引文格式：陈一平,李媛,张书航,等. 面向新工科的人工智能与测绘课程融合教改思考与实践[J]. 地理空间信息, 2024, 22(11):131-134. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2024.11.027

面向新工科的人工智能与测绘课程融合教改思考与实践

陈一平[1]，李　媛[1]，张书航[1*]，张吴明[1]，丁华祥[2]
（1. 中山大学 测绘科学与技术学院，广东 珠海 519082；2. 广东省国土资源测绘院，广东 广州 511402）

摘　要：人工智能技术的迅速发展，推动了其他领域的技术变革，测绘作为与人工智能密切相关的学科也开启了技术交叉。在遥感与测绘大数据时代，转型赋能的知识储备与技术在学术与产业界中交替升级，将人工智能新技术融入测绘课程教学可加快测绘行业的发展进程。以遥感科学与技术专业的《计算机视觉与模式识别》课程为例，通过实践项目将计算机视觉、信号处理和传统测绘理论与方法高度融合，在新工科与新基建背景下，将人工智能技术与测绘行业需求相结合，探索学科交叉的教学模式。理论与实践教学案例和经验表明，交叉学科的创新和跨学科思维的建立对于培养解决实际问题的多元化人才至关重要。

关键词：新工科；人工智能测绘；三维信息提取；课程教学改革
中图分类号：G642　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）11-0131-04

Thinking and Practice of Integrated Teaching Reform of Artificial Intelligence and Surveying and Mapping Courses for the New Engineering

CHEN Yiping[1], LI Yuan[1], ZHANG Shuhang[1], ZHANG Wuming[1], DING Huaxiang[2]
(1. School of Geospatial Engineering and Science, Sun Yat-sen University, Zhuhai 519082, China;
2. Guangdong Province Land and Resources Surveying and Mapping Institute, Guangzhou 511402, China)

Abstract: The rapid development of artificial intelligence technology has driven technological transformations in various fields. As a discipline closely related to artificial intelligence, surveying and mapping has also embarked on cross-technological integration. In the era of remote sensing and surveying big data, the knowledge reserves and technologies empowered by transformation are being alternately upgraded in academia and industry. Integrating new artificial intelligence technologies into surveying and mapping curriculum can accelerate the development of surveying and mapping industry. Taking the *Computer Vision and Pattern Recognition* course in the field of remote sensing science and technology as an example, we combined computer vision, signal processing and traditional surveying and mapping theories and methods through practical projects. In the context of new engineering and new infrastructure, we integrated artificial intelligence technology with the demands of surveying and mapping industry, and explored teaching models that involve interdisciplinary approaches. Theoretical and practical teaching cases and experiences demonstrate the significance of interdisciplinary innovation and the establishment of interdisciplinary thinking in cultivating diversified talents capable of solving practical problems.

Key words: new engineering, artificial intelligence and surveying and mapping, 3D information extraction, course teaching reform

党的二十大报告指出，“要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动，加快建设教育强国、科技强国、人才强国，坚持为党育人、为国育才，全面提高人才自主培养质量，着力造就拔尖创新人才，聚天下英才而用之”[1]。进入民族伟大复兴的新征程，大学教育的学科建设深度交叉改革正在不断推进。新工科建设的核心目标是培养高素质复合型新工科人才，通过“产学研融合、跨学科融合、持续性改进”等具体措施实现。因此，探索专业学科实质性交叉融合转型赋能，是建设高等教育人才培养的重要手段[2]。2020年国家基金委成立了交叉科学部，标志着自然科学基金委在促进学科交叉融合方面迈出新的一步[3]。国家自然科学基金委副主任、中国科学院院士陆建华提出“交叉成为学科知识新的增长点和科学前沿，交叉学科绝不是原有学科的简单叠加，而是在深度交叉、融会贯通之后所产生的、具有与之前学科完全不同特点的新学科”[4]。武汉大学时任校长窦贤康院士指出“很多跨学科的研讨造就了武汉大学的独特

收稿日期：2023-08-22。
项目来源：国家自然科学基金面上项目（42371343）；国家自然科学基金青年项目（42201476）。
第一作者简介：陈一平（1983—），博士，副教授，主要研究方向为激光雷达三维点云处理，E-mail：chenyp79@mail.sysu.edu.cn。
通信作者：张书航（1991—），博士，助理教授，主要研究方向为无人机摄影测量与点云处理，E-mail：zhangsh52@mail.sysu.edu.cn。

魅力，社会科学工作者可以和生命科学工作者一起探讨切磋，这种交叉融合能激发更大的创造力”[5]。中山大学科学研究院程晓院长指出“国际上交叉融合的成果众多，交叉融合是未来的科研之路”。2022年自然资源部办公厅提出了全面推进实景三维中国建设，明确了实景三维中国泛在服务，人工智能技术为三维地理信息处理带来了全链式的优化升级。因此，学科交叉的课程教学方式已成为近年来高等教育的趋势，是当前教学改革的热点[6]。

1 新工科背景下的跨学科教学融合

新工科背景下的跨学科教学融合是指由两个或两个以上的学科交叉、整合实现多专业知识、认知范式和价值观的教学融合。在人才引领创新的过程中，新工科应用于国家基础性重大需求的特点包括：①面向国家需求实际应用的学科融合，我国面临的卡脖子问题，不是一个单一的学科问题，而是需要通过多种知识交叉、多种创新引领的能解决实际问题的教学模式来驱动的多专业人才耦合的过程；②多种学科组成的新方向，由于各个独立学科的理念与方法侧重点不同，多学科交叉将产生不同的新方向，但事物总会以新的方式不断发展，不能简单地用某一体系来固定不断发生变化的需求与发展，因此新方向的导向只要能解决问题，就是合理的交叉，学生可通过不同学科学习与解决复杂问题的方法形成新的创新思维，达到高综合水平的培养目标，并使通过创新思维探索得到的方向成为新方向[7]；③不断迭代碰撞的氛围，单一学科固然造就了一大批某个领域的拔尖人才，在新一轮以解决实际问题为目标的创新思潮引领下，对于人才的要求不能停滞于某单一领域，要有无畏于改变的决心与勇气，教师队伍与学生群体可以通过双向自我认知、自我发展、自我突破形成一个不断迭代碰撞的氛围，从而使整体教育科技水平螺旋式上升。

2 课程建设

新基建提出的科技含量之高前所未有，多行业、多领域、多学科在新基建中共融共创。面向新基建的传统测绘遥感技术主要在手工测量和二维平面上进行测绘与数据处理，难以适应数字经济下智能化测绘的新发展趋势。新工科的提出对测绘的学科交叉有了新的需求，即把具有深度信息的空间三维真实场景可视化计算机技术和信号处理理论引入测绘领域，如高精度三维激光雷达系统可获取三维空间中大规模点云数据，达到毫米级的测量与绘制精度，为测绘领域提供强有力的支持。精确的三维空间信息技术可应用于数字地球、数字孪生、智慧城市和虚拟与增强现实等领域[7]。随着激光雷达传感器成本的下降，海量三维点云大数据推动了高精度绘制与点云智能解译的发展。首先，点云数据处理可提供高精度的地形模型，如表1中的实验课七，通过对点云数据进行地面分类与提取，可生成真实地形的数字模型，包括地表特征、地下管线和建筑物等，用于土地规划、城市建设和环境保护等方面，为决策者提供准确的地理信息；其次，点云数据处理可提高测绘工作效率，传统测绘方法主要依靠地面测量仪器和人工测绘、费时费力，而点云数据处理通过激光雷达扫描技术快速获取大范围内的三维点云数据，不仅准确度高，而且能大大提高工作效率；最后，点云数据处理可提供高分辨率的三维模型，用于各种测绘工作，如在隧道建设工程中采用点云智能测量技术估计隧道的超欠挖量，在城市规划中采用点云数据处理获取建筑物高度和位置信息，为城市规划提供更加准确的数据支持，在环境监测中采用点云数据处理获取地形地貌和水文信息（如实验课八），为环境保护提供更加全面的数据支持。因此，计算机深度学习与高性能计算等测绘三维数据处理系统课程的教学改革势在必行。重点发挥和利用中山大学国家超级计算广东中心的优势，通过高性能计算、大数据与云计算在天河二号的科学应用，将人工智能与测绘学科紧密结合，大力交叉发展该课程。中山大学遥感科学与技术专业的《计算机视觉与模式识别》课程为专业必修课，采用计算机实践与测绘数据分析并重的教学模式，设置为72学时、3学分，授课对象为本科三年级学生。课程核心在于培养拥有国家和企业急需的高水平复合型人才，推进产学研相互结合。

《计算机视觉与模式识别》课程改革主要包括3个方面：

1）人工智能技术与测绘理论相结合，调动学生的积极性。课程教学主要内容见表1，以“金课”为标准，对传统图像计算机视觉与模式识别[8]进行拓展与重构，是本科生教育中第一个三维点云计算机视觉课程。在原本第一章到第五章的二维计算机视觉与神经网络的基础上，新增了三维聚类分析、时序神经网络和三维点云分类与分割的深度学习算法等3章内容，实现了内容的升级和重组，从二维循序渐近地过渡到三维计算机视觉与模式识别方法。在教学手段与创新中，采用在线评测系统（如Educoder）进行课后练习与大作业布置。通过该系统能实时查看学生的实

践过程、进度、问题和结果，及时了解与评判学生知识和技能的掌握水平。在课堂中加入优秀同龄人的成果介绍和相关交叉领域的热点事件，增强与调动学生的积极性。

2）思政元素融入实验实践课程。由教学内容可知，将拓展交叉学科丰富教学内涵与动手实践相结合，既能树立学生的爱国主义情怀与正确的价值观，又能在实践中以分组的形式引入交叉学科的思维[9]。交叉知识培养了学生的双赢思维，可为国家培养具有强烈爱国使命、能从不同领域知识中汲取信息且具有较强动手能力的复合型人才[10]。

3）实践教学的设备升级与更新，适用于大模型时代，需要用到高性能服务器、高精度点云仪器以及RTK等测绘与计算机专业设备。教学成果改革实践取得了阶段性的成果，首先引导学生参与三维点云建模相关竞赛，可让学生在竞赛中提高解决实际问题的能力；其次让学生参与多种数据采集工作，激光雷达采集工作与二维相机不同，需要有相应的设备、配套软件以及专业的外业作业，从硬件成像机理上理解三维数据的生成与获取，能更好地掌握本质知识；最后通过实践中的自由讨论建立计算机人工智能与测绘行业实际需求的交叉思维，培养问题导向与科学素养相结合的跨界融合思维，创造了一加一大于二的效果[11]。综上所述，课程建设从不同层面，通过不同手段和形式建立了良好的互动，大幅提升了学生解决实际问题的能力。

表1　课程主要教学内容

阶段章（节）	教学内容	学时	教学手段与创新
第一章	三维计算机视觉与模式识别导论	4	介绍早期计算机视觉与模式识别工作者事迹
第二章	图像处理原理	4	图像处理的军事意义
第三章	特征检测与匹配	4	从事特征提取的国内公司介绍
第四章	机器学习分类	4	分类器在军事上的意义
第五章	神经网络分类器	4	介绍典型的分类器工作者在国际上的影响力
第六章	聚类分析	4	聚类分析在军事上的应用
第七章	时序模型神经网络	4	大数据时代对于数据流的应用
第八章	三维计算机视觉算法	8	激光雷达被纳入卡脖子设备，高精设备的短板
实验课一	OpenCV库与算法实现	4	库与算法历史介绍
实验课二	监督分类算法实现	4	介绍早期模式识别领域学者进行算法研发的艰苦故事
实验课三	分类与聚类算法实现	4	K近邻算法“近朱者赤、近墨者黑”的原理
实验课四	CNN分类模型	4	人工智能领域的前沿技术对“科技强国”的重要性
实验课五	大作业分组	4	自由讨论与实践培养多学科思维
实验课六	点云库和基础操作	4	三维计算机视觉的启发
实验课七	点云深度学习分类算法实现	4	三维计算机视觉的实践论
实验课八	点云深度学习分割算法实现	4	培养学生掌握解决实际问题的技术手段，为我国现代化建设做出贡献
实验课九	智能测绘大作业结果汇报	4	培养学生动手编程与实践测绘数据分析能力

3　典型案例

教学团队前期基于道路地物的语义分割技术已成功应用于福建省地质测绘局，具有良好的社会价值，借此开展基于复杂场景的三维点云语义分割课程实验。学生共分为7组，其中3组共20位同学进行了三维点云大场景的语义分割技术开发与测试，提供了可执行的代码与实验结果，可辅助自然资源部提出的实景三维建设，拟用于广东省国土资源测绘院推行的三维实景语义城市级分割项目。以“基于人工智能语义分割的建筑物三维建模”为例，教学目的为通过案例学习，学生能够掌握如何利用人工智能算法进行三维点云语义分割，了解三维建模的基本流程和方法；数据来源于所在单位提供的莱卡BLK360测绘级静态激光雷达扫描仪，通过城市区域的高分辨率三维点云获取城市多类目标的语义信息，并针对建筑物语义进行三维建模；采用RandLA-Net算法[12]对三维点云进行处理和分析，提取地物语义信息，首先获取建筑物信息，再采用三角网格化方法对带有语义信息的点云进行三维建模。案例对提取的建筑物信息进行分析并三维建模，后续如有兴趣可计算建筑物的体积、高度、面积。将处理和分析后的建筑物三维模型通过虚拟现实技术进行可视化展示，便于学生理解和测绘应用。通过问卷调查、实际操作等方式对学生的掌握程度进行评估，并及时调整教学策略和方法。通过案例使学生了解人工智能在测绘技术中的应用和价值，掌握基本的计算机视觉语义分割算法和建筑物三维建模流程，提高测绘工作的效率和准确性；也可为城市规

划、环境监测等领域提供支持和参考。

此外，教学团队依托该课程组织了基于三维激光雷达点云语义分割的碳储量估计大学生创新项目。将中山大学珠海校区（案例）作为实验地点，利用人工智能深度学习网络对中山大学珠海校区3.51 km^2范围的多类地物进行语义分割，并通过得到的植被类别计算植被的垂直结构信息（包括树木数量、胸径、树高等），从而获得该地块的生物量与碳储量估计，为可持续发展以及碳达峰与碳中和的绿色发展之路提供技术支撑。

4 基于三维点云人工智能测绘的创新实践教学

4.1 交叉学科的创新

交叉学科的创新以构建“双一流”建设学科为核心，为打破国际垄断，采用“扬工科强理科”交叉的建设思路，构建以优势特色学科为主体、相关学科为支撑的可持续发展学科体系[13]。教学团队通过将计算机人工智能、信号处理技术与传统测绘相结合的实例，探索了多学科交叉的经验，通过理论与实践相结合的方式，教授学生面向测绘大规模场景的行业应用方法，并指导学生参与创新创业项目，拓展学生解决行业问题的能力和跨学科的新思维。

4.2 交叉实验课程

实验课的效果反映了交叉课程的创新性。无论是实验课堂作业还是分组大作业，均包含二维与三维的交叉内容，将二维计算机视觉方法引入三维处理进程中。三维是二维的拓展，相互关联又有差异的特点使学生能融会贯通地学习多维数据处理方法，并发展三维大场景测绘数据处理的拓展方法。大作业由学生根据实际情况自由分组选择，每组根据自己升学与就业的实际需求选择实践内容的课题方向。

4.3 建立跨学科思维

伯克希尔·哈撒韦公司的副主席查理·芒格提出智慧核心，即多元跨学科教育才能培养真正的大师。许多问题都是跨学科的，“对于一个拿着锤子的人来说，他眼中的问题都像钉子”，纠正锤子倾向有一个对策，即如果拥有多学科即掌握多技能和工具，将会限制由锤子倾向带来的认知倾向度。高等教育需要学科一体化，如果不运用跨学科的知识来解答，就相当于一个桥牌手把所有的注意力都集中到将牌上，对于其他任何因素都不关注[14]。因此，建立交叉学科思维是现代科学创新的必然路径与人才培养准则[15]。

5 结 语

本文将计算机视觉与模式识别理论以及信号处理理论引入传统测绘数据处理，创造交叉融合的课程模式，将人工智能与测绘技术深度融合，实现以“可用为中心”的教学模式变革。该教学模式已应用于遥感与信息处理系统课程，实施过程中耦合性较好、学生接受度较高，可在测绘与遥感技术类课程中推广。

交叉融合的教学改革是一个长期的过程，需要全方位地持续改进，并引入不同学科的复合型人才。首先，加强课前宣传力度与学习参与度，人工智能的高速发展是未来的趋势，学生会有更好的参与度；其次，生动且与实际应用相结合的教学视频，如名人尤其是优秀同龄人的简介、交叉领域的热点事件和本专业面临的技术发展瓶颈等，可增加学生的学习兴趣，学生学习过程中可自行制作各种学习过程与心得的微视频，并上传到平台共享，以增加参与度，提升课程学习的有效性；再次，将提问式教学模式与多种教学方法相结合，通过在线评测教学平台系统布置作业，可全面了解学生的学习进度，在线回答学生问题，在实践课程教学中可让学生发挥主观能动性，进行充分的交流与沟通，与传统灌输式教学不同，计算机技术是以实践带动发展的动手型课程，可更大限度地发挥学生的实践创新能力[16]；最后，作为交叉学科的教师，要深入了解非本专业的行业需求与应用，以测绘遥感的国家、社会和行业需求为主导，不断地自我提升、开阔眼界，迭代更新自己的知识架构[17]。

综上所述，学生能力的实质性提高，是交叉融合过程的最终目的，也是完善国家教育改革的根本性目标，不同学科的交叉将会碰撞出新的火花，鼓励个性化学习方案，在卡脖子问题上为我国培养可解决实际问题的多学科融合的专业人才提供新的智慧教育改革方向。

参考文献

[1] 习近平. 坚持科技是第一生产力人才是第一资源创新是第一动力:在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告 [EB/OL]. (2022-10-16) [2022-11-11]. http://www. gov. cn/xinwen/2022-10/16/content_5718815. htm

[2] 田禾,刘力健,张涛,等. 新工科背景下跨学科多专业融合教育建设的思考[J]. 科技风,2021(22):62-63

[3] 操秀英. 重磅！自然科学基金委成立交叉科学部[N]. 科技日报,2020-11-30(3)

（下转第140页）