



北京大学
PEKING UNIVERSITY

基于可解释 AI 方法的时空张量数据权重估计

程希萌，刘瑜
北京大学遥感与地理信息系统研究所
2019.10.20



目录

CONTENTS

1/ 研究背景

2/ 研究方法

3/ 案例研究

4/ 讨论

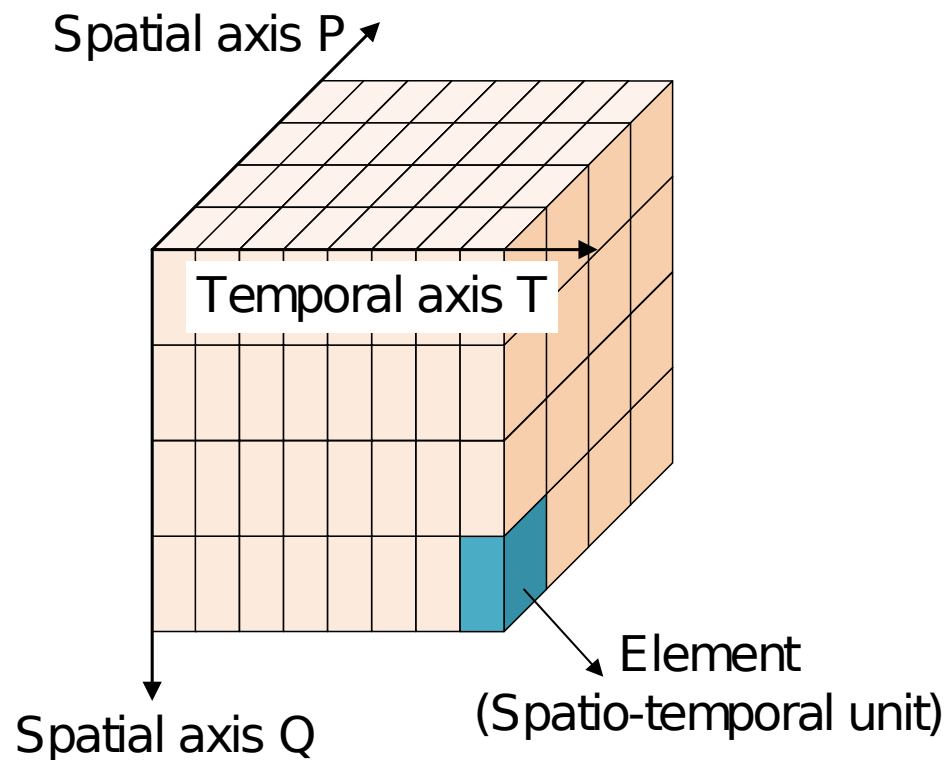


- 时空数据 (Spatio-temporal data)

- “人”的数据 (人类活动)：交通出行轨迹、移动手机数据等
- “地”的数据 (环境属性)：遥感影像、房价数据等

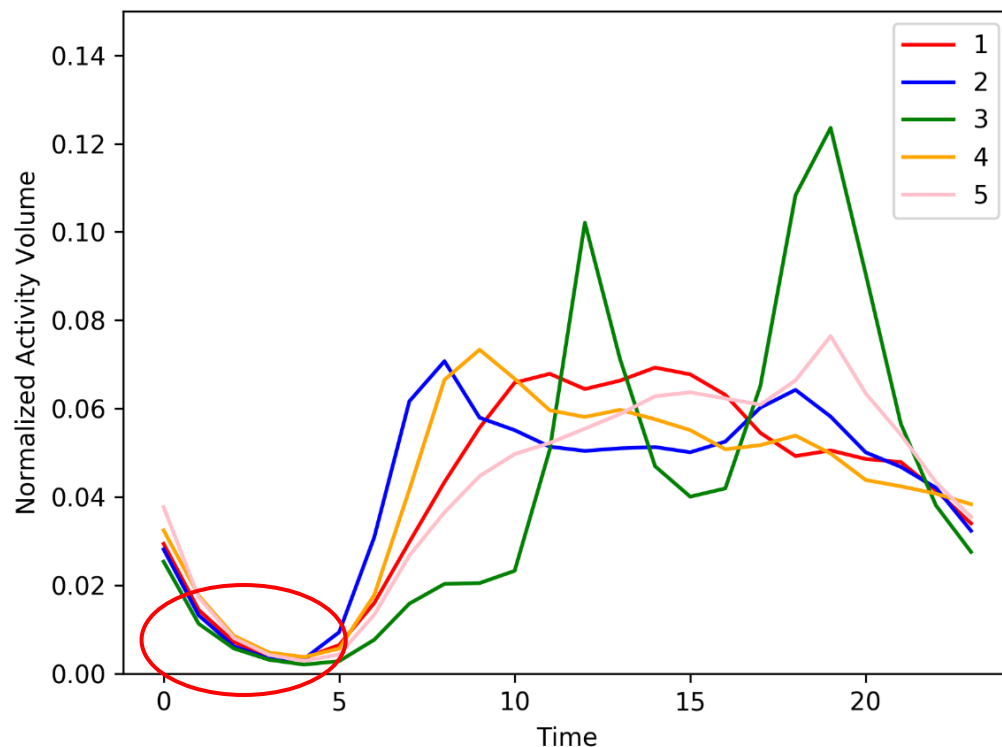
- 时空张量 (Spatio-temporal tensor)

- 三维：空间维 (2)，时间维 (1)
- 时空单元设定
- 时空数据处理



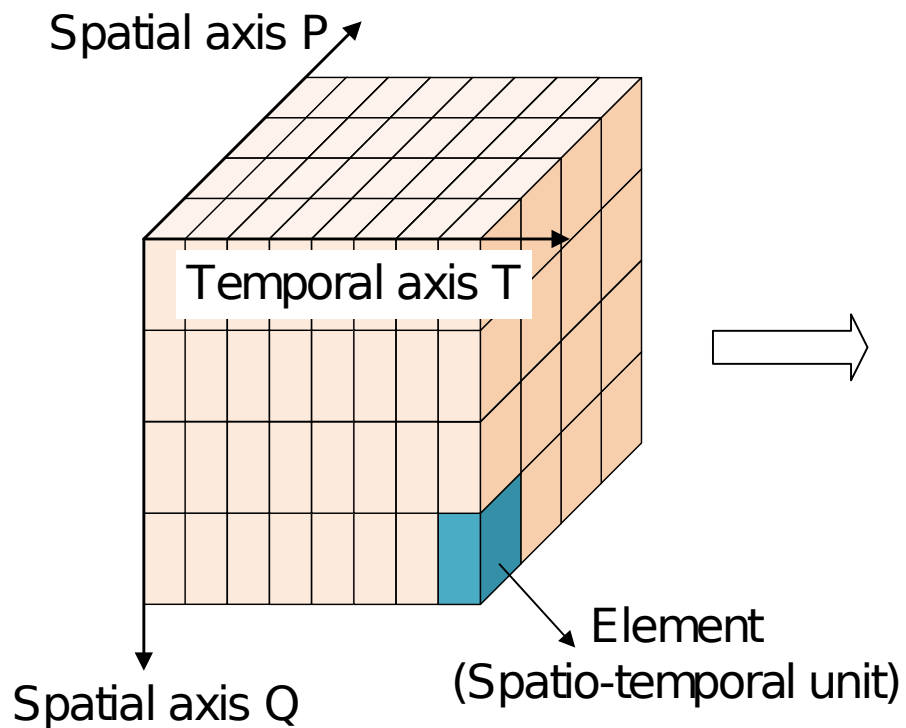


- 时空单元在特定任务下权重不同
 - 时间维，如白天和夜晚对于人类签到活动的研究
 - 空间维，如主干路和小区道路对于城市交通的研究

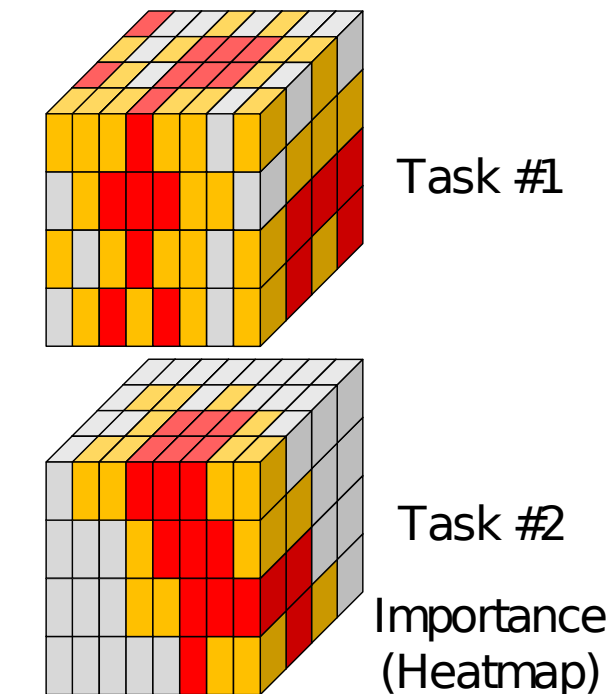


(Wu et al., 2018)

- 时空张量数据权重估计



Spatio-temporal tensor data



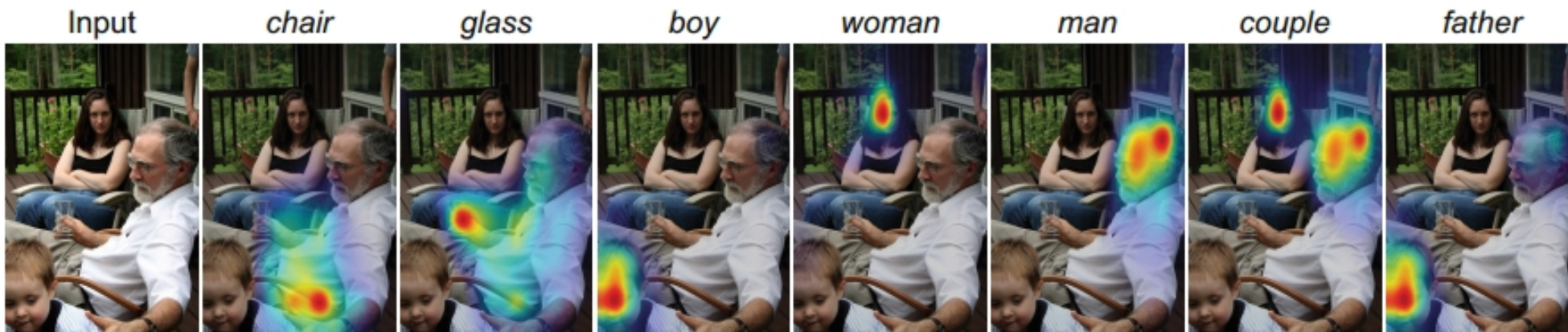
Element evaluation



- 时空张量数据权重估计方法

- 任务导向 (Task-based) → 不同任务下权重不同
- 时空依赖性 (Spatio-temporal dependence) → 时空单元不独立
- 估计结果物理意义 (Physical meaning)
- 可扩展性 (Extensibility)

- 可解释 AI 方法 (Explainable artificial intelligence)



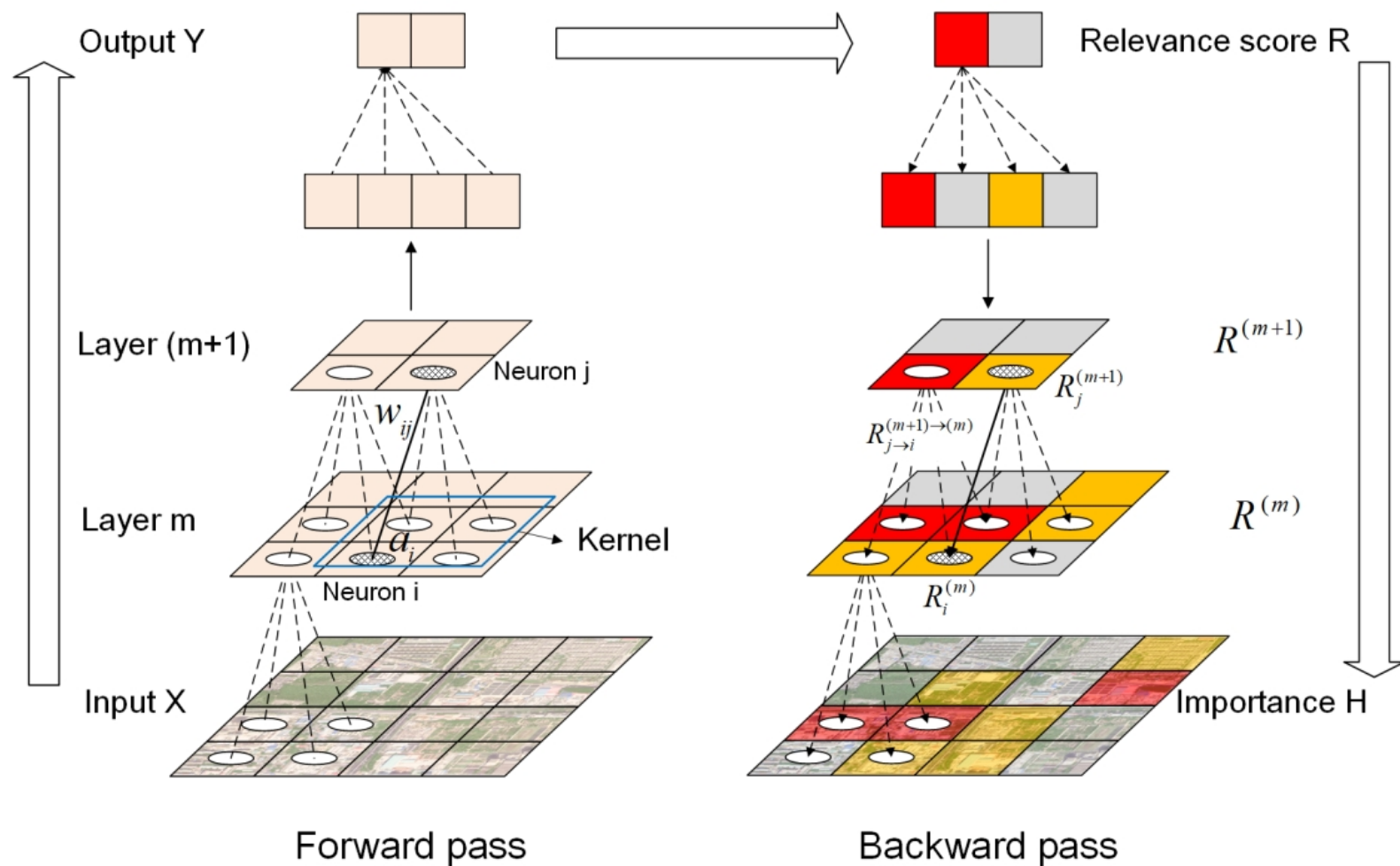
(Zhang et al., 2016)



(Zhou et al., 2016)

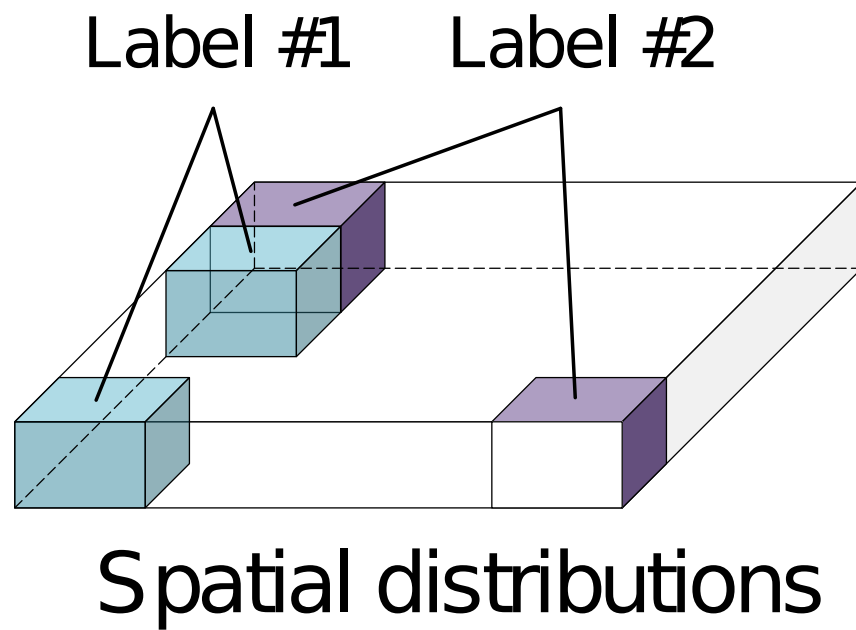
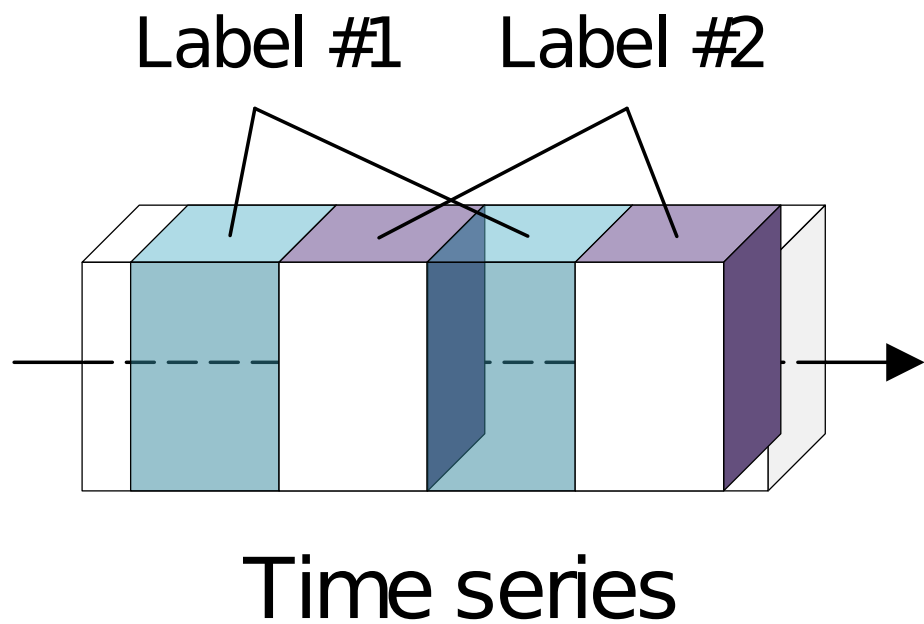
• LRP (Layer-wise relevance propagation) 算法

- 相关性每层守恒
- 按连接权重分配



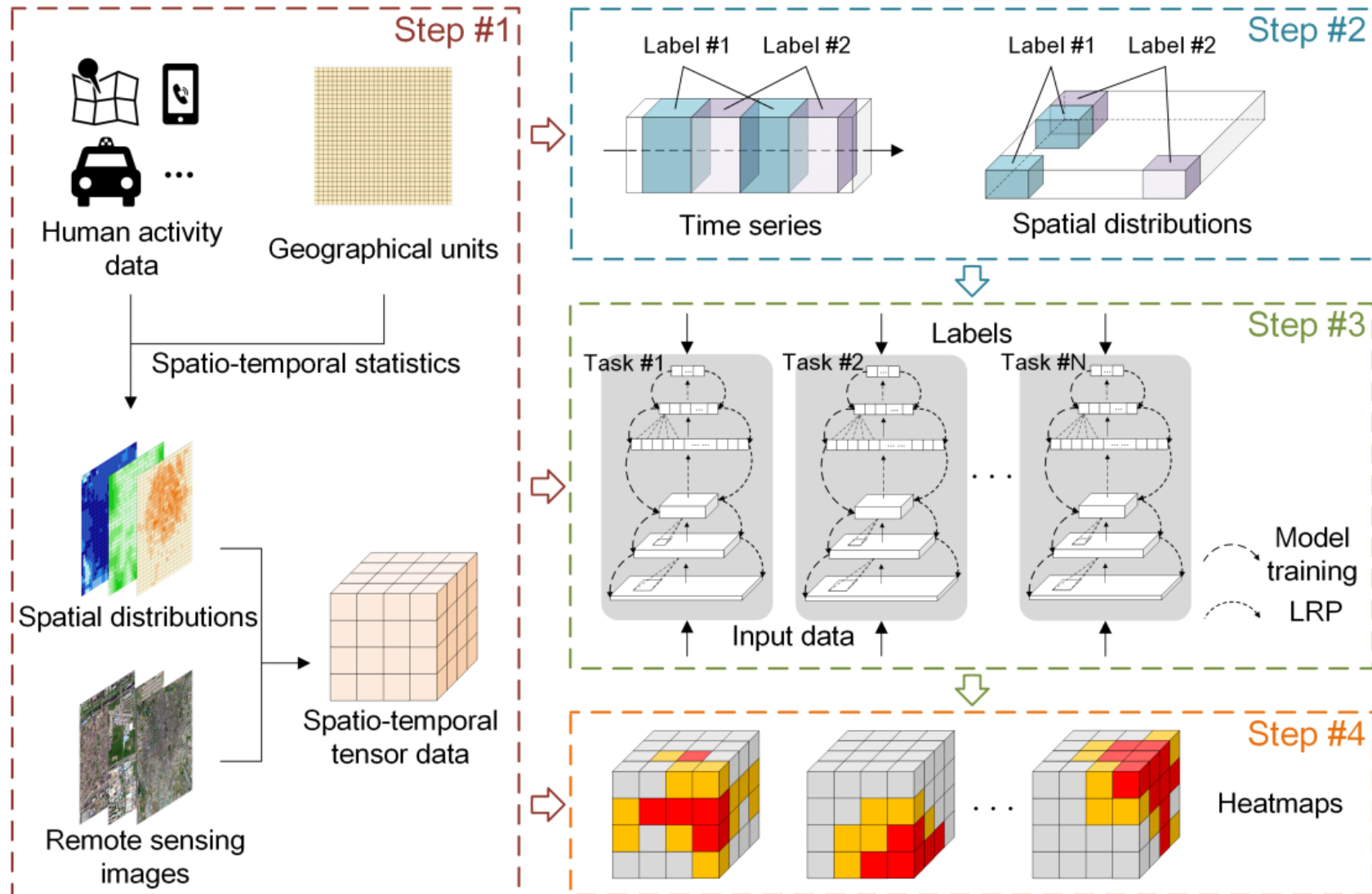
- 地学中的改进

- 时空单元相对位置不变
- 按时间、空间信息设计分类任务





• ST-LRP 方法流程



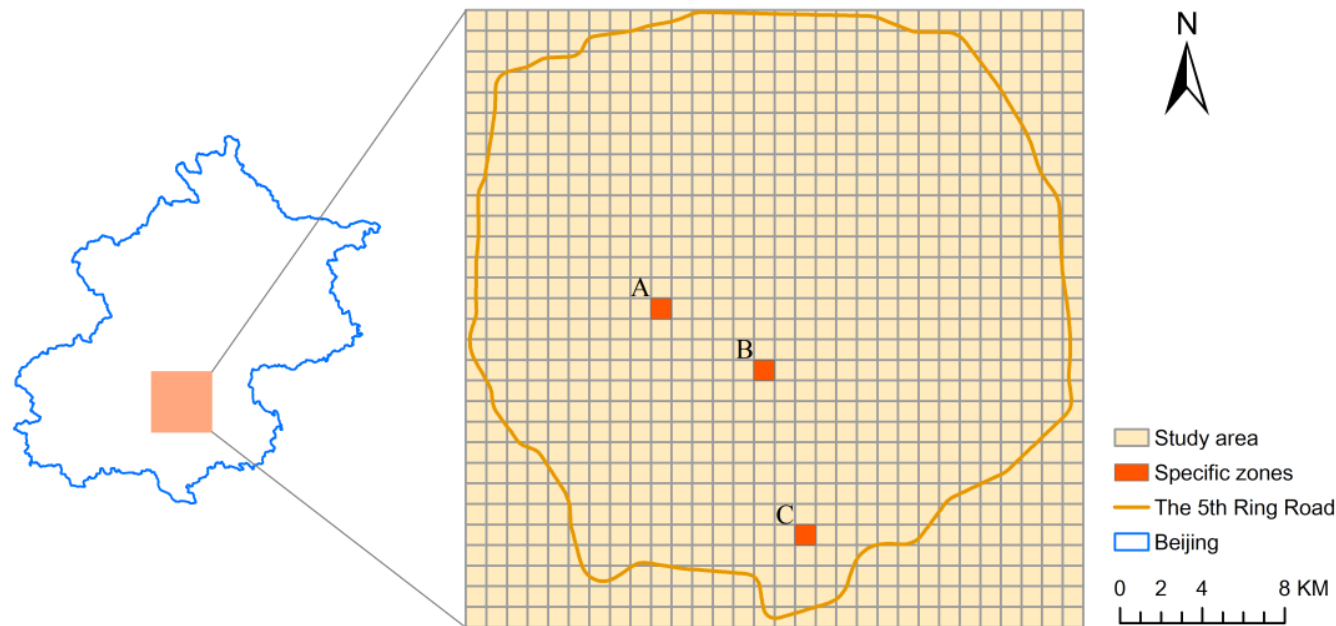
- 实验数据与分类任务

- 北京 2016 年出租车 OD 数据

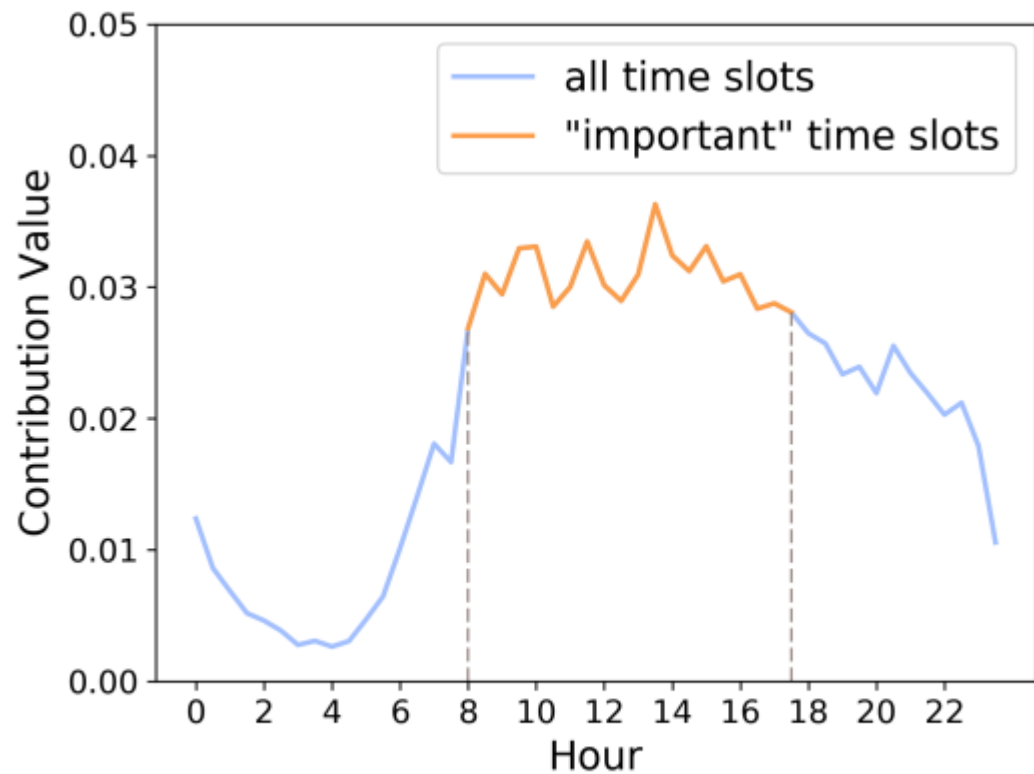
- 时间单元： 0.5hour

- 空间单元： 1km*1km

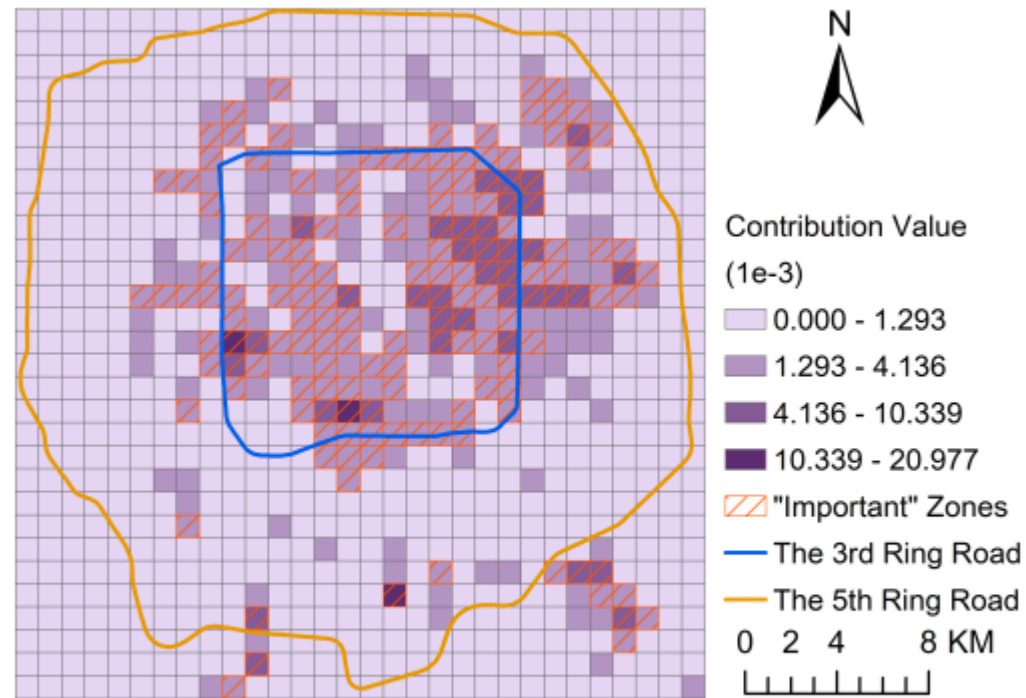
- 区分工作日与周末 / 节假日



- 权重估计结果



(a) Temporal importance assessed by ST-LRP



(b) Spatial importance assessed by ST-LRP



- ST-LRP 方法
 - 考虑空间依赖性
 - 面向特定研究任务训练模型
 - 估计原始数据项权重
 - 网络结构及训练任务灵活设定



- 后续研究
 - 潜在应用场景
 - 网络结构与训练参数
 - 基于 GeoAI 的知识发现



谢谢！ 敬请指正
chengximeng@pku.edu.cn



感时空，知未名

关注我们：未名时空

联系我们：geosoftpku@tom.com



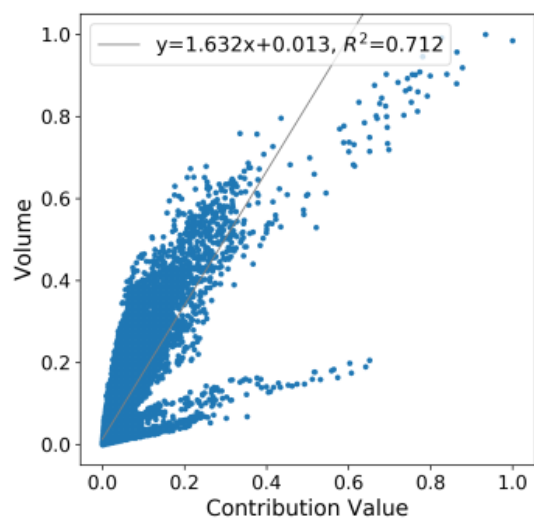
版权声明：

原创文章版权归S³-Lab所有，转载请注明原文出处。

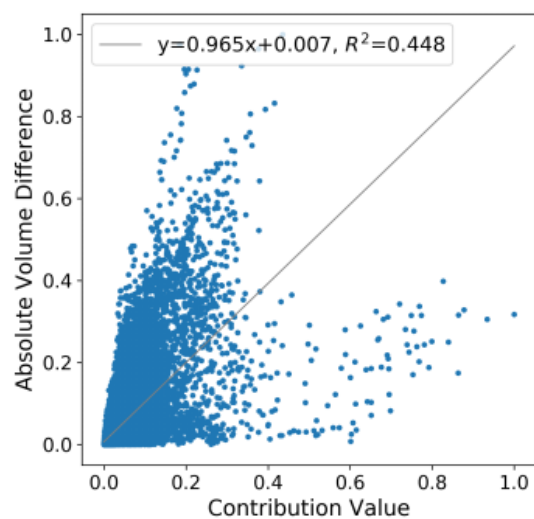


• 相关性分析

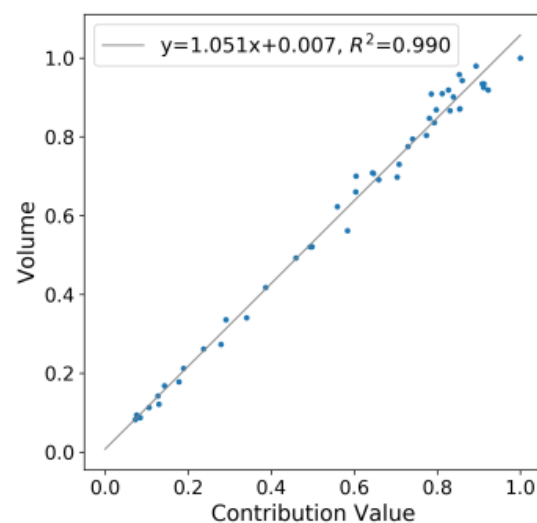
➤ 重要性（分类贡献度），数据量，两类数据差值



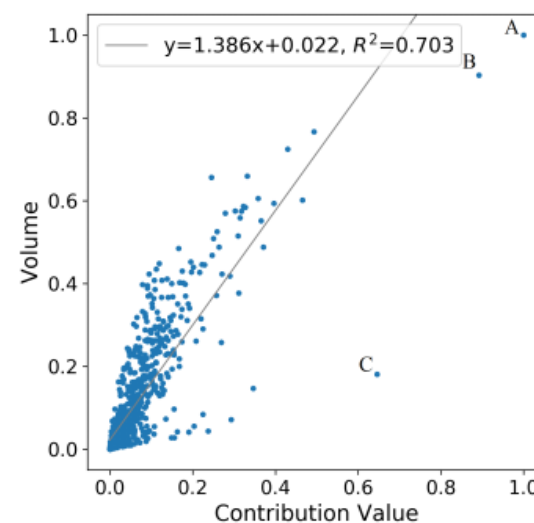
(a)



(b)



(c)

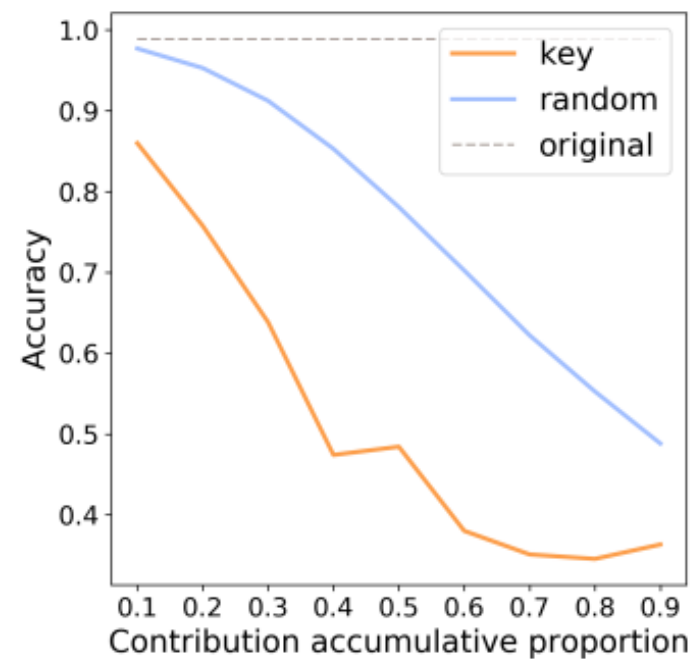
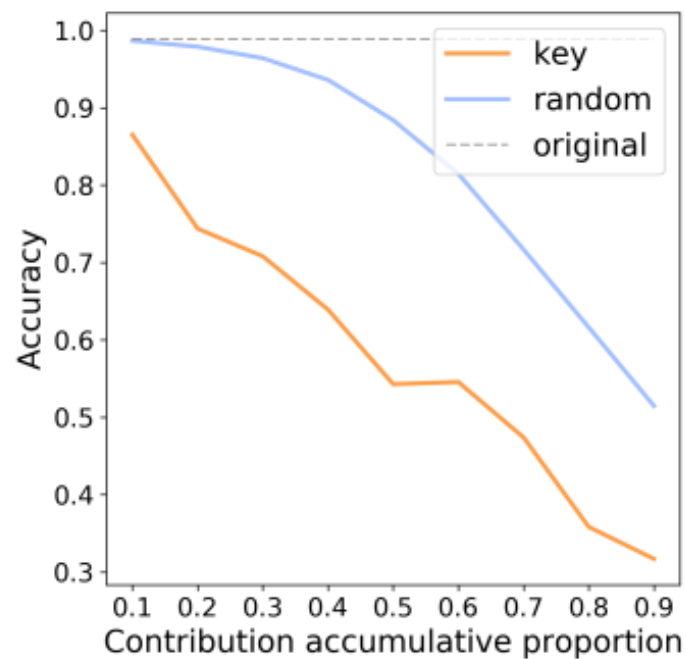
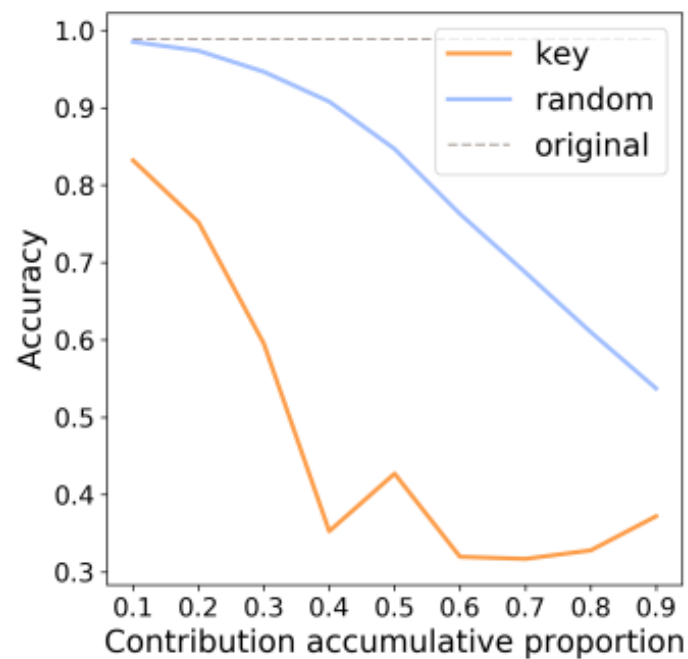


(d)



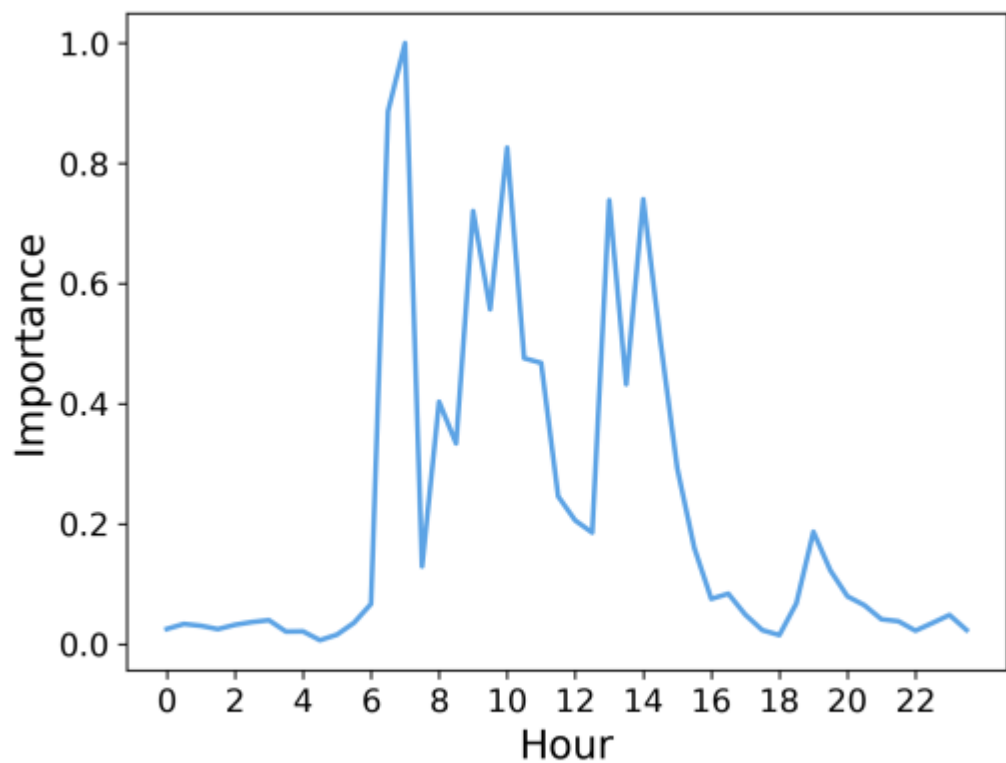
• 结果可靠性验证

➤ 替换原始数据中部分区域的值（零值、所有区域均值、随机区域值）

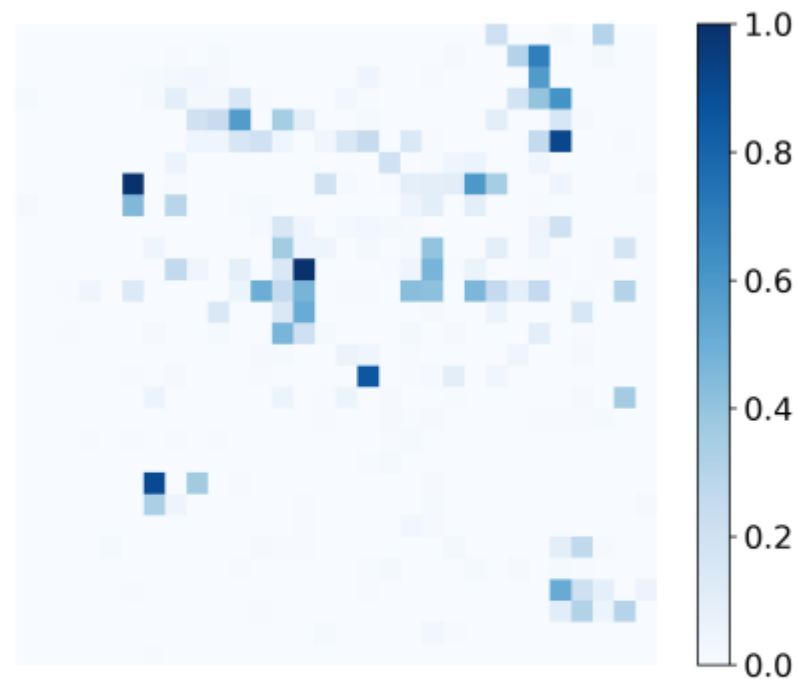


- 考虑数据依赖性验证

➤ 对比方法：随机森林（Random forests）



(a) Temporal importance assessed by random forests



(b) Spatial importance assessed by random forests

- 数据压缩 （ Data compression ） 应用

- 分别基于 48 维时谱曲线及 20 维时谱曲线聚类

