

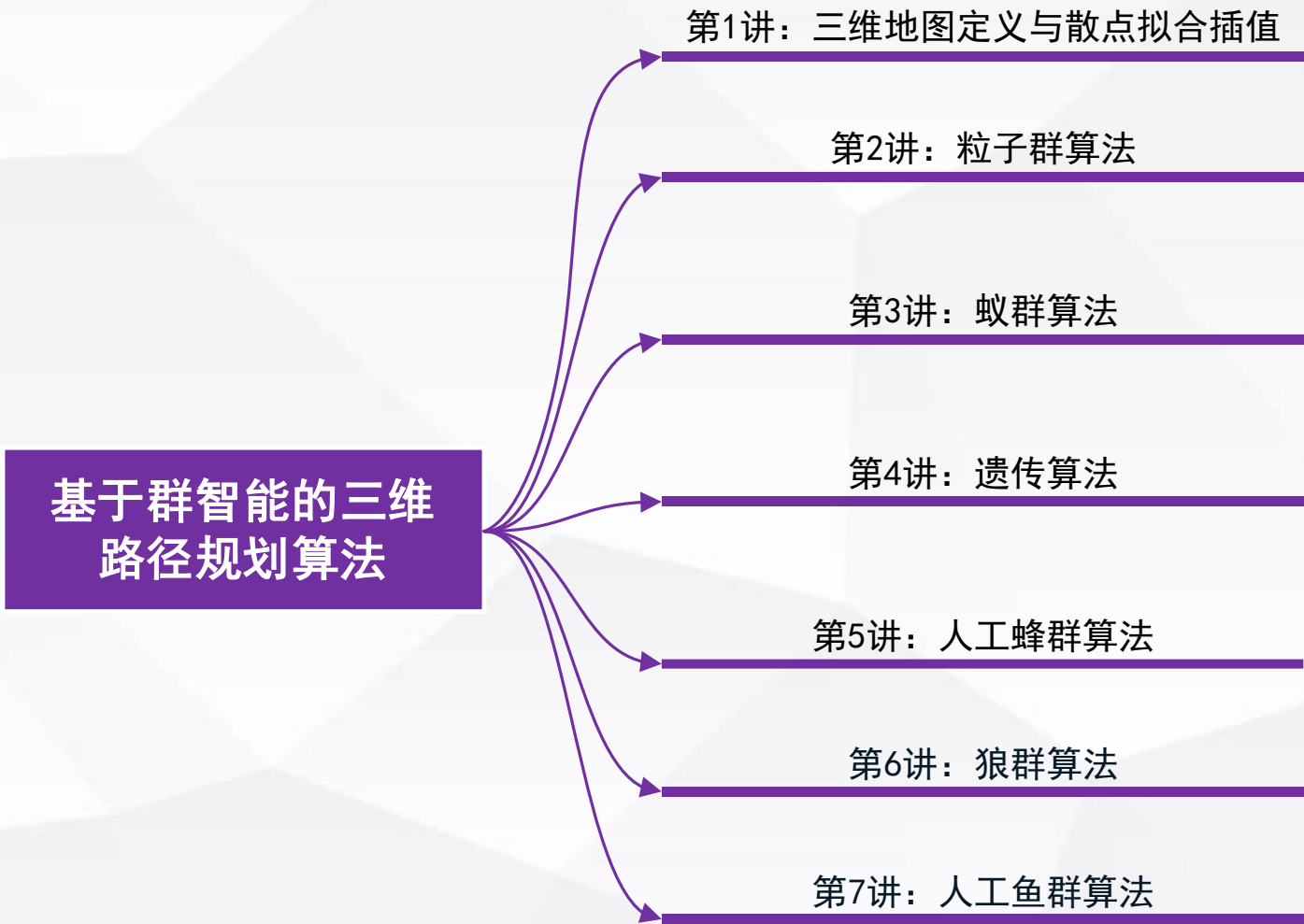
# 基于群智能的三维路径规划算法 及Matlab程序实现

## 第1讲 三维地图定义与散点拟合插值

创作者: Ally

时间: 2021/7/6

## 基于群智能的三维 路径规划算法



```
graph LR; A[基于群智能的三维路径规划算法] --> B[第1讲：三维地图定义与散点拟合插值]; A --> C[第2讲：粒子群算法]; A --> D[第3讲：蚁群算法]; A --> E[第4讲：遗传算法]; A --> F[第5讲：人工蜂群算法]; A --> G[第6讲：狼群算法]; A --> H[第7讲：人工鱼群算法];
```

第1讲：三维地图定义与散点拟合插值

第2讲：粒子群算法

第3讲：蚁群算法

第4讲：遗传算法

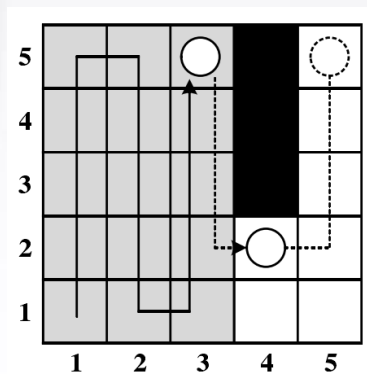
第5讲：人工蜂群算法

第6讲：狼群算法

第7讲：人工鱼群算法

## 三维地图与二维地图的差别

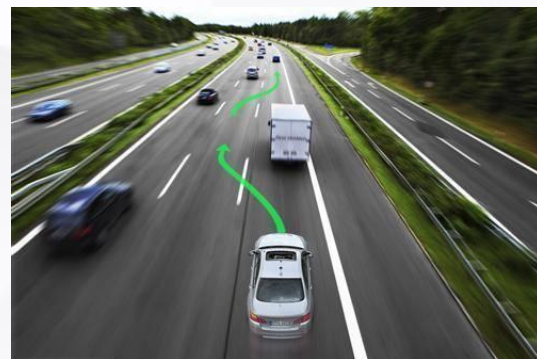
- ◆ 二维地图无高度信息，路径规划仅发生在XOY构成的二维平面内，多用于地面机器人、自动驾驶汽车
- ◆ 二维地图的路径规划有三个层次的理解：全覆盖路径规划、全局路径规划、局部路径规划
- ◆ 三维地图由于涵盖了高度/深度信息，路径规划往往多用于无人机、水下机器人等领域



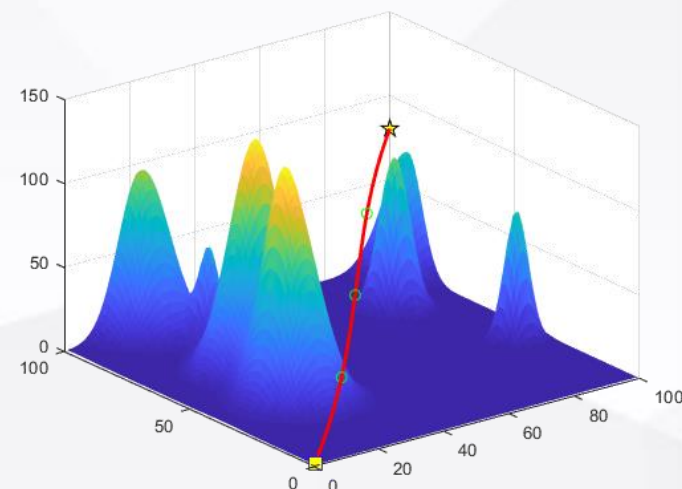
机器人在室内规划全覆盖路径



利用地图软件规划全局路径



智能汽车在道路规划局部路径



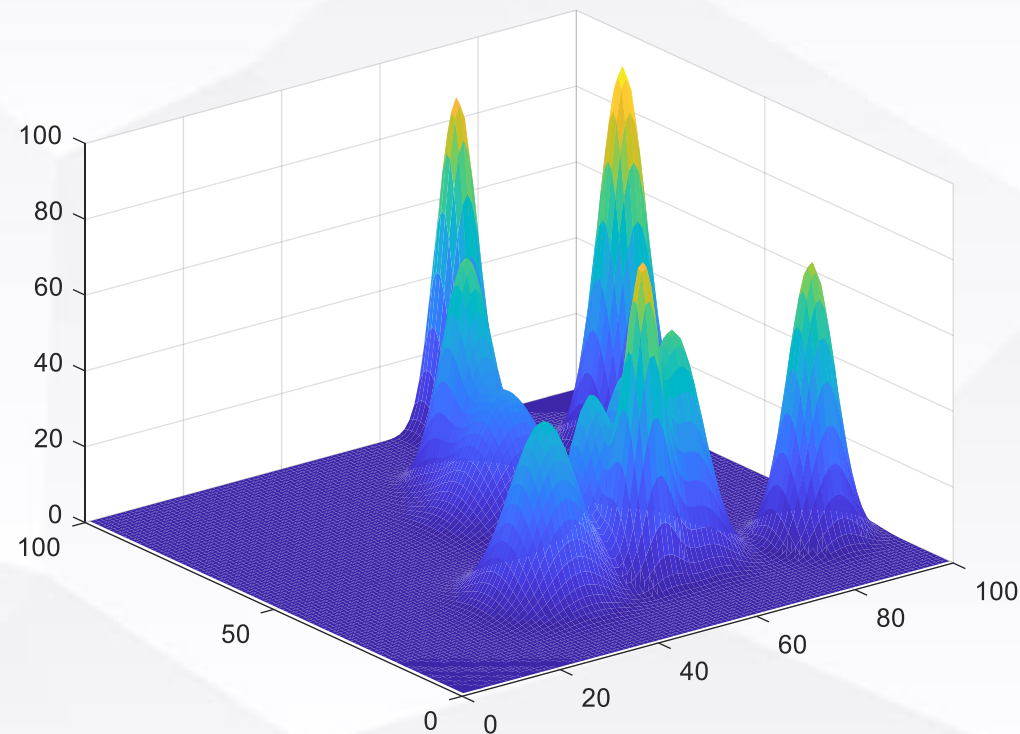
无人机在三维空间规划飞行路径

### 三维空间的“山峰”

- ◆ 三维路径规划所需的环境信息需要从地形模型中提取，良好的地形建模能有效提高路径规划效率；
- ◆ 对于飞行环境中的较高的天然山体用指数函数来进行描述，数学模型可以表示为<sup>[1]</sup>：

$$z(x, y) = \sum_{i=1}^n h_i \exp \left[ -\left( \frac{x - x_i}{x_{si}} \right)^2 - \left( \frac{y - y_i}{y_{si}} \right)^2 \right]$$

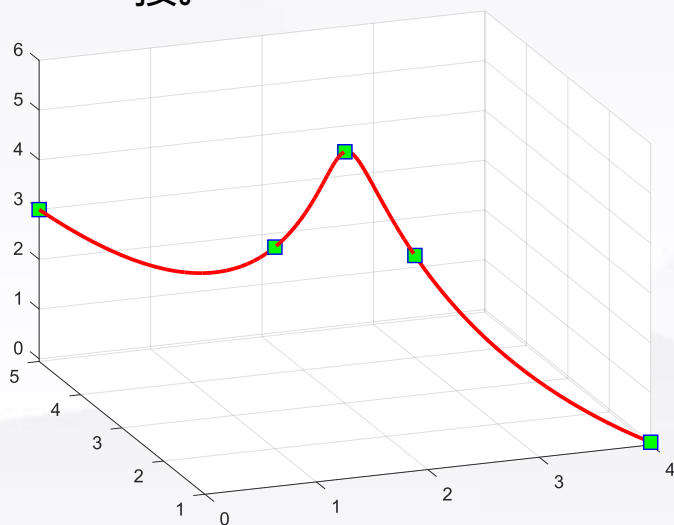
- $n$ 表示山峰总个数
- $(x_i, y_i)$ 代表第 $i$ 个山峰的中心坐标；
- $h_i$ 为地形参数，控制高度；
- $x_{si}$ 和 $y_{si}$ 分别是第 $i$ 个山峰沿 $x$ 轴和 $y$ 轴方向的衰减量、控制坡度；



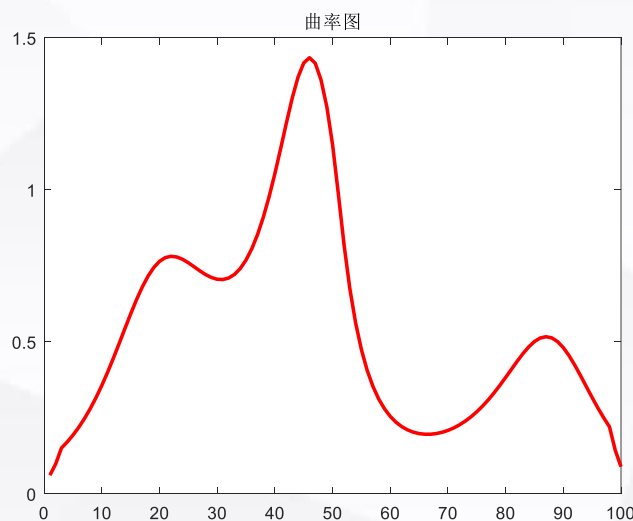
利用Matlab绘制的三维山峰地形图

### 三维空间曲线的性质

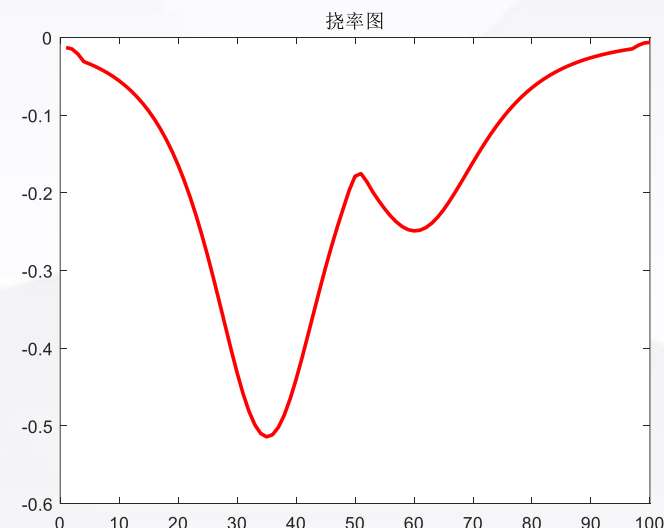
- ◆ 二维平面曲线可以用“曲率”描述曲线的弯曲程度，一般来说平面路径规划要求曲率连续无突变；
- ◆ 在三维空间中，曲线用两个指标进行描述，即曲率 (curvature) 和挠率 (torsion)，同样也要求曲率和挠率都连续无突变。
- ◆ Matlab的polyfit函数可以对二维散点进行多项式曲线的拟合，但是与散点的坐标大小顺序有关，且不方便拓展到三维空间。
- ◆ 参照B样条曲线/贝塞尔曲线的生成原理，将散点的x/y/z坐标分别看成参数t的函数值，并令参数t的范围为[0,1]，分别代表第一个散点和最后一个散点，再利用spline函数可以实现三维散点的光滑连接。



对三维空间散点进行光滑曲线拟合



三维路径的曲率图



三维路径的挠率图