

交巡警服务平台的设置与调度

摘要

关键字：TeX 图片 表格 公式

目录

一、问题重述	3
1.1 问题背景	3
1.2 问题要求	3
二、问题分析	4
2.1 问题 1 分析	4
2.2 问题 2 分析	4
三、模型假设	5
四、符号说明	5
五、模型的建立和求解	5
5.1 交巡警平台管辖范围分配	5
六、灵敏度分析	7
七、模型检验和误差分析	7
八、模型的评价改进和推广	7
8.1 模型的优点	7
8.2 模型的缺点	7
8.3 模型的推广	7
参考文献	7
A 附录 文件列表	8
B 附录 代码	8

一、问题重述

1.1 问题背景

俗话说，“有困难找警察”。警察承担着刑事执法、治安管理、交通管理、服务群众等四大职能。为了高效地发挥这些职能，在市区的交通枢纽和重要位置需要设置交巡警服务平台。每个平台的职能与警力配备基本相同，但受限于警务资源，怎样根据城市的实情以及需求合理地设置交巡警服务平台、分配管辖范围、调度警力资源是警务系统面临的一个重要课题。

1.2 问题要求

试就某市设置交巡警服务平台的相关情况，建立数学模型分析研究下面的问题：

问题 1 该市中心城区 A 的交通网络和现有的 20 个交巡警服务平台的设置情况如图 1 所示，相关的数据信息见附件 2。

(1) 请为各交巡警服务平台分配管辖范围，以确保在其管辖范围内发生紧急事件时，交巡警能够在 3 分钟内到达现场（假设警车时速为 60 公里/小时）。

(2) 针对重大突发事件，需要调度全区 20 个交巡警服务平台的警力资源，对出入该区的 13 条交通要道进行快速全封锁（一个平台的警力最多封锁一个路口），请给出该区交巡警服务平台警力的合理调度方案。

(3) 由于目前交巡警服务平台的工作量不均衡且部分地方出警时间过长，拟在该区内再增加 2 至 5 个平台，请确定需要增加平台的具体个数和位置。

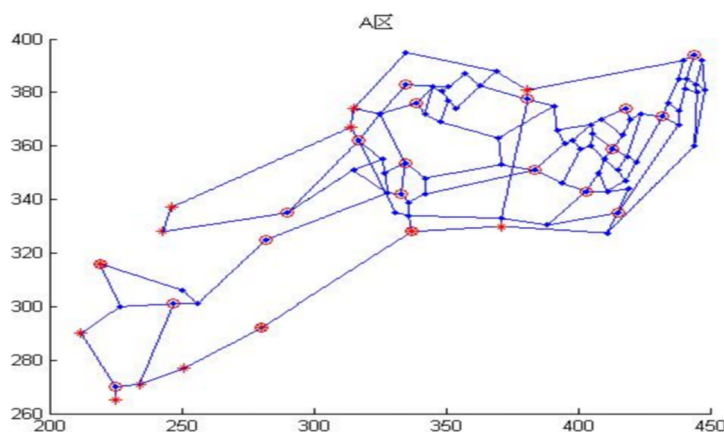


图 1 A 区的交通网络与平台设置的示意图

问题 2 针对全市（主城六区 A, B, C, D, E, F）的具体情况，按照设置交巡警服务平台的原则和任务，分析研究该市现有交巡警服务平台设置方案（详见附件）的合理性。如果有明显不合理，请给出解决方案。

如果该市地点 P（第 32 个节点）处发生了重大刑事案件，在案发 3 分钟后接到报警，犯罪嫌疑人已驾车逃跑。为了快速搜捕嫌疑犯，请给出调度全市交巡警服务平台警力资源的最佳围堵方案。

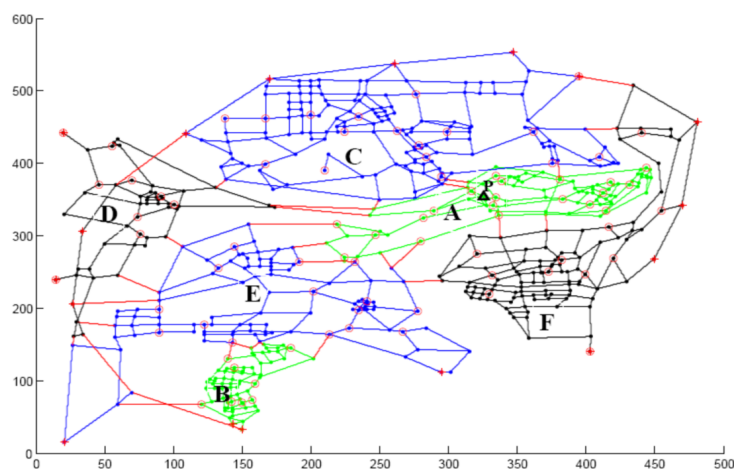


图 2 全市六区交通网络与平台设置的示意图

说明：

1. 图中实线表示市区道路；红色线表示连接两个区之间的道路；
2. 实圆点“•”表示交叉路口的节点，没有实圆点的交叉线为道路立体相交；
3. 星号“*”表示出入城区的路口节点；
4. 圆圈“○”表示现有交巡警服务平台的设置点；
5. 圆圈加星号“○*”表示在出入城区的路口处设置了交巡警服务平台；
6. 附图 2 中的不同颜色表示不同的区。

二、 问题分析

2.1 问题 1 分析

第一小问：按照题目要求将 92 个路口分配给 20 个交巡警服务平台去管理，可以通过求解路口 i 是否受交巡警平台 j 管辖，进而求出最优的管辖范围分配，这是典型的 0-1 整数规划模型。出于朴素的思想，在理想情况下如果每个路口发生事故时都交由距离最近的交巡警平台去处理，则总时间必然为最小，由于题目中要求解出每对点之间的最短路径，所以采用了 Floyd 算法进行计算。

第二小问：。

2.2 问题 2 分析

第一小问：

三、模型假设

- 假设在问题一中每个平台都有足够的警力可以同时管辖所属范围。
- 假设处理每个交通事故所需警力及时间相同。
- 仅考虑交通事故发生在路口的情况。

四、符号说明

符号	说明	单位
c_i	第 i 个路口发生事故的概率	/
s_{ij}	从路口 i 到交巡警平台 j 的最短路径	m
v	警车时速	m/s
b	警力约束	/

五、模型的建立和求解

5.1 交巡警平台管辖范围分配

记 $s_{ij}(i = 1, 2, \dots, 92, j = 1, 2, \dots, 20)$ 表示路口 i 与交巡警平台之间的距离，引进 0-1 变量

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{将路口 } i \text{ 分配给交巡警平台 } j \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

目标函数为加权后的时间成本最小，即

$$\min \sum_{i=1}^{92} c_i \cdot \sum_{j=1}^{20} x_{ij} \cdot \frac{s_{ij}}{v}$$

决策变量 x_{ij} 还应满足以下几类约束条件：

首先，每一个路口都只由一个交巡警服务平台管辖，即

$$\sum_{j=1}^{20} x_{ij} = 1, i=1, 2, \dots, 20, j=1, 2, \dots, 92.$$

其次，每次发生事故交巡警能够在 3 分钟内到达现场，即

$$x_{ij} \cdot \frac{s_{ij}}{v} \leq 3 \times 60, i=1, 2, \dots, 20, j=1, 2, \dots, 92.$$

则该问题的 0-1 整数规划模型为

$$\min \sum_{i=1}^{92} c_i \cdot \sum_{j=1}^{20} x_{ij} \cdot \frac{s_{ij}}{v} \quad (1)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^{20} x_{ij} = 1, & i=1,2,\dots,20, j=1,2,\dots,92. \\ x_{ij} \cdot \frac{s_{ij}}{v} \leq 3 \times 60, & i=1,2,\dots,20, j=1,2,\dots,92. \\ x_{ij} = 0 \text{ 或 } 1, & i=1,2,\dots,20, j=1,2,\dots,92. \end{cases} \quad (2)$$

利用 Matlab 软件，求得最优解为 [1]

交巡警平台编号	所管辖路口编号	交巡警平台编号	所管辖路口编号
1	78,76,75,75,73,71,69,68,67,1	11	27,,26,11,1
2	72,7,44,43,4,3,2	12	25,12
3	76,65,55,54	13	24,23,22,21,14,13
4	64,63,62,6,57,4	14	/
5	59,58,56,53,52,51,5,49,5	15	29,28
6	/	16	38,37,36,16
7	61,48,47,32,3,15,7,6	17	42,41,17
8	46,33	18	83,82,81,8,18
9	45,35,34,31,9,8	19	79,77,19
10	/	20	92,91,90,89,88,87,86,85,84,20

表 1 各个交巡警平台的路口管辖分配

根据求解结果，作出各个交巡警平台的路口管辖分配图如下：

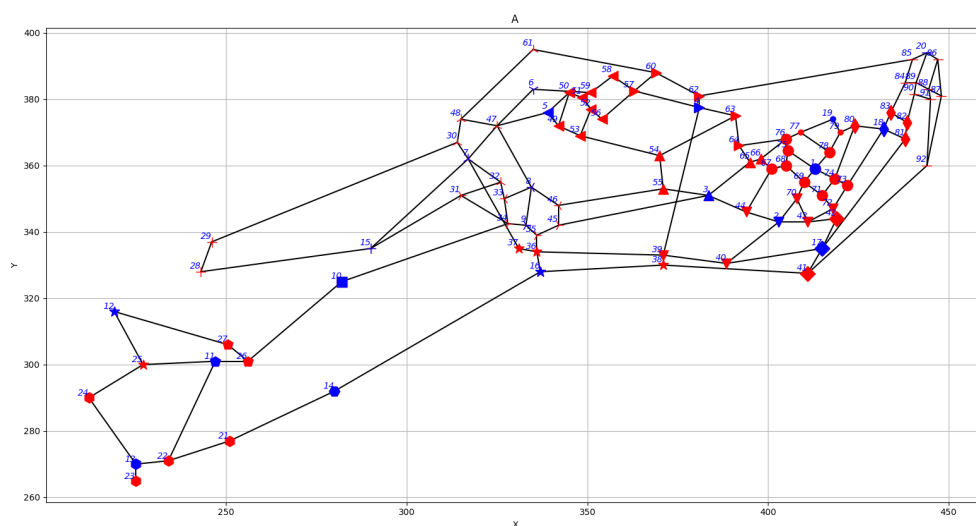


图 3 各交巡警平台管辖范围分布图

在图3中，蓝色的点表示交巡警平台本身的位置，与之相同形状的路口表示由该交巡

警平台进行管辖。根据题目所建立的最小值整数规划目标函数 $\min \sum_{i=1}^{92} c_i \cdot \sum_{j=1}^{20} x_{ij} \cdot \frac{s_{ij}}{v}$, 交巡警平台到自身的路口距离为 0, 必定负责自身所在路口, 所以每一个交巡警平台都会负责一个或以上的点, 保障了交巡警平台存在的意义。

六、灵敏度分析

七、模型检验和误差分析

八、模型的评价改进和推广

8.1 模型的优点

-
-
-
-

8.2 模型的缺点

-
-
-

8.3 模型的推广

参考文献

[1] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型 (第五版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.

附录 A 文件列表

表 2 Add caption

文件名	文件描述
Data1.mat	附件 1 数据
Data2.mat	附件 2 数据
Data3.mat	附件 3 数据
problem1.m	问题 1 求解 h
problem2_1.m	问题 1 求解 h
problem2_2.m	问题 2 求解其他要求的数据
problem3.m	问题 3 求解抛物面接收比
solvex0.m	问题 3 球面接收比求解
linminxin.m	灵敏性分析
huangjin.m	黄金分割法
result.xlsx	问题二结果表格

附录 B 代码