

1、一种基于激光雷达的无人车坡度识别方法，其特征在于，所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法包括：

通过建立激光雷达传感器的观测模型，对激光雷达激光线束的分析，识别得到无人车辆在户外不确定性环境下的障碍物、坡度信息。

2、如权利要求 1 所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法，其特征在于，所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法包括以下步骤：

步骤一，将户外越野环境下的障碍物标准化为一个长方体结构，建立激光雷达的观测模型，并对所述长方体结构进行障碍物分析；

步骤二，基于障碍物分析结果确定地面无人车辆是否能够通过相应障碍物，得到识别结果以及可通行区域。

3、如权利要求 2 所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法，其特征在于，步骤一中，所述建立激光雷达的观测模型包括：

建立激光雷达的点云理论观测模型，定义激光雷达坐标系如下：

x 轴为无人车的前进方向，y 轴与车辆坐标系的 y 轴平行，z 轴与车辆坐标系的 z 轴平行；此时激光雷达到某一点的距离返回坐标为  $P(p_x, p_y, p_z)$ ，

$$p_x = D_{xy} \sin \beta - H_o \cos \beta$$

$$p_y = D_{xy} \cos \beta + H_o \sin \beta$$

$$p_z = D \sin \theta + V_o \cos \theta$$

其中， $H_o$  表示水平偏移量， $V_o$  表示垂直偏移量，计算得到返回的距离  $r$  为  $r = \sqrt{(p_x^2 + p_y^2 + p_z^2)}$ 。

4、如权利要求 2 所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法，其特征在于，步骤二中，所述基于障碍物分析结果确定地面无人车辆是否能够通过相应障碍物包括：判断所述地面无人车辆的车轮是否大于所述障碍物的最高高度。

5、如权利要求 4 所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法，其特征在于，所述判断所述地面无人车辆的车轮是否大于所述障碍物的最高高度包括：

利用下式计算当越野环境下的无人车辆在平地上进行行驶遇到障碍物时的

高度：

$$h_i = H - r_i \sin \beta_i ;$$

其中， $h_i$ 表示第*i*根激光雷达线与轮胎接地点的高度差；*H*表示在车辆上的安装参数即激光雷达中心点距离轮胎接地点的高度差；

当遇到障碍物时， $h_i$ 会随着激光束的序号增加而增到，直至遇见最大的激光束时或者高度差恒定不再增大时，取 $h_{\max} = \max \{h_1, h_2, \dots, h_n\}$ ；

如果 $h_{\max}$ 的值为0时，则判定前方并无障碍物为全程的平面点；

$h_{\max}$ 大于0且小于无人车辆的半径时，则大于车轮的半径时，将所述障碍物识别为坡度，进行坡度计算与识别，进行可通行区域的提取。

6、如权利要求5所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法，其特征在于，所述进行坡度计算与识别，进行可通行区域的提取包括：

$$h_{i+1} = H - r_{i+1} \sin \beta_{i+1}$$

根据两根激光束之间计算高度差为：

$$\Delta H = r_{i+1} \cos \beta_{i+1} - r_i \cos \beta_i ;$$

根据最大爬坡度，当遇到汽车的最大爬坡度所求得的 $\Delta H$ ，其计算方式最大的阈值 $\Delta r_e$ 为：

$$\Delta r_e = \frac{\Delta H}{\tan \varphi_{\max}} ;$$

对于所述点实际的扫描几何关系为：

$$\Delta r = r_i \cos \beta_i - r_{i+1} \cos \beta_{i+1} ;$$

判断 $\Delta r < \Delta r_e$ ，通过两者之间的关系判断两者该坡度是否高于车辆最大爬坡度，并根据无人车本身的结构属性获得所述区域的可通过性。

7、一种实施权利要求1-6任意一项所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法的基于激光雷达的无人车坡度识别控制系统。

8、一种计算机设备，其特征在于，所述计算机设备包括存储器和处理器，

## 权 利 要 求 书

---

所述存储器存储有计算机程序，所述计算机程序被所述处理器执行时，使得所述处理器执行权利要求 1-6 任意一项所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法。

9、一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时，使得所述处理器执行权利要求 1-6 任意一项所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法。

10、一种无人车，其特征在于，所述无人车执行权利要求 1-6 任意一项所述基于激光雷达的无人车坡度识别方法。