مجله دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران (پیاورد سلامت)
دوره ۱٤ شماره ۲ خرداد و تیر ۱۳۹۹، ۱۳۰-۱۲۱

مقاله پژوهشی

معماری سرویس‌گرا، استراتژی یکپارچگی و مقیاس‌پذیری سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی

آزیتا یزدانی[۱]، رضا صفدری[۲]، رکسانا شریفیان[۳]، مریم زحمت‌کشان[٤]،
مرجان قاضی سعیدی[۵]

دریافت مقاله : مرداد ۱۳۹۸
پذیرش مقاله : فروردین ۱۳۹۹

* نویسنده مسئول :
مرجان قاضی سعیدی؛
دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email :
ghazimar@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: زمانی‌که سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی ایجاد شوند، به‌کارگیری راه‌حل‌هایی که بتواند استفاده از این سیستم‌ها در مقیاس بزرگ را فراهم کند، منجر به کاهش تولید هزینه‌های ناشی از ایجاد، نگهداری و اشتراک‌گذاری آن‌ها از تولید سیستم‌های متعدد جلوگیری می‌شود. در سال‌های اخیر یکی از رویکردهایی که با این هدف به‌صورت ترکیبی با سیستم‌های تصمیم‌یار استفاده می‌شود، رویکرد معماری سرویس‌گراست. هدف از انجام این پژوهش، بررسی نقش و اهمیت معماری سرویس‌گرا در ارایه معماری‌های مقیاس‌پذیر سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی با تمرکز بر رویکردهای مختلف این معماری می‌باشد.

روش بررسی: مقاله‌ی حاضر از نوع مقاله‌ی مروری ساده است. پایگاه‌های الکترونیکی کتابشناختی IEEE Explore، Science Direct، Springer، Web of Science و Scopus بررسی گردید. کلمات‌کلیدی«معماری سرویس‌گرا» و «سیستم تصمیم‌یار بالینی» به‌عنوان کلمات کلیدی اصلی همراه با اصطلاحات مرتبط برای جستجو در این پایگاه‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: رویکرد سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر معماری سرویس‌گرا مزایایی همچون تسهیل نگهداری دانش، کاهش هزینه و بهبود چابکی را به ارمغان می‌آورد. ارتباطات نقطه به نقطه، خط خدمات سازمانی، رجیستری خدمات، موتور راهنمای بالینی و موتور مبتنی بر قانون و service choreography and orchestration طرح‌های کلی معماری می‌باشند که در استفاده از سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر رویکرد معماری سرویس‌گرا مشهود هستند.

نتیجه‌گیری: معماری سرویس‌گرا به عنوان یک راه حل بالقوه برای ارایه پلتفرم‌های مقیاس‌پذیر سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی است.

واژه‌های کلیدی: سیستم تصمیم‌یار بالینی، معماری سرویس‌گرا، مقیاس پذیری، انعطاف‌پذیری، یکپارچگی

۱ استادیار گروه مدیریت اطلاعات سلامت، مرکز تحقیقات مدیریت سلامت و منابع انسانی، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

۲ استاد گروه مدیریت و فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳ دانشیار گروه مدیریت اطلاعات سلامت، مرکز تحقیقات مدیریت سلامت و منابع انسانی، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

٤ دکتری مدیریت اطلاعات سلامت، مرکز تحقیقات بیماری‌های غیرواگیر، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران

۵ دانشیار گروه مدیریت و فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران؛ مرکز تحقیقات پزشکی مبتنی بر شواهد، پژوهشگاه علوم غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

مقدمه

امروزه از سیستم‌های تصمیم‌یار به‌منظور بهبود فرایند تصمیم‌گیری افراد در سطوح مختلف تصمیم‌گیری استفاده می‌شود(۱). سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی (CDSS: Clinical Decision Support Systems) برنامه‌های تعاملی کامپیوتری با مخاطب بیمار، کادر درمانی و کادر بالینی می‌باشند که در زمینه‌ی تصمیم‌گیری استفاده می‌شوند و به‌منظور ارتقای عملکرد بالینی و پیامدهای مربوط به بیمار، دانش و اطلاعات مفیدی را برای متخصصان بالینی، کارکنان حوزه‌ی مراقبت سلامت، بیماران و دیگران فراهم می‌کنند(۳و۲). این سیستم‌ها یا به‌صورت مستقل و یا به‌صورت تعاملی با سایر سیستم‌ها و سامانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند(٤). به‌منظور ایجاد سیستم‌های تصمیم‌یار همانند هر سیستم دیگر، به مراحل توسعه سیستم باید توجه شود: شامل شناسایی الزامات، طراحی، توسعه، تست و در نهایت اجرا. هر کدام از فازهای توسعه سیستم هزینه‌های زمانی و مالی مختص خود را دارند(۵). زمانی‌که سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی ایجاد شوند، به‌کارگیری راه‌حل‌هایی که بتواند استفاده از این سیستم‌ها در مقیاس بزرگ را فراهم کند، منجر به کاهش تولید هزینه‌های ناشی از ایجاد و نگهداری این سیستم‌ها می‌شود(٦) و با اشتراک این سیستم‌ها از یک طرف و فراهم آوردن امکان تعامل‌پذیری آنها از طرف دیگر، ضمن کاهش و جلوگیری از تولید سیستم‌های جزیره‌ای متعدد، منجر به بهبود فرایند تصمیم‌گیری می‌گردد(۷).

اهمیت مقیاس‌پذیری به‌عنوان یک نیازمندی غیرعملکردی برابر با ویژگی‌های عملکردی سیستم‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. صنعت فناوری اطلاعات چندین سال است که به دنبال تولید سیستم‌ها و پلتفرم‌های مقیاس‌پذیر است(۸). اخیرا به دو رویکرد انعطاف‌پذیری و مقیاس‌پذیری در طراحی سامانه‌های الکترونیک مراقبت سلامت پرداخته شده است(۹). در صنعت مراقبت سلامت مقیاس‌پذیری و بازبودن به‌عنوان یکی از نیازمندی‌های اساسی سامانه‌های اطلاعات سلامت تجمیع شده به‌شمار می‌رود(۱۰) که به‌معنای ایجاد سامانه‌های مستقل از پلتفرم می‌باشد. تعریف مقیاس‌پذیری به عنوان یک خصوصیت از سامانه‌ها به سادگی امکان‌پذیر نیست و علی‌رغم اینکه در ادبیات کامپیوتری به‌طورگسترده استفاده می‌شود، اما این اصطلاح به خوبی تعریف و درک نمی‌شود(۱۱) و در هر مورد خاصی با توجه به ابعاد مورد اهمیت نیازمندی‌های جدیدی برای مقیاس‌پذیری تعریف می‌گردد(۱۲). در حوزه‌ی سلامت الکترونیک پژوهش‌های انجام شده، تعاریف مقیاس‌پذیری را با توجه به اهداف مطالعه ارایه داده‌اند:

- توانایی یک معماری مبتنی بر سیستم تصمیم‌یار بالینی در ارایه طیف گسترده‌ای از انواع خدمات پشتیبانی تصمیم(مانند هشدارهای سطح بیمار و یادآورها، مداخلات اطلاعاتی، حمایت از تصمیم‌گیری بیمار و غیره)(۱۳).
- توانایی حفظ عملکرد معماری یکپارچه مبتنی بر سیستم تصمیم‌یار بالینی در مواجهه با حجم رو به افزایش تعداد بیماران، داده‌های بیماران، درخواست‌های ارایه‌دهندگان مختلف مراقبت سلامت به‌منظور استفاده از سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی(١٤).
- معماری سیستم تصمیم‌یار بالینی که قابلیت سفارشی سازی و توسعه‌ی یک سیستم تصمیم‌یار بالینی به‌منظور به‌کارگیری برای انواع بیماری‌ها را دارد(۱۵).
- معماری مبتنی بر اینترنت اشیا، که قادر به ذخیره‌سازی حجم بالای داده‌های تولید شده توسط شبکه‌ی سنسورهای بیسیم (Wireless Sensor Network) می‌باشد(۱۷و۱٦).
- معمای مبتنی بر اینترنت اشیا، که قابلیت اضافه شدن تعداد زیادی از سنسورها برای همه بیماران را داراست(۱۸).

بنابراین، قابلیت حفظ عملکرد و کارایی پلتفرم‌های حوزه‌ی سلامت، در زمان مواجهه با حجم رو به رشد داده‌های بیماران و داده‌های تولید شده توسط سنسورها به منظور پردازش و ذخیره و بازیابی، قابلیت اضافه شدن زیرسیستم‌ها و سرویس‌ها و ابزار جدید به‌عنوان ویژگی مقیاس پذیری سامانه‌های الکترونیک در حوزه‌ی سلامت مورد توجه قرار گرفته است. به طور خاص در رابطه با سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی، اگر پایگاه دانش یک CDSS قابلیت پشتیبانی از چند بیماری را داشته باشد(۱۵)، یک CDSS از انواع خدمات پشتیبانی از تصمیم حمایت کند(۱۵)، یا پلتفرم‌های مبتنی بر CDSS بیش از یک سیستم تصمیم‌یار بالینی را پشتیبانی کند(۹)، یا

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

ضمن حفظ عملکرد، یک CDSS قابلیت ارایه در سطح وسیع جغرافیایی را داشته باشد(۱۹)، این سیستم، مقیاس‌پذیر شناخته می‌شود. در سال‌های اخیر یکی از رویکردهایی که با هدف مقیاس‌پذیری به صورت ترکیبی با سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی استفاده می‌شود، رویکرد معماری سرویس‌گرا (SOA: Service Oriented Architecture) می‌باشد(۲۰). در این مقاله به نقش و رویکردهای معماری سرویس‌گرا در ارایه سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی و رویکردها مرتبط با آن پرداخته می‌شود.

روش بررسی

به‌منظور انجام این مقاله، پایگاه‌های الکترونیکی کتابشناختی IEEE Explore، Science Direct، Springer، Web of Science و Scopus جستجو گردید. کلمات کلیدی«معماری سرویس‌گرا» و «سیستم تصمیم‌یار بالینی» به‌عنوان کلمات کلیدی اصلی همراه با اصطلاحات مرتبط برای جستجو استفاده شدند. مقالاتی که به بررسی و توسعه‌ی سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر معماری سرویس‌گرا پرداختند مطالعه شد. به منظور بررسی رویکردهای مختلف معماری، مطالعه‌ی متمرکز بر طبقه‌بندی انجام گرفت و رویکردهای مختلف برای پیاده‌سازی معماری سرویس‌گرا در حوزه‌ی سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

- **معماری سرویس‌گرا در صنعت مراقبت سلامت**

SOA رهیافتی است برای ساخت سامانه‌های توزیع‌شده که کارکردهای نرم‌افزاری را در قالب سرویس ارایه می‌دهد. این خدمات از طریق شبکه‌های کامپیوتری و مستقل از تکنولوژی به سایر برنامه‌های کاربردی ارایه می‌شوند. بسیاری از مسایل دسترس پذیری و مقیاس پذیری برنامه‌های کاربردی امروزی در معماری SOA حل شده است(۲۱). با استفاده از معماری سرویس‌گرا می‌توان در شرکتی که دارای سیستم‌ها و برنامه‌های کاربردی مختلف روی پلتفرم‌های متفاوت است، یک راه‌حل یک‌پارچه‌سازی با استقلال زیاد (Loosely coupled) ایجاد کرد که جریان یکنواخت و ناهماهنگ کار را تضمین کند. SOA به‌عنوان یک رویکرد معماری فناوری اطلاعات به طورکلی پذیرفته شده است و با توجه به گزارش اخیر منتشر شده توسط گارتنر، به‌کارگیری از آن در شرکت‌های مختلف به طور فزاینده‌ای تصویب می‌شوند(۲۲). اگر چه روند پذیرش SOA در سایر بخش‌های اقتصاد در حال افزایش است، اجرای آن در مراقبت‌های بهداشتی نسبتا کند است(۲۳). با وجود شروع آهسته، سازمان‌های پیشرو در زمینه‌ی مراقبت‌های بهداشتی SOA را به‌عنوان یک استراتژی ادغام پذیرفته‌اند(۲۰). این سازمان‌ها درک کرده‌اند که با ادغام و خودکارسازی سیستم‌ها، می‌توانند ضمن کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت خدمات، مزایای دیگری شامل قابلیت همکاری (Interoperability)، افزایش دقت (Accuracy) داده‌های پزشکی و رعایت مقررات جدید (New regulations) را برای سازمان‌های بهداشتی فراهم می‌کند(۲٤). تلاش‌های ملی در سراسر جهان برای ارتقای معماری‌های فناوری اطلاعات سلامت مبتنی بر SOA وجود دارد. در کانادا «Info way» یک سیستم بهداشت است که برای سرعت بخشیدن به تصویب پرونده‌های الکترونیکی سلامت در سراسر کانادا تلاش می‌کند و SOA را به‌عنوان یک پایه معماری اصلی مورد استفاده قرار می‌دهد(۲٤). به‌طور کل در حوزه‌ی مراقبت سلامت به‌منظور ایجاد معماری‌های مقیاس‌پذیر از معماری سرویس‌گرا استفاده می‌شود. این معماری در مقایسه با سایر معماری‌های توسعه‌ی نرم‌افزار، به‌منظور ارایه خدمت به مصرف‌کننده مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. ازآنجایی‌که سرویس‌ها از هم مستقل هستند می‌توانند با هم ترکیب شوند و یا استفاده‌ی مجدد شوند. بر اساس این ویژگی اگر سیستم‌های الکترونیک سلامت مبتنی بر معماری سرویس‌گرا باشند، ادغام آنها نیز از سهولت بیشتری برخوردار است. این معماری امکان استقلال بالا را برای اجزای معماری فراهم می‌کند. این ویژگی دو مزیت عمده را به همراه دارد: تغییر ظرفیت (Changing capacity) و استحکام (Robustness) که اولی منجر به سهولت اضافه کردن، به‌روزرسانی و کنارگذاشتن (Retire) یک کامپونت را می‌دهد و دومی به این معناست که خرابی در یک مولفه منجر به از کار انداختن کل معماری نمی‌شود(۲۵و۲۰).

- **سیستم تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر معماری سرویس‌گرا (SOA-based CDSS):**

علیرغم مزایایی که سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی برای بهبود سلامت و مراقبت‌های بهداشتی به همراه دارد، اکثر تصمیمات بالینی بدون کمک

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی کامپیوتری ساخته می‌شوند(۲۷و۲۶) و تنها تعداد محدودی از سازمان‌ها از قابلیت‌های پیشرفته‌ی سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی استفاده می‌کنند(۲۸). تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته که تعدادی از موانع را برای استفاده از سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی ارایه می‌دهند(۲۹). یکی از مهمترین مشکلات، تطابق بسیاری از ویژگی‌های سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی به سیستم‌های نرم‌افزاری خاص است. این امر انتقال دانش بالینی را در برنامه‌ها دشوار می‌سازد. SOA به‌عنوان یک راه‌حل بالقوه برای این مشکل پیشنهاد شده است(۱۹). مقالاتی‌که از معماری SOA مبتنی بر CDSS استفاده نموده‌اند از سال ۲۰۰٤ ارایه شده‌اند(۱۵). مزایایی که رویکرد سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر معماری سرویس‌گرا فراهم می‌کند عبارتند از:

۱- تسهیل نگهداری دانش: محتوای سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی می‌تواند متمرکز شود، در نتیجه باعث کاهش عملیات‌های تعمیر و نگهداری می‌گردد(۳۰و۱۳). به‌عنوان مثال، سازمان‌های تخصصی پزشکی می‌توانند رهنمودهای بالینی را توسعه و حفظ کنند و خدمات خود را به سازمان‌های بهداشتی ارایه دهند(۳۱).

۲- بهبود چابکی (Agility): SOA اجازه می‌دهد تا قابلیت‌های جدید سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی به موقع پیاده‌سازی و اجرا شوند(۳۲).

۳- با توجه به هزینه‌های بالا در ایجاد و نگهداری محلی از سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی، معماری سرویس‌گرا به‌عنوان یک رویکرد قابل اعتماد به‌منظور اشتراک سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی ظهور کرده است(۳٤و۳۳و۱٦). این معماری قابلیت مقیاس‌پذیری و اشتراک‌گذاری سیستم‌های تصمیم‌یار در یک منطقه‌ی جغرافیایی بزرگ را فراهم می‌نماید(۷).

٤- کاهش هزینه‌ها: SOA به کاهش هزینه‌ها با استفاده‌ی مجدد از خدمات سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی موجود کمک می‌کند(۳۵)؛ بنابراین به حداقل رساندن زمان توسعه‌ی نرم‌افزار و ساده‌سازی تعمیر و نگهداری نرم‌افزار را در پی دارد(۳۰و۱۳).

- **رویکردهای اجرای SOA-based CDSS:**

در هنگام اجرای سیستم‌های مبتنی بر SOA چندین امکان برای رویکردهای معماری وجود دارد که مقیاس‌پذیری و تعامل‌پذیری و امنیت را در ارایه خدمات سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی فراهم و تسهیل می‌نماید(۳٦). شش طرح کلی معماری که در استفاده از CDSS مبتنی بر SOA مشهود است عبارتند از: نقطه به نقطه (Point to point)، خط خدمات سازمانی (EBS: Enterprise Service Bus)، رجیستری خدمات (Service Registry)، موتور راهنمایی بالینی(Clinical Guideline Engine)، موتور مبتنی بر قانون (Rule Based Engine) و service choreography and orchestration که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- ارتباطات نقطه به نقطه: رایج ترین روش استفاده در سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر SOA است و یک گام در تکامل ادغام خدمات مختلف است(۳۷). در این رویکرد هر تعامل بین برنامه‌ها به طور جداگانه طراحی، اجرا و مدیریت شده است. یکی از عوامل مهم در انتخاب فناوری ارتباطی ارتباط نقطه به نقطه در حوزه‌ی سلامت، امنیت است، و دلیل آن هم نیاز به انتقال و استفاده از اطلاعات پزشکی به‌صورت محرمانه می‌باشد(۳۸).

۲- خط خدمات سازمانی: یکی دیگر از رویکردهای معماری است که هدف آن ایجاد اتصال برای برنامه‌های مختلف است و می‌تواند تمام فرمت‌های داده را از هر منبع پذیرفته و جریان داده را به برنامه‌های مناسب متصل کند(۳۹). ESB منطق یکپارچه را به قطعات قابل کنترل جدا می‌کند و بسیار مقیاس‌پذیر است(٤۰). ویژگی‌های ESB معمولا برای توسعه‌ی CDSS خدماتی استفاده می‌شود. در مقابل رویکرد ارتباط نقطه به نقطه، پیام‌ها از طریق ESB عبور می‌کنند، که به‌عنوان واسطه بین ارایه‌دهنده‌ی خدمات و مصرف‌کننده‌ی خدمات سرویس‌دهی می‌کنند. برخی از مزایای استفاده از ESB عبارتند از: توانایی پشتیبانی از مسیریابی پیام، تحریک رویداد، تبدیل داده‌ها، امنیت، نظارت و مدیریت(٤۱). از ویژگی‌های رویداد ESB (همچون: شناسایی الگوهای از فعل و انفعالات مانند گسترش بیماری‌های همه‌گیر، الگوهای توزیع بیماران در مناطق خاص و یا الگوهای توزیع خدمات بهداشتی خاص) برای ارایه خدمات CDSS استفاده می‌شود(٤۱).

۳- رجیستری خدمات: رجیستر خدمات از راهبردهای مختلف در سیستم‌های SOA پشتیبانی می‌کند. مانند استانداردسازی قراردادهای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

خدمات، متمرکزسازی ابرداده و اطلاع‌رسانی از تغییرات قرارداد خدمات به مصرف‌کنندگان. رجیستری خدمات یک جزء از سیستم است که اطلاعات مربوط به هر سرویس را ذخیره می‌کند. بنابراین، مشتریان خدمات می‌توانند با رجوع به خدمات رجیستری، خدمات مورد نیاز خود را پیدا کنند(۴۳و۴۲). ارایه توصیف خدمات، ویژگی اصلی از سرویس رجیستری در سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی است(۱۳).

۴- موتور راهنمای بالینی و موتور مبتنی بر قانون: چهارمین روش معماری سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر SOA، استفاده از یک موتور راهنمایی بالینی یا یک موتور مبتنی بر قانون است. موتور مرجع بالینی برنامه‌ای است که قادر به تفسیر دانش بالینی بیان شده در قالب کامپیوتری می‌باشد(۴۴). موتورهای مبتنی بر قاعده در میان توسعه‌دهندگان از محبوبیّت بالایی برخوردار هستند(۲۰).

۵- Service choreography and orchestration: در وب سرویس Choreography، هر مشارکت‌کننده بخشی از تعامل، تعریف می‌شود و خدمات می‌توانند به‌طور مستقیم با یکدیگر همکاری کنند. در محیطی که چندین سازمان یا واحدهای بهداشتی درمانی نیازمند تعامل با یکدیگر هستند، می‌توان از Choreography ارتباطی برای توصیف تعاملات مبتنی بر پیام از یک نقطه‌نظر جهانی استفاده کرد و خدمات Orchestration می‌توانند برای کنترل فرایندهای داخلی هر سازمان استفاده شوند(۴۵).

تمام رویکردهای معماری می‌توانند در ترکیب چندگانه در پیاده‌سازی CDSS مبتنی بر SOA استفاده شوند.

بحث

سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی یک محرک مهم برای فناوری اطلاعات سلامت هستند، چرا که این سیستم‌ها می‌تواند از تصمیم‌گیری بالینی حمایت کنند، وضعیت بیمار را بهبود بخشند، اشتباهات و هزینه‌های غیرضروری را کاهش دهند و افزایش کارایی را به همراه داشته باشند. بهبود و ایجاد ماژول‌های جدید سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی اغلب یک ابتکار مهم فناوری اطلاعات برای بسیاری از سازمان‌های بهداشتی است. توسعه سیستم‌های تصمیم‌یار مانند هر سیستمی، بار مالی برای سازمان‌های مراقبت سلامت به همراه دارد(۹). با توجه به افزایش تقاضا برای فناوری اطلاعات سلامت با هزینه پایین و دسترسی سیار در صنعت مراقبت سلامت، تکنولوژی‌هایی که این مهم را فراهم کنند، مورد استقبال قرارگرفته‌اند(۴۶). پلتفرم‌های سرویس‌گرا که خدمات مراقبت سلامت را به‌عنوان سرویس خود ارایه می‌دهند، علاوه بر سازمان‌های بزرگ، به سازمان‌های کوچک و متوسط این امکان را ارایه می‌دهند که با هزینه‌های پایین عملیاتی و نگهداری سیستم، زیرساخت‌های اطلاعاتی و فناوری اطلاعات سلامت را بپذیرند. SOA-based CDSS با فراهم آوردن امکان تسهیل و نگهداری دانش در مقیاس بزرگ، منجر به سهولت دسترسی و استفاده‌ی سامانه‌های الکترونیک نظام سلامت از سیستم‌های تصمیم‌یار مورد نیاز خود شده‌اند و با فراهم کردن قابلیت استفاده‌ی مجدد و بهبود چابکی که همگی برگرفته از ویژگی‌های کلیدی رویکرد SOA می‌باشند، سازمان‌های مراقبت بهداشتی را از پرداخت هزینه‌های تامین، نصب، نگهداری و به روزرسانی سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی متعدد منع خواهد کرد. با این حال یکی از محدودیت‌های قابل تامل در ارایه سیستم‌های تصمیم‌یار مبتنی بر این رویکرد، زمان پاسخ سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی است که این مسئله در خصوص ارایه سرویس‌های حساس به تاخیر همچون موارد اورژانسی قابل چشم‌پوشی نمی‌باشد(۴۷).

جدول ۱: ویژگی‌های رویکردهای مختلف SOA-based CDSS

رویکرد	ویژگی‌ها
ارتباط نقطه به نقطه	● ارتباطات نقطه به نقطه، رایج‌ترین روش استفاده در سیستم‌های سرویس‌گرای مبتنی بر SOA است. ● پروتکل SOAP تکنولوژی ارتباطی مناسبی برای تسهیل ارتباط نقطه به نقطه است(۴۸) ● امنیت مهمترین عامل در انتخاب فناوری ارتباطی ارتباط نقطه به نقطه است(۴۹)
خط خدمات سازمانی	● مقیاس‌پذیری بالا ● پشتیبانی از مسیریابی پیام ● تبدیل داده‌ها(۴۱)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

رجیستری خدمات	● پشتیبانی از راهبردهای مختلف در سیستم‌های SOA ● متمرکزسازی فراداده‌ها و اطلاع‌رسانی از تغییرات قرارداد خدمات به مصرف‌کنندگان(۵۰)
موتور راهنمای بالینی و موتور مبتنی بر قانون	● محبوبیّت بالا در میان توسعه‌دهندگان ● زبان اجرای فرایند کسب و کار بالاترین نرخ زبان‌های ارایه‌دهنده‌ی دستورالعمل بالینی را دارد(۵۲و۵۱).
Service choreography and orchestration	● خدمات orchestration می‌تواند برای کنترل فرایندهای داخلی هر سازمان استفاده شود ● هر مشارکت کننده بخشی از آن تعامل تعریف می‌شود و خدمات می‌توانند به‌طور مستقیم با یکدیگر همکاری کنند. ● در محیطی که چندین سازمان یا واحدهای بهداشتی درمانی باید تعامل داشته باشند، می‌توان از choreography ارتباطی برای توصیف تعاملات مبتنی بر پیام از یک نقطه‌نظر جهانی استفاده کرد(۵۳و۴۵).

جـدول یـک خلاصـه‌ای از مزایـا و ویژگی‌هـای رویکردهـای معمـاری سـرویس‌گرا را ارایـه می‌دهـد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه رویکرد SOA ویژگی‌های مقیاس‌پذیری، تعامل‌پذیری و امنیت در تبادل اطلاعات را برای سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی به ارمغان آورده است، می‌توان امیدوار بود که با توسعه‌ی این رویکرد، استفاده‌ی گسترده از سیستم‌های تصمیم‌یار در سطح ملی فراهم خواهد شد و به این ترتیب این سامانه‌ها بیش از پیش جایگاه مناسب خود را در حیطه‌ی سلامت پیداکرده و باعث ارتقای خدمات سلامت و در نهایت سلامت افراد جامعه می‌شوند. به‌منظور مقابله با محدودیت‌های مرتبط با این رویکرد در راستای تامین خدمات مراقبت سلامت ایمن و قابل اعتماد، می‌باید از راه‌حلهایی همچون محاسبات ابری، تکنیک‌های مدیریت صف بهره گرفته شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه با عنوان«طراحی، ایجاد، ارزیابی پلتفرم سیستم‌های تصمیم‌یاربالینی مبتنی بر معماری سرویس‌گرا» مقطع دکتری تخصصی انفورماتیک پزشکی با کد اخلاق IR.TUMS.SPH.REC.1397.296 مصوب دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران می باشد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از کلیه کسانی که در انجام این پژوهش یاری رساندند، قدردانی نمایند.

منابع

1. Keenan PB & Jankowski P. Spatial decision support systems: Three decades on. Decision Support Systems 2019; 116(1): 64-76.

2. Safdari R, Karami M, Mirzaee M & Rahimi A. A systematic review of decision support systems: Effects on health care. Journal of Payavard Salamat 2013; 7(1): 56-70[Article in Persian].

3. Osheroff J, Teich J, Levick D, Saldana L, Velasco F, Sittig D, et al. Improving outcomes with clinical decision support: An implementer's guide. 2nd ed. Chicago: Healthcare Information and Management Systems Society; 2005: 84-5.

4. Bleich HL. Computer evaluation of acid-base disorders. Journal of Clinical Investigation 1968; 48(9): 1689-96.

5. Broy M & Stauner T. Requirements Engineering für eingebettete systeme. it-Information Technology 1999; 41(2): 7-11.

6. Jogalekar P & Woodside M. Evaluating the scalability of distributed systems. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems 2000; 11(6): 589-603.

7. Goldberg HS, Paterno MD, Rocha BH, Schaeffer M, Wright A, Erickson JL, et al. A highly scalable, interoperable clinical decision support service. Journal of the American Medical Informatics Association 2014; 21(1): 55-62.

8. Tanenbaum AS & Van Steen M. Distributed systems: Principles and paradigms. 2nd ed. USA: Prentice Hall of India; 2007: 9-10.

9. Yazdani A, Safdari R, Ghazisaeedi M, Beigy H & Sharifian R. Scalable architecture for telemonitoring chronic diseases in order to support the CDSSs in a common platform. Acta Informatica Medica 2018; 26(3): 195-200.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

10. Billings J. What do we mean by integrated care? A European interpretation. Journal of Integrated Care 2005; 13(5): 13-20.

11. Duboc L, Rosenblum D & Wicks T. A framework for characterization and analysis of software system scalability, Dubrovnik: Proceedings of the 6th joint meeting of the European Software Engineering Conference and the ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering, 2007.

12. Bondi AB. Characteristics of scalability and their impact on performance. Available at: https://www.win.tue.nl/~johanl/educ/2II45/2010/Lit/Scalability-bondi%202000.pdf. 2000.

13. Wright A & Sittig DF. SANDS: A service-oriented architecture for clinical decision support in a national health information network. Journal of Biomedical Informatics 2008 ; 41(6): 962-81.

14. Wang J. A service-oriented architecture for integrating clinical decision support in a national e-Health system [Thesis]. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology; 2011.

15. Chu H, Yang Y, Li Q, Xu Y & Wei H. A scalable clinical intelligent decision support system, China: 14th International Conference on Smart Homes and Health Telematics, 2016.

16. Lounis A, Hadjidj A, Bouabdallah A & Challal Y. Secure and scalable cloud-based architecture for e-health wireless sensor networks, Germany: 21st International Conference on Computer Communications and Networks(ICCCN), 2012.

17. Krishna Prasad AV. Exploring the convergence of big data and the internet of things. Hershey: IGI Global; 2017: 31-145.

18. Kidiamboko S, Mancini A, Longhi S & Spalazzi L. A scalable telemedicine architecture for under developed countries. A case study: Democratic republic of Congo, France: 16th Mediterranean Conference on Control and Automation, 2008.

19. Kawamoto K, Del Fiol G, Orton C & Lobach DF. System-agnostic clinical decision support services: Benefits and challenges for scalable decision support. The Open Medical Informatics Journal 2010; 4(1): 245-54.

20. Loya SR, Kawamoto K, Chatwin C & Huser V. Service oriented architecture for clinical decision support: A systematic review and future directions. Journal of Medical Systems 2014; 38(12): 140-80.

21. Traore BB, Kamsu-Foguem B & Tangara F. Integrating MDA and SOA for improving telemedicine services. Telematics and Informatics 2016; 33(3): 733-41.

22. Hamzah MH, Baharom F & Mohd H. An exploratory study for investigating the issues and current practices of service-oriented architecture adoption. Journal of Information and Communication Technology 2019; 18(1): 273-304.

23. Weber Jahnke J. Design of decoupled clinical decision support for service-oriented architectures. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering 2009; 19(2): 159-83.

24. Koumaditis K, Themistocleous M & Da Cunha PR. SOA implementation critical success factors in healthcare. Journal of Enterprise Information Management 2013; 26(4): 343-62.

25. Jahnke-Weber JH, Price M & McCallum G. Making available clinical decision support in service-oriented architectures. Journal on Information Technology in Healthcare 2008; 6(1): 42-54.

26. Simon SR, Kaushal R, Cleary PD, Jenter CA, Volk LA, Orav EJ, et al. Physicians and electronic health records: A statewide survey. Archives of Internal Medicine 2007; 167(5): 507-12.

27. Osheroff JA, Teich JM, Middleton B, Steen EB, Wright A & Detmer DE. A roadmap for national action on clinical decision support. Journal of the American Medical Informatics Association 2007; 14(2): 141-5.

28. Chaudhry B, Wang J, Wu S, Maglione M, Mojica W, Roth E, et al. Systematic review: Impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. Annals of Internal Medicine 2006; 144(10): 742-52.

29. Sittig DF, Wright A, Osheroff JA, Middleton B, Teich JM, et al. Grand challenges in clinical decision support. Journal of Biomedical Informatics 2008; 41(2): 387-92.

30. Zhang YF, Gou L, Tian Y, Li TC, Zhang M & Li JS. Design and development of a sharable clinical decision support system based on a semantic web service framework. Journal of Medical Systems 2016; 40(5): 118.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

31. Kawamoto K & Lobach DF. Proposal for fulfilling strategic objectives of the US roadmap for national action on decision support through a service-oriented architecture leveraging HL7 services. Journal of the American Medical Informatics Association 2007; 14(2): 146-55.

32. Kawamoto K, Honey A & Rubin K. The HL7-OMG healthcare services specification project: Motivation, methodology, and deliverables for enabling a semantically interoperable service-oriented architecture for healthcare. Journal of the American Medical Informatics Association 2009; 16(6): 874-81.

33. Rodriguez-Loya S & Kawamoto K. Newer architectures for clinical decision support, Cham: Clinical Decision Support Systems, 2016.

34. Shankar P & Anderson N. Advances in sharing multi-sourced health data on decision support science 2016-2017. Yearbook of Medical Informatics 2018; 27(1): 16-24.

35. Usak M, Kubiatko M, Shabbir MS, Viktorovna Dudnik O, Jermsittiparsert K & Rajabion L. Health care service delivery based on the Internet of things: A systematic and comprehensive study. International Journal of Communication Systems 2020; 33(2): e4179.

36. Mukhiya SK, Rabbi F, Pun KI & Lamo Y. An architectural design for self-reporting e-health systems, Canada: 1st International Workshop on Software Engineering for Healthcare(SEH), 2019.

37. Weber Jahnke J. Design of decoupled clinical decision support for service-oriented architectures. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering 2009; 19(2): 159-83.

38. Palaniappan S. A tool for healthcare information integration. Journal of Information and Communication Technology 2020; 5(1): 29-44.

39. Bhadoria RS, Chaudhari NS & Tomar GS. The performance metric for enterprise service bus (ESB) in SOA system: Theoretical underpinnings and empirical illustrations for information processing. Information Systems 2017; 65(1): 158-71.

40. Gavrilov G, Jakimovski B, Chorbev I & Trajkovik V. Cloud-based electronic health record for health data exchange, Macedonia: International Conference on Applied Internet and Information Technologies, 2018.

41. Papazoglou M, Traverso P, Dustdar S & Leymann F. Service-oriented computing: State of the art and research directions. (IEEE) Computer Society 2007; 40(11): 64-71.

42. Bianco P, Lewis GA, Merson P & Simanta S. Architecting service-oriented systems. Available at: https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalNote/2011_004_001_15353.pdf. 2011.

43. El-Sappagh SH & El-Masri S. A distributed clinical decision support system architecture. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences 2014; 26(1): 69-78.

44. Huser V, Rasmussen LV, Oberg R & Starren JB. Implementation of workflow engine technology to deliver basic clinical decision support functionality. BMC Medical Research Methodology 2011; 11(1): 43-62.

45. Besana P, Patkar V, Barker A, Robertson D & Glasspool D. Sharing choreographies in openknowledge: A novel approach to interoperability. Journal of Software 2009; 4(8): 833-42.

46. Yazdani A, Ghazisaeedi M, Ahmadinejad N, Giti M, Amjadi H & Nahvijou A. Automated misspelling detection and correction in persian clinical text. Journal of Digital Imaging 2020; 33(3): 555-62

47. Doherty WJ & Thadhani AJ. The economic value of rapid response time. Available at: https://jlelliotton.blogspot.com/p/the-economic-value-of-rapid-response.html. 1982.

48. Kawamoto K, Jacobs J, Welch BM, Huser V, Paterno MD, Del Fiol G, et al. Clinical information system services and capabilities desired for scalable, standards-based, service-oriented decision support: Consensus assessment of the health Level 7 clinical decision support work group. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3540445/pdf/amia_2012_symp_0446.pdf/?tool=EBI. 2012.

49. Kawamoto K, Del Fiol G, Orton C & Lobach DF. System-agnostic clinical decision support services: Benefits and challenges for scalable decision support. The Open Medical Informatics Journal 2010; 4(1): 245-54.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

50. Mandal AK & Sarkar A. Service oriented system design: Domain specific model based approach, Malaysia: 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS), 2016.

51. Mandal AK & Sarkar A. Modelling of business processes for software as a service. International Journal of Business Process Integration and Management 2017; 8(2): 81-101.

52. Cucino R & Eccher C. Modeling healthcare processes in BPEL: A colon cancer screening case study, Berlin: International Conference on Electronic Healthcare, 2010.

53. Farooq K, Khan BS, Niazi MA, Leslie SJ & Hussain A. Clinical decision support systems: A visual survey. Available at: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1708/1708.09734.pdf. 2017.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]

Service-Oriented Architecture as an Integration and Scalability Strategy of Clinical Decision Support Systems

Azita Yazdani[1] (Ph.D.) - Reza Safdari[2] (Ph.D.) - Roxana Sharifian[3] (Ph.D.) - Maryam Zahmatkeshan[4] (Ph.D.) - Marjan Ghazi Saeedi[5] (Ph.D.)

1 Assistance Professor, Department of Health Information Management, Health Human Resources Research Center, School of Management & Information Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

2 Professor, Department of Health Information Management, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3 Associate Professor, Department of Health Information Management, Health Human Resources Research Center, School of Management & Information Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

4 Ph.D. in Health Information Management, Noncommunicable Disease Research Center, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran

5 Associate Professor, Department of Health Information Management, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Evidence Based Medicine Research Center, Endocrinology and Metabolism Clinical Sciences Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Received: Jul 2019

Accepted: Mar 2020

Background and Aim: When clinical decision support systems are developed, implementing solutions that enable these systems to be -used on a large scale can reduce the production costs associated with the creation, maintenance and by sharing these systems, producing multiple clinical decision support systems will be prevented. In recent years, one of the approaches used for this purpose in combination with clinical decision support systems is the service-oriented architecture approach. The purpose of this study was to investigate the role and importance of service-oriented architecture in delivering scalable architectures of clinical decision support systems focusing on different approaches to this architecture.

Materials and Methods: This article is a simple review article. Bibliographic databases of IEEE Explore, Science Direct, Springer, Web of Science, and Scopus were reviewed. The keywords "Service Oriented Architecture" and "clinical decision support systems" were used as keywords along with related terms for searching these databases.

Results: The clinical decision support systems based on service-oriented architecture brings benefits such as Facilitate knowledge maintenance, reducing costs and improving agility. Point-to-point communication, enterprise service bus, service registry, clinical and engine guiding engine, and service choreography and orchestration are general architectural designs that are evident in the use of web-based clinical decision support systems based on a service-oriented architecture approach.

Conclusion: Service-oriented architecture is a potential solution for delivering scalable platforms for clinical decision systems.

Keywords: Clinical Decision Support Systems, Service Oriented Architecture, Scalability, Flexibility, Interoperability

*** Corresponding Author:**
Ghazi Saeedi M
Email :
ghazimar@tums.ac.ir

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-07-09]