مدیریت بازرگانی
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۶، شمارهٔ ۱
بهار ۱۳۹۳
ص. ۲۰۶-۱۸۷

خوشه‌بندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی رقابتی

علی مروتی شریف‌آبادی[۱]

چکیده: بخش‌بندی مشتریان، فرصتی برای توجه به نیازهایی است که در پرتو بازاریابی انبوه مجالی برای ابرازشان نبوده است. هدف اولیهٔ بخش‌بندی یافتن و حفظ مشتریانی است که قصد عرضهٔ خدمت به آن‌ها را داریم. در این پژوهش خوشه‌بندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی رقابتی و روش‌های آماری سنتی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. برای خوشه‌بندی مشتریان، هفت مشخصهٔ کلیدی ۶۰۰ مشتری از مشتریان یک بانک استخراج شده است. با استفاده از شبکهٔ عصبی رقابتی، همچنین روش آماری وارد خوشه‌بندی مشتریان انجام گرفته و نتایج حاصل با استفاده از روش تحلیل تمایزات و شاخص‌های MAPE و RMSE با یکدیگر مقایسه شده است. مقایسهٔ خوشه‌بندی‌های انجام‌شده، برتری قابل توجه شبکهٔ عصبی رقابتی بر روش آماری وارد را نشان می‌دهد. خوشه‌بندی با استفاده از شبکه‌های عصبی رقابتی نقطهٔ قوت و نوآوری این مقاله است. به‌خصوص که بر رفع نرون مرده در شبکه‌های عصبی رقابتی تأکید شده است. این مهم با استفاده از ترم بایاس در شبکهٔ عصبی رقابتی، قابل دستیابی است که در این مقاله بر آن تأکید شده است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل تمایزات، خوشه‌بندی مشتریان، روش وارد، شبکهٔ همینگ، نرون مرده.

۱. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۸/۰۵
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۶
نویسندهٔ مسئول مقاله: علی مروتی شریف‌آبادی
E-mail: alimorovati@yazd.ac.ir

مقدمه

خوشه‌بندی مشتریان یا بخش‌بندی بازار[1] یکی از اساسی‌ترین مفاهیم در بازاریابی است. انتخاب روش بخش‌بندی به‌طور مستقیم بر تجارت تأثیر خواهد گذاشت. بخش‌بندی بازار، اگر به‌طور صحیح استفاده شود، مربوط به فهم نیازهای مشتریان است. بنابراین، به این موضوع مربوط است که چگونه خواستار یک کالا و یا کالای دیگر می‌شوند. این بینش، گروه‌هایی از مشتریان را تشکیل می‌دهد که درک یکسانی دارند و یا معیارهای ارزشی یکسانی دارند. یک شرکت باید قادر باشد بفهمد چه گروهی از مشتریان، مناسب‌ترین مشتری است و چه کالا و خدمتی نیازهای گروه منتخب را پاسخ‌گویند. بنابراین، هدف اولیهٔ بخش‌بندی بایستی این باشد که مشتریانی که قصد عرضهٔ خدمت به آن‌ها را داریم به دست آورده و حفظ کنیم (شم‌آبادی و خدادادحسینی، ۱۳۸۶). به بیان دیگر بخش‌بندی بازار اجازه می‌دهد تا کسانی را که از محصولات و خدمات سازمان سود می‌برند، شناسایی و تعیین کرد. هم‌زمان، کسانی را که نمی‌توان برای آن‌ها چشم‌انداز پایدار در نظر گرفت نیز مشخص کرد (ملاحسینی و علی میرزایی، ۱۳۸۹).

بخش‌بندی بازار، از نظریهٔ اقتصاد خرد و گرایش به سمت نیازهای مشتری برآمده است و به‌منزلهٔ یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم در بازاریابی نوین محسوب می‌شود. این مفهوم را بیش از نیم قرن پیش اسمیت (۱۹۵۶) مطرح کرد. وی وجود ناهمگنی در تقاضای محصول و خدمات، بر مبنای نظریهٔ اقتصادی رقابت ناقص را تصدیق کرد و بیان کرد: «بخش‌بندی بازار، نگاه به یک بازار ناهمگن به‌صورت تعدادی بازار همگن کوچک‌تر در پاسخ به ترجیحات مختلف محصول میان بخش‌های مهم بازار است.» در فرایند بخش‌بندی، مشتریان احتمالی محصول یا خدمات در خوشه‌هایی با خواسته‌های مشابه گروه‌بندی می‌شوند. وظیفهٔ سازمان شناسایی آن گروه‌هاست تا از این طریق بتواند برای خوشه‌های انتخاب‌شده برنامهٔ بازاریابی مناسبی شامل ترکیب بهینهٔ عناصر آمیختهٔ بازاریابی طراحی کند.

وبند (۱۹۷۸) معتقد است برای انتخاب یک مدل مناسب باید به دو سؤال اساسی پاسخ داد:

الف) انتخاب روش مناسب بخش‌بندی؛

ب) انتخاب مبنای بخش‌بندی بازار (مرتضوی، کفاش‌پور، حبیبی راد و آسمان دره، ۱۳۸۸).

بخش‌بندی در قالب یک فلسفهٔ مدیریتی نوین، یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم در بازاریابی محسوب می‌شود (مرتضوی، آسمان دره، نجفی سیاهرودی و علوی، ۱۳۹۰) که در عصر اطلاعات به واسطهٔ سهولت دریافت اطلاعات غنی دربارهٔ مشتریان پررنگ‌تر شده است.

---

1. Market Segmentation

بخش‌بندی فرصتی برای توجه به نیازهایی است که در پرتو بازاریابی انبوه مجالی برای ابرازشان نبوده است. در سایهٔ بخش‌بندی مؤثر بازار، امکان یافتن فرصت‌ها در بازارهای موجود، جایگاه‌یابی برای محصولات و دستیابی به مزیت رقابتی (دانیلز، ۱۹۹۶) از طریق ایجاد تمایز در محصولات نسبت به رقبا فراهم می‌شود و البته افزایش سودآوری پیامد چنین هدف‌گیری اثربخشی خواهد بود (کیم و آهن، ۲۰۰۸).

ابتدا مدل‌های توصیفی ساده با قدرت محاسباتی محدود بر حجم کمی از داده‌ها و پس از آن الگوریتم‌های خوشه‌بندی برای بخش‌بندی بازار استفاده می‌شدند. سپس، روش‌های بخش‌بندی بیشتر بر رابطهٔ میان یک متغیر وابسته و مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بین تمرکز کردند (لی، ۲۰۰۳). به تازگی نیز روش‌های مبتنی بر مدل‌های احتمالی پیچیده و ابتکاری رایج شده‌اند (کو، هو و هوو، ۲۰۰۲). کلینبرگ (۲۰۰۲) معتقد است بهترین روش خوشه‌بندی وجود ندارد و مهم این است که در هر مسئله مفروض‌ها، مقیاس‌های شباهت و روش‌های حل مسئله با هم تطابق داشته باشند (لیو، ۲۰۰۷).

در این پژوهش با توجه به قدرت شبکهٔ عصبی مصنوعی[1] و به شکل خاص شبکهٔ عصبی رقابتی[2] در خوشه‌بندی از این رویکرد برای بخش‌بندی بازار استفاده شده است. این مقاله در شش بخش تنظیم شده است. در قسمت بعد به معرفی شبکه‌های عصبی مصنوعی و بهترین نوع آن برای خوشه‌بندی، شبکه‌های عصبی رقابتی پرداخته شده است. پس از آن پیشینهٔ پژوهش بیان شده است. در ادامه مسئلهٔ مورد نظر در این مقاله (خوشه‌بندی مشتریان بانک)، با استفاده از شبکه‌های عصبی رقابتی در دو حالت، یکی قبل از اعمال سازوکار احیا و حالت دیگر پس از به‌کارگیری سازوکار احیا همراه با ارائهٔ تأثیر سازوکار احیا بر وزن‌ها و خوشه‌ها نشان داده شده است. برای بررسی میزان صحت خوشه‌بندی در شبکه‌های عصبی رقابتی، نتایج حاصل از خوشه‌بندی با استفاده از شبکه‌های عصبی رقابتی با روش آماری وارد[3] مقایسه شده است که از روش‌های آماری قدرت‌مند در خوشه‌بندی است. برای انجام این مقایسه از روش تحلیل تمایزها استفاده شده است. نتیجهٔ مقایسهٔ این دو روش نشان‌دهندهٔ برتری قابل ملاحظهٔ شبکه‌های عصبی بر روش وارد است. در انتها نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه شده است.

---

1. Artificial Neural Network (ANN)
2. Competitive Learning NN
3. Ward's Method

شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی همانند سیستم‌های عصبی جانداران از نرون‌های متصل بـه یکـدیگر تشکیل شده است که قادرند اطلاعات را پردازش کنند و یا تغییر دهند (هورنیک، اسـتینکومبت و رایت، ۱۹۸۹). معماری شبکه (چگونگی مدل‌شدن ارتباطات)، نحوهٔ تبدیل اطلاعـات در شـبکه و ویژگی‌های آن را تعیین می‌کند (مک‌دونالد و دانبر، ۱۹۹۵). مزیت نسبی شبکه‌های عصبی نسبت به مدل‌های سنتی این است که می‌توانند روابط غیرخطی و پیچیده را مدل‌سـازی کننـد، بـدون اینکه فرض اولیه‌ای دربارهٔ فرایند تولید داده‌ها داشته باشـند. درواقـع، طبقـه‌ای از مـدل‌هـای ناپارامتریک غیرخطی‌اند که از مطالعات سیستم مغز و اعصاب انسان الهام گرفتـه‌انـد (کـوهن، ۲۰۰۱).

طی دههٔ گذشته شبکه‌های عصبی فناوریی شناخته شده‌اند که الگوهای داده‌ها را شناسایی و مدل‌سازی می‌کنند (نیل، ۲۰۰۱). پژوهش‌های مختلف نشـان داده‌انـد کـه شـبکه‌هـای عصـبی عملکرد بهتری از تکنیک‌های آماری سنتی نظیر رگرسیون چندمتغیره دارند و همانند بسـیاری از تکنیک‌های یادگیری ماشین برای مجموعـه‌ای بـزرگ و متنـوع از مسـائل، مناسـب‌انـد (رازی و آتاپیلی، ۲۰۰۵؛ وست، براکت و گلدن، ۱۹۹۷). شبکه‌های عصبی تا حـد زیـادی بـه‌منزلـهٔ جعبـهٔ سیاهی دیده شده‌اند که الگوی پیچیده در داده‌ها را مشخص می‌کنند و یادگیری از طریق آموزش از ویژگی‌های اساسی شبکه‌های عصبی است (کوری و موتینو، ۱۹۹۳). ایـن رویکـرد از محاسـن ویژه‌ای همچون قدرت یادگیری، انعطاف‌پـذیری، انطبـاق و کشـف دانـش برخوردارنـد (گـراور و سرینیواسان، ۱۹۸۹). شبکه‌های عصبی در حوزه‌های مختلفی نظیر علوم شناختی، علوم رایانشی، مهندسی برق، بازرگانی و مدیریت به کار گرفته شده‌اند (ماهاجان و جـین، ۱۹۷۸، واینـد، ۱۹۷۸). در حالت کلی از نظر صحت، شبکه‌های عصبی نسبت بـه تکنیـک‌هـای خطـی برتـری دارنـد و توانایی یادگیری، انعطاف‌پذیری، انطباق و پوشش دانش، ازجمله مزیت‌های شبکه‌های عصبی بـر سایر روش‌های قابل کاربرد است (فیش، بارنز و آیکن، ۱۹۹۵).

ایجاد یک شبکهٔ مطلوب، انتخاب یک معماری مناسب، تعداد لایه‌هـا، تعـداد واحـدها در هـر لایه و ارتباط‌های بین واحدها، انتخاب توابع تبدیل واحدهای میانه به واحدهای سـتاده، طراحـی الگوریتم آموزش، انتخاب وزن‌های اولیه و به شکل خاص، قانون توقف را در بر می‌گیرد (گـور و نگین، ۱۹۹۴).

مدل‌های مختلفی از شبکه‌های عصبی برحسب کاربرد و عملکرد آن‌هـا وجـود دارد (راکعـی، خام‌هچیان، عبدالملکی و گیاهچی، ۱۳۸۶). یکی از انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌هـای

عصبی رقابتی بدون ناظر[1] (خودسازمان‌ده)[2] است. در این شبکه‌ها، خروجی‌های سلول‌های عصبی با یکدیگر به رقابت می‌پردازند تا یکی از آن‌ها که امتیاز بیشتری دارد در رقابت برنده شود و در بین سایر سلول‌ها متمایز شود. مدل همینگ[3]، نمونه‌ای از شبکه‌های عصبی است. لایهٔ اول و سوم این شبکه از نوع پیشخورند. لایهٔ اول عمل همبستگی ورودی با کلاس‌های مرجع را انجام می‌دهد و لایهٔ سوم هم که حکم لایهٔ خروجی کل مدل را دارد، الگوی مرجعی را که بیشترین شباهت به ورودی را دارد تعیین می‌کند. این فرایند به کمک رقابت بین سلول‌های عصبی در لایهٔ دوم صورت می‌گیرد. این لایه عملاً یک شبکهٔ رقابت را نمایندگی می‌کند. سلولی برندهٔ رقابت است که شمارهٔ کلاس مرجع دارای بیشترین شباهت به ورودی را تعیین می‌کند. ترکیب قوانین یادگیری رقابتی و قوانین یادگیری انجمنی، به پیدایش شبکه‌های عصبی رقابتی بدون ناظر، به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای حل مسائل عملی منجر می‌شود (منهاج، ۱۳۸۴).

در شبکه‌های عصبی رقابتی بدون ناظر که ساده‌ترین نوع آن همینگ است، یک لایهٔ برگشتی وجود دارد که شبکهٔ رقابتی را نمایندگی می‌کند. برای طبقه‌بندی با استفاده از این شبکه‌ها، از معیارهای طبقه‌بندی، به‌منزلهٔ ورودی شبکه استفاده می‌شود و بردار خروجی تعداد طبقه‌ها را نمایندگی می‌کند. تعداد نرون‌ها در لایهٔ رقابتی برابر با تعداد طبقه‌ها (S) در طبقه‌بندی است. برای یادگیری در این گونه شبکه‌ها می‌توان از قانون یادگیری کوهن[4] استفاده کرد. مطابق با قانون یادگیری کوهنن ابتدا ماتریس $W_{S\times R}$ به صورت تصادفی ایجاد می‌شود. با ارائهٔ هر بردار ورودی $P_{R\times 1}$ به شبکه، WP محاسبه می‌شود که از بین نتایج حاصل، بزرگ‌ترین مقدار با استفاده از یک تابع، تبدیل به ۱ می‌شود و بقیهٔ مقادیر همگی صفر می‌شوند. سطری که مقدار ۱ گرفته است همان نرون برنده است که وزن‌های آن با استفاده از رابطهٔ زیر اصلاح می‌شوند:

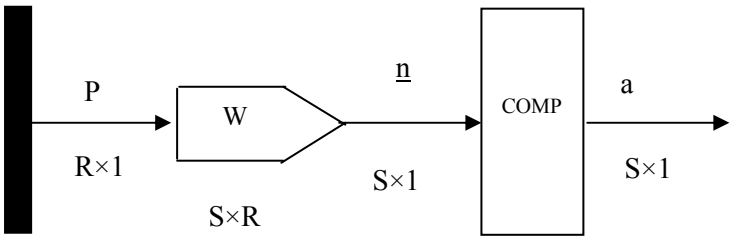
$$W_{i^*}(K)=W_{i^*}(K-1)+\alpha(P^T(K)-W_{i^*}(K-1)) \qquad \text{رابطهٔ ۱)}$$

i^*، شماره سطری است که خروجی آن برابر یک شده است.

مابقی وزن‌های مربوط به سطرهای دیگر غیر از i^* تغییری نمی‌کنند. شکل ۱ نمونه‌ای از لایهٔ رقابتی را نشان می‌دهد (منهاج، ۱۳۸۴).

---

1. Unsupervised Competitive Learning NN
2. Self-Organizing
3. Haming
4. Kohonen Learning Rule



شکل ۱. لایهٔ رقابتی

منبع: منهاج، ۱۳۸۴

پیشینهٔ پژوهش

در بازاریابی خدمات لازم نیست برای جلب رضایت‌مندی مشتریان، به همهٔ آن‌ها به‌طور یکسان خدمت‌رسانی کرد؛ زیرا گروه‌های مختلف مشتریان از نظر علایق، رفتار و پاسخ‌گویی به بازاریابی تا حد زیادی با یکدیگر تفاوت دارند. بسیاری از آنان برای بنگاه هزینه‌ساز ند و پتانسیل سوددهی، حتی در درازمدت نیز ندارند (نبی‌زاده شهربابکی، صفرنیا و عباسی ، ۱۳۹۰). بنابراین، لازم است مشتریان به نحو مناسبی خوشه‌بندی شوند. یکی از ابزارهای سنتی برای این کار روش‌های آماری است (هروسکا، ۱۹۹۳). روش‌های به‌کار گرفته شده در پژوهش‌های بخش‌بندی به دو طبقهٔ پِرایِر[1] یا کلاستر[2] تقسیم می‌شوند. هنگامی که پژوهشگر تعداد و نوع بخش‌ها را از پیش تعیین کند، روش پرایر را به کار گرفته است. در این مدل، مدیر یا پژوهشگر برمبنای متغیرهای از پیش تعیین‌شده از قبیل وفاداری، میزان خرید و یا هر متغیر دیگری مشتریان را گروه‌بندی می‌کند. از نتایج پژوهش، اندازهٔ تخمینی آن بخش از بازار، خصوصیات جمعیت‌شناختی، روان‌شناختی و هر ویژگی وابستهٔ دیگری حاصل می‌شود. به بیان دیگر در این روش پژوهشگر از پیش، مبنای بخش‌بندی و تعداد خوشه‌ها را تعیین می‌کند. در برخی از این نوع پژوهش‌ها از تکنیک‌های چندمتغیره همچون تحلیل تشخیصی و تحلیل رگرسیونی استفاده شده است تا شدت رابطهٔ بین متغیرهای مستقل و وابسته آزمون شود (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۸).

1. Prior
2. Cluster

تشخیص مشتریان بالقوه یا هدف را می‌توان با استفاده از شبکهٔ عصبی نیز انجام داد. یک شبکه را می‌توان چنین ساختاربندی کرد که در آن شمار گره‌های لایهٔ ورودی برابر با تعداد متغیرهای مستقل و شمار گره‌های لایهٔ خروجی برابر با تعداد گروه‌ها باشد. عوامل مستقل مانند سن، جنس، درآمد، شغل، تحصیلات، طبقهٔ اجتماعی و موقعیت جغرافیایی داده‌های شبکه را شکل می‌دهند (زیپولا، ۲۰۰۱).

راه‌های زیادی برای خوشه‌بندی مشتریان یا بخش‌بندی بازار وجود دارد. مبنای تقسیم، ویژگی‌های متنوعی از مشتریان است اما در عمل، ویژگی‌های اساسی مشتریان شامل جمعیت‌شناختی، عوامل اجتماعی- اقتصادی، موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های رفتاری مرتبط با محصول مثل رفتار خرید، رفتار مصرفی و نگرش نسبت به محصول، برای اهداف تقسیم‌بندی استفاده می‌شوند. تعداد بخش‌های مورد هدف، البته از بازاری به بازار دیگر، برای محصولات مختلف و از شرکتی به شرکت دیگر متفاوت است (کوآنگ، وی، کو و فنگ، ۲۰۰۲). ابزار سنتی حل چنین مسائلی تحلیل خوشه‌ای است. تحلیل خوشه‌ای، روش آماری برای خوشه‌بندی و رایج‌ترین روش آن روش K میانگین است. از میان روش‌های خوشه‌بندی، روش K میانگین به میزان بیشتری استفاده شده است، چراکه می‌تواند خود را با نمونهٔ بزرگ که در مطالعات بخش‌بندی بازار ضروری است، وفق دهد (کلافاتیس و تسوگاس، ۱۹۹۸). برای بخش‌بندی بازار از الگوریتم ژنتیک نیز استفاده شده است، که نتایج بهتری را نسبت به روش K میانگین ارائه کرده است (کو، ۲۰۰۱).

تقسیم یک بازار به خوشه‌هایی از مشتریان را با شبکه‌های عصبی نیز می‌توان انجام داد (لاو، ۱۹۹۹). می‌توان یک شبکه ایجاد کرد که در آن تعداد گره‌های لایهٔ ورودی برابر با تعداد ویژگی‌های مشتریان مورد نظر و تعداد گره‌های لایهٔ خروجی برابر با تعداد بخش‌های مورد نظر باشد. یک شبکهٔ ساده با سه لایهٔ ورودی، میانی و خروجی قادر است تا کار خوشه‌بندی را با یادگیری بدون ناظر یا رقابتی انجام دهد. ازجمله مزیت‌های شبکهٔ عصبی در بخش‌بندی بازار این است که پس از انجام بخش‌بندی، همان شبکه می‌تواند در آینده مورد استفاده قرار گیرد تا خریداران جدید را طبقه‌بندی کند.

ونوگوپال و بَیت برخی کاربردهای ممکن شبکه‌های عصبی در مدیریت بازاریابی، ازجمله پیش‌بینی فروش خرده‌فروشی، بازاریابی مستقیم و بازاریابی هدف‌مند را ارائه کردند تا با کمک آن‌ها توانایی شبکه‌های عصبی را نشان دهند (ونوگوپال و بیتز، ۱۹۹۴). بلاکریشنان و سایرین، از الگوریتم یادگیری رقابتی حساس به فراوانی (FSCL)[1] و روش K میانگین برای خوشه‌بندی

1. Frequency-Sensitive Competitive Learning Algorithm

داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌های واقعی استفاده کردند و ترکیبی از این دو روش را ارائه کردند (بلاکریشنان، کوپر، ژاکوب و لوئیز، ۱۹۹۶). یک روش دومرحله‌ای تعدیل‌شده را که در مرحلهٔ اول از نقشه‌های خودسازمان‌ده برای تعیین تعداد خوشه‌ها و نقطهٔ آغازین استفاده می‌کند و سپس روش Kمیانگین را به کار می‌گیرد تا راه‌حل نهایی را پیدا کند، کائو پیشنهاد کرد (دیویس، گئود و مازانک، ۱۹۹۹). برای بخش‌بندی بازار در بازاریابی گردشگری نیز مطالعات متعددی با استفاده از شبکه‌های عصبی انجام گرفته‌است که ازجمله آن‌ها می‌توان به مطالعات مازانک، رایز، وی، کیم و بلوم اشاره کرد (بلوم، ۲۰۰۵؛ کیم، وی و رویس، ۲۰۰۳؛ مازانک، ۱۹۹۲ و مازانک، ۱۹۹۹). بونه و روچم (۲۰۰۲) نشان دادند که بسیاری از مطالعات مالی، که بر پیش‌بینی بازگشت سهام تأکید دارند و از رگرسیون خطی استفاده کرده‌اند، با شبکه‌های عصبی بهبود می‌یابند (بون و روچم، ۲۰۰۲).

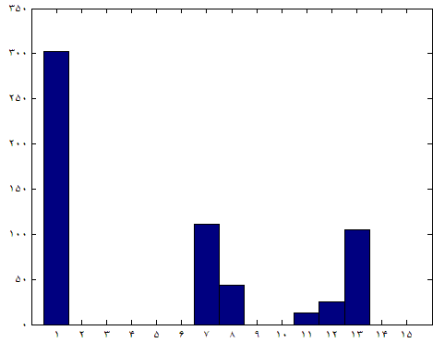
پژوهش‌های فراوانی در حوزهٔ بخش‌بندی بازار با ابزارهای نوین انجام گرفته است، ازجمله کیم و همکاران بازار جهانگردان در استرالیا (کیم، وی و رویس، ۲۰۰۳) و بلوم بازار جهانگردان افریقای جنوبی (بلوم، ۲۰۰۵) را با استفاده از شبکه‌های عصبی بخش‌بندی کرده‌اند. لیندر و همکاران به مقایسهٔ سه روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیون لجستیک برای بخش‌بندی مشتریان پرداختند و نشان دادند روش مبتنی بر شبکه‌های عصبی ابزار کارآمدی برای مدل‌سازی رفتار مشتریان با داده‌های پیچیده و نمونهٔ کوچک است (لیندر، گیر و کالیکر، ۲۰۰۴). کادامبی (۲۰۰۵) با استفاده از پایگاه داده‌های شرکت ارائه‌دهندهٔ خدمات مالی برتری روش شبکه‌های عصبی با الگوی پس‌انتشار خطا را بر روش K میانگین نشان دادند. کیم و آن مشتریان یک سایت اینترنتی را با سه تکنیک شبکهٔ SOM، الگوریتم K میانگین و روش تلفیقی K میانگین و الگوریتم ژنتیک در پنج بخش تقسیم و برتری نسبی روش تلفیقی و شبکه SOM را تأیید کردند (کیم و آهن، ۲۰۰۸). روترر و ناتر (۲۰۰۰) نیز روش‌هایSOM و شبکهٔ مکان‌یاب (TRN) را که هر دو از گونه‌های شبکه‌های عصبی‌اند در فرایند بخش‌بندی نشان‌های تجاری مارگارین نسبت به مدل‌های پارامتریک پایدارتر یافته‌اند (نیل، ۲۰۰۱). سرانجام کیانگ و همکاران (۲۰۰۴)، برتری روش SOM را نسبت به Kمیانگین در بخش‌بندی مشتریان شرکت تلفن و تلگراف امریکا در زمینهٔ ارتباطات راه دور نشان دادند (کائو، ونگ، هو، تانگ و چو، ۲۰۰۵).

حجم بالای داده‌ها و ناآگاهی از نوع رابطهٔ بین متغیرهای ورودی و خروجی، نیاز به مدل مناسبی برای خوشه‌بندی مشتریان بانک را الزامی می‌سازد. بنابراین، در این پژوهش هدف این است که با استفاده از خصوصیت تقریب توابع غیرخطی شبکه‌های عصبی مصنوعی رقابتی، مدلی برای خوشه‌بندی مشتریان بانک طراحی شود.

خوشه‌بندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی رقابتی

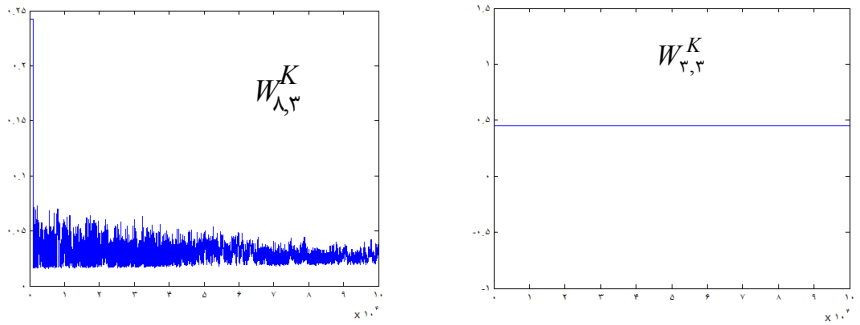
بخش‌بندی مشتریان می‌تواند بر پایهٔ ویژگی‌های جغرافیایی، جمعیت‌شناختی، جامعه‌شناختی و روان‌شناختی باشد (ملاحسینی و علی میرزایی، ۱۳۸۹). در این پژوهش با در نظر گرفتن معیارهای مختلفی که براساس مرور پیشینه حاصل شد و نظرخواهی از خبرگان، هفت معیار کلیدی خوشه‌بندی مشتریان بانک شناسایی شد. این هفت ویژگی عبارت‌اند از: ۱. مدت زمان افتتاح حساب، ۲. میانگین شش‌ماههٔ حساب جاری، ۳. جنسیت، ۴. تحصیلات، ۵. سن، ۶. شغل، ۷. تعداد مراجعات در یک ماه. در این پژوهش برای نمونه‌گیری از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده شده است. داده‌های استفاده‌شده مربوط به ۶۰۰ نفر از مشتریان بانکی در اروپا در سال ۲۰۱۰ است.

در این پژوهش تلاش شده است با توجه به هفت ویژگی نهایی‌شده، که ترکیبی از ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و رفتاری مشتریان است مشتریان بانک خوشه‌بندی شوند. برای طبقه‌بندی مشتریان از شبکهٔ عصبی رقابتی استفاده شده است. در این شبکه تعداد نرون‌های لایهٔ ورودی با توجه به اینکه هفت مشخصه وجود دارد هفت تعیین شده است و تعداد نرون‌های لایهٔ میانی و خروجی با توجه به تعداد طبقات مشتریان تعیین شد. در این پژوهش به کمک روش اکتشافی وارد، تعداد خوشه‌ها برابر با ۱۵ تعیین شده است. تعداد ۱۵ خوشه به معنای ۱۵ نرون در لایهٔ خروجی شبکهٔ عصبی رقابتی است. شبکهٔ عصبی هر بردار ورودی را در یکی از این ۱۵ خوشه قرار می‌دهد. در اینجا لازم است به یکی از مشکلات همراه با شبکه‌های عصبی رقابتی موسوم به نرون مرده اشاره شود. این مورد غالباً زمانی اتفاق می‌افتد که مقدار اولیه بردار وزن سلولی، خیلی دور از بردارهای ورودی قرارمی‌گیرد. یعنی این سلول هیچ‌وقت شانس درگیرشدن در رقابت را پیدا نمی‌کند تا بردار وزن متناظرش تغییر یابد. به عبارتی گویند سلول مرده است، زیرا هیچ‌وقت یاد نمی‌گیرد و ازاین‌رو وجودش بی‌فایده است. در شکل ۲ تعداد خوشه‌ها ۱۵ خوشه تعیین شده است ولی تمام مشتریان تنها در شش خوشه توزیع شده‌اند.



شکل۲. خوشه‌بندی قبل از رفع نرون مرده

در حالت بالا، برای مثال خوشهٔ هشتم که تعدادی عضو و فعال دارد، نشان‌دهندهٔ این است که بردار وزن مربوط به نرون هشتم در لایهٔ رقابتی همگرا شده است ولی برای نرون‌های مرده، مثلاً نرون ۳ چنین اتفاقی نیفتاده است و بردار وزن در تمام تکرارها بدون تغییر باقی مانده است.

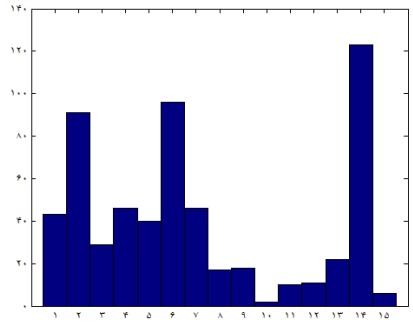


الف) بردار وزن مربوط به نرون ۳ (مرده)

ب) بردار وزن مربوط به نرون ۸ (فعال)

شکل۳. بردار وزن مربوط به نرون‌ها بدون ترم بایاس

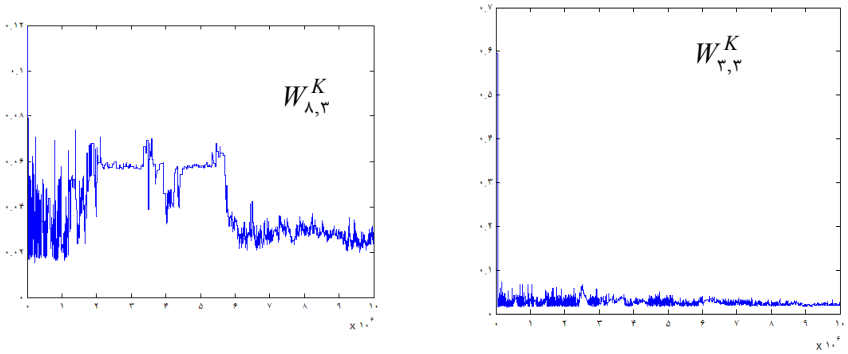
یک راه برای حل این مشکل سازوکار احیاست. در سازوکار احیا برای شبکهٔ رقابتی ترم بایاس در نظر گرفته می‌شود. برای تنظیم متغیرهای ترم بایاس به این ترتیب عمل می‌شود که در هر تکرار نرون برنده دارای b_i کمتری می‌شود و شانس آن در تکرارهای بعدی برای برنده‌شدن کم است. شکل ۴ نشان می‌دهد که چگونه با استفاده از ترم بایاس نرون مرده رفع شده است و مشتریان در ۱۵ خوشه قرار گرفته‌اند.



شکل٤. خوشه‌بندی پس از رفع نرون مرده با استفاده از ترم بایاس

لازم به ذکر است که با اضافه‌شدن ترم بایاس روند همگرایی وزن‌ها برای تمام نرون‌ها دیده می‌شود. درحالی‌که بدون ترم بایاس و رفع نرون مرده، بردار وزن مربوط به نرون مرده، نسبت به

مقدار تصادفی که از ابتدا تعیین شده است هیچ تغییری نمی‌کند. در شکل ۵، روند همگرایی چند مورد از وزن‌هایی که به تصادف انتخاب شده‌اند، پس از رفع نرون مرده با استفاده از ترم بایاس نشان داده شده است.



الف) بردار وزن مربوط به نرون سوم ب) بردار وزن مربوط به نرون هشتم

شکل۵. بردار وزن مربوط به نرون‌ها بعد از رفع نرون مرده با ترم بایاس

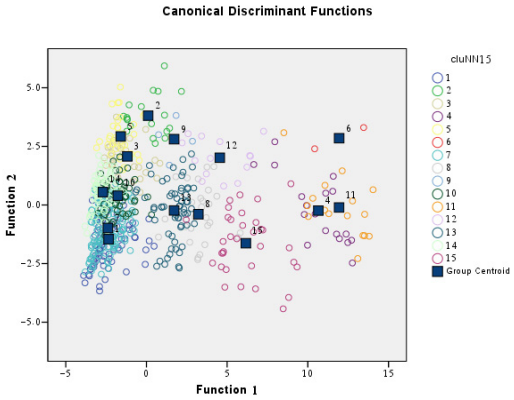
روش وارد و تحلیل تمایزها و کاربرد آن

برای انجام خوشه‌بندی با استفاده از روش آماری وارد به این ترتیب عمل می‌شود که ابتدا یک ماتریس مجاورت تهیه می‌شود. در ماتریس مجاورت به کمک یک شاخص، مثل مجذور فاصلهٔ اقلیدسی، فاصلهٔ هر یک از افراد را به‌صورت دوبه‌دو اندازه‌گیری می‌کند. روش خوشه‌بندی وارد که به شکل کلی راه‌حل‌های تفسیرپذیرتر و بامعناتری نسبت به سایر روش‌ها به دست می‌دهد، در ماتریس مجاورت جست‌وجو می‌کند و دو نفری را که دارای کوچک‌ترین مقدار فاصله باشند، خوشه‌بندی می‌کند. روش وارد که ازجمله روش‌های سلسله‌مراتبی در خوشه‌بندی است، از خطای درون خوشه‌ها استفاده می‌کند تا بهترین خوشه‌بندی را ایجاد کند.

هدف از تحلیل تمایزها[1] این است که دو یا چند خوشه از افراد را که از لحاظ کیفی از یکدیگر متمایزند از لحاظ آماری تفکیک کنیم. هدف ریاضی تحلیل تمایزها وزن‌دادن و ترکیب‌کردن خطی متغیرهای تشخیصی است، به‌گونه‌ای که گروه‌ها از لحاظ آماری هر چه ممکن است متمایزتر باشند. با استفاده از تحلیل تمایزها می‌توان ترکیب خطی مجموعه‌ای از اندازه‌ها را که نسبت واریانس بین گروه‌ها به واریانس درون گروه‌ها برای آن بیشینه باشد تشخیص داد.

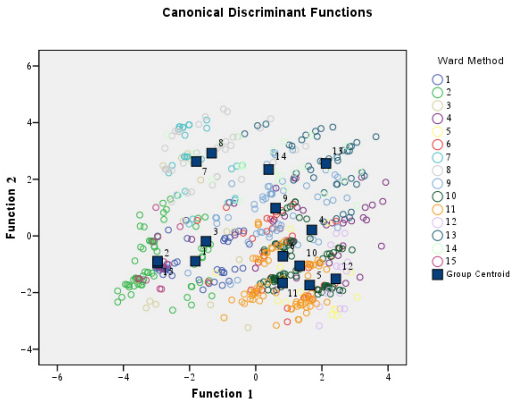
1. Discriminant Analysis

نتایج حاصل از خوشه‌بندی ۶۰۰ مشتری در ۱۵ خوشه با کمک شبکهٔ عصبی رقابتی استفاده‌شده در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل٦. مرکز خوشه‌ها در خوشه‌بندی با شبکهٔ عصبی رقابتی

با استفاده از روش وارد نیز مشتریان در ۱۵ خوشه جای گرفتند که نتیجهٔ خوشه‌بندی در شکل ۷ آمده است.



شکل۷. مرکز خوشه‌ها در خوشه‌بندی به روش وارد

برای بررسی میزان صحت این دو روش از تحلیل تمایزها استفاده شد. صحت نتایج حاصل از خوشه‌بندی به کمک شبکهٔ عصبی رقابتی و خوشه‌بندی به کمک روش وارد با روش تحلیل تمایزها ارزیابی شده است. نتایج حاصل به‌ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱. تحلیل نمایزها روی نتایج حاصل از شبکهٔ عصبی
نتایج طبقه‌بندی

خوشه	پیش‌بینی عضویت در گروه															جمع
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	
تعداد																
۱	۸۲	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۳	۰	۰	۲	۰	۰	۹۰
۲	۰	۱۷	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹
۳	۰	۰	۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۳	۰	۰	۰	۳۲
۴	۰	۰	۰	۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸
۵	۰	۱	۲	۰	۳۱	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۳۶
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲
۷	۳	۰	۰	۰	۲	۰	۱۱۶	۰	۰	۵	۰	۱	۰	۴	۰	۱۳۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۲۸
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
۱۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۹	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۱	۰	۰	۰	۱۶
۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱۳	۰	۰	۰	۱۴
۱۳	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۲	۳	۰	۲	۵۳	۰	۰	۶۳
۱۴	۰	۰	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶۲	۰	۶۵
۱۵	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۲۸	۳۳
درصد																
۱	۹۱/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۳	۰	۰	۳/۳	۰	۰	۲/۲	۰	۰	۱۰۰
۲	۰	۸۹/۵	۰	۰	۵/۳	۰	۰	۰	۵/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۳	۰	۰	۹۳/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۴	۰	۰	۰	۸۳/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶/۷	۰	۰	۰	۱۰۰
۵	۰	۲/۸	۵/۶	۰	۸۶/۱	۰	۰	۰	۰	۵/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۷	۲/۳	۰	۰	۰	۱/۵	۰	۸۹/۲	۰	۰	۲/۸	۰	۰	۰	۳/۱	۰	۱۰۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۵/۷	۳/۶	۳/۶	۰	۰	۳/۶	۰	۰	۱۰۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۱۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۸	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۳/۸	۶/۳	۰	۰	۰	۱۰۰
۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷/۱	۰	۰	۹۲/۹	۰	۰	۰	۱۰۰
۱۳	۰	۱/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۲	۳/۲	۴/۸	۰	۳/۲	۸۴/۱	۰	۰	۱۰۰
۱۴	۰	۰	۳/۱	۰	۱/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۵/۴	۰	۱۰۰
۱۵	۰	۰	۰	۹/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۳	۰	۸۴/۸	۱۰۰

۹۰/۲درصد از خوشه‌بندی به‌درستی انجام شده است.

جدول۲. تحلیل تمایزها روی نتایج حاصل از روش وارد

نتایج طبقه‌بندی

خوشه		پیش‌بینی عضویت در گروه														جمع
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱
تعداد	۱	۳۵	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹	۴۵
	۲	۰	۶۳	۲	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۷۰
	۳	۰	۰	۱۷	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸
	۴	۰	۰	۱	۳۲	۰	۲	۰	۳	۰	۰	۱	۲	۰	۰	۰	۴۱
	۵	۰	۰	۱	۰	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳
	۶	۰	۲	۰	۱	۰	۱۱	۰	۱	۴	۱۱	۸	۰	۱	۱	۰	۴۰
	۷	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۲۸
	۸	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۲	۳۱	۱	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۳۷
	۹	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۳۹	۰	۱	۱	۱	۷	۰	۵۱
	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۶۹	۰	۲	۰	۵	۰	۸۲
	۱۱	۰	۰	۰	۲	۰	۱۷	۰	۰	۰	۰	۵۹	۰	۰	۰	۰	۷۸
	۱۲	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۹	۰	۰	۰	۱۴
	۱۳	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۳۵	۲	۰	۴۱
	۱۴	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۶	۵	۳	۰	۰	۰	۶	۵	۰	۲۸
	۱۵	۴	۶	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱۴
درصد	۱	۷۷/۸	۰	۰	۰	۲/۲	۰	۳/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۱۰۰
	۲	۰	۹۰	۲/۹	۰	۰	۰	۰	۱/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵/۷	۱۰۰
	۳	۰	۰	۹۴/۴	۰	۵/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	۴	۰	۰	۲/۴	۷۸	۰	۴/۹	۰	۷/۳	۰	۰	۲/۴	۴/۹	۰	۰	۰	۱۰۰
	۵	۰	۰	۷/۷	۰	۹۲/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	۶	۰	۵	۰	۲/۵	۰	۲۷/۵	۰	۲/۵	۱۰	۲۷/۵	۲۰	۰	۲/۵	۲/۵	۰	۱۰۰
	۷	۷/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۸۲/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰/۷	۰	۱۰۰
	۸	۰	۰	۰	۲/۷	۰	۰	۵/۴	۸۳/۸	۲/۷	۰	۰	۰	۰	۵/۴	۰	۱۰۰
	۹	۰	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۷۶/۵	۰	۲	۲	۲	۱۳/۷	۰	۱۰۰
	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷/۳	۰	۰	۰	۸۴/۱	۰	۲/۴	۰	۶/۱	۰	۱۰۰
	۱۱	۰	۰	۰	۲/۶	۰	۲۱/۸	۰	۰	۰	۰	۷۵/۶	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	۱۲	۰	۰	۰	۰	۲۸/۶	۰	۰	۰	۰	۷/۱	۰	۶۴/۳	۰	۰	۰	۱۰۰
	۱۳	۰	۰	۰	۲/۴	۰	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۰	۲/۴	۰	۰	۸۵/۴	۴/۹	۰	۱۰۰
	۱۴	۰	۰	۳/۶	۳/۶	۰	۳/۶	۲۱/۴	۱۷/۹	۱۰/۷	۰	۰	۰	۲۱/۴	۱۷/۹	۰	۱۰۰
	۱۵	۲۸/۶	۴۲/۹	۱۴/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴/۳	۱۰۰

۷۳/۷درصد از خوشه‌بندی به‌درستی انجام شده است.

همان طور که از جدول‌های ۱ و ۲ مشخص است و تحلیل تمایزها نشان می‌دهد، روش شبکهٔ عصبی رقابتی در خوشه‌بندی مورد نظر میزان صحت ۹۰/۲درصد و روش وارد میزان صحت ۷۳/۷درصد دارد که نشان می‌دهد شبکهٔ عصبی رقابتی در خوشه‌بندی بر روش وارد ترجیح دارد. همچنین، دو شاخص MAPE=۸/۸۲ و RMSE=۵/۵۰۷۵ برای روش شبکهٔ عصبی رقابتی و MAPE=۳۰/۴ و RMSE=۱۳/۰۱۷۹ برای روش وارد تأییدکنندهٔ این ادعاست.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه، بخش‌بندی بازار همگام با بسیاری از علوم دیگر به سوی برآوردن نیازهای منحصربه‌فرد انسان‌ها در حرکت است (احمدی، آذر و صمصامی، ۱۳۸۹). پیشرفت‌های صورت‌گرفته در دیگر رشته‌های دانشگاهی و استفاده از روش‌های فراابتکاری مانند روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای حل مسائل پیچیده، پژوهشگران را برای استفاده از این روش‌ها در مدل‌سازی فرایند تصمیم‌گیری ترغیب کرده است. یکی از این پیشرفت‌ها در زمینهٔ هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی مصنوعی است که ابزار قدرتمندی در پردازش اطلاعات غیرخطی و قادر به انجام موفقیت‌آمیز اعمالی مانند تقریب توابع غیرخطی، طبقه‌بندی الگوها، تشخیص الگوها، و پیش‌بینی است (میرغفوری، طاهری دمنه و زارع احمدآبادی، ۱۳۸۸).

شبکه‌های عصبی مصنوعی امروزه در بسیاری از علوم و عرصه‌های پژوهشی و کاربردی استفاده می‌شوند. حوزه‌های کسب‌وکار و بازاریابی نیز ازجملهٔ این عرصه‌هاست که روزبه‌روز بر کاربردهای شبکه‌های عصبی در این حوزه‌ها افزوده می‌شود. مزایای شبکه‌های عصبی بر روش‌های آماری استفاده‌شده، آن را نه به‌عنوان جایگزین که به‌مثابهٔ مکمل روش‌های آماری سنتی مطرح می‌سازد.

در این پژوهش که برای خوشه‌بندی مشتریان بانک انجام گرفت، دو روش شبکه‌های عصبی رقابتی و روش آماری وارد استفاده شد. برای بررسی میزان صحت این دو روش از تحلیل تمایزها استفاده شده است. با کمک این روش میزان صحت شبکهٔ عصبی رقابتی ۹۰/۲درصد و روش وارد ۷۳/۷درصد تعیین شد.

پژوهش‌های بازار از این رهگذر، یکی از پرکاربردترین حوزه‌هایی بوده است که از شبکه‌های عصبی مصنوعی در راستای حل مسائل خوشه‌بندی یاری جسته است. در این پژوهش به‌طور خاص، به خوشه‌بندی مشتریان به خوشه‌های متجانس، که از جهت معیارهای شناخته‌شده‌ای همچون خصوصیات جمعیت‌شناختی و سایر مشخصه‌ها تشابه بیشتری با هم دارند، دقت شده است. نتیجه‌گیری از این پژوهش را می‌توان به این شکل خلاصه کرد:

- در شرایط کنونی استفاده از روش‌های ساده و تعداد متغیرهای محدود برای تقسیم‌بندی مشتریان مرسوم است، ولی این پژوهش به کارشناسان و مدیران نشان می‌دهد که چگونه در عمل می‌توان با کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی در تحلیل داده‌ها از تعداد زیادی متغیر مستقل استفاده کرد.
- با به‌کارگیری شبکه های عصبی امکان بررسی هم‌زمان تأثیر تعداد متغیرهای زیادتری در تقسیم بازار فراهم می‌شود؛ به عبارت دیگر، میزان اعتماد به نتایج پژوهش برای تصمیم‌گیری در شرایط واقعی بالاتر می‌رود.
- با توجه به قدرت شبکه‌های عصبی و قابلیت‌های آن، امکان تلفیق داده‌های به وجود آمده، عمق و دقت تحلیل بیشتر می‌شود. بنابراین، نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود و اعتبار تصمیم‌گیری را بالا می‌برد. این در حالی است که در شرایط کنونی از روش‌های بسیار ساده‌تری برای تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری استفاده می‌شود.

نتایج حاصل از پژوهش که در آن از شبکه‌های عصبی رقابتی در خوشه‌بندی مشتریان استفاده شده است، نشان می‌دهد که خوشه‌هایی که از خوشه‌بندی حاصل شده‌اند، در بسیاری از مشخصه‌ها تجانس و همخوانی دارند. تحلیل تمایزات و شاخص‌هایی نظیر MAPE و RMSE نیز نشان از برتری قابل توجه شبکهٔ عصبی بر روش آماری وارد دارد.

به عنوان پیشنهاد، با توجه به نتایج جالب توجه حاصل از کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، استفاده از آن به پژوهشگران عرصهٔ بازار و مدیریت توصیه می‌شود. شبکه‌های عصبی را می‌توان با روش‌هایی چون K میانگین و سایر روش‌های خوشه‌بندی نیز مقایسه کرد. از آنجا که در این پژوهش تنها هفت معیار انتخاب‌شده به کمک خبرگان بانک برای خوشه‌بندی استفاده شد، به سایر پژوهشگران پیشنهاد می‌شود که با شناسایی و انتخاب سایر معیارها در قلمروهای دیگر، نتایج این پژوهش را بررسی و مقایسه کنند. پیشنهاد می‌شود به‌منظور رتبه‌بندی و انتخاب معیارهای خوشه‌بندی روش‌های کیفی و تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شوند.

منابع

احمدی، پ.؛ آذر، ع. و صمصامی، ف. (۱۳۸۹). بخش‌بندی بازار دارو با رویکرد شبکه‌های عصبی (مطالعهٔ موردی: بازار دارو در ایران)، *مدیریت بازرگانی*، ۲(۶): ۲۰-۱.

راکعی، ب.؛ خام‌هچیان، م.؛ عبدالملکی، پ. و گیاهچی، پ. (۱۳۸۶). کاربرد سیستم شبکهٔ عصبی مصنوعی در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، مطالعهٔ موردی: ناحیهٔ سفیدار گله در استان سمنان. *مجله علوم دانشگاه تهران*، ۳۳ (۱): ۶۴-۵۷.

شم‌آبادی، م.ع. و خدادادحسینی، س.ح. (۱۳۸۶). بازاریابی صادراتی فرش دستبافت ایران: بررسی عوامل مؤثر و آسیب‌شناسی، *فصلنامهٔ پژوهشنامهٔ بازرگانی*، ۴۳ (۱۱): ۳۴-۱.

مرتضوی، س.؛ کفاش‌پور، آ.؛ حبیبی‌راد، آ. و آسمان دره، ی. (۱۳۸۸). بخش‌بندی بازار بانک‌های مشهد بر مبنای مزایای مورد انتظار مشتریان، *دانش و توسعه*، ۱۷ (۲۹): ۱۶۱- ۱۲۶.

مرتضوی، س. آسمان دره، ی.؛ نجفی سیاهرودی، م. و علوی، س.م. (۱۳۹۰). بخش‌بندی بازار گوشی تلفن همراه بر مبنای مزایای مورد انتظارمشتریان، *مدیریت بازرگانی*، ۳(۸): ۱۳۲- ۱۱۵.

ملاحسینی، ع. و علی میرزایی، غ. (۱۳۸۹). بخش‌بندی و شناسایی ویژگی‌های مشتریان گروه‌های ایران خودرو و سایپا در شهر کرمان، *مدیریت بازرگانی*، ۲(۶): ۱۴۶- ۱۳۵.

منهاج، م.ب. (۱۳۸۴). *مبانی شبکه‌های عصبی*، چاپ سوم. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

میرغفوری، س. ح.؛ طاهری دمنه، م. و زارع احمدآبادی، ح. (۱۳۸۸). ارزیابی روش‌های سنجش کیفیت خدمات به وسیلهٔ شبکه‌های عصبی مصنوعی. *چشم‌انداز مدیریت*، ۳۱ (۸): ۷۹-۶۳.

نبی‌زاده شهربابکی، ف.؛ صفرنیا، ح. و عباسی، ع. (۱۳۹۰). بررسی نقش و جایگاه عوامل مؤثر در کیفیت خدمات بر روی رضایتمندی مشتریان کلیدی بانک‌های دولتی شهرستان کرج، *مدیریت بازرگانی*، ۳(۷): ۱۷۶- ۱۶۱.

Balakrishnan, P.V., Cooper, M.C., Jacob, V.S., Lewis, P.A. (1996). Comparative Performance of the FSCL Neural Network & K-Means Algorithm for Market Segmentation, *European Journal of Operational Research*, 93 (2): 346-357.

Bloom, J.Z. (2005). Market segmentation: A neural net work application, *Annals of Tourism Research,* 32 (1): 43-111.

Boone, D., Rochm, M. (2002). Retail Segmentation using Artificial Neural Networks, *International Journal of Research in Marketing*, 19(3): 287-301.

Cohen, R. (2001). Latent Segmentation Models: New Tools to Assist Researchers in Market Segmentation, *Marketing Research*, 10 (2): 15-21.

Curry, B., Mutinho, L. (1993). Neural Networks in in Marketing: Modeling Consumer Responses to Advertizing. *European Journal of Marketing,* 27 (7): 5-20.

Danneels, E. (1996). Market Segmentation: Normative models versus Business reality. *European Journal of Marketing*, 30 (6): 36-51.

Davis, F., Geode, M., Mazanec, J. (1999). Lisrel & Neural Network Modeling two Comparison Studies, *Journal of Retailing & Consumer Services*, 6 (4): 242-261.

Fish, K.E., Barnes, J.H. Aiken. (1995). Artificial Neural Networks: a New Methodology for Industrial Market Segmentation, *Industrial Marketing Management*, 24 (5): 431-438.

Gorr, W. L., Nagin, D. (1994). Comparative Study of Artificial Neural Network and Statistical Models for Predicting Student Grade Point Averages. *International Journal of Forecasting*, 10 (1): 17-34.

Grover, R., Srinivasan, V. (1989). An Approach for Tracking within-Segment Shifts in Market Shares, *Journal of Marketing Research*, 26 (2): 230-236.

Hornik, K., Stinchcombt, M., White, H. (1989). Multilayer Feed Forward Networks are universal Approximators, *Neural Networks*, 2 (5): 359-366.

Hruschka, H. (1993). Determining Markets Response Functions by Neural Network Modeling: a Comparison to Econometric Techniques. *European Journal of Operational Research*, 66 (1- 2): 27-35.

Kadambi R. (2005). *Analysis of data mining techniques for customer segmentation and predictive modeling*. Thesis for Master of Science, State University of New York, Binghamton.

Kalafatis, S.P.K, Tsogas, M.H. (1998). Congruence of Adopted Segmentation Strategies and Perceived Effectiveness of Segmentation Bases, *Journal of Segmentation in Marketing*, 2: 36-63.

Kim, J., Wey S., Ruys, H. (2003). Segmenting the market of west Australian senior tourists using on artificial neural network. *Tourism Management*, 24 (1): 25-34.

Kim, J, Ahn, H. (2008). A recommender system using GA K-means clustering in an online shopping market. *Expert Systems with Applications*, 34 (2): 1200-1209.

Kuang, Wei, Kuo, Fang. (2002). Market Segmentation via Structured Click Stream Analysis, *Industrial Management & Data Systems*, 102 (9): 493 - 502.

Kuo R.J, Ho, L.M, Hu C.M. (2002). Integration of self-organizing feature maps and k-means algorithms for market segmentation. *Computers & operations research*, 29 (11): 1475-1493.

Kuo, R. J. (2001). A Sales Forecasting System Based on Fuzzy Neural Network with Initial Weights Generated by Genetic Algorithm. *European Journal of Operational Research*, 129 (3): 496-517.

Kuo, R.J, Wang, H.S, Hu, Tung-L, Chou, S.H. (2005). Application of Ant K-means on clustering analysis. *Computer & mathematics with applications*, 50 (10-12): 1709-1724.

Law, R. (1999). A Neural Network Model to Forecast Japanese Demand for Travel to Hong-Kong. *Tourism Management*, 20 (1): 81-97.

Lee, M.T.H. (2003). A Bayesian neural network model of consumer choice. Dissertation for the degree of Doctor of philosophy, University of Toronto.

Linder, R, Geier J, Kolliker, M. (2004). Artificial neural networks, classification trees and regression: which method for which customer base? *Journal of Database Marketing & Customer Strategy Management*, 11 (4): 344-356.

Liu, Y. (2007). *Multicriterion market segmentation: A unified model implementation and evaluation.* Dissertation for the degree of PHD, The University of Arizona, Arizona.

Mahajan, V., Jain, A.K.. (1978). An Approach to Normative Segmentation, *Journal of Marketing Research*, 15 (3): 338-345.

Mazanec, J. (1992). Classifying Tourists into Market Segments: A Neural Network Approach, *Journal of Travel and Tourism Marketing,* 1 (1): 39–59.

Mazanec, J.A.. (1999). Simultaneous Positioning & Segmentation Analysis with topologically Ordered Feature Map: a Tour Operator Example, *Journal of Retailing & Consumer Services*, 6 (4): 212-235.

McDonald, M. & Dunbar, I. (1995). *Market segmentation: A Step-by-Step Approach to Creating Profitable Market Segments*, London: Whitaker.

Neal, W. (2001). Multidimensional Segmentation, *Journal of Marketing Research*, 41: 12-18.

Razi, M.A., Athappilly, K. (2005). A comparative predictive analysis of neural networks (NNs), nonlinear regression and classification and regression tree (CART) models. *Expert Systems with Applications*, 29 (1): 65- 74.

Szczypula, J. (2001). Forecasting Aggregate Retail Sales: a Comparison of Artificial Networks can Learn Arbitary Mappings. *Neural Networks*, 3: 355-542.

Venugopal V., Baets, W. (1994). Neural Networks and Statistical Techniques in Marketing Research: A Conceptual Comparison, *Marketing Intelligence and Planning*, 12(7): 30–38.

West, P., Brocket, P.L., Golden, L. (1997). A Comparative Analysis of Neural Networks & Statistical Methods for Predicting Consumer Choice, *Marketing Science*, 16(4): 370-391.

Wind, Y. (1978). Issues and Advances in Segmentation Research, *Journal of Marketing Research*, 15(3): 317-337.