

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمه‌ای بر شبکه عصبی مصنوعی

مترجمین

حامد قلی پور کلدانی

کارشناس ارشد مهندسی برق الکترونیک- شرکت مهندسی و ساخت برق و کنترل مینا (مکو)،
کرج، ایران

نازی فلاح پیشه

شکوفه براهیمی

شیما گایینی

نادر جعفر نیا دابانلو



سرشناسه	: جونگ، ونشینگ Zhong, Wenxing
عنوان و نام پدیدآور	: مقدمه‌ای بر شبکه عصبی مصنوعی / [ونشینگ جونگ، دهونگ شو، رن هویی]; مترجمین حامد قلی‌پور گلدیانی... [و دیگران].
مشخصات نشر	: قم: آثار نفیس، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۳۲ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۶۴-۸۳-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیها
یادداشت	: مترجمین حامد قلی‌پور گلدیانی، نازی فلاح‌پیشه، شکوفه براهیمی، شیما گایینی، نادر جعفرنیا دابانلو.
یادداشت	: عنوان اصلی: Wireless Power Transfer : Between Distance and Efficiency, 2020
موضوع	: الکترونیک نیرو Power electronics
شناسه افزوده	: شو، دهونگ، ۱۹۶۱-م.
شناسه افزوده	: Xu, Dehong, 1961-
شناسه افزوده	: هویی، رن، ۱۹۶۱-م.
شناسه افزوده	: Hui, Ren, 1961-
شناسه افزوده	: قلی‌پور گلدیانی، حامد، ۱۳۶۶-، مترجم
رده بندی کنگره	: ۱۵/۷۸۸۱TK
رده بندی دیویی	: ۳۱۷/۶۳۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۶۴۷۶۱۱

نام کتاب مقدمه‌ای بر شبکه عصبی مصنوعی

ترجمه: حامد قلی‌پور گلدیانی، نازی فلاح‌پیشه، شکوفه براهیمی، شیما گایینی، نادر

جعفرنیا دابانلو

چاپ اول: ۱۴۰۰

ناشر: انتشارات آثار نفیس

شابک:

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ تومان



ISBN- 978-600-7964-83-5

کلیه حقوق برای مؤلف / ناشر محفوظ می‌باشد.

■ آدرس پستی: قم - انتشارات آثار نفیس - صندوق پستی ۳۷۱۱۵/۱۵۷

■ مدیر مسئول: ۰۹۱۲۵۵۲۴۰۰۷

■ ایمیل: asarenafisbooks@gmail.com

■ فروشگاه اینترنتی: www.nafis114.com و www.nafis114.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱: مقدمه	۷
۱-۱ نرون	۸
۲-۱ مدل سازی نرون ها	۹
۳-۱ شبکه عصبی پیش خور	۱۷
۱-۳-۱ مشکل Credit-Assignment	۲۰
۲-۳-۱ پیچیدگی	۲۱
۴-۱ دیدگاه تاریخی در محاسبات با نرون های مصنوعی	۲۲
فصل ۲: روش های یادگیری	۲۵
۱-۲ روش های آموزش با نظارت	۲۵
۲-۲ روش های آموزش بدون نظارت	۲۶
فصل ۳: نرمال سازی داده ها	۲۹
۱-۳ نرمال سازی آماری یا Z - score	۲۹
۲-۳ حداقل - حداکثر نورمالیزاسیون	۳۰
۳-۳ نرمال سازی سیگموئید یا Softmax	۳۱
۴-۳ نرمال سازی انرژی	۳۲
۵-۳ نرمال سازی اجزای اصلی	۳۳

فصل ۱

مقدمه

شبکه‌های عصبی مصنوعی اختراعات ریاضی الهام گرفته از مشاهدات انجام شده در مطالعه سیستم‌های بیولوژیکی هستند، اگر چه بی ارتباط با زیست شناسی واقعی است. یک شبکه عصبی مصنوعی را می‌توان به عنوان نگاشت یک فضای ورودی به یک فضای خروجی توصیف کرد. این مفهوم مشابه مفهوم یک تابع ریاضی است. هدف شبکه عصبی نگاشت از ورودی به یک خروجی مطلوب است. در حالیکه الگوی پس از اتصالات متقابل بین نرون‌های موجود در سیستم‌های بیولوژیکی، شبکه‌های عصبی مصنوعی هیچ ارتباطی با نرون‌های واقعی نسبت به بال‌های هواپیمای مدرن ندارند. هر دو سیستم بیولوژیکی، نرون‌ها و بال‌ها، در خدمت یک هدف مفیداند، اما اجرای اصول مربوط به اختراعات ساخته شده بشر منجر گردیده است که شباهت کمی به سیستم‌های بیولوژیکی که سبب ایجاد پروسه خلاقیت می‌شوند داشته باشند.

این متن به منظور معرفی بسیاری از مشهورترین شبکه‌های عصبی مصنوعی به خواننده آغاز می‌شود در حالی که ژیمناستیک ریاضی را به حداقل می‌رساند. بسیاری از متون عالی، که دارای توصیفات دقیق ریاضی برای بسیاری از شبکه‌های عصبی مصنوعی ارائه شده در این کتاب هستند، در فهرست منابع ذکر شده است. پیش زمینه ریاضی اضافی نیز برای الگوریتم‌های شبکه عصبی در پیوست‌ها ارائه شده است. شبکه‌های

عصبی مصنوعی پس از مشاهدات اولیه در سیستم‌های بیولوژیکی مدل سازی می‌شوند: هزاران نرون، همه به گونه‌ای به هم متصل می‌شوند که به نوعی سیگنال‌های لازم را در قسمت‌های مختلف بدن توزیع کنند تا به سیستم بیولوژیکی امکان عملکرد و بقا را بدهند. هیچ کس به طور دقیق نمی‌داند که مغز چگونه کار می‌کند یا در سیستم عصبی به طور مداوم چه اتفاقاتی می‌افتد، اما دانشمندان و پزشکان توانسته‌اند عملکردهای درونی ذهن و سیستم عصبی را تا حدی کشف کنند که به آن‌ها امکان دهد عملکرد بلوک اصلی محاسباتی سیستم عصبی و مغز را به طور کامل توصیف کنند:

۱-۱ نرون

بدن انسان از مجموعه وسیعی از سلول‌های زنده تشکیل شده است. سلول‌های خاص به گونه‌ای به یکدیگر متصل می‌شوند که به آن‌ها امکان بیان درد، یا تحریک الیاف‌ها یا بافت‌ها را می‌دهد. برخی از سلول‌ها باز و بسته شدن دریچه‌های کوچک در وریدها و عروق را کنترل می‌کنند. بجز این سرما، گرما یا هر تعداد احساساتی را که تجربه می‌کنند به مغز می‌گویند. به این سلول‌های ارتباطی تخصصی نرون گفته می‌شود. نرون‌ها مجهز به ساختارهای شاخک مانند بلندی هستند که از بدنه سلول امتداد می‌یابند، و به آن‌ها امکان می‌دهد با نرون‌های دیگر ارتباط برقرار کنند. شاخک‌هایی که از سلول‌های دیگر و خود محیط سیگنال می‌گیرند دندریت نامیده می‌شوند، در حالی که شاخک‌هایی که سیگنال‌ها را از سلول عصبی به سلول‌های دیگر منتقل می‌کنند آکسون نامیده می‌شوند. تعامل بدنه سلول با محیط خارج از طریق اتصالات دندریتیک و شرایط محلی در نرون باعث می‌شود که نرون یا سدیم یا پتاسیم را به داخل و خارج پمپ کند، پتانسیل الکتریکی نرون‌ها را بالا و پایین می‌کند. هنگامی که پتانسیل الکتریکی نرون‌ها از یک آستانه فراتر می‌رود، نرون آتش می‌کند، و پتانسیل عملی را ایجاد می‌کند که از پایین آکسون‌ها به سمت سیناپس‌ها و سایر سلول‌های عصبی جریان می‌یابد. پتانسیل عمل هنگامی ایجاد می‌شود که ولتاژ در سراسر غشای سلول نرون بیش از حد بزرگ شود و سلول "آتش کند"، و یک اسپایک تولید می‌کند که از آکسون به سلول‌های عصبی و سلول‌های دیگر منتقل می‌شود. اگر محرک ایجاد کننده

ولتاژ کم باشد، مدت زمان زیادی طول می کشد تا نرون آتش بگیرد. اگر زیاد باشد، نرون خیلی سریعتر آتش می کند.

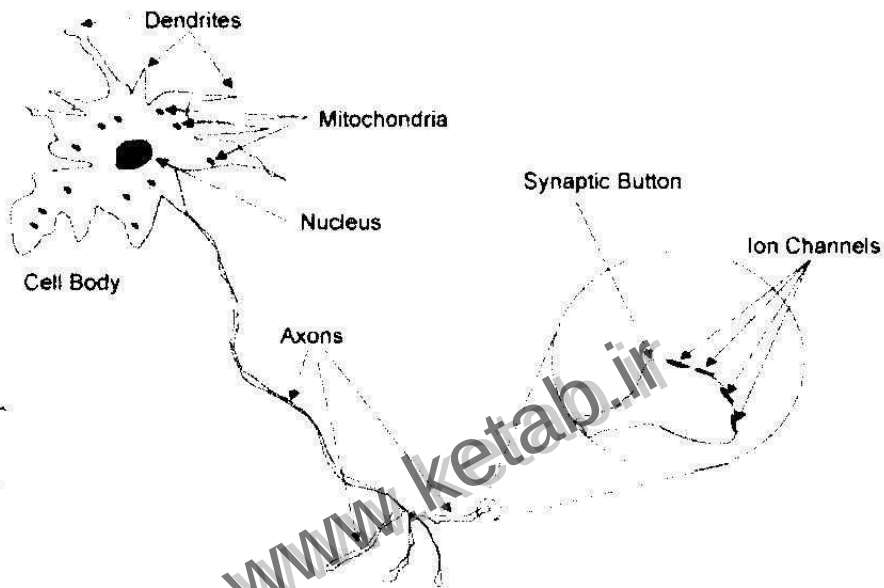
بنابراین سرعت آتش نرون می تواند نزدیک به صفر باشد، مانند موردی که هیچ محرکی ندارد، حداکثر تقریباً ۳۰۰ پالس در ثانیه، مانند محرکی که سبب آتش نرون در سریع ترین زمان ممکن می شود. از آنجا که نرون یک سیستم فیزیکی است، زمان زیادی لازم است تا شارژ کافی ایجاد و باعث آتش آن شود. اینجاست که آدرنالین وارد صحنه می شود. آدرنالین به عنوان یک بایاس برای نرون عمل می کند و باعث می شود در صورت وجود محرک، آتش گیرد. در این کتاب خواننده خواهد دید که چگونه شبکه های عصبی ساخته دست بشر این پتانسیل را از طریق پیوندهای وزنی و شرایط آستانه ای که به نرونهای مصنوعی امکان می دهد با سرعت بیشتری آتش کنند تقلید می کند، همانطور که یک سلول بیولوژیکی می تواند اریب باشد تا با ورود آدرنالین با سرعت بیشتری آتش کند شکل ۱-۱ تصویری ساده از یک نرون است.

نرون دارای بدنه سلول مرکزی، یا سوما، با برخی از اتصالات خاص، دندریتها و آکسونها است. دندریتها گره ها و الیافهای خاصی هستند که تحریک الکتروشیمیایی را از نرونهای دیگر دریافت می کنند. آکسون به نرونها امکان می دهد تا با دیگر نرونهای همسایه ارتباط برقرار کنند. آکسون از طریق یک اتصال الکتروشیمیایی معروف به سیناپس به فیبر دندریت متصل می شود. برای سادگی، نرون با تعداد انگشت شماری از اتصالات به سلولهای دیگر به تصویر کشیده شده است. در واقع، از دهها تا هزاران ارتباط بین نرونها می تواند وجود داشته باشد. مفهوم کلیدی یادآوری این است که نرونها ورودیهای نرونهای دیگر را دریافت می کنند و خروجیها را به سایر نرونها و سلولهای دیگر می فرستند.

۱-۲ مدل سازی نرونها

از بخش قبلی، خواننده آموخته است که نرونها به نرونهای دیگر متصل هستند. یک مدل ساده از نرون که ورودیهای سایر نرونها و خروجی مربوطه را نشان می دهد در

شکل ۱-۲ به تصویر کشیده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، سه نرون نرون واحد را تغذیه می‌کنند و یک خروجی از نرون واحد بیرون می‌آید.



شکل ۱-۱ نمودار ساده شده یک نرون.

خواننده ممکن است به یاد آورد که نرون‌ها با ارسال یک پتانسیل عمل به پایین آکسون سیگنال‌هایی را به نرون‌های دیگر می‌فرستند. این با استفاده از یک تابع انتقال که تقلید از سرعت آتش پتانسیل عمل نرون است، مدل سازی می‌شود، همانطور که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

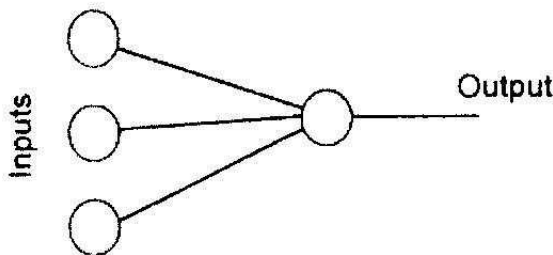
ممکن است برخی از ورودی‌های نرون ارتباط بیشتری درباره اینکه آیا نرون باید آتش کند داشته باشند، بنابراین از اهمیت بیشتری برخوردارند. این با وزن‌دهی ورودی‌های نرون مدل سازی می‌شود. بدین ترتیب، می‌توان نرون را به عنوان یک موتور محاسباتی کوچک فرض کرد که ورودی‌ها را می‌گیرد، آن‌ها را پردازش می‌کند و سپس یک خروجی را منتقل می‌کند. نرون مصنوعی با ورودی‌های وزن دار و تابع انتقال

مربوطه در شکل ۴-۱ نشان داده شده است. خروجی برای نرون در شکل ۴-۱ از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$z = f\left(\sum_{i=0}^3 w_i x_i\right) \quad (1.1)$$

خواننده احتمالاً قبلاً فهمیده است که معادله (۱-۱) فاقد تعریفی برای تابع انتقال است. توابع انتقال مختلف بسیاری برای طراح شبکه عصبی در دسترس است، مانند آنچه در شکل ۵-۱ نشان داده شده است.

معمولاً تابع انتقال مورد استفاده، تابع سیگموئید یا لجستیک است، زیرا دارای ویژگی‌های ریاضی خوبی مانند یکنواختی، پیوستگی و تغییرپذیری است که هنگام آموزش شبکه عصبی با نزول گرادیان بسیار مهم است. در ابتدا، دانشمندان **hard limiter** یا تابع انتقال پله نرون واحد را مطالعه کردند. مک کلاخ و پیتز برای توصیف فعالیت نرون از فرایند "همه یا هیچ چیز" استفاده کردند [McCulloch 1949]. روزنبلات [Rosenblatt, 1958] از **hard limiter** به عنوان تابع انتقال استفاده کرد و **hard limiter** نرون را یک پرسپترون نامید، زیرا می‌توان آن را برای حل مسائل ساده آموزش داد. **hard limiter** نمونه‌ای از یک معادله خطی حل شده با یک خط ساده است که مرز تصمیم (Decision Boundary) را تشکیل می‌دهد، همانطور که در شکل ۶-۱ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ نرون مصنوعی با ورودی و یک خروجی واحد.