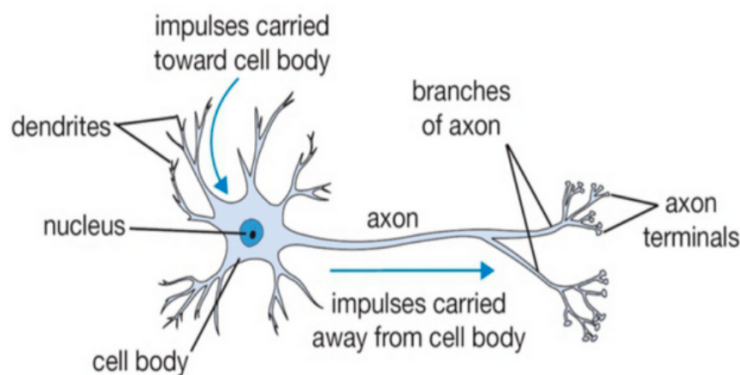


آزمایش دوم (پیاده سازی پرسپترون)

۲-۱- پیش گزارش

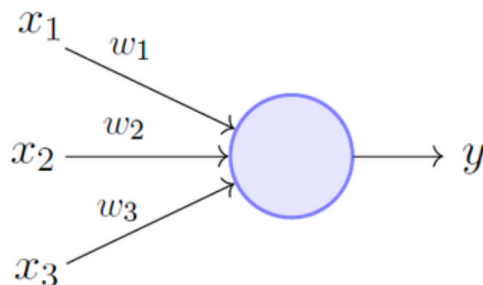
- ۱- نقش perceptron در شبکه عصبی چیست؟
- ۲- یک مدل ساده از perceptron رسم کنید.
- ۳- شباهت مدل رسم شده در قسمت ۲ را با ساختار perceptron در بدن انسان بیان کنید.



شکل ۲-۱- مدل پرسپترون در مغز

۲-۲- مقدمه

در این آزمایش قصد داریم به پیاده سازی perceptron در محیط پایتون بپردازیم. ساختار شبکه عصبی با ساختار مغز انسان شباهت زیادی دارد. مغز انسان در خود تعداد بسیار زیادی از نورون ها را جای داده است تا اطلاعات مختلف را پردازش کرده و جهان اطراف را بشناسد. به صورت ساده، نورون ها در مغز انسان اطلاعات را از نورون های دیگر به وسیله ی دندروید ها می گیرند. این نورون ها اطلاعات ورودی را با هم جمع کرده و اگر از یک حد آستانه ای فراتر رود به اصلاح فعال می شود و این سیگنال فعال شده از طریق آکسون ها به نرون های دیگر متصل می شود. شکل ۲-۱ مدل کلی پرسپترون در مغز انسان را نمایش می دهد. با الهام گیری از مدل پرسپترون در مغز انسان، مدل پرسپترون در شبکه عصبی ایجاد شد. مدل کلی پرسپترون در شبکه عصبی در شکل ۲-۲ نمایش داده شده است. ورودی پرسپترون مجموع وزن داری از ورودی های اصلی شبکه است و خروجی آن یک مقدار دودویی که نشان دهنده کلاس داده ورودی است، می باشد.



شکل ۲-۲ مدل پرسپترون در شبکه عصبی

خروجی پرسپترون بر اساس ورودی های آن در رابطه زیر توصیف شده است.

$$y = \begin{cases} 1 & \text{if } wx > 0 \\ 0 & \text{if } wx < 0 \end{cases}$$

وزن های پرسپترون توسط الگوریتم یادگیری پرسپترون آپدیت می شوند. در ادامه به بررسی این الگوریتم پرداخته می شود.

۲-۲-۱- الگوریتم یادگیری

هدف الگوریتم یادگیری پرسپترون پیدا کردن بهترین وزن های شبکه برای تشخیص درست کلاس داده های ورودی است. الگوریتم یادگیری پرسپترون در شکل ۲-۳ نمایش داده شده است. در این الگوریتم وزن های شبکه در ابتدا با اعداد تصادفی مقدار دهی اولیه می شوند. سپس تا هنگامی وزن ها همگرا نشده اند ، وزن ها بر اساس تفات بین کلاس پیش بینی شده توسط پرسپترون و کلاس اصلی داده ورودی آپدیت می شوند.

- Given P training pairs $\{(x_1, d_1), (x_2, d_2), \dots, (x_p, d_p)\}$ where x_i is $(n \times 1)$, d_i is (1×1) , $i=1, \dots, P$
 - Define The augmented input vectors y_i
 - k is training step and p is step counter within training cycle.
1. choose $\eta > 0$, $E_{max} > 0$, $k_{max} > 0$
 2. Initialize weights at small random values
 3. Initialize counters and error: $k=1$, $p=1$, $E=0$
 4. Begin each training cycle. $y=y_p$, $d=d_p$, $o=f(w^T y)$
 5. Update weights $w = w + \frac{1}{2} \eta (d - o) (1 - o^2) y$
 6. Find error: $E = E + \frac{1}{2} (d - o)^2$
 7. if $p < P$ then $p=p+1$, go to step 4, otherwise go to to step 8
 8. if $E < E_{max}$: the training is terminated, otherwise: begin the next training step and go to step 9.
 9. If $k < k_{max}$: $k=k+1$, $E=0$, $p=1$, otherwise: training is completed.

شکل ۲-۳- الگوریتم یادگیری پرسپترون

۲-۳- شرح آزمایش

در این قسمت به پیاده سازی پرسپترون در محیط پایتون پرداخته می شود.

۲-۳-۱- پیاده سازی پرسپترون

برای پیاده سازی پرسپترون یک کلاس کلی به پرسپترون ایجاد کنید و هر یک از اعمال زیر را به صورت یک تابع در کلاس بنویسد:

- ۱- تابعی بنویسید که وزن را به صورت رندوم مقدار دهی اولیه کنید.
- ۲- تابعی بنویسید که ورودی X را که معرف هر نمونه است را بگیرد و خروجی شبکه را محاسبه کند (تابع فعالساز را سیگموئید در نظر بگیرید).
- ۳- طبق الگوریتم، با تعریف نرخ یادگیری و حد بالای خطا، یک حلقه برای شمارنده p تعریف کنید که یک مرتبه تمام نمونه‌ها را پیمایش کرده و خروجی پرسپترون و خطای تخمین را برای هر داده مشاهده کنید.
- ۴- یک حلقه دیگر برای شمارنده k تعریف کنید که نشان دهنده تعداد دفعات پیمایش کل داده‌ها در الگوریتم آموزش است. برای هر مرحله، مجموع مربعات خطا (MSE) را محاسبه و رسم کنید. این نمودار را طبق آموخته‌های خود از شبکه‌های عصبی، تحلیل کنید.

۲-۳-۲- داده ورودی

برای چک کردن عملکرد الگوریتم، از دیتاست سرطان سینه موجود در `sklearn` استفاده کنید. این دیتاست شامل ۵۶۹ داده و ۳۰ ویژگی (متغیر) است. خروجی هر داده به صورت ۰ و ۱ است که نشان دهنده وجود و یا عدم وجود سرطان در شخص مورد نظر است. قسمتی از داده را برای یادگیری و قسمت دیگر را برای تست الگوریتم در نظر بگیرید.

۲-۳-۳- بهبود مدل

الف) تغییرات وزن دهی اولیه در خروجی مدل را بررسی کنید.

ب) با تغییر دادن نرخ یادگیری، عملکرد مدل را بهبود ببخشید و نتایج را با هم مقایسه کنید.

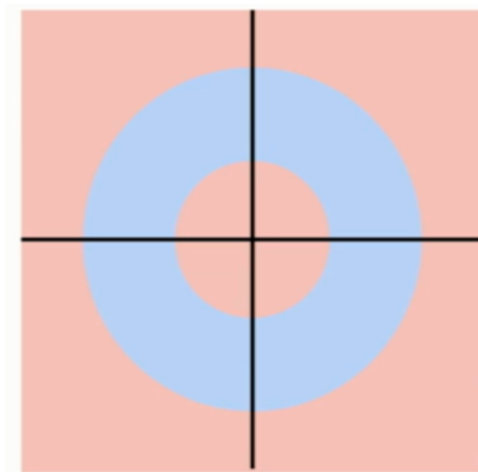
ج) برای عملکرد بهتر الگوریتم بهتر است داده ورودی را برای هر ویژگی (متغیر) نرمال کنید. عملکرد شبکه را برای حالت نرمال شده و نرمال نشده مقایسه کنید.

نمودار خطای هر مرحله آموزش (training step) را برای هر سه حالت بالا (تغییر وزن دهی اولیه، تغییر نرخ آموزش و نرمال سازی داده ورودی) را رسم کنید و آن‌ها را با هم مقایسه کنید.

۲-۴- تمرین

۱- در الگوریتم پیاده سازی شده هیچ مقدار بایاسی برای پرسپترون در نظر گرفته نشده است. الگوریتم پیاده سازی شده را با در نظر گرفتن بایاس دوباره پیاده سازی کنید. اضافه کردن بایاس چه تاثیری بر روی عملکرد الگوریتم می گذارد؟

۲- فرض کنید می خواهیم کلاس داده هایی به شکل ۲-۴ را توسط پرسپترون پیش بینی کنیم. نقاط صورتی رنگ متعلق به کلاس صفر و نقاط دیگر متعلق به کلاس ۱ در نظر گرفته می شود. عملکرد الگوریتم را پیش بینی کنید. آیا الگوریتم یادگیری همگرا می شود؟



شکل ۲-۴- داده ها و کلاس متناظر با آن ها

۳- کد پیاده سازی شده در آزمایشگاه را دوباره در محیط متلب پیاده سازی کنید.

۴- توابع AND، OR ، XOR را توسط پرسپترون پیاده سازی کنید. آیا در تمام موارد نتیجه دلخواه و قابل قبول با پرسپترون حاصل می شود؟

۵- ساختار داده Iris را از سایت <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/iris> دانلود کنید و ستون های داده را توضیح دهید. سعی کنید با استفاده از مدل پرسپترون مدلی طراحی کنید که مشخص کند داده ورودی متعلق به چه نوع گلی است.

۲-۵- بخش امتیازی

۱- برای توابع فعال ساز step ، tanh و ReLU نیز مراحل انجام آزمایش را روی دیتاست سرطان سینه انجام داده و نتایج آن را با هم مقایسه کنید. کدام تابع فعال ساز عملکرد بهتری دارد؟ کدام یک سریع تر به همگرایی می رسد؟