فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال هفدهم، شماره ۵۲، بهار ۹۸
صفحات ۳۷-۱

ارزیابی فرایندکاوی در کشف مدل فرایندهای نیمه اتوماتیک صنعت بانکداری (مورد مطالعه فرایند صدور ضمانت نامه بانکی)

خدیجه مصطفائی دولت‌آباد*، عادل آذر**، عباس مقبل باعرض***، کوروش پرویزیان****

تاریخ دریافت:۹۵/۹/۲۲-تاریخ پذیرش:۹۷/۳/۵

چکیده

امروزه عملکرد فرایندی یکی از عوامل کلیدی موفقیت در فضای رقابتی حاکم بر صنعت بانکداری تلقی می‌شود. تا کنون رویکردهای مختلفی با هدف شناخت و بهبود فرایندها ارائه شده است. فرایندکاوی یکی از رویکردهای جدید و مبتنی بر فناوری اطلاعات است که در پی شناسایی و بهبود مدل بالفعل فرایند است. علی‌رغم توسعه نظری حوزه فرایندکاوی، پژوهش‌های کمتری به مقوله کاربرد فرایندکاوی در شرایط دنیای واقعی و ارزیابی عملکرد الگوریتم-های کاوش پرداخته‌اند. در پژوهش حاضر کارایی فرایندکاوی و به طور خاص الگوریتم کاوش فازی در کشف مدل فرایندهای نیمه اتوماتیک بررسی شده است. برای اجرای پروژه فرایندکاوی از متدولوژی PM^2 استفاده شد. البته تغییراتی در گام‌های اول و پنجم متدولوژی مذکور ایجاد شد. در گام اول به منظور حصول اطمینان از جامعیت مدل، داده‌های دستی و سیستمی مربوط به فرایند مورد مطالعه با هم ترکیب شد و قبل از اجرای فرایندکاوی سطح جزئیات مدل بر اساس نظرات صاحبان فرایند تنظیم شد. پس از تبدیل فایل یکپارچه شده داده‌ها به لاگ رویدادها، مدل فرایند به کمک نرم‌افزار ProM و با استفاده از الگوریتم کاوش فازی کشف شد. استفاده از داده‌هایی که به صورت دستی ثبت شده‌اند می‌تواند نتایج فرایندکاوی را تحت تاثیر قرار دهد لذا در گام اعتبارسنجی علاوه بر معیار رایج سنجش انطباق معیار جدیدی با عنوان معیار اعتبارسنجی خبره محور تعریف شد که مقدار آن برای مدل کشف شده فرایند مورد مطالعه برابر با ۸۷/۲ درصد بدست آمد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد امکان استفاده از الگوریتم کاوش فازی در شرایط نیمه اتوماتیک بودن فرایند نیز وجود دارد.

واژگان کلیدی: فرایندکاوی، الگوریتم فازی، کشف مدل فرایند، صنعت بانکداری

* دانش آموخته دوره دکتری تحقیق در عملیات، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس
** استاد گروه مدیریت صنعتی،دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس(نویسنده مسئول)
azara@modares.ac.ir
*** دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس
**** استادیار موسسه آموزش عالی بانکداری

مقدمه

در دو دهه گذشته فضای کسب‌وکار در صنعت بانکداری به طور قابل ملاحظه ای رقابتی تر شده است. از یک سو حاشیه سود کاهش پیدا کرده است و از سوی دیگر مشتریان خواهان خدمات بهتر و سریع‌تر هستند. در چنین شرایطی عملکرد فرایندی موسسات مالی به یک عامل کلیدی برای کسب موفقیت بدل شده است. دو رویکرد برای افزایش سطح رقابت پذیری موسسات مالی وجود دارد: رویکرد اول برون سپاری فرایندهای منتخب به برخی شرکت‌ها است و رویکرد دوم بهبود فرایندها به کمک ترکیبی از سنجه‌های سازمانی و مبتنی بر فناوری اطلاعات می‌باشد(Ku¨ng and Hagen, 2007). شناسایی گلوگاه‌ها و ریسک‌های موجود در فرایندها و نهایتاً بهبود فرایندها مستلزم شناخت دقیق فرایندها است. اگر هدف از شناسایی فرایند ارائه یک مدل مطلوب از فرایند باشد که راهنمای عمل قرار گیرد رجوع به آئین نامه‌ها و استفاده از نظرات خبرگان برای ترسیم مدل فرایند مفید خواهد بود. اغلب مدل-های فرایند در این دسته قرار می‌گیرند و فرایند را آن گونه که باید باشد توصیف می‌کنند. اما اگر هدف از شناخت و مدلسازی فرایند شناسایی هست‌ها باشد و شناخت فرایند آن گونه که در واقعیت اجرا می‌شود و فراهم آوردن امکان شناسایی گلوگاه‌ها و ریسک‌های موجود در فرایند مدنظر باشد به داده‌هایی فراتر از مفاد دستورالعمل‌ها و نظرات خبرگان نیاز خواهیم داشت. به عبارتی دیگر باید با رویکردی از پایین به بالا و به کمک داده‌های تاریخی حاصل از اجرای فرایند به شناسایی مدل واقعی و بالفعل فرایند پرداخت. فرایندکاوی رویکردی است که از داده‌های واقعی فرایند که در سیستم‌های اطلاعاتی مختلف سازمان ثبت شده اند برای کشف مدل واقعی و بالفعل فرایند – آن گونه که در عمل انجام می‌شود- استفاده می‌کند. همچنین به کمک فرایندکاوی می‌توان رفتار واقعی فرایند را با فرایند ایده‌آل که بر مبنای قوانین و استانداردها تدوین شده است، مقایسه و انحرافات احتمالی را شناسایی نمود(Van der Aalst,2011).

اغلب پژوهش‌های انجام شده در حوزه فرایندکاوی به ارائه الگوریتم‌های مختلف فرایندکاوی پرداخته‌اند و کاربردهای عملی فرایندکاوی کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

هرچند مرور پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که در طیف وسیعی از شرایط واقعی از جمله حوزه سلامت(Mans et al.,2008; Rebuge and Ferreira,2011; Kim et al.,2013; Rovani et.al.,2015)، تولید(Rozinat et al.,2009)، خدمات عمومی(Van der Aalst et.al,2007; Alves de Medeiros et al.,2007, Bozkaya et al.,2009)، آموزش(Okoye et al.,2014; Sedrakyan et al.,2016)، خدمات مالی و بیمه(Jans et al.,2009; De Weerdt et al.,2013) و حمل و نقل(Lee et al., 2013) می‌توان از فرایندکاوی استفاده کرد. اما هنوز هم نیاز به مطالعه کاربرد فرایندکاوی در موقعیت‌های واقعی وجود دارد تا شاهدی بر اثربخشی فرایندکاوی باشد(De weerdt et al.,2013). مرور پیشینه پژوهش نشان می‌دهد کاربرد فرایندکاوی در صنعت بانکداری خصوصاً در بانک‌های ایرانی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از این روی هدف مقاله حاضر به کارگیری فرایندکاوی و به طور مشخص الگوریتم کاوش فازی در یک موقعیت واقعی در صنعت بانکداری به منظور بررسی کارایی عملی فرایندکاوی در این صنعت است. نکته قابل توجه این است که در حال حاضر اغلب فرایندها در سازمان‌های ایرانی از جمله بانک‌ها کاملا اتوماتیک نیست و حداقل بخشی از فعالیت‌ها به صورت دستی انجام و ثبت می‌شود. فقدان پایگاه داده‌ای که تمام رویدادهای مربوط به فعالیت‌های فرایند در آن ثبت شده باشد یکی از چالش‌های اصلی فرایندکاوی در فرایندهای نیمه‌اتوماتیک است. در چنین شرایطی اتکای صرف به داده‌های سیستمی موجب ارائه تصویری ناقص از فرایند می‌گردد و از طرفی در نظر گرفتن داده‌هایی که به صورت دستی ثبت شده‌اند می‌تواند دقت و اعتبار مدل استخراج شده را تحت تاثیر قرار دهد. سوال اصلی پیش روی پژوهش حاضر این است که در صورت اتوماتیک نبودن فرایندها آیا امکان استفاده از فرایندکاوی(به طور خاص الگوریتم کاوش فازی) برای استخراج مدل فرایند وجود دارد؟ در صورتی که چنین مدلی قابل استخراج باشد چگونه می‌توان از اعتبار آن اطمینان حاصل کرد؟

به منظور پاسخگویی به سوالات پژوهش فرایند اعطای ضمانت‌نامه بانکی در یکی از بانک-های خصوصی ایرانی به عنوان مورد مطالعه انتخاب شد که جهت حصول اطمینان از جامعیت مدل فرایند از ترکیب داده‌های دستی و سیستمی فرایند برای تهیه لاگ رویدادها استفاده شد و پس از بررسی امکان استخراج مدل فرایند، معیاری جدید به منظور سنجش اعتبار مدل از نظر خبرگان تعریف شد تا با شناسایی نقایص ناشی از کامل نبودن لاگ رویدادها میزان انطباق مدل با واقعیت فرایند را بسنجد. در شرایطی که فرایند به صورت کاملا اتوماتیک اجرا نمی-شود و بخشی از فعالیت‌ها به صورت دستی انجام و ثبت می‌شود استفاده از این معیار اعتبارسنجی خبره محور در کنار دیگر معیارهای اعتبارسنجی می‌تواند مفید فایده واقع گردد.

۱- پیشینه پژوهش

تا کنون در حوزه مدیریت فرایندها رویکردهای مختلفی از جمله بازمهندسی فرایندها و شش سیگما با هدف رشد و بقا به خدمت کسب‌وکارها درآمده است. این رویکردها علی‌رغم اینکه در بهبود عملکرد سازمانی نقش داشته‌اند اما با نرخ شکست بالایی روبرو هستند. اغلب رویکردهای مدیریت فرایند از مصاحبه و مشاهده جهت تحلیل فرایند کسب‌وکار بهره می‌گیرند که مستلزم صرف زمان زیادی بوده و تحلیل‌هایی انتزاعی و ناقص بدست می‌دهند(Park and Kang,2016) و ضمن این‌که نیازمند صرف تلاش و منابع زیادی هستند تاحد زیادی به توانمندی‌های تحلیلگران و خبرگان وابسته هستند(Valle, Santos and Loures, 2017). فرایندکاوی رویکری جدیدتر به مدیریت فرایند است که فاقد محدودیت‌های ذکرشده است و بر مبنای داده‌های ثبت شده فرایند در سیستم‌های اطلاعاتی عمل می‌کند(Park and Kang,2016). امروزه بسیاری از سیستم‌های اطلاعاتی نظیر سیستم‌های مدیریت جریان کار، سیستم‌های برنامه ریزی منابع سازمانی و سیستم‌های B2B رویدادهای مربوط به فرایندهای مختلف را به صورت ساختارمند ذخیره می‌کنند. در واقع این سیستم‌ها حاوی نوعی لاگ رویدادها هستند که هر رویداد ذخیره شده در لاگ به یک فعالیت معین و یک پرونده معین مربوط می‌شود. علاوه بر این اطلاعاتی درمورد زمان انجام هر فعالیت، کاربر مجری هر فعالیت، هزینه فعالیت و غیره نیز ممکن است در لاگ رویدادها

ثبت شده باشد (Van Der Aalst et al.,2007). ایده اصلی فرایندکاوی کشف، ارزیابی و بهبود مدل فرایندها از طریق استخراج دانش از لاگ رویدادهایی است که به کمک داده‌های ثبت شده در سیستم‌های اطلاعاتی سازمان بدست آمده است. فرایند کاوی در واقع بخشی از حوزه گسترده‌تر مدیریت فرایندهای کسب وکار است(Turner et al.,2012) که هرچند از حوزه داده‌کاوی نشات گرفته است(Tiwari, Turner, and Majeed,2008) اما صرفاً یک نوع خاص از داده‌کاوی نیست بلکه می‌توان فرایندکاوی را به عنوان حلقه مفقوده بین داده‌کاوی و مدیریت فرایندهای کسب‌وکار تلقی کرد(Van Der Aalst et al.,2012).

به اعتقاد آلست(۲۰۱۱) دو نوع مدل فرایند وجود دارد: مدل دستوری[1] و مدل بالفعل[2]. مدل دستوری بیانگر رفتار مورد انتظار فرایند است یا به عبارتی دیگر نشان می‌دهد که فعالیت‌ها باید چگونه انجام شود. در حالی که مدل بالفعل، فرایند اجرا شده واقعی را نشان می‌دهد. برخلاف دو مقوله تحلیل فرایندها و نظارت بر فرایندها که بر تهیه آمارهایی بر اساس انبوه داده‌ها متمرکز هستند فرایندکاوی با کاوش مسیرهای دقیق اجرای فرایند به صورت عمقی تر به جزئیات می‌پردازد(De Weerdt et al.,2013) و مدل بالفعل فرایند را ارائه می‌دهد. از این روی وال و همکارانش(Valle et al.,2017) معتقدند فرایندکاوی امکان مقایسه نحوه اجرای فرایند در عمل با شیوه مطلوب و برنامه‌ریزی‌شده اجرای فرایند را فراهم می‌آورد.

تکنیک‌های فرایندکاوی عمدتاً به سه دسته نقسیم می‌شوند: تکنیک‌های کشف، انطباق و بهبود. کشف فرایند اولین نوع فرایندکاوی است. تکنیک‌های کشف یک لاگ رویداد را به عنوان ورودی دریافت کرده و بدون نیاز به هیچ اطلاعات قبلی دیگری مدل بالفعل فرایند را ارائه می‌دهند. کشف اصلی‌ترین و پایه‌ای ترین نوع فرایندکاوی است. در دهه اخیر در حوزه فرایندکاوی تکنیک‌ها و الگوریتم‌های متنوعی برای کشف مدل فرایند ارائه شده است. فرایندهای دنیای واقعی اغلب بیش از آنچه که تصور می‌شود ساختارنیافته هستند. متاسفانه

1. de Jure
2. de Facto

تکنیک‌های ابتدایی فرایندکاوی مشکلاتی در کاوش فرایندهای ساختارنیافته دارند و اغلب مدل‌هایی که از چنین فرایندهایی استخراج می‌شود مدل‌های اسپاگتی وار هستند که تمام جزئیات را بدون تمایز قائل شدن بین موارد مهم و بی اهمیت نشان می‌دهند(Günther and Van Der Aalst,2007). به منظور غلبه بر نقایص تکنیک‌های ابتدایی در سال‌های اخیر رویکرد محاسبات نرم(ازجمله تکنیک‌های شبکه عصبی، فازی و الگوریتم‌های تکاملی) در فرایندکاوی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. رویکرد فازی به فرایند کاوی یکی از رویکردهای جدید و جذاب برای کار کردن با لاگ‌های چالش برانگیز(لاگ‌های حاوی نویز و اطلاعات ناقص از فرایند) و خوشه بندی فعالیت‌ها خصوصا در فرایندهای پیچیده و اسپاگتی‌وار می‌باشد(Turner et al.,2012). تکنیک‌های انطباق علاوه بر لاگ داده‌ها، یک مدل از پیش تعریف شده را نیز به عنوان ورودی دریافت می‌کنند و خروجی آنها متشکل از مجموعه ای از اطلاعات تشخیصی است که اختلاف بین مدل و لاگ رویدادها را نشان می‌دهد (Giuseppe et al.,2014). درجه انطباق معیاری رایج برای سنجش انطباق مدل کشف شده و لاگ رویدادها است. لاگ رویداد و مدل در صورتی کاملا برهم منطبق هستند که مدل بتواند هر یک از دنباله‌های موجود در لاگ را نمایش دهد. پس از حصول اطمینان از انطباق مدل و لاگ رویدادها می‌توان از تکنیک‌های بهبود برای منعکس کردن اطلاعات تشخیصی مستخرج از لاگ رویدادها بر روی مدل استفاده کرد(Rozinat and van der Aalst,2008) و اشکالات و گلوگاه‌های موجود در مدل فرایند را نشان داد. تکنیک‌های بهبود سومین نوع تکنیک‌های فرایندکاوی هستند که هم مدل‌های موجود و هم لاگ رویدادهای فرایند را به عنوان ورودی دریافت می‌کنند. ایده اصلی تکنیک‌های بهبود این است که با استفاده از اطلاعات واقعی حاصل از اجرای فرایند، مدل فرایندی موجود را بهبود یا توسعه دهند(Maruster et al.,2002).

در کنار توجه بسیاری که صرف ابداع و توسعه تکنیک‌های فرایندکاوی شده است برخی محققان نیز تلاش کرده اند تا متدولوژی‌هایی برای اجرای پروژه‌های فرایند کاوی ارائه دهند. برخی از این متدولوژی‌ها از جمله متدولوژی‌های CRISP-DM و SEMMA بسیار کلی

نگر بوده و راهنمایی مشخصی برای انجام فعالیت‌های مختلف فرایندکاوی ارائه نمی دهند(Van Der Aalst,2011). تا آن جا که نویسندگان اطلاع دارند سه متدولوژی PMD(Bozkaya,Gabriels and Werf,2009)، مدل چرخه عمر L^* (Van Der Aalst,2011) و PM^2 (Van Eck et al.,2015) متدولوژی‌های شناخته‌شده‌تری هستند که راهنمای دقیق‌تری برای اجرای پروژه‌های فرایندکاوی ارائه می‌دهند. متدولوژی PM^2 این مزیت را بر سایر متدولوژی‌ها دارد که گام‌های لازم برای اجرای هر سه بعد فرایند کاوی(کشف، انطباق و بهبود) را به تفضیل شرح داده است و بر اهمیت استفاده از دانش خبرگان در شناخت فرایند و به ویژه در مرحله استخراج داده‌ها از سیستم‌های اطلاعاتی صحه می‌گذارد. در این متدولوژی پنج مرحله اصلی برای اجرای یک پروژه فرایندکاوی ذکر شده است که عبارتند از:

- برنامه ریزی: که شامل انتخاب فرایند و تعیین هدف و سوال پژوهش می‌شود.سوال پژوهش ممکن است خیلی جزئی و دقیق باشد مثل این که چه منابعی در اجرای فرایند دخیل هستند و چه روابطی با هم دارند؟ و یا این که به کشف مدل فرایند و یا سنجش انطباق مربوط گردد.
- استخراج داده‌ها: سه فعالیت اصلی در این مرحله وجود دارد.۱- تعیین گستره داده‌ها، ۲-استخراج داده‌های مربوط به رویدادهای فرایند از منابع داده و تجمیع آن‌ها،۳- انتقال دانش فرایند به تحلیلگران از طریق اسناد، مصاحبه و مدل‌هایی که به صورت دستی از فرایند تهیه شده‌اند.
- پردازش اولیه داده‌ها: پردازش اولیه شامل تعریف پرونده[1] و رویدادهای متعلق به هر پرونده، تعریف سلسله مراتب رویدادها و فیلترسازی لاگ رویدادها می‌شود.
- کاوش و تحلیل:کشف مدل فرایند، سنجش انطباق مدل و تحلیل فرایند، فعالیت‌های اصلی این مرحله هستند.

1. Case

- ارزیابی: دراین مرحله دو فعالیت عمده باید انجام شود ۱- تفسیر نتایج و تمیز دادن نتایج غیر عادی از نتایج مورد انتظار و ۲- بازبینی و تایید اعتبار. منظور از بازبینی مقایسه یافته‌ها با داده‌های اولیه است و تایید اعتبار به اعتبارسنجی یافته‌ها از نظر متخصصان و ذینفعان فرایند اشاره دارد.
- پشتیبانی و بهبود فرایند: هدف از این مرحله اعمال پیشنهادات بهبود در روند اجرای فرایند مورد مطالعه است.

پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که در طیف وسیعی از شرایط عملی می‌توان از فرایندکاوی استفاده کرد هرچند اغلب پژوهش‌های گذشته در حوزه فرایندکاوی بر معرفی الگوریتم‌ها و تکنیک‌های جدید تمرکز داشته‌اند و پژوهش‌های محدودی به کاربردهای عملی فرایندکاوی پرداخته‌اند لذا هنوز هم نیاز به مطالعه کاربرد فرایندکاوی در موقعیت‌های واقعی وجود دارد تا شواهدی بر اثربخشی فرایندکاوی باشند(De weerdt et al.,2013). جدول ۱ فهرستی از پژوهش‌هایی را نشان می‌دهد که با رویکرد کشف مدل فرایند به مقوله کاربرد فرایندکاوی در دنیای واقعی پرداخته‌اند. پژوهش‌های متعددی برای نشان دادن کاربرد فرایندکاوی در حوزه سلامت(Mans et al.,2008; Rebuge and Ferreira,2011; Kim et al.,2013; Rovani et.al.,2015) و خدمات عمومی(Van der Aalstet.al,2007; Alves de Medeiros et al.,2007, Bozkaya et al.,2009) صورت گرفته است اما کاربرد فرایندکاوی در حوزه خدمات مالی و بیمه (Jans et al.,2011; De Weerdt et al.,2013; Suriadi et al.,2013) خصوصا بانک‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌های حوزه خدمات مالی و بیمه بیشتر به صنعت بیمه توجه داشته‌اند فقط جانز و همکاران(۲۰۱۱) با هدف تشخیص کلاهبرداری داخلی از فرایندکاوی برای کشف مدل فرایند خرید در یک موسسه مالی استفاده کرده‌اند که البته فرایند مورد مطالعه آن‌ها یک فرایند تخصصی بانکداری نیست و هدفشان از فرایندکاوی کشف کلاهبرداری‌های داخلی بوده است و به سایر نقایص و ایرادات احتمالی فرایند مورد مطالعه نپرداخته‌اند. در پژوهش

حاضر کاربرد فرایندکاوی در صنعت بانکداری بررسی شده است و یکی از فرایندهای تخصصی بانکداری در یک بانک خصوصی ایرانی به عنوان مورد مطالعه انتخاب شده است. استخراج مدل یک فرایند نیمه اتوماتیک تفاوت اصلی پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین است. مطالعات پیشین(جدول۱) به بررسی فرایندهایی کاملا اتوماتیک پرداخته‌اند لذا لاگ رویدادهای مورد استفاده خود را منحصراً از داده‌های ثبت شده در سیستم‌های اطلاعاتی استخراج کرده‌اند اما در پژوهش حاضر علاوه بر داده‌های سیستمی از داده‌های مربوط به فعالیت‌های دستی نیز استفاده شده است و به همین دلیل راه‌حلی برای بررسی صحت مدل کشف شده فرایندهای نیمه اتوماتیک ارائه شده است که در واقع نوعی اعتبارسنجی خبره محور به شمار می‌رود. مرور پیشینه نشان می‌دهد به‌کار گیری الگوریتم کاوش فازی در مسائل دنیای واقعی کمتر از سایر الگوریتم‌های مطرح نظیر الگوریتم هیورستیک مورد توجه بوده است و برخی پژوهش‌هایی که از این الگوریتم استفاده کرده‌اند از جمله(Kim et al.,2013; Sedrakyan et al.,2016; Suriadi et al,2013) به مسئله اعتبارسنجی مدل حاصله نپرداخته‌اند. در پژوهش حاضر برای کشف مدل بالفعل فرایند از الگوریتم کاوش فازی به عنوان یکی از تکنیک‌های قدرتمند حوزه کشف استفاده شده است و متدولوژی PM^2 به عنوان راهنمای عمل فرایندکاوی انتخاب شده است. البته تغییراتی در گام ابتدایی این متدولوژی ایجاد شده و در گام پایانی نیز متناسب با شرایط فرایندهای نیمه اتوماتیک یک معیار جدید اعتبارسنجی تعریف شده است.

جدول ۱. مروری بر پژوهش‌های کاربردی در حوزه فرایندکاوی

حوزه پژوهش	الگوریتم مورد استفاده	نویسندگان	سال
خدمات عمومی	کاوشگر هیورستیک	Van der Aalst	۲۰۰۷
	ژنتیک	Alves de	۲۰۰۷
	تحلیل عملکرد دنباله	Bozkaya et al.	۲۰۰۹
سلامت	کاوشگر هیورستیک	Mans et al.	۲۰۰۸
	خوشه‌بندی دنباله‌ها	Rebuge and	۲۰۱۱
	کاوشگر فازی	Kim et al.	۲۰۱۳
	کاوشگر فازی	Cho et al.	۲۰۱٤

	کاوشگر هیورستیک	Partington	۲۰۱۵
	Declare Miner	Rovani et.al	۲۰۱۵
آموزش	semantic rule-based	Okoye et al.	۲۰۱٤
	کاوشگر فازی	Sedrakyan et al.	۲۰۱٦
خدمات مالی و بیمه	final state machine (FSM)	Jans et al	۲۰۱۱
	کاوشگر هیورستیک	De Weerdt et al	۲۰۱۳
	کاوشگر فازی	Suriadi et al.	۲۰۱۳
تولید	کاوشگر هیورستیک	Rozinat et al.	۲۰۰۹
حمل و نقل	خوشه‌بندی	Lee et al.	۲۰۱۳
صنعت تلکام	کاوشگر هیورستیک، کاوشگر ژنتیک	Goedertier et al.	۲۰۱۱

روش پژوهش

در پژوهش حاضر به منظور پاسخگویی به سوال پژوهش پس از انتخاب فرایند اعطای ضمانت‌نامه بانکی به عنوان یک فرایند نیمه اتوماتیک از متدولوژی PM^2 برای فرایندکاوی استفاده شده است البته تغییراتی در گام آغازین و گام پایانی آن ایجاد شده است. در این متدولوژی نیز همچون سایر متدولوژی‌های ارائه شده برای فرایندکاوی فرض بر این است که تمام داده‌های مربوط به فرایند در پایگاه داده سیستم‌های اطلاعاتی سازمان ثبت شده است و به عبارتی هیچ بخشی از فرایند به طور دستی انجام نمی شود. هر چند اطلاعات مربوط به اجرای فرایندهای کاملا اتوماتیک را می‌توان از سیستم‌های اطلاعاتی سازمان استخراج کرد اما برای شناخت کامل فرایندهای نیمه اتوماتیک که تنها بخشی از اطلاعات مربوط به اجرای آنها در سیستم‌های اطلاعاتی مختلف ثبت می‌شود لازم است علاوه بر داده‌های مستخرج از سیستم‌های اطلاعاتی از داده‌های ثبت شده در پرونده‌های چاپی نیز استفاده شود. از آن‌جا که فرایند مورد مطالعه در پژوهش حاضر نیز چنین خصوصیتی دارد در مرحله استخراج داده‌ها به فعالیت‌های ثبت شده در سیستم اکتفا نشد و پرونده‌های بایگانی شده مربوط به داده‌های تاریخی فرایند نیز مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این در متدولوژی مذکور به مسئله تعیین سطح جزئیات مدل فرایند پرداخته نشده است و در واقع بر اساس این متدولوژی سطح

جزئیات داده‌های ثبت شده از فعالیت‌های فرایند تعیین کننده سطح جزئیات مدل فرایند خواهد بود. در پژوهش حاضر قبل از تشکیل لاگ رویدادها با اقداماتی که در گام اول ذکر شده است نظر صاحبان فرایند ملاک تعیین سطح مطلوب جزئیات مدل قرار گرفت. نکته قابل ذکر دیگر در متدولوژی PM^2 این است که Van Eck و همکارانش دو نوع ارزیابی برای یافته‌های فرایندکاوی مطرح کرده‌اند که ارزیابی اول یعنی بازبینی مدل، به کمک نرم‌افزار انجام می‌شود و سطح انطباق مدل با داده‌ها از طریق معیار سطح برازش اندازه‌گیری می‌گردد. اما Van Eck و همکارانش معیاری برای کمی سازی ارزیابی دوم یعنی اعتبارسنجی مدل از نظر متخصصان فرایند ارائه نکرده‌اند لذا در پژوهش حاضر معیاری برای سنجش اعتبار مدل از نظر متخصصان فرایند تعریف شد که در گام پنجم روش پژوهش بیشتر بدان پرداخته می‌شود.

گام اول: فرایند صدور ضمانت نامه ریالی به عنوان یکی از فرایندهای کلیدی بانک مورد مطالعه انتخاب شد و کشف مدل واقعی فرایند مذکور به عنوان هدف فرایندکاوی تعیین گردید. پس از انتخاب فرایند و تعیین هدف فرایندکاوی در مورد سطح مطلوب جزئیات مدل فرایند تصمیم گیری شد. بدین ترتیب که پس از مرور کلی فعالیت‌های ثبت شده در سیستم‌های اطلاعاتی و فعالیت‌هایی که به طور دستی انجام می‌شوند، فهرستی از فعالیت‌ها تهیه شد. این فهرست در اختیار خبرگان، متخصصان و صاحبان فرایند قرار گرفت تا با توجه به سطح مطلوب جزئیات فهرست را از نظر کامل بودن و نیز هم سطح بودن فعالیت‌ها بررسی کنند. افراد منتخب یا در اجرای فرایند مورد نظر نقش داشتند و یا به الزامات قانونی و آئین نامه‌های مربوط به اجرای فرایند تسلط کامل داشتند. در این مرحله برخی از فعالیت‌ها به دلیل جزئی بودن نسبت به سایر فعالیت‌ها حذف شدند ضمن اینکه دو فعالیت جدید به فهرست اولیه افزوده شد و در نهایت ۵۸ فعالیت به عنوان فعالیت‌های اصلی فرایند تعیین شد.

گام دوم: داده‌های ثبت شده فرایند از منابع مختلف استخراج شد. اطلاعات برخی فعالیت‌ها از طریق سیستم‌های اطلاعاتی بانک قابل دسترسی بود اما برای بدست آوردن داده‌های مربوط به فعالیت‌هایی که به طور دستی انجام می‌شوند به پرونده‌های بایگانی شده فرایند مراجعه شد و در نهایت داده‌های مربوط به ۳۰ پرونده گردآوری شد.

گام سوم: فایل تجمیع شده داده‌های حاصل از مرحله قبل مورد پردازش اولیه قرار گرفت به کمک نرم افزار XESame هر پرونده به عنوان یک case تعریف شد، رابطه بین هر پرونده و فعالیت‌های مربوطه تعیین شد و به ازای هر یک از فعالیت‌ها دو کلاس آغاز و تکمیل فعالیت تعریف شد. در نهایت خروجی این مرحله در قالب لاگ رویدادها بدست آمد.

گام چهارم: در پژوهش حاضر با توجه به هدف فرایندکاوی، الگوریتم کاوش فازی[1] برای کشف و استخراج مدل فرایند به کمک لاگ رویدادها انتخاب شد و مدل فرایند با استفاده از نرم‌افزار ProM استخراج شد.

الگوریتم کاوش فازی به طور استعاره ای از مفهوم نقشه راه‌ها ایده گرفته است و بر این اساس مدل‌های مورد نظر را ترسیم می‌کند. این الگوریتم گراف اولیه را با توجه به میزان اهمیت فعالیت‌ها و روابط پیش نیازی بین فعالیت‌ها و نیز محاسبه همبستگی برای روابط پیش نیازی تشکیل می‌دهد(Xia,2010). معمولاً درک مدل اولیه خصوصاً درمورد فرایندهای نیمه ساخت یافته یا ساخت نیافته دشوار است. لذا الگوریتم فازی از طریق سه عملگر رفع تضاد دودویی، فیلترسازی کمان‌ها و ادغام و تجرید گره‌ها به ساده سازی گراف اولیه می‌پردازد. جهت اجرای عملگرهای مذکور از پارامترهای پنجگانه سطح برش گره[2]، سطح برش کمان[3]، مطلوبیت R[4]، نگهداشت[5] و نرخ[6] استفاده می‌شود. پس از اعمال این سه عملگر مدل فازی شکل می‌گیرد(Günther and Van Der Aalst,2007).

- رفع تضاد دودویی: از اصطلاح تضاد برای توصیف حالتی استفاده می‌شود که دو گره با هم ارتباط دو سویه دارند. عملگر رفع تضاد دودویی تنها بر روابط پیش نیازی دو گره تاثیر می‌گذارد. در هر فرایند ممکن است سه نوع حالت تضاد اتفاق بیافتد: حلقه دوتایی، همزمانی و وجود استثناء. از پارامترهای نگهداشت و نرخ برای تشخیص حالت

1. Fuzzy Miner
2. *Node Cutoff*
3. *EdgeCutoff*
4. U*tilityR*
5. preserve
6. ratio

تضاد و حذف روابط نامطلوب استفاده می‌شود. اگر مجموعه گره‌های یک فرایند را **N** بنامیم و $N \times N \to IR_0^+$ رابطه ای باشد که به هر جفت گره ای مانند **A** و **B** عضو **N** مربوط می‌شود و **sig** تابعی باشد که تعیین کننده اهمیت دودویی هر رابطه باشد و **rel** تابعی باشد که اهمیت نسبی رابطه‌ها را محاسبه می‌کند آنگاه داریم:

$$rel(A,B) = \frac{1}{2} \times \frac{sig(A,B)}{\sum_{x \in N} sig(A,X)} + \frac{1}{2} \times \frac{sig(A,B)}{\sum_{x \in N} sig(X,B)}$$

پس از محاسبه اهمیت نسبی هر دو رابطه $A \to B$ و $B \to A$ از حد آستانه ای پارامترهای نگهداشت و نرخ برای اجرای عملگر رفع تضاد دودویی استفاده می‌شود. اگر اهمیت نسبی هر دو رابطه از حد آستانه ای پارامتر نگهداشت بیشتر باشد نتیجه گرفته می‌شود که این دو رابطه در یک حلقه دوتایی قرار دارند و در نتیجه هر دو رابطه نمایش داده می‌شود.در صورتی که اهمیت نسبی یکی از رابطه‌های فوق کمتر از حد آستانه ای پارامتر نگهداشت باشد نسبت اهمیت نسبی دو رابطه مذکور محاسبه می‌شود. هرچه این نسبت کوچکتر باشد نشان می‌دهد تفاوت بیشتری بین اهیمت نسبی این دو رابطه متضاد وجود دارد. اگر نسبت محاسبه شده کمتر از حدآستانه‌ای پارامتر نرخ باشد رابطه‌ای که اهمیت نسبی کوچکتری دارد را یک استثناء تلقی کرده و آن را از مدل فرایندحذف می‌کنیم. اگر نسبت محاسبه شده بیشتر از حد آستانه ای پارامتر نرخ باشد الگوریتم کاوش فازی فرض را بر این می‌گذارد که A و B دارای تضاد از نوع همزمانی هستند و در نتیجه هر دو کمان را از مدل فرایند حذف می‌کند.

- فیلتر کردن کمان‌ها: عملگر فیلترسازی کمان‌ها نیز همچون عملگر رفع تضاد دودویی به حذف برخی کمان‌ها از مدل فرایند می‌پردازد با این تفاوت که اهمیت کلی کمان‌ها را در نظر می‌گیرد و تنها کمان‌هایی را حفظ می‌کند که از درجه اهمیت بالایی برخوردارند. این عملگر هر کمان را بر مبنای پارامتر مطلوبیت **R** ارزیابی می‌کند. مطلوبیت **R** از مجموع موزون اهمیت دودویی و همبستگی دودویی بدست می‌آید.

اگر مجموعه گره‌های یک فرایند را **N** بنامیم و $N \times N \to IR_0^+$ رابطه ای باشد که به هر جفت گره ای مانند **A** و **B** عضو **N** مربوط می‌شود و **sig** تابعی باشد که تعیین کننده اهمیت دودویی هر رابطه باشد و **cor** تابعی باشد که همبستگی دودویی رابطه‌ها را محاسبه می‌کند و $ur \in [0,1]$ بیانگر پارامتر مطلوبیت **R** باشد آنگاه داریم:

$$util(A,B) = ur * sig(A,B) + (1-ur) * cor(A,B)$$

که $util(A,B)$ بیانگر مقدار مطلوبیت **R** برای رابطه $\boldsymbol{A \to B}$ می‌باشد.

مقدار مطلوبیت **R** در دامنه ای از صفر تا یک قرار می‌گیرد. پس از محاسبه این پارامتر برای تمام کمان‌های ورودی یک گره و نرمالایز کردن مقادیر بدست آمده می‌توان به کمک سطح برش کمان در مورد حفظ یا حذف کمان‌های ورودی گره مورد نظر تصمیم گرفت. کمان‌هایی که مقدار نرمالایز شده مطلوبیت **R** شان از (مقدار سطح برش کمان– ۱) بیشتر باشد حفظ می‌شوند.

- ادغام و تجرید گره‌ها: در این عملگر گره‌هایی که همبستگی بالایی با هم دارند در قالب خوشه‌هایی ادغام می‌شوند و در مدل نمایش داده می‌شوند و گره‌های تنها و کم اهمیت حذف می‌گردند. از پارامتر سطح برش گره برای حذف گره‌ها استفاده می‌شود. هر گره‌ای که دارای اهمیت یگانی کمتر از این حد آستانه ای باشد حذف می‌گردد.

مدل فازی با اعمال سه روش تبدیل فوق بر روی مدل اولیه فرایند شکل می‌گیرد. تغییر در پارامترهای ساده سازی موجب ایجاد مدل‌های متفاوت می‌گردد. تعداد نامتناهی از مدل‌های فازی برای توصیف یک فرایند معین وجود دارد. الگوریتم کاوش فازی دو معیار برای کیفیت مدل ارائه می‌کند: معیارهای جزئیات گره و میزان برازش.

معیار جزئیات گره، دقت دامنه مدل را اندازه می‌گیرد. اگر جزئیات گره برای یک مدل فازی برابر با ۱ محاسبه شود نشان می‌دهد تمام کلاس‌های رویداد به طور آشکارا به عنوان گره در مدل حضور دارند که نشان دهنده حداکثر دقت دامنه خواهد بود.

معیار برازش میزان نزدیکی مدل فازی با رفتار واقعی مشاهده شده از فرایند را نشان می‌دهد. این معیار با بازخوانی هر یک از دنباله‌های لاگ بر روی مدل فازی محاسبه می‌شود. معیار برازش در قالب نسبت تعداد رویدادهای قابل توضیح توسط مدل فازی به تعداد کل رویدادهای موجود در لاگ تعریف شده است. معیار برازش می‌تواند ارزشی در بازه[۰،۱) اتخاذ کند. مقدار ۱ به این معنی است که مدل دقیقا تمام رفتارهای فرایند را توضیح می‌دهد.

گام پنجم: در این مرحله معیارهای کیفیت و اعتبار مدل بررسی گردید و بدین منظور از دو معیار زیر استفاده شد.

۱. سنجش میزان انطباق مدل با لاگ رویدادها[1]: بدین منظور می‌توان از تکنیک‌های سنجش انطباق استفاده کرد. البته الگوریتم کاوش فازی پس از کشف مدل فرایند، دنباله‌های موجود در لاگ رویدادها را روی مدل کشف شده بازخوانی می‌کند و بدین ترتیب میزان برازش مدل را تعیین می‌کند و نشان می‌دهد که مدل چه درصدی از دنباله‌های موجود در لاگ رویدادها را تبیین می‌کند و به تفکیک نشان می‌دهد که در هر دنباله چه رویدادهایی قابل بازخوانی بر روی مدل بوده اند.

۲. سنجش میزان انطباق مدل با واقعیت بر اساس نظر متخصصان فرایند(اعتبارسنجی خبره محور): با توجه به اینکه فرایند مورد نظر کاملاً اتوماتیک نبوده و برخی داده‌های لاگ به صورت دستی وارد و ثبت شده اند، در پژوهش حاضر معیاری به نام معیار برازش از نظر خبرگان تعریف شد و از خبرگان تحقیق خواسته شد تا صحت و اعتبار مدل را بررسی کنند، بدین ترتیب که مدل حاصل از الگوریتم کاوش فازی به خبرگان ارائه شد و از آنان خواسته شد روابط پیشنیازی فعالیت‌ها را بررسی کرده و روابط زائد یا نادرست را شناسایی نمایند و همچنین روابطی را که در مدل مغفول مانده است اضافه نمایند. لازم به ذکر است که در این مرحله تنها از متخصصان فرایند و افرادی که مستیقماً درگیر اجرای فرایند بودند به عنوان خبره

1. Fittnes

کمک گرفته شد زیرا هدف سنجش انطباق مدل خروجی فرایندکاوی با واقعیت اجرای فرایند است و در این مرحله انطباق مدل با دستورالعمل‌ها و مدل مطلوب مد نظر نیست.

اگر تعداد کل روابط در مدل را با E نشان دهیم، d نشان دهنده تعداد روابط نادرست از نظر خبرگان باشد و a بیانگر تعداد روابطی باشد که طبق نظر خبرگان در مدل کشف شده فرایند مغفول مانده است و باید به مدل افزوده شود، آنگاه میزان برازش بر اساس نظر خبرگان به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$F' = 1 - \frac{a+d}{E+a}$$

اگر همه روابط مدل به درستی استخراج شده باشد مقدار F' برابر با ۱ خواهد بود و بیشترین مقدار ممکن را خواهد داشت. اگر تمام روابط مدل نادرست باشد یعنی $d = E$ صرفه نظر از اینکه چه تعداد روابط جدیدی باید به مدل افزوده شود مقدار F' برابر با صفر خواهد بود.

گام ششم: در مرحله آخر به تجزیه و تحلیل نتایج و یافتن نقاط بهبود از طریق مقایسه مدل حاصل از فرایندکاوی با مدل‌های موجود و دستورالعمل‌های مربوط به اجرای فرایند پرداخته شد. در این مرحله برخلاف مرحله قبل علاوه بر دانش متخصصان فرایند از دانش طراحان مدل مطلوب فرایند و افراد آشنا با قوانین و دستورالعمل‌های مربوط به فرایند نیز استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

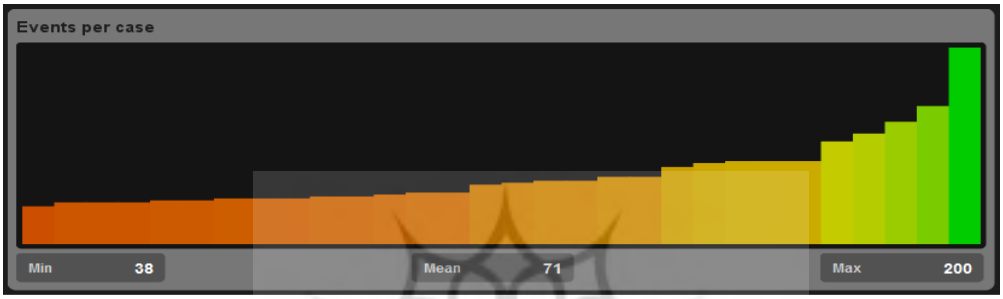
پس از انتخاب فرایند صدور ضمانت نامه ریالی به عنوان فرایند مورد مطالعه، در مجموع ۵۸ فعالیت مختلف برای فرایند مذکور شناسایی شد که در هر مورد پرونده صدور ضمانت نامه بسته به شرایط برخی از این فعالیت‌ها اجرا می‌شود. پس از شناسایی فعالیت‌ها از خبرگان خواسته شد آنها را از نظر صحت و سطح جزئی بودن بررسی نمایند که در نتیجه این بررسی‌ها فعالیت‌های "تایید صحت امضاء متقاضی و ضامن" به دلیل خرد بودن نسبت به سایر فعالیت‌ها

از فهرست فعالیت‌ها حذف شدند و فعالیت "اخذ و بررسی مدارک" و فعالیت "استعلام وثیقه ملکی" به این فهرست افزوده شدند. سپس داده‌های مربوط به اجرای این فرایند برای ۳۰ پرونده مشتمل بر داده‌های ثبت شده در سیستم‌های بانک و داده‌های ثبت شده(به صورت دستی) در پرونده‌های بایگانی شده گردآوری شد؛ بدین ترتیب که فعالیت‌های انجام شده به ازای هر پرونده و زمان انجام هر فعالیت در یک فایل اکسل ثبت شد و در گام بعدی فعالیت‌های مختلف فرایند کدگذاری شدند. سپس لاگ رویدادها به کمک نرم افزار XESame تشکیل داده شد. لاگ رویدادها شامل ۳۰ پرونده با ۱۰۵۴ فعالیت و ۲۱۰۸ رویداد است. رویدادهای لاگ در ۱۱۶ کلاس دسته بندی شده اند و دو نوع رویداد شروع و پایان برای هر فعالیت تعریف شده است. لازم به ذکر است که در بررسی اولیه لاگ به کمک الگوریتم کاوش فازی در نرم افزار ProM روشن شد که در فرایند مورد مطالعه تمام دنباله‌ها از فعالیت A_1 آغاز می‌گردد اما بیش از یک فعالیت می‌تواند نقش نقطه پایان فرایند را داشته باشد، لذا یک فعالیت پایان مجازی به نام A_{end} برای تمام دنباله‌ها تعریف و به لاگ رویدادها افزوده شد. در برخی پرونده‌ها فعالیت‌هایی غیر از فعالیت‌های رایج فرایند ثبت شده بود از جمله "بلوکه کردن سپرده نقدی متقاضی" به دلیل عدم پرداخت کارمزدهای گذشته یا "عدم پرداخت وجه الضمان به ذینفع" به دلیل مفقود شدن لاشه ضمانت نامه. علی‌رغم این که فعالیت‌ها ذکر شده از فراوانی کمی برخوردار هستند اما جزئی مهم از فرایند محسوب می‌شوند به همین دلیل از فیلتر کردن لاگ رویدادها خودداری شد و لاگ اولیه مستقیماً به عنوان ورودی الگوریتم فرایندکاوی مورد استفاده قرار گرفت.

بررسی لاگ رویدادها نشان داد در کوچکترین و بزرگترین پرونده[1] از نظر حجم فعالیت به ترتیب ۳۸ و ۲۰۰ رویداد ثبت شده است. از آن جا که در لاگ رویدادها به ازای هر فعالیت دو رویدادشروع و تکمیل فعالیت ثبت شده بود می‌توان گفت در فرایند مورد مطالعه حداقل ۱۹ فعالیت و حداکثر ۱۰۰ فعالیت انجام می‌گردد. گسترده بودن دامنه تغییرات تعداد فعالیت‌ها ناشی از این است که فرایند مورد مطالعه یک بخش تکرار شونده دارد که به هر تعداد که

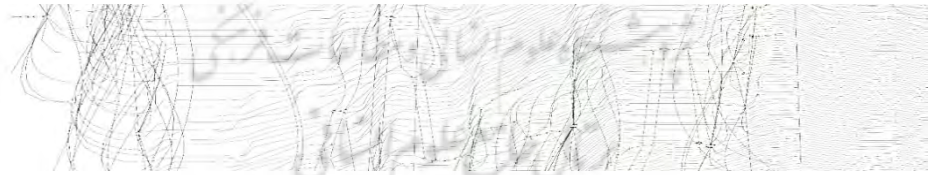
1. Case

مشتری مایل باشد قابل تکرار است. به عبارتی پس از صدور برگ ضمانتنامه ممکن است مشتری درخواست تمدید ضمانتنامه در سررسید را داشته باشد که گاهی تا بیش از ۵ مرتبه این درخواست تکرار شده است و سبب تکرار شدن فعالیت‌های مربوط به تمدید در پرونده‌های مربوطه شده است. اما همان طور که شکل ۱ نشان می‌دهد تعداد چنین پرونده‌هایی کم بوده و به طور متوسط ۷۱ رویداد(با احتساب رویدادهای مربوط به فعالیت‌های تکراری) در این فرایند انجام شده است.



شکل ۱ . هیستوگرام تعداد رویدادها به ازای هر پرونده در لاگ رویدادها

اجرای الگوریتم آلفا برای کاوش نقشه فرایند، ساختارنیافتگی فرایند را تصدیق کرد. شکل ۲بخشی از مدل فرایندی حاصل از الگوریتم آلفا را نشان می‌دهد. وندر الست(۲۰۱۱) چنین مدلی را فرایند اسپاگتی گونه می‌نامد. این مدل فعالیت‌ها و روابط بین آنها را به درستی نشان می‌دهد اما به دلیل نشان دادن تمام جزئیات فرایند بدون خلاصه سازی نمی تواند ساختار روشنی از فرایند نشان دهد و قابل درک نیست.



شکل ۲. مدل فرایندی خروجی الگوریتم آلفا

رویکرد فازی به فرایند کاوی یکی از رویکردهای جدید و جذاب برای کار کردن با لاگ‌های چالش برانگیز(لاگ‌های حاوی نویز و اطلاعات ناقص از فرایند) خصوصا در فرایندهای پیچیده و اسپاگتی گونه می‌باشد(Turner et al.,2012). لذا از این الگوریتم

برای کاوش مدل فرایند مورد مطالعه استفاده شد. مدل حاصل از الگوریتم فازی در شکل ۳ آمده است. برای تشکیل مدل نهایی ابتدا ماتریس اهمیت و ماتریس همبستگی روابط بین تمام رویدادهای موجود در لاگ رویدادها تشکیل شده است، سپس از عملگرهای رفع تضاد دودویی و فیلترسازی کمان‌ها برای حذف روابط زائد و تعیین مهم‌ترین کمان‌های تبیین‌کننده روابط بین رویدادها استفاده شده است. به عنوان نمونه ماتریس اهمیت روابط که بر مبنای فراوانی هر رابطه در لاگ رویدادها تشکیل شده است نشان می‌دهد که دو رابطه $A_4(start) \rightarrow A_9(complete)$ و $A_9(complete) \rightarrow A_4(start)$ در لاگ رویدادها وجود دارد. برای تصمیم‌گیری در مورد حفظ یا حذف این روابط از عملگر رفع تضاد دودویی استفاده شده است. بدین منظور اهمیت نسبی هر یک از کمان‌های مذکور طبق رابطه زیر محاسبه شد. فهرست کمان‌های ورودی و خروجی A4(start) و A9(complete) به همراه میزان اهمیت هر رابطه به ترتیب در جدول آمده است.

$$rel(A,B) = \frac{1}{2} \times \frac{sig(A,B)}{\sum_{x \in N} sig(A,X)} + \frac{1}{2} \times \frac{sig(A,B)}{\sum_{x \in N} sig(X,B)}$$

$$rel(A_9(complete), A_4(start)) = \frac{1}{2} \times \frac{0.141}{1.346} + \frac{1}{2} \times \frac{0.141}{0.478} = 0.1999$$

$$rel(A_4(start), A_9(complete)) = \frac{1}{2} \times \frac{0.005}{0.798} + \frac{1}{2} \times \frac{0.005}{1.139} = 0.0053$$

اهمیت نسبی هر دو کمان کمتر از حدآستانه‌ای پارامتر نگهداشت(۰/۶) است لذا باید نسبت این دو مقدار به صورت زیر محاسبه شود. از آن‌جا که مقدار نسبت مذکور کمتر از حدآستانه‌ای پارامتر نرخ(۰/۵) است رابطه $A_4(start) \rightarrow A_9(complete)$ که اهمیت نسبی کمتری دارد یک استثنا تلقی می‌شود و حذف می‌گردد و رابطه $A_9(complete) \rightarrow A_4(start)$ در مدل نهایی نمایش داده می‌شود.

$$\frac{rel(A_4(start), A_9(complete))}{rel(A_9(complete), A_4(start))} = \frac{0.005}{0.1999} = 0.025$$

جدول۲. کمان‌های ورودی و خروجی رویداد A4(start)

کمان‌های ورودی به A4(start)	sig	کمان‌های خروجی از A4(start)	sig
A1 (start) → A4 (start)	۰/۰۰۳	A4 (start) → A3 (start)	۰/۰۱۳
A1 (complete) → A4 (start)	۰/۰۰۹	A4 (start) → A3 (complete)	۰/۰۰۵
A2 (start) → A4 (start)	۰/۰۱٤	A4 (start) → A9 (start)	۰/۰۱٤
A2 (complete) → A4 (start)	۰/۰۳۷	A4 (start) → A9 (complete)	۰/۰۰۵
A3 (start) → A4 (start)	۰/۰۱٦	A4 (start) → A4 (complete)	۰/۵۵
A3 (complete) → A4 (start)	۰/۰٤٤	A4 (start) → A5(start)	۰/۱۱۳
A9 (start) → A4 (start)	۰/۰۵۲	A4 (start) → A5 (complete)	۰/۰٤
A9 (complete) → A4 (start)	۰/۱٤۱	A4 (start) → A7(start)	۰/۰۰۲
A7 (start) → A4 (start)	۰/۰۰٤	A4 (start) → A6(start)	۰/۰۰۲
A7 (complete) → A4 (start)	۰/۰۱۱	A4 (start) → A10(start)	۰/۰٤۹
A52 (start) → A4 (start)	۰/۰٤	A4 (start) → A6 (complete)	۰/۰۰۵
A52 (complete) → A4 (start)	۰/۱۰۷		

جدول ۳. کمان‌های ورودی و خروجی رویداد A9(complete)

کمان‌های ورودی به A9(complete)	sig	کمان‌های خروجی از A9(complete)	sig
A1 (complete) → A9 (complete)	۰/۰۰۷ ۰۰	A9 (complete) → A4 (start)	۰/۱٤۱
A2 (complete) → A9 (complete)	۰/۰۰۹	A9 (complete) → A4 (complete)	۰/۰۵۲
A3 (start) → A9 (complete)	۰/۰٤٦	A9 (complete) → A5 (start)	۰/۰٦۱
A3 (complete) → A9 (complete)	۰/۱٤۳	A9 (complete) → A5 (complete)	۰/۰۲۳

۰/۱۳۵	A9 (complete) → A7 (start)	۰/۷۱٤	A9 (start) → A9 (complete)
۰/۰۵	A9 (complete) → A7 (complete)	۰/۰۰۵	A4 (start) → A9 (complete)
۰/۲۹۵	A9 (complete) → A10 (start)	۰/۰۱٤	A4 (complete) → A9 (complete)
۰/۱۰۹	A9 (complete) → A10 (complete)	۰/۰۵٤	A7 (start) → A9 (complete)
۰/۰۳٦	A9 (complete) → A14 (start)	۰/۱٤۷	A4 (complete) → A9 (complete)
۰/۰۱۳	A9 (complete) → A14 (complete)		
۰/۰۱	A9 (complete) → A49 (start)		
۰/۰۰٤	A9 (complete) → A49 (complete)		
۰/۰۷٦	A9 (complete) → A6 (start)		
۰/۰۲۸	A9 (complete) → A6 (complete)		
۰/۱۱۲	A9 (complete) → A52 (start)		
۰/۰٤۲	A9 (complete) → A52 (complete)		
۰/۰۳۹	A9 (complete) → A54 (start)		
۰/۰۱۵	A9 (complete) → A54 (complete)		
۰/۰۳۷	A9 (complete) → A8 (start)		
۰/۰۱٤	A9 (complete) → A8 (complete)		
۰/۰۳۹	A9 (complete) → A58 (start)		
۰/۰۱۵	A9 (complete) → A58 (complete)		

دو رابطه $A_6(start) \rightarrow A_5(complete)$ و $A_5(complete) \rightarrow A_6(start)$ نیز در لاگ رویدادها مشاهده شده است که به نظر می‌رسد نوعی تضاد داشته باشند. با استفاده از عملگر رفع تضاد در الگوریتم کاوش فازی، اهمیت نسبی هر یک از روابط ذکر شده به صورت زیر محاسبه گردیده است:

$$rel(A_6(complete), A_5(start)) = \frac{1}{2} \times \frac{0.013}{1.101} + \frac{1}{2} \times \frac{0.013}{2.6465} = 0.024$$

$$rel(A_5(start) A_6(complete)) = \frac{1}{2} \times \frac{0.019}{0.782} + \frac{1}{2} \times \frac{0.019}{1.111} = 0.0207$$

اهمیت نسبی هر دو رابطه از حدآستانه‌ای پارامتر نگهداشت کمتر است لذا نسبت اهمیت نسبی دو رابطه محاسبه شده است که مقدار آن بزرگتر از حد آستانه‌ای پارامتر نرخ است و الگوریتم فازی این گونه نتیجه می‌گیرد که روابط مذکور با هم تضاد همزمانی دارند و هر دو رابطه از مدل فرایند حذف می‌گردند.

$$\frac{rel(A_5(start), A_6(complete))}{rel(A_6(complete), A_5(start))} = \frac{0.0207}{0.024} = 0.8611$$

عملگر فیلترسازی کمان‌ها نیز عملگر دیگری است که در الگوریتم کاوش فازی جهت حذف زوائد استفاده می‌گردد. این عملگر از پارامتر مطلوبیت برای تعیین تکلیف روابط مشاهده شده در لاگ رویدادها استفاده می‌کند. جدول تمامی کمان‌های ورودی به گره $A_5(start)$ و مقدار اهمیت و همبستگی هر کمان را نشان می‌دهد. مطلوبیت هر کمان بر اساس رابطه زیر محاسبه و سپس نرمالایز شده است.

$$util(A, B) = ur * sig(A, B) + (1 - ur) * cor(A, B)$$

کمان‌هایی که دارای مطلوبیت نرمالایزشده بزرگتر از (سطح برش کمان-۱) هستند حفظ شده و سایر کمان‌ها حذف می‌گردند. سطح برش کمان برابر با ۰/۳ در نظر گرفته شده است. بررسی ستون مطلوبیت نرمالایزشده نشان می‌دهد تنها کمان‌های $A_4(complete) \rightarrow A_5(start)$ و $A_{58}(complete) \rightarrow A_5(start)$ باید در مدل نهایی به عنوان کمان‌های ورودی به گره $A_5(start)$ نمایش داده شود.

جدول ۴. مطلوبیت کمان‌های ورودی به گره $\mathbf{A_5(start)}$

Arc	sig	cor	util	Normalaized
A9(start)- A5(start)	۰/۰۲۳	۰/۷۶	۰/۲۰۷۳	۰/۵۳۲۱
A9(complete)- A5(start)	۰/۰۶۱	۰/۶۴۳	۰/۲۰۶۵	۰/۵۳۰۲
A4(start)- A5(start)	۰/۱۱۳	۰/۶۴۳	۰/۲۴۵۵	۰/۶۳۰۳
A4(complete)- A5(start)	۰/۳۰۵	۰/۶۴۳	۰/۳۸۹۵	۱
A7(start)- A5(start)	۰/۰۱۵	۰/۶۴۳	۰/۱۷۲	۰/۴۴۱۶
A7(complete)- A5(start)	۰/۰۴	۰/۶۴۳	۰/۱۹۰۷۵	۰/۴۸۹۷
A6(start)- A5(start)	۰/۰۰۵	۰/۶۴۳	۰/۱۶۴۵	۰/۴۳۷۷
A6(complete)- A5(start)	۰/۰۱۳	۰/۶۴۳	۰/۱۷۰۵	۰/۴۷۸۲
A52(start)- A5(start)	۰/۰۰۵	۰/۷۸۶	۰/۲۰۰۳	۰/۵۱۴۱
A52(complete)- A5(start)	۰/۰۱۳	۰/۷۸۶	۰/۲۰۶۳	۰/۵۲۹۵
A58(start)- A5(start)	۰/۰۱۶	۰/۷۸۶	۰/۲۰۸۵	۰/۵۸۹۲
A58(complete)- A5(start)	۰/۱۱۸	۰/۷۸۶	۰/۲۸۵	۰/۷۳۱۷

به منظور سنجش صحت و اعتبار مدل از دو معیار برازش مدل روی لاگ رویدادها و برازش از نظر خبرگان استفاده شد. نتایج حاصل از بازخوانی لاگ رویدادها بر روی مدل کشف شده میزان برازش مدل را ۸۴/۶۸ درصد نشان می‌دهد. وندر الست(۲۰۱۱) میزان برازش بیش از ۸۰ درصدی را برای ایجاد مدل یکپارچه فرایندهای اسپاگتی وار مناسب می‌داند. برخی پژوهش‌ها(بزکیا، گابریلز و ورف، ۲۰۰۹) نیز مدل‌هایی با میزان برازش بالاتر از ۹۰ درصد را از لاگ‌های فیلتر شده استخراج نموده اند. لذا به نظر می‌رسد برازش ۸۴/۶۸ درصدی برای یک لاگ فیلتر نشده عدد مطلوبی باشد. همان طور که جدول نشان می‌دهد میزان برازش مدل تنها برای دو دنباله از دنباله‌های موجود در لاگ داده‌ها بسیار پایین است. با بررسی دنباله‌های مزبور مشخص شد که عدم برازش این دنباله‌ها با مدل کشف شده به دلیل انجام فعالیت A14 بلافاصله پس از فعالیت A52 و انجام ندادن سایر فعالیت‌های متداول قبل از A14 می‌باشد. این گونه توالی فعالیت‌ها تنها در پرونده‌های(دنباله‌ها) شماره ۱۲ و ۱۳ اتفاق افتاده است. به عبارتی این دو دنباله نوعی استثناء تلقی می‌شوند که هر دو مربوط به یک مشتری حقوقی هستند و محصول هر دو پرونده ضمانت نامه گمرکی بوده است و این تفاوت در توالی فعالیت‌ها به دلیل تفاوت نوع وثیقه ای است که از سوی مشتری ارائه شده است. مطمئناً با

حذف استثنائات و فیلتر نمودن لاگ می‌توان درجه برازش مدل را بهبود داد. اما از آنجا که نمایش تمام فعالیت‌های فرایند مدنظر می‌باشد ترجیح داده شد از عمل فیلتر کردن صرفه نظر شود به همین دلیل نیز حدآستانه ای برای فیلتر کردن گره‌ها برابر با صفر در نظر گرفته شده است و تمام رویدادها به صورت گره‌های مجزا در مدل نمایش داده شده اند و به همین دلیل معیار سطح جزئیات گره برابر با یک می‌باشد که نشان دهنده حداکثر دقت دامنه است.

به منظور بررسی صحت و اعتبار مدل از نظر خبرگان، مدل مستخرج از لاگ رویدادها با متخصصان فرایند به اشتراک گذاشته شد و از آن‌ها خواسته شد ضمن مرور روابط پیش‌نیازی و پس‌نیازی فعالیت‌ها، روابط نادرست را مشخص کنند و در صورتی که رابطه‌ای مغفول مانده است رابطه مورد نظر را به مدل اضافه کنند. اطلاعات مربوط به رابطه‌های حذف شده و اضافه شده به مدل پس از تجمیع نظرات کارشناسان در جدول آمده است. و بدین ترتیب میزان برازش از نظر خبرگان به صورت زیر محاسبه شد.

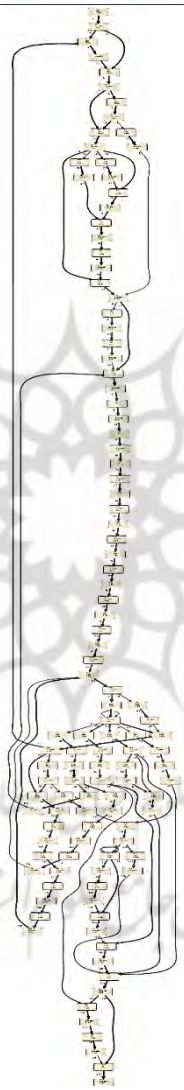
$$F' = 1 - \frac{7+4}{79+7} = 0.8721$$

جدول۵. میزان برازش مدل به ازای دنباله‌های لاگ

شماره دنباله	برازش	شماره دنباله	برازش
۱	۹۲/۴۵	۱۶	۱۰۰
۲	۶۷/۴۴	۱۷	۹۸/۰۱
۳	۸۱/۱۸	۱۸	۱۰۰
۴	۱۰۰	۱۹	۹۶/۹۲
۵	۷۸/۸۲	۲۰	۸۸/۵۷
۶	۸۴/۶۲	۲۱	۵۵/۱۰
۷	۸۵/۸۲	۲۲	۸۱/۱۳
۸	۹۳/۶۰	۲۳	۸۴/۶۲
۹	۱۰۰	۲۴	۸۶/۶۷
۱۰	۹۱/۳۰	۲۵	۸۴/۸۱
۱۱	۱۰۰	۲۶	۹۲/۷۷
۱۲	۲۵/۵۸	۲۷	۸۱/۴۲
۱۳	۲۵/۵۸	۲۸	۹۷/۱۰
۱۴	۹۵/۹۲	۲۹	۷۸/۸۲
۱۵	۱۰۰	۳۰	۹۲/۱۶

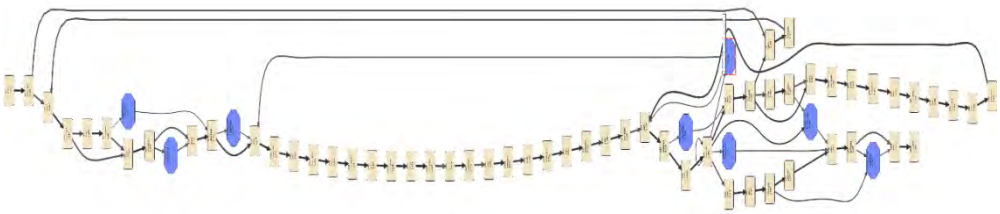
جدول۶. اصلاحات رابطه‌های مدل طبق نظر متخصصان فرایند

رابطه های حذف شده از مدل	A۲۳ → A۲۴ , A۵۷ → A۴۹ , A۲۹ → A۴۳ , A۴۵ → A۳۰
رابطه های اضافه شده به مدل	A۵ → A۶, A۶ → A۸, A۸ → A۵۷, A۵۷ → A۱۰, A۱۰ → A۴۹, A۳۱ → A۴۳ , A۴۷ → A۵۰



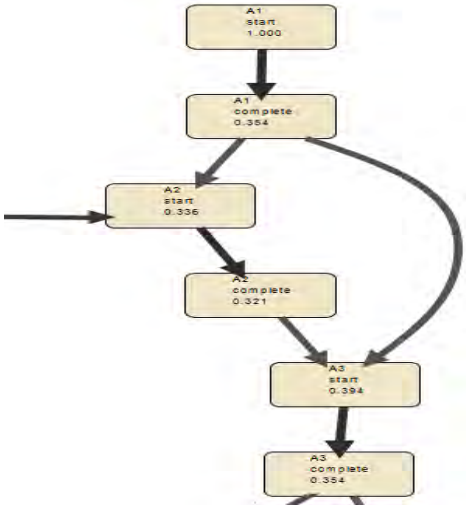
شکل ۳. مدل فرایندی خروجی الگوریتم کاوش فازی

مدل حاصل از الگوریتم کاوش فازی و معیارهای برازش مدل نشان از کارایی فرایندکاوی و الگوریتم منتخب جهت شناخت فرایند- آن گونه که هست- در فرایندهای نیمه اتوماتیک صنعت بانکداری می‌دهد. توانایی تنظیم سطح انتزاع مدل یکی دیگر از قابلیت‌هایی است که ابداع کنندگان الگوریتم فازی برای این الگوریتم ذکر کرده‌اند. گانتر و وندر آلست(۲۰۰۷) معتقدند در الگوریتم فازی سطح نمایش جزئیات را می‌توان به گونه ای تنظیم کرد که همچون نقشه‌های جغرافیایی عمل کند. یک نقشه جغرافیایی ممکن است بسیار جزئی بوده و تمام شهرها و روستاها و راه‌های مواصلاتی را با جزئیات نشان دهد یا اینکه با کاهش سطح جزئیات تنها شهرها و راه‌های اصلی را نشان دهد. مسئله این است که در برخی موارد خوشه‌هایی که در قالب یک گره نمایش داده می‌شوند نسبت به برخی فعالیت‌ها یا گره‌های مجرد مدل بسیار کلی هستند به بیان دیگر الگوریتم فازی برخی رویدادها را با ادغام در قالب خوشه به یک ایالت تبدیل می‌کند و سپس در مدل نهایی این ایالت را در کنار برخی رویدادهای خردتر یا به عبارتی همان روستاهای کوچک نشان می‌دهد. به عنوان مثال شکل ٤ مدل فرایندی حاصل از الگوریتم فازی با سطح برش ۰/۲۵ را نشان می‌دهد. در این مدل می‌توان خوشه پنجم را خوشه "تقلیل ضمانت نامه" بانکی نام گذاری کرد که می‌تواند یک زیرفرایند تلقی شود در حالی که در همین مدل گره‌های منفردی وجود دارند که به فعالیت‌هایی نظیر "تکمیل فرم درخواست" یا "بررسی وضعیت بانکی مشتری" اشاره دارد به عبارتی مدل بدست آمده فرایند را در یک سطح واحدی از جزئیات نشان نمی‌دهد و بخشی از فرایند را در قالب زیرفرایندهای اصلی نشان می‌دهد در حالی که بخش‌های دیگری از فرایند را در جزئی‌ترین سطح یعنی سطح فعالیت‌ها نشان می‌دهد لذا می‌توان گفت که کارایی این قابلیت الگوریتم کاوش فازی در خصوص فرایند مورد مطالعه اثبات نشد.



شکل ۴. مدل خروجی الگوریتم فازی با سطح برش ۰/۲۵ برای فیلترسازی گره

پس از استخراج مدل فرایند و تعیین اعتبار آن وارد مرحله تحلیل و مقایسه شدیم. بررسی اولیه مدل فرایند نشان می‌دهد فعالیت‌های معینی در برخی دنباله‌ها حذف شده‌اند. به عنوان نمونه همان‌طور که شکل ۵ نشان می‌دهد ممکن است فعالیت A3 (تکمیل فرم درخواست) مستقیماً بعد از A1 (ارائه درخواست توسط مشتری) انجام شود و یا در برخی موارد پس از A2 (ارجاع درخواست توسط رئیس شعبه) انجام شود. به عبارتی مدل نشان می‌دهد که در برخی پرونده‌ها فعالیت A2 حذف شده است. چنین اتفاقی برای برخی فعالیت‌های دیگر نظیر A7,A4,A5,A8,A52 نیز رخ داده است. فعالیت A52 به تکمیل فرم توثیق سپرده مربوط می‌گردد که فقط در مورد پرونده‌های اعطای ضمانت‌نامه گمرکی باید انجام شود و طبیعی است که فقط در برخی از پرونده‌ها یا دنباله‌های موجود در لاگ رویدادها چنین فعالیتی ثبت شده باشد. فعالیت A4 نیز به تایید افتتاح حساب مشتری اشاره دارد و همان‌طور که مدل فرایند نشان می‌دهد این فعالیت در برخی پرونده‌ها ثبت نشده است.بررسی‌های بیشتر نشان داد فعالیت A4 در مواردی حذف شده است که مشتری در همان شعبه حساب فعال داشته است و آگاهی قبلی متصدی نسبت به این مسئله سبب عدم انجام فعالیت A4 شده است. اما سایر فعالیت‌های ذکر شده فعالیت‌های عمومی مربوط به اعتبارسنجی هستند که در بررسی پرونده‌ها و مصاحبه با خبرگان سازمانی، اعتماد بیش از حد به مشتری به عنوان عامل اصلی حذف این فعالیت‌ها در برخی پرونده‌ها شناسایی شد.



شکل ۵. بخشی از مدل کشف شده فرایند مورد مطالعه

از آن‌جا که فعالیت‌های مربوط به اعتبارسنجی نقش کلیدی در همه فرایندهای اعطای اعتبار ایفا می‌کند به منظور بررسی بیشتر وضعیت انجام این نوع فعالیت‌ها در فرایند مورد مطالعه فراوانی نسبی تمامی فعالیت‌های مرتبط با اعتبارسنجی به شرح جدول ۷ محاسبه شد. فراوانی نسبی هر فعالیت از تقسیم فراوانی مطلق آن فعالیت در لاگ رویدادها به تعداد کل پرونده‌ها بدست آمده است. فعالیت‌های A8 و A57 به ترتیب در ۱ درصد و ۰/۰۶۶ درصد از پرونده‌ها انجام شده است. پایین بودن فراوانی نسبی دو فعالیت ذکر شده می‌تواند بیانگر یک نقص جدی در مجموعه فعالیت‌های اعتبارسنجی باشد و نشان دهنده یک نقطه ضعف اساسی باشد که اصلاح آن می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر کاهش نکول ناشی از فرایند اعطای ضمانتنامه بانکی داشته باشد.

پرتال جامع علوم انسانی

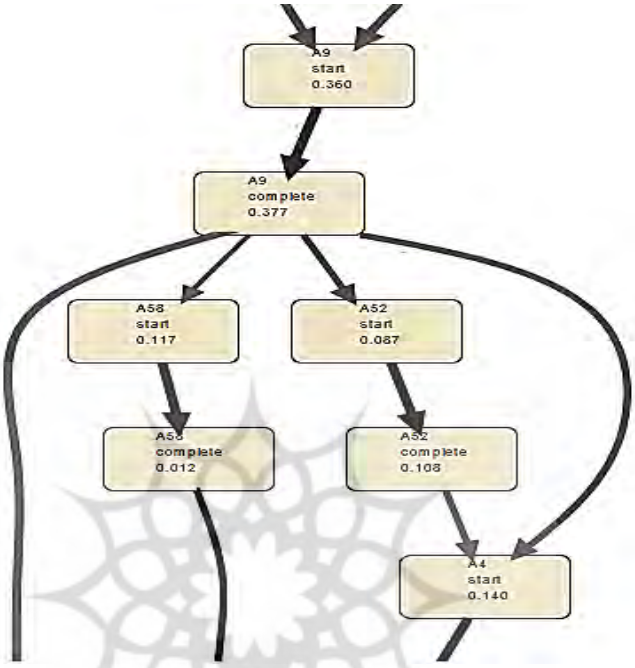
جدول۷. فراوانی نسبی فعالیت‌های اعتبارسنجی در لاگ رویدادها

کد فعالیت	فراوانی	فراوانی نسبی
A5	۲۰	۰/۶۶۶۷
A6	۲۹	۰/۹۶۶۷
A7	۲۲	۰/۷۳۳۳
A8	۳	۰/۱
A10	۲۸	۰/۹۳۳۳
A57	۲	۰/۰۶۶۷

در ادامه جهت مقایسه مدل بالقوه و بالفعل فرایند از مدل خروجی فرایندکاوی به عنوان مدل بیانگر وضع موجود فرایند صدور ضمانت نامه بانکی استفاده شد و مدلی که بر اساس دستورالعمل‌ها و آئین‌نامه‌های داخلی بانک مورد مطالعه و بانک مرکزی تدوین شده بود به عنوان مدل مطلوب فرایند صدور ضمانتنامه بانکی استفاده شد. مقایسه مدل وضع موجود و مدل مطلوب فرایند موجب شناسایی شکاف‌ها و انحرافات از مدل مطلوب شد. شکاف‌های شناسایی شده به چند دسته تقسیم می‌شوند:

- مغفول ماندن برخی فعالیت‌های مهم: اولین شکاف بین مدل موجود و مطلوب فرایند این بود که برخی از فعالیت‌های مدل مطلوب اصلا در مدل موجود فرایند وجود نداشت یعنی اینکه برخی فعالیت‌هایی که در دستورالعمل‌های فرایند به صراحت ذکر شده‌اند در عمل اصلا انجام نمی‌گردد. به عنوان نمونه "بررسی رعایت حد فردی مجاز" و "بررسی اینکه آیا متقاضی از مصادیق ذینفع واحد می‌باشد" دو فعالیتی هستند که دستورالعمل داخلی بانک بر انجام آنها پس از فعالیت "دریافت و بررسی مدارک" و قبل از فعالیت "اخذ استعلامات" تاکید دارد اما مدل حاصل از فرایندکاوی نشان می‌دهد فعالیت‌های مذکور در هیچ یک از پرونده‌های مورد بررسی انجام نشده است و به عبارتی چنین فعالیت‌هایی اصلا در لاگ رویدادها مشاهده نشده است از این روی همان طور که شکل ۶ نشان می‌دهد در مدل وضع موجود فعالیت "اخذ

استعلامات"(فعالیت‌های A4, A52, A58) بلافاصله بعد از فعالیت "دریافت و بررسی مدارک" (فعالیت A9) قرار گرفته است.

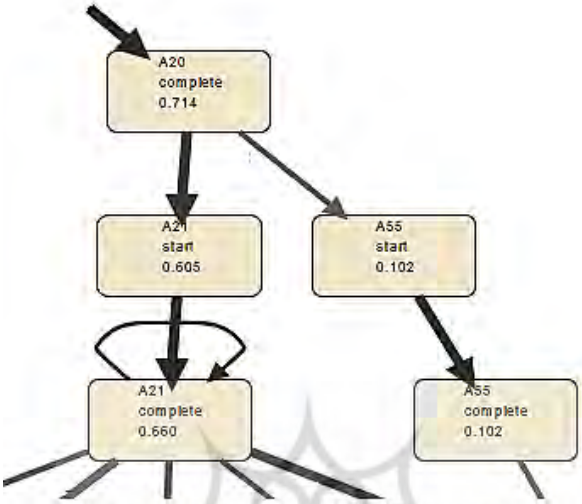


شکل ۶. بخشی از مدل کشف شده فرایند مورد مطالعه

پیشنهاد می‌شود برای حل چنین مشکلاتی کنترل‌هایی برای فعالیت‌های کلیدی که در مدل وضع موجود وجود ندارند، طراحی گردد مثلا در سیستم کامپیوتری ثبت اطلاعات ضمانتنامه گزینه‌هایی برای نتایج فعالیت‌های مورد نظر لحاظ گردد.

- تغییر کیفیت انجام برخی فعالیت‌ها: تفاوت بعدی بین مدل موجود و مطلوب فرایند این است که برخی فعالیت‌ها با کیفیتی که قوانین ایجاب می کند انجام نمی شوند. به عنوان مثال نسخه اصلی ضمانت نامه پس از صدور در اغلب موارد به متقاضی تحویل داده می‌شود و تنها در برخی موارد نسخه اصلی مستقیما در اختیار ذینفع قرار می گیرد(شکل

۷). در صورتی که طبق دستورالعمل(مدل مطلوب) باید نسخه اصلی به ذینفع ضمانت نامه تحویل داده شود.



شکل ۷ . بخشی از مدل کشف شده فرایند مورد مطالعه: A20 (صدور برگه ضمانت نامه)، A21 (تحویل نسخه اصلی به متقاضی) و A55 (تحویل نسخه اصلی به ذینفع)

- عدم رعایت توالی مطلوب: در مدل وضع موجود توالی برخی فعالیت‌ها شبیه توالی تعریف شده در مدل مطلوب نیست. به عنوان نمونه همان طور که شکل ۷ نشان می‌دهد فعالیت A3 (تکمیل فرم درخواست)در برخی موارد مستقیماً بعد از A1 (ارائه درخواست توسط مشتری) انجام می‌شود و در برخی موارد پس از A2 (ارجاع درخواست توسط رئیس شعبه) انجام می‌گردد در حالی که طبق دستورالعمل فعالیت A3 باید همواره بعد از فعالیت A2 صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

فرایندکاوی رویکردی هوشمند برای کشف و بهبود فرایندها است که قادر است علاوه بر مدل فرایندهای کاملا اتوماتیک مدل فرایندها نیمه اتوماتیک و یا دستی را نیز کشف کند.

هرچند پژوهش‌های پیشین اغلب به استخراج مدل فرایندهای اتوماتیک پرداخته‌اند و داده‌های فرایند را از سیستم‌های اطلاعاتی مرتبط استخراج نموده‌اند اما در پژوهش حاضر به بررسی کاربرد فرایندکاوی در صنعت بانکداری ایران پرداخته شد که دارای فرایندهای نیمه اتوماتیک است . الگوریتم کاوش فازی به عنوان تکنیک کشف مدل فرایند به کار گرفته شد و کارایی آن در استخراج مدل فرایندهای نیمه اتوماتیک در صنعت بانکداری مورد بررسی قرار گرفت. خروجی الگوریتم کاوش فازی و نتایج اعتبارسنجی نشان داد استفاده از فرایندکاوی و به ویژه الگوریتم کاوش فازی می‌تواند نتایج موفقیت‌آمیزی در استخراج مدل فرایندهای نیمه اتوماتیک صنعت بانکداری داشته باشد. همان طور که جدول نشان می‌دهد برخی پژوهش‌هایی که از الگوریتم کاوش فازی در استخراج مدل فرایند استفاده کرده‌اند از جمله (Kim et al.,2013; Sedrakyan et al.,2016) به مقوله اعتبارسنجی مدل فرایند حاصل از این الگوریتم توجهی نداشته‌اند و برخی پژوهش‌های دیگر از جمله (Cho et al.,2014) نیز صرفاً از معیار برازش مبتنی بر بازخوانی دنباله رویدادها روی مدل استخراج شده جهت اعتبارسنجی بهره گرفته‌اند و عمدتاً به منظور کاهش پیچیدگی و افزایش دقت مدل از لاگ‌های فیلتر شده استفاده کرده‌اند. در پژوهش حاضر به دلیل اهمیتی که صاحبان فرایند برای تمام فعالیت‌ها صرفه‌نظر از میزان فراوانی آن‌ها در لاگ رویدادها قائل بودند از فیلترسازی لاگ رویدادها صرفه‌نظر شد تا اطمینان حاصل شود که تمام فعالیت‌ها در مدل فرایند نمایش داده می‌شود. میزان برازش مبتنی بر بازخوانی لاگ رویدادها برای مدل کشف شده فرایند مورد مطالعه برابر با ۸۴/۶۸ درصد بدست آمد که در مقایسه با برازش ۸۹ درصد(Cho et al.,2014) و ۹۰ درصد(Bozkaya et al.,2009) در لاگ‌های فیلتر شده عدد مطلوبی است. علاوه بر این در پژوهش حاضر به منظور شناسایی انحرافات ناشی از ترکیب داده‌های دستی با داده‌های سیستمی معیار دیگری با عنوان "معیار برازش از نظر خبرگان" تعریف شد که می‌تواند در سایر پروژه‌های فرایندکاوی فرایندهای نیمه اتوماتیک نیز مورد استفاده قرار گیرد. لذا در پاسخ به سوال پژوهش می‌توان اذعان کرد که نتایج اعتبارسنجی نشان داد مدل حاصل از الگوریتم کاوش فازی می‌تواند فرایند نیمه‌اتوماتیک

مورد مطالعه را به خوبی توصیف کند و به شناخت برخی نقایص و اشکالات فرایند و تفاوت-های موجود بین مدل موجود و مطلوب فرایندکمک نماید. البته شایان ذکر است که کارایی این الگوریتم در خوشه‌بندی فعالیت‌های فرایند اثبات نشد و پژوهش حاضر را می‌توان مثال نقضی برای توانایی تنظیم سطح جزئیات مدل توسط الگوریتم کاوش فازی در شرایط دنیای واقعی به حساب آورد. در انتها با تحلیل اولیه مدل فرایند برخی اشکالات و چالش‌های فرایند مورد مطالعه شناسایی شد و با مقایسه مدل بالقوه و بالفعل فرایند سه دسته نقص در مدل بالفعل و موجود فرایند شناسایی شد که در صورت عدم وجود مدل مطلوب یا یالقوه فرایند می‌توان پس از استخراج مدل بالفعل به کمک متخصصان فرایند در سطوح مختلف سازمانی نقایص و گلوگاه‌ها را شناسایی کرد.

جدول۸. مقایسه پژوهش حاضر با پژوهش‌های مشابه

پژوهش	حوزه کاربردی	متدولوژی فرایندکاوی	الگوریتم فرایندکاوی	معیار کیفیت مدل	
				مبتنی بر بازخوانی لاگ رویدادها	مبتنی بر دانش خبرگان
Cho et al.,2014	سلامت	ابتکاری محقق	کاوشگر فازی	*	
Kim et al.,2013	سلامت	_____	کاوشگر فازی/ کاوشگر هیورستیک		
Sedrakyan et al.,2016	آموزش	_____	کاوشگر فازی		
Suriadi et al.,2013	صنعت بیمه	چرخه عمر L^*	کاوشگر فازی		
پژوهش حاضر	صنعت بانکداری	PM^2	کاوشگر فازی	*	*

منابع

Agrawal R., D. Gunopulos, F. Leymann.1998. Mining process models from workflow logs. *Sixth International Conference on Extending Database Technology*: 469–483.

Alves de Medeiros A.K., A.J.M.M. Weijters and W.M.P. van der Aalst.2007. Genetic process mining: an experimental evaluation, *Data Mining and Knowledge Discovery* 14(2) : 245–304.

Bozkaya, M., J. Gabriels, J. Werf. 2009. Process Diagnostics: a Method Based on Process Mining. In: Information, Process, and Knowledge Management. *International Conference on IEEE*:22–27

Cho M., M. Song, S. Yoo, 2014. A systematic methodology for outpatient process analysis based on process mining, *in: Asia Pacific Business Process Management*, Springer, pp. 31–42

De Weerdt, J., A. Schupp, A.Vanderloock, and B. Baesens.2013. Process Mining for the multi-faceted analysis of business processes—A case study in a financial services organization. *Computers in Industry 64*(1): 57-67.

Giuseppe, C., Valerio, M., Teresa, M., & Carmela, S. L. .2014. A Simulation Approach in Process Mining Conformance Analysis. The Introduction of a Brand New BPMN Element. *IERI Procedia*, *6*: 45-51.

Goedertier S., J. De Weerdt, D. Martens, J. Vanthienen and B. Baesens.2011. Process discovery in event logs: an application in the telecom industry. *Applied Soft Computing* 11 (2) : 1697–1710.

Günther, C. W., and W. M. Van Der Aalst. 2007. Fuzzy mining–adaptive process simplification based on multi-perspective metrics. Springer Berlin Heidelberg. In *Business Process Management* : 328-343

Jans M., J.M. van der Werf, N. Lybaert and K. Vanhoof.2011. A business Process mining application for internal transaction fraud mitigation, *Expert Systems with Applications* 38 (10) : 13351–13359.

Kim E. , S. Kim, M. Song, S. Kim, D. Yoo, H. Hwang, S. Yoo.2013. Discovery of outpatient care process of a tertiary university hospital using process mining, Healthcare Inform. Res. 19 (1) :42–49.

Kingsley O., H.T Abdel-Rahman, U. Naeema, R. Bashrousha, and E. Lamineb.2014. A Semantic Rule-Based Approach Supported by Process Mining for Personalised Adaptive Learning, *Procedia Computer Science* 37. 203 – 210

Ku¨ng, P., C. Hagen. 2007. The fruits of Business Process Management: an experience report from a Swiss bank, *Business Process Management Journal* 13(4): 477-487

Lee, S. K., B. Kim, M. Huh, S. Cho, S. Park, & D. Lee.2013. Mining transportation logs for understanding the after-assembly block manufacturing process in the shipbuilding industry. *Expert Systems with Applications*, *40*(1): 83-95.

Mans R.S., H. Schonenberg, M. Song, W.M.P. van der Aalst and P.J.M. Bakker.2008. Application of process mining in healthcare—a case study in a Dutch hospital, in: A.L.N.Fred, J. Filipe, H. Gamboa (Eds.), BIOSTEC (Selected Papers). *Communications in Computer and Information Science* 25: 425–438.

Maruster, L., Weijters, A. T., Van der Aalst, W. W., & van den Bosch, A..2002. Process mining: Discovering direct successors in process logs. In *Discovery Science* (pp. 364-373). Springer Berlin Heidelberg

Park S. and Y.S. Kang.2016. A Study of Process Mining-based Business Process Innovation. *Procedia Computer Science* 91:734 – 74

Partington, A., Wynn, M., Suriadi, S., Ouyang, C., & Karnon, J. (2015). Process mining for clinical processes: a comparative analysis of four Australian hospitals. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, *5*(4):19.

Rebuge A. and D.R. Ferreira.2012. Business process analysis in healthcare environments: a methodology based on process mining, *Information Systems* 37 (2) :99–116.

Rozinat, A., & van der Aalst, W. M..2008. Conformance checking of processes based on monitoring real behavior. *Information Systems*, *33*(1), 64-95.

Rovania M., Maggi F. M., M. de Leoni,W.M.P. van der Aalst. 2015. Declarative process mining in health care.*Expert Systems With Applications* 42 : 9236–9251

Rozinat A., I.S.M. de Jong, C.W. Gunther, and W.M.P. van der Aalst.2009. Process mining applied to the test process of wafer scanners in ASML. IEEE Trans. *On System, Man, and Cybernetics*, Part C, 39(4):474 -479.

Sedrakyan G., J. De Weerdt and M. Snoeck.2016. Process-mining enabled feedback: "Tell me what I did wrong" vs. "tell me how to do it right". *Computers in Human Behavior* 57 : 352-376

Suriadi, S., Wynn, M. T., Ouyang, C., ter Hofstede, A. H., & van Dijk, N. J. 2013. Understanding process behaviours in a large insurance company in Australia: A case study. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*: 449-464. Springer Berlin Heidelberg.

Turner, C. J., A.Tiwari, R. Olaiya, and Y. Xu. 2012. Process mining: from theory to practice. *Business Process Management Journal18*(3): 493-512.

Tiwari, A., C. J.Turner, and B. Majeed. 2008. A review of business process mining: state-of-the-art and future trends. *Business Process Management Journal14*(1): 5-22.

Valle, A.M., E.A.P. Santos, and E.R. Loures.2017. Applying process mining techniques in software process appraisals. *Information and Software Technology* 87: 19–31

Van Der Aalst, W.M. 2011. *Process mining: discovery, conformance and enhancement of business processes*. Springer-Verlag, Berlin.

Van Der Aalst, W.M, A.Adriansyah, , A. K. A. de Medeiros, F. Arcieri, T. Baier, T. Blickle, , ... and A. Burattin.2012. Process mining manifesto. In *Business process management workshops*. Springer Berlin Heidelberg: 169-194

Van der Aalst, W. M., H. A. Reijers, A. J. Weijters, B. F. van Dongen, A. A. De Medeiros, M. Song, and H. M. W. Verbeek. 2007.

Business process mining: An industrial application. *Information Systems 32*(5): 713-732.

Van Eck, M. L., X. Lu, S. J. Leemans, and W. M. Van der Aalst. 2015. PM^2: A Process Mining Project Methodology. In *Advanced Information Systems Engineering* : 297-313.

Van der Aalst W.M.P., H.A. Reijers, A.J.M.M. Weijters, B.F. van Dongen, A.K. Alves de Medeiros, M. Song and H.M.W. Verbeek.2011 Business process mining: an industrial application, *Information Systems* 32 (5) : 713–732.

Van der Aalst W.M.P., M.H. Schonenberg, M. Song.2011 Time prediction based on process mining, *Information Systems* 36 (2) : 450–475.

Weijters, A.J.M.M. and W.M.P. Van der Aalst.2003.Rediscovering workflow models from event-based data using little thumb. *Integrated Computer-Aided Engineering* 10: 151-62.

Xia, J. 2010. Automatic Determination of Graph Simplification Parameter Values for Fuzzy Miner. *Eindhoven University of Technology. Netherlands*.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی