فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۴ / شماره ۳ (پیاپی ۵۵) / پائیز ۱۴۰۴
صفحه ۵۹۷ تا ۶۱۲

توسعه فناورین نوین در حسابرسی داخلی به کمک هوش مصنوعی: یادگیری عمیق امکان تشخیص ناهنجاری‌ها در داده‌های حسابداری مالی را فراهم می‌کند.

امید فرهادتوسکی
استادیار گروه حسابداری، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران
رحمان دوستیان
استادیار گروه حسابداری، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران
نویسنده مسئول

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۷

چکیده

حوزه حسابداری به طور کلی و حسابرسی به طور خاص به دلیل پیشرفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها و هوش مصنوعی (AI) در حال تغییر اساسی است. با ترکیب چند علم مختلف از جمله علوم کامپیوتر، فیزیولوژی، فلسفه، آمار، ریاضیات و زبان‌شناسی، هوش مصنوعی به وجود آمد. هوش مصنوعی را می‌توان به سادگی، ادغام انسان و ماشین در نظر گرفت. این فناوری در جهت شبیه‌سازی خصوصیات انسان در غالب یک سیستم کامپیوتری ایجاد شده و می‌تواند رفتارهای مختلف انسانی را تقلید کند. پیشرفت‌های تکنولوژیکی هوش مصنوعی (AI) به طور فزاینده‌ای به عنوان ابزاری ارزشمند برای حسابرسی داخلی تلقی می‌شود. تصمیم‌گیری مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات در حال حاضر همزمان با افزایش فشار بر حسابرسان برای ایفای نقش موثرتر در حاکمیت و کنترل واحدهای تجاری، موجهایی را در دنیای تجارت مدرن ایجاد می‌کنند. مقاله زیر کاربردها و چالش‌های احتمالی یادگیری عمیق (DL)، یک زیر شاخه نسبتا جوان هوش مصنوعی را برجسته می‌کند.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، حسابرسی داخلی، حاکمیت شرکتی.

۱- مقدمه

هوش مصنوعی یک مفهوم نسبتا قدیمی از زمان آزمون آلن تورینگ در سال ۱۹۵۰ است. این دانشمند آزمایشی را انجام داد که ثابت می‌کند یک ماشین می‌تواند هوشمند باشد و رفتار ارتباطی یکسانی را مانند یک انسان نشان می‌دهد که توسط یک تحلیلگر انسانی ارزیابی می‌شود. هوش مصنوعی به توانایی‌های شناختی برای تقویت یا شبیه‌سازی تفکر انسان اطلاق می‌شود و بیش از پیش در زندگی روزمره افراد حضور دارد. مطالعات بر روی هوش مصنوعی (AI) که در سال ۱۹۵۰ آغاز شد، در میان مهم‌ترین پیشرفت‌ها و نوآوری‌های پذیرفته شده اخیر جای خود را در ادبیات پیدا کرده است. در این زمینه می‌توان بیان کرد که هوش مصنوعی وارد تمام عرصه‌های زندگی ما شده است یا اگر هنوز وارد نشده است زمان کمی برای ورود آن باقیمانده است. این وضعیت شروع به تاثیر عمیقی بر کل جامعه، همه کشورها، نحوه تجارت بین‌المللی و همه نهادها و اساسا همه مشاغل می‌کند.

حوزه حسابداری به طور کلی و حسابرسی به طور خاص به دلیل پیشرفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها و هوش مصنوعی (AI) در حال تغییر اساسی است (آگنئو، ۲۰۱۶). کاربرد هوش مصنوعی (AI) در حوزه حسابداری دارای بیش از چند دهه سابقه است (عبدالمحمدی، ۱۹۸۷؛ بیلی، هاکنبراک، دی، و دیلارد، ۱۹۸۷؛ بورتیک و وست، ۱۹۸۷؛ کانل، ۱۹۸۷؛ براون، ۱۹۸۹). پژوهشگران حسابداری، فناوری‌ها و تکنیک‌های مختلف هوش مصنوعی را با موفقیت در وظایف خاص در گزارشگری و تحلیل مالی (لام، ۲۰۰۴)، و همچنین در حسابرسی و خدمات اطمینان‌بخشی و در زمینه‌های دیگر به کار برده‌اند (هانسن و مسیر، ۱۹۸۲؛ بیلی و همکاران، ۱۹۸۵؛ دانگان و چندلر، ۱۹۸۵؛ بوریتس و ونزلی، ۱۹۹۰؛ مورفی و براون، ۱۹۹۲).

تعدادی از انواع تئوری تصمیم‌گیری و فناوری هوش مصنوعی برای مسائل حسابرسی و خدمات اطمینان‌بخشی استفاده شده است. با این حال، این کاربرد تا حد زیادی پراکنده و عمدتا فقط در سطح نظری بوده است. برخی از سیستم‌های خبره در شرکت‌های حسابداری عمومی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مانند آداپت (گیلت و واسارهلی، ۱۹۹۳)، دیلویت تاچ، پرایس واتر هاوس کوپرز، آرتور اندرسن و کی پی ام جی (براون، ۱۹۹۱؛ بل، بدارد، ژوهانستن و اسمیت، ۲۰۰۲؛ ژائو، ین و چانگ، ۲۰۰۴). اکثر این سیستم‌ها به ارزیابی ریسک می‌پردازند (ژائو و همکاران، ۲۰۰۴).

هوش مصنوعی را می‌توان به سادگی، ادغام انسان و ماشین در نظر گرفت. این عمدتا هوشیاری انسان، خود و طرز تفکر انسان را از طریق رایانه شبیه‌سازی می‌کند، وضعیت جدیدی از همکاری انسان و رایانه، عملکرد خودکار، فرامرزی و چند بعدی را ارائه می‌دهد. این فناوری جدید در حال تغییر روش زندگی و محیط زندگی انسانهاست، مانند خانه هوشمند، فروشگاه بدون متصدی، تشخیص و درمان پزشکی هوشمند، تعامل انسان و رایانه، نظارت بر امنیت و غیره (گو، ۲۰۲۰). کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی را می‌توان حسابرسی هوشمند نیز نامید. حسابرسی هوشمند نه تنها نوآوری در فناوری و روش‌های حسابرسی را به ارمغان می‌آورد، بلکه حالت حسابرسی سنتی را نیز تغییر می‌دهد و کیفیت و کارایی حسابرسی را بهبود می‌بخشد. با بکارگیری فناوری هوش مصنوعی و گسترش دامنه وظایف حسابرسی داخلی و اهمیت روزافزون حسابرسی داخلی، معنای حسابرسی داخلی دائما در حال تغییر است (کیدرون، آفک و کوهن، ۲۰۱۶). حسابرسی داخلی با حسابرسی ملی و حسابرسی ملی با حسابرسی اجتماعی

متفاوت است، چگونگی ترویج سریع استفاده از فناوری هوش مصنوعی در حسابرسی داخلی شرکت بسیار مهم است، اما همچنین صنعت حسابرسی باید این موضوع مهم را در دستور کار قرار دهد. همانطور که توسط چندین محقق پیش‌بینی می‌شود، هوش مصنوعی احتمالا کار حسابرسان را کارآمدتر و مقرون به صرفه‌تر می‌کند و همچنین کیفیت حسابرسی را بهبود می‌بخشد (کوکینا و داونپورت ۲۰۱۷؛ رافائل ۲۰۱۵). حسابرسی مبتنی بر کار با داده‌ها و انواع دیگر اطلاعات است. با پیشرفت فناوری اطلاعات، حسابرسی نیز پیشرفت می‌کند. حسابرسان با تحولات تکنولوژیکی که بر شغل آنها تاثیر می‌گذارد بیگانه نیستند. این مورد در مورد فناوری‌هایی مانند ماشین حساب‌های الکترونیکی، رایانه‌ها، پایگاه داده، صفحات گسترده و سیستم های ERP بوده است. بنابراین، حسابرسان از برخی از تغییرات بالقوه هوش مصنوعی و تاثیرات بالقوه آن بر مشاغل حسابرسان آگاه هستند (تیبریوس و هیرت ۲۰۱۹). حسابرسان داخلی می‌توانند ورودی‌ها، مجموعه داده‌ها و خروجی‌ها را با استفاده از هوش مصنوعی بررسی کنند تا اطمینان حاصل شود که در هر تکرار، نتایج مشابهی رخ می‌دهد. حسابرسان داخلی با استفاده از هوش مصنوعی می‌توانند حجم بالاتری از اطلاعات را دریافت کرده و پردازش کنند و طیف گسترده‌ای از داده‌ها را تجزیه و تحلیل کنند. علاوه بر این، آنها می‌توانند کارهای حسابرسی داخلی را سریع‌تر از همیشه انجام دهند. بر خلاف انتظارات، کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی داخلی هنوز به اندازه مورد نیاز وسیع نبوده است. با این حال، بسیاری از متخصصان همچنان نسبت به نقش هوش مصنوعی در حسابرسی داخلی امیدوارند. امید است که پژوهش حاضر که برگرفته از یک مثال عملی است بتواند تا اندازه‌ای به کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی داخلی به شرکت‌ها یاری رساند. این مطالعه نشان می‌دهد که چگونه فعالیت‌های حسابرسی داخلی، که جایگاه مهمی در کسب و کارها دارند، به دلیل توسعه سریع برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. این پژوهش با توجه به پیشرفت‌های اخیر در سیستم‌های هوشمند مصنوعی در آستانه دهه جدید این هزاره جوان ضروری است. علاوه بر این، اکثر پژوهش‌های موجود بخش نظری هوش مصنوعی را در نظر می‌گیرند، در حالی که این پژوهش بر گرفته از یک مثال عملی است.

حسابرسی داخی و پیشرفت‌های فنی

پیشرفت‌های اخیر در فناوری اطلاعات، مانند محاسبات ابری، هوش مصنوعی (AI) و اینترنت اشیا (IOT)، در حال حاضر منجر به تلاش زیاد شرکت‌ها برای دیجیتالی کردن تدریجی فرآیندهای تجاری شده است. این تحول همچنین بر سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) تاثیرگذار است و تغییراتی را در مجموعه شواهد حسابرسی ایجاد می‌کند. امروزه، سیستم‌های ERP حجم کاملی از اطلاعات مربوط به حسابرسی، مانند ثبت‌های روزنامه، گزارش‌های فرآیند، یا تفکیک تنظیمات وظایف را ضبط می‌کنند. در عین حال، ماهیت و دامنه داده‌های ثبت‌شده شرکتی امکان بکارگیری روش‌های نوآورانه حسابرسی دیجیتال را فراهم می‌کند که نویدبخش افزایش چشم‌گیر اثربخشی و کارایی حسابرسی داخلی است.

طبق تعریف انجمن حسابرسان داخلی (IIA)، حسابرسی داخلی عبارت از «یک فعالیت مستقل، اطمینان بخش واقع بینانه و مشاوره‌ای است که برای ارزش افزایی و بهبود عملیات سازمان طراحی شده‌است. حسابرسی داخلی با

فراهم ساختن رویکردی سیستماتیک و روش‌مند برای ارزیابی و بهبود اثربخشی فرآیندهای راهبری، مدیریت ریسک و کنترل، سازمان را در دستیابی به هدف‌هایش یاری می‌کند» است. علاوه بر این، در اعمال مراقبت حرفه‌ای لازم، حسابرسان ملزم به استفاده از حسابرسی مبتنی بر فناوری و سایر تکنیک‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها هستند. به منظور ارائه اطمینان عینی و جامع در یک اقتصاد دیجیتالی فزاینده، حرفه حسابرسی ملزم به نوآوری و بهبود مستمر رویه‌های حسابرسی خود است (دایی و واسارهلی، ۲۰۱۶). در نتیجه، حسابرسان همچنین روی قابلیت‌های حسابرسی مبتنی بر هوش مصنوعی حساب جداگانه‌ای باز می‌کنند (کوکینا و داونپورت، ۲۰۱۷). استفاده از تکنیک‌های حسابرسی مبتنی بر هوش مصنوعی نوید کمک به نتایج حسابرسی عینی و مبتنی بر ریسک را می‌دهد (راند، اسچرام و آلگییر، ۲۰۲۱).

هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق

هوش مصنوعی یک مفهوم نسبتا قدیمی از زمان آزمون آلن تورینگ در سال ۱۹۵۰ است. این دانشمند آزمایشی را انجام داد که ثابت می کند یک ماشین می‌تواند هوشمند باشد و رفتار ارتباطی یکسانی را مانند یک انسان نشان می‌دهد که توسط یک تحلیلگر انسانی ارزیابی می‌شود. هوش مصنوعی به توانایی‌های شناختی برای تقویت یا شبیه سازی تفکر انسان اطلاق می‌شود و بیش از پیش در زندگی روزمره افراد حضور دارد.

تأثیر هوش مصنوعی بسیار گسترده است، زیرا بسیاری از مشاغل به دلیل کامپیوتری شدن به شکل کنونی وجود ندارند، از تهیه‌کنندگان مالیات، حسابداران و حسابرسان، رانندگان تاکسی، دستیاران اداری و منشی‌ها، خدمه پرواز و خلبانان، اعزام کنندگان و اقتصاددانان شروع می‌شود (فری و آسبوم، ۲۰۱۷). به طور کلی هدف هوش مصنوعی مدل‌سازی عمکردهای «شناختی» هوش انسانی برای انجام وظایف فکری به شیوه‌ای خودآموز است (راسل و نورویج، ۲۰۰۲). به بیان ساده، هدف هوش مصنوعی، نزدیک نمودن رفتار و پاسخ یک سیستم کامپیوتری به الگوهایی است که انسان بر اساس آن‌ها رفتار می‌کند و پاسخ می‌دهد. شکل ۱ طبقه‌بندی نمونه‌ای از هوش مصنوعی و زیرشاخه‌های مرتبط را نشان می‌دهد. یکی از زیرشاخه‌های برجسته هوش مصنوعی شامل حوزه یادگیری ماشینی (ML) است. اصطلاح ML مطالعه علمی الگوریتم‌ها و مدل‌های آماری مورد استفاده سیستم‌های کامپیوتری است که به‌جای استفاده از دستورالعمل‌های واضح، از الگوها و استنباط برای انجام وظایف سود می‌برند. یادگیری ماشینی علمی است که باعث می‌شود رایانه‌ها بدون نیاز به یک برنامه صریح در مورد یک موضوع خاص یاد بگیرند. به عنوان زیر مجموعه‌ای از هوش مصنوعی، الگوریتم‌های یادگیری ماشینی یک مدل ریاضی بر اساس داده‌های نمونه یا "داده‌های آموزش" به منظور پیش‌بینی یا تصمیم‌گیری بدون برنامه‌ریزی آشکار، ایجاد می‌کنند (ساموئل، ۱۹۵۹). چنین ویژگی یادگیری، این واقعیت را توصیف می‌کند که کیفیت مدل ممکن است در طول زمان با اطلاعات یا داده‌های جدید بهبود یابد (بیشاپ و نصرآبادی، ۲۰۰۶). در طول چنین تنظیمات یادگیری، الگوریتم‌های ML، همبستگی‌ها یا الگوهای مرتبط با کار را در داده‌ها شناسایی می‌کنند تا راه‌حل مورد نظر را استخراج کنند.

در زمینه رویکردهای سنتی ML، مانند درخت تصمیم یا طبقه‌بندی‌کننده‌های بیز، موفقیت یادگیری با میزان تخصص انسان تعیین می‌شود. چنین دانشی برای استخراج دستی ویژگی‌های مربوط به کار از داده‌های خام مورد نیاز است (شکل ۲). سپس ویژگی‌های استخراج شده توسط الگوریتم های ML برای شناسایی الگوها یا همبستگی‌ها و استخراج راه حلی برای حل یک کار از پیش تعریف شده (مانند طبقه‌بندی تصاویر) استفاده می‌شود. در نتیجه، ویژگی‌های استخراج شده به صورت دستی مستقیماً موفقیت یادگیری و کیفیت مدل ML را تعیین می‌کند.

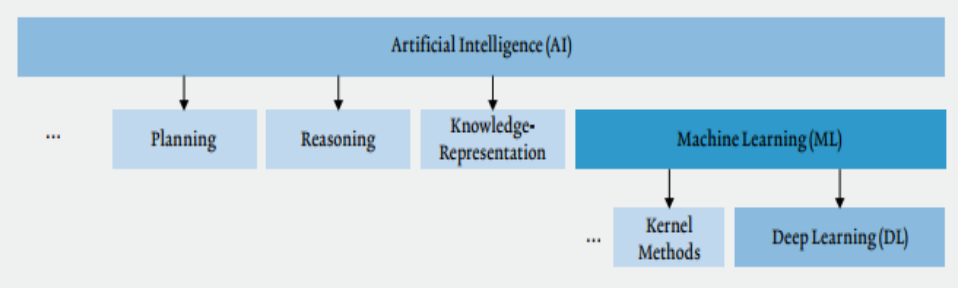
یک زیرشاخه موفق از ML، یادگیری عمیق (DL) نامیده می‌شود. به طور کلی، DL یک تکنیک یادگیری الهام گرفته از بیولوژیکی است که از ساختار و عملکرد مغز انسان برای تقلید از رفتار "هوشمندانه" الهام گرفته شده است (گیربل، اسچرییر، بورس و لیبفرید، ۲۰۲۱).

مشابه نورون‌های قشر انسان، تکنیک‌های DL شامل مجموعه‌ای از نورون‌های مصنوعی به هم پیوسته است (لیسان، بنگییو و هینتون، ۲۰۱۵). صفت "عمیق" به تعداد زیاد اغلب تا چند صد لایه نورون مصنوعی اشاره دارد. ایده‌های اساسی DL جدید نیستند و از توسعه اولیه شبکه‌های عصبی مصنوعی (مک کولاچ و پیتس، ۱۹۴۳) و نورون‌های مصنوعی (روسنبلات، ۱۹۵۸) در دهه‌های ۱۹۴۰- ۱۹۵۰ سرچشمه می‌گیرند. رنسانس موفق شبکه‌های عصبی خود رمزگذار عمیق امروزه را می‌توان به موارد زیر نسبت داد:

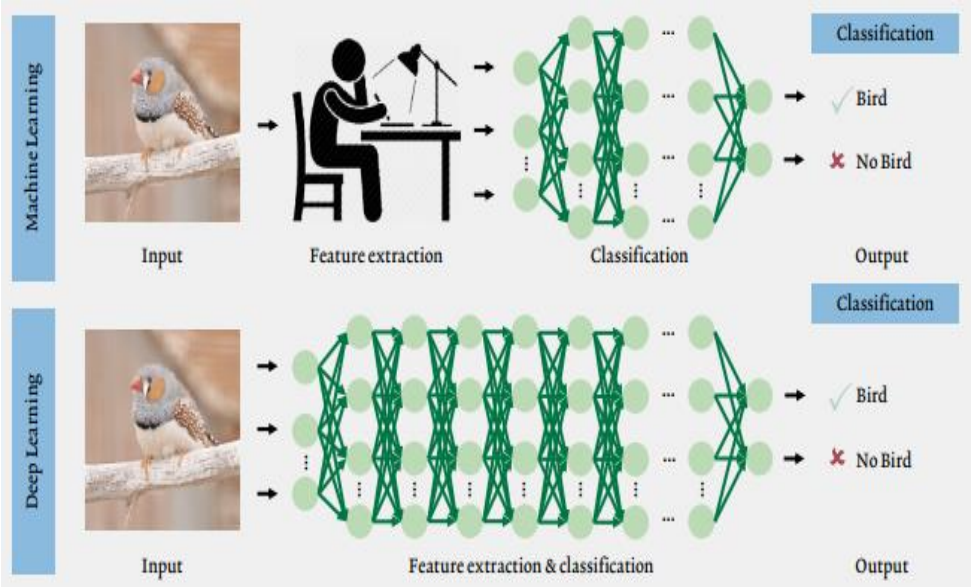
- دسترسی به حجم اطلاعات جامع. به عنوان مثال، تصویر، گفتار و داده‌های رسانه‌های اجتماعی؛
- توسعه معماری‌های جدید شبکه عصبی مصنوعی. به عنوان مثال، شبکه‌های عصبی کانولوشنال و حافظه طولانی کوتاه‌مدت؛
- پیشرفت در محاسبات با کارایی بالا. به عنوان مثال، واحدهای پردازش گرافیکی (GPU).

برخلاف رویکردهای سنتی ML، تکنیک‌های DL توانایی یادگیری «خودآگاه» ویژگی‌ها را از داده‌های خام برای حل یک کار از پیش تعریف شده نشان می‌دهند (شکل ۲). استخراج دستی ویژگی‌های داده مربوطه توسط انسان منسوخ می‌شود. یادگیری همزمان از (i) ویژگی‌های مرتبط و (ii) راه‌حل‌ها برای یک کار معین به عنوان یادگیری سرتاسر (بنگیئو، کورویل و وینسنت، ۲۰۱۳) شناخته می‌شود. علاوه بر این، در مقایسه با تکنیک‌های سنتی تحلیل فرضی محور که در حسابرسی داخلی استفاده می‌شود، روش‌های یادگیری عمیق امکان یادگیری بدون نظارت را فراهم می‌کند. در زمینه حسابرسی، ترکیب هر دو پارادایم یادگیری، تکنیک‌های یادگیری عمیق را قادر می‌سازد تا الگوها را در حجم‌های کامل ثبت‌های روزنامه دیجیتالی تشخیص دهد. بنابراین، ترکیب هدف‌گرا از هر دو یادگیری سرتاسر و بدون نظارت، یک ابزار ارزشمندی برای اضافه شدن به ابزار تکنیک‌های تجزیه و تحلیل داده‌های حسابرسی است (سان، ۲۰۱۹).

کاربرد یادگیری عمیق در حسابرسی داخلی در زیر معرفی خواهد شد. مثال عملی یک نمای کلی از تکنیک فعال‌سازی DL را برای شناسایی ثبت‌های روزنامه غیرمعمول، به نام ناهنجاری‌ها، در داده‌های حسابداری در مقیاس بزرگ نشان می‌دهد.



شکل۱- نمونه طبقه‌بندی هوش مصنوعی



شکل ۲- طبقه‌بندی تصویر با استفاده از یادگیری ماشینی (بالا) و یادگیری عمیق (پایین)

شبکه های عصبی خود رمزگذار عمیق در حسابرسی داخلی

مطمئنا هوش مصنوعی در دهه گذشته به طور شگفت‌انگیزی تکامل یافته است و آینده درخشانی در پیش دارد. به طور کلی، هوش مصنوعی چهار نوع است و در حسابرسی داخلی به شرح زیر اعمال می‌شود:

نوع ۱- ماشین‌های واکنش‌گرا یا انفعالی که بر روی واکنش‌های تکراری پاسخگو برنامه‌ریزی شده‌اند، برای پردازش داده‌های بزرگ استفاده می‌شوند و کارهای معمولی و دستی را تسهیل می‌کنند و برای جلوگیری از اشتباه، اقدامات تکراری انسان را جایگزین می‌کنند. آنها از زمان انقلاب صنعتی (دهه ۱۹۲۰)، زمانی‌که ماشین‌آلات جایگزین نیروی کار در کارخانه‌ها شدند، استفاده می‌شوند.

نوع ۲- ماشین‌هایی با حافظه محدود، وظایف دستی را تسهیل می‌کنند، قادر به جایگزینی چندین فرآیند، صرفه‌جویی در زمان و افزایش کارایی هستند.

نوع ۳- ماشین‌هایی با تئوری ذهن، جایگزین روان‌شناختی، قادر به تنظیم رفتار خود با توجه به افکار، احساسات مردم، می‌توانند به خواسته‌ها به روشی شهودی پاسخ دهند- جایگزینی انسان در موقعیت‌های خطرناک با ربات‌ها و هواپیماهای بدون سرنشین.

نوع ۴- ماشین‌های خودآگاه با استفاده از روان‌شناختی می‌توانند احساسات افراد را پیش‌بینی کنند و بر اساس آن از فروش گرفته تا یک رویداد فاجعه‌بار عمل کنند.

هوش مصنوعی در نهایت به حسابرسی این امکان را می‌دهد که فقط با ارائه پوشش و سازگاری بیشتر، مؤثرتر باشد. حسابرسی داخلی نقش ارزیابی، درک و به اشتراک گذاشتن تأثیر نقش هوش مصنوعی در ایجاد ارزش برای شرکت را بر عهده دارد.

در زمینه حسابرسی داخلی، عموما فرض بر این است که فعالیت‌های اشتباه یا متقلبانه موارد استثنایی را نشان می‌دهد که از الگوی رفتاری معمول شرکت منحرف می‌شود. چنین فعالیت‌های انحرافی توسط بخش کوچکی از ثبت‌های روزنامه که مقادیر ویژگی «غیرعادی» را نشان می‌دهند، ثبت می‌شوند. به عنوان مثال، با انحراف داده‌های اصلی بانک فروشنده یا زمان نقل اقلام از دفتر روزنامه به دفتر کل.

علاوه بر این، هنگام بررسی ثبت‌های روزنامه ثبت شده در سیستم‌های ERP، ویژگی زیر را می‌توان مشاهده کرد (اسچرییر، ساتارو، اسچولز، ریمر و بورس، ۲۰۱۹):

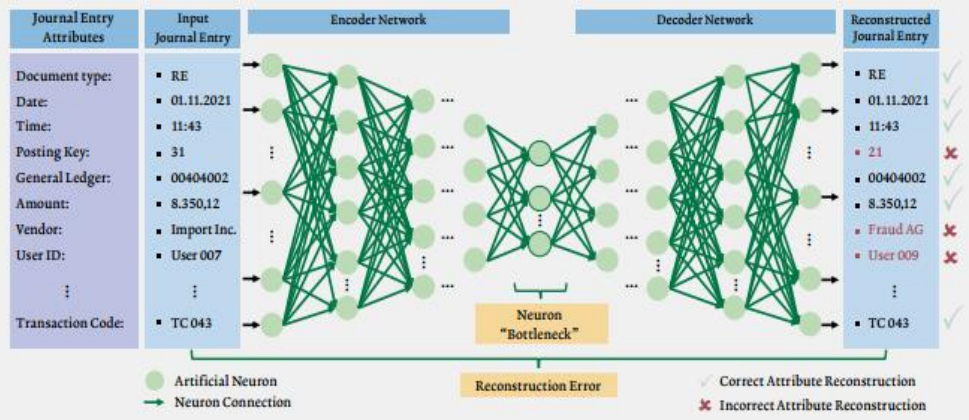
- تعداد زیادی از مقادیر مشخصه ثبت‌های روزنامه مجزا، به عنوان مثال. به دلیل تعداد زیادی از نقل اقلام از دفتر روزنامه به دفتر کل مشتریان، حساب‌های دفتر کل یا انواع اسناد.
- تعداد گسترده‌ای از همبستگی‌های ارزش مشخصه ثبت‌های روزنامه مجزا، به عنوان مثال. یک نوع سند معمولا همراه با یک کلید ویژه نقل اقلام و حساب دفتر کل منتقل می‌شود.

استفاده از تکنیک‌های یادگیری عمیق، حسابرسان را قادر می‌سازد تا یک مدل دقیق و غیرخطی از هر دو ویژگی ثبت روزنامه استخراج کنند. یک معماری شبکه که مخصوصا برای یادگیری سرتاسر بدون نظارت که از جنبه ویژگی‌های پیچیده مناسب است، شبکه‌های عصبی خود رمزگذار عمیق هستند (که از این به بعد خود رمزگذار نامیده می‌شود).

به طور کلی، خود رمزگذار به نوع خاصی از شبکه عصبی عمیق اطلاق می‌شود که آموزش می‌بینند که ورودی خود را بازسازی کند. بنابراین رمزگذارهای خودکار از دو شبکه عصبی به هم پیوسته تشکیل شده‌اند که به ترتیب شبکه‌های رمزگذار و رمزگشا نام دارند (هینتن و سالاخوتدینو، ۲۰۰۶). به طور کلی، در ساده‌ترین حالت، یک خودرمزگذار شامل یک encoder (رمزگذار) و decoder (رمزگشا) به همراه تنها یک لایه پنهان می‌باشد. ورودی به encoder داده شده و خروجی از decoder استخراج می‌شود. در این نوع شبکه به جای آموزش شبکه و پیش‌بینی مقدار تابع هدف در ازای ورودی، خودرمزگذار آموزش می‌بینند که ورودی خود را بازسازی کند؛ بنابراین بردار خروجی همان ابعاد بردار ورودی را خواهد داشت؛ یعنی تعداد نورون‌های موجود در لایه ورودی و خروجی با یکدیگر برابر است. همانطور که گفته شد در این شبکه خروجی بازسازی ورودی بوده و از الگوریتم پس انتشار خطا برای یادگیری استفاده

می‌شود. خودرمزگذارها با حداقل کردن خطای بازسازی، شبکه را آموزش می‌دهند. معمولا تعداد نورون‌های موجود در لایه پنهان کمتر از لایه encoder/decoder می‌باشد. لایه پنهان یا کد در حقیقت representation یا نمایش داده در فضای بعد کاهش یافته آن می‌باشد و عملا متناظر با ویژگی‌های استخراج شده است. پس از آموزش شبکه بخش decoder حذف شده و خروجی میانی‌ترین لایه پنهان به عنوان ویژگی‌های استخراج شده در نظر گرفته می‌شود. به منظور کاهش بیشتر ابعاد می‌بایست از تعداد لایه‌های پنهان بیشتری در شبکه استفاده کرد که در اصطلاح خودرمزگذار عمیق نامیده می‌شود. شکل ۳ نمای شماتیک یک معماری خود رمزگذار را نشان می‌دهد. هدف آموزش خود رمزگذارها، به حداقل رساندن عدم تشابه یک ورودی ثبت روزنامه و بازسازی آن تا حد امکان صادقانه است. تفاوت بین ورودی اصلی و بازسازی آن به عنوان خطای بازسازی نامیده می‌شود. برای جلوگیری از اینکه خود رمزگذار ویژگی‌های ثبت روزنامه را از لایه ورودی به لایه خروجی ارسال کند، تعداد نورون‌های لایه‌های شبکه داخلی کاهش می‌یابد (معمولا به آن «گلوگاه» گفته می‌شود). تحمیل چنین محدودیتی، خود رمزگذار را مجبور می‌کند تا یک مدل فشرده از ورودی‌های رایج‌ترین مقادیر و همبستگی‌های ویژگی را بیاموزد.

همانطور که آموزش خود رمزگذار پیشرفت می‌کند، شبکه، الگوی ارسال رفتاری ویژگی‌هایی را که در انبوهی از ثبت‌های روزنامه مشهود است، می‌آموزد (اسچرییر، ساتارو، بورس، دنجیل و ریمر، ۲۰۱۷). در نتیجه، خود رمزگذار، تقریبا بدون خطا، به طور فزاینده‌ای قادر به بازسازی منظم ثبت‌های روزنامه است. در همان زمان، ثبت‌های روزنامه غیرعادی، به عنوان مثال، به دلیل ظرفیت محدود لایه‌های شبکه داخلی، مقادیر ویژگی‌هاها و همبستگی‌های بسیار نادری قابل یادگیری نیستند. در نهایت، ارسال‌های غیر معمول منجر به افزایش خطای بازسازی می‌شود. برای یک ثبت روزنامه مشخص، بزرگی خطا را می‌توان به عنوان درجه انحراف غیرمنتظره از الگوهای ارسال رفتاری منظم تفسیر کرد. بر اساس این معیار، خطای بازسازی، حسابرسان را قادر می‌سازد تا در پایان فرآیند آموزشی، ثبت‌های روزنامه عادی را از ناهنجاری‌ها تشخیص دهند. کاربرد عملی چنین رویکرد تشخیص ناهنجاری با قابلیت یادگیری عمیق در زیر در زمینه عملکرد حسابرسی داخلی Nestlé S.A توضیح داده شده است.



شکل ۳- ساختار شماتیک یک شبکه عصبی خودکار رمزگذار عمیق و نمونه بازسازی ثبت روزنامه

تشخیص ناهنجاری‌های حسابداری توسط حسابرسی داخلی NESTLE S.A (شرکت صنایع غذایی سوئیسی چندملیتی)

در بخش حسابرسی داخلی Nestlé S. A (از این پس به عنوان Nestlé نامیده می‌شود)، روش‌های حسابرسی تحلیلی داده‌ها برای بیش از ده سال استفاده شده است. طبیعتاً در این شرکت علاقه به توسعه روش‌های حسابرسی تحلیلی جدید مبتنی بر هوش مصنوعی وجود دارد. با توجه به استفاده گسترده از سیستم‌های SAP ERP در Nestlé، می‌توان به طور گسترده بر تجزیه و تحلیل ثبت‌های روزنامه دیجیتال تمرکز کرد. در انجام این کار، ارسال‌ها از نقطه نظر فرآیندی متمایز می‌شوند. به عنوان مثال. در نقل اقلام از دفتر روزنامه به دفتر کل فرآیند خرید (حساب‌های پرداختنی، SAP T-Code: FBL1N) و فرآیند فروش (حساب‌های دریافتنی، SAP T-code: FBL5N). حجم نقل اقلام از دفتر روزنامه به دفتر کل در بخش فروش یک واحد تجاری مانند Nestlé سوئیس بیش از نیم میلیون ثبت روزنامه در سال مالی را شامل می‌شود.

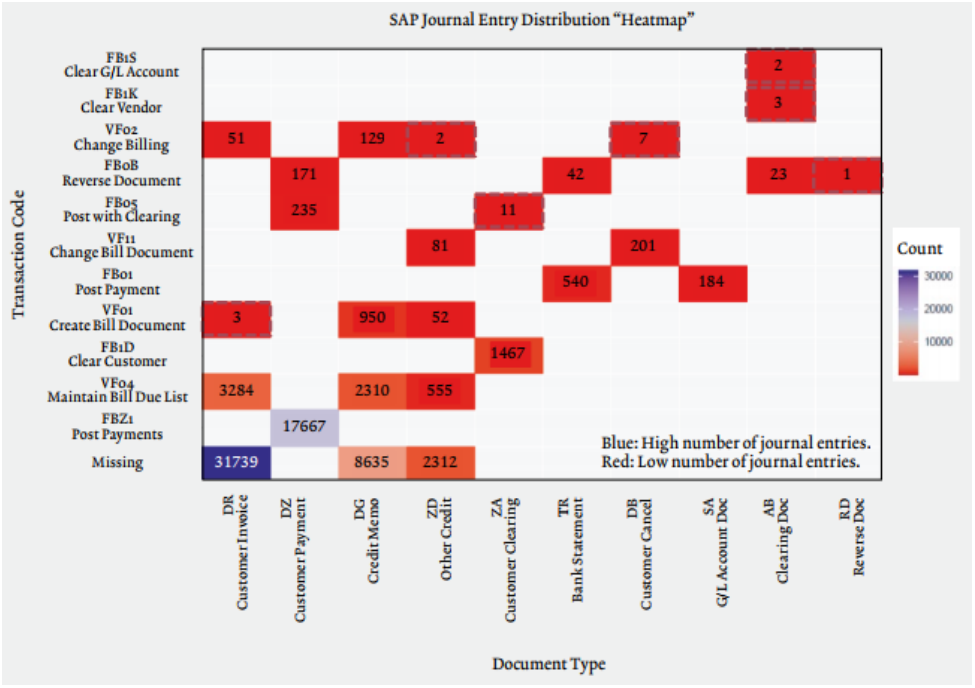
در طول حسابرسی منظم واحدهای منتخب Nestlé، روش‌های حسابرسی تحلیلی داده‌ها قبل از تعیین تکلیف تیم‌های حسابرسی مربوطه انجام می‌شود. هدف از تجزیه و تحلیل‌ها، شناسایی ناهنجاری‌ها در انبوه ثبت روزنامه واحد مورد بررسی و استخراج نمونه حسابرسی هدفمند است. سپس تیم‌های حسابرسی موظف به انجام حسابرسی اساسی در محل، از ناهنجاری‌ها هستند. فرآیند شناسایی ناهنجاری‌های حسابداری از سه مرحله متمایز تشریح شده در زیر پیروی می‌کند:

فاز ۱: استخراج، اعتبارسنجی و آماده‌سازی داده‌های حسابداری

در مرحله اول، داده‌های ثبت روزنامه واحد مورد بررسی که از سیستم‌های SAP ERP منطقه‌ای صادر شده، اعتبارسنجی شده و برای تحلیل‌های بعدی آماده می‌شود. بسته به تمرکز حسابرسی، داده‌ها برای طبقه‌های خاصی از تامین‌کنندگان و مشتریان داخلی و خارجی فیلتر می‌شوند. پردازش و تجزیه و تحلیل‌های بعدی عمدتاً بر اساس روال‌های توسعه یافته در زبان‌های برنامه‌نویسی متن باز (مانند R و Python) است. بر اساس این زبان‌ها، انواع روش‌های حسابرسی تحلیلی در سال‌های اخیر در بخش حسابرسی داخلی Nestlé توسعه یافته است. امروزه، این پیشرفت‌ها حسابرسان را قادر می‌سازد تا به طور کارآمد داده‌های حسابداری را صادر، تهیه و تجزیه و تحلیل کنند.

فاز ۲: تحلیل‌های آماری تک متغیره و چند متغیره

بر اساس ویژگی‌های ثبت روزنامه انتخاب شده، تحلیل‌های آماری تک متغیره و چند متغیره در فاز دوم انجام می‌شود. در اینجا، تمرکز بر تجزیه و تحلیل روابط و مشخصه ویژگی‌ها با ابعاد کم است. شکل ۴ نمونه‌ای از نتیجه تجزیه و تحلیل همبستگی دو ویژگی ثبت روزنامه "نوع سند" و "کد معامله SAP" را نشان می‌دهد. نمایش به‌عنوان یک نقشه حرارتی، هم‌وقوع ارزش ویژگی‌های منظم و غیرعادی را که در انبوه ثبت‌های روزنامه مشهود است، برجسته می‌کند. اتفاقاتی که فراوانی نسبتا کم و در نتیجه غیرعادی دارند با گلبول‌های قرمز تیره مشخص می‌شوند. سپس تیم تعامل موظف است ثبت‌های روزنامه مربوطه و معاملات تجاری اساسی آن‌ها را از نظر خطا، انحراف و تقلب بررسی کند.



شکل ۴- نقشه حرارتی ویژگی‌های انتخابی ثبت روزنامه: "نوع سند" و "کد معامله SAP"

فاز ۳: تشخیص ناهنجاری با قابلیت هوش مصنوعی

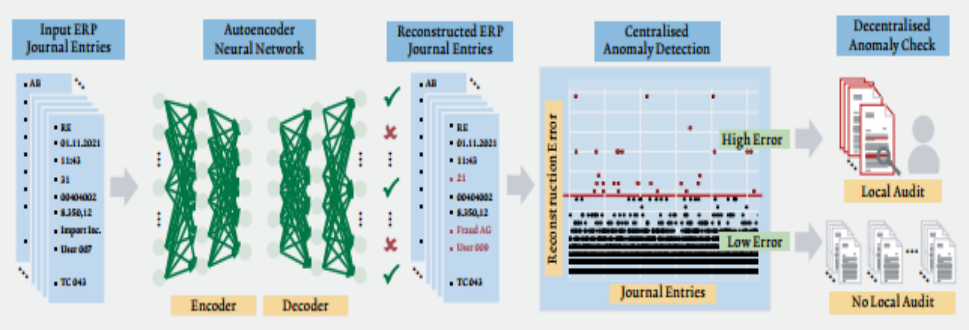
در مرحله سوم، تجزیه و تحلیل‌های مرحله دوم توسط یک فرآیند حسابرسی مبتنی بر هوش مصنوعی گسترش می‌یابد. هدف شناسایی ثبت‌های روزنامه‌ای است که مقادیر ویژگی‌های غیرعادی با ابعاد بالا و ترکیبات مقادیر ویژگی را نشان می‌دهند. در این زمینه، شبکه‌های عصبی خود رمزگذار شرح داده شده در بخش ۳ مورد استفاده قرار می‌گیرند. مثال در این زمینه، ثبت‌های روزنامه که با رفتارهای منظم فعالیت‌های نقل اقلام از دفتر روزنامه به دفتر کل بخش فروش مطابقت ندارند، منجر به خطای بازسازی بالایی می‌شوند. در نتیجه، این مرحله منجر به گزارشی می‌شود که در آن ثبت‌های روزنامه تحلیل شده بر اساس میزان خطای آن‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. سپس تیم حسابرسی مجدداً موظف به انجام حسابرسی در محل از ثبت‌های روزنامه‌ای است که میزان خطای آن‌ها از آستانه از پیش تعریف شده فراتر می‌رود. در طول حسابرسی در محل، تیم حسابرسی موظف است ثبت‌های روزنامه را که توسط خود رمزگذار به عنوان ناهنجاری علامت‌گذاری شده اند، بررسی کند.

شکل ۵ نمای کلی از فرآیند تشخیص ناهنجاری مبتنی بر خود رمزگذار نقل اقلام از دفتر روزنامه به دفتر کل فروش از یک واحد Nestlé را نشان می‌دهد. آموزش مدل خود رمزگذار و استنتاج با استفاده از محیط مجازی مایکروسافت ویندوز (پردازنده Intel Xeon 2.3 گیگاهرتز شامل ۳۲ گیگابایت رم) انجام شد. معماری رمزگذار-

رمزگشا شامل ۱۱ لایه شبکه عصبی است که در مجموع از ۲۶۶۰ نورون مصنوعی تشکیل شده است. با استفاده از رویکرد حسابرسی فعال یادگیری عمیق، موارد زیر (ناشناس) را می‌توان به عنوان مثال‌هایی از ناهنجاری‌های حسابداری شناسایی کرد:

در یک واحد تجاری آمریکای لاتین، یک نقل اقلام بستانکار به نفع یک مشتری شناسایی شد. این نقل اقلام، که به صورت دستی وارد شده است، بر یک حساب کاهنده که به ندرت استفاده می‌شود تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، این نقل اقلام مقدار قابل توجهی از نقل اقلام را نشان می‌دهد و با ترکیبی غیرعادی از کلید نقل اقلام، محدوده شماره مشتری و شناسه کاربر ایجاد شده است.

در یک واحد تجاری آسیایی، مجموعه‌ای از ثبت‌های بستانکار شناسایی شدند که با ترکیب غیرمعمول شناسه کاربری، کلید انتقال و حساب تسویه‌کننده منتقل شده‌اند. با استفاده از این ثبت‌های بستانکار، فاکتورهای مشتری با مقادیر خام به صورت دستی در سیستم ERP مربوطه در یک بازه زمانی بسیار کوتاه پاک شد.



شکل ۵- مدل رویه شماتیک تشخیص ناهنجاری مبتنی بر رمزگذار خودکار در ثبت‌های روزنامه SAP ERP یک بخش از NESTLÉ S. A.

چالش‌ها و چشم‌انداز عملی جاری

امروزه کاربرد هوش مصنوعی و تکنیک‌های خاص یادگیری ماشین به عنوان یک ابزار ارزشمند در حال ظهور است که می‌تواند در مراحل مختلف فرآیند حسابرسی مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، پذیرش تدریجی روش‌های حسابرسی مبتنی بر هوش مصنوعی را می‌توان توسط حسابرسان داخلی مشاهده کرد (ژانگ، دایی و واسارهلییر، ۲۰۱۸). برای مثال، در عملکرد حسابرسی داخلی در Nestlé، ناهنجاری‌های شناسایی شده توسط خود رمزگذار در تعامل با حسابرسان انسانی در یک پایگاه داده مشخص، ثبت می‌شوند. هدف انتقال مستمر، تشخیص چنین ناهنجاری‌هایی به روال‌های حسابرسی مبتنی بر قوانین است تا منابع خطا یا الگوهای تقلب را حتی در آینده به طور مؤثرتری شناسایی کند.

در عین حال، بهبود تجزیه و تحلیل داده‌های حسابرسی توسط عملکردهای هوش مصنوعی، چالش‌های شناخته شده‌ای را ایجاد می‌کند که مربوط به استخراج داده‌ها، آماده‌سازی داده‌ها و حفاظت از داده‌ها است. علاوه بر این، در نتیجه استفاده از هوش مصنوعی، حسابرسی داخلی در حال حاضر با تعدادی چالش جدید مانند مسئولیت قانونی، حریم خصوصی داده‌ها و انطباق مدل مواجه است (گیربل، اسچرییر، لیبفرند و بورس، ۲۰۲۰). به ویژه، اغلب مشخص نیست که کدام اعضای یک تیم حسابرسی داخلی باید روش‌های یادگیری ماشینی را مستقر کرده و به کار گیرند. ترکیبی از تجربه حسابرسی کامل و تخصص فنی برای استفاده مفید، مورد نیاز است. بنابراین، در حسابرسی داخلی Nestlé، یک چالش بزرگ، تفسیر نتایج به‌دست‌آمده با تکنیک‌های هوش مصنوعی، مانند شبکه‌های عصبی خود رمزگذار است. برای تفسیر مناسب، حسابرسان باید درک کاملی از موارد زیر داشته باشند:

- فرآیندهای تجاری، کنترل‌ها و ریسک‌های مرتبط تجزیه و تحلیل شده؛
- سیستم های ERP سازمان آن‌ها؛ و
- تحلیل آماری کاربردی و روش‌های یادگیری ماشینی.

بنابراین، در میان‌مدت، خود دپارتمان‌های حسابرسی برای سرمایه‌گذاری در آموزش حسابرسان خود به منظور ایجاد تخصص در رابطه با مهارت‌های فنی، تحلیلی و سایر مهارت‌های حسابرسی به چالش کشیده می‌شوند.

در نتیجه، مطمئناً ممکن است این سؤال مطرح شود که آیا وظیفه اصلی حسابرسی داخلی در کشف مستمر تقلب و خطا تمام می‌شود یا اینکه هدف ارزیابی، این نیست که آیا فرآیندها در محدوده تحمل از پیش تعریف شده عمل می‌کنند یا خیر. این که آیا این یک سؤال صرفاً فلسفی است یا سؤالی است که آینده را تعیین می‌کند، قابل بحث است. مدتی است که حسابرسان توسط IIA تشویق شده‌اند تا وظایف خود را به معنای "مشاور مورد اعتماد" تفسیر و اعمال کنند (راند و اسچرام، ۲۰۱۹). در این نقش، حسابرسی داخلی تلاش می‌کند تا "ارزش آفرینی کند و عملیات سازمان را بهبود بخشد"، همانطور که در تعریف اولیه IIA بیان شد. در آینده، استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به حسابرسان داخلی در دستیابی به این هدف در سازمانشان کمک کند.

نتیجه‌گیری

به گفته برخی از تحلیلگران فناوری، هر چیزی که می‌تواند به داده تبدیل شود، در نهایت توسط ماشین‌ها تصرف می‌شود. البته هوش مصنوعی مانند صفحات گسترده و پایگاه داده ابزاری است که تنها زمانی ارزشمند است که مردم بدانند چگونه از آنها برای ساده کردن فرآیندهای تجاری استفاده کنند. وقتی صحبت از اعمال خلاقیت و قضاوت انسانی می‌شود، نمی‌توان هوش مصنوعی را جایگزین حسابداران و حسابرسان کرد. تغییرات تکنولوژیکی، مقرراتی و اقتصادی به آزمایش رویکردهای تاریخی و شیوه‌های تفکر این حرفه ادامه خواهد داد، که این چیز خوبی است. واکنش بازار به این تغییرات در نهایت بر نحوه انجام حسابرسی‌ها تأثیر می‌گذارد. حسابداران و حسابرسان باید بتوانند به سرعت به تغییرات تقاضای کاربران و همچنین ایجاد معیارهای جدید و نوظهور عملکرد سازمانی فراتر از آن پاسخ دهند. حسابرسی داخلی شرکت‌ها به طور مداوم بهینه شده و به یک وضعیت بسیار هوشمند ارتقا می‌یابد، که عمدتا به دلیل توسعه و بلوغ روزافزون حالت مدیریت شرکت است. استفاده از هوش مصنوعی در

حسابرسی داخلی نه تنها یک فرصت بلکه یک چالش است. حسابرسان داخلی تنها با بهبود مستمر توانایی خود می‌توانند با کار حسابرسی داخلی در عصر جدید سازگار شوند. حسابرسی داخلی باید بتواند به سرعت تاثیر فرآیند دیجیتالی شدن را ارزیابی کند و بر هر راه‌حل ابتکاری جدید تسلط پیدا کند تا بفهمد که چگونه بر ویژگی‌های ریسک شرکت تأثیر می‌گذارد. مدیران می‌خواهند از خطرات مرتبط با فناوری‌های جدید و روش‌های موجود برای مدیریت این ریسک‌ها آگاه باشند. از حسابرسی داخلی انتظار می‌رود مشاوره در مورد استفاده از فناوری‌های جدید توسط شرکت‌ها و توصیه‌هایی که به افزایش سطح نوآوری‌های فناوری در شرکت کمک می‌کند، ارائه دهد. استفاده از قدرت هوش مصنوعی می‌تواند به حسابرسان داخلی کمک کند تا ذینفعان از عملکرد سازمان خود اطمینان داشته باشند و بازده بالاتری از سرمایه‌گذاری در خدمات حسابرسی داشته باشند. تحقق چنین مواردی نیازمند فرآیند، زیرساخت و برنامه‌ریزی دقیق است. کاربرد هوش مصنوعی در حسابرسی داخلی می‌تواند منجر به پایش مستمر و بلادرنگ کنترل‌ها و ریسک‌های سازمان به‌واسطه بهره‌گیری از نرم افزارها و ابزارهای تحلیل داده گردد و از این‌رو به تحقق حسابرسی مستمر کمک می‌نماید.

فهرست منابع

Abdolmohammadi, M. J. (1987). Decision support and expert systems in auditing: A review and research directions. Accounting and Business Research, 17(66), 173-185 .

Agnew, H. (2016). Auditing: pitch battle. Financial Times .

Bailey, A., Hackenbrack, K., De, P., & Dillard, J. (1987). Artificial intelligence, cognitive science, and computational modeling in auditing research: A research approach. Journal of Information Systems, 1(2), 20-40 .

Bailey Jr, A. D., Duke, G. L., Gerlach, J., Ko, C.-e., Meservy, R .D., & Whinston, A. B. (1985). TICOM and the analysis of internal controls. Accounting Review, 186-201 .

Bell, T. B., Bedard, J. C., Johnstone, K. M., & Smith, E. F. (2002). KRiskSM: A computerized decision aid for client acceptance and continuance risk assessments. Auditing: A Journal of Practice & Theory, 21(2), 97-113 .

Bengio, Y., Courville, A., & Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35(8), 1798-1828 .

Bishop, C. M., & Nasrabadi, N. M. (2006). Pattern recognition and machine learning (Vol. 4): Springer.

Boritz, J. E., & Wensley, A. (1990). Structuring the assessment of audit evidence--An expert systems approach. Auditing: A Journal of Practice & Theory, 49-87 .

Borthick, A. F., & West, O. D. (1987). Expert systems—a new tool for the professional. Accounting Horizons, 1(1), 9-16 .

Brown, C. E. (1989). Accounting expert systems: a comprehensive, annotated bibliography. Expert Systems Review, 2(1-2), 23 .۱۲۹-

Brown, C. E. (1991). Expert systems in public accounting: Current practice and future directions. Expert Systems with Applications, 3(1), 3-18 .

Connell, N. (1987). Expert systems in accountancy: a review of some recent applications. Accounting and Business Research, 17(67), 221-233 .

Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Imagineering Audit 4.0. Journal of Emerging Technologies in Accounting, 13(1), 1-15 .

Dungan, C. W., & Chandler, J. S. (1985). Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field. Expert Systems, 2(4), 210-221 .

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological forecasting and social change, 114, 254-280 .

Gierbl, A. S., Schreyer, M ,.Borth, D., & Leibfried, P. (2021). Deep Learning für die Wirtschaftsprüfung-Eine Darstellung von Theorie, Funktionsweise und Anwendungsmöglichkeiten. Zeitschrift für Internationale Rechnungslegung (IRZ)(7/8), 349-355 .

Gierbl, A. S., Schreyer, M., Leibfried, P., & Borth, D. (2020). Künstliche Intelligenz in der Prüfungspraxis-Eine Bestandsaufnahme aktueller Einsatzmöglichkeiten und Herausforderungen. Expert Focus, 2020(09), 612-617 .

Gillett, P., & Vasarhelyi, M. A. (1993). Automated dynamic audit programme tailoring: An expert system approach; Discussion. Auditing, 12, 173 .

Gu, B. (2020). Application of blockchain technology in government audit. J. Finance and accounting, 3, 51-59 .

Hansen, J. V., & Messier, W. F. (1982). Expert systems for decision support in EDP auditing. International journal of computer & information sciences, 11(5), 357-379 .

Hinton, G. E., & Salakhutdinov, R. R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. science, 313(5786), 504-507 .

Kidron, A., Ofek, Y & ,.Cohen, H. (2016). New perspective on the black box of internal auditing and organisational change. Managerial Auditing Journal .

Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017). The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing. Journal of Emerging Technologies in Accounting, 14(1), 115-122 .

Lam, M. (2004). Neural network techniques for financial performance prediction: integrating fundamental and technical analysis. Decision support systems, 37(4), 567-581 .

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. nature, 521(7553), 436-444 .

McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The bulletin of mathematical biophysics, 5(4), 115-133 .

Murphy, D., & Brown, C. E. (1992). The uses of advanced information technology in audit planning. Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, 1(3), 187-193 .

Raphael, J. 2015. “How Artificial Intelligence can Boost Audit Quality.” CFO. Available at: https://www.cfo.com/auditing/2015/06/artificial-intelligence-can-boost-audit-quality/.

Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psychological review, 65(6), 386 .

Russell, S., & Norvig, P. (2002). Artificial intelligence: a modern approach .

Ruud, F., & Schramm, K. (2019). Erwartungen und Mehrwert des Internen Audits-Die Rolle wirksamer Kommunikation. Expert Focus, 93(10), 49-54 .

Ruud, F., Schramm, K., & Allgaier, A. (2021). Leitlinie zum Internen Audit 4. Auflage, 2021: IIA Switzerland.

Samuel, A. (1959). Eight-move opening utilizing generalization learning,(See Appendix B, Game G-43.1 Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers). IBM Journal, 210-229 .

Schreyer, M., Sattarov, T., Borth, D., Dengel, A., & Reimer, B. (2017). Detection of anomalies in large scale accounting data using deep autoencoder networks. arXiv preprint arXiv:1709.05254 .

Schreyer, M., Sattarov ,T., Schulze, C., Reimer, B., & Borth, D. (2019). Detection of accounting anomalies in the latent space using adversarial autoencoder neural networks. arXiv preprint arXiv:1908.00734 .

Sun, T. (2019). Applying deep learning to audit procedures: An illustrative framework. Accounting Horizons, 33(3), 89-109 .

Tiberius, V., and S. Hirth. 2019. “Impacts of Digitization on Auditing: A Delphi Study for Germany.” *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation* 37: 100288.

Zhang, C. A., Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2018). The impact of disruptivetechnologies on accounting and auditing education: how should the profession adapt? The CPA Journal, 88(9), 20-26 .

Zhao, N ,.Yen, D. C., & Chang, I. C. (2004). Auditing in the e-commerce era. Information Management & Computer Security .

Financial Economics
Vol. (14) Issue (55) Autumn 2024

Development of new technology in internal auditing with the help of artificial intelligence: Deep-learning enabled detection of anomalies in financial accounting data

Omid Farhad Touski
Assistant Professor Department of Accounting, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
farhadi_omid58@yahoo.com

Rahman Doostian*
Assistant Professor Department of Accounting, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
* Corresponding author:
doostian@yahoo.com

Abstract
The field of accounting in general and auditing in particular is fundamentally changing due to advances in data analysis and artificial intelligence (AI). Artificial intelligence was created by combining several different sciences, including computer science, physiology, philosophy, statistics, mathematics, and linguistics. Artificial intelligence can be considered simply the integration of man and machine. This technology was created to simulate human characteristics in the form of a computer system and can mimic various human behaviors. Technological advances in artificial intelligence (AI) are increasingly seen as a valuable tool for internal auditing. Decision-making based on information and communication technology is currently creating waves in the modern business world, as pressure on auditors increases to play a more effective role in governing and controlling business units. The following article highlights potential applications and challenges of deep learning (DL), a relatively young subfield of artificial intelligence.
Keywords: Artificial Intelligence, Internal Audit, Corporate Governance