

# شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق

مؤلف

چارو سی. آگاروال

مترجم

ایوب ترکیان

نیاز دانش

# فهرست مطالب

۲.۱.۴.۱	معماری عصبی و اشتراک پارامتر	۴۷
۳.۰.۱.۴.۱	توقف زودرس	۴۷
۴.۰.۱.۴.۱	مصالحه دامنه و عمق	۴۸
۵.۰.۱.۴.۱	روش‌های آنسمبل	۴۸
۲.۴.۰	مشکلات محو و انفجرار گریدیان	۴۹
۳.۴.۱	مشکلات هم‌گرایی	۵۰
۴.۴.۱	بهینه‌های محلی و اشتباہی	۵۰
۵.۴.۱	چالش‌های محاسباتی	۵۱
۵.۱	اسرار قدرت ترکیب تابع	۵۲
۱.۵.۰.۱	اهمیت فعال‌سازی غیرخطی	۵۵
۲.۵.۰.۱	کاهش الزامات پارامتر با عمق	۵۷
۳.۵.۰.۱	معماری‌های عصبی نامتعارف	۵۹
۱.۳.۵.۰.۱	تاری تمایز لایه‌ها	۵۹
۲.۳.۵.۰.۱	عملیات نامتعارف و شبکه‌های جمع-ضرب	۶۰
۶.۰.۱	معماری‌های عصبی رایج	۶۲
۱۶.۰.۱	شبیه‌سازی یادگیری ماشین پایه	۶۲
۲۶.۰.۱	شبکه‌های تابع مبنای شعاعی	۶۲
۳۶.۰.۱	ماشین‌های بولتزمان محدود	۶۳
۴۶.۰.۱	شبکه‌های عصبی برگشتی	۶۴

## فصل ۱ مبانی شبکه‌های عصبی

۱.۱	مقدمه	۱۱
۱.۱.۱	انسان و ریاضی	۱۳
۲.۱	معماری پایه شبکه‌های عصبی	۱۶
۱.۲.۱	لایه محاسباتی تکی: پرسپترون	۱۶
۱.۱.۲.۱	تابع هدف پرسپترون	۲۱
۲.۱.۲.۱	رابطه با ماشین‌های بردار پشتیبان	۲۴
۳.۰.۱.۲.۱	انتخاب توابع فعال‌سازی و انتلاف	۲۵
۴.۰.۱.۲.۱	انتخاب و تعداد گره‌های خروجی	۲۹
۵.۰.۱.۲.۱	انتخاب تابع انتلاف	۳۰
۶.۰.۱.۲.۱	مشتق‌های مفید توابع فعال‌سازی	۳۱
۲.۲.۱	شبکه‌های عصبی چندلایه	۳۳
۳.۰.۲.۱	شبکه چندلایه به عنوان گراف	
۳.۷	محاسباتی	
۳.۰.۱	آموزش شبکه عصبی با پس‌انتشار	۳۹
۴.۰.۱	سوژه‌های عملی در آموزش شبکه عصبی	۴۴
۱.۴.۱	مشکل فراباراش	۴۴
۱.۱.۴.۱	تنظیم	۴۶

۱۰۳	۴.۳.۲ سافت‌مکس سلسله‌مراتبی	۶۷	۵.۶.۱ شبکه‌های عصبی کانولوشن
۱۰۳	۴.۲ برجستگی پس‌نشری	۶۹	۶.۶.۱ مهندسی ویژگی سلسله‌مراتبی
	۵.۲ فاکتور‌گیری ماتریس با خودرمزگذارها	۷۲	۷.۱ موضوعات پیشرفته
۱۰۵	۱۰.۵ خودرمزگذار: قواعد پایه	۷۲	۱.۷.۱ یادگیری تقویتی
۱۰۵	۱۰.۵.۲ خودرمزگذار با یک لایه پنهان	۷۳	۲.۷.۱ تفکیک ذخیره داده‌ها و محاسبات
۱۰۷	۱۱.۱.۵.۲ خودرمزگذار با ارتباط با تجزیه مقدار تکین	۷۳	۳.۷.۱ شبکه‌های خصوصی زایشی
۱۱۰	۲.۱.۵.۲ اشتراک‌گذاری اوزان	۷۴	۸.۱ دو خطمبنا قابل ذکر
۱۱۰	۳.۱.۵.۲ ۴.۱.۵.۲ دیگر روش‌های فاکتور‌گیری	۷۴	۱۸.۱ پایگاه داده MNIST و اعداد دست‌نویس
۱۱۲	۴.۱.۵.۲ ماتریس	۷۵	۲.۸.۱ پایگاه داده ImageNet
۱۱۲	۲.۵.۲ فعال‌سازی‌های غیرخطی	۷۶	۹.۱ خلاصه
۱۱۵	۳.۵.۲ خودرمزگذارهای عمیق	۷۷	۱۰.۱ تمرین
	۴.۵.۲ کاربرد به آشکارسازی داده‌های پرت	۷۸	
۱۱۸	۵.۲ لایه پنهان گسترده	۸۱	<b>فصل ۲ یادگیری ماشین با شبکه‌های کم‌عمق</b>
۱۱۹	۱.۵.۵.۲ یادگیری ویژگی تنک	۸۱	۱.۲ مقدمه
۱۲۰	۶.۵.۲ کاربردهای دیگر	۸۴	۲.۲ مدل‌های طبقه‌بندی دوتایی
۱۲۳	۷.۵.۲ سامانه‌های توصیه‌گر	۸۵	۱.۲.۲ بازدید مجدد پرسپترون
۱۲۷	۸.۵.۲ بحث	۸۶	۲.۲.۲ رگرسیون کمترین مرباعات
۱۲۷	Word2vec ۶.۲	۸۹	۱.۲.۲.۲ Widrow-Hoff یادگیری
۱۲۸	۱۶.۲ تعییه عصبی کیف‌واژه پیوسته	۹۱	۲.۲.۲.۲ پاسخ‌های فرم بسته
۱۳۲	۲۶.۲ تعییه عصبی مدل گذرگرام	۹۲	۳.۲.۲ رگرسیون لجیستیک
۱۳۹	۳۶.۲ Word2vec (SGNS)	۹۴	۱.۳.۲.۲ آلترناتیوهای فعال‌سازی و اتلاف
۱۴۲	۴۶.۲ گذرگرام وانیلی	۹۴	۴.۲.۲ ماشین‌های بردار پشتیبان
۱۴۳	۷.۲ معماری عصبی ساده تعییه گراف	۹۷	۳.۲ معماری‌های عصبی مدل‌های چندطبقه
	۱۷.۲ پرداخت‌کاری شمارش ضلع	۹۷	۱.۳.۲ پرسپترون چندطبقه
۱۴۵	دلخواهی	۹۹	۲.۳.۲ SVM و ستون-واتکینز
۱۴۵	۲.۷.۲ مدل مولتی‌نومی	۱۰۱	۳.۳.۲ رگرسیون لجیستیک مولتی‌نومی
	۳.۷.۲ ارتباط با DeepWalk و Node2vec		

۱۸۴	۴.۳ مشکلات محو و انفجار گرادیان	۱۴۶	۸.۲ خلاصه	
۱۸۶	۱.۴.۳ شناخت هندسی اثر نسبت‌های گرادیان	۱۴۷	۹.۲ تمرین	
۱۸۸	۲.۴.۳ اصلاح جزئی با انتخاب تابع فعال‌سازی	۱۵۱	<b>فصل ۳ آموزش شبکه‌های عصبی عمیق</b>	
۱۸۹	۳.۴.۳ مرگ نورون و «صدمه مغزی»	۱۵۱	۱.۳ مقدمه	
۱۹۰	۱.۳.۴.۳ ReLU نشتی	۱۵۳	۲.۳ پس‌انتشار	
۱۹۱	۲.۳.۴.۳ Maxout	۱۵۳	۱.۲.۳ پساننتشار با انتزاع گراف محاسباتی	
۱۹۲	۵.۳ راهبردهای فروض گرادیان	۱۵۹	۲.۲.۳ برنامه‌سازی پویا	
۱۹۳	۱۰.۳ زوال نرخ یادگیری		۳.۲.۳ پساننتشار با متغیرهای	
۱۹۴	۲۰.۳ یادگیری گشتاورپایه	۱۶۱	پس‌فعال‌سازی	
۱۹۵	۱۲.۵.۳ گشتاور نستروف		۴.۲.۳ پساننتشار با متغیرهای	
۱۹۶	۳۰.۳ نرخ یادگیری پارامترپایه	۱۶۴	پیش‌فعال‌سازی	
۱۹۷	۱.۳.۵.۳ AdaGrad		۵.۲.۳ نمونه‌های بهروزرسانی برای	
۱۹۸	۲.۳.۵.۳ RMSProp	۱۶۷	فعال‌سازی‌های مختلف	
۱۹۹	۳.۳.۵.۳ RMSProp با گشتاور نستروف		۱.۵.۲.۳ مورد خاص سافت‌مکس	
۲۰۰	۴.۳.۵.۳ AdaDelta	۱۶۷	۶.۲.۳ منظر ناهم‌بند پساننتشار	
۲۰۱	۵.۳.۵.۳ Adam		۱۶۹	بردار محور
۲۰۲	۴.۵.۳ صخره و ناپایداری‌های درجه بالا		۷.۲.۳ توابع اتلاف لایه پنهان و خروجی	
۲۰۳	۵.۵.۳ برش گرادیان	۱۷۱	چندگره	
۲۰۴	۶.۵.۳ مشتق درجه دوم		۸.۲.۳ فروض گرادیانی استوکاستیک	
۲۰۵	۱۶.۵.۳ گرادیان‌های مزدوج و بهسازی هسی	۱۷۳	مینی‌بچ	
۲۰۶	- آزاد		۹.۲.۳ شگردهای پساننتشار اوزان	
۲۰۷	۲۶.۵.۳ روش‌های شبکه‌نیوتونی و BFGS	۱۷۶	اشتراکی	
۲۰۸	۳۶.۵.۳ مشکلات روش‌های درجه دوم	۱۷۷	۱۰.۲.۳ کنترل صحت محاسبه گرادیان	
۲۰۹	۷.۵.۳ میانگین‌گیری Polyak	۱۷۸	۳.۳ سوژه‌های آماده‌سازی و آغازگری	
۲۱۰	۸.۵.۳ کمینه محلی و اشتباهی	۱۷۸	۱.۳.۳ تنظیم فرایپارامترها	
۲۱۱	۶.۳ نرمال‌سازی بچ		۲.۳.۳ پیش‌پردازش ویژگی	
۲۱۲	۷.۳ شگردهای عملی شتاب و فشرده‌سازی	۱۸۰	۳.۳.۳ آغازگری	
۲۱۳		۱۸۳		

۵.۵.۴ آنسambil‌های اغتشاش داده	۲۶۶	۱.۷.۳ تسریع GPU	۲۲۲
۶.۴ توقف زودرس	۲۶۷	۲.۷.۳ پیاده‌سازی‌های موازی و توزیعی	۲۲۴
۱۶.۴ دیدگاه واریانس	۲۶۸	۳.۷.۳ شگردهای الگوریتمی فشرده‌سازی	۲۲۴
۷.۴ پیش‌آموزش بدون نظارت	۲۶۹	مدل	۲۲۶
۱۷.۴ روایت‌های پیش‌آموزش بدون نظارت	۲۷۳	خلاصه	۲۳۱
۲۷.۴ پیش‌آموزش با نظارت	۲۷۴	۹.۳ تمرین	۲۳۲
۸.۴ یادگیری تدریجی و دوره‌ای	۲۷۶	<b>فصل ۴ آموزش شبکه‌های عمیق</b>	
۱۸.۴ یادگیری تدریجی	۲۷۷	<b>برای تعمیم</b>	
۲۸.۴ یادگیری دوره‌ای	۲۷۸	۱.۴ مقدمه	۲۳۵
۹.۴ اشتراک پارامتر	۲۷۹	۲.۴ مصالحه بایاس-واریانس	۲۴۲
۱۰.۴ تنظیم در کاربردهای بدون نظارت	۲۸۰	۱.۲.۴ منظر رسمی	۲۴۳
۱۱.۰.۴ جریمه‌بندی مقدارپایه	۲۸۱	۳.۴ سوژه‌های تعمیم در تنظیم و ارزیابی	۲۴۴
۲۱۰.۴ تزریق نویز	۲۸۱	مدل	۲۴۷
۳۱۰.۴ جریمه‌بندی گرادیان‌پایه	۲۸۳	ارزیابی با بیرون نگهداشت و صحه‌گذاری	۱.۳.۴
۴۱۰.۴ ساختار احتمالی پنهان	۲۸۷	متقطع	۲۴۹
۱۴۱۰.۴ نمونه‌برداری بازسازی و زایشی	۲۹۲	۲.۳.۴ سوژه‌های آموزش در مقیاس	۲۵۱
۲۴۱۰.۴ خودمزگذارهای تعییرپذیر	۲۹۴	۳.۳.۴ نیاز به داده بیشتر	۲۵۲
شرطی	۲۹۴	۴.۴ تنظیم جریمه‌پایه	۲۵۲
۳۴۱۰.۴ رابطه با شبکه‌های خصوصی	۲۹۵	۱.۴.۴ ارتباط با تزریق نویز	۲۵۴
زایشی	۲۹۵	۲.۴.۴ $L_1$ تنظیم	۲۵۵
۱۱.۴ خلاصه	۲۹۵	۳.۴.۴ $L_1$ یا $L_2$ ؟	۲۵۶
۱۲.۴ تمرین	۲۹۶	۴.۴.۴ جریمه واحدهای پنهان	۲۵۷
<b>فصل ۵ شبکه‌های تابع مبنای</b>		۵.۴ روش‌های آنسambil	۲۵۸
۱.۵ مقدمه	۲۹۹	۱.۵.۴ کیف‌بندی و فرونمونه‌برداری	۲۵۹
۲.۵ آموزش شبکه RBF	۳۰۳	۲.۵.۴ انتخاب مدل پارامتری و میانگین‌گیری	۲۶۱
۱۰.۵ آموزش لایه پنهان	۳۰۴	۳.۵.۴ پیوندزدایی راندوم‌شده	۲۶۲
		۴.۵.۴ دورریزی	۲۶۲

۱۰.۳۶ تولید داده توسط ماشین بولتزمان	۳۳۴	۲.۲.۵ آموزش لایه خروجی
۲.۳.۶ یادگیری اوزان ماشین بولتزمان	۳۳۵	۱.۰.۲.۵ بیان با شبهمعکوس
۴۶ ماشین‌های بولتزمان محدود	۳۳۷	۳.۲.۵ الگوریتم کمترین مربعات متعامد
۳۴.۱۶ آموزش RBM	۳۴۰	۴.۰.۵ یادگیری با نظارت کامل
۲.۴.۱ الگوریتم واگرایی کانتراستی	۳۴۱	۳.۵ روایت‌ها و موارد خاص شبکه‌های RBF
۳۴۳ سوژه‌ها و بداهه‌های عملی	۳۴۳	۳۱۱ طبقه‌بندی با معیار پرسپترون
۵۶ کاربردهای ماشین‌های بولتزمان محدود	۳۴۴	۳۱۲ طبقه‌بندی با اتلاف هینج
۱۰.۵۶ کاهش بُعدیت و بازسازی داده‌ها	۳۴۵	۳۱۲ نمونه تفکیک‌پذیری خطی
۲.۵.۶ RBM‌ها به عنوان فیلترکننده همکارانه	۳۴۷	۴.۰.۵ کاربرد به درون یابی
۳۵.۶ RBM برای طبقه‌بندی	۳۵۲	۴.۵ رابطه با روش‌های کرنل
۴.۵.۶ مدل‌های موضوعی با RBM‌ها	۳۵۶	۱.۰.۵ رگرسیون کرنل
۵.۰.۶ RBM‌ها برای یادگیری ماشین داده‌های چندنمادی	۳۵۸	۲.۰.۵ SVM کرنل
۶۶ استفاده از RBM برای داده‌های غیردوتایی	۳۶۰	۳.۰.۵ مشاهدات
۷۶ پشته کردن ماشینهای بولتزمان محدود	۳۶۱	۵.۰.۵ خلاصه
۱۰.۷۶ یادگیری بدون نظارت	۳۶۴	۶.۰.۵ تمرین
۲۰.۷۶ یادگیری با نظارت	۳۶۵	
۳۰.۷۶ ماشین‌های بولتزمان و شبکه‌های باور عمیق	۳۶۵	
۸.۶ خلاصه	۳۶۶	
۹.۶ تمرین	۳۶۷	
<b>فصل ۷ شبکه‌های عصبی</b>		
<b>برگشتی</b>	۳۶۹	
۱.۷ مقدمه	۳۶۹	

## فصل ۶ ماشین‌های بولتزمان

<b>محدود</b>	
۳۲۱	۱۰ مقدمه
۳۲۱	۱.۰.۵ دیدگاه تاریخی
۳۲۲	۲۰ شبکه‌های هاپفیلد
۳۲۳	۱.۰.۵ آرایش‌های حالت بهینه شبکه آموزش دیده
۳۲۴	۲.۰.۵ آموزش شبکه هاپفیلد
۳۲۷	۳.۰.۵ ساخت و محدودیت‌های توصیه‌گر اسباب بازی
۳۲۹	۴.۰.۵ افزایش قدرت بیان شبکه هاپفیلد
۳۳۱	۵.۰.۵ ماشین بولتزمان

<h2 style="text-align: center;">فصل ۸ شبکه‌های عصبی کانولوشن</h2> <p>۴۲۵</p> <p>۴۲۵ مقدمه ۱.۸</p> <p>۴۲۶ ۱.۱.۸ دیدگاه تاریخی و الهام بیولوژیکی ۴۲۶</p> <p>۴۲۷ ۲.۰.۸ مشاهدات گسترده ۴۲۷</p> <p>۴۲۸ ۲.۸ ساختار پایه شبکه کانولوشن ۴۲۸</p> <p>۴۳۵ ۴.۰.۸ یکسان‌سازی ابعاد ۴۳۵</p> <p>۴۳۷ ۲.۰.۸ پرش‌ها ۴۳۷</p> <p>۴۳۸ ۳.۰.۸ موقعیت‌های تیپ ۴۳۸</p> <p>۴۳۹ ۴.۰.۸ ReLU لایه ۴۳۹</p> <p>۴۴۰ ۵.۰.۸ رأی‌گیری ۴۴۰</p> <p>۴۴۲ ۶.۰.۸ لایه‌های با اتصال کامل ۴۴۲</p> <p>۴۴۳ ۷.۰.۸ تبیدگی بین لایه‌ها ۴۴۳</p> <p>۴۴۶ ۸.۰.۸ نرمال‌سازی پاسخ محلی ۴۴۶</p> <p>۴۴۷ ۹.۰.۸ مهندسی ویژگی سلسله‌مراتبی ۴۴۷</p> <p>۴۴۹ ۳.۸ آموزش شبکه کانولوشن ۴۴۹</p> <p>۴۴۹ ۱۰.۰.۸ پس‌انتشار از داخل کانولوشن‌ها ۴۴۹</p> <p>۴۵۱ ۲۰.۰.۸ پس‌انتشار به عنوان کانولوشن با فیلتر معکوس/ترانهاده ۴۵۱</p> <p>۴۵۲ ۳۰.۰.۸ کانولوشن/پس‌انتشار به عنوان ضرب ماتریس ۴۵۲</p> <p>۴۵۵ ۴۰.۰.۸ تقویت داده‌ها ۴۵۵</p> <p>۴۵۶ ۴۸ مطالعات موردنی معماری‌های کانولوشن ۴۵۶</p> <p>۴۵۷ AlexNet ۱۰.۰.۸ ۴۵۷</p> <p>۴۶۰ ZFNet ۲۰.۰.۸ ۴۶۰</p> <p>۴۶۲ VGG ۴۰.۰.۸ ۴۶۲</p> <p>۴۶۵ GoogLeNet ۴۰.۰.۸ ۴۶۵</p> <p>۴۶۸ ResNet ۵۰.۰.۸ ۴۶۸</p> <p>۴۷۲ اثر عمق ۶۰.۰.۸ ۴۷۲</p>	<p>۳۷۳ قابلیت بیان شبکه‌های برگشتی ۳۷۳</p> <p>۳۷۴ معماری شبکه‌های عصبی برگشتی ۳۷۴</p> <p>۳۷۸ ۱.۰.۰.۷ مثال مدل‌سازی زبان RNN ۳۷۸</p> <p>۳۷۹ ۱.۱.۰.۷ تولید نمونه زبان ۳۷۹</p> <p>۳۸۱ ۲.۰.۰.۷ پس‌انتشار از داخل زمان ۳۸۱</p> <p>۳۸۴ ۳.۰.۰.۷ شبکه‌های برگشتی دوطرفه ۳۸۴</p> <p>۳۸۷ ۴.۰.۰.۷ شبکه‌های برگشتی چندلایه ۳۸۷</p> <p>۴.۰.۷ چالش‌های آموزش شبکه‌های برگشتی ۴.۰.۷</p> <p>۳۸۹</p> <p>۳۹۳ ۱.۰.۰.۷ نرمال‌سازی لایه ۳۹۳</p> <p>۳۹۵ ۴.۰.۰.۷ شبکه‌های حالت اکتو ۳۹۵</p> <p>۴.۰.۷ حافظه کوتاه‌مدت طولانی (LSTM) ۴.۰.۷</p> <p>۶.۰.۷ واحدهای برگشتی در گاهی (GRU) ۶.۰.۷</p> <p>۴۰۴ ۷.۰.۷ کاربردهای شبکه عصبی برگشتی ۴۰۴</p> <p>۴۰۵ ۱۰.۰.۷ توضیح اتوماتیک تصویر ۴۰۵</p> <p>۴۰۷ ۲.۰.۰.۷ یادگیری توالی-به-توالی و ترجمه ماشین ۴۰۷</p> <p>۴۱۰ ۱۰.۰.۰.۷ سامانه‌های سوال-جواب ۴۱۰</p> <p>۴۱۲ ۳.۰.۰.۷ طبقه‌بندی سطح جمله ۴۱۲</p> <p>۴۱۳ ۴.۰.۰.۷ طبقه‌بندی سطح توکن با ویژگی‌های زبان‌شناسی ۴۱۳</p> <p>۴۱۵ ۵.۰.۰.۷ پیش‌یابی و پیش‌بینی سری زمانی ۴۱۵</p> <p>۴۱۷ ۶.۰.۰.۷ سامانه‌های توصیه‌گر زمانی ۴۱۷</p> <p>۴۲۰ ۷.۰.۰.۷ پیش‌بینی ساختار پروتئین ثانویه ۴۲۰</p> <p>۴۲۱ ۸.۰.۰.۷ شناسایی گفتار انتها-به-انتها ۴۲۱</p> <p>۴۲۱ ۹.۰.۰.۷ شناسایی دستخط ۴۲۱</p> <p>۴۲۲ ۸.۰.۰.۷ خلاصه ۴۲۲</p> <p>۴۲۲ ۹.۰.۰.۷ تمرین ۴۲۲</p>
---	--

۱.۴.۹ مدل‌های یادگیری عمیق به عنوان تخمین‌گرهای تابع ..... ۵۱۲	۷.۴.۸ مدل‌های پیش‌آموزش دیده ..... ۴۷۳
۲.۴.۹ مثال: شبکه عصبی برای موقعیت بازی آتاری ..... ۵۱۶	۵.۸ مصورسازی و یادگیری بدون ناظارت ..... ۴۷۴
۳.۴.۹ روش‌های منطبق و خارج سیاست: SARSA ..... ۵۱۷	۱.۵.۸ مصورسازی ویژگی‌های شبکه آموزش دیده ..... ۴۷۵
۴.۴.۹ مدل‌سازی حالات در مقابل جفت‌های حالت-اقدام ..... ۵۱۹	۲.۵.۸ خودرمزگذارهای کانولوشن ..... ۴۸۲
۵.۹ روش‌های گرادیان سیاست ..... ۵۲۲	۶.۸ کاربردهای شبکه‌های کانولوشن ..... ۴۸۸
۱۰.۹ روش‌های تفاضل محدود ..... ۵۲۴	۱۶.۸ بازیابی تصویر محتواپایه ..... ۴۸۹
۲۰.۹ روش‌های نسبت شایدی ..... ۵۲۵	۲۶.۸ مکان‌یابی شیء ..... ۴۸۹
۳۰.۹ ترکیب یادگیری عمیق با گرادیان‌های سیاست ..... ۵۲۸	۳۶.۸ آشکارسازی شیء ..... ۴۹۲
۴۰.۹ روش‌های بازیگر-منتقد ..... ۵۲۸	۴۶.۸ یادگیری زبان طبیعی و توالی ..... ۴۹۳
۵۰.۹ فضاهای اقدام پیوسته ..... ۵۳۱	۵۶.۸ طبقه‌بندی ویدئو ..... ۴۹۴
۶۰.۹ مزایا و معایب گرادیان‌های سیاست ..... ۵۳۱	۷.۸ خلاصه ..... ۴۹۵
۶.۹ جستجوی درخت مونته کارلو ..... ۵۳۲	۸.۸ تمرین ..... ۴۹۵
۷.۹ مطالعات موردنی ..... ۵۳۴	<b>فصل ۹ یادگیری تقویتی عمیق</b> ..... ۴۹۷
۱۷.۹ AlphaGo: بازی سطح قهرمانی در Go ..... ۵۳۵	۱.۹ مقدمه ..... ۴۹۷
۱۱.۷.۹ آلفا صفر: پیش‌بود دانش صفر انسان ..... ۵۳۹	۲.۹ الگوریتم‌های بدون حالت: قمار چندگرینه‌ای ..... ۵۰۰
۲۷.۹ روبات‌های خودآموز ..... ۵۴۱	۱.۲.۹ الگوریتم ساده ..... ۵۰۱
۱۲.۷.۹ یادگیری عمیق مهارت‌های حرکت ..... ۵۴۲	۲.۲.۹ الگوریتم $\epsilon$ -مقتضد ..... ۵۰۱
۲۰.۷.۹ یادگیری عمیق مهارت‌های بینحرکتی ..... ۵۴۳	۳.۲.۹ روش‌های با حصر سقفی ..... ۵۰۲
۳۰.۷.۹ ساخت سامانه‌های گفتمانی ..... ۵۴۵	۳.۹ قالب پایه یادگیری تقویتی ..... ۵۰۳
۴۰.۷.۹ اتومبیل‌های خودران ..... ۵۴۹	۱.۳.۹ چالش‌های یادگیری تقویتی ..... ۵۰۵
	۲.۳.۹ یادگیری تقویتی ساده برای Tic-Tac-Toe ..... ۵۰۶
	۳.۳.۹ نقش یادگیری عمیق و الگوریتم Straw-Man ..... ۵۰۷
	۴.۹ خودگردانی یادگیری تابع مقدار ..... ۵۱۰

۳.۳.۱۰ کامپیوتر عصبی هیبریدی: مرور ۵۸۱----- اجمالی ۴.۱۰ شبکه‌های تخصصی زایشی ۵۸۳----- (ها)GAN ۵۸۴----- ۱.۴.۱۰ آموزش شبکه تخصصی زایشی ۵۸۸----- ۲.۴.۱۰ مقایسه با خودمرنگ‌ذار تغییرپذیر ۳.۴.۱۰ استفاده از GAN‌ها برای تولید ۵۸۹----- داده‌های تصویری ۴.۴.۱۰ شبکه‌های تخصصی زایشی ۵۹۱----- شرطی ۵.۱۰ یادگیری رقابتی ۵۹۶----- ۱.۵.۱۰ چندی‌سازی بردار ۵۹۸----- ۲.۵.۱۰ نگاشت خودسازمان ده ۵۹۹----- Kohonen ۶.۱۰ محدودیت‌های شبکه عصبی ۶۰۳----- ۱۶.۱۰ هدف بلندپروازانه: یادگیری ۶۰۳----- یکباره ۲۶.۱۰ هدف بلندپروازانه: یادگیری انرژی ۶۰۶----- کارآمد ۷.۱۰ خلاصه ۶۰۷----- ۸.۱۰ تمرین ۶۰۸----- 	۵.۷.۹ استنباط معماری‌های عصبی با یادگیری ۵۵۱----- تقویتی ۸.۹ چالش‌های عملی اینمنی ۵۵۳----- ۹.۹ خلاصه ۵۵۴----- ۱۰.۹ تمرین ۵۵۵----- 
<b>فصل ۱۰ موضوعات پیشرفته در یادگیری عمیق</b>	
۵۵۷----- مقدمه ۱.۱۰ ۲.۱۰ مکانیسم‌های توجه ۵۵۹----- ۱.۲.۱۰ مدل‌های برگشتی توجه عینی ۵۶۱----- ۱.۱.۲.۱۰ کاربرد به حاشیه‌نویسی تصویر ۵۶۴----- ۲.۲.۱۰ مکانیسم‌های توجه برای ترجمه ۵۶۶----- ماشین ۳.۱۰ شبکه‌های عصبی با حافظه بیرونی ۵۷۰----- ۱.۳.۱۰ بازی ویدئویی تخیلی: مرتب‌سازی با ۵۷۰----- مثال ۱.۱.۳.۱۰ پیاده‌سازی سواپ با عملیات ۵۷۳----- حافظه ۲.۳.۱۰ ماشین‌های تورینگ عصبی ۵۷۳----- 	