

# یادگیری عمیق

مؤلفین

ایان گودفلو  
یاشوا بنجیو  
آرون کورویل

مترجم

ایوب ترکیان

نیاز دانش

## فهرست مطالب

<u>شماره صفحه</u>	<u>عنوان</u>	
۹۰	مبانی یادگیری ماشین	فصل ۱ /
۱۰	الگوریتم‌های یادگیری	۱-۱
۱۰	فعالیت T	۱-۱-۱
۱۴	معیار عملکرد، P	۲-۱-۱
۱۵	تجربه، E	۳-۱-۱
۱۸	مثال: رگرسیون خطی	۴-۱-۱
۲۱	ظرفیت، فرابرازش و فروبرازش	۲-۱
۲۹	فرضیه نارایگانی	۱-۲-۱
۲۹	تنظیم	۲-۲-۱
۳۲	فراپارامترها و ست‌های صحنه‌گذاری	۳-۱
۳۳	صحنه‌گذاری متقابل	۱-۳-۱
۳۵	تخمین گرما، سوپه و واریانس	۴-۱
۳۵	تخمین نقطه‌ای	۱-۴-۱
۳۶	سوپه (بایاس)	۲-۴-۱
۳۹	واریانس و خطای استاندارد	۳-۴-۱
۴۱	مصالحه سوپه و واریانس در کمینه‌سازی میانگین مجذور خطا	۴-۴-۱
۴۱	سازگاری	۵-۴-۱
۴۳	تخمین حداکثر شایدهی	۵-۱
۴۴	لگاریتم شایدهی مشروط و خطای میانگین مجذور	۱-۵-۱
۴۶	خصوصیات حداکثر شایدهی	۲-۵-۱
۴۷	آمار بیزی	۶-۱
۵۰	تخمین حداکثر پسین (MAP)	۱-۶-۱
۵۱	الگوریتم‌های یادگیری با نظارت	۷-۱
۵۲	یادگیری با نظارت احتمالی	۱-۷-۱
۵۳	ماشین‌های بُردار پشتیبان	۲-۷-۱
۵۵	دیگر الگوریتم‌های ساده یادگیری با نظارت	۳-۷-۱
۵۸	الگوریتم‌های یادگیری بدون نظارت	۸-۱
۵۹	تحلیل مؤلفه‌های اصلی، PCA	۱-۸-۱
۶۱	خوشه‌بندی کامینز	۲-۸-۱
۶۳	فروود گرادینتی استوکاستیک	۹-۱
۶۵	ساخت الگوریتم یادگیری ماشین	۱۰-۱
۶۷	چالش‌های انگیزشی یادگیری عمیق	۱۱-۱
۶۷	نفرین بُعد زیاد	۱-۱۱-۱
۶۸	ثبات محلی و تنظیم همواری	۲-۱۱-۱
۷۲	یادگیری مانیفولد	۳-۱۱-۱
۷۷	شبکه‌های عمیق پیش‌خور	فصل ۲ /
۸۰	مثال: یادگیری XOR	۱-۲
۸۶	یادگیری گرادینان پایه	۲-۲
۸۷	توابع هزینه	۱-۲-۲
۸۸	یادگیری توزیع‌های مشروط با حداکثر شایدهی	۱-۱-۲-۲
۸۹	یادگیری آمار شرطی	۲-۱-۲-۲

۹۰.....	واحد‌های خروجی	۲-۲-۲
۹۰.....	واحد‌های خطی برای توزیع‌های خروجی گوسی	۱-۲-۲-۲
۹۱.....	واحد‌های سیگموئید برای توزیع‌های خروجی برنولی	۲-۲-۲-۲
۹۳.....	سافت‌مکس برای توزیع‌های خروجی مولتی‌نولی	۳-۲-۲-۲
۹۷.....	انواع خروجی دیگر	۴-۲-۲-۲
۱۰۱.....	واحد‌های پنهان	۳-۲
۱۰۲.....	واحد‌های خطی تک‌سو و تعمیم‌های آنها	۱-۳-۲
۱۰۵.....	سیگموئید لجیستیک و تانژانت سهموی	۲-۳-۲
۱۰۶.....	دیگر واحد‌های پنهان	۳-۳-۲
۱۰۸.....	طراحی معماری	۴-۲
۱۰۸.....	خصوصیات و عمق تخمین فراگیر	۱-۴-۲
۱۱۳.....	دیگر ملاحظات معماری	۲-۴-۲
۱۱۳.....	پس‌انتشار و دیگر الگوریتم‌های مشتق‌گیری	۵-۲
۱۱۴.....	گراف‌های محاسباتی	۱-۵-۲
۱۱۶.....	قاعده زنجیره حسابان	۲-۵-۲
۱۱۷.....	کاربرد برگشتی زنجیره در به‌دست‌آوردن پس‌انتشار	۳-۵-۲
۱۲۱.....	محاسبه پس‌انتشار در MLP کاملاً متصل	۴-۵-۲
۱۲۲.....	مشتق‌های نشانه-به-نشانه	۵-۵-۲
۱۲۴.....	پس‌انتشار کلی	۶-۵-۲
۱۲۸.....	مثال: پس‌انتشار برای آموزش MLP	۷-۵-۲
۱۳۱.....	پیچیدگی‌ها	۸-۵-۲
۱۳۱.....	مشتق‌گیری خارج از جامعه یادگیری عمیق	۹-۵-۲
۱۳۳.....	مشتق‌های درجه بالا	۱۰-۵-۲

۱۳۵.....	تنظیم برای یادگیری عمیق	۳ / فصل
۱۳۷.....	جرایم اندازه پارامتر	۱-۳
۱۳۸.....	تنظیم پارامتر	۱-۱-۳
۱۴۱.....	تنظیم	۲-۱-۳
۱۴۴.....	جرایم اندازه به‌عنوان بهینه‌سازی مقید	۲-۳
۱۴۶.....	تنظیم و مسایل با قید کم	۳-۳
۱۴۷.....	افزودگی ست داده	۴-۳
۱۴۹.....	استحکام در مقابل نویز	۵-۳
۱۵۰.....	توزیع نویز در اهداف خروجی	۱-۵-۳
۱۵۱.....	یادگیری نیمه‌نظارتی	۶-۳
۱۵۲.....	یادگیری چندفعالیتی	۷-۳
۱۵۳.....	توقف زودرس	۸-۳
۱۶۰.....	پیوند زدن و اشتراک پارامتر	۹-۳
۱۶۲.....	نمایش تنک	۱۰-۳
۱۶۴.....	انباشتن و دیگر روش‌های آنسمل	۱۱-۳
۱۶۶.....	دورریزی	۱۲-۳
۱۷۶.....	آموزش خصمانه	۱۳-۳
۱۷۸.....	فاصله و انتشار تانژانت، طبقه‌گر تانژانت مانیفولد	۱۴-۳

۱۸۳.....	بهینه‌سازی آموزش مدل‌های یادگیری عمیق	۴ / فصل
۱۸۴.....	تفاوت یادگیری و بهینه‌سازی محض	۱-۴
۱۸۵.....	کمینه‌سازی ریسک تجربی	۱-۱-۴

۱۸۶	توابع اتلاف نیابتی و توقف زودرس	۲-۱-۴
۱۸۶	الگوریتم‌های بیج و مینی‌بیج	۳-۱-۴
۱۹۲	چالش‌های بهینه‌سازی شبکه عصبی	۲-۴
۱۹۲	بدحالتی	۱-۲-۴
۱۹۳	کمینه محلی	۲-۲-۴
۱۹۵	فلات، زین‌اسبی، و دیگر نواحی مسطح	۳-۲-۴
۱۹۸	صخره و گرادبان‌های انفجاری	۴-۲-۴
۱۹۹	وابستگی‌های دراز مدت	۵-۲-۴
۲۰۰	گرادبان‌های غیردقیق	۶-۲-۴
۲۰۰	تناظر ضعیف بین ساختارهای محلی و فراگیر	۷-۲-۴
۲۰۳	محدودیت‌های تئوریک بهینه‌سازی	۸-۲-۴
۲۰۳	الگوریتم‌های بنیادی	۳-۴
۲۰۳	فرود گرادبانی استوکاستیک	۱-۳-۴
۲۰۶	گشتاور	۲-۳-۴
۲۱۰	گشتاور نستروف	۳-۳-۴
۲۱۰	راهبردهای آغازگری پارامتر	۴-۴
۲۱۷	الگوریتم‌های با نرخ یادگیری تطبیقی	۵-۴
۲۱۷	AdaGrad	۱-۵-۴
۲۱۸	انتشار RMS	۲-۵-۴
۲۱۹	Adam	۳-۵-۴
۲۲۱	انتخاب الگوریتم بهینه‌سازی مناسب	۴-۵-۴
۲۲۱	روش‌های تخمین درجه دوم	۶-۴
۲۲۱	روش نیوتن	۱-۶-۴
۲۲۳	گرادبان‌های مزدوج	۲-۶-۴
۲۲۷	BFGS	۳-۶-۴
۲۲۸	راهبردهای بهینه‌سازی و متالگوریتم‌ها	۷-۴
۲۲۸	نرمال‌سازی ناپیوسته	۱-۷-۴
۲۳۲	فرود مختصاتی	۲-۷-۴
۲۳۳	میانگین‌گیری Polyak	۳-۷-۴
۲۳۴	پیش‌آموزش با نظارت	۴-۷-۴
۲۳۷	طراحی‌های مدل معین بهینه‌سازی	۵-۷-۴
۲۳۸	روش‌های تداوم و یادگیری دوره‌ای	۶-۷-۴

## فصل ۵ / شبکه‌های کانولوشن

۲۴۲	عملیات کانولوشن	۱-۵
۲۴۵	انگیزه	۲-۵
۲۵۰	رای‌گیری	۳-۵
۲۵۶	کانولوشن و رای‌گیری به‌عنوان پیشینی بی‌نهایت قوی	۴-۵
۲۵۷	روایت‌های تابع کانولوشن پایه	۵-۵
۲۶۸	خروجی‌های ساختارمند	۶-۵
۲۶۹	نوع داده	۷-۵
۲۷۱	الگوریتم‌های کانولوشن کارآمد	۸-۵
۲۷۲	ویژگی‌های تصادفی یا بدون نظارت	۹-۵
۲۷۳	مبنای علوم اعصاب شبکه‌های کانولوشن	۱۰-۵
۲۸۱	شبکه‌های کانولوشن و سابقه یادگیری عمیق	۱۱-۵

۲۸۳	فصل ۶ / مدل سازی توالی: شبکه های برگشتی و بازگشتی
۲۸۵	۱-۶ واپیچی گراف های محاسباتی
۲۸۸	۲-۶ شبکه های عصبی برگشتی
۲۹۲	۱-۲-۶ اجبار معلم و شبکه های دارای برگشت خروجی
۲۹۵	۲-۲-۶ محاسبه گرادیان در شبکه برگشتی
۲۹۷	۳-۲-۶ شبکه RNN به عنوان مدل های گرافیکی جهت دار
۳۰۱	۴-۲-۶ مدل سازی توالی مشروط به متن با RNN
۳۰۴	۳-۶ RNN دو جهته
۳۰۶	۴-۶ معماری های توالی سه-توالی رمزگذار-رمزدا
۳۰۸	۵-۶ شبکه های برگشتی عمیق
۳۰۹	۶-۶ شبکه های عصبی بازگشتی
۳۱۱	۷-۶ چالش وابستگی های دراز مدت
۳۱۳	۸-۶ شبکه های حالت اکو
۳۱۶	۹-۶ واحدهای نشستی و راهبردهای مقیاس های چند زمانی
۳۱۶	۱-۹-۶ افزودن پیوندهای گذر زمانی
۳۱۷	۲-۹-۶ واحدهای نشستی و طیف مقیاس های زمانی مختلف
۳۱۷	۳-۹-۶ حذف اتصالات
۳۱۸	۱۰-۶ حافظه کوتاه مدت طولانی و دیگر RNN های درگاهی
۳۱۹	۱-۱۰-۶ LSTM
۳۲۱	۲-۱۰-۶ دیگر RNN های درگاهی
۳۲۲	۱۱-۶ بهینه سازی وابستگی های دراز مدت
۳۲۳	۱-۱۱-۶ چینن گرادیان ها
۳۲۵	۲-۱۱-۶ تنظیم برای تشویق جریان اطلاعات
۳۲۶	۱۲-۶ حافظه صریح

۳۳۱	فصل ۷ / روش شناسی عملی
۳۳۲	۱-۷ سنجه های عملکرد
۳۳۵	۲-۷ مدل های خط پایه
۳۳۶	۳-۷ تعیین نیاز به داده های بیشتر
۳۳۸	۴-۷ انتخاب فرایارامترها
۳۳۸	۱-۴-۷ تنظیم دستی فرایارامتر
۳۴۲	۲-۴-۷ الگوریتم های بهینه سازی فرایارامتر اتوماتیک
۳۴۳	۳-۴-۷ جستجوی شبکه ای
۳۴۵	۴-۴-۷ جستجوی تصادفی
۳۴۶	۵-۴-۷ بهینه سازی فرایارامتر مدل پایه
۳۴۷	۵-۷ راهبردهای خطاگیری
۳۵۱	۶-۷ مثال: شناسایی چند عددی

۳۵۵	فصل ۸ / کاربردها
۳۵۵	۱-۸ یادگیری عمیق مقیاس بزرگ
۳۵۶	۱-۱-۸ پیاده سازی CPU سریع
۳۵۶	۲-۱-۸ پیاده سازی GPU
۳۵۹	۳-۱-۸ پیاده سازی توزیعی مقیاس بزرگ
۳۶۰	۴-۱-۸ فشرده سازی مدل
۳۶۱	۵-۱-۸ ساختار دینامیکی

۳۶۳	۶-۱-۸ پیاده‌سازی سختافزار خاص شبکه عمیق
۳۶۵	۲-۸ بینایی ماشین
۳۶۵	۱-۲-۸ پیش‌پردازش
۳۶۶	۱-۱-۲-۸ نرمال‌سازی کانتراست
۳۷۰	۲-۱-۲-۸ تقویت مجموعه داده
۳۷۱	۳-۸ شناسایی گفتار
۳۷۴	۴-۸ پردازش زبان طبیعی
۳۷۴	۱-۴-۸ n-گرام
۳۷۷	۲-۴-۸ مدل‌های زبان عصبی
۳۷۸	۳-۴-۸ خروجی‌های با ابعاد زیاد
۳۷۹	۱-۳-۴-۸ استفاده از لیست کوتاه
۳۸۰	۲-۳-۴-۸ سافت‌مکس سلسله‌مراتبی
۳۸۳	۳-۳-۴-۸ نمونه‌برداری اهمیتی
۳۸۵	۴-۳-۴-۸ تخمین نویز کانتراستی و اتلاف درجه‌بندی
۳۸۵	۴-۴-۸ تلفیق مدل‌های زبان عصبی با n-گرام
۳۸۶	۵-۴-۸ ترجمه ماشین عصبی
۳۸۸	۱-۵-۴-۸ استفاده مکانیسم توجه و تراز قطعات داده
۳۹۰	۶-۴-۸ چشم‌انداز تاریخی
۳۹۱	۵-۸ کاربردهای دیگر
۳۹۱	۱-۵-۸ سیستم‌های توصیه‌گر
۳۹۴	۱-۱-۵-۸ کاوش در مقابل انتفاع
۳۹۶	۲-۵-۸ نمایش دانش، استدلال و پاسخ‌دادن سوال

## فصل ۹ / خودرمزگذارها ۳۹۹

۴۰۰	۱-۹ خودرمزگذارهای فروکامل
۴۰۱	۲-۹ خودرمزگذارهای تنظیم‌شده
۴۰۲	۱-۲-۹ خودرمزگذارهای تنک
۴۰۴	۲-۲-۹ خودرمزگذارهای نویززا
۴۰۵	۳-۲-۹ تنظیم با جریمه‌کردن مشتق‌ها
۴۰۶	۳-۹ قدرت نمایشی، اندازه لایه و عمق
۴۰۶	۴-۹ رمزگذارها و رمززدهای استوکاستیک
۴۰۸	۵-۹ خودرمزگذارهای نویززا
۴۰۹	۱-۵-۹ تخمین نمره
۴۱۲	۱-۱-۵-۹ چشم‌انداز تاریخی
۴۱۲	۶-۹ مانیفولد‌های یادگیری با خودرمزگذارها
۴۱۷	۷-۹ خودرمزگذارهای انقباضی
۴۲۰	۸-۹ تجزیه تنک پیش‌بینانه
۴۲۰	۹-۹ کاربردهای خودرمزگذار

## فصل ۱۰ / یادگیری نمایشی ۴۲۳

۴۲۵	۱-۱۰ پیش‌آموزش بدون نظارت لایه‌وار مقتصدانه
۴۲۷	۱-۱-۱۰ چه موقع و چرا پیش‌آموزش بدون نظارت کار می‌کند؟
۴۳۳	۲-۱۰ یادگیری انتقالی و انطباق دامنه
۴۳۷	۳-۱۰ واپیچی نیمه‌نظارتی عوامل علی
۴۴۳	۴-۱۰ نمایش توزیعی
۴۵۰	۵-۱۰ نفع‌نمایی از عمق

۶-۱۰ تأمین سرنخ برای کشف علل نهشته ..... ۴۵۱

فصل ۱۱ / مدل‌های زایشی عمیق ..... ۴۵۵

۴۵۵	۱-۱۱	ماشین‌های بولتزمان
۴۵۷	۲-۱۱	ماشین‌های بولتزمان محدود
۴۵۹	۱-۲-۱۱	توزیع‌های شرطی
۴۶۱	۲-۲-۱۱	آموزش ماشین‌های بولتزمان محدود
۴۶۱	۳-۱۱	شبکه‌های باور عمیق
۴۶۴	۴-۱۱	ماشین‌های بولتزمان عمیق
۴۶۷	۱-۴-۱۱	خصوصیات جالب
۴۶۸	۲-۴-۱۱	استنباط میانگین میدان DBM
۴۷۰	۳-۴-۱۱	یادگیری پارامتر DBM
۴۷۱	۴-۴-۱۱	پیش‌آموزش لایه‌وار
۴۷۴	۵-۴-۱۱	آموزش مشترک ماشین‌های بولتزمان عمیق
۴۷۷	۵-۱۱	ماشین بولتزمان برای داده‌های با مقدار حقیقی
۴۷۸	۱-۵-۱۱	RBM‌های گوسی-برنولی
۴۸۰	۲-۵-۱۱	مدل‌های بدون جهت کوواریانس شرطی
۴۸۵	۶-۱۱	ماشین‌های بولتزمان کانولوشن
۴۸۷	۷-۱۱	ماشین بولتزمان برای خروجی ساختارمند یا متوالی
۴۸۸	۸-۱۱	دیگر ماشین‌های بولتزمان
۴۸۹	۹-۱۱	پس‌انتشار از داخل عملیات راندومی
۴۹۱	۱-۹-۱۱	پس‌انتشار از داخل عملیات ناپیوسته استوکاستیک
۴۹۴	۱۰-۱۱	شبکه‌های زایشی جهت‌دار
۴۹۵	۱-۱۰-۱۱	شبکه‌های باور سیگموئیدی
۴۹۶	۲-۱۰-۱۱	شبکه‌های ژنراتور مشتق‌پذیر
۴۹۹	۳-۱۰-۱۱	خودرمزگذارهای تغییرپذیر
۵۰۲	۴-۱۰-۱۱	شبکه‌های خصمانه زایشی
۵۰۶	۵-۱۰-۱۱	شبکه‌های انطباق مومان زایشی
۵۰۷	۶-۱۰-۱۱	شبکه‌های زایشی کانولوشن
۵۰۸	۷-۱۰-۱۱	شبکه‌های اتورگرسیو
۵۰۹	۸-۱۰-۱۱	شبکه‌های اتورگرسیو خطی
۵۰۹	۹-۱۰-۱۱	شبکه‌های اتورگرسیو عصبی
۵۱۱	۱۰-۱۰-۱۱	NADE
۵۱۴	۱۱-۱۱	برداشت نمونه از خودرمزگذارها
۵۱۴	۱-۱۱-۱۱	زنجیره مارکوف مرتبط با هر خودرمزگذار نویزدا
۵۱۵	۲-۱۱-۱۱	نمونه‌برداری گیره‌ای و شرطی
۵۱۶	۳-۱۱-۱۱	روش آموزش پس‌رو
۵۱۶	۱۲-۱۱	شبکه‌های استوکاستیک زایشی
۵۱۷	۱-۱۲-۱۱	GSN‌های تمایزی
۵۱۸	۱۳-۱۱	دیگر شماهای تولید
۵۱۹	۱۴-۱۱	ارزیابی مدل‌های زایشی
۵۲۲	۱۵-۱۱	نتیجه‌گیری

پیوست الف / فرهنگ‌نامه اصطلاحات ..... ۵۲۳

۵۲۳	فارسی به انگلیسی
۵۳۹	انگلیسی به فارسی