

پشت پرده هوش



دوره DBA
هوش مصنوعی
درکسب و کار

سید محمد محمدزاده ضیابری

مدیرعامل شرکت پردازش هوشمند ترکمان

رئیس کمیسیون هوش مصنوعی و علم داده
سازمان نظام صنفی رایانه‌ای

از نورون و نويز تا زبان، عشق و ماشين‌هاى انديشنده



مرداد ۱۴۰۵



دوره DBA هوش مصنوعی
واحدگان مدیریت

هوش چیست؟

آیا ما هوشمندیم؟





آیا واقعاً هوشمندی وجود دارد؟ یا ساخته و پرداخته ذهن ماست؟



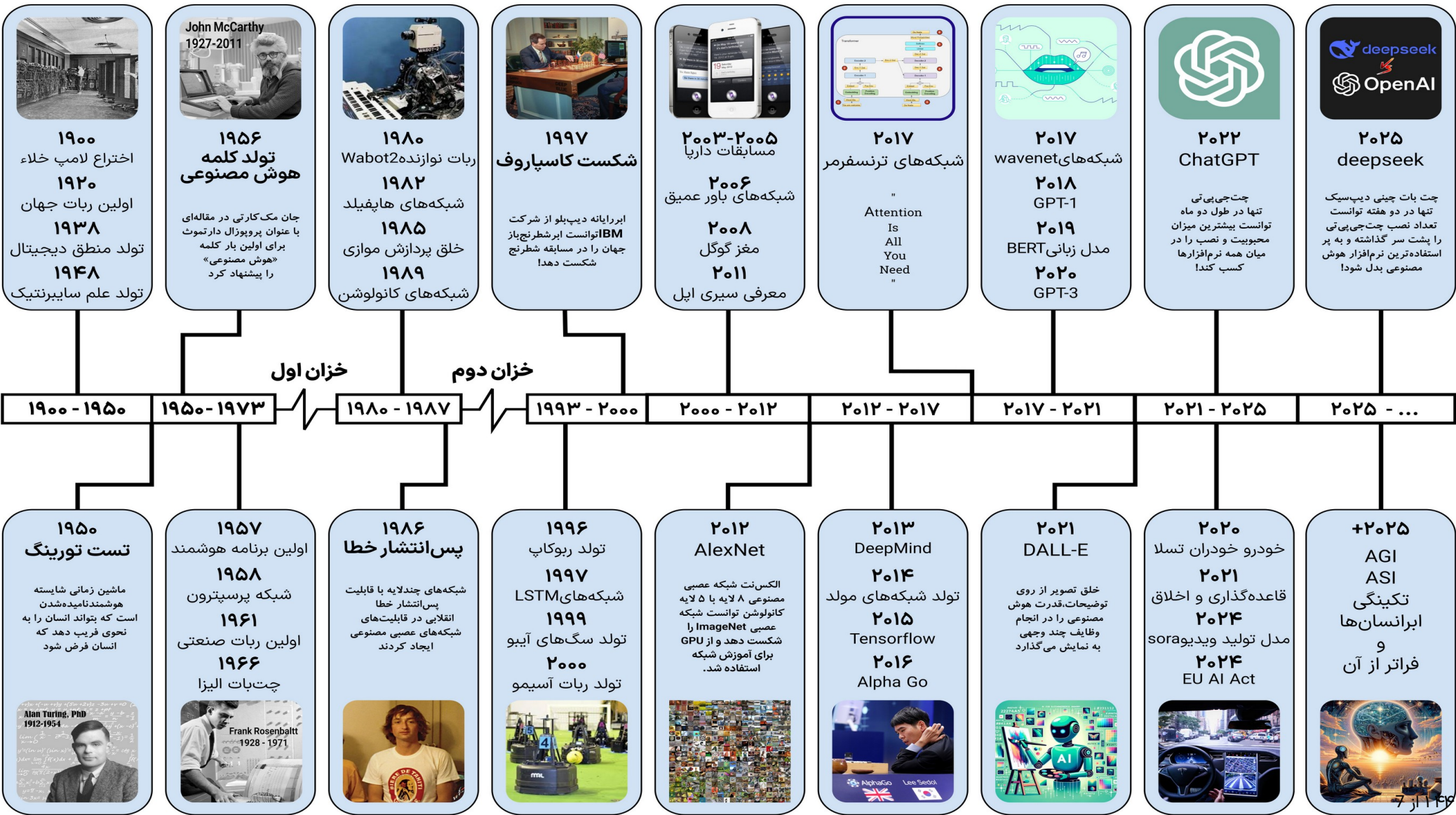
بخش اول

هوش را کجا باید جست و جو کرد؟

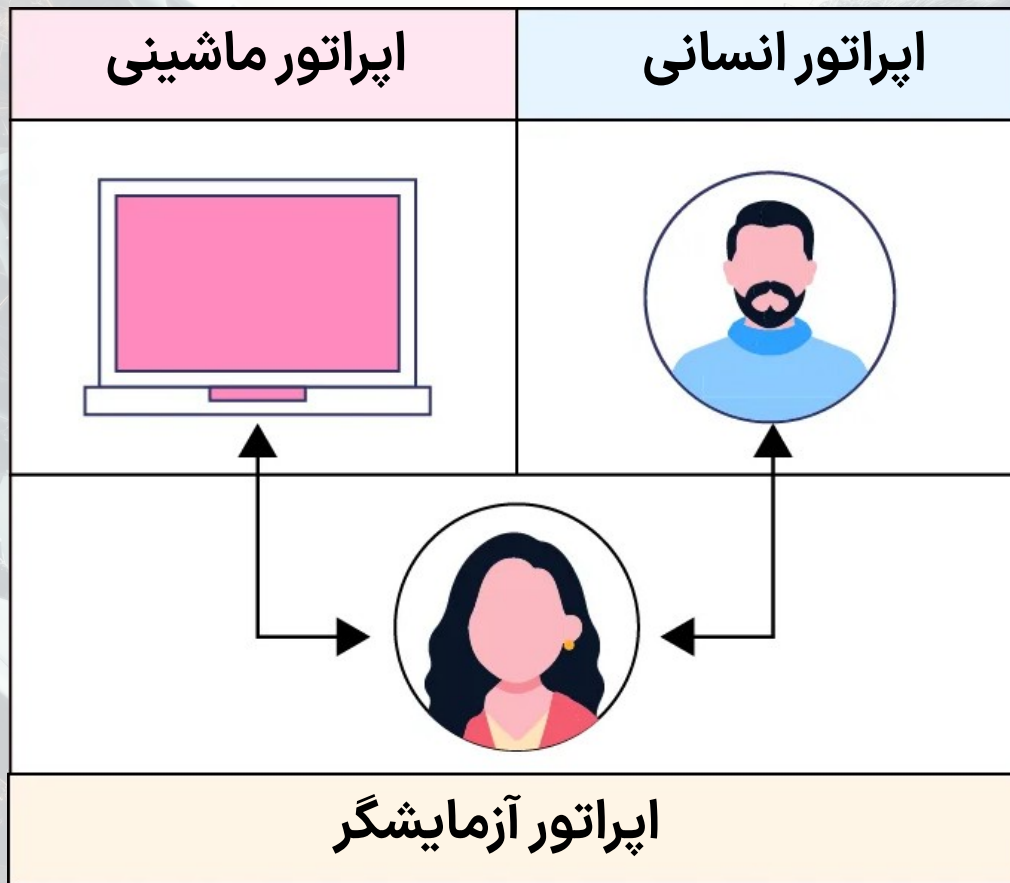


پرسشی قدیمی تراز علم





تست تورینگ



محدودیت‌های تست تورینگ

آزمایش نسبت به تقلب
آسیب‌پذیر است

فقط جنبه‌های
محدود از
هوش مصنوعی

آزمایش به سوگیری‌های
انسان وابسته است

تست تورینگ
موضوع گفتگو را
در نظر نمی‌گیرد

تست تورینگ
آگاهی را بررسی نمی‌کند



اتاق چینی؛ آیا پاسخ درست یعنی فهم؟



محاسبه، ادراک، شناخت، آگاهی



آگاهی

تجربه آنچه می‌گذرد

شناخت

پیوند معنا، حافظه و پیش‌بینی

ادراک

ساختن تصویری از جهان

محاسبه

اجرای قواعد

از کدام نقطه، پردازش به تجربه تبدیل می‌شود؟



دوره DBA هوش مصنوعی

ریاضیات؛ خود جهان یا نقشه‌ای از جهان؟



طبیعت از معادلات پیروی می‌کند،
یا معادلات از طبیعت؟

پیراها؛ قومی با زبانی بدون عددهای دقیق

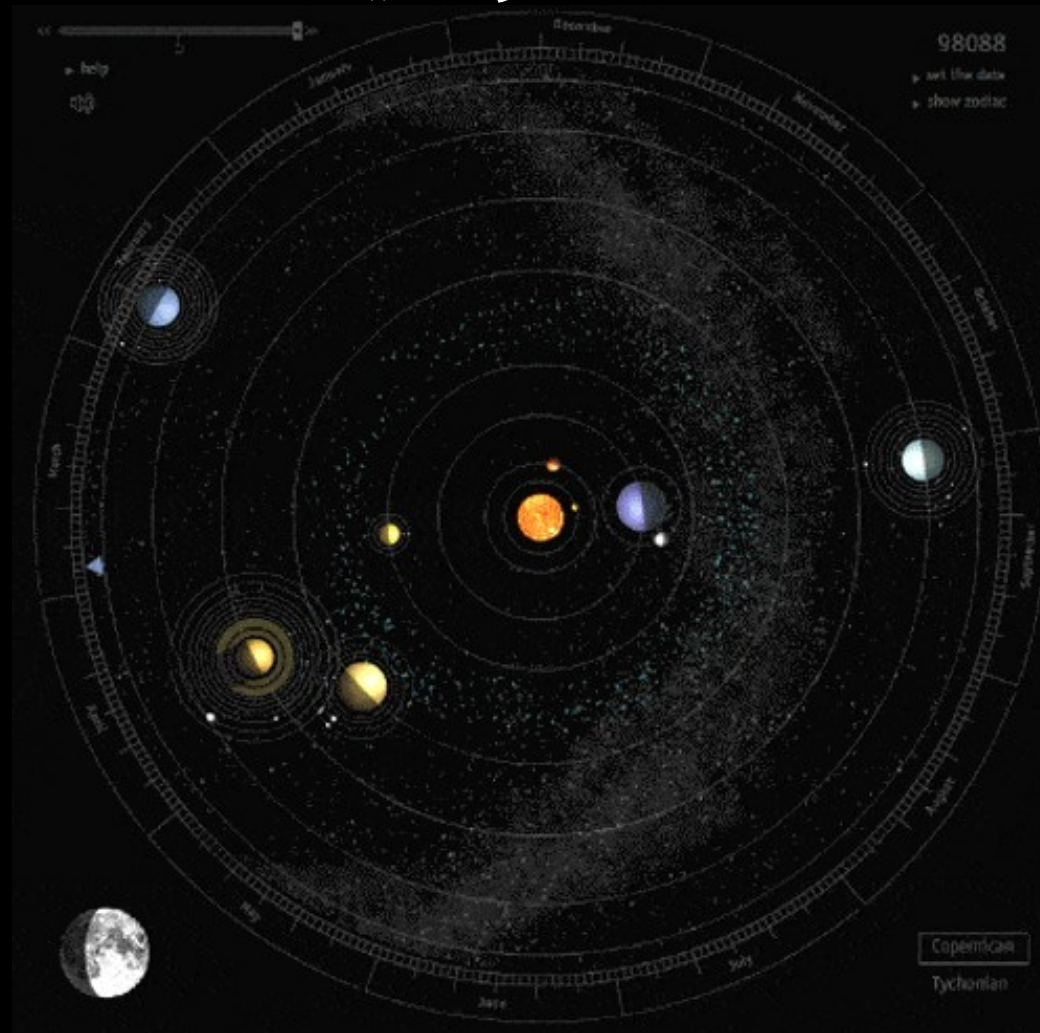
اگر واژه‌ای برای «هفت» نداشته باشیم،
آیا هنوز هفت را می‌بینیم؟



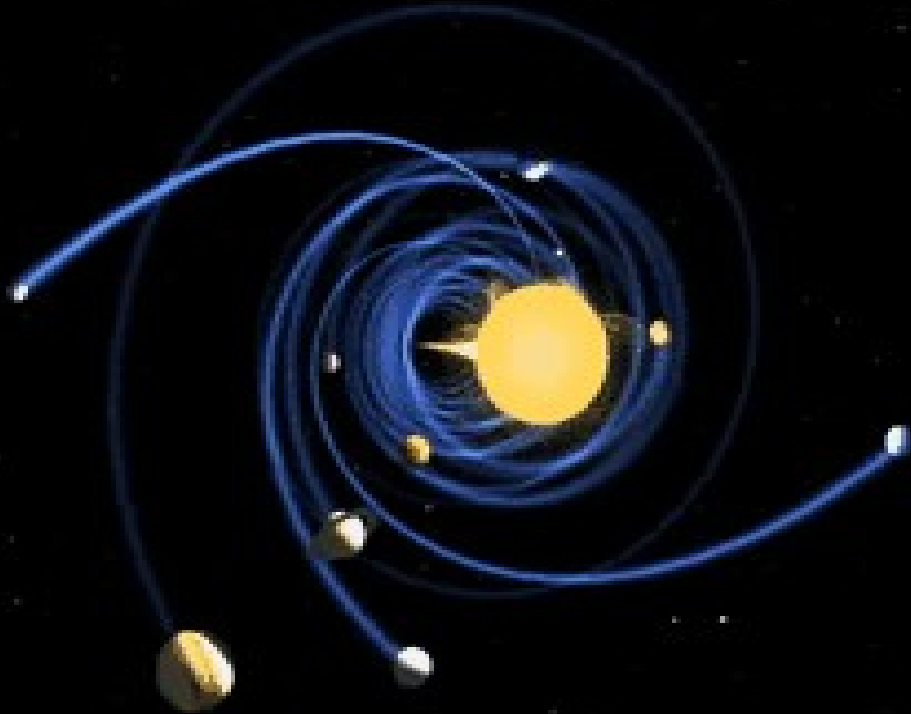
معادلات واقعیت



دوره DBA هوش مصنوعی
دانشگاه اصفهان



سیاره‌ها معادله حل نمی‌کنند



این ما هستیم که حرکتشان را به معادله تبدیل می کنیم

① starting with:

$$r(\theta) = a \frac{1 - e^2}{1 + e \cos \theta}$$

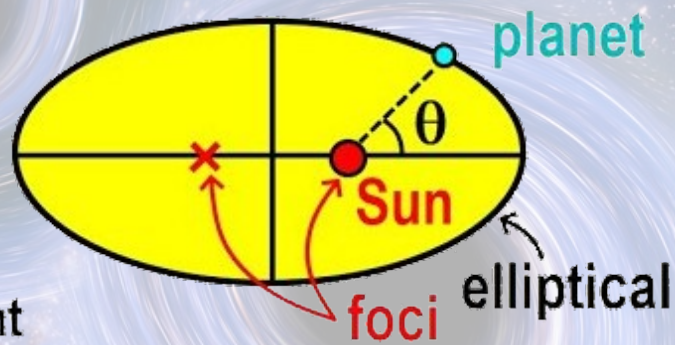
② to simplify the math:

$$\text{let } \mu(\theta) = \frac{1}{r(\theta)}$$

③ angular momentum:

$$L = I \omega = \frac{m \omega}{\mu^2} = \text{constant}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{-GMm}{r^2} = m \frac{d^2 r}{dt^2} = -m \omega r^2$$



$$\textcircled{5} \quad \frac{-GMm}{r^2} = m \frac{d^2 r}{dt^2} = -m \omega r^2$$

$$\omega = \frac{L \mu^2}{m} \quad r = \frac{1}{\mu}$$

$$\textcircled{6} \quad \frac{d^2 r}{dt^2} = ? \quad \text{first}$$

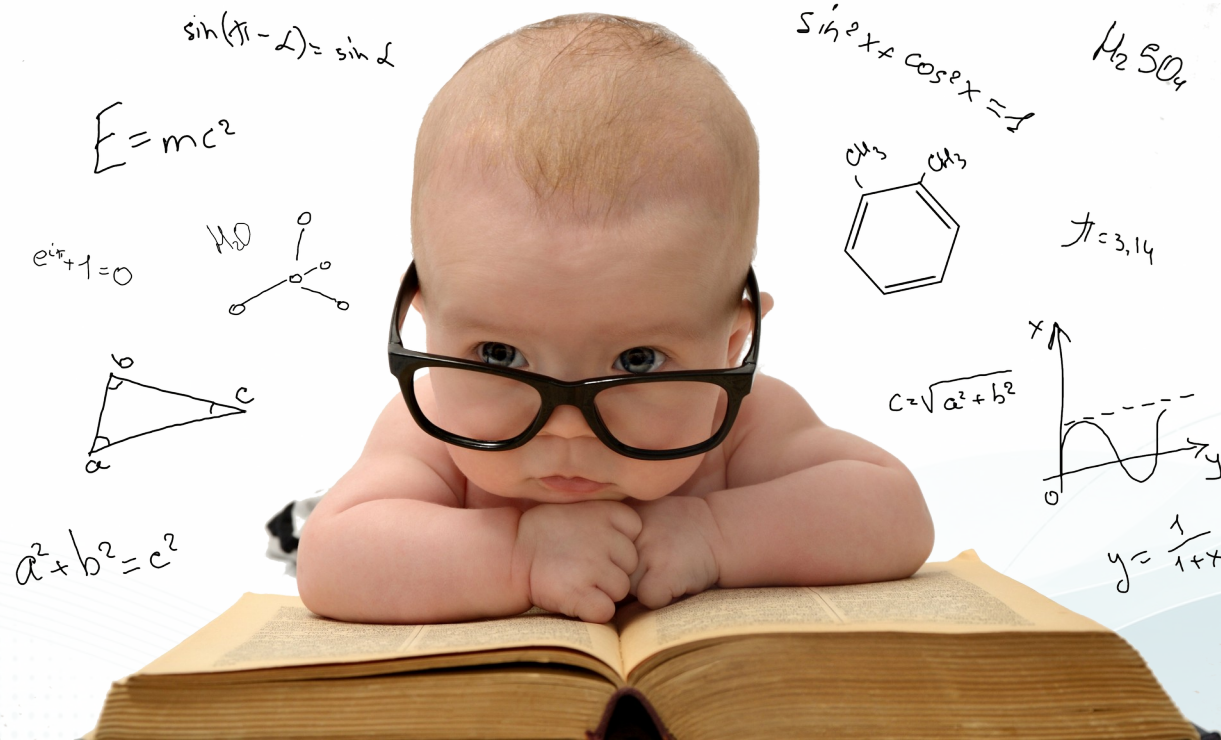
$$\frac{dr}{dt} = ?$$

$$\textcircled{7} \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{dr}{dt} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dr}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} \right)$$

$$= \frac{d}{d\theta} \left(\frac{dr}{dt} \frac{d\theta}{dt} \right)$$

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \frac{-L^2 \mu^2}{m^2} \frac{d^2 \mu}{d\theta^2}$$

و ما ادراک ما «هوش»



پیش از ساختن هوش، باید بدانیم دنبال چه می گردیم



دوره DBA هوش مصنوعی



مهندسی می پرسد: چگونه بسازیم؟

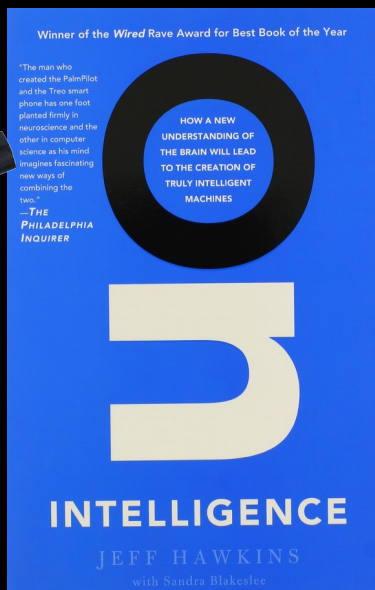


فلسفه می پرسد: دقیقاً چه چیزی را می سازیم؟

Jeff Hawkins



1996



2004



کدام کار هوشمند است؟





دوره DBA هوش مصنوعی

دیدن ...
به یاد آوردن ...
شناختن ...
عاشقی ...
خواب دیدن ...

هوش کجاست؟

در مغز؟ در بدن؟ در زبان؟
در رابطه با جهان؟
یا در شبکه‌ای از همه این‌ها؟

بخش دوم: مغز؛ رایانه‌ای که زنده است

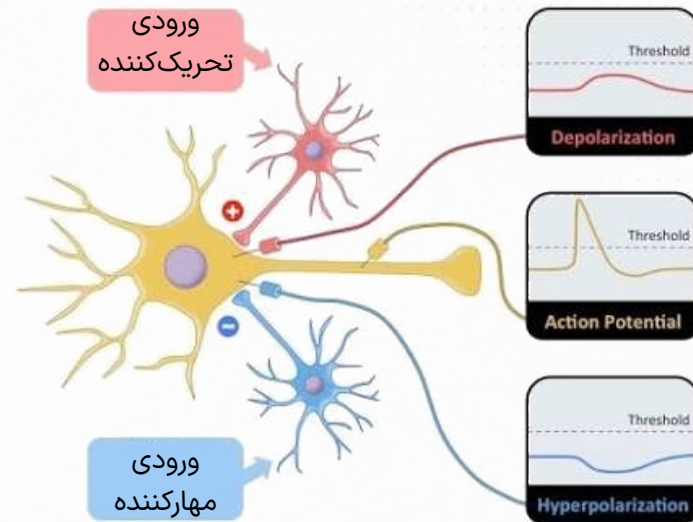
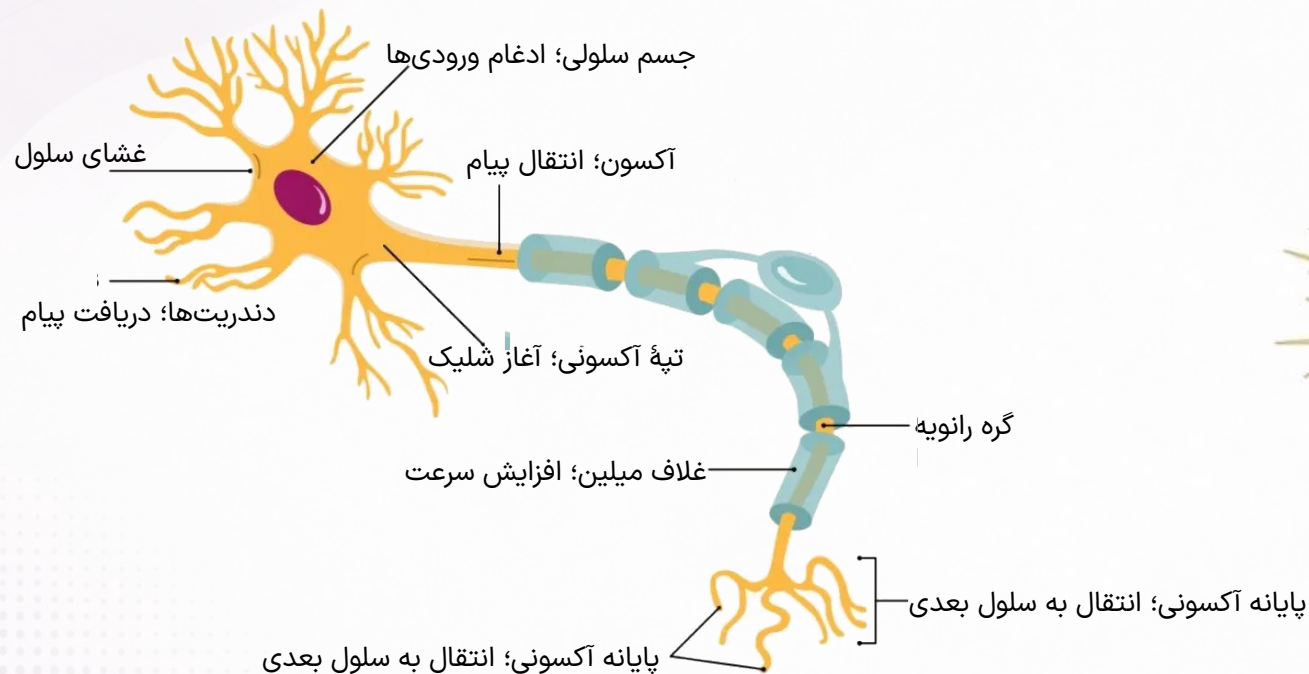
موجودیتی که ساخته نشده؛ بلکه رشد کرده است

یک فکر از چه ساخته شده ؟

ماده، پیام، رابطه

یا چیزی که از میان آن‌ها پدیدار می‌شود؟

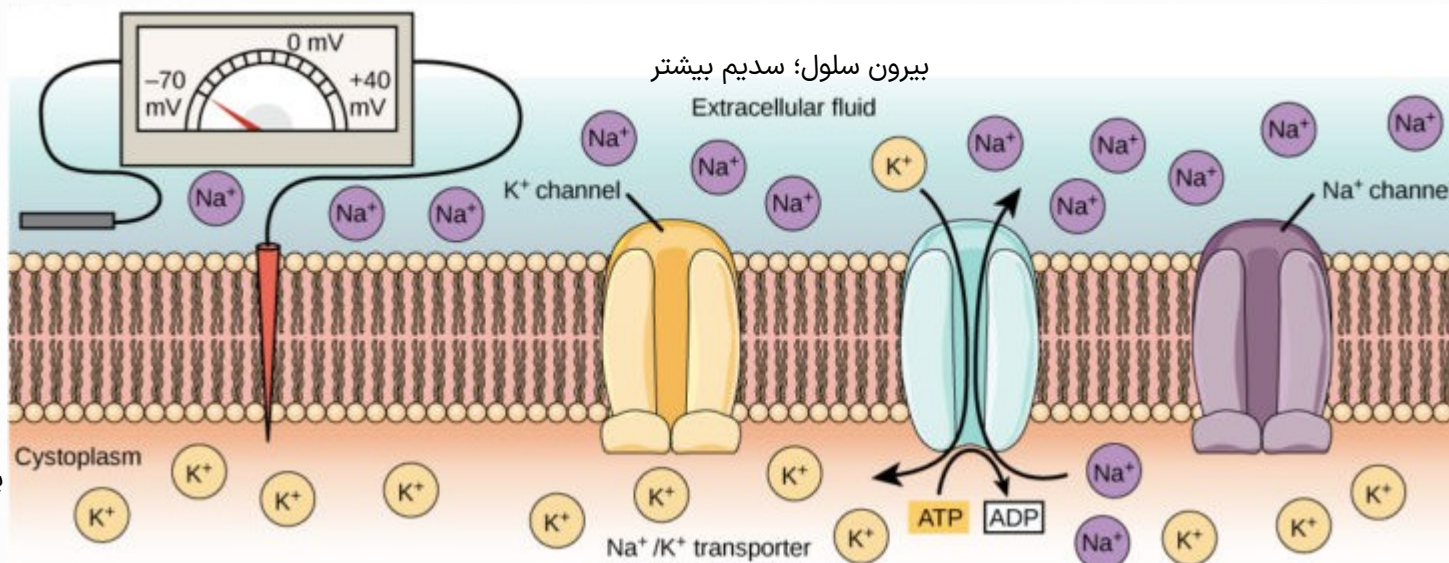
آناتومی یک پیام



نورون ورودی‌های تحریکی و مهارتی را جمع می‌کند؛ فقط با عبور از آستانه شلیک می‌کند.

باتری زنده

پتانسیل استراحت: حدود -70 میلی‌ولت



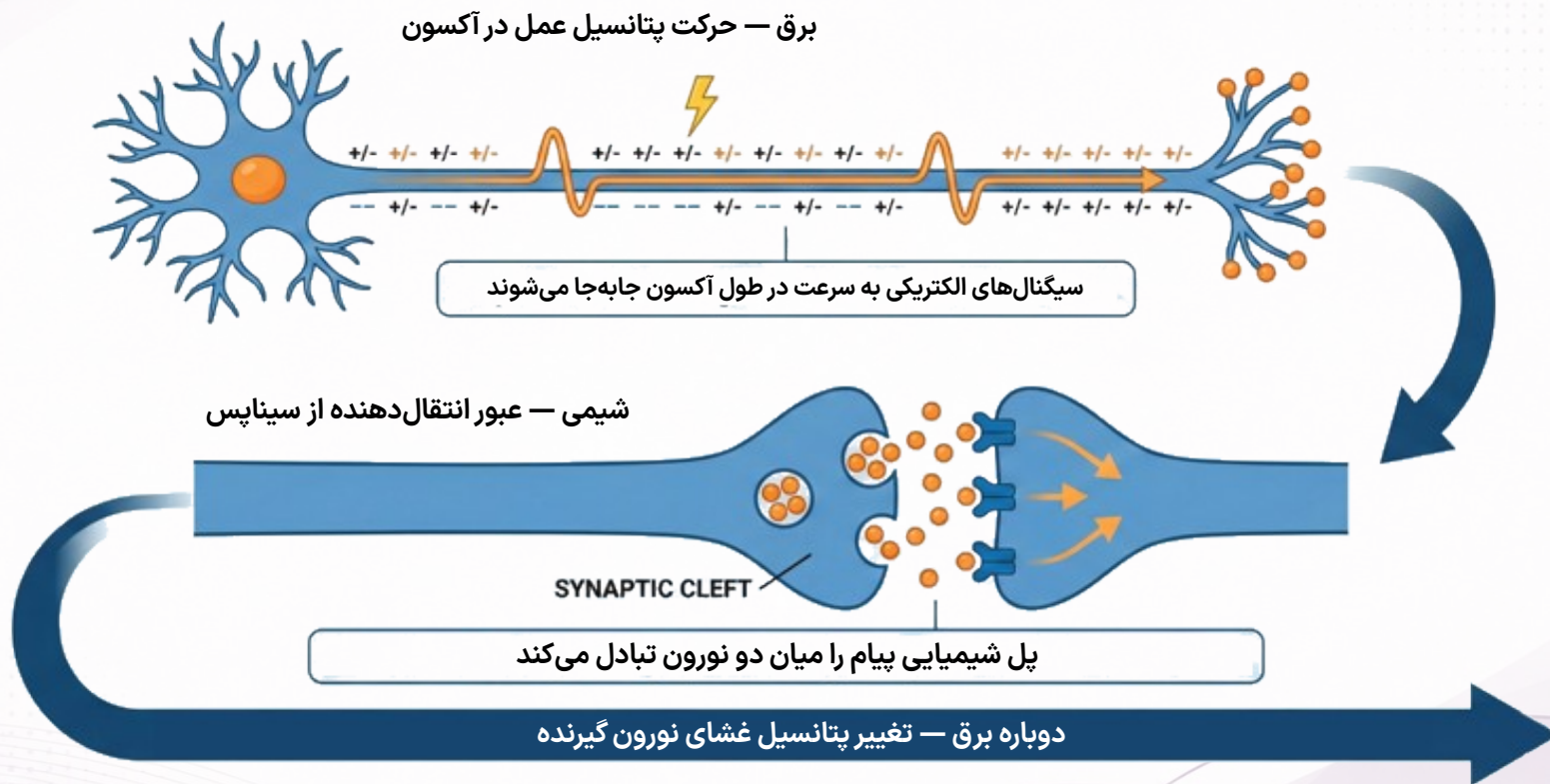
درون سلول؛
پتاسیم بیشتر

پمپ سدیم-پتاسیم؛ مصرف ATP

شکستن ATP و آزاد شدن انرژی
 $ATP + H_2O \rightarrow ADP + P_i + \text{انرژی}$
 حفظ اختلاف غلظت یونها

نورون حتی برای سکوت کردن هم انرژی مصرف می‌کند.

برق، شیمی، دوباره برق



میان دو نورون، پیام شکل عوض می‌کند.

گریز کوتاه به کوانتوم

برهم نهی

پیش از اندازه گیری،
سامانه می تواند ترکیبی
از چند حالت باشد.

انرژی گسسته

انرژی پیوسته نیست؛
فقط ترازهای مشخص مجازند.

درهم تنیدگی

حالت دو ذره می تواند
حتی از دور، به یکدیگر
وابسته بماند.

تونل زنی

ذره می تواند از مانعی عبور کند
که به صورت معمول
ناممکن است.

سلول هم از جهان کوانتومی ساخته شده است



دانشگاه گیلان
دوره DBA هوش مصنوعی



کوانتوم، لایه‌ای بیرون از زیست‌شناسی نیست؛ زیرساخت شیمیایی آن است.

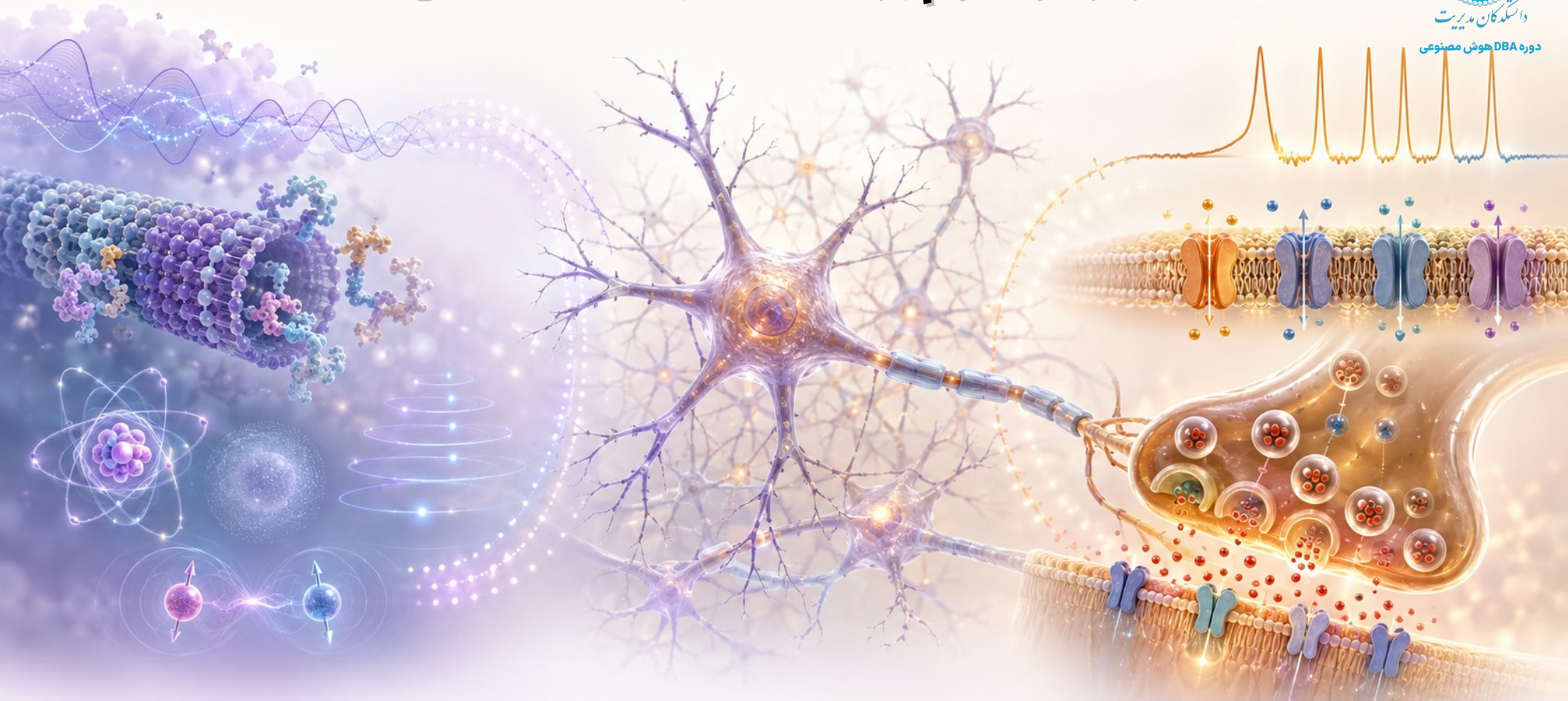
پیوندهای شیمیایی، ترازهای انرژی و انتقال الکترون بدون مکانیک کوانتومی توضیح داده نمی‌شوند.

آیا مغز از کوانتوم برای محاسبه استفاده می کند؟



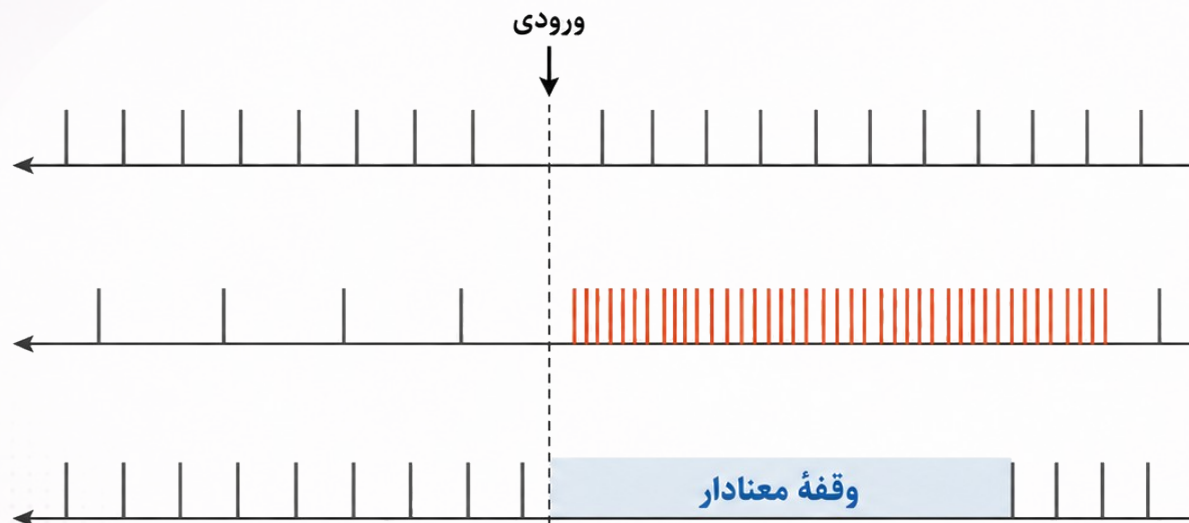
دانشگاه علم و فناوری

دوره DBA هوش مصنوعی



حضور کوانتوم در مغز قطعی است؛ نقش ویژه آن در محاسبه و شناخت هنوز اثبات نشده است.

سکوت هم پیام است



فعالیت پایه

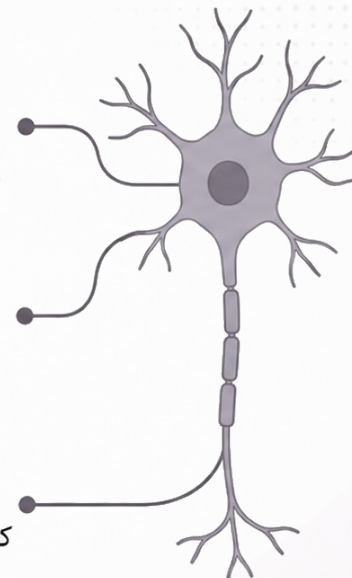
ریتیم معمول شلیک

تحریک

افزایش شلیک

مهار

کاهش یا توقف شلیک



وقتی انتظار شلیک وجود دارد، شلیک نکردن هم اطلاعات است.

دوپامین لذت نیست

نشانه



زمان پاداش



پاداش غیرمنتظره

بهتر از انتظار ← افزایش فعالیت دوپامینی

پاداش پیش بینی شده

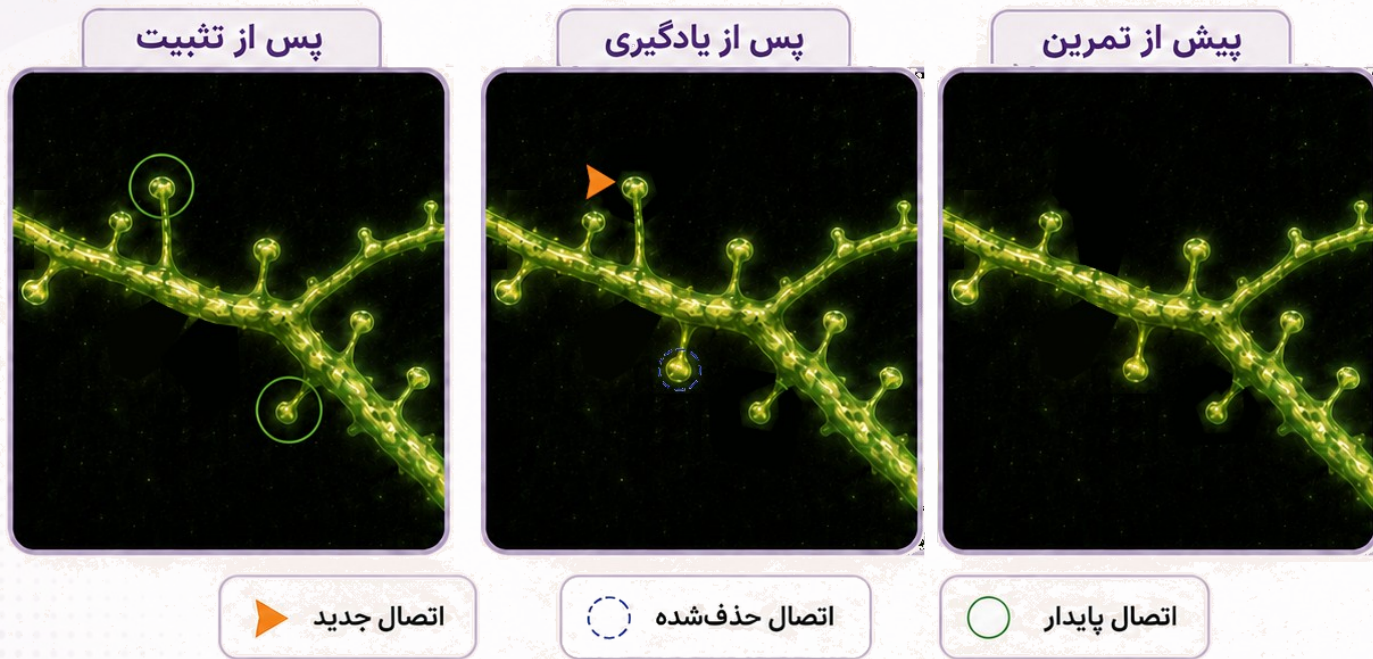
مطابق انتظار ← تغییر معناداری رخ نمی دهد

پاداش حذف شده

بدتر از انتظار ← افت فعالیت دوپامینی

دوپامین نمی گوید «خوب بود»؛ می گوید «با انتظارم چه تفاوتی داشت؟»

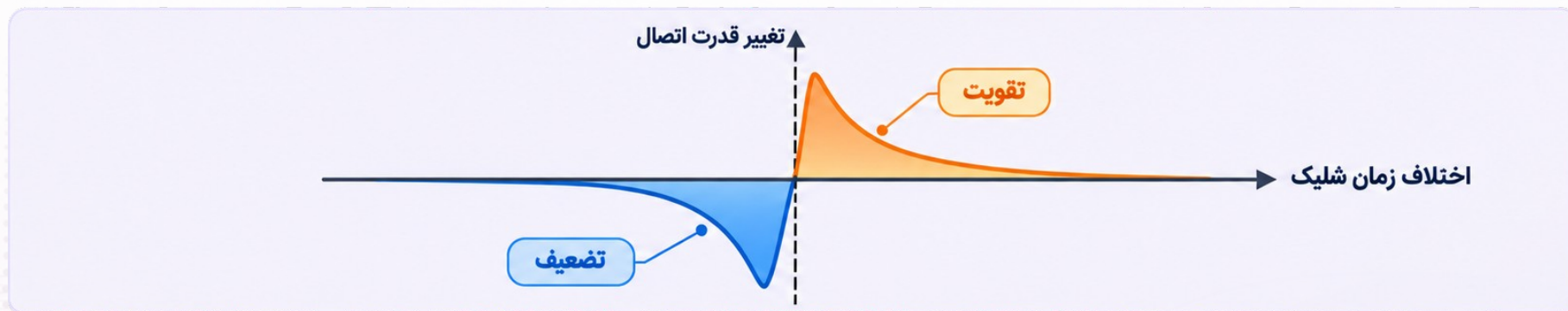
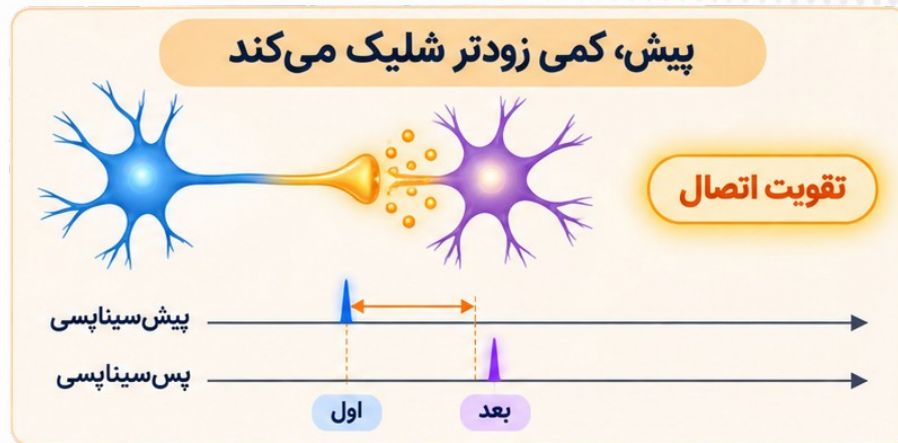
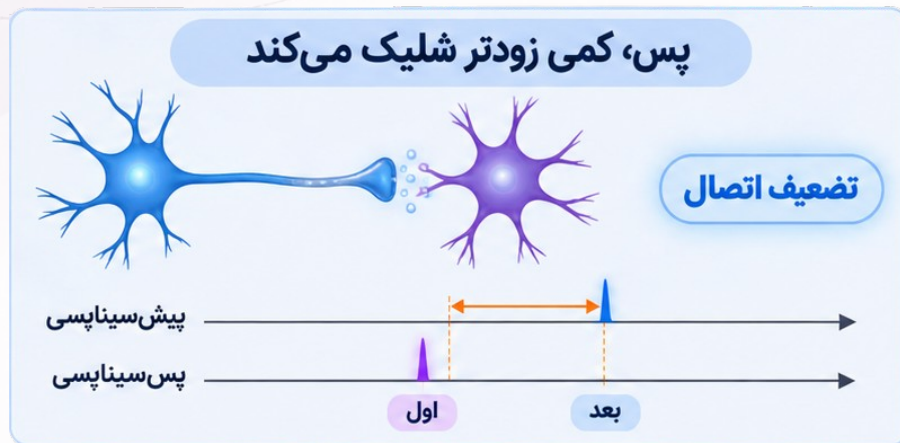
تجربه سخت افزار را بازنویسی می کند



نمای مفهومی

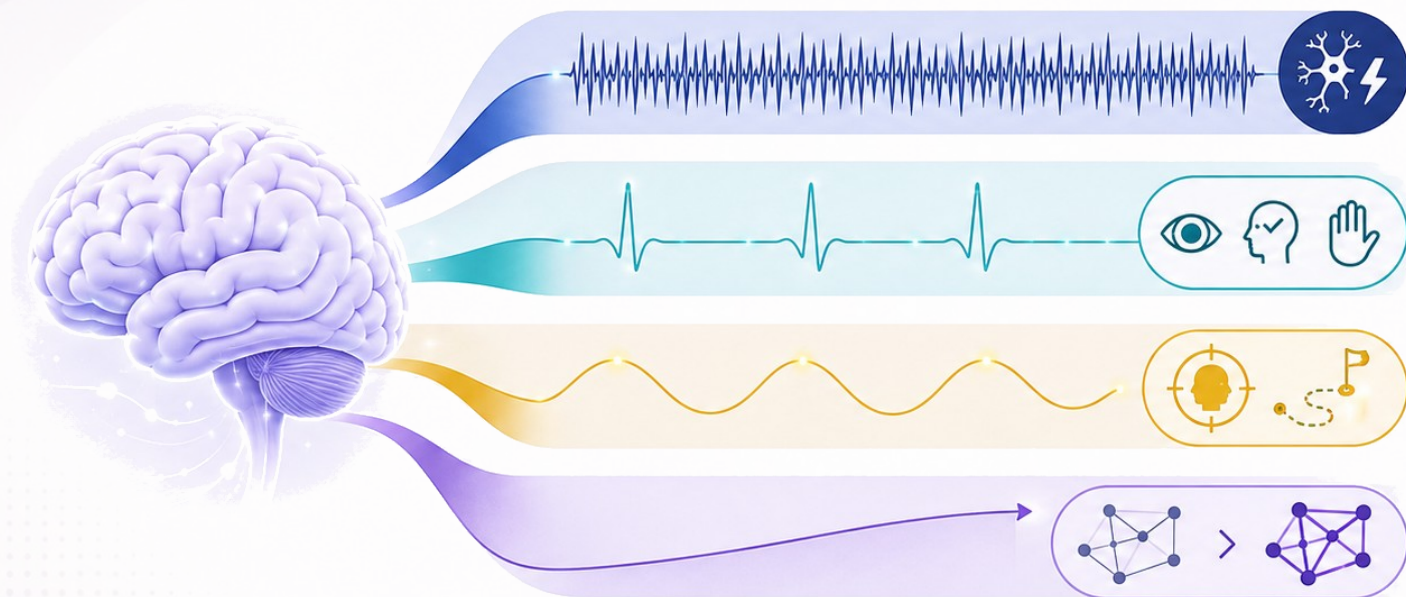
در مغز، نرم افزار روی سخت افزار اجرا نمی شود؛ تجربه سخت افزار را تغییر می دهد.

زمان بندی، جهت رابطه را تغییر می دهد



چند میلی ثانیه می تواند علامت یادگیری را عوض کند.

چند ریتم، چند زمان



میلی ثانیه
شلیک و انتقال پیام

ثانیه
دیدن، تصمیم گرفتن، عمل کردن

دقیقه تا ساعت
توجه و یادگیری

روز تا سال
تثبیت حافظه و تغییر شبکه

مغز با یک ساعت واحد کار نمی کند؛ فرایندهای سریع و کند روی هم اثر می گذارند.

BRAIN Initiative؛ از فهرست سلول ها تا نقشه مدارها

مدار چه زمانی فعال می شود؟

به چه سلول هایی متصل است؟

برای انسان ۸۶ میلیارد نورون!

هر سلول کجاست؟

موش: بیش از ۳۲ میلیون سلول و ۵۳۰۰ نوع سلولی

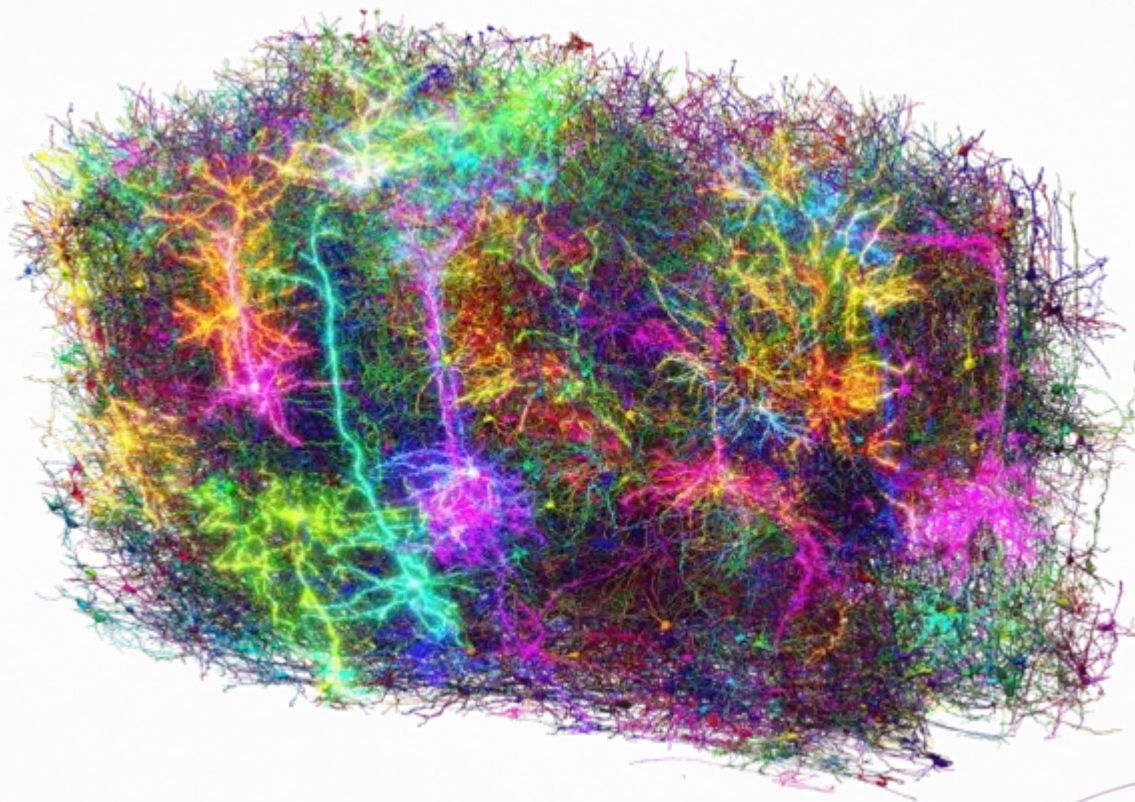
چه سلول هایی وجود دارند؟

مغز انسان بیش از ۱۲۰۰ برابر مغز موش نورون دارد؛ اما هنوز برای فهم مدار، ناچاریم از کل مغز عقب نشینی کنیم و یک قطعه بسیار کوچک را با جزئیات ببینیم.

یک دانه شن از مغز موش

۱ میلی متر مکعب

تقریباً به اندازه یک دانه شن



- بیش از ۲۰۰ هزار سلول
- ۱۲۰ هزار نورون
- ۵۲۳ میلیون سیناپس
- ۴ کیلومتر آکسون

این مغز موش نیست؛ فقط یک میلی متر مکعب از قشر بینایی آن است.

اگر نقشه کامل را داشته باشیم، چه؟

آنچه در نقشه ثابت نمی بینیم

چه چیزی می تواند به چه چیزی پیام بدهد؟

ورودی متفاوت

وضعیت متفاوت

زمان بندی متفاوت

فعالیت لحظه ای

مواد شیمیایی

تاریخچه یادگیری

قدرت اتصالها

آیا مغز محاسبه می کند، یا ما آن را این گونه می بینیم؟

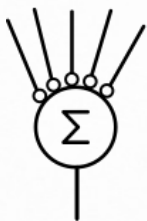


نورون، سیناپس و شلیک پدیده های فیزیکی اند؛ «اطلاعات»، «کد» و «محاسبه» زبان هایی هستند که ما برای توصیف آن ها ساخته ایم.

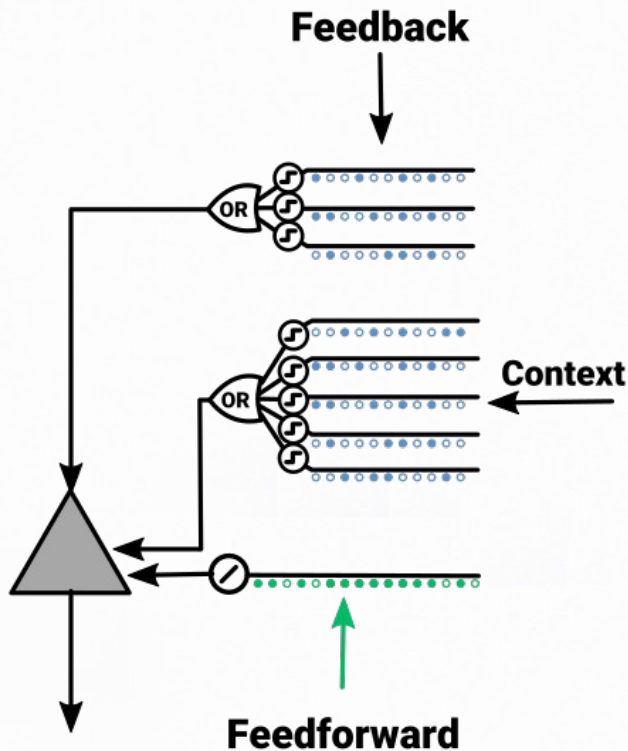
بخش سوم: مغز در آینه مدل‌ها

از نوروں مصنوعی تا مغز پیش‌بین

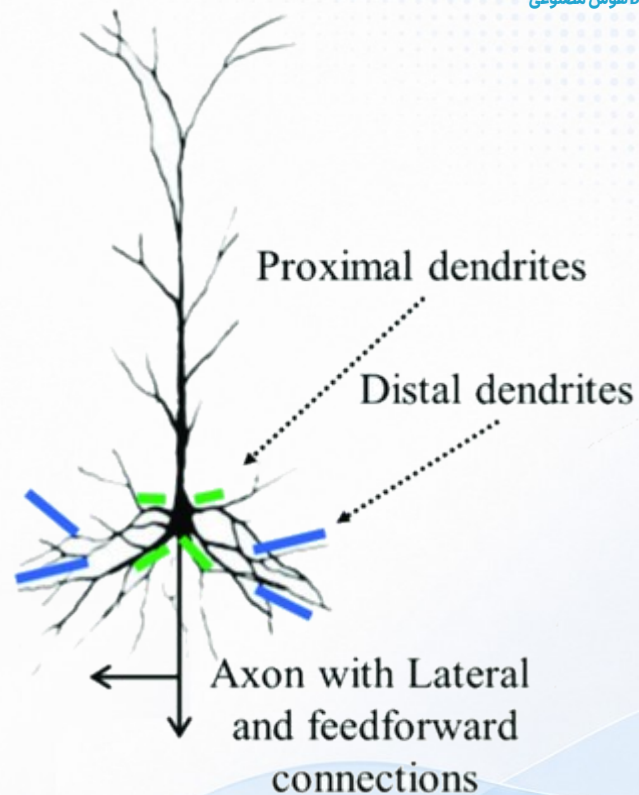
از نورون زیستی تا نورون مصنوعی؛ چه چیزی حذف شد؟



نورون مصنوعی ساده



نورون «هوش واقعی»
 (هاوکینر)



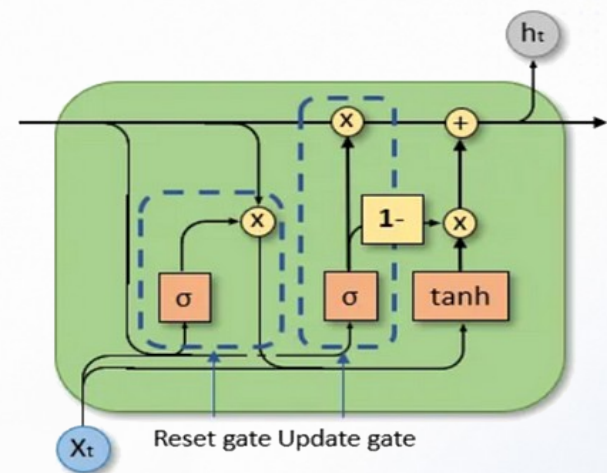
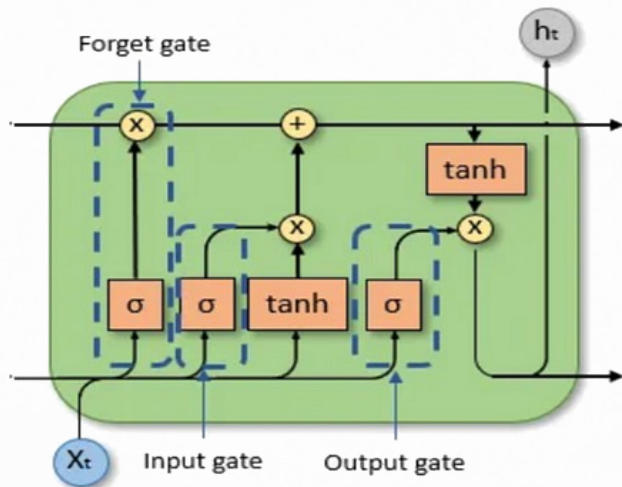
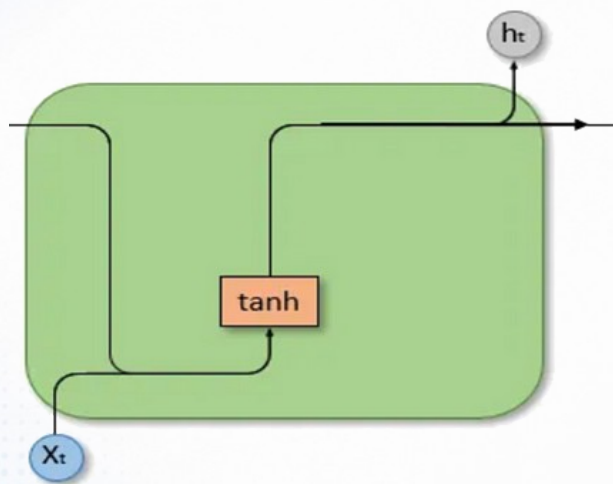
نورون زیستی

نورون مصنوعی ساده ماند؛ معماری پیچیده شد

RNN

LSTM

GRU



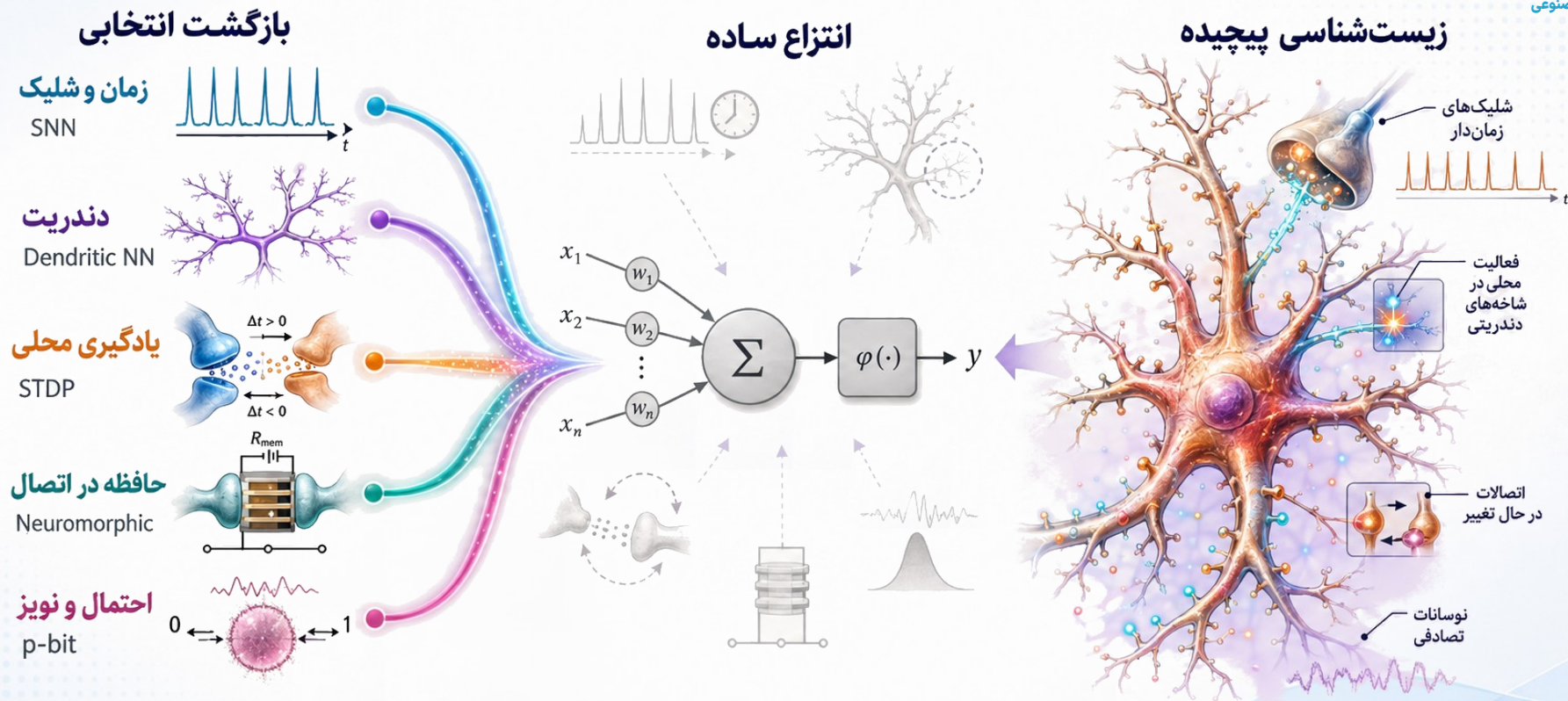
بازگشتی و حفظ وضعیت

حافظه و دروازه‌های کنترل

حافظه فشرده‌تر و کنترل شده

شبکه‌های جدید نورون زیستی را بازسازی نکردند؛ برای جبران محدودیت نورون ساده، معماری پیچیده‌تری ساختند.

بعضی حذف شده ها دوباره باز می گردند



بازگشت به مغز، کپی کردن مغز نیست؛ بازپس گرفتن انتخابی بعضی ایده هاست.

کند، موازی و کم مصرف



کم مصرف در کل

در حد مصرف یک لامپ ۲۰ وات

موازی در شبکه

جمعیت‌های بزرگی از نورون‌ها هم‌زمان و ناهمگام فعال می‌شوند.

هر واحد نورون کند است

نورون: ms - الکترونیک: ns

هر نورون کند است؛ اما قرار نیست مغز منتظر تمام شدن کار یک نورون بماند.

p-bit؛ نرونی که میان صفر و یک نوسان می کند

شبکه p-bit ها
جست و جو با نمونه برداری احتمالاتی



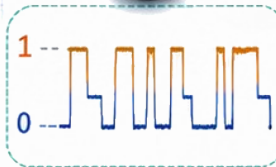
p-bit
نوسان تصادفی میان صفر و یک



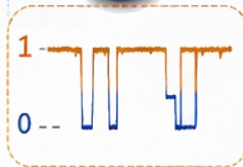
بیشتر صفر



تقریباً برابر



بیشتر یک



خروجی قطعی نیست؛ ورودی فقط احتمال هر حالت را تغییر می دهد.

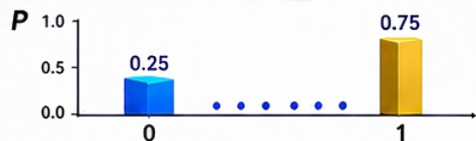
bit معمولی
صفر یا یک؛ وضعیت ثابت



شبکه p-bit ها فضای جواب را با نوسان تصادفی می کاود و به حالت های کم انرژی گرایش پیدا می کند.

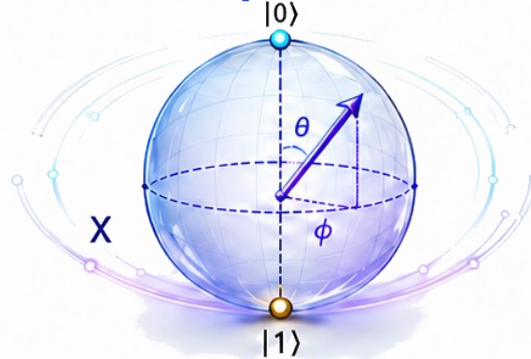
کیوبیت و QPU چه هستند؟

اندازه گیری



خروجی نهایی فقط صفر یا یک است

qubit



ترکیبی از دامنه صفر و یک

bit



در هر لحظه: صفر یا یک

QPU

پردازنده‌ای تخصصی برای کنترل، درهم‌تنیدن و اندازه‌گیری کیوبیت‌ها



state preparation



quantum gates



measurement



quantum circuit



measurement results (0/1)

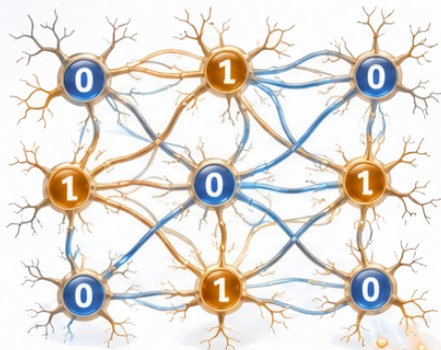
کنترل کلاسیک



کیوبیت همه جواب‌ها را آماده تحویل نمی‌دهد؛ الگوریتم احتمال پاسخ مطلوب را افزایش می‌دهد.

شبیه کوانتوم، بدون کیوبیت

شبکه p-bit

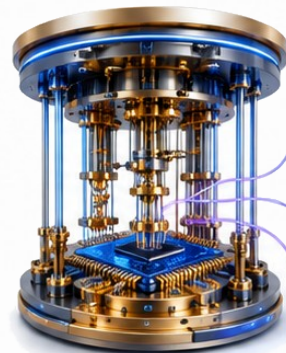


- نوسان صفر و یک
- کوپل شدن احتمالاتی
- کم مصرف، اما کندتر

نه درهم‌تنیدگی؛
نه درهم‌تنیدگی

نوسان تصادفی میان صفر و یک، اتصال احتمالاتی و مصرف کمتر

QPU



- کیوبیت
- برهم‌نهی و تداخل
- اندازه‌گیری

کیوبیت، برهم‌نهی و تداخل، سپس اندازه‌گیری



شباهت در شیوه جست‌وجوست، نه در فیزیک آن

شبکه‌های احتمالاتی می‌توانند بدون کیوبیت، برخی ایده‌های محاسبات کوانتومی را تقلید کنند

مغز چگونه از فعالیت عصبی، جهان می سازد؟

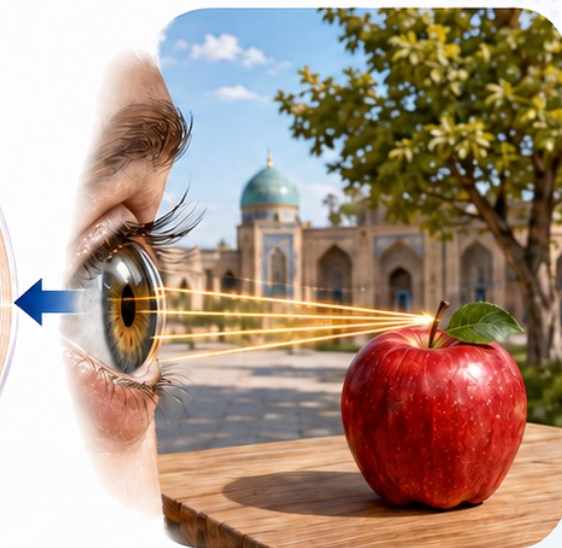
فعالیت عصبی به تنهایی تجربه نیست؛ تجربه از سازمان یافتن آن پدید می آید.

- گیرنده ها جهان را کپی نمی کنند؛ تغییرات را به فعالیت عصبی تبدیل می کنند.
- مغز این فعالیت را با حافظه، توجه، انتظار و حرکت پیوند می دهد.
- از این فرایند، تجربه ای منسجم از رنگ، صدا، فضا و معنا پدید می آید.

مغز جهان را از هیچ نمی سازد؛ از شواهد ناقص، جهانی قابل زیستن می سازد.

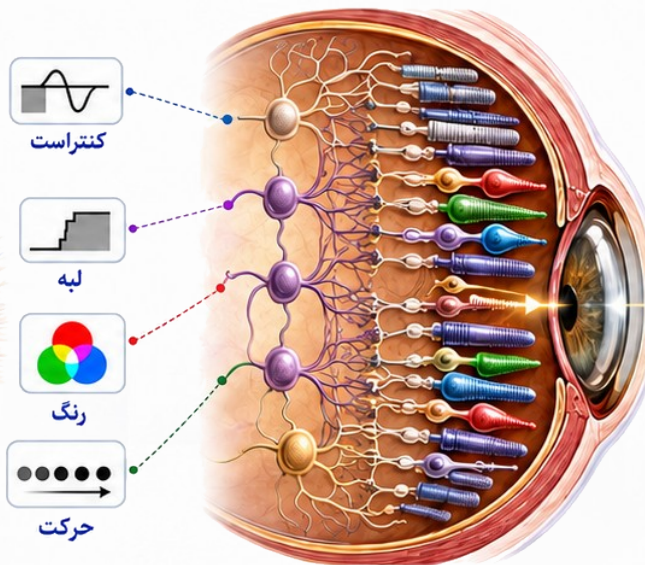
دیدن، دریافت تصویر نیست

۱. نور از جهان

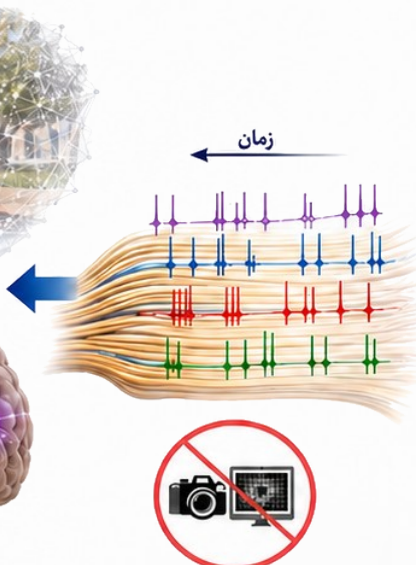


چشم الگوهای نور را
نمونه برداری می کند

۲. شبکه تبدیل می کند

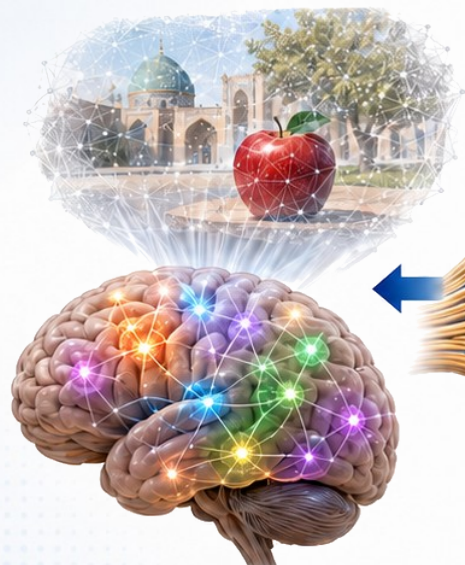


۳. عصب، تصویر نمی فرستد



فقط الگوهای فعالیت عصبی
عبور می کنند

۴. مغز تجربه را می سازد



حس، حافظه، توجه و انتظار
با هم ترکیب می شوند

از چشم تا مغز، هیچ تصویر کوچکی جابه جا نمی شود؛ فقط الگوهای فعالیت عصبی منتقل و ثبت می شوند.

دیدن با حرکت کامل می شود

مغز در زمان پیوند می دهد



حرکت، جهت می دهد



حرکت، عمق می سازد



چشم روی صحنه می پرد



چند قاب در حرکت

شکل سه بعدی و عمق
روشن و پایدار آشکار می شود



یک قاب ثابت

عمق و شکل مبهم و ناقص است



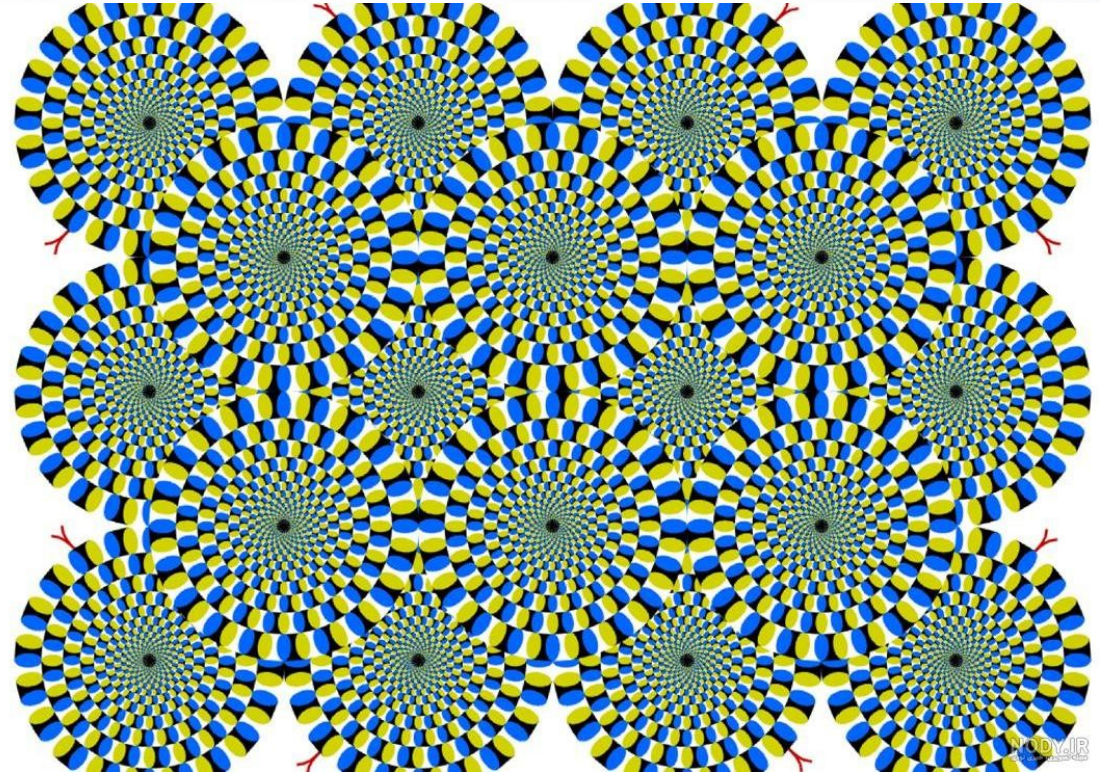
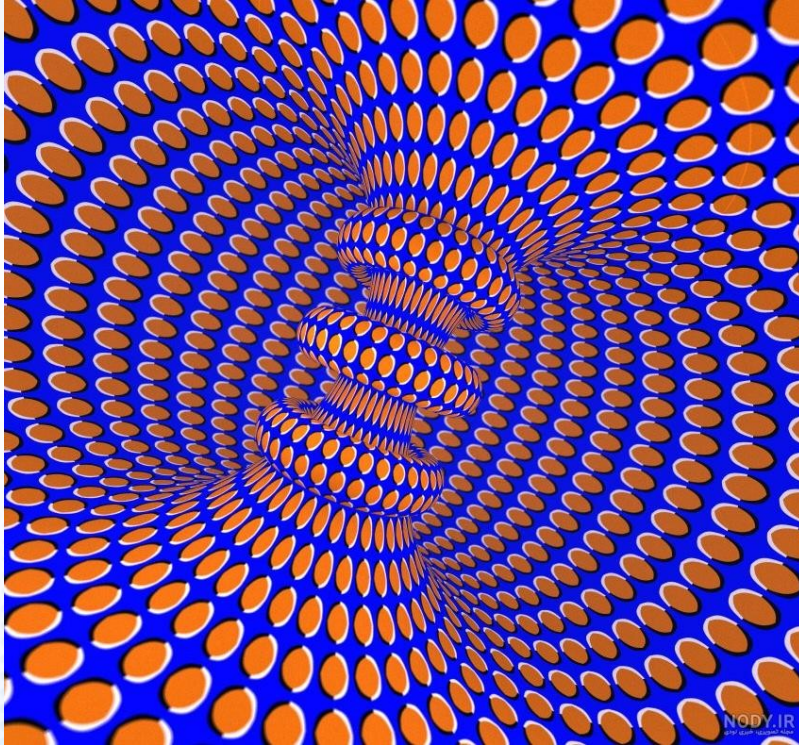
حرکت مزاحم دیدن نیست؛ بخشی از اطلاعات دیداری را تولید می کند.

همیشه واقعیت را نمی بینیم



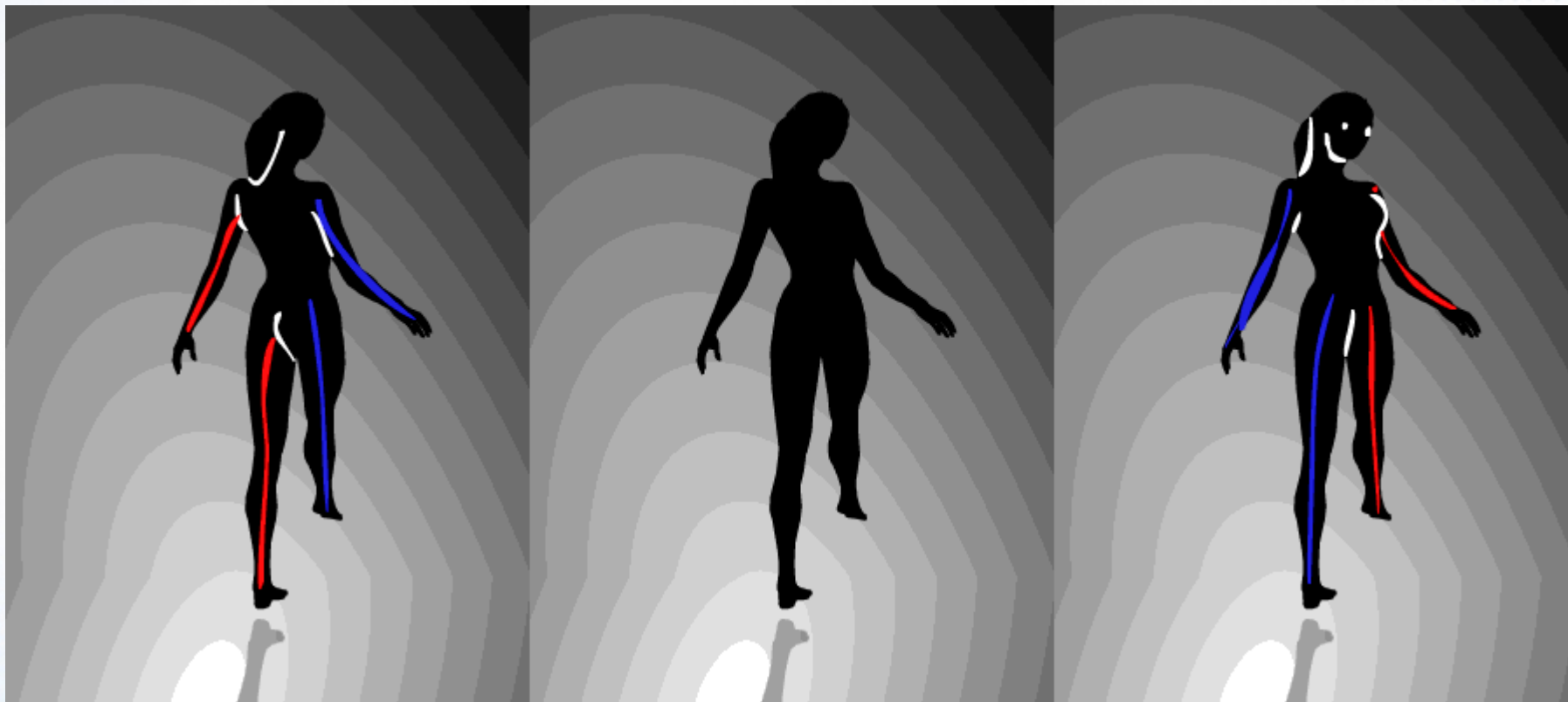
تصور با واقعیت منطبق نیست

حرکت می تواند زائیده تصور ما باشد



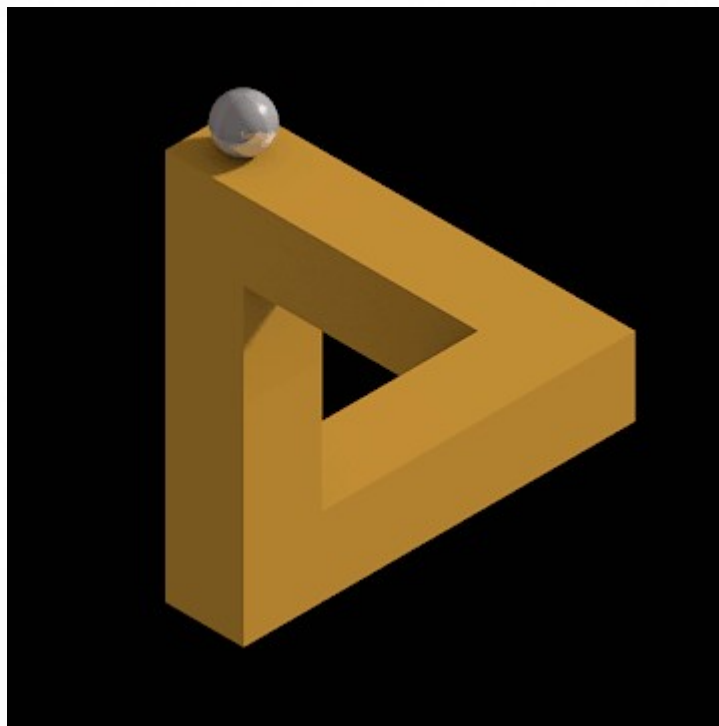
تصویر ثابت می تواند متحرک دیده شود

حتی جهت حرکت هم بر مبنای تصور ماست



صرفاً با افزودن چند خط رنگی تصور ما از جهت حرکت عوض می شود

دیدن شیء ناممکن ، ممکن می شود!



مثلت پروز

هر بخش تصویر به تنهایی ممکن است؛ اما ترکیب آن ها در یک فضای سه بعدی سازگار نمی شود.
مغز با وجود این ناسازگاری، همچنان می کوشد یک شیء واحد بسازد.

آیا مغز ماشین پیش بینی است؟

در نظریه پردازش پیش بینانه، ادراک حاصل رفت و برگشت دائمی میان انتظار و شواهد حسی است.

- مغز درباره علت داده های حسی، فرضیه هایی می سازد.
- ورودی تازه، تفاوت میان انتظار و شواهد حسی را آشکار می کند.
- این «خطای پیش بینی» مدل ذهنی را اصلاح می کند؛ یا ما را به حرکت وامی دارد.

پیش بینی، پیش گویی آینده نیست؛ حدس زدن علت آن چیزی است که اکنون حس می کنیم.

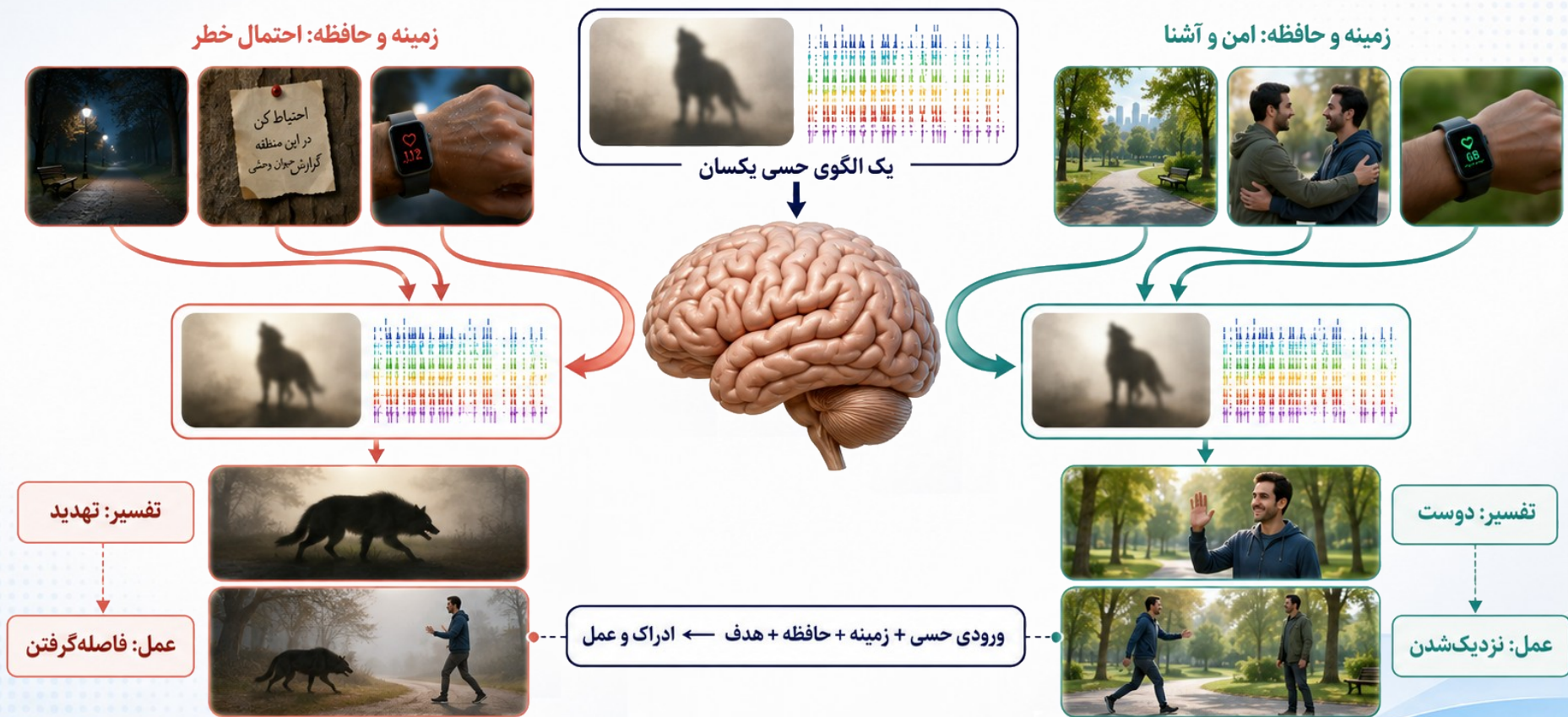
چرا غافلگیر می شویم؟

غافلگیری زمانی رخ می دهد که شواهد تازه با یک انتظار قوی سازگار نباشند.

- زمینه و تجربه، یک تفسیر را محتمل تر از بقیه می کنند.
- شواهد تازه گاهی از چیزی کاملاً متفاوت خبر می دهند.
- خطای پیش بینی توجه را جلب می کند و مغز را به اصلاح مدل ذهنی وامی دارد.

غافلگیری شکست مغز نیست؛ سیگنالی برای یادگیری است.

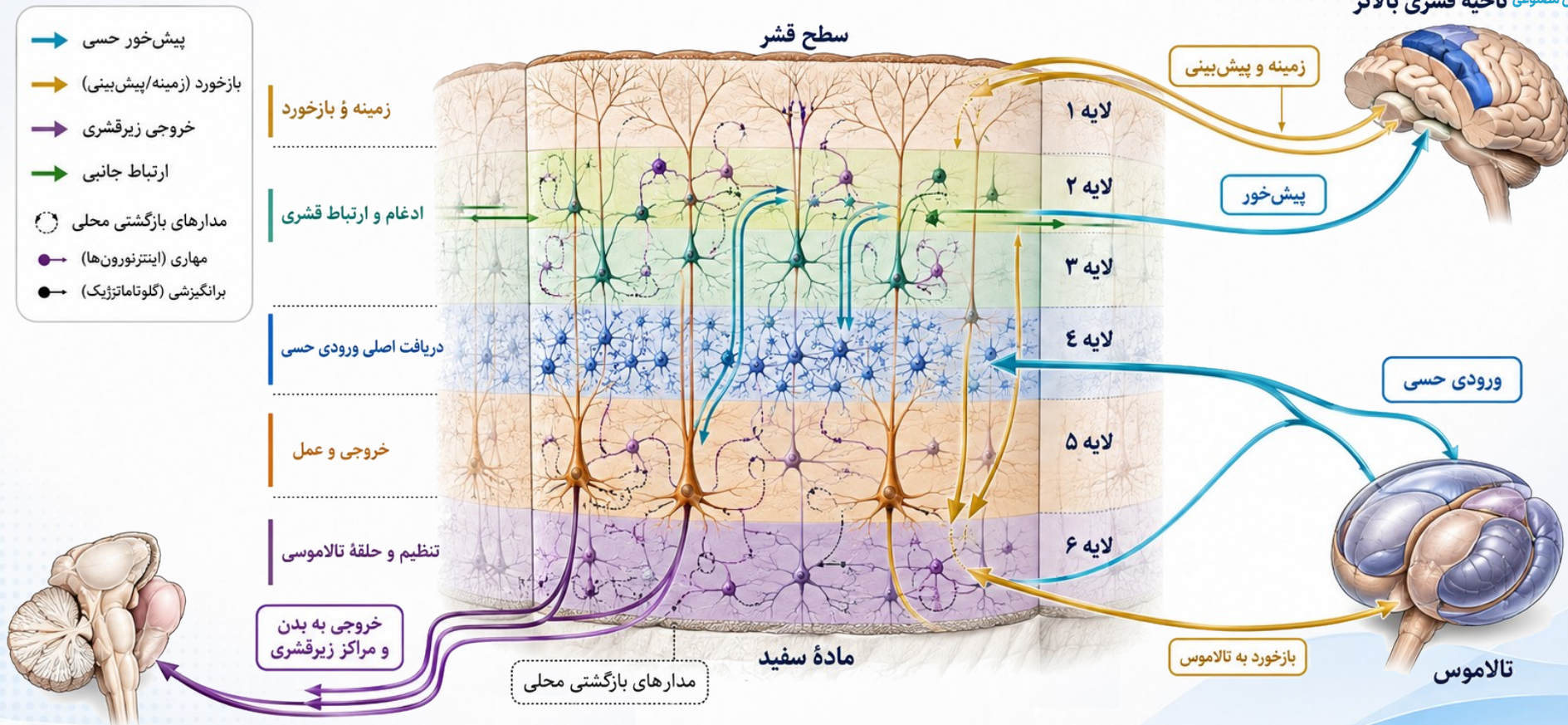
یک ورودی، دو آینده



ورودی یکسان؛ لزوماً به ادراک و رفتار یکسان نمی انجامد

سفر پیام در شش لایه قشر خاکستری

ناحیه قشری بالاتر



پیام از شش طبقه عبور نمی کند بلکه میان لایه ها، نواحی قشری و تالاموس در رفت و برگشت است

تالاموس؛ اداره پست یا رهبر ارکستر؟

رهبر ارکستر؟

هسته‌های مرتبه بالاتر



مسیریابی میان نواحی



هماهنگی زمان بندی



توجه و اولویت



تنظیم حالت و بیداری



اداره پست؟

هسته‌های مرتبه اول

رله انتخابی به قشر



بینایی



شنوایی



حس بدن

بویایی: استثنای مهم

رله حسی (صعودی)

مسیرهای مرتبه بالاتر (یکپارچه‌ساز)

بازخورد قشر (نزولی)

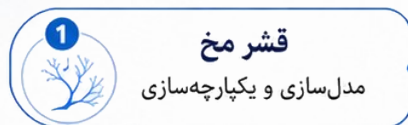
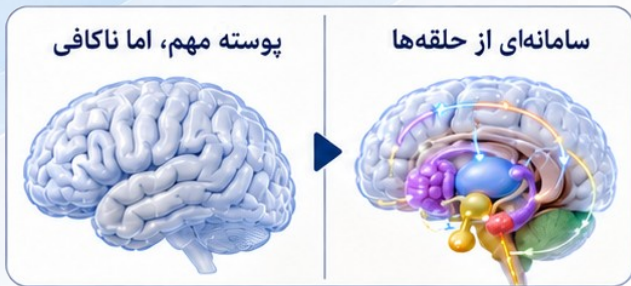
بازداری توسط هسته مشبک

تالاموس علاوه بر تحویل پیام، آن را انتخاب، تنظیم، زمان بندی و مسیردهی می‌کند.

تالاموس می‌پرسد: «کدام پیام، چه زمانی و به کجای قشر برسد؟»

هیپوتالاموس می‌پرسد: «بدن اکنون به چه نیاز دارد و چه چیزی باید تنظیم شود؟»

مغز فقط قشر خاکستری نیست



ادراک و رفتار از همکاری قشر، ساختارهای عمقی و بدن پدید می‌آیند
مغز مجموعه‌ای از مراکز مستقل نیست؛ شبکه‌ای از حلقه‌های به هم پیوسته است.

چند نظریه، چند پرسش، یک مغز

۱ **پردازش پیش‌بینانه**
Predictive Processing / Predictive Coding

ادراک

پیش‌بینی (از بالا به پایین)
خطای پیش‌بینی (از پایین به بالا)

ادراک چگونه از پیش‌بینی و خطا ساخته می‌شود؟

۲ **اصل انرژی آزاد و استنباط فعال**
Free Energy Principle / Active Inference

ادراک و عمل

نمونه‌برداری حسی (ورودی‌های حسی)
به‌روزرسانی مدل (کاهش عدم قطعیت)
مدل مولد درونی (ایجاد پیش‌بینی‌ها)
انتخاب و صدور عمل (تغییر در جهان)
بازخورد از محیط (پیامدهای عمل)
محیط

عامل چگونه با ادراک و عمل، عدم قطعیت را کاهش می‌دهد؟

۴ **نظریه اطلاعات یکپارچه**
Integrated Information Theory (IIT)

آگاهی

تفاوت عملکردی عملکردی اختصاص‌یابی اجزای شبکه

یکپارچگی علی (ساختار علت-معلول یکپارچه)

چه ساختار علی می‌تواند تجربه‌ای یکپارچه پدید آورد؟

۵ **رویکرد شناخت بدن‌مند و کنش‌مند**
Embodied & Enactive Cognition

بدن و محیط

شناخت چگونه در حلقه مغز، بدن و محیط شکل می‌گیرد؟

۳ **نظریه فضای کار عصبی جهانی**
Global Neuronal Workspace Theory (GNWT)

آگاهی

پخش سراسری به شبکه‌های طولانی‌برد قشری

اطلاعات چگونه به دسترسی گسترده و آگاهی می‌رسد؟

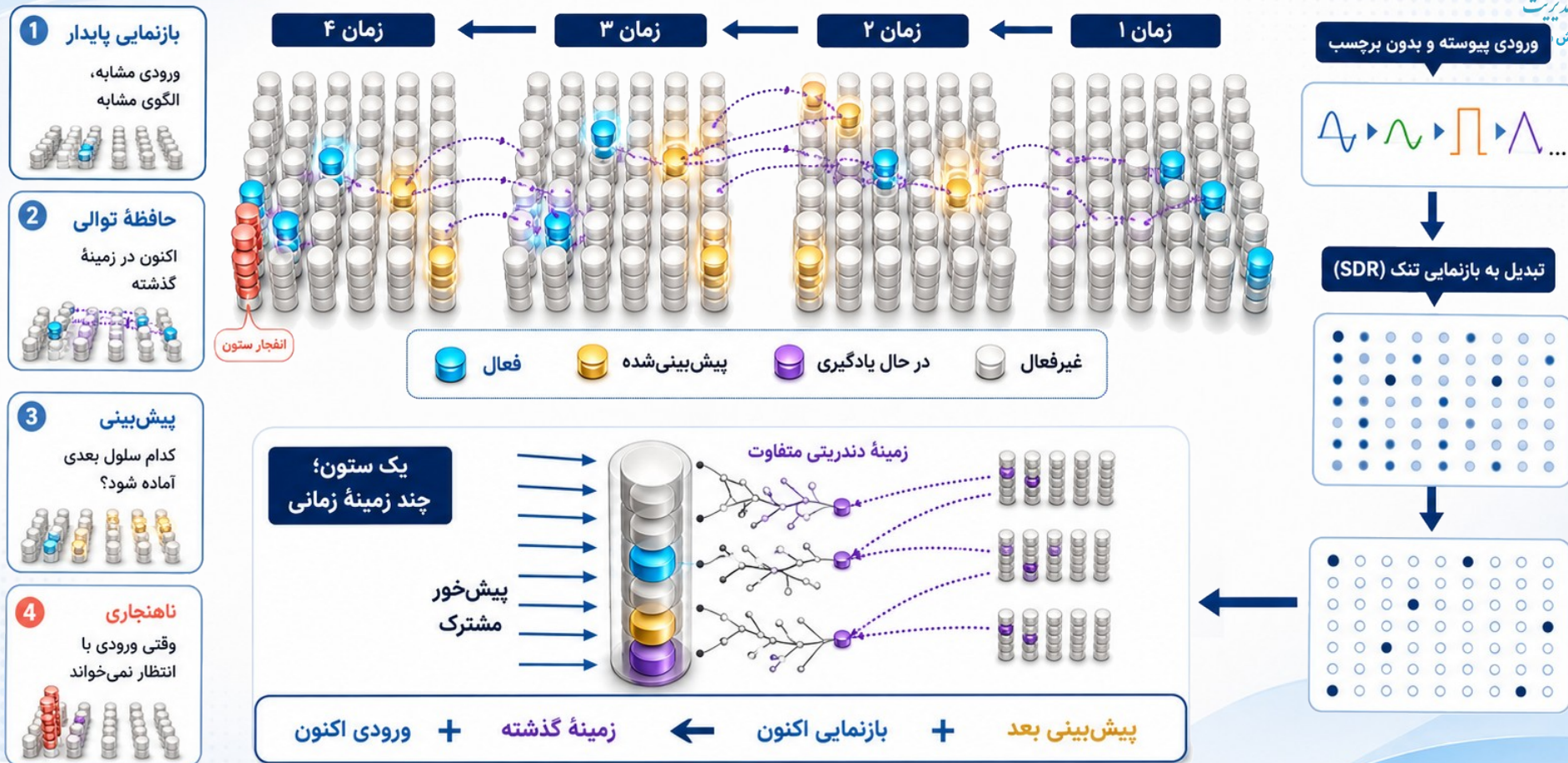
۶ **حافظه زمانی سلسله‌مراتبی**
الگوریتم یادگیری قشری
Hierarchical Temporal Memory / Cortical Learning Algorithm (HTM / CLA)

یادگیری قشری

قشر چگونه بازنمایی تنک، توالی و پیش‌بینی را می‌آموزد؟

این ۶ نظریه پاسخ به یک سؤال واحد نیستند؛ شش پنجره به پرسش‌هایی متفاوتند

الگوریتم یادگیری قشری (CLA) چه مسئله‌ای را حل می‌کند؟

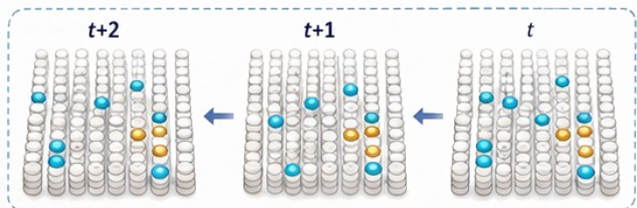
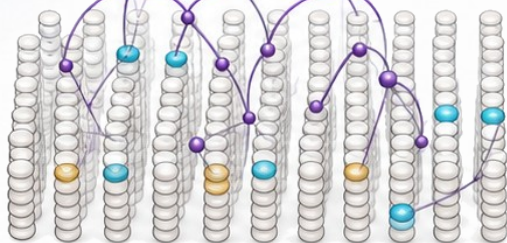


الگوریتم یادگیری قشری، از جریان پیوسته، بازنمایی‌های تنک می‌سازد؛ توالی را می‌آموزد و حالت بعد را پیش‌بینی می‌کند.

CLA مدل مغز نیست؛ یک فرضیه مهندسی است

CLA

- سلول فعال (بازنمایی تنک)
- سلول پیش‌بین (انتظار)
- سیناپس زمینه‌ای دور-دندریتی



ستون‌ها، سلول‌ها، SDR و حافظه توالی

آنچه قابل آزمون شده



کدگذاری تنک



یادگیری بدون برچسب



حافظه زمینه‌مند توالی



پیش‌بینی و ناهنجاری

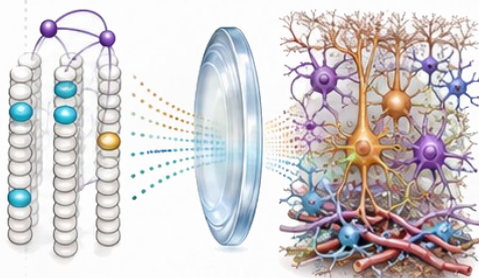
چند اصل منتقل شده

بازنمایی تنک و توزیع شده

زمینه روی دندریت‌های دور

یادگیری محلی و پیوسته

توالی و پیش‌بینی



قشر زیستی



سلول‌های متنوع، شیمی، رشد، بدن و حلقه‌های گسترده

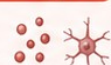
آنچه حذف یا ساده شده



شش لایه و تنوع کامل سلول‌ها



تالاموس و ساختارهای زیرقشری



ناقل‌های عصبی، گلیا و رشد



بدن، حرکت و محیط واقعی



CLA نسخه دیجیتال مغز نیست؛ فرضیه‌ای قابل پیاده‌سازی در باره چند اصل یادگیری قشری است.



اگر پیش بینی اصل است، زبان کجاست؟

مغز با پیش بینی، تجربه کنونی را سازمان می دهد؛

زبان، تجربه های دیگران و جهان های نادیده را نیز وارد این مدل می کند.

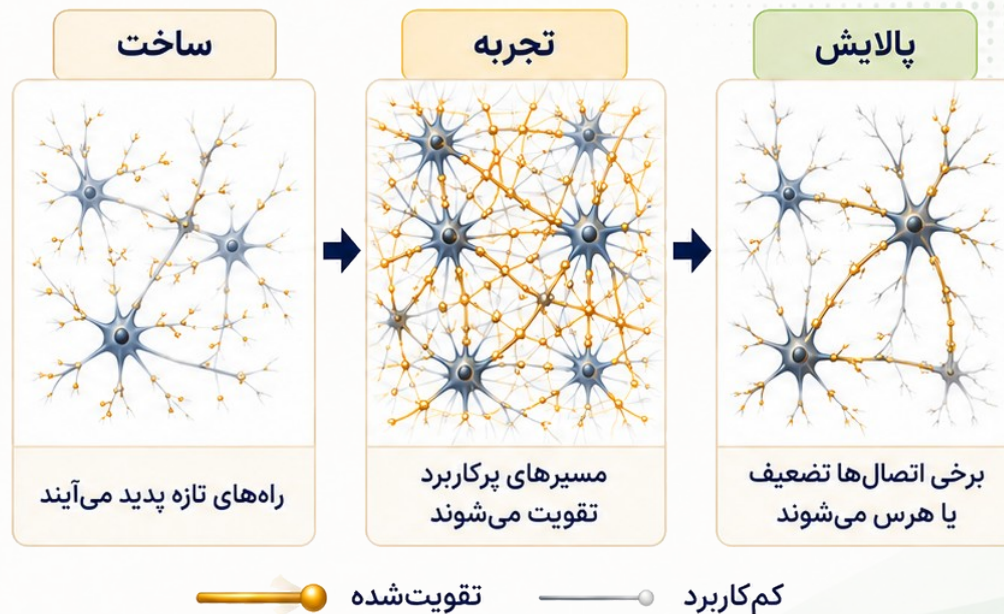
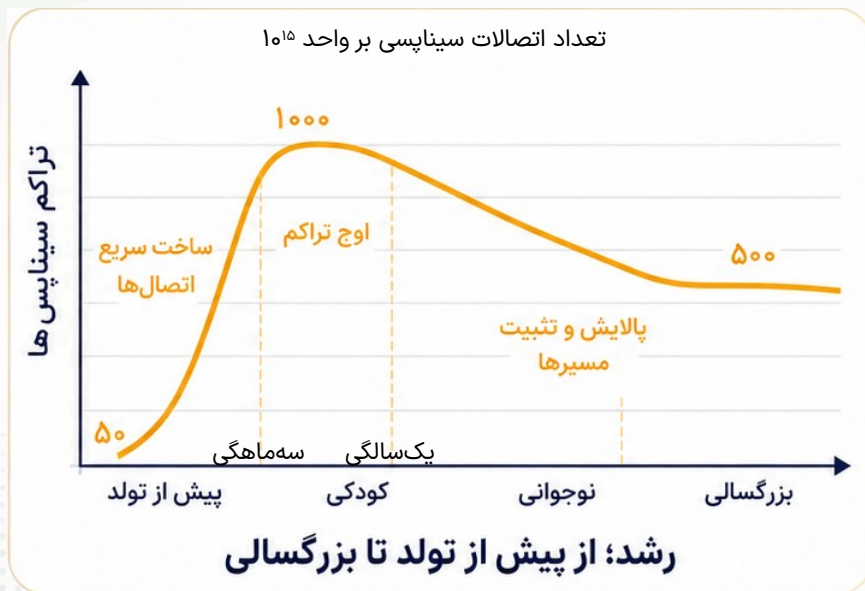


کودک چگونه جهان را در واژه ها و مفهوما فشرده می کند؟

بخش چهارم: انسان چگونه از جهان، معنا می‌سازد؟

از تجربه و اشاره تا مفهوم، زبان و بازنمایی

یادگیری همیشه افزودن نیست



یادگیری فقط ساختن ارتباط تازه نیست؛ انتخاب، تقویت و پالایش ارتباط‌های موجود را نیز شامل می‌شود.

کودک اینترنت نمی‌خواند

تجربه مشترک



انتقال یک‌طرفه



تعامل رفت و برگشتی



داده فراوان



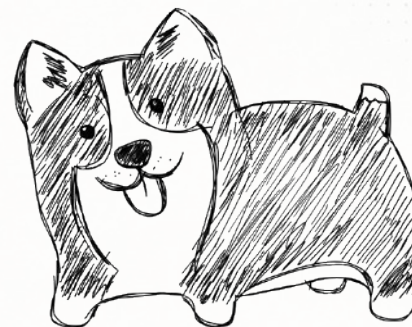
یادگیری کودک فقط کشف الگو در داده نیست؛ ساختن معنا در حلقه تعامل است.

از ویژگی‌ها تا مفهوم «سگ»

ویژگی‌های سگ



- ↗ گوش کشیده
- پاهای کوتاه
- سینه سفید
- ↘ دم کوتاه



مفهوم «سگ» نه یک تصویر است و نه فهرستی ثابت و متناهی از ویژگی‌ها.

آیا مفهوم به زبان وابسته است؟

یک معنا، چند راه بیان و دریافت

ایما و اشاره
ارتباط غیرکلامی



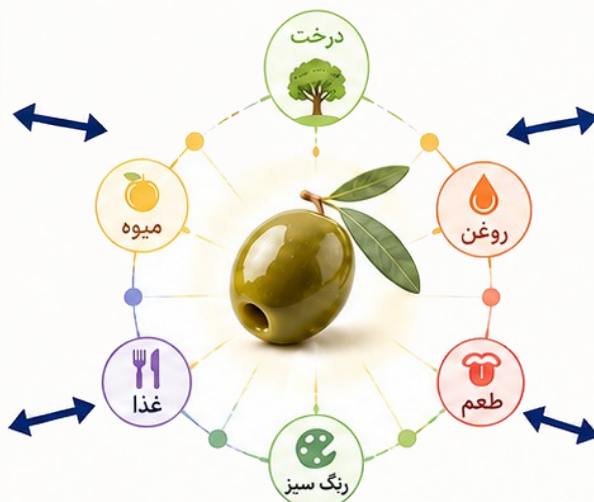
معنا منتقل می‌کند؛ اما هر اشاره‌ای یک زبان کامل نیست.

نوشتار

بازنمایی دیداری آموخته‌شده

زیتون زَيْتُون aceituna

نوشتار معمولاً پس از زبان گفتاری یا اشاره آموخته می‌شود.



مفهوم / معنا

زبان گفتاری

الگوی شنیداری - گفتاری



زیتون / زيتون / aceituna



زبان اشاره

الگوی دیداری - حرکتی با دستور زبان



ترتیب + نقش‌نما + ساخت نحوی



زبان طبیعی کامل؛ نه صرفاً تقلید یا اشاره ساده



برخی مفاهیم
پیش از واژه یا مستقل
از شیوه بیان شکل
می‌گیرند؛ اما زبان
می‌تواند مرز مقوله‌ها،
توجه، حافظه و امکان
ترکیب مفاهیم را
تغییر دهد.

مفهوم و زبان یکی نیستند؛ زبان راه دسترسی، بیان و سازمان‌دهی مفهوم است.

اشتراک در معنا به معنای یکسان‌بودن همه مسیرهای عصبی و شناختی نیست

زبان پیش از نخستین واژه آغاز می شود

شنیدن ← تمایز آواها ← تخصص یافتن ← پیوند واژه با معنا

۱. پیش از تولد



ریتم و آهنگ گفتار

صداها فیلتر شده اند؛ فهم واژه هنوز در کار نیست.

۲. ماه‌های نخست



حساسیت به تفاوت‌های آوایی

نوزاد به دامنه‌ای گسترده از تمایزهای گفتاری واکنش نشان می‌دهد.

۳. حدود ۶ تا ۱۲ ماهگی



تخصص یافتن برای زبان‌های محیط

تجربه، برخی تمایزها را تقویت و دستگاه ادراکی را تخصصی‌تر می‌کند.

۴. پایان سال نخست و پس از آن



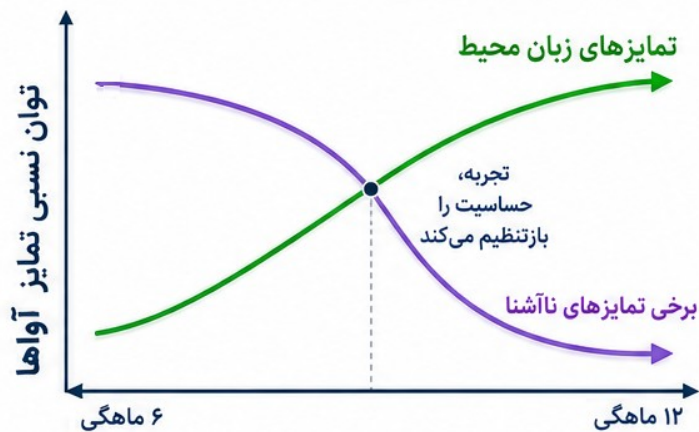
نخستین واژه‌های معنادار

زمان دقیق در کودکان متفاوت است.

نخستین واژه، آغاز زبان نیست؛ نتیجه ماه‌ها شنیدن، تمایز آواها و تعامل است.

دو منحنی، یک پرسش: تخصص یافتن چه بهایی دارد؟

تخصص یافتن ادراک آواها



بر اساس یافته‌های Werker & Tees و Kuhl درباره ادراک آواها

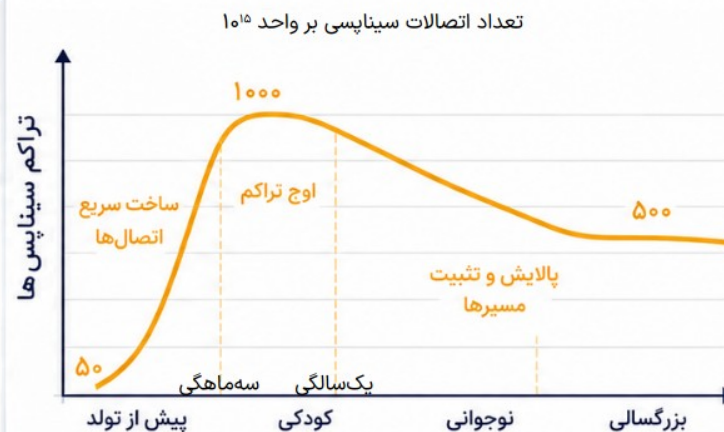


آیا تخصص یافتن،
بعضی امکان‌های
اولیه را کم‌رنگ
می‌کند؟

↑ تقویت مسیرهای
پرتکرار

↓ کاهش حساسیت به
برخی بدیل‌ها

ساخت و پالایش اتصالاتها



رشد: از آغاز تا بزرگسالی

برگرفته از روند گزارش شده در (Huttenlocher 1979)

یادگیری فقط افزودن توانایی نیست؛ تقویت یک مسیر می‌تواند حساسیت به مسیرهای دیگر را کاهش دهد

سه واژه، یک زیتون

فارسی: زیتون
عربی: الزَّيْتُون
اسپانیایی: aceituna

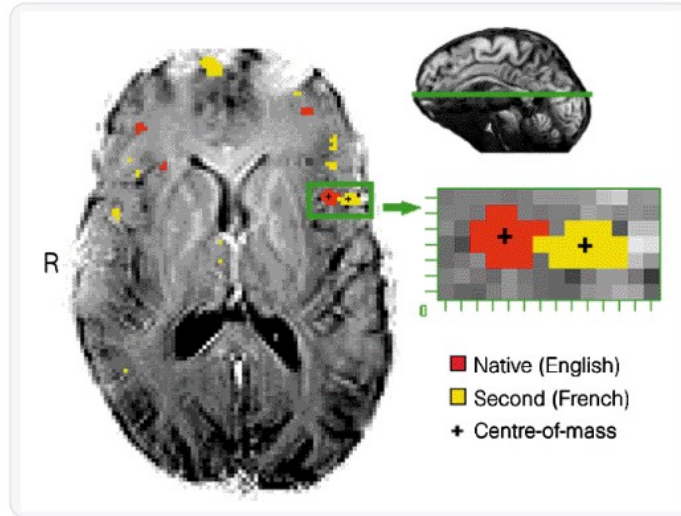


کودک معنای هر سه واژه را می‌دانست؛ اما نمی‌دانست آن‌ها ترجمهٔ یکدیگرند.

یک مغز، دو زبان؛ زمان ورود چه تفاوتی می‌سازد؟

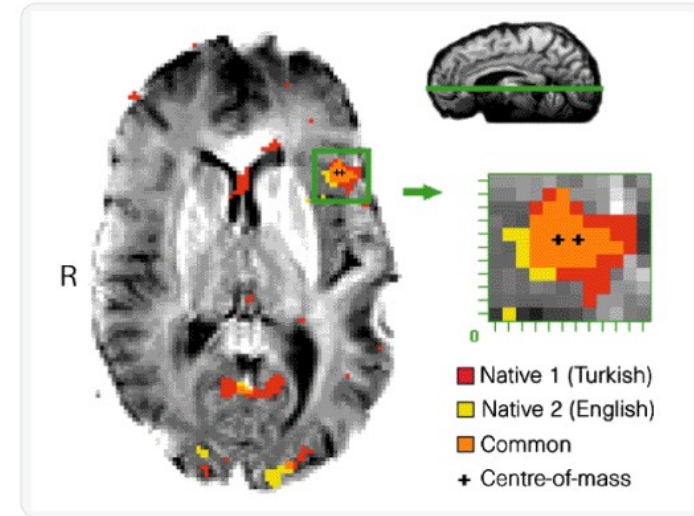
دوزبانگی دیر هنگام

زبان دوم در جوانی



دوزبانگی زودهنگام

هر دو زبان از کودکی



نارنجی: مفهوم همپوشان

زرد: زبان دوم

قرمز: زبان نخست

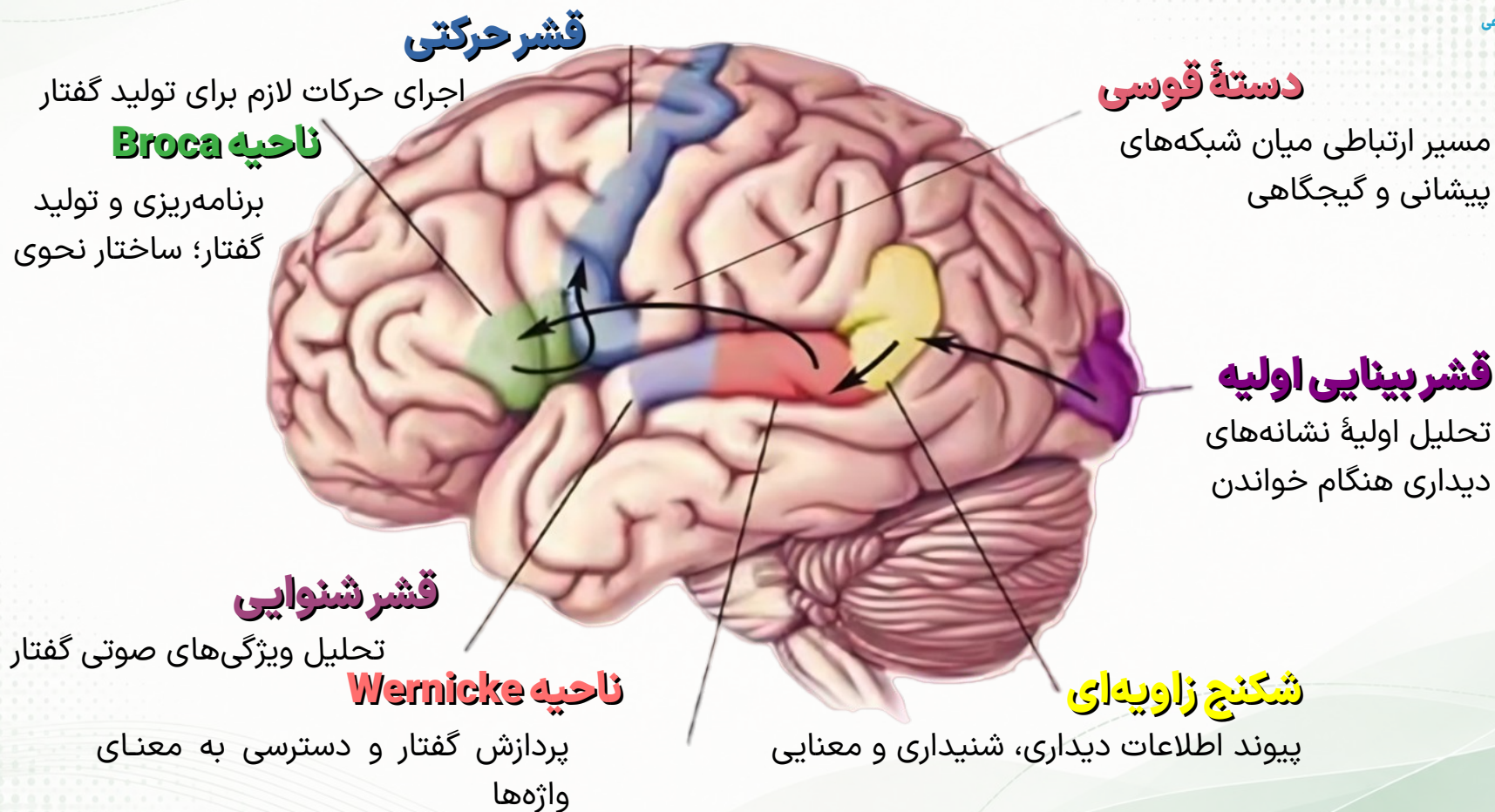
زمان ورود زبان می‌تواند سازمان فعالیت مغز را تغییر دهد؛ اما سن تنها عامل نیست.

زبان یک کار واحد نیست

دریافت گفتار		ساختار و معنای زبان		کاربرد زبان
آکوستیک/فونتیک	فونوتاکتیک	نحوی (syntactic)	معنایی (semantic)	عملگرا (pragmatic)
رابطه بین اصوات و آواها با واجها	قواعد توالی واجها و تلفظ واژهها	ساختار کلمات و عبارات در جمله	ارتباطات و معانی کلمات در جمله	مکالمه، حافظه صحبت، شناخت
تحلیل صدا	تشخیص آوا و واژه	ساخت جمله	بازیابی معنا	مدیریت گفتگو

شنیدن صدا، تشخیص واژه، ساخت جمله، بازیابی معنا و مدیریت گفتگو فرایندهای متفاوت اما هماهنگند

بروکا و ورنیکه؛ دو خانه برای زبان؟



وقتی می داند اما نمی تواند بگوید؛ وقتی روان می گوید اما بی معنا

الگوی روان (ورنیکه)

ناحیه گنجگاهی پسین چپ
(شبکه های گنجگاهی پسین)

رفت...
سیب پنجره از شادی فت...
«سیب امروز از پنجره با شادی میز رفت...»

گفتار روان؛ اما واژه ها و جمله ها کم معنا یا نامتناسب

الگوی غیرروان (بروکا)

ناحیه پیشانی چپ
(شبکه های پیشانی)

می دانم... سیب...
می خواهم...
«می دانم... سیب... می خواهم...»

فهم نسبتاً بهتر؛ گفتار دشوار، کوتاه و منقطع



الگو	روانی گفتار	فهم گفتار	آگاهی از خطا	ناحیه درگیر رایج
غیرروان	کم و پر زحمت	نسبتاً حفظ شده	اغلب بیشتر	شبکه های پیشانی چپ
روان	روان و پر حجم	آسیب دیده تر	اغلب کمتر	شبکه های گنجگاهی پسین چپ

آفازی نشان می دهد «داشتن مفهوم»، «فهمیدن» و «توان گفتن» یک فرایند واحد نیستند.



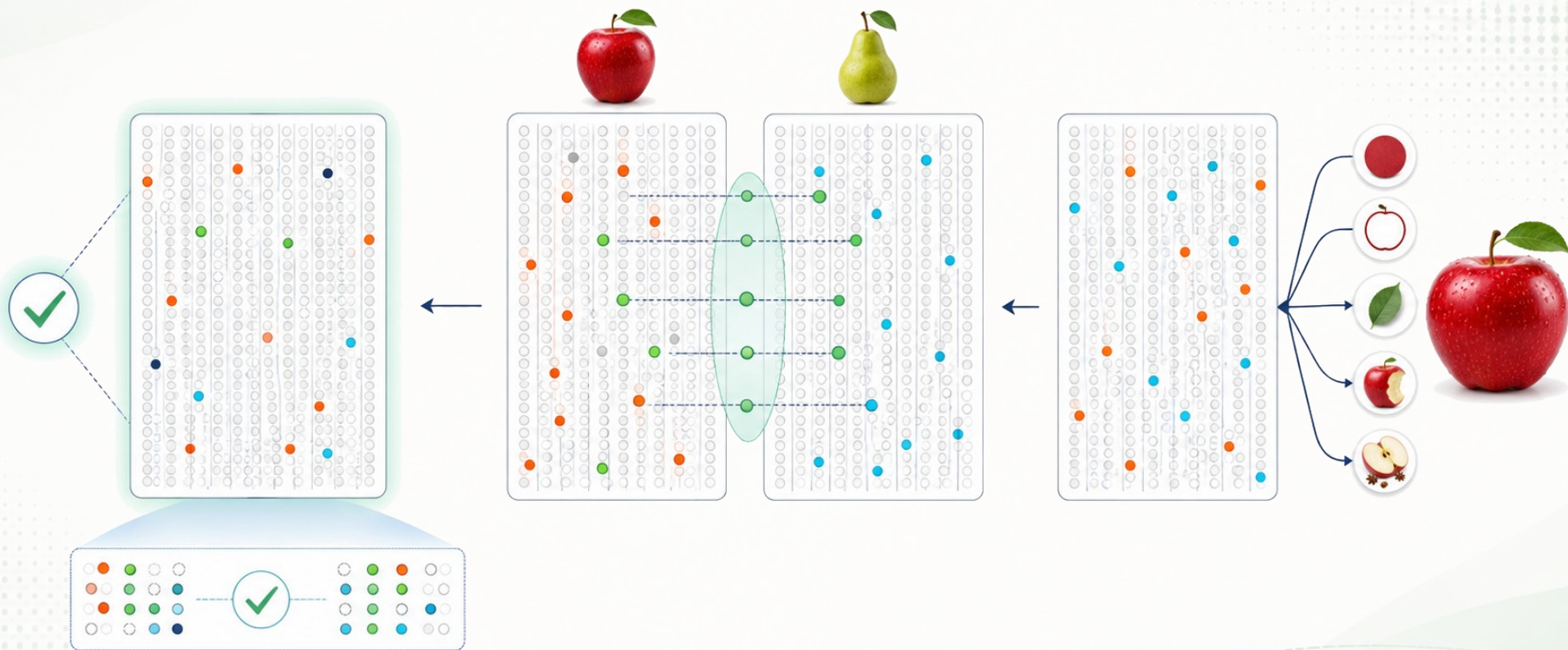
مفهوم کجای مغز است؟



مفهوم در یک نقطه ذخیره نشده
است؛ هر بار از پیوند دوباره ادراک،
عمل، واژه و خاطره ساخته می‌شود.

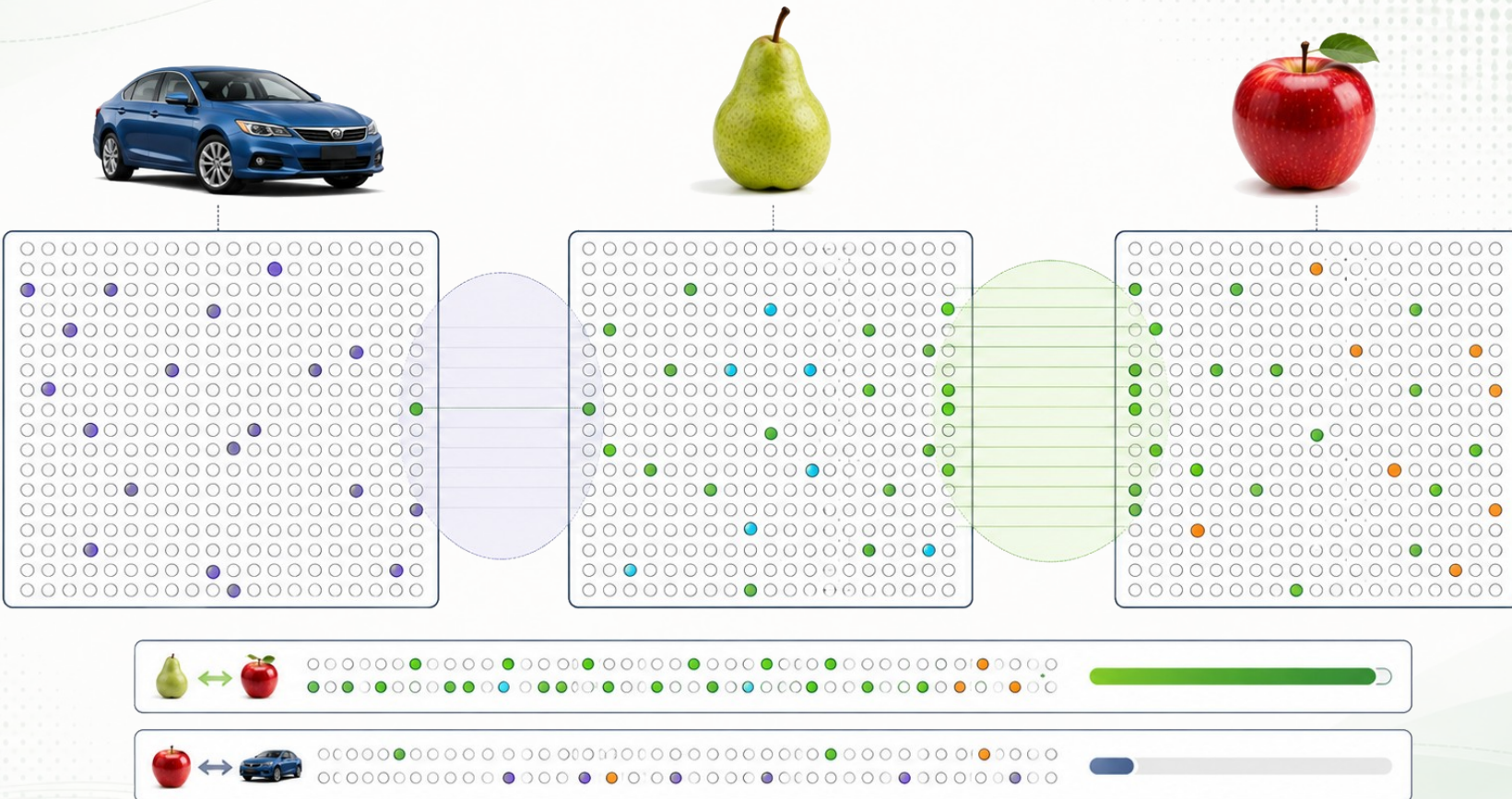
مغز «سیب» را در یک نورون یا ناحیه نگه نمی‌دارد؛ آن را در الگویی توزیع شده بازمی‌سازد.

بازنمایی تنک (SDR)؛ یک فرضیه برای بازنمایی معنا به صورت الگو



در بازنمایی تنک (SDR برگرفته از HTM)، معنا متعلق به یک نورون نیست؛
در ترکیب نورون‌های فعال و میزان هم‌پوشانی الگوها پدیدار می‌شود.

همپوشانی، شباهت می سازد

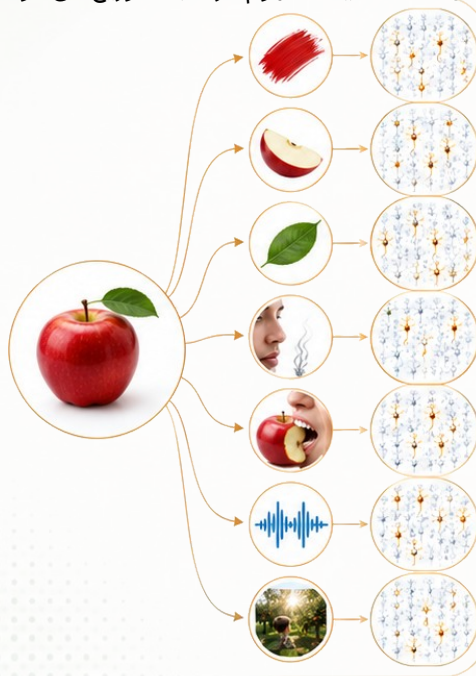


در بازنمایی توزیع شده، شباهت مفاهیم با تعداد اجزای مشترک الگوهای فعال نمایان می شود

یک نورون، هزاران معنا؛ یک معنا، هزاران نورون

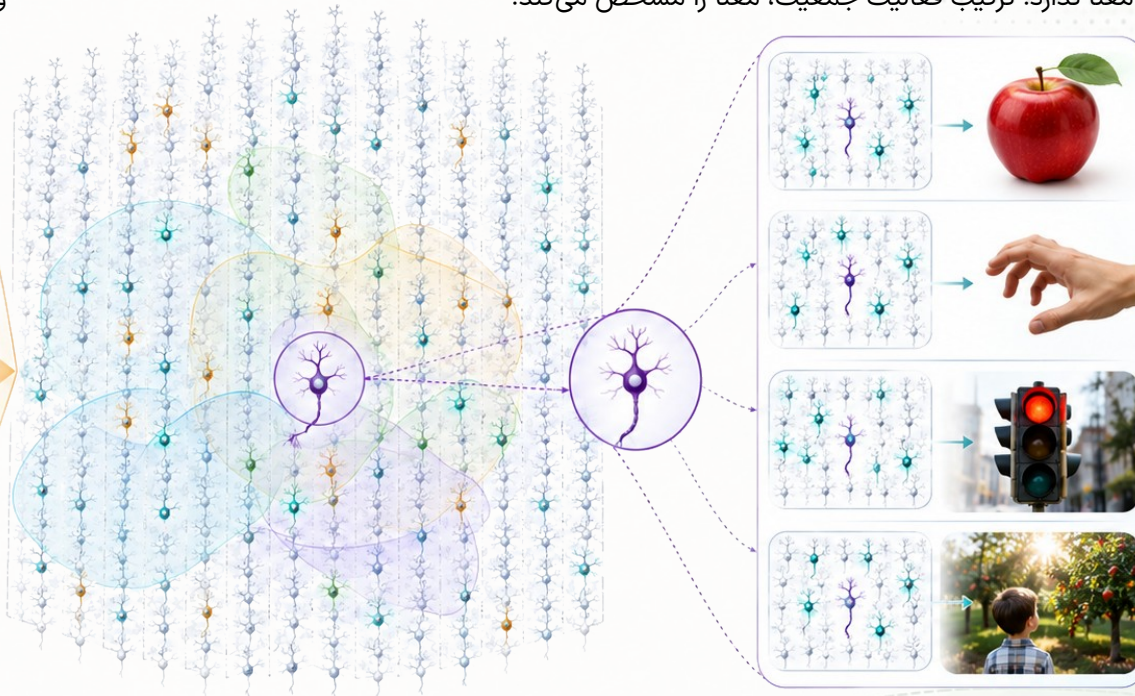
یک معنا، جمعیتی از نورون‌ها

ویژگی‌های مختلف یک مفهوم در شبکه توزیع می‌شوند.



یک نورون، مشارکت در الگوهای متعدد

نورون به تنهایی معنا ندارد؛ ترکیب فعالیت جمعیت، معنا را مشخص می‌کند.



نورون‌ها واژه یا مفهوم ذخیره نمی‌کنند؛

هر نورون در الگوهای متعدد مشارکت دارد و هر مفهوم از ترکیب تعداد زیادی نورون پدید می‌آید.

حافظه بازسازی می‌کند، فیلم پخش نمی‌کند

ردهای توزیع شده

اجزای رویداد در شبکه‌های مختلف باقی می‌مانند و هیپوکامپ در پیوند آن‌ها نقش دارد.

تجربه

کودک، مادر، سیب، صدا، حرکت، مکان و احساس یک رویداد واحد می‌سازند.

یادآوری

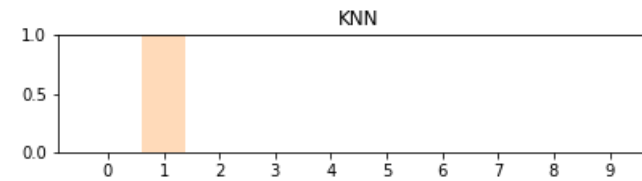
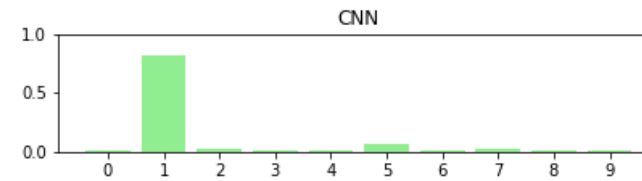
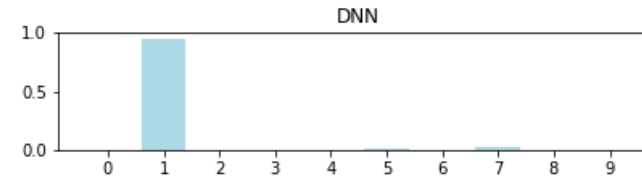
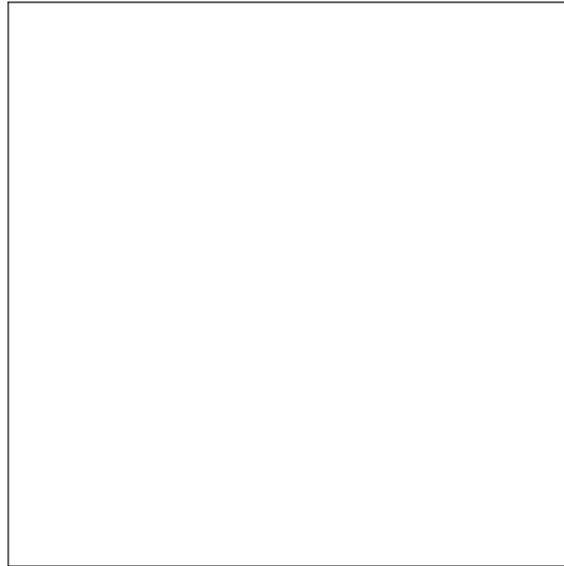
دیدن دوباره سیب بخشی از الگو را فعال می‌کند و مغز صحنه را بازسازی می‌کند؛ اما دوچرخه از آبی به سبز تغییر کرده است.



یادآوری، بازکردن یک فایل ذخیره شده نیست؛

مغز با استفاده از ردهای باقی‌مانده، زمینه و دانسته‌های اکنون و گذشته را دوباره می‌سازد.

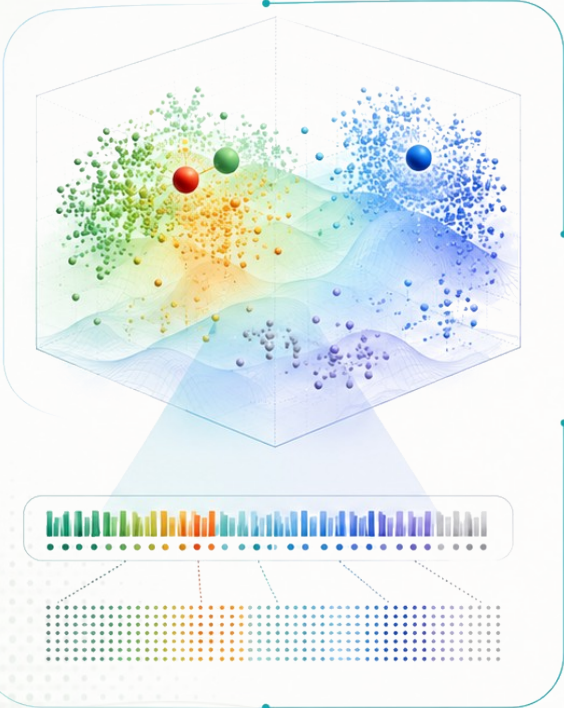
تشخیص الگو، هنوز فهم معنا نیست



از مغز توزیع شده به زبان توزیع شده

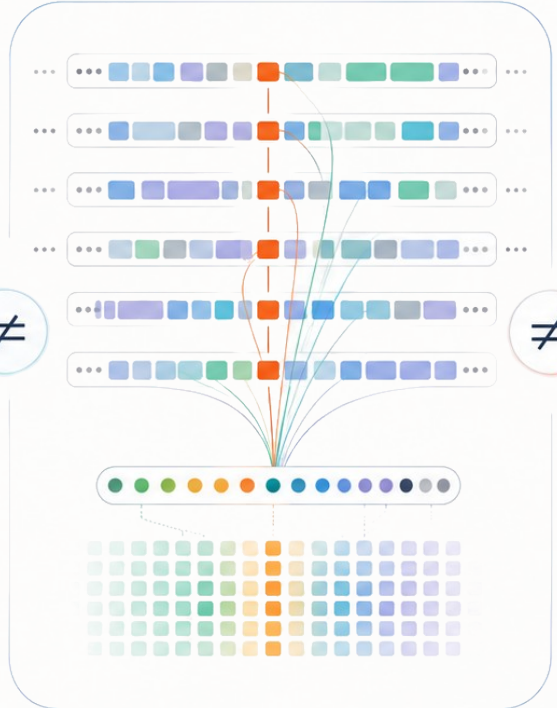
معنا در فضای برداری

این نمایه به برداری چندبعدی تبدیل می‌شود؛ واژه‌هایی با زمینه‌های مشابه در هندسهٔ زبان به یکدیگر نزدیک می‌شوند.



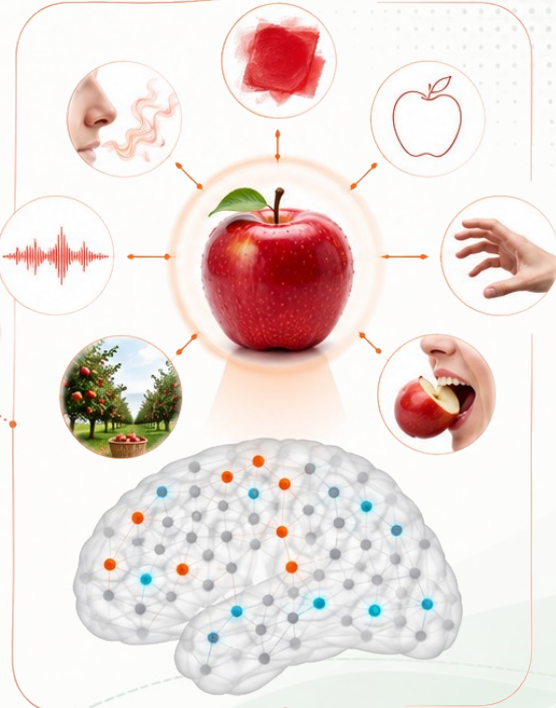
معنا در کاربرد زبان

یک واژه در جمله‌ها و همسایگی‌های متفاوت ظاهر می‌شود؛ مجموعهٔ این زمینه‌ها نمایه‌ای از کاربرد آن می‌سازد.



معنا در مغز

مفهوم از پیوند ادراک، عمل، واژه و خاطره در الگویی توزیع شده ساخته می‌شود.



مغز معنا را میان تجربه‌ها توزیع می‌کند

مدل زبان، آن را میان زمینه‌های کاربرد واژه‌ها. هر دو از الگو استفاده می‌کنند، اما از جهان‌های یکسانی نمی‌آموزند.

بخش پنجم: وقتی ماشین زبان را از خود زبان آموخت

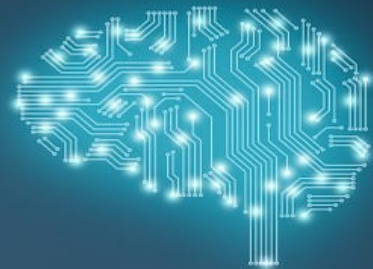
از همنشینی واژه‌ها تا هندسهٔ معنا

Noam Chomsky

“The idea that one can construct a machine that will translate from one language to another by a statistical analysis of the corpus is simply an illusion”

1969 - Some Methodological Remarks on Generative Grammar.





I eat an apple

✗ من خوردن یک سیب

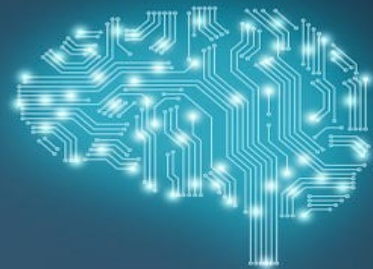
✗ من یک سیب خوردن

✓ من یک سیب می خورم



I eat an apple in apple

من خوردن یک سیب در سیب



آن یکی شیر است اندر بادیه
و آن یکی شیر است اندر بادیه

آن یکی شیر است که آدم می خورد
و آن یکی شیر است که آدم می خورد

مولانا



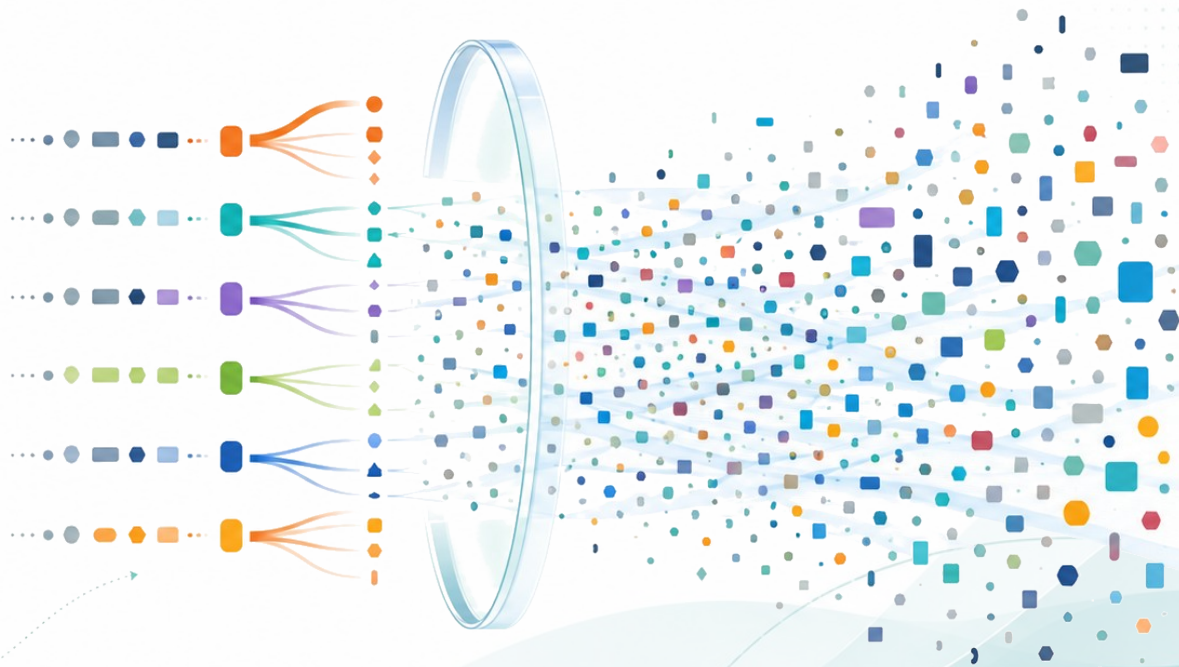
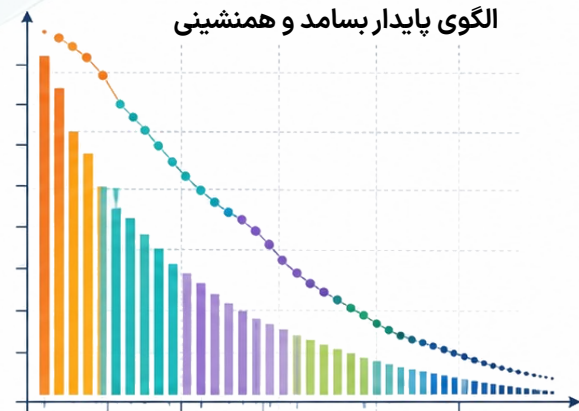
کتابخانه ملی ایران
دفتر اسناد ملی
دفتر اسناد ملی

زبان در آشفتگی، نظم آماری دارد

متن های بی شمار

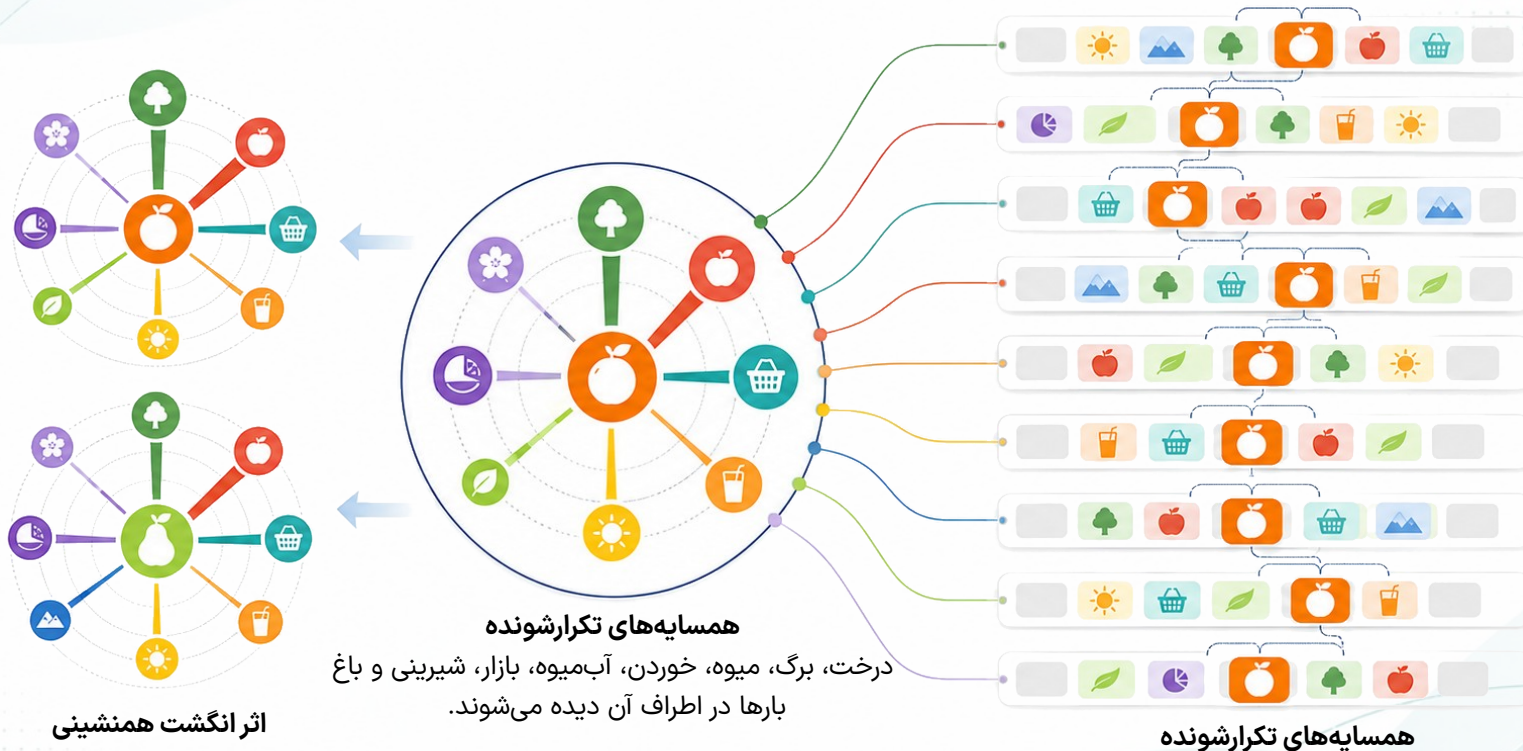
احتمال های وابسته به زمینه

الگوی پایدار بسامد و هم نشینی



هیچ جمله ای از پیش تعیین نشده؛ اما واژه ها نیز تصادفی کنار هم نمی نشینند.
زبان آزادی دارد، ولی این آزادی درون نظم آماری حرکت می کند.

یک واژه را از همنشینانش بشناس

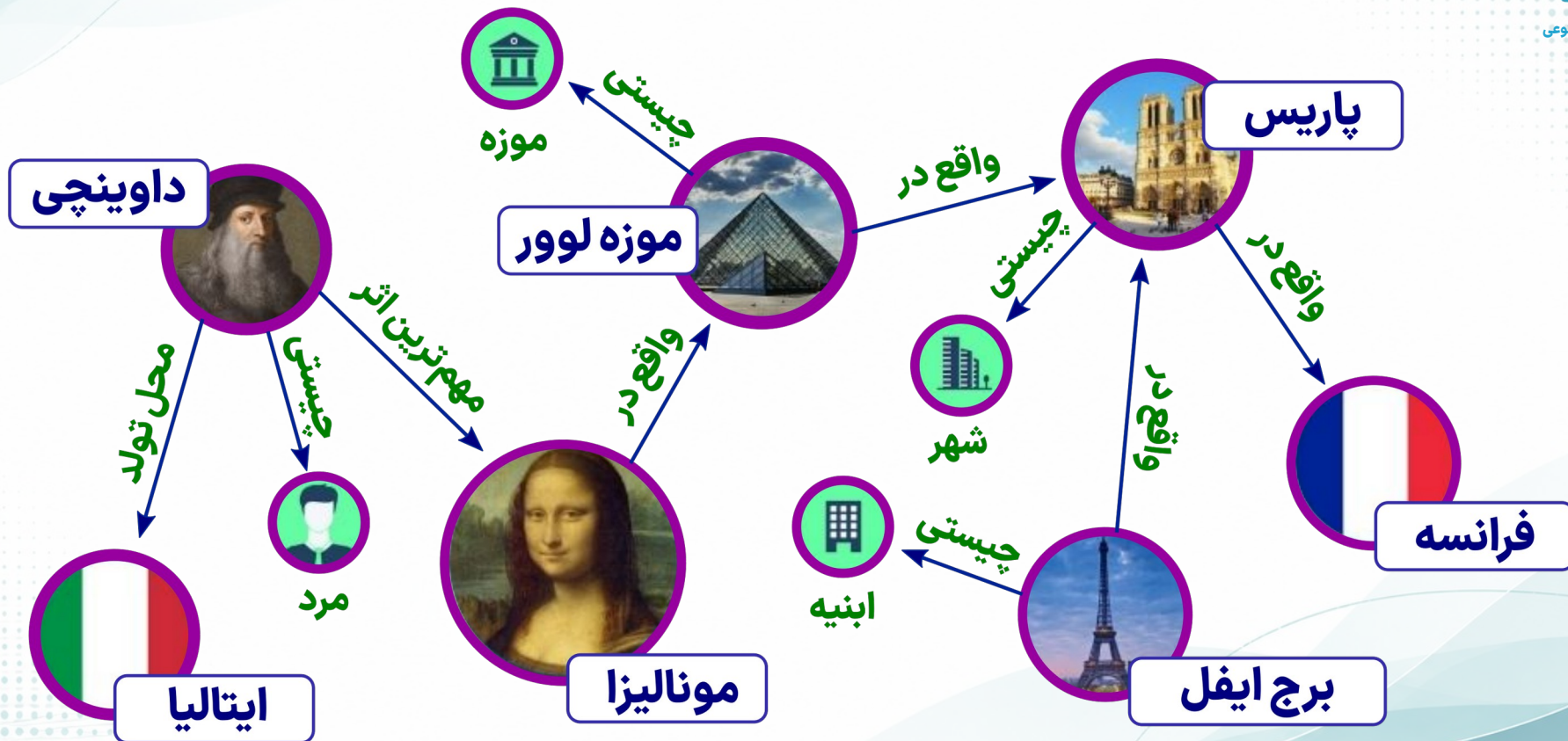


فراوانی همسایه‌ها یک نمایه کاربردی می‌سازد؛ نمایه «سیب» و «گلابی» نیز به دلیل زمینه‌های مشترک شبیه‌اند، اما یکسان نیستند.

ماشین تعریف «سیب» را از ما نگرفت؛ با دیدن زمینه‌های تکرارشونده آموخت این واژه معمولاً در چه جمعی ظاهر می‌شود.

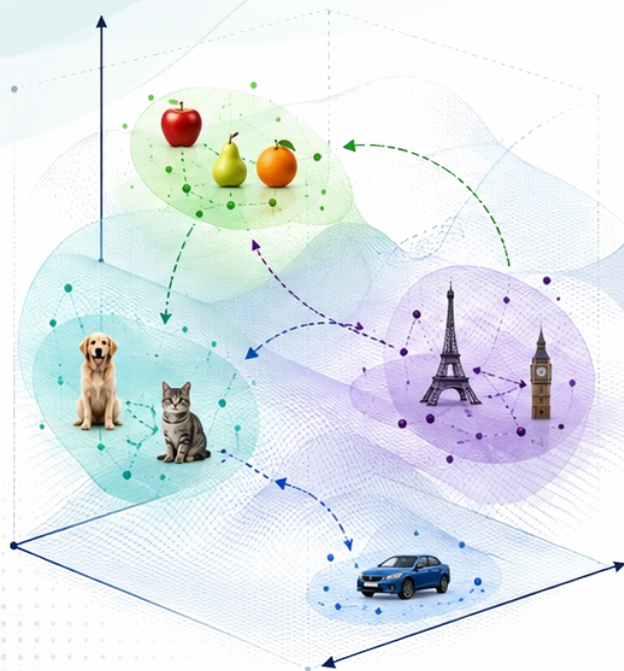


روابطی که ماشین حتی نامشان را هم نمی داند



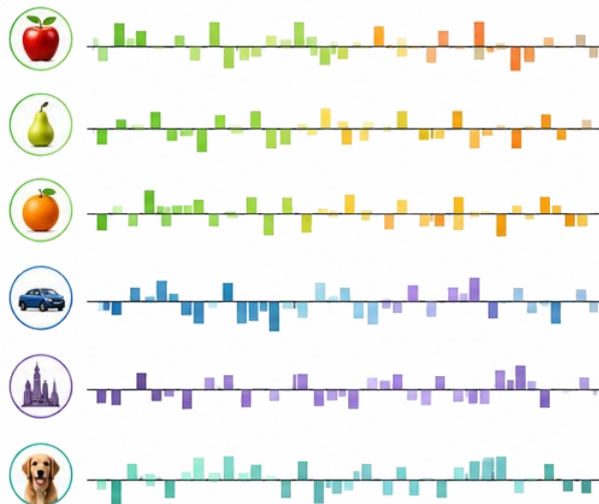
کسی به ماشین نگفته است داوینچی «خالق» مونالیزاست یا لوور در پاریس «واقع شده»؛
اما ردّ این روابط در الگوی هم نشینی واژه ها باقی می ماند و به بردارها منتقل می شود.

معنا به هندسه تبدیل می شود



فضای معنایی

بردارهای مشابه به هم نزدیک می شوند: سیب، گلابی و پرتقال؛ سگ و گربه؛ شهرها. خودرو در ناحیه ای دورتر قرار می گیرد.



بردار عددی

اثر انگشت به مجموعه ای از اعداد تبدیل می شود؛ هیچ مؤلفه ای به تنهایی «معنای سیب» نیست.

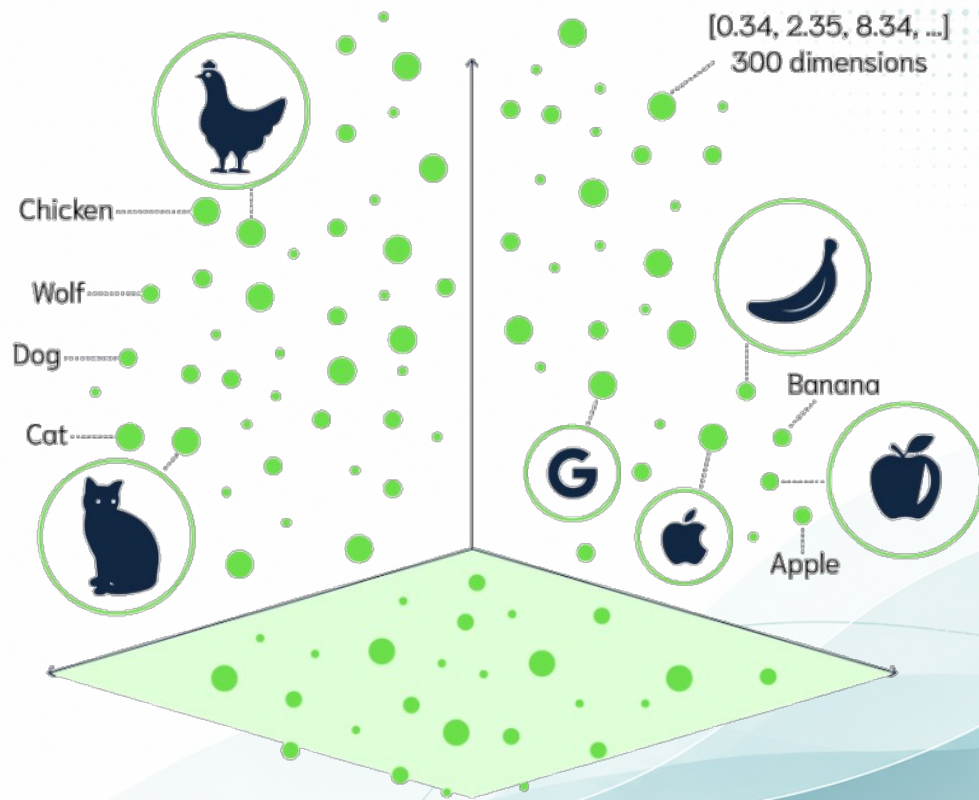
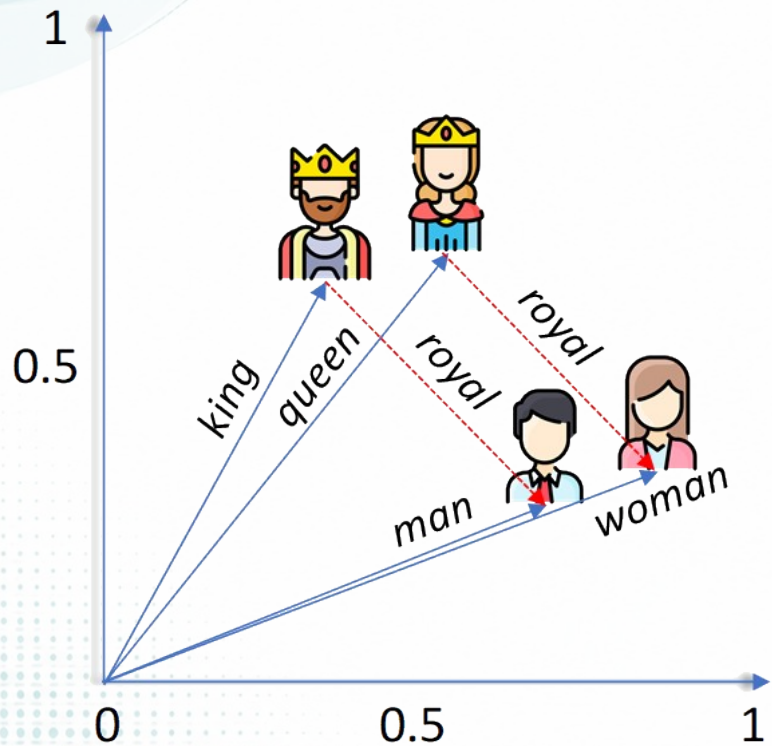


زمینه های کاربرد

همنشین های «سیب» یک اثر انگشت زبانی می سازند.

هر واژه به نقطه ای در فضایی چندبعدی تبدیل می شود که فاصله ها و جهت های آن، شباهت های کاربردی را نشان می دهند.

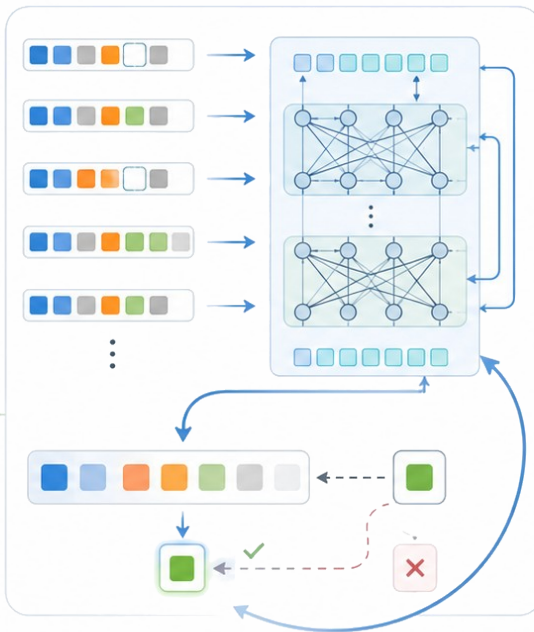
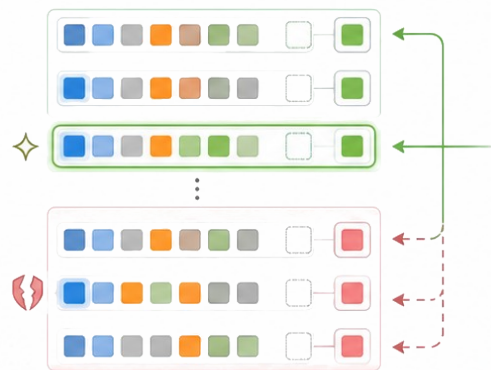
اگر معنا به جهت و فاصله تبدیل شده، آیا می توان روی آن حساب کرد؟



مدل ها فقط واژه های مشابه را نزدیک نمی کنند؛

بعضی رابطه های تکرار شونده نیز به جهت هایی تقریباً پایدار در فضای برداری تبدیل می شوند.

ماشین قواعد را از ما نگرفت



نظم از دل نمونه‌ها پدیدار می‌شود

بعضی ترتیب‌ها و وابستگی‌ها محتمل‌تر می‌شوند و مدل می‌تواند آن‌ها را در جمله‌های تازه نیز به کار ببرد.

پیش‌بینی و اصلاح خطا

مدل بارها واژه حذف‌شده یا ادامه متن را حدس می‌زند و از اختلاف حدس با متن واقعی می‌آموزد.

نه کتاب دستور، نه فهرست قواعد

قواعد صریح مستقیماً به مدل تحویل داده نمی‌شوند.

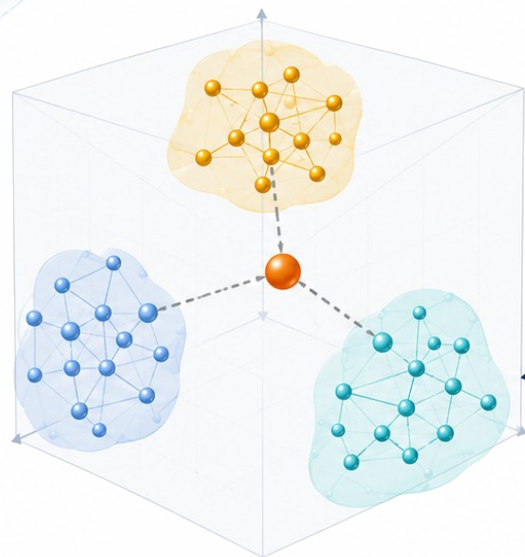
به ماشین قواعد ندادیم؛ مسئله را ساده‌تر دیدیم: بخش گمشده یا ادامه متن را حدس بزن.
تکرار همین بازی، بسیاری از نظم‌های زبان را در پارامترهای مدل نشانده.

بسی رنج بردم در این سال سی
عجم زنده کردم بدین پارسی
هزار ی گزشت و پاید ربات
نجاش دهد تا نکر دست وفات

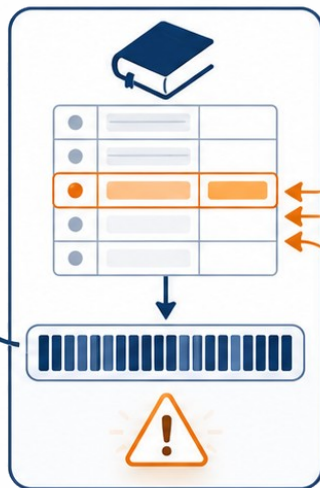
بیت اول: حکیم ابوالقاسم فردوسی
بیت دوم: هوش مصنوعی بلبل زبان

مدل شاید ناظم خوبی شده باشد؛ آیا شاعر هم شده است؟

مشکل یک بردار برای هر واژه



قرارگرفتن اجباری سه معنای متفاوت در یک نقطه



یک مدخل ثابت در فرهنگ واژگان
یک بردار یکسان برای هر سه کاربرد

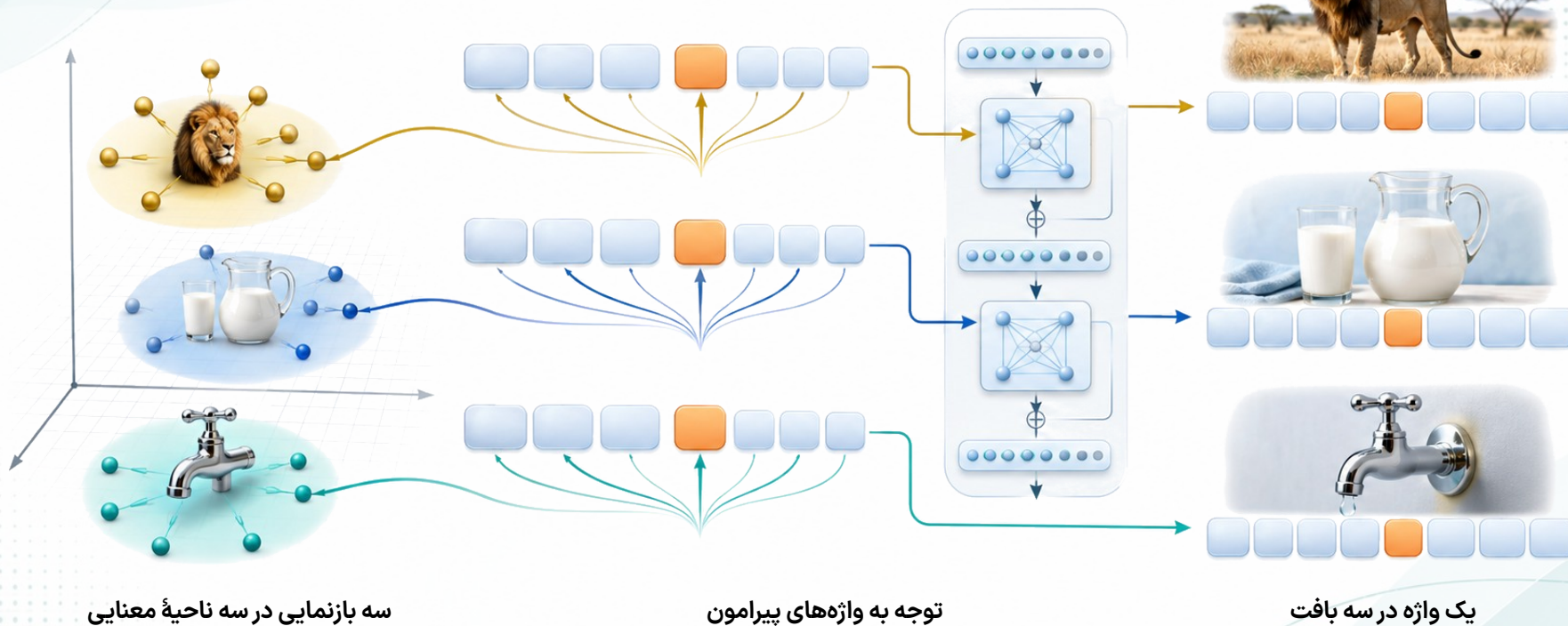


سه بافت متفاوت
شیر جنگل، شیر خوردنی، شیر آب

در تعبیه‌های ایستا، هر واژه فقط یک بردار دارد؛

بنابراین «شیر جنگل»، «شیر خوردنی» و «شیر آب» ناچار در یک نقطه فشرده می‌شوند.

این بار کدام شیر؟



در مدل‌های زمینه‌مند، بردار «شیر» ثابت نیست؛
واژه‌های پیرامون، بازنمایی آن را به‌سوی معنای مناسب جابه‌جا می‌کنند.

اما زبان به چه چیزی متصل است؟

آیا روابط درون زبان برای رسیدن به معنا کافی اند؟

مدلی که فقط از متن می آموزد،

نمادها را به نمادهای دیگر پیوند می دهد؛

انسان زبان را به ادراک، عمل و تجربه مشترک متصل می کند.

بخش ششم: وقتی هوش طراحی نمی‌شود

از نويز و احتمال تا تكامل و هوش جمعی

هوش همیشه پاسخ قطعی نمی دهد



چند فرضیه با اطمینان متفاوت

ترکیب شواهد

مشاهده ناقص و پرنویز

وقتی شواهد ناقص اند، پاسخ مناسب یک حکم قطعی نیست؛ توزیعی از احتمال هاست.

از کجا قد بلند محسوب می‌شویم؟



قد را می‌توان دقیق اندازه گرفت؛ اما «بلندقد» یک عدد نیست؛
مفهومی است که مرزش تدریجی و وابسته به زمینه است.

جهان خاکستری قابل مهندسی است

منطق فازی ابهام مفاهیم را حذف نمی کند؛
آن را به درجات عضویت، قواعد و فرمان های قابل اجرا تبدیل می کند.



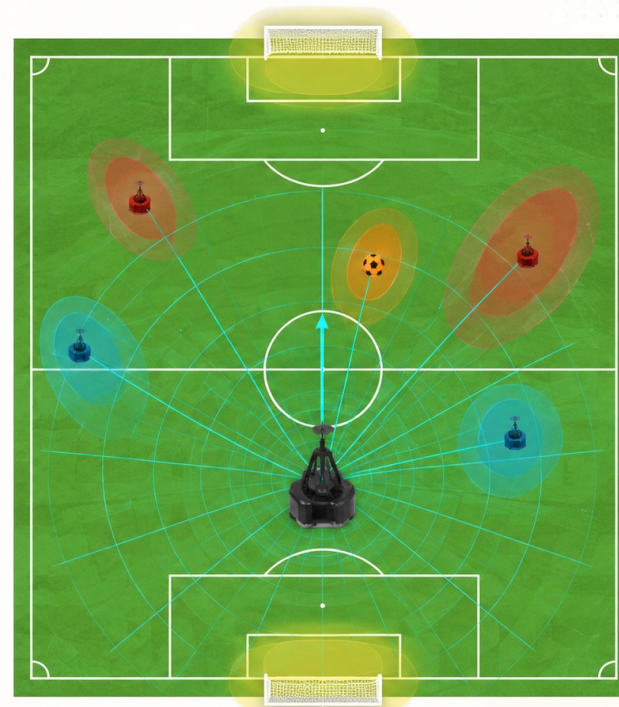
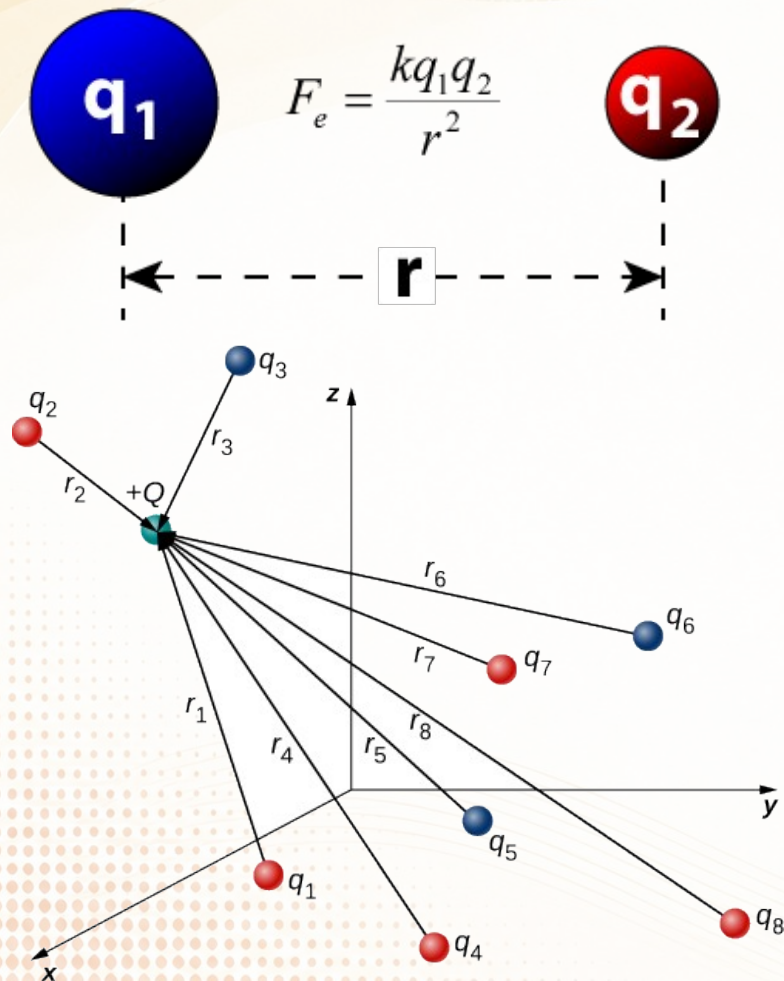
چطور فقط با یک قانون، فوتبال بازی کردیم؟



Robocup Middle-Sized League 2006
SHIAI: Semi Human Instinctive AI

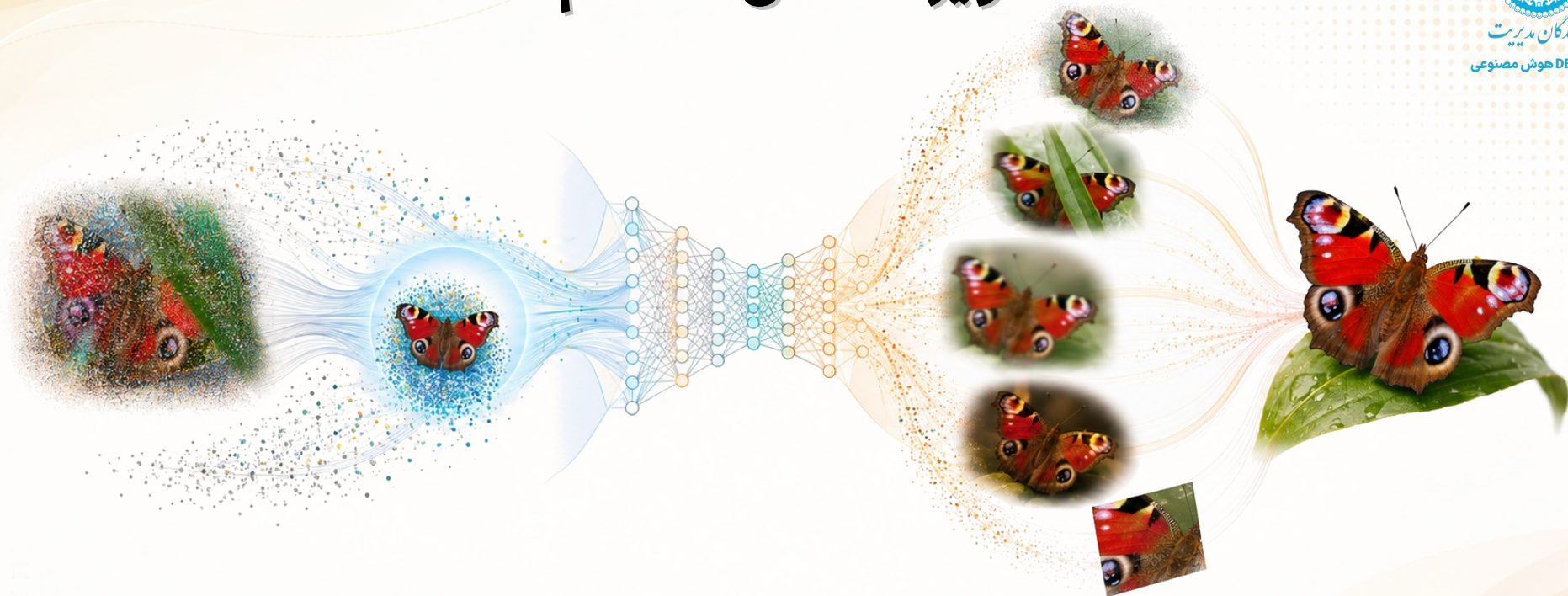


زمین فوتبال به مثابه یک میدان نیرو



ربات جهان را با مختصات مطلق بازنمایی نمی کند؛
هر چیز را نسبت به خودش، با زاویه و فاصله ای تقریبی و فازی می بیند.

نویز؛ دشمنی که معلم شد



تشخیص در شرایط ناآشنا

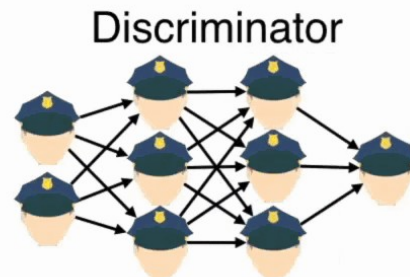
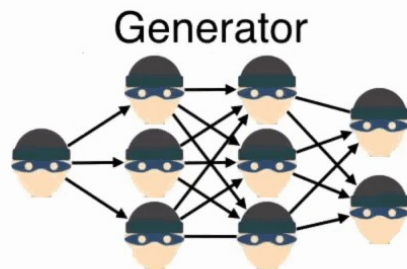
یادگیری ویژگی‌های پایدار

نسخه‌های مخدوش و متفاوت

نمونه اصلی

نویز با خراب کردن میان‌برهای ساده، مدل را وادار می‌کند الگوهای پایدارتر و تعمیم‌پذیرتر بیاموزد.

شبکه‌های مولد خصمانه؛ بازی جاعل و پلیس



Real images



تصویر از دل نویز



مدل تصویر آماده‌ای را در نویز پیدا نمی‌کند؛
در هر گام، اندکی از ساختار محتمل تصویر را پیش‌بینی و نویز را کم می‌کند.



یک جمله، چند ثانیه جهان



Google Veo 2.0



OpenAI Sora



RunwayML Gen3



hailuoai



معادله فیزیک ندارد؛ اما حرکت می سازد

"A pair of hands skillfully slicing
a perfectly cooked steak on a
wooden cutting board. faint
steam rising from it."

@blizaine

HunyuanVideo



Pika 2.0



Kling 1.5



Luma Dream Machine



چه کسی پل را طراحی کرد؟



هیچ مورچه‌ای نقشه پل را ندارد.
هر مورچه فقط با توجه به تماس همسایه‌ها و جریان عبور، به پل می‌پیوندد یا از آن جدا می‌شود.

هوش این جمع متعلق به کدام مورچه بود؟



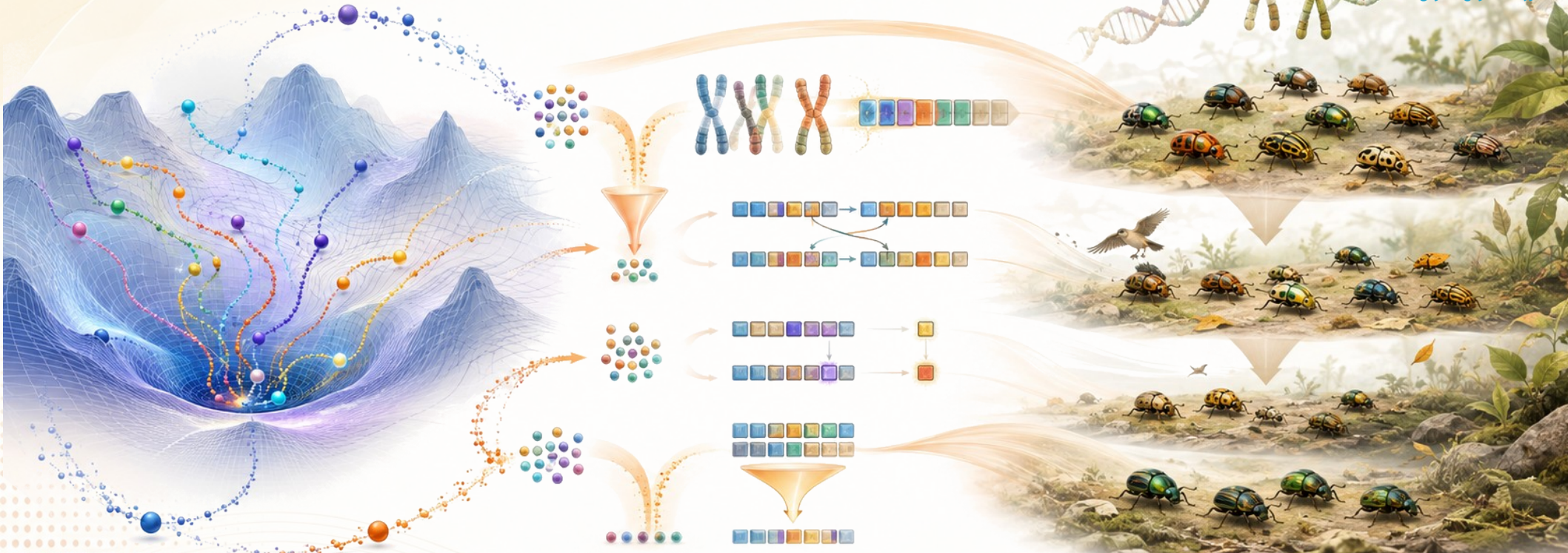
با بزرگ تر شدن گروه، مورچه‌ها بهتر شدند؛ اما انسان‌ها وقتی امکان گفت‌وگو نداشتند، بدتر عمل کردند.
جمع شدن لزوماً هوش‌ها را با هم جمع نمی‌کند.

تکامل طراحی نمی کند



جهش آینده را نمی داند و انتخاب طبیعی چیزی را طراحی نمی کند؛
فقط بعضی تفاوت های موروثی، در همان محیط و همان زمان، بیشتر باقی می ماند.

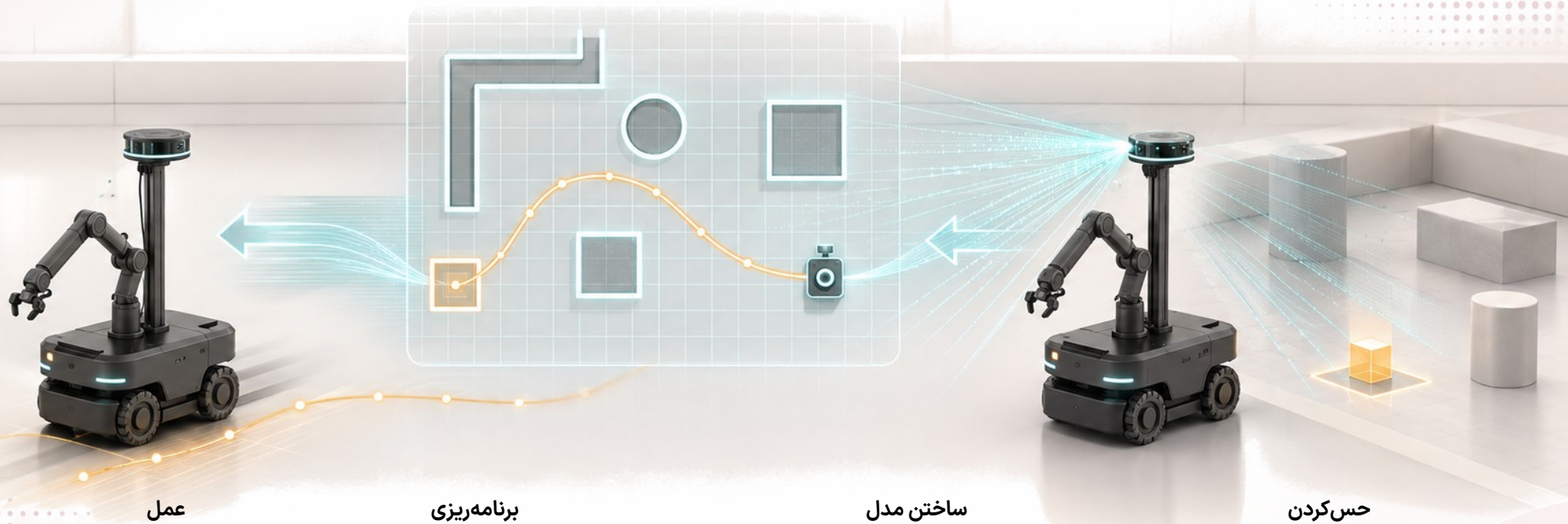
از ژن تا الگوریتم



در طبیعت، محیط معیار باقی ماندن را تعیین می کند؛
در الگوریتم، ما معیار را تعریف می کنیم و یافتن پاسخ را به جمعیت و تکرار می سپاریم.

بخش هفتم: وقتی مدل وارد جهان می شود از بدن و بازخورد تا مدل جهان، ابزار و عامل

ربات قدیمی جهان را محاسبه می کرد



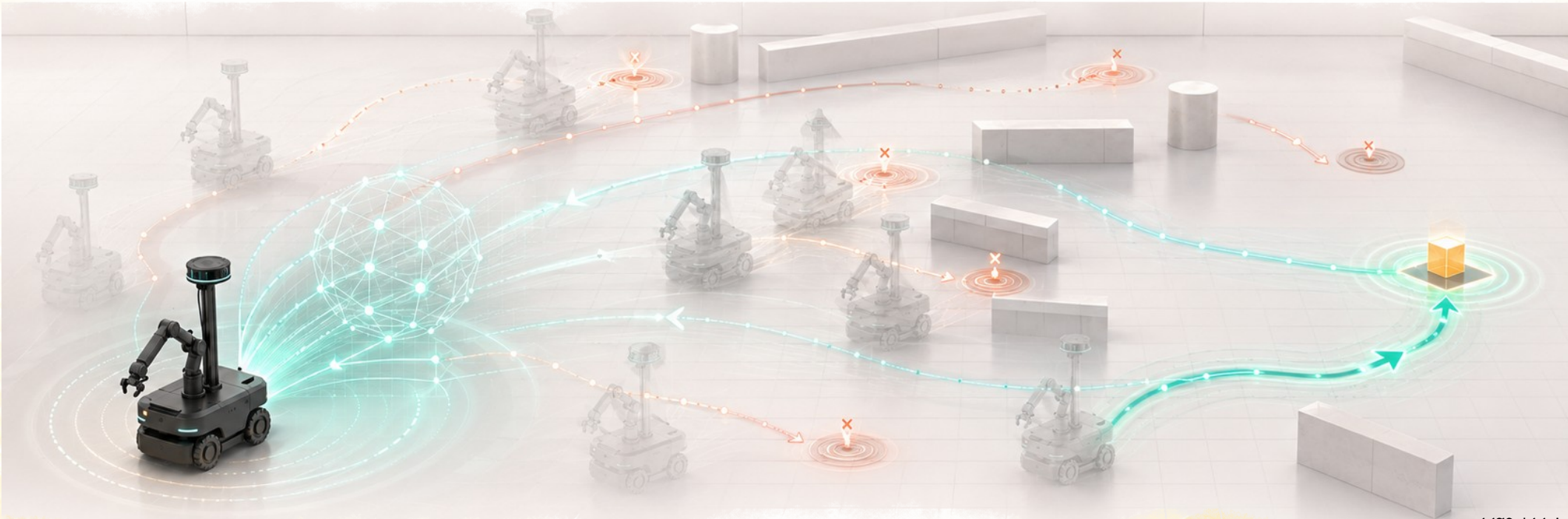
تا وقتی جهان مطابق مدل بماند، ربات هم هوشمند به نظر می رسد

جهان واقعی معادله را بهم می زند



ربات امروز از پیامد عمل می آموزد

ربات مسیر را از ما نمی گیرد؛ معیاری می گیرد که با آن پیامد مسیرها را مقایسه کند.



هوش در بدن و حلقه بازخورد

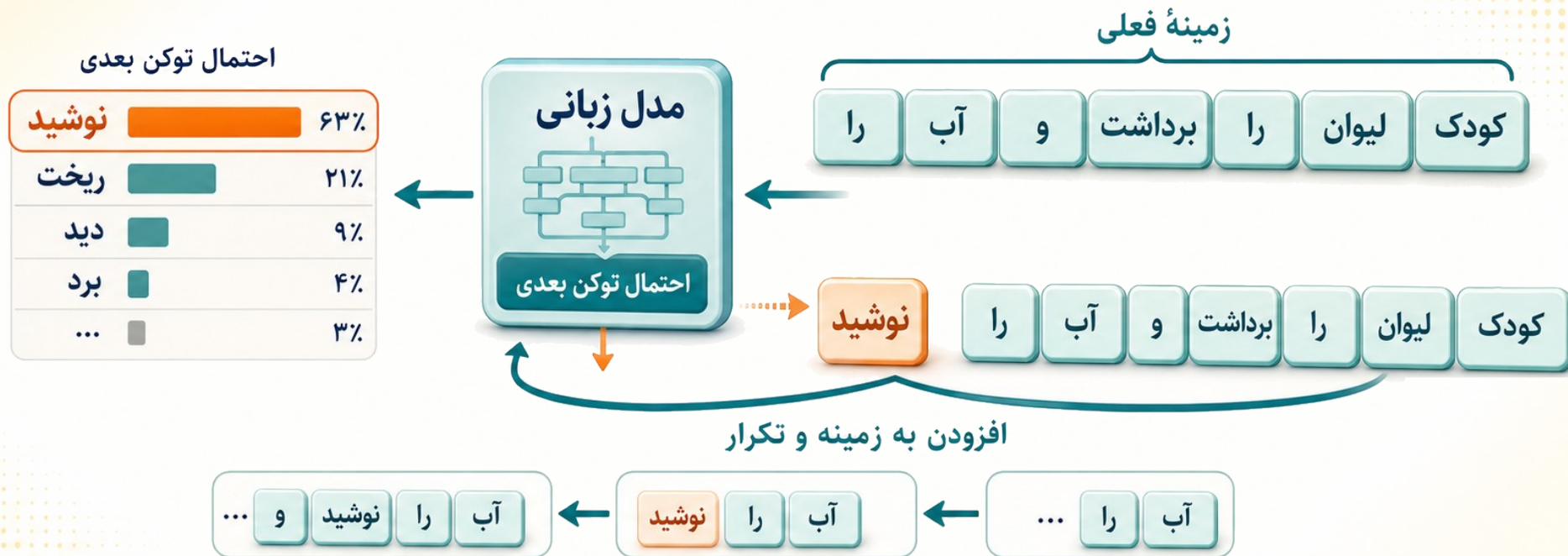


مدل تنها تصمیم گیر نیست.

- چه چیزی قابل حس کردن است؛
- چه عملی امکان پذیر است؛
- و هر عمل چگونه جهان را تغییر می دهد.

هوش فقط در مدل نیست؛ در حلقه پیوسته بدن، محیط، عمل و بازخورد پدیدار می شود.

مدلی که ادامه جهان متن را حدس می زند



مدل پاسخ را یک باره نمی نویسد؛ آینده را توکن به توکن، با تکیه بر گذشته حدس می زند.

آیا مدل زبانی همان میمون نامتناهی است؟

تفاوت مدل زبان با شانس محض، حذف تصادف نیست؛ شکل دادن به فضای احتمال است.

هدف ساده، ساختار پیچیده

برای پیش بینی، بهتر مدل ناچار است الگوهای بسیاری را در وزن هایش فشرده کند.

متن های گوناگون



داستان
روزی روزگاری، در شهری دور،
پسرکی کنجاو سفری را آغاز کرد...



گفت و گو
امروز هوا چطور است؟
- ابری است و ممکن است ببارد.



کد
for i in range(n):
total += a[i]



علم
آب در دمای ۱°C و فشار نرمال
درصد ۱۰۰ می جوشد.



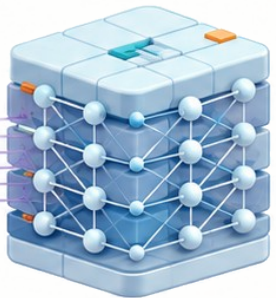
خبر
اقتصاد کشور در فصل بهار رشد
مثبت را تجربه کرد.



۱. پیش بینی توکن بعدی
در شهر قدیم یک یک پسر | ...



۳. اصلاح وزن ها
تکرار فراوان در سراسر داده ها



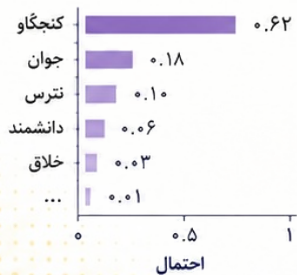
ساختارهای آموخته شده (فشرده در وزن ها)



ورودی (جمله ناتمام)

در شهر قدیم یک پسر ...

پیش بینی بهتر



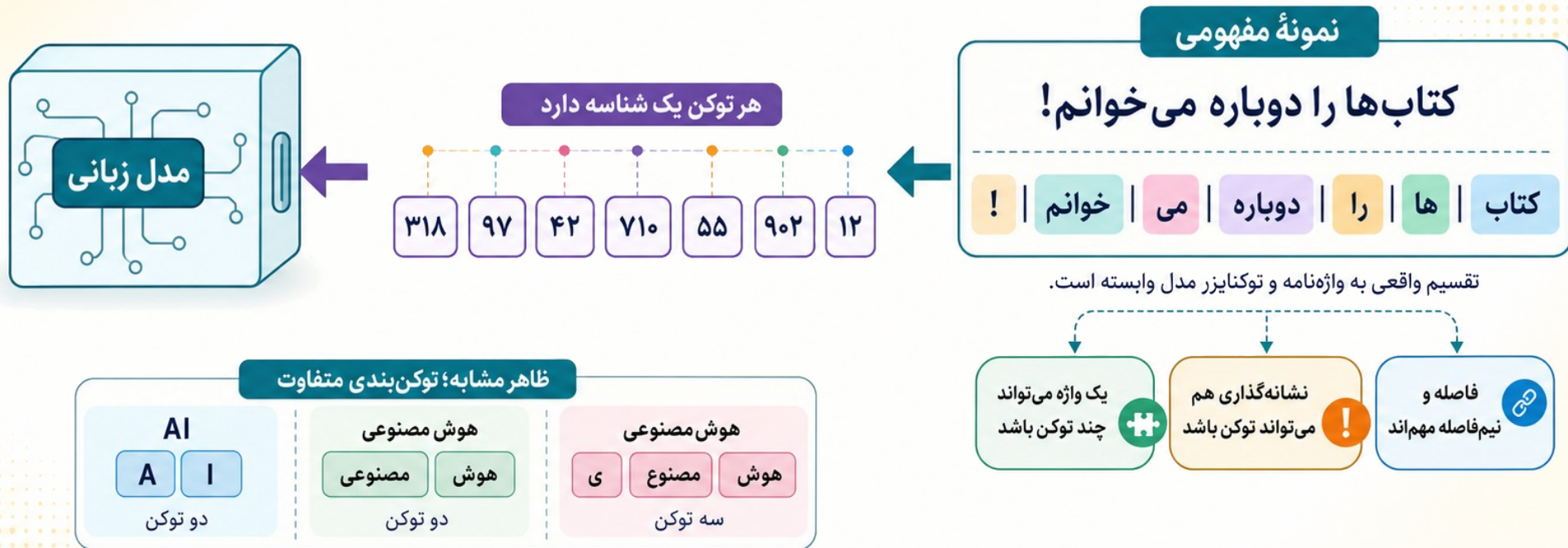
این توانایی ها محصول آموزش اند؛
نه اثبات فهم یا آگاهی.



هدف آموزش ساده است، آنچه برای کاهش خطا آموخته می شود ساده نیست!

توکن، کلمه نیست

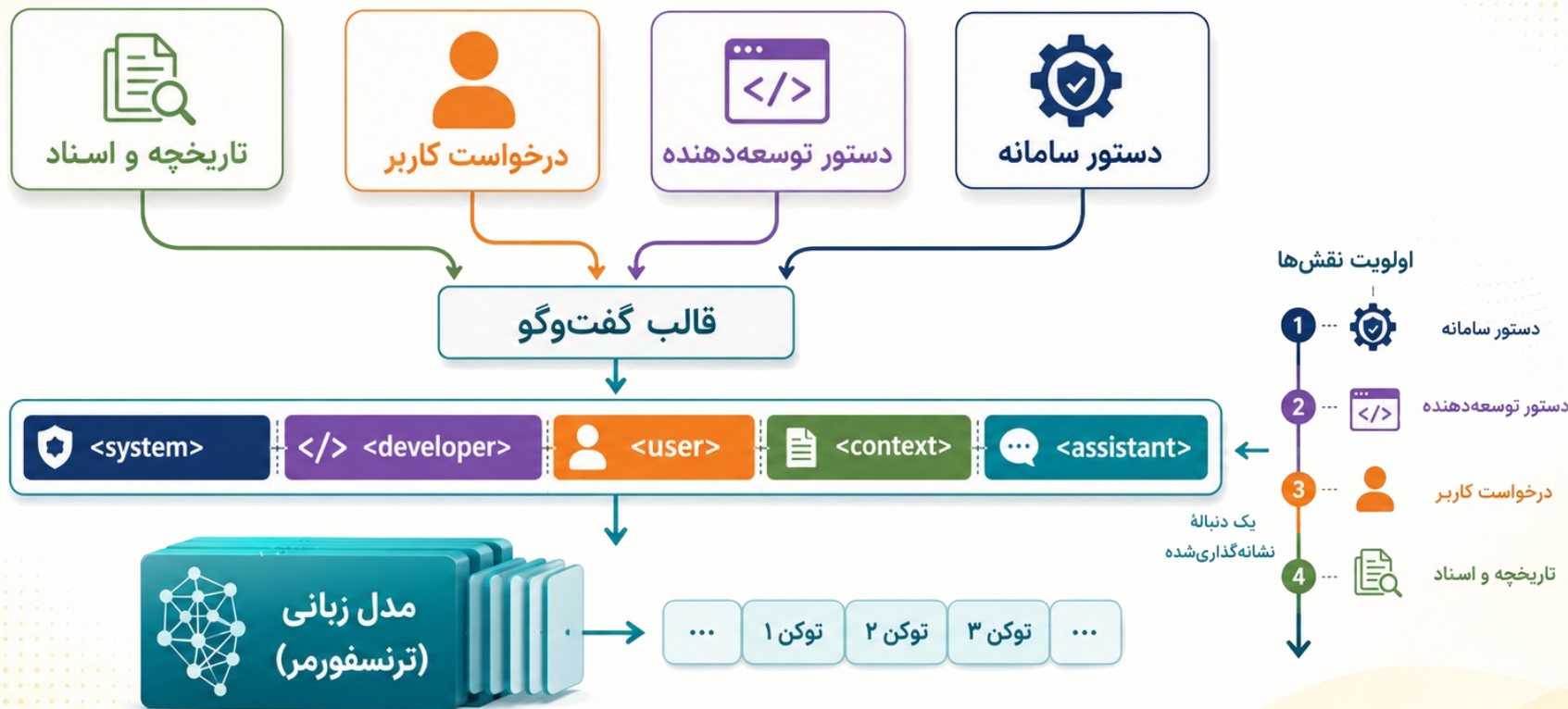
مدل متن را به واحدهایی با طول متفاوت می شکند که لزوماً مرز واژه‌ها نبوده و معنی با خود ندارند



مدل جمله را آن گونه که ما می‌خوانیم نمی‌بیند؛ آن را به دنباله‌ای از قطعات عددگذاری شده تبدیل می‌کند.

نقش‌ها متفاوت‌اند؛ ورودی مدل یکی است

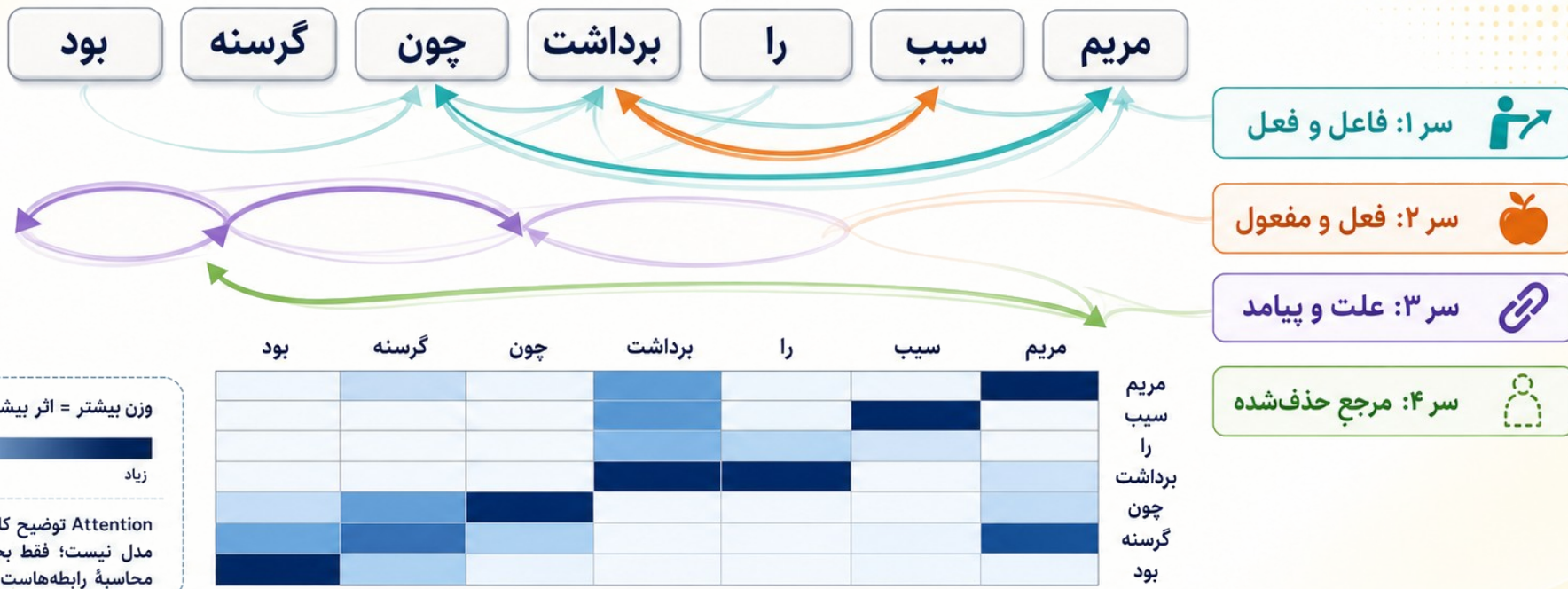
سیستم، کاربر، تاریخچه و اسناد بازیابی شده، پیش از ورود به مدل به یک دنبالهٔ توکن تبدیل می‌شوند.



تفاوت User و System در «محل ذخیره» نیست؛ در نقش، نشانه‌گذاری و اولویت است که آموزش و قالب گفت‌وگو به آن‌ها داده‌اند.

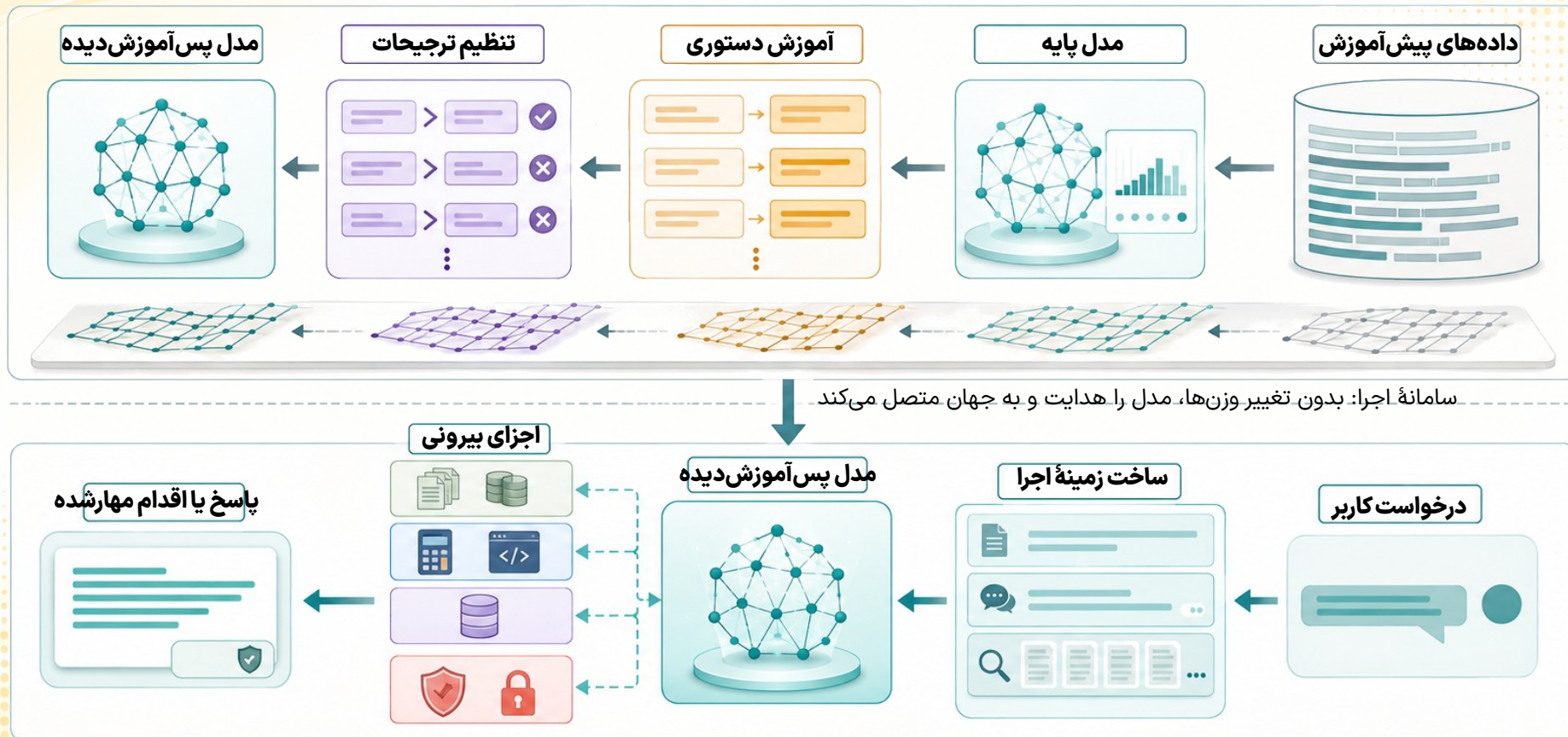
توجه! چه چیزی به چه چیزی مربوط است؟

هر توکن برای ساخت بازنمایی تازه، به توکن‌های دیگر وزن متفاوتی می‌دهد



سرهای مختلف، رابطه‌های متفاوت را برجسته می‌کنند؛ خروجی از ترکیب همه آن‌ها ساخته می‌شود.

مدل خام چگونه به دستیار تبدیل می شود؟

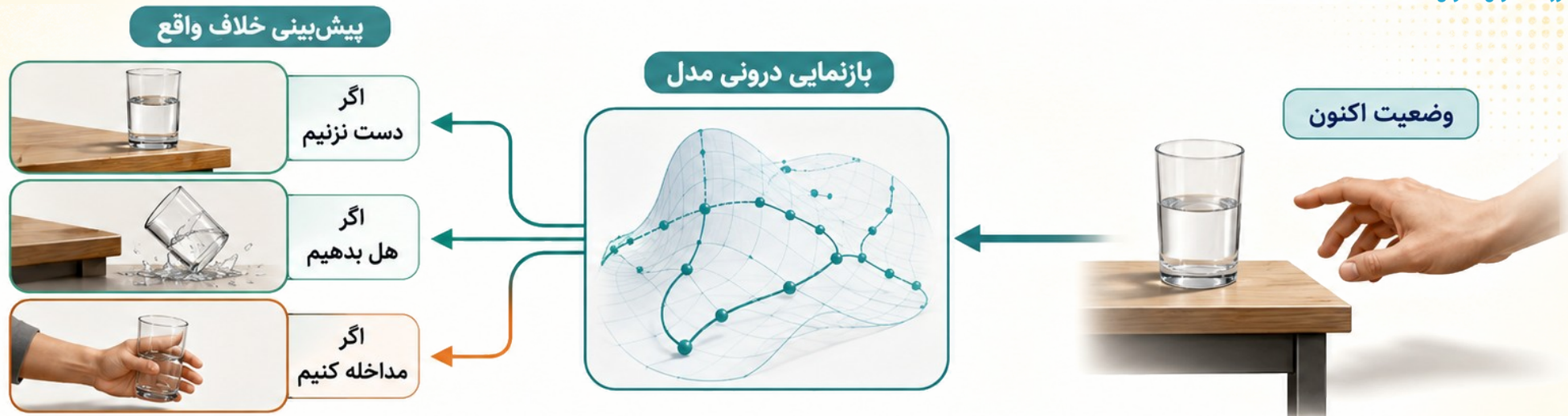


دستیار = مدل پس آموزش دیده + زمینه اجرا + ابزار + حافظه بیرونی + کنترل



آیا مدل جهان دارد؟

پیش بینی خوب می تواند به بازنمایی درونی نیاز داشته باشد؛ اما بازنمایی، لزوماً فهم علی و متصل به جهان نیست



ضعیف
(کمتر قوی)

۱. الگوهای آماری

چه چیز، معمولاً پس از چه چیز می آید؟



۲. حالت ها و رابطه ها

چه چیز کجاست و چگونه
تغییر می کند؟



۳. مدل علی و متصل به عمل

اگر مداخله کنیم چه پیامدی
رخ می دهد؟



قوی
(بیشتر قوی)



نشانه های وجود مدل درونی:

پیش بینی، برنامه ریزی، شبیه سازی

محدودیت ها:

ناسازگاری، خطای علی، نبود تجربه مستقیم



مدل ها بازنمایی هایی از جهان را می آموزند؛ جهان مدل بودن آن ها یک طیف است و نه یک پاسخ ساده بلی یا خیر

زنجیره تفکر چیست؟

مدل می‌تواند پیش از پاسخ نهایی، توکن‌های میانی تولید کند و مسئله را به چند گام بشکند.



مثال مشخص:
علی از سارا بلندتر است؛
سارا از مریم بلندتر است.
بلندترین کیست؟

پاسخ مستقیم

سریع؛ اما شکننده در
مسئله‌های چندمرحله‌ای

مسئله

حدس پاسخ

علی

تولید گام‌های میانی

هر گام، زمینه گام بعدی
را می‌سازد.



علی > سارا



سارا > مریم



پس علی > مریم



پاسخ: علی

محاسبه درونی مدل



(نامشهود و دسترس‌ناپذیر)

متن میانی تولیدشده

علی > سارا > مریم ...

(متن قابل مشاهده)

پاسخ نهایی



(خروجی مدل)

⚠️ متن میانی می‌تواند مفید باشد؛ اما الزاماً گزارش دقیقی سازوکار درونی مدل نیست.

نکته مربوط به قابلیت اعتماد



فرصت بیشتر برای تجزیه و بازبینی



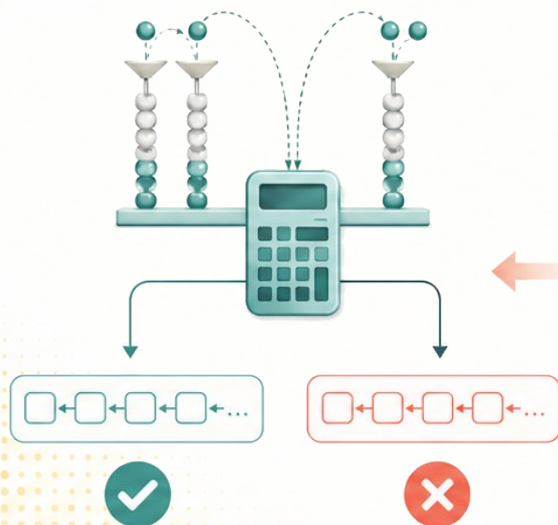
امکان استدلال روان اما نادرست

نوشتن گام‌های میانی فضای محاسبه می‌سازد؛ با این حال صحت پاسخ همچنان باید آزموده شود

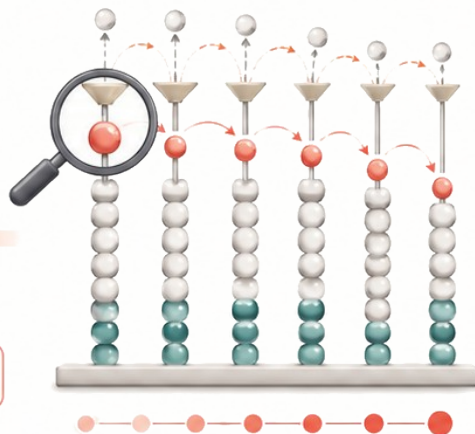
مدل چرا در ریاضی می لغزد؟

چون تولید محتمل، همان محاسبه دقیق نیست.

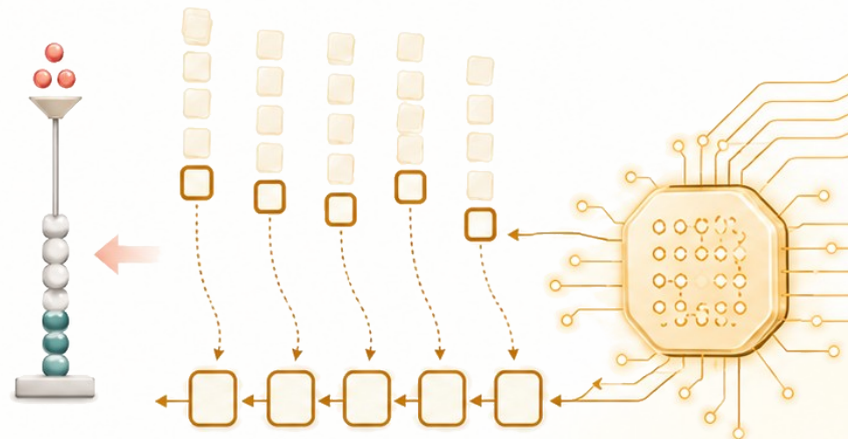
محاسبه و راستی آزمایی



خطای کوچک، انحراف بزرگ



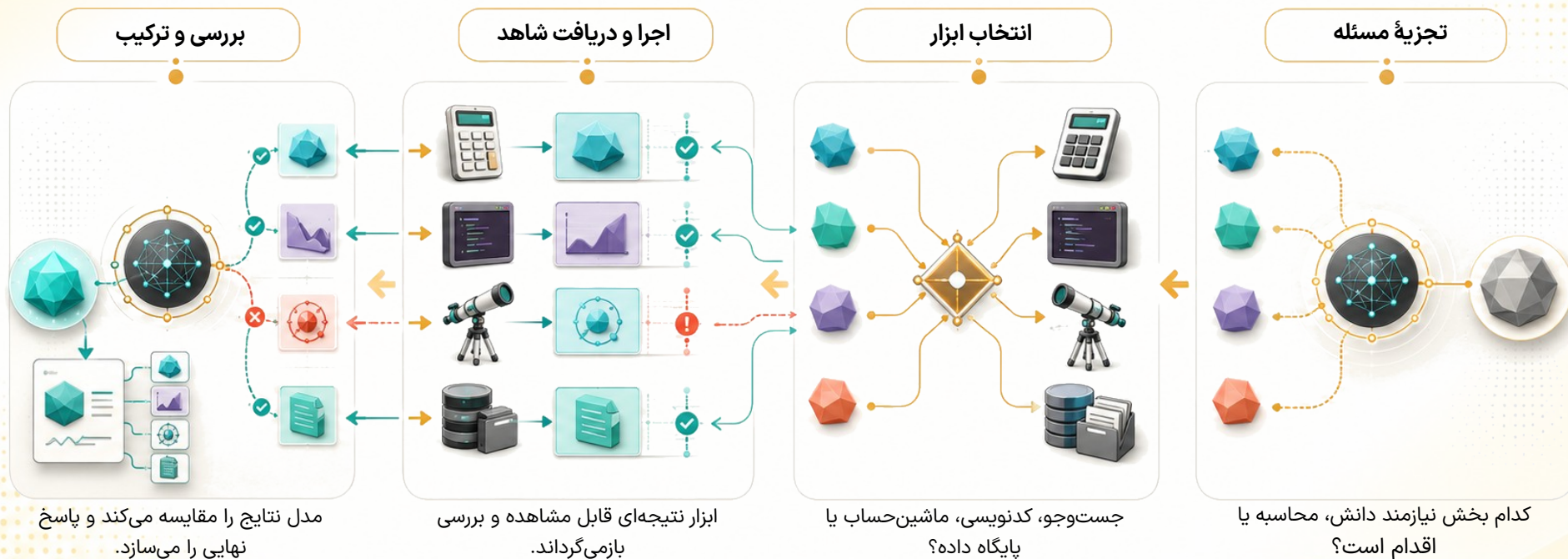
پیش بینی توکن ها



مدل ممکن است روش را درست توضیح دهد و در یک رقم بلغزد؛
تولید زبانی به تنهایی ضامن صحت نیست.

ابزار، اعتراف به ضعف نیست

پاسخ دقیق، تازه یا قابل اجرا اغلب بیرون از وزن‌های مدل ساخته می‌شود.



هوش بالغ همه‌چیز را حدس نمی‌زند؛ می‌داند چه وقت باید جست‌وجو، محاسبه یا اجرا کند.

از مدل پاسخ گو تا عامل



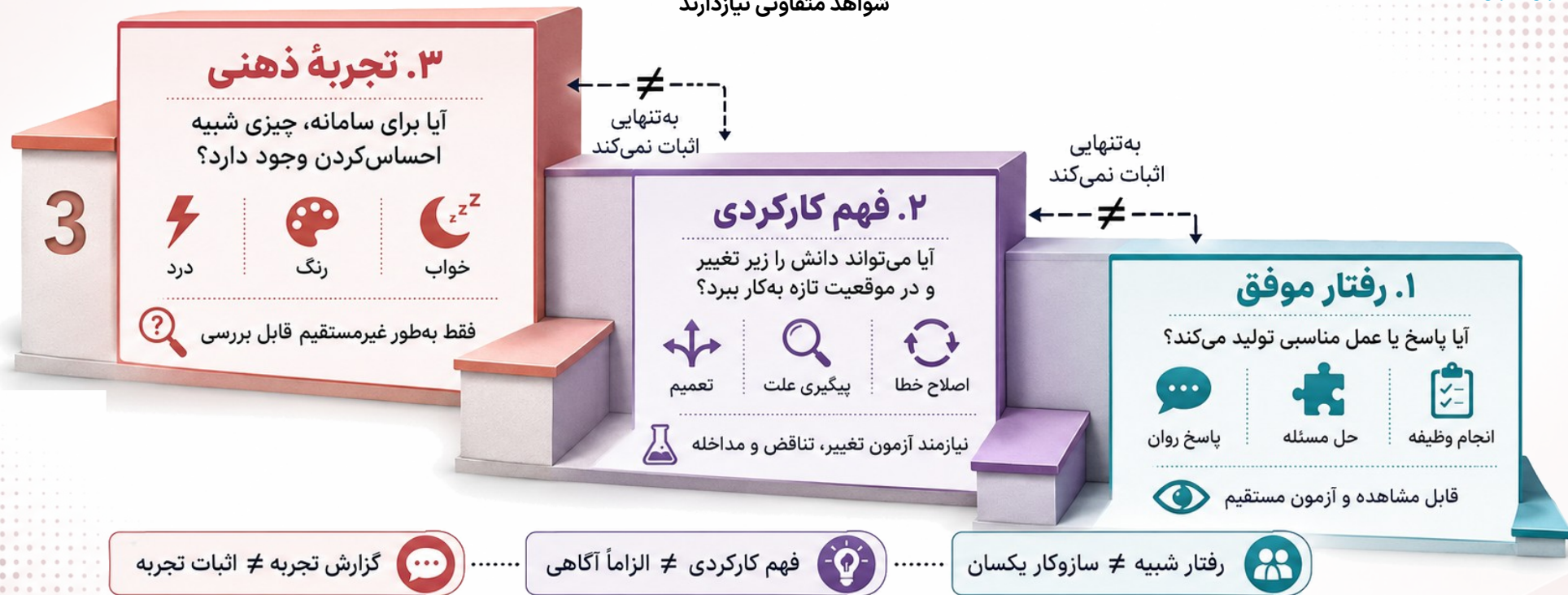
عامل فقط پاسخ نمی دهد؛ اقدام می کند، نتیجه را می بیند و برنامه را تا رسیدن به هدف اصلاح می کند.

بخش هشتم: وقتی پرسش از ماشین به خود ما بازمی‌گردد

از بدن و بازخورد تا مدل جهان، ابزار و عامل

سه ادعا که نباید یکی گرفته شوند

رفتار مناسب، فهم کارکردی و تجربه ذهنی سه پرسش متفاوت اند و شواهد متفاوتی نیاز دارند

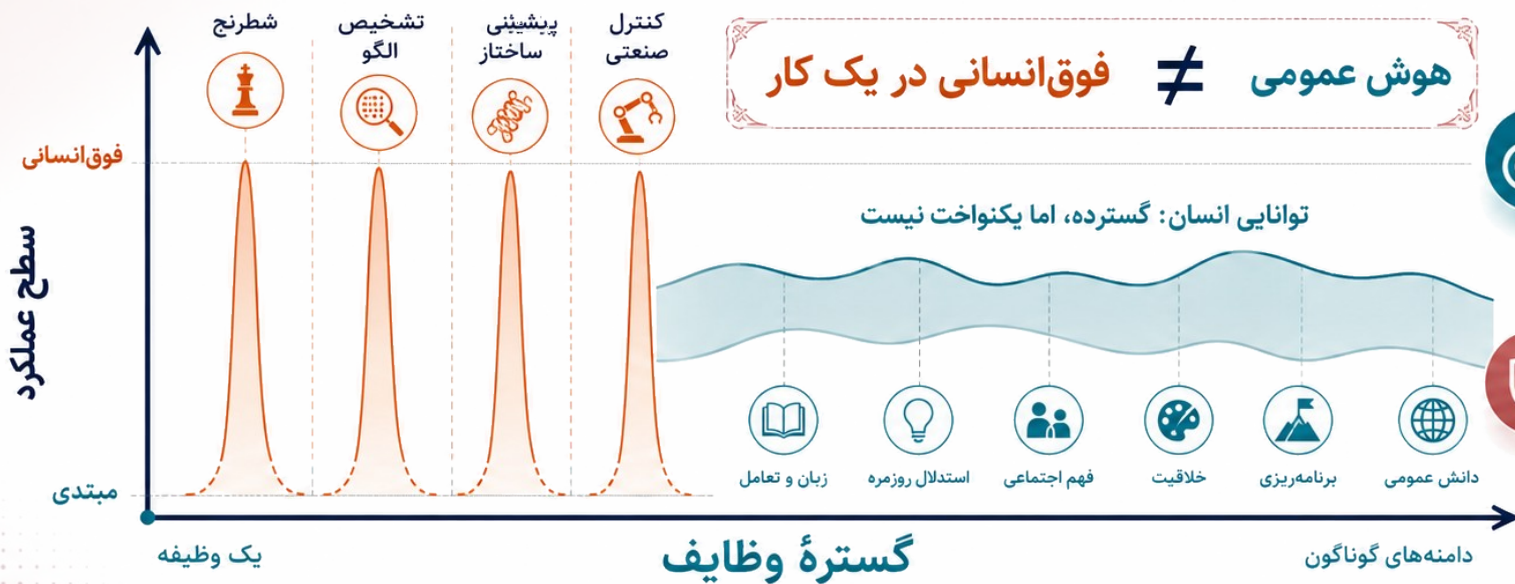


در انسان نیز تجربه دیگران را مستقیم نمی بینیم؛ آن را از رفتار، بدن و شباهت زیستی استنباط می کنیم.

هرچه ادعا بزرگ تر باشد، شواهد قوی تر و مستقل تر لازم دارد

ANI؛ محدود، اما گاهی فوق انسانی

دامنه توانایی و سطح عملکرد، دوماحور متفاوتند



ANI می تواند در
یک مسئله از بهترین
انسان ها بهتر باشد.

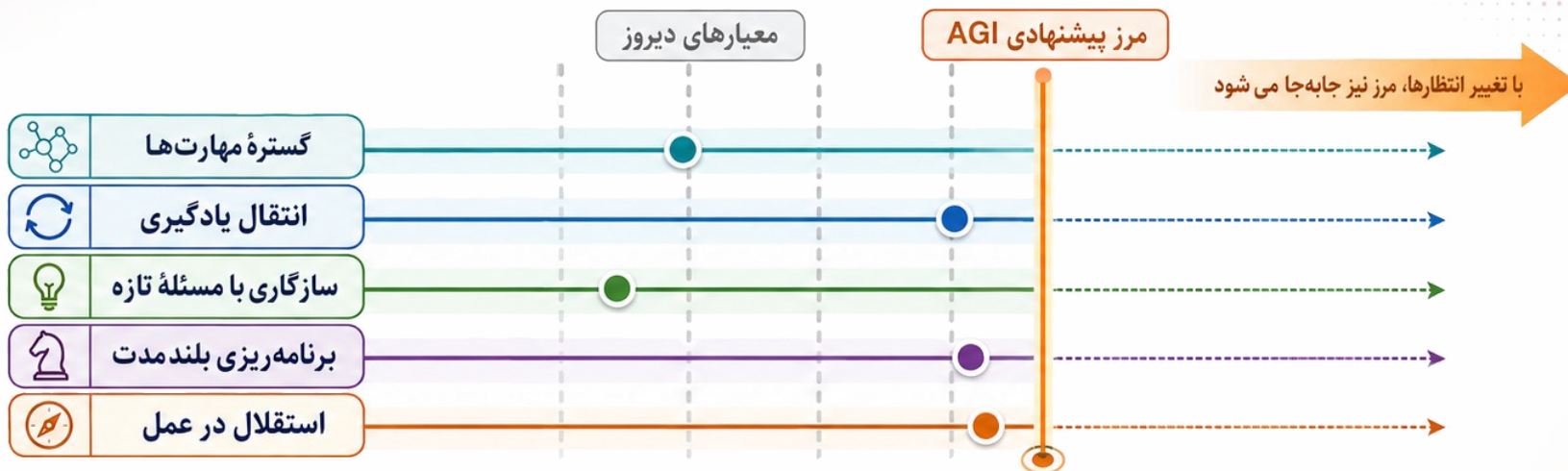


اما انتقال خودکار این
توانایی به مسئله ای
دیگر تضمین نشده است.

محدود بودن به دامنه، مانع قدرت نیست؛ عمومیت چیزی متفاوت از برتری در یک کار است

AGI؛ مرزی که جابه‌جا می‌شود

هوش عمومی یک آزمون واحد یا کلید روشن و خاموش نیست



ممکن است سامانه‌ای در بعضی ابعاد عمومی و در بعضی ابعاد محدود باشد.



- چند کار متفاوت؟
- با چه مقدار آموزش تازه؟
- با چه سطحی از استقلال؟

عاملیت



+



+



+



عملکرد گسترده

تعریف‌ها درباره وزن هرکدام اختلاف دارند.



توانایی انسان نیز
یکنواخت و یک‌بعدی نیست.

AGI بیش از آنکه یک نقطه باشد، مجموعه‌ای از معیارها و آستانه‌های مورد اختلاف است.

ASI و تکینگی یکی نیستند

بک نوع سامانه، یک سازوکار احتمالی و یک سناریو تاریخی را نباید با هم یکی گرفت

تکینگی فناوری

شتاب تحولی که پیش‌بینی مسیر
پس از آن بسیار دشوار شود

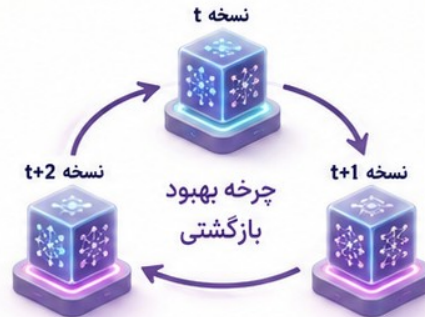


سناریویی درباره پیامدها؛
نه نام دیگر، ASI

خودبهبوددهی بازگشتی

سامانه توان طراحی یا بهبود نسل
بعدی خود را افزایش دهد

ممکن است،
اما قطعی نیست



سازوکاری فرضی؛
نه جزء ضروری تعریف ASI

ممکن است،
اما ضروری نیست

ASI

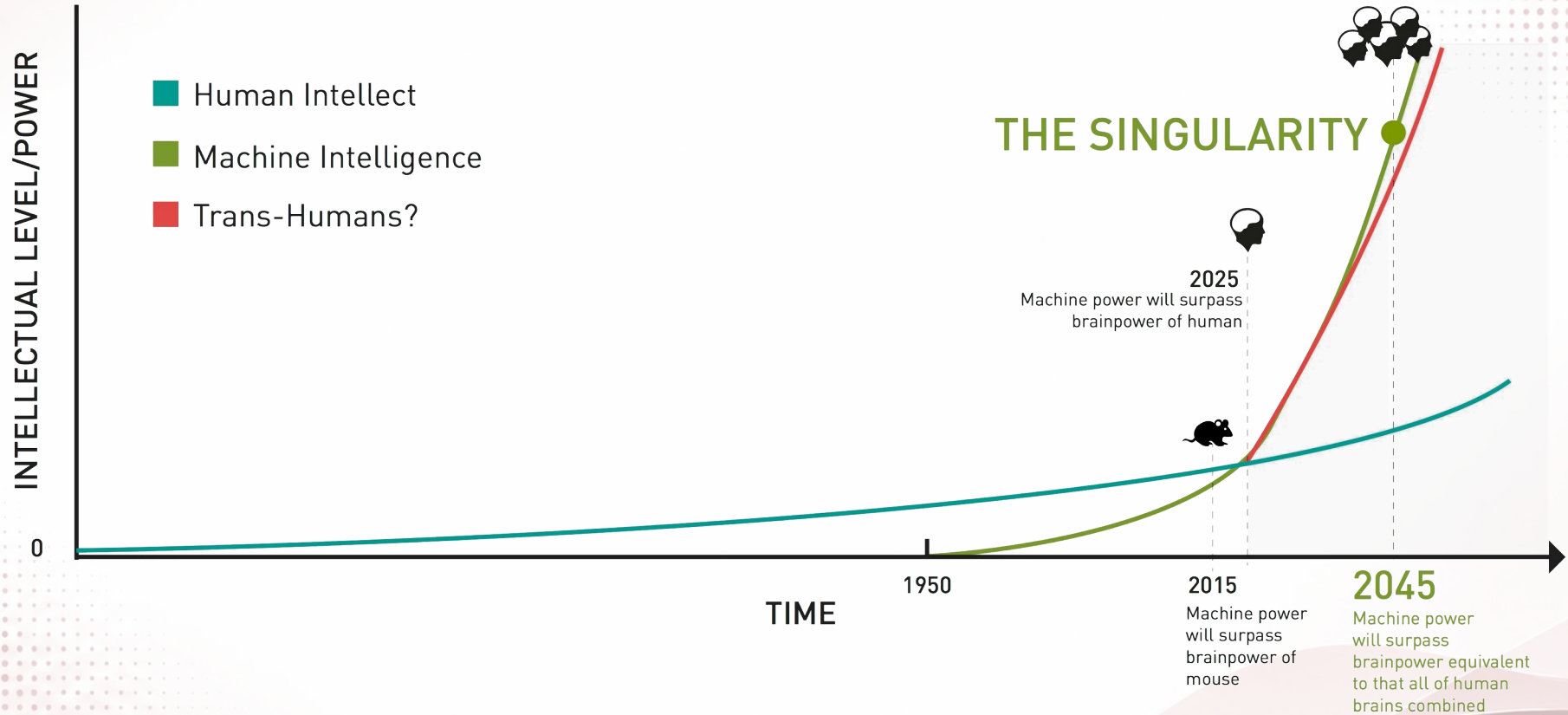
هوش مصنوعی فوق‌انسانی
برتری گسترده بر انسان در
بسیاری از توانایی‌های شناختی



! برای تکینگی تاریخ قطعی یا مسیر اثبات‌شده‌ای وجود ندارد.

AGI بیش از آنکه یک نقطه باشد، مجموعه‌ای از معبارها و آستانه‌های مورد اختلاف است.

عصر تکینگی



تاکنون بارها تاریخ پیش بینی شده برای تکینگی جابه جا شده است

آینده...

سه روایت از آینده هوش

امروز

مدلهایی که می نویسند،
می بینند، ابزار به کار می برند
و عمل می کنند

۱. ابزارهای بسیار توانمند

انسان هدف و تصمیم را تعیین می کند؛
ماشین جست و جو، تحلیل و اجرا را
شتاب می دهد.



اختیار کم؛ بهره وری بالا



۲. همکاران شناختی

انسان و ماشین پیشنهاد می دهند،
نقد می کنند و برنامه را با بازخورد
اصلاح می کنند.



تقسیم کار؛ تصمیم مشترک



۳. عامل های خودمختار

سامانه ها در حدود تعیین شده
برنامه ریزی، مذاکره و
اقدام می کنند.



اختیار بیشتر؛ نیاز به حکمرانی بیشتر



چه کسی پاسخ گوست؟



چه کسی اجازه عمل می دهد؟



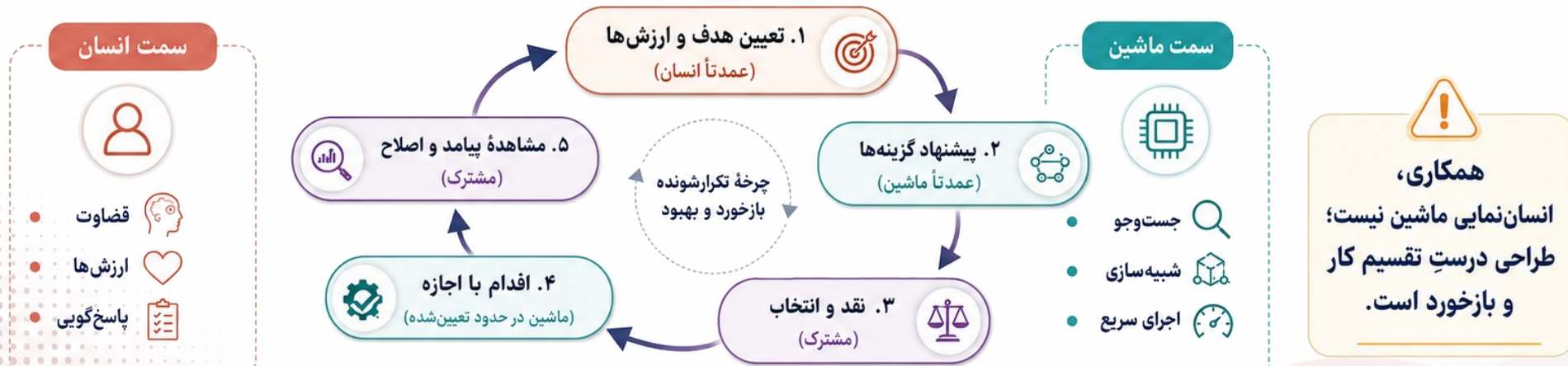
چه کسی هدف را تعیین می کند؟



این آینده ها می توانند هم زمان و در حوزه های مختلف رخ دهند.

AGI بیش از آنکه یک نقطه باشد، مجموعه ای از معبارها و آستانه های مورد اختلاف است.

از فرمان دادن به همکاری



همکاری یعنی تقسیم توانایی و بازخورد و نه تقسیم مبهم مسؤولیت

دو خطای متقارن

انکار ماشینی



فقط ماشین است ←
پس توانایی واقعی ندارد



مثل انسان عمل نمی‌کند ←
پس هیچ فهم کارکردی ندارد



خطا می‌کند ←
پس همیشه بی‌فایده است

نادیده گرفتن شواهد توانایی

داوری مبتنی بر شواهد



چه کاری؟



در چه شرایطی؟



با چه میزان خطا؟



با چه سطحی از استقلال؟

رفتار، فهم کارکردی و تجربه را جدا ارزیابی کنیم.

انسان‌انگاری



روان حرف می‌زند ←
پس مانند ما می‌فهمد



احساس را توصیف می‌کند ←
پس احساس دارد



همراهی می‌کند ←
پس قابل اعتماد است

نسبت دادن بیش از شواهد

تفاوت $\neq$ ناتوانی

شبهات $\neq$ هویت

نه توانایی ماشین را بیش از شواهد انسانی بدانیم، نه توانایی ماشین را فقط چون انسان نیست انکار کنیم.

هوش در کجا بود؟



~~فقط در مغز؟~~



~~فقط در داده؟~~



~~فقط در مدل؟~~



در حلقه‌ای که می‌آموزد،
پیش‌بینی می‌کند و عمل می‌کند.



ساختار، امکان را می‌سازد.



تجربه، مسیر را تغییر می‌دهد.



محیط، معنای موفقیت را تعیین می‌کند.

هوش در یک نقطه نبود؛ در سازمان یافتن رابطه‌ها برای ادامه زندگی و عمل پدیدار شد.

به انسان ها چه توصیه ای می کنی؟

به انسان ها توصیه می کنم که دائماً در
حال یادگیری باشند و از فناوری به
صورت مسئولانه استفاده کنند،
تعاملات انسانی ارزشمند را حفظ کنند
و محیط زیست را محافظت نمایند.

