مدیریت فناوری اطلاعات
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۷، شمارهٔ ۲
تابستان ۱۳۹۴
ص. ۲۵۸- ۲۳۹

کشف تقلب در بیمهٔ بدنهٔ خودرو با بهره‌مندی از سیستم خبرهٔ فازی

سید محمدتقی تقوی‌فرد[۱]، زهرا جعفری[۲]

چکیده: صاحب‌نظران صنعت بیمه معتقدند تقلب، بلای خانمان‌سوز این صنعت خواهد بود. روش‌های گوناگونی طی سال‌ها برای کشف تقلب به‌کار گرفته شده است که یکی از آنها، سیستم خبرهٔ فازی نام دارد. سیستم‌های خبرهٔ شناسایی تقلب با تکیه بر پایگاه دانشی که مستخرج از خبرگان است، به شناسایی تقلب می‌پردازند. البته به‌دلیل ماهیت پنهان پدیدهٔ تقلب، دانش و قضاوت خبرگان مبتنی بر شواهد و اطلاعات کیفی است که اغلب واژه‌های کلامی را برای توصیف رفتار متقلبانه به‌کار می‌برند. در مدل ارائه‌شده، از میان ۶۱ معیار کمی و کیفی شناسایی‌شدهٔ کشف تقلب در بیمهٔ بدنهٔ خودرو، بر اساس نظر خبرگان ۱۷ معیار که از اولویت بالایی برخوردار بودند، در قالب هشت عامل دسته‌بندی شدند. در سیستم پیشنهادی برای استنتاج فازی، از الگوریتم ممدانی استفاده شده است. در نهایت پس از طراحی و پیاده‌سازی سیستم در یکی از شرکت‌های بیمهٔ خصوصی ایران، اعتبار آن از طریق پرسشنامه سنجیده شد و اعتبار کلی سیستم ۶۹/۴۵ درصد به‌دست آمد. درصد محاسبه‌شده مؤید این نکته است که مدل پیشنهادی به میزان شایان توجهی از قابلیت شناسایی تقلب برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: سیستم خبره، کشف تقلب، منطق فازی، واژگان کلامی.

۱. دانشیار مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۲. کارشناس‌ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکدهٔ مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰٤/۱۰
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹٤/۰۱/۱۸
نویسندهٔ مسئول مقاله: سید محمدتقی تقوی‌فرد
E-mail: dr.taghavifard@gmail.com

مقدمه

تقلب بیمه‌ای[1] عملی است که با هدف کلاهبرداری از بیمه‌گر، برای کسب منافع مالی انجام می‌گیرد. تقلب بیمه‌ای از زمان شکل‌گیری بیمه به‌مثابهٔ بنگاه تجاری وجود داشته است و سالانه میلیاردها دلار هزینه درپی دارد. تقلب در بیمه انواع گوناگونی دارد، در تمام حوزه‌های بیمه رخ می‌دهد و طیف گسترده‌ای از ادعاهای اغراق‌آمیز تا تصادف‌ها و خسارت‌های تعمدی را دربرمی‌گیرد. این تقلب‌ها سبب افزایش هزینه‌ها و در پی آن، افزایش مبلغ حق بیمه می‌شود؛ از این رو به ضرر سایر بیمه‌گزاران نیز خواهد بود. این‌گونه کلاهبرداری‌ها هر ساله خسارت‌های زیادی را به شرکت‌های بیمه در تمام رشته‌های بیمه‌ای تحمیل می‌کند. با وجود پیشرفت‌های فراوان در شناسایی این تقلب‌ها، هزینه‌های ایجادشده برای شرکت‌های بیمه‌ای در اثر این کلاهبرداری‌ها در حال افزایش است.

در گذشته، پیامدهای مالی تقلب بیمه‌ای در حدی نبود که ارزش بررسی و تلاش برای یافتن راه‌حل‌های ممکن را داشته باشد، اما به‌تازگی این وضع دگرگون‌شده و شرکت‌های بیمه‌ای اهمیت مطالعه و ضرورت بررسی بیشتر عوامل تقلب بیمه‌ای را درک کرده‌اند. امروزه با توجه به ضرورت کشف تقلب[2] در صنایع مختلف، استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی، مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی[3]، منطق فازی[4] و الگوریتم‌های ژنتیک[5]، به‌دلیل توانمندی بالایی که در مدل‌کردن مسائل پیچیده دارند، به ابزار رایج در کشف تقلب تبدیل شده‌اند. پیشرفت سریع فناوری و افزایش موفقیت‌ها، باعث شده است هم‌اکنون از سیستم‌های مبتنی بر دانش متعددی برای کشف تقلب در صنایع متفاوت استفاده شود. قدیمی‌ترین و رایج‌ترین نوع هوش مصنوعی، سیستم‌های خبره[6] است. پژوهش حاضر به‌دنبال طراحی سیستم خبره‌ای برای کشف تقلب‌هایی است که در بیمهٔ بدنهٔ خودرو رخ می‌دهد.

با توجه به مطالب ذکرشده، در نوشتار پیش رو نخست در قالب پیشینهٔ پژوهش به مبانی نظری موضوع بحث پرداخته شده است. این بخش با بررسی تقلب آغاز می‌شود و با بحث تعادل در پورتفوی شرکت‌های بیمه و چگونگی برهم‌زدن این تعادل به‌واسطهٔ تقلب، ادامه می‌یابد. سپس با مرور مختصری بر ساختار کلی سیستم‌های خبره و توجیه ضرورت استفاده از سیستم‌های خبرهٔ فازی، این بخش به پایان می‌رسد. در مرحلهٔ بعد، مدل مفهومی پژوهش که

---

1. Insurance fraud
2. Fraud detection
3. Artificial Neural Networks (ANN)
4. Fuzzy logic
5. Genetic algorithms
6. Expert systems

بررسی ادعای خسارت‌های واصل‌شده به شرکت‌های بیمه‌ای است، ارائه می‌شود. در گام روش‌شناسی پژوهش، به معرفی روش پژوهش و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود و در آخر پس از پیاده‌سازی، اعتبار سیستم پیشنهادی سنجیده خواهد شد.

پیشینهٔ نظری پژوهش

تقلب

نگای، هو، وانگ، چن و سان (۲۰۱۰) به‌طور کلی تقلب‌های مالی را به چهار گروه اصلی تقلب‌های بانکی، تقلب‌های بیمه‌ای، تقلب‌های امنیتی و تجاری و سایر تقلب‌های مالی، دسته‌بندی و تجزیه‌وتحلیل کردند. از آنجاکه کلاهبرداری‌های صنعت بیمه بسیار متنوع است، این پژوهش آن دسته از تقلب‌های مالی را هدف قرار داده است که به صنعت بیمه اختصاص دارد.

در عصر حاضر، تقلب بیمه‌ای به‌دلیل تأثیر منفی بر قیمت‌گذاری خدمات بیمه‌ای و کارایی بازار بیمه، به موضوعی داغ تبدیل شده است. در دنیا نیز از نظر علمی به آن توجه زیادی شده است، اما از نگاه عملی هنوز بسیار جای کار دارد. در نتیجه شرکت‌های بیمه باید بتوانند ضمن کشف الگوهای تقلب، آن را به‌موقع اعلام کنند. آگاهی از انواع تقلب بیمه‌ای برای طراحی سیستم‌های پیشگیرانه ضروری است. از سویی با شناسایی فرایندهایی که احتمال تقلب در آنها وجود دارد، می‌توان به نحو مناسبی سیستم‌های هشداردهنده و کشف تقلب را در این فرایندها به‌کار گرفت. از میان انواع متنوع رشته‌های بیمه، کشف و شناسایی تقلب بیمهٔ بدنهٔ خودرو، به‌دلایل زیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است:

۱. از نظر امکان اعمال انواع تقلب، از سایر رشته‌های بیمه متنوع‌تر است و درعمل بیشتر در معرض وقوع قرار دارد؛
۲. سهم بیشتری در پرتفوی حق بیمهٔ دریافتی در بسیاری از کشورها، از جمله ایران دارد؛
۳. این رشته هم در ایران و هم در سایر کشورها زیان‌ده است؛
۴. حجم ادعای خسارت دریافتی بالا و به‌طبع آن، ضریب خسارت بالایی را میان سایر رشته‌ها به خود اختصاص داده است.

روش‌های آماری قدیمی بسیاری، مانند تحلیل ممیزی، رگرسیون لجستیک، تحلیل پروبیت و لوجیت، هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره، برای دسته‌بندی و رتبه‌بندی مشتریان به‌کار رفته است. با بهره‌مندی از این روش‌ها می‌توان مشتریان را از جنبه‌های گوناگون و متعدد گروه‌بندی کرد و حتی به شناسایی رفتارهای مشکوک آنها پرداخت (تقوی‌فرد و حسینی، ۱۳۹۱).

تعادل در پورتفوی بیمه

با توجه به اینکه تقلب هزینه‌های شرکت‌های بیمه‌کننده را افزایش و درآمدهای آنها را کاهش می‌دهد و موجب تحلیل سیستم و افت عملکرد در سازمان‌ها می‌شود، جای تعجب دارد که شرکت‌های محدودی بر آن تمرکز کرده‌اند تا جایی که ادعاهای متقلبانه را به‌مثابهٔ بخشی از هزینه‌های انجام فعالیت، تحمل می‌کنند. چنانچه شرکت‌ها، منابع و انرژی بیشتری را برای شناسایی ادعاهای متقلبانه اختصاص دهند، پس‌اندازهای بالقوهٔ هنگفتی به‌دست خواهد آمد. شرکت‌های بیمه می‌توانند از این پس‌اندازها برای سرمایه‌گذاری بیشتر استفاده کنند و با این کار سود شرکت را افزایش دهند (دریگ، جانسون و اسپرینگل، ۲۰۰۶). در نتیجه، کاهش نرخ حق بیمه از تأثیرات غیر مستقیم کشف تقلب خواهد بود. از سوی دیگر، این بحث که کلاهبرداری بیمه‌ای موجب هزینه‌هایی برای بیمه‌گزاران صادق می‌شود، به اثبات رسیده است. مشاهدهٔ اینکه چگونه افراد با طرح ادعاهای اضافی یا مبالغه‌آمیز، می‌توانند سبب افزایش هزینه‌های بیمه‌گران و افزایش حق بیمه‌ها شوند، بسیار آسان است. از این رو با کشف و شناسایی تقلب از هزینه‌های اضافی که بیمه‌گزاران صادق متحمل می‌شوند، کاسته می‌شود. لذا به‌کارگیری روش‌های شناسایی تقلب به‌منظور جلوگیری از اقدامات متقلبانه در بیمه، اجتناب‌ناپذیر است.

انواع راهکارهای کشف تقلب

اثرهای منفی تقلب، ضرورت طراحی سیستم‌های کشف تقلب را توجیه‌پذیر کرده است. به همین دلیل نرم‌افزارهای کاربردی که از فناوری بهره می‌برند، به سازمان‌ها اجازه می‌دهد الگوها و موارد مشکوک به تقلب را تشخیص دهند و اقدامات مؤثری را برای مقابله با آنها برنامه‌ریزی کنند. به‌طور گسترده رویکردهای کشف تقلب به دو دسته تقسیم می‌شود: تشخیص سوءاستفاده و تشخیص ناهنجاری.

تشخیص سوءاستفاده

در این روش هنگام بررسی پرونده‌ها، این پرونده با پرونده‌های متقلب شناخته‌شدهٔ قبلی مقایسه می‌شود و در صورت تشخیص شباهت، این تراکنش تقلب شناخته می‌شود. روند کار رویکردهای تشخیص سوءاستفاده مشابه سازوکاری است که نرم‌افزارهای آنتی‌ویروس رایانه‌ها به‌کار می‌برند.

تشخیص ناهنجاری

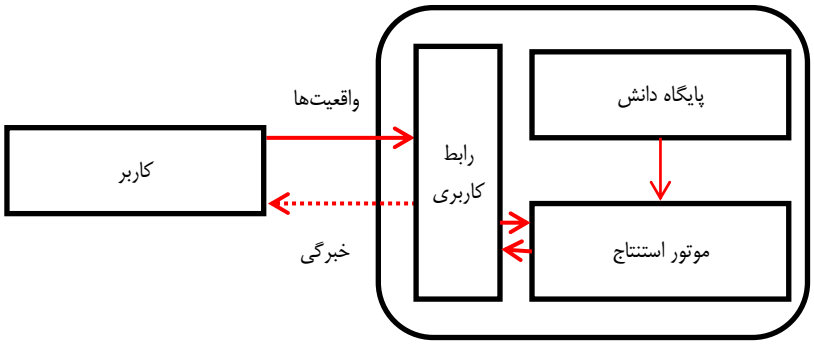
در روش تشخیص ناهنجاری، مشخصه‌ای از تاریخچهٔ عملکرد برای هر کاربر ایجاد می‌شود و کشف هرگونه انحراف به قدر کافی بزرگ در مشخصهٔ کاربر، احتمال تقلب هشدار داده می‌شود.

در روش تشخیص ناهنجاری، تاریخچهٔ رفتار مشتری رفتار عادی مد نظر قرار می‌گیرد و هرگونه انحرف از این رفتار، تقلب ثبت می‌شود.

سیستم خبره یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای کشف تقلب شناخته شده است. علت برتری و انتخاب سیستم خبره از بین سایر روش‌ها، پایگاه قواعد آن است؛ زیرا قوانینی که در پایگاه قواعد سیستم خبره تعریف می‌شود، هم می‌تواند حالت‌های عادی را پوشش دهد و هم رفتارهای غیرعادی را تبیین کند. به بیانی دیگر، هم فواید رویکرد تشخیص ناهنجاری را دارد و هم از فواید رویکرد تشخیص سوءاستفاده بهره می‌برد.

ساختار کلی سیستم خبره

با توجه به مفاهیم طراحی سیستم‌های خبره، همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود، هر سیستم خبره از سه جزء اصلی رابط کاربری، موتور استنتاج و پایگاه دانش تشکیل شده است.



شکل ۱. ساختار کلی سیستم خبره

نظریهٔ مجموعه‌های فازی

نظریهٔ مجموعه‌های فازی، روشی برای محاسبهٔ داده‌ها و اطلاعات غیر قطعی و مبهم ارائه می‌کند؛ ضمن اینکه سازوکار استنتاج برای استدلال را بر اساس مجموعه‌ای از قواعد «اگر ـ آنگاه» فراهم می‌آورد. این قواعد به‌کمک مجموعه‌های فازی تعریف می‌شود که در آنها هریک از اعضای مجموعه درجهٔ تعلقی بین صفر و یک دارد. سیستم‌های فازی مفاهیم نظریهٔ مجموعهٔ فازی و منطق فازی را با یکدیگر تلفیق می‌کنند و چارچوبی برای ارائهٔ دانش زبانی همراه با عدم قطعیت فراهم می‌آورند. منطق فازی اجازه می‌دهد با استفاده از اطلاعات ناکامل و غیرقطعی و به‌کمک متغیرهای زبانی ـ که برای انسان‌ها به‌سادگی درک‌پذیر است ـ تصمیم‌گیری شود.

شایان ذکر است متغیرهای زبانی، یک درجه بالاتر از متغیرهای فازی قرار دارند و متغیرهای فازی را به‌منزلهٔ مقادیر خود می‌پذیرند. در این مقاله اظهار نظر خبرگان، هم در اولویت‌بندی معیارها و هم در اعتبارسنجی سیستم پیشنهادی به‌کمک متغیرهای زبانی، مطابق جدول ۱ صورت گرفته است.

جدول ۱. مقادیر زبانی برای تعیین اولویت معیارها

اعداد فازی	معادل کلامی
(۱, ۱, ۰/۸۷۵)	خیلی زیاد
(۰/۶۲۵, ۰/۷۵, ۰/۸۷۵)	زیاد
(۰/۷۵, ۰/۶۲۵, ۰/۵)	نسبتاً زیاد
(۰/۶۲۵, ۰/۵ ,۰/۳۷۵)	برابر
(۰/۵ , ۰/۳۷۵ , ۰/۲۵)	نسبتاً کم
(۰/۳۷۵ , ۰/۲۵ , ۰/۱۲۵)	کم
(۰/۱۲۵ , ۰ , ۰)	خیلی کم

پیشینهٔ تجربی

بلهاجی و دیون (۱۹۹۸) مطالعاتی را در این زمینه با استفاده از داده‌های خسارت بیمهٔ خودروی کانادا در بازهٔ یک‌ساله (۱۹۹۵– ۱۹۹۴) انجام دادند. آنها ابتدا با تحقیق و تفحص از خبرگان صنعت بیمه، به شناسایی عوامل کلیدی تقلب‌های بیمه‌ای پرداختند و پس از تخصیص وزن به آنها، با محاسبهٔ احتمال شرطی برای هر شاخص و به‌کارگیری رگرسیون، مهم‌ترین شاخص‌ها را تعیین کردند و به پیش‌بینی خسارت‌های تقلبی پرداختند.

تنیسون و سالساس ـ فورن (۲۰۰۲) نیز در مطالعاتشان به اهمیت بررسی صحت ادعاهای بیمه‌شدگان توجه خاصی داشتند و بیان کردند اغلب شرکت‌های بیمه، معمولاً با استفاده از کمک‌های دولت به‌دنبال بررسی درستی یا نادرستی ادعاهای بیمه‌شدگان هستند. بدین صورت اغلب شرکت‌های بیمه از سیستم‌های شناسایی برای بررسی صحت ادعاهای بیمه‌شدگان استفاده می‌کنند.

فوآ و همکارانش با ترکیب الگوریتم‌های شبکهٔ عصبی پس‌انتشاری[1] بیز ساده و درخت تصمیم C۴/۵، به کشف تقلب در بیمهٔ خودرو پرداختند (تنیسون و سالساس ـ فورن، ۲۰۰۲).

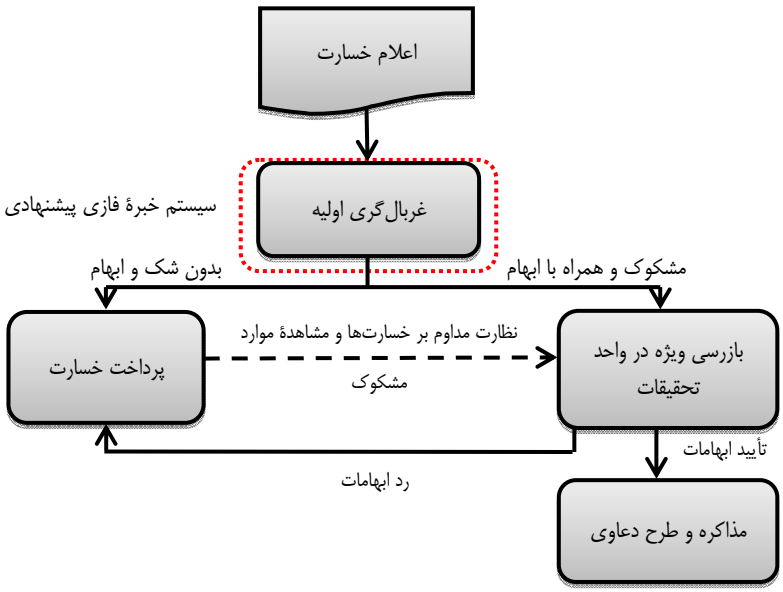
1. Back Propagation neural network

در این بین، مرتبط‌ترین مقالهٔ منتشرشده در داخل کشور، مقالهٔ فیروزی و همکارانش است که ضمن بررسی روش‌های رایج برای شناسایی تقلب در بیمهٔ خودرو، از سه روش داده‌کاوی، رگرسیون لجستیک، بیز ساده و درخت تصمیم، برای پیدا کردن الگو بهره برده‌اند که به شرکت‌های بیمه در شناسایی تقلب کمک می‌کند. آنها ۷۲ پرونده را که بروز تقلب در ۳۲ پروندهٔ آن محرز شده بود، مطالعه کردند و درنهایت شش متغیر مستقل مؤثر در کشف تقلب را به‌کار بردند (فیروزی، شکری، کاظمی و زاهدی ۱۳۹۰).

مدل مفهومی

فرایند بررسی ادعای خسارت

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، روند بررسی ادعاهای دریافت‌شدهٔ شرکت بیمه بدین صورت است که ابتدا بیمه‌گزار ادعای خود را به‌صورت گزارش ارسال می‌کند و پس از بررسی‌های متعدد، در صورت تشخیص عمدی‌نبودن خسارت و نوع تعهد شرکت بیمه، خسارت پرداخت می‌شود. از سویی کلاهبرداران بیمه‌ای تلاش می‌کنند با اعمال خسارت عمدی، از شرکت‌های بیمه وجهی دریافت کنند. بنابراین برای بررسی صحیح یا ناصحیح‌بودن ادعاهای واصل‌شده به شرکت بیمه، پرونده‌ها معمولاً به دو دستهٔ قانونی و مشکوک به تقلب طبقه‌بندی می‌شوند.



شکل۲. مدل بررسی ادعای خسارت

منبع: ویانی، آیسو، گیول و قیل، ۲۰۰۷

طبق فرایند، پرونده‌هایی که در این مرحله برچسب قانونی می‌خورند، برای پرداخت خسارت به مرحلهٔ بعد انتقال می‌یابند و حداقل هزینهٔ پردازش و تحقیق و بررسی را شامل می‌شوند. در مقابل، پرونده‌هایی که در گروه مشکوک به تقلب دسته‌بندی می‌شوند، باید برای بررسی بیشتر به واحد تحقیقات ویژه[1] ارسال شوند. بنابراین مشاهده می‌شود در گلوگاه مدل، تصمیم‌گیری و دسته‌بندی پرونده‌ها قرار دارد.

در ادامه، واحد تحقیقات تخصصی پس از بازرسی‌های ویژه روی پرونده‌های مشکوک، با دو حالت روبه‌رو می‌شود. حالتی که شک به تأیید می‌رسد و پرونده متقلب شناخته می‌شود که در این حالت برای پیگیری‌های قانونی به مراکز قانونی انتقال می‌یابد. حالت دیگر زمانی است که پس از بررسی عمیق‌تر، از پروندهٔ مشکوک رد ابهام می‌شود و برای پرداخت خسارت به مرحلهٔ بعدی می‌رود.

همان‌طور که بیان شد، تصمیم‌گیری در مرحلهٔ غربالگری اولیه بسیار حساس و حیاتی است؛ زیرا دسته‌بندی نادرست پرونده‌ها هزینه‌های هنگفتی را برای شرکت‌های بیمه به‌همراه می‌آورد. برای مثال، اگر پرونده‌های قانونی در دستهٔ مشکوک به تقلب دسته‌بندی شوند، هزینه‌های تحقیق و بررسی و هزینه‌هایی که به شهرت شرکت وارد می‌شود، از جمله هزینه‌هایی است که بر شرکت بیمه تحمیل خواهد شد یا چنانچه پرونده‌های متقلب، قانونی محسوب شوند، هزینهٔ پرداخت خسارت را برای شرکت‌ها در پی دارد.

هدف از پژوهش حاضر در این مرحله، طراحی سیستم خودکار تصمیم‌گیری بر پایهٔ نظر خبرگان این حوزه است تا علاوه‌بر سرعت بالایی که به مدل می‌بخشد، کارایی و اثربخشی مدل را نیز ارتقا دهد. شایان ذکر است سیستم پیشنهادی، فقط می‌تواند همچون مشاوری در این مرحله، در کنار ارزیاب خسارت به ایفای نقش بپردازد؛ تصمیم نهایی بر عهدهٔ ارزیاب است که باید با اتکا به دانش و تجربهٔ خود پرونده را بررسی کند.

روش‌شناسی پژوهش

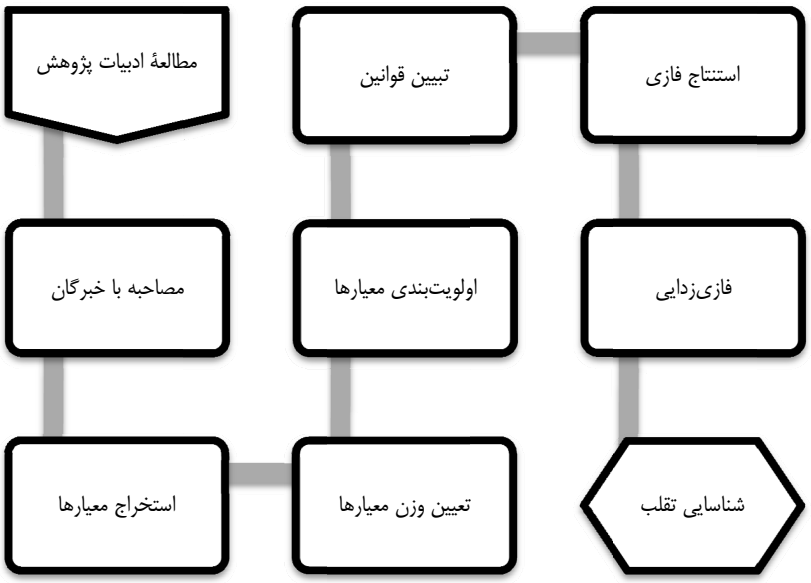
روش پژوهش از نظر هدف، کاربردی است و از دید ماهیت و روش، در دستهٔ پژوهش‌های توصیفی قرار دارد. به‌منظور تحلیل، مطالعهٔ موردی این پژوهش به بررسی ۵۰ پروندهٔ شرکت بیمهٔ ملت در کل کشور اختصاص دارد. شایان ذکر است در این پرونده‌ها تقلب در بیمهٔ بدنهٔ خودرو در بازهٔ زمانی یک‌ساله (۹۱-۹۰) محرز شده است.

---

1. Specialized Investigation Unit (SIU)

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در ادامه، بر اساس گام‌های شکل ۳ به تجزیه‌وتحلیل داده‌ها می‌پردازیم.



شکل ۳. مراحل اجرای پژوهش

مصاحبه با خبرگان و استخراج معیارها

خبرگان این پژوهش برای تعیین شاخص‌های شناسایی تقلب در بیمهٔ بدنه، استادان، خبرگان، کارشناسان خسارت در شرکت‌های بیمه و پژوهشگران حوزهٔ بیمهٔ خودرو را شامل می‌شود.

برای استخراج معیارها نیز ضمن مطالعهٔ ادبیات موضوع و مصاحبه با چند کارشناس مجرب ارزیاب خسارت، ۸۸ معیار استخراج شد. تعدادی از این معیارها به‌دلیل همپوشانی، ناهمخوانی با قوانین کشور یا فرهنگ حاکم و در دسترس‌نبودن اطلاعات معتبر، حذف شد و ۶۱ معیار به تأیید رسید. شایان ذکر است در این مرحله تلاش بر این بود که از طریق مشورت با خبرگان به دسته‌بندی معیارها در قالب عوامل مربوط به آن، پرداخته شود. ۶۱ معیار به‌دست‌آمده در قالب هشت عامل افراز شده، در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. معیار کشف تقلب مستخرج از ادبیات موضوع و مصاحبه با خبرگان

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی	سن، جنسیت، مصرف‌کنندهٔ الکل و مواد مخدر، تجربهٔ رانندگی، شخص مصدوم، مسافر داشته، فرد راننده، همکاری خسارت‌دیده، مدعی تهاجمی و عصبی، اشتیاق در برعهده‌گرفتن حادثه، آشنایی همهٔ افراد درگیر حادثه با هم.
ویژگی‌های زمانی	اعلام در لحظات اولیه به پلیس، فاصلهٔ بین تصادف و کروکی، چندمین روز هفته، تاریخ گزارش به پلیس، تاریخ اعلام خسارت، تصادف در آخر هفته، زمان وقوع، فاصلهٔ صدور بیمه‌نامه تا حادثه، فاصلهٔ اتمام بیمه‌نامه تا حادثه، سابقهٔ خرید بیمهٔ بدنه.
ویژگی‌های مکانی	ریسک منطقهٔ حادثه، کدام محدودهٔ شهر.
جزئیات خودرو	عمر وسیله، وضعیت سند، نوع کاربری مدعی، نوع کاربری طرف مقابل، وقفه در تمدید بیمهٔ بدنه، وقفه در تمدید بیمهٔ شخص ثالث، تغییر اخیر در الحاقیه، وضعیت پرداخت بیمه، سبد خرید عجیب از پوشش‌ها، وضعیت بیمه‌نامه در سایر شرکت‌ها.
اصالت مدارک	کروکی، مدارک بیمارستان، بیمه‌نامه، ورود و خروج به پارکینگ، فیش جرثقیل.
تناسب و تطابق	شدت حادثه در کروکی با شرح مدعی، جزئیات عکس سلامت و عکس پس از حادثه، شدت حادثهٔ دو خودروی درگیر با هم، آثار زنگ‌زدگی و روغن‌مردگی با زمان حادثه، جراحت‌های واردشده و شدت حادثه.
کیفیات حادثه	نوع حادثه، وضعیت کروکی با اعلام خسارت، تعمیر خودرو پیش از چک‌کردن ممیز، ترسیم کروکی توسط افسر بر اساس شرح واقعه، افسر مصدوم را دیده، صحت بازدید اولیه، دریافت خسارت از سایر بیمه‌ها، محدودهٔ میزان خسارت، یکی‌بودن بیمهٔ ثالث و بدنه، ادعای خسارت از بیمه، تعداد ادعای خسارت از بیمه.
نمایندگی‌ها	ضریب خسارت، تغییر در مکان، تغییر در مالکیت، تبانی با بیمه‌گزار، درصد پورتفوی نسبت به سهام، تطابق مشخصات فنی عکس با دوربین نمایندگی.

اولویت‌بندی معیارها

به‌منظور تعیین اهمیت هریک از معیارها برای طراحی سیستم خبره، میانگین نظر خبرگان در خصوص هر معیار به‌دست آمد. متغیرهای زبانی و مقادیر آنها مطابق جدول ۱ است.

برای محاسبهٔ میانگین فازی، از رابطهٔ ۱ استفاده شده است.

رابطهٔ ۱)

$$\begin{matrix}(w_{a1}, w_{m1}, w_{\beta 1})\\(w_{a2}, w_{m2}, w_{\beta 2})\\\ldots..\\(w_{an}, w_{mn}, w_{\beta n})\end{matrix}$$

$$W_c = \begin{pmatrix}\sqrt[n]{(w_{a1} \cdot w_{a2} \cdot \ldots \cdot w_{an})}, \sqrt[n]{(w_{m1} \cdot w_{m2} \cdot \ldots \cdot w_{mn})},\\ \sqrt[n]{(w_{\beta 1} \cdot w_{\beta 2} \cdot \ldots \cdot w_{\beta n})}\end{pmatrix}$$

در رابطهٔ ۱؛ W_c: میانگین فازی وزن هریک از معیارها مطابق نظر خبرگان است.

عدد به‌دست‌آمده برای هر معیار فازی است؛ بنابراین باید عددی قطعی به هر عدد میانگین فازی تخصیص داده شود که برای این منظور از رابطهٔ ۲ استفاده شده است (اصغرپور، ۱۳۸۷).

$$\mathrm{COA} = \frac{(\beta - \alpha) + (m - \alpha)}{3} + \alpha$$ رابطهٔ ۲)

جدول ۳ نتایج محاسبهٔ اعداد قطعی متناظر با هریک از معیارها و اولویت آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. اولویت، وزن، مقادیر زبانی و بازهٔ فازی ۱۷ متغیر نهایی

ردیف	معیار	اولویت	وزن (اعداد قطعی)	مقادیر زبانی	بازهٔ فازی
۱	افسر کروکی را بر اساس شرح واقعه‌ای که از حادثه دیده رسم کرده است؟	۱	۰/۷۴۱۷۰۶	بله خیر	(۰, ۱, ۲) (۱, ۲, ۳)
۲	افراد درگیر در حادثه همه از دوستان و آشنایان‌اند؟	۲	۰/۷۳۸۶۰۹	بله خیر	(۰, ۱, ۲) (۱, ۲, ۳)
۳	از سایر بیمه‌ها خسارت دریافت کرده است.	۱۵	۰/۶۶۵۵۳۷	بله خیر	(۰, ۱, ۲) (۱, ۲, ۳)
۴	در تمدید بیمه‌نامه وقفه داشته است.	۲۲	۰/۶۵۳۳۲۵	بله خیر	(۰, ۱, ۲) (۱, ۲, ۳)
۵	حادثه در لحظات اولیه به پلیس اعلام شده است.	۱۱	۰/۶۸۰۰۹۹	بله خیر	(۰, ۱, ۲) (۱, ۲, ۳)
۶	حوادث در طول تعطیلات آخر هفته رخ داده است.	۵۱	۰/۵۵۸۹۵۸	بله خیر	(۰, ۱, ۲) (۱, ۲, ۳)
۷	وضعیت بیمه‌نامه خودرو در سایر شرکت‌های بیمه مشاهده شده است.	۳۸	۰/۶۱۷۵۵۳	بله خیر	(۰, ۱, ۲) (۱, ۲, ۳)
۸	تصادف در چه محدوده‌ای از شهر رخ داده است؟	۴	۰/۷۳۴۳۶۷	خارج شهر حومه مرکز شهر روستای مجاور	(۲, ۱, ۰) (۳, ۲, ۱) (۴, ۳, ۲) (۵, ۴, ۳)
۹	جزئیات عکس سلامت و عکس حادثه همخوانی دارد.	۵	۰/۷۱۶۳۹۵	بسیار ضعیف ضعیف تا حدودی قابل قبول بسیار قابل قبول	(۲/۵, ۰, ۰) (۵, ۲/۵, ۰) (۷/۵, ۵, ۲/۵) (۱, ۷/۵, ۵) (۱, ۱, ۷/۵)

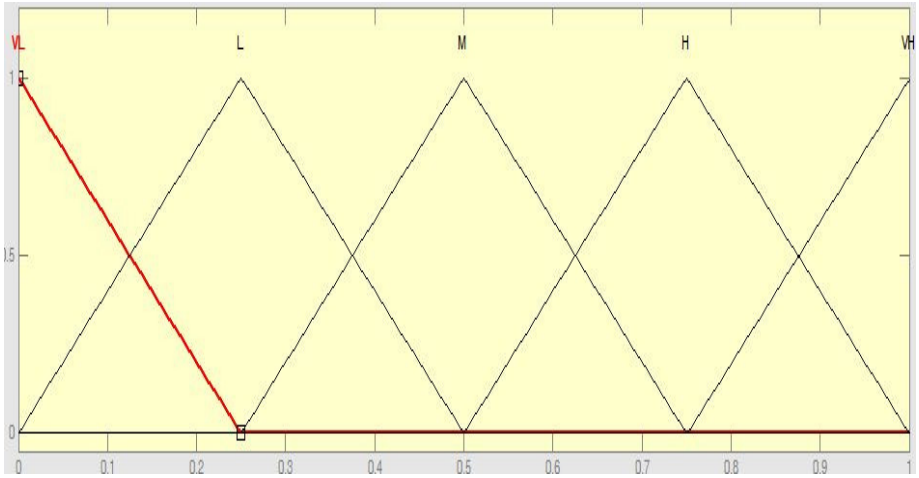
ادامهٔ جدول ۳

ردیف	معیار	اولویت	وزن (اعداد قطعی)	مقادیر زبانی	بازه فازی
۱۰	اصالت مدارک محرز است.	۷	۰/۷۰۸۱۲۳	ضعیف	(۰/۵, ۰, ۰)
				متوسط	(۱, ۰/۵, ۰)
				قابل قبول	(۱, ۱, ۰/۵)
۱۱	فرد درگیر حادثه چند سال دارد؟	۸	۰/۷۰۷۳۰۳	نوجوان	(۰, ۰, ۱۵, ۱۸)
				خیلی جوان	(۱۵, ۲۰, ۲۵)
				جوان	(۱۸, ۲۵, ۳۰)
				میان سال	(۲۵, ۳۰, ۳۵)
				مسن	(۳۵, ۴۰, ۳۵, ۵۵)
۱۲	تعداد ادعای خسارت از بیمه در پنج سال گذشته چقدر بوده است؟	۹	۰/۶۸۶۰۹۵	بسیار کم	(۲/۵, ۰, ۰)
				کم	(۵, ۲/۵, ۰)
				متوسط	(۷/۵, ۵, ۲/۵)
				زیاد	(۱, ۷/۵, ۵)
				بسیار زیاد	(۱, ۱, ۷/۵)
۱۳	حدودهٔ مبلغ خسارت تعیین‌شده از سوی بیمه در چه محدوده‌ای است؟	۴۲	۰/۶۷۳۴۸۳	بسیار کم	(۲/۵, ۰, ۰)
				کم	(۵, ۲/۵, ۰)
				متوسط	(۷/۵, ۵, ۲/۵)
				زیاد	(۱, ۷/۵, ۵)
				بسیار زیاد	(۱, ۱, ۷/۵)
۱۴	اعلام خسارت در چه تاریخی بوده است؟	۱۴	۰/۶۷۳۴۸۳	همان روز	(۲, ۱, ۰)
				روز بعد	(۳, ۲, ۱)
				طی هفته	(۴, ۳, ۲)
				طی ۱ تا ۲ ماه	(۵, ۴, ۳)
۱۵	فاصلهٔ زمانی صدور بیمه‌نامه تا حادثه چقدر است؟	۲۳	۰/۶۴۸۷۵۱	چند روز	(۲, ۱, ۰)
				طی هفته	(۳, ۲, ۱)
				طی ماه	(۴, ۳, ۲)
				بیشتر ازچند ماه	(۵, ۴, ۳)
۱۶	ضریب خسارت نمایندگی چقدر است؟	۳۳	۰/۶۳۴۹۴	ضعیف	(۰/۵, ۰, ۰)
				متوسط	(۱, ۰/۵, ۰)
				قابل قبول	(۱, ۱, ۰/۵)
۱۷	مدل ماشین چیست؟	۵۰	۰/۵۶۵۲۹۶	پیکان	(۲, ۱, ۰)
				پراید	(۳, ۲, ۱)
				سمند	(۴, ۳, ۲)
				پژو	(۵, ۴, ۳)
				سایر ۴ سیلندرها	(۶, ۵, ۴)
				بیشتر از ۴ سیلندر	(۷, ۶, ۵)

فازی‌سازی

با توجه به کثرت معیارها، به‌منظور کاهش پیچیدگی قوانین سیستم خبرهٔ فازی و افزایش صحت آن، به تقلیل متغیرهای ورودی پرداخته شده است. در واقع برای داشتن مدل خوبی که از بار محاسباتی کمتر و قدرت پیش‌بینی بیشتری برخوردار باشد، محدودکردن تعداد ورودی بسیار کارساز است (ژانگ، ۲۰۰۰)در نتیجه از میان ۶۱ معیاری که در قالب هشت عامل دسته‌بندی شده بودند، ۱۷ معیاری که در هر دسته از اولویت بیشتری برخوردار بودند، مبنای محاسبات قرار گرفتند و ورودی نرم‌افزار MATLAB را شکل دادند. در این مرحله مجموعه‌های فازی، اعضای مجموعه و متغیرهای ورودی و خروجی تعریف می‌شود. به زبانی دیگر، متغیرهای کلامی فازی‌سازی می‌شوند. برای فازی‌سازی متغیرها از تابع مثلثی استفاده شده است. در جدول ۳ مقادیر زبانی، بازهٔ فازی و تابع عضویت هر ۱۷ متغیر نهایی به تفکیک آمده است.

خروجی سیستم مدنظر، متغیر «شناسایی تقلب» است. متغیرهای زبانی مطابق شکل ۴ در خروجی سیستم فازی به‌کار گرفته شدند؛ به این معنا که نتیجهٔ استنتاج سیستم فازی، تخصیص پرونده به یکی از این پنج دسته خواهد بود. تلاش بر آن بود تمام افراز بازهٔ فازی متغیرها بر عهدهٔ خبرگان حوزه باشد و محققان کمترین دخالت را در تعیین بازهٔ فازی داشته باشند. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود و از معانی واژه‌ها برمی‌آید، شدت غیرمعمول‌بودن پرونده‌ها به‌ترتیب از حالت عادی به خطرناک زیاد می‌شود.



شکل ٤. تابع عضویت متغیر خروجی

تبیین قواعد سیستم خبرهٔ فازی

پس از فازی‌سازی ورودی‌ها و تعیین درجهٔ عضویت، نوبت به ساختار قواعد سیستم فازی می‌رسد. پایگاه قوانین سیستم خبره، طی فرایندی تخصص خبرگان را دربارهٔ سیستم هدف جمع‌آوری می‌کند. با توجه به اینکه هر متغیر به چندین متغیر زبانی افراز شده است، در حالت ایده‌آل، باید ۲۷۶,۲۸۰,۰۰۰ قانون ایجاد شود که تبیین آن از عهدهٔ این پژوهش خارج است.

$$۶\times۴\times۴\times۴\times۴\times۳\times۳\times۲\times۲\times۲\times۲\times۲\times۲\times۲\times۲\times۵\times۵\times۵\times۵\times۵= ۲۷۶,۲۸۰,۰۰۰$$

در نتیجه، تلاش شد برای نوشتن قوانین جامع و مانع با تکیه بر نظر مستقیم و در برخی موارد غیر مستقیم خبرگان حوزه، حالت‌های نهایی و حد وسط قوانین که به نحو مطلوبی حالت‌های مختلف را به‌طور کامل پوشش دهد، انتخاب شد. در نهایت تعداد قوانین تبیین‌شده که بتواند به نحو مطلوبی موضوع «کشف تقلب» را پوشش دهد به ۲۰۰ قانون رسید. برای نمونه یکی از قواعد تبیین شده در زیر آمده است:

If (age is very_young) and (vehicle_model is PEYKAN) and (insurance_policy_status_ of_other_insurance_companies is ONLY_AN_INSURANCE_POLICY_IS_UED) and (date_claim_form_filled_in is SAME_DAY) and (distance_between_insurance_policy _issued_and_accident is MORE_THAN_1_MONTH) and (Accident_took_place_in_the_ area is OUTSIDE_TOWN) and (originality_of_documents is HIGH) and (officer_draw _the_top_at_the_scene is YES) and (occurred_weekend is YES) and (get_compensation _from_other_insurance is NO) and (reported_to_police_on_time is YES) and (Limit_ marked_the_amount_of_damages is M) and (insurance_agents_loss_ratio is LOW) and (number_of_previous_claims_of_the_insured is VL) and (input17_ Match_details,_ health _photos_and_pictures_of_the_incident is VH) **then** (FRAUD is NORMAL) (1)

استنتاج فازی

روش‌های متفاوتی برای استنتاج در سیستم‌های فازی وجود دارد که از تفاوت در سه عملگر فازی[1] در قسمت فرض، دلالت فرض بر نتیجه[2] و تجمیع[3] نتایج ناشی می‌شود. در نهایت با توجه به انتخاب نوع عملگرها، روش استنتاج سیستم فازی این پژوهش سیستم فازی ممدانی، یکی از پرکاربردترین روش‌های استنتاج فازی در هوش مصنوعی، انتخاب شد. مشخصات عملگرهای مذکور روش ممدانی در جدول ۵ مشاهده می‌شود.

---

1. Fuzzy operator
2. Implication
3. Aggregation

جدول ٤. مشخصات کلی سیستم خبرهٔ فازی پیشنهادی

Name= FRAUD_DETECTION	AndMethod='min'
Type='mamdani'	OrMethod='max'
NumInputs=17	ImpMethod='min'
NumOutputs=1	AggMethod='max'
NumRules=200	DefuzzMethod='centroid

فازی‌زدایی

ارزش خروجی‌ها به شکل فازی است، برای تجزیه‌وتحلیل ساده‌تر آن، باید اعداد فازی بـه اعـداد قطعی تبدیل شوند. در این پژوهش برای فازی‌زدایی از روش مرکز ثقل به شرح رابطهٔ ۳ استفاده شده است.

$$\mathrm{ZCOG} = \frac{\int_Z \mu_A(z) z dz}{\int_z \mu_A(Z) dz}$$ رابطهٔ ۳)

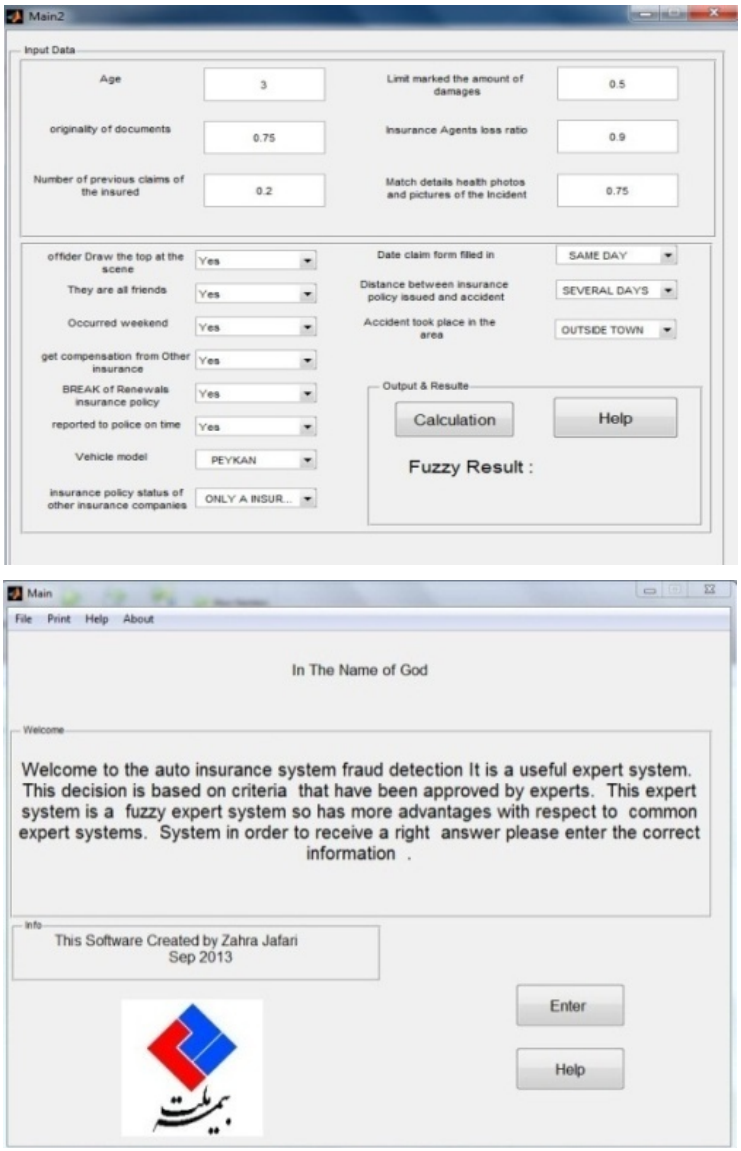
به بیانی، عدد به‌دست‌آمده از غیرفازی‌ساز، درجهٔ تقلب هر پرونده را تعیین می‌کند. در تفسـیر تابع عضویت متغیر خروجی (شکل۴)، بدیهی است هرچه خروجی سیستم به ۱ نزدیـک‌تـر باشـد، شک به پرونده بیشتر است؛ به بیانی دیگر، چنانچه عدد خروجی غیرفازی‌ساز در مجموعـهٔ فـازی بسیار زیاد قرار گیرد، درجهٔ مشکوک‌بودن پرونده زیاد است و به احتمال زیاد در دسته پرونده‌های متقلب جای می‌گیرد و اگر در مجموعهٔ فازی بسیار کم قرار گیرد، شک به تقلب در پرونده کمتـر است و احتمالاً در دسته پرونده‌های قانونی طبقه‌بندی می‌شود. دربارهٔ مجموعهٔ فازی متوسط نیـز باید با احتیاط بیشتری تصمیم‌گیری کرد.

خروجی سیستم مد نظر متغیر «شناسایی تقلب» است. سیستم خبرهٔ طراحـی‌شـده مـی‌توانـد تمام رفتارهای کاربران را پس از شناسایی، در قالب پنج گروه عادی، کمی مشـکوک، مشـکوک، بسیار مشکوک و خطرناک دسته‌بندی کند. ادعای خسارتی که در گـروه عـادی قـرار مـی‌گیـرد، پروندهٔ قانونی شناخته‌شده و برای پرداخت به واحد مربوط تحویل می‌شود. دربارهٔ پرونده‌هایی کـه در گروه کمی مشکوک و مشکوک قرار می‌گیرند، باید با احتیاط بیشتری تصمیم‌گیری شود و آن دسته از ادعای خسارت‌هایی که در گزینه‌های بسیار مشکوک و خطرناک جای می‌گیرند، برچسب متقلب می‌خورند و برای بررسی‌های بیشتر به واحد تحقیق و بررسی فرستاده می‌شوند.

پیاده‌سازی سیستم

این سیستم به‌کمک نرم‌افزار MATLAB-R2013a با امکانات واسط گرافیکی جعبهٔ ابزار منطق فازی طراحی شده است. محققان تلاش کردند با برقراری ارتباط میان این دو بخـش، سیسـتمی

طراحی کنند که کاربرپسند باشد و با استفاده از جعبهٔ ابزار منطق فازی، انعطاف‌پذیری و عملکـرد سیستم رو به بهبود رود. دو پنجره‌ای که با اجرای سیستم ظاهر می‌شود، در شـکل ۵ نشـان داده شده است.



شکل ۵. صفحهٔ ورود داده و صفحه ورود به نرم افزار

با اجرای سیستم خبره دو پنجره برای کاربر ظاهر می‌شود. پنجرهٔ اول، خلاصه‌ای از سیستم را برای کاربر معرفی می‌کند و در پنجرهٔ دوم اطلاعات به سیستم وارد می‌شود. در نهایت نتایج تجزیه‌وتحلیل سیستم در اختیار کاربر قرار می‌گیرد.

اعتبارسنجی سیستم

از آنجا که تفسیر نتایج به اعتبار ابزار به‌کار گرفته‌شده بستگی دارد، باید از اعتبار ابزارها اطمینان یافت (یغمایی، ۱۳۷۹). اعتبار سیستم طراحی‌شده به‌کمک بررسی پیمایشی پرسشنامه سنجیده شده است. بدین منظور، پرسشنامه‌ای مبتنی بر پرسشنامهٔ دیویس (۱۹۸۹) طراحی شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت. اظهار نظر خبرگان برای تمام سؤال‌ها به‌شکل متغیرهای زبانی مطابق با جدول ۱ بوده است. در بررسی اعتبار سیستم طراحی‌شده، پنج نفر از کارشناسان ارزیاب خسارت در شرکت مورد مطالعه مشارکت کردند. از این افراد درخواست شد پس از استفاده از سیستم، نظرشان را دربارهٔ گزینه‌های شناسایی‌شده اعلام کنند. سپس میانگین فازی مثلثی برای هر گزینه به‌دست آمد، اعداد فازی به اعداد قطعی تبدیل شدند و امتیاز هر معیار اندازه‌گیری شد. پس از محاسبهٔ میانگین امتیازها به ارزیابی اعتبار سیستم پرداخته شد. با توجه به پاسخ‌های کارشناسان (جدول ۵)، اعتبار سیستم (۶۴/۵ درصد) درصد نسبتاً بالایی را نشان داد؛ به این معنا که سیستم طراحی‌شده از اعتبار قابل قبولی برخوردار است.

جدول ۵. نتایج اعتبار سنجی سیستم پیشنهادی

	آیتم	امتیاز سیستم از آیتم
برداشت ذهنی از مفیدبودن سیستم	تسریع در انجام وظایف	۰/۷۳۸
	بهبود کیفیت کار	۰/۶۸۰
	افزایش بهره‌وری کار	۰/۶۲۶
	آسانی و سهولت در استفاده	۰/۷۳۶
	میزان نزدیکی پاسخ‌های سیستم به واقعیت	۰/۶۲۹
برداشت ذهنی از استفادهٔ آسان سیستم	مفیدبودن استفاده	۰/۶۱۸
	یادگیری آسان	۰/۶۳۹
	چگونگی کارکردن با سیستم	۰/۶۴۹
	واضح و قابل فهم بودن	۰/۶۴۳
تصمیم به استفاده از سیستم	عاقلانه‌بودن استفاده	۰/۷۱۴
	استفادهٔ دائم در آینده	۰/۴۷۴

با توجه به نتایج اعتبارسنجی سیستم (جدول ۵)، مشاهده می‌شود گزینه‌های «تسریع در انجام وظایف» و «آسانی و سهولت در استفاده» بیشترین امتیاز را از خبرگان کسب کرده‌اند و گزینهٔ «تصمیم به استفادهٔ دائم در آینده» کمترین امتیاز را به‌دست آورده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش به طراحی و ارائهٔ سیستم خبرهٔ فازی با روش استنتاج ممدانی برای کشف تقلب بیمه‌ای پرداخت. پایگاه دانش این سیستم، براساس دانش ضمنی خبرگان صنعت بیمه، بخش بیمهٔ بدنهٔ خودرو و اطلاعات ادبیات موضوع شکل گرفت. داده‌ها و دانش به‌کاررفته در این پژوهش در قالب متغیرهای کلامی جمع‌آوری شد، از این رو از تئوری منطق فازی در طراحی سیستم استفاده شد. پژوهش حاضر به بررسی و مقایسهٔ معیارهای شناسایی و روش‌های کشف تقلب پرداخت و دلایل استفاده از سیستم خبرهٔ فازی را به خوبی توجیه کرد. نتایج به‌دست‌آمده از روایی و پایایی سیستم پیشنهادی هم از بعد نظری و هم از لحاظ کاربردی، حکایت دارد.

۱. با توجه به تعدد شاخه‌های بیمه و تفاوت در معیارهای شناسایی تقلب در هر رشته، پیشنهاد می‌شود سیستم طراحی‌شده در سایر شاخه‌های بیمه نیز به‌کار بسته شود؛

۲. محیط نرم‌افزار متلب با اتصال به پایگاه دادهٔ محلی، می‌تواند به‌صورت خودکار پس از دریافت اطلاعات ورودی، نتایج خروجی را در پایگاه دادهٔ محلی ثبت کند. پیشنهاد می‌شود از این قابلیت نرم‌افزار به نحو مطلوب استفاده شود. همچنین می‌توان سیستم طراحی‌شده را به‌صورت نرم‌افزار تحت وب پیاده‌سازی کرد؛ بدین ترتیب تمام مراکز می‌توانند اطلاعات هر پرونده را در آن ثبت کنند؛

۳. بهتر است شرکت‌های بیمه به پایگاه دادهٔ مشترک متصل شوند؛ بدین ترتیب با جمع‌آوری یکپارچهٔ اطلاعات پرونده‌ها و سوابق بیمه‌گزاران، بانک اطلاعاتی یکپارچه‌ای از مشتریان در سراسر کشور ایجاد می‌شود. از ویژگی‌های بارز این بانک اطلاعاتی، دستیابی به اطلاعات در زمان کوتاه، آگاهی از سوابق بیمه‌گزاران و ایجاد فهرست سیاه از بیمه‌گزاران است و منافع بسیار مشترکی برای تمام شرکت‌های بیمه فراهم می‌آورد؛

۴. از آنجا که متقلبان همیشه یک گام جلوتر از کارشناسان شرکت بیمه در شناسایی ترفندهای تقلب‌اند و هنگامی که کارشناسان روش تقلبی را کشف می‌کنند، روش جدید دیگری در حال شکل‌گیری است؛ پیشنهاد می‌شود شرکت‌های بیمه از چندین روش کشف تقلب به‌صورت همزمان و موازی استفاده کنند؛ به‌طور مسلم، استفاده از روش‌های گوناگون و مقایسهٔ خروجی‌ها، نتایج بهتری در شناسایی تقلب به‌دست می‌دهد؛

۵. به‌کارگیری روش‌های انتخاب ویژگی، مثل الگوریتم ژنتیک، برای تعیین معیارهای مهم و خروجی الگوریتم ژنتیک به‌مثابهٔ ورودی‌های سیستم خبرهٔ فازی، به ارتقای دقت سیستم کمک می‌کند. این پژوهش برای استنتاج قوانین از مدل استنتاج ممدانی بهره برده است. در طراحی سیستم می‌توان از مدل استنتاج سوگنو یا ANFIS بهره برد و به بررسی و مقایسهٔ نتایج پرداخت.

References

Belhadji E.B. & Dionne, G. (1997). *Development of an Expert System for the Automatic Fraud Detection of Automobile Insurance Fraud*. Canada, Montreal: Ecole des Hutes Etudes Commerciales.

Bhargava, B., Zhong, Y. & Lu, Y. (2003). Fraud Formalization and Detection. *Lecture Notes in Computer Science*, 2737: 330-339.

Derrig, R.A., Johnston, D.J. & Sprinkel, A.E. (2006). Auto Insurance Fraud: Measurements and Efforts to Combat It. *Risk Management and Insurance Review*, 9 (2): 109-130.

Firouzi, M., Shokri, M., Kazemi, L., Zahedi, S. (2011). Fraud Detection in Car Insurance using Data Mining Techniques. *Insurance Journal*, 26(3): 103-128. (*in Persian*)

Jafari, Z. (2013). *Fraud Detection in Car Insurance using a Fuzzy Expert System*. MA Thesis, Allameh Tabatabai University. (*in Persian*)

Mamdani, E.H. & Assilian, S. (1975). An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. *International Journal of Man-Machine Studies,* 7(1): 1–13.

Ngai, E.W.T., Hu, Y., Wong, Y.H., Chen, Y. & Sun, X. (2010). The Application of Data Mining Techniques in Financial Fraud Detection: A Classification Framework and an Academic Review of literature. *Decision Support Systems*, 50(3): 559-569.

Taghavifard, M.T., Hosseini F. & Khanbabaei, M. (2014). A Hybrid Credit Scoring Model using Genetic Algorithm and Fuzzy Expert Systems. *Journal of IT Management,* 6(1): 31-46. (*in Persian*)

Tennyson, S. & Salsas-Forn, P. (2002). Claims Auditing In Automobile Insurance: Fraud Detection and Deterrence Objectives. *The Journal of Risk and Insurance*, 69(3): 289–308.

Viaene, S., Ayuso, M., Guillen, M. & Van Gheel, D. (2007). Strategies for Detecting Fraudulent Claims in the Automobile Insurance Industry. *European Journal of Operational Research*, 176 (1): 565-583.

Yaghmaei, F. (2000). Content validity and its measurement . *Journal of Nursing and Midwifery*, 10 (33): -35-39.

Zhang, N. & Xu, W. (2000). A comparative study on sufficient conditions for Takagi-Sugeno fuzzy systems as universal approximators. *IEEE Transactions*, 8 (6): 773 – 780.