پژوهشکده پولی و بانکی
بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

شرکت ملی انفورماتیک
National Informatics Corporation

دومین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت
تهران- مرکز همایش‌های بین‌المللی صدا و سیما
26 و 27 دی 1391

مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش الکترونیکی و بررسی تاثیر خصوصیات کیفی اجزای زنجیره بر روی دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر و تراکنش‌های بازگشتی

Electronic transaction chain modeling and examination the effect of chain components qualitative characteristic on the user perceived availability and reversal transactions

سهیلا کریمی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کنترل، دانشگاه تهران

Soheila karimi, Graduate student of Control Engineering,University of Tehran, s.karimi@ece.ut.ac.ir

(محمد کمیجانی، شرکت نبض افزار رایان اندیش)
(Mohammad Komijani, Rayan andish Pulseware company, m.komijni@pulseware.ir)

(محمدرضا جمالی، شرکت نبض افزار رایان اندیش)
(MohammadReza Jamali, Rayan andish Pulseware company, jamali@pulseware.ir)

(بابک نجار اعرابی، دانشیار دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران)

(Babak Nadjar-Araabi, Associate Professor of Electrical and Computer Engineering Department of University of Tehran, araabi@ut.ac.ir)

چکیده (فارسی)

هدف اصلی در این مقاله بررسی تاثیرات تغییر پارامترهای اساسی، سقف زمان پاسخ[1] و دسترس‌پذیری[2] اجزای زنجیره انجام تراکنش، بر روی دسترس‌پذیری حس شده[3] توسط کاربر خودپرداز و میزان تراکنش‌های بازگشتی ایجاد شده در زنجیره است. بدین منظور به مدل‌سازی و شبیه‌سازی سوییچ بانکی، سامانه متمرکز، دستگاه خودپرداز و مدل صف مشتریان پرداخته‌ایم. ورود تراکنش‌ها به صورت یک فرآیند تصادفی با توزیع پوآسن مشابه با الگوی مراجعه به یک خودپرداز واقعی درنظر گرفته شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که تعیین مناسب سقف زمان پاسخ در شرایط یکسان خصوصیات کیفی اجزای زنجیره تراکنش، باعث افزایش کارایی سیستم خواهد شد. از مزایای این کار می‌توان به ایجاد نقطه کار مناسب برای سیستم با افزایش دسترس‌پذیری حس شده و کاهش اثرات فیدبک مثبت ناشی از تراکنش‌های بازگشتی اشاره کرد.

کلید واژه‌ها: مدل‌سازی؛ سقف زمان پاسخ؛ ظرفیت سوییچ؛ دسترس‌پذیری حس شده؛ تراکنش‌های بازگشتی.

[1] Timeout
[2] Availability
[3] Perceived Availability

طبقه‌بندی JEL: C63 ؛ C63 ؛ E22؛ C60؛ C60.

.

چکیده (انگلیسی)

The main purpose of this paper is to examine the effects of the basic parameters change, timeout and transaction chain components availability, on perceived availability by the Automated Teller Machine user and the amount of reversal transactions created in the chain. Therefore a banking switch, Core, ATM machine and the customers queue model has been simulated. Input transactions are considered as a random process with Poisson distribution similar to the referral pattern to an actual ATM. Results show that appropriate determination of timeout at the same qualitative characteristic transaction chain components, can increase the system performance. Creating appropriate operating point for the system, by increasing the perceived availability and decreasing the effects of positive feedback caused by the reversal transactions, is one of the advantages of this work.

Key words: *Modeling, Timeout, Switch Capacity, Perceived Availability, Reversal Transactions.*

JEL classification: C63; C63; E22; C60; C60.

مقدمه

با افزایش روزافزون خدمات بانکداری الکترونیک اهمیت پایداری زیرساخت‌های بانکی، دسترس‌پذیری بالای آن‌ها، ارایه خدمات پرداخت الکترونیکی به صورت 24 ساعته در 7 روز هفته و اهمیت کیفیت خدمات بانکداری الکترونیکی بسیار افزایش یافته است. با توجه به اینکه شبکه بانکداری کشور در حال حاضر ساختاری متمرکز دارد تعامل بین بانک‌ها، ارتباطات داخلی و تاثیر متقابل اجزای مختلف سامانه بر پایداری سیستم‌های پرداخت موثر است و موجب می‌شود که ناپایداری به صورت یک پدیده تظاهری[۴] ناخواسته ایجاد شود.

فیدبک مثبت در ارسال تراکنش‌های بازگشتی باعث ناپایدار شدن شبکه بانکی می‌شود. تراکنش‌های بازگشتی منشاهای مختلف دارند که یکی از منشاهای ایجاد آن‌ها کندی سوییچ و یا مناسب نبودن سقف زمان پاسخ بین سوییچ‌ها است. از اثرات فیدبک مثبت می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاهش بهره سوییچ و شبکه بانکی کشور
- ایجاد ناپایداری شبکه و افزایش احتمال ایجاد مغایرت مالی در شبکه بانکی کشور به دلیل به وجود آمدن تراکنش‌های بازگشتی و افزایش بیش از حد درخواست‌ها از شبکه الکترونیکی به علت فیدبک مثبت ایجاد شده

[4] Emergent Phenomena

- مغایرت مالی باعث می‌شود که یک فرآیند خودکار به یک فرآیند دستی تبدیل شود و تعاملات بین بانکی هزینه‌ی زیادی را به بانک‌ها تحمیل می‌کند.
- افزایش بار شبکه و تکرار تراکنش به علت ایجاد فیدبک مثبت باعث تشدید بار می‌شود.
- سایبرفیزیکی و اجتماعی بودن فرآیندهای پرداخت الکترونیکی، عدم دسترس‌پذیری و دسترسی به خدمات پرداخت در افزایش استرس و هزینه‌های مالی به جامعه غیرقابل انکار است و مغایرت‌های مالی بوجودآمده و سفرهای شهری و مراجعات حضوری به بانک‌ها، هزینه‌های مضاعفی را به شهروندان و بانک‌ها تحمیل می‌کند.

با توجه به مشکلات ناشی از فیدبک مثبت، یک راه‌حل مناسب مدل‌سازی شبکه و تحلیل نحوه‌ی ایجاد فیدبک مثبت، بررسی عوامل موثر در ایجاد فیدبک مثبت و بررسی راهکارها و سیاست‌های ممکن برای بهبود دسترس‌پذیری، کاهش مغایرت و افزایش رضایت مشتری، کاهش اثرات فیدبک مثبت و در نتیجه افزایش پایداری شبکه است. در این پژوهش با شناسایی سیستم مبتنی بر داده‌های واقعی و دانش ذینفعان در رابطه با عملکرد هر جزء، سعی در مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش از نقطه شروع در دستگاه خودپرداز تا سامانه متمرکز در حالت سرویس‌دهی داخلی خواهد شد و اثرات تغییرات خصوصیات کیفی خودپرداز، سوییچ پرداخت و سامانه متمرکز بر روی دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر و فیدبک مثبت ایجاد شده توسط تراکنش‌های بازگشتی مشخص شود. در فعالیت‌های آتی با توسعه مدل امکان شبیه‌سازی تراکنش‌های بین بانکی صورت خواهد پذیرفت.

در قسمت دوم پیشینه تحقیق با تمرکز بر فعالیت‌های صورت گرفته در حوزه مدل‌سازی شبکه پرداخت الکترونیک ارایه شده است. مدل زنجیره تراکنش در قسمت سوم ارایه شده است. در این قسمت مدل‌های استفاده شده در زنجیره تراکنش شامل مدل مراجعه به خودپرداز، مدل صف، خودپرداز، سوییچ و سامانه متمرکز ارایه شده است. در قسمت چهارم نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل و تاثیر تغییر پارامترهای کیفی و پیکربندی بر دسترس‌پذیری حس شده و میزان تراکنش‌های بازگشتی ارایه خواهد شد. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی در قسمت پنجم ارایه شده است.

ادبیات موضوع

مطلوبیت و سودمندی یک سیستم با هر دو شاخص عملکردی و غیرعملکردی آن مانند قابلیت استفاده، انعطاف‌پذیری، کارایی، قابلیت اطمینان، دسترس‌پذیری و امنیت تعیین می‌شود. شاخص‌های عملکردی و فوق‌عملکردی سامانه‌های سایبری و الکترونیکی به شدت بر فرایندهای فیزیکی و اجتماعی تاثیرگذار است. شاخص‌های غیرعملکردی در ارزیابی توانایی و عملکرد یک سیستم تاثیر بسیار مهمی دارند [1].

زیرساخت‌های فناوری اطلاعات بر روی توانایی رقابتی شرکت‌ها تاثیر به‌سزایی دارند. شاخص‌های فوق‌عملکردی سیستم مانند دسترس‌پذیری حس شده از نقطه دید کاربر، پایداری، زمان پاسخ، زمان تعمیر و فاصله بین دو خرابی در طراحی زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، پیاده‌سازی و نگهداری آن‌ها و یا بهبود سامانه و تغییر شرایط کاری بسیار مهم هستند. از این میان دسترس‌پذیری‌حس شده شاخص بسیار مهم در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات است [2]. در مرجع [3] یک ابزار هوشمند استراتژیک عملیاتی برای ارزیابی عملکرد شبکه سوییچ بانکی ارایه شده است که با استفاده از شاخص‌های عملکردی پایداری، دسترس‌پذیری، زمان پاسخ و سایر شاخص‌های مبتنی بر مدل‌های پیشنهادی عملکرد سوییچ و اجزای دیگر شبکه

پرداخت الکترونیکی را ارزیابی می‌کند.

در مرجع [4]، یک سیستم فازی به منظور ارزیابی عملکرد سوییچ پرداخت الکترونیکی ارایه شده است که با استفاده از روش‌های فازی و در نظر گرفتن خصوصیات کیفی و شاخص‌های عملکردی به عنوان ورودی به یک سیستم استنتاج فازی عملکرد سوییچ بر مبنای قوانین فازی ایجاد شده توسط اشخاص خبره مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. در نهایت مشاهده می‌شود که پایداری و دسترس‌پذیری بالای سوییچ بر شاخص ارزیابی نهایی توسط کاربر بسیار تاثیرگذار است.

دسترس‌پذیری بالا در سیستم‌های اینترنتی از طریق دو شاخص اساسی میانگین زمان تعمیر[5] و میانگین فاصله زمانی بین دو خرابی[6] بدست می‌آید و دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر نه تنها به خصوصیات سیستم بلکه به رفتار کاربر نیز بستگی دارد. از نظر کاربران برای دو سیستم با دسترس‌پذیری یکسان سیستمی که میانگین زمان تعمیر کمتری دارد دسترس‌پذیری بالاتری دارد. در مرجع [5]، اثرات میانگین زمان تعمیر و میانگین فاصله بین دو خرابی بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر مدل‌سازی شده است و در نهایت در دو آزمایش جداگانه بر روی دو سیستم با دسترس‌پذیری یکسان ولی میانگین زمان تعمیر و میانگین فاصله زمانی بین دو خرابی متفاوت، نشان داده شده است که در یکی از سیستم‌ها با کاهش میانگین زمان تعمیر و در دیگری با افزایش میانگین فاصله زمانی بین دو خرابی، دسترس‌پذیری حس شده توسط کاریر افزایش یافته است.

سیستم‌های پردازنده تراکنش سیستم‌های بی‌درنگ هستند بدین معنی که عملکرد سیستم تنها به وسیله پردازش صحیح تراکنش تعیین نمی‌شود بلکه زمان پاسخ تراکنش نیز یک معیار عملکردی مهم سیستم محسوب می‌شود. این معیار مهم‌ترین شاخصی است که در قضاوت کاربر در مورد کیفیت سیستم پردازنده تراکنش موثر است. دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر مبتنی بر عملکرد سیستم و به ویژه زمان پاسخ سیستم است. در مقاله [6] دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر به عنوان شاخص ارزیابی نهایی توسط کاربر معرفی شده است.

سیستم‌های پرداخت به عنوان بخش مهم و جدایی‌ناپذیر اقتصاد کنونی به سرعت در حال گسترش هستند. در مرجع [7] مطالعات و تکنیک‌های شبیه‌سازی سیستم‌های پرداخت با استفاده از شبیه‌ساز سیستم تسویه و پرداخت[7] که توسط بانک فنلاند تهیه شده انجام شده است. تمرکز اصلی تحلیل‌ها بر روی تنظیمات تداوم، پایداری عملیاتی، الزامات نقدینگی، تنظیمات صف تراکنش، ویژگی‌های شبکه و توپولوژی‌های شبکه است.

در طول سال‌های اخیر تعدادی از مدل‌های شبکه بین بانکی توسعه یافتند و برای تحلیل ورشکستگی و ریسک سیستماتیک بکار گرفته شدند. مقاله [9] جهت جدیدی برای شبیه‌سازی در سیستم‌های پرداخت بین بانکی ارایه می‌دهد که شامل توپولوژی شبکه، دینامیک شبکه و مدل‌سازی مبتنی بر عامل رفتار بانک است و نشان می‌دهد که چگونه فعل و انفعالات سیستم پرداخت می‌تواند با استفاده از توپولوژی شبکه توصیف شود. همچنین با توصیف دینامیک‌های سیستم‌های پرداخت بین بانکی، یک مدل ساده از یک سیستم پرداخت و همچنین چند روش برای مدل کردن رفتار مشتریان ارایه می‌کند.

در هر سامانه شاخص‌هایی برای بررسی عملکرد و ارزیابی کیفیت خدمات تعریف می‌شود که شناسایی این شاخص‌ها اولین گام در مدل‌سازی و ارزیابی هر سامانه است. در مقاله [10] با استفاده از داده‌های واقعی چند بانک نمونه شاخص‌های سطح بالای

[5] Mean Time To Repair (MTTR)
[6] Mean Time To Failure (MTTF)
[7] BoF-PSS2

سامانه پرداخت الکترونیکی مبتنی بر روش‌های آماری شناسایی و مدل‌سازی شده‌اند و همچنین با توجه به شناسایی صورت گرفته بر روی شاخص‌ها و رفتار مشتری، موج ورودی تراکنش‌های یک سوییچ شبیه‌سازی شده است. در مدل تولید تراکنش این مقاله از مدل تولید تراکنش [10] به عنوان یک فرآیند پواسن استفاده شده است.

در مقاله [11] با مدل‌سازی سوییچ به صورت آماری تاثیر سقف زمان پاسخ در شاخص‌های سطح بالای سوییچ مانند دسترس‌پذیری و دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر نهایی بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش سقف زمان پاسخ باعث بالا رفتن خطای ناشی از خارج از سرویس شدن[8] سوییچ از نقطه دید کاربر و کاهش آن خطای ناشی از سقف زمان پاسخ را افزایش می‌دهد. لازم است با در نظر گرفتن مجموع خطای حس شده از نظر کاربر، سقف زمان پاسخ بهینه با توجه به پارامترهای سوییچ مشخص شود. این فعالیت به عنوان محور فعالیت کنونی توسط نویسنده در نظر گرفته شده است و با توسعه‌ی مدل سعی شده زنجیره تراکنش در حالت سرویس‌دهی داخلی مدل‌سازی شود.

مدل‌سازی زنجیره تراکنش

تعاریف

در این قسمت اصطلاحات و شاخص‌های حوزه پژوهش ارایه شده است.

سیستم سایبرفیزیکی[9]: سیستم سایبرفیزیکی ترکیبی از عناصر محاسباتی و فیزیکی سیستم[10] و هماهنگی بین آن‌ها است به طوری که هر رفتار این سیستم در نتیجه عمل متقابل این دو قسمت است و از هم قابل تمیز نیست.
حالت سرویس‌دهی داخلی: تراکنش‌هایی که با کارت‌های بانک یا موسسه بر روی ترمینال‌های فروش، خودپردازها یا دیگر درگاه‌های سوییچ همان بانک انجام می‌شود.

سوییچ بانکی: سامانه سرویس‌دهنده به پایانه‌ها و کانال‌های عامل تراکنش‌های الکترونیکی کارتی است. این سامانه قابلیت پذیرش تراکنش‌های کارتی، پردازش آن‌ها و مسیر دهی آن‌ها در صورت لزوم را دارد.
تراکنش‌های بانکی: هر عملیاتی که از سه طریق شعب، درگاه‌های بانکداری الکترونیک مانند خودپردازها[11] و پایانه‌های فروش[12] و بانکداری مدرن (اینترنت بانک، موبایل بانک و غیره) انجام می‌پذیرد مستلزم انجام تعدادی عملیات در سامانه بانکی است. به هر یک از این عملیات یک تراکنش گویند.

سیستم پرداخت الکترونیکی: به فرآیندهای خودکار تبادل ارزش پولی میان بخش‌ها در معاملات کسب و کار و انتقال این مقدار از طریق شبکه‌های تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات[13] سیستم‌های پرداخت الکترونیکی گفته می‌شود. کانال‌های پرداخت الکترونیکی شامل کارت‌های پرداخت (debit or credit)، دروازه‌های اینترنت برخط، ترمینال‌های فروش، دستگاه خودپرداز،

8 Down
9 Cyber Physical System
10 The system's computational and physical elements
11 ATM (Automatic Teller Machine)
12 POS (Point Of Sale)
13 Information and Communication Technology (ICT)

گوشی‌های تلفن همراه، ACH[14]، RTGS[15] و بدهی یا سپرده مستقیم است.

فیدبک مثبت: فیدبک مثبت یکی از مهم‌ترین عوامل ناپایداری در شبکه پرداخت الکترونیکی است. در زمانی که تراکنش‌ها با موفقیت انجام نشود، انجام دوباره این تراکنش‌ها توسط کاربران باعث به وجود آمدن فیدبک مثبت و اثر بارگذاری در مدار می‌شود و تراکنش‌های برگشتی نیز موجب ایجاد فیدبک مثبت می‌شود.

مغایرت: در برخی مواقع به علت وقوع فیدبک مثبت در تراکنش‌های بازگشتی، مبلغ تراکنش از حساب کاربر کسر می‌شود در حالی که تراکنش ناموفق بوده است، این رویداد مغایرت نام دارد و در برخی مواقع باعث می‌شود که یک فرآیند خودکار به یک فرآیند دستی تبدیل شود. البته مغایرت نشانه‌های دیگری مانند عدم توانایی خودپرداز در پرداخت پول یا اختلالات شبکه‌ای هم دارد.

تراکنش‌های بازگشتی (اصلاحی): دربرخی موارد به علت اختلال‌های شبکه یا مشکلات بروز کرده در سوییچ پذیرنده‌ی کارت یا سوییچ صادرکننده‌ی کارت، نیاز است تا تراکنش اصلی برگشت شده و تاثیر مالی آن بازگردد، دراین حالت نیاز است تا فرآیند تراکنش اصلاحی صورت پذیرد.

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.

متوسط زمان پاسخ: این شاخص به صورت متوسط زمان پاسخ تمامی تراکنش‌ها تعریف می‌شود. افزایش آن نشان‌دهنده‌ی کند شدن سوییچ یا کانال‌های ارتباطی آن مانند سوییچ واسط یا سامانه‌ی متمرکز است.

سقف زمان پاسخ: حداکثر زمان پاسخ برای تراکنش موفق در سامانه سوییچ سقف زمان پاسخ نامیده می‌شود. با توجه به دسته‌بندی تراکنش‌ها بر روی کانال‌های فیزیکی یا منطقی، این مقدار ثابت است.

ظرفیت سوییچ: تعداد تراکنش‌های منتظر که سوییچ می‌تواند در هر لحظه داشته باشد، ظرفیت سوییچ در نظر گرفته می‌شود.

خطا: خطا در شبکه بانکی به دلیل حساسیت و دقت بالای مورد نیاز، مساله بسیار مهمی است. نسبت تعداد تراکنش‌های ناموفق به کل تراکنش‌ها، نسبت خطا را مشخص می‌کند. با شناخت منبع خطا به طور صحیح می‌توان درجهت رفع خطا و مشکل بوجود آمده جهت‌گیری کرد.

میانگین فاصله زمانی بین دو خرابی: این شاخص متوسط زمان بین دو خرابی سامانه است که نشان‌دهنده قابلیت اعتماد سامانه است. هر چه این زمان بالاتر باشد، فاصله بین دو خرابی متوالی سامانه بیشتر می‌شود [6].

میانگین زمان تعمیر: این شاخص متوسط زمان تعمیر سامانه است که نشان‌دهنده قابلیت نگهداری سامانه است. در حوزه بانکداری میانگین زمان تعمیر یک خصوصیت فوق‌عملکردی است که به طراحی و همچنین وضعیت پشتیبانی محصول برمی‌گردد که هر چه پایین تر باشد کیفیت خدمت بالاتری به مشتری ارایه می‌شود [6].

14 Automated Cleaning House
15 Real Time Gross Settlement

دسترس‌پذیری: این شاخص درصد زمان سرویس‌دهی سامانه به کل زمان را در بازه زمانی موردنظر نشان می‌دهد. در دسترس بودن سیستم به عملکرد فنی درست سیستم اشاره دارد. دسترس‌پذیری سیستم با معادله (1) بیان می‌شود. معادله (1) نشان می‌دهد دسترس‌پذیری بالا می‌تواند از طریق افزایش متوسط زمان بین دو خرابی و کاهش متوسط زمان تعمیر بدست آید [6].

$$\text{Availability} = \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF+MTTR}} = \frac{\text{total time-down time}}{\text{total time}} \qquad (1)$$

دسترس‌پذیری حس شده: دسترس‌پذیری از دید کاربر نهایی تعداد تراکنش‌های موفق به کل تراکنش‌هاست و با معادله (2) بیان می‌شود [6].

$$\text{Perceived Availability} = \frac{\text{Successful Transactions}}{\text{Total Transactions}} \qquad (2)$$

قابلیت اطمینان[16]: به ثبات عملکرد و قابلیت اعتماد سیستم و توانایی سیستم در انجام خدمات و سرویس به صورت دقیق و با اطمینان اطلاق می‌شود که از شاخص‌های مهم کیفیت سرویس محسوب می‌شود. با توجه به برخی مشاهدات تجربی قابلیت اطمینان مهم‌ترین بعد کیفیت خدمات الکترونیکی است.

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

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

در فرمول (3)، λ مدت زمان میانگین وقوع دو اتفاق متوالی است [12].

توزیع پواسن: یک توزیع احتمالی گسسته است که احتمال اینکه یک حادثه به تعداد مشخصی در فاصله‌ی زمانی یا مکانی ثابتی رخ دهد را شرح می‌دهد. توزیع پواسن دارای تابع چگالی احتمال زیر است:

$$f(k;\lambda) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \qquad (4)$$

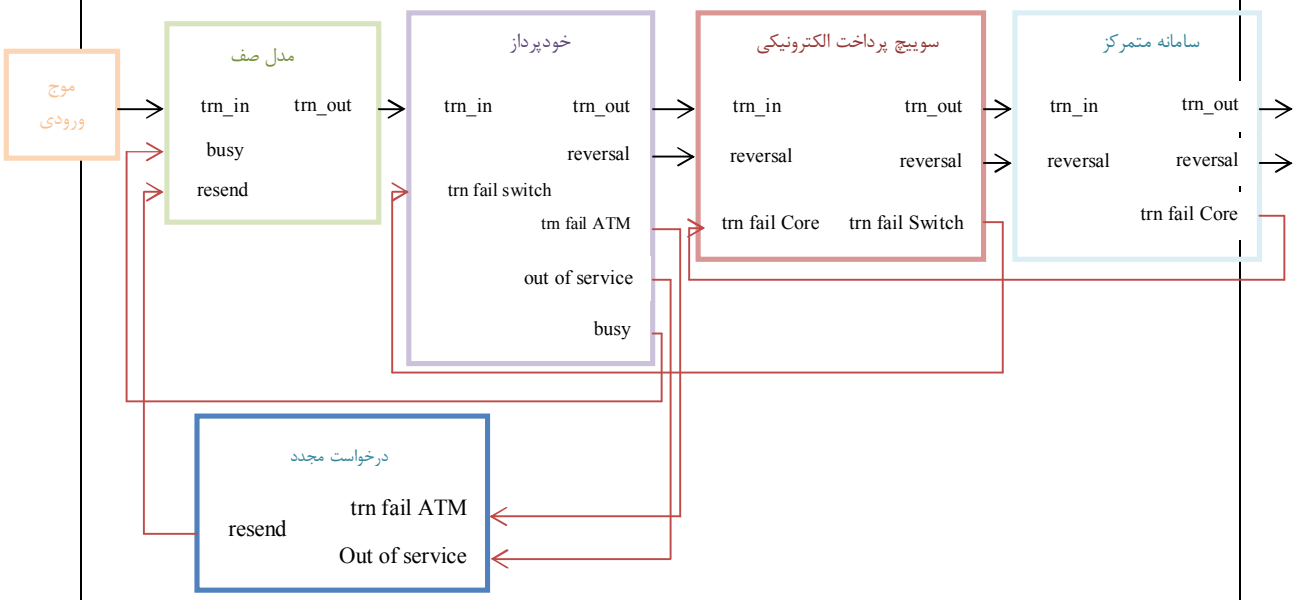
در فرمول (4)، λ تعداد دفعات تکرار در بازه زمانی داده شده است [12].

مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش

تصویر 1 مدل زنجیره انجام تراکنش در حالت سرویس‌دهی داخلی را نشان می‌دهد. نحوه عملکرد هر یک از اجزای مدل در

[16] Reliability

ادامه این بخش آورده شده است.



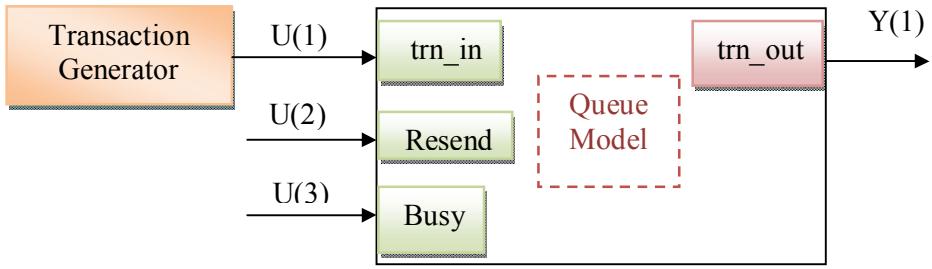
تصویر 1- مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش در حالت سرویس‌دهی داخلی

مدل صف

بلوک تولید تراکنش[17] در تصویر 2 رفتار مراجعین به خودپرداز را مدل می‌کند. الگوی مراجعه به خودپرداز به صورت توزیع پوآسن با یک نرخ مشخص که از طریق شناسایی بر روی داده‌های واقعی بدست آمده است در نظر گرفته شده است [10]. سیگنال تراکنش ورودی (trn_in) الگوی رفتاری مراجعه به خودپرداز را مدل می‌کند. سیگنال Resend درخواست مجدد مشتری در صورت موفق نبودن درخواست قبلی را مدل می‌کند و سیگنال Busy مشغول بودن زنجیره انجام تراکنش را نشان می‌دهد و به صورت بازخورد از خروجی مدل خودپرداز گرفته می‌شود و مشغول بودن زنجیره انجام تراکنش را نشان می‌دهد. تراکنش ورودی از طریق سیگنال trn_in وارد مدل صف می‌شود و با توجه به دو سیگنال Resend و Busy در مورد خروج مشتریان از مدل صف تصمیم‌گیری می‌شود. بدین صورت که اگر سیگنال Resend فعال شود باید تراکنش قبلی مجددا به خروجی مدل صف (trn_out) ارسال شود. در غیر این صورت باید به سیگنال Busy نگاه شود، در صورت مشغول نبودن زنجیره انجام تراکنش (سیگنال Busy صفر) تراکنش ورودی به خروجی مدل صف ارسال می‌شود (سیگنال خروجی trn_out یک) و در غیر این صورت اگر سیگنال Busy یک باشد سیگنال خروجی مدل صف صفر خواهد بود. تصویر 2 نحوه

[17] Transaction Generator

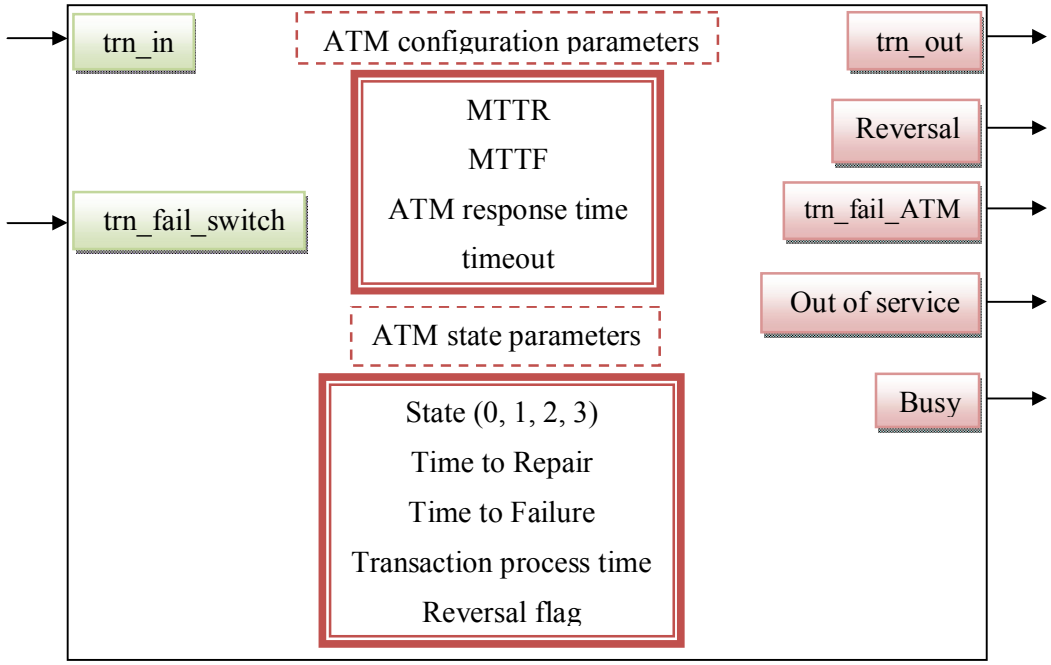
مدل‌سازی سیستم صف و الگوی مراجعه به خودپرداز را نشان می‌دهد.



تصویر 2- مدل‌سازی صف و الگوی مراجعه به خودپرداز

مدل خودپرداز

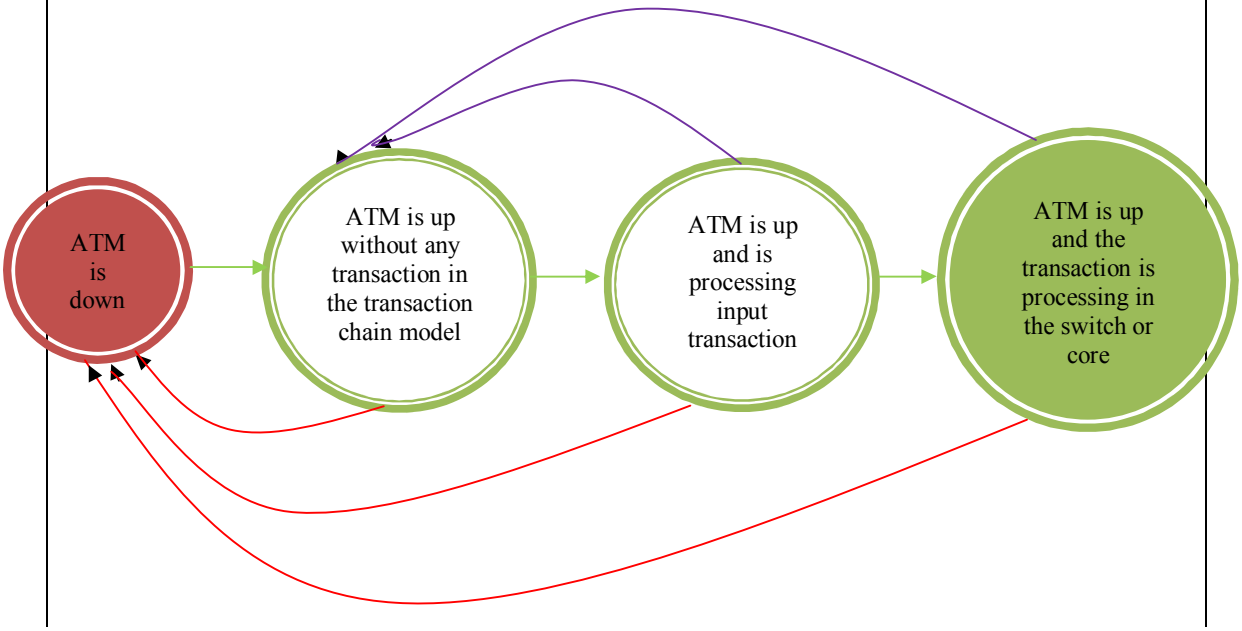
تصویر 3 نحوه مدل‌سازی یک خودپرداز، پارامترهای پیکربندی، پارامترهای حالت، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل را نشان می‌دهد. زمان خرابی و زمان تعمیر به صورت متغیر تصادفی با توزیع نمایی با میانگین مشخص است که این توزیع از طریق شناسایی بر روی داده‌های واقعی به دست آمده است و زمان پاسخ تراکنش از طریق شناسایی بر روی داده‌های واقعی به صورت متغیر تصادفی با توزیع نمایی در نظر گرفته شده است [10].



تصویر 3- بلوک دیاگرام مدل خودپرداز با پارامترهای داخلی، پارامترهای حالت، ورودی‌ها و خروجی‌ها

در مدل خودپرداز تراکنش‌ها یکی یکی وارد می‌شوند و تا زمانی که یک تراکنش به طور کامل در زنجیره انجام تراکنش پردازش نشود، تراکنش بعدی وارد خودپرداز نخواهد شد. با توجه به up یا down بودن خودپرداز تصمیم‌گیری در مورد حالت‌ها و خروجی‌ها گرفته می‌شود. اگر خودپرداز در حال سرویس‌دهی[18] باشد و تراکنشی وارد خودپرداز شود یک زمان سرویس‌دهی برای آن درنظر می‌گیریم و سیگنال مشغول بودن زنجیره را یک می‌کنیم و زمانی که شمارنده زمان پاسخ خودپرداز به صفر رسید تراکنش در خروجی خودپرداز قرار می‌گیرد. چهار state برای خودپرداز در نظر گرفته شده است:

- ✓ **حالت 0 (State 0)**: خودپرداز خارج از سرویس (down) باشد.
- ✓ **حالت 1 (State 1)**: خودپرداز up است و تراکنشی در سیستم وجود ندارد و خودپرداز آماده ورود تراکنش است.
- ✓ **حالت 2 (State 2)**: تراکنش در خودپرداز در حال پردازش است.
- ✓ **حالت 3 (State 3)**: تراکنش در سیستم (سوییچ پرداخت الکترونیکی یا سامانه متمرکز) در حال پردازش است.



[18] Up

تصویر 4- دیاگرام حالت مدل خودپرداز

در حالت 0 خودپرداز خارج از سرویس است و متغیر داخلی زمان تعمیر[19] یکی یکی کم می‌شود و در بقیه حالت‌ها خودپرداز در حالت سرویس‌دهی است و متغیر داخلی فاصله زمانی بین دو خرابی[20] یکی یکی با زمان کم می‌شود و وقتی صفر شد به حالت 0 می‌رویم و اگر تراکنشی در سیستم باشد ناموفق می‌شود.

در تصویر 4 دیاگرام حالت یک خودپرداز با توجه به تعاریفی که برای حالت‌ها ارایه کردیم نشان داده شده است. فلش‌های بنفش تغییر حالت را در هنگامی که زمان پردازش تراکنش از سقف زمان پاسخ در نظر گرفته شده برای هر جزء زنجیره بیشتر شود نشان می‌دهد. فلش‌های قرمز زمانی است که خودپرداز خارج از سرویس می‌شود و فلش‌های سبز مسیر مستقیم پردازش تراکنش در زنجیره است.

سیگنال‌های مدل خودپرداز

در این بخش به معرفی سیگنال‌های مدل خودپرداز پرداخته می‌شود.

- ✓ **سیگنال تراکنش ورودی (trn_in)**: سیگنال تراکنش‌های ورودی به مدل خودپرداز که مقدار صفر یا یک را اختیار می‌کند و از مدل صف می‌آید.
- ✓ **سیگنال تراکنش ناموفق سوییچ (trn_fail_switch)**: سیگنال ورودی خودپرداز است که از سوییچ می‌آید و می‌تواند کدهای مختلفی داشته باشد. کد صفر، مربوط به کارکرد عادی که تراکنش همچنان در حال پردازش است، کد یک، برای تراکنش‌های موفق و کدهای خطا برای تراکنش‌های ناموفق سوییچ. وظیفه آن: 1. اعلام خطا در زمانیکه کدهای خطا را اختیار کند 2. آزاد کردن سیگنال busy در صورتی که کد غیر صفر داشته باشد 3. ایجاد تراکنش بازگشتی در زمانیکه کد 68[21] را اختیار کند.
- ✓ **سیگنال تراکنش خروجی (trn_out)**: سیگنال تراکنش خروجی خودپرداز است که وقتی از حالت 2 به حالت 3 می‌رویم و تراکنش موجود در خودپرداز پس از گذشت مدت زمان لازم برای پردازش در خودپرداز، پردازش شود، سیگنال تراکنش خروجی برابر یک می‌شود و در غیر این صورت صفر است.
- ✓ **سیگنال تراکنش بازگشتی (Reversal)**: در موارد زیر مطابق با پروتکل ISO 8583 تراکنش بازگشتی تولید می‌شود.

➢ زمانیکه خودپرداز در حالت 1 و آماده ورود تراکنش است و سیگنال تراکنش ناموفق سوییچ کد یک را بدهد، باید

[19] Time To Repair (TTR)
[20] Time To Failure (TTF)
[21] Reversal transaction

تراکنش قبلی برگشت داده شود.

- زمانیکه خودپرداز در حالت 0 باشد و سیگنال تراکنش ناموفق سوییچ کد یک را بدهد، یعنی تراکنش قبلی در سیستم در حال پردازش بوده و خودپرداز خارج از سرویس شده است، حال وقتی خودپرداز مجددا up شد باید تراکنش قبلی را بازگشت بدهد، زیرا به علت خارج از سرویس بودن خودپرداز، خودپرداز به کاربر پاسخی نداده است و عملا تراکنش ناموفق بوده است.
- زمانیکه خودپرداز در حالت 3 است و زمان پردازش تراکنش در سوییچ یا سامانه متمرکز از سقف زمان پاسخ در نظر گرفته شده برای هر جزء زنجیره بیشتر شود، سیگنال تراکنش ناموفق سوییچ یا سامانه متمرکز کد 68 را می‌گیرد[۲۲] و باید سیگنال تراکنش بازگشتی را فعال کنیم.
- زمانیکه خودپرداز در حالت 3 باشد و خودپرداز خارج از سرویس شود باید سیگنال تراکنش بازگشتی را فعال کنیم.

✓ **سیگنال تراکنش ناموفق خودپرداز (trn_fail_ATM)**: سیگنال خروجی خودپرداز که:

- زمانیکه خودپرداز خارج از سرویس است و تراکنش ورودی داشته باشیم، تراکنش ورودی ناموفق می‌شود و سیگنال تراکنش ناموفق خودپرداز فعال می‌شود.
- زمانیکه در حالت 2 باشیم و مدت زمان پردازش تراکنش ورودی از سقف زمان پردازش تراکنش در زنجیره بیشتر شود، سیگنال تراکنش ناموفق خودپرداز فعال می‌شود.
- زمانیکه در حالت 2 باشیم و خودپرداز خارج از سرویس شود، در این حالت نیز باید سیگنال تراکنش ناموفق خودپرداز فعال شود.

✓ **سیگنال خارج از سرویس بودن خودپرداز (Out of service)**: سیگنال خروجی خودپرداز که زمانیکه خودپرداز خارج از سرویس است (حالت 0) مقدار یک می‌گیرد و در بقیه حالت‌ها صفر است. این سیگنال به عنوان ورودی به بلوک resend در نظر گرفته می‌شود چون اگر خودپرداز خارج از سرویس شود در مدل صف و الگوی ترک مشتریان از صف و یا درخواست مجدد موثر است.

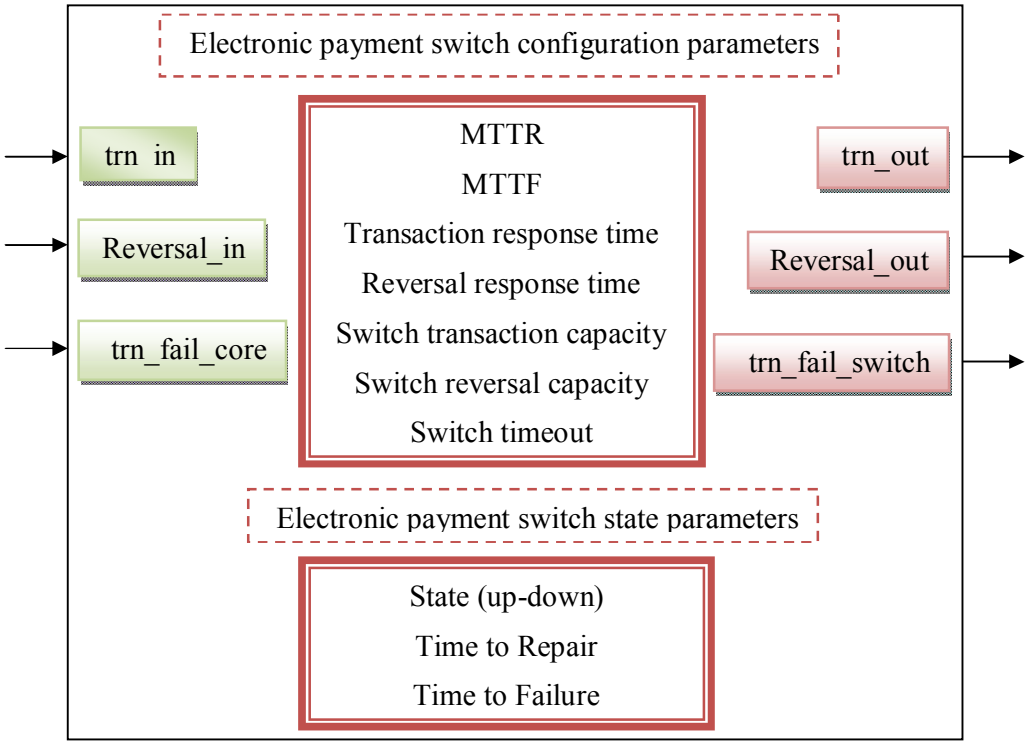
✓ **سیگنال مشغول بودن زنجیره (Busy)**: سیگنال خروجی که نشان دهنده این است که تراکنش در زنجیره در حال پردازش است یا خیر. در حالت 0 و حالت 1 سیگنال busy صفر است و در حالت 2 و حالت 3 سیگنال busy یک است.

مدل سوییچ

بلوک دیاگرام مدل‌سازی سوییچ پرداخت الکترونیکی، پارامترهای پیکربندی، پارامترهای حالت، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

[22] Response received too late

سوییچ در تصویر 5 به خوبی نشان داده شده است.



تصویر 5- بلوک دیاگرام مدل سوییچ پرداخت الکترونیکی با پارامترهای داخلی، پارامترهای حالت، ورودی‌ها و خروجی‌ها

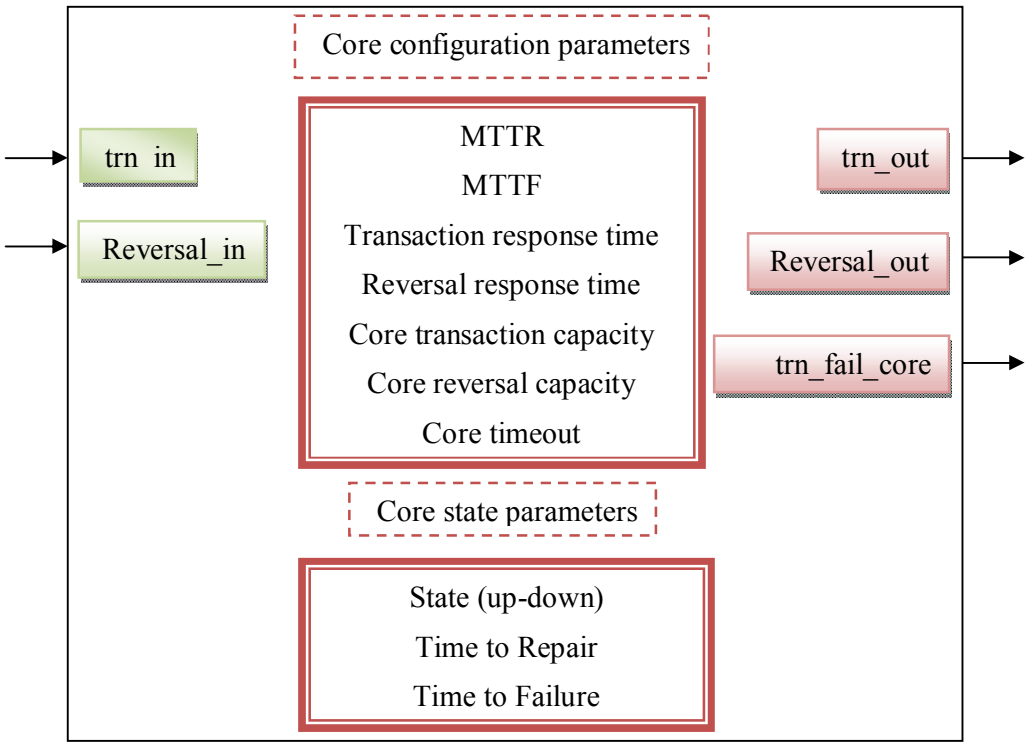
در مدل سوییچ دو صف برای تراکنش‌های ورودی و تراکنش‌های بازگشتی در نظر گرفتیم. برای هر دو نوع تراکنش زمان پاسخ به صورت اعداد تصادفی با توزیع نمایی تولید شده و اگر سوییچ up باشد در هر ثانیه یکی از زمان پاسخ کم شده و تراکنش‌های با زمان پاسخ منفی در خروجی ظاهر می‌شوند. تراکنش‌های ورودی با زمان پاسخ بیشتر از سقف زمان پاسخ ناموفق می‌شوند و سیگنال خروجی تراکنش ناموفق سوییچ کد 68 را می‌گیرد. وقتی سوییچ up است اگر تعداد تراکنش‌های ورودی موجود در صف از ظرفیت سوییچ بیشتر شود سیگنال تراکنش ناموفق سوییچ کد 93[23] می‌گیرد و در غیر این صورت پس از اتمام زمان پردازش در سوییچ، از سوییچ خارج می‌شود. در حالتی که سوییچ خارج از سرویس است اگر تراکنش ورودی داشته باشیم سیگنال تراکنش ناموفق سوییچ کد خطای 91[24] می‌گیرد. در حالتی که سوییچ up است، اگر سیگنال تراکنش

[23] Transaction queue is full
[24] Switch is down

ناموفق سامانه متمرکز[25] مقدار 68 داشته باشد سیگنال تراکنش‌های بازگشتی فعال می‌شود و سیگنال خروجی تراکنش ناموفق سوییچ کد 84[26] را می‌گیرد و اگر سیگنال ورودی تراکنش ناموفق سامانه متمرکز کدی غیر از 68 را داشته باشد، سیگنال تراکنش ناموفق سوییچ نیز همان کد را می‌گیرد.

مدل سامانه متمرکز

نحوه مدل‌سازی سامانه متمرکز، پارامترهای پیکربندی، پارامترهای حالت، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل به خوبی در تصویر 6 نشان داده شده است. نحوه عملکرد سامانه متمرکز مشابه سوییچ پرداخت الکترونیکی است. خروجی سامانه متمرکز که همان خروجی نهایی زنجیره مدل‌سازی شده است تعداد کل تراکنش‌های موفق در زنجیره را نشان می‌دهد که با توجه به تعداد تراکنش‌های ورودی به زنجیره انجام تراکنش، می‌توان دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر را محاسبه کرد. سیگنال خروجی تراکنش‌های بازگشتی (Reversal_out) تعداد کل تراکنش‌های بازگشتی را تعیین می‌کند.



تصویر 6- بلوک دیاگرام مدل سامانه متمرکز با پارامترهای داخلی، پارامترهای حالت، ورودی‌ها و خروجی‌ها

[25] trn_fail_core
[26] Issuer is down

یافته‌ها ونتایج

پس از مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش سوییچ بانکی، تاثیر تغییر پارامترهای اساسی دسترس‌پذیری و سقف زمان پاسخ هر یک از اجزای زنجیره بر روی دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر و میزان تراکنش‌های بازگشتی ایجاد شده در زنجیره بررسی شده است. در سناریوی اول به بررسی تاثیر تغییر دسترس‌پذیری اجزای زنجیره بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر پرداخته شده است. پارامترهای سقف زمان پاسخ هر یک از اجزای زنجیره در این سناریو در جدول 1 آمده است. در جدول 2 با تغییر میانگین زمان تعمیر و میانگین فاصله زمانی بین دو خرابی، تاثیر دسترس‌پذیری اجزای زنجیره بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر نهایی بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که خصوصیات کیفی اجزای زنجیره به شدت بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر تاثیرگذار است. به این صورت که با افزایش دسترس‌پذیری اجزای زنجیره، دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر افزایش می‌یابد.

سقف زمان پاسخ سامانه متمرکز	سقف زمان پاسخ سوییچ پرداخت الکترونیکی	سقف زمان پاسخ خودپرداز
20 ثانیه	30 ثانیه	40 ثانیه

جدول 1- پارامتر سقف زمان پاسخ هر یک از اجزای زنجیره انجام تراکنش

دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر نهایی	دسترس‌پذیری	میانگین زمان تعمیر	میانگین فاصله زمانی بین دو خرابی
٪77/45	٪95/24	50	1000
٪91/37	٪99/01	20	2000
٪94/17	٪99/9	5	5000

جدول 2- تاثیر تغییر دسترس‌پذیری اجزای زنجیره انجام تراکنش بر روی دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر

دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر نهایی	درصد تراکنش‌های بازگشتی	سقف زمان پاسخ سامانه متمرکز	سقف زمان پاسخ سوییچ پرداخت الکترونیکی	سقف زمان پاسخ خودپرداز
٪59/61	٪87/68	5	10	15

25	15	5	٪56/52	٪63/77
30	20	10	٪26/11	٪84/24
40	30	20	٪13/69	٪92/53

جدول 3- تاثیر تغییر سقف زمان پاسخ هر یک از اجزای زنجیره بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر و میزان تراکنش‌های بازگشتی

در سناریوی دوم تاثیر تغییر پارامتر سقف زمان پاسخ هر یک از اجزای زنجیره انجام تراکنش بر روی میزان تراکنش‌های بازگشتی و دسترس‌پذیری حس شد توسط کاربر بررسی شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی در جدول 3 آورده شده است. در این سناریو دسترس‌پذیری هر یک از اجزای زنجیره یکسان و برابر با بهترین حالت سناریوی اول یعنی ٪99/9 در نظر گرفته شده است. درصد تراکنش‌های بازگشتی نسبت تعداد کل تراکنش‌های بازگشتی به تعداد کل تراکنش‌های تقاضای ورودی زنجیره است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سقف زمان پاسخ میزان تراکنش‌های بازگشتی تولید شده در زنجیره انجام تراکنش کاهش یافته و از طرفی میزان دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر افزایش می‌یابد. در نتیجه تعیین مناسب سقف زمان پاسخ در شرایط یکسان خصوصیات کیفی اجزای زنجیره، باعث بهبود عملکرد سیستم با افزایش دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر و کاهش تعداد تراکنش‌های بازگشتی می‌شود.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش سوییچ بانکی به صورت آماری تاثیر پارامترهای اساسی سقف زمان پاسخ و دسترس‌پذیری هر یک از اجزای زنجیره بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر نهایی ارایه شده است. نتایج بدست آمده از مدل‌سازی زنجیره انجام تراکنش الکترونیکی نشان می‌دهد که دسترس‌پذیری اجزای زنجیره به شدت بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر تاثیر می‌گذارد. هر چه دسترس‌پذیری اجزا بالاتر باشد دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر نهایی بیشتر خواهد بود. همچنین نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که انتخاب مناسب سقف زمان پاسخ اجزای زنجیره به شدت بر دسترس‌پذیری حس شده توسط کاربر و میزان تراکنش‌های بازگشتی تاثیرگذار است. بدین صورت که با افزایش سقف زمان پاسخ دسترس‌پذیری حس شده افزایش و میزان تراکنش‌های بازگشتی کاهش می‌یابد.

منابع

[1] Chung, L. and Cesar Sampaio do Prado Leite, J. (2009). *Conceptual Modeling: On Non-Functional Requirements in Software Engineering*. Lecture Notes in Computer Science. Volume 5600, pp.363-379.

[2] Jamali, M. R., Arami, A., Dehyadegari, M., Lucas, C. and Navabi, Z. (2009). *Emotion on FPGA: Model Driven Approach.* Expert Systems with Applications, 36(4):7369-7378.

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

[4] 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).

[5] 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).

[6]Mainkar, V. (1997). *Availability Analysis of Transaction Processing Systems based on User-Perceived Performance*. In Proceedings of SRDS, 10-16.

[7] Leinonen. H. (2007–2008). *Simulation analyses and stress testing of payment networks*, Proceedings from the Bank of Finland Payment and Settlement System Seminars.

[8] Heidarzadeh Hanzaee. K. and Sadeghi. T. (2010). *Measuring Banks' Automated Service Quality: A Re-Examination and Extension in an Islamic Country*. World Applied Sciences Journal 8 (7): 874-880, ISSN 1818-4952.

[9] Soramäki. K., Beyeler. W., Bech. M., Glass. R. (2007). *New approaches for payment system simulation research*. in Chapter 2 in Simulation studies of liquidity needs, risks and efficiency in payment networks, Proceedings from the Bank of Finland Payment and Settlement System Seminars 2005-2006, Harry Leinonen ed., (Bank of Finland Studies E:39).

[10] ز. جهان. (1390). *ارزیابی وضعیت شاخص‌های عملکردی شبکه بانکی کشور بر مبنای روش شش سیگما*. اولین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت- مرکز همایش‌های برج میلاد.

[11] س. کریمی. (1390). *مدل‌سازی شبکه پرداخت الکترونیکی و بررسی تاثیر سقف زمان پاسخ در پایداری سامانه بانکی*. اولین همایش بین‌المللی بانکداری الکترونیک و نظام‌های پرداخت- مرکز همایش‌های برج میلاد.

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