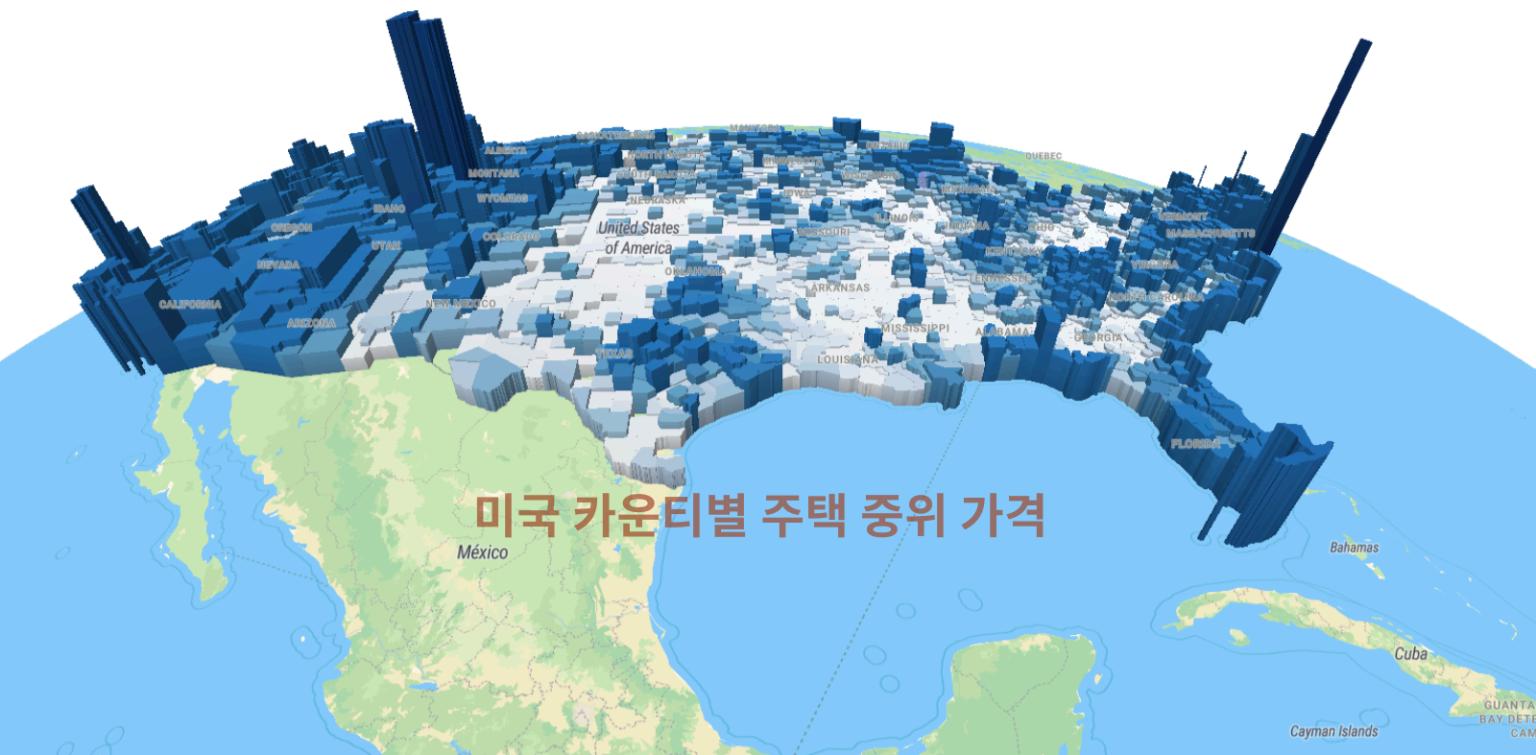


# GIS 프로그래밍

## 입문

오픈 소스 지리공간 도구를 위한 실용  
적인 파이썬 가이드

Qiusheng Wu



# GIS 프로그래밍 입문

오픈 소스 지리공간 도구를 위한 실용적인 파이썬  
가이드

Qiusheng Wu  
2025

# Contents

<b>서문</b> .....	<b>1</b>
소개 .....	3
이 책의 대상 독자 .....	3
이 책이 다루는 내용 .....	4
이 책을 최대한 활용하기 .....	5
이 책에서 사용하는 표기법 .....	5
코드 예제 다운로드 .....	6
비디오 튜토리얼 .....	6
연락하기 .....	7
감사의 말 .....	7
저자 소개 .....	8
라이선스와 저작권 .....	8
<b>I: 소프트웨어 설정</b> .....	<b>9</b>
1. <b>소프트웨어 도구 개요</b> .....	<b>11</b>
1.1. 소개 .....	11
1.2. 학습 목표 .....	11
1.3. 필수 소프트웨어 도구 .....	11
1.4. 도구 통합 및 워크플로 .....	13
1.5. 코드 예제 실행 .....	14
1.6. 핵심 요점 .....	14
2. <b>Python 패키지 관리 입문</b> .....	<b>15</b>
2.1. 소개 .....	15
2.2. 학습 목표 .....	15
2.3. Conda (Miniconda) 설치 .....	16
2.4. Conda 개념 이해 .....	17
2.5. 첫 번째 지리공간 환경 생성 .....	18
2.6. Conda 문제 해결 .....	18
2.7. 필수 Conda 명령어 .....	20
2.8. uv 소개: 빠른 대안 .....	24
2.9. 패키지 관리 모범 사례 .....	25
2.10. 핵심 요점 .....	26
2.11. 연습 문제 .....	26
3. <b>Visual Studio Code 설정</b> .....	<b>28</b>
3.1. 소개 .....	28
3.2. 학습 목표 .....	28
3.3. Visual Studio Code 설치 .....	28
3.4. Python 프로그래밍을 위한 필수 확장 프로그램 .....	29
3.5. Python 개발을 위한 VS Code 구성 .....	31
3.6. 필수 키보드 단축키 .....	32
3.7. 참고 자료 및 추가 학습 .....	34
3.8. 핵심 요점 .....	34
3.9. 연습 문제 .....	34
4. <b>Git을 이용한 버전 관리</b> .....	<b>36</b>

4.1. 소개 .....	36
4.2. 학습 목표 .....	37
4.3. GitHub 계정 설정 .....	37
4.4. Git 설치 .....	37
4.5. Git 구성 .....	38
4.6. Git 개념 이해 .....	38
4.7. 필수 Git 명령어 .....	39
4.8. GitHub 사용 .....	42
4.9. VS Code와의 통합 .....	43
4.10. 지리공간 프로젝트를 위한 모범 사례 .....	43
4.11. 핵심 요점 .....	44
4.12. 연습 문제 .....	45
<b>5. Google Colab 사용하기 .....</b>	<b>47</b>
5.1. 소개 .....	47
5.2. 학습 목표 .....	47
5.3. Google Colab 시작하기 .....	47
5.4. 지리공간 환경 설정 .....	48
5.5. 필수 Colab 기능 .....	50
5.6. Colab에서 코드 예제 실행 .....	51
5.7. 핵심 요점 .....	51
5.8. 연습 문제 .....	52
<b>6. JupyterLab으로 작업하기 .....</b>	<b>53</b>
6.1. 소개 .....	53
6.2. 학습 목표 .....	53
6.3. JupyterLab 설치 및 설정 .....	53
6.4. JupyterLab 시작하기 .....	54
6.5. 필수 키보드 단축키 .....	57
6.6. MyBinder에서 코드 예제 실행 .....	59
6.7. 핵심 요점 .....	59
6.8. 연습 문제 .....	59
<b>7. Docker 사용하기 .....</b>	<b>62</b>
7.1. 소개 .....	62
7.2. 학습 목표 .....	62
7.3. Docker Desktop 설치 .....	62
7.4. 기본 개념 .....	64
7.5. Docker에서 코드 예제 실행 .....	64
7.6. 일반적인 Docker 명령어 .....	65
7.7. 핵심 요점 .....	66
7.8. 연습 문제 .....	67
<b>II: 파이썬 프로그래밍 기초 .....</b>	<b>69</b>
<b>8. 변수와 데이터 타입 .....</b>	<b>71</b>
8.1. 소개 .....	71
8.2. 학습 목표 .....	71
8.3. Python의 변수 .....	71
8.4. 변수 명명하기 .....	72

8.5. 데이터 타입	73
8.6. 이스케이프 문자	74
8.7. Python의 주석	74
8.8. 변수와 데이터 타입 작업하기	74
8.9. 기본 문자열 연산	75
8.10. 핵심 요점	76
8.11. 연습문제	76
<b>9. Python 데이터 구조</b>	<b>78</b>
9.1. 소개	78
9.2. 학습 목표	78
9.3. 튜플	78
9.4. 리스트	79
9.5. 집합	81
9.6. 딕셔너리	84
9.7. 데이터 구조 선택 가이드	87
9.8. 핵심 요점	88
9.9. 연습문제	88
<b>10. 문자열 연산</b>	<b>90</b>
10.1. 소개	90
10.2. 학습 목표	90
10.3. 문자열 생성 및 조작	90
10.4. 지리공간 데이터를 위한 문자열 메서드	92
10.5. 문자열 형식화	95
10.6. 문자열 연산 결정 가이드	98
10.7. 핵심 요점	98
10.8. 연습문제	99
<b>11. 반복문과 조건문</b>	<b>101</b>
11.1. 소개	101
11.2. 학습 목표	101
11.3. For 반복문	101
11.4. While 반복문	103
11.5. 제어문: 코드에서 결정 내리기	104
11.6. 반복문과 제어문 결합	105
11.7. 반복문과 제어문 결정 가이드	107
11.8. 핵심 요점	108
11.9. 연습문제	108
<b>12. 함수와 클래스</b>	<b>110</b>
12.1. 소개	110
12.2. 학습 목표	110
12.3. 함수: 재사용 가능한 코드 블록 구축	110
12.4. 클래스: 데이터와 동작을 함께 조직화	115
12.5. 함수와 클래스 결합	117
12.6. 함수와 클래스 설계 가이드라인	117
12.7. 핵심 요점	118
12.8. 연습문제	118

<b>13. 파일 작업</b>	<b>120</b>
13.1. 소개	120
13.2. 학습 목표	120
13.3. 샘플 파일 생성	120
13.4. 파일 읽기와 쓰기	121
13.5. 예외 처리	122
13.6. 파일 처리와 예외 처리 결합	124
13.7. 다양한 파일 형식 작업	125
13.8. 핵심 요점	127
13.9. 연습문제	128
<b>14. NumPy와 Pandas를 이용한 데이터 분석</b>	<b>130</b>
14.1. 소개	130
14.2. 학습 목표	130
14.3. NumPy 소개	130
14.4. Pandas 소개	141
14.5. NumPy와 Pandas 결합	148
14.6. 핵심 요점	149
14.7. 추가 읽기	150
14.8. 연습문제	150
<b>III: 파일을 활용한 지리공간 프로그래밍</b>	<b>153</b>
<b>15. 지리공간 Python 입문</b>	<b>155</b>
15.1. 소개	155
15.2. 지리공간 파일 생태계	155
15.3. 라이브러리 관계 이해	156
15.4. 환경 설정	156
15.5. 검증 및 첫 단계	158
15.6. 학습 경로 및 장 개요	158
15.7. 기억해야 할 핵심 개념	159
15.8. 도움말 및 리소스 얻기	159
15.9. 다음 단계	160
15.10. 연습문제	160
<b>16. GeoPandas를 이용한 벡터 데이터 분석</b>	<b>161</b>
16.1. 소개	161
16.2. 학습 목표	161
16.3. 핵심 개념	161
16.4. GeoPandas 설치	162
16.5. GeoDataFrame 생성	162
16.6. 지리공간 데이터 읽기 및 쓰기	163
16.7. 투영과 좌표 참조 시스템(CRS)	164
16.8. 공간 측정 및 분석	166
16.9. 지리공간 데이터 시각화	168
16.10. 고급 기하학적 연산	172
16.11. 공간 관계 및 쿼리	175
16.12. 모범 사례 및 성능 고려사항	176
16.13. 핵심 요점	177

16.14. 연습문제 .....	177
<b>17. Rasterio를 이용한 래스터 데이터 작업 .....</b>	<b>179</b>
17.1. 소개 .....	179
17.2. 학습 목표 .....	179
17.3. Rasterio 설치 .....	180
17.4. 래스터 데이터 읽기 .....	180
17.5. 래스터 데이터 시각화 .....	183
17.6. 래스터 밴드 접근 및 조작 .....	191
17.7. 래스터 데이터 쓰기 .....	192
17.8. 래스터 데이터 클리핑 .....	193
17.9. 핵심 요점 .....	196
17.10. 연습문제 .....	196
<b>18. Xarray를 이용한 다차원 데이터 분석 .....</b>	<b>199</b>
18.1. 소개 .....	199
18.2. 학습 목표 .....	199
18.3. Xarray의 데이터 모델 이해 .....	200
18.4. 환경 설정 .....	200
18.5. 실제 기후 데이터 로딩 및 탐색 .....	201
18.6. DataArray 작업 .....	202
18.7. 직관적인 데이터 선택 및 인덱싱 .....	204
18.8. 다차원 데이터에 대한 연산 수행 .....	205
18.9. Xarray를 사용한 데이터 시각화 .....	207
18.10. Dataset 작업: 다중 변수 .....	210
18.11. 라벨 기반 연산의 힘 .....	211
18.12. 고급 인덱싱 기법 .....	212
18.13. 고수준 계산 연산 .....	213
18.14. 데이터 입력 및 출력 .....	216
18.15. 핵심 요점 .....	217
18.16. 더 읽어보기 .....	218
18.17. 연습문제 .....	218
<b>19. Rioxarray를 이용한 래스터 분석 .....</b>	<b>220</b>
19.1. 소개 .....	220
19.2. 학습 목표 .....	220
19.3. Rioxarray 환경 설정 .....	220
19.4. 지리참조된 래스터 데이터 로딩 및 탐색 .....	221
19.5. 기본 지리공간 연산 .....	224
19.6. 공간 차원 및 해상도 작업 .....	226
19.7. 지리공간 래스터 데이터 시각화 .....	228
19.8. 데이터 저장 및 파일 관리 .....	231
19.9. 좌표 시스템 비교 .....	233
19.10. 밴드 수학 소개 .....	235
19.11. 핵심 요점 .....	238
19.12. 연습문제 .....	239
<b>20. Leafmap을 이용한 인터랙티브 시각화 .....</b>	<b>241</b>
20.1. 소개 .....	241

20.2. 학습 목표 .....	242
20.3. Leafmap 설치 및 설정 .....	242
20.4. 대화형 지도 생성 .....	243
20.5. 기본 지도 변경 .....	246
20.6. 벡터 데이터 시각화 .....	251
20.7. 코로플레스 지도 생성 .....	256
20.8. GeoParquet 데이터 시각화 .....	257
20.9. PMTiles 시각화 .....	259
20.10. 래스터 데이터 시각화 .....	263
20.11. Maxar Open Data 액세스 및 시각화 .....	270
20.12. 핵심 요점 .....	277
20.13. 연습문제 .....	277
<b>21. <i>WhiteboxTools</i>를 이용한 지리공간 처리 .....</b>	<b>281</b>
21.1. 소개 .....	281
21.2. 학습 목표 .....	281
21.3. 왜 Whitebox인가? .....	281
21.4. Whitebox를 위한 유용한 자료 .....	283
21.5. Whitebox 설치 .....	283
21.6. 유역 분석 .....	284
21.7. LiDAR 데이터 분석 .....	297
21.8. 핵심 요점 .....	304
21.9. 연습문제 .....	305
<b>22. <i>MapLibre</i>를 이용한 3D 매핑 .....</b>	<b>307</b>
22.1. 소개 .....	307
22.2. 학습 목표 .....	307
22.3. 유용한 자료 .....	307
22.4. 설치 및 설정 .....	307
22.5. 인터랙티브 지도 생성 .....	308
22.6. 지도 컨트롤 추가 .....	309
22.7. 레이어 추가 .....	312
22.8. MapTiler 사용 .....	314
22.9. 3D 매핑 .....	315
22.10. 벡터 데이터 시각화 .....	322
22.11. 래스터 데이터 시각화 .....	332
22.12. 사용자 정의 구성 요소 추가 .....	334
22.13. PMTiles 시각화 .....	341
22.14. DeckGL 레이어 추가 .....	346
22.15. HTML로 내보내기 .....	349
22.16. 주요 내용 .....	349
22.17. 연습 문제 .....	349
<b>23. <i>Earth Engine</i>과 <i>Geemap</i>을 이용한 클라우드 컴퓨팅 .....</b>	<b>352</b>
23.1. 소개 .....	352
23.2. 학습 목표 .....	352
23.3. Google Earth Engine 소개 .....	352
23.4. 인터랙티브 지도 및 도구 소개 .....	355

23.5. Earth Engine 데이터 카탈로그 .....	360
23.6. Earth Engine 데이터 유형 .....	362
23.7. Earth Engine 래스터 데이터 .....	362
23.8. Earth Engine 벡터 데이터 .....	364
23.9. Earth Engine 데이터 시각화를 위한 추가 도구 .....	367
23.10. 벡터 데이터 처리 .....	376
23.11. 래스터 데이터 처리 .....	378
23.12. Earth Engine 데이터 내보내기 .....	385
23.13. 타임랩스 애니메이션 생성 .....	387
23.14. Earth Engine 데이터 차트 작성 .....	393
23.15. 주요 요점 .....	422
23.16. 연습문제 .....	423
<b>24. <i>HyperCoast</i>를 이용한 초분광 데이터 시각화 .....</b>	<b>425</b>
24.1. 개요 .....	425
24.2. 학습 목표 .....	425
24.3. 환경 설정 .....	426
24.4. 초분광 데이터 찾기 .....	426
24.5. 초분광 데이터 다운로드 .....	428
24.6. 초분광 데이터 읽기 .....	429
24.7. 초분광 데이터 시각화 .....	429
24.8. 이미지 큐브 생성 .....	431
24.9. 대화형 슬라이싱 .....	432
24.10. 대화형 임계값 설정 .....	434
24.11. 핵심 요점 .....	435
24.12. 연습문제 .....	435
<b>25. <i>DuckDB</i>를 이용한 고성능 지리공간 분석 .....</b>	<b>437</b>
25.1. 개요 .....	437
25.2. 학습 목표 .....	437
25.3. 설치 및 설정 .....	438
25.4. 공간 분석을 위한 SQL 기초 .....	440
25.5. Python API 통합 .....	445
25.6. 데이터 가져오기 .....	447
25.7. 데이터 내보내기 .....	451
25.8. 지오메트리 작업 .....	453
25.9. 공간 관계 .....	456
25.10. 공간 조인 .....	458
25.11. 대규모 데이터 분석 .....	461
25.12. 핵심 요점 .....	468
25.13. 연습문제 .....	469
<b>26. <i>GDAL</i>과 <i>OGR</i>를 이용한 지리공간 데이터 처리 .....</b>	<b>473</b>
26.1. 개요 .....	473
26.2. 학습 목표 .....	473
26.3. 설치 및 설정 .....	474
26.4. 샘플 데이터셋 .....	474
26.5. 데이터 이해하기 .....	474

26.6. 좌표 변환 .....	475
26.7. 형식 변환 .....	476
26.8. 클리핑과 마스킹 .....	477
26.9. 래스터 분석 및 계산 .....	478
26.10. 래스터와 벡터 간 변환 .....	479
26.11. 지오메트리 처리 .....	480
26.12. 필드 및 레이어 관리 .....	481
26.13. 타일링과 데이터 관리 .....	482
26.14. 고급 래스터 처리 .....	483
26.15. 지형 분석 .....	484
26.16. 핵심 요점 .....	490
26.17. 참고 자료 및 추가 읽기 .....	491
26.18. 연습문제 .....	491
<b>27. <i>Voilà</i>와 <i>Solara</i>를 이용한 인터랙티브 대시보드 구축 .....</b>	<b>494</b>
27.1. 개요 .....	494
27.2. 학습 목표 .....	495
27.3. Voilà와 Solara 설치하기 .....	495
27.4. Hugging Face Spaces 소개 .....	495
27.5. 기본 Voilà 애플리케이션 생성하기 .....	496
27.6. Solara로 고급 웹 애플리케이션 생성하기 .....	502
27.7. 핵심 요점 .....	507
27.8. 연습문제 .....	508
<b>28. <i>Apache Sedona</i>를 이용한 분산 컴퓨팅 .....</b>	<b>509</b>
28.1. 소개 .....	509
28.2. 학습 목표 .....	510
28.3. Apache Sedona 설치 및 설정 .....	510
28.4. 샘플 데이터 다운로드 .....	512
28.5. 핵심 개념 및 데이터 구조 .....	512
28.6. 공간 연산 및 함수 .....	515
28.7. 공간 조인 및 인덱싱 .....	518
28.8. 고급 공간 분석 .....	520
28.9. 벡터 데이터 읽기 .....	522
28.10. 벡터 데이터 시각화 .....	525
28.11. 벡터 데이터 쓰기 .....	528
28.12. 래스터 데이터 읽기 .....	529
28.13. 래스터 데이터 시각화 .....	530
28.14. 래스터 지도 대수 .....	531
28.15. 래스터 구역 통계 .....	533
28.16. 래스터 데이터 쓰기 .....	534
28.17. GeoPandas와의 통합 .....	535
28.18. 실제 사용 사례 .....	538
28.19. 주요 요점 .....	539
28.20. 참고 자료 및 추가 읽기 .....	540
28.21. 연습 문제 .....	540

# 서문

## 소개

지리정보시스템(GIS)과 지리공간 분석은 환경과학과 도시계획부터 비즈니스 분석과 공중보건에 이르기까지 수많은 분야에서 필수적인 도구가 되었습니다. 지리공간 데이터의 양과 복잡성이 기하급수적으로 증가함에 따라, 이러한 데이터를 프로그래밍 방식으로 처리, 분석, 시각화하는 능력은 공간 정보를 다루는 연구자, 분석가, 전문가에게 필수적인 기술이 되었습니다.

Python은 지리공간 분석을 위한 주요 프로그래밍 언어로 부상했으며, 복잡한 공간 연산을 초급자와 전문가 모두에게 접근 가능하게 만드는 풍부한 라이브러리와 도구 생태계를 제공합니다. 그러나 Python 초보자에서 자신감 있는 지리공간 프로그래머로 가는 길은 배워야 할 수 많은 라이브러리와 마스터해야 할 개념들로 인해 벅차게 느껴질 수 있습니다.

이 책은 Python을 활용한 지리공간 프로그래밍 학습에 대한 체계적이고 실용적인 접근법을 제공하여 그러한 간극을 메웁니다. 처음부터 고급 기법으로 압도하기보다는, 지리공간 프로그래밍 여정 전반에 걸쳐 도움이 될 필수 기술의 견고한 기초를 구축하는 데 중점을 둡니다. 각 장은 이전 장을 기반으로 하여 이론적 이해와 실용적 전문성을 모두 개발할 수 있도록 보장합니다.

이 책에서 취하는 접근법은 실습 중심이며 예제 기반입니다. 실제 지리공간 데이터셋으로 작업하고, 실용적인 문제를 해결하며, 지리공간 분석과 시각화를 위한 Python의 강력함을 보여주는 프로젝트를 구축할 것입니다. 이 책을 마칠 때쯤이면, 여러분만의 지리공간 프로그래밍 도전과제를 해결할 수 있는 자신감과 기술을 갖게 될 것입니다.

## 이 책의 대상 독자

이 책은 지리공간 분석과 시각화를 위해 Python의 힘을 활용하고자 하는 다양한 학습자들을 위해 설계되었습니다:

**학생과 연구자** - 지리학, 환경과학, 도시계획, 데이터사이언스 및 관련 분야에서 연구나 학습의 일환으로 공간 데이터를 분석해야 하는 분들. 사전 프로그래밍 경험은 가정하지 않지만, 컴퓨터와 데이터 분석 개념에 대한 기본적인 친숙함이 도움이 됩니다.

**GIS 전문가** - 현재 데스크톱 GIS 소프트웨어를 사용하고 있으며 프로그래밍 기술로 도구상자를 확장하고자 하는 분들. ArcGIS, QGIS 또는 유사한 도구로 작업해 본 경험이 있고 워크플로우를 자동화하거나 전통적인 GIS 소프트웨어에서 어려운 분석을 수행하고자 한다면, 이 책이 그러한 전환을 도울 것입니다.

**데이터 사이언티스트와 분석가** - 위치 기반 데이터로 작업하며 기술 세트에 공간 분석 능력을 추가하고자 하는 분들. Python 기초에는 익숙하지만 지리공간 개념이 새롭다면, 이 책이 필요한 공간적 사고와 도구를 소개할 것입니다.

**소프트웨어 개발자** - 지리공간 데이터를 다루는 애플리케이션 구축에 관심이 있는 분들. 웹 매핑 애플리케이션, 위치 기능이 있는 모바일 앱, 또는 데이터 처리 파이프라인을 개발하든 상관없이, 이 책은 필요한 기초를 제공합니다.

**자기주도 학습자와 경력 전환자** - 성장하는 지리공간 데이터사이언스 분야에 관심이 있는 분들. 이 책은 Python 프로그래밍이나 GIS 개념에 대한 사전 지식을 가정하지 않으므로 동기가 있는 초급자도 접근할 수 있습니다.

**정부와 산업계 전문가** - 도시계획가, 환경 컨설턴트, 시장 연구자, 물류 코디네이터, 공중보건 담당자 등 업무에 공간 분석을 통합해야 하는 분들.

핵심 요구사항은 호기심과 학습 의지입니다. 프로그래밍 경험이 도움이 되지만 필수는 아닙니다. 우리는 기초부터 시작하여 체계적으로 구축해 나갑니다.

## 이 책이 다루는 내용

이 책은 소프트웨어 설정부터 Python 기초를 거쳐 고급 지리공간 프로그래밍까지 점진적으로 발전하는 세 개의 섹션으로 구성되어 있습니다:

**소프트웨어 설정**은 지리공간 프로그래밍에 필요한 모든 것을 갖춘 개발 환경을 준비합니다. 패키지 관리를 위한 Miniconda, 개발을 위한 VS Code, 버전 관리를 위한 Git, 그리고 Google Colab과 JupyterLab 같은 클라우드 기반 대안을 포함한 필수 도구들을 설치하고 구성하는 방법을 배울 것입니다. 이 섹션은 프로그래밍에 뛰어들기 전에 견고한 기초를 보장합니다.

**Python 프로그래밍 기초**는 일곱 개의 포괄적인 장을 통해 핵심 프로그래밍 기술을 구축합니다. Python 기초부터 시작하여 변수와 데이터 타입, 데이터 구조(리스트, 딕셔너리, 집합), 문자열 연산, 루프와 조건문을 통한 제어 흐름, 함수와 클래스, 파일 처리, 그리고 NumPy와 Pandas를 활용한 데이터 분석을 마스터할 것입니다. 이러한 기술들은 모든 지리공간 프로그래밍 작업의 기초를 형성합니다.

**Python을 활용한 지리공간 프로그래밍**은 여러분을 자신감 있는 지리공간 프로그래머로 변화시키는 14개의 전문화된 장으로 구성됩니다:

- **지리공간 Python 소개** - 핵심 개념과 Python 지리공간 생태계
- **GeoPandas를 활용한 벡터 데이터 분석** - 점, 선, 면 데이터 작업
- **Rasterio를 활용한 래스터 데이터** - 위성 이미지와 격자 데이터셋 처리
- **Xarray를 활용한 다차원 데이터 분석** - 복잡한 과학 데이터셋 처리
- **Rioxarray를 활용한 래스터 분석** - 고급 래스터 처리와 분석
- **Leafmap을 활용한 인터랙티브 시각화** - 동적, 인터랙티브 지도 생성
- **WhiteboxTools를 활용한 지리처리** - 고급 공간 분석 연산
- **MapLibre를 활용한 3D 매핑** - 3차원 시각화 구축
- **Earth Engine과 Geemap을 활용한 클라우드 컴퓨팅** - 대규모 분석을 위한 Google Earth Engine 활용
- **HyperCoast를 활용한 하이퍼스펙트럴 데이터 시각화** - 하이퍼스펙트럴 데이터 작업
- **DuckDB를 활용한 고성능 지리공간 분석** - 고성능 공간 데이터 처리
- **GDAL과 OGR을 활용한 지리공간 데이터 처리** - 다양한 지리공간 데이터 형식 작업
- **Solara를 활용한 인터랙티브 대시보드 구축** - 지리공간 애플리케이션을 위한 인터랙티브 대시보드 생성
- **Apache Sedona를 활용한 분산 컴퓨팅** - 분산 환경에서 대용량 지리공간 데이터셋 처리

각 장은 일관된 구조를 따릅니다:

- 실제 상황과 함께 하는 명확한 개념 설명
- 상세한 주석이 포함된 단계별 코드 예제
- 실제 지리공간 데이터셋을 사용한 실습 연습
- 일반적인 함정과 문제 해결 가이드
- 추가 자료와 심화 학습 참고자료

이러한 진행 과정은 각 장이 이전 개념을 기반으로 하면서 새로운 능력을 도입하도록 신중히 설계되어, 지리공간 프로그래밍에서 폭과 깊이를 모두 개발할 수 있도록 보장합니다.

## 이 책을 최대한 활용하기

이 책으로 학습 경험을 극대화하려면 다음 권장사항을 고려하세요:

**적절한 개발 환경 설정:** 책의 첫 번째 섹션에서 설명하는 대로 Python과 필요한 라이브러리를 설치하세요. 잘 구성된 환경은 학습 여정 전반에 걸쳐 시간과 좌절을 절약해 줄 것입니다. 지리공간 라이브러리의 설치를 단순화하므로 conda나 uv를 사용하여 Python 패키지를 관리하는 것을 고려하세요.

**코드 예제 따라하기:** 이 책은 인터랙티브하게 설계되었습니다. 코드를 읽기만 하지 마시고 직접 타이핑하고, 실행하고, 수정을 실험해 보세요. 이해는 연습을 통해 오며, 각 예제는 나중에 필요한 기술을 구축합니다.

**연습문제 해결하기:** 각 장에는 배운 개념을 강화하도록 설계된 연습문제가 포함되어 있습니다. 이들은 선택사항이 아니라 학습 과정의 필수 부분입니다. 가이드가 있는 연습문제부터 시작한 다음, 자신만의 프로젝트로 도전해 보세요.

**실제 데이터 사용:** 책에서 예제와 연습을 위한 데이터셋을 제공하지만, 자신의 분야나 관심사와 관련된 데이터에 기법을 적용해 보세요. 이는 개념이 실제 시나리오에 어떻게 적용되는지 이해하고 능력에 대한 자신감을 구축하는 데 도움이 될 것입니다.

**프로젝트 구축:** 책을 진행하면서 관심 있는 개인 프로젝트를 진행하는 것을 고려해 보세요. 이는 연구 데이터 분석, 지역사회를 위한 지도 생성, 업무에서 마주친 문제 해결 등이 될 수 있습니다.

**인내심 갖기:** 프로그래밍은 특히 배우는 중일 때 좌절스러울 수 있습니다. 오류를 마주하고, 디버깅에 시간을 보내고, 때로는 막히는 느낌을 받는 것을 예상하세요. 이는 정상적이며 학습 과정의 일부입니다. 필요할 때 휴식을 취하고, 전문성은 꾸준한 연습을 통해 점진적으로 발전한다는 것을 기억하세요. 막힐 때는 책의 GitHub 리포지토리에서 도움을 요청하는 것을 주저하지 마세요.

**계속 연습하기:** 이 책의 기술들은 유지하고 발전시키기 위해 정기적인 연습이 필요합니다. 작은 것이라도 지리공간 프로그래밍 프로젝트를 진행할 시간을 정기적으로 할애하세요.

## 이 책에서 사용하는 표기법

이 책은 내용을 탐색하고 코드 예제를 이해하는 데 도움이 되는 여러 표기법을 사용합니다:

**코드 서식:** 모든 Python 코드는 코드 블록 내에서 등록 글꼴로 표시됩니다. 일반 텍스트 내에서 코드가 나타날 때는 이렇게 서식이 지정됩니다. 파일과 디렉토리 이름도 등록 글꼴로 서식이 지정됩니다.

**코드 예제:** 대부분의 코드 예제는 완전하고 실행 가능합니다. 여기에는 시연되는 핵심 개념과 기법을 설명하는 주석이 포함됩니다. 함께 제공되는 텍스트에서 참조를 위해 행 번호가 포함될 수 있습니다.

```
# 코드 블록의 예시입니다
import leafmap
m = leafmap.Map()
m.add_basemap("OpenTopoMap") # 지도에 베이스맵 추가
m
```

**명령줄 지시사항:** 명령줄이나 터미널에 입력할 명령어는 \$ 프롬프트와 함께 표시됩니다:

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

## 코드 예제 다운로드

이 책의 모든 코드 예제, 데이터셋, 보충 자료는 GitHub에서 무료로 이용할 수 있습니다.

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

자료를 다운로드하려면 다음 방법 중 하나를 사용할 수 있습니다:

- **리포지토리 복제** (Git이 설치된 경우):

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

- **ZIP으로 다운로드** (Git을 사용하지 않으려는 경우):

- GitHub 리포지토리 페이지 방문
- 녹색 **Code** 버튼 클릭
- **Download ZIP** 선택
- 선호하는 위치에 파일 압축 해제

- 특정 예제만 필요한 경우 GitHub 인터페이스를 통해 **개별 파일 온라인 탐색**

리포지토리는 수정사항, 개선사항, 추가 예제로 정기적으로 업데이트됩니다. 주기적으로 확인하거나 GitHub에서 리포지토리를 **팔로우**하여 변경사항 알림을 받으세요.

코드에서 오류를 발견하거나 개선 제안이 있으시면 GitHub에서 이슈를 열거나 풀 리퀘스트를 제출해 주세요. 커뮤니티 기여는 이 자료를 모두에게 더 나은 것으로 만드는 데 도움이 됩니다.

## 비디오 튜토리얼

서면 내용을 보완하여, 이 책은 핵심 개념을 안내하고 추가 예제를 제공하는 포괄적인 비디오 튜토리얼 시리즈로 지원됩니다:

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

비디오는 서면 자료를 대체하는 것이 아니라 보완하도록 설계되었습니다. 특히 다음과 같은 경우에 도움이 됩니다:

- 코드가 작성되고 실행되는 것을 보는 것으로부터 도움을 받는 시각적 학습자
- 여러 설명을 통해 복잡한 개념 이해
- 개발 워크플로우와 모범 사례에 대한 학습
- 문제에 접근하고 이슈를 디버그하는 방법 보기

재생목록은 책의 구조를 따르도록 구성되어 있습니다. 책을 진행하면서 순서대로 시청하거나 필요에 따라 특정 주제로 이동할 수 있습니다.

비디오는 제가 테네시 대학교에서 **Introduction to GIS Programming**<sup>1</sup> 과정을 가르쳤던 2024년 가을에 제작되었습니다. 과정은 종료되었지만, 비디오는 여전히 관련성이 있으며 책의 참고자료로 사용할 수 있습니다. 향후 추가 비디오가 추가될 예정입니다.

---

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

## 연락하기

독자들의 피드백, 질문, 제안을 환영합니다. 여러분의 의견은 책을 개선하고 지리공간 프로그래밍 커뮤니티에 더 유용하게 만드는 데 도움이 됩니다.

### 책 관련 질문과 토론:

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

### 특히 도움이 되는 피드백 유형:

- 텍스트나 코드의 오류 또는 불분명한 설명
- 추가 예제나 사용 사례에 대한 제안
- 새로운 주제나 장에 대한 아이디어
- 다른 운영체제나 라이브러리 버전과의 호환성 문제 보고
- 책의 기법을 어떻게 적용했는지에 대한 성공 사례

## 감사의 말

이 책은 많은 개인들과 더 넓은 오픈소스 지리공간 커뮤니티의 기여와 지원 없이는 불가능했을 것입니다.

**오픈소스 커뮤니티:** 이 책은 Python 지리공간 생태계를 만들고 유지해 온 수많은 오픈소스 개발자들의 놀라운 작업을 기반으로 합니다. NumPy, Pandas, GeoPandas, Rasterio, Xarray, Rioxarray, Folium, ipyleaflet, MapLibre, GDAL 및 지리공간 프로그래밍을 접근 가능하게 만드는 많은 다른 라이브러리들의 개발자와 유지보수자들에게 특별한 감사를 표합니다.

**학생과 동료들:** 테네시 대학교에서의 지리공간 프로그래밍 과정 학생들의 질문, 도전, 통찰이 이 책의 접근 법과 내용을 형성했습니다. 무엇이 효과적이고 그렇지 않은지에 대한 그들의 피드백은 진정으로 학습자에게 도움이 되는 자료를 만드는데 매우 귀중했습니다.

**연구 협력자들:** 지리공간 연구 커뮤니티의 동료들과 협력자들이 책 전반에 걸친 실용적인 예제를 알려주는 실제 사용 사례, 데이터셋, 문제 시나리오를 제공했습니다.

**가족과 친구들:** 기술서를 쓰는 것은 상당한 시간과 집중을 필요로 합니다. 이 프로젝트에 전념한 많은 저녁과 주말을 이해해 준 가족과 친구들의 인내와 지원에 감사합니다.

**더 넓은 GIS 커뮤니티:** 지리공간 분야는 지식과 도구를 공유하는 기초 위에 구축되었습니다. 이 책은 그 전통의 일부이며, 지리공간 프로그래밍 학습을 위한 자료에 기여할 수 있어 영광입니다.

이 책은 [MyST Markdown](#)<sup>2</sup>을 사용하여 작성되었으며 [min-book](#)<sup>3</sup> 템플릿과 함께 [Typst](#)<sup>4</sup>를 사용하여 컴파일되었습니다. Typst와 MyST Markdown 프로젝트의 개발자와 유지보수자들에게 감사드립니다. [Maycon F. Melo](#)<sup>5</sup>에게 min-book 템플릿과 이 책을 위한 템플릿 커스터마이징 도움에 대해 특별한 감사를 표합니다.

이 책의 모든 오류나 누락은 제 책임입니다. 독자 피드백을 바탕으로 문제를 해결하고 내용을 개선하는 데 전념하고 있습니다.

---

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

<sup>3</sup><https://github.com/mayconfmelo/min-book>

<sup>4</sup><https://github.com/typst/typst>

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

## 저자 소개

Dr. Qiusheng Wu는 테네시 대학교 뉴스빌 캠퍼스 지리학 및 지속가능성학과의 부교수이자 대학원 과정 디렉터입니다. 또한 Amazon Scholar로도 활동하고 있습니다. Wu 박사의 연구는 지리공간 데이터사이언스와 오픈소스 소프트웨어 개발에 중점을 두며, 특히 대용량 지리공간 데이터와 클라우드 컴퓨팅을 활용하여 환경 변화, 특히 지표수와 습지 침수 역학을 연구하는 데 집중하고 있습니다. 그는 [geemap](#)<sup>6</sup>, [leafmap](#)<sup>7</sup>, [segment-geospatial](#)<sup>8</sup>, [geoai](#)<sup>9</sup> 등 널리 사용되는 여러 오픈소스 Python 패키지의 개발자로서, 고급 지리공간 분석과 인터랙티브 시각화를 지원합니다. 그의 오픈소스 작업은 GitHub의 [Open Geospatial Solutions](#)<sup>10</sup>에서 확인할 수 있습니다.

## 라이선스와 저작권

이 책은 오픈 사이언스와 오픈 교육의 원칙을 받아들입니다. 투명성, 학습, 재사용을 지원하기 위해, 이 책의 **코드 예제**는 [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](#) 라이선스 하에 공개됩니다. 이는 적절한 크레딧을 제공하는 한 상업적 목적으로도 코드를 복사, 수정, 배포할 수 있음을 의미합니다.

코드 사용 시 책을 인용하거나 GitHub 리포지토리로 링크하여 출처를 표시해 주세요:

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

코드는 자유롭게 이용할 수 있지만, 이 책의 **텍스트, 그림, 이미지**는 저자가 **저작권**을 가지고 있으며 명시적인 허가 없이 복제, 재배포, 수정할 수 없습니다. 여기에는 별도로 명시되지 않은 한 모든 서면 내용, 사용자 정의 다이어그램, 내장된 시각화가 포함됩니다.

예를 들어 교육, 발표, 출판을 위해 책의 비코드 자료를 재사용하거나 각색하고자 한다면, 저자에게 연락하여 허가를 요청해 주세요.

이러한 이중 라이선스 접근법은 학습 자료에 대한 개방적 접근과 독창적인 창작물의 보호 사이의 균형을 유지하는 데 도움이 됩니다. 이러한 조건을 존중하고 오픈소스 지리공간 커뮤니티를 지원해 주셔서 감사합니다.

---

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

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

<sup>8</sup><https://samgeo.gishub.org>

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

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

# GIS 프로그래밍 입문

## 오픈 소스 지리공간 도구를 위한 실용적인 파이썬 가이드

공간 데이터 분석에 대한 수요는 환경과학, 도시계획, 공중보건, 비즈니스 등 다양한 분야에서 계속해서 증가하고 있으며, 이에 따라 복잡한 지리공간 데이터를 처리할 수 있는 접근 가능하고 확장 가능한 도구의 필요성도 커지고 있습니다. \\*『Python으로 배우는 GIS 프로그래밍 입문』 \\*은 공간 분석을 마스터하기 위한 실용적인 안내서입니다.

여러분이 학생이든, GIS 전문가이든, 데이터 분석가이든, 개발자이든 관계없이, 이 실습 중심의 도서는 Python을 활용한 지리공간 프로그래밍을 배우는데 도움이 되는 구조화된 초보자 친화적 경로를 제공합니다. Python의 기초부터 시작하여, GeoPandas, Rasterio, Leafmap, Geemap, GDAL과 같은 강력한 오픈 소스 라이브러리를 사용한 고급 공간 분석 및 인터랙티브 시각화까지 점차적으로 실력을 쌓을 수 있습니다.

이 책의 가장 큰 특징은 예제 중심의 접근 방식입니다. 실제 데이터셋을 활용하고, 현실적인 문제를 해결하며, 정적인 지도부터 동적인 웹 애플리케이션까지 의미 있는 결과물을 만들어 나가게 됩니다. 각 장은 이론, 주석이 포함된 코드, 실습 문제, 문제 해결 팁을 조합하여 단계별로 여러분의 실력을 향상시키도록 세심하게 구성되어 있습니다.

### 이 책에서 배우게 될 내용:

- Conda, VS Code, Git, Docker, 그리고 클라우드 컴퓨팅 도구를 활용한 개발 환경 설정 방법
- 변수, 자료 구조, 파일 입출력, Pandas 등 Python 프로그래밍의 핵심 기초
- 벡터 및 래스터 데이터 처리, 인터랙티브 지도 작성, 3D 시각화, 지리공간 처리 기법
- Google Earth Engine을 활용한 클라우드 기반 지리공간 컴퓨팅과 하이퍼스펙트럴 데이터, 공간 SQL과 같은 고급 주제

우 추성 박사(Qiusheng Wu)는 오픈 지리공간 데이터 과학 분야의 선도적인 연구자이자 교육자입니다. 그는 geemap, leafmap, segment-geospatial, geoai 등 널리 사용되는 여러 오픈소스 Python 패키지의 개발자입니다.

온라인에서 그와 연결해 보세요:

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



QR 코드를 스캔하여 도서 웹사이트 (<https://gispro.gishub.org>)에 방문하고 코드 예제를 다운로드하세요.