

Introducción a la Programación GIS

Una Guía Práctica de Python para
Herramientas Geoespaciales de
Código Abierto

Qiusheng Wu



Introducción a la Programación GIS

Una Guía Práctica de Python para Herramientas
Geoespaciales de Código Abierto

Qiusheng Wu
2025

Contents

Prefacio	1
Introducción	3
Para Quién Es Este Libro	3
Qué Cubre Este Libro	4
Aprovechando al Máximo Este Libro	5
Convenciones Usadas en Este Libro	5
Descargando los Ejemplos de Código	6
Tutoriales en Video	6
Ponte en Contacto	7
Agradecimientos	7
Sobre el Autor	8
Licenciamiento y Derechos de Autor	8
I: Configuración del Software	11
1. Descripción General de Herramientas de Software	13
1.1. Introducción	13
1.2. Objetivos de Aprendizaje	13
1.3. Herramientas de Software Esenciales	13
1.4. Integración de Herramientas y Flujo de Trabajo	15
1.5. Ejecutando Ejemplos de Código	16
1.6. Puntos Clave	16
2. Introducción a la Gestión de Paquetes de Python	17
2.1. Introducción	17
2.2. Objetivos de Aprendizaje	17
2.3. Instalando Conda (Miniconda)	18
2.4. Entendiendo Conceptos de Conda	19
2.5. Creando Tu Primer Entorno Geoespacial	20
2.6. Solucionando Problemas de Conda	21
2.7. Comandos Esenciales de Conda	22
2.8. Introduciendo uv: La Alternativa Rápida	26
2.9. Mejores Prácticas para Gestión de Paquetes	27
2.10. Puntos Clave	28
2.11. Ejercicios	28
3. Configuración de Visual Studio Code	30
3.1. Introducción	30
3.2. Objetivos de Aprendizaje	30
3.3. Instalando Visual Studio Code	31
3.4. Extensiones Esenciales para Programación Python	31
3.5. Configurar VS Code para Desarrollo Python	33
3.6. Atajos de Teclado Esenciales	35
3.7. Referencias y Aprendizaje Adicional	36
3.8. Puntos Clave	37
3.9. Ejercicios	37
4. Control de Versiones con Git	39
4.1. Introducción	39
4.2. Objetivos de Aprendizaje	40
4.3. Configuración de Cuenta de GitHub	40

4.4.	Instalando Git	40
4.5.	Configurando Git	41
4.6.	Entendiendo Conceptos de Git	41
4.7.	Comandos Esenciales de Git	42
4.8.	Usando GitHub	45
4.9.	Integración con VS Code	46
4.10.	Mejores Prácticas para Proyectos Geoespaciales	46
4.11.	Puntos Clave	47
4.12.	Ejercicios	48
5.	Uso de Google Colab	50
5.1.	Introducción	50
5.2.	Objetivos de Aprendizaje	50
5.3.	Comenzando con Google Colab	50
5.4.	Configurando tu Entorno Geoespacial	52
5.5.	Características Esenciales de Colab	53
5.6.	Ejecutar Ejemplos de Código en Colab	54
5.7.	Puntos Clave	55
5.8.	Ejercicios	55
6.	Trabajo con JupyterLab	56
6.1.	Introducción	56
6.2.	Objetivos de Aprendizaje	56
6.3.	Instalando y Configurando JupyterLab	56
6.4.	Comenzando con JupyterLab	57
6.5.	Atajos de Teclado Esenciales	60
6.6.	Ejecutando Ejemplos de Código en MyBinder	62
6.7.	Puntos Clave	62
6.8.	Ejercicios	62
7.	Uso de Docker	65
7.1.	Introducción	65
7.2.	Objetivos de Aprendizaje	65
7.3.	Instalando Docker Desktop	65
7.4.	Conceptos Básicos	67
7.5.	Ejecutando Ejemplos de Código en Docker	67
7.6.	Comandos Comunes de Docker	68
7.7.	Puntos Clave	69
7.8.	Ejercicios	70
II:	Fundamentos de Programación en Python	73
8.	Variables y Tipos de Datos	75
8.1.	Introducción	75
8.2.	Objetivos de Aprendizaje	75
8.3.	Variables en Python	75
8.4.	Nomenclatura de Variables	76
8.5.	Tipos de Datos	77
8.6.	Caracteres de Escape	78
8.7.	Comentarios en Python	78
8.8.	Trabajando con Variables y Tipos de Datos	79
8.9.	Operaciones Básicas de Cadenas	79
8.10.	Puntos Clave	80

8.11. Ejercicios	80
9. Estructuras de Datos de Python	82
9.1. Introducción	82
9.2. Objetivos de Aprendizaje	82
9.3. Tuplas	82
9.4. Listas	83
9.5. Conjuntos	86
9.6. Diccionarios	88
9.7. Guía de Selección de Estructura de Datos	91
9.8. Puntos Clave	92
9.9. Ejercicios	92
10. Operaciones con Cadenas	95
10.1. Introducción	95
10.2. Objetivos de Aprendizaje	95
10.3. Creando y Manipulando Cadenas	95
10.4. Métodos de Cadenas para Datos Geoespaciales	97
10.5. Formateo de Cadenas	100
10.6. Guía de Decisión de Operaciones de Cadenas	103
10.7. Puntos Clave	104
10.8. Ejercicios	104
11. Bucles y Declaraciones Condicionales	106
11.1. Introducción	106
11.2. Objetivos de Aprendizaje	106
11.3. Bucles For	106
11.4. Bucles While	108
11.5. Declaraciones de Control: Tomando Decisiones en Su Código	109
11.6. Combinando Bucles y Declaraciones de Control	111
11.7. Guía de Decisión para Bucles y Declaraciones de Control	113
11.8. Puntos Clave	113
11.9. Ejercicios	113
12. Funciones y Clases	115
12.1. Introducción	115
12.2. Objetivos de Aprendizaje	115
12.3. Funciones: Construyendo Bloques de Código Reutilizable	115
12.4. Clases: Organizando Datos y Comportamiento Juntos	121
12.5. Combinando Funciones y Clases	123
12.6. Directrices de Diseño de Funciones y Clases	123
12.7. Puntos Clave	124
12.8. Ejercicios	124
13. Trabajo con Archivos	126
13.1. Introducción	126
13.2. Objetivos de Aprendizaje	126
13.3. Creando un Archivo de Muestra	126
13.4. Lectura y Escritura de Archivos	127
13.5. Manejo de Excepciones	129
13.6. Combinando Manejo de Archivos y Manejo de Excepciones	130
13.7. Trabajando con Diferentes Formatos de Archivos	132
13.8. Puntos Clave	134

13.9. Ejercicios	134
14. <i>Análisis de Datos con NumPy y Pandas</i>	137
14.1. Introducción	137
14.2. Objetivos de Aprendizaje	137
14.3. Introducción a NumPy	138
14.4. Introducción a Pandas	148
14.5. Combinando NumPy y Pandas	155
14.6. Puntos Clave	156
14.7. Lectura Adicional	157
14.8. Ejercicios	157
III: Programación Geoespacial con Python	159
15. <i>Introducción a Python Geoespacial</i>	161
15.1. Introducción	161
15.2. El Ecosistema Python Geoespacial	161
15.3. Comprendiendo las Relaciones entre Bibliotecas	162
15.4. Configurando tu Entorno	162
15.5. Verificación y Primeros Pasos	164
15.6. Ruta de Aprendizaje y Vista General de Capítulos	164
15.7. Conceptos Clave a Recordar	165
15.8. Obteniendo Ayuda y Recursos	166
15.9. Próximos Pasos	166
15.10. Ejercicios	166
16. <i>Análisis de Datos Vectoriales con GeoPandas</i>	167
16.1. Introducción	167
16.2. Objetivos de Aprendizaje	167
16.3. Conceptos Centrales	168
16.4. Instalando GeoPandas	168
16.5. Creando GeoDataFrames	168
16.6. Leyendo y Escribiendo Datos Geoespaciales	169
16.7. Proyecciones y Sistemas de Referencia de Coordenadas (CRS)	171
16.8. Mediciones Espaciales y Análisis	172
16.9. Visualizando Datos Geoespaciales	175
16.10. Operaciones Geométricas Avanzadas	179
16.11. Relaciones Espaciales y Consultas	183
16.12. Mejores Prácticas y Consideraciones de Rendimiento	184
16.13. Puntos Clave a Recordar	184
16.14. Ejercicios	185
17. <i>Trabajo con Datos Ráster Usando Rasterio</i>	186
17.1. Introducción	186
17.2. Objetivos de Aprendizaje	186
17.3. Instalando Rasterio	187
17.4. Leyendo Datos Ráster	187
17.5. Visualizando Datos Ráster	190
17.6. Accediendo y Manipulando Bandas Ráster	198
17.7. Escribiendo Datos Ráster	199
17.8. Recortando Datos Ráster	200
17.9. Puntos Clave a Recordar	203
17.10. Ejercicios	203

18. <i>Análisis de Datos Multidimensionales con Xarray</i>	206
18.1. Introducción	206
18.2. Objetivos de Aprendizaje	206
18.3. Comprendiendo el Modelo de Datos de Xarray	207
18.4. Configurando tu Entorno	208
18.5. Cargando y Explorando Datos Climáticos Reales	208
18.6. Trabajando con DataArrays	210
18.7. Selección e Indexación Intuitiva de Datos	212
18.8. Realizando Operaciones en Datos Multidimensionales	213
18.9. Visualización de Datos con Xarray	214
18.10. Trabajando con Datasets: Múltiples Variables	217
18.11. El Poder de las Operaciones Basadas en Etiquetas	218
18.12. Técnicas de Indexación Avanzadas	219
18.13. Operaciones Computacionales de Alto Nivel	220
18.14. Entrada y Salida de Datos	223
18.15. Puntos Clave a Recordar	225
18.16. Lectura Adicional	225
18.17. Ejercicios	225
19. <i>Análisis de Ráster con Rioxarray</i>	227
19.1. Introducción	227
19.2. Objetivos de Aprendizaje	227
19.3. Configurando tu Entorno Rioxarray	228
19.4. Cargando y Explorando Datos Raster Georreferenciados	228
19.5. Operaciones Geoespaciales Fundamentales	231
19.6. Trabajando con Dimensiones Espaciales y Resolución	233
19.7. Visualizando Datos Raster Geoespaciales	235
19.8. Almacenamiento de Datos y Gestión de Archivos	238
19.9. Comparaciones de Sistemas de Coordenadas	240
19.10. Introducción a las Matemáticas de Bandas	242
19.11. Puntos Clave	246
19.12. Ejercicios	246
20. <i>Visualización Interactiva con Leafmap</i>	249
20.1. Introducción	249
20.2. Objetivos de Aprendizaje	250
20.3. Instalando y Configurando Leafmap	250
20.4. Creando Mapas Interactivos	251
20.5. Cambiando Mapas Base	254
20.6. Visualizando Datos Vectoriales	259
20.7. Creando Mapas de Coropletas	264
20.8. Visualizando Datos GeoParquet	265
20.9. Visualizando PMTiles	267
20.10. Visualizando Datos Raster	271
20.11. Accediendo y Visualizando Datos Abiertos de Maxar	278
20.12. Puntos Clave	285
20.13. Ejercicios	285
21. <i>Geoprocesamiento con WhiteboxTools</i>	289
21.1. Introducción	289
21.2. Objetivos de Aprendizaje	289

21.3.	¿Por qué Whitebox?	289
21.4.	Recursos Útiles para Whitebox	291
21.5.	Instalando Whitebox	291
21.6.	Análisis de Cuencas Hidrográficas	292
21.7.	Análisis de Datos LiDAR	306
21.8.	Puntos Clave	314
21.9.	Ejercicios	315
22.	<i>Mapeo 3D con MapLibre</i>	318
22.1.	Introducción	318
22.2.	Objetivos de Aprendizaje	318
22.3.	Recursos Útiles	318
22.4.	Instalación y Configuración	318
22.5.	Creando Mapas Interactivos	319
22.6.	Agregando Controles de Mapa	320
22.7.	Agregando Capas	323
22.8.	Usando MapTiler	325
22.9.	Mapeo 3D	326
22.10.	Visualizando Datos Vectoriales	333
22.11.	Visualizando Datos Raster	343
22.12.	Agregando Componentes Personalizados	345
22.13.	Visualizando PMTiles	352
22.14.	Agregando Capas DeckGL	357
22.15.	Exportando a HTML	360
22.16.	Puntos Clave	361
22.17.	Ejercicios	361
23.	<i>Computación en la Nube con Earth Engine y Geemap</i>	363
23.1.	Introducción	363
23.2.	Objetivos de Aprendizaje	363
23.3.	Introducción a Google Earth Engine	363
23.4.	Introducción a los Mapas y Herramientas Interactivos	366
23.5.	El Catálogo de Datos de Earth Engine	372
23.6.	Tipos de Datos de Earth Engine	374
23.7.	Datos Ráster de Earth Engine	374
23.8.	Datos Vectoriales de Earth Engine	377
23.9.	Más Herramientas para Visualizar Datos de Earth Engine	379
23.10.	Procesamiento de Datos Vectoriales	389
23.11.	Procesamiento de Datos Ráster	391
23.12.	Exportación de Datos de Earth Engine	398
23.13.	Creación de Animaciones Timelapse	400
23.14.	Creación de Gráficos con Datos de Earth Engine	406
23.15.	Puntos Clave	435
23.16.	Ejercicios	436
24.	<i>Visualización de Datos Hiperespectrales con HyperCoast</i>	438
24.1.	Introducción	438
24.2.	Objetivos de Aprendizaje	438
24.3.	Configuración del Entorno	439
24.4.	Encontrando Datos Hiperespectrales	439
24.5.	Descargando Datos Hiperespectrales	441

24.6.	Leyendo Datos Hiperespectrales	442
24.7.	Visualizando Datos Hiperespectrales	442
24.8.	Creando Cubos de Imagen	444
24.9.	Corte Interactivo	445
24.10.	Umbralización Interactiva	447
24.11.	Puntos Clave	448
24.12.	Ejercicios	448
25.	Análisis Geoespacial de Alto Rendimiento con DuckDB	450
25.1.	Introducción	450
25.2.	Objetivos de Aprendizaje	451
25.3.	Instalación y Configuración	451
25.4.	Fundamentos de SQL para Análisis Espacial	453
25.5.	Integración de API de Python	458
25.6.	Importación de Datos	460
25.7.	Exportación de Datos	464
25.8.	Trabajando con Geometrías	466
25.9.	Relaciones Espaciales	470
25.10.	Uniones Espaciales	472
25.11.	Análisis de Datos a Gran Escala	475
25.12.	Puntos Clave	482
25.13.	Ejercicios	483
26.	Procesamiento de Datos Geoespaciales con GDAL y OGR	487
26.1.	Introducción	487
26.2.	Objetivos de Aprendizaje	488
26.3.	Instalación y Configuración	488
26.4.	Conjuntos de Datos de Muestra	488
26.5.	Entendiendo Tus Datos	489
26.6.	Transformación de Coordenadas	489
26.7.	Conversión de Formatos	490
26.8.	Recorte y Enmascarado	491
26.9.	Análisis y Cálculos Ráster	492
26.10.	Conversión Entre Ráster y Vectorial	493
26.11.	Procesamiento de Geometría	494
26.12.	Gestionando Campos y Capas	495
26.13.	Teselado y Gestión de Datos	496
26.14.	Procesamiento Avanzado de Ráster	498
26.15.	Análisis de Terreno	499
26.16.	Conclusiones Clave	505
26.17.	Referencias y Lectura Adicional	506
26.18.	Ejercicios	506
27.	Construcción de Paneles Interactivos con Voilà y Solara	509
27.1.	Introducción	509
27.2.	Objetivos de Aprendizaje	510
27.3.	Instalación de Voilà y Solara	510
27.4.	Introducción a Hugging Face Spaces	510
27.5.	Creación de una Aplicación Básica de Voilà	511
27.6.	Creación de una Aplicación Web Avanzada con Solara	517
27.7.	Puntos Clave	522

27.8. Ejercicios	523
28. Computación Distribuida con Apache Sedona	524
28.1. Introducción	524
28.2. Objetivos de Aprendizaje	525
28.3. Instalación y Configuración de Apache Sedona	525
28.4. Descarga de Datos de Muestra	527
28.5. Conceptos Centrales y Estructuras de Datos	528
28.6. Operaciones y Funciones Espaciales	530
28.7. Joins Espaciales e Indexación	534
28.8. Análisis Espacial Avanzado	536
28.9. Lectura de Datos Vectoriales	538
28.10. Visualización de Datos Vectoriales	542
28.11. Escritura de Datos Vectoriales	545
28.12. Lectura de Datos Raster	545
28.13. Visualización de Datos Raster	547
28.14. Álgebra de Mapas Raster	548
28.15. Estadísticas Zonales Raster	549
28.16. Escritura de Datos Raster	550
28.17. Integración con GeoPandas	551
28.18. Casos de Uso del Mundo Real	554
28.19. Puntos Clave	556
28.20. Referencias y Lectura Adicional	557
28.21. Ejercicios	557

Prefacio

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis geoespacial se han convertido en herramientas fundamentales en numerosas disciplinas, desde las ciencias ambientales y la planificación urbana hasta la analítica empresarial y la salud pública. A medida que el volumen y la complejidad de los datos geoespaciales continúan creciendo exponencialmente, la capacidad de procesar, analizar y visualizar estos datos de manera programática se ha convertido en una habilidad esencial para investigadores, analistas y profesionales que trabajan con información espacial.

Python ha surgido como el lenguaje de programación líder para el análisis geoespacial, ofreciendo un rico ecosistema de bibliotecas y herramientas que hacen que las operaciones espaciales complejas sean accesibles tanto para principiantes como para expertos. Sin embargo, el camino desde novato en Python hasta programador geoespacial confiado puede parecer desalentador, con numerosas bibliotecas que aprender y conceptos que dominar.

Este libro llena esa brecha proporcionando un enfoque estructurado y práctico para aprender programación geoespacial con Python. En lugar de abrumarte con técnicas avanzadas desde el principio, nos enfocamos en construir una base sólida de habilidades esenciales que te servirán a lo largo de tu viaje de programación geoespacial. Cada capítulo se basa en los anteriores, asegurando que desarrolles tanto comprensión teórica como experiencia práctica.

El enfoque adoptado en este libro es práctico y basado en ejemplos. Trabajarás con conjuntos de datos geoespaciales reales, resolverás problemas prácticos y construirás proyectos que demuestren el poder de Python para el análisis y visualización geoespacial. Al final de este libro, tendrás la confianza y las habilidades para abordar tus propios desafíos de programación geoespacial.

Para Quién Es Este Libro

Este libro está diseñado para una audiencia diversa de estudiantes que desean aprovechar el poder de Python para el análisis y visualización geoespacial:

Estudiantes e Investigadores en geografía, ciencias ambientales, planificación urbana, ciencia de datos y campos relacionados que necesitan analizar datos espaciales como parte de sus estudios o investigación. No se asume experiencia previa en programación, aunque la familiaridad básica con computadoras y conceptos de análisis de datos es útil.

Profesionales de SIG que actualmente usan software SIG de escritorio y desean expandir su conjunto de herramientas con habilidades de programación. Si has trabajado con ArcGIS, QGIS o herramientas similares y deseas automatizar flujos de trabajo o realizar análisis que son desafiantes en software SIG tradicional, este libro te ayudará a hacer esa transición.

Científicos de Datos y Analistas que trabajan con datos basados en ubicación y desean agregar capacidades de análisis espacial a su conjunto de habilidades. Si te sientes cómodo con los conceptos básicos de Python pero eres nuevo en conceptos geoespaciales, este libro te introducirá al pensamiento espacial y las herramientas que necesitas.

Desarrolladores de Software interesados en construir aplicaciones que trabajen con datos geoespaciales. Ya sea que estés desarrollando aplicaciones de mapeo web, aplicaciones móviles con características de ubicación o pipelines de procesamiento de datos, este libro proporciona la base que necesitas.

Autodidactas y Personas que Cambian de Carrera interesados en el campo creciente de la ciencia de datos geoespaciales. El libro no asume conocimiento previo de programación Python o conceptos SIG, haciéndolo accesible para principiantes motivados.

Profesionales en Gobierno e Industria que necesitan incorporar análisis espacial en su trabajo, como planificadores urbanos, consultores ambientales, investigadores de mercado, coordinadores de logística o funcionarios de salud pública.

El requisito clave es la curiosidad y la disposición para aprender. Aunque la experiencia en programación es útil, no es necesaria. Comenzamos con los fundamentos y construimos sistemáticamente.

Qué Cubre Este Libro

Este libro está organizado en tres secciones progresivas que te llevan desde la configuración de software a través de fundamentos de Python hasta programación geoespacial avanzada:

Configuración de Software prepara tu entorno de desarrollo con todo lo que necesitas para programación geoespacial. Aprenderás a instalar y configurar herramientas esenciales incluyendo Miniconda para manejo de paquetes, VS Code para desarrollo, Git para control de versiones, y alternativas basadas en la nube como Google Colab y JupyterLab. Esta sección asegura que tengas una base sólida antes de sumergirte en la programación.

Fundamentos de Programación Python construye tus habilidades de programación central a través de siete capítulos comprensivos. Comenzando con conceptos básicos de Python, dominarás variables y tipos de datos, estructuras de datos (listas, diccionarios, conjuntos), operaciones con cadenas, control de flujo con bucles y condicionales, funciones y clases, manejo de archivos, y análisis de datos con NumPy y Pandas. Estas habilidades forman la base para todas las tareas de programación geoespacial.

Programación Geoespacial con Python comprende catorce capítulos especializados que te transforman en un programador geoespacial confiado:

- **Introducción a Python Geoespacial** - Conceptos centrales y el ecosistema Python geoespacial
- **Análisis de Datos Vectoriales con GeoPandas** - Trabajando con puntos, líneas y polígonos
- **Datos Raster con Rasterio** - Procesando imágenes satelitales y conjuntos de datos cuadrículados
- **Análisis de Datos Multidimensionales con Xarray** - Manejando conjuntos de datos científicos complejos
- **Análisis Raster con Rioxarray** - Procesamiento y análisis raster avanzado
- **Visualización Interactiva con Leafmap** - Creando mapas dinámicos e interactivos
- **Geoprocesamiento con WhiteboxTools** - Operaciones de análisis espacial avanzadas
- **Mapeo 3D con MapLibre** - Construyendo visualizaciones tridimensionales
- **Computación en la Nube con Earth Engine y Geemap** - Aprovechando Google Earth Engine para análisis a gran escala
- **Visualización de Datos Hiperespectrales con HyperCoast** - Trabajando con datos hiperespectrales
- **Analítica Geoespacial de Alto Rendimiento con DuckDB** - Procesamiento de datos espaciales de alto rendimiento
- **Procesamiento de Datos Geoespaciales con GDAL y OGR** - Trabajando con varios formatos de datos geoespaciales
- **Construyendo Dashboards Interactivos con Solara** - Creando dashboards interactivos para aplicaciones geoespaciales
- **Computación Distribuida con Apache Sedona** - Procesando grandes conjuntos de datos geoespaciales en un entorno distribuido

Cada capítulo sigue una estructura consistente:

- Explicaciones claras de conceptos con contexto del mundo real
- Ejemplos de código paso a paso con anotaciones detalladas

- Ejercicios prácticos usando conjuntos de datos geospaciales auténticos
- Orientación sobre errores comunes y solución de problemas
- Referencias a recursos adicionales y lectura adicional

La progresión está cuidadosamente diseñada para que cada capítulo se base en conceptos previos mientras introduce nuevas capacidades, asegurando que desarrolles tanto amplitud como profundidad en programación geoespacial.

Aprovechando al Máximo Este Libro

Para maximizar tu experiencia de aprendizaje con este libro, considera las siguientes recomendaciones:

Configura un Entorno de Desarrollo Adecuado: Instala Python y las bibliotecas requeridas como se describe en la primera sección del libro. Un entorno bien configurado te ahorrará tiempo y frustración a lo largo de tu viaje de aprendizaje. Considera usar conda o uv para manejar tus paquetes Python, ya que esto simplifica la instalación de bibliotecas geospaciales.

Sigue los Ejemplos de Código: Este libro está diseñado para ser interactivo. No solo leas el código—escríbelo, ejecútalo y experimenta con modificaciones. La comprensión viene a través de la práctica, y cada ejemplo construye habilidades que necesitarás más tarde.

Trabaja a Través de los Ejercicios: Cada capítulo incluye ejercicios diseñados para reforzar los conceptos que has aprendido. Estos no son extras opcionales—son una parte integral del proceso de aprendizaje. Comienza con los ejercicios guiados, luego desafíate con tus propios proyectos.

Usa Datos Reales: Mientras que el libro proporciona conjuntos de datos para ejemplos y ejercicios, trata de aplicar las técnicas a datos de tu propio campo o intereses. Esto te ayudará a entender cómo se aplican los conceptos a escenarios del mundo real y construir confianza en tus habilidades.

Construye Proyectos: A medida que progresas a través del libro, considera trabajar en un proyecto personal que te interese. Esto podría ser analizar datos de tu investigación, crear mapas para tu comunidad o resolver un problema que has encontrado en tu trabajo.

Ten Paciencia Contigo Mismo: La programación puede ser frustrante, especialmente cuando estás aprendiendo. Espera encontrar errores, pasar tiempo depurando y ocasionalmente sentirte atascado. Esto es normal y parte del proceso de aprendizaje. Toma descansos cuando sea necesario, y recuerda que la experiencia se desarrolla gradualmente a través de práctica consistente. Si te atascas, no dudes en pedir ayuda en el repositorio GitHub del libro.

Sigue Practicando: Las habilidades en este libro requieren práctica regular para mantener y desarrollar. Dedicar tiempo regularmente a trabajar en proyectos de programación geoespacial, incluso si son pequeños.

Convenciones Usadas en Este Libro

Este libro usa varias convenciones para ayudarte a navegar el contenido y entender los ejemplos de código:

Formato de Código: Todo el código Python aparece en fuente monoespaciada dentro de bloques de código. Cuando el código aparece dentro del texto regular, está formateado así . Los nombres de archivos y directorios también están formateados en fuente monoespaciada.

Ejemplos de Código: La mayoría de los ejemplos de código son completos y ejecutables. Incluyen comentarios explicando los conceptos y técnicas clave que se están demostrando. Los números de línea pueden incluirse para referencia en el texto que acompaña.

```
# Este es un ejemplo de un bloque de código
import leafmap
m = leafmap.Map()
m.add_basemap("OpenTopoMap") # agregar un mapa base al mapa
m
```

Instrucciones de Línea de Comandos: Los comandos que se deben ingresar en la línea de comandos o terminal se muestran con un prompt `$`:

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

Descargando los Ejemplos de Código

Todos los ejemplos de código, conjuntos de datos y materiales suplementarios para este libro están disponibles gratuitamente en GitHub:

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

Para descargar los materiales, puedes usar uno de los siguientes métodos:

- **Clonar el repositorio** (si tienes Git instalado):

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

- **Descargar como ZIP** (si prefieres no usar Git):
 - Visita la página del repositorio GitHub
 - Haz clic en el botón verde **Code**
 - Selecciona **Download ZIP**
 - Extrae los archivos a tu ubicación preferida
- **Navegar archivos individuales** en línea a través de la interfaz GitHub si solo necesitas ejemplos específicos

El repositorio se actualiza regularmente con correcciones, mejoras y ejemplos adicionales. Revisa periódicamente para actualizaciones, o **observa** el repositorio en GitHub para ser notificado de cambios.

Si encuentras errores en el código o tienes sugerencias para mejoras, por favor abre un issue o envía un pull request en GitHub. Las contribuciones de la comunidad ayudan a hacer este recurso mejor para todos.

Tutoriales en Video

Complementando el contenido escrito, este libro está respaldado por una serie comprensiva de tutoriales en video que recorren conceptos clave y proporcionan ejemplos adicionales:

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

Los videos están diseñados para complementar, no reemplazar, el material escrito. Son particularmente útiles para:

- Estudiantes visuales que se benefician de ver código siendo escrito y ejecutado

- Entender conceptos complejos a través de múltiples explicaciones
- Aprender sobre el flujo de trabajo de desarrollo y mejores prácticas
- Ver cómo abordar problemas y depurar issues

La lista de reproducción está organizada para seguir la estructura del libro. Puedes verlos en orden mientras progresas a través del libro, o saltar a temas específicos según sea necesario.

Los videos fueron creados en otoño de 2024 cuando estaba enseñando el curso [Introduction to GIS Programming](#)¹ en la Universidad de Tennessee. Aunque el curso ha concluido, los videos siguen siendo relevantes y pueden usarse como referencia para el libro. Videos adicionales serán agregados en el futuro.

Ponte en Contacto

Agradezco comentarios, preguntas y sugerencias de los lectores. Tu aporte ayuda a mejorar el libro y lo hace más útil para la comunidad de programación geoespacial.

Para preguntas y discusiones relacionadas con el libro:

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

Tipos de comentarios que son particularmente útiles:

- Errores o explicaciones poco claras en el texto o código
- Sugerencias para ejemplos adicionales o casos de uso
- Ideas para nuevos temas o capítulos
- Reportes de problemas de compatibilidad con diferentes sistemas operativos o versiones de bibliotecas
- Historias de éxito de cómo has aplicado las técnicas del libro

Agradecimientos

Este libro no habría sido posible sin las contribuciones y apoyo de muchos individuos y la comunidad geoespacial de código abierto más amplia.

La Comunidad de Código Abierto: Este libro se basa en el increíble trabajo de incontables desarrolladores de código abierto que han creado y mantenido el ecosistema Python geoespacial. Agradecimientos especiales a los desarrolladores y mantenedores de NumPy, Pandas, GeoPandas, Rasterio, Xarray, Rioxarray, Folium, ipyleaflet, MapLibre, GDAL, y las muchas otras bibliotecas que hacen accesible la programación geoespacial.

Estudiantes y Colegas: Las preguntas, desafíos e ideas de estudiantes en mis cursos de programación geoespacial en la Universidad de Tennessee han dado forma al enfoque y contenido de este libro. Sus comentarios sobre qué funciona y qué no ha sido invaluable para crear materiales que realmente sirven a los estudiantes.

Colaboradores de Investigación: Colegas y colaboradores en la comunidad de investigación geoespacial han proporcionado casos de uso del mundo real, conjuntos de datos y escenarios de problemas que informan los ejemplos prácticos a lo largo del libro.

Familia y Amigos: Escribir un libro técnico requiere tiempo y enfoque significativos. Estoy agradecido por la paciencia y apoyo de familia y amigos que entendieron las muchas noches y fines de semana dedicados a este proyecto.

¹<https://geog-312.gishub.org>

La Comunidad SIG Más Amplia: El campo geoespacial está construido sobre una base de compartir conocimiento y herramientas. Este libro es parte de esa tradición, y me siento honrado de contribuir a los recursos disponibles para aprender programación geoespacial.

Este libro fue escrito usando [MyST Markdown](https://mystmd.org)² y compilado usando [Typst](https://github.com/typst/typst)³ con la plantilla [min-book](https://github.com/mayconfmelo/min-book)⁴. Créditos a los desarrolladores y mantenedores de los proyectos Typst y MyST Markdown. Agradecimientos especiales a [Maycon F. Melo](https://github.com/mayconfmelo)⁵ por la plantilla min-book y su ayuda personalizando la plantilla para este libro.

Cualquier error u omisión en este libro permanece como mi responsabilidad. Estoy comprometido a abordar problemas y mejorar el contenido basado en comentarios de lectores.

Sobre el Autor

El Dr. Qiusheng Wu es Profesor Asociado y Director de Estudios de Posgrado en el Departamento de Geografía y Sostenibilidad en la Universidad de Tennessee, Knoxville. También se desempeña como Amazon Scholar. La investigación del Dr. Wu se enfoca en ciencia de datos geoespaciales y desarrollo de software de código abierto, con énfasis en aprovechar big data geoespacial y computación en la nube para estudiar cambio ambiental, particularmente dinámicas de inundación de aguas superficiales y humedales. Es el creador de varios paquetes Python de código abierto ampliamente utilizados, incluyendo [geemap](https://github.com/wuqiusheng/geemap)⁶, [leafmap](https://github.com/wuqiusheng/leafmap)⁷, [segment-geospatial](https://github.com/wuqiusheng/segment-geospatial)⁸, y [geoai](https://github.com/wuqiusheng/geoai)⁹, que soportan análisis geoespacial avanzado y visualización interactiva. Su trabajo de código abierto está disponible en [Open Geospatial Solutions](https://github.com/wuqiusheng/Open-Geospatial-Solutions)¹⁰ en GitHub.

Licenciamiento y Derechos de Autor

Este libro abraza los principios de ciencia abierta y educación abierta. Para apoyar la transparencia, el aprendizaje y la reutilización, los **ejemplos de código** en este libro se publican bajo una licencia [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Esto significa que eres libre de copiar, modificar y distribuir el código, incluso para propósitos comerciales, siempre que se dé crédito apropiado.

Por favor atribuye el uso del código citando el libro o enlazando al repositorio GitHub:

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

Mientras que el código está libremente disponible, el **texto, figuras e imágenes** en este libro están **protegidos por derechos de autor** por el autor y no pueden ser reproducidos, redistribuidos o modificados sin permiso explícito. Esto incluye todo el contenido escrito, diagramas personalizados y visualizaciones embebidas a menos que se indique lo contrario.

Si deseas reutilizar o adaptar cualquier material que no sea código del libro—por ejemplo, para enseñanza, presentaciones o publicaciones—por favor contacta al autor para solicitar permiso.

²<https://mystmd.org>

³<https://github.com/typst/typst>

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

⁵<https://github.com/mayconfmelo>

⁶<https://geemap.org>

⁷<https://leafmap.org>

⁸<https://samgeo.gishub.org>

⁹<https://opengeoai.org>

¹⁰<https://github.com/opengeos>

Este enfoque de licenciamiento dual ayuda a equilibrar el acceso abierto a materiales de aprendizaje con la protección del trabajo creativo original. Gracias por respetar estos términos y apoyar la comunidad geoespacial de código abierto.

Introduction to GIS Programming

Unlock the Power of Python for Geospatial Analysis and Visualization

A medida que la demanda de análisis de datos espaciales sigue creciendo en diversas disciplinas —desde las ciencias ambientales y la planificación urbana hasta la salud pública y los negocios— también aumenta la necesidad de herramientas accesibles y escalables que puedan manejar la complejidad geoespacial. Introducción a la Programación GIS con Python es tu guía práctica para dominar el análisis espacial.

Ya seas estudiante, profesional de GIS, analista de datos o desarrollador, este libro práctico ofrece un camino estructurado y accesible para iniciarse en la programación geoespacial con Python. Comenzarás con los fundamentos del lenguaje y avanzarás progresivamente hacia técnicas avanzadas de análisis espacial y visualización interactiva, utilizando potentes bibliotecas de código abierto como GeoPandas, Rasterio, Leafmap, Geemap y GDAL.

Lo que distingue a este libro es su enfoque basado en ejemplos: trabajarás con conjuntos de datos reales, resolverás problemas del mundo real y crearás productos significativos, desde mapas estáticos hasta aplicaciones web dinámicas. Cada capítulo está cuidadosamente diseñado para desarrollar tus habilidades paso a paso, combinando teoría, código comentado, ejercicios prácticos y consejos para la solución de problemas.

En este libro aprenderás:

- Cómo configurar tu entorno de desarrollo utilizando conda, VS Code, Git, Docker y herramientas de computación en la nube
- Habilidades fundamentales de programación en Python, desde variables y estructuras de datos hasta manejo de archivos (I/O) y el uso de Pandas
- Procesamiento de datos vectoriales y ráster, creación de mapas interactivos, visualización en 3D y geoprocesamiento
- Computación geoespacial en la nube con Google Earth Engine y temas avanzados como datos hiperespectrales y SQL espacial

El Dr. **Qiusheng Wu** es un destacado investigador y educador en el campo de la ciencia de datos geoespaciales abiertos. Es el creador de varios paquetes de Python de código abierto ampliamente utilizados, incluyendo geemap, leafmap, segment-geospatial y geoai.

Conéctate con él en línea:

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