

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2018年7月5日 (05.07.2018)

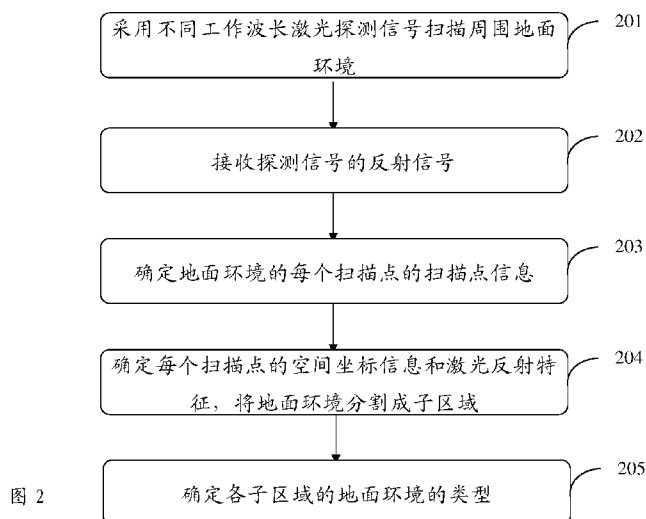


(10) 国际公布号  
WO 2018/119902 A1

- (51) 国际专利分类号:  
*G01S 17/93* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/113089
- (22) 国际申请日: 2016年12月29日 (29.12.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 曹彤彤 (CAO, Tongtong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 邵云峰 (SHAO, Yunfeng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 姚骏 (YAO, Jun); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING GROUND ENVIRONMENT

(54) 发明名称: 一种地面环境的检测方法和装置



201 SCAN A SURROUNDING GROUND ENVIRONMENT BY USING LASER DETECTION SIGNALS HAVING DIFFERENT WORKING WAVELENGTHS  
202 RECEIVE A REFLECTION SIGNAL OF A DETECTION SIGNAL  
203 DETERMINE SCANNING POINT INFORMATION FOR EACH SCANNING POINT OF THE GROUND ENVIRONMENT  
204 DETERMINE SPATIAL COORDINATE INFORMATION AND A LASER REFLECTION CHARACTERISTIC FOR EACH SCANNED POINT, AND DIVIDE THE GROUND ENVIRONMENT INTO SUB ZONES  
205 DETERMINE THE GROUND ENVIRONMENT TYPE OF EACH SUB ZONE

(57) Abstract: A method and an apparatus for detecting ground environment, the method comprising: scanning a ground environment by using laser detection signals having different working wavelengths; receiving a reflection signal which is reflected back from the ground environment; according to the reflection signal, determining scanning point information for each scanning point of the ground environment; according to each scanning point information, determining spatial coordinate information and a laser reflection characteristic for each scanned point; dividing the ground environment into sub zones having different laser reflection characteristics; and deter-



WO 2018/119902 A1

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

---

mining the ground environment type of each sub zone. Since lasers having different working wavelengths are used to scan the ground, and ground environment type is determined according to laser reflection intensities reflected by the ground environment at different wavelengths, the sensing effect for a complex ground environment is improved and thus passable roads may be better determined.

(57) 摘要: 一种地面环境检测的方法和装置, 方法包括: 采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境, 接收地面环境反射回来的反射信号, 根据反射信号确定地面环境的每个扫描点的扫描点信息, 根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征, 将地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域, 确定各子区域的地面环境类型。由于利用了不同工作波长的激光雷达扫描地面, 并依据地面环境在不同波长激光下的反射强度判断地面环境类型, 提高了对复杂地面环境的感知效果, 更好地确定可通行路面。

## 一种地面环境的检测方法和装置

### 技术领域

本发明实施例涉及自动驾驶领域，尤其涉及地面环境检测的方法和装置。

5

### 背景技术

自动驾驶汽车也称无人驾驶汽车，是一种通过计算机系统或者终端设备实现无人驾驶的智能汽车。实现自动驾驶的重要前提之一就是对地面环境的检测，通过对地面环境的检测，确定路面状况、车辆可通行的区域等，从而服务于后续自动驾驶的规划、决策与控制。

10

现有的技术往往采用基于单一工作波长的激光雷达扫描或者图像识别的方式，依据路面的空间信息或者图像特征确定可通行的路面，然而这些方式仅对简单地面环境（如平整的高速公路的路面）或图像特征明显的地面环境（如有清晰的车道线的路面）有较好的效果，难以正确检测复杂的道路环境，如无法检测路面不平整，或者路面有草丛、积水的道路，或在道路标线不全、路面有阴影或者夜间时检测效果非常差。

15

### 发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供了一种基于多波长激光雷达检测地面环境的方法和装置，该方法通过采用基于不同工作波长的激光雷达扫描地面，依据地面环境在不同波长激光下的反射强度特征判断地面环境类型，提高对复杂地面环境的感知效果，更好地确定可通行路面。

20

第一方面，本申请提供了一种地面环境检测的方法，包括：采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境，接收地面环境针对探测信号反射回来的反射信号；根据反射信号确定地面环境的每个扫描点的扫描点信息，扫描点信息包含扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度；根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将地面环境分

25

割成具有不同激光反射特征子区域，激光反射特征包括对不同波长激光的反射率；确定各子区域的地面环境类型。

可以理解的是，可以采用多个具有不同工作波长的激光雷达分别发射自身工作波长的激光探测信号扫描周围地面环境，也可以采用具有多个工作波长的激光雷达分别发射不同波长的激光探测信号。

采用上述的方法，用不同波长的激光探测信号扫描周围地面环境，确定每个扫描点对不同波长激光的反射率，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域，确定各子区域的地面环境类型。依据地面环境在不同波长下的反射强度判断地面环境类型，提高了对复杂地面环境的感知效果，更好地确定可通行路面。

在一种可能的实现中，根据每种类型地面环境的激光反射特征，确定各子区域的地面环境类型。

在一种可能的实现中，将各子区域的激光反射特征输入神经网络，获取神经网络输出的各子区域的地面环境类型。这里采用的神经网络通过采用不同地面环境类型对不同波长激光的反射率数据作为输入，地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集进行训练，得到用于区分不同地面环境类型的数据模型。通过神经网络根据训练得到的数据模型来针对各子区域的激光反射特征确定各子区域的地面环境类型，提升了地面环境类型识别的准确率。

在一种可能的实现中，依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系，对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征；根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。即首先依据扫描点位置信息将多个激光雷达的扫描数据进行融合，然后再将融合后的数据依据不同波长的反射率信息进行聚类，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。

在一种可能的实现中，将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后子区域；将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷

达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域。即首先将各激光雷达的扫描数据分别聚类进行区域分割，然后将不同激光雷达的区域分割后的数据依据位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征

5 的子区域。

在一种可能的实现中，采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

进一步的，通过多个摄像头采集地面环境的图像数据，对摄像头采集到的图像数据进行处理，识别地面环境类型，与通过多波长激光雷达确定的各

10 子区域的地面环境类型进行融合，增加了地面环境检测系统的鲁棒性。

第二方面，本发明实施例提供了一种地面环境检测设备，包括：激光扫描单元，用于采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境，接收地面环境针对探测信号反射回来的反射信号；数据采集单元，用于根据反射信号确定地面环境的每个扫描点的扫描点信息，该扫描点信息包含扫描点相对于激光雷

15 达的方向角、距离以及激光反射强度；扫描数据处理单元，用于根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域，该激光反射特征包括对不同波长激光的反射率；地面环境确定单元，用于确定各子区域的地面环境类型。

在一种可能的实现方式中，激光扫描单元为机械旋转式激光雷达或固态

20 激光雷达。

上述的地面环境检测设备采用不同波长的激光探测信号扫描周围地面环境，并根据地面环境反射的反射信号，确定每个扫描点对不同波长激光的反射率，将地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域，确定各子区域的地面环境类型。依据地面环境在不同激光波长下的反射强度判断地面环境类

25 型，提高了对复杂地面环境的感知效果，更好地确定可通行路面。

在一种可能的实现方式中，地面环境确定单元用于根据每种类型地面环境的激光反射特征，确定各子区域的地面环境类型。

在另一种可能的实现方式中，地面环境确定单元用于将各子区域的激光反射特征输入神经网络，获取该神经网络输出的各子区域的地面环境类型；

其中，该神经网络用于区分不同地面环境类型的数据模型通过采用不同地面环境类型对不同波长激光的反射率数据作为输入，地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集进行训练得到。

在一种可能的实现方式中，扫描数据处理单元包括：融合子单元，用于  
5 依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系，对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征；区域分割子单元，用于根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将地面环境分割成具有不同激光反射特征  
10 的子区域。即，融合子单元用于首先依据扫描点位置信息将多个激光雷达的扫描数据进行融合，然后区域分割子单元用于将融合后的数据依据不同波长的反射率信息进行聚类，将地面环境分割成具有不同激光反射特征  
的子区域。

在另一种可能的实现方式中，扫描数据处理单元，包括：区域分割子单元用于将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成  
15 每个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后子区域；融合子单元，用于将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征  
20 的子区域。即，区域分割子单元用于首先将各激光雷达的扫描数据分别聚类进行区域分割，然后融合子单元用于将不同激光雷达的区域分割后的数据依据位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征  
的子区域。

在一种可能的实现方式中，区域分割子单元采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

第三方面，本发明实施例提供了一种地面环境检测设备，包括：激光扫描  
25 单元，用于采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境，接收地面环境针对探测信号反射回来的反射信号；数据处理单元，包括处理器和存储器，存储器用于存储计算机执行指令，处理器执行计算机执行指令，用于根据反射信号确定地面环境的每个扫描点的扫描点信息，根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将地面环境分割成具有不同激光

反射特征的子区域，确定各子区域的地面环境类型；其中，扫描点信息包含扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度，激光反射特征包括对不同波长激光的反射率。

5 在一种可能的实现方式中，激光扫描单元为机械旋转式激光雷达或固态激光雷达。

上述的地面环境检测设备采用不同波长的激光探测信号扫描周围地面环境，并根据地面环境反射的反射信号，确定每个扫描点对不同波长激光的反射率，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域，确定各子区域的地面环境类型。依据地面环境在不同波长下的反射强度判断地面环境类型，  
10 提高了对复杂地面环境的感知效果，更好地确定可通行路面。

在一种可能的实现方式中，该处理器用于根据每种类型地面环境的激光反射特征，确定各子区域的地面环境类型。

在另一种可能的实现方式中，该处理器用于将各子区域的激光反射特征输入神经网络，获取神经网络输出的各子区域的地面环境类型；其中，该神经网络用于区分不同地面环境类型的数据模型通过采用不同地面环境类型对  
15 不同波长激光的反射率数据作为输入，地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集进行训练得到。

在一种可能的实现方式中，该处理器用于依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系，对通  
20 过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。即，处理器用于首先依据扫描点位置信息将多个激光雷达的扫描数据进行融合，然后将融合后的数据依据不同波长的反射率信息进行聚类，将地面环境分割  
25 成具有不同激光反射特征的子区域。

在另一种可能的实现方式中，该处理器用于将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后子区域；将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后

子区域的位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的区域。即，处理器用于首先将各激光雷达的扫描数据分别聚类进行区域分割，然后将不同激光雷达的区域分割后的数据依据位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的区域。

5 在一种可能的实现方式中，该处理器采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

通过上述技术方案，本发明实施例提供的地面环境检测方法和装置，采用不同波长的激光探测信号扫描周围地面环境，并根据每个扫描点对不同波长激光的反射率，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的区域，确定  
10 各子区域的地面环境类型。由于利用了不同波长的激光扫描地面，并依据地面环境在不同波长激光下的反射强度特征判断地面环境类型，提高了对复杂地面环境的感知效果，更好地确定可通行路面。

## 附图说明

15 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明实施例应用的地面环境检测场景示意图；

20 图 2 为一种地面环境检测方法流程图；

图 3a 为一种分割子区域的方法示意图；

图 3b 为另一种分割子区域的方法示意图；

图 4 为一种地面环境检测设备的结构示意图；

图 5 为另一种地面环境检测设备的结构示意图。

25

## 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行描述。

图 1 是一个本发明实施例所应用的地面环境检测场景示意图。整个地面环境检测系统包括安装在自动驾驶汽车上的激光雷达以及扫描数据处理单元组成。

其中的激光雷达可以采用机械旋转式激光雷达，也可以采用固态激光雷达，用于向路面发射激光信号进行周边环境扫描，每个激光雷达将接收地面反射回的激光信号，返回一系列的扫描点信息。现有激光雷达主要采用 950nm 工作波长，而采用该单一工作波长的激光雷达往往难以识别复杂路面环境，本发明实施例的技术方案中采用了多波长激光雷达，即采用不同工作波长的激光雷达扫描地面。图 1 中示出了自动驾驶车辆上安装了 3 个激光雷达，实际应用时可根据需求和成本等因素考虑，灵活选择所安装激光雷达的数量，本发明对此不做限制。

扫描数据处理单元通过汇总地面各激光雷达接收的所有扫描点的信息，通过激光信号发射—接收的时间差及信号信息，确定返回地面的各扫描点的距离及反射强度等，从而提取出路面的三维空间结构和反射强度，判断是否为可通行的路面。而本发明实施例中，因为采用了不同波长的激光进行地面扫描，扫描数据数据处理单元进一步的可以根据不同波长激光雷达的原始数据，将地面划分成具有不同激光反射特征的子区域，即对于不同波长激光的反射率不同的子区域，最终确定各子区域的地面环境类型。

结合图 1 所示的地面环境检测应用场景示意图，本发明实施例提供了一种地面环境的检测方法，如图 2 所示，具体的过程包括：

步骤 201，采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境。由具有不同工作波长的激光雷达发射激光探测信号扫描周围地面环境，可选的，可采用多个激光雷达分别发射不同波长的激光探测信号进行扫描，可以采用多个具有不同工作波长的激光雷达分别发射自身工作波长的激光探测信号，也可以采用具有多个工作波长的激光雷达分别发射不同工作波长的激光探测信号。

步骤 202，接收所述地面环境针对所述探测信号反射回来的反射信号。激光雷达发射出的激光探测信号遇到周围地面环境中的目标（也称作扫描点），会进行反射，激光雷达会接收到的从目标反射回来的反射信号。

步骤 203，根据接收到的反射信号确定扫描点的扫描点信息，这里的扫

描点信息包含扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度。各雷达接收到的反射信号信息可被传送给扫描数据处理单元,这里的传送方式,可以采用无线传输方式(例如蓝牙)、线缆连接传输方式(如信号线直接相连)等。扫描数据处理单元根据各激光雷达接收的各扫描点返回的发射信号,如激光探测信号发射到接收的时间差以及发射和接收的信号强度信息等,确定各扫描点的方向角、距离及激光反射强度等信息。这里通过接收反射信号计算出扫描点的扫描点信息的方法,可以采用现有激光雷达探测中的常用方法,本发明对此不做详细说明,不对本发明的适用范围造成影响。

步骤 204, 根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征, 将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。这里的激光反射特征包括对不同波长激光的反射率。

扫描数据处理单元结合所有扫描点的扫描点信息, 即根据所有扫描点的方向角、距离以及激光反射强度, 将不同工作波长的激光雷达返回的扫描点数据进行融合, 生成相对于同一坐标系的扫描点信息, 将所有扫描点中具有相近空间坐标和相似激光反射特征的点进行聚类, 聚类后将地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域。

步骤 205, 确定各子区域的地面环境类型。

可选的, 根据每种类型地面环境的激光反射特征, 即对不同波长激光的反射率, 确定各子区域的地面环境类型。在本实施例中, 以 3 个具有不同工作波长的激光雷达为例, 设工作波长分别为  $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 。假设待判断的地面环境有 3 种类型, A、B、C, (例如分别表示道路、积水、植被),  $q$  表示反射率, 每种类型地面对不同波长激光的激光反射特征满足如下关系:

类型 A:  $q(\lambda 1) \approx q(\lambda 2) \approx q(\lambda 3)$ , 对于三个波长的激光的反射率基本相同;

类型 B:  $q(\lambda 1) \neq 0$ ,  $q(\lambda 2) \approx 0$ ,  $q(\lambda 3) \approx 0$ , 对于波长为  $\lambda 1$  的激光的反射率不为 0, 对于波长为  $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$  的激光的反射率接近 0;

类型 C:  $q(\lambda 1) > q(\lambda 2) > q(\lambda 3)$ , 对于波长为  $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$  的激光的反射率依次降低。

根据上述在不同波长下激光的反射率关系判断各子区域的类型, 确定可

通行路面。即通过如上所示的预定义的每种类型地面环境的激光反射特征的公式，确定子区域为哪种地面。

5 可选的，在实际应用中，对于具有复杂不同波长的激光的反射率关系的情形，除了可以采取如上所示的通过预定义的公式进行判断外，还可以采用基于机器学习的方法，提取每个子区域的激光反射特征进行判断。采用不同地面环境类型对不同波长的激光的反射率数据作为输入、对应的地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集，对神经网络进行训练得到该神经网络用于区分不同地面环境类型的数据模型。在具体应用时，将各子区域的激光反射特征输入神经网络，就可以获取神经网络根据数据模型输出的各子区域的地面环境类型。例如，用向量  $Q=[q_1, q_2, \dots, q_N]$  代表一组某种地面环境类型对  $N$  个不同波长的激光的反射率数据，作为神经网络的输入， $T \in \{T_1, T_2, \dots, T_M\}$  代表地面环境类型（包含  $M$  个分类），作为神经网络的输出。利用一系列  $Q$ 、 $T$  一一对应的数据作为样本数据集训练神经网络，得到神经网络用于区分地面环境类型的数据模型。这样，将一组各子区域的激光反射特征数据，即个子区域对不同波长激光的反射率数据输入该神经网络，神经网络就可以根据训练得到的数据模型输出各子区域对应的地面环境类型。

10 图 2 所示的本发明实施例提供的地面环境检测方法，采用不同波长的激光探测信号扫描周围地面环境，并根据地面环境反射的反射信号，确定每个扫描点对不同波长激光的反射率，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域，确定各子区域的地面环境类型。由于利用了不同波长的激光扫描地面，并依据地面环境在不同波长激光下的反射强度判断地面环境类型，提高了对复杂地面环境的感知效果，更好地确定可通行路面。

25 进一步的，对于前面实施例中的步骤 204 中，根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域，可以通过如下方式：依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系，对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。即在接

收到来自多个激光雷达的扫描点信息后，首先依据扫描点位置信息将多个激光雷达的扫描数据进行融合，然后再将融合后的数据依据不同波长的反射率信息进行聚类。

具体的，在接收多个激光雷达的扫描点信息后，首先依据扫描点的位置信息（包括方向角和距离）将多个激光雷达的扫描数据融合，即将各激光雷达扫描到的扫描点的扫描点信息按照扫描点进行合并。如果多个激光雷达的安装位置不同，需要首先将各激光雷达获取的扫描点的位置变换到同一坐标系中，如车辆坐标系。完成坐标变换后，如果各个激光雷达获取的扫描点位置信息并非一一对应而是有错位的情况，需要新构造一个新的扫描点集合存放不同激光雷达的扫描信息，该扫描点集合中每个扫描点的位置可以根据各个激光雷达的扫描点位置信息取值，也可以是事先定义好的取值。该扫描点集合中每个点的不同激光雷达的反射强度信息（即针对不同波长激光的反射率信息）根据各个激光雷达的扫描点反射强度确定，可以采用就近匹配或者插值的方式，最终输出每个扫描点的位置和针对不同波长激光雷达的反射强度，即，最终得到每个扫描点的位置信息和该扫描点针对不同波长激光的反射率信息。例如，假设三个激光雷达均扫描了  $N$  个扫描点，当然也可能不同的激光雷达扫描出不同的扫描点数量，为描述方便，此处假设各激光雷达扫描到的扫描点数量相同，并不对本发明实施例的适用范围和保护范围造成影响。假设，第一个激光雷达的扫描波长为  $\lambda_1$ ，扫描的扫描点集  $A$  为  $\{P_1, P_2, \dots, P_N\}$ ，第二个激光雷达的扫描波长为  $\lambda_2$ ，扫描的扫描点集  $B$  为  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_N\}$ ，第三个激光雷达的扫描波长为  $\lambda_3$ ，扫描的扫描点集  $C$  为  $\{L_1, L_2, \dots, L_N\}$ ，为进行融合而新构造的扫描点集合  $D$  为  $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$ ，且位置为事先定义好的  $\{(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), \dots, (x_N, y_N, z_N)\}$ ，其中的  $1, 2, \dots, N$  表示各扫描点集中的扫描点， $x, y, z$  表示扫描点的三维坐标。则  $Z_1$  点的对应第一个激光雷达的反射强度  $q(\lambda_1)$  可以取  $\{P_1, P_2, \dots, P_N\}$  中最邻近位置点的扫描点的反射强度取值，对应第二个激光雷达的反射强度  $q(\lambda_2)$  可以取  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_N\}$  中最邻近位置点的扫描点的反射强度取值，对应第三个激光雷达的反射强度  $q(\lambda_3)$  可以取  $\{L_1, L_2, \dots, L_N\}$  中最邻近位置点的扫描点的反射强度取值。其他扫描点类似，完成新构造的扫描点集合  $D$  中所

有扫描点的融合。融合完成后，根据融合后的扫描点集 D 中每个扫描点对不同波长激光的反射强度信息的特征（如前面实施例中提到的 3 种地面环境类型对不同波长激光的激光反射特征）进行区域分割，即按照扫描点对不同波长激光的反射率进行聚类。可选的，可以采用连通域区域生长的方式，或者 K 均值（K-means）方式等进行区域分割，这里以连通域区域生长的方式为例进行说明，并不对本发明实施例的适用范围和保护范围造成限制。首先取一个扫描点作为起始点，然后计算临近扫描点的不同波长的反射强度信息的特征与该扫描点的相似度，如果小于设定的阈值则视为连通，归为一类，否则视为不连通，再继续计算其他相邻扫描点，以此类推，直到完成所有扫描点的区域分割，生成具有不同激光反射强度特征的子区域。整个处理过程如图 3a 所示，先将各激光雷达扫描得到的扫描点按照位置信息进行融合，再根据每个融合后的扫描点的位置信息和对不同波长激光的反射强度信息进行区域分割，获得具有不同激光反射特征的子区域。

在传统的激光雷达数据处理过程中，往往利用各个位置点的距离信息等 15 进行分割，在本发明实施例中，除了可以根据每个位置点的不同波长的反射强度信息的特征进行区域分割外，可选的，还可以结合传统方法中的其他信息一起进行区域分割，例如结合距离信息。例如，将每个扫描点的位置以距离和扫描角度表示，首先选取一个扫描点作为起始点，分别计算相邻扫描角度的扫描点的距离与该扫描点的差值以及该临近扫描角度的扫描点的不同波长的反射强度信息的特征与该扫描点的相似度，如果差值和相似度都小于阈 20 值则归为一类。

可选的，对于前面实施例中的步骤 204 的实施方式，除了采用前面如图 3a 所示的实施方式外，还可以采用如下的实施方式：将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每个激光雷达具有不同激光反 25 射强度的聚类后子区域，在将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。即在接收到来自多个激光雷达的扫描点信息后，首先将各激光雷达的扫描数据分别聚类进行区域分割，然后将不同激光雷达的区域分割后

的数据依据位置信息进行融合。

具体的，首先将多个激光雷达的扫描数据依据反射强度信息分别进行聚类，即按照扫描点对不同波长激光的反射率进行聚类，生成多个具有相似反射强度特征的子区域。与前面实施例中所述的方法一样，可以采用连通域区域生长的方式，或者 K-means 方式等进行聚类（区域分割），同样以采用连通域区域生长的方式为例，首先取一扫描点作为起始点，然后计算临近扫描点的反射强度信息与该扫描点的反射强度信息的相似度，如果小于设定的阈值则视为连通，归为一类，否则视为不连通，再继续计算其他相邻扫描点，以此类推，得到每个激光雷达针对自身波长具有不同反射率的子区域。同样的，与前面实施例中所述方法一样，除了可以根据每个位置点的不同波长的反射强度信息的特征进行区域分割外，还可以结合传统方法中的其他信息（如距离信息）一起进行区域分割，分割的方法和细节描述与前面实施例基本相同，这里不再赘述。接下来，将不同激光雷达聚类后得到的分割的子区域按照子区域的位置信息进行融合。与前面实施方法类似，为保证融合的准确性，首先需要将不同激光雷达聚类后生成的子区域的位置信息进行融合，将子区域的位置信息变换到同一坐标系中。对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。首先在新的坐标系中根据所有激光雷达聚类后的子区域边界划分出一系列新的子区域，然后根据每个激光雷达聚类后子区域的反射强度信息确定新生成的各子区域对不同波长激光的反射率信息。与前面实施例一样，这里也假设三个激光雷达均扫描了  $N$  个扫描点，第一个激光雷达的扫描波长为  $\lambda_1$ ，扫描的扫描点集  $A$  为  $\{P_1, P_2, \dots, P_N\}$ ，第二个激光雷达的扫描波长为  $\lambda_2$ ，扫描的扫描点集  $B$  为  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_N\}$ ，第三个激光雷达的扫描波长为  $\lambda_3$ ，扫描的扫描点集  $C$  为  $\{L_1, L_2, \dots, L_N\}$ 。如图 3b 所示，第一个激光雷达的扫描点集  $A$  聚类后生成了  $A_1$ 、 $A_2$  两个子区域，第二个激光雷达的扫描点集  $B$  聚类后生成  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$  三个子区域，第三个激光雷达的扫描点集  $C$  聚类后生成  $C_1$ 、 $C_2$  两个子区域。最终，根据  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  所有子区域进行融合，首先将每个激光雷达聚类后的子区域的位置信息变换到同一坐标系，并根据所有子区域的边界划分出  $X$ 、 $Y$ 、

Z 三个子区域，根据每个子区域对应的激光雷达的波长信息融合确定每个子区域对不同波长的反射强度信息，将地面环境分割成具有不同激光反射特征

的子区域 X、Y、Z。

进一步的，本发明实施例中所涉及的地面环境的检测方法与采用传统方法

5 的结合。比如，可以通过多个摄像头采集周围地面环境的图像数据，在对多波长的各激光雷达扫描得到的数据融合外，还增加对摄像头采集到的图像数据的处理和融合，例如，对摄像头采集到的图像数据进行处理，识别地面环境类型，与通过多波长激光雷达确定的各子区域的地面环境类型进行对比，进一步确认地面环境类型，增加了地面环境检测系统的鲁棒性。

10 上文结合图 1、图 2、图 3a、图 3b，对本发明实施例提供的地面环境检测方法进行了详细的介绍。图 4 示出了本申请所涉及的地面环境检测设备的一种可能的结构示意图。该检测设备可以实现上述图 2 中方法实施例中地面环境检测设备的功能，本实施例中未定义的术语及实现细节可以参考上述图 2 的方法实施例。如图 4 所示，该地面环境检测设备 40 包括激光扫描单元 41，

15 数据采集单元 42，扫描数据处理单元 43 和地面环境确定单元 44。其中，激光扫描单元 41 用于采用不同工作波长激光探测信号扫描周围地面环境，接收地面环境针对探测信号反射回来的反射信号；数据采集单元 42 用于根据激光扫描单元 41 接收的反射信号确定地面环境的每个扫描点的扫描点信息，这里的扫描点信息包含扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度；

20 扫描数据处理单元 43 用于根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将地面环境分割成具有不同激光反射特征

的子区域，这里的激光反射特征包括对不同波长激光的反射率；地面环境确定单元 44 用于确定各子区域的地面环境类型。

可选的，激光扫描单元 41 可以是机械旋转式激光雷达，也可以是固态激

25 光雷达。可以是具有不同工作波长的多个激光雷达，也可以是具有多个工作波长的激光雷达。

本实施例提供的地面环境检测设备，采用不同波长的激光探测信号扫描周围地面环境，并根据地面环境反射的反射信号，确定每个扫描点对不同波长激光的反射率，将地面环境分割成具有不同激光反射特征

的子区域，确定

各子区域的地面环境类型。由于利用了不同波长的激光扫描地面，并依据地面环境在不同波长激光下的激光反射强度判断地面环境类型，提高了对复杂地面环境的感知效果，更好地确定可通行路面。

5 可选的，地面环境确定单元 44 具体用于根据每种类型地面环境的激光反射特征，确定各子区域的地面环境类型。这里的每种类型地面环境的激光反射特征可以通过预定义的公式进行表示。

10 可选的，地面环境确定单元 44 具体用于将各子区域的激光反射特征输入神经网络，获取神经网络输出的各子区域的地面环境类型。这里所采用的神经网络通过采用不同地面环境类型对不同波长激光的反射率数据作为输入，地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集进行训练，得到用于区分不同地面环境类型的数据模型，该神经网络通过该数据模型，对于地面环境确定单元 44 输入的各子区域的激光反射特征，输出的各子区域的地面环境类型。

15 进一步的，如图 4 所示，扫描数据处理单元 43 包括融合子单元 431 和区域分割子单元 432。其中，融合子单元 431 用于依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系，对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征；区域分割子单元 432 用于根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。即，融合子单元 431 先将各激光雷达扫描得到的扫描点按照位置信息进行融合，区域分割子单元再根据每个融合后的扫描点的位置信息和对不同波长激光的反射强度信息进行区域分割，获得具有不同激光反射特征的子区域。相关将各激光雷达扫描得到的扫描点按照位置信息进行融合以及根据将融合后的扫描点进行区域分割的方法和细节描述与前面方法实  
25 施例中对于步骤 204 采用图 3a 所示的实施方式的说明基本相同，这里不再赘述。

可选的，扫描数据处理单元 43 包括融合子单元 431 和区域分割子单元 432。其中，区域分割子单元 432 用于将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后

子区域；融合子单元 431 用于将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。即，在接收到来自多个激光雷达的扫描点信息后，区域分割子单元 432 首先将各激光雷达的扫描数据分别聚类进行分割，然后融合子单元 431 对不同激光雷达的分割后的子区域的数据依据位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。相关将各激光雷达的扫描数据分别聚类分割成子区域以及对分割后的子区域的数据依据位置信息进行融合的方法和细节描述与前面方法实施例中对于步骤 204 采用图 3b 所示的实施方式的说明基本相同，这里不再赘述。

可选的，区域分割子单元 432 采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

图 5 示意性地示出了本发明实施例另一地面环境检测设备 50。如图 5 所示，地面环境检测设备 50 包括激光扫描单元 51 和数据处理单元 52。其中，激光扫描单元 51 用于采用不同工作波长激光探测信号扫描周围地面环境，接收所述地面环境针对所述探测信号反射回来的反射信号；数据处理单元 52 包括处理器 521 和存储器 522。存储器 522 用于存储计算机执行指令，处理器 521 执行存储器 522 中存储的计算机执行指令，用于根据反射信号确定地面环境的每个扫描点的扫描点信息，根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域，确定各子区域的地面环境类型。这里的扫描点信息包含扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度，激光反射特征包括对不同波长激光的反射率。

处理器 521 可以采用通用的中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)，微处理器，应用专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)，或者一个或多个集成电路，用于执行相关程序，以实现本发明实施例所提供的技术方案。

存储器 522 可以是只读存储器 (Read Only Memory, ROM)，静态存储设备，动态存储设备或者随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM)。在

通过软件或者固件来实现本发明实施例提供的技术方案时，用于实现本发明实施例提供的技术方案的程序代码保存在存储器 522 中，并由处理器 521 来执行。

具体地，存储器 522 可以用于存储计算机执行指令，也可以用于存储各种信息，例如，每种类型地面环境的激光反射特征公式。处理器 521 可以读取该存储器 522 存储的信息，或者将收集的信息存储至存储器 522。

可选的，处理器 521 用于根据每种类型地面环境的激光反射特征，确定各子区域的地面环境类型。

可选的，处理器 521 用于将各子区域的激光反射特征输入神经网络，获取神经网络输出的各所述子区域的地面环境类型，这里的神经网络用于区分不同地面环境类型的数据模型通过采用不同地面环境类型对不同波长激光的反射率数据作为输入，地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集进行训练得到。

可选的，处理器 521 用于依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系，对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。

可选的，处理器 521 用于将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后子区域，将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。

当然的，处理器 521 同样可以采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

尽管图 5 所示的数据处理单元仅仅示出了处理器 521、存储器 522，但是在具体实现过程中，本领域的技术人员应当明白，还包含实现正常运行所必须的其他器件。如通信接口和总线，其中的通信接口可以采用例如但不限于收发器一类的收发装置，用于实现数据处理单元 52 与激光扫描单元 51 之间

的通信。总线可包括一个通路，在处理器 521 和存储器 522 之间传送信息。总线可以是外设部件互连标准 (peripheral component interconnect, 简称 PCI) 总线或扩展工业标准结构 (extended industry standard architecture, 简称 EISA) 总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。

5 为便于表示, 同时, 根据具体需要, 本领域的技术人员应当明白, 图 5 所示的地面环境检测设备 50 还可包含实现其他附加功能的硬件器件。

本领域普通技术人员可以意识到, 结合本文中公开的实施例中描述的各方法步骤和单元, 能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现, 为了清楚地说明硬件和软件的可互换性, 在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各实施例的步骤及组成。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行, 10 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。本领域普通技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为了描述的方便和简洁, 上述 15 描述的装置和单元的具体工作过程, 可以参考前述方法实施例中的对应过程, 在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的系统、装置和方法, 可以通过其它的方式实现。例如, 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 例如, 所述单元/模块的划分, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现 20 时可以有另外的划分方式, 例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另外, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口、装置或单元的间接耦合或通信连接, 也可以是电的, 机械的或其它的形式连接。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的, 作为 25 单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本发明实施例方案的目的。

另外, 在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中, 也可以是各个单元单独物理存在, 也可以是两个或两个以上单元集成在一个

单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中或作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码进行传输。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质，其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质。以此为例但不限于：计算机可读介质可以包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其他光盘存储、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质。此外，任何连接可以适当的成为计算机可读介质。例如，如果软件是使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字用户线（DSL）或者诸如红外线、无线电和微波之类的无线技术从网站、服务器或者其他远程源传输的，那么同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL 或者诸如红外线、无线和微波之类的无线技术包括在所属介质的定义中。如本发明所使用的，盘（Disk）和碟（disc）包括压缩光碟（CD）、激光碟、光碟、数字通用光碟（DVD）、软盘和蓝光光碟，其中盘通常磁性的复制数据，而碟则用激光来光学的复制数据。上面的组合也应当包括在计算机可读介质的保护范围之内。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分，或者该技术方案的全部或部分可以存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的保护范围。

## 权 利 要 求

1、一种地面环境检测的方法,包括:

采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境;

接收所述地面环境针对所述探测信号反射回来的反射信号;

5 根据所述反射信号确定所述地面环境的每个扫描点的扫描点信息,所述扫描点信息包含所述扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度;

根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征,将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域,所述激光反射特征  
10 包括对不同波长激光的反射率;

确定各所述子区域的地面环境类型。

2、根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定各所述子区域的地面环境类型,包括:

根据每种类型地面环境的激光反射特征,确定各所述子区域的地面环境  
15 类型。

3、根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定各所述子区域的地面环境类型,包括:

将所述各子区域的激光反射特征输入神经网络,获取所述神经网络输出的所述各子区域的地面环境类型;

20 其中,所述神经网络用于区分不同地面环境类型的数据模型通过采用不同地面环境类型对不同波长激光的反射率数据作为输入,地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集进行训练得到。

4、根据权利要求1至3任一所述的方法,其特征在于,根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征,将所述地面环境分  
25 割成具有不同激光反射特征的子区域,包括:

依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置,将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系,对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合,确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征;

根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割,将所述

地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。

5、根据权利要求 1 至 3 任一所述的方法，根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域，包括：

5 将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后子区域；

将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。

10 6、根据权利要求 4 或 5 所述的方法，其特征在于，采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

7、一种地面环境检测设备，包括：

激光扫描单元，用于采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境，接收所述地面环境针对所述探测信号反射回来的反射信号；

15 数据采集单元，用于根据所述反射信号确定所述地面环境的每个扫描点的扫描点信息，所述扫描点信息包含所述扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度；

扫描数据处理单元，用于根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域，所述激光反射特征包括对不同波长激光的反射率；

地面环境确定单元，用于确定各所述子区域的地面环境类型。

8、根据权利要求 7 所述的检测设备，其特征在于，所述地面环境确定单元，用于：

25 根据每种类型地面环境的激光反射特征，确定各所述子区域的地面环境类型。

9、根据权利要求 7 所述的检测设备，其特征在于，所述地面环境确定单元，用于：

将所述各子区域的激光反射特征输入神经网络，获取所述神经网络输出的所述各子区域的地面环境类型；

30 其中，所述神经网络用于区分不同地面环境类型的数据模型通过采用不

同地面环境类型对不同波长激光的反射率数据作为输入，地面环境类型作为输出的一组数据作为样本数据集进行训练得到。

10、根据权利要求 7 至 9 任一所述的检测设备，其特征在于，所述扫描数据处理单元，包括：

5 融合子单元，用于依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的位置信息变换到同一坐标系，对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征；

10 区域分割子单元，用于根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域。

11、根据权利要求 7 至 9 任一所述的检测设备，其特征在于，所述扫描数据处理单元，包括：

区域分割子单元，用于将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后子区域；

15 融合子单元，用于将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置信息进行融合，将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域。

20 12、根据权利要求 10 或 11 所述的检测设备，其特征在于，所述区域分割子单元采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

13、一种地面环境检测设备，包括：

激光扫描单元，用于采用不同工作波长激光探测信号扫描地面环境，接收所述地面环境针对所述探测信号反射回来的反射信号；

25 数据处理单元，包括处理器和存储器，所述存储器用于存储计算机执行指令，所述处理器执行所述计算机执行指令，用于根据所述反射信号确定所述地面环境的每个扫描点的扫描点信息，根据每个扫描点信息确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征，将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征子区域，确定各所述子区域的地面环境类型；所述扫描点信息包含所述扫描点相对于激光雷达的方向角、距离以及激光反射强度，所述激光反  
30 射特征包括对不同波长激光的反射率。

14、根据权利要求 13 所述的检测设备，其特征在于，所述处理器用于：  
根据每种类型地面环境的激光反射特征，确定各所述子区域的地面环境  
类型。

15、根据权利要求 13 所述的检测设备，其特征在于，所述处理器用于：  
5 将所述各子区域的激光反射特征输入神经网络，获取所述神经网络输出的  
的所述各子区域的地面环境类型；

其中，所述神经网络用于区分不同地面环境类型的数据模型通过采用不  
同地面环境类型对不同波长激光的反射率数据作为输入，地面环境类型作为  
输出的一组数据作为样本数据集进行训练得到。

10 16、根据权利要求 13 至 15 任一所述的检测设备，其特征在于，所述处  
理器用于：

依据每个扫描点的扫描点信息和各激光雷达的安装位置，将各扫描点的  
位置信息变换到同一坐标系，对通过各激光雷达获取的各扫描点的扫描点信  
息进行融合，确定每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征；

15 根据每个扫描点的空间坐标信息和激光反射特征进行区域分割，将所述  
地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。

17、根据权利要求 13 至 15 任一所述的检测设备，其特征在于，所述处  
理器用于：

20 将各激光雷达获取的扫描点根据扫描点信息分别进行区域分割，生成每  
个激光雷达具有不同激光反射强度的聚类后子区域；

将每个激光雷达的聚类后子区域的位置信息变换到同一坐标系，对各激  
光雷达聚类后子区域内的各扫描点的扫描点信息按照变换后子区域的位置  
信息进行融合，将所述地面环境分割成具有不同激光反射特征的子区域。

25 18、根据权利要求 16 或 17 所述的检测设备，其特征在于，所述处理器  
采用区域生长方式或者 K-means 方式进行区域分割。

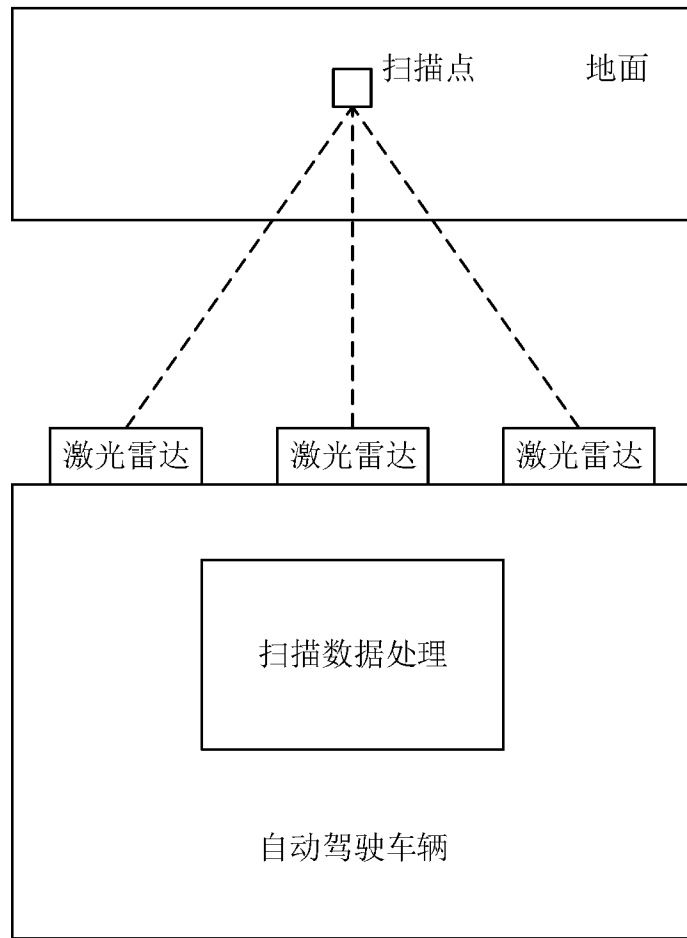


图 1

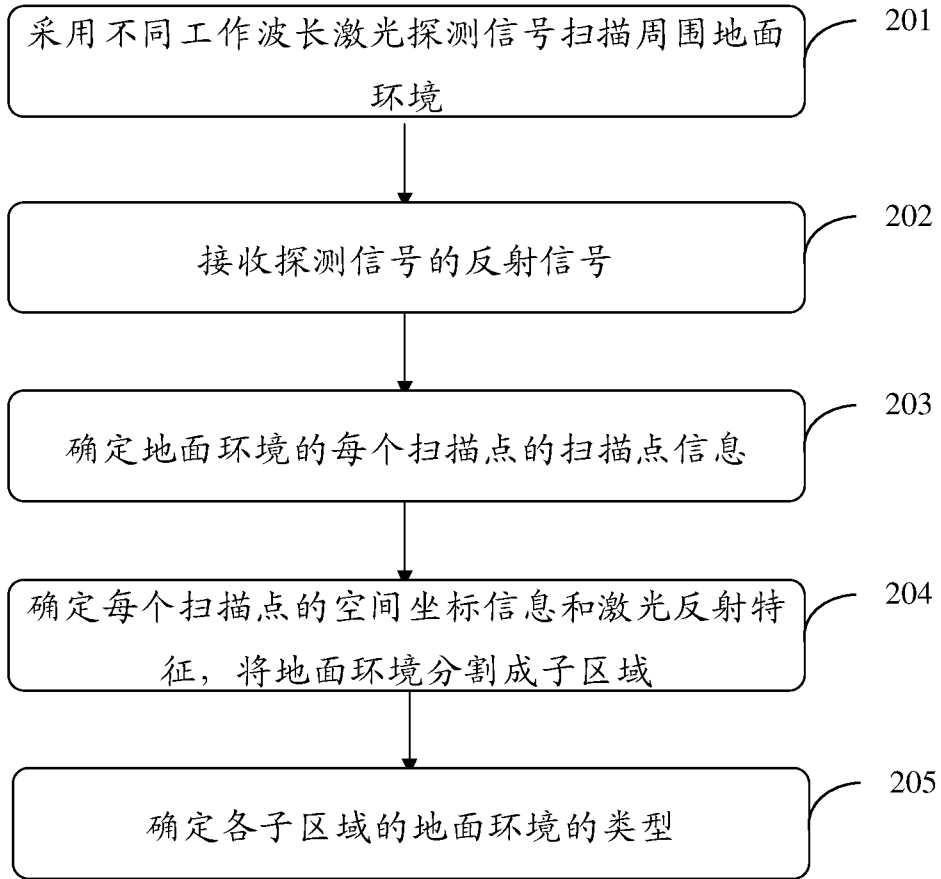


图 2

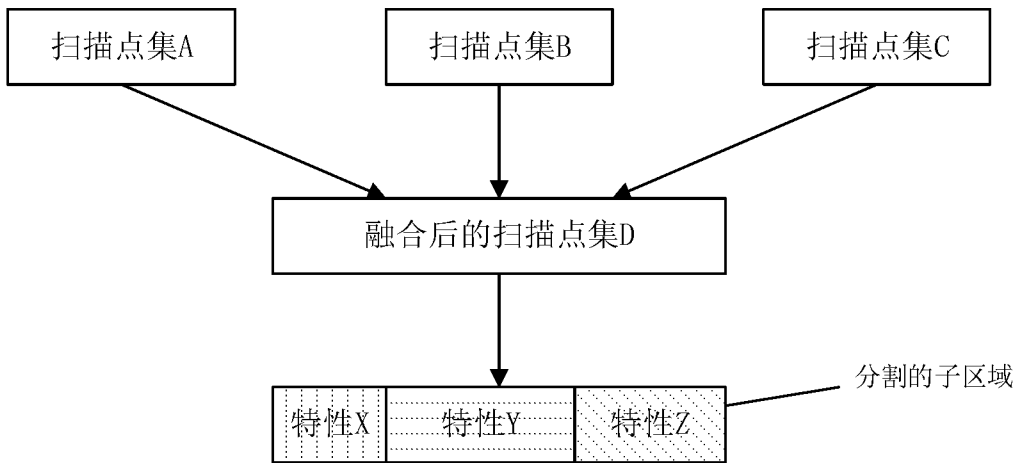


图 3a

3/4

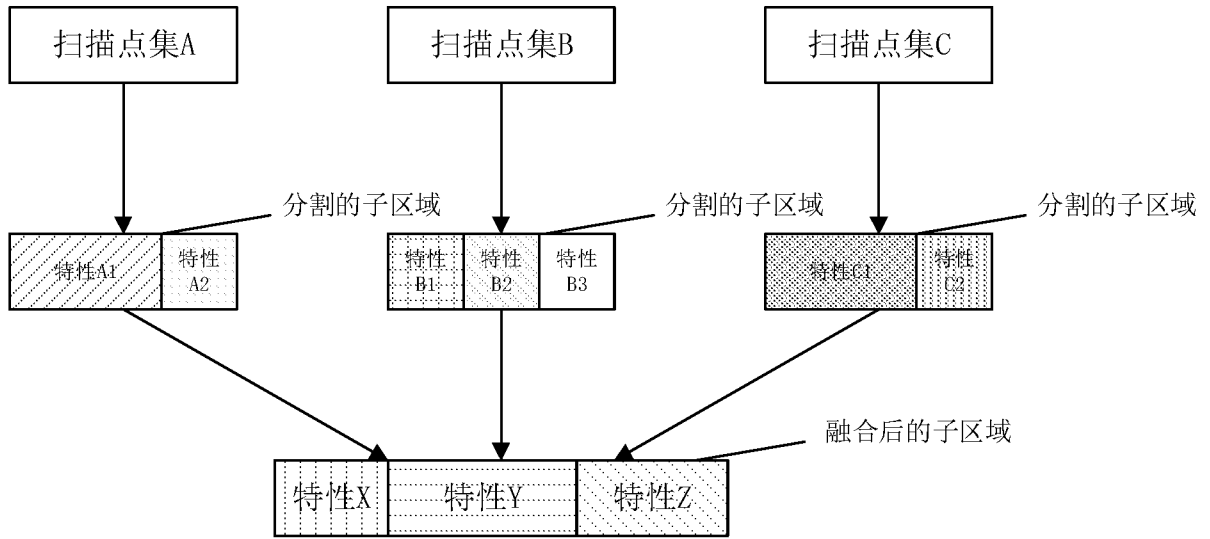


图 3b

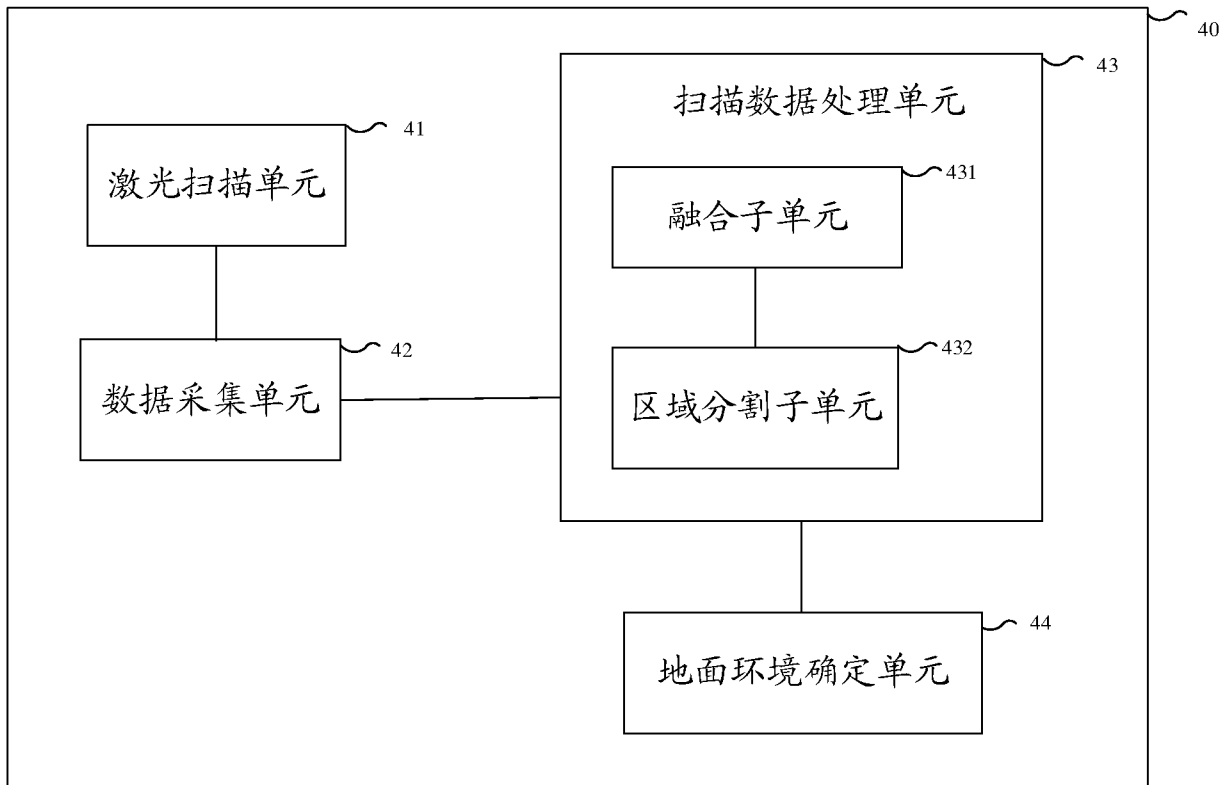


图 4

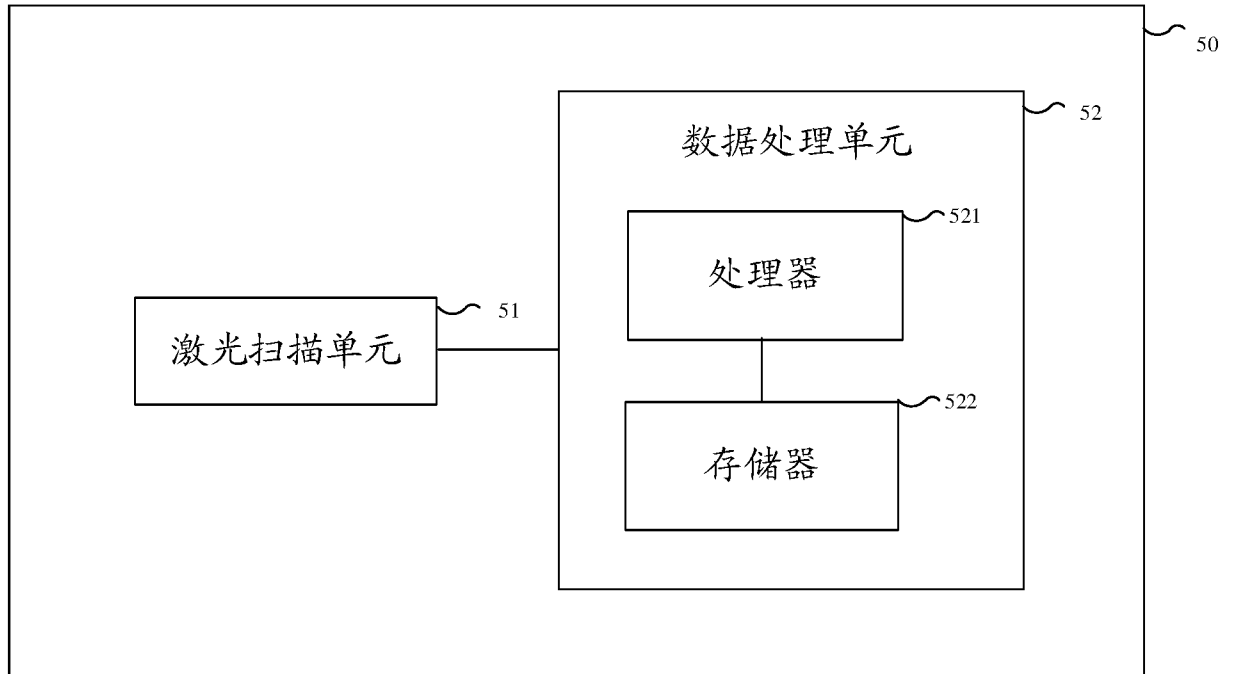


图 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2016/113089

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 17/93 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S 17, G05D 1, G06F 17

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; VEN: 地面, 环境, 检测, 波长, 激光, 反射, 强度, 方向, 距离, 坐标, 反射率, ground, floor, region, environment, surroundings, condition, setting, detect, wave, laser, reflect, intensity, intension, direction, distance, coordinate, reflectivity

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104656101 A (FUZHOU HUAYING HEAVY INDUSTRIAL MACHINERY CO., LTD.), 27 May 2015 (27.05.2015), description, paragraphs [0040]-[0090], and figure 1	1-18
A	CN 101536051 A (BEA S.A.), 16 September 2009 (16.09.2009), entire document	1-18
A	CN 103776318 A (ARMY OFFICER ACADEMY OF PLA), 07 May 2014 (07.05.2014), entire document	1-18
A	CN 105094143 A (QUANZHOU INSTITUTE OF EQUIPMENT MANUFACTURING), 25 November 2015 (25.11.2015), entire document	1-18
A	JP 2007240314 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO), 20 September 2007 (20.09.2007), entire document	1-18

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 09 August 2017	Date of mailing of the international search report 18 August 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer  LI, Yuan  Telephone No. (86-10) 62085846

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2016/113089

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104656101 A	27 May 2015	CN 104656101 B	18 November 2015
CN 101536051 A	16 September 2009	EP 2074603 A1	01 July 2009
		AT 556397 T	15 May 2012
		US 2010039217 A1	18 February 2010
		WO 2008037282 A1	03 April 2008
		EP 2074603 B1	02 May 2012
		US 8077034 B2	13 December 2011
		CN 101536051 B	22 August 2012
CN 103776318 A	07 May 2014	None	
CN 105094143 A	25 November 2015	None	
JP 2007240314 A	20 September 2007	None	

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>G01S 17/93 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G01S17, G05D1, G06F17</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;VEN: 地面, 环境, 检测, 波长, 激光, 反射, 强度, 方向, 距离, 坐标, 反射率, ground, floor, region, environment, surroundings, condition, setting, detect, wave, laser, reflect, intensity, intension, direction, distance, coordinate, reflectivity</p>																				
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 104656101 A (福州华鹰重工机械有限公司) 2015年 5月 27日 (2015 - 05 - 27) 说明书【0040】-【0090】段, 附图1</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101536051 A (B. E. A. 有限公司) 2009年 9月 16日 (2009 - 09 - 16) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103776318 A (中国人民解放军陆军军官学院) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105094143 A (泉州装备制造研究所) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2007240314 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 2007年 9月 20日 (2007 - 09 - 20) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 104656101 A (福州华鹰重工机械有限公司) 2015年 5月 27日 (2015 - 05 - 27) 说明书【0040】-【0090】段, 附图1	1-18	A	CN 101536051 A (B. E. A. 有限公司) 2009年 9月 16日 (2009 - 09 - 16) 全文	1-18	A	CN 103776318 A (中国人民解放军陆军军官学院) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1-18	A	CN 105094143 A (泉州装备制造研究所) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 全文	1-18	A	JP 2007240314 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 2007年 9月 20日 (2007 - 09 - 20) 全文	1-18
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 104656101 A (福州华鹰重工机械有限公司) 2015年 5月 27日 (2015 - 05 - 27) 说明书【0040】-【0090】段, 附图1	1-18																		
A	CN 101536051 A (B. E. A. 有限公司) 2009年 9月 16日 (2009 - 09 - 16) 全文	1-18																		
A	CN 103776318 A (中国人民解放军陆军军官学院) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1-18																		
A	CN 105094143 A (泉州装备制造研究所) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 全文	1-18																		
A	JP 2007240314 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 2007年 9月 20日 (2007 - 09 - 20) 全文	1-18																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2017年 8月 9日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2017年 8月 18日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)</p> <p>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>李原</p> <p>电话号码 (86-10) 62085846</p>																		

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2016/113089

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104656101	A	2015年 5月 27日	CN 104656101 B	2015年 11月 18日
CN	101536051	A	2009年 9月 16日	EP 2074603 A1	2009年 7月 1日
				AT 556397 T	2012年 5月 15日
				US 2010039217 A1	2010年 2月 18日
				WO 2008037282 A1	2008年 4月 3日
				EP 2074603 B1	2012年 5月 2日
				US 8077034 B2	2011年 12月 13日
				CN 101536051 B	2012年 8月 22日
CN	103776318	A	2014年 5月 7日	无	
CN	105094143	A	2015年 11月 25日	无	
JP	2007240314	A	2007年 9月 20日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)