هنگامی که اندرویدها به نبرد توربین های بادی می روند

هوش مصنوعی، کارل مارکس و آینده

ه. م. نیک مهر

انتشارات حزب تودهٔ ایران آذر ۱۴۰۲

فهرست

پیش گفتار ۳

بخش اول – هوش ۶

- هوش در طبیعت ۶
- هگل، هوش و پدیدارشناسی ۷
- مغز، عین، ذهن ۸
- تعریف هوش ۱۰
- هوش مصنوعی ۱۰
- یادگیری ماشین ۱۲
- شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۳
- معماری شبکه ۱۴
- مدل سازی ۱۵
- آموزش شبکه ۱۶
- شبکه‌های عمیق ۱۷
- مدل‌های بزرگ زبانی و مولد ۱۹
- برخی این مدل‌ها را به سه نسل تقسیم می کنند ۲۰
- توانایی مدل‌های بزرگ زبانی ۲۱
- هگل و هوش مصنوعی ۲۳

بخش دوم - اقتصاد سیاسی هوش مصنوعی ۲۵

- مارکس و فناوری ۲۵
- تئوری ارزش ۲۶
- پی آمده‌ای گرایش نزولی نرخ سود ۳۰
- اقتصاد سیاسی هوش مصنوعی ۳۱
- اقتصاد سیاسی هوش جامع مصنوعی ۳۴
- آیا ماشین‌هایی با هوش جامع مصنوعی توانایی تولید ارزش دارند؟ ۳۵
- ارزش افزایی چه صورتی به خود خواهد گرفت؟ ۳۶
- هوش جامع مصنوعی و بدیل مناسبات سرمایه داری ۳۷
- در آخر ۳۸

تواناییهای هوش‌مصنوعی در طول یک دهه گذشته رشد به سزایی کرده است و از همین اکنون جهان فردا را که در آن روبات‌ها، هوش‌مصنوعی و اندرویدها در کنار انسان‌ها چهره جهان زمینی را رقم خواهند زد در برابر ما قرار داده است. هوش‌مصنوعی اکنون در کجا قرار دارد؟ چشم‌انداز تولید بدون دخالت انسان چه پیامدهایی برای بشر دارد؟ آیا آموزه‌های کارل مارکس، که در بیش از یک سد و هفتاد سال گذشته گنجینه‌ای در دست طبقه کارگر و بشریت ترقی‌خواه برای شناخت و عمل در تغییر جهان بوده است، در شناخت و تغییر چنان جهانی هم می‌تواند به کار آید؟ این جستار با ارائه شمه‌ای از آنچه تا تاریخ نگارش از هوش‌مصنوعی در دست داریم به این پرسش دوم نیز می‌پردازد.

پیش‌گفتار

در تاریخ ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۲، نیویورک‌تایمز مقاله‌ای به قلم کلوی الینگسون (۱) با این عنوان که "پدرخوانده هوش‌مصنوعی از گوگل کناره گیری کرده و نسبت به خطر پیش رو هشدار می‌دهد" منتشر نمود. نویسنده در مصاحبه‌ای طولانی با جفری هینتون از او نقل می‌کند که با بهتر شدن سامانه‌های هوش‌مصنوعی از سوی شرکت‌ها این (سامانه‌ها) هرچه بیشتر خطرناک می‌گردند. "ببینید پنج سال پیش چگونه بود و اکنون چگونه است، تفاوت را در نظر بگیرید و آن را به آینده بسط دهید. ترسناک است. " هینتون می‌افزاید: "فکر اینکه این‌جور چیزها بتواند در واقع از آدم‌ها باهوش‌تر گردد، تعداد کمی به آن اعتقاد داشتند. اما اکثر افراد فکر می‌کردند که این بسیار با ما فاصله دارد. و من فکر می‌کردم این با ما بسیار فاصله دارد. من فکر می‌کردم ۳۰ سال یا ۵۰ سال یا بیشتر (از اکنون) خواهد بود. مسلماً دیگر چنین فکر نمی‌کنم. " جفری هینتون از مقام خود در گوگل استعفا داد تا آزادانه بتواند درباره تهدیدهای هوش‌مصنوعی صحبت کند. بخشی از او از ثمره زندگی خود پشیمان است. او می‌گوید: "من خودم را با عذر معمول تسلی می‌دهم که اگر من این کار را نکرده بودم شخص دیگری این کار را می‌کرد. " "دشوار است تصور کرد که چگونه می‌توان از اینکه افراد بد نهاد از آن برای کارهای ناجور استفاده نمایند جلوگیری کرد. " او در مصاحبه روز بعد خود با شبکه سی ان ان افزود: "اگر (هوش‌مصنوعی) خیلی هوشمندتر از ما گردد، خیلی در آلت دست قراردادن ما زبردست می‌شود. چون از ما آموخته است و نمونه‌های بسیار نادری وجود دارند که موجود هوشمندتری از سوی کم‌هوش‌تر کنترل شود". او اضافه نمود: "می‌داند چگونه برنامه‌ریزی کند، بنابراین به راه‌هایی که بتواند از محدودیت‌هایی که ما در برابر آن قرار می‌دهیم عبور کند آگاهی می‌یابد. " هینتون نگران از دست رفتن شغل‌ها، پیدایش روبات‌های جنگجو، یادگیری رفتار غیر منتظره از داده‌هایی که با آن آموزش می‌بینند و جز اینها است. او از اینکه شرکت‌ها در رقابت‌های اقتصادی سامانه‌هایی ناشناخته را به

عرصه عمومی وارد می‌سازند ناخرسند است و برای همین از گوگل کناره گیری کرد تا بدون محدودیتی درباره آنها صحبت و عمل کند.

نگرانی از توانایی‌های هوش‌مصنوعی بسیاری بیشتر از هینتون را هراسان کرده است. اما هوش و هوش‌مصنوعی دقیقاً چیست و جهان پیشارو را در چه موقعیتی قرار می‌دهد؟ از آنجایی که پیشرفت‌های فنی نه در خلأ بلکه در بستر مناسبات تولیدی، اجتماعی و اقتصادی صورت می‌پذیرند، آشنایی با اقتصاد سیاسی آن نیز به درک بهتر این موضوع کمک می‌کند. اما آیا اقتصاد سیاسی مارکسیستی در این مورد نیز چیزی برای افزودن به این بحث دارد؟

طبقه کارگر و ترقی خواهان جهان زمان درازی است که در آموزش‌های کارل مارکس ابزار نیرومندی برای شناخت و تغییر جهان در دسترس داشته‌اند. پس از ترکیده شدن حباب مسکن در سال ۱۳۸۷، رویکردی افزون‌تر نه‌تنها از سوی مبارزان طبقه کارگر بلکه از دامنه گسترده تری در آمریکا و اروپا و حتی رسانه‌های مسلط و پژوهش گران و محفل‌های آکادمیک به آموزه‌های مارکس برای شناخت کارکرد سرمایه رخ داد. برای دوران ما، مارکس به‌ویژه در جلد سوم کاپیتال (۲) با جزئیات با معرفی سرمایه موهومی، مالی سازی سرمایه‌داری را که زمانه ما درگیر آن بوده است توضیح می‌دهد. او همچنین تمایل به تمرکز و انحصار را در سرمایه‌داری شرح می‌دهد که مشخصه سرمایه‌داری پس از دوران رقابت آزاد آن بوده است.

اما در مورد فناوری نوین چطور؟ آیا برای درک سرمایه‌داری در زمانه دیجیتال و اطلاعاتی آن نیز می‌توان از آموزه‌های مارکس استفاده کرد؟

یک نمونه، گوگلیلمو کارچدی و مایکل رابرتز (۳) می‌باشند که با اشاره به تولید ارزش از طریق کار فکری به توضیح اقتصاد سیاسی کالاهای دانش بنیان و از جمله نرم‌افزار می‌پردازند. استدلال آنها در مقابل توماس روتا و رودریگو تیکسیرا (۴) می‌باشد که کالاهایی چون نرم‌افزار را "بدون ارزش" بازتولید ارزیابی کرده و در مقابل با استفاده از مفهوم مارکسی "رانت" کسب ارزش اضافه کالاهای دانش بنیان را مورد بررسی قرار می‌دهند. به توضیح روتا و رودریگو، همچون زمین که دارای ارزش نبوده اما به صاحب آن از طریق رانت ارزش اضافی می‌بخشد، انحصارهای‌های نرم‌افزار نیز با ثبت مالکیت معنوی نرم‌افزار سهمی از ارزش اضافه‌تولید اولیه آن را به‌دست می‌آورند.

مارکس در شیوه بررسی خود برای شناخت موضوع مورد مطالعه از جمله به موضوع از نقطه نظرهای مختلف نگاه می‌کرد تا جنبه‌های مختلف آن برای خود وی آشکارتر گردد. "گروندریسه" (۵) این کوشش او برای شناخت قانون‌های حرکت و تضادهای مناسبات سرمایه‌داری به‌عنوان یک کل ارگانیک از دید و نقد دید فلسفه هگل و اقتصاد سیاسی ریکاردو پیش از نگارش کاپیتال بود که به‌صورت دست نوشته‌هایی برای آگاهی خود در سالهای ۱۸۵۷-۵۸ به رشته تحریر در آورد. این نوشته‌ها که تا یک سد سال پس از تاریخ نگارش ناشناخته باقی مانده‌بود سرمایه‌داری را از آغاز تا انجام مورد بررسی قرار داده است.

کاپیتال که قرار بود در شش جلد با دیدی پخته‌تر به همین مبحث‌ها بپردازد تنها جلد اول آن در زمان مارکس انتشار یافت و دو جلد دیگر آن به همت انگلس تنها بعدتر منتشر شدند. سه جلد دیگر آن هرگز از سوی مارکس به انجام نرسیدند. هرچند گروندریسه با تمرکز بر از خود بیگانگی و با نگاهی هگلی نوشته شده‌است، اما از آنجا که به سرمایه‌داری تا "پایان" آن پرداخته‌است، نکاتی که در جهان امروزی به سطح آمده و پیش از این مطرح نبود را در اختیار ما قرار می‌دهد.

مارکس در گروندریسه، چنانکه کریسشن فوکس (۶) به آن اشاره می‌نماید، "شبکه اطلاعات جهانی" را تشریح می‌کند که در آن "همگان سعی می‌نمایند که از طریق آن خود را در مورد دیگران مطلع سازند" و در آنجا ارتباطات معرفی می‌شود. به گفته وی، مارکس در قرن نوزدهم میلادی مفهوم اینترنت را پیش بینی کرده بود و "کارل مارکس اینترنت را کشف کرد! "

مارکس ظهور اقتصاد بر پایه اطلاعات را پیش بینی نمود و در گروندریسه به مفهوم "خرد عمومی" پرداخت. در بخشی که به "پاره نوشته‌هایی در مورد ماشین‌آلات" معروف شده، هرچند این اصطلاح از خود مارکس نیست، در گردوندریسه آمده است: "رشد به‌کارگیری سرمایه ثابت نشان‌می‌دهد که تا چه میزان دانسته‌های اجتماعی به نیروی مستقیم بلا واسطه تولیدی تبدیل شده و تا چه میزان بدین ترتیب شرایط روند حیات اجتماعی تحت کنترل خرد عمومی در آمده و بر اساس آن دگرگون شده‌است. " (۵) به‌عبارت دیگر دانسته‌های اجتماعی - "مغز اجتماعی" - هنگامی که از سوی سرمایه به کار گرفته‌می‌شود و در ماشین پیاده سازی می‌شود، به نیروی مستقیم تولیدی بدل می‌شود. ویکی‌پدیا نمونه‌ای از این گونه خرد عمومی در اینترنت می‌باشد. "مدل‌های بنیادی" - که سنگ بنای هوش‌مصنوعی زمان ما می‌باشند و با یادگیری دانسته‌های اجتماعی حاضر در اینترنت عمل می‌نمایند و از هم اکنون در پروسه تولید وارد گردیده‌اند - نیز از این زمره می‌باشند.

و بیش از همه در همان پاره نوشته‌ها می‌خوانیم که: "هنگامی که ابزارکار در روند تولید سرمایه مورد استفاده قرار گرفته می‌شوند وارد مرحله‌های مختلف دگردیسی می‌گردند که نقطه اوج آن... سامانه ماشین‌آلات خودکار... به حرکت در آمده از سوی یک خودکاره (اتوماتون)، قوه ای متحرک که حرکت آن از خود آن می‌باشد، می‌گردد، این خودکاره شامل ارگان‌های مکانیکی و فکری (بوده)، که کارگران تنها رابط‌هایی آگاه در میان آن می‌باشند.... این ماشین است که به‌جای کارگر مهارت و قدرت دارد و خودش استاد و خبره می‌باشد... فعالیت کارگر که تنها به انتزاعی از فعالیت بدل می‌شود، از همه سوی با حرکت ماشین‌آلات تعیین و نظارت می‌شود و نه برعکس آن". (۵) در این نوشته‌ها مارکس زمانی که انسان در روند تولید نقش کوچکی بازی کرده و خودکار سازی کامل حاکم می‌گردد را ترسیم می‌سازد.

پس می‌توان دانست که مارکس سرمایه‌داری زمان ما و آینده را نیز تصور و مورد ژرف اندیشی قرار داده است. با این شناخت، در بخش اول به هوش و هوش‌مصنوعی پرداخته

و در بخش دوم به بررسی اقتصاد سیاسی هوش‌مصنوعی با کمک گرفتن از آموزه‌های کارل مارکس می‌پردازیم.

بخش اول – هوش

هوش در طبیعت

هرچند در کتابی با نام "پلنتا سپینز" (۷) پاکو کالوو و ناتالی لاورنس، نویسنده‌های آن، از هوشمندی گیاهان و احتمال وجود "آگاهی غیرمتمرکز" در آنها صحبت می‌کنند، نظر غالب وجود هوش در کره زمین را به جانوران نسبت می‌دهد. حرکت در موجودات در حدود ۵۳۸ میلیون سال پیش در دوران کمبرین در جانوران چند سلولی آغاز گردید که به آنها امکان یافتن غذا در نقطه‌های مختلفی می‌بخشید. لازمه حرکت و یافتن مواد غذایی مشاهده و ادراک حسی بود تا موجود بداند تا به کجا برود. سیستم عصبی و مغز به‌منظور ادراک و کنترل حرکت جانوران به وجود آمد. در دفاع از این نظر به آب دزدک دریایی اشاره می‌شود که موجودی است در دریا با سیستم عصبی و مغز که به حرکت برای یافتن محل مناسب برای استقرار می‌پردازد. هنگامی که نقطه مناسب پیدا می‌شود از حرکت باز می‌ماند و سیستم عصبی و مغز خود را می‌خورد چه دیگر به آن احتیاج نداشته و در انرژی خود می‌تواند صرفه‌جویی کند.

پس از آن، جانوران بسیاری در روند فرگشت خود دارای مغز با توانایی‌های متفاوت بیشتر گردیده‌اند. برخی جانورها مانند نهنگ‌ها، دولفینها، فک‌ها، فیل‌ها، برخی پرنده‌ها و خفاش‌ها توانایی ارتباط با یکدیگر را دارند. سگ‌ها توانایی استشمام بسیار قوی دارند. دلفین‌ها با استفاده از پژواک صداها توانایی تشخیص محل و شکل‌ها و ماهی‌ها را دارند. کوسه‌ها میدان مغناطیسی را احساس می‌نمایند. سگ‌ها توانایی شمارش تا عدد ۱۰ را دارند، در حقیقت بیشتر پستاندارها توانایی شمارش دارند و سگ‌ها توانایی پایه برای زبان و به‌خاطر سپاری تا ۷۵ لغت را نیز دارند. زنبورها با نوع رقص خود محل دقیق گل‌ها را به یکدیگر اطلاع می‌دهند.

عمر انسان‌واره‌ها ۲ میلیون سال می‌باشد و عمر انسان خردمند بیش از ۳۰۰ هزار سال و خروج انسان‌های امروزی از آفریقا به ۵۰ هزار سال پیش از این باز می‌گردد. حرکت بر روی دوپا، آزاد شدن دست‌ها و جهش ژنتیک در فرم شست دست‌ها که به انسان امکان نگاه داشتن و کار با دست‌ها را بخشید، بازهم جهش ژنتیک در آرواره‌ها و دندان‌ها که آرواره کوچک‌تر و فضای بزرگ‌تری برای مغز را در جمجمه برای ماهیچه‌های صورت امکان‌پذیر کرد، به انسان‌های خردمند امکان داشتن مغز بزرگ‌تری نسبت به‌اندازه بدن آنها بخشید.

زبان به‌عنوان اهرم ارتباط میان این انسان‌ها آن چیزی بود که سلطه آنها را بر کره زمین امکان‌پذیر ساخت. زبان، تفکر انتزاعی و رفتار نمادین تنها آخرین مرحله‌ها در فرگشت مغز و با آن هوش‌بر روی زمین بوده‌اند. اما برای نمونه امکان حل مسئله‌های چند وجهی مختص انسان نبوده و تیره‌ای از کلاغ‌ها، که در آنها نیز نسبت مغز به بدنشان بالا می‌باشد، توانایی حل مسئله‌های چند وجهی دارند.

هگل، هوش و پدیدارشناسی

هگل که در تلاش برای برپایی سیستم فلسفی خود در "منطق" بود، کوشش برای توضیح روندی که از پله‌های اولیه به تفکر می‌رسد را لازم می‌دید و اینکه تفکر و لذا هوش از کجا ناشی می‌شود. این کوشش در کتاب "پدیدارشناسی روح" انجام پذیرفت و آن جایی است که در آن هگل هوش را به مثابه پلکان نهایی در سلسه مراتبی که روان، آگاهی و خودآگاهی پله‌های پیشین آن می‌باشند توضیح می‌دهد. "پدیدارشناسی روح" براساس دید ایده آلیسم عینی هگل مفهوم‌هایی را مطرح می‌سازد که به بهتر شناخته شدن هوش و بحث‌هایی که بعدتر در مورد خودآگاهی هوش‌مصنوعی مطرح می‌گردد می‌تواند کمک کند. بدین خاطر اشاره‌ای به این مفاهیم می‌تواند سودمند باشد.

روان، به‌عنوان پایه‌ای‌ترین مرحله ذهنی، فاقد هرگونه شناخت تمیز دادن میان تصور از اشیا و خود اشیا بیرونی بوده و در برابر پیام‌های حسی دریافت شده از محیط عکس العمل خودکار و غیرارادی نشان‌می‌دهد. ذات روان تنها احساسات می‌باشد و هیچ عنصر عقلانی و یا آگاهی در آن وجود ندارد.

آگاهی، به‌عنوان پایه دوم که در این حالت پیشا زبانی و پیشا مفهومی می‌باشد، مرحله‌ای است که ذهن فراورده‌های روان را گرفته و کوشش می‌نماید تا به درکی کامل از شیئ خارجی دست یابد و آن را از آن خود سازد. آگاهی خود از سه مرحله یقین حسی، درک و فهم تشکیل می‌گردد. در مرحله یقین حسی ورودی‌های روان به‌مانند شیئ خارجی بلا واسطه و به‌صورت منفعلانه وارد شده و پایه‌ای‌ترین شکل آگاهی از شیئ می‌باشد و تنها بر تجربه حسی و شم تکیه می‌کند و بر وجود آن شیئ یقین پیدا می‌کند. درک مرحله‌ای از آگاهی است که تجربه شیئ حس شده از سوی ذهن به‌صورتی فعالانه تحت مقوله‌ها (همانند نظر کانت) قرار گرفته و به شیئ درک شده بدل می‌گردد. شیئ از "این" بدل به "چیزی با یک سری خواص" می‌گردد. فهم، مرحله سوم، به رابطه میان شیئهای تجربه گردیده و خواص آنها می‌پردازد. در این مرحله یگانگی شیئ خارجی و خواص مختلف آن تئوریزه می‌گردد.

اگر ذهن در پایه آگاهی به‌صورت منفعلانه تنها دریافت کننده حسی ورودی‌ها می‌باشد، در پایه خودآگاهی این بار ذهن به‌صورتی فعالانه در پی از آن خود سازی آن شیئ خارجی می‌باشد و در این تلاش به خود و ذهن آگاه دیگر نیز علاوه بر شیئ خارجی پی می‌برد. مبنای خودآگاهی در دید هگل "میل و تمنا" می‌باشد که خود از دو مرحله می‌گذرد. مرحله اول

میل و تمنا ذهن را وا می‌دارد تا شیئ خارج را مجبور به در آمدن به آنچه خواست ذهن می‌باشد وادارد. برای نمونه برای یک جانور برآوردن نیاز به خوردن به نابودی شیئ خارجی و یکی شدن آن با جانور می‌انجامد. در انسان این نیاز با تغییر جهان هم می‌تواند همراه باشد. در اینجا ذهن با دو شیئ روبه‌رو می‌گردد، یکی شیئ خارجی و دیگری خود ذهن که در مقابله با آن شیئ خارجی قرار دارد. هنگامی که ذهن شیئ خارج را به‌صورتی که خواست خویش می‌باشد در می‌آورد آنگاه شیئ به‌نوعی بدل به ادامه خود ذهن می‌گردد و این میلی برای روبه‌رو شدن با خود و نه هیچ‌چیز دیگری از سوی ذهن می‌باشد، که شیئ ها انعکاس دهنده خود ذهن باشند. اما نابودی همه‌چیز میل ذهن را ارضا نمی‌کند و در مرحله بعدی به‌جای نابودی، رضایت با شناخته شدن از سوی ذهن آگاه دیگر صورت‌می‌گیرد. تنها در اجتماع و شناخته شدن ذهن از سوی ذهن آگاه دیگر با همین تمناها است که ذهن نیاز خود را برآورده می‌یابد. بدین ترتیب ذهن با مطالعه در طبیعت به تلاش برای یافتن خود می‌پردازد و به تغییر جهان خارج بر وفق خواست خود بر می‌آید که این استدلالی (نه به‌صورت منطقی و عقلانی) در خودآگاهی می‌باشد.

تنها پس از این پایه‌ها است که هوشمندی امکان‌پذیر می‌باشد. هوش خود به پیشا زبانی و پسا زبانی تقسیم می‌شود. هوش پیشا زبانی بر مبنای شم، بازنمود و تصور می‌باشد و هوش زبانی بر اساس زبان، تفکر، استفاده از نمادها می‌باشد. شم پیش از آنکه منطقی باشد احساسی می‌باشد و با توجه در ارتباط می‌باشد. بازنمود با یادآوری تصویرها، تخیل و حافظه و ثبت در حافظه عمل می‌کند. با زبان امکان تفکر ایجاد می‌گردد و فهم، قضاوت و استدلال صوری امکان‌پذیر می‌شود (۱۱-۸).

هگل به وجود هم جهان عینی و هم جهان ذهنی باور دارد، اما برخلاف دوگانه گرایی دکارت که این دو را از هم مجزا ارزیابی می‌نمود - هرچند از پیوستگی آندو نیز سخن رانده‌بود، او به وحدت دیالکتیکی آنها باور داشت. در عین حال این وحدت را در مسیر حرکت روح / ذهن ارزیابی می‌کرد که در آن روح / ذهن در مسیر تاریخی خود از پلکان‌های بدوی تا تفکر نمادی حرکت می‌کند.

مغز، عین، ذهن

علم کنونی نیز دوگانه گرایی دکارتی عین و ذهن را رد می‌کند و از تجربه‌هایی که با انگیختن (تحریک) مغز به‌دست می‌آورد، گام به گام به درک بیشتری از ساختار و عملکرد مغز در جانوران و از جمله انسان می‌رسد. برای نمونه، در آخرین تحقیق منتشر شده در مقاله‌ای در ۱۹ آوریل سال جاری میلادی در نشریه نیچر (۱۲)، پژوهش گران دانشگاه واشنگتن در سن لویی ایالات متحده نتیجه مطالعه‌های خود را منتشر کردند که در آن پیوند مغز و ذهن شناسایی گردید. در این مقاله آنها شبکه‌ای در قشر حرکتی در قشر مخ مغز پیدا کردند که در آن هم نودهای از پیش شناخته شده در کنترل قسمت‌های مختلف بدن

شرکت دارند و هم نودهایی در میانه آنها که با تفکر، برنامه‌ریزی، برانگیختگی ذهنی، درد، کنترل ارگان‌های داخلی و سازوکارهایی مانند فشار خون و ضربان قلب در ارتباط می‌باشند.

به گفته اوان گوردون، سرنویسنده مقاله "ما اکنون نشان داده‌ایم که سامانه موتور انسان یک واحد نیست. به‌جای آن باور ما بر آن است که دو سامانه مجزا هستند که حرکت را کنترل می‌کنند. یکی برای حرکت جدا جدای دست‌ها، پاها و صورت می‌باشد.... دومی جسمی شناختی (سوماتو کاگنتیو) برای حرکت‌های یکپارچه کل بدن مهمتر می‌باشد و با ناحیه‌های‌های سطح برنامه‌ریزی مغز بیشتر متصل است. " (۱۳)

به گفته نتکو دوزنباخ، از نویسندگان ارشد مقاله، "علوم عصب شناسی مدرن هیچ‌گونه دوگانه گرایی بدن-ذهن را در نظر نمی‌گیرد. این با یک دانشمند علوم عصب شناسی جدی بودن این روزها همخوانی ندارد. من یک فیلسوف نیستم، اما یک گفته مفید و مختصر که دوست دارم آن است که "ذهن آن چیزی است که مغز انجام می‌دهد. " مجموع سازوکارهای بیو-رایانه‌ای که مغز انجام می‌دهد، "ذهن" را می‌سازد". از آنجایی که این سامانه، شبکه عمل جسمی شناختی، به نظر می‌رسد برنامه‌ها، فکرها، انگیزه‌های انتزاعی را با حرکت‌های واقعی و فیزیولوژیکی، تلفیق می‌کند، توضیح نوروآناتومی دیگری را برای آنکه چرا "بدن" و "ذهن" مجزا یا جداشدنی نیستند به‌دست می‌دهد (همان جا).

مغز در جانوران به‌صورت شبکه‌ای از سلول‌های عصبی (نورون) که در ارتباط با یکدیگر می‌باشند عمل می‌کند و فعالیتهای مغزی کنترل و ادراک در بدوی‌ترین جانوران تا فعالیتهای پیچیده‌تر ذهنی را در گروه‌های مختلف جانوری عملی می‌سازد. بسیاری از نقاط مغز و سازوکار آنها در جانوران شناخته شده و بسیاری دیگر نیز امروزه با استفاده از اف ام آر آی در حال مطالعه و شناخت می‌باشند. بسیاری از این ساختارها و سازوکارهای مغزی در طول فرگشت در جانوران تکرار گردیده‌است.

در سلسله مراتب هگلی ذهن در جهان جانوران رده‌های مختلف آن، از توانایی صرفاً روانی تا تفکر زبانی و نمادین در انسان، مطالعه شده‌است. آگاهی در مهره‌داران، سرپایان و بندپایان شناخته شده‌است (۱۴). خودآگاهی در بسیاری از جانوران وجود ندارد. اما در میان شامپانزه‌ها، بونوبوها، اورانگوتان‌ها و گوریل‌ها و فیل‌ها خودآگاهی شناخته شده‌است. همینطور درنوعهایی از دلفین‌ها، نهنگ‌ها، کلاغ‌ها و کبوترها. در سگ‌ها این خودآگاهی از طریق بویایی و نه تصویری وجود دارد (۱۵). نوزاد انسانی در بین ۱۵ تا ۱۸ ماهگی به خودآگاهی می‌رسد. طوطی‌های خاکستری نزدیک‌ترین به انسان‌ها از نظر آگاهی هستند و چنانکه اشاره شد در تیره‌ای از کلاغ‌ها توانایی حل مسئله‌های چند وجهی وجود دارد. هشت پاها نیز برای نمونه می‌توانند از مشاهده‌های خود و نمادها یاد بگیرند و چهره‌های انسان‌ها را تشخیص دهند.

تعریف هوش

با توجه به نکته‌های اشاره‌شده، بنابراین هوش منحصر به زبان، تفکر انتزاعی و نمادین نمی‌باشد. از هوش حسی و موتوری گرفته تا هوش احساسی و اجتماعی و غیره گونه‌های مختلف هوش هستند که در طبیعت و در انسان‌ها وجود دارند. هوارد گاردنر روانشناس و استاد هاروارد از هشت نوع هوش انسانی، بدنی - جنبشی، موسیقایی، زبانی، منطقی-ریاضی، میان فردی، فرافردی و طبیعت گرایانه نام می‌برد (۱۶).

گروهی از پژوهشگرها در زمینه آزمایش هوش در بیانیه‌ای که در روزنامه وال استریت جورنال در ۱۳ دسامبر ۱۹۹۴ منتشر کردند از ۲۵ نکته که مورد توافق آنها در مورد هوش می‌باشد نام بردند (۱۷). به زعم آنها هوش توانایی بسیار جامعی است که از جمله شامل استدلال، برنامه‌ریزی، حل مسئله‌ها، تفکر انتزاعی، فهم ایده‌های پیچیده و یادگیری سریع و یادگیری از تجربه می‌باشد (۱۸).

چنانکه پروفسور ثور گریپل سی تی کالج لندن اشاره می‌کند (۱۹)، شین لگ (از بنیان گذاران و سردانشمند دیپ مایند) با مرور بیش از ۷۰ تعریف در مورد هوش به تعریف خود رسید که "هوش توانایی یک عامل در دست یابی به هدف‌هایی در دامنه گسترده‌ای از محیط‌ها را اندازه گیری می‌نماید. " و نشان بارز هوش جامع بودن آن می‌باشد. یک موجود هوشمند می‌باید توانایی انجام کارهای بسیار متفاوت از ساده تا پیچیده را داشته‌باشد (۲۰).

بنابراین هرچند تعریف واحدی از هوش که مورد توافق عام باشد وجود ندارد، اما با توضیح‌های بالا و تعریف شین لگ می‌توان تصویری از آن در ذهن داشت.

هوش‌مصنوعی

آنچه برای بسیاری به‌عنوان هوش‌مصنوعی تداعی می‌شود آن چیزی است که به "هوش جامع مصنوعی" و یا "هوش‌مصنوعی قوی" شناخته می‌شود. هوش جامع مصنوعی، چیزی که جفری هینتون در باره آن هشدار داده است، به دستگاه‌های خودکاری گفته‌می‌شود که به‌طور فراگیر با توانایی‌های شناختی انسان رقابت کنند - یعنی مجموع وظیفه‌هایی که انسان‌ها انجام می‌دهند را با همان توانایی و یا فراتر از آن انجام دهند. هرچند این هدف نهایی هوش‌مصنوعی بوده است و اکنون زمزمه‌های نزدیک شدن به آن به صدا درآمده‌است، اما آنچه تاکنون انجام شده چیزی است که به آن "هوش محدود مصنوعی" یا "ضعیف" گفته‌می‌شود. هوش‌مصنوعی ضعیف قادر به انجام وظیفه‌ای خاص و نه مجموع توانایی‌ها که مربوط به هوش جامع مصنوعی است می‌باشد. تشخیص چهره‌های انسان‌ها و شیئها، فعالیتهای زبانی مانند ترجمه، خلاصه کردن متن، تشخیص تمایل و حس و حال درون‌متن، مکالمه چت، رانندگی خودکار و مانند آن در دایره هوش‌مصنوعی ضعیف می‌باشند.

اما در مورد تاریخچه هوش‌مصنوعی، آلن تورینگ که در سال ۱۹۳۵ تئوری ماشین حسابگر انتزاعی - بر اساس حافظه بدون انتها و اسکنری که با جلو و عقب رفتن بر حافظه نمادها را یکی یکی می‌خواند و نمادهای جدید نیز می‌نویسد - که بنیان تئوریک یارانه‌ها تا همین چندی پیش را تشکیل می‌داد را پایه‌گذاری نمود و پس از آن در شکستن رمز انیگما - ماشین رمز نازی‌ها در جنگ دوم جهانی - کار کرد، سال ۱۹۴۷ سخنرانی در مورد "ماشینهایی که از تجربه یاد می‌گیرند" و "امکان اجازه به ماشین در تغییر دستورعمل‌های خود سازوکار چنین یادگیری می‌باشد" صحبت نمود. او در ۱۹۴۸ گزارشی با عنوان "ساز و کار هوشمند" نوشت که هرچند منتشر نگردید اما مفهوم‌های اصلی هوش‌مصنوعی را معرفی کرد که بعدها از سوی دیگران دوباره کشف گردید. آموزش شبکه‌ای از عصب‌های مصنوعی از جمله این نظرها بود (۲۱).

جان فون نویمان که شالوده عملی یارانه‌های رایج را ریخت، بنیان تئوریک شبکه‌های عصبی را نیز همراه رودلف اوروی بنا نهاد. به زعم او اوتوماتایی که خود تکثیر بوده و از یک مجموعه قانون‌ها برای عنصرهای پردازشگر، عنصرهای کنترل‌کننده، عنصرهای قطع کننده، عنصرهای وصل‌کننده، عنصرهای حسگر و عنصرهای ذخیره کننده اطلاعات که عنصرهای ساختاری نیز می‌باشند تشکیل یافته باشد شالوده چنین شبکه‌های عصبی خواهد بود (۲۲).

در سال ۱۹۵۶ کنفرانسی در کالج دارتموث به دعوت جان مک کارتی استاد این دانشگاه برای بررسی موضوع تحقیقی "مطالعات اوتاماتا" ترتیب یافت که برای گسترده‌تر کردن دامنه علاقه به آن نام آن را به کنفرانس تحقیق در مورد هوش‌مصنوعی تغییر داد. از جمله شرکت کننده ها در این کنفرانس هربرت سایمون، الن نول و ماروین مینسکی بودند. در ۱۹۵۸ فرانک روزنبلات، استاد دانشگاه کرنل، ماشینی را ارائه کرد که آن را "پرسپترون" خواند که از مغز انسان مدل برداری شده و خودش توانایی‌هایش را فراگرفته بود. پرسپترون شبیه شبکه‌ای از عصب‌های درون مغز معادلاتی انجام می‌داد که قادر به پیدا کردن الگو در شیئها بود. او سالهای بعد مدل‌های تواناتری بر همین اساس ساخت.

مینسکی و همکار او پیرت در سال ۱۹۶۶ کتابی با عنوان "پرسپترونها" نوشتند و در آن نظریه رزنبلت را با جزئیات توضیح دادند و نشان دادند که پرسپترون قادر به یافتن برخی الگوهای ساده نیست. آنها به‌جای شبکه عصب‌ها معتقد به هوش‌مصنوعی نمادی بودند. این به معنی ارائه قانون‌های مشخص به‌عنوان دستور عمل به ماشین برای عمل بر نمادهای مشخص مانند حروف و اعداد می‌باشد. ماشین با عمل بر نمادها و در اختیار داشتن دستور عملی برای هر موقعیتی که در آن قرار می‌گیرد عمل می‌کند. این دستورعملها را افراد می‌باید از خارج به آن وارد کنند. هرچند روش رزنبلت که به "پیوند گرایی" معروف گردید خود از داده‌هایی که دریافت می‌کرد الگو را پیدا می‌کرد و خود عمل را یاد می‌گرفت، هوش‌مصنوعی نمادی فاقد توان یادگیری بود.

پرسپترون رزنبلت بسیار کوچک‌تر از ابعاد مغز و یادگیری آن هم بسیار محدود بود و بدین خاطر توانایی محدودی داشت. همین باعث گردید که ایده اصلی تا میانه دهه ۷۰

در هوش‌مصنوعی نمادی بماند. عدم دست آورد قابل توجه باعث قطع بودجه‌های پژوهشی و خاموشی آن گردید تا دهه ۸۰ که تحقیق در "سامانه‌های متخصص" روش غالب در هوش‌مصنوعی گردید. این سامانه‌ها در رشته‌ای خاص دانش متخصصین را اندوخته و با پرسش از سامانه پاسخ‌های ذخیره شده دریافت می‌گردید. در همین دهه همچنین نوعی از شبکه‌های عصبی، هاپفیلد، نشان داده شد که توانایی یادگیری داشته و هینتون و رملهارت روش "انتشار معکوس" برای یادگیری این شبکه‌ها را ارائه کردند که توانایی بالایی برای تنظیم شبکه و یادگیری در آنها را به‌دست داد. این روش هنوز هم راه یادگیری در شبکه‌ها می‌باشد.

۲۰۱۲ زمان آغاز تحولی است که ظهور هوش‌مصنوعی کنونی را رقم زد.

یادگیری ماشین

اصطلاح "یادگیری ماشین" را در ۱۹۵۹ آرتور سموئل مصطلح کرد - به این معنا که نرم‌افزار در ماشین توانایی مستقلانه مدل‌سازی از مجموعه داده‌های بزرگ را داشته باشد.

اگر سالهای ۷۰ تا ۸۵ قرن گذشته میلادی "سامانه‌های متخصص" با استفاده از منطق، با تأکید بر الگریتم و به شیوه‌ای غیر خودکار و دست نوشتی روش غالب بود، سالهای ۸۶ تا ۲۰۰۰ روش غالب "یادگیری ماشین" با استفاده از منطق احتمالات، با تأکید بر داده‌ها و به شیوه یافتن الگو در داده‌ها مشخص می‌گردید. از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ با گسترش کلان داده‌ها، با استفاده از آمارشناسی، با تأکید بر داده‌های باز هم فزونتر، به شیوه‌ای بازهم بیشتری به یافتن الگوها در میان داده‌ها اقدام می‌گردید.

"یادگیری ماشین" جزئی از هوش‌مصنوعی می‌باشد که در تفاوت با هوش‌مصنوعی نمادی، سامانه‌های متخصص، جستجو و دیگر شیوه‌ها مبتنی بر ساختن سامانه‌هایی با قابلیت "تعمیم بخشی از مثال‌های ارائه شده به آن" می‌باشد. سامانه با یافتن الگو در این مثال‌ها به تعمیم بخشی می‌پردازد و بدین ترتیب می‌تواند در مورد مثال‌های دیگر نیز بر اساس این تعمیم بخشی به پیش بینی بپردازد.

روش‌ها و مدل‌های استفاده شده در یادگیری ماشین، چنانکه اشاره گردید، از سالهای دهه ۹۰ تدوین گردیدند و عمدتاً مدل‌هایی چون مدل‌های بیزین و کرنلی را شامل می‌شدند و شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز، که در این مجموعه قرار می‌گیرند، بخش کوچکی از رویکردها را تشکیل می‌دادند.

یادگیری را در اساس به سه گروه "یادگیری نظارت‌شده"، "یادگیری بدون نظارت" و "یادگیری تقویتی" تقسیم می‌کنند. در یادگیری نظارت‌شده، ماشین در هنگام آموزش پاسخ‌های درست را نیز در اختیار دارد و می‌تواند اشتباه‌ها در پیش بینی‌های خود را با پاسخ‌های درست تصحیح کند. در یادگیری بدون نظارت اما پاسخ انتظار داشته‌ای از پیش در دسترس سامانه نیست و می‌باید خود آموزش خود را به پیش برد. یادگیری تقویتی

با عاملی روبروست که در "کنش و واکنش" با یک محیط قرار دارد. عامل از راهکاری برای کنش خود استفاده می‌کند. محیط در برابر این کنش واکنشی نشان‌می‌دهد که عامل آن را به‌صورت "جایزه" دریافت می‌کند. یادگیری عامل یافتن رفتاری در این محیط می‌باشد که حداکثر جایزه را برای آن ارمغان بیاورد. جایزه می‌تواند آنی و یا با برخی وقفه به‌دست بیاید. این رفتار چه با آزمایش و خطا و یا سعی در شبیه سازی درونی با جست و جو در محیط و یادگیری کنش‌هایی که به حداکثر جایزه در آخر منجر می‌گردند امکان‌پذیر است - چه نظارتی در کار نمی‌باشد.

از نمونه‌های استفاده از هرکدام از این شیوه‌ها می‌توان در یادگیری نظارت‌شده به تشخیص چهره‌ها و شیئها در تصویر اشاره کرد. یادگیری بدون نظارت برای نمونه آن چیزی است که در مدل‌های بنیادی زبانی که در دنباله به آنها پرداخته خواهد شد صورت‌می‌گیرد، یادگیری تقویتی را می‌توان در بازی گو، روبات‌ها و یا یافتن ساختار پروتئین‌ها و نسل‌های جدیدتر مدل‌های زبانی یافت.

یادگیری ماشین را از لحاظ تاریخی می‌توان به سه دوره تقسیم کرد: پیش از ۲۰۱۲، دوران ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۸ که دوران "یادگیری عمیق" است و ۲۰۱۸ تا اکنون که دوران "مدل‌های بزرگ زبانی و مولد" می‌باشد.

تا پیش از ۲۰۱۲ تمرکز بیشتر بر شیوه‌های کلاسیک غیر شبکه‌ای و بسیاری از روش‌های یادگیری نیز نظارت‌شده بودند. در شبکه‌های عصبی مصنوعی، معماری این شبکه‌ها و روش‌های بهینه سازی شبکه‌های عصبی مورد بررسی قرار گرفته‌بودند. اما به‌علت کمی داده‌ها و توانایی پایین یارانه‌ای، شبکه‌های به کار رفته در عمل اندازه‌های کوچک داشته و بدین خاطر توانایی بالایی نیز نداشتند.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

اشاره مختصری به شبکه‌های عصبی مصنوعی، ساختار و شیوه یادگیری در آنها، به درک بهتر فعالیتهای آنها کمک می‌کند.

واحد شبکه "عصب مصنوعی (یا نورون) " می‌باشد که پردازشگر شبکه می‌باشد. ورودی نورون‌ها اعداد می‌باشند و عصب می‌تواند تعداد مختلفی ورودی داشته‌باشد. نورون تنها یک خروجی دارد که آن هم عددی است که تابعی از ورودی‌های نورون می‌باشد. این تابع از دو بخش تشکیل شده‌است. بخش اول در اساس "خود تابع" و بخش دوم "تابع فعال‌سازی" می‌باشند. خود تابع یا عمل ریاضی که نورون انجام می‌دهد صرفاً یک معادله خطی بر داده‌های ورودی می‌باشد. بدین ترتیب که نورون برای هرکدام از ورودی‌ها یک ضریب وزنی (که همان شیب خط می‌باشد) و یک سوگیری یا بایاس (که عرض خط می‌باشد) قرار می‌دهد که داده ورودی با ضریب تقویت یا تضعیف می‌گردد و سپس با سوگیری جمع می‌گردد. در آخر اندازه‌های حساب شده برای هر کدام از ورودی‌ها با هم

جمع می‌شوند تا نتیجه نهایی خروجی عصب به‌دست آید. این تنها کاری است که هر عصب انجام می‌دهد. بدین ترتیب، با اندازه وزن‌ها و سوگیری ها برای هر داده، میزان تأثیر هر کدام از ورودی‌ها کم یا زیاد و تنظیم می‌گردد. "تابع فعال‌سازی" - عمل دومی که نورون انجام می‌دهد - تنها برای آنکه مقدار حساب شده برای هر عصب در کل شبکه تنها معادله‌ای خطی نماند، در هر نورون مقدار حساب شده وارد یک تابع دیگر غیرخطی می‌گردد و کار آن ایجاد "پیچش" و حساب کردن هرگونه تابعی چه خطی و چه پیچشی درون کل شبکه می‌باشد. تابع فعال‌سازی برای نورون‌ها ثابت است اما وزن‌ها و سوگیری ها در خود تابع می‌توانند تغییر یابند - که این آن چیزی است که به نورون قابلیت تولید تابع‌های مختلف و به شبکه امکان یادگیری می‌دهد.

معماری شبکه

معماری شبکه‌های عصبی بر اساس لایه‌ها قرار دارد. بدین ترتیب که یک ستون از عصب‌ها با هم یک "لایه" را تشکیل می‌دهند که همه ورودی‌ها از لایه قبلی وارد همه عصب‌های این لایه شده و خروجی همه عصب‌های لایه به همین ترتیب به لایه بعدی وارد و اندازه‌های آنها منتقل می‌شوند.

تعداد عصب‌ها در هر لایه "پهنا" و تعداد لایه‌ها "عمق" شبکه نامیده می‌شوند.

هر شبکه از یک لایه ورودی و یک لایه خروجی تشکیل‌می‌شود و میان این دو یک یا چند لایه پردازشگر قرار دارند. لایه ورودی اولین لایه شبکه می‌باشد و تنها ورودی‌ها به شبکه را به شبکه مجاور منتقل می‌کند. لایه‌های بعدی لایه‌های پردازشگر می‌باشند که محاسبه‌های درون شبکه درون آنها صورت‌می‌گیرد. خروجی آخرین این لایه‌ها خروجی شبکه را تشکیل می‌دهد.

شبکه‌هایی که تنها از یک لایه میانی تشکیل یافته باشند امکان پیاده نمودن تمامی تابعهای ورودی به شبکه را ندارند، اما لایه‌های بیشتر و امکان تابعهای متفاوت هر نورون امکان حساب هر تابعی از ورودی‌های اولیه به شبکه را می‌دهند. در جلوتر به ظرفیت و کارایی شبکه با توجه به معماری آن اشاره می‌گردد.

این معماری، معماری پایه و به نام معماری "شبکه پیش‌خور" شناخته می‌شود. معماری‌های دیگری نیز چون معماری "پیچشی" که تا چندی پیش برای عمل بر تصویرها و "بازگشتی" که آن هم تا چندی پیش برای عمل بر متن‌های زبانی به کار گرفته می‌شدند از جمله معماری‌های لایه‌ای خاص می‌باشند. معماری‌های کنونی بر اساس "شبکه‌های تبدیل‌کننده" قرار دارند که در جلوتر به آنها اشاره می‌گردد.

مدل‌سازی

ساختار و معماری شبکه بالا امکان "مدل‌سازی" از داده‌هایی که به آن وارد می‌گردد را دارد. "مدل" یک شبیه سازی از واقعیت (داده‌های خارجی) است که نه خود آن بلکه "نمایه ای از آن" است که می‌تواند با توجه به‌دقت مدل‌سازی مانند آن عمل کند. در مورد مغز هم تئوری با نام "تئوری بیزی مغز" وجود دارد که مغز مدلی داخلی از جهان خارج دارد که با دریافت ورودی‌ها از خارج هردم آن را دقیق‌تر کرده و براساس آن عمل می‌کند. امکان مدل‌سازی از سوی شبکه بدین معنا است که معماری شبکه امکان یادگیری داشته‌باشد و نیز داده‌های کافی در اختیار داشته‌باشد تا به‌اندازه کافی برای یادگیری آموزش ببیند و تعمیم بخشی نماید. پس از آموزش کافی، شبکه تبدیل به یک "مدل آموزش‌دیده" می‌گردد که شبیه سازی از آنچه در برخورد با داده‌ها می‌باید انتظار داشت در خود دارد. هدف آن است که مدل محدود به داده‌هایی که با آن آموزش یافته نماند و به‌اندازه کافی تعمیمی از آنها هم در مدل خود ایجاد کند که با روبه‌رو شدن با داده‌های تازه نادیده نیز آنچه انتظار می‌رود را عرضه کند. تخمینی که مدل از داده‌های تازه به‌دست می‌دهد "استنتاج" نامیده می‌شود.

مدل‌ها را در اساس به مدل‌های "متمایزگر" و مدل‌های "مولد" تقسیم می‌نمایند. مدل‌های متمایزگر (یا شرطی) آنهایی هستند که با یادگیری حدومرز میان داده‌ها کل فضای داده‌ها را طبقه بندی می‌کنند و بدین ترتیب، با روبه‌رو شدن با داده تازه توانایی قرار دادن آن در میان یکی از این طبقه‌بندی‌ها را دارند. از آنجا شرطی می‌باشند که با توجه به مختصه‌های داده، تخمینی از اینکه در کدام طبقه قرار می‌گیرند را ارائه می‌دهند. نمونه‌های آن را در تشخیص چهره افراد و یا شیئها در تصویر می‌توان دید. هدف "مدل‌های مولد" نه تمیز دادن حدو مرز میان داده‌ها بلکه تولید داده تازه می‌باشد. این مدل‌ها فضای داده را عمیق‌تر بررسی کرده و کوشش به فهم طریق توزیع داده‌ها در این فضا می‌کنند و بدین ترتیب درک عمیق‌تری از جاسازی داده‌ها در این فضا پیدا می‌نمایند. نمونه آن مدل‌های زبانی می‌باشند که قادر می‌باشند به مکالمه بپردازند و توانایی‌هایی نشان داده‌اند که بیشتر به آن پرداخته می‌شود. و یا مدل‌هایی که می‌توانند تصویر ایجاد کنند. این مدل‌ها پیشتر با فهم خود از توزیع داده‌ها در فضای داده‌ها به نمونه برداری از این توزیع و ایجاد تصویری تازه می‌پرداختند و یا با وارد کردن آشفتگی و تمیز آشفتگی از سره به این می‌پرداختند. روش‌های تازه که به مدل‌های "نشت کننده" معروف هستند، گام به گام آشفتگی وارد تصویر می‌کنند تا در نهایت به آشفتگی کامل بدل شود و در مرحله بعد سعی در بازسازی تصویر اولیه از آشفتگی کامل آخر آن برمی آیند. این روش امکان به وجود آوردن تصویرهایی هرچه "واقعی‌تر" دارد که توانایی تمیز دادن ساختگی و واقعی را بسیار دشوار می‌سازد.

آموزش شبکه

هدف آموزش آن است که هرکدام از وزن‌ها و سوگیریها در هر یک از نورون‌ها در شبکه تنظیم گردد.

در یادگیری نظارت‌شده این آموزش براساس یافتن خروجی شبکه، مقایسه آن با آنچه از آن انتظار می‌رود، برآورد خطای محاسبه‌ای شبکه و سپس استفاده از روش‌های بهینه سازی برای به حداقل رسانیدن این خطا می‌باشد. روش‌های بهینه سازی همچنان براساس "انتشار معکوس" هینتون و رملهارت قرار دارند. در گام اول این آموزش، براساس وزن‌ها و سوگیری‌های موجود در همه نورون‌های شبکه خروجی نورون‌های لایه آخری حساب می‌گردد. آنگاه خطایی که شبکه در خروجی خود دارد - اختلاف میان آنچه هست با آنچه می‌باید باشد - را حساب کرده و لایه به لایه از خروجی به‌سمت ورودی وزن‌ها و سوگیریها تصحیح می‌شوند تا دچار خطای حساب شده نگردند. این چرخه آنقدر تکرار می‌گردد تا خطای نهایی به‌حد قابل قبول رسیده و آنگاه آموزش به پایان برسد.

در یادگیری بدون نظارت روش‌های مختلفی وجود دارد و این با توجه به آن است که امکانی برای تصحیح خطا به‌خاطر عدم وجود نظارت خارجی وجود ندارد. در مدل‌های زبانی، از آنجا که با یک متن روبه‌رو هستیم، مدل سعی در پیش بینی کلمه‌های پیش رو با توجه به کلمه‌های پیشتر بر می‌آید. با پنهان کردن برخی کلمه‌ها، پیش بینی آنها و مراجعه به خود متن برای کلمه واقعی امکانی برای تصحیح خطا به وجود می‌آید. و یا در مدل‌های مولد تصویری نشت کننده با الهام از ترمودینامیک و بر هم زدن کم کم توزیع داده‌ها و نظم آن و سپس بازسازی نظم در جهت معکوس، آموزش توزیع داده‌ها به‌دست می‌آید.

یادگیری تقویتی در اساس تنها با یک داده انتظاری روبه‌رو است و آن آخرین نتیجه می‌باشد. با استفاده از راهکارهای متفاوت، کنش و دریافت جایزه است که یا مدلی از محیط یاد گرفته‌می‌شود و یا با آزمایش و خطا و جستجو در فضای بسیار بزرگی از کنش‌ها و گرفتن واکنش‌ها آموزش صورت‌می‌گیرد.

رابطه‌ای میان اندازه شبکه و میزان داده‌هایی که برای آموزش آنبه کار می‌رود وجود دارد. اگر داده‌ها کافی نباشند، وزن‌ها و سوگیری‌های نورون‌ها به‌درستی تنظیم نمی‌گردند و توانایی تعمیم بخشی در شبکه نیز پایین خواهد بود. بنابراین متناسب با اندازه شبکه می‌باید داده کافی نیز برای آموزش آن در دسترس باشد.

یادگیری ماشین تا پیش از ۲۰۱۲ برای شبکه‌های عصبی براساس شبکه‌های کم عمق و پهنا و داده‌های آموزشی محدود بود. این بدان خاطر بود که توانایی رایانه‌های موجود امکان پردازش و آموزش شبکه‌های بزرگ‌تر را نمی‌دادند. به همین خاطر توانایی شبکه‌های عصبی موجود نیز پایین بود. نبود داده‌های انبوه برای آموزش شبکه‌های بزرگ نیز با توجه به یادگیری نظارت‌شده که روش اصلی یادگیری بود عامل دیگر محدود بودن توانایی این شبکه‌ها بود.

شبکه‌های عمیق

در سال ۲۰۱۲ اتفاقی افتاد که روند رشد هوش‌مصنوعی را با کیفیتی نو به جلو برد.

شبکه‌های بزرگ‌تر و حجم داده‌های بیشتر برای آموزش آنها چیزی بود که ضعف‌های موجود در این شبکه‌ها را برطرف می‌ساخت. اما این حقیقت بر پژوهشگران آشکار نبود و از سال ۲۰۰۶ بود که یارانه‌های تواناتر و داده‌های بیشتر در دسترسی آنها قرار گرفتند.

شرکت انویدیا، سازنده واحدهای پردازش گرافیکی (جی پی یو) که برای نمایپردازی بازی‌های ویدئویی استفاده می‌شوند، در سال ۲۰۰۶-۲۰۰۷ سکوی پردازش عظیماً موازی و مدل برنامه نویسی کودا را معرفی کرد. کودا اجازه این را می‌داد که کارسازه های علمی و مهندسی دیگر جدا از پردازش گرافیکی نیز بتوانند از این توانایی پردازش عظیماً موازی در سرعت بخشیدن به محاسبه‌های خود استفاده‌کنند. در سال ۲۰۰۶ چلاپیا و دیگران مدل شبکه پیچشی را بر جی پی یو پیاده کردند که ٤ بار سریع‌تر از سی پی یو - پردازشگر اصلی یارانه‌ها - عمل می‌نمود (۲۳).

از سوی دیگر، گروه لی فی فی استاد و پژوهشگر دانشگاه استانفورد مجموعه داده‌های کلانی از تصویرها را برای تحقیق بر هوش‌مصنوعی در زمینه تشخیص تصویرها گردآورده بودند با نام ایمیج نت. هر سال نیز مسابقه‌ای برای گروه‌های گوناگون در اندازه گیری توانایی سامانه‌ها برای تشخیص تصویرها در این مجموعه سامان می‌دادند.

وجود پردازشگرهای گرافیکی انویدیا با امکان استفاده از برنامه نویسی موازی راه را برای پیاده سازی شبکه‌های عمیق و پردازش آنها فراهم آورد. وجود مجموعه بزرگ ایمیج نت لی فی فی آموزش کافی این شبکه‌های عمیق را امکان‌پذیر ساخت. و این گروه هینتون، الکس کریژوسکی و ایلیا سوتسکوار در دانشگاه تورانتو کانادا بودند که آغازگر تحول در هوش‌مصنوعی گردیدند. هرچند کودا برای پیاده سازی ماشین‌های کوچک‌تر بولتزمن استفاده شده بود، این گروه شبکه‌های بزرگ‌تر پیچشی را که برای یادگیری در تصویرها و طبقه بندی آنها به کار می‌رفت در اندازه‌هایی بزرگ‌تر پیاده کردند. سامانه آنها (۲۴) در مسابقه ۲۰۱۲ ایمیج نت با اختلاف ۱۰/۸ درصد از بهترین سامانه‌های دیگر در تشخیص تصویرها بهتر عمل کرد. پیش از آنها سیرسان و دیگران در ۲۰۱۱ شبکه پیچشی را با استفاده از کودا بر جی پی یو پیاده کرده‌بودند و موفقیت‌هایی در مسابقه‌های تشخیص شیئها در تصویرها را نیز به‌دست آورده‌بودند، و هرچند در سال ۲۰۰۹ نیز دیگر شاگردهای هینتون از شبکه‌ها برای تشخیص صدا استفاده برده و در کاربردهای عملی شرکت گوگل به کار رفته‌بودند، اما موفقیت در ایمیج نت بود که آغازگر دوران جدید هوش‌مصنوعی گردید.

این موفقیت گروه‌های هرچه بیشتری را متوجه توانایی موجود برای کار بر شبکه‌هایی با معماری عمیق‌تر و پیچیده‌تر و روش‌های بهینه سازی کاراتر نمود و آغازگر دوران "یادگیری

عمیق" گردید. همسو با آن توانایی‌های پردازش و مجموعه داده‌ها نیز رشد کرده و منابع بیشتری صرف آن گردید. با ورود گروه‌های بزرگی از پژوهشگرها و ایجاد زیرساخت‌های نرم افزاری و بسترهای کاراتر، هوش‌مصنوعی شبکه‌های عمیق با رشد بسیار فزاینده‌ای روبه‌رو گردید.

تحول کلیدی دیگر در این زمان در سال ۲۰۱۷ معرفی لایه "توجه" در شبکه‌ها و استفاده از آن در شبکه‌هایی با نام "شبکه‌های تبدیل‌کننده" بود. توجه، چنان که در مغز انسان صورت‌می‌گیرد، اجازه می‌دهد تا بر برخی چیزها تمرکز کرد و دیگر چیزها را به حاشیه راند و این در فعالیت شناختی مغز بسیار مؤثر می‌باشد. هرچند در شبکه‌های عمیق توجه به‌صورت ضمنی صورت گرفته و پژوهشگرهایی پیشتر به آن اشاره کرده‌بودند، اما پژوهشگرهای شرکت گوگل در سال ۲۰۱۷ مقاله‌ای با عنوان "توجه تنها چیزی است که به آن احتیاج دارید" منتشر کردند که در آن لایه توجه را به‌طور بارز در شبکه‌های عصبی معرفی کردند (۲۵). این لایه با سری محاسبه‌هایی که انجام می‌دهد به برخی ورودی‌ها بیشتر وزن می‌دهد و این به تمرکز به این ورودی‌ها و کمتر پرداختن به دیگری‌ها کمک می‌کند. برای نمونه، در یک جمله برای فهمیدن معنی یک کلمه در بستر جمله برخی کلمه‌ها مهمتر از بقیه می‌باشند و توجه به شناسایی این کلمه‌ها در برابر دیگر کلمه‌ها کمک می‌کند. در عین حال با کمک گیری از موازی پردازی، این عمل می‌تواند خیلی سریع‌تر از روش‌های پیشین عمل کند و پردازش حجم بزرگی از داده‌ها را با بازدهی بالا عملی سازد. سازوکار اصلی توجه، که با پرسشی اهمیت داده‌هایی که باید به آنها توجه داشت را در اختیار می‌دهد، "توجه به خود" (برای یک سری داده - برای نمونه یک جمله تشکیل یافته از سری کلمه‌ها - توجه به داده‌های پیشین در آن سری) و "توجه چند سره" (که اجازه حساب کردن چندین توجه در آن واحد و به‌طور موازی را امکان‌پذیر می‌سازد) در این مقاله معرفی گردیدند.

اهمیت بعدی آن مقاله معرفی شبکه‌های "تبدیل‌کننده" بود. در شبکه‌های رایج برای عمل بر متن‌های زبانی معماری از دو بخش "رمزگذار" و "رمزگشای" تشکیل می‌گردد. کار "رمزگذار" چنان که از نام آن بر می‌آید رمزگذاری بر داده‌ها است تا عمل بر آنها در ماشین آسان‌تر صورت گیرد و "رمزگشای" بازسازی آن از متن رمزگذاری شده‌است. رمزگذار، علاوه بر عمل رمزگذاری، یک جاسازی که بازنمایی داده‌ها می‌باشد را نیز به‌دست می‌دهد. با رمزگشایی شبکه به تولید متن تازه اقدام می‌گردد که همسان متن اولیه و یا برای نمونه ترجمه آن متن به زبان دیگری می‌باشد. به‌عبارتی، با رمزگذاری و رمزگشایی تجزیه و تحلیل متن و بازسازی و سنتز مجدد آن صورت می‌پذیرد. پژوهشگرهای شرکت گوگل معماری شبکه تبدیل‌کننده به‌عنوان جایگزین معماری‌های پیچشی و بازگشتی با توانایی بسیار فراتر از آنها را معرفی کردند. در این معماری هم در رمزگذار و هم رمزگشای لایه توجه جایگزین می‌گردد و بین این دو قسمت نیز "توجه رمزگذار و رمزگشای" قرار دارد که به رمزگشای اجازه می‌دهد تا به ورودی‌های رمزگذار توجه کند. بدین ترتیب در لایه‌ها بخش‌هایی از داده‌ها که به‌هم مرتبط می‌باشند نیز مشخص می‌گردند.

مدل‌های بزرگ زبانی و مولد

با معرفی لایه توجه و شبکه‌های تبدیل‌کننده فصل نوینی در هوش‌مصنوعی آغاز گردید که پژوهشگرهای شرکت اوپن ای آی نقش مهمی در آن بازی کرده‌اند. این پژوهشگرها با معرفی "مدل‌های مولد زبانی و تصویری" و نشان دادن نقش اندازه بزرگ در توانایی این مدل‌ها راه رشد توانایی‌های بزرگ هوش‌مصنوعی دوران کنونی را رقم زده‌اند.

چنانکه اشاره گردید، شبکه‌های تبدیل‌کننده از دو بخش رمزگذار و رمزگشای تشکیل یافته‌اند. رمزگذار قابلیت یافتن خصوصیت‌ها و ورود به بطن و ماهیت داده‌ها و رمزگشای توانایی بازسازی و تولید داده‌های تازه دارد. شرکت اوپن ای آی در مقاله‌ای در ژوئن ۲۰۱۸ استفاده از رمزگشای شبکه تبدیل‌کننده برای شبکه "تبدیل‌کننده پیش آموزش‌دیده مولد" (جی پی تی) را معرفی کرد (۲۶). این شبکه از معماری رمزگشای شبکه تبدیل‌کننده برای ساختن شبکه‌ای کارا برای "مدل‌سازی زبان" و آموزش بدون نظارت آن استفاده‌کرد. "مدل‌سازی زبان" در اساس بدین مفهوم می‌باشد که شبکه آموزش یابد تا بتواند احتمال یک جمله وارده را حساب کند و یا با وارد شدن یک سری کلمه، کلمه بعدی در سری کلمه‌ها را پیش بینی کند. استفاده از شبکه‌های عصبی بدین‌منظور که پیش از این انجام شده بود این بار با استفاده از رمزگشای تبدیل‌کننده توانایی تولید متن را پیدا کرد. لایه توجه در این تبدیل‌کننده از نوع "توجه به خود" و آموزش آن بدون نظارت بود. برای این آموزش تکه متن‌هایی با اندازه خاصی از ۷ هزار مجموعه کتاب به‌طور ناگزین به‌عنوان ورودی وارد شده و احتمال آنها به‌عنوان خروجی ۱۲ لایه شبکه‌های تبدیل‌کننده وصف شده در بالا حساب گردیده شده بود. این گامی در آموزش بدون نظارت مدل‌های زبانی بود. پس از پیش آموزشی بدون نظارت، مدل برای کاربرد خاص "ریز تنظیم" نظارت‌شده می‌گردید.

این گام نخست در آموزش بدون نظارت مدل‌های زبان با کوشش‌های بعدی از جمله شبکه "برت" (بازنمایی رمزگذاری دو سویه از تبدیل‌کننده‌ها) از سوی شرکت گوگل در همان سال دنبال گردید (۲۷). کوشش در "برت" نه تولید متن بلکه بهتر فهمیدن متن بود، بدین خاطر در معماری آن نه از رمزگشای شبکه تبدیل‌کننده بلکه از رمزگذار آن استفاده شده بود. علاوه بر آن، لایه توجه در این رمزگذار نه لایه "توجه به خود" بلکه لایه "توجه از دو سوی" بود. بدین معنی که برای یک کلمه هم کلمه‌های پیشین و هم کلمه‌های پسین به‌عنوان بستر استفاده می‌گردیدند که بدین ترتیب درک عمیق‌تری از زبان به‌دست می‌آمد. روش آموزش نیز همان آموزش بدون نظارت اما بر این اساس بود که در جمله برخی کلمه‌ها پوشانده می‌شدند و در صورت لزوم از کلمه واقعی پوشانده شده برای تصحیح پیش بینی استفاده می‌گردید. "برت" بر روی ویکی‌پدیا و ۱۱ هزار مجموعه کتاب پیش آموزش دید. توانایی بالای "برت" در فعالیتهای زبانی آن را به مدل نمونه برای این امرها بدل کرد.

گام بعدی در مدل‌های زبان را شرکت اوپن ای آی با نشان دادن رشد توانایی این مدل‌ها متناسب با اندازه و داده‌های آموزشی آنها انجام داد. جی پی تی ۲ و جی پی تی ۳ به‌ترتیب در سالهای ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ عرضه گردیدند. جی پی تی ۱ با ۱۱۷ میلیون پارامتر (وزن و سوگیری نورونی) و آموزش بر روی ۵/۴ گیگابایت متن، جی پی تی ۲ با ۱/۵ میلیارد پارامتر و آموزش بر روی ۴۰ گیگابایت متن و جی پی تی ۳ با ۱۷۵ میلیارد پارامتر و آموزش بر روی ۵۷۰ گیگابایت متن ارائه گردیدند. پژوهشگرهای شرکت اوپن ای آی در عمل نشان دادند که مدل‌های زبانی هرچه بزرگ‌تر و متن‌های بیشتری برای آموزش خود داشته‌باشند، توانایی بیشتری کسب می‌کنند. از آنجا مسابقه‌ای برای غول‌پیکر و غول‌پیکر تر شدن مدل‌ها از سوی شرکت‌های بزرگ فناوری جهانی آغاز گردید، به‌ویژه آنکه توانایی آموزش بدون نظارت در این مدل‌ها امکان استفاده از داده‌های گسترده در اینترنت و دیگر منابع را در اندازه‌های بزرگ امکان‌پذیر کرده است.

برخی این مدل‌ها را به سه نسل تقسیم می‌کنند

نسل اول مدل‌های بزرگ زبانی با آموزش بر پیکره بزرگی از متن‌های برچسب‌گذاری ناشده مشخص می‌شوند. مدل با آموزش بر دانسته‌های موجود در اینترنت و غیره به برداشتی کلی از دانش و دانسته‌های بشری همراه با تعصب‌ها و کژگرایی های موجود در آنها دست پیدا می‌کند. در قدم دوم کاربر مدل را با داده‌های مشخص خود ریزتنظیم می‌کند و برای کاربرد خاص خود آموزش می‌دهد. برای نمونه مدلی پیش آموزش داده شده بر اینترنت سپس با داده‌های پزشکی ریزتنظیم شده و برای این‌گونه کاربردها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مدل‌های نسل دوم علاوه بر پیش آموزش همانند مدل‌های نسل اول، در گام بعدی با استفاده از یادگیری تقویتی و بازخورد انسانی سعی می‌کنند که به مدل نشان دهند که سره از ناسره چیست و مدل‌های "تصحیح شده تری" را به‌دست آورند. این کاری است که در چت جی پی تی، مدل نسل دومی، با استفاده از آر آل اچ اف (یادگیری تقویتی از بازخورد انسانی) و دعوت از کاربران برای استفاده از چت جی پی تی صورت‌می‌گیرد. این به مدل کمک می‌کند تا با چنین نظارتی از سوی میلیونها کاربر (به‌طور رایگان!) مدل آموزش خود را بهبود بخشد. سپس می‌توان همچنان مانند مدل‌های نسل اول در قدم دوم مدل را با داده‌های مشخص ریزتنظیم کرد و مورد استفاده قرار داد.

نسل سوم که جی پی تی ٤ در زمره آن است مدل‌های نسل دومی هستند که چند نمایی و چند وظیفه‌ای هستند که این آن چیزی است که به هوش جامع مصنوعی و تعریف هوش نزدیک می‌شود. این مدل‌ها از همین اکنون علاوه بر متن نوشتاری با تصویر و دیگر نماها نیز آموزش می‌بینند و بدین ترتیب چند نمایی هستند. جی پی تی ٤ نتنها در مدل پایه خود تواناتر از مدل‌های پیشین می‌باشد و در پیش بینی کلمه بعدی دقیق‌تر عمل می‌کند، بلکه علاوه بر آن با تصویرهای فراوان هم روبه‌رو گردیده و به فهم دقیق‌تری از جهان

دست یافته‌است. این منجر به زنگ خطری که بسیاری به صدا در آورده‌اند گردیده‌است مبنی بر آنکه هوش جامع مصنوعی در همین چند قدمی ماست.

در مورد مدل‌های مولد تبدیل‌کننده پیش آموزش‌دیده به یک نوآوری دیگر شرکت اوپن ای آی نیز می‌باید اشاره کرد و آن "مدل‌های مولد تصویری" می‌باشند. این شرکت، پس از جی پی تی ۲، ایمیج جی پی تی یا جی پی تی تصویری را معرفی کرد که مدل جی پی تی این بار به‌جای پیش آموزش بر متن‌های زبانی بر روی تصویر عمل می‌کرد. پس از جی پی تی ۳، آنها مدل دال-ای را معرفی کردند که به تولید تصویر بر اساس این مدل عمل می‌کرد و دال-ای ۲ با استفاده از روش "نشت" به تولید تصویرهایی با کیفیت بالاتر دست‌یافت. "نشت نمایی" خود روش تازه برای تولید تصویرهای با کیفیت بالا گردیده‌است.

توانایی مدل‌های بزرگ زبانی

تا چندی پیش بسیاری مدل‌های بزرگ زبانی را صرفاً مدل‌هایی آماری فاقد درک عمیق از دانسته‌های بشری و معنی‌های نهفته در زبان ارزیابی می‌نمودند. برای نمونه نوآم چامسکی و دو زبانشناس دیگر در مقاله‌ای در نیویورک‌تایمز ۸ مارس ۲۰۲۳ چنین نظری را ابراز نمودند و اظهار تأسف کردند که چقدر کمیک و در عین حال تراژیک است که "این همه پول و توجه بر چیزی چنین کوچک تمرکز پیدا نماید" (۲۸). اما آیا این دیدگاه صحیح می‌باشد؟

پروفسور استیون پیانتادوسی، استاد روانشناسی و علوم عصب شناسی در دانشگاه برکلی و رئیس آزمایشگاه رایانش و زبان در این دانشگاه، یکی از کسانی است که پاسخی همه جانبه به این دیدگاه داده است (۲۹). چنانکه اشاره گردید، مدل‌ها در پیش آموزش خود کوشش می‌کنند تا حرف، کلمه، جمله، و یا چند جمله پس از ورودی خود را پیش بینی کنند و به‌عبارتی دیگر بدل به یک تکمیل کننده خودکار (کلمه‌ها) خیلی توانا گردند. این امر با به‌روزرسانی پارامترهای شبکه (وزن‌ها و سوگیری‌های نورون‌ها) با در دسترس داشتن متن اصلی و بهینه سازی خطای به‌دست آمده در پیش‌بینی‌ها انجام می‌پذیرد. پروفسور پیانتادوسی به مقاله جفری المن در سال ۱۹۹۰ اشاره می‌نماید که در آن نشان داده شد که آموزش یک شبکه عصبی برای پیش بینی یک متن می‌تواند به پی بردن به اجزای کلیدی دستگاه زبان شناختی نهفته بیانجامد. این ایده‌ای است که ایلیا سوتسکوار نیز به آن اشاره می‌کند. او در مصاحبه‌ای می‌گوید: "اما اگر مدل این عمل (پیش بینی حرف، کلمه، غیره بعدی) را به‌خوبی انجام دهد"، برای مثال الک ردفورد نشان داده که "نورونی در شبکه با تمایل کلمه‌ای که بر روی آن عمل می‌نماید همخوانی پیدا می‌کند" و "این چیزی فراتر از رابطه آماری میان کلمه‌ها می‌باشد". مدل "یک بازنمایی را می‌آموزد. می‌تواند بفهمد" (۳۰).

پروفسور پیانتادوسی در آن مقاله به پژوهش استاد منینگ و دیگران در دانشگاه استانفورد اشاره می‌نماید که نشان دادند که حالت‌های داخل مدل جنبه‌های نهانی

ساختارهای نحوی زبان و معنایی آن را بازنمایی می‌نمایند. ساختار حالت‌های بازنمایی داخلی مدل و الگوهای توجهی پس از آموزش ساختارهای درختی بسیار مشابهی با نمودارهای درختی نحو زبان صورت برداری شده از سوی انسان‌ها را دارند و جمله‌ها را به اجزای آن همچون اسم، فعل و غیره تقسیم می‌نمایند. و پژوهشگرهای دیگر نشان داده‌اند که ساختار پردازش داخلی برخی مدل‌ها به فراروی‌ی خود به خودی خط سیر غریزی بازنمایی بخش‌های گفتگو، تجزیه و تحلیل و تحلیل تمایل و غیره می‌گردد. ویژگی این مدل‌ها از دید پروفسور پیانتادوسی سازوکار توجه که امکان پیش بینی کلمه‌ها با فاصله زیاد از کلمه‌های گذشته و یکپارچگی نحو و معنی می‌باشد - چگونگی قرارگیری کلمه‌ها و معنی آنها در یک بازنمایی همزمان وجود دارد - است. بدین ترتیب زبان از یک توانایی ذاتی انسانی خارج می‌گردد. و مدل‌ها نه‌تنها صرفاً به یافتن رابطه‌های آماری و الگوها درآنها و سپس تکرار طوطی‌وار این الگوها نمی‌پردازند بلکه درکی از ساختار و معنی‌های زبانی دارند.

نکته دیگری که ایلیا سوتسکوار در مصاحبه خود به آن اشاره نمود نقش فشرده سازی در این مدل‌ها می‌باشد. ایلیا سوتسکوار، که پس از ایجاد حرکت بزرگ در هوش‌مصنوعی در سال ۲۰۱۲ از بنیان گذاره ای اوپن ای آی و سردانشمند آن می‌باشد، بیشتر توضیح می‌دهد که آنها در اوپن ای آی بر این ایده بودند - و در برپایی جی پی تی ها آن را به کار بسته‌اند - که برای یادگیری بدون نظارت شما می‌باید بر فشرده سازی تکیه کنید. "اگر شما داده‌ها را خیلی خوب فشرده نمایید، می‌بایست تمام رازهای نهفته در آن را بیرون بکشید. " و این مدل‌ها همین کار را انجام می‌دهند.

پژوهشگرهای اوپن ای آی همچنین در مقاله‌ای نشان دادند که این مدل‌ها با بزرگ‌تر شدن اندازه‌شان "یادگیرهای با تعدادی اندک مثال" می‌شوند. آنها این را در مورد جی پی تی ۳ نشان دادند. این بدین معنا می‌باشد که مدل بدون آنکه مثالی داشته‌باشد تنها با درخواست از آن برای انجام امری، بدون آنکه مشخصاً برای آن امر آموزش‌دیده باشد، توانایی انجام آن امر را دارد. این به "یادگیری بدون مثال" معروف است. یادگیری‌های با ارائه چند مثال، برای نمونه یک، دو یا سه مثال از آنچه انتظار می‌رود، همراه با درخواست، بازهم بدون آنکه برای آن آموزش قبلی دیده باشد، صورت‌می‌گیرد. مدل تنها با دیدن این چند مثال به نمونه‌های مشابه پاسخ صحیح می‌دهد. بدین ترتیب، توانایی انسانی که با مشاهده نمونه‌های اندکی از یک امر توانایی یادگیری و انجام آن را دارا می‌باشند در مدل‌های با اندازه‌های بزرگ نیز پدیدار می‌گردد. مدل‌های بزرگ‌تر از جی پی تی ۳ توانایی حل مسئله بدون مثال را از خود نشان داده‌اند.

در کنار دیده شدن توانایی‌های مدل‌ها در عمل، ارزیابی‌های تئوریکی نیز از رابطه بزرگی اندازه مدل‌ها و توانایی‌های آنها انجام شده‌است. برای نمونه سباستین بوبک و مارک سلکه (۳۱) نشان دادند که با افزایش تعداد پارامترها و بزرگ‌تر شدن اندازه مدل، انعطاف‌پذیری آن شبکه افزایش پیدا می‌نماید. "انعطاف‌پذیری" به این معنا است که اگر در داده‌ها اختلال کوچکی صورت بگیرد، مدل همچنان انسجام خود را حفظ کند و بی ثبات نگشته و پیش بینی نادرست انجام ندهد. هر مقدار مدل انعطاف پذیرتر باشد،

توانایی بالاتری برای تعمیم بخشی به داده‌های قبلاً مشاهده نشده از خود نشان‌می‌دهد. آنها اثبات کردند که برای گنجانیدن هموار داده‌ها در نحوه توزیع آنها نیاز به پارامترهای فراتر از اندازه می‌باشد و نیز رابطه همواری و انعطاف‌پذیری را اثبات کردند. بدین ترتیب با بزرگ و بزرگ‌تر شدن شبکه‌ها و داده‌هایی که با آن آموزش می‌بینند، قدرت تعمیم بخشی آنها هم رشد می‌کند و مدل‌ها تواناتر و تواناتر می‌گردند.

پژوهشگران دانشگاه استانفورد برای این مدل‌های بزرگ زبانی واژه "مدل‌های بنیادی" را پیشنهاد کرده‌اند و این واژه برای بسیاری رایج گردیده‌است. آنها بروز و پیدایش ویژگی‌هایی که انتظار آنها نمی‌رفت را از خصیصه‌های این مدل‌ها نام‌برده‌اند. از آنجا که داده‌های به‌کاررفته در آموزش مدل‌ها از سوی انسان‌ها برچسب‌گذاری نشده، مدل به‌جای آنکه به‌طور مشخص رمزگذاری شود رفتار آنبه‌طور ضمنی "پدیدار" می‌گردد. برای نمونه هرچند مدل چت جی پی تی به‌طور مشخص برای برنامه نویسی آموزش داده نشده بود، توانایی برنامه نویسی از خود بروز داد و یا نمونه‌های مشابه آن.

هرچند هر آنچه درون این مدل‌های غول‌پیکر می‌گذرد شناخته شده نیست و این آن چیزی است که بسیاری از جمله جفری هینتون را هراس زده می‌سازد، اما از همین اکنون روشن است که مدل‌ها نه صرفاً بر اساس آمار بلکه با دسترسی به مفاهیم بیشتری از درون دانش بشری که به‌صورت متن در اختیار آنها قرار می‌گیرند عمل می‌نمایند.

و یک نکته دیگر که باید به آن اشاره کرد آن است که توانایی این مدل‌ها حاصل کار هزاران پژوهنده در سراسر گیتی و دانش نسل‌های مختلف بشری می‌باشد. نقش‌های مهمی که به آنها اشاره شد خود در ارتباط با کوشش‌های این پژوهنده‌های بسیار و نیز آنچه به‌عنوان دانسته‌های بشر بر اینترنت قرار گرفته است بوده است و به‌معنای نادیده گرفتن آنها نمی‌باشد.

هگل و هوش‌مصنوعی

هگل پلکان مسیر روح از روان تا تفکر نمادین و زبانی را در جهان طبیعی تبیین نمود. در دستگاه تفکر ایدآلیستی عینی او اما جایگاهی برای هوش و تفکر در موجود غیرزنده وجود ندارد تا روح مدارج را برای رسیدن به آگاهی آنکه "به‌عنوان روح می‌تواند برای یافتن واقعیت به‌حق به خودش نگاه نماید" (۳۲) در آن بپیماید. جالب است که در برخی دیگر تفکرهای ایده آلیستی همچون در آیین‌هایی در ژاپن این امکان در موجودهای غیرزنده وجود دارد و به این لحاظ روبات‌ها برای آنها جلوه‌ای متفاوت از آنچه در غرب و دیگر نقطه‌ها موجود است دارند. اما آیا بنابر پدیدارشناسی روح هگل نمی‌باید مدل‌ها روان، آگاهی و خودآگاهی داشته‌باشند تا به‌درستی به مرحله هوش واقعی و نه شبه هوش برسند؟

پیش از پرداختن بیشتر به این موضوع باید اشاره داشت که تحقیقاتی جدا از مدل‌های بنیادی در هوش‌مصنوعی در جریان است و هوش‌مصنوعی به مدل‌های بزرگ زبانی خلاصه نمی‌گردد. برای نمونه، روبات‌ها در حال آموزش هستند تا به هوش حسی - حرکتی دست بیابند و بدین ترتیب با حرکت کردن در جهان طبیعی همچون جانورها به درجه‌هایی از روان، آگاهی و خودآگاهی برسند (۳۳). و این محدود به حرکت در طبیعت نیست و تحقیقاتی برای حرکت در جهان مجازی و شبیه سازی کردن جهان طبیعی نیز در جریان است. شرکت انویدیا برای نمونه سازوکارهایی برای این زمینه‌ها از جمله بازی‌هایی که به شبیه سازی جهان می‌پردازند و نیز جهان دوقلو، بازسازی جهان خارج به‌صورت مجازی، را بدین‌منظور فراهم آورده‌است (۳۴). ایلیا سوتسکوار اشاره می‌کند که مدل‌های بنیادی می‌توانند با آموزش ویدئوها به‌عنوان نمای دیگری در کنار تصویر و متن، به آموزش قوانین فیزیک در جهان طبیعی پی ببرند بدون آنکه وارد این جهان گردند.

اما در مورد آگاهی مصنوعی به‌طور بارز نیز پژوهشهایی صورت گرفته است که استفاده از نظریه فضای کار عمومی در شبکه‌های عمیق یک نمونه از این رویکردها است (۳۷-۳۵).

علاوه بر اینها، جدا از مدل‌های تک عاملی، تحقیق در محیطهای چند عاملی و اجتماعی و یادگیری چند عاملی نیز در جریان است که اینها خود چنان که برای موجودات طبیعی حاوی آموزش می‌باشند برای مدل‌های مصنوعی هم می‌توانند چنین نقشی را بازی نمایند.

پس در پاسخ به پرسش هگلی می‌توان اشاره به‌هم جهان طبیعی و هم جهان مجازی کرد که در آن مدل‌های مصنوعی به فراگرد روحی، آگاهیایی، و خودآگاهی ایی علاوه بر هوش واره مدل‌های بنیادی دست یابی نمایند.

اما با علم به اینکه "روح" / ذهن و ماده / مغز از هم مجزا نبوده و فعالیتهای ذهنی فراورد مغز موجودهای طبیعی می‌باشند، امکان انجام فعالیتهای ذهنی "پایین‌تر" از هوش برای ماشین‌های هوشمند مصنوعی در تئوری نباید آنطوری که برای هگل بود غیر ممکن باشد و به این کوشش‌ها می‌توان ادامه‌داد - چه فعالیتهای ذهنی از جسم و مغز جانوران بر می‌خیزند.

ولی آیا برای رسیدن به هوش واقعی حتماً می‌باید روان، آگاهی و خودآگاهی وجود داشته‌باشند که یکی بر دیگری استوار باشد؟

اینکه مدل‌های بنیادی توانسته‌اند به درکی از دانش بشری دست یابند، یکی آنکه سرورها و نرم‌افزارها و غیره این امکان را پدید آورده‌است که نیازی به فرگشت میلیاردها ساله موجودهای زنده برای خودانگیختگی نداشته‌باشند. دیگر آنکه این دانش محصول "خرد عمومی" مارکس در همین زمان گردهمایی شده و در اختیار آنها قرار داده‌شده‌است. شاید اگر اینها فراهم نبود روند هگلی ذهنی پیش‌نیاز آن می‌بود، ولی خوب ما با این واقع روبه‌رو هستیم.

آنچه مسلم است دانش بشر در زمان نگارش این جستار در مورد مدل‌های بنیادی کافی نبوده و ارزیابی دقیقی بدون آن نمی توان ارائه داد. اما همین شناخت محدود "پدر خوانده" هوش‌مصنوعی را به هراس از آنکه "موجود هوشمندتری نتواند از سوی موجودی کم‌هوش‌تر کنترل شود" انداخته و پژوهشگرهای مایکروسافت را بر آن داشته که اعلام نمایند "جرقه‌های" هوش جامع مصنوعی از هم اکنون در مدل جی پی تی ۴ وجود دارد (۳۸، ۱۸).

پاسخ نهایی به پرسش هگلی را می‌باید هنوز باز گذارد.

بخش دوم - اقتصاد سیاسی هوش‌مصنوعی

در بخش اول به جنبه‌های علمی، فلسفی و فنی هوش‌مصنوعی پرداخته شد. در این بخش اقتصاد سیاسی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پیش از آغاز جالب است اشاره کرد که درباره پرسش هگلی، اینکه آیا هوش برای موجودهای غیرزنده می‌تواند وجود داشته‌باشد یا خیر، مارکس در "پاره نوشته‌هایی در مورد ماشین‌آلات" در گروندریسه کارخانه‌ها و تولید تمام‌خودکار را تصویر کرده است و این مستلزم کنترل و ادراک از سوی ماشین‌ها می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که از نگاه مارکس امکان وجود هوش در آنها آنطور که در دید هگل وجود دارد منتفی نیست. برای دید فلسفی ایده آلیستی عینی هگل، روح که در موجودهای زنده حرکت خود را طی می‌کند نمی‌تواند در موجودهای غیرزنده این حرکت را صورت داده و به هوش برسد. اما مارکس که در شیوه شناخت و بررسی خود دیالکتیک هگلی را بر مبنای ماتریالیستی به کار می‌بندد، امکان عمل ذهنی را از ماده غیر زنده منتفی نمی‌بیند و به همین ترتیب امکان وجود "هوش‌مصنوعی" نیز منتفی نمی‌باشد.

مارکس و فناوری

چنانکه کریسشن میر اشاره می‌نماید، سه منبع از مارکس در مورد فناوری وجود دارد (۳۹):

در اشاره به جلد اول کاپیتال از آنجا که تضادهای سرمایه‌داری نه به‌خاطر ماشین‌ها فی نفسه بلکه نوع استفاده سرمایه‌داری از آنها پدید می‌آیند، برای برخی دید ابزاری از فن و اینکه فن در نهایت خنثی بوده و این سرمایه‌داری است که از آن نه برای برآورده کردن نیازها بلکه افزایش بهره وری و کنترل بر کارگران استفاده می‌نماید را به مارکس نسبت می‌دهند.

منبع دوم "فقر فلسفه" (۴۰) می‌باشد که در آن برداشتی جبرگرایانه از فن را برای برخی تداعی می‌نماید. مارکس در آنجا می‌نویسد: "انسان با دستیابی به نیروهای تولیدی تازه مناسبات تولید خود را تغییر می‌دهد و با تغییر در مناسبات تولید، در رویه‌ای که امرار معاش می‌نماید، آنها مناسبات اجتماعی را تغییر می‌دهند. آسیاب دستی به شما جامعه‌ای با ارباب‌های فئودال می‌دهد، کارخانه ماشین بخار سرمایه‌دار صنعتی. " و برخی از آن این نتیجه را می‌گیرند که فناوری‌های اطلاعاتی مناسبات پسا سرمایه‌داری را فرا خواهند آورد.

منبع سوم همان "پاره نوشته‌هایی در مورد ماشین‌آلات" در گروندریسه است. "نیروهای تولیدی و روابط اجتماعی - دو وجه متفاوت رشد فرد اجتماعی - برای سرمایه تنها ابزار به چشم می‌آیند، و تنها برای آن ابزاری هستند تا بتواند به تولید بر اساس محصورهای خودش ادامه دهد... طبیعت ماشین‌ها، لکوموبتوها، خط‌های راه‌آهن، تلگراف برق، حامل‌های خودکار و غیره را نمی‌سازد... آنها سازواره‌های ذهن انسانی هستند که با دست انسانی ساخته‌شده‌اند، توانمندی دانش عینیت‌یافته. رشد سرمایه ثابت درجه‌ای که علم، دانسته‌های، عمومی جامعه به یک نیروی تولیدی بلا واسطه بدل شده را نشان‌می‌دهد و از این رو درجه‌ای که خود شرایط زندگی اجتماعی تحت کنترل خرد عمومی در آمده و به این ترتیب بازشکل یافته‌اند. " (۵)

در اینجا گرایشی به "ساخت گرایی اجتماعی" ابراز شده که بر این تکیه دارد که چگونه دانسته‌های اجتماعی مهم‌ترین نیروی تولیدی می‌شوند. این دانسته‌ها، خرد عمومی، به کار غیرمادی و دیجیتالیزه شدن ارتباط داده‌می‌شود.

بدین ترتیب یک تئوری یکپارچه فناوری در نظریه‌های مارکس وجود ندارد.

تئوری ارزش

تئوری ارزش، چنانکه گوگلیلمو کارچدی و مایکل رابرتز بیان می‌دارند (۳)، ابزار تشریح علمی قانون‌های حرکت سرمایه در قرن بیست و یکم (نیز) می‌باشد. آنها در مقدمه کتاب به معرفی مفهوم‌هایی که برای این تشریح لازم است اشاره می‌نمایند و اینجا نیز با استفاده از توضیح آنها به‌بیان این مفهوم‌ها پرداخته می‌شود.

پیش از آن، چنانکه نیک نزبیت اشاره می‌نماید، بررسی ارزش مارکس حاوی سه جنبه می‌باشد (۴۱). جنبه اول که شناخته‌ترین وجه آن می‌باشد، محقق شدن ارزش اضافه نسبی می‌باشد که در جلد اول کاپیتال به آن پرداخته‌است. دومی قانون "گرایش نزولی نرخ سود" می‌باشد و سومی همان "پاره نوشته‌هایی در مورد ماشین‌آلات" در گروندریسه است که در مقدمه بخش اول به آن اشاره شد. این سومی به‌عنوان "تضاد در حال حرکت" سرمایه، محدودیت رشد دائمی ترکیب ارگانیک سرمایه می‌باشد که به نقطه‌ای می‌رسد که ماشین کاملاً انسان را در پروسه تولید جایگزین می‌نماید و روند انباشت ارزش اضافه و ارزش افزایی به زیر سؤال می‌رود. تضاد در حال حرکت به این معنی می‌باشد که سرمایه با

آنکه زمان کار کارگران منبع تولید ثروت می‌باشد، اما با حرکت در جهت خودکارسازی و جایگزینی بیشتر و بیشتر انسان با ماشین آن را به‌سوی حذف کامل هدایت می‌نماید.

اکنون با استفاده از مقدمه کتاب کارچدی و رابرتز (۳) به معرفی مقوله‌ها و مفهوم‌هایی که به زعم آنها اساس تئوری مارکسیستی سرمایه‌داری قرن بیست و یکم را در اختیار ما قرار می‌دهد و به درک دو جنبه اول ارزش کمک می‌رساند پرداخته می‌شود.

در ارتباط با جنبه اول که بر تئوری ارزش کار بنا شده‌است باید اشاره کرد که آدام اسمیت و دیوید ریکاردو، اقتصاد دانه‌ای سیاسی کلاسیک، به این تئوری باور داشتند و به آن پرداخته‌بودند. مارکس تئوری آنها را مورد نقد قرار داد و با دقیق کردن مقوله‌ها و مفهوم‌های آن به بسط نظریه اقتصاد سیاسی خود پرداخت.

"ارزش چیست؟ مارکس از این منظر آغاز می‌کند که ارزش نتیجه بذل نیروی کار انسانی است. بدون بذل انرژی از سوی انسان‌ها هیچ‌چیز تولید نمی‌شود که انسان‌ها را زنده و سالم نگاه دارد. بنابراین به‌معنای آن است که ارزش انتزاعی متافیزیکی نبوده بلکه در واقع فیزیکی است - در واقعیت عینی وجود دارد. به آن اینطور می‌توان فکر کرد: الکتریسیته واقعی است - حرکت الکترون‌ها درون اتم‌های معمولاً مسی. ما همیشه نمی‌توانیم آن را ببینیم (هرچند می‌توانیم نتیجه‌های آن را - نور، گرما، شوک - تجربه نماییم). و می‌تواند با و لت، وات و آمپر اندازه گیری شود. مشابه آن، بذل نیروی کار انسانی (هم یدی و هم فکری) مادی است و بنابراین می‌تواند با زمان کار (ساعت، دقیقه و غیره) اندازه گیری شود.

"طبیعت نیز برای ما ارزش دارد، بدون هوا، زمین، درخت‌ها، جنگل‌ها، آب و غیره، زندگی انسان هم وجود نخواهد داشت. بنابراین برای انسانیت ارزش (مصرف) دارد. اما این به بذل نیروی کار انسانی نیاز دارد تا این ارزش مصرف درونی طبیعت به دیگر ارزش‌های مصرف بدل شود: از جنگل‌ها تا الوار تا خانه‌ها مشمول بذل انرژی انسان (و بنابراین نیروی کار) می‌باشند.

"مارکس این جنبه نیروی کار انسان را ارزش مصرف می‌نامد. اما تنها در نظام سرمایه‌داری است که ارزش‌های مصرف لازم و ایجاد شده از نیروی کار انسان به کالاها برای فروش در بازار و کسب سود خصوصی بدل می‌شوند. نتیجه نیروی کار انسانی به کالاهایی تبدیل می‌گردند که دارای ارزش با دو جنبه می‌باشند: ارزش مصرف برای خریدارهای کالاها و ارزش، که ارزش مبادله هم خوانده می‌شود - زیرا خود را به‌صورت پول رد و بدل شده آشکار می‌سازد. این دو جنبه ارزش درون کالا تضاد بنیادی تولید سرمایه‌داری یعنی میان تولید برای نیاز اجتماعی (ارزش مصرف) و برای سود و انباشت سرمایه (ارزش مبادله) را نمایان می‌سازند. بدین خاطر است که مارکس در کاپیتال با کالا آغاز می‌نماید.

"در نظام سرمایه‌داری تنها راه عینی ارزش‌گذاری بر محصول نیروی کار انسانی (یک کالا) با اندازه گرفتن زمان کار به کار رفته در آن انجام می‌گردد نه با نظر ذهنی هر مصرف کننده در مورد ارزش آن. کالاها دو جنبه دارند: یک ارزش مصرف و یک ارزش از آنجا که آنها

محصول هم یک نوع مشخص کار (که ارزش مصرف آن را تولید می‌نماید) و هم کار مجرد که ارزش آن را تولید می‌نماید می‌باشند. کار مجرد بذل انرژی انسان فارغ از فعالیت مشخص انجام شده می‌باشد.

"این تبدیل کار مجرد به ارزش کالاها می‌باشد که مورد توجه قانون ارزش می‌باشد. مارکس بر این باور است که یک رابطه قانون‌مانند میان نیروی کار مصرف شده در نظام تولید سرمایه‌داری و ارزش وجود دارد: مقدار نیروی کار (که با زمان اندازه گیری می‌شود) هم مقدار ارزش تولید شده را تعیین می‌نماید و هم مقدار محقق شده در بازتوزیع آن را. این شالوده قانون است.

"اما ارزش بلافاصله از کار مجرد پدیدار نمی‌گردد و از چند فرآیند میانی عبور می‌نماید. تولید ارزش از چند مرحله می‌گذرد. کارگرها در طول روند تولید به کار مجرد می‌پردازند و ارزش کالا را ایجاد می‌نمایند که با پایان تولید ارزش نهفته در کالا می‌گردد. جوهر مادی این ارزش کار مجرد می‌باشد. با فروش کالا است که ارزش نهفته در آن ارزش محقق می‌گردد. این ارزش محقق شده با پول - صورت همگانی پذیرفته شده ارزش - نمایانگر می‌شود. در یک اقتصاد سرمایه‌داری به‌خاطر رقابت میان تولیدکننده‌های مختلف ممکن است تمامی ارزش کالای فروش رفته و نیروی کار صرف شده برای تولید آن محقق نشود. رقابت در بازار است که زمان کار اجتماعاً لازم برای تولید و تحقق ارزش یک کالا را تعیین می‌نماید. سودآوری برای تولید کننده های مختلف متفاوت می‌باشد اما با رقابت تمایلی به یک سودآوری متوسط به وجود می‌آید. بدین ترتیب قیمت یک کالا گرایش پیدا می‌کند تا با هزینه تولید آن به اضافه نرخ سود متوسط در کل اقتصاد تعیین گردد. ارزش نهفته در یک کالا بدین ترتیب به بهای تولید تغییر شکل می‌یابد.

"عامل عمده اثرگذار بر سودآوری فناوری می‌باشد. فناوری‌های نوین کارگران را با ابزار تولید جایگزین می‌نمایند. آنها ارزش و ارزش اضافه کمتری تولید می‌نمایند اما به خرج دیرپذیرهای فناوری ارزش بیشتری را محقق می‌نمایند. این خود به فناوری‌های کاراتری منجر می‌گردد. همین فرآیند دائمی به‌روزرسانی شدن از سوی تغییرها در فناوری و رقابت است که نشان‌می‌دهد قانون ارزش مارکس نه یک تئوری تعادل ایستا، بلکه روند تولید کالا در یک حرکت دائمی می‌باشد.

"سه جنبه دیگر برای قانون ارزش و توضیح روندهای سرمایه‌داری در قرن بیست و یکم بسیار مهم است. کشف بزرگ مارکس در قانون ارزش او "ارزش اضافه" می‌باشد. در تولید سرمایه‌داری، مالک‌های ابزار تولید (کارخانه‌ها، زمین، تأمین مالی و غیره) وجود دارند و دیگر بقیه ما که تنها صاحب نیروی کار خود هستیم. مالک‌های ابزار تولید نیروی کار انسانی را در استخدام می‌گیرند تا ارزش نهفته در کالاها را، که از آن مالک و کنترل‌کننده ابزار تولید بوده و بفروش می‌رسد، تولید نمایند. اما مالک‌های ابزار تولید تمامی ارزش نهفته در کالاها را به فروشنده‌های نیروی کار برای تولید آنها پرداخت نمی‌نمایند. مالک‌های ابزار تولید برای استفاده از ماشین‌ها و مواد خام و دستمزد کارگرهای استخدام شده پرداخت می‌نمایند. اما آنها در ارزش نهفته در کالاها و محقق شده در بازار ارزش

بیشتری از مخارج آنها دریافت می‌نمایند. بدین ترتیب ارزش اضافه‌ای وجود دارد که از سوی مالک‌ها تصاحب می‌شود. این می‌تواند میان سود سرمایه دارهای تولید کننده، سود سرمایه دارهای تأمین کننده سرمایه مالی و اجاره مالک زمین تقسیم گردد.

"تک تک سرمایه‌دارها دائم در پی افزایش ارزش اضافه خود در رقابت با سرمایه دارهای دیگر می‌باشند. آنها می‌توانند این را از طریق افزایش تعداد کارگرها و یا افزایش شدت و ساعت‌های کار کارگرها انجام دهند. اما برای این محدودیت‌های فیزیکی و اجتماعی وجود دارد. علاوه بر آن، سرمایه دارهای دیگر می‌توانند با وارد کردن فناوری‌های نوین به بهره وری کارگرهای خود سرعت بخشند و بدین ترتیب ساعت کار (یا هزینه‌ها در ارزش) لازم برای تولید کالا را پایین‌تر از متوسط نگاه دارند. این سرمایه‌دارها بدین ترتیب می‌توانند موجب ریشه کنی آن‌های دیگر با فناوری / ماشین‌های کمتر گردند. این همه سرمایه‌دارها را مجبور می‌سازد تا بیشتر و بیشتر در فناوری / ماشین‌ها برای افزایش بهره وری کارگرها و کاهش نسبی استفاده و هزینه‌های نیروی کار انسانی سرمایه‌گذاری نمایند. بدین ترتیب نسبت سرمایه‌گذاری در سرمایه ثابت (ماشین‌ها و مواد خام) نسبت به سرمایه‌گذاری بر نیروی کار (سرمایه متغیر) گرایش به افزایش پیدا می‌نماید. این نسبت "ترکیب ارگانیک سرمایه" خوانده می‌شود.

"از آنجایی که ماشین‌ها (ی غیر هوشمند - اشاره از ما) توانایی تولید ارزش ندارند، افزایش ترکیب ارگانیک سرمایه تنها با سرمایه‌گذاری ارزش اضافه بیشتر در ماشین‌ها به‌جای نیروی کار انسانی امکان‌پذیر می‌گردد، به این ترتیب گرایشی به کاهش ارزش تازه نسبت به سرمایه‌گذاری به کار رفته پدید می‌آید. به‌عبارت دیگر، نرخ سود در اقتصاد سرمایه‌داری در طول زمان گرایش به نزول دارد. نزول نرخ سود در طول زمان، به‌معنای کم شدن سهم کار و آنچه مارکس افزایش نرخ استثمار (ارزش اضافه) می‌خواند نیز می‌باشد. "

بنیان‌گذاران اقتصاد سیاسی کلاسیک، آدام اسمیت و دیوید ریکاردو، هم از نزول نرخ سود اطلاع داشتند اما علت آن را چیز دیگری می‌دانستند. مارکس آن را نیز دقیق کرد و در فصل ۱۴ جلد سوم کاپیتال به تشریح این گرایش پرداخت. باید اشاره کرد که این یک گرایش است و می‌تواند بالا هم برود. به گفته مارکس: "اگر افزایش در نرخ ارزش اضافه با کاهش قابل ملاحظه ارزش اجزای سرمایه بدون تغییر و سرمایه ثابت به‌طور مشخص همراه شود" نرخ سود می‌تواند حتی رشد هم داشته‌باشد. اما این برای همیشه و یا در دراز مدت نمی‌تواند پایدار بماند.

در آخر به یک مفهوم دیگر، ارزش افزایی، باید اشاره کرد. چنانکه مارکس اشاره می‌کند، سرمایه هنگامی سرمایه واقعی می‌شود که سرمایه بیشتر خلق نماید. بیرون کشیدن ارزش اضافه هنگام تولید تنها بخشی از ماجرا است. تنها اگر سرمایه موفق شود ارزش کالاهای تولید شده را محقق کند و آن را دوباره به‌صورت سرمایه باز سرمایه‌گذاری کند "ارزش‌افزایی" شده‌است. و این همچنان به تکرار و تکرار نیاز دارد. نفع اصلی سرمایه در ارزش افزایی سرمایه است. این در بحث اقتصاد سیاسی هوش‌مصنوعی بیشتر به کار می‌آید.

پی آمده‌ای گرایش نزولی نرخ سود

نزول نرخ سود یک گرایش در سرمایه‌داری است و چنانکه گفته شد مارکس نیز خود اشاره می‌کند که در زمان‌هایی این نرخ افزایش هم می‌تواند داشته‌باشد اما این افزایش در دراز مدت نمی‌تواند پایدار بماند. سرمایه‌دارها برای مقابله با این نزول به اقدام‌هایی دست می‌زنند. چنانکه برای نمونه ولادیمیرو جیاچه به شش مورد آنها اشاره می‌نماید (۴۲):

اول افزایش نرخ استثمار کار با افزودن به زمان کار روزانه (افزایش ارزش‌اضافه مطلق)، شدت کار و افزایش بهره وری کار (افزایش ارزش‌اضافه نسبی). ارزش اضافه نسبی هنگامی که نوآوری در روند کار بهره وری کار را بالا ببرد و یا تعداد کالاهای تولید شده با همان نیروی کار و همان زمان کار بالا رود افزایش پیدا می‌کند.

دوم پرداخت دستمزد پایین‌تر از ارزش آنکه آمار در کشورهای پیشرفته سرمایه‌داری گرایش به کاهش سهم تولید ناخالص داخلی که به دستمزد و افزایش سهم سود از اواسط سالهای ۷۰ میلادی به‌بعد تعلق گرفته را نشان‌می‌دهد.

سوم کاهش هزینه سرمایه ثابت مانند انرژی، مواد خام و ابزار تولید.

چهارم اضافه جمعیت نسبی با ارتش ذخیره کار خصوصاً نیروی کار اقتصادهای نوظهور.

پنجم تجارت خارجی که تأثیر بالایی دارد. با افزایش حجم تولید بهای تولید تک تک کالاها کاهش پیدا می‌کند و اجزای سرمایه ثابت پایین می‌روند. برتری فناوری در مقایسه با کشورهای کمتر پیشرفته باعث می‌شود که کالاها را بتوان بالاتر از ارزششان به فروش رسانید. عقب‌تر بودن کشورهای دیگر و پایین بودن نرخ بهای کار نرخ استثمار بیشتری را عاید کشور پیشرفته‌تر می‌نماید. این همان جهانی سازی دهه‌های اخیر بوده است.

ششم افزایش سرمایه بهره دار یا همان مالی سازی می‌باشد که سهم سرمایه بهره دار از اضافه ارزش بالاتر رفته و چنانکه مارکس اشاره می‌کند (۲)، سرمایه‌گذاری در فعالیتهای اعتباری و مالی رشد می‌کند.

نزول نرخ سود را در پژوهش‌های آماری صورت گرفته می‌توان مشاهده کرد. برای نمونه مایکل رابرتز در وبلاگ خود به پژوهش‌های صورت گرفته و همچنین کوشش خود در این زمینه اشاره می‌کند (۴۳). در چند پژوهش با نتیجه‌های مشابه از جمله گروه دیپانکور باسو در دانشگاه امهرست ماساچوست، نرخ سود در ۱۹ کشور پیشرفته اقتصادی سرمایه‌داری بین سالهای ۵۰ میلادی تا اوج آن در ۱۹۶۶ - دوران طلایی – بین ۹/۲ تا ۱۰/۳ درصد، از ۱۹۶۷ تا ۱۹۸۲ دوران بحران سود - به ۶/۶ درصد سقوط می‌کند، در دوران نولیبرال ۸۲ تا ۱۹۹۷ تا ۷/۸ رشد کرده و در دوران رکود طولانی کنونی تا ۲۰۰۸ به ۷/۴ درصد، در ۲۰۰۸ به ۶/۴ درصد و در ۲۰۱۹ به ۶/۸ درصد رسیده است. پژوهش ادوارد ولف در سال ۱۹۸۶ و انور شیخ و احمت تنک در ۱۹۹۴ نیز چنین روندهایی را بین

اواخر سالهای ۱۹۴۰ تا اوایل ۱۹۸۰ در ایالات متحده نشان داده‌بود. این پژوهش‌ها در مورد کشورهای دیگر از سوی پژوهشگرهای جداگانه نیز صورت گرفته است.

اقتصاد سیاسی هوش‌مصنوعی

چنانکه در بخش اول این نوشتار اشاره گردید، هوش‌مصنوعی به دو بخش "هوش محدود مصنوعی" یا "ضعیف" و "هوش جامع مصنوعی" یا "قوی" تقسیم می‌گردد. در بحث اقتصاد سیاسی هوش‌مصنوعی، اولی را باید در قلمرو ماشین در تئوری ارزش، سرمایه ثابت و "گرایش نزولی نرخ سود" ارزیابی کرد و دومی را در چشم‌انداز درازمدت‌تر خودکاری کامل و جنبه سوم ارزش، "تضاد در حال حرکت" سرمایه. به این دو جداگانه پرداخته می‌شود.

از آنجا که هوش‌مصنوعی ضعیف به جایگزینی کامل انسان در روند تولید نمی‌انجامد باید آن را در چارچوب استفاده از فناوری برای افزایش بهره وری کار (افزایش ارزش اضافه نسبی) در مقابله سرمایه‌دارها با گرایش نزولی نرخ سود در سرمایه‌داری ارزیابی کرد.

باید بار دیگر تأکید کرد که هدف در سرمایه‌داری ارزش افزایی و بیشینه کردن سود می‌باشد. سرمایه‌گذاری در فناوری تنها با این هدف و نه افزایش فی نفسه بازده یا بهره وری می‌باشد. عامل‌های مختلفی برای این سرمایه‌گذاری لازم است و یک نیاز آن وجود شرایط سودآوری فراوان در طول زمانی درازمدت می‌باشد. بسیاری شرکت‌ها در کشورهای پیشرفته سرمایه‌داری به‌جای سرمایه‌گذاری در فناوری پیشرفته به اقدام‌های دیگر در مقابله با گرایش نزولی نرخ سود پرداخته‌اند.

روی آوری به سازوکارهای‌های مالی سازی، فرار به بهشت‌های مالیاتی برای مالیات گریزی، خرید اوراق‌بهادار دولتی، ادغام شرکت‌ها، بازخرید سهام، بازار اوراق مشتقه از جمله شیوه‌های رایج بوده‌اند (۴۴).

جهانی سازی در سالهای اخیر با رشد فنی کشورهایی چون چین و هندوستان اهمیت خود را در مقابله سرمایه داران کشورهای پیشرفته سرمایه‌داری با گرایش نزولی نرخ سود در مقایسه با گذشته از دست داده است. چنانکه مارکس نیز اشاره کرده است این تا زمانی کارساز می‌باشد که کشورهای دیگر به رشد اقتصادی دست یابی ننمایند و امروز شاهد هستیم که کشورهای نوظهور خود به رقیبی با کشورهای پیشرفته بدل شده و جهانی سازی و نظام سیاسی را با چالش روبه‌رو ساخته‌اند. از سوی دیگر دستمزدها نیز در این کشورها بالاتر رفته و جنبه آن به‌عنوان منبع نیروی کار ارزان و ارزش ذخیره نیروی کار تضعیف گردیده‌است. بدین ترتیب زمزمه‌های "بازگشت تولید صنعتی" به کشورهای پیشرفته سرمایه‌داری و "اول منافع هر کشور" در برابر جهانی سازی بلندتر و بلندتر می‌شود.

در رابطه با افزایش بهره وری کار (افزایش ارزش اضافه نسبی) - اقدام اول برای مقابله با گرایش نزولی نرخ سود - سرمایه‌گذاری بر فناوری پیشرفته نیز تنها راه نبوده است. روش‌های تولید ناب و کارآمد، تجدید سازمان کار و فناوری سنجش و پایش کار با ابزار زیست سنجی و الکترونیک نیز از جمله روش‌های بالا بردن بهره وری کار بوده‌اند که در آنها بسیار سرمایه‌گذاری شده‌است (همان منبع).

با توجه به این، در دهه‌های اخیر کاربست روبات‌ها به‌عنوان ابزاری برای افزایش ارزش اضافه نسبی و افزایش بهره وری کار و مقابله با گرایش نزولی نرخ سود به آهستگی جلو رفته‌است. براساس آمار فدراسیون بین المللی روباتیک، در سال ۲۰۲۱ حدود ۳ میلیون روبات صنعتی در کارخانه‌های سراسر جهان در فعالیت بوده‌اند. براساس این آمار، روبات‌های صنعتی در جهان از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۱ میان کمتر از ۶۰ هزار در سال تا ۱۲۰ هزار نصب‌شده‌اند. این روبات‌ها در اساس غیر هوشمند بوده‌اند. از سال ۲۰۱۱ تعداد سالانه آنها افزایش داشته است و در سال ۲۰۲۱ به ۵۱۰ هزار رسیده است. پنج کشور، چین، ژاپن، ایالات متحده، کره جنوبی و آلمان ۷۴ درصد نصب روبات‌ها در جهان را داشته‌اند (۴۵). از سال ۲۰۱۳ چین بزرگ‌ترین بازار بوده و بالغ بر ۱/۳ آنها و تنها در سال ۲۰۲۱ ٪۵۲ کل روبات‌های جدید در آنجا نصب شده‌است. با در نظر گرفتن سهم چین و آنچه در کشورهای سرمایه‌داری رخ داده است می‌توان آهستگی آهنگ کاربست روبات‌ها را در کشورهای سرمایه‌داری مشاهده کرد.

یکی از پژوهش‌ها کمک روبات‌ها به بالا رفتن بهره وری را پایین ارزیابی کرده است. براساس این پژوهش، در بین سالهای ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۹ میان ۳۰ کشور سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، سهم متوسط روبات‌ها به رشد بهره وری از ۰/۲ درصد در سال بالاتر نرفته است. این رقم بیشترین در آلمان با ۰/۷ درصد و ژاپن در سالهای ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۵ با ۰/۸۷ در صد بوده است و نیز در اروپای شرقی با گسترش صنعت‌های خودروسازی (۴۶).

عامل دیگر در آهنگ آهسته استفاده از روبات‌ها، بهای بالای آنها در گذشته بوده است. بنابر اشاره (۴۷)، بهای روبات‌های صنعتی ۱۳۰ هزار دلار در سال ۱۹۹۵ بوده است. این رقم به کمتر از ۳۰ هزار دلار از اواخر سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ کاهش پیدا کرده است.

عامل بعدی همان توانایی‌ها و انعطاف‌پذیری روبات‌ها بوده است که در گذشته بسیار پایین‌تر بوده است. باید اشاره کرد که پیش از رشد هوش‌مصنوعی در سال ۲۰۱۲ روبات‌ها عمدتاً بدون هوش‌مصنوعی بوده و تنها حرکت‌های تکراری از پیش برنامه‌ریزی شده را انجام می‌داده‌اند. همزمانی بالا رفتن استفاده از روبات‌ها از سال ۲۰۱۳ و توانایی‌های جدید هوش‌مصنوعی می‌تواند نشانی از تأثیر آن بر توانایی‌ها و انعطاف‌پذیری‌های نوین را نشان دهد.

با رشد توانایی‌ها که اخیراً رشد به سزایی کرده‌اند و نیز به کار گیری هوش محدود مصنوعی در قالب یادگیری تقویتی در روبات‌ها، همراه با کاهش بسیار بهای به کار گیری آنها می‌توان

شاهد بالارفتن آهنگ استفاده از آنها در صنعت بود. همچنین روبات‌ها در خدمات و در قالب کوباتها (روبات‌های همکار) نیز در حال افزایش می‌باشند.

در ارتباط با دیگر کاربردهای هوش محدود مصنوعی برای نمونه تشخیص دست خط‌ها برای دسته بندی کردن نامه‌ها در شرکت‌های پستی از اواخر دهه ۹۰ قرن گذشته میلادی در جریان بوده است. پژوهشی از شرکت اوپن آی و دانشگاه پنسیلوانیا در رابطه با تأثیر مدل‌های بنیادی بر شغل‌ها ۱۰ درصد وظیفه‌های شغلی حدود ۸۰ درصد از نیروی کار ایالات متحده را در معرض این تأثیر ارزیابی می‌کند و حدود ٪۱۹ کارگران را در معرض تعدیل بیش از ٪۵۰ وظیفه‌های شغلی می‌بینند. ٪۱۵ تمامی وظیفه‌ها در ایالات متحده با کیفیت موجود می‌توانند بسیار سریع‌تر صورت گیرد و با اضافه کردن نرم‌افزارها و ابزارآلات به این مدل‌ها این می‌تواند تا میان ۴۷ تا ٪۵۶ تمامی وظیفه‌ها باشد. این پژوهشگرها در مورد بازه زمانی به کار گیری این مدل‌ها پیش بینی انجام نمی‌دهند (۴۸).

عامل‌های مختلفی در به‌کارگیری این فناوری نقش دارند و ارزیابی‌ها از تأثیرهای شدید در از دست رفتن شغل ها تا ایجاد شغل‌های تازه و بهره وری بالا نوسان می‌نماید.

به نوشته مجله فوربس، فوروم جهانی اقتصادی در گزارشی یک چهارم شغل‌ها در طول پنج سال آینده را از دست رفته می‌بینند. بر اساس این گزارش در پرسش از بیش از ۸۰۰ شرکت در ۴۵ کشور جهان انتظار از بین رفتن ۸۳ میلیون شغل تا ۲۰۲۷ و در برابر ایجاد ۶۹ میلیون کار جدید داده‌شده‌است. و گلدمن سکس تعداد شغل‌های از بین رفته را ۳۰۰ میلیون ارزیابی می‌کند که کاملاً خودکار خواهند گردید و ٪۱۸ کار جهانی رایانه‌ای خواهد گردید (۴۹).

اینکه روند وارد شدن هوش محدود مصنوعی در تولید، خدمات، سرمایه‌گذاری مالی به چه سرعت و نحوی صورت خواهد گرفت امکان پیش بینی آن دشوار است. بسیاری ارزیابی‌ها شغلهای کم تخصصی و تخصصی بالا را کمتر در معرض نابودی و شغلهای میان تخصصی را در معرض از میان رفتن ارزیابی می‌نمایند و این شامل حرفه‌هایی از برنامه نویسی و تخصص دانش داده‌ها گرفته تا بازاریابی، نویسندگی فنی و خبرنگاری، حقوق، پژوهش بازار مالی و رایزنی مالی و غیره را شامل می‌شود.

با وجود ارزیابی‌های هم منفی و هم مثبت باید در نظر داشت که به‌کارگیری از هوش محدود مصنوعی پدیده‌ای است که سابقه‌ای برای آن در گذشته نمی‌توان پیدا کرد. نمونه‌هایی چون مهاجرت از روستاها و کار کشاورزی به شهرها و کار در کارخانه‌ها و یا تأثیر الکتریکی کردن صنعت‌ها و یا ورود یارانه‌ها پس از جنگ دوم جهانی و انقلاب اطلاعاتی هرچند برای شبیه سازی استفاده می‌شوند اما ویژگی‌های هوش محدود مصنوعی آن را از اینها متمایز می‌نماید. چنانکه پژوهشگرهای مختلفی به آن اشاره‌کرده‌اند، در دوره‌های پیشتر تغییر در یک صنعت موجب تغییر در صنعت‌های دیگر نمی‌گردید و شغلهای از بین رفته در یک صنعت می‌توانست با جذب به شغلهای جدید در صنعت جدید جبران گردد. اما هوش محدود مصنوعی این بار بر همه صنعت‌ها تأثیر می‌گذارد.

دیگر آنکه سرعت تغییرها در مقایسه با دوره‌های پیشین بسیار بالاتر بوده و امکان تطبیق با آن همچون گذشته نمی‌باشد.

نکته دیگر هزینه بالای مدل‌های بنیادی می‌باشد. سم آلتمن مدیرعامل اجرایی اوپن ای آی هزینه آموزش جی پی تی ٤ را بالغ بر ١٠٠ میلیون دلار اعلام کرده است. تخمین‌ها برای هر پرسش ٠/٣۶ سنت و یا ٧٠٠ هزار دلار در روز می‌باشد (۵٠). بدین ترتیب مدل‌های بنیادی علی‌رغم برخی کوشش‌ها برای دمکراتیزه کردن آنها در اختیار انحصارهای بزرگ با توانایی‌های مالی کلان قرار می‌گیرند.

هوش محدود مصنوعی توانایی بالابری بهره وری کار و تولید را دارد. سرعت به کار گیری آن در مناسبات اجتماعی تأثیر متفاوت دارد. با نابودی شغلهای میان تخصصی تعداد معدودی می‌توانند جذب شغلهای تخصصی بالا گردند و خیل عظیمی یا به شغلهای کم تخصصی جذب شده و یا به خیل بی کارها می‌پیوندند. صاحب‌های ابزار تولید به ثروت خود می‌توانند بسیار بیافزایند و بدین ترتیب پژوهشگرهای متفاوتی از چشم‌انداز اختلاف بیشتر فقر و غنا صحبت می‌نمایند. با توجه به توان بالای این فناوری می‌توان گفت که تأثیر آن از فناوری‌های پیشین بس فزونتر بوده و تضادهای مناسبات موجود سرمایه‌داری بدین ترتیب تشدید خواهد گردید.

اقتصاد سیاسی هوش جامع مصنوعی

هوش جامع مصنوعی، چنانکه در بخش اول اشاره گردید، توانایی است که می‌تواند به‌طور فراگیر با توانایی‌های شناختی انسان رقابت نماید. به کار گیری هوش جامع مصنوعی جایگزینی انسان در روند تولید به‌طور کامل و تمام خودکاری است که در گروندریسه اشاره گردید. این نقل قول یک‌بار دیگر اینجا بازگویی می‌گردد:

"هنگامی که ابزار کار در روند تولید سرمایه مورد استفاده قرار گرفته می‌شوند وارد مرحله‌های مختلف دگردیسی می‌گردند که نقطه اوج آن... سامانه ماشین‌آلات خودکار... به حرکت در آمده از سوی یک خودکاره (اتوماتون)، قوه ای متحرک که حرکت آن از خود آن می‌باشد، می‌گردد، این خودکاره شامل ارگان‌های مکانیکی و فکری (بوده)، که کارگران تنها رابط‌هایی آگاه در میان آن می‌باشند.... این ماشین است که به‌جای کارگر مهارت و قدرت دارد و خودش استاد و خبره می‌باشد... فعالیت کارگر که تنها به انتزاعی از فعالیت بدل می‌شود، از همه سوی با حرکت ماشین‌آلات تعیین و نظارت می‌شود و نه برعکس آن".

این گفته در نظر اول می‌تواند این برداشت را ایجاد کند که از آنجا که انسان تنها تولید کننده ارزش می‌باشد، با رسیدن نقش انسان در تولید به صفر، ارزش و ارزش افزایی و با آن سرمایه‌داری خودبه‌خود مختل شده و از هم فرو می‌پاشد. اما این تنها یک برداشت ساده می‌باشد و نمی‌توان آن را به این سادگی گرفت.

یکی آنکه برای نمونه میخائیل هاینریش در نوشتار خود (۵۱) که جی جی رامیرز (۵۲) به آن اشاره کرده است پاسخ مارکس در کاپیتال به آن نقل قول از وی در گروندریسه آن است که ارزش نه از کار "بلا واسطه" و مشخص - که ارزش مصرف مشخص را تولید می‌نماید - بلکه از کار انتزاعی و یا اجتماعی متوسط که آن را نمایندگی می‌کند ناشی می‌گردد. بدین ترتیب حتی اگر کار مشخص کاهش پیدا کند، ارزش از میان نرفته و کار اجتماعی متوسط جاسازی‌شده در ماشین‌ها ارزش خود را به محصولات منتقل می‌کنند.

دیگر آنکه دست‌کم می‌باید به چند پرسش پاسخ داد. آیا هنگامی که ماشین‌ها دارای هوش جامع مصنوعی باشند - که هم سنگ و شاید فراتر از توانایی هوش انسان می‌باشد - آیا توانایی تولید ارزش نیز می‌توانند داشته‌باشند؟ برای ارزش افزایی نیاز به خریدار می‌باشد. بدون وجود انسان‌هایی که با کار خود دستمزد دریافت داشته و با آن مصرف کالاها تحقق یافته و دست یابی به اضافه ارزش را میسر و به ارزش افزایی واقعیت می‌بخشند، گردش سرمایه چگونه عمل خواهد کرد؟ و اگر مناسبات با اخلال روبه‌رو شوند آیا سرمایه‌داری خودبه‌خود فرو می‌ریزد و این فروپاشی خودبه‌خود به مناسباتی انسانی و سوسیالیستی می‌انجامد؟

پاسخ نهایی به اینها نمی‌توان داد اما برخی نظرها در این موردها را می‌توان مورد درنگ قرار داد.

آیا ماشین‌هایی با هوش جامع مصنوعی توانایی تولید ارزش دارند؟

لیکا رودین برای نمونه به این پرسش می‌پردازد (۵۳). در دید کلاسیک مارکس ماشین‌ها به‌عنوان ابزار تولید، نیروی کار غیر زنده - نیروی کار گذشته جاسازی‌شده - می‌باشند که می‌توانند با نیروی کار زنده حفظ شده و به‌مرور به کالاهای تازه منتقل گردند. یعنی بخشی از سرمایه ثابت می‌باشند که ارزش جدیدی را به کالا اضافه نمی‌نمایند و آنچه در گذشته ذخیره کرده‌اند را تنها منتقل می‌کنند.

نیروی کار زنده ارزش خود را همچون دیگر کالاها از زمان لازم برای بازتولید خود به‌دست می‌آورد. با توجه به توانایی ماشین‌ها با هوش جامع مصنوعی که توانایی جامع انسانی را دارند برای بازتولید خود به چه احتیاج خواهند داشت؟ این بازتولید می‌تواند شامل نگاهداری فنی، تعمیرها، تأمین انرژی، تجهیزها و به‌روزرسانی نرم‌افزار، تغییرهای مختلف و حتی تولید ماشین‌های هوشمند تازه برای جایگزینی باشند. جنبه‌های اجتماعی از جمله همکاری با انسان‌ها نیز می‌توانند به این فهرست افزوده گردد. با تأمین موارد بالا نیروی کار ماشین هوشمند ارزش خود را خواهد داشت و زمان اضافه‌کار به ارزش اضافه بدل خواهد گردید.

ماشین دارای هوش جامع مصنوعی که همسنگی با توانایی انسانی دارد با ویژگی‌های ارزش نیروی کار خود عاملی در عدم توانایی برای تولید ارزش اضافه نخواهد داشت.

ارزش افزایی چه صورتی به خود خواهد گرفت؟

سرمایه نیاز به محقق شدن و دستیابی به ارزش درون کالای تولید شده و سپس سرمایه‌گذاری مجدد آن یا به‌عبارت دیگر ارزش افزایی دارد. برای محقق شدن ارزش نیاز به مصرف کالا و مصرف کننده هایی است که قدرت خریداری آنها را داشته‌باشند. بدون حضور انسان‌ها در چرخه تولید و دریافت کننده های مزد برای چنین خریدهایی آیا ارزش افزایی با اخلال روبه‌رو نخواهد گردید؟ این جنبه دیگر جایگزینی انسان با ماشین‌های با هوش جامع مصنوعی می‌باشد و از همین اکنون حل این معضل به بحث گذارده شده‌است.

گرفتن مالیات از روبات‌ها و یا "درآمد پایه همگانی" از جمله پیشنهادهای مطرح شده در این زمینه می‌باشند. "درآمد پایه همگانی" از سوی عده‌ای از جمله سم آلتمن، مدیرعامل اجرایی و بنیان‌گذار اوپن ای آی، و سلیمان مصطفی از بنیان گذارهای دیپ مایند گوگل مورد حمایت قرار گرفته است. اوپن ای آی مشغول پژوهشی در این زمینه است که تا پایان سال مسیحی قرار است منتشر گردد. بر پایه این رویکرد هرکس فارغ از شغل خود درآمدی مرتب بدون هیچ‌گونه شرطی دریافت خواهد کرد. این می‌تواند شامل ماشین‌های با هوش جامع مصنوعی نیز بشود. هرچند این رویکرد در نقطه‌های مختلف جهان پیشتر از دهه ۶۰ قرن گذشته میلادی مورد آزمایش قرار گرفته است، به‌صورت نوین آن برای نمونه در ۳۰ شهر در ایالات متحده و در ولز و غیره در حال اجرا و بررسی می‌باشد.

روش‌های دیگری برای افزایش افزایی نیز استفاده و در نظر بوده است. استفاده از دانسته‌های اجتماعی و ارائه آن به‌شکل خدماتی، استفاده از کار بدون پاداش کاربران و انباشت از طریق نوآوری از جمله اینها می‌باشند (۵۴).

استفاده از دانسته‌های اجتماعی همان چیزی است که از سوی مدل‌های بنیادی صورت‌می‌گیرد و دانش بشری گردآوری شده در اینترنت برای آموزش مدل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و یا مدل‌های مولد تصویری از کارهای هنری تولید شده از سوی افراد برای آموزش خود استفاده می‌نمایند.

استفاده از کار بدون پاداش کاربران مدلی است که بسیاری از شرکت‌های نرم افزاری برای تولید کاربرهای خود استفاده می‌نمایند. برنامکها نمونه‌ای از اینها می‌باشند که برای نمونه شرکت اپل از برنامکهای کاربرها سود می‌برد. نمونه‌های دیگر بنزین زدن خود مصرف کننده ها، سرهم کردن اسباب خانه و دیگر محصول‌ها توسط خود مشتری، چاپ سه بعدی و ساخت از طرف مصرف کننده و جز این از این قبیل می‌باشند.

انباشت با نوآوری به‌مانند هوش‌مصنوعی می‌باشد که کدام در حال بهبودی و یادگیری می‌باشد و نوآوری به مرکز فعالیت سودآوری و نه فقط رقابت با دیگران بدل می‌شود.

هوش جامع مصنوعی و بدیل مناسبات سرمایه‌داری

بی شک تولید بدون دخالت انسان دگرگونی‌های عمده‌ای در مناسبات تولیدی ایجاد خواهد کرد. آیا این خودبه‌خود به تأمین درآمد پایه همگانی برای انسان‌ها، تولید انبوه و رفاه عمومی برای همگان خواهد انجامید؟ دولت‌های رفاه، خدمات اجتماعی عمومی و رفاهی در جهان سرمایه‌داری حاصل مبارزه کارگران و زحمت‌کشان در این کشورها و سوسیالیسم واقعاً موجود به‌عنوان بدیلی برای سرمایه‌داری بوده است. با فروپاشی اتحاد شوروی و سوسیالیسم در اروپای شرقی، یورش سرمایه‌داری برای مقابله با گرایش نزولی نرخ سود به اعمال سیاستهای نئولیبرال و ریاضتی انجامید و خدمات اجتماعی نیز محدودتر و دولت‌های رفاه نیز بسیار ضعیف و یا نابود شدند.

بدون مبارزه برای حقوق اجتماعی، نظام سرمایه‌داری در جهت بیشینه کردن سود و کاهش دستمزدها و خدمات اجتماعی پیش می‌رود. در صورت اخلال در ارزش افزایی و تولید ارزش اضافه، بدیل سرمایه‌داری تنها نظام انسان‌محور و ترقی خواهانه نیست. کسانی از امکانی صحبت کرده‌اند که مناسبات به‌نوعی از برده داری نوین می‌تواند باشد. روبات‌ها همچون روم باستان چون برده‌ها به تولید بدون جیره و مواجب پرداخته و صاحب‌ها نیز بدون هدف تولید سود به مصرف بدون مرز می‌پردازند. این دیگر نه با بحران اضافه‌تولید سرمایه‌داری روبه‌رو است و نه با کمبود مصرف. انبوه توده‌های انسانی، چه در قالب برده‌ها و چه خیل عظیم بدون ثروت، در جهت دیگر این صاحبان ثروت قرار خواهند داشت.

در مقابل، با مبارزه سازمان یافته آگاهانه بدیل انسان‌محور می‌تواند مناسباتی ترقی خواهانه و برآورد سازنده نیازهای انسانی را رقم زند. بدیل سوسیالیستی برای مارکس نظامی است که رهایی انسان از خودبیگانگی مناسبات سرمایه‌داری را محقق می‌سازد و در فاز بالاتر "از هرکس به‌اندازه توانایی‌اش و به هرکس براساس نیازش" را میسر می‌سازد. مارکس برنامه کار چنین مناسباتی را ننگاشته است. او در جلد اول کاپیتال و "نقد برنامه گوتا" شرایط رهایی بخش برای رسیدن به آنها را مشخص کرده تا در پی تغییر روابط تولید شکل‌های توزیع مصرف نیز خود به‌صورت خودکار شکل یابند (۵۵). آنچه در مناسبات سرمایه‌داری در نهاد دوگانه کار نهفته در کالا به‌صورت کار مشخص و کار مجرد موجود است آن چیزی است که می‌باید کار مجرد به‌کنار رفته و کار مشخص موقعیت مرکزی خود را بازیابد. بدین ترتیب در مناسبات سوسیالیستی تولید صرفاً برای ارزش مصرف به‌منظور تأمین نیازهای مشخص انسان صورت‌می‌گیرد و نه چیز دیگر.

با کنار رفتن کار مجرد، کار مزدی (پرداخت پاداش برای نیروی کار انسانی)، ارزش مبادله، مبادله کالایی، کار اجتماعاً لازم و همراه آن ارزش اضافه، سود و سرمایه، و بدین ترتیب اختلاف طبقاتی ناشی از آنها نیز به‌کنار رفته و انسان و محیط زیست و تأمین نیازهای آنها محور تولید می‌گردد. همکاری و خلاقیت جایگزین رقابت ویرانگر می‌گردد. از هم اکنون می‌توان تعاونی‌ها و نرم افزارهای متن‌باز (۵۶) را نمونه‌هایی از چنین فعالیتهای تولیدی یافت.

این بدیل اما تنها با آگاهی، خرد جمعی و مبارزه سازمان یافته جمعی امکان‌پذیر است. در این مبارزه شاید هوش جامع مصنوعی نیز به یاری انسان‌های مبارز درآید!

در آخر

این جستار با گفته‌های جفری هینتون و نگرانی‌های او از برآمد هوش‌مصنوعی که او نقش اساسی در آن داشته است آغاز گردید. نوشتار را با گفته‌های او، یاشوآ بنجیو - دیگر پدر خوانده هوش‌مصنوعی - و بیانیه تک جمله‌ای آنها و دیگران در این مورد به پایان می‌بریم.

جفری هینتون نگرانی‌های خود را به موجودیتی و غیر موجودیتی تقسیم می‌نماید. به گفته او سعی وی ساخت هوش دیجیتال از طریق مشابه کردن آن با مغز انسان بوده است - نزدیک شدن به مغز. اما در ماههای اخیر او متوجه گردید که الگوریتم‌های ساخته شده از هم اکنون بهتر از مغز عمل می‌نمایند و با افزایش اندازه مدل‌ها از انسان هوشمندتر خواهند گردید. به گفته او آموزش چیزی، انتقال دانشی، به انسان در قالب جمله‌ها صورت‌می‌گیرد. مغز انسانی می‌باید به تغییر خود بپردازد تا این جمله‌ها را برای خود بازسازی نماید. این عملی آهسته و با مرارت است. در مقابل برای نمونه دو ماشین با مدل یکسان از جهان که یکی یک متن و دیگری متن دیگری را مورد آموزش قرار دهد می‌توانند آموزش خود را با هم شریک گردند. حال با هزاران ماشین سرعت آموزش بسیار بالا خواهد بود. آنچه جی پی تی ۴ با آن آموزش‌دیده برای یک فرد انسانی شاید ده هزار سال به درازا بکشد. اصلاً قیاسی میان ماشین و انسان در این زمینه نیست. و چنانکه در اول نوشتار اشاره شد، به گفته او نمونه‌ای وجود ندارد که موجودی کم‌هوش‌تر توانسته باشد موجود هوشمندتر از خود را در کنترل خود در آورد.

نگرانی‌های غیر موجودیتی برای او از جمله بهره وری کار و جایگزینی شغل انسان‌ها و به‌جای رفاه انسانی عمیق‌تر شدن فاصله فقر و غنا در جامعه می‌باشد. روبات‌های جنگجو که جایگزین سربازهای انسانی شده و شروع جنگ‌ها از نظر سیاسی را بسیار آسان‌تر خواهند کرد دیگر نگرانی وی می‌باشد. اینکه روبات‌ها به‌عنوان یک اصل انسان‌ها را در خطر نیاندازند در مورد روبات‌های جنگجو اساساً بر مبنای نابودی عمل خواهند نمود. اخبار قلابی که شرکت‌ها برای کلیک افراد استفاده می‌برند و به خشم عمومی دامن می‌زنند گسترده‌تر شده و به تکه تکه شدن جامعه بیشتر کمک می‌نماید.

یاشوآ بنجیو نیز همین نگرانی‌ها را دارد. رسیدن به آزمایش تورینگ - که تمیز انسان از ماشین میسر نگردد - در پاسخ‌های دریافت شده از سوی چت جی پی تی، او را به همین نظر انداخته که هوش جامع مصنوعی نه دهه‌ها و حتی قرن‌ها جلوتر بلکه سال‌ها جلوتر در برابر ما خواهد بود. استفاده از آن بدون سازوکارهای ایمنی از دید او می‌تواند فاجعه‌بار باشد. از هم اکنون برای مثال شرکت‌ها می‌توانند با یافتن حفره در قانون‌های موجود یا حتی تغییر قانون‌ها به اعمالی که به نفع کلی جامعه نمی‌باشد اقدام نمایند. ماشین‌های ابر

هوشمند نیز به همین ترتیب می‌توانند علی‌رغم وضع و رعایت قانون‌های انسان نهاد بر آنها از این قانون‌ها عبور نمایند.

در این راستا بیانیه‌ای که این دو پدر خوانده هوش‌مصنوعی همراه با افرادی چون سم آلتمن و ایلیا سوتسکوار از اوپن ای آی، دمیس هاسابیس، شین لگ و ایان گودفلو از دیپ مایند گوگل، پیتر نورویگ و دیگران امضا کرده‌اند می‌گوید:

"کاهش خطر انقراض از سوی هوش‌مصنوعی باید در کنار دیگر تهدیدهای گسترده اجتماعی مانند همه گیریها و جنگ هسته‌ای در اولویتی جهانی قرار گیرد. "

منابع

١. Chloe Ellingson, "The Godfather of AI Quits Google and Warns of Danger Ahead", New York Times, https://nytimes.com/٢٠٢٣/٠٥/٠١/technology/ai-google-chatbot-engineer-quits-hinton.html, May ١, ٢٠٢٣.

٢. Karl Marx, "Capital: A Critique of Political Economy", Vol. ٣. Karl Marx and Fredrich Engels: Collected Works. Vol. ٣٧. London, Lawrence & Wishart, ١٩٩٨.

٣. Cuglielmo Carchedi, Michael Roberts, "Capitalism in the Twenty-first Century Through the Prism of Value", Pluto Press, ٢٠٢٣.

٤. Tomas Rotta, Rodrigo Teixeira, "The Commodification of Knowledge and Information", The Oxford Handbook of Karl Marx, Chapter ٢٠, pp. ٣٧٩-٤٠٠, https://academic.oup.com/edited-volume/٣٤٦٤٣/chapter/٢٩٥١٩١٠٠٣, ٢٠١٨.

٥. Karl Marx, "Grundrisse", Karl Marx and Fredrich Engels: Collected Works. Vol. ٢٩. London, Lawrence & Wishart, pp. ١-١٦١, ١٩٨٧.

٦. Christian Fuchs, "Marx's Capital in the Information Age", Capital & Class, Vol ٤١(١), pp. ٥١-٦٧, ٢٠١٧.

٧. Paco Calvo, Natalie Lawrence, "Planta Sapiens: The New Science of Plant Intelligence", W. W. Norton, ٢٠٢٣.

٨. Richard Dien Winfield, "Hegel and Mind - Rethinking Philosophical Psychology", Palgrave Macmillan, ٢٠١٠.

٩. M. J. Inwood, "Hegel", Routledge, ١٩٨٣.

١٠. Tom Rockmore, "Cognition: An Introduction to Hegel's Phenomenology of Spirit", Berkeley, University of California Press, ١٩٩٧.

١١. George Wilhelm Friedrich Hegel, "Stanford Encyclopedia of Philosophy", https://plato.stanford.edu/entries/hegel/, ١٩٩٧.

١٢. Evan M. Gordon, et al., " A Somato-Cognitive Action Network Alternates with Effector Regions in Motor Cortex", Nature, https://nature.com/articles/s٤١٥٨٦-٠٢٣-٠٥٩٦٤-٢, ١٩ April ٢٠٢٣.

١٣. Will Dunham, "Scientists Identify Mind-Body Nexus in Human Brain", Reuters, April ٢٠, ٢٠٢٣.

١٤. "Thousands Species of Animals Probably Have Consciousness", The Economist, https://economist.com/science-and-technology/٢٠٢٣/٠٦/٢٨/thousands-of-species-of-animals-likely-have-consciousness, Jun ٢٨, ٢٠٢٣.

١٥. Wikipedia, "Animal Consciousness", https://en.wikipedia.org/wiki/Animal_consciousness.

١٦. Wikipedia, "Theory of Multiple Intelligences", https://en.wikipedia.org/wiki/Theory_of_multiple_intelligences.

١٧. "Mainstream Science on Intelligence", The Wall Street Journal, https://en.wikipedia.org/wiki/Mainstream_Science_on_Intelligence, December ١٣, ١٩٩٤.

١٨. Sebastien Bubeck, "Sparks of AGI: Early Experiments with GPT-٤", http://www.youtube.com/watch?v=qbIk٧-JPB٢c, Apr ٦, ٢٠٢٣.

١٩. DeepMind x UCL Deep Learning Lectures, ١/١٢, Intro to Machine Learning & AI, http://www.youtube.com/watch?v=٧R٥٢wiUgxZI, Jun ١, ٢٠٢٠.

٢٠. Shane Legg, Marcus Hutter, "Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence", https://arxiv.org/abs/٠٧١٢,٣٣٢٩, ٢٠٠٧.

٢١. B. J. Copeland, "Artificial Intelligence", Britannica, https://britannica.com/technology/artificial-intelligence, Jul ٢٠, ٢٠٢٣.

٢٢. Sylvia Bereknyei, "Neural Networks", https://web.stanford.edu/class/sts١٢٩/essays/bereknyei.htm, Nov. ١٥, ٢٠٠١.

٢٣. AlexNet, https://en.wikipedia.org/wiki/AlexNet

٢٤. Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E. Hinton, "ImageNet Classification with Deep Convolutional

Neural Networks", Communications of the ACM ٦٠(٦), ٨٤-٩٠, ٢٠١٧.

٢٥. Ashish Vaswani, et al., "Attention Is All You Need", https://arxiv.org/abs/١٧٠٦,٠٣٧٦٢, ٢٠١٧.

٢٦. "Improving Language Understanding with Unsupervised Learning", https://openai.com/research/language-unsupervised, openai.com, June ١١, ٢٠١٨.

٢٧. Jacob Devlin, et al., "BERT: Pre-Training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding", https://arxiv.org/abs/١٨١٠,٠٤٨٠٥v٢, ٢٠١٨.

٢٨. Noam Chomsky, Ian Roberts, Jeffrey Watumull, "The False Promise of ChatGPT", New York Times, https://www.nytimes.com/٢٠٢٣/٠٣/٠٨/opinion/noam-chomsky-chatgpt-ai.html, Mar. ٨, ٢٠٢٣.

٢٩. Steven Piantadosi, "Modern Language Models Refute Chomsky's Approach to Language", https://lingbuzz.net/lingbuzz/٠٠٧١٨٠, Mar. ٢٠٢٣.

٣٠. "Fireside Chat with Ilya Sutskever and Jensen Huang: AI Today and Vision of the Future", https://www.youtube.com/watch?v=Ckz٨XA٢hW٨٤, May ٢٥, ٢٠٢٣.

٣١. Sebastien Bubeck, Mark Sellke, "A Universal Law of Robustness via Isoperimetry", https://arxiv.org/abs/٢١٠٥,١٢٨٠٦, ٢٠٢٢.

٣٢. Quentin Lauer, S.J., "Hegel's Idea of Philosophy", Fordham University Press, ١٩٧١.

٣٣. Jitendra Malik, "The Sensorimotor Road to Artificial Intelligence", https://youtube.com/watch?v=f٦fDpKDxpL٠, Mar. ٢٠, ٢٠٢٣.

٣٤. Scott Martin, "What is a Digital Twin? ", https://blogs.nvidia.com/blog/٢٠٢١/١٢/١٤/what-is-a-digital-twin, Dec. ١٤, ٢٠٢١.

٣٥. Anirudh Goyal, et al., "Coordination Among Neural Models Through a Shared Global Workspace", https://arxiv.org/abs/٢١٠٣,٠١١٩٧, ٢٠٢٢.

٣٦. https://en.wikipedia.org/wiki/Global_worspace_theory

٣٧. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/١٦١٨٦٠١٤

٣٨. Sebastien Bubeck, et al., "Sparks of Artificial General Intelligence: Early Experiments with GPT-٤", https://arxiv.org/abs/٢٣٠٣,١٢٧١٢, ٢٠٢٣.

٣٩. Christian Meyer, "Forward! And Let's Remember, A Review of Materialist Technology Debates of the Past", Marx and Robots, Pluto Press, ٢٠٢٢.

٤٠. Karl Marx, "The Poverty of Philosophy: A Critique of Political Economy", Karl Marx and Fredrich Engels: Collected Works. Vol. ٦. London, Lawrence & Wishart, pp. ١٠٥-٢١٢, ١٩٧٦.

٤١. Nick Nesbitt, "Marx After Marxism, Value, Critique, Crisis", Contradictions A Journal of Critical Thought Vol. ١, No. ٢, pp. ٢٣-٣٩, ٢٠١٧.

٤٢. Vladimiro Giacche, "Marx, the Falling Rate of Profit, Financialization, and the Current Crisis", International Journal of Economy, Vol. ٤٠, No. ٣, Marx and the Crisis, pp. ١٨-٣٢, ٢٠١١.

٤٣. Michael Roberts, "A World Rate of Profit: Important New Evidence", https://thenextrecession.wordpress.com/٢٠٢٢/٠١/٢٢/a-world-rate-of-profit-important-new-evidence/, Jan, ٢٠٢٢.

٤٤. Kim Moody, "High Tch, Low Growth: Robots and the Future of Work", Marx and the Robots, Networked Production, AI and Human Labour, Florian Butollo, Sebin Nuss, Pluto Press, ٢٠٢٢.

٤٥. Christopher Muller, "World Robotics ٢٠٢٢ - Industrial Robots", https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_٢٠٢٢.pdf, IFR Statistical Department, VDMA Services GmbH, Frankfurt am Main, Germany, ٢٠٢٢.

٤٦. Gilbert Cette, Aurelien Devillard, Vincenzo Spiezia, "The Contribution of Robots to Productivity Growth in ٣٠ OECD Countries Over ١٩٧٥-٢٠١٩", Economics Letters, ٢٠٠, ١٠٩٧٦٢, ٢٠٢١.

٤٧. Nancey Green Leigh, Heonyeong Lee, Benjamin Kraft, "Disparities in Robot Adoption Among U.S.

Manufacturers: A Critical Economic Development Challenge", Industry and Innovation, Vol. ٢٩, No. ٩, pp ١٠٢٥-١٠٤٤, ٢٠٢٢.

٤٨. Tyna Eloundou, Sam Manning, Pamela Mishkin, Daniel Rock, "GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models", https://arxiv.org/abs/٢٣٠٣,١٠١٣٠v٤, ٢٠٢٣.

٤٩. Jack Kelly, "Artificial Intelligence is Already Causing Disruption And Job Losses at IBM and Chegg", Forbes, May ٢, ٢٠٢٣.

٥٠. Sally Ward-Foxton, "Can Open-Source LLMs Solve AI's Democratization Problem? ", EE Times, https://www.eetimes.com/can-open-source-llms-solve-ais-democratization-problem/, May ٢, ٢٠٢٣.

٥١. Michael Heinrich, "The 'Fragment on Machines': A Marxian Misconception in the Grundrisse and Its Overcoming in Capital", in Marx's Laboratory: Critical Interpretation of the Grundrisse. Eds. Ricccardo Bellofiore, Guido Starosta, Peter D. Thomas. Boston, pp. ١٩٧-٢١٢, ٢٠١٣.

٥٢. J. Jesse Ramirez, "Marx vs Robots", Amerikastudien, Vol. ٦٢. No. ٤, pp. ٦١٩-٦٣٢, ٢٠١٧.

٥٣. Lika Rodin, "Robo-Revolution: A Marxist Approach to Social Uprising in the High-Tech Age", Russian Sociological Review, Vol. ١٨, No. ٣, pp. ٢٢٤-٢٤٤, ٢٠١٨.

٥٤. Timo Daum, "Artificial Intelligence as the Latest Machine of Digital Capitalism - For Now", Marx and the

Robots, Networked Production, AI, and Human Labour, Chapter ١٦, Pluto Press, ٢٠٢٢.

٥٥. Peter Hudis, "Marx's Concept of Socialism", The Oxford Handbook of Karl Marx, Oxford Academic, pp. ٧٥٧-٧٧٢, ٢٠١٨.

٥٦. https://github.com

هنگامی که اندرویدها به نبرد توربین‌های بادی می‌روند
هوش مصنوعی، کارل مارکس و آینده
ه. م. نیک مهر
Web: www.tudehpartyiran.org
Email: dabirkhaneh_hti@yahoo.de