“智联友道·滴滴”杯

第十五届全国大学生交通运输科技大赛

THE 15TH NATIONAL COMPETITION OF TRANSPORT SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR UNDERGRADUATE STUDENTS

JS7-铁路运输与工程、航空运输与工程

基于BIM技术的轨道交通CCTV智能布点优化系统设计

小组成员：蒋婉莹、黄曹月儿、张娆、甘成　　指导老师：李雅卓、谢正媛　　参赛单位：湖北 武汉 江汉大学

摘要：传统轨道交通CCTV摄像机布点多基于二维图纸，依据设计经验估算的方式定位。难以全面考虑监控区域地形以及视线遮挡问题，导致现场应用存在较多盲区，不能满足地铁设计规范对CCTV全覆盖的要求。本项目以武汉某客流集中地铁站站台层为例，利用遗传算法对站台摄像机布点进行优化，并通过BIM技术开发摄像机在遮挡环境中的成像区域仿真族模型，对优化算法进行验证，实现最少布点下CCTV全覆盖的目标。

1. 设计思路

本项目的设计思路如图1所示。首先，确定研究车站，分析站台层结构特点，建立布点模型；之后，通过建立遗传算法优化模型，实现在保证监控区域全覆盖的前提下所用的摄像头数量最少；然后，将不同类型的摄像头按照计算出的坐标设置在BIM三维仿真模型中，并用半透明棱台表示各个摄像头的覆盖范围。最后，进行微调，最终实现最优条件下车站站台层“全覆盖”的设计目标。

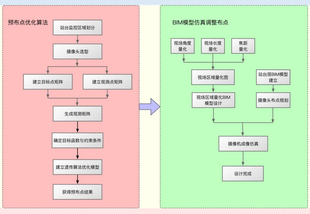

图1. 预布点优化算法研究和BIM模型仿真调整布点设计思路

2. 预布点优化算法研究

首先，将站台层划分成不同区域，根据不同区域的特点进行摄像头选型。站台层平面图如图2所示，其中红色方框内区域为监控区。根据其特点可分为两大区域，分别用黄色和蓝色方框表示。根据不同区域特点，进行摄像头选型，如表1所示。

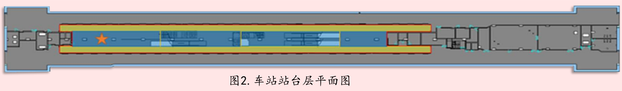

图2. 车站站台层平面图

区域	焦距/mm	视场角/(°)	识别距离(m)
蓝色区	3	93	1.5~8.4
黄色区	12	27	11~33.6

表1. 枪型摄像头的选型

之后，根据不同区域的地形特点以及遮挡物情况，建立布点模型。以图1中★处的蓝色区域为例，如图3黄色方框所示。图3中，红点为摄像头候选点，每个候选点均有两个朝向，共46个待定观测点，建立摄像头候选点矩阵。

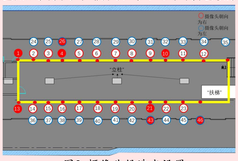

图3. 摄像头候选点设置

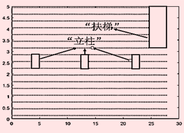

图4. 目标点矩阵示意图

然后，将图3中，黄色方框区域划分为30cm*30cm的小区块，记录每个区块的中心点坐标，建立目标点矩阵，如图4所示（目标点矩阵为1468×2的矩阵，每行表示一个目标点，每列表示目标点的x，y坐标。）其中各目标点在站台区域中的位置用黑点表示。空白部分为非目标点，即立柱和扶梯区域。

最后，根据摄像头候选点矩阵和目标点矩阵，计算求解各个摄像头的可观测范围，生成摄像头观测矩阵并带入到遗传算法的优化模型中。优化结果如图5所示。通过250次迭代，可知，使用8个摄像头可以实现监控区域的全覆盖。图3中红色填充的圆圈，即为该8个摄像头坐标位置，将其带入BIM三维仿真模型中进行验证和进一步细调。

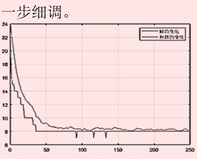

图5. 实现全覆盖遗传算法优化结果

3. BIM模型仿真布点研究

首先，通过企业调研，收集站台设计图纸，建立站台BIM模型。将站台原始布点方案，及优化布点方案分别体现在站台层数字化场景中。根据摄像机线性成像原理，以海康威视摄像机视角范围为例，确定摄像机常用焦距条件下的视场角范围，视场长度，识别区域。根据计算公式，在1080P格式图像时，绘制成像区域草图。

然后，利用Revit软件开发摄像机成像覆盖族模型，设计模型参数包括焦距，水平视场角，垂直视场角，可视长度，成像靶面尺寸等。实现不同焦距在各种遮挡条件下的覆盖区域模拟，形成覆盖范围仿真族。如图6、7、8所示：

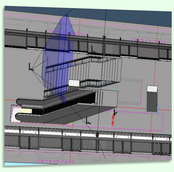

图6. 楼梯遮挡下的成像区域

图7. 族模型参数

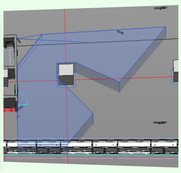

图8. 立柱遮挡的成像区域

最后，为了验证站台层布点优化效果，将原版设计和优化后设计覆盖范围分别进行仿真。通过对比图9、10可得，相比于原设计方案，红色框中盲区问题得到有效解决。

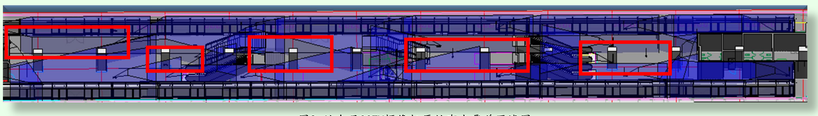

图9. 站台层CCTV摄像机原始布点覆盖区域图

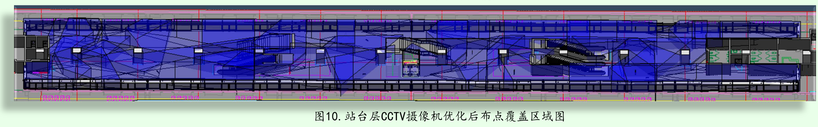

图10. 站台层CCTV摄像机优化后布点覆盖区域图

4. 创新点

（1）、建立了满足视频监控全覆盖要求的布置模型，并利用改进的遗传算法，完成摄像头预布置模型的求解。

（2）、通过对单个摄像机科学实验和计算，定义识别区域和盲区，确定摄像头覆盖区域三维模型。

（3）、采用三维仿真的形式，可直观的表现出各摄像头的具体位置与对应的覆盖范围，使工程设计人员能直接根据现场对各摄像头的预布点坐标进行细调，提高施工效率、降低不必要的资源浪费。

5. 应用前景

未来城市轨道交通中的CCTV系统必然是朝着集成化、智能化、立体化的方向发展，为用户提供统一的业务接口和多维度信息，通过采用BIM技术形成一种可量化三维智能布点设计，利用改进遗传算法从设计层面对监控摄像机布点设计给出优化建议，为地铁CCTV视频监视系统的建设提供了更多便利，同时也为视频监视系统的深度应用打下坚实基础。通过工程验证，证实设计的可行性，本技术也适用于交通、建筑、城市安防等多种领域。