جمع سپاری شناسایی ضدالگوها در معماری سرویس گرا

رسول اسماعیلی فرد[۱]

[۱] استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی شیراز، شیراز،
esmaeily@sutech.ac.ir

چکیده

معماری سرویس گرا به عنوان یک راهکار انعطاف پذیر برای طراحی سیستم های توزیع شده سال ها است که مورد توجه قرار گرفته است. عدم وجود دستورالعمل های مشخص برای طراحی این معماری سبب بروز مشکلات و اشتباهاتی در این معماری می شود که تحت عنوان ضدالگو شناخته می شود. اما شناسایی ضدالگوها نیز به دلیل عدم وجود تعریف رسمی برای آنها چالش های زیادی به دنبال دارد که راهکارهای موجود پاسخ مناسبی به آنها نبوده اند. در این مقاله از بکارگیری پتانسیل جمع زیادی از افراد به صورت داوطلبانه و ناشناخته تحت عنوان جمع سپاری روش جدیدی جهت شناسایی این ضدالگوها ارائه گردیده است.

در این روش فاکتورهایی نظیر تجمیع نظرات کاربران در حوزه کاری یک سرویس، حد آستانه متریک‌های ضدالگو و نیز معیارهای پویا و معیارهای سطح واسط سرویس مورد توجه قرار گرفته است. روش ارائه شده از نظر قابل اعتماد بودن نظر کاربران مورد ارزیابی قرار گرفته است و نتایج نشان از قابلیت شناسایی کاربران نظرات نادرست و یا تبانی آنها و تعیین میزان قابلیت اعتماد به نظرات آنها را دارا است.

کلمات کلیدی

معماری سرویس گرا، ضدالگو، جمع سپاری، SOAP **و** REST**.**

۱- مقدمه

معماری سرویس گرا[۱][۱] به عنوان مجموعه ای از اصول و راهکارها برای طراحی راهکارهای انعطاف پذیر توزیع شده چندسالی است که ارائه شده است. همراهی آزادانه[۲]، مستقل از سکو بودن و قابلیت استفاده مجدد از سرویس ها در این معماری کمک زیادی به سازمان ها در رسیدن به اهداف خود کرده است. برای پیاده سازی معماری سرویس گرا امروزه اغلب از فناوری وب سرویس که بر اساس دو استاندارد شناخته شده REST [۲] و SOAP [۳] استوار است استفاده می شود. اما دستورالعمل مشخصی برای طراحی وب سرویس مناسب وجود ندارد و راهنماهای موجود در حال حاضر صرفاً بهترین تجربیات در این زمینه را در مواردی نظیر انعطاف پذیر بودن، قابلیت عملکرد، ترکیب پذیری، همراهی آزادانه ارائه می دهند. اما در نهایت طراحی سرویس تحت تاثیر محیط و تصمیمات طراح آن قرار دارد و ممکن است اصول کیفی در آن در نظر گرفته نشده باشند. اولین بار Koenig [۴] با مستندسازی این مشکلات، اشتباهات رایج و تکراری تحت عنوان ضدالگو را معرفی کرد.

به عنوان مثال سرویس پرحرف[۳] یک نمونه از این ضدالگوهای سرویس است که در آن تعداد بالایی از عملگرهای ساده برای کامل کردن یک فعالیت مورد نیاز است. سرویس متورم[۴] ضد الگوی دیگری است که در آن سرویس ها با یک واسط بسیار بزرگ و یا تعداد بسیار زیادی پارامتر پیاده‌سازی می شوند. در همین راستا محققین نشان داده اند که بسیاری از اهداف معماری سرویس گرا نظیر همراهی آزادانه و یا قابلیت استفاده مجدد به دلیل وجود ضد الگوها محقق نشده است [۵].

با این وجود شناسایی و تحلیل ضد الگوها مسئله چالش برانگیز است. چرا که ضدالگوهای سرویس ها تعریف رسمی ندارند و هر نوع تکنولوژی مورد استفاده در معماری سرویس گرا نظیر REST و SOAP دارای مفاهیم مشترک یا متفاوت از سایر تکنولوژی ها است و ممکن است معیارها و شناسایی ترکیب

[۱] Service-Oriented Architecture
[۲] Loosely-coupled
[۳] Chatty
[۴] Bloated

مناسب آنها برای شناسایی ضدالگوها بسیار متفاوت باشد. علاوه بر این حتی با ارائه متریک هایی برای شناسایی ضدالگوها، تعیین حدآستانه شناسایی ضدالگوها خود چالش دیگری است.

روش هایی که تا کنون تعریف شده اند غالباً بر تعریف قوانین توصیفی[۵] به صورت دستی استوار هستند که تبدیل این نشانه ها به معیار را دشوار می کنند و یا از تکنیک های جستجو محلی و میانگین گیری استفاده می کنند که از عدم قطعیت ذاتی برخوردار هستند. جمع‌سپاری[۶] تکنیکی برای بهره گیری از پتانسیل و مشارکت دادن گروه فراوانی از افراد ناشناخته به صورت داوطلبانه است که بر اساس دانش خود می توانند به شناخت ضدالگوهای موجود در سرویس ها کمک کنند. در این مطالعه دو مساله بالقوه در رابطه با بکارگیری مشارکت جمعی در شناسایی ضدالگوها به شرح زیر مد نظر قرار خواهد گرفت:

- روش جدیدی را برای شناسایی ضدالگوهای وب سرویس ها بر اساس مشارکت گروهی کاربران توصیف خواهد شد. در این روش با تجمیع نظرات کاربران در حوزه کاری یک سرویس، حد آستانه متریک‌های ضدالگو شناسایی می شود.
- تعریف معیارهای قابل بررسی توسط مشارکت گروهی

برای شناسایی ضدالگوها توسط جمع، معیارهایی جهت بررسی توسط آنها می بایست ارائه شود. در این مطالعه دو سطح از معیارهای پویا و معیارهای سطح واسط سرویس که می توانند جهت اظهارنظر کاربران استفاده شوند معرفی خواهند شد. معیارهای پویا جنبه های پویای یک سرویس نظیر زمان مناسب پاسخ دهی را در بر می گیرد. معیارهای سطح سرویس وابسته به تکنولوژی مورد استفاده در سرویس بوده و وابسته به آن متفاوت هستند.

ادامه این مطالعه به صورت زیر سازماندهی شده است. فصل دو به بررسی پیش زمینه و کارهای مرتبط با این تحقیق می پردازد. در فصل ۳ پیش زمینه‌ای از مسئله شناسایی ضدالگو در وب سرویس ها پرداخته شده است. فصل ۴ مسئله جمع سپاری شناسایی ضدالگو را مطرح می کند و راهکار بررسی اعتماد نظرات کاربران و نحوه تجمیع نظرات کاربران را ارائه می کند. ارزیابی و نتایج تجربی به دست آمده در فصل ۵ ارائه شده اند و در نهایت جمع بندی و جهت گیری تحقیقات آینده در فصل ۶ ارائه شده است.

۲- کارهای مرتبط

بسیاری از مزایای معماری سرویس گرا نظیر قابلیت استفاده مجدد، قابل توسعه بودن[۷] همه از اصولی هستند که در طراحی آن پیش بینی شده اند. هدف از شناسایی ضدالگوها بررسی میزان تطبیق طراحی با اصول پیش بینی شده آن است. اگر چه تحقیقات بسیاری در خصوص شناسایی ضدالگوها در سایر زمینه های طراحی سیستم های نرم افزاری انجام شده است، ولی تکنیک ها و شیوه های شناسایی ضدالگوها برای وب سرویس ها هنوز در مراحل ابتدایی خود قرار دارد. به صورت کلی کارهای انجام گرفته تا کنون بر روی شناسایی ضدالگوها در سرویس ها را می توان در سه دسته کلی تقسیم بندی کرد:

در دسته اول ضدالگوهای مرتبط با مسائل طراحی قرار دارند. اغلب این مطالعات مواردی و نشانه هایی از دامنه هایی از ضدالگوها را لیست کرده اند که می توانند در شناسایی آنها مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال [۶] هفت نمونه از ضدالگو را که اصولی معماری سرویس گرا را نقض می کند نام برده است. از جمله کارهای دیگر در این زمینه می توان به [۵, ۷, ۸] اشاره کرد.

دسته دوم بر روی ضدالگوهای مرتبط با طراحی و مستندسازی آنها تمرکز داشته اند. به عنوان مثال Palma و دیگران [۹] با ارائه مجموعه قوانین توصیفی با نام SODA-W و با استفاده از یک زبان توصیف دامنه با نام (DSL) توانسته است توصیفی از خصوصیات یک ضدالگو را با استفاده از مجموعه ای از معیارهای سطح واسط WSDL انجام دهد. در ادامه این معیارها Palma و دیگران [۱۰] چارچوبی برای شناسایی ضدالگوها از روی مستندات طراحی سرویس با نام SOFA ارائه کرده اند که توانایی شناسایی برخی ضدالگوهای معرفی شده را دارا است.

برخی دیگر از کارهای مرتبط بر تعریف واسط کاربری متمرکز شده اند. به صورت مشخص Rodriguez و دیگران [۱۱] بر ارائه راهنمایی هایی برای جلوگیری از عادات بد در نگارش WSDL تمرکز کرده اند و چندین تابع مکاشفه ای را برای شناسایی آن ارائه کرده است. برخی از مطالعات دیگر نظیر Ouni و دیگران [۱۲] بر شناسایی خودکار ضدالگوها بر اساس تکنیک های جستجوی محلی یا برنامه نویسی ژنتیک تاکید داشته اند. در همین راستا مطالعات [۱۳–۱۵] نیز انجام گرفته است.

۳- پیش زمینه

ضد الگوها نشانه هایی از طراحی و اجرای ضعیف هستند که راه حل های نامناسب برای مشکلات تکرار شونده را توصیف می کنند. آنها اغلب منجر به نرم افزاری می شوند که نگهداری و تکامل آنها سخت است و ممکن است به طور ناخواسته در حین طراحی اولیه یا در طول توسعه نرم افزار به علت انتخاب طراحی بد، ضعف در برنامه ریزی یا محدودیت های زمانی در تولید نرم افزار ایجاد شوند.

انواع مختلف ضدالگو که که نشان دهنده نشانه های مختلفی هستند تا کنون در ادبیات موضوع ضدالگوهای مشترک، ضدالگوهای مختص SOAP و ضدالگوهای مختص REST معرفی شده اند [۱۲, ۱۶]. علیرغم موارد اشاره شده تصمیم گیری بر روی ضد الگو بودن دشوار است. چون معیار و توافق آشکاری بر روی اینکه چه طراحی اصول کیفی را نقض شده است وجود ندارد. به عنوان یک نمونه ممکن است طراحی سرویسی نشانه های ضدالگو را داشته باشد اما به عنوان یک ضدالگوی واقعی شناسایی نشود. به عنوان مثال تابعی نظیر translate که عمل ترجمه یک متن به یک زبان دیگر را با دریافت صرفاً یک پارامتر انجام می دهد طراحی مناسبی دارد اما بر اساس تعاریف ضدالگو خصوصیات یک ضدالگوی دانه ریز[۸] را دارد. لذا ضدالگو می تواند بر اساس نظرات خبرگان مختلف از این سرویس ها متفاوت باشد. حتی کاربران استفاده کننده از این سرویس ها ممکن است در حین استفاده از این سرویس ها به این نتیجه برسند که این سرویس ها اصول کیفی خاصی را رعایت نکرده اند.

علاوه بر این، در مطالعات پیشین پشنهاد شده است که برای شناسایی ضدالگوها از معیارهایی برای شناسایی آنها استفاده شده است. اما تعیین معیارهای مناسب

---

[۵] Declarative

[۶] Crowdsourcing

[۷] Extensible

[۸] Fine-grained

برای شناسایی خودکار ضدالگوها نیز دشوار است و ممکن است این معیارها و شناسایی ترکیب مناسب آنها برای شناسایی ضدالگوها بسیار متفاوت باشد. روش هایی که تاکنون تعریف شده اند غالباً بر تعریف قوانین توصیفی به صورت دستی استوار هستند که اجازه می دهند تا نشانه‌های کلیدی که ضد الگوهای مختلف سرویس را تعریف می کنند شناسایی شوند. اما تبدیل این نشانه ها به معیار اغلب نیازمند درگیری انسان است و تعریف مشخصی برای آن وجود ندارد. لذا استفاده از دانش انسانی در این مساله نیز می تواند بسیار کمک کننده باشد.

در مطالعات پیشین [۱۶] برخی از این متریک ها برای شناسایی ضدالگوها از روی واسط سرویس مطرح شده اند که تعدادی از آنها در جدول شماره ۱ آورده شده اند.

جدول ۱- معیارهای مورد استفاده

پروتکل	معیار	توصیف
SOAP & REST	RT	زمان پاسخ سرویس
SOAP & REST	AT	در دسترس بودن سرویس
SOAP	NOD	تعداد عملیات تعریف شده
SOAP	NIP	تعداد پارامترهای ورودی
SOAP	NOP	تعداد پارامترهای خروجی
SOAP	NCT	تعداد نوع های پیچیده
REST	TLB	کل لینک ها در بدنه پاسخ
REST	VRB	افعال بدنه درخواست
REST	VRU	افعال URI درخواست
REST	HM	نوع متد Http

علاوه بر این حتی در صورت شناسایی معیارهای مناسب، پیدا کردن مقدار آستانه مرتبط با هر یک از این معیارها نیز دشوار است. روش هایی که تا کنون مطرح شده اند غالباً بر جستجو در فضای محلی و میانگین گیری بر روی مقادیر استوار هستند و با توجه به متفاوت بودن نظرات کاربران مختلف از عدم قطعیت ذاتی برخوردارند.

برای حل این وضعیت ها و چالش های مطرح شده، راهکاری بر اساس جمع سپاری مطرح می شود که اجازه می دهد با مشارکت گروهی کاربران و ارائه نظرات آنها در خصوص شناسایی ضدالگوها، برداری از متریک های ضدالگو و حد آستانه مناسب آنها را از یک بانک بازخورد از نظرات کاربران ایجاد کنیم. ایجاد این بانک نظرات کمک می کند تا بتوانیم تطبیق سرویس ها با نظرات کاربران را انجام دهیم و لیستی از معیارها و مقدار آستانه مناسب برای یک سرویس را شناسایی کنیم. هر توسعه دهنده سرویس با مقایسه این متریک ها و مقادیر آستانه آنها با سرویس خود می تواند نسبت به شناسایی و رفع ضد الگوها اقدام نماید.

۴- راهکار و روش ارائه شده

پروتکل های کشف وب سرویس یا Web Service Discovery امکان دسترسی به ارائه کنندگان سرویس را بر روی اینترنت فراهم می کنند. UDDI[۹] از جمله این سرویس ها است که امکان ایجاد مخزنی از وب سرویس ها را در قالب تکنوژی SOAP فراهم می کند. امروز سایت های مختلفی نظیر ServiceXplorer[۱۰]، programmableweb[۱۱] نیز در خصوص معرفی سرویس ها فعالیت دارند. این مخازن، سرویس ها و یا شبکه‌های اجتماعی فعال می توانند امکان یک نظرسنجی را از کاربران فراهم کنند تا آنها پس از استفاده از این سرویس ها بر اساس تجربیات و احساس خود نظری را در رابطه با متریک های مرتبط و مقادیر مناسب برای آن وب سرویس بیان کنند. با توجه به تنوع و ذات پویای انواع سرویس هایی که ممکن است ایجاد و توسعه داده شود و همچنین با توجه به موارد اشاره شده در خصوص عدم وجود قوانین مشخص در این حوزه شناسایی خودکار ضدالگوها که کاری پرچالش محسوب می شود می تواند توسط همکاری گروهی کاربران انجام شود.

۴-۱- دریافت نظرات کاربران

بر اساس نظرات و بازخوردهای ارائه شده از بررسی کاربران برای هر وب سرویس یک بردار از متریک های ارائه شده تشکیل می شود که هر عنصر آن یک زوج (متریک، مقدار) خواهد بود. کاربر نظر خود را در خصوص مقدار بهینه متریک ها ارائه می کند و حتی در صورتی که زیر ساخت دریافت نظرات اجازه دهند می تواند متریک های جدیدی را نیز خود معرفی کند. اما دریافت نظرات کاربران می تواند هم به صورت کمی و هم به صورت کیفی انجام می شود. در صورتی که مقادیر دریافت شده کیفی باشند کاربر نظر خود را در قالب دسته‌های مختلف نظیر زیاد، متوسط و کم ارائه خواهد کرد. نمونه ای از این بردار نظرات در شکل ۱ نمایش داده شده است.

RT = Low	NOD = 3	NIP = 2	NOP = Never	NCT = Rare

شکل ۱- بردار نظرات کاربر

با هدف بهره برداری از نظر کاربران باید امکان تجمیع این نظرات وجود داشته باشد. یکی از ابزارهای مناسب در اینجا می تواند استفاده از سیستم فازی و متغیرهای زبانی[۱۲] می باشد [۱۷]. این متغیرها می توانند مقداری ابهام موجود در متغیرهای کیفی را از طریق نگاشت نمایش دهند. حتی متریک های کمی را نیز می توان به متغیر زبانی تبدیل کرد و آن را در قالب یکسانی با متریک های کیفی بیان کرد.

بدین منظور مقادیر تمام متریک بدست آمده از نظرات کاربران به عدد فازی تبدیل می شود. عدد فازی توسط $\tilde{R} = (a, b, c, d)$ نمایش داده می شود که در آن $a < b < c < d$ اعداد حقیقی هستند که متعلق به یک تابع عضویت ذوزنقه ای هستند. یک مقدار دریافت شده از کاربر در محتمل ترین حالت در یک بازه [c, d] نمایش داده می شود. به عنوان مثال نظر ارائه شده یک کاربر مانند زیاد می تواند به (4, 6, 6, 10) تبدیل شود. در این تبدیل ۶ نشان دهنده زیاد و [4, 6] و [6, 10] نشان دهنده مقدار فازی بالا می باشد. نظرات کمی نیز که به صورت هایی نظیر برابر ۵ یا تقریبا معادل ۵ ارائه می‌شوند می توانند با استفاده از روش های فازی گشایی[۱۳] به ترتیب به به صورت هایی نظیر (5, 5, 5, 5) و (3, 5, 5, 7) تبدیل شوند.

---

[۹] http://uddi.xml.org/

[۱۰] http://eil.cs.txstate.edu/ServiceXplorer/

[۱۱] www.programmableweb.com

[۱۲] linguistic

[۱۳] defuzzification

بدین ترتیب تمامی نظرات ارائه شده به اعداد فازی تبدیل می شوند که حاصل آن تشکیل یک ماتریس رتبه بندی فازی از نظرات کاربران برای شناسایی ضد الگوی یک سرویس S_j است. این ماتریس در شکل ۲ نمایش داده شده است.

$$\widetilde{K_j} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{1j1} & \tilde{r}_{2j1} & \dots & \tilde{r}_{mj1} \\ \tilde{r}_{1j2} & \tilde{r}_{2j2} & \dots & \tilde{r}_{mj2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{r}_{1jn} & \tilde{r}_{2jn} & \dots & \tilde{r}_{mjn} \end{bmatrix}$$

شکل ۲- ماتری‌س نظرات کاربر

۴-۲- تفکیک نظرات ارائه شده

با توجه به اینکه در هنگام دریافت نظرات کاربران ترکیبی از کاربران با تجربه و بی تجربه و ناآشنا در خصوص شناسایی ضدالگو مشارکت دارند و ممکن است نظراتی کاملاً متفاوت با اهداف شناسایی ضدالگو را ارائه دهند و یا حتی به دلایل مختلف نظیر بایاس ممکن است نظرات آنها دقت کافی نداشته باشد و دقت کلی ارزیابی را تحت تاثیر قرار دهد، در راهکار ارائه شده تفکیک نظرات کاربران و تعیین اعتبار نظرات کاربران از نظر همگرایی آن با نظر اکثریت دنبال خواهد شد.

نظرات ارائه شده را می توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول نظرات عامل‌ها[۱۴] است که می توانند کاربران مورد اعتماد و یا نرم افزاری شناسایی ضدالگو باشند که به صورت خودکار طراحی و کیفیت خدمات یک سرویس را مورد بررسی قرار می دهند و به توسعه دهندگان در شناسایی ضدالگوها کمک می کنند [۱۲]. لازم به ذکر است که شبکه اجتماعی پس از فعالیت کاربران و میزان خوشنامی آنها می توانند درجه فعالیت آنها را در شبکه اجتماعی به مورد اعتماد تغییر دهند. وجود این دسته از نظرات می تواند به حذف نظرات غیرمنطقی از یک سرویس کمک شایانی می نماید. دسته دوم کاربرانی هستند که استفاده کننده از وب سرویس هستند و هدف آنها کمک به شناسایی ضدالگوهای موجود در سرویس‌ها با هدف بهبود استفاده از آنها است. وجود این کاربران بیشمار استفاده کننده از سرویس ها ظرفیت بالقوه فراوانی را برای بهبود مساله شناسایی سرویس ها ایجاد می کند.

مسئله اصلی در اینجا آن است که چگونه به نتایج حاصله از نظرات کاربران اعتماد کنیم و این نظرات را با نظرات عامل های شناسایی مورد اعتماد ترکیب کنیم و ضدالگوهای موجود در یک سرویس و میزان بهینه حدآستانه برای آنها را شناسایی کنیم. برای فائق آمدن بر مسائل اشاره شده، در این مطالعه یک مدل انتخاب ضدالگو و حدآستانه بر مبنای نظرات کاربران ارائه شده است.

۴-۳- تطبیق نظرات سرویس ها بر اساس شباهت معنایی

در مدل ارائه شده تطبیق نظرات کاربران با سرویس های مشابه دنبال شده است تا در هنگام تولید یک سرویس از نظرات قبلی کاربران در خصوص این سرویس ها استفاده شود. با توجه به اصول طراحی معماری سرویس گرا مولفه های این سرویس باید قابلیت استفاده مجدد داشته و همراهی آزادانه داشته باشند. یکی از نیازمندی های این موضوع شباهت سرویس های ارائه شده و مشابه در یک حوزه کاری با یکدیگر است. اما سرویس های مشابه در زمینه های متفاوت الگوی متفاوتی دارند. به عنوان مثال الگوی یک سرویس جستجو برای یک سرویس شبکه اجتماعی با یک سرویس تراکنش مالی متفاوت است. بدین منظور در حال حاضر دو خصوصیت حوزه کاربری مورد استفاده سرویس و نام سرویس (به عنوان مثال ثبت نام یا پرداخت) در تطبیق نظرات کاربران مد نظر قرار گرفته است. مواردی که می تواند در نظرات کاربران بسیار اثرگذار باشد. یک حدآستانه نیز جهت خارج کردن نظرات جهت دار مورد استفاده قرار می دهیم که هر چه شباهت بین نظرات با زمینه کمتر باشد نظرات کاربران کمتر مورد توجه قرار گیرد.

برای تعیین شباهت معنایی بین نام سرویس از الگوریتم SIMCR استفاده شد که می تواند به عنوان یک روش عینی جهت تعیین تشابه نام سرویس‌ها مورد استفاده قرار گیرد [10]. این راهکار جهت تعیین شباهت سرویس ها از گسترده ترین فرهنگ واژگان مورد استفاده انگلیسی WordNet [۱۸] جهت توصیف نام ها بهره می گیرد. WordNet هر مفهوم را به وسیله واژگان هم معنی که تحت عنوان synset شناخته می شود، نمایش می دهد و آنها را با استفاده از روابط معنایی به یکدیگر ارتباط می دهد. در SIMCR تطبیق سرویس ها بر اساس توصیف متنی متشکل از سه بخش اسم، فعل و صفت انجام می گیرد که تعیین میزان شباهت آنها با استفاده از رابطه زیر صورت می گیرد.

$$SemSim(S_p, S_q) = n.Sim(N_p, N_q) + v.Sim(V_p, V_q) + a.Sim(A_p, A_q) \quad (1)$$

۴-۴- اعتماد به نظرات کاربران

همانطور که اشاره شد نظرات همه کاربران در خصوص ضدالگو بودن یک سرویس به صورت عادلانه و یا تخصصی ارائه نمی شوند. در این بخش جزئیات راهکار برای ارزیابی قابل اعتماد بودن نظر کاربران ارائه می شود. در این راهکار کاربرانی که نظرات ارائه شده آنها به نظر اکثریت کاربران و عامل ها نزدیکتر است قابل اعتمادتر هستند. راهکار در نظر گرفتن نظر اکثریت در مطالعات متعدد [۱۹, ۲۰] مورد استناد قرار گرفته است.

همانطور که در بخش ۴,۱ اشاره شد، کاربران در این مدل نظر خود را در خصوص یک سرویس بهینه و فاقد ضد الگو ارائه می دهند. اما عوامل متعددی باعث می شوند تا کاربران به مرور زمان نظرات متفاوتی را در خصوص یک سرویس بهینه ارائه دهند. به عنوان نمونه، کاربران ممکن است با مشارکت تدریجی در این سیستم آشنایی با روند ضدالگوها پیدا کنند و بتوانند تخصص بیشتری در این خصوص پیدا کنند یا به تدریج بخش ها و حالت های مختلفی از یک سرویس را استفاده کنند و با وضعیت و حالت های مختلف آن آشنایی پیدا کنند. مجموع این شرایط باعث می شود تا نظر یک کاربر به صورت دوره ای اصلاح شود. لذا نظرات کاربران در این مدل به صورت دوره ای دریافت و مورد ارزیابی قرار می گیرد. از این رو، یک عامل اثرگذار دیگر در این مطالعه روند تاریخی تغییرات نظرات کاربران و تطبیق آن با نظرات اکثریت عامل ها است. اکثریت نظرات کاربران از طریق وزنی که به قابلیت اعتماد نظرات کاربران داده

[۱۴] Agent

می شود محاسبه می شود. آشنایی کاربران با سرویس های ارائه شده و جنبه های مختلف آن ممکن است سبب شود که دیدگاه کاربران یک روند واحد و مثبت را دنبال نکند و همگرائی نظرات کاربران با گذشت زمان مشاهده نشود. حتی ممکن است که سرویس ها با گذشت زمان توسعه یابند و روند رفع ضدالگوها و همگرائی آن به جهت مشخصی همواره مشاهده نشود. از این رو در این مدل روند همگرائی نظرات اعلام شده توسط یک کاربر با نظرات اعلام شده توسط عامل های نرم افزاری را مد نظر قرار گرفته است. به عنوان مثال ممکن است بردار نظرات یک کاربر در خصوص یک متریک بصورت $\{3, 4, 2\}$ باشد و نظر عامل به ترتیب برابر $\{2, 5, 1\}$ باشد که از جهت روند تغییرات با یکدیگر بسیار تشابه دارد.

از آنجا که ممکن است یک کاربر جهت گیری مثبت یا منفی نسبت به تعیین حد آستانه متریک های مختلف داشته باشد، کنترل روند تغییرات اجازه می دهد تا اعتمادپذیری نظرات کاربر از دیدگاه وی مد نظر قرار گیرد. چرا که بر این اساس نظرات یک کاربر ممکن است همگرایی با نظرات اکثریت نداشته باشد و این دلیلی بر غیرقابل اعتماد بودن نظر داده شده نیست. لذا با در نظر گرفتن مشابهت روند تغییرات نظرات کاربر در این مطالعه قابل اعتماد بودن نظر وی در این شرایط مدنظر قرار می گیرد.

بر اساس مطالب گفته شده، قابلیت اعتماد یک کاربر تحت تاثیر دو عامل است. اولین فاکتور شباهت بین روند نظرات کاربر برای هر یک از متریک ها با نظرات اکثریت عامل ها بمرور زمان است. دومین فاکتور، تفاوت بین نظرات ارائه شده توسط یک کاربر و نظرات ارائه شده اکثریت کاربران دیگر است.

مطابق با تعریف بخش ۴,۳ برای یک زمینه سرویس S_U را نشان دهنده مجموعه ای از کاربران و S_A را مجموعه ای از عامل ها بر روی یک زمینه سرویس در نظر می گیریم. این کاربران نظراتی را بر روی یک زمینه سرویس به مرور زمان ارائه می کنند. تمامی این نظرات به ترتیب زمانی ارائه نظرات حفظ می شوند. آنگاه این دنباله نظرات بر اساس یک پنجره زمانی تقسیم بندی می شوند. طول هر بازه زمانی متناسب با تعداد نظرات ارائه شده مشخص می شود. این بازه زمانی باید به اندازه ای در نظر گرفته شود که در آن بازه احتمال تغییر نظر کاربر کم باشد و نظرات کاربران بر روی یک زمینه سرویس نیز ارائه شود. در یک بازه زمانی، یک کاربر می تواند یک یا چند بار بردار نظرات خود بر روی یک زمینه سرویس ارسال نماید. قابل اعتماد بودن نظر U_i در بازه زمانی t از رابطه زیر بدست می آید.

$$R_t(U_i) = R_{t-1}(U_i) \times \left(1 + \omega_a \times C_a(AS_i, V_i)\right) \times [1 \pm C_u(r_i, N_i)] \quad (2)$$

که در آن $R_t(U_i)$ نشان دهنده ضریب قابل اعتماد بودن کاربر در بازه زمانی t-1 است. C_a و C_u نشان دهنده دو ضریب برای تنظیم قابلیت اعتماد U_i هستند. $C_a(AS_i, V_i)$ نشان دهنده فاکتور شباهت بین تغییرات نظرات U_i و نظرات اکثریت عامل ها از اولین بازه زمانی تا بازه زمانی t است که در آن AS_i نشان دهنده دنباله نظرات کاربر U_i در طول زمان و V_i نشان دنباله نظرات اکثریت عامل ها در طول زمان است. علاوه بر آن $\omega_a \in [0, 1]$پارامتر اهمیتی است که نشان می دهد که $C_a(AS_i, V_i)$ با چه سرعتی می تواند بر روی قابلیت اعتماد کاربر اثرگذار باشد. این پارامتر می تواند توسط شبکه اجتماعی یا سرویس اکتشاف مشخص شود. $C_u(r_i, N_i)$ نشان دهنده فاکتور تفاوت بین ارزیابی یک کاربر و ارزیابی اکثریت کاربران دیگر است که در آن r_i نشان دهنده ارزیابی U_i از متریک های ضدالگو در بازه زمانی t و N_i نشان دهنده ارزیابی اکثریت کاربران از متریک های ضدالگو در بازه زمانی t است. نمادهای مورد استفاده در این بخش در جدول شماره ۱ به تصویر کشیده شده اند.

جدول ۲- نمادها

نماد	توضیح
ω_a	ضریب تاثیر تغییرات نظرات کاربر
C_a	فاکتور میزان شباهت تغییر نظرات کاربر با تغییرات نظرات عامل ها
C_u	فاکتور میزان تفاوت نظرات یک کاربر با ارزیابی اکثریت کاربران
AS_i	دنباله نظرات یک کاربر در طول زمان
V_i	دنباله نظرات اکثر عامل ها در طول زمان
r_i	نشان دهنده بردار ارزیابی یک کاربر از متریک های ضدالگو
N_i	نشان دهنده بردار ارزیابی اکثریت کاربران از متریک های ضدالگو

جزئیات دو فاکتور معرفی شده در ادامه ارائه شده است:

۴-۴-۱- مقایسه شباهت روند تغییرات با نظر اکثریت عامل ها

به منظور بررسی روند تغییرات بین AS_i و V_i ابتدا روند تغییرات بین هر زوج از عناصر متناظر در دو بردار مقایسه شده است. به منظور انجام این کار AS_i و V_i جهت مقایسه باید به دنباله رتبه بندی تبدیل شوند. باید توجه داشت که مطابق آنچه در بخش ۴,۱ گفته شد بردار نظرات باید قبل از این تبدیل به اعداد فازی شده باشد تا مقادیر کمی در آن وجود نداشته باشد. اگر چندین نظر مقادیر یکسانی داشته باشند، رتبه بندی آنها بر مبنای میانگین رتبه بندی آنها محاسبه می شود. به عنوان مثال اگر یک دنباله نظرات بر مبنای رتبه بندی به صورت $\{7, 8, 3, 3, 1\}$ داده شده باشند، دنباله رتبه بندی آن برابر با $\{2, 1, 3.5, 3.5, 4\}$ خواهد بود. در اینجا مقادیر به صورت نزولی مرتب می شوند و مرتبه آنها در دنباله شمارش می شود. برای متریک هایی که مقادیر کوچکتر آن بهتر هستند(به عنوان مثال زمان پاسخ دهی سرویس) رتبه بندی معکوس باید انجام گیرد، مقادیر دنباله باید به صورت صعودی مرتب و شمارش شود.

اگر دنباله رتبه بندی AS_i و V_i به ترتیب برابر $\vec{x}$ و $\vec{y}$ باشند، آنگاه شباهت بین این دو دنباله رتبه بندی از طریق ضریب همبستگی رتبه بندی اسپیرمن [۲۱] که روش مرسومی برای محاسبه شباهت رتبه بندی محسوب می شود به صورت زیر محاسبه می شود.

$$C_a(AS_i, V_i) = \frac{\sum_{k=1}^{n}(x_k - \bar{x})(y_k - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_k - \bar{x})^2 \sum_{k=1}^{n}(y_k - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

که در آن $\vec{x}$ و $\vec{y}$ میانگین مقادیر رتبه بندی نظرات به ترتیب در هر دنباله رتبه‌بندی هستند. در اینجا $C_a(AS_i, V_i)$نشان دهنده شباهت روند تغییرات صرفاً برای یک متریک است و $C_a(AS_i, V_i)$ مجموع می تواند میانگین شباهت برای تمامی زوج صفات متریک های ضدالگو باشد. $C_a(AS_i, V_i)$ کلی بین ۱- و ۱ قرار دارد که در حالت اول نشان از یکسان بودن روند تغییرات و در حالت دوم نشان از معکوس بودن آن دارد.

۴-۴-۲- محاسبه نظر اکثریت کاربران

اگر فرض کنیم که شاخص k (1≤k≤n) نشان دهنده موقعیت یک پنجره زمانی در بین n پنجره زمانی موجود باشد. در یک پنجره زمانی t، A_i یک بردار شامل متریک های ارزیابی ضدالگوی سرویس است که در آن هر آیتم به یک متریک اشاره دارد. به همین ترتیب N_i یک بردار شامل متریک ارزیابی ضدالگوی سرویس از نظر اکثریت کاربران است.

در یک پنجره زمانی t، بردار $r_i(t)$ از نظرات کاربر U_i برابر میانگین تمامی نظرات وی در یک پنجره زمانی است.

$N_i(t)$ میانگین نظر اکثریت کاربران با احتساب قابلیت اعتماد بودن آنها در پنجره زمانی t-1 است.

$$N_i(t) = \frac{\sum_i^{|S_U|} r_i(t) \times R_t(U_i)}{\sum_i^{|S_U|} R_t(U_i)} \quad (4)$$

به شکل مشابه، نظر اکثریت عامل ها که از آن جهت حذف نظرات خیلی متفاوت استفاده خواهیم کرد به صورت زیر محاسبه می شود

$$M_i(t) = \frac{\sum_j^{|S_A|} r_j(t) \times R_t(A_j)}{\sum_j^{|S_A|} R_t(A_j)} \quad (5)$$

که در آن $R_t(A_j)$ قابلیت اعتماد یک عامل A_j در مجموعه S_Aدر پنجره زمانی t و $r_j(t)$ بردار متناظر با نظرات عامل j از بررسی زمینه وب سرویس است.

۴-۴-۳- محاسبه تفاوت نظر کاربر با نظر اکثریت کاربران

اگر ED() نشان دهنده فاصله اقلیدسی بین دو بردار باشد. آنگاه فاکتور $C_u(r_i, N_i)$ بر روی تفاوت بین مقادیر نظرات کاربران و مقادیر نظرات اکثریت کاربران برای تمامی متریک ها به صورت زیر محاسبه می شود.

$$C_u(r_i, N_i) = \left(1 - \frac{ED(r_i, N_i)}{\max(ED)}\right) \times \frac{c_u}{\omega_u} \quad (6)$$

که در آن max(ED) نشان دهنده حداکثر فاصله اقلیدسی بین دو بردار متریک ضدالگو است. مطابق با تعریفی که در بخش ۴,۱ از سیستم اعداد فازی شد، این حداکثر نشان دهنده حداکثر فاصله سیستم فازی از پیش تعریف شده است. ω_u پارامتری است که مشخص می کند نظر اکثریت چقدر می تواند در قابلیت اعتماد یک کاربر اثرگذار باشد و منجر به حذف یک کاربر یا افزایش جایگاه نظر وی شود. C_u نشان دهنده تاثیر شباهت یا عدم شباهت با نظر اکثریت بر روی تنظیم قابلیت اعتماد کاربر می باشد. C_u می تواند از رابطه زیر محاسبه شود:

$$c_u = \begin{cases} 1 - \dfrac{ED(r_i, N_i)}{\sigma(t)} & if\ ED(E_i, N_i) < \sigma(t) \\ 1 - \dfrac{\sigma(t)}{ED(r_i, N_i)} & otherwise \end{cases} \quad (7)$$

که در آن σ(t)انحراف معیار تمامی نظرات کاربران در بازه زمانی t است. در معادله ۲، علامت قبل از $C_u(r_i, N_i)$ وابسته به شباهت r_i و N_i است. اگر پاسخ مثبت باشد، نظر U_i در بازه t قابل اعتماد است، از این جهت باید قابلیت اعتماد وی بر روی این فاکتور افزایش یابد و علامت مثبت است و در غیراینصورت منفی خواهد بود.

۴-۵- تجمیع نظرات در خصوص شناسایی ضدالگوهای سرویس

در این مدل، بنا بر این گذاشته شده است که نظرات کاربران بر اساس مکانیزم زمینه شباهت معنایی سرویس های شرح داده شده در بخش ۴,۳ گروه بندی می‌شوند. در حقیقت این مدل به توسعه دهندگان سرویس توصیه می کنند که سرویس آنها می بایست با کدام دسته از نظرات کاربران در خصوص سرویس ها مورد مقایسه قرار گیرد. علاوه بر این توسعه دهنده خود نیز می تواند بر اساس علائق خود دسته نظرات را انتخاب کند.

در هر دسته از سرویس ها نیز قابلیت اعتماد نظرات کاربران بر مبنای هر یک از سرویس ها مطابق با مراحلی که در بخش ۴,۴ توضیح داده شد محاسبه می شود. باید توجه داشت که اعتبار نظرات ارائه شده بر این اساس در هر دامنه کاری و حوزه شباهت معنایی اعتبار دارد و در هر گروه به صورت خاص محاسبه می شود و کل نظرات کاربر در اعتبارسنجی نظرات وی مد نظر قرار نمی گیرد. چرا که آشنایی کاربران با هر حوزه تجاری متفاوت است و تفکیک آن می تواند در بالا بردن تاثیر شناسایی ضدالگوها موثر باشد. چرا که قابلیت اعتماد هر کاربر بر مبنای نظرات وی در هر حوزه و متناسب با نیازمندی های آن سنجیده می شود.

بر این اساس، رویه ترکیب نظرات در هر دسته به صورت مستقل انجام می‌شود. از این جهت ابتدا سرویس ها بر اساس حوزه کاری دسته بندی و سپس شباهت هر سرویس با سایر سرویس ها تعیین و سرویس ها بر اساس یک حد آستانه شباهت معنایی دسته بندی می شوند. این شباهت زمینه برای دو سرویس S_p و S_q توسط تابع $SemSim(S_p, S_q)$ محاسبه و نمایش داده می شود.

در هر دسته معنایی، نظرات ارائه شده کاربران بر اساس قابلیت اعتماد نظرات آنها تجمیع می شوند. در یک پنجره زمانی t، بردار ارزیابی یک گروه معنایی سرویس G_p در بازه زمانی t از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$AR_k(t) = \frac{\sum_i^{|S_U|} r_{ik}(t) \times R_t(U_i)}{\sum_{ik}^{|S_U|} R_t(U_i)} \quad (9)$$

که در آن $AR_k(t)$ نشان دهنده نظر تجمیع شده متریک k از بردار نظرات کاربران است و می بایست به ازا هر یک از متریک ها محاسبه شود. در نهایت، نتیجه نهایی یک بردار است از نظرات تجمیع شده است که حد آستانه ای را برای ضدالگوها مشخص می کند.

پس از تجمیع نظرات کاربران در صورت درخواست توسعه دهندگان جهت ارائه معیارهای شناسایی ضدالگوها، شباهت سرویس کاربر در حوزه کاری آن سرویس با سایر سرویس های آن حوزه محاسبه و سرویس در گروهی که بیشترین شباهت را با آن دارد قرار می گیرد. به عنوان مثال فرض کنید که یک توسعه دهنده سرویسی با عنوان پرداخت را در یک حوزه نظیر مالی تهیه کرده است. شباهت معنایی سرویس پرداخت با سایر سرویس های حوزه کاری مالی تعیین و این سرویس در دسته معنایی سرویس هایی که کار پرداخت را انجام می دهند قرار می گیرد. حال بردار تجمیع شده نظرات کاربران در این دسته به کاربر ارائه می شود و بر اساس مقایسه وضعیت موجود با متریک های موجود

در این بردار و حدآستانه مشخص شده در آن می توان ضدالگوها را شناسایی و آنها را حذف کرد.

۵- ارزیابی کارایی

در این بخش نتایج آزمایشاتی را که جهت ارزیابی عملکرد راهکار پیشنهادی انجام شده است ارائه گردیده است. از آنجا که مجموعه داده واقعی دربرگیرنده تمامی متریک های مورد نیاز در دسترس نیست، از مجموعه داده LanternYing[۱۵] که حاوی داده های کیفیت خدمات مجموعه ای از کاربران بر روی وب سرویس ها شامل زمان پاسخ و نرخ گذردهی است استفاده شد که بخشی از متریک های اشاره شده را در شناسایی ضدالگوها پوشش می دهد. همچنین از شبیه سازی برای ایجاد بازخورد نظرات کاربران استفاده شد چرا که این موضوع این قابلیت را ایجاد می کند تا بهتر بتوان عملکرد قابل اعتماد بودن نظرات کاربران را مطالعه نمود. این راهکاری است که در مطالعات مشابه بر روی نظرات کاربران نیز مورد استفاده قرار گرفته است [۱۹].

نظر ۳۰۰ کاربر استفاده کننده از سرویس نیز شبیه سازی شد. همچنین ۵۰۰ وب سرویس را که خصوصیات کارایی مشابه ای داشتند از میان ۵۸۲۵ سرویس موجود انتخاب شد و نظرات ۵۰ عامل نیز بر اساس آن شبیه سازی گردید. از آنجا که داده های واقعی جمع آوری شده می تواند روند تغییرات واقعی الگوهای یک سرویس را توصیف کند نظرات کاربران نیز مطابق با رتبه بندی داده های واقعی زمان پاسخ ایجاد گردید.

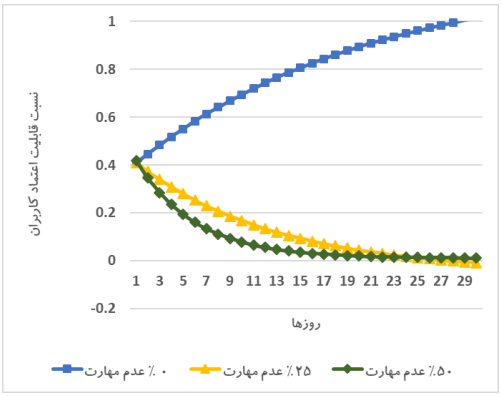
رفتار کاربران برای مدت زمان ۳۰ روز شبیه سازی گردید و بر اساس آن میزان قابلیت اعتماد کاربران و عامل ها در پایان هر روز محاسبه و ذخیره شد. در این شبیه‌سازی هر کاربر یا عامل مهارت متفاوتی را برای ارائه نظرات صحیح خود داشت.

در آزمایش صورت گرفته راهکار ارائه شده برای بررسی میزان قابلیت اعتماد به نظرات کاربران مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور کاربران و عامل ها به سه دسته تقسیم شدند که در هر دسته آنها درصد متفاوتی از عدم مهارت ارزیابی ضدالگوها وجود داشت. درصد پیش فرض برای این گروه ها به ترتیب ۰، ۲۵ و ۵۰ بود. آزمایش ها نیز در دو حالت انجام گرفت:

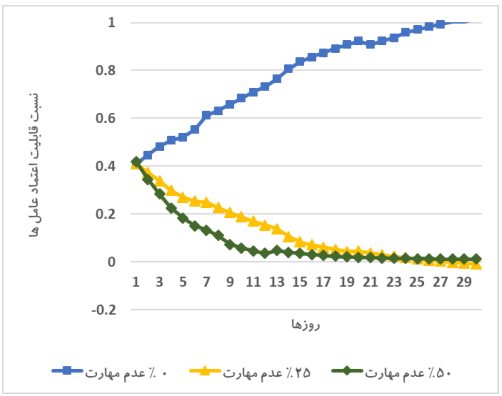
حالت اول: برخی از کاربران یا عامل ها به صورت تصادفی نظرات نادرستی را ارائه می کردند.

حالت دوم: برخی از کاربران به جهت گمراهی سایر کاربران و ارائه نظارت نادرست تبانی می کردند. اما در این حالت عامل ها همچنان به صورت تصادفی نظرات نادرستی ارائه می کردند. چرا که طبق شرایط توصیف شده امکان تبانی عامل ها با کاربران بسیار بعید است چرا که در راهکار ارائه شده عامل ها موجودیت های نسبتاً قابل اعتماد هستند.

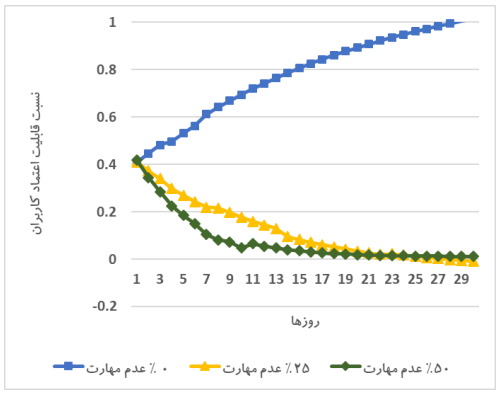
شکل ۳ نتایج آزمایش های دو حالت را نشان می دهد. محور افقی نتایج شبیه سازی های ۳۰ روزه است و محور عمودی میزان نسبی قابلیت اعتماد کاربران و عامل ها است. میزان قابلیت اعتماد نسبی کاربران یا عامل ها از تقسیم قابلیت اعتماد یک کاربر یا عامل به مجموع قابلیت اعتماد کلیه کاربران یا عامل ها بدست می آید.



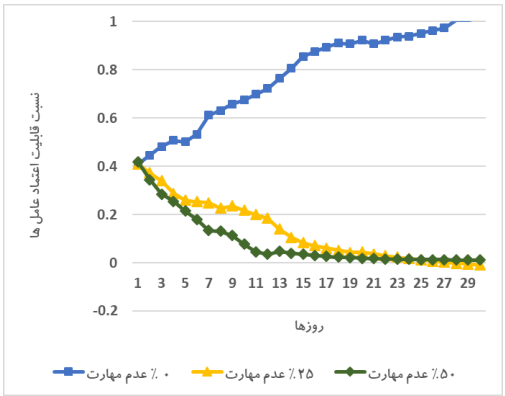
(حالت اول – الف) قابلیت اعتماد کاربران



(حالت اول – ب) قابلیت اعتماد عامل ها



(حالت دوم– الف) قابلیت اعتماد کاربران



(حالت دوم – ب) قابلیت اعتماد عامل ها

شکل ۳ نتایج آزمایش های ارزیابی قابلیت اعتماد

[۱۵] https://github.com/LanternYing/Dataset

روند نتایج بدست آمده در دو حالت شبیه به هم هستند. قابلیت اعتماد کاربران/عامل ها کمی نوسان تصادفی را در روزهای نخست نشان می دهد، اما قابلیت اعتماد آنها در روزهای آتی به حالت طبیعی باز می گردد. این موضوع به جهت آن است که راهکار ارائه شده نیازمند چند رکورد از سوابق کاربران به منظور تنظیم قابلیت اطمینان کاربران یا عامل ها است. شکل ۳ نشان می دهد که هر چه میزان عدم مهارت یا تبانی کاربر بیشتر باشد میزان قابلیت اعتماد به وی نیز کمتر است. از این جهت راهکار ارائه شده می تواند به شکل موثری کاربران یا عامل هایی که مهارت کافی ندارند یا قصد تبانی دارند را شناسایی کند.

۶- نتیجه گیری

در این مقاله روش جدیدی برای بکارگیری نظرات کاربران وب سرویس ها و تجمیع آنها برای شناسایی ضدالگوهای وب سرویس تحت عنوان جمع سپاری بهره گرفته شد. در این روش به مسائل کلیدی نظیر نحوه دریافت نظرات، تفکیک نظرات کاربران و عامل ها، نحوه تجمیع نظرات بین سرویس های مشابه، نحوه اعتماد به نظرات کاربران پرداخته شده و نحوه اعمال نظر اکثریت برای شناسایی ضدالگوها تشریح شد.

آزمایش های مختلف در شرایط مختلف نشان داد که این راهکار توانایی شناسایی کاربران قابل اعتماد را دارد و کاربران فاقد مهارت یا تبانی کاربران شناسایی و رده بندی نتایج حذف می شوند.

مراجع

[۱] T. Erl, *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*. Prentice Hall PTR, August 2005.

[۲] L. Richardson and S. Ruby, *RESTful web services*. " O'Reilly Media, Inc.", 2008.

[۳] S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, and D .F. Ferguson, *Web services platform architecture: SOAP, WSDL, WS-policy, WS-addressing, WS-BPEL, WS-reliable messaging and more*. Prentice Hall PTR, 2005.

[۴] A. J. T. p. h. t. Koenig, strategies, and applications, "Patterns and antipatterns," vol. 13, p. 3.۱۹۹۸ ,۸۳

[۵] M. A. Torkamani, H. J. I. J. o. E. Bagheri, and C. Engineering, "A systematic method for identification of anti-patterns in service oriented system development," vol. 4, no. 1, pp. 16-23, 2014.

[۶] J. Král and M. Žemlicka, "Popular SOA antipatterns," in *Future Computing, Service Computation, Cognitive, Adaptive, Content, Patterns, 2009. COMPUTATIONWORLD'09. Computation World:*, 2009, pp. 271-276: IEEE.

[۷] J. Kral and M. Zemlicka, "The most important service-oriented antipatterns," in *Software Engineering Advances, 2007. ICSEA 2007. International Conference on*, 2007, pp. 29-29: IEEE.

[۸] D. Tripathi, U. Suman, M. Ingle, S. J. I. J. o. C. T. Tanwani, and Engineering, "Towards Introducing and Implementation of SOA Design Antipatterns," vol. 6 , no. 1, p. 20, 2014.

[۹] F. Palma, N. Moha, G. Tremblay, and Y.-G. Guéhéneuc, "Specification and detection of SOA antipatterns in web services," in *European Conference on Software Architecture*, 2014, pp. 58-73: Springer.

[۱۰] F. Palma, J. Dubois, N. Moha ,and Y.-G. Guéhéneuc, "Detection of REST patterns and antipatterns: a heuristics-based approach," in *International Conference on Service-Oriented Computing*, 2014, pp. 230-244: Springer.

[۱۱] J. M. Rodriguez, M. Crasso, A. Zunino, and M. Campo, "Automatically detecting opportunities for web service descriptions improvement," in *Conference on e-Business, e-Services and e-Society*, 2010, pp. 139-150: Springer.

[۱۲] A. Ouni, M. Kessentini, K. Inoue, and M. O. J. I. T. o. S. C. Cinnéide, "Search-based web service antipatterns detection," vol. 10, no. 4, pp. 603-617, 2017.

[۱۳] A. Ouni *et al.*, "MORE: A multi‐objective refactoring recommendation approach to introducing design patterns and fixing code smells," vol. 29, no. 5, p. e1843, 2017.

[۱۴] L. Kumar and A. Sureka, "An Empirical Analysis on Web Service Anti-pattern Detection Using a Machine Learning Framework," in *2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, 2018, pp. 2-11: IEEE.

[۱۵] H. Wang, M. Kessentini, and A. Ouni, "Bi-level identification of web service defects," in *International Conference on Service-Oriented Computing*, 2016, pp. 352-368: Springer.

[۱۶] F. Palma, N. Moha, and Y.-G. J. I. T. o. S. E. Guéhéneuc, "UniDoSA: The Unified Specification and Detection of Service Antipatterns," 2018.

[۱۷] P. Liu and F. Jin, "Methods for aggregating intuitionistic uncertain linguistic variables and their application to group decision making," *Information Science*, vol. 205, pp. 58-71, 2012.

[۱۸] G. A. J. C. o. t. A. Miller, "WordNet: a lexical database for English," vol. 38, no. 11, pp. 39-41, 1995.

[۱۹] Z. Malik and A. J. T. V. J. T. I. J. o. V. L. D. B. Bouguettaya, "Rateweb: Reputation assessment for trust establishment among web services," vol. 18, no. 4, pp. 885-911, 2009.

[۲۰] T. H. Noor and Q. Z. Sheng, "Trust as a service: A framework for trust management in cloud environments," in *International Conference on Web Information Systems Engineering*, 2011, pp. 314-321: Springer.

[۲۱] P. J. B. Sedgwick, "Spearman's rank correlation coefficient," vol. 349, p. g7327, 2014.