

طراحی و پیاده سازی سیستم هوشمند شناسایی رفتار مشکوک در بانکداری اینترنتی به کمک نظریه مجموعه های فازی

لیلا ساروخانی* غلامعلی منتظر^۱*

* دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

یکی از مهمترین موانع برای استفاده از بانکداری اینترنتی عدم امنیت تراکشنها و برخی سوءاستفاده ها در مسیر انجام مبادلات مالی است. به همین دلیل جلوگیری از نفوذ غیرمجاز و تشخیص جرم از مسائل مهم در مؤسسات مالی و بانکهاست. در این مقاله سیستمی هوشمندی طرح شده است که تشخیص رفتارهای مشکوک و غیرمعمول کاربران در سیستم بانکداری اینترنتی را امکان پذیر می سازد. از آنجا که رفتار کاربران مختلف همراه با ابهام و عدم قطعیت است این سیستم بر اساس نظریه فازی طراحی شده تا رفتار کاربران را شناسایی کرده و رفتارهای مشکوک با شدتهای مختلف را دسته بندی کند. مدل طراحی شده در سیستم بانکداری اینترنتی بانک ملت به عنوان یکی از بزرگترین بانکهای برخط کشور آزمایش شده و نتایج آن نشان دهنده موفقیت سیستم در شناسایی رفتارهای مشکوک، با درجه صحت ۹۳٪، است.

کلید واژگان: بانکداری اینترنتی، رفتار مشکوک، سیستم هوشمند، تشخیص الگو، نظریه فازی

۱- مقدمه

دسترسی آسان و گسترده به اینترنت آن را به یکی از معابر اصلی فروش برای خرده فروشی ها بدل کرده است. با توجه به وجود توان بالقوه در استفاده از اینترنت حجم مبادلات

تجارت الکترونیکی در سالهای گذشته رشد زیادی داشته است [۱]. همچنین یکی از ابزارهای ضروری برای تحقق و گسترش تجارت الکترونیکی، وجود سیستم بانکداری الکترونیکی است که همگام با سیستم های جهانی مالی و پولی، عملیات و فعالیت های مربوط به تجارت الکترونیکی را تسهیل کند. در حقیقت می توان گفت پیاده سازی تجارت الکترونیکی، نیازمند تحقق بانکداری الکترونیکی است. به همین دلیل، استفاده از سیستم های الکترونیکی در مؤسسات مالی و اعتباری جهان به سرعت رو به گسترش بوده و شمار استفاده کنندگان از خدمات بانکداری الکترونیکی روز به روز در حال افزایش است از این رو صنعت بانکداری تلاش دارد تا با بکارگیری اینترنت به عنوان یکی از کانالهای اصلی ارائه خدمات، برای نفوذ و قدرتمند ساختن کسب و کار خود استفاده کند [۲].

بانکداری اینترنتی در دو حالت به انجام فعالیتهای مرتبط با کسب و کار می پردازد. نخست حالت بدون تراکنش است که در آن بانک از اینترنت به عنوان ابزاری برای تبلیغات درباره خدمات خود استفاده می کند و دوم حالت تراکنشی است که در آن بانک به مشتریان خود اجازه می دهد از اینترنت برای انجام عملیات مالی خود شامل مشاهده ریزکارکرد، مانده، صورتحساب و همچنین انتقال وجه و پرداخت قبوض استفاده کنند. با این که هر دو این حالات ریسک پذیر هستند ولی حالت تراکنشی در بانکداری اینترنتی که به آن بانکداری برخط^۱ نیز می گویند به علت داشتن

۱. نویسنده عهده دار مکاتبات (montazer@modares.ac.ir)

بدحساب و خوش حساب و تقسیم بندی آنها برحسب مناطق جغرافیایی مختلف نیز از جمله اطلاعاتی است که برای کمک به تشخیص جرم استفاده شده است. همچنین یکی دیگر از روشهای مورد استفاده در تشخیص جرم، استفاده از روشهای داده‌کاوی است که بر تحلیلهای آماری و کشف رفتار مشتریان و استفاده از الگوها برای شناسایی جرم تمرکز دارند [۱]. این روشها مبتنی بر یادگیری قواعدی خاص هستند و قادرند شاخص‌های رفتارهای فریب‌آمیز را از پایگاه داده‌های بزرگ تراکنشهای کاربران کشف کنند. این شاخصها برای ایجاد سیستمهای پیشگیر^۱ استفاده می‌شوند تا رفتارهای غیرمعمول مشتریان را ثبت کرده و رفتارهای مشکوک را از میان آنها شناسایی کنند. در نهایت خروجی این سیستم‌ها می‌تواند برای اعلام هشدار و اخطار درخصوص کاربران متخلف استفاده شود [۹]. قواعد وابستگی^۲ نیز یکی از بهترین روشهای داده‌کاوی برای خلق چنین مدلهایی است. در [۱۰] از این روش برای استخراج دانش و به‌دست آوردن الگوهای رفتاری غیرمترعارف از مجموعه بزرگ تراکنشهای کاربران در پایگاه داده‌های تراکنش کارت اعتباری برای تشخیص و جلوگیری از وقوع جرم استفاده شده است. روش دیگری که تاکنون برای شناسایی و تشخیص جرم استفاده شده شبکه‌های عصبی مصنوعی است که قابلیت استخراج الگو از پایگاه داده‌های حاوی تراکنشهای گذشته مشتریان را دارند. این شبکه‌ها آموزش پذیر بوده و قابلیت انطباق با شکلهای جدید جرم را دارا هستند [۱]. در [۴] از یک شبکه عصبی برای تشخیص جرم در بانکداری اینترنتی با کمک فرایند یادگیری بانظارت و استفاده از مجموعه‌های یادگیرنده برای ساختن مدلهایی از تراکنشهای فریب‌آمیز بانکداری اینترنتی ارائه شده است. شبکه مطرح شده با کمک مجموعه بزرگی از تراکنشها که می‌توانند طی فرایندی الگوی فعالیتهای غیرقانونی و مجرمانه را شناسایی کنند طراحی شده است. علاوه بر این در [۱۱] یک سیستم نروفازی^۳ برای یافتن حسابهای بی‌اعتبار و پیش‌بینی درمورد این حسابها ارائه شده که با دقت نسبتاً بالایی شناسایی این گونه حسابها را امکانپذیر ساخته است در این مقاله از تاریخچه تخلفات انجام شده در سیستم و همچنین اطلاعات مربوط به افرادی که در بازپرداخت وام خود دچار مشکل شده‌اند استفاده شده است. از منطق فازی نیز در صنعت بیمه، شبکه‌های رایانه‌ای، ارتباطات راه

معماری ناهمگن و حضور اجزای مختلف و همچنین انجام فعالیتهای مالی توسط مشتریان، مستعد پذیرش ریسک بالاتری است [۲].

از سوی دیگر باید اشاره کرد که همراه با افزایش امکانات و خدمات بانکها در اینترنت و رشد روزافزون انجام تراکنشهای برخط توسط مشتریان، میزان بروز جرائم مالی در صنعت بانکداری اینترنتی نیز به سرعت در حال رشد است، به طوری که آهنگ رشد جرایم برخط بین ۸ تا ۹ درصد در سال تخمین زده می‌شود [۱]. آمارها نشان می‌دهند که میزان ضرر مالی بانکها از این جرایم در انگلستان در سال ۲۰۰۷ میلادی بالغ بر ۲۲/۶ میلیون پوند بوده است [۳] از این رو بانکها به سرعت در حال بهبود بخشیدن و سرمایه‌گذاری بر روی سیستم‌های ضد سرقت خود هستند. با توجه به رشد تهدیدات و حملات کامپیوتری که با انگیزه‌های مالی انجام می‌شود امنیت صنعت بانکداری باید به عنوان یک موضوع مهم شناخته شود [۴] چراکه از دست دادن اعتماد مشتریان به دلیل وقوع کلاهبرداری در این نوع خدمات در نهایت باعث به خطر افتادن اقتصاد عمومی خواهد شد. بدین لحاظ روشهای مختلفی برای شناسایی جرم، رفتارهای غیرمعمول و مغایر با قانون کاربران وجود دارد و تحقیقات مشابهی نیز در صنایع مختلف مانند صنایع بهداشتی [۵]، ارتباطات راه دور [۶]، بخش مالی [۷]، پست الکترونیکی [۸] و غیره انجام شده است، علاوه بر این روشهای مختلفی برای مواجهه با رفتارهای فریب‌آمیز در بانکداری اینترنتی مورد توجه قرار گرفته که در ادامه شرح مختصری از آنها ذکر می‌شود. بانکهای فراهم‌کننده خدمات اینترنتی، روشهای مختلفی را برای تشخیص جرم و غربال کردن تراکنشهای مشتریان به کار می‌برند. روشهایی که اخیراً استفاده می‌شود شامل مشاهده تراکنشها از طریق سیستمهای تصدیق نشانی^۴ (AVS)، روش تصدیق کارت^۵ (CVM)، شماره شناسایی شخصی (PIN)^۶ و روشهای زیست‌سنجی^۵ است. AVS شامل شناسایی نشانی از طریق کدهای زیپ شده مشتریان است در حالی که CVM و PIN شامل بررسی عددی است که مشتری به عنوان رمز عبور برای خود در نظر گرفته است. زیست‌سنجی نیز شامل شناسایی و تصدیق امضا یا اثر انگشت مشتری است [۱]. روشهای مبتنی بر قواعد، نگهداری سبانه مشتریان

۱. Online Banking

۲. Address Verification systems (AVS)

۳. Card Verification Method (CVM)

۴. Personal Identification Number (PIN)

۵. Biometrics

۱. monitoring

۲. Association Rules

۳. Neuro fuzzy

۲- اجمالی بر نظریه سیستم‌های فازی

نظریه مجموعه‌های فازی در سال ۱۹۶۵ میلادی توسط عسکر لطفی زاده مطرح شد. نظریه مجموعه‌های فازی روشی را برای محاسبه داده‌ها و اطلاعات غیر قطعی و مبهم ارائه می‌کند ضمن اینکه سازوکار استنتاج، برای استدلال را براساس مجموعه‌ای از قواعد "اگر-آنگاه" فراهم می‌سازد. این قواعد به کمک مجموعه‌های فازی تعریف می‌شوند که در آنها هر یک از اعضای مجموعه درجه تعلق بین صفر و یک دارند. یک نمونه واقعی از عدم قطعیت وجود ابهام در زبان طبیعی انسانهاست [۱۴]. سیستم‌های فازی مفاهیم نظریه مجموعه فازی و منطق فازی را با یکدیگر تلفیق و چارچوبی برای ارائه دانش زبانی همراه با عدم قطعیت فراهم می‌کنند و دو مشخصه اصلی دارند که محبوبیت آنها را بیشتر کرده است: یکی اینکه آنها برای استدلال تقریبی^۱ به ویژه برای سیستم‌هایی که استخراج یک مدل ریاضی از آنها کار دشواری است، مناسب بوده و دیگری اینکه منطق فازی اجازه می‌دهد تصمیم‌گیری با استفاده از اطلاعات ناکامل و غیرقطعی با کمک متغیرهای زبانی^۲، که به راحتی توسط انسانها قابل درک هستند، انجام شود.

سیستم‌های مبتنی بر منطق فازی شامل چهار جزء اصلی هستند و همانطور که ذکر شد می‌توانند راه حل‌های عملی و مناسبی را در شرایط مختلف ارائه دهند هر یک از این اجزا به طور خلاصه در ذیل تشریح شده است [۱۱]:

الف- فازی‌ساز^۳: در فرایند فازی‌سازی روابط بین ورودی‌ها و متغیرهای زبانی با استفاده از توابع عضویت تعریف می‌شود. در این مرحله مقادیر ورودی به درجه تعلق متغیرهای زبانی متناظر تبدیل می‌شوند. در واقع متغیرهای ورودی از طریق واحد فازی‌ساز به اعداد فازی تبدیل می‌شوند. در این مقاله هر متغیر ورودی به علت محاسبات ساده تر به یک عدد فازی مثلثی تبدیل شده است. هر عدد فازی مثلثی با سه تایی $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ نشان داده می‌شود که در آن $a_1 \leq a_2 \leq a_3$ است و تابع عضویت آن به شکل زیر نمایش داده می‌شود:

$$\mu_{\tilde{A}} = \begin{cases} 0 & x < a_1 \\ (x-a_1)/(a_2-a_1) & a_1 \leq x \leq a_2 \\ (x-a_3)/(a_2-a_3) & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases} \quad ()$$

دور و غیره برای شناسایی جرائم الکترونیکی استفاده شده است. به عنوان مثال در [۱۲] از یک سیستم فازی سلسله‌مراتبی برای تشخیص تغییرات غیرعادی رفتار ترافیکی پست‌های الکترونیکی استفاده شده است در این مقاله اطلاعات مربوط به فرستنده و دریافت‌کننده، تاریخ و زمان ارسال نامه، استخراج و براساس آن مقیاس‌های مختلفی برای اندازه‌گیری رفتار استاندارد پست الکترونیکی کاربران تعیین می‌شود. آنگاه برپایه این رفتار استاندارد و به کمک یک سیستم فازی سلسله‌مراتبی رفتار غیرعادی کاربر شناسایی می‌شود. در [۱۳] برای تشخیص حمله در یک شبکه رایانه‌ای از منطق فازی استفاده شده است. در این مقاله یک سیستم هوشمند برای شناسایی حملات طراحی شده که در آن ازدو الگوریتم داده کاوی دسته بندی و قوانین همبستگی فازی به صورت ترکیبی برای پیش‌بینی رفتارهای مختلف در شبکه‌ها استفاده شده است. به این ترتیب که قواعد فازی وزن‌دار در هر دسته با یکدیگر تجمیع شده تا تصمیم‌گیری در مورد اجزای آن دسته انجام شود.

هدف اصلی در این مقاله تشخیص رفتارهای مشکوک مشتریان و دسته بندی آنها با استفاده از نظریه فازی در سیستم بانکداری اینترنتی بانک ملت است. بانک ملت در حال حاضر یکی از بزرگترین بانکهای ارائه دهنده خدمات بانکداری اینترنتی در ایران است و بیش از یکصد هزار کاربر اینترنتی دارد که روزانه حدود ده هزار نفر از این کاربران وارد سیستم شده و مبادلات مالی خود را از طریق اینترنت انجام می‌دهند. میزان تراکنشهای انجام شده در این سیستم به بیش از پنجاه هزار تراکنش در هر روز می‌رسد که میزان رشدی برابر با چهل درصد در سال را نشان می‌دهد از این رو با توجه به افزایش اقبال عمومی برای استفاده از این نوع خدمات توسط کاربران و همچنین سیاست جدید بانکها و دولت ایران برای تشویق مردم در جهت استفاده بیشتر از خدمات بانکداری الکترونیکی و اینترنتی، فراهم کردن امکاناتی برای امن ساختن این‌گونه سیستم‌ها و افزایش اطمینان مردم برای استفاده از این خدمات ضروری است. مقاله حاضر شامل بخشهای زیر است: بخش ۲ به مروری اجمالی بر نظریه فازی و نکات مهم برای استفاده از این نظریه می‌پردازد پس از آن معماری کلی سیستم شناسایی رفتار براساس نظریه فازی مطرح شده است. سپس نحوه پیاده‌سازی آن در سیستم بانکداری اینترنتی بانک ملت و نیز نتایج کاربرد سیستم تشریح شده است و در نهایت بخش آخر به نتیجه‌گیری اختصاص یافته است.

۱. Approximate reasoning

۲. Linguistic variables

۳. Fuzzifier

همچنان که اشاره شد در این مقاله از یک سیستم خبره^۱ استنتاج فازی برای تشخیص رفتارهای مشکوک مشتریان بانکداری اینترنتی استفاده شده است. نحوه طراحی و معماری سیستم فازی در بخش بعد تشریح شده است.

۳- معماری سیستم خبره شناسایی رفتار در بانک ملت

برای استفاده از قابلیت سیستم فازی در شناسایی رفتارهای مشکوک، نخست کلیه رفتارهای کاربران در پنج سطح مختلف دسته‌بندی و سپس سیستم خبره فازی برای استنتاج این خروجی‌ها طراحی شده است و برای ارزیابی قابلیت سیستم طراحی شده، این مدل در سیستم بانکداری اینترنتی بانک ملت به کار گرفته شده است. در ادامه، ابتدا شیوه دسته‌بندی رفتارهای کاربران، تشریح و سپس به توضیح سیستم خبره فازی و نحوه تشخیص رفتارهای مشکوک مشتریان در سامانه بانکداری بانک ملت پرداخته خواهد شد.

۳-۱- دسته‌بندی رفتارهای مشتریان

همچنان که در بخش عنوان شد پژوهشهای قبلی غالباً به شناسایی جرم بدون در نظر گرفتن شدت و ضعف آن بسنده می‌کنند [۱، ۱۰]. لیکن هدف اصلی در این مقاله شناسایی رفتارهای مشکوک مشتریان است. بدین لحاظ، برای رسیدن به تعریف واضحی از "کاربر مشکوک" ابتدا باید تعاریف مشخصی از رفتارهای مختلف کاربران بانکداری اینترنتی و رده‌های مختلف آن به وجود آید، بدیهی است این دسته‌بندی کمک شایانی به اتخاذ راهبرد صحیح برای نوع برخورد با هر یک از آن دسته‌ها می‌نماید. از این رو پنج دسته رفتار جداگانه به شرح زیر تعریف شده است:

الف- رفتار عادی: شامل کاربرانی است که عملیات آنها به صورت عادی، بدون اشتباه و کامل انجام شده است.

ب- رفتار کمی مشکوک: شامل کاربرانی است که در هنگام ورود خطا داشته و به تلاش برای ورود غیرمجاز مظنون هستند.

ج- رفتار مشکوک: شامل کاربرانی است که در هنگام ورود خطاهای پی‌درپی داشته و به تلاش برای ورود غیرمجاز مظنون هستند و همچنین بدون انجام عملیات خاصی مرتباً وارد سامانه شده‌اند.

د- رفتار بسیار مشکوک: شامل کاربرانی است که به تلاش برای ورود غیرمجاز مشکوک و همچنین عملیات خاصی را خارج از عرف معمول تکرار کرده‌اند.

ب- پایگاه دانش^۱: پایگاه دانش از ترکیب دانش خبرگان حوزه مورد بحث به وجود می‌آید و به شکل قواعدی از متغیرهای زبانی تشکیل می‌شود. این قواعد برای بیان ارتباط میان مجموعه‌های فازی ورودی و خروجی استفاده می‌شود. قالب گرامری یک قانون فازی به شکل زیر بیان می‌شود:

اگر (شرایط ورودی برقرار باشد) آنگاه (مجموعه نتایج خروجی قابل استنتاج است)

برای ایجاد پایگاه قواعد فازی در سیستم حاضر، نظریات خبرگان جمع‌آوری و با استفاده از آنها و عملگرهای سه گانه فازی (شامل "یا"، "و"، "نه") در میان هفت متغیر ورودی، ۵۰ قاعده^۲ "اگر- آنگاه" ایجاد شد. جزئیات این مرحله در بخش سوم تشریح شده است.

ج- موتور استنتاج^۳: این بخش واحد تصمیم‌گیر سیستم فازی است. یک موتور استنتاج قابلیت استنتاج خروجی‌ها با استفاده از قواعد و عملگرهای فازی را داراست بدین معنا که عملگرهایی مانند: کمینه، بیشینه و یا مجموع را ترکیب و خروجی فازی را از مجموعه‌های فازی ورودی و روابط فازی استخراج کرده و از این طریق توانایی تصمیم‌گیری در انسان را شبیه‌سازی می‌کند. در این مقاله موتور استنتاج ممدانی^۴ به عنوان هسته سیستم فازی انتخاب شد که از طریق روابط زیر فرایند بکارگیری ورودیها را بر اساس قواعد تعریف شده اعمال می‌کند [۱۵].

$$\mu_{A^k \rightarrow B^k}(x, y) = \min\{\mu_{A^k}(x), \mu_{B^k}(y)\} \quad (2)$$

$$\mu_{A^k \rightarrow B^k}(x, y) = \mu_{A^k}(x), \mu_{B^k}(y) \quad (3)$$

د- نافازی‌سازی^۵: این مرحله عکس فرایند فازی‌سازی را انجام می‌دهد. نافازی‌سازی، یک خروجی با مقدار قطعی از مجموعه‌های فازی که خروجی موتور استنتاج هستند تولید می‌کند. روش‌های زیادی برای نافازی‌سازی مطرح شده است که در این مقاله از روش گرانیگاه^۵ با کمک رابطه^۴ استفاده شده است [۱۵].

$$y' = \frac{\int_s y \mu_B(y) dy}{\int_s \mu_B(y) dy} \quad (4)$$

۱. Knowledge base
 ۲. Inference engine
 ۳. Mamdani
 ۴. Defuzzifier
 ۵. Center of gravity (COG)

شماره شناسایی اتصال به اینترنت، نوع فعالیت و تراکنشی که انجام داده به همراه جزئیات آن و همچنین تاریخ و زمان انجام هر فعالیت و تراکنش از ورود تا پرداخت قبض، انجام حواله، گرفتن صورتحساب برای هر کاربر در آن ثبت شده است. پس از تحلیل آنها و با کمک خبرگان بانک، پارامترهایی استخراج شد که لزوماً در جدولهای اولیه موجود نبود و با انجام محاسبات مختلف به دست آمدند. به تعبیر دیگر این اقلام اطلاعاتی به صورت ساخت‌نیافته در جدولها درج شده بود لذا عملیات پیش‌پردازش بر روی این جدولها صورت گرفت و از این طریق رکوردهای حاوی اطلاعات مربوط به انجام هر تراکنش برای هر کاربر تجزیه شدند و هریک از اقلام اطلاعاتی برای هرکاربر در هر روز به صورت جداگانه استخراج شد. پس از این مرحله برای استخراج اقلام اطلاعاتی که در طراحی سیستم فازی مورد نیاز بود از نظر بیست خبره بانکداری اینترنتی استفاده شد که در نتیجه آن برخی پارامترها حذف و برخی اضافه شدند. بعد از تحلیل نهایی، هفت پارامتر که در تعیین رفتار کاربر در سامانه بانکداری اینترنتی نقش دارند به عنوان متغیرهای ورودی و یک پارامتر (رفتار کاربر) به عنوان متغیر خروجی در سیستم تعیین شدند که نام و مفهوم هریک از آنها مطابق جدول ۱ است. بدیهی است، این متغیرها متناسب با سامانه بانکداری اینترنتی بانک ملت در ایران بوده و ممکن است برخی از موارد آن در کشورهای دیگر تغییر کند.

۳-۲-۲- تعریف توابع عضویت متغیرهای ورودی

در این بخش برای هر متغیر ورودی مجموعه‌ای از واژه‌های زبانی تعریف شدند که تعداد آنها از سه تا پنج واژه برای هر پارامتر ورودی متغیر است. سپس از طریق پرسشنامه، از خبرگان بانکداری اینترنتی درخواست شد تا مقادیر و بازه‌های این واژه‌ها را تعیین کنند. در این پرسشنامه، هر پارامتر ورودی و مفهوم آن، واژه‌های زبانی هریک از متغیرها به همراه مقادیر عددی آنها، در قالب پنج گزینه متفاوت برای هر واژه در اختیار خبرگان قرار گرفت. پس از جمع‌آوری نتایج، میانگین نظر خبرگان به شکل اعداد فازی مثلثی به عنوان مقادیر ورودی سیستم تعیین شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. این بخش از آن جهت اهمیت دارد که این متغیرها و مقادیر آنها در گام بعدی و در پایگاه قواعد فازی استفاده شده‌اند. علاوه بر این نمایش متغیرهای زبانی ورودی و خروجی در شکل ۲ نشان داده شده است.

۳-۲-۱- رفتار خطرناک: شامل کاربرانی است که از مرورگرهای ناشناخته استفاده کرده و رفتارهای یک کاربر مشکوک را نیز انجام داده‌اند.

همانطور که از معانی واژه‌ها برمی‌آید شدت غیرمعمول بودن رفتارها به ترتیب از حالت عادی به خطرناک زیاد می‌شود. این رفتارها به کمک اعداد فازی مدل شده و به عنوان متغیرهای زبانی مطابق شکل ۱ در خروجی سیستم فازی به کار گرفته شده‌اند بدین معنا که نتیجه استنتاج سیستم فازی تخصیص کاربر به یکی از این پنج دسته خواهد بود.

۳-۲- طراحی سیستم فازی

مدل سیستم خبره فازی با استفاده از نرم افزار متلب (۷/۰۶) طراحی شده و شامل پنج بخش است:

۱) واسط کاربر که اطلاعات مربوط به متغیرهای ورودی سیستم را از یک پایگاه داده دریافت می‌کند.

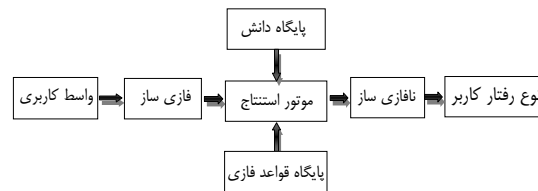
۲) پایگاه قواعد فازی

۳) واحد فازی ساز

۴) موتور استنتاج فازی

۵) واحد نافیازی ساز

شکل ۲ معماری کلی این سیستم را نمایش می‌دهد.



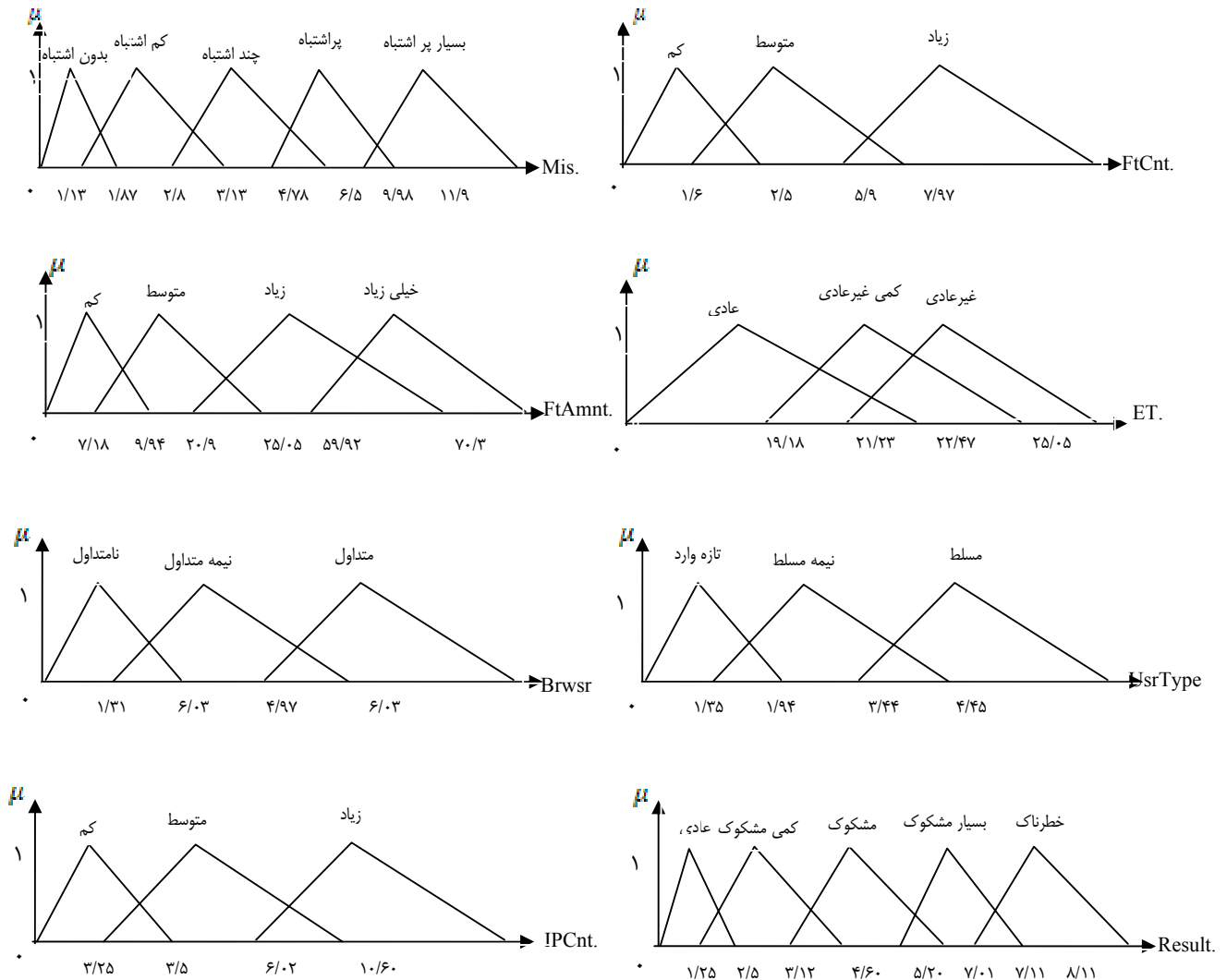
شکل ۱: معماری سیستم خبره فازی

۳-۲-۱- تعیین پارامترهای ورودی

در مرحله اول واسط کاربری، اطلاعات مربوط به متغیرهای ورودی سیستم را به شکل اعدادی قطعی دریافت می‌کند. برای تعیین پارامترهای ورودی، سیستم به طور کامل بررسی شد این بررسی از دیدگاه کاربری و سیستمی صورت گرفت. از آنجا که پارامترهای ورودی می‌باید از فایل ثبت ورود رفتار کاربران استخراج شود ابتدا جدولهایی که رفتار کاربران با ذکر جزئیات آنها ثبت می‌کند، به طور کامل بررسی شد. بدین منظور دو جدول شناسایی شد که اطلاعات مختلفی شامل نوع مرورگر و

جدول ۱: نام و مفهوم متغیرهای زبانی ورودی و خروجی

ردیف	نام متغیرها	نماد	واحد	مفهوم
۱	تعداد اشتباه	Mis	بار	تعداد خطاهای کاربر هنگام ورود به سیستم
۲	تعداد حواله	FtCnt	بار	تعداد حواله‌های اینترنتی که کاربر انجام داده است
۳	مبلغ حواله	FtAmnt	صدهزارریال	مبلغ حواله‌های اینترنتی که کاربر انجام داده است
۴	تعداد IP	IPCnt	-	تعداد IPهای مختلفی که در هنگام ورود کاربر به سامانه ثبت شده است.
۵	زمان ورود	ET	ساعت	ساعاتی از شبانه روز که کاربر از سامانه استفاده کرده است
۶	قدمت کاربر	UsrType	ماه	مدت زمان آشنایی کاربر با سامانه
۷	نوع مرورگر	Brwsr	-	نوع مرورگر کاربر از لحاظ متداول بودن
۸	رفتار کاربر	Result	-	خروجی - رفتاری که به کاربر تخصیص می‌یابد



شکل ۲: مقادیر زبانی متغیرهای ورودی و خروجی

جدول ۲: مقادیر زبانی متغیرهای ورودی و خروجی

ردیف	نام متغیر	مقادیر زبانی	اعداد فازی
۱	تعداد اشتباه هنگام ورود به سیستم (Mis)	بدون اشتباه	[۰, ۱, ۱/۸۷]
		کم اشتباه	[۱/۱۳, ۲, ۳/۱۳]
		چند اشتباه	[۲/۸۰, ۴/۵۵, ۶/۵۰]
		پراشتباه	[۴/۸۸, ۸/۳۶, ۱۱/۹۰]
		بسیار پراشتباه	[۹/۹۸, ۱۶/۰۳, ۲۴/۳۳]
۲	تعداد حواله اینترنتی (FtCnt)	کم	[۰, ۱, ۲/۵۰]
		متوسط	[۱/۶۰, ۴/۷۳, ۷/۹۷]
		زیاد	[۵/۹, ۱۳/۲۳, ۱۸/۸۰]
۳	مبلغ حواله اینترنتی (FtAmnt)	کم	[۰, ۱, ۹/۹۴]
		متوسط	[۷/۱۸, ۱۶/۰۹, ۲۵/۰۵]
		زیاد	[۲۰/۹, ۴۶/۵, ۷۰/۳۰]
		خیلی زیاد	[۵۹/۹۲, ۹۲/۹۲, ۱۳۵/۶۰]
۴	زمانهای ورود به سیستم (ET)	عادی	[۰, ۱۳/۹۰, ۲۲/۴۷]
		کمی غیرعادی	[۱۹/۱۸, ۱۶/۰۹, ۲۵/۰۵]
		غیرعادی	[۲۱/۲۳, ۲۵/۳۳, ۳۰/۴۷]
۵	نوع کاربر از لحاظ قدمت (UsrType)	تازه وارد	[۰, ۱, ۱/۹۴]
		نیمه مسلط	[۱/۳۵, ۲/۸۰, ۴/۴۵]
		مسلط	[۳/۴۴, ۹/۹۷, ۱۶/۸۰]
۶	نوع مرورگر (Brwsr)	نامتداول	[۰/۰, ۰/۹۹, ۱/۹۴]
		نیمه متداول	[۱/۳۱, ۳/۷۲, ۶/۰۳]
		متداول	[۴/۹۷, ۷/۷۴, ۱۰/۵۶]
۷	تعداد IP کاربر (IPCnt)	کم	[۰, ۱, ۳/۵۰]
		متوسط	[۳/۲۵, ۷/۱۲, ۱۰/۶۰]
		زیاد	[۶/۰۲, ۹/۶۶, ۱۵/۳۰]
۸	خروجی رفتار کاربر (Result)	عادی	[۰, ۱, ۲/۵۰]
		کمی مشکوک	[۱/۲۵, ۲/۳۲, ۴/۶۰]
		مشکوک	[۳/۱۲, ۵/۲۱, ۷/۰۱]
		بسیار مشکوک	[۵/۲۰, ۶/۶۲, ۸/۱۱]
		خطرناک	[۷/۱۱, ۹/۲۲, ۹/۸۵]

۳-۲-۳- تولید پایگاه قواعد فازی

در این مرحله پایگاه قواعد فازی با استفاده از متغیرهای زبانی ورودی و نظریات خبرگان با ۵۰ قاعده "اگر- آنگاه" مطابق

آنچه در بخش دوم بیان شده است، ایجاد شد. تعدادی از مهمترین قواعد حاصل از نظرات خبرگان در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳: نمونه‌هایی از قواعد پایگاه قواعد فازی

ردیف	شرح قاعده
۱	اگر کاربر، کم اشتباه و تعداد حواله متوسط و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود غیرعادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.
۲	اگر کاربر، کم اشتباه و تعداد حواله متوسط و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود غیرعادی و نوع مرورگر غیرمتداول باشد آنگاه رفتار مشکوک است.
۳	اگر کاربر، کم اشتباه و تعداد حواله متوسط و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود عادی و نوع مرورگر غیرمتداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.
۴	اگر کاربر، چند اشتباه و تعداد حواله متوسط و مبلغ حواله زیاد و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود کمی غیر عادی و نوع مرورگر غیرمتداول باشد آنگاه رفتار مشکوک است.
۵	اگر کاربر، چند اشتباه و تعداد حواله متوسط و مبلغ حواله زیاد و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود کمی غیر عادی و نوع مرورگر نیمه متداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.
۶	اگر کاربر، بی اشتباه و تعداد حواله متوسط و مبلغ حواله زیاد و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود کمی غیر عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار عادی است.
۷	اگر کاربر، بی اشتباه و تعداد حواله زیاد و مبلغ حواله خیلی زیاد و تعداد آی پی کم و زمان ورود عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار عادی است.
۸	اگر کاربر، بی اشتباه و تعداد حواله زیاد و مبلغ حواله خیلی زیاد و تعداد آی پی کم و زمان ورود غیرعادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار عادی است.
۹	اگر کاربر، بسیار پر اشتباه و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود غیرعادی و نوع مرورگر غیرمتداول باشد آنگاه رفتار بسیار مشکوک است.
۱۰	اگر کاربر، بسیار پر اشتباه و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود غیرعادی و نوع مرورگر غیرمتداول و نوع کاربر مسلط باشد آنگاه رفتار خطرناک است.
۱۱	اگر کاربر، پر اشتباه و نوع کاربر نیمه وارد و مبلغ حواله زیاد و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود کمی غیر عادی و نوع مرورگر نیمه متداول باشد آنگاه رفتار بسیار مشکوک است.
۱۲	اگر کاربر، پر اشتباه و نوع کاربر مسلط و مبلغ حواله زیاد و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود غیر عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار بسیار مشکوک است.
۱۳	اگر کاربر، پر اشتباه و نوع کاربر مسلط و مبلغ حواله زیاد و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود غیر عادی و نوع مرورگر غیرمتداول باشد آنگاه رفتار خطرناک است.
۱۴	اگر کاربر، پر اشتباه و نوع کاربر ناوارد و مبلغ حواله متوسط و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.
۱۵	اگر کاربر، بسیار پر اشتباه و نوع کاربر ناوارد و مبلغ حواله متوسط و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.
۱۶	اگر کاربر، چند اشتباه و نوع کاربر ناوارد و مبلغ حواله متوسط و تعداد آی پی متوسط و زمان ورود عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار عادی است.
۱۷	اگر کاربر، چند اشتباه و نوع کاربر مسلط و مبلغ حواله کم و تعداد حواله کم و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود غیرعادی و نوع مرورگر نیمه متداول باشد آنگاه رفتار خطرناک است.
۱۸	اگر کاربر، بی اشتباه و نوع کاربر مسلط و مبلغ حواله خیلی زیاد و تعداد حواله کم و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.
۱۹	اگر کاربر، کم اشتباه و نوع کاربر مسلط و مبلغ حواله خیلی زیاد و تعداد حواله کم و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود غیرعادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.
۲۰	اگر کاربر، پر اشتباه و نوع کاربر مسلط و مبلغ حواله خیلی زیاد و تعداد حواله کم و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار خطرناک است.
۲۱	اگر کاربر، کم اشتباه و نوع کاربر مسلط و مبلغ حواله زیاد و تعداد حواله زیاد و تعداد آی پی زیاد و زمان ورود عادی و نوع مرورگر متداول باشد آنگاه رفتار کمی مشکوک است.

۴- پیاده سازی سیستم

اطلاعاتی مربوط به کاربران مختلف، که در پایگاه داده بانکداری اینترنتی بانک ملت وجود داشت به سیستم داده شد که دو نمونه از آنها با جزئیات بیشتر در ذیل تشریح شده است.

در این مرحله سیستم خبره فازی با استفاده از اطلاعاتی که از محیط واقعی سیستم بدست آمده بود به مرحله اجرا درآمد. برای ارزیابی سیستم چندین نمونه از اقلام

الف- مورد کاوی اول

کاربری، در یک روز، ۷ بار برای ورود به سیستم تلاش کرده است که ۲ بار آن بین ساعت ۹ تا ۱۲ صبح، ۳ بار در فاصله ساعت ۴ تا ۶ بعدازظهر و ۲ مرتبه نیز بین ساعت ۲ تا ۳ نیمه شب بوده است. کاربر فوق در ورود صبح و نیمه شب بدون اشتباه بوده ولی در ورود بعدازظهر خود، در هر ۳ مرتبه رمز عبور را اشتباه وارد کرده و نتوانسته وارد سیستم شود. در ورود صبح و بعدازظهر با دو IP و در نیمه شب در هر بار از یک IP متفاوت استفاده کرده است و همچنین مرورگری که در نیمه شب برای کاربر ثبت شده برای سیستم ناشناخته بوده است. مبلغ ده میلیون ریال در صبح آن روز به حساب کاربر وارد شده که در نیمه شب طی حواله‌ای اینترنتی از حساب وی کسر شده است. این کاربر بیش از ۱۱ ماه است که از سامانه بانکداری اینترنتی استفاده می‌کند. پس از ورود اطلاعات این کاربر، سیستم طراحی شده رفتار کاربر را "بسیار مشکوک" شناسایی می‌کند که از نظر خبرگان بانکداری اینترنتی بانک ملت تأیید شده است.

ب- مورد کاوی دوم

کاربری که بیش از ۶ ماه است از سیستم بانکداری اینترنتی

استفاده می‌کند در فاصله زمانی ساعت پنج تا شش صبح، پس از ۲ بار اشتباه در درج رمز ورود، در بارسوم وارد سیستم شده و ۵ حواله اینترنتی با مبالغ خرد و بسیار کم انجام داده است. کاربر فوق، در طول روز، ۳۷ بار، بدون اشتباه وارد سیستم شده ولی هیچ نوع عملیات مالی انجام نداده است. در پایان شب نیز دو مرتبه برای ورود به سیستم تلاش کرده ولی موفق نشده است. همچنین در تلاش نیمه‌شب کاربر، از یک IP استفاده شده ولی برای سیستم ناشناخته بوده است. پس از ورود اطلاعات این کاربر سیستم طراحی شده رفتار کاربر را "مشکوک" شناسایی می‌کند که از نظر خبرگان بانکداری اینترنتی بانک ملت تأیید شده است.

در ادامه و طی جدول ۴ نمونه‌های دیگری از عملکرد سیستم به همراه نظر خبرگان در مورد آنها، آمده است. بدیهی است هرچه خروجی سیستم به ۱ نزدیکتر باشد رفتار کاربر با شدت بیشتری مشکوک است بدین معنا که اعداد خروجی ۰/۵۰ و کمتر از آن رفتار عادی برای کاربر محسوب شده و رفتارهای مشکوک با خروجی بزرگتر از ۰/۵۰ مشخص می‌شوند. همانطور که در جدول نیز مشاهده می‌شود در ردیف ۱ سیستم تشخیص کاملاً دقیقی نداشته است. طبق نظر کارشناسان نتایج تا حدود ۹۳٪ با واقعیت همخوانی دارد.

جدول ۴: نتیجه اجرای سیستم به همراه نظر خبرگان

ردیف	تعداد اشتباه	تعداد حواله	مبلغ حواله	زمان ورود	نوع مرورگر	نوع کاربر	خروجی سیستم	نظر خبرگان
۱	۳	۲	۸۰	۳	۶	۶	۰/۵۳	مشکوک
۲	۷	۲	۸۰	۸	۶	۱۱	۰/۷۹	بسیار
۳	۲	۱۱	۷۸	۱۱	۷	۸	۰/۵۱	کمی
۴	۵	-	-	۵	۸	۸	۰/۶۳	مشکوک
۵	۲	۲	۶۷	۲۰	۶	۱۰	۰/۱۲	عادی
۶	۲	۱۱	۳۰	۴	۶	۱۰	۰/۶۲	کمی
۷	۱	۸	۹۲	۲	۳	۹	۰/۶۲	مشکوک
۸	۱۴	۱	۱۰۰	۱۳	۵	۶	۰/۸۸	خطرناک
۹	۱۰	۸	۵۰	۱۳	۶	۶	۰/۸۳	خطرناک
۱۰	۱	۴	۲۳	۱۵/۵	۸	۸	۰/۵۰	عادی
۱۱	۱	۱۲	۴۷	۲	۸	۸	۰/۶۲	کمی
۱۲	۲	۱	۶۸	۱۳	۵	۶	۰/۰۸	عادی
۱۳	۱۱	-	-	۲۰	۳	۷	۰/۸۱	خطرناک
۱۴	۲	۳	۱۲	۱۹	۳	۶	۰/۶۲	مشکوک
۱۵	۱	۱	۵۹	۱۵	۷	۴	۰/۵۰	عادی

۵- نتیجه گیری

امروزه تشخیص جرم و بهبود سطح امنیت در صنعت بانکداری الکترونیکی بسیار مهمتر از گذشته شده است. در این مقاله یک سیستم خبره فازی برای تشخیص رفتارهای مشکوک کاربران بانکداری اینترنتی طراحی شده است. در این سیستم نوع عملکرد کاربر در مواجهه با سیستم بانکداری اینترنتی، به عنوان ورودی سیستم فازی در نظر گرفته شده و خروجی، یکی از پنج دسته رفتار عادی، کمی مشکوک، مشکوک، بسیار مشکوک و خطرناک مشتری خواهد بود. مهمترین مزیت این سیستم نسبت به روشهای به کار رفته در سایر مقالات، نخست امکان مدلسازی رفتار کاربران در پنج دسته مختلف است که با دقت بیشتری نوع رفتار کاربر را پیش بینی می‌کند و دیگر آنکه در نظر گرفتن حیطه وسیعی از متغیرهای ورودی، امکان پوشش جامع‌تری از عوامل شناسایی کننده رفتار و عملکرد کاربر را مهیا می‌سازد. علاوه بر این پیاده سازی واقعی این سیستم در محیط یکی از بزرگترین بانکهای ارائه دهنده خدمات اینترنتی در کشور حاکی از صحت عملکرد سیستم با درجه ۹۳٪ است که نشان دهنده قوت عملکرد آن است.

مراجع

- [۵] P. Alexopoulos, X. Benetou, T. Tagaris, P. Georgolios, and K. Kafentzis, "IWEBCARE: AN ONTOLOGICAL APPROACH FOR FRAUD DETECTION IN THE HEALTHCARE DOMAIN," in International Conference on Information Technologies (InfoTech-۲۰۰۷), BULGARIA, ۲۰۰۷, pp. ۱-۸.
- [۶] P. A. Estévez, C. M. Held, and C. A. Perez, "Subscription fraud prevention in telecommunications using fuzzy rules and neural networks," *Experts Systems with Application*, vol. ۳۱, pp. ۳۳۷-۳۴۴, ۲۰۰۶.
- [۷] E. Kirkos, C. Spathis, and Y. Manolopoulos, "Data Mining techniques for the detection of fraudulent financial statements," *Experts Systems with Application*, vol. ۳۲, pp. ۹۹۵-۱۰۰۳, ۲۰۰۷.
- [۸] K. Kerremans, Y. Tang, R. Temmerman, and G. Zhao, "Towards Ontology-based E-mail Fraud Detection," in Artificial intelligence, ۲۰۰۵. epia ۲۰۰۵. portuguese conference on: IEEE, ۲۰۰۵, pp. ۱۰۶-۱۱۱.
- [۹] L. Fang, M. Cai, H. Fu, and J. Dong, "Ontology-Based Fraud Detection," in Computational Science – ICCS ۲۰۰۷, ۲۰۰۷, pp. ۱۰۴۸-۱۰۵۵.
- [۱۰] D. Sanchez, M. A. Vila, L. Cerda, and J. M. Serrano, "Association rules applied to credit card fraud detection," *Expert Systems with Applications*, ۲۰۰۸, pp. ۱-۱۴.
- [۱۱] Y.-P. Huang, C.-C. Lu, and T.-W. Chang, "An Intelligent Approach to Detecting the Bad Credit Card Accounts," in ۲۵th IASTED International Multi-Conference Artificial Intelligence and Applications, Innsbruck, Austria, ۲۰۰۷, pp. ۱-۶.
- [۱۲] M. N. Mark Jyn-Huey Lim, Jacky Hartnett, "Detecting Abnormal Changes in E-mail Traffic Using Hierarchical Fuzzy Systems," IEEE, ۲۰۰۷, pp. ۱-۷.
- [۱۳] R. A. Tansel Ozyera, Ken Barker, "Intrusion detection by integrating boosting genetic fuzzy classifier and data mining criteria for rule pre-screening," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. ۳۰, pp. ۹۹-۱۱۳, ۲۰۰۷.
- [۱۴] L. A. Zadeh, "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning," *Information Sciences*, vol. ۸, pp. ۱۹۹-۲۴۹, ۱۹۷۵.
- [۱۵] L. Rutkowski, "Fuzzy Inference Systems," in Flexible Neuro-Fuzzy Systems, ۲۰۰۴, pp. ۲۷-۵۰.
- [۱] J. T. S. Quah and M. Sriganesh, "Real-time credit card fraud detection using computational intelligence," *Expert Systems with Applications*, ۲۰۰۷, pp. ۹-۱۷.
- [۲] D. P. Dube and S. Ramanarayanan, "Internet Banking – A Layered Approach to Security," in *Intelligent Information Technology*, ۲۰۰۵, pp. ۱۹۰-۱۹۷.
- [۳] T. Young, "Lords call for e-crime shakeup .", available online at <http://www.computing.co.uk/computing/news/۲۲۲۱۰۲۰/lords-say-crime-nust->, last visited October ۲۰۰۸.
- [۴] K. B. Bignell, "Authentication in an Internet Banking Environment; Towards Developing a Strategy for Fraud Detection," in *Internet Surveillance and Protection*, ۲۰۰۶. ICISP ۲۰۰۶. International Conference on, Cote d'Azur, ۲۰۰۶, pp. ۲۳-۲۳.