۱۹. فقه هوش مصنوعی (۱۴۰۳/۰۲/۰۶)

سال تحصیلی (۱۴۰۳-۱۴۰۲) - پنجشنبه، ۰۲ اردیبهشت ماه ۱۴۰۳

- پیشگفتار(خلاصه)
- خلاصه؛ شروع از سختافزار برای پیچویی اولین جایگاه ظهور آگاهی
- اعداد دودویی در بیت
- بایت، اولین واحد کارایکتر و اطلاعات در کامپیوتر
- زبان ماشین و مدیریت بایتها در پردازشگر کامپیوتر و خلو آن از آگاهی
- مبنای هگزادسیمال
- نماد و معنا در هوش مصنوعی

پیشگفتار(خلاصه)

شروع از سخت‌افزار به سمت نرم‌افزار برای پیجویی اولین جایگاه ظهور آگاهی، تبیین واحدهای اطلاعاتی اولیه بیت و بایت و خلو سخت‌افزار فعلی از درک معنا و آگاهی، زبان ماشین و مدیریت و آدرس‌دهی بایت‌ها در پردازشگر کامپیوتر، غموض پایه؛ معد ظهور برخی از امور مانند هوش و درک معنا،

خلاصه؛ شروع از سخت‌افزار برای پیجویی اولین جایگاه ظهور آگاهی

شای جلسه چهارم بود که مطلبی را عرض کردم که درباره مقدماتش تا به حال از شعب مختلفی صحبت شده است و آن مسأله هم - که در جلسه چهارم مطرح شد - این بود: نوعاً وقتی از سخت‌افزار و نرم‌افزار و دستگاه کامپیوتر صحبت می‌شود، معمولاً اول ذهن‌ها سراغ نرم‌افزار می‌رود و بعد از نرم‌افزار، سراغ سخت‌افزار می‌روند. آن جلسه عرض کردم که اگر بتوانیم کار را برعکس کنیم و اینطور جلو برویم که با مقدماتی که از جلسه چهارم صحبت شد، اگر برعکس کنیم این فایده را دارد که ما در ذهنمان یک عینک معنابینی بگذاریم و جایی که یک معنا دخالت می‌کند را ببینیم؛ دیدن معنا و مخلوط نکردن جایی که با بی‌معنایی جلو می‌رویم با جایی که یک معنا فعال است، نقش مهمی دارد. در این جهت بود که عرض کردم ما با مباحث هوش مصنوعی مواجه هستیم که از آن در هوش ضعیف رفتار هوشمندانه را انتظار داریم و بحث‌هایی که به دنبالش می‌آید که در هوش قوی آیا می‌شود آگاهی و خودآگاهی، قصد، اراده و توجه بیایید ای من؟ تقسیم‌بندی اصلایی که در مباحثه مطرح شد و آن را پی گرفتیم، این بود: تقسیم آگاهی و هوش و ... به دو قسم پایه‌محور و اشراق‌محور. هوش اشراق‌محور، مباحث بلند و سنگین خودش را دارد، اما آنچه که به بحث ما مربوط می‌شود، فراهم کردن یک پایه است؛ پایه‌ای که در آن پایه، آگاهی و خودآگاهی و قصد ظهور کند و در همان سطح هم باشد، بدون نفس‌مندی. بحث ما در اینجا است.

خب اگر ممکن باشد، لایه‌هایی که آن لایه حصول آگاهی در آن هست را تعیین کنیم. اگر نسبت به این لایه‌ها شناسایی‌ای نداشته باشیم، برای ما خیلی روشن نمی‌شود که اگر می‌گوییم آگاهی پایه‌محور و قصد پایه‌محور، در کدام لایه از این مباحث، سر و کار ما با آن است؟ و لذا بعداً احکام فقهی بر آن بار کنیم.

اینجا بود که در جلسات اولیه این طرحی‌زی بحث به ذهن آمد و گفتیم ابتدا به بطن و متن سخت‌افزار برویم و از آن جا بالا بیاییم تا ببینیم سخت‌افزاری که هوشی که ما می‌خواهیم در آن نیست، وقتی به تدریج بالا می‌آییم، به کجا می‌رسیم که حالا انتظار داریم آگاهی باشد؟! این اصل حرف بود. لذا به همان جلسه چهارم برگردیم. در آن جلسه، از مقدماتی صحبت شد، اما در جلسات بعدی بحث‌های دیگری شد که همه آنها خوب بود، ولی آن بحث باقی ماند.

اعداد دودویی در بیت

بحثی که من عرض کردم و سؤالی را که مطرح کردم این بود که با توجه به اینکه کوچکترین چیزی که می‌گویند این دستگاه کامپیوتر با آن مواجه هست، بیت است، سؤال من این بود که بیت، سخت‌افزار است یا نرم‌افزار است؟ و با بحث‌هایی هم که شد چیزی که در ذهن من بود را چند بار عرض کردم که بلاریب بیت نرم‌افزار است؛ معلوم است که نرم‌افزار است ولی چون خیلی نزدیک سخت‌افزار است، مخلوط می‌شود. الآن می‌خواهم توضیحی را عرض کنم تا ببینیم از سطح بیت چطور بالا رفته‌اند و چکار کرده‌اند.

خود کلمه بیت (bit) مخفف «binary digit» است؛ به‌معنای «عدد دودویی»، «رقم‌های دودویی». در دسته‌بندی اعداد، بحث‌های جوراجوری هست. یک بحث‌های ریاضی هست راجع به انواع اعداد که مثلا می‌گوییم سیستم مجموعه اعداد طبیعی، مجموعه اعداد صحیح، مجموعه اعداد گویا، مجموعه اعداد حقیقی، مجموعه اعداد گنگ. این مجموعه اعداد، یک جور سیستم‌های عددی است که ربطی به مبنای باینری عدد (دودویی) ندارد. مبنای عدد، همان چیزی است که در کتاب‌هایی مثل حاشیه، به آن «عقد» می‌گفتند. عقد در جایی است که عدد بعد از اینکه شمارش پیدا می‌کند، بسته و معقود می‌شود و دوباره به اول برمی‌گردد. مثلاً می‌گفتیم ده، عقد است؛ صد، عقد است؛ هزار، عقد است؛ یعنی به مرتبه‌های می‌رسد که دوباره از همانجا شروع می‌کند و تکرار می‌شود؛ وقتی به ده می‌رسیم ایزده و بیست و... ؛ دوباره یکانها به‌صورت ده‌گان و به‌صورت دورقمی تکرار می‌شود.

شاگرد: خود بیست و سی هم عقد است.

استاد: بله. هر کدام از آن‌ها هم عقد است، ولی آن عقد اصلی در دستگاهی که الآن می‌خواهیم بگوییم، خود ده است. او هست که بعداً سائر عقود را سامان می‌دهد. پس در هر نظام و مبنای‌های عدد، بیشتر از یک عقد اول نداریم؛ این نکته مهمی است.

فقط چیزی که هست، این است که «digit» در لغت اصلی‌اش به‌معنای انگشت است. خدای متعال ده انگشت به بشر داده که با آن می‌شمارد که هر کدام از این‌ها را به جای یک و دو و سه بگذارید، گویای هر کدام از این‌ها نماد است. اگر بعداً این‌س بگیریم و در ذهن ما جوش بخورد که مثلاً این انگشت نماد چهار است و ... می‌توانیم آن را به کار بگیریم. کلمه‌ای که من پیدا نکردم و اگر شما بعداً پیدا کردید به ما هم بگویید، یک کاربرد این‌چنین برای این کلمه رقم «digit» هست و در فارسی هم داریم؛ مثلاً می‌گوییم عدد دو رقمی یا مثلاً رشد دو رقمی می‌شود یا تورم یک رقمی می‌شود؛ یک رقمی زیاد به کار می‌رود. گاهی هم می‌گوییم صفر و یک، اعدادی هستند بر مبنای دو و دو رقمی هستند؛ به این هم رقم می‌گوییم، و حال آنکه این‌ها با هم فرق می‌کنند. رقم به‌معنای تعداد نمادهایی که عدد را با آن درست می‌کنیم، و رقم به‌معنای موضع ارزش یک عدد، این‌ها با هم دو تا است، ولی مدام به جای هم به کار می‌رود.

مثالش را عرض کنم؛ برای اعداد دودویی، چند نماد به کار می‌بریم؟ صفر و یک. خب اگر بخواهیم عدد را زیاد کنیم، صفر که صفر است و بعد، یک می‌شود. اگر بخواهد عدد بعد از یک بیایید -فقط صفر و یک دارید- رقم بعدی‌ای که ممکن است بیاید، چیست؟ ده است. چرا؟ چون دو تا بیشتر ندارید. در خود یک، صفر این طرفش [سمت چپش] بود. تنها چیزی که ممکن است، این است که صفر را این طرف [طرف راست] بگذارید. پس ده، عدد دوم می‌شود که عقد است؛ عقدِ این مبنا است. خب اگر این ده، در همین مبنای دوتایی، بخواهد عدد بالاتری بشود، چند می‌شود؟ ایزده می‌شود. چون یک دارید. دو

صفر کنار هم، صفر کنار یکی، یکی کنار صفر، یکی کنار یکی که الآن مأنوس ذهن من و شما یازده است، اما اگر بخواهیم به این عدد اضافه کنیم، بعدی، صد می‌شود. یعنی چاره‌ای نداریم یکی را بگذاریم و دو تا صفر در کنارش بگذاریم. پس یازده در اینجا، مثل نود و نه بود؛ یعنی نود و نه مفهومی ما بود و یازده موری بود.

شاگرد: ای بگویی سه است. سومین رقم ما است.

استاد: منظور از رقم چیست؟

شاگرد: تعداد دفعات تکرار است. با سومین تکرار به یازده رسیدیم.

استاد: یازده سومین عدد است. یکی که یکی است و ده که دو است؛ یازده، سه است؛ معادل سه است. ولی وقتی نگاهش می‌کنیم می‌بینیم دو تا یکی است، لذا می‌گوییم یازده. شما می‌فرمایید سومی، سه است. یعنی در مبنای عددی که ما می‌گوییم. اما وقتی می‌خواهید عدد بعدی آن را بگویید؛ اگر می‌خواهید بگویید صد، آن عددی که به صد چسبیده و مثل هم هست، نود و نه است. یعنی در این دستگاه دودویی، یازده همان نود و نه است. چون بعد از یازده، صد می‌شود.

شاگرد: به صد که نمی‌رسیم. می‌نویسیم نماد یکی و دو تا صفر است.

استاد: یعنی صد به‌معنای ما نیست، اما صد به‌معنای عقد سه رقمی هست. ما صد را چطور معنا کنیم؟ اگر صد را به این شکل معنا کنیم که بگوییم در مبنای ده یعنی ده به توان دو، این صد به‌معنای خودمان می‌شود. اما اگر صد را معنا کنیم به اولین عدد سه رقمی، خب این اولین عدد سه‌رقمی است. یک، دو که ده می‌شود. بعد، یازده را چه بگوییم؟ بگوییم دو یک؟ ما که می‌گوییم یازده! تا ده نداشته باشیم که یازده نداریم. خب حالا چه بگوییم؟ می‌دانیم فعلاً این یازده نیست، آن یازده همان سه است که شما فرمودید. باید برای آن یک چیزی بگوییم. آنچه که مقصود من است، این است که اگر آخرین عدد دو رقمی را مثلاً نود و نه بگوییم یا اسم دیگری بگذاریم، مهم نیست. مهم فهم این است.

حالا سؤال من این است: بعد از یازده که صد شد، این صد، عدد چند رقمی است؟ عدد سه رقمی است. چند رقم (digit) در آن به کار رفته؟ دو تا. خب حالا دو رقمی است یا سه رقمی است؟! ببینید کلمه رقم، دو کاربرد دارد. یکی رقم می‌گوید به‌معنای تعداد جایگاه‌ها که به آن پوزیشنال (positional) می‌گوید؛ آن موضعی است که دارد ارزش عدد را بیان می‌کند. وقتی شما نود و نه می‌گویید، نُه اولش دهگان است و نُه دومش، یکان است. نُه دوم در سمت راست، یعنی نُه تا یکی، اما نُه سمت چپ یعنی نُه تا ده. لذا می‌گویید دو رقمی؛ رقم، نَه یعنی 9 و 4 و 5 و ...، بلکه رقم یعنی موضعی که ارزش را در عقود تکرار شونده معین می‌کند. جایی که اینها را از هم جدا کند، ندیده‌ام. یعنی اینکه می‌گوییم رقمی، یعنی موضع. البته اصطلاحاتش را دارند؛ اصطلاح «position» و امثال آن را دارند و حرف‌ها را زده‌اند. اما اینکه این دو به جای هم به کار می‌روند را ندیده‌ام.

علی ای حال به «binary digit» عدد دو رقمی می‌گویند و منظورشان از رقم در اینجا صفر و یک است.

اگر این صفر و یکی، ۱۰۰[1] شد، ۱۰۰ سه رقمی‌ِ دو رقمی است. یعنی دو رقمی به‌معنای نماد و نشانه عدد [که در آن از دو رقم ۰ و ۱ استفاده شده]، سه رقمی به‌معنای عددی که از نظر موضع ارزش ۱۰۰ شده و در آن دستگاه ۱۰۰، چهار است.

خب حالا به آن بیت برگردیم. در سخت‌افزار با اشیاء فیزیکی مواجه هستید، ای با طبایع آن‌ها؛ طبایع هم دخالت لطیفی دارند. اگر یادتان باشد انواعی از سخت‌افزار هست. یکی از آن‌ها همان CDها است که با لیزر ضربه می‌زدند و به آن پیت می‌گفتند. ای دیسک‌های مغناطیسی بود ای مدارهایی

بود که بسته ای باز بود. بنابراین سه جور بودند؛ ای ذخیره‌های مغناطیسی بودند که ای مغناطیس بود ای نبود. ای بیتهای مداری بود که ای مدار بسته بود ای باز بود. جاهای آنها را عرض می‌کنم.

آنچه که الآن عرض من است، این است که ما در بستر فیزیکی، چیزهایی داریم که دو حالت علی البدل دارند؛ یعنی در دستگاه خداوند، ای به این صورت است ای به آن صورت. مثلاً اگر یک سیم مسی را به‌صورت یک داریه در بیاوری و یک مدار درست کنید، این مدار ای متصل و بسته است، ای باز است.

شاگرد: می‌توانیم بگوییم وجود و عدم، جامع آنها است؟

استاد: بله، وجود و عدم به‌معنای لا ثالث لها. علی ای حال منظور ما دو حالتی است که با هم جمع نمی‌شوند. حالت جمع شدن برای بعدش است؛ فعلاً با هم جمع نمی‌شوند. ولذا اگر یک داریه‌ای را در نظر بگیری، می‌گویی ای سفید است ای سیاه. اگر سفید است قرارداد بعدی که معنا است در کار می‌آید؛ مثلاً اگر سفید است یعنی صفر است و اگر سیاه است یعنی یک است. ببینید خود داریه سفید نماد می‌شود برای معنای صفر و داریه سیاه نماد می‌شود برای معنای یک. کما اینکه مدار بسته را می‌توانیم نماد قرار بدهیم برای معنای صفر. اینکه گفتم عینک معنابین داشته باشیم یعنی تا می‌گوییم صفر، متوجه شویم که صفر، یک معنا است. لذا اگر این معنا را به‌صورت صفر انگلیسی و داریه گرد بگذاریم، معنا تغییری نمی‌کند. اگر مثل فارسی یک صفر نقطه‌ای بگذاریم که توپر و ریز است، باز معنای صفر تغییری پیدا نمی‌کند. اگر در لغت دیگری به جای صفر مربع بگذارند و ... معنا واحد است. چرا؟ چون ذات صفر، یک معنا است و یک، یک معنا است و نمادی که آن معنا را نشان می‌دهد، اهمیت ندارد.

حال که به این صورت است، وقتی خواستند عددهای دودویی را سامان بدهند و این دستگاه عظیم پیدا شود، اول چیزهایی را پیدا کردند که وجود و عدمی است به نحوی که دو حالتی باشد؛ حتما تبادل در آن شرط است و نمی‌شود هر دوی آنها با هم باشند؛ یا این است یا آن است؛ این یا سفید است یا سیاه است. البته می‌توانند یا سفید باشد، یا سیاه و یا نه سفید و نه سیاه که آن، دیگر ترنری می‌شود (سه گانه) و به جای بیت، تریت می‌شود که در کامپیوترهایی است که مبنایش عدد سه است. ولی فعلاً آنهایی که بین ما معروف هستند، باینری یعنی بر مبنای دو است.

در اینجا وقتی با یک سخت‌افزاری مواجه هستید که دو حالت دارد، شما یک حالتش را برای یک معنا (صفر) قرارداد می‌کنید و حالت بدلش را برای معنای دیگر که یک است، قرارداد می‌کنید. این معنا است که بعداً شما چقدر زیاد از آن استفاده می‌کنید و اینها وسیله هستند برای اینکه آن معنا را نمایش دهند. تا اینجا شما یکی از این دو حالت را دارید؛ یک داریه ای سفید است یا سیاه است. بیت به‌معنای کوچکترین واحد داده است که می‌شود یک معنایی را در آن تعبیه کرد.

---

[1] در جلسه فرمودند هزار، اما گویا مقصود، ۱۰۰ باشد که سبق لسان شده.

بایت، اولین واحد کاراکتر و اطلاعات در کامپیوتر

خب اینکه فایده ندارد. یک چیزی یا صفر است یا یک است، خب چکارش کنیم؟ اینجا است که نوبت به بعدی میرسد؛ بایت در فضای کامپیوتر. در مخابرات دوال بیت دارند. دو تا چیزی که قابل صفر و یک است را در کنار هم میگذارند. وقتی دو تا در کنار هم گذاشتیدی، درست است که هر کدام علی البدل یا صفر است یا یک است اما وقتی دو تا در کنار هم هستند، چندتا میتواند نشان بدهد؟ میتواند چهار حالت را نشان بدهد. یا هر دو صفر است یا هر دو یک است، یا دست چپ صفر است و دست راست یک است، یا دست چپ یک است و دست راست صفر است.

سؤالی که الآن خیلی مهم است، این است: وقتی یک چیز فیزیکی دو حالت دارد، وقتی آن فیزیک در حالت اتصال است، خودش از حالت بدل خودش خبر دارد یا ندارد؟ ندارد. درست است که علی البدل یک حالت دیگری میتواند جای آن بیاید، اما خود او از آن حالت بدل خودش خبر ندارد. چه کسی خبر دارد؟ بشر خبر دارد؛ ذهن درک کننده انسان خبر دارد. و لذا بشر از یک چیز فیزیکی که دو حالت علی البدل دارد، یک سیستم درست میکند؛ یک سیستم خیلی خیلی کوچک درست میکند و میگوید این چیز، یا متصل است (صفر مثلاً)، یا منفصل است (یک). این خیلی مهم است که اساساً با یک حالت [از دو حالت] علی البدل در دل سختافزار سیستم ندارید، چون آن، تک است؛ سیستم، مؤلفههایی از دو [یا چند] چیز است، و در بیت دو مؤلفه ما، همزمان موجود نیستند، بلکه علی البدل موجودند. این ذهن ما است که به این دو، یک نظام میدهد که یا صفر است یا یک است و مدار یا باز است یا بسته است و داریه یا سفید است یا سیاه است؛ این برای ابتدای کار است.

خب حال اینها را کنار هم بگذارید؛ الآن شما یک داریه دیگر را کنار این میگذارید؛ خب چهار حالت را میتواند نشان بدهد. چهار حالت، یک سیستم جدید شد؛ یعنی این سیستم چهار حالته، سیستمی است که فقط از «یا»ی منطقی استفاده نکرده. قبلاً ثوابت منطقی را عرض کردم. وقتی به فیزیک نگاه میکنید و میگویید این شیء فیزیکی یا این مدار، یا بسته است یا باز است، از چه عملگری استفاده میکنید؟ از عملگر منطقی «یا». درکی دارید از واقع که با عملگر منطقی «یا» آن واقعیت را بیان میکنید؛ واقعیتی است که در آن موجود است. وقتی دو داریه در کنار هم میگذارید و میخواهید چهار حالت را نشان دهید، ذهن شما الآن دارد سیستم جدید را با دو عملگر سامان میدهد. میگوید این داریه و آن داریه و هر کدامش هم یا سفید است یا سیاه است. با دو عملگری که ذهن شما به کار میگیرد -با یا و واو- یک سیستم درست میکند و میگوید میتوانم چهار عدد را نشان دهم؛ صفر، یک، دو، سه و چهار. فقط نکتههای که آقا فرمودند و برای تأکید تکرار میکنم، این است که آنچه که در کامپیوترها مهم است و مخفی است، این است که وقتی در کامپیوتر 9 را میزنیم، این 9 در اصل ذخیرهسازی کامپیوتر، عدد 9 نیست و آن را به عدد بایناری ذخیره کرده و به ازاء عدد نهمی بایناری میگوییم در مقابل آن یک 9 داریم. تبدیل آن اعداد به این، خودش دم و دستگاهی دارد.

خب بعد از بیت، آن عنصر اطلاعاتی بسیار مهم، بایت است، که یک [مجموعه] بیتی است که بهصورت کاراکتر درآمده و کامل شده. دویست و پنجاه و شش عدد را با هفتتایش نشان میدهند. بایت، کلاً هشت بیت است. مهندسین IT و مخابرات روی اینها فکر کردهاند و هر چه آسانتر بوده را

سامان‌دهی کرده‌اند. بایت به اندازه هشت بیت است. یکی از آن‌ها، بیت‌ِکنترلی است - آن را برای مقصود خاصی گذاشته‌اند که فنّش در جای خودش - و با هفت تا از آن هشت بیت، اعداد را نشان می‌دهند. تا بگوینِد هفت بیت، شما می‌گویید دو به توان هفت. الآن هم که شما با کامپیوتر سر و کار دارید، این عددهایی که می‌بینید، همه برای همین است؛ می‌گویید چهار، هشت، شانزده، بعد سی و دو، بعد شصت و چهار، بعد صد و بیست هشت، بعد دویست و پنجاه و شش. دویست و پنجاه و شش، همان هفتای اصلای است که دویست و پنجاه و شش عدد را می‌توانِد نمایش بدهد.

الآن این بایت به چه صورت است؟ بایت، کوچکترین واحدی است که در کامپیوتر می‌توانید به آن آدرس دهید؛ کاراکتر است. یک بیت، یک بیت بود و تمام؛ یک اطلاعات نبود؛ کاراکتر نبود. یک خانه‌ای بود که یا صفر بود یا یک بود. ما هشت تا از این صفر و یک‌ها را کنار هم گذاشتیم، می‌توانیم دویست و پنجاه و شش کاراکتر را بشماریم؛ البته با هفتایش. در اینجا خیلی دم و دستگاه جدیدی به پا می‌شود که با این‌ها علامتی را نشان می‌دهید، اما باز شما خیلی بیشتر نیاز دارید. یعنی الآن وقتی صفحه کلید را می‌زنید، چند کار انجام می‌شود؛ قرار نیست که با زدن یک دکمه، بیت یا بایت بفرستید، بلکه هر دکمه‌ای در صفحه کلید یک کد دارد، که به نظرم به آن اسکن کد (scan code) می‌گویند. این یک کد ثابت است که آن را به کد پیج (code page) می‌فرستید؛ این‌که فارسی می‌خواهید؟ انگلیسی می‌خواهید؟ کدام را می‌خواهید؟ باید به اعداد دویست و پنجاه و شش‌تایی یا چند هزارتایی تبدیل کند؛ بسته به این‌که حال شانزده بیتی باشد یا ...؛ الآن این یونی‌کدی (unicode) که الآن معروف است و فارسی را به‌خوبی می‌نویسد، شانزده بیتی است. نمی‌دانم یادتان هست یا نه که قبل از سال 2000، چه دم و دستگاه و چه عسری در این بود! این‌ها به هم می‌ریخت و باید مدام برنامه‌های مبدل بیاورند. باطن آن، همین کاراکترهای اصلی بود که باید آن را به فونت‌های فارسی تبدیل کنند. خیلی زحمت کشیدند و الآن دیگر به این صورت نیست؛ الآن به‌راحتی استفاده می‌کنند و خودش عدد خاص خودش را دارد.

الآن یک بایت، یک واحدی است که در دلش معنا هست، اما نه معنای صفر و یک علی‌البدل، بلکه یک معنایی از دویست و پنجاه و شش معنا که شما می‌توانید آن را نشان دهید که تنها حالات علی‌البدل نیست، بلکه یک واحدی برای خودش به‌عنوان یک مفهوم نمادی است که همه جوره می‌توانید از آن استفاده کنید.

مقصود من این است که ما از بیت شروع کنیم و به بایت بیاییم که بایت دارد یک کاراکتر را نشان می‌دهد. بعد بایت‌ها را کنار هم می‌گذارید. وقتی کنار هم می‌گذارید، یعنی دارید با سائر حروف دیگر جمع‌شان می‌کنید. همه این‌ها که در دستگاه شماست، آن بطن سخت‌افزار، نه صفر می‌فهمد و نه یک می‌فهمد و نه نشاندادن دویست و پنجاه و شش عدد را می‌فهمد. انسان است که بایت را درست کرده و دویست و پنجاه و شش تا را قراردادِ کرده است. حالت این‌ها، حالت کنار هم گذاشتن است.

زبان ماشین و مدیریت بایت‌ها در پردازشگر کامپیوتر و خلو آن از آگاهی

حال چطور سامانده‌ی می‌شود؟ آنچه که در سطح ماشین می‌گذرد را سریع عرض می‌کنم. نوعاً می‌دانید که اساس اینکه یک کامپیوتر بخواهد کار کند، دو چیز است: یکی پردازشگر است و یکی رَم (RAM) زنده و حافظه زنده آن است؛ رم همیشه زنده است و قید توضیحی است. دیسک‌هایی که ذخیره‌سازی می‌کنند هم سر و کارش با بیت است، اما بیتی که فقط ذخیره می‌شود. رم، سر و کارش با بیت است، اما نه خود بیت به‌عنوان بیت. سر و کار تمام رم - به‌عنوان اینکه بخواهد درک کند - با بایت است. رم هر چه بیشتر باشد، خانه‌های بیشتری دارد که به هر خانه‌ای آدرس می‌دهید، اما هر خانه‌ای بایت است و وقتی پردازشگر می‌خواهد به رم آدرس بدهد، به بایت‌های رم آدرس نمی‌دهد -ولو برنامه‌نویس می‌تواند روی بایت‌ها هم برنامه‌نویسی کند- اما آدرس‌دهی به بایت است. و لذا گفتم بایت واحد اطلاعات است، ولو در صفر و یک بیت هم یک جور معنا هست، اما اطلاعات به معنایی که ما می‌خواهیم بگوییم، در آن‌ها نیست. یک دیتا که به‌معنای کوچکترین داده بشری است، در بایت است که دویست و پنجاه و شش عدد اولیه را نشان می‌دادند و بعد هم با کد پیچ‌ها تعداد بسیاری زیادی از کاراکترهای اصلیه را نشان می‌دهند.

در رم، نه مغناطیس دارید و نه پیت، بلکه سر و کار شما در رم با ترانزیستورهایی است که مدار را یا وصل می‌کنند یا قطع می‌کنند؛ اگر وصل است، یک است و اگر قطع است، صفر است. در هر بایت از این رم، دویست و پنجاه و شش‌تا را می‌توانند نشان بدهند که در هر بایت یکی از آن‌ها است. پردازشگر به این رم آدرس می‌دهد و اینها را دستکاری می‌کند؛ می‌گیرد و تغییری در آن می‌دهد و دوباره می‌نویسد؛ این، حافظه‌ی زنده می‌شود که تا برق را قطع کنید از بین می‌رود. اگر شما آن‌ها را روی ذخیره‌سازهای ثابت ذخیره نکنید -که یا مغناطیسی هستند یا نوری هستند- از بین می‌رود. ولی مهم این است که خود پردازشگر چکار می‌کند. خود پردازشگر، جمع می‌زند و منها می‌کند؛ هیچ کار دیگری نمی‌کند. اصل پردازشگر - با همه این قدرت و توسعه‌هایی که دارد - با دو عمل جمع و تفریق، همه پردازش‌ها را انجام می‌دهد. شما بعداً این‌ها را در مجموع با مبدل‌هایی که این‌ها را به حروف، کلمات و معانی برمی‌گردانید.

حال ارتباط بین این‌ها به چه صورت است؟ به این، «Bus» به‌معنای گذرگاه می‌گویند. خود ساختمان اینکه پردازشگر چه کار می‌کند، خیلی جذاب است. اگر آدم فی الجمله این‌ها را بداند خیلی خوب است. همیشه برای این‌ها مثال‌های من‌درآوردی را عرض می‌کردم. گاهی پردازشگر مشغول پردازش است، آن‌ها اسمش را «پورت (port) وقفه» می‌گذارند؛ یعنی درگاهی که یک دفعه می‌گوید "توقف کن، من کار مهم‌تری دارم تا انجام بدهم"؛ این پورت وقفه است. خیلی از دعاها و صدقه‌ها را به این تشبیه می‌کردم؛ یعنی در دستگاه خدا خیلی از چیزها روی روال خودش جلو می‌رود، اما صدقه که می‌آید، می‌گوید توقف کن، این روال نباید ادامه پیدا کند. یا وقتی شخص دعا می‌کند.

دستگاه پردازشگر، ورودی و خروجی‌اش و پورت‌های جورواجوری که دارد، جذاب و جالب است در اینکه چیزی درست کرده‌اند که اینها را سامان‌دهی کند. آن وقت ارتباط برقرار می‌کنند و می‌گویند گذرگاه داده‌ها و گذرگاه آدرس‌ها؛ هر کدام از اینها جدا است. یعنی یک گذرگاه است که می‌خواهد مدام آدرس بدهد به این خانه و به آن خانه و یکی هست که می‌خواهد اطلاعات بفرستد. هم آدرس بدهد و هم به آن آدرس برود و این اطلاعات را بنویسد. مثلاً اگر این دویست و پنجاه و شش را بکند دویست و پنجاه و پنج؛ هم اینکه باید آدرس بدهد کدام خانه است و هم اینکه هر چه هست عوضش کن و ضمیمه‌های اینها. مثلاً از کارهایی که باید انجام بدهند، حتماً داشتن یک ساعت زمان‌سنج است. اگر برای خودش ساعت نداشته باشد، نمی‌تواند این کارها را با خصوصیات خودش انجام بدهد.

این چیزهایی که عرض کردم، کارهایی بود که می‌گوییم در سطح ماشین انجام می‌شود.

شاگرد: این یای منطقی که فرمودید، در دستگاه، چه کسی آن را درک می‌کند؟ اصلاً درکی از این معانی صورت می‌گیرد؟

استاد: نه.

شاگرد: خب چرا این معانی را قرار داده‌اند؟ کجا از این معانی استفاده می‌شود؟ این بیان، شبیه اتاق چینی است.

استاد: بله، من توضیح دادم تا ببینید در سطح سخت‌افزار، خودش حتی از حالت بدل خودش خبر ندارد؛ از کارهایی هم که صورت می‌گیرد -این بیت‌ها مدام عددش عوض می‌شود، جمع می‌زند، تفریق می‌کند، عملگرها را اعمال می‌کند، مدام می‌نویسد و پاک می‌کند-خبر ندارد. در آنجا فقط صفر و یکها است و ما آنها - دویست و پنجاه و شش تا - را کنار هم قرار داده‌ایم و می‌فهمیم عوض شد یا نشد، اما او چیزی نمی‌فهمد.

شاگرد: یعنی برنامه‌ها از آن معانی استفاده می‌کنند.

استاد: بله، برنامه‌ها و زبانهای سطح بالا. الآن با این توضیحی که الآن عرض می‌کنم، این زبان سطح ماشین است. به نظرم زبان سطح بالاترش – که به آن اسمبلی (Assembly) می‌گویند - مقداری بالاتر از سطح زبان ماشین است و یک چیزهای دیگری در آن هست. ولی در زبان سطح ماشین، دقیقاً همینها است؛ یعنی وقتی به آنجا می‌روید، می‌بینید سر و کارتان تنها با دو عمل جمع و تفریق است؛ مدام صفر کنید و یک کنید و صفر و یک ِبیت‌ها را عوض کنید. اصلاً سر در نمی‌آورد که بایت چیست و بیت چیست. شما در یک نظام خاص با عملگر واو، هشت بیت را کنار هم گذاشتید و گفتید بایت است؛ شما با این هشت تا، یک سیستم درست کردید. کما اینکه خود همان بیت را شما با نظام علی البدل و با یای منطقی درست کردید و گفتید این است یا آن است؛ با یک نظامی درستش کردید که صفر و یک را نشان می‌دهد. شما بایت را درست کرده‌اید. همه اینها برای شما است؛ درک معانی برای شما است و آن ماشین که درکی ندارد.

شاگرد: روی فرضی که هوش مصنوعی‌ای ساخته شود و یک چیزی را صفر تا صد دانلود کند و خودش را upgrade کند و یک جرمی انجام بدهد، همه اینها در فضای اتاق چینی بود، لذا استدلال به کسی پیدا می‌کند که برنامه‌نویسی اول را کرده. چون می‌فرمایید انسان برنامه‌نویس است که معانی را درک می‌کند.

استاد: نکته سر این است که برنامه‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی دارد.

شاگرد: باز هم درک معنا صورت نمی‌گیرد. همه آنها به برنامه‌نویسی برمی‌گردد که اینها را آورده و ارتقاء داده.

استاد: اگر چیزی را به شما ارائه بدهد که شما فکرش را نکرده بودید، اسم آن را چه می‌گذارید؟! می‌گویید این‌که همین صفر و یکها است. خب چطور دارد چیزی می‌گوید که شما تعجب می‌کنید؟!

شاگرد2: استان به سوء اختیار است.

استاد: مثلاً می‌گویند شاگرد بِهْ از استاد. این یعنی همه چیزش به استاد برمی‌گردد و خودش چیزی ندارد؟! نه، بلکه او راه‌هایی را کشف می‌کند که خود استاد بلد نبود. شما اسم این را چه می‌گذارید؟! فلذا من از این پایین شروع کردم. تا الآن هم برنامه‌هایی که در هوش مصنوعی اجراء می‌کند همین است. زبان ماشین همین است. یعنی وقتی به سطح زبان ماشین برود، همین است و در آن چیز دیگری نیست.

شاگرد2: شاگرد به از استاد، در اینجا نیست.

استاد: خود این چیزی که می‌بینیم را چه می‌کنید؟ یعنی خود برنامه‌نویس، بُهت‌زده می‌شود؛ می‌گوید من این را به او دادم؛ الآن هم روی یادگیری عمیق که کار می‌کنند، یادگیری عمیق چند لایه است و گرافِ های تو در تو است. یادگیری عمیق که انجام می‌دهد، خیلی عجائب است. راست هم می‌گوید. بعد هم می‌بینیم هیچ بشری فکرش را نکرده.

شاگرد2: همین خوفی که هست و می‌گویند این کار را نکنید، به خاطر احتمالی است که وجود دارد و به‌خاطر سوء اختیار او است که سبب می‌شود او به مرحله یادگیری برسد و این کارها را بکند.

استاد: خب الآن صحبت سر این است که چیزی که او کشف می‌کند و عرضه می‌کند و بعداً حتی اگر بفهمد ما می‌خواهیم به او صدمه بزنیم، از خودش دفاع می‌کند. منظور از پیشرفت، همین است. البته فعلاً در مرحله خیالات است. منظور من این است یک دستگاهی که برنامه آن را شما نوشته‌اید، اما حرف شما را می‌گیرد [و توسعه می‌دهد و پیش می‌رود] و مهمتر این است که خود این‌ها برنامه‌نویسی می‌کنند؛ یعنی خود هوش مصنوعی کدهایی می‌نویسد که از برنامه‌نویس‌ها بهتر است. این را چکار می‌کنید؟ یعنی فکر برنامه‌نویس به جایی نرسیده، اما او یک کد ارائه می‌دهد و برنامه‌های بسیار خوبی می‌سازد که دیگران از آن عاجز بودند. الآن در پزشکی می‌گویند این هوش مصنوعی کارهایی می‌کند که این اطباء هرگز نمی‌توانند بکنند. کارهای بسیار ظریفی که نه لرزش دست دارد و نه اشتباه دارد. خب اسم این را چه می‌گذارید؟! می‌گویید یک چیز بی‌خبر است؟! چطور می‌گویید بی‌خبر؟! لذا من عرض کردم وقتی از پایه بالا می‌روید، می‌خواهیم به یک لایه‌ای از لایه‌های نرم‌افزاری برسیم که در آنجا، پایه ظهور می‌کند. پایه‌ای که آن هوش پایه‌محور واقعاً ظهور می‌کند، اما پایه‌محور است.

شاگرد: یعنی آنجا یک درکی صورت می‌گیرد؟

استاد: درک به همان معنایی که توضیح دادم. یعنی حتی معنا هم به نحو پایه و به نحو اشاره‌گر در یک شبکه‌ای از چیزهایی که مؤلفه‌ها هستند، اگر اشاره‌گر به هر بخشی از آن اشاره می‌کند، هم خودش اجزاء دارد و هم خودش عضو و اجزائی از یک شبکه است؛ اینجا می‌شود معنای پایه‌محور، نه معنای درک افلاطونی که نیاز به روح دارد.

شاگرد: مثلاً ما برای معنای «ای» یک پایه فیزیکی درست کنیم؟ یک پایه‌ای که معنایی مثل «ای» را ظهور می‌دهد.

استاد: و بلکه بیشترش: شبکه معانی. ما معمولاً معانی را دیکشنریوار می‌بینیم و می‌گوییم این لغت چه معنایی دارد. اما اگر بخواهیم معنا را جاسازی کنیم، اول باید کل زبان را ساماندهی کنیم، یک شبکه‌ای از معانی درست کنیم و بعد بگوییم مؤلفه‌های آن «ای» و «واو» و انسان و بقر

و شجر و امثال اینها است.

با این توضیحی که من عرض کردم، نزد هر کسی واضح است که در آن سطح، ما درک و فهم ندارید؛ در همان اتاق چینی و بچه‌ای که کار انجام می‌داد، ما هیچ درکی ندارید. در این سطح هم تمام کارها همینجا انجام می‌شود، ولی کسی که اینها را مدیریت کرده و صفر و یک را به‌عنوان یک سیستم علی البدل در نظر گرفته و بعد که صفر و یک را درست کرد، کنار یکدیگر گذاشت و از آن چهار حالت پدید آورد، اینها را انسان انجام داد. حال همین انسان در این پایه بی فکر و بی فهم، به سطحی می‌رسد که کاری می‌کند که خود آن برنامه در آن سطح بالا -نه سطح ماشین- همان کاری را که قبلا صفر و یک درست می‌کردیم و سیستم درست می‌کردیم و آنها را کنار هم می‌گذاشتیم، حال او با شروع می‌کند و آن را انجام می‌دهد، اما نه در سطح یک ماشین؛ یعنی همان کاری که ما با صفر و یک‌ها کردیم، او انجام می‌دهد؛ یعنی بعداً هوش مصنوعی می‌تواند در صنعت خودش یک کامپیوتری با مبنای ۳ **ای با مبنای کذا بسازد.**

مبنای هگزادسیمال

البته مبنایی که عرض می‌کنم، منظورم همان حالت سخت‌افزاری است و الا عدد، مهم نیست. مثلا یک بایت دوست و پنجاه و شش عدد بود، می‌دیدند عددها که می‌آید، یعنی وقتی هفت رقم باشد دوست و پنجاه و شش می‌شود، اما حالاتی که می‌توانیم نشان بدهیم، اگر دو تا بایت کنار هم باشند و شانزده تا بیت باشند، خیلی بیشتر می‌شود. حالا اگر خواستیم عددی را [که در مبنای ۲ داریم] با شماره‌های چندتایی نشان بدهیم، از نظر نمادهای ده‌گانه کم می‌آوریم؛ [چون در هر ۴ بیت، و داریم] ده تا را نشان می‌دهیم و می‌بینیم هنوز می‌توانیم عدد دیگری را [در ۱۶ عدد از ۰ تا ۱۵ را داریم] با استفاده از آن ۴ بیت [نشان بدهیم که باید یازده و دوازده و ... باشد. خب در یازده و دوازده که عقد تمام می‌شود، لذا مبنا را بالاتر می‌برند. مثلاً می‌گویند مبنای هگزادسیمال که مبنای شانزده است، که خیلی کاربرد دارد. مبنای شانزده برای چیست؟ برای این است که وقتی از آن شش تا عدد می‌توانستند استفاده کنند، استفاده کنند. لذا گفتند اگر با 0 و 1 و ...، نه تا رقم داریم، وقتی به ده رسیدیم، دوباره صفر و یک است. لذا آن‌ها گفتند به جای اینکه در ده، دو رقمی کنیم، می‌گوییم a. a یک نماد است اما جای عدد ده است؛ a تا f که f جای عدد پانزده است. پانزده نماد است؛ هگزادسیمال، پانزده نماد است. عددهایش را نگاه کنید. الآن خیلی از چیزهایی که در کامپیوتر می‌بینید که یک حرف است و یک عدد، می‌گویید این حرف است! درحالی‌که حرف نیست. آن خودش یک عدد است. در این عدد، a یعنی ده، b یعنی یازده و همینطور تا f که f پانزده است. وقتی به f رسیدید، یعنی شما شانزده تا رقم دارید؛ رقم به این معنا که یعنی نماد. شانزده نماد داریم که با آن‌ها یک اعدادی بر مبنای شانزده می‌سازید. چرا؟ چون می‌خواستند از بیت‌های اضافی که در بایت درست کرده‌اند استفاده کنند. این‌ها با هم مخلوط نشوند. یعنی وقتی بخش مهم کامپیوتر با مبنای شانزده اداره می‌شود، قاطی نکنید با این که می‌گویند کامپیوتر با مبنای دودویی کار می‌کند. مبنای دودویی در بیت‌هایی است که پردازش می‌شود. هر کدام از این بیت‌ها وقتی بایتی می‌شود که چندتا عدد را نشان می‌دهد، بعداً دیدند به جای اینکه روی مبنای ده بروی، بهتر این است که روی مبنای شانزده بروی. شانزده‌ها معادل اعداد بایتری هستند که بهراحتی چندین سیستم معادل همدیگر، دارند کار انجام می‌دهند. همه این‌ها درکی ندارند. همانطوری که عرض کردم در درگاه‌هایی است که رفت‌وبرگشت صورت می‌گیرد و ذخیره‌سازی می‌شود.

نماد و معنا در هوش مصنوعی

سؤال اصلی من این این بود: با این توضیحاتی که عرض کردم، تا بایت بگویند، تا بیت بگویند، ما عینکی پیدا کردهایم که میبینیم اصالً مفهوم بیت، کی معنا است و در سختافزار، ما بیت نداریم. درست است که بدنه فیزیکی، علی البدل نشان میدهد و میتواند نماد شود، اما مفهوم بیت، کی مفهومی است که بشر آن را درک میکند و اعمال میکند؛ و همینطور بایت و سائر آن. بنابراین همه اینها نرمافزار هستند؛ همه حالت نرم دارند؛ یعنی مربوط به ذهن ما هستند که سختافزار را مدیریت میکنیم و بر روی آن قرارداد میکنیم. ما اینها را میفهمیم و انجام میدهیم، ولی خود آن ماشین که نمیفهمد. خود آن ماشین، سختافزارش است و اموری که مرتب در متن سختافزار آن صورت میگیرد. نرمافزارها در ذهن ما شکل میگیرد. در این لایه سختافزار به هیچ وجه فهم نداریم و حالت موری محض دارد.

این را هم عرض کنم؛ اگر یادتان باشد عرض کردم که هر چیزی میتواند نماد و نشانه قرار بگیرد و هر چیزی که میتواند نشانه قرار بگیرد سه چیز در آن هست: یکی معنای ذاتی خودش است. یعنی میتوانیم توضیح دهیم که این نماد چیست. مثلاً میگوییم «ز» کی صوت است که معنای ذاتی دارد؛ یعنی توصیفی است که تبیین میکند نفس این نماد چیست. دوم، معنایی دارد که منتسب به آن است؛ هر شیءای که معنای ذاتی و توصیف ذاتی دارد، کی چیزهایی با آن منتسب است. اصلا تشبیهات از کجا میآید؟ از اینجا میآید که اشیاء با هم رابطهها و شباهتها دارند و اینها هم در دستگاه خدای متعال، تکوینی است. هر چیزی که میتواند نشانه شود، دو معنا دارد که از آن جدا نمیشود؛ معنای ذاتی خودش و معنای منتسب طبع معنای ذاتی. اینها را که کنار بگذاریم، در دستگاه بشر هر شیئی میتواند نشانه قراردادی شود. یعنی ما قرارداد کنیم که این شیء بر کی معنا دلالت کند و با کی معنا جوش بخورد؛ دلالت وضعیه و قرن اکیدی که در ذهن، با وضع صورت میگیرد. در اینجاست که وقتی میگوییم کی چیزی معنا دارد، آن معنای قراردادی، قابل درک برای سطح ماشین نیست. قرارداد، کار بشر است. آن دو معنا (معنای ذاتی و معنای دارای تناسب طبعی) را هم بشر درک میکند، ولی اینجا در ماشین، این قرارداد را نداریم. خود این عملیهٔ الوضع و قرارداد میتوانیم در سطح هوش مصنوعی پیاده کنیم یا نه؟ بله، میشود. یعنی برنامه به حدی میرسد که خودش بین نمادها با معانی رابطه برقرار میکند؛ بین این دو ارتباط برقرار میکند و آن قرن اکیدی که در ذهن ما میشود را آنجا میگوید این با این مرتبط است. ارتباط بین آنها برای این هوش مصنوعی، امر آسانی است، اما نه در سطح ماشین که چیزی نمی فهمد، بلکه در سطحی که خود آن معانی فعال هستند. ان شاء الله در جلسه بعدی عرض میکنم که در لایههای بعدی به کی سطحی میرسیم که در آن سطح، پایه فراهم شده برای فعال شدن آگاهی پایهمحور و امثال آن.

شاگرد: وقتی سطح آن پیچیده شده، توانایی نمیکند و همان پایینی که نمیفهمد را ما بالا میآوریم.

استاد: وقتی پیچیده شد، شأنیت ظهور کی معنا را پیدا میکند. نه اشراق. اشراقی که آن را به آن داده بدهند، منظورم نیست. منظورم این نیست که در موطن تجرد باشد و آن را بدهند. مثل مثال آب؛ اکسیژن جدا و هیدروژن جدا، خواص آب را ندارند و همین جوری در کنار هم تا به ترکیب آب در نیایند که آب نیستند. خدای متعال کی ترکیب غامض شیمیایی برای آنها تشکیل میدهد تا کی پایه درست شود، نه اینکه از جای دیگر اشراق نفسانی شود، بلکه پایه برای اینکه کی طبیعتی که آب است، در اینجا ظهور کند. اگر این غموض نبود، آن طبیعت ظهور نمی کرد. ولو الآن در اینجا اشراقی صورت نمیگیرد - اشراق بهمعنای اشراق نفسانی - اما پایهای است که هیدروژن و

اکسیژن ترکیب شده‌اند و حقیقت مولکول آب پدید آمده. وقتی هم این مولکول ها تجمیع شدند یک چیزی به نام آب داریم، با خواصی که کاملاً متفاوت از خواص هیدروژن و اکسیژن است. من اینها را عرض می‌کنم که متوجه باشیم که در بحث ما، غامض شدن مهم است. یعنی وقتی بیتها به نحو کامل غموض کنار هم قرار گرفتند و منظم شدند، الآن دیگر وقتش است که چیزی ظهور کند که نفس‌مندی هم در آن نیست، اما مثل آب که این همه خواص دارد، آن هم خواص دارد. ما اسم آن خواص را آگاهی پایه‌محور گذاشتیم؛ همین چیزی که خدمت آقایان عرض کردم که می‌بینیم که به از استاد شده؛ که به‌خاطر غموض پایه، ظهور کرده؛ چیزهایی ظهور کرده که نفس مشرق آنها هم آن را دارد. نظیر آن هم در امور فیزیکی زیاد است.

الحمد لله رب العالمین