

محاسبات کوانتومی با پایتون

تألیف:

مهندس شهرام رامی

دکتر محمد حسین عرب سرخی میشابلی

دکتر غزل نجفی

Quantum computing with python

سرشناسه	: رامی، شهرام، ۱۳۶۸-
عنوان و نام پدیدآور	: محاسبات کوانتومی با پایتون/ تألیف شهرام رامی، محمدحسین عرب‌سرخی‌میشابی، غزل نجفی.
مشخصات نشر	: تهران: میعاد اندیشه، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	: ۳۶۷ ص: مصور (رنگی).
شابک	: 978-622-231-938-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: کامپیوترهای کوانتومی Quantum computers کوانتوم - داده‌پردازی Quantum theory - Data processing پایتون (زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر) Python (Computer program language)
شناسه افزوده	: عرب‌سرخی‌میشابی، محمدحسین، ۱۳۶۹-
شناسه افزوده	: نجفی، غزل، ۱۳۶۶-
رده بندی کنگره	: QA۷۶/۸۸۹
رده بندی دیویی	: ۰۰۲/۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۸۲۷۲۲۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا



Miaadpub.ir

تلفن انتشارات: ۰۹۱۲۵۱۲۰۰۶۷ - ۰۲۱۶۶۰۱۷۴۴۸ - ۰۲۱۶۶۰۱۴۷۹۷

عنوان کتاب: محاسبات کوانتومی با پایتون
مؤلفین: مهندس شهرام رامی، دکتر محمدحسین عرب سرخی میشابی، دکتر غزل نجفی
ویراستار: شهرام رامی
ناشر: میعاد اندیشه
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۱
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۸۰۰/۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۳۱-۹۳۸-۰

همه ی حقوق مادی و معنوی این اثر برای مؤلفین محفوظ است.

تکثیر و انتشار این اثر به هر صورت، از جمله بازنویسی، فتوکپی، ضبط الکترونیکی و ذخیره در سیستم های بازیابی و پخش، بدون دریافت مجوز کتبی و قبلی از مترجمین به هر شکلی ممنوع است.

این اثر تحت حمایت «قانون حمایت از حقوق مولفان، مصنفان و هنرمندان ایران» قرار دارد

پیشگفتار

بر خلاف مکانیک نیوتن، یا الکترودینامیک ماکسول یا نسبیت انیشتین، نظریه کوانتومی را یک نفر پدید نیاورده، یا حتی معرفی نکرده است و برخی از زخم های دوران جوانی شور انگیز اما دردناک این نظریه تا به امروز باقی است. هیچ اجماعی بر سر اصول اساسی آن، شیوه آموزش آن، یا معنای حقیقی آن وجود ندارد. هر فیزیکدان ماهری می تواند با مکانیک کوانتومی کار کند، ولی داستان هایی که از کار با آن برای خودمان تعریف می کنیم، به اندازه قصه های شهرزاد قصه گو متنوع و تقریباً باور نکردنی اند. نیلزبور می گوید: اگر با فیزیک کوانتومی سردرگم نشوید، واقعاً هیچ چیزی از آن نفهمیده اید؛ ریچارد فاینمن نیز خاطر نشان می کند: به جرئت می گویم که هیچ کس مکانیک کوانتومی را درک نکرده است.

محاسبات کوانتومی به بخشی از تحقیقات علمی در زمینه کامپیوترها گفته می شود که بر روی توسعه کامپیوترهایی بر مبنای نظریه کوانتوم که طبیعت و رفتار انرژی و ماده را در سطح کوانتومی مورد بررسی قرار می دهد متمرکز شده است. در یک رایانه کوانتومی به جای استفاده از ترانزیستورها و مدارهای رایانه ای کلاسیک، از اتم ها و سایر ذرات زیر اتمی برای پردازش اطلاعات استفاده می شود که در سال های اخیر، پیشرفت فوق العاده در توسعه سخت افزار کوانتومی و نرم افزار یا الگوریتم های کوانتومی، سبب شده است تا محاسبات کوانتومی بسیار به واقعیت نزدیک تر شود. می توان گفت محاسبات کوانتومی مرز مشترک میان سه علوم فیزیک کوانتومی و علوم کامپیوتر و نظریه اطلاعات است.

در فصل اول به کلیات و معرفی محاسبات کوانتومی با پایتون می پردازیم که به پیش نیاز مورد نیاز این کتاب، مقدمه و تاریخچه، مدل های محاسبات کوانتومی، زمینه های کاربردی، ضرورت و اهمیت محاسبات کوانتومی پرداخته شده است. در فصل دوم به مفاهیم و مبانی ضروری مکانیک کوانتومی از نظر محاسبات کوانتومی می پردازیم.

انواع الگوریتم های کوانتومی در فصل سوم شبیه سازی و بیان شده است. الگوریتم های کوانتومی در ساده ترین شکل آن به مجموعه ای از گیت های کوانتومی گفته می شود که روی یک حالت معین اولیه اثر می کند و به شکلی تنظیم شده اند که حالت نهایی چنان باشد که پس از اندازه گیری های سنجیده روی آن، جواب یک مسأله معین را با احتمال بسیار خوب در برداشته باشد. این الگوریتم ها که تنها بر روی رایانه های کوانتومی قابل اجرا هستند، شامل الگوریتم های کوانتومی شور، گراور، دویچ، دویچ-جوزا، برنشتاین-وزیرانی،

سیمون، دورنوردی کوانتومی هستند. می توان گفت الگوریتم های کوانتومی، الگوریتمی است که بر مدلی واقع گرا از یک کامپیوتر کوانتومی اجرا می شود. الگوریتم کلاسیک روشی است که هر مرحله آن بر روی کامپیوترهای کلاسیک قابل اجرا باشد و در مقابل آن الگوریتم های کوانتومی روشی است که هر مرحله آن بر روی کامپیوترهای کوانتومی قابل اجرا باشد. مسأله های غیرقابل حل با الگوریتم های کلاسیک همچنان با الگوریتم های کوانتومی غیرقابل حل است. مزیت الگوریتم کوانتومی این است که مسأله های قابل حل با زمان کمتری حل می شوند.

از کاربردهای محاسبات کوانتومی به طور کلی می توان به محاسبات موازی، تجزیه اعداد، مرتب سازی و جستجو، شبیه سازی های کوانتومی با زبان برنامه نویسی پایتون مانند حل سیستم های معادلات خطی با استفاده از الگوریتم HHL، شبیه سازی مولکول ها با استفاده از حل ویژه کوانتومی متغیر، حل مسائل بهینه سازی ترکیبی با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تقریبی کوانتومی، شبکه های عصبی ترکیبی کوانتومی-کلاسیک با بسته های PyTorch و Qiskit، پیاده سازی پروتکل ها و الگوریتم های کوانتومی، پردازش تصویر کوانتومی (نمایش انعطاف پذیر تصاویر کوانتومی و بهبود نمایش کوانتومی)، تشخیص لبه کوانتومی با استفاده از الگوریتم QHED در تصاویر کوچک و بزرگ، حل مسئله فروشنده دوره گرد با استفاده از تخمین فاز اشاره نمود که در فصل چهارم پردازش تصویر کوانتومی و تشخیص لبه کوانتومی را انتخاب نموده، شبیه سازی و شرح داده ایم.

این کتاب برای دانشجویان و پژوهشگران رشته فیزیک، مهندسی برق و کامپیوتر در سطح سال چهارم کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری طرح ریزی و نوشته شده است. خواننده باید با مبانی جبر خطی، مقدمات برنامه نویسی پایتون، نظریه ها و مفاهیم مکانیک کوانتومی آشنا باشد و هر چه اندوخته های فیزیکی و ریاضیاتی شما بیش تر باشد، موضوع برایتان ساده تر و بهره تان از مطالعه بیشتر خواهد بود.

امید است مطالعه این کتاب به شما در فراگیری هر چه بهتر محاسبات کوانتومی در نرم افزار های پایتون یاری رساند. در راستای ارتقای کیفیت این اثر، پذیرای نظرات و انتقادات شما از طریق آدرس Shahram.ramielelectronic@gmail.com هستیم.

۱- فصل اول	۱
۱-۱- پیش نیازها	۲
۱-۱-۱- تنظیم محیط	۲
۱-۱-۲- نصب بسته qiskit_textbook	۲
۱-۱-۳- مراحل بازتولید خروجی دقیق از پیش اجرا شده	۲
۱-۱-۴- پایتون و ژوپیتِر نوت بوک	۴
۱-۲- مقدمه	۱۸
۱-۳- تاریخچه و سیر تکاملی محاسبات کوانتومی	۲۰
۱-۴- محاسبات کوانتومی	۲۱
۱-۴-۱- سازنده های کامپیوترهای کوانتومی	۲۴
۱-۴-۲- پلتفرم ها و بکج های محاسبات کوانتومی	۲۵
۱-۵- مدل های محاسبات کوانتومی	۲۷
۱-۵-۱- محاسبات کوانتومی منطقی	۲۷
۱-۵-۲- محاسبات کوانتومی آدیباتیک	۲۸
۱-۶- زمینه های کاربردی محاسبات کوانتومی	۲۹
۱-۷- ضرورت و اهمیت محاسبات کوانتومی	۲۹
۲- فصل دوم	۴۲
۲-۱- منشاء و پیدایش فیزیک کوانتومی	۴۳
۲-۱-۱- کشف اتم	۴۸
۲-۱-۲- آزمایش دو شکاف	۵۷
۲-۱-۳- تعادل گرمایی ماده و نور	۵۹
۲-۱-۴- مسئله گرمای ویژه جامدات	۶۴
۲-۱-۵- اثر کامپتون	۶۵

۲-۱-۶- پدیده فوتو الکتریک	۶۶
۲-۲- مفاهیم مقدماتی محاسبات کوانتومی	۷۳
۲-۲-۱- اطلاعات کوانتومی و محاسبات کوانتومی	۷۵
۲-۲-۲- منطق کوانتومی و برهنه‌نیش	۷۸
۲-۳- کامپیوتر کوانتومی	۸۰
۲-۴- بیت و کیوبیت	۸۱
۲-۵- تداخل کوانتومی	۸۳
۲-۶- ارزیابی تابع و توازی کوانتومی	۸۵
۲-۶-۱- تابع همانی	۸۵
۲-۶-۲- تابع وارونی بیت	۸۵
۲-۷- پردازش کوانتومی، پردازشی ذاتاً موازی	۸۵
۲-۸- توزیع کلید کوانتومی	۸۷
۲-۸-۱- ارسال سیگنال در طرح QKD در سه مرحله	۸۸
۲-۹- توزیع کلید کوانتومی بر اساس پروتکل BB84	۸۹
۲-۱۰- گیت کوانتومی و گیت کلاسیکی	۹۲
۲-۱۰-۱- گیت های تک ورودی کلاسیکی	۹۳
۲-۱۰-۲- گیت های دو ورودی کلاسیکی	۹۵
۲-۱۱- گیت های کوانتومی	۹۷
۲-۱۱-۱- گیت های با یک بیت کوانتومی ورودی (یک کیوبیت)	۹۸
۲-۱۱-۲- گیت با دو بیت کوانتومی ورودی	۹۹
۲-۱۲- تئوری نوکلونینگ	۱۰۱
۲-۱۳- درهم‌تنیدگی	۱۰۳
۲-۱۴- موضعیت	۱۰۵
۲-۱۵- ناموضعیت	۱۰۶

۱۰۶	۲- ۱۶- کلید خام.....
۱۰۷	۲- ۱۷- کدهای تصحیح خطا.....
۱۰۹	۲- ۱۷- ۱- تصحیح خطای کلاسیکی.....
۱۱۱	۲- ۱۷- ۲- تصحیح خطای کوانتومی.....
۱۱۵	۳- فصل سوم.....
۱۱۶	۳- ۱- پروتکل ها و الگوریتم های کوانتومی.....
۱۱۶	۳- ۱- ۱- مدارات کوانتومی.....
۱۱۸	۳- ۲- الگوریتم شور.....
۱۲۰	۳- ۲- ۱- یافتن دوره.....
۱۲۱	۳- ۲- ۲- راه حل.....
۱۲۵	۳- ۲- ۳- شبکه سازی و اجرا با Qiskit.....
۱۳۵	۳- ۲- ۴- توان مدولار.....
۱۳۶	۳- ۲- ۵- فاکتورگیری از دوره یابی.....
۱۴۳	۳- ۳- الگوریتم دویچ.....
۱۴۵	۳- ۴- الگوریتم دویچ- جوزا.....
۱۴۵	۳- ۴- ۱- مسئله دویچ- جوزا.....
۱۴۶	۳- ۴- ۲- راه حل کلاسیکی.....
۱۴۷	۳- ۴- ۳- راه حل کوانتومی.....
۱۴۹	۳- ۴- ۴- مثال کار شده از الگوریتم دویچ- جوزا.....
۱۵۱	۳- ۴- ۵- ایجاد اوراکل های کوانتومی.....
۱۵۳	۳- ۴- ۶- اجرای Qiskit با کدنویسی پایتون.....
۱۵۴	۳- ۴- ۷- اوراکل ثابت.....
۱۵۵	۳- ۴- ۸- اوراکل متوازن.....
۱۶۰	۳- ۴- ۹- الگوریتم کامل.....