

电子科技大学第 21 届数学建模竞赛问题

A 题：复杂物体表面的最优喷涂问题

问题描述：

现要对装有视觉识别系统的机械臂对各种复杂的物体进行喷涂工作业，喷涂的厚度依材料的不同而有所区别，如金属漆 11-15 微米左右，实色漆 20 微米左右，清漆 35 到 45 微米。这里的复杂物体主要指表面不光滑，附图中给出了喷涂的作业图以及几个典型的复杂物体示意图。

在喷涂前，视觉系统先要对复杂物体进行识别并给出物体完整的空间结构。针对不同的物体表面，系统会预先给出喷涂路径的大致规划。由于一次喷涂的面积是一定的，为了喷涂出物体的整个轮廓，机械臂需要对其表面区域进行多次的喷涂操作。在作业过程中，假设物体是悬挂在流水线且姿态不动，机械臂的高度以及姿态可以随时进行调整且喷枪在喷涂过程中的速度是恒定的。

在多次喷涂的过程中，难免会出现喷涂不均匀的现象。同时，喷枪运动轨迹的不合理规划，一方面会导致喷涂的效率低下，另一方面会对机械臂的运动姿态提出更高的要求。因此，对物体特别是不规则物体形状的识别及机械臂路径的最优规划就显得特别重要。理想的喷涂同时满足下面几个条件：表面喷涂均匀、喷涂所需要的时间少、机械臂的姿态调整次数尽可能少、机械臂所走的路径尽可能少。建立复杂表面喷涂作业的数学模型，解决以下几个问题：

1. 不考虑视觉的识别过程，给出复杂物体形状的描述模型；

（点云）

2. 建立规则形状以及不规则形状的喷涂模型；

3. 复杂形状特别是犄角的喷涂策略。

给出仿真并验证模型的优劣。

附图：



