

第十六届“华中杯”大学生数学建模挑战赛题目

B 题 使用行车轨迹估计交通信号灯周期问题

某电子地图服务商希望获取城市路网中所有交通信号灯的紅綠周期，以便为司机提供更好的导航服务。由于许多信号灯未接入网络，无法直接从交通管理部门获取所有信号灯的数据，也不可能所有路口安排人工读取信号灯周期信息。所以，该公司计划使用大量客户的行车轨迹数据估计交通信号灯的周期。请帮助该公司解决这一问题，完成以下任务。已知所有信号灯只有紅、綠两种状态。

1. 若信号灯周期固定不变，且已知所有车辆的行车轨迹，建立模型，利用车辆行车轨迹数据估计信号灯的紅綠周期。附件 1 中是 5 个不相关路口各自一个方向连续 1 小时内车辆的轨迹数据，尝试求出这些路口相应方向的信号灯周期，并按格式要求填入表 1。
2. 实际上，只有部分用户使用该公司的产品，即只能获取部分样本车辆的行车轨迹。同时，受各种因素的影响，轨迹数据存在定位误差，误差大小未知。讨论样本车辆比例、车流量、定位误差等因素对上述模型估计精度的影响。附件 2 中是另外 5 个不相关路口各自一个方向连续 1 小时内样本车辆的轨迹数据，尝试求出这些路口相应方向的信号灯周期，按同样的格式要求填入表 2。
3. 如果信号灯周期有可能发生变化，能否尽快检测出这种变化，以及变化后的新周期？附件 3 中是另外 6 个不相关路口各自一个方向连续 2 小时内样本车辆的轨迹数据，判断这些路口相应方向的信号灯周期在这段时间内是否有变化，尝试求出周期切换的时刻，以及新旧周期参数，按格式要求填入表 3，并指明识别出周期变化所需的时间和条件。

4. 附件 4 是某路口连续 2 小时内所有方向样本车辆的轨迹数据，请尝试识别出该路口信号灯的周期。

- 附件 1：路口 A1、A2、A3、A4、A5 各自一个方向连续 1 小时内车辆轨迹数据
- 附件 2：路口 B1、B2、B3、B4、B5 各自一个方向连续 1 小时内样本车辆轨迹数据
- 附件 3：路口 C1、C2、C3、C4、C5、C6 各自一个方向连续 2 小时内样本车辆轨迹数据
- 附件 4：路口 D 所有方向连续 2 小时内样本车辆轨迹数据
- 附件 5：数据文件说明及结果表格

1、轨迹数据文件格式。适用于附件 1-附件 4 所有轨迹数据文件。纯文本文件，第一行为标题行，各列以英文逗号分隔，共 5 列，分别为时间点、车辆 ID、当前位置 X 坐标、当前位置 Y 坐标。时间点单位为秒，第 0 秒开始，每 1 秒采样一次。坐标单位为米。车辆 ID 仅用于区分同一个文件中的不同车辆。车辆 ID 不一定是连续编号。不同文件中，相同 ID 的车辆没有任何联系。同一车道可能只允许一个方向前进，也可能允许两个方向前进，如直行或左转、直行或右转等。

2、表 1：路口 A1-A5 各自一个方向信号灯周期识别结果

路口	A1	A2	A3	A4	A5
红灯时长（秒）					
绿灯时长（秒）					

3、表 2：路口 B1-B5 各自一个方向信号灯周期识别结果

路口	B1	B2	B3	B4	B5
红灯时长（秒）					
绿灯时长（秒）					

4、表 3：路口 C1-C6 各自一个方向信号灯周期识别结果

路口	C1	C2	C3	C4	C5	C6
周期 1 红灯时长（秒）						
周期 2 绿灯时长（秒）						
周期切换时刻						
周期 2 红灯时长（秒）						
周期 2 绿灯时长（秒）						
.....						

说明：“周期切换时刻”是指信号灯周期发生变化的具体时间点，以第一个变化后的时长区间的起点计。如果信号灯周期没有变化，则“周期切换时刻”填写“无”。如果信号灯周期多次切换，按照上述格式，自行延长表格依次填写。