

2010 年第三届 ScienceWord 杯 数学中国数学建模网络挑战赛

B 题: Braess 悖论

Dietrich Braess 在 1968 年的一篇文章中提出了道路交通体系当中的 Braess 悖论。它的含义是:有时在一个交通网络上增加一条路段,或者提高某个路段的局部通行能力,反而使所有出行者的出行时间都增加了,这种为了改善通行能力的投入不但没有减少交通延误,反而降低了整个交通网络的服务水平。人们对这个问题做过许多研究,在城市建设当中也尽量避免这种现象的发生。但在复杂的城市道路当中, Braess 悖论仍然不时出现,造成实际交通效率的显著下降。在此,请你通过合理的模型来研究和解决城市交通中的 Braess 悖论。

1 第一阶段问题:

- (1) 通过分析实际城市的道路交通情况¹(自行查询的数据需给出引用来源),建立合理的模型,判断在北京市二环路以内的路网中(包括二环路)出现的交通拥堵,是否来源于 Braess 悖论所描述的情况。
- (2) 请你建立模型以分析:如果司机广泛使用可以反映当前交通拥堵情况的 GPS 导航系统,是否会缓解交通堵塞,并请估计其效果。

¹由于北京市在交通方面面临的问题较具代表性,我们提供的城区图是北京市二环路地图。每个时段的交通情况可由 Google Map 查到。

2 第二阶段问题:

Braess 悖论宣称:提高某一路段的通行能力,反倒可能使整体路网的通行能力下降。那么,在发生交通拥堵的时候,如果暂时关闭其中的某条道路,是否可以缓解交通堵塞的现象? 请建立合理的模型,研究临时关闭道路以缓解交通堵塞的可行性。如果可行,请给出具体的关闭方案。城区道路网可以使用北京市二环路的地图,也可以使用美国波士顿的部分城区图(见图2中被蓝色环路圈起来的部分)。

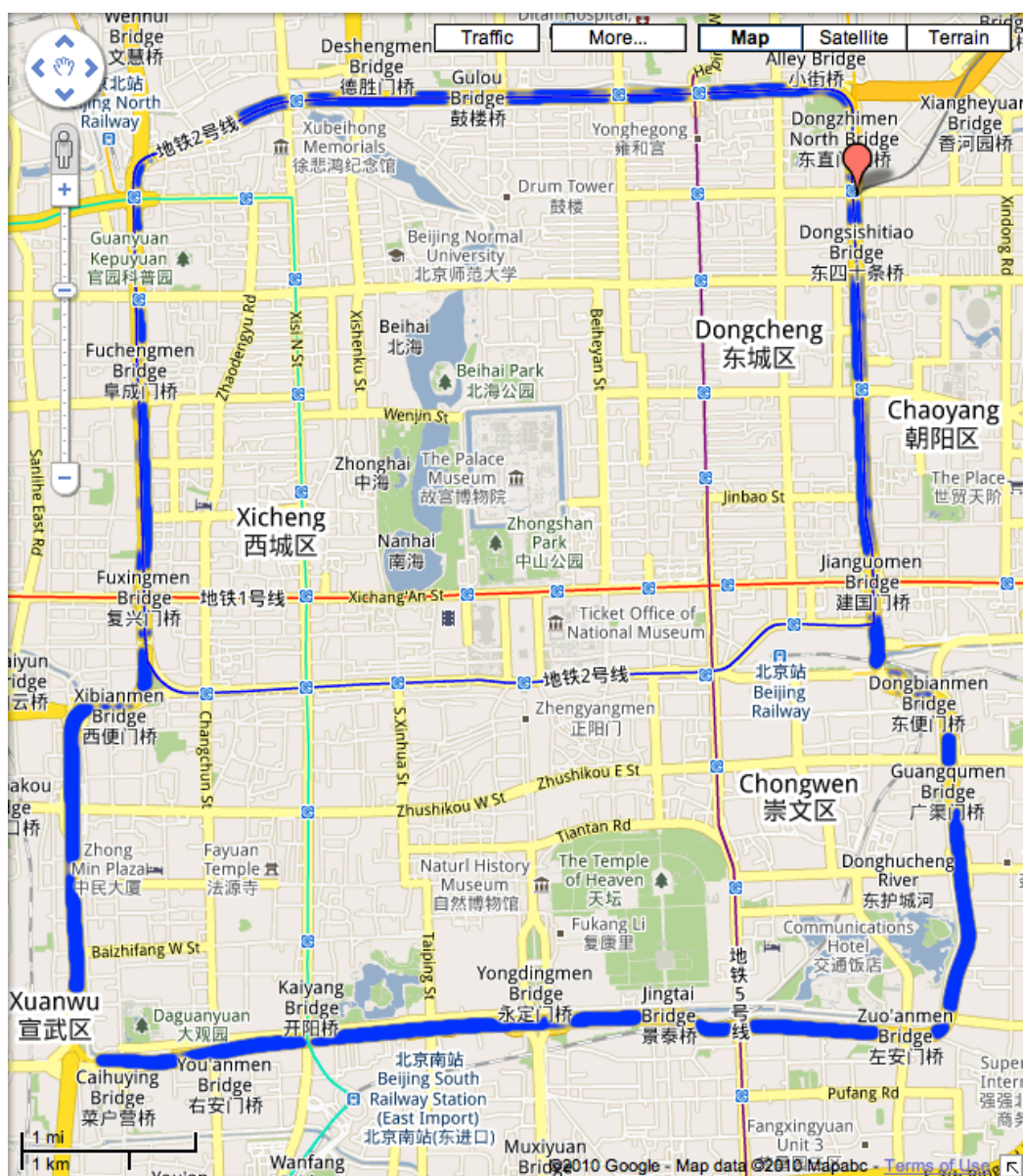


图 1: 北京市二环路地图,图中用蓝色线条标注了二环路的位置

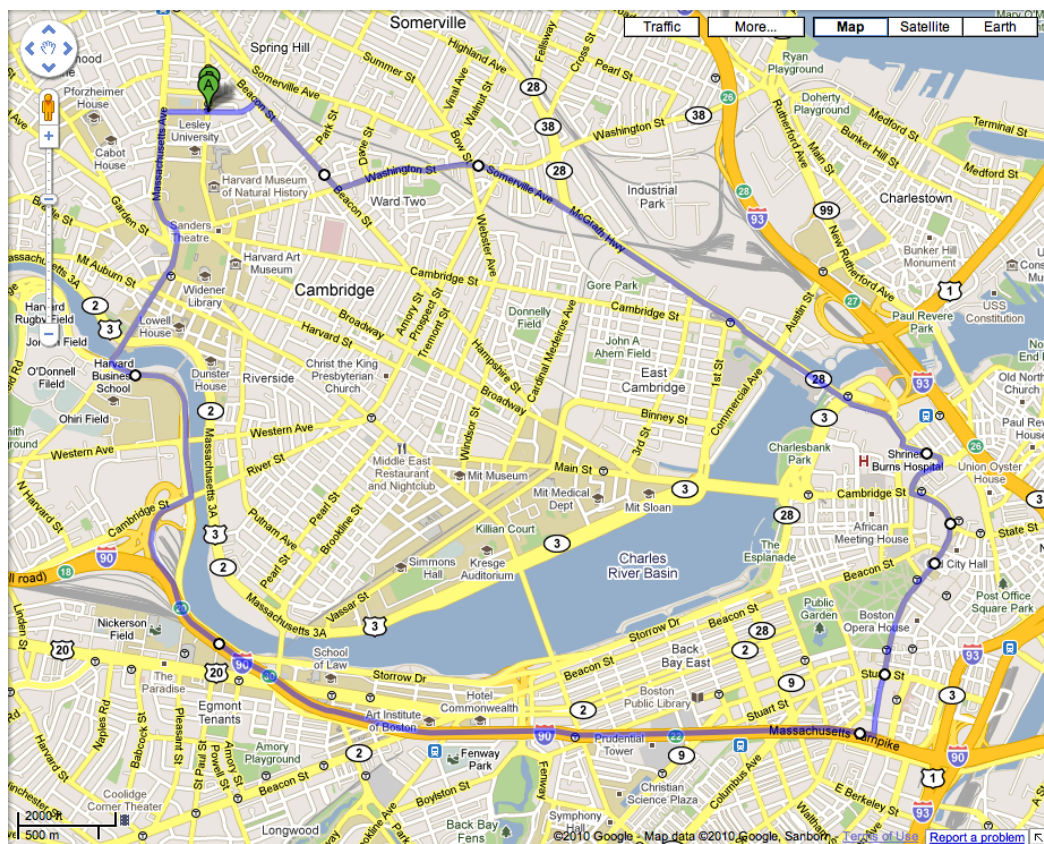


图 2: 波士顿的部分城区图