



اصول و مبانی یادگیری عمیق

نویسنده: نان:

دکتر ساسان نورمندان

دکتر ابوذر عرب‌سرایی

(عضو هیات علمی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات)



انتشارات آوای قلم

سرشناسه: کرمی زاده، ساسان، ۱۳۶۳

عنوان و نام پدیدآور: اصول و مبانی یادگیری عمیق / نویسندگان: ساسان کرمی زاده، ابوذر عرب سرخی.

مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ۳۵۲ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۸۶-۶ وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: هوش مصنوعی موضوع: Artificial intelligence

موضوع: فراگیری ماشینی موضوع: Machine learning

موضوع: شبکه های عصبی (کامپیوتر) موضوع: Neural networks (Computer science)

شناسه افزوده: کرمی زاده، ساسان، ۱۳۶۳ -

شناسه: ۵۵: عرب سرخی، ابوذر، ۱۳۶۰ -

رده بندی کلاسیک: ۱۳۹۷۳۴۷TA ۱۳۹۷/۹

رده بندی دیویی: ۰۰۶/۳۱

شماره کتابشناسی ملی: ۵۲۰۳۰۹۰۰

نام کتاب: اصول و مبانی یادگیری عمیق

نویسندگان:	دکتر ساسان کرمی زاده	تاریخ نشر:	۱۳۹۷
ناشر:	انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
حروفچینی و صفحه آرایی:	انتشارات آوای قلم	شمارگان:	۲۵۰ جلد
طراحی روی جلد:	انتشارات آوای قلم	آیتم:	۴۸۰۰۰۰ ریال
ویراستار:	فریبا غفاری	شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۸۶-۶

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه

داوود آبادی شرقی - پلاک ۴

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه کتاب الکترونیکی: www.avapublisher.com

فروشگاه کتاب چاپی: www.khaniranshop.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر و نویسنده ممنوع و شرعاً حرام است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۶	مقدمه ناشر
۱۷	پیشگفتار
۱۹	سخن نویسنده

فصل اول: اصول یادگیری عمیق

۲۲	۱-۱ مقدمه
۲۲	۲-۱ ساخت ماشین‌های هوشمند
۲۳	۳-۱ محدودیت‌های رایانه‌های نسل قدیم
۲۵	۴-۱ علم مکانیک یادگیری ماشینی
۲۸	۵-۱ نورون
۳۰	۶-۱ بیان دریافت خطی نورون‌ها
۳۱	۷-۱ شبکه‌های عصبی پیشرو
۳۴	۸-۱ نورون‌های خطی و محدودیت‌های موجود
۳۵	۹-۱ نورون واحد
۳۷	۱۰-۱ لایه‌های خروجی سافت‌مکس
۳۸	خلاصه

فصل دوم: آموزش شبکه‌های عصبی

۳۹	۱-۲ مقدمه
۴۰	۲-۲ آموزش کنترل سیستم‌های عصبی
۴۲	۳-۲ گرادیان کاهشی
۴۴	۴-۲ قانون دلتا و سرعت یادگیری
۴۵	۵-۲ گرادیان کاهشی با نورون‌های سیگموئید
۴۶	۶-۲ الگوریتم پس انتشار خطا
۴۸	۷-۲ گرادیان کاهشی اتفاقی و ریزدسته
۵۰	۸-۲ مجموعه‌های آزمایشی، مجموعه‌های اعتبارسنجی و انطباق بیش از حد
۵۸	۹-۲ جلوگیری از انطباق بیش از حد در شبکه‌های عصبی عمیق
۶۱	خلاصه

فصل سوم: کتابخانه‌های یادگیری عمیق

۶۳	۱-۳ مقدمه
۶۴	۲-۳ تئانو
۶۶	۱-۲-۳ ساختار گراف در تئانو
۶۷	۲-۲-۳ ساخت گراف در تئانو
۶۷	۳-۲-۳ تمایز نمادین
۶۹	۴-۲-۳ پوش: حلقه‌های نمادین
۶۹	۵-۲-۳ مرحله کامپایل
۶۹	۱-۲-۵ بهینه‌سازی نمودار
۷۱	۱-۲-۵ متغیرهای مشترک
۷۲	۶-۲-۳ اجرای تاج
۷۳	۷-۲-۳ گسترش تئانو
۷۳	۸-۲-۳ CUDNN
۷۴	۹-۲-۳ بصری‌سازی، اشکال‌زدایی و ازارهای تشخیص عیب
۷۴	۱-۹-۲-۳ بصری‌سازی تمام
۷۵	۲-۹-۲-۳ مقادیر آزمایش
۷۶	۳-۹-۲-۳ NanGuardMode
۷۶	۴-۹-۲-۳ عملیات PdbBreakPoint
۷۶	۵-۹-۲-۳ نگهداری از دنباله ایجاد پشته
۷۷	۱۰-۲-۳ محدودیت‌ها و چالش‌های کتابخانه تئانو
۷۷	۱-۱۰-۲-۳ محدودیت‌های پایتون
۷۸	۲-۱۰-۲-۳ بهینه‌سازی زمان گراف
۷۸	۳-۱۰-۲-۳ زمان کامپایل کد
۷۹	۴-۱۰-۲-۳ حلقه‌ها و ساختار کنترل جریان
۷۹	۵-۱۰-۲-۳ موازی‌سازی چند گره
۷۹	۳-۳ کافه
۷۹	۱-۳-۳ معماری کافه رابط حافظه، و شبکه‌ها
۸۲	۲-۳-۳ معماری بیانی
۸۲	۳-۳-۳ دیجیت
۸۲	۴-۳-۳ لایه‌ها در کافه

۸۳	۱-۴-۳-۳ لایه‌های بینایی
۸۴	۲-۴-۳-۳ لایه‌های عصبی / فعال‌سازی
۸۴	۳-۴-۳-۳ لایه داده
۸۴	۴-۴-۳-۳ لایه‌های رایج
۸۵	۵-۴-۳-۳ لایه‌های بازگشتی
۸۵	۶-۴-۳-۳ کاهش
۸۶	۵-۳-۳ ذخیره‌سازی بلاب و ارتباط‌ها
۸۶	۶-۳-۳ محاسبه‌های لایه و اتصال‌ها
۸۸	۷-۳-۳ تعریف شبکه و عملیات
۸۸	۸-۳-۳ حالت‌ها
۸۹	۹-۳-۳ خط فرمان
۹۰	۴-۳ کتابخانه نرم‌افزاری تسورفلو
۹۰	۱-۴-۳ نصب تسورفلو
۹۱	۲-۴-۳ ایجاد و دستکاری متغیرهای تسورفلو
۹۳	۳-۴-۳ توابع تسورفلو
۹۴	۴-۴-۳ تسورهای جانگهدارنده
۹۵	۵-۴-۳ نشست‌ها در تسورفلو
۹۷	۱-۵-۴-۳ دامنه متغیرها و اشتراک‌گذاری آن‌ها
۱۰۰	۲-۵-۴-۳ مدیریت مدل‌ها بر روی پردازنده و گرافیکی
۱۰۱	۶-۴-۳ تعیین مدل رگرسیون لجستیک در تسورفلو
۱۰۴	۷-۴-۳ ثبت و آموزش مدل رگرسیون لجستیک
۱۰۶	۸-۴-۳ توانایی تسوربورد برای تجسم نمودارهای رایانشی و یادگیری
۱۰۸	۹-۴-۳ ساخت مدل چندلایه برای MNIST در تسورفلو
۱۱۱	۵-۳ مقایسه کتابخانه‌ها
۱۱۲	۶-۳ نرم‌افزار یادگیری عمیق
۱۱۳	خلاصه

فصل چهارم: گزاردان کاشی

۱۱۶	۱-۴ مقدمه
۱۱۶	۲-۴ چالش‌های گزاردان کاهشی
۱۱۷	۳-۴ حداقل محلی در سطوح خطای شبکه‌های عمیق

۱۱۸	۴-۴ اصل تشخیص مدل
۱۱۹	۵-۴ ایجاد مشکل توسط حداقل‌های محلی نادرست در شبکه‌های عمیق
۱۲۳	۶-۴ نواحی مسطح در سطح خطا
۱۲۵	۷-۴ نادرست بودن جهت نقاط گرادیان
۱۲۷	۸-۴ بهینه‌سازی مبتنی بر مقدار حرکت
۱۳۱	۹-۴ نگاهی اجمالی به روش‌های مرتبه‌دوم
۱۳۲	۱۰-۴ سازگاری با میزان یادگیری
۱۳۲	۱-۱۰-۴ الگوریتم AdaGrad
۱۳۴	۲-۱۰-۴ الگوریتم RMSProp: معکوس میانگین حرکت گرادیان وزن‌دهی شده
۱۳۴	۳-۱۰-۴ الگوریتم آدام: ترکیب الگوی مقدار حرکت و RMSProp
۱۳۶	۱۱-۴ فاصله از تاب بهینه‌ساز
۱۳۷	خلاصه

فصل پنجم: تفسیر و نمایش

۱۴۰	۱-۵ مقدمه
۱۴۰	۲-۵ کاستی‌های انتخاب ویژگی
۱۴۳	۳-۵ عدم وجود مقیاس در شبکه‌های بی عمق
۱۴۵	۴-۵ معماری قشر دیداری
۱۴۶	۵-۵ لایه پولینگ
۱۴۸	۶-۵ لایه کانولوشن
۱۵۰	۷-۵ فیلتر
۱۵۱	۸-۵ کشیدن نگاشت‌های ویژگی
۱۵۳	۹-۵ نیازمندی‌های حافظه برای شبکه عصبی کانولوشن
۱۵۴	۱۰-۵ معماری شبکه عصبی کانولوشن
۱۵۵	۱-۱۰-۵ معماری LeNet
۱۵۶	۲-۱۰-۵ معماری الکسنت
۱۵۸	۳-۱۰-۵ معماری گوگل‌نت
۱۶۱	۴-۱۰-۵ معماری شبکه باقی‌مانده
۱۶۵	۱۱-۵ تنظیم، حفظ یا جایگزینی لایه‌های بالایی
۱۶۵	۱-۱۱-۵ پیش آموزش بدون ناظر
۱۶۷	۲-۱۱-۵ حذف

۱۷۰.....	۳-۱۱-۵ افزایش داده‌ها
۱۷۱.....	خلاصه

فصل ششم: تعیه و یادگیری

۱۷۴.....	۱-۶ مقدمه
۱۷۴.....	۲-۶ نمایش یادگیری کاهش بعدها
۱۷۵.....	۳-۶ تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی
۱۷۸.....	۴-۶ ایجاد معماری کدکننده خودکار
۱۷۸.....	۵-۶ اجزاء کدکننده خودکار در تنسورفلو
۱۹۳.....	۶-۶ نوپرزداپ برای ایجاد نمایش‌های قوی‌تر
۱۹۶.....	۷-۶ انعطاف‌پذیری در کدکننده خودکار
۱۹۹.....	۸-۶ در چه مواقعی متوجه بیشتر از اطلاعات ورودی قابل اطمینان است
۲۰۲.....	۱-۸-۶ چارچوب Vec2Word و Word2Vec
۲۰۵.....	۹-۶ پیاده‌سازی معماری Skip-Gram
۲۱۱.....	خلاصه

فصل هفتم: مدل‌های بازگشتی و تحلیل توالی

۲۱۴.....	۱-۷ مقدمه
۲۱۴.....	۲-۷ تحلیل ورودی‌ها با طول متغیر
۲۱۵.....	۳-۷ ردیابی seq2seq با شبکه عصبی N-Grams
۲۱۶.....	۱-۳-۷ پیاده‌سازی دستورهای گفتاری
۲۲۴.....	۴-۷ تجزیه وابستگی و SyntaTxNet
۲۲۹.....	۵-۷ جستجوی پرتو و نرمال‌سازی سراسری
۲۳۲.....	۶-۷ مدل یادگیری عمیق
۲۳۴.....	۷-۷ شبکه‌های عصبی بازگشتی
۲۳۶.....	۸-۷ چالش‌هایی در مورد گرادین‌های محوشونده
۲۳۹.....	۹-۷ واحدهای حافظه کوتاه‌مدت طولانی
۲۴۵.....	۱۰-۷ شکل‌های هندسی اولیه تنسورفلو برای مدل‌های شبکه عصبی بازگشتی
۲۴۶.....	۱۱-۷ اجرای مدل نظرکاوی
۲۵۱.....	۱۲-۷ حل وظیفه seq2seq با شبکه‌های عصبی بازگشتی
۲۵۳.....	۱۳-۷ افزایش شبکه بازگشتی با توجه

۲۵۶	۱۴-۷ کالبدشکافی شبکه عصبی ترجمه
۲۸۲	خلاصه

فصل هشتم: ماشین تورینگ عصبی

۲۸۴	۱-۸ مقدمه
۲۸۴	۲-۸ ماشین تورینگ عصبی
۲۸۶	۳-۸ دسترسی حافظه مبتنی بر توجه
۲۸۷	۴-۸ آدرس‌دهی حافظه ماشین تورینگ عصبی
۲۹۲	۵-۸ رایانه‌های عصبی مشتق‌پذیر
۲۹۴	۶-۸ نوشتن وزن در حالت در رایانه عصبی مشتق‌پذیر
۲۹۶	۷-۸ استفاده مجدد از حافظه رایانه عصبی مشتق‌پذیر
۲۹۷	۸-۸ پیوند موقتی با رایانه عصبی مشتق‌پذیر
۲۹۸	۹-۸ درک نوک خا اندن رایانه عصبی مشتق‌پذیر
۲۹۸	۱۰-۸ شبکه کنترل رایانه عصبی مشتق‌پذیر
۳۰۰	۱۱-۸ تجسم رایانه عصبی مشتق‌پذیر
۳۰۲	۱۲-۸ پیاده‌سازی رایانه عصبی مشتق‌پذیر در تئوسورفلو
۳۰۸	۱۳-۸ آموزش رایانه عصبی مشتق‌پذیر برای خودنفسیر
۳۱۰	خلاصه

فصل نهم: یادگیری تقویتی مبتنی بر شبکه عصبی

۳۱۲	۱-۹ مقدمه
۳۱۲	۲-۹ آموزش مدل تقویتی یادگیری بازی‌های آتاری
۳۱۳	۳-۹ آموزش تقویتی چیست
۳۱۵	۳-۹ فرایند تصمیم‌گیری مارکوف
۳۱۶	۴-۹ خط‌مشی
۳۱۷	۵-۹ بازگشت آینده
۳۱۸	۶-۹ بازگشت آینده کاهش یافته
۳۱۹	۷-۹ کاوش در مقابل بهره‌برداری
۳۲۱	۸-۹ خط‌مشی در مقابل ارزش یادگیری
۳۲۱	۹-۹ خط‌مشی یادگیری از طریق گرادیان‌های خط‌مشی
۳۲۲	۱۰-۹ حل مسئله pole Cart با استفاده از گرادیان‌های خط‌مشی

۳۲۹.....	خلاصه.....
۳۳۰.....	فهرست واژگان.....
۳۴۲.....	پیوست.....
۳۴۹.....	اختصارها.....
۳۵۰.....	منابع.....

www.ketab.ir

پیشگفتار

تشخیص دست‌نوشته، نام مقاله‌ای است که به ارائه روش "یادگیری عمیق" منجر گشت. در این مقاله نشان داده شد چگونه آموزش یک شبکه عمیق باعث افزایش دقت تشخیص دست‌نوشته می‌شود. در دهه ۱۹۹۰ میلادی، به دلیل عدم پیشرفت رایانه‌ها و نیز کمبود منابع پردازشی، توسعه یادگیری عمیق ناممکن می‌نمود. از این‌رو، این حوزه از علوم محاسباتی مسکوت مانده بود. پس از انتشار این مقاله، محققان بسیاری به مزیت‌های شگفت‌انگیز این روش پی برده و آغاز به تحقیق در این حوزه نمودند.

فرض نوشتار این کتاب آن است که خواننده اطلاعات پایه‌ای مناسبی در مورد کدهای برنامه‌نویسی، دیتا انسیل، انتگرال و مفاهیم یادگیری ماشین دارد. بدون داشتن این اطلاعات پایه‌ای، مطالعه کدها و تمرین با تاتریس‌ها در طول کتاب برای خواننده دشوار خواهد بود. در این کتاب تعدادی از روش‌ها از قبیل رگرسیون خطی، مارکوف و... علاوه بر این تعدادی از کتابخانه‌های موجود از قبیل تَنسورفلو و کافه و... را به این کتاب افزودیم.

نوشتار این کتاب به سرفته در کتاب "اصول یادگیری عمیق" نوشته نخیل بَدَم است؛ در پایان این کتاب امیدواریم خوانندگان بتوانند با استفاده از آن چگونگی به‌کارگیری روش‌های یادگیری عمیق برای حل مشکل‌ها را دریافته و آشنایی بیشتری با الگوریتم‌های یادگیری عمیق و استفاده از کتابخانه‌ها به‌دست آورد.

ساسان گرمی‌زاده