

۱۷۷۷۷۷۷۷

شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق

مؤلف

چارو سی. آگاروال

مترجم

ایوب ترکیان

نیاز دانش

سرشناسه	: آگروال، چارو سی. ۱۹۷۰ - م.	Aggarwal, Charu C
عنوان و نام پدیدآور	: شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق / مولف چارو سی. آگاروال؛ مترجم ایوب ترکیان	
مشخصات نشر	: تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۸	
مشخصات ظاهری	: ۶۰۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.	
شابک	: 978-600-8906-46-9	
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا	
یادداشت	: عنوان اصلی: Neural networks and deep learning: a textbook, 2018	
موضوع	: شبکه‌های عصبی (کامپیوتر)	Neural networks (Computer science)
موضوع	: فراگیری ماشینی	Machine learning
موضوع	: علوم کامپیوتر	Computer science
موضوع	: هوش مصنوعی	Artificial intelligence
شناسه افزوده	: بریتانیا، ایوب، ۱۳۳۷ - مترجم.	
رده‌بندی کنگره	: ۳۹۸ ش ۲۸۷/۸۷/۴۸۷	
رده‌بندی دیویی	: ۶۱۰	
شماره کتابشناسی ملی	: ۶۲۱۶۴	



نام کتاب	: شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق
مؤلف	: چارو سی. آگاروال
مترجم	: ایوب ترکیان
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد سمس
ناشر	: نیاز دانش
صفحه‌آرا	: واحد تولید انتشارات نیاز دانش
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۸
شمارگان	: ۱۰۰ نسخه
قیمت	: ۶۵۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-8906-46-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۰۶-۴۶-۹

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیه‌ی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

آدرس انتشارات: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، تقاطع وحید نظری، پلاک ۲۵۵، طبقه ۱، واحد ۲

۰۲۱-۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۸-۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵

www.Niaze-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲-۲۱۰۶۷۰۹

فهرست مطالب

۲.۱.۴.۱	معماری عصبی و اشتراک پارامتر	۴۷
۳.۱.۴.۱	توقف زودرس	۴۷
۴.۱.۴.۱	مصالحه دامنه و عمق	۴۸
۵.۱.۴.۱	روش های آنسمل	۴۸
۲.۴.۱	مشکلات محو و انفجار گرادیان	۴۹
۳.۱.۱	مشکلات هم گرایی	۵۰
۴.۴.۱	محلی و اشتباهی	۵۰
۵.۴.۱	چالش های محاسباتی	۵۱
۵.۱	اسرار قدرت در د ب تابع	۵۲
۱.۵.۱	اهمیت فعال سازی غیرخطی	۵۵
۲.۵.۱	کاهش الزامات رایس با عمق	۵۷
۳.۵.۱	معماری های عصبی نامتعارف	۵۹
۱.۳.۵.۱	تاری تمایز لایه ها	۵۹
۲.۳.۵.۱	عملیات نامتعارف و شبکه های	
۶۰	جمع ضرب	
۶.۱	معماری های عصبی رایج	۶۲
۱۶.۱	شبیه سازی یادگیری ماشین پایه	۶۲
۲۶.۱	شبکه های تابع مبنای شعاعی	۶۲
۳۶.۱	ماشین های بولتزمان محدود	۶۳
۴۶.۱	شبکه های عصبی برگشتی	۶۴

فصل ۱ مبانی شبکه های عصبی

۱.۱	مقدمه	۱۱
۱.۱.۱	انسان و رایانه	۱۱
۲.۱	معماری پایه شبکه های عصبی	۱۶
۱.۲.۱	لایه محاسباتی تکی: پرسپترون	۱۶
۱.۱.۲.۱	تابع هدف پرسپترون	۲۱
۲.۱.۲.۱	رابطه با ماشین های بردار پشتیبان	۲۴
۳.۱.۲.۱	انتخاب توابع فعال سازی و اتلاف	۲۵
۴.۱.۲.۱	انتخاب و تعداد گره های خروجی	۲۹
۵.۱.۲.۱	انتخاب تابع اتلاف	۳۰
۶.۱.۲.۱	مشتق های مفید توابع فعال سازی	۳۱
۲.۲.۱	شبکه های عصبی چندلایه	۳۳
۳.۲.۱	شبکه چندلایه به عنوان گراف	
۳۷	محاسباتی	
۳.۱	آموزش شبکه عصبی با پس انتشار	۳۹
۴.۱	سوزدهای عملی در آموزش شبکه	
۴۴	عصبی	
۱.۴.۱	مشکل فرابرازش	۴۴
۱.۱.۴.۱	تنظیم	۴۶

۴.۳.۲ سافت مکس سلسله مراتبی..... ۱۰۳	۵۶.۱ شبکه‌های عصبی کانولوشن..... ۶۷
۴.۲ برجستگی پس‌نشری..... ۱۰۳	۶۶.۱ مهندسی ویژگی سلسله‌مراتبی..... ۶۹
۵.۲ فاکتورگیری ماتریس با..... ۱۰۵	۷.۱ موضوعات پیشرفته..... ۷۲
خودرمزگذارها..... ۱۰۵	۱.۷.۱ یادگیری تقویتی..... ۷۲
۱.۵.۲ خودرمزگذار: قواعد پایه..... ۱۰۵	۲.۷.۱ تفکیک ذخیره داده‌ها و محاسبات..... ۷۳
۱.۱.۵.۲ خودرمزگذار با یک لایه پنهان..... ۱۰۷	۳.۷.۱ شبکه‌های خصوصی زایشی..... ۷۳
۲.۱.۵.۲ ارتباط با تجزیه مقدار تکین..... ۱۱۰	۸.۱ دو خط‌مبانی قابل ذکر..... ۷۴
۳.۱.۵.۲ اشتراک‌گذاری اوزان..... ۱۱۰	۱۸.۱ پایگاه داده MNIST و اعداد..... ۷۵
۴.۱.۵.۲ دیگر روش‌های فاکتورگیری..... ۱۱۲	دست‌نویس..... ۷۵
ماتریس..... ۱۱۲	۲۸.۱ پایگاه داده ImageNet..... ۷۶
۲.۵.۲ فعال‌سازی‌های غیرخطی..... ۱۱۲	۹.۱ خلاصه..... ۷۷
۳.۵.۲ خودرمزگذارهای عمیق..... ۱۱۵	۱۰.۱ تمرین..... ۷۸
۴.۵.۲ کاربرد به آشکارسازی داده‌های..... ۱۱۸	
پرت..... ۱۱۸	
۵.۱ لایه پنهان گسترده..... ۱۱۹	
۱.۱.۵.۲ یادگیری ویژگی تنک..... ۱۱۹	
۶.۱.۲ ربردهای دیگر..... ۱۲۰	
۷.۵.۲ زمان‌های توصیه‌گر..... ۱۲۳	
۸.۵.۲ بچ..... ۱۲۷	
۶.۲ Word2vec..... ۱۲۷	
۱.۶.۲ تعبیه عصبی کیف‌رزه دوسته..... ۱۲۸	
۲.۶.۲ تعبیه عصبی مدل گذرگرام..... ۱۳۲	
۳.۶.۲ Word2vec (SGNS)..... ۱۳۹	
۴.۶.۲ گذرگرام وانیلی..... ۱۴۲	
۷.۲ معماری عصبی ساده تعبیه گراف..... ۱۴۳	
۱.۷.۲ پرداخت‌کاری شمارش ضلع..... ۱۴۵	
دلخواهی..... ۱۴۵	
۲.۷.۲ مدل مولتی‌نومی..... ۱۴۵	
۳.۷.۲ ارتباط با DeepWalk و..... ۱۴۶	
Node2vec..... ۱۴۶	
	فصل ۲ یادگیری ماشین با شبکه‌ها
	کم‌عمق
	۱.۲ مقدمه..... ۸۱
	۲.۲ مدل‌های طبقه‌بندی دوتایی..... ۸۴
	۱.۲.۲ بازدید مجدد پرسپترون..... ۸۵
	۲.۲.۲ رگرسیون کمترین مربعات..... ۸۶
	۱.۲.۲.۲ یادگیری Widrow-Hoff..... ۸۹
	۲.۲.۲.۲ پاسخ‌های فرم بسته..... ۹۱
	۳.۲.۲ رگرسیون لجستیک..... ۹۲
	۱.۳.۲.۲ آلترناتیوهای فعال‌سازی و اتلاف..... ۹۴
	۴.۲.۲ ماشین‌های بردار پشتیبان..... ۹۴
	۳.۲ معماری‌های عصبی مدل‌های..... ۹۷
	چندطبقه..... ۹۷
	۱.۳.۲ پرسپترون چندطبقه..... ۹۷
	۲.۳.۲ SVM وستون-واتکینز..... ۹۹
	۳.۳.۲ رگرسیون لجستیک مولتی‌نومی..... ۱۰۱

۱۸۴	۴.۳ مشکلات محو و انفجار گرادیان
	۱.۴.۳ شناخت هندسی اثر نسبت‌های
۱۸۶	گرادیان
	۲.۴.۳ اصلاح جزئی با انتخاب تابع
۱۸۸	فعال‌سازی
۱۸۹	۳.۴.۳ مرگ نورون و «صدمه مغزی»
۱۹۰	۱.۳.۴.۳ ReLU نشی
۱۹۰	۲.۳.۴.۳ Maxout
۱۹۱	۵.۳ راهبردهای فرود گرادیان
۱۹۱	۱.۵.۳ زوال نرخ یادگیری
۱۹۲	۲.۵.۳ یادگیری گشتاور پایه
۱۹۴	۱.۲.۵.۳ گشتاور نستروف
۱۹۵	۳.۵.۳ نرخ یادگیری پارامتر پایه
۱۹۶	۱.۳.۵.۳ AdaGrad
۱۹۷	۲.۳.۵.۲ RMSProp
۱۹۷	۲.۳.۵.۳ RMSProp با گشتاور نستروف
۱۹۸	۲.۳.۵.۴ AdaDelta
۱۹۹	۵.۲.۵.۲ AdaTn
۲۰۰	۴.۵.۳ ناپایداری‌های درجه بالا
۲۰۲	۵.۵.۳ برش گرادیان
۲۰۳	۶.۵.۳ مشتق درجه دوم
	۱۶.۵.۳ گرادیان‌های خروج و به‌سازی هسی
۲۰۶	آزاد
۲۱۰	۲۶.۵.۳ روشهای شبه‌نیوتنی و BFGS
۲۱۱	۳۶.۵.۳ مشکلات روش‌های درجه دوم
۲۱۳	۷.۵.۳ میانگین‌گیری Polyak
۲۱۴	۸.۵.۳ کمینه محلی و اشتباهی
۲۱۶	۶.۳ نرمال‌سازی بیچ
	۷.۳ شگردهای عملی شتاب و
۲۲۱	فشرده‌سازی

۱۴۶	۸.۲ خلاصه
۱۴۷	۹.۲ تمرین

فصل ۳ آموزش شبکه‌های عصبی

۱۵۱	عمیق
۱۵۱	۱.۳ مقدمه
۱۵۳	۲.۳ پس‌انتشار
۱۵۳	۱.۲.۳ پسانتشار با انتزاع گراف محاسباتی
۱۵۹	۲.۲.۳ برنامه‌سازی رویا
	۳.۲.۳ پس‌انتشار با منبرهای
۱۶۱	پس‌فعال‌سازی
	۴.۲.۳ پس‌انتشار با متغیرهای
۱۶۱	پیش‌فعال‌سازی
	۵.۲.۳ نمونه‌های به‌روزرسانی برای
۱۶۷	فعال‌سازی‌های مختلف
۱۶۷	۱.۵.۲.۳ مورد خاص سافت‌مکس
	۶.۲.۳ منظر ناهم‌بند پس‌انتشار
۱۶۹	بردارمحور
	۷.۲.۳ توابع اتلاف لایه پنهان و خروجی
۱۷۱	چندگره
	۸.۲.۳ فرود گرادیانی استوکاستیک
۱۷۳	مینی‌بیچ
	۹.۲.۳ شگردهای پس‌انتشار اوزان
۱۷۶	اشتراکی
۱۷۷	۱۰.۲.۳ کنترل صحت محاسبه گرادیان
۱۷۸	۳.۳ سوژه‌های آماده‌سازی و آغازگری
۱۷۸	۱.۳.۳ تنظیم فرایامترها
۱۸۰	۲.۳.۳ پیش‌پردازش ویژگی
۱۸۳	۳.۳.۳ آغازگری

۲۶۶	۵.۵.۴	آنسبل‌های اغتشاش داده	۲۲۲	۱.۷.۳	تسریع GPU
۲۶۷	۶.۴	توقف زودرس	۲۲۴	۲.۷.۳	پیاپی‌سازی‌های موازی و توزیعی
۲۶۸	۱۶.۴	دیدگاه واریانس		۳.۷.۳	شگردهای الگوریتمی فشرده‌سازی
۲۶۹	۷.۴	پیش‌آموزش بدون نظارت	۲۲۶		مدل
	۱.۷.۴	روایت‌های پیش‌آموزش بدون	۲۳۱	۸.۳	خلاصه
۲۷۳		نظارت	۲۳۲	۹.۳	تمرین
۲۷۴	۲.۷.۴	پیش‌آموزش با نظارت			
۲۷۶	۸.۴	یادگیری تدریجی و دوره‌ای			
۲۷۷	۱۸.۴	یادگیری تدریجی			
۲۷۸	۲۸.۴	یادگیری دوره‌ای			
۲۷۹	۹.۴	اشتراک پارامتر			
۲۸۰	۱۰.۴	تنظیم در کاربردهای بدون نظارت			
۲۸۱	۱.۱۰.۴	جریمه‌بندی مقدارپایه			
۲۸۱	۲.۱۰.۴	توزیع نویز			
۲۸۳	۳.۱۰.۱	جریمه‌بندی گرادیان پایه			
۲۸۷	۴.۱۰.۴	ساختار احتمالی پنهان			
۲۹۲	۵.۱۰.۴	نمونه‌برداری بازسازی و زایشی			
	۶.۱۰.۴	ح. رمزگذارهای تغییرپذیر			
۲۹۴					

فصل ۵ شبکه‌های تابع مبنای

۲۹۹		شعاعی	۲۶۱		میانگین‌گیری
۲۹۹	۱.۵	مقدمه	۲۶۲	۳.۵.۴	پیوندزدایی راندوم‌شده
۳۰۳	۲.۵	آموزش شبکه RBF	۲۶۲	۴.۵.۴	دورریزی
۳۰۴	۱.۲.۵	آموزش لایه پنهان			

فصل ۴ آموزش شبکه‌های عمیق

۲۳۵		برای اهمیت	۲۳۵	۱.۴	مقدمه
۲۳۵			۲۴۲	۲.۴	مصالحه بایاس-واریانس
۲۴۲	۱.۲.۴	منظر رسمی	۲۴۲	۳.۴	سوژه‌های تعمیم در تنظیم و ارزیابی
					مدل
	۱.۳.۴	ارزیابی با بیرون نگه‌داشت و صحنه‌گذاری			
		مقاطع	۲۴۹	۲.۳.۴	سوژه‌های آموزش در مقیاس
۲۵۱	۳.۳.۴	نیاز به داده بیشتر	۲۵۲	۴.۴	تنظیم جریمه پایه
۲۵۲	۱.۴.۴	ارتباط با توزیع نویز	۲۵۴	۲.۴.۴	تنظیم L_1
۲۵۵	۳.۴.۴	تنظیم L_1 یا L_2 ؟	۲۵۶	۴.۴.۴	جریمه واحدهای پنهان
۲۵۷	۵.۴	روش‌های آنسبل	۲۵۸	۱.۵.۴	کیف‌بندی و فرونمونه‌برداری
۲۵۹	۲.۵.۴	انتخاب مدل پارامتری و			

۳۳۴	تولید داده توسط ماشین بولتزمن	۳۰۶	آموزش لایه خروجی
۳۳۵	یادگیری اوزان ماشین بولتزمن	۳۰۸	بیان با شبه معکوس
۳۳۷	ماشین‌های بولتزمن محدود	۳۰۸	الگوریتم کمترین مربعات متعامد
۳۴۰	آموزش RBM	۳۰۹	یادگیری با نظارت کامل
۳۴۱	الگوریتم واگرایی کانتراستی	۳۰۹	روایت‌ها و موارد خاص شبکه‌های
۳۴۳	سوژه‌ها و بداهه‌های عملی	۳۱۱	RBF
۵۶	کاربردهای ماشین‌های بولتزمن	۳۱۱	طبقه‌بندی با معیار پرسپترون
۳۴۴	محدود	۳۱۲	طبقه‌بندی با اتلاف هینج
۳۴۵	کاهش بُعدیت و بازسازی داده‌ها	۳۱۲	نمونه تحلیک پذیرى خطى
۲۰۵۶	RBM ها به عنوان فیلترکننده	۳۱۴	کاربرد بدروى بایى
۳۴۷	همکارانه	۳۱۵	رابطه با روش‌های کرنل
۳۵۲	RBM برای طبقه‌بندی	۳۱۵	رگرسیون کرنل
۳۵۶	مدل‌های موضوعی با RBM ها	۳۱۶	SVM کرنلی
۵۰۵۶	RBM ها برای یادگیری ماشین	۳۱۷	مشاهدات
۳۵۸	داده‌های چندنمادی	۳۱۸	خلاصه
۶۶	استفاده از RBM برای داده‌های	۳۱۸	تمرین
۳۶۰	بردوتایی		
۷۶	یادگیری از ماشین‌های بولتزمن		
۳۶۱	محدود		
۳۶۴	یادگیری بدون نظارت		
۳۶۵	یادگیری با نظارت		
۳۰۷۶	ماشین‌های بولتزمن و شبکه‌های باور		
۳۶۵	عمیق		
۳۶۶	خلاصه		
۳۶۷	تمرین		

فصل ۶ ماشین‌های بولتزمن

۳۲۱	محدود	۳۲۱	مقدمه
۳۲۱	۱.۶	۳۲۲	دیدگاه تاریخی
۳۲۳	۲.۶ شبکه‌های هاپفیلد	۳۲۳	۲.۶ شبکه‌های هاپفیلد
	۱.۲.۶ آرایش‌های حالت بهینه شبکه	۳۲۴	آموزش دیده
	۲.۲.۶ آموزش شبکه هاپفیلد	۳۲۷	۲.۲.۶ آموزش شبکه هاپفیلد
	۳.۲.۶ ساخت و محدودیت‌های توصیه‌گر	۳۲۹	اسباب‌بازی
	۴.۲.۶ افزایش قدرت بیان شبکه هاپفیلد	۳۳۰	۴.۲.۶ افزایش قدرت بیان شبکه هاپفیلد
	۳.۶ ماشین بولتزمن	۳۳۱	۳.۶ ماشین بولتزمن

فصل ۷ شبکه‌های عصبی

۳۶۹	برگشتی
۳۶۹	۱.۷ مقدمه

فصل ۸ شبکه‌های عصبی

کانولوشن	۴۲۵
۱.۸ مقدمه	۴۲۵
۱.۱.۸ دیدگاه تاریخی و الهام بیولوژیکی	۴۲۶
۲.۱.۸ مشاهدات گسترده	۴۲۷
۲.۸ ساختار پایه شبکه کانولوشن	۴۲۸
۱.۲.۸ یکسان‌سازی ابعاد	۴۳۵
۲.۲.۸ پرش‌ها	۴۳۷
۳.۲.۸ موقعیت‌های تپ	۴۳۸
۴.۲.۸ لایه ReLU	۴۳۹
۵.۲.۸ رأی‌گیری	۴۴۰
۶.۲.۸ لایه‌های با اتصال کامل	۴۴۲
۷.۲.۸ تنیدگی بین لایه‌ها	۴۴۳
۸.۲.۸ نرمال‌سازی پاسخ محلی	۴۴۶
۹.۲.۸ مهندسی ویژگی سلسله‌مراتبی	۴۴۷
۱۰.۲.۸ آمیزش شبکه کانولوشن	۴۴۹
۱.۱.۲.۸ سیگنال‌ها از داخل کانولوشن‌ها	۴۴۹
۲.۳.۸ پس‌انتشار به‌عنوان کانولوشن با فیلتر معکوس	۴۵۱
۳.۳.۸ کانولوشن/پس‌انتشار به‌عنوان ضرب ماتریس	۴۵۲
۴.۳.۸ تقویت داده‌ها	۴۵۵
۴.۸ مطالعات موردی معماری‌های کانولوشن	۴۵۶
۱.۴.۸ AlexNet	۴۵۷
۲.۴.۸ ZFNet	۴۶۰
۴.۳.۸ VGG	۴۶۲
۴.۴.۸ GoogLeNet	۴۶۵
۵.۴.۸ ResNet	۴۶۸
۶.۴.۸ اثر عمق	۴۷۲

۱.۱.۷ قابلیت بیان شبکه‌های برگشتی	۳۷۳
۲.۷ معماری شبکه‌های عصبی برگشتی	۳۷۴
۱.۲.۷ مثال مدل‌سازی زبان RNN	۳۷۸
۱.۱.۲.۷ تولید نمونه زبان	۳۷۹
۲.۲.۷ پس‌انتشار از داخل زمان	۳۸۱
۳.۲.۷ شبکه‌های برگشتی دوطرفه	۳۸۴
۴.۲.۷ شبکه‌های برگشتی چندلایه	۳۸۷
۴.۷ چالش‌های آمیزش شبکه‌های برگشتی	۳۸۹
۱.۳.۷ نرمال‌سازی لایه	۳۹۳
۴.۷ شبکه‌های حالت	۳۹۵
۵.۷ حافظه کوتاه‌مدت طولانی (LSTM)	۳۹۷
۶.۷ واحدهای برگشتی درگاه‌ی (GRUها)	۴۰۲
۷.۷ کاربردهای شبکه عصبی برگشتی	۴۰۴
۱.۷.۷ توضیح اتوماتیک تصویر	۴۰۵
۲.۷.۷ یادگیری توالی به-توالی و ترجمه ماشین	۴۰۷
۱.۲.۷.۷ سامانه‌های سوال-جواب	۴۱۰
۳.۷.۷ طبقه‌بندی سطح جمله	۴۱۲
۴.۷.۷ طبقه‌بندی سطح توکن با ویژگی‌های زبان‌شناسی	۴۱۳
۵.۷.۷ پیش‌بینی و پیش‌بینی سری زمانی	۴۱۵
۶.۷.۷ سامانه‌های توصیه‌گر زمانی	۴۱۷
۷.۷.۷ پیش‌بینی ساختار پروتئین ثانویه	۴۲۰
۸.۷.۷ شناسایی گفتار انتها-به-انتها	۴۲۱
۹.۷.۷ شناسایی دست‌خط	۴۲۱
۸.۷ خلاصه	۴۲۲
۹.۷ تمرین	۴۲۲

۱.۴.۹	مدل‌های یادگیری عمیق به‌عنوان	۷.۴.۸	مدل‌های پیش‌آموزش‌دیده
۵۱۲	تخمین‌گرهای تابع	۵.۸	مصورسازی و یادگیری بدون نظارت
۲.۴.۹	مثال: شبکه عصبی برای موقعیت بازی	۱.۵.۸	مصورسازی ویژگی‌های شبکه
۵۱۶	آثاری	۴۷۵	آموزش‌دیده
۳.۴.۹	روش‌های منطبق و خارج سیاست:	۲.۵.۸	خودرمزگذارهای کانولوشن
۵۱۷	SARSA	۶.۸	کاربردهای شبکه‌های کانولوشن
۴.۴.۹	مدل‌سازی حالات در مقابل جفت‌های	۱.۶.۸	بازیابی تصویر محتواپایه
۵۱۹	حالت-اقدام	۲.۶.۸	مکانابی شیئی
۵.۹	روش‌های گرادیان سیاست	۳.۶.۸	آشکارایی شیئی
۵۲۴	روش‌های تفاضل محدود	۴.۶.۸	یادگیری زبان طبیعی و والی
۵۲۵	روش‌های نسبت شایدی	۵.۶.۸	طبقه‌بندی و رگرسیون
۳.۵.۹	ترکیب یادگیری عمیق با گرادیان‌های	۷.۸	خلاصه
۵۲۸	سیاست	۸.۸	تمرین
۴.۵.۹	روش‌های بازیگر-منتقد		
۵۳۱	فضاهای اقدام پیوسته		
۶.۵.۹	مزایا و معایب گرادیان‌های		
۵۳۱	سیاست		
۵۳۲	درخت مونته کارلو		
۵۳۴	مطالعات موردی		
۱.۷.۹	Go بازی سطح قهرمانی		
۵۳۵	در Go		
۱.۱.۷.۹	آلفا صفر: بهر دلیل ارزش صفر انسان		
۵۴۱	روایات‌های خودآموز		
۱.۲.۷.۹	یادگیری عمیق مهارت‌های		
۵۴۲	حرکت		
۲.۲.۷.۹	یادگیری عمیق مهارت‌های		
۵۴۳	بینا حرکتی		
۳.۷.۹	ساخت سامانه‌های گفتامی		
۴.۷.۹	اتومبیل‌های خودران		
		فصل ۹ یادگیری تقویتی عمیق	
		۱.۹	مقدمه
		۲.۹	الگوریتم‌های بدون حالت: قمار
			چندگزینهای
		۱.۲.۹	الگوریتم ساده
		۲.۲.۹	الگوریتم - مقتصد
		۳.۲.۹	روشهای با حصر سقفی
		۳.۹	قالب پایه یادگیری تقویتی
		۱.۳.۹	چالش‌های یادگیری تقویتی
		۲.۳.۹	یادگیری تقویتی ساده برای
			Tic-Tac-Toe
		۳.۳.۹	نقش یادگیری عمیق و الگوریتم
			Straw-Man
		۴.۹	خودگردانی یادگیری تابع مقدار

۳.۳.۱۰	کامپیوتر عصبی هیبریدی: مرور
۵۸۱	اجمالی
۴.۱۰	شبکه‌های تخصصی زایشی
۵۸۳	(GANها)
۵۸۴	آموزش شبکه تخصصی زایشی
۵۸۸	مقایسه با خودرمزگذار تغییرپذیر
۳.۴.۱۰	استفاده از GANها برای تولید
۵۸۹	داده‌های تصویری
۴.۴.۱۰	شبکه‌های تخصصی زایشی
۵۹۱	شرطی
۵۹۶	یادگیری رقابتی
۵۹۸	چندی‌سازی بردار
۲.۵.۱۰	نگاشت خودسازمان‌ده
۵۹۹	Kohonen
۶.۱۰	محدودیت‌های شبکه عصبی
۱.۶.۱۰	هدف بلندپروازانه: یادگیری
۶.۳	یک باره
۱.۶.۱۰	هدف بلندپروازانه: یادگیری انرژی
۶.۶	آسان
۶.۷	خلاصه
۶.۸	تمرین

۵.۷.۹	استنباط معماری‌های عصبی با یادگیری
۵۵۱	تقویتی
۵۵۳	چالش‌های عملی ایمنی
۵۵۴	خلاصه
۵۵۵	تمرین

فصل ۱۰ موضوعات پیشرفته در

۵۵۷	یادگیری عمیق
۵۵۷	مقدمه
۵۵۹	مکانیسم‌های توجه
۵۶۱	مدل‌های برگشتی تولید
۵۶۴	کاربرد به حاشیه‌نویسی تصویر
۲.۲.۱۰	مکانیسم‌های توجه برای ترجمه
۵۶۶	ماشین
۵۷۰	شبکه‌های عصبی با حافظه بیرونی
۱.۳.۱۰	بازی ویدئویی تخیلی: مرتب‌سازی با
۵۷۰	مثال
۱.۱.۳.۱۰	پیاده‌سازی سواب با عملیات
۵۷۳	حافظه
۵۷۳	ماشین‌های تورینگ عصبی