

Indice generale

Prefazione	.....	xi
Premessa	.....	xiii
Ringraziamenti	.....	xv
Gli autori	.....	xvii
Introduzione	.....	xix
A chi è rivolto questo libro	.....	xix
Come è organizzato questo libro: una tabella di marcia	.....	xx
Il codice	.....	xx
Altre risorse online	.....	xx
Per approfondire	.....	xxi
Parte I	Primi passi con il quantum computing	1
Capitolo 1	Introduzione al quantum computing	3
Perché il quantum computing è importante?	.....	4
Che cos'è un computer quantistico?	.....	5
Come utilizzeremo i computer quantistici?	.....	8
Che cosa possono fare i computer quantistici?	.....	10
Che cosa non possono fare i computer quantistici?	.....	11
Che cos'è un programma?	.....	13
Che cos'è un programma quantistico?	.....	14
Riepilogo	.....	16

Capitolo 2	I qubit: gli elementi costitutivi.....	17
	Perché abbiamo bisogno dei numeri casuali?	17
	Che cosa sono i bit classici?.....	22
	Che cosa possiamo fare con i bit classici?.....	23
	Astrazioni a supporto	26
	Qubit: stati e operazioni	28
	Lo stato del qubit.....	28
	Il gioco delle operazioni	30
	Misurazione dei qubit.....	35
	Misurazione generalizzata: indipendenza di base	39
	Simulazione di qubit nel codice	42
	Programmazione di un generatore quantistico di numeri casuali (QRNG)	49
	Riepilogo	55
Capitolo 3	Condivisione di segreti con la distribuzione quantistica delle chiavi.....	57
	Tutto è lecito in amore e crittografia.....	57
	Operazioni NOT quantistiche	61
	Condivisione di bit classici tramite qubit.....	65
	La storia di due basi	66
	Distribuzione quantistica delle chiavi: BB84	70
	Utilizzo di una chiave segreta per inviare messaggi segreti.....	76
	Riepilogo	79
Capitolo 4	Giochi non locali: gestione di più qubit	81
	Giochi non locali.....	81
	Che cosa sono i giochi non locali?.....	81
	Un test di fisica quantistica: il gioco CHSH.....	82
	Strategia classica.....	86
	Lavorare con più stati di qubit.....	87
	I registri	87
	Perché è difficile simulare i computer quantistici?.....	89
	Prodotti tensoriali per la preparazione degli stati.....	91
	Prodotti tensoriali per operazioni sui qubit nei registri	93
	Riepilogo	96
Capitolo 5	Giochi non locali: implementazione di un simulatore multi-qubit.....	97
	Oggetti quantistici in QuTiP	97
	Aggiornamento del simulatore	103
	Misurazione: come possiamo misurare più qubit?	107
	CHSH: strategia quantistica.....	111
	Riepilogo	116

Capitolo 6	Teletrasporto ed entanglement: trasferimento di dati quantistici	117
	Trasferimento di dati quantistici	117
	Il simulatore con swap	121
	Quali altri porte a due qubit esistono?.....	125
	Tutte le rotazioni mono-qubit.....	127
	Correlare le rotazioni alle coordinate: le operazioni di Pauli....	129
	Teletrasporto.....	136
	Riepilogo	140
	Parte I: conclusioni	140
Parte II	Programmazione di algoritmi quantistici in Q#	143
Capitolo 7	Cambiare le probabilità: un'introduzione a Q#	145
	Presentazione del Quantum Development Kit.....	145
	Funzioni e operazioni in Q#	149
	Giocare con i generatori quantistici di numeri casuali in Q#..	150
	Passaggio di operazioni come argomenti	156
	Il gioco di Morgana in Q#	162
	Riepilogo	164
Capitolo 8	Che cos'è un algoritmo quantistico?	165
	Algoritmi classici e quantistici	165
	L'algoritmo di Deutsch-Jozsa: piccoli miglioramenti per la ricerca.....	169
	La Dama del Lago (quantistico).....	169
	Gli oracoli: come rappresentare le funzioni classiche negli algoritmi quantistici.....	174
	Le trasformazioni di Merlino	175
	Generalizzare i risultati	178
	Simulazione dell'algoritmo di Deutsch-Jozsa in Q#	183
	Le tecniche degli algoritmi quantistici	188
	Una questione di calze e scarpe: applicare e annullare le operazioni quantistiche	188
	Usare le istruzioni di Hadamard per invertire control e target	192
	Phase kickback: la chiave del nostro successo	194
	Riepilogo	198
Capitolo 9	Sensori quantistici: non solo una fase	201
	Stima della fase: utilizzo di proprietà utili dei qubit per le misurazioni	201
	Applicazione parziale	202
	Tipi definiti dall'utente	207
	Esecuzione di codice Q# da Python	215

Autostati e fasi locali	221
Applicazione controllata: trasformazione di fasi globali in fasi locali.....	225
Controllo di qualsiasi operazione	230
Implementazione della migliore strategia di Lancillotto per il gioco della stima della fase	232
Riepilogo	234
Parte II: conclusioni	235

Parte III Quantum computing applicato237

Capitolo 10 Soluzione di problemi di chimica con computer quantistici239

Applicazioni di chimica per il quantum computing	239
I tanti percorsi che portano alla meccanica quantistica	242
Uso di matrici hamiltoniane per descrivere l'evoluzione dei sistemi quantistici nel corso del tempo.....	245
Rotazione attorno ad assi arbitrari con le operazioni di Pauli.....	250
Apportare i cambiamenti che vogliamo vedere nel sistema.....	258
Svolgere alcuni (piccolissimi) cambiamenti	260
Conclusione	263
Riepilogo	269

Capitolo 11 Ricerca con computer quantistici271

Ricerca di dati non strutturati	271
Riflessioni sugli stati.....	278
Riflessione sullo stato “tutti-1”.....	279
Riflessione su uno stato arbitrario	280
Implementazione dell’algoritmo di ricerca di Grover.....	286
Stima delle risorse	294
Riepilogo	299

Capitolo 12 Aritmetica con computer quantistici301

Fattorizzazione: quantum computing e sicurezza	301
Il legame fra matematica modulare e fattorizzazione	306
Esempio di fattorizzazione con l’algoritmo di Shor	310
Algebra classica e fattorizzazione	311
Aritmetica quantistica	315
Addizioni con i qubit.....	316
Moltiplicazione di qubit in sovrapposizione	317
Moltiplicazione modulare nell’algoritmo di Shor	321
Soluzione completa.....	325
Riepilogo	330
Conclusioni	330

Appendice A Installazione del software.....	333
Esecuzione degli esempi online	333
Binder	333
GitHub Cocespaces	334
Installazione con Anaconda	334
Installazione di Anaconda.....	334
Installazione di package con Anaconda.....	334
Installazione del Quantum Development Kit.....	336
Installazione del .NET Core SDK.....	338
Installazione dei template dei progetti	338
Installazione dell'estensione di Visual Studio Code	339
Installazione di IQ# per Jupyter Notebook.....	340
Appendice B Glossario e riferimenti rapidi	341
Glossario.....	341
Notazione di Dirac	344
Operazioni quantistiche	345
Linguaggio Q#.....	347
Tipi.....	347
Dichiarazioni e istruzioni Q#	348
Espressioni e operatori Q#	350
Librerie standard Q#	351
Comandi magici QI#.....	352
Appendice C Ripasso di algebra lineare	353
I vettori	353
Le matrici	356
Il prodotto interno.....	364
Appendice D L'algoritmo di Deutsch-Jozsa tramite esempi	367
Usare le nostre conoscenze per dimostrare le cose	367
Passo 1: preparazione dello stato di input per Deutsch-Jozsa.....	369
Passo 2: applicazione dell'oracolo	370
Esempio 1: l'oracolo "id"	372
Esempio 2: l'oracolo "not"	373
Esempio 3: l'oracolo "zero".....	374
Passi 3 e 4: annullamento della preparazione sul qubit target e misurazione.....	376
Indice analitico.....	379