



یادگیری ماشینی وارد صنعت مراکز داده شده است و در حال تغییر چهره سرورهای ابرمقیاس و رک‌ها با تجهیزاتی مانند ASIC، GPU، FPGA و ابرکامپیوترها است. این فناوری‌ها تلاش می‌کنند قدرت محاسباتی سرورها و مراکز داده را برای آموزش سیستم‌های یادگیری ماشینی افزایش دهند. این فرآیند نیازمند درگیر شدن حجم زیادی از اطلاعات خام و خرد با کل سیستم است و به قدرت محاسباتی بالایی حتی فراتر از قدرت محاسباتی کنونی سرورها و سیستم‌های مراکز داده نیاز دارد. هدف نهایی این است که برنامه‌های کاربردی و سرویس‌هایی هوشمندتر و خودکارتر در عین حال با بهره‌وری بالاتر ساخته شود تا بتوانند هر روزه به ما خدمت کنند.

جی پارخ مدیر بخش مهندسی و زیرساخت فیسبوک می‌گوید: «در حال حاضر، هوش مصنوعی به بخش‌هایی از فیسبوک مانند Facebook Newsfeed قدرت مضاعفی بخشیده است.» وی اعتقاد دارد: «هوش مصنوعی به ما کمک کرده است تبلیغات بهتری به کار بگیریم و در نتیجه سایت‌هایی امن‌تر برای افرادی بسازیم که روزانه از فیسبوک استفاده می‌کنند.»

مطلب پیشنهادی



قبل از نصب یک آکواریوم در دفتر کار خود، دوباره فکر کنید
۱۲ عامل کمتر شناخته شده تضعیف وای‌فای در دفاتر کار

نورم جویی مهندس بخش سخت‌افزارهای برجسته گوگل نیز در این زمینه می‌گوید: «یادگیری ماشینی فرآیند ساخت برنامه‌های کاربردی هوشمند را دگرگون کرده است و به توسعه‌دهنده‌ها یاد می‌دهد چگونه این برنامه‌ها را بسازند، به طوری که مزیت‌های متعددی برای مشتریان داشته باشند. ما از دیدن این امکانات در زندگی روزمره هیجان‌زده هستیم.»

بخش قابل توجهی از قدرت محاسباتی مورد نیاز برای اجرای فرآیندهای یادگیری ماشینی در سرورها و مراکز داده صرف اجرای سرویس‌های مختلف روی بسترهای کلاود می‌شود. در نتیجه، سازندگان و ارائه‌دهندگان کلاود، فناوری‌ها و تکنیک‌های شتاب‌دهنده سخت‌افزاری را طراحی و تهیه کردند که به طور مشترک در سیستم‌های محاسباتی با کارایی بالا (HPC) به کار گرفته شده و رویکردی برای استفاده از یادگیری ماشینی در اکوسیستم‌های محاسباتی ابرمقیاس

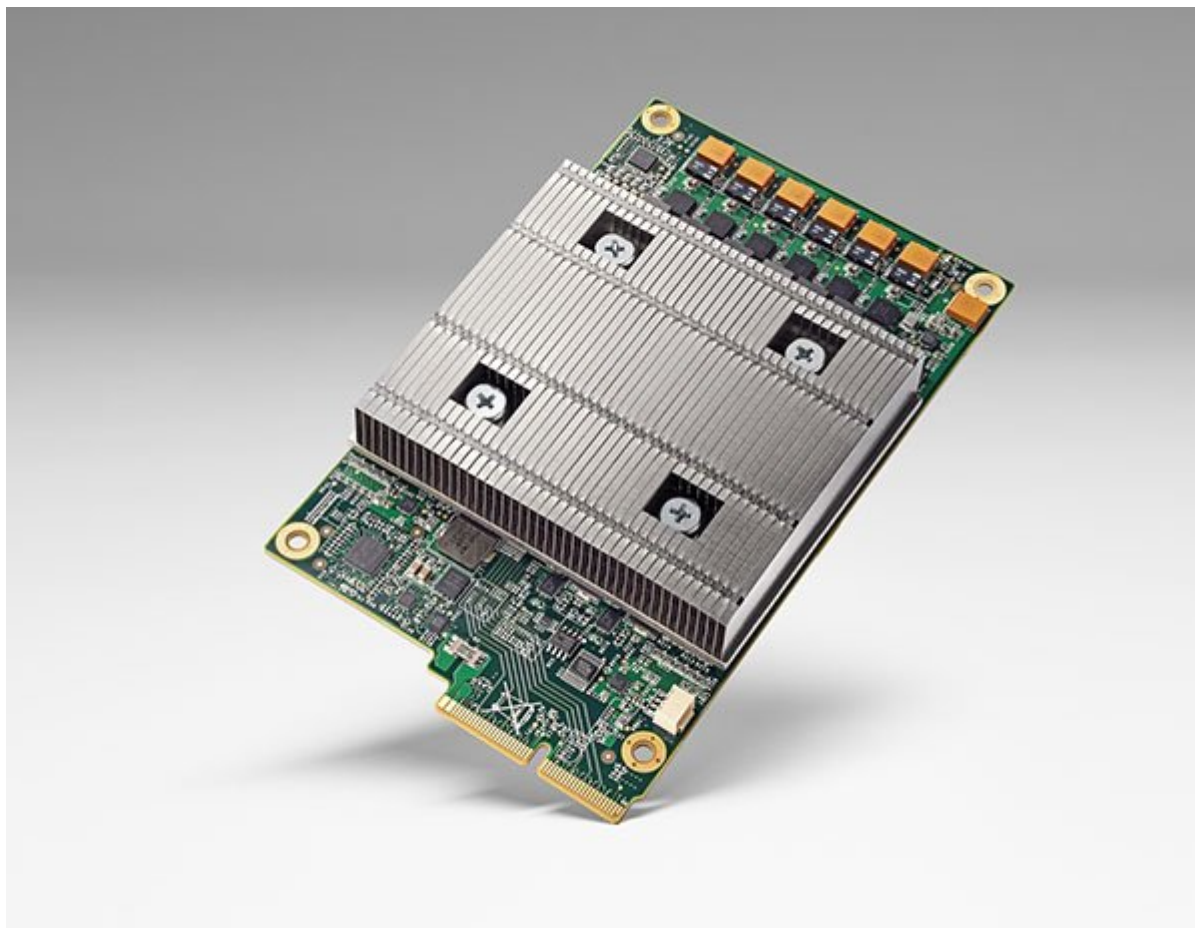
محسوب می‌شود.

در این صنعت شرکت‌های زیادی با یکدیگر به رقابت می‌پردازند، اما شاید بتوان از بزرگانی مانند گوگل، فیسبوک و آبی‌ام به‌عنوان بازیگران اصلی میدان نام برد که جنگ واقعی نیز میان همین‌ها است. این سه شرکت بر سر ورود به بازار مراکز داده با یکدیگر رقابت شدیدی دارند و البته در این میان دیگر شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات و پلتفرم‌های کلاودی و شرکت‌های سازنده پردازنده مانند اینتل و انویدیا نیز بیکار ننشسته‌اند.

سخت‌افزار TPU گوگل

شبکه‌های عصبی کامپیوترهای جدیدی هستند که با تقلید از فرآیندهای یادگیری مغز انسان سعی دارند چالش‌های جدید را حل کنند؛ فرآیندهایی که به قدرت‌های محاسباتی بسیار بالایی نیاز دارند. به‌همین دلیل، بازیگران اصلی صنعت محاسباتی به‌سوی سیستم‌ها و سرورهایی با پردازنده‌هایی فراتر از پردازنده‌های سنتی و رایج حرکت کردند و به‌دنبال ساخت سیستم‌هایی هستند که بتوانند نقش شتاب‌دهنده را ایفا کنند. یکی از این شتاب‌دهنده‌ها که در اواسط سال ۲۰۱۶ معرفی شد، چیپست جدید شرکت گوگل بود.

این شرکت از TPU (سرنام Tensor Processing Unit) رونمایی کرد که یک چیپست ASIC برای پلتفرم TensorFlow است. TensorFlow یک کتابخانه منبع باز یادگیری ماشینی است که توسط خود گوگل توسعه داده شده است. ASIC (سرنام Application Specific Integrated Circuits) نیز اصطلاحاً یک نوع چیپست است که می‌تواند برای کاربردهای خاصی سفارشی‌سازی شود. برای نمونه، اخیراً در سیستم‌های بیت‌کوین از انواع چیپست‌های ASIC استفاده شده است. گوگل با استفاده از چیپست TPU توانسته است تعداد عملیات بیشتری را در ثانیه روی یک سیلیکون فشرده‌سازی یا اصطلاحاً اجرا کند. (شکل ۱)



TPU - چیپست پردازنده پردازش تانسور (Tensor Processing Unit) گوگل، که در سال ۲۰۱۶ معرفی شد. این چیپست برای تسهیل اجرای عملیات محاسباتی در شبکه‌های عصبی عمیق طراحی شده است.

نورم جویی مهندس بخش سخت‌افزارهای برجسته گوگل در وبلاگ این شرکت می‌گوید: «بیش از یک سال است که توانستیم TPU را درون یک مرکز داده گوگل اجرا کنیم و یادگیری ماشینی برای ما به‌اندازه بهبود کارایی در هر وات بازدهی داشته است.» نورم یادآوری می‌کند این نتیجه با رشد فناوری در حدود هفت سال آینده برابری می‌کند و البته

این سرعت رشد نزدیک به سه برابر قانون مور است. چیپست‌های TPU روی بردهایی پیاده‌سازی شدند که با هارددیسک‌ها نیز مجتمع شده و به صورت یک اسلات روی رک‌های مراکز داده نصب می‌شوند. (شکل ۲)



شکل ۲- یک اسلات TPU در مرکز داده گوگل

گوگل از زیرساخت TPU برای قدرتمندسازی AlphaGo استفاده می‌کند؛ برنامه‌ای که توانسته است در لیگ بازی‌های Go فردی مانند Lee Sedol را شکست بدهد که نفر اول رتبه جهانی این بازی است. Go یک بازی سخت و پیچیده فکری است که معمولاً انسان‌ها در مقابله با کامپیوترها پیروز هستند و البته در چند سال اخیر رقابت نفس‌گیری با یکدیگر داشته‌اند. بازی Go همانند بازی شطرنج و دیگر بازی‌های مبتنی بر تخته، در میان انسان‌ها قدمت بسیار بالایی دارد و چندین هزار سال است که بازی می‌شود. اما کامپیوترها در چند سال اخیر شروع به بازی Go کردند و در این مدت کم به مدد هوش مصنوعی توانستند رقبای سرسختی برای انسان‌ها شوند و اکنون گوگل با استفاده از TPU و یادگیری ماشینی توانسته نفر اول لیگ جهانی Go را هم شکست بدهد. TPU به نرم‌افزار AlphaGo کمک کرد تعداد محاسبات و چالش‌های سخت‌تری را پردازش و حل کند و در نتیجه روش‌های بیشتری برای بازی در اختیار داشته باشد.

جوپی در وبلاگ گوگل می‌نویسد: «هدف ما این است که به رهبر بازار در حوزه یادگیری ماشینی تبدیل شویم و نوآوری‌های قابل دسترسی برای مشتریان خودمان بسازیم. ساختن و تعبیه تعداد زیادی TPU در یک پشته زیرساختی و سخت‌افزاری به ما اجازه می‌دهد شرکت گوگل را به قدرتی برسانیم که بتواند هرگونه نرم‌افزاری مانند TensorFlow و Cloud Machine Learning را با استفاده از ظرفیت‌های شتاب‌دهندگی پیشرفته‌ای توسعه دهد.»

قدرتمندسازی زیرساخت هوش مصنوعی فیسبوک با Big Sur

آزمایشگاه هوش مصنوعی فیسبوک از یک GPU برای شتاب‌بخشی به پردازش‌های عظیم اطلاعات و افزایش قدرت محاسباتی سیستم‌های یادگیری ماشینی خود استفاده می‌کند. پارلیخ می‌گوید: «ما سرمایه‌گذاری بسیار زیادی روی هوش مصنوعی در این زمینه داشتیم.» Big Sur یک سیستم مبتنی بر پلتفرم شتاب‌دهنده محاسباتی تسلا انویدیا است که از هشت هسته پردازشی GPU با توان مصرف انرژی حداکثری ۳۰۰ وات برای هر هسته سود می‌برد و از انعطاف‌پذیری بالایی در پیکربندی براساس کانکشن‌های PCI-e مختلف برخوردار است. سیستم Big Sur می‌تواند روی

یک سخت‌افزار رک منبع باز و انعطاف‌پذیر سوار شود و به راحتی در مراکز داده و سیستم‌های نیازمند پردازش‌های محاسباتی یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی نصب و راه‌اندازی شود. (شکل ۳)

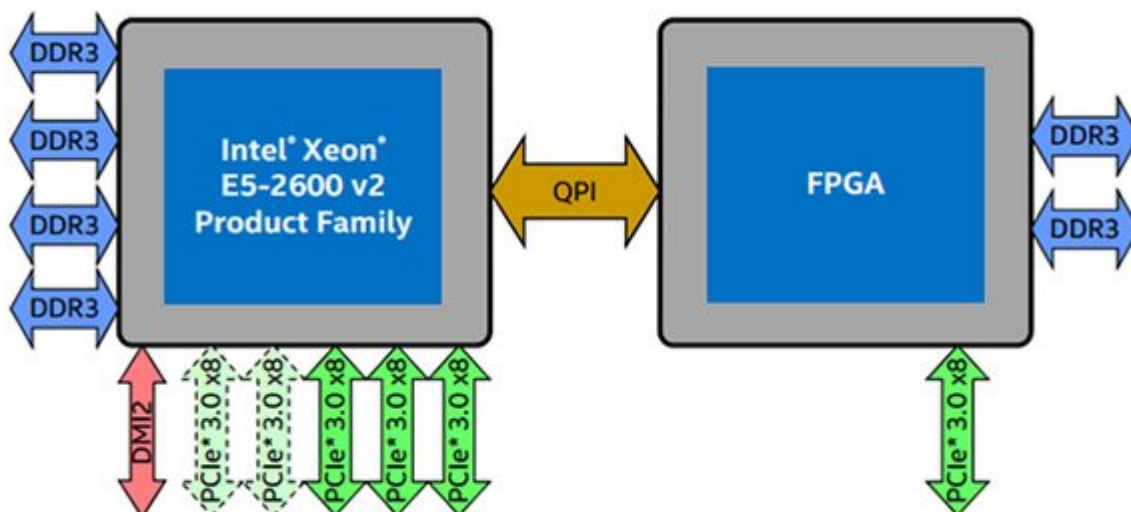


شکل ۳- Big Sur سرور رک منبع باز و انعطاف‌پذیر سوار شود و به راحتی در مراکز داده و سیستم‌های نیازمند پردازش‌های محاسباتی یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی نصب و راه‌اندازی شود.

فیسبک سرورهای جدید خود را بر این اساس بهینه‌سازی کرده است تا دما و حرارت بالایی را تحمل کنند و از سوی دیگر مصرف انرژی را بهینه کنند. این بهینه‌سازی‌ها به فیسبک اجازه می‌دهد، سرورهای جدید و سیستم شتاب‌دهنده محاسباتی Big Sur را در مراکز داده سنتی و فعلی در کنار دیگر سرورها و تجهیزات زیرساختی استفاده و اجرا کند. کارایی بالا و تأخیر پایین سیستم Big Sur به فیسبک اجازه می‌دهد اطلاعات بیشتری را در یک ثانیه پردازش کند و در نتیجه شبکه‌های عصبی در زمان‌های بسیار کمتری بتوانند آموزش ببینند. پارخ در این زمینه می‌گوید: «این یک بهبود قابل توجه در کارایی مراکز داده و یادگیری ماشینی است. ما می‌توانیم هزاران ماشین این‌چینی را در طول یک ماه نصب و مستقر کنیم. همچنین، می‌توانیم این فناوری را در محصولات دیگر پیاده‌سازی کنیم.»

تمرکز اینتل روی FPGA

در جبهه سخت‌افزار، به نظر می‌رسد شرکت انوبدیا بیشترین سود را از تمرکز روی یادگیری ماشینی در صنعت مراکز داده می‌برد. زیرا مرتباً پردازنده‌های محاسباتی گرافیکی (GPU) بهبودیافته را به بازیگران اصلی ابرمقیاس می‌فروشد. اما انوبدیا تنها سازنده پردازنده‌های محاسباتی یادگیری ماشینی نیست و اینتل نیز دوست دارد در این بازی بزرگ نقش داشته باشد. اینتل اخیراً نمونه‌هایی از یک ماژول تراشه‌ای را تست و رونمایی می‌کند که ترکیبی از چیپست‌های سنتی و مدارهای مجتمع دیجیتالی برنامه‌پذیر (FPGA) است؛ نیمه‌هادی‌هایی که قابلیت برنامه‌پذیری مجدد برای انجام کارهای خاص و سفارشی را دارند. چیپست‌های FPGA همانند چیپست‌های ASIC هستند و به کاربران اجازه می‌دهند قدرت‌های محاسباتی را برای برنامه‌های کاربردی و بار ترافیکی خاص بهبود و تقویت کنند. اما FPGA قابلیت برنامه‌پذیری مجدد برای کارهای جدید را هم دارند و یک گام پیشرفته‌تر از ASIC هستند. اینتل تمرکزش را روی چیپست‌های FPGA گذاشته است تا بتواند نسل جدیدی از محصولات برای بارکاری و کارهای خاص و سفارشی‌سازی شده در صنعت مرکز داده بسازد. اینتل در سال ۲۰۱۵ نزدیک به ۱۶ میلیارد دلار برای خرید شرکت Altera هزینه کرد. Altera بازیگر بزرگ و اصلی در استفاده از چیپست‌های FPGA و دیگر تجهیزات دیجیتالی برنامه‌پذیر (PLD) درون سیستم‌های خودکار صنعتی است.

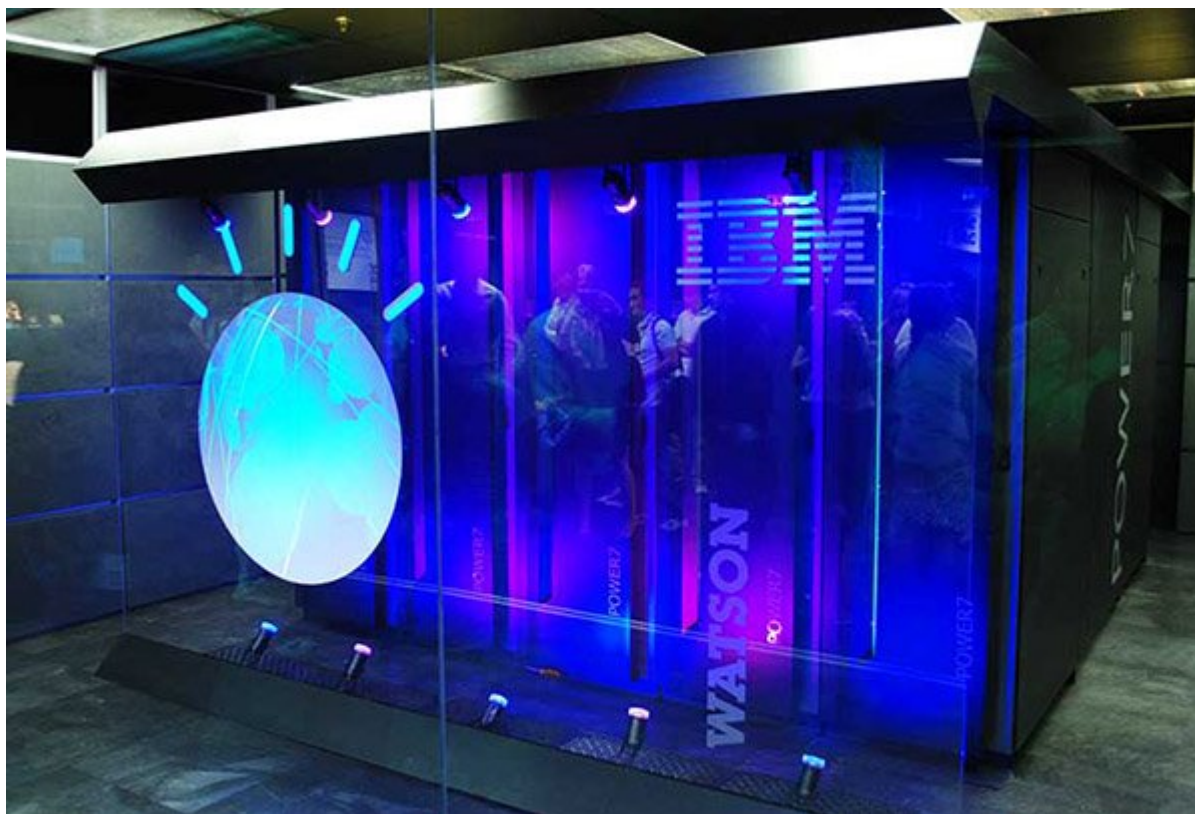


شکل ۴- اتصال بین پردازنده Intel Xeon E5-2600 v2 و FPGA از طریق رابط QPI و حافظه DDR3 و کارت‌های توسعه PCIe 3.0 x8.

روجن اسکیلرن مدیر بخش Cloud Service Provider Business اینتل در این زمینه می‌گوید: «ما باور داریم FPGA یک استراتژی بزرگ است. ما به‌همراه بسیاری از سازندگان OEM و مشتریان خود در حال توسعه FPGA هستیم و به‌زودی پیاده‌سازی و ساخت رسمی آن‌ها را در رودمپ (roadmap) خود می‌آوریم.» به‌طور ویژه، تمرکز اینتل روی گروه Super 7 از ارائه‌دهندگان خدمات کلاود است که نوآوری‌هایی در حوزه زیرساخت‌های ابرمقیاس پدید می‌آورند. Super 7 متشکل از شرکت‌های آمازون، فیسبوک، گوگل، مایکروسافت، علی‌بابا، بایدو و تنسنت است. اینتل برنامه‌ریزی کرده است تا سال ۲۰۲۰، بیش از ۳۰ درصد ارائه‌دهندگان خدمات کلاود از نودهای شتاب‌دهنده مبتنی بر چیپ‌ست‌های FPGA استفاده کنند. (شکل ۴)

حیله آبی‌ام: تسخیر بازار با واتسون

آبی بزرگ از روش دیگری می‌خواهد وارد دنیای هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی شود. آبی‌ام این روزها بیشتر روی مفهوم «محاسبات شناختی» (cognitive computing) مانور می‌دهد و می‌خواهد مشتریان و کاربران بزرگ و گسترده را با ابرکامپیوتر واتسون خود هدف قرار دهد. واتسون از سال ۲۰۱۱ و پس از شکست دادن رقبای معروف انسانی خود در بازی Jeopardy بر سر زبان‌ها افتاد. آبی‌ام سال به سال و گام به گام واتسون را به مهارت‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی بیشتری مجهز کرد و سعی داشت هوش مصنوعی را به سمت و سوی چالش‌های کنونی بازار هدایت کند تا از این طریق بتواند نشان بدهد ابرکامپیوتر واتسون چگونه مشکلات روزمره کاربران را حل می‌کند. در واقع، آبی‌ام مسیر متفاوتی از شرکت‌های دیگر برای حضور در عرصه میدان رقابتی یادگیری ماشینی انتخاب کرده است. (شکل ۵)



توسعه داده‌ها، به‌طور جدی روی توسعه‌دهنده‌ها تمرکز کردیم و به مردم کمک می‌کنیم از ۰ تا 100 را در

کمیتر زمان ممکن برونند.»
 سرویس ارائه بدهیم. ما به‌طور جدی روی توسعه‌دهنده‌ها تمرکز کردیم و به مردم کمک می‌کنیم از ۰ تا 100 را در استفاده کنند، از فناوری‌های واتسون سود ببرند. ما به‌سمتی حرکت می‌کنیم که فناوری را همانند یک مدل سلف آبرامز می‌گوید: «ما واتسون را طوری ساختیم تا شرکت‌هایی که نمی‌توانند به‌طور معمول از کسب و کار آی‌بی‌ام بهره‌دهند. بعد وارد صنایع غذایی و آشپزی می‌شود. همین‌طور از بازار بورس و ساخت فیلم‌های علمی تخیلی سر مد نظر مشتریان را اجرا کند. امروزه شاهدیم که واتسون در بیمارستان‌ها حضور پیدا می‌کند و یک زن سرطانی را داشته باشد. این شرکت با کمک آی‌بی‌ام و Cloud APIS (رابط برنامه‌نویسی برنامه‌های کاربردی) می‌تواند مدل‌های خاص خود را بسازند. آی‌بی‌ام می‌تواند تعامل‌های بسیار درگیرانه و مشترک با کاربران حرفه‌ای و بسیار بزرگ خود واتسون چگونه می‌تواند یک برنامه کاربردی خاص بسازد و مشتریان چگونه می‌توانند با کمک واتسون نرم‌افزارهای DataCenterDynamics Enterprise نیویورک که اواسط سال ۲۰۱۶ میلادی برگزار شد، به همه حاضران نشان داد. ما شاهد رشد عظیمی از اطلاعات بودیم. اطلاعاتی که هیچ ساختاری نداشتند. تا به امروز، بسیار سخت بوده که اطلاعات را مهار و مدیریت کنیم و آستیون آبرامز مهندس برجسته مرکز تحقیقاتی توماس واتسون آی‌بی‌ام می‌گوید: «ما شاهد رشد عظیمی از اطلاعات آی‌بی‌ام می‌گوید واتسون یک ابزار بسیار قدرتمند برای شرکت‌هایی است که می‌خواهند از کلان‌داده سود ببرند. است. واتسون یاد گرفته است چگونه با استفاده از اطلاعات خام، خود را برنامه‌ریزی و دستورالعمل صادر کند. واتسون متشکل از مجموعه بسیار زیادی الگوریتم و نرم‌افزار پیاده‌سازی و اجرا شده روی سرورهای Power 750

در می‌آورد.
 آبرامز می‌گوید: «ما واتسون را طوری ساختیم تا شرکت‌هایی که نمی‌توانند به‌طور معمول از کسب و کار آی‌بی‌ام استفاده کنند، از فناوری‌های واتسون سود ببرند. ما به‌سمتی حرکت می‌کنیم که فناوری را همانند یک مدل سلف سرویس ارائه بدهیم. ما به‌طور جدی روی توسعه‌دهنده‌ها تمرکز کردیم و به مردم کمک می‌کنیم از ۰ تا 100 را در



IBM Watson - DataCenterDynamics Enterprise

در پنل واتسون در رویداد DataCenterDynamics Enterprise، مشتریان مختلف توضیح دادند که چگونه توانستند با استفاده از واتسون اپلیکیشن‌های خود را بسازند. برای نمونه:

- PurpleForge واتسون را طوری آموزش داده است تا به مهندسان خود پاسخ‌های سریعی بدهد و بتواند سؤالات بخش پشتیبانی را جواب دهد. واتسون تمام دفترچه راهنماها و جزئیات متنی در دسترس را مطالعه کرده و با استفاده از آن‌ها توانسته است یک دانش (یک شاخه علمی) را وارد یک پایگاه داده کند. این پایگاه داده می‌تواند به سؤالات در کمترین زمان به زبان طبیعی محاوره‌ای انسان پاسخ دهد. برایان هارلی رییس و مدیرعامل PurpleForge می‌گوید: «واتسون اجازه داد کارهایی انجام بدهیم که هرگز تصور نمی‌کردیم در دنیای امروزی امکان‌پذیر باشند.»
- SparkCognition یک استارت‌آپ در حوزه امنیت اطلاعات است و از واتسون برای جمع‌آوری بانک‌های اطلاعاتی آسیب‌پذیری‌ها و فهرست‌سازی استفاده کرده است. در گام بعدی، از واتسون و این بانک‌های اطلاعاتی برای ارائه مشاوره‌های بی‌درنگ به متخصصان امنیتی سود می‌برد. استوارت گیلن مدیر بخش توسعه کسب و کار این استارت‌آپ می‌گوید: «ما از واتسون برای شتاب‌بخشی به ارائه راهکارهای مبتنی بر زمان برای جلوگیری از تهدیدات استفاده کردیم.»

- Equals 3 Media به بازارهای دیجیتالی اجازه می‌دهد از تحلیل‌های کلان‌داده برای اصلاح تبلیغات و آگهی‌های خود در جهت نیازهای کاربران و منافع خود استفاده کنند. Equals 3 از قابلیت «بینش شخصیت» (personality insights) واتسون برای جست‌وجو در شبکه‌های اجتماعی، داده‌کاوی، استخراج اطلاعات و نشانه‌های مفید مورد نیاز آگهی‌دهنده‌ها سود برد. برای نمونه، واتسون می‌تواند با استفاده از بینش شخصیت در بازار خودرو، از روی خودروی هر کاربر به علایق و برخی ویژگی‌های شخصیتش پی ببرد. مثلاً یک فرد علاقه‌مند به خودروهای با کارایی و سرعت بالا، شخصیتی ماجراجویانه دارد و کاربر دیگری با علاقه‌مندی به خودروهای امن و مطمئن، ممکن است شخصیتی مهربانانه و مادرانه داشته باشد.

بینش شخصیت یکی از جنبه‌های جذاب و کاربردی یادگیری ماشینی است که می‌تواند سطح کاربران، علایق و شخصیت‌های آن‌ها را برملا کند. واتسون همانند شبی در آسمان است که همه‌چیز را می‌داند.

مدل تحویل کلاود

چه از واتسون استفاده شود یا هر سرویس محاسباتی دیگری واضح است که کلاود مدل اول و بلامنازع تحویل و ارائه خدمات یادگیری ماشینی به مشتریان است. گوگل، مایکروسافت، آمازون و وب سرویس همه در حال حاضر از خدمات مدیریتی کامل روی پلتفرم‌های کلاود استفاده می‌کنند که اجازه قابلیت‌های تحلیل اطلاعات و ساخت برنامه‌های کاربردی یا خدمات جدید را می‌دهد.

در نتیجه، استفاده از سخت‌افزارهای پشتیبانی یادگیری ماشینی در مراکز داده ابرمقیاس به یک ضرورت و اولویت

اول تبدیل شده است. این سخت‌افزارها باید بتوانند مراکز داده را در سطح بسیار بالایی برای بهره‌وری‌های فوق‌العاده و بار کاری بسیار حساس سفارشی‌سازی کنند. این خدمات نسبتاً جدید هستند و هنوز مشخص نیست اکوسیستم کلاود این خدمات را روی کلاودهای ثالث نگهداری می‌کند یا به سوی کاربران نهایی سوق می‌دهد. آنچه مسلم است، این خدمات جدید باعث تغییر آرایشی در اکوسیستم کلاود و شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات محاسباتی روی کلاود می‌شود. اما برای صنعت مرکز داده، مزایای به‌کارگیری یادگیری ماشینی تنها به سخت‌افزار محدود نمی‌شود. گوگل از یادگیری ماشینی برای بهبود مصرف انرژی و بهره‌وری سیستم‌ها و خنک‌کننده‌ها سود می‌برد.

گوگل از یادگیری ماشینی برای بهبود مصرف انرژی و بهره‌وری سیستم‌ها و خنک‌کننده‌ها سود می‌برد.

جو کاوا معاون بخش عملیات مراکز داده گوگل می‌گوید: «ما از شبکه‌های عصبی برای رسیدن به مرزهای جدیدی از بهره‌وری در سرورهای مراکز داده خود رسیدیم، حتی فراتر از آن چیزی که مهندسان ما در تجزیه و تحلیل‌های خود بیان می‌کردند.» کاوا ادامه می‌دهد: «مراکز داده ما بسیار بزرگ و پیچیده هستند. تعداد بسیار زیاد پارامترها و عوامل عملیاتی باعث شده‌اند افراد معمولی اِدا نتوانند درکی از چگونگی بهینه‌سازی یک مرکز داده گوگل داشته باشند. اما برای کامپیوترها این عوامل بی‌اهمیت و پیش‌پاافتاده هستند و به سرعت می‌توانند فهرستی از تنظیمات برای بهینه‌سازی مرکز داده به شما بدهند.»

کاوا تأکید می‌کند: «ما در چند سال گذشته الگوریتم‌هایی را توسعه داده و آن‌ها را براساس میلیاردها نقطه اطلاعاتی در سراسر مراکز داده گوگل در جهان آموزش دادیم. در حال حاضر، ما با استفاده از یادگیری ماشینی به تیم‌های تجسم اطلاعات خود کمک می‌کنیم، به طوری که تیم عملیات مرکز داده می‌داند چگونه باید سیستم‌های تأسیسات و توزیع برق را نصب و راه‌اندازی کند تا حداکثر بهره‌وری و بهینه‌سازی برای هر روز یک مرکز داده به دست بیاید.» در آخرین موارد استفاده، شبکه عصبی توانایی پیش‌بینی بهره‌وری مصرف انرژی مراکز داده گوگل با ۹۹.۶ درصد را داشتند. یادگیری ماشینی مجموعه‌ای از توصیه‌ها و تنظیمات کوچک را پیشنهاد می‌دهند که در نظر اول چندان مؤثر نیستند، ولی هنگامی که در سراسر یک مرکز داده و هزاران سرور و تجهیزات ذخیره‌سازی مختلف اجرا شدند، به یک باره به صرفه‌جویی و بهره‌وری عمده‌ای منجر می‌شوند.

منبع:

دیتاست فرونتیر
تاریخ انتشار:
29 فروردین 1396

نشانی منبع: <https://www.shabakeh-mag.com/networking-technology/7524>