علوم رایانش و فناوری اطلاعات
نشریه علمی انجمن کامپیوتر ایران
مجلد ۱۸، شماره ۲، ۱۳۹۹
صفحات ۱۴- ۲۰
مقاله عادی

نشریه علوم رایانش و فناوری اطلاعات

استفاده از روش یادگیری جمعی در مسأله شناسایی تردید مشتری در فروشگاه آنلاین

فریبا عزیزیان [۱]، مرجان کائدی [۲*]

*نویسنده مسئول، دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۳۰، بازنگری: ۱۴۰۰/۰۲/۱۷، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۱

[۱] کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
[۲] دانشیار، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

یکی از مسائلی که این روزها توجه پژوهشگران را به خود اختصاص داده است، بررسی تعاملات کاربران در ارتباط با فروشگاه‌های آنلاین است. با فهمیدن احساسات مختلف کاربران حین تعامل با فروشگاه آنلاین، می‌توان خدمات ارائه شده به آنها را بهبود بخشید. تردید نیز یکی از مواردی است که ممکن است کاربر در تعامل با یک فروشگاه آنلاین به آن دچار شود و در نتیجه سبد خرید خود را رها کند. با شناسایی زودهنگام تردید مشتری می‌توان اقداماتی برای رفع تردید انجام داد و از رها کردن خرید پیش‌گیری کرد. در این پژوهش، مساله تشخیص تردید مشتریان فروشگاه آنلاین به صورت ضمنی و بدون مداخله مستقیم آنها درنظر گرفته شده است و برای شناسایی تردید، تنها از تعاملات لمسی با وب‌سایت استفاده می‌شود. برای این منظور، تعاملات لمسی مشتریان در وب‌سایت یک فروشگاه آنلاین به مدت شش ماه جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از یادگیری ماشین، مدل‌هایی برای پیش‌بینی تردید استخراج شد. در ادامه از الگوریتم پشته‌سازی که از روش‌های یادگیری جمعی است، استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از پشته‌سازی با صحت ۸۷/۷۵ که در واقع مدل‌های مختلف را با هم ترکیب می‌کند، در مقایسه با هر کدام از مدل‌های مختلف استخراج شده به‌تنهایی، باعث بهبود نتایج می‌شود.

کلمات کلیدی: تردید مشتری، فروشگاه آنلاین، مدل‌سازی کاربر، تعاملات لمسی کاربر، یادگیری جمعی، پشته‌سازی.

۱- مقدمه

امروزه با گسترش اینترنت و فضای مجازی در سراسر جهان و نفوذ تجارت الکترونیکی در کسب‌وکار، فروشگاه‌های آنلاین برای بسیاری از انواع محصولات و خدمات، بدون آن‌که به ساعات کاری خاص و منطقه جغرافیایی محدود شوند، مناسب هستند [۱]؛ بنابراین خرید آنلاین به طور فزاینده‌ای شایع شده و بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. در فروشگاه‌های سنتی، مشتریان با ارتباط مستقیم با فروشنده خرید می‌کنند، ولی مشتریان فروشگاه آنلاین باید بدون انجام ملاقات با فروشنده خرید خود را انجام دهند. خرید آنلاین، یک معامله از راه دور است، بنابراین ممکن است مشتریان در مقایسه با فروشگاه‌های سنتی، در هنگام تصمیم‌گیری برای خرید دچار تردید شوند [۲, ۳]. تردید در واقع به‌معنای عدم داشتن شهامت برای انجام کار یا گرفتن تصمیم است و درواقع یک نوع احساس است که بر روی رفتار و تصمیم‌گیری انسان‌ها در همه امور و حتی خرید کردن نیز تاثیر می‌گذارد. تردید داشتن ممکن است باعث رها کردن سبد خرید و در نتیجه انجام نشدن خرید توسط مشتری شود. بنابراین تردید مشتریان در فروشگاه آنلاین، مساله مهمی است که باید بررسی گردد.

تاکنون در پژوهش‌های متعددی، تردید مورد بررسی قرار گرفته است که در ادامه، آنها را در سه دسته بررسی می‌کنیم. دسته‌ی اولِ پژوهش‌ها، به تردید در فروشگاه آنلاین پرداخته‌اند ولی این کار را صورت ضمنی انجام نداده‌اند بلکه به مداخله مستقیم کاربر نیاز دارند. در پژوهش چو و همکاران [۴]، تردید مشتری در فروشگاه آنلاین مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه یک پرسشنامه برای کاربران به‌صورت آنلاین در اختیار آن‌ها قرار گرفت، سپس عوامل مؤثر بر تردید با توجه به پاسخ کاربران به پرسشنامه، استخراج شد و به‌عنوان ورودی الگوریتم

رگرسیون خطی، مدلی برای پیش‌بینی تردید مشتری استخراج شد. مدل استخراج شده به میزان ۵۳ تا ۶۰ درصد در پیش‌بینی تردید مشتری در فروشگاه آنلاین عمل کرد. در پژوهش اردیل [۵] نیز، رابطه بین ابزار تحقیق (استفاده از سبد خرید به‌عنوان ابزاری برای تحقیق و مقایسه قیمت بدون داشتن قصد خرید)، سرگرمی، هزینه، احساس خطر و راحت نبودن معامله در وب‌سایت و همچنین تعارض قبل از تصمیم‌گیری به‌عنوان عواملی که باعث تردید در خرید آنلاین می‌شوند با رها کردن سبد خرید بررسی شد. برای انجام این پژوهش، پرسشنامه‌ای آنلاین در اختیار تعدادی از افرادی که تجربه رها کردن سبد خرید را داشتند، قرار گرفت و پاسخ کاربران برای بررسی هر کدام از عوامل مؤثر بر تردید، به‌عنوان ورودی به الگوریتم رگرسیون خطی برای بررسی تردید داده شد. نتایج نشان داد که مدل رگرسیون خطی استخراج شده در این پژوهش، ۸۶/۱ درصد برای پیش‌بینی تردید، عملکرد صحیحی داشته است. ویژگی مشترک این دو پژوهش، بررسی تردید به کمک پاسخ کاربران به پرسشنامه است که نیازمند همکاری و مداخله مستقیم کاربر است.

در دسته دوم پژوهش‌های مرتبط با تردید کاربران، عوامل مؤثر بر تردید کاربر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این پژوهش‌ها مدلی برای شناسایی تردید کاربر ارائه نداده‌اند. بلکه صرفا از طریق توزیع پرسشنامه، دلایل تردید کاربران را بررسی کرده‌اند. در این پژوهش‌ها عواملی نظیر عدم بازرسی فیزیکی کالا، نگرانی بابت پرداخت پول و بالا بودن قیمت محصول نسبت‌به فروشگاه‌های سنتی، نگرانی بابت نقض حریم شخصی، نگرانی بابت کیفیت محصول، خطر مالی، خطر اجتماعی، خطر روانی، نیاز به مشاوره و عدم اعتماد از جمله دلایل تردید مشتریان در فروشگاه آنلاین محسوب می‌شوند [۳, ۶-۱۱]. این پژوهش‌ها نیز، به کمک پرسشنامه و مداخله مستقیم کاربر انجام شده است.

در دسته سوم پژوهش‌ها، پژوهشگران تردید را به صورت ضمنی و بدون نیاز به مداخله مستقیم کاربر مورد بررسی قرار داده‌اند؛ اگر چه این دسته پژوهش‌ها، تردید را با استفاده از تعاملات ضمنی کاربر بررسی کرده‌اند، اما هیچ‌کدام از این پژوهش‌ها به‌طور خاص تردید را در فروشگاه آنلاین بررسی نکرده است. همچنین بنا بر دانش ما، تا کنون پژوهشی در رابطه با تشخیص ضمنی تردید بر اساس تعامل با دستگاه‌های لمسی انجام نشده است. در پژوهش مولر و لوکرد [۱۲]، با هدف تشخیص علاقمندی کاربر، تمامی حرکات ماوس در صفحه و به‌عبارتی روند رفتاری ماوس ضبط و بررسی شد. در انتها نیز با بررسی رفتار ماوس، الگوهایی نظیر تردید شناسایی شدند. چروکا [۱۳] نیز در پژوهش خود برای کشف الگوی تردید کاربر در دستگاه دارای ماوس و دستگاه لپ‌تاپ که دارای پد لمسی است، از یک روش ردیابی مکان‌نما که به‌صورت ضمنی تعاملات کاربر را ثبت می‌کرد، استفاده کرد. کاترینا و نیکلاس [۱۴] نیز در پژوهش خود، با استفاده از الگوهای رفتاری ماوس شامل الگوی تردید و غیره، ویژگی‌های رفتاری کاربران را مورد بررسی قرار دادند. برای این کار نیز از کدهای جاوااسکریپت استفاده شد.

همانطور که ذکر شد، در پژوهش‌های انجام شده در رابطه با تشخیص تردید در فروشگاه آنلاین، این نکته حائز اهمیت است که هیچ‌کدام از این پژوهش‌ها به‌صورت ضمنی انجام نشده است. بلکه برای این منظور از پرسشنامه استفاده شده است که نیازمند همکاری مستقیم کاربر است و این یک ضعف برای این پژوهش‌ها به شمار می‌رود. همچنین در پژوهش‌های مرتبط با تشخیص تردید با استفاده از دستگاه‌های دارای ماوس، تردید به‌طور خاص در فروشگاه آنلاین بررسی نشده است.

با توجه به گسترش استفاده از دستگاه‌های لمسی در سال‌های اخیر، تشخیص تردید مشتریان فروشگاه‌های آنلاین که از طریق دستگاه‌های لمسی به فروشگاه مراجعه کرده‌اند، مساله‌ای قابل توجه است که تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. در صورتی که تردید مشتری در هر مرحله از خرید به صورت خودکار شناسایی شود، می‌توان اقداماتی جهت کاهش آن طراحی و پیاده‌سازی کرد و به‌نوعی برای هر کاربر شخصی‌سازی انجام خواهد شد که افزایش فروش و سودآوری برای فروشنده و همچنین افزایش رضایت‌مندی مشتری را به‌دنبال خواهد داشت. بنابراین، در پژوهش کنونی، تردید مشتری در فروشگاه آنلاین به‌صورت ضمنی و بر اساس تعاملات او از طریق دستگاه‌های لمسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این پژوهش برای تشخیص تردید از الگوریتم‌های یادگیری ماشین استفاده می‌شود. همچنین برای بررسی بهتر نتایج به‌دست آمده، از روش یادگیری جمعی نیز استفاده می‌گردد.

در ادامه مقاله، ابتدا در بخش ۲ مفاهیم اولیه مرتبط با این پژوهش معرفی می‌گردند. سپس در بخش ۳، به طرح مساله پژوهشی پرداخته می‌شود. در بخش ۴ روش پیشنهادی ارائه می‌گردد و در بخش ۵ به ارزیابی این روش پرداخته می‌شود. نهایتا در بخش ۶ نتیجه‌گیری مقاله ارائه می‌گردد.

۲- مفاهیم اولیه

داده‌کاوی فرآیندی است که در آن از روش‌های هوشمند برای استخراج الگوهای داده استفاده می‌شود [۱۵]. مراحل داده‌کاوی که در این پژوهش نیز به کار رفته است به صورت زیر است:

۱. پاکسازی داده. شامل شناسایی داده‌های پرت و مدیریت آن‌ها است. در این پژوهش از روش Z-score برای شناسایی و مدیریت داده‌های پرت استفاده می‌شود.
۲. کاهش داده. این مرحله حجم کمتری از داده‌ها را ارائه می‌دهد که در این پژوهش از روش انتخاب ویژگی‌های موثر برای کاهش داده استفاده شده است.
۳. تبدیل داده. در این مرحله، داده‌ها تغییر داده می‌شوند تا فرآیند استخراج الگو کارآمدتر باشد. در این پژوهش از نرمال‌سازی داده‌ها برای تبدیل داده استفاده شده است.
۴. مدلسازی. مدل‌سازی برای کشف الگو از مجموعه داده انجام می‌شود که در این پژوهش از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای کشف الگوی تردید استفاده می‌شود.

برای پیش‌بینی تردید مشتری چهار الگوریتم یادگیری ماشین به کار می‌رود که به اختصار معرفی می‌شوند:

۱. درخت تصمیم. تشکیل شده از تعدادی گره و یال که از ریشه به سمت پایین رشد کرده و در انتها به گره‌های برگ می‌رسد و در این راه، داده‌ها را دسته‌بندی می‌کند [۱۶, ۱۷].
۲. K نزدیک‌ترین همسایه. این روش یادگیری، فقط داده‌ها را ذخیره می‌کند و هرگاه داده جدیدی ارائه شد، رابطه آن با دیگر داده‌های ذخیره شده بررسی می‌شود تا مقدار تابع هدف برای این داده جدید مشخص شود [۱۶, ۱۸].
۳. شبکه عصبی مصنوعی. الهام گرفته از سیستم عصبی مغز انسان است و شامل سه لایه ورودی، خروجی و میانی است. یک شبکه عصبی مصنوعی، مجموعه‌ای از نورون‌ها (کوچک‌ترین واحد پردازشگر اطلاعات) است که با قرار گرفتن در لایه‌های مختلف، معماری شبکه را تشکیل می‌دهند [۱۶, ۱۹]. در این پژوهش از تابع فعال‌ساز زیگموید[1] استفاده شده است.
۴. ماشین بردار پشتیبان. در این الگوریتم سعی می‌شود با به دست آوردن از یک خط تفکیک‌کننده، داده‌های مختلف و متمایز دسته‌بندی شوند [۲۰].

در بخش ارزیابی از یادگیری جمعی برای بررسی نتایج به‌دست آمده استفاده می‌شود. الگوریتم‌های یادگیری جمعی[2] زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشین هستند

که بر روی چند مدل پیش‌بینی کننده کار می‌کنند. در واقع این الگوریتم‌ها به جای استفاده از یک الگوریتم کلاسبندی، از ترکیب چند الگوریتم کلاسبندی استفاده می‌کنند؛ به این صورت که هر کدام از الگوریتم‌های کلاسبندی، مدل خود را روی داده‌ها می‌سازند و ذخیره می‌کنند. در انتها برای ترکیب مدل‌ها و کلاسبندی نهایی، یک رأی‌گیری در بین الگوریتم‌های کلاسبندی انجام می‌شود. این کار یعنی ترکیب مدل‌ها به‌جای استفاده از یک مدل به‌تنهایی، موجب تقویت نتایج یادگیری ماشین می‌شود. در این پژوهش برای ترکیب الگوریتم‌های کلاسبندی از الگوریتم پشته‌سازی[۳] استفاده شده است. پشته‌سازی در ابتدا با استفاده از اگوریتم‌های مختلف، داده‌ها را آموزش داده و مدلسازی می‌کند. در نهایت برای ترکیب مدل‌های به‌دست آمده، از یک الگوریتم پیش‌بینی کننده دیگر استفاده می‌کند؛ به این ترتیب که از پیش‌بینی دیگر الگوریتم‌ها به‌عنوان ورودی استفاده کرده و پیش‌بینی نهایی را انجام می‌دهد. در پشته‌سازی، عموما از الگوریتم لجستیک رگرسیون به‌عنوان ترکیب‌کننده مدل‌ها استفاده می‌شود [۲۱].

۳- طرح مسأله

همان‌طور که گفته شد، تردید در فروشگاه آنلاین مساله‌ای مهم است که ممکن است منجر به رها کردن سبد خرید و انصراف از خرید توسط مشتری شود. بنابراین با تشخیص تردید مشتری، می‌توان اقداماتی را برای کاهش تردید او طراحی کرد تا به طور خودکار در وب‌سایت انجام شود و از رها کردن سبد خرید و انصراف از خرید جلوگیری کند. این فرآیند می تواند در بلندمدت بر رضایت مشتری و سودآوری فروشگاه آنلاین تأثیرگزار باشد. با بررسی پژوهش‌هایی که تاکنون در این رابطه صورت گرفته است، مشخص شد که تشخیص تردید مشتریان در فروشگاه‌های آنلاین، با استفاده از پرسشنامه و همکاری مستقیم کاربران صورت گرفته است و بنابر دانش ما، هیچ یک از پژوهش‌های پیشین به تشخیص تردید در فروشگاه آنلاین به صورت ضمنی نپرداخته‌اند. همچنین پژوهش هایی موجود هستند که به تشخیص ضمنی تردید در سامانه‌های دیگر (به غیر از فروشگاه آنلاین) تمرکز کرده‌اند. ولی هیچ یک از آنها تعاملات لمسی کاربران را به کار نبرده‌اند. با توجه به اینکه امروزه دستگاه‌های لمسی تقریبا به عضوی جداناپذیر از زندگی روزمره تبدیل شده‌اند، در این پژوهش، تشخیص ضمنی تردید مشتری در فروشگاه آنلاین و به‌طور اختصاصی با استفاده از دستگاه‌های لمسی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

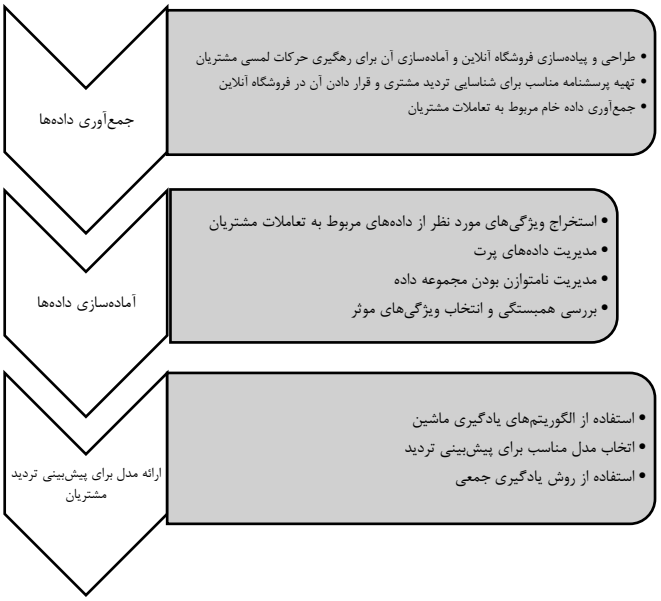
۴- روش پیشنهادی

برای انجام این پژوهش ابتدا باید یک مجموعه داده برچسب‌دار گردآوری شود که شامل داده‌هایی از رفتار و حرکات لمسی کاربران در تعامل با فروشگاه آنلاین و همچنین برچسب تردید داشتن یا تردید نداشتن کاربران باشد. سپس با استفاده از یادگیری ماشین، مدلی برای شناسایی تردید کاربران از این داده‌ها استخرج گردد. شکل ۱ مراحل اجرای این پژوهش را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

۴-۱- جمع‌آوری داده‌ها

با توجه به اینکه تمرکز این پژوهش بر روی استفاده از دستگاه‌های لمسی است، در اولین مرحله از این پژوهش باید سازوکاری تدارک داده می‌شد تا تعاملات لمسی کاربران را ثبت کند. برای این منظور از یک فروشگاه آنلاین واقعی که در ارتباط واقعی با مشتری است و نیز به‌صورت واکنش‌گرا طراحی شده است، برای ثبت تعاملات لمسی کاربران استفاده شد. فروشگاه آنلاین انتشارات افراز که با آدرس www.afrazbook.com در دسترس است، برای انجام این پژوهش انتخاب شد.

برای ثبت تعاملات لمسی کاربر جاری در وب‌سایت از کدهای جاوااسکریپت استفاده شد و به این ترتیب داده‌های مربوط به حرکات لمسی ذخیره شدند: مختصات حرکت انگشت بر روی صفحه لمسی به‌صورت بردار [x,y] است. گوشه سمت چپ در بالای صفحه نمایش به‌عنوان مبدا در نظر گرفته می‌شود. مقدار x نشان‌دهنده فاصله افقی از مبدا و مقدار y نشان‌دهنده فاصله عمودی از مبدا است. فاصله نیز برحسب پیکسل محاسبه می‌گردد. وقتی کاربر انگشت خود را بر روی صفحه لمسی قرار می‌دهد، مختصات نقطه شروع به صورت [x,y] و هنگامی که انگشت خود را از روی صفحه برمی‌دارد مختصات نقطه پایانی نیز به صورت [x,y] ذخیره می‌شود.



شکل ۱- مراحل اجرای روش پیشنهادی

عمل ضربه زدن به صفحه لمسی و اسکرول نیز با استفاده از مختصات ذخیره شده، محاسبه و ذخیره می‌شود. در واقع هر تعاملی که کاربر با وب‌سایت از طریق دستگاه لمسی انجام می‌دهد ابتدا به سمت سرور ارسال شده و پردازش می‌شود و سپس در پایگاه داده ذخیره می‌گردد. بنابراین برای ثبت و ذخیره برخی تعاملات کاربر مانند ضربه زدن بر روی محصول و ضربه زدن بر روی اجزاء دیگر صفحه، در پایگاه داده، باید محصولی که کاربر بر آن ضربه زده و یا قسمت‌های دیگری از وب‌سایت که کاربر بر روی آن‌ها ضربه زده مانند سبد خرید، به صورت مجزا ذخیره می‌شدند. بنابراین در کدهای HTML وب‌سایت، برای هر بخش شامل سبد خرید، منو، صفحه درباره ما، صفحه تماس با ما، بخش اخبار در صفحه اصلی و بخش نظرات در صفحه جزئیات محصول، نام منحصر به‌فردی قرار داده شد که به محض ضربه زدن کاربر بر روی بخش موردنظر، نام آن در پایگاه داده ثبت شود. در صورتی که کاربر بر روی محصولی ضربه بزند تا به صفحه جزئیات محصول برود و آن را مشاهده کند، نام محصول در پایگاه داده ثبت می‌شود. همزمان با ثبت تعاملات لمسی کاربر به صورت ضمنی، باید بررسی شود کاربری که در حال تعامل با سایت است، برای چه هدفی به سایت آمده و آیا تردید دارد یا خیر. به این منظور، پرسشنامه‌ای طراحی شد و در سایت قرار گرفت. پرسشنامه به‌صورت یک پنجره بازشونده، پس گذشت ۲ دقیقه از زمان ورود کاربر به وب‌سایت، به او نشان داده می‌شد. کاربر باید بین ۴ گزینه، یک مورد را انتخاب نماید:

۱. تصمیم گرفتم کتاب را بخرم.
۲. تصمیم گرفته‌ام کتاب را نخرم.
۳. قصد خرید دارم اما مردد هستم.
۴. فقط برای بازدید از سایت آمده‌ام.

در صورتی‌که کاربر گزینه «قصد خرید دارم اما مردد هستم.» را انتخاب کند، این گزینه به‌عنوان تردید داشتن کاربر در نظر گرفته می‌شود. گزینه‌های «تصمیم

گرفتم کتاب را بخرم.» و «تصمیم گرفته‌ام کتاب را نخرم.» به‌عنوان عدم تردید کاربر و گزینه «فقط برای بازدید از سایت آمده‌ام.» نیز به‌عنوان کاربری که صرفا بازدیدکننده است و هدفی برای خرید ندارد، در نظر گرفته می‌شود. پس از اینکه کاربر به پرسشنامه پاسخ داد و دکمه ثبت را فشار داد، پاسخ او به سرور ارسال شده و در پایگاه داده SQL Server ثبت می‌شود. داده‌های تعاملات لمسی کاربران به همراه پاسخ کاربران به پرسشنامه به مدت ۶ ماه جمع‌آوری شدند و بعد از آن، برای استفاده در الگوریتم‌های یادگیری ماشین آماده شدند. در طول مدت ۶ ماه جمع‌آوری داده، جمعا ۱۴۱۶۶ رکورد از ۱۰۶۶ کاربر جمع‌آوری شد. هر رکود نشان‌دهنده مختصات یک حرکت کاربر مانند اسکرول یا ضربه زدن به صفحه در یک بازدید کاربر از سایت (از زمان ورود کاربر به سایت تا زمان خروج او)، صفحه بازدید شده توسط او، و زمان ورود و خروج به صفحه در یک بازدید کاربر از سایت است. تعداد زیادی از رکوردها مربوط به کاربرانی بود که به پرسشنامه پاسخ نداده بودند و با مشاهده پرسشنامه، آن را بسته بودند؛ و یا تنها برای بازدید از سایت آمده بودند. بنابراین از تعداد ۱۰۶۶ کاربر، داده‌های مربوط به تنها ۹۶ کاربر دارای پیش‌شرط‌های لازم جهت استفاده در مرحله تحلیل و مدلسازی بود. جدول ۱ فراوانی پاسخ‌های کاربران را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که پرسشنامه تردید تنها در مرحله جمع‌آوری داده‌ها و با هدف جمع‌آوری داده‌های آموزشی برچسب‌دار به کاربر نشان داده می‌شد.

جدول ۱- پاسخ کاربران به پرسشنامه تردید

پرسش‌ها	تعداد پاسخ کاربران	تعبیر
«تصمیم گرفتم کتاب را بخرم.» و «تصمیم گرفته‌ام کتاب را نخرم.»	۷۹	تردید نداشتن کاربر
«قصد خرید دارم اما مردد هستم.»	۱۷	تردید داشتن کاربر

۴-۲- آماده‌سازی داده‌ها

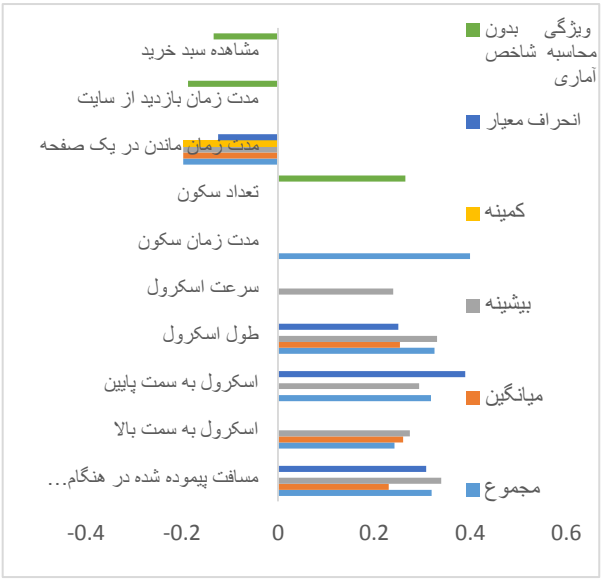
داده‌های جمع‌آوری شده از تعاملات لمسی کاربران به‌صورت خام هستند و برای استفاده در الگوریتم‌های یادگیری ماشین مناسب نیستند. بنابراین این داده‌های خام باید به مجموعه‌ای از ویژگی‌های رفتاری از کاربران تبدیل شوند. جدول ۲، لیستی از ویژگی‌های تعاملات لمسی استخراج شده از داده‌های خام در این پژوهش را نشان می‌دهد. برای ویژگی‌های استخراج شده در جدول ۲، پنج شاخص آماری شامل مجموع، میانگین، بیشینه، کمینه و انحراف معیار برای ویژگی‌ها محاسبه شد. محاسبه به این صورت است که در هر مدت زمان بازدید از سایت برای هر کاربر، ویژگی‌های ارائه شده در جدول ۲ در هر صفحه‌ای از سایت که کاربر از آن بازدید کرده و فعالیت می‌کند، به‌دست آمده و سپس شاخص‌های آماری گفته شده محاسبه می‌گردد. لازم به ذکر است که برای ویژگی‌هایی مانند اضافه کردن به سبد خرید، مشاهده سبد خرید، اقدام برای خرید محصول و پرداخت وجه، تعداد صفحات بازدید شده، تعداد سکون و مدت زمان بازدید از سایت، شاخص‌های آماری محاسبه نمی‌شوند. زیرا از زمانی که کاربر وارد سایت می‌شود تا زمانی که از سایت خارج شود، این ویژگی‌ها به صورت صفحه به صفحه محاسبه نمی‌شوند و در تمام مدت حضور کاربر در سایت بررسی و محاسبه می‌شوند. بعد از استخراج ویژگی‌ها از داده‌های خام، لازم است داده‌ها پالایش شوند و داده‌های نامناسب شناسایی و مدیریت شوند تا بتوان از داده‌ها در مدل‌های یادگیری ماشین استفاده کرد؛ برای شناسایی داده‌های نامناسب و مقادیر پرت از یک روش آماری به نام Z-score استفاده شد [۲۲]. به این صورت که در ابتدا برای تمام مقادیر هر ویژگی، مقدار Z-score محاسبه شد. سپس مقادیری از ویژگی‌ها که مقدار Z محاسبه شده برای آن‌ها خارج از بازه (۳,۳-) قرار داشت، به‌عنوان داده پرت شناسایی شد.

برای جایگزینی مقادیر پرت نیز، برای هر ویژگی، در ابتدا داده‌ها با کلاس‌های متفاوت تردید و عدم تردید از یکدیگر تفکیک شدند. سپس میانگین هر گروه از داده‌ها به صورت جداگانه محاسبه شد. در نهایت برای مقادیر پرت در کلاس تردید، میانگین داده‌ها در کلاس تردید جایگزین آنها شد. برای مقادیر پرت در کلاس عدم تردید نیز، میانگین داده‌ها در کلاس عدم تردید جایگزین آنها شد. همچنین توزیع دسته‌ها (تردید داشتن و تردید نداشتن) در مجموعه داده جمع‌آوری شده در این پژوهش نامتوازن بود. مجموعه داده‌ها وقتی نامتوازن است که حداقل یکی از کلاس‌ها، از بین مجموعه کلاس‌های موجود، دارای کمترین تعداد مجموعه آموزشی باشد (کلاس اقلیت)، درحالی‌که سایر کلاس‌ها شامل بیشترین تعداد از مجموعه داده آموزشی هستند (کلاس اکثریت). در این پژوهش از روش سطح داده موسوم به بیش‌نمونه‌گیری اقلیت مصنوعی[۴] (SMOTE) [۲۳, ۲۴] برای متوازن کردن داده‌ها استفاده شد. پس از این کار، مجموع داده‌ها برای تشخیص تردید و عدم تردید مشتری برابر با ۱۴۷ نمونه شد.

جدول ۲- ویژگی‌های تعاملات لمسی استخراج شده از داده‌های خام

ویژگی	توضیحات
مسافت پیموده شده در هنگام حرکت انگشت بر صفحه لمسی	فاصله اقلیدسی بین نقاط ذخیره شده از حرکات کاربر
اسکرول به سمت بالا	حرکت در سمت عمودی صفحه که رو به بالا است (عرض از مبدا ثابت و طول متغیر)
اسکرول به سمت پایین	حرکت در سمت عمودی صفحه که رو به پایین است
طول اسکرول	تفاضل مقدار طول‌ها در مختصات دو نقطه ابتدایی و پایانی ذخیره شده برای هر اسکرول
سرعت اسکرول	تقسیم میزان ارتفاع پیموده شده در اسکرول بر مدت زمان اسکرول (بر حسب پیکسل بر میلی‌ثانیه)
مدت زمان سکون	مدت زمانی که کاربر در سایت حضور دارد و حرکتی انجام نمی‌دهد (بر حسب میلی‌ثانیه)
تعداد سکون	شمارش تعداد سکون‌های کاربر برای هر صفحه
ضربه بر روی صفحه	حرکاتی که تنها یک نقطه ذخیره شده و برداری از نقاط ذخیره نشده است.
مدت زمان ماندن در یک صفحه	محاسبه مدت زمان حضور کاربر در هر صفحه سایت، از ابتدای ورود کاربر به صفحه تا خروج از آن صفحه
مدت زمان بازدید از سایت	مدت زمان حضور کاربر در سایت، از ابتدای ورود او به سایت تا خروج از سایت
بزرگنمایی صفحه	ثبت طریق کدهای جاوااسکریپت
تعداد صفحات بازدید شده	شمارش تعداد صفحاتی که کاربر در مدت زمان بازدید از سایت، از آن‌ها بازدید کرده
اضافه کردن محصول به سبد خرید، مشاهده سبد خرید، اقدام برای خرید محصول و پرداخت وجه، ضربه زدن بر روی محصول، ضربه زدن بر روی اجزاء دیگر صفحه	رخداد ضربه زدن بر روی هر یک از موارد ذکر شده به‌عنوان یک ویژگی در نظر گرفته می‌شود.
مدت زمان ماندن در یک صفحه	محاسبه مدت زمان حضور کاربر در هر صفحه سایت، از ابتدای ورود کاربر به صفحه تا خروج از آن صفحه

در ادامه نیز از روش تحلیل همبستگی پیرسون [۲۵] برای انتخاب ویژگی‌های موثر استفاده شد. به این صورت که یک حد آستانه در نظر گرفته شد و تمامی ویژگی‌هایی که در این بازه نبودند، به عنوان ویژگی‌هایی با همبستگی کمتر، حذف شدند. حدهای آستانه برای انتخاب ویژگی‌های موثر، بین ۰/۲۳ و ۰/۱۲- انتخاب شدند. نتایج همبستگی در شکل ۲ قابل مشاهده است.



شکل ۲- ویژگی‌های موثر انتخاب شده با همبستگی بالا

۴-۳- ارائه مدل برای پیش‌بینی تردید

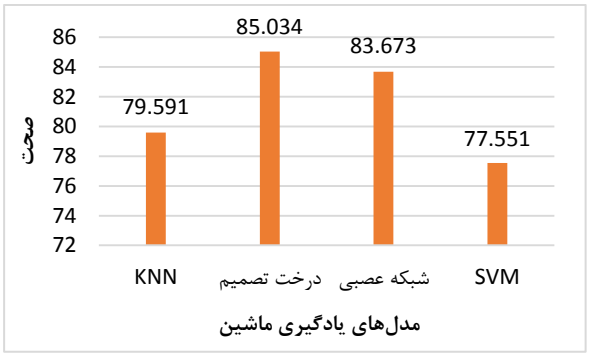
بعد از استخراج و پاکسازی و متوازن کردن مجموعه داده و همچنین انتخاب ویژگی‌های موثر بر تردید، مساله به عنوان یک مساله دسته‌بندی درنظر گرفته شد و از روش‌های یادگیری ماشین شبکه عصبی مصنوعی، درخت تصمیم، K نزدیک‌ترین همسایه و ماشین بردار پشتیبان برای پیش‌بینی تردید مشتریان استفاده شد.

در واقع برای استفاده از هر کدام از این روش‌ها، مجموعه داده به‌عنوان داده‌های ورودی و تردید و عدم تردید که کاربر در پرسشنامه جواب داده بود، به‌عنوان خروجی مورد انتظار به این مدل‌ها داده شد. پس از آموزش مدل‌ها، مدلی که جواب بهتر داد انتخاب شد که در این پژوهش مدل درخت تصمیم نتایج بهتری را نسبت به بقیه مدل‌ها داشت.

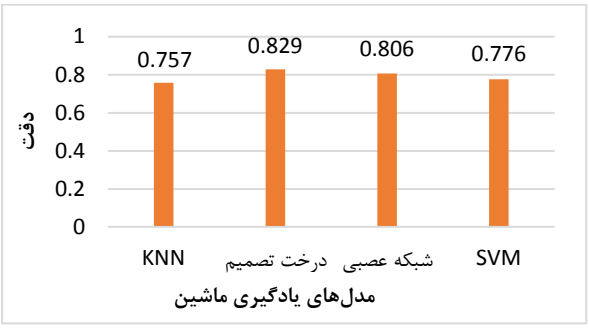
۵- ارزیابی

برای انتخاب مدل مناسب، پارامترهای مختلف برای هر کدام از الگوریتم‌ها آزمایش شدند؛ همچنین برای ساخت هر یک از این مدل‌ها از روش اعتبارسنجی متقابل-k fold با k برابر با ۱۰ استفاده شده است. در این روش برای ساخت هر مدل، مجموعه داده به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده و در فرآیند ساخت هر مدل، یک قسمت از ۱۰ قسمت به‌عنوان مجموعه داده تست در نظر گرفته شده و کنار گذاشته می‌شود، سپس فرآیند یادگیری بر روی ۹ قسمت دیگر اجرا شده و برای هر بار مدلی به‌دست می‌آید. در نهایت، چهار معیار ارزیابی صحت، دقت، بازیابی و f-measure، از میانگین نتایج حاصل از ۱۰ مدل ساخته شده، به‌دست می‌آیند که برای مقایسه مدل‌ها با یکدیگر استفاده می‌شوند. نتایج این مقایسه در شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ قابل مشاهده هستند .

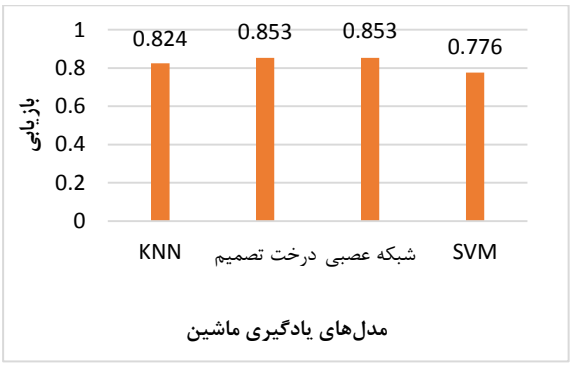
با توجه به شکل‌ها، مدل درخت تصمیم با صحت برابر ۸۵/۰۳۴، دقت برابر با ۰/۸۲۹، بازیابی برابر با ۰/۸۵۳ و f-measure برابر با ۰/۸۴۱ دارای بهترین جواب نسبت به دیگر مدل‌ها است. ماتریس درهم‌ریختگی مربوط به درخت تصمیم انتخابی برای پیش‌بینی تردید داشتن مشتری، در جدول ۳ ارائه شده است. متاسفانه پژوهشی قبلی که به سبک پژوهش کنونی انجام شده باشد و هدفی مشابه با هدف پژوهش کنونی داشته باشد، یافت نشد تا بتوان نتایج را به خوبی مقایسه کرد. با این حال سعی شد شبیه‌ترین پژوهش‌های پیشین برای مقایسه با پژوهش کنونی انتخاب شوند.



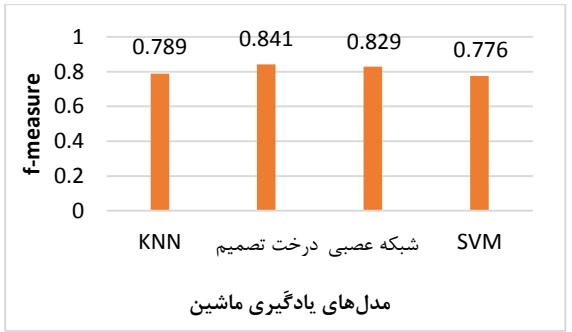
شکل ۳- نمودار صحت



شکل ۴- نمودار دقت



شکل ۵- نمودار بازیابی



شکل ۶- نمودار f-measure

جدول ۳- ماتریس درهم‌ریختگی مدل درخت تصمیم

		کلاس پیش‌بینی		
		تردید	عدم تردید	مجموع
کلاس واقعی	تردید	۵۸	۱۰	۶۸
	عدم تردید	۱۲	۶۷	۷۹
	مجموع	۷۰	۷۷	۱۴۷

بنابراین نتایج حاصل از پیش‌بینی تردید داشتن مشتری، با نتایج ارائه شده در دو پژوهش چو و همکاران [۴] و پژوهش اردیل [۵] در جدول ۴ مقایسه شده است.

جدول ۴- مقایسه پژوهش کنونی با پژوهش‌های پیشین

پژوهش معیار	پژوهش چو و همکاران [۴]	پژوهش اردیل [۵]	پژوهش کنونی
صحت	۵۳-۶۰	۸۶/۱	۸۵/۰۳۴

در پژوهش چو و همکاران [۴]، صحت مدل رگرسیون خطی برای تشخیص تردید، بین ۵۳ تا ۶۰ درصد است. در پژوهش کنونی، تشخیص تردید داشتن با استفاده از درخت تصمیم، ۸۵/۰۳۴ است که مقدار بالاتری را نسبت به پژوهش چو و همکاران [۴] نشان می‌دهد. در پژوهش چو و همکاران [۴] برای جمع‌آوری داده از پرسشنامه استفاده شد که به همکاری کاربر نیازمند است. این مساله، یعنی عدم جمع‌آوری داده به‌صورت ضمنی و نیاز به همکاری و مداخله کاربر، یک ضعف اساسی برای این پژوهش محسوب می‌شود. در پژوهش اردیل [۵] نیز مدل رگرسیون خطی برای تشخیص تردید، دارای صحت ۸۶/۱ درصد است که اندکی بالاتر از پژوهش پیش رو است، اما همانند پژوهش چو و همکاران [۴] این پژوهش نیز برای جمع‌آوری داده، نیازمند به همکاری و پاسخ‌گویی کاربران است که یک ضعف بزرگ برای این پژوهش محسوب می‌شود. همچنین عدم جمع‌آوری داده از یک فروشگاه آنلاین با استفاده از تعاملات کاربر در این پژوهش نیز به‌عنوان یک محدودیت بیان شده است. در صورتی‌که پژوهش کنونی تشخیص تردید را با استفاده از تعاملات کاربر در یک فروشگاه آنلاین به‌صورت ضمنی مورد بررسی قرار داده است. بنابراین صحت ۸۵/۰۳۴ برای تشخیص تردید در پژوهش کنونی، قابل قبول به‌نظر می‌رسد.

در ادامه برای بررسی نتایج به‌دست آمده، از روش پشته‌سازی برای ترکیب مدل‌های استخراج شده توسط الگوریتم‌های K نزدیک‌ترین همسایه، درخت تصمیم، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان استفاده شد. نتایج حاصل از ترکیب مدل‌ها با نتایج حاصل از مدل درخت تصمیم انتخاب شده به عنوان بهترین مدل، در جدول ۵ مقایسه شده است.

جدول ۵- مقایسه نتیجه حاصل از مدل درخت تصمیم با ترکیب مدل‌ها توسط پشته‌سازی

مدل‌ها معیار	صحت	دقت	بازیابی	f-measure
مدل درخت تصمیم	۸۵/۰۳۴	۰/۸۲۹	۰/۸۵۳	۰/۸۴۱
ترکیب مدل‌ها با استفاده از الگوریتم پشته‌سازی	۸۷/۷۵۵	۰/۸۷۸	۰/۸۷۸	۰/۸۷۸

با توجه به جدول ۵، صحت حاصل از ترکیب مدل‌ها مقدار ۸۷/۷۵۵ را نشان می‌دهد که در مقایسه با صحت مدل درخت تصمیم که برابر با ۸۵/۰۳۴ است، مقدار بالاتری را نشان می‌دهد. همچنین معیارهای دقت، بازیابی و f-measure حاصل از ترکیب مدل‌ها نسبت به مدل درخت تصمیم، مقادیر بالاتری را نشان می‌دهند. بنابراین می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که ترکیب مدل‌های مختلف می‌تواند نتایج یادگیری ماشین را در مسأله مورد نظر تقویت کند .

در نهایت، علاوه بر ارزیابی‌هایی که به صورت آفلاین بر روی داده‌های جمع‌آوری شده انجام شد، به ارزیابی آنلاین (در تعامل با کاربران) نیز پرداخته شد. برای این منظور، مدل انتخاب شده برای پیش‌بینی تردید مشتریان یعنی مدل درخت تصمیم، در وب‌سایت پیاده‌سازی شد. هنگامی که کاربران وارد سایت می‌شوند و با سایت تعامل می‌کنند، در حین تعامل، رفتار لمسی آن‌ها ذخیره شده و ویژگی‌های موثر بر تردید داشتن از این داده‌های خام استخراج می‌شود. این ویژگی‌ها به عنوان ورودی به درخت تصمیم پیاده‌سازی شده در سایت داده می‌شوند تا تردید و یا عدم تردید کاربر را پیش‌بینی کند. برای بررسی عملکرد مدل درخت تصمیم پیاده‌سازی شده در سایت، بعد از اینکه مدل، تردید یا عدم تردید کاربر حاضر در وب‌سایت را پیش‌بینی کرد، پرسشنامه تردید به کاربر نشان داده می‌شود تا تردید و یا عدم تردید او مشخص گردد. با بررسی نتایج، مشخص شد که مدل پیاده‌سازی شده در وب‌سایت، از بین ۹۴ کاربری که از طریق دستگاه لمسی با وب‌سایت در تعامل بودند، پیش‌بینی برای ۶۶ کاربر را به درستی انجام داده است؛ به این صورت که تردید ۶ کاربر و عدم تردید ۶۰ کاربر به‌درستی تشخیص داده شد.

۶- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش، پیش‌بینی تردید مشتری در یک فروشگاه آنلاین با استفاده از دستگاه‌های لمسی است که برای اجرای آن از یک فروشگاه آنلاین واقعی همراه با ذخیره تعاملات لمسی کاربر به‌صورت ضمنی استفاده شد. نتایج استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر روی داده‌های جمع‌آوری شده از تعاملات لمسی کاربران نشان داد که مدل درخت تصمیم با صحت ۸۵/۰۳۴ درصد، دارای بهترین نتیجه برای پیش‌بینی تردید مشتری است. برای تشخیص تردید در همان زمانی که کاربر مشغول تعامل با وب‌سایت است، این مدل در وب‌سایت پیاده‌سازی شد و تردید و عدم تردید مشتریان را پیش‌بینی کرد. در ادامه با استفاده از روش پشته‌سازی که یکی از روش‌های یادگیری جمعی است، مدل‌های مختلف استخراج شده در این پژوهش با هم ترکیب شدند. نتایج نشان داد که پشته‌سازی با صحت ۸۷/۷۵۵ در حالی که از ترکیب مدل‌ها استفاده می‌کند، در مقایسه با مدل درخت تصمیم با صحت ۸۵/۰۳۴، باعث بهبود نتایج شده است. در پژوهش‌های آینده می‌توان علاوه بر شناسایی تردید داشتن مشتری، دلیل تردید را نیز برای هر مشتری شناسایی کرد و اقداماتی برای کاهش آن طراحی و اجرا نمود. همچنین در پژوهش‌های آینده با به کارگیری روش ارائه شده در این پژوهش، می‌توان رضایت مشتری و همچنین میزان فروش را بعد از تشخیص تردید مشتریان و ترغیب آن‌ها به خرید، مورد بررسی قرار داد. برای بهبود دقت کار نیز می‌توان روش ارائه شده در این پژوهش لمسی را با روش ردیابی چشم ترکیب کرد.

۷- تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت ستاد راهبردی توسعه علوم و فناوری‌های شناختی انجام گرفته است که با کد ۷۷۷۷ قابل رهگیری است. در اینجا از حمایت ستاد توسعه علوم و فناوری‌های شناختی سپاسگزاری می‌شود.

۸- مراجع

[1] J. O. Haryanto and F. I. Chang, "Analysis of e-commerce providers' role in solving the issues of retail e-commerce logistics in jakarta (study case of pt. Accommerce solusi lestari)," *Jurnal Manajemen,* vol. 22, no. 1, pp. 14-30, 2018.

[2] T.-H. Liao and C.-J. Keng, "Online purchase delay: The roles of online consumer experiences," *Journal of Electronic Commerce Research,* vol. 15, no. 2, p. 133, 2014.

[3] S. Bashir, S. Anwar, Z. Awan, T. W. Qureshi, and A. B. Memon, "A holistic understanding of the prospects of financial loss to enhance shopper's trust to search, recommend, speak positive and frequently visit an online shop," *Journal of Retailing and Consumer Services,* vol. 42, pp. 169-174, 2018.
[4] C.-H. Cho, J. Kang, and H. J. Cheon, "Online shopping hesitation," *CyberPsychology & Behavior,* vol. 9, no. 3, pp. 261-274, 2006.
[5] M. Erdil, "Factors affecting shopping cart abandonment: pre-decisional conflict as a mediator," *Journal of Management Marketing and Logistics,* vol. 5, no. 2, pp. 140-152, 2018.
[6] U. Yousaf, M. Altaf, N. Sarwar, S. Hassan, and S. Ali, "Hesitancy towards Online Shopping, A Study of Pakistani Consumers," *Management & Marketing Journal,* vol. 10, no. 2, pp. 273-284, 2012.
[7] G.-H. Huang, N. Korfiatis, and C.-T. Chang, "Mobile shopping cart abandonment: The roles of conflicts, ambivalence, and hesitation," *Journal of Business Research,* vol. 85, pp. 165-174, 2018.
[8] N. N. Abd Aziz and N. Abd Wahid, "Why Consumers are Hesitant to Shop Online: The Major Concerns towards Online Shopping," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences,* vol. 8, no. 9, pp. 1175-1185, 2018.
[9] J.-D. Song, "A Study on Online Shopping Cart Abandonment: A Product Category Perspective," *Journal of Internet Commerce,* vol. 18, no. 4, pp. 337-368, 2019.
[10] N. T. D. Linh, D. T. T. Thuy, T. T. Hong, and N. T. B. Ngoc, "Factors influencing urban Vietnamese youngsters' online shopping hesitation," Faculty of Marketing, National Economics University, Hanoi, Vietnam, 2020.
[11] B. K. Demirgüneş, "Determination of factors that cause shopping hesitation," *METU Studies in Development,* vol. 45, no. 1, pp. 25-57, 2018.
[12] F. Mueller and A. Lockerd, "Cheese: tracking mouse movement activity on websites, a tool for user modeling," in *CHI'01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, 2001, pp. 279-280: ACM.
[13] S. L. Churruca, "Patterns of cursor movement for different devices, comparative study of cursor movement patterns between a touchpad and a mouse devices," Technical Report, Universitat Pompeu Fabra, 2011.
[14] T. Katerina and P. Nicolaos, "Mouse behavioral patterns and keystroke dynamics in End-User Development: What can they tell us about users' behavioral attributes?," *Computers in Human Behavior,* vol. 83, pp. 288-305, 2018.
[15] J. Han, J. Pei, and M. Kamber, *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier, 2011.
[16] T. M. Mitchell, *Machine Learning*. McGraw-Hill, 1997.
[17] A. Navada, A. N. Ansari, S. Patil, and B. A. Sonkamble, "Overview of use of decision tree algorithms in machine learning," in *2011 IEEE control and system graduate research colloquium*, 2011, pp. 37-42: IEEE.
[18] L. Jiang, Z. Cai, D. Wang, and S. Jiang, "Survey of improving k-nearest-neighbor for classification," in *Fourth international conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD 2007)*, 2007, vol. 1, pp. 679-683: IEEE.
[19] A. K. Jain, J. Mao, and K. M. Mohiuddin, "Artificial neural networks: A tutorial," *Computer,* vol. 29, no. 3, pp. 31-44, 1996.
[20] L. Bottou and C.-J. Lin, "Support vector machine solvers," *Large scale kernel machines,* vol. 3, no. 1, pp. 301-320, 2007.
[21] D. H. Wolpert, "Stacked generalization," *Neural networks,* vol. 5, no. 2, pp. 241-259, 1992.
[22] S. Seo, "A review and comparison of methods for detecting outliers in univariate data sets," University of Pittsburgh, 2006.
[23] B. Zhu, B. Baesens, and S. K. vanden Broucke, "An empirical comparison of techniques for the class imbalance problem in churn prediction," *Information sciences,* vol. 408, pp. 84-99, 2017.
[24] N. V. Chawla, K. W. Bowyer, L. O. Hall, and W. P. Kegelmeyer, "SMOTE: synthetic minority over-sampling technique," *Journal of artificial intelligence research,* vol. 16, pp. 321-357, 2002.
[25] I. Guyon and A. Elisseeff, "An introduction to variable and feature selection," *Journal of machine learning research,* vol. 3, no. Mar, pp. 1157-1182, 2003.

فریبا عزیزیان مقطع کارشناسی در رشته علوم کامپیوتر را در دانشگاه فسا سپری کرده است و هم اکنون دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات گرایش تجارت الکترونیکی از دانشگاه اصفهان است. آدرس پست الکترونیکی ایشان عبارت است از:

fariba.azizian2017@gmail.com

مرجان کائدی مقطع کارشناسی خود را در دانشگاه صنعتی اصفهان سپری کرده است و مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری را در دانشگاه اصفهان گذرانده است. ایشان از سال ۱۳۹۱ عضو هیات علمی دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه اصفهان است. زمینه‌های پژوهشی موردعلاقه ایشان، مدل‌سازی کاربر در تجارت الکترونیکی، سیستم‌های توصیه‌گر، یادگیری ماشین و بهینه‌سازی است. آدرس پست الکترونیکی ایشان عبارت است از:
kaedi@eng.ui.ac.ir

---

[1]. Sigmoid
[2]. Ensemble learning
[3]. Stacking
[4]. Synthetic Minority Over-sampling

The CSI Journal on Computing Science and Information Technology
Vol. 18, No.2, 2021

Using the ensemble learning method in identifying customer hesitation in online stores

Fariba Azizian, Marjan Kaedi

Faculty of Computer Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Abstract

Investigating user interactions with online stores is one of the issues that have attracted the attention of researchers. Identifying the emotions of users during their interaction with the online stores may improve the services provided to them. Hesitation is one of the emotions that a user may encounter when interacting with an online store and, as a result, abandons his shopping cart. By early identification of customers' hesitation, some actions may be done to reduce the users' hesitation to prevent them from abandoning the purchase. In our study, customers' hesitation in an online store is identified implicitly without their direct intervention, and to identify customers' hesitation, we only used their touch interactions with the website. For this purpose, customer touch interactions on an online store website were collected for six months. Then, using machine learning, models were extracted for predicting customers' hesitation. Then, the stacking algorithm, which is an ensemble learning method, was used. The results showed that the stacking method leads to an accuracy of 87.75. This method which combines different models, improves the results compared to using each model alone.

Keywords: Customers' hesitation, Online store, User Modeling, User touch interaction, Ensemble learning, Stacking.