
目录

前言	xv
序言	xvii
1. 3D 数据科学导论	1
3D 数据科学概述	2
维度与 3D 数据科学	2
空间 AI: 从现实到虚拟	3
3D 数据: 基本构建模块	6
几何、拓扑与语义	8
几何、拓扑与语义的整合	11
3D 点云简介	13
3D 数据科学模块化工作流程	15
数据采集	16
预处理	19
配准	22
3D 数据分类 (语义注入)	23
结构化/建模	26
3D 数据分析	27
3D 数据可视化	28
应用 (软件) 开发	30
自动化的必要性	33
3D 数据科学工作流程挑战	35
工业中的 3D 数据科学	39
总结	41
2. 资源与软件基础	43
基础资源	45

数学	45
计算机科学	46
3D 数据专业知识	49
3D 人工智能	51
3D 硬件推荐	53
本地 3D 开发	53
云计算	55
3D 必备软件和工具	57
3D 重建软件	58
3D 数据处理软件	61
3D 可视化软件	66
总结	71
3. 3D Python 与 3D 数据设置	73
3D Python 环境配置与库	74
操作系统选择	75
环境配置	76
基础 Python 库	78
3D Python 库	80
Python 集成开发环境	81
创建 3D Python 程序	83
在 Python 中导入 3D 数据	84
提取特定属性	85
基于属性的数据分析	86
3D 数据可视化与导出	87
3D 重建方法	88
真实世界 3D 重建（基于传感器）	89
创意 3D 重建	92
3D 数据集：策划	94
基于图像重建的 3D 数据	94
多模态网页爬取	97
总结	103
4. 3D 数据表示与结构化	105
3D 数据表示	106
3D 点云	106
基于图像的表示	112
体素模型	121
高级 3D 数据表示	123
3D 表面模型	124
3D 数据规范链接	131

网格到点云	132
体素到点云	133
栅格到点云	134
3D 数据结构: k-d 树, 八叉树, BVH	139
k-d 树	140
八叉树	142
文件组织	144
总结	146
5. 使用 Python 开发多模态 3D 查看器.....	149
3D Python 及代码设置	151
3D 数据策划	152
3D 数据准备	152
初步分析	153
3D 数据降采样	153
数据预处理	155
3D 数据可视化	155
多模态 3D 体验	157
兴趣点查询	157
手动边界选择	160
查找高点和低点	162
点云体素化	164
建筑覆盖提取	167
总结	169
6. 点云数据工程.....	171
基础知识	172
初步预处理	173
特征提取基础	179
点云特征提取策略	179
全局特征提取	180
局部特征提取	181
主成分分析	182
Python 与数据准备	184
使用 pandas 进行聚类识别	185
3D 数据归一化	186
提取主成分	186
PCA 的 3D 可视化	188
3D 数据配准: 统一视角	190
3D 数据配准基础	191
配准初始化	192

粗配准	193
迭代最近点	196
精细配准：ICP	197
总结	199
7. 构建 3D 分析应用	201
3D 项目环境准备	203
数据集收集	203
Python 及环境配置	204
使用 PyVista 的 3D 数据基础	205
3D 数据结构创建 (KDTree)	207
协方差矩阵、特征值与特征向量	209
平面性、线性、全方差、垂直性、法线	211
邻域定义与选择	212
自动化与扩展	214
交互式阈值设定	216
3D 数据结果导出	218
总结	219
8. 3D 数据分析	221
3D 数据分析类型	222
3D 描述性数据分析	223
3D 探索性数据分析	224
3D 预测性数据分析	225
3D 规范性数据分析	226
附加注意事项	226
3D 数据分析工具	227
环境与数据准备	228
元数据分析与数据剖析	231
几何与形状分析	232
统计分析	239
属性分析	254
3D 诊断工具	258
3D 偏差分析：平面案例	259
3D 偏差分析：网格案例	263
总结	267
9. 3D 形状识别	269
RANSAC 入门：3D 平面形状识别	270
RANSAC	271
数据与环境配置	273

几何模型选择	273
3D 形状拟合	274
迭代与函数定义	281
应用 1: RANSAC 用于分割任务	282
应用 2: RANSAC 用于分析任务	284
应用 3: RANSAC 用于建模任务	286
区域增长用于 3D 形状检测	298
区域增长原理	299
区域增长: 实际环境配置	301
区域增长: 实现	302
混合方法: RANSAC 与区域增长	308
总结	311
10. 3D 建模: 高级技术.....	315
高保真网格生成	316
高保真 3D 网格概述	316
任务	320
数据准备	320
选择网格划分策略	320
其他 3D 网格划分策略	326
使用 Python 进行 3D 网格划分	327
细节层次创建	328
可视化与软件	330
3D 体素及体素化	331
Python 环境初始化	332
加载数据	333
创建体素网格	334
生成体素立方体 (3D 网格)	335
导出网格对象 (.ply 或 .obj)	336
参数化建模	337
CadQuery 及环境配置	339
参数化模型的输入输出: 2D (DXF) 和 3D (STL)	342
参数化建模技术	345
布尔运算	349
建模各种零件	350
总结	352
基于单目图像的 3D 建模: 深度估计与重建	353
环境搭建与库安装	354
数据集收集	355
图像预处理与模型设置	355
模型的深度估计预测	357

点云生成	358
定义相机内参	359
3D 建模：3D 点云到网格	362
总结	363
11. 基于 LiDAR 数据的 3D 建筑重建.....	365
阶段 1：3D Python 环境搭建	366
项目环境搭建	366
项目笔记本配置	368
阶段 2：数据准备	370
航拍 LiDAR 数据整理	370
航拍 LiDAR 数据预处理	371
阶段 3：实验	374
无监督点云分割	375
3D 房屋分段隔离	377
二维建筑轮廓提取	378
语义及属性提取	379
二维到三维向量转换	383
3D 模型创建：网格	385
阶段 4：自动化与扩展	387
总结	390
12. 3D 机器学习：聚类.....	393
无监督分割的聚类	396
聚类基础	397
聚类代表性	401
聚类算法类型	408
k 均值聚类	410
k 均值：工作流程定义	412
3D Python 上下文定义	414
LiDAR 数据预处理	416
k 均值算法实现	418
DBSCAN 用于无监督分割	421
DBSCAN 原理	422
策略	423
实验设置	424
基于 RANSAC 的 3D 平面形状识别	425
DBSCAN 用于 3D 点云分割	427
多重 RANSAC 框架	429
结合 DBSCAN 的多重 RANSAC 优化	431
DBSCAN 优化	432

DBSCAN 与 k 均值对比	433
总结	436
13. 用于无监督分割的图和基础模型	439
基于连通性的聚类	440
任务简介	442
核心原理	443
步骤 1：环境搭建	445
步骤 2：3D 聚类的图论	447
步骤 3：图分析	453
步骤 4：绘制图形（可选）	454
步骤 5：点云的连通分量	455
步骤 6：3D 点云的欧氏聚类	457
讨论与展望	460
Segment Anything 模型	461
任务	462
3D 项目搭建	463
Segment Anything 模型核心概念	466
3D 点云到图像投影	472
使用 SAM 的无监督分割	474
总结	478
14. 监督式 3D 机器学习基础	481
从无监督学习到监督学习	483
监督学习概念	484
监督学习分类	488
3D 语义分割示例	489
3D 点云语义分割	490
3D Python 与数据设置	493
特征选择与准备	494
指标与模型	499
推理与泛化	503
利用 3D 深度学习专攻 3D 机器学习	510
总结	512
15. 使用 PyTorch 的 3D 深度学习	515
3D 深度学习骨干网络	517
网络架构	517
数据准备	520
AI 模型训练	521
部署训练好的模型	524

PyTorch 实现	525
安装 PyTorch (含 CUDA)	526
张量：构建基石	526
神经网络模块	527
定义 3D 神经网络	528
超参数定义	531
优化器与损失函数	531
PyTorch 数据加载器	532
PyTorch 训练循环	533
PyTorch 推理	534
3D 深度学习：架构	535
3D 卷积神经网络：体素	536
3D 图神经网络	538
基于点的架构：PointNet 与点云	541
多视角 CNN	542
3D 机器学习与 3D 深度学习对比	545
微调、迁移学习与 3D 数据增强	546
迁移学习	546
微调	547
3D 数据增强：扩展数据集	548
总结	549
16. PointNet 用于 3D 物体分类.....	551
PointNet：基于点的 3D 深度学习架构	553
3D 物体分类	560
3D 物体分类基础	560
环境配置	562
数据集整理	562
PointNet：数据集准备	564
PointNet 架构定义	565
PointNet 损失定义	568
PointNet 训练	570
PointNet 指标与评估	572
PointNet 实际推理	575
大规模语义分割注意事项	579
总结	584
17. 3D 数据科学工作流程.....	587
3D 数据采集	588
3D 数据准备与工程	590
噪声去除	590

子采样	591
特征提取	592
3D 数据建模	593
3D 网格重建	594
3D 数字环境体素化	596
k-d 树	597
八叉树	598
语义提取	600
聚类与无监督分割	600
语义分割	602
3D 物体分类	604
3D 数据可视化与分析	607
3D 形状识别	607
3D 数据分析工具	608
3D 多模态 Python 查看器	609
总结	610
18. 从 3D 生成式 AI 到空间 AI.....	611
高级 3D 项目	612
用于 3D 重建的生成式 AI	612
3D 深度点云配准	618
3D 语义建模	620
基于 Transformer 的 3D 语义提取	622
用于 3D 可视化的 3D 高斯散点	628
空间 AI: 3D 体验的未来	632
基于开放词汇的 3D 场景理解	634
3D 空间 AI 推理	636
总结	638
索引	641