

روشی نوین برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی با رویکرد فازی

فرشته آزادی پرند* ، فرزاد متین فر** ، فاطمه مهدی خانلو***

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۲

چکیده

شبکه‌های اجتماعی موبایلی موجب تسهیل ارتباطات از طریق موبایل می‌شوند که کاربران این شبکه‌ها از موبایل به‌منظور دسترسی، اشتراک و توزیع اطلاعات استفاده می‌کنند. با افزایش روزافزون کاربران در شبکه‌های اجتماعی، حجم زیادی از اطلاعات به اشتراک گذاشته می‌شود که مشکلاتی از جمله انتشار مطالب نادرست و شایعات دروغ را نیز به دنبال دارد. در این زمینه قوی‌ترین عامل برای سنجش صحت اطلاعات، استفاده از اعتبار هر کاربر به‌عنوان منبع توزیع اطلاعات است. اعتبار هر کاربر به‌عنوان منبع پخش اطلاعات می‌تواند بر اساس اعتماد دیگر کاربران به آن کاربر محاسبه شود. با توجه به ذهنی و ادراکی بودن مفهوم اعتماد، نگاشت اعتماد به یک مدل محاسباتی، یکی از مسائل مهم در سیستم‌های محاسباتی شبکه‌های اجتماعی است. ازجمله پیچیدگی‌های فرآیند محاسبه اعتماد در این شبکه‌ها توجه به این موضوع است که در شبکه‌های اجتماعی، اجتماعات گوناگونی وجود داشته که همه کاربران آن‌ها به‌صورت مستقیم به یکدیگر متصل نمی‌باشند. در

* استادیار علوم رایانه، دانشکده علوم ریاضی و رایانه دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسئول).

parand@atu.ac.ir

** استادیار علوم رایانه، دانشکده علوم ریاضی و رایانه دانشگاه علامه طباطبائی.

f.matinfar@atu.ac.ir

*** دانشجوی کارشناسی ارشد علوم رایانه، دانشکده علوم ریاضی و رایانه دانشگاه علامه طباطبائی.

fmahdikhanlou@gmail.com

این مقاله با استفاده از ویژگی‌های کاربران در شبکه‌های اجتماعی، روشی منطقی بر منطق فازی برای دسته‌بندی کاربران پیشنهاد شده است که اعتماد بین کاربران واقع در یک دسته، با استفاده از مدل پیشنهادی محاسبه می‌شود. همچنین با استفاده از فرآیندهای ترکیب، انتقال و اجتماع اعتمادها، اعتماد بین کاربرانی که به صورت مستقیم به یکدیگر متصل نیستند نیز بدست می‌آید. بررسی نتایج بیانگر این مسئله است که روش پیشنهاد شده، اعتماد افراد در یک شبکه را با دقت قابل قبولی معین می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های اجتماعی موبایلی، اعتماد، منطق فازی، مدل محاسبه اعتماد، دسته‌بندی فازی

۱- مقدمه و بیان مسئله

با توجه به توسعه اینترنت و ابزارهای محاسباتی جدید مانند گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها، بسیاری از افراد جامعه، قسمتی از فعالیت‌های اجتماعی خود را با سپری کردن در محیط‌های مجازی و شبکه‌های اجتماعی شکل می‌دهند و از این محیط‌ها به‌عنوان یکی از منابع پرکاربرد جهت دریافت اطلاعات موردنیاز، بهره می‌برند. بر مبنای این توجه در سال‌های اخیر شبکه‌های اجتماعی بزرگی مانند فیس‌بوک و توئیتر به وجود آمده‌اند که کاربران می‌توانند در آن‌ها به فعالیت بپردازند. با توسعه ابزارهای ارتباطی و فناوری‌های نو، شبکه‌های اجتماعی موبایلی گسترش پیدا کرده‌اند که از ترکیب شبکه‌های اجتماعی و موبایل به وجود می‌آیند. کاربران در این شبکه‌ها می‌توانند دوستانی را بیابند و با آن‌ها تعامل نموده و از سرویس‌های توزیع‌شده موجود در آن‌ها استفاده نمایند. برای مثال هنگامی که یک کاربر به دنبال یک رستوران سنتی خوب در یک شهر دیگر باشد، می‌تواند از دوستان خود و یا دوستان دوستانش، پیشنهادهایی را

دریافت نماید. در این رابطه یکی از مهم‌ترین مسائلی که وجود دارد میزان اعتماد به دیگر کاربران است.

در واقع در شبکه‌های اجتماعی موبایلی، از معیار اعتماد به‌منظور تمیز دادن دوستان و دیگر کاربران شبکه، استفاده می‌شود. بنابراین همکاری در این‌گونه از شبکه‌ها بر اساس اعتماد می‌تواند آسیب‌پذیری این شبکه‌ها را کاهش دهد و در واقع میزان موفقیت چنین محیط‌هایی به میزان اعتماد بین کاربران آن‌ها وابسته است (Hao, Min, Lin, 2014; Luo, & Yang, 2013; Jiang, Wang, & Wu, 2014). اعتماد خصوصیات بسیاری مثل ذهنی بودن، پویایی، تقارن، وابسته به متن، تعدی و غیره را در مفهوم دارد. مطابق با حوزه‌های مختلفی که اعتماد در آن‌ها استفاده می‌شود جنبه‌های متفاوتی از خصوصیات آن‌ها لحاظ می‌شود.

بکار بستن اعتماد در چنین شبکه‌هایی دارای چالش‌ها و مشکلات مختلفی است (Tavakolifard, 2012). مهم‌ترین مشکل این است که اعتماد باید در قالب یک مدل محاسباتی ارائه شود. در این راستا، طراحی و ایجاد یک مدل محاسباتی، کار راحتی نمی‌باشد. علت امر این است که اعتماد یک ویژگی ادراکی و ذهنی است و در حوزه‌های مختلف، معانی گوناگونی دارد (Golbeck, 2006; Marsh, 1994; Sherchan, Nepal, & Paris, 2013). برای مثال در سایت آمازون، کاربران از علامت ستاره برای بیان میزان مفید بودن نظرات دیگر کاربران استفاده می‌کنند و یا در یک سایت، میزان تعداد دانلود فایل‌ها می‌تواند معیاری برای تعیین کیفیت فایل‌ها در نظر گرفته شود (Huberman, Romero, & Wu, 2008). در بین دوستان واقعی و دوستان مدعی دوستی در توئیتر تفاوت قائل شده است و برای تشخیص آن‌ها، از میزان توئیتهایی که بین دو کاربر وجود دارد استفاده شده است.

بنابراین نمایش اعتماد به‌صورت یک مدل محاسباتی، نیازمند طراحی‌ها و مدل‌سازی‌های خاص خود است. همچنین باید در نظر داشت که شبکه‌های اجتماعی

موبایلی در مقایسه با شبکه‌های اجتماعی سنتی و زندگی واقعی دارای ویژگی‌های خاص خود هستند (Zhang & Durresi, 2012). برای مثال در زندگی واقعی تعداد محدودی از دوستان وجود دارند اما در شبکه اجتماعی مانند فیس‌بوک، یک کاربر می‌تواند دارای هزاران دوست باشد. علاوه بر این نحوه شکل‌گیری اعتماد در محیط‌های مختلف نیز متفاوت است. برای نمونه در زندگی واقعی، میزان اعتماد افراد به یکدیگر در طی یک بازه زمانی نسبتاً طولانی شکل می‌گیرد ولی در شبکه‌های اجتماعی، نیاز به یک راهکاری است که بتواند در زمان کوتاه‌تری میزان اعتمادی را که یک کاربر می‌تواند به دیگر کاربران داشته باشد به دست آورد. همچنین در زندگی واقعی، میزان اعتماد از طریق تجربیات و ملاقات‌ها به چهره بدست می‌آید اما در شبکه‌های اجتماعی موبایلی، تعاملات و رابطه‌های مجازی وجود دارد. از این رو با توجه به وجود هزاران دوست بالقوه در شبکه‌های اجتماعی موبایلی، به یک مدل اعتماد نیاز است که از طریق آن بتوان با توجه به قدرت محاسباتی ابزارهای موجود، میزان اعتماد به کاربران را محاسبه نمود (Marsh, 1994; Zhang & Durresi, 2012).

یکی دیگر از مشکلات جدی در این حوزه، استنتاج اعتماد بین دو فردی است که دوست یکدیگر نیستند. کاربران در بسیاری از مواقع، از سرویس‌های فراهم‌شده توسط افرادی بهره می‌برند که ارتباط مستقیمی بین آن‌ها وجود ندارد و صرفاً از طریق دوستانشان با آن‌ها ارتباط برقرار کرده‌اند. در (Huberman et al., 2008; Zhang & Durresi, 2012) نیز نشان داده شده است که اصولاً در اجتماعات برخط، تعداد ارتباطات دوه‌دوی موجود، نسبت به تعداد کل ارتباطات دوه‌دوی ممکن، دارای نسبت بسیار کمی است و یا به عبارت دیگر تعداد دوستان یک کاربر شامل تعداد محدودی از کاربران یک جامعه برخط است. بنابراین می‌بایست یک روش، جهت ایجاد اعتماد بین افراد یک جامعه که لزوماً دوست نیستند، طراحی شود. مدل‌های ایجادشده در این حوزه هم عموماً بر اساس رابطه "دوست دوست" طراحی می‌شوند (Dumbill, 2002).

کاربران مختلف ممکن است قضاوت‌های متضادی از یک موجودیت داشته باشند (Chen, Wang, & Jia, 2014). بنابراین مکانیزم پویایی برای تعریف کلاس اعتماد نیاز است. اکثر مطالعات گذشته روی این موضوع به خوبی تمرکز نکرده‌اند که ممکن است منجر به خروجی‌های نادرست و غیرمنصفانه برای تصمیم‌گیری شود.

در این پژوهش به منظور محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی از روش دسته‌بندی فازی استفاده شده است. دسته‌بندی فازی، فرآیند گروه‌بندی عناصر به مجموعه‌های فازی می‌باشد که تابع عضویت^۱، توسط یک تابع گزاره‌ای فازی^۲ تعریف می‌شود. با توجه به این که کاربران ممکن است که به بیش از یک دسته تعلق داشته باشند، از روش‌های فازی به منظور نمایش میزان تعلق کاربران به هر یک از دسته‌ها استفاده شده است. بعد از تشکیل دسته‌ها و تعیین میزان عضویت کاربران به آن‌ها، در هر دسته، مقدار اعتماد بین هر زوج کاربر محاسبه می‌شود. همچنین در روش پیشنهادی، این امکان وجود دارد که در صورت نیاز، مقدار اعتماد بین هر دو کاربر که در یک دسته قرار ندارند نیز محاسبه شود.

۲- مرور پیشینه‌ها

در (Massa, 2007)، چالش‌های موجود در رابطه با سیستم‌های مدیریت اعتماد مورد بررسی قرار گرفته است و در آن نحوه نمایش اعتماد در سیستم‌های برخط نیز نشان داده شده است. همچنین در رابطه با موضوع اعتماد، مقالات مروری مختلفی با تمرکز بر جنبه‌های خاص اعتماد ارائه شده است (Ruohomaa & Kutvonen, 2005). در جنبه امنیتی اعتماد را در نظر گرفته‌اند که در آن بر اساس رفتارهای مشاهده شده عمل می‌نمایند و در این رابطه (Hoffman, Zage, & Nita-Rotaru, 2009) نیز، مروری بر

-
1. Membership Function
 2. A Fuzzy Propositional Function

انواع حملات و دفاع‌های ممکن در سیستم‌های بر مبنای شهرت صورت گرفته است (Ruan & Durresti, 2016). مروری بر روش‌های استنتاج اعتماد انجام شده است. این روش‌ها، سازوکار خود جهت تعیین و استنتاج اعتماد در صورتی که ارتباط مستقیم بین کاربران وجود نداشته باشد را ارائه داده‌اند. همچنین در مقاله مروری یادشده، چهار نوع حمله در رابطه با اعتماد محلی و آسیب‌پذیری‌های آن نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

در مدل‌سازی اعتماد، ابعاد مختلفی از آن می‌تواند در نظر گرفته شود. یکی از این ابعاد، مقیاس است. اعتماد می‌تواند به صورت عددی و یا به صورت دسته‌بندی نمایش داده شود. مقادیر اعتماد نیز می‌توانند به صورت پیوسته و یا گسسته باشند. برای مثال، در سیستم‌هایی که از رتبه‌بندی استفاده می‌کنند، اعتماد به صورت گسسته بیان می‌شود (Abdul-Rahman & Hailes, 2000). این گونه روش‌ها، تفاوتی بین اعتمادهای یک دسته قائل نمی‌شوند و بنابراین مقدار دقیقی را ارائه نمی‌کنند. در مقابل، در سیستم‌هایی که از معیار شباهت استفاده می‌کنند و یا از معیارهای احتمالی در محاسبه اعتماد بهره می‌برند داده‌های اعتماد پیوسته بکار می‌روند (Sepandar D. Kamvar, 2003; Ziegler & Golbeck, 2007). از جمله چالش‌های این روش‌ها، تعیین معیارهای شباهت است که در حوزه‌های مختلف می‌توان معیارهای گوناگونی به کار گرفت.

یکی دیگر از راه‌های نمایش داده اعتماد به جای استفاده از مقادیر مشخص، استفاده از مقادیر بازه‌ای است. این روش نمایش اعتماد در راهکارهایی که از منطق فازی استفاده می‌کنند، استفاده می‌شود (Hua Ma, 2014). در این پژوهش نیز به منظور دسته‌بندی کاربران از منطق فازی بهره برده شده است. یکی دیگر از ابعاد اعتماد، برچسب‌هایی است که می‌توان به آن زد. برای مثال، اعتماد می‌تواند در زمان‌های گوناگون، مقادیر مختلفی داشته باشد که بنابراین در این صورت، اعتماد دارای برچسب زمانی خواهد بود (Fang, Guo, & Zhang, 2015; Yan Lindsay Sun, 2006).

روش‌هایی که اعتماد ارائه شده در آن‌ها دارای برچسب زمانی نباشد، کارایی لازم را در محیط‌های پویا ندارند. از این رو، در این پژوهش، بعد زمان نیز در محاسبه اعتماد لحاظ گردیده است. همچنین این برچسب‌ها می‌توانند به منظور دفاع در برابر برخی حملات مورد استفاده قرار گیرند (Yan Lindsay Sun, 2006).

برچسب دیگری که می‌توان در نظر گرفت، زمینه است. بدین مفهوم که یک کالا و یا سرویس می‌تواند در یک زمینه، کالایی خوب باشد و در زمینه دیگر خیر. برای مثال، یک شوینده می‌تواند برای شستشوی ظروف خوب باشد ولی برای شستشوی دست و صورت انسان خوب نباشد، پس مشاهده می‌شود پژوهش‌های گوناگونی با در نظر گرفتن زمینه اعتماد صورت گرفته است (Fang et al., 2015; Haibin Zhang, 2015; Zheng, Wang, Orgun, Liu, & Zhang, 2014). این گونه روش‌ها، تنها برای محاسبه اعتماد در یک حوزه خاص به کار گرفته می‌شوند و بنابراین در حوزه‌های دیگر قابل بکارگیری نیستند. برای محاسبه اعتماد نیز، رویکردهای مختلفی وجود دارد. برخی از آن‌ها از احتمال برای محاسبه اعتماد استفاده می‌کنند. در این رویکرد، اعتماد می‌تواند به مفهوم احتمال این‌که اعتماد شونده بر طبق انتظار اعتماد کننده عمل کند، تعریف می‌شود (Gambetta, 1988). بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده در رابطه با محاسبه اعتماد از رویکرد احتمالاتی استفاده نموده‌اند (Guangchi Liu, 2014; Ries, 2007).

در سیستم‌های پیشنهاددهنده نیز، شباهت بین کاربران و یا شباهت بین کالاها و سرویس‌ها به منظور پیشنهاددهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این معیار در سیستم‌های مدیریت اعتماد نیز به منظور محاسبه اعتماد به کار گرفته شده است (Golbeck, 2009; Shambour, 2012). در (Guojun Wang, 2014; Kim & Park, 2013; Mucheol Kim, Jiwan Seo, Sanghyun Noh, & Han, 2011; Wang & Wu, 2012; Wenjun Jiang, 2012) مدل اعتمادی با استفاده از مشخصات کاربران که برای اجتماعات برخط مناسب است پیشنهاد شده است. یکی از مشکلات معمول این‌گونه روش‌ها شروع سرد است که به علت نبود اطلاعات اولیه به وجود می‌آید.

اعتماد یک ویژگی قطعی به حساب نمی‌آید و از این رو برخی از پژوهش‌ها (Rino Falcone, 2003; Vibhor Kant, 2013)، رویکرد منطق فازی را جهت نمایش اعتماد به کار می‌برند. ساخت یک الگوریتم کارآمد برای شناسایی ساختار شبکه اجتماعی موبایلی، امری دشوار است. در (Blin, 1974) تحقیقات اولیه‌ای درباره استفاده از روابط فازی در تحلیل شبکه اجتماعی صورت گرفته است. در این تحقیق، روش جدیدی برای شناسایی اجتماعات مشابه ارائه داده شده است که حول ایده استفاده از شاخص مرکزیت برای یافتن مرزهای اجتماعی استفاده می‌کند. برای اولین بار رابطه تشابه فازی در (Zadeh, 1991) مطرح شد.

۳- شبکه اجتماعی بنیاد سعدی

در این مقاله از مجموعه داده شبکه اجتماعی بنیاد سعدی^۱ به عنوان مجموعه داده مورد مطالعه استفاده شده است. پیش از معرفی رویکرد ارائه شده در این بخش به معرفی اجمالی این بنیاد پرداخته شده است. بنیاد سعدی در سال ۱۳۹۲ به منظور تقویت و گسترش زبان و ادبیات فارسی در خارج از کشور و ایجاد تمرکز، هم‌افزایی و انسجام در فعالیت‌های مرتبط با این حوزه و بهره‌گیری بهینه از ظرفیت‌های موجود ایجاد شد. در این بنیاد دوره‌هایی با هدف ارتقاء مهارت‌های زبانی فارسی‌آموزان در تمام مؤلفه‌های زبان (نوشتن، دستور زبان، صحبت کردن، خواندن واژه، شنیدن و تلفظ) و همچنین ایجاد شبکه فارسی‌آموزان و تداوم آموزش‌های حرفه‌ای در نظر گرفته شده است. با توجه به حضور گسترده فارسی‌آموزان از نقاط مختلف جهان در بنیاد سعدی، شبکه اجتماعی بنیاد سعدی به منظور تسهیل در برقراری ارتباط فارسی‌آموزان با یکدیگر طراحی شده است. فارسی‌آموزان از ۳۹ کشور مختلف در این شبکه اجتماعی حضور دارند. جدول ۱ نام کشورهای فارسی‌آموزان حاضر در شبکه اجتماعی را به تفکیک قاره نشان می‌دهد.

1. <http://fln.saadifoundation.ir>

جدول ۱- نام قاره و کشورهای فارسی‌آموزان حاضر در شبکه اجتماعی بنیاد سعدی

آسیا		اروپا		آمریکا	آفریقا	اقیانوسیه
ایران	تاجیکستان	ترکیه	اتریش	برزیل	مراکش	استرالیا
هند	عراق	ایتالیا	صربستان	ایالات متحده	تونس	ساموآ
پاکستان	قرقیزستان	آلمان	هلند	باهاما	مصر	
لبنان	ارمنستان	بلغارستان	سوئد	آروبا	الجزایر	
سوریه	آذربایجان	فرانسه	روسیه		مالی	
بنگلادش	ترکمنستان	اوکراین	مقدونیه		کنیا	
		جمهوری چک			جمهوری آفریقای مرکزی	

برخی امکانات این شبکه اجتماعی عبارت است از:

- به اشتراک گذاردن عکس، متن، موسیقی، وبلاگ و نظرسنجی
- انتخاب دوست با ارسال درخواست و پذیرفتن آن از طرف شخص مقابل
- ارسال مطالب به صورت خصوصی به دوستان و یا به صورت عمومی به همگی

کاربران

- امکان ارسال نظر و تأیید مطلب به اشتراک گذاشته شده

۴- روش محاسبه اعتماد

در این مقاله، از دسته‌بندی فازی جهت استنتاج اعتماد استفاده شده است. با توجه به این که کاربران ممکن است که به بیش از یک دسته تعلق داشته باشند، از روش‌های فازی به منظور نمایش میزان تعلق کاربران به هر یک از دسته‌ها استفاده شده است. بعد از تشکیل دسته‌ها و تعیین میزان عضویت کاربران در آن‌ها، در هر دسته، مقدار اعتماد بین هر زوج کاربر محاسبه می‌شود. در صورت نیاز به محاسبه اعتماد بین دو کاربر که در

یک دسته قرار ندارند، از رابطه انتقال^۱ استفاده شده است. دسته‌بندی کاربران در بخش ۱-۴ و مدل محاسبه اعتماد بین کاربران در بخش ۲-۴ ارائه شده است.

۱-۴- معیارهای دسته‌بندی فازی کاربران

دسته‌بندی فارسی‌آموزان بر اساس سه معیار سن، میزان آشنایی با زبان فارسی و محل زندگی آن‌ها می‌باشد. همچنین به منظور تعیین درجه عضویت فارسی‌آموزان از مدل ذوزنقه‌ای استفاده شده است.

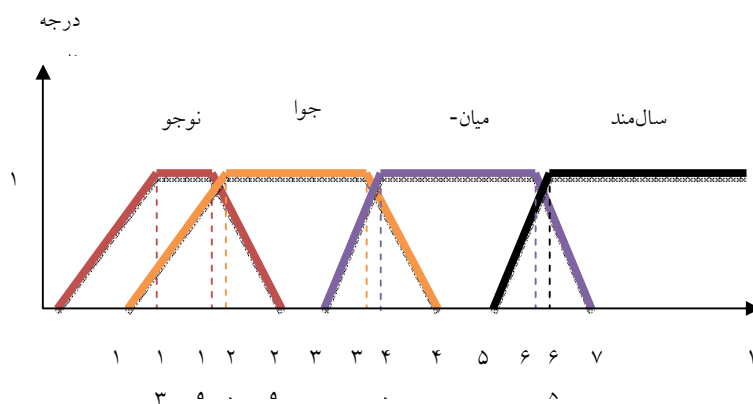
الف) معیار سن

اولین معیار دسته‌بندی، سن است. طبق علم روان‌شناسی، ۴ گروه نوجوان^۲، جوان^۳، میان‌سال^۴ و سالمند^۵ گروه‌های سنی را تشکیل می‌دهند (Erik H Erikson, 1975; Erik H Erikson, 1993). جدول ۲، بازه‌های سنی مربوط به هر یک از گروه‌ها را نشان می‌دهد. در شکل ۱ نیز توابع عضویت فازی نشان داده شده است.

جدول ۲- بازه‌های سنی مربوط به هر یک از گروه‌ها

بازه	گروه سنی
۱۳ تا ۱۹ سال	نوجوان
۲۰ تا ۳۹ سال	جوان
۴۰ تا ۶۴ سال	میان‌سال
۶۵ تا ۱۲۰	سالمند

-
1. Transition
 2. Teen
 3. Young Adult
 4. Midle-Aed
 5. Elder



شکل ۱- توابع عضویت فازی مربوط به معیار سن

ب) معیار میزان آشنایی با زبان فارسی

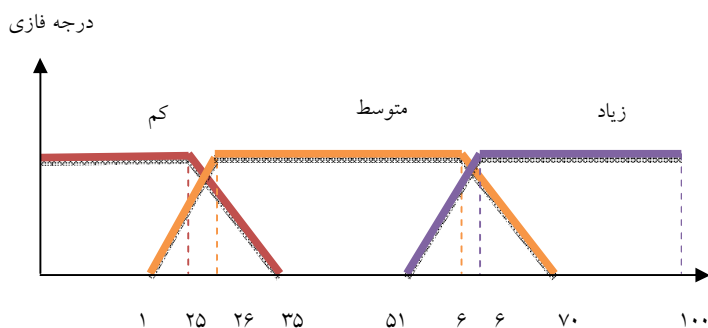
یکی دیگر از معیارهای دسته‌بندی، میزان آشنایی کاربران با زبان فارسی است. فارسی‌آموزان بر اساس دو پارامتر "نمره کسب‌شده در آزمون‌ها" و "میزان مشارکت در دوره‌های یادگیری زبان فارسی برحسب ساعت" ارزیابی می‌شوند و در نهایت امتیازی بین ۰ تا ۱۰۰ به آن‌ها تعلق می‌گیرد. با استفاده از این امتیازها، میزان آشنایی کاربران با زبان فارسی مشخص می‌شود. در شکل ۲ توابع عضویت فازی مربوط به معیار میزان آشنایی با زبان فارسی نشان داده شده است.

ج) معیار محل زندگی

آخرین معیار دسته‌بندی، محل زندگی فارسی‌آموزان می‌باشد. محل زندگی فارسی‌آموزان بر اساس قاره محل زندگی آن‌ها (آسیا، اروپا، آمریکا، استرالیا و اقیانوسیه) در نظر گرفته شده است. با توجه به معیارهای دسته‌بندی مطرح‌شده، ۶۰ کلاس به وجود می‌آید که با توجه به مشخصات فارسی‌آموزان، آن‌ها می‌توانند متعلق به یک و یا چند دسته و با درجه‌های عضویت مختلف باشند.

۲-۴- مدل محاسبه اعتماد

در پژوهش‌های مختلف، با توجه به نوع مسئله از برخی از انواع مختلف اعتماد بهره می‌برند. بنابراین ابعاد مختلفی از اعتماد می‌تواند در مدل‌سازی در نظر گرفته شود. با توجه به رویکرد مورد استفاده در این مقاله، مقدار اعتماد استنتاج شده، عددی و پیوسته می‌باشد. همچنین در روش پیشنهادی استنتاج اعتماد، مقدار اعتماد ثابت نبوده و با گذشت زمان قابل تغییر است و بنابراین در مدل استفاده شده، اعتماد دارای برچسب زمانی است. در این پژوهش، انواع جنبه‌های مختلف اعتماد در نظر گرفته شده و نهایتاً تأثیر هر کدام از آن‌ها مشخص گردیده است. علاوه بر این، با وجود مفهوم کلی یکسان برای هر نوع اعتماد، جنبه‌ها و جزئیات مرتبط با هر مفهوم می‌تواند متفاوت باشد که این پژوهش نیز دارای جزئیات و مقادیر پارامترهای مختص خود است. بنابراین ویژگی موضوعی که این پژوهش‌ها را از یکدیگر جدا می‌سازد، انواع اعتماد به کار گرفته شده و جزئیات آن‌ها است. انواع اعتماد به کار گرفته شده در این مقاله در شکل ۳ نشان داده شده است که در ادامه به توضیح قسمت‌های مختلف و جزئیات آن پرداخته شده است. در این پژوهش محاسبه انواع اعتماد در قالب رویکرد فازی انجام شده است.

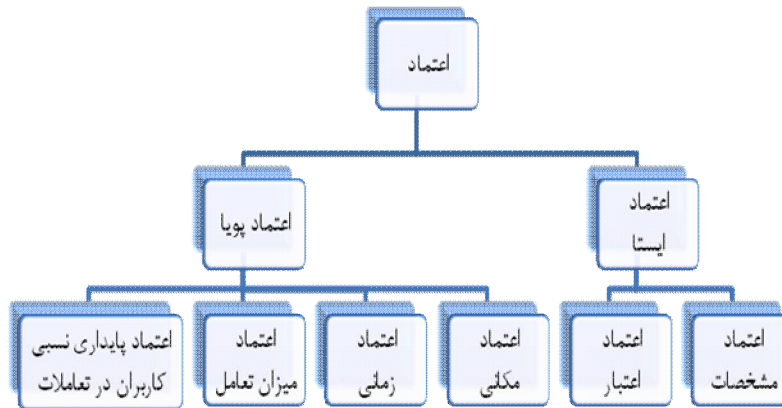


شکل ۲- توابع عضویت فازی مربوط به معیار میزان آشنایی با زبان فارسی

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۴۳

۴-۲-۱- محاسبه اعتماد ایستا

اعتماد ایستا شامل جنبه‌های اعتماد مشخصات^۱ و اعتماد اعتبار^۲ است.



شکل ۳- مدل محاسبه اعتماد

۴-۲-۱-۱- اعتماد مشخصات

هر کاربر در شبکه اجتماعی بنیاد سعدی، دارای مشخصاتی است که با توجه به این مشخصات می‌توان میزان تشابه دو کاربر به یکدیگر را محاسبه کرد. مشخصاتی که برای این منظور، مورد استفاده قرار می‌گیرد "سن"، "تعداد دوستان"، "کشور"، "جنسیت" و "تعداد کل فعالیت‌های انجام‌شده" می‌باشد.

بنابراین، هر کاربر دارای پنج خصوصیت به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{user}(A) = \{a_1, a_2, \dots, a_5\}$$

-
1. Profile Trust
 2. Prestige Trust

که در آن a_1 تا a_5 به ترتیب برابر سن، تعداد دوستان، کشور، جنسیت و تعداد کل فعالیت‌های انجام شده می‌باشد. فرض کنید $a_k \text{ user}(A)$ به خصوصیت u_k مربوط به کاربر A اشاره می‌کند. اعتماد مشخصات را Profile - Trust می‌نامیم و $\text{Profile - Trust}(A, B)$ طبق فرمول ۱ اعتماد مشخصات کاربر A نسبت به کاربر B را محاسبه می‌کند.

$$\text{Profile - Trust}(A, B) = \sum_{k=1}^5 \delta_{a_k}(A, B) w_k \quad (1)$$

که در آن مقدار وزنی است که به مشخصه k ام تعلق می‌گیرد و $\delta_{a_k}(A, B)$ از طریق فرمول ۲ به دست می‌آید.

$$\delta_{a_k}(A, B) = \begin{cases} 1 & \text{user}(A)_{a_k} = \text{user}(B)_{a_k} \\ 0 & \text{user}(A)_{a_k} \neq \text{user}(B)_{a_k} \end{cases} \quad (2)$$

۲-۱-۲-۴- اعتماد اعتبار

روش‌های اندازه‌گیری متنوعی می‌تواند برای محاسبه اعتبار کاربران موبایلی استفاده شود، مانند محاسبه اعتبار بر مبنای مجاورت^۱، بر مبنای رتبه^۲ و بر مبنای درجه^۳. در محاسبه اعتبار بر مبنای درجه، تعداد دوستان یک کاربر، به عنوان معیار اندازه‌گیری در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر تعداد همسایه‌هایی که یک کاربر دارد، می‌تواند به افزایش اعتبار آن کاربر منجر شود.

در این تحقیق با بهره‌گیری از روش بر مبنای درجه، روشی جهت محاسبه اعتماد اعتبار ارائه شده است. در روش بر پایه درجه، کمیت و تعداد دوستان در نظر گرفته می‌شود، اما کیفیت آن‌ها لحاظ نمی‌شود. از این رو، به منظور در نظر گرفتن اعتبار دوستان و در نتیجه محاسبه کارآمدتر اعتماد اعتبار کاربر از فرمول ۳ استفاده شده است:

-
1. Proximity-Based
 2. Rank-Based
 3. Degree-Based

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۴۵

$$\text{Prestige - Trust}(A) = \frac{\sum_{j=1}^n \text{Score}(j)}{n-1} \quad (3)$$

$j \in \text{Neigh}(i)$

که در آن $\text{Score}(k)$ از طریق فرمول ۴ به دست می‌آید.

$$\text{Score}(k) = \mu^{1 - \frac{\text{Neigh}(k)}{n-1}} \quad (4)$$

$0.5 \leq \mu \leq 1$

۲-۲-۴ محاسبه اعتماد پویا

اعتماد پویا را طبق خصوصیات رفتاری پویا مانند مکان و زمان ارتباط، محاسبه می‌نماییم.

۱-۲-۲-۴ محاسبه اعتماد مکانی

مکان‌های مشابه می‌تواند به افزایش اعتماد بین کاربران منجر شود. شناسایی مکان کاربران از طریق ip امکان‌پذیر است. فرض کنید ip مربوط به کاربر A به صورت نمایش داده شود. به قسمت اول ip کاربر A اشاره دارد. اعتماد شناسه مکان میان دو کاربر A و B را با نمایش می‌دهیم و به صورت فرمول ۵ محاسبه می‌کنیم:

$$B) = \begin{cases} 1 & \text{ip}(A)a_1 = \text{ip}(B)a_1 \text{ و } \text{ip}(A)a_2 = \text{ip}(B)a_2 \text{ و} \\ & \text{ip}(A)a_3 = \text{ip}(B)a_3 \text{ و } \text{ip}(A)a_4 = \text{ip}(B)a_4 \\ 0.75 & \text{ip}(A)a_1 = \text{ip}(A)a_1 \text{ و } \text{ip}(A)a_2 = \text{ip}(B)a_2 \text{ و} \\ & \text{ip}(A)a_3 = \text{ip}(B)a_3 \\ 0.5 & \text{ip}(A)a_1 = \text{ip}(A)a_1 \text{ و } \text{ip}(A)a_2 = \text{ip}(B)a_2 \\ 0.25 & \text{ip}(A)a_1 = \text{ip}(A)a_1 \\ 0 & \text{other wise} \end{cases} \quad (5)$$

۴-۲-۲-۲-۴- محاسبه اعتماد زمانی^۱

در شبکه اجتماعی بنیاد سعدی، کاربران می‌توانند به صورت خصوصی مطالبی را در قالب عکس یا متن به یکدیگر ارسال نمایند. معمولاً کاربران در ساعات پایانی روز و ساعات شب با کاربران مورد اعتماد و نزدیک خود تعامل خصوصی دارند و در ساعات روز، تعاملات عمومی‌تر هستند. بنابراین با توجه به تعداد مطالبی که کاربر A در ساعات مختلف روز و شب به کاربر B ارسال می‌کند می‌توان اعتماد زمانی را محاسبه نمود. تعداد پیام‌های ارسالی کاربر A از ساعت ۱۶ تا ۲۲ به کاربر B را با (زمان نیمه خصوصی) و تعداد پیام‌های ارسالی کاربر A به کاربر B از ساعت ۲۲ تا ۸ صبح را با (زمان خصوصی) و تعداد پیام‌های ارسالی کاربر A به کاربر B از ساعت ۸ تا ۱۶ را با نشان می‌دهیم. در نهایت مقدار اعتماد زمانی کاربر A به کاربر B از فرمول ۶ به دست می‌آید:

در شبکه اجتماعی بنیاد سعدی، کاربران می‌توانند به صورت خصوصی مطالبی را در قالب عکس یا متن به یکدیگر ارسال نمایند. معمولاً کاربران در ساعات پایانی روز و ساعات شب با کاربران مورد اعتماد و نزدیک خود تعامل خصوصی دارند و در ساعات روز، تعاملات عمومی‌تر هستند. بنابراین با توجه به تعداد مطالبی که کاربر A در ساعات مختلف روز و شب به کاربر B ارسال می‌کند می‌توان اعتماد زمانی را محاسبه نمود. تعداد پیام‌های ارسالی کاربر A از ساعت ۱۶ تا ۲۲ به کاربر B را با $T_{\text{half-private}}(A, B)$ (زمان نیمه خصوصی) و تعداد پیام‌های ارسالی کاربر A به کاربر B از ساعت ۲۲ تا ۸ صبح را با $T_{\text{private}}(A, B)$ (زمان خصوصی) و تعداد پیام‌های ارسالی کاربر A به کاربر B از ساعت ۸ تا ۱۶ را با $T_{\text{public}}(A, B)$ نشان می‌دهیم. در نهایت مقدار اعتماد زمانی کاربر A به کاربر B از فرمول ۶ به دست می‌آید:

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۴۷

$$\text{Trust}(A, B) = \frac{(\alpha \times T_{\text{private}}(A, B)) + ((1 - \alpha) \times T_{\text{half-private}}(A, B))}{T_{\text{public}}(A, B) + T_{\text{private}}(A, B) + T_{\text{half-private}}(A, B)} \quad (۶)$$

که در آن $0.5 \leq \alpha \leq 1$

۴-۲-۳- اعتماد میزان تعامل^۱

در شبکه‌های اجتماعی، معمولاً کاربران با کسانی که اعتماد بیشتری نسبت به آن‌ها دارند، تعامل می‌کنند. بنابراین میزان تعامل کاربران با یکدیگر را می‌توان به عنوان یکی از معیارهای اعتماد در نظر گرفت. البته در این قسمت، تعاملات دارای برجسب زمانی هستند. تعاملات دارای برجسب زمانی بزرگ‌تر، دارای ارزش بیشتری نسبت به تعاملات با برجسب زمانی کوچک‌تر هستند. از طرف دیگر تعاملات را می‌توان جهت-دار در نظر گرفت. به عنوان مثال اگر کاربر A در بسیاری از موارد شروع کننده تعامل با کاربر B باشد و میزان افزایش اعتماد کاربر A به کاربر B و میزان افزایش اعتماد کاربر B به کاربر A را به ترتیب با α و β نشان دهیم، آن‌گاه $\alpha \geq \beta$. برای محاسبه مقدار اعتماد میزان تعامل بین دو کاربر A و B که آغازگر آن کاربر A بوده است از فرمول ۷ استفاده می‌نماییم:

$$\text{Volume - Trust}(A \rightarrow B) = \frac{\sum_{k=1}^n \varphi^{k \times \text{time} - t_k}}{n} \quad (۷)$$

که در آن n تعداد کل تعاملات، φ زمان تعامل k ام، time زمان جاری و $0 < \varphi < 1$ می‌باشد. در نهایت مقدار اعتماد میزان تعامل بین دو کاربر A و B از طریق فرمول ۸ محاسبه می‌شود:

$$\text{Volume - Trust}(A, B) = \theta \times \text{Volume - Trust}(A \rightarrow B) + (1 - \theta) \text{Volume} \cdot (۸)$$

که در آن $0.5 \geq \theta$

۴-۲-۲-۴- اعتماد پایداری نسبی کاربران در تعاملات^۱

در شبکه‌های اجتماعی، کاربران ممکن است که فقط در یک بازه زمانی خاص با دوستانی تعامل داشته باشند در حالی که با برخی دوستان دیگر در بازه‌های زمانی بیش‌تری در تعامل باشند. به عبارت دیگر، کاربران ممکن است که با برخی از کاربران دیگر تعاملات پایداری در طول زمان داشته باشند. بدین ترتیب، تغییرات در مجموعه کاربران مورد تعامل در بازه‌های زمانی اندازه‌گیری شده و از آن بر اساس فرمول ۹ در اندازه‌گیری میزان اعتماد به کاربران استفاده شده است.

$$\text{Consistent - Interaction - trust}(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\text{Interaction - users}(A, \Delta t_i) \cap \text{Int}}{\text{Interaction - users}(A, \Delta t_i) \cup \text{Int}}}{n - 1} \quad (9)$$

$$B \in \text{Interaction - users}(A, \Delta t_i)$$

که در آن $\text{Interaction - users}(A, \Delta t_i)$ برابر کاربرانی است که کاربر A در k امین بازه زمانی Δt (نسبت به زمان جاری) با آنها در تعامل بوده است. در صورتی که $n = 2$ باشد، به این مفهوم است که آخرین بازه زمانی فقط با بازه زمانی قبلی مقایسه می‌شود. هم‌چنین در صورتی که کاربر B در این مجموعه‌ها وجود نداشته باشد، مقدار صفر برای این اعتماد در نظر گرفته می‌شود.

۴-۳- ترکیب^۲، اجتماع^۳ و انتقال^۴ اعتماد

پیش‌ازاین در بخش ۴-۱، دسته‌ها و درجه عضویت هر کاربر به هر دسته تعیین شد. در بخش ۴-۲ نیز جنبه‌های مختلف اعتماد و محاسبات آن، مورد بررسی قرار

-
1. Consistent Interaction Trust
 2. Combination
 3. Aggregation
 4. Transition

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۴۹

گرفت. در این بخش به نحوه ترکیب، اجتماع و انتقال مقادیر اعتماد در یک شبکه اجتماعی پرداخته شده است.

۴-۳-۱- ترکیب اعتماد

فرض کنید دو کاربر A و B در یک دسته قرار دارند. با استفاده از مقادیر اعتماد به دست آمده در بخش ۴ - ۲، مقدار اعتماد میان این دو کاربر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{Trust}(A, B) = T_1 \times \text{Profile} - \text{Trust}(A, B) + T_2 \times \text{Prestige} - \text{Trust}(B) + T_3 \times \text{Location} - \text{Trust}(A, B) + T_4 \times \text{Volume} - \text{Trust}(A, B) + T_5 \times \text{Consistent} - \text{Interaction} \quad (10)$$

که در آن: $\sum_{i=1}^5 T_i = 1$ و $0 \leq T_i \leq 1$

۴-۳-۲- انتقال اعتماد

ابتدا بین هر دو کاربر که در یک دسته قرار دارند یک یال رسم می‌نماییم تا شبکه اجتماعی به صورت یک گراف درآید. حال فرض کنید دو کاربر A و B در هیچ دسته یکسانی قرار نداشته باشند. در این صورت دو حالت امکان پذیر است:

(۱) مسیری بین دو کاربر وجود ندارد: در این حالت اعتماد بین دو کاربر، صفر در نظر گرفته می‌شود.

(۲) دست کم یک مسیر بین دو کاربر وجود دارد. در این صورت برای هر مسیر یک مقدار اعتماد بدست می‌آید. فرض کنید یکی از مسیرها از طریق کاربرهای v_1, v_2, \dots, v_n طی شود. در این صورت اعتماد کاربر A به کاربر B از طریق انتقال اعتمادها از طریق کاربرهای واسط به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\text{Trust}(A, B) = \text{Trust}(A, v_1) \times \text{Trust}(v_1, v_2) \times \dots \times \text{Trust}(v_n, B) \quad (11)$$

۳-۳-۴- اجتماع اعتماد

فرض کنید دو کاربر A و B به صورت هم‌زمان در چند دسته حضور داشته باشند. در این صورت به ازای هر دسته، یک مقدار اعتماد به دست می‌آید. به صورت مشابهی فرض کنید دو کاربر A و B در هیچ دسته یکسانی قرار ندارند، ولی مسیرهای مختلفی بین آن‌ها وجود دارد و به ازای هر مسیر یک مقدار اعتماد به دست آمده است. در این صورت مقدار اعتماد بین دو کاربر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{Trust}(A, B) = \max \{ \text{Trust}_1(A, B), \text{Trust}_2(A, B), \dots, \text{Trust}_k(A, B) \} \quad (12)$$

که در آن $\text{Trust}_k(A, B)$ مقدار اعتماد به دست آمده از طریق دسته و یا مسیر kام است.

۵- پیاده‌سازی و ارزیابی

۱-۵- پیاده‌سازی

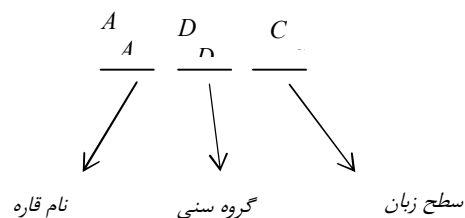
به منظور پیاده‌سازی و ارزیابی روش پیشنهادی از زبان برنامه‌نویسی جاوا استفاده شده است. مجموعه داده استفاده شده در این ارزیابی نیز، شبکه اجتماعی بنیاد سعدی می‌باشد که در بخش ۳، توضیحات مربوط به آن ارائه شده است. در روش پیشنهادی، پارامترهای مختلفی وجود دارند که با توجه به مقداردهی متفاوت به آن‌ها، می‌توان نتایج متفاوتی را به دست آورد که در ادامه این بخش با توجه به نتایج ارزیابی، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در مرحله اول پیاده‌سازی، مقادیر اولیه‌ای به پارامترها نسبت داده شده است. جدول ۳ این مقادیر را نشان می‌دهد.

جدول ۳- پارامترهای تنظیم شده

مقدار	پارامتر
۰/۲	w_1, w_2, w_3, w_4, w_5
۹۱	n
۰/۸	μ, θ
۰/۵	α, φ

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۵۱

نام‌گذاری دسته‌های کاربران با استفاده از ۳ زوج دوحرفی به صورت زیر انجام شده است که توضیحات آن در جدول ۴ آمده است:



جدول ۴- مخفف‌های مربوط به نام‌گذاری دسته‌ها

مخفف	گروه سنی	مخفف	سطح زبان	مخفف	قاره
Te	نوجوان	Lo	کم	As	آسیا
Yo	جوان	Me	متوسط	Er	اروپا
Mi	میان‌سال	Hi	زیاد	Af	آفریقا
El	سالمند			Am	آمریکا
				Oc	اقیانوسیه

۲-۵- ارزیابی

به منظور ارزیابی روش پیشنهادی، از تعدادی از کاربران بنیاد سعدی خواسته شده است که بر اساس یک پرسش‌نامه، میزان اعتماد خود بر دیگر اعضاء را مشخص نمایند. مشخصات و تعداد کاربران شرکت‌کننده در این ارزیابی بر اساس فراوانی هر یک از دسته‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- فراوانی مربوط به هر دسته

نام کلاس	تعداد	نام کلاس	تعداد	نام کلاس	تعداد
AsTeLo	۲	AsMiMe	۱۰	ErMiHi	۲
AsTeMe	۱۲	AsMiHi	۳۳	AfTeLo	۱
AsTeHi	۲۳	ErTeMe	۲	AfTeMe	۱
AsYoLo	۳	ErTeHi	۳	AfYoLo	۱
AsYoMe	۲۳	ErYoMe	۳	AfYoMe	۱
AsYoHi	۶۳	ErYoHi	۵		
AsMiLo	۱	ErMiMe	۱		

به‌طورکلی ۵ دسته اعتماد برای ارزیابی میزان اعتماد کاربران به‌صورت زیر در نظر گرفته شده است:

- "خیلی کم" برای مقدار اعتماد محاسبه‌شده ۰ تا ۰,۲
- "کم" برای مقدار اعتماد محاسبه‌شده ۰,۲ تا ۰,۴
- "متوسط" برای مقدار اعتماد محاسبه‌شده ۰,۴ تا ۰,۶
- "زیاد" برای مقدار اعتماد محاسبه‌شده ۰,۶ تا ۰,۸
- "خیلی زیاد" برای مقدار اعتماد محاسبه‌شده ۰,۸ تا ۱

در نهایت، مقادیر تعیین‌شده توسط کاربران با مقادیر بدست آمده از روش پیشنهادی مقایسه شده‌اند. نتایج حاصل به ازای هریک از دسته‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶- مقادیر دقت، بازخوانی و F-Measure به ازای هر دسته

دسته	دقت (درصد)	بازخوانی (درصد)	F-Measure (درصد)
خیلی کم	۲۶	۴۴	۳۳
کم	۴۰	۴۴	۴۱
متوسط	۳۷	۲۳	۲۸
زیاد	۴۳	۲۳	۳۰
خیلی زیاد	تعریف‌نشده	۰	تعریف‌نشده

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۵۳

در بسیاری از موارد نظرسنجی، کاربر و روش پیشنهادی، خروجی‌های متفاوت اما نزدیکی را ایجاد کرده‌اند. به‌عنوان مثال، کاربر و روش پیشنهادی به ترتیب خروجی‌های اعتماد "خیلی کم" و "کم" را بین دو کاربر ایجاد کرده‌اند. در ارزیابی اولیه کارایی، در این‌گونه موارد، این دو خروجی، متفاوت در نظر گرفته شده‌اند. در ارزیابی جدید، یک دسته‌بندی جدید ایجاد نموده‌ایم که در آن هر دسته از ترکیب دو دسته در مجاورت هم به وجود آمده است. نتایج این ارزیابی نیز در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷- مقادیر دقت، بازخوانی و F-Measure با توجه به ترکیب دسته‌ها

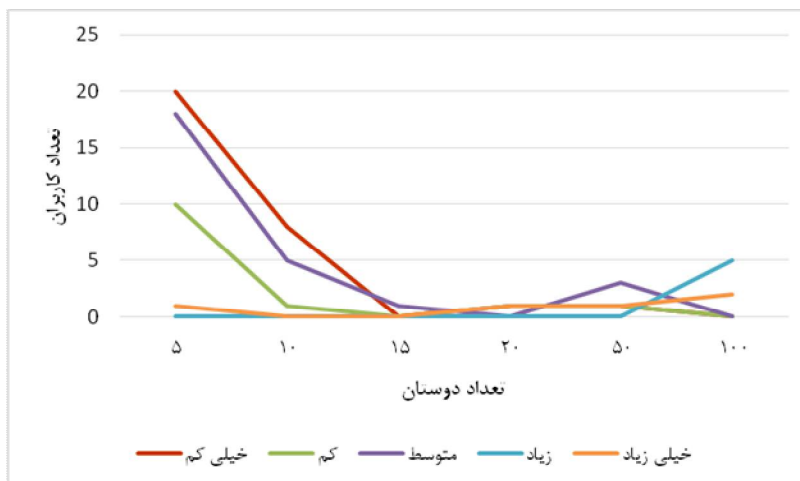
دسته	دقت (درصد)	بازخوانی (درصد)	F-Measure (درصد)
خیلی کم و کم	۳۰	۴۴	۳۸
کم و متوسط	۳۹	۳۲	۳۵
متوسط و زیاد	۳۹	۲۳	۲۹
زیاد و خیلی زیاد	۴۳	۱۷	۲۴

همان‌طور که پیش‌ازین بیان شد محاسبه اعتماد امری دشوار است و به دلیل ویژگی‌هایی مانند ذهنی بودن، امکان محاسبه دقیق آن وجود ندارد. با این حال می‌توان برخی از معیارها را به صورت مجزا مورد بررسی قرار داد و نوع نگرش کاربران به هر یک از آن‌ها را هرچند به صورت تقریبی بدست آورد. در بررسی پرسشنامه‌ها به چند ویژگی کاربران که در اعتماد می‌توانند تأثیر داشته باشند و ممکن است در روش ارائه شده محاسبه اعتماد، نادیده گرفته شده باشند دست می‌یابیم. در نتیجه معیارهای جدیدی را برای محاسبه اعتماد در نظر گرفته و نتایج حاصل از آن نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۵- بررسی میزان تأثیر معیارهای مختلف بر افزایش اعتماد

۳-۵-۱- معیار تعداد دوستان

در شکل ۴، تأثیر افزایش تعداد دوستان بر میزان اعتماد کاربران نشان داده شده است. محور عمودی و محور افقی به ترتیب، تعداد کاربران و تعداد دوستان را نشان می‌دهند. خطوط رنگی در نمودار، بیان‌گر دسته‌های مختلف هستند. رنگ مربوط به هر دسته در نمودار مشخص شده است. به‌طور مثال خط "قرمز" و "سبز" به ترتیب مربوط به دسته‌های "خیلی کم" و "خیلی زیاد" می‌باشند. هر یک از خطوط، تأثیر افزایش تعداد دوستان بر میزان اعتماد کاربران را نشان می‌دهد. تعداد کاربرانی که دسته "خیلی کم" را برای بیان میزان اعتماد خود به کسانی که تعداد دوستانشان کمتر از ۱۰ می‌باشد انتخاب کردند بسیار بیش‌تر از تعداد کاربرانی است که دسته "زیاد" یا "خیلی زیاد" را برای آن‌ها برگزیدند. همچنین کاربران به کسانی که تعداد دوستانشان بیش از ۵۰ است دسته اعتماد "زیاد" و "خیلی زیاد" را اختصاص دادند. پس می‌توان نتیجه گرفت با افزایش تعداد دوستان، گزینه‌های انتخابی کاربران در دسته‌های "خیلی کم" و "کم" رو به کاهش و در دسته‌های "خیلی زیاد" و "زیاد" رو به افزایش است.



شکل ۴- تأثیر معیار تعداد دوستان بر میزان اعتماد

۵-۳-۲- معیار تعداد فعالیت‌ها

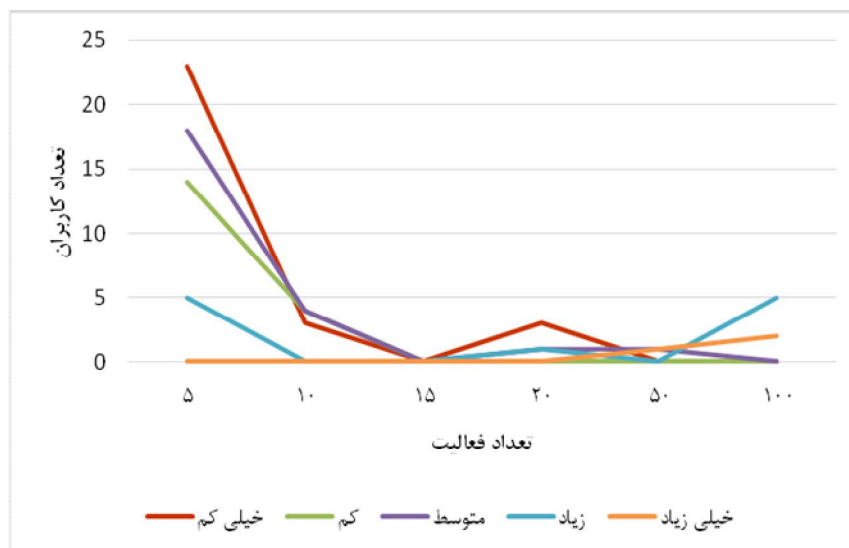
در شکل ۵، تأثیر افزایش تعداد فعالیت‌ها بر میزان اعتماد کاربران نشان داده شده است. محور عمودی و محور افقی به ترتیب، تعداد کاربران و تعداد فعالیت را نشان می‌دهند. میزان اعتماد به اشخاصی که تعداد فعالیت آن‌ها در شبکه اجتماعی بیش از ۵۰ است "متوسط"، "زیاد" و "خیلی زیاد" می‌باشد و شاهد روند صعودی خطوط سبز و آبی (که نشان‌دهنده دسته‌های "خیلی زیاد" و "زیاد" می‌باشند) هستیم که به معنای تأثیر مستقیم تعداد فعالیت بر اعتماد می‌باشد.

۵-۳-۳- معیار اعتبار

معیار اعتبار یکی از معیارهایی است که تأثیر آن در محاسبه دقیق‌تر اعتماد بسیار زیاد است. این معیار با استفاده از تعداد و کیفیت دوستان محاسبه شد. اعتبار محاسبه شده برای کاربران در مجموعه داده بنیاد سعدی بین ۰ و ۰٫۵۶ است که تنها ۶٫۵ درصد از کاربران دارای اعتبار بیش از ۰٫۱ هستند که با همین درصد کم، ۸۳ درصد از اعتماد دیگران به این اشخاص، "زیاد" و "خیلی زیاد" می‌باشد.

۵-۳-۴- معیار مکان

میزان تشابه ip کاربران در شبکه اجتماعی و در نظر گرفتن آن در محاسبه اعتماد، نتایج خوبی را حاصل کرده است به طوری که ۶۳ درصد از کسانی که دارای مقدار اعتماد مکانی بیش از ۰٫۷۵ هستند دسته‌های "زیاد" و "خیلی زیاد" را برای بیان میزان اعتماد خود اعلام کردند و ۶۸ درصد از کسانی که اعتماد مکانی آن‌ها کمتر از این مقدار است دسته‌های "کم" و "خیلی کم" را انتخاب کرده‌اند.



شکل ۵- تأثیر معیار تعداد فعالیت بر میزان اعتماد

در شکل ۶، تأثیر معیار اعتماد مکانی در میزان اعتماد را نشان می‌دهد. محور افقی، مقدار اعتماد مکانی میان کاربران را نشان می‌دهد و محور عمودی، تعداد کاربران را نشان می‌دهد. رنگ مربوط به هر یک از دسته‌ها در نمودار مشخص شده است. به‌طور مثال رنگ قرمز مربوط به دسته "خیلی کم" است. تعداد کاربرانی که مقدار اعتماد مکانی آن‌ها صفر محاسبه شده است دسته اعتماد "کم" و "خیلی کم" را بیش از هر دسته دیگر انتخاب کرده‌اند. همچنین تعداد کاربرانی که مقدار اعتماد مکانی آن‌ها یک محاسبه شده است دسته اعتماد "خیلی زیاد" و "زیاد" را بیش از هر دسته دیگر انتخاب کرده‌اند.

در بخش قبل، آزمایش‌ها و ارزیابی‌هایی در رابطه با محاسبه اعتماد صورت گرفت که در آن از معیارهای مختلفی به‌منظور بدست آوردن اعتماد استفاده شده است. با توجه به بررسی‌ها و نتایج بدست آمده در این بخش، مشخص گردید که برخی از این معیارها

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۵۷

تأثیر بیشتری در کارایی روش طراحی شده دارند. از این رو، به منظور بهبود کارایی روش ارائه شده، در آزمایش‌های بعدی از معیارهای تأثیرگذار استفاده شده است. معیارهای اعتماد مکانی، تعداد دوستان و فعالیت‌ها، تعداد دوستان مشترک و اعتماد اعتبار از جمله معیارهایی هستند که در استنتاج مقدار جدید اعتماد، به کار گرفته شده‌اند. نحوه محاسبه هر یک از این معیارها در بخش ۵-۴ آمده است.

۵-۴-۱- نحوه محاسبه هر یک از معیارها در روش بهبودیافته

۵-۴-۱-۱- اعتبار

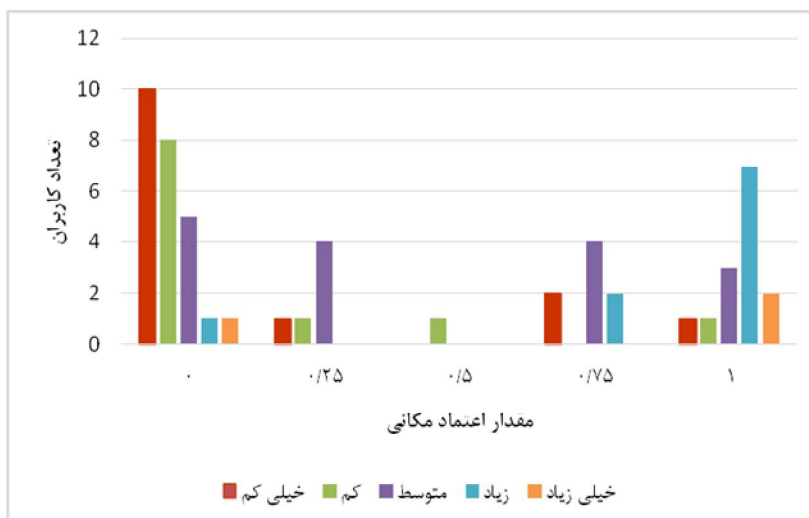
با افزایش مقدار اعتبار کاربر، اعتماد دیگران نسبت به وی بیش تر خواهد شد. از آنجاکه مقدار بیشینه اعتماد اعتبار ۰٫۵۶ می‌باشد، این مقدار را به ۶ دسته، تقسیم کرده و با توجه به اینکه مقدار اعتبار شخص در کدام دسته قرار می‌گیرد، مقدار اعتماد اعتبار جدید مشخص خواهد شد.

$$\text{New_prestige_Trust}(A) = 0.16 * \left\lceil \frac{\text{Prestige_Trust}(A)}{0.1} \right\rceil \quad (13)$$

۵-۴-۲- تعداد دوستان

بیشینه تعداد دوستان در مجموعه داده مورد بررسی برابر با ۲۴۳ می‌باشد که به دسته‌های ۵۰ تایی تقسیم می‌شوند. مقدار اعتماد از طریق تعداد دوستان به صورت زیر بدست می‌آید.

$$\text{Number_of_friends_Trust}(A) = 0.2 * \left\lceil \frac{\text{Number_of_friends}(A)}{50} \right\rceil \quad (14)$$



شکل ۶- تأثیر اعتماد مکانی بر میزان اعتماد

۳-۴-۵- تعداد فعالیت‌ها

بیشینه تعداد فعالیت‌ها در مجموعه داده مورد بررسی برابر با ۶۹۶ می‌باشد که به دسته‌های ۵۰ تایی تقسیم می‌شوند. مقدار اعتماد با توجه به این که تعداد فعالیت‌های شخص در کدام دسته قرار می‌گیرد از طریق فرمول ۱۵ بدست می‌آید.

$$\text{Number_of_activities_Trust}(A) = 0.07 * \left\lfloor \frac{\text{Number_of_activities}(A)}{50} \right\rfloor \quad (15)$$

۴-۴-۵- تعداد دوستان مشترک

بیشینه تعداد دوستان مشترک در مجموعه داده برابر با ۸۷ می‌باشد. با افزایش تعداد دوستان مشترک، مقدار اعتماد نیز افزایش پیدا می‌کند. مقدار اعتماد از طریق تعداد دوستان مشترک به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\text{Common_friends_Trust}(A, B) = 0.05 * \left\lfloor \frac{\text{Common_friends}(A, B)}{5} \right\rfloor \quad (16)$$

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۵۹

۵-۴-۵- رابطه دوستی

روابط دوستی میان اشخاص به منظور محاسبه اعتماد نیز به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\text{Friendship}(A, B) = \begin{cases} 1 & \text{اگر A و B دوست یکدیگر هستند} \\ 0 & \text{اگر A و B دوست یکدیگر نیستند} \end{cases} \quad (17)$$

در نهایتاً، مقدار اعتماد حاصل از معیارهای جدید، میان شخص A و B از طریق فرمول ۱۸ محاسبه می‌شود. با توجه به میزان اهمیت هر یک از معیارها ضرایب مختلفی برای آن‌ها در نظر گرفته شده است.

$$\begin{aligned} \text{New_Trust}(A, B) &= 4/18 \text{ New_prestige_Trust}(B) + 1/18 \text{ Number_of_friends_Trust}(B) \\ &+ 1/18 \text{ Number_of_activities_Trust}(B) + 1/18 \text{ Common_friends_Trust}(A, B) \\ &+ 5/18 \text{ Friendship}(A, B) + 6/18 \text{ Location_Trust}(A, B) \end{aligned} \quad (18)$$

۵-۶- ارزیابی روش بهبود یافته استنتاج اعتماد

نتایج حاصل از بهبود روش پیشنهادی با در نظر گرفتن معیارهای کلیدی در دسته‌بندی اولیه و در دسته‌بندی ترکیبی به ترتیب در جدول ۸ و جدول ۹ نمایش داده شده است.

جدول ۸- مقادیر دقت، بازخوانی و F-Measure در روش بهبود یافته استنتاج اعتماد

دسته	دقت (درصد)	بازخوانی (درصد)	F-Measure (درصد)
خیلی کم	۳۱	۷۱	۴۳
کم	۴۳	۲۰	۲۷
متوسط	۵۷	۳۵	۴۳
زیاد	۸۰	۴۰	۵۳
خیلی زیاد	۰	۰	تعریف نشده

همان‌طور که ملاحظه می‌شود کارایی در روش بهبودیافته نسبت به روش قبلی افزایش یافته است. به عبارت دیگر، استفاده از معیارهای کلیدی منجر به استنتاج دقیق‌تری از اعتماد گردیده است.

جدول ۹- مقادیر دقت، بازخوانی و F-Measure با توجه به ترکیب دسته‌ها در روش بهبودیافته

استنتاج اعتماد

دسته	دقت (درصد)	بازخوانی (درصد)	F-Measure (درصد)
خیلی کم و کم	۳۳	۵۰	۴۰
کم و متوسط	۵۲	۲۹	۳۷
متوسط و زیاد	۶۳	۳۶	۴۶
زیاد و خیلی زیاد	۶۷	۲۸	۳۹

۷- نتیجه‌گیری و کارهای آینده

در این تحقیق، معیارهای مختلفی برای محاسبه اعتماد در نظر گرفته شد. در دسته اعتماد ایستا، در قسمت اعتماد مشخصات، تشابه مشخصات کاربران نظیر سن، جنسیت، کشور، تعداد دوستان و تعداد فعالیت‌های آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در اعتماد اعتبار، تعداد دوستان و کیفیت آن‌ها از لحاظ برقراری ارتباط با دیگران در نظر گرفته شد. در دسته دوم یعنی اعتماد پویا نیز، اعتماد مکانی و سه نوع اعتماد دیگر که به زمان تعاملات و پایداری تعاملات میان کاربران اشاره دارد مطرح شد. در ارزیابی‌های انجام‌شده در روش اول مشخص گردید که اعتماد مکانی و اعتماد اعتبار تأثیر خوبی در محاسبه اعتماد دارند. هر چه مقدار اعتماد مکانی میان کاربران به ۱ نزدیک‌تر باشد، میزان اعتمادشان به یکدیگر نیز افزایش می‌یابد. میزان اعتبار کاربران نیز تأثیر مستقیمی بر اعتماد دیگران دارد. معیارهای دیگری که شباهت آن‌ها در نظر گرفته شد مثل سن، جنسیت، تعداد دوستان و فعالیت‌ها تأثیری در محاسبه دقیق اعتماد نداشتند.

روشی برای محاسبه اعتماد در شبکه‌های اجتماعی موبایلی ... ۶۱

با بررسی پاسخ‌های کاربران به میزان اعتمادشان به دیگران و لحاظ نمودن ویژگی‌های دیگر که در نوع نگرش آن‌ها به دیگران تأثیر دارد مثل تعداد دوستان مشترک، ارتباطات بر مبنای دوستی، تعداد فعالیت‌ها و دوستان، نتایج بهتری حاصل شد. بار دیگر اعتماد با توجه به این نتایج مورد محاسبه قرار گرفت. در روش بهبودیافته، معیارهای اعتبار، اعتماد مکانی، رابطه‌های دوستی، تعداد دوستان مشترک و تعداد دوستان و فعالیت‌ها در نظر گرفته شدند که در آن، معیار دقت به‌طور میانگین ۱۶ درصد نسبت به روش اول افزایش داشته است. میانگین دقت محاسبه‌شده در روش اول برابر ۳۶ درصد و در روش دوم برابر با ۵۲ درصد می‌باشد. مقادیر بازخوانی و F-Measure نیز به‌طور میانگین ۶/۴ و ۸/۵ درصد افزایش داشته‌اند که نشان‌دهنده عملکرد خوب روش بهبودیافته است.

یکی از روش‌های مؤثر در محاسبه اعتماد، شناسایی خوشه‌ها در شبکه‌های اجتماعی با استفاده از خوشه‌بندی فازی^۱ است. در این روش، اجتماعات یا همان خوشه‌ها، گروه‌هایی متراکم از گره‌های متصل به یکدیگر هستند که این گروه‌ها به‌طور آزادانه به بقیه شبکه متصل می‌باشند. در مطالعات بعدی، محاسبه اعتماد از طریق خوشه‌بندی فازی مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

منابع

- Abdul-Rahman, A., & Hailes, S. (2000). "Supporting trust in virtual communities". Paper presented at the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences.
- Blin†, J. M. (1974). *Fuzzy Relation in Group Decision Theory* (Vol. 4).
- Chen, S., Wang, G., & Jia, W. (2014). "k-FuzzyTrust: Efficient trust computation for large-scale mobile social networks using a fuzzy implicit social graph". www.elsevier.com/locate/ins.
- Dumbill, E. (2002). *XML Watch: Finding friends with XML and RDF*.
- Erikson, E. H. (1975). "Childhood and Society".
- Erikson, E. H. (1993). "Childhood and Society".
- Fang, H., Guo, G., & Zhang, J. (2015). "Multi-faceted trust and distrust prediction for recommender systems". *Decision Support Systems*, 71, 37-47.
- Gambetta, D. (1988). *Trust: Making and Breaking Cooperative Relations*" Basil Blackwell.
- Golbeck, J. (2006). "Trust on the World Wide Web: A Survey. *Foundations and Trends*"® in *Web Science*, 1(2), 131-197.
- Golbeck, J. (2009). "Trust and nuanced profile similarity in online social networks". *ACM Transactions on the Web (TWEB)*, 3(4).
- Guangchi Liu, Q. Y., Honggang Wang, Xiaodong Lin, Mike P. Wittie. (2014). "Assessment of multi-hop interpersonal trust in social networks by Three-Valued Subjective Logic". Paper presented at the IEEE Conference on Computer Communications.
- Guojun Wang, W. J., Jie Wu, Zhengli Xiong. (2014). "Fine-Grained Feature-Based Social Influence Evaluation in Online Social Networks". *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 25(9), 2286 - 2296.
- Haibin Zhang, Y. W., Xiuzhen Zhang, Ee-Peng Lim. (2015). "ReputationPro: The Efficient Approaches to Contextual Transaction Trust Computation in E-Commerce Environments". *ACM Transactions on the Web (TWEB)*, 9(1).
- Hao, F., Min, G., Lin, M., Luo, C., & Yang, L. T. (2013). "MobiFuzzyTrust: An Efficient Fuzzy Trust Inference Mechanism in Mobile Social Networks". *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 25(11), 2944 - 2955.
- Hoffman, K., Zage, D., & Nita-Rotaru, C. (2009). "A survey of attack and defense techniques". *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 42(1).

- Hua Ma, Z. H. (2014). "Cloud service recommendation based on trust measurement using ternary interval numbers". Paper presented at the 2014 International Conference on Smart Computing.
- Huberman, B. A., Romero, D. M., & Wu, F. (2008). "Social networks that matter: Twitter under the microscope". *First Monday*, 14(1).
- Jiang, W., Wang, G., & Wu, J. (2014). "Generating trusted graphs for trust evaluation in online social networks". *Future Generation Computer Systems*, 31, 48-58.
- Kim, M., & Park, S. O. (2013). "Group affinity based social trust model for an intelligent movie recommender system". *Multimedia Tools and Applications*, 64(2), 505-516. doi:10.1007/s11042-011-0897-8
- Marsh, S. P. (1994). *Formalising trust as a computational concept*. (Ph.D.), University of Stirling.
- Massa, P. (2007). "A Survey of Trust Use and Modeling in Real Online Systems *Trust E-services*" (pp. 51-83).
- Muecheol Kim, Jiwan Seo, Sanghyun Noh, & Han, S. (2011). "Identity management-based social trust model for mediating information sharing and privacy enhancement". doi:10.1002/sec.379.
- Ries, S. (2007). "Certain trust: a trust model for users and agents". Paper presented at the Proceedings of the 2007 ACM symposium on Applied computing.
- Rino Falcone, G. P., Cristiano Castelfranchi. (2003). "A Fuzzy Approach to a Belief-Based Trust Computation". *Trust, Reputation, and Security: Theories and Practice*, 73-86.
- Ruan, Y., & Duresi, A. (2016). "A survey of trust management systems for online social communities - Trust modeling, trust inference and attacks". *Knowledge-Based Systems*, 106(3), 150-163
- Ruohomaa, S., & Kutvonen, L. (2005). "Trust Management Survey". Paper presented at the International Conference on Trust Management.
- Sepandar D. Kamvar, M. T. S., Hector Garcia-Molina. (2003). "The eigentrust algorithm for reputation management in p2p networks". Paper presented at the WWW '03 Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web.
- Shambour, Q. (2012). "A trust-semantic fusion-based recommendation approach for e-business applications". *Decision Support Systems*, 54(1), 768-780.

- Sherchan, W., Nepal, S., & Paris, C. (2013). "A survey of trust in social networks". *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(4).
- Tavakolifard, M. (2012). *On some Challenges for Online Trust and Reputation Systems*. (Ph.D), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
- Vibhor Kant, K. K. B. (2013). "Fuzzy Computational Models of Trust and Distrust for Enhanced Recommendations". *International Journal of Intelligent Systems*, 28(4), 332–365.
- Wang, G., & Wu, J. (2011). "Multi-dimensional evidence-based trust management with multi-trusted paths". *Future Generation Computer Systems*, 27(5), 529-538.
- Wenjun Jiang, G. W., Jie Wu. (2012). "Generating trusted graphs for trust evaluation in online social networks". *Future Generation Computer Systems*, 31, 48–58.
- Yan Lindsay Sun, W. Y., Zhu Han, K.J. Ray Liu. (2006). "Information theoretic framework of trust modeling and evaluation for ad hoc networks". *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 24(2), 305-317.
- Zadeh, L. A. (1991). "Similarity Relations and Fuzzy Orderings". *Information Sciences*, (Vol. 3).
- Zhang, P., & Durresi, A. (2012). "Trust management framework for social networks". Paper presented at the IEEE International Conference on Communications (ICC).
- Zheng, X., Wang, Y., Orgun, M. A., Liu, G., & Zhang, H. (2014). "Social Context-Aware Trust Prediction in Social Networks". *Service-Oriented Computing*, 527-534.
- Ziegler, C.-N., & Golbeck, J. (2007). "Investigating interactions of trust and interest similarity". *Decision Support Systems*, 43(2), 460–475.