Archive of SID

فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند- سال هفتم ـ شماره ۲۵ـ پاییز ۱۳۹۷
صفحات ۴۰-۵

مدل بهینه‌سازی چندهدفه تخصیص خدمت به مشتریان بانک با به‌کارگیری داده‌کاوی و شبیه‌سازی

محمدعلی خاتمی فیروزآبادی *
محمدتقی تقوی فرد **
سید خلیل سجادی ***
جهانیار بامدادصوفی ****

چکیده

شناخت الگوهای رفتاری مشتریان، خوشه‌بندی و ارائه خدمت به آن‌ها یکی از مهم‌ترین مسائل بانک‌ها محسوب می‌شود. در این تحقیق پنج ویژگی هریک از مشتریان شامل آخرین زمان مراجعه، تعداد تراکنش، مبلغ سپرده‌گذاری، مبلغ وام و مانده معوقات وام‌ها در طول یک سال فعالیت از پایگاه داده بانک استخراج شد و به کمک الگوریتم کامیانگین، مشتریان خوشه‌بندی شدند. سپس یک مدل چندهدفه تخصیص خدمات بانک به هرکدام از خوشه‌ها طراحی گردید. اهداف مدل طراحی شده افزایش میزان رضایت مشتریان، کاهش هزینه‌ها و کاهش ریسک تخصیص خدمات است. با توجه به آنکه مسئله دارای یک راه‌حل بهینه نبوده و هر یک از ویژگی‌های مشتری دارای یک تابع توزیع احتمالی‌اند، برای حل از شبیه‌سازی استفاده شد. جهت تعیین جواب نزدیک به بهینه از الگوریتم تبرید در ساخت جواب‌های همسایه استفاده شد و مدل شبیه‌سازی اجرا گردید. نتایج به‌دست‌آمده بهبود قابل‌توجهی نسبت به وضعیت فعلی را نشان داد. در این تحقیق از نرم‌افزارهای وکا و آر-استودیو برای داده‌کاوی و آرنا برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی استفاده شد.

واژگان کلیدی: خوشه‌بندی، مدل تخصیص چند هدفه، بهینه‌سازی، شبیه‌سازی.

---

* دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.(نویسنده مسئول)؛
a.khatami@atu.ac.ir
** دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.
*** دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری،دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.
**** استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.
تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۳/۲۲

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه با گسترش بنگاه‌های مالی و اقتصادی و همچنین افزایش حجم، تنوع فعالیت‌ها، رقابت شدید در جذب مشتریان، نیاز به حفظ رضایت آن‌ها بیش‌ازپیش احساس می‌شود. یکی از این بنگاه‌های مالی بانک‌ها و مؤسسات اعتباری می‌باشند که در حال حاضر عدم رضایت گسترده مشتریان از نحوه ارائه خدمات و نوع محصولات ارائه شده به آن‌ها به چشم می‌خورد که این امر بیشتر به لحاظ عدم انطباق خدمات و محصولات بانکی با نیاز و توقعات مشتریان به وجود آمده است (اکبری اصل و بشلی، ۱۳۹۲). از سویی تعامل مشتریان با بانک‌ها منجر به بروز وقایعی می‌شود که اطلاع از آن‌ها، تجزیه، تحلیل و طبقه‌بندی آن‌ها می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. تقسیم‌بندی مشتریان به لحاظ رفتار به وجود آمده، در هر بنگاه اقتصادی عامل اصلی در مدیریت ارتباط با مشتریان و همچنین بازاریابی هدفمند به شمار می‌رود (وو[1] و همکاران، ۲۰۰۹). تاکنون روش‌های مختلفی برای تخصیص خدمت به مشتری ارائه شده است که بخش قابل‌توجهی از آن‌ها به‌صورت تجربی است به‌نحوی‌که اغلب بانک‌ها با در نظر گرفتن تنها یک یا دو پارامتر نظیر مانده میانگین و گردش حساب اقدام به بخش‌بندی مشتریان خود نموده‌اند و آن‌ها را در گروه‌های پلاتینی، طلایی، نقره‌ای و غیره جای می‌دهند. به‌رغم این مشکلات و پیچیدگی‌ها مطالعات نشان می‌دهند که بانک‌هایی که از بخش‌بندی مشتریان به‌درستی استفاده کرده‌اند ۴۰٪ درآمد بالاتری از بقیه بانک‌ها داشته‌اند و درآمد مشتریان فعال این بانک‌ها ۲۰٪ از مشتریان فعال سایر بانک‌ها بیشتر است (رینتارز و کومار[2]، ۲۰۰۳). همچنین پرداختن به حساب‌های کلیدی[3] و مشتریان سودآور در بانک که از مزایای بخش‌بندی صحیح و اصولی مشتریان است. فیشر برای اولین بار سال ۱۹۶۳ ایده متمرکز کردن گروه‌ها را مطرح کرد. سپس دیویددراند در سال ۱۹۴۱ با تفکیک مشتریان به دو گروه خوب و بد به اعطای وام به آن‌ها پرداخت. بعدازآن در سال ۱۹۶۰ کارت‌های اعتباری برای هر گروه از مشتریان وارد بازار شد و اعتبارسنجی هر گروه از مشتریان در سال ۱۹۸۰ برای اولین بار در آمریکا استفاده

1. Wu
2. Reinartz & Kumar
3. Key Account

www.SID.ir

Archive of SID

شد و برای نخستین بار نیاز به استفاده از سیستمی جهت گروه‌بندی مشتریان احساس شد (توماس[1]، ۲۰۰۱). به دنبال دسته‌بندی مشتریان جهت دریافت خدمات در بنگاه‌های مالی مدل‌های گوناگونی به وجود آمد که بسیاری از آن‌ها مبتنی بر عملکرد و الگوهای رفتاری آن‌ها است. یک از معروف‌ترین آن‌ها روش آر-اف-ام[2] بود که برای نخستین بار در سال ۱۹۹۶ توسط هوگس[3] معرفی گردید. وی برای تحلیل این مدل از رفتار گذشته مشتری که به‌آسانی قابل‌پیگیری و دسترسی است، استفاده نمود. این مدل از سه بعد مربوط به داده‌های مبادلاتی مشتریان، برای تحلیل رفتار آن‌ها استفاده می‌نماید (هووگس[4]، ۱۹۹۶). تاکنون رویکردها و کاربردهای مختلفی از این روش مورد استفاده قرار گرفته است. در مقاله زابکواسکی روش آر-اف-ام جهت شناسایی رفتار مشتریان در سیستم‌های ارتباطی که در آستانه ورشکستگی می‌باشند، بکار رفته است (زابکواسکی[5]، ۲۰۱۶). در مقاله ابیودان رضایت و عملکرد مشتریان در سیستم خدمت‌دهی بانک، با استفاده از مدل‌های ریاضی خطی و غیرخطی اندازه گیری شد و مشتریان با توجه به نوع اهمیتی که دارند در سیستم‌صف نوبت‌دهی قرار می‌گیرند تا از تأخیر غیرضروری برای آن‌ها ممانعت شود. (ابیدان[6]، ۲۰۱۷) در مقاله البرزی و خان‌بابایی با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی و شبکه‌های عصبی با هدف یک تحلیل رفتار جدید هیبریدی به برآورد اعتبار مشتری در خدمات بانکی مطابق روش تحلیل آر-اف-ام پیشرفته بر روی خدمات بانکی پرداختند (البرزی و خان‌بابایی، ۲۰۱۶). در مقاله چن و همکاران کاربرد این روش را در مشتریانی که از برنامه‌های کاربردی تلفن همراه استفاده می‌نمایند، نشان می‌دهد به‌گونه‌ای که رفتار مشتریان را در راستای ارائه خدمات و برنامه‌های مورد نیاز شناسایی و همچنین از وقوع جرم جلوگیری به عمل می‌آورد (چن و همکاران[7]، ۲۰۱۷). پکر و همکاران با توسعه مدل آر-اف-ام از دو منظر طول عمر[1] و دوره

1. Thomas
2. RFM(Recency Frequency Monetary)
3. Hughes
4. Hughes
5. Zabkowski
6. Abiodun
7. Chen

www.SID.ir

Archive of SID

تناوب[2] مدل ال-آر-اف-ام-پی[3] را برای مشتریان خرده‌فروشی صنایع غذایی ساخته و مشتریان را گروه‌بندی نموده و متناسب با هر گروه برنامه بازاریابی و تبلیغات خود را توسعه بخشیده است. (پکر[4]، ۲۰۱۷) شوتا سنگ و سامیت سینگ در مقاله خود با اضافه نمودن اندازه ریسک مشتریان به مدل پایه RFM توانسته‌اند با رویکردی غیر پارامتریک در فضای تحقیق در عملیات به امتیازدهی و سپس بخش‌بندی مشتریان بپردازند (سینگ[5] و سینگ، ۲۰۱۷). در مطالعات داخلی تا حدودی به گروه‌بندی مشتریان با استفاده از این روش پرداخته شده است به‌طوری‌که در مقاله تقوی‌فرد و همکارانش با استفاده از تحلیل آر اف ام و به‌کارگیری الگوریتم دومرحله‌ای[6] به خوشه‌بندی مشتریان بانک صادرات پرداخت و آن‌ها را به چهار خوشه تقسیم‌بندی نمود (تقوی فرد،۱۳۹۱). در اثری دیگر قربان‌پور و همکاران با تلفیق الگوریتم‌های ژنتیک و سی‌میانگین[7] در محیط فازی به خوشه‌بندی مشتریان بانک رفاه پرداختند (قربان‌پور و همکاران،۱۳۹۴). در مقاله دیگری سهرابی، رئیسی وانائی و زارع به طراحی یک سیستم توصیه‌تر به‌منظور بهینه‌سازی و مدیریت تسهیلات بانکی بر مبنای الگوریتم‌های خوشه‌بندی پرداخته و توانسته‌اند یک طبقه‌بندی تسهیلاتی برای ۸۵۵۳۰ رکورد از مشتریان یکی از بانک‌های کشور انجام دهند (سهرابی و همکاران، ۱۳۹۵). در اثر دیگری توسط کرامتی و همکارانش به توسعه یک سیستم پیشنهاددهنده محصول طراحی مدلی ترکیبی با بهره‌گیری از روش‌های فیلترینگ مشارکت محور، کشف قوانین انجمنی و بخش‌بندی مشتریان پرداخته که به نسبت مدل‌های بکار رفته در حوزه کاربرد ارتباطات و اینترنت تا حدودی پاسخ مناسب‌تری گرفته است اما تفاوت‌های قابل‌توجهی به نسبت حوزه مشتریان بانک دارد و تنها از می‌توان از روش بخش‌بندی کا-میانگین برای این تحقیق الگو گرفت (کرامتی و خالقی، ۱۳۹۳). اکثر مطالعات پیشین به نحوه به‌کارگیری الگوریتم‌های

1. length
2. periodicity
3. LRFMP
4. Peker
5. Singh
6. two step
7. C-Means

www.SID.ir

Archive of SID

خوشه‌بندی بر روی مشتریان می‌پردازد و یا دقت الگوریتم‌ها را مورد آزمایش قرار می‌دهد و هیچ بازخوردی پس‌ازآن ارائه نشده و یا آنکه به گروه‌بندی استاتیک مشتریان در طبقات مختلف اشاره و به تخصیص خدمت بدون در نظر گرفتن هزینه-فایده پرداخته است. این تحقیق برای نخستین بار به خوشه‌بندی بر اساس شاخص‌های مالی و غیرمالی مشتریان بانک پرداخته و نتایج حاصل از خوشه‌بندی در مدل ریاضی تخصیص خدمات و محصولات را به‌گونه‌ای بکار گرفته تا با ورود مشتریان اهداف از پیش تعیین‌شده موردنظر بانک در مناسب‌ترین حالت خود قرار گیرند. با توجه آنکه جواب‌های مؤثر[1] یا راه‌حل‌های غیر مسلط[2] هرکدام از اهداف این تحقیق ممکن است جواب غیر مؤثر (مسلط) هدف دیگری باشند بنابراین مسئله دارای جواب بهینه مطلق نیست. هدف اصلی این مقاله ارائه محصولات و خدمات بانکی از طریق یک خوشه‌بندی مناسب بر روی مشتریان بر اساس تحلیل رفتاری پنج ویژگی آن‌ها، با در نظر گرفتن هدف افزایش میزان رضایت‌مندی مشتری و کاهش هزینه‌ها و ریسک بانک در حالتی که بیشترین حد مطلوبیت هر یک از اهداف حاصل گردد، است.

روش تحقیق

روش انجام پژوهش از نظر هدف، توسعه‌ای کاربردی و از نظر اجرایی، تحلیلی توصیفی است. جامعه هدف این پژوهش کلیه داده‌های تمیز ثبت‌شده برای مشتریان حقیقی یکی از بانک‌های خصوصی کشور است.

سؤالات تحقیق

سؤال اصلی این تحقیق آن است که مدل چندهدفه تخصیص خدمات و محصولات خاص به مشتریان حقیقی بانک چگونه است؟

سؤالات فرعی آنکه، خوشه‌بندی مشتریان با استفاده از داده‌کاوی بر اساس اهداف موردنظر بانک چگونه است؟ چگونه به کمک بهینه‌سازی از طریق شبیه‌سازی می‌توان اهداف موردنظر بانک و مشتری را تأمین نمود؟ روش پیشنهادی تخصیص خدمت به مشتریان چه می‌باشند؟

1. Efficient solution
2. Non dominated solution

www.SID.ir

Archive of SID

گردآوری داده‌ها و اطلاعات

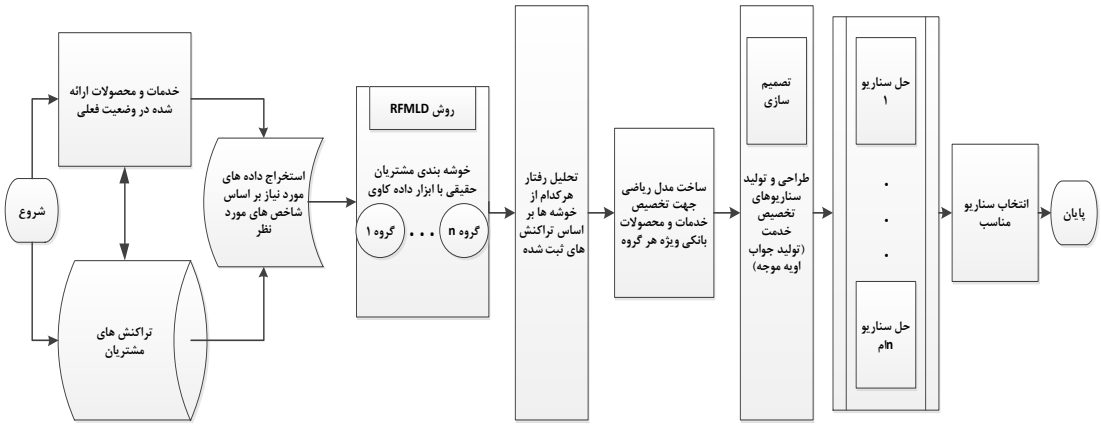
گردآوری داده‌ها و اطلاعات در این تحقیق از طریق نرم‌افزار اس‌کیوال‌سرور[1] بر روی پایگاه داده بانک شهر صورت‌گرفته و از برنامه‌ها و نرم‌افزارهای مخصوص در حوزه داده‌کاوی از قبیل نرم‌افزار ۳,۸,۰ وکا[2] و آر-استودیو[3] برای این امر استفاده گردید. جامعه آماری این تحقیق تمامی ۸۵۰ هزار مشتری حقیقی بوده که پس از پاک‌سازی داده‌ها اطلاعات مربوط به ۳۱۹۵۳ مشتری حقیقی فعال جهت استفاده بکار گرفته شد. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های بکار رفته در انتخاب مشتریان فعال مورد مطالعه آن است که از مجموع کل کد مشتری‌هایی استخراج شده، در این تحقیق مشتریانی مورد مطالعه قرارگرفته‌اند که در طی بازه زمانی سال ۹۵ دارای حداقل یک سپرده با موجودی بزرگ‌تر از صفر، یک تراکنش بانکی می‌باشند. در نگاه اول ممکن است حجم پایین نمونه مورد مطالعه از کل جامعه تعجب‌آور باشد اما موضوع حاکی از دو واقعیت بسیار مهم است. اول وضعیت نابسامان داده‌های ثبت‌شده برای تمامی شاخص‌های مشتریان بر روی انبار داده بوده (از قبیل کد مشتریان تکراری، خالی بودن فیلد، ثبت داده های اشتباه توسط کاربران و غیره) و دوم ناشی از غیرفعال بودن و یا خروج اکثر مشتریان از بانک به دلیل نوسانات بالای نرخ سود سپرده و یا ایجاد کد مشتری‌های اجباری مخصوص یک سازمان و ارگان دولتی برای کارکنان خود است؛ بنابراین در یک نگاه کلی می‌توان گفت تعداد محدودی از کل کد مشتری‌های موجود فعال و دارای داده تمیز شده می‌باشند. با توجه به تنوع زیاد ویژگی‌های ثبت شده از مشتریان و کاربردی بودن برخی از این ویژگی‌ها جهت تحلیل رفتار ایشان در این تحقیق مدل آر اف ام توسعه یافت و از طریق اضافه نمودن دو ویژگی دیگر به نام‌های تسهیلات دریافتی[4] و معوقات مشتریان[5] به مدل آر اف ام ال دی[6] تبدیل شد که از شاخص‌های مورد نظر جهت انجام فرایند خوشه‌بندی استفاده گردید.

1. SQLServer
2. weka
3. R-Studio
4. Loan
5. Deferred
6. RFMLD

www.SID.ir

Archive of SID

مراحل انجام این تحقیق در شکل ۱ در قالب مدل مفهومی نمایش داده‌شده است؛ که در ادامه به توضیح بخش‌های مختلف آن می‌پردازد.



شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق

معرفی شاخص‌ها

کلیه متغیرهای موجود برای هر مشتری در دو گروه اصلی ویژگی‌های پایه (شخصیتی) و ویژگی‌های رفتاری قرار دارند که معمولاً ویژگی‌های شخصیتی در زمان تعریف مشتری و برای یک‌بار تکمیل می‌گردند (از قبیل جنسیت، سن، ملیت، مذهب و غیره) اما ویژگی‌های رفتاری مشتری همواره در حال تغیر است (از قبیل مانده سپرده، میزان تسهیلات جاری و غیره). با توجه به هدف مورد نظر در این تحقیق که تخصیص مناسب خدمات و محصولات به هر گروه از مشتریان است، می‌بایست متغیرهایی را انتخاب نمود که کاربرد لازم را داشته تا بتوانند به تحقق اهداف مدنظر تحقیق کمک نمایند. لذا در این تحقیق از متغیرهایی که ویژگی‌های رفتاری مشتریان را نشان داده استفاده گردید زیرا که در روش‌های علمی کاربرد آن‌ها به‌وفور مشهود است و همچنین دسترسی به داده‌های تمیز موجود برای هرکدام از آن‌ها در پایگاه‌های داده بانک امکان‌پذیر است. از مهم‌ترین دلایل به‌کارگیری این متغیرها جامع بودن هر متغیر است زیرا که پوشش‌دهنده کامل اهداف تحقیق می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

ازآنجایی‌که هر یک از پنج شاخص مدنظر از اجزاء مختلف اما هم‌جنس تشکیل شده، سعی گردید تا با استفاده از تکنیک مجموع ساده وزین[1] این اجزاء در کنار یکدیگر قرار گرفته تا معرف کاملی از شاخص مورد نظر باشند. اوزان هرکدام از اجزا با توجه به نظر تجربی و کارشناسی محقق تعیین گردید که مقادیر شاخص‌های مربوطه به‌صورت ذیل محاسبه می‌گردند.

۱- تاریخ آخرین مراجعه (آخرین تراکنش) مشتری: ازآنجایی‌که برای بانک انجام تراکنش‌های مالی از طریق کانال‌های مدرن دارای مطلوبیت بیشتری نسبت به مراجعات حضوری به شعبه است، در این مدل فاصله زمانی آخرین تراکنش مشتری از انتهای بازه زمانی مورد نظر را با نماد R و برحسب روز نشان می‌دهیم. در حالت کلی تراکنش‌های مشتری تنها بر روی دو بستر (کانال) مدرن (خدمات غیرحضوری) و شعبه‌ای (مراجعات حضوری) رخ می‌دهد لذا برای آخرین تراکنش روی کانال‌های مدرن وزن α_{Rm} و با نماد R_m و برای مراجعه حضوری وزن α_{Rb} و با نماد R_b نمایش داده می‌شود. بنابراین مقدار R مشتری i ام برابر است با رابطه ۱:

$$R_i = (\alpha_{Rm} \times R_{mi}) + (\alpha_{Rb} \times R_{bi}) \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

۲- تعداد تراکنش‌ها در طول بازه زمانی[2]: مجموع تعداد کل تراکنش‌های مشتری در طول بازه زمانی مورد نظر به دست می‌آید که با نماد F و برحسب تعداد بیان می‌شود.

۳- مجموع مانده سپرده‌ها[3]: ازآنجایی‌که تمامی منابع در بانک به دو گروه "قرض‌الحسنه " و "سرمایه‌گذاری " تقسیم می‌شوند، بنابراین مجموع کل مانده سپرده‌های مشتری i ام را با نماد M_i و برحسب ریال بیان می‌شود. مانده سپرده‌های جاری مشتری iام منابع قرض‌الحسنه) با ضریب α_{Ml} و با نماد M_l و مجموع مانده سایر سپرده‌های مشتری iام با هزینه بالا با ضریب α_{Mh} و با نماد M_h در نظر گرفته می‌شود. بنابراین مقدار M مشتری iام به‌صورت رابطه ۲ محاسبه می‌گردد.

1. Simple Additive Weighting (SAW)
2. Frequency
3. Monetary

www.SID.ir

Archive of SID

$$M_i = (\alpha_{Ml} \times M_{li}) + (\alpha_{Mh} \times M_{hi}) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

مجموع مانده کل تسهیلات جاری[1]: ازآنجایی‌که تسهیلات فعال (تسویه نشده) مشتری از لحاظ اهمیت برای بانک متفاوت می‌باشند، مجموع آن را در این تحقیق با نماد **L** و برحسب ریال نمایش داده می‌شود. در بانک تمامی تسهیلات و تعهدات در قالب سه بخش قرار می‌گیرد که هرکدام از آن‌ها در ادبیات بانکی معنا و مفهوم خاص خود دارند؛ که برای هر بخش وزن خاصی در نظر گرفته می‌شود و به شرح رابطه ۳ است:

L_{mi}: مجموع تسهیلات مشارکتی مشتری iام با وزن α_{Lm}

L_{zi}: مجموع تعهدات (اعتبار اسنادی و ضمانت‌نامه) مشتری iام با وزن α_{Lz}

L_{ni}: مجموع تسهیلات مبادله‌ای مشتری iام با وزن α_{Ln}

$$L_{\mathrm{i}} = (\alpha_{Lm} \times L_{mi}) + (\alpha_{Lz} \times L_{zi}) + (\alpha_{Ln} \times L_{ni}) \quad \text{(رابطه ۳)}$$

مجموع کل معوقات[2]: مجموع کل معوقات مشتری در پایان دوره مورد بررسی با نماد D و برحسب ریال نمایش داده می‌شود؛ که از سه بخش تشکیل می‌گردد که در ادبیات بانکی معنا و مفهوم خاص خود دارند و برای هر بخش وزن خاصی در نظر گرفته که به شرح رابطه ۴ است:

D_{oi}: مجموع مانده مطالبات مشکوک الوصول بانک از مشتری iام با وزن α_{Do}

D_{di}: مجموع مانده مطالبات معوق بانک از مشتری iام با وزن α_{DD}

D_{mi}: مجموع مانده مطالبات سررسید گذشته بانک از مشتری iام با وزن α_{Dm}

$$D_{\mathrm{i}} = (\alpha_{Do} \times D_{oi}) + (\alpha_{DD} \times D_{di}) + (\alpha_{Dm} \times D_{mi}) \quad \text{(رابطه ۴)}$$

1. Loan
2. Deferred

www.SID.ir

Archive of SID

آماده‌سازی داده‌ها

پس از تعیین نحوه محاسبه متغیرها می‌بایست آماده‌سازی و پیش‌پردازش داده‌ها را برای هریک از متغیرها انجام داد که طی سه گام ذیل است:

گام اول: حذف داده‌های ناقص، بی‌کیفیت و مغشوش است. در این گام برخی از رکوردهای موجود که فاقد محتوی می‌باشند حذف می‌گردد؛ یعنی برای هریک از مشتری‌های جامعه آماری مقدار هر سه ویژگی مدل (R,F,M) مشخص باشد در غیر این صورت داده‌های این مشتری از جامعه آماری خارج می‌شود. لازم به ذکر است شاخص Lو D برای مشتری نمونه انتخاب شده می‌تواند مقدار صفر بگیرد و بنا به همین دلیل است که این دو شاخص در مدل به‌صورت جدا از سه معیار دیگر محاسبه می‌گردد.

گام دوم: استخراج داده و ایجاد انباره داده‌ها است. هدف از این گام ایجاد یک انباره داده یکپارچه از تمامی مشتریان است. در این تحقیق منظور از انباره داده مخزنی از داده‌های جمع‌آوری‌شده در خصوص مشتریان بر مبنای شاخص‌های ارائه شده است.

گام سوم: این گام نرمال‌سازی داده‌ها است. با توجه به اینکه داده‌های جمع‌آوری‌شده برای شاخص‌های مدل از یک جنس، مقیاس و جهت نیست می‌بایست داده‌های مذکور نرمال شوند. به‌عنوان‌مثال R از جنس زمان و مقیاس روز است و جهت آن کاهشی است، یعنی R کمتر، مطلوب‌تر است درحالی‌که M از جنس مالی، مقیاس آن ریال و جهت آن افزایشی است یعنی M بیشتر مطلوب‌تر است. برای نرمال‌سازی داده‌ها از روش ماکس-مین[1] مطابق روابط ۵ تا ۹ برای هر مشتری استفاده می‌گردد.

$$Ri^{N} = \frac{Ri - R_{Min}}{R_{Max} - R_{Min}}$$ (رابطه ۵)

$$Fi^{N} = \frac{Fi - F_{Min}}{F_{Max} - F_{Min}}$$ (رابطه ۶)

$$Mi^{N} = \frac{Mi - M_{Min}}{M_{Max} - M_{Min}}$$ (رابطه ۷)

$$Li^{N} = \frac{Li - L_{Min}}{L_{Max} - L_{Min}}$$ (رابطه ۸)

1. Max-Min

www.SID.ir

Archive of SID

$$Di^{N} = \frac{D_i - D_{Min}}{D_{Max} - D_{Min}}$$ (رابطه ۹)

در روابط ۵ تا ۹ به ترتیب R_{Max}، F_{Max}، M_{Max}، L_{Max} و D_{Max} نشان‌دهنده بیشترین مقادیر شاخص‌ها و R_{Min}، F_{Min} و M_{Min}، L_{Min} و D_{Min} بیانگر کمترین مقادیر شاخص‌ها هستند و R، F، M، L و D نیز مقادیر اصلی شاخص‌ها را نشان می‌دهند درنهایت Ri^{N}، Fi^{N}، Mi^{N}، Li^{N} و Di^{N} بیانگر مقادیر نرمال شده شاخص‌ها برای مشتریiام است

خوشه‌بندی مشتریان

با توجه به اینکه در بخش اول تحقیق از داده‌کاوی به‌عنوان فرایند کشف مدل خوشه‌بندی و ارزش‌های مجموعه داده‌های مورد نظر استفاده می‌شود، برای پیاده‌سازی آن نیازمند یک الگوی مشخص است که یکی از الگوهای بسیار قوی در ادبیات موضوع، الگوی داده‌کاوی کریسپ[1] است. این الگو از گام‌های شناخت داده، آماده‌سازی داده، مدل‌سازی، ارزیابی و توسعه تشکیل شده است. هرکدام از این گام‌ها به زیر بخش‌هایی تقسیم شده است (چمپن[2] و همکاران، ۲۰۰۰). الگوریتم‌های خوشه‌بندی به‌طورکلی به سه دسته خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی[3]، خوشه‌بندی مبتنی بر شبکه[4] و خوشه‌بندی مبتنی بر بخش‌بندی[5] (برخی از اوقات آن را خوشه‌بندی مبتنی بر تابع هدف می‌نامند) تقسیم می‌شوند که هر دسته ویژگی‌های خاص خود را دارد و ممکن است بنا به کاربرد متفاوت عمل نمایند. در هریک از این انواع اصول متفاوتی از خوشه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد که درنتیجه شاهد تفاوت‌های زیادی میان فرایندهای پردازش و قالب‌های مربوط به نتایج هستیم. یکی از الگوریتم‌های بسیار پرکاربرد که برای انواع داده‌ها و با سرعت قابل قبولی در ادبیات موضوع خصوصاً مطالعه موردی این تحقیق رایج است. روش خوشه‌بندی کامیانگین[6] است، به دلیل بخش‌بندی مشتریان و این نکته که

1. Cross Industry Standard Process for Data Mining
2. Chapman
3. Hierarchical Clustering
4. Grid
5. Petitioning
6. K-Means

www.SID.ir

Archive of SID

می‌بایست ویژگی‌های هر مشتری بر اساس خوشه‌ای که به آن تعلق دارد، سنجیده شود و همچنین نماینده‌ای از آن خوشه وجود داشته باشد تا معرف آن خوشه باشد از این روش استفاده گردید. علاوه بر این به دلیل حجم داده بالا و انعطاف‌پذیری نرم‌افزار مورد نظر جهت پیاده‌سازی این الگوریتم و انجام اصلاحات و تغییرات مورد نیاز در خلال تحقیق کاربرد این روش منطقی‌تر است. برخی الگوریتم‌های دیگر مبتنی بر روش‌های بخش‌بندی ازجمله کامدوید[1] به لحاظ مفهومی مورد مطالعه قرار گرفت و هرچند که از نقاط قوتی همچون نیرومندی و قابل تفسیر بودن[2] برخوردار است اما به لحاظ نوع مطالعه کاربردی این تحقیق نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ زیرا این روش مبتنی بر فراوانی بوده و میانه داده‌ها در هرکدام از ویژگی‌های مشتری نمی‌تواند ملاک مناسبی برای خوشه‌بندی باشد؛ اما در خصوص الگوریتم‌های موجود در دسته روش‌های سلسله مراتبی با توجه به ماهیت این روش‌ها ازجمله روش وارد[3] و به‌کارگیری نمودارهای دندروگرام[4] که تمامی اجزا و داده‌ها را به‌صورت برگ و درخت نمایش می‌دهد و فرایند ادغام خوشه‌ها با یکدیگر را به‌صورت متوالی با توجه به مقادیر فاصله هدایت می‌نماید (شهرابی و ذوالقدر، ۱۳۹۴). در حجم بالای داده‌های مورد مطالعه و محدودیت در سیستم کامپیوتری قادر به پیاده‌سازی دقیق نبوده و مورد استفاده قرار نگرفت. ممکن است این سؤال پیش آید که چرا از روش نگاشت خود سازمانده کوهنن استفاده نگردید که در پاسخ باید گفت اساس کار این روش بر استفاده از شبکه عصبی بدون ناظر استوار شده است (حنفی زاده و میرزاداده، ۲۰۱۱). این روش به‌طور گسترده در مسائل خوشه‌بندی پردازش تصویر و کمتر در بخش‌بندی بازار از آن استفاده می‌گردد و بیشترین حوزه کاربرد را در سنجش رفتار و تعیین و تحلیل میزان وفاداری مشتریان در یک بازار استفاده می‌شود (میرزازاده، ۱۳۸۷). منظور تفکیک مشتریان در گروه‌های همگن بر

1. K-Medoid
2. Interpretability
3. Ward
4. Dendrogram

www.SID.ir

Archive of SID

اساس ارزش شاخص‌های مدل، از روش خوشه‌بندی کا میانگین استفاده شده است. دستور کلی خوشه‌بندی-K میانگین در نرم‌افزار R به‌صورت رابطه ۱۰ بکارگرفته شد:

```
kmeans(x, centers, iter.max = 10, nstart = 1,algorithm = c("Hartigan-Wong","Lloyd", "Forgy","MacQueen"), trace=FALSE)
```
(رابطه ۱۰)

المان‌های بکار رفته در این روش برای هر بار خوشه‌بندی به‌صورت زیر است:

X: ماتریس عددی از داده‌ها یا ماتریس شاخص‌های استانداردشده برای مشتریان (نمونه‌ها) است.

Centers: تعداد خوشه‌ها است که باید به‌صورت پارامتری به دستور اضافه شود.

iter.max: حداکثر تعداد تکرار مجاز جهت انجام خوشه‌بندی(شرط توقف)

nstart : چنانچه مراکز یک عدد باشد، مجموعه‌های تصادفی که باید انتخاب شوند را نشان می‌دهد.

Algorithm: خوشه‌بندی به این روش خود برای اجرا از الگوریتم‌های متفاوتی استفاده می‌کند و برای تابع k-mean الگوریتم خاصی را مشخص می‌کند. این تابع به‌طور پیش‌فرض الگوریتم هارتیگان و ونگ را در خوشه‌بندی بکارگرفته اما ممکن است روش‌های دیگری(الگوریتم مک کویین) استفاده گردد که اغلب به سایر الگوریتم‌ها ترجیح داده می‌شود.

Trace، تنها در روش هارتیگان و ونگ کاربرد دارد و گویای اعداد صحیح یا منطقی در پیشبرد الگوریتم را در نظر می‌گیرد (هارتینگ[1]، ۱۹۷۵). برای تعیین تعداد خوشه مناسب در روش کا- میانگین، از دو روش تعیین کیفیت خوشه‌ها استفاده شد. جهت سنجش اعتبار خوشه‌ها از شاخص‌های مجموع توان دوم خطا[2] و سیلوئت[3] (نیمرخ) استفاده شد که نتایج به‌دست‌آمده از این روش در ادامه توضیح داده شده است.

1. Hartigan
2. Sum of squares error index (SSE)
3. Silhouette Index

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌سازی تحقیق

پس از انجام فرایند خوشه‌بندی می‌بایست خدمات قابل ارائه به مشتریان شناسایی و با ساخت مدلی که اهداف مورد نظر تحقیق را پوشش می‌دهد، آن‌ها را تخصیص داد؛ که در ادامه به‌صورت گام‌به‌گام بیان شده است.

گام ۱) تعریف محصولات و بیان مفروضات مدل

بر اساس قانون بانکداری بدون ربا که در سال ۱۳۶۲ به تصویب رسیده است وظیفه اصلی سیستم بانکی کشور تجهیز و تخصیص منابع پولی است که تمامی بانک‌ها و مؤسسات اعتباری مجاز به تعریف خدمات خود در راستای این دو وظیفه اصلی می‌باشند. در وظیفه اول بانک‌ها در جمع‌آوری و نگهداری پول (تجهیز منابع خود) از طریق ارائه بخشی از محصولات خود با عنوان طرح‌های سپرده‌ای به جذب سپرده‌های مشتریان می‌پردازند و در وظیفه دوم، در اعطای تسهیلات به مشتریان نقش ایفا می‌نمایند (بهمند و بهمنی، ۱۳۸۵). در مدل مورد استفاده این تحقیق، بانک می‌تواند محصولات خود را در دو گروه تسهیلاتی و سپرده‌ای به مشتریان عرضه نماید. گروه تسهیلاتی از ۹ محصول و گروه سپرده‌ای از ۴ محصول تشکیل شده است. ویژگی های هرکدام از محصولات ارائه شده به مشتریان توسط بانک در بازه زمانی مورد اشاره در جدول ۱ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگی‌های محصولات مورد استفاده در مدل

	نوع محصول	نماد	نرخ مؤثر درصد	ریسک درصد	مطلوبیت درصد	هزینه
تسهیلات	مضاربه	y1	۲۷	۳۸/۸	۰/۰۱	۰/۱۲
	مشارکت مدنی	y2	۲۳/۶	۱۱	۰/۳	۰/۰۳
	فروش اقساطی	y3	۱۷/۵	۴/۹	۰/۱۶	۰/۰۳
	اجاره به‌شرط تملیک	y4	۱۴/۳	۱/۷	۰/۱	۰/۰۰۳
	جعاله	y5	۱۸/۳	۴/۵	۰/۰۹	۰/۰۲
	خرید دین	y6	۱۹/۸	۷/۳	۰/۰۷	۰/۰۲
	ضمان	y7	۱۸	۲/۹	۰	۰/۰۲
	قرض‌الحسنه	y8	۴	۲/۷	۰/۳۶	۰/۰۲
	مرابحه	y9	۲۰	۰	۰	۰/۰۱
سپرده‌ها	پس‌انداز	x1	۱۰	۰	۰/۱۶	۰
	قرض‌الحسنه جاری	x2	۱۰	۰	۰/۱۶	۰
	سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت	x3	۲۰	۰/۰۹	۰/۳۲	۱/۲
	سرمایه‌گذاری بلندمدت	x4	۲۲	۰/۰۵	۰/۳۵	۱/۲۲

در جدول ۱ محصولات در گروه تسهیلات و سپرده‌ها تفکیک شده‌اند. مطابق تعاریف به‌کاررفته در مجموعه قوانین و مقررات بانک مرکزی منظور از نرخ مؤثر، نرخ واقعی ارائه محصولات به مشتری توسط بانک که مبنای محاسبه میزان هزینه، مطلوب و ریسک بوده، منظور از ریسک در گروه تسهیلات نسبت کل تسهیلات غیر جاری به جاری و در گروه سپرده‌ها نسبت مجموع دارایی‌های نقد به مجموع سپرده‌های مشتریان نزد بانک است. میزان مطلوبیت هر محصول، از مجموع نسبت سهم درصد تعدادی و مبلغی هر محصول در گروه خود حاصل گردیده و نهایتاً هزینه هر واحد محصول در گروه تسهیلات از ناشی هزینه ذخیره گیری هر نوع وام و هزینه هر واحد از سپرده‌ها ناشی از هزینه سود پرداختی به آن‌ها است.

www.SID.ir

Archive of SID

گام ۲) ساخت مدل ریاضی

در ساخت مدل ریاضی تحقیق از دو نوع متغیر تصمیم، سه تابع هدف و پنج محدودیت استفاده شده است که متغیرهای تصمیم این مدل $x_{i,j}$ که منظور تخصیص سپرده jام به خوشه i ام و $y_{i,j}$، تخصیص تسهیلات jام به خوشه i ام است. تابع هدف اول میزان رضایت یا مطلوبیت مشتریان از تخصیص محصولات به آن‌ها بوده، تابع هدف دوم مقدار هزینه تخصیص خدمات و محصولات به هر خوشه از مشتریان و تابع هدف سوم میزان ریسک ناشی از تخصیص محصولات به مشتریان را تشکیل داده است. با توجه به آنکه مشتریان به دنبال کسب بیشترین مطلوبیت (دریافت محصولات سپرده‌ای با نرخ بالا و محصولات تسهیلاتی با نرخ‌های پایین) می‌باشند، از یک‌سو این هدف (تابع هدف اول) با خواست بانک (تابع هدف دوم) که به دنبال هزینه پایین‌تر (ارائه محصولات سپرده‌ای با نرخ پایین و محصولات تسهیلاتی با نرخ بالا) است، به‌طور مستقیم در تناقض است و از سوی دیگر ارائه هرگونه خدمت و محصول به مشتریان دربرگیرنده مقداری ریسک بجهت تخصیص بوده (به‌عنوان نمونه افزایش نرخ مؤثر محصولات سپرده‌ای و تسهیلاتی به همراه پذیرش ریسک بالاتر برای بانک است) و این تابع هدف (تابع هدف سوم) به‌طور غیرمستقیم با دو تابع هدف دیگر متناقض است. با توجه به آنکه ضرایب R، F، M، L و D مبین یک تابع توزیع احتمالی مشخص بوده لذا هرکدام از توابع به‌صورت امید ریاضی تعریف می‌شوند.

محدودیت اول بر اساس قوانین و مقررات بانک مرکزی هر بانک نمی‌تواند بیش از ۸۰ درصد منابع خود را به تسهیلات اختصاص دهد. لذا در هر خوشه نسبت مجموع تسهیلات اختصاص داده شده به مجموع سپرده‌های مشتریان نباید بیشتر از ۸۰درصد باشد. به دلیل بهره‌مندی حداقل یک نوع از سپرده به مشتریان یک خوشه، در محدودیت دوم مجموع سهم درصد هریک از انواع سپرده‌های تخصیص داده شده به هر خوشه بیش از ۱۰ درصد است و به دلیل مشابه در محدودیت سوم مجموع سهم درصد هریک از انواع تسهیلات تخصیص داده شده به هر خوشه بیش از ۱ درصد است یعنی مشتریان هر خوشه باید حداقل از یک نوع تسهیلات

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده نماید. محدودیت چهارم و پنجم مقدار متغیرهای تصمیم به‌صورت باینری (صفر و یک) است.

$$Max.Z_1 = \sum_i \sum_j Customer\ satisfaction$$
$$= \sum_i n_i.\left(\frac{\overline{F_l}}{\overline{R_l}^w}\right)\sum_j (Q_{x\ i,j}.x_{i,j} + Q_{y\ i,j}.y_{i,j})$$
$$Min.Z_2 = \sum_i \sum_j Cost\ of\ Bank$$
$$= \sum_i n_i((\overline{M_l}^w \sum_j C_{x\ i,j}.x_{i,j}) + (\overline{L_l}^w + \overline{D_l}^w) \sum_j C_{y\ i,j}.y_{i,j})$$
$$Min.Z_3 = \sum_i \sum_j Risk\ of\ Bank$$
$$= \sum_i n_i((\overline{M_l}^w \sum_j R_{x\ i,j}.x_{i,j}) + (\overline{L_l}^w \sum_j R_{y\ i,j}.y_{i,j})$$

s.t

$$\frac{n_i\ \overline{L_l}^w \sum_j I_{y\ i,j}.y_{i,j}}{n_i\ \overline{M_l}^w \sum_j I_{x\ i,j}.x_{i,j}} \le 0.8 \rightarrow \frac{\overline{L_l}^w \sum_j I_{y\ i,j}.y_{i,j}}{\overline{M_l}^w \sum_j I_{x\ i,j}.x_{i,j}} \le 0.8$$
$$\forall\ i = 1, \dots, n \qquad \forall j = 1, \dots, m$$
$$n_i\ \overline{M_l}^w \sum_j I_{x\ i,j}.x_{i,j} \ge 0.1\ n_i\ \overline{M_l}^w \quad \rightarrow \sum_j I_{x\ i,j}.x_{i,j} \ge 0.1 \qquad \forall\ i = 1, \dots, n$$
$$n_i\ \overline{L_l}^w \sum_j I_{y\ i,j}.y_{i,j} \ge 0.01\ n_i\ \overline{L_l}^w \quad \rightarrow \sum_j I_{y\ i,j}.y_{i,j} \ge 0.01 \qquad \forall\ i = 1, \dots, n$$
$$x_{i,j} = \{0,1\}$$
$$y_{i,j} = \{0,1\} \quad \forall\ i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, m$$

n_i تعداد مشتریان خوشه iام

$\overline{F_l}$ متوسط تعداد تراکنش‌های مشتریان خوشه iام

www.SID.ir

Archive of SID

$\overline{R_i}^w$ متوسط وزنی آخرین زمان مراجعه مشتریان خوشه iام

$\overline{M_i}^w$ متوسط وزنی مانده سپرده مشتریان خوشه iام

$\overline{L_i}^w$ متوسط وزنی تسهیلات مشتریان خوشه iام

$Q_{x\ i,j}$مطلوبیت هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس x یعنی سپرده jام) به مشتریان خوشه iام

$Q_{y\ i,j}$مطلوبیت هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس y یعنی تسهیلات jام) به مشتریان خوشه iام

$C_{x\ i,j}$ هزینه هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس x یعنی سپرده jام) به مشتریان خوشه iام

$C_{y\ i,j}$ هزینه هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس y یعنی تسهیلات jام) به مشتریان خوشه iام

$R_{x\ i,j}$ ریسک هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس x یعنی سپرده jام) به مشتریان خوشه iام

$R_{y\ i,j}$ ریسک هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس y یعنی تسهیلات jام) به مشتریان خوشه iام

$I_{x\ i,j}$: سهم درصد محصول j ام (اندیس x یعنی سپرده jام) از کل سپرده‌ها برای مشتریان خوشه iام

$I_{y\ i,j}$: سهم درصد محصول j ام (اندیس y یعنی تسهیلات jام) از کل تسهیلات برای مشتریان خوشه iام

$x_{i,j}$: تخصیص سپرده jام به خوشه i ام (اگر تخصیص یابد یک در غیر این صورت صفر)

$y_{i,j}$: تخصیص تسهیلات jام به خوشه i ام (اگر تخصیص یابد یک در غیر این صورت صفر)

گام ۳) روش تبدیل اهداف چندگانه به یک تابع مطلوبیت

در بسیاری از مسائل چندهدفه جواب بهینه وجود ندارد زیرا اهداف در اکثر مواقع در تضاد با هم بوده و بهینگی یک هدف باعث دور شدن از اهداف دیگر می‌شود؛ بنابراین جواب بهینه

www.SID.ir

Archive of SID

در مدل‌های چندهدفه لزوماً مترادف با بهینه شدن تمامی هدف‌ها نیست. برای حل مدل‌های چندهدفه روش‌های مختلفی وجود دارد که جواب هر روش با روش دیگر لزوماً یکسان نیست زیرا مفروضات هر روش و میزان مشارکت تصمیم‌گیرنده در فرایندهای حل متفاوت است. روش‌هایی از قبیل تبدیل تابع هدف به محدودیت، وزن دهی به اهداف، اولویت مطلق، روش معیار جامع، روش L-P متریک، برنامه‌ریزی آرمانی، برنامه‌ریزی سازشی و غیره در ادبیات موضوع به چشم می‌خورد (مومنی، ۱۳۹۰). در بین این روش‌ها برنامه‌ریزی سازشی طرفدار بیشتری دارد. در این پژوهش از روش برنامه‌ریزی سازشی برای تک هدفه کردن مدل استفاده شده است. در این روش، مدل چندهدفه با در نظر گرفتن هر یک از توابع هدف به‌صورت مجزا حل و سپس مدل به‌صورت تک هدفه بازنویسی می‌شود به‌طوری‌که تابع هدف جدید به دنبال حداقل کردن اختلاف نرمالیزه هر تابع هدف با مقدار بهینه آن است. در مدل ارائه شده این تحقیق سه تابع هدف z1، z2 و z3 وجود دارد که قبلاً معرفی شده‌اند. مدل با در نظر گرفتن هریک از این توابع به‌صورت مجزا حل شده و مقادیر بهینه z^*_1 و z^*_2 به ترتیب برای تابع هدف اول و دوم به دست می‌آید. سپس تابع هدف جدید را به‌صورت زیر می‌توان بازنویسی کرد (w1 و w2 بیانگر مقدار ضریب برنامه‌ریزی سازشی است به‌طوری‌که مجموع آن‌ها برابر یک است) در این تحقیق اوزان تابع هدف یکسان لحاظ شده است. در حالت کلی اگر تمامی توابع هدف از نوه ماکسیمم سازی باشند، فرم تبدیل MOLP[1] به SOLP[2] به‌صورت رابطه ۱۱ است:

$$Z = \sum_{k=1}^{2} W_k \times \frac{1}{H_k} \times Z_k \qquad \text{(رابطه ۱۱)}$$

K: اندیس تابع هدف kام است.

W_k: وزن تابع هدف kام است که با توجه به اهمیت هر کدام از اهداف می‌تواند تعریف گردد.

1. Malty Objective Linear Programing
2. Single Objective Linear Programing

www.SID.ir

Archive of SID

H_k: حداکثر مقدار مطلوب طیف مقادیر تابع هدف kام است. درنهایت تابع هدف مدل بکار رفته تحقیق به‌صورت رابطه ۱۲ است:

$$Max.Z = E\left(\left(\frac{1}{H_Q}\right)\sum_i n_i.\left(\frac{\bar{F}_i}{\bar{R}_i^w}\right)\sum_j(Q_{x\ i,j}.x_{i,j} + Q_{y\ i,j}.y_{i,j}) + (H_C)/\sum_i n_i\left((\bar{M}_i^w\sum_j C_{x\ i,j}.x_{i,j}) + (\bar{L}_i^w + \bar{D}_i^w)\sum_j C_{y\ i,j}.y_{i,j}\right) + (H_R)/\sum_i n_i\left((\bar{M}_i^w\sum_j R_{x\ i,j}.x_{i,j}) + (\bar{L}_i^w\sum_j R_{y\ i,j}.y_{i,j})\right), \theta\right) \quad \text{(رابطه ۱۲)}$$

H_Q :حداکثر میزان مطلوبیت تابع هدف اول (مطلوبیت)

H_C :حداقل میزان هزینه تابع هدف دوم (هزینه)

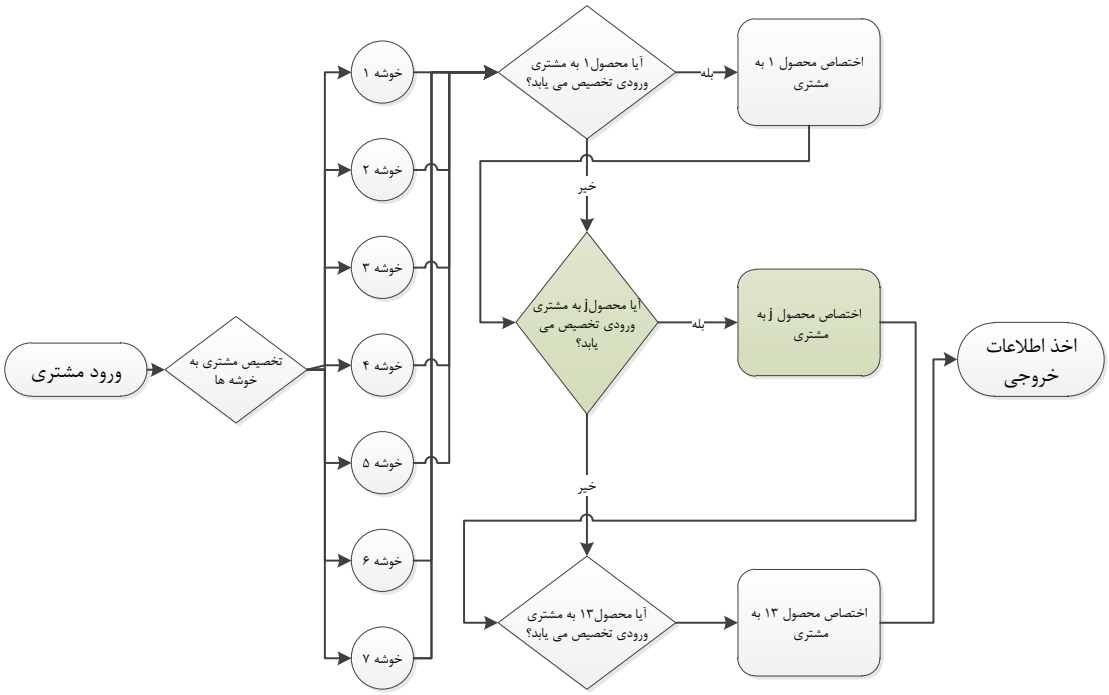
H_R :حداقل میزان ریسک تابع هدف سوم (ریسک)

$\boldsymbol{\theta}$: پارامتر توابع توزیع احتمال است.

گام ۴) **شبیه‌سازی**: با توجه به استفاده از پنج شاخص به‌عنوان ویژگی هر مشتری و اندازه‌گیری آن‌ها در طول یک سال، هرکدام از شاخص‌ها دارای توابع توزیع احتمالی مشخصی می‌باشند. ازآنجاکه مسئله دارای اهداف چندگانه است لذا جواب بهینه ندارد. در این تحقیق مشتریان فعلی با کارکرد خود رفتار هرکدام از ویژگی‌ها را شکل می‌دهند و قبلاً از برخی خدمات بهره‌مند شده‌اند. لذا تخصیص خدمت به این مشتریان در این مدل برای ارائه درخواست خدمت جدید و یا خدمت پیشنهادی توسط بانک است. در حقیقت نقش مدل شبیه‌سازی تولید جواب‌های موجه به‌صورت تصادفی برای مسئله است زیرا که تمامی محدودیت‌های یک مسئله شبیه‌سازی قابل کد نویسی داخل برنامه شبیه‌سازی می‌باشند. در شکل ۲ مدل کلی شبیه‌سازی مسئله نمایش داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ . نمای کلی مدل شبیه‌سازی

همان‌طور که در شکل بالا نمایش داده شده پس از جای گرفتن مشتریان در خوشه‌ها با ورود مشتری جدید به بانک، ابتدا ۵ شاخص RFMLD موردانـدازه‌گیری قرار می‌گیرد سپس متناسب با اندازه هر یک از شاخص‌ها در هر خوشه، مشتری در خوشه خود جای می‌گیرد و هنگام قرار گرفتن در خوشه، Attribute CN شماره آن خوشه را به مشتری اختصاص داده سپس ویژگی‌های مربوط به هرکدام از محصولات را با Attribute1 تا Attribute13 با مقدار احتمال ۰/۵به‌صورت برچسب به هر مشتری اختصاص می‌دهد و بدان مفهوم است که احتمال تخصیص (دریافت) همه محصولات برای هر کدام از مشتریان خوشه‌ها برابر است (احتمال برابر ۰/۵) لذا مشتری پس از ورود به سیستم ابتدا با محصول اول مواجه می‌شود و درصورتی‌که مقدار Attribbute1 بزرگ‌تر مساوی ۰/۵ باشد و محدودیت‌های مدل رعایت گردد محصول اول را انتخاب می‌نماید در غیر این صورت سراغ محصول بعدی

www.SID.ir

Archive of SID

می‌رود و این روند تا محصول ۱۳ ادامه دارد. در حالتی که یک مشتری محصولی را انتخاب نماید و تخصیص انجام شود شمارنده‌ای به نام Recorde CN شماره مشتری که از آن محصول استفاده نموده با CN1 تا CN7 را ذخیره می‌نماید و در پایان حل مدل تعداد مشتریانی که از هر یک از محصولات استفاده کرده‌اند را نمایش می‌دهد. در حالتی که ظرفیت تخصیص محصول به مشتری وجود نداشته و یا محدودیت‌های مسئله اجازه این تخصیص را ندهند مشتری جزء مشتریان برگشت‌خورده (از دست رفته) است که در این تحقیق از درآمد فرصت ازدست‌رفته صرف‌نظر شده است. برای هریک از جواب‌های همسایه تولید شده توسط روش SAسناریو به وجود آمده در نرم‌افزار شبیه‌سازی شده و جواب مسئله محاسبه می‌گردد که در شکل پیوست شماره ۱ جزئیات مدل به همراه تشریح اجرای آن آمده است.

تحلیل یافته‌ها

در خوشه‌بندی مشتریان داده‌های استخراج شده از انباره داده‌ای بانک شهر طی بازه زمانی یک‌ساله ۱۳۹۵ استخراج گردید و شاخص زمان محاسبه و استخراج داده‌های انتخاب شده در انتهای سال تنظیم گردید. کل داده‌های قابل استفاده پس از عملیات پاک‌سازی برای تمامی مشتریان حقیقی بانک، ۳۱۹۵۳ کد مشتری (حدود ۱۰ درصد) بود که تمامی متغیرهای مربوط به ۵ شاخص R، F، M، L و D مطابق جدول ۲ استخراج شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲.اطلاعات آماری داده‌های مرتب با شاخص‌های RFMLD

متغیرها	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	میانگین	انحراف معیار	میانه
R	۰	۳۶۲	۲۶۱	۶۹	۲۸۵
F	۴	۲۴۰۲۲۴	۲۵۴	۱,۶۴۲	۳۵
M	۵	۱۵۳۰۴۳۰۲۴	۴۷۵۵۵۵۹	۱۳۷۹۹۸۸۸	۱۸۹۲۲۷
L	۰	۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۳۳۹۲۳۲۸	۱۴۳۹۱۹۸۵۳۴	۰
D	۰	۶۸۲۵۹۵۰۶۸۵	۱۳۰۷۴۵۸	۴۷۶۲۹۴۴۷	۰

پس از بررسی مقدماتی نرمال بودن متغیرهای تحقیق و اثبات این ادعا که متغیرهای تحقیق نرمال نمی‌باشند و همچنین به دلیل حجم نمونه بالا (بیشتر از ۲۰۰۰ نمونه) از آزمون کولموگروف اسمیرنوف[1] استفاده گردید. هنگام بررسی نرمال بودن داده‌ها فرض صفر مبتنی بر اینکه توزیع داده‌ها نرمال است را در سطح خطای ۵ درصد آزمون شد که نتایج در جدول ۳ آمده است.H0، فرض توزیع داده‌های مربوط به هر یک از متغیرها نرمال در مقابل فرض H1، توزیع داده‌های مربوط به هر یک از متغیرهای غیرنرمال است.

جدول ۳. نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف

متغیرها	آماره آزمون	Df درجه آزادی	Sig. سطح معنی‌داری
R	۰/۱۸۷	۳۱۹۵۳	۰/۰۰۰
F	۰/۴۳۹	۳۱۹۵۳	۰/۰۰۰
M	۰/۳۶۵	۳۱۹۵۳	۰/۰۰۰
L	۰/۴۹۴	۳۱۹۵۳	۰/۰۰۰
D	۰/۴۸۹	۳۱۹۵۳	۰/۰۰۰

بنابراین با توجه به جدول ۳ و مقدار سطح معنی‌داری Sig که در آزمون انجام شده کمتر از ۵درصد است، فرض نرمال بودن داده‌ها (H0) برای تمامی متغیرهای تحقیق رد می‌شود و توزیع

1. Kolmogorov-Smirnov

www.SID.ir

Archive of SID

داده متغیرها نرمال نمی‌باشند. وزن کلیه شاخص‌ها به روش آنتروپی شانون محاسبه گردیده و اوزان به‌دست‌آمده برای هر کدام از شاخص‌های R، F، M، L و D به ترتیب ۰/۰۰۳، ۰/۱۱۲، ۰/۱۱۵، ۰/۳۹۵ و ۰/۳۷۶به دست آمد که نشان‌دهنده بالا بودن میزان اهمیت متوسط وزنی تسهیلات دریافتی و متوسط وزنی معوقات توسط مشتریان است. نتایج خوشه‌بندی در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به منطق روش وارد و با استفاده از شاخص سیلوئت تعداد خوشه مورد انتظار، ۷ خوشه قابل‌قبول به دست آمد چراکه از خوشه ۷ به بعد مقدار این شاخص با کاهش زیادی مواجه شده است. با توجه به میزان بهبود در شاخص اعتبارسنجی خوشه‌ها و کاهش درصد رشد تغییرات تا حدود یک درصد و کاهش تغییرات محدود در خوشه‌ها و با توجه به منطق روش وارد که در فصل قبل توضیح داده شد، تعداد خوشه‌های قابل‌قبول، ۷ خوشه حاصل شد. با توجه به آنکه هرچقدر تعداد خوشه‌ها بالاتر می‌رود از نسبت میزان انحرافات درون خوشه‌ای به بین خوشه‌ای کاسته می‌شود اما تا حد قابل‌توجهی از کیفیت و اعتبار خوشه‌ها کاسته شده (کاهش شاخص سیلوئت) و از سوی دیگر ساخت مدل شبیه‌سازی را با محدودیت مواجه نموده و پیچیدگی مدل در ساخت مدل تخصیص افزایش یافته به‌طوری‌که انجام تحلیل‌های مربوط به نتایج خوشه‌بندی توسط تصمیم‌گیرنده سخت‌تر می‌شود. در شکل ۳ وضعیت هرکدام از خوشه‌ها توسط ۷ رنگ متفاوت نمایش داده شده که در آن در مختصات هریک از شاخص‌های R، F، M، L و D به تصویر کشیده شده است.

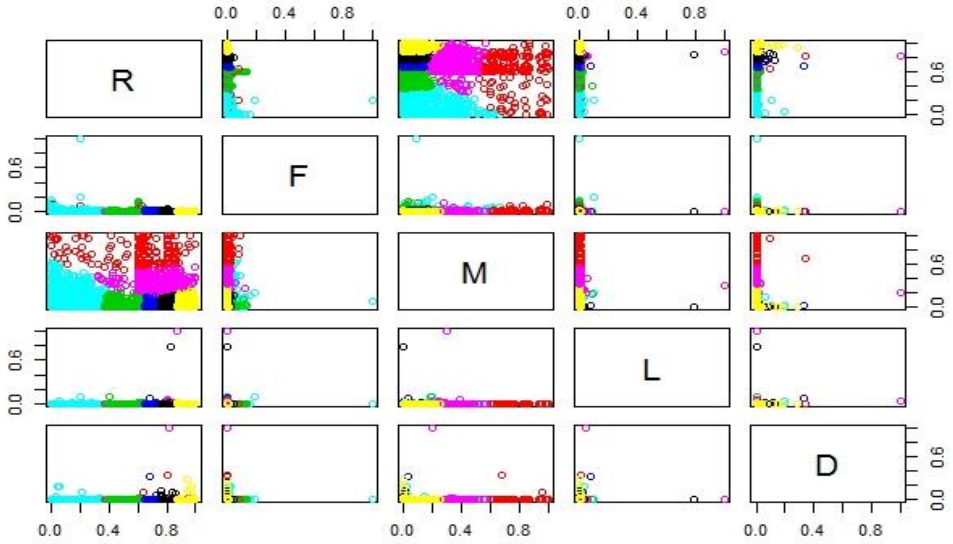
جدول ٤. تعداد مشتریان در هر بار خوشه‌بندی با تعداد خوشه k

شماره خوشه	k=۲	k=۳	k=٤	k=٥	k=٦	k=۷	k=۸	k=۹	k=۱۰
۱	۱۲۳٦۲	۱۱۹۸۱	۱۲۳۳۹	٤۷٥۷	۲۰۸	٤۷۰٥	۱۹٦۱	۱۰۲٤	۹۲۲٦
۲	۱۹٥۹۱	۱۱٤۹	۲۰۱٤	۱۱٦۷۳	۲۰۰۳	۱۰۰۰	٦۰۰۱	۱۹٥٥	۲۳٥٥
۳	–	۱۸۸۲۳	۱۰۳۳	۱۰۱۹	۱۱٥۹۰	۳۳۷٦	۲۷۷۷	٦۸٦٦	٤٤٦٥
٤	–	–	۱٦٥٦۷	۲۰۰٦	٤۷٤٤	۱۹٦۲	٥۰۱۹	۱۹۹٤	٤۷۰۷
٥	–	–	–	۱۲٤۹۸	۱۲۳۷۳	٥۹۱۹	٦۲٥۳	٤۷۹۳	۱۲۳۲
٦	–	–	–	–	۱۰۳٥	٦٤۳۱	۷۰٤۰	۲۰۷	۲۰٤
۷	–	–	–	–	–	۸٥٦۰	۱۹۰۲	٥۸۸۳	۱۹٤۰
۸	–	–	–	–	–	–	۱۰۰۰	٦۲۳٤	۷٥۹

www.SID.ir

Archive of SID

۹	–	–	–	–	–	–	–	۲۹۹۷	٤۲٦٦
۱۰	–	–	–	–	–	–	–	–	۲۷۹۹
جمع	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳
$\frac{between_S}{total_{SS}}$	۴۳/۲	۷۴	۸۳/۵	۸۵/۳	۸۸/۸	۹۰/۱	۹۰/۶	۹۱/۴	۹۱/۷
درصد انحراف خطاها	–	۷۱/۳۰٪	۱۲/۸۰٪	۲/۲۰٪	٤/۱۰٪	۱/۵۰٪	۰/٦۰٪	۰/۹۰٪	۰/۳۰٪
شاخص سیلوئت	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۸۴	۰/۷۲	۰/۶۷	۰/۶۶



شکل ۳. نمایش وضعیت هر خوشه (۷خوشه رنگی) در مختصات هریک از شاخص‌های R، F، M، L و D

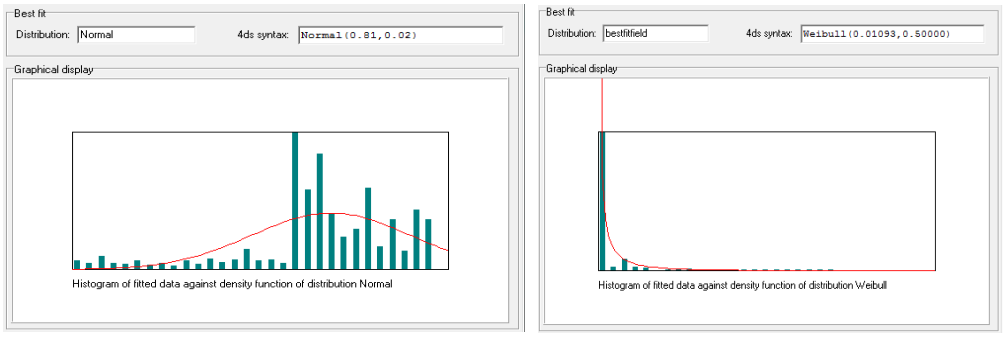
با توجه به آنکه هر کدام از متغیرهای R، L،M،F و D با توجه به فعالیت مشتریان که متناسب با زمان در حال تغییر می‌باشند و با به‌کارگیری دستور Auto Fit از طریق اتم ExcelActiveX_Read در نرم‌افزار ED تابع توزیع هرکدام از شاخص‌ها برای هر خوشه محاسبه گردید که در جدول ۵ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ . توابع توزیع شاخص‌های هریک از خوشه‌ها

متغیر/خوشه	R	F	M	L	D
خوشه اول	Uniform (۰/۸۳۰,۰/۸۹٤)	Lognormal (۰/۰۰۰۱۲۱۲,۰/۰۰۰۳۰۳۷)	Lognormal (۰/۰۱۲,۰/۰۳۳)	Negexp (۰/۰۰۰۰٦۱۱)	Logistic (۰/۰۰۰۱۸۵۲, ۰/۰۰۲٤۹۵٦)
خوشه دوم	Normal (۰/٦۹,۰/۱٤)	Lognormal (۰/۰۰۲,۰/۰۰۷)	Lognormal (۰/٤۲,۰/۲)	Negexp (۰/۰۰۱۲)	Negexp (۰/۰۰۰۵)
خوشه سوم	Uniform (۰/۸۹,۱/۰۰)	Logistic (۰/۰۰۰۰٦,۰/۰۰۰۱٤)	Lognormal (۰/۰۱,۰/۰۲)	Normal (۰/۰۰۰۰۳۳,۰/۰۰۰۱۷۷)	Negexp (۰/۰۰۰٤)
خوشه چهارم	Beta (۰/۱۳,۰/٦۰,۱/۲۰)	Lognormal (۰/۰۱,۰/۰۳)	Weibull (۰/۰٦,۰/۵۰)	Negexp (۰/۰۰۰۲)	Negexp (۰/۰۰۰۳۳٦)
خوشه پنجم	Lognormal (۰/٦۹,۰/۰۳)	Weibull (۰/۰۰۰۷,۰/۸)	Weibull (۰/۰۱٦۰۹,۰/۵۰۰۰۰)	Negexp (۰/۰۰۰۰٤۱٤)	Negexp (۰/۰۰۰۰۹۸۵)
خوشه ششم	Logistic (۰/٦۱,۰/۰٤)	Lognormal (۰/۰۰۱٤۱,۰/۰۰۳۸٤)	Weibull (۰/۰۲۷۷۲۸,۰/۷)	Negexp (۰/۰۰۰۰۵٦)	Logistic (۰/۰۰۰۰٤۵٦, ۰/۰۰۰٦۰۰۳)
خوشه هفتم	Normal (۰/۸۱,۰/۰۲)	Lognormal (۰/۰۰۰۳۹,۰/۰۰۰۹۸)	Weibull (۰/۰۱۰۹۳,۰/۵۰۰۰۰)	Negexp (۰/۰۰۰۱۳۰۵)	Negexp (۰/۰۰۰۲۱۵)



شکل ٤. توابع توزیع شاخص‌های R و M برای خوشه هفتم

www.SID.ir

Archive of SID

در شکل ۴ به‌عنوان نمونه توابع توزیع شاخص‌های R و M برای خوشه هفتم نمایش داده شده که تابع توزیع شاخص R برای مشتریان خوشه هفتم دارای تابع توزیع نزدیک به نرمال با میانگین ۰/۸۱ و واریانس ۰/۰۲ است و برای شاخص M دارای توزیع وایبل با پارامترهای ۰/۰۱۱۰۹۳ و ۰/۵ است.

پس از تعیین توابع توزیع متغیرها، مدل ریاضی را به کمک شبیه‌سازی برای تمام ۳۱۹۵۳مشتری موجود در هر کدام از جواب‌های قابل‌قبول توسط الگوریتم تبرید به دست آمد که جواب‌ها در نتیجه‌گیری ذکر شده است.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده گردید در این تحقیق ابتدا مشتریان بر اساس خوشه‌بندی آر اف ام ال دی[1] در هفت خوشه جای داده شده سپس با تعریف خدمات و محصولات قابل ارائه به مشتریان بانک، یک مدل ریاضی چندهدفه ساخته شد که بر اساس تابع هدف مدل ریاضی تحقیق، تعداد مشخصی از جواب‌های موجه که مناسب‌ترین مقادیر تابع هدف را به خود اختصاص می‌دهند را وارد الگوریتم تبرید نموده و از آن به بعد برای الگوریتم تبرید شبیه‌سازی‌شده با تولید و بهبود جواب‌های جدید فرایند بهینه‌سازی به اتمام می‌رسد. به‌عبارت‌دیگر مدل شبیه‌سازی‌شده هر کدام از جواب‌های به وجود آمده از الگوریتم تبرید در محیط نرم‌افزار آرنا پیاده‌سازی فرایند تخصیص محصولات به ۳۱۵۹۳ مشتری در آن شبیه‌سازی گردید. فرض صحیح در این کار تولید جواب موجه ابتدایی (جمعیت اولیه) خوب و با کیفیت به‌جای جمعیت اولیه تصادفی است که می‌تواند زمان حل الگوریتم را تا حد قابل قبولی کاهش دهد ضمن آنکه با تولید جواب‌های شبیه‌سازی‌شده می‌توان شانس آن را داشت که جواب نزدیک به بهینه در میان آن‌ها واقع شده باشد. شرط توقف الگوریتم رشد بهبود جواب‌های همسایه کمتر از ۰/۰۰۱ در نظر گرفته شد و درنهایت نتایج حل مدل ریاضی در جدول ۶ نمایش داده شده است.

1. RFMLD Clustering

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦. جواب مسئله بر اساس الگوریتم SA شبیه‌سازی‌شده

جواب‌های تولیدشده	Min H_R	Min H_C	Max H_Q	T دما	قدیم Z1	جدید Z2	$\Delta Z = Z_2 - Z_1$	$\exp\left(-\frac{\Delta Z}{T}\right)$	عدد تصادفی	قبول / حرکت
جواب اولیه	۳۹۱	۳۲۵۰	۱۷۹	۱۰۰	۱/۸۲٤۳	–	–	–	–	–
۱	۳۷۳	۲٦٤۳	۲۵۲	۹۰/۰	۱/۸۲٤۳	۲/۲۸۱۲	۰/٤۵٦۹	_	_	Yes
۲	٤۰۵	۲٦۲۹	۲۵۵	۸۱/۰	۲/۲۸۱۲	۲/۲٦۱۲	(۰/۰۲۰۰)	۱	۰/٤٤۲	No
۳	۳۵۱	۲۵٤٦	۲۰٦	۷۲/۹	۲/۲۸۱۲	۲/۱۷٦٤	(۰/۱۰٤۹)	۱	۰/۸۱۸	No
۴	۳۹۲	۳۱۹۱	۱۸۲	٦۵/٦	۲/۲۸۱۲	۱/۸٤۷۸	(۰/٤۳۳٤)	۱	۰/۱۳٦	No
۵	۲٦۳	۲٤۸۳	۲۷۲	۵۹/۰	۲/۲۸۱۲	۲/٦۰۲۳	۰/۳۲۱۰	_	_	Yes
۶	۳۲۳	۲٦۱۲	۲۵۹	۵۳/۱	۲/٦۰۲۳	۲/۳۸۷۷	(۰/۲۱٤٦)	۱	۰/۷۷۹	No
۷	۳۵۱	۲٦٤۵	۲۵۷	٤۷/۸	۲/٦۰۲۳	۲/۳۲۷۲	(۰/۲۷۵۱)	۱	۰/۲۰۵	No
۸	۲٦۱	۲٤۵٤	۲۷۳	٤۳/۰	۲/٦۰۲۳	۲/٦۲۲۳	۰/۰۲۰۰	_	_	Yes
۹	۱٦۹	۲٤۰۱	۲۲۰	۳۸/۷	۲/٦۲۲۳	۲/۸۰۲۹	۰/۱۸۰۷	_	_	Yes
۱۰	۱۷۰	۲٤۱۲	۲۷۱	۳٤/۹	۲/۸۰۲۹	۲/۹۷۸٦	۰/۱۷۵۷	_	_	Yes
۱۱	۳۹۱	۲۸۵۰	۲۰۹	۳۱/٤	۲/۹۷۸٦	۲/۰۳۷۵	(۰/۹٤۱۲)	۱	۰/۵۱۷	No
۱۲	٤۵۷	۲٦۳۰	۲۱۰	۲۸/۲	۲/۹۷۸٦	۲/۰٤۹۲	(۰/۹۲۹۵)	۱	۰/۵۹	No
۱۳	۱٦۹	۲٤۱۰	۲۷٤	۲۵/٤	۲/۹۷۸٦	۲/۹۹٦۳	۰/۰۱۷۷	_	_	Yes
۱۴	٤٤۰	۳۱٤۳	۲۲۳	۲۲/۹	۲/۹۹٦۳	۱/۹٦۱۹	(۱/۰۳٤٤)	۰	۰/۸۸	No

جواب مسئله بهینه به کمک شبیه سازی	متغیرها	X_{1j}	X_{2j}	X_{3j}	X_{4j}	X_{5j}	X_{6j}	X_{7j}
	y1	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱
	y2	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱
	y3	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	y4	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	y5	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

www.SID.ir

Archive of SID

	y6	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱
	y7	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	y8	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	y9	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	x1	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	x2	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱
	x3	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱
	x4	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱

همان‌طور که در حل نهایی مسئله نشان داده شده عدد یک برای Xij نشان‌دهنده تخصیص محصول تسهیلاتی (y) و یا سپرده‌ای (x) jام به هرکدام از ۷ خوشه iام بوده و در مقابل عدد صف نشان‌دهنده عدم این تخصیص است. با توجه به جواب به‌دست‌آمده و در صورت داشتن شرایط قانونی برای هر مشتری می‌توان نتیجه گرفت که مشتریان خوشه‌های ۶ و ۷ می‌توانند از کلیه وام‌ها و سپرده‌های بانک برخوردار شوند. از طرف دیگر برای مشتریان خوشه سوم افتتاح سپرده‌های جاری و قرض‌الحسنه توصیه می‌شود نه سپرده‌های کوتاه یا بلندمدت؛ و پرداخت وام‌های مشارکتی یا مضاربه‌ای توصیه نمی‌شود. با توجه به آنکه قبل از خوشه‌بندی، طراحی، ساخت و حل مدل تخصیص این تحقیق، ارائه خدمات به مشتریان بانک تنها در صورت داشتن حداقل شرایط احراز بوده و هیچ‌گونه خوشه‌بندی و یا تابع هدفی مدنظر نبوده و جواب اولیه مطابق وضعیت موجود بانک (خدماتی که مشتریان دریافت نموده‌اند) لحاظ شده و مقادیر اولیه توابع هدف بر اساس خدمات دریافتی مشتریان هر خوشه محاسبه شده است؛ بنابراین در جدول ۷ مقایسه نتایج اهداف مسئله قبل و بعد از اجرای مدل نمایش و با یکدیگر مقایسه شده است. بر این اساس با تخصیص مناسب خدمات و محصولات بانک به مشتریان می‌توان گفت به میزان حدود ۵۶درصد از ریسک بانک (مطابق تعریف این تحقیق) و حدود ۲۶درصد از هزینه‌های بانک کاهش خواهد یافت و از سویی منجر به افزایش ۵۳درصدی

www.SID.ir

Archive of SID

میزان مطلوبت مشتریان خواهد هد که برآیند آن‌ها در تابع هدف نهایی حدود ۶۱درصد بهبود را در بر خواهد داشت.

جدول ۷. مقایسه نتایج اهداف مسئله قبل و بعد از اجرای مدل

جواب‌های تولیدشده	(Z_R)	(Z_C)	$(Z_Q$	(Z)
جواب اولیه و وضعیت موجود (قبل از مدل‌سازی)	۳۹۱	۳۲۵۰	۱۷۹	۱/۸۲٤۳
جواب نهایی پس از مدل‌سازی و شبیه‌سازی	۱٦۹	۲٤۱۰	۲۷٤	۲/۹۹٦۳
درصد میزان بهبود در تابع هدف	٪۵۶/۸	٪۲۵/۹	٪۵۳/۱	٪۶۱/۴

یکی از دلایل اصلی بهبود در تابع هدف مدل را می‌توان آشفتگی وضع موجود در ارائه خدمات و محصولات به مشتریان دانست به‌طوری‌که ارائه خدمات و محصولات به مشتریان بانک یا با داشتن حداقل شرایط احراز (ضوابط قانونی) امکان‌پذیر بوده و یا از طریق روابط غیر عرف خصوصاً در حوزه تسهیلات می‌توان در نظر گرفت.

مهم‌ترین نوآوری این تحقیق را می‌توان طراحی و به‌کارگیری یک مدل ریاضی چندهدفه تخصیص و خدمت و محصولات بانک به مشتریان بیان نمود به‌طوری‌که برای نخستین بار از نتایج توسعه یک روش خوشه‌بندی معروف به RFMLD (سجادی و همکاران، ۲۰۱۵) در طراحی و ساخت یک مدل ریاضی چندهدفه استفاده شد و در ادامه با توجه به پیچیدگی حل مسئله از روش بهینه‌سازی به کمک شبیه‌سازی به تحلیل هر کدام از سناریوهای موجود پرداخته شد. مدل بکار رفته در این تحقیق توسط یکی از شرکت‌های نرم‌افزاری فعال در حوزه بانکداری متمرکز در کشور تجاری‌سازی شد و برای بانک مورد مطالعه پیاده‌سازی گردید. با توجه به آنکه این تحقیق برای نخستین بار در کشور انجام شده و تحقیق مشابهی در حوزه ترکیب و استفاده از نتایج خوشه‌بندی در طراحی، ساخت و حل مدل ریاضی چندهدفه وجود ندارد لذا نتایج و خروجی‌های آن قابل‌مقایسه نبوده اما در خصوص نوع و دقت

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های بکار رفته در بخش خوشه‌بندی می‌توان گفت اکثر تحقیقات مورد مطالعه در حوزه خوشه‌بندی مشتریان بانک از روش کا-میانگین استفاده نموده‌اند که نمی‌توان مقایسه‌ای بین نتایج آن‌ها با توجه به نوع کاربرد تحقیق، حجم نمونه و تعداد شاخص‌های مورد استفاده شده با نتایج این تحقیق انجام داد. در مطالعه تحقیقات خارجی این ضعف مشهود است که تنها به خوشه‌بندی و نهایتاً تحلیل رفتار و کشف قوانین انجمنی خوشه‌های به‌دست‌آمده از روش حل پرداخته‌اند و تحقیقی که بتواند این نتایج خوشه‌بندی را در یک مدل تخصیص بکار ببرد مشاهده نگردید.

از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به عدم توانایی ابزارهای شبیه‌سازی در ترسیم و حل تمامی حالات محتمل (سناریوهای بیشتر) و حل مدل برای آن‌ها اشاره نمود. پیشنهاد آتی این تحقیق را می‌توان در توسعه مدل ریاضی از بعد مشتری اشاره نمود که پس از حل آن بانک قادر به تصمیم‌گیری برای ارائه خدمت و محصول به تک‌تک مشتریان خود باشد که هم‌زمان توابع هدف در مناسب‌ترین حالات خود قرار گیرند و درنهایت با استفاده از یک مدل بتوان پارامترهای مربوط به هر کدام از محصولات را برای مشتری جدیدی که بانک مراجعه می‌نماید، تنظیم گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اکبری اصل، رضا، سلیمانی بشلی، علی (۱۳۹۲). بازاریابی خدمات بانکی، *نشر اتحاد*.

تقوی فرد، محمدتقی، خواجوند، سمانه و نجفی، اسماعیل (۱۳۹۱). بخش‌بندی مشتریان بانک صادرات ایران با استفاده از داده‌کاوی. *مطالعات مدیریت بهبود و تحول*، شماره ۲۱، ص ۱۹۷-۲۰۰.

سهرابی، بابک، رئیسی وانانی، ایمان و زارع میرک‌آباد، فائزه(۱۳۹۵). طراحی سیستم توصیه گر به‌منظور بهینه‌سازی و مدیریت تسهیلات بانکی بر مبنای الگوریتم‌های خوشه‌بندی و طبقه‌بندی تسهیلات، *پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری*، دوره ۱، شماره ۲، ص ۵۳-۷۶.

شهرابی، جمال و ذوالقدر علی. (۱۳۹۴) داده‌کاوی پیشرفته، *نشر سروش گیتا*، تهران.

قربان‌پور، احمد، طلایی، قدرت‌اله، پناهی، مریم.(۱۳۹۴) خوشه‌بندی مشتریان شعب بانک رفاه با تلفیق الگوریتم‌های ژنتیک و سی‌میانگین در محیط فازی، *پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی*، دوره ۵، شماره ۳، صفحه ۱۵۳-۱۶۸.

کرامتی، عباس و خالقی، روشنک،(۱۳۹۳) توسعه یک سیستم پیشنهاددهنده محصول طراحی مدلی ترکیبی با بهره‌گیری از روش‌های فیلترینگ مشارکت محور، کشف قوانین انجمنی و بخش‌بندی مشتریان، *مهندسی صنایع دانشگاه تهران*، دوره ۴۸،شماره ۲، ص ۲۵۷- ۲۸۰.

مومنی، منصور.(۱۳۹۰) خوشه‌بندی داده‌ها (تحلیل خوشه‌ای)، *نشر دانش نگار*، تهران.

میرزازاده، میثم.(۱۳۸۷) ارائه مدل سنجش وفاداری مشتریان با استفاده از شبکه‌های عصبی خود سازمانده، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، *دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی*، تهران، ایران.

Abiodun,R.(2017)"Development of Mathematical Models for Predicting Customers Satisfaction in the Banking System with a Queuing Model Using Regression Method" *American Journal of Operations Management and Information Systems*. Vol. 2, No. 2, 2017, pp. 86-91.

Alborzi, M. & Khanbabaei, M. (2016). Using data mining and neural networks techniques to propose a new hybrid customer behaviour analysis and credit scoring model in banking services based on a developed RFM analysis method. *International Journal of Business Information Systems*, 23(1), 1-22.

www.SID.ir

Archive of SID

Chapman, P. Clinton, J. Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000).”CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide”. SPSS Incc.

Chen,Q.,Zhang, M., Zhao,X., (2017) ”Analysing customer behaviour in mobile app usage”, Industrial Management & Data Systems, Vol. 117 Issue: 2, pp.425-438.

Hartigan, J. (1975), Clustering algorithms, *Wiley*, New York.

Hanafizadeh, P., & Mirzazadeh, M. (2011). Visualizing market segmentation using self-organizing maps and fuzzy delphi method – ADSL market of a telecommunication company, *Expert Systems with Applications*, 38, 198-205.

Hughes AM (1996). Boosting reponse with RFM. *Mark. Tools*, 5: 4-10.

Peker,S., Kocyigit,A., Erhan,E., (2017) “LRFMP model for customer segmentation in the grocery retail industry: a case study”, *Marketing Intelligence & Planning*, Vol. 35 Issue: 4, pp.544-559.

Reinartz W. J., Kumar V.(2003). “The impact of customer relationship characteristics on profitable lifetime duration”, *Journal of Marketing*, Vol. 67. No.1,pp.77-99.

Sajjadi, K., Khatami-Firuzabadi, M. A., Amiri, M., & Sadaghiani, J. S. (2015).“A developing model for clustering and ranking bank customers”. *International Journal of Electronic Customer Relationship Management*, 9(1), 73-86.

Singh.S., Singh,S.,(2016) “Accounting for risk in the traditional RFM approach”, *Management Research Review*, Vol. 39 Issue: 2, pp.215-234.

Thomas, J. S. (2001). “A methodology for linking customer acquisition to customer retention”, *Journal of Marketing Research*, 38 (2), pp. 262-268.

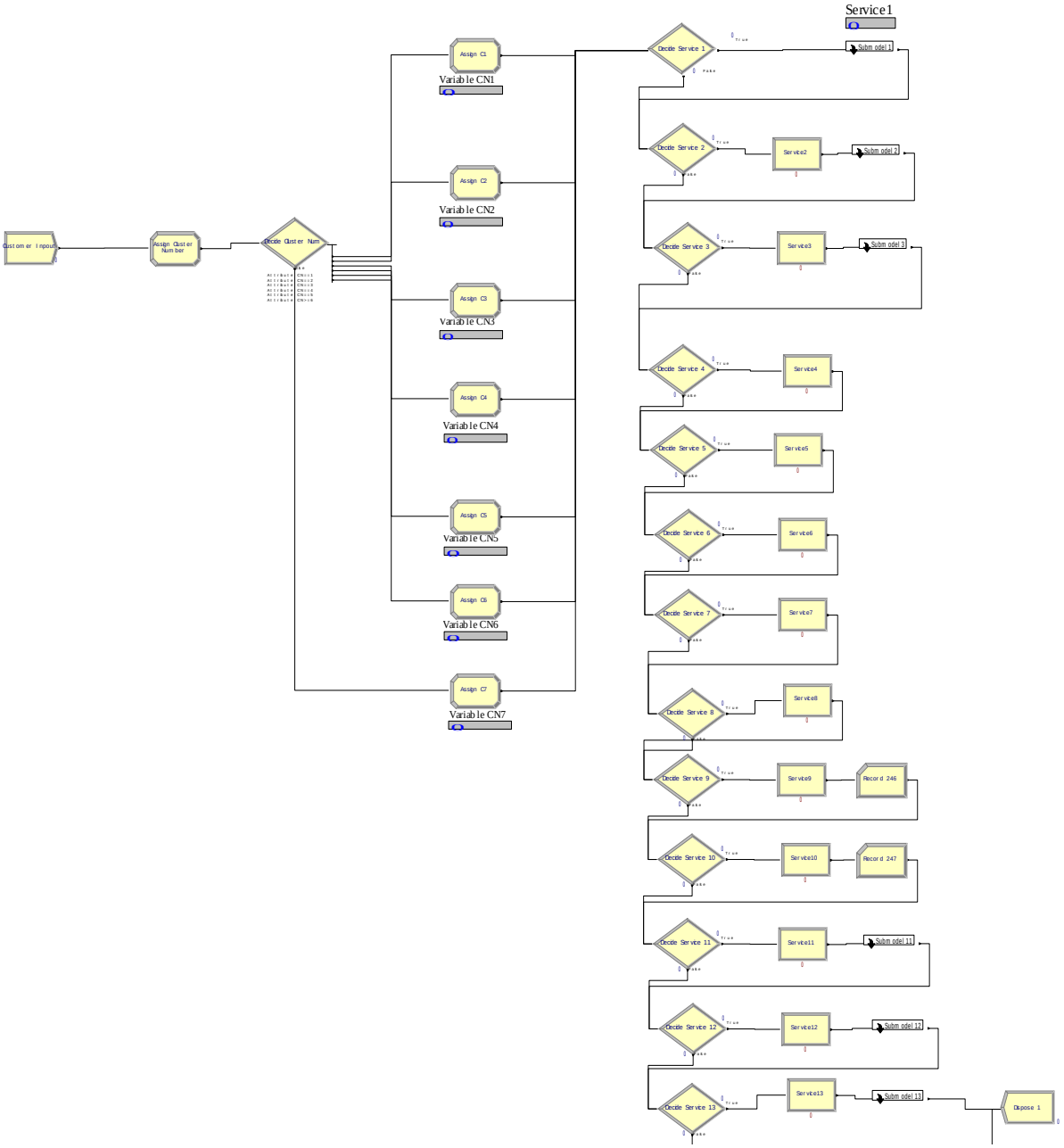
Wu, Hsin-Hung; Chang, En-Chi and Lo, Chiao-Fang,(2009) “Applying RFM model and K-means method in customer value analysis of an outfitter”, *International Conference on Concurrent Engineering*, New York.

Zabkowski,T., (2016) “RFM approach for telecom insolvency modeling”, *Kybernetes*, Vol. 45 Issue: 5, pp.815-827, doi: 10.1108/K-04-2015-0113

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست‌ها:



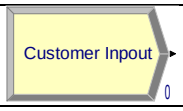
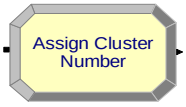
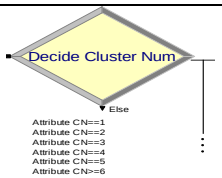
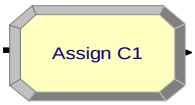
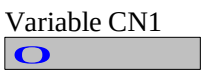
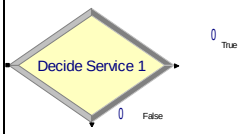
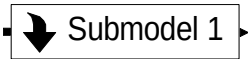
شکل ۱پیوست- نمای کلی مدل شبیه‌سازی

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق شکل ۱ پیوست در جدول زیر برخی از نودها (نماد شکل‌ها) که در فرایندهای پایه‌ای[1] مدل شبیه‌سازی بکار رفته است، تشریح شده است.

جدول ۱پیوست . اجزای مدل شبیه‌سازی

ردیف	نماد شکل‌ها	توضیح
۱		ورود مشتریان که به‌صورت تصادفی و تابع پیش‌فرض نمایی با میانگین ۱ دقیقه و تعداد مشتری مورد نظر (۳۲۰۰۰ مشتری) به سیستم وارد می‌شود.
۲		تخصیص تصادفی مشتری به هر خوشه،که با توجه به وضعیت فعلی پس از خوشه‌بندی متناسب با تعداد مشتریان هر خوشه، احتمال تخصیص محاسبه شده و متناسب با هر خوشه برچسب (شماره) گذاری می‌شود.
۳		تصمیم گیری در خصوص ارسال مشتریان، مشتری متناسب با شماره برچسب خود (از خوشه شماره ۱ تا خوشه شماره ۷) به خوشه مورد نظر ارسال می‌گردد.
۴		تخصیص ویژگی‌های مشتری در خوشه، در این بخش ویژگی‌های RFMLD و توابع توزیع هر کدام از آن‌ها به مشتریان خوشه اختصاص است بعلاوه آنکه برچسب ویژگی مربوط به‌احتمال تخصیص هر کدام از ۱۳ محصول به مشتریان (با مقدار ۰/۵) تعریف می‌شود.
۵		متغیر شمارنده که در صورت تخصیص هر مشتری به خوشه شمارنده، یک واحد افزایش می‌یابد.
۶		تصمیم گیری جهت تخصیص خدمت به مشتری که در این نود مشتری با احتمال ۰/۵ خدمت یک را به خود اختصاص می‌دهد و در غیر این صورت به سراغ محصول بعدی می‌رود و این روند تا محصول ۱۳ ادامه دارد.
۷		خدمت، در این نود به‌عنوان نمونه مشتری از خدمت شماره ۲ استفاده می‌نماید. (در این نود زمان خدمت‌دهی منظور نشده است)
۸		مدل زیرمجموعه مدل اصلی، در این زیرمجموعه که از اجزای دیگری تشکیل شده است، تخصیص خدمت شماره ۱(نمونه) به مشتری انجام می‌گردد و که در آن تعداد و نوع مشتری‌هایی که از این خدمت استفاده

1. Basic Process

www.SID.ir

Archive of SID

		می‌نمایند به همراه محدودیت‌های مورد نظر اعمال می‌شود و در صورت نیاز می‌توان تعداد مشتری ازدست‌رفته به تفکیک هر نوع تعیین گردد.[1]
۹		شمارنده خدمت اول برای مشتریان خوشه یکم که تخصیص یافته‌اند.
۱۰		شمارنده خدمت اول برای مشتریان خوشه یکم که تخصیص نیافته‌اند.

در جدول فوق سعی شده از هر یک نودها یا اشکال بکار رفته در مدل شبیه‌سازی یک نمونه توضیح داده شود که برای سایر نودهای مشابه این توضیحات صادق است.

۱. به دلیل آنکه در این تحقیق از نسخه آموزشی نرم‌افزار Arena استفاده می‌گردد و برای نودهای انتخابی مدل محدودیت تعداد وجود دارد از تعداد زیرمجموعه‌های کمتر استفاده شده است؛ و تنها برای برخی از خدمات تسهیلاتی و برخی سپرده‌ها استفاده شده است.

www.SID.ir