

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم/دوره هشتم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۱، شماره پیاپی ۱۴

صفحات ۱۷۱-۱۹۳

(DOI): 10.22091/JEMSC.2022.7298.1159

JEMSC.QOM 

مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

Facilitate cross-selling of value-added mobile services using data mining

Hamidreza Atefi ¹
Jalal Rezaeenoor ²

Abstract

Gaining competitive advantage is of great value for mobile operators. Mobile added-value services are one of the innovations that operators use to diversify their business. Cross-selling is crucial for mobile operators, to expand revenue and profits, because operators will incur lower ancillary costs compared to attracting new customers. But it is not easy for them to know potential customers buying services provided by operators. In this article, an attempt has been made to facilitate the cross-selling of mobile added-value services. The data used in this research is information about the past purchases of the customers of HamrahAval Company from the added-value mobile services. In the proposed solution, the infrastructure for creating cross-selling customer profiles is discussed. In this solution, after determining the optimal category of customers using their clustering, an attempt has been made to discover the rules between the services used by customers. By creating this profile, a target community can be achieved for the cross-selling of each service.

Keywords: Association rule, Clustering, Cross sale, Value-added services.

¹ MSc. Information Technology Engineering, Faculty of Engineering, Qom University, Qom, Iran (Corresponding Author)
Atefi.hamidreza@gmail.com

² Associate Prof., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Qom University, Qom, Iran
rezaeenoor@hotmail.com

تسهیل فروش متقاطع خدمات ارزش افزوده تلفن همراه با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی

حمیدرضا عاطفی^۱

جلال رضایی نور^۲

چکیده

کسب مزیت رقابتی برای اپراتورهای تلفن همراه بسیار با اهمیت است. خدمات ارزش افزوده تلفن همراه یکی از نوآوری‌هایی است که اپراتورها از آن برای تنوع بخشیدن به کسب و کار خود استفاده می‌کنند. فروش متقاطع برای اپراتورهای تلفن همراه، برای گسترش درآمد و سود بسیار مهم است. زیرا اپراتورها هزینه‌های جانبی کمتری را در مقایسه با جذب مشتریان جدید متحمل خواهند شد. اما شناخت مشتریان بالقوه خرید خدمات ارائه شده توسط اپراتورها، برای آنها ساده نیست. در این مقاله، برای تسهیل فروش متقاطع خدمات ارزش افزوده تلفن همراه تلاش شده است. داده‌های استفاده شده در این تحقیق، اطلاعات مربوط به خریدهای گذشته مشتریان شرکت همراه اول از خدمات ارزش افزوده تلفن همراه است. در راهکار ارائه شده، به زیرساخت‌های ایجاد پروفایل فروش متقاطع مشتریان پرداخته شده است. در این راهکار، پس از تعیین دسته بهینه‌ای از مشتریان با استفاده از خوشه‌بندی آنها، برای کشف قوانین میان خدمات استفاده شده توسط مشتریان، تلاش شده است. با ساخت این پروفایل می‌توان جامعه هدفی برای فروش متقاطع هر یک از خدمات به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: خدمات ارزش افزوده، خوشه‌بندی، فروش متقاطع، قوانین وابستگی

^۱ کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران (نویسنده مسئول)

atefi.hamidreza@gmail.co

rezaeenoor@hotmail.com

^۲ دانشیار گروه مهندسی صنایع دانشکده فنی مهندسی دانشگاه قم، قم، ایران

مقدمه

طی سال‌های اخیر تعداد کاربرانی که تمایل به استفاده از خدمات مکالمه صوتی و خدمات ویژه و جدید تلفن همراه دارند به شدت افزایش یافته است و با افزایش تعداد اپراتورهای تلفن همراه رقابت برای جذب این مشتریان به استفاده از خدمات هر اپراتور، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. برای این منظور بسیاری از اپراتورهای تلفن همراه علاوه بر خدمات مکالمه صوتی، خدمات ارزش افزوده^۱ یا به اختصار (VAS) مانند اینترنت، پرداخت الکترونیکی، اطلاع‌رسانی، بازی و سرگرمی و همچنین نواخت‌های انتظار مکالمه، را نیز به کاربران خود ارائه می‌دهند. در طی فروش این خدمات ارزش افزوده، اطلاعات مربوط به فروش توسط اپراتورهای تلفن همراه در پایگاه داده‌های تراکنشی آنها ذخیره می‌شود که می‌تواند منبع خوبی برای استخراج دانش پنهان از این داده‌ها باشد. داده‌های سازمان یافته و سازماندهی شده سوابق خرید مشتریان نه تنها فروش و سود کسب و کار را افزایش می‌دهد بلکه به بینش هوشمندانه‌ای در پیش‌بینی رفتار خرید مصرف‌کننده و الگوهای مرتبط با آن منجر می‌شود (آنیثا و پاتیل، ۲۰۱۹).

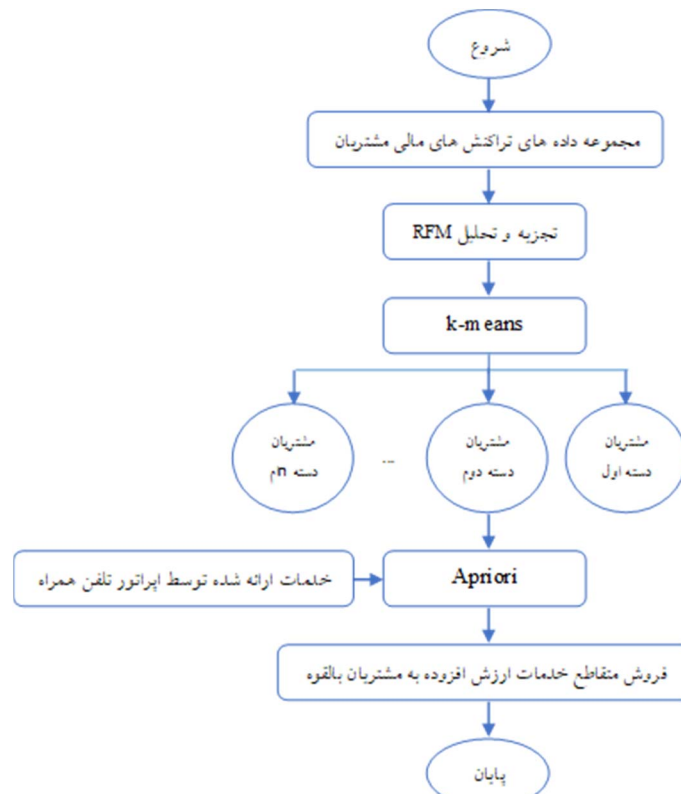
با توجه به افزایش چشمگیر کاربران اپراتورهای تلفن همراه، یکی از الزامات مهم در ارائه خدمات ارزش افزوده در ک این موضوع است که بدانیم چه کسانی مشتریان مفیدی برای خدمات موردنظر ما هستند. این اطلاع باعث می‌شود که بازاریابی و فروش خدمات ارزش افزوده هدفمند شده و درآمد بیشتری به ازای هر کاربر کسب شود. بنابراین لازم است به منظور پیدا کردن مشتریان مفید؛ داده‌های مربوط به استفاده از خدمات کاربران، از پایگاه‌های داده یا انبارهای داده که اطلاعات مربوط به استفاده مشتریان از این خدمات در آن نگهداری می‌شود، استخراج گردد و به منظور کشف الگوهای خاص فروش نهفته در این داده‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

کشف مشتریان مفید برای ارائه خدمات مشخص به آنها را می‌توان در قالب مفهومی با عنوان فروش متقاطع^۲ بیان نمود. فروش متقاطع اشاره دارد به تلاش برای افزایش محصولات و خدماتی که مشتری در یک شرکت استفاده می‌کند. فروش متقاطع محصولات و خدمات به مشتریان فعلی هزینه‌های مرتبط کمتری نسبت به کسب مشتریان جدید دارد، به این دلیل

¹. Value Added Services

². Cross-Selling

که شرکت در حال حاضر با این مشتریان در ارتباط است (کامکورا و ودل و روزا و ماژون، ۲۰۰۳). طبق مطالعات گذشته تخمین زده شده است که هزینه های جذب مشتریان جدید، پنج برابر حفظ مشتریان موجود خواهد بود. فروش متقاطع برای اپراتورهای مخابراتی تلفن همراه برای گسترش درآمد و سود بسیار مهم است (اهان و اهان و جوان و هاکیم، ۲۰۱۱) زیرا باعث می شود با حفظ مشتریان درآمد بالاتری را به ازای هر کاربر کسب کنند. بنابراین اپراتورهای تلفن همراه برای فروش متقاطع خدمات جدید خود تلاش می کنند. در این مقاله سعی شده است تا طبق چارچوب تحقیق که در شکل ۱ ارائه گردیده است در ابتدا مشتریان خدمات ارزش افزوده را با استفاده از الگوریتم k-means به خوشه های همگن دسته بندی نموده و سپس به کشف روابط بین خدمات مورد استفاده هر خوشه پردازیم تا با فروش متقاطع خدمات به مشتری بالقوه آن درآمد به ازای هر کاربر را افزایش دهیم.



شکل ۱. چهارچوب کلی تحقیق

تاکنون تحقیقات کمی در زمینه فروش متقاطع خدمات ارزش افزوده تلفن همراه انجام شده است به عنوان مثال Hyunchul Ahn و همکارانش در سال ۲۰۱۱ به بخش بندی مشتریان بازار موبایل به منظور تسهیل فروش متقاطع خدمات آن پرداخته اند (اهان و اهان و وبیون و جوان، ۲۰۱۱). اما تحقیقات بیشتری در زمینه کشف قواعد وابستگی و تحلیل سبد خرید مشتریان در صنایع مختلف انجام شده است. تحقیق حاضر چارچوبی جامع جهت خوشه بندی مشتریان با در نظر گرفتن داده های تراکنشی مشتریان ارائه می دهد. در مرحله بعد با استفاده از قوانین وابستگی خدمات مورد علاقه خوشه ها به دست آمده و زمینه بکارگیری استراتژی مناسب جهت فروش متقاطع خدمات به مشتری بالقوه آن فراهم شده است. در این تحقیق سعی شده است تا به دو پرسش زیر پاسخ داده شود.

۱) آیا می توان جامعه هدفی را به منظور فروش متقاطع خدمت VAS مورد نظر

پیش بینی نمود؟

۲) چه قوانینی میان خدمات ارزش افزوده پرفروش در سازمان مورد مطالعه

وجود دارد؟

پیشینه پژوهش

اپراتورهای تلفن همراه با تمرکز بیشتر بر روی خدمات ارزش افزوده بازار را به بازار VAS تبدیل می کنند تا به طور متوسط درآمد بالاتری به ازای هر کاربر کسب کنند (اهان و اهان و جوان و هاکیم، ۲۰۱۱). بنابراین شناخت کاربرانی که قرار است این خدمات جدید به آنها ارائه شود از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

فروش متقاطع محصولات و خدمات به مشتریان فعلی هزینه های مرتبط کمتری نسبت به کسب مشتریان جدید دارد، به این دلیل که شرکت در حال حاضر با این مشتریان در ارتباط است. در صورتی می توان به اجرای مناسب فروش متقاطع دست یافت که یک زیرساخت اطلاعاتی وجود داشته باشد، که به مدیران اجازه دهد تا محصولات و خدماتی را که مورد نیاز مشتریان است و هنوز به آنها فروخته نشده است را به آنها ارائه دهند (کامکورا و ودل و روزا و مازون، ۲۰۰۳). درک و استفاده از تکنیک های فروش متقاطع

برای یک شرکت مهم است به این دلیل که مشتریان می توانند محصولات بیشتری را از همان ارائه دهنده به دست آوردن و هزینه تغییرات برای مشتری و ارائه دهنده وجود ندارد (کامکورا و ودل و روزا و مازون، ۲۰۰۳).

مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)^۱ شامل ایجاد، حفظ و افزایش روابط قوی با مشتریان و دیگر ذینفعان می باشد. مدیریت ارتباط با مشتری شامل مجموعه ای از فرایندها و سیستم های پشتیبانی استراتژی های کسب و کار به منظور ایجاد روابط بلندمدت و سودآور با مشتریان خاص است (نگای و لیو و چاو، ۲۰۰۹). به عبارت دیگر CRM به عنوان یک رویکرد سازمانی به درک و تاثیرپذیری رفتار مشتری از طریق ارتباطات معنی دار در جهت بهبود کسب مشتری، حفظ مشتری، وفاداری مشتری و سودآوری مشتری می پردازد (سویفت، ۲۰۰۱). به منظور پیاده سازی CRM، ضروری است که در ابتدا درک کنیم که چه کسانی مشتریان مفید ما هستند. علاوه بر این، با استفاده از این نوع از دانش، ارائه دهنده خدمات باید قادر باشد تعیین کنند آیا کاربران جدید خود مفید خواهند بود یا نه (اهان و کیم و هان، ۲۰۰۷). تقسیم بندی مشتریان بخشی از فعالیت های متعددی است که به منظور ایجاد زنجیره ارزشمند مدیریت ارتباط با مشتری، انجام می شود (خلیلی دامغانی و عبدی و ابوالمکارم، ۲۰۱۸)، (آنیثا و پاتیل، ۲۰۱۹). وجود یک سیستم مدیریت ارتباط با مشتری با مکانیزم تقسیم بندی، شرایط ایجاد یک راهکار تکاملی مدیریت ارتباط با مشتری یعنی فروش متقاطع را فراهم می کند.

توربان و همکارانش^۲ (۲۰۰۷) داده کاوی را به این صورت تعریف کرده اند: "فرآیندی است که از تکنیک های آماری، ریاضی، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای استخراج و شناسایی اطلاعات مفید و پس از آن به دست آوردن دانش از پایگاه داده های بزرگ استفاده می کند". برسون و همکاران^۳ (۲۰۰۰) و بری و لینوف^۴ (۲۰۰۴) نیز تعریف

1. Customer relationship management

2. Turban et al., 2007

3. Berson et al., 2000

4. Berry & Linoff, 2004

مشابهی را در مورد داده کاوی ارائه می کنند و آن را به عنوان فرآیند استخراج یا تشخیص الگوهای پنهان و یا اطلاعات از پایگاه داده های بزرگ تعریف می کنند. با داده های جامع مشتریان، تکنولوژی داده کاوی هوشمندی کسب و کار را در جهت ایجاد فرصت های جدید فراهم می کند (بورتیز و کندی، ۱۹۹۵)، (فلچر و گوس، ۱۹۹۳)، (لنگلی و سیمون، ۱۹۹۵)، (لاوو و ونگ هویی و پون، ۲۰۰۳)، (سالچنبرگر و سینار و لاش، ۱۹۹۲)، (شو و اچشو و تیساو، ۲۰۰۲)، (ژانگ و هو و پتوو و اندرو، ۱۹۹۹)، (نگای و لیو و چاو، ۲۰۰۹).

استفاده از ابزارهای داده کاوی در CRM روند روبه رشدی در اقتصاد جهانی دارد (کامکورا و ودل و روزا و مازون، ۲۰۰۳). تجزیه و تحلیل و درک رفتارها و ویژگی های مشتری پایه و اساس توسعه یک استراتژی CRM رقابتی است، بطوریکه برای به دست آوردن و حفظ مشتریان بالقوه و افزایش ارزش مشتری لازم است. ابزارهای داده کاوی مناسب که در استخراج و شناسایی اطلاعات مفید و دانش از پایگاه داده های بزرگ مشتریان کاربرد دارد؛ یکی از بهترین ابزارها جهت حمایت در تصمیم گیری های مختلف در حوزه CRM است (بورتیز و کندی، ۱۹۹۵). به این ترتیب، استفاده از تکنیک های داده کاوی در CRM در اقتصاد مشتری محور ارزشمند است (نگای و لیو و چاو، ۲۰۰۹). تکنیک داده کاوی به نام خوشه بندی می تواند برای رفع موانع مختلف در تولید و مشکلات بازاریابی در صنعت مد استفاده شود. واضح است که خوشه بندی برای یافتن الگوهای ترجیحات مشتری بسیار مهم است (بریتو و سوآرس و آلمیدا و مونت و بیوت ۲۰۱۵). رویکرد داده محور برای خوشه بندی محصولات خرده فروشی براساس داده های سبد بازار استفاده می شود. نتایج با استفاده از روش های SOM، k-means و رویکردهای خوشه بندی سلسله مراتبی مقایسه می شوند (هولی و سوکل و سنی، ۲۰۱۷)، (آنیثا و پاتیل، ۲۰۱۹).

آنیثا و پاتیل^۱ در تحقیقی که در سال ۲۰۱۹ در زمینه طبقه بندی مشتریان انجام داده اند، دامنه کار آینده تحقیق خود را مطالعه و تجزیه و تحلیل دسته های خاصی از محصولات، به عنوان مثال؛ تلفن های همراه و لوازم جانبی بیان کرده اند. موضوعاتی مانند پرمخاطب ترین

¹. Anitha & Patil, 2019

محصولات یا موثرترین تکنیک فروش در طی یک رویداد خاص را می توان برای بهبود طراحی یک کسب و کار موثر مورد مطالعه قرار داد. چنین تحقیقاتی کمک خواهد کرد که شرکت ها کسب و کار خود را با ارائه تبلیغات و طراحی استراتژی های نوآورانه بهبود بخشند و همچنین مزیت رقابتی در برابر رقبا ایجاد کنند (آنیثا و پاتیل، ۲۰۱۹).

روش شناسی پژوهش

خوشه بندی والگوریتم k-means

از نظر مفهومی خوشه بندی یعنی گروه بندی یک سری موجودی در گروه های مختلف، بطوریکه این گروه ها نشان دهنده مفهوم یا معنی خاصی باشند و یا به عبارت ساده تر به یکدیگر شبیه باشند. از دیدگاهی علمی تر خوشه بندی یعنی دسته بندی داده ها به k گروه مختلف بطوریکه داده هایی که در یک دسته قرار می گیرند به یکدیگر شبیه باشند و داده های دسته های مختلف با یکدیگر تفاوت داشته باشند. در این الگوریتم خوشه به یک گروه معنادار مفهومی اطلاق می شود که اشیایی با ویژگی های مشترک دارند. می توان از خوشه بندی برای تقسیم بندی مشتریان برای تجزیه و تحلیل های مضاعف استفاده کرد (قداده و عبدالله، ۲۰۱۸)، (آرونچلام و کومار، ۲۰۱۸). K-means از نظر محاسباتی سریع و در مجموعه داده های بزرگ در مقایسه با سایر روش های خوشه بندی عملکرد خوبی دارد. مزیت دیگر استفاده از k-means این است که این الگوریتم تنها به یک پارامتر ورودی "K" نیاز دارد، همچنین نسبت به سایر الگوریتم ها میزان طبقه بندی اشتباه داده ها را کاهش می دهد. یکی از کاربردهای اصلی k-means طبقه بندی مشتریان است (آنیثا، پاتیل ۲۰۱۹). اغلب الگوریتم های خوشه بندی براساس دو روش زیر پایه گذاری شده اند:

(۱) خوشه بندی سلسله مراتبی

(۲) خوشه بندی تجزیه ای

تکنیک های سلسله مراتبی، داده ها را در دنباله ای تودرتو از گروه ها سازمان می دهد که می تواند در قالب ساختار درختی نشان داده شود. درحالیکه الگوریتم های تجزیه ای

تلاش می‌کنند تا تقسیماتی به دست آورد که پراکندگی داخل خوشه را کمینه یا پراکندگی بین خوشه‌ها را افزایش دهد.

روش خوشه‌بندی k-means ساده‌ترین و پر استفاده‌ترین الگوریتم مورد استفاده در خوشه‌بندی تجزیه‌ای می‌باشد و از الگوریتم‌های مناسب برای داده‌های متریک و مطلق می‌باشد و گام‌های اصلی آن به صورت زیر می‌باشد (اولسون و شی، ۲۰۰۷).

(۱) انتخاب یک تقسیم‌بندی اولیه با K خوشه شامل نمونه‌های انتخابی تصادفی و محاسبه مراکز خوشه‌ها

(۲) تولید یک تقسیم‌بندی جدید با تخصیص هر نمونه به نزدیک‌ترین مرکز خوشه

(۳) محاسبه مراکز جدید خوشه‌ها به عنوان مراکز خوشه‌ها

(۴) تکرار گام‌های ۲ و ۳ تا اینکه یک مقدار بهینه برای تابع معیار پیدا شود یا اینکه اعضای خوشه ثابت شود.

در روال گفته شده تابع زیر به عنوان تابع هدف مطرح است:

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن $\| \cdot \|$ معیار فاصله بین نقاط و c_j مرکز خوشه J ام است.

قوانین وابستگی و الگوریتم Apriori

قوانین وابستگی داده کاوی که ابتدا توسط آگراول و همکاران (۱۹۹۳) توسعه داده شدند، یکی از معروفترین تکنیک‌های داده کاوی بوده و کاربردهای وسیعی در کسب و کار سنتی و کسب و کارهای الکترونیکی پیدا کرده‌اند. فروش متقابل، طراحی کاتالوگ، تعیین چیدمان فروشگاه و بخش‌بندی مشتریان و همچنین بهبود و شخصی سازی صفحات وب سایت نمونه‌هایی از کاربرد قوانین وابستگی داده کاوی در کسب و کارهای سنتی و الکترونیکی هستند (چن و هان و یو، ۱۹۹۶).

اگر $A \subset J, B \subset J, \text{ and } A \cap B = 0$ آنگاه $A \rightarrow B$ یک قانون وابستگی است. S

پشتیبان این قانون در D به صورت درصد تراکنش‌هایی تعریف می‌شود که $A \cup B$ را شامل شوند. آن را می‌توان معادل احتمال اجتماع A و B دانست. C میزان اطمینان به این قانون را به صورت درصد تراکنش‌هایی در D است که علاوه بر شمول A ، B را نیز شامل شوند و معادل احتمال وقوع B است به شرط وقوع A ، یعنی $(B|A)$.

اگر A و B دو مجموعه آیت‌ها باشند، $A \rightarrow B$ یک قانون وابستگی می‌باشد. در این صورت معیارهای قوانین وابستگی عبارتند از:

پشتیبانی (support): نشان‌دهنده تعداد دفعاتی است که قانون در داده‌های تراکنشی ظاهر شده‌است.

حداقل حمایت: حداقل پشتیبانی قانون موردنظر که از قبل توسط کاربر تعیین می‌شود. $A \rightarrow B$ با $\text{support}=50\%$ ، یعنی A, B در 50% درصد تراکنش‌ها باهم خریداری می‌شوند.

اطمینان (confidence): نشان‌دهنده تعداد دفعاتی است که اگر قسمت اول قانون اتفاق بیفتد، قسمت دوم نیز اتفاق می‌افتد. اطمینان صحت قانون را نشان می‌دهد. $A \rightarrow B$ با $\text{Confidence}=85\%$ ، یعنی در 85% درصد موارد کسی که A را خرید می‌کند، B را هم خرید می‌کند.

حداقل اطمینان: حداقل اطمینان قانون مذکور که از قبل توسط کاربر تعیین می‌شود. آپریوری یک الگوریتم کلاسیک برای یادگیری قوانین وابستگی است. آپریوری روی پایگاه‌های داده شامل تراکنش‌ها (مثلاً مجموعه محصولات خریداری شده توسط مشتریان در یک سوپرمارکت) ساخته شده‌است. ورودی این الگوریتم مجموعه‌ای از مجموعه آیت‌ها است. الگوریتم تلاش می‌کند تا زیرمجموعه‌هایی از آیت‌ها را که حداقل بین C مجموعه آیت‌ها مشترک است، بیابد. آپریوری یک الگوریتم پایین به بالا است. آنگونه که در هر مرحله یک آیت به زیرمجموعه‌های مکرر اضافه می‌شود (تولید کندید). مجموعه کندیدها روی داده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. شرط خاتمه الگوریتم، عدم وجود شیوه توسعه موفق دیگری است.

هدف الگوریتم آپریوری، یافتن وابستگی‌ها بین مجموعه‌های مختلف از داده است. گاهی به آن، تحلیل سبب خرید هم می‌گویند. هر مجموعه‌ای از داده تعدادی آیتم دارد و تراکنش نامیده می‌شود. خروجی آپریوری، مجموعه‌هایی از قوانین است که چگونگی شمول آیتم‌ها در مجموعه‌های داده را توضیح می‌دهد.

تجزیه و تحلیل RFM

متداول‌ترین روش‌های مطرح شده جهت تعیین ارزش دوره عمر مشتری عبارتند از: روش ارزش فعلی خالص، روش سهم کیف پول، روش زنجیره مارکوف، روش ارزش گذشته مشتری، روش بازگشت سرمایه و روش RFM. در میان روش‌های ذکر شده، مدل RFM یکی از روش‌های متداول و پرکاربرد است که در تعیین ارزش مشتری، سه معیار (شاخص) را در نظر می‌گیرد لذا دیدگاهی چندبعدی در این راستا ارائه می‌نماید. در صورتیکه بسیاری از روش‌های دیگر دیدگاهی تک‌بعدی داشته و معمولاً از یک معیار جهت تعیین ارزش دوره عمر مشتری استفاده می‌کنند (باتل، ۲۰۰۴). از طرفی، در مدل RFM فقط نگرش‌های مالی مطرح نمی‌باشند و گرایش اصلی روش در تحلیل ویژگی‌های مشتریان به سمت مسائل غیرمالی است (رزمی و قنبری، ۲۰۰۹)، در صورتیکه بسیاری از روش‌های دیگر، بیشتر از جنبه مالی بر این مسئله تمرکز دارند. با توجه به توضیحات اشاره شده، مدل RFM در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

مدل RFM

یکی از کاربردی‌ترین روش‌های تعیین اطلاعات گذشته کاربران به منظور مشخص کردن ارزش هر مشتری مدل RFM است. این مدل از سه بعد مربوط به داده‌های مبادلاتی مشتریان، برای تحلیل رفتار آنها استفاده می‌نماید (چینگ سوانشن و یوشاینگ، ۲۰۰۹)، (آنیثا، پاتیل ۲۰۱۹). شاخص‌های این مدل به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- ۱) تازگی مبادله (Recency): این شاخص اشاره دارد بر فاصله زمانی بین آخرین خرید صورت گرفته توسط مشتری تا پایان محدوده زمانی مورد بررسی.

۲) تعداد تکرار مبادله (Frequency): این شاخص بیانگر تعداد مبادلاتی است که یک مشتری در یک دوره زمانی خاص انجام داده است.

۳) ارزش پولی مبادله (Monetary): این شاخص نشان دهنده مقدار پولی است که یک مشتری در یک دوره زمانی خاص جهت مبادلات، صرف نموده است.

در این تحقیق نیز به منظور انجام خوشه بندی مشتریان از سه شاخص RFM در طی یک دوره چهار ماهه استفاده شده است.

روش تحقیق

در این تحقیق به منظور تسهیل فروش متقاطع خدمات ارزش افزوده، ایجاد پروفایل فروش متقاطع به ازای هر مشتری پیشنهاد شده است. ایجاد این پروفایل به زیرساختی نیاز دارد تا توسط آن برای هر مشتری خدماتی را که احتمال دارد بخرد یا به صورت متقاطع به او فروخته شود را مشخص کنیم. برای این کار، از داده های خریدهای قبلی مشتریان، شاخص های تازگی مبادله، تعداد تکرار مبادله و ارزش پولی مبادله استخراج شده و با کمک الگوریتم خوشه بندی k-means، مشتریان خوشه بندی شده اند. از بین خوشه های ایجاد شده، خوشه بهینه یعنی خوشه ای که خرید مشتریان آن کمترین فاصله زمانی را با آخرین روز بازه زمانی داده ها داشته یا مشتریان آن بیشترین تعداد خرید را داشته اند و همچنین خریدهای آنها بیشترین ارزش پولی را داشته است، انتخاب شده است.

در مرحله بعد برای استخراج قوانین وابستگی میان خدماتی که توسط مشتریان این خوشه بهینه استفاده شده، تلاش شده است. برای این منظور از الگوریتم Apriori که یکی از معروف ترین الگوریتم های استخراج قوانین وابستگی است، استفاده شده است. خروجی این الگوریتم نشان دهنده قوانین بین خدمات استفاده شده توسط این خوشه بهینه است. از این قوانین به خوبی می توان برای فروش متقاطع کمک گرفت. کاربرانی که خدمت مورد توجه خوشه بهینه را خریداری نکرده اند بهترین گزینه برای تبلیغ، ارائه و فروش متقاطع آن

خدمت هستند. همچنین خدماتی که طبق قاعده خاصی خریداری شده‌اند نیز گزینه مناسبی برای فروش متقاطع هستند. مزیت دیگری که با ایجاد این پروفایل فراهم می‌شود، امکان اعمال تخفیف برای کاربرانی است که هدف فروش متقاطع قرار می‌گیرند. این پروفایل می‌تواند به عنوان مکملی در یک سیستم مدیریت ارتباط با مشتری بکار برده شود. جامعه تحقیق این پژوهش شامل کاربران یا مشتریان شرکت مخابرات ایران است که از خدمات ارزش افزوده‌ای که شرکت رهنما کامیابان نخستین (بیپ) همکار تجاری همراه اول ارائه می‌کند، استفاده کرده‌اند. داده‌های تحقیق از پایگاه داده تراکنش‌های مالی مشتریان شرکت رهنما کامیابان نخستین به دست آمده است. این داده‌ها از بازه زمانی ماه‌های جولای^۱، آگوست^۲، سپتامبر^۳، اکتبر^۴ سال ۲۰۱۳ انتخاب شده است. تعداد کل تراکنش‌ها ۳۵۴۶۲۰ عدد بود که بعد از انجام پاکسازی داده‌ها، به تعداد ۲۸۰۱۸۰ تراکنش کاهش پیدا کرد. برای انجام مراحل تحقیق نیاز بود تا تراکنش‌ها برحسب هر کاربر تفکیک شوند. تعداد کل کاربران موجود در داده‌ها ۹۷۵۲۵ نفر است.

همانطور که ذکر شد به منظور انجام خوشه‌بندی مشتریان از مدل RFM استفاده شده است. برای این منظور قبل از بکار بردن این داده‌ها برای خوشه‌بندی لازم است که داده‌ها نرمال شوند. برای نرمال‌سازی داده‌ها در این تحقیق از نرمال‌سازی min-max استفاده شده است که طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$X^* = \frac{X_i - \text{Min}(X)}{\text{Max}(X) - \text{Min}(X)} \quad \text{رابطه ۲}$$

یافته‌های پژوهش خوشه‌بندی مشتریان

برای خوشه‌بندی مشتریان از الگوریتم k-means استفاده شده است. نرم‌افزار

^۱. July

^۲. August

^۳. September

^۴. October

مورد استفاده برای فرآیند خوشه بندی، نرم افزار Weka 3.6,11 بوده است. مهمترین پارامتر الگوریتم k-means تعیین تعداد خوشه ها (k) است. یکی از روش های تعیین تعداد خوشه بهینه، استفاده از شاخص مجموع خطای مربعی^۱ است. در این معیار، خطا برابر فاصله هر نقطه با نزدیک ترین خوشه است. پس از مشخص کردن خطای تمامی نقاط، معیار SSE از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$SSE = \sum_{i=1}^c \sum_{x \in D_i} dist^2(m_i, x) \quad \text{رابطه ۳}$$

در این رابطه c بیانگر تعداد خوشه ها، m_i بیانگر مرکز خوشه، x معرف نقطه ای متعلق به خوشه و D مجموعه داده است. برای یافتن بهترین تعداد خوشه ها، در یک بازه، برای مثال در این پژوهش برای سه تا سیزده خوشه، SSE خوشه ها محاسبه شده است که نتایج آن در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. محاسبه مقادیر شاخص مجموع خطای مربعی به ازای تعداد خوشه از سه تا سیزده

تعداد خوشه (K)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
مجموع خطای مربعی (SSE)	98.8316	76.3470	67.8881	66.0080	63.2420	59.2871	59.2868	59.2864	59.2856	16.5996	16.5995

با توجه به مقادیر SSE تعداد خوشه سیزده انتخاب شده است. خوشه بندی مشتریان با تعداد خوشه سیزده در نرم افزار Weka انجام شده است که نتیجه آن به صورت زیر است:

جدول ۲. نتایج خروجی نرم افزار Weka در اجرای الگوریتم k-means

Number of iterations: 15														
Within cluster sum of squared errors: 16.59954681738916														
Missing values globally replaced with mean/mode														
Cluster centroids:														
Cluster#	Full Data	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Attribute	(97525)	(3791)	(4854)	(2592)	(50)	(19737)	(12857)	(3134)	(10660)	(246)	(2754)	(17249)	(19595)	(6)
F	0.0001	0.0008	0.0001	0.0002	0.0008	0	0.0001	0.0001	0	0.0001	0.0002	0	0	0.0044
M	0.0003	0.0017	0.0003	0.0005	0.0023	0.0001	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002	0.0006	0.0001	0.0002	0.0103
R	0.3167	0.0509	0.3095	0.2383	0.3261	0.3261	0.3261	0.337	0.337	0.769	0.1535	0.337	0.3498	0.3388
Time taken to build model (full training data): 2.5 seconds														
Model and evaluation on training set														
Clustered Instances:														
		3791	4854	2592	50	19737	12857	3134	10660	246	2754	17249	19595	6
		(4%)	(5%)	(3%)	(0%)	(20%)	(13%)	(3%)	(11%)	(0%)	(3%)	(18%)	(20%)	(0%)

^۱. Sum of Squared Errors (SSE)

از بین سیزده خوشه ایجادشده، خوشه‌های صفر، سه و دوازده به‌عنوان خوشه‌های بهینه انتخاب شدند. خوشه صفر شامل ۳۷۹۱ مشتری است و میانگین مقادیر RFM آن به ترتیب برابر است با ۰/۰۵۰۹، ۰/۰۰۰۸، ۰/۰۰۱۷؛ خوشه سه شامل ۵۰ مشتری است با میانگین مقادیر RFM ۰/۳۲۶۱، ۰/۰۰۰۸، ۰/۰۰۲۳ و خوشه دوازده با شش مشتری دارای میانگین مقادیر ۰/۳۳۸۸، ۰/۰۰۴۴، ۰/۰۱۰۸ است.

استخراج قوانین

خدمات مورد استفاده توسط مشتریان مشخص شده در خوشه‌های بهینه، در این بخش برای کشف روابط میان خدمات مورد علاقه مشتریان استفاده شده است. برای استخراج قوانین وابستگی از الگوریتم Apriori استفاده شده است. نرم‌افزار بکاررفته به‌منظور پیاده‌سازی و اجرای الگوریتم Apriori، نرم‌افزار Weka 3.6.11 است. برای پیاده‌سازی این الگوریتم دو پارامتر بااهمیت آن یعنی Minimum Support و Minimum Metric (confidences) به ترتیب با مقادیر ۰/۱ و ۰/۵ مقداردهی شدند. خدمات ارزش افزوده‌ای که در داده‌های مورد استفاده در این تحقیق وجود داشته است در جدول ۳ مشخص شده است. قوانین استخراج شده از خریدهای مشتریان خوشه‌های مورد نظر در جدول شماره ۴ آمده است.

جدول ۳. سرویس‌های استفاده شده در استخراج قوانین

Scheme: weka.associations.Apriori -N 20-T 0-C 0.5 -D 0.05-U 1.0 -M 0.01 -S -1.0-c-1 Instances: 3837 Attributes: 19	
Service name	Explanation
alef	اخبار سایت الف
aparar	اخبار سایت آپارات
ava	آوای پیشواز
avagame	بازی آوا
bartarin	اخبار برترین‌ها
beept	اخبار سایت بیپ
chortke	بازی چرتکه
eraniko	اخبار سایت ایرانیکو
khabar-bazar	اخبار مربوط به بازار طلا و ارز و...

KHABAR-SMS	مهمترین اخبار ایران و جهان
khurasan	اخبار سایت خراسان
khorshid	اخبار سایت خورشید
mah	اخبار سایت ماه
mashregh	اخبار سایت مشرق
musicma	اخبار موسیقی ایران
noor	اخبار سایت نور
simorgh	اخبار سایت سیمرغ
skg	بازی سنگ کاغذ قیچی
stk	استکان خبر

جدول ۴. قوانین استخراج شده از خریدهای مشتریان خوشه های منتخب

Associator model (full training set) Apriori Minimum support: 0.01 (38 instances) Minimum metric <confidence>: 0.5 Number of cycles performed: 20		
Best rules found:		
1	beept=yes 69 ==> ava=yes 69	conf:(1)
2	KHABAR-SMS=yes musicma=yes 59 ==> ava=yes 59	conf:(1)
3	KHABAR-SMS=yes noor=yes 59 ==> ava=yes 59	conf:(1)
4	noor=yes 422 ==> ava=yes 421	conf:(1)
5	musicma=yes 276 ==> ava=yes 274	conf:(0.99)
6	aparatt=yes 94 ==> ava=yes 93	conf:(0.99)
7	simorgh=yes 54 ==> ava=yes 53	conf:(0.98)
8	avagame=yes musicma=yes 48 ==> ava=yes 47	conf:(0.98)
9	eraniko=yes KHABAR-SMS=yes 61 ==> ava=yes 57	conf:(0.93)
10	avagame=yes 933 ==> ava=yes 811	conf:(0.87)
11	eraniko=yes 243 ==> ava=yes 202	conf:(0.83)
12	KHABAR-SMS=yes 539 ==> ava=yes 448	conf:(0.83)
13	avagame=yes eraniko=yes 70 ==> ava=yes 43	conf:(0.61)
14	avagame=yes KHABAR-SMS=yes 188 ==> ava=yes 103	conf:(0.55)

فروش متقاطع خدمات ارزش افزوده به مشتریان بالقوه با ایجاد پروفایل مشتری

با توجه به قوانین استخراج شده، می توان خدمات مورد علاقه مشتریان را در هر خوشه به دست آورد و این خدمات را به مشتریانی که از این خدمات کمتر استفاده کرده اند، پیشنهاد داد تا حجم فروش به ازای هر مشتری افزایش یابد. همچنین می توان با اعمال تخفیف برای خدماتی که در هر خوشه بیشتر مورد توجه است درآمد بیشتری را از مشتریان بالقوه آن خوشه کسب کرد. همانطور که از قوانین پیداست خدماتی که توسط این دسته از کاربران بیشتر خریداری شده به شرح زیر است:

Ava: نواخت پیشواز
 Noor: اخبار سایت نور
 Musicma: اخبار موسیقی ایران
 Avagame: بازی آوا
 Khabar-sms: اخبار روز خبرگزاری‌های ایران و جهان
 eraniko: اخبار سایت ایرانیکو

برای استفاده از این قوانین کشف شده می‌توان پروفایلی به ازای هر مشتری ایجاد کرد که در آن مشخص شود که هر کاربر چه خدماتی را استفاده کرده و چه خدماتی را استفاده نکرده است و به این ترتیب تبلیغات خدمات موجود را هدفمند کرد. همچنین در زمان ارائه خدمات جدید می‌توان با توجه به تشابه خدمت مورد نظر با خدمات موجود در هر خوشه جامعه هدفی را برای فروش متقاطع خدمات به دست آورد. جدول شماره ۵ نمونه‌ای از این پروفایل برای چند کاربر محدود است. در این جدول اولین ستون سمت چپ، شماره تلفن همراه کاربران را مشخص می‌کند. به ازای هر شماره تلفن دو سطر مشخص شده است؛ سطر بالایی نشان‌دهنده استفاده یا عدم استفاده از هر خدمت و سطر زیر آن نشان‌دهنده مناسب بودن هر کاربر برای فروش متقاطع خدمات مشابه هر خدمت می‌باشد (که با علامت * مشخص شده است). در زیر هر خدمت، خدمات مشابه آن خدمت آورده شده است.

جدول ۵. مثالی از ساختار پروفایل فروش متقاطع مشتریان

خدمات ارزش افزوده	ava	avagame	musicma	noor	Khabar-sms	
شماره تلفن همراه	خدمات مشابه		Skj-game		Simorgh, khorshid	stk
	استفاده	use	use	use	use	Non-use
98910***1640	فروش متقاطع		*		*	
	استفاده	Non-use	Non-use	use	Non-use	use
98910***0145	فروش متقاطع					*
	استفاده	use	use	Non-use	Non-use	Non-use
98910***2667	فروش متقاطع		*			
	استفاده	use	use	use	Non-use	use
98917***0977	فروش متقاطع		*			*

تاکنون تحقیقات کمی در مورد فروش متقاطع خدمات ارزش افزوده تلفن همراه و همچنین ایجاد پروفایل فروش متقاطع در این زمینه، انجام شده است. اما در سایر حوزه‌های خرده‌فروشی پیشنهادهای جهت ایجاد پروفایل کاربر به منظور ایجاد یک سیستم پیشنهاد دهنده، ارائه شده است. در تحقیقی که توسط کومارسینگ^۱ و همکارانش در سال ۲۰۲۱ انجام شده است، با استفاده از الگوریتم Apriori و ویژگی‌های کاربران و انتخاب‌های قبلی آنها، چهارچوب کلی جهت ایجاد یک سیستم پیشنهاددهنده فیلم به ازای هر کاربر توصیه شده است. در این تحقیق انتخاب‌های قبلی کاربران و ویژگی‌های هر فیلم (شامل ژانر، بازیگران و کارگردانان) به عنوان داده اولیه انتخاب شده است. پس از فیلتر داده‌های رنج بالا و پایین الگوریتم Apriori روی آنها پیاده‌سازی می‌شود و همچنین پسندیدن و عدم پسندیدن کاربر نیز روی هر دسته از خروجی‌های الگوریتم Apriori اعمال می‌شود. نتایج حاصل به عنوان داده‌های سیستم پیشنهاددهنده برای هر کاربر بکار می‌رود (کومارسینگ و آفمن و احمد و محمود ۲۰۲۱).

به نظر می‌رسد استفاده از داده‌های دیگری علاوه بر شاخص‌های RFM، همچون ویژگی‌های طبقه‌بندی شده هر خدمت ارزش افزوده تلفن همراه می‌تواند باعث دستیابی به نتایج دقیق‌تر در مشخص کردن خدمات منتخب فروش متقاطع برای هر کاربر شود. به همین دلیل این موضوع به عنوان پیشنهادی برای کارهای آتی مطرح می‌گردد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به هزینه‌ای که تبلیغات و ارائه خدمات ارزش افزوده به کاربران، برای اپراتورها دارد؛ تعیین مشتریانی که با احتمال بیشتری خدمت مورد نظر را خواهند خرید، اهمیت دارد. طبق گفته واگنر و همکارانش^۲ (۲۰۰۳) فروش متقاطع محصولات و خدمات به مشتریان فعلی، هزینه پایین‌تری نسبت به کسب مشتریان جدید دارد. به این دلیل که شرکت در حال حاضر با این مشتریان در ارتباط می‌باشد. اجرای مناسب فروش متقاطع در صورتی

^۱. Kumar Singh

^۲. Wagner A. et al, 2003

حاصل می‌شود که یک زیرساخت اطلاعاتی وجود داشته باشد که به مدیران اجازه دهد محصولات و خدماتی را که مورد نیاز مشتریان است اما هنوز به آنها فروخته نشده است را به آنها ارائه دهد (کامکورا و ودل و روزا و ماژون، ۲۰۰۳). وجود این زیرساخت اطلاعاتی می‌تواند به تسهیل فروش متقاطع در سازمان کمک کند. برای سازمان‌ها مناسب‌تر است که برای فروش متقاطع همه خدمات ارائه‌شده و همه مشتریان بهینه خود، زیرساخت اطلاعاتی جامعی داشته باشند. برای ایجاد زیرساخت اطلاعاتی فروش متقاطع که مورد توجه وانگر و همکارانش (۲۰۰۳) نیز بوده است، در این تحقیق ایجاد پروفایل فروش متقاطع هر مشتری پیشنهاد شده است. در این پروفایل خدماتی که توسط هر مشتری خریداری شده است، مشخص می‌شود. همچنین خدماتی که طبق قوانین وابستگی، قانون خاصی در استفاده آنها وجود دارد نیز مشخص می‌شود.

اولین مزیت استفاده از این پروفایل این است که خدماتی که در دسته خاصی از مشتریان پر فروش بوده اما توسط برخی از مشتریان آن دسته خریداری نشده است، می‌تواند برای فروش متقاطع بکار برده شوند. در واقع می‌توان گفت این مشتریان جامعه هدفی برای فروش متقاطع خدمات هستند. مزیت دیگر این است که با این ساختار اطلاعاتی، می‌توان تخفیفی را برای مشتریانی که به عنوان جامعه هدف تعیین می‌شوند، به منظور افزایش حجم فروش اعمال کرد. مزیت سوم این است که این پروفایل می‌تواند به عنوان زیرساخت یک سیستم پیشنهاددهنده فروش متقاطع استفاده شود بطوریکه این سیستم پیشنهاددهنده بتواند خدماتی را که مناسب فروش متقاطع به هر مشتری است را تعیین کرده و پیشنهاد دهد.

با توجه به مطالعاتی که در زمینه طبقه‌بندی مشتریان براساس شاخص‌های RFM انجام شده است، تخصیص وزن به هر کدام از شاخص‌ها متناسب با نوع کسب و کار می‌تواند در دقت نتایج طبقه‌بندی تاثیرگذار باشد. روش تحلیل سلسله مراتبی برای مقایسه وزن‌های نسبی متغیرهای RFM (تاخیر، فراوانی، پولی) در تعیین ارزش طول عمر مصرف‌کننده یا وفاداری با استفاده از تکنیک‌های خوشه‌بندی می‌تواند مفید باشد (کومار سینگ و آفمن و احمد و محمود ۲۰۲۱). به عنوان پیشنهاد برای کارهای آتی می‌توان از روش ذکر شده

برای تعیین وزن شاخص های RFM استفاده کرد. همچنین می توان به جای خوشه بندی k-means از خوشه بندی FCM استفاده کرد، با وجود اینکه الگوریتم k-means سرعت بالایی دارد اما اگر به جای خوشه بندی به صورت سنتی k-means این الگوریتم را به صورت فازی انجام دهیم کار خوشه بندی با دقت بیشتری انجام می شود (گنجی جامه شوران و مظفری، ۲۰۱۹).

منابع

- Ahn, H., Ahn, J., Joo Oh, K., & Ha Kim, D. (2011). Facilitating cross-selling in a mobile telecom market to develop customer classification model based on hybrid data mining techniques. *Expert Systems with Applications*, 38 , 5005-5012.
- Ahn, H., Ahn, J., Woo Byun, H., & Joo Oh, K. (2011). A novel customer scoring model to encourage the use of mobile value added services. *Expert Systems with Applications*, 38 , 11693-11700.
- Ahn, H., Kim, K.-J., & Han, I. (2007). A case-based reasoning system with the two dimensional reduction technique for customer classification. *Expert Systems with Applications*, 32(4) , 1011-1019.
- Anitha, P., & Patil, M. (2019). RFM model for customer purchase behavior using K-Means algorithm. *Journal of King Saud University –Computer and Information Sciences*, 1319-1578.
- Arunachalam, D., & Kumar, N. (2018). Benefit-based consumer segmentation and performance evaluation of clustering approaches: An evidence of data-driven decision-making. *Expert Systems with Applications*, 11-34.
- Berito, P., Soares, C., Almeida, A., Monte, A., & Byvoet, M. (2015). Customer segmentation in a large database of an online customized fashion business. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 93-100.
- Bortiz, J., & Kennedy, D. (1995). Effectiveness of neural network types for prediction of business failure. *Expert Systems with Applications*, 9 , 503-512.
- Buttle, F. (2004). *Customer Relationship Management: Concepts and Tools*. Elsevier: Butterworth Heinemann.
- Chen, M., Han, J., & Yu, P. (1996). Data mining: An overview from a database perspective. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 8 , 866-883.
- Ching-Hsue, C., & You-Shyang, C. (2009). Classifying the segmentation of customer value via RFM model and RS theory. *Expert systems with applications*, 36 , 4176-4184.
- Fletcher, D., & Goss, E. (1993). Forecasting with neural networks: An application using bankruptcy data. *Information and Management*, 3.
- Ganji Jameshuran, M., & Mozafari, M. (2019). Provide a new way to suggest web pages using algorithms Clustering k-means and generalized association rules. *The 8th National Conference on Computer Science and Engineering and Information Technology*, CEC-49007.
- Holý, V., Sokol, O., & Černý, M. (2017). Clustering retail products based on customer behaviour. *Applied Soft Computing*, 752-762.
- Kamakura, W., Wedel, M., de Rosa, F., & Afonso Mazzon, J. (2003). Cross-selling through database marketing: a mixed data factor analyzer for data augmentation and prediction. *Intern. J. of Research in Marketing*, 20 , 45-65.
- Kamakura, W., Wedel, M., de Rosa, F., & Mazzon, J. (2003). Cross-selling through database marketing: a mixed data factor analyzer for data augmentation and prediction. *International Journal of Research in Marketing*, 20 , 45-65.
- Khalili-Damghani, K., Abdi, F., & Abolmakarem, S. (2018). Hybrid soft computing approach based on clustering, rule mining, and decision tree analysis for customer segmentation problem: Real case of customer-centric industries. *Applied Soft Computing*, 816-828.
- Kumar Singh, P., Othman, E., Ahmed, R., & Mahmood, A. (2021). Optimized recommendations by user profiling using apriori algorithm. *Applied Soft Computing Journal*, 1568-4946.
- Langley, P., & Simon, H. (1995). Applications of machine learning and rule induction. *Communication of the ACM*, 38 , 55-64.

- Lau, H., Wong, C., Hui, I., & Pun, K. (2003). Design and implementation of an integrated knowledge system. *Knowledge-Based Systems*, 16, 69-76.
- Ngai, E., Xiu, L., & Chau, D. (2009). Application of data mining techniques in customer relationship management: A literature review and classification. *Expert Systems with Applications*, 36, 2592-2602.
- Olson, D., & Shi, Y. (2007). *Introduction to Business Data Mining*. Singapore: MCGraw Hill Education.
- Qadadeh, V., & Abdallah, S. (2018). Customers Segmentation in the Insurance Company (TIC) Dataset. *Procedia Computer Science*, 277-290.
- Razmi, J., & Ghanbari, A. (2009). Presenting a new model to calculate the value of customer life cycle. *Technology and Information Management*, 1, 35-50.
- Salchenberger, L., Cinar, E., & Lash, N. (1992). Neural networks: A new tool for predicting thrift failures. *Decision Sciences*, 23, 899-916.
- Su, C., Hsu, H., & Tsai, C. (2002). Knowledge mining from trained neural networks. *Journal of Computer Information Systems*, 42, 61-70.
- Swift, R. (2001). *Accelerating customer relationships: Using CRM and relationship technologies*. Upper saddle river: N.J.: Prentice Hall PTR.
- Zhang, G., Hu, M., Patuwo, B., & Indro, D. (1999). Artificial neural networks in bankruptcy prediction: General framework and cross validation analysis. *European Journal of Operational Research*, 116, 16-32.

استناد به این مقاله:

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/JEMSC.2022.7298.1159

عاطفی، حمیدرضا؛ رضایی نور، جلال. (۱۴۰۰). «تسهیل فروش متقاطع خدمات ارزش افزوده تلفن همراه با استفاده از تکنیکهای داده کاوی». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۱۴ (۸)، ۱۹۳-۱۷۱.