Archive of SID

فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۵۳، زمستان ۱۳۸۸، ۲۰۱ ـ ۱۵۹

طراحی سیستم هوشمند ترکیبی رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بانک‌ها با استفاده از مدل‌های استدلالی فازی ترکیبی

دکتر علی رجب زاده قطری * آرش بهرام میرزایی ** دکتر پرویز احمدی ***

دریافت: ۸۷/۸/۱٤ پذیرش: ۸۸/۶/۲۵

سیستم هوشمند هیبریدی / شبکه عصبی / سیستم خبره / شبکه عصبی / فازی / رتبه‌بندی اعتباری

چکیده

هدف اصلی تمام بانک‌های تجاری جمع‌آوری پس‌اندازهای افراد حقیقی و حقوقی و تخصیص آن‌ها به صورت تسهیلات به شرکت‌های صنعتی، خدماتی و تولیدی است. عدم بازپرداخت تسهیلات از جانب این مشتریان، بانک‌ها را دچار مشکلات عدیده‌ای از جمله ناتوانی در بازپرداخت وام های بانک مرکزی، بیشتر شدن مقدار تسهیلات از مقدار باز پرداختی های مشتریان و عدم توانایی اعطای تسهیلات می‌کند. اهمیت اعطای تسهیلات در صنعت بانکداری کشور و نقش خطیر آن در رشد اقتصادی و افزایش اشتغال منجر به توسعه چندین مدل گوناگون برای ارزیابی اعتباری مشتریان متقاضی این تسهیلات شده است. اما بسیاری از این مدل‌ها، مدل های کلاسیک هستند و توانایی ارزیابی اعتباری مشتریان را بطور کامل و بهینه ندارند؛ بنابراین زمینه ورود مدل های هوش مصنوعی به این حوزه مهیا گردیده است. در این پژوهش سعی گردید. تا پس از تهیه مدل مناسب رتبه‌بندی اعتباری مشتریان و

* استادیار دانشگاه تربیت مدرس alirajabzadeh@modares.ac.ir

** دانشجوی دکترای هوش مصنوعی دانشگاه پاریس oram62@yahoo.com

*** استادیار دانشگاه تربیت مدرس Ahmadip@modares.ac.ir

■ علی رجب‌زاده، مسئول مکاتبات.

www.SID.ir

Archive of SID

جمع آوری دانش خبرگان با استفاده از مدل استدلالی ترکیبی و مدل ترکیبی فازی به طراحی سیستم هوشمند هیبریدی رتبه بندی اعتباری مشتریان پرداخته شود. سیستم خبره به عنوان ماژول سمبولیک و شبکه عصبی و سیستم‌های عصبی فازی به عنوان ماژول غیر سمبولیک، اجزای این سیستم هیبریدی را تشکیل می‌دهند. چنین مدلی قابلیت استدلال و تشریح سیستم خبره و قابلیت یادگیری و تطبیق پذیری شبکه عصبی را به صورت توأمان به همراه دارد. نتایج سیستم هیبریدی و هیبری فازی سیستم که با نتایج سیستم خبره مقایسه گردید، حاکی از دقت و قدرت بالای سیستم هوشمند هیبریدی نسبت به سیستم خبره در رتبه‌بندی اعتباری مشتریان است.

طبقه‌بندی JEL: C45.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توسعه و گسترش فعالیت های بانکی با سیستمی کارآمد در پیشرفت و توسعه اقتصاد کشور بسیار مؤثر خواهد بود و باعث دوام بانک در محیط رقابتی خواهد گردید. به بیان دیگر موفقیت بانک در عملیات بانکی نه تنها بقای بانک را در بلندمدت تضمین می کند بلکه بالندگی و رشد و توسعه اقتصادی را برای میهن اسلامی فراهم می‌آورد. از فعالیتهای عمده و اساسی که موفقیت بانک را تضمین می کند چگونگی تخصیص منابع[1] است. بدیهی است که منابع بانکی کشور که بخش عمده آن از پس‌اندازهای مردم تشکیل شده است جزو سرمایه‌های ملی می باشند و هدایت صحیح آنها به سمت فعالیتهای اقتصادی از طریق یک سیستم کارآمد تخصیص اعتباری در صنعت بانکداری کشور ضروری است. بانکها هنگامی می‌توانند این منابع خود را به‌صورت بهینه و کارآمد به مشتریان تخصیص دهند که از سیستم قابلی در ارزشگذاری و رتبه‌بندی مشتریان خود در هنگام اعطای تسهیلات برخوردار باشند[2]. در بسیاری از کشورهای جهان در این زمینه از استراتژیها و راهکارهای گوناگونی استفاده نموده‌اند[3]، در کشور ایران نیز با توجه به سیستم بانکداری اسلامی و تخصیص وام در قالب عقود اسلامی به مشتریان حقیقی و حقوقی این مسئله از اهمیت روز افزونی برخوردار است. لذا ضروری است که صنعت بانکداری کشور در جهت طراحی سیستم‌های مناسب جهت ارزیابی مشتریان برای اعطای تسهیلات بکوشد. این سیستم زمانی کارایی واثربخشی لازم را خواهد داشت که از معیارهای مناسبی برای ارزیابی مشتریان قبل از اعطای تسهیلات برخوردار باشد، به‌گونه‌ای که تسهیلات بانکی با استفاده از این سیستم به مشتریان مناسب تخصیص یابد. از نگاه بانک مشتری‌ای برای تخصیص اعتبار مناسب است که ضمن هزینه نمودن تسهیلات دریافتی در بخشهای مختلف اقتصادی بتواند به موقع تسهیلات دریافتی را به سیستم بانکداری بازگرداند. عدم بازپرداخت به موقع تسهیلات بیانگر آن است که دریافت کننده تسهیلات در بهره‌برداری

---

1. Resources allocation
2. Edward.F.R, Mishkin.F.S, (1995).
3. Kao.D.L, Kallberg.J, (1994).

www.SID.ir

Archive of SID

ازتسهیلات دریافتی از موفقیت چندانی برخوردار نبوده است. به بیان دیگر بازده حاصل از به کارگیری تسهیلات از سود بانکی آن کمتر بوده از این رو در موعد بازپرداخت با مشکلاتی مواجه بوده است. بنابراین این تسهیلات به صورت مطالبات معوق بانکی در می‌آید. این امر علاوه بر ایجاد اختلال در سطح کشور سیستم بانکی را نیز در بلندمدت با مشکل مواجه می‌کند. آنچه که در اینجا برای سیستم بانکداری و به تبع آن برای هر کشور دیگری اهمیت دارد، آن ا ست که قبل از اعطای تسهیلات به مشتریان، توان آنها را در بازپرداخت ارزیابی نماید.

در حال حاضر در نظام بانکداری کشور ما، عدم بازپرداخت تسهیلات به یکی از بزرگترین مسائل تبدیل شده است، و به خاطر عدم وجود یک سیستم مناسب برای تخصیص مناسب تسهیلات، آن‌ها دچار مشکلات عدیده‌ای از جمله مشکل تخصیص اعتبارات، مشکل ناتوانی در بازپرداخت وام‌های بانک مرکزی و یا بیشتر شدن مقدار تسهیلات از مقدار بازپرداختی‌ها شده‌اند. از راهکارهای حل این مشکل رتبه‌بندی اعتباری مشتریان است، به این معنی که بانک بر اساس شاخص های معتبری به مشتریانش امتیازاتی را اعطا نماید و در نهایت بر اساس این امتیازات رتبه مشتریانش را برای اعطای تسهیلات مشخص نماید. د ر دهه اخیر برای پیشبرد این راهکار محققان از سیستم‌های خبره و به خصوص شبکه‌های عصبی استفاده کرده‌اند. با همه مزیتهایی که سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی در تصمیم گیری مدیریت و حل این مشکلات دارند استفاده از این سیستم ها با مشکلاتی همراه بوده است لذا اهمیت سیستم‌های هیبریدی در این حوزه مشخص می گردد[1]. سیستم‌هایی که با جمع کردن مزیت‌های سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی مصنوعی می توانند هم در طیف وسیعتری مشکلات را حل کنند هم اثر بخشی و کارایی راه حل این مشکلات را بالا ببرند.

1. Metaxiotis.K, Parras.J, (2004).

www.SID.ir

Archive of SID

۱. تعریف رتبه‌بندی[1] ومدل‌های آن

هدف رتبه‌بندی اعلام کیفیت یک وام گیرنده و دورنمای بازپرداخت آن به بازار است. رتبه ها این قابلیت را دارند که برای مشاهده گران خارجی مثل مقامات نظارتی و شرکت کنندگان در بازار نسبت به یک شرکت در بازار اعتبار ایجاد نمایند. البته اعتبار اطلاعات رتبه‌بندی ارتباط نزدیکی با مقررات قابل قبول رتبه‌بندی دارد. طبقات رتبه‌بندی شکل مختصر شده خطر اعتباری هستند. رتبه‌ها می توانند بر اساس اطلاعات گذشته به تواتر نسبی نکول مرتبط باشند یا می‌توانند مبنایی برای ارزش گذاری یک دارایی محسوب گردند[2]. شاخص ترین تقاضا برای رتبه‌ها در بخش مدیریت دارایی ـ بدهی شرکتی، زمانی است که بازده‌ها ی سرمایه تعدیل شده بر حسب ریسک، معیار پایه برای ارزیابی عملکرد بخشی تلقی می‌شوند. رتبه‌ها برای بانک این امکان را فراهم می کنند که خطر اعتباری را اندازه گیری نموده و آن را متناسب با پرتفوی اعتباری اداره کنند و مفهوم اکسپوژر بانک را در رابطه با انواع خطر تعدیل و اصلاح نمایند. رتبه‌ها، مخصوصاً برای ارزشگذاری یک اوراق قرضه و یا یک وام مفید هستند و رابطه ای مثبت ویژه بین خطر اعتباری مورد انتظار و بازده اسمی را بیان می کنند. دلایل مذکور در فوق در مجموع بیانگر علت توجه طیف گسترده‌ای به کیفیت سیستم رتبه بندی یک موسسه مالی است[3]. روش‌های متفاوتی وجود دارند که از طریق آنها می توان یک رتبه بدست آورد. از آن جمله می توان به اندازه‌گیری احتمال وقوع نکول اشاره کرد. روش مشخصی که امروزه کاربرد دارد، روش امتیازدهی است. این روش متکی به مجموعه ای از معیارهاست که هر یک به خوبی تعریف شده‌اند. به هر یک از معیارها بطور جداگانه امتیاز داده می‌شود. به هر امتیاز که به مجموعه ای از معیارها مرتبط است وزنی داده می‌شود، سپس اینها با هم جمع می‌شوند. حاصل جمع، یک امتیاز کلی است. این امتیاز به یکی از طبقات رتبه تبدیل می گردد که در حد فاصل بین

---

1. Credit Rating.

۲. رشیدی مهدی، (۱۳۷۹).

۳. منصوری علی، (۱۳۸۲). طراحی و تبیین مدل ریاضی تخصیص تسهیلات بانکی: دو رویکرد مدل‌های کلاسیک و شبکه‌های عصبی، پایان نامه دکترای مدیریت تحقیق در عملیات، دانشگاه تربیت مدرس.

www.SID.ir

Archive of SID

حداقل امتیاز کلی تا حداکثر آن قرار می‌گیرد. مثال واضح در این مورد Z-Score پیشنهاد شده توسط آلتمن در سال ۱۹۶۸ است[1]. آلتمن پیشنهاد کرده است که رابطه بین تجربه تاریخی نکول و تعدادی از متغیرهای حسابداری (عمدتاً ترازنامه و صورت سود و زیان) بررسی شود تا یک تابع مطلوب مجزا بین ناشرینی که در آینده مرتکب نکول خواهند شد و نیز آنها که همچنان به فعالیت خود ادامه خواهند داد، تعیین شود. اوزان تابع تخمین زده شده برای پیش بینی احتمال نکول هر شرکت قابل استفاده است و این اوزان که Z-Score نامیده شده‌اند می توانند به یک درجه از رتبه تبدیل شوند. بدنبال آن وی روشهای رتبه‌بندی مشتریان را در سال ۱۹۸۰ مطرح نمود[2]. مدل ریاضی دیگری که باز در همین زمینه مطرح گردید مربوط به کاربرد تحلیل ممیزی در طبقه‌بندی شرکت‌ها می‌باشد[3]. یک روش متفاوت برای رتبه‌بندی توسط مدل عمومی شرکت KMV's تشریح شده است. این روش بر اساس تئوری قیمت‌گذاری آپشن KMV استنتاج شده است. در این روش برآورد نکول از نوسانات مورد انتظار قیمت‌های سهام در طول یک مدت مشخص مثلاً یکسال، قابل استنتاج است. در این روش برخلاف روش امتیازدهی نیازی نیست که اطلاعات مختلفی در مورد یک شرکت جمع‌آوری کرد. در این روش صرفاً سری‌های زمانی قیمت‌های بازاری سهام و تخمین بدهکاری یک بنگاه، مورد نیاز است. بررسی انجام شده در مورد بانکهای عمده آلمان، بیانگر این است که کلیه موسسات، روش امتیازدهی را اعمال می‌نمایند.

۲. کاربرد الگوریتم‌های هوش مصنوعی در تحلیل‌های مالی

۲-۱. کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و ارزیابی اعتبار

شبکه‌های عصبی مصنوعی، جزو آن دسته از سیستم‌های دینامیکی قرار دارند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. به همین خاطر به این سیستم‌ها هوشمند می گویند چرا که بر اساس محاسبات روی داده‌های عددی یا مثالها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند. این سیستمهای مبتنی

1. Altman.E.I, (1968).
2. Altman.E.I, (1980).
3. Altman.E.I, Esenbie.R.A, (1987).

www.SID.ir

Archive of SID

بر هوش محاسباتی سعی در مدلسازی ساختار نوروسیناپتیکی مغز بشر دارند[۱]. کاربردهای شبکه‌های عصبی در حوزه مالی پیشرفت چشم‌گیری داشته است. حیطه‌هایی که شبکه‌های عصبی در امور مالی می‌توانند کارایی داشته باشند، شامل شبیه‌سازی مالی[۲]، پیش‌بینی رفتار سرمایه‌گذارها[۳]، ارزیابی اهداف[۴]، ارزیابی اعتبار[۵]، مدیریت پورتفوی دارایی[۶]، قیمت‌گذاری اولیه اوراق قرضه[۷]، تعیین ساختار سرمایه بهینه[۸] و پیش‌بینی مالی[۹] می‌باشد.

فرایند تایید بر اساس امتیازبندی اعتبار را می‌توان توسط نرم‌افزار و تجهیزات کامپیوتری معمولی به طور موفقیت‌آمیزی انجام داد. هر چند که چنین سیستم‌هایی نمی‌توانند در عملیات خود المانهای کیفی، ذهنی فرایند تصمیم‌گیری انسان را لحاظ کنند. بعلاوه، اکثر اطلاعات مربوط به مشتریان در فرمت استاندارد به دست تصمیم‌گیرنده نمی‌رسد[۱۰]. هر چند که امروزه در غالب بانکهای تجاری جهان و همچنین در کلیه بانکهای تجاری کشور اغلب از روش قضاوتی برای تعیین ریسک و ظرفیت اعتباری مشتریان استفاده می‌شود؛ لیکن استفاده از این روش با توجه به توان محدود انسان در تحلیل همزمان فاکتورهای مختلف موثر بر ریسک و ظرفیت اعتباری دریافت کنندگان اعتبار روش قضاوتی در مقایسه با روش‌های آماری و همچنین روش‌های هوش مصنوعی از کارایی کمتری برخوردار است[۱۱].

جنسون در سال ۱۹۹۲ ار شبکه عصبی برای امتیازدهی اعتبار استفاده نمود. دقت این شبکه بین ۷۶ تا ۸۰ درصد بود. اگر چه اندازه نمونه جنسون بسیار کوچک بود و تنها ۱۲۵ متقاضی وام را شامل می‌شد[۱۲]. دزای و همکاران در سال ۱۹۹۷ به مقایسه شبکه‌های عصبی،

---

1. Demuth. H, Beale. M, (2006), Lam.M, (2004), Hsieh, Chang-tseh, (1993).
2. Hawley. D.D, Johnson. J.D, and Raina. D, (1990), Zhang M, Zhang JC, Fulcher J, (2000).
3. Chang F-Y; Chiu D-Y, (2001).
4. Badiru.A.B, Sieger.D.B, (1998).
5. Breiman. L, Freidman. J. H, Olshen. R. A, Stone. C. J, (1984).
6. Ko.P.C, Lin.P.C, (2007).
7. Motiwalla. L, Wahab. M, (2000).
8. Pire.M.Ms, Marwala. T, (2004).
9. Celik. A.E, Karatepe. Y, (2007).
10. Hawley and others (1990).
11. Breiman. L, Freidman. J. H, Olshen. R. A, Stone. C. J, (1984).
12. Jenson. Herbert, (1992).

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل تمایز خطی[1] و رگرسیون لجستیک پرداختند. آنها در مطالعاتشان به این نتیجه رسیدند که در طبقه‌بندی متقاضیان وام به مشتریان خوش اعتبار و بد اعتبار شبکه‌های عصبی از تحلیل تمایز خطی بهتر عمل می کند ونسبتا عملکرد مشابهی نسبت به رگرسیون لجستیک دارند[2]. وست نیز در سال ۲۰۰۰ در تحقیقاتی که داشت به بررسی درستی پنج مدل شبکه عصبی MP[3]، MOE[4]، RBF، LVQ[5] و استدلال تطبیقی فازی در انجام فرایند امتیازدهی اعتباری پرداخت. نتایج این بررسی‌ها با روش های آماری سنتی مانند رگرسیون لجستیک خطی[6] و K نزدیکترین همسایه[7] و تحلیل تمایز خطی و درخت تصمیم در امتیازدهی اعتبار بنچ مارک شد. در سال ۲۰۰۶ ترینکل[8] در پایان‌نامه دکترای خود به مقایسه قدرت شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌های آماری سنتی در امتیازدهی اعتباری پرداخت. وی دو فرضیه داشت: اول اینکه قدرت طبقه‌بندی شبکه‌های عصبی از روش‌های آماری سنتی بیشتر است و دوم اینکه با تغییر تکنیک‌های تفسیر وزن‌های شبکه عصبی، امتیازدهی اعتبار نتایج متفاوتی خواهد داشت. نتایج پژوهش وی دو فرضیه فوق را اثبات نمود. در سال ۲۰۰۶ بنل[9] و همکاران از شبکه عصبی برای سنجش اعتبار استفاده نمودند. ایشان در این مطالعات با استفاده از داده‌های آژانس‌های اعتباری و کشورهای مختلف از سال ۱۹۸۹ تا سال ۱۹۹۹ به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی مصنوعی نسبت به دیگر روش‌ها دارای عملکرد و کارایی بهتری است. در سال ۲۰۰۷ نیزتسای و وو[10] از شبکه‌های عصبی به طور همزمان برای پیش‌بینی ورشکستگی بانک‌ها و امتیازدهی اعتبار استفاده نمودند.

---

1. Linear Discriminant analysis.
2. Goonatilake. S, Treleavan.P, 1995, Desai. V, Crook. J., and Overstreet. G, (1997).
3. Multilayer perceptron.
4. Mixture-Of-Expert.
5. Learning Vector Quantity.
6. Linear Logistic regression.
7. K-nearest neighbor.
8. Trinkle.
9. Bennell.
10. Tsai, Wu.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- زمینه‌های کاربردی شبکه های عصبی در حیطه مالی همراه با محققان این زمینه

موضوع مورد پژوهش	محققان
شبیه‌سازی مالی	Ahalt et al, 92: Motiwalla and Wahab, 2000: Zhang et al, 2000
پیش‌بینی رفتار سرمایه‌گذارها	Chang and chiu, 2001. A: Chang and Chiu. 2001. B
ارزیابی اهداف	Badiru and Sieger, 1998: Schittenkopt and Dorffner, 2001: Wu,
ارزیابی اعتبار	Jenson, 92; Goonatilake and Trelevan, 95; Desai et al, 97 West, 2000: Trinkle, 2006: Bennel et al, 2006: Tsai and Wu, 2006
مدیریت پورتفوی دارایی	92: Zhuo, 95: Stoppiglia et al, 96. Steiner and Wittkemper, 97; Larkin, 99: Franke and Kleinm, 99: Zimmerman et al, 2001: Ko and Lin, 2007: Fernandez and Gomez. 2007: Yu et al, 2008
قیمت‌گذاری اولیه اوراق قرضه	Dutta & Shekhar, 88: Lubis, 2001: Pires and Marwala. 2004: Salchenberger & Malliari, 94: Chen and Lee, 97: Anderes et al. 98: Gettscheling et al, 99: Yao et a, 2000: I Amilon, 2001
تعیین ساختار سرمایه بهینه	Swales and Yoon, 95: Tao. 2007
پیش‌بینی مالی	Messier and Hansen, 88; Weigend et al, 92: Salchenberger et al, 92; Refens. 93: Fletcher and Gross; shin, 93; Wilson and Sharda, 94; Refens and zaidi, 95; Kennedy and Bortiz, 95; Wu, 95 Kuan and Liu, 95; Tenti, 96 Wang and Leu, 96; Han etal, 96; Barniv et al, 97; Bell, 97; Etheridge and Siram. 97; Kim and chun, 98; Zhang and Hu, 98; Plasmans et al, 98; Xhang et al, 99; Yang, 99; Gencay, 99; Aiken and Bast, 99; Chen et al, 2000; Leung et al, 2000; Mchee and Greenstein, 2000; Dhar and Chou, 2001; Atiya, 2001; Anandarajan et al, 2001; Nag and Mitra; 2001; Rech, 2002; Thevnin, 2003; Safar, 2003; Chen et al, 2003; Wang, 2004; Rotundo. 2004; Enke and Thawornwong, 2005; Grauer, 2006 O'Connor and Maddan, 2006; Celik and Kareatep, 2007; Chavarnakul and Enke, 2007; Panda and Narasimahan, 2007;

۲-۲. کاربرد سیستم خبره در تحلیل اعتبار

سیستم‌های خبره برخلاف سیستم‌های اطلاعاتی که بر روی داده‌ها عمل می‌کنند، بر دانش متمرکز شده است. همچنین دریک فرآیند نتیجه‌گیری، قادر به استفاده از انواع مختلف داده‌های عددی[1]، نمادی[2] و مقایسه‌ای[3] می‌باشند. فرآیند نتیجه‌گیری در سیستم‌های خبره بر روشهای استقرایی و قیاسی پایه‌گذاری‌شده است. با توجه به توانایی این سیستم‌ها در کار در شرایط فقدان اطلاعات کامل و یا درجات مختلف اطمینان در پاسخ

1. Digital.
2. symbol.
3. analog.

www.SID.ir

Archive of SID

به سؤالات مطرح‌شده، سیستم‌های خبره نماد مناسبی برای کار در شرایط عدم‌اطمینان (Uncertainty) و یا محیط‌های چندوجهی می‌باشند[۱]. برای دانستن اینکه تا چه حد و با چه ظرفیتی سیستم‌های خبره می توانند در کارها و امور مالی موفق باشند، علم به اینکه عموماً سیستم‌های خبره چه وظایفی را می توانند انجام دهند مفید است. استفیک و همکاران در مقاله‌ای وظیفه عمومی را برای سیستم‌های خبره پیش‌بینی کرده‌اند این وظایف شامل تغییر، تشخیص، مونیتورینگ، پیش بینی، برنامه‌ریزی و طراحی می‌باشند[۲].

تحلیل اعتبار: وظیفه اصلی مسئول وام در بانکها و موسسه‌های مالی، تخصیص اعتبار و مقدار آن است. ماهیت این وظیفه تکراری ولی غیر ساختار یافته است. برای بهبود و دقت این فرایند می‌توان از سیستم‌های خبره استفاده نمود. برای مثال سیستم خبره American Express's Authorizer's Assistant از این قبیل سیستمهاست. این سیستم برای ارزیابی درخواست های اعتباری غیر معمول مشتریان صاحب کارتهای اعتباری به صورت Real-time طراحی شده است. این سیستم‌ها قبلا به صورت دستی و با ۱۵ درصد اشتباه ارزیابی می شدند اما با استفاده از این سیستم درصد خطا به ۴ درصد رسید[۳]. زکو در سال ۱۹۸۵ چارچوبی را برای سیستم‌های خبره در مدیریت وام‌های بانکی طراحی و ارائه نمود[۴]. ایواسیزکو و همکاران[۵] در سال ۱۹۸۶سیستم خبره‌ای را با استفاده از زبان LISP طراحی کردند که برای ارزیابی اعتبار مشتریان به کار گرفته می‌شد. پایگاه دانش این سیستم از تئوری مدیریت ریسک اعتباری اولیه منشا گرفته بود. این سیستم توسط آکادمی اقتصاد فورکلاو در لهستان طراحی و پیاده‌سازی شد. این سیستم خبره از روش زنجیره پسرو پیروی می‌کرد. بدین صورت که از هدف نهایی که اعطای اعتبار بود شروع می‌کرد و با عبور از قوانین درست به داده‌های اولیه که داده‌های متقاضیان بود می‌رسید. بریان در سال ۲۰۰۱ سیستم خبره‌ای با نام آلیس (ALEES) برای ارزیابی وامهای کشاورزی طراحی کلین در سال ۲۰۰۲ سیستم خبره‌ای را با نام Finsim طراحی کرد. این سیستم یک سیستم

---

۱. غضنفری مهدی و کاظمی زهره ،۱۳۸۲

2. Stefik.M, Aikins.J, Balzer. R, Benoit. J, Brinbaum. L, Hayesroth. F, Sacerdoit. E, (1982).
3. Piketty.L, (1987).
4. Zocco. D, (1985).
5. Iwasieczko. B, Korczak. J, Kwiecien. M, Muszynska. J, (1986).
6. Bryant. B

www.SID.ir

Archive of SID

KB/DSS برای تحلیلهای مالی بود. این سیستم برای تحلیل اعتبار مشتریان در بعضی از بانک های فرانسه مورد استفاده قرار گرفت[1]. در سال ۲۰۰۳ والکر وهادکینسون به طراحی سیستم خبره CEES برای تصمیم گیری در مورد اعطای اعتبار پرداختند. این سیستم که توسط زبان پرولوگ نوشته شده است متقاضیان وام را به دو دسته واجد شرایط و غیر واجد شرایط دریافت وام تقسیم می‌نمود[2]. بینون و گریفیت در سال ۲۰۰۵ سیستم خبره‌ای را برای نرخ گذاری اعتبار بر اساس VPRS[3] در بانک های اروپا و شمال آمریکا طراحی کردند[4] و در سال ۲۰۰۷ دیوید به بررسی چگونگی کاهش قوانین در پایگاه دانش سیستم خبره در امتیازدهی اعتبار پرداخت[5].

جدول شماره (۲) نمایانگر کاربرد سیستم‌های خبره در حوزه‌های مختلف است:

جدول ۲- زمینه‌های کاربردی سیستم‌های خبره در حیطه مالی همراه با محققان این زمینه

موضوع مورد پژوهش	محققان
تحلیل اعتبار	Zocco, 1985; Iwasieczko et al, 86; Piketty, 87; Barry, 87; Tamai and Fujito, 87; Ruparel and Srinivasan, 90; Pinson, 92; Bryeant, 2001; Klein, 2002; Hodgkinson & Walker, 2003; Griffiths and Beynon, 2005; David, 2006.
مبادله و برنامه‌ریزی‌های مالی	Athena Group, 86; Boffess et al, 89; Pickup, 89; Apte et al, 98; Mcgrann, 89; Heure et al, 89; Hartvigsen, 90; Brown et al, 90; Curry and Moutinho, 93; Lee, 98;
مدیریت پورتفوی	Athena Group, 86; Chan et al, 89 Bohanec et al, 2000; Zargham and Mogharreban, 2004
بیمه	Sivasankaran and Matthias, 85: Shpilberg et al, 87: Cierniakoski et al, 1991; Wright & Rowe, 93; Belhadji and Dionne, 97; Stefano and Gisella, 2001

۳. متدولوژی سیستم‌های هوشمند هیبریدی

سه دلیل اصلی کاربرد سیستم‌های هوشمند هیبریدی عبارتند از:

۱- ارتقای تکنیک: سیستم‌های هیبریدی برای رفع عیوب تکنیکهای هوشمند منفرد به وجود آمده‌اند.

---

1. Klein.M, (1989).
2. Walker.E and Hodgkinson.L, (2003).
3. Variable precision rough set theory
4. Griffiths. B, Beynon. M.J, (2005).
5. David. A. B, (2007).

www.SID.ir

Archive of SID

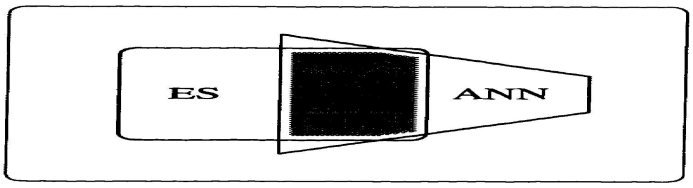
۲- کثرت وظایف کاربردی: سیستم‌های هوشمند ترکیبی به وجود آمده‌اند چرا که هیچ تکنیک واحدی برای حل تمام مشکلات جزء یک مسئله نمی‌تواند به‌کار برود.

۳- سیستم‌های هیبریدی خلق شده‌اند تا قابلیت پردازش اطلاعات چندگانه را در یک معماری واحد نشان دهند.

از آنجائیکه سیستم‌های هوشمند هیبریدی تکنیکهای هوشمند چندگانه‌ای را برای حل مسائل به کار می‌برند، کاربرد و راه اندازی آنها تا حد زیادی مشکل و پیچیده می‌باشد. ولی ابزار توسعه و چارچوبهای مناسبی می‌توانند در سازماندهی، طراحی و به کارگیری این سیستم‌ها کمک زیادی کنند. چند مدل ترکیبی گوناگونی برای طراحی سیستم‌های هوشمند هیبریدی وجود دارد. برای مثال مدلهای ترکیبی استدلال، اطلاع رسانی و خدمات (IRIS) که توسط سوسیک و گروه IRIS پیشنهاد شده اند. ماژول استدلال شامل استدلال‌کننده‌های هوشمندی مانند شبکه‌های عصبی و سیستم‌های خبره می‌گردند. ماژول اطلاع‌رسانی شامل پایگاه داده، حس‌کننده‌ها، و واسط کاربر I/O (ستاده/داده) و ماژول خدمات مسئول وظایف پردازش داده مانند پیش پردازش و پس پردازش می‌گردد[1].

تمرکز این پژوهش بر روی مدل اول یعنی مدل‌های هوشمند استدلالی ترکیبی است. در قسمت ذیل توضیحاتی در مورد این مدل داده می‌شود:

یک سیستم هوشمند هیبریدی استدلالی دارای دو ماژول اصلی به نامهای ماژول سمبولیک (برای مثال ES) و ماژول غیرسمبولیک (برای مثال ANN) است که با هم همانطور که در شکل زیر آمده است در تعامل هستند.



شکل ۱- دو ماژول اصلی یک سیستم هیبریدی استدلالی[2]

1. SaskatchewanR, (1997), Goonatilake. S, and Khebbal. S, (1995).
2. Taha, I. A. E, (1997).

www.SID.ir

Archive of SID

میزان تعامل بین این دو می‌تواند از جفت شدن ضعیف تا جفت شدن کامل در تغییر باشد. همانطور که در شکل دیده می شود قسمت تیره مقدار تعامل بین دو ماژول را نشان می‌دهد. هر چقدر که این قسمت افزایش یابد مقدار تعامل بین این دو ماژول افزایش می یابد و در نتیجه درجه جفت شدن آن‌ها نیز محکم‌تر می گردد.

مدلهای تنها: مدل‌های هوشمند هیبریدی تنها دارای دو جزء جداگانه مانند یک سیستم خبره و یک شبکه عصبی مصنوعی می‌باشند که هیچگونه تعاملی با همدیگر ندارند[1]. چنین مدلهایی مزایای هرکدام از ماژولها را به طور جداگانه به همراه دارند بدین معنی که شامل استدلال و تشریح پذیری سیستم‌های خبره و انعطاف‌پذیری و یادگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی را به همراه دارند. هر چند که باید گفت این نوع مدلها نمی توانند به نقاط ضعف هر کدام از ماژولهای مقابل غلبه کنند. از سیستمهایی که از این معماری برخوردارند می‌توان به سیستمی که چنگ و همکاران در سال ۱۹۹۴ برای تحلیل معنایی Queryهای پایگاه دانش طراحی کرد نام برد[2] و یا به سیستمی که سان و پترسون در سال ۱۹۹۸ برای ناوبری شبیه‌سازی شده[3] طراحی و پیاده‌سازی کردند اشاره کرد[4].

مدلهای تبدیلی: این نوع مدلها نیز نوع دیگری از مدلهای جفت شده ضعیف می‌باشند. در این نوع از مدلها مانند مدلهای نوع اول هیچ کدام از ماژول‌ها با ساختار داده‌ای ماژول دیگر در ارتباط نیستند[5]. این نوع مدلها به صورت ترتیبی عمل می کنند بدین صورت که خروجی یکی از ماژولها به عنوان ورودی ماژول دیگر به کار می‌رود. برای مثال خروجی سیستم‌های خبره می‌توانند به عنوان ورودی شبکه‌های عصبی مصنوعی به کار روند. یکی از نقاط ضعف این نوع مدلها افزایش زمان پردازش و همچنین دوباره‌کاری برای ساخت هر کدام از ماژولها به طور جداگانه است. برای نمونه گلفاند و همکاران در سال ۱۹۸۹ سیستمهای پایگاه دانش و شبکه‌های عصبی را برای مهارتهای ربات طراحی کردند که از این معماری تبعیت می‌نمود[6].

---

1. Medsker, Larry, (1994).
2. Cheng. Y,Fortier. P, and Normandin.Y, (1994).
3. Simulated Navigation
4. Sun. R and Peterson.T, (1998).
5. Medsker, Larry, (1994).
6. Gelfand. J, Handleman. D and Lane. S, (1989).

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های جفت شده محکم: در این نوع مدل‌ها هر کدام از اجزا، قسمتی و نه تمام ساختار داده ای همدیگر را برای برقراری ارتباط به جای استفاده از فایل‌های داده‌ای خارجی به کار می‌گیرند. یکی از فواید اصلی استفاده از حافظه داخلی، بالا بردن سرعت تعامل بین اجزا و کاهش زمان برقراری ارتباط بین اجزاست. هر چند که پیچیدگی توسعه و نگهداری این مدل‌ها بیشتر و مشکلتر از دو مدل اول است. به طور مثال سیستمی که کوانسی و فیصل در سال ۱۹۹۲ برای تجزیه‌های صرف و نحوی طراحی کردند از این معماری پیروی می‌کرد[1].

مدلهای جفت شده کامل: مدلهای جفت شده کامل یک معماری هیبریدی را با ماهیتی دوگانه بیان می‌دارد. بدین معنی که این معماری می‌تواند به صورت یک معماری شبکه های عصبی مصنوعی و یا سیستم خبره دیده شود ولی دارای مشخصات و ویژگی‌های هر دو ماژول باشد. این نوع مدلها می توانند تمام ساختار داده‌ای داخلی و بازنمایی دانش هر کدام از اجزا را به اشتراک بگذارند. علی‌الخصوص، سمبول‌های ورودی سیستم خبره می‌توانند به عنوان گره‌های ورودی شبکه عصبی به کار روند و همچنین گره‌های خروجی شبکه عصبی می‌توانند به عنوان تصمیم خروجی سیستم خبره دیده شوند. هر دو ماژول می‌توانند توسط یک مکانیزم نگاشت به همدیگر تبدیل گردند. این نوع مدل‌ها توانایی ترکیب مشخصه های هر دو نوع پارادایم سمبولیک و غیرسمبولیک را دارند. نتیجه خروجی این نوع مدل‌های هیبریدی هوشمند قویتر و اثربخش‌تر از نتایج دیگر مدل‌ها می‌باشد. به عنوان مثال سیستم اسکرین که برای کاربرد در تحلیل زبان همزمان در سال ۱۹۹۷ توسط ورمتر و وبر[2] طراحی شده است از این معماری پیروی می‌کند.

۴. کاربرد سیستم‌های هوشمند هیبریدی در بازار مالی با تاکید بر کاربرد آن در رتبه‌بندی اعتباری

در سال۲۰۰۲ مالهورتا و مالهورتا مدل شبکه عصبی-فازی آنفیس را برای تشخیص

1. Kwasny.S. C and Faisal .K. A, (1992).
2. Wermter.S and Weber.V, (1997).

www.SID.ir

Archive of SID

مشتریانی که باید به آنان وام تعلق بگیرد به کار بردند و نتایج آن را با رگرسیون تمایزی خطی مقایسه کردند. برای این ارزیابی و مقایسه آنها داده‌های خود را از نه مؤسسه اعتباری گردآوری کردند و از هفت جفت مختلف نمونه‌های آزمایشی و آموزشی‌ای که از این موسسه‌ها جمع آوری شده بود بهره بردند. آنها از ۵۰۰ مشاهده برای آموزش و ۲۹۰ مشاهده برای آزمایش دو مدل خود استفاده نمودند. نتایج آنان نشان داد که عملکرد مدل شبکه عصبی-فازی آنها بسیار بهتر از مدل دیگر است[1]. در سال ۲۰۰۲هافمن و همکاران کلاسیفایرهای فازی-عصبی و فازی-ژنتیکی را برای امتیاز دهی اعتبار به کار بردند و نتایج مثبتی نیز از تحقیقات خود گرفتند[2]. در سال ۲۰۰۲ لی و همکاران سیستمی هیبریدی متشکل از شبکه عصبی و تکنیکهای تمایزی برای امتیازدهی اعتباری طراحی کردند. در این مدل تحلیل تمایزی ابتدا برای ساخت مدل امتیازدهی اعتباری استفاده می‌شود و سپس خروجی‌ها ی آن به عنوان ورودیهای شبکه عصبی مصنوعی به کار برده می‌شود. نتایج نشان داد که این مدل هیبریدی کارایی دقت بالاتری نسبت به سایر مدلهای سنتی دارد و دارای خطای نوع دوم کمتری نیز است[3]. هوآنگ و همکاران در سال ۲۰۰۴ تکنیکهای ژنتیک الگوریتم و شبکه‌ها ی عصبی را برای حل مشکلات تحلیل اعتبار به کار بردند[4]. همچنین لی و چن در سال ۲۰۰۵ یک فرایند مدلینگ هیبریدی دو مرحله‌ای را با استفاده از شبکه‌های عصبی و اسپلینهای رگرسیون انطباقی چند متغیره (MARS)[5] برای امتیازدهی اعتبار پیشنهاد داده‌اند. آنها در ابتدا از MARS برای ساخت مدل امتیازدهی اعتبار استفاده نمودند و سپس متغیرهای بدست آمده را به عنوان ورودی وارد سیستم خبره نمودند. داده‌هایی که آنها استفاده نمودند مربوط به یک بانک محلی که وام مسکن به مشتریانش اعطا می‌نمود بود[6]. هسیه در سال ۲۰۰۵ سیستمی هیبریدی را برای امتیازدهی اعتباری بر اساس دسته‌بندی و شبکه‌های عصبی طراحی کرد. وی از دسته بندی برای انجام فرایند آنالیز، طبقه‌بندی و هرس کردن آن ها قبل از ورود به شبکه عصبی استفاده نمود و از شبکه عصبی برای ساخت

---

1. Malhorta.D.K, (2002).
2. Hoffmann. F, Baesens.B, Martens. J, Put. F., and Vanthienen. J, (2002).
3. Lee. T. S, Chiu. C. C, Lu. C. J, Chen. I. F, (2002).
4. Huang. Z, Chen. H, Hsu. C. J, Chen. W. H, Wu.S, (2004).
5. Multivariate adaptive regression splines.
6. Lee. T.S, Chen. I.F, 2005.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل امتیازدهی اعتبار استفاده نمود[1]. لاها در سال ۲۰۰۶ روشی را برای امتیازهای اعتباری توسط کلاسیفایرهای قانون محور فازی معرفی کرد. در این روش ابتدا فرایند یادگیری بر روی قانون محور توسط داده‌های آموزشی با استفاده از روش SOM انجام می‌شود و سپس قانون K-nn فازی نیز با آن ترکیب می‌شود. از قابلیتهای این روش این است که محدودیتهای تجاری نیز در آن نشان داده می‌شوند[2]. در آخرین تحقیقات نیز در سال ۲۰۰۷ جیائو و همکاران با استفاده از شبکه تطبیقی فازی (FAN) به سنجش اعتبار در شرکتهای مالی کوچک پرداختند. در این مدل ابتدا داده های سنجش اعتبار توسط اعداد فازی نمایش داده می‌شوند سپس شبکه فان بر اساس قانونهای استنتاجی که ۲۷ قانون فازی هستند ساخته می شود و در نهایت شبکه با استفاده از داده‌های آموزشی اعداد فازی آموزش داده می‌شود و یا فرایند یادگیری بر روی آن انجام می‌شود. مزایای اصلی این سیستم عبارتند از: بازنمایی زبانی، تراکم زبانی و خاصیت یادگیرنده شبکه‌های عصبی[3]. جدول شماره (۳) شامل کاربردهای سیستم‌های هیبریدی در سالهای مختلف در حوزه مالی است.

جدول ۳- سیستم های هوشمند هیبریدی و کاربر آنها در حوزه مالی

موضوع مورد پژوهش	محققان
تحلیل اعتبار	Malhorta and Malhorta, 2002; Hoffman et al, 2002; Lee et al, 2002; Huang and Chen, 2004; Lee and Chen, 2005; Hsieh, 2005; Laha, 2006; Jiaoet al, 2007
پیش‌بینی مالی	Kuo et al, 96; Thommano, 99; Garliauskas, 99; Rizzi et al, 2003; Tung et al, 2004; Versace et al, 2004; Chen and Leung, 2004; Enke and Thawornwong, 2005; Zhang and Wan, 2007

۵. روش پژوهش

روش انجام پژوهش به دلیل ارائه مفاهیم هیبریدی، سیستم خبره و شبکه‌های عصبی و همچنین به دلیل وجود امکان اجرای آن در نظام بانکی از نقطه نظر هدف، توسعه‌ای کاربردی می‌باشد و از نظر اجرایی، تحلیلی- توصیفی می‌باشد. بدین صورت که در این پژوهش در ابتدا ادبیات نظری پژوهش مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرد و همزمان با آن

1. Hsieh. N.C, (2005).
2. Laha.A, (2007).
3. Jiao.Y, Syaub. Y-R, Lee.E.S, (2007).

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل جامع مرتبط با موضوع در نظام بانکی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. با استناد به نتایج بدست آمده از ادبیات نظری و تحلیلهای نظام بانکی، اقدام به مدلسازی کلی رتبه‌بندی اعتباری و پایگاه دانش آن می‌شود.

مدلی که در این پژوهش از آن استفاده شده است از پژوهشی[1] استخراج شده است که در یکی از بانکهای معتبر کشور به مدت دو سال بر روی آن توسط کارکنان بخش تسهیلات تحقیق مداوم صورت گرفته است. از آنجائیکه به طور کلی می‌توان مشتریان اعتباری را به صورت مشتریان حقیقی (اشخاص حقیقی) و مشتریان حقوقی (وزارتخانه‌ها، موسسات دولتی، شرکت‌های دولتی، شرکت‌های تجاری و غیرتجاری خصوصی و موسسات و نهادهای عمومی) تقسیم نمود این مدل برای هر کدام از متقاضیان حقوقی و یا حقیقی وام، به طور جداگانه شاخص هایی را در نظر گرفته و بسته به نوع اطلاعات مشتری به هر کدام از این شاخص‌ها امتیازی تعلق میگیرد. بر اساس مدل این بانک هر کدام از این شاخص‌ها نیز بسته به میزان اهمیتشان دارای ضریب مشخصی می‌باشند. در این بخش به تبیین این مدل و نوع امتیازدهی آن پرداخته می‌شود.

در این پژوهش تحلیلی که صورت گرفته است با استناد به روش هیبریدی سیستم‌ها متوالی[2] می‌باشد. در روش هیبریدی سیستم‌های متوالی خروجی یک موثر به عنوان ورودی روش دیگر محسوب می‌شود. در این بررسی، انتخاب اولیه توسط سیستم خبره صورت گرفته است و سپس با استفاده از شبکه عصبی به ترکیب اقدام شده است. ترکیب دیگر نیز با استناد به روش شبکه عصبی فازی بوده است که نتایج آن‌ها با یکدیگر مورد بررسی تحلیلی قرار گرفته است.

۱-۵. شاخص‌های اصلی مدل

بنابر نوع مساله در این پژوهش برای هر کدام از گروه‌ها (مشتریان حقیقی و مشتریان حقوقی) مؤلفه‌های جداگانه‌ای وجود دارد که به شرح زیر می‌باشند:

---

۱. پژوهش مورد نظر به شاخص‌ها و معیارهای مورد استفاده این تحقیق به طور ضمنی اشاره کرده است و استخراج مدل با استفاده از مشاوران بانکی و برای عملیاتی کردن پژوهش توسط مؤلفان صورت گرفته است.

2. Sequential hybrid system.

www.SID.ir

Archive of SID

۱-۱-۵. شاخص‌های مربوط به مشتریان حقیقی: در این مدل برای رتبه‌بندی مشتریان حقیقی دوازده شاخص در نظر گرفته شده است. هر شاخص نیز دارای چهار معیار ارزیابی می باشد که وضعیت هر مشتری مشمول یکی از این معیارهای ارزیابی می‌باشد. هر کدام از این معیارهای ارزیابی به ترتیب اولویت برای بانک ٤، ۳، ۲ و ۱ امتیاز می گیرند. هرکدام از شاخص ها نیز بسته به اهمیتشان برای بانک دارای ضریب مشخصی می‌باشند. مجموع این ضرایب برابر با ۱۰۰ می باشد. در جدول شماره (٤) عنوان و ضریب این شاخص‌ها برای استفاده در سیستم خبره آورده شده‌اند.

جدول ۴- عنوان و ضریب شاخص‌های رتبه‌بندی مشتریان حقیقی برای استفاده در سیستم خبره

ضریب	ردیف	عنوان شاخص	ضریب	ردیف	عنوان شاخص
٪٤	۱	داشتن دانش حوزه فعالیت موردنظر	٪۸	۷	سابقه فعالیت با بانک
٪۵	۲	سن	٪۲۰	۸	وضعیت درآمدی
٪۵	۳	تحصیلات	٪۱۰	۹	وضعیت گردش حساب جاری در شعبه
٪۱۰	٤	عدم تعهدات معوق	٪۷	۱۰	امکانات فیزیکی
٪۱۰	۵	عدم چک برگشتی	٪۱۰	۱۱	دارائی‌های قابل ترهین
٪۵	٦	عدم سوء سابقه	٪٦	۱۲	سایر ضمانت‌ها

برای مثال شاخص سن دارای چهار معیار ارزیابی می باشد بدینصورت که اگر سن مشتری بین ۴۰ و ۵۰ سال باشد چهار امتیاز، بین ۳۰ تا ۴۰ سال سه امتیاز، بیش از ۵۰ سال دو امتیاز و کمتر از ۳۰ سال یک امتیاز تعلق می گیرد. هر کدام از شاخصهای دیگر نیز به نوبه خود دارای معیارهای ارزیابی خود می‌باشند.

۲-۱-۵. شاخصهای مربوط به مشتریان حقوقی: در این مدل مانند مشتریان حقیقی برای رتبه بندی مشتریان حقیقی شاخصهایی در نظر گرفته شده اند. تعداد این شاخصها به لحاظ ابهام بیشتر وضعیت اعتباری مشتریان حقوقی نسبت به مشتریان حقیقی ۱۰ شاخص بیشتر می‌باشند یعنی ۲۲ شاخص. هرکدام از شاخصها نیز بسته به اهمیتشان برای بانک دارای ضریب مشخصی می‌باشند. مجموع این ضرایب برابر با ۱۰۰ می‌باشد. هر شاخص نیز مانند مشتریان حقیقی دارای چهار معیار ارزیابی می‌باشد. در جدول شماره (۵) عنوان و ضریب

www.SID.ir

Archive of SID

این شاخصها برای استفاده در سیستم خبره آورده شده‌اند.

جدول ۵- عنوان و ضریب شاخص‌های رتبه‌بندی مشتریان حقوقی برای استفاده در سیستم خبره

ضریب	ردیف	عنوان شاخص	ضریب	ردیف	عنوان شاخص
٪٤	١	داشتن دانش حوزه فعالیت موردنظر	٪٢	١٢	سهم مواد اولیه از تولید
٪٤	٢	سابقه مدیریتی مدیران	٪٤	١٣	طیف مشتریان
٪٤	٣	تحصیلات مدیران	٪٣	١٤	سیستم فروش
٪٦	٤	نوع شرکت	٪٣	١٥	وضعیت نیروی کار
٪١٠	٥	عدم تعهدات معوق	٪٥	١٦	وضعیت قیمت‌گذاری محصول
٪٨	٦	عدم چک برگشتی	٪٥	١٧	امکانات فیزیکی
٪٥	٧	عدم سوء سابقه مدیران	٪٢	١٨	فناوری
٪٧	٨	سابقه فعالیت با بانک	٪٧	١٩	دارائی‌های قابل ترهین
٪٧	٩	ویژگی‌های محصول	٪٣	٢٠	سایر ضمانت‌ها
٪٣	١٠	نسبت مواد اولیه وارداتی به مواد اولیه تولید داخل	٪١	٢١	نوع تسهیلات درخواستی
٪٥	١١	میزان صادرات محصول / خدمت	٪٢	٢٢	اعتبار صورت‌های مالی

برای مثال شاخص سیستم فروش دارای چهار معیار ارزیابی می‌باشد بدین‌صورت که اگر سیستم فروش و خدمات فروش مشتری حقوقی ملی باشد چهار امتیاز به آن تعلق می‌گیرد، اگر سیستم فروش ملی و خدمات فروش منطقه‌ای داشته باشد سه امتیاز، اگر تنها سیستم فروش منطقه ای داشته باشد دو امتیاز و اگر سیستم فروش متمرکز داشته باشد یک امتیاز به آن تعلق می‌گیرد. هر کدام از شاخصهای دیگر نیز به نوبه خود دارای معیارهای ارزیابی خود می‌باشند.

۶. طراحی سیستم هیبریدی

برای طراحی سیستم هیبریدی مورد استفاده برای رتبه‌بندی اعتباری مشتریان، از مدل های استدلالی ترکیبی از نوع مدل تبدیلی استفاده گردیده است. این نوع مدلها به صورت ترتیبی عمل می‌کنند بدین صورت که خروجی یکی از ماژولها به عنوان ورودی ماژول دیگر به کار می‌رود. ماژول سمبولیک پژوهش ما ES و ماژول غیرسمبولیک

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش ANN است.

طراحی این سیستم بدین صورت بوده است که ابتدا سیستم خبره ای که توسط پوسته طراحی شده است با استفاده از شاخصها و و وزنهای استخراج شده از کارشناسان بانکی پایگاه دانش خود را تشکیل می‌دهد. این پایگاه دانش برای مشتریان حقیقی متشکل از دوازده شاخص و چهار معیار ارزیابی مربوط به هرکدام از این شاخصها می باشد و برای مشتریان حقوقی این پایگاه دانش متشکل از ۲۲ شاخص و چهار معیار ارزیابی مربوط به هر کدام از آنها می‌باشد. برای امتیاز دهی سیستم خبره به پایگاه داده خود که توسط کاربر از داده‌های مشتریان تهیه شده است مراجعه می کند و برآورده شدن هریک از معیارها در شاخصهای دوازده گانه برای مشتریان حقیقی و شاخصهای ۲۲ گانه برای مشتریان حقوقی را بررسی می‌کند. بر اساس برآورده شدن هر معیار، سیستم خبره امتیازی را به شاخص تعلق می دهد و در پایان بررسی هر کدام از شاخصها، در نهایت یک امتیاز کلی به مشتری تعلق می گیرد و رتبه آن در بین سایر مشتریها مشخص می‌گردد. در مرحله دوم از طراحی سیستم هیبریدی استدلالی ترکیبی از نوع مدل ترکیبی خروجی‌های سیستم خبره به عنوان ورودی‌های شبکه عصبی مصنوعی به کار می‌روند. به این ترتیب ورودی شبکه عصبی برای مشتریان حقیقی به صورت یک ماتریس ۵۰ در ۱۲ و ورودی شبکه‌های عصبی برای مشتریان حقوقی به شکل یک ماتریس ۵۰ در ۲۲ می‌باشند. امتیازات تخصیص یافته از طرف خبرگان بانکی به هر مشتری به عنوان متغیرهای هدف(Target) معماری شبکه عصبی مصنوعی به کار می‌روند .این امتیازات به صورت یک ماتریس یک در پنجاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پژوهش اطلاعات مربوط به ۵۰ مشتری حقیقی و ۵۰ مشتری حقوقی با کمک مشاوران و کارشناسان اعتباری از داده‌های بانکی تهیه شده است که در پایگاه داده ثبت شده است. همین بررسی تحلیلی با استناد به روش تحلیل هیبریدی فازی صورت گرفته است.

۱-۶. دلایل استفاده از سیستم خبره و شبکه عصبی به عنوان اجزای مدل هیبریدی و مدل هیبریدی فازی

نحوه انتخاب مدل کاربردی طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های هیبریدی به نوع مسئله و

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های اجزای تشکیل دهنده این سیستم‌ها که (باید به طور خاص مناسب حل مسئله باشد) بستگی دارد[1]. اکثر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه نیز از سیستم‌هایی استفاده نموده اند که بنا بر نوع مسئله سیستم مورد نظر برای حل آن و گرفتن جواب مناسب کارا و موثر باشد. در انتخاب مدل طراحی سیستم هوشمند هیبریدی محققان علاوه بر این مسائل، مسئله به صرفه بودن اقتصادی سیستم‌ها را در نظر می‌گیرند، به همین دلیل سیستم‌های هوشمند هیبریدی فازی-عصبی و ژنتیکی عصبی و رگرسیون-عصبی با استقبال بیشتری روبرو شده‌اند، چراکه شبکه های عصبی قابلیت ادغام الگوریتم ژنتیک و منطق فازی را بدون نیاز به محیط نرم‌افزاری جدید در خود دارند. یکی از دلایل استفاده کم از سیستم‌های هوشمند ترکیبی شبکه های عصبی و سیستم خبره نیز همین امر است چرا که سیستم های خبره و شبکه عصبی را در دو محیط جداگانه باید طراحی نمود و سپس ادغام نمود که باعث افزایش هزینه می‌گردد. دلیل دیگر زمانبر بودن طراحی این سیستم‌ها برای طراحان و همچنین پیچیده تر شدن بیشتر این سیستم‌ها می‌باشد[2]. اما در بعضی از موارد استفاده از این نوع سیستم های هوشمند برای حل مسائل اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. مسائلی که احتیاج به پایگاه دانش قوی دارند و روایی مدل بستگی به پایگاه دانش آن‌ها دارد از این نوع مسائل هستند[3]. در این نوع مسائل به دلیل اهمیت بالای دانش مورد استفاده در سیستم طراحان از سیستم خبره کمک می‌گیرند.

با توجه به مسائل فوق و دلایل زیر در این پژوهش نیز سعی گردید که از ترکیب سیستم خبره و شبکه عصبی برای طراحی سیستم هوشمند هیبریدی استفاده گردد:

۱- نوع مساله که احتیاج به پایگاه دانش قوی برای روایی مدل داشت.

۲- کم هزینه بودن و در دسترس بودن سیستم های مورد استفاده برای طراحی اجزای سیستم هیبریدی.

۳- وجود زمان کافی برای طراحی اجزای سیستم‌های هیبریدی.

۴- نیاز مساله به سیستمی با دقت بالا که پیچیده بودن سیستم را اجتناب ناپذیر می‌کند.

---

1. Fletcher. J, Obradovic. Z, (1993).
2. Hoffmann & others, (2002).
3. Taha, (1997).

www.SID.ir

Archive of SID

۵- تحلیل‌های عدم قطعیت که در بحث مدلسازی هیبریدی فازی صورت می‌گیرد.

در این قسمت از پژوهش به طور جداگانه به تشریح معماری سیستم خبره و شبکه عصبی هیبریدی و هیبریدی فازی می‌پردازیم.

در مدل تحلیلی هیبریدی فازی اقدام به فازکردن اعداد مرتبط شده است و سپس با استفاده از شبکه عصبی تحلیل‌های مرتبط صورت گرفته است این تحلیل با استفاده از آنالیزهای نوروفازی صورت گرفته است.

۲-۶. ساختار کلی سیستم خبره و ساختار شبکه عصبی هیبریدی

برای طراحی سیستم خبره رتبه بندی اعتباری مشتریان از سیستم خبره فوپس (FOOPES) استفاده گردیده است.

فوپس پوسته ای است که مجموعه ای از توانایی‌هایی برگرفته از ۳۰ پوسته و نرم‌افزارهای استاندارد نظیر M.S.Ecxel ، M.S.Word ،M.S Visual Basic،MATHLAB و... را دارا می‌باشد[۱].

۱-۲-۶. ورودی‌های سیستم: در این پژوهش برای طراحی سیستم خبره رتبه‌بندی اعتباری مشتریان از روش نسبت‌دهی متغیر از طریق پایگاه داده استفاده گردیده شده است. بدین صورت که سیستم بسته به نوع مشتری (حقیقی یا حقوقی) به پایگاه دانش مربوط به آن مراجعه می‌کند و داده‌های ورودی خود را از آن پایگاه داده استخراج می‌نماید. برای مشتریان حقیقی پایگاه داده متشکل از اطلاعات مربوط به ۵۰ مشتری است. به صورتی‌که امتیاز مربوط به هر کدام از شاخصهای ۱۲ گانه هر مشتری در این پایگاه داده قرار گرفته شده است. برای مشتریان حقوقی پایگاه داده متشکل از اطلاعات مربوط به ۵۰ مشتری است. به صورتی که امتیاز مربوط به هر کدام از شاخصهای ۲۲ گانه هر مشتری در این پایگاه داده قرار گرفته شده است.

۲-۲-۶. پایگاه داده سیستم خبره برای مشتریان حقیقی: پایگاه داده سیستم خبره برای مشتریان حقیقی متشکل از داده هایی است که کاربر با توجه به اطلاعات مالی مشتریان

---

۱. روزبهانی، محمد، (۱۳۸۵).

www.SID.ir

Archive of SID

ثبت نموده است. این داده‌ها بر طبق شاخصهای مدل رتبه‌بندی اعتباری جمع‌آوری می‌شوند بدین معنی که در صورتی که هر کدام از معیارهای چهارگانه مربوط به هر شاخص در مورد هر مشتری صادق باشد در پایگاه داده سیستم ثبت می‌گردد. اطلاعات ۵۰ مشتری حقیقی (استخراج شده از داده‌های بانکی) مورد استفاده در پایگاه داده سیستم موجود می‌باشد.

۳-۲-۶. پایگاه داده سیستم خبره برای مشتریان حقوقی: پایگاه داده سیستم خبره نیز برای مشتریان حقوقی متشکل از داده هایی است که کاربر با توجه به اطلاعات مالی مشتریان ثبت نموده است. این داده‌ها بر طبق شاخصهای مدل رتبه‌بندی اعتباری جمع‌آوری می‌شوند بدین معنی که در صورتی که هر کدام از معیارهای چهارگانه مربوط به هر شاخص در مورد هر مشتری صادق باشد در پایگاه داده سیستم ثبت می‌گردد. اطلاعات ۵۰ مشتری حقوقی مورد استفاده در پایگاه داده سیستم موجود می‌باشد.

۴-۲-۶. منطق محاسباتی سیستم: برای طراحی سیستم خبره رتبه بندی اعتباری مشتریان از منطق ارسطویی بهره گرفته شده است. به این صورت که برای طراحی پایگاه دانش سیستم خبره از قوانین IF…Then … Else استفاده شده است. پایگاه دانش این سیستم متشکل از ۱۳۶ قانون می‌باشد.

۵-۲-۶. روش استنتاج: روش استنتاج سیستم خبره رتبه بندی اعتباری مشتریان روش استنتاج پسرو است .

۶-۲-۶. توابع : تابعی که در طراحی این سیستم استفاده گردیده است تابع Plus می‌باشد.

۷-۲-۶. خروجی‌های سیستم: خروجی‌های سیستم خبره رتبه‌بندی اعتباری مشتریان از نوع گزارش اعلان مقادیر کلیه متغیرها(متغیرهای ورودی و پیدا شده) است. این خروجی‌ها قابلیت ارسال به نرم افزار M.S.Excel و Access را دارا است.خروجیهای سیستم خبره نیز شامل امتیازات هر شاخص مربوط به هر کدام از مشتری‌ها و در نهایت امتیازات کلی مربوط به هر مشتری می‌باشد. این امتیازات با توجه به پایگاه دانش توسط سیستم خبره به هر کدام از شاخص‌ها تخصیص گردیده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش با توجه به نوع مسئله و قابلیت های شبکه عصبی پرسپترون چند لایه از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه استفاده شده است.

۸-۲-۶.تعداد گره‌های ورودی: تعداد گره های ورودی مرتبط با تعداد متغیرهای ماتریس ورودی مورداستفاده برای امتیازدهی شاخص ها برای هر مشتری است. در این پژوهش جهت بهبود خطای امتیازات مشتریان در رتبه‌بندی اعتباری از یک ماتریس ۵۰ در ۱۲ به عنوان ورودی شبکه برای بهبود خطای امتیازات مشتریان حقیقی(که ۵۰ به عنوان سطرهای ماتریس نشان دهنده تعداد مشتریان و ۱۲ به عنوان ستونهای ماتریس نشان‌دهنده تعداد متغیرهاست که به هرکدام امتیازی تعلق گرفته شده است) و از یک ماتریس ۵۰ در ۲۲ برای بهبود خطای امتیازات مشتریان حقوقی (که ۵۰ به عنوان سطرهای ماتریس نشان‌دهنده تعداد مشتریان و ۲۲ به عنوان ستونهای ماتریس نشان‌دهنده تعداد متغیرهاست که به هر کدام امتیازی تعلق گرفته است) استفاده گردیده است.

۹-۲-۶.تعداد گره‌های خروجی: در این پژوهش از ۱۲ گره برای مشتریان حقیقی و ۲۲ گره برای مشتریان حقوقی در لایه خروجی شبکه استفاده شده است. این گره‌ها شامل مقدار امتیازات بهبود یافته هر مشتری (حقوقی یا حقیقی) می‌باشند. مقدار خروجی شبکه می‌تواند هر عدد غیر منفی باشد و خروجیهای با مقادیر منفی برای مسئله قابل قبول نبوده و توجیه واقعی ندارند. خروجی شبکه برای رتبه‌بندی مشتریان حقیقی از یک ماتریس ۵۰ در یک تشکیل شده است که نشان دهنده امتیازات بهبود یافته برای هر مشتری حقیقی می‌باشد. برای مشتریان حقوقی خروجی شبکه از یک ماتریس ۵۰ در یک تشکیل شده است که نشان دهنده امتیازات بهبود یافته برای هر مشتری حقوقی می‌باشد.

۱۰-۲-۶. تابع تبدیل: در این پژوهش با توجه به اینکه از یک شبکه سه لایه ، یک لایه ورودی، یک لایه مخفی و لایه خروجی، استفاده شده است از تابع تبدیل لجیستیک سیگموئید در لایه مخفی استفاده شده است. نظر به اینکه خروجی‌های موردنظر مسئله بایستی غیرمنفی باشند، ترکیبی از توابع تبدیل مختلف برای لایه خروجی جهت رسیدن به جوابهای مورد نظر آزمایش شده و درنهایت از توابع تبدیل Poslin در لایه خروجی استفاده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۱-۲-۶. داده‌های آموزش: در این پژوهش برای شبکه عصبی، از مجموع ۱۰۰ داده موجود (۵۰ داده مشتریان حقیقی و ۵۰ داده مشتریان حقوقی) از ۵۰ داده برای آموزش شبکه عصبی مشتریان حقیقی و از ۵۰ داده برای آموزش شبکه عصبی مشتریان حقوقی استفاده گردید. با توجه به ماهیت مسئله و نبود نیاز به پیش بینی امتیازات، از داده‌های آزمایش استفاده نگردید.

۱۲-۲-۶.تعداد نرون‌های لایه مخفی: برای تعیین تعداد نرون‌های لایه مخفی از روش سعی وخطا استفاده شده است. تعداد نرون‌های لایه مخفی برای مشتریان حقیقی از یک تا ۴۰ و برای مشتریان حقوقی از یک تا ۴۵ درنظرگرفته شده است. ضمن اینکه با استفاده از رابطه بالا نیز تعداد نرون‌ها تعیین شده و خروجی‌ها براساس این تعداد نرون نیز معین شده‌اند. در استفاده از سعی وخطا،در مورد هر شبکه با مقایسه خطای گزینه‌های مختلف، بهترین گزینه انتخاب شده است. نکته دیگری که در انتخاب تعداد نرون‌های لایه مخفی مورد توجه قرار گرفته است، سادگی شبکه می‌باشد. بعبارتی دیگر از بین دو گزینه نسبتا مشابه گزینه‌ای که تعداد نرون کمتری داشته، انتخاب شده است. این امر در راستای اجتناب از پیچیدگی شبکه صورت گرفته است.

۱۳-۲-۶. نرخ یادگیری: در این پژوهش با توجه به الگوریتم مورد استفاده در آموزش شبکه های مورداستفاده از نرخ یادگیری ثابت α=۰/۰۱ استفاده شده است.

۱۴-۲-۶. وزن‌های اولیه: در این پژوهش قبل از آموزش شبکه برای اولین بار وزنها به‌صورت تصادفی انتخاب شده‌اند اما به‌منظور کاهش حساسیت شبکه به مقادیر اولیه پارامترها در هر مورد شبکه موردنظر پنج بار پیاپی به‌ازای مقادیر اولیه متفاوت پارامترها اجرا شده و بهترین پاسخ‌ها انتخاب شده‌اند.

۱۵-۲-۶.معیار توقف: در این پژوهش فرآیند آموزش هنگامی متوقف می‌شود که هیچ بهبود دیگری در خطای حاصل رخ ندهد یا تعداد تکرارها از ۵۰۰۰ بیشتر شود. در این پژوهش تعداد اپکها که شامل اعمال ورودیهای شبکه و محاسبه خروجیهای آن می‌باشد، ۵۰۰۰ درنظر گرفته شده است.

مدل هیبریدی فازی غیرمطابق با توپولوژی شبکه فوق مد نظر قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

۷. بررسی تحلیلی آزمون همبستگی و آزمون اختلاف میانگین

بر اساس خروجی های سیستم خبره، سیستم هیبریدی و امتیازات خبرگان که در جدول (۶) برای مشتریان حقیقی و در جدول (۷) برای مشتریان حقوقی نشان داده شده است مقایسه میانگین زوجین برای این سه دسته داده صورت گرفت. این نتایج از طریق بررسی آماری T-Test نیز مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی همبستگی داده‌های سه گروه مورد توجه بود. جداول (۸)، (۹) و (۱۰) خروجی مربوط به این تحلیلهای آماری می‌باشد. در این جدول SHO برابر با امتیازات تخصیصی خبره های بانکی به شاخصهای حقوقی، SHA برابر با امتیازات تخصیصی خبره های بانکی به شاخصهای حقیقی، EHO برابر با خروجیهای سیستم خبره برای مشتریان حقوقی، EHA برابر با خروجیهای سیستم خبره برای مشتریان حقیقی، HHO برابر با خروجیهای سیستم هیبریدی برای مشتریان حقوقی و HHA برابر با خروجیهای سیستم هیبریدی برای مشتریان حقیقی می‌باشد. جدول (۸) مربوط به آماره‌های میانگین، انحراف معیار و میانگین خطای معیار زوجهاست. جدول (۹) مربوط به محاسبه ضریب همبستگی این زوجهاست و جدول (۱۰) نیز بیانگر نتایج آزمون T-Test است،در این جدول می‌توان P-value زوجها را مشاهده کرد. جدول (۶) نشان‌دهنده خروجیهای سیستم خبره، سیستم هیبریدی و امتیازات خبرگان برای مشتریان حقیقی و حقوقی هستند. تحلیلهای آماری مشتریان بر اساس نتایج این جداول انجام گرفته است. همچنین توسط اشکال ۲-الف و ۲-ب مقایسه ترسیمی نتایج بدست آمده از سیستم خبره و سیستم هیبریدی و خبرگان بانکی انجام می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- نتایج بدست آمده از سیستم خبره و نتایج واقعی بدست آمده از خبرگان بانکی برای ۵۰ مشتری

الف. حقیقی

Customers	ES output	hybrid output	fuzzy hybrid	Experts Scores	Customers	ES output	hybrid output	Experts Scores	fuzzy hybrid
C1	56	59.112	59	59	C26	64	68.117	68	68
C2	46.5	42.186	43	42	C27	57.5	56.267	56	53
C3	56.75	67.085	67	67	C28	65.5	63.29	63	64
C4	72.5	69.009	69	69	C29	68	74.629	74	75
C5	53	58.14	58.6	58	C30	54.25	52.092	52	53
C6	65.75	62.191	62.5	62	C31	59.75	63.096	63	64
C7	51.5	58.214	58.3	58	C32	58.25	59.143	59	60.1
C8	72.75	77.322	77.3	77	C33	72.5	71.472	71	72
C9	51.75	46.095	46.6	46	C34	62	64.204	64	65
C10	69.5	64.251	65	64	C35	64	65.163	65	66
C11	64.5	61.219	62	61	C36	55.25	59.314	59	60.1
C12	70	75.187	76	75	C37	62.5	65.076	65	65
C13	83.25	88.161	88.6	88	C38	65.75	70.225	70	70.1
C14	57.25	58.195	59	58	C39	69	77.165	77	77.3
C15	59.75	62.08	63	62	C40	48.5	42.125	42	43
C16	72.25	75.149	76	75	C41	51.5	51.078	51	52
C17	57.25	60.111	60	60	C42	71.5	74.287	74	74
C18	63.75	62.251	62	62	C43	48.5	56.239	56	55
C19	64.75	68.08	67	68	C44	67	68.104	68	69
C20	59.75	54.192	55	54	C45	69.5	72.702	72	73
C21	67.25	71.318	72	71	C46	61	60.187	60	61
C22	71.75	75.057	76	75	C47	67.5	71.559	71	71
C23	55.5	59.229	60.1	59	C48	62.25	64.051	64	65
C24	51.25	56.074	56.2	56	C49	86.5	91.427	92	91.2
C25	71.75	74.202	75.1	74	C50	74	76.189	76	75.5

ب: حقوقی

Customers	ES output	hybrid output	fuzzy gybrid	Experts Scores	Customers	ES output	hybrid output	Experts Scores	fuzzy hybrid
C1	67.5	70.741	70	71	C26	69.25	71.845	72	72
C2	49.5	43.897	42	44	C27	64	65.903	66	65

www.SID.ir

Archive of SID

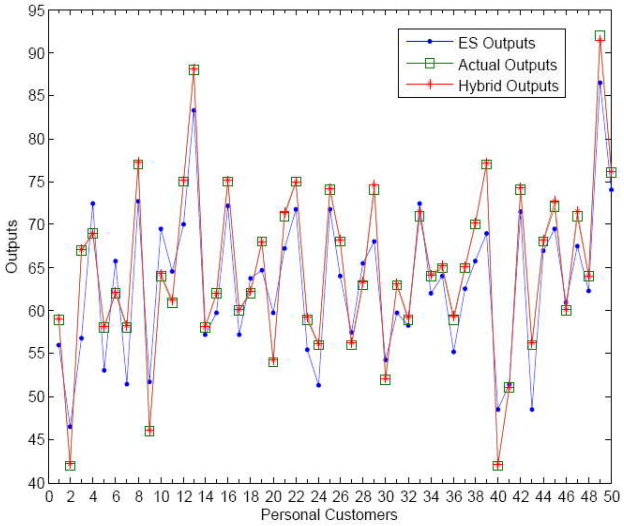
Customers	ES output	hybrid output	fuzzy gybrid	Experts Scores	Customers	ES output	hybrid output	Experts Scores	fuzzy hybrid
C3	61.75	63.904	64	64	C28	48.5	44.926	45	49
C4	66.25	68.785	68.2	69	C29	55	57.803	58	56
C5	64.5	63.845	63.1	64	C30	51.75	48.876	49	52
C6	66.75	67.883	37	68	C31	61	61.867	62	62
C7	55	51.858	51.3	52	C32	63.25	63.942	64	68
C8	59	57.888	57.5	58	C33	60.5	61.841	62	61
C9	58.5	55.836	55	56	C34	61	64.781	65	61
C10	73.75	78.764	79	79	C35	56	58.868	59	55
C11	55.75	56.855	55	57	C36	57.75	60.818	61	58
C12	51	46.897	46	47	C37	60.25	61.837	62	61
C13	63.75	64.831	65	65	C38	68	69.947	70	67
C14	59	57.895	58	58	C39	63.25	64.898	65	63
C15	59.5	55.949	55	56	C40	49.75	45.955	46	51
C16	65.5	67.77	66.5	68	C41	48.25	45.93	46	48.1
C17	57.5	57.87	58.1	58	C42	60.75	64.879	65	50.7
C18	73.75	76.95	77.1	77	C43	61.5	62.842	63	60.8
C19	59.25	60.766	61.1	61	C44	60.75	61.838	62	60.2
C20	80	86.817	86.2	87	C45	61.5	61.063	61	62
C21	66.5	67.871	68.1	68	C46	56.5	54.797	55	53.2
C22	58.5	58.911	58.6	59	C47	60.75	58.869	59	59.1
C23	64	65.868	65.9	66	C48	56.25	51.826	52	52.1
C24	58.5	58.912	58.5	59	C49	69.25	75.807	76	74.3
C25	53.5	54.871	55	55	C50	62.25	66.755	67	66.8

ستون اول جداول بیانگر مشتریان است که برای هر کدام ۵۰ مشتری می‌باشد. ستون دوم نیز بیانگر خروجی سیستم خبره برای تخصیص امتیاز به هر مشتری می‌باشد. ستون سوم شامل امتیازات تخصیص یافته خبرگان بانکی به مشتریان بر اساس داده‌های آنها می‌باشد و ستون چهار م امتیازات نهایی تخصیص یافته شده توسط سیستم هوشمند هیبریدی برای مشتریان می‌باشد. ستون دیگر نیز نمایانگر نتایج هیبرید فازی می‌باشد.

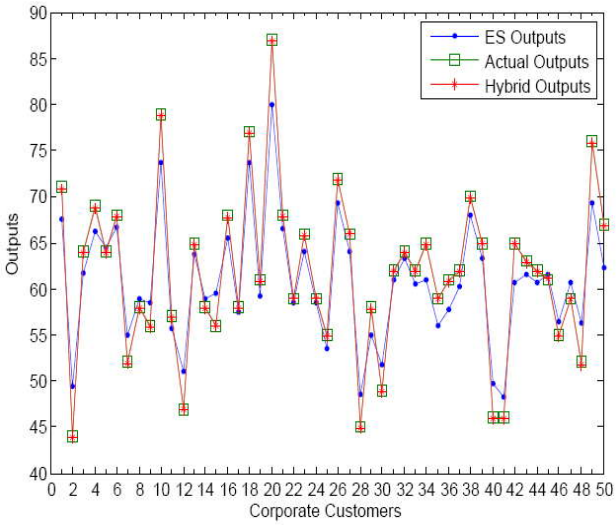
اشکال زیر نیز به مقایسه ترسیمی نتایج بدست آمده از سیستم خبره و سیستم هیبریدی و خبرگان بانکی می‌پردازد.

www.SID.ir

Archive of SID



الف : ۵۰ مشتری حقیقی



ب : ۵۰ مشتری حقوقی

شکل ۲- نتایج سیستم خبره(ES) سیستم هیبریدی (Hybrid) و نتایج واقعی بدست آمده از خبرگان بانکی(Actual Output) برای مشتری حقیقی و حقوقی

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲-الف و ۲-ب مقایسه ترسیمی این سه گروه نتایج به وضوح نزدیکی نتایج بدست آمده از سیستم هیبریدی به نتایج واقعی بدست آمده از خبرگان بانکی را نشان می دهد.هر چند که نتایج بدست آمده از سیستم خبره نیز به نتایج واقعی بسیار نزدیک است اما نتایج سیستم هیبریدی به مراتب بهتر هستند و برای بعضی از مشتری‌ها به همپوشانی انجامیده است. در این شکل محور افقی نمایانگر مشتریان و محور عمودی نمایانگر نتایج بدست آمده از سیستم خبره، سیستم هیبریدی و نتایج واقعی بدست آمده از خبرگان بانکی است.

علاوه بر تحلیل‌های آماری فوق در این بخش از این پژوهش به بررسی تحلیلی آزمون همبستگی و آزمون اختلاف میانگین بر روی خروجیهای سیستم خبره و سیستم هوشمند هیبریدی برای مشتریان حقیقی و حقوقی پرداخته خواهد شد. در این پس از نتایج هر آزمون در جدول مربوطه به تحلیل نتایج آزمون پرداخته خواهد شد.

۸. تحلیل و مقایسه نتایج

SHO	امتیازات تخصیصی خبرگان بانک به شاخص‌های حقوقی
SHI	امتیازات تخصیصی خبرگان بانک به شاخص‌های حقیقی
EHO	خروجی‌های سیستم خبره برای مشتریان حقوقی
EHI	خروجی‌های سیستم خبره برای مشتریان حقیقی
HHO	خروجی‌های سیستم هیبری برای مشتریان حقوقی
HHI	خروجی‌های سیستم هیبریدی برای مشتریان حقیقی
FHO	خروجی سیستم هیبریدی فازی برای مشتریان حقوقی
FHI	خروجی سیستم هیبریدی فازی برای مشتریان حقیقی

موارد فوق در جدول (۷) آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- آماره‌های سه گروه متغیر برای هفت زوج

زوجها	میانگین	تعداد	انحراف معیار	میانگین خطای معیار
زوج۱ SHO	۶۱/۵۶۰۰	۵۰	۸/۸۶۴۴۲	۱/۲۵۳۶۲
EHO	۶۰/۷۱۰۰	۵۰	۶/۵۶۷۸۱	۹۲۸۸۳
زوج۲ EHO	۶۰/۷۱۰۰	۵۰	۶/۵۶۷۸۱	۹۲۸۸۳
HHO	۶۱/۴۲۲۹	۵۰	۸/۸۴۳۸۶	۱/۲۵۰۷۱
زوج۳ SHO	۶۱/۵۶۰۰	۵۰	۸/۸۶۴۴۲	۱/۲۵۳۶۲
HHO	۶۱/۴۲۲۹	۵۰	۸/۸۴۳۸۶	۱/۲۵۰۷۱
زوج۴ SHA	۶۳/۰۴۰۰	۵۰	۸/۶۹۷۹۳	۱/۲۳۰۰۷
EHA	۶۴/۶۴۰۰	۵۰	۱۰/۰۷۶۷۷	۱/۴۲۵۰۷
زوج۵ EHA	۶۳/۰۴۰۰	۵۰	۸/۶۹۷۹۳	۱/۲۳۰۰۷
HHA	۶۴/۸۲۶۲	۵۰	۱۰/۰۷۰۸۹	۱/۴۲۴۲۴
زوج۶ SHA	۶۴/۶۴۰۰	۵۰	۱۰/۰۷۶۷۷	۱/۴۲۵۰۷
HHA	۶۴/۸۲۶۲	۵۰	۱۰/۰۷۰۸۹	۱/۴۲۴۲۴
زوج ۷ FHO	۶۱۰۰۰	۵۰	۸/۸	۱۲۵/۲۳
HHO	۶۱۴۲۲۹	۵۰	۸/۷	۱۲۵/۷۱

جدول (۷) آماره های میانگین، انحراف معیار و میانگین خطای معیار مربوط به خروجیهای دو سیستم خبره و هوشمند هیبریدی و همچنین امتیازات تخصیص یافته خبرگان را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول می توان مشاهده کرد که میانگین خروجی های سیستم هوشمند هیبریدی نسبت به میانگین دو خروجی دیگر برای مشتریان حقوقی بالاتر است و به میانگین خروجی امتیازات خبرگان بسیار نزدیک است اما برای مشتریان حقیقی میانگین خروجیهای امتیازات خبرگان از خروجیهای دو سیستم دیگر بالاتر و به میانگین خروجی‌های سیستم هوشمند هیبریدی بسیار نزدیک است. این می‌تواند حاکی از دقت بالاتر سیستم هوشمند هیبریدی نسبت به سیستم خبره باشد چراکه اختلاف میانگین امتیازات سیستم هوشمند هیبریدی نسبت به امتیازات خبرگان بسیار پایین‌تر از اختلاف میانگین امتیازات سیستم خبره نسبت به امتیازات خبرگان است. سیستم هیبریدی فازی هم تفاوت معنادار و قابل ملاحظه با سیستم هیبریدی ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- محاسبه همبستگی بین نتایج مدل‌ها

زوجها	تعداد	همبستگی	سطح معنی دار
زوج ۱ SHO & EHO	۵۰	۰/۹۷۶	۰
زوج ۲ SHO & HHO	۵۰	۱/۰۰۰	۰
زوج ۳ SHO & EHA	۵۰	۰/۹۲۷	۰
زوج ۴ SHO & HHA	۵۰	۱/۰۰۰	۰
زوج ۵ FHO & HHO	۵۰	۱/۰۰۰	۰

نتایج جدول (۸) نشان می دهد که همبستگی بین خروجیهای سیستم خبره و امتیازات خبرگان برای مشتریان حقوقی برابر با ۰/۹۷۶ و بین خروجیهای سیستم هوشمند هیبریدی و امتیازات خبرگان برای مشتریان حقوقی برابر یک می‌باشد. از طرفی این همبستگی بین خروجیهای سیستم خبره و امتیازات خبرگان برای مشتریان حقیقی برابر با ۰/۹۲۷ و بین سیستم هوشمند هیبریدی و امتیازات خبرگان برابر یک می‌باشد. با توجه به نتایج همبستگی تمام زوجها بالای ۰/۸ به دست آمده است بنابراین بین تمام زوجها همبستگی بالایی وجود دارد. همبستگی بین خروجی های سیستم هیبریدی و امتیازات مربوط به خبره‌ها برای هر دو گروه مشتریان حقیقی و حقوقی برابر یک است و این نشان‌دهنده همبستگی بسیار بالای این دو گروه از داده هاست ونشانگر قدرت و دقت بسیار بالای سیستم هیبریدی در امتیازدهی اعتباری مشتریان است. (از آنجا که سطح معنی‌دار محاسبه شده برابر عدد صفر است ارتباط معنی داری بین دو گروه نتایج وجود دارد). همبستگی سیستم هیبریدی فازی و سیستم هیبری نیز با شدت کامل و برابر یک می‌باشد.

جدول ۹- انجام آزمون T-Test و نتایج آن

زوجها	تفاوت زوجین			سطح اطمینان (Two tailed)
	میانگین	٪۹۵ فاصله اطمینان تفاوت		
		کمترین	بیشترین	
زوج ۱ SHO & EHO	۰/۸۵۰۰	۰/۴۰۳	۱/۶۵۹۷	۰/۰۴۰
زوج ۲ EHO & HO	-۰/۷۱۲۹	-۱/۵۱۴۸	۰/۰۸۸۹	/۰۸۰
زوج ۳ SHO & HO	۰/۱۳۷۱	۰/۱۱۹۵	-۱۵۴۷	۰
زوج ۴ SHA & EHA	۱/۶۰۰۰	-۲/۸۷۷۴	-۶۵۹۰	۰/۰۰۵
زوج ۵ EHA & HHA	-۱.۷۸۶۲	-۳.۸۷۷۴	-۶۹۵۰	۰/۰۰۲
زوج ۶ EHA & HHA	-۱۸۶۲	-۲۳۶۸	-۱۳۵۷	۰
زوج ۷ HHO & FHO	۰/۱	-۰/۰۸۱	-۰/۱۲	۰

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی تفاوت معنی‌دار نیز P-value (Significance) برای تمام زوجها به غیر از زوج سیستم خبره و سیستم هوشمند هیبریدی در داده‌های حقوقی کوچکتر از سطح خطای α=۰/۰۵ است، لذا تفاوت معنی دار بین دو گروه متغیر درپنج زوج وجود دارد و بین زوج سیستم هوشمند هیبریدی و سیستم خبره برای مشتریان حقوقی تفاوت معنی دار با احتمال ۹۰٪ تفاوت معنی دار وجود دارد . از آنجا که علامت آن برای دو زوج SHO و EHO و همچنین SHO و HHO مثبت است لذا مؤلفه‌های اول این دو زوج (امتیازات خبره‌ها) دارای میانگین بیشتر و بزرگتری نسبت به مؤلفه دوم (به ترتیب امتیازات خروجی سیستم خبره و سیستم هیبریدی) دارا می‌باشد. از طرف دیگر میانگین خطای معیار نیز بین امتیازات خبرگان و سیستم هوشمند هیبریدی برای هر دو گروه مشتریان حقیقی و حقوقی کمتر از میانگین خطای معیار بین امتیازات خبرگان و خروجیهای سیستم خبره است. تفاوت بین سیستم هیبریدی فازی و سیستم هیبریدی نیز معنی‌دار نمی‌باشد و لذا در تمام تحلیل‌ها سیستم‌ها یکسان قابل بکارگیری می‌باشند.

۹. نتایج مقایسه خطاهای MSE، MDA، RMSE، MAPE و MPE

این بخش از پژوهش به محاسبه و مقایسه خطاهای MAD، MSE، RMSE، MAPE و MPE برای خروجیهای دو سیستم خبره و سیستم هیبریدی برای مشتریان حقیقی و حقوقی به طور جداگانه می‌پردازد. نتایج این خطاها می تواند معیار مناسبی برای سنجش دقت سیستم هوشمند هیبریدی برای رتبه‌بندی اعتباری نسبت به سیستم خبره باشد. لازم به ذکر است که معیار سنجش این دو سیستم نسبت به هم امتیازات تخصیص یافته خبرگان به مشتریان بر اساس داده‌های آنان می‌باشد. نتایج کاربرد سیستمهای هیبریدی در رتبه‌بندی اعتباری مشتریان نشان می دهد که دقت این سیستمها در تخصیص امتیاز به مشتریان حقیقی و حقوقی بسیار بیشتر از سیستمهای خبره است. نتایج تحلیلهای خطا که در این فصل صورت گرفت صحت این ادعا را به روشنی نشان می‌دهد. خطای MAD برای مشتریان حقیقی در سیستم هیبریدی ۱۷ برابر و برای مشتریان حقوقی ۱۸ برابر کمتر از مقدار این خطا در سیستم خبره است. همچنین میزان خطای MSE برای مشتریان حقیقی در سیستم

www.SID.ir

Archive of SID

هیبریدی بیش از ۲۵۹ برابر و برای مشتریان حقوقی ۳۸۵ برابر کمتر از مقدار این خطا در سیستم خبره است. خطای RMSE نیز برای مشتریان حقیقی در سیستم هیبریدی ۱۶ برابر و برای مشتریان حقوقی ۲۰ برابر کمتر از مقدار این خطا در سیستم خبره است.این نتایج برای خطاهای MAPE و MPE نیز صادق می‌باشد چرا که میزان خطای MAPE برای مشتریان حقیقی در سیستم هیبریدی ۱۸/۵ برابر و برای مشتریان حقوقی ۱۸/۲۵ برابر کمتر از مقدار این خطا در سیستم خبره است و میزان خطای MPE نیز در سیستم هیبریدی بسیار کمتر از سیستم خبره است. در جدول (۱۰) نسبت‌های خطاهای MSE، MDA، RMSE، MAPE و MPA سیستم هوشمند هیبریدی به سیستم خبره برای هر دو گروه مشتریان حقیقی و حقوقی آمده است.

جدول ۱۰- نسبت خطاهای سیستم هوشمند هیبریدی به سیستم خبره

نوع خطا	نسبت خطای سیستم هوشمند هیبریدی به سیستم خبره برای مشتریان حقیقی	نسبت خطای سیستم هوشمند هیبریدی به سیستم خبره برای مشتریان حقوقی	نسبت خطای سیستم هیبریدی شبکه عصبی فازی برای مشتریان حقیقی	نسبت خطای سیستم هیبریدی برای مشتریان حقوقی
MDA	۰/۰۵۸	۰/۰۵۵	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴
MSA	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۲۷
RMSE	۰/۰۶۲	۰/۰۵	۰/۰۶۲	۰/۰۵۵
MAPE	۰/۰۵۴	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	۰/۰۵۷
MPE	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۲۲

نتایج این جدول به روشنی خطای کمتر سیستم هوشمند هیبریدی نسبت به سیستم خبره را در رتبه‌بندی اعتباری مشتریان نشان می‌دهد. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از خطاهای MSE، MDA، RMSE، MAPE و MPE بخش دوم فرضیه دوم مبنی بر کمتر بودن خطای سیستم هوشمند هیبریدی در رتبه بندی اعتباری مشتریان نسبت به سیستم خبره نیز به اثبات می‌رسد.

بر اساس تحلیل های انجام شده و بررسی اختلاف خطاها دقت سیستم هیبریدی در رتبه‌بندی اعتباری مشتریان بیشتر از ۹۹٪ می باشد که دقت بسیار بالایی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

روایی سیستم(Validity): تمام مدلهای برآورد کننده (Estimator) در واقع مدلهایی هستند که روایی آن ها با بررسی معیارهای خطا مورد بررسی قرار می گیرند. در واقع اگر معیارهای خطا نشان بدهد که میزان خطای α از β کمتر است بنابراین مدل روایی خاص خود را دارد. در این پژوهش مقایسه ها و تفاوتهای خطاهای مدل با مقادیر واقعی حاکی از روایی مدل است.

جدول ۱۱- مقایسه معیارهای خطا برای داده‌های تست

نوع خطا	نسبت خطای سیستم هوشمند هیبریدی به سیستم خبره برای مشتریان حقیقی	نسبت خطای سیستم هوشمند هیبریدی به سیستم خبره برای مشتریان حقوقی
MAD	۰/۰۵۱۶	۰/۰۴۶۹
MSE	۰/۰۰۳۲۲	۰/۰۰۲۱۵
RMSE	۰/۰۵۶۷۵	۰/۰۴۶۴
MAPE	۰/۰۴۷۸	۰/۰۴۹۳
MPE	-۰/۱۴۷۳۶	۰/۲۷۴۳۶

در رابطه با تحلیل فوق، سیستم هیبرید فازی نیز نتایج نزدیک به سیستم هیبریدی را دارد و نسبت خطای ایندو به یکدیگر نزدیک به عدد یک می‌باشد و بنابراین نسبت سیستم هیبریدی به آن مورد بررسی قرار گرفته است و تحلیل های مرتبط آن ارائه شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

۱- عدم وجود سیستم مناسب مدیریت مطالبات مشکوک الوصول سبب شده است که به طور گسترده‌ای بانک های مختلف در دنیا و نیز به طور خاص در ایران با چالش گسترده ای مواجه شده باشند یعنی درصد بالایی از تسهیلات اعطایی با مشکل برگشت مواجه شده است و دلیل عمده آن هم عدم بررسی دقیق اعتبار مشتریان در زمان اعطای تسهیلات است. جهت حل این مشکل عمدتاً در بانک‌های پیشرو استفاده از سیستم‌های کامپیوتری جهت بررسی همه جانبه و جامع همه مؤلفه ها امکان پذیر است و در این مقاله استفاده و ارائه مدل‌های شبکه‌های عصبی، سیستم خبره و مدل‌های هیبریدی در این

www.SID.ir

Archive of SID

خصوص می تواند امکان‌پذیر باشد.

۲- در خصوص ویژگی‌های مدل حاضر، شبکه‌های عصبی ذاتا عددی هستند و به این دلیل به طور ویژه‌ای برای داده‌های کمی مانند اطلاعات مالی و شاخص‌های اقتصادی مناسب می‌باشند. در مقابل شبکه‌های عصبی تکنیکهایی مانند ID3, AQ بر روی متغیرهای اسمی کار می‌کنند و این روش ها به دلیل اینکه متغیرهای کمی برای وارد شدن به عنوان ورودی باید به متغیرهای اسمی تبدیل شوند مناسب نیستند چرا که در طی این تبدیل ممکن است مشکلاتی مانند از دست رفتن اطلاعات به وجود بیاید و یا تکنیکهای مختلف تبدیل، به خروجی‌های مختلفی بیانجامند. شبکه‌های عصبی مصنوعی به هیچگونه فرضیات توزیع برای داده های ورودی نیاز ندارند و به همین دلیل نسبت به تکنیکهای آماری و رگرسیون وتحلیل تشخیصی می توانند برای طیف وسیع تری از مشکلات به کار بروند.

۳- شبکه‌های عصبی مصنوعی این خاصیت را دارند که اجازه می‌دهند داده‌های جدیدی به شبکه عصبی آموزش دیده اضافه شوند و منابع آموزش دیده قبلی را به روز کنند در حالی که بر خلاف شبکه‌های عصبی مصنوعی تکنیکهای متداول سمبولیک و تکنیکهای آماری دسته گرا هستند و باید داده‌های جدید و قدیمی با هم وارد دسته واحدی شوند تا بتوانند نتایج جدیدی به دست دهند.

۴- این شبکه‌ها یک تخمین زن بدون نیاز به مدل هستند. این ویژگی به آنها این اجازه را می‌دهد تا بدون نیاز به فرمول‌بندی کردن مدل صریحی بتوانند اثر متقابل داده‌ها را بر روی هم ضبط کنند.

۵- شاخص‌های ارائه شده و اوزان آنها قابلیت تعدیل در طول دوره‌های زمانی مختلف با توجه به وضعیت سیاسی و اقتصادی و تکنولوژی و حتی فرهنگی نیز دارند و لذا استفاده از مدل هیبریدی حاضر امکان انجام این تعدیل‌ها را نیز دارد.

از طرف دیگر سیستمهای خبره با داشتن قابلیتهایی مانند افزایش قابلیت دسترسی، کاهش‌هزینه، کاهش خطر، دائمی بودن، توانایی ادغام منابع دانشی مختلف، اطمینان بالا، قدرت تبیین، توانایی پاسخ‌دهی سریع و همچنین توانایی پاسخ‌دهی در همه حالات، توانایی آموزش کاربر و سهولت انتقال دانش برتریهای خود را در حیطه مالی و بخصوص ارزیابی

www.SID.ir

Archive of SID

اعتبار به رخ تکنیکهای سنتی کشیده‌اند. با وجود این باز هم نمی‌توان ادعا کرد که تکنیکهایی مانند شبکه عصبی و سیستم‌های خبره می‌توانند بطور کامل و دقیق در حیطه تصمیم‌گیری مالی عمل کنند. چرا که مشکلاتی که مدیران را در این زمینه درگیر می‌سازند ذاتاً مشکلاتی جداگانه‌ای و تمیزی نیستند بنابراین سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی نیز ممکن است نتوانند به طور جداگانه این مشکلات مدیران را به طور موثر و کارا حل کنند چرا که هر کدام از این سیستمها علاوه بر مزیتهایی که دارند، دارای نقصانهایی هم هستند. از آن جمله می توان به عدم توانایی شبکه عصبی در پردازش داده‌های غیر کمی، عدم وجود قابلیت تشریح در شبکه‌های عصبی، زمان‌بر بودن آموزش این شبکه‌ها و احتیاج بسیار زیاد این شبکه‌ها به داده‌های آموزش و آزمایش دانست. سیستمهای خبره نیز به دلیل هزینه‌بر بودن و عدم انعطاف پذیدی در برابر مسائل مختلف و همچنین نداشتن قابلیت یادگیری (سیستم خبره علاوه بر آنچه به آن داده می‌شود، اطلاعاتی به دست نمی‌آورد) دارای کاستی‌هایی هستند. اینجاست که اهمیت سیستم‌های هیبریدی در این حوزه مشخص می‌گردد سیستم‌هایی که با جمع‌کردن مزیت‌های سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی مصنوعی می توانند هم در طیف وسیعتری مشکلات را حل کنند هم اثر بخشی و کارایی راه حل این مشکلات را بالا ببرند. بدین معنی که شامل استدلال و تشریح‌پذیری سیستم‌های خبره و انعطاف‌پذیری و یادگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی را به همراه دارند. با توجه به قابلیتهای مورد بررسی قرار گرفته سیستمهای خبره و توانایی این سیستمها در بازنمایی دانش مدل رتبه بندی اعتباری مشتریان و همچنین توانایی بالای شبکه‌های عصبی در بهینه کردن امتیازات سیستم خبره(حدود ۹۹٪) مدل مناسب هیبریدی رتبه‌بندی اعتباری، ترکیبی از شبکه عصبی و سیستم خبره می‌باشد. سیستم مورد نظر به صورت یک سیستم مشاور در حد گسترده‌ای در سیستم بانکی قابلیت استفاده را دارد و در فرایند رتبه‌بندی اعتباری مشتریان می تواند نقش مؤثری داشته باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

رشیدی، مهدی،۱۳۷۹؛ مدیریت ریسک نوسانات نرخ و ارز و بهره، چاپ اول، ص ۱۳۹-۱٤۲.

روزبهانی، محمد کریم، ۱۳۸۵؛ طراحی، ایجاد و برنامه نویسی یک پوسته سیستم خبره به نام FOOPES ،پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس.

غضنفری، مهدی و زهره کاظمی،۱۳۸۲؛ "اصول و مبانی سیستمهای‌خبره"، انتشارات‌دانشگاه علم و صنعت ایران، ص ۳-٦.

منصوری، علی؛ ۱۳۸۲؛ طراحی و تبیین مدل ریاضی تخصیص تسهیلات بانکی: دو رویکرد مدلهای کلاسیک و شبکه‌های عصبی، پایان نامه دکترای مدیریت تحقیق در عملیات، دانشگاه تربیت مدرس.

Gelfand. J, Handleman. D and Lane. S, 1989, "Integrating Knowledge-Based Systems and Neural Networks for Robotic Skill", *In Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 193-198.

Altman.E.I, 1968; " Financial Ratios Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy", *Journal of Finance*, Vol 23, pp. 589-609.

Altman.E.I, 1980; " Commercial Bank Lending: Process, Credit Scoring, and Cost of Errors in Lending; " *Journal o Financial and Quantitative Analysis*, Vol 15, pp. 813-832.

Altman.E.I, Esenbie.R.A, 1987; "Financial Application of Discriminant Analysis", *Journal o Financial and Quantitative Analysis,* Vol 13, pp. 185-195.

Badiru.A.B, Sieger.D.B, 1998, "Neural Network as a Simulation Metamodel in Economic Analysis of Risky Projects", *European Journal of Operational Research*, Vol 105, pp. 130-142

Bennell. J.A, Crabbe.D, Thomas. S, Gwilym.O.A, 2006," Modelling Sovereign Credit Ratings: Neural Networks Versus Ordered Probit", *Expert Systems With Applications*, Vol 30, PP. 415-425.

Breese.J, 1987; "An Expert System for Decision Analysis in Security Trading", Proceedings of the First Annual Conference on Expert System in Business, New

www.SID.ir

Archive of SID

York, NY, NOV.

Breiman. L, Freidman. J. H, Olshen. R. A, Stone. C. J, 1984; Classification and Regression Trees, Wadsworth.

Bryant. B, 2001; "ALEES: an Agricultural Loan Evaluation Expert System", *Expert System with Application* 21, PP. 75-85.

Celik. A.E, Karatepe. Y, 2007; " Evaluating and Forecasting Banking Crises through Neural Network Models: An Application for Turkish Banking Sector", *Expert Systems with Applications*, Vol 33, PP. 809–815.

Chang F-Y; Chiu D-Y, 2001; "Simulating the Investors' Decision Making for Financial Investment", A*genda of the Third Conference on Sustainable Development for Management*, pp. 548-553.

Chen. A-S, Leung.M.T, 2004: "Regression Neural Network for Error Correction in Foreign Exchange Forecasting and Trading*", Computers & Operations Research*, Vol 31, pp. 1049–1068.

Cheng. Y,Fortier. P, and Normandin.Y, 1994; "A System Integrating Connectionist and Symbolic Approaches for Spoken Language Understanding", In Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing, Yokohama, pp. 1511-1514.

Curry.B and Moutinho. L, 1993; "Using Advanced Computing Techniques in Banking", *The International Journal of Bank Marketing*, Vol 11, Issue 6, PP. 39-47.

David. A. B, 2007; "Rule Effectiveness in Rule-Based Systems: A Credit Scoring Case Study", *Expert Systems with Applications*, in press.

Desai. V, Crook. J., and Overstreet. G, 1997; " Credit Scoring Models in the Credit Union Environment Using Neural Networks and Genetic Algorithms*", IMA Journal of Mathematics Applied in Business and Industry*, Vol 8, Issue 4, pp. 232-256.

Edward.F.R, Mishkin.F.S, 1995; " The Decline of Traditional Banking: Implications For Financial Stability and Regulatory Policy", *Federal Reserve Bank Of New York Policy Review*, July, pp. 27-45.

Fernandez.A, Gomez.S, 2007; "Portfolio Selection Using Neural Networks", *Computer & Operation Research*, Vol 34, pp. 1177-1191.

www.SID.ir

Archive of SID

Fletcher. J, Obradovic. Z, 1993; "Combining Prior Symbolic Knowledge and Constructions Neural Network Learning", *Connection Science*, Vol 5, pp. 365-375.

Goonatilake. S, and Khebbal. S, 1995; Intelligent Hybrid Systems: Issue, Classifications and Future Directions in Intelligent Hybrid Systems, John Wiley and Sons Ltd,

Goonatilake. S, Treleavan.P, 1995; Intelligent Systems for Finance and Business, New York, Wiley.

Grauer.E, 2006; NG Neural Networking Techniques To Improve Performance And Turnover Prediction, PHD Thesis, Bowling Green University.

Griffiths. B, Beynon. M.J, 2005; " Expositing Stages of VPRS Analysis in an Expert System: Application with Bank Credit Ratings", *Expert Systems with Applications*, Vol 29, PP 879–888.

Hawley. D.D, Johnson. J.D, and Raina. D,1990; "Artificial Neural System: A New Tool for Financial Decision Making", *Financial Analysis Journal*, pp. 63-72.

Hoffmann. F, Baesens.B, Martens. J, Put. F., and Vanthienen. J, 2002; "Comparing a Genetic Fuzzy and a Neurofuzzy Classifier for Credit Scoring", *International Journal of Intelligent Systems*, Vol 17, Issue 11, pp 1067–1083.

Hsieh, 1993; " Some Potential Applications of Artificial Neural Systems in Financial Management", *Journal of Systems Management*, Vol 44, Iss. 4, PP 12-16.

Hsieh. N.C, 2005; "Hybrid Mining Approach in the Design of Credit Scoring models", *Expert Systems with Applications*, 28(4),pp. 655–665.

Huang. Z, Chen. H, Hsu. C. J, Chen. W. H, Wu.S, 2004; "Credit Rating Analysis With Support Vector Machines and Neural Networks: a Market Comparative Stud", *Decision Support Systems*, 37(4), pp 543–558.

Iwasieczko. B, Korczak. J, Kwiecien. M, Muszynska. J, 1986; "Expert system in financial analysis", pp. 113 -120.

Jenson. Herbert, 1992; "Using Neural Network for Credit Scoring", *Managerial Finance* , 18(6), pp. 15-26.

Jiao.Y, Syaub. Y-R, Lee.E.S, 2007; "Modelling Credit Rating by Fuzzy Adaptive Network", *Mathematical and Computer Modelling*, 45, PP 717-73.

Kao.D.L, Kallberg.J, 1994; " Strategies for Measuring and Managing Risk

www.SID.ir

Archive of SID

Consideration in Loan Portfolios", *Journal of Commercial Bank Lending*, Vol 76, Issue 5, pp. 18-27.

Klein.M, 1989; " Finsim Expert; A KB/DSS for Financial Analysis and Planning", *Engineering Costs and Production Economics*, Vol 17, Issue 1-4, PP. 359-367

Ko.P.C, Lin.P.C, 2007; " Resource Allocation Neural Network in Portfolio Selection", *Expert Systems with Applications*, In Press.

Kwasny.S. C and Faisal .K. A, 1992; "Connectionism and Determinism in a Syntactic Parser", *Connectionist natural language processing*, pp. 119-162.

Laha.A, 2007; "Building Contextual Classifiers by Integrating Fuzzy Rule Based Classification Technique and k-nn Method for Credit Scoring", *Advanced Engineering Informatics*, Vol 21, PP. 281–291.

Lam.M, 2004; "Neural Network Techniques for Financial Performance Prediction: Integrating Fundamental and Technical Analysis", *Decision Support System*, Vol 37, pp. 567-581.

Lee. T.S, Chen. I.F, 2005; "A Two-Stage Hybrid Credit Scoring Model Using Artificial Neural Networks and Multivariate Adaptive Regression Splines", *Expert Systems with Applications*, 28(4),pp. 743–752.

Malhorta., Malhorta.D.K, 2002; "Differentiating Between Good Credits and Bad Credits Using Neuro-Fuzzy Systems", *European Journal of Operation Research*, pp. 190-211.

Medsker, Larry, 1994; Hybrid Neural Network and Expert System, Kluwer Academic Publications.

Metaxiotis.K, Parras.J, 2004; "The Contribution of Neural Networks and Genetic Algorithms to Business Decision Support", *Management Decision*, Vol 42, No 2, pp. 229-242.

Mogharreban. N, Zargham. R, 2005; " PORSEL: an Expert System for Assisting in Investment Analysis and Valuation", *Soft Computing - A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications*, *Vol 9, Number 10,* PP. 742-748.

Motiwalla. L, Wahab. M, 2000; "Predictable Variation and Profitable Trading of US Equities: a Trading Simulation Using Neural Networks", C*omputers & Operations Research*, Vol 27, PP 1111-1129

Piketty.L, 1987; "The Authorizer's Assistant: A Large Commercial Expert System

www.SID.ir

Archive of SID

Application:", *proceedings of the AI and advanced computer technology conference*, Long Beach, CA,

Pire.M.Ms, Marwala. T, 2004; " Option Pricing Using Bayesian Neural Networks", School of Electrical and Information Engineering, University of the Witwatersrand, South Africa,

SaskatchewanR, 1997; An Implemented Framework For The Construction Of Hybrid Intelligent Forcasting Systems, PHD thesis, University of Regina

Shpilberg. D.J. De S, Michalski. S, 1987, "Tomorrow's Expert Systems", *Best's Review*, Vol 88, pp. 40-46.

Stefano. B, Gisella.F, 2001; " Insurance Fraud Evaluation: a Fuzzy Expert System", *Fuzzy Systems*, *The 10th IEEE International Conference*, Vol 3, pp 1491 – 1494.

Stefik.M, Aikins.J, Balzer. R, Benoit. J, Brinbaum. L, Hayesroth. F, Sacerdoit. E, 1982; " The Organization of Expert System, A Tutorial", *Artificial Intelligence*. vol. 18, no. 2, pp. 135-173.

Sun. R and Peterson.T, 1998; "Autonomous Learning of Sequential Tasks: Experiments and Analyses", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 9(6), pp 1217-1234.

Taha, I. A. E, 1997; A Hybrid Intelligent Architecture For Revising Domain Knowledge, PHD Thesis, University of Texas at Austin.

Tao. H-T, 2007; "A Comparison of Neural Network and Multiple Regression Analysis in Modeling Capital Structure", *Expert System With Application*, In Press.

Trinkle. B. S, 2006; Interpretable Credit Model Development Via Artificial Neural Network, PhD thesis, University of Alabama

Tsai C-F, Wu J-W, 2007; "Using neural network ensembles for bankruptcy prediction and credit scoring" *Expert Systems with Applications*,in press

Tung.W.L, Quek.C., Cheng. P, 2004, " GenSo-EWS: a Novel Neural-Fuzzy Based Early Warning System for Predicting Bank Failures", *Neural Networks*, Vol 17 , PP 567–587.

Walker.E and Hodgkinson.L, 2003; "An Expert System for Credit Evaluation and Explanation", *CCSC*,: Midwestern Conference.

Wermter.S and Weber.V, 1997; "SCREEN: Learning a at Syntactic and Semantic

www.SID.ir

Archive of SID

Spoken Language Analysis Using Artificial Neural Networks", *Journal of Artificial Intelligence Research*, 6(1), pp. 35-85.

West. D, 2000; "Neural Network Credit Scoring Models", *Computers and Operations Res*earch, Vol 27, pp. 1131–1152.

Wright. G, Rowe. G, 1993; "Expert Systems in Insurance: Results of a UK Survey", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management* ,Vol 2, pp. 129 -145.

Zhang M, Zhang JC, Fulcher J, 2000; "Higherorder Neural Network Group Models for Financial Simulation", *International Journal of Neural Network*, Vol 10, Issue 2, pp 123-42

Zhang. Y-Q, Wan.X, 2007; "Statistical Fuzzy Interval Neural Networks for Currency Exchange Rate Time Series Prediction", *Applied Soft Computing*, Vol 7, PP. 1149–1156.

Zocco. D, 1985, "A Framework for Expert Systems in Bank Loan Management", *Journal of Commercial Bank Lending*, Vol 67, No 2, pp. 47-55.

www.SID.ir