

ارائه یک معماری مبتنی بر پیشکار برای مستندسازی پویا در سیستم‌های ERP

محدثه فدائیان^۱، حسن حقیقی^۲

چکیده

امروزه با رشد روزافزون صنایع و خدمات و گسترش فناوری اطلاعات، به کارگیری نرم‌افزارهای ERP در شرکت‌ها و سازمان‌ها افزایش یافته است. اما سیستم‌های ERP به پیچیدگی، پیاده‌سازی مشکل و هزینه‌بر و دشوار بودن جهت یادگیری کاربران شهرت دارند. نکته مهمی که وجود دارد، این است که بیش از ۸۰ درصد از هزینه‌های کلی سرمایه‌گذاری یک سیستم ERP به فعالیت‌های نگهداری آن مرتبط است. یکی از فاکتورهای اصلی که بر قابلیت نگهداری این سیستم تاثیر می‌گذارد، کیفیت مستندسازی در سیستم و میزان کاربرد آن توسط کاربران است. از طرفی به سبب این که سیستم ERP در مراحل پیاده‌سازی خود دستخوش تغییرات بسیاری می‌گردد، نیاز است برای سامانه مستندسازی آن سطح مناسبی از هوشمندی در نظر گرفته شود تا تغییرات مورد نیاز بر روی مستندات را تا حدودی به طور پویا کشف و اعمال نماید. پیشکارهای نرم‌افزاری هوشمند به عنوان بخشی از یک نرم‌افزار، می‌توانند گزینه مناسبی برای اینگونه مستندسازی پویا محسوب گردند. در این مقاله، بر اساس دیدگاه مبتنی بر پیشکار، معماری پیشنهاد می‌شود که با تکیه بر چندین پیشکار مستقل ولی همکار، به مستندسازی پویا در سیستم‌های ERP کمک می‌نماید. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که معماری ارائه شده قابل بکارگیری است، از مستندسازی پویا پشتیبانی می‌کند و ضوابط یک معماری مبتنی بر پیشکار را دارا است.

کلید واژه

سیستم ERP (Enterprise Resource Planning)، مستندسازی پویا، معماری مبتنی بر پیشکار

مقدمه

در نتیجه، باید در سیستم‌های ERP سطح مناسبی از هوشمندی پیش‌بینی شود تا در تمام چرخه حیات آنها، مستندات به طور پویا جمع‌آوری، اصلاح و بروز رسانی گردند. از این‌رو وجود سامانه مستندسازی پویا در این بسته نرم‌افزاری ضروری است. پیشکارهای نرم‌افزاری هوشمند به عنوان بخشی از یک نرم‌افزار، که به منظور کمک به یک کاربر یا نرم‌افزاری دیگر عمل می‌کنند، می‌توانند گزینه مناسبی برای اینگونه مستندسازی پویا محسوب گردند. در این مقاله، یک معماری نرم‌افزار مبتنی بر چندین پیشکار مستقل ولی همکار ارائه می‌شود که به پیاده‌سازی سامانه مستندسازی پویا در سیستم‌های ERP کمک می‌کند. این معماری به طور موثر بر قابلیت‌های انواع پیشکارهای هوشمند، مانند هوشمندی، یادگیری، همکاری و خودمختاری تکیه دارد. در بخش دوم مقاله، به مفاهیم اولیه و نیز کارهای مرتبط و در بخش سوم به معرفی معماری پیشنهادی پرداخته می‌شود. بخش چهارم به ارزیابی معماری پیشنهادی و بخش پنجم مقاله به نتیجه‌گیری و ارائه برخی زمینه‌های کاری آینده اختصاص دارد.

با توجه به حجم زیاد مستندات، انواع مختلف کاربران و وقوع^۱ تغییرات دائم در سیستم‌های ERP از یک طرف و نیاز به^۲ تلاش‌های فراوان برای آماده‌سازی اسناد، وجود اسناد نادرست و ناقص و عدم پرداختن به مستندسازی به عنوان بخشی از پروژه‌ی توسعه‌ی سیستم از طرف دیگر، نیاز روز افزونی به مطالعه در زمینه مستندسازی سیستم‌های ERP به وجود آمده است. چالش اصلی در حیطه مذکور این است که اگر مستندسازی در سراسر فرایند توسعه رضایت‌بخش نباشد، این امر منجر به افزایش قابل توجهی تلاش برای نگهداری سیستم می‌شود [۱].

^۱ کارشناس ارشد کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، fadaeian@gmail.com

^۲ استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شهید بهشتی تهران
تاریخ دریافت: ۱۰ آبان ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: ۲۱ اسفند ۱۳۹۲

پیش نیازهای کار

مفاهیم اولیه

۱- سامانه مستندسازی پویا در سیستم ERP

همان گونه که از نام سامانه مستندسازی پویا برمی آید، هدف از آن، در طول چرخه حیات ERP، ایجاد مستندات مناسب از کاربردهای موجود در بسته نرم افزاری ERP و ارتباطهای موجود با برنامه های کاربردی و غیر کاربردی خارج از بسته و ارائه قابلیت هایی جهت تولید، اصلاح و حذف مستندات، که به آنها تغییرات مستندات اطلاق می گردد، به شکل پویا است [۲]. مستندسازی در سیستم های ERP را می توان به دو مرحله ی مستندسازی اولیه و مستندسازی مجدد تقسیم کرد. پویایی در مستندسازی اولیه به این معنا است که در زمان تولید یک بسته ERP، مستندات مورد نیاز در طی زمان و به موازات توسعه این سیستم ایجاد گردند؛ پویایی در مستندسازی مجدد یعنی تغییرات انجام شده در سیستم ERP حین سفارشی سازی یا بروز رسانی اش به صورت خودکار کشف شده و مستندات همگام با تغییرات سیستم به طور خودکار یا نیمه خودکار تغییر کرده و با سیستم سفارشی شده یا توسعه یافته همتراز شوند.

۲- پیشکارهای نرم افزاری

پیشکارهای نرم افزاری، مولفه های نرم افزاری هستند که در محیط قرار می گیرند و قادر به انجام اعمال انعطاف پذیر و مستقل در محیط، به منظور رسیدن به اهداف در نظر گرفته شده برای آنها هستند. به طور کلی پیشکارها خصوصیات مختلفی را از خود نشان می دهند که چهار خصوصیت مهم آنها به شرح زیر است [۳ و ۴]:

- خودمختاری: پیشکارهای نرم افزاری بدون دخالت مستقیم انسان و یا دیگر پیشکارها، عمل می کنند. خودمختاری، امکان ایجاد درجه ای از کنترل بر روی اعمال و حالت های درونی را به پیشکار می دهد.
- اجتماعی بودن: پیشکار می تواند با دیگر پیشکارها و یا انسان تعامل و توسط زبان های مختلف ارتباطی پیشکارها محاوره داشته باشد.
- قابلیت واکنشی: پیشکار، محیط خود را درک نموده و به تغییرات رخ داده در این محیط، در یک بازه زمانی مناسب واکنش نشان می دهد.
- کنش گرایی: پیشکارها امکان انجام اعمال هدفمند خودآغاز (نه فقط برای پاسخ به محیط) را دارند.

کارهای مرتبط

در این بخش به مرور کارهای مرتبط در ارتباط با مستندسازی سیستم های ERP و نیز تلفیق ERP با فناوری پیشکارهای هوشمند نرم افزاری پرداخته می شود.

۱- مستندسازی سیستم های ERP

در زمینه مستندسازی سیستم های ERP پژوهش های محدودی صورت گرفته که در ادامه به آنها اشاره می شود.

- ارائه یک مطالعه موردی در جهت تبیین اهمیت مستندسازی در پروژه توسعه سیستم های ERP: تمرکز اصلی در این مطالعه موردی بر روی مستندسازی در طول پروژه های توسعه سیستم ERP بوده و مجموعه ای از مهم ترین راهنمایی ها در خصوص مستندسازی این سیستم ها را گردآوری نموده است [۱].
- پذیرش فناوری و قابلیت استفاده مستندات ERP: در این تحقیق مدل همگونی ارائه شده است که رابطه ی بین قابلیت استفاده مستندات و پذیرش فناوری ERP را آشکار می نماید. بر اساس نتایج حاصل از نظرسنجی از کاربران ERP نشان داده شده است که سودمندی دیده شده در مستندات، رابطه ی قوی با میزان پذیرش ERP دارد [۶].
- مستندسازی ERP برای کاربران نهایی: در این تحقیق به منظور مستندسازی ERP، ۵ مرحله از فرآیند ایجاد مستندات ERP به مراحل پیاده سازی سیستم ERP نگاشت شده است [۷].
- هم تراز ی پویا بین سیستم های ERP و مستندسازی آنها: در این مطالعه، بیان شده است از آنجایی که سیستم ERP برای هر مشتری به طور جداگانه سفارشی می شود، یعنی عملکردهایی حذف یا خنثی می گردد، مستندسازی باید تنها عملکردی را توصیف کند که برای کاربر خاصی قابل دسترس است. در نهایت از رویکردی خاص برای پیکربندی پویای مستندسازی سیستم ERP استفاده نموده است تا یک مدل کلی و عمومی را به یک مدل سفارشی، یعنی تنها برای نیازی خاص، تبدیل کند [۸].
- جستجوی پشتیبانی شده با هستان شناسی در مستندسازی نرم افزار ERP: در این پژوهش، جستجوی پشتیبانی شده با هستان شناسی جهت

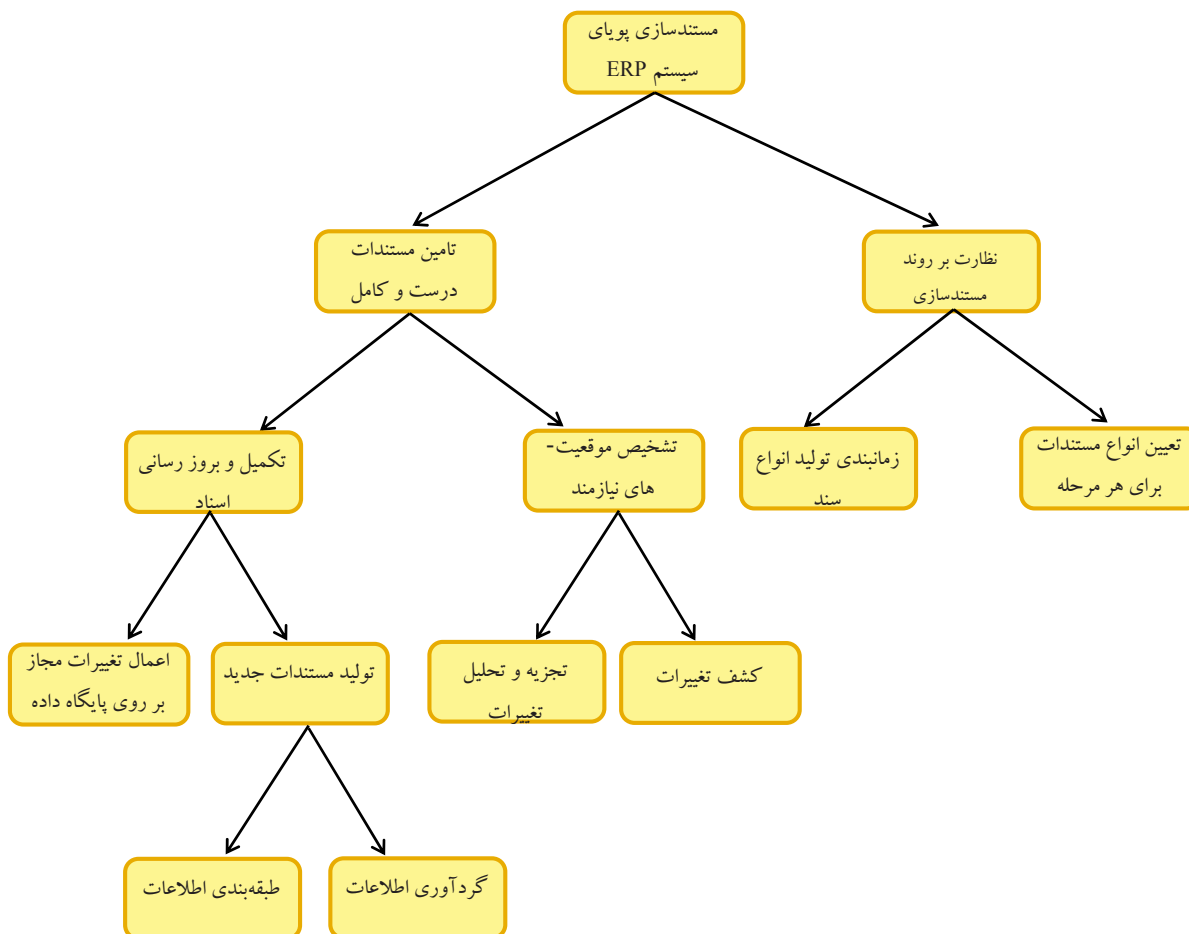
- معماری مبتنی بر پیشکار برای تامین اعلان هشدار هوشمند در ERP: در این معماری با تکیه بر ویژگی‌های خودمختاری، همکاری، کنش‌گرایی و یادگیری، روشی هوشمند برای اطلاع‌رسانی از برقرار نبودن تعادل در ERP ارائه شده است. معماری پیشنهادی شامل ۶ نوع پیشکار نرم‌افزاری اعلان هوشمند، سازنده پرس‌وجو، جمع‌کننده داده، زمان‌بند، گزارش‌ساز و گردش کار است [۱۱].
- ارائه یک معماری مبتنی بر پیشکار برای تامین چندزبانه بودن در سیستم‌های ERP: با استفاده از ویژگی‌های همکاری، خودمختاری، قابلیت پیش-بینی و یادگیری پیشکارها، یک معماری برای برقراری ارتباط ERP با کاربران دارای زبان‌های مختلف ارائه شده است. معماری پیشنهادی از ۵ پیشکار نرم‌افزاری شامل پیشکار استخراج، پیشکار گزینش، پیشکار بازنویسی کد، پیشکار مترجم ماشینی و پیشکار سازنده پرس و جو تشکیل شده است [۱۲].

بهبود جستجو و راهنمایی در مستندسازی ERP برای کاربران پیشنهاد شده است [۹].

۲- تلفیق سیستم ERP و فناوری پیشکارهای هوشمند نرم‌افزاری

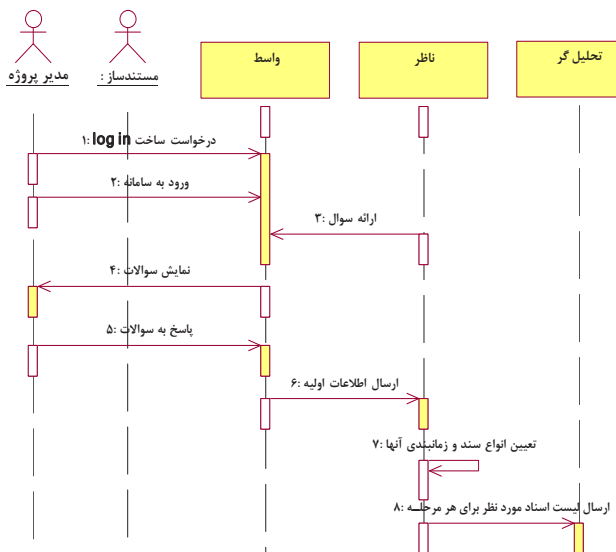
در زیر به مرور برخی از معماری‌های مبتنی بر پیشکار مورد استفاده در سیستم‌های ERP که هر یک موجب تامین ویژگی خاصی در این سیستم‌ها می‌گردند، خواهیم پرداخت.

- معماری مبتنی بر پیشکار برای تامین یکپارچگی در سیستم‌های ERP: در این معماری، از شش نوع پیشکار نرم‌افزاری شامل پیشکار هماهنگی، پیشکار جمع‌آوری داده، چندین پیشکار وظیفه، پیشکار زمان‌بند وظیفه و درخواست داده، پیشکار یادگیری اولویت و پیشکار واسط جهت تامین یکپارچگی استفاده شده [۱۰] و ویژگی‌هایی نظیر هوشمندی، خودمختاری، اجتماعی، واکنشی، یادگیری و کنش-گرایی را به کار برده است.



شکل ۱. نمودار سلسله مراتبی اهداف

BDI⁵ و معماری تعریف شده توسط کاربر (برای اطلاع بیشتر به [۱۵] مراجعه گردد). در ادامه شرحی از وظایف پیشکارهای تعیین شده، معماری داخلی و ویژگی‌های آنان بیان خواهد شد.



شکل ۳. نمودار ترتیب سازماندهی اولیه

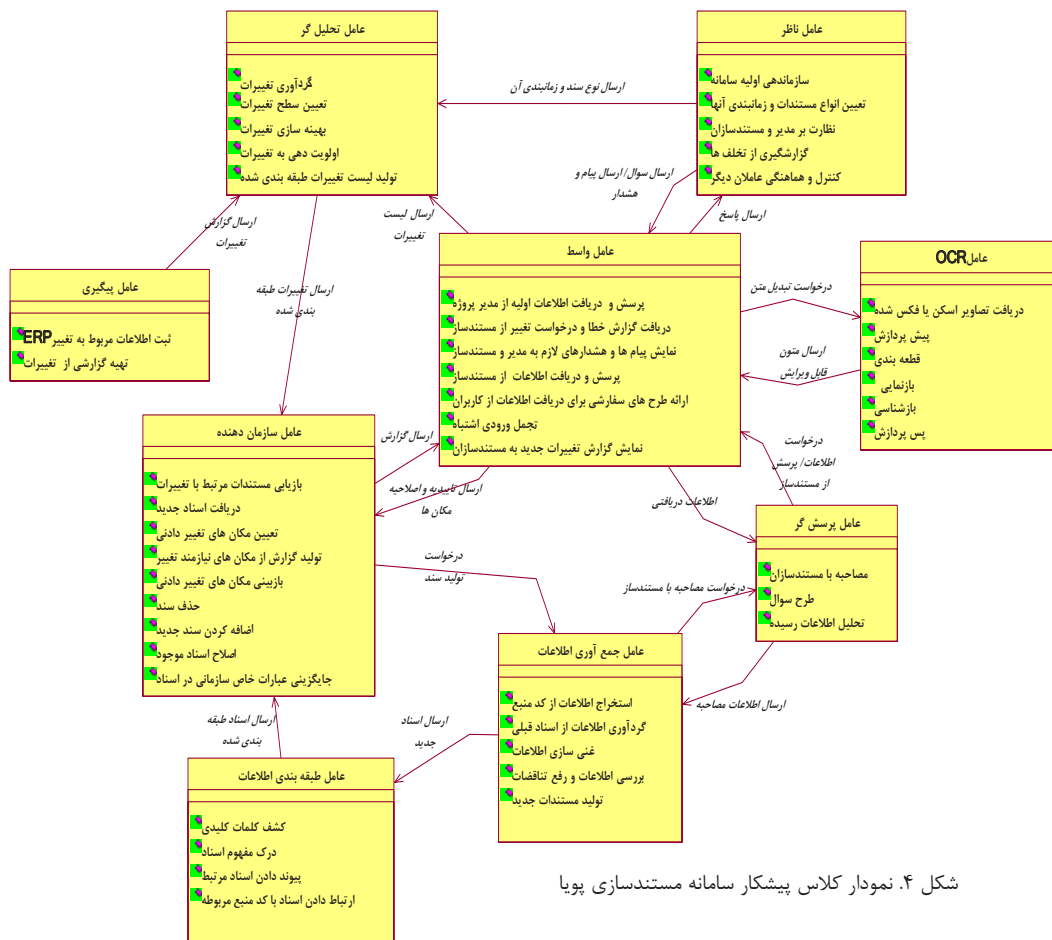
با پایان مرحله بازبینی نقش‌ها، مرحله تحلیل خاتمه می‌یابد.

طراحی بر مبنای MaSE

طراحی در کار انجام شده بر مبنای MaSE شامل مراحل زیر بوده است:

۱- **مرحله‌ی ایجاد کلاس‌های پیشکار:** در این مرحله بر اساس نقش‌هایی که در مرحله تحلیل ایجاد شده است، کلاس‌های پیشکار ایجاد می‌شوند. به ازای هر نقش، یک کلاس پیشکار تخصیص می‌یابد. در این مرحله فقط کلاس‌های پیشکار و تعامل‌های میان آنها نمایش داده می‌شوند. نمودار کلاس پیشکار در سامانه مستندسازی پویا که شامل پیشکار واسط، OCR، ناظر، پیگیری، تحلیل گر، سازمان‌دهنده، جمع‌آوری اطلاعات، پرسش گر و طبقه‌بندی اطلاعات است، در شکل (۴) نمایش داده شده است.

۲- **مرحله‌ی ترکیب کلاس‌های پیشکار:** در این مرحله معماری داخلی پیشکارها مشخص می‌گردد. در این متدولوژی پنج نوع معماری از پیش تعیین شده در نظر گرفته شده است. این پنج نوع معماری عبارتند از: معماری واکنشی، معماری مبتنی بر دانش، معماری مبتنی بر طرح و برنامه، معماری



شکل ۴. نمودار کلاس پیشکار سامانه مستندسازی پویا

پیشکار واسط

هدف پیشکار واسط کاربر ایجاد پل ارتباطی جهت محاوره بین کاربر و سیستم است. برای پیشکار واسط می توان مجموعه عملکردهای زیر را فهرست کرد:

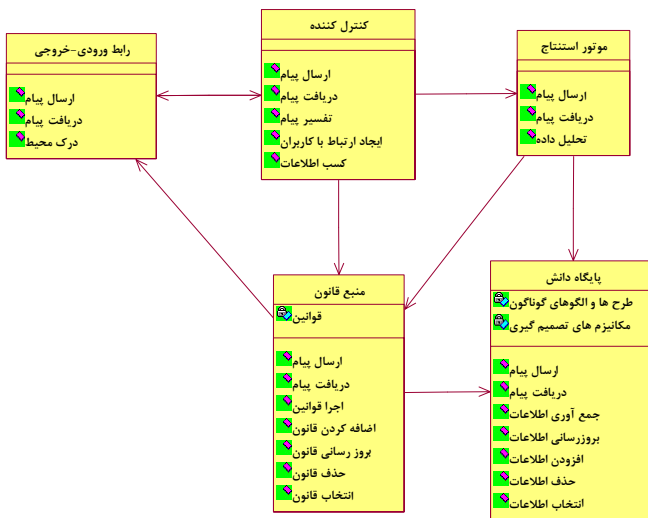
- پیشکار واسط از طریق رابط ورودی-خروجی و با نمایش صفحه آغازین به مدیر پروژه امکان ورود به سامانه را برای او مهیا می سازد. پس از ورود مدیر پروژه به سامانه، این پیشکار به کمک رابط خود مجموعه سوالات، راهنمایی ها و پیام های دریافت شده از پیشکار ناظر را به شکلی قابل درک به مدیر نمایش داده و پاسخ ها را از او دریافت نموده و به پیشکار ناظر می فرستد.
- این پیشکار با ارائه ی فرم ها و با استفاده از الگوهای مختلف نهفته در پایگاه دانش خود، درخواست ها و گزارشات خطای رخ داده در سند را با قالب های گوناگون از مستندسازان دریافت کرده و آنها را به همراه اطلاعات لازم به پیشکار تجزیه و تحلیل می فرستد. شایان ذکر است که اگر مستندساز تقاضای ورود اطلاعات با قالب خاصی را داشته باشد که در پایگاه دانش پیشکار وجود ندارد، موتور استنتاج این پیشکار توانایی تولید طرح های جدید با استفاده از پایگاه دانش و منبع قوانین را دارد. پیشکار واسط پیام ها و هشدارهای رسیده از پیشکار ناظر را نیز به مستندسازان مربوطه نمایش می دهد.

- در زمان جمع آوری اطلاعات، به منظور ایجاد یا اصلاح سند، پرسش های رسیده از پیشکار پرسش گر را در یک قالب قابل فهم برای مستندسازان بیان نموده و مستندسازان نیز می توانند از طرح های موجود در پایگاه دانش پیشکار واسط یا طرح های جدید تولید شده توسط موتور استنتاج، جهت پاسخ گویی به سوالات و ورود اطلاعات استفاده کنند. در صورت ارائه اطلاعات پویش شده از طرف مستندسازان، این پیشکار با فراخوانی پیشکار OCR آنها را به متون قابل ویرایش تبدیل می کند. پیشکار واسط توانایی تحمل ورودی های اشتباه کاربران را بر اساس قوانین تعریف شده در منبع قانون خود دارد و در صورت لزوم پیغام های مناسبی را برای اصلاح آنها ایجاد و ارسال می کند.

- در مرحله نهایی و قبل از ثبت تغییرات جدید، تمامی کارهایی را که سامانه مستندسازی می خواهد بر روی بخش هایی از پایگاه داده اعمال نماید، در قالب گزارش به همراه اسناد جدید و

مکان های دستخوش تغییر به مستندساز مربوطه نمایش داده و تاییدیه و توضیحات مورد نیاز را از او دریافت می کند.

موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار واسط دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۵) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می دهد. پیشکار واسط به سبب تعامل با کاربران و استفاده از الگوهای گوناگون برای ارائه پرسش، دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با مدیر و مستندساز که کاربران سامانه محسوب می شوند، دارای ویژگی اجتماعی بودن است؛ از آنجایی که درخواست، سوال، پیام، هشدار و گزارشات رسیده از پیشکارهای دیگر را دریافت کرده و فعالیت های مربوط به این موارد را در یک بازه زمانی مناسب انجام می دهد، دارای ویژگی واکنشی است؛ در نهایت، به دلیل آن که با توجه به انواع پیام های رسیده از پیشکارهای دیگر و نوع کاربری که با او در تعامل است، نوع فرم نمایشی را استنتاج نموده و در صورت نیاز فرم را ویرایش یا طرح جدیدی را ایجاد می نماید، دارای ویژگی کنش گرایی است. این پیشکار همچنین طرح های جدید ایجاد شده را یاد می گیرد و در طول اجرا جهت کاستن حجم عملیاتی اش با پیشکار OCR همکاری می نماید.

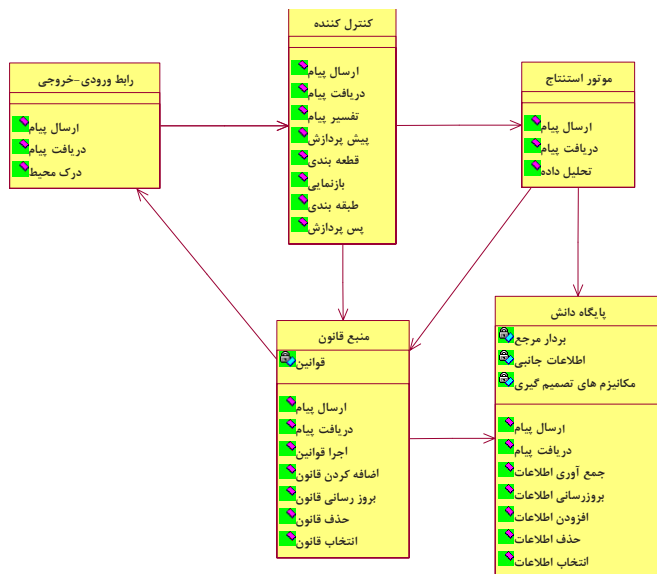


شکل ۵. معماری مبتنی بر دانش برای پیشکار واسط

پیشکار OCR

پیشکار واسط جهت تبدیل تصاویر پویش شده دریافتی از مستندساز به متون قابل ویرایش، از پیشکار OCR استفاده می نماید.

پیشکار OCR دارای بخش های پیش پردازش، قطعه بندی، بازنمایی، بازشناسی و پس پردازش است. عملکرد هر یک از



شکل ۶. معماری مبتنی بر دانش برای پیشکار OCR

پیشکار ناظر

این پیشکار مسئولیت کنترل و نظارت بر عملکرد سایر پیشکارها، مستندسازان و تولید مستندات در طول چرخه حیات سامانه را بر عهده دارد. پیشکار ناظر پس از ورود مدیر پروژه به سامانه، مجموعه سوالات از پیش تعریف شده‌ای را جهت سازمان‌دهی اولیه سامانه به کمک پیشکار واسط از او می‌پرسد. این پیشکار در حین بیان سوالات، با بکارگیری موتور استنتاج و با استفاده از پایگاه دانش و منبع قوانین با ارائه‌ی اطلاعاتی در خصوص پروژه‌های مشابه، مدیریت را در اخذ تصمیم درست در برنامه‌ریزی پروژه کمک می‌کند.

پیشکار ناظر بر اساس پاسخ‌های دریافتی، انواع مستندات مورد نیاز در هر مرحله از چرخه حیات سیستم ERP را استنتاج کرده و پیام‌هایی را در قالب درخواست به همراه اولویت و زمان مجاز برای تولید هر یک به مستندسازان مرتبط در زمان‌های مناسب جهت تولید سند ارسال می‌نماید و در صورت بروز خطا، هشدارهایی را به آنها داده و از مشکلات بوجود آمده گزارش می‌گیرد. پیشکار ناظر جهت زمان‌بندی ارسال پیام و گزارش‌گیری از خطاها باید استراتژی مناسبی را اتخاذ نموده و در شرایط خاص و براساس اهمیت مسائل تصمیم‌گیری کند. همچنین این پیشکار طبق قوانینی مشخص، با نظارت بر روی پیشکارهای دیگر و ایجاد هماهنگی بین آنها از تداخل پیشکارها جلوگیری می‌کند.

موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار ناظر نشان می‌دهد که در معماری داخلی این پیشکار نیاز به ترکیب برخی از اجزای معماری مبتنی بر دانش و معماری BDI وجود دارد. شکل (۷) این معماری ترکیبی را نمایش می‌دهد.

این بخش‌ها که در زیر ارائه می‌شود، بر مبنای مطالب آورده شده در [۱۶] تعیین شده است:

- پیش پردازش کلیه اعمالی است که روی تصویر صورت می‌گیرد تا موجب تسهیل در روند اجرای مراحل بعدی گردد. پیشکار این عملیات را به کمک قوانین از پیش تعریف‌شده در منبع قوانین خود انجام می‌دهد.
 - قطعه‌بندی به تفکیک قسمت‌های مختلف تصویر و جداسازی حروف و کلمات اطلاق می‌گردد. پیشکار OCR، عمل قطعه‌بندی را طبق فرمول‌ها و قوانین تعریف شده در منبع قوانین خود انجام می‌دهد.
 - در مرحله بازنمایی، پیشکار طبق قوانین تعریف‌شده در منبع قانون خود، به هر الگوی ورودی یک کد یا بردار ویژگی می‌دهد که معرف الگو در فضای ویژگی‌ها است و آن را از دیگر الگوها متمایز می‌کند.
 - طبقه‌بندی و بازشناسی شامل روش‌هایی برای متناظر ساختن هر یک از الگوهای بدست آمده از مرحله استخراج ویژگی‌ها، با یکی از کلاس‌های فضای الگوهای مورد بحث است که از طریق کمینه ساختن فاصله بردار ویژگی‌های هر الگوی ورودی نسبت به یکی از بردارهای مرجع، انجام می‌گیرد. بردار مرجع بردارهایی هستند که قبلاً از نمونه‌های آزمایشی اخذ شده‌اند. این عمل را موتور استنتاج پیشکار با استفاده از پایگاه دانش و منبع قوانین انجام می‌دهد.
 - پس پردازش با استفاده از اطلاعات جانبی سعی در بهبود نتایج حاصل از مرحله بازشناسی دارد. عمل پس پردازش نیز با بکارگیری موتور استنتاج پیشکار و با استفاده از پایگاه دانش و منبع قوانین انجام می‌پذیرد.
- موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار OCR دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۶) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می‌دهد. پیشکار OCR به سبب انجام اعمال اصلی حل مسئله خود بدون دخالت انسان یا پیشکار دیگر، دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکار واسط دارای ویژگی اجتماعی بودن است و از آنجایی که تصاویر پویا شده را از پیشکار واسط دریافت کرده و فعالیت‌های مربوط به آن را در یک بازه زمانی مناسب انجام می‌دهد، دارای ویژگی واکنشی است.

پیشکار سازمان دهنده

هدف پیشکار سازمان دهنده، حذف، اضافه و اصلاح مستندات در پایگاه داده است. این پیشکار از پیشکار تحلیل گر گزارش تغییر در مستندات را دریافت می نماید که این گزارش حاوی نوع، حوزه و اولویت تغییرات است.

اگر تغییر از نوع حذف باشد، این پیشکار مستندات مربوطه را حذف می کند و در صورتی که نوع تغییر اضافه یا اصلاح باشد، از پیشکار جمع آوری اطلاعات، اطلاعات در حوزه مورد نظر را درخواست می نماید و اطلاعات طبقه بندی شده را نیز از پیشکار طبقه بندی می گیرد. پس از این مرحله، پیشکار سازمان دهنده با توجه به قوانین موجود در منبع قانون و اطلاعات موجود در پایگاه دانش خود، به بازیابی مستندات مرتبط با تغییرات و کشف محل های تغییر دادنی در درون آنها می پردازد. سپس فهرستی از تمام تغییرات به همراه مستندات مرتبط با آن تغییرات، محل های تغییر دادنی و در صورت وجود، اسناد جدید ایجاد شده (در نوع تغییر اضافه و اصلاح)، بر اساس میزان اهمیت تغییرات را مرتب نموده و به مستندساز نشان می دهد.

هر یک از تغییراتی که مستندساز آن را مورد تایید قرار داد، بر روی پایگاه داده ثبت می گردد؛ از آنجایی که ممکن است مستندات تولید شده دارای نواقص و اشکالاتی باشد، به مستندساز این امکان نیز داده می شود که اسناد ارائه شده را اصلاح نماید. همچنین مستندساز می تواند برخی از نقاط تغییر دادنی را که پیشکار نتوانسته تشخیص دهد تعیین کرده و پیشکار بر روی این محل ها در پایگاه داده نیز تغییرات را اعمال نماید. پیشکار سازمان دهی آن دسته از تغییراتی را که مستندساز اعمال آنها را رد کرده است، نادیده می گیرد.

شایان ذکر است که به منظور بالا بردن قابلیت درک افراد از مستندات، پیشکار سازمان دهنده با در اختیار داشتن واژگانی در پایگاه دانش خود که حوزه ی کلی مدیریت حرفه، نرم افزار ERP، شاخه صنعت خاص و مجموعه واژگان مورد استفاده در آن سازمان را پوشش می دهد، این واژگان را پس از بازیابی اسناد به منظور نمایش به کاربر، جایگزین می نماید.

موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار سازمان دهنده دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۱۰) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می دهد.

پیشکار سازمان دهنده به سبب ثبت کردن تغییرات بر روی مستندات واقع در پایگاه داده (به خودی خود) دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکار تحلیل گر، پیشکار جمع آوری اطلاعات و پیشکار طبقه بندی اطلاعات، دارای ویژگی اجتماعی بودن است و از آنجایی که با توجه به گزارش

تغییرات طبقه بندی شده که از پیشکار تحلیل گر دریافت می نماید، فعالیت های ثبت تغییرات بر روی پایگاه داده را در یک بازه زمانی مناسب انجام می دهد، دارای ویژگی واکنشی است. همچنین پیشکار سازمان دهنده گزارش تغییرات انجام شده بر روی مستندات موجود در پایگاه داده را در پایگاه دانش خود ذخیره می نماید و یاد می گیرد که عامل انسانی چه محل هایی را تغییر می دهد تا قابلیت یادگیری خود و کشف بهتر محل های تغییر دادنی را در مراحل بعدی افزایش دهد (ویژگی یادگیری).

پیشکار جمع آوری اطلاعات

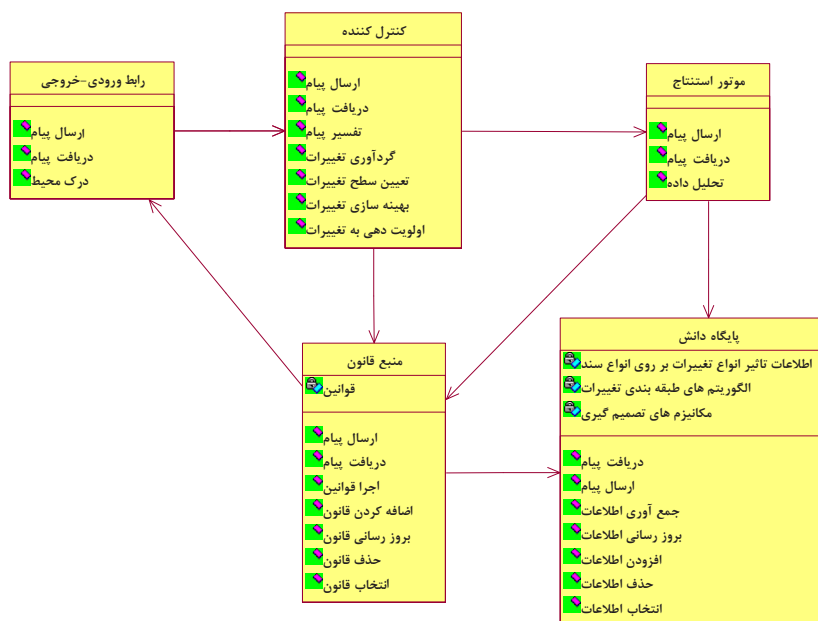
هدف پیشکار جمع آوری اطلاعات، گردآوری اطلاعات مورد نیاز مستندات از کد منبع، مستندات مرتبط به پروژه های قبلی ERP و مستندساز است.

پیشکار جمع آوری اطلاعات می تواند اطلاعات و روابط بین آنها را از کد منبع، که یکی از قابل اعتمادترین مولفه ها برای درک سیستم نرم افزار است، استخراج نماید. همچنین با به کارگیری مستندات مرتبط با پروژه های قبلی که به همراه ارتباط بین آنها در پایگاه دانش پیشکار نگهداری می شود، بخشی دیگر از اطلاعات گردآوری می گردد. در پایگاه دانش این پیشکار تمام اطلاعات مربوط به فرآیندها، مولفه ها و تراکنش ها از قبیل توضیحات، انواع توابع لایه های پایین تر، ساختار و غیره از زمان ایجاد آنها تا زمان از بین رفتنشان به طور مجزا و مشخص ثبت و حفظ می گردد تا در هنگام نیاز، به کمک مدل سازی و از پیوند دادن این اقلام اطلاعاتی، مجموعه اطلاعات مورد نیاز حاصل شود. مستندسازان اطلاعات با ارزشی را در رابطه با پروژه در ذهن خود نگه می دارند. پیشکار جمع آوری اطلاعات با فراخوانی پیشکار پرسش گر از مستندسازان کسب اطلاعات می کند. پس از گردآوری این مجموعه اطلاعات، پیشکار با بررسی هایی که بر روی آنها انجام می دهد، به استخراج اطلاعات اضافی که به طور صریح در مستندات نشان داده نشده پرداخته و از این طریق، غنی سازی اطلاعات حاصل می گردد. سپس اطلاعات جمع آوری شده را طبق قوانین مشخص اعتبار سنجی کرده، تناقضات موجود در آنها را کشف و رفع نموده و مباحث تکراری را حذف می کند؛ در نهایت، مجموعه اطلاعات گردآوری شده به پیشکار طبقه بندی فرستاده می شود.

موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار جمع آوری اطلاعات دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۱۱) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می دهد.

- در نهایت با استفاده از الگوریتم‌های موجود در پایگاه دانش خود، این تغییرات را طبقه‌بندی کرده و گزارشی از تغییرات مورد نیاز را به پیشکار سازمان-دهنده می‌فرستد.
- موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار تحلیل‌گر دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۹) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می‌دهد.

- مستندات، به چه میزان و با چه سطحی از جزئیات باید تغییر کنند.
- تاثیر تغییرات بر روی هم را بر اساس قوانین از پیش تعریف شده مشخص کرده و تغییرات بر روی اسناد در نواحی مشترک را بهینه می‌سازد. این پیشکار همچنین توانایی ادغام یا تجزیه‌ی درخواست‌ها و تبدیل آنها به درخواست‌های بهینه و توانایی تشخیص گزارش‌های تکراری را نیز دارد.
- اولویت انجام هر یک از تغییرات بر روی مستندات را بر اساس اطلاعات رسیده از پیشکار ناظر و قوانین منع قانون خود تعیین می‌کند.



شکل ۹. معماری مبتنی بر دانش برای پیشکار تحلیل‌گر

پیشکار سازمان‌دهنده

هدف پیشکار سازمان‌دهنده، حذف، اضافه و اصلاح مستندات در پایگاه داده است. این پیشکار از پیشکار تحلیل‌گر گزارش تغییر در مستندات را دریافت می‌نماید که این گزارش حاوی نوع، حوزه و اولویت تغییرات است. اگر تغییر از نوع حذف باشد، این پیشکار مستندات مربوطه را حذف می‌کند و در صورتی که نوع تغییر اضافه یا اصلاح باشد، از پیشکار جمع‌آوری اطلاعات، اطلاعات در حوزه مورد نظر را درخواست می‌نماید و اطلاعات طبقه‌بندی شده را نیز از پیشکار طبقه‌بندی می‌گیرد. پس از این مرحله، پیشکار سازمان‌دهنده با توجه به قوانین موجود در منبع قانون و اطلاعات موجود در پایگاه دانش خود، به بازبانی مستندات مرتبط با تغییرات و کشف محل‌های تغییر دادنی در درون آنها می‌پردازد. سپس فهرستی از تمام تغییرات به همراه مستندات

پیشکار تحلیل‌گر به سبب انجام گردآوری تغییرات، تعیین سطح، بهینه‌سازی و اولویت‌دهی تغییرات (به خودی خود) دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکارهای واسط و پیگیری دارای ویژگی اجتماعی بودن است؛ از آنجایی که با توجه به گزارش تغییرات که از پیشکار واسط و پیشکار پیگیری دریافت شده، فعالیت‌های تحلیل تغییرات را در یک بازه زمانی مناسب انجام می‌دهد، دارای ویژگی واکنشی است و به دلیل این که می‌تواند نوع تغییرات جدید را دریافت کرده و حوزه این تغییرات را بر روی مستندات استدلال نماید، دارای ویژگی کنش‌گرایی است. همچنین پیشکار تحلیل‌گر پس از استدلال حوزه تغییرات جدید، نوع و حوزه تغییرات را یاد می‌گیرد تا عملکرد خود را بهبود بخشد (ویژگی یادگیری).

مرتبط با آن تغییرات، محل های تغییر دادنی و در صورت وجود، اسناد جدید ایجاد شده (در نوع تغییر اضافه و اصلاح)، بر اساس میزان اهمیت تغییرات را مرتب نموده و به مستندساز نشان می دهد.

هر یک از تغییراتی که مستندساز آن را مورد تایید قرار داد، بر روی پایگاه داده ثبت می گردد؛ از آنجایی که ممکن است مستندات تولید شده دارای نواقص و اشکالاتی باشد، به مستندساز این امکان نیز داده می شود که اسناد ارائه شده را اصلاح نماید. همچنین مستندساز می تواند برخی از نقاط تغییر دادنی را که پیشکار نتوانسته تشخیص دهد تعیین کرده و پیشکار بر روی این محل ها در پایگاه داده نیز تغییرات را اعمال نماید. پیشکار سازمان دهی آن دسته از تغییراتی را که مستندساز اعمال آنها را رد کرده است، نادیده می گیرد.

شایان ذکر است که به منظور بالا بردن قابلیت درک افراد از مستندات، پیشکار سازمان دهنده با در اختیار داشتن واژگانی در پایگاه دانش خود که حوزه کلی مدیریت حرفه، نرم افزار ERP، شاخه صنعت خاص و مجموعه واژگان مورد استفاده در آن سازمان را پوشش می دهد، این واژگان را پس از بازیابی اسناد به منظور نمایش به کاربر، جایگزین می نماید.

موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار سازمان دهنده دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۱۰) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می دهد.

پیشکار سازمان دهنده به سبب ثبت کردن تغییرات بر روی مستندات واقع در پایگاه داده (به خودی خود) دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکار تحلیل گر، پیشکار جمع آوری اطلاعات و پیشکار طبقه بندی اطلاعات، دارای ویژگی اجتماعی بودن است و از آنجایی که با توجه به گزارش تغییرات طبقه بندی شده که از پیشکار تحلیل گر دریافت می نماید، فعالیت های ثبت تغییرات بر روی پایگاه داده را در یک بازه زمانی مناسب انجام می دهد، دارای ویژگی واکنشی است. همچنین پیشکار سازمان دهنده گزارش تغییرات انجام شده بر روی مستندات موجود در پایگاه داده را در پایگاه دانش خود ذخیره می نماید و یاد می گیرد که عامل انسانی چه محل هایی را تغییر می دهد تا قابلیت یادگیری خود و کشف بهتر محل های تغییر دادنی را در مراحل بعدی افزایش دهد (ویژگی یادگیری).

پیشکار جمع آوری اطلاعات

هدف پیشکار جمع آوری اطلاعات، گردآوری اطلاعات مورد نیاز مستندات از کد منبع، مستندات مرتبط به پروژه های قبلی ERP و مستندساز است.

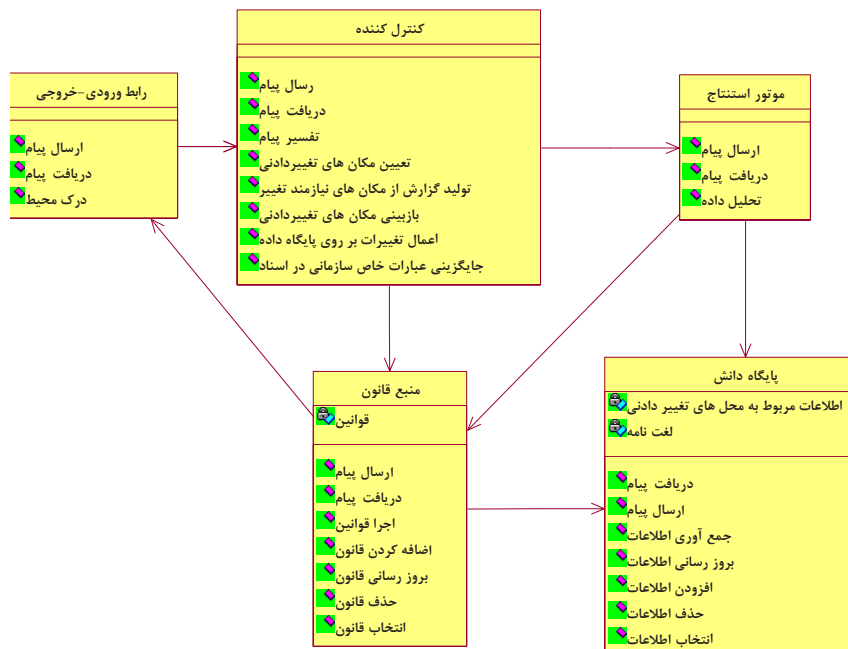
پیشکار جمع آوری اطلاعات می تواند اطلاعات و روابط بین آنها را از کد منبع، که یکی از قابل اعتمادترین مولفه ها برای درک سیستم نرم افزار است، استخراج نماید. همچنین با به کارگیری مستندات مرتبط با پروژه های قبلی که به همراه ارتباط بین آنها در پایگاه دانش پیشکار نگهداری می شود، بخشی دیگر از اطلاعات گردآوری می گردد. در پایگاه دانش این پیشکار تمام اطلاعات مربوط به فرآیندها، مولفه ها و تراکنش ها از قبیل توضیحات، انواع توابع لایه های پایین تر، ساختار و غیره از زمان ایجاد آنها تا زمان از بین رفتنشان به طور مجزا و مشخص ثبت و حفظ می گردد تا در هنگام نیاز، به کمک مدل سازی و از پیوند دادن این اقلام اطلاعاتی، مجموعه اطلاعات مورد نیاز حاصل شود. مستندسازان اطلاعات با ارزشی را در رابطه با پروژه در ذهن خود نگه می دارند. پیشکار جمع آوری اطلاعات با فراخوانی پیشکار پرسش گر از مستندسازان کسب اطلاعات می کند. پس از گردآوری این مجموعه اطلاعات، پیشکار با بررسی هایی که بر روی آنها انجام می دهد، به استخراج اطلاعات اضافی که به طور صریح در مستندات نشان داده نشده پرداخته و از این طریق، غنی سازی اطلاعات حاصل می گردد. سپس اطلاعات جمع آوری شده را طبق قوانین مشخص اعتبار سنجی کرده، تناقضات موجود در آنها را کشف و رفع نموده و مباحث تکراری را حذف می کند؛ در نهایت، مجموعه اطلاعات گردآوری شده به پیشکار طبقه بندی فرستاده می شود.

موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار جمع آوری اطلاعات دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۱۱) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می دهد.

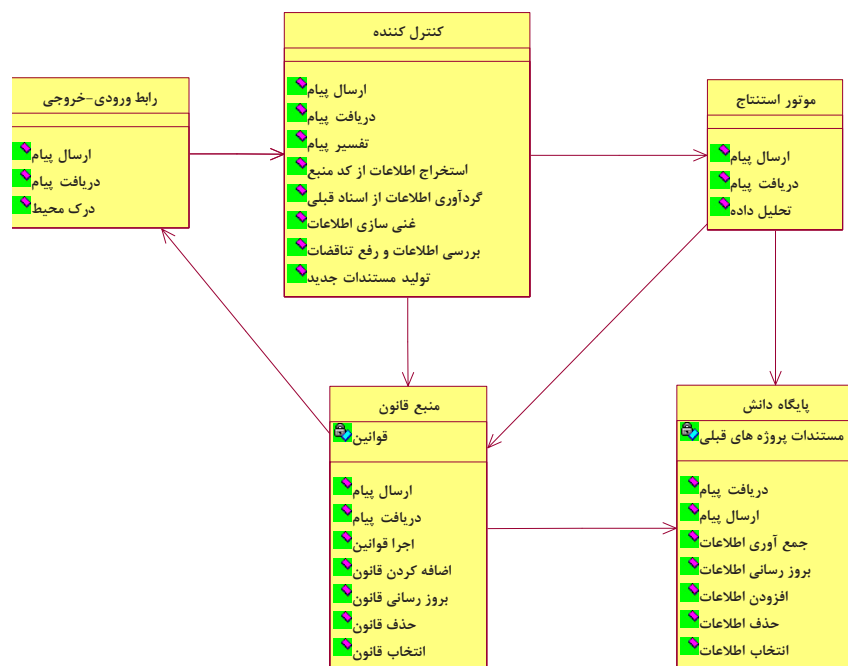
پیشکار جمع آوری اطلاعات به سبب استخراج نمودن اطلاعات از کد منبع و گردآوری اطلاعات از اسناد قبلی (به خودی خود) دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکار سازمان دهنده، پیشکار پرسش گر و پیشکار طبقه بندی اطلاعات، دارای ویژگی اجتماعی بودن است و از آنجایی که با توجه به درخواست تولید سندی که از پیشکار سازمان دهنده دریافت می نماید، فعالیت های تولید (بخشی از) سند جدید را در یک بازه زمانی مناسب انجام می دهد، دارای ویژگی واکنشی است. همچنین این پیشکار در طول اجرا جهت کاستن حجم عملیاتی اش با پیشکار پرسش گر به منظور مصاحبه با مستندسازان و کسب اطلاعات مفید از آنها همکاری می نماید. در نهایت، از آنجایی که این پیشکار برای بدست آوردن اطلاعات توزیع شده بر روی پایگاه داده های محلی و غیر محلی باید به سیستم های دیگر مهاجرت نماید، دارای قابلیت تحرک نیز است.

است. همچنین این پیشکار در طول اجرا جهت کاستن حجم عملیاتی‌اش با پیشکار پرسش‌گر به منظور مصاحبه با مستندسازان و کسب اطلاعات مفید از آنها همکاری می‌نماید. در نهایت، از آنجایی که این پیشکار برای بدست آوردن اطلاعات توزیع شده بر روی پایگاه داده‌های محلی و غیر محلی باید به سیستم‌های دیگر مهاجرت نماید، دارای قابلیت تحرک نیز است.

پیشکار جمع‌آوری اطلاعات به سبب استخراج نمودن اطلاعات از کد منبع و گردآوری اطلاعات از اسناد قبلی (به خودی خود) دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکار سازمان‌دهنده، پیشکار پرسش‌گر و پیشکار طبقه‌بندی اطلاعات، دارای ویژگی اجتماعی بودن است و از آنجایی که با توجه به درخواست تولید سندی که از پیشکار سازمان‌دهنده دریافت می‌نماید، فعالیت‌های تولید (بخشی از) سند جدید را در یک بازه زمانی مناسب انجام می‌دهد، دارای ویژگی واکنشی



شکل ۱۰. معماری مبتنی بر دانش برای پیشکار سازمان‌دهنده



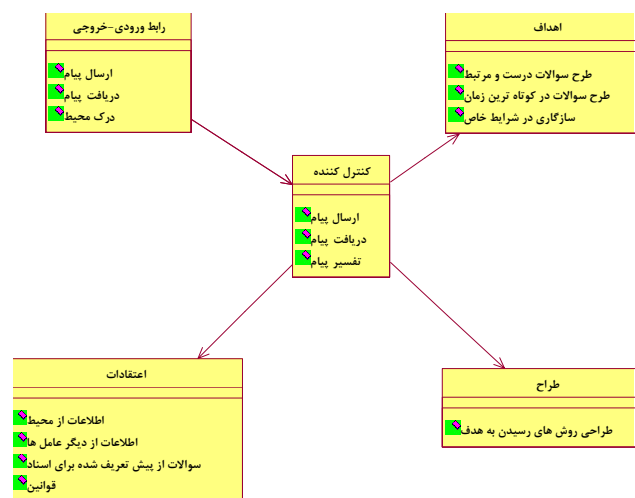
شکل ۱۱. معماری مبتنی بر دانش برای پیشکار جمع‌آوری اطلاعات

پیشکار پرسش گر

پیشکار پرسش گر به دو روش از مستندساز کسب اطلاعات می کند. در روش اول، مستندات آماده شده توسط مستندساز را از او دریافت کرده و در روش دوم، با طرح سوال به تحقیق و مصاحبه هایی جهت بازیابی دانش با ارزش (که در اختیار مستندساز است) و رفع موضوعات مبهم می پردازد. پیشکار پرسش گر برای ایجاد سوالات مطرح شده به دو طریق زیر عمل می کند:

- پیشکار برای همه نوع سند، مجموعه سوالات از پیش تعریف شده ای را در خود نگهداری می کند که در زمان پرس و جو می تواند از آنها بهره ببرد.
- پیشکار می تواند با به کارگیری ابزار استدلال و تحلیل پاسخ ها و مستندات وارد شده از جانب مستندسازان، سوالات بعدی را از پایگاه دانش خود بازیابی کرده و بدون تغییر یا با کمی اصلاح بپرسد. همچنین پیشکار توانایی تولید سوال جدید را با توجه به اطلاعات دریافتی دارد.

این پیشکار به منظور مصاحبه بهتر و دریافت اطلاعات درست و مفید از مستندسازان سعی دارد سوالاتی مرتبط با اطلاعات و پاسخ های دریافتی از مستندسازان و در یک بازه زمانی مناسب مطرح سازد. در واقع طرح سوالات مرتبط در یک بازه زمانی کوتاه همیشه امکان پذیر نیست؛ از این رو پیشکار باید با توجه به استراتژی های مناسب در این زمینه تصمیم گیری نماید. موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار پرسش گر دلیل انتخاب معماری BDI برای این پیشکار است. شکل (۱۲) ساختار معماری BDI را برای پیشکار پرسش گر نشان می دهد.



شکل ۱۲. معماری BDI برای پیشکار پرسش گر

پیشکار پرسش گر به سبب طرح سوالات مناسب دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکار جمع آوری اطلاعات و پیشکار واسط، دارای ویژگی اجتماعی بودن است؛ از آنجایی که با دریافت درخواست مصاحبه با مستندساز از پیشکار جمع آوری اطلاعات، مصاحبه و گردآوری اطلاعات از مستندساز را در یک بازه زمانی مناسب انجام می دهد، دارای ویژگی واکنشی است و به دلیل این که این پیشکار باید در شرایط خاص و با توجه به میزان اهمیت اطلاعات ورودی در کوتاه ترین زمان ممکن، جهت طرح سوال استنتاج و تصمیم گیری نماید، دارای ویژگی کنش گرایی است.

پیشکار طبقه بندی اطلاعات

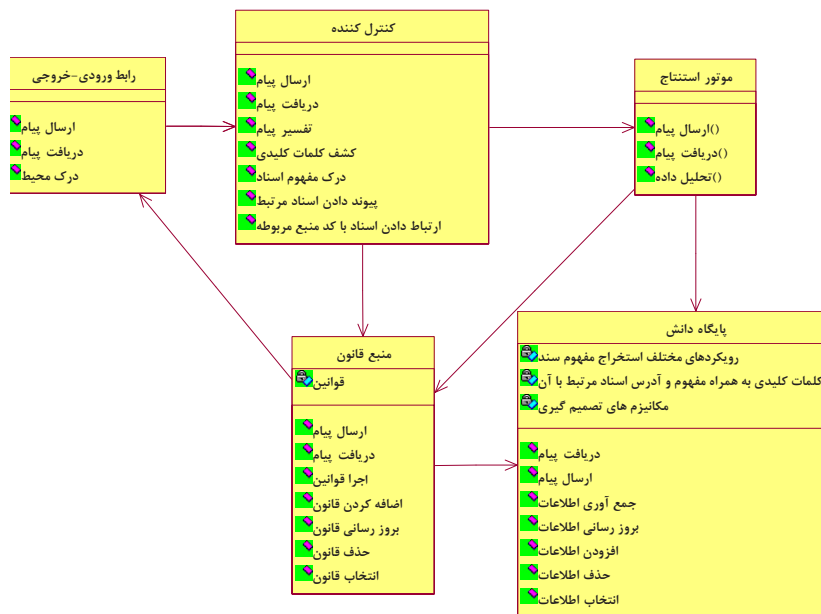
هدف این پیشکار کشف کلمات کلیدی، درک مفهوم آنها، طبقه بندی مستندات و ایجاد ارتباط بین مستندات و کد منبع و پیوند بین خود مستندات است.

پیشکار طبقه بندی، مستندات گردآوری شده مربوط به هر تغییر را از پیشکار جمع آوری اطلاعات دریافت می کند و با پردازش اولیه روی این مستندات و حذف برخی کلمات از آنها طبق قوانین مشخص، مستندات را به شکل فشرده تری در می آورد. برای هر سند، فهرستی از کلمات موجود در آن به همراه تعداد تکرارهایشان را استخراج کرده و از بین این کلمات، کلماتی را به عنوان کلمات کلیدی سند مربوطه در نظر می گیرد. این کار با رویکردهای مختلف و با استفاده از قوانین از پیش تعریف شده و اسنادی با کلمات کلیدی مشابه که در پایگاه دانش این پیشکار قرار دارند، انجام می پذیرد. باید بیان کرد که تمام مجموعه کلمات کلیدی و مفهومی که همراه آدرس مستندات مرتبط با آنها در پیشکار طبقه بندی نگهداری می شود و پیشکار با توجه به این اطلاعات، ارتباط معنایی بین اسناد ورودی با هم و با اسناد موجود در پایگاه داده را پیدا می کند.

همچنین این پیشکار میزان شباهت معنایی و وابستگی بین عناصر کد منبع و مستندات و شباهت ساختاری را بر اساس قوانین از پیش تعریف شده به طور خودکار محاسبه می نماید و پیوندهای قابل ردیابی بین کد منبع و مستندات را طبق میزان شباهت های معنایی و ساختاری انتخاب می کند. سپس با تجزیه و تحلیل بین عناصر کد منبع و مستندات به پیوندهای از دست رفته بین بخش های موجود مستندات پی می برد یا پیوندهایی برای مستندات جدید و کد منبع را پیشنهاد می دهد. در نهایت، پیشکار طبقه بندی مستندات طبقه بندی شده را به همراه روابط بین مستندات و پیوندهای قابل ردیابی بین مستندات و کد منبع به پیشکار سازمان دهنده جهت ذخیره سازی این مستندات ارسال می کند.

اجتماعی بودن است و از آنجایی که با دریافت اسناد جدید از پیشکار جمع‌آوری اطلاعات، فعالیت‌های لازم را جهت طبقه‌بندی اسناد در یک بازه زمانی مناسب انجام می‌دهد، دارای ویژگی واکنشی است. همچنین این پیشکار بر مبنای قابلیت یادگیری می‌تواند کلمات کلیدی، مفهوم و آدرس مستندات مرتبط با هر سند جدید را جهت ارتقاء قدرت یادگیری در پایگاه دانش خود ذخیره نماید.

موارد ذکر شده از چگونگی عملکرد پیشکار طبقه‌بندی اطلاعات دلیل انتخاب معماری مبتنی بر دانش برای این پیشکار است. شکل (۱۳) معماری مبتنی بر دانش را برای این پیشکار نشان می‌دهد. پیشکار طبقه‌بندی اطلاعات به سبب کشف کلمات کلیدی و درک مفهوم سند بدون کمک دیگر پیشکارها و یا کاربران دارای ویژگی خودمختاری است؛ به جهت تعامل با پیشکار سازمان‌دهنده و پیشکار جمع‌آوری اطلاعات، دارای ویژگی



شکل ۱۳. معماری مبتنی بر دانش برای پیشکار طبقه‌بندی اطلاعات

شکل (۱۴) معماری مبتنی بر پیشکاری پیشنهادی برای مستندسازی پویا را نمایش می‌دهد.

ارزیابی معماری پیشنهادی با استفاده از تکنیک مبتنی بر سناریو

در این بخش برای تشریح عملکرد معماری پیشنهادی، از یک مطالعه موردی استفاده می‌شود. این مطالعه موردی سیستم ERP پیاده‌سازی شده در شرکت ایران خودرو است. این شرکت پس از خریداری سیستم ERP آن را جهت استفاده سفارشی نموده است. تغییرات انجام شده در این سیستم تاثیر مستقیم بر مستندات سیستم داشته و بروز رسانی آن را ایجاد نموده است که نحوه اعمال این تغییرات به کمک معماری پیشنهادی بررسی می‌شود. در زیر با استفاده از مطالعه موردی پیمانانه فروش، عملکرد معماری مستندسازی پویای پیشنهادی نمایش داده خواهد شد.

- حذف در سیستم ERP: در سیستم ERP خریداری شده عملکرد پیمانانه فروش به این صورت است که اگر بخواهیم عمل فروش را انجام دهیم باید محاسبه قیمت، قیمت‌گذاری فروش و محاسبات دیگر را داشته باشیم. اما در زمان پیاده‌سازی

ارزیابی معماری پیشنهادی

در این بخش برای ارزیابی معماری پیشنهادی، ابتدا از روش مبتنی بر سناریو برای نشان دادن قابلیت بکارگیری معماری استفاده شده است. سپس با در نظر گرفتن تعدادی معیار مشخص و از طریق نظرسنجی خبرگان بر اساس روش دلفی، پشتیبانی معماری از پویایی مستندسازی ارزیابی شده است. در نهایت، برای نشان دادن این که معماری پیشنهادی ضوابط یک معماری مبتنی بر پیشکار را دارد و پاسخ‌گوی شاخص‌های پویایی نیز هست، لیست‌های مرجع جهت ارزیابی بکار گرفته شده است.

اطلاعات با فراخوانی پیشکار پرسش‌گر، از مستندسازان مربوطه نیز کسب اطلاعات می‌کند.

پیشکار جمع‌آوری اطلاعات، پس از گردآوری مجموعه اطلاعات ذکر شده در بالا، آنها را به پیشکار طبقه‌بندی ارسال می‌نماید. این پیشکار برای مستندات گردآوری شده مربوط به فرآیند سفارش‌گذاری و ایجاد واسط جدید، مفهومی را برای سند در نظر می‌گیرد و ارتباط معنایی بین اسناد ورودی با هم و نیز با اسناد موجود در پایگاه داده و کد منبع را پیدا می‌کند. پیشکار طبقه‌بندی مستندات طبقه‌بندی شده را به پیشکار سازمان‌دهنده جهت ذخیره‌سازی این مستندات می‌فرستد.

پیشکار سازمان‌دهنده بعد از دریافت مستندات طبقه‌بندی شده، به بازبانی مستندات مرتبط با پیمانانه فروش، فرآیند قیمت‌گذاری، فرآیند صدور فاکتور، فرآیند سفارش‌گذاری، واسط جدید بین سازمان فروش و پیمانانه فروش و کشف محل-های تغییر دادنی در درون آنها می‌پردازد. سپس فهرستی از تمام این تغییرات به همراه مستندات مرتبط با هر تغییر، محل‌های تغییر دادنی مرتبط و اسناد جدید ایجاد شده برای فرآیند سفارش‌گذاری و واسط جدید بین سازمان فروش و پیمانانه فروش را، بر اساس میزان اهمیت تغییرات، مرتب نموده و توسط پیشکار واسط به مستندساز مربوطه نمایش داده و تاییدیه و توضیحات مورد نیاز را از او می‌گیرد. هر یک از تغییراتی که توسط مستندساز مورد تایید قرار گرفت، بر روی پایگاه داده ثبت می‌گردد. پیشکار سازمان‌دهی آن دسته از تغییراتی را که مستندساز اعمال آنها را رد کرده است، نادیده می‌گیرد. پیشکار ناظر به موازات کارهای انجام‌شده، مسئولیت کنترل و نظارت بر عملکرد سایر پیشکارها، مستندسازان و تولید مستندات در طول چرخه حیات سامانه را بر عهده دارد.

ارزیابی پشتیبانی از مستندسازی پویا از نقطه نظر خبرگان

در این بخش به ارزیابی تجربی میزان پشتیبانی از مستندسازی پویا در معماری پیشنهادی پرداخته می‌شود. برای انجام ارزیابی، تعدادی معیار مربوط به مستندسازی پویا از متون تحقیقاتی استخراج شده و در قالب پرسش‌نامه در اختیار خبرگان قرار گرفت. نتایج این پرسش‌نامه‌ها با استفاده از روش دلفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و منعکس شده‌اند.

خبرگان (پاسخ دهندگان)

جامعه آماری مربوط به این ارزیابی را اعضای هیئت علمی و فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد دانشگاه‌های شهید بهشتی و آزاد قزوین، که در زمینه پیشکارها، معماری نرم‌افزار و ERP

پیشکار پیگیری به موازات تغییرات انجام شده در سیستم ERP، تمام این تغییرات را مورد پیگیری قرار می‌دهد و تغییر پیمانانه فروش، حذف فرآیند قیمت‌گذاری، حذف فرآیند صدور فاکتور، حذف فرآیند سفارش‌گذاری، ایجاد واسط جدید بین سازمان فروش و پیمانانه فروش، اصلاح فرآیند سفارش‌گذاری موجود در سازمان فروش و تغییر آن به یک فرآیند سفارش‌گذاری غیر استاندارد را همراه با زمان و شرح مختصری از تغییر فهرست نموده و آن را در زمانی مشخص به پیشکار تحلیل‌گر گزارش می‌دهد.

پیشکار تحلیل‌گر به بررسی گزارشی دریافتی می‌پردازد. ابتدا این پیشکار تشخیص می‌دهد که همه تغییرات ثبت شده موجب تغییر در بخش خاصی از مستندات وابسته به آنان نیز می‌شود. پیشکار تحلیل‌گر دو حوزه تغییرات در سند را شناسایی می‌نماید: یکی مستندات مربوط به پیمانانه فروش و دیگری مستندات مرتبط به فرآیند سفارش‌گذاری در سازمان فروش. همچنین نوع این تغییرات را حذف مستندات فرآیند قیمت‌گذاری و صدور فاکتور از پیمانانه فروش، افزودن مستندات واسط جدید بین سازمان فروش و پیمانانه فروش، بروز رسانی و اصلاح مستندات فرآیند سفارش‌گذاری تعیین می‌کند.

به دلیل تغییر در کد منبع فرآیند سفارش‌گذاری، اطلاعات پیوند بین این کد منبع و مستنداتش از پایگاه داده بازبانی شده و این که چه مستنداتی، به چه میزان و با چه سطحی از جزئیات باید تغییر کنند، مشخص می‌گردد.

پیشکار تحلیل‌گر تشخیص می‌دهد که تغییرات مورد نیاز بر روی اسناد با هم همپوشانی نداشته و در نواحی متفاوتی انجام می‌شوند. سپس، این پیشکار اولویت انجام هر یک از تغییرات بر روی مستندات را تعیین می‌کند و در نهایت این تغییرات را طبقه‌بندی کرده و گزارشی از تغییرات مورد نیاز را به پیشکار سازمان‌دهنده می‌فرستد.

پیشکار سازمان‌دهنده از پیشکار تحلیل‌گر گزارش تغییر در مستندات را دریافت می‌نماید. این پیشکار، جهت ایجاد مستندات جدید برای واسط اضافه شده به پیمانانه فروش و بروز رسانی مستندات مربوط به فرآیند سفارش‌گذاری در سازمان فروش از پیشکار جمع‌آوری اطلاعات، اطلاعات در حوزه مورد نظر را درخواست می‌نماید. پیشکار جمع‌آوری اطلاعات، بخشی از اطلاعات مورد نیاز برای فرآیند سفارش‌گذاری را از کد منبع استخراج می‌کند. همچنین با مدل کردن مستندات فرآیند و به‌کارگیری مستندات مرتبط با پروژه‌های قبلی، بخشی دیگر از اطلاعات گردآوری می‌گردد. برای واسط ایجاد شده نیز قسمتی از مستندات از همین طریق حاصل می‌شود. پیشکار جمع‌آوری

مخالفم، نظری ندارم، موافقم، کاملا موافقم، در اختیار خبرگان قرار گرفتند. اما در طی جمع‌آوری اطلاعات (انجام روش دلفی) با پیشنهاد خبرگان کلیه سوالات به صورت Semi Metric درآمده و به شکل گویه‌هایی مطرح گردید و از خبرگان خواسته شد تا برای هر سوال امتیازی بین ۰ تا ۱۰۰ در نظر بگیرند.

تحقیقات بسیاری انجام داده‌اند، و نیز افراد دارای تجربه در زمینه پیاده‌سازی و یا کار با سامانه‌های ERP در بخش فروش شرکت ایران خودرو تشکیل می‌دهند.

روال ارزیابی

روال ارزیابی به این صورت بود که ابتدا معماری پیشنهادی و توضیحات مربوط به آن در اختیار خبرگان قرار گرفت و سپس معیارها در قالب پرسش‌نامه اولیه با طیف پاسخ: کاملا مخالفم،

جدول ۱. نتایج حاصل از نظرات خبرگان در مورد شاخص‌های مستندسازی پویا در معماری پیشنهادی

نتیجه گیری	میانگین امتیاز	شماره سوال
از نقطه نظر خبرگان شاخص تولید انواع سند در سراسر پروژه توسعه سیستم ERP مورد تایید قرار گرفت.	۷۱	۱ و ۲
از نقطه نظر خبرگان شاخص کاهش زمان تولید، کشف تغییرات و تصحیح مستندات مورد تایید قرار گرفت.	۸۵	۳، ۴، ۵ و ۱۶
از نقطه نظر خبرگان شاخص تغییرات محلی بر روی مستندات مورد تایید قرار گرفت.	۷۲	۶
از نقطه نظر خبرگان شاخص کاهش خطر از دست رفتن اطلاعات مورد تایید قرار گرفت.	۸۵	۷، ۸، ۹ و ۱۰
از نقطه نظر خبرگان شاخص کاهش میزان خطا در کشف نقاط تغییردانی مورد تایید قرار نگرفت.	۵۰	۱۱
از نقطه نظر خبرگان شاخص بهبود کیفیت مستندات مورد تایید قرار گرفت.	۸۸	۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵
از نقطه نظر خبرگان شاخص حداقل نمودن افزونگی‌ها در مستندات مورد تایید قرار گرفت.	۸۰	۱۷

۶) در معماری ارائه‌شده، تغییرات بر روی مستندات به طور محلی انجام می‌پذیرد.
 ۷) با بکارگیری معماری ارائه‌شده، خطای موجود در مستندات به خصوص خطاهای انسانی در جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل اطلاعات کاهش می‌یابد.
 ۸) معماری ارائه‌شده، پروسه استخراج دستی اسناد در طول فرآیند توسعه سیستم ERP را کاهش داده و تعامل با مستندساز را حداقل می‌نماید.
 ۹) در معماری ارائه‌شده، با کمک پرسش و پاسخ و استخراج اطلاعات ضمنی، نادیده گرفتن و از دست رفتن اطلاعات ضروری در مستندسازی حداقل می‌گردد.
 ۱۰) معماری ارائه‌شده، با استفاده از میزان شباهت معنایی و ساختاری، و انتخاب پیوندهای قابل ردیابی بین کد منبع و مستندات، قرارگیری مستندات در طبقه‌ای نامناسب را به حداقل می‌رساند.

شرح پرسش‌نامه

۱۷ سوال در پرسش‌نامه وجود دارد که عبارتند از:

- در معماری ارائه‌شده، مستندسازی به عنوان فرایند مداوم در سراسر پروژه توسعه سیستم ERP دیده شده است.
- معماری ارائه‌شده، تولید محدوده‌ی گسترده‌ای از انواع مستندسازی سیستم ERP را ممکن می‌سازد که این مستندات ممکن است حداقل باشند اما کافی هستند.
- با به‌کارگیری معماری ارائه‌شده، اکثریت تغییرات مورد نیاز بر روی مستندات کشف می‌گردند.
- در معماری ارائه‌شده، تغییرات سند در یک بازه زمانی مناسب مورد تجزیه و تحلیل و رسیدگی قرار می‌گیرد.
- با بکارگیری معماری ارائه‌شده، بخش‌های خاصی از مستندات که نیاز به بهبود دارند، به طور سریع کشف و تصحیح می‌گردند.

- **کنش‌گرایی:** معماری پیشنهادی دارای ویژگی کنش‌گرایی است، زیرا توانایی واکنش نشان دادن به وضعیت جدید محیط و تعریف اهداف جدید، جهت پاسخگویی به شرایط جدید محیط را دارد. به عنوان مثال می‌تواند نوع تغییرات جدید انجام‌شده بر روی سیستم را دریافت کرده و حوزه این تغییرات را بر روی مستندات استدلال نماید.
- **واکنشی:** معماری پیشنهادی دارای ویژگی واکنشی است، زیرا تعامل مستمر با محیط را حفظ می‌کند و در بازه‌ی زمانی مناسب به اتفاقات پاسخ می‌دهد. به عنوان نمونه معماری پیشنهادی بلافاصله تغییرات انجام شده بر روی کد منبع سیستم ERP را درک کرده و عمل گزارش‌گیری از این تغییرات را در دوره‌های زمانی مشخص انجام می‌دهد.
- **هدف‌گرایی:** از آنجایی که معماری پیشنهادی، برای دستیابی به هدف مستندسازی پویا طراحی شده است، هدف‌گرا است.
- **اجتماعی بودن:** معماری پیشنهادی اجتماعی است، زیرا توانایی تعامل با مستندسازان، مدیر پروژه و یا سایر سیستم‌های اطلاعاتی را دارد.
- **تطبیق‌پذیری:** از آنجایی که معماری پیشنهادی توانایی تغییر رفتار و سازگاری با تغییرات محیط را دارد، تطبیق‌پذیر است. پیشکارها این قابلیت را دارند که از طریق تبادل پیام با محیط، دانش خود را بروز کنند. تغییر محیط می‌تواند در دسترس نبودن اطلاعات لازم در پایگاه دانش پیشکار جمع‌آوری اطلاعات جهت بروز رسانی یک سند باشد که در این صورت عملیات لازم جهت گردآوری اطلاعات با استفاده از اطلاعات مشابه و از طریق مصاحبه با مستندسازان صورت می‌گیرد.
- **مقیاس‌پذیری:** معماری پیشنهادی مقیاس‌پذیر است، زیرا اضافه کردن اجزا یا پیمان‌ه جدید به سیستم موجود امکان‌پذیر است. به عنوان مثال، پیشکار جمع‌آوری اطلاعات می‌تواند به سبب پاسخ به توزیع‌شدگی اطلاعات در سیستم و ناهمگون بودن پایگاه‌های داده‌ی اضافه‌شده به سیستم، تعدادی پیشکار با زیر اهداف مشخص تولید نماید.

- (۱۱) در معماری ارائه‌شده، هر مرتبه میزان خطا در کشف نقاط تغییردانی نسبت به دفعات قبلی کاهش می‌یابد.
 - (۱۲) معماری ارائه شده، قابلیت نگهداری سیستم را افزایش داده و موجب کاهش هزینه کلی و افزایش بازگشت سرمایه می‌گردد.
 - (۱۳) معماری ارائه‌شده، میزان رضایت و استفاده کاربران از سیستم و در نتیجه قابلیت کاربردپذیری سیستم را افزایش می‌دهد.
 - (۱۴) معماری ارائه‌شده از بروز رسانی مکرر مستندسازی پشتیبانی می‌نماید و قابلیت تغییرپذیری را افزایش می‌دهد.
 - (۱۵) معماری ارائه‌شده دقت و صحت تولید مستندات و بهره‌وری از آن را افزایش می‌دهد.
 - (۱۶) معماری ارائه‌شده، زمان تولید مستندات را کاهش می‌دهد.
 - (۱۷) معماری ارائه‌شده، افزونگی‌ها را در مستندات سیستم ERP حداقل می‌سازد.
- نتایج بدست آمده از نظر خبرگان در مورد معیارهای تعیین شده برای مستندسازی پویا در سیستم‌های ERP در جدول (۱) آورده شده است. مجموعه نتایج بدست آمده از نظرسنجی خبرگان نشان می‌دهد که ایشان پشتیبانی معماری ارائه شده از تولید انواع اسناد در سراسر پروژه توسعه سیستم ERP، کاهش زمان تولید، کشف اکثریت تغییرات و تصحیح مستندات، انجام تغییرات محلی بر روی مستندات، کاهش خطر از دست رفتن اطلاعات، بهبود کیفیت مستندسازی و کاهش افزونگی در مستندات را مورد تایید قرار داده و تنها در مورد کاهش میزان خطا در کشف نقاط تغییردانی بر این عقیده بودند که معماری پیشنهادی این معیار را پوشش نخواهد داد.

ارزیابی معماری بر اساس معیارهای مربوط به ویژگی‌های خاص پیشکار و سیستم‌های مبتنی بر پیشکار

در این بخش، معیارهای لیست مرجع، بر اساس ویژگی‌های خاص پیشکارها و سیستم‌های مبتنی بر پیشکار و با مطالعه منابع [۱۳ و ۱۷ و ۱۸ و ۱۹] تعیین شدند. نحوه پوشش این معیارها در معماری پیشنهادی در زیر آورده شده است:

- **خودمختاری:** معماری پیشنهادی دارای ویژگی خودمختاری است. زیرا فعالیت‌هایی همچون نظارت بر روند مستندسازی و ثبت تغییرات انجام شده در سیستم بدون دخالت مستقیم یا غیر مستقیم انسان، به طور مستقل انجام می‌گیرد.

• **همکاری:** معماری پیشنهادی از یک مجموعه پیشکار مستقل ولی همکار تشکیل شده است، زیرا توانایی هماهنگی و مذاکره بین پیشکارها و حتی موجودیت‌های خارجی برای دستیابی به اهداف مشترک را دارد.

نتیجه‌گیری و ارائه کارهای آینده

در این مقاله بر اساس دیدگاه مبتنی بر پیشکار، یک معماری با هدف مستندسازی پویای سامانه‌های ERP ارائه شد. برای دستیابی به معماری مبتنی بر پیشکار از متدولوژی MaSE جهت تحلیل و طراحی استفاده شد. برای ارزیابی معماری پیشنهادی از بین روش‌های ارزیابی معماری نرم‌افزار، تکنیک مبتنی بر سناریو، تکنیک مبتنی بر پرسش‌نامه و تکنیک مبتنی بر لیست مرجع استفاده شدند؛ نتایج ارزیابی نشان می‌دهند که معماری پیشنهادی قابل اجرا است، ضوابط یک معماری مبتنی بر پیشکار را داراست و همچنین معیارهای مستندسازی پویا را نیز تامین می‌نماید.

نقطه قوت اصلی این معماری، به‌کارگیری پیشکارها به عنوان مولفه‌های تشکیل‌دهنده برای مستندسازی پویا در سامانه‌های ERP است. پیشکارهای نرم‌افزاری دارای رفتارهای واکنشی و کنش‌گرایی هستند و با درک محیط قادر به پاسخ‌گویی به نیازها در بازه‌ی زمانی تعیین‌شده هستند. این ویژگی پیشکارها به پویا نمودن مستندسازی در سیستم‌های ERP و پاسخ‌گویی به تغییرات محیط کمک می‌نماید. از دیگر قابلیت‌های معماری پیشنهادی، تامین برخی از موارد موثر در بهبود کیفیت مستندسازی همچون افزایش قابلیت نگهداری سیستم، افزایش قابلیت تغییرپذیری مستندات، افزایش کیفیت مستندات تولیدی و بهره‌وری آن‌ها است.

به دلیل اینکه ارزیابی معماری تنها بر نظرات خبرگان مبتنی نباشد، از تکنیک‌های مبتنی بر سناریو و لیست مرجع به عنوان دو تکنیک شناخته شده در زمینه ارزیابی معماری نرم‌افزار نیز استفاده شد. همچنین با هدف افزایش کیفیت نتایج حاصل از نظرسنجی خبرگان، توصیه‌های داده شده در مقالات تحقیقاتی مرتبط با ارزیابی در مهندسی نرم‌افزار تجربی به کار گرفته شد. بر طبق این توصیه‌ها:

۱. خبرگان باید تا حد امکان معرفی شوند: به بخش خبرگان (پاسخ‌دهندگان) مراجعه شود.
۲. سوالات باید به جنبه‌های مختلف (گرچه مرتبط) پردازند: به بخش شرح پرسش‌نامه مراجعه شود.
۳. خبرگان باید کاملاً خروجی تحقیق را، که قرار است ارزیابی شود، درک نمایند: همان‌گونه که در بخش

روال ارزیابی بیان شد، در ابتدای ارزیابی، معماری پیشنهادی و توضیحات مربوط به آن در اختیار خبرگان قرار گرفت. همچنین به سوالات آن‌ها در زمینه معماری پاسخ داده شد تا جایی که ایشان معماری ارائه شده را کاملاً درک نمایند.

۴. جهت کاهش تهدیدهای ناشی از ذهنیت قبلی خبرگان، باید خبرگانی با زمینه کاری، سطح تجربه و حتی محل کار (هم دانشگاه و هم صنعت) مختلف انتخاب شوند: همان‌گونه که در بخش خبرگان مشخص شده است، خبرگان انتخاب شده در زمینه‌های متنوع معماری نرم‌افزار، پیشکارهای نرم‌افزاری، ERP، پیاده‌سازی ERP و استفاده از ERP تجربه دارند. همچنین برخی از آن‌ها از دو دانشگاه مختلف و برخی نیز از صنعت (شرکت ایران خودرو) انتخاب شده‌اند. در نهایت، سابقه کاری آن‌ها نیز از ۴ سال تا ۲۰ سال می‌باشد.

با وجود این که معماری ارائه شده به تولید انواع اسناد در سراسر پروژه توسعه سیستم ERP، کاهش زمان تولید، کشف اکثریت تغییرات و تصحیح مستندات، انجام تغییرات محلی بر روی مستندات، کاهش خطر از دست رفتن اطلاعات، بهبود کیفیت مستندسازی و کاهش افزونگی در مستندات منجر می‌شود، در این معماری (به سبب تعامل آن با مستندساز و دریافت برخی اطلاعات همچون بخش‌هایی از مستندات و یا بروز رسانی سوالات مطروحه) وجود خطاهای انسانی، بالارفتن ترافیک شبکه و اعمال سربار اضافی بر سامانه اجتناب ناپذیر است.

به عنوان زمینه‌های تحقیقاتی نزدیک به کار انجام‌شده در این تحقیق، می‌توان در آینده معماری‌های نرم‌افزاری دیگری را، که مبتنی بر پیشکارها هستند، برای تامین ویژگی‌های دیگر سیستم‌های ERP، مانند مدیریت فرآیندها، تحلیل مدیریتی، مدیریت توزیع نرم‌افزار، مدیریت نسخه‌ها و تغییرات و مدیریت امنیت و نقش‌ها طراحی و ارائه نمود.

مراجع

[1] A. Andersson, T. Bergsten, "A Case Study of Documentation's Significance in ERP System Development Projects", JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY, Vol. 15; PART 4, pp. 281-288, 2000.

[۲] حقیقی، حسن. شاه حسینی، هادی. مابشری، مازیار. "نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمانی: تولید، ارزیابی، انتخاب و پیاده‌سازی"، نشر تحسین، ۱۳۸۸.

- [12] H. Haghghi, S. Z. Hosseini, S. E. Jalambadani, "An Agent Oriented Architecture to Supply Multilanguage in EPR Systems", World Academy of Science, Engineering and Technology, Issue 59, pp. 1338-1341, 2011.
- [۱۳] عبدالله زاده بارفروش، احمد، معصومی، بهروز. آیت‌الله زاده شیرازی، محمدرضا. "مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی توزیع شده"، چاپ اول، نشر جلوه، تهران، ۱۳۸۴.
- [۱۴] وفادار، شیوا. "بهبود متدولوژی مهندسی نرم‌افزار مبتنی بر عامل (MaSE) بر مبنای مقایسه و تلفیق"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، دانشکده مهندسی کامپیوتر، ۱۳۸۲.
- [۱۵] فدائیان، محدثه. "ارائه صوری یک معماری مبتنی بر عامل برای تامین مستندسازی پویا در سیستم‌های ERP"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد قزوین، دانشکده مهندسی برق و رایانه، ۱۳۹۱.
- [16] Q. Chen, "Evaluation of OCR Algorithms for Images with Different Spatial Resolutions and Noises", University of Ottawa, 2004.
- [17] S. J. Juneid, G. A. Vouros, "Survey and Evaluation of Agent-Oriented Software Engineering Main Approaches", International Journal of Modeling and Simulation, Vol. 30 (1), pp.1-8, 2010.
- [18] A. Seghrouchni, J. Sanz and M. Singh, "Formal Methods in Agent-Oriented Software Engineering", Vol. 6038, pp. 213-228, 2011.
- [19] M. Montali, P. Torroni, N. Zannone, P. Mello and V. Bryl, "Engineering and Verifying Agent-Oriented Requirements Augmented by Business Constraints with B-Tropos", Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Vol. 23 (2), pp. 193-223, Springer, 2011.
- [3] M. Coen, "SodaBot: A Software Agent Environment and Construction System", MIT AI Lab Technical Report 1493, 1994.
- [4] D. Chauhan, A. Baker, "JAFMAS: A Multi-Agent Application Development System", Proc. of the Second International Conference on Autonomous Agents, pp. 100-107, 1998.
- [5] W. Davies, P. Edwards, "Agent-based Knowledge Discovery", Proc. of AAAI 1995 Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous, Distributed Environments, pp. 34-37, 1995.
- [6] J. E. SCOTT, "Technology Acceptance and ERP Documentation Usability", COMMUNICATIONS OF THE ACM, Vol. 51, No. 11, pp.121-124, 2008.
- [7] D. K. Canobbio, J. A. Durbin, K. Spahr., "Creating ERP Documentation for End Users", ANNUAL CONFERENCE- SOCIETY FOR TECHNICAL COMMUNICATION, Vol. 47, pp. 167-170, 2000.
- [8] R. Knackstedt, A. Winkelmann, J. Becker, their "Dynamic Alignment of ERP Systems and Documentations - An Approach for Documentation Quality Improvement", Americas Conference on Information Systems (AMCIS), 2007.
- [9] M. Hepp, A. Wechselberger, "On to Navi ERP: Ontology-Supported Navigation in ERP Software Documentation", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNCS 5318, pp. 764-776, 2008.
- [10] B. Lea, M. C. Gupta, W. Yu, "A Prototype Multi-Agent ERP System: An Integrated Architecture and a Conceptual Framework", Technovation, Vol. 25, pp. 433-441, 2005.
- [۱۱] حقیقی، حسن. قربانی، سجاد. "ارائه یک معماری مبتنی بر عامل برای تامین اعلان هشدار هوشمند در سیستم‌های ERP"، شانزدهمین کنفرانس ملی انجمن کامپیوتر ایران، صفحات ۵۷۳ تا ۵۷۸، ۱۳۸۹.