

# 主干管布置算法

---

2020年3月31日 浙江大学郑友怡团队 庄稼捷

## 1. 问题描述

---

本算法的目标是为卫生间自动铺设管线连接一个进水口和若干出水口，使得管线总长度尽可能小，弯折尽可能少。

卫生间内存在大量用水设施，需要铺设管线来联通进水口和出水口。算法需要解决的问题是，如何保证在管线总长度尽可能小的情况下，同时满足：

- 管线的弯折尽可能少
- 避免四通的产生
- 管线尽可能靠墙
- 管线距离墙面（障碍物）为100mm的倍数，默认200mm
- 对于15m\*15m的范围，30s内应该出结果
- 管线横平竖直

## 2. 算法接口

---

输入：

- X轴方向向量（用于校正区域，使其横平竖直）
- 区域的闭合空间
- 单个起点（可能在轮廓线内）
- 多个终点
- 不可走区域

输出：

- 联通起点及各个终点路径。

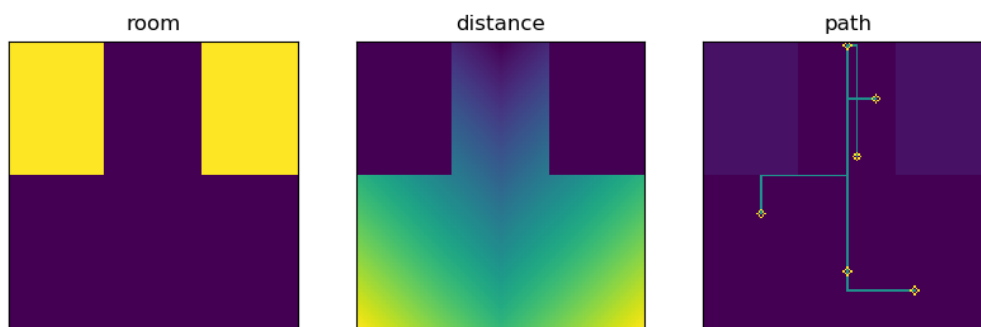
## 3. 算法描述

---

### 3.1 封闭区域确定和分析

根据输入的封闭区域和障碍物，得出bounding box覆盖整片区域，并记录可通行和不可通行区域。

在获得了空间信息之后，计算空间内到给水起点的最短距离。将连续变为离散，这里假设管线以100mm为单位进行延伸，因此实际上计算的网格点到给水起点的距离。举个简单例子，下图一（room）中，紫色部分为空间可通行面积，图二（distance）为空间点到起点的距离，距离越小颜色越深。



## 3.2 最短路径求取

在获得了空间中每点到起点的最短距离，不难求得单个终点到起点的最短路径。同时遵循尽可能减少弯折的原则，在获取最短路径的时候，不遇到无法通过的情况，不改变延伸方向。对所有点进行处理，得到图三（path）中，每个点到起点的最短路径（非唯一）。

## 3.3 路径合并

由图三（path）可以看出，最短路径不难求得，但是出现了四通和浪费管线长度的情况。这里需要进行后处理。

- 对于四通的情况：四通的情况出现，即两条管线不重合部分存在多个交点。将两个交点设为 $i_1$ 和 $i_2$ ，两条管线各自有一条管线连接两点，此时只需要选取两者中弯折较少的一条，将两条管线合并即可。
- 对于管线浪费的情况：两条管线本可以重复利用一段管线来减少浪费。此时采取的解决方法是从两条管线的连接点开始（最坏情况是起点），开始沿着两条管线长度不变的方向移动连接点，直到移动会导致一条管线的总长度增长为止。连接点移动的轨迹即为两条管线新增的复用路径。

经过调整，使得最终总路径最短。如下图三（path）。



## 4. 接下来的开发

---

首先需要完成前述算法的完善。其次，该算法不是最好的算法，存在改进空间，并且存在其他思路，如：

- 在空间中计算出一些中心点，出水口就近连接到这些中心点上，中心点再连接到给水口，尽可能减少复杂的管线合并
- 在计算出距离的情况下，采用大量模拟的方式，尝试寻找最优路径