



狭窄空间线缆自动布线

功能及输入输出定义

2024/3/27

1. 线缆自动规划功能需求:

1.1. 线缆与环境件干涉检查算法

- 能够快速判断线缆与环境件是否存在干涉;
- 能够快速计算线缆与环境件的最小距离;

1.2. 狭窄 3D 环境下单根线缆自动布线算法

- 要求线缆和环境件不存在干涉;
- 要求线缆和环境件满足间隙 (可设定最小间隙参数);
- 要求线缆满足最小弯曲半径 (可设定最小弯曲半径参数);
- 要求线缆在指定区域进行规划;
- 要求线缆避开指定区域(如电磁、高温、高压电等区域);
- 要求沿指定通道排布 (如指定通道);
- 要求沿指定面/梁架排布;
- 要求线缆通过指定卡箍点;
- 要求线缆满足最短长度要求 (可调整权重);
- 要求线缆的松弛度控制 (可设定松弛度参数);
- 要求线束形态合理 (光顺要求);
- 要求线束 (含接插件) 能过通过指定孔自动布置。



- 在无法满足全部约束条件下，能够根据约束的优先级生成最优解。

1.3. 狭窄 3D 环境下多根线缆（分支线束）自动布线算法

- 每根线缆满足单根线缆的要求（见 1.2）；
- 要求多根线缆间不能存在穿透；
- 要求满足线缆之间的间隙要求（如存在）；
- 自行计算多根线缆的捆扎点（分支点）；
- 自行计算通道（公共的捆扎段）；
- 卡箍规格型号及大小是否满足捆扎要求；
- 线缆满足整体最短长度要求（可调整权重）；

1.4. 手工调整约束算法

- 调整某个卡箍点后，线缆的形态的变化；

1.5. 算法效率要求

- 合理的时间内完成布线（比如比手工设计要快）；
- 要求算法的时间复杂度是多项式级别的；

2. 线缆自动规划输入

2.1 环境件数模

障碍物区域，线缆与该区域不能存在任何干涉，同时指定了线缆与环境件的最小间隙要求，即线缆距离该环境件的间隙不能小于该距离；

接口参数列表：

零件 Id，单元集，节点坐标集，最小间隙要求值

2.2 规划区域定义

指定线缆在该区域规划，一般为指定立方体区域；



接口参数列表:

规划区域 Id, 最大点 xyz 坐标, 最小点 xyz 坐标

2.3 规避区域定义

线缆不允许在该区域规划, 一般为指定立方体区域;

接口参数列表:

规避区域 Id, 最大点 xyz 坐标, 最小点 xyz 坐标

2.4 贴合区域定义

该区域为网格单元集合, 即线缆与该区域的单元保持指定间隙

接口参数列表:

贴合区域 Id, 单元集, 节点坐标集, 指定间隙

2.5 线缆端点或卡箍点或通行孔

定义线缆起始和结束端、卡箍点的几何坐标和方向向量

输入接口参数

点 ID, 点坐标 X,Y, Z, 方向 I,J,K, 点的类型 (端点或卡箍点、通行孔)

2.6 卡箍参数定义

定义卡箍的半径, 用于计算捆扎半径, 选择适配的卡箍/卡扣的规格型号及半径

输入接口参数

点 ID, 卡箍半径

2.7 通行孔定义

定义线束必须通行的孔半径

接口参数列表:

点 ID, 通行孔半径

2.8 通道定义



线束必须通行的直线段区域

接口参数列表:

通道 Id, 通道起始点 Id, 通道结束点 Id, 半径 (可选)

2.9 线缆几何定义

定义线缆的起始点和中间点

接口参数列表:

线缆 Id, 起始段 ID, 结束端 ID, 中间点集

2.10 线缆约束定义

定义线缆的弯曲要求, 通行区域和规避区域要求和排布约束

2.10.1 形态约束

接口参数列表:

线缆 Id, 最小弯曲半径, 线缆松弛度 (可选)

2.10.2 排布区域约束

接口参数列表:

线缆 Id, 与环境件的最小间隙, 规划区域集, 规避区域集, 贴合区域集, 通道集

【注意: 线缆要求的最小间隙和环境件中的最小间隙, 两者中取最小值】

2.10.3 优先级权重约束

接口参数列表:

线缆 Id, 最小弯曲半径权重, 间隙要求权重, 最短长度权重

2.11 手工调整输入

针对布置好的线缆, 进行人工调整线缆中的某个端点或卡箍点, 线缆形态发生变化

接口参数列表:

线缆 Id, 端点或卡箍点 id, 新的坐标点坐标



3. 线缆自动规划输出

3.1 单根线缆自动布线算法

- 如果存在满足所有约束条件的解，则输出结果；如不存在，则输出不满足约束条件的最优解；
- 输出结果包括：
 - ◇ 离散的中心线点的集合
 - ◇ 如存在可输出的几何结构则输出线缆的几何模型(比如连续的空间直线或样条曲线等)
 - ◇ 如存在控制点或关键点，则输出控制点或关键点
 - ◇ 输出线缆上的弯曲半径

3.2 多根线缆自动布线算法

- 如果存在满足所有约束条件的解，则输出结果；如不存在，则输出不满足约束条件的最优解；
- 线缆或通道输出结果包括：
 - ◇ 每根线缆或通道离散的中心线点的集合
 - ◇ 如存在可输出的几何结构则输出线缆的几何模型(比如连续的空间直线或样条曲线等)
 - ◇ 分支点