

یادگیری عمیق و آینده‌ی حسابرسی

چگونه یک فناوری در حال تکامل می‌تواند تحلیل را دگرگون کند و قضاوت را بهبود بخشد

نویسندگان:

تینگ سان و میکولوس ای و سارهیلی

مترجم:



فاطمه قشقای

چکیده

این مقاله، "فناوری یادگیری عمیق"^۱ را معرفی می‌کند. گونه‌ای نوظهور از هوش مصنوعی که می‌تواند برای شناسایی الگوهای موجود در حجم بزرگی از داده‌ها که پردازش آن‌ها برای انسان غیرممکن است آموزش ببیند. این فناوری در حال تکامل، راهی را برای استفاده از داده‌های بزرگ و خلق شواهد تکمیلی حسابرسی نشان می‌دهد، که موجب افزایش اثربخشی و کارایی حسابرسی خودکار^۲ و تصمیم‌گیری خواهد شد. در این مقاله، همچنین درباره‌ی کاربرد این فناوری در فرایندهای حسابرسی بحث می‌شود.

در محیط کنونی کسب و کار، توسعه‌ی "فناوری‌های داده‌گرا"^۳ (برای مثال، سامانه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان، حسگرها، ذخیره‌سازهای ابری، و ابزارهای ارتباط از راه دور) منجر به تسهیل تولید و نگهداری حجم بزرگی از داده‌ها شده است، که محیط اطلاعاتی جدید را پدید آورده، و انگیزه‌ای برای خودکارسازی حسابرسی شده است. موسسات حسابرسی پیشرو، یادگیری عمیق را اهرم کرده‌اند، و از هوش مصنوعی برای انجام کارهای حسابرسی خود استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، کی‌بی‌ام‌جی، از سامانه‌های مبتنی بر یادگیری عمیق شرکت آی‌بی‌ام به نام واتسون^۴ برای تحلیل پرونده‌های اعتباری بانک‌ها برای پورتفوی وام‌های رهنی تجاری استفاده می‌کند. دیپولیت نیز با همکاری کی‌را سیستمز^۵ قراردادهای اجاره‌ها، صورت‌حساب‌ها، و توثیقات را بررسی می‌کند. مسلماً، پذیرش یادگیری عمیق در حرفه‌ی حسابداری هنوز در گام‌های اولیه است.

برای تسهیل استفاده‌ی گسترده‌تر از این فناوری، ضروری است تا با یکپارچه‌سازی قابلیت‌های شناختی^۶ آن در حوزه‌های تحلیل متن، تشخیص صدا، تجزیه‌ی تصویر و فیلم، و پشتیبانی از قضاوت در فرایند حسابرسی، مقرون به صرفه شود. این مقاله بحث می‌کند که چگونه قابلیت‌های شناختی یادگیری عمیق می‌توانند در فرایندهای مختلف حسابرسی به کار روند تا خودکارسازی حسابرسی را امکان‌پذیر کند و تصمیم‌گیری را بهبود دهد.

مقدمه

پاراه‌ای از وظایف که افراد به‌راحتی آن‌ها را انجام می‌دهند، در واقع مسائل محاسباتی پیچیده‌ای هستند. تصور کنید که چگونه یک فرد به‌سادگی می‌تواند گره‌ها را از سگ‌ها تشخیص دهد، علایم راهنمایی و رانندگی را بخواند، یا دست‌خط‌ها را تشخیص دهد. برای این که یک ماشین بتواند این کارها را انجام دهد، هدف موردنظر باید به یک قالب خوانش‌پذیر برای ماشین تبدیل شود؛ سپس، پیکسل به پیکسل تحلیل شود. با توجه به تغییر در موقعیت، نقطه‌ی دید، حالت، روشنایی، و پیش‌زمینه‌ی اهداف، پیچیدگی‌های تصاویر (و به این ترتیب، خود هدف) می‌تواند به روش‌های مختلفی نشان داده شود.^۷ شناخت کارها نیز مانند شناخت هدف، نیازمند ساخت شبکه‌های عصبی مصنوعی عمیق است که لایه‌های چندگانه‌ی عصبی ذهن انسان و راه‌هایی که جریان داده‌های حسی در آن لایه‌ها پردازش می‌شوند را شبیه‌سازی کند.^۸

مغز انسان شامل حدود یکصد میلیارد نورون مرتبط با یکدیگر است. هر نورون، سیگنال‌های ورودی (برای مثال، سیگنال دیدن گربه) را از دیگر نورون‌های متصل دریافت می‌کند. اگر ترکیب این سیگنال‌ها از آستانه یا سطح فعال‌سازی مشخصی بیشتر شود، نورون سیگنالی خروجی را به نورون دیگر منتقل می‌کند. لایه‌های عمیق نورون‌های انسان‌ها و ارتباطات پیچیده‌ی بین آن‌ها منجر به ماشین تفکر^۹ یعنی همان مغز انسان^{۱۰} می‌شوند.

اگرچه تاریخ ایده‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی به دهه‌ی ۱۹۵۰ بر می‌گردد، ولی تا پیش از پیشرفت‌های اخیر در قدرت محاسباتی و ذخیره‌سازی داده‌ها که امکان توسعه‌ی شبکه‌های عصبی عمیق و مدل‌سازی فرایندهای ساختاری و فکری مغز را فراهم کرده‌اند، نمی‌توان چنین شبکه‌هایی را هوش مصنوعی واقعی نامید.

لایه‌های پنهان‌شده‌ی شبکه‌ی عصبی عمیق، به‌طور خودکار از حجم انبوه داده‌ها، به ویژه داده‌های

نیمه‌ساختاریافته یا ساختارنیافته، که توسط لایه‌های ورودی دریافت شده‌اند - برای مثال، میلیون‌ها تصویر، ثروت سال‌ها صحبت کردن، چندین ترابایت فایل متنی - یاد می‌گیرند با پردازش و انتقال داده‌ها از یک لایه پنهان شده به لایه بعدی، الگوهای داده‌ها در نمایش‌های ذهنی بیشتر و بیشتر شناسایی شوند؛ و داده‌ها در گروه‌های از پیش تعریف‌شده در لایه خروجی طبقه‌بندی شوند.

اثربخشی و کارایی یادگیری عمیق

شبکه‌ی عصبی عمیق، برای اطمینان از اثربخشی پیش‌بینی‌ها، با حجم نسبتاً زیادی از داده‌ها (برای مثال، میلیون‌ها تصویر از صورت انسان‌ها) آموزش می‌بیند تا به سامانه اجازه دهد که پارامترهای خوبی را انتخاب کند و خطاهای پیش‌بینی را حداقل کند. اول، لایه ورودی، ضروری‌ترین عناصر داده‌ای تصاویر ورودی و شدت پیکسل‌ها را دریافت و شناسایی می‌کند. دوم، نورون ورودی، داده‌ها را با الگوریتم غیرخطی، تغییر شکل می‌دهد. طی این فرایند، به خروجی هر نورون در لایه ورودی، وزنی تصادفی تخصیص داده می‌شود، سپس ترکیب می‌شوند و به نورون لایه بعدی (نخستین لایه پنهان) فرستاده می‌شوند. حالا، نخستین لایه پنهان می‌تواند داده‌های انتزاعی نمایش داده شده‌ی بیشتری را استخراج کند. سوم، نورون‌های نخستین لایه پنهان، مرحله‌ی دیگری از تغییر شکل پیچیده‌ی غیرخطی را برای داده‌های دریافت‌شده اجرا می‌کنند و به آن‌ها وزن جدیدی اختصاص می‌دهند. سپس لایه‌های پنهان بعدی، داده‌ها را دریافت می‌کنند، تغییر شکل می‌دهند، و به لایه بعدی خود می‌فرستند، و سامانه در هر لایه دیگر خود، ویژگی‌های پیچیده و پیچیده‌تری از داده‌ها را کشف می‌کند (برای مثال، اجزای صورت). سرانجام، لایه خروجی چهره را شناسایی می‌کند. خروجی نیز با مشاهده‌ی واقعی مقایسه می‌شود، تا خطاها بررسی شوند؛ و سامانه‌ی وزن‌های خروجی و دیگر پارامترها را در دور آموزش بعدی تعدیل خواهد کرد. سرتاسر این "فرایند یادگیری" تا هنگامی که خطاها حداقل شوند، میلیون‌ها یا حتی میلیاردها بار تکرار می‌شود. هرچه مدل بر اساس مثال‌های

سامانه‌ی یادگیری عمیق با در اختیار داشتن نمونه‌ای بزرگ از چگونگی تصمیم‌گیری حساب‌رسان در شرایط مختلف، به آنان اجازه می‌دهد تا انجام بسیاری از وظایف که در حالت سنتی به صورت دستی انجام می‌دهند را خودکار کنند.

بیشتری آموزش ببیند، می‌تواند درستی بالاتری را به دست آورد. عملکرد چنین مدلی که مبتنی بر یادگیری عمیق است (برای مثال، در کشف اظهارات مالی گمراه‌کننده)، اندازه‌ی نمونه را بهبود می‌بخشد. مهم‌تر این که، می‌توان با استفاده از نمونه‌های جدید، آزمون‌های بیرون از نمونه انجام داد تا اثربخشی مدل با استفاده از مجموعه‌ای از معیارها، معتبر شود (برای مثال، امتیاز F، دقت، یادآوری، AUC).

کارایی یادگیری عمیق می‌تواند با این واقعیت نشان داده شود که در مقایسه با روش‌های داده‌کاوی سنتی قادر به یادگیری الگوهای موجود در داده‌ها بدون دخالت انسان است؛ و نیازمند گام‌های پیش‌پردازش داده^{۱۱} کمتری است. برای مثال، در موارد تحلیل متن نیاز است تا یک انسان برچسب‌های HTML را بر دارد، نشانه‌های HTML را به نشانه‌های متنی ترجمه کند، کلمات متوقف‌کننده و علائم غیر زبان‌شناسی را

بردارد و فهرست کلمات را بهبود بخشد.

اگرچه، با استفاده از مدل یادگیری عمیق این فرایندهای زمان‌بر ضروری نیستند. سامانه‌ی واتسون شرکت آی‌بی‌ام، تحلیل‌های متنی مبتنی بر یادگیری عمیقی را توسعه داده است که می‌توانند به‌صورت مستقیم فایل‌های متنی یا حتی URL را بخوانند، به‌طور خودکار تبلیغات، پیوندهای جهت‌یابی، و دیگر محتویات نامرتبط را حذف کنند، و فهرستی از ویژگی داده‌ها، مانند نویسندگان، واژگان کلیدی، مفاهیم، روابط بین آن مفاهیم، و احساسات یا حالت‌های گنجانده شده^{۱۲}، را ایجاد کنند. این ابزار، سطح بالایی از درستی را فراهم می‌کند، و هرچه از داده‌های بیشتری برای آموزش مدل استفاده شود، به‌طور پیوسته بهبود می‌یابد. به‌گونه‌ای که در فوریه ۲۰۱۴ مدعی شد، در یک ماه، ۳ میلیارد سند را برای ۴۰ هزار استفاده‌کننده در ۳۶ کشور پردازش کرده است^{۱۳}.

مطالعه‌ای که به‌تازگی انجام شده است^{۱۴}، نشان می‌دهد این فن، بدون کار پیش‌پردازش متن، معمولاً بهتر از روش متن‌کاوی سنتی برای پیش‌بینی گزارشگری مالی گمراه‌کننده است و از احساسات بحث و تحلیل مدیران (MD&A) استفاده می‌کند.

چالش تحلیل داده‌های بزرگ

داده‌های بزرگ نیمه‌ساختاریافته یا ساختارنیافته شامل اطلاعات متنوعی هستند که به حساب‌رسان اجازه می‌دهند تا آزادانه وضعیت محصولات، خدمات، و عملیات صاحب‌کار خود را کشف کنند؛ و وابستگی حساب‌رسان را برای داده به صاحبکاران‌شان کاهش می‌دهد^{۱۵}. در نتیجه، کاوش و استخراج الگوهای معنی‌دار از داده‌های بزرگ برای تصمیم‌گیری حساب‌رسان، به‌ویژه در حوزه‌ی ارزیابی ریسک، ارزش زیادی دارد. البته تحلیل داده‌های بزرگ ساده نیست. حدود ۲۵ درصد از پاسخ‌دهندگان پژوهش انجمن حسابداران رسمی آمریکا^{۱۶} در سال ۲۰۱۴، تحلیل داده‌های بزرگ را یکی از اصلی‌ترین چالش‌های آینده

نمایه ۱ - ورودی، خروجی، و فرایندهای کاربردی حسابرسی برای یادگیری عمیق - مبتنی بر تحلیل	
مثالها	
مستندات قانونی، مطبوعات منتشره، اعلامیه‌های سود، بحث و تحلیل‌های مدیران، قراردادهای تجاری، دیدگاه‌نامه‌ی کمیسیون بورس و اوراق بهادار ^{۲۰} ، مقاله‌های خبری، گزارش‌های تحلیلگران، نامه‌های الکترونیکی، افشاهای وبگاه‌های شرکت‌ها، پیام‌های رسانه‌های اجتماعی	داده‌های ورودی
گرایش‌های احساسی، احساس، بنگاه، موضوع، مفهوم، واژگان کلیدی، نویسندگان	ویژگی‌های خروجی
نظارت، فرایندهای تحلیلی، تأییدیه	فرایندهای کاربردی حسابرسی

شود؛ و نتیجه‌ی آن برای ماشین خوانش‌پذیر باشد. در این روش، مدل یادگیری عمیق، اطلاعات کیفی را که نیازمند تلاش زیاد انسان برای تحلیل است، به داده‌های کمی تبدیل کند. همچنین، به راحتی می‌تواند برای تحلیل‌های آینده‌ی حسابرسان با سایر داده‌ها یکپارچه شوند.

الگوریتم‌های یادگیری عمیق با شناسایی مفاهیم یا موضوعات مرتبط، شناسایی ماهیت‌ها (برای مثال، افراد، مکان‌ها، رویدادها، شرکت‌ها)، استخراج احساسات (برای مثال، خشم، لذت، ناراحتی، اندوه)، و درک روابط موضوع - عمل - شیء شواهد حسابرسی را غنی می‌کنند. علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند مفاهیم را به یک سند مرتبط کنند؛ و با توجه به آن، علامت‌گذاری کنند. این تحلیل متنی برای محتوای آماده نشده (بخش پرسش و پاسخ همایش تلفنی، به روزرسانی وضعیت فیس‌بوک، پیام‌های وبلاگ) مناسب‌تر است تا محتوای آماده شده

حسابرسی، به‌طور مشخص به تسهیل فرایندهای تکراری حسابرسی و حمایت از قضاوت‌های حسابرسی مربوط است. یادگیری عمیق می‌تواند در انجام وظایف معمولی که با حجم زیادی از داده‌ها درگیر هستند و نیازمند تلاش زیاد حسابرسان برای حل‌شان هستند، ارزش‌افزایی کند؛ مانند تحلیل متن، تشخیص صدا، و تجزیه‌ی تصاویر و فیلم‌ها. همچنین، می‌تواند باخودکارسازی پاره‌ای از فرایندهای حقیقی، مانند تأیید و بررسی، پاره‌ای از کارهای دستی را کاهش دهد. علاوه بر این، این قابلیت به حسابرسان اجازه می‌دهد تا وظایفی مانند بررسی همه‌ی قراردادهای شرکت - که هم اینک هزینه‌ی هنگفتی دارند یا برای ذهن انسان‌ها به تنهایی بسیار پیچیده هستند - را انجام دهند.

تحلیل متن

مقدار زیادی از داده‌های متنی طی فرایندهای عملیاتی شرکت، تولید و منتشر می‌شوند؛ مانند مستندات قانونی، رونوشت همایش‌های تلفنی، انتشار مطبوعات، اعلامیه‌های سود، بحث و تحلیل‌های مدیران، قراردادهای تجاری، مقاله‌های خبری، و پیام‌های رسانه‌های اجتماعی. داده‌های متنی اطلاعاتی را از چندین جنبه و دیدگاه‌های مختلف برای کسب و کار فراهم می‌کنند. برای مثال، بحث و تحلیل مدیران شامل دیدگاه مدیران درباره‌ی وضعیت مالی کنونی شرکت و چشم‌اندازهای آینده است؛ گزارش‌های تحلیلگران شامل تحلیل گذشته‌نگر رویدادهای گذشته و پیش‌بینی عایدی‌ها و جریان‌های نقد آتی است؛ و پیام‌های رسانه‌های اجتماعی شامل مواردی همچون تبلیغات، بررسی محصولات، و اطلاعیه‌های خبری است. تحلیل متنی می‌تواند با یادگیری عمیق، خودکار شود. به ویژه این که داده‌های متنی را می‌توان بر مبنای ویژگی‌های مورد علاقه طبقه‌بندی کرد. علاوه بر این، مدل یادگیری عمیق می‌تواند با استفاده از رونوشت بخش‌های پرسش و پاسخ یک همایش تلفنی آموزش ببیند (بر مبنای احساسات مثبت، منفی، یا خنثی نشانه‌گذاری شود)، تا تماس‌های آینده را پیش‌بینی کند. سرتاسر این فرایند می‌تواند به‌طور خودکار انجام

اکثریت قریب به اتفاق داده‌های بزرگ، نیمه‌ساختاریافته یا ساختاریافته هستند. بنابراین، نیازمند برچسب‌زنی و گروه‌بندی هستند. ولی حسابرسان نمی‌توانند این کار را دستی انجام دهند. زیرا داده‌ها شامل انواع و منابع مختلفی هستند. از این رو، پردازش همه‌ی آنها برای انسان‌ها تقریباً نشدنی است. علاوه بر این، بخش‌هایی از داده‌های بزرگ معمولاً به صورت پیوسته تولید می‌شوند و نیازمند پاسخ‌های به‌موقع هستند. از این گذشته، مبادلات خودکار که برای بیش‌تر مبادلات سهام به کار می‌رود، نمی‌توانند با گزارش‌های مالی که به‌صورت فصلی یا سالانه منتشر می‌شوند، به‌خوبی کار کنند. بنابراین، در صورت کمبود فناوری‌های اثربخش و کارا برای حل مسئله‌های مربوط به استخراج، تغییر شکل، و اعتباردهی داده‌ها، استفاده از تحلیل داده‌های بزرگ در حسابرسی، مختل می‌شود. از آن جا که چالش‌های تحلیل داده‌های بزرگ مستلزم اشتیاق برای پذیرش فناوری‌های پیشرفته‌تر تحلیل داده، مانند یادگیری عمیق است، در دسترس بودن حجم بزرگی از داده‌های مالی، پیاده‌سازی، و بهبود دادن این فناوری را در حسابرسی تسهیل می‌کند.

نیاز به فرایندهای حسابرسان خودکار

خودکارسازی پاره‌ای از فرایندهای حسابرسی خسته‌کننده و تکراری، اثربخشی و کارایی حسابرسی را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد^{۱۸}. سامانه‌ی یادگیری عمیق، با در اختیار داشتن نمونه‌ی بزرگی از چگونگی تصمیم‌گیری حسابرسان در شرایط مختلف، به حسابرسان اجازه می‌دهد تا بسیاری از وظایف خود که به‌طور سنتی دستی انجام می‌شدند را خودکار کنند - مانند بررسی موجودی کالا، پردازش کارهای کاغذی، بررسی قراردادهای، و ... حتی تنظیم پیش‌نویس گزارش حسابرسی.

کاربردهای ممکن

کاربرد یادگیری عمیق برای بهبود کارایی و اثربخشی

نمایه ۳ - ورودی، خروجی، و فرایندهای کاربردی حسابرسی برای یادگیری عمیق - مبتنی بر تحلیل تصویر و فیلم	
مثالها	
شمارش موجودی و سایر فعالیت‌های کنترلی، مصاحبه‌ها، فیلم‌های ضبط‌شده در اداره، انبار، یا فرشگاه	داده‌های ورودی
شیء، صورت انسان، مفهوم و پاره‌ای از صحنه‌ها	ویژگیهای خروجی
مشاهده، پرس و جو، نظارت	فرایندهای کاربردی حسابرسی

تجزیه‌ی تصویر و فیلم

فرایندهای مشخصی از حسابرسی را که روزمره و دستی هستند، می‌توان با استفاده از کارکرد شناخت دیداری یادگیری عمیق، خودکار کرد. برای مثال، الگوریتم‌های یادگیری عمیق می‌توانند محتوای یک تصویر از یک فیلم ویدئویی (برای مثال، مدل، کمتیت، شرایط موجودی کالا) را شناسایی کنند، که با کمک هواپیمای بدون سرنشین از انبار شرکت گرفته شده است. سامانه‌های یادگیری عمیق قادرند تا مجموعه‌ای از ویژگی‌های عددی از پیش تعریف‌شده را استخراج کنند که توصیف‌کننده‌ی محتوای فیلم هستند، و برچسب‌های قابل جست‌وجویی را بر این اساس پیوست کنند، و ویژگی‌ها و تصاویر را در انبار داده‌های حسابرسان^{۲۴} ذخیره کنند. علاوه بر این، تحلیل‌های فیلم یادگیری عمیق، قادر به شناسایی چهره‌ی انسان، کشف اشیاء، و شناسایی مفاهیم و انواع احساسات، بر مبنای تقریباً در لحظه هستند، و سرعت پردازش فیلم نیز فوق‌العاده بالا و واضح است. برای مثال، نرم افزار یادگیری عمیق عرضه‌شده می‌تواند فیلمی یک و نیم دقیقه‌ای را در ۱۰ ثانیه تحلیل کند. فرایند مشاهده‌ی کنترل داخلی نیز حتی می‌تواند با استفاده از این فناوری، خودکار شود؛ و فیلم‌های ضبط‌شده توسط هواپیماهای بدون سرنشین در ادارات یا محیط‌های کاری بزرگ را تحلیل کند. نمایه ۳،

اطمینان هستند، مانند "نا حدی"، "ممکن است"، یا "نسبتاً"، به همراه تاخیر در پاسخ، می‌تواند علایم پنهان کاری یا دروغ‌گویی در نظر گرفته شوند. اگر چه موسسات حسابرسی برای کمک به حسابرسان خود به آنان آموزش کشف فریب‌کاری می‌دهند تا بتوانند پرچم‌های قرمز شفاهی را کشف کنند، ولی پردازش اطلاعات مصاحبه‌ها کاری بسیار دشوار است. زیرا مصاحبه‌شوندگان رفتارهای شفاهی بی‌شماری از خود نشان می‌دهند. به همین دلیل، تحلیل همه‌ی پاسخ‌های شفاهی یا برداشتن رونوشت متنی از آنها به‌صورت دستی کاری دشوار و غیرکارا برای حسابرسان است. حتی تحلیل متن‌های نوشته‌شده نیز هنوز کاری طاقت‌فرسا است.

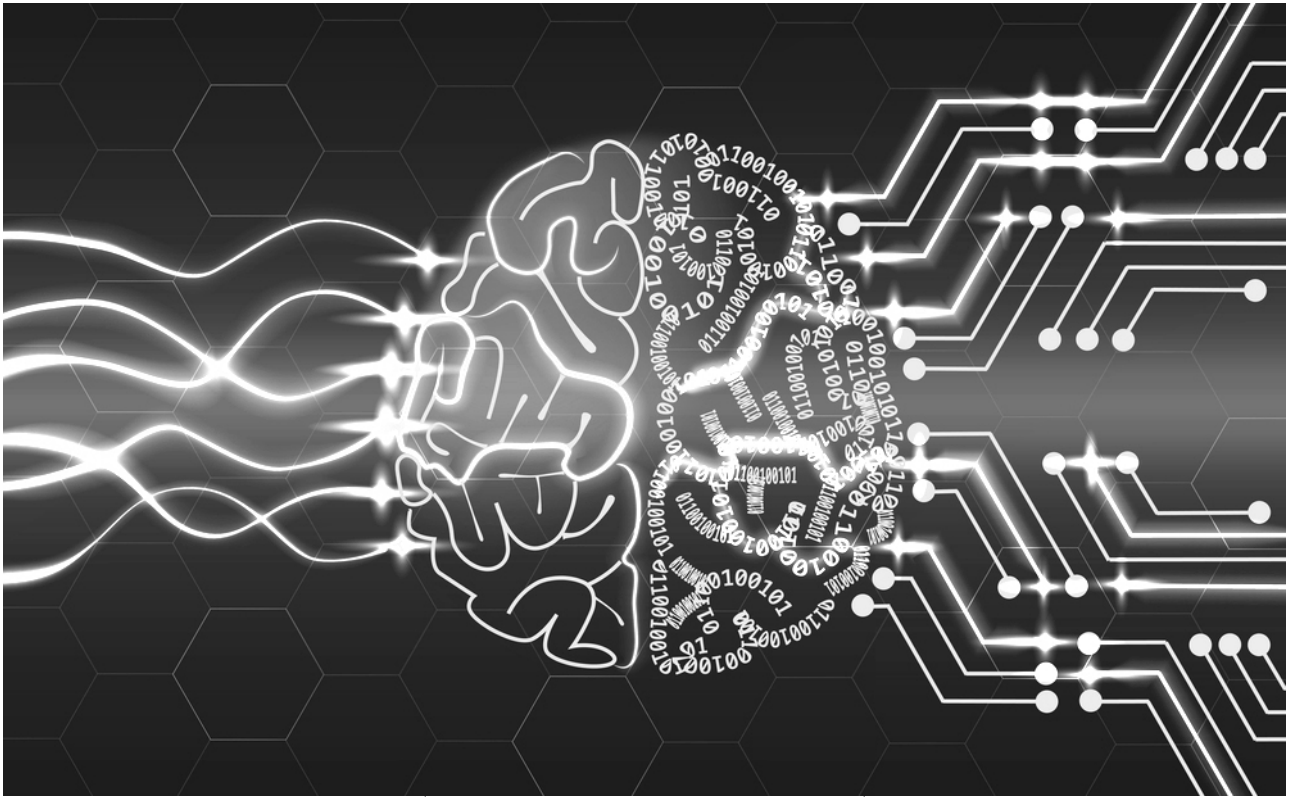
هم اکنون، کار تشخیص صدا در یادگیری عمیق، می‌تواند به‌صورت رونویسی و ترجمه‌ی همزمان سخنرانی، صرف نظر از سر و صدا یا لهجه‌های مختلف گویندگان، انجام شود، و تحلیل متن و استخراج احساسات، عوامل ریسک، و دیگر بینش‌ها را به‌طور مستقیم امکان‌پذیر کند. پژوهشگران در حال حاضر از عوامل تجسمی گفت‌وگو^{۲۱} (ECA) استفاده می‌کنند - که رابط‌های رایانه‌ای مستقل و قادر به انجام تعاملاتی مانند انسان هستند^{۲۲} - تا مصاحبه‌ها را به‌صورت خودکار انجام دهند. عوامل تجسمی گفت‌وگو، باتوجه به محدودیت‌های فنی، تنها پرسش‌های از پیش طراحی‌شده را می‌پرسند و پاسخ‌ها را ضبط می‌کنند^{۲۳}. این عوامل زمانی که با یادگیری عمیق یکپارچه شوند، ممکن است عوامل تجسمی گفت‌وگو قادر به خواندن علایم شفاهی فریبکاری باشد، و بدین ترتیب، بر مبنای پاسخ‌های مصاحبه، پرسش‌های بعدی را بپرسند. به همین ترتیب، دیگر اسناد شنیداری، مانند همایش‌های تلفنی، تماس‌های تلفنی، و نشست‌های پروژه، می‌توانند به‌صورت خودکار با فناوری یادگیری عمیق، پردازش شوند. نمایه ۲، داده‌های بالقوه‌ی ورودی و خروجی به‌همراه حوزه‌های کاربردی را برای تشخیص صدا مبتنی بر یادگیری عمیق نشان می‌دهد.

(برای مثال، مطبوعات منتشرشده، بخش ارائه‌ی یک همایش تلفنی). در مقایسه با محتوای آماده‌شده، محتوای آماده‌نشده ممکن است مملو از واژگان عامیانه، اصطلاحات، و سایر سرنخ‌های زبانی باشد که منعکس‌کننده‌ی فرایند شناختی گوینده است^{۱۹} و ممکن است ریسک‌های بالقوه‌ای را برای سرنخ‌ها ایجاد کند. نمایه ۱، مثال‌هایی از سندهای متنی، ویژگی‌های بالقوه‌ی خروجی‌ها، و کارهای حسابرس را نشان می‌دهد که در موارد یادگیری عمیق قابل کاربرد هستند.

تشخیص صدا

حسابرسان برای کسب اطلاعاتی از پیشینه‌ی محیط کسب و کار و صنعت صاحب‌کار، و گردآوری شواهد حسابرسی، با مدیران، حسابرسان داخلی، کارکنان، حسابرسان پیشین، بانکداران، مشاوران حقوقی، پذیرهنویسان، تحلیلگران، یا دیگر ذینفعان، مصاحبه می‌کنند. زبانی که این افراد استفاده می‌کنند، و این که طی مدت مصاحبه، چگونه به پرسش‌ها پاسخ می‌دهند، به اندازه‌ی پاسخ‌های آنان مهم است. زیرا ممکن است فریبکاری آنان را برملا کند. برای مثال، استفاده از اصطلاحاتی که نشان‌دهنده‌ی عدم

نمایه ۲ - ورودی، خروجی، و فرایندهای کاربردی حسابرسی برای یادگیری عمیق - مبتنی بر تحلیل صدا	
مثالها	
مصاحبه‌ها، همایش‌های تلفنی، تماس‌های تلفنی، نشست‌های پروژه، ارائه‌ها	داده‌های ورودی
ریسک فریبکاری، گرایش‌های احساسی، احساس، بنگاه، موضوع، مفهوم، واژه‌ی کلیدی، گوینده، اقدامات پیگیری‌کننده‌ی پیشنهادشده	ویژگیهای خروجی
پرس و جو، نظارت	فرایندهای کاربردی حسابرسی



داده‌های ورودی فیلم / تصویر، ویژگی‌های خروجی، و فرایندهای حسابرسی را نشان می‌دهد که کارکرد تحلیل فیلم و تصویر یادگیری عمیق، می‌تواند در مورد آن‌ها به کار رود.

پشتیبانی از قضاوت

علاوه بر انجام کارهای تکراری و مکانیکی، یادگیری عمیق راهی جدید را برای پشتیبانی از قضاوت حسابرسان و بهبود کیفیت حسابرسی فراهم می‌کند. صورت‌های مالی می‌توانند به صورت کلی اسکن شوند و اقلام صورت‌های مالی به‌طور خودکار به شواهد پشتیبانی‌کننده‌ی مربوط ارتباط داده شوند - مانند کلیپ‌های ویدئویی، مطبوعات منتشرشده، اخبار، توثیقات، و مصاحبه‌ها، به همراه ویژگی‌های داده‌های مرتبط (برای مثال کلیاتی از احساسات و موضع یک خبر) که با استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق استخراج شده‌اند. برای مثال، حسابرسان می‌توانند ویژگی‌هایی از داده‌ها را به‌منظور پیش‌بینی ریسک تقلب انتخاب کنند، سپس ویژگی‌های انتخاب‌شده با داده‌های مالی و

غیرمالی سنتی ترکیب می‌شوند تا مدل جدید پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری عمیق ایجاد شود.

یادگیری عمیق، با معرفی ویژگی‌های استخراج‌شده در این مورد مانند الگوریتم مناسبی برای پیش‌بینی عمل می‌کند. زیرا شمار پیش‌بینی‌کنندگان بسیار بزرگ‌تر از چیزی است که الگوریتم یادگیری ماشینی سنتی می‌تواند پردازش کند. برای هر ادعا، بسته به ماهیت و برچسب داده‌های آموزشی، خروجی مدل، مثلاً پیشنهاد سطح ریسک پیش‌بینی شده با آزمون‌های بیشتری بیشتر است.

پیاده‌سازی

حسابرسان می‌توانند فناوری‌های یادگیری عمیق را بدون داشتن تخصص و صرفاً با استفاده از خدمات ابری به اهرمی برای انجام کار خود تبدیل کنند. ولی برای بهبود پیش‌بینی الگوریتم‌های یادگیری عمیق، برای خودکارسازی حسابرسی و حمایت از قضاوت، مهم است که حسابرسان و متخصصان یادگیری ماشینی تلاش مشترکی انجام دهند تا مجموعه‌ای

از مواد آموزشی ویژه‌ی حسابرسی را ایجاد کنند (برای مثال، مجموعه‌ی داده‌های متنی از فرم‌های بورس) تا مدل‌های یادگیری عمیقی ایجاد شوند که به‌طور مشخص برای کارهای حسابرسی طراحی شده‌اند. گفتنی است، امروزه بازبازی داده‌های ویژه‌ی حسابرسی، آسان‌تر از چندین سال پیش است. خدمات داده‌ای مختلف، مانند سی‌کف^{۲۵}، به استفاده‌کنندگان اجازه می‌دهد تا اطلاعات مالی و غیرمالی را در پایگاه‌های داده‌ای جست‌وجو کنند که شامل میلیون‌ها ثبت در ثانیه هستند.

فرایندهای تحلیل داده باید به‌خوبی برنامه‌ریزی شوند تا بین منابع انسانی و فناوری موازنه برقرار کنند و اطمینان بدهند که حسابرسان مهارت‌های حرفه‌ای خود را تقویت می‌کنند، و با تمرکز بر اقلام دارای ریسک بالا که در یادگیری عمیق شناسایی شده‌اند، قضاوت می‌کنند. علاوه بر این، مقررات‌گذاران باید شروع کنند تا برای استفاده از فناوری تحلیل داده‌ها رهنمودهای لازم را در نظر بگیرند. در سپتامبر ۲۰۱۶، گروه‌های تحلیلگر داده‌ی

Journal of Information Systems, Fall 2013, <http://bit.ly/2qcBf4Z>

- 23- Matthew D. Pickard, Ryan Schuetzler, Joseph Valacich, and David A. Wood, "Next Generation Accounting Interviewing: A Comparison of Human and Embodied Conversational Agents as Interviewers," working paper, 2017
- 24- auditor's data warehouse
- 25- SeekiNF, <http://www.seekedgar.com>
- 26- IAASB
- 27- PCAOB
- 28- Changes in the Use of Data and Technology in the Conduct of Audits, <http://bit.ly/2qPdpOF>
- 29- Steven Harris
- 30- Technology and the Audit of Today and Tomorrow," speech at PCAOB/AAA annual meeting, Apr. 20, 2017, <http://bit.ly/2rtLtCD>

منبع:

Deep Learning and the Future of Auditing: How an Evolving Technology Could Transform Analysis and Improve Judgment, By Ting Sun and Miklos A. Vasarhelyi, PhD, The CPA Journal, June 2017.

تینگ سان: دانشجوی دکتری در گروه حسابداری و سامانه‌های اطلاعاتی مدرسه‌ی بازرگانی راتگرز (دانشگاه راتگرز)، نیوآرک، نیوجرسی.
میکلوس ای. وسارهییلی: دکتری سامانه‌های اطلاعاتی حسابداری از دانشگاه کالیفرنیا، استاد سامانه‌های اطلاعاتی حسابداری و مدیر مرکز پژوهش حسابداری دانشگاه راتگرز و آزمایشگاه حسابداری و گزارشگری پیوسته در گروه حسابداری و سامانه‌های اطلاعاتی مدرسه‌ی بازرگانی راتگرز، نیوآرک، نیوجرسی.

فاطمه قشقایی: دکتری حسابداری از دانشگاه الزهراء

view,2013, <http://bit.ly/2rlzj5Y>

- 9- Thinking Machine
- 10- Neuralyst Users Guide," Cheshire Engineering Corporation, 1994, <http://bit.ly/2qOM3bk>
- 11- Data Preprocessing Steps
- 12- "Overview of the IBM Watson Natural Language Understanding Service," IBM, <https://ibm.co/2rlsSQh>
- 13- Janet Wagner, "Deep Learning: 6 Real World Use Cases," AlchemyAPI, 2014, <http://bit.ly/2qczSTI>
- 14- Ting Sun, Yue Liu, and Miklos A. Vasarhelyi, "The Performance of Sentiment Feature of MD&As for Financial Misstatements Prediction," working paper, 2017
- 15- Kyunghye Yun, Lucas Hoogduin, and Li Zhang, "Big Data as Complementary Audit Evidence," Accounting Horizons, June 2015, <http://bit.ly/2rlFRlO>
- 16- AICPA
- 17- "2014 AICPA Survey on International Trends in Forensic and Valuation Services," <http://bit.ly/2q3avIT>
- 18- Jon Raphael, "How Artificial Intelligence Can Boost Audit Quality," CFO, June 2015, <http://bit.ly/2q301ZM>
- 19- Marina Druz, Alexander F. Wagner, and Richard J. Zeckhauser, "Tips and Tells from Managers: How Analysts and the Market Read between the Lines of Conference Calls," National Bureau of Economic Research, 2015, <http://bit.ly/2rKXiAH>
- 20- comment letter from sec
- 21- Embodied Conversational Agents (ECA)
- 22- Matthew D. Pickard, Mary B. Burns, and Kevin C. Moffit, "A Theoretical Justification for Using Embodied Conversational Agents to Augment Accounting-Related Interviews,"

هیئت استانداردهای بین‌المللی حسابداری و خدمات اطمینان‌بخشی^{۲۶} گزارشی را با عنوان "بررسی رشد روزافزون استفاده از فناوری در حسابداری" منتشر کردند، که به دنبال نظرخواهی برای تعیین این بود که آیا استاندارد بین‌المللی جدید یا تجدیدنظرشده یا رهنمودی در این زمینه نیاز است یا نه؟ هیئت نظارت بر حسابداری شرکت‌های عام^{۲۷} نیز پروژه‌ای پژوهشی را درباره‌ی تحلیل در حسابداری^{۲۸} اجرا کرده است. استیون هریس^{۲۹}، عضو آن هیئت، در گزارش نتایج آن پروژه درخواستی پرشور را برای تغییر تحول‌آفرین و نیاز به تجزیه و تحلیل در حسابداری منتشر کرد^{۳۰}.

نکته‌ی پایانی این که موسسات حسابداری کوچک و شاغلان انفرادی شاید هم اکنون نگران این باشند که آیا می‌توانند از این فناوری بسیار تجربی و گران‌قیمت استفاده کنند یا نه؟ خبر خوب این است که این صنعت هم اینک در حال تکامل است، و بی‌شک گزینه‌های پرداخت بر مبنای میزان استفاده در آینده در دسترس این حسابداران نیز خواهد بود. ولی در هر حال، حسابداران رسمی نیاز خواهند داشت تا شایستگی‌های آماری و فناوری اطلاعات خود را تقویت کنند.

پی‌نوشت‌ها:

- 1 - Deep Learning Technology
- 2 - Audit Automation
- 3 - Data-Intensive Technologies
- 4 - IBM Watson's deep learning-powered systems
- 5 - Kira Systems
- 6- Cognitive Capabilities
- 7- Nicolas Pinto, David D. Cox, and James J.8-DiCarlo, "Why is Real-World Visual Object Recondition Hard?" PLOS Computational Biology, Jan. 25, 2008, <http://bit.ly/2qMUuG4>
- 8- Robert D. Hof, "10 Breakthrough Technologies—Deep Learning," MIT Technology Re-