

گزارش پیاده‌سازی و پاسخ به سوالات

الف) دسته‌بندی کننده آدالاین نمی‌تواند بر روی این داده‌ها به دقت ۱۰۰ درصد برسد. زیرا در روش آدالاین وزن‌ها بر اساس اختلاف عدد قبل از تابع sign با مقدار مثبت یک یا منفی یک به دست می‌آید و چون مقدار عدد قبل از تابع sign برابر $w \cdot x$ است و این مقدار وابسته به فاصله داده x از مرز دسته‌بندی کننده حاصل از وزن‌های w است، مقدار خطا به فاصله نقاط از مرز وابسته می‌شود. در حالی که در این داده‌ها مرز جدا کننده فاصله یکسانی با داده‌های دو کلاس ندارد و داده‌های آبی تقریباً فاصله یکسانی با مرز خواهند داشت ولی داده‌های قرمز فاصله‌های متفاوتی خواهند داشت که در نتیجه در این شرایط که خطا به فاصله از مرز جدا کننده وابسته است، باعث می‌شود برای جبران فاصله دور برخی داده‌های قرمز، مرز به سمت داده‌های قرمز کشیده شود و برخی از داده‌های قرمز به سمت دیگر مرز منتقل شوند که باعث خطا در دسته‌بندی می‌شود.

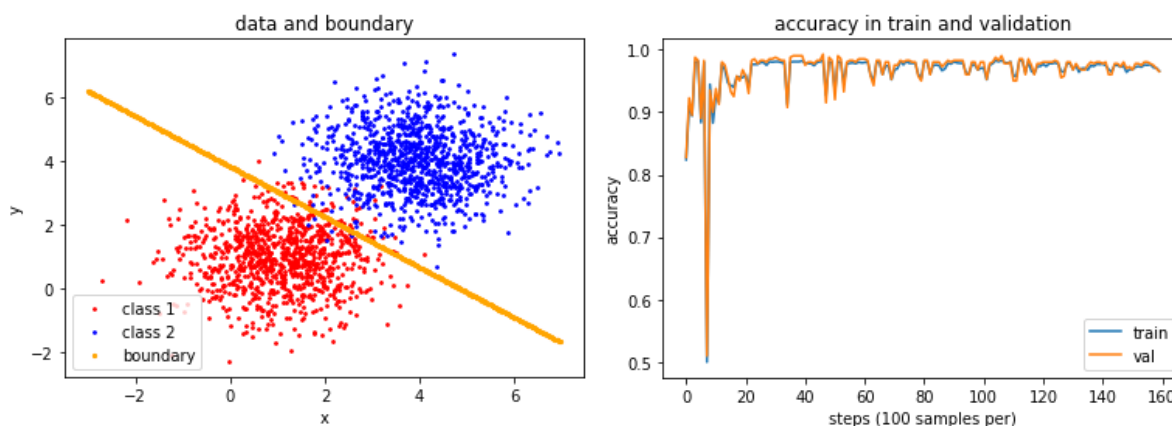
این در حالی است که روش پرسپترون خطا را بعد از دسته‌بندی محاسبه می‌کند و در نتیجه همه داده‌های یک کلاس بدون توجه به فاصله آن‌ها بر اساس آن که درست دسته‌بندی شده‌اند یا نه خطای مشابهی را می‌سازند و مشکل گفته شده در قسمت قبل پیش نمی‌آید.

ب) در این حالت مدل آدالاین بهتر عمل خواهد کرد. زیرا در روش پرسپترون تنها درستی یا نادرستی دسته‌بندی در خطا اثر گذار است و مرز در نهایت در محلی قرار می‌گیرد که تعداد داده‌های کمتری در داده‌های آموزشی به اشتباه دسته‌بندی شوند که این مرز ممکن است وسط ناحیه مشترک دو توزیع نباشد. در حالی که در روش آدالاین در محاسبه خطا از مقادیر قبل از تابع sign استفاده می‌شود و در نتیجه فاصله داده‌ها تا مرز جداکننده هم در محاسبه خطا تاثیر گذار است و در نتیجه مرز با دقت بهتری در وسط ناحیه مشترک دو توزیع قرار می‌گیرد.

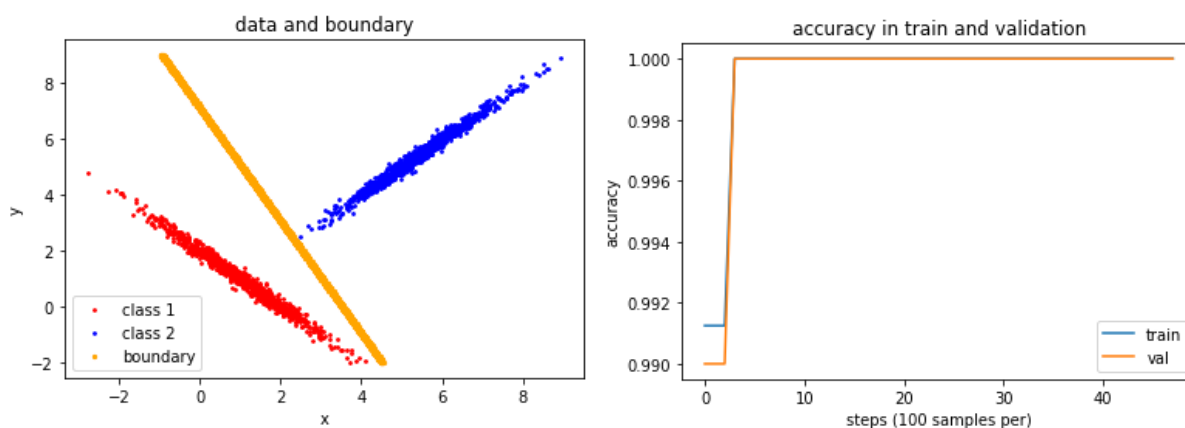
ج) ابتدا کلاسی جهت ساخت و آماده‌سازی داده‌ها پیاده‌سازی شده است. سپس برای مدل پرسپترون نیز کلاسی طراحی شده که با اجرای توابع آن می‌توان مدل را آموزش داد و نتایج را به نمایش در آورد. سپس از این کلاس استفاده می‌کنیم و یک مدل پرسپترون بر روی داده‌های آموزشی که شامل ۸۰ درصد داده‌ها است آموزش می‌دهیم. مقدار آلفا در آموزش مدل بر اساس آنچه در درس تدریس شده برابر $\frac{1}{|x|}$ در نظر گرفته شده است.

تغییرات accuracy بر روی داده‌های آموزشی و ارزیابی پس از اعمال هر ۱۰۰ نمونه داده بر روی کل داده‌های آموزشی و ارزیابی محاسبه می‌شود.

پس از آموزش مدل بر روی داده‌های dataset1 به اندازه ۱۰ ایپاک نمودار تغییرات accuracy و مرز دسته‌بندی به صورت زیر است:

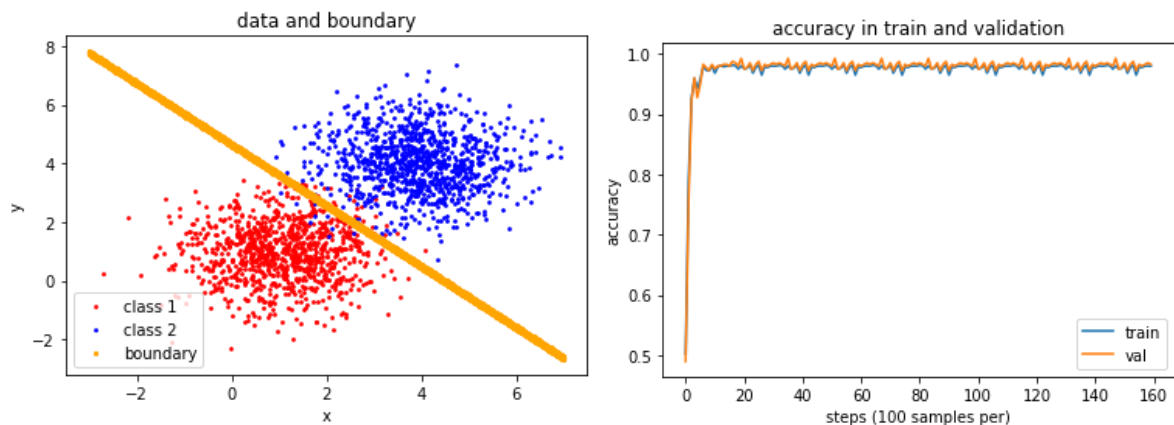


با اجرای این فرایند بر روی داده‌های dataset2 به اندازه ۳ ایپاک نمودارهای قسمت قبل به صورت زیر خواهند بود:

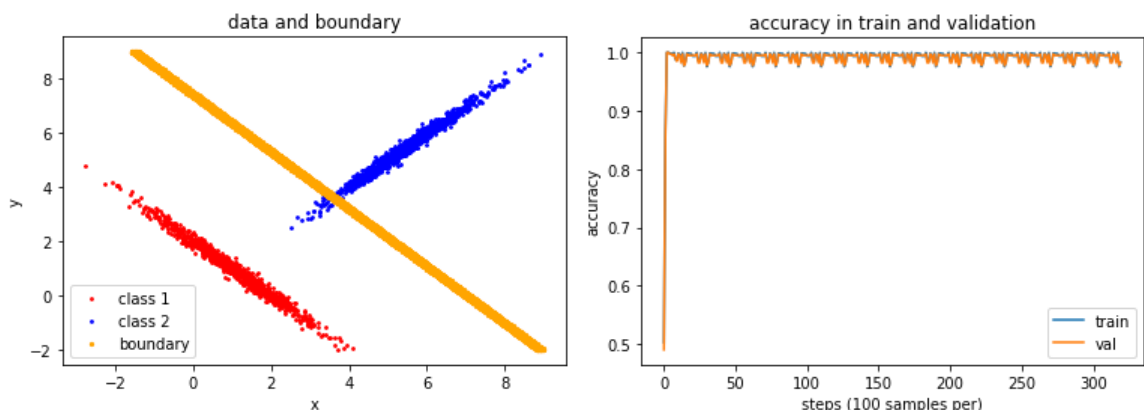


د) مانند مدل پرسپترون کلاسی برای مدل آدالاین طراحی شده است که در هنگام دریافت داده‌ها ابتدا برچسب آن‌ها را به جای صفر و یک به منفی یک و مثبت یک تبدیل می‌کند. این تغییر برچسب داده‌ها به خاطر آن است که مدل آدالاین در انتها از تابع sign استفاده می‌کند و حاصل دسته‌بندی آن منفی یک یا مثبت یک است. در این پیاده‌سازی مقدار سیکما که همان نرخ یادگیری است را برابر ۰.۰۱ در نظر گرفته‌ایم. در هنگام آموزش مدل بر روی داده‌های آموزشی که ۸۰ درصد داده‌ها هستند پس از اعمال هر ۱۰۰ نمونه داده accuracy بر روی کل داده‌های آموزشی و ارزیابی را به دست می‌آوریم.

نمودار تغییرات accuracy و مرز دسته‌بندی بر روی داده‌های dataset1 پس از ۱۰ ایپاک به صورت زیر است:



همچنین بر روی داده‌های dataset2 نمودار تغییرات accuracy و مرز دسته‌بندی پس از ۲۰ اپاک به صورت زیر است:

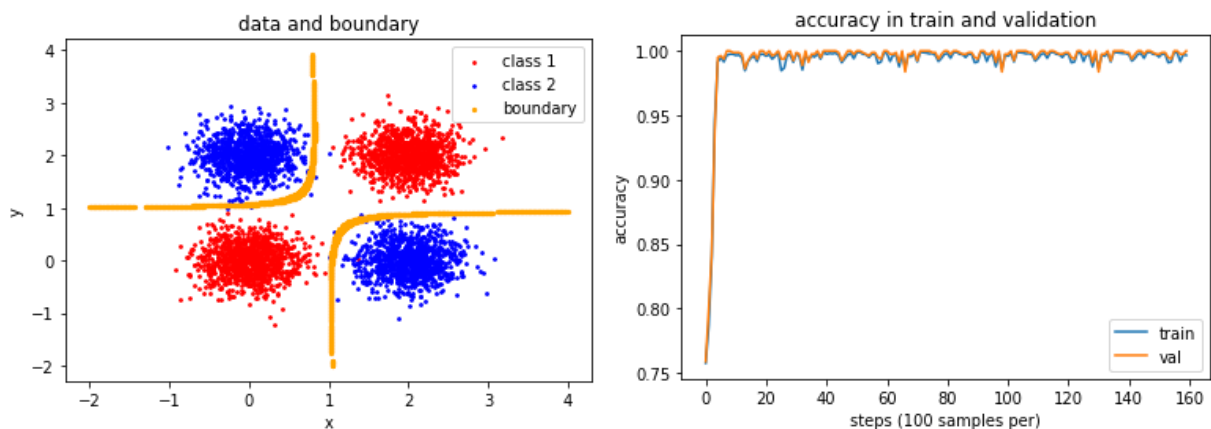


ه) در قسمت «الف» گفتیم که مدل آدالاین نمی‌تواند بر روی داده‌های dataset2 به دقت ۱۰۰ درصد برسد که در خروجی‌هایی که در قسمت «د» دیده می‌شود هم مشخص است که بر روی این داده‌ها مرز به دست آمده به گونه‌ای است که برخی از داده‌های آبی به اشتباه دسته‌بندی شده‌اند که دلیل آن در قسمت «الف» توضیح داده شد.

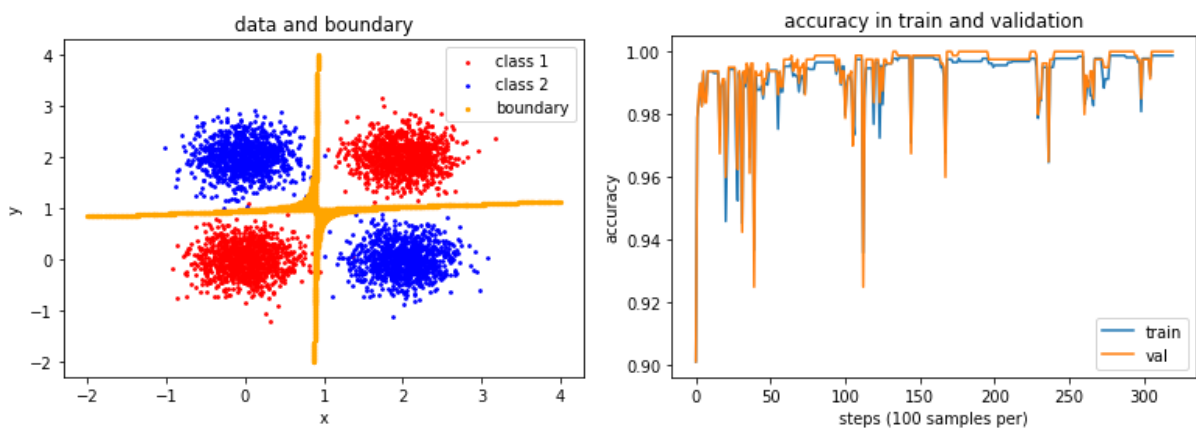
همچنین در قسمت «ب» گفته شد که مدل آدالاین نسبت به پرسپترون بر روی داده‌های dataset1 به دقت بهتری خواهد رسید. در نتایج به دست آمده از قسمت «ج» و «د» دیده می‌شود که نمودار مدل آدالاین تقریباً به مقدار یک رسیده است ولی مدل پرسپترون با وجود دقت خوبی که گرفته کمتر از آدالاین است.

و) برای دسته‌بندی این داده‌ها نیاز به یک دسته‌بندی کننده غیر خطی است. برای انجام این کار با مدل آدالاین نیاز است که از مدل آدالاین با درجه بالاتر استفاده کنیم تا امکان این جداسازی وجود داشته باشد. در نتیجه

هنگام ساخت مدل آدالاین مقدار درجه را برابر دو قرار می‌دهیم که در نتیجه‌ی آن جداسازی به صورت زیر خواهد بود که نشان می‌دهد مدل توانسته یک مرز درجه دو برای جداسازی داده‌ها تولید کند. تغییرات **accuracy** و مرز دسته‌بندی در زیر نشان داده شده‌اند:



همچنین این فرایند را برای مدل پرسپترون نیز انجام داده‌ایم که مشابه مدل آدالاین از مدل درجه دو استفاده شده است و نتیجه به صورت زیر است:



همان‌طور که دیده می‌شود در هر دو حالت به خصوص در مدل آدالاین مدل به خوبی توانسته داده‌های دو کلاس را جدا کند و تغییرات **accuracy** هم دقت نزدیک به یک را برای هر دو حالت در داده‌های آموزشی و ارزیابی نشان می‌دهد.