

大学生创新创业训练计划

项目申报表

一、项目实施的目的、意义

社会经济发展之繁荣带动道路交通等基础设施建设飞速进步，而人民生活水平的不断提升又催生出驾车出行的火热，时至今日道路拥挤已然成为一个令人烦忧的话题，特别是在道路十字、铁路岔口等空间狭小的枢纽地带，堵塞的交通更是严重影响了人们的驾车效率和运输效率。为缓解此问题，基于以空间分割的方法来消除道路二维交叉车流的冲突的思想，建立立交桥成为一种较为有效的解决方案。这也是立交桥在交通基础设施建设中具有重要作用的直接原因。

然而新的问题随之产生，空前的立交建设大潮促成了现在立交系统数量多、复杂度高、重叠多、规模大等特点。比如位于重庆的黄桷湾立交，是目前西南地区最大、最复杂、功能最强的枢纽型立交，立交分为 5 层，连接 20 余条匝道，层层叠加，分支密布。对于传统的基于卫星定位的导航系统来说，无论是百度地图还是高德地图，都会遇到这样的困难：一是清晰度很低：大型立交系统的空间叠加严重影响了卫星对目标的辨识度，反映在地图上则表现为清晰度低，可用性极差；二是漂移现象的影响：由于信号和电子地图的精度受限的原因，在匝道与立交桥主路并行的路段经常会出现漂移现象；三是信号中断：立交桥附近经常会出现信号暂时中断，这时车辆如果由匝道驶入主路或者由主路驶入匝道，惯性导航系统会出现插值错误。因此，对于大型立交桥的建模的研究也是近年来研究的热点问题。

传统的大型桥梁建模方法包括基于几何模型的方法和基于图像的方法，以及一些新的解决方案，如基于车载激光扫描的三维模型建模方法和利用三维建模软件交互的建模方法。这些方法虽然在一定的程度上解决了三维立交建模的可实现性，但是也存在着一系列的问题，如周期长、人力资源受限和精度低等。如今，随着物联网技术的火热与成熟，用物联网的思想和方法来解决大型桥梁的三维建模问题成为一种新的思路。

利用物联网的方法对立交桥进行三维建模，具有周期短、耗费人力资源少等建设优点，并且具有稳定性高、可移植性好、适应性强等优良特性。

本项目利用物联网的建模思想，解决传统卫星导航系统在复杂立交桥场景中不能充分发挥作用的问题。它的实施意义在于：

- 1.提出了一套基于物联网的对复杂立交系统的三维建模方案。

- 2.为复杂的立交场景提供更为精准的导航方案。
- 3.提高立交拥挤时段车辆的通行效率和交通运输效率。
- 4.为大型立交交通优化提供一套决策和指导的分析工具。

二、项目研究内容和拟解决的关键问题

A、 路径三维呈现

1、路径数据点的确定：

（1）传感器包：

传感器包是由 GPS 传感器、方向传感器、红外测距传感器、高度传感器和数据储存装置组成，其具体型号、作用和优缺点分析如下表 1 所示：

表 1. 传感器包说明表

名称	型号	作用	优点	缺点
GPS 传感器		储存传感器包的位置	对传感器包进行精准定位	
方向传感器	HOMEYWELL SS526DT MT1451	确定定位目标的方向	测量精度较高	可测角度小
红外测距传感器	SHARP GP2Y0A60SZ0F	确定传感器包和定位目标的距离	测量高速移动物体精度更大；受温度、风速等气候因素影响较小；价格相对低	受车辆颜色的影响
高度（压力）传感器	SCP1000-D11 压力传感器芯片	确定传感器包的垂直高度	可编写驱动程序，根据气压测高原理计算气压测高公式	
数据储存装置		数据暂时储存		

（2）传感器位置的选择：

传感器的位置选择在照明灯灯杆的根部有以下的原因：

①传感器的位置静止有利于对实时数据进行连续不断的搜集。GPS 传感器和高度传感器静止可以对三维模型的边缘和层次进行强化；方向传感器和红外测距传感器静止可以对运动的定位目标连续定位。

②静止时传感器工作更加稳定，定位的数据会更精确。

③模型的可修改性很强，当桥梁结构发生一些变化时，模型会自动更新，不需要重新建模。

④这种建模方式可以同时展现交通的实时的拥堵情况，产生很大的社会效益和经济效益。

但是这种方式也产生了一些问题，这些问题这要有：

①传感器静止意味着一定路段就要设置一套传感器，这导致了成本的增加。

②传感器和定位目标的距离较远，且定位目标可能处于高速运动中，传感器的选择很难，技术难度较大（定位和数据传输），一定程度上降低了定位的精准性。

③传感器暴露在自然环境中，磨损快。

针对这些问题，解决方式如下：

①合理设置传感器包之间的间距，在传感器的精度和间距之间做出均衡，尽量减小成本。

②在桥面的两边均设置传感器，减小传感器的工作距离；采用红外测距方法能够提高测量高速运动物体距离的精度；牺牲一定的测量精度，选择测量距离较远的传感器。

③将传感器包置于照明灯灯杆内可以在一定程度上起到保护传感器免受自然环境侵蚀的作用。

（3）数据点位置的确定：

基本思路：传感器包自身 GPS+方向传感+红外测距传感=车辆的静态 GPS 位置。

处理方法：当传感器包将数据组（包括自身位置信息及定位目标的方向和距离信息）发送给计算机处理终端时，计算机根据数据组的信息计算出定位目标的位置，并且在空间模型中显示一个轨迹点。原理图 1 所示：

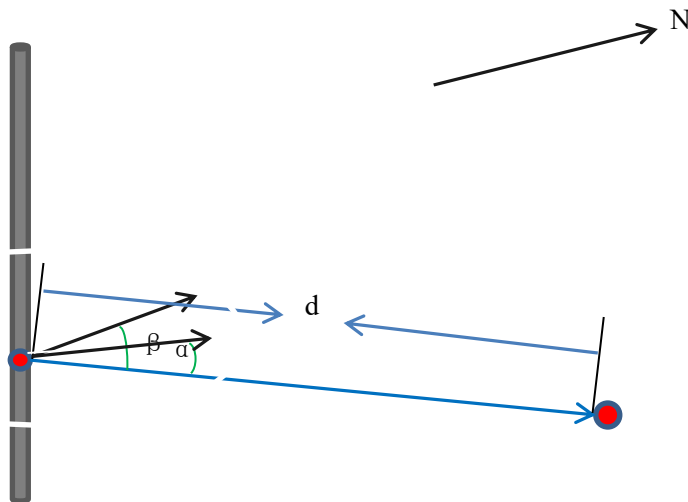


图 1. 车辆的静态 GPS 位置示意图

2、路径数据段的确定：

每个照明灯的传感器包在车辆途经时以一定的频率获取数据点，并储存在数据包的储存装置内。将某一对象某一时段某一运动行为所搜集的数据点在计算机位置空间模型内显示出来成为数据段。

3、路径数据线的确定：

在车辆行驶的路径中，所有照明灯根部的传感器包搜集到车辆的实时的数据段。在上传到计算机端之后，计算机对某一车辆的所有数据段进行分析并在三维位置空间模型中展现，得到完整的车辆行驶路径数据线。

4、数据的储存与传输：

（1）数据储存：传感器收集到的数据储存在储存装置内，并等待向网关处传输数据。

（2）数据传输：数据借助无线网络传输至网关，经网关传输至计算机处理装置。

5、三维建模基本模型的产生：

（1）三维建模基本模型的产生：

计算机处理装置对实时的所有车辆的行驶路径在三维位置空间模型中展示出来。线条的积累可以模拟出立交桥的基本模型。

(2) 数据点的连续性的修饰：

呈现在模型中的线条是由非连续的数据点所组成的，利用计算机模型处理软件对线条的连续性进行修饰，强化模型的清晰度。

B、边缘强化

1、断点强化：

(1) 实现方法：

对所有照明灯根部传感器包的 GPS 传感器所储存的自身的位置数据在空间模型中进行重点显示。

(2) 如图 2 所示：

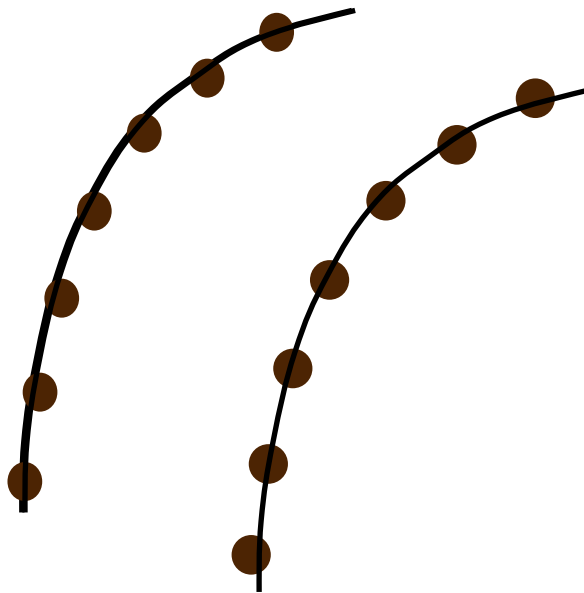


图 2 . 断点强化示意图

2、疏密度强化：

(1) 实现方法：

通过定位对象的边缘优先选择规则算法所显示的路径图的密度可以强化边缘。

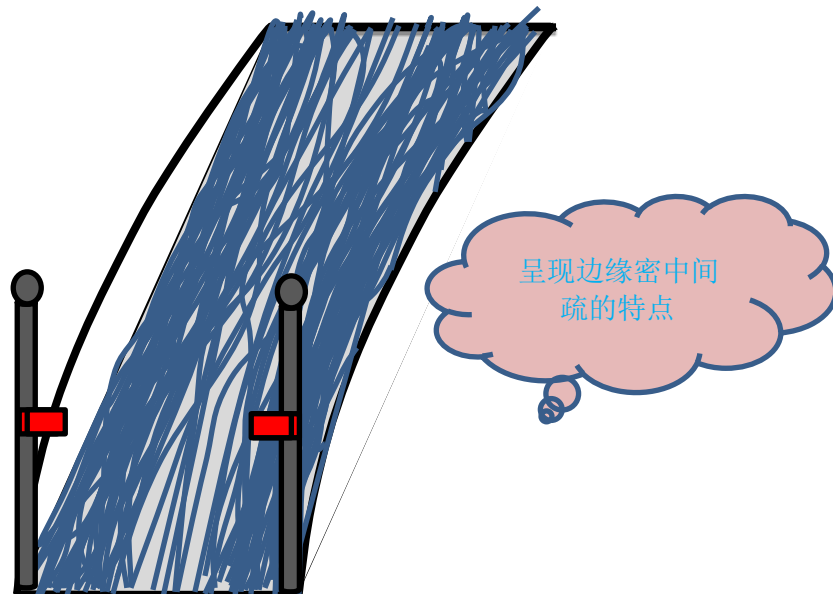


图 3. 疏密度强化示意图

(3) 针对定位对象的边缘优先的选择算法:

- ①算法内容: 优先选取靠近边缘的数据实体来进行数据采集。
- ②使用情景: 立交桥的三维建模过程中。
- ③算法目的: 通过线条的疏密度来强化桥面边缘。
- ④原因分析:

在为桥梁建模时, 只要确定了桥梁边缘, 便可以确定整个桥面, 这个过程可以由模型处理软件完成。因此, 可将过程简化, 减小需要获取的数据量。

同时这种优先算法可以使数据线集中在桥面边缘, 可以使桥面边缘很好的显现出来。

C、层次强化

- 1、高度传感器: 能够显示出距离水平线的高度。
- 2、强化方法: 通过在建模过程中强化高度传感器所储存的数据来明确立交层的层次。

D、背景嵌入

由于背景距离较远，清晰度的要求较低，可以忽略背景的细节，仅对大致的纹理进行拟合。这里采用传统的背景拟合方式。

1、背景嵌入方法：照片拟合或图形纹理拟合。

2、照片拟合方法：

利用航拍的方式拍摄桥体周围的背景，通过图像处理软件可以将全面的背景拟合进模型里。

3、图形纹理拟合方法：

利用 VRML 提供的设置背景的背景节点 `background` 功能，将背景划分为规则的密铺块（如四边形），然后在密铺块内填充相应的纹理。

4、拟合重点：

为了突出三维模型的特征点，可重点对背景中的高大建筑和树木进行拟合。

E、数据分析

对实时的数据进行分析处理，可以实现路况展现、路径规划等功能。由于在三维建模中所使用的定位对象的边缘优先选择规则算法不具有数据样本的广泛性和代表性，不宜采用此算法进行分析。在对数据的实时分析中，应该采用定位对象的随机选择规则算法。

定位对象的随机选择算法：随机选取定位对象，以样本的疏密程度来展现车流整体的疏密程度。

三、项目研究与实施的基础条件

A、物质条件：

- 1、购买实验材料，包括：GPS 传感器、方向传感器（HOMEYWELL SS526DT MT1451）、红外测距传感器（SHARP GP2Y0A60SZ0F）、高度（压力）传感器（SCP1000-D11 压力传感器芯片）、数据储存装置等传感设备和储存设备。
- 2、用于数据分析的计算机一台以及建模和安装完毕并激活的三维数据编辑软件 AutoCAD。
- 3、用于立交桥搭建的其他材料，如轨道材料，车辆模型等。
- 4、能够完成实验的实验室一间。

B、经济条件：

- 1、大型立交样桥的实地考察需要一定费用。
- 2、查询和获取文献资料需要一定费用。
- 3、获取技术支持和培训需要一定费用。
- 4、购买实验工具和软件需要一定费用。

C、知识储备：

- 1、在传感器的选择和组合配置、对桥梁物理模型的三维信息的收集和获取、计算机三维建模软件的分析等环节中需要查阅大量文献、论文和期刊，知识的获取途径主要有图书馆、文献库和期刊订阅。
- 2、指导教师对团队的支持和帮助对项目的顺利完成具有十分重要的作用。

D、人力资源：

- 1、专业优势：团队中两名同学负责对桥梁物理模型的三维信息的收集和获取、计算机三维建模软件的分析、软件的使用等软件方面的任务；负责传感器的选择和组合配置、桥梁物理模型的搭建等硬件方面的任务。
- 2、实践能力和团队合作能力：曾参加过其他类似的比赛，在项目的实践方面有更多的经验；经常参加调研等社会活动，与人交流能力强；团队里各取所长，互相促进，合作能力强。

四、项目实施方案

阶段一：样桥实地考察。

1、样桥选取：西安市未央区未央桥。卫星图如图 4 所示：



图 4. 西安市未央区未央桥卫星图

2、桥梁结构简化模型：如图 5 所示：

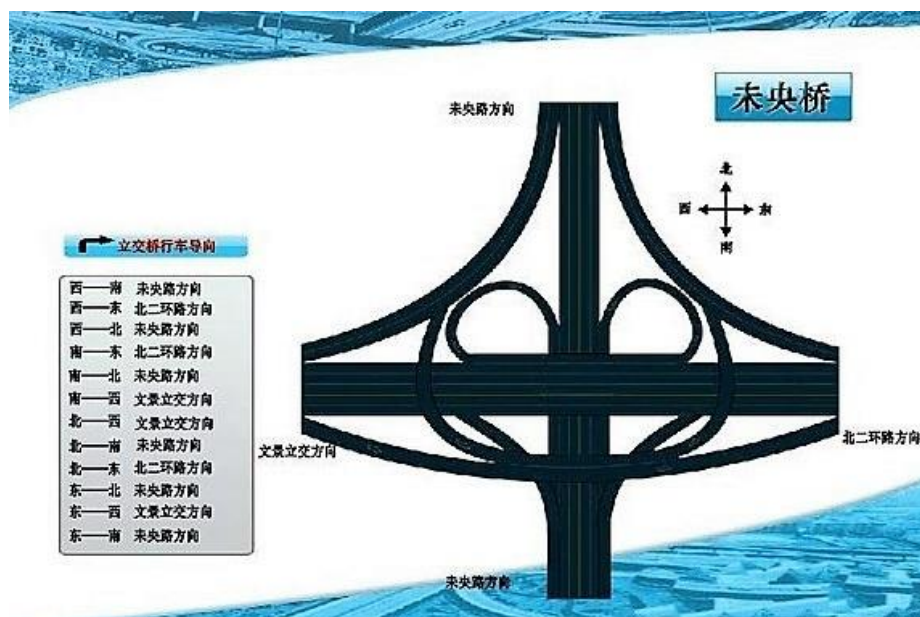


图 5. 桥梁简化模型图

2、考察报告概述：

未央立交桥体结构考察报告

一、未央立交桥交通现状

西安市未央路立交桥位于西安市未央路与二环路交汇处，是一座机非分行、四层全互通式立交。未央立交桥正好建在古城西安的东西中轴线上，南北是连接机场的迎宾大道，东西是分流国道经西安车辆的重要通道。立交桥共分为三层，底层为南北走向半封闭式机动车道，为双向四车道；中层为环岛状混合车道，机动车、非机动车、行人混合通行；顶层为环岛状机动车道，连接北二环路和文景立交。目前，未央立交桥底层交通状况良好，中层和顶层在高峰时段常常发生交通拥堵。

二、未央立交结构分析

未央立交从总体来看属于部分苜蓿叶形立交，由 2 条主线桥和 8 条匝道桥组成，东西长 1120 米，南北长 780 米，建筑最大高度 13 米，建筑面积 5.3 万平方米，占地面积 19.2 万平方米，结构较为复杂，路径繁多。

阶段二：物理模型搭建与传感器组合。

1、搭建立交桥的实验室物理模型，图 6 所示：



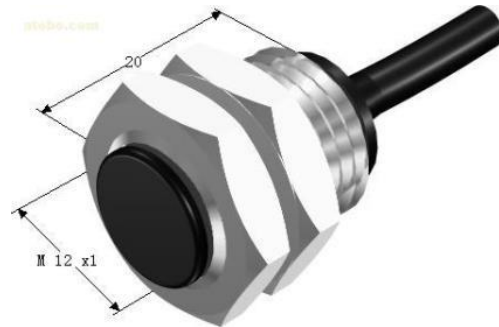
图 6. 立交桥物理模型图

2、传感器的组合配置。

(1) 传感器：（此处列出的是实验室所应用的传感器，应用场景所用的传感器规格更高）



GPS 传感器



方向传感器



红外测距传感器



压力传感器

(2) 传感器在物理模型上的安装。安装方式如图 7 所示：

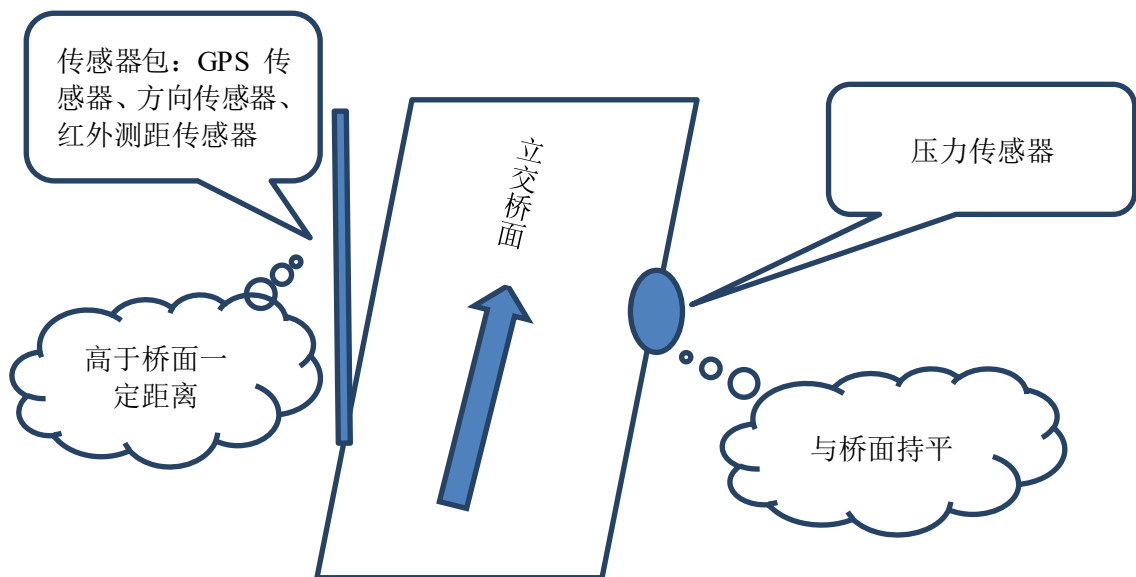


图 7. 传感器安装示意图

压力传感器的使用原理：

使用压力传感器芯片并为其编写驱动程序，利用气压测高原理计算出气压测高公式。将气压数据转化为高度数据；然后分析高度数据的误差来源并进行误差修正的算法设计，通过静态高度测试实验验证数据修正效果，最终总结得出整个测高模块的高度数据处理流程。

阶段三：信息的收集、传输和处理。

1、信息的收集：

信息来源：传感器的数据集合。

信息储存工具：磁盘类储存工具。

2、信息的传输：

信息传输协议：

实验室中使用蓝牙传输协议；

实际应用场景中使用城域 WiFi 传输协议。

阶段四：计算机数据分析与建模。

数据分析：

（1）利用气压测高公式将压力传感器所传输的数据转化为高度数据。

（2）利用间接定位的方法和公式将传感器包中的数据转化为车辆模型实时的位置信息，即空间三维坐标。

模型建立：

（1）利用连续传输的高度信息建立立交桥的骨架，确定模型的三维层次和边缘特征。

（2）利用车辆行驶的实时位置点可以描绘包含于立交桥面的曲线轨迹，大量数据将逐渐使桥面的三维结构细腻化。

（3）立交桥模型的初步建立效果图如图 8 所示：

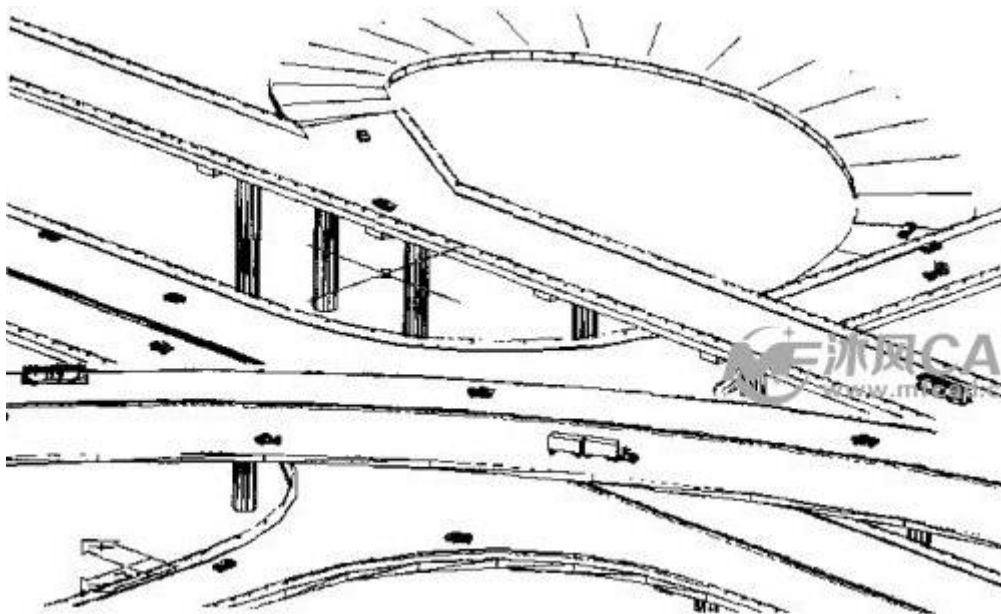


图 8. 立交桥模型效果图

阶段五：模型优化。

（1）减小数据分析误差：分析高度数据的误差来源并优化误差修正的算法。

（2）计算机自动拟合：加大信息的处理量，使桥面和桥缘的特征点自然拟合，强化模型的高度层次和边缘曲线。

（3）通过摄影取景和素材添加等方式对三维模型的背景进行修饰。

阶段六：总结与报告。

可能撰写的总结或报告主题：

（1）关于传感器的组合使用的可行性和效果分析。

（2）压力测高算法的优化举措。

（3）对车辆轨迹的三维显示的优化实践。

（4）数据传输的最优方法的选择。

（5）数据建模的实践心得。

（6）模型优化的方法探索。