

کاربرد شبکه عصبی در صنعت نفت و گاز

مهدی عسکری - کورش درودگر

مدیریت برنامه ریزی تلفیقی شرکت ملی نفت ایران

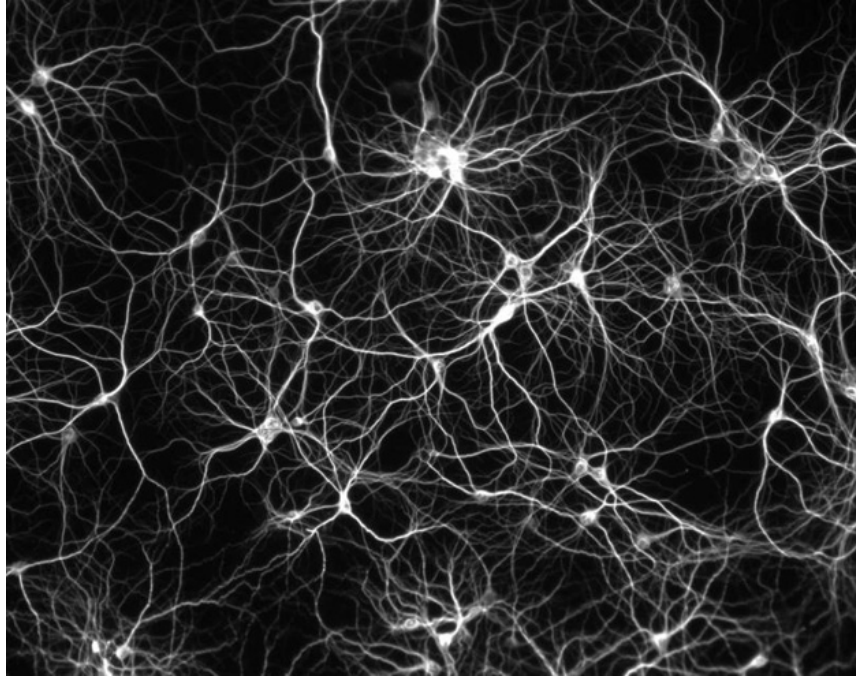
مقدمه

استفاده از شبکه های عصبی که علمی جدید و نوپا محسوب می شود با داشتن قابلیت های خاص و مهم جایگاه ویژه ای را برای بسیاری از صنایع از جمله در صنعت نفت و گاز به خود اختصاص داده و در بخش تحقیقات و مطالعات، کاربردهای زیادی در سراسر دنیا صورت گرفته است. نتایج حاصل و پیش بینی های صورت گرفته توسط این مدلها بسیار حائز اهمیت می باشد. تا حدی که بهره برداری از این نتایج در اجرا در مناطق مختلف نفت خیز دنیا کمک شایانی در پیشبرد اهداف متخصصین این امر داشته است. مطالعات نشان میدهد که در بسیاری از مراکز تحقیقاتی دنیا اطلاعات ماحصل از آنالیزهای مواد مختلف و سیستمهای کنترلی موجود در خط فرایند در دوره های زمانی مختلف و در مکانهای خاص که توسط متخصصین امر اتخاذ میشود، بر اساس موضوع مورد تحقیق دسته بندی شده و با برقراری ارتباط بین آنها جهت آموزش شبکه های عصبی مورد استفاده قرار می گیرند.

شبکه عصبی مغز

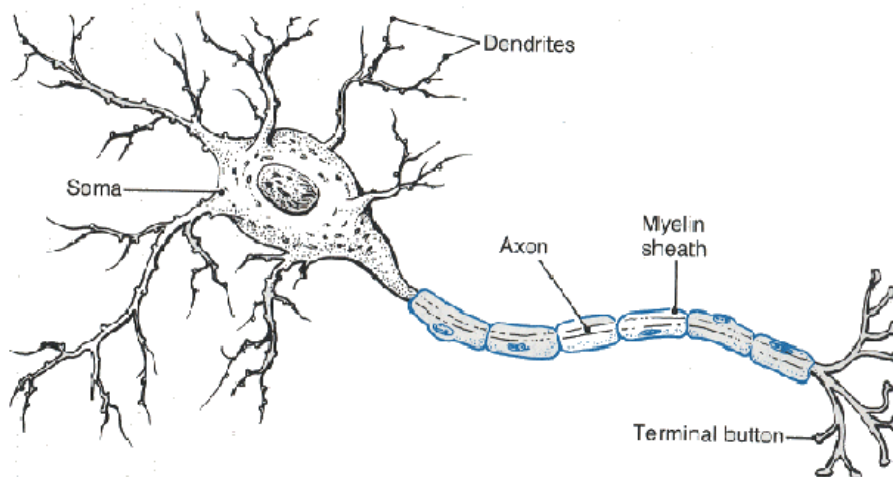
در حالیکه رایانه ها در انجام عملیات ریاضی بسیار سریعتر و کم خطا تر از انسان عمل می نمایند، در بعضی از کارها مثل تشخیص الگوهای تصویری یا صوتی بسیار ضعیف تر از مغز انسان عمل می کنند. دانشمندان علم رایانه بر آن شدند که با الگو برداری از مکانیزم مغز انسان و استفاده از آن در رایانه بتوانند این ضعف را جبران نمایند.

در مغز انسان حدود ۱۰۱۱ سلول عصبی (نرون) وجود دارد. هر نرون با ۱۰۴ نرون دیگر در ارتباط است و دائما در حال تبادل اطلاعات بصورت الکتروشیمیایی است. سرعت تبادل اطلاعات بین نرونها مغز به مراتب کمتر از سرعت پردازنده رایانه است ولی می تواند چهره یک شخص را ظرف ۰.۱ ثانیه شناسایی کند، کاری که از عهده یک رایانه ساخته نیست. این سرعت عملیات تشخیص در انسان مرهون تعداد زیاد نرونهاست. [۱]



شبكة نرونهای مغز

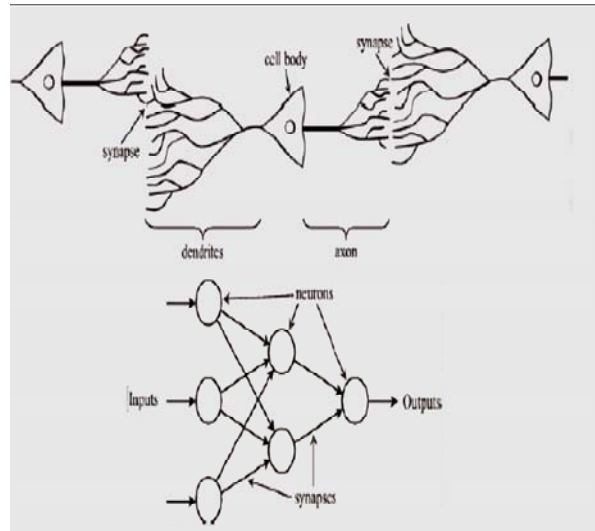
هر نرون شامل هسته، کانالهای ورودی به نام دندریت و کانالهای خروجی به نام سیناپس است. هر نرون بسته به ورودیهای خود، خروجیهایی ساخته و به نرونهای مجاور ارسال می نماید. هر گونه ورودی مغز مثل رویت تصویری با چشم و یا به مشام رسیدن یک بو، طوفانی در مغز پدید می آورد و نرونهای بسیار زیادی را درگیر می نماید تا نهایتاً به حس یا تصمیم خاصی منجر می شود.



یک سلول عصبی (نرون)

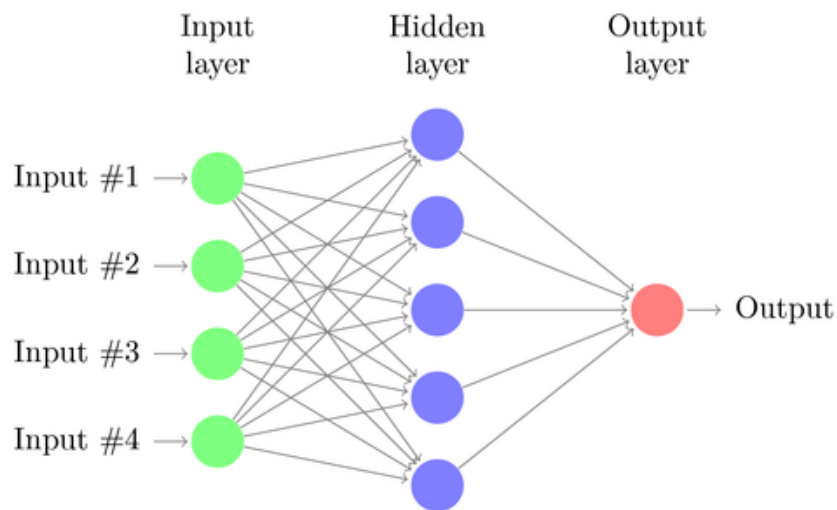
شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی از شبکه عصبی مغز انسان کپی برداری شده است و بصورت یک گراف مدل می شود. در این گراف نودها نمایانگر نرونها و وترها نمایانگر ارتباط بین نرونهاست.



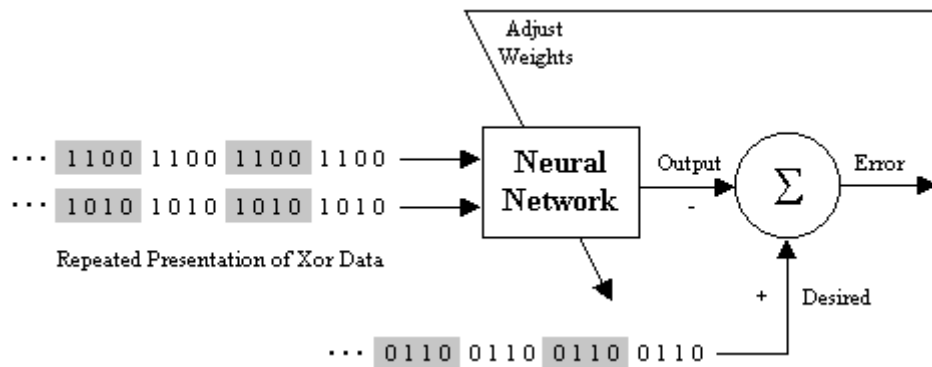
شباهت شبکه عصبی مصنوعی با نرونها

یک شبکه عصبی مصنوعی از لایه های مختلفی از نرونها تشکیل می شود. لایه اول لایه ورودی است که اطلاعات اولیه به آن داده می شود. لایه آخر لایه خروجی است که خروجی نهایی از آن گرفته می شود. لایه یا لایه های دیگری که بین این دو قرار می گیرد، لایه های مخفی نام دارند. [۲]



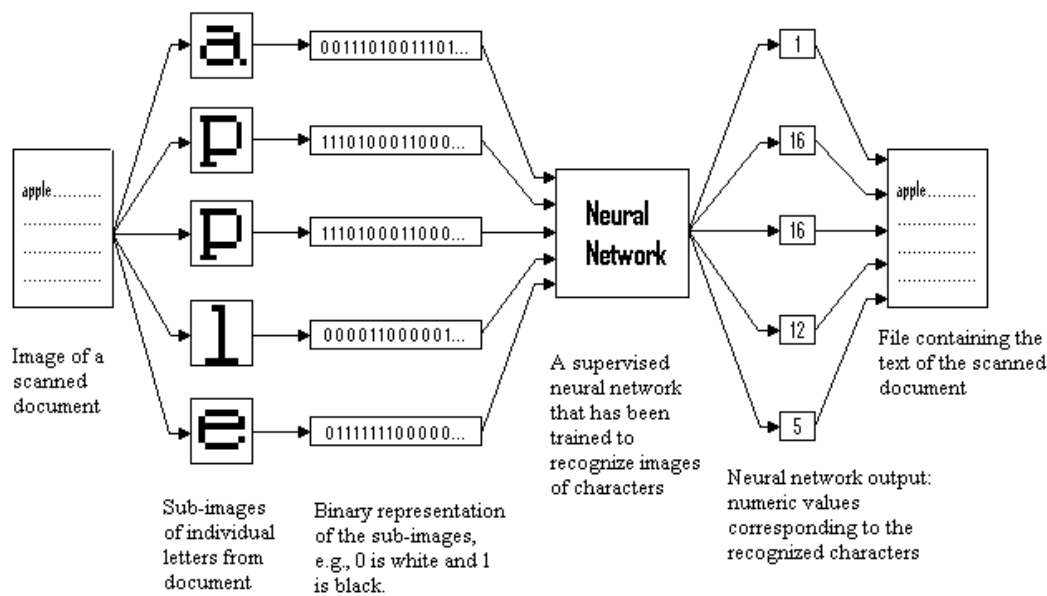
نمونه یک شبکه عصبی مصنوعی

بر روی هر وتر گراف وزنی عددی قرار می گیرد که مقدار نود مبدا در آن ضرب شده و به نود مقصد ارسال می گردد. ورودی نیز باید به نوعی به عدد تبدیل شود و به نودهای ورودی داده شود. وزن وترها در رایانه بصورت ماتریسی نمایش داده می شود و توسط الگوریتم آموزش محاسبه می شود. در این الگوریتم نمونه های از پیش تجربه شده به عنوان ورودی به شبکه داده می شود. نتیجه بدست آمده از شبکه با نتیجه مورد انتظار مقایسه و وزنها اصلاح می شوند. عمل آموزش هر چقدر با ورودیهای بیشتری انجام شود نتیجه کار دقیقتر خواهد بود.



الگوریتم آموزش شبکه عصبی مصنوعی

در نهایت در مرحله استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، ورودی های مورد آزمایش به شبکه داده می شود و خروجی آن مورد استفاده قرار می گیرد. [۳]



تشخیص الگو در شبکه عصبی مصنوعی

۱- تخمین پارامترهای پتروفیزیکی: ارزیابی اقتصادی مخازن نفت و گاز همچنین مدیریت و برنامه یزی برای تولید و توسعه این مخازن بدون برآورد پارامترهای پتروفیزیکی میسر نیست. روشهای مختلفی به منظور دستیابی به مقادیر پارامترهای پتروفیزیکی در میداین نفتی در محلهایی که چاه در دسترس نمی‌باشد، بکار گرفته شده‌اند که روشهای مختلف درون‌یابی از این جمله می‌باشند. از روشهایی که در سالهای اخیر مورد استفاده قرار گرفته است، استفاده از تکنیک شبکه‌های عصبی برای تخمین مقادیر پارامترهای پتروفیزیکی مخازن است. با استفاده از شبکه‌های عصبی می‌توان پارامترهای پتروفیزیکی را به وسیله نشانگرهای لرزه‌ای تخمین زد. علت استفاده از نشانگرهای لرزه‌ای این است که برداشتهای لرزه‌ای در محدوده وسیعی از یک میدان نفتی ثبت می‌گردند و از طرفی این مقادیر بازتاب واقعی خواص لایه‌های درونی زمین می‌باشند و بسیار قابل اطمینان هستند. شبکه عصبی نیز تکنیک جدیدی است که با الهام از ساختار سیستم عصبی مغز انسان توانایی حل مسائل غیر خطی را دارا می‌باشد. پارامترهای ورودی شبکه نشانگرهای لرزه‌ای هستند که عبارتند از دامنه، فاز و فرکانس و پارامترهای خروجی، پارامترهای پتروفیزیکی تخلخل، میزان اشعه گامای سازند و زمان عبور موج از درون سازند، که هر یک از این پارامترها نقش عمده‌ای در تعیین خواص مخزنی یک میدان نفتی دارا می‌باشند. در اینجا می‌توان از شبکه پرسپترون (سه لایه با یک لایه میانی) استفاده نمود. تعداد نرونها در لایه میانی را می‌توان با چند مرحله آموزش شبکه و به دست آوردن بیشترین ضریب رگرسیون تعیین نمود. داده‌های ورودی شبکه را می‌توان در چند مرحله و با محاسبه کامپوزیتهای مختلف بهینه کرده و مناسبترین حالت جهت تخمین مقادیر پارامترهای پتروفیزیکی را مشخص کرد و با محاسبه و تخمین مقادیر پارامترهای پتروفیزیکی در طول مقطع لرزه‌ای موردنظر و بر روی هر یک از نگاشتهای آن، نقشه مقادیر مختلف پارامترهای پتروفیزیکی در طول مقطع لرزه‌ای را رسم نمود. [۴]

از دیگر موارد کاربرد شبکه عصبی تخمین تخلخل و محتوی رس است. تخمین تخلخل و محتوی رس در فواصل بین چاه‌ها به منظور تعیین دقیق گسترش جانبی مخزن از اهمیت اساسی برخوردار است. یکی از دقیق‌ترین روش‌هایی که تاکنون برای این منظور بکار برده شده است، استفاده از شبکه‌های عصبی به عنوان تخمین‌گر غیرخطی برای تخمین پارامترهای مذکور از نشانگرهای لرزه‌ای بوده است. مدل‌های عصبی-فازی نیز مانند شبکه‌های عصبی جزء تخمین‌گرهای غیر خطی به حساب می‌آیند، با این تفاوت که مدل‌های عصبی-فازی این مزیت را دارند که قابل تفسیر هستند. می‌توان از دو شبکه عصبی MLP و RBF و دو مدل عصبی-فازی خطی محلی و NEFPROX برای تخمین تخلخل و محتوی رس از نشانگرهای لرزه‌ای در یک مخزن گازی استفاده نمود. مقایسه نتایج تخمین تخلخل بدست آمده توسط شبکه‌های عصبی و مدل‌های عصبی-فازی در یک نمونه واقعی نشان می‌دهد که مدل عصبی-فازی NEFPROX و شبکه عصبی MLP تخلخل را با دقت

بالا تری تخمین زده‌اند. در حالیکه در تخمین محتوای رس شبکه RBF نسبت به بقیه شبکه‌های عصبی و مدل‌های عصبی-فازی بهتر عمل کرده است. البته نتایج بدست‌آمده نشان می‌دهد تخمین محتوای رس از نشانگرهای لرزه‌ای دارای دقت پایینی است. علت اصلی این مسئله ضعف ذاتی نشانگرهای لرزه‌ای در تخمین محتوای رس است. [۵]

از جمله موارد دیگر تعیین تراوایی است. تراوایی یکی از مهمترین خصوصیات مخازن هیدروکربنی است. تخمین صحیح تراوایی برای مهندسين نفت دارای اهمیت زیادی است زیرا به آنها کمک می‌کند که در اداره کردن مراحل تولید در یک میدان نفتی موفقیت لازم را به دست آورند. همچنین در پیدا کردن راه‌حلهایی برای بالا بردن بازیافت نفت بسیار موثر است. تراوایی، اغلب در آزمایشگاه از روی مغزه‌ها (Analysis Core)، یا از طریق آزمایش چاه (Well test data) و نیز از طریق نمودارهای جدید نظیر (NMR) به دست می‌آید. اما این روشها در یک میدان نفتی فقط برای تعداد معدودی از چاهها قابل انجام است؛ در حالیکه اکثریت چاهها لاگ‌گیری می‌شوند. روشهای مختلفی برای اندازه‌گیری تراوایی از روی لاگ در سازندهای هتروژن وجود دارد؛ این روشها عبارتند از: ۱- روشهای تجربی ۲- روشهای آماری ۳- مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی. با طراحی یک شبکه عصبی مصنوعی می‌توان تراوایی سازند را با استفاده از اطلاعات به دست آمده از لاگهای ژئوفیزیکی، با صحت خوب پیشگویی کرد. نتایج حاصل از مطالعه چند مورد نشان می‌دهد، تراوایی‌های پیش‌بینی شده توسط روش شبکه‌های عصبی، به خوبی با تراوایی‌های مغزه مطابقت دارد. [۶]

از جمله پارامترهای فیزیکی دیگر مقاومت ویژه اشباع آب است که از شبکه عصبی برای تخمین آن می‌توان استفاده نمود. ولی نتایج نشان می‌دهد، شبکه عصبی در تخمین مقاومت ویژه اشباع آب کارایی قابل ملاحظه‌ای ندارد. [۷]

۲- **مدل سازی آزمایشگاهی و شبیه‌سازی پدیده مخروطی شدن آب** : تولید نفت در مخازن نفت با مشکلات زیادی همراه است. یکی از این مشکلات مخروطی شدن آب در مخازن دارای سفره آبی است در این مخازن نفت با فشار آب موجود در زیر مخزن تولید مس می‌شود و به عنوان پیشران نفت عمل می‌کند. آب تولید شده همراه نفت علاوه بر مشکلاتی که در مکانیسم تولید به وجود می‌آورد به علت خورنده بودن باعث از بین رفتن تجهیزات سرچاهی و آلودگی محیط زیست می‌شود. هر چند مخروطی شدن موضوع تحقیقات فراوانی بوده است ولی همچنان به عنوان یک معضل بزرگ پابرجاست و به طور کامل حل نشده است. روشهای متعددی برای پیش بینی زمان مخروطی شدن و مقدار آب تولیدی ارائه شده که عبارتند از روشهای آزمایشگاهی و تحلیلی. شناختن عوامل موثر بر وقوع و گسترش مخروطی شدن می‌تواند تا حد زیادی به شناخت بیشتر آن منجر شود. به علت پیچیده بودن جریان سیال در مخزن می‌توان از مدل‌های سرهم آزمایشگاهی برای درک بهتری از پدیده مخروطی شدن استفاده کرد از مدل آزمایشگاهی Shaw Cell- Hele برای شبیه سازی پدیده مخروطی شدن می‌توان استفاده نمود. این مدل از دو قطعه شیشه ساخته شده است و نحوه گسترش و

تشکیل مخروط را در مخازن در مقیاس آزمایشگاهی نشان می دهد. در بین شیشه ها از توری های سیمی به عنوان محیط متخلخل استفاده شده است. از این مدل می توان در مورد مخازن شکاف دار هم استفاده نمود. شکاف ها را می توان با بریدن قسمت های معینی از توری سیمی در جهت و طول دلخواه ساخت. در این مدل می توان به بررسی اثر شکاف های عمودی و افقی روی وقوع و گسترش مخروطی شدن پرداخت. به عنوان نمونه می توان از دو نوع نفت تصفیه شده (نفت سفید و گازوئیل) و از آب شهر به عنوان آب درون مخزن استفاده کرد. برای افزایش وضوح سطح تماس آب با نفت، آب مورد استفاده را با رنگ های خوراکی رنگی می کنیم. با استفاده از داده های ثبت شده از مدل آزمایشگاهی، زمان میان شکنی آب و درصد آب تولیدی توسط شبکه های هوشمند عصبی پیش بینی می گردد. نتایج حاصل توانایی شبکه های عصبی در پیش بینی و درونبایی در شرایطی غیر از شرایط آزمایش را نشان می دهد. [۸]

۳- **پیش بینی فشار نقطه شبنم مخازن گاز میعانی:** فشار نقطه شبنم، یکی از مهمترین پارامترهای توصیف مخازن گاز میعانی به شمار می رود. بنابراین تعیین دقیق این پارامتر، مهمترین دغدغه در توسعه و مدیریت مخازن می باشد. اگر چه تعیین آزمایشگاهی فشار نقطه شبنم در سلول PVT، دقیق تر از روش های دیگر است اما اغلب مواقع به خصوص برای گازهای میعانی با میزان میعانات کم با مشکلاتی همراه است. تعدادی از محققین روابط تجربی و معادلات حالت متعددی را جهت محاسبه خواص سیال مخزن پیشنهاد کرده اند. اکثر روابط تجربی، توانایی نشان دادن وابستگی دما به فشار را برای سیالات با ترکیب ثابت ندارند. واگرایی و نیاز به تنظیم پارامترها، از مشکلات کاربرد معادلات حالت است. در کنار روشهای آماری، گرافیکی، روابط تجربی و معادلات حالت، استفاده از منطق فازی در تخمین پارامترهای مخزن می تواند سودمند باشد. منطق فازی با بهره گیری از قواعد اگر آنگاه، نگاشت مناسب را بین فضای ورودی و خروجی می یابد. [۹]

۴- **تخمین عمق آنومالی های گرانی سنجی:** در اینجا از شبکه عصبی MLP استفاده می گردد. از جمله خصوصیت مهم شبکه های عصبی MLP آموزش با سرپرست قابلیت انعطاف، سرعت یادگیری، قابلیت جلوگیری از نوسان های ناپایدار، سرعت یادگیری و نحوه یادگیری آنهاست. به همین دلیل شبکه عصبی از نوع MLP به منظور تخمین عمق آنومالی های گرانی سنجی انتخاب می گردد. جهت تولید داده های آموزشی شبکه، اثر گرانی مربوط به مدل های کره، استوانه قائم و افقی بدست می آوریم. همچنین به منظور انتخاب ورودی های شبکه عصبی چون تعداد نقاط برداشت گرانی ثابت نیست بنابراین از روی داده های گرانی یک سری مشخصه های مستقل و مناسب را بدست می آوریم و سپس به عنوان ورودی شبکه عصبی قرار می دهیم. پس از آموزش شبکه عصبی طراحی شده با استفاده از داده های آموزشی آن را با استفاده از داده های تست بدون نویز و نیز با ۳۰ درصد نویز امتحان نمودیم که خروجی شبکه با دقت قابل قبولی عمق و نیز شعاع آنومالی مربوطه را در اختیار قرار می دهد. [۱۰]

۵- مسیر یابی رباتها: مسیریابی همواره یکی از مسایل مهم در رباتیک و به خصوص رباتهای متحرک بوده است. برای مسیریابی از یک شبکه هاپفیلد استفاده میکنیم. نوروتهای شبکه هاپفیلد در یک شبکه هم بعد با ماتریس نقشه تولید شده قرار میگیرند. متناظر با هر درایه از ماتریس نقشه یک نورون در شبکه هاپفیلد داریم. ماتریس نقشه به عنوان ورودی خارجی به شبکه هاپفیلد اعمال میشود. پس از آموزش شبکه عصبی هاپفیلد، ربات با استفاده از خروجی نوروتهای شبکه عصبی به مسیریابی می پردازد. نتایج به دست آمده در محیط شبیه سازی شده این تئوریهها را تایید میکند. [۱۱]

مراجع

- ۱- عادل زاده، محمد رضا و دهقانی بابک (۱۳۸۸) پیش بینی میزان تخلخل و نفوذ پذیری سنگ مخزن با استفاده از شبکه عصبی
- ۲- <http://www.cs.stir.ac.uk/~lss/NNIntro/InvSlides.html>
- ۳- http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network
- ۴- عزیزیان، میترا (۱۳۸۳)، تخمین پارامترهای پتروفیزیکی با استفاده از نشانگرهای لرزه‌ای به کمک شبکه عصبی در یکی از میادین جنوبغرب ایران
- ۵- اشتری تلخستانی، احمد (۱۳۸۷)، کاربرد شبکه عصبی در تخمین تخلخل و محتوای رس با استفاده از داده‌های چاه‌پیمانی و لرزه‌ای در یکی از میادین هیدروکربوی ایران
- ۶- نامداریان، فاطمه (۱۳۸۳) تعیین تراوایی میدان نفتی پارس با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی
- ۷- واشقانی فراهانی، محمدرضا (۱۳۸۸)، تخمین مقاومت ویژه الکتریکی و اشباع آب سازند در یک مخزن هیدروکربنی با استفاده از داده های چاه پیمایی و لرزه ای به کمک شبکه عصبی مصنوعی
- ۸- برزگری، داود (۱۳۸۷)، مدل سازی آزمایشگاهی و شبیه سازی پدیده مخروطی شدن آب با استفاده از شبکه عصبی
- ۹- نوروزی، سعید (۱۳۸۷)، پیش بینی فشار نقطه شبنم مخازن گاز میعانی با استفاده از هوش مصنوعی (منطق فازی و شبکه‌های عصبی)

۱۰- حاجیان حسین آبادی، علیرضا (۱۳۸۴)، تخمین عمق آنومالی‌های گرانی‌سنجی با استفاده از شبکه‌های عصبی

۱۱- پارسایی، رویا (۱۳۸۹)، هدایت ربات متحرک در محیط ناشناخته با موانع فازی