مجله علمی پژوهشی «علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل»
سال چهارم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲؛ ص ۱۹۲-۱۸۱

مدل مدیریت اعتماد جدید مبتنی بر روش تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در محیط وب سرویس‌ها

محمود صالح اصفهانی[۱]، علی کریمی[۲*]، محمدرضا حسنی آهنگر[۱]
۱- استادیار ۲- مربی دانشگاه جامع امام حسین (ع)
(دریافت: ۹۱/۱۱/۱۸، پذیرش: ۹۲/۰۹/۰۳)

چکیده

محیط‌های سرویس‌گرا دارای خصوصیات ویژه‌ای هستند که از جمله می‌توان به پویایی، باز بودن و توزیع شدگی آنها اشاره نمود. ارزیابی اعتماد و اعتبارسنجی در برقراری تعاملات امن بین سرویس‌های وب در چنین محیط‌هایی از اهمیت خاصی برخوردار است. مدل‌های اعتماد متعددی مبتنی بر مکانیزم‌های‌بازخورد طراحی شده‌اند، اما همه این مدل‌ها در پیشگیری از تولید اطلاعات نادرست توسط ارزیاب‌ها در حین انجام اعتبارسنجی موفق نبوده‌اند.یک چالش کلیدی در به‌کارگیری این مدل‌ها، جلوگیری از رفتار فریبکارانه کاربران در فراهم کردن بازخوردها و رتبه‌بندی‌های غیرمنصفانه می‌باشد. با توجه به ماهیت فازی اعتماد و معیارهای گوناگونی که در تعیین قابلیت اطمینان یک سرویس‌دهنده تأثیرگذار است، در این مقاله با استفاده از روش ELECTRE TRI، یک مدل اعتماد جدید برای غلبه بر چالش‌های مزبور پیشنهاد شده است. برای ارزیابی و تعیین کارآیی مدل پیشنهادی، نتایج آن با مدل RATEWeb، مقایسه شده است. نتایج حاصل از مقایسه و ارزیابی عملکرد این مدل، توانایی آن را در مدیریت اعتماد و قابلیت تطبیق سریع با تغییرات رفتاری سرویس‌دهندگان را به خوبی نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: مدیریت اعتماد، اعتبارسنجی، وب‌سرویس، تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، روش ELECTRE TRI.

A Novel Multiple Criteria Decision-Based Trust Management Model in Web Services

M. S. Esfahani, A. Karimi*, M. R. Hassani Ahangar
Imam Hossein University
(Received: 06/02/2013; Accepted: 24/11/2013)

Abstract

Service-oriented environments have distinctive characteristics, such as being dynamic, open and distributed. The evaluation of trust and reputation is very important in establishing secure interactions between web services in such environments. Many trust models have been developed based on feedback mechanisms. However, not all of them are able to detect false reputation outcome as a result of misleading data provided by raters. A key challenge to employ these models is to prevent user's misbehavior in unfair feedbacks and ratings. In this paper, a new trust model based on ELECTRE TRI method is proposed to overcome such a challenge. To evaluate the effectiveness of the model, the results are compared with the well known RATEWeb model. Numerical results and performance evaluation of our model proves its ability in trust management as well as quick adaption of behavioral changes of service providers.

Keywords: Trust Management, Reputation, Web Service, Multiple Criteria Decision Making, ELECTRE TRI Method.

*Corresponding Author E-Mail: akarimi@ihu.ac.ir

۱. مقدمه

بر اساس قالب لایه‌ای[1] وب معنایی، اعتماد در بالاترین لایه قرار گرفته و یک عامل مهم و تعیین‌کننده برای تمامی تراکنش‌ها و تعاملات در محیط وب محسوب می‌شود. پیاده‌سازی یک مدل اعتماد که قابلیت اتکای بالایی داشته باشد، تضمین‌کننده آن است که محیط وب بتواند در شرایط عدم اطمینان عملکرد مطلوبی از خود نشان دهد. تاکنون مدل‌های اعتماد مختلفی توسط محققان، چه در محیط‌های متمرکز و چه غیرمتمرکز، ارائه شده است که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف مربوط به خود هستند. تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم‌های اعتبارسنجی قابل اطمینان، میزان اعتماد کاربران را به محیط‌های سرویس‌گرا افزایش می‌دهد [۱]. با توجه به حجم و تنوع بسیار بالای اطلاعات در محیط‌های توزیع شده، طبیعتاً مدل‌هایی از مقبولیت خوبی برخوردارند که به‌صورت غیرمتمرکز، یعنی بدون دخالت یک نهاد مرکزی جهت رتبه‌بندی و اعتبارسنجی افراد مشارکت کننده در تراکنش‌ها، کارآیی خوبی داشته باشند. اما در شبکه‌های غیرمتمرکز، هیچ نهادی برای مجازات همتایان بدخواه وجود ندارد، بنابراین مدل اعتمادی که مورد استفاده قرار می‌گیرد باید دارای قابلیت اتکای بالایی باشد. بسیاری از مدل‌های اعتماد، از مکانیزم‌های نسبتاً ساده‌ای برای محاسبه اعتماد استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، e-Bay یک نمونه از وب سایت حراج برخط[2] است که با استفاده از یک طرح مدیریت اعتماد مبتنی بر بازخورد[3]، پس از هر تراکنش، خریداران و فروشندگان را رتبه بندی می‌کند [۲]. مدل‌های متعددی برای مدیریت اعتماد مبتنی بر اعتبارسنجی توسط محققان طراحی شده است اما این مدل‌ها در پیشگیری از تولید اطلاعات نادرست در حین انجام اعتبارسنجی توسط کاربران، به‌طور کامل موفق نبوده‌اند. با این وجود، فقدان یک چارچوب و مدل کارآمد که بتواند مدیریت اعتماد و اعتبارسنجی سرویس‌های وب را به‌صورت پایدار انجام دهد، احساس می‌شود. از اینرو، مسئله و سؤال اصلی این است که در یک شبکه غیرمتمرکز و در شرایط عدم اطمینان، چگونه می‌توان به یک ارائه‌دهنده سرویس درحالی که در گذشته با آن هیچ تراکنشی وجود نداشته است اعتماد کرد؟ همچنین، مدل اعتماد پیشنهادی باید دارای چه ویژگی‌ها و قابلیت‌هایی باشد تا بتواند بر مشکلات و نواقص مدل‌های موجود فائق آید؟ یک سرویس‌دهنده می‌تواند برای ارائه خدمات خود رفتارهای متفاوتی داشته باشد. به عنوان مثال، می‌تواند به‌طور ثابت خدمات با کیفیت پایین ارائه نماید یا برعکس و یا به‌طور تصادفی در یک دوره، خدمات بی‌کیفیت و در دوره دیگر خدمات مطلوب ارائه کند. همچنین تعداد ارزیاب‌های صادق و بدخواه می‌تواند تأثیر زیادی در عملکرد مدل‌های مدیریت اعتماد داشته باشد که همگی این موارد به‌عنوان متغیرهای این تحقیق مدنظر قرار گرفته‌اند.

از آنجایی که ماهیت انتخاب بهترین سرویس‌دهنده، یک مسئله مرتبط با تصمیم‌گیری‌های چند معیاره[4] محسوب می‌شود، هدف این مقاله آن است که با استفاده از روش ELECTRE TRI که یکی از معتبرترین روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشد، یک مکانیزم اعتبارسنجی برای رتبه‌بندی سرویس‌دهنده‌ها (وب‌سرویس‌ها) و در نهایت انتخاب بهترین سرویس‌دهنده ارائه دهد. در مدل پیشنهادی، یک راه حل جامع برای اعتبارسنجی ارائه‌دهندگان سرویس، با یک روش دقیق، قابل اطمینان و در عین حال غیرمتمرکز[5] فراهم شده است. چارچوب پیشنهادی، حضور ارزیاب‌های بدخواه که ممکن است رفتارهای صادقانه و غیرصادقانه داشته باشند را در نظر می‌گیرد. با توجه به اینکه مدل اعتماد RATEWeb[6]، که یکی از جدیدترین مدل‌های اعتبارسنجی برای مدیریت اعتماد در محیط‌های سرویس‌گرامی‌باشد و توانسته است کارایی بهتری در مقایسه با سایر مدل‌های مشابه کسب نماید [۳]، در مقاله حاضر نتایج این کار برای اثبات کارآیی آن، با نتایج حاصل از این مدل مقایسه می‌شود. فرضیه‌ای که در پی تأیید آن در این مقاله بوده، آن است که مدل پیشنهادی در مقایسه با مدل RATEWeb، رتبه اعتباری سرویس‌دهنده‌ها را با خطای کمتری تخمین می‌زند. از طرفی، در شرایطی که سرویس‌دهندگان به‌طور ناگهانی عملکرد خود را تغییر می‌دهند (به‌عنوان مثال، سرویس‌دهنده‌ای که کیفیت خدمات آن مطلوب است، به‌طور ناگهانی کیفیت خدماتش را کاهش می‌دهد و یا بالعکس)، مدل پیشنهادی نسبت به مدل RATEWeb، قابلیت تطبیق سریع‌تری با تغییرات رفتاری آنها دارد و مقادیر اعتبارسنجی سرویس‌دهندگان با سرعت بیشتری به مقادیر واقعی نزدیک می‌شود.

۲. پیشینه تحقیق

در طول چند سال گذشته، فعالیت‌های تحقیقاتی زیادی در زمینه مدیریت اعتماد و اعتبارسنجی انجام گرفته است. این تلاش‌ها به یک حوزه خاص محدود نشده‌اند. رشته های متنوعی مانند اقتصاد، علم کامپیوتر، بازاریابی، سیاست، جامعه‌شناسی و روان‌شناسی، اعتبارسنجی را در زمینه‌های متعددی مورد مطالعه قرار داده اند [۴]. در سال‌های اخیر، این‌گونه فعالیت‌های تحقیقاتی تحرک زیادی پیدا کرده است. اعتبارسنجی در علم کامپیوتر، در هر دو حوزه نظری و کاربردی مورد مطالعه قرار گرفته است. حوزه‌های نظری مرتبط با اعتبارسنجی، شامل تئوری بازی‌ها، شبکه‌های بیزین [۵] و شبکه‌های اجتماعی [۶] می‌باشد و عمدتاً روی اثبات ویژگی‌های سیستم‌های اعتبارسنجی تمرکز دارند. حوزه‌های عملی مرتبط با اعتبارسنجی، عمدتاً به کاربردهای اعتبارسنجی مربوط می‌شود. کاربردهای اصلی شامل، کسب و کار الکترونیکی، شبکه‌های نظیر به نظیر، سیستم‌های محاسبات گرید [۷]، سیستم‌های چند- عاملی [۸]، موتورهای

[1] Layer Cake
[2] Online
[3] Feedback
[4] Multiple Criteria Decision Making
[5] Decentralized
[6] Reputation Assessment for Trust Establishment in Web Services

جستجوی وب و مسیریابی شبکه‌های اقتضایی [۹ و ۱۰] هستند که سازوکارهای اعتبارسنجی به‌طور مؤثر در آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بخش، تنها به توضیح تعداد کمی از رویکردهای مرتبط با این حوزه پرداخته می‌شود.

تأثیر سیستم‌های اعتبارسنجی را بر رشد و توسعه کسب و کار الکترونیکی مورد بررسی قرار گرفته است [۴]. این مطالعات به‌طور خاص بر روی چگونگی تأثیر سیستم‌های اعتبارسنجی در مزایده‌های برخط[1]، که تحت عنوان مزایده‌های الکترونیکی C2C شناخته می شوند، متمرکز شده‌اند.

در تحقیقی مدل PeerTrust معرفی شده است [۱۱]. در این سیستم، قابلیت اعتماد به یک همتا، با ارزیابی توان سرویس‌دهی آن به سایر همتایان در گذشته تعریف می‌شود. این مدل، مقدار اعتمادی را که همتایان موجود در انجمن، در مورد همتای موردنظر بر اساس تجربه‌های گذشته خود دارند، منعکس می‌کند. در یک سیستم نظیر به نظیر بزرگ، پیدا کردن یک انجمن معنی‌دار از همتایان که دارای تجربیات گذشته از سایر همتایان باشند، به احتمال زیاد دشوار است. در نتیجه، همتایان اغلب ناچار به انتخاب از میان مجموعه‌ای از کاندیداها خواهند شد که برای آنها هیچ اطلاعاتی وجود ندارد.

چن و همکاران، راه‌حل‌های مبتنی بر اعتبار[2] را مورد توجه قرار داده‌اند [۱۲]. در کسب و کار الکترونیکی، اکثر تحقیقات مربوط به اعتبارسنجی فرض می‌کنند که بازخوردها همیشه صادقانه و بدون تعصب ارائه می‌شوند و توجه چندانی به کیفیت بازخوردها معطوف نمی‌شود. آنها در راه حل پیشنهادی خود، بین ارزیاب‌ها، با محاسبه یک اعتبار برای هر ارزیاب بر اساس کیفیت و کمیت رتبه‌بندی‌هایی که ارائه می‌دهد، تمایز قائل می‌شوند. با این حال، روش مذکور مبتنی بر این فرض است که اگر رتبه‌بندی‌های ارائه شده با اکثریت رتبه‌بندی‌ها سازگار باشند، دارای کیفیت خوب هستند. از این‌رو، دشمنانی که بازخوردهای جعلی یا گمراه کننده ارسال می‌کنند هنوز هم می‌توانند به سادگی با ارسال تعداد زیادی بازخورد و تبدیل شدن به رأی اکثریت، اعتبار خوبی به‌عنوان یک ارزیاب (رأی دهنده) برای خود کسب کنند.

دلاروکاس [۱۳]، مکانیزم‌هایی برای مبارزه با دو نوع رفتار غیرصادقانه هنگام ارسال بازخورد پیشنهاد کرده است. ایده اصلی، تشخیص و فیلتر کردن استثنائات در حالات خاص با استفاده از فنون فیلترینگ خوشه‌ای است. این فن می‌تواند در سیستم‌های اعتبارسنجی مبتنی بر بازخورد برای فیلتر کردن رتبه‌بندی‌های مشکوک قبل از تجمیع آنها به‌کار برده شود. در مقایسه با طرح دلاروکاس، مدل اعتماد RATEWeb کلی‌تر است. در این مدل، از اعتبار منبع بازخورد به‌عنوان یکی از پارامترهای اساسی اعتماد، هنگام ارزیابی قابلیت اطمینان همتایان استفاده می‌شود.

سیستمی به‌نام EigenTrust پیشنهاد شده است که یکی از مشهورترین مدل‌های مدیریت اعتماد محسوب می‌شود [۱۴]. از مشخصه‌های اصلی این مدل، اختصاص یک مقدار اعتماد سراسری[3] یکتا برای همتایان، بر اساس سابقه همکاری آنها در گذشته است، که تجربیات همه همتایان با همتای مقصد را منعکس می‌کند. در نتیجه، همتایان برای انتخاب اینکه از چه کسی دانلود کنند و همتایان بدخواه را شناسایی و از شبکه بیرون کنند، این مقادیر اعتماد را مورد استفاده قرار می‌دهند. محدودیت EigenTrust آن است که فرض می‌کند همتایان قابل اعتماد در شبکه وجود دارد.

در مقاله دیگری، به موضوع اندازه‌گیری اعتبار وب سایت‌ها پرداخته شده است [۱۵]. مطالعات صورت گرفته به پاسخ این سئوال که آیا نوع خاصی از ابزارهای جستجو به سایت‌ها واگذار می‌شود، داده شود و تصور می‌شود که معتبرتر از کار دیگران باشد، یعنی توانا[4] و قابل اعتماد[5]. در مقاله دیگر، نویسندگان یک مدل توزیع شده برای اعتبارسنجی وب‌سرویس‌ها ارائه کرده‌اند [۱۶]. این مدل، مشتریان یک سرویس را قادر می‌سازد از تعاملات گذشته خود با آن سرویس، جهت بهبود تصمیمات آینده استفاده نمایند. همچنین به مشتریان سرویس امکان می‌دهد تا تجربیات خود از تعاملات گذشته با وب‌سرویس‌ها را به اشتراک گذارند. در مقاله دیگر ، سیستم PowerTrust معرفی شده که با استفاده از یک روش امتیازدهی توزیع شده، تعدادی گره قابل اعتماد قوی که بیشترین توان را دارند تحت عنوان گره قدرت به‌طور متناوب انتخاب می‌کند [۱۷]. در این مدل، ابتدا یک شبکه همپوشانی اعتماد[6] بر اساس گره‌های تشکیل دهنده شبکه، ایجاد می‌شود. کلیه گره‌ها زمانی که تراکنشی بین یک جفت گره اتفاق می‌افتد، یکدیگر را ارزیابی می‌کنند. بنابراین گره‌ها مقادیر اعتماد محلی را به‌طور متناوب بین خودشان تبادل می‌کنند. این مقادیر، به‌عنوان ورودی سیستم PowerTrust در نظر گرفته می‌شوند. استفاده از همتایان قدرتمند مورد اطمینان، به‌عنوان یک اعتبار عمومی و انعطاف‌پذیری در مقابل تهدیدات امنیتی گسترده و گوناگون از جمله ویژگی‌های بارز مدل PowerTrust می‌باشد.

در مقاله دیگری، مدلی با استفاده از متد ELECTRE TRI برای ارزیابی قابل‌اعتماد بودن نرم‌افزارها توسط ارزیاب‌ها (Users) ارائه شده است [۱۸]. در این مدل به‌طور ساده ۶ سطح (Level) با نمایه‌ها و معیارهای ذیربط تعریف می‌شود و پس از انجام محاسبات لازم، در نهایت اعلام می‌کند که نرم‌افزار مورد نظر در چه سطحی از اعتماد قرار دارد. این مدل به‌هیچ یک از موارد مهم و تعیین‌کننده: صادق یا بدخواه بدون ارزیاب‌ها، تعداد این ارزیاب‌ها، تغییر رفتار نرم‌افزارها یا ارائه‌کنندگان آنها و در نهایت، ارزیابی صحت عملکرد و کارآیی مدل نمی‌پردازد.

[1] Online Auctions
[2] Credibility-Based Solutions
[3] Global Trust Value
[4] Authoritative
[5] Trustworthy
[6] Trust Overlay Network

۳. تحلیل کاستی‌های مدل RATEWeb

مدل مدیریت اعتماد RATEWeb، یک سیستم مبتنی بر تشریک مساعی است که مشتریان وب‌سرویس‌ها، تجارب خود را در ارتباط با ارائه‌دهندگان سرویس، با افراد دیگر به اشتراک می‌گذارند. هدف نهایی این مدل، فراهم کردن یک راه حل فراگیر برای اعتبارسنجی ارائه دهندگان سرویس با یک روش قابل اطمینان و در عین حال غیرمتمرکز[1] است. راه‌حل‌های قبلی برای ارزیابی اعتبارسنجی، مفروضات ساده‌ای در نظر گرفته‌اند که ممکن است در محیط‌های وب‌سرویس کاربرد نداشته باشند [۱]. بر خلاف برخی گزارشات [۱۹] که در انها فرض می‌شود همه عوامل مؤثر در محاسبه اعتبارسنجی وب‌سرویس‌ها، مورد اعتماد بوده و رفتار صادقانه دارند، در مدل RATEWeb، اعتبارسنجی یک وب‌سرویس بر اساس گواهی‌های هر دو ارزیاب قابل اعتماد (صادق) و بدخواه محاسبه می‌شود. طرح مبتنی بر اعتبار[2] در این مدل امکان می‌دهد، به گواهی‌های قابل اعتماد در مقایسه با آنهایی که قابل اعتماد نیستند، وزن بیشتری اختصاص داده شود. ویژگی دیگری که در مدل RATEWeb بر خلاف مدل‌های قبلی وجود دارد، آن است که اطلاعات محلی[3] را با مقادیر اعتبارسنجی سراسری[4] ترکیب و تلفیق می‌نماید. این مدل نشان داده است که در مقایسه با سایر مدل‌ها کارایی بالاتری دارد [۲۰]. با این حال، این مدل نیز به نوبه خود کاستی‌هایی به شرح زیر دارد که به‌نظر می‌رسد کارایی آن را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار داده است:

الف) در بسیاری از موارد، مشتریان علاقه دارند علی‌رغم تفاوت ظاهری امتیازات ارزیاب‌ها که به یک سرویس‌دهنده اعطاء می‌شود، با این ارزیاب‌ها به‌طور مشابه رفتار شود. این امر اصولاً یک انتظار منطقی است، زیرا ماهیت این رتبه‌بندی‌ها کیفی و فازی است و نمی‌توان با آنها کاملاً دقیق و غیرفازی برخورد کرد. به‌عنوان مثال، یک ارزیاب ممکن است به یک سرویس‌دهنده که کیفیت خدمات او خیلی خوب بوده است رتبه ۸ از ۱۰ را اعطاءکند، در صورتی که ارزیاب دیگر که همین حد از کیفیت را دریافت می‌کند، امتیاز ۹ از ۱۰ را اختصاص دهد. از این‌رو، ملاحظه می‌شود که بازخورد ارزیاب‌ها از کیفیت خدمات سرویس‌دهنده‌ها کاملاً کیفی است [۲۱].

در مدل RATEWeb، با این ارزیاب‌ها به دو شکل متفاوت برخورد می‌شود. اعتبار این دو ارزیاب بر اساس میزان اختلاف بین امتیازی که به سرویس‌دهنده‌ها داده‌اند و امتیازی که سایر ارزیاب‌ها به آنها اختصاص داده‌اند، تغییر می‌کند که نشان دهنده غیرفازی و قطعی بودن این روش است. در حالی که لزوماً میزان تغییری که در اعتبار این دو ارزیاب پس از این ارزیابی اتفاق می‌افتد نباید با هم تفاوتی داشته باشد.

ب) نحوه تعریف مشتری بدبین و خوش‌بین در مدل RATEWeb منطقی نیست. چرا که در این مدل، مشتری بدبین به کسی گفته می‌شود که به راحتی به ارزیاب‌ها اعتماد نمی‌کند و در صورتی که نظر آنها با نظر اکثریت مخالف باشد، مقدار زیادی از رتبه اعتباری آنها کاسته می‌شود. در حالی که اگر امتیاز تخصیص‌یافته توسط آنها با نظر اکثریت یکسان باشد، رتبه اعتباری آنها به مقدار زیادی افزایش می‌یابد که این امر کاملاً غیرمنطقی به نظر می‌رسد، زیرا یک مشتری بدبین معمولاً رتبه افراد را به‌راحتی افزایش نمی‌دهد. از سوی دیگر، مشتری خوش‌بین به کسی گفته می‌شود که چنان‌چه در یک دوره زمانی، امتیازات اعطایی یک ارزیاب به سرویس‌دهنده جاری با امتیازات سایر ارزیاب‌ها مخالف باشد، مقدار زیادی از رتبه اعتباری وی کاسته نمی‌شود و این ارزیاب همچنان رتبه اعتباری بالایی خواهد داشت. در حالی که اگر در یک دوره زمانی، امتیازات اعطا شده توسط یک ارزیاب مطابق با نظر دیگران باشد، مقدار زیادی به رتبه اعتباری او افزوده نخواهد شد که این امر نیز معمولاً با تعریف مشتری خوش‌بین تطبیق ندارد، زیرا یک مشتری خوش‌بین معمولاً در صورت مشاهده بازخورد خوب از یک ارزیاب، به‌راحتی مقدار زیادی رتبه اعتباری وی را افزایش می‌دهد. بنابراین، مدل RATEWeb آزادی عمل کمتری به مشتری می‌دهد و مشتری تنها با تغییر مقادیر ρ می‌تواند در طیف مشتریان بدبین یا خوش‌بین قرار بگیرد (با تعریفی که در بالا ذکر شد). در حالی که یک مدل خوب باید این امکان را به مشتری بدهد که نه فقط بر اساس مقادیری که از قبل تعریف شده است، بلکه با توجه به تجارب شخصی وی در بازاری که فعالیت می‌کند و به دلخواه او، در مورد ارزیاب‌ها قضاوت کند.

۴. معرفی کلی روش پیشنهادی

در این بخش، روش پیشنهادی این مقاله را که به اختصار MCDTWS[5] نامیده می‌شود، به تفصیل و با جزئیات بیشتری شرح داده می‌شود.

۴-۱. اعتبار ارزیاب‌ها

اعتبار یک وب‌سرویس بر اساس کیفیت خدمات آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای هر وب‌سرویس، می‌توان معیارهایی را در نظر گرفت که کیفیت خدمات آن را نشان می‌دهد. این معیارها برای ارائه‌دهندگان سرویس، متفاوت هستند. امنیت، قابلیت اطمینان، کارایی، زمان پاسخ‌گویی، قیمت ارائه خدمات، در دسترس بودن و غیرهبرخی از این معیارها هستند. این معیارها برای اغلب مشتریان معیارهای مهمی محسوب می‌شوند. اغلب مدل‌های اعتماد موجود، از یک مکانیزم بازخورد برای اعتبارسنجی ارائه دهندگان سرویس استفاده می‌کنند. علی‌رغم اینکه استفاده از نظرات مشتریانی که قبلاً با ارائه‌دهندگان سرویس مورد نظر در ارتباط بوده و تمایل دارند

[1] Decentralized
[2] Credibility-Based Scheme
[3] Local Information
[4] Global Reputationvalues
[5] Multiple Criteria Decision-Based Trust Management Model in Web Services

نظراتشان را در اختیار دیگران قرار دهند یک روش مناسب برای اندازه‌گیری میزان اعتبار سرویس‌دهنده‌ها می‌باشد، اما این روش مشکلاتی هم دارد. به‌عنوان مثال، ممکن است مشتریانی پیدا شوند که برای بالا بردن یا پایین آوردن اعتبار یک ارائه‌دهنده سرویس دروغ بگویند، یا تعدادی از مشتریان برای کاهش یا افزایش اعتبار یک سرویس‌دهنده، به صورت هماهنگ با هم تبانی کنند.

در مقاله حاضر، تعدادی معیار به‌عنوان معیارهای اصلی، برای تعیین کیفیت خدمات وب‌سرویس‌ها در نظر گرفته می‌شود. هر مشتری پس از تراکنش با یک وب‌سرویس، در نقش ارزیاب آن ظاهر می‌شود و باید امتیازی را به هر کدام از این معیارهای کیفیت تخصیص دهد. برای تعیین اعتبار ارزیاب‌ها، همانند آنچه در مدل RATEWeb ارائه شده است از دو مشخصه تحت عنوان رتبه‌بندی اکثریت و اعتبار گذشته سرویس‌دهنده استفاده می‌شود، با این تفاوت که در اینجا هر یک از دو مشخصه فوق، به‌جای اینکه با میانگین‌گیری از امتیازات اعطاء شده به معیارهای مختلف محاسبه شوند، به‌ازای تمامی معیارهای کیفی به‌صورت جداگانه تعیین می‌شوند. در این مقاله، برای تعیین رتبه‌بندی اکثریت، از حاصل ضرب امتیازات اعطا شده به هر کدام از معیارهای کیفی مربوط به وب‌سرویس جاری، در رتبه اعتباری هر کدام از ارزیاب‌ها استفاده می‌شود. به این صورت که رتبه‌بندی اکثریت‌را برابر با میانگین دسته‌ای از این اعداد که در تراکنش‌های دوره جاری بیشترین فراوانی را دارد، قرار داده می‌شود. در این روش بازخوردهای مربوط به دوره جاری را ابتدا طبقه‌بندی کرده و طبقه‌ای که دارای بیشترین عضو باشدبه‌عنوان رتبه‌بندی‌اکثریت درنظر گرفته می‌شود(مثلاً دسته‌بندی امتیازات از ۱ تا ۱۰۰ به ده طبقه). منظور از دوره جاری عبارت است از تعداد مشخصی از تراکنش‌ها (مثلاً تعداد ۳۰ تراکنش به‌عنوان یک دوره در نظر گرفته می‌شود).

$$M_h = Avg(\max(\Re_k)) \qquad \forall k \tag{۱}$$

که در آن، منظور از $\max(\Re_k)$ دسته‌ای است که بیشترین فراوانی را دارد و منظور از Avg، میانگین این دسته است.

جهت تعیین اعتبار گذشته سرویس‌دهنده از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$Reputation(s_j) = \frac{\sum_{x=1}^{L}(\phi_h(s_j,u)^x * C_r(x))}{\sum_{x=1}^{L} C_r(x)} \tag{۲}$$

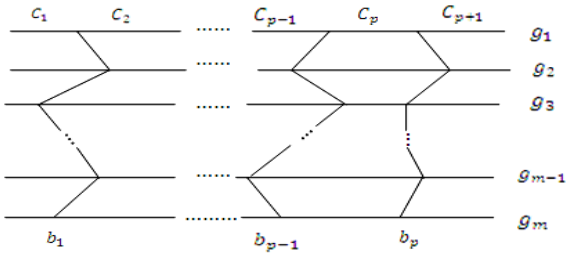
$$A_h = \coprod_{t=0}^{t=T-1} Reputation(s_j)^t \tag{۳}$$

که در آن، $Reputation(s_j)^t$ میزان اعتبار سرویس‌دهنده s_j در دوره t، A_h اعتبار گذشته سرویس‌دهنده جاری (s_j) با توجه به معیار کیفی h، $C_r(x)$ رتبه اعتباری ارزیاب x و $\phi_h(s_j,u)^x$ امتیازی است که ارزیاب x به معیار کیفی h از سرویس sj در تراکنش u اعطاء نموده است. نماد $\coprod$ می‌تواند هر نوع عملگری باشد (در اینجا از میانگین ساده استفاده شده است). با توجه به راوبط فوق و مقایسه آن با آنچه در مدل RATEWEb بیان شده است، نوآوری در این مقاله برای اعتبارسنجی ارائه‌دهندگان سرویس، به روش محاسبه و ارزیابی اعتبار ارزیاب‌ها مربوط می‌شود. همان‌طور که در بخش‌های قبلی عنوان شد، برای این منظور با استفاده از روش ELECTRE TRI، ارزیاب‌ها به سه طبقه دسته‌بندی می‌شوند. این طبقه‌ها تعیین می‌کنند که آیا ارزیاب مورد نظر، صادق است یا بدخواه؟ در ادامه،این روش به‌طور خلاصه شرح داده می‌شود.

۴-۲. روش ELECTRE TRI

تقریباً هدف تمامی مدل‌هایی که به مطالعه روش‌های تصمیم‌گیری می‌پردازند، این است که چندین گزینه[1] مختلف را با یکدیگر مقایسه کنند [۲۲و۲۳]. روش ELECTRE TRI گزینه‌ها را به طبقه‌بندی‌های از قبل تعیین شده تخصیص می‌دهد. تخصیص یک گزینه به نام a به یک طبقه، از مقایسه a با نمایه‌هایی حاصل می‌شود که حدود طبقه-بندی‌ها را تعیین می‌کنند. در نظر بگیرید که F، نشان دهنده مجموعه اندیس‌های معیارهای... $g_1, g_2, g_3, \ldots$ (I=[1,2,3,...,m]) و B، نشان دهنده مجموعه اندیس‌های نمایه‌هایی است که $p+1$ طبقه‌بندی را مشخص می‌کنند (B= [1,2,3, ... ,p]) و همچنین b_h، حد بالای طبقه C_h و حد پایین طبقه C_{h+1} (h= [1,2,3,..., p]) باشند (شکل ۱).

در ادامه، بدون از دست دادن هیچ کلیتی فرض خواهد شد، جهت برتری هر یک از معیارها افزایشی می‌باشد.



شکل ۱. تعریف طبقه‌بندی‌ها با استفاده از نمایه‌های تعیین‌کننده حدود [۲۴]

می‌توان به‌طور خلاصه بیان کرد که مدل ELECTRE TRI بر اساس دو مرحله متوالی زیر گزینه‌ها را به طبقه‌بندی‌ها تخصیص می‌دهد:

ایجاد یک رابطه برتری[2] به نام S، به‌گونه‌ای که مشخص می‌کند چگونه گزینه‌های مختلف با حدود طبقه‌بندی‌ها مقایسه و در این طبقه‌ها قرار می‌گیرند.

استفاده از رابطه S جهت تخصیص هر یک از گزینه‌ها به یک طبقه‌بندی خاص.

همان‌طور که ذکر شد، مدل ELECTRE TRI یک رابطه برتری به نام S می‌سازد که با استفاده از آن می‌توان رابطه aSb_h و یا (b_hSa) را تأیید یا رد کرد. مفهوم این رابطه آن است که a حداقل

[1] Alternative
[2] Outranking Relation

به‌اندازه b_h خوب است. آستانه‌های یکسانی ($q_j(b_h)$ و ارجحیت ($p_j(b_h)$، اطلاعات برتری داخلی هر یک از معیارها را در خود دارند و ماهیت نادقیق ارزیابی‌های ($g_j(a)$ را نشان می‌دهند. این مقادیر در حقیقت دقت ارزیابی یک گزینه به‌ازای هر معیار را مشخص می‌کنند. ($q_j(b_h)$ نشان‌دهنده کوچک‌ترین اختلاف ($g_j(a)$-$g_j(b_h)$ است که سطح بی‌تفاوتی بین گزینه a و نمایه b_h را بر اساس معیار g_j نشان می‌دهد و ($p_j(b_h)$ بزرگ‌ترین اختلاف ($g_j(a)$-$g_j(b_h)$ را نشان می‌دهد که سازگار با یک ارجحیت به نفع a براساس معیار g_j می‌باشد [۲۳]. چگونه می‌توان به این آستانه‌ها مقدار تخصیص داد؟ واقعیت آن است که مقادیر دقیقی برای این آستانه‌ها وجود ندارد، از این‌رو مقادیر تخصیصی باید به‌گونه‌ای مناسب باشد که شاخصه ناکامل بودن اطلاعات را تبیین نماید.

در حالت کلی و در سطح فراگیر ارجحیت‌ها، جهت تأیید اعتبار رابطه aSb_h یا (b_hSa) باید دو شرط زیر مورد تصدیق قرار گیرند:

- **هماهنگی (concordance):** برای این‌که بتوان چنین رابطه‌ای (b_hSa یا aSb_h) را قبول کرد، باید یک اکثریت کافی از معیارها داشت که این رابطه را تأیید و حمایت کنند.
- **عدم وجود ناهماهنگی (non-discordance):** هنگامی که شرط اول برقرار باشد، نباید هیچ معیاری در اقلیت وجود داشته باشد که مخالف صد درصد با رابطه aSb_h یا b_hSa باشد.

دو پارامتری که در ایجاد رابطه S مداخله می‌کنند به‌ترتیب زیر هستند:

- **مجموعه ضرایب همبستگی وزنی**[1] (مجموعه اوزان): $k_1, k_2, \dots, k_m$ برای آزمایش هماهنگی استفاده می‌شوند تا بتوان با استفاده از آنها، وزن معیارهایی که وجود رابطه S را تأیید می‌کنند، سنجید.
- **مجموعه آستانه‌های وتو**[2] **($v_1(b_h), v_2(b_h), \dots, v_m(b_h)$)**: به‌ازای hεB که در آزمایش ناهماهنگی به‌کار می‌روند. $v_j(b_h)$ نشان دهنده کوچک‌ترین اختلاف $g_j(b_h)$-$g_j(a)$ است که با رابطه aSb_h ناسازگاری دارد.

رابطه برتری در ELECTERE TRI: در مدل ELECTRE TRI یک رابطه برتری ساخته می‌شود تا مقایسه بین گزینه a با نمایه b_h را امکان‌پذیر سازد. این رابطه بر اساس مراحل زیر ساخته می‌شود:

- **محاسبه شاخص‌های هماهنگی جزئی ($C_j(a,b_h)$ و $C_j(b_h,a)$)**: این شاخص‌ها نشان دهنده آن است که عبارت a حداقل به اندازه b_h خوب است یا b_h حداقل به‌اندازه a خوب است تا چه اندازه معیار g_j را ارضاء می‌کند. وقتی که g_j دارای یک جهت افزایشی است، این شاخص‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\begin{cases} \text{if } g_J(a) \le g_J(b_h) - p_J(b_h), \text{ then } c_J(a,b_h) = 0 \\ \text{if } g_J(b_h) - p_J(b_h) < g_J(a) \le g_J(b_h) - q_J(b_h), \\ \quad \text{then } c_J(a,b_h) = \frac{[g_J(a) - g_J(b_h) + p_J(b_h)]}{[p_J(b_h) - q_J(b_h)]} \\ \quad \text{if } g_J(b_h) - q_J(b_h) < g_J(a), \text{then } c_J(a,b_h) = 1 \end{cases} \quad (۴)$$

- **محاسبه شاخص‌های هماهنگی کلی ($c(a,b_h)$)**: این شاخص به این معنی است که ارزیابی‌های a و b_h با توجه به تمامی معیارها تا چه حد با این جمله که a نسبت به b_h برتری دارد، هماهنگی دارد. روش محاسبه این شاخص به‌صورت زیر است:

$$c(a,b_h) = \frac{\sum_{J \subseteq F} k_J c_J(a,b_h)}{\sum_{j \subseteq F} k_J} \quad (۵)$$

- **محاسبه شاخص‌های ناهماهنگی جزئی ($d_j(a,b_h)$ و $d_j(b_h,a)$)**: این شاخص‌ها نشان دهنده آن است که معیار g_j تا چه اندازه با این جمله که a حداقل به خوبی b_h است متضاد است. معیار g_j با عبارت a نسبت به b_h ارجحیت دارد، ناسازگار است به این معنی است که b_h نسبت به a ترجیح داده می‌شود ($c_J(a,b_h) = 0 \; and \; c_J(b_h,a) = 1$). در حالتی که معیارها جهت افزایشی دارند، معیار g_j زمانی با عبارت a حداقل به‌خوبی b_h است مخالف است که اختلاف $g_j(b_h)$-$g_j(a)$ از آستانه وتوی $v_j(b_h)$ بیشتر باشد. این شاخص به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{cases} \text{if } g_J(a) > g_J(b_h) - p_J(b_h), \text{ then } d_J(a,b_h) = 0 \\ \text{if } g_J(b_h) - v_J(b_h) < g_J(a) \le g_J(b_h) - p_J(b_h), \\ \quad \text{then } d_J(a,b_h) = \frac{[g_J(b_h) - g_J(a) - p_J(b_h)]}{[v_J(b_h) - p_J(b_h)]} \\ \quad \text{if } g_J(b_h) - v_J(b_h) \ge g_J(a), \text{then } d_J(a,b_h) = 1 \end{cases} \quad (۶)$$

- **محاسبه درجه اعتبار رابطه برتری**[3] **($\sigma(a,b_h)$)**: درجه اعتبار رابطه برتری ($\sigma(a,b_h)$) بیان می‌کند که عبارت a نسبت به b_h برتری دارد، با توجه به شاخص هماهنگی کلی ($c(a,b_h)$ و شاخص‌های ناهماهنگی $d_j(a,b_h)$ تا چه حد صحیح است. محاسبه درجه اعتبار $\sigma(a,b_h)$ به‌صورت زیر انجام می‌شود:

$$(a,b_h) = c(a,b_h) \prod_{J \in \bar{F}} \frac{1 - d_J(a,b_h)}{1 - c(a,b_h)} \quad (۷)$$
$$where \; \bar{F} = \{ j \in F \mid d_J(a,b_h) > c(a,b_h) \}$$

- **تعیین یک cut– λ از رابطه فازی جهت به‌دست آوردن یک رابطه برتری مشخص و واضح**[4]: با استفاده از یک λ-cut می‌توان رابطه برتری فازی به‌دست آمده را به‌صورت رابطه برتری ملموس‌تر S بیان کرد (λ سطح برش نامیده می‌شود و مقدار آن در محدوده (۱و ۰/۵) در نظر گرفته می‌شود که در اینجا مقدار آن برابر با ۰/۵ در نظرگرفته شده است. مقادیر $\sigma(a, b_h)$ و λ وضعیت برتری بین گزینه a و b_h را تعیین می‌کنند. λ کوچک‌ترین مقدار شاخص (درجه) اعتباری است که با عبارت a نسبت به b_h برتری دارد سازگار است. به‌عبارت دیگر:

$$\sigma(a,b_h) \ge \lambda \rightarrow \quad aSb_h \quad (۸)$$

بر این اساس، روابط دودویی مورد نظر، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

[1] Weight-Importance Coefficients
[2] Veto Thresholds
[3] Degree of Credibility of the Outranking Relation
[4] Crisp Outranking Relation

- نشان دهنده برتری (ارجحیت) یک گزینه نسبت به گزینه دیگر است (preference).
- I نشان دهنده یکسانی (بی‌تفاوتی) دو گزینه است (indifference).
- R نشان دهنده غیرقابل مقایسه بودن دو گزینه است (incomparability).

بنابراین:

$a|b_h \quad \Leftrightarrow \quad aSb_h \; and \; b_hSa$

یعنی: $\sigma(a,b_h) \geq \lambda$ و $\sigma(b_h,a) \geq \lambda$

$a \succ b_h \quad \Leftrightarrow \quad aSb_h \; and \; not \; b_hSa$

یعنی: $\sigma(a,b_h) \geq \lambda$ و $\sigma(b_h,a) < \lambda$

$a \prec b_h \quad \Leftrightarrow \quad not \; aSb_h \; and \; b_hSa$

یعنی: $\sigma(b_h,a) \geq \lambda$ و $\sigma(a,b_h) < \lambda$

$aRb_h \quad \Leftrightarrow \quad not \; aSb_h \; and \; not \; b_hSa$

یعنی: $\sigma(a,b_h) < \lambda$و$\sigma(b_h,a) < \lambda$

در این مرحله قصد داشته با توجه به روابط فوق، روشی را تعیین نموده که بر اساس آن، پس از مقایسه گزینه a با نمایه موردنظر (b_h)، طبقه‌ای را تعیین کرده که گزینه a به آن تعلق دارد. بر این اساس دو روش تخصیص به‌شرح زیر وجود دارد.

روش تخصیص خوشبینانه[1]:

الف) گزینه a را به‌صورت پی‌درپی با b_hها مقایسه کنید، برای i = 1,2,3,…,p

ب) b_h اولین نمایه است، به‌طوری که با برقراری $a \succ b_h$، گزینه a را به طبقه C_h تخصیص دهید ($a \rightarrow C_h$).

روش تخصیص بدبینانه[2]:

الف) گزینه a را به‌صورت پی‌درپی با b_h ها مقایسه کنید، برای i=p,p-1,…,0.

ب) b_h اولین نمایه است به‌طوری که اگر aSb_h برقرار باشد، a را به طبقه C_{h+1} تخصیص دهید ($a \rightarrow C_{h+1}$).

۵. ارزیابی اعتبار ارزیاب‌ها

برخی از سیستم‌های برخط[3] مانند eBay, Amazon, Yahoo!Auctions که تعدادشان نیز کم است، از یک سیستم متمرکز برای ارزیابی اعتبار ارزیاب‌ها استفاده می‌کنند. اغلب آنها، تنها به بازخوردهای عددی از طرف کاربران مختلف به عنوان معیار اعتبارسنجی، تکیه می‌کنند و در برخی موارد هم توضیحات متنی که توسط مشتریان برای آنها ارسال می‌شود، مورد توجه قرار می‌گیرد. مقادیر اعتبارسنجی بر اساس تلفیق ساده رتبه‌بندی‌های دریافت شده محاسبه می‌شوند که ممکن است به‌درستی، صداقت یک سرویس‌دهنده را نشان ندهد. برخی دیگر از سیستم‌ها از روش میانگین‌گیری استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، یک سری رتبه‌بندی به شکل ۱،۱،۱،۱،۹،۱،۱،۹ و ۹ را در نظر بگیرید، در مدل میانگین‌گیری، مقدار اعتبارسنجی سرویس‌دهنده مورد نظر برابر است با ۴ که با رتبه‌بندی‌های دریافت شده هیچ انطباقی ندارد. بزرگ‌ترین مشکل سیستم‌هایی که تنها بر اساس بازخورد کار می‌کنند، این است که فرض می‌کنند همه رتبه‌بندی‌ها کاملاً صادقانه ارائه می‌شوند. در حالی که در جهان واقعیت ممکن است یک سرویس‌دهنده که سرویس رضایت‌بخشی ارائه می‌کند و سرویس آن واقعاً از کیفیت بالایی برخوردار است، توسط برخی از ارزیاب‌های بدخواه در سطح پایینی رتبه‌بندی شود. برای غلبه بر احتمال این گونه تبانی‌ها، یک سیستم مدیریت اعتماد باید رتبه‌بندی‌های مربوط به ارزیاب‌های با اعتبار بالا را بیشتر از ارزیاب‌های با اعتبار پایین وزن‌دهی کند. در مدل پیشنهادی، شبیه مدل RATEWeb، امتیاز اعتبارسنجی سرویس‌دهندگان بر اساس امتیاز اعتبار ارزیاب‌ها (از آنها به عنوان وزن هر کدام از ارزیاب‌ها استفاده می‌شود، یعنی $C_r(x)$) محاسبه می‌شود، یعنی:

$$Reputation(s_j) = \frac{\sum_{x=1}^{L}(PerEval_j^x * C_r(x))}{\sum_{x=1}^{L} C_r(x)} \qquad (۹)$$

بنابراین، ملاحظه می‌شود که طراحی یک سیستم رتبه‌بندی که به‌اندازه کافی توانمند بوده و قابلیت تشخیص و تخفیف اثرات رتبه‌بندی‌های ناجور را داشته باشد یک مسئله اساسی است.

برای رفع مشکلات ذکر شده، تحقیقات زیادی انجام شده و مدل‌های متعددی ارائه شده است که رتبه‌بندی‌های ارائه شده برای یک وب‌سرویس را بر اساس انحراف آنها از رای اکثریت غربال می‌کنند. در مدل پیشنهادی نیز، از روش مشابهی برای کاهش اثرات رتبه‌بندی‌های غیرصادقانه استفاده شده است. اساس روش پیشنهادی این است که اگر رتبه‌بندی ارائه شده با نظر اکثریت یکسان باشد، اعتبار ارزیابی که رتبه‌بندی انجام داده است افزایش می‌یابد و در غیر این صورت کاهش می‌یابد. در مقاله حاضر، فرآیندی که برای ارزیابی اعتبار ارزیاب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح زیراست که سه طبقه مختلف برای ارزیاب‌ها در نظر گرفته می‌شود:

۱. ارزیاب‌هایی که در طبقه C_1 قرار می‌گیرند، ارزیاب‌های بدخواه هستند که رتبه اعتباری آنها به اندازه θ درصد کم می‌شود.
۲. ارزیاب‌هایی که در طبقه C_2 قرار می‌گیرند ارزیاب‌هایی هستند که هیچ ایده‌ای در مورد آنها نداشته (ارزیاب‌های بی‌نظر) و اعتبار آنها بدون تغییر باقی می‌ماند.
۳. ارزیاب‌هایی که در طبقه C_3 قرار می‌گیرند، ارزیاب‌های صادق هستند که رتبه اعتباری آنها به اندازه ω درصد افزایش می‌یابد.

همان‌طور که در قسمت ۴-۲ در تشریح متدولوژی ELECTRE TRI عنوان شد، نیاز به یک تابع داشته که با استفاده از آن بتوان

[1] Optimistic Assignment
[2] Pessimistic Assignment
[3] Online

داده‌های خود را به طبقه‌ها نسبت داده و ارزیاب‌ها را طبقه‌بندی کرد. این تابع به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_h = \frac{\alpha * \left| \phi_h(s_j,u)^x - M_h \right| + (1-\alpha) * \left| \phi_h(s_j,u)^x - A_h \right|}{\beta_r(x) * C_r(x)} \quad (۱۰)$$

که در آن، $\phi_h(s_j,u)^x$ عبارت است از امتیاز اعطاء شده به معیار کیفی h برای سرویس‌دهنده S_j توسط ارزیاب x در تراکنش u، M_h رتبه‌بندی اکثریت برای مشخصه h، A_h اعتبار گذشته سرویس‌دهنده برای مشخصه h و α ضریبی است که توسط مشتری تعیین می‌شود. هر چه میزان α بزرگ‌تر باشد، مشتری به رتبه‌بندی‌های جاری (اخیر) اهمیت بیشتری داده است یا به عبارت دیگر به رتبه‌بندی اکثریت تأکید بیشتری کرده است. در ELECTRE TRI تخصیص داده‌ها به طبقات بر اساس رابطه بین $g_j(a) - g_j(b_h)$، $p_j(b_h)$ و $q_j(b_h)$ تعیین می‌شود. آنچه در اینجا به‌عنوان Y_h تعریف کرده در واقع $g_j(a)$ است. بنابراین برای تخصیص داده‌ها به طبقات، تنها کافیست رابطه $Y_h - g_j(b_h)$ را با $p_j(b_h)$ و $q_j(b_h)$ مقایسه شود. با توجه به اینکه $p_j(b_h)$ و $q_j(b_h)$ به‌صورت مجزا برای هر یک از معیارهای کیفی تعیین می‌شوند، می‌توان اولین مشکل مدل RATEWeb را برطرف نمود، به این صورت که می‌توان برای هر یک از معیارها، مستقل از یکدیگر حدودی را تعیین کرد که چنان‌چه امتیاز داده شده به یک وب‌سرویس توسط چند ارزیاب در آن حدود قرار گرفت با این ارزیاب‌ها به طور مشابه رفتار شود. $C_r(x)$ عبارت است از اعتبار ارزیاب و $\beta_r(x)$ ضریبی است که در هر بار رتبه‌بندی مقدار آن برای ارزیاب تغییر می‌کند. این ضریب میزان آزادی عمل ارزیاب‌ها در رتبه‌بندی را تعیین می‌کند. هر چه مقدار آن بیشتر باشد، ارزیاب مورد نظر می‌تواند رتبه‌بندی‌هایی ارائه کند که از رتبه‌بندی اکثریت و اعتبار گذشته سرویس‌دهنده فاصله بیشتری داشته و در عین حال در طبقه C_1 قرار نگیرد (طبقه ارزیاب‌هایی که از اعتبار آنها کاسته می‌شود). مقدار $\beta_r(x)$ در هر بار رتبه‌بندی به صورت زیر به‌روز می‌شود:

$$\beta'_r(x) = (1 \pm \eta)\beta_r(x) \quad (۱۱)$$

که در آن، $\beta'_r(x)$ مقدار جدید $\beta_r(x)$ و η درصدی از $\beta_r(x)$ است که در صورت تشابه رتبه اعطاء شده از طرف ارزیاب با M_h و A_h، به $\beta_r(x)$ افزوده می‌شود و در صورت تمایز با این رتبه‌بندی‌ها از $\beta_r(x)$ کاسته می‌شود. در صورتی که رابطه $\sum Y_h \leq \Psi$ بر قرار باشد، علامت η مثبت خواهد بود و در غیر این صورت منفی بوده و از مقدار $\beta_r(x)$ کاسته می‌شود. Ψ مقداری است که توسط مشتری تعیین می‌شود $(0 \leq \Psi \leq 1)$. استفاده از این روش برای به‌روزرسانی سبب می‌شود، مدل پیشنهادی بتواند ارزیاب‌هایی که اعتبار بالایی دارند و قصد سوءاستفاده از این اعتبار را دارند به سرعت شناسایی کند. به‌عنوان مثال، یک ارزیاب که اعتبار بالایی دارد ممکن است در یک رتبه‌بندی، امتیازی به یک سرویس‌دهنده ارائه کند که با رتبه‌بندی اکثریت و اعتبارگذشته آن سرویس‌دهنده بسیار متفاوت باشد و در عین حال به دلیل اینکه اعتبار بالایی دارد، در دسته افراد بدخواه قرار نگرفته و به رتبه اعتباری وی افزوده هم بشود. اما مقدار $\beta_r(x)$ برای او کاهش یافته و این به معنی آن است که چنان‌چه در دوره بعدی دقیقاً همین شرایط اتفاق افتد، ممکن است ارزیاب مورد نظر در دسته ارزیاب‌هایی قرار بگیرد که اعتبار آنها در این دوره تغییر نمی‌کند و یا حتی در دسته ارزیاب‌های بدخواه قرار بگیرد که باید رتبه اعتباری خود را از دست بدهد.

استفاده از عبارت $\beta_r(x) * C_r(x)$ به‌طور کامل منطقی است، زیرا ارزیاب‌هایی که رتبه اعتباری بالایی دارند، صداقت خود را در رتبه‌بندی‌های گذشته اثبات کرده‌اند. بنابراین، چنان‌چه در دوره جاری نظراتی برخلاف نظر اکثریت ارائه کنند، این حقیقت مدنظر قرار می‌گیرد که ممکن است رتبه‌بندی ارائه شده، مربوط به یک تجربه واقعی باشد و واقعاً سرویس ارائه شده به مشتری (ارزیاب) از کیفیت خوبی برخوردار نبوده است. بنابراین، فقط اعتبار ارزیاب تغییر می‌کند اما رتبه‌بندی او همچنان در محاسبه مقدار اعتبارسنجی سرویس اعمال می‌شود. این ارزیاب‌ها تنها در صورتی در طبقه افراد غیرصادق قرار می‌گیرند که امتیاز داده شده توسط آنها به سرویس‌دهنده جاری، با دیگران تفاوت بسیار زیادی داشته باشد. از آنجایی که تعیین مقدار β بر عهده مشتری سرویس است، اگر مشتری مقدار آن را بزرگ در نظر بگیرد، به معنی آن است که او می‌خواهد به امتیاز داده شده از طرف ارزیاب‌های با اعتبار بالا، اهمیت بیشتری دهد.

۶. ارزیابی عملی

در این بخش برای اثبات کارآیی مدل، مطابق با مرجع [۱۶] آزمایشی طراحی کرده که با استفاده از آن، رفتار واقعی ارائه‌دهنده سرویس مورد بررسی قرار داده می‌شود. به‌منظور تولید داده‌هایی که بتوان بر اساس آن، مدل پیشنهادی را در یک شرایط واقعی مورد ارزیابی قرار داد، از شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده می‌شود. در این آزمایش، ۵۰ ارزیاب درنظر گرفته می‌شود که پس از هر تراکنش با یک سرویس‌دهنده، رفتار او را ارزیابی کرده و امتیازی برای او در نظر گرفته شود. همچنین، در این آزمایش، ۵ سرویس‌دهنده در نظر گرفته شده که ۲۰۰ دور (مرحله) با هم تراکنش دارند. برای تعداد ارزیاب‌های صادق و بدخواه سه حالت در نظر گرفته شده است. در حالت اول، تعداد ارزیاب‌های صادق بیش از ارزیاب‌های بدخواه است، در حالت دوم، ارزیاب‌های صادق و بدخواه با هم برابرند و در حالت سوم، تعداد ارزیاب‌های بدخواه بیش از ارزیاب‌های صادق است.

در این آزمایش، مقدار اولیه در نظر گرفته شده برای یک ارزیاب تازه وارد، ۵۰ از ۱۰۰ بوده و مقدار اولیه $\beta_r(x)$ برابر ۱ لحاظ شده است. مقادیر ω، θ، ψ، η، λ و α به ترتیب ۰/۴، ۰/۴، ۱، ۰/۱، ۰/۷، ۰/۶ و سایر پارامترهای مورد استفاده بر اساس مدل ELECTRE TRI مطابق با جدول‌های (۱ و ۲) در نظر گرفته شده‌اند.

جدول ۱. مقادیر نمایه‌های هر یک از پارامترهای کیفی

پارامترهای کیفی / مقادیرنمایه ها	کارآیی	قابلیت اطمینان	زمان پاسخگویی	قیمت ارائه خدمات	قابلیت دسترسی
b_1	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
b_2	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱

جدول ۲. مقادیر آستانه‌های یکسانی، ارجحیت، وتو و وزن هر یک از پارامترهای کیفی

مقادیرآستانه / پارامترهای کیفی	$q_j(b_1)$	$p_j(b_1)$	$v_j(b_1)$	$q_j(b_2)$	$p_j(b_2)$	$v_j(b_2)$	وزن معیار
کارآیی	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲
قابلیت اطمینان	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲
زمان پاسخگویی	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲
قیمت ارائه خدمات	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲
قابلیت دسترسی	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲

لازم به‌ذکر است که مقدار ρ (فاکتور بدبینی) در مدل RATEWeb بستگی به‌نظر مشتری دارد، با این استثناء که حداقل مقدار آن باید ۲ باشد. هر چه میزان ρ کمتر باشد، مشتری خوشبین‌تر است و بالعکس.

برای شبیه‌سازی رفتار ارزیاب‌های صادق، به این صورت عمل می‌شود که امتیازات اعطایی این نوع ارزیاب‌ها به سرویس‌دهنده‌ها، حداکثر در فاصله ۱۰ نسبت به عملکرد واقعی سرویس‌دهنده قرار خواهد داشت و امتیازی که ارزیاب‌های بدخواه ارائه می‌کنند، بیش از ۱۰ واحد با مقدار واقعی تفاوت دارد.

جهت انطباق با شرایط واقعی، هر یک از این سرویس‌دهنده‌ها رفتار خاصی از خود نشان می‌دهند و کلاس‌های متنوعی از سرویس‌ها را خواهند داشت.

به عنوان مثال، سرویس‌دهنده اول همیشه خدمات با کیفیت بالا ارائه می‌کند، یعنی همواره عاقلانه رفتار کرده و در هیچ رفتار بدخواهانه‌ای شرکت نمی‌کند. سرویس‌دهنده دوم، به‌طور ثابت خدمات بی‌کیفیت ارائه می‌کند و همواره به دنبال سوء استفاده از مشتریان است. سرویس‌دهنده سوم، در ۱۰۰ تراکنش اول بسیار مطلوب عمل می‌کند، اما بعد از آن به‌طور ناگهانی کیفیت خدماتش را کاهش می‌دهد. این نوع وب سرویس‌ها در واقع آنهایی هستند که قصد دارند از اعتباری که کسب کرده‌اند، سوء استفاده کنند. سرویس‌دهنده چهارم، بر عکس سرویس‌دهنده سوم عمل می‌کند، یعنی در ابتدا، کیفیت خدماتش پایین است اما پس از ۱۰۰ تراکنش، کیفیت خدماتش را بهبود می‌بخشد. این نوع سرویس‌دهنده‌ها در واقع، گروهی هستند که از اشتباهاتشان درس می‌گیرند و روند رو به‌رشدی را می‌پیمایند.

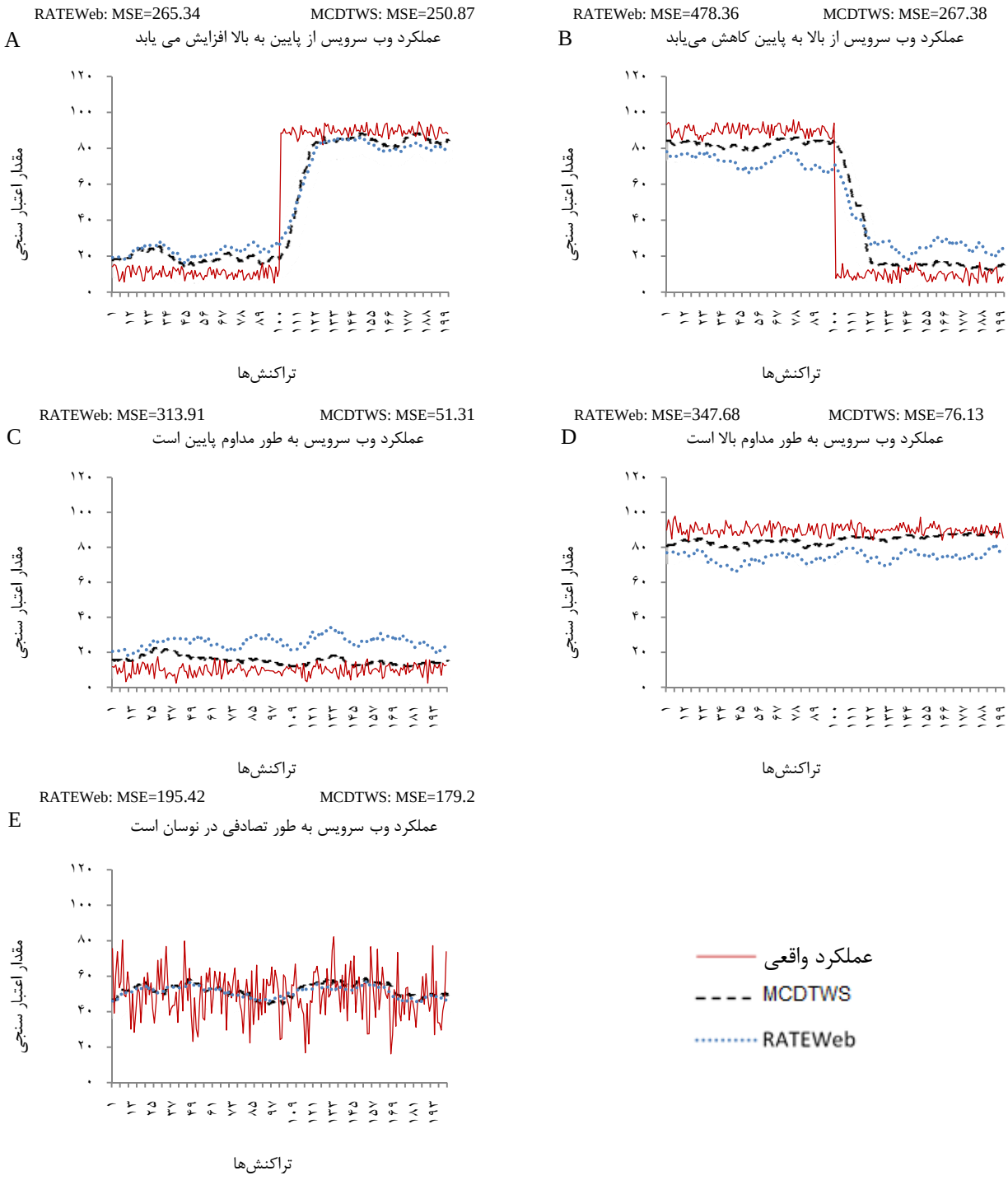
سرویس‌دهنده پنجم، به‌صورت کاملاً تصادفی و نوسانی بین ارائه خدمات باکیفیت و بی‌کیفیت حرکت می‌کند. ارزیاب‌ها، رتبه‌بندی‌های خود را بر اساس کیفیت خدماتی که دریافت کرده‌اند، انجام می‌دهند. در این آزمایش، ۵ معیار کیفیت برای سرویس‌دهنده‌ها در نظر گرفته شده که به هر یک از آنها از ۰ تا ۱۰۰ امتیازداده می‌شود. یعنی هر ارزیاب پس از تراکنش با سرویس‌دهنده مورد نظر، به هر ۵ معیار کیفیت امتیاز می‌دهد. با توجه به ماهیت آزمایش‌های شبیه‌سازی، اطلاعات دقیق عملکرد هر کدام از سرویس‌دهنده‌ها وجود دارد که می‌توان آنها را با امتیازات اعطایی ارزیاب‌ها مقایسه کرده و در نتیجه، اعتبار واقعی سرویس‌دهنده را با اعتبار ارزیابی شده توسط ارزیاب‌ها، مقایسه کرد.

بر اساس آنچه در برخی گزارش‌ها [۱۶] آمده است، کیفیت خدمات سرویس‌دهنده‌ها با عملکرد مطلوب بین ۸۰ تا ۱۰۰ و همچنین با عملکرد غیرمطلوب بین ۰ تا ۲۰ در نظر گرفته می‌شود (برای ایجاد این اعداد از تابع توزیع یکنواخت استفاده می‌شود). در این مثال، فرض بر این است که جهت تمام معیارها کاهشی است (در واقع هر چه مقدار Y_h کمتر باشد، بهتر است). در واقعیت چنان‌چه جهت معیارها نیز افزایشی باشد، به‌راحتی می‌توان آنها را مدنظر قرار داد.

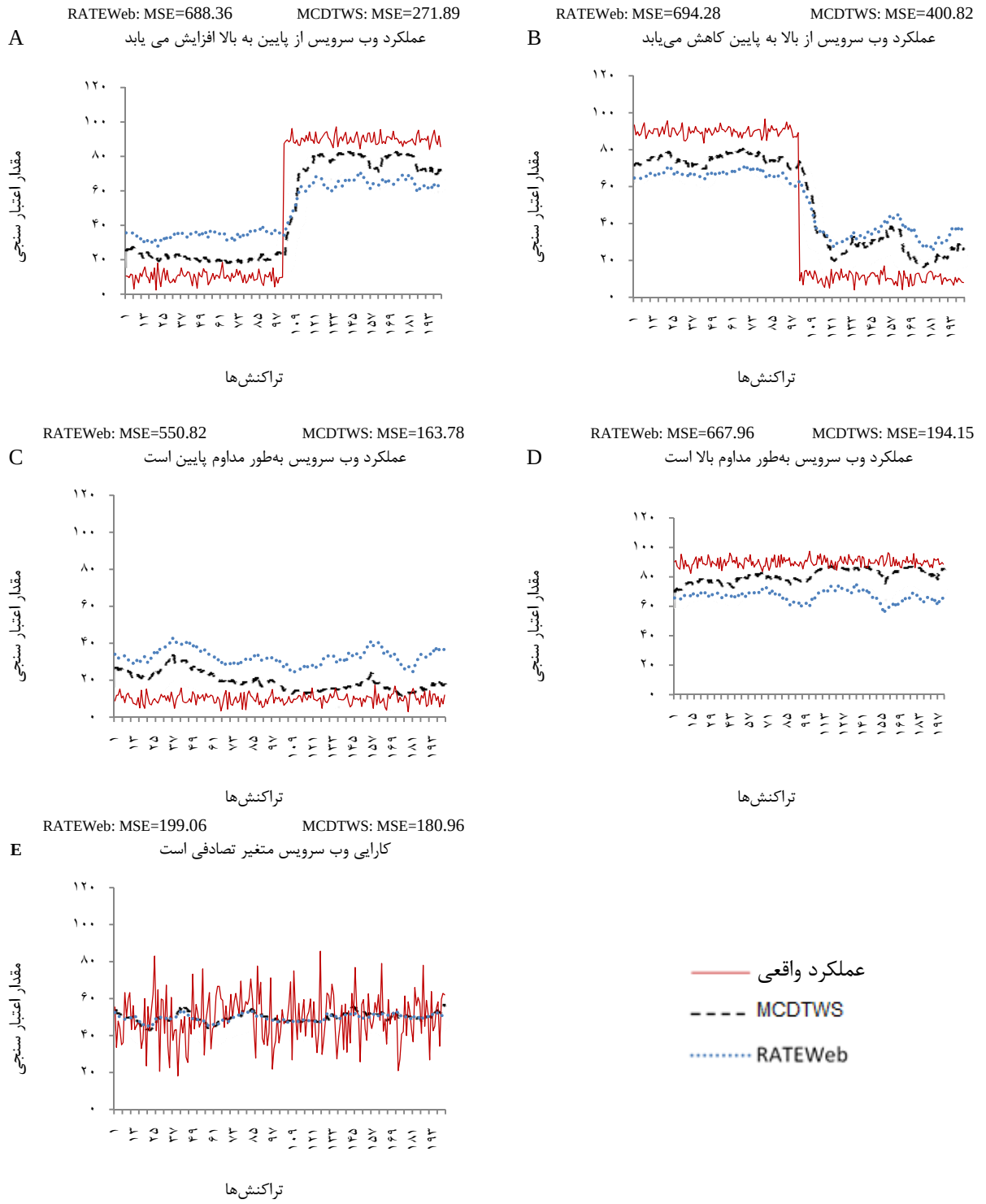
در ادامه، نتایج حاصل از اجرای مدل‌های RATEWeb و MCDTWS برای حالتی که تعداد ارزیاب‌های صادق بیش از ارزیاب‌های بدخواه است، نشان داده شده است (شکل ۲).

برای مقایسه نتایج حاصل از اجرای این دو مدل، از میانگین مجذور خطا (MSE) به‌عنوان شاخص کارآیی استفاده شده است. دلیل استفاده از این روش مقایسه، آن است که در MSE اختلاف مقادیر واقعی و مقادیر تخمین زده شده به توان دو می‌رسند، بنابراین اختلافات موجود با وزن بیشتری، خود را نمایان ساخته و کار مقایسه آسان‌تر خواهد بود. پس هر چه میزان MSE کمتر باشد به این معنی است که اختلاف امتیاز اعطاء شده به سرویس‌دهنده توسط مدل، با عملکرد واقعی آن کمتر بوده و در نتیجه مدل مورد نظر عملکرد بهتری از خود نشان داده است. با مقایسه مقادیر MSE

برای همه پنج حالتی که ممکن است سرویس‌دهنده برای ارائه سرویس خود داشته باشد، به‌طور واضح مشخص است که این مقدار برای مدل MCDTWS همواره کمتر از مدل RATEWeb است. بنابراین، در این حالات به‌طور قطع می‌توان گفت که مدل MCDTWS قابلیت اطمینان بالاتری دارد. در ادامه، نتایج حاصل از اجرای دو مدل، برای حالتی که تعداد ارزیاب‌های بدخواه بیشتر است نشان داده می‌شود. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، در این حالت نیز مقایسه مقادیر MSE نشان از برتری مدل MCDTWS دارد. بنابراین، می‌توان ادعا کرد مدلی که در این مقاله ارائه شده است در مقایسه با مدل RATEWeb عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهد.



شکل ۲. ارزیابی اعتبار وب سرویس‌ها برای حالتی که تعداد ارزیاب‌های صادق بیش از تعداد ارزیاب‌های بدخواه است



شکل ۳. ارزیابی اعتبار وب‌سرویس‌ها برای حالتی که تعداد ارزیاب‌های بدخواه بیش از تعداد ارزیاب‌های صادق است

۷. نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر، با استفاده از متدولوژی ELECTRE TRI که یکی از معتبرترین روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، مدل اعتماد MCDTWS، برای برقراری اعتماد بین وب‌سرویس‌ها معرفی گردید. تمرکز این مقاله، در محیط‌های وب‌سرویس است که در آن، وب‌سرویس‌ها می‌توانند هم به‌عنوان مشتری و هم به‌عنوان ارائه‌دهنده سرویس، بدون نیاز به یک طرف سوم قابل اعتماد[1] عمل نمایند. همچنین در مقاله حاضر، جزئیات مؤلفه‌های ارزیابی اعتبارسنجی و نیز جزئیات الگوریتم اولیه مدل پیشنهادی ارائه گردید و آزمایش‌های متعددی به‌منظور بررسی و تصدیق کارآیی مدل پیشنهادی انجام شد. برای این منظور، با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو، نتایج حاصل از پیاده‌سازی این مدل، با نتایج حاصل از مدل RATEWeb که خود

[1] Trusted Third Party

یکی از جدیدترین مدل‌های مدیریت اعتماد در محیط‌های وب سرویس است، مقایسه گردید. نتایج آزمایش‌ها، شواهد محکمی است که نشان می‌دهد مدل پیشنهادی، ارزیابی دقیق‌تری از اعتبارسنجی ارائه‌دهندگان سرویس، نسبت به مدل RATEWeb فراهم می‌کند. در آزمایش‌های گوناگون، مشاهده شد که مدل MCDTWS در تمامی حالات، چه در حالتی که تعداد ارزیاب‌های صادق بیشتر از ارزیاب‌های بدخواه است و چه در حالتی که تعداد ارزیاب‌های بدخواه بیشتر از ارزیاب‌های صادق است، میزان خطای (MSE) کمتری نسبت به مدل RATEWeb نشان می‌دهد. علت برتری مدل MCDTWS و به‌طور کلی مدل‌هایی که با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه اجرا می‌شوند، در مقایسه با سایر مدل‌هایی که از این روش‌ها استفاده نمی‌کنند، به ماهیت این مدل‌ها و انطباق کامل آنها با این‌گونه مسائل مربوط می‌شود. از این‌رو، همین سازگاری با مسائلی که در حوزه تصمیم‌گیری مطرح است و ارائه پاسخ‌های مناسب، دلیل پیشرفت این مدل‌ها و تمرکز بسیاری از محققین در ارائه روش‌های جدیدتر در این زمینه می‌باشد. به‌عنوان کار آینده می‌توان از روش تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، جهت ساخت مدل‌های اعتماد مبتنی بر اعتبارسنجی برای وب‌سرویس‌های ترکیبی استفاده نمود و همچنین نتایج آنها را با نتایج مدل‌هایی از قبیل PeerTrust و PowerTrust مقایسه نمود.

۸. مراجع

[1] Phoomvuthisarn, S. "A Survey Study on Reputation-Based Trust Mechanisms in Service-Oriented Computing"; J. Inf. Sci. Tech. 2011, 2, 1-6.

[2] Resnick, P.; Zeckhauser, R. "Trust among Strangers in Internet Transactions: Empirical Analysis of eBay's Reputation System"; Adv. Appl. Microeconomics 2002, 11, 127-157.

[3] Malik, Z.; Bouguettaya, A. "RATEWeb: Reputation Assessment for Trust Establishment among Web Services"; Int. J. on Very Large Data Bases 2009, 18, 885-911.

[4] Dellarocas, C. "The Digitalization of Word-of-Mouth: Promise and Challenges of Online Feedback Mechanisms"; Management Sci. 2003, 49, 1408-1424.

[5] Wang, Y.; Vassileva, J. "Trust and Reputation Model in Peer-to-Peer Networks"; In Proc. of the 3rd Int. Conf. on Peer-to- Peer Computing, Linkoping, Sweden, 2003, 150-158.

[6] Buskens, V. "Social Networks and the Effect of Reputation on Cooperation"; In Proc. of the 6th Int. Conf. on Social Dilemmas, 1998, page 42.

[7] Azzedin, F.; Maheswaran, M. "Evolving and Managing Trust in Grid Computing Systems"; In Proc. of the IEEE Canadian Conf. on Elect. and Computer Eng., IEEE Press, Manitoba, Canada, 2002.

[8] Sabater, J.; Sierra, C. "Reputation and Social Network Analysis in Multi-Agent Systems"; In Proc. of the First Int. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems, Bologna, Italy, 2003.

[9] Buchegger, S.; Le Boudec, J. Y. "Performance Analysis of the CONFIDANT Protocol"; In Proc. of the 3rd ACM Intl. Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing, 2002, Vol. 3.

[10] Liu, Y.; Yang, Y. R. "Reputation propagation and Agreement in Mobile Ad-Hoc Networks"; IEEE Wireless Communications and Networking Conf., New Orleans, LA, USA, 2003.

[11] Xiong, L.; Liu, L. "PeerTrust: Supporting Eputation-Based Trust for Peer-to-Peer Electronic Communities"; IEEE Transactions on Knowledge and Data Eng. 2004, 16, 843-857.

[12] Chen, M.; Singh, J. P. "Computing and Using Reputations for Internet Ratings"; In 3rd ACM Conf. on Electronic Commerce, Tampa, USA, 2001.

[13] Dellarocas, C. "Immunizing Online Reputation Reporting Systems Against Unfair Ratings and Discriminatory Behavior"; In Proc. of the 2nd ACM Conf. on Electronic Commerce, Minneapolis, MN, 2000.

[14] Kamvar, S. D.; Schlosser, M. T.; Garcia-Molina, H. "The Eigentrust Algorithm for Reputation Management in p2p Networks"; In Proc. of the 12th International Conf. on World Wide Web, Budapest, Hungary, 2003.

[15] Keast, G.; Toms, E. G.; Cherry, J. "Measuring the Reputation of Web Sites: A Preliminary Exploration"; In Proc. of the 1stACM/IEEE-CS Joint Conf. on Digital Libraries, Roanoke, Virginia, United States, 2011.

[16] Maximillien, E. M.; Singh, M. P. "Conceptual Model of Web Service Reputation"; SIGMOD Record, 2002.

[17] Zhou, R.; Hwang, K. "Powertrust: A Robust and Scalable Reputation System for Trusted Peer-to-Peer Computing"; IEEE Trans. on Parallel and Distributed Sys., 2007, 18, 460-473.

[18] Lu, G.; Wang, H.; Mao, X. "Using ELECTRE TRI Outranking Method to Evaluate Trustworthy Software"; Computer School, National Univ. of Defence Tech., 2010, 6407, 219-227.

[19] Maximilien, E. M.; Singh, M. P. "Agent-based Trust Model involving Multiple Qualities"; In Proc. of 4th Int. Autonomous Agents and Multi- Agent Sys., ACM Press, New York, 2005.

[20] Malik, Z.; Bouguettaya, A. "Trust Management for Service-Oriented Environments"; Springer, 2009.

[21] Knipplel, R. "Service Oriented Enterprise Architecture"; Vol. Master Copenhagen: IT-Univ. of Copenhagen, 2005.

[22] Mousseau, V.; Slowinski, R.; Zielniewicz, P. "Electre Tri 2.0 A Methodological Guide and User's Manual"; 1999.

[23] Xidonas, P.; Mavrotas, G.; Psarras, J. "A Multi-Criteria Methodology for Equity Selection using Financial Analysis"; Comput. Oper. Res. 2009, 36, 3187-3203.

[24] Mousseau, V.; Slowinski, R. "Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples"; J. Global Optimization 1998, 12, 157-174.