بدست آمده است ارایه شده است. سپس تکنیک‌های آماری و آزمون فرض توزیع، شناسایی شاخص‌های استفاده شده ارایه شده است و به عنوان نمونه روش به کار گرفته شده در مدل‌سازی یک شاخص نمونه که نرخ تراکنش‌های ورودی است، ارایه شده است.

3-1 تعاریف شاخص‌های سطح بالای سوییچ پرداخت الکترونیکی

در این قسمت شاخص‌های سطح بالای سوییچ پرداخت الکترونیکی تعریف شده است[1] و [2].

دسترس پذیری: این شاخص درصد زمان سرویس دهی سامانه به کل زمان را در بازه زمانی مورد نظر نشان می‌دهد. این شاخص نیز در سه حالت داخلی(کارت یک بانک روی ترمینال‌های همان بانک)، صادر کننده(ارسالی از سمت سوییچ واسط یا سوییچ‌های دیگر) و پذیرنده(ارسالی به سمت سوییچ واسط یا سوییچ‌های دیگر) ارایه شده است.

درصد خطای: این شاخص درصد خطاهای سیستمی تراکنش‌ها را ازنقطه دید سوییچ مورد نظر نشان می‌دهد.
حداکثر طول صف تراکنش‌ها در دقیقه: شاخص حداکثر طول صف تراکنش‌ها در دقیقه ماهیانه، حداکثر تعداد تراکنش‌های منتظر در کل دقایق یک ماه را نشان می‌دهد. بالا رفتن این شاخص به معنی بالارفتن طول صف‌ها به صورت لحظه‌ای در سوییچ است و گذر از آستانه مشخصی که بستگی به ظرفیت سوییچ دارد باعث ایجاد ناپایداری و خارج از سرویس شدن سوییچ و یا غیر عادی شدن رفتار سوییچ می‌شود.

حالت سرویس دهی داخلی: تراکنش‌هایی که با کارت‌های بانک یا موسسه بر روی ترمینال‌های فروش، خودپردازها یا دیگر درگاه‌های سوییچ همان بانک انجام می‌شود.

حالت سرویس دهی صادرکننده: تراکنش‌هایی که با کارت‌های بانک یا موسسه بر روی ترمینال‌های فروش، خودپردازهای یا سایر درگاه‌های سوییچ بانک‌های دیگر انجام می‌شود.

حالت سرویس دهی پذیرنده: تراکنش‌های که باکارت بانک‌ها یا موسسات دیگر بر روی ترمینال‌های فروش، خودپردازها و یا سایر درگاه‌های سوییچ بانک انجام می‌شود.

زمان پاسخ: زمان پاسخ در هر ثانیه متوسط زمان پاسخ تراکنش‌ها در آن ثانیه و زمان پاسخ در هر دقیقه متوسط زمان پاسخ‌ها در آن دقیقه برای تراکنش‌های موفق سامانه سوییچ است.

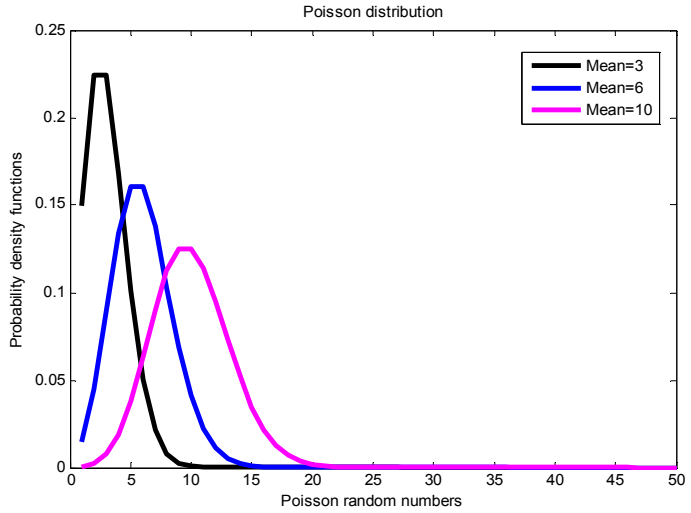
زمان خارج از سرویس: این شاخص که به دقیقه ارایه می‌شود، کل مدت زمانی که سوییچ در بازه زمانی مورد نظر خارج از سرویس بوده است را نشان می‌دهد.

3-2 توزیع‌های آماری

در این قسمت توزیع‌های اساسی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، ارایه شده است.
توزیع پواسن: توزیع پواسون یک توزیع احتمالی گسسته است که احتمال اینکه یک حادثه به تعداد مشخصی در فاصله زمانی یا مکانی ثابتی رخ دهد را شرح می‌دهد؛ به شرط اینکه این حوادث با نرخ میانگین مشخصی و مستقل از زمان آخرین

حادثه رخ دهند[11]. اگر امید ریاضی رخداد در این بازه λ باشد، احتمال اینکه دقیقا k رخداد داشته باشیم (k عدد صحیح نامنفی است) برابر است با:

$$P(k) = \frac{l^k}{k!} e^{-l} \qquad k=0,1,\ldots \tag{1}$$



شکل 1- نمودار تابع چگالی احتمال برای توزیع پواسن با میانگین 3، 6و 10

توزیع نرمال: توزیع نرمال یکی از مهم ترین توزیع‌های احتمالی پیوسته در نظریه احتمالات است[11]. تابع توزیع این احتمال دارای دو پارامتر میانگین و پراکندگی تعریف می‌شود و به صورت زیر است:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \tag{2}$$

که در آن μ میانگین و σ پراکندگی تابع توزیع نرمال را نشان می‌دهد.

توزیع نمایی: توزیع نمایی توزیعی پیوسته است که دارای تابع چگالی احتمال زیر است [2]:

$$f(x;\lambda) = f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \end{cases} \tag{3}$$

که پارامتر λ در آن وارون میانگین (اُمید ریاضی) توزیع است.

3-3 شاخص‌های آماری و آزمون فرض توزیع

آزمون کولموگروف – اسمیرنوف: آزمون کلموگروف ـ اسمیرنوف، روش ناپارامتری برای تعیین همگونی نمونه‌های تجربی با توزیع‌های آماری منتخب است. این آزمون برمبنای تابع توزیع تجمعی است و برای مقایسه توزیع احتمال دو نمونه از داده‌ها و یا یک نمونه از داده‌ها با توزیع احتمال مرجع به کار می رود [12]. ابتدا فرض صفری را بر اساس توزیع مشاهدات ، حدس می‌زنیم. این آزمون میزان همخوانی توزیع مشاهدات با فرض صفر ما را مشخص می‌کند.

3-4 تعاریف خطا

میانگین درصد خطای نسبی: یکی از معیارهای محاسبه خطا و سنجش دقت تخمین است. این معیار، دقت را با درصد بیان می کند که فرمول آن به صورت زیر است[13]:

$$\text{میانگین درصد خطای مطلق} = \left(\frac{1}{\text{تعداد نمونه ها}}\right) \times \left(\frac{\text{مقدار تخمین زده شده} - \text{مقدار واقعی داده ها}}{\text{مقدار واقعی داده ها}}\right) \times 100 \qquad (4)$$

میانگین مربعات خطا: یک معیار بسیار معمول برای بدست آوردن بهترین تخمین‌گر، که در بین آماردانان از مطلوبیت خاصی برخوردار است، میانگین توان دوم خطا یا به اختصار MSE است. با استفاده از این معیار، تخمین‌گری که دارای کمترین MSE باشد انتخاب می شود[11].

شکل 2- فلوچارت مراحل مختلف شناسایی توزیع شاخص‌ها

3-5 شناسایی توزیع شاخص‌های سطح بالای سوییچ پرداخت الکترونیکی

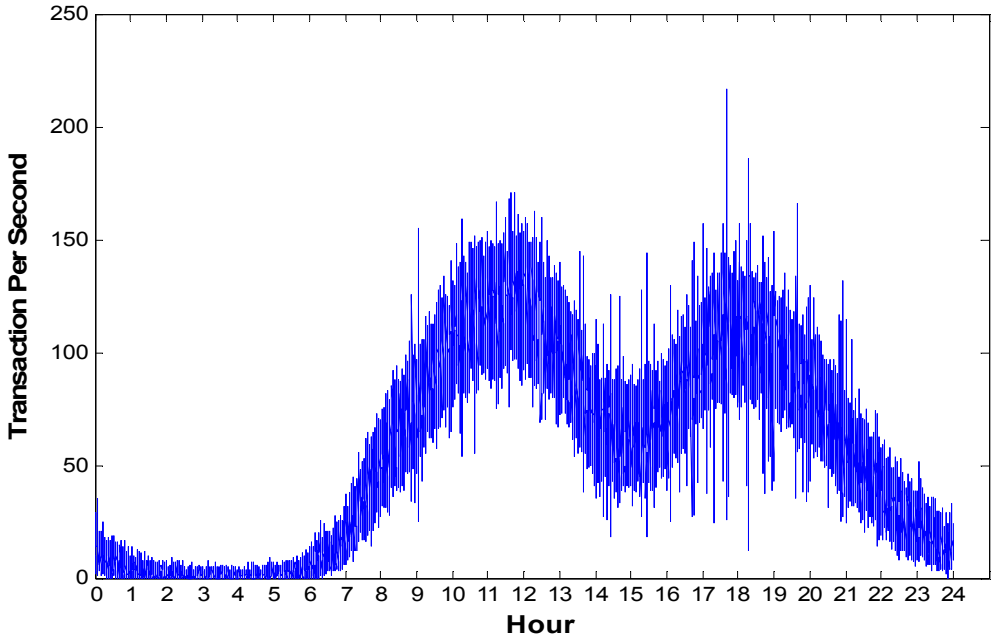
فلوچارت مراحل مختلف شناسایی شاخص‌ها در شکل 2 نشان داده شده است.

هیستوگرام متداول‌ترین نموداری است که برای داده‌های کمی رسم می شود. برای رسم هیستوگرام ابتدا حدود طبقات جدول توزیع فراوانی را روی محور افقی به صورت پیوسته نشان داده و محور عمودی را بر اساس فراوانی مطلق، فراوانی نسبی و یا درصد مدرج می نماییم.

با مشاهده نمودار هیستوگرام می توان توزیع شاخص مورد نظر را تا حدودی حدس زد اما این برای تعیین دقیق توزیع کافی نیست و نیاز به روش‌های آماری دیگری است تا توزیع شاخص‌ها با دقت بالاتری تعیین شود. به همین منظور از تست کولموگروف-اسمیرنف استفاده می شود. این آزمون توزیع داده‌های مورد نظر را با توزیع‌های مختلف مقایسه کرده و میزان نزدیک بودن توزیع داده‌ها به آن توزیع را نشان می دهد. مبنای این تست محاسبه بیش ترین فاصله تابع توزیع تجمعی داده نمونه و مرجع است. مناسب ترین توزیع، توزیعی است که بیش ترین فاصله تابع توزیع تجمعی آن و داده‌های نمونه در مقایسه با سایر توزیع‌ها کم‌تر است. به دلیل تنوع زیاد در انواع توزیع‌ها با مشاهده نمودار هیستوگرام حدس‌هایی درباره توزیع زده و برای آنها آزمون کولموگروف تست می شود.

3-6 مدل‌سازی موج و شناسایی توزیع شاخص نرخ ورود تراکنش‌ها

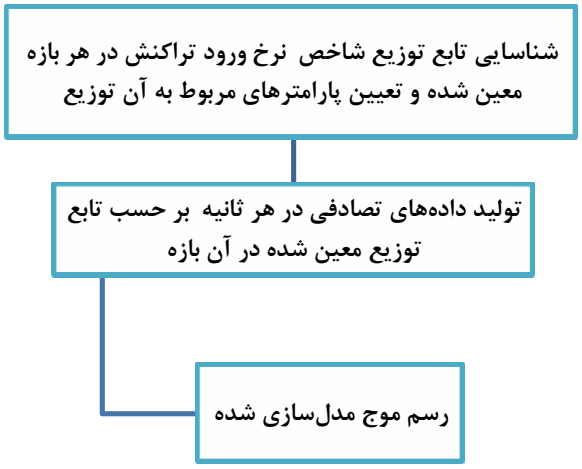
موج ورودی تراکنش‌های سوییچ پرداخت بانک نمونه 1 در یک روز در شکل 3 نشان داده شده است.



شکل 3- موج ورودی تراکنش‌های سوییچ پرداخت بانک نمونه 2 در یک روز

هدف مدل‌سازی موج شکل 3 است که الگوریتم مراحل مدل‌سازی در زیر نشان داده شده است:

- تقسیم بندی داده‌های شاخص نرخ ورود تراکنش به بازه‌های معین متناسب با حجم تراکنش‌های بانک مورد نظر
- شناسایی تابع توزیع داده‌ها در هر بازه معین شده و تعیین پارامترهای مربوط به آن توزیع
- تولید داده‌های تصادفی در هر ثانیه بر حسب تابع توزیع معین شده در آن بازه



شکل 4- فلوچارت مراحل مدل‌سازی نرخ ورود تراکنش

برای ارزیابی دقت مدل‌سازی از معیارهای APE[2] (درصد خطای مطلق) و MSE[3] (میانگین مربعات خطا) استفاده شده است.

فلوچارت مراحل مدل‌سازی نرخ ورود تراکنش در شکل 4 نشان داده شده است.

4- یافته‌ها و نتایج

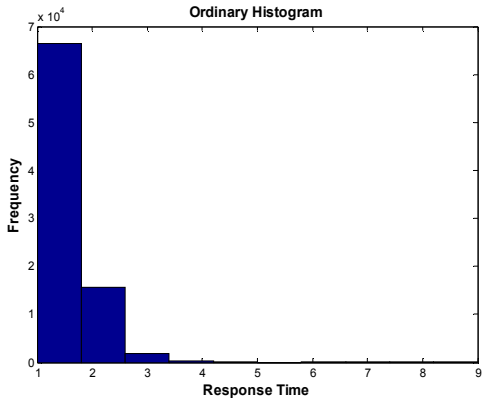
در این تحقیق از داده‌های واقعی دو بانک نمونه در سال 89 استفاده شده است که در این پژوهش از عناوین بانک نمونه 1 و بانک نمونه 2 برای آنها استفاده شده است.

4-1 نتایج شناسایی توزیع شاخص‌های سطح بالای سوئیچ پرداخت الکترونیکی

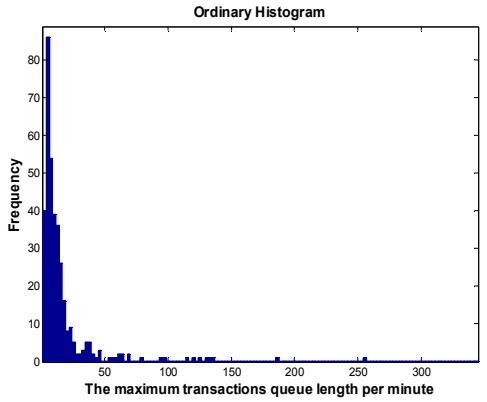
4-1-1 رسم هیستوگرام

نمودار هیستوگرام شاخص‌های مورد بررسی در شکل‌های زیر نشان داده شده است:

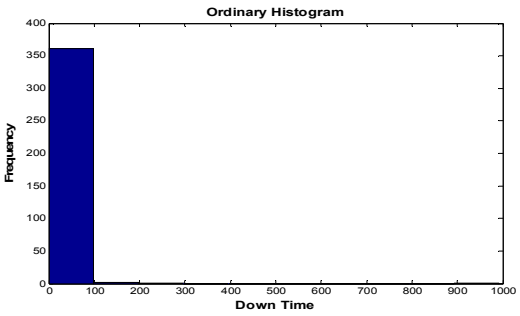
[2] Absolute percentage error
[3] Mean Square error



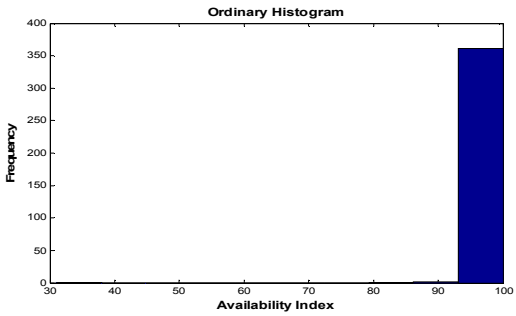
شکل 5- الف نمودار هیستوگرام معیار زمان پاسخ در 17 بهمن سال 89 بانک نمونه 1



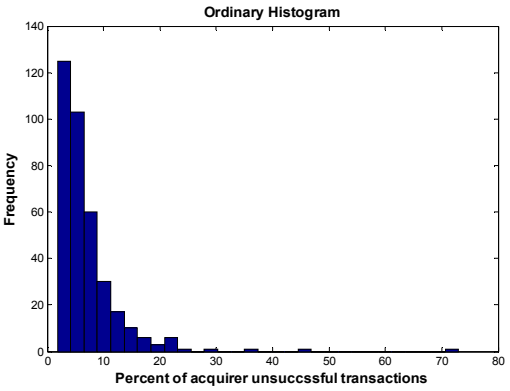
شکل 5- ب نمودار هیستوگرام معیار حداکثر طول صف تراکنش‌ها در دقیقه سال 89 بانک نمونه 1



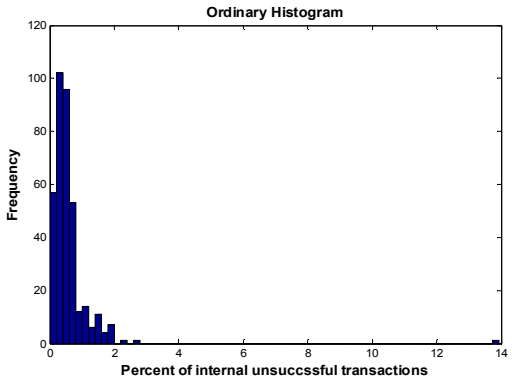
شکل 6-الف نمودار هیستوگرام زمان خارج از سرویس بودن سال 89 بانک نمونه 1



شکل 6-ب-نمودار هیستوگرام دسترس پذیری سال 89 بانک نمونه 1



شکل 7-الف نمودار هیستوگرام درصد تراکنش‌های ناموفق پذیرنده سال 89 بانک نمونه 1



شکل 7-ب نمودار هیستوگرام درصد تراکنش‌های ناموفق داخلی سال 89 بانک نمونه 1

با توجه به نمودارهای هیستوگرام شاخص‌ها حدس اولیه برای توابع توزیع آنها به صورت جدول 1 است.

شاخص	توزیع	پارامتر توزیع
زمان پاسخ	نمایی	0/788
حداکثر طول صف تراکنش‌ها در دقیقه	پواسن	21/05
هیستوگرام درصد تراکنش‌های ناموفق کلی	پواسن	4/188
هیستوگرام درصد تراکنش‌های ناموفق داخلی	پواسن	0/589
درصد تراکنش‌های ناموفق پذیرنده	پواسن	7/0604
درصد تراکنش‌های ناموفق صادر کننده	پواسن	0/2567
زمان خارج از سرویس بودن	یکنواخت	991/82
دسترس پذیری	یکنواخت	68/8

جدول 1– حدس اولیه برای توابع توزیع شاخص‌ها با توجه به نمودار هیستوگرام

پارامتر توزیع پواسن میانگین،نمایی وارون میانگین و یکنواخت اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین داده است.

4-1-2)شاخص‌های آماری و آزمون فرض توزیع

به منظور تعین دقیق‌تر تابع توزیع از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف استفاده شده است. که در جدول 2 نتایج مربوط به این آزمون برای شاخص‌های مختلف ارائه شده است. عدد بدست آمده در در هر توزیع بیش‌ترین فاصله تابع توزیع تجمعی داده‌های واقعی با تابع توزیع تجمعی توزیع‌های مختلف را نشان می دهد. هرچه این عدد کمتر باشد توزیع داده‌های واقعی به توزیع مورد نظر نزدیک‌تر است.

شاخص	توزیع	آزمون کولموگروف – اسمیرنوف	رتبه
درصد تراکنش‌های ناموفق کلی	کوشی	0/177	1
	گاما	0/231	2
	پواسن	0/2683	3
درصد تراکنش‌های ناموفق صادرکننده	کوشی	0/11	1
	گاما	0/22	2
	پواسن	0/29	3
درصد تراکنش‌های ناموفق پذیرنده	گاما	0/208	1
	نمایی	0/27	2
	پواسن	0/3	3
درصد تراکنش‌های ناموفق داخلی	کوشی	0/1291	1
	نمایی	0/1594	2
	پواسن	0/5549	3
زمان پاسخ	نمایی	0/5452	1
	پواسن	0/695	2
	نرمال	0/8175	3
حداکثر طول صف تراکنش‌ها در دقیقه	کوشی	0/178	1
	نمایی	0/2601	2
	پواسن	0/6952	3
دسترس پذیری	یکنواخت	0/4702	1
	نرمال	0/4807	2
	--	--	--
زمان خارج از سرویس بودن	یکنواخت	0/4702	1
	نرمال	0/4807	2
	--	--	--

جدول 2- نتایج آزمون کولموگروف – اسمیرنوف برای شاخص‌های نمونه

با مقایسه هیستوگرام داده‌های واقعی و نتایج حاصل از آزمون کولموگروف-اسمیرنف مناسب ترین تابع توزیع شاخص‌ها به صورت زیر جدول 3 تعیین شد.

4-2)نتایج مدل‌سازی موج و شناسایی توزیع شاخص نرخ ورود تراکنش‌ها

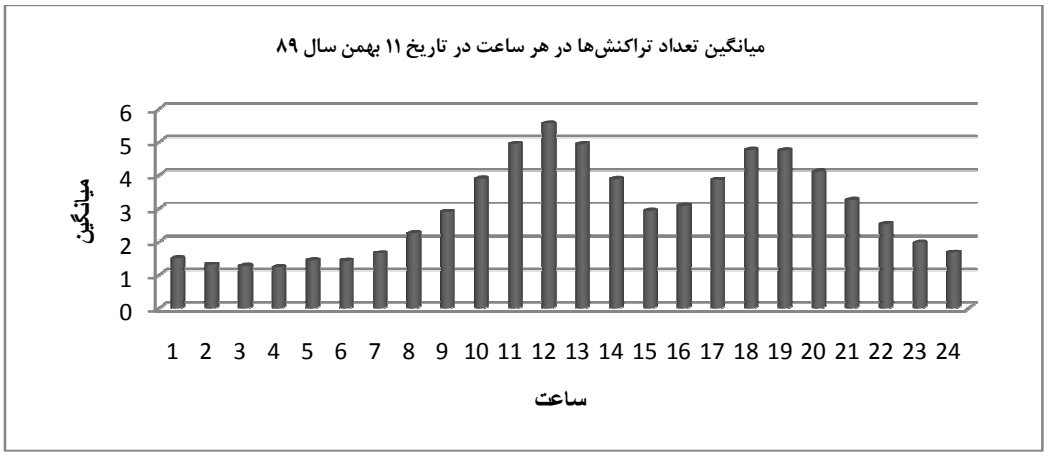
برای مدل‌سازی موج نیاز به شناسایی توزیع ورود تراکنش‌ها در بازه‌های معین شده است. در این پژوهش به عنوان نمونه نتایج مدل‌سازی موج یک بانک در یک روز آورده شده است. در بانک نمونه به دلیل بالا بودن تعداد تراکنش‌ها در هر ثانیه بازه یک

ساعت برای شناسایی انتخاب شده است. برای بانک‌ها با حجم تراکنش‌های کمتر بازه‌های کوچکتر انتخاب می شود تا دقت مدل‌سازی بیشتر شود.

شاخص	توزیع	شاخص	توزیع
دسترس پذیری	توزیع یکنواخت	درصد تراکنش‌های ناموفق کلی	توزیع کوشی
زمان خارج از سرویس بودن	توزیع یکنواخت	حداکثر طول صف تراکنش‌ها در دقیقه	توزیع کوشی
درصد تراکنش‌های ناموفق صادرکننده	توزیع کوشی	درصد تراکنش‌های ناموفق پذیرنده	توزیع پواسن
درصد تراکنش‌های ناموفق داخلی	توزیع کوشی	زمان پاسخ	نمایی

جدول 3 – مناسب ترین توزیع با مقایسه هیستوگرام و تنایج آزمون کولموگروف-اسمیرنف

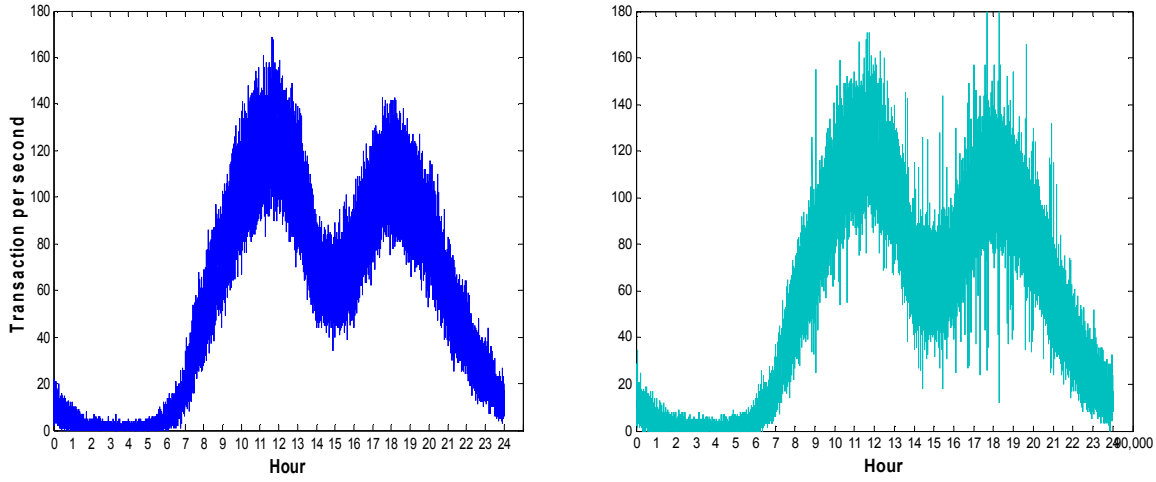
توزیع این شاخص در تمام ساعت‌ها پواسن با میانگین مشخص شناسایی شد. شکل 9 نمودار میانکین در ساعات مختلف روز از بانک نمونه 2 را نشان می‌دهد.



شکل 9- نمودار میانگین تعداد تراکنش‌ها در ساعات مختلف روز در تاریخ 11 بهمن سال 89

بوسیله الگوریتم ارایه شده برای مدل‌سازی موج می توان موج تمام روزهای سال را مدل‌سازی کرد. به عنوان نمونه نتایج موج مدل‌سازی شده در تاریخ 11 بهمن سال 89در این پژوهش آورده شده است.

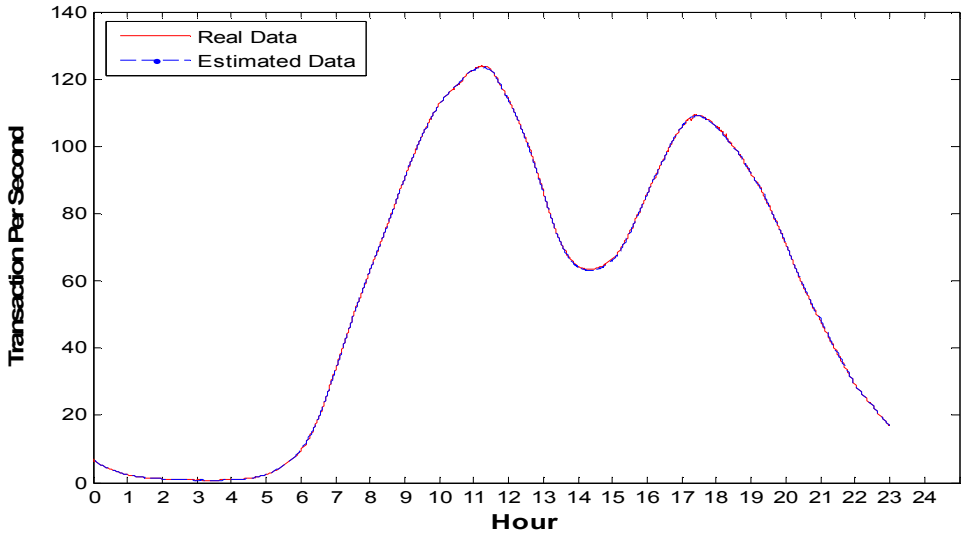
موج اصلی و موج مدل‌سازی شده به ترتیب در شکل‌های 10-الف و 10-ب نشان داده شده است.



(ب) (الف)

شکل 10- (الف) نمودار تعداد تراکنش‌ها در ثانیه با داده‌های واقعی بانک نمونه در تاریخ 11 بهمن سال 89 (ب) - نمودار تعداد تراکنش‌ها در ثانیه مدل‌سازی شده در تاریخ 11 بهمن سال 89

نمودار فیلتر شده ی دو موج در یک نمودار در شکل 12 نشان داده شده است:



شکل 12- نمودار فیلتر شده ی موج با داده‌های واقعی و موج مدل‌سازی که دقیقا بر هم منطبق شده‌اند

جدول 4 خطای مدل‌سازی را با دو معیار MAPE (میانگین درصد خطای نسبی) و MSE (میانگین مربعات خطا) برای چند روز نمونه نشان می‌دهد.

روز	میانگین مربعات خطا (MSE)	میانگین درصد خطای نسبی (MAPE)
89/11/01	0/0218	0/312 ×10^(-5)
89/11/02	0/023	0/196 ×10^(-5)
89/11/03	0/0244	0/208 ×10^(-5)
89/11/04	0/0287	0/231 ×10^(-5)
89/11/05	0/0121	0/324 ×10^(-5)
89/11/06	0/0258	0/208 ×10^(-5)
89/11/07	0/0496	0/254 ×10^(-5)
89/11/08	0/0082	0/266 ×10^(-5)
میانگین	0/0242	0/254 ×10^(-5)

جدول 4- خطای مدل‌سازی با دو معیار میانگین مربعات خطا و درصد خطای مطلق

میانگین خطای مدل‌سازی برای چند روز نمونه با معیار MAPE برابر 0/254 ×10^(-5) درصد و با معیار MSE ، 0/0242 بدست آمد که نشان می دهد موج با خطای کمی مدل‌سازی شده است.

5- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله تعدادی از شاخص‌های سطح بالای سامانه پرداخت الکترونیکی شناسایی و مدل‌سازی شد. بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد زمان پاسخ سوییچ‌های پرداخت به صورت یک توزیع نمایی، نرخ ورودی تراکنش‌ها به صورت یک فرآیند تصادفی پواسن با میانگین متغیر با زمان، طول صف به صورت یک تابع پواسن، دسترس پذیری و زمان خارج از سرویس به صورت یک توزیع یکنواخت و خطاهای صادرکننده، پذیرنده، داخلی و کلی سوییچ دارای توزیع پواسن هستند. با توجه به شناسایی صورت گرفته بر روی شاخص‌ها و رفتار مشتری، مدل ورودی تراکنش‌های یک سوییچ شبیه سازی شده و مدل شبیه سازی شده با دقت بسیار خوبی بر ورودی واقعی سوییچ تطابق پیدا کرده است. نتایج حاصل از این مقاله در مدل‌سازی سوییچ و شبکه پرداخت الکترونیکی و همچنین زیر ساخت‌های ارزیابی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت شرکت توسعه سامانه‌های نرم‌افزاری نگین (توسن) تحت قرارداد پژوهشی شماره 895760 مورخ 1389/8/12 بین این شرکت و پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران انجام شده است. داده‌های مورد استفاده در پژوهش نیز توسط شرکت توسن، با رعایت محرمانه بودن اطلاعات در اختیار نویسندگان مقاله قرار گرفته است.

منابع

[1] Jamali, M. R., Khodadadi, A. and Lucas C.(2010). *Pattern Oriented Design of Operational Intelligent Software for Evaluation of Electronic Banking Switche*. ECDC 2010, Kish Island, Iran, September.

[2] Song, Y. J., Tobagus, W., Raymakers, J. and Fox, A. *Is MTTR more important than MTTF for improving user-perceived availability?* Manuscript submitted for publication, Stanford university. [online].Available at: http://www.cs.cornell.edu/~yeejiun/mttr.pdf (last access : 2011).

[3] Nelles, O. (2001). *Nonlinear System Identification*. Springer-Verlag.

[4] Nami, M. R. (2009). *E-Banking: Issues and Challenges.* Software Engineering, 10th ACIS International Conference on e-Banking.

[5] Salehi, M., Alipour M. (2010). *E-Banking in Emerging Economy: Empirical Evidence of Iran*. International Journal of Economics and Finance. 2 (1).

[6] Rasolinezhad, E. (2009). *Evaluating electronic banking systems in developing nations through Analytic Hierarchy Process model: a case study* - International Journal of Electronic Finance, Inderscience Enterprises Ltd.

[7] Hanzaee, K. H. and T. Sadeghi, (2010). *Measuring banks' automated services quality: A re-examination and extension in an Islamic country*. World Applied Sciences Journal, 8 (7) - 874-880.

[8] Sadeghi, T., (2004). *Examining the obstacles of formatting electronic banking in Iran.* Master's Thesis, Allame Tabatabay University (in Farsi).

[9] Pattanaik, S., Ghosh, P. P. (2010). *Role of Data Mining in E-Payment systems.* International Journal of Computer Science and Information Security, 7(2).

[10] Shahedi, Y. Shah-Hosseini, H. Nikimaleki, Kh. and Jamali, M.R. (2011). *Evaluation of Banking Payment Switch Daily Operation Based on Fuzzy Methods*. 3rd International Conference on Machine Learning and Computing (ICMLC 2011).

[11] Papoulis, A. and Pillai, S. U. (2002). *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*. 4th ed. New York: McGraw-Hill.

[12] Stephens, M. A. (1974). *EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons.* Journal of the American Statistical Association (American Statistical Association) 69 (347): 730–737.

[13] Yamin, H.Y., Li, Z., and Shahidehpour, S.M. (2004). *Bidding strategies using price based unit commitment in a deregulated power market.* Journal of Electric Power Components and Systems. 32(3): 229-245.