



北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY



北京城市实验室
Beijing City Lab

大数据视角下的城市安全

王静远 副教授

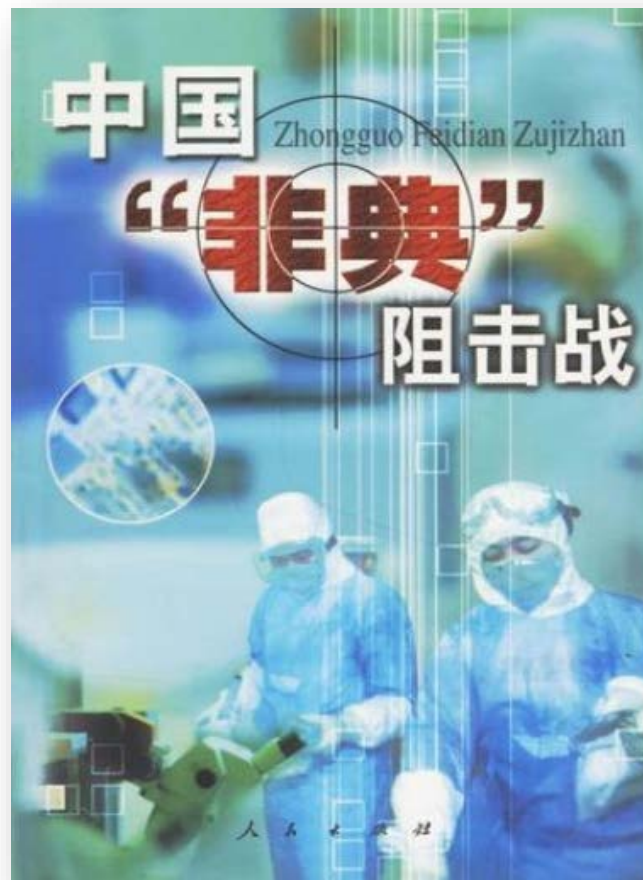
北京航空航天大学



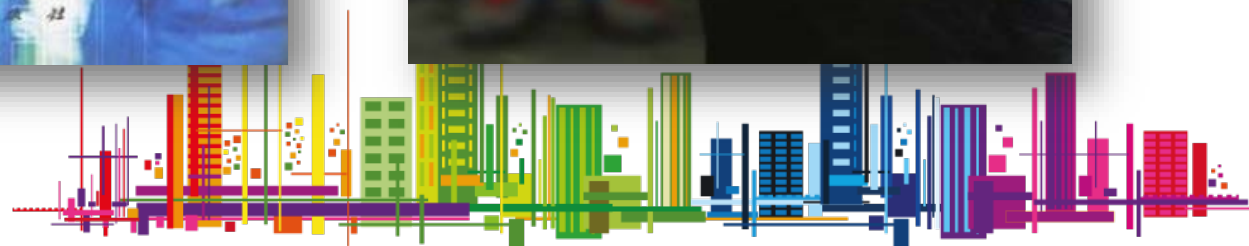
危险品



传染病



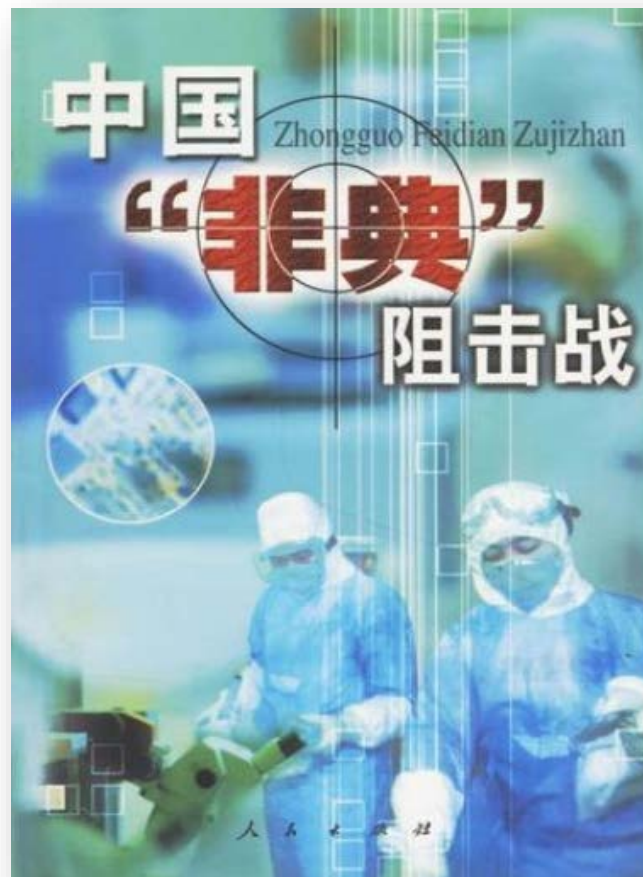
治安



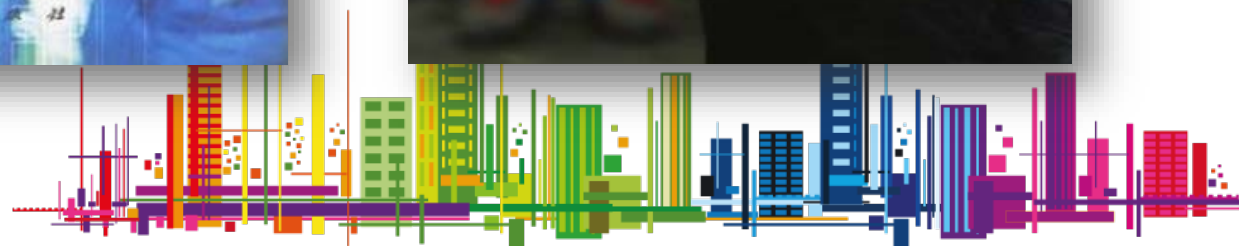
危险品



传染病

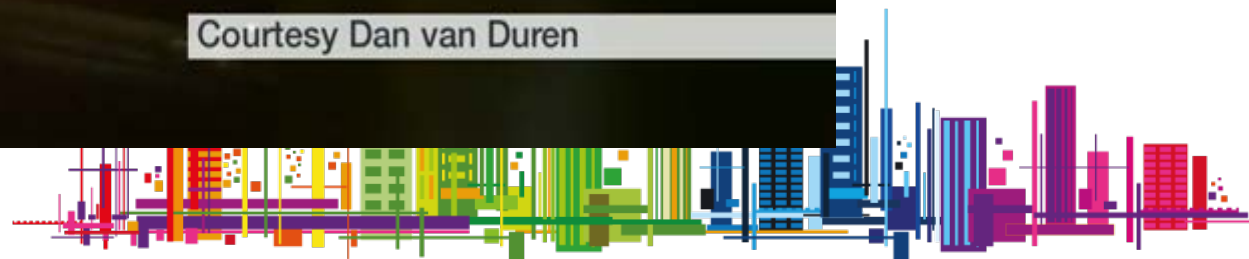


治安



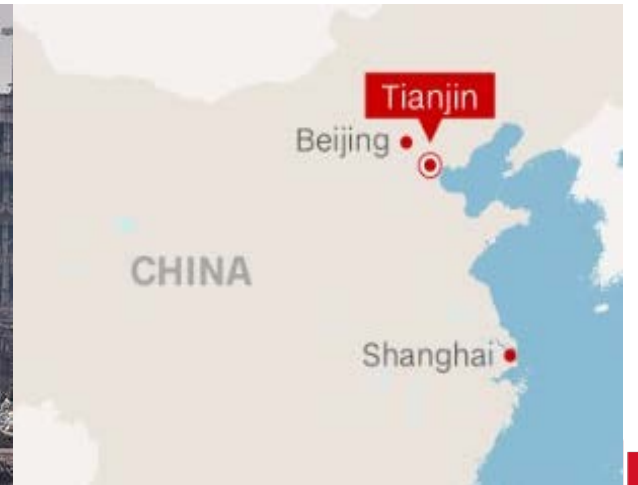


Courtesy Dan van Duren



8.12天津滨海新区爆炸事故

- 2015年8月12日天津滨海新区爆炸事故造成的损失 (Wikipedia)
 - TNT equivalent: **21 Tons**, was the equivalent of a magnitude **2.9 earthquake**.
 - **173 people** were killed and hundreds of people were injured.
 - **304 buildings, 12,428 cars and 7,533 intermodal containers** were seriously damaged.
 - Surrounding buildings were declared as **“structurally unsafe”**.
 - Local environments and air were also seriously polluted by exploded dangerous goods, which incurs immeasurable loss.



8·12天津滨海新区爆炸事故

• 8.12爆炸事故造成巨大破坏的原因是什么？

- **危险品：**场累计存放危险化学品3000吨，其中硝酸铵800吨左右、硝酸钾500吨左右、氰化钠700吨左右。
- **离居民太近：**万科海港城小区三期离爆炸中心不到600米，在爆炸点周围1000米内，有3个大型社区合计入住数超过5600户居民。

居民
聚集区



危险品
存放地



8.12天津滨海新区爆炸事故

- 类似事故：2001年法国图卢兹AZF化工厂爆炸



时间 2001年9月21日

地点 法国西南部工业城市图卢兹 (Toulouse) 化工厂AZF

造成31人死亡,2500多人受伤

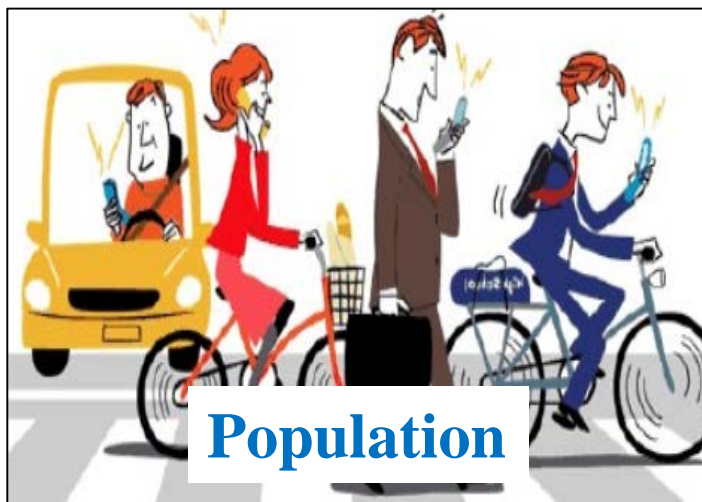
"The French can **no longer sleep with a bomb** beneath their pillows" --- 图卢兹市长Philippe Douste-Blazy



城市危险品运输安全分析



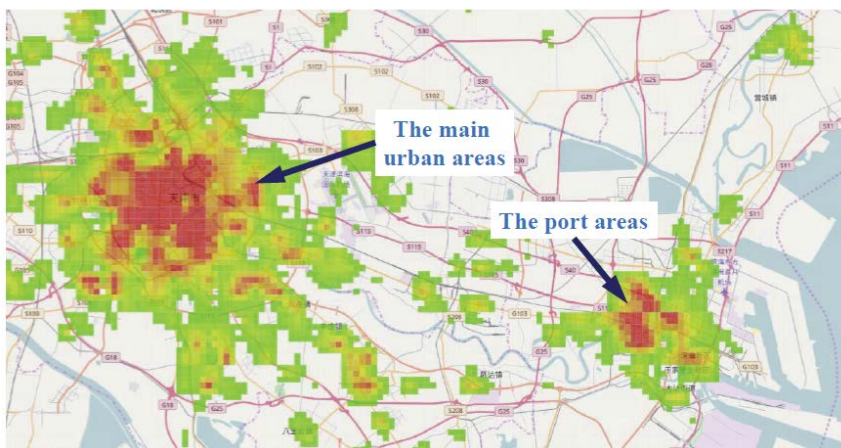
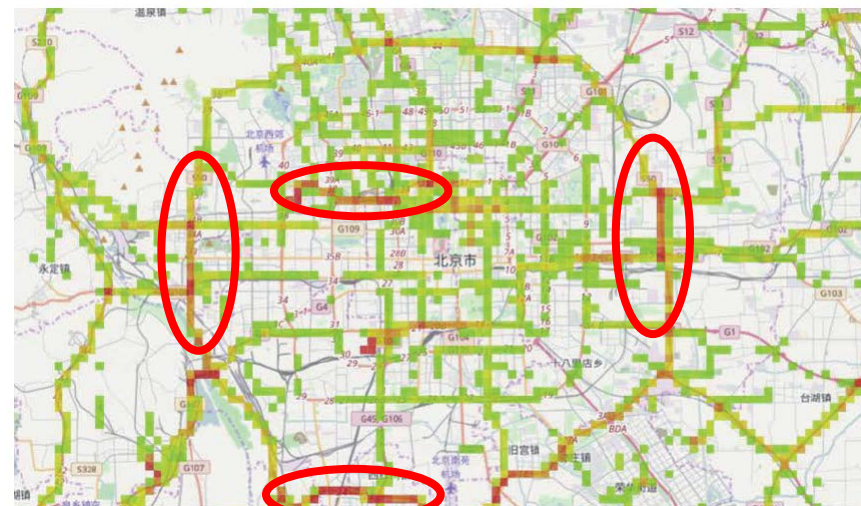
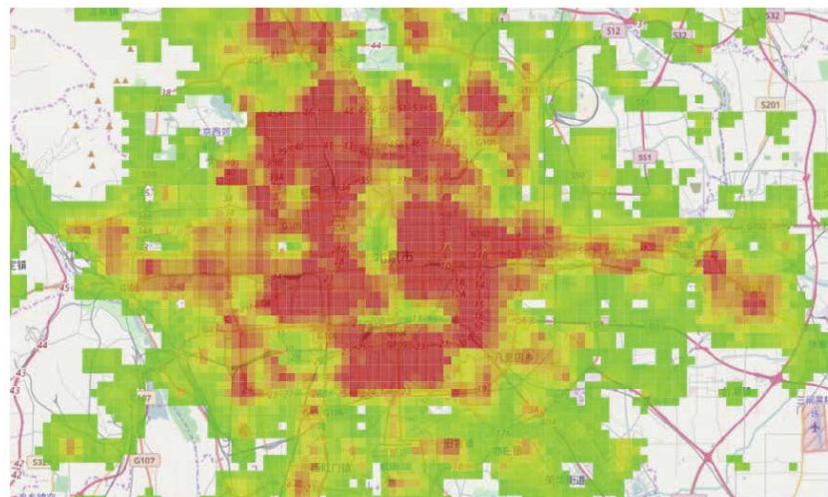
自2011年8月1日起，新出厂的“两客一危”车辆，在车辆出厂前应安装符合《道路运输车辆卫星定位系统车载终端技术要求》（JT/T794-2011）的**卫星定位装置**。并接入**全国重点营运车辆联网联控系统**。



Multi-source Data



京津人口与危险品分布



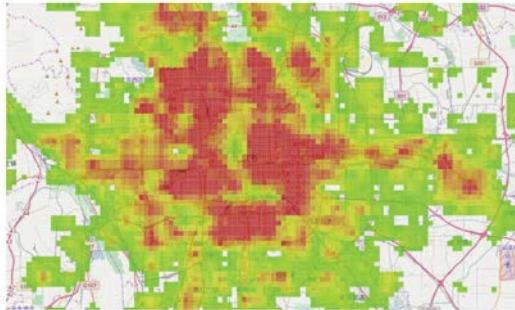
人口分布



危险品分布

• 危险品与人口数据的融合

北京市的人口
超过**2000万**



数据尺度差异巨大

北京市的危险品车辆约
有**3700辆**



$zone_{ij}$

Crowd: 10^3
DGT: 10^1

$d_{ij}: 10^1$

$c_{ij}: 10^3$

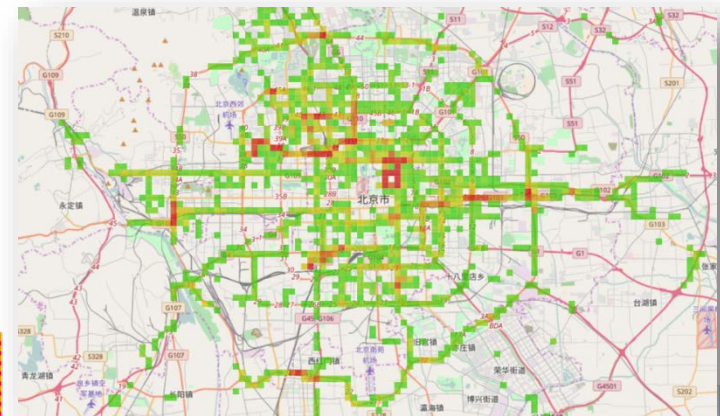
$zone_{ij}: (10^1, 10^3)$

Mahalanobis距离:

$$D_M(a, b) = \sqrt{(a - b)\Sigma^{-1}(a - b)^T}$$

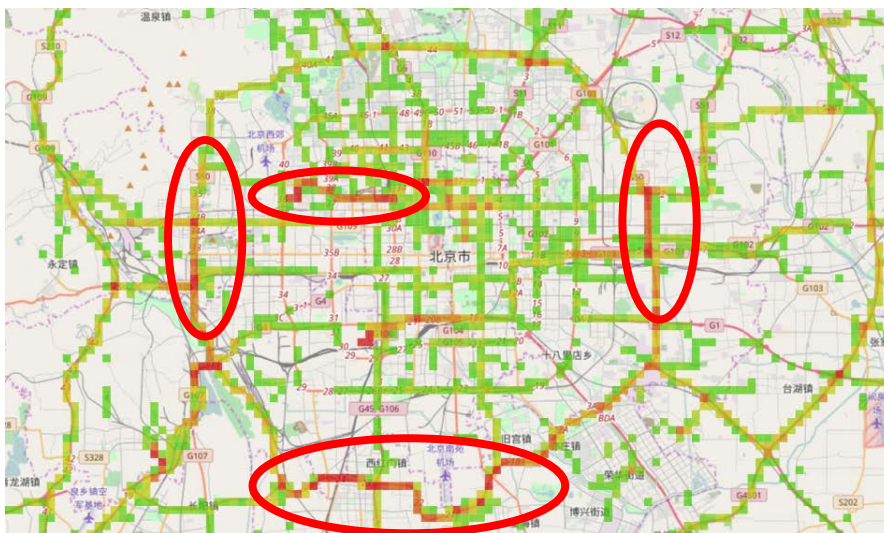
区域风险分数Risk score:

$$RS_{ij} = D_M((d_{ij}, 0)^T, 0) \times D_M((0, c_{ij})^T, 0)$$

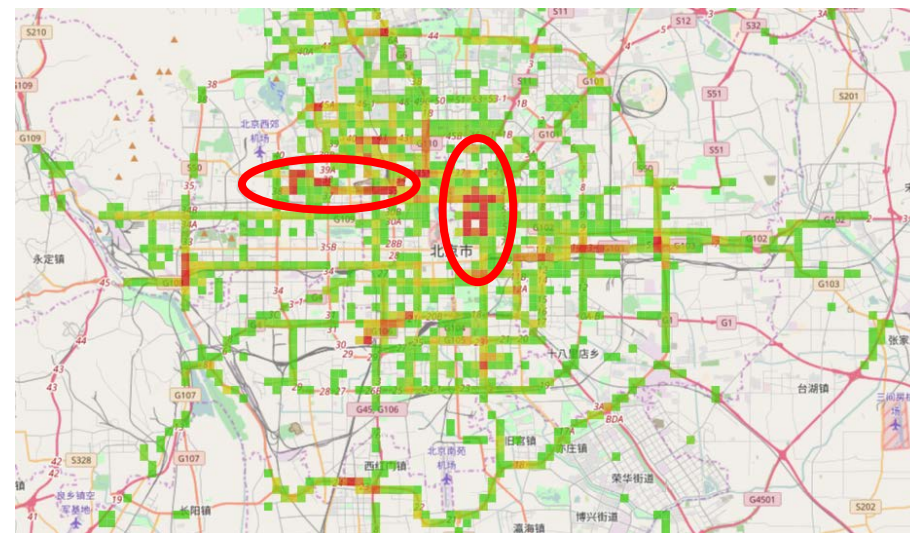


城市危险品运输安全分析

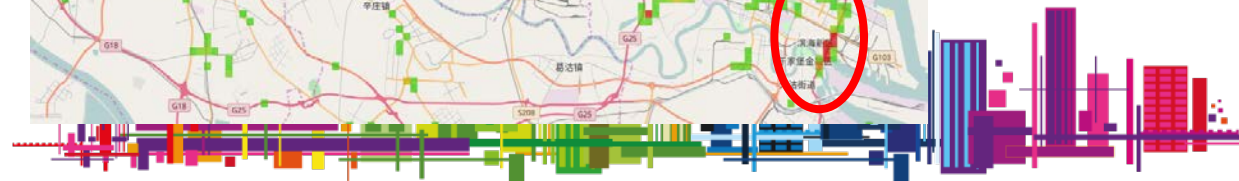
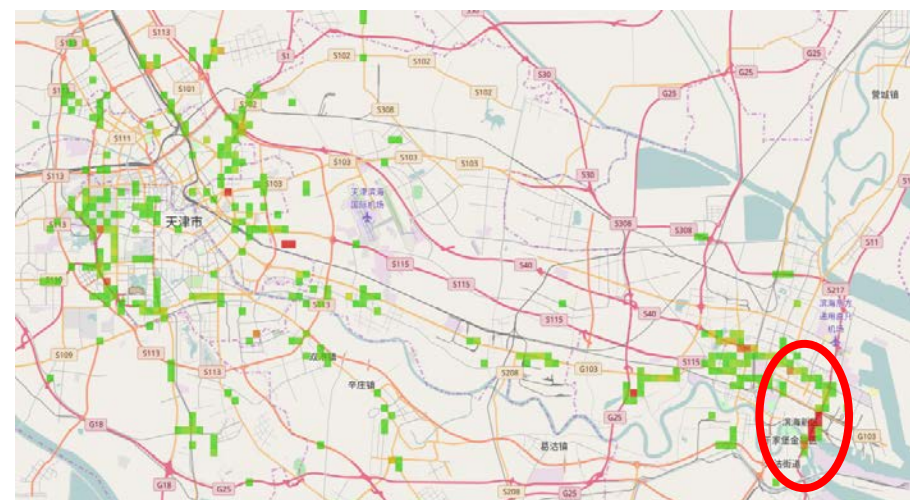
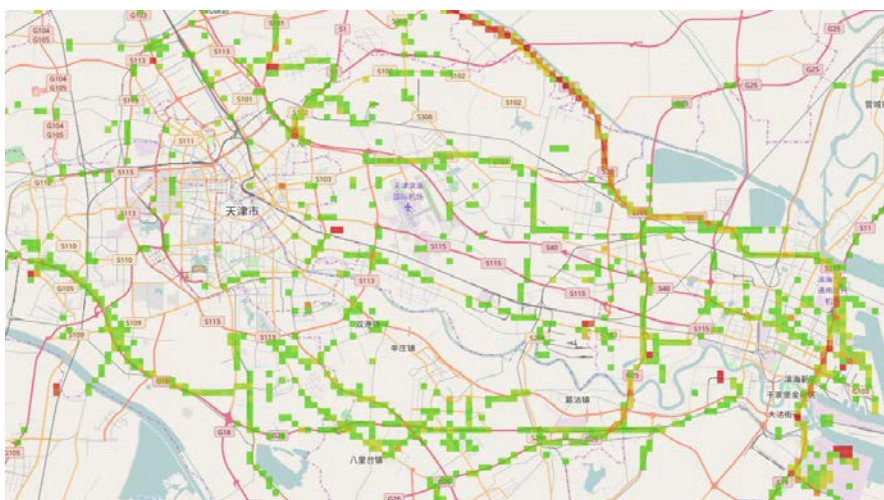
京津危险品运输风险分布



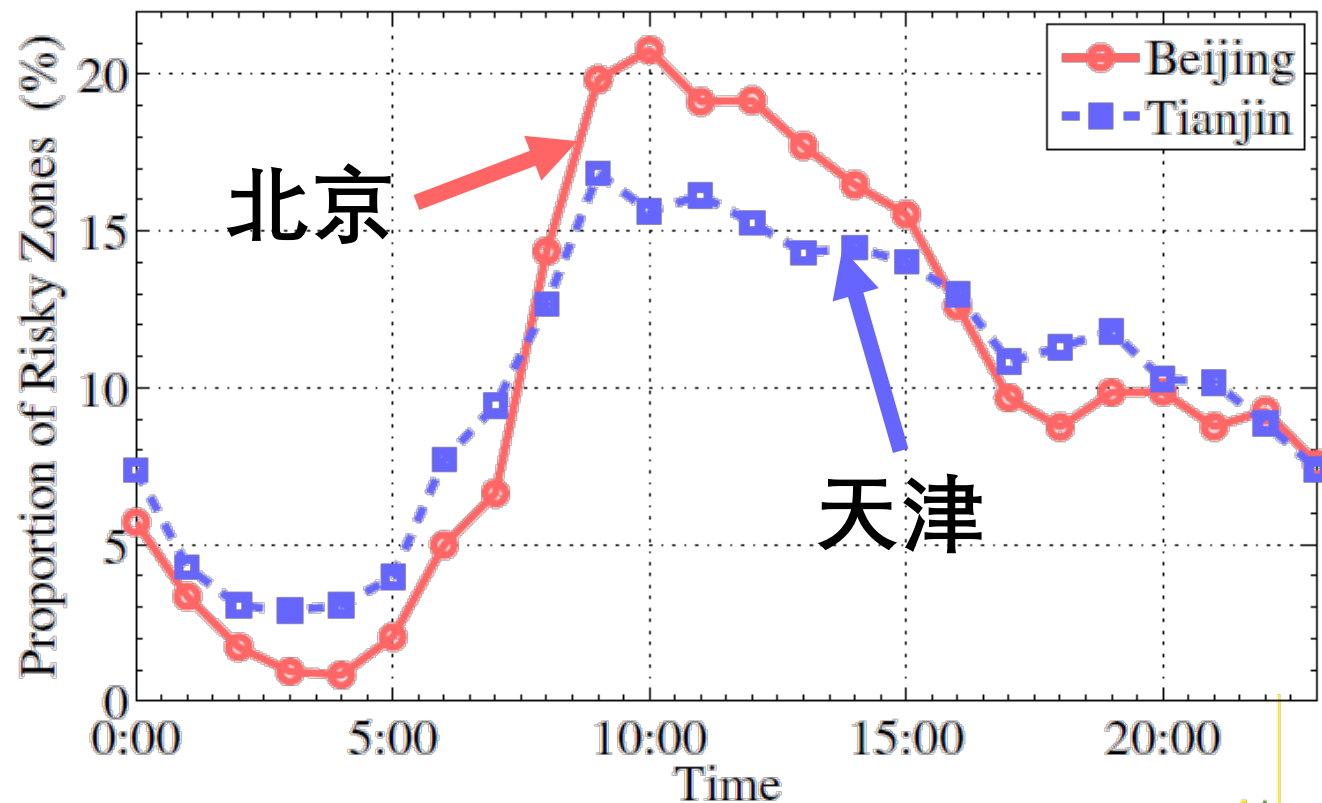
**Dangerous
Goods**



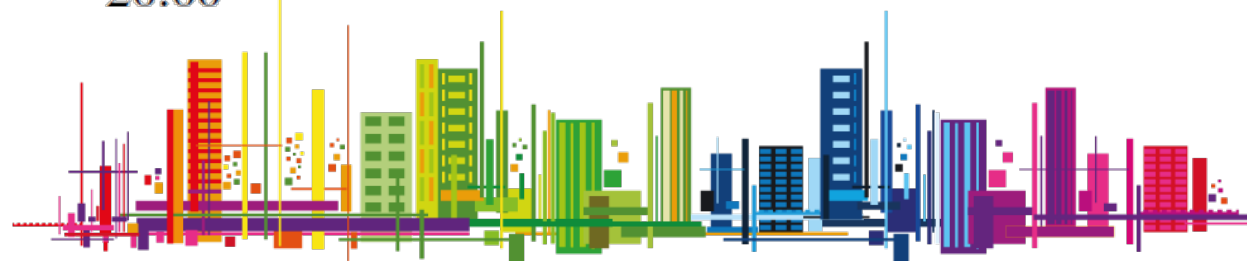
**Risk
Scores**



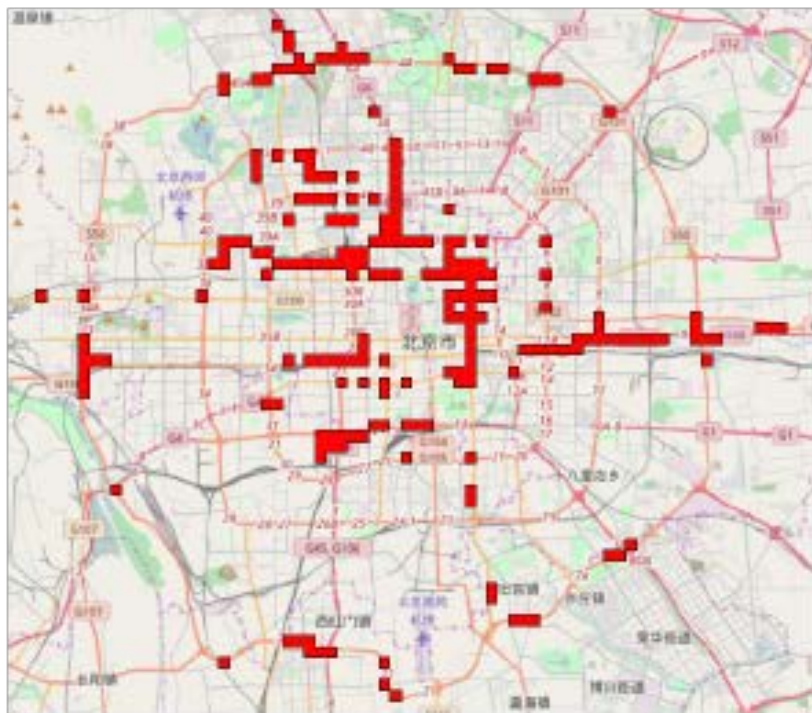
- 时间尺度上危险品运输风险分布



- 高风险得分区域出现的时间分布。
- 北京的风险时间分布节律性更强。



- 京津地区危险品运输**风险模式**分布
 - 模式的定义：**频繁同时**出现的高risk score区域
 - 模式挖掘技术：关联规则挖掘——“啤酒+尿布”



(a) Downtown Area of Beijing



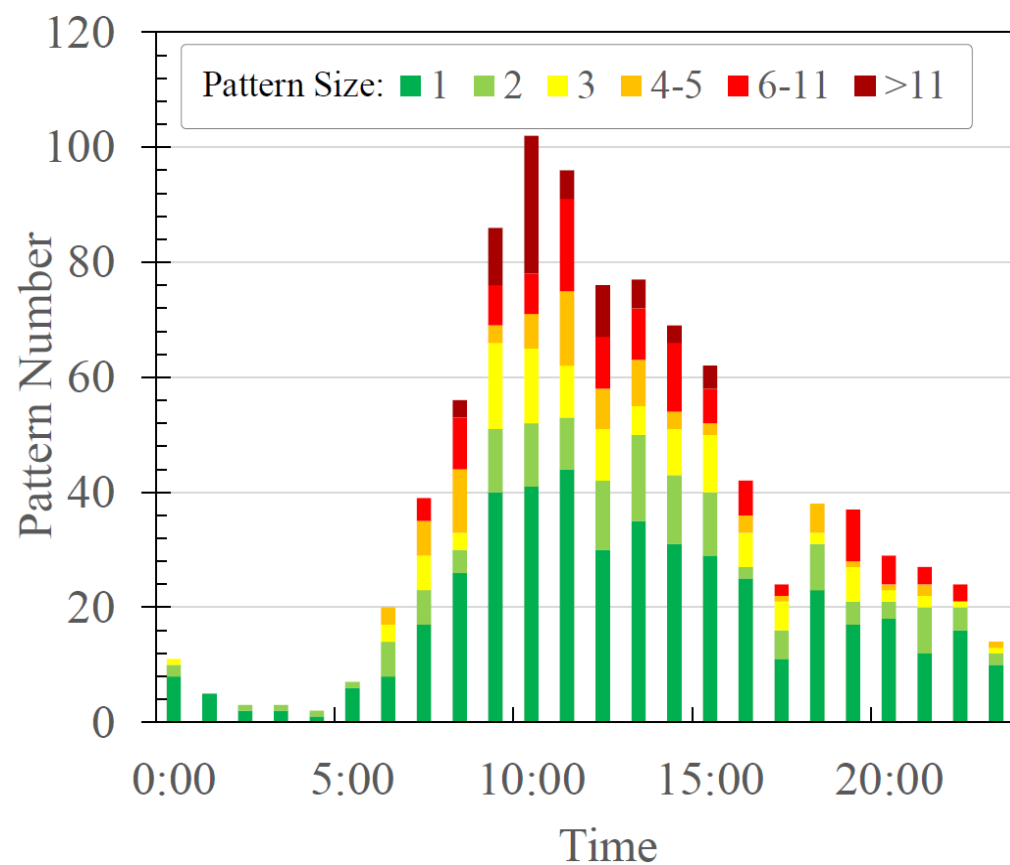
(b) Main Urban Area of Tianjin



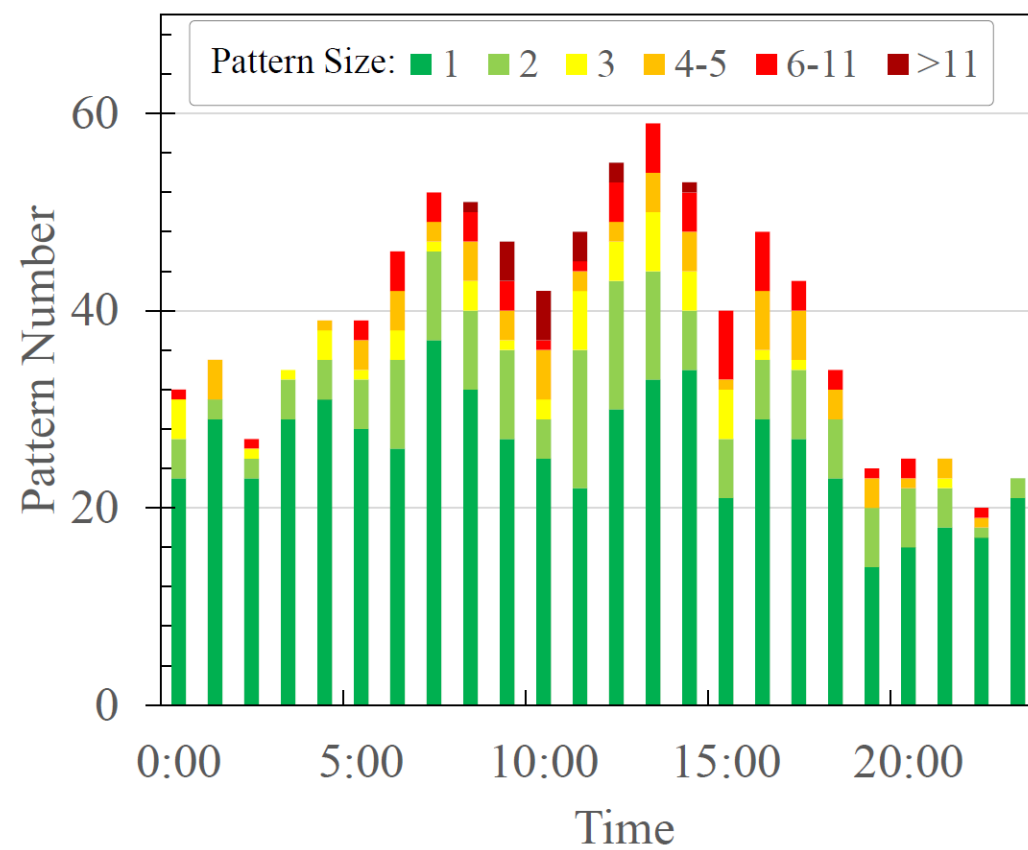
(c) Port Area of Tianjin

- 京津地区危险品运输**风险模式**的时间分布

北京



天津

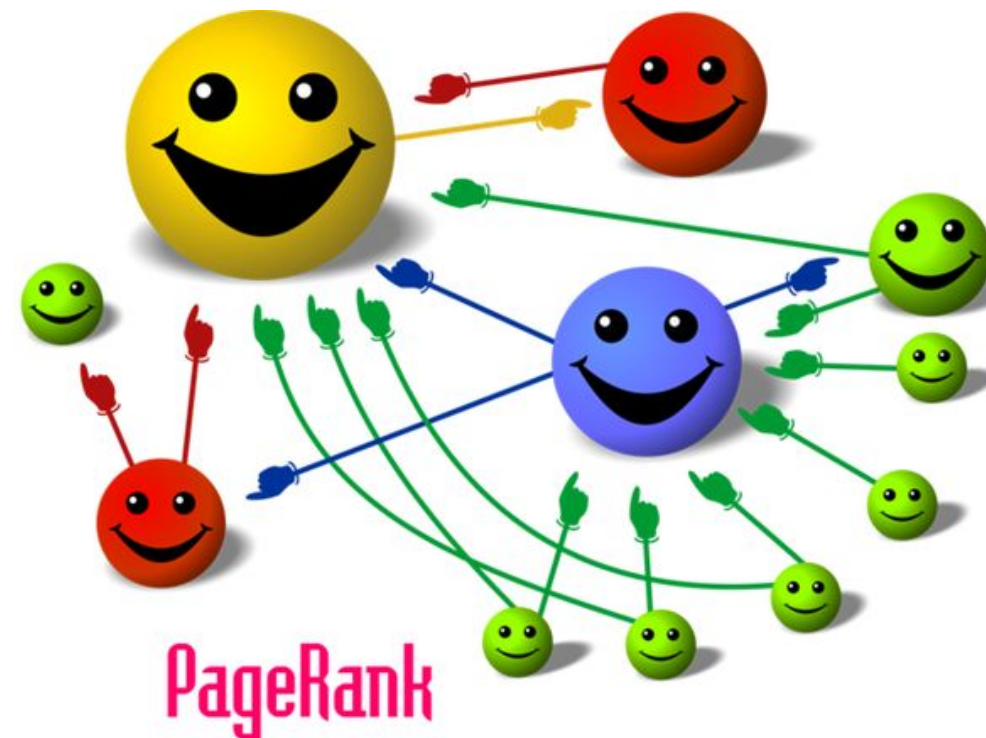
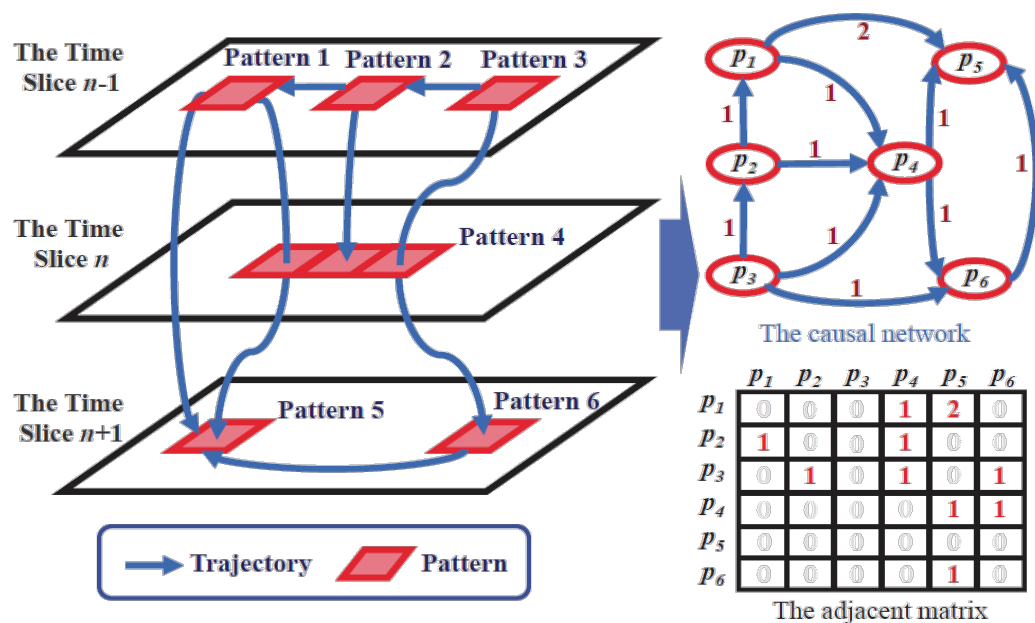


- 风险模式的**因果分析**

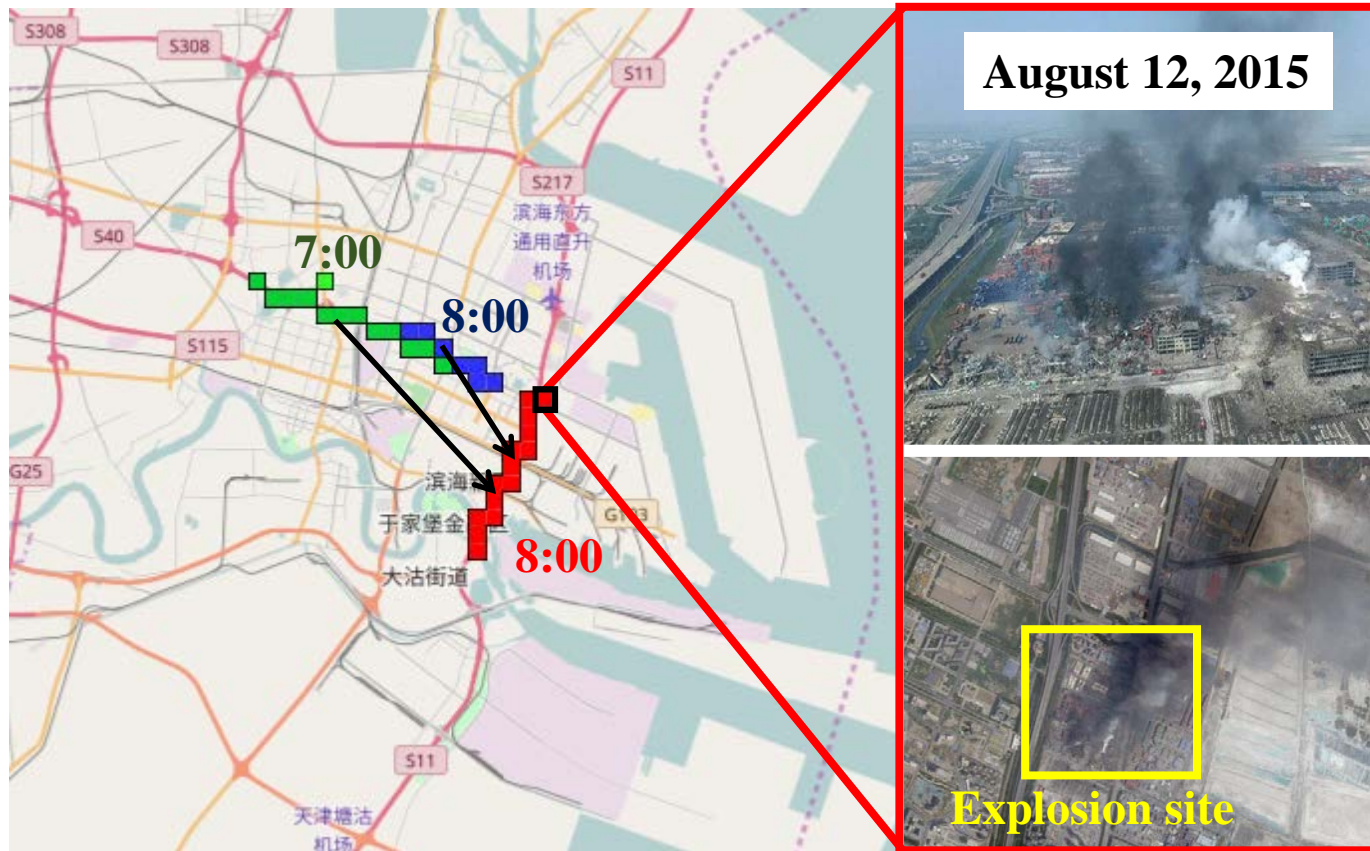


Reason: 危险品车辆到达地对于危险品的需求

- 构建风险模式的**因果网络**，并进行风险模式排序



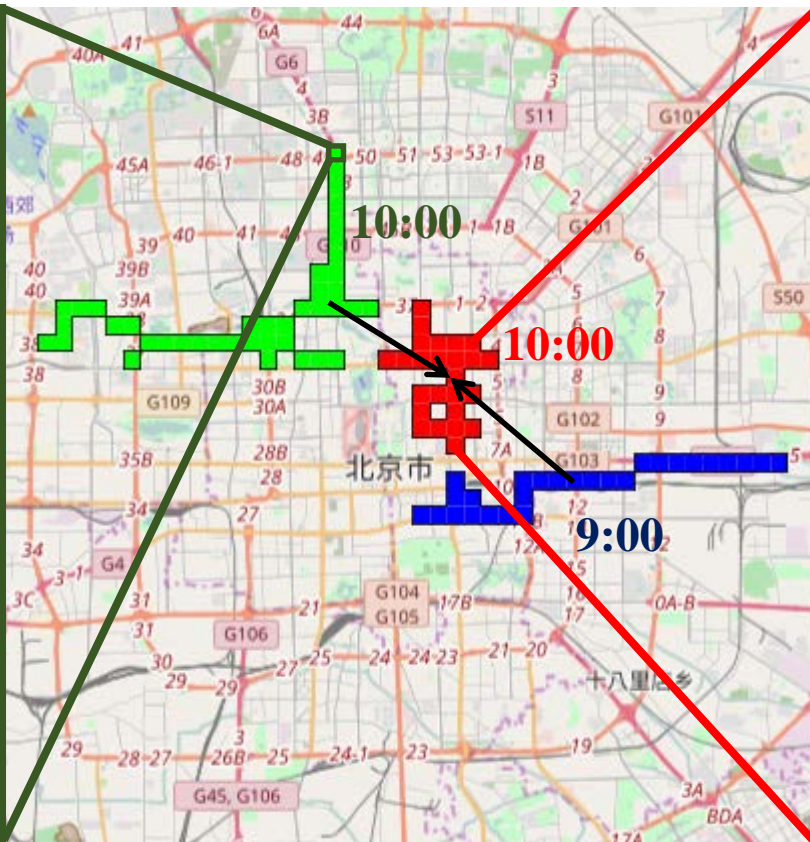
- 天津的城市危险品的风险溯源（案例）



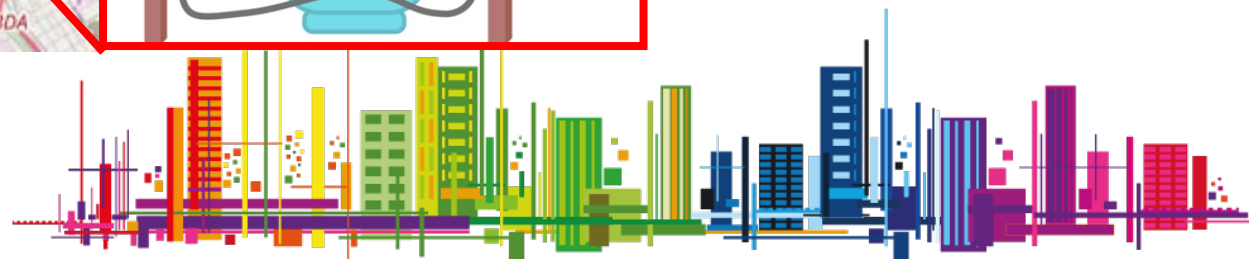
- 使用历史数据对天津港的风险区域进行了评级分析
- 天津港爆炸案的爆炸点位第一风险区域覆盖道路和第二风险区域覆盖道路的交会点
- 使用大数据的方法可以对爆炸点的潜在风险进行预警



• 北京城市危险品的风险溯源 (案例)



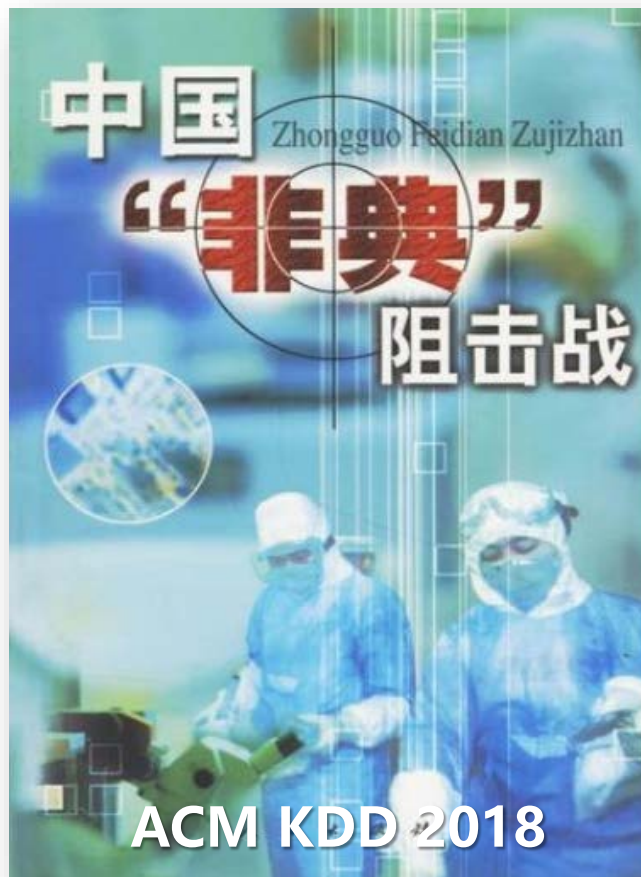
- 东直门内地区餐饮业的液化气需求为第一影响因素。
- 第二、第三风险区域的成因液化气罐的运输。



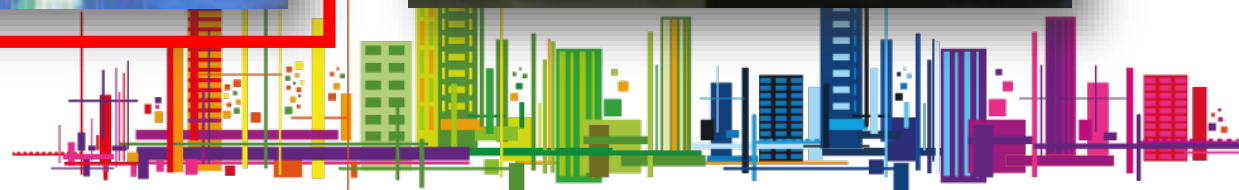
危险品



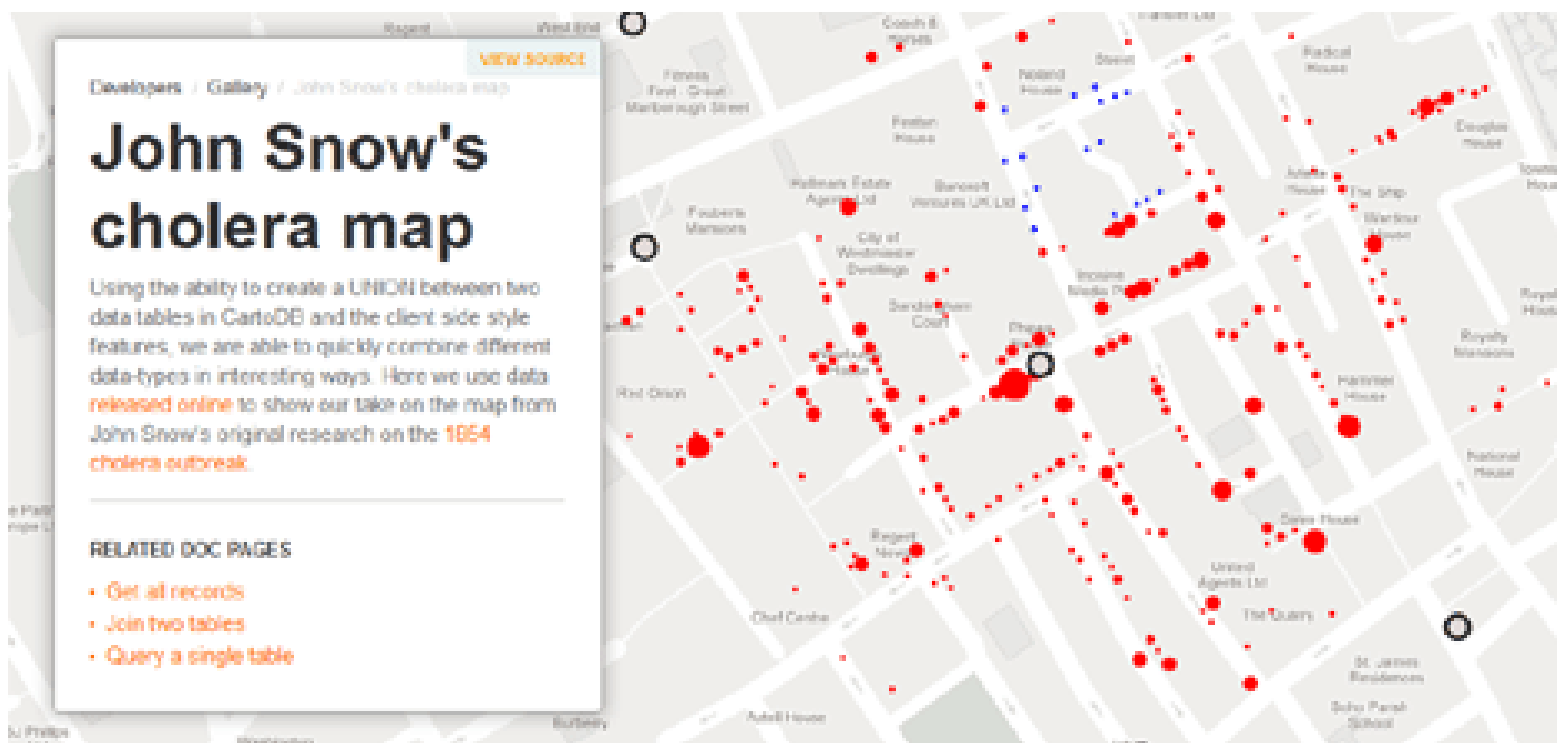
传染病



治安



• 城市流行病学的开端：约翰·斯诺伦敦霍乱地图



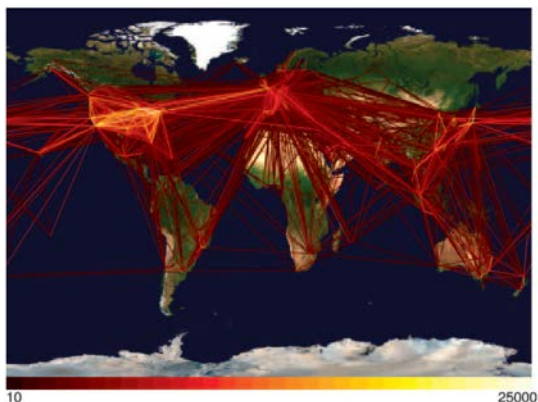
DEATH'S DISPENSARY.

城市流行病的传播路径分析

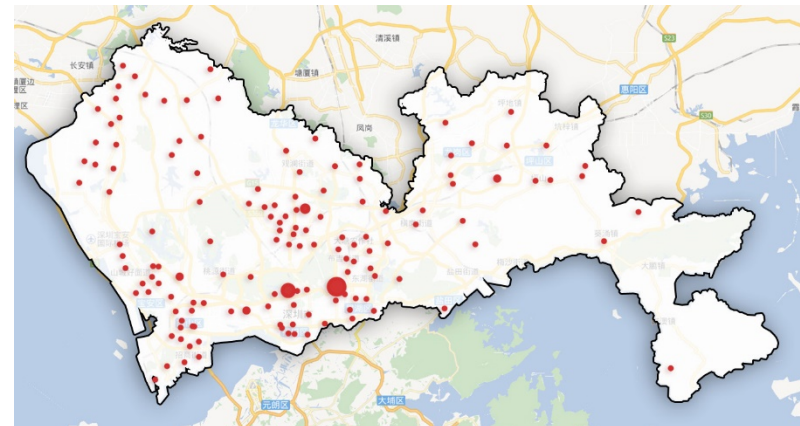
• 飞沫传播的呼吸道类传染疾病



世界卫生组织数据,
全球每年有多达65
万人死于流感。
SARS 2003, H1N1
2009, H7N9 2013,
H3N2 2017.....
《流感下的北京中
年》



现有研究：全球视角 Nature, Science, PNAS



传播
结果

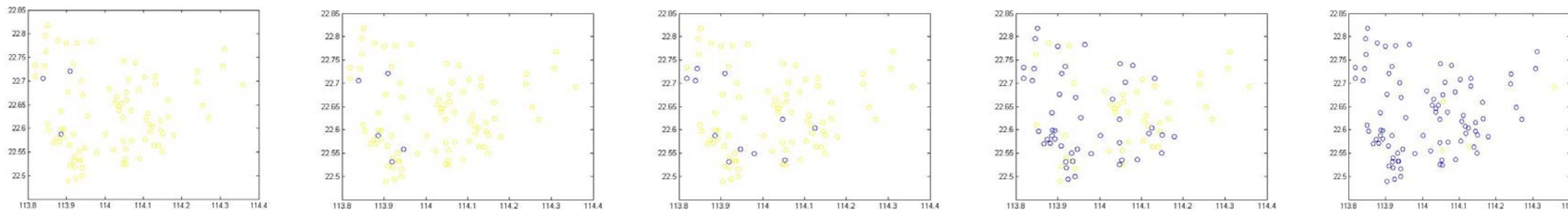


传播
网络

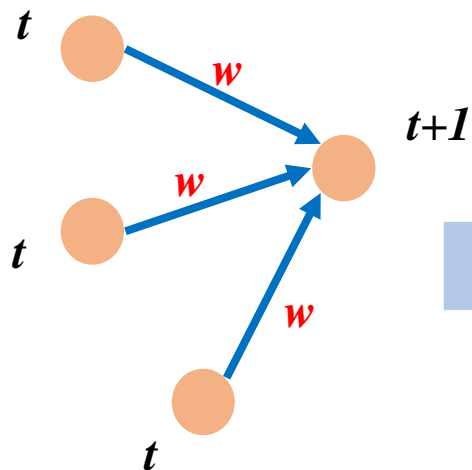


• 城市呼吸道疾病传播网络的推断

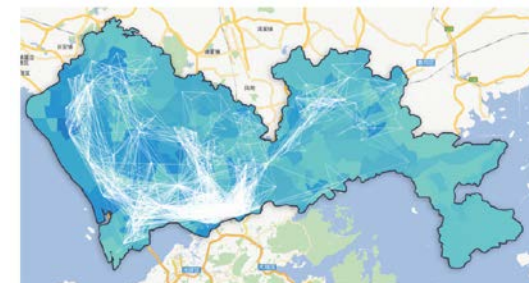
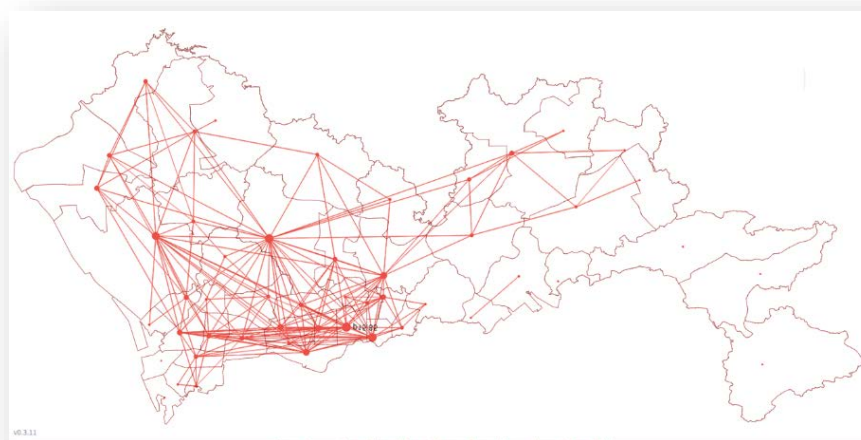
发病过程



时间

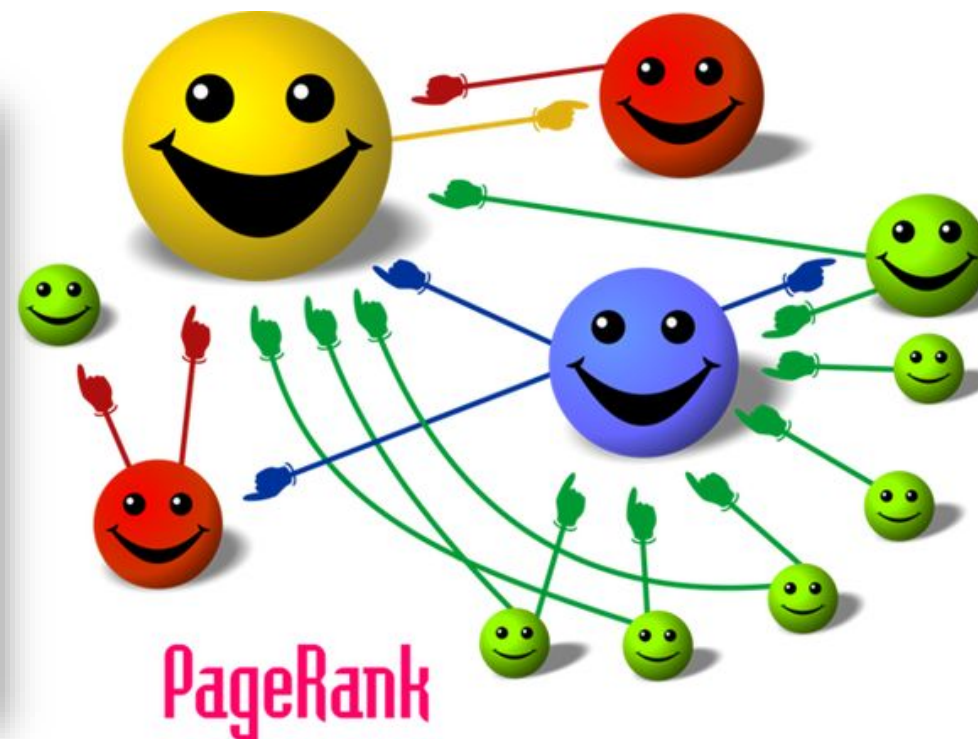
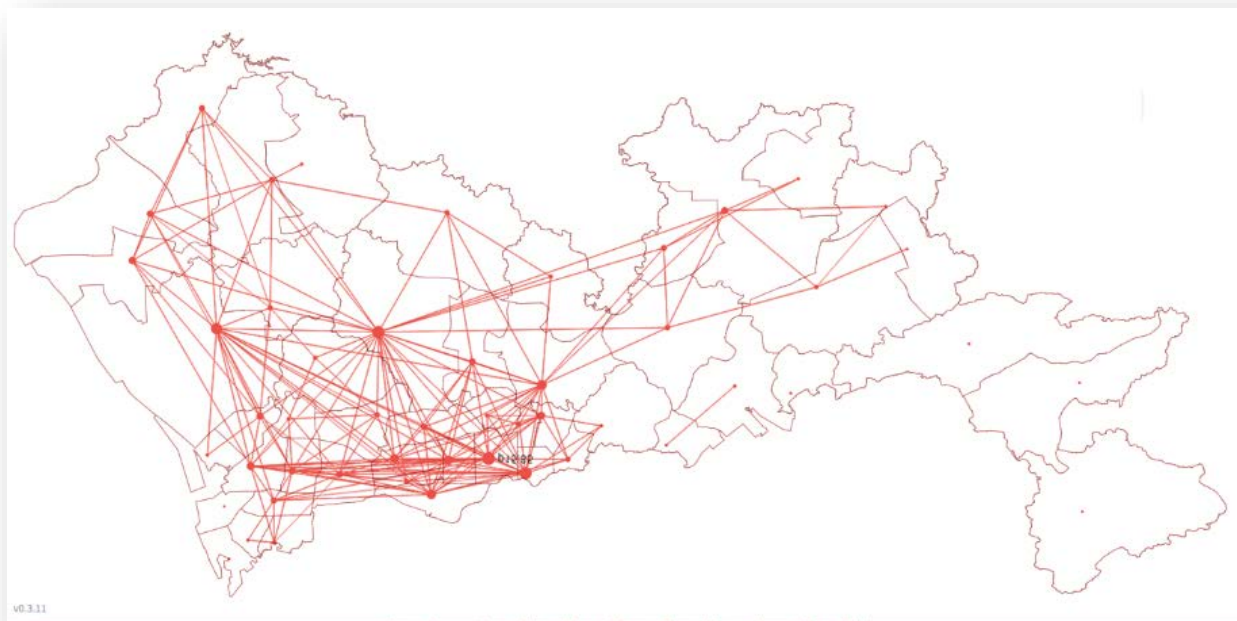


使用复合种群SIR
模型回归传播权重

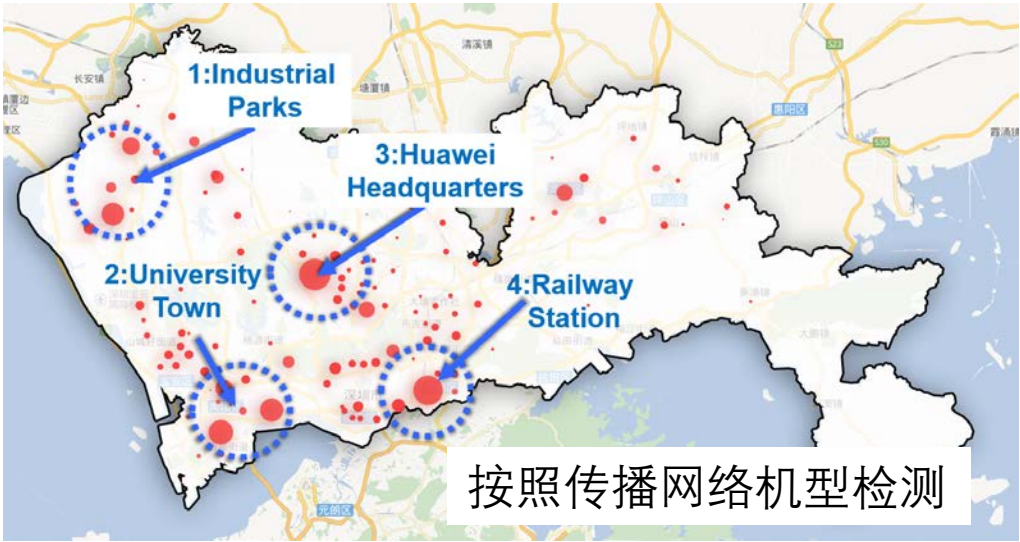


交通网络作为先验

- 基于传播网络的**重点区域检测**



• 基于传播网络的**重点区域检测**



仿真效果

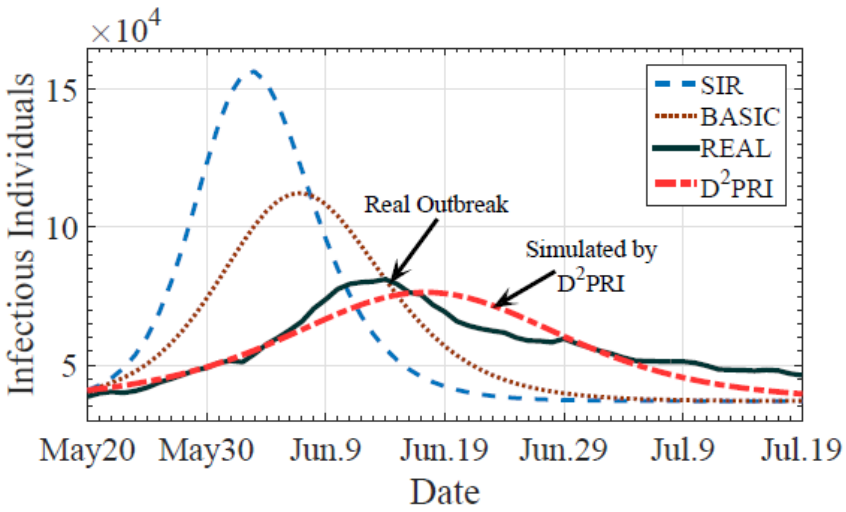
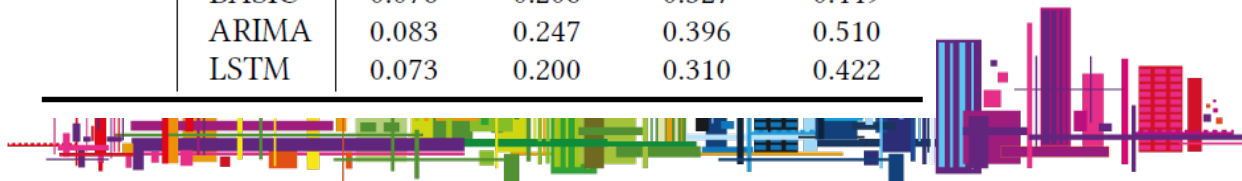


Table 1: Comparison of prediction performances.

	Models	1-Day	3-Days	5-Days	7-Days
MAPE	D ² PRI	0.070	0.190	0.300	0.409
	DatPRI	0.072	0.194	0.306	0.418
	PLPRI	0.074	0.201	0.319	0.436
	L1PRI	0.076	0.207	0.328	0.450
	L2PRI	0.076	0.206	0.327	0.449
	BASIC	0.076	0.206	0.327	0.449
	ARIMA	0.083	0.247	0.396	0.510
	LSTM	0.073	0.200	0.310	0.422

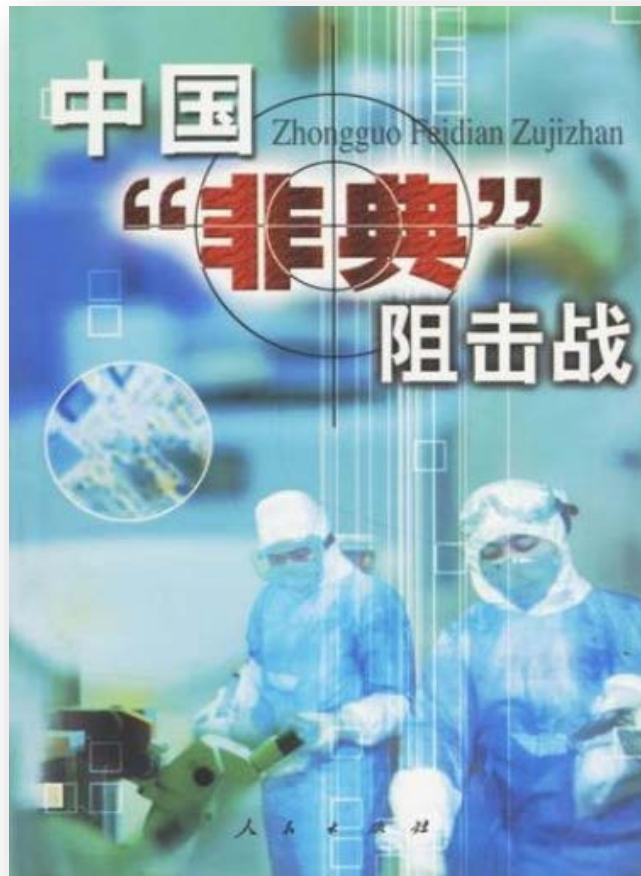
预测精度



危险品



传染病

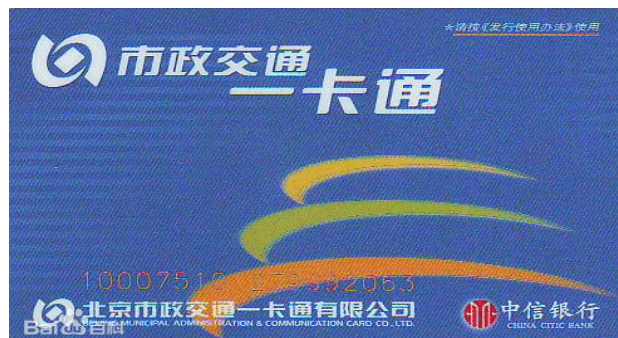


治安

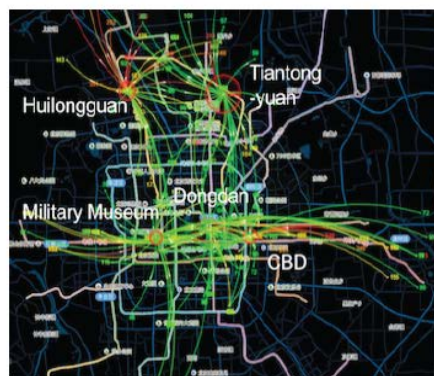


ACM KDD 2016

• 使用公交一卡通数据排查公交系统中的“扒手”嫌疑人与盗窃团伙



分析不同类型用户的出行模式



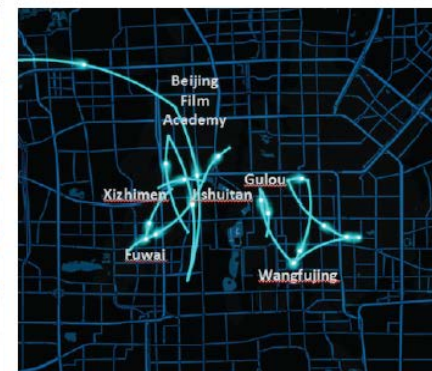
普通乘客



外地游客



快递、送货



盗窃嫌疑人

精确率: 8%

召回率: 96%

- 帮助公安系统大幅度降低嫌疑人排查数量
- 将技侦手段用于小型治安事件, 实现“普惠技侦”

社交媒体、治安记录



(a) Police report: "At 7:40am on July 10th, a thief was caught at Route 349 East Chengzhuanglukou Station."

(b) Victim complaint: "Just now (around 5:20pm), my sister's phone was stolen at the Dashanzi Bridge Bus Station."

THANK YOU!



BIGSCITY

Beihang Interest Group on SmartCity

<https://www.bigscity.com/projects-vis/maps/>



数据智能研究中心

RESEARCH CENTER FOR
DATA INTELLIGENCE

