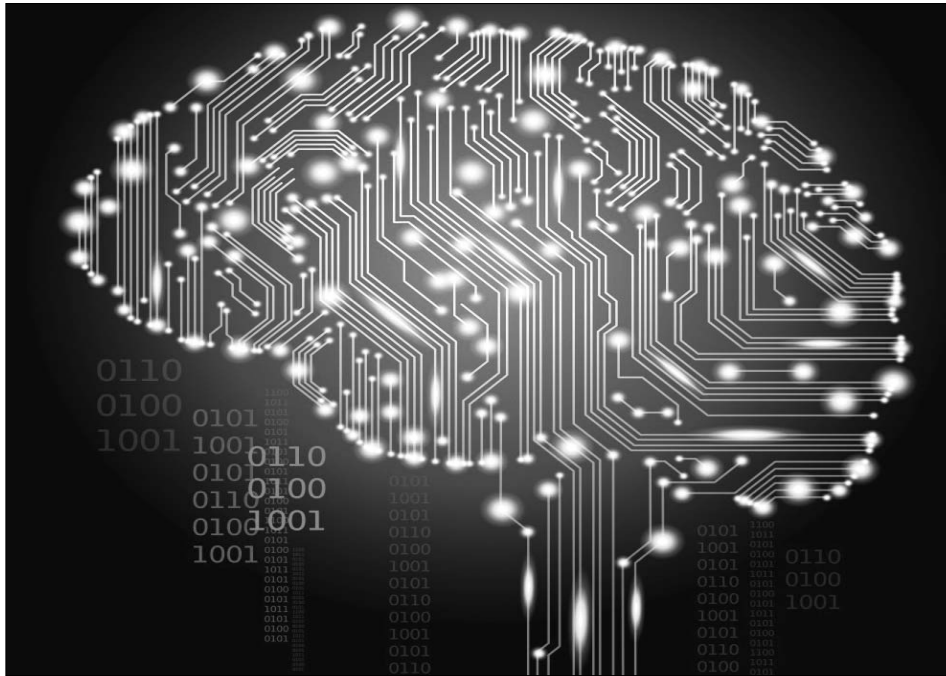


# هوش مصنوعی و کاربردهای آن در پزشکی



۲) هوش غیر سمبلیک یا پیوندگرا (Connection Artificial Intelligence (AI))

در میان معروف‌ترین شاخه‌های هوش مصنوعی سمبلیک می‌توان به سیستم‌های خبره (Expert Systems) و شبکه‌های Bayesian اشاره کرد. اما هوش پیوندگرا متکی بر یک منطق استقرایی است و از رهیافت بهره می‌گیرد. این آموزش‌ها نه بر اساس نتایج و تحلیل‌های دقیق آماری، بلکه مبتنی بر شیوه آزمون و خطا و یادگیری از راه تجربه است. در هوش مصنوعی پیوندگرا، قواعد از ابتدا در اختیار سیستم قرار نمی‌گیرد، بلکه سیستم از طریق تجربه، خودش قوانین را استخراج می‌کند. روش‌های ایجاد شبکه‌های عصبی (Network Neural) و نیز به کارگیری منطق فازی (Fuzzy Logic) در این دسته قرار می‌گیرد.

یکی از اهداف متخصصان، تولید ماشین‌هایی است که دارای احساسات بوده و دست کم نسبت به وجود خود و احساسات خود آگاه باشند. این ماشین باید توانایی تعمیم تجربیات قدیمی خود در شرایط مشابه جدید را داشته و به این ترتیب اقدام به گسترش دامنه

هوش مصنوعی به هوشی که یک ماشین از خود نشان می‌دهد و یا به دانشی در کامپیوتر که سعی در ایجاد آن دارد گفته می‌شود. هنوز تعریف دقیقی برای هوش مصنوعی ارائه نشده است که مورد قبول همه دانشمندان صاحب نظر در این زمینه باشد و این خود به علت آن است که اساس این موضوع یعنی هوش مورد جنجال و اختلاف است و تعریف جامعی درباره آن وجود ندارد.

به طور کلی ماهیت وجودی هوش به مفهوم جمع‌آوری اطلاعات، استقرار و تحلیل تجربیات به منظور رسیدن به دانش یا آرایه تصمیم است. در واقع هوش به مفهوم به کارگیری تجربه به منظور حل مسائل دریافت شده تلقی می‌شود. هوش مصنوعی علم و مهندسی ایجاد ماشین‌هایی با هوش با به کارگیری از کامپیوتر و الگوریتم‌ها از درک هوش انسانی و یا حیوانی و در نهایت دستیابی به مکانیزم هوش مصنوعی در سطح هوش انسانی است.

در مقایسه هوش مصنوعی با هوش انسانی می‌توان گفت که انسان قادر به مشاهده و تجزیه و تحلیل مسایل در جهت قضاوت و اخذ تصمیم است در حالی که هوش مصنوعی مبتنی بر قوانین و رویه‌هایی از قبل تعبیه شده بر روی کامپیوتر است. در نتیجه علی‌رغم وجود کامپیوترهای بسیار کارا و قوی در عصر حاضر هنوز کسی قادر به پیاده کردن هوشی نزدیک به هوش انسان در ایجاد هوش‌های مصنوعی نیست.

ایجاد و ابداع فنون و تکنیک‌های لازم برای مدیریت پیچیدگی را باید به عنوان هسته بنیادین تلاش‌های علمی و پژوهشی گذشته، حال و آینده، در تمامی زمینه‌های علوم رایانه و به ویژه در هوش مصنوعی معرفی کرد. شیوه‌ها و تکنیک‌های هوش مصنوعی، در واقع، برای حل آن دسته از مسائل به وجود آمده است که به طور سهل و آسان توسط برنامه‌نویسی تابعی (Functional programming)، یا شیوه‌های ریاضی قابل حل نبوده‌اند.

امروزه دانش مدرن هوش مصنوعی به دو دسته تقسیم می‌شود:

۱) هوش مصنوعی سمبلیک یا نمادین (Symbolic Artificial Intelligence (AI))

## به آن نوع از برنامه های هوش مصنوعی که به سطحی از خبرگی می رسند که می توانند به جای یک متخصص در یک زمینه خاص تصمیم گیری کنند، Expert Systems یا سیستم های خبره گفته می شود

دانش و تجربیات کند. برای نمونه روباتی هوشمند که بتواند اعضای بدن خود را به حرکت در آورد، این روایات نسبت به این حرکت خود آگاه بوده و با آزمون و خطا، دامنه حرکت خود را گسترش می دهد و با هر حرکت موفقیت آمیز یا اشتباه، دامنه تجربیات خود را وسعت بخشیده و سرانجام راه رفته یا حتی می دود و یا به روشی برای جابجا شدن دست می یابد، که سازندگان برای او متصور نبوده اند. هدف هوش مصنوعی به طور کلی ساخت ماشینی است که بتواند فکر کند. اما برای دسته بندی و تعریف ماشین های متفکر، می بایست به تعریف هوش پرداخت.

### کاربردهای هوش مصنوعی

#### سیستم های خبره (Expert Systems)

در یک تعریف کلی می توان گفت سیستم های خبره، برنامه های کامپیوتری ای هستند که نحوه تفکر یک متخصص در یک زمینه خاص را شبیه سازی می کنند. در واقع این نرم افزارها، الگوهای منطقی ای را که یک متخصص بر اساس آن ها تصمیم گیری می کند، شناسایی و سپس بر اساس آن الگوها، مانند انسان ها تصمیم گیری می کنند. یکی از اهداف هوش مصنوعی، فهم هوش انسانی با شبیه سازی آن توسط برنامه های کامپیوتری است. البته بدیهی است که هوش را می توان به بسیاری از مهارت های مبتنی بر فهم، از جمله توانایی تصمیم گیری، یادگیری و فهم زبان تعمیم داد و از این رو واژه ای کلی محسوب می شود.

بیشتر دستاوردهای هوش مصنوعی در زمینه تصمیم گیری و حل مسئله بوده است که اصلی ترین موضوع سیستم های خبره را شامل می شوند. به آن نوع از برنامه های هوش

مصنوعی که به سطحی از خبرگی می رسند که می توانند به جای یک متخصص در یک زمینه خاص تصمیم گیری کنند، Expert Systems یا سیستم های خبره گفته می شود. این سیستم ها برنامه هایی هستند که پایگاه دانش آن ها انباشته از اطلاعاتی است که انسان ها هنگام تصمیم گیری درباره یک موضوع خاص، بر اساس آن ها تصمیم می گیرند. روی این موضوع باید تأکید کرد که هیچ یک از سیستم های خبره ای که تا کنون طراحی و برنامه نویسی شده اند، همه منظوره نبوده اند و تنها در یک زمینه محدود قادر به شبیه سازی فرایند تصمیم گیری انسان هستند. به محدوده اطلاعاتی از الگوهای خبرگی انسان که به یک سیستم خبره منتقل می شود Task Domain گفته می شود. این محدوده، سطح خبرگی یک سیستم خبره را مشخص می کند و نشان می دهد که آن سیستم خبره برای چه کارهایی طراحی شده است. سیستم خبره با این Task ها یا وظایف می تواند کارهایی چون برنامه ریزی، زمان بندی و طراحی رادر یک حیطه تعریف شده انجام دهد. به روند ساخت یک سیستم خبره، Knowledge Engineering یا مهندسی دانش گفته می شود. یک مهندس دانش باید اطمینان حاصل کند که سیستم خبره طراحی شده، تمام دانش مورد نیاز برای حل یک مسئله را دارد. طبیعتاً در غیر این صورت، تصمیم های سیستم خبره قابل اطمینان نخواهند بود.

### ساختار یک سیستم خبره

هر سیستم خبره از دو بخش مجزا ساخته شده است: پایگاه دانش و موتور تصمیم گیری. پایگاه دانش یک سیستم خبره از هر دو نوع دانش مبتنی بر حقایق (Factual) و نیز دانش غیر قطعی (Heuristic) استفاده می کند. Factual Knowledge، دانش حقیقی یا قطعی نوعی از دانش است که می توان آن را در حیطه های مختلف به اشتراک گذاشت و تعمیم داد؛ چراکه درستی آن قطعی است. در سوی دیگر، Heuristic knowledge قرار دارد که غیر قطعی تر و بیشتر مبتنی بر برداشت های شخصی است. هر چه حدس ها یا دانش هیورستیک یک سیستم خبره بهتر باشد، سطح خبرگی آن بیشتر خواهد بود و در شرایط ویژه، تصمیمات بهتری اتخاذ خواهد کرد. دانش مبتنی بر ساختار Heuristic در سیستم های خبره اهمیت زیادی دارد این نوع دانش می تواند به تسریع فرآیند حل یک مسئله کمک کند.

البته یک مشکل عمده در ارتباط با به کارگیری دانش Heuristic آن است که نمی توان در حل همه مسائل از این نوع دانش استفاده کرد.

### چند سیستم خبره مشهور

از نخستین سیستم های خبره می توان به Dendral اشاره کرد که در سال ۱۹۶۵ توسط Edward Feigenbaum و Joshua Lederberg پژوهشگران هوش مصنوعی در دانشگاه استنفورد ساخته شد.

وظیفه این برنامه کامپیوتری، تحلیل های شیمیایی بود. ماده مورد آزمایش می توانست ترکیبی پیچیده از کربن، هیدروژن و نیتروژن باشد. Dendral می توانست با بررسی آرایش و اطلاعات مربوط به یک ماده، ساختار مولکولی آن را شبیه سازی کند. کارکرد این نرم افزار چنان خوب بود که می توانست با یک متخصص رقابت کند.

از دیگر سیستم های خبره مشهور می توان به MYCIN اشاره کرد که در سال ۱۹۷۲ در استنفورد طراحی شد. MYCIN برنامه ای بود که کار آن تشخیص عفونت های خونی با بررسی اطلاعات به دست آمده از شرایط جسمی بیمار و نیز نتیجه آزمایش های او بود. آنچه در نهایت می توان گفت آن است که یکی از مزیت های سیستم های خبره این است که می توانند در کنار متخصصان انسانی مورد استفاده قرار بگیرند که ماحصل آن تصمیمی مبتنی بر تخصص انسانی و دقت ماشینی است. این فناوری از دید تجاری نیز برای توسعه دهندگان آن سودآور است ▶

# منطق فازی (Fuzzy Logic)

## تفاوت میان نظریه احتمالات و منطق فازی

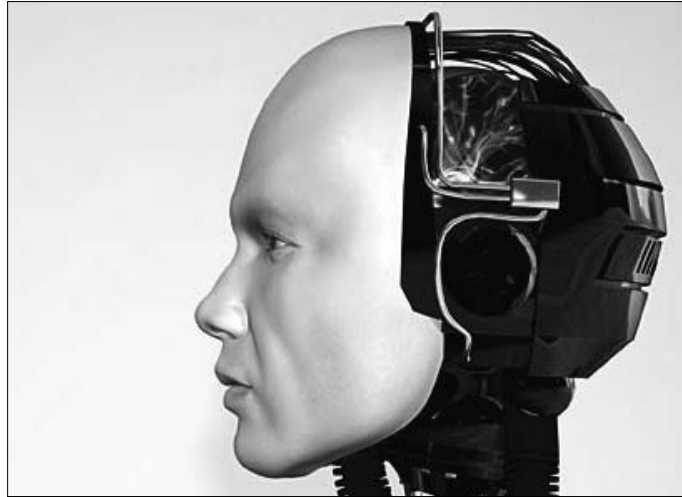
یکی از مباحث مهم در منطق فازی، تمیز دادن آن از نظریه احتمالات در علم ریاضیات است. غالباً نظریه فازی با نظریه احتمالات اشتباه می‌شود. در حالی که این دو مفهوم کاملاً با یکدیگر متفاوتند. این موضوع به قدری مهم است که حتی برخی از دانشمندان بزرگ علم ریاضیات در دنیا به ویژه کشورهای غربی در مورد آن با یکدیگر بحث دارند و جالب آن که هنوز هم ریاضیدانانی وجود دارند که با منطق فازی مخالفند و آن را یک سوء تعبیر از نظریه احتمالات تفسیر می‌کنند.

با این حال، اکثریت طرفداران نظریه منطق فازی، کارشناسان و متخصصانی هستند که به طور مستقیم یا غیرمستقیم با علم مهندسی کنترل سروکار دارند. حتی تعدادی از پیروان منطق فازی همچون بارت کاسکو تا آنجا پیش می‌روند که احتمالات را شاخه و زیرمجموعه‌ای از منطق فازی می‌نامند.

تفاوت ظریف و در عین حال پرتنگی میان نظریه احتمالات و نظریه فازی وجود دارد که اگر دقت نشود، دچار اشتباه می‌شوید؛ زیرا این دو نظریه معمولاً در کنار یکدیگر و در مورد اشیای مختلف همزمان مصداق‌هایی پیدا می‌کنند.

## کاربردهای منطق فازی

منطق فازی کاربردهای متعددی دارد. ساده‌ترین نمونه یک سیستم کنترل دما یا ترموستات است که بر اساس قوانین فازی کار می‌کند. سال‌هاست که از منطق فازی برای کنترل دمای آب یا میزان کدر شدن آبی که لباس‌ها در آن شسته شده‌اند در ساختمان اغلب ماشین‌های لباسشویی استفاده می‌شود. مروزه ماشین‌های ظرفشویی و بسیاری از دیگر لوازم خانگی نیز از این تکنیک استفاده می‌کنند. منطق فازی در صنعت خودروسازی نیز کاربردهای فراوانی دارد. مثلاً سیستم ترمز و



تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی را اولین بار پرفسور لطفی زاده در رساله‌ای به نام مجموعه‌های فازی، اطلاعات و کنترل در سال ۱۹۶۵ معرفی کرد. هدف اولیه او در آن زمان، توسعه مدلی کارآمدتر برای توصیف فرآیند پردازش زبان‌های طبیعی بود.

## مجموعه‌های فازی

بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه مجموعه‌های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه‌ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک و باینری تبعیت می‌کند. اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه بندی شده را مطرح می‌کند. منطق فازی را از طریق قوانینی که عملگرهای فازی نامیده می‌شوند، می‌توان به کار گرفت. این قوانین معمولاً بر اساس مدل شکل ۱ تعریف می‌شوند.

به عنوان مثال فرض کنید می‌خواهید یک توصیف فازی از دمای یک اتاق ارائه دهید. در این صورت می‌توان چند مجموعه فازی تعریف کرد که از الگوی تابع  $u(x)$  تبعیت کند. شکل ۲ نموداری از نگاشت متغیر دمای هوا به چند مجموعه فازی با نام‌های سرد، خنک، عادی، گرم و داغ است. چنان‌که ملاحظه می‌کنید، یک درجه حرارت معین ممکن است متعلق به یک یا دو مجموعه باشد.

به عنوان نمونه، درجه حرارت‌های بین دمای  $T_1$  و  $T_2$  هم متعلق به مجموعه سرد و هم متعلق به مجموعه خنک است. اما درجه عضویت یک دمای معین در این فاصله، در هر یک از دو مجموعه متفاوت است. به طوری که دمای نزدیک تنها به اندازه چند صدم در مجموعه سرد عضویت دارد، اما نزدیک نود درصد در مجموعه خنک عضویت دارد. منطق فازی، همچون منطق کلاسیک تعدادی عملگر پایه دارد. مثلاً در منطق کلاسیک از عملگرهای AND و OR و NOT استفاده می‌شود.

نیست. شاید یکی از جالب ترین کاربردهای منطق فازی هوش مصنوعی در بازی های رایانه ای و جلوه های ویژه سینمایی باشد.

### شبکه های عصبی (Neural Network)

شبکه های عصبی را می توان با اغماض زیاد، مدل های الکترونیکی از ساختار عصبی مغز انسان نامید. مکانیسم فراگیری و آموزش مغز اساسا بر تجربه استوار است. مدل های الکترونیکی شبکه های عصبی طبیعی نیز بر اساس همین الگو بنا شده اند و روش برخورد چنین مدل هایی با مسائل، با روش های محاسباتی که به طور معمول توسط سیستم های کامپیوتری در پیش گرفته شده اند، تفاوت دارد. می دانید که حتی ساده ترین مغز های جانوری هم قادر به حل مسائلی هستند که اگر گفته نشود که کامپیوترهای امروزی از حل آن ها عاجز هستند، حداقل در حل آن ها دچار مشکل می شوند. به عنوان مثال، مسائل مختلف شناسایی الگو، نمونه ای از مواردی هستند که روش های معمول محاسباتی برای حل آن ها به نتیجه مطلوب نمی رسند. در حالی که مغز ساده ترین جانوران به راحتی از عهده چنین مسائلی بر می آید. تصور عموم کارشناسان (Information Technology) بر آن است که مدل های جدید محاسباتی که بر اساس شبکه های عصبی بنا می شوند، جهش بعدی صنعت IT را شکل می دهند. تحقیقات در این زمینه نشان داده است که مغز، اطلاعات را همانند الگوها (Patterns) ذخیره می کند. فرایند ذخیره سازی اطلاعات به صورت الگو و تجزیه و تحلیل آن الگو، اساس روش نوین محاسباتی را تشکیل می دهند. این حوزه از دانش محاسباتی (Computation) به هیچ وجه از روش های برنامه نویسی سنتی استفاده نمی کند و به جای آن از شبکه های بزرگی که به صورت موازی آرایش شده اند و تعلیم یافته اند، بهره می جوید.

### شباهت با مغز

یکی از سلول های عصبی، معروف به نرون (Neuron) است که دانش بشری آن را به عنوان سازنده اصلی مغز می انگارد. سلول های عصبی قادرند تا با اتصال به یکدیگر تشکیل شبکه های عظیم بدهند. گفته می شود که هر نرون می تواند به هزار تاده هزار نرون دیگر اتصال یابد.

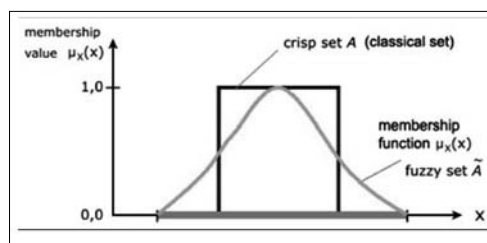
قدرت خارق العاده مغز انسان از تعداد بسیار زیاد نرون ها و ارتباطات بین آن ها ناشی می شود. ساختمان هر یک از نرون ها نیز به تنهایی بسیار پیچیده است. هر نرون از بخش ها و زیر سیستم های زیادی تشکیل شده است که از مکانیسم های کنترلی پیچیده ای استفاده می کنند. در واقع، شبکه های عصبی شبیه سازی شده یا امپیوتری، فقط قادرند تا بخش کوچکی از خصوصیات و ویژگی های شبکه های عصبی بیولوژیک را شبیه سازی کنند. در حقیقت، از دید یک مهندس نرم افزار، هدف از ایجاد یک شبکه عصبی نرم افزاری، بیش از آنکه شبیه سازی مغز انسان باشد، ایجاد مکانیسم دیگری برای حل مسائل مهندسی با الهام از الگوی رفتاری شبکه های بیولوژیک است.

### روش کار نرون ها

در شکل ۳، نمای ساده شده ای از ساختار یک نرون بیولوژیک نمایش داده شده است. به طور خلاصه، یک نرون بیولوژیک، پس از دریافت سیگنال های ورودی (به شکل یک پالس الکتریکی) از سلول های دیگر، آن سیگنال ها را با یکدیگر ترکیب کرده و پس از انجام یک عمل (Operation) دیگر بر روی سیگنال ترکیبی، آن را به صورت خروجی ظاهر می سازد.

همان طور که در شکل مشاهده می کنید، نرون ها از چهار بخش اصلی ساخته شده اند. دندریت ها (Dendrite)، سوما (Soma)، اکسان (Axon) و بالاخیره

ABS در برخی از خودروها از منطق فازی استفاده می کند. یکی از معروف ترین نمونه های به کارگیری منطق فازی در سیستم های ترابری جهان، شبکه مونوریل (قطار تک ریل) توکیو در ژاپن است. سایر سیستم های حرکتی و جابه جایی بار، مثل آسانسورها نیز از منطق فازی استفاده می کنند.

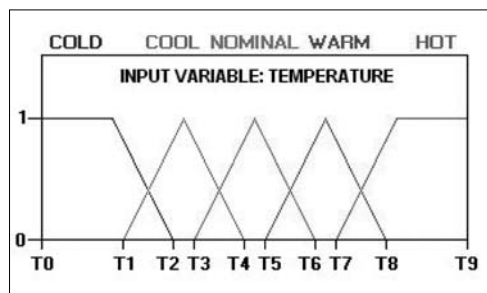


▲ شکل ۱) توابع عضویت فازی

سیستم های تهویه هوا نیز به طور فراوان منطق فازی را به کار می گیرند. از منطق فازی در سیستم های پردازش تصویر نیز استفاده می شود. یک نمونه از این نوع کاربردها را می توانید در سیستم های «تشخیص لبه و مرز» اجسام و تصاویر مشاهده کنید که در روباتیک نیز کاربردهایی دارد. به طور کلی خیلی از مواقع در ساختمان سیستم های تشخیص الگوها (Pattern Recognition) مثل سیستم های تشخیص گفتار و پردازش تصویر از منطق فازی استفاده می شود.

### منطق فازی و هوش مصنوعی

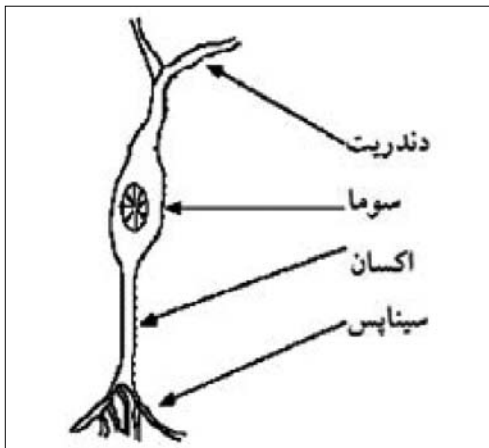
جالب ترین کاربرد منطق فازی، تفسیری است که این علم از ساختار تصمیم گیری های



▲ شکل ۲) نکاشت متغیر دمای هوا به چند مجموعه فازی

موجودات هوشمند، و در راس آن ها هوش انسانی، به دست می دهد. این منطق به خوبی نشان می دهد که چرا منطق دو ارزشی صفر و یک در ریاضیات کلاسیک قادر به تبیین و توصیف مفاهیم نادقیقی همچون گرما و سرما که مبنای بسیاری از تصمیم گیری های هوشمند را تشکیل می دهند،

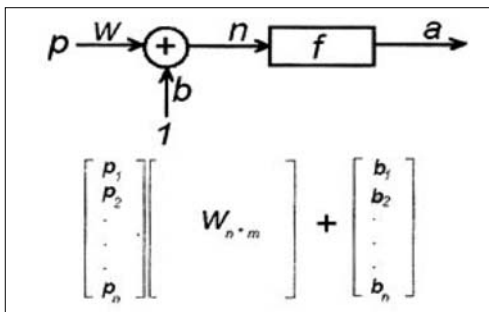
نامتناهی از پاسخ‌ها را داشته باشند. رفتار حرکتی یک روبات نمونه‌ای از هوشی است که چنین شبکه‌های عصبی می‌توانند فراهم آورند. اما در چنین شبکه‌هایی هم لازم خواهد بود که خروجی بین مقادیر مشخصی محدود شده باشد.



▲ شکل ۳) ساختار یک نرون بیولوژیک

فرض کنید قرار است از شبکه عصبی برای کنترل حرکت بازوی یک روبات استفاده شود. در صورتی که خروجی یک شبکه عصبی برای کنترل نیروی حرکتی به کار گرفته شود، طبیعی خواهد بود که اگر خروجی شبکه محدود نشده باشد، ممکن است بازوی روبات بر اثر حرکت بسیار سریع، به خود و یا محیط اطراف آسیب برساند.

در هر صورت، پس از آنکه ورودی‌ها با



▲ شکل ۴) مدل ریاضی سیگنال ورودی به نرون

یکدیگر ترکیب شدند، سیگنال حاصل به واحد دیگری که در آن تابع انتقال یا Transfer Function به سیگنال اعمال می‌شود، هدایت می‌شود. خروجی این بخش، سیگنال‌های حقیقی خواهند بود. بدین ترتیب جعبه‌ای در دست خواهید داشت که تعداد n عدد سیگنال ورودی را به m عدد سیگنال خروجی تبدیل می‌کند ▶

سیناپس (Synapse) دندریت‌ها، همان اجزایی هستند که به شکل رشته‌های طویل از مرکز سلول به اطراف پراکنده می‌شوند. دندریت‌ها نقش کانال‌های ارتباطی را برای انتقال دادن سیگنال‌های الکتریکی به مرکز سلول بر عهده دارند. در انتهای دندریت‌ها، ساختار بیولوژیکی ویژه‌ای به نام سیناپس واقع شده است که نقش دروازه‌های اتصال کانال‌های ارتباطی را ایفا می‌کند. در واقع سیگنال‌های گوناگون از طریق سیناپس‌ها و دندریت‌ها به مرکز سلول منتقل می‌شوند و در آنجا با یکدیگر ترکیب می‌شوند. عمل ترکیب که به آن اشاره شد، می‌تواند یک عمل جمع جبری ساده باشد. البته تحقیقات جدید نمایانگر این واقعیت هستند که نرون‌های بیولوژیکی بسیار پیچیده‌تر از مدل ساده‌ای هستند که در بالا اشاره شد. اما همین مدل ساده می‌تواند زیربنای مستحکمی برای دانش شبکه‌های عصبی مصنوعی (Neural Network - ANN) Artificial) تلقی شود و متخصصان گرایش شبکه‌های عصبی یا هوش مصنوعی می‌توانند با پیگیری کارهای دانشمندان علوم زیست‌شناسی، به بنیان‌گذاری ساختارهای مناسب تری در آینده دست بزنند.

### مدل ریاضی

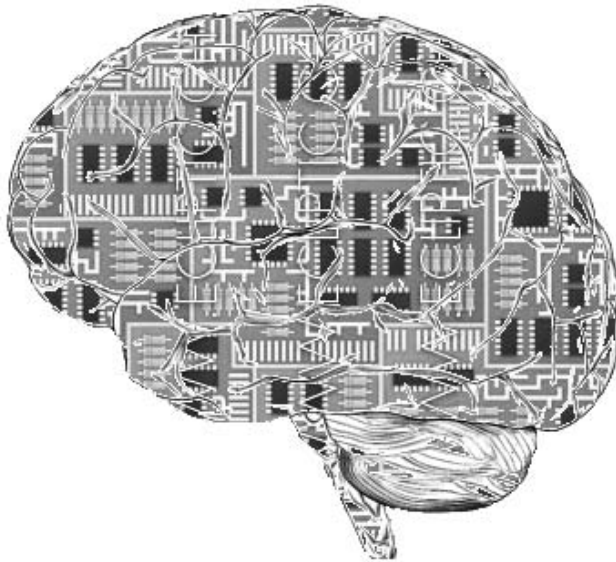
در متون فنی برای نمایش مدل ساده‌ای که در بالا تشریح شد، به طور معمول از شکلی مشابه شکل ۴ استفاده می‌شود. در این شکل کلاسیک، از علامت p برای نشان دادن یک سیگنال ورودی استفاده می‌شود. در واقع در این مدل، یک سیگنال ورودی پس از تقویت (یا تضعیف) شدن به اندازه پارامتر w، به صورت یک سیگنال الکتریکی با اندازه pw وارد نرون می‌شود. به جهات ساده‌سازی مدل ریاضی، فرض می‌شود که در هسته سلول عصبی، سیگنال ورودی با سیگنال دیگری به اندازه b جمع می‌شود. در واقع سیگنال b خود به معنی آن است که سیگنالی به اندازه واحد در پارامتری مانند b ضرب (تقویت یا تضعیف) می‌شود. مجموع حاصل، یعنی سیگنالی به اندازه pw+b، قبل از خارج شدن از سلول تحت عمل یا فرایند دیگری واقع می‌شود که در اصطلاح فنی به آن تابع انتقال (Transfer Function) می‌گویند. این موضوع در شکل به وسیله جعبه‌ای نمایش داده شده است که روی آن علامت f قرار داده شده است. ورودی این جعبه همان سیگنال pw+b است و خروجی آن یا همان خروجی سلول، با علامت a نشانه‌گذاری شده است. در ریاضی، بخش آخر مدل سازی توسط رابطه (b) نمایش داده می‌شود. پارامتر w یا همان ضریبی که سیگنال ورودی p در آن ضرب می‌شود، در اصطلاح ریاضی به نام پارامتر وزن یا weight نیز گفته می‌شود.

طراح شبکه با اندازه‌گیری خروجی و با انتخاب پارامترهای w و b به گونه‌ای که خروجی مطلوب به دست آید، شبکه را آموزش می‌دهد. به این ترتیب پس از آنکه چنین شبکه به ازای مجموعه‌ای از ورودی‌ها برای ساختن خروجی‌های مطلوب آموزش دید، می‌توان از آن برای حل مسائلی که از ترکیب متفاوتی از ورودی‌ها ایجاد می‌شوند، بهره برد.

تابع f می‌تواند بر حسب کاربردهای گوناگون به طور ریاضی، به شکل‌های متفاوتی انتخاب شود. در برخی از کاربردها، پاسخ مسائل از نوع دودویی است. مثلاً مسأله‌ای که به گونه‌ای است که خروجی شبکه عصبی باید چیزی مانند سیاه یا سفید (یا آری یا نه) باشد. در واقع چنین مسائلی نیاز به آن دارند که ورودی‌های دنیای واقعی به مقادیر گسسته مانند مثال فوق تبدیل شوند.

در گروه دیگری از مسائلی که حل آن‌ها به شبکه‌های عصبی واگذار می‌شود، خروجی شبکه عصبی الزاماً بین مقادیر معلوم و شناخته شده واقع نمی‌شود. مسائلی از نوع شناسایی الگوهای تصویری، نمونه‌ای از چنین مواردی محسوب می‌شوند. شبکه‌های عصبی در این موارد، باید به گونه‌ای باشند که قابلیت تولید مجموعه

# عملیات شبکه های عصبی



تا اینجا تمام توجه معطوف به ساختار درونی یک نرون مصنوعی یا المان پردازشی بود. اما بخش مهم دیگری در مراحل طراحی یک شبکه عصبی نیز وجود دارد. در واقع هنر یک طراح شبکه های عصبی می تواند در چگونگی ترکیب نرون ها در یک شبکه (Neuran Clustering)، متجلی شود. علوم بیولوژی نشان داده اند که کلاسترینگ نرون ها در شبکه عصبی مغز به گونه ای است که فرد را قادر می سازد تا اطلاعات را به صورتی پویا، تعاملی و خودسازمان (Self organizing) پردازش کند. در شبکه های عصبی بیولوژیک، نرون ها در ساختاری سه بعدی به یکدیگر اتصال یافته اند. اتصالات بین نرون ها در شبکه های عصبی بیولوژیک آنقدر زیاد و پیچیده است که به هیچ وجه نمی توان شبکه مصنوعی مشابهی طراحی کرد.

تکنولوژی مدارات مجتمع امروز این امکان را می دهد که شبکه های عصبی را در ساختارهای دوبعدی طراحی کرد. علاوه بر این، چنین شبکه های مصنوعی دارای تعداد محدودی لایه و اتصالات بین نرون ها خواهند بود. بدین ترتیب، این واقعیات و محدودیت های فیزیکی تکنولوژی فعلی، دامنه کاربدهای شبکه های عصبی مبتنی بر تکنولوژی سیلیکونی را مشخص می سازند. ساختار شبکه های عصبی امروزی، از لایه های نرونی تشکیل شده است. در چنین ساختاری، نرون ها علاوه بر آن که در لایه خود به شکل محدودی به یکدیگر اتصال داده شده اند، از طریق اتصال بین لایه ها نیز به نرون های طبقات مجاور ارتباط داده می شوند.

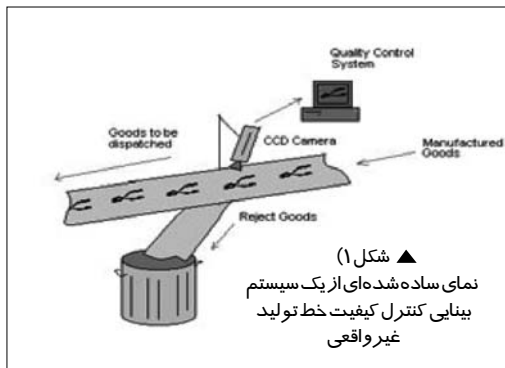
تلاش محققان در زمینه شبکه های عصبی نشان داده است که شبکه های عصبی، چیزی بیش از مقداری نرون که به یکدیگر اتصال داده شده اند، هستند. حتی گروهی از محققان سعی داشته اند که از اتصالات تصادفی برای ارتباط دادن نرون به یکدیگر استفاده کنند که در این زمینه به نتایج جالب توجهی دست نیافتند. امروزه مشخص شده است که در ساده ترین مغز های بیولوژیک مانند مغز مارها

هم ارتباطات بین نرون ها بسیار ساختار یافته است. در حال حاضر یکی از ساده ترین روش های ارتباط دهی نرون ها در شبکه های عصبی، آن است که ابتدا نرون ها در گروه های مشخصی به صورت لایه های نرونی سازمان دهی می شوند و پس از تامین ارتباطات بین نرونی در هر لایه، ارتباطات بین لایه ها نیز برقرار می شوند.

اگر چه در کاربردهای مشخصی می توان با موفقیت از شبکه های عصبی تک لایه استفاده کرد، اما رسم بر آن است که شبکه های عصبی حداقل دارای سه لایه باشند (لایه ورودی، لایه خروجی و نهایتاً لایه پنهان یا لایه میانی). در بسیاری از شبکه های عصبی، اتصالات بین نرونی به گونه ای است که نرون های لایه های میانی، ورودی خود را از تمام نرون های لایه پایینی خود (به طور معمول لایه نرون های ورودی) دریافت می کنند. بدین ترتیب در یک شبکه عصبی، سیگنال ها به تدریج از یک لایه نرونی به لایه های بالاتر حرکت می کنند و در نهایت به لایه آخر و خروجی شبکه می رسند. چنین مسیر در اصطلاح فنی Feed Forward نامیده می شود. ارتباطات بین نرونی در شبکه های عصبی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند و به نوعی قدرت یک

شبکه عصبی را تعیین می کنند. قاعده آن است که ارتباطات بین نرونی را به دو گروه تقسیم بندی می کنند. یک نوع از ارتباطات بین نرونی، به گونه ای هستند که باعث جمع شدن سیگنال در نرون بعدی می شوند. گونه دوم ارتباطات بین نرونی باعث تفریق سیگنال در نرون بعدی می شوند. در اصطلاح محاوره ای گروهی از ارتباطات انگیزش ایجاد می کنند و گروه دیگر ممانعت به عمل می آورند.

در مواردی، نرون مشخصی از شبکه عصبی تمایل دارد که سیگنال دیگر نرون های لایه خود را نادیده بگیرد. چنین حالتی به طور معمول در لایه خروجی ایجاد می شود. به عنوان مثال، در کاربردهای تشخیص متن (OCR)، فرض کنید که احتمال آنکه کاراکتر مورد شناسایی، حرف P باشد برابر با ۸۵ درصد تعیین شده است و به همین ترتیب احتمال آن که کاراکتر مورد نظر حرف F باشد، ۶۵ درصد تخمین زده است. در این وضعیت، سیستم باید کاراکتری را برگزیند که دارای درصد احتمال بزرگ تر است. در نتیجه در این شبکه عصبی، نرون هایی که خروجی F را تجویز می کنند، باید نادیده گرفته شوند یا Inhibit شوند. به چنین فرایندی، Lateral Inhibition گفته می شود.



می‌رسد که به آن حفظ کردن اطلاعات می‌گویند. در واقع به جای آن که یک شبکه عصبی برای حل مسئله از هوش خود کمک بگیرد، از محفوظات خود استفاده می‌کند.

پس از آن که یک شبکه عصبی به اندازه کافی آموزش دید، طراح یا کاربر شبکه می‌تواند پارامترهای شبکه را قفل کند. در این مرحله شبکه عصبی برای کاربرد واقعی خود و حل مسائل آماده خواهد بود. در برخی از ابزارهای تولید و طراحی شبکه‌های عصبی، کل شبکه عصبی به همراه پارامترهای قفل شده آن، تبدیل به نرم افزار مستقلی می‌شوند که می‌توان از آن در پروژه‌های مشخصی استفاده کرد. در برخی از موارد دیگر، چنین شبکه‌هایی پس از آموزش دیدن، به شکل سخت‌افزاری در قالب یک مدار مجتمع (IC) به تولید انبوه یا نیمه‌انبوه می‌رسند.

### آموزش Unsupervised یا تطبیقی (Adaptive)

در مورد این روش آموزش گفته شد که شبکه عصبی بدون در اختیار داشتن داده‌های خروجی، در معرض آموزش قرار می‌گیرد. در واقع سیستم به تنهایی و بدون کمک خارجی باید با توجه به شکل سیگنال‌های خروجی خود، درباره درستی و نادرستی آن‌ها تصمیم‌گیری کند. در دنیای واقعی شرایط بسیار زیادی وجود دارند که در آن‌ها مجموعه اطلاعات کافی برای آموزش دادن به سیستم فراهم نیستند. تحقیقات نظامی یکی از گرایش‌هایی است که به این موضوع توجه دقیقی دارد. به عنوان مثال گفته می‌شود که شرایط جنگی به دلیل فراوانی پارامترها و تکنیک‌های نظامی متغیر و پیشرفت‌های تکنولوژی نظامی، از نمونه مواردی است که در آن‌ها به هیچ وجه نمی‌توان مجموعه داده‌های آموزشی کافی به دست آورد. در این زمینه یکی از محققان شبکه‌های عصبی، به نام

در حال حاضر و در کاربردهای پیشرفته، از روش آموزش Unsupervised برای ایجاد تنظیمات اولیه بر روی سیگنال‌های ورودی شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود و باقی مراحل آموزش شبکه به روش Supervised ادامه می‌یابد.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در روش معمول آموزش شبکه‌های عصبی، از مجموعه شناخته شده‌ای از داده‌های ورودی و خروجی‌های متناظر آن‌ها (Training Set Data) برای آموزش دادن شبکه استفاده می‌شود. در چنین فرایندی، پس از اعمال مجموعه داده‌های آموزشی، پارامترهای شبکه به تدریج به سمت مقادیر نهایی خود همگرا می‌شوند.

بسته‌های نرم‌افزاری پیشرفته تولید و طراحی شبکه‌های عصبی، دارای ابزارهایی هستند که بر روند آموزش شبکه مدیریت می‌کنند. چنین ابزارهایی می‌توانند سرعت همگرایی پارامترهای شبکه را زیر نظر بگیرند و به عنوان مثال، اجازه دهند که پارامترهای یک شبکه مشخص، در طول چندین روز به دقت کافی و مورد نظر طراحان خود برسد.

در مواردی ممکن است که شبکه عصبی اصولاً موفق به فراگیری نشود. بدین معنی که پارامترهای شبکه پس از زمان‌های طولانی به مقدار مشخصی همگرا نشود. چنین مواردی ممکن است بر اثر ناکافی بودن داده‌های آموزشی یا اصولاً نقص طراحی شبکه ایجاد شوند. حتی مواردی در عمل وجود دارند که شبکه عصبی مشخصی، بر اثر آموزش بیش از حد، اصطلاحاً Over Trained شود. توجه داشته باشید که فرایند آموزش شبکه‌های عصبی فقط به ازای زیرمجموعه‌ای از داده‌هایی که قرار است شبکه آن‌ها را در کاربرد حقیقی خود پردازش کند، آموزش داده می‌شوند. در صورتی که تعداد داده‌های آموزشی یک شبکه عصبی بیش از اندازه زیاد باشد (در واقع از تمامی داده‌های مسئله برای آموزش دادن به شبکه استفاده شود)، شبکه عصبی به جای آن که آموزش ببیند، به حالتی

نوع دیگری از ارتباط بین نرونی در شبکه‌های عصبی به ارتباط بازخورد یا Feedback معروف است. در این نوع از ارتباطات، خروجی یک لایه نرونی به لایه قبلی (یا به لایه‌ای که چند مرحله پایین تر است) اتصال داده می‌شود.

### آموزش شبکه‌های عصبی

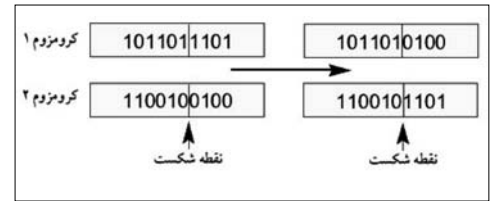
تا اینجا ساختار شبکه‌های عصبی مورد بررسی قرار گرفت و گفته شد که شبکه‌های عصبی می‌توانند بر اساس طراحی خود سیگنال‌های ورودی را پردازش کنند و به سیگنال‌های خروجی مورد نظر تبدیل نمایند. به طور معمول، پس از آن که یک شبکه عصبی طراحی و پیاده‌سازی شد، باید پارامترهای  $w$  و  $b$  به ازای مجموعه‌هایی از سیگنال‌های ورودی، به گونه‌ای تنظیم شوند که سیگنال‌های خروجی شبکه خروجی مطلوب را تشکیل دهند. چنین فرایندی را آموزش دیدن شبکه عصبی می‌نامند (در نخستین مرحله آموزش، مقادیر  $w$  و  $b$  به طور تصادفی انتخاب می‌شوند. زیرا تا این پارامترها مقدار نداشته باشند، شبکه عصبی قابل استفاده نخواهد بود) در حین آموزش دیدن شبکه عصبی (یعنی به تدریج همزمان با افزایش دفعاتی که مقادیر پارامترها برای رسیدن به خروجی مطلوب تر، تنظیم می‌شوند) مقدار پارامترها به مقدار حقیقی و نهایی خود نزدیک تر می‌شوند.

به طور کلی دو روش برای آموزش دادن شبکه‌های عصبی وجود دارد. روش Supervised و روش Unsupervised. روش نخست، شامل مرحله‌ای است که در بخش قبل، به طور مختصر شرح داده شد. اما در روش Unsupervised، شبکه عصبی باید بدون کمک گرفتن از جهان خارج، بتواند کار آموزش را انجام دهد.

واقعیت آن است که در عمل از روش Supervised و یا حداکثر از روش‌های ترکیبی استفاده می‌شود و فرایند آموزش Unsupervised به شکل خالص تنها وعده‌ای است که شاید در آینده بتواند تحقق یابد.

### جدول ۱) تفاوت‌های بنیادی سیستم‌های خبره و شبکه‌های عصبی مصنوعی

مشخصه	روش محاسباتی متداول (شامل سیستم‌های خبره)	شبکه‌های عصبی مصنوعی
روش پردازش	ترتیبی	موازی
توابع	منطقی (left brained)	estault (right brained)
روش فراگیری	به کمک قواعد (didactically)	با مثال (Socratically)
کاربرد	حسابداری، واژه پرداز، ریاضیات، ارتباطات دیجیتال	پردازش حسگرها، تشخیص گفتار، نوشتار، الگو



▲ شکل ۲. تقسیم شدن کروموزوم به دو قسمت

Tuevo Kohonen از دانشگاه هلسینکی فعالیتی جدی دارد. کوهنن با تحقیقات در ساختارهای عصبی غیرمتعارف، به پژوهش در این زمینه ادامه می دهد. کوهنن، نرون های شبکه عصبی را به زمینه های مختلفی تقسیم بندی می کند. گروه بندی های سه بعدی که در ساختار مغز پستانداران یافت شده است، نمونه ای از مرتب سازی توپولوژیک محسوب می شوند. کوهنن معتقد است که فقدان ملاحظات توپولوژیک در مدل های عصبی امروزی، باعث می شود که شبکه های عصبی امروزی، مدل های ساده شده ای از شبکه های عصبی واقعی موجود در مغز محسوب شوند. در هر صورت این حوزه از مبحث شبکه های عصبی، هنوز در مرحله تحقیقات آزمایشگاهی قرار داد و کاربرد واقعی نیافته است.

#### تفاوت های شبکه های عصبی با روش های

#### محاسباتی متداول و سیستم های خبره

شبکه های عصبی روش متفاوتی برای پردازش و آنالیز اطلاعات ارائه می دهند. اما نباید این گونه استنباط شود که شبکه های عصبی می توانند برای حل تمام مسائل محاسباتی مورد استفاده واقع شوند. روش های محاسباتی متداول همچنان برای حل گروه مشخصی از مسائل مانند امور حسابداری، انبارداری و محاسبات عددی مبتنی بر فرمول های مشخص، بهترین گزینه محسوب می شوند. جدول ۱، تفاوت های بنیادی دو روش محاسباتی را نشان می دهد.

شبکه های عصبی در مسیری گام برمی دارند که ابزارها توانایی فراگیری و برنامه ریزی خود را داشته باشند. ساختار شبکه های عصبی به گونه ای است که قابلیت حل مسئله را بدون کمک فرد متخصص و برنامه ریزی خارجی داشته باشند. شبکه های عصبی قادر به یافتن الگوهایی در اطلاعات هستند که هیچ کس، هیچ گاه از وجود آن ها اطلاع نداشته است.

در حالی که سیستم های خبره در عمل به

موفقیت های بسیاری دست یافته اند، شبکه های عصبی در کاربردهایی همچون دید مصنوعی، تشخیص و تولید پیوسته گفتار، فراگیری ماشینی و نظایر آن با مشکلاتی روبرو بوده اند. در حال حاضر شبکه های عصبی کاملاً وابسته به سرعت پردازنده سیستم اجرا کننده هستند.

#### بینایی ماشین

از میان همه شاخه های هوش مصنوعی، شاید کاربردی ترین آن ها کامپیوتری و مکانیزه کردن سیستم های بینایی باشد. دامنه کاربرد این شاخه از فناوری در حال رشد، بسیار وسیع است و از کاربردهای عادی و معمولی مثل کنترل کیفیت خط تولید و نظارت ویدئویی گرفته تا تکنولوژی های جدید مثل اتومبیل های بدون راننده را دربر گرفته است. دامنه کاربردهای این تکنولوژی براساس تکنیک های مورد استفاده در آن ها تغییر می کند.

#### کنترل کیفیت خط تولید

یکی از کاربردهای بینایی ماشین در کنترل کیفیت خروجی کارخانه ها است. اجناس تولید شده در کارخانه که بر روی یک نوار نقاله قرار گرفته اند و توسط یک دوربین CCD برای آزمایش دیده می شوند و محصولات با کیفیت مناسب اجازه عبور پیدا خواهند کرد. چنانچه محصولی دارای استانداردهای مناسب نباشد از ادامه مسیر حذف می شود. معیار این استانداردها می تواند لبه های زائد، خراشیدگی و بادکردگی و تورم روی فلزات و بسیاری چیزهای دیگر باشد.

#### عکس برداری

در این مثال سعی در مکانیزه کردن فرآیندی یکنواخت است که به صورت معمول و تکراری توسط انسان انجام می شود. اولین مسأله و مشکل این است که چگونه عکس های تهیه شده از اشیایی که در حال حرکت بر روی نوار نقاله هستند، تبدیل به داده های قابل فهم و تفسیر برای سیستم است، این مشکل توسط دوربین CCD حل می شود. عملکرد این دوربین را می توان به عملکرد چشم انسان که قادر است سطوح مختلف نور را تشخیص دهد تشبیه کرد.

#### چشم انسان

چشم انسان، تقریباً یک عدسی کروی با قطر ۲/۵ سانتی متر است که از چندین لایه مختلف که درونی ترین آن ها شبکیه نام دارد تشکیل شده است. ماهیچه های اطراف چشم اندازه لنز را تنظیم

می کنند که این کار چشم را قادر به زوم (Zoom) کردن روی اشیاء می کند. وظیفه عدسی چشم، فرم و شکل دادن به تصویری است که توسط میلیون ها سلول گیرنده مخروطی (Cone) و میله ای (Rod) گرفته شده و بر روی پرده شبکیه افتاده است. سلول های میله ای به یک عصب معمولی که از انتها به شبکیه ختم می شود و فقط در سطح نور پایین فعال است متصلند و سلول های مخروطی هر کدام به یک عصب اتصال دارند. آن ها در نورهای شدیدتر، بیشتر فعالند و میزان درک ما از رنگ ها را نوع فعالیت این مخروط ها مشخص می کند.

در میان شبکیه، ناحیه ای به نام نقطه کور وجود دارد که در آن هیچ گیرنده ای موجود نیست. در این ناحیه اعصاب به صورت جداگانه به عصب بینایی که سیگنال های دریافت شده را به قشر بینایی منتقل می دهند، وصل می شود.

#### دوربین (CCD)

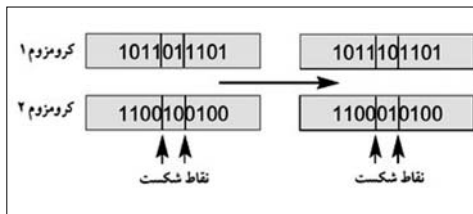
#### Coupled Device Charge

CCD از جهت عملکرد تقریباً مانند چشم انسان کار می کند. نور از طریق یک عدسی وارد دوربین و بر روی یک پرده مخصوص تصویر می شود که تحت عنوان تراشه CCD شناخته می شود. تراشه CCD که تصاویر با استفاده از آن گرفته می شوند از تعداد زیادی سلول تشکیل شده که همگی در یک تراشه با الگوی خاصی مرتب شده اند و تحت عنوان پیکسل (Pixel) شناخته می شوند. زمانی که تراشه CCD این اطلاعات را دریافت می کند، آن ها را به شکل سیگنال های دیجیتالی از طریق کابل هایی به سیستم دریافت کننده می فرستد و بعد تصاویر در این سیستم به صورت مجموعه ای از اعداد ذخیره می شوند.

#### درک تصویر

با هر تصویر، چه با دوربین گرفته شود و چه با چشم انسان، مقداری تحریف و تغییر شکل و به عبارتی نویز (Noise) وجود دارد و در موقعیت هایی که نیاز به دقت بالا وجود دارد باید از نورپردازی خاصی برای تصویربرداری استفاده شود. انسان برای درک تصاویری که می بیند نیازی ندارد هیچ کاری در مورد فیلتر کردن و از بین بردن نویزهای یک تصویر انجام دهد. مثلاً در یک روز آبری که همه جا آفر گرفته، دید انسان به شدت ضعیف و دچار مشکل می شود. یعنی برای درک اشیاء نیازی به حذف نویزهای تصویر نیست. مثلاً





▲ شکل ۳) نقاط شکست در کروموزوم

تشخیص صندلی استفاده می کند، ذخیره کرد. یک صندلی دارای چهار پایه، یک نشیمنگاه و یک تکیه گاه است.

همان طور که اشاره شد، عملیات زیادی باید به منظور پردازش اطلاعات تصویری انجام شود. تصاویر غالباً دارای نویز هستند که باعث خرابی و تحریفشان می شود. هر چند این مشکل چندان حادی برای سیستم بینایی انسان به حساب نمی آید اما برای سیستم های بینایی ماشین این نویزها به طور کامل باید فیلتر و پاکسازی شوند که این عمل با استفاده از تعدادی الگوریتم انجام می شود. سیستم های بینایی اولیه روز به روز در حال گسترش هستند و هر روز کاربرد جدیدی برای آن ها یافت می شود. با توسعه این سیستم ها، کاربردهایی برای سایر محیط ها نظیر توسعه پردازش نیز یافت می شود. سیستم های بینایی مصنوعی از کاربردهای پزشکی و نظامی گرفته تا کاربردهای ساده و معمول روزمره مورد استفاده هستند و این شاخه از هوش مصنوعی از کاربردی ترین شاخه ها است که هنوز مسایل حل نشده زیادی در خود دارد.

### پردازش زبان های طبیعی (NLP)

پردازش زبان های طبیعی به عنوان زیرمجموعه ای از هوش مصنوعی، می تواند توصیه ها و بیانات را با استفاده از زبانی که فرد به طور طبیعی در مکالمات روزمره به کار می برد، بفهمد و مورد پردازش قرار دهد. به طور کلی نحوه کار این شاخه از هوش مصنوعی این است که زبان های طبیعی انسان را تقلید می کند. در این میان، پیچیدگی انسان از بعد روانشناسی بر روی ارتباط متعامل تأثیر می گذارد.

در پردازش زبان های طبیعی، انسان و کامپیوتر ارتباطی کاملاً نزدیک با یکدیگر دارند. کامپیوتر از لحاظ روانی در مغز انسان جای داده می شود. بدین ترتیب یک سیستم خلاق شکل می گیرد که انسان نقش سازمان دهنده اصلی آن را برعهده دارد. اگر

نشان می دهد. به عبارت دیگر هر قسمت از این ناحیه مربوط به یک حالت خاص است. مثلاً نواحی معین و مشخصی در مقابل رنگ های متفاوت عکس العمل نشان می دهند یا مثلاً نواحی وجود دارند که سلول هاییشان در مقابل جزئیات دقیق موجود در یک تصویر عکس العمل نشان می دهند. به طور خلاصه، با توجه به این که سیستم بینایی انسان در بسیاری موارد دچار خطا می شود، نیاز به در نظر گرفتن شیوه ای متفاوت برای بینایی ماشین است.

با استفاده از تکنیک هایی که قبلاً ذکر شد، ریاضی می تواند شناسایی ترکیبات و صورت های گوناگون موجود در اطراف خود را با استفاده از شیوه همانند سازی الگو انجام دهد. هر چند تعداد زیادی صورت و ترکیبات گوناگون (Matching Template) دیگر وجود دارند که نیاز به اخذ شیوه های متفاوت دیگری برای نمایش آن ها وجود دارد. و در این جاست که نیاز به استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی مطرح می شود.

### نمایش دانش

متخصصان هوش مصنوعی انواع سیستم هاربا استفاده از برنامه های معمول کامپیوتری و تفاوت قابل شدن بین پردازش اطلاعات (Information) و پردازش دانش (Knowledge)، شناسایی می کنند. این کار منجر به ایجاد سیستم های مبتنی بر دانش که کاربرد بسیار زیادی در هوش مصنوعی دارد می شود.

ریاضی نیاز به داشتن اطلاعات یا دانش از دنیای اطراف خود دارد تا سیستم بینایی اش به درستی عمل کند. به طور خلاصه بعضی تکنیک هایی که توسط مهندسان دانش (Knowledge Engineer) برای نمایش و پردازش این اطلاعات به کار می رود آزمایش می شود.

برای استفاده از تکنیک همسان سازی الگو (Template Matching) نیاز به ذخیره مقادیر بسیار زیادی از دانش در رابطه با هر مرحله موجود در دنیای ریاضی وجود دارد. با استفاده از قوانین می توان استفاده از این اطلاعات را از بین برد و دیگر نیازی به آن ها حس نمی شود. مثلاً در مورد یک صندلی، به جای ذخیره یک صندلی از تعدادی زاویا و اندازه ها می توان اطلاعاتی راجع به برخی خواص و ظواهر صندلی نظیر جنس، دسته ها، پایه ها و... که یک سیستم مبتنی بر دانش از آن ها به منظور

اگر در این روز در حال رانندگی در یک جاده باشید و تصویر مبهمی از یک ماشین را مقابل خود ببینید، بالطبع عکس العمل نشان می دهید و به عبارتی سرعت خود را کم می کنید. و یا مثلاً زمانی که دچار سرگیجه می شوید، علیرغم این که تصاویر اطراف خود را تار و مبهم می بینید اما قادر به درک و تشخیص وسایل و تصاویر اطراف خود هستید. یعنی ابتدا صبر نمی کنید تا سرگیجه تان به پایان برسد و بعد تصاویر را تشخیص دهید و این یعنی با قدرت بینایی انسان، علیرغم خراب شدن تصاویر اطراف، می توان متوجه فضای اطراف خود شد. اما برای بینایی ماشین ابتدا باید این نویزها طی فرایندی که تصفیه کردن یا فیلترینگ نامیده می شود، از بین برود و بعد هر آنچه برای پردازش عکس لازم است انجام شود.

خوشبختانه در حال حاضر تکنیک هایی برای انجام این کار وجود دارد. از بین بردن نویزها به صورت نرمال توسط تعدادی از توابع ریاضی یا الگوریتم هایی که تحت عنوان 'Treshholding' یا 'Quantizing' نامیده می شود انجام می شود. این فرایند بسیار حرفه ای و پیچیده ای است و نیاز به دانش و پشتوانه بالای ریاضی دارد. زمانی که خرابی ها از بین رفت، می توان پردازش عکس هارا ادامه داد که این کار با استخراج صورت ها و حالت ها از یک تصویر انجام می شود. یک شیوه معمول که غالباً مورد استفاده قرار می گیرد استخراج لبه ها است. عملیات بینایی کامپیوتر در حقیقت مقایسه دو مجموعه عدد است که اگر تفاوت این دو مجموعه از یک محدوده خاص فراتر برود، از پذیرفتن محصول امتناع شده و در غیر این صورت محصول پذیرفته می شود.

### پردازش اطلاعات در مغز

در مورد بینایی انسان یکی از قسمت های از مغز که بیشتر فعالیت درک تصویر را انجام می دهد ناحیه Visual Cortex است. این ناحیه ای است که اطلاعات منتقل شده در طول عصب بینایی در آن پردازش می شود. البته این راهم مدنظر داشته باشید که قسمتی از فعالیت پردازش اطلاعات در ناحیه شبکیه چشم قبل از این که اطلاعات به مغز برسند، انجام می شود. البته خود ناحیه شبکیه به عنوان قسمتی از مغز شمرده می شود. در ضمن این مسأله هم قبلاً مشخص شده است که نواحی مختلف قشر بینایی مخ در مقابل تصاویر مختلف عکس العمل

چه هنوز موانع روانشناختی و زبانشناختی بسیاری بر سر راه سیستم های محاوره ای وجود دارد. اما چشم اندازهای پیشرفت آن ها یقیناً نویدبخش است. در حقیقت، توقعات یکسان از محاوره انسان - ماشین و محاوره انسان - معقول نیست.

### تکنیک ها و زبان های برنامه نویسی هوش مصنوعی

عملکرد اولیه برنامه نویسی هوش مصنوعی ایجاد ساختار کنترلی مورد لزوم برای محاسبه سمبولیک است زبان های برنامه نویسی LISP، PROLOG علاوه بر اینکه از مهمترین زبان های مورد استفاده در هوش مصنوعی هستند خصوصیات نحوی و معنایی آن ها باعث شده که آن ها شیوه ها و راه حل های قوی برای حل مسئله ارایه کنند. تاثیر قابل توجه این زبان ها بر روی توسعه AI از جمله توانایی های آن ها به عنوان ابزارهای فکر کردن است. در حقیقت همانطور که هوش مصنوعی مراحل رشد خود را طی می کند زبان های LISP و PROLOG بیشتر مطرح می شوند این زبان ها کار خود را در محدوده توسعه سیستم های AI در صنعت و دانشگاه ها دنبال می کنند و طبیعتاً اطلاعات در مورد این زبان ها به عنوان بخشی از مهارت هر برنامه نویس AI است.

PROLOG یک زبان برنامه نویسی منطقی است. یک برنامه منطقی دارای یک سری ویژگی های قانون و منطقی است. در حقیقت خود این نام از برنامه نویسی PRO LOGIC می آید. در این زبان یک مفسر برنامه را بر اساس یک منطق می نویسد. ایده استفاده توصیفی محاسبه اولیه برای بیان خصوصیات حل مسئله یکی از محوریت های مشارکت PROLOG است که برای علم کامپیوتر به طور کلی و به طور خاص برای زبان برنامه نویسی هوشمند مورد استفاده قرار می گیرد.

### الگوریتم ژنتیک

الگوریتم های ژنتیک، به عنوان یکی از راه حل های یافتن جواب مسئله در بین روش های مرسوم در هوش مصنوعی مطرح است. در حقیقت با این روش می توان در فضای حالت مسئله حرکتی سریع تر برای یافتن جواب های احتمالی داشت؛ یعنی می توان با عدم بسط دادن کلیه حالات، به جواب های مورد نظر رسید. در جهان اطراف همه ارگانیزم های حیاتی از

ساختارهای قانونمندی تشکیل شده اند. همه این ارگانیزم ها از بلوک های پایه ای از زندگی به نام سلول تشکیل به وجود آمده اند. قوانین ذکر شده در قالب ژن ها به صورت کد شده در هر ارگانیزم وجود دارند. از به هم وصل شدن این ژن ها، رشته هایی طولانی به نام کروموزوم تولید می شود. هر ژن نمایانگر یکی از خصوصیات آن ارگانیزم است.

مانند رنگ چشم یا رنگ مو البته هر ژن می تواند دارای مقادیر مختلفی باشد. مثلاً در رابطه با رنگ چشم می تواند دارای مقادیری متناظر با مشکی، قهوه ای و آبی و سبز و... باشد. هنگامی که دو ارگانیزم به تولید مثل می پردازند، در حقیقت ژن های خود را با یکدیگر ترکیب می کنند. بدین صورت که ارگانیزم تولید شده که در این متن از این به بعد آن را نوزاد می نامند، دارای ژن های یک والد و نیم دیگر از والد دیگری است. این عمل را ترکیب می گویند. گاهی اوقات بعضی از ژن ها دارای جهش می شوند. این جهش تغییری در ساختار کروموزوم ایجاد نمی کند، اما با توجه به این که مقدار جدیدی به یک ژن تخصیص می یابد، موجب بروز خصوصیت جدیدی می شود. از این اتفاق با نام جهش یاد می شود.

برای استفاده از الگوریتم ژنتیک در برنامه ها ابتدا باید راهی بیابید تا حالات جواب مسئله خود را به صورت کد شده در قالب رشته ای از اعداد صحیح یا در فرم کلاسیک تر آن به صورت رشته ای از بیت ها نمایش دهید (هر رشته از بیت ها معادل یک کروموزوم یا یک ارگانیزم طبیعی است و هدف این است که به ارگانیزم بهتری، یعنی کروموزوم بهتری دست پیدا کند). بدین ترتیب جواب ها به یکی از اشکال زیر خواهد بود.

۰۱۱۱۱۱۱۱۱۰۱۰۰۰۰۱۰۱۰۱۱۱۱۱۱۱۱۱۰

یا ۱۲۶۴۱۹۶۳۵۲۴۷۸۹۲۳۴۵۵۵۴۸۲۱۶

برای شروع فعالیت الگوریتم ژنتیک نیاز به جمعیتی از کروموزوم ها به صورت تصادفی است. یعنی در ابتدا به عنوان قدم اول، تعدادی کروموزوم به صورت تصادفی ایجاد کرد. فرض کنید N کروموزوم و این N را جمعیت آغازین می نامند.

در ادامه تابعی به نام تابع ارزش تشکیل می شود که این تابع به عنوان ورودی یک کروموزوم را دریافت می کند (یک جواب مسئله) و به عنوان خروجی عددی را مبتنی بر میزان بودن کروموزوم نسبت به جواب نهایی بر می گرداند. در حقیقت این

تابع میزان خوب بودن جواب را مشخص می کند. برای همه نمونه های جمعیت مقدار تابع ارزش حساب می شود.

در ادامه به صورت تصادفی دو نمونه از کروموزوم ها انتخاب می شود. باید توجه داشت که سیستم به گونه ای طراحی شود که شانس انتخاب هر کروموزوم متناسب با مقدار تابع ارزش آن کروموزوم باشد. یعنی اگر کروموزومی دارای مقدار تابع ارزشی بهتری بود، شانس انتخاب شدن آن بیشتر باشد (بدین وسیله سعی می شود بیشتر روی پاسخ های بهتر مسئله پردازش انجام شود).

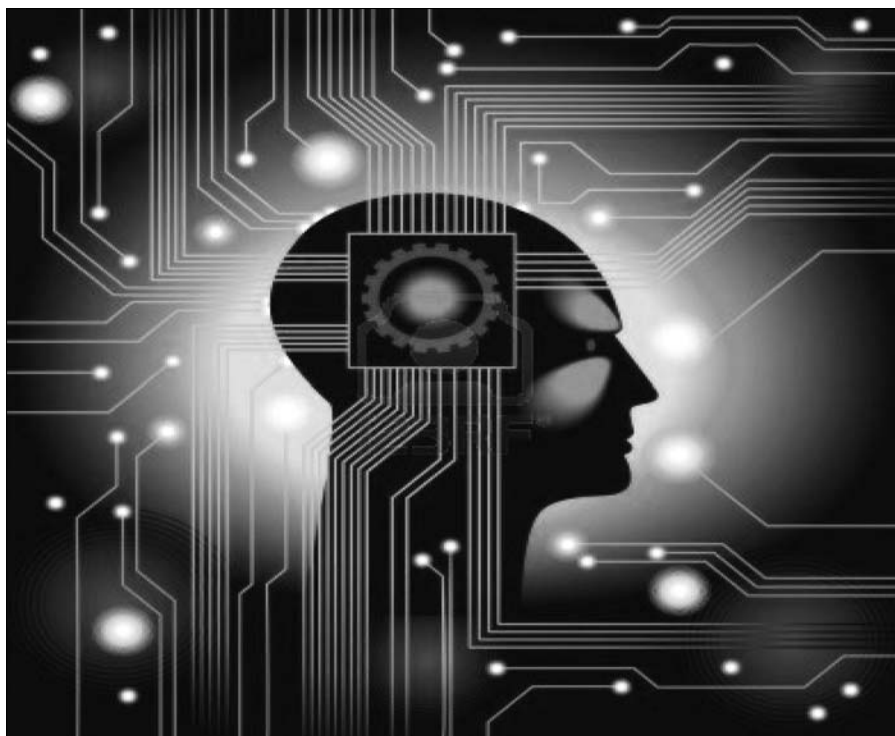
بعد از انتخاب دو کروموزوم، اکنون نوبت به ترکیب می رسد. برای انجام عمل ترکیب، باید یک نقطه (نقطه شکست) در جفت کروموزوم خود را به صورت تصادفی انتخاب کند. هر کروموزوم به دو پاره تقسیم می شود و در ادامه کمی جای هر پاره از هر کروموزوم با دیگری عوض می شود.

بدین ترتیب دو کروموزوم جدید تولید می شود (دو جواب جدید). راه دیگری نیز برای انجام عمل ترکیب وجود دارد و آن انتخاب چند نقطه شکست است.

در هر حال باید یک روش انتخاب شود و در طول پروژه عمل ترکیب خود را مبتنی بر آن روش انجام می دهد. بعد از انجام عملیات انتخاب و ترکیب، نوبت به عمل جهش ژن ها می رسد. عمل جهش باید با احتمال پایین رخ دهد. یعنی در اکثر مواقع نباید دارای جهش باشد، اما احتمال آن نیز نباید صفر باشد. بنابراین اگر کروموزوم به دست آمده از عملگر ترکیب دچار جهش شود، باید یکی از بیت های آن که متناظر با ژن های آن هستند، به صورت تصادفی انتخاب شود و سپس مقدار آن تغییر کند.

اکنون یک مرحله انجام می شود و یک کروموزوم جدید (جواب جدید) برای مسئله ایجاد می شود. در ادامه دو مرتبه دو کروموزوم از جمعیت اولیه انتخاب می شود و همه اعمال گفته شده روی آن انجام می شود تا کروموزوم دیگری ایجاد شود و این کار به قدری تکرار می شود تا به تعداد کروموزوم های جمعیت اولیه، کروموزوم جدید ایجاد شود و این مجموعه کروموزوم جدید در حقیقت نسل جدید خواهند بود و این کار به قدری ادامه داده می شود تا نسل های بهتر و بهتری ایجاد شود و هنگامی جواب نهایی به دست می آید که تابع ارزشی، مقدار مطلوب را به ازای مقدار مورد نظر از کروموزوم ها برگرداند. ►

# هوش مصنوعی؛ تشخیص و درمان



مهم ترین قابلیت این نرم افزار بررسی و تشخیص همزمان ۱۵۰۰ بیماری و ۱۰۰ هزار رابط بین بیماری ها است و برای کمک بیشتر به پزشکان ده هزار صفحه از متون معتبر پزشکی، مجلات، مقالات و تصاویر تخصصی در این نرم افزار جمع آوری شده است.

**استفاده از قابلیت های هوش مصنوعی در تشخیص عفونت های قلبی تهدید کننده** با کمک دو برنامه جدید هوش مصنوعی، امکان تشخیص عفونت های قلبی تهدید کننده حیات بیماران و همچنین درمان زخم های باز بدون نیاز به فرآیندهای معمول و زمان بر درمانی برای پزشکان فراهم شده است. پیشرفت حاضر در زمینه تشخیص عوارض مهلک در حالی صورت می گیرد که به اعتقاد جامعه پزشکی، جدا از نتایج چشمگیر آن در نجات جان انسان ها و اجتناب از اعمال جراحی تهاجمی و رنج آور، این پژوهش می تواند بدون نیاز به انجام آزمایش های متعدد به صرفه جویی میلیونی هزینه های بیمارستانی در سال کمک کند.

این نرم افزار برای شناسایی بیماران دارای عفونت های قلبی توسعه یافته بوده و این در صورتی است که چنین عفونت هایی بانرخ مرگ و میر بین ۳۰ تا ۵۰ درصد، از عفونت های بسیار وخیم به شمار می روند. تشخیص دادن التهابات غشای درونی قلب (اندوکاردیتیک) یک عمل جراحی تهاجمی محسوب می شود و قصد از طراحی این نرم افزار تشخیص این عفونت بدون روانه کردن لوله کاوشی به درون مری فرد بیمار است.. تصویری که با استفاده از داخل کردن ابزار آندوسکوپی به درون نای شخص بیمار که با کمک دارو تسکین دهنده، گرفته می شود اصطلاحاً قلب نگاری فرامری (ترانسوفازل اندوکاردیوگرام) است که در نوع خود فرآیندی تهاجمی و گران به حساب می آید. در واقع یک عمل ۳۰ دقیقه ای با این روش بالغ بر ۲۰۰۰ دلار هزینه در بر دارد و از طرفی انجام این عمل به تجهیزات فنی خاصی نیاز دارد که بسیاری از بیمارستان ها فاقد آن هستند. این

## طراحی نرم افزار تشخیص بیماری ها به وسیله هوش مصنوعی

نرم افزار جامع پشتیبان تصمیم گیری در پزشکی یکی از نرم افزارهایی است که با استفاده از هوش مصنوعی به تشخیص بیماری ها براساس علائم اقدام می کند به طوری که کاربر با وارد کردن نشانه های بیماری به رایانه، فهرستی از بیماری های محتمل را مشاهده خواهد کرد.

ثبت دقیق شرح حال بیمار، تشکیل پرونده، درخواست آزمایش های اولیه و تکمیلی، تجویز هوشمند دارو، نسخه نویسی، جستجوی اطلاعات بیماری، روش درمان، بانک اطلاعات داروها، روش مصرف و مشخص کردن عوارض جانبی دارو ها را از مزایای این نرم افزار است.

این نرم افزار همچنین می تواند بیش از دو هزار بیماری و ۳۰۰ علائم و نیز اطلاعات جامعی در زمینه ۶۰۰ آزمایش پزشکی ۱۳۰ مورد جراحی و ۹۰۰ عنوان دارو را در خود ذخیره کند.

## مهم ترین قابلیت این نرم افزار بررسی و تشخیص همزمان ۱۵۰۰ بیماری و ۱۰۰ هزار رابط بین بیماری ها است و برای کمک بیشتر به پزشکان ده هزار صفحه از متون معتبر پزشکی، مجلات، مقالات و تصاویر تخصصی در این نرم افزار جمع آوری شده است

یافتن علائم عفونت و آلودگی یا نشانه های مرضی مورد آزمایش قرار دهند؛ اما واقعیت این است که چنین برنامه هایی در موارد گنج کننده و مبهم که کار تشخیص بیماری با دشواری مواجه می شود و تشخیص صحیح و به موقع برای پزشک و بیمار بسیار حیاتی است، دسترسی قابل و مورد اطمینان برای متخصصان بالینی به شمار می رود ▶

### منابع

۱- رضاهاشمی، محمدفرنو، هوش مصنوعی و کاربرد آن در پزشکی، سمینار درس کاربرد فن آوری اطلاعات در پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۲- آشنایی با شبکه های عصبی (Neural Networks)، مسعود سعیدی - جان مک کارتی (هوش ماشینی و هوش انسانی)، علیرضا صالحی - مقدمه ای بر بینایی ماشین (Machine Vision)، مریم اسماعیلی - الگوریتم های ژنتیک (پرواز در فضای حالت مسئله)، کیوان تیرداد - گذری بر سیستم های خبره (Expert Systems)، گردآوری و ترجمه: علی حسینی - منطق فازی چیست؟، بهروز نوعی پور - مهندسی معکوس مغز، ترجمه: علی حسینی - مجله شبکه.

۳- دمیدن جان در ماشین (نگاهی به پیدایش و سیر تحولات هوش مصنوعی از ابتدا تا کنون)، شهریور ۱۳۸۷.

۴- هوش مصنوعی ترکیبی، احمد رضا میرزایی، سایت باشگاه اندیشه

۵- ویژگی های فلسفی هوش مصنوعی، یاسر پور اسماعیل

در حالی است که پزشکان می توانند به جای وارد کردن لوله های پزشکی، به وارد کردن داده های لازم به رایانه و تحلیل آن ها پردازند. در این شیوه عمل، پزشکان ابتدا با ثبت داده هایی از جمله ضربان قلب، فشار خون، شمارش گلبول های سفید خون، حضور ادواتی نظیر ضربان سازهای قلبی یا سایر دستگاه های تعبیه شده، دمای بدن در یافتی بیماران در رایانه، نرم افزار دستیار عمل خود را آماده سازی می کنند. در این میان، تشخیص نهایی این بیماران نیز شامل اطلاعات داده شده به رایانه خواهد بود. در مرحله بعدی این الگوریتم رایانه ای به تحلیل داده های موجود برای ارتباط دادن علائم بیماری با تشخیص بیماری می پردازد. در ۵۰ درصد موارد این نرم افزار می تواند ظرف کمتر از ۴ ثانیه یک پیش بینی محاسبه ای را با دقت ۹۹/۹۹ درصد انجام دهد، در باقی موارد نیز این نرم افزار، بیش از ۸۰ درصد صحت عمل داشته است. البته محققان به این مرحله بسنده نکرده و قصد دارند، گام بعدی پروژه هوش مصنوعی خود را روی ۲۰۰ مورد از پرونده پزشکی بیمارانی اجرا کنند که رایانه، اطلاعاتی از تشخیص نهایی آن ها ندارد. تشخیص عفونت های قلبی مشکل است اما اغلب می توان آن ها را با تجویز و مصرف حدود یک هفته آنتی بیوتیک معالجه کرد.

### طراحی نرم افزاری بر پایه هوش مصنوعی برای کمک به التیام زخم های باز

زخم های باز که پس از هفته ها یا ماه ها درمان، در برابر التیام و بهبود مقاومت کرده، معالجات را رد می کنند و به عنوان زخم های کم خون موضعی شناخته می شوند، راه تشخیص آسانی دارند اما در عوض به طرز ناامیدکننده ای درمان دشواری را به همراه دارند و حتی به اعتقاد برخی پزشکان، این گونه زخم ها هر درمانی را بی اثر می کنند و انگار که هیچ درمانی برای التیام آن ها صورت نگرفته است. در همین ارتباط، گروهی از محققان، موفق به توسعه الگوریتمی ریاضیاتی شده اند که می تواند زمان بسته شدن یک زخم باز از نوع کم خون موضعی و همچنین این را که چه عوارض و پیامدهایی طی فرآیند قطع جریان خون و بندآوری بروز می کند، پیش بینی کند. مدل های فعلی، زخم هایی را هدف می گیرند که در هر صورت بسته خواهند شد، و هدف توسعه مدلی برای زخم هایی است که نمی خواهند بسته شوند.

مواردی همچون زخم پای بیماران دیابتی یا زخم بیمارانی که به دلیل عوارض دیگری، قبلاً فرآیند بیمارستانی را گذرانده اند، از موارد شایع و هدف زخم های باز محسوب می شود. گروهی تحقیقاتی برای کمک به درمان زخم های موضعی، برنامه ای را توسعه داده اند که داده های بیماران را پردازش می کند؛ اطلاعاتی از قبیل غلظت خون، فاکتورهای رشد، حضور گلبول های سفید و تراکم فیبروبلاستی از جمله داده هایی است که به رایانه داده می شوند. رایانه نیز با استفاده از این داده ها مدلی سه بعدی از زخم مربوط را ایجاد و چگونگی التیام یافتن و بهبود سریع آن را ظاهر می کند و به علاوه زمان بسته شدن زخم را نیز تخمین می زند. به ادعای محققان اکنون و بر اساس این مدل، یک زخم معمولی ظرف حدود ۱۳ روز بسته خواهد شد و این در حالی است که پس از گذشت ۲۰ روز تنها ۲۵ درصد از زخم های باز موضعی التیام و بهبود می یابند. این اعداد و ارقام با آنچه عملاً برای بیماران اتفاق می افتد، تطبیق می کند، اما در این میان نباید از نظر دور داشت که تا اینجای کار تنها در قالب تئوری استفاده شده و مدل حاضر هنوز روی بیماران انسانی امتحان نشده است.

به اعتقاد برخی محققان، فناوری هوش مصنوعی یا به عبارتی سامانه های شبیه ساز نحوه کارکرد های مغز خواه برای بهبود زخم ها و چه در مورد عفونت های قلبی به کار برده شوند، دست کم به این زودی ها جای پزشکان واقعی را نخواهند گرفت. این شبکه های عصبی مصنوعی نه می توانند بیماران را ببینند و نه می توانند آن ها را برای