بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست مطالب

فصل ۱ مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی و FPGA ۱

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ هوش مصنوعی چیست؟ ۲
۱-۲-۱ هوشمندی چیست؟ ۲
۱-۳ تاریخچه هوش مصنوعی ۴
۱-۳-۱ افق‌های هوش مصنوعی ۶
۱-۴ شبکه‌های عصبی زیستی ۸
۱-۵ معرفی شبکه‌های عصبی مصنوعی ۸
۱-۵-۱ تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی ۹
۱-۵-۲ چرا از شبکه‌های عصبی استفاده می‌کنیم؟ ۱۰
۱-۶ شبکه‌های عصبی در مقایسه با کامپیوترهای سنتی ۱۱
۱-۶-۱ از نورون‌های انسان تا نورون مصنوعی ۱۲
۱-۶-۲ نورون مصنوعی ۱۲
۱-۶-۲-۱ توابع فعال ساز ۱۴
۱-۷ ساختار شبکه‌های عصبی ۱۵
۱-۸ تقسیم بندی شبکه‌های عصبی ۱۶
۱-۹ کاربرد شبکه‌های عصبی ۱۷
۱-۱۰ معایب شبکه‌های عصبی ۱۷
۱-۱۱ روش های پیاده سازی شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۸
۱-۱۱-۱ ASIC و نرو کامپیوترهای FPGA ۱۸
۱-۱۲ معرفی ساختار FPGAهای خانواده CycloneII از شرکت Altera ۲۰
۱-۱۲-۱ عناصر منطقی ۲۱
۱-۱۲-۲ بلوک‌های منطقی ۲۲
۱-۱۲-۳ ضرب کننده‌های جاسازی شده ۲۲
۱-۱۲-۴ بلوک‌های حافظه ۲۴

فصل ۲ تشخیص خودکار مدولاسیون به عنوان مدل ارائه شده برای پیاده‌سازی ۲۵

۲-۱ مقدمه ۲۶
۲-۲ طبقه بندی کننده خودکار مدولاسیون ۲۶

فهرست مطالب

۲-۲-۱ رهیافت تئوری آشکارسازی ۲۷
۲-۲-۲ رهیافت تشخیص الگو یا استخراج ویژگی‌ها ۲۷
۲-۳ تشریح مساله ۲۸
۲-۴ استخراج ویژگی‌های سیگنال دریافت شده ۲۹
۲-۴-۱ استخراج ویژگی‌ها ۳۰
۲-۴-۱-۱ قابلیت تفکیک انباشت‌های مختلف ۳۳
۲-۵ شبکه‌های پرسپترون چند لایه ۳۴
۲-۵-۱ الگوریتم پس انتشار خطا ۳۵
۲-۶ شبیه‌سازی شبکه با نرم افزارMatlab ۳۶

فصل ۳ پیاده‌سازی شبکه‌ی عصبی ارائه‌شده ۴۰

۳-۱ مقدمه ۴۱
۳-۲ نمایش اعداد ۴۱
۳-۲-۱ نمایش اعداد ممیز شناور ۴۱
۳-۲-۱-۱ نمایش اعداد ممیز شناور دقت ساده ۴۲
۳-۲-۲ نمایش اعداد ممیز ثابت ۴۳
۳-۲-۲-۱ نمایش اعداد باینری به صورت صحیح ۴۳
۳-۲-۲-۲ نمایش اعداد باینری به صورت کسری ۴۴
۳-۳ پیاده‌سازی نورون ۴۴
۳-۳-۱ پیاده‌سازی حاصلضرب بردار ورودی‌ها در بردار وزن‌ها ۴۴
۳-۳-۲ پیاده‌سازی تابع Sigmoid ۴۷
۳-۳-۲-۱ تقریب چبیشف ۴۸
۳-۳-۲-۱-۱ تقریب تابع Sigmoid ۵۰
۳-۳-۲-۲ روش جدول Look-up ۵۱
۳-۳-۲-۳ تقریب خطی-تکه‌ای ۵۲
۳-۳-۲-۳-۱ تقریب تابع Sigmoid به روش خطی-تکه‌ای ۵۳
۳-۴ چیدمان نورون‌ها در شبکه ۵۵
۳-۴-۱ پیاده‌سازی تماماً موازی شبکه ۵۶
۳-۵ واحد کنترل ۵۸
۳-۶ نتایج پیاده‌سازی تابع Sigmoid ۵۹

فهرست مطالب

۳-۷ نتایج پیاده‌سازی شبکه ۶۰

۳-۸ مقایسه شبکه پیاده‌سازی شده با کارهای مشابه ۶۳

فصل ۴ نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۶۴

۴-۱ نتیجه‌گیری ۶۵

۴-۲ پیشنهادات ۶۵

منابع ۶۶

فهرست اشکال

شکل ۱-۱: نورون مصنوعی ۱۳
شکل ۱-۲: ساختار کلی EP2C20 از خانواده Cyclone II ۲۰
شکل ۱-۳: عناصر منطقی در Cyclone II ۲۱
شکل ۱-۴:ساختار ضرب کننده‌های Cyclone II ۲۳
شکل ۱-۵: بلوک‌های حافظه M4K ۲۴
شکل ۲-۱: بلوک دیاگرام ADMR ۲۸
شکل ۲-۲: شبکه پرسپترون سه لایه ۳۵
شکل ۲-۳: درصد تشخیص صحیح مدولاسیون‌ها ۳۹
شکل ۳-۱: نمایش اعداد ممیز شناور ۴۲
شکل ۳-۲: عدد ممیز ثابت با فرمت $Q_{2.4}$ ۴۳
شکل ۳-۳: سخت افزار جمع/ضرب همزمان ۴۵
شکل ۳-۴: بلوک MAC پیاده‌سازی شده ۴۶
شکل ۳-۵: تابع Sigmoid ۴۸
شکل ۳-۶: تابع Sigmoid با تقریب چبیشف ۵۱
شکل ۳-۷: خطای تقریب ۵۱
شکل ۳-۸: تقریب تابع Sigmiod به روش خطی-تکه‌ای ۵۳
شکل ۳-۹: خطای حاصل از تقریب تابع به روش خطی-تکه‌ای ۵۴
شکل ۳-۱۰: واحد Sigmoid پیاده‌سازی شده ۵۴
شکل ۳-۱۱: پیاده‌سازی سریال شبکه عصبی ۵۵
شکل ۳-۱۲: پیاده‌سازی تمام موازی شبکه ۵۷
شکل ۳-۱۳: واحد کنترل ۵۸
شکل ۳-۱۴: خروجی واحد Sigmoid ۵۹
شکل ۳-۱۵: گزارش سخت‌افزار استفاده شده برای تابع Sigmoid ۶۰
شکل ۳-۱۶: سیگنال‌های ورودی و خروجی شبکه ۶۱
شکل ۳-۱۷: گزارش سخت‌افزار استفاده شده برای کل شبکه ۶۲

فهرست جداول

جدول ۱-۱: توابع فعال ساز پرکاربرد ۱۴

جدول ۲-۱: قابلیت تفکیک انباشت‌های رابطه ۲-۲۰ برای مدولاسیون‌های مختلف ۳۴

جدول ۲-۲: درصد تشخیص مدولاسیون‌ها برای سیگنال به نویزهای مختلف ۳۹

جدول ۳-۱: چند چمله‌های چبیشف ۴۹

جدول ۳-۲: ضرایب چند جمله‌ای‌های چبیشف برای تابع Sigmoid ۵۰

جدول ۳-۳: مقایسه نتایج بدست آمده با کارهای مشابه ۶۳

فصل اول

مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی و FPGA

۱-۱ مقدمه

هوش مصنوعی[1] یکی از ساختارهای نسبتاً جدید دانش است که جذابیت آن طی سال های اخیر، بسیاری از دانشمندان علوم ریاضی، کامپیوتر، الکترونیک و حتی فلسفه، منطق و ... را به سمت خود کشیده است. علی رغم تمام پیشرفتی که این دانش در دهه نخست قرن بیست و یکم داشته، اغراق نیست اگر بگوییم هنوز تعریف دقیقی برای هوش مصنوعی در دست نیست و هم چنان تعابیر مختلفی از آن ارائه می شود! برای نمونه در سال های نخستین، «دانش ساخت ماشین ها یا برنامه های هوشمند» به عنوان تعریف این علم به کار می رفت. مدتی بعد این تعریف به صورت «شاخه ای از دانش کامپیوتر جهت بررسی ملزومات محاسباتی اعمالی چون ادراک[2]، استدلال[3]، فراگیری[4] و ارائه سیستمی برای انجام این اعمال» تغییر کرد و در کنار آن تعریف سومی نیز به صورت «مطالعه وادار نمودن کامپیوترها به انجام کارهایی که در حال حاضر انسان ها آن ها را بهتر انجام می دهند» هم تبیین شد. در این فصل مقدمه ای در باره علم هوش مصنوعی و همچنین شبکه‌های عصبی مصنوعی ارائه خواهد شد. در انتها ساختار های مختلف برای پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۲ هوش مصنوعی چیست؟

هوش مصنوعی، دانش ساختن ماشین‌ها یا برنامه‌های هوشمند است. همانگونه که از تعریف فوق که توسط یکی از بنیانگذاران هوش مصنوعی ارائه شده است برمی‌آید، حداقل به دو سؤال باید پاسخ داد:

۱-۲-۱ هوشمندی چیست؟

برنامه‌های هوشمند، چه نوعی از برنامه‌ها هستند؟تعریف دیگری که از هوش مصنوعی می‌توان ارائه داد به قرار زیر است:

هوش مصنوعی، شاخه‌ایست از علم کامپیوتر که ملزومات محاسباتی اعمالی همچون ادراک، استدلال و یادگیری را بررسی کرده و سیستمی جهت انجام چنین اعمالی ارائه می‌دهد. و در نهایت تعریف سوم هوش مصنوعی از قرار زیر است:

[1] Artificial Intelligence
[2] Perception
[3] Reasoning
[4] Learning

هوش مصنوعی، مطالعه روش‌هایی است برای تبدیل کامپیوتر به ماشینی که بتواند اعمال انجام شده توسط انسان را انجام دهد. به این ترتیب می‌توان دید که دو تعریف آخر کاملاً دو چیز را در تعریف نخست واضح کرده‌اند.

1ـ منظور از موجود یا ماشین هوشمند چیزی است شبیه انسان.

۲ـ ابزار یا ماشینی که قرار است محمل هوشمندی باشد یا به انسان شبیه شود، کامپیوتر است.

هر دوی این نکات کماکان مبهم و قابل پرسشند. آیا تنها این نکته که هوشمندترین موجودی که می‌شناسیم، انسان است کافی است تا هوشمندی را به تمامی اعمال انسان نسبت دهیم؟ حداقل این نکته کاملاً واضح است که بعضی جنبه‌های ادراک انسان همچون دیدن و شنیدن کاملاً ضعیف‌تر از موجودات دیگر است. علاوه بر این، کامپیوترهای امروزی با روش‌هایی کاملاً منطقی توانسته‌اند در برخی جنبه‌های استدلال، فراتر از توانایی‌های انسان عمل کنند. بدین ترتیب، آیا می‌توان در همین نقطه ادعا کرد که هوش مصنوعی تنها نوعی دغدغه علمی یا کنجکاوی دانشمندانه است و قابلیت تعمق مهندسی ندارد؟(زیرا اگر مهندسی، یافتن روش‌های بهینه انجام امور باشد، به هیچ رو مشخص نیست که انسان اعمال خویش را به گونه‌ای بهینه انجام می‌دهد). به این نکته نیز باز خواهیم گشت. اما همین سؤال را می‌توان از سویی دیگر نیز مطرح ساخت، چگونه می‌توان یقین حاصل کرد که کامپیوترهای امروزین،بهترین ابزارهای پیاده‌سازی هوشمندی هستند؟رؤیای طراحان اولیه کامپیوتر از بابیج تا تورینگ، ساختن ماشینی بود که قادر به حل تمامی مسائل باشد، البته ماشینی که در نهایت ساخته شد(کامپیوتر) به جز دسته ای خاص از مسائل قادر به حل تمامی مسائل بود. اما نکته در اینجاست که این «تمامی مسائل» چیست؟ طبیعتاً چون طراحان اولیه کامپیوتر، منطق‌دانان و ریاضیدانان بودند، منظورشان تمامی مسائل منطقی یا محاسباتی بود. بدین ترتیب عجیب نیست، هنگامی که فون‌نیومان سازنده اولین کامپیوتر، در حال طراحی این ماشین بود، کماکان اعتقاد داشت برای داشتن هوشمندی شبیه به انسان، کلید اصلی، منطق(از نوع به کار رفته در کامپیوتر) نیست، بلکه احتمالاً چیزی خواهد بود شبیه ترمودینامیک[1] [1].

به هرحال، کامپیوتر تا به حال به چنان درجه‌ای از پیشرفت رسیده و چنان سرمایه‌گذاری عظیمی برروی این ماشین انجام شده است که به فرض این که بهترین انتخاب نباشد هم، حداقل

[1] Thermodynamic

سهل‌الوصول‌ترین و ارزان‌ترین و عمومی‌ترین انتخاب برای پیاده‌سازی هوشمندیست.

بنابراین ظاهراً به نظر می‌رسد به جای سرمایه‌گذاری برای ساخت ماشین‌های دیگر هوشمند، می‌توان از کامپیوترهای موجود برای پیاده‌سازی برنامه‌های هوشمند استفاده کرد و اگر چنین شود، باید گفت که طبیعت هوشمندی ایجاد شده، حداقل از لحاظ پیاده‌سازی، کاملاً با طبیعت هوشمندی انسانی متناسب خواهد بود زیرا هوشمندی انسانی، نوعی هوشمندی بیولوژیک است که با استفاده از مکانیسم‌های طبیعی ایجاد شده، نه استفاده از عناصر و مدارهای منطقی. در برابر تمامی استدلال‌های فوق می توان این نکته را مورد تأمل و پرسش قرار داد که هوشمندی طبیعی تا بدان جایی که ما سراغ داریم، تنها برمحمل طبیعی و با استفاده از روش های طبیعت ایجاد شده است. طرفداران این دیدگاه تا بدانجا پیش رفته‌اند که حتی ماده ایجاد کننده هوشمندی را مورد پرسش قرار داده اند، کامپیوتر از سیلیکون استفاده می‌کند، در حالی که طبیعت همه جا از کربن سود برده است. مهم تر از همه، این نکته است که در کامپیوتر، یک واحد کاملاً پیچیده مسئولیت انجام کلیه اعمال هوشمندانه را بعهده دارد در حالی که طبیعت در سمت و سویی کاملاً مخالف حرکت کرده است. تعداد بسیار زیادی از واحدهای کاملاً ساده (بعنوان مثال از نورون‌های شبکه عصبی) با عملکرد همزمان خود رفتار هوشمند را سبب می شوند. بنابراین تقابل هوشمندی مصنوعی و هوشمندی طبیعی حداقل در حال حاضر تقابل پیچیدگی فوق العاده و سادگی فوق العاده است. این مسأله هم اکنون کاملاً به صورت یک جنجال[1] علمی در جریان است[1].

در هر حال حتی اگر بپذیریم که کامپیوتر در نهایت ماشین هوشمند مورد نظر ما نیست، مجبوریم برای شبیه‌سازی هر روش یا ماشین دیگری از آن سود بجوییم.

۱-۳ تاریخچه هوش مصنوعی

هوش مصنوعی به خودی خود علمی است کاملاً جوان. در واقع بسیاری شروع هوش مصنوعی را ۱۹۵۰ می دانند زمانی که آلن تورینگ مقاله دوران‌ساز خود را در باب چگونگی ساخت ماشین هوشمند نوشت (آنچه بعدها به تست تورینگ مشهور شد). تورینگ درآن مقاله یک روش را برای تشخیص هوشمندی پیشنهاد می‌کرد. این روش بیشتر به یک بازی شبیه بود.

[1] Debate

فرض کنید شما در یک سمت یک دیوار (پرده یا هر مانع دیگر) هستید و به صورت تله تایپ با آن سوی دیوار ارتباط دارید و شخصی از آن سوی دیوار از این طریق با شما در تماس است. طبیعتاً یک مکالمه بین شما و شخص آن سوی دیوار می‌تواند صورت پذیرد. حال اگر پس از پایان این مکالمه، به شما گفته شود که آن سوی دیوار نه یک شخص بلکه (شما کاملاً از هویت شخص آن سوی دیوار بی‌خبرید) یک ماشین بوده که پاسخ شما را می‌داده، آن ماشین یک ماشین هوشمند خواهد بود، در غیر این صورت(یعنی در صورتی که شما در وسط مکالمه به مصنوعی بودن پاسخ پی ببرید) ماشین آن سوی دیوار هوشمند نیست و موفق به گذراندن تست تورینگ نشده است. باید دقت کرد که تورینگ به دو دلیل کاملاً مهم این نوع از ارتباط(ارتباط متنی به جای صوت) را انتخاب کرد. اول این که موضوع ادراکی صوت را کاملاً از صورت مسأله حذف کند و این تست هوشمندی را درگیر مباحث مربوط به دریافت و پردازش صوت نکند و دوم این که بر جهت دیگری هوش مصنوعی به سمت نوعی از پردازش زبان طبیعی تاکید کند[2].

در هر حال هر چند تاکنون تلاش‌های متعددی در جهت پیاده‌سازی تست تورینگ صورت گرفته، مانند برنامه Eliza و یا AIML (زبانی برای نوشتن برنامه‌هایی که قادر به chat کردن اتوماتیک باشند) اما هنوز هیچ ماشینی موفق به گذر از چنین تستی نشده است. همانگونه که مشخص است، این تست نیز کماکان دو پیش فرض اساسی را در بردارد:

۱- نمونه کامل هوشمندی انسان است.

۲- مهمترین مشخصه هوشمندی توانایی پردازش و درک زبان طبیعی است. درباره نکته اول به تفصیل تا بدین جا سخن گفته ایم؛ اما نکته دوم نیز به خودی خود باید مورد بررسی قرارگیرد. این که توانایی درک زبان نشانه هوشمندی است تاریخی به قدمت تاریخ فلسفه دارد. از نخستین روزهایی که به فلسفه[1] پرداخته شده زبان همیشه در جایگاه نخست فعالیت‌های شناختی قرار داشته است. از یونانیان باستان که لوگوس را به عنوان زبان و حقیقت یکجا به کار می‌بردند تا فیلسوفان امروزین که یا زبان را خانه وجود می‌دانند، یا آن را ریشه مسائل فلسفی می‌خوانند؛ زبان، همواره شأن خود را به عنوان ممتازترین توانایی هوشمندترین موجودات حفظ کرده است. با این ملاحظات می‌توان درک کرد که چرا آلن تورینگ تنها گذر از این تست متظاهرانه زبانی را شرط دست‌یابی به هوشمندی می‌داند. تست

[1] Epistemology

تورینگ اندکی کمتر از نیم‌قرن هوش مصنوعی را تحت تأثیر قرار داد اما شاید تنها در اواخر قرن گذشته بود که این مسئله بیش از هر زمان دیگری آشکار شد که متخصصین هوش مصنوعی به جای حل این مسئله باشکوه ابتدا باید مسائل کم‌اهمیت‌تری همچون درک تصویر (بینایی ماشین) درک صوت و... را حل کنند. به این ترتیب با به محاق رفتن آن هدف اولیه، اینک گرایش‌های جدیدتری در هوش مصنوعی ایجاد شده‌اند.در سال‌های آغازین AI تمرکز کاملاً برروی توسعه سیستم‌هایی بود که بتوانند فعالیت‌های هوشمندانه(البته به زعم آن روز) انسان را مدل کنند، و چون چنین فعالیت‌هایی را در زمینه‌های کاملاً خاصی مانند بازی‌های فکری، انجام فعالیت‌های تخصصی، درک زبان طبیعی، و... می‌دانستند طبیعتاً به چنین زمینه‌هایی بیشتر پرداخته شد.

در زمینه توسعه بازی‌ها، تا حدی به بازی شطرنج پرداخته شد که غالباً عده‌ای هوش مصنوعی را با شطرنج همزمان به خاطر می‌آورند. مک‌کارتی که پیشتر اشاره شد، از بنیان‌گذاران هوش مصنوعی است این روند را آنقدر اغراق‌آمیز می‌داند که می‌گوید:

محدود کردن هوش مصنوعی به شطرنج مانند این است که علم ژنتیک را از زمان داروین تا کنون تنها محدود به پرورش لوبیا کنیم. به هر حال دستاورد تلاش مهندسین و دانشمندان در طی دهه‌های نخست را می‌توان توسعه تعداد بسیار زیادی سیستم‌های خبره[1] در زمینه‌های مختلف مانند پزشکی عمومی، اورژانس، دندانپزشکی، تعمیرات ماشین، توسعه بازی‌های هوشمند، ایجاد مدل‌های شناختی ذهن انسان، توسعه سیستمهای یادگیری و... دانست. دستاوردی که به نظر می‌رسد برای علمی با کمتر از نیم قرن سابقه قابل قبول به نظر می‌رسد[2].

۱-۳-۱ افق‌های هوش مصنوعی

در ۱۹۴۳Mcclutch روانشناس، فیلسوف و شاعر و Pitts ریاضیدان طی مقاله‌ای، دیده‌های آن روزگار درباره محاسبات، منطق و روانشناسی عصبی را ترکیب کردند. ایده اصلی آن مقاله چگونگی انجام اعمال منطقی به وسیله اجزای ساده شبکه عصبی[2] بود. اجزای بسیار ساده (نورون‌ها) این شبکه فقط از این طریق سیگنال‌های تحریک[3] و توقیف[4] با هم درتماس بودند. این همان چیزی بود که بعدها

[1] Expert systems
[2] Neural network
[3] Exitory
[4] Inhibitory

دانشمندان کامپیوتر آن را مدارهای And و OR نامیدند و طراحی اولین کامپیوتر در ۱۹۴۷ توسط فون نیومان عمیقاً از آن الهام می‌گرفت. امروز پس از گذشته نیم‌قرن از کار Mcclutch و Pitts شاید بتوان گفت که این کار الهام بخش گرایشی کاملاً پویا و نوین در هوش مصنوعی است. پیوندگرایی[1] هوشمندی را تنها حاصل کار موازی و هم‌زمان و در عین حال تعامل تعداد بسیار زیادی اجزای کاملاً ساده به هم مرتبط می‌داند. شبکه‌های عصبی مصنوعی که از مدل شبکه عصبی ذهن انسان الهام گرفته‌اند امروزه دارای کاربردهای کاملاً علمی و گسترده تکنولوژیک شده‌اند و کاربرد آن در زمینه‌های متنوعی مانند سیستم‌های کنترلی، رباتیک، تشخیص متون، پردازش تصویر و... مورد بررسی قرار گرفته است.

علاوه بر این کار بر روی توسعه سیستم‌های هوشمند[2] با الهام از طبیعت هوشمندی‌های، غیر از هوشمندی انسان اکنون از زمینه‌های کاملاً پرطرفدار در هوش مصنوعی است. الگوریتم ژنیتک که با استفاده از ایده تکامل داروینی و انتخاب طبیعی پیشنهاد شده روش بسیار خوبی برای یافتن پاسخ به مسائل بهینه‌سازی است. به همین ترتیب روش‌های دیگری نیز مانند استراتژی‌های تکاملی[3] نیز در این زمینه پیشنهاد شده‌اند. دراین زمینه هر گوشه‌ای از سازو کار طبیعت که پاسخ بهینه‌ای را برای مسائل یافته است مورد پژوهش قرار می‌گیرد. زمینه‌هایی چون سیستم امنیتی بدن انسان[4] که در آن بیشمار الگوی ویروس‌های مهاجم به صورتی هوشمندانه ذخیره می‌شوند و یا روش پیدا کردن کوتاه‌ترین راه به منابع غذا توسط مورچگان[5] همگی بیانگر گوشه‌هایی از هوشمندی بیولوژیک هستند. گرایش دیگر هوش مصنوعی بیشتر بر مدل سازی اعمال شناختی تأکید دارد[6]CBR است. این گرایش چندان خود را به قابلیت تعمق بیولوژیک سیستم‌های ارائه شده مقید نمی‌کند. استدلال[7] یکی از گرایش‌های فعال در این شاخه می‌باشد. بعنوان مثال روند استدلال توسط یک پزشک هنگام تشخیص یک بیماری کاملاً شبیه به CBR است به این ترتیب که پزشک در ذهن خود تعداد بسیار زیادی از شواهد بیماری‌های شناخته شده را دارد و تنها باید مشاهدات خود را با نمونه‌های موجود در ذهن خویش تطبیق داده، شبیه‌ترین نمونه را به عنوان بیماری بیابد. به این ترتیب مشخصات، نیازمندی‌ها و توانایی‌های CBR به عنوان یک چارچوب

[1] Connectionism
[2] Intelligent systems
[3] Evolutionary Algorithms
[4] Immun System
[5] Ant Colony
[6] Case-based reasoning
[7] Reasoning

کلی پژوهش در هوش مصنوعی مورد توجه قرارگرفته است.

البته هنگامی که از گرایش‌های آینده سخن می‌گوییم، هرگز نباید از گرایش‌های ترکیبی غفلت کنیم. گرایش‌هایی که خود را به حرکت در چارچوب شناختی یا بیولوژیک یا منطقی محدود نکرده و به ترکیبی از آنها می‌اندیشند. شاید بتوان پیش‌بینی کرد که چنین گرایش‌هایی، فرا ساختارهای[1] روانی را براساس عناصر ساده بیولوژیک بنا خواهند کرد[1].

۱-۴ شبکه‌های عصبی زیستی

شبکه‌های عصبی زیستی[2] مجموعه‌ای بسیار عظیم از پردازشگرهای موازی به نام نورون[3] اند که به صورت هماهنگ برای حل مسئله عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها[4] (ارتباط‌های الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در این شبکه‌ها اگر یک سلول آسیب ببیند بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آنرا جبران کرده و نیز در بازسازی آن سهیم باشند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری اند. مثلا با اعمال سوزش به سلول‌های عصبی لامسه، سلول‌ها یاد می‌گیرند که به طرف جسم داغ نروند و با این الگوریتم سامانه می‌آموزد که خطای خود را اصلاح کند. یادگیری در این سامانه‌ها به صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده ازمثال‌ها وزن[5] سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های تازه سامانه پاسخ درستی تولید کند[3].

۱-۵ معرفی شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی[6] یک سامانه پردازشی داده‌ها است که از مغز انسان ایده گرفته و پردازش داده‌ها را به عهدهٔ پردازنده‌های کوچک و بسیار زیادی سپرده که به صورت شبکه‌ای به هم پیوسته و موازی با یکدیگر رفتار می‌کنند تا یک مسئله را حل نمایند. در این شبکه‌ها به کمک دانش برنامه نویسی، ساختار داده‌ای طراحی می‌شود که می‌تواند همانند نورون عمل کند. که به این ساختارداده، گره[7] گفته می‌شود. بعد با ایجاد شبکه‌ای بین این گره‌ها و اعمال یک الگوریتم آموزشی به آن، شبکه را آموزش

[1] Meta Structure
[2] Biological Neural Networks
[3] Neuron
[4] Synapse
[5] Weight
[6] Artificial Neural Network
[7] Net

می‌دهند.

در این شبکه‌ی عصبی گره‌ها دارای دو حالت فعال (روشن یا ۱) و غیرفعال (خاموش یا ۰) اند و هر یال (سیناپس یا ارتباط بین گره‌ها) دارای یک وزن می‌باشد. یال‌های با وزن مثبت، موجب تحریک یا فعال کردن گره غیر فعال بعدی می‌شوند و یال‌های با وزن منفی، گره متصل بعدی را غیر فعال یا مهار (در صورتی که فعال بوده باشد) می‌کنند[3].

۱-۵-۱ تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی

از قرن نوزدهم به طور همزمان اما جداگانه از سویی نروفیزیولوژیست‌ها سعی کردند سامانه یادگیری و تجزیه و تحلیل مغز را کشف کنند و از سوی دیگر ریاضیدانان تلاش کردند تا مدل ریاضی بسازند که قابلیت فراگیری و تجزیه و تحلیل عمومی مسائل را دارا باشد. اولین کوشش‌ها در شبیه‌سازی با استفاده از یک مدل منطقی توسط مک کلوک و والتر پیتز انجام شد که امروزه بلوک اصلی سازنده اکثر شبکه‌های عصبی مصنوعی است. این مدل فرضیه‌هایی در مورد عملکرد نورون‌ها ارائه می‌کند. عملکرد این مدل مبتنی بر جمع ورودی‌ها و ایجاد خروجی است. چنانچه حاصل جمع ورودی‌ها از مقدار آستانه بیشتر باشد اصطلاحا نورون برانگیخته می‌شود. نتیجه این مدل اجرای توابع ساده مثل AND و OR بود. نه تنها نروفیزیولوژیست‌ها بلکه روان شناسان و مهندسان نیز در پیشرفت شبیه‌سازی شبکه‌های عصبی تاثیر داشتند. در سال ۱۹۵۸ شبکه پرسپترون[1] توسط روزنبلات معرفی گردید. این شبکه نظیر واحدهای مدل شده قبلی بود. پرسپترون دارای سه لایه به همراه یک لایه وسط که به عنوان لایه پیوند شناخته شده می‌باشد، است. این سامانه می‌تواند یاد بگیرد که به ورودی داده شده خروجی تصادفی متناظر را اعمال کند. سامانه دیگر مدل خطی تطبیقی نورون[2] می‌باشد که در سال ۱۹۶۰ توسط ویدرو و هاف (دانشگاه استنفورد) به وجود آمد که اولین شبکه‌های عصبی به کار گرفته شده در مسائل واقعی بودند. Adalaline یک دستگاه الکترونیکی بود که از اجزای ساده‌ای تشکیل شده بود، روشی که برای آموزش استفاده می‌شد با پرسپترون فرق داشت.

در سال ۱۹۶۹ میسکی و پاپرت کتابی نوشتند که محدودیت‌های سامانه‌های تک لایه و چند لایه پرسپترون را تشریح کردند. نتیجه این کتاب پیش داوری و قطع سرمایه گذاری برای تحقیقات در زمینه

[1] Perceptron
[2] Adaptive Linear Neuron or later Adaptive Linear Element

شبیه سازی شبکه‌های عصبی بود. آنها با طرح اینکه طرح پرسپترون قادر به حل هیچ مساله جالبی نمی‌باشد، تحقیقات در این زمینه را برای مدت چندین سال متوقف کردند.

با وجود اینکه اشتیاق عمومی و سرمایه گذاری‌های موجود به حداقل خود رسیده بود، برخی محققان تحقیقات خود را برای ساخت ماشین‌هایی که توانایی حل مسائلی از قبیل تشخیص الگو[1] را داشته باشند، ادامه دادند. از جمله گراسبگ که شبکه‌ای تحت عنوان Avalanch را برای تشخیص صحبت پیوسته و کنترل دست ربات مطرح کرد. همچنین او با همکاری کارپنتر شبکه‌های ART را بنا نهادند که با مدل‌های طبیعی تفاوت داشت. اندرسون و کوهونن نیز از اشخاصی بودند که تکنیک‌هایی برای یادگیری ایجاد کردند. ورباس در سال ۱۹۷۴ شیوه آموزش پس انتشار خطا[2] را ایجاد کرد که یک شبکه پرسپترون چندلایه[3] البته با قوانین نیرومندتر آموزشی بود.

پیشرفت‌هایی که در سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ بدست آمد برای جلب توجه به شبکه‌های عصبی بسیار مهم بود. برخی فاکتورها نیز در تشدید این مساله دخالت داشتند، از جمله کتاب‌ها و کنفرانس‌های وسیعی که برای مردم در رشته‌های متنوع ارائه شد. امروز نیز تحولات زیادی در تکنولوژی ANN ایجاد شده است[4].

۱-۵-۲ چرا از شبکه‌های عصبی استفاده می‌کنیم؟

شبکه‌های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش‌های مختلفی که برای انسان‌ها و کامپیوتر شناسایی آنها بسیار دشوار است استفاده شوند. از مزایای شبکه‌های عصبی می‌توان موارد زیر را نام برد:

یادگیری تطبیقی[4]: توانایی یادگیری اینکه چگونه وظایف خود را بر اساس اطلاعات داده شده به آن و یا تجارب اولیه انجام دهد در واقع اصلاح شبکه را گویند.

خود سازماندهی[5]: یک شبکه عصبی مصنوعی به صورت خودکار سازماندهی و ارائه داده‌هایی که در طول آموزش دریافت کرده را انجام می‌دهد. نورون‌ها با قاعده یادگیری سازگار شده و پاسخ به ورودی

[1] Pattern recognition
[2] Back propagation
[3] Multilayer Perceptron
[4] Adaptive learning
[5] Self organization