

هوش مصنوعی، پلی به سوی واکسن کووید ۱۹



«ادوارد جنر» در کودکی شنیده بود که افرادی که شیر گاو را می‌دوشند، پس از ابتلا به آبله‌ی گاوی هرگز به بیماری آبله مبتلا نمی‌شوند. پس از اینکه جنر پزشک شد و با بیماران آبله مواجه شد، به بی‌فایده بودن تلاش‌هایش برای درمان این بیماری پی برد. او تحقیق کرد و دریافت شیردوشان تقریباً هرگز، حتی وقتی از مبتلایان به آبله پرستاری می‌کنند، دچار آبله نمی‌شوند. به فکرش رسید که آبله‌ی گاوی را به افراد تلقیح کند و آن‌ها را از ابتلا به بیماری مرگبار آبله مصون سازد.»

این داستان ساخت اولین واکسنی است که بشر توانسته علیه بیماری‌های عفونی بسازد؛ معجونی جادویی که تاکنون جان میلیون‌ها و شاید هم میلیارد‌ها انسان را از بیماری‌های مختلف نجات داده است و تاثیر و نجات‌بخش بودن آن بر کسی پوشیده نیست. با شروع پاندمی کووید ۱۹، تمام نگاه‌ها به شرکت‌های داروسازی و موسسات تحقیقاتی واکسن‌سازی در دنیا معطوف شد. بسیاری از دانشمندان و اندیشمندان جهان تنها راه غلبه بر این بیماری و بازگشت به شرایط عادی را ساخت واکسنی موثر می‌دانند. مراحل مختلفی طی می‌شود تا یک واکسن موثر و طولانی اثر برای یک بیماری عرضه شود. تحقیقات و تست‌های مختلف، هزینه‌های زیادی دارند و این فرایند به طور میانگین ۱۵ تا ۲۰ سال به طول می‌انجامد. اما در طی همه‌گیری، محققان از روش‌های مختلفی برای پیش‌برد هر مرحله در سریع‌ترین زمان ممکن استفاده می‌کنند.

در این مقاله قصد داریم نقش هوش مصنوعی در ساخت واکسن‌ها به ویژه واکسن کووید ۱۹ را بررسی کنیم.

پدید آمدن یک پاتوژن تا ارائه واکسن

برای درک بهتر از اینکه هوش مصنوعی چه کمکی به بشر در ساخت واکسن می‌کند، ابتدا بهتر است نگاهی اجمالی به مراحل مختلف ساخت واکسن داشته باشیم.



شکل ۱

مرحله اول: تحقیقات پیش بالینی

می‌توان از آن به عنوان مهم‌ترین مرحله ساخت واکسن نام برد. هدف از این مرحله یافتن راهی امن برای معرفی عوامل عفونی به سیستم دفاعی بدن است. به زبان ساده به بدن اطلاعات لازم برای ایجاد آنتی‌بادی‌هایی که قادر به مبارزه با یک عفونت واقعی هستند، داده می‌شود. روش‌های زیادی برای ایجاد ایمنی وجود دارد.

واکسن‌ها انواع مختلفی دارند، از جمله کشته شده (killed)، زنده تخفیف حدت یافته (live attenuated)، کمپلکس ایمنی، نو ترکیب، subunit و غیره. هر کدام از این واکسن‌ها فواید و مشکلات خود را دارند و همه‌ی آن‌ها به تحقیقات زمان‌بر نیاز دارند. بنابراین بهترین راه برای سرعت بخشیدن به این روند آن است که شرکت‌ها و موسسات تحقیقاتی مختلف، همزمان روی مدل‌های مختلف کار کنند و تکنولوژی‌های روز دنیا را برای سرعت بخشیدن به این روند استفاده کنند. این استراتژی به جز امتحان کردن راه‌های مختلف سبب ایجاد رقابت نیز می‌شود؛ به طور مثال این استراتژی رقابتی سبب طراحی واکسنی تنها در ۴۲ روز برای کووید-۱۹ شد. البته آزمایش‌پذیر بودن به معنای موفقیت‌آمیز بودن این

واکسن‌ها نیست اما مدل‌هایی که ایمن قلمداد می‌شوند و قابل تکرار هستند، می‌توانند به مرحله‌ی آزمایش بالینی بروند در حالیکه شرکت‌های دیگر به بررسی گزینه‌های دیگر می‌پردازند.

چه در طی ۲ ماه واکسن قابل آزمایش تولید شود چه در ۲ سال، مرحله‌ی بعدی اغلب طولانی‌ترین و غیرقابل پیش‌بینی‌ترین مرحله است.

مرحله دوم: آزمایش‌های بالینی

شامل سه فاز است که در طی هر فاز چندین آزمایش انجام می‌شود. آزمایش‌های فاز اول بر شدت پاسخ ایمنی ایجاد شده متمرکز است و سعی می‌کند ایمنی و موثر بودن واکسن را بررسی کند.

آزمایش‌های فاز دوم بر تعیین دوز مناسب و برنامه زمان‌بندی توزیع میان جمعیت بیشتر، متمرکز است. آزمایش‌های فاز سوم، ایمنی را در کل جمعیت استفاده‌کننده از واکسن تعیین و عوارض جانبی نادر و واکنش‌های منفی را نیز مشخص می‌کند.

با توجه به تعداد متغیرها و تمرکز بر ایمنی طولانی‌مدت، سرعت بخشیدن به آزمایش بالینی بسیار دشوار است. در شرایط بحرانی مانند همه‌گیری کووید-۱۹ ممکن است محققان چندین آزمایش را همزمان در یک مرحله انجام دهند اما هنوز هم نیاز به رعایت ضوابط ایمنی سختگیرانه وجود دارد. گاهی اوقات، آزمایشگاه‌ها می‌توانند با استفاده از روش‌های درمانی که پیش از این صحت آن‌ها تایید شده‌است، این روند را تسریع بخشند. در سال ۲۰۰۹، محققان واکسن آنفلوآنزای فصلی را برای پیشگیری از H1N1 را ارائه دادند. با این حال، این روش فقط در هنگام برخورد با عوامل بیماری‌زای آشنا که دارای طراحی واکسن کاملاً اثبات شده هستند، کار می‌کند.

مرحله سوم: تولید انبوه

پس از آزمایش موفقیت‌آمیز فاز سوم، یک مرجع نظارتی ملی و یا جهانی مانند سازمان غذا و داروی آمریکا و سازمان جهانی بهداشت نتایج به‌دست آمده را بررسی کرده و بی‌خطر و موثر بودن آن را برای تولید انبوه تایید می‌کنند. هر واکسن ترکیبی از اجزای بیولوژیکی و شیمیایی دارد که برای تولید به یک خط تولید ویژه احتیاج دارد. برای شروع تولید، برنامه‌های تولید باید به

موازات تحقیق و آزمایش طراحی شوند که این موضوع مستلزم هماهنگی مداوم میان آزمایشگاه‌ها و تولیدکنندگان واکسن است.

هوش مصنوعی چیست؟

به صورت خلاصه در هوش مصنوعی اتفاقی به این شرح می‌افتد: داده‌های ورودی و داده‌های خروجی به ماشین داده می‌شود و همانند مغز انسان، از ماشین می‌خواهیم روابط میان این داده‌ها را که همان برنامه است، پیدا کند. در واقع با تنظیم و وزن‌دهی شبکه‌های عصبی، می‌تواند با مشاهده داده‌ی ورودی، داده‌ی خروجی را تشخیص دهد. از سال ۲۰۱۲ نقش هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف به‌ویژه در حوزه‌ی بهداشت و سلامت پررنگ‌تر شده است. شاخه‌های گوناگونی از هوش مصنوعی در دانش‌های رایانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که برخی از این شاخه‌ها عبارتند از:

- یادگیری ماشین (Machine Learning)
- شبکه عصبی مصنوعی (Neural Networks)
- بینایی ماشین (Machine Vision)
- سامانه‌های خبره (Expert System)
- پردازش زبان طبیعی (NLP)
- الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm)
- مفاهیم مرتبط با رباتیک (Robotic)

هوش مصنوعی به ما در زمینه ساخت واکسن چگونه کمک می‌کند؟

در سال‌های اخیر، محققان در زمینه‌ی ایمنی‌شناسی و یادگیری ماشین بسیاری از روش‌های ساخت واکسن‌های ویروسی را مدل‌سازی کرده‌اند.

مرحله‌ی اولی که هوش مصنوعی در ساخت واکسن، می‌تواند کمک بسیاری کند، تحلیل داده‌های گذشته و انتخاب و شناسایی بهترین اپی‌توپ و آنتی‌ژن است.

در این مرحله محققان تمامی داده‌های مورد نیاز برای ساخت واکسن مانند تجربه‌ی استفاده از واکسن‌ها در گذشته، عوامل موثر در پاسخ سیستم دفاعی به واکسن و غیره را به دقت جمع‌آوری می‌کنند. همچنین عواملی را که ممکن است تاثیر منفی در نتیجه داشته باشند، از داده‌ها حذف و ویژگی‌های موثر را شناسایی می‌کنند. این کار سبب کاهش زمان آماده‌سازی هوش مصنوعی و دقیق‌تر بودن نتایج به‌دست آمده می‌شود.

۳ نوع اصلی از روش‌های انتخاب ویژگی وجود دارد که می‌تواند در سیستم واکسن‌ولوژی سیستم اعمال شود:

۱- filter

۲- wrapper

۳- embedded

این روش‌ها از نظر ترکیب الگوریتم و مدل یادگیری ماشین متفاوت هستند. روش‌های انتخاب ویژگی می‌تواند براساس اندازه‌ی مجموعه داده و پیچیدگی نتیجه باشد. همچنین، روش‌های filter اغلب می‌توانند با روش‌های wrapper یا embedded ترکیب شوند.

یکی از فاکتورهای اصلی در ساخت واکسن این است که چه قسمت‌هایی از ویروس می‌تواند توسط آنتی‌بادی‌ها، پروتئین‌های تولیدشده توسط سلول‌های B، مورد هدف قرار گیرد. این پروتئین‌ها می‌توانند از ورود ویروس به سلول و انتشار ویروس در بدن جلوگیری کنند. فاکتور اصلی دیگر این است که چه قسمتی از ویروس در سطح سلول انسان ارائه می‌شود و یک سلول را عفونی می‌کند تا توسط سلول‌های T از بین برود. محققان مدل‌های یادگیری ماشین را آموزش داده‌اند تا قدرت پیش‌بینی این روندها را داشته باشند. با استفاده از چنین مدل‌هایی، می‌توانیم قسمت‌هایی از ویروس را که ایمنی‌زا هستند و باید در واکسن استفاده شوند، بهتر انتخاب کنیم. نکته‌ی مهم در طراحی این مدل‌ها پایش دائم اطلاعات است.



شکل ۲



شکل ۳

واکسن آنفولانزا، اولین واکسن هوش مصنوعی در دنیا

برای اولین بار در جولای سال ۲۰۱۹ یک واکسن آنفولانزای انسانی توسط هوش مصنوعی در دانشگاه فلیندرز استرالیا - با استفاده از هوش مصنوعی معروف به شیمی‌دان مصنوعی - طراحی و ساخته شد. اگرچه در گذشته از رایانه‌ها برای ساختن دارو و واکسن استفاده می‌شد اما این نخستین باری بود که به شکل کاملاً مستقل توسط هوش مصنوعی این روند انجام می‌شد.

هنگامی که این هوش مصنوعی برخی از درمان‌های بالقوه را شناسایی کرد، محققان آن‌ها را در آزمایشگاه بازآفرینی کرده و اثرات آن‌ها را روی سلول‌های انسان آزمایش کردند. این هوش مصنوعی بیش از ۳۰ هزار ترکیب جدید را در ۲۱ روز بررسی کرده بود.

پتروفسکی سرپرست گروه تحقیقاتی گفته است که این آزمایش‌ها نشان داد که این هوش مصنوعی نه تنها روش‌های خوبی را انتخاب کرده بلکه در واقع ترکیباتی را پیدا کرده که از روش‌های درمانی بهتر عمل می‌کنند. این ترکیب‌ها و روش‌ها سپس در حیوانات آزمایش شد تا توانایی آن‌ها در تقویت اثر واکسن آنفولانزا را تایید کند. این واکسن در واقع نمونه‌ی بهتر و موثرتر از واکسنی است که در گذشته ساخته شده بود.

تحقیقات این گروه با آزمایش‌های بالینی ۱۲ ماهه در ایالات متحده در حال انجام است. بودجه این آزمایش‌ها توسط انستیتوی ملی آلرژی و بیماری‌های عفونی ایالات متحده تامین شده‌است. هدف از این مطالعه تجزیه و

نقطه‌ی قوت هوش مصنوعی در این مراحل پیش‌بینی اثر متقابل peptide-MHC است. با کمک هوش مصنوعی می‌توان تمام اثرات متقابل واکسن در بدن انسان و حیوانات را پیش‌بینی و بهترین راهکار را انتخاب کرد.

مرحله‌ی دیگری که هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در آن داشته باشد، پیش‌بینی ایمنی ایجادشده در بدن در جمعیت و عوارض واکسن پیش از تولید اولیه است. در این مرحله احتیاج به داده‌هایی از قبیل اطلاعات ژنتیکی جمعیت‌های مختلف است. در این قسمت هوش مصنوعی می‌تواند پیش‌بینی کند که واکسن در طی چه مدت زمان، تیر مطلوب را در بدن ایجاد می‌کند. پیش‌بینی ایمنی ایجادشده توسط یادگیری ماشین تاکنون در مورد واکسن‌های مالاریا، تب‌زد و آنفولانزا امتحان شده و نتایج موفقی نشان داده است.

در واقع هدف اصلی تکنیک‌های یادگیری ماشین استفاده از مجموعه‌ای از داده‌های شناخته‌شده برای آموزش مدل جهت کشف ترکیبی از ژن‌ها و پارامترهایی است که نتیجه‌ی واکسیناسیون را به بهترین وجه پیش‌بینی می‌کند. این مرحله با هدف انتخاب واکسیناسیون یا گروه‌های واکسنی برای آموزش و آزمایش مدل انجام می‌شود. در حالت ایده‌آل، مجموعه آزمایش باید شامل واکسن‌های یک گروه مستقل مانند انواع مختلف واکسن آنفولانزا باشد.

هوش مصنوعی شاید در آینده بتواند موفقیت آزمایش‌های بالینی واکسن را پیش‌بینی کند!

نکته‌ی مهم این است که هوش مصنوعی در حال حاضر نمی‌تواند موفقیت آزمایش‌های انسانی را پیش‌بینی کند اما با مشاهده‌ی تمام پارامترها و کشف الگوهایی که مغز انسان قادر به تحلیل آن نخواهد بود، می‌تواند داده‌های چندین آزمایش را تحلیل کند. با پیشرفت کاندیداهای واکسن به فاز دوم و سوم آزمایش بالینی، هزاران داوطلب واکسن را دریافت خواهند کرد. با این وجود هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل سریع داده‌های بالینی و ایمنی بسیار کارآمد است.

اولین استفاده از یادگیری ماشین در ساخت واکسن

در سال ۲۰۰۷ شرکت vaxijen نخستین شرکتی بود که از یادگیری ماشین برای طراحی واکسن استفاده کرد و نتایج خوبی از پیش‌بینی آنتی‌ژن مناسب به دست آورد.

مدرنا

دست در دست هوش مصنوعی

برای تولید واکسن کووید-۱۹

معرفی واکسن MRNA-1273 برای آزمایش فاز اول، تنها ۴۲ روز پس از اولین توالی‌یابی ویروس کووید-۱۹



همکاری با Amazon web service و استفاده از هوش مصنوعی برای ساخت واکسن کووید-۱۹



در ۱۶ نوامبر ۲۰۲۰ شرکت مدرنا اعلام کرد براساس نتایج اولیه این واکسن توانسته در حدود ۹۴٫۱ درصد از آزمایش‌شوندگان را از ابتلا به کرونا مصون کند.





مدرنا دست در دست هوش مصنوعی

مدرنا از پیشتازان ساخت واکسن کووید-۱۹ در جهان است. این شرکت در همان روزهای ابتدایی همه‌گیری، شروع به ساختن واکسن کووید-۱۹ کرد. مدرنا با همکاری amazon web service و با استفاده از زیرساخت‌های این مجموعه شروع به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از هوش مصنوعی کرده و توانست ۴۲ روز پس از اولین توالی‌یابی ویروس کووید-۱۹، واکسن MRNA-1273 خود را برای آزمایش فاز اول به موسسه‌ی بهداشت ملی ایالات متحده آمریکا (NIH) تحویل دهد.

در ۱۶ نوامبر ۲۰۲۰ شرکت مدرنا اعلام کرد براساس نتایج اولیه، این واکسن توانسته نزدیک به ۹۴/۱ درصد از آزمایش‌شوندگان را از ابتلا به کرونا مصون کند و می‌توان این واکسن را به مدت یک ماه در دمای یخچال (۲ تا ۸ درجه سانتی‌گراد) نگهداری کرد.

منبع:

<https://medleanmag.ir/artificial-intelligence-can-help-us-design-vaccine>

تحلیل نزدیک به ۲۴۰ داوطلب برای بررسی چگونگی پاسخ آن‌ها به واکسن است. پیش‌بینی می‌شود این واکسن طی ۳ سال آینده در دسترس عموم قرارگیرد.

هوش مصنوعی، کاتالیزور ساخت واکسن کووید-۱۹

جدا از اینکه هوش مصنوعی همه‌گیری کووید-۱۹ را پیش‌بینی کرده بود، بیش از هر زمان دیگری در تلاش برای ساخت و تولید واکسن نقش داشته است. این فناوری بخشی از مجموعه‌ی گسترده‌ای از ابزارهای محاسباتی است که انقلابی در تحقیق و توسعه‌ی واکسن ایجاد می‌کند.

در ماه‌های ابتدایی شیوع ویروس کرونا «راس آلمن» و «بین‌بین چن» گروهی از دانشمندان رایانه را در موسسه‌ی استنفورد برای هوش مصنوعی انسان‌محور (HAI) هدایت کردند. آن‌ها از یادگیری ماشین استفاده کردند تا ببینند آیا واکسن‌های آزمایش‌شده در حیوانات می‌توانند پاسخ ایمنی ایجاد کنند یا خیر. دانشمندان با استفاده از الگوریتم‌های شبکه‌ی عصبی NetMHCpan-۴٫۰، «ماریا» MAR-IAK و «دیسکوتوپ» DiscoTope فهرستی از اهداف یا اپی‌توپ‌های ویروس کرونا را تهیه کردند که انتظار می‌رفت پاسخ ایمنی بدن را تحریک کند. در واقع مهم‌ترین کمک هوش مصنوعی در پیش‌برد واکسن کووید-۱۹، تحلیل اطلاعات گذشته شامل واکسن‌های انسانی و حیوانی خانواده کروناویروس و شناسایی روند بیماری‌زایی در کوتاه‌ترین زمان ممکن است.

در ژانویه مجموعه‌ی deepmind، هوش مصنوعی با نام alfafold را معرفی کرد، یک سیستم پیشرفته که ساختار سه‌بعدی پروتئین را بر اساس توالی ژنتیکی آن پیش‌بینی می‌کرد. در اوایل ماه مارس ۲۰۲۰، این سیستم روی Covid-۱۹ مورد آزمایش قرار گرفت.

در همان زمان، محققان دانشگاه تگزاس وابسته به موسسه‌ی ملی بهداشت با استفاده از یک روش زیست‌شناسی، اولین نقشه‌ی مقیاس اتمی سه‌بعدی از بخشی از ویروس را که به سلول‌های انسانی متصل می‌شود و آن را آلوده می‌کند (spike) ایجاد کردند. گروه مسئول سال‌ها زمان را صرف مطالعه‌های خانواده کروناویروس، از جمله SARS-CoV و MERS-CoV کرده بود.

(شکل ۴)