



北京大學  
PEKING UNIVERSITY

# 基于时谱曲线的城市混合用地功能分解

程希萌，刘瑜  
北京大学遥感与地理信息系统研究所  
2017.11.19



# 目录

## CONTENTS

1/ 研究背景

2/ 混合用地功能分解

3/ 案例研究

4/ 讨论



# 1、研究背景——混合用地功能

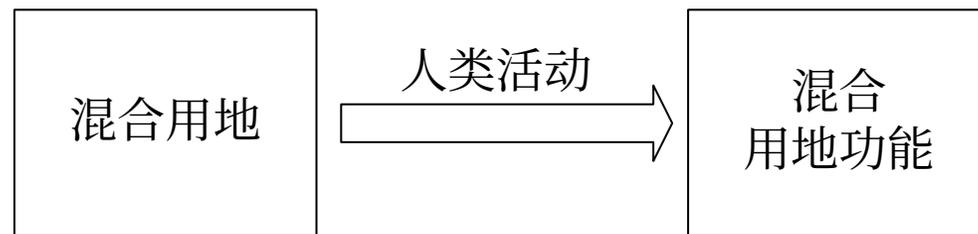


写字楼、住宅区、超市

# 1、研究背景——混合用地功能



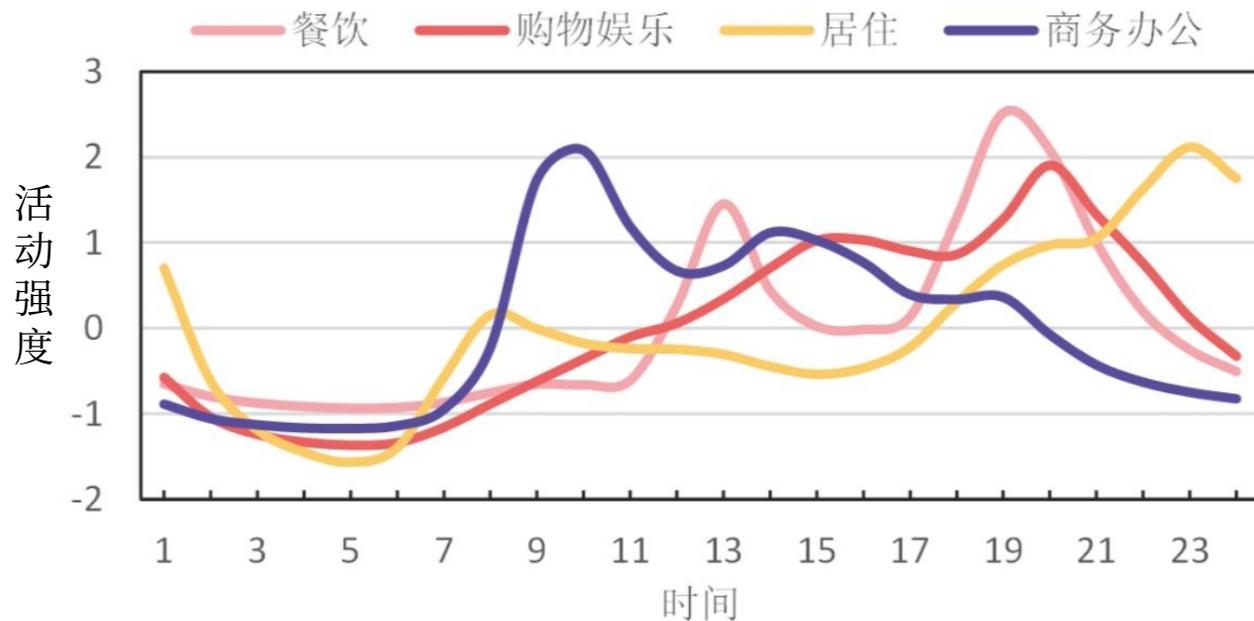
写字楼、住宅区、超市





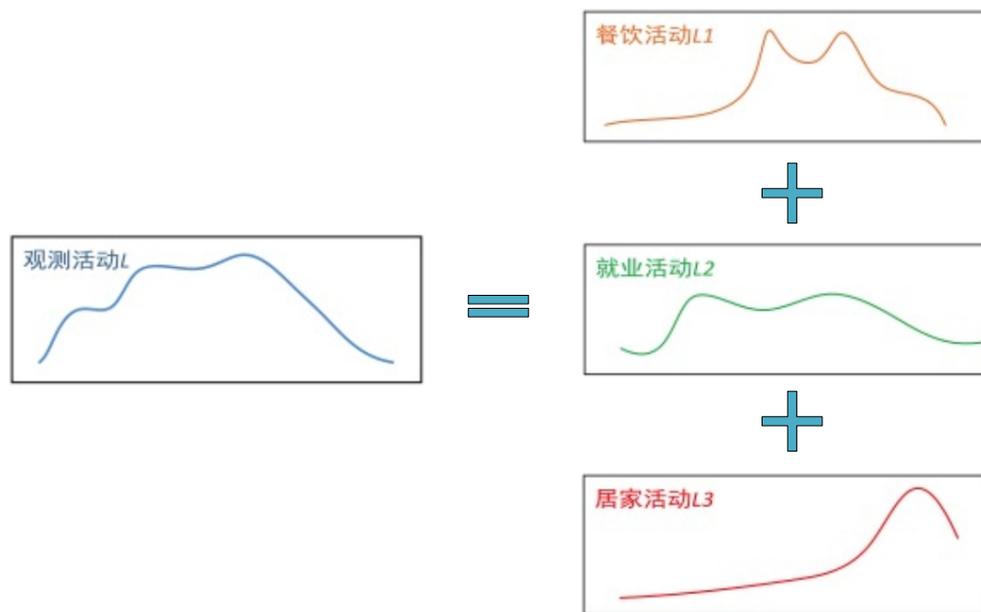
### • 空间时谱曲线

- 人类活动具有规律性
- 用地功能相同地块承担的人类活动模式相似
- 用地功能不同地块承担的人类活动模式往往不同
- 通过人类活动模式推断用地功能类型



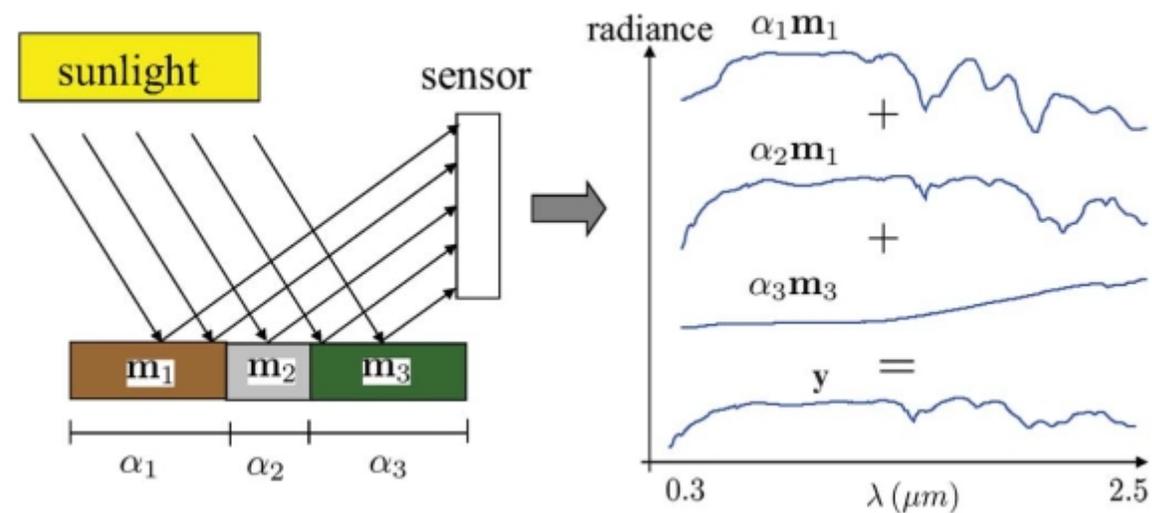
基活动标准化时谱曲线

(龚俐, 2016)



混合用地功能分解示意图

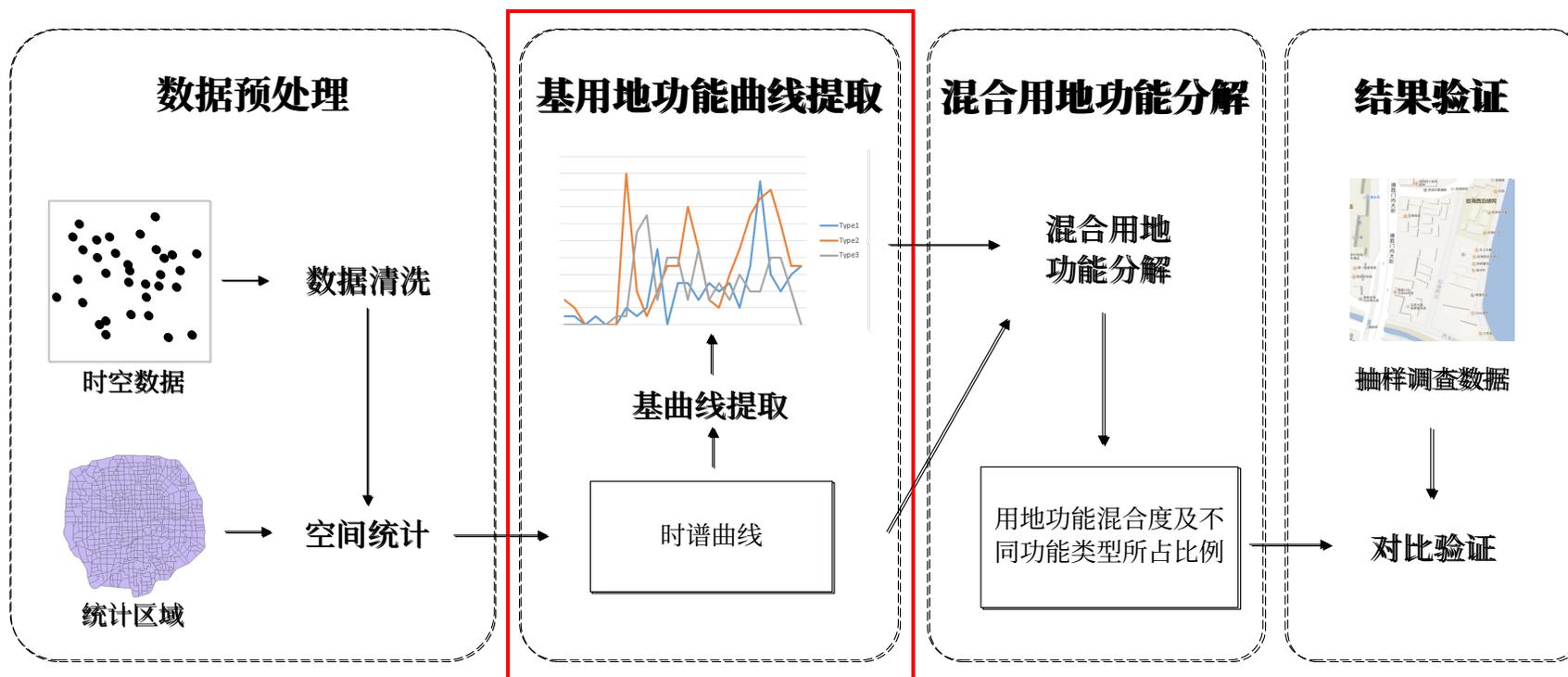
(龚俐, 2016)



混合像元分解示意图

(Bioucas-Dias J M et al., 2012)

## • 研究框架





- 数据预处理
  - 数据清洗
  - 空间统计：时间分辨率、空间分辨率
  - 时谱曲线标准化处理：Z-Score、min-max 标准化、总和归一化



- 基用地功能曲线提取
  - 聚类方法
  - 混合像元分解方法（N-Finder，PPI等）
  - 人工采样
  - 活动标签数据统计



### • 不同基曲线提取方法比较

方法	聚类方法	混合像元分解方法 ( N-Finder , PPI 等)	人工采样	活动标签数据统计
优点	相关研究较多，易实现，对噪声数据鲁棒性高，非监督方法	结果易解释，理论成熟应用广泛（遥感领域）	结果易解释，目的性强	准确度高，结果易解释
缺点	对聚类结果不易解释，得到的基曲线往往“不纯”	相关研究较少（方法适用性），对噪声数据敏感，往往要求数据中存在“端元”	耗时较多，难覆盖全部用地功能类别，对样本选择敏感	对数据要求高，不同数据难以迁移



- 线性分解模型

- 假设每一地块的人类活动曲线是由基活动曲线按比例线性加和组成

$$S_i^t = \sum_{k=1}^K p_{ik} B_k^t$$

式中 $S_i$ 表示第 $i$ 个统计单元的混合曲线, $B_k$ 表示第 $k$ 个基活动曲线

- 比例系数需满足条件

$$\sum_{k=1}^K p_{ik} = 1 \quad p_{ik} \geq 0$$



- 结果验证

- 用地功能混合度 ( Frank L., 2004 )

$$H_i = - \sum_{k=1}^{K_i} p_{ik} \ln(p_{ik})$$

其中  $i$  表示空间单元,  $K_i$  表示该空间单元所包含的用地类型 (功能) 数目,  $p_{ik}$  表示空间单元  $i$  中第  $k$  类用地 (功能) 的占比

- 与其他数据对比 (用地类型、POI 等)
- 调查问卷

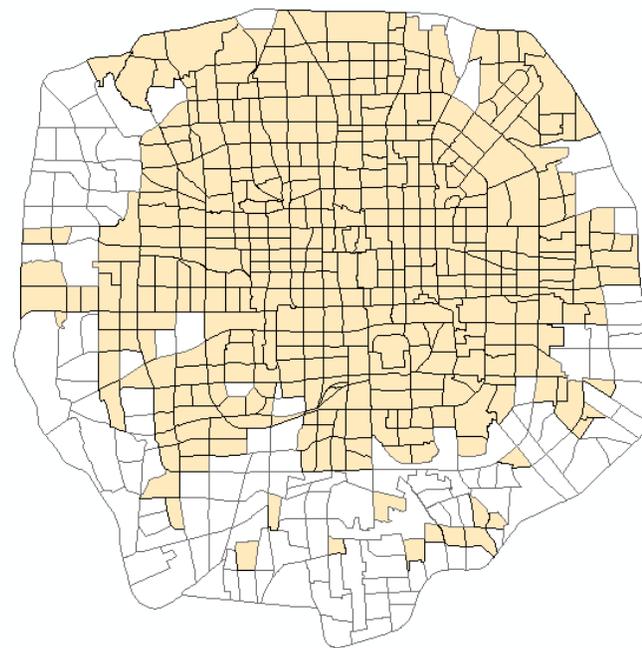


- 研究区域

- 北京市五环以内区域
- 研究单元：交通小区，共 442 个

- 数据预处理

- 实验数据：街旁网签到数据，2011.9~2012.9，共 376 天
- 时间分辨率：1 小时，时谱曲线为 24 维
- 剔除单位平方千米日均签到数小于 1 的区域
- 标准化方法：总和归一化



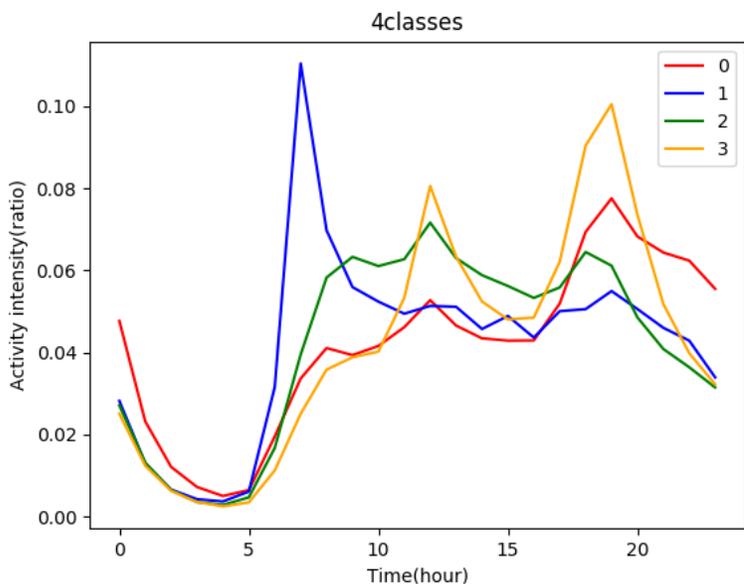


- 基用地功能曲线提取
  - 基曲线数目： 4 ， 5
  - 提取方法： KNN 聚类、 N-Finder 、 人工采样、 活动标签数据统计

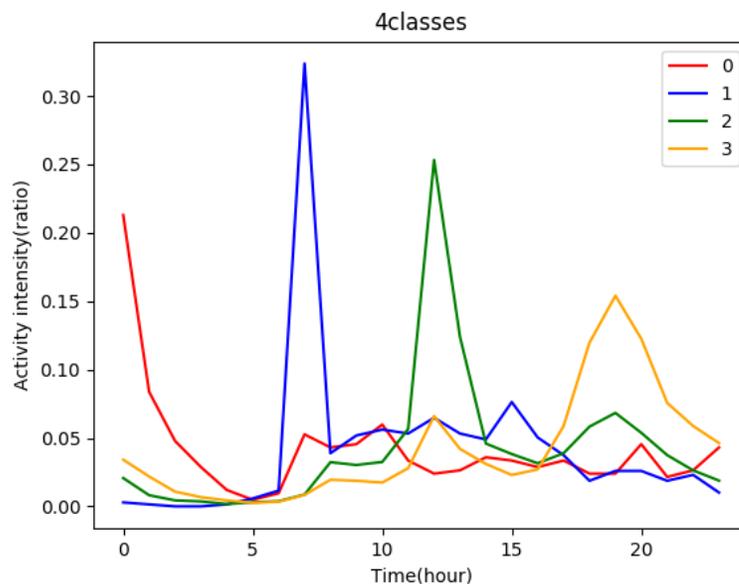


### • 基用地功能曲线提取

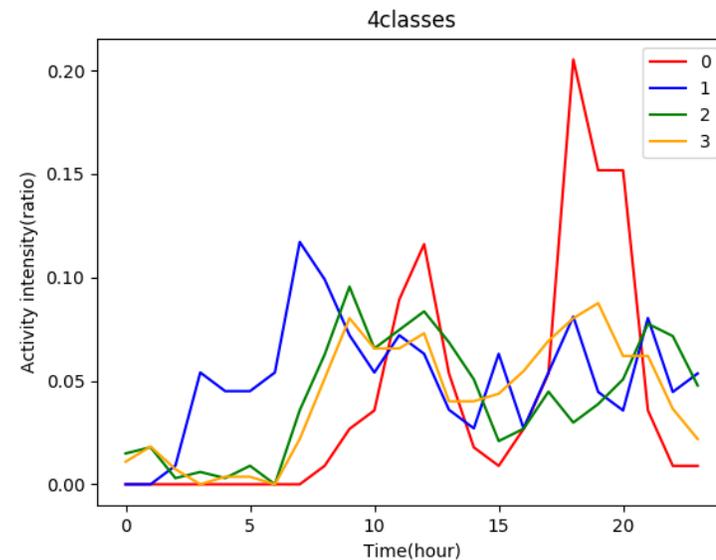
- 基曲线数目：4，5
- 提取方法：KNN 聚类、N-Finder、人工采样、活动标签数据统计



KNN 聚类



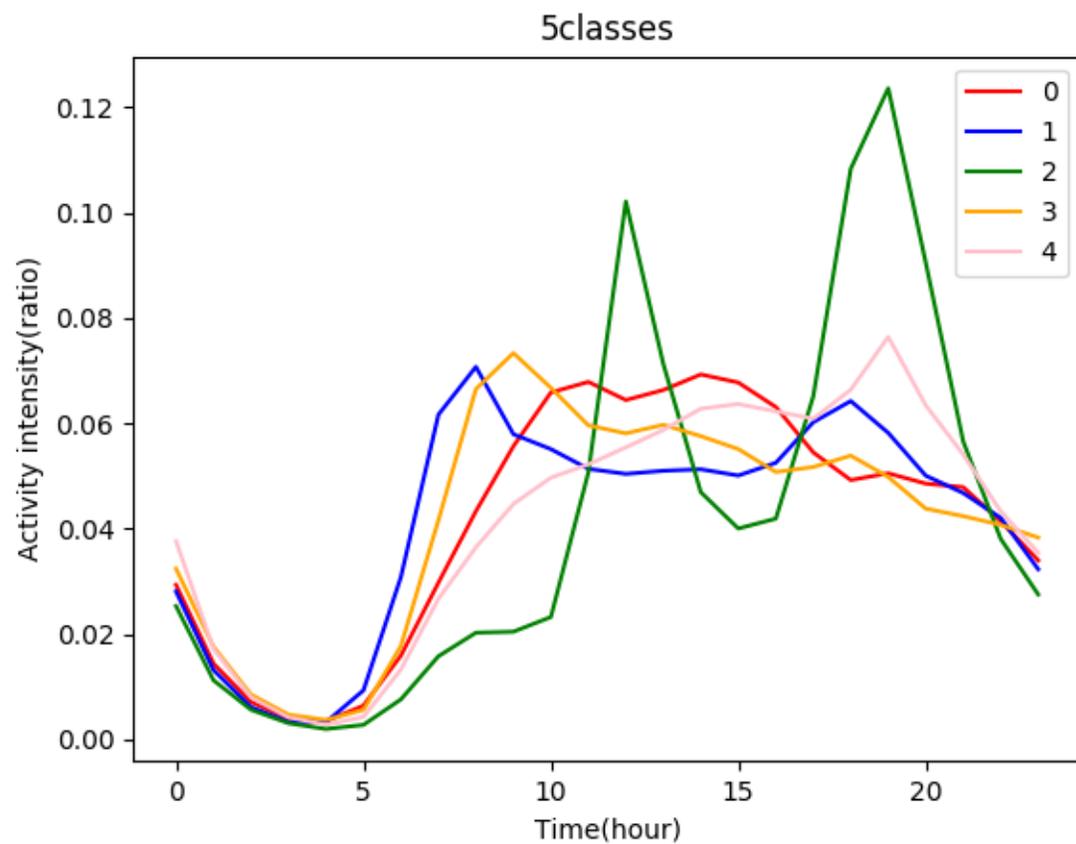
N-Finder



人工采样



### • 活动标签数据统计



0：休闲运动

1：居住

2：餐饮

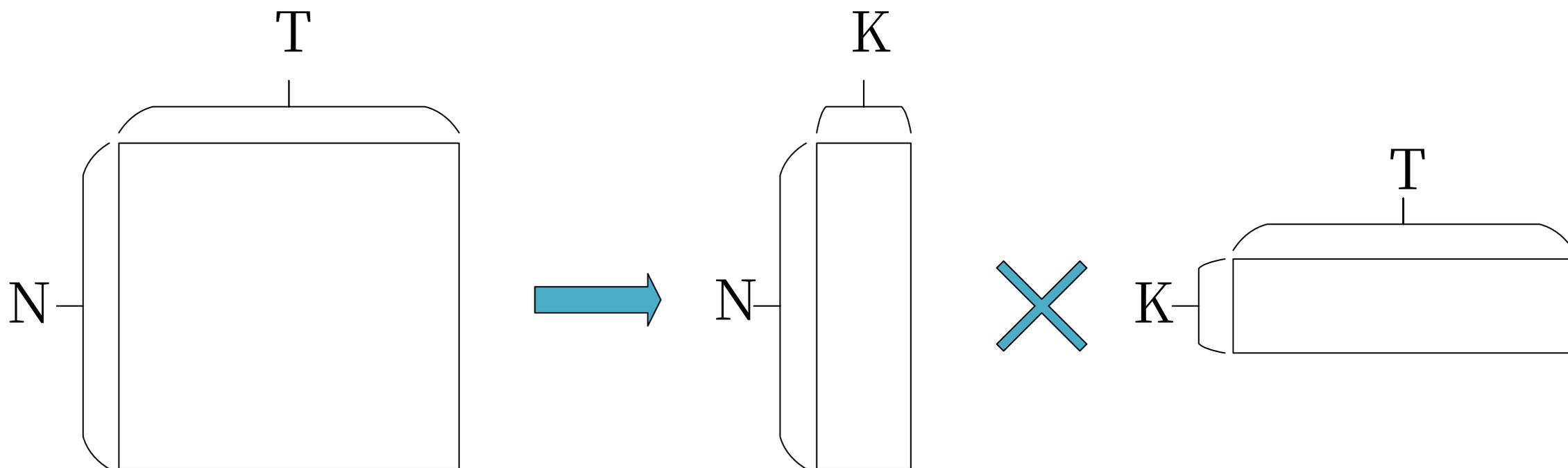
3：办公

4：娱乐购物

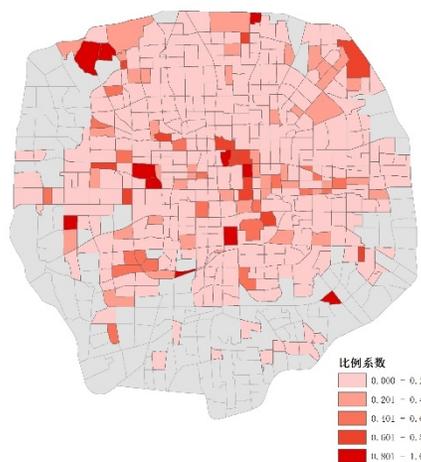
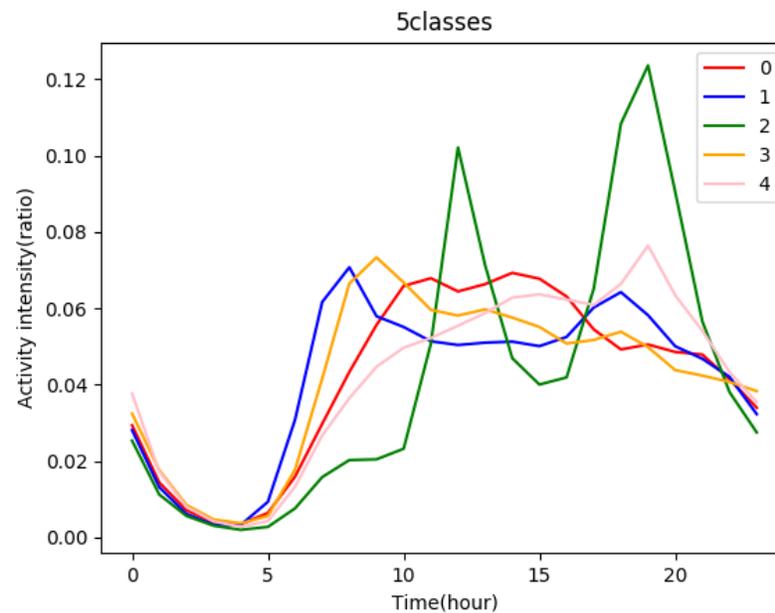
- 混合用地功能分解

- 分解方法：线性分解

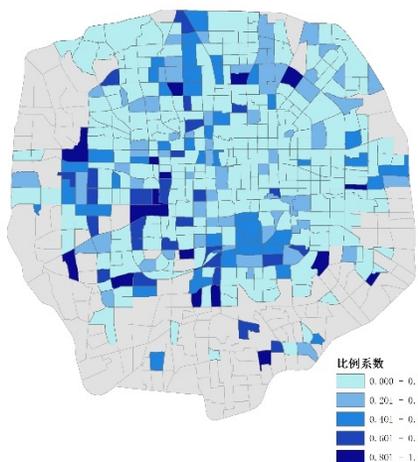
- 优化目标：拆解前后矩阵相似性最高  $\longrightarrow r=0.9266$



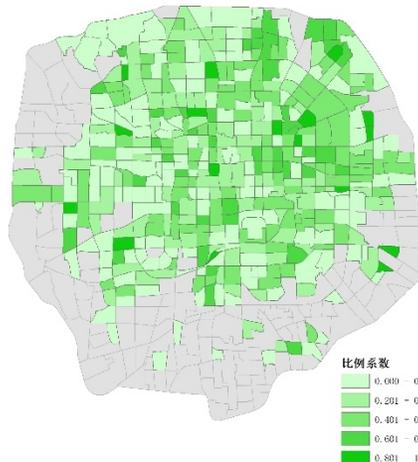
## • 混合用地功能分解



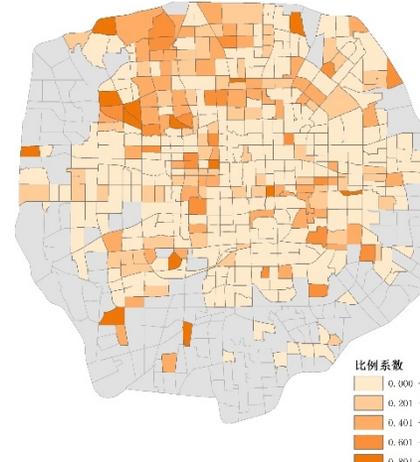
0：休闲运动



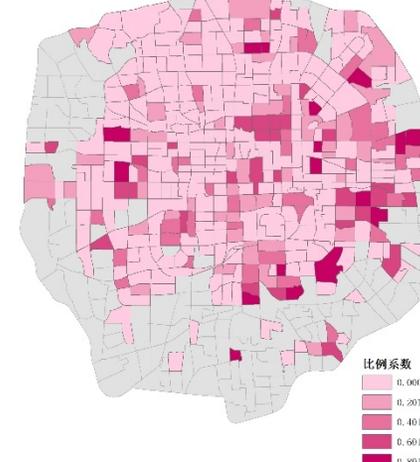
1：居住



2：餐饮

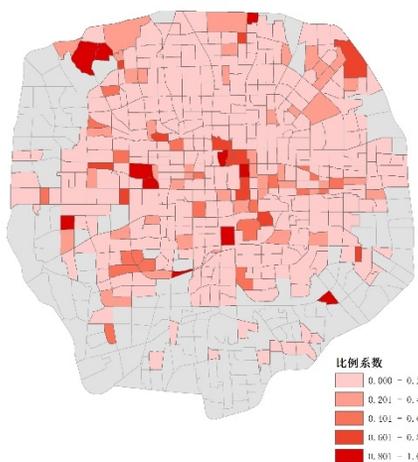
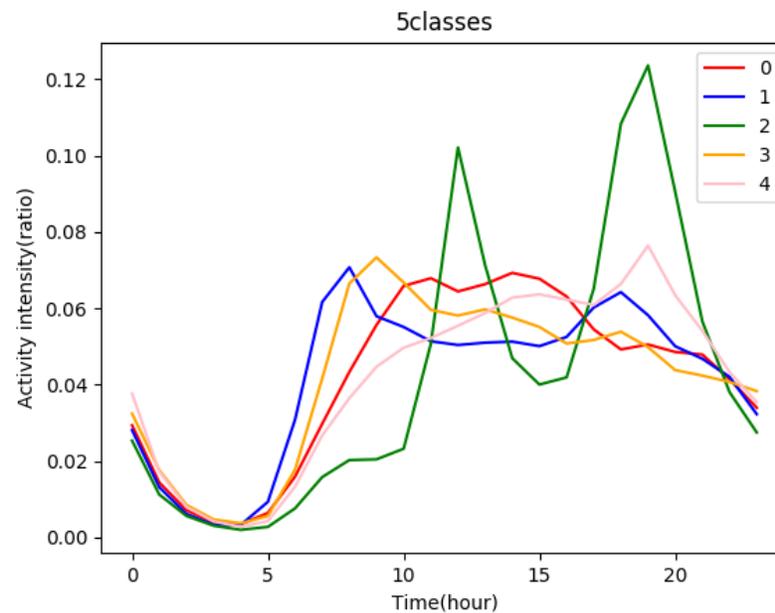


3：办公

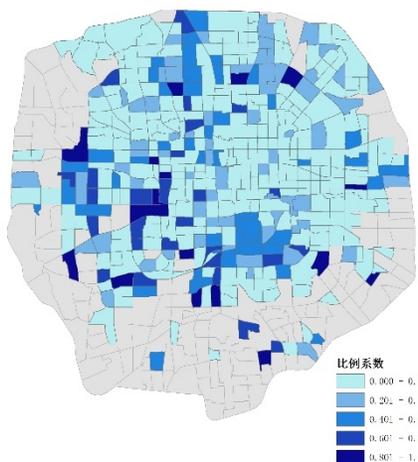


4：娱乐购物

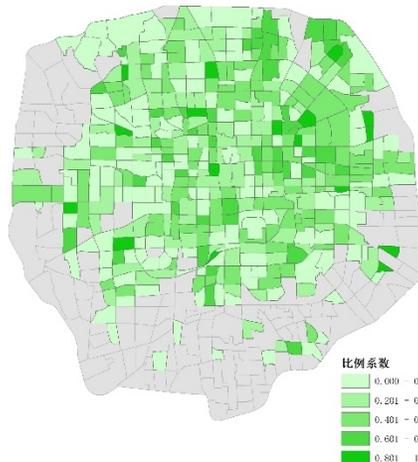
## • 混合用地功能分解



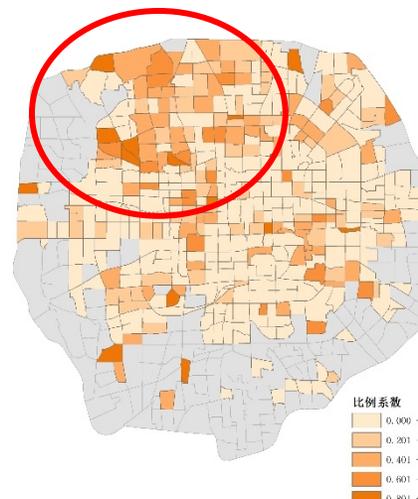
0：休闲运动



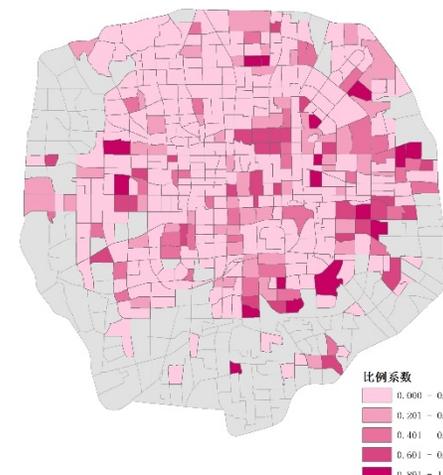
1：居住



2：餐饮



3：办公



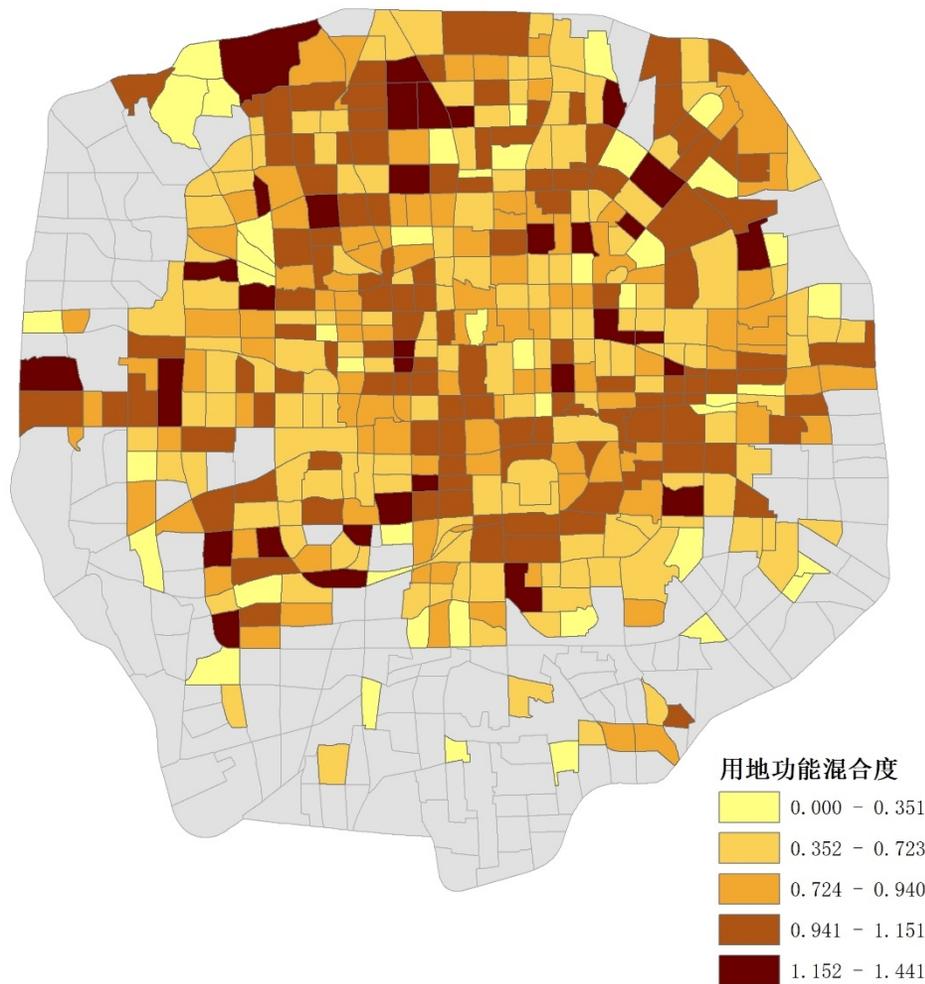
4：娱乐购物



- 结果验证

- 用地功能混合度计算

$$H_i = - \sum_{k=1}^{K_i} p_{ik} \ln(p_{ik})$$

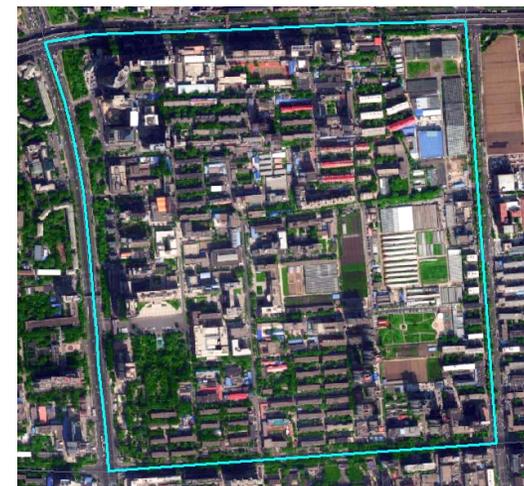


## 3、案例研究

低用地功能混合度区域 ( $h < 0.00008$ )



高用地功能混合度区域 ( $h > 1.38$ )





### • 结果验证



三里屯

休闲运动: 0.000005  
居住: 0.000006  
餐饮: 0.247597  
办公: 0.000005  
娱乐购物: 0.752388



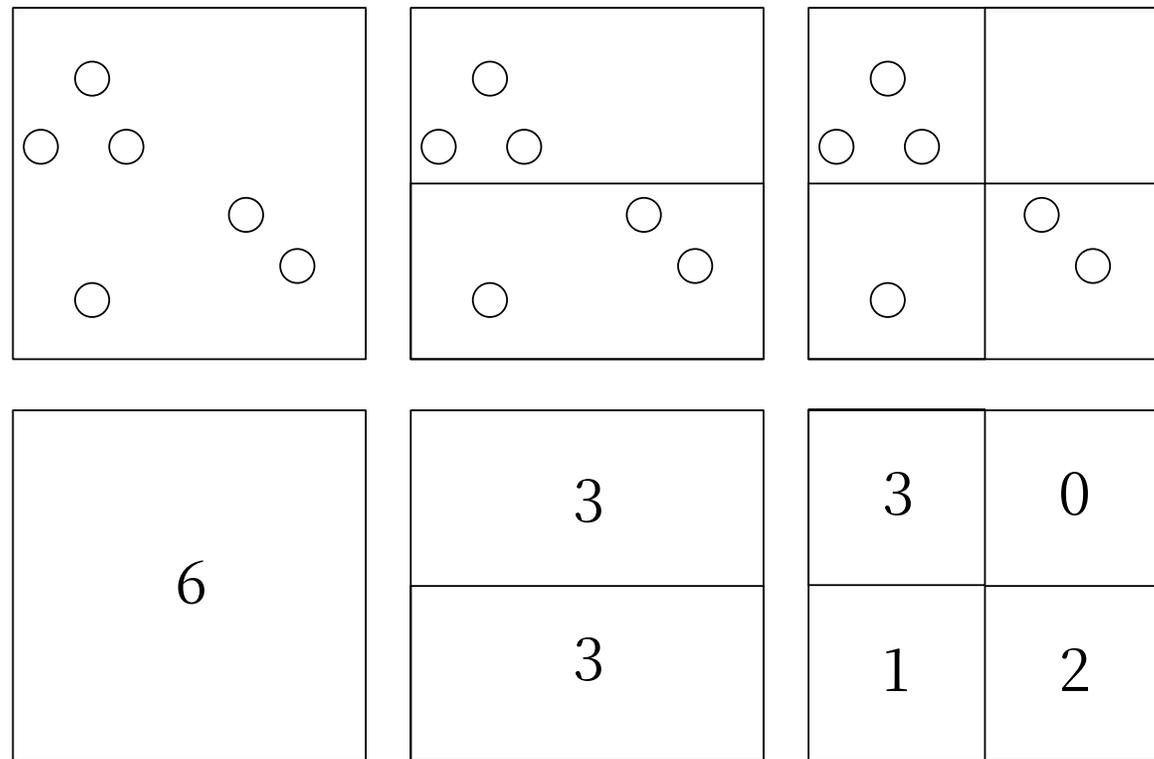
颐和园

休闲运动: 0.999974  
居住: 0.000003  
餐饮: 0.000002  
办公: 0.000018  
娱乐购物: 0.000003



- “同物异谱”现象
  - 相同用地功能的时谱曲线差异
  - 尺度划分造成的时谱曲线差异

- “同物异谱”现象
  - 相同用地功能的时谱曲线差异
  - 尺度划分造成的时谱曲线差异





谢谢！ 敬请指正

zhengximeng@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S<sup>3</sup>-Lab所有，转载请注明原文出处。