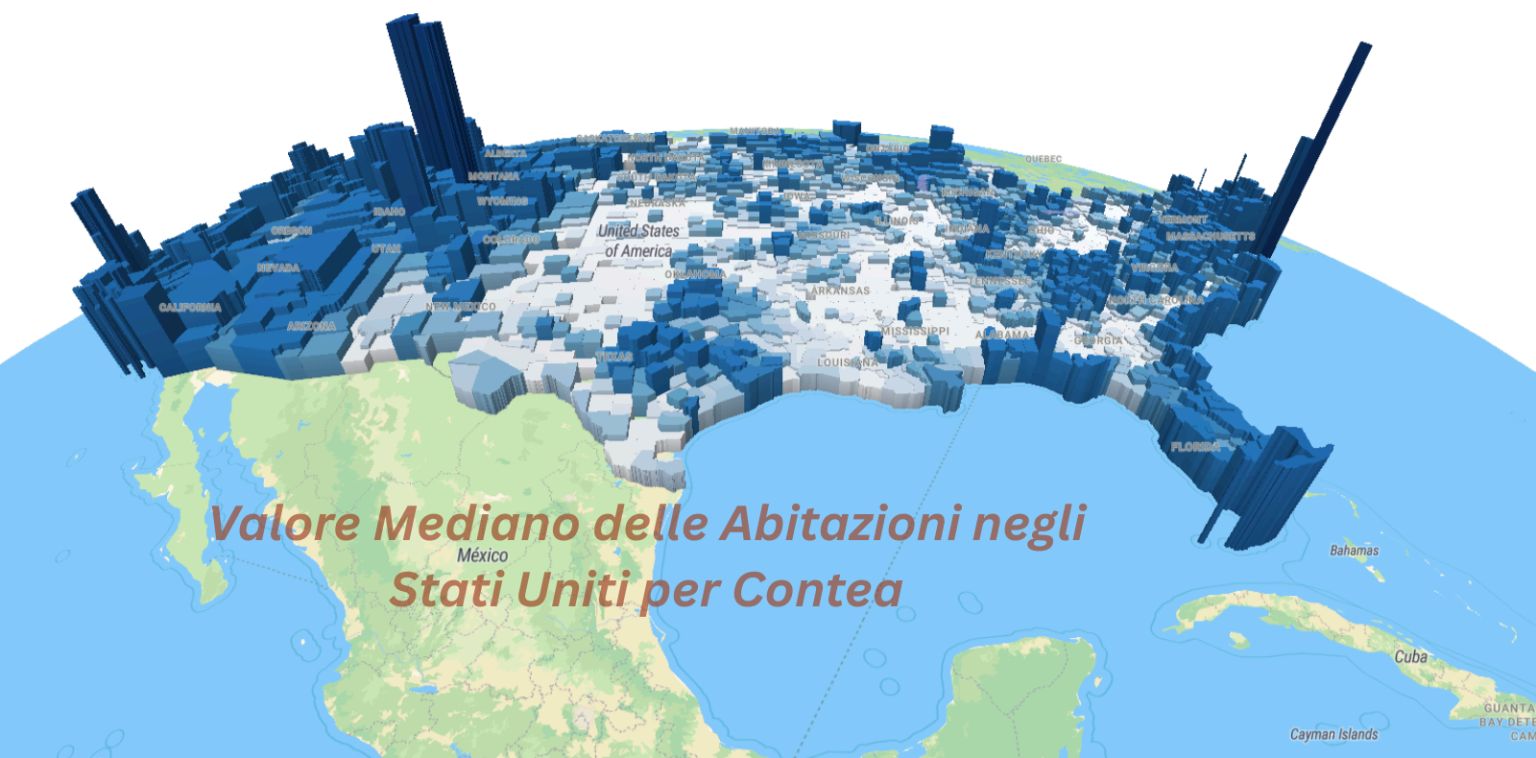


# Introduzione alla Programmazione GIS

Guida Pratica in Python agli Strumenti Geospaziali Open Source

Qiusheng Wu



# Introduzione alla Programmazione GIS

Guida Pratica in Python agli Strumenti  
Geospaziali Open Source

Qiusheng Wu  
2025

# Contents

<b>Prefazione</b> .....	<b>1</b>
Introduzione .....	3
A Chi È Destinato Questo Libro .....	3
Cosa Copre Questo Libro .....	4
Ottenere il Massimo da Questo Libro .....	5
Convenzioni Utilizzate in Questo Libro .....	5
Scaricare gli Esempi di Codice .....	6
Video Tutorial .....	6
Resta in Contatto .....	7
Ringraziamenti .....	7
Sull'Autore .....	8
Licenze e Copyright .....	8
<b>I: Configurazione del Software</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Panoramica degli Strumenti Software</b> .....	<b>13</b>
1.1. Introduzione .....	13
1.2. Obiettivi di Apprendimento .....	13
1.3. Strumenti Software Essenziali .....	13
1.4. Integrazione degli Strumenti e Flusso di Lavoro .....	15
1.5. Eseguire Esempi di Codice .....	16
1.6. Punti Chiave .....	16
<b>2. Introduzione alla Gestione dei Pacchetti Python</b> .....	<b>17</b>
2.1. Introduzione .....	17
2.2. Obiettivi di Apprendimento .....	17
2.3. Installazione di Conda (Miniconda) .....	18
2.4. Comprensione dei Concetti di Conda .....	19
2.5. Creazione del Tuo Primo Ambiente Geospaziale .....	20
2.6. Risoluzione Problemi di Conda .....	21
2.7. Comandi Essenziali di Conda .....	22
2.8. Introduzione a uv: L'Alternativa Veloce .....	26
2.9. Migliori Pratiche per la Gestione dei Pacchetti .....	27
2.10. Concetti Chiave .....	28
2.11. Esercizi .....	28
<b>3. Configurazione di Visual Studio Code</b> .....	<b>30</b>
3.1. Introduzione .....	30
3.2. Obiettivi di Apprendimento .....	30
3.3. Installazione di Visual Studio Code .....	31
3.4. Estensioni Essenziali per la Programmazione Python .....	31
3.5. Configurazione di VS Code per lo Sviluppo Python .....	33
3.6. Scorciatoie da Tastiera Essenziali .....	34
3.7. Riferimenti e Ulteriori Apprendimenti .....	36
3.8. Concetti Chiave .....	36
3.9. Esercizi .....	36
<b>4. Controllo di Versione con Git</b> .....	<b>38</b>
4.1. Introduzione .....	38
4.2. Obiettivi di Apprendimento .....	39
4.3. Configurazione Account GitHub .....	39

4.4.	Installazione di Git .....	39
4.5.	Configurazione di Git .....	40
4.6.	Comprensione dei Concetti Git .....	40
4.7.	Comandi Git Essenziali .....	41
4.8.	Utilizzo di GitHub .....	44
4.9.	Integrazione con VS Code .....	45
4.10.	Migliori Pratiche per Progetti Geospaziali .....	45
4.11.	Concetti Chiave .....	46
4.12.	Esercizi .....	47
<b>5.</b>	<b>Utilizzo di Google Colab .....</b>	<b>49</b>
5.1.	Introduzione .....	49
5.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	49
5.3.	Iniziare con Google Colab .....	49
5.4.	Configurazione del Tuo Ambiente Geospaziale .....	50
5.5.	Funzionalità Essenziali di Colab .....	52
5.6.	Esegui Esempi di Codice in Colab .....	53
5.7.	Concetti Chiave .....	53
5.8.	Esercizi .....	54
<b>6.</b>	<b>Lavorare con JupyterLab .....</b>	<b>55</b>
6.1.	Introduzione .....	55
6.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	55
6.3.	Installazione e Configurazione di JupyterLab .....	55
6.4.	Iniziare con JupyterLab .....	56
6.5.	Scorciatoie da Tastiera Essenziali .....	59
6.6.	Eseguire Esempi di Codice su MyBinder .....	61
6.7.	Concetti Chiave .....	61
6.8.	Esercizi .....	61
<b>7.</b>	<b>Utilizzo di Docker .....</b>	<b>64</b>
7.1.	Introduzione .....	64
7.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	64
7.3.	Installazione di Docker Desktop .....	64
7.4.	Concetti Base .....	66
7.5.	Eseguire Esempi di Codice in Docker .....	66
7.6.	Comandi Docker Comuni .....	67
7.7.	Concetti Chiave .....	68
7.8.	Esercizi .....	69
<b>II:</b>	<b>Fondamenti di Programmazione in Python .....</b>	<b>71</b>
<b>8.</b>	<b>Variabili e Tipi di Dati .....</b>	<b>73</b>
8.1.	Introduzione .....	73
8.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	73
8.3.	Variabili in Python .....	73
8.4.	Denominazione delle Variabili .....	74
8.5.	Tipi di Dati .....	75
8.6.	Caratteri di Escape .....	76
8.7.	Commenti in Python .....	76
8.8.	Lavorare con Variabili e Tipi di Dati .....	76
8.9.	Operazioni di Base sulle Stringhe .....	77
8.10.	Punti Chiave .....	78

8.11. Esercizi .....	78
<b>9. Strutture Dati Python .....</b>	<b>80</b>
9.1. Introduzione .....	80
9.2. Obiettivi di Apprendimento .....	80
9.3. Tuple .....	80
9.4. Liste .....	81
9.5. Set .....	84
9.6. Dizionari .....	86
9.7. Guida alla Selezione delle Strutture Dati .....	89
9.8. Punti Chiave .....	90
9.9. Esercizi .....	90
<b>10. Operazioni su Stringhe .....</b>	<b>92</b>
10.1. Introduzione .....	92
10.2. Obiettivi di Apprendimento .....	92
10.3. Creare e Manipolare Stringhe .....	92
10.4. Metodi delle Stringhe per Dati Geospaziali .....	94
10.5. Formattazione delle Stringhe .....	97
10.6. Guida alle Decisioni per Operazioni sulle Stringhe .....	100
10.7. Punti Chiave .....	101
10.8. Esercizi .....	101
<b>11. Cicli e Istruzioni Condizionali .....</b>	<b>103</b>
11.1. Introduzione .....	103
11.2. Obiettivi di Apprendimento .....	103
11.3. For Loop .....	103
11.4. While Loop .....	105
11.5. Istruzioni di Controllo: Prendere Decisioni nel Tuo Codice .....	106
11.6. Combinare Loop e Istruzioni di Controllo .....	108
11.7. Guida alle Decisioni per Loop e Istruzioni di Controllo .....	109
11.8. Punti Chiave .....	110
11.9. Esercizi .....	110
<b>12. Funzioni e Classi .....</b>	<b>112</b>
12.1. Introduzione .....	112
12.2. Obiettivi di Apprendimento .....	112
12.3. Funzioni: Costruire Blocchi di Codice Riutilizzabili .....	112
12.4. Classi: Organizzare Dati e Comportamenti Insieme .....	117
12.5. Combinare Funzioni e Classi .....	119
12.6. Linee Guida per il Design di Funzioni e Classi .....	120
12.7. Punti Chiave .....	120
12.8. Esercizi .....	121
<b>13. Lavorare con i File .....</b>	<b>122</b>
13.1. Introduzione .....	122
13.2. Obiettivi di Apprendimento .....	122
13.3. Creare un File di Esempio .....	122
13.4. Leggere e Scrivere File .....	123
13.5. Gestione delle Eccezioni .....	124
13.6. Combinare Gestione File e Gestione Eccezioni .....	126
13.7. Lavorare con Diversi Formati di File .....	128
13.8. Punti Chiave .....	129

13.9. Esercizi .....	130
<b>14. Analisi dei Dati con NumPy e Pandas .....</b>	<b>132</b>
14.1. Introduzione .....	132
14.2. Obiettivi di Apprendimento .....	132
14.3. Introduzione a NumPy .....	133
14.4. Introduzione a Pandas .....	143
14.5. Combinare NumPy e Pandas .....	150
14.6. Punti Chiave .....	151
14.7. Letture Aggiuntive .....	152
14.8. Esercizi .....	152
<b>III: Programmazione Geospaziale con Python .....</b>	<b>155</b>
<b>15. Introduzione al Python Geospaziale .....</b>	<b>157</b>
15.1. Introduzione .....	157
15.2. L'Ecosistema Python Geospaziale .....	157
15.3. Comprendere le Relazioni tra Librerie .....	158
15.4. Configurazione del Vostro Ambiente .....	158
15.5. Verifica e Primi Passi .....	160
15.6. Percorso di Apprendimento e Panoramica Capitoli .....	160
15.7. Concetti Chiave da Ricordare .....	161
15.8. Ottenere Aiuto e Risorse .....	161
15.9. Prossimi Passi .....	162
15.10. Esercizi .....	162
<b>16. Analisi dei Dati Vettoriali con GeoPandas .....</b>	<b>163</b>
16.1. Introduzione .....	163
16.2. Obiettivi di Apprendimento .....	163
16.3. Concetti Fondamentali .....	164
16.4. Installazione di GeoPandas .....	164
16.5. Creare GeoDataFrames .....	164
16.6. Leggere e Scrivere Dati Geospaziali .....	165
16.7. Proiezioni e Sistemi di Riferimento delle Coordinate (CRS) .....	167
16.8. Misurazioni e Analisi Spaziali .....	168
16.9. Visualizzare Dati Geospaziali .....	170
16.10. Operazioni Geometriche Avanzate .....	175
16.11. Relazioni e Query Spaziali .....	179
16.12. Migliori Pratiche e Considerazioni Prestazioni .....	180
16.13. Punti Chiave .....	180
16.14. Esercizi .....	181
<b>17. Lavorare con Dati Raster Utilizzando Rasterio .....</b>	<b>182</b>
17.1. Introduzione .....	182
17.2. Obiettivi di Apprendimento .....	182
17.3. Installare Rasterio .....	183
17.4. Leggere Dati Raster .....	183
17.5. Visualizzare Dati Raster .....	186
17.6. Accedere e Manipolare Bande Raster .....	194
17.7. Scrivere Dati Raster .....	195
17.8. Ritagliare Dati Raster .....	196
17.9. Punti Chiave .....	199
17.10. Esercizi .....	199

<b>18. <i>Analisi di Dati Multi-dimensionali con Xarray</i></b> .....	<b>202</b>
18.1. Introduzione .....	202
18.2. Obiettivi di Apprendimento .....	202
18.3. Comprendere il Modello Dati di Xarray .....	203
18.4. Configurazione dell'Ambiente .....	204
18.5. Caricamento ed Esplorazione di Dati Climatici Reali .....	204
18.6. Lavorare con DataArray .....	205
18.7. Selezione e Indicizzazione Intuitive dei Dati .....	208
18.8. Eseguire Operazioni su Dati Multi-Dimensionali .....	209
18.9. Visualizzazione Dati con Xarray .....	210
18.10. Lavorare con Dataset: Variabili Multiple .....	213
18.11. Il Potere delle Operazioni Basate su Etichette .....	214
18.12. Tecniche di Indicizzazione Avanzate .....	215
18.13. Operazioni Computazionali di Alto Livello .....	216
18.14. Input e Output Dati .....	219
18.15. Punti Chiave .....	220
18.16. Ulteriori Letture .....	221
18.17. Esercizi .....	221
<b>19. <i>Analisi Raster con Rioxarray</i></b> .....	<b>223</b>
19.1. Introduzione .....	223
19.2. Obiettivi di Apprendimento .....	223
19.3. Configurazione dell'Ambiente Rioxarray .....	223
19.4. Caricamento ed Esplorazione di Dati Raster Georeferenziati .....	224
19.5. Operazioni Geospaziali Fondamentali .....	227
19.6. Lavorare con Dimensioni Spaziali e Risoluzione .....	228
19.7. Visualizzazione di Dati Raster Geospaziali .....	230
19.8. Memorizzazione Dati e Gestione File .....	234
19.9. Confronti Sistema Coordinate .....	236
19.10. Introduzione alla Matematica delle Bande .....	238
19.11. Punti Chiave .....	241
19.12. Esercizi .....	242
<b>20. <i>Visualizzazione Interattiva con Leafmap</i></b> .....	<b>244</b>
20.1. Introduzione .....	244
20.2. Obiettivi di Apprendimento .....	245
20.3. Installazione e Configurazione di Leafmap .....	245
20.4. Creare Mappe Interattive .....	246
20.5. Cambiare Basemap .....	249
20.6. Visualizzare Dati Vettoriali .....	254
20.7. Creare Mappe Coropletiche .....	259
20.8. Visualizzare Dati GeoParquet .....	260
20.9. Visualizzare PMTiles .....	262
20.10. Visualizzare Dati Raster .....	266
20.11. Accesso e Visualizzazione di Maxar Open Data .....	273
20.12. Punti Chiave .....	280
20.13. Esercizi .....	280
<b>21. <i>Geoprocessing con WhiteboxTools</i></b> .....	<b>284</b>
21.1. Introduzione .....	284
21.2. Obiettivi di Apprendimento .....	284

21.3.	Perché Whitebox? .....	284
21.4.	Risorse Utili per Whitebox .....	286
21.5.	Installare Whitebox .....	286
21.6.	Analisi di Bacini Idrografici .....	287
21.7.	Analisi Dati LiDAR .....	301
21.8.	Punti Chiave .....	308
21.9.	Esercizi .....	309
<b>22.</b>	<b><i>Mappatura 3D con MapLibre</i></b> .....	<b>312</b>
22.1.	Introduzione .....	312
22.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	312
22.3.	Risorse Utili .....	312
22.4.	Installazione e Configurazione .....	312
22.5.	Creare Mappe Interattive .....	313
22.6.	Aggiungere Controlli Mappa .....	314
22.7.	Aggiungere Layer .....	317
22.8.	Utilizzare MapTiler .....	319
22.9.	Mappatura 3D .....	320
22.10.	Visualizzare Dati Vettoriali .....	327
22.11.	Visualizzare Dati Raster .....	337
22.12.	Aggiungere Componenti Personalizzati .....	339
22.13.	Visualizzare PMTiles .....	346
22.14.	Aggiungere Layer DeckGL .....	351
22.15.	Esportare in HTML .....	354
22.16.	Punti Chiave .....	354
22.17.	Esercizi .....	354
<b>23.</b>	<b><i>Cloud Computing con Earth Engine e Geemap</i></b> .....	<b>357</b>
23.1.	Introduzione .....	357
23.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	357
23.3.	Introduzione a Google Earth Engine .....	357
23.4.	Introduzione a Mappe Interattive e Strumenti .....	360
23.5.	Il Catalogo Dati di Earth Engine .....	365
23.6.	Tipi di Dati di Earth Engine .....	367
23.7.	Dati Raster di Earth Engine .....	367
23.8.	Dati Vettoriali di Earth Engine .....	369
23.9.	Altri Strumenti per Visualizzare i Dati di Earth Engine .....	372
23.10.	Elaborazione Dati Vettoriali .....	382
23.11.	Elaborazione Dati Raster .....	384
23.12.	Esportazione di Dati Earth Engine .....	391
23.13.	Creazione di Animazioni Timelapse .....	393
23.14.	Creazione di Grafici dai Dati di Earth Engine .....	399
23.15.	Punti Chiave .....	428
23.16.	Esercizi .....	429
<b>24.</b>	<b><i>Visualizzazione di Dati Iperspettrali con HyperCoast</i></b> .....	<b>431</b>
24.1.	Introduzione .....	431
24.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	431
24.3.	Configurazione dell'Ambiente .....	432
24.4.	Ricerca di Dati Iperspettrali .....	432
24.5.	Download di Dati Iperspettrali .....	434



24.6.	Letture di Dati Iperspettrali .....	435
24.7.	Visualizzazione di Dati Iperspettrali .....	435
24.8.	Creazione di Cubi di Immagini .....	437
24.9.	Taglio Interattivo .....	438
24.10.	Sogliatura Interattiva .....	440
24.11.	Concetti Chiave .....	441
24.12.	Esercizi .....	441
<b>25.</b>	<b><i>Analytics Geospaziali ad Alte Prestazioni con DuckDB .....</i></b>	<b>443</b>
25.1.	Introduzione .....	443
25.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	443
25.3.	Installazione e Configurazione .....	444
25.4.	Basi di SQL per Analisi Spaziale .....	446
25.5.	Integrazione API Python .....	451
25.6.	Importazione Dati .....	453
25.7.	Esportazione Dati .....	457
25.8.	Lavorare con Geometrie .....	459
25.9.	Relazioni Spaziali .....	462
25.10.	Join Spaziali .....	464
25.11.	Analisi Dati su Larga Scala .....	468
25.12.	Concetti Chiave .....	475
25.13.	Esercizi .....	476
<b>26.</b>	<b><i>Elaborazione di Dati Geospaziali con GDAL e OGR .....</i></b>	<b>480</b>
26.1.	Introduzione .....	480
26.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	480
26.3.	Installazione e Configurazione .....	481
26.4.	Dataset di Esempio .....	481
26.5.	Comprensione dei Tuoi Dati .....	481
26.6.	Trasformazione Coordinate .....	482
26.7.	Conversione Formati .....	483
26.8.	Ritaglio e Mascheramento .....	484
26.9.	Analisi e Calcoli Raster .....	485
26.10.	Conversione tra Raster e Vettoriale .....	486
26.11.	Elaborazione Geometrie .....	487
26.12.	Gestione Campi e Layer .....	488
26.13.	Tiling e Gestione Dati .....	489
26.14.	Elaborazione Raster Avanzata .....	490
26.15.	Analisi del Terreno .....	491
26.16.	Concetti Chiave .....	497
26.17.	Riferimenti e Letture Aggiuntive .....	498
26.18.	Esercizi .....	498
<b>27.</b>	<b><i>Costruzione di Dashboard Interattive con Voilà e Solara .....</i></b>	<b>501</b>
27.1.	Introduzione .....	501
27.2.	Obiettivi di Apprendimento .....	502
27.3.	Installazione di Voilà e Solara .....	502
27.4.	Introduzione a Hugging Face Spaces .....	502
27.5.	Creazione di un'Applicazione Voilà Base .....	503
27.6.	Creazione di un'Applicazione Web Avanzata con Solara .....	509
27.7.	Concetti Chiave .....	514

27.8. Esercizi .....	515
<b>28. Calcolo Distribuito con Apache Sedona .....</b>	<b>516</b>
28.1. Introduzione .....	516
28.2. Obiettivi di Apprendimento .....	517
28.3. Installazione e Configurazione di Apache Sedona .....	517
28.4. Download Dati di Esempio .....	519
28.5. Concetti Principali e Strutture Dati .....	519
28.6. Operazioni e Funzioni Spaziali .....	522
28.7. Join Spaziali e Indicizzazione .....	525
28.8. Analisi Spaziale Avanzata .....	528
28.9. Lettura Dati Vettoriali .....	530
28.10. Visualizzazione Dati Vettoriali .....	533
28.11. Scrittura Dati Vettoriali .....	536
28.12. Lettura Dati Raster .....	537
28.13. Visualizzazione Dati Raster .....	538
28.14. Algebra Mappa Raster .....	539
28.15. Statistiche Zonali Raster .....	541
28.16. Scrittura Dati Raster .....	542
28.17. Integrazione con GeoPandas .....	543
28.18. Casi d'Uso del Mondo Reale .....	546
28.19. Concetti Chiave .....	547
28.20. Riferimenti e Letture Aggiuntive .....	548
28.21. Esercizi .....	548

# Prefazione

## Introduzione

I Sistemi Informativi Geografici (GIS) e l'analisi geospaziale sono diventati strumenti fondamentali in numerose discipline, dalle scienze ambientali e pianificazione urbana all'analisi aziendale e sanità pubblica. Mentre il volume e la complessità dei dati geospaziali continuano a crescere esponenzialmente, la capacità di elaborare, analizzare e visualizzare programmaticamente questi dati è diventata una competenza essenziale per ricercatori, analisti e professionisti che lavorano con informazioni spaziali.

Python è emerso come il linguaggio di programmazione leader per l'analisi geospaziale, offrendo un ricco ecosistema di librerie e strumenti che rendono le operazioni spaziali complesse accessibili sia ai principianti che agli esperti. Tuttavia, il percorso da novizio Python a programmatore geospaziale sicuro può sembrare scoraggiante, con numerose librerie da imparare e concetti da padroneggiare.

Questo libro colma tale lacuna fornendo un approccio strutturato e pratico all'apprendimento della programmazione geospaziale con Python. Piuttosto che sovraccaricarti con tecniche avanzate dall'inizio, ci concentriamo sulla costruzione di solide fondamenta di competenze essenziali che ti serviranno durante tutto il tuo percorso di programmazione geospaziale. Ogni capitolo si basa sui precedenti, assicurando che tu sviluppi sia la comprensione teorica che l'esperienza pratica.

L'approccio adottato in questo libro è pratico e guidato dagli esempi. Lavorerai con dataset geospaziali reali, risolverai problemi pratici e costruirai progetti che dimostrano la potenza di Python per l'analisi e la visualizzazione geospaziale. Alla fine di questo libro, avrai la fiducia e le competenze per affrontare le tue sfide di programmazione geospaziale.

## A Chi È Destinato Questo Libro

Questo libro è progettato per un pubblico diversificato di studenti che vogliono sfruttare la potenza di Python per l'analisi e la visualizzazione geospaziale:

**Studenti e Ricercatori** in geografia, scienze ambientali, pianificazione urbana, data science e campi correlati che devono analizzare dati spaziali come parte dei loro studi o ricerche. Non si presume alcuna esperienza di programmazione precedente, anche se una familiarità di base con computer e concetti di analisi dati è utile.

**Professionisti GIS** che attualmente utilizzano software GIS desktop e vogliono espandere il loro toolkit con competenze di programmazione. Se hai lavorato con ArcGIS, QGIS o strumenti simili e vuoi automatizzare flussi di lavoro o eseguire analisi che sono impegnative nel software GIS tradizionale, questo libro ti aiuterà a fare quella transizione.

**Data Scientist e Analisti** che lavorano con dati basati sulla localizzazione e vogliono aggiungere capacità di analisi spaziale al loro set di competenze. Se ti senti a tuo agio con le basi di Python ma sei nuovo ai concetti geospaziali, questo libro ti introdurrà al pensiero spaziale e agli strumenti di cui hai bisogno.

**Sviluppatori Software** interessati a costruire applicazioni che lavorano con dati geospaziali. Che tu stia sviluppando applicazioni di web mapping, app mobile con funzionalità di localizzazione, o pipeline di elaborazione dati, questo libro fornisce le fondamenta di cui hai bisogno.

**Auto-didatti e Persone in Transizione Professionale** interessati al campo in crescita della data science geospaziale. Il libro non presume alcuna conoscenza preliminare né dei concetti di programmazione Python né di GIS, rendendolo accessibile a principianti motivati.

**Professionisti nel Governo e nell'Industria** che devono incorporare l'analisi spaziale nel loro lavoro, come pianificatori urbani, consulenti ambientali, ricercatori di mercato, coordinatori logistici o funzionari di sanità pubblica.

Il requisito chiave è la curiosità e la volontà di imparare. Mentre l'esperienza di programmazione è utile, non è necessaria. Iniziamo con i fondamentali e costruiamo sistematicamente.

## Cosa Copre Questo Libro

Questo libro è organizzato in tre sezioni progressive che ti portano dalla configurazione del software attraverso i fondamentali di Python alla programmazione geospaziale avanzata:

**Configurazione del Software** prepara il tuo ambiente di sviluppo con tutto ciò di cui hai bisogno per la programmazione geospaziale. Imparerai a installare e configurare strumenti essenziali inclusi Miniconda per la gestione dei pacchetti, VS Code per lo sviluppo, Git per il controllo delle versioni, e alternative basate su cloud come Google Colab e JupyterLab. Questa sezione assicura che tu abbia una solida fondazione prima di immergerti nella programmazione.

**Fondamentali di Programmazione Python** costruisce le tue competenze di programmazione fondamentali attraverso sette capitoli completi. Iniziando con le basi di Python, padroneggerai variabili e tipi di dati, strutture dati (liste, dizionari, insiemi), operazioni su stringhe, controllo del flusso con loop e condizionali, funzioni e classi, gestione dei file, e analisi dati con NumPy e Pandas. Queste competenze formano le fondamenta per tutti i compiti di programmazione geospaziale.

**Programmazione Geospaziale con Python** comprende quattordici capitoli specializzati che ti trasformano in un programmatore geospaziale sicuro:

- **Introduzione a Python Geospaziale** - Concetti fondamentali e l'ecosistema Python geospaziale
- **Analisi di Dati Vettoriali con GeoPandas** - Lavorare con punti, linee e poligoni
- **Dati Raster con Rasterio** - Elaborazione di immagini satellitari e dataset grigliati
- **Analisi di Dati Multi-dimensionali con Xarray** - Gestione di dataset scientifici complessi
- **Analisi Raster con Rioxarray** - Elaborazione e analisi raster avanzata
- **Visualizzazione Interattiva con Leafmap** - Creazione di mappe dinamiche e interattive
- **Geoprocessing con WhiteboxTools** - Operazioni avanzate di analisi spaziale
- **Mapping 3D con MapLibre** - Costruzione di visualizzazioni tridimensionali
- **Cloud Computing con Earth Engine e Geemap** - Sfruttare Google Earth Engine per analisi su larga scala
- **Visualizzazione di Dati Iperspettrali con HyperCoast** - Lavorare con dati iperspettrali
- **Analisi Geospaziali ad Alte Prestazioni con DuckDB** - Elaborazione di dati spaziali ad alte prestazioni
- **Elaborazione di Dati Geospaziali con GDAL e OGR** - Lavorare con vari formati di dati geospaziali
- **Costruzione di Dashboard Interattive con Solara** - Creazione di dashboard interattive per applicazioni geospaziali
- **Computing Distribuito con Apache Sedona** - Elaborazione di grandi dataset geospaziali in un ambiente distribuito

Ogni capitolo segue una struttura consistente:

- Spiegazioni chiare dei concetti con contesto del mondo reale
- Esempi di codice passo-passo con annotazioni dettagliate
- Esercizi pratici utilizzando dataset geospaziali autentici
- Insidie comuni e guida per la risoluzione dei problemi

- Riferimenti a risorse aggiuntive e ulteriori letture

La progressione è progettata con attenzione in modo che ogni capitolo si basi sui concetti precedenti introducendo al contempo nuove capacità, assicurando che tu sviluppi sia ampiezza che profondità nella programmazione geospaziale.

## Ottenere il Massimo da Questo Libro

Per massimizzare la tua esperienza di apprendimento con questo libro, considera le seguenti raccomandazioni:

**Configura un Ambiente di Sviluppo Appropriato:** Installa Python e le librerie richieste come descritto nella prima sezione del libro. Un ambiente ben configurato ti farà risparmiare tempo e frustrazione durante tutto il tuo percorso di apprendimento. Considera l'utilizzo di conda o uv per gestire i tuoi pacchetti Python, poiché questo semplifica l'installazione delle librerie geospaziali.

**Segui gli Esempi di Codice:** Questo libro è progettato per essere interattivo. Non limitarti a leggere il codice—digitalo, eseguilo e sperimenta con modifiche. La comprensione arriva attraverso la pratica, e ogni esempio costruisce competenze di cui avrai bisogno più tardi.

**Lavora sugli Esercizi:** Ogni capitolo include esercizi progettati per rafforzare i concetti che hai imparato. Questi non sono extra opzionali—sono una parte integrante del processo di apprendimento. Inizia con gli esercizi guidati, poi sfida te stesso con i tuoi progetti.

**Usa Dati Reali:** Mentre il libro fornisce dataset per esempi ed esercizi, prova ad applicare le tecniche a dati dal tuo campo o interessi. Questo ti aiuterà a capire come i concetti si applicano agli scenari del mondo reale e a costruire fiducia nelle tue capacità.

**Costruisci Progetti:** Mentre progredisci attraverso il libro, considera di lavorare su un progetto personale che ti interessa. Questo potrebbe essere analizzare dati dalla tua ricerca, creare mappe per la tua comunità, o risolvere un problema che hai incontrato nel tuo lavoro.

**Sii Paziente con Te Stesso:** La programmazione può essere frustrante, specialmente quando stai imparando. Aspettati di incontrare errori, spendere tempo nel debugging e occasionalmente sentirti bloccato. Questo è normale e parte del processo di apprendimento. Prendi pause quando necessario, e ricorda che l'esperienza si sviluppa gradualmente attraverso la pratica costante. Se ti blocchi, non esitare a chiedere aiuto sul repository GitHub del libro.

**Continua a Praticare:** Le competenze in questo libro richiedono pratica regolare per mantenere e sviluppare. Dedica tempo regolarmente a lavorare su progetti di programmazione geospaziale, anche se sono piccoli.

## Convenzioni Utilizzate in Questo Libro

Questo libro utilizza diverse convenzioni per aiutarti a navigare il contenuto e comprendere gli esempi di codice:

**Formattazione del Codice:** Tutto il codice Python appare in carattere a spaziatura fissa all'interno di blocchi di codice. Quando il codice appare nel testo normale, è formattato così `code`. I nomi di file e directory sono anche formattati in carattere a spaziatura fissa.

**Esempi di Codice:** La maggior parte degli esempi di codice è completa ed eseguibile. Includono commenti che spiegano i concetti e le tecniche chiave che vengono dimostrati. I numeri di riga possono essere inclusi per riferimento nel testo di accompagnamento.

```
# Questo è un esempio di blocco di codice
import leafmap
m = leafmap.Map()
m.add_basemap("OpenTopoMap") # aggiungi una mappa base alla mappa
m
```

**Istruzioni della Riga di Comando:** I comandi da inserire nella riga di comando o terminale sono mostrati con un prompt `$`:

```
$ pip install leafmap
$ python script.py
```

## Scaricare gli Esempi di Codice

Tutti gli esempi di codice, dataset e materiali supplementari per questo libro sono liberamente disponibili su GitHub:

<https://github.com/giswqs/intro-gispro>

Per scaricare i materiali, puoi utilizzare uno dei seguenti metodi:

- **Clona il repository** (se hai Git installato):

```
$ git clone https://github.com/giswqs/intro-gispro.git
```

- **Scarica come ZIP** (se preferisci non usare Git):
  - Visita la pagina del repository GitHub
  - Clicca il pulsante verde **Code**
  - Seleziona **Download ZIP**
  - Estrai i file nella posizione preferita
- **Sfoggia i singoli file** online attraverso l'interfaccia GitHub se hai bisogno solo di esempi specifici

Il repository è regolarmente aggiornato con correzioni, miglioramenti ed esempi aggiuntivi. Controlla periodicamente per aggiornamenti, o **osserva** il repository su GitHub per essere notificato dei cambiamenti.

Se trovi errori nel codice o hai suggerimenti per miglioramenti, per favore apri un issue o invia una pull request su GitHub. I contributi della comunità aiutano a rendere questa risorsa migliore per tutti.

## Video Tutorial

Complementando il contenuto scritto, questo libro è supportato da una serie completa di video tutorial che guidano attraverso concetti chiave e forniscono esempi aggiuntivi:

<https://tinyurl.com/intro-gispro-videos>

I video sono progettati per completare, non sostituire, il materiale scritto. Sono particolarmente utili per:

- Studenti visivi che beneficiano dal vedere il codice essere scritto ed eseguito
- Comprendere concetti complessi attraverso spiegazioni multiple

- Imparare sul flusso di lavoro di sviluppo e le migliori pratiche
- Vedere come approcciarsi ai problemi e risolvere issues

La playlist è organizzata per seguire la struttura del libro. Puoi guardarli in ordine mentre progredisci attraverso il libro, o saltare a argomenti specifici quando necessario.

I video sono stati creati nell'autunno 2024 quando insegnavo il corso [Introduction to GIS Programming](#)<sup>1</sup> all'Università del Tennessee. Sebbene il corso sia concluso, i video rimangono rilevanti e possono essere utilizzati come riferimento per il libro. Video aggiuntivi saranno aggiunti in futuro.

## Resta in Contatto

Accolgo con favore feedback, domande e suggerimenti dai lettori. Il tuo input aiuta a migliorare il libro e lo rende più utile per la comunità di programmazione geospaziale.

### Per domande e discussioni relative al libro:

- GitHub Issues: <https://github.com/giswqs/intro-gispro/issues>
- GitHub Discussions: <https://github.com/giswqs/intro-gispro/discussions>

### Tipi di feedback che sono particolarmente utili:

- Errori o spiegazioni poco chiare nel testo o codice
- Suggerimenti per esempi aggiuntivi o casi d'uso
- Idee per nuovi argomenti o capitoli
- Segnalazioni di problemi di compatibilità con diversi sistemi operativi o versioni delle librerie
- Storie di successo su come hai applicato le tecniche del libro

## Ringraziamenti

Questo libro non sarebbe stato possibile senza i contributi e il supporto di molti individui e della più ampia comunità geospaziale open-source.

**La Comunità Open-Source:** Questo libro si basa sull'incredibile lavoro di innumerevoli sviluppatori open-source che hanno creato e mantenuto l'ecosistema Python geospaziale. Un ringraziamento speciale agli sviluppatori e mantenitori di NumPy, Pandas, GeoPandas, Rasterio, Xarray, Rioxarray, Folium, ipyleaflet, MapLibre, GDAL, e le molte altre librerie che rendono accessibile la programmazione geospaziale.

**Studenti e Colleghi:** Le domande, sfide e intuizioni degli studenti nei miei corsi di programmazione geospaziale all'Università del Tennessee hanno plasmato l'approccio e il contenuto di questo libro. Il loro feedback su cosa funziona e cosa non funziona è stato inestimabile nel creare materiali che servono veramente gli studenti.

**Collaboratori di Ricerca:** Colleghi e collaboratori nella comunità di ricerca geospaziale hanno fornito casi d'uso del mondo reale, dataset e scenari di problemi che informano gli esempi pratici in tutto il libro.

**Famiglia e Amici:** Scrivere un libro tecnico richiede tempo significativo e concentrazione. Sono grato per la pazienza e il supporto di famiglia e amici che hanno capito le molte sere e weekend dedicati a questo progetto.

---

<sup>1</sup><https://geog-312.gishub.org>



**La Più Ampia Comunità GIS:** Il campo geospaziale è costruito su una fondazione di condivisione di conoscenza e strumenti. Questo libro fa parte di quella tradizione, e sono onorato di contribuire alle risorse disponibili per imparare la programmazione geospaziale.

Questo libro è stato scritto utilizzando [MyST Markdown](https://mystmd.org)<sup>2</sup> e compilato utilizzando [Typst](https://github.com/typst/typst)<sup>3</sup> con il template [min-book](https://github.com/mayconfmelo/min-book)<sup>4</sup>. Riconoscimenti agli sviluppatori e mantenitori dei progetti Typst e MyST Markdown. Un ringraziamento speciale a [Maycon F. Melo](https://github.com/mayconfmelo)<sup>5</sup> per il template min-book e il loro aiuto nella personalizzazione del template per questo libro.

Qualsiasi errore o omissione in questo libro rimane mia responsabilità. Sono impegnato ad affrontare i problemi e migliorare il contenuto basandomi sul feedback dei lettori.

## Sull'Autore

Il Dr. Qiusheng Wu è Professore Associato e Direttore degli Studi Universitari nel Dipartimento di Geografia e Sostenibilità all'Università del Tennessee, Knoxville. Serve anche come Amazon Scholar. La ricerca del Dr. Wu si concentra sulla data science geospaziale e sullo sviluppo di software open-source, con enfasi sullo sfruttare grandi dati geospaziali e cloud computing per studiare i cambiamenti ambientali, in particolare le dinamiche di inondazione di acque superficiali e zone umide. È il creatore di diversi pacchetti Python open-source ampiamente utilizzati, inclusi [geemap](https://geemap.org)<sup>6</sup>, [leafmap](https://leafmap.org)<sup>7</sup>, [segment-geospatial](https://samgeo.github.io)<sup>8</sup>, e [geoai](https://opengeoai.org)<sup>9</sup>, che supportano analisi geospaziali avanzate e visualizzazione interattiva. Il suo lavoro open-source è disponibile su [Open Geospatial Solutions](https://github.com/opengeos)<sup>10</sup> su GitHub.

## Licenze e Copyright

Questo libro abbraccia i principi della scienza aperta e dell'educazione aperta. Per supportare trasparenza, apprendimento e riutilizzo, gli **esempi di codice** in questo libro sono rilasciati sotto una licenza [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Questo significa che sei libero di copiare, modificare e distribuire il codice, anche per scopi commerciali, purché venga dato credito appropriato.

Per favore attribuisce l'uso del codice citando il libro o collegandoti al repository GitHub:

Wu, Q. (2025). *Introduction to GIS Programming: A Practical Python Guide to Open Source Geospatial Tools*. <https://gispro.gishub.org>

Mentre il codice è liberamente disponibile, il **testo, le figure e le immagini** in questo libro sono **protetti da copyright** dall'autore e non possono essere riprodotti, redistribuiti o modificati senza permesso esplicito. Questo include tutto il contenuto scritto, diagrammi personalizzati e visualizzazioni incorporate salvo diversamente indicato.

Se desideri riutilizzare o adattare qualsiasi materiale non-codice dal libro—per esempio, per insegnamento, presentazioni o pubblicazioni—per favore contatta l'autore per richiedere il permesso.

---

<sup>2</sup><https://mystmd.org>

<sup>3</sup><https://github.com/typst/typst>

<sup>4</sup><https://github.com/mayconfmelo/min-book>

<sup>5</sup><https://github.com/mayconfmelo>

<sup>6</sup><https://geemap.org>

<sup>7</sup><https://leafmap.org>

<sup>8</sup><https://samgeo.github.io>

<sup>9</sup><https://opengeoai.org>

<sup>10</sup><https://github.com/opengeos>

Questo approccio di doppia licenza aiuta a bilanciare l'accesso aperto ai materiali di apprendimento con la protezione del lavoro creativo originale. Grazie per aver rispettato questi termini e per supportare la comunità geospaziale open-source.

# Introduzione alla Programmazione GIS

## Guida Pratica in Python agli Strumenti Geospaziali Open Source

Con la crescente domanda di analisi dei dati spaziali in numerosi settori — dalla scienza ambientale e pianificazione urbana alla salute pubblica e al business — aumenta anche la necessità di strumenti accessibili e scalabili in grado di gestire la complessità geospaziale. *Introduzione alla Programmazione GIS con Python* è la tua guida pratica per padroneggiare l'analisi spaziale.

Che tu sia uno studente, un professionista GIS, un analista di dati o uno sviluppatore, questo libro pratico offre un percorso strutturato e adatto ai principianti per la programmazione geospaziale con Python. Inizierai dalle basi di Python e progredirai gradualmente verso analisi spaziali avanzate e visualizzazioni interattive, utilizzando potenti librerie open source come GeoPandas, Rasterio, Leafmap, Geemap e GDAL.

Ciò che distingue questo libro è l'approccio basato sugli esempi: lavorerai con dataset reali, affronterai problemi concreti e creerai risultati significativi — da mappe statiche ad applicazioni web dinamiche. Ogni capitolo è attentamente progettato per sviluppare le tue competenze passo dopo passo, combinando teoria, codice annotato, esercizi pratici e consigli per la risoluzione dei problemi.

### Cosa Imparerai:

- Come configurare il tuo ambiente di sviluppo utilizzando conda, VS Code, Git, Docker e strumenti di cloud computing
- Competenze di programmazione Python di base, dalle variabili e strutture dati alla gestione dei file (file I/O) e Pandas
- Elaborazione di dati vettoriali e raster, mappatura interattiva, visualizzazione 3D e geoprocessing
- Calcolo geospaziale basato su cloud con Google Earth Engine e argomenti avanzati come i dati iperspettrali e SQL spaziale

Il Dr. **Qiusheng Wu** è un ricercatore e docente di spicco nel campo della scienza dei dati geospaziali open source. È il creatore di diversi pacchetti Python open source ampiamente utilizzati, tra cui geemap, leafmap, segment-geospatial e geoai.

Connettiti con lui online:

- <https://x.com/giswqs>
- <https://linkedin.com/in/giswqs>



Scansiona il codice QR per visitare il sito web del libro e scaricare gli esempi di codice da <https://gispro.gishub.org>