

یادگیری ماشین کوانتومی

چگونه محاسبات کوانتومی به داده کاوی معنا می دهد؟

مؤلف:

پیتر ویتک

مترجم:

دکتر شهین پوربهرامی و مهندس نسیم عبدالملکی

نیاز دانش

سرشناسه	ویتک، پیتر	WitteK, Peter
عنوان و نام پدیدآور	یادگیری ماشین کوانتومی: چگونه محاسبات کوانتومی به داده کاوی معنا می دهد؟/ مولف پیتر ویتک؛ مترجم شهین پوربهرامی، نسیم عبدالملکی.	
مشخصات نشر	تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۸.	
مشخصات ظاهری	۲۴۴ ص: مصور، جدول	
شابک	978-600-8906-51-3	
وضعیت فهرست نویسی	فیپا	
یادداشت	عنوان اصلی: Quantum machine learning : what quantum computing means to data mining,c2014	
عنوان دیگر	چگونه محاسبات کوانتومی به داده کاوی معنا می دهد؟	
موضوع	فراگیری ماشین	Machine learning
موضوع	داده کاوی	Data mining
موضوع	کوانتوم	Quantum theory
شناسه افزوده	پوربهرامی، شهین، ۱۳۶۳ - مترجم	
شناسه افزوده	عبدالملکی، نسیم، ۱۳۶۳ - مترجم	
رده بندی کنگره	Q۲۲۵/۵	
رده بندی دیب	۰۰۶/۳۱	
شماره کتابشناس ملی	۵۷۸۴۹۳۵	



نیاز دانش

نام کتاب	یادگیری ماشین کوانتومی
مؤلف	چگونه محاسبات کوانتومی به داده کاوی معنا می دهد؟
مترجمین	پیتر ویتک
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	دکتر شهین پوربهرامی - مترجم نسیم عبدالملکی
ناشر	حمیدرضا محمد شیرازی - محمد نسیم
صفحه آرا	نیاز دانش
نویت چاپ	واحد تولید انتشارات نیاز دانش
شمارگان	اول - ۱۳۹۸
قیمت	۱۰۰ نسخه
	۳۸۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-8906-51-3

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۰۶-۵۱-۳

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیه ی 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 می گیرند.

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

عنوان

شماره صفحه

۱۱	بخش اول: مفاهیم پایه	
۱۳	فصل اول: معرفی	
۱۷	۱-۱ تئوری یادگیری و داده کاوی	
۱۹	۲-۱ چرا کامپیوترهای کوانتومی	
۲۰	۳-۱ یک مدل ناهمگن	
۲۱	۴-۱ مروری اجمالی بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین کوانتومی	
۲۲	۵-۱ آموزش نوانتوم مانند محاسبات کلاسیک	
۲۵	فصل دوم: یادگیری ماشین	
۲۷	۱-۲ مدل‌های مبتنی بر داده	
۲۸	۲-۲ فضای ویژگی	
۳۲	۳-۲ یادگیری نظارت شده و بدون نظارت	
۳۷	۴-۲ عملکرد تعمیم‌پذیری	
۳۹	۵-۲ پیچیدگی مدل	
۴۳	۶-۲ رویکرد گروهی	
۴۵	۷-۲ وابستگی داده‌ها و پیچیدگی محاسباتی	
۴۹	فصل سوم: مکانیک کوانتوم	
۵۱	۱-۳ حالت‌ها و برهم‌نهی‌ها	
۵۳	۲-۳ نمایش ماتریس چگالی و حالت‌های مخلوط	
۵۶	۳-۳ سیستم‌های مرکب و درهم‌تنیدگی	
۶۲	۴-۳ تکامل	
۶۴	۵-۳ اندازه‌گیری	

۶۷	۶-۳ عدم قطعیت روابط
۶۸	۷-۳ تونل زنی
۶۹	۸-۳ قضیه آدیاباتیک
۷۱	۹-۳ قضیه بدون کلونینگ

فصل چهارم: محاسبات کوانتومی ۷۳

۷۴	۱-۴ کیوبیت و کره بلوخ
۷۸	۲-۴ مدارهای کوانتومی
۸۴	۳-۴ محاسبات کوانتومی آدیاباتیک
۸۵	۴-۴ موری، موری، موری
۸۶	۵-۴ الگوریتم گراور
۸۹	۶-۴ کلاس‌های پیچیدگی
۸۹	۷-۴ نظریه اطلاعات کوانتومی

بخش دوم: الگوریتم‌های یادگیری کلاسیک ۹۳

۹۵	فصل پنجم: الگوریتم‌های بدون نظارت
۹۶	۱-۵ تحلیل مؤلفه‌های اصلی
۹۸	۲-۵ جاسازی منیفلد
۹۹	۳-۵ خوشه‌بندی K-میانگین و K-میانه
۱۰۱	۴-۵ خوشه‌بندی سلسله مراتبی
۱۰۲	۵-۵ خوشه‌بندی مبتنی بر چگالی

فصل ششم: تشخیص الگو و شبکه‌های عصبی ۱۰۵

۱۰۶	۱-۶ پرسپترون
۱۰۹	۲-۶ شبکه‌های هاپفیلد
۱۱۱	۳-۶ شبکه‌های پیشرو

۱۱۵.....	۴-۶ یادگیری عمیق
۱۱۶.....	۵-۶ پیچیدگی محاسباتی
۱۱۹.....	فصل هفتم: یادگیری نظارت شده و ماشین های بردار پشتیبان
۱۲۱.....	۱-۷ K-نزدیکترین همسایگی
۱۲۱.....	۲-۷ طبقه بندی های حاشیه بهینه
۱۲۴.....	۳-۷ حاشیه های نرم
۱۲۵.....	۴-۷ غیر خطی بودن و توابع کرنل
۱۳۰.....	۵-۷ فرمول بند کمترین مربعات
۱۳۰.....	۶-۷ عملگر: تعمیم پذیری
۱۳۱.....	۷-۷ مشکلات پهن کلاسه
۱۳۲.....	۸-۷ توابع هزینه
۱۳۴.....	۹-۷ پیچیدگی محاسباتی
۱۳۵.....	فصل هشتم: تحلیل رگرسیون
۱۳۶.....	۱-۸ کمترین مربعات خطی
۱۳۷.....	۲-۸ رگرسیون غیرخطی
۱۳۸.....	۳-۸ رگرسیون غیرپارامتری
۱۳۹.....	۴-۸ پیچیدگی محاسباتی
۱۴۱.....	فصل نهم: بوستینگ
۱۴۳.....	۱-۹ کلاس بندهای ضعیف
۱۴۴.....	۲-۹ بوستینگ تطبیقی
۱۴۶.....	۳-۹ بوسترهای محدب
۱۴۹.....	۴-۹ تابع هزینه ی زیان غیرمحدب

بخش سوم: محاسبات کوانتومی و یادگیری ماشین.....	۱۵۳
فصل دهم: ساختار خوشه‌بندی و محاسبات کوانتومی.....	۱۵۵
۱-۱۰ حافظه دسترسی تصادفی کوانتومی.....	۱۵۶
۲-۱۰ محاسبه ضرب داخلی.....	۱۵۸
۳-۱۰ تحلیل مؤلفه‌های اصلی کوانتومی.....	۱۶۰
۴-۱۰ به سمت جاسازی منیفلد کوانتومی.....	۱۶۳
۵-۱۰ الگوریتم K-میانگین کوانتومی.....	۱۶۳
۶-۱۰ الگوریتم K-میان کوانتومی.....	۱۶۵
۷-۱۰ رشته‌بندی سلسله مراتبی کوانتومی.....	۱۶۶
۸-۱۰ پیچیدگی محاسباتی.....	۱۶۷
فصل یازدهم: شناسایی الگوی کوانتومی.....	۱۶۹
۱-۱۱ حافظه انجمی کوانتومی.....	۱۷۰
۲-۱۱ پرسپترون کوانتومی.....	۱۷۷
۳-۱۱ شبکه‌های عصبی کوانتومی.....	۱۷۸
۴-۱۱ تحقق فیزیکی.....	۱۸۰
۵-۱۱ پیچیدگی محاسباتی.....	۱۸۲
فصل دوازدهم: کلاس‌بندی کوانتومی.....	۱۸۳
۱-۱۲ نزدیکترین همسایگی.....	۱۸۴
۲-۱۲ ماشینهای بردار پشتیبان با جستجو گراور.....	۱۸۷
۳-۱۲ ماشینهای بردار پشتیبان با افزایش سرعت نمایی.....	۱۸۸
۴-۱۲ پیچیدگی محاسباتی.....	۱۹۰
فصل سیزدهم: رگرسیون و توموگرافی فرآیند کوانتومی.....	۱۹۱
۱-۱۳ دوگانه کانال حالت.....	۱۹۳

۱۹۴	۲-۱۳	توموگرافی فرآیند کوانتومی
۱۹۶	۳-۱۳	گروه‌ها، گروه‌های فشرده Lie و گروه واحد
۱۹۹	۴-۱۳	تئوری نمایش
۲۰۴	۵-۱۳	کاربرد موازی و ذخیره واحد
۲۰۶	۶-۱۳	حالت بهینه برای یادگیری
۲۰۹	۷-۱۳	اعمال واحد و یافتن پارامتر برای حالت ورودی
۲۱۳	فصل ۴	بوستینگ و محاسبات کوانتومی آدیاباتیک
۲۱۵	۱-۱۴	تبدیل کوانتومی
۲۱۷	۲-۱۴	بهینه‌سازی، ردوس بدون محدودیت درجه دو
۲۱۸	۳-۱۴	مدل Ising
۲۱۹	۴-۱۴	Q بوست
۲۱۹	۵-۱۴	غیرمحدوب
۲۲۲	۶-۱۴	تُنکی، عمق بیت و کارایی تعمیم‌پذیری
۲۲۵	۷-۱۴	نگاشت به سخت‌افزار
۲۲۹	۸-۱۴	پیچیدگی محاسباتی
۲۳۱		کتابشناسی

یادداشت نویسنده

مقدمه

یادگیری ماشین یک حوزه‌ی مطالعاتی شگفت‌انگیز است برای شناسایی رویدادهای غیرعادی از جمله داده‌های حسگر. چالش‌ها در تشخیص موضوعات نو ظهور استخراج مجموعه متن و همچنین مشکلات هیجان‌انگیز که سال‌ها از آن دور نیستند. نظریه اطلاعات کوانتومی نیز با هیجان همراه است. دستکاری ذرات در سطح زیراتمی، ما را قادر به انجام عمل انتقالات فوری با سرعت نمایی می‌کند یا جستجو در یک پایگاه داده را با طرز مرتب سریعتر از حد کلاسیک آن می‌کند. کدگذاری فوق‌العاده‌ی از انتقال دو بیت کلاسیک فقط با استفاده از یک کیوبیت صورت می‌پذیرد. رمزنگاری کوانتومی؛ در تئوری تقریباً غیرقابل شکست است. سؤال اساسی این کتاب ساده است: چه چیزی از محاسبات کوانتومی می‌تواند در یادگیری ماشین مشارکت کند؟ ما طبیعتاً انتظار سرعت گرفتن بالا از روش‌های کوانتومی داریم، اما چه نوع سرعت؟ درجه دوم؟ یا آیا سرعت بالا امکان‌پذیر است؟ هر فرم از کاهش پیچیدگی محاسبات طایعی است؟ آیا رابطه جایگزینی در مقابل کاهش پیچیدگی محاسباتی وجود دارد؟

زمان اجرا فقط یکی از نگرانی‌های الگوریتم‌های یادگیری است. آیا می‌توانیم عملکرد تعمیم بالاتری با تبدیل به محاسبات کوانتومی به دست آوریم؟ بعد از همه این‌ها، آیا بررسی خطای آموزش در مقایسه با الگوریتم‌های کلاسیک سخت نخواهد بود؟ مشکل واقعی یافتن الگوریتم‌های است که بتوانند روی نمونه‌های تست که قبلاً مشاهده نشده‌اند، نیز خوب عمل کنند.

بهینه‌سازی کوانتومی آدیاباتیک^۱ برای پیدا کردن بهینه‌سازی سراسری توابع هدف غیرمحدب بکارگرفته می‌شود. گراور^۲ الگوریتم مینیم سراسری را در یک فضای جستجو گسسته بدست می‌آورد. کوانتوم توموگرافی بر فرآیندهای بهینه‌سازی دو بُعدی از یادگیری فعال و انتقال متکی است. با این پارادایم‌های ذکر شده چگونه مشکلات یادگیری ماشین را دوباره بازنویسی کنیم؟ ظرفیت ذخیره‌سازی نیز مورد توجه است. حافظه‌های انجمی کوانتومی انواع شبکه‌های هاپفیلد کوانتومی، الگوهای بیشتری را از همتایان کلاسیک‌شان ذخیره می‌کنند. چطور می‌توانیم از این ظرفیت به طور جدی و مؤثر استفاده کنیم؟ این مدل سؤالات مشابه باعث نوشتن این کتاب شد. در متون‌های مختلف این موضوع در حال گسترش است اما مخاطبان این مقالات به ندرت دانشجویانی هستند که در حوزه یادگیری ماشین کار می‌کنند. از سوی دیگر، دانشمندان اطلاعات کوانتومی، کسانی که در این حوزه کار می‌کنند لزوماً به درک عمیقی از هدف تئوری یادگیری هنگام طراحی الگوریتم‌های جدید نمی‌پردازند. این کتاب به بررسی هر دو این جوامع می‌پردازد: نظریه پردازان محاسبات کوانتومی و پردازش اطلاعات کوانتومی که با گسترش حوزه کار خود مایل به ماندن در تاریخ هستند. همچنین حققان در یادگیری ماشین که می‌خواهند از محاسبات کوانتومی سود ببرند.

پیتر وینک

کاستلدفلز، ۲۰۱۴ مه ۳۰

¹ Adibatic

² Grover