



مرکز آموزشهای الکترونیکی دانشگاه شاهرود

پایان نامه کارشناسی ارشد

مدلسازی فرآیند-آگاه، سیستم آموزشی یک دانشگاه

دانشجو: نرجس سرائی

استاد راهنما: آقای دکتر مرتضی زاهدی

استاد مشاور: آقای مهندس یعقوبی

شهریور ۹۴



سپاسگزاری

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم و همسر گرامی ام تقدیم می کنم

تشکر و قدردانی

سپاس خدایی را که نیکویی های آفرینش را برای ما برگزید، سپاس خدایی را که سیاهی ندانستن را از من زدود و هزاران سپاس از برای او، به

امید آنکه توفیق یابم جز خدمت به خلق او نکوشم.

بر خود وظیفه می دانم که از زحمات بی دریغ استاد راهنمای بزرگوارم، جناب آقای دکتر زاهدی که اینجانب را در تمامی مراحل پایان نامه، کام

به کام راهنمایی نمودند تشکر نمایم.

همچنین از جناب آقای مهندس یعقوبی که زحمت مشاوره این تحقیق را بر عهده داشته اند تشکر و قدردانی می نمایم.

تعهد نامه

اینجانب نرجس سرائی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته هوش مصنوعی مرکز آموزشهای الکترونیکی

دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه مدلسازی فرآیند-آگاه سیستم آموزشی یک دانشگاه تحت راهنمایی دکتر زاهدی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده:

مدیریت فرآیندهای تجاری شامل برنامه‌ریزی، شبیه‌سازی و آنالیز یک سیستم تجاری است. امروزه گرایش فناوری اطلاعات به سمت مدیریت گردش کار است. سیستم مدیریت گردش کار یک سیستم کامپیوتری است که به تعریف و مدیریت یک سری از فعالیت‌ها در یک سازمان برای رسیدن به هدف خاص می‌پردازد. برای شبیه‌سازی سیستم گردش کار از مفهوم مدل فرآیندی استفاده می‌شود. ساخت یک مدل فرآیندی از روی ثبت رخدادها، از زمینه‌های مهم در مدیریت فرآیندهای تجاری است.

در این تحقیق به بررسی فرآیندهای^۱ آموزشی در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد در دانشگاه شاهرود می‌پردازیم و این فرآیندها را بر روی سیستم نما^۲ پیاده‌سازی می‌کنیم، سپس الگوهای زمانی را در این فرآیندها اعمال می‌نماییم.

مرحله بعدی، ثبت رخدادها یا به عبارت بهتر درخواست‌های دانشجویان در سیستم گلستان است که بر اساس اختلاف زمانی(روز) بین تایید درخواست توسط دانشجو، مدیر گروه، ریاست دانشکده و در نهایت آموزش کل آماده می‌شود، سپس بهترین توزیع ریاضی برای دیتای به دست آمده محاسبه می‌شود.

در نهایت با تعریف توزیع‌های ریاضی برای درخواست‌ها و تغییر ساختاری فرآیندهای آموزشی می‌توان زمان انجام کار در این فرآیندها را کاهش داد.

کلمات کلیدی: سیستم مدیریت گردش کار ، الگوهای زمانی، بارکاری

^۱ process

^۲ سیستم نما نرم‌افزاری است که توسط شرکت گنجینه اطلاعات و ارتباطات نوشته شده است و در فصل سوم توضیح داده شده است و برای انجام و تحلیل پروژه استفاده شده است.

فهرست:

فصل اول: مقدمه

- ۱-۱ مقدمه ۲
- ۲-۱ سابقه تحقیق ۲
- ۳-۱ ساختار پایان نامه ۶

فصل دوم : سیستم مدیریت جریان کاری

- ۱-۲ مقدمه ۸
- ۲-۲ ساختار کلی یک سیستم گردش کار ۸
- ۳-۲ تاریخچه مدیریت جریان کار ۹
- ۴-۲ سیستم مدیریت فرآیند کسب و کار ۱۱
- ۵-۲ مزایای مدیریت فرآیندهای کسب و کار ۱۳
- ۶-۲ انتخاب فرآیند مناسب ۱۴
- ۷-۲ معیارهای موفقیت درسیستم‌های جریان کاری ۱۵
- ۸-۲ انواع سیستم‌های مدیریت جریان کاری ۱۶
- ۹-۲ مدلسازی سیستم‌های مدیریت جریان کاری ۱۸

فصل سوم: آشنایی با سیستم نما

- ۱-۳ BPM چیست؟ ۲۲
- ۲-۳ سیستم نما ۲۳
- ۲-۳ مفاهیم و اصطلاحات ۲۴
- ۱-۲-۳ پرونده ۲۴
- ۲-۲-۳ وظیفه ۲۴
- ۳-۲-۳ فرآیند ۲۵
- ۴-۲-۳ مسیریابی ۲۶
- ۳-۳ نگاشت مفاهیم جریان کاری در شبکه پتری ۲۷
- ۴-۳ آشنایی با ابزارهای مدلسازی فرآیند ۲۹۹

فصل چهارم: الگوهای زمانی

- ۱-۴ انواع الگوهای زمانی ۳۴
- ۱-۱-۴ فاصله و تاخیر زمانی ۳۴
- ۲-۱-۴ محدود کردن زمان اجرا ۳۶

۳۶	۴-۱-۳ تغییر پذیری
۳۷	۴-۱-۴ فرآیندهای بازگشتی

فصل پنجم: شرح مساله

۴۰	۵-۱ طرح مسئله
۴۰	۵-۲ محیط مسئله
۴۰	۵-۳ EW F-net
۴۲	۵-۴ مفروضات
۴۲	۵-۵ پردازش جبری
۴۲	۵-۵-۱ ترکیب پذیری
۴۲	۵-۵-۲ نمونه ای از جبر پردازش
۴۲	۵-۵-۳ تاریخچه
۴۲	۵-۵-۴ ریاضیات فرایندها
۴۶	۵-۶ فرآیندکاوی
۴۶	۵-۷ ثبت رخداد
۴۹	۵-۸ آشنایی با نرم افزار EasyFit

فصل ششم: پیاده سازی و ارزیابی ها

۵۳	۶-۲ بررسی نتایج
۵۸	۶-۳ راهکارهای کاهش زمان در فرآیند
۵۹	۶-۳-۱ تغییر ساختار فرآیند با حذف نقش مدیر گروه
۶۰	۶-۳-۲ تغییر ساختار فرآیند با روش موازی نمودن نقش ها
۶۱	۶-۳-۳ تغییر ساختار فرآیند با تغییر زمان شروع
۶۱	۶-۳-۴ بررسی زیر فرآیند در سیستم نما

فصل هفتم: نتیجه گیری و کارهای آتی

۶۴	۷-۱ نتیجه گیری
۶۴	۷-۲ پیشنهادها

پیوست

۷۰	پیوست ۱: نحوه طراحی فرم های آموزشی در سیستم نما
۷۶	پیوست ۲: الگوهای زمانی

فهرست اشکال

- شکل ۱-۳ ارتباط مفاهیم وظیفه، واحدکاری، پرونده و فعالیت ۲۵
- شکل ۲-۳ استفاده از یک زیر فرآیند در فرآیند ۲۶
- شکل ۳-۳ نگاشت مفاهیم فرآیند در WF.net ۲۸
- شکل ۴-۳ WF.net با یک انتقال T جهت اثبات درستی WF.net ۳۱
- شکل ۱-۴ نمای کلی الگوهای زمانی ۳۴
- شکل ۱-۶ نمونه‌ای از داده‌های آماری آماده شده برای استفاده در EasyFit ۵۳
- شکل ۲-۶ انتخاب بهترین توزیع ۵۴
- شکل ۳-۶ پارامترهای بهترین توزیع ۵۴
- شکل ۴-۶ تابع توزیع تجمعی Gen Pareto ۵۵
- شکل ۵-۶ تابع توزیع احتمال Gen Pareto ۵۵
- شکل ۶-۶ زمان طی شده برای هر نقش در فرآیند مرخصی اصلی ۵۶-۵۷
- شکل ۷-۶ طراحی فرآیند مرخصی بدون تغییر ۵۸
- شکل ۸-۶ طراحی فرآیند مرخصی با حذف مدیرگروه ۵۹
- شکل ۹-۶ طراحی فرآیند مرخصی به صورت موازی ۶۰
- شکل ۱۰-۶ طراحی زیرفرآیند در یک فرآیند ۶۲

فهرست جداول

جدول ۱-۳	انواع مسیریابی پرونده‌ها در فرآیند	۲۶
جدول ۲-۳	مقایسه ابزارهای مدلسازی فرآیند	۳۰
جدول ۱-۵	نمونه‌ای از ثبت رخداد	۴۷
جدول ۲-۵	نمونه‌ای از ثبت رخداد در فرآیند حذف ترم نما	۴۹
جدول ۱-۶	میانگین زمانی حاصل از حذف نقش مدیر گروه	۵۹
جدول ۲-۶	میانگین زمانی حاصل از موازی نمودن نقش‌ها	۶۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

در حال حاضر کامپیوتر نقش مهمی در زندگی بشر دارد و سیستم‌های مدیریتی نقش ویژه‌ای در پیشرفت فعالیت بشر ایجاد می‌کنند، بنابراین وجود یک سیستم مدیریتی که بر کارها نظارت کند اساسی است.

سیستم مدیریت جریان کار^۱، سیستمی است که توسط یک نرم‌افزار کامپیوتری به تعریف، اجرا و مدیریت یک جریان کار می‌پردازد [۱]. سیستم مدیریت جریان کار یک مدل کلی برای فرآیندهای تجاری را نشان می‌دهد [۲-۴]. تکنیک‌های مختلفی برای مدلسازی سیستم‌های جریان فرآیندکاری معرفی شده است که به منظور ارزیابی سیستم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در سیستم مدیریت جریان کار مشکلات زیادی وجود دارد که یکی از این مشکلات نیازمند بودن سیستم به یک طرح جریان کاری است. پس باید بتوان یک مدل طراحی نمود که این مدل، جریان کار در سیستم را توصیف کند. قبل از طراحی مدل مدیریت جریان کاری باید بتوان اطلاعاتی در مورد فرآیند جریان کاری که در سیستم اتفاق می‌افتد را بدست آورد. کسب این اطلاعات از طریق فرآیندکاوی صورت می‌گیرد که لازمه آن استخراج دانش از ثبت رخدادها می‌باشد. ساخت یک مدل فرآیندی از روی ثبت رخداد امکانپذیر است [۵].

با بررسی یک مدل فرآیندی می‌توان به رفتارهای اساسی سیستم دست پیدا کرد و هدف آن است که با بررسی یک فرآیند به مشکلات آن پی برده و در جهت رفع آن اقدام نمود.

۱-۲ سابقه تحقیق

مدیریت فرآیندهای سازمانی^۲ (BPM) گستره وسیعی از ابزارها و تکنیک‌ها را ارائه می‌دهد. BPM قوانینی را برای مدیریت فرآیندهای سازمانی ارائه می‌دهد که باعث شده اکثر

¹ Workflow management system

² Business Process Management

سازمان‌ها به‌صورت فزاینده‌ای از تکنیک‌ها و ابزارهای BPM در جهت ارتقاء تجارت خود استفاده کنند. مدیریت درست منابع یکی از معیارهای مهم برای افزایش کارایی هر سازمان است. در BPM یک منبع به عنوان یک کاربر یا یک عامل^۳ تعریف می‌شود که فعالیت‌های تعریف‌شده در BPM را به‌عنوان یک وظیفه‌ی کاری^۴ (کار) انجام می‌دهد. با این وجود، وابسته به دامنه‌ها و زمینه‌های کاری متفاوت، یک منبع می‌تواند یک سخت‌افزار، نیروی انسانی، پول یا یک نرم‌افزار باشد[۶].

درمورد مسئله تخصیص وظیفه‌ی کاری در مدیریت عملیات^۵، مطالعات گسترده‌ای انجام شده است. اگرچه بسیاری از تحقیقات انجام شده در مدیریت عملیات به مسئله تخصیص وظیفه پرداخته است ولی به‌ندرت به مواردی چون دنباله‌ای از تخصیص‌ها، انتخاب، اجرای موازی و همزمانی توجه شده است[۷]. علاوه بر آن تخصیص کار در اجرای فرآیندهای سازمانی، طبیعت پویایی دارد. به عنوان مثال مسیر حرکت یک پرونده در فرآیند، در زمان اجرا مشخص می‌شود و در هر اجرا ممکن است مسیر متفاوتی را در فرآیند طی کند. در ضمن مواردی مانند رفتار منابع، ارجحیت‌ها، توانایی و قابل دسترس بودن آن‌ها می‌تواند، مسیر حرکت پرونده در فرآیند را تغییر دهد و مسئله تخصیص وظیفه به منابع را سخت‌تر نماید، همه این موارد موضوعاتی هستند که در تخصیص منابع در BPM مورد توجه قرار گرفته‌اند[۸].

اگر فرآیندهای سازمان به‌وسیله یک سیستم مدیریت فرآیندهای سازمانی^۶ کنترل شود، کارایی و کیفیت اجرای فرآیندها بهبود می‌یابد و سرعت پاسخ‌دهی به درخواست‌ها شتاب خواهد گرفت. یکی از معیارهای مهم جهت اندازه‌گیری کیفیت اجرای یک فرآیند، چرخه زمانی هر پرونده در اجرای فرآیند است. چرخه زمانی، مدت زمان سپری شده بین

³ Agent

⁴ Task

⁵ Operation management

⁶ BPMS(Business Process Management System)

درخواست خدمت (ایجاد پرونده) تا زمان تحویل خدمت (بایگانی پرونده) در یک فرآیند است. کاهش چرخه زمانی مهم‌ترین معیار برای بهبود یک فرآیند است که وابسته به سیاست‌های مختلف تعریف شده در آن فرآیند می باشد. از جمله‌ی این سیاست‌ها می‌توان موارد زیر را نام برد:

- زمان‌بندی بهینه کارها: در تعریف یک فرآیند در قالب گردش‌کاری^۷ می‌بایست دنباله کارها و موازی‌سازی کارها به‌گونه‌ای انجام شود که در هیچ مرحله‌ای از انجام کارها، داده‌ها بدون دلیل در صف لیست کاری نیروهای انسانی منتظر نمانند. برای این منظور در هنگام طراحی گردش‌کاری به اطلاعات جامعی از نوع کار، مدت زمان لازم برای اجرای کار و توانایی نیروهای انسانی موجود، نیاز داریم [۹]. مهم‌ترین معیار که در زمان‌بندی باید به آن توجه کرد کاهش چرخه زمانی بین درخواست‌ها و پاسخ‌ها است، برای کاهش آن تحقیقات پرهزینه‌ای مخصوصاً در بهبود فرآیندهای موجود در خطوط تولید کارخانه‌ها و حل مسئله برنامه‌ریزی فروشگاه کار^۸ انجام شده است [۹، ۱۰].

- کنترل ورودی‌ها: حجم درخواست‌های ورودی باید کنترل شود، به عبارت دیگر ظرفیت درخواست سیستم باید مشخص باشد.

- تعادل بارکاری: تعادل بارکاری منابع، سیاستی هوشمند برای بهبود عملکرد سیستم‌ها با محدودیت تعداد منابع است که در حوزه‌های مختلف علوم کامپیوتر مانند سیستم‌های توزیع شده، محاسبات موازی [۱۱]، محاسبات گریدی^۹ [۱۲]، سیستم‌های مدیریت پایگاه داده‌ها [۱۳] و سیستم‌های مرتبط با گردش کار [۱۴، ۱۵] مطالعاتی روی آن انجام شده است. در برخی از مطالعات، معیارهایی چون توزیع‌پذیری و مقیاس‌پذیری مورد توجه قرار گرفته است [۱۶].

⁷ Workflow

⁸ Job shop scheduling

⁹ Grid computing

به‌طور کلی تعادل بارکاری باعث کاهش چرخه زمانی فرآیندها می‌شود [۱۷] و از طرفی بیشتر فعالیت‌ها در سازمان‌ها توسط منابع انسانی انجام می‌شود، ظرفیت و توانایی هر منبع (کاربر) برای انجام وظیفه‌اش عامل محدودکننده است. زمان‌بندی فرآیندها به‌گونه‌ای که حجم کاری آن‌ها روی هم قرار نگیرد و به چرخه زمانی هر فرآیند نیز کمترین آسیب وارد نشود، یک مسئله دشوار است [۱۵].

برای تحلیل و آنالیز فرآیندها در یک BPMS دو مدل تحلیلی در سابقه تحقیق دیده شده است [۱۷]. مدل تحلیلی مبتنی بر شبکه صف‌بندی (QNM) ۱۰ و مدل تحلیلی مبتنی بر پردازش‌های تصمیم‌گیری مارکوف ۱۱ (MDPS) که به‌طور گسترده برای حل دنباله‌ای از مسائل تصمیم‌گیری استفاده شده است [۱۳-۱۵]. در این تحقیق از مدل تحلیلی مبتنی بر شبکه صف‌بندی (QNM) ۱۲ استفاده شده است.

تکنولوژی گردش کار، به عنوان تکنولوژی برتر در مدل کردن، طراحی و اجرای فرآیندهای تجاری است. اخیراً مدیریت جنبه‌های زمانی در تعریف گردش کار مورد توجه قرار گرفته است. Horst Pich، Carlo Combi، Andreas Lanz، از جمله محققانی هستند که در این زمینه فعالیت دارند.

در سیستم مدیریت جریان کاری و تحقیقات اخیر به موضوع مدیریت زمانی، کمتر توجه شده است. در مقاله [۱۸] مدل جدیدی از گردش کار را برای استفاده از تکنیک‌های پردازش زمانی به منظور بیان محدودیت‌های زمانی در فرآیند تجاری بیان کرده است.

تحقیقات بر روی سیستم مدیریت جریان کاری براساس در نظر گرفتن جنبه‌های زمانی در دهه اخیر انجام شده است [۱۹-۲۱]. در حال حاضر یکی از نیازهای حیاتی در شرکت‌ها

¹⁰ Queuing Network Model

¹¹ Markov Decision Processes

¹² Queuing Network Model

رقابت براین اساس است که اطلاعات را بر اساس مدیریت زمانی به راحتی و بهترین شکل کنترل نمایند [۲۲].

برای بسیاری از شرکتها رعایت محدودیت‌های زمانی به منظور بهبود بخشیدن زمان انجام کار و پایان آن دارای اهمیت است زیرا افزایش زمان باعث افزایش هزینه‌ها خواهد شد [۳۲]. در [۴۲] نیز به ده الگوی زمانی که در سیستم‌های فرآینداگاه استفاده می‌شود اشاره شده است.

۱-۳ ساختار پایان نامه

درفصل اول این پایان نامه در مورد مفاهیم و اساس سیستم‌های جریان کار توضیح داده می‌شود. در فصل دوم به شرح سیستم مدیریت جریان کاری، گردش کار و مدیریت سیستم گردش کار و کاربردهای آن پرداخته می‌شود. در فصل سوم در مورد سیستم نما و نحوه تعریف فرآیندهای آموزشی توضیح داده می‌شود. در فصل چهارم الگوهای زمانی در سیستم نما برای فرآیندهای آموزشی تعریف می‌گردد. در فصل پنجم شرح مسئله و چگونگی انجام مدلسازی در سیستم نما بیان می‌شود و در نهایت در فصل ششم نتایج انجام شده از شبیه‌سازی و راهکارهای پیشنهادی جهت کاهش زمان انجام فرآیندهای آموزشی مطرح می‌گردد.

فصل دوم

سیستم مدیریت جریان کاری

۲-۱ مقدمه

افراد برای زندگی کار می‌کنند و برای زندگی به غذا، آب، لباس، خانه و غیره نیاز دارند که همه آنها را نمی‌توانند خودشان تولید کنند. به همین منظور واحدهای تجاری ایجاد شدند که محصولات را تولید نمایند و افراد با پرداخت پول از آن استفاده کنند، بدین ترتیب کار ایجاد شد. اگر همه افراد می‌توانستند همه کار انجام دهند دیگر کار ایجاد نمی‌شد. به منظور کنترل کار و ایجاد ارتباط بین کارمندان، سیستم گردش کار به عنوان پلی بین برنامه‌های کاربردی کامپیوتری^۱، ایجاد شد [۲۵].

گردش کار خودکارسازی و مدلسازی یک فرآیند، بطور کامل و یا جزئی است که در طی آن بر اساس یکسری قوانین تعریف شده، مستندات، اطلاعات و کارها، بین اجزای سیستم رد و بدل می‌شوند.

۲-۲ ساختار کلی یک سیستم گردش کار

سیستم گردش کار شامل توصیف گردش کار و مدلی است که برای سیستم گردش کار طراحی می‌شود و در مرحله اجرا از آن نمونه‌سازی شده و در طول زمان نمونه‌های اجرایی ایجاد خواهد شد. تحلیل و شبیه‌سازی فعالیت‌ها توسط مدیران سیستم و رویه اجرایی گردش کار توسط سیستم مدیریت گردش کار اجرا می‌شود.

توصیف سیستم گردش کار از دیدگاه‌های مختلف صورت می‌پذیرد [۲۶]:

۱- دیدگاه جریان کنترل: در این دیدگاه فرآیندهای ساده و ترتیب اجرای آنها مشخص می‌شود.

۲- دیدگاه داده‌ای: در این دیدگاه داده‌های تجاری پردازشی مورد استفاده در اجرای سیستم گردش کار، لایه‌بندی می‌شود.

¹ Aplication

۳-دیدگاه عملیاتی: در این دیدگاه کارهای مقدماتی قابل انجام توسط فعالیت‌ها توصیف می‌شود و آنها را برای انجام، به قسمت‌های مرتبط می‌سپارد.

شمای کلی هر سیستم گردش کار به صورت گرافیکی جهت دار می‌باشد که شامل گره، لبه و یک نقطه ورودی و یک نقطه خروجی است. هر گره، یک وظیفه کاری از گردش کار یا اتصال دهنده بین فرآیندها است که شامل and، or، xor می‌باشد و بیانگر نوعی خاص از ارتباط بین فرآیندها است [۲۵]. فرآیندها یا ساده (اتمیک) و یا مرکب می‌باشند که نوع مرکب قابل تجزیه به دیگر فرآیندها می‌باشد [۲۷].

۲-۳ تاریخچه مدیریت جریان کار

سیستم مدیریت کسب و کار، روش مدیریتی مبتنی بر کنترل و نظارت فرآیند است که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا کارایی کسب و کارشان را بهبود بخشند. در واقع این روش، با خودکارسازی فرآیندهای کسب و کار، کارایی و اثر بخشی هر سازمان را بهینه می‌سازد. سیستم مدیریت کسب و کار علاوه بر مدیریت فرآیندهای کسب و کار در سازمان، یکپارچه‌سازی بی درنگ فرآیندها را با تأمین‌کنندگان، شرکای تجاری و مشتریان بر عهده دارد.

در سال ۱۹۹۰، سیستم‌های مدیریت جریان کار یکی از مهمترین برنامه‌های کاربردی در تکنولوژی اطلاعات شد. این نوع سیستم‌ها به متخصصین کامپیوتر کمک کرد تا بتوانند فرآیندهای تجاری را به صورت خودکار درآورند. در ابتدا این سیستم برای ذخیره و بازیابی و ردیابی اطلاعات استفاده می‌شد و در ادامه برای سیستم‌های اداری نیز قابل استفاده شد. پست الکترونیک به عنوان هسته ارتباطات برای جابه جایی اطلاعات بین کاربران، در سیستم‌های اداری قرار گرفت.

سیستم مدیریت جریان کار دارای چهار نسل می‌باشد [۲۸]. در نسل اول سیستم جریان کار قسمتی از برنامه‌های کاربردی بود، مانند پست الکترونیکی و مدیریت اسناد. مدیریت این

سیستم‌ها انعطاف پذیر نبود و برنامه نویسی به سختی می‌توانست در اصل برنامه^۲ تغییر ایجاد کند ضمن اینکه دارای معماری متن باز^۳ نبودند.

در نسل دوم، سیستم جریان کار از برنامه کاربردی جدا شد و به عنوان یک سیستم مجزا در نظر گرفته شد. در این نسل جریان کاری به عنوان یک زبان اسکریپتال در نظر گرفته شد.

در نسل سوم، این سیستم‌ها به عنوان نرم‌افزاری با معماری آزاد در نظر گرفته شد و سیستم به صورت مدل گرافیکی نمایش داده می‌شد.

در نسل چهارم سیستم‌های مدیریت جریان کار با دیگر میان‌افزارها همچون پست الکترونیکی و مدیریت مسیرها ترکیب شد. همچنین در این نسل ظاهر ارتباطی سیستم^۴ استانداردسازی شد.

تحلیلگران، سیستم مدیریت گردش کار را از پنج دیدگاه بررسی کرده‌اند[۲۹]:

- ۱- دیدگاه کارکردی: چه کارهایی باید در گردش کار انجام شود.
- ۲- دیدگاه رفتاری: زمان و ترتیب اجرای کار در گردش کار و وابستگی بین آنها است.
- ۳- دیدگاه اطلاعاتی: بیانگر داده‌های مورد استفاده و وابستگی داده‌ای بین سیستم‌های گردش کار است.
- ۴- دیدگاه سازمانی: چگونگی تخصیص منابع را بیان می‌کند.
- ۵- دیدگاه عملیاتی: بیانگر چگونگی تعامل با محیط، کاربران و دسترسی به برنامه‌های کاربردی خروجی است.

در گذشته مرسوم بود که برای هر یک از فرآیندها، سیستم جداگانه‌ای در محدوده آن فرآیند تهیه شود که به مرور زمان مشکلات اساسی این نوع نگرش پدیدار شد که یکی از بزرگترین آنها این بود که چون هریک از سیستم‌ها برای یک فرآیند خاص تهیه می‌شد و از

² source

³ Open Source

⁴ interface

آنجا که دید طراحی سازمان، در مورد بخشی از سازمان و نه کل آن بود، این سیستم‌ها اهداف کلی سازمان را به طور مطلوب برآورده نمی‌کردند.

بدین ترتیب ایده سیستم‌های یکپارچه سازمانی به وجود آمد. در این دیدگاه برای سازمان یک سیستم متشکل از تعدادی زیر سیستم مستقل، ولی مرتبط باهم طراحی شدند که مشکلات مذکور را مرتفع می‌ساخت. با این حال یک مشکل اساسی که هنوز هم خودنمایی می‌کند، حجم زیاد کار برای طراحی و پیاده‌سازی این سیستم‌ها است، بدین صورت مدیریت فرآیند کسب و کار مطرح شد.

مدیریت فرآیند کسب و کار روشی یکپارچه و نظام‌مند برای طراحی، اجرا و پایش فرآیندهای کسب و کار است که ممکن است در هر یک از آنها افراد یا نرم‌افزار در سازمان درگیر باشند.

۲-۴ سیستم مدیریت فرآیند کسب و کار

سیستم مدیریت گردش کار یک تکنولوژی امیدوارکننده به هدف خودکارسازی فرآیندهای تجاری، جهت بهبود سرعت بازدهی یک سازمان است [۳۰]. سیستم‌های مدیریت گردش کار بر مبنای فرآیند تجاری ایستا تعریف شده‌اند، در این سیستم رفتار پویا نظیر تغییر فرآیند در زمان اجرای کار، قابلیت اصلاح تعریف مدل فرآیند و تعریف گردش کار براساس اطلاعات جدید وجود ندارد، بنابراین برای مدیریت این تغییرات، سیستم گردش کار پویا ضرورت می‌یابد. در یک سیستم پویا تغییرات زیر قابل پیاده‌سازی می‌باشد:

تغییرات موردی^۵: یک نمونه اجرایی تغییر می‌کند و تغییرات تکاملی تمامی نمونه‌های اجرایی از گردش کار را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

تغییرات تکاملی^۶: تمامی نمونه‌های اجرایی از گردش کار را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

^۵ ad hoc

^۶ evolutionary

در صورتی که سیستم پویا هر دو تغییر را تحمل نماید از قابلیت بالاتری برخوردار است. در صورتی که سیستم پویا نباشد هزینه و سر بار اضافی به سیستم تحمیل می‌کند و نمی‌تواند استثنائات و تغییرات موجود در حین اجرای کار را برطرف نماید.

لازمه سیستم گردش کار پویا آن است که انواع تغییرات ممکن در سیستم گردش کار را پیش‌بینی و راه حل مناسبی برای رسیدگی به تغییرات اتخاذ کند. پیش‌بینی این تغییرات به نوع روش مدلسازی وابسته است، بنابراین روشی که مستقل از زبان مدلسازی باشد، مطرح می‌گردد که توسط آلست و همکارانش مورد توجه بوده است [۳۱].

ابزارهای مدیریت فرآیند کسب و کار برای پیاده‌سازی فرآیندهای کاری، از ایجاد هماهنگی فعالیت‌های بین افراد و سیستم‌ها استفاده می‌کنند. عناصر حیاتی این سیستم عبارتند از [۳۲]:

موتور فرآیند: چهارچوبی برای مدلسازی و اجرای نرم‌افزاری فرآیند محور و ابزارهای نظارت^۷ بر روی فرآیندهای موجود است.

سیستم گزارش ساز: توانمند سازی مدیران در جهت شناسایی مسایل، روند و فرصت‌های کسب و کار از طریق گزارش‌ها است.

موتور اجرای قوانین^۸: مدیریت قوانین بر روی فرآیندها را بر اساس آیین نامه‌ها و بخشنامه‌های سازمان فراهم می‌سازد.

ابزارهای تعاملی: از طریق اتاق‌های گفتگو، محیط‌های کاری پویا و محل‌های تبادل پیامها مرزهای ارتباطی بین بخش‌های درون و برون سازمانی را حذف می‌کند.

ابزارهای یکپارچه‌سازی: چهارچوبی سرویس‌گرا به منظور اتصال، ارتباط و یکپارچه‌سازی کلیه سیستم‌های موجود در سازمان است.

⁷ monitoring

⁸ Rule Engine

به طور کلی مدیریت فرآیند عبارت است از شناخت فرآیندهای کسب و کار که هدفشان، برآورده سازی نیازهای مشتریان است. سیستم مدیریت فرآیند محور، بر جریان کار در طول سازمان تمرکز می کند. این جریان کار با خواسته های مشتریان شروع می شود و با تأمین رضایت مشتری که شامل دریافت کالا با قیمت مناسب و به موقع و یا دریافت خدماتی با کیفیت است، به پایان می رسد. در واقع فرآیند نشان می دهد که چگونه کار با شرح وظایف داخلی سازمان انجام می شود. مدیریت فرآیند محور، روابط تأمین کنندگان و مشتریان را با فرآیندهای کسب و کار نشان می دهد.

از این سیستم برای کنترل و نظارت بر امور تجاری استفاده می شود و با افزایش پیچیدگی نیاز به سیستم مدیریت گردش کار پویا احساس می شود [۳۳].

۲-۵ مزایای مدیریت فرآیندهای کسب و کار

فرآیندهای کسب و کار علاوه بر خودکارسازی گردش کار، قابلیت های دیگری نیز به سازمان می دهند تا فرآیندهای بیشتری را کنترل کنند. مزایای سیستم گردش کار شامل موارد زیر است [۳۴]:

- ۱- مستند سازی و تعریف فرآیندها.
- ۲- خودکارسازی اجرای فرآیندها.
- ۳- شناسایی فرصت ها و بهبود فرآیندها.
- ۴- حذف فعالیت غیر ضروری.
- ۵- کنترل فرآیندهای در حال اجرا.
- ۶- همکاری مشتری ها و شرکا در فرآیندهای کسب و کار.
- ۷- کاهش منابع مورد نیاز.
- ۸- افزایش هماهنگی.
- ۹- افزایش سرعت اجرای چرخه فرآیندها.

۱۰-افزایش رضایتمندی مشتری.

۱۱-چابکی سازمان: BPM این امکان را فراهم می‌سازد که در صورت تغییر شرایط، سازمان‌ها به راحتی بتوانند تغییرات را در فرآیندها اعمال نمایند به طوری که به حفظ موقعیت سازمان در بازار رقابتی کمک نماید.

نتایج حاصل از اجرای مدیریت فرآیندها عبارتند از [۳۵]:

۱- اخذ نتایج تحقیقاتی مثبت از وضعیت مشتریان.

۲- کاهش زمان چرخه برنامه‌ریزی و گزارش دهی.

۳- کاهش نرخ اشتباهات.

۴- تاثیرگذاری بر کالاها و خدمات.

۵- کاهش زمان حمل و نقل و ترانزیت.

۶- برنامه‌ریزی به موقع.

۷- بهبود ارائه خدمات قابل دسترسی و پاسخگو بودن.

۸- جذب و نگهداری کارکنان شایسته.

۹- مستندسازی انجام کارها.

۱۰-افزایش کیفیت کالاها و خدمات.

۲-۶ انتخاب فرآیند مناسب

مدیریت فرآیند کسب و کار برای فرآیندهایی مفید است که بتوانند از همکاری بین قسمت‌های مختلف سیستم بهره گیرند. برای انتخاب فرآیندهایی که بیشترین بهره را از سیستم مدیریت جریان کار داشته باشند، معیارهای زیر مطرح است [۳۶]:

سرعت: هرچه زمان انجام فرآیند طولانی‌تر باشد، شکایت مشتریان بر مبنای افزایش زمان طولانی شدن فرآیند، کمتر صورت می‌پذیرد.

هزینه: آگاهی از فرآیندهایی که مدیریت هزینه در بین قسمت‌های مختلف آن، از اهمیت زیادی برخوردار است.

صحت: فرآیندهایی که دقت در ارتباطات بسیار مهم است.

کیفیت: آیا کیفیت نهایی مناسب است.

رضایت مشتری: آیا یک فرآیند جریانی متداوم از شکایت ایجاد می‌کند؟

انعطاف پذیری: رویه‌های غیر قابل انعطافی که کارایی کارمندان در آنها مهم است و کارمندان باید در مورد عملکردشان توضیح دهند.

۲-۷ معیارهای موفقیت در سیستم‌های جریان کاری

تعدادی از معیارهای موثر در یک سیستم مدیریت جریان کار به شرح زیر قابل بیان است [۳۷ و ۳۸]:

تمرکز بر اهداف تجاری: صرف زمان برای مطالعه بر روی سازماندهی سیستم و تعیین آن دسته از مدیریت جریان کاری که بیشترین سود را به سیستم می‌رساند.

تمرکز بر روی پروژه‌هایی که قابل فهم هستند: برای پیاده‌سازی، فرآیندهایی انتخاب شوند که فعالیت‌های آنها کاملاً قابل فهم باشند.

استفاده از معیارهای گوناگون: در نظر گرفتن معیارهایی که امکان دارد بهره‌برداری را محدود کند. وقتی که فرآیند یک بار پیاده‌سازی شد، با ردیابی معیارها می‌توان سود و زیان آنها را تعیین کرد. طول یک چرخه، تعداد خطاها، زمانی که طول می‌کشد یک فرآیند به پایان برسد و زمان دستیابی به داده‌ها می‌تواند مثال خوبی از این معیارها باشد.

بدست آوردن پشتیبانی از مدیریت قوی‌تر: وقتی که فرآیند قابل اندازه‌گیری باشد می‌توان گزارشات دقیق‌تری ارائه داد.

بدست آوردن پشتیبانی کارمندان: کارمندان باید متوجه تاثیر فعالیتشان در فرآیندها باشند و باید بتوانند فرآیندها را طراحی مجدد کنند، اگرچه اکثر فعالیت‌ها به طور خودکار در فرآیند

در نظر گرفته می‌شود اما فعالیت‌های بحرانی به تجربه و دانش کارمندان بستگی دارد. کارمندان باید شیوه کار کردن با سیستم را بدانند تا بتوانند بیشترین بهره‌بری را از آن داشته باشند.

ترکیب سیستم جدید با سیستم جاری: بیشتر سود و مزایای سیستم‌های مدیریت جریان کار از ترکیب با سیستم جاری در فرآیند تجاری بدست می‌آید و یکی از اهداف جریان کاری، ترکیب این سیستم با فرآیندها است.

اجرا در فازهای گوناگون: ابتدا در فاز اول قسمت‌های کوبررسی با کارمندان محدود و فعالیت‌های محدود در نظر گرفته می‌شود و در فازهای بعدی این سیستم گسترش می‌یابد.

۲-۸ انواع سیستم‌های مدیریت جریان کاری

انواع سیستم‌های مدیریت جریان کاری را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد [۳۹]:

۱- سیستم‌های جریان کاری تولیدی^۹

۲- سیستم‌های مدیریت جریان کاری مبتنی بر پیغام^{۱۰}

۳- سیستم‌های مدیریت جریان کاری مبتنی بر وب^{۱۱}

۲-۸-۱ سیستم‌های جریان کاری تولیدی

این سیستم‌ها یکی از قسمت‌های اصلی فروشگاه‌ها می‌باشد. از این سیستم در فروشگاه‌ها به عنوان سیستم مدیریت ذخیره سازی فایل‌ها، سندسازی، پردازش تصویر و غیره استفاده می‌شود. در این سیستم‌ها فایل‌ها در یک مکان ذخیره می‌شوند و نحوه مسيردهی و جابه‌جایی داده‌ها متفاوت است [۳۷].

این سیستم‌ها در محدوده‌ی بیشتری از شبکه‌ها اجرا می‌شود که نسبت به سیستم‌های دیگر گرانتر هستند. این سیستم‌ها باعث کاهش هزینه در استفاده از جابه‌جایی اطلاعات توسط

^۹ Production Workflow

^{۱۰} Messaging-based Workflow System

^{۱۱} Web-based Workflow System

کاغذ می‌شود. سازمان‌ها تنها یک بار سندها را از مشتریان می‌گیرد و آنها را اسکن می‌نماید. با توجه به درخواست‌ها، جابه‌جایی اطلاعات توسط فایل‌ها انجام می‌گیرد. امروزه در سیستم‌های تولیدی زیادی از این نوع مدیریت جریان کاری استفاده می‌کنند، مانند مدیریت پایگاه داده‌ها، مدیریت سندها، مدیریت پروژه‌ها، مدیریت داده‌های تولیدی و پیغام‌های الکترونیکی.

۲-۸-۲ سیستم‌های مدیریت جریان کاری مبتنی بر پیغام

این سیستم‌ها که سیستم مدیریت جریان کارِ کاربر اصلی^{۱۲} نامیده می‌شود بر مبنای ابزارهای جابه‌جایی اطلاعات همچون پست الکترونیکی است. برای جابه‌جایی اطلاعات از پست الکترونیکی و فایل‌های واصل به آن استفاده می‌شود. این سیستم‌ها دارای هزینه پایینی می‌باشند و چون از پست الکترونیکی برای جابه‌جایی اطلاعات استفاده می‌کنند، با سرعت زیاد می‌توانند به صورت موازی در سازمان‌ها به کار روند ولی مانند سیستم‌های جریان کاری تولیدی انعطاف پذیر نیستند. بعضی از دولت‌ها به دلیل امنیت کم، از پست الکترونیکی برای مدیریت جریان کار استفاده نمی‌کنند.

۳-۸-۲ سیستم‌های مدیریت جریان کاری مبتنی بر وب

این سیستم‌ها به سه نوع قابل تقسیم هستند:

۱- تکنولوژی پیغام الکترونیکی.

۲- مدیریت فرم‌ها.

۳- مدیریت پایگاه داده.

پیغام و جابه‌جایی اطلاعات توسط پست الکترونیکی انجام می‌شود. کاربران داده‌هایی را که به صورت فرم هستند بین قسمت‌های مختلف جابه‌جا می‌کنند. کاربران می‌توانند فرم‌ها را ویرایش کنند و در انتهای کار این فرم‌ها در پایگاه داده ذخیره می‌گردد.

¹² administrative

این سیستم‌ها از برنامه‌های کاربردی در صفحات گسترده جهانی^{۱۳} برای تبادل اطلاعات استفاده می‌کنند. در این سیستم‌ها جابه‌جایی اطلاعات بر پایه سرویس‌های مشتری-خدمتگذار می‌باشد.

با توجه به اینکه صفحات گسترده جهانی در همه جا در دسترس است می‌توان فعالیت‌های یک سازمان را گسترش داد. در سیستم‌های قبلی برای ارتباط باید پروتکل‌های مناسبی تعریف کرد ولی در این نوع سیستم‌ها از پروتکل TCP/IP استفاده می‌کنند.

۹-۲ مدل‌سازی سیستم‌های مدیریت جریان کاری

برای مدل‌سازی سیستم‌های مدیریت جریان کار شیوه‌های مختلفی وجود دارد که با توجه به نیاز سازمان‌ها به طرق مختلف پیاده‌سازی می‌شوند:

۹-۲-۱ زنجیره فرآیندی مبتنی بر رخداد^{۱۴}

این زنجیره توسط Scheerer، Keeller و Nuttgens برای مدل‌کردن فرآیندهای تجاری در معماری سیستم‌های اطلاعاتی مجتمع (ARIS) گسترش یافت. این شیوه به سرعت در پروژه‌های تجاری گسترش یافت. می‌توان گفت EPC، گرافی مرتب از رخدادها و توابع است و دارای ارتباط دهنده‌های گوناگونی است که باعث اجرای فرآیندهای موازی همزمان می‌شود [۴۰].

این شیوه از عملگرهای منطقی برای ارتباط استفاده می‌کند. مهمترین ویژگی آن ساده و قابل فهم بودن آن است و به همین دلیل به طور گسترده در فرآیندهای تجاری به کار می‌رود.

¹³ World Wide Web

¹⁴ Event-driven Process Chain(EPC)

۲-۹-۱ UML

UML یک زبان مدل کردن ویزوال است که برای سندسازی در نرم‌افزارها و پروژه‌ها استفاده می‌شود و باعث ساده‌سازی یک پروژه نرم‌افزاری می‌گردد. این روش برای نمایش از گراف استفاده می‌کند. UML یک زبان برنامه نویسی نیست بلکه ابزاری است که برای استفاده دیگر زبان‌های برنامه‌نویسی، اطلاعاتی را فراهم می‌کند و برای نشان دادن اجزای مختلف سیستم از هفت دیاگرام استفاده می‌کند که هر یک جنبه‌ای از فعالیت‌ها را زیر نظر دارد [۴۱].

۲-۹-۳ دیاگرام فرآیند تجاری^{۱۵}

این دیاگرام به دو منظور طراحی شده است:

- ۱- به منظور ساده کردن و قابل فهم کردن فرآیند تجاری کاربرد دارد. شما به راحتی می‌توانید یک سیستم را مدل کنید بدون اینکه به دانش خاصی (مانند مدیریت) نیاز داشته باشید.
 - ۲- امکان مدل کردن فرآیندهای تجاری پیچیده را دارد و به سادگی می‌تواند به زبان‌های اجرایی تجاری نگاشته شود [۴۲].
- برای مدل کردن یک فرآیند تجاری، از یک رخداد که شروع کننده فرآیند است آغاز می‌کنیم و سپس فرآیند ادامه پیدا می‌کند و در رخداد انتهایی فرآیند به اتمام می‌رسد.

۲-۹-۴ شبکه‌های پتری

شبکه‌های پتری^{۱۶} یکی از چند زبان مدل کردن ریاضی است که برای توصیف سیستم‌های توصیف شده به کار می‌رود. این شبکه‌ها توسط آدام پتری [۴۳] در آگوست ۱۹۳۹ به منظور توصیف فرآیندهای فیزیکی مطرح شد. شبکه پتری یک گراف دو بخشی است که از دونود تشکیل شده است:

¹⁵ Business Process Diagram

¹⁶ Petri net

۱-نود گذر:^{۱۷} (رخدادی که ممکن است رخ دهد).

۲- نود مکان:^{۱۸} (شرایط و حالات را نشان می‌دهد).

یالهای جهتدار:^{۱۹} که ارتباط بین گذار و مکان‌ها را برقرار می‌کند. شبکه‌های پتری به دو صورت جبرریاضی یا گرافیکی نشان داده می‌شوند. نحوه گرافیکی به درک بیشتر کاربران کمک می‌کند.

¹⁷ Transition

¹⁸ Place

¹⁹ Arcs

فصل سوم

آشنایی با سیستم نما

۳-۱ BPM چیست؟

BPM یک رویکرد مدیریتی برای فرآیندگرایی سازمان است [۴۴]. در یک سازمان فرآیند محور، مشخص است چه کسی در چه زمانی چه کاری را انجام می‌دهد. این یعنی شفافیت عملکرد در سازمان. از این‌رو از سال‌های گذشته مدیران همواره تمایل داشتند که بتوانند چنین رویکردی را در سازمان اجرا نمایند.

رویکرد BPM با نگاه فرآیندی، فعالیت‌های سازمان را با اهداف سازمان هم‌سو می‌نماید. یعنی مشخص است هر فعالیتی در جهت تحقق کدام هدف سازمان به انجام می‌رسد. پس در سازمان هر فعالیتی که انجام می‌شود مناسب نظر مدیران ارشد خواهد بود. بنابراین مدیران سازمان‌ها همواره تمایل دارند که سازمان خود را از وظیفه‌گرایی به فرآیند محوری سوق دهند، چون یک سازمان فرآیند محور علاوه بر اینکه به وظایفش خوب عمل می‌کند می‌تواند با بهره‌وری بالاتر فعالیت‌های سازمان را به انجام برساند و فعالیت‌ها نیز در جهت تحقق اهداف سازمان و در راستای استراتژی سازمان خواهند بود.

اما یک مشکل عمده وجود داشت و آن هم فقدان سیستم مرکزی یکپارچه و متمرکزی بود که بتواند فعالیت‌های سازمان را مدیریت نماید. این فعالیت‌ها شامل مدیریت جلسات، مدیریت مستندات، مدیریت مالی، مدیریت ارتباط با مشتری و غیره می‌باشد. این نیاز پیدایش سیستم‌های BPMS^۱ را رقم زد.

سیستم BPMS، مجموعه نرم‌افزاری است که می‌تواند مدل فرآیند را دریافت کند و مدیریت کارهای آن فرآیند را بین افراد به انجام رساند. نرم‌افزار BPMS با قراردادن یک کارتابل هوشمند برای هر کدام از افراد سازمان، مشخص می‌کند که چه کسی، چه کاری را در چه زمانی به انجام می‌رساند. بخش BAM^۲ آن عملکرد و کارایی افراد سازمان را کنترل

^۱ Business Processes Management system

^۲ Business Activity Monitoring

می‌نماید. بدین ترتیب مدیران می‌توانند عملکرد کلی سازمان خود را مورد سنجش و پایش قرار دهند.

قابل ذکر است که مهمترین ویژگی سیستم BPMS کارایی آن در برابر تغییرات خواهد بود. نرم‌افزارهای BPMS برای اینکه بتوانند مدل فرآیند را به خوبی درک کنند نیاز به زبانی برای این موضوع داشتند، زبان‌های برنامه نویسی خوب بودند ولی درک آنها بسیار پیچیده بود. بنابراین لازم شد یک زبان گرافیکی، مدل فرآیند یا روال کاری را ترسیم کند. اما چه زبان مدلسازی‌ای باید این کار را انجام می‌داد؟ ابتدا از زبان‌های مدلسازی عمومی مثل UML استفاده شد ولی زبان UML چون به صورت عمومی طراحی شده بود کارایی لازم برای ترسیم فرآیند را نداشت و بهتر بود یک زبان نشانه‌گذاری تخصصی برای ترسیم فرآیند ایجاد شود، بنابراین پیدایش زبان مدلسازی فرآیند (BPMN)^۳ کلید خورد.

۳-۲ سیستم نما

سیستم نما در واقع یک نرم‌افزار مدیریت آماری است که پویش و نمایش هر فرآیندی را آسان می‌سازد. این سیستم به زبان JSB نوشته شده است که مربوط به شرکت گنجینه اطلاعات و ارتباطات می‌باشد و برای انجام تحلیل و انجام پروژه از آن استفاده شده است. این سیستم به عنوان یک نرم‌افزار BPMS به شمار می‌رود.

این نرم‌افزار بر اساس سیستم‌های فرآیندآگاه ساخته شده است. در مقایسه این سیستم با سیستم‌هایی که از روش شبیه‌سازی قدیمی استفاده می‌کنند مشاهده می‌شود که این سیستم‌ها وابسته به فرآیند می‌باشند و فرآیندهای اختیاری را پشتیبانی، کنترل و نظارت می‌کنند. در صورتی که منابع داخل سازمان و حالت‌های فعلی آنها مشخص باشد می‌تواند آنالیز سیستم را انجام دهد ضمن اینکه از اطلاعات واقعی سیستم (رخدادهای ثبت شده) استفاده می‌کند [۴۵].

³ Business Process Model and Notation

نحوه طراحی فرم‌های آموزشی و شبیه‌سازی فرآیندها در سیستم نما و نمونه‌ای از کدهای مربوط به پیاده‌سازی این سیستم و چگونگی تعریف و استفاده از توزیع‌های آماری در شبیه ساز به تفسیر در پیوست ۱ بیان شده است.

در ادامه به تعریف مفاهیم و اصطلاحات مورد استفاده در سیستم نما خواهیم پرداخت.

۳-۲ مفاهیم و اصطلاحات

۳-۲-۱ پرونده

هدف اصلی BPMS اداره کردن پرونده‌ها است. به عنوان مثال یک پرونده می‌تواند اطلاعات یک بیمار در بیمارستان یا اطلاعات تحصیلی یک دانشجو در دانشگاه یا موارد مشابه در سایر سیستم‌ها باشد. آنچه که مهم است آن است که پرونده‌های مشابه و از یک نوع، یکسان اداره و مدیریت می‌شوند. هر پرونده در سیستم با یک شناسه منحصر به فرد مشخص می‌شود و این شناسه امکان ارجاع به هر پرونده در دوره محدود عمرش را فراهم می‌کند. هر پرونده در نقطه شروع هر فرآیند ایجاد می‌شود و در مسیر مشخص شده‌ای از فرآیند با هر فعالیتی که برای آن تعریف شده است، حرکت می‌کند. این فعالیت‌ها به ترتیب، تا پایان عمر پرونده و رسیدن آن پرونده به حالت پایانی، روی آن انجام می‌شود.

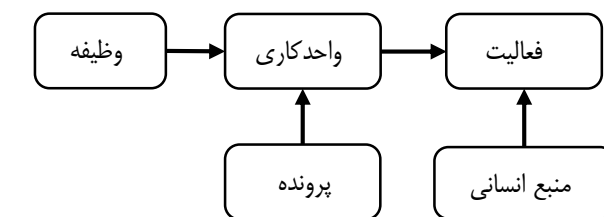
۳-۲-۲ وظیفه

وظیفه به عنوان یک بخش عمومی کار است و به صورت خاص به عملکرد یک فعالیت برای یک پرونده خاص اطلاق نمی‌گردد. برای رفع ابهام میان مفاهیم وظیفه و عملکرد آن به عنوان بخشی از یک پرونده خاص، از کلمه واحدکاری^۴ و فعالیت^۵ استفاده می‌کنیم. یک واحدکاری، ترکیبی از یک پرونده و یک وظیفه است که می‌بایست انجام شود. به محض آنکه پرونده در فرآیندکاری به یک وضعیت برسد، واحدکاری ساخته خواهد شد. بنابراین،

^۴ Case

^۵ Task

می توان به واحدکاری به عنوان یک بخش کاری حقیقی که ممکن است انجام شود، نگاه کرد. اصطلاح فعالیت به عملکرد حقیقی یک واحدکاری، اطلاق می شود. به محض آنکه، کار به صورت واحدکاری انجام شود، فعالیت محسوب می شود. لازم به ذکر است، برخلاف وظیفه، هم واحدکاری و هم فعالیت، به یک پرونده خاص مربوط می شوند [۴۶]. در شکل زیر ارتباط مفاهیم پرونده، وظیفه، واحدکاری و فعالیت نشان داده شده است. به بیان ساده تر یک وظیفه به عنوان بخشی از کاری است که قرار است انجام شود. وقتی یک پرونده خاص مورد نظر باشد مفهوم وظیفه جای خود را به واحدکاری می دهد و وقتی یک منبع انسانی خاص قرار باشد آن بخش از کار را انجام دهد، این مفاهیم جای خود را به مفهوم فعالیت می دهند.



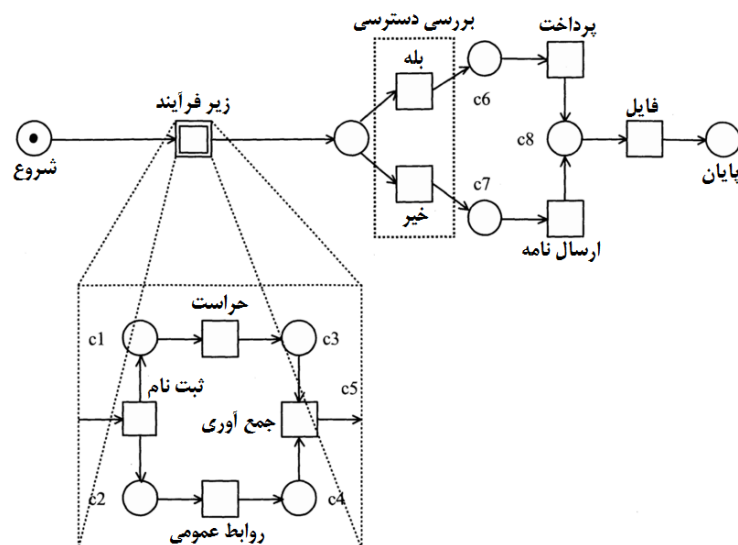
شکل ۳-۱: ارتباط مفاهیم وظیفه، واحدکاری، پرونده و فعالیت

۳-۲-۳ فرآیند

روش و ترتیب انجام فعالیت های یک نوع پرونده خاص را فرآیند می گوئیم. این بدان معناست که پرونده های مختلف که از یک نوع هستند، برای اجرا از رویه یکسان تعریف شده در فرآیند استفاده و پیروی می کنند [۴۷]. البته مفهوم فرآیند به صورت انتزاعی تعریف می شود. اجرای فرآیند با وجود یک پرونده خاص معنی دار می شود و دوره عمر^۶ یک پرونده در اجرای فرآیند بر روی آن تعریف می شود. یک فرآیند می تواند به عنوان بخشی از یک فرآیند دیگر، به عنوان یک زیر فرآیند^۷ تعریف شود.

^۶ Lifecycle

^۷ Sub-process



شکل ۳-۲: استفاده از یک زیرفرآیند در فرآیند

۳-۲-۴ مسیریابی

دوره عمر یک پرونده در طول اجرای یک فرآیند گسترده شده است و از آنجایی که یک فرآیند در قالب یک گراف مدل می‌شود. مسیر اجرای فرآیند برای یک پرونده خاص قابل توجه است و این مفهوم در کلمه مسیریابی^۸ یا مسیراجرای پرونده خلاصه می‌شود. ساده‌ترین شکل مسیریابی یک پرونده اجرای ترتیبی فعالیت‌ها است. در جدول (۳-۱) انواع مختلف مسیریابی یک پرونده در فرآیند نشان داده شده است.

جدول (۳-۱) انواع مسیریابی پرونده در فرآیندها [۴۶]

عنوان مسیریابی	نمایش در EWF-net	توضیحات
توالی		
موازی		در این مسیریابی هم task1 و هم task2 روی پرونده اجرا می‌شود و توکن بعد از AND-split به صورت هم زمان در دو وضعیت c2 و c3 قرار می‌گیرد

⁸ Routing

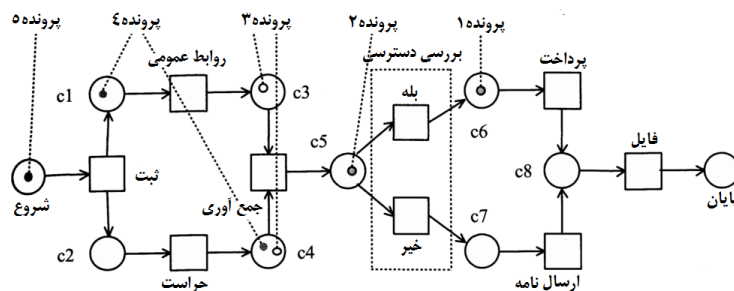
در این مسیریابی فقط یکی از دو task1 یا task2 روی پرونده اجرا می‌شود		انتخابی
در این نوع مسیریابی در t1 قاعده تصمیم‌گیری روی پرونده اجرا شده و سپس توکن در یکی از دو وضعیت c2 یا c3 قرار می‌گیرد و در نتیجه فقط یکی از دو task1 یا task2 روی پرونده اجرا می‌شود		انتخابی با قاعده تصمیم‌گیری
در این نوع مسیریابی در وضعیتی که توکن در حالت c1 قرار دارد، پیش شرط‌های t11 و t12 بررسی شده و توکن حداقل در یکی از دو حالت c2 و c3 قرار می‌گیرد.		انتخابی با پیش شرط‌ها
در این نوع مسیریابی task2 به صورت تکراری بر روی پرونده قابل اجرا است.		تکراری
در این نوع مسیریابی task2 به صورت تکراری بر روی پرونده قابل اجرا است و حداقل یک بار اجرا می‌شود.		تکراری

۳-۳ نگاهت مفاهیم جریان کاری در شبکه پتری

مهم‌ترین مفهوم در جریان کاری، فرآیند است. عبارت فرآیند در سیستم‌های مدیریت جریان کار، به روش اداره کردن مجموعه‌ی پرونده‌ها از یک نوع خاص گفته می‌شود. برای به سرانجام رساندن یک پرونده وظایفی باید انجام‌شود و این اطلاعات در فرآیند قرار دارد. علاوه بر این یک فرآیند شامل اطلاعاتی در مورد شرایط و ترتیب اجرای این وظایف است. یک فرآیند می‌تواند بخشی از یک فرآیند دیگر باشد و حتی این امکان وجود دارد که یک فرآیند شامل یک یا چند زیر-فرآیند باشد.

برای مدل کردن و نمایش یک فرآیند از شبکه پتری استفاده می‌شود. البته نوع کلاسیک شبکه پتری دارای مکان‌هایی به عنوان شروع (ورود^۹) و پایان (خروج^{۱۰}) نیست و در نوع مشتق شده از آن با عنوان Workflow-net که به اختصار WF-net شناخته می‌شود، این دو مکان را در بر می‌گیرد. شرایط و وظایف در فرآیند به ترتیب به شکل مکان‌ها^{۱۱} و انتقال‌ها^{۱۲} در WF-net مدل می‌شوند.

به همین ترتیب مفهوم پرونده نیز در WF-net به شکل توکن^{۱۳} مدل می‌شود. در شکل (۳-۸) فرآیند ثبت نام در یک WF-net مدل شده است. در این فرآیند وضعیت پنج پرونده به صورت مجموعه‌ای از توکن‌ها نمایش داده شده است. به عنوان مثال پرونده ۲ و ۵ به ترتیب دو توکن در وضعیت‌های c6، c5 در وضعیت شروع قرار گرفته است و برای پرونده ۳ دو توکن در وضعیت‌های c4 و c3 و به طور مشابه برای پرونده ۴ نیز دو توکن در وضعیت‌های c4 و c1 نشان دهنده وضعیت پرونده در فرآیند است.



شکل ۳-۳: نگاشت مفاهیم فرآیند در WF-net [۴۶]

^۹ Entrance: a place without incoming arcs

^{۱۰} Exit: a place without out coming arcs

^{۱۱} Place

^{۱۲} Transition

^{۱۳} Token

۳-۴ آشنایی با ابزارهای مدلسازی فرآیند

برای مدلسازی یک فرآیند ابزارهای مدلسازی متنوعی وجود دارد. ساده‌ترین آن‌ها فلوچارت است و مواردی مانند چارت‌حالات^{۱۴}، PCs^{۱۵}، نمودار فعالیت^{۱۶} در UML، زنجیره مارکوف^{۱۷}، جبر پردازش‌ها^{۱۸}، زبان اجرای فرآیندهای سازمانی^{۱۹}، BPMN^{۲۰}، Petri-net، WF-net^{۲۱}، و YWAL^{۲۲} را می‌توان نام برد. اما انتخاب یک ابزار مدلسازی مناسب که هم از نظر تحلیلی و تئوری، پشتوانه ریاضی قوی داشته باشد و هم از نظر گرافیکی قابل فهم و خوانا باشد انتخاب را کمی مشکل می‌کند. از مهم‌ترین ابزارهای فوق که به طور خاص برای مدلسازی فرآیند طراحی شده‌اند در جدول (۳-۲) ذکر شده است. همانطور که در جدول (۳-۲) مشخص شده است. معیارهایی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند عبارتند از درستی^{۲۳}، همزمانی پیشرفته^{۲۴}، پشتیبانی از الگوهای چند نمونه‌ای^{۲۵} و الگوهای لغو^{۲۶} پرونده.

¹⁴ State chart

¹⁵ Event-driven process chains

¹⁶ Activity diagram

¹⁷ Markov chains

¹⁸ Process algebras

¹⁹ Business process execution language

²⁰ Business Process Model and Notation

²¹ Workflow-net

²² Yet another workflow language

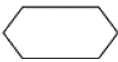
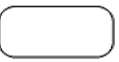
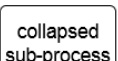
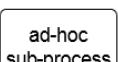
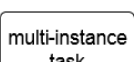
²³ Soundness

²⁴ Advanced synchronization

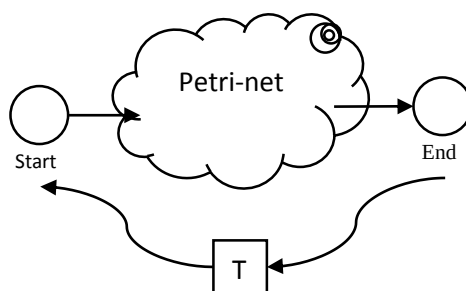
²⁵ multiple instances

²⁶ Cancellation

جدول (۳-۲) مقایسه ابزارهای مدل سازی فرآیند

علائم Notations	پشتیبانی از الگوهای			درستی [۴۷]	ابزارهای مدل سازی
	لغو [۴۸]	چند نمونه ای [۴۸]	همزمان سازی پیشرفته [۴۸]		
 Event  Function  Connectors  Control Flow	ندارد	ندارد	ندارد	وابسته به طراحی	EPCs
Activites  task  loop  collapsed sub-process  ad-hoc sub-process  multi-instance task Events  message  error  time  start event  intermediate event  end event Gateways  AND  XOR  Event-based	ندارد	دارد	دارد	وابسته به طراحی	BPMN
 Place  Transition	ندارد	ندارد	ندارد	وابسته به طراحی	Petri-net
 Place  Start  Transition  End	ندارد	ندارد	ندارد	وابسته به طراحی	WF-Net
 Condition  Input condition  Output condition  Atomic task  Composite task  Multiple instances of an atomic task  Multiple instances of a composite task  AND-split  XOR-split  OR-split  AND-join  XOR-join  OR-join  remove tokens	دارد	دارد	دارد	دارد	EFW-net
مانند EFW-net	دارد	دارد	دارد	دارد	YAWL

آلست در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۱ ارائه داد، مفهوم "درستی" را بیان کرد و نشان داد برای یک ابزار مدلسازی، داشتن این خاصیت الزامی است و اثبات کرد که یک WF-net در صورتی این خاصیت را دارا است که شبکه پتری ایجاد شده کراندار^{۲۷} و زنده^{۲۸} باشد [۴۷]. در شکل (۹-۳) ساختار WF-net با یک حالت انتقال که مکان پایانی را به مکان شروع وصل می‌کند، نشان داده شده است.



شکل ۳-۴: WF-net با یک انتقال T جهت اثبات درستی WF-net

آلست همچنین سه خاصیت دیگر را که در شبکه پتری کلاسیک وجود نداشت، معرفی می‌کند و برای رفع این محدودیت‌ها انواع توسعه‌یافته‌ای از WF-net را با عناوین EWF-net و YAWL ارائه می‌دهد که سه خاصیت ذکر شده در جدول (۲-۳) را دارا است [۴۸-۴۹].

²⁷ Bounded

²⁸ Live

فصل چهارم

الگوهای زمانی

۴-۱ انواع الگوهای زمانی

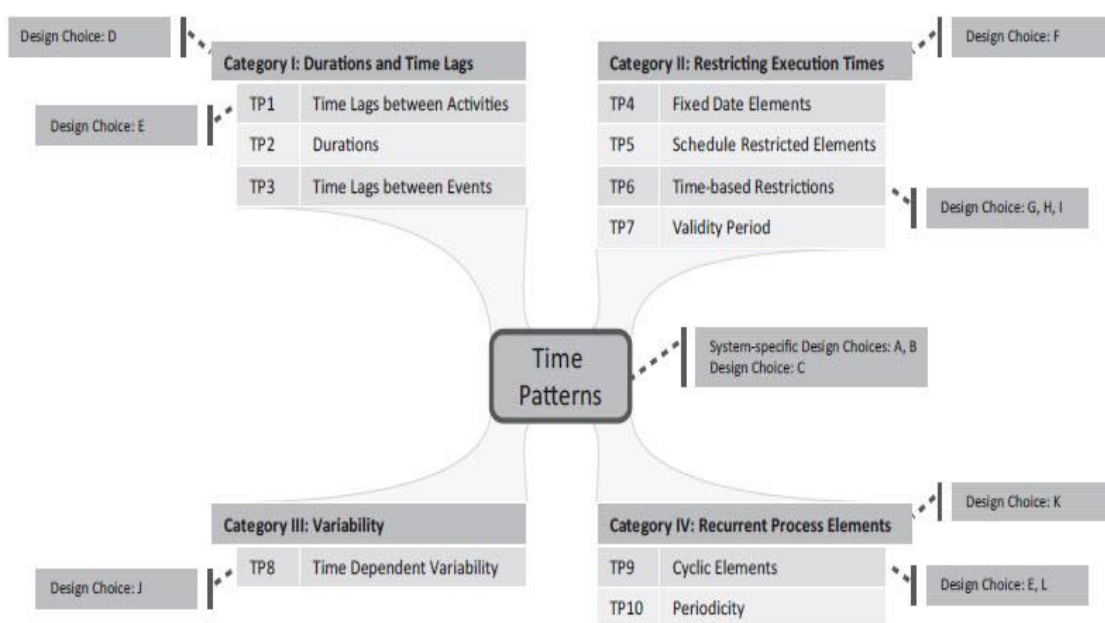
الگوهای زمانی راهکاری برای نمایش محدودیت‌های زمانی در شبکه‌های گردش کار می‌باشند و به چهار گروه متفاوت دسته بندی می‌شوند [۲۴]:

گروه اول: فاصله و تاخیر زمانی^۱

گروه دوم: محدود کردن زمان اجرا^۲

گروه سوم: تغییرپذیری^۳

گروه چهارم: فرآیندهای بازگشتی^۴



شکل ۴-۱: نمای کلی الگوهای زمانی

۴-۱-۱ فاصله و تاخیر زمانی:

بیانگر طول مدت زمانی انجام یک فرآیند یا تاخیر زمانی بین کارها که می‌تواند به صورت ماکزیمم زمان، مینیمم زمان و فاصله زمانی ماکزیمم و مینیمم استفاده شود به عنوان مثال

¹ Duration and time lags

² Restricting execution Times

³ Variability

⁴ Recurrent process elements

محدودیت زمانی بین دو و سه ساعت معادل حداقل دو ساعت و حداکثر سه ساعت بیان می‌شود.

فاصله و تاخیر زمانی سه الگوی زمانی زیر را ایجاد می‌نماید:

۱. الگوی زمانی اول: تاخیر زمانی بین دو فعالیت^۵.

۲. الگوی زمانی دوم: طول مدت زمان^۶.

۳. الگوی زمانی سوم: تاخیر زمانی بین دو رویداد دلخواه^۷.

۴-۱-۱ الگوی زمانی اول:

- زمان اجرای دو کار را محدود می‌نماید.
- برای نمایش ماکزیمم زمان، مینییم زمان و فاصله زمانی ماکزیمم و مینییم استفاده می‌شود.

- تاخیر زمانی بین شروع دو کار یا شروع کار اول و تکمیل کار دوم^۸ و یا تکمیل کار اول و شروع کار دوم^۹ را بیان می‌کند.

۴-۱-۲ الگوی زمانی دوم:

فاصله زمانی تعریف شده برای اجرای یک فعالیت و یا فاصله زمانی تعریف شده برای یک فعالیت است.

۴-۱-۳ الگوی زمانی سوم:

برای نمایش فاصله زمانی در یک نمونه فرآیند یا یک فعالیت خاص درون یک کار.

پس در واقع نتایج زیر در مورد گروه اول طبقه بندی الگوهای زمانی صادق است:

- الگوی زمانی سوم در واقع از الگوی زمانی دوم ساخته می‌شود.

⁵ Time lags between two Activities

⁶ Durations

⁷ Time lags between Arbitrary events

⁸ start-End

⁹ End-start

- الگوی زمانی اول و دوم می‌تواند بر اساس الگوی زمانی سوم پیاده‌سازی شود.
- الگوی زمانی اول و دوم هر دو به تاخیر زمانی اشاره دارند.

۴-۱-۲ محدود کردن زمان اجرا

بیانگر محدودیت‌های زمانی دخیل در زمان اجرای یک فرآیند و شامل الگوهای زیر است:

۴-۱-۲-۱ الگوی زمانی چهارم:

بیانگر زمانی که باید یک فرآیند یا کار به پایان برسد. (Deadline)

۴-۱-۲-۲ الگوی زمانی پنجم:

بیانگر جدول زمانی برای انجام یک کار یا فرآیند است.

۴-۱-۲-۳ الگوی زمانی ششم:

بیانگر تعداد دفعات محدود یا مشخص شده فعالیتی است که اجرا می‌شود و می‌تواند شامل

موارد زیر باشد:

مینیمم و ماکزیمم تعداد اجرا، تعداد اجرای همزمان (اجرا در یک زمان یا با همپوشانی

الگوهای زمانی (overlap)، تعداد اجرا در یک پریود زمانی.

۴-۱-۲-۴ الگوی زمانی هفتم:

بیانگر میزان اعتبار در یک زمان خاص است.

۴-۱-۳ تغییر پذیری:

بیانگر تغییر پذیری در طول اجرای یک فرآیند می‌باشد.

۴-۱-۳-۱ الگوی زمانی هشتم:

بیانگر انعطاف پذیری زمانی است، به عبارت دیگر مسیر جریان متفاوت است مثلاً ممکن

است مسیرهای مختلفی از یک فرآیند یا زیر فرآیند انتخاب شود.

۴-۱-۴ فرآیندهای بازگشتی:

بیانگر محدودیت‌های زمانی پریودیک است و شامل موارد زیر است:

۴-۱-۴-۱ الگوی زمانی نهم: بیانگر تاخیر زمانی بین فعالیت‌هایی است که به تکرارهای مختلفی از یک لوپ متعلق باشد، تاخیر زمانی بین سیکل‌ها ممکن است ثابت باشد یا بین تکرارهای مختلف تغییر کند.

۴-۱-۴-۲ الگوی دهم: یک فعالیت به صورت پریودیک انجام می‌شود و تعداد گردش با تعداد تکرار ثابت یا تکرار متغیر مطرح می‌شود و وابسته به تاریخ انتها است.

پس الگوی زمانی نهم و دهم به فعالیت‌های تکراری اشاره می‌کنند. جدول مربوط به الگوهای زمانی و پیاده سازی آن در سیستم نما در پیوست ۲ ذکر شده است.

فصل پنجم

شرح مساله

۵-۱ طرح مسئله

هدف مدل کردن فرآیندهای آموزشی و تغییر ساختار فرآیند به منظور کاهش زمان انجام کار در محیط چند فرآیندی BPMS است.

۵-۲ محیط مسئله

قوانین سازمانی در یک BPMS در مجموعه‌ای از فرآیندهای کاری خلاصه می‌شود که هر فرآیند با EWF-net مدل می‌شود. BPMS شامل یک چهارتایی $\langle T, R, A, W \rangle$ است که به ترتیب از چپ به راست مجموعه‌ی وظیفه‌ها (Tasks)، نقش‌ها (Roles)، عامل‌های سرویس‌دهنده (Agents) و W ، مجموعه فرآیندهای کاری است. کلیه مجموعه‌های فوق متناهی هستند.

مجموعه‌ی وظیفه‌ها $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ مجموعه‌ی محدودی از کل وظایفی است که در یک BPMS توسط سرویس‌دهنده‌ها انجام می‌شود. از آنجایی که انجام هر وظیفه توسط یک سرویس‌دهنده، نیازمند وجود دانش و توانایی خاصی در سرویس‌دهنده است، عامل‌های سرویس‌دهنده را تحت گروه‌هایی به عنوان نقش تقسیم‌بندی می‌کنیم.

هر نقش r_i در مجموعه‌ی نقش‌ها $R = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_n\}$ بیانگر مجموعه‌ای از توانایی‌ها است که سرویس‌دهنده باید داشته باشد تا بتواند در آن نقش مشغول سرویس‌دهی شود. بنابراین هر نقش به صورت ذیل تعریف می‌شود.

$$\forall r_i \in R, r_i = \{a \mid a \in A, a \text{ have ability to do some Tasks}\}, r_i \neq \emptyset$$

۵-۳ EWF-net

مجموعه‌ی W به عنوان مهم‌ترین بخش از یک BPMS، به صورت مجموعه‌ای از EWF-net تعریف می‌شود. یک EWF-net به صورت چندتایی $\langle C, \text{input}, \text{out}, T, F, \text{split}, \text{join} \rangle$ تعریف می‌شود [۴۸].

C : مجموعه‌ای از وضعیت‌ها.

Input: یک عضو از مجموعه C است که حالت یا وضعیت ورودی را مشخص می‌کند.

Out: یک عضو از مجموعه C است که حالت یا وضعیت خروجی را مشخص می‌کند.

T : مجموعه‌ای از وظیفه‌ها است که منطبق با مجموعه وظیفه‌های تعریف شده در BPMS است.

$F \subseteq (\{\text{input}\} \times T) \cup (T \times \{\text{out}\}) \cup (T \times T)$: مجموعه از جریان‌ها است که به صورت $(T \times T)$ تعریف می‌شود مشروط به اینکه برای هر گره از گراف $(C \cup T, F)$ یک مسیر از input به out وجود داشته باشد که آن گره را شامل شود.

Join و Split: یک نوع خاص از وظیفه‌ها است که به صورت $T \rightarrow \{\text{AND}, \text{XOR}, \text{OR}\}$ تعریف می‌شود.

در تعریف EWF-net سه تایی $\langle C, T, F \rangle$ معادل تعریف کلاسیک شبکه پتری است [۴۷].

هر پرونده در فرآیند کاری با یک یا چند توکن نمایش داده می‌شود. حرکت توکن‌ها در هر فرآیند کاری از وضعیت ورودی (input) آغاز می‌شود و یک مسیر را در گراف $(C \cup T, F)$ طی می‌کند و به وضعیت خروجی (out) ختم می‌شود. وقتی توکن در مسیر حرکتش به یک عضو از مجموعه T می‌رسد، فعالیت تعریف شده در آن وضعیت به وسیله یک عامل سرویس‌دهنده روی توکن انجام می‌شود و باعث حرکت توکن در مسیرش و انتقال به حالت بعد می‌شود. هنگام انجام فعالیت بر روی توکن، اطلاعاتی مرتبط با نوع فعالیت و عامل یا منبع سرویس‌دهنده جمع‌آوری می‌شود و در حافظه‌ای مخصوص هر توکن ذخیره می‌شود. با توجه به نوع و مقادیر اطلاعات ذخیره شده، توکن مسیری مشخص را در گراف $(C \cup T, F)$ طی می‌کند. بنابراین عامل اصلی تعیین مسیر، اطلاعات ذخیره شده در توکن است. به عبارت دیگر مسیر حرکت توکن در فرآیند کاری، پویا است و وابسته به اطلاعات جمع‌آوری شده به وسیله توکن است. برای سرویس‌دهی به توکن، در هر گره متناظر با T ممکن است یک یا چند منبع سرویس‌دهنده وجود داشته باشد. مدت زمان سرویس‌دهی به

هر توکن به وسیله یک تابع توزیع آماری مدل می‌شود. بنابراین هر توکن در طول عمر خود از وضعیت ورودی تا وضعیت خروجی چند منبع را به عنوان سرویس‌دهنده تجربه می‌کند.

۴-۵ مفروضات

برای اجرا و ارزیابی مدل پیشنهادی در جهت کاهش یا افزایش زمان می‌توان مفروضات را به دسته‌های ذیل تقسیم کرد:

الف) مدلسازی فرآیندها:

در شبیه‌سازی، کلیه فرآیندها با استفاده از EWF-net مدل شدند.

ب) تعداد و نوع فرآیندها: ۲۰ فرآیند که کلیه فرآیندها واقعی و از سیستم دانشگاهی استخراج شده است.

ج) نوع و تعداد توکن‌ها و فعالیت‌ها: حرکت توکن‌ها غیر همزمان فرض می‌شود و وابسته به داده‌هایی است که در حافظه هر توکن ذخیره می‌شود، بنابراین نوع و مدت انجام فعالیتی که روی توکن‌ها انجام می‌شود، متفاوت است و در این تحقیق حداکثر ۷ نوع توزیع آماری نرمال برای مدت انجام فعالیت در نظر گرفته می‌شود و حداکثر تعداد پرونده در هر فرآیند ۱۰۰ پرونده فرض می‌شود و در اجرای فرآیندها سعی شده است، هر فرآیند حداقل ۱۰ بار با ۱۰۰ پرونده انجام پذیرد.

۵-۵ پردازش جبری

پردازه، در اصطلاح به رفتار یک سیستم اشاره دارد و سیستم هم به نوبه خود موجودیتی است که از خود رفتاری را نشان می‌دهد. یک رفتار، مجموعه‌ای از رخدادها و اعمالی است که از سیستم سر می‌زند و یا برای سیستم پیش می‌آید. علاوه بر این رفتار سیستم شامل ترتیب انجام شدن، زمانبندی و احتمالات مرتبط با هر کدام از این رخدادها و اعمال نیز می‌باشد. اصطلاح جبر، در این حوزه، اشاره به خواص جبری و قاعده‌ای در مدلسازی رفتار سیستم دارد. به زبان دیگر، یک جبر هر ساختار ریاضی است که قواعد داده شده در رابطه با

عملگرهای پایه ای خود را ارضا می کند. هر عضو مجموعه تعریف شده توسط جبر پردازش، یک پردازش خواهد بود که با استفاده از قواعد موجود در جبر پردازش می توان بر روی آنها "محاسبات" انجام داد [۵۰].

در علوم کامپیوتری پردازش جبری برای مدل کردن سیستم ها است و ابزاری برای توضیح تعاملات، ارتباطات و همزمان سازی بین یک مجموعه عامل مستقل یا پردازش ها است. از مهمترین ویژگی های این روش مدلسازی، ترکیب پذیری (Compositionality) مدلها در حوزه نحوی و معنایی است [۵۱].

۵-۵-۱ ترکیب پذیری

ترکیب پذیری خاصیتی است که اولین بار توسط گوتلوب فرگه مطرح شد. طبق این خاصیت، هر سیستم تجزیه پذیر را می توان به صورت اجزایی که با عملگرها به یکدیگر متصلند، مدل کرد. اگر معنای هر جزء و فرایندی که هر عملگر در حوزه معنایی انجام می دهد را بدانیم، می توانیم معنای کلی سیستم را بدست بیاوریم.

۵-۵-۲ نمونه هایی از جبرهای پردازش

از نمونه های جبرهای پردازش می توان موارد زیر را نام برد:

- جبر پردازش CCS
- جبر پردازش CSP
- جبر پردازش ACP

۵-۵-۳ تاریخچه

مبحث جبر پردازش در دهه هفتاد قرن بیستم میلادی مطرح شد. پیش از این زمان تنها مطلب در حوزه همروندی، شبکه های پتری بودند که توسط پتری در سال ۱۹۶۲ مطرح

شدند. در اوایل دهه 70، سه روش تحلیل صوری برنامه های کامپیوتری مطرح شد که معروفترین آن معنای عملیاتی بود.

فرایندهای جبری شامل موارد زیر هستند:

۱. نمایش تعاملات بین فرایندهای مستقل .

۲. بیان فرایندها و سیستم ها با استفاده از مجموعه ای از شکل های هندسی و عملگرها برای ترکیب این اشکال هندسی.

۳. تعریف قوانین جبری برای اپراتورهای جبری که عبارات فرایندها با استفاده از عبارات ریاضی ویرایش شوند.

۵-۴ ریاضیات فرایندها

برای آنکه یک پردازش جبری را تعریف کنیم مجموعه ای از نام ها (کانال ها) ایجاد می شوند که هدفش ایجاد ابزاری برای مکالمه است.

دربسیاری از پیاده سازی ها نام ها، ساختار مبانی قوی دارند تا بازدهی را بهبود ببخشند که در مدل تئوری خلاصه می شود.

اپراتورهای اصلی شامل موارد زیر است:

ترکیب موازی پردازش ها

خصوصی سازی کانال ها تا از آن برای ارسال و دریافت داده استفاده کنیم.

همزمان سازی تعاملات

پنهان سازی اثرات متقابل

بازگشت یا تکرار فرایندها

ترکیب موازی: ترکیب موازی دو فرآیند که به صورت $p \vee q$ نمایش داده می شود و

از مدل ترکیب سری تشخیص داده می شود. ترکیب موازی به ترکیب، این امکان را می دهد تا

به صورت مستقل و همزمان انجام شود. کانالی برای جریان دیتا p بش از یک q یا برعکس در

نظر گرفته می‌شود عامل می‌تواند به بیشتر از یک کانال در زمان متصل شود. کانال‌ها می‌توانند همزمان یا غیر همزمان باشند. درمورد کانال همزمان، عامل پیغامی می‌فرستد و منتظر می‌ماند تا عامل دیگر پیغام را دریافت کند. در کانال غیر همزمان، نیازی به همزمان سازی نیست. در برخی از پردازش‌های جبری به کانال‌ها اجازه داده می‌شود تا در طول اجرای برنامه ایجاد شوند.

ارتباطات: تعامل می‌تواند یک جریان مستقیم از اطلاعات باشد. عملگرهای ورودی و خروجی قابل تعریف می‌باشند. اطلاعات تفسیر می‌شوند و از خروجی به ورودی حرکت می‌کنند. خروجی، دیتایی را که باید ارسال شود مشخص می‌کند.

ترکیب سری: گاهی اوقات تعامل باید به ترتیب خاص انجام شود. قابل طراحی است تا الگوریتم‌هایی را مشخص کنیم تا اول دیتا را دریافت کنیم و سپس ارسال دیتا روی ترکیب سری می‌تواند استفاده شود. در پردازش جبری عملگر سری معمولاً با ورودی و خروجی هماهنگ می‌شود. فرآیند برای ورودی منتظر می‌ماند تا ورودی فعال شود.

کاهش معنایی: قانون کاهش قوانین در ترکیب سری، موازی، ورودی و خروجی است. تفسیر قوانین کاهش به صورت زیر است:

۱. پردازش یک پیغام را ارسال می‌کند و فرآیند دیگر، پیغام را دریافت می‌کند.

۲. وقتی پیام ارسال شد و فرآیند شروع شد نگهدارنده با دیتای دریافتی جایگزین می‌شود.

بازگشت یا تکرار فرآیندها:

عملگرهایی که تا کنون مطرح شد تعامل متناهی را توضیح می‌دهند که برای آمارگیری مناسب نیستند. بازگشت و تکرار عملگرهایی هستند که توصیف محدود از رفتار نامحدود را بیان می‌کنند. بازگشت برای فرایندسری و تکرار برای خلاصه سازی ترکیب موازی از یک فرایند نامتناهی قابل شمارش استفاده می‌شود. در سیستم نما از اصول کلی بالا برای طراحی استفاده شده است.

۵-۶ فرآیندکاوی

استفاده از سیستم‌های مدیریت جریان کار در بسیاری از سیستم‌های اطلاعاتی کاربرد دارد ولی استفاده از این سیستم مشکلاتی را نیز به همراه دارد که از آن جمله می‌توان نیازمند بودن سیستم به یک طرح جریان کاری را نام برد. طراح باید مدلی طراحی نماید که قادر به تعریف جریان کار در سیستم باشد و دانشی کامل در مورد جریان کاری و ارتباطات مدیریتی در سیستم داشته باشد.

برای طراحی مدل باید دانشی در مورد چگونگی انجام فرآیند در سیستم به دست آورد که لازمه آن ثبت رخدادها در سیستم است.

در هنگام ثبت رخداد در سیستم فرض می‌شود که هر رخداد مربوط به یک فعالیت در سیستم باشد و هر رخداد در یک دنباله (case) اتفاق می‌افتد و در نهایت رخدادها به ترتیب اجرا می‌شوند. (Event log)

فرآیندکاوی را می‌توان چنین تعریف نمود [۵۲]:

اساس فرآیندکاوی استخراج دانش از دنباله‌ای از رخدادها است که این رخدادها از سیستم اطلاعاتی بدست می‌آیند و هدف آن مهیا کردن تکنیک‌هایی است که بتوان فرآیند داده‌ها، کنترل و ساختار اجتماعی یک سیستم را از دنباله‌ای از رخدادها استخراج نمود.

۵-۷ ثبت رخداد

سیستم‌های اطلاعات که معمولاً توسط سازمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، فعالیت‌های خود را در فرآیندهای اجرایی ثبت می‌کنند. با اجرای یک فرآیند، مثالی از فرآیند راه اندازی می‌شود که نمونه فرآیند^۱ نامیده می‌شود. یک نمونه فرآیند شامل دنباله‌ای از رخدادها است که در آن نمونه فرآیند اجرا می‌شود. هر رخداد مربوط به یک فعالیت مشخص در طول

^۱ Process instance

اجرای فرآیند است و شامل ویژگی‌هایی مانند زمان-نشان^۲ و منبع^۳ می‌باشد. ویژگی نشان-زمان، زمانی که رخداد اجرا می‌شود را نشان می‌دهد و ویژگی منبع نشان می‌دهد که این رخداد مربوط به سیستم است یا کاربر. دنباله رخداد به عنوان نقطه شروع در فرآیندکاوی می‌باشد [۵۳]. تعریف دقیق ثبت رخداد به صورت زیر می‌باشد [۵۴]:

دنباله‌ای از فعالیت‌های یک سیستم کامپیوتری که به صورت فایل، در سیستم ذخیره می‌شود. این فایل می‌تواند توسط مدیر بازبینی شود و فعالیت کاربران و فرآیندها در سیستم شناسایی شود. گاهی اوقات به مجموعه‌ای از دنباله رخداد، ثبت رخداد گفته می‌شود. هر سطر در سابقه رخداد باید شامل اطلاعات ذیل باشد:

- شناسه پرونده (Case Id).
- نام یا شناسه فعالیت.
- نوع Log که یکی از مقادیر (تخصیص وظیفه، شروع فعالیت، خاتمه فعالیت).
- برچسب زمانی ثبت رخداد.
- منبع.
- در ادامه نمونه‌ای از ثبت رخداد در جدول (۵-۱) قابل مشاهده است.

جدول (۵-۱) نمونه‌ای از ثبت رخداد

ردیف	تاریخ	عنوان فعالیت	شماره دانشجویی	نوع فرآیند
3	1390.11.25	تایید آموزش	8614893	انصراف
4	1391.06.13	تایید دانشجو	8701993	انصراف
4	1391.06.14	تایید راهنما	8701993	انصراف
4	1391.06.15	تایید گروه	8701993	انصراف
4	1391.06.16	تایید دانشکده	8701993	انصراف

² Timestamp

³ Resource

فرآیندکاوی حداقل به دو دلیل می‌تواند مفید باشد:

۱- ابزاری برای ردیابی و شناسایی کارهای کاربران و فعالیت‌های یک سیستم است. گاهی اوقات امکان دارد همه اطلاعات مربوط به سیستم ثبت شود اما فرآیندهای فرعی (که جزیی از فرآیندهای اصلی در نظر گرفته می‌شود) به طور کلی نادیده گرفته شود.

۲- فرآیندکاوی به عنوان ابزاری برای آنالیز دلتا^۴ به کار می‌رود [۵۵]. (مثلاً مقایسه فرآیند واقعی با بعضی از فرآیندهای از پیش تعریف شده)

در این تحقیق، از سیستم آموزش دانشگاه شاهرود اطلاعاتی جمع‌آوری می‌شود که حاصل این اطلاعات تعریف فرآیندهای کاری دانشجویان تحصیلات تکمیلی و کارشناسی است.

برخی از رویدادها مانند ثبت درخواست‌های دانشجویی، در سیستم مربوطه دارای برچسب تاریخ هستند و با بررسی این رویدادها پارامترهای توزیع برای برخی از فعالیت‌های تعریف شده، قابل استخراج است. به منظور استخراج این نتایج و بدست آوردن توزیع مناسب ابتدا تاریخ ثبت درخواست توسط دانشجو را ثبت و پس از آن تاریخ ثبت تایید استاد راهنما، تایید مدیر گروه و رییس دانشکده و در نهایت آموزش کل را یادداشت می‌نماییم، سپس اختلاف هر دو تاریخ از یکدیگر را محاسبه می‌کنیم و بهترین توزیع از این دیتای بدست آمده از هر فرآیند را به دست می‌آوریم. لازم به توضیح است که درخواست‌ها به صورت سری^۵ تایید می‌شوند، بدین معنی که پس از ثبت درخواست توسط دانشجو، ابتدا استاد راهنما بعد مدیر گروه و سپس رییس دانشکده و در انتها آموزش کل به تایید درخواست می‌پردازند. به عنوان نمونه قسمتی از اطلاعات حاصل شده از فرآیند حذف ترم به صورت زیر است:

^۴ Data Analysis

^۵ Sequence

جدول (۵-۲) نمونه‌ای از ثبت رخداد در فرآیند حذف ترم در نما

اختلاف تاریخ ثبت دانشجو و استاد راهنما	اختلاف تاریخ ثبت استاد راهنما و مدیر گروه	اختلاف تاریخ ثبت مدیر گروه و رییس دانشکده	اختلاف تاریخ ثبت رییس دانشکده و آموزش کل
۵۴	۱۲	۰	۱۷
۰	۳۹	۱۵	۱۳

عامل‌های تصادفی بسیاری موجودند که زندگی ما را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در تجارت و کسب و کار، رویایی با ریسک و عدم قطعیت ناشی از این عامل‌ها، اهمیت ویژه‌ای دارد که این مهم به وسیله توزیع‌های آماری برآورده می‌شود. Distribution Fitting روشی برای انتخاب یک توزیع آماری است که به بهترین شکل معرف داده‌های موجود باشد.

از بین مجموعه داده‌های موجود، انتخاب یک توزیع دقیق بسیار دشوار است. در بیشتر موارد نیاز است تا دو یا چند توزیع مناسب را باهم مقایسه کنیم تا بهترین مدل معتبر را انتخاب نماییم. در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار EasyFit بهترین توزیع بدست آمده برای هر فرآیند را محاسبه نموده و توکن‌ها را در هر فرآیند در شبیه‌ساز نرم‌افزار با استفاده از این توزیع ریاضی پخش می‌نماییم.

۵-۸ آشنایی با نرم‌افزار EasyFit

EasyFit نرم‌افزار مخصوصی است که برای ارائه تجزیه و تحلیل‌های قابل اطمینان از داده‌ها و انتخاب بهترین مدل، طراحی شده است. EasyFit به شما اجازه می‌دهد تا بهترین توزیع احتمال متناسب با داده‌هایتان را انتخاب کنید و بدین وسیله زمان تجزیه و تحلیل خود را نسبت به روش‌های دستی حدود ۷۰-۹۵ درصد، کاهش دهید. به طور کلی تمام کارهایی که از یک سری داده تصادفی آماری استفاده می‌کنند، می‌توانند از نرم‌افزار محاسبه توزیع‌های احتمال برای متناسب سازی داده‌ها استفاده کنند.

ویژگی‌های متعددی برای این نرم‌افزار طراحی شده است که به در صرفه‌جویی در وقت، جلوگیری از اشتباهات تجزیه و تحلیل و کمک به تصمیم‌گیری‌های بهتر در زمینه تجارت کمک به‌سزایی خواهند نمود. از ویژگی‌های کلیدی این نرم‌افزار می‌توان به قابلیت تطبیق

خودکار بیش از ۵۵ توزیع برای داده‌های ساده و امکان انتخاب بهترین مدل اشاره کرد. بهترین آزمون‌های تطبیق (Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Chi-Squared) و انواع نمودارهای Q-plot, P-P plot, survival, hazard, umulative probability, probability density) (....) Q plot به شما کمک خواهند نمود تا به مقایسه و تطبیق مدل‌ها پرداخته و معتبرترین مدل را انتخاب کنید. در نهایت شما می‌توانید از ابزار یکپارچه‌سازی StatAssist، به منظور تصمیم‌گیری‌های کاری بر مبنای نتایج تجزیه و تحلیل‌ها، استفاده کنید. این نرم‌افزار توسط محققان و مهندسان و آنالیزهای حرفه‌ای در سطح سازمان‌ها و صنایع گسترده استفاده شده است و پاسخ مثبت دریافت نموده است.

قابلیت‌های کلیدی نرم‌افزار EasyFit Professional :

- پنج توزیع قابل اعتماد کلاسیک.
- دو توزیع پیشرفته.
- روش‌های برآورد پارامتر به صورت خودکار.
- دو آزمایش تطبیق.
- نمودارهای با کیفیت بالا.
- محاسبه آمار توصیفی.
- صفحات گسترده مانند اکسل برای ورود و ویرایش داده‌ها.
- رابط کاربری آسان.
- مستندات آنلاین.
- تجزیه و تحلیل مجموعه‌ای از داده‌ها، حتی مجموعه‌های بزرگ.
- توسعه مدل‌های بهتر با استفاده از توزیع‌های پیشرفته.
- اتخاذ تصمیم‌های درست و سریع با گزارش‌های تعاملی.
- و غیره.

فصل هشتم

پیاده‌سازی و ارزیابی

۶-۱ مقدمه

درفصل‌های قبل به ترتیب مدیریت جریان کاری، سیستم نما، الگوهای زمانی شرح داده شد و پس از شرح مساله، در این فصل چگونگی کاهش زمان در فرآیندهای آموزشی را شرح می‌دهیم.

در سیستم‌های آموزشی، هنگامی که درخواست دانشجو برای انجام یک فرآیند در سیستم ثبت می‌شود، دانشجو باید تا زمان تایید این درخواست، منتظر بماند و دائما درخواست خود را پیگیری کند که در چه مرحله‌ای قرار دارد، بنابراین نیاز به ارائه مدلی مطرح می‌شود که هم جنبه خودکارسازی فرآیند در آن صادق باشد و نیز تمامی معیارهای مناسب برای یک فرآیند را داشته باشد.

سیستم گلستان یک سیستم آموزشی است که این امکان را به دانشجو می‌دهد تا درخواست خود را تحت وب مطرح نماید تا برای انجام درخواست خود به صورت حضوری مراجعه ننماید. در صورتی که این درخواست در سیستم توسط دانشجو تایید شده باشد، برای انجام درخواست ابتدا باید استادراهنما، مدیرگروه، رییس دانشکده و در نهایت آموزش کل آن را تایید نمایند. نحوه تایید درخواست به طور قطعی باید به همین ترتیب صورت پذیرد. ضمن اینکه به غیر از فرآیند مجوز دفاع، بقیه درخواست‌ها به صورت فرآیند تعریف نشده‌اند.

در این تحقیق، درخواست‌های آموزشی به صورت فرآیند مدل شده‌اند و سپس با تغییر ساختار فرآیند و استفاده از داده‌های به دست آمده از گلستان سعی شده است تا زمان انجام هر فرآیند کاهش یابد.

در سیستم نما برای مدلسازی هر فرآیند، تایید فعالیت‌ها در هر نقش، همانند سیستم گلستان به صورت سری تعریف شده‌اند و سپس راهکارهای پیشنهادی را بر روی این فرآیندها اعمال نمودیم که نتایج به تفسیر در ادامه بیان می‌شود.

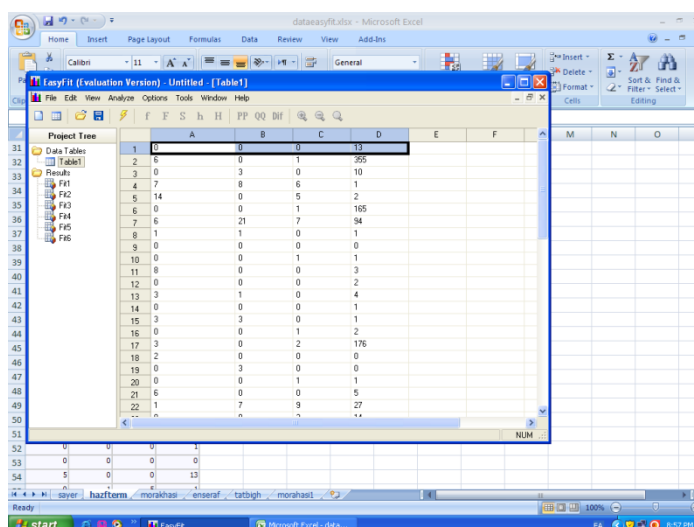
۲-۶ بررسی نتایج

ابتدا فرآیندی چون درخواست مرخصی در سیستم نما را در نظر می‌گیریم:

از روی مجموعه داده‌های گلستان اختلاف زمانی برای انجام هر رویداد در فرآیند حذف

ترم را ثبت می‌نماییم.

داده‌های مورد نظر را برای استفاده در نرم‌افزار EasyFit آماده می‌کنیم.



	A	B	C	D	E	F
1	0	0	0	15		
2	5	0	1	355		
3	0	3	0	10		
4	7	8	6	1		
5	14	0	5	2		
6	0	0	1	165		
7	6	21	7	94		
8	1	1	0	1		
9	0	0	0	0		
10	0	0	1	1		
11	0	0	0	3		
12	0	0	0	2		
13	3	1	0	4		
14	0	0	0	1		
15	3	3	0	1		
16	0	0	1	2		
17	3	0	2	176		
18	2	0	0	0		
19	0	3	0	0		
20	0	0	1	1		
21	6	0	0	5		
22	1	7	9	27		
23	0	0	0	0		
24	0	0	0	0		
25	0	0	0	0		
26	0	0	0	0		
27	0	0	0	0		
28	0	0	0	0		
29	0	0	0	0		
30	0	0	0	0		
31	0	0	0	0		
32	0	0	0	0		
33	0	0	0	0		
34	0	0	0	0		
35	0	0	0	0		
36	0	0	0	0		
37	0	0	0	0		
38	0	0	0	0		
39	0	0	0	0		
40	0	0	0	0		
41	0	0	0	0		
42	0	0	0	0		
43	0	0	0	0		
44	0	0	0	0		
45	0	0	0	0		
46	0	0	0	0		
47	0	0	0	0		
48	0	0	0	0		
49	0	0	0	0		
50	0	0	0	0		

شکل ۶-۱: نمونه‌ای از داده‌های آماده شده برای استفاده در EasyFit

مشاهده می‌شود در این نرم‌افزار ۵۵ توزیع آماری به دست می‌آید که با توجه به

آزمون‌های تطبیقی،^۶توزیع Gen.Pareto انتخاب می‌گردد.

^۶Goodness Of Fit

Goodness of Fit - Summary

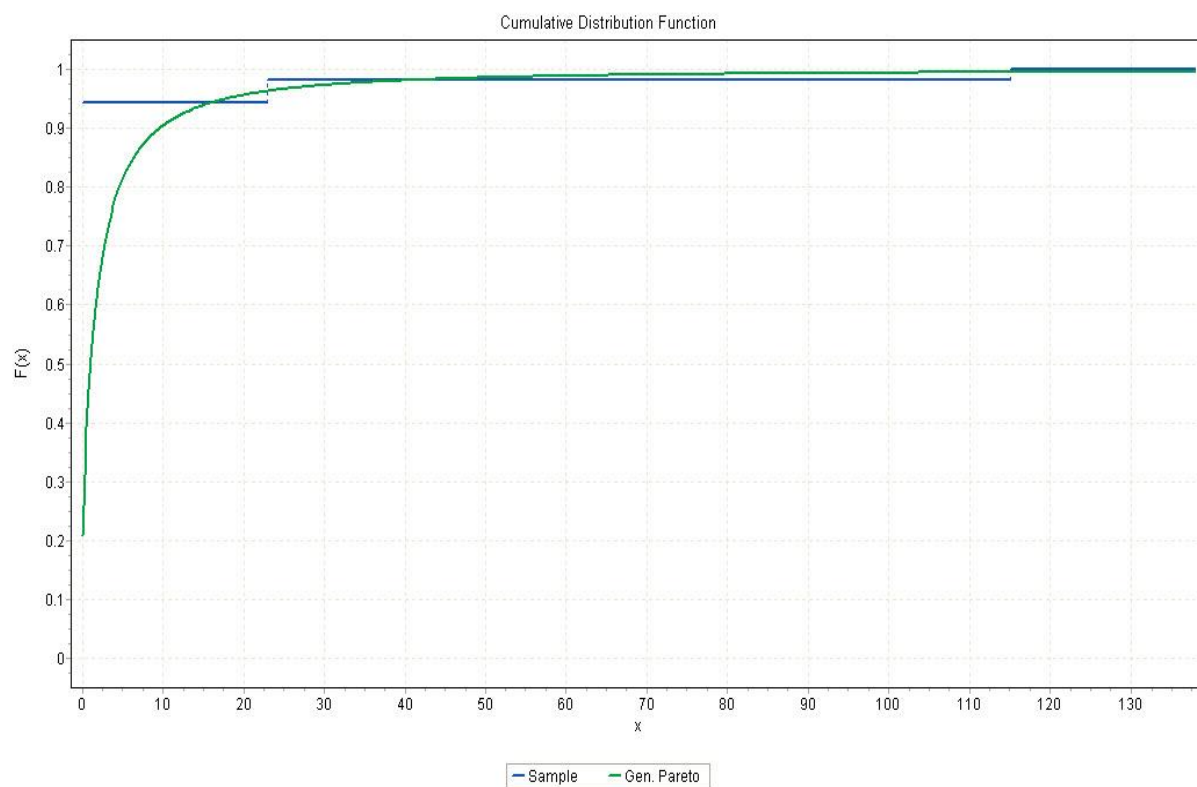
#	Distribution	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
22	Gen. Pareto	0.25361	1	3.1147	8	7.9501	1
44	Power Function	0.25495	2	82.235	47	N/A	
19	Gen. Extreme Value	0.27047	3	3.3409	9	8.1713	2
1	Beta	0.32577	4	7.8907	10	11.79	3
29	Kumaraswamy	0.33917	5	70.927	44	N/A	
30	Laplace	0.35701	6	12.124	12	25.244	9
9	Error	0.35701	7	12.124	13	25.244	8
25	Hypersecant	0.36562	8	12.314	14	25.39	10
35	Logistic	0.36778	9	12.533	15	24.425	7
38	Normal	0.37995	10	13.083	16	24.42	6
4	Cauchy	0.40386	11	14.01	18	35.437	13
49	Uniform	0.41178	12	17.028	19	N/A	
23	Gumbel Max	0.43566	13	11.919	11	20.098	5
24	Gumbel Min	0.43988	14	18.916	20	N/A	
12	Exponential (2P)	0.46296	15	380.17	50	64.667	24
20	Gen. Gamma	0.46296	16	32.432	25	65.666	29
27	Inv. Gaussian	0.46296	17	-1.3843	6	38.676	15
21	Gen. Gamma	0.46296	18	42.809	38	49.946	22

شکل ۶-۲: انتخاب بهترین توزیع

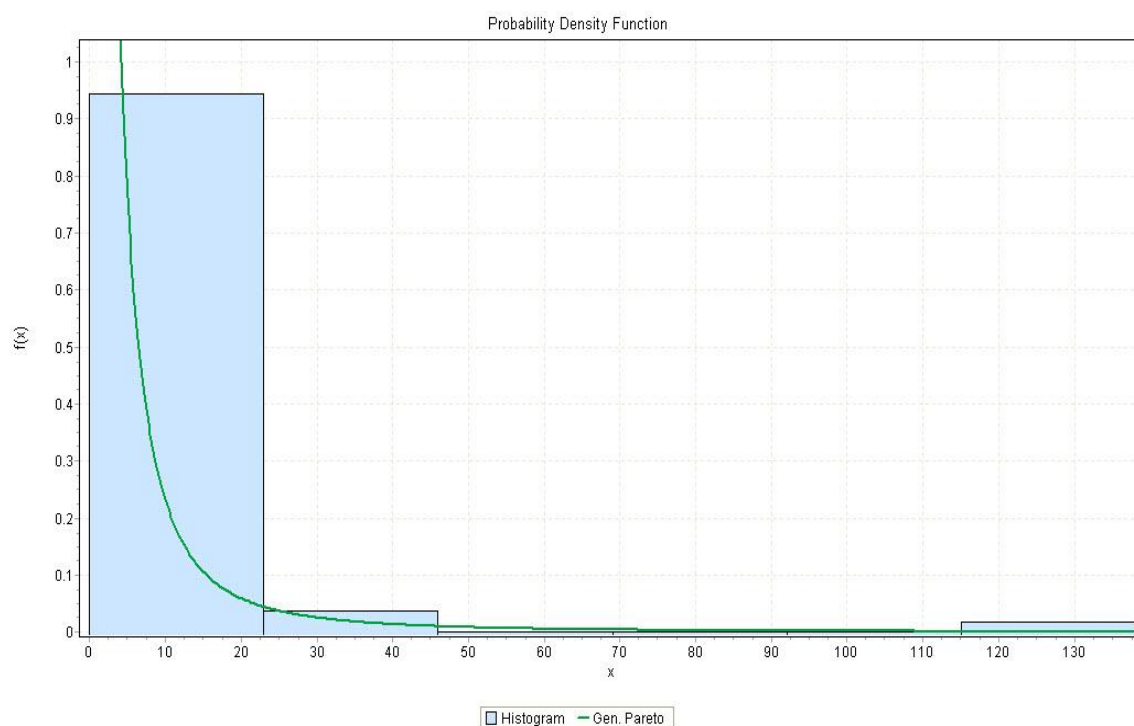
پارامترهای بهترین توزیع و تابع توزیع احتمال، تابع توزیع تجمعی در اشکال زیر قابل مشاهده است.



شکل ۶-۳: پارامترهای بهترین توزیع



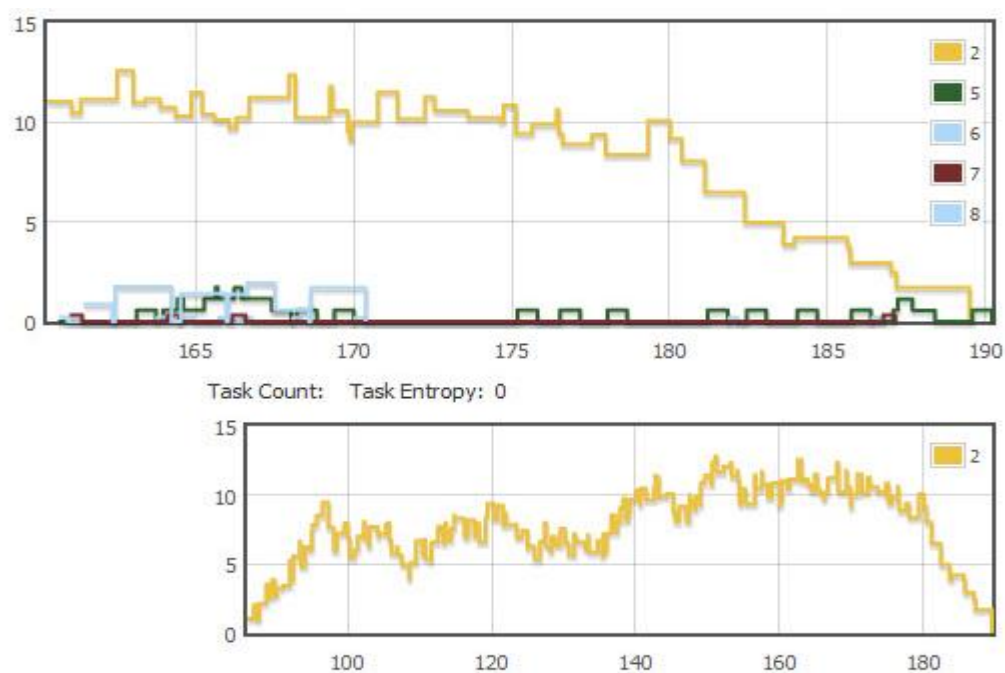
شکل ۴-۶: تابع توزیع تجمعی Gen.Pareto

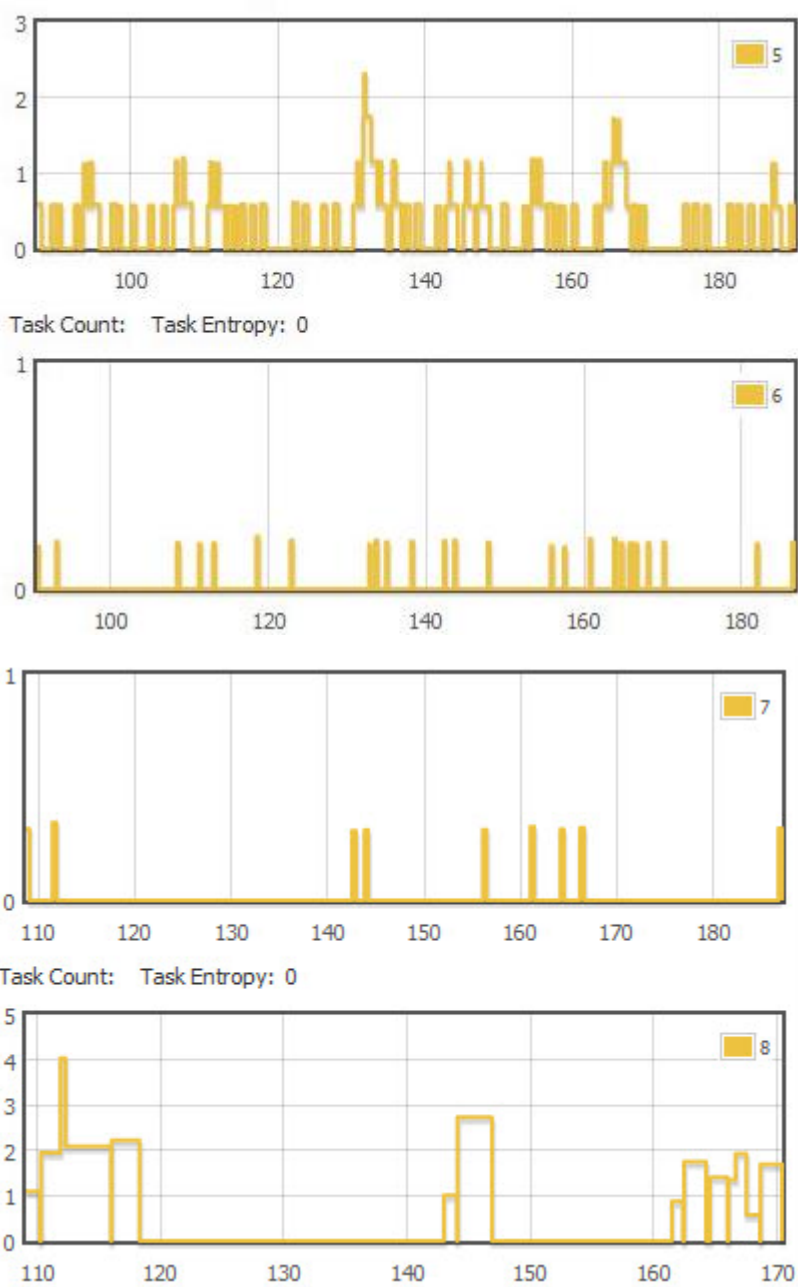


شکل ۵-۶: تابع توزیع احتمال Gen.Pareto

توزیع به دست آمده و پارامترهای آن را در سیستم نما تعریف می‌کنیم. (توزیع‌های normal, Weibull, gamma, exponential, pareto, triangular, uniform در سیستم نما تعریف شده است. (لازم به توضیح است که تعریف فرآیندها و چگونگی انجام آن در سیستم نما در فصول قبل توضیح داده شد).

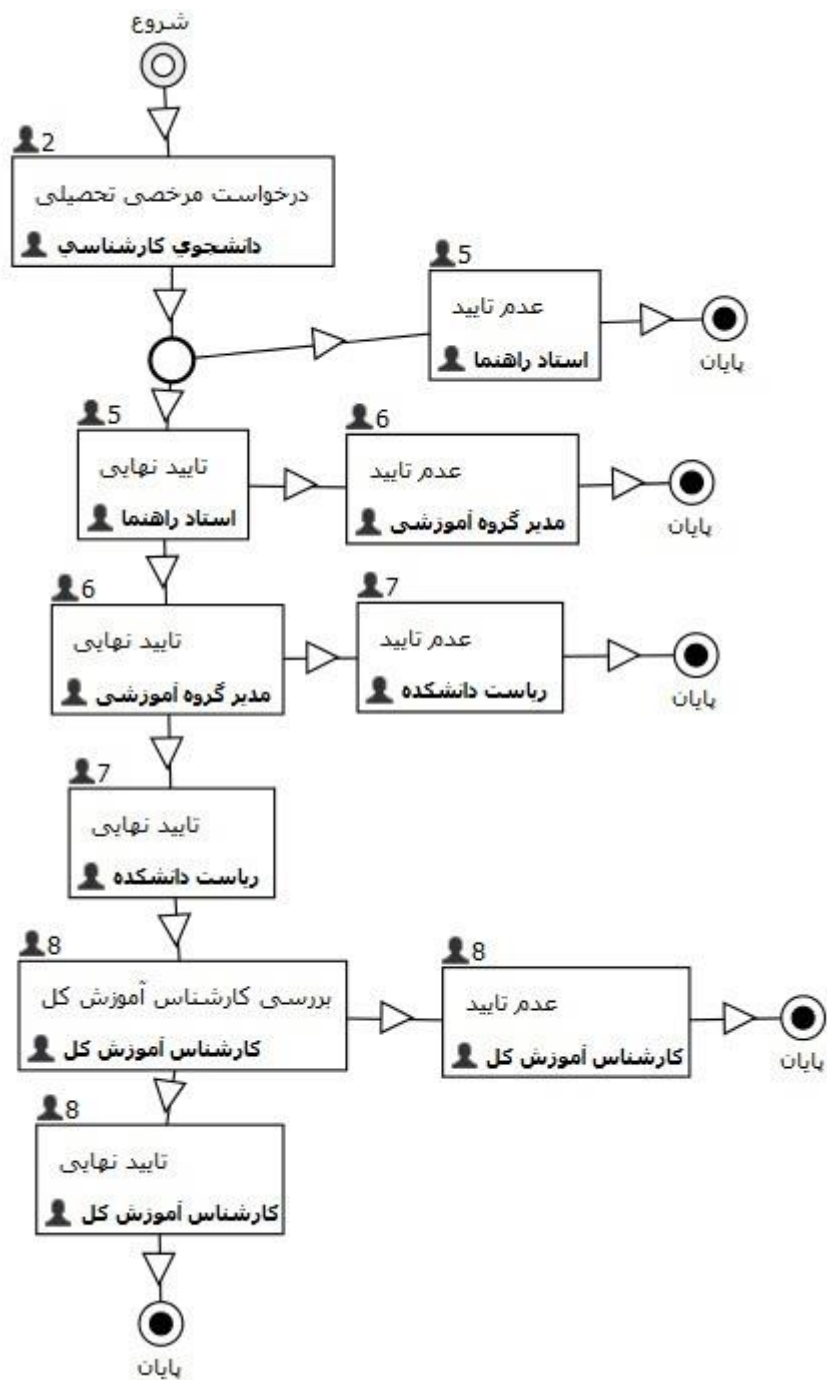
توکن‌ها را بر اساس توزیع بدست آمده در فرآیند حرکت می‌دهیم و زمان طی شده برای هر منبع، با توجه به نقش در شکل زیر قابل مشاهده است. لازم به توضیح است که هنگام حرکت از یک حالت به حالت بعد، از روی دیتای واقعی نسبتی بر روی اتصال دهنده‌ها در نظر گرفته می‌شود در سیستم نما تعریف می‌گردد.





شکل ۶-۶: زمان طی شده برای هر نقش در فرآیند مرخصی اصلی

میانگین زمانی محاسبه شده برای هر نقش در سیستم نما برای فرم مرخصی بدون تغییر به صورت زیر است، ضمناً میانگین محاسبه شده کل (Average cycle Time) برابر ۱۱۲،۱۳۴ می باشد:



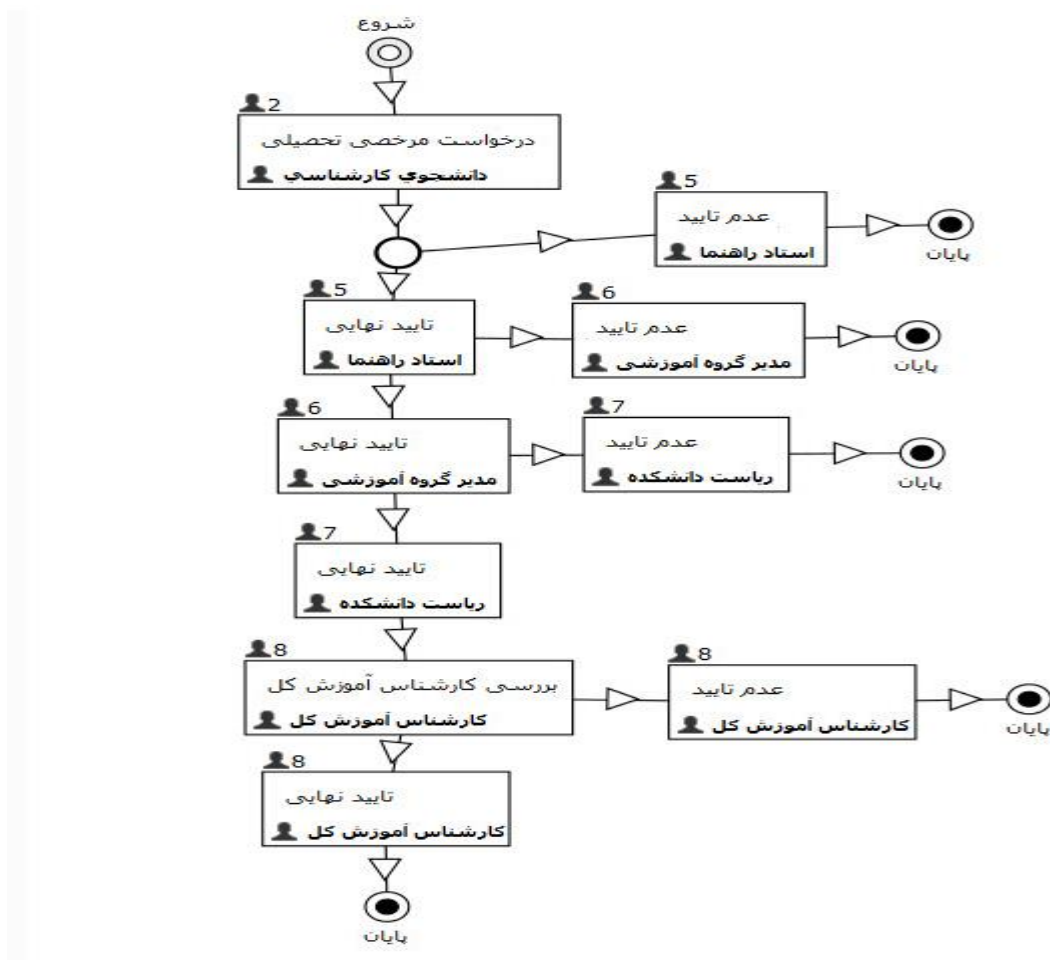
شکل ۶-۷: طراحی فرآیند مرخصی بدون تعییر

۳-۶ راهکارهای کاهش زمان در فرآیند

لازم به توضیح است که در هر راهکار پیشنهادی، فرآیند را ۶ بار و برای ۱۰۰ توکن تکرار می‌کنیم، سپس میانگین زمانی را برای هر درخواست یادداشت می‌نماییم.

۱-۳-۶ تغییر ساختار فرآیند با حذف نقش مدیر گروه

برای کاهش زمان در فرآیند می‌توان با عنایت به آنکه مدیر گروه و استاد راهنما موارد یکسانی را در فرم مرخصی بررسی می‌کنند و بر این اساس تصمیم‌گیری می‌نمایند، بنابراین نقش مدیر گروه را در فرآیند حذف نمود. پس از این کار، دوباره توکن‌ها را در فرآیند حرکت می‌دهیم و مشاهده می‌شود با این کار میانگین بازه زمانی کل برابر ۷۹ می‌باشد که در هر بار تکرار میانگین زمانی در جدول ۱-۶ قابل مشاهده می‌باشد:



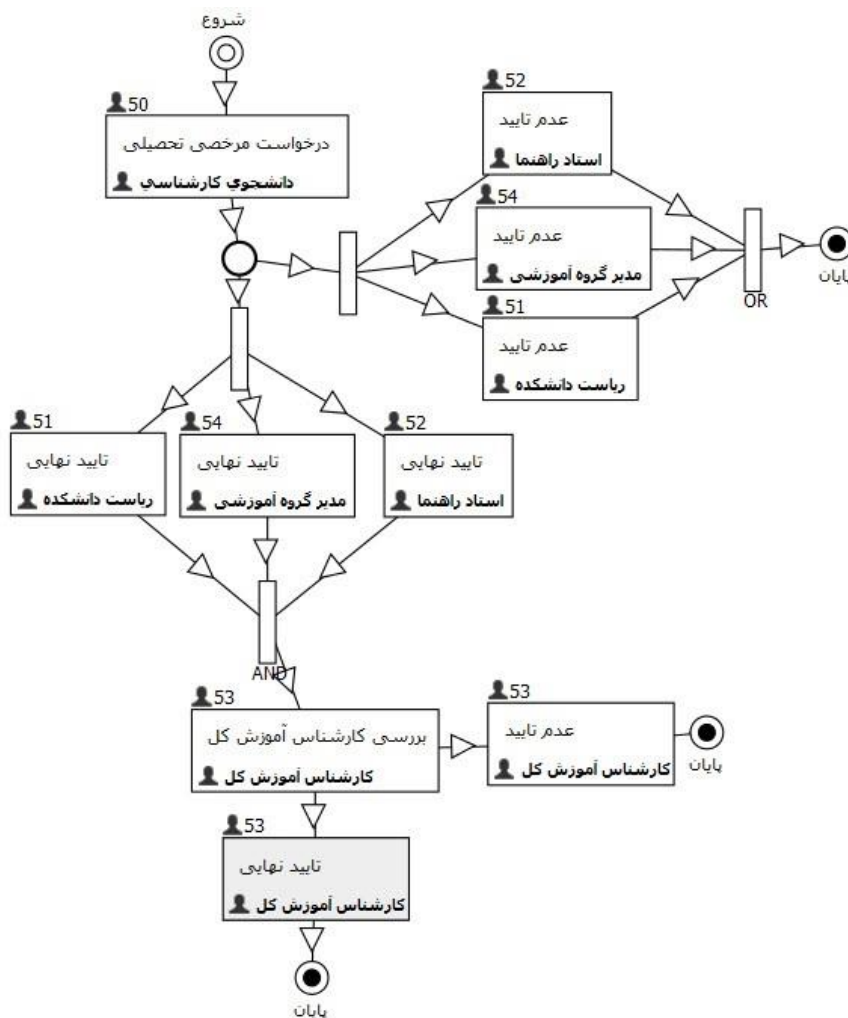
شکل ۶-۸: طراحی فرآیند مرخصی با حذف مدیر گروه

جدول (۱-۶) میانگین زمانی حاصل از حذف نقش مدیر گروه

تکرار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
میانگین	۶۵,۳۸	۷۲,۱۵	۸۲,۴۱	۷۵,۲۳	۸۸,۷۲	۸۹,۸۱

۲-۳-۶ تغییر ساختار فرآیند با روش موازی نمودن نقش‌ها

راه دیگری که برای کاهش زمان فرآیند پیشنهاد می‌شود موازی نمودن رویدادها در فرآیند می‌باشد که به عنوان نمونه درخواست مرخصی در شکل ۶-۹ قابل مشاهده است با این کار توکن‌ها همزمان به دست استاد راهنما، مدیر گروه و رییس دانشکده می‌رسند و سپس ادامه فرآیند انجام می‌پذیرد. کاهش میانگین زمانی حاصل از این کار در جدول ۶-۲ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۶-۹: طراحی فرآیند مرخصی به صورت موازی

جدول (۲-۶) میانگین زمانی حاصل از موازی نمودن نقش‌ها

تکرار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
میانگین	۱۹۳,۱۴	۱۶۸,۴۴	۱۹۲,۸۷	۱۹۶,۹۹	۱۹۱,۲۲	۱۹۹,۷۸

در صورتیکه حذف نقش مدیر گروه به همراه موازی سازی صورت پذیرد میانگین زمانی به ۱۱۲,۰۲ کاهش می یابد.

۳-۳-۶ تغییر ساختار فرآیند با تغییر زمان شروع

برخی از فرآیندهای آموزشی در زمان یکسان آغاز می گردند، همزمانی این فرآیندها بیانگر آن است که هر نقش، همزمان در چندین فعالیت درگیر می باشد. با شبیه سازی این فرآیندها در سیستم نما، می توان نتیجه گرفت که اگر زمان شروع فرآیندها را با در نظر گرفتن این مسئله، متفاوت قرار دهیم بهبود زمانی حاصل خواهد شد و در نتیجه انتظار افراد کاهش خواهد یافت.

به عنوان مثال دو فرآیند مرخصی تحصیلی و انصراف که دارای شروع زمانی یکسانی می باشند را در نظر می گیریم، این دو فرآیند را همزمان در سیستم نما برای ۱۰۰ توکن اجرا می نماییم این امکان از طریق دکمه  قابل دسترسی است. نتایج حاصل شده به شرح زیر می باشد:

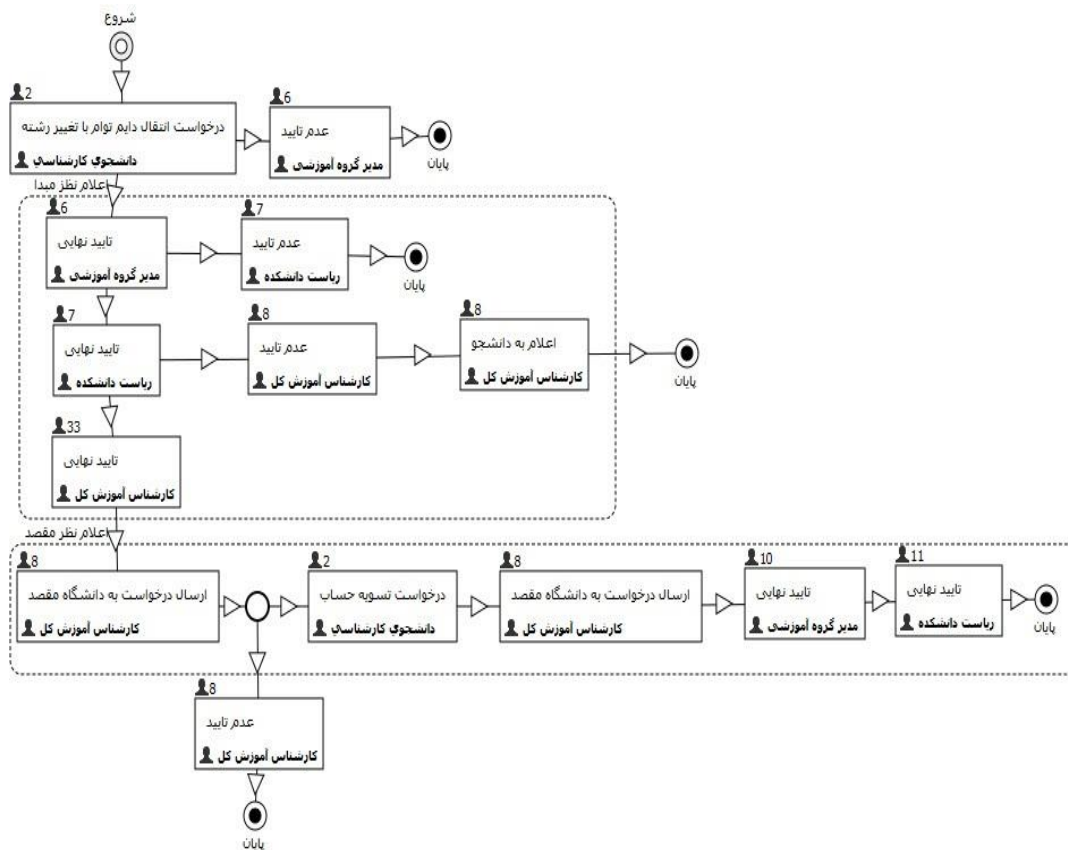
میانگین زمانی برای فرآیند مرخصی بدون تغییر به تنهایی برابر ۱۲/۵۵ و برای فرآیند انصراف به تنهایی برای ۱۰۰ توکن معادل ۱۰/۶۳ می باشد. پس از اجرای همزمان، میانگین زمانی کل فرآیند معادل ۹۴/۰۴ می شود.

میانگین زمانی برای عدم تایید نقش ریاست دانشکده در فرم مرخصی ۱۲/۵۹ و در فرم انصراف معادل ۱۱/۰۶ می باشد و در اجرای همزمان میانگین زمانی برای عدم تایید نقش ریاست دانشکده در فرم مرخصی ۱۰۱/۹۴ و در فرم انصراف معادل ۹۰/۷۵ می باشد.

۳-۳-۶ بررسی زیر فرآیند در سیستم نما

درفرآیند انتقال توام با تغییر رشته، زیرفرآیند تسویه حساب نیز وجود دارد که در این حالت ابتدا فرآیند تغییر رشته را برای پنج بار تکرار نمودیم و زمان های انجام کار توسط آموزش

کل را یادداشت و میانگین و واریانس را محاسبه نمودیم و سپس پارامترهای حاصل شده را در توزیع نرمال این فرآیند ثبت می‌کنیم و سپس کل فرآیند را دوباره اجرا می‌نماییم. مشاهده می‌کنیم که سیستم نما در محیط‌های چند فرایندی نیز صادق است.



شکل ۶-۱۰: طراحی زیر فرآیند در یک فرآیند

با در نظر گرفتن این مساله که تمامی درخواست‌ها در سیستم ثبت می‌شود و همزمان فرآیندهای مربوط به آن ایجاد می‌شود، می‌توان بارکاری هر نقش را برای تمامی فرآیندها باهم در نظر گرفت و با مقایسه بار کاری، نیاز به نیروی انسانی جدید در آن نقش را بیان نمود.

فصل هفتم

نتیجه گیری و کارهای آتی

۷-۱ نتیجه‌گیری

در این پایان نامه فرآیندهای آموزشی در یک دانشگاه مدل گردید و برای مدلسازی از Ewf-net استفاده شد. در ادامه نحوه انجام فرآیندهای آموزشی به منظور کاهش صف انتظار مورد بررسی قرار گرفت و سعی شد تا با مقایسه با نحوه انجام فعالیت‌ها در سیستم آموزشی گلستان راهکارهایی برای تغییر ساختار فرآیند صورت پذیرد. برای انجام تغییر ساختار ابتدا سعی شد تا از روی دیتای واقعی گلستان، توزیع آماری را مشخص نماییم و بر اساس آن و توجه به الگوهای زمانی، درخواست‌ها را در فرآیندهای آموزشی تعریف شده در نما، توزیع نماییم.

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق، به منظور بهبود فرآیندها را می‌توان چنین بیان نمود:

- برای کاهش زمان حاصل از انجام فرآیندهای آموزشی بهتر است تایید فعالیت‌های موجود در فرآیند به صورت موازی انجام شود.
- برای تایید فعالیت‌ها، فقط یکی از نقش‌هایی که فرم‌های یکسان را تایید می‌نمایند، در تایید فعالیت‌های فرآیند دخیل باشد.
- در صورت امکان زمان انجام فرآیندها به گونه‌ای تنظیم شوند که همپوشانی زمانی نداشته باشند.

۷-۲ پیشنهادها

یک سیستم دارای ویژگی‌های زیادی است که مدلسازی تمام آن ویژگی‌ها امکانپذیر نمی‌باشد. در این تحقیق نیز فرضیاتی صورت پذیرفته است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

برای منابع انسانی (نقش‌ها) فرض کردیم که سرعت انجام کار توسط منابع انسانی یکسان است در حالی که ممکن است یک منبع سریع، کارهای خود را در زمان مشخصی تمام نماید و در سایر زمان‌ها کار خاصی نداشته باشد و یا اینکه به دلیل مرخصی نیروی انسانی، صف کاری افزایش یابد که باید راهکاری برای آن در نظر گرفت.

در این تحقیق یک فعالیت به نقش بعدی که در فرآیند تعریف شده بود، سپرده می‌شد در حالیکه می‌توان در آینده تخصیص منابع را در نظر داشت و یا برای اختصاص منابع از الگوریتم‌های یادگیری استفاده نمود.

- [1] Holliingworth D.,(1994),"Workflow Management Coalition The Workflow Reference Model" .
- [2] Van Der Aalst W.M.P.,(1998),"The ap:lication of petri nets to workflow management",The Journal of Circuits Systems and Computers,8(1), pp: 21-66.
- [3] Georgakopoulos D.,Hornick M.and sheth A. ,(1995), "An overview of workflow management,from process modeling to workflow automation infrastructure" Distributed and Parallel Databases, 3(2), pp:119-153.
- [4] Schill A. , Mittasch Ch., Codalf ,(1997), "A decentralized workflow management system on top of OSFDCE and DC plus plus ",Proc of Int'l Symposium on Autonomous Decentralized Systems 97, pp: 205-212
- [5] Agrawal R., Gunopulos D. and Leymann F.,(1998), "Mininig Process Models from Workflow logs", Proc. Sixth Int'l Conf.Extending Database Technology, pp: 469-483.
- [6] van Hee K.M, Serebrenik A., Sidorova N., Voorhoeve M., van der Wal J.,(2007)," Schedulng-free resource management",Data & Knowledge Engineering, 61(1), pp: 59-75.
- [7] Gravel M.,Marc Martel J.,Nadeau R.,Price W.,Tremblay R., (1992) ,"A multicriterion view of optimal resource allocation in job-shop production", European journal of operational research, 61(1), pp:230-244.
- [8] Russell N., van der Aalst W.M.P, Edmond D.,Hofstede Arthur H. M. (2005),"Workflow resource patterns:Identification, Representation and Tool sup:ort ", Advanced Information Systems Engineering,Volume 3520 of the series Lecture Notes in Computer Science, pp: 216-232
- [9] Koonce, D. and S.-C. Tsai, (2000), "Using data mining to find patterns in genetic algorithm solutions to a job shop schedule", Computers & Industrial Engineering, 38(3), pp: 361-374.
- [10] Smith H. and Fingar P.,(2003),"Business process management, the third wave", Meghan-Kiffer Press Tampa, 1.
- [11] Culler D.E.,Singh J.P. and Gupta A.,(1999), "Parallel computer architecture: a hardware/ software approach "
- [12] Grosu, D. and Chronopoulos A.T.,(2004), "Algorithmic mechanism design for load balancing in distributed systems". Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on, 34(1), pp: 77-84.
- [13] Rahm E.,(1996),"Dynamic load balancing in parallel database systems ",in Euro-Par'96 Parallel Processing, Springer.
- [14] Jin, Li-jie.,Ccasati F.,Sayal M.,Shan M.,(2001)," Load balancing in distributed workflow management system", Proceedings of the ACM symposium on Ap:lied computing.
- [15] Ha, B.-H.,Bae J., Park Y.,Kang S.-H.,(2006),"Development of process execution rules for workload balancing on agents",Data & Knowledge Engineering, 56(1), pp: 64-84.
- [16] Huang Z., X. Lu, and H. Duan,(2012) , "Resource behavior measure and ap:lication in business process management",Expert Systems with Ap:lications, 39(7), pp: 6458-6468.
- [17] Ha B.-H., Bae J. and Kang S.-H.,(2004),"Workload balancing on agents for business process efficiency based on stochastic model Business Process Management", Springer, pp: 195-210.
- [18] Combi C., Posenato R., Pozzi G.,(2012),"Conceptual Modeling of Flexible Temporal Workflows", ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems,7(2).
- [19] Marjanovic O. And Orlowska, M.E.,(1999)," On modeling and verification of temporal constrains in production Workflows",knowledge Information System, , pp:157-192.
- [20] Combi C., AND Pozzi G., (2003),"Temporal conceptual modeling of workflows", Proceeding of the International Conference on Conceptual Modeling,.
- [21] Combi, C.AND Pozzi,G. ,(2004)."Architectures for a temporal workflow management system" Proceedings of the Acm symposium on Applied Computing, pp: 659-666
- [22] Eder, J. AND Panagos,,"Managing time in workflow systems", workflow Handbook 2001,Workflow Management Coalition (WFMC),109-132.
- [23] Eder J., Panagos E. and Rabinovich M., (1999),"Time constrains in workflow systems", Advanced Information Systems Engineering Volume 1626 of the series Lecture Notes in Computer Science, p: 286-300.
- [24] Lanz A. and Weber B. and Manfred R., (2014)," Workflow Time Patterns for Process-aware Information Systems", Requirements Engineering,19(2), pp: 113-141.
- [25] Van Der Aalst W.M.P. , Hee k. , (2004),"Workflow management Models,Methods and systems".

- [26] Workflow Management Coalition, (2015), "*The Workflow Reference Model*" .
- [27] Workflow Management Coalition, (1998), "*Interface1: Process Definition Interchange Process Model*".
- [28] Plesumes C.,(2003), "*Introduction to Workflow Management*" ,Workflow Management handbook.
- [29] Workflow Management Coalition,(2015), "*The Workflow Reference Model*" .
- [30] Chung P.W.H.,Cheung L.,Stader J.,(2003), "*Knowledge-based Process management-an approach to handling adaptive workflow*", Knowledge-Based System,16(3), pp: 49-160.
- [31] Chiniforoshan H.,(1384),Thesis, "*An Agent Oriented Workflow Management System*", Department of Computer,Sharif university.
- [32] Jeston J., Nelis J. ,(2006), "*Business Process management practical guidelines to successful Implementations*",Elsevier.
- [33] P.W.H chang, cheung L., stader J., P.Jarvis, Moore J., Macintosh A.,(2003), "*Knowledge-based process management -an approach to handling adaptive workflow*" ,Knowledge-Based systems 16(3), pp: 314-323
- [34] Van der Aalst W.M.P, Reijers H.A and Weijters A.J.M.M , Van Dongen B.F. and Alves de Medeiros A.K (2007), "*Business process mining: An industrial application* ", Information Systems,32, pp: 713-732.
- [35] Weske, M. (2007) "*Business Process Management Concept, Language, Architecture*", Germany, Springer.
- [36] kobielus J. G.,(1997), "*Workflow Strategies* ", pp: 20-21.
- [37] An Introduction to Workflow Management Systems Center for Technology in Government University at Albany/ SUNY 1997 center for Technology in Government The center Grants permission to reprint this document provided that it is printed in its entirety.
- [38] kobielus J. G.,(1997), "*Workflow Strategies* ", Chapter 1 and Chapter 2.
- [39] Shams R., (2012),Thesis, "*A bounded on number of logs for construction of a correct Process Model Based on Petri Net*", Department of Computer Engineering and IT, shahrood University. (فارسی)
- [40] Wang J., Tephfenhard W., Rosa D.,(2006), "*EPC workflow model to WIFA Model conversion* ", IEEE International Conference on Systems, Man and cybernetics , Taipei, Taiwan , p: 2758-2763.
- [41] Ferdian A.,(2001) , "*Comparison of Event-driven Process Chains and UML Activity Diagram for Denoting Business Processes*", chapter 3, Project Work submitted by Information and Communication Systems.
- [42] Curtis B., Kellner M. and Over J.,(1992), "*Process modeling Communications of the ACM*" ,35(9), pp: 75-90.
- [43] Petri C. A. and Reisig W., (2008), "*Petri net.Scholarpedia*",3(4),pp: 6477
- [44] Jeston J., Nelis J.,(2006), "*business process management practical guidelines to successful implementations*", Elsevier.
- [45] Aalst, W.M.P. van der, Nakatumba, J., Rozinat, A., Russell, N.C., (2008), "*Business Process Simulation : How to get it Right?* ", BPM Center Report BPM-08-07, BPMcenter.org.
- [46] Van Der Aalst, W. and Van Hee K.M.,(2004), "*Workflow management: models, methods, and systems*", MIT press.
- [47] van der Aalst W.M.P., van Hee K. M., Hofstede A. H. M. ter, Sidorova N., Verbeek H. M. W., Voorhoeve M., Wynn M.T., (2011), "*Soundness of workflow nets: classification, decidability, and analysis*", Formal Aspects of Computing, 23(3), pp: 333-363.
- [48] Van der Aalst W.M. and Ter Hofstede A.H. ,(2005) , "*YAWL: yet another workflow language*. Information systems", 30(4), pp: 245-275.
- [49] Van der Aalst W.M.P.,(2013) "*Business process management: A comprehensive survey*" ISRN Software Engineering.
- [50] Baeten, J.C.M. (2004), "*A brief history of process algebra*", Rapport CSR 04-02.
- [51] https://en.wikipedia.org/wiki/Process_calculus.
- [52] Agrawal R., Gunopulos D., and Leymann F., (1998), "*Mining Process Models from Workflow logs*", Proc. Sixth Int'l Conf. Extending Database Technology , pp: 469-483.
- [53] van der Aalst W.M.P., A.J.M.M. Weijters, and L. Maruster, (2002), "*workflow Mining Witch Processes can be Rediscovered?*" BETA Working Paper Serris, Eindhoven Univ. of Technology, Eindhoven.
- [54] Maruster L. , Weijters A.J.M.M., van der Aalst W.M.P. and van den Bosch A., (2002), "*Process Mining :Discovering Direct Success Logs*" , Proc .Fifth Int'l Conf. Discovery Science , pp: 364-373.

- [55] van der Aalst W.M.P.,Reijers H.A.,van Dongen B.F.,Alves de Medeiros A.K.,Song M.,Verbeek H.M.W.,(2007), "*Bussiness Process Minning :An Introduction Ap:lication*", Information Systems, 32(5) , pp:713-732.

پوست

پیوست ۱: نحوه طراحی فرم‌های آموزشی در سیستم نما

در سیستم نما ابتدا برای هر درخواست یک فرم طراحی می‌گردد و کلیه اطلاعات لازم برای

انجام درخواست در فرم در نظر گرفته می‌شود. به عنوان نمونه فرم مشخصات فردی

دانشجویان در شکل ۱ قابل مشاهده است.

مدیریت فرآیندها (نما) شروع تکمیل و تراجاع پیگیری گزارش

فرم
با عنوان مشخصات فردی دانشجو ارشد

مشخصات فردی

تعریف ظرفیت اسناد راهما

تست

فرآیند مشخصات فردی دانشجویان

حذف نرم

فرآیند اطلاعات پرویزال و پایان نامه

فرایند صدور مجوز دفاع پایان نامه ارشد

فرایند ثبت نمره دفاع از پایان نامه ارشد

نام:

نام خانوادگی:

نام پدر:

شماره شناسنامه:

Picture: انتخاب فایل ... عکس پرسنلی دانشجو (حداکثر 3 مگابایت)

تاریخ تولد:

محل تولد:

محل صدور:

نام مستعار:

نام خانوادگی قبلی:

دین:

مذهب:

کدملی:

شماره تلفن ضروری:

شماره تلفن همراه:

آدرس منزل:

شهر:

آدرس:

نوع مالکیت:

از سال تا سال شماره تلفن:

رزمده: خیر بلی

مشخصات همسر

نام همسر:

نام خانوادگی:

نام پدر:

شماره شناسنامه:

تاریخ تولد:

کدملی:

تاریخ ازدواج:

تحصیلات:

شغل:

آدرس محل کار:

مدت حضور در جبهه:

جانبازی:

درصد جانبازی:

خانواده شهید:

نسبت شما شهید:

آزاده:

مدت اسارت:

شکل ۱: نمونه فرم مشخصات فردی دانشجویان

در مرحله بعد به ایجاد نقش‌های موجود در فرآیند می‌پردازیم که این نقش‌ها در واقع عامل انجام کار به‌شمار می‌آیند.

لازم به توضیح است که باید برای هر نقش در هر فرآیند شماره شناسایی یکسانی تعریف نمود تا هنگام در نظر گرفتن کل بارکاری برای هر نقش، کلیه کارهای انجام شده توسط آن نقش در نظر گرفته شود که تعریف این نقش‌ها در شکل زیر قابل مشاهده است:

مدیریت نقش‌ها و کاربران				
▼ developer اطلاعات پایه ▼ کاربران ▼ نقش‌ها ▼				
تعریف نقش ایجاد نقش جدید +				
ش. نقش	عنوان	ش. فرم برو فایل	توضیحات	
0	برنامه نویس	0		ویرایش
1	مدیر سیستم	0		ویرایش
2	کاربران	212	کاربرانی امکان تغییر کلمه عبور و برو فایل را دارند	ویرایش
3	نماینده تحصیلات تکمیلی	1-		ویرایش
4	کارشناس تحصیلات تکمیلی	1-		ویرایش
9	کارشناس آموزش کل	1-		ویرایش
18	مسئول سایت دانشگاه	1-		ویرایش
102	مدیر گروه آموزشی	0		ویرایش
110	دانشجوی ارشد	350		ویرایش
111	استاد راهنما	351		ویرایش
112	معاون پژوهشی دانشگاه	0		ویرایش
113	مسئول امور مالی	0		ویرایش

شکل ۲: چگونگی ایجاد نقش در نما

پس از این مرحله با استفاده از ابزارهای موجود در طراحی مدل فرآیند به طراحی یک فرآیند خواهیم پرداخت. ایجاد فرآیند در واقع انجام چند کار، به صورت سری یا موازی می‌باشد که ابزارهای مورد استفاده در شکل ۳ قابل مشاهده است:

طراحی مدل فرآیند

حذف ترم

+

جدید

✓ ثبت تغییرات

ITEMS

Export

Import

SVG

حذف

rect

پایه

کاربر

فرم ورود اطلاعات

حالت میانی

حالت شروع

حالت پایان

انشعاب در جریان

انشعاب در جزئیات

تجمع جریانها

شرط

اتصال دهنده

ایمیل یا پیامک

حذف حالات

گروه بندی حالات

توابع و سرویس ها

فراخوانی توابع و وب

SQL Node

ورودی و خروجی

پردازش تصویر

پردازش صوت

محاسبات فازی

+ تعریف بسته جدید

شکل ۳: چگونگی طراحی یک فرآیند در نما

توضیح مختصری از ابزارهای مورد استفاده در طراحی فرآیندها به شرح ذیل می باشد:

فرم ورود اطلاعات: فراخوانی هر درخواست که در مرحله قبل به صورت فرم طراحی شده است.

کاربر: بیانگر انجام دهنده فعالیت(درخواست) تعریف شده است.

حالات میانی : معادل حالت گذر در شبکه‌های پتری است.

انشعاب در جریان: معادل AND منطقی است.

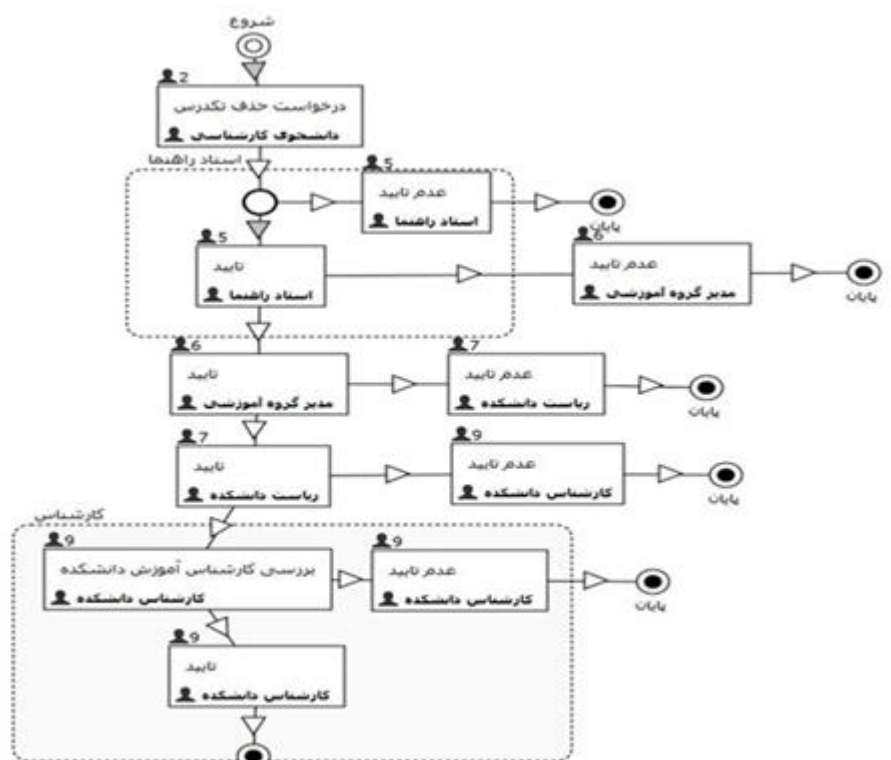
تجمیع جریان‌ها : پس از هر بار استفاده از AND، باید از این ابزار به منظور جمع نمودن درخواست‌های AND شده استفاده نمود.

شرط: برای تعریف شروط در سیستم کاربرد دارد.

اتصال دهنده‌ها: هر درخواست برای حرکت از یک حالت و رسیدن به حالت بعدی از اتصال دهنده‌ها استفاده می‌کند، ضمن اینکه می‌توان درصد توکن انتقال یافته از یک مرحله به مرحله بعد را روی آن تنظیم نمود.

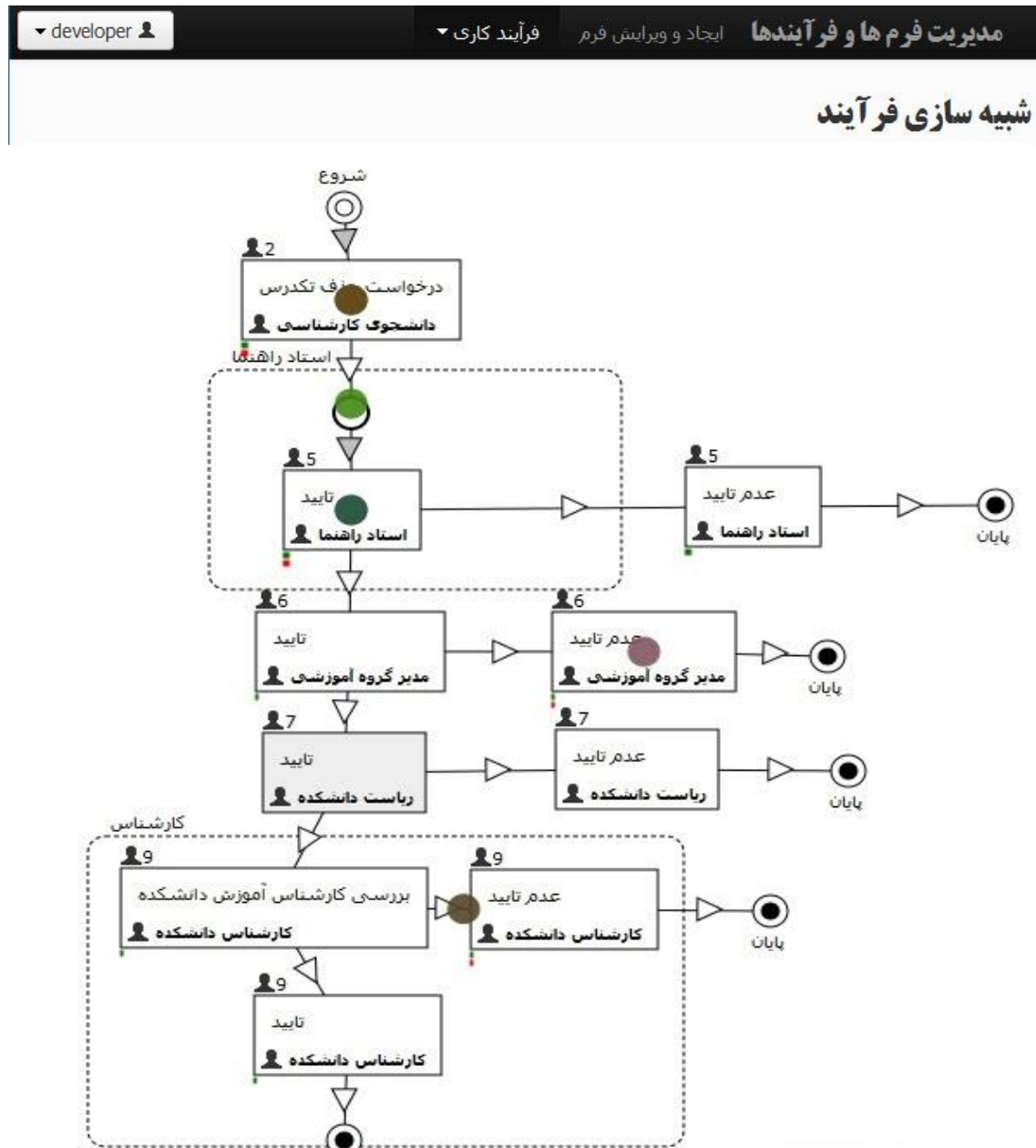
ایمیل یا پیامک: امکان اطلاع رسانی از انجام یا عدم انجام کار توسط آن صورت می‌پذیرد.

برای نمونه، فرآیند حذف ترم پس از طراحی به صورت زیر است:



شکل ۴: طراحی فرآیند حذف ترم در نما

مرحله بعدی انجام شبیه‌سازی فرآیند می‌باشد که در این مرحله هر توکن به عنوان یک درخواست مسیر انجام یک فرآیند را به طور تصادفی طی می‌کند. یک نمونه از درخواست حذف تک درس برای ۲۰ درخواست در شکل ۵ قابل مشاهده است:



شکل ۵: شبیه سازی فرآیند حذف ترم در نما

در شبیه ساز ابتدا توکن‌ها به صورت تصادفی توزیع می‌شوند و در این تحقیق با استفاده از داده‌های حاصل از گلستان و توزیع‌های بدست آمده از نرم افزار EasyFit (چگونگی به‌دست آوردن بهترین

توزیع برازش شده در فصل توضیح داده شده است.) ابتدا نوع توزیع مشخص می‌شود و سپس در

سیستم نما با استفاده از کتابخانه Random.js در سیستم نما پیاده‌سازی می‌گردد [۵۶].

به عنوان مثال توزیع نرمال به صورت زیر تعریف شده است:

```
Random.prototype.normal = function (mu, sigma) {  
    if (arguments.length != 2) {  
        throw new SyntaxError("normal() must be called"  
            + " with mu and sigma parameters");  
    }  
  
    var z = this.lastNormal;  
    this.lastNormal = NaN;  
    if (!z) {  
        var a = this.random() * 2 * Math.PI;  
        var b = Math.sqrt(-2.0 * Math.log(1.0 - this.random()));  
        z = Math.cos(a) * b;  
        this.lastNormal = Math.sin(a) * b;  
    }  
    return mu + z * sigma;  
};
```

لازم به توضیح است که پیاده‌سازی مراحل طراحی و شبیه‌سازی سیستم نما در فایل

simulation.js انجام شده است.

پیوست ۲: الگوهای زمانی

در سیستم نما تعریف کلی پیاده سازی الگوهای زمانی به صورت شکل ۶ می باشد.

ایجاد و ویرایش فرم

سیستم مدیریت فرم ها و فرآیندها فرم workflowitem times عنوان فرم؟ workflowitem times استفاده از فرم workflowitem times 379 اتصال یک به چند اتصال ها کبی فیلدها

+ تعریف فیلد جدید

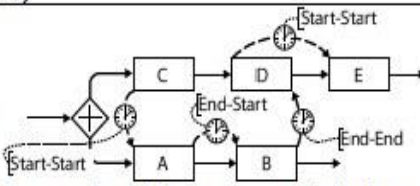
workflowitem times

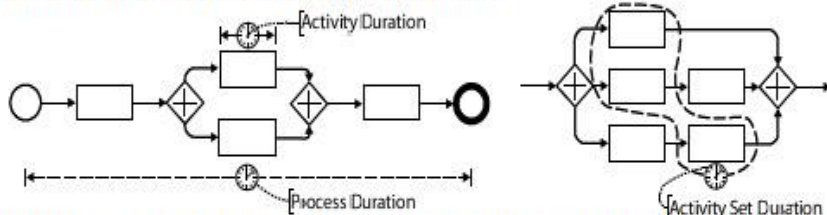
1	ویرایش	از تاریخ:	مانند تاریخ شروع ثبت نام
2	ویرایش	تا تاریخ:	مانند تاریخ پایان ثبت نام
3	ویرایش	از ساعت:	مانند 08:00
4	ویرایش	تا ساعت:	مانند 08:00
5	ویرایش	تکرار:	
6	ویرایش	تکرار بعد از:	وابسته به نوع تکرار است (روز، هفته، ماه یا سال)
7	ویرایش	در ایام هفته:	شنبه یکشنبه دوشنبه سه شنبه چهارشنبه پنجشنبه جمعه برای نوع تکرار هفتگی
8	ویرایش	در ماه های:	فروردین اردیبهشت خرداد تیر مرداد شهریور مهر آبان آذر دی بهمن اسفند
9	ویرایش	در هنگام:	برای نوع تکرار تاریخ های آموزشی
10	ویرایش	توضیحات:	

شکل ۶: پیاده سازی الگوهای زمانی در سیستم نما

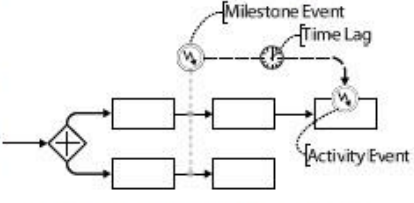
در ادامه جدول الگوهای زمانی قابل مشاهده است:

جدول الگوی زمانی اول

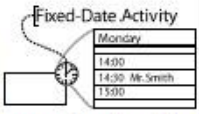
Time Pattern TP1: Time Lags between two Activities	
Also known as	Upper and Lower Bound Constraints, Inter-Task Constraints, Temporal Relations
Problem	There is a time lag between two activities to be obeyed. Such Time Lags may not only be defined between directly succeeding activities, but also between arbitrary ones (presuming that the activities may belong to the same process instance).
Design Choices	C) Time lags only constrain the execution of activities C[a] (cf. Fig. 7) D) Time lags may represent all three kinds of restrictions (cf. Fig. 8) E) Time lags define the distance between the - start of two activities (i.e., Start-Start relation) - start of the first and the completion of the second activity (i.e., Start-End) - completion of the first and the start of the second activity (i.e., End-Start) - completion of two activities (i.e., End-End)
Solution	A time constraint is introduced between the start / end event of the two activities. Timers can be used to realize this pattern at run-time. For example, to implement an end-start relation between activities A and B, the timer starts after completing A. If the time lag between A and B represents a minimal one, B must not be started before the timer has expired; i.e., the execution of activity B is delayed until the time lag is satisfied. If the time lag expresses a maximum distance, B may be started immediately, but has to be started latest when the timer expires. In case the timer expires an exception handling may be triggered. For time intervals both cases apply. 
Context	The mechanism evaluating the constraint (i.e., starting the timer) needs to be able to access the value of the time lag when starting the timer.
Examples	- The <i>maximum time lag</i> between discharging a patient from a hospital and sending out the discharge letter to the general practitioner treating the patient is 2 weeks (Design Choices D[b] E[d]) - Patients must not eat <i>at least 12 hours</i> before a surgery takes place. The latest point in time at which the patient can have a meal is therefore determined by the date of the surgery (Design Choices D[a] E[c]) - The time lag between registering a Master thesis and submitting it must not exceed 6 months (Design Choices D[b] E[a])
Related Patterns	TP2 (Durations): TP1 and TP2 both refer to the time lag between process events. TP3 (Time Lags between Events): TP1 can be implemented based on pattern TP3. TP9 (Cyclic Elements): TP9 is an extension of TP1, considering cycles and iterations.

Time Pattern TP2: Durations	
Also known as	-
Problem	A particular activity, activity set, process, or set of process instances has to obey a certain duration restriction. Durations result from both waiting (i.e., activity is suspended) and processing times during activity execution. However, a duration does not cover the time span the activity (activity set, process or process instance) is offered in user worklists but has not been started by any user yet (i.e., the time span between activation and start of the activity).
Design Choices	C) Durations may be applied to all four kinds of process granularities (cf. Fig. 7) D) Durations may represent all three kinds of restrictions (cf. Fig. 8)
Solution	A time constraint is introduced between the start and end events of an activity (the same applies to activity sets, processes and process instances).  Timers can be used to enable run-time support for durations. For minimum (maximum) durations the respective activity must not complete before (after) the timer has expired, otherwise appropriate exception handling needs to be initiated. For time intervals, the end event has to occur within the time interval boundaries.
Context	The mechanism evaluating the constraint (i.e., starting the timer) needs to be able to access the value of the duration before starting the activity (activity set, process or process instance).
Examples	- The assembly of a new engine must <i>not take longer than 30 minutes</i> (task work) (Design Choices C[b] D[b]) - Depending on its severity and the patient's state, ovarian cancer surgeries <i>take 1 to 10 hours</i> (Design Choices C[a] D[c]). - Maintenance issues need to be resolved <i>within 1hr</i> (Design Choices C[c] D[b]) - Processing 100 requests must <i>not take longer than 1 second</i> (Design Choices C[d] D[b])
Related Patterns	TP1 (Time Lags between Activities): TP1 and TP2 both refer to the time lag between process events. TP3 (Time Lags between Events): TP2 can be implemented based on TP3.

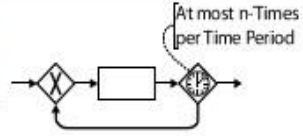
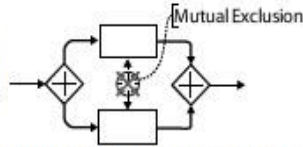
جدول الگوی زمانی سوم

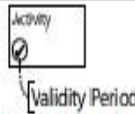
Time Pattern TP3: Time Lags between Arbitrary Events	
Also known as	-
Problem	A time lag between two discrete events needs to be obeyed. Respective events occur, for example, when instantiating or completing a process instance, when reaching a milestone in a process instance, or when triggering specific events inside an activity.
Design Choices	D) Time lags between events may represent all three kinds of restrictions (cf. Fig. 8)
Solution	A time constraint is introduced between two events. Again timers can be used to realize this pattern at run-time (cf. TP1 in Fig. 10). Additionally, an observer, monitoring external events and notifying the time management component, is required. 
Context	The mechanism evaluating the constraint (i.e., starting the timer) needs to be able to access the value of the time lag prior to its activation (i.e., the occurrence of the start event) in order to start the respective timer.
Examples	- The time lag between the delivery of all parts (milestone) and the assembly of the car's chassis (milestone) should be <i>no more than 2 hours</i> (e.g. just-in-time production) (Design Choices D[b]). - The time lag between two heavy maintenance visits of an aircraft is <i>4-5 years</i> (Design Choice D[c]).
Related Patterns	TP1 (Time Lags between Activities): TP3 is a generalization of TP1. TP2 (Durations): TP3 is a generalization of TP2.

جدول الگوی زمانی چهارم

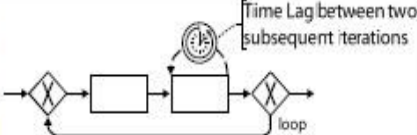
Time Pattern TP4: Fixed Date Elements	
Also known as	Deadline
Problem	A particular activity or process instance has to be executed in relation to a particular date.
Design Choices	A) Parameters of this pattern may only be set during instantiation-time A[b] or run-time A[c] (cf. Fig. 6). C) A fixed date can be applied to an activity C[a] or a process C[c] (cf. Fig. 7) F) A fixed date can restrict all four types of dates (cf. Fig. 15)
Solution	A fixed date is attached to the respective activity or process. Fixed dates can be realized using a timer which starts as soon as the value of the fixed date is known and which expires at the respective date. For example, if for a latest start date the respective activity (process) has not been started before the timer has expired, appropriate exception handling routines may be initiated. Other restrictions can be handled analogously (cf. Fig. 10 for an example). 
Context	The value of the fixed date needs to be available before the respective activity or process is enabled.
Examples	- During a chemotherapy cycle the physician has to inform the pharmacy about the dosage of the cytostatic drug <i>until 11 am</i>. If the deadline is missed the pharmacy checks back by phone for the exact dosage (escalation mechanism) (Design Choices C[a] F[d]). - For each paper submitted to a scientific conference three review requests are sent to members of the program committee. Reviews for all submitted papers have to be entered into the submission system <i>by a particular deadline</i> (Design Choices C[a] F[d]).
Related Patterns	TP5 (Schedule Restricted Elements): Like TP4, TP5 constrains possible execution times.

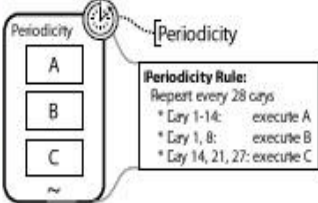
Time Pattern TP5: Schedule Restricted Elements	
Also known as	-
Problem	The execution of a particular activity or process is restricted by a schedule. This schedule provides restrictions on when the respective element may be executed, i.e., the schedule defines time slots in which the respective activity may be started or completed. Usually, the structure of the schedule is known at build-time, while the concrete date is set during run-time (i.e., at the process instance level). Schedules may contain exceptions (e.g., every year except leap years).
Design Choices	C) A schedule can be applied to an activity C[a] or process C[c] (cf. Fig. 7) F) A schedule can restrict all four types of dates (cf. Fig. 15)
Solution	A schedule is attached to the respective activity or process.  A schedule restriction can be realized using a timer which is started at process instantiation time and expires at the first endpoint of one of the respective time slots (i.e., when entering or leaving a valid time frame of the particular schedule). The timer is then reset and its expiration date is set to the next endpoint of one of the time slots. This is repeated until the respective activity (process) has been started / completed (cf. Design Choice F) or no more valid time slots are available according to the schedule. Outside of a valid time slot the start of the respective activity (process) should be prevented by the system. If the completion of the respective activity (process) does not occur within a valid time slot or there is no longer a valid time slot available according to the schedule, exception handling is required.
Context	The structure of the schedule needs to be known before the activity or process becomes available for execution.
Examples	• From Munich to Amsterdam there are flights at 6:05 am, 10:30 am, 12:25 pm, 5:35 pm and 8:40 pm (Design Choice C[a]). • Comprehensive lab tests in a hospital can only be done from MO – FR between 8 am and 5 pm (Design Choices C[a])
Related Patterns	TP4 (Fixed Date Elements): <i>Schedule Restricted Elements</i> often become Fixed Date Elements when a certain element of the schedule gets selected. TP6 (Time-based Restrictions): Like <i>Schedule Restricted Elements</i>, they constrain possible execution times. TP8 (Time-dependent Variability): <i>Time-dependent Variability</i> is often used to provide alternatives for <i>Schedule Restricted Elements</i>.

Time Pattern TP6: Time-based Restrictions	
Also known as	A particular variant of this pattern is often referred to as "Mutual Exclusion"
Problem	A particular activity or process may only be executed a limited number of times (has to be executed at least a certain number of times) within a given time frame.
Design Choices	G) Time-based restrictions can be applied to different types of process granularities - Instances of a single activity or a group of activities in the context of the same process instance - Instances of a single activity or a group of activities in the context of different process instances - Instances of a process or a group of processes H) There are two kinds of restrictions - Minimum number of executions - Maximum number of executions I) There are two types of restrictions which can be expressed - Number of concurrent executions (at the same time / with overlapping time frames) - Number of executions per time period
Solution	To implement this pattern a constraint expressing a particular time-based restriction is associated with the activities (processes) affected by this restriction. Additionally, the constraint specifies the respective time period and the number of executions.  During run-time an observer can be used to monitor the number of running instances per time period and to raise an exception in case the maximum (minimum) number of executions is exceeded (fallen short of). 
Context	The minimum / maximum number of executions needs to be known to the observer before any of the respective activities or processes is started.
Examples	- Several examinations for a particular patient are performed within a limited timeframe; Thereby, it has to be ensured that the patient is not x-rayed several times (Design Choices G[b] H[c] I[b]). - For USD 19.90 ten different e-books can be read <i>per month</i>. If the e-book tokens are consumed no more books can be read in the current month. At the beginning of the next month the book tokens get renewed (Design Choices G[a] H[b] I[b]). - For a specific lab test at least 5 different blood samples have to be taken <i>within 24 hrs</i> (Design Choices G[c] H[a] I[a])
Related Patterns	TP5 (Schedule Restricted Elements): While the execution time of a <i>Schedule Restricted Element</i> is constrained by a schedule, <i>Time-based Restrictions</i> constrain the number of activity instances per time period.

Time Pattern TP7: Validity Period	
Also known as	-
Problem	A particular activity or process may be only executed within a particular validity period, i.e., its lifetime is restricted to this validity period. The respective activity or process may only be instantiated within this validity period.
Design Choices	A) Parameters of this pattern may only be set at build- A[a] or instantiation-time A[b] (cf. Fig. 6). C) A validity period can be applied to an activity C[a] or process C[c] (cf. Fig. 7) F) A validity period can restrict all four types of dates (cf. Fig. 15)
Solution	To realize this pattern a validity period is attached to the respective activity or process respectively.  Upon instantiation of the respective activity or process, its validity period needs to be checked. If the current time does not match with the activities (processes) validity period or the minimum duration of the activity (process) (see Fig. 12) will result in the completion of the activity (process) being outside of the respective validity period, appropriate exception handling is required.
Context	The validity period needs to be known before the respective process is executed.
Examples	- Starting from Jan 1st patients need to be informed about any risk before the actual treatment takes place (Design Choice C[c] F[a]). - From next week on the new service version should get life (Design Choice C[a] F[a]).
Related Patterns	TP8 (Time-dependent Variability): TP8 is often required to switch between activities having different validity periods.

Time Pattern TP8: Time-dependent Variability	
Also known as	-
Problem	Depending on temporal conditions the control flow may vary, e.g., different branches of a process are executed or different sub-process fragments are chosen.
Design Choices	C) A time-dependent variability may only be applied to an activity C[a] (cf. Fig. 7) J) There are different time aspects which may be considered by an instance of this pattern a) Execution time of an activity instance b) Time lags between activities / events
Solution	Time-dependent variability can be achieved in different ways. The simplest approach is to explicitly capture the required variability in the process model by enumerating all possible options. Alternatively, techniques like late binding can be used to select appropriate activity implementations during run-time depending on temporal conditions. Both approaches realize the variability based on the execution time of the respective node (Design Choice J[a]). Finally, the Deferred Choice Workflow Pattern [2] may be used in combination with triggers to achieve time-dependent variability based on time lags between activities (Design Choice J[b]).
Context	The mechanism that evaluates the condition needs to be able to access any required data when determining which of the possible alternatives shall be chosen.
Examples	• If no offer is received 7 days after having sent the request the request may be canceled (Design Choice J[b]). • When issuing a passport the processing <i>usually takes 4-6 weeks</i>. If the person needs the passport <i>earlier than 4 weeks</i> an interim passport can be issued (Design Choice J[a]). • A patient admitted to a hospital <i>between 6 pm and 8 am</i> is always assigned to the emergency unit (for the first night). If no threatening situation exists the following day the patient is transferred to a normal ward. <i>Between 8 am and 6 pm</i>, in turn, a patient is usually directly admitted to the ward unless there is an emergency (Design Choice J[a]).
Related Patterns	TP5 (Schedule Restricted Element): <i>Time-dependent Variability</i> often refers to some sort of a schedule. TP7 (Validity Dates): TP7 requires different paths to be taken depending on the execution time.

Time Pattern TP9: Cyclic Elements	
Also known as	-
Problem	In the context of iteratively performed activities or process fragments, there is a given time lag between activities, where respective instances of these activities may belong to different iterations of the loop structure. This may either be instances of a single activity or of two different activities belonging to the same cycle.
Design Choices	C) A cyclic element may only restrict the time lag between activities (a) (cf. Fig. 7) D) Cyclic elements may represent all three kinds of restrictions (cf. Fig. 8) E) Cyclic elements can be realized based on all four time relations (cf. Fig. 10) K) Cyclic element may restrict the time lag between a) two directly succeeding iterations b) two subsequent activity instances belonging to arbitrary iterations L) Time lag between cycles a) is fixed b) may vary between iterations
Solution	A special time constraint is introduced between the start / end events of the activities where the respective event of the second activity is considered to be in a succeeding iteration of the event referring to the first activity.  This pattern can be realized at run-time similar to pattern TP1 with additional attention being paid to the iterations of the respective activities.
Context	The mechanism evaluating the constraint (i.e., starting the timer) needs to be able to access the value of the time lag when it starts the timer. Additionally, time lags may vary between iterations (cf. Design Choice L). Therefore, these requirements need to be fulfilled for each iteration of the respective loop.
Examples	• Administer 50 to 75 mg in equally divided doses <i>every 12 hrs for 5 subsequent days</i> (Design Choices D[c] E[c] K[a] L[a]). • Maintenance aircraft "C Checks" are performed <i>every 12-18 months</i> (Design Choices D[c] E[c] K[b] L[a]) • Cycle Time for maintenance aircraft "C Checks" is <i>at least 2 weeks</i> (Design Choices D[a] E[a] K[a] L[a])
Related Patterns	TP10 (Periodicity): TP9 and TP10 both refer to iteratively performed activities. TP1 (Time Lags between Activities): TP9 is an extension of TP1 considering loops and iterations.

Time Pattern TP10: Periodicity	
Also known as	Recurrence, Appointment Series
Problem	A particular set of activities shall be performed periodically (i.e., according to a particular periodicity rule). Thereby, periodically implies some regularity, but does not necessarily mean equally distanced.
Design Choices	C) A Periodicity may only be applied to process fragments (i.e., activity sets) C[b] (cf. Fig. 7) M) The Number of cycles is - determined by a fixed / dynamic number of iterations, - depends on end date, or - depends on exit condition
Solution	A variant of an Ad-hoc Sub-Process [52] may be used in combination with an associated periodicity rule. Periodicity rules can be realized by combining patterns TP1-6, TP8 and TP9 (cf. Fig. 10 - Fig. 22) which are applied when scheduling the activities of the respective Ad-hoc Sub-Process. 
Context	The context requirements of the participating time patterns need to be fulfilled.
Examples	- Starting with next Monday group meetings will take place <i>every two weeks at 11:30 am</i> (Design Choices M[c]). <i>Each day at 7 am</i> the responsible assistant physician of the Gynecological Clinic is informing the assistant medical director about the patients (Design Choices M[c]). - Course "Business Processes and Workflows" takes place <i>every Monday from 8:00 am to 11:00 am starting on Oct 6th and ending on Jan 26th</i>. On Dec 8th, 22nd, 29th and on Jan 5th no lectures will take place (Design Choices M[b]). - An information letter is sent by the leasing company to each customer <i>within the first two weeks of each year</i> (Design Choice M[c]).
Related Patterns	TP9 (Cyclic Elements): TP9 and TP10 both refer to iteratively performed activities.

Abstract

Managing business processes include programming simulation and analysis of a business system. Nowadays information technology leans toward workflow management. This is a computer system which focuses on defining and managing activities in an organization to reach a certain goal. The concept of process model is used to simulate the workflow system. Making a process model from logging is one of the important ground works in business process management. This thesis is going to use educational processes as a Process-aware system in Bachelor's and master's levels in Shahrood University then we use time patterns in process.

Next stage is recording demands of the students in Golestan system that is based on the time difference (day) between the approval of request by the student, Department head, Dean of school and the office of educational services, thenceforth the best mathematical distribution data is counted.

Finally turnaround times for requests and structural change of educational processes can be reduced by defining mathematical distributions.

Key words: workflow managing system, time patterns, workflow



Shahrood University

E-learning

**A Process-aware Model for Educational System
in a University**

Narjes Saraie

Supervisor:

Dr. M. Zahedi

Sep-2015