

基于泛在信息的全球核心矢量要素智能提取与融合关键技术及应用

一、基本情况

项目名称：基于泛在信息的全球核心矢量要素智能提取与融合关键技术及应用

推荐单位：武汉大学

推荐奖项：科技进步奖

完成人：王艳东，龚健雅，吴晨琛，罗安，袁强强，胡翔云，刘波，张宏伟，林尚纬，王勇，詹总谦，向隆刚，徐胜华，万咏涛，邓跃进

完成单位：武汉大学、国家基础地理信息中心、中国测绘科学研究院、东华理工大学

二、推荐意见

该项目针对全球地理信息资源建设国家重大需求，构建了互联网泛在地理信息分类谱系与认知判别模型，提出了“语义-空间”协同遍历与多策略动态调整的泛在地理信息高效率、高覆盖采集方法，解决了境外地理信息数据获取困难、探不深、采不全的瓶颈问题，建成了基于互联网动态更新的全球语义信息库；构建了时-空-谱联合深度学习的遥感影像质量改善模型，建立了基于国产遥感影像的全球尺度样本数据库，提出了智能感知推理与深度学习的地理要素自动提取方法，解决了影像质量、样本稀缺与不均衡、要素类别差异导致的要素提取困难和鲁棒性差等难题，显著提升了全球典型地理要素的提取精度和效率；提出了多源地理要素条件约束的自动配准、追踪溯源机制的地理要素融合与属性增强、正逆向追踪的拓扑重构等方法，解决了境外地理要素生产中存在的位置精度低、内容不完整、拓扑关系错误以及属性无法调绘等难题，满足了全球地理信息资源建设与维护更新工程化生产的需求；编制了国家标准《地理信息 矢量数据模型与存储规范》和行业标准《全球地理信息资源 核心矢量要素生产技术规范》，填补了我国在境外矢量数据生产、存储等领域标准规范的空白。

该项目支撑我国首次完成了覆盖亚洲、非洲、欧洲、大洋洲和美洲 192 个国家或地区，包括交通、水系、行政区划和地名等四大类典型地理要素数据产品（1:5 万尺度），1 亿平方千米全球核心矢量要素的生产。

特推荐该项目申报自然资源科学技术奖，一等奖。

三、成果简介

项目在龚健雅院士的直接指导下，在国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目支持下，瞄准全球核心矢量要素生产的技术难题，突破了泛在地理信息探测发现与快速获取、多源信息协同的智能感知推理的典型地理要素智能提取、多源异构数据智能融合与属性增强等关键技术，研发了一系列自主知识产权的软件系统，支撑完成了全球 1 亿平方千米、覆盖 192 个国家或地区、四大类地理要素的生产，显著提升了全球测图的生产效率。主要技术内容如下：

(1) 提出了“语义-空间”协同遍历与多策略动态调整的泛在地理信息高效率、高覆盖采集方法，构建了互联网泛在地理信息分类谱系与认知判别模型，建成了基于互联网动态更新的全球核心矢量语义信息库，实现了境外地理信息数据高效获取。

(2) 提出了智能感知推理与深度学习的地理要素自动提取方法，构建了时-空-谱联合深度学习的遥感影像质量改善模型，解决了影像质量、样本稀缺与不平衡、要素类别差异导致的要素提取困难和鲁棒性差等难题，显著提升了全球核心矢量要素的提取精度和效率。

(3) 提出了多源地理要素条件约束的自动配准、追踪溯源机制的地理要素融合与属性增强、正逆向追踪的拓扑重构等方法，解决了境外地理要素生产中存在的位置精度低、内容不完整、拓扑关系错误以及属性难以调绘等难题，满足全球核心矢量要素测绘技术要求。

(4) 编制了国家标准《地理信息 矢量数据模型与存储规范》和行业标准《全球地理信息资源 核心矢量要素生产技术规范》，填补了我国在全球核心矢量要素采集、存储等领域标准规范的空白。

四、客观评价

研究成果得到专家和有关部门的高度评价：针对全球地理信息资源建设国家重大需求，突破了多源信息协同的智能感知推理的典型地理要素智能提取、泛在地理信息探测发现与快速获取、多源异构数据智能融合与属性增强等关键技术，显著提升了我国全球地理信息资源建设与更新的能力。有效支撑了全球地理信息资源建设重大工程的实施，完成了全球 1 亿平方千米核心矢量要素的生产，经济社会效益显著。

五、主要知识产权目录

(1) 项目成果获得授权发明专利

序号	发明专利名称	授权号	权利人	发明人
1	基于知识建模的空间信息处理方法	ZL201510757583.7	武汉大学	王艳东、李昊、李剑萍
2	一种暗网空间数据采集方法及装置	ZL201510438103.0	中国测绘科学研究院	刘纪平、罗安、王勇、蔡地
3	一种基于规则和约束满足的定性空间关系推理方法	ZL201610054648.6	武汉大学	王艳东、刘辉
4	一种影像和矢量道路交叉点自动匹配的方法	ZL201811287850.9	武汉大学	王艳东、康泽慧、刘波、贺楷锴、吴胜、魏广泽、赫文凤、李小雨、殷寒露
5	一种基于地图匹配的众包地图道路质量改进方法	ZL201810560567.2	武汉大学	向隆刚、关洪礼
6	一种多尺度矢量面数据匹配方法	ZL201910865904.3	武汉大学	王艳东、邵鑫、刘波、贺楷锴、李小雨、魏广泽
7	一种基于多幅影像数据矢量纠正方法	ZL201910857911.9	武汉大学	王艳东、邵鑫、刘波、贺楷锴、魏广泽、李小雨
8	一种基于深度学习的遥感影像数据自动化几何纠正方法	ZL201911323845.3	武汉大学	王艳东、邵鑫、刘波、贺楷锴、魏广泽、李小雨
1.9	利用出租车轨迹制作城市可导航路网的交叉口引导方法	ZL202011126027.7	武汉大学	向隆刚、张彩丽、杨鸿珍、邵炜平、王志强、吕舟、沈潇军、张文正、蔡晴、方子璐、周旭祥、元国涛
10	一种众源矢量线数据几何匹配与属性融合方法	ZL202110093954.1	武汉大学	王艳东、李志超、刘波、贺楷锴、贾若霖、邵鑫
11	一种基于 LDA2Vec 的地理信息网页文本主题分类方法	ZL202310969070.7	中国测绘科学研究院	罗安、王勇、徐胜华、车向红、甄杰

(2) 项目成果登记的软件著作权

序号	软件著作权名称	登记日期	登记号
1	高分遥感路域信息提取系统[简称：RoadSIE_HR]	2013 年 7 月 22 日	2013SR070975
2	众源空间数据采集系统	2015 年 11 月 24 日	2015SR230123
3	地理空间数据交换软件	2016 年 12 月 30 日	2016SR406085
4	OSM 数据转换系统	2018 年 1 月 25 日	2018SR063869
5	众源地名数据一致性分析检测系统软件[简称：众源地名数据一致性分析检测系统]V1.0	2018 年 11 月 26 日	2018SR942370
6	植被自动化提取软件[简称：AUTOVE]	2018 年 12 月 18 日	2018SR1032282

7	地理空间数据几何纠正系统 V1.0	2019 年 12 月 05 日	2019SR1287719
8	地名 POI 大数据搜索处理软件 V1.0	2020 年 5 月 9 日	2020SR0429189
9	路网属性融合系统 V1.0	2020 年 12 月 25 日	2020SR1897060
10	多源地理实体数据整合处理软件 V1.0	2021 年 6 月 30 日	2021SR0967358
11	多源地名地址数据产生与服务发布系统 V1.0	2022 年 08 月 11 日	2022SR1082931
12	矢量线要素融合系统[简称: FeatureMerger]V1.0	2024 年 08 月 27 日	2024SR1248713
13	基于多规则的 OSM 路网多尺度数据转换系统 [简称: 数据转换系统]1.0	2023 年 04 月 13 日	2023SR0470185

(3) 项目成果公开发表论文

序号	论文	类型
1.	Yi Liu , Member, IEEE, Chao Pang , Zongqian Zhan , Xiaomeng Zhang, and Xue Yang. Building Change Detection for Remote Sensing Images Using a Dual-Task Constrained Deep Siamese Convolutional Network Model, IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS, 2021, 811-815.DOI10.1109/LGRS.2020.2988032	SCI (web of science 高被引 论文)
2.	Qiang Zhang, Qiangqiang Yuan , Chao Zeng, Xinghua Li, Yancong Wei. Missing data reconstruction in remote sensing image with a unified spatial - temporal - spectral deep convolutional neural network. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2018, 56(8), pp.4274-4288.	SCI (web of science 高被引 论文)
3.	Qiang Zhang, QiangQiang Yuan , Jie Li, Zhiwei Li, Huanfeng Shen, liangpei Zhang. Thick cloud and cloud shadow removal in multitemporal imagery using progressively spatio-temporal patch group deep learning[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2020, 162: 148-160.	SCI
4.	Qiangqiang Yuan , Liangpei Zhang and Huanfeng Shen, Hyperspectral Image Denoising Employing a Spectral - Spatial Adaptive Total Variation Model, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2012, 50(10): 3660-3677, Oct. 2012, doi: 10.1109/TGRS.2012.2185054.	SCI
5.	Qiangqiang Yuan , Qiang Zhang, Jie Li, Huanfeng Shen and Liangpei Zhang, Hyperspectral Image Denoising Employing a Spatial - Spectral Deep Residual Convolutional Neural Network, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2018,. 57(2): 1205-1218, Feb. 2019, doi: 10.1109/TGRS.2018.2865197	SCI
6.	Qiang Zhang, Qiangqiang Yuan , Jie Li, Xinxin Liu, Huanfeng Shen, Liangpei Zhang. Hybrid noise removal in hyperspectral imagery with a spatial - spectral gradient network. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2019,57(10): 7317-7329.	SCI
7.	Michael Kwok-Po Ng, Qiangqiang Yuan , Li Yan and Jing Sun, An Adaptive Weighted Tensor Completion Method for the Recovery of Remote Sensing Images With Missing Data, <i>IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing</i> , 2017, 55(6): 3367-3381	SCI
8.	Lina Tang, Jinyuan Shao, Shiyang Pang, Yameng Wang, Aaron Maxwell, Xiangyun Hu ,	SCI

	Zhi Gao, Ting Lan, Guofan Shao. Bolstering performance evaluation of image segmentation models with efficacy metrics in the absence of a gold standard[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2024.	
9.	Zongqian Zhan , Xiaomeng Zhang,Yi Liu, Xiao Sun, Chao Pang,Chengbao Zhao. Vegetation Land UseLand Cover Extraction From High-Resolution Satellite Images Based on Adaptive Context Inference, IEEE Access, 2020,	SCI
10.	Shiyan Pang, Xinyu Li, Jia Chen, Zhiqi Zuoan, Xiangyun Hu . Masked feature modeling for generative self-supervised representation learning of high-resolution remote sensing images[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2024.	SCI
11.	Zhili Zhang, Xiangyun Hu , Bingnan Yang, Kai Deng, Mi Zhang, Dehui Zhu. Enhanced semantic-positional feature fusion network via diverse pre-trained encoders for remote sensing image water-body segmentation[J]. Geo-spatial Information Science, 2024: 1-23.	SCI
12.	Haofeng Xie, Xiangyun Hu , Huiwei Jiang, and Jinming Zhang, BSSNet: Building Subclass Segmentation From Satellite Images Using Boundary Guidance andContrastive Learning, IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN APPLIED EARTH OBSERVATIONS AND REMOTE SENSING, 2022, 15: 7700-7711	SCI
13.	Yue Xu , Xiangyun Hu , Jianya Gong , Xin Huang, Jiayi Li, DEEP LEARNING TRAINING WITH UNBALANCE SAMPLE DISTRIBUTION FOR REMOTE SENSING IMAGE SEGMENTATION, The International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIII-B3-2022 XXIV ISPRS Congress(2022 edition), 2022, 223-228	SCI
14.	Xuedong Yao, Yandong Wang , Yanlan Wu, Guoxiong He and Shuchang Luo,MLP-based Efficient Convolutional Neural Network for Lane Detection,IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2023,1-13	SCI
15.	Rong Luo, Qiangqiang Yuan , Member, IEEE, Linwei Yue, and Xiaogang Shi, Member, IEEE,Monitoring Recent Lake Variations Under Climate Change Around the Altai Mountains Using Multimission Satellite Data, IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN APPLIED EARTH OBSERVATIONS AND REMOTE SENSING,2021, 14, 1374-1388	SCI
16.	Zhili Zhang, Qi Zhang , Xiangyun Hu , Mi Zhang, Dehui Zhu, On the automatic quality assessment of annotated sample data for object extraction from remote sensing imagery, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2023: 153-173	SCI
17.	Jinming Zhang, Xiangyun Hu , Yujun Weio, and Lili Zhang, Road Topology Extraction From Satellite Imageryby Joint Learning of Nodes and Their Connectivity,IEEE Transactions on Geoscience Remote,2023, 61,5602613	SCI
18.	Zhen Shu, Xiangyun Hu , Hengming Dai, Lunhao Duan, Zhili Zhang, Lin Zhang, and Litong Zhang, Robust Extraction of Vectorized Buildings via Bidirectional Tracing of Key points From Remotely Sensed Imagery, IEEE Transactions on Geoscience Remote, 2023, 61, 5622812	SCI
19.	Xuedong Yao , Yandong Wang , Yanlan Wu, and Zeyu Liang,Weakly-Supervised Domain Adaptation With Adversarial Entropy for Building Segmentation in Cross-DomainAerial Imagery, IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN APPLIED EARTH OBSERVATIONS AND REMOTE SENSING, 2021,14,8407-8418	SCI

20.	Yali Li, Longgang Xiang , Caili Zhang, Fengwei Jiao, Chenhao Wu. A Guided Deep Learning Approach for Joint Road Extraction and Intersection Detection from RS Images and Taxi Trajectories[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2021, 14: 8008-8018.	SCI
21.	Shiyan Pang, Xinyu Li, Jia Chen, Zhiqi Zuo Xiangyun Hu . Prior semantic information guided change detection method for bi-temporal high-resolution remote sensing images[J]. Remote Sensing, 2023, 15(6): 1655.	SCI
22.	Wenling Yu , Bo Liu , Hua Liu and Guohua Gou.Recurrent Residual Deformable Conv Unit and Multi-Head with Channel Self-Attention Based on U-Net for Building Extraction from Remote Sensing Images. REMOTE SENSING , 2023 , DOI : 10.3390/rs15205048	SCI
23.	Bo Liu , Xuechao Liu Dajun Li, Yu Shi, Gabriela Fernandez and Yandong Wang , A Vector Line Simplification Algorithm Based on the Douglas-Peucker Algorithm, Monotonic Chains and Dichotomy, ISPRS International Journal of Geo-Information, 2020, 9(251)	SCI
24.	Xin Chen, Longgang Xiang , Fengwei Jiao, Huayi Wu. Detecting Turning Relationships and Time Restrictions of OSM Road Intersections from Crowdsourced Trajectories[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2023, 12(9).	SCI
25.	Pengpeng Li ,Jiping Liu, An Luo , Yong Wang , Jun Zhu,Shenghua Xu, Deep learning method for Chinese multisource point of interest matching,Computers,Environment and Urban Systems. 2022.101821	SCI
26.	Pengpeng Li , Yong Wang , Jiping Liu, An Luo , Shenghua Xu, Zhiran Zhang, Enhanced semantic representation model for multisource point of interest attribute alignment, INFORM FUSION, 2023, 98, 101852	SCI
27.	Yue Deng , An Luo , Jiping Liu , and Yong Wang, Point of Interest Matching between Different Geospatial Datasets, ISPRS International Journal of Geo-Information, 2019, 8, 435	SCI
28.	张彩丽, 向隆刚 , 李雅丽, 王文龙. 基于出租车轨迹的可导航路网构建. 测绘学报, 2021,50(12):1650-1662.	EI
29.	张彩丽, 向隆刚 , 李雅丽, 高松峰, 潘传姣. 路段级导航属性信息挖掘. 测绘学报, 2024,53(2):367-378	EI
30.	李雅丽, 向隆刚 , 张彩丽, 等. 车辆轨迹与遥感影像多层次融合的道路交叉口识别[J]. 测绘学报, 2021,50(11): 1546-1557.	EI
31.	王艳东 , 邵鑫, 刘波 , 邓跃进, 魏广泽, 豆明宣. 一种利用 Mask R-CNN 的遥感影像与矢量数据配准方法, 武汉大学学报 (信息科学版), 2022, 47 (4): 623-631	EI
32.	王勇 , 刘纪平, 郭庆胜, 罗安 . 顾及位置关系的网络 POI 地址信息标准化处理方法, 测绘学报, 2016, 45 (5): 623-630	EI
33.	张彩丽, 向隆刚 , 李雅丽, 林志勇. 顾及路网与轨迹多模特征的道路等级分类研究. 地球信息科学学报, 2022,24(10):1925-1940	EI
34.	陈欣, 向隆刚 , 焦凤伟. 基于众源轨迹的 OSM 路网转向信息增强. 地球信息科学学报, 2023,25(10):1954-1967.	EI