从“何处”到“采取何种措施”：地理干预建模框架 ISPRS IJGI

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42943.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

从“何处”到“采取何种措施”：地理干预建模框架 ISPRS IJGI。论文标题：From Where to What: The Geo-Intervention Modelling Framework

论文链接：https://doi.org/10.3390/ijgi15070292

期刊名：ISPRS International Journal of Geo-Information

期刊主页：https://www.mdpi.com/journal/ijgi

研究过程与结果

全球每年有超过100万人死于可预防的原因，其中交通碰撞和凶杀是最常见的死因之一。既有研究表明，地理干预措施，即针对特定地理空间采取、旨在改变目标结果的行动，例如在热点区域部署警力和利用交通摄像头开展监测，能够有效减少此类死亡。然而，大多数现有研究主要关注这些干预措施应实施在何处，却很少探讨具体应采取何种措施。加拿大多伦多都会大学土木工程系的理查德·温 (Richard Wen) 和李松年 (Songnian Li) 在ISPRS IJGI 期刊发表论文，提出了一种通用的地理干预建模框架。该框架能够直接从空间数据中自动生成干预行动及其最佳实施位置，从而填补了该领域长期存在的研究空白。

作者将地理干预建模定义为一个优化问题：给定一个目标结果，寻找能够使预测结果达到最优的干预行动及其实施位置。基于这一表述，他们构建了一个包含三个组成部分的框架：空间数据、结果建模和地理干预生成。空间数据组件将矢量或栅格数据标准化为一组变量；结果建模组件利用这些变量构建预测模型，建立目标结果 (例如碰撞次数) 与各变量之间的关系；地理干预生成组件则在既定约束条件下应用优化算法，搜索能够产生最理想预测结果的行动组合，即所生成的地理干预措施。

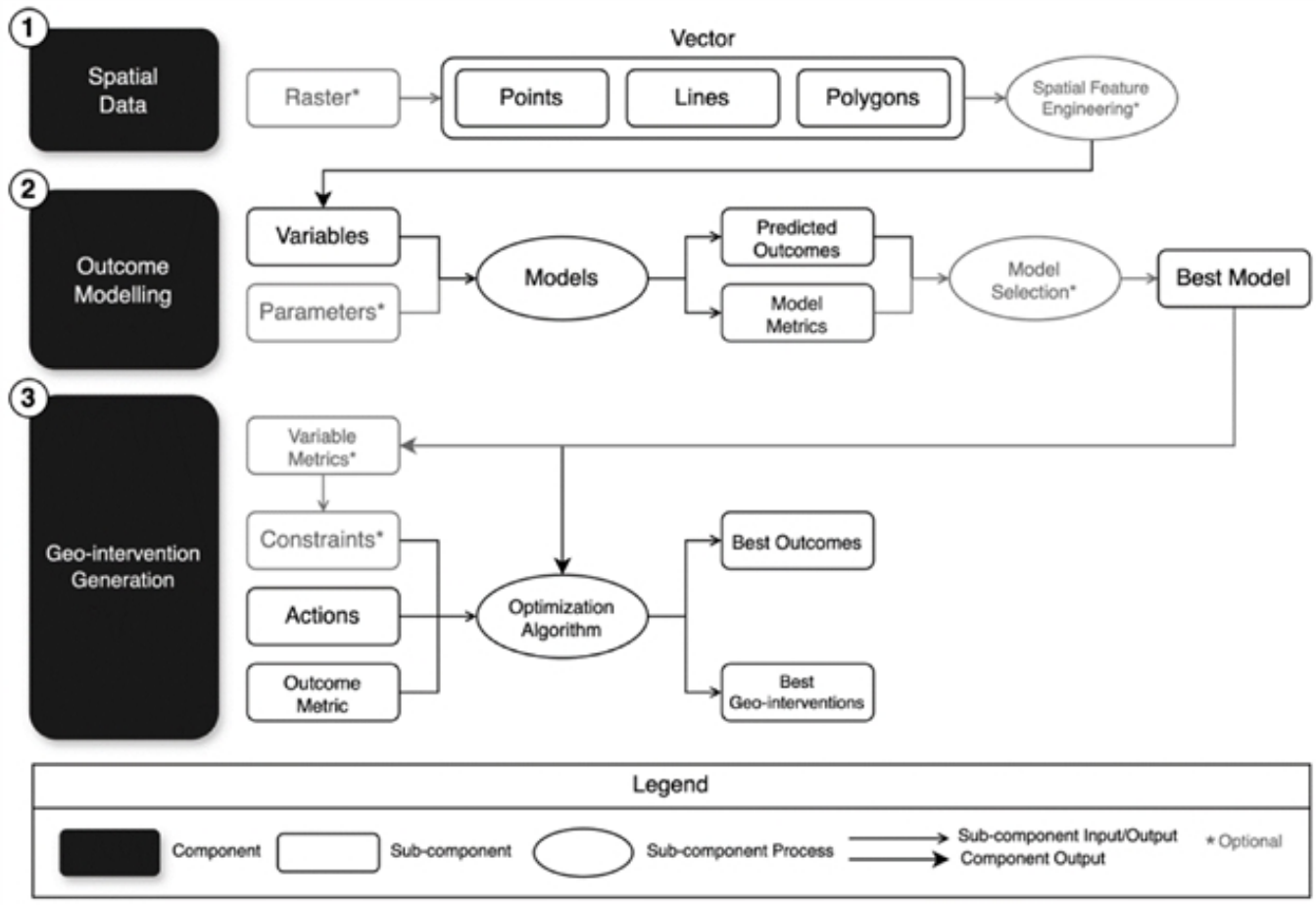


图1. 地理干预建模框架

为展示该框架的应用，作者以减少加拿大多伦多市的交通碰撞为对象开展案例研究。研究团队整合了多伦多市政府和多伦多警察局开放数据门户中的21个数据集，共包含518个变量和约149万条空间记录，并将其聚合到三种分辨率的规则网格中 (分别为10×10、40×40和80×80个网格单元)。随后，研究团队使用Auto-Sklearn和TPOT两个AutoML软件包构建结果预测模型；其中，基于80×80网格的auto-sklearn模型表现最佳 (平均绝对误差 = 82.95)。在该模型中，主干道、红灯摄像头、公交候车亭以及涉枪犯罪事件的数量，是与预测交通碰撞数量关联最强的变量。

在生成地理干预措施时，作者选择了三项可调整的基础设施变量 (红灯摄像头、公交候车亭和导向设施) 作为干预行动，并通过1,101次贝叶斯优化迭代搜索最佳结果。在将干预范围限定于交通流量高于平均水平区域的情景中，生成的最佳地理干预措施使预测交通碰撞数量减少了5.7% (从588,190起降至554,584起，共减少33,606起)。在第二个情景中，干预范围被限定于基础设施数量低于平均水平的区域，但所有迭代均未实现碰撞数量的减少。两个情景的对比表明，在设定干预区域约束时，领域知识对于地理干预措施的最终成效至关重要。



图2. 采用80×80网格的Auto-sklearn模型的第一种场景

总结

本文提出了一个通用的地理干预建模框架，将地理干预措施的生成重新表述为一个基于空间数据的行动—位置—结果优化问题，并通过多伦多交通碰撞案例研究展示了该框架的应用。作者强调，该框架的核心价值在于连接研究与实践：它提供统一的概念框架，生成可供决策者直接使用、具有可操作性的成果，同时为人工指导和迭代改进保留空间。因此，地理干预措施的设计能够更加透明、易于解释且可重复。

作者还指出了当前研究的局限性，包括缺乏用于验证所生成地理干预措施的实证数据。更重要的是，该框架采用的是预测模型而非因果模型，因此只能预测干预行动与预期改善之间的关联，尚不能证明这些行动会直接导致相应改善。作者呼吁加强跨学科合作，并收集地理干预验证数据，以进一步检验和完善该框架，增强其因果推断能力。展望未来，作者认为，大数据和人工智能的持续发展将加快地理干预措施的发现，并推动更多跨学科研究，从而实现对现实世界结果更准确、更精细且更具可扩展性的预测。

作者简介:

第一作者

姓名: 理查德·温（Richard Wen）

机构: 加拿大多伦多都会大学土木工程系；加拿大多伦多大学达拉拉纳公共卫生学院

研究方向：开发、实施和评估可实现大规模应用成效的智能系统，包括用于口头尸检和死因诊断的大型语言模型、用于道路安全的地理空间人工智能，以及开放健康数据基础设施

通讯作者

姓名: 李松年（Songnian Li）

机构: 加拿大多伦多都会大学土木工程系

研究方向：地理空间大数据、时空分析、人类移动、地理协作、智慧城市（数字孪生）

ISPRS International Journal of Geo-Information(ISPRS IJGI) 期刊介绍：

主编：Wolfgang Kainz, University of Vienna, Austria

期刊主题涵盖地理信息科学和技术各个方面，主要包括空间数据模型与管理、空间分析与决策、地理空间人工智能、地图制图、空间数据基础设施、地理空间网络、志愿地理信息、基于位置的服务、轨迹分析、智慧城市和前沿地理空间应用等。

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“ 来源 ”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。
来源：ISPRS International Journal of Geo-Information

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发