# مدل‌سازی سامانه توصیه‌گر معنایی تجویز پزشک و کشف تداخلات دارویی

علی اصغر صفائی [۱*](Ph.D)، سید سعید صفائی [۲](M.Sc)

۱- گروه انفورماتیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۱-۸۲۸۸۴۵۸۱ aa.safaei@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۲

## چکیده

**هدف: تجویز داروهای مناسب برای بیماران از اساسی‌ترین پروسه‌های درمان آن‌ها است و نیازمند تصمیم‌گیری دقیق بر اساس شرایط فعلی بیمار و سوابق و علائم وی می‌باشد. در بسیاری از موارد ممکن است بیماران بیش از یک دارو نیاز داشته یا علاوه بر داشتن بیماری قبلی و دریافت داروی آن، برای بیماری جدید نیاز به داروهای جدید داشته باشند که چنین شرایطی امکان ایجاد خطای پزشکی در تجویز دارو و بروز اثرات سوء مصرف دارویی (ADE) (مانند تداخلات دارویی) را برای بیمار افزایش می‌دهد.**

**مواد و روش‌ها: در این مقاله مدل‌سازی سامانه‌ی توصیه‌گر معنایی تجویز پزشک و کشف تداخلات داروئی ارائه شده است. پیش‌تر نیازمندی‌های سامانه استخراج و به تفصیل شرح داده شده و در این مقاله، بر اساس نیازمندی‌های استخراج شده به مدل‌سازی سامانه با استفاده از زبان یک‌پارچه مدل‌سازی UML2.0 پرداخته شده است. جهت ارزیابی کارکردهای توصیه و کشف ADEها (تداخلات) اقدام به توسعه نمونه آزمایشگاهی با استفاده از زبان Java شد و هم‌چنین مجموعه‌ای از قواعد جهت استدلال و کشف تداخلات و ADEها گردآوری شد.**

**یافته‌ها: نتایج ارزیابی عملکرد سامانه برای کارکردهای کشف اثرات سوء مصرف داروها و توصیه داروئی نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد رویکرد پیشنهادی به میزان ۹/۲۵ و ۱۱/۳ درصد در معیار دقت، ۲۹ و ۶۰/۶ درصد در معیار فراخوانی (به ترتیب رویکردهای کشف اثرات سوء و توصیه داروئی) می‌باشد.**

**نتیجه‌گیری: استفاده از این سامانه به‌عنوان یک مدخل ورود الکترونیکی دستورات پزشک می‌تواند علاوه بر کمک به پزشکان جهت تجویز دقیق‌تر نسخه، مخاطرات موجود علیه سلامتی بیماران که ناشی از خطاهای پزشکی در مرحله تجویز دارو است را کاهش دهد.**

**واژه‌های کلیدی: سیستم توصیه‌گر معنایی، اثرات سوء مصرف داروها، تداخلات دارویی، زبان یک‌پارچه مدل‌سازی، مدخل ورود کامپیوتری دستورات پزشک**

## مقدمه

مصرف توأم داروها همراه یک‌دیگر ممکن است در متابولیسم داروها تاثیر بگذارد و سطح دارو را در خون افزایش یا کاهش دهد. هم‌چنین مصرف دارو در شرایط خاص ممکن است برای سلامتی بیمار اثر سوء داشته باشد. مطابق با تحقیقات آژانس AHRQ (Agency for Healthcare Research and Quality) سالانه ۷۷۰،۰۰۰ صدمات و مرگ‌ومیر ناشی از تداخلات دارویی و اثرات سوء مصرف آن‌ها اتفاق می‌افتد که برای بیمارستان‌ها هزینه‌ای بالغ بر ۵/۶ میلیون دلار در پی دارد. با این وجود بین ۲۸ تا ۹۵ درصد موارد عوارض سوء مصرف داروها((ADE/ADR (Adverse Drug Event/Reaction) با کاهش خطاهای تجویز دارویی قابل پیشگیری هستند [۲،۱]. امروزه منابع اطلاعاتی زیادی در مورد داروها و تداخلات دارویی (Drug Interactions) در وب موجود است که می‌توان از آن‌ها جهت کشف تداخلات دارویی و دریافت اطلاعات راجع به داروها و بیماری‌ها بهره‌برداری کرد، مانند سازمان FDA آمریکا(US Food & Drug Administration) ، کتابخانه دیجیتال پزشکی مثل PubMed و هم‌چنین مخازن داده RDF (Resource Description Framework) ارائه شده توسط پروژه LODD مانند SIDER و DrugBank و Diseasome [۳]. این منابع در پی ایجاد و توسعه وب معنایی (Semantic Web)گردآوری شده‌اند. وب معنایی توسعه‌ای از وب سنتی است و در آن بیان روابط میان موجودیت‌ها و اشیاء به نحوی است که برای ماشین قابل فهم و پردازش باشد. با وجود چنین منابع عظیم راجع به داروها و تداخلات دارویی هم‌چنان پزشکان

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

باید وقت فراوانی را صرف جست‌وجو و تحلیل و کشف اطلاعات مدنظرشان انجام دهند. هم‌چنین موانعی نیز در دستیابی کاربران به چنین اطلاعاتی وجود دارد. اول این‌که کاربران ممکن است از وجود چنین منابعی بی‌اطلاع باشند. ثانیاً بسیاری از کاربران و علی‌الخصوص بیماران ممکن است با واژه‌نامه تخصصی داروها و تداخلات دارویی ناآشنا باشند و پزشکان و متخصصان حوزه پزشکی نیز ممکن است مهارت‌های تکنیکی لازم برای بیان صحیح نیازمندی‌های اطلاعاتیشان که به‌عنوان مثال توسط منابع موجود در وب معنایی فراهم شده است را نداشته باشند. هم‌چنین استخراج تداخلات دارویی از منابع موجود به علت تعداد زیاد داروها و روابط پیچیده دارویی امری مشکل است [۴].

منبع DrugBank که توسط Wishart و همکاران [۵] توسعه داده شده پایگاه داده‌ای از داروها و اطلاعات مربوط به آن‌ها است و یک پایگاه داده جامع و قابل دسترس از طریق وب می‌باشد که اطلاعات کَمّی شیمیایی، فیزیکی، دارویی و بیولوژیکی راجب هزاران دارویی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند را در بر می‌گیرد. این منبع، داده‌هایی راجب مشخصه‌های فیزیکی و ساختار داروها ارائه می‌دهد. این منبع در وب معنایی و توسط پروژه LODD که توسط W3C (World Wide Web Consortium) توسعه داده شده به فرم سه‌گانه RDF تبدیل شده و اطلاعات موجود در آن در نقاط پایانی اسپارکل (http://cu.drugbank.bio2rdf.org/sparql) موجود در منبع Bio2RDF [۶] قابل پرس‌وجو است و به منابع معنایی دیگر موجود در گستره‌ی وب معنایی نیز به‌وسیله لینک‌های معنایی ارتباط دارد.

از جمله ساختارهای دانشی و معنایی که می‌توان در آن به بیان روابط میان موجودیت‌ها و اشیاء یک حوزه پرداخت هستان‌شناسی است که یک توصیف رسمی از انواع، مشخصه‌ها و روابط میان موجودیت‌های یک حوزه می‌باشد. از این‌رو بهره‌گیری از منابع داده‌ای معنایی و بیان روابط میان موجودیت‌ها در ساختار هستان‌شناسی و به‌کارگیری تکنولوژی‌های مربوط به وب معنایی تحت یک زیرساخت مناسب؛ می‌تواند سرعت و دقت کشف تداخلات و داروهای مناسب جهت بیمار را بهبود بخشد [۷].

Chen و همکاران [۸] یک سیستم توصیه‌گر داروهای دیابتی مبتنی بر هستان‌شناسی توسعه داده‌اند که از یک پایگاه دانش که توسط متخصصین بیمارستان Taichung تایوان ایجاد شده است و هم‌چنین پایگاه داده راهنمای پزشکی انجمن متخصصان غدد درون‌ریز آمریکایی (AACEMG) (American Association of Clinical Endocrinologists Medical Guidelines) استفاده می‌کند. ابتدا با استفاده از ابزار Protégé هستان‌شناسی لازم برای داروها ایجاد شد. سپس از زبان قواعد وب معنایی (SWRL) (Semantic Web Rule Language)جهت ایجاد قواعد برای ارتباطات داروهای ضد دیابتی استفاده شده و سپس با استفاده از XSLT این قواعد به فرمت قابل قبول برای محیط و موتور قواعد JESS (Java Expert System Shell) تبدیل می‌شود. در نهایت استنتاج‌های سیستم توسط JESS صورت گرفته و توصیه‌های دارویی ارائه می‌شود.

در این مقاله مراحل طراحی، مدل‌سازی و ارزیابی یک سیستم توصیه‌گر معنایی(Semantic Recommender System) شرح داده شده است که کاربرد آن در تجویز دارو توسط پزشک و به منظور ارائه توصیه دارویی و کاهش تداخلات دارویی بین داروهای تجویزی می‌باشد. سیستم‌های توصیه‌گر معنایی کلاسی از سیستم‌های توصیه‌گر را شکل می‌دهند که از تکنولوژی‌های وب معنایی مانند هستان‌شناسی‌ها در پروسه ارائه توصیه استفاده می‌کنند [۴]. بدین صورت اضافه‌بار اطلاعاتی (Information Overload)که کاربران جهت استخراج محتوای مناسب درمانی با آن روبرو هستند با توصیه مناسب‌ترین موارد به آن‌ها کاهش یافته و باعث می‌شود بروز خطای پزشکان در تجویز دارو و درمان بیماری کاهش یابد. سیستم‌های توصیه‌گر پزشکی (Health Recommender System) با استفاده از منابع اطلاعاتی پزشکی و هم‌چنین بهره‌وری از پروفایل بیماران (Personal Health Record)می‌توانند توصیه‌های لازم را به کاربرانشان ارائه دهند [۹،۱۰].RDF زبان پایه استفاده شده در وب معنایی می‌باشد و منابع داده‌ای مورد استفاده در این مقاله در قالب این فرمت هستند که با استفاده از زبان پرس‌وجوی منابع RDF (SPARQL)می‌توان از این منابع اطلاعات را استخراج نمود. جهت بیان روابط دارویی و بیماری‌ها و شرایط بیمار در این سامانه، هستان‌شناسی مورد نیاز در حوزه دارویی–درمانی طراحی و توسعه داده شده است. از ویژگی‌های هستان‌شناسی امکان استنتاج و استدلال دانش جدید بر اساس اطلاعات و روابط ارائه‌شده درون آن می‌باشد و در این سیستم نیز با استفاده از این ویژگی دانش لازم جهت کشف تداخلات دارویی حاصل می‌شود [۱۱].

در یک پژوهش که توسط Wiesner و Pfeifer [۱۲] انجام شده است رویکردی جهت توسعه یک سیستم توصیه‌گر مبتنی بر رکورد اطلاعات پزشکی شخصی (PHR/EHR) (Personal/Electronic Health Record) ارائه شده که تحت نام سامانه‌ی توصیه‌گر پزشکی (Health Recommender System) (HRS) معرفی گردیده است. نیازمندی‌های سیستم مدنظر محققان در این مقاله مشخص شده و ساختار داده‌ای به صورت گراف شامل مفاهیم پزشکی استخراج شده از اطلاعات Wikipediaمعرفی شده که اصطلاحاً به آن Health Graph



[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]
[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

می‌گویند. سپس یک نمونه آزمایشی از HRS معرفی شده به عنوان گسترشی بر مداخل داده‌ای PHR ارائه شده است. بدین منظور، با داشتن اطلاعات پزشکی موجود در مداخل دادهPHR و با استفاده از تکنیک‌هایی نظیر تصحیح املاء و توسعه کوئری معنایی روی گراف سلامت مطالب و اطلاعات مرتبط به کاربر ارائه می‌شود که نتایج اولیه ارزیابی نشان‌دهنده بهبود نتایج در این روش نسبت به رویکردهای سنتی بازیابی اطلاعات می‌باشد. محققان جهت ارزیابی رویکرد پیشنهادیشان یک آزمایش کنترل شده طراحی کردند که در آن یک HRS پیشرفته مطابق رویکرد پیشنهادی آن‌ها توسعه داده شده و با یک HRS بومی که فقط از متدهای بازیابی اطلاعات استفاده می‌کند، به‌وسیله یک مجموعه تست توسعه داده شده توسط متخصصین پزشکی مقایسه شده است.

در یک تحقیق که توسط Pathak و همکاران [۱۳] روی اطلاعات خصوصی بیماران در سیستم EHR کلینیک مایو (Mayo Clinic) صورت گرفت به بررسی یکپارچه‌سازی داده‌های عمومی و خصوصی به‌وسیله پرس‌وجوهای فدرال (Federated Querying) روی منابع معنایی پرداخته شد. محققان سیستمی را توسعه دادند که به‌وسیله آن اطلاعات بیماران کلینیک مایو به فرم RDF درآورده شده و توسط یک نقطه پایانی SPARQLجهت اجرای کوئری روی آن آماده شده است. سپس با استفاده از کوئری‌های فدرال که در آن می‌توان یک کوئری را روی چندین نقطه پایانی اجرا کرد، تداخلات دارو–داروی موجود در پرونده بیماران استخراج شده است. در این پژوهش از اطلاعات دارویی موجود در منبع داده معناییDrugBank جهت استخراج تداخلات دارو–دارو استفاده شده است.

در پژوهشی که توسط Kushwaha و همکاران [۴] صورت گرفته یک سیستم توصیه‌گر توسعه داده شده که از اطلاعات موجود در وب معنایی و منابع داده گردآوری شده توسط پروژه LODD همراه با به‌کارگیری تکنیک داده کاوی استفاده شده است. محققان از منابع Drugbank و Diseasome استفاده کرده و برنامه‌ای را توسعه داده‌اند که تداخلات دارو–دارو (DDI) (Drug-Drug Interaction)، تداخلات دارو–آلرژی (DAI) (Drug-Allergy Interaction) و داروهای درمانی مناسب برای بیمار را به همراه اطلاعات دارویی دیگر نظیر اثرات جانبی دارو، تداخلات غذایی و توصیف دارو استخراج نموده و سپس این اطلاعات معنایی را به همراه اطلاعات رکورد بیماران مورد کاوش قرار داده و مجموعه‌ای از داروهای ممکن جهت درمان بیماری را ارائه می‌دهد. در این پژوهش فناوری‌های وب معنایی و داده کاوی به‌عنوان مکمل یک‌دیگر معرفی شده‌اند که حاصل استفاده از آن‌ها نتایجی کامل‌تر ارائه می‌دهد.

Sung و همکاران [۱۴] یک سیستم اطلاعاتی متمرکز دارویی برای بیماران بستری شده توسعه داده‌اند که مطابق بررسی‌های آنان منجر به کاهش تداخلات دارویی در فاز تجویز شده است. اطلاعات بیماران در این سیستم از یک مرکز پزشکی در تایپه گردآوری شده و اطلاعات دارویی از پایگاه داده یک‌پارچه دارویی گردآوری شده توسط وزارت بهداشت تایوان به‌دست آمده است. هر دوی این پایگاه داده‌ها به داخل یک پایگاه داده محلی MySQL وارده شده‌اند و روی آن‌ها پرس‌وجوی SQL اجرا می‌گردد. اطلاعات بیماران، اطلاعات نسخ و اطلاعات دارویی شامل ۱۵ فیلد اطلاعاتی در واسط‌های کاربری به‌طور مجزا نشان داده می‌شود. نتایج ارزیابی سیستم توسعه داده شده توسط محققان در مقایسه با مدخل ورود الکترونیکی دستورات پزشکComputerized Physician Ordering Entry (CPOE) کلینیک مذکور نشان‌دهنده‌ی افزایش تعداد تداخلات و هشدارهای دارویی به میزان ۱۶/۳ درصد بیش‌تر از تداخلات کشف شده توسط سیستم موجود در کلینیک می‌باشد که این تداخلات شامل تمامی تداخلات با درجه خفیف تا شدید است.

در این مقاله، مراحل ابتدایی توسعه سامانه پیشنهادی شامل مهندسی نیازمندی‌ها و توصیف (Specification) سامانه، طراحی معماری و مدل‌سازی سامانه به انجام خواهد رسید. زبان مدل‌سازی مورد استفاده در این مقاله UML2.0 بوده و نمودارهای لازم برای سامانه پیشنهادی مدل‌سازی و ارائه می‌شوند. ارزیابی سامانه پیشنهادی به وسیله پیاده‌سازی نمونه آزمایشگاهی اولیه جهت انجام کارکردهای اصلی سامانه، اجرای سناریوهای تست مختلف و بررسی خروجی و پاسخ ارائه شده توسط نمونه انجام خواهد شد. پاسخ‌های ارائه شده با نتایج حاصل از سیستم‌های مشابه مقایسه شده و در قالب نمودارها و توضیحات تکمیلی ارائه می‌گردد.

ساختار مقاله به این صورت تنظیم شده است: در بخش ۲ طراحی و مدل‌سازی سامانه و نمودارهای مرتبط با آن ارائه شده است. در بخش ۳ نتایج ارزیابی نمونه آزمایشی سامانه و مقایسه نتایج کارکردهای اصلی (کشف تداخلات، ارائه توصیه) نسبت به رویکردهای مشابه ارائه شده است و نهایتاً در بخش ۴ نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای کارهای آتی ارائه شده است.

## مواد و روش‌ها

مدل‌سازی یکی از مراحل اساسی توسعه نرم‌افزار می‌باشد که به‌وسیله آن پیچیدگی‌های طراحی و توسعه به‌صورت قابل کنترل ارائه شده و به تولید نرم‌افزار با کیفیت و سهولت پیاده‌سازی منجر می‌شود. در این مرحله ابتدا به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته شده که به وسیله آن اطلاعات لازم جهت شناخت ماهیت مسأله و

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]
[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

روش برخورد با آن و نیازمندی‌های سامانه استخراج می‌گردد. با استفاده از نتایج این مرحله نیازمندی‌های سامانه احصاء شده و به‌طور کامل و دقیق توصیف می‌شود. در مرحله بعد به مدل‌سازی سامانه پرداخته شده که با استفاده از نمودارهای ارائه شده توسط زبان UML 2.0 بیان شده است.

**توصیف سامانه**

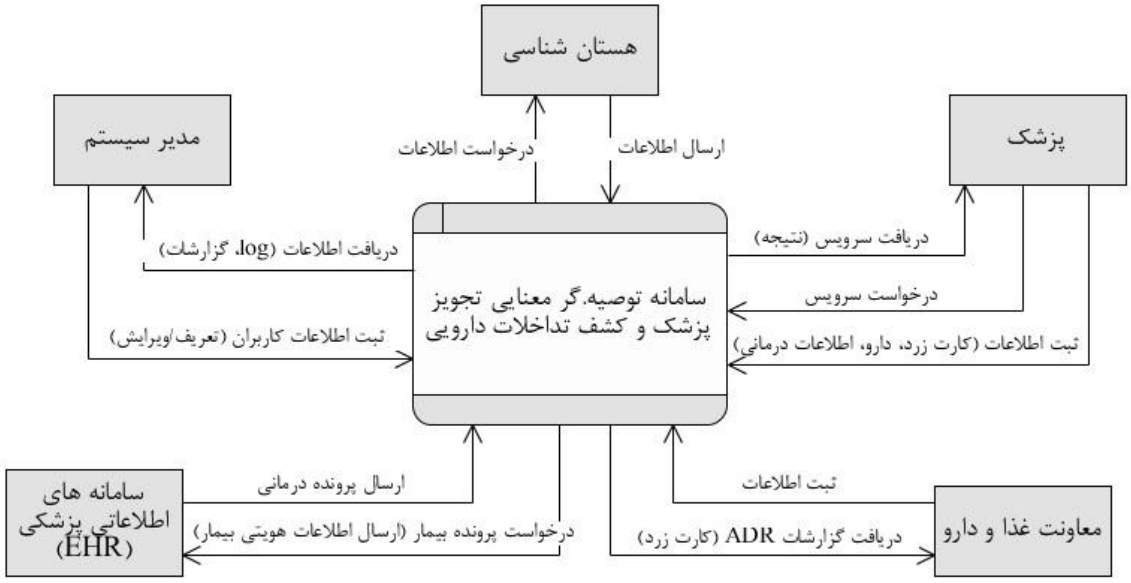
این سامانه می‌تواند به‌صورت یک مؤلفه مدخل ورود کامپیوتری دستورات پزشک در سیستم‌های مکانیزه مدیریت اطلاعات بیمارستان (Hospital Information System) (HIS) مورد استفاده قرار گیرد یا به عنوان یک افزونه یا گسترشی بر CPOE موجود در بیمارستان به‌کار برده شود که بدین وسیله قابلیت‌های کشف تداخلات دارویی و ارائه توصیه دارویی را برای متخصیص پزشکی فراهم می‌کند. اطلاعات سابقه‌ای بیمار می‌تواند از طریق سیستم‌های درمانی دیگر نظیر سامانه سپاس دریافت شده و جهت استدلال و پردازش در سامانه مورد استفاده قرار گیرد.

**احصاء نیازمندی‌ها**

در این مرحله در سه فاز مشاهده، مصاحبه و پرسش‌نامه آشنایی دقیقی با مساله اصلی، سامانه‌های موجود و محیط پیرامون آن‌ها و کاربران سیستم حاصل شد. نتایج حاصل از این مرحله باعث شناخت بهتر فضای مسئله و روش برخورد با آن و نتیجتاً تعیین قابلیت‌های مورد نیاز در سامانه و استخراج نیازمندی‌های سامانه پیشنهادی می‌شود. در ادامه کارکردهای سامانه معرفی شده و نیازمندی‌های عملکردی مرتبط با هر کارکرد/قابلیت ذکر شده و نیازمندی‌های غیرعملکردی (کیفی) سامانه به تفکیک کد نیازمندی بیان می‌شود.

**توصیف نیازمندی‌ها**

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مرحله جمع‌آوری اطلاعات، نمای کلی از سامانه به‌دست آمد و قابلیت‌های مورد نیاز تعیین گردید. نمودار هم‌بافت سامانه در شکل ۱ آورده شده است که رابطه بین سیستم و موجودیت‌ها و نهادهایی که با آن در ارتباط‌اند را نشان می‌دهد. قابلیت‌های اصلی سامانه و بخش‌های مورد نیاز در شکل ۲ مشخص شده و شرح آن در ادامه آمده است. برای هر قابلیت، نیازمندی‌ها بر اساس کاربر مرتبط با آن و بر اساس کد اختصاص داده‌شده به قابلیت در جداول مربوطه شرح داده شده است. در جدول ۱ گزیده‌ای از مهم‌ترین نیازمندی‌های هر بخش سامانه به همراه کد مربوط به آن بخش آورده شده است.




شکل ۱: نمودار هم‌بافت سامانه

شکل ۲: خدمات و بخش‌های سامانه

کشف تداخلات و توصیه اقلام دارویی مناسب از مهم‌ترین کارکردهای سامانه می‌باشد. در بخش کشف تداخلات، پس از ثبت اولیه داروها در پروفایل بیمار، سیستم با استفاده از اطلاعات بیمار شامل داروهای قبلی و جدید، دوز مصرف، سن، سوابق



[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

بیماری، سوابق فامیلی و گذشته، علائم و آلرژی‌ها؛ به پرس‌وجو و تحلیل هستان‌شناسی سامانه می‌پردازد و نتیجه را که همان لیست تداخلات موجود در نسخه تجویزی جدید است (در صورت وجود) به پزشک نشان می‌دهد. برای کشف تداخلات ابتدا تداخلات دارو–دارو میان داروهای جدید با یک‌دیگر، و میان داروهای جدید و داروهای قبلی بیمار مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس تداخل داروها با آلرژی‌های بیمار مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه با استفاده از سایر اطلاعات بیمار نظیر سن (دوره سنی)، نوع بیماری و بررسی و استدلال روی هستان‌شناسی، اثرات سوء مربوط به داروها مثل احتمال مسمومیت دارویی، احتمال بروز عوارض سوء به علت شرایط خاص بیمار (بیماری قبلی، اعمال جراحی قبلی، بارداری و شیردهی، بیماری‌های خاص) مورد بررسی قرار می‌گیرد و ADEها استخراج می‌شوند. کد اختصاص داده شده به این بخش GetIntFR می‌باشد.

در قسمت توصیه اقلام داروئی پزشک می‌تواند درخواست توصیه لیست داروهای مناسب برای بیمار را به سیستم ارائه دهد. بدین منظور باید حتماً تشخیص اولیه (بیماری) یا بیماری‌های فعلی بیمار در پروفایل وی ثبت شده باشد. سیستم پس از درخواست کاربر داروهای مناسب جهت درمان/کنترل بیماری‌های بیمار را از هستان‌شناسی استخراج کرده و با استفاده از اطلاعات ثبت شده راجع به بیماری‌ها و تشخیص بیماری صورت گرفته برای بیمار، و در نظر گرفتن شرایطی مانند دوره سنی، آلرژی‌ها و سوابق اقدام به ارائه لیستی از داروهای مناسب برای بیمار می‌نماید. از لیست داروهای ارائه شده با استفاده از متد به‌کاررفته در کشف تداخلات، داروهایی که برای بیمار خطرآفرین می‌باشد (بر اساس استدلال و پرس‌وجو روی هستان‌شناسی و پروفایل بیمار) و دارای تداخل است کنار گذاشته خواهد شد و بدین صورت لیست ارائه شده فاقد تداخلات دارویی و اثرات سوء مصرف خواهد بود. داروهای ارائه شده بر اساس دسته دارویی که به آن تعلق دارند دسته‌بندی شده و به پزشک نمایش داده می‌شود. کد اختصاص داده شده به این قسمت RecommendFR می‌باشد.

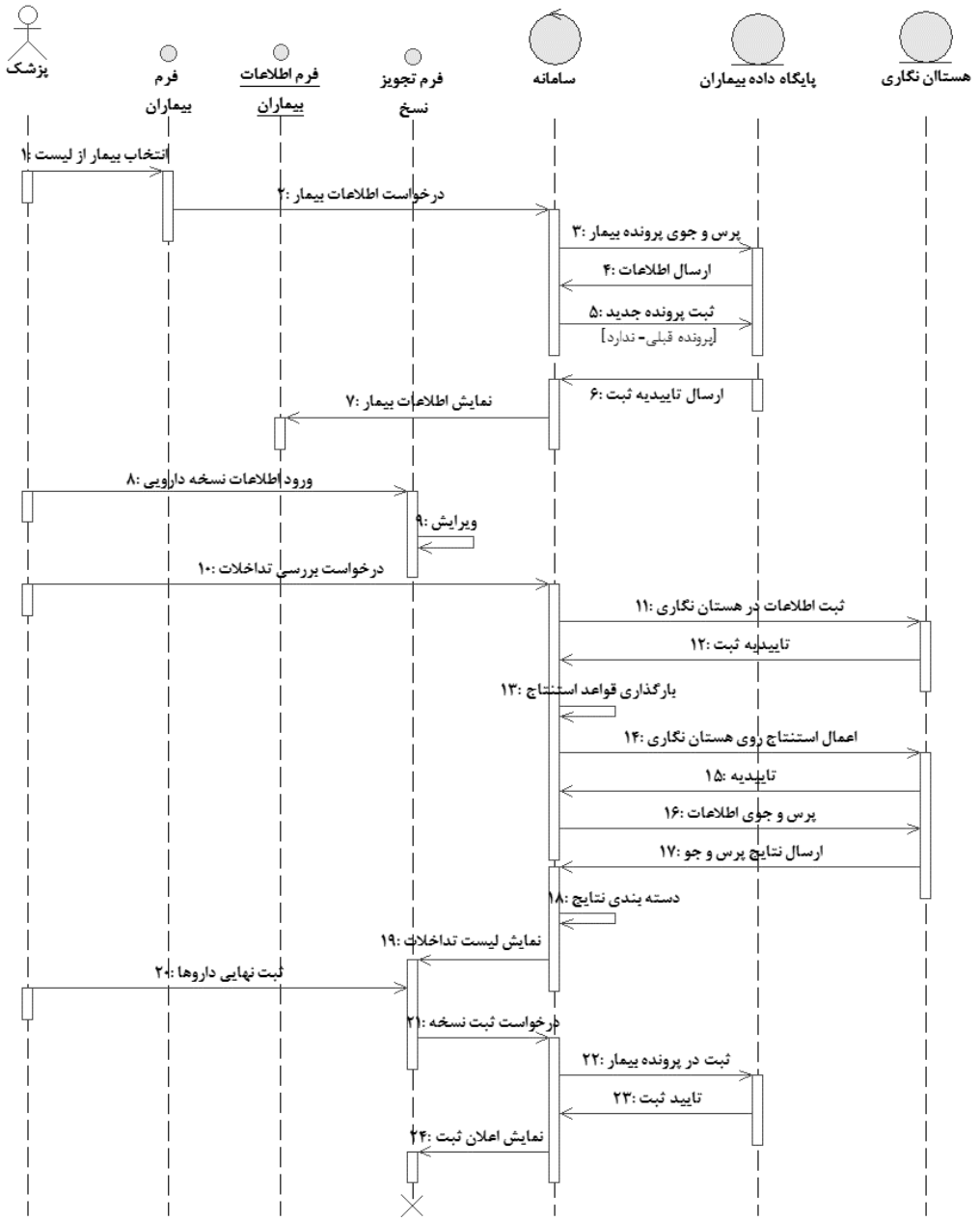
**مدل‌سازی سامانه پیشنهادی**

مساله اصلی که این سامانه به آن پرداخته است تجویز دارو برای بیماران می‌باشد. داروهای تجویزی علاوه بر این‌که باید دارویی مناسب جهت درمان بیماری بیمار با شرایط مشخص باشد، نباید با یک‌دیگر تداخل داشته باشند و هم‌چنین مصرف آن‌ها برای بیمار اثرات سوء نداشته باشد. در این سامانه که می‌تواند به‌صورت یک CPOE پیشرفته عمل کند، ابتدا اطلاعات بیمار در سیستم ثبت می‌گردد. این اطلاعات شامل اطلاعات هویتی و اطلاعات و سوابق درمانی وی می‌باشد که همان‌طور که ذکر شد می‌توان آن را از سایر سامانه‌های درمانی نیز دریافت کرد. پزشک سپس بر اساس تشخیص بیماری و یا علائم بیمار اقدام به ثبت دارو یا لیستی از داروهای مناسب برای بیمار می‌نماید. در این قسمت سامانه تداخلات احتمالی موجود میان داروهای نسخه ثبت شده و اثرات سوء مصرف داروها را به پزشک نشان می‌دهد. پزشک هم‌چنین می‌تواند از گزینه ارائه توصیه دارویی جهت دریافت لیستی از داروهای مناسب جهت بیمار فعلی با تشخیص بیماری معین و سوابق پزشکی خاص را انتخاب نماید. گزارش موارد مشکوک به عارضه دارویی که در سیستم غیرمکانیزه فعلی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی از آن به عنوان گزارش کارت زرد یا گزارش ADR یاد می‌شود نیز در این سامانه می‌تواند به‌صورت مکانیزه تهیه و به معاونت غذا و داروی وزارت بهداشت ارسال گردد. مدل‌سازی انجام شده برای سامانه مذکور در قالب منظرهای ۴+۱ در زبان UML2.0 که شامل دید منطقی، دید توسعه، دید فرآیند، دید فیزیکی و سناریوها یا موارد کاربردی سیستم، صورت گرفته است [۱۵] و در هر منظر نمودارهای مورد نیاز ترسیم شده است. لازم به ذکر است که این مدل‌سازی طی تکرار و تصحیح‌های متعدد انجام گردیده است.

در دید منطقی نمودار کلاس و نمودار توالی که بخشی از مدل منطقی سیستم را تشکیل می‌دهد ارائه می‌شود. این دید مؤلفه‌ها (اشیاء) سیستم را همراه با تعاملات و روابط آن‌ها نشان می‌دهد. در شکل ۳ نمودار توالی کارکرد کشف تداخلات سامانه را مشاهده می‌کنید. نمودار توالی به صورت منظم در یک توالی زمانی پشت سرهم، ارتباطات متقابل اشیاء را نشان می‌دهد. هم‌چنین این نمودار طول عمر اشیاء نسبت به پیام‌های مبادله شده را نمایش می‌دهد. نمودار توالی مشخص می‌نماید اشیاء چگونه با یک‌دیگر در قالب پیام‌های متوالی ارتباط برقرار می‌کنند. در این نمودار گردش پیام در واقع همان فراخوانی متدهای یک شی می‌باشد. بنابراین نمودارتوالی عمدتاً فراخوانی متدهای اشیاء را نشان می‌دهد که مشابه اتفاقی است که در یک سیستم در حال اجرا رخ می‌دهد.

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

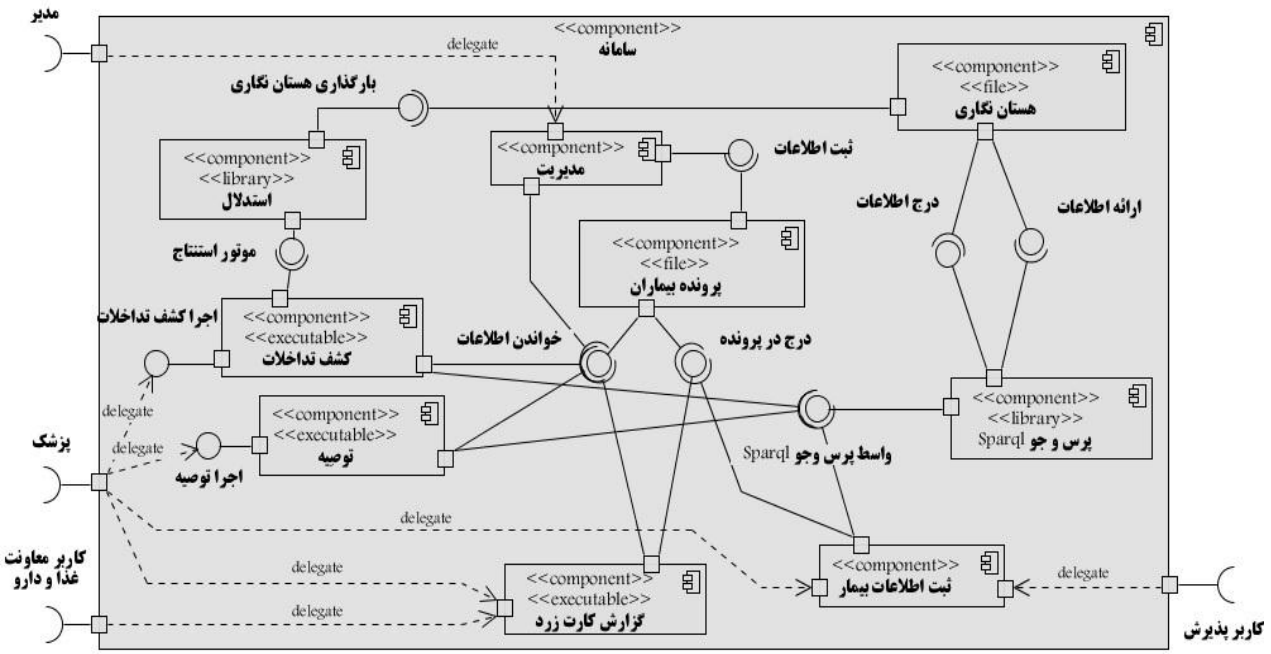



شکل ۳: نمودار توالی کشف تداخلات دارویی

در دید توسعه نمودار مؤلفه و بسته‌بندی نمایش داده می‌شود. این دید مورد استفاده برنامه‌نویسان و مدیران نرم‌افزار می‌باشد و مؤلفه‌های نرم‌افزار و کلاس‌های آن را نمایش می‌دهد. نمودار مؤلفه جهت مدل‌سازی جنبه فیزیکی یک سیستم شیءگرا به‌کار می‌رود. این نمودار وابستگی میان مؤلفه‌های نرم‌افزاری را نمایش می‌دهد. یک مؤلفه نشان‌دهنده‌ی یک بخش ماژولار سیستم می‌باشد که محتوای آن را مخفی می‌کند و هم‌چنین قابل جایگزینی است. در UML2 مؤلفه‌ها واحدهای خودمختار (Autonomus) و کپسوله شده‌ای (Encapsulate) داخل یک سیستم یا زیرسیستم می‌باشند که یک یا چند واسط را فراهم می‌کنند. رفتار مؤلفه به‌وسیله‌ی واسط‌هایی که نیاز دارد و هم‌چنین واسط‌هایی که برای دیگران فراهم می‌کند تعریف می‌شود. واسط‌ها نمایش‌دهنده سرویس‌هایی است که مؤلفه برای استفاده‌کنندگانش/مشتریانش فراهم می‌کند. مؤلفه می‌تواند در یک یا چند کاربرد مورد استفاده قرار گیرد. هدف اصلی این نمودار نمایش ارتباطات ساختاری میان مؤلفه‌های سیستم می‌باشد [۱۶]. شکل۴ نمودار مؤلفه سیستم را نشان می‌دهد.

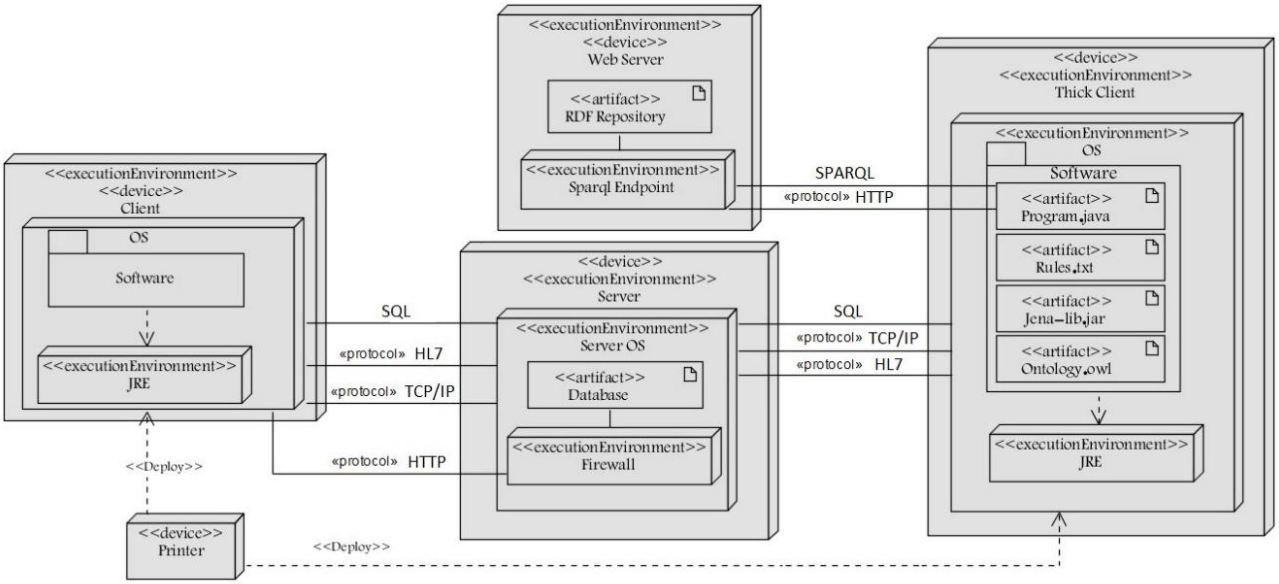
[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]




شکل ۴: نمودار مؤلفه سامانه توصیه‌گر معنایی تجویز پزشک و کشف تداخلات دارویی

در دید فیزیکی که به‌نام دید استقرار نیز شناخته می‌شود محیط اجرائی سیستم توسط نمودار استقرار نمایش داده می‌شود. تمرکز این نمودار روی توپولوژی و نحوه قرارگیری مؤلفه‌های نرم‌افزاری روی لایه فیزیکی و همچنین ارتباط فیزیکی میان این مؤلفه‌ها می‌باشد. این نمودار سخت‌افزار سیستم، نرم‌افزاری که روی آن سخت‌افزار نصب شده و میان‌افزاری که جهت ارتباط ماشین‌های مختلف با یک‌دیگر استفاده می‌شود را نشان می‌دهد. این نمودار برای کاربردهایی که نیاز است که روی چندین ماشین یا سیستم مختلف اجرا شوند رسم می‌شود. در سامانه پیشنهادی نیز به علت استفاده از منابع خارجی و همچنین در نظر گرفتن امکان استفاده توزیعی از سامانه و بخش‌های مختلفی که ممکن است هر یک در سیستمی جداگانه به‌کار گرفته شوند اقدام به رسم این نمودار شده است. نمودار استقرار سامانه در شکل ۵ نمایش داده شده است.




شکل ۵: نمودار استقرار سامانه توصیه‌گر معنایی تجویز پزشک و کشف تداخلات دارویی

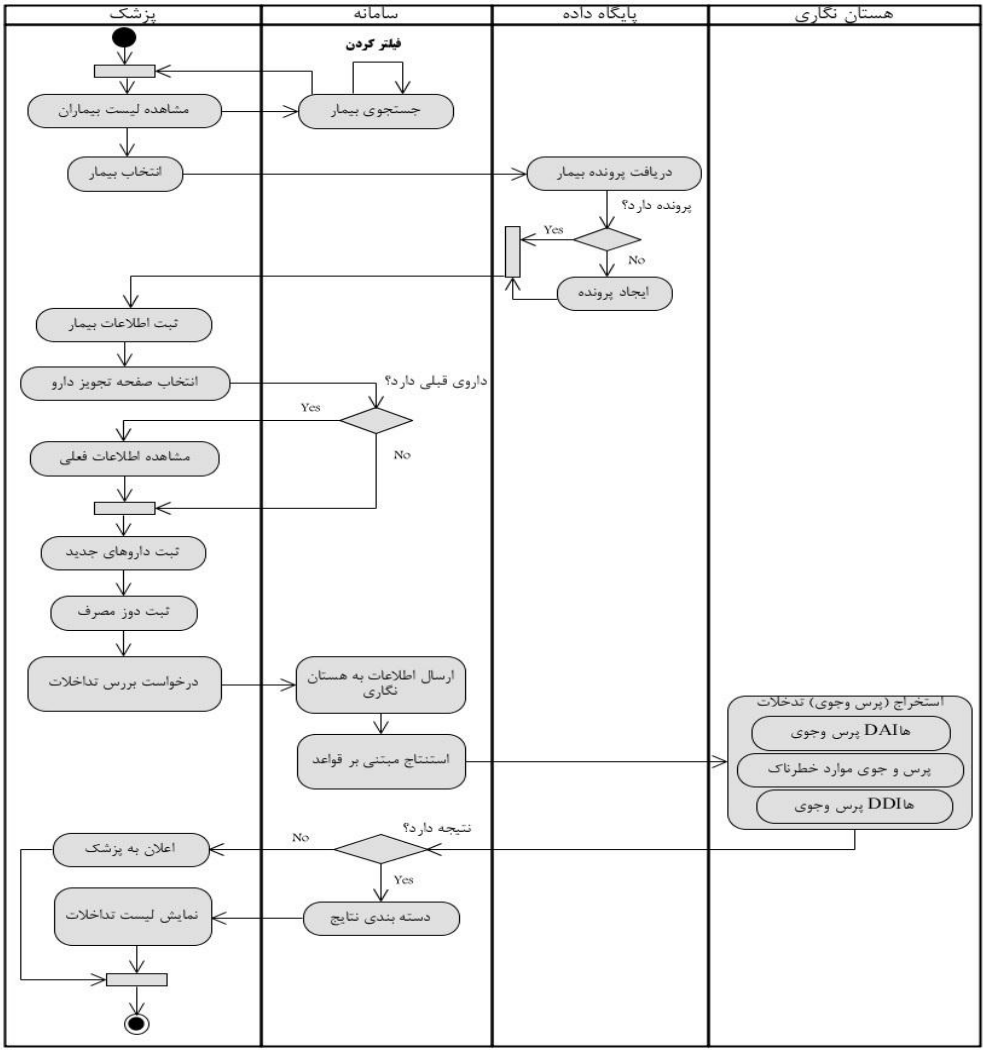
[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

دید فرایند با جنبه پویای سیستم سروکار دارد و فرایندهای سیستم و نحوه ارتباط آن‌ها را نمایش می‌دهد و روی رفتار زمان اجرای سیستم تمرکز دارد. نمودار فعالیت جهت نمایش این دید مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نمودار به بیان روند گام‌به‌گام انجام فعالیت‌ها پرداخته و در واقع فلوچارت انجام امور برای هر قابلیت سامانه را نمایش می‌دهد. در شکل۶ نمودار فعالیت برای کارکرد کشف تداخلات دارویی نمایش داده شده است.

در دید سناریو توصیف معماری نرم‌افزار به‌وسیله مجموعه نمودارهای مورد کاربرد (شامل نمودار مورد کاربرد کسب‌وکار و نمودار مورد کاربرد) یا سناریوهایی نمایش داده می‌شود. سناریوها ترتیب تعاملات بین اشیاء و فرایندها نشان می‌دهد. سناریوها جهت شناسایی عناصر معماری و اعتبارسنجی طراحی معماری استفاده می‌شوند. به این دید، دید مورد کاربرد نیز گفته می‌شود. نمودار مورد کاربرد کسب‌وکار نیازمندی‌ها و موارد کاربردی کلان سیستم را نمایش می‌دهد. در این نمودار کاربران مختلفِ درگیر با سامانه و فعالیت‌هایی که آن‌ها انجام می‌دهند یا توسط آن فعالیت سرویسی را دریافت می‌کنند و به‌طور کلی ارتباط سیستم با محیط بیرون نمایش داده می‌شود. این نمودار قابلیت‌های مختلف ارائه شده توسط سامانه و کاربران درگیر در آن قابلیت را نشان می‌دهد. در رسم این نمودار از نیازمندی‌های استخراج شده بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته از مرحله جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است. این نمودار سطوح دسترسی کاربران به قابلیت‌های سامانه را نیز به نوعی نشان می‌دهد. کاربران مرتبط با سامانه عبارتند از: پزشک، مدیر، کاربر پذیرش، کاربر معاونت غذا و دارو. در شکل ۷ نمودار مورد کاربرد کسب‌وکار سیستم نشان داده شده است.

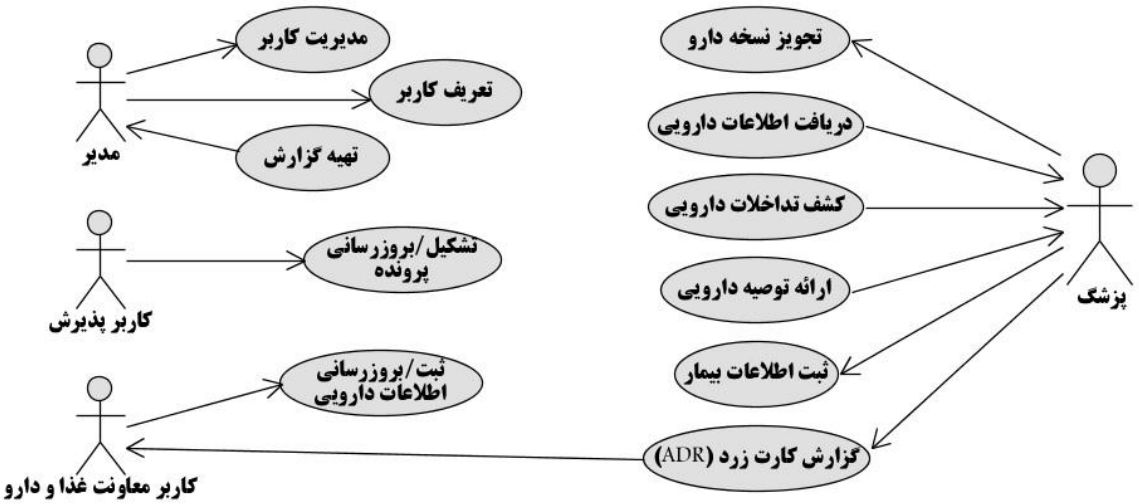
در نمودار مورد کاربرد جزئیات قابلیت‌های کلان سیستم بر اساس نیازمندی‌های استخراج شده مشخص می‌شود. نمودار مورد کاربرد کشف تداخلات در شکل ۸ نشان داده شده است.




شکل ۶: نمودار فعالیت کشف تداخلات دارویی

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]




شکل ۷: نمودار مورد کسب‌وکار

شکل ۸: نمودار مورد کاربرد کشف تداخلات

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

## نتایج

در این قسمت با توجه به رویکردهای مشابه، قابلیت‌های اصلی سامانه شامل کشف تداخلات دارویی و ارائه توصیه دارویی مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور نمونه آزمایشی از سامانه توسط زبان جاوا توسعه داده شد که در برگیرنده قابلیت‌های مذکور می‌باشد. سپس جهت اجرای سامانه و دریافت نتایج از آن، مجموعه‌ای از نسخ دارویی به‌عنوان سناریوهای تست از منابع وب و نسخ بیمارستانی متخصصین پزشکی همکار گردآوری شد و برای ۴ دسته نسخ و مجموعاً تعداد ۳۵ بیمار، نتایج مربوط به کشف تداخلات و ارائه توصیه ثبت شد. لازم به ذکر است که ارائه توصیه دارویی برای آن دسته از سناریوهایی امکان‌پذیر است که تشخیص نوع بیماری در آن‌ها صورت گرفته باشد.

جهت مقایسه نتایج به‌دست آمده و ارزیابی قابلیت‌های سامانه پیشنهادی، نتایج آن با نتایج حاصل از رویکردهای مشابه مقایسه گردید. از آن‌جا که سامانه پیشنهادی در واقع گسترش و توسعه‌ای از دو رویکرد مشابه دیگر در زمینه کشف تداخلات و ارائه توصیه دارویی است، نتایج مربوط به رویکردهای مشابه به‌وسیله حذف کد و مؤلفه‌های قسمت‌های جدید سامانه پیشنهادی به‌دست آمد و ثبت شد.

### پارامترهای مورد ارزیابی

ارزیابی‌ها برای دو سرویس اصلی سامانه یعنی کشف تداخلات و ارائه توصیه داروئی بر اساس معیارهای دقت (Precision) و فراخوانی (Recall) انجام شده است. معیار دقت یکی از معیارهای مهم تشخیص به کمک تکنیک‌های کامپیوتری محسوب می‌شود. دقت را تعداد مواردی که به درستی دارو در نسخه دارای تداخل تشخیص داده شده است نسبت به کل نمونه‌ها تعریف می‌نمایند. در پژوهش ما و در بخش توصیه این معیار تعداد داروهایی است که به‌درستی برای درمان بیمار تشخیص داده شده است. فراخوانی یا جامعیت شاخصی است که نشان می‌دهد یک سیستم تا چه اندازه قدرت دارد اسناد مرتبط بیش‌تری را بازیابی کند. فراخوانی عددی است بین صفر و یک و هر چقدر مقدار آن به یک نزدیک‌تر باشد عملکرد سیستم بهتر است [۱۷].

معیارهای دقت و فراخوانی بر اساس روابط ذکر شده در فرمول زیر قابل محاسبه است که در این روابط مقادیر TP، TN، FN و FP به‌ترتیب اسناد مربوطی که بازیابی می‌شوند، اسناد نامربوط که مربوط بازیابی می‌شوند، اسناد نامربوطی که بازیابی نمی‌شوند و اسناد مربوطی که بازیابی نمی‌شوند هستند.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad Recall = \frac{TP}{TP + Fn}$$

### رویکردهای مورد مقایسه

جهت مقایسه نتایج ارزیابی سامانه از دو رویکرد مشابه استفاده شده که در بخش ۱ معرفی شدند. در رویکرد Kushwaha و همکاران [۴] هستان‌شناسی خاص جهت انجام استدلال و کشف موارد جدید توسعه داده نشده است. در این روش پروفایل بیمار در پایگاه داده رابطه‌ای ذخیره شده و به‌صورت معنایی ذخیره نمی‌گردد. داروهای استخراج شده از منبع معنایی از جهت مناسبت با شرایط بیمار مورد بررسی و استدلال قرار نگرفته است و هم‌چنین به دلیل محدودیت منبع Diseasome بسیاری از داروهای ممکن توصیه نشده است. به‌دلیل این که سامانه پیشنهادی از این روش اقتباس شده و اساساً گسترشی از آن است، رویکرد مقاله Kushwaha و همکاران نیز در قسمت برنامه‌نویسی توسعه داده شده و در بستر آزمایش تحت نام "Kushwaha et al." مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است. در بخش ارزیابی از قسمت ارائه توصیه معنایی رویکرد Kushwaha و همکاران استفاده شده و نتایج آن‌ها با نتایج توصیه دارویی سامانه پیشنهادی از منظر دقت، فراخوانی و معیار اف مورد مقایسه قرار گرفته است.

در رویکرد Pathak و همکاران [۱۳] با وجود این‌که پروفایل بیماران به فرم معنایی ارائه شده است اما به دلیل نبود زیرساخت دانشی نظیر هستان‌شناسی، استدلالی مناسب جهت کشف تداخلات و عارضه‌های جدید صورت نگرفته است و به اقلام موجود در منبع Drugbank بسنده شده است. جهت ارزیابی کشف تداخلات دارویی سامانه پیشنهادی به‌دلیل شباهت زیاد رویکرد Pathak و همکاران به روش پیشنهادی پژوهش، رویکرد پیشنهادی Pathak و همکاران در محیط آزمایشی پیاده‌سازی شده و در بستر آزمایش تحت نام "Pathak et al." مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن از منظر دقت، فراخوانی و معیار اف با نتایج رویکرد پیشنهادی مورد مقایسه قرار گرفته است.

### مجموعه داده و قواعد

همان‌طور که ذکر شد سناریوهای تست مورد نیاز از منابع وب و هم‌چنین از نسخ بیمارستانی متخصصین همکار در این پژوهش گردآوری شده که بر اساس منبع گردآوری و تخصص پزشکان به ۴ دسته تقسیم شده است. دسته اول که مربوط به نسخ گردآوری شده از منبع وب می‌باشد فاقد تشخیص بیماری است و در نتیجه در ارزیابی‌ها در قسمت ارائه توصیه دارویی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. سه دسته نسخ دیگر به صورت نسخ پزشک A و B و C نام‌گذاری شده‌اند.

جهت انجام استدلال بر اساس اطلاعات هستان‌شناسی و پروفایل معنایی بیماران نیاز به مجموعه قواعد مناسبی است که دانش پزشکی بر اساس آن‌ها از هستان‌شناسی استخراج گردد.



[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

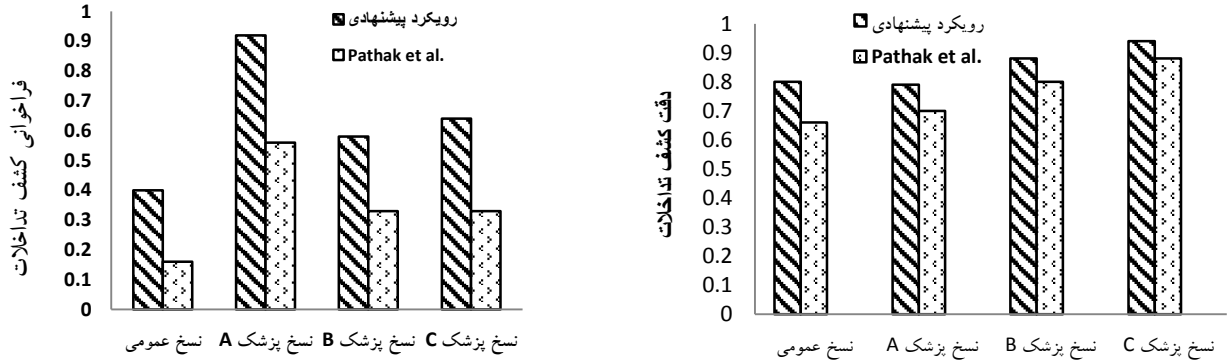
بدین منظور مجموعه قواعد اولیه‌ای تحت نظارت متخصصین پزشکی همکار پژوهش آماده شد که این قواعد با استفاده از نحو Jena جهت استفاده در موتور استدلال کتابخانه Jena در برنامه جاوا نوشته شده و در یک فایل متنی ذخیره شده که در برنامه به موتور استدلال معرفی می‌شود. نمونه‌ای از این قواعد در شکل ۹ نمایش داده شده است.

```
[rule4:
(?patient1 rdf:type drg:Patient),
(?patient1 drg:hasPrescription ?p),
(?p    drg:hasDrug   ?d1),
(?patient1 drg:hasPrescription ?p2),
notEqual(?p2,?p),
(?p2    drg:hasDrug   ?d2),
notEqual(?d2,?d1),
(?d1    drg:hasCategory   "Bronchodilator Agents"),
(?d2    drg:hasCategory   "Bronchodilator Agents")
->
(?patient1 drg:hasInteraction ?d1),
(?d1    drg:hasADE   "Additive Result - Use of Similar Drugs."),
(?patient1 drg:hasInteraction ?d2),
(?d2    drg:hasADE   "Additive Result - Use of Similar Drugs.")]
```

شکل ۹. نمونه قاعده جهت استدلال عوارض سوء و تداخلات دارویی

## نتایج ارزیابی

نسخه آزمایشی توسعه داده شده در این قسمت به‌وسیله مجموعه سناریوهای گردآوری شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. سپس در هر یک از بخش‌های کشف تداخلات و توصیه داروئی نتایج اجرایی مربوط به سامانه پیشنهادی و رویکردهای مشابه از منظر معیارهای دقت، فراخوانی و معیار اِف مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرند. بر اساس دسته‌بندی ذکر شده در قسمت سناریوهای اجرا، هر دور اجرای روی یک دسته از مجموعه نسخ انجام شده است و نتایج مربوط به هردسته به فرم نمودار میله‌ای برای مقایسه نتایج سامانه پیشنهادی و رویکرد مشابه مربوط به هر بخش ارائه شده است.




شکل ۱۰. نمودارهای معیارهای دقت و فراخوانی برای سرویس کشف تداخلات

شکل ۱۱. نمودارهای معیارهای دقت و فراخوانی برای سرویس ارائه توصیه دارویی

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی، کارکرد سامانه پیشنهادی را در مقایسه با سامانه‌های مشابه از چند بعد مورد بررسی قرار می‌دهد. از نظر دقت نتایج و تعداد نتایج به‌دست آمده هم در زمینه کشف تداخلات در نسخه تجویزی پزشک و هم در زمینه توصیه لیست داروهای مناسب جهت بیمار، سامانه نتایج قابل قبولی ارائه داده است و هم‌چنین بهبود نتایج آن نسبت به رویکرد مشابه مطابق مقایسه صورت گرفته در نمودارها به وضوح قابل رؤیت است. مقادیر نمودارهای مربوط به معیارهای اثربخشی نشان‌دهنده‌ی این است که در زمینه کشف تداخلات دارویی رویکرد پیشنهادی به میزان ۹/۲۵ درصد از نظر دقت، ۲۹ درصد از نظر معیار فراخوانی سبت به رویکرد ارائه شده توسط Pathak و همکاران



[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

[۱۳] بهبود داشته است. در زمینه توصیه دارویی رویکرد پیشنهادی میزان ۱۱/۳ درصد از نظر دقت، ۶۰/۶ درصد از نظر فراخوانی و مقدار ۴۳/۳ درصد از نظر معیار f نسبت به رویکرد ارائه شده توسط Kushwaha و همکاران [۴] بهبود پیدا کرده است. در جدول ۱ سامانه پیشنهادی از منظر ویژگی‌های دیگر با رویکردهای مشابه مقایسه شده است.

برخی از نکات و پیشنهاداتی که پس از انجام این پژوهش و در راستای تکمیل این کاربرد می‌تواند مؤثر واقع شود شامل موارد زیر است:

- توسعه هستان‌شناسی بومی دارویی برای سامانه
- تکمیل مجموعه قواعد لازم جهت استدلال تداخلات و اثرات سوء مصرف داروها
- ارائه توصیه اقدامات مدیریتی حین مواجهه با یک مورد تداخل/اثر سوء مصرف دارو
- توسعه سامانه جامع (CPOE) و پیاده‌سازی کلی سامانه
- بررسی چالش‌ها و مسائل موجود در حوزه امنیتِ سامانه

جدول ۱. مقایسه سامانه پیشنهادی با رویکردهای مشابه

| رویکرد / ویژگی | سامانه پیشنهادی | Kushwaha و همکاران [۴] | Pathak و همکاران [۱۳] |
|---|---|---|---|
| هستان‌شناسی و منابع RDF | استفاده از هستان‌شناسی توسعه داده شده برای سامانه در کنار منابع RDF | استفاده از منابع RDF پروژه LODD | استفاده از منابع RDF پروژه LODD |
| پروفایل بیماران | ارائه پروفایل بیماران به صورت معنایی | ارائه پروفایل بیماران در پایگاه داده رابطه‌ای | ارائه پروفایل بیماران به صورت معنایی |
| توصیه معنایی | توصیه دارو و دوز مصرف پیشنهادی با استفاده از منابع Drugbank و Diseasome | توصیه دارو با استفاده از منبع Diseasome و داده کاوی | - |
| استدلال | استدلال تداخلات و موارد سوء مصرف دارو بااستفاده از هستان‌شناسی و پروفایل بیمار | - | - |
| نیازمندی ارتباطی | امکان کارکرد هم به صورت محلی و هم تحت بستر اینترنت | امکان کارکرد هم به صورت محلی و هم تحت بستر اینترنت | نیاز به اینترنت و شبکه سازمانی |
| کشف تداخلات | کشف تداخلات دارو-دارو دارو-آلرژی و اثرات سو مصرف داروها | کشف تداخلات دارو-دارو و دارو-آلرژی | کشف تداخلات دارو-دارو |

## تشکر و قدردانی

با تشکر از حمایت دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس در انجام این پژوهش.

## منابع

[1] Bates DW, Boyle DL, Vander Vliet MB, Schneider J, Leape L. Relationship between medication errors and adverse drug events. J Gen Intern Med 1995; 10: 199-205.

[2] Kass-Bartelmes BL. Reducing and preventing adverse drug events to decrease hospital costs. Res Action 2001; 1: 01-0020.

[3] Samwald M, Jentzsch A, Bouton C, Kallesøe CS, Willighagen E, Hajagos J, et al. Linked open drug data for pharmaceutical research and development. J Cheminform 2011; 3: 19.

[4] Kushwaha N, Goyal R, Goel P, Singla S, Vyas OP. LOD cloud mining for prognosis model (case study: native app for drug recommender system). Adv Int Things 2014; 4: 20.

[5] Wishart DS, Knox C, Guo A, Shrivastava S, Hassanali M, Stothard P, Woolsey J. DrugBank: A comprehensive resource for in silico drug discovery and explorat. Nucleic Acids Res 2006; 34: D668-72.

[6] Callahan A, Cruz-Toledo J, Ansell P, Dumontier M, editors. Bio2RDF release 2: improved coverage, interoperability and provenance of life science linked data. Extend Semantic Web Confer 2013.

[7] Maedche A, Staab S. Ontology learning. Handbook on ontologies 2004; p: 173-190.

[8] Chen RC, Huang YH, Bau CT, Chen SM. A recommendation system based on domain ontology and SWRL for anti-diabetic drugs selection. Exp Syst with Appl 2012; 39: 3995-4006.

[9] Lu J, Wu D, Mao M, Wang W, Zhang G. Recommender system application developments: a survey. Decision Support Syst 2015; 74: 12-32.

[10] Ricci F, Rokach L, Shapira B, Kantor PB. Recommender systems handbook. Springer 2015.

[11] Gomez-Perez A, Fernández-López M, Corcho O. Ontological engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-Commerce and the semantic Web: Springer Sci Business Media 2006.

[12] Wiesner M, Pfeifer D. Health recommender systems: concepts, requirements, technical basics and challenges. Int J Environ Res Public Health 2014; 11: 2580-2607.

[13] Pathak J, Kiefer RC, Chute CG. Using linked data for mining drug-drug interactions in electronic health records. Stud Health Technol Inform 2013; 192: 682-686.

[14] Sung TY, Hung FH, Chiu HW, editors. Implementation of an integrated drug information system for inpatients to reduce medication errors in administrating stage. Engineering in Medicine and Biology Society, 2008 EMBS 2008 30th Annual International Conference of the IEEE; 2008; IEEE.

[15] umbaugh, James, Ivar Jacobson, and Grady Booch. Unified modeling language reference manual, the. Pearson Higher Education, 2004.

[16] Seidl M, Scholz M, Huemer C, Kappel G. UML@ classroom: An introduction to object-oriented modeling: Springer; 2015.

[17] Hariri N, Babalhavaeji F, Farzandipour M, Nadi Ravandi S. Evaluation criteria of information retrieval systems: What we know and what we do not know. Iran J Inform Proces Manag 2014; 30: 199-221. (Persian).

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]

Volume 22, Issue 1 (Winter 2020), 145 – 154

# Modeling a semantic recommender system for medical prescriptions and drug interaction detection

Ali Asghar Safaei (Ph.D)[*1], Sayyed Saeid Safaei (M.Sc)[2]
*1 - Department of Medical Informatics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*
*2 - Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran*

* Corresponding author. +98 21-82884581 aa.safaei@modares.ac.ir
Received: 17 Jan 2018; Accepted: 3 Aug 2019

***Introduction:*** The administration of appropriate drugs to patients is one of the most important processes of treatment and requires careful decision-making based-on the current conditions of the patient and its history and symptoms. In many cases, patients may require more than one drug, or in addition to having a previous illness and receiving the drug, they need new drugs for the new illness, which may increase medical errors in the administration of the drug and the adverse drug events(ADE) such as drug interactions for the patient.

***Materials and Methods:*** In this article, the stages of designing and describing the requirements and the modeling of the ontology-based semantic recommender system of the prescribing physician and the discovery of the ADEs were presented. First, the requirements of the system were extracted and described in detail and then, based on the extracted requirements, the modeling of the system using the Unified Modeling Language of UML2.0 was discussed. Then, according to the extracted requirements for the discovery of ADEs, a proper ontology was designed for the system and implemented by Protégé software. In order to evaluate the functions of recommendation and discovering ADEs (interactions), a prototype was developed using Java language, and a collection of rules for reasoning and discovering interactions and ADEs were gathered.

***Results:*** The results of the system performance evaluation for the functions of detecting ADEs and medication recommendation suggests improvement of the proposed approach to 9.25% and 11.3% in the precision criterion, 29% and 60.6% in the recall, and 26% (respectively, approaches to the detection of ADEs and drug recommendations).

***Conclusion:*** The use of this system as a computerized physician ordering entry can, in addition to helping physicians to prescribe a more accurate prescription, reduce the risks to the health of patients resulting from medical errors in the prescribing phase.

***Keywords:*** Drug Prescriptions, Drug Interactions, Decision Support Techniques, Drug-Related Side Effects and Adverse Reactions, Medical Order Entry Systems.

[ Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-08-05 ]

[ DOI: 10.29252/koomesh.22.1.145 ]