



基于智能计算的 公共设施布局、服务区划与选址评估

位和科技

李伯楠



CONTENTS

01

经典选址理论和扩展选址理论

02

多目标多约束条件分区优化计算

03

公共服务设施布局、服务区划分、选址评估

04

大数据 / 小任务 vs. 小数据 / 大任务



◆ 经典选址理论

中位问题 P-Median

对于任一给定设施数 P ，目标是求取所有需求点到所分配设施的平均权重距离最小。

中心问题 P-Center

研究如何在网络中对 P 个设施进行选址，使得任意需求点到与其距离最近设施的最大距离最小化的问题，也叫 minmax 问题。

◆ 经典选址理论 —— 覆盖问题 Covering Problem

第十一届规划信息化实务论坛
The 11th Practice Forum of Urban Planning Informatization



位和科技
—— 位置·智能

集覆盖问题 —— Roth (1969) and Toregas (1971)

在满足覆盖所有需求点的条件下，研究所建设设施个数或建设成本最小化的问题；

Cover all population

用于如消防站和救护车等应急服务设施选址。

最大覆盖问题 —— Church and ReVelle (1974)

假设设施数目 P 和覆盖半径 R 已知，求解如何对设施进行合理选址，以达到可覆盖的需求量最大的问题。

◆ 扩展选址理论

渐进覆盖问题

在 R_1 距离内需求被全部覆盖，超过 R_2 距离，需求完全不被覆盖，而在 R_1 和 R_2 之间覆盖的需求成线性逐渐减少。

传统的覆盖问题暗含如下假设:存在一个严格的覆盖半径 R ，当需求点位于 R 内 时被完全覆盖， R 外时完全不被覆盖。距离 R 实际上被看做覆盖的断点，然而很多情况下覆盖的突然中断并不符合实际情况。

备用覆盖问题

允许其它在可接受距离内的设施对新增需求提供服务，以实现能满足需求的车辆数量最小化及这些车辆能多重覆盖的范围最大化的双重目标。

◆ 扩展选址理论

竞争选址问题：

市场中存在两个或两个以上的设施争夺市场份额，任何一个设施的选址不仅影响到自身的市场份额，并且影响到竞争设施的市场份额

静态竞争 —— 基于Huff 引力模型

确定型：假设竞争者确定且已知，消费者只去最有吸引力的设施
随机型：以新进入设施的市场占有率最大化为目标

动态竞争 —— 基于Nash(纳什)博弈或Stackelberg博弈

在博弈过程中，任何参与者都不能通过单纯改变自己的策略提高收益，所有参与者的应对策略都是对其他参与者所用策略的最佳对策。

◆ 扩展选址理论

分层选址问题

服务设施按其服务水平划分为不同的层次。

基于分级的带容量限制的覆盖选址模型，求各级服务设施覆盖人口最大化。

多目标选址问题

通常情况下，选址问题是一项系统工程，需要考虑经济、政治、人文、生态等方方面面的因素。因此，选址问题是一项多目标决策问题。

◆ 公共服务设施



由公共财政投资建设，保障社会成员平等、公开享用的

与商业选址的区别：追求公平和效率（均衡性） vs. 追求利润最大化

基本教育设施



基本医疗设施



基本社会福利设施



基本市政服务设施



◆ 多目标多约束条件分区优化计算



多目标（满足任意单个目标或多个目标的组合）

均衡数值：人口、工作量、客户人数、报警次数、面积等

均衡比例：例如均衡学生人数和学校容量的比例

距离最短：距离总和最短 vs. 最大距离最短；直线距离 vs. 网络距离

边界平滑、接近指定边界、多维属性相似

多约束条件（满足任意单个条件或多个条件的组合）

保持边界连续

区内有站点：学校、医院、消防站、加油站、充电桩、等 ...

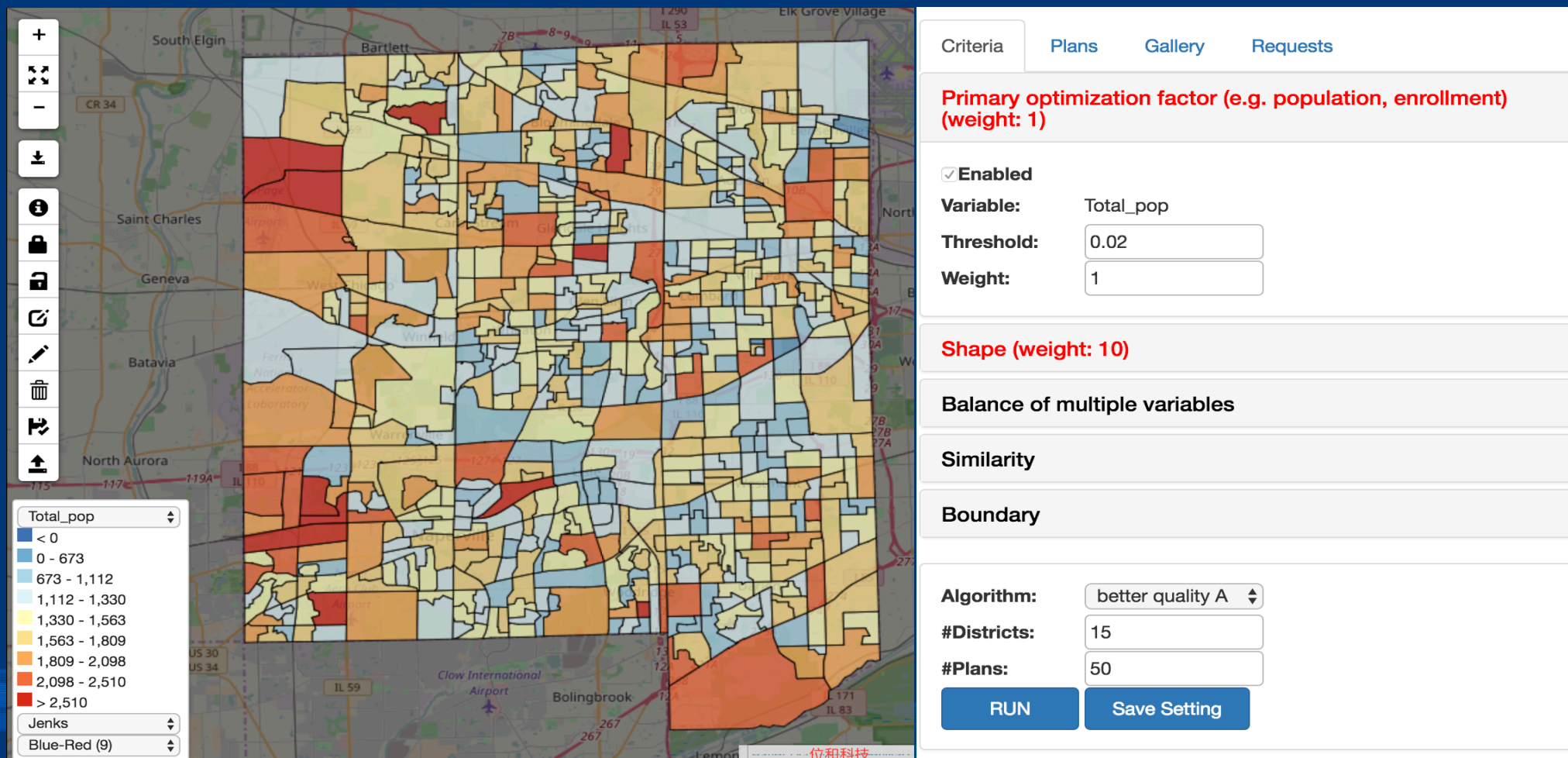
保持指定边界不被打破（反映用户意志的边界、社区边界、自然保护区边界等）

不跨越上层边界（如高速路网、上级行政边界等）

公共服務設施布局 —— 人口分布不均衡



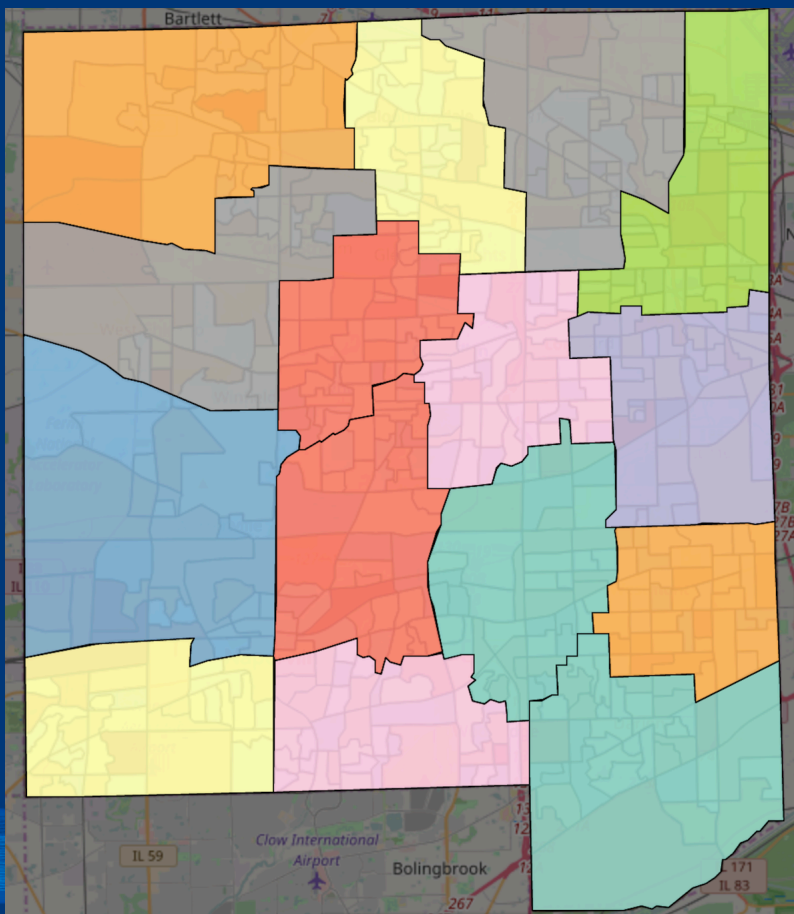
Dupage County, IL
Census Block Group



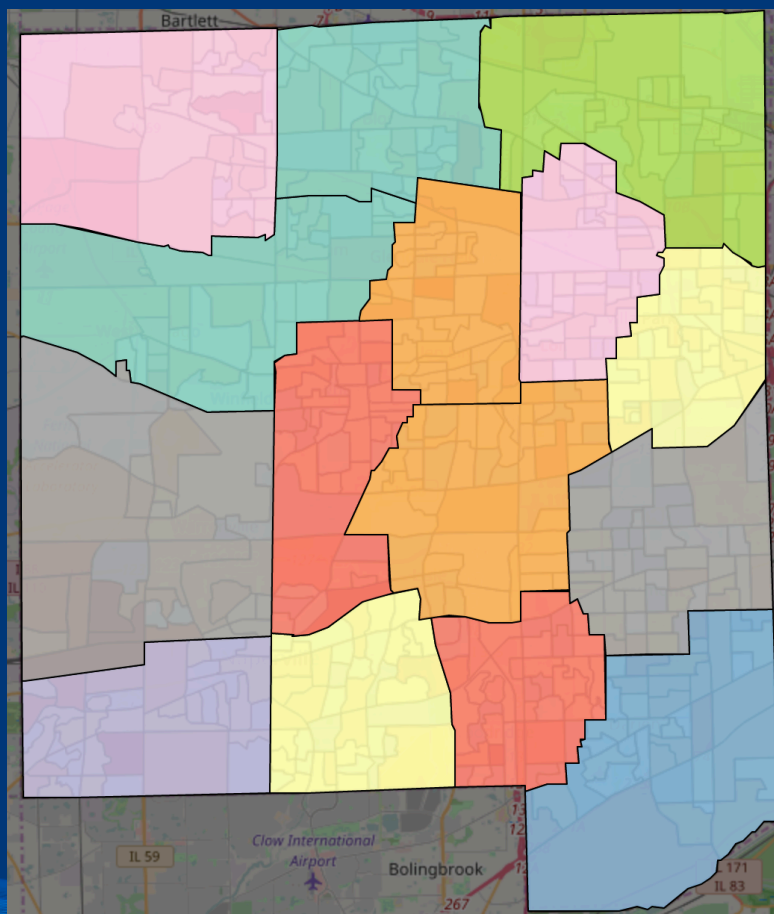
◆ 公共服务设施布局

人口均衡权重 = 1; 边界权重 = 10

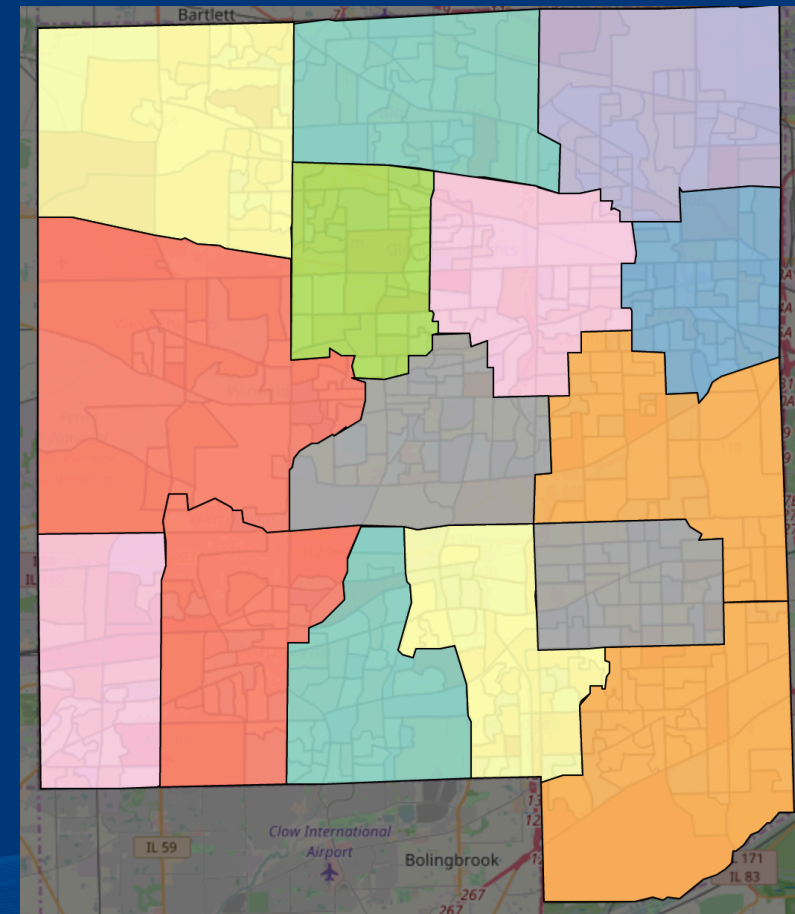
Equal Population Threshold = 0.02



Equal Population Threshold = 0.05



Equal Population Threshold = 0.1



◆ 公共服务设施布局 —— 人口均衡的指标评估

第十一届规划信息化实务论坛
The 11th Practice Forum of Urban Planning Informatization

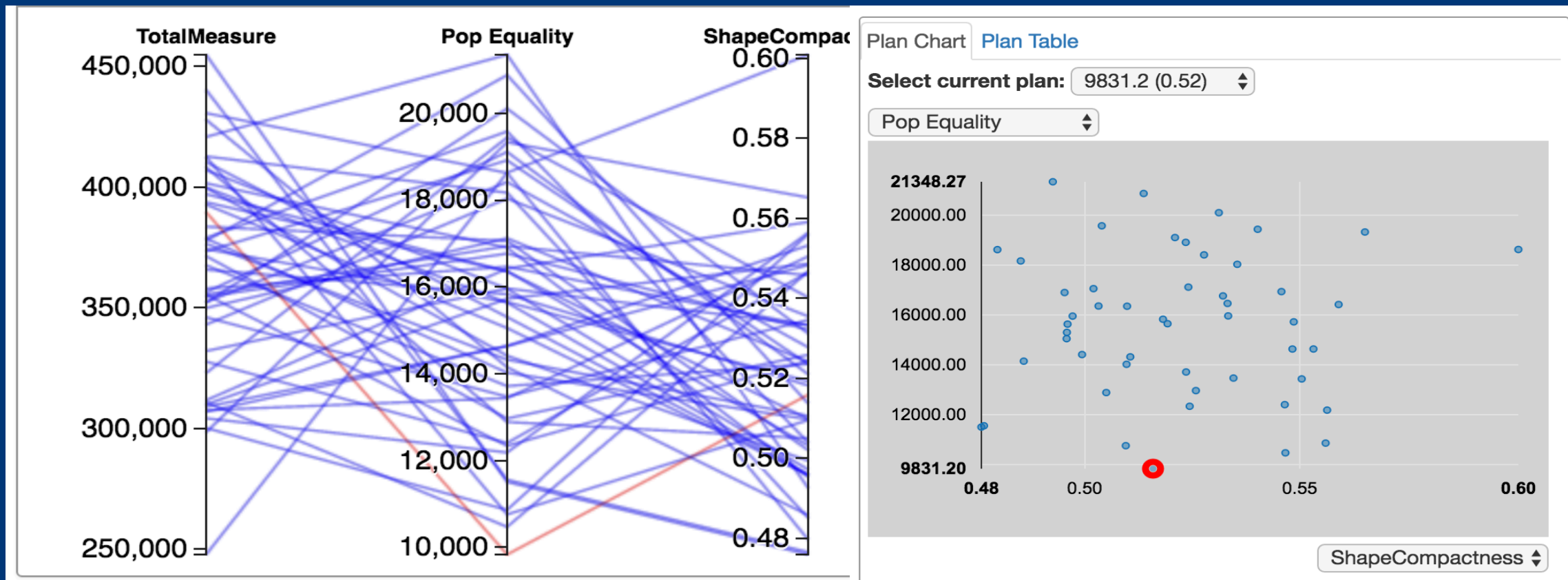


位和科技
—— 位置·智能

	Population	Capacity	Ideal	Deviation	Percentage
District 1	61421	61128.27	61128.27	292.73	0.47%
District 2	60341	61128.27	61128.27	-787.27	-1.28%
District 3	59932	61128.27	61128.27	-1196.27	-1.95%
District 4	61230	61128.27	61128.27	101.73	0.16%
District 5	60863	61128.27	61128.27	-265.27	-0.43%
District 6	61590	61128.27	61128.27	461.73	0.75%
District 7	62251	61128.27	61128.27	1122.73	1.83%
District 8	60563	61128.27	61128.27	-565.27	-0.92%
District 9	62163	61128.27	61128.27	1034.73	1.69%
District 10	59979	61128.27	61128.27	-1149.27	-1.88%
District 11	61269	61128.27	61128.27	140.73	0.23%
District 12	62049	61128.27	61128.27	920.73	1.5%
District 13	60969	61128.27	61128.27	-159.27	-0.26%
District 14	61273	61128.27	61128.27	144.73	0.23%
District 15	61031	61128.27	61128.27	-97.27	-0.15%
Total	916924	916924	916924	8439.73	0.92%

Percentage = Deviation / Ideal population

◆ 公共服务设施布局 —— 多种方案的比较



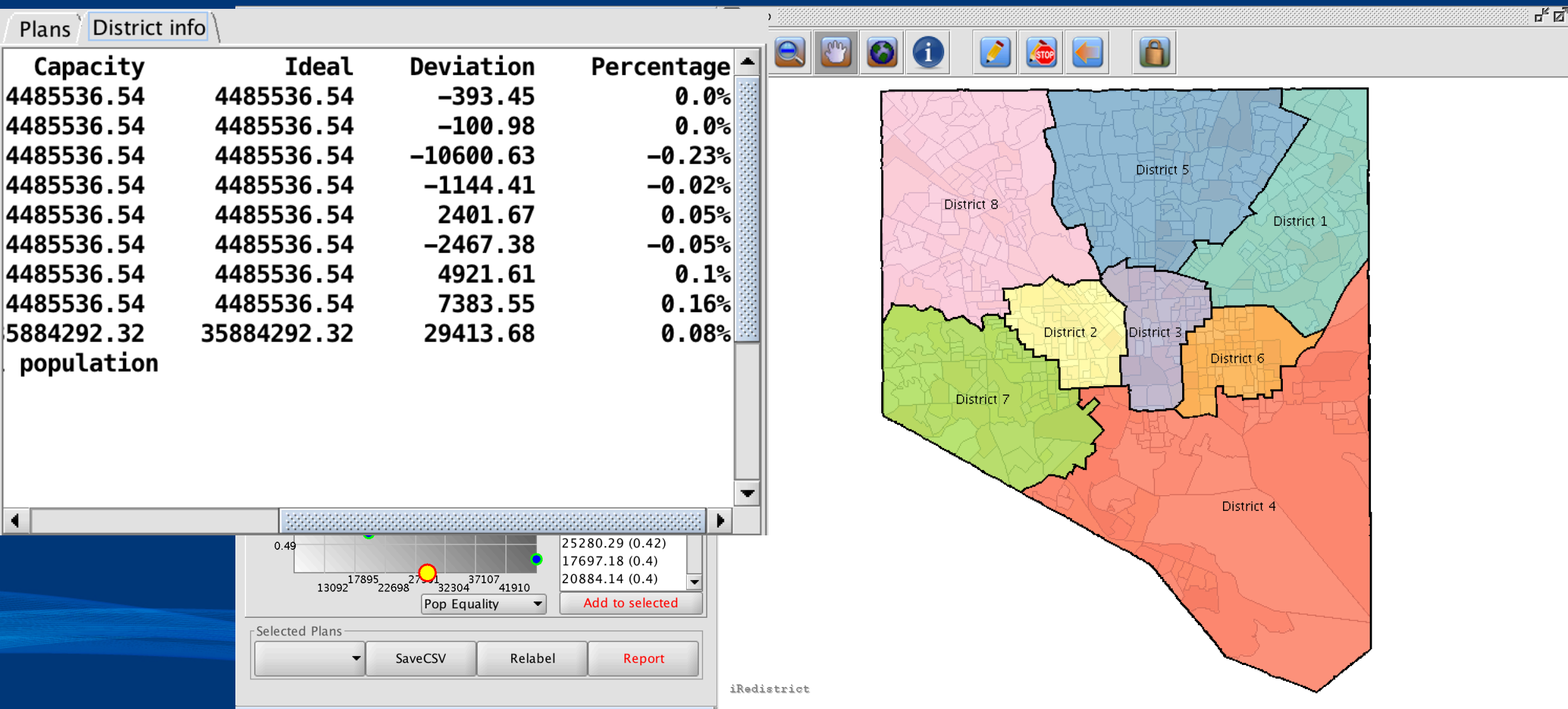
◆ 公共服务设施区划 —— 巴尔的摩警察巡逻区

第十一届规划信息化实务论坛
The 11th Practice Forum of Urban Planning Informatization



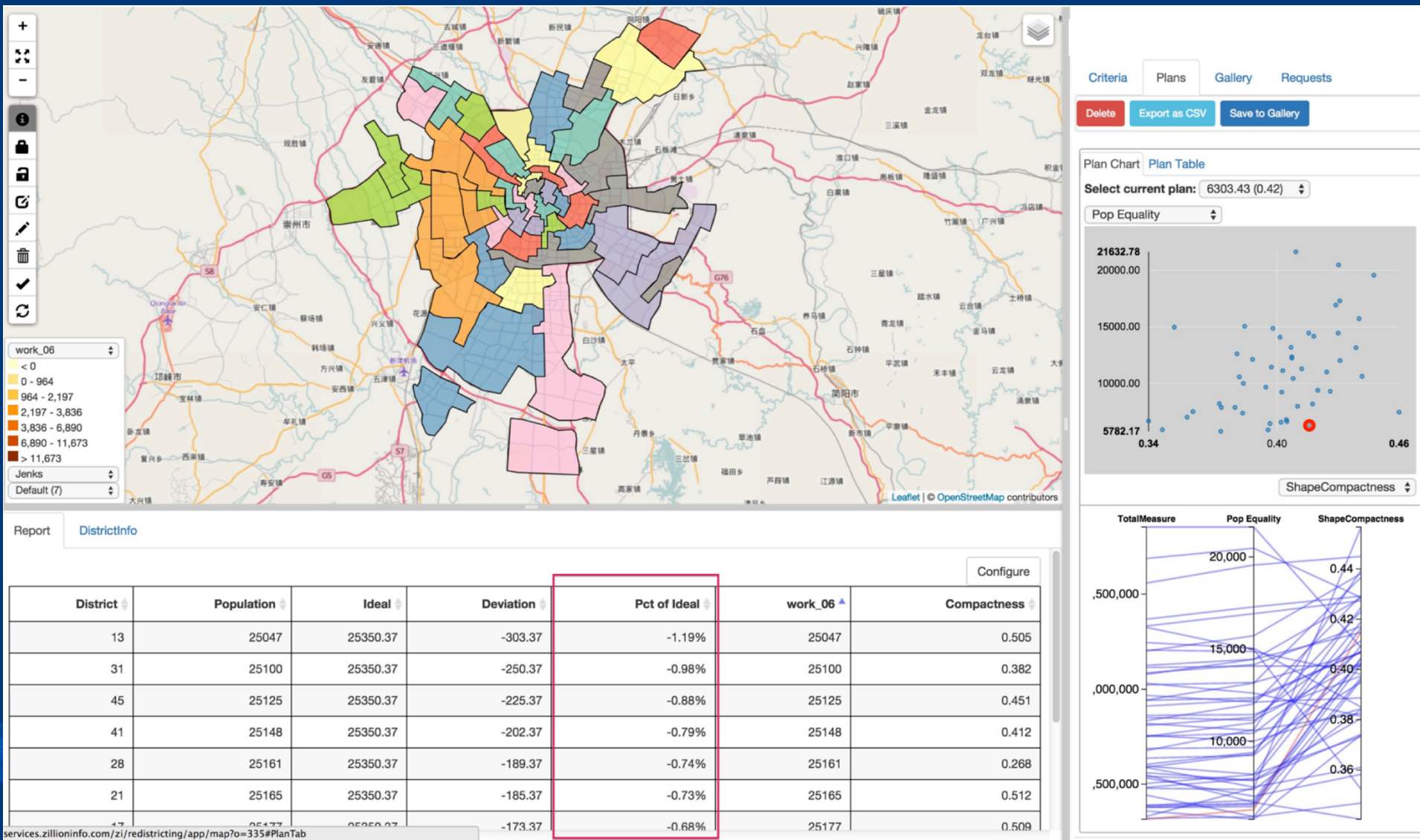
位和科技
—— 位置·智能

以均衡警力部署为目标 deviation 0-0.23%



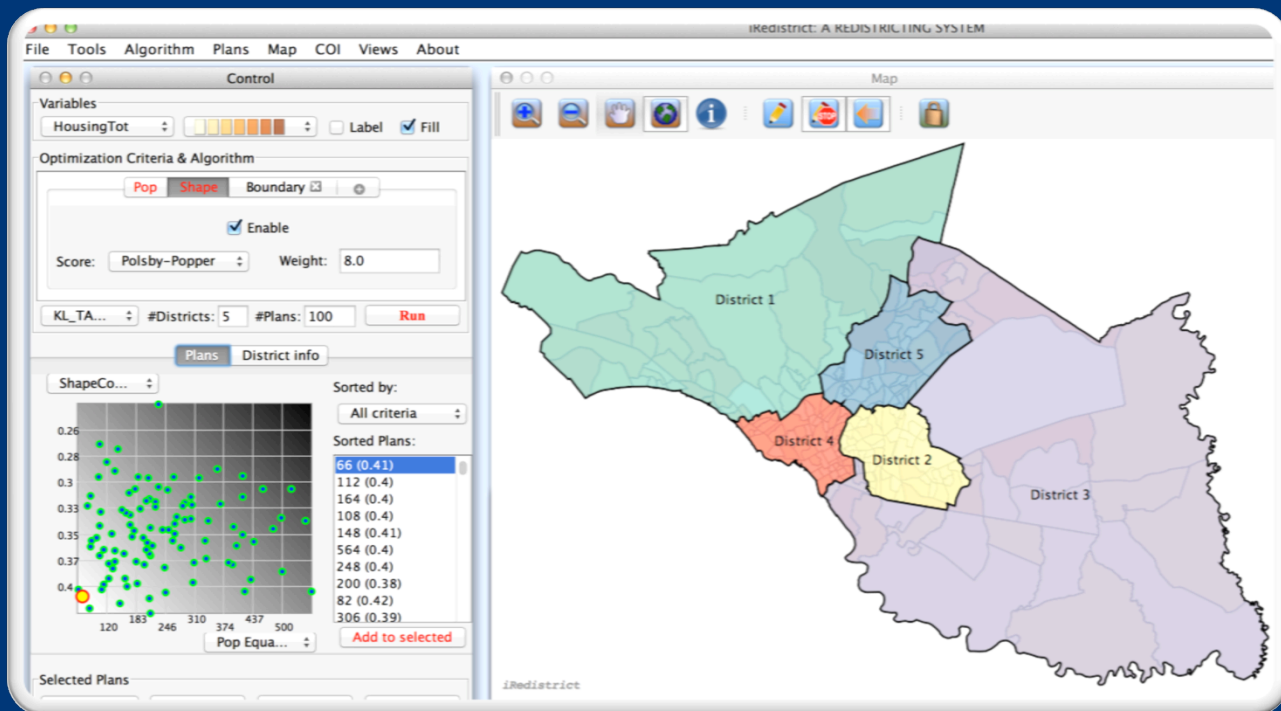
公共服务设施区划 —— 交通小区重组

以均衡人口为目标 deviation 1%



公共服设施区划 —— 市政服务区划分

以均衡房屋数量为目标



Richland County,
SC,

Census block
groups

Deviation Range:
0 ~ 0.1%

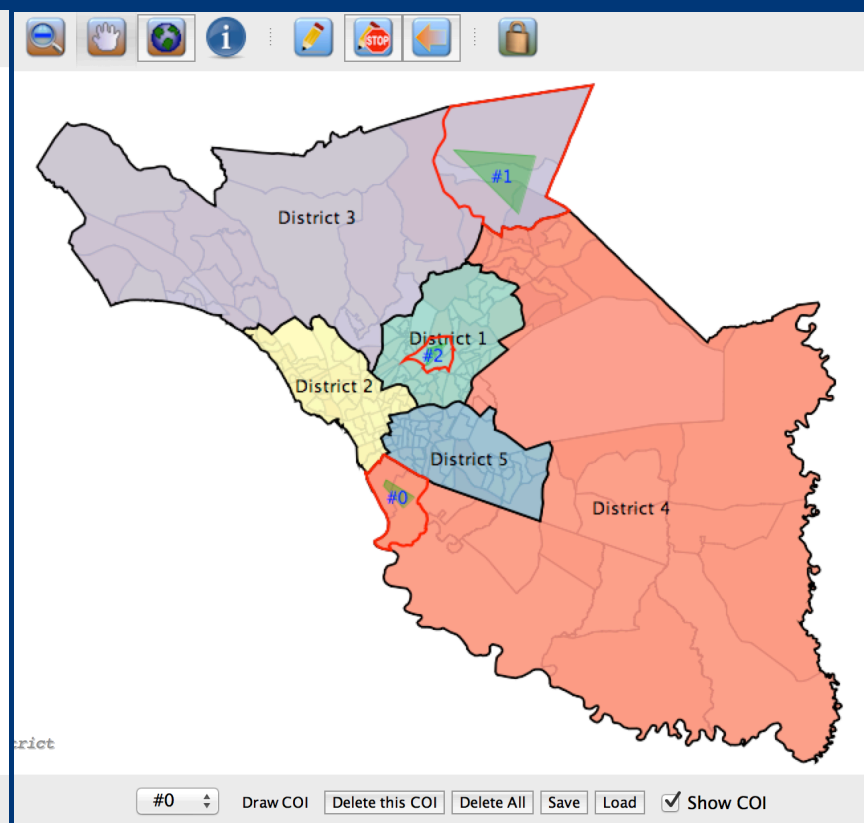
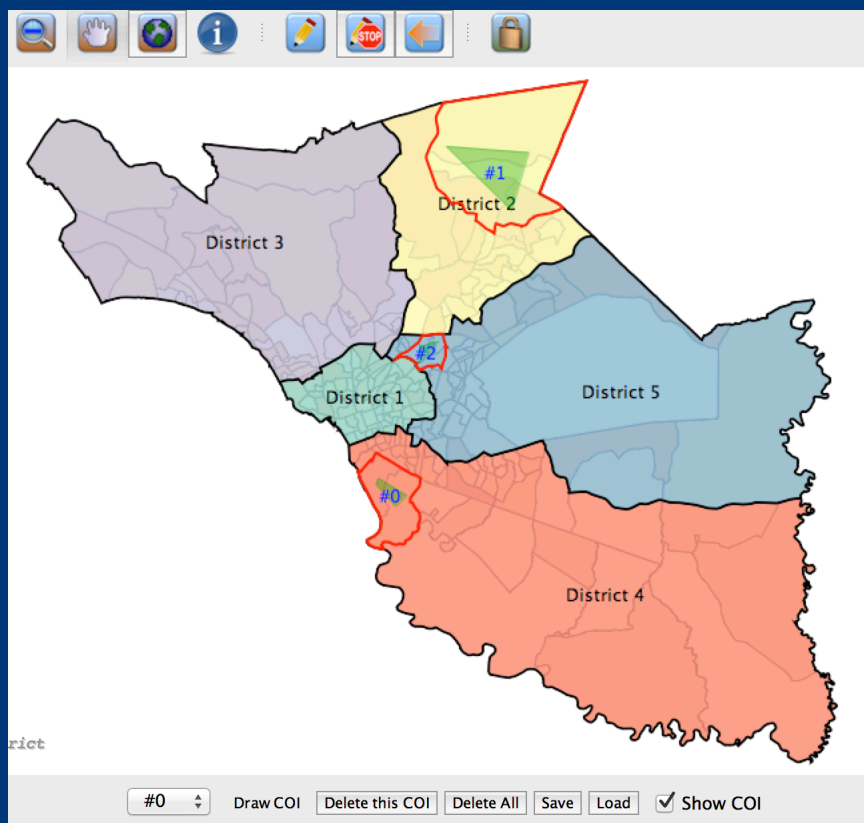
FID	District	HousingTot	Ideal	Deviation	Percentage
0	District 1	32,576	32574	2	0.0%
1	District 2	32,541	32574	-33	-0.1%
2	District 3	32,582	32574	8	0.02%
3	District 4	32,583	32574	9	0.02%
4	District 5	32,588	32574	14	0.04%

◆ 约束条件 —— 各种主客观因素、社区边界



Deviation 0.14%

Deviation 0.2%



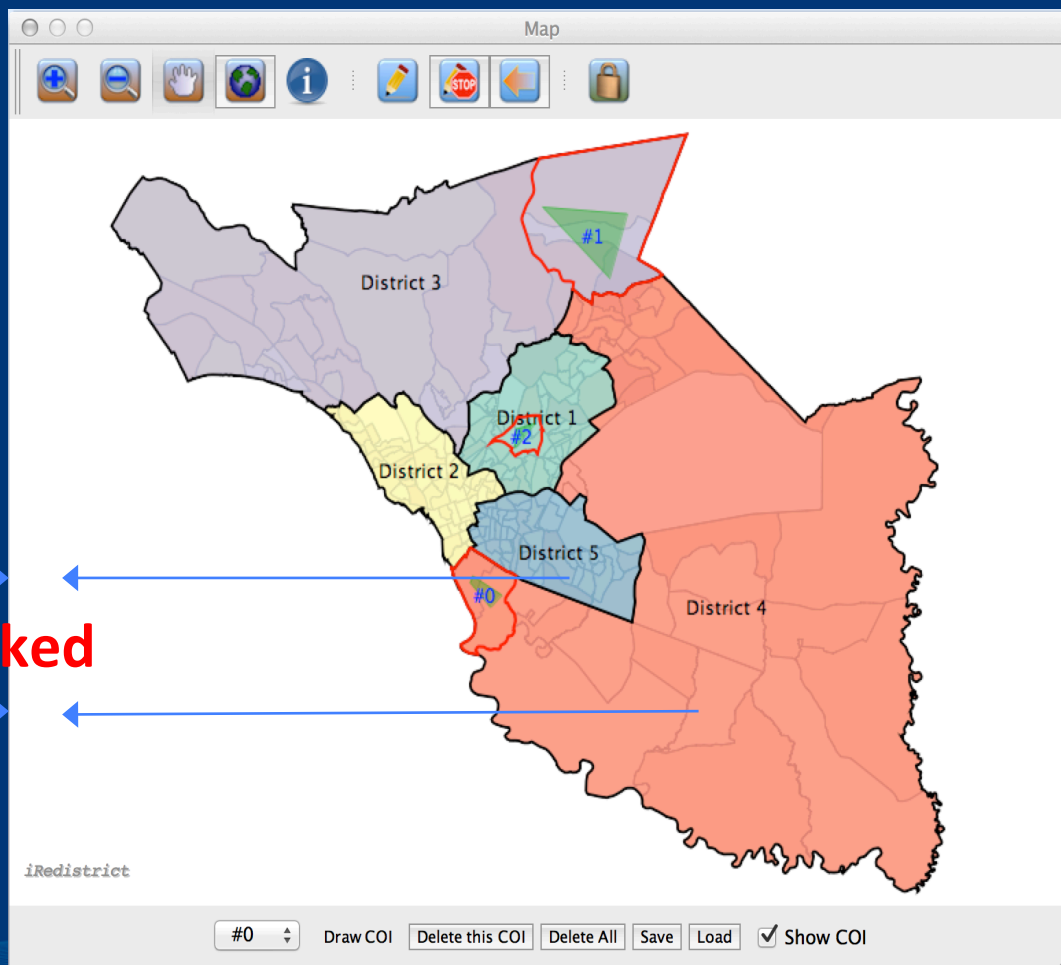
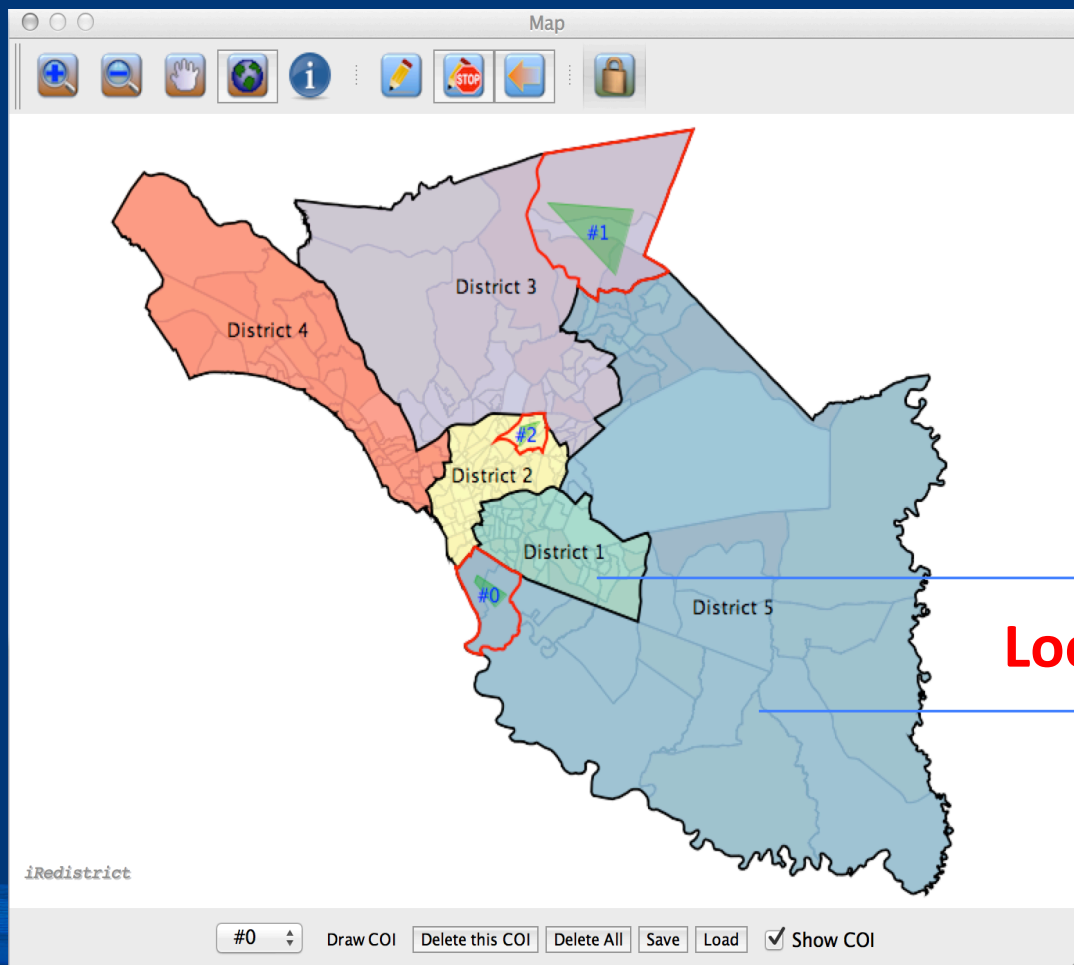
Ideal	Deviation	Percentage
32574	-36	-0.11%
32574	-44	-0.13%
32574	-37	-0.11%
32574	73	0.22%
32574	44	0.13%

Ideal	Deviation	Percentage
32574	-167	-0.51%
32574	25	0.07%
32574	41	0.12%
32574	7	0.02%
32574	94	0.28%

◆ 约束条件 —— 锁定边界

Deviation 0.13%

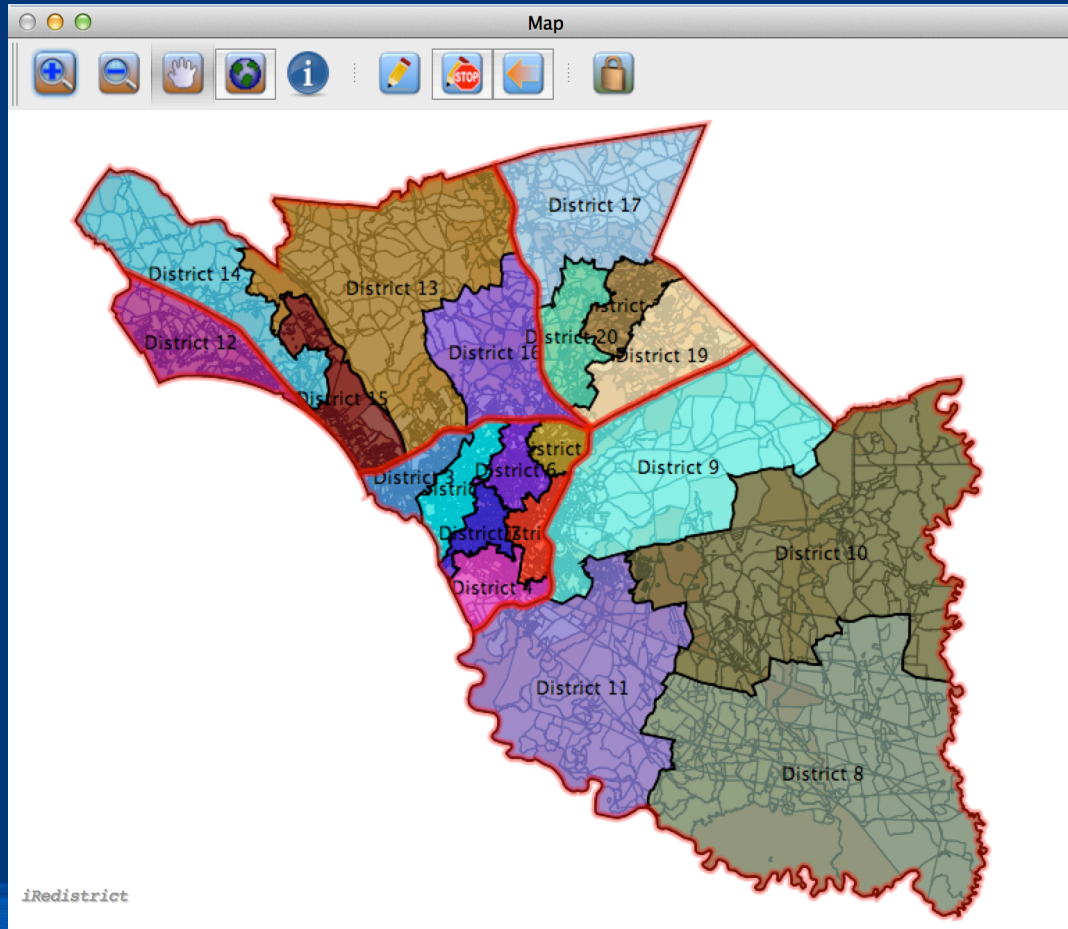
Deviation 0.2%



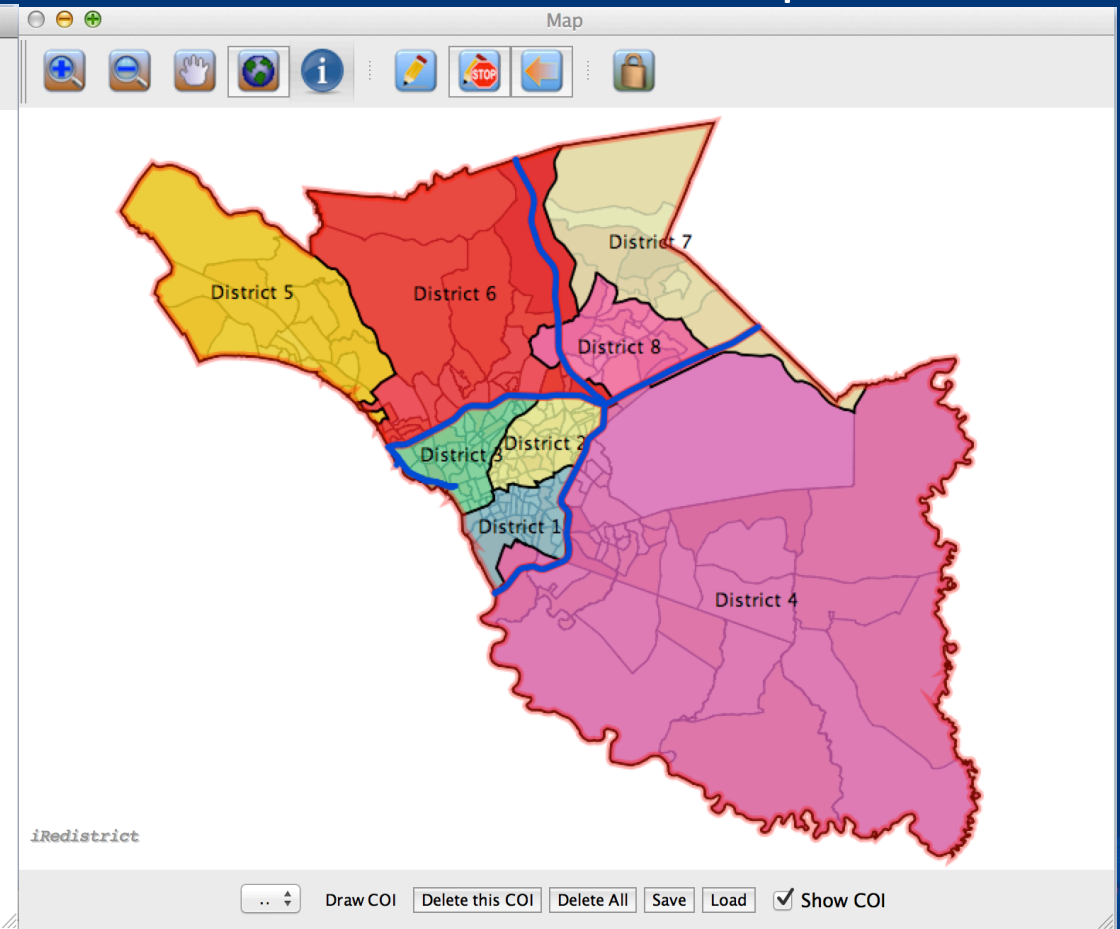
Locked

◆ 约束条件 —— MEGA边界，如不跨越高速、上层行政边界

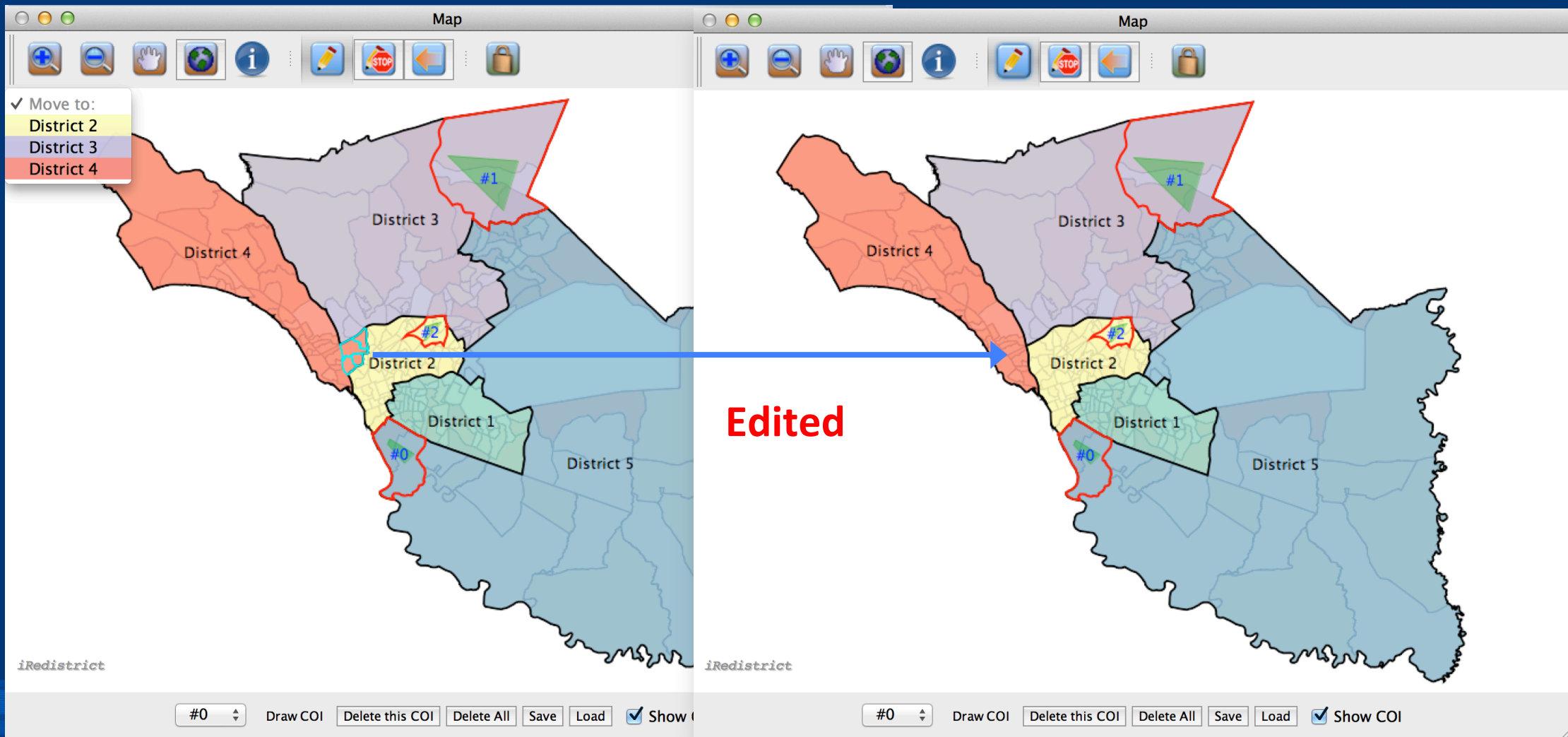
Census Blocks



Census Block Groups



编辑

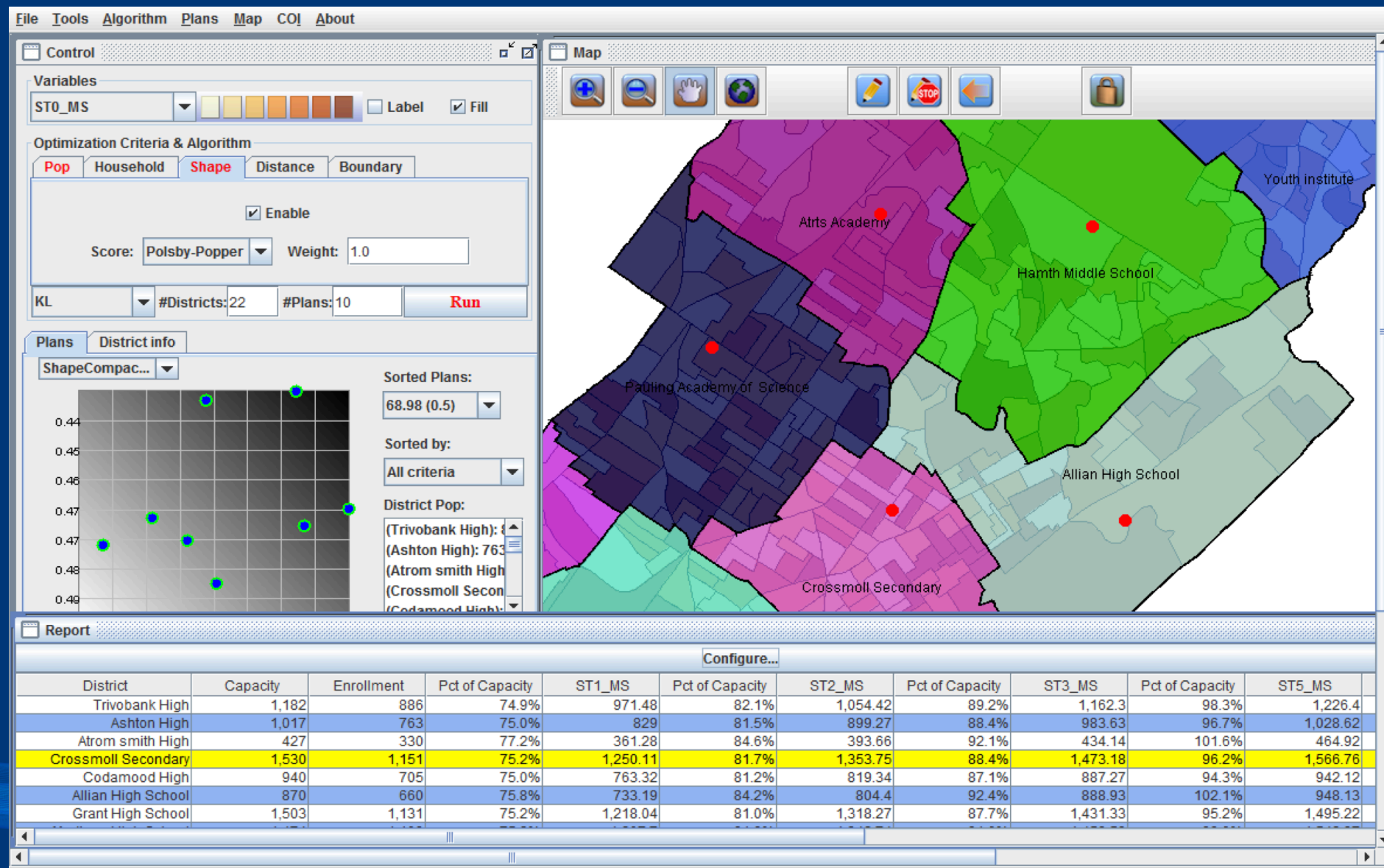


◆ 公共服务设施区划 —— 学校、消防站、商店...

距离总和最短
最大距离最短

直线距离
网络距离

距离矩阵

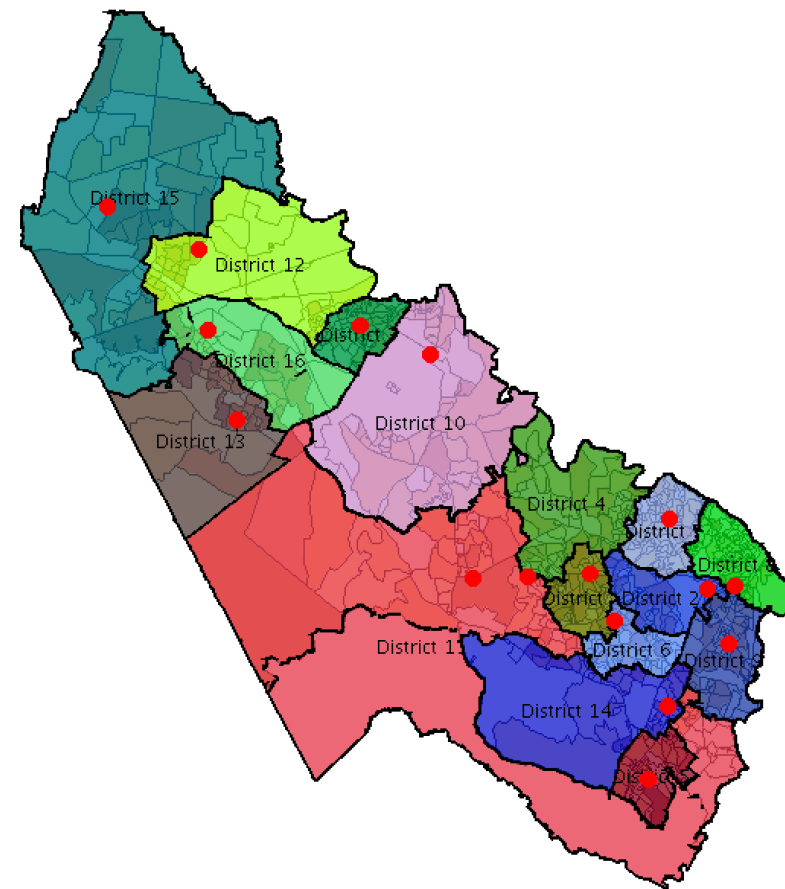
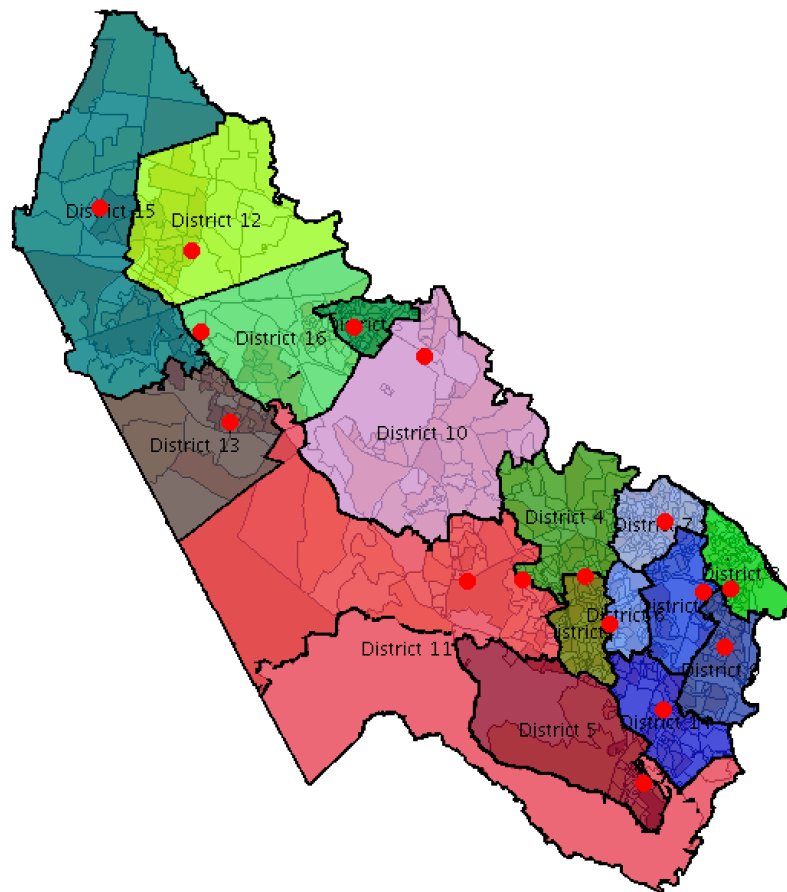
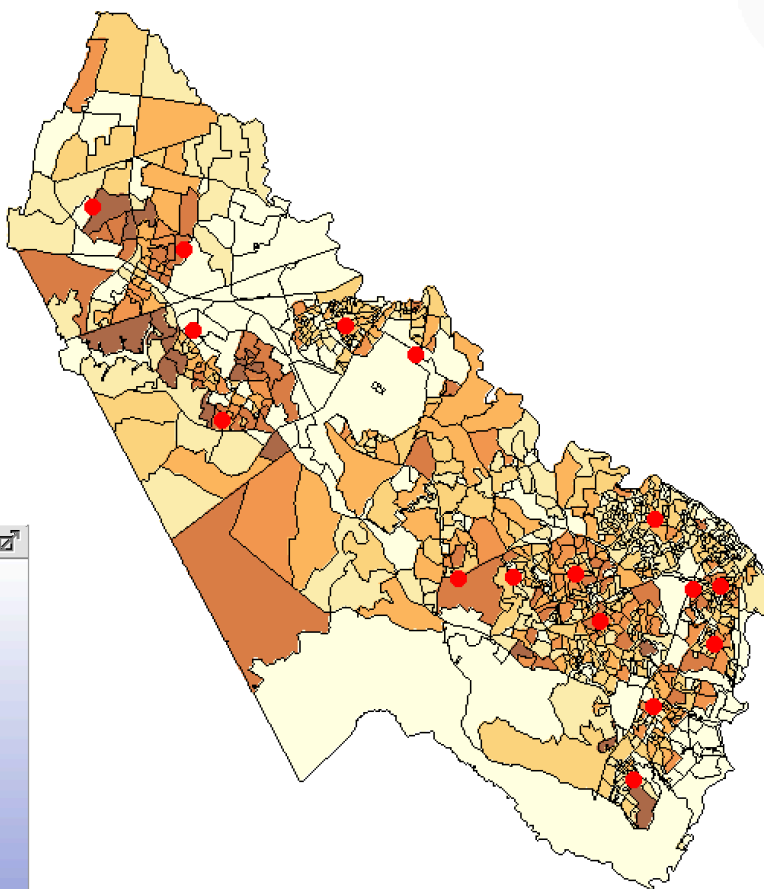


公共服设施区划 —— 学校划片

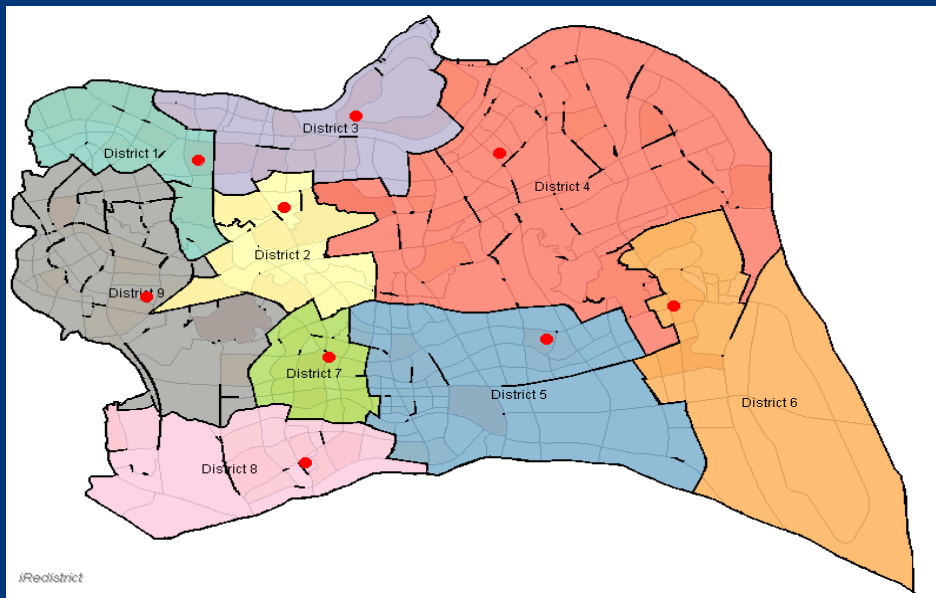


Prince William County Schools

Deviation < 1%



公共服务设施区划 —— 居住组团规划



District Criteria Summary Report

District	Population	Capacity	Ideal Pop	Deviation	Percentage
District 1	194575.33	200000	194559.3	16.03	0.0%
District 2	194260.88	200000	194559.3	-298.43	-0.15%
District 3	194445.04	200000	194559.3	-114.26	-0.05%
District 4	194039.15	200000	194559.3	-520.15	-0.26%
District 5	193451.77	200000	194559.3	-1107.53	-0.56%
District 6	194249.84	200000	194559.3	-309.47	-0.15%
District 7	194540.88	200000	194559.3	-18.43	0.0%
District 8	196884.95	200000	194559.3	2325.64	1.19%
District 9	194585.91	200000	194559.3	26.6	0.01%
				(MaxPop-MinPop)/Ideal=	1.76%

District Demographics Report

FID	District	Capacity	Enrollment	Pct of Capacity	Sum_规划人	Pct of Capacity	修正后人口	Pct of Capacity
0	District 1	200,000	194,575.33	97.2%	194,575.33	97.2%	129,854.07	64.9%
1	District 2	200,000	194,260.88	97.1%	194,260.88	97.1%	128,674.35	64.3%
2	District 3	200,000	194,445.04	97.2%	194,445.04	97.2%	226,626.55	113.3%
3	District 4	200,000	194,039.15	97.0%	194,039.15	97.0%	168,378.79	84.1%
4	District 5	200,000	193,451.77	96.7%	193,451.77	96.7%	229,749.97	114.8%
5	District 6	200,000	194,249.84	97.1%	194,249.84	97.1%	96,685.74	48.3%
6	District 7	200,000	194,540.88	97.2%	194,540.88	97.2%	234,081.23	117.0%
7	District 8	200,000	196,884.95	98.4%	196,884.95	98.4%	141,093.56	70.5%
8	District 9	200,000	194,585.91	97.2%	194,585.91	97.2%	142,043.32	71.0%

◆ 美国学校选址 —— American Planning Association

第十一届规划信息化实务论坛
The 11th Practice Forum of Urban Planning Informatization



位和科技
—— 位置·智能

可达性

Travel distance: Central location

Undesirable travel conditions (bad sidewalks, business areas, industrial areas)

Traffic flow on major streets

Number of pupils crossing each dangerous intersection

Use of public transportation

Possible new subdivisions

◆ 美国学校选址 —— American Planning Association

第十一届规划信息化实务论坛
The 11th Practice Forum of Urban Planning Informatization



位和科技
—— 位置·智能

环境

Type of neighborhood: land use, proximity to business districts

Atmospheric conditions: Smoke, dirt, odors

Sources of noises, Daylight obstructions, Views

Possible new development affecting environment

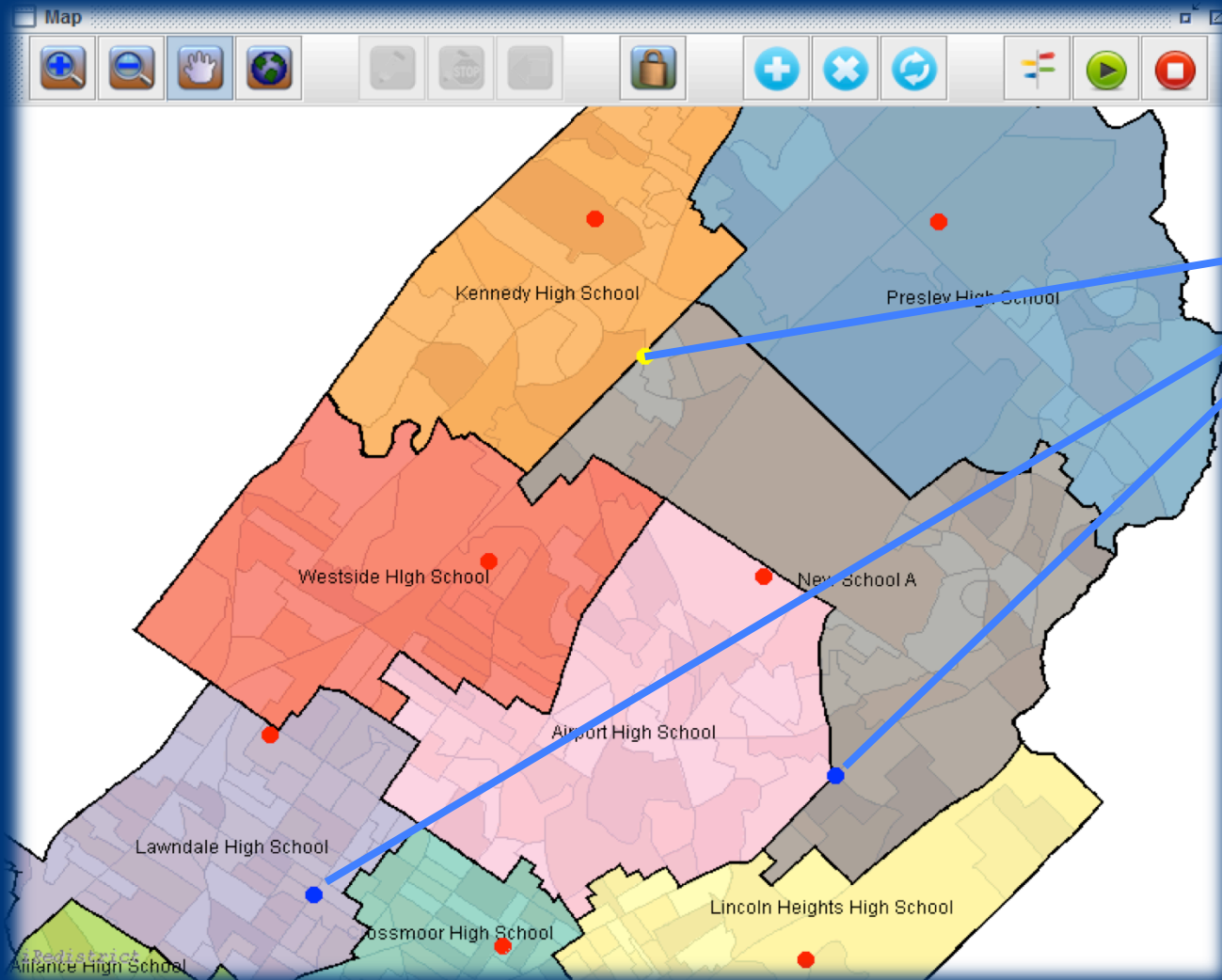
校址的自然条件

Soil conditions — stable, dry rapidly, avoid excessive rock out-cropping

Topology — not located in flood plains or areas of poor drainage

学校的开发成本

选址评估



备选点

Candidate																
ID	Total Measure					Pop Equality					ShapeCompactness					
	Min	Max	Mean	Median	StdDev	Min	Max	Mean	Median	StdDev	Min	Max	Mean	Median	StdDev	
0	297.67	438.14	345.3	339.16	31.47	3.27	54.58	16.16	14.6	9.81	0.19	0.34	0.28	0.28	0.03	
1	294.96	425.32	353.1	351.35	29.97	3.48	60.5	14.87	13.18	10.9	0.23	0.33	0.27	0.27	0.03	
2	297.81	620.55	376.8	362.93	69.72	5.53	273.84	47.32	19.32	63.17	0.21	0.32	0.28	0.28	0.03	

◆ 大数据 / 小任务 vs. 小数据 / 大任务

大数据 / 小任务

Spark / Hadoop / GPU: 数据分解成小份, 单个任务的计算量很小

分布式计算: 完成单个任务的时间基本一致, 主节点向子节点分发任务

小数据 / 大任务

由于空间数据的空间连接性和空间相关性, 对于全局计算, 很难把数据切成小块

复杂空间计算: 单个任务的计算复杂度很高, 消耗内存大

分布式计算: 完成单个任务的时间不一致, 子节点向主节点请求任务

◆ 拥抱智能计算：两种截然不同的工作状态

桌面软件、云端访问（SaaS）、内网部署（On-Premise）、API集成





谢谢



2017
中国·上海

 李伯楠

 13923755630

 info@wayhe.com

 位和科技