

# 根据太阳影子定位

## 一 问题重述

随着现代社会科技水平的不断提高和通信技术的愈加完善, 定位技术受到了越来越多的关注。太阳影子定位技术就是通过分析视频中物体的太阳影子变化, 确定视频拍摄的地点和日期的一种方法。根据附件, 解决以下问题:

1. 建立影子长度变化的数学模型, 分析影子长度关于各个参数的变化规律, 并应用你们建立的模型画出 2015 年 10 月 22 日北京时间 9:00-15:00 之间天安门广场(北纬 39 度 54 分 26 秒, 东经 116 度 23 分 29 秒)3 米高的直杆的太阳影子长度的变化曲线;
2. 根据某固定直杆在水平地面上的太阳影子顶点坐标数据, 建立数学模型确定直杆所处的地点。将你们的模型应用于附件 1 的影子顶点坐标数据, 给出若干个可能的地点;
3. 根据某固定直杆在水平地面上的太阳影子顶点坐标数据, 建立数学模型确定直杆所处的地点和日期。将你们的模型分别应用于附件 2 和附件 3 的影子顶点坐标数据, 给出若干个可能的地点与日期;
4. 附件 4 为一根直杆在太阳下的影子变化的视频, 并且已通过某种方式估计出直杆的高度为 2 米。请建立确定视频拍摄地点的数学模型, 并应用你们的模型给出若干个可能的拍摄地点。如果拍摄日期未知, 你能否根据视频确定出拍摄地点与日期?

## 二 建模分析

### 2.1 模型假设

针对该问题, 我们提出了如下的合理假设:

1. 地球为均匀球体;
2. 忽略大气折射作用, 即太阳光线平行照射地球;
- 3.
- 4.

### 2.2 记号说明

### 2.3 问题分析

对于问题一, 我们已知直杆的长度为米高, 根据物理光学的知识, 如果我们再知道平行光源的入射角, 就可以知道影子的长度。但实际情况是, 由于太阳光线的入射角(高度角)是随时间变化的, 也导致影子的长度随时间变化, 这样就可以转化为影子的长度随时间的变化规律

模型记号说明	
$h$	太阳高度角
$\phi$	观测地地理纬度
$\delta$	太阳赤纬角
$t$	地方时(时角)
$A$	太阳方位角
$H$	直杆长度
$l$	影子长度

表 1: 模型记号说明

## 2.4 模型求解和分析

由太阳高度角公式: $\sin(h) = \sin(\phi)\sin(\delta) + \cos(\delta)\cos(\phi)\cos(t)$ ,可以知道太阳高度角主要由当地的地理纬度、季节(日、月)和时间三个因素决定的,分别计算出各值即可求出太阳高度角随时间的变化。

## 2.5 模型评价

### 2.5.1 模型优点

- 1)
- 2)
- 3)

### 2.5.2 模型缺点

- 1)
- 2)