



"به نام خدا"



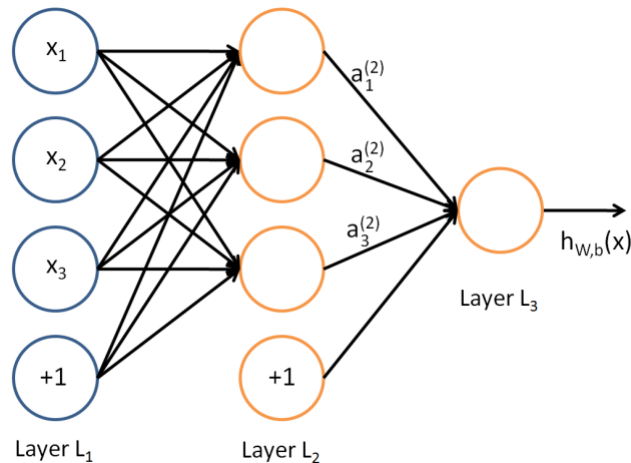
شبکه های عصبی (Neural Networks)

یک شبکه عصبی مصنوعی ایده‌ای برای پردازش اطلاعات است که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته و مانند مغز به پردازش اطلاعات می‌پردازد. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازش به هم پیوسته به نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسئله باهم هماهنگ عمل می‌کنند. شبکه‌های عصبی مصنوعی با پردازش داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها آن‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند که به این عمل یادگیری می‌گویند. اصولاً توانایی یادگیری مهمترین ویژگی یک سیستم هوشمند است. سیستمی که قابلیت یادگیری داشته باشد، منعطف تر است و ساده تر برنامه‌ریزی می‌شود، بنابراین بهتر می‌تواند در مورد مسائل و معادلات جدید پاسخگو باشد. در این ساختار با ایجاد شبکه‌ای بین این گره‌ها و اعمال یک الگوریتم آموزشی به آن، شبکه را آموزش می‌دهند. در این حافظه یا شبکه عصبی گره‌ها (نورون‌ها) 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 غیرفعال یا مهار (در صورتی که فعال بوده باشد) می‌کنند. در واقع تنظیم وزن‌های ورودی هر نورون عصبی باعث یادگیری کل شبکه می‌شود. پس از اینکه مجموعه‌ای از داده‌ها به منظور آموزش به شبکه داده می‌شود با هر بار دریافت خروجی و مقایسه با جواب مورد انتظار اگر به تشخیص صحیح رسیده بود مسیر هایی که به این تشخیص منجر شده‌است از طریق شبکه تقویت می‌شود (از طریق نرمالیزه کردن وزن یال‌ها). شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌توانند دارای لایه‌های متعددی باشند و یا یک لایه باشند. از کاربرد های شبکه عصبی عبارت اند از حل مسائل شناسایی الگو و پردازش تصویر و متن , پردازش زبان های طبیعی , مسائل دسته‌بندی و ... است .

در این پروژه پس از پیاده‌سازی شبکه ی عصبی از شما انتظار می‌رود که بتوانید حروف A تا J را دسته بندی کنید . بدین منظور از مجموعه داده‌های notMNIST استفاده می‌کنید که لینک آن در ادامه در اختیار شما قرار می‌گیرد.



شکل ۱: نمونه ای از ارقام موجود در پایگاه داده notMNIST



شکل ۲: معماری سه لایه شامل یک لایه ورودی، یک لایه مخفی و یک لایه خروجی.

توجه کنید که ورودی ما تصاویر ۲۸ پیکسل در ۲۸ پیکسل هستند و از آنجایی که ورودی ما مقادیر پیکسل‌ها برای تصاویر ارقام است، ۷۸۴ نورون برای لایه اول باید در نظر بگیرید. همچنین برای لایه خروجی ۱۰ نورون برای تشخیص حروف A تا J نیاز دارید. کد شما باید پس از آموزش، بتواند با دریافت یک تصویر با ابعاد ۲۸*۲۸ شامل یک حرف دست نوشته، پیشبینی خود را برای حرف داخل عکس به عنوان خروجی بدهد.

پیاده سازی:

برای پیاده سازی شبکه عصبی را با روش آموزشی back propagation در معماری سه لایه پیاده سازی کنید. همچنین موارد زیر را پیاده سازی کنید.
برای الگوریتم بهینه سازی دوروش

- گرادیان کاهشی (gradient descent)
- گرادیان تصادفی (stochastic gradient descent)
- برای تابع فعال سازی نورون ها دو روش
 - خطی
 - غیرخطی سیگموئیدی
- برای regularization دو روش
 - Drop out
 - L2 Norm

سوال های تئوری:

- I. درمورد مراحل Feed Forward و Feed Backward در روش پس انتشار (back propagation) توضیح دهید .
- II. در مورد یادگیری های باناظر, بدون ناظر و تشدیدى اختصارا توضیح دهید.
- III. در مورد مشکل overfitting توضیح دهید . برای رفع آن چه راه حل هایی وجود دارد.
- IV. درمورد هر یک از دو روش drop out و L2Norm توضیح دهید . در چه مواردی استفاده ی هر کدام از آن ها ترجیح دارد؟
- V. نمودار loss function را در iteration های مختلف در گزارش خود بیاورید.
- VI. در مورد شبکه های عصبی recurrent و convolutional تحقیق کنید و بگویید که چگونه می توان از این شبکه ها برای همین مسئله استفاده کرد. همچنین مزایا و معایب آن ها را در مقابل شبکه فعلی بررسی کنید.

نکات پایانی:

- شما باید تمام موارد ذکر شده را خودتان پیاده سازی کنید و مجاز به استفاده از کتابخانه های آماده (مثل pytorch یا tensorflow) نیستید.
- جواب سوالات تئوری را در فایل گزارش به همراه پروژه آپلود کنید.
- این تمرین باید در قالب گروه های دو نفره انجام شود و با هرگونه تقلب باجدیت برخورد خواهد شد (کپ نت هم می گیریم ☹).
- از شما انتظار می رود پس از انجام پروژه با مفهوم شبکه ی عصبی تاحد خوبی آشنا شوید بنابراین خود را برای سوالات در هنگام تحویل آماده کنید.
- در صورتی که برای انجام پروژه ی خود از ایده های جالبی برای visualization یا معماری پروژه (یا هر ایده ی جالب دیگری) استفاده کنید نمره ی امتیازی خواهد شد.
- می توانید داده های خود را از لینک زیر دریافت کنید:

<http://yaroslavvb.blogspot.com/2011/09/notmnist-dataset.html>