

فهرست

پیشگفتار.....	۷
پیشگفتار مترجمین.....	۹
فصل ۱: مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی.....	۱۱
فصل ۲: مفاهیم فنی و ساختاری هوش مصنوعی در دندان پزشکی.....	۱۷
فصل ۳: هوش مصنوعی از پزشکی تا دندانپزشکی.....	۳۵
فصل ۴: کاربردهای هوش مصنوعی در دندان پزشکی.....	۴۳
فصل ۵: کاربردهای هوش مصنوعی در اندودنتیکس و دندانپزشکی ترمیمی.....	۶۵
فصل ۶: شبکه‌های عصبی مصنوعی برای بهینه‌سازی طراحی ایمپلنت.....	۷۵
فصل ۷: هوش مصنوعی در جراحی و پرودانتیکس.....	۸۵
فصل ۸: هوش مصنوعی در ارتودنسی.....	۱۱۵
فصل ۹: هوش مصنوعی در تشخیص ضایعات دهانی.....	۱۲۳
فصل ۱۰: نقش هوش مصنوعی در تشخیص و درمان آپنه انسدادی خواب.....	۱۵۱
فصل ۱۱: هوش مصنوعی در تشخیص اختلالات مفصل گیجگاهی فکی.....	۱۵۹
فصل ۱۲: نقش هوش مصنوعی در چاپ سه بعدی در علوم پزشکی.....	۱۷۱
فصل ۱۳: هوش مصنوعی در آموزش دندان پزشکی.....	۱۸۷
فصل ۱۴: مزایا، معایب و محدودیت‌های هوش مصنوعی در دندان پزشکی.....	۱۹۷
فصل ۱۵: کاربرد یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی در پاندمی COVID-19.....	۲۰۹
فصل ۱۶: مشکلات حقوقی-پزشکی هوش مصنوعی.....	۲۱۹
فصل ۱۷: یادگیری عمیق در پردازش تصویر: قسمت اول - انواع شبکه‌های عصبی و بخش‌بندی تصویر.....	۲۳۷
فصل ۱۸: یادگیری عمیق در پردازش تصویر: قسمت دوم - بهبود کیفیت و بازسازی تصویر.....	۲۶۹
فصل ۱۹: چشم انداز آینده هوش مصنوعی در دندان پزشکی.....	۳۰۱
واژه یاب.....	۳۱۱

از دیرباز، رؤیای ساختن ماشین‌هایی که بتوانند بیندیشند، یاد بگیرند و تصمیم بگیرند، ذهن متفکران و دانشمندان را به خود مشغول کرده است. هوش مصنوعی، که زمانی مفهومی افسانه‌ای به نظر می‌رسید، امروز به یکی از مهم‌ترین دستاوردهای بشر بدل شده و در عرصه‌های مختلف علمی، صنعتی و پزشکی نقشی بنیادین ایفا می‌کند. این فناوری با الهام از ساختار پیچیده مغز انسان و الگوریتم‌های یادگیری، در مسیر تکامل خود، گام‌های شگرفی برداشته است. پیدایش هوش مصنوعی به نیمه‌ی قرن بیستم بازمی‌گردد؛ زمانی که دانشمندانی همچون آلن تورینگ و جان مک‌کارتی بنیان‌های نظری آن را پایه‌گذاری کردند. در ابتدا، این مفهوم در حوزه‌های نظری ریاضیات و علوم کامپیوتر مطرح بود، اما به تدریج با پیشرفت الگوریتم‌های یادگیری ماشین، پردازش داده‌ها و سیستم‌های سخت افزاری، به شاخه‌های مختلف عملیاتی دانش کامپیوتر و فناوری وارد شد. امروزه، سیستم‌های هوش مصنوعی با تحلیل حجم عظیمی از داده‌ها، به پزشکان و متخصصان کمک می‌کنند تا تشخیص‌های دقیق‌تر، درمان‌های هدفمندتر و پیش‌بینی‌های کارآمدتری ارائه دهند. این موارد، بی‌شک سبب افزایش کیفیت درمان می‌شود.

دندان‌پزشکی، به‌عنوان یکی از شاخه‌های علوم پزشکی، همواره نیازمند دقت در تشخیص و طرح درمان در حوزه مراقبت‌های بهداشتی دهان و دندان است. ظهور هوش مصنوعی، تحولی شگرف در این حوزه به وجود آورده است. از تحلیل تصاویر رادیوگرافی، فتوگرافی بالینی و تشخیص بیماری‌های دهان و دندان گرفته تا برنامه‌ریزی درمان‌های ارتودنسی و جراحی‌های پیچیده، الگوریتم‌های هوشمند به‌طور فزاینده‌ای به کمک دندان‌پزشکان آمده‌اند. این فناوری نه تنها دقت تشخیص را افزایش داده، بلکه با کاهش خطای انسانی و بهینه‌سازی روندهای درمانی، موجب ارتقای سطح کیفی خدمات دندان‌پزشکی شده است. در عین حال، توسعه‌ی سیستم‌های یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی مصنوعی، این امکان را فراهم آورده است که نرم‌افزارهای تخصصی در تشخیص و پیشگیری از مشکلات دندانی به کار گرفته شوند.

کتابی که پیش روی شماست، حاصل تلاش‌های جمعی از همکاران پر تلاش و علاقمندی است که با دقت و اشتیاق، مفاهیم پیشرفته‌ی کتاب هوش مصنوعی در دندان‌پزشکی (تألیف Kaan Orhan و Rohan Jagtap) را به زبان شیرین فارسی ترجمه کرده و به گونه‌ای تدوین کرده‌اند که خوانندگان با جدیدترین دستاوردهای پژوهشی این حوزه آشنا شوند و درک عمیق‌تری از روند فنی پژوهش‌های هوش مصنوعی در دندان‌پزشکی پیدا کنند. بی‌شک، مادر ابتدای راهی هستیم که هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال، آینده‌ی علم پزشکی و دندان‌پزشکی را دگرگون خواهد کرد. امید است که این کتاب، گشایشی برای دانش پژوهان، دندان‌پزشکان و علاقه‌مندان به این حوزه باشد تا در مسیر کشف و بهره‌گیری از ظرفیت‌های این فناوری نوین، گام‌های مؤثرتری بردارند.

دکتر شهاب کاوسی نژاد

متخصص ارتودنسی، مخترع، پژوهشگر

و توسعه دهنده هوش مصنوعی در علوم پزشکی

عضو هیأت علمی دانشکده دندان پزشکی شهید بهشتی

پیشگفتار مترجمین

«من معتقدم که تلاش برای ساخت یک ماشین متفکر، به ما در درک چگونگی تفکر خودمان کمک شایانی خواهد کرد.»

آلن تورینگ

در دنیای امروز، هوش مصنوعی (AI) به یکی از ابزارهای کلیدی در حوزه‌های مختلف علمی و پزشکی تبدیل شده است. دندان پزشکی نیز از این تحولات بی‌نسیب نمانده و به لطف ظهور هوش مصنوعی، دستخوش تغییرات شگرفی شده است. کتابی که پیش رویتان قرار دارد - هوش مصنوعی در دندان پزشکی، اثر محققین برجسته در این زمینه Kaan Orhan و Rohan Jagtap - به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در دندان پزشکی و تأثیر آن بر تخصص‌های مختلف این حوزه می‌پردازد.

با توجه به پیچیدگی‌های دندان پزشکی و اهمیت دقت در تشخیص و درمان، هوش مصنوعی می‌تواند مانند یک همکار موثر برای دندان پزشکان باشد. این فناوری می‌تواند از طریق تحلیل داده‌های بالینی، تشخیص به موقع بیماری‌ها و ارائه راهکارهای درمانی مناسب، به بهبود نتایج درمان کمک کند. در این کتاب، نویسندگان به بررسی نمونه‌های عملی و تحقیقات انجام‌شده در این زمینه پرداخته‌اند.

علاوه بر تشخیص، هوش مصنوعی می‌تواند در زمینه‌های مختلفی از جمله طراحی و ساخت پروتزهای دندان، برنامه‌ریزی درمان‌های ارتودنسی و حتی بهینه‌سازی مدیریت مطب‌های دندان پزشکی نقش‌آفرینی کند. این کاربردها به دندان پزشکان این امکان را می‌دهد که با صرف زمان و هزینه کمتر، خدمات بهتری به بیماران خود ارائه دهند. در این کتاب به بررسی هر یک از این جنبه‌ها پرداخته خواهد شد.

خرسندم که با تلاشهای فراوان تیم ترجمه، توانستیم با دقت و ریزبینی این کتاب را به زبانی ساده و قابل فهم برای تمامی علاقه‌مندان به دندان پزشکی و هوش مصنوعی ترجمه کرده و به جامعه علمی کشورمان تقدیم کنیم. هدف ما آشنا کردن دندان پزشکان و دانشجویان با آخرین پیشرفت‌ها و دستاوردهای علمی در زمینه هوش مصنوعی و کاربردهای آن در دندان پزشکی است. ما امیدواریم که این اثر بتواند موانع زبانی موجود در متون علمی را مرتفع کرده و به عنوان یک منبع ارزشمند برای پژوهشگران و متخصصان این حوزه مورد استفاده قرار گیرد.

گروه مترجمین وظیفه خود می‌دانند تا از زحمات دکتر شهاب کاوسی‌نژاد نهایت تقدیر و تشکر را به عمل آورند؛ چراکه بدون راهنمایی‌ها و حمایت ایشان، این پروژه به سرانجام نمی‌رسید.

همچنین از تلاش‌های مستمر عوامل محترم انتشارات رویان پژوه که فرایند دشوار چاپ کتاب را برایمان به تجربه‌ای زیبا و لذت‌بخش تبدیل کردند، کمال قدردانی را به جا می‌آوریم.

در پایان، ما بر این باوریم که آینده دندان پزشکی به شدت تحت تأثیر هوش مصنوعی قرار خواهد گرفت و این تکنولوژی می‌تواند به عنوان راه حلی انقلابی در بهبود کیفیت خدمات دندان پزشکی ایفای نقش کند. گروه مترجمین صمیمانه امیدوارند اثر حاضر بتواند گامی مؤثر در جهت گسترش دانش و آگاهی در این زمینه و الهام‌بخش پژوهش‌ها و نوآوری‌های بیشتر در آینده علمی کشورمان باشد.

دکتر نوید نصیرزاده

سرپرست گروه مترجمین

بهار ۱۴۰۴

مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی

هوش مصنوعی چیست؟

هوش مصنوعی (AI) به سرعت در حال رشد در زمینه علوم کامپیوتر است و هدف آن ایجاد ماشین‌های هوشمند است که قادر به انجام وظایفی هستند که به طور معمول نیازمند هوش انسانی هستند. این وظایف شامل شناسایی گفتار، تصمیم‌گیری، حل مسائل، بازی‌ها و حتی ترجمه زبان‌ها می‌باشد. سیستم‌های هوش مصنوعی طراحی شده‌اند تا عملکرد و رفتار انسان را تقلید کنند و ماشین‌ها و کامپیوترها را به ابزارهای قدرتمندی برای انجام خودکار وظایف پیچیده و تکراری تبدیل کنند.

دو دسته اصلی از هوش مصنوعی وجود دارد: هوش مصنوعی محدود یا ضعیف، و هوش مصنوعی عمومی یا قوی. هوش مصنوعی محدود برای انجام یک وظیفه منحصر به فرد طراحی شده‌است، مانند بازی شطرنج یا شناسایی گفتار و در صنایع مختلف از جمله امور مالی، سلامت و کارهای کوچک و جزئی استفاده می‌شود. از سوی دیگر، هوش مصنوعی عمومی توانایی انجام هر گونه وظایف فکری که یک انسان می‌تواند انجام دهد را دارد، اما هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارد.

تکنولوژی‌های هوش مصنوعی توسط الگوریتم‌ها اجرا می‌شوند، که شامل مجموعه‌ای از دستورالعمل‌هایی است که عملکرد یک کامپیوتر را هدایت می‌کنند. برخی از پرکاربردترین الگوریتم‌های هوش مصنوعی شامل درخت‌های تصمیم‌گیری، شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های یادگیری عمیق می‌شوند. درخت‌های تصمیم‌گیری برای تصمیم‌گیری، شبکه‌های عصبی برای تشخیص الگو و الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای وظایفی مانند شناسایی تصویر و گفتار استفاده می‌شوند.

یادگیری ماشین، زیرمجموعه‌ای از هوش مصنوعی است که کامپیوترها را قادر می‌سازد تا از داده‌ها یاد بگیرند و عملکرد خود را در طول زمان بهبود بخشند. این کار با استفاده از الگوریتم‌ها برای تجزیه و تحلیل مجموعه‌های گسترده‌ای از داده‌ها، شناسایی الگوها و انجام پیش‌بینی‌ها یا تصمیم‌گیری‌ها بدون برنامه‌نویسی صریح انجام می‌شود. یادگیری عمیق، یک زیرمجموعه از یادگیری ماشین است، که از شبکه‌های عصبی عمیق برای پردازش و تجزیه و تحلیل مجموعه‌ای از داده‌های بزرگ استفاده می‌کند، که به کامپیوترها امکان شناسایی الگوهای پیچیده و انجام وظایف پیچیده را می‌دهد.

پردازش زبان طبیعی (NLP) یکی از زمینه‌های حیاتی دیگر هوش مصنوعی است که بر مبنای آموزش کامپیوترها به درک و پردازش زبان انسانی تمرکز دارد. این موضوع شامل وظایفی مانند شناسایی گفتار، تجزیه و تحلیل احساسات و ترجمه زبان است و به طور گسترده در دستیاران هوشمند مجازی و چت بات‌های خدمات مشتری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بینایی کامپیوتری یکی از زمینه‌های مهم دیگر از هوش مصنوعی است که بر آموزش کامپیوترها برای شناسایی و درک تصاویر و ویدیوها تمرکز دارد. این تکنولوژی کاربردهایی در شناسایی اشیاء، دسته‌بندی تصاویر و حتی خودروهای خودکار دارد.

رباتیک یکی از زمینه‌های مهم دیگر هوش مصنوعی است که شامل طراحی و ساخت ربات‌هایی است که قادر به انجام وظایف خاصی می‌شوند درحالی که این وظایف معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند. این ربات‌ها این امکان را دارند که برنامه‌ریزی شوند و فعالیت‌هایی را در صنایعی مانند تولید و حمل و نقل انجام دهند، وظایف تکراری را به صورت خودکار انجام دهند و عملکرد کلی را بهبود بخشند. هوش مصنوعی قابلیت ایجاد تغییرات بنیادی در روش زندگی و کار روزمره ما را دارد، و اثر عمیقی را در صنایع زیادی ایجاد کرده است. با این حال، همانطور

که در هر تکنولوژی دیگری است، هوش مصنوعی مسائل اخلاقی و اجتماعی را ایجاد کرده است که از جمله آن‌ها می‌توان به جایگزینی شغلی، مسایل حریم خصوصی و سوگیری در تصمیم‌گیری اشاره کرد. برای پژوهشگران، سیاست‌گذاران و عموم جامعه اهمیت دارد که با دقت به این موضوعات پرداخته و عادات مسئولانه را در حوزه هوش مصنوعی رو به پیشرفت، تقویت کنند.

هوش مصنوعی چگونه کار می‌کند؟

اصطلاح "هوش مصنوعی" به سیستم‌های کامپیوتری اشاره دارد که قادر به انجام فعالیت‌هایی هستند که به طور معمول نیازمند هوش انسانی می‌باشند؛ مانند شناسایی گفتار، درک بصری، تصمیم‌گیری و ترجمه زبان. برنامه‌های هوش مصنوعی قادرند از داده‌ها یاد بگیرند، الگوها را تشخیص دهند و به نتیجه‌گیری‌ها یا پیش‌بینی‌ها برسند. هوش مصنوعی در انواع مختلفی وجود دارد، از جمله:

یادگیری ماشین، یک شاخه از هوش مصنوعی است که بر روی آموزش الگوریتم‌ها به منظور انجام پیش‌بینی‌ها یا ارزیابی‌ها با استفاده از داده تمرکز دارد. الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند بر اساس نوع مشکلی که برای حل آن طراحی شده‌اند، نظارت شده، بدون نظارت یا نیمه نظارتی باشند.

شبکه‌های عصبی مصنوعی، همچنین با نام "Artificial Neural Networks" شناخته می‌شوند، در یادگیری عمیق مورد استفاده قرار می‌گیرند و طراحی شده‌اند تا ساختار و عملکردهای مغز انسان را تقلید کنند. الگوریتم‌های یادگیری عمیق، که برگرفته شده از این شبکه‌ها هستند، با موفقیت برای وظایفی مانند شناسایی تصویر به کار گرفته شده‌اند.

پردازش زبان طبیعی، یک شاخه دیگر از هوش مصنوعی است که هدف آن تأمین قابلیت‌های کامپیوتر برای درک و تجزیه و تحلیل زبان انسانی است. الگوریتم‌های پردازش زبان طبیعی می‌توانند به وظایف مختلفی از جمله ترجمه ماشینی، تجزیه و تحلیل احساسات و دسته‌بندی متن بپردازند.

رباتیک، یک حوزه از هوش مصنوعی است که بر توسعه ربات‌های قادر به انجام فعالیت‌هایی که به طور معمول نیاز به هوش انسانی دارند، تمرکز دارد. برای ایجاد ربات‌هایی که می‌توانند با محیط واقعی تعامل کنند، رباتیک، هوش مصنوعی را با تکنولوژی‌های دیگری مانند بینایی کامپیوتری و مهندسی مکانیک ترکیب می‌کند.

بینایی کامپیوتر، یکی دیگر از شاخه‌های هوش مصنوعی است که به ماشین‌ها برای درک و تجزیه و تحلیل داده‌های تصویری از دنیای خارجی امکان می‌دهد. الگوریتم‌های بینایی کامپیوتر می‌توانند برای وظایف مختلفی مانند تشخیص اشیاء، درک صحنه و تشخیص تصاویر به کار روند.

مثال‌هایی از مدل‌سازی پیش‌بینی برای شیوع بیماری و تخصیص منابع وجود دارد. این موارد شامل استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای ایجاد مدل‌هایی است که پیش‌بینی شیوع ویروس را انجام می‌دهند. این مدل‌ها به سیستم‌های بهداشتی امکان می‌دهند تا منابع را به طور موثرتر تخصیص دهند و برای شیوع‌های ممکن آماده شوند. به عنوان مثال، مدل‌های پیش‌بینی برای تخمین تعداد تخت‌خواب بیمارستان و واحدهای مراقبت‌های ویژه مورد نیاز برای درمان توسعه یافته‌اند.

علاوه بر این، یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در فالوآپ سریع و دقیق مبتلایان ویروسی بسیار ارزشمند بوده‌اند. این تکنولوژی‌ها در شناسایی نقاط حساس و نقطه انتشار شایعات کمک می‌کنند. به عنوان مثال، الگوریتم‌های یادگیری ماشین داده‌ها را از منابع مختلفی مانند گزارش‌های خبری، رسانه‌های اجتماعی و گزارش‌های بهداشت رسمی تجزیه و تحلیل می‌کنند تا نقاط انتشار را شناسایی و گسترش ویروس را نظارت کنند.

الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای آنالیز دقیق و سریع اسکن‌های تصویری و داده‌های تصویری دیگر هم کاربرد دارند. به عنوان مثال:

کشف داروهای جدید با استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی: از یادگیری ماشین و هوش مصنوعی برای شناسایی داروهای موثر و استفاده از داروهای موجود به عنوان روش درمانی بهره گرفته شده است. به عنوان مثال، الگوریتم‌هایی توسعه یافته‌اند تا مجموعه داده‌های بزرگ از ترکیبات شیمیایی را تجزیه و تحلیل کرده و با شناسایی ویژگی‌های آنتی‌ویروسی یا آنتی‌باکتریال بالقوه موجود، داروهای موجودی که می‌تواند در برابر ویروس‌ها یا باکتری‌ها موثر باشند را پیش‌بینی کنند.

ساخت چت‌بات و دستیار هوشمند مجازی برای پاسخ به سوالات متداول در مورد ویروس و ارائه راهنمایی در مراقبت از خود: یادگیری

ماشین و پردازش زبان طبیعی برای توسعه چت‌بات‌ها و دستیار هوشمند مجازی قابل اطمینان برای پاسخ به سوالات متداول در مورد ویروس و ارائه راهنمایی در مراقبت از خود بهره‌گیری شده‌اند. به عنوان مثال، چت‌بات‌هایی برای ارائه اطلاعات درباره علائم، انتقال و درمان‌ها ایجاد شده‌اند.

چه رویکردهای مختلفی برای هوش مصنوعی وجود دارد؟

- چندین رویکرد برای هوش مصنوعی وجود دارد که به شرح زیر است:
- یادگیری نظارت شده: الگوریتم‌های یادگیری نظارت شده از پاسخ‌های صحیح تامین شده استفاده می‌کنند و از این دانش برای یادگیری نحوه حل مسئله استفاده می‌کنند.
- یادگیری بدون نظارت: الگوریتم‌های یادگیری بدون نظارت بدون ارائه هیچ اطلاعاتی در مورد داده یا ویژگی‌های آن یاد می‌گیرند. به عنوان مثال، اگر بخواهید تصاویر گربه‌ها را در عکس‌ها شناسایی کنید، یک الگوریتم یادگیری ماشین بدون نظارت می‌تواند از شباهت‌های بین تصاویر به عنوان پایه برای شناسایی الگوها استفاده کند که ممکن است حاوی گربه‌ها باشد، بدون اینکه به آن بگویید که آیا در هر عکسی که دسته‌بندی می‌شود گربه‌ای واقعی وجود دارد یا خیر.
- یادگیری تقویتی: این نوع هوش مصنوعی همزمان از تکنیک‌های نظارت شده و بدون نظارت استفاده می‌کند، که به آن امکان می‌دهد که عملکرد خود را از طریق آزمون و خطا با آزمایش اقدامات جدید که از تجربه در طی زمان یاد می‌گیرد، بهبود بخشد. به عبارت دیگر، به جای داشتن قوانین پیش فرض برای هدایت اعمال خود، یادگیری تقویتی امکان انعطاف پذیری بر اساس بازخورد از تجربیات گذشته را فراهم می‌کند. این به این معنی است که هنگامی که سعی می‌شود چیزی جدید انجام شود، همیشه پاسخ‌های واضحی وجود ندارد، زیرا گاهی اوقات اتفاقات بر اساس آزمون و خطا بهتر از انتظارات مبتنی بر مجموعه قوانین پیش فرض انجام می‌شود.

چرا هوش مصنوعی برای حرفه‌های دندانپزشکی اهمیت دارد؟

- هوش مصنوعی در زمینه دندانپزشکی توانایی پیشرفت چشمگیری دارد و می‌تواند درمان بیمار را بهبود بخشد. در این زمینه، از هوش مصنوعی به روش‌های زیر استفاده می‌شود:
- تشخیص دقیق و پیشنهادات درمانی: سیستم‌های هوش مصنوعی با استفاده از مقادیر زیادی از داده‌های دندان، از جمله رادیوگرافی و تاریخچه بیمار، آموزش داده شده و تشخیص‌ها و پیشنهادات درمانی دقیقی را تولید می‌کنند.
- مدل سازی پیش بینی برای مسائل دندانپزشکی: سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند احتمال وقوع مشکلات دندان را پیش بینی کرده و با استفاده از مدل سازی پیش بینی، درمان‌های پیشگیرانه را پیشنهاد دهند.
- قالب گیری دیجیتال دندانپزشکی: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند تصاویر دیجیتال دندان را پردازش کرده و اندازه گیری دیجیتال دقیقی را انجام دهند که برای طراحی درمان در ارتودنسی و پروتز و ترمیمی استفاده می‌شود.
- آنالیز تصاویر دندان: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند رادیوگرافی‌ها و سایر تصاویر دندان را آنالیز کرده و مشکلات را تشخیص دهند.
- پیش بینی نگهداری: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند برای پیش بینی خرابی‌های احتمالی در تجهیزات در ابزارهای دندانپزشکی استفاده شوند، که به دندان پزشکان امکان می‌دهد اقدامات پیشگیرانه را انجام دهند و از اختلال در تجهیزات جلوگیری کنند.

چرا هوش مصنوعی برای حرفه‌های پزشکی اهمیت دارد؟

- پزشکان متخصص به دلیل توانایی هوش مصنوعی در ارتقای چشمگیر مراقبت‌های بهداشتی در راه‌های مختلف، از جمله موارد زیر اهمیت می‌دهند:
- تشخیص و درمان: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند داده‌های متنوع بیماران را، از جمله پرونده‌های پزشکی، تصاویر و نتایج آزمون‌ها، آنالیز کنند تا به پرسنل پزشکی در تشخیص بیماری‌ها به صورت قابل اعتمادتر و سریعتر کمک کنند.
- آنالیز پیش‌بینی: هوش مصنوعی با آنالیز داده‌ها از منابع مختلف مانند پرونده‌های پزشکی الکترونیک، می‌تواند به پرسنل پزشکی در شناسایی الگوها و پیش‌بینی نتایج سلامت کمک کند و منجر به صرفه جویی در مراقبت‌های بهداشتی و بهبود نتایج بیماران شود.

پزشکی شخصی سازی شده: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند طرح‌های درمانی شخصی سازی شده برای بیماران را با در نظر گرفتن ویژگی‌های منحصر به فرد آنها، مانند ژنتیک و سبک زندگی ایجاد کنند.

پشتیبانی از تصمیمات بالینی: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند راهنمایی‌های لازم را به پزشکان در طی تشخیص و درمان ارائه دهند و به آن‌ها کمک کنند تا بهترین تصمیمات را برای بیمارانشان بگیرند.

تحقیق و کشف دارو: سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مقادیر زیادی از داده‌ها را ارزیابی کرده، به شناسایی داروهای جدید بالقوه کمک کنند و فرایند کشف دارو را تسریع بخشند.

آزمایش‌های بالینی: با بررسی داده‌ها از مطالعات قبلی و پرونده‌های بیمار، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند به پزشکان در طراحی و اجرای آزمایش‌های بالینی کمک کنند. هوش مصنوعی پتانسیل تحولی بزرگ در بهبود دقت، کارایی و به موقع بودن تشخیص و درمان‌ها و همچنین ارائه درمان‌های فردی به بیماران را دارد.

تحلیل تصویر: الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادر به تجزیه و تحلیل تصاویر پزشکی مانند X-rays، MRI و CT scans هستند تا الگوها و اختلالات را پیدا کنند که ممکن است نشان دهنده وجود یک بیماری باشند.

مدل سازی پیش‌بینی: با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی آموزش دیده شده بر روی مقدار زیادی از داده‌های بیمار، می‌توانند احتمال ابتلا به یک بیماری خاص مانند سرطان یا بیماری قلبی را پیش‌بینی کنند.

این‌ها تنها برخی از کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه پزشکی هستند که توانایی بسیاری از این سیستم‌ها را در تشخیص، پیش‌بینی، و درمان بیماری‌ها نشان می‌دهند. این پیشرفت‌ها نه تنها به پزشکان کمک می‌کنند تا بهترین مراقبت‌ها را به بیمارانشان ارائه دهند، بلکه همچنین می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی و افزایش امید بهبودی بیماران کمک کنند.

تشخیص‌های لحظه‌ای: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند به پزشکان در تشخیص و درمان بیماران در لحظه کمک کنند. به عنوان مثال، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند داده‌های بیمار را ارزیابی کرده و پیشنهادات فوری برای بهترین راه حل براساس جدیدترین تحقیقات مبتنی بر شواهد ارائه دهند.

برنامه‌ریزی درمان شخصی سازی شده: الگوریتم‌های هوش مصنوعی با در نظر گرفتن ویژگی‌های منحصر به فرد بیمار مانند ژنتیک و سبک زندگی، می‌توانند برای ایجاد طرح‌های درمانی شخصی سازی شده استفاده شوند. این می‌تواند به پرسنل پزشکی در انتخاب بهترین راه حل برای هر بیمار کمک کند، نتایج را بهبود بخشد و احتمال بروز عوارض را کاهش دهد.

پشتیبانی از تصمیمات بالینی: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در لحظه راهنمایی را به پزشکان متخصص در طول تشخیص و درمان ارائه دهند، به آن‌ها کمک کنند و اطمینان حاصل کنند که بهترین تصمیمات را برای بیمارانشان می‌گیرند. به عنوان مثال، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند داده‌های بیمار را تجزیه و تحلیل کرده و پیشنهادات برای بهترین راه حل براساس جدیدترین تحقیقات مبتنی بر شواهد به پزشکان متخصص ارائه دهند.

مدل‌های پیش‌بینی: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند بر روی حجم زیادی از داده‌های بیمار، مانند پرونده‌های پزشکی الکترونیکی، آموزش داده شوند تا احتمال بروز یک شرایط خاص مانند بیماری قلبی یا سرطان در یک بیمار را پیش‌بینی کنند. این می‌تواند به پزشکان متخصص کمک کند تا اقدامات پیشگیرانه را انجام دهند و تشخیص‌های زودهنگامی را برای بیماران ارائه دهند که منجر به بهبود نتایج بیماری می‌شود.

الگوریتم‌های هوش مصنوعی قادر به تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده‌ها از منابع گوناگون مانند پرونده‌های پزشکی الکترونیکی، دستبندهای هوشمند و رسانه‌های اجتماعی هستند. این توانایی به آنان این امکان را می‌دهد تا روندهای سلامت جامعه را پیش‌بینی و جمعیت‌های در معرض خطر را شناسایی کنند. این اقدام می‌تواند به پزشکان متخصص کمک کند تا اقدامات پیشگیرانه‌ای را برای بهبود سلامت جامعه انجام دهند.

علاوه بر این، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در طی فرآیند تشخیص و درمان به پزشکان متخصص به صورت بلادرنگ (Real-time) کمک کنند. این کمک از طریق آنالیز داده‌های بیمار و پیش‌بینی بهترین راهکار بر اساس تحقیقات جدید و مبتنی بر شواهد ارائه می‌شود. آنالیزهای پیش‌بینی، با امکانات بالقوه‌ای که دارند، به بهبود مراقبت‌های بهداشتی به شکل چشمگیر کمک کرده و پزشکان متخصص را در پیش‌بینی وضعیت سلامت افراد در آینده و اتخاذ اقدامات پیشگیرانه برای بهبود نتایج بیماران یاری می‌رساند. از این رو، از طریق بهره‌گیری

از قدرت هوش مصنوعی، پزشکان متخصص می‌توانند مراقبت‌های بهتری را برای بیماران خود فراهم کنند.

نتیجه‌گیری

بطور کلی، سیستم‌های هوش مصنوعی با پردازش حجم زیادی از داده‌ها، شناسایی الگوها و ارتباطات موجود در داده‌ها، و استفاده از این اطلاعات برای پیش‌بینی یا تصمیم‌گیری کار می‌کنند. با گذشت زمان و تجربه، این سیستم‌ها می‌توانند با افزایش میزان داده و تجربه، پیش‌بینی‌ها و تصمیم‌گیری‌های بهتری انجام دهند. از آنجایی که هوش مصنوعی قابلیت بهبود قابل توجهی در زمینه دندان پزشکی دارد، دندانپزشکان متخصص می‌توانند از این تکنولوژی برای انجام تشخیص‌های دقیق‌تر، فراهم کردن مراقبت‌های بهتر، و بهبود کارایی کلی استفاده کنند. این استفاده از قدرت هوش مصنوعی می‌تواند به دندانپزشکان متخصص کمک کند تا مراقبت‌های بهتری را برای بیماران خود فراهم کنند.

منابع

- Agrawal P, Nikhade P. Artificial intelligence in dentistry: past, present, and future. *Cureus*. 2022;14(7):e27405. <https://doi.org/10.7759/cureus.27405>.
- Fatima A, Shafi I, Afzal H, Diez IT, Lourdes DRM, Brenosa J, Espinosa JCM, Ashraf I. Advancements in dentistry with artificial intelligence: current clinical applications and future perspectives. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(11):2188. <https://doi.org/10.3390/healthcare10112188>.
- Hsu LP, Huang YK, Chang YC. The implementation of artificial intelligence in dentistry could enhance environmental sustainability. *J Dent Sci*. 2022;17(2):1081–2. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2022.02.002>.
- Nie Y, Wei J, Sun J. Machine learning models for predicting the number of confirmed COVID-19 cases in different regions. *Chaos, Solitons Fractals*. 2021;140:110610.
- Orhan K, Bayrakdar IS, Celik O, Ayan B, Polat E. Can the blockchain-enabled interplanetary file system (block-IPFS) be a solution for securely transferring imaging data for artificial intelligence research in oral and maxillofacial radiology? *Imaging Sci Dent*. 2021;51(3):337. <https://doi.org/10.5624/isd.20210144>.
- Orhan K, Bilgir E, Bayrakdar IS, Ezhov M, Gusarev M, Shumilov E. Evaluation of artificial intelligence for detecting impacted third molars on cone-beam computed tomography scans. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021;122(4):333–7. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2020.12.006>.
- Orhan K, Shamshiev M, Ezhov M, Plaksin A, Kurbanova A, Unsal G, Gusarev M, Golitsyna M, Aksoy S, Misirli M, Rasmussen F, Shumilov E, Sanders A. AI-based automatic segmentation of craniomaxillofacial anatomy from CBCT scans for automatic detection of pharyngeal airway evaluations in OSA patients. *Sci Rep*. 2022;12(1):11863. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-159201>.
- Russell SJ, Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall; 1995.
- Thurzo A, Urbanova W, Novak B, Czako L, Siebert T, Stano P, Marekova S, Fountoulaki G, Kosnacova H, Varga I. Where is the artificial intelligence applied in dentistry? Systematic review and literature analysis. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(7):1269. <https://doi.org/10.3390/healthcare10071269>.

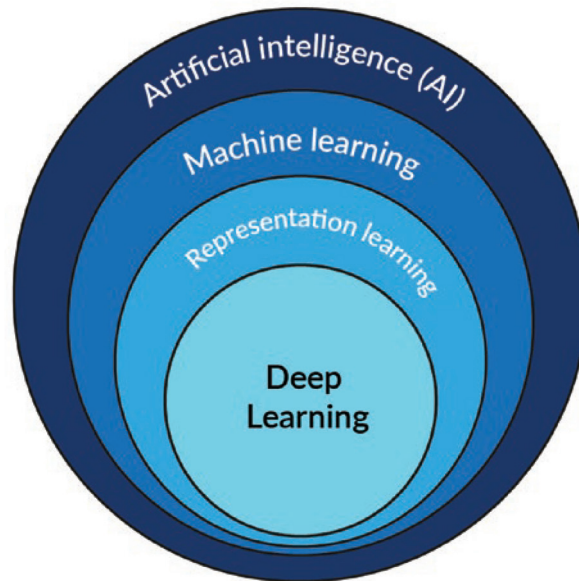
مفاهیم فنی و ساختاری هوش مصنوعی در دندان پزشکی

مقدمه

برای متخصصان رادیولوژی تشخیصی، تفسیر و تحلیل تصاویر پزشکی یک مسئله اساسی است. اتوماسیون این فرایند، با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه بینایی کامپیوتری، که شامل آموزش برنامه‌های کامپیوتری برای تفسیر و درک دنیای بصری است، همواره چالش برانگیز بوده است. یادگیری عمیق، یک حوزه از هوش مصنوعی، اخیراً پیشرفت‌های چشمگیری در وظایفی مانند طبقه‌بندی تصاویر، شناسایی اشیاء، تشخیص گفتار، ترجمه زبان و پردازش زبان طبیعی داشته است. این پیشرفت بسیار مهم است، زیرا یادگیری عمیق با استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشنال الگوی شناسایی را به طور کامل تغییر داده است. این پیشرفت‌ها، علاوه بر ایجاد هیجان، اهمیت بیشتری به آشنایی متخصصان رادیولوژی با این تکنولوژی در حال توسعه می‌دهد. محققان هوش مصنوعی فرضیه‌پردازی کرده‌اند که الگوریتم‌های یادگیری عمیق ممکن است به زودی در برخی از گزارش‌های رادیولوژیکی، از رادیولوژیست‌ها پیشی بگیرند. پیشرفت‌های اخیر در الگوریتم‌های یادگیری عمیق در زمینه تصویربرداری تشخیصی، شامل شناسایی سرطان پستان در ماموگرام، تقسیم‌بندی متاستازهای کبد با استفاده از CT، تقسیم‌بندی در شناسایی تومورهای مغزی با استفاده از MRI و دسته‌بندی بیماری‌های میان بافتی ریه با استفاده از CT با وضوح بالا بوده‌اند. این فصل به تجزیه و تحلیل بالقوه یادگیری عمیق می‌پردازد. همراه با تعریف اصطلاحات مهم هوش مصنوعی و شرح زمینه‌ای که منجر به توسعه سیستم‌های یادگیری عمیق شده است، پتانسیل یادگیری عمیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. معماری CNN و ساختار پایه‌ای شبکه‌های عصبی مصنوعی (NNs) بیان خواهد شد و برنامه‌های بالقوه بالینی در حال ظهور مورد بررسی قرار خواهند گرفت. خلاصه‌ای از الزامات فنی و داده برای یادگیری عمیق ارائه می‌شود و محدودیت‌های فعلی این زمینه و چشم‌اندازهای بالقوه آینده بحث خواهد شد.

هوش مصنوعی

هدف از هوش مصنوعی، ایجاد سیستم‌های کامپیوتری است که بتوانند کارهایی را انجام دهند که به طور سنتی نیازمند هوش انسانی هستند. این بیان جامع، شامل گستره وسیعی از رویکردها و زیرشاخه‌ها می‌شود. یادگیری ماشینی، که شامل الگوریتم‌هایی برای شناسایی الگوها و انجام پیش‌بینی‌ها بر اساس داده‌ها است، یکی از معروف‌ترین زیرشاخه‌های هوش مصنوعی می‌باشد. به عبارت دیگر، پیشرفت‌های فراوانی در زمینه‌هایی از جمله خودروهای خودران، بینایی کامپیوتری و پردازش زبان طبیعی به وجود آمده است. رباتیک به ساخت دستگاه‌های هوشمند که توانایی برقراری ارتباط با جهان واقعی را دارند، می‌پردازد و یک حیطه حیاتی محسوب می‌شود. تولید، بهداشت و درمان و کاوش در فضا تنها چند مثال از صنایعی هستند که رباتیک در آن‌ها به کار می‌رود. سیستم‌های خبره، برنامه‌های کامپیوتری هستند که برای پیشگیری از مسائل پیچیده در زمینه‌های تخصصی طراحی شده‌اند، و الگوریتم‌های تکاملی (مانند الگوریتم‌های ژنتیک) که با ایده برداری از انتخاب طبیعی، مسائل بهینه‌سازی را شبیه‌سازی می‌کنند، از دیگر زیرشاخه‌های هوش مصنوعی محسوب می‌شوند. به طور کلی، در حالی که دانشمندان همچنان رویکردها و فناوری‌های جدیدی را برای ایجاد سیستم‌های هوشمند پیش می‌برند، زمینه هوش مصنوعی به طور پیوسته در حال رشد و تکامل می‌باشد. (شکل ۲.۱).



شکل ۲.۱ ارتباط بین هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، یادگیری ارائه بازنمایی و یادگیری عمیق با نمودار ون نشان داده شده است.

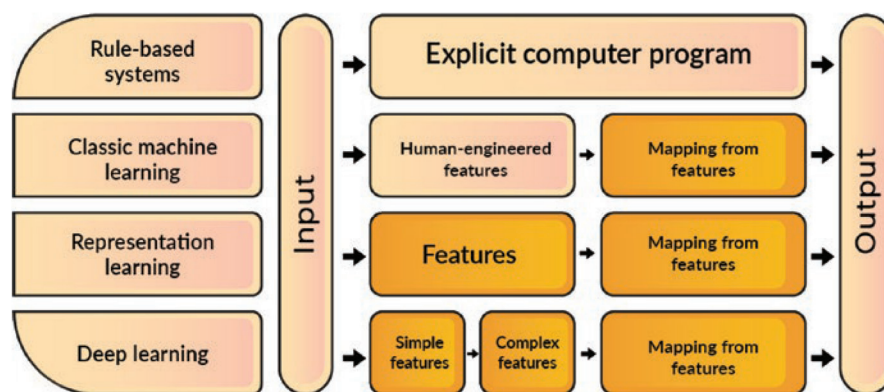
یادگیری ماشین

یادگیری ماشین، یکی از شاخه‌های مهم هوش مصنوعی است که الگوریتم‌ها را برای انجام وظایف مبتنی بر استخراج الگوها از داده‌ها، به جای برنامه‌نویسی مستقیم آنها، آموزش می‌دهد. در روش‌های سنتی یادگیری ماشین، از تکنیک‌های آماری برای طبقه‌بندی یا تفکیک داده‌ها بر اساس ویژگی‌های آنها استفاده می‌شود، که در آن متخصصان انسانی ویژگی‌های منحصر به فرد داده‌ها را کشف، تفسیر و کدگذاری می‌کنند. (شکل ۲.۲) به عنوان مثال، یک کارشناس در حوزه پردازش تصویر ممکن است الگوریتمی برای تجزیه و تحلیل تصاویر ورودی به عناصر اساسی مانند لبه‌ها، گرادیان‌ها و بافت‌ها توسعه دهد. برای دسته‌بندی یا تفسیر یک تصویر، می‌توان به صورت آماری ویژگی‌های خاصی را در تصویر بررسی کرد.

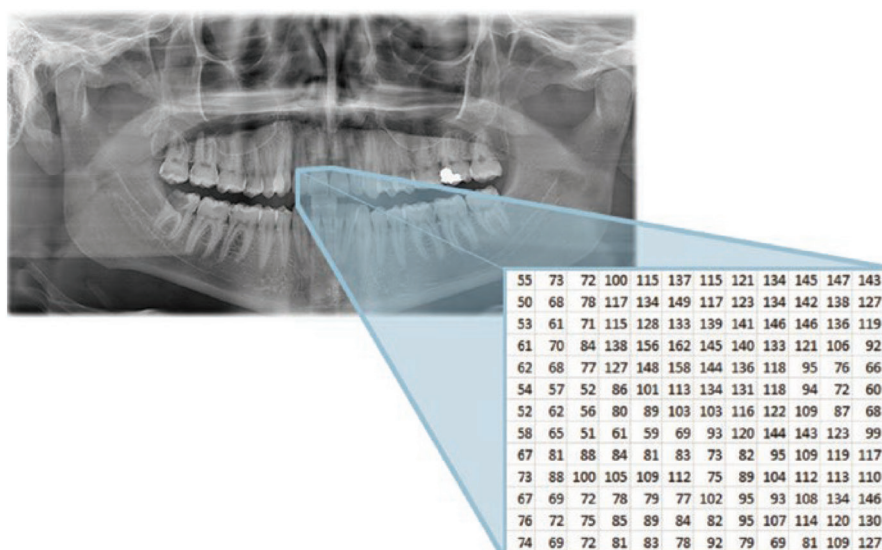
وظایف پیچیده بینایی کامپیوتری برای الگوریتم‌های یادگیری ماشین، نیازمند تعریف دقیقی از ویژگی‌های بهینه است که حتی برای کارشناسان در این زمینه چالش برانگیز است. به عنوان مثال، آموزش یک کامپیوتر برای شناسایی یک نقطه علامتی آناتومیک بر اساس روشنایی پیکسل‌ها (شکل ۲.۳) ممکن است بسیار پیچیده باشد. بنابراین، علاوه بر یادگیری نگاشت ویژگی‌ها به خروجی‌های مورد نیاز، ممکن است ترجیح داده شود که سیستم‌های کامپیوتری به صورت خودکار ویژگی‌های ترکیبی را یاد بگیرند و بهینه‌سازی کنند.

یک نوع خاص از یادگیری ماشین که به مهندسی ویژگی‌ها وابسته نیست، یادگیری بازنمایی است. در این روش، الگوریتم تصمیم می‌گیرد کدام ویژگی‌ها برای دسته‌بندی داده‌های ورودی اهمیت بیشتری دارند و این کار را به صورت خودکار انجام می‌دهد. یک سیستم مبتنی بر یادگیری بازنمایی، در صورت وجود مثال‌های آموزشی کافی، توانایی تولید نتایج دسته‌بندی بهتری را نسبت به یک سیستمی که وابسته به ویژگی‌های دستی ساخته شده است، دارد. چالش اینجاست که به یک سیستم یادگیری ماشین اجازه داده شود تا ساختارهای پیچیده را مستقیماً از داده‌های خام یاد بگیرد.

در این فصل، ما بر یادگیری عمیق تمرکز می‌کنیم، که یک نوع یادگیری بازنمایی است که الگوریتم‌ها با یادگیری مجموعه‌ای از ویژگی‌ها که سلسله‌مراتبی از ساختارها در داده را ذخیره می‌کنند، درگیر هستند. این سیستم‌های یادگیری عمیق، با استفاده از ویژگی‌های پایه مانند شدت سیگنال، لبه‌ها و بافت‌ها به عنوان اجزاء سازنده، ویژگی‌های پیچیده‌تری مانند اشکال، آسیب‌ها یا اعضا را یاد می‌گیرند. این امر سیستم‌های یادگیری عمیق را قادر می‌سازد تا از طبیعت ترکیبی تصاویر بهره‌برند.



شکل ۲.۲ تکامل سیستم‌های مختلف هوش مصنوعی. از سیستم‌های کلاسیک مبتنی بر قواعد به سمت یادگیری عمیق.



شکل ۲.۳ مقایسه بین نحوه بینایی تصویر توسط انسان و نحوه بینایی ماشین

شبکه‌های عصبی مصنوعی

بسیاری از الگوریتم‌های اولیه یادگیری، الهام گرفته از فرآیندهای زیستی یادگیری در مغز انسان، توسعه یافتند. این الگوریتم‌ها سعی داشتند تا به وسیله کامپیوترها، رفتارهای یادگیری مغز را شبیه‌سازی کنند. شبکه‌های عصبی، معروف به ANNs یا شبکه‌های عصبی مصنوعی، یک زیرشاخه از یادگیری ماشین هستند و نقش اساسی در الگوریتم‌های یادگیری عمیق ایفا می‌کنند. این شبکه‌ها الهام گرفته از ساختار و عملکرد نورون‌های مغز انسان و تلاش می‌کنند تا ارتباطات نورون‌های زیستی را تقلید کنند. در مغز انسان، سیناپس‌ها (اتصالات بین نورون‌ها)، می‌توانند از نوع الکتریکی یا شیمیایی باشند و ارتباط بین نورون‌ها را فراهم می‌کنند. دندریت‌ها (قسمت‌های نورون که سیگنال‌های الکتروشیمیایی را منتقل می‌کنند) سیگنال‌ها را از منطقه سیناپسی به بدن سلول (Soma) انتقال می‌دهند. (شکل ۲.۴) بعد از رسیدن سیگنال به آستانه تحریک، سلول سیگنال فعال‌سازی را از طریق آکسون خود به نورون‌های مجاور ارسال می‌کند. این ایده اساسی برای قابلیت شبکه‌های عصبی در کدگذاری سیگنال‌های پیچیده بکار می‌رود. به عنوان مثال، یک سلسله مراتب از نورون‌ها در قشر بینایی می‌تواند با ترکیب سیگنال‌ها از گیرنده‌های بینایی مختلف، لبه‌ها را تشخیص دهند. شبکه‌های عصبی مصنوعی تحت تأثیر این فرآیندهای زیستی مغز انسان قرار می‌گیرند. عنصر اصلی یک شبکه عصبی مصنوعی، نورون مصنوعی یا گره است که به طور ساده مدل شده وظیفه اصلی یک نورون زیستی را ایفا می‌کند. وقتی یک نورون مصنوعی یک مجموعه از مقادیری که ویژگی‌ها را نشان می‌دهند را دریافت می‌کند، هر ویژگی با وزن متناظر آن ضرب می‌شود. سپس ویژگی‌های وزن‌دار حاصل با هم جمع می‌شوند و از طریق یک تابع فعال‌سازی غیرخطی عبور می‌کنند. این فرآیند به یک نورون مصنوعی امکان می‌دهد تا با ارزیابی مجموعه‌ای از شواهد تصمیم‌گیری کند.