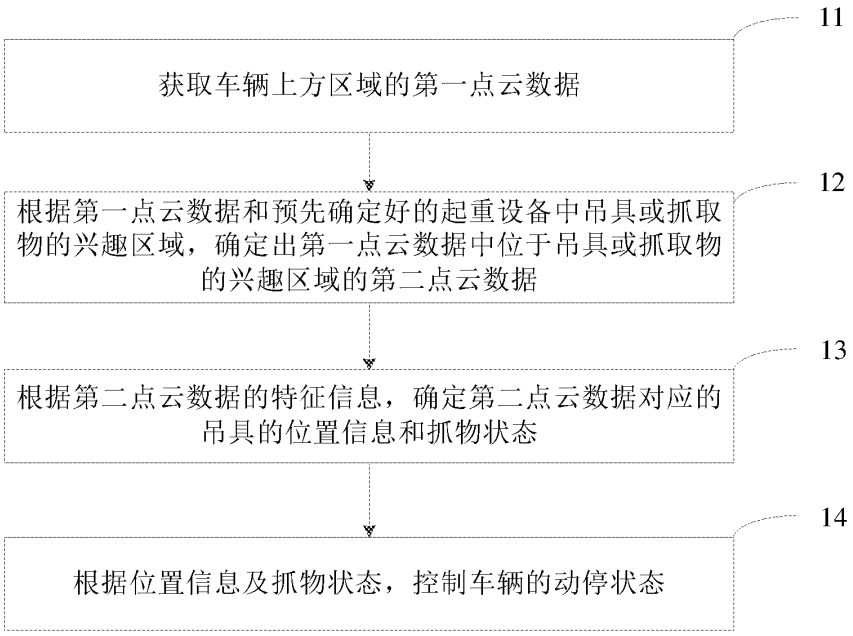

11
获取车辆上方区域的第一点云数据
12
根据第一点云数据和预先确定好的起重设备中吊具或抓取物的兴趣区域，确定出第一点云数据中位于吊具或抓取物的兴趣区域的第二点云数据
13
根据第二点云数据的特征信息，确定第二点云数据对应的吊具的位置信息和抓物状态
14
根据位置信息及抓物状态，控制车辆的动停状态

图 1

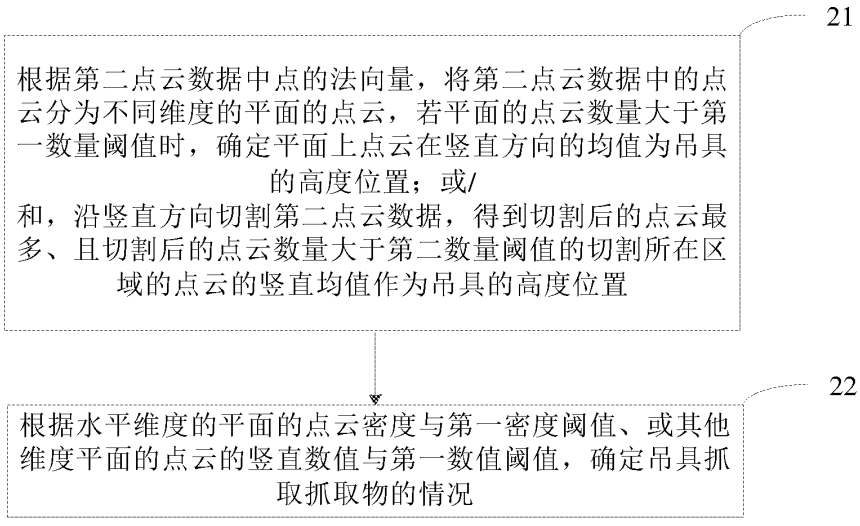

21
根据第二点云数据中点的法向量，将第二点云数据中的点云分为不同维度的平面的点云，若平面的点云数量大于第一数量阈值时，确定平面上点云在竖直方向的均值为吊具的高度位置；或/
和，沿竖直方向切割第二点云数据，得到切割后的点云最多、且切割后的点云数量大于第二数量阈值的切割所在区域的点云的竖直均值作为吊具的高度位置
22
根据水平维度的平面的点云密度与第一密度阈值、或其他维度平面的点云的竖直数值与第一数值阈值，确定吊具抓取抓取物的情况

图 2

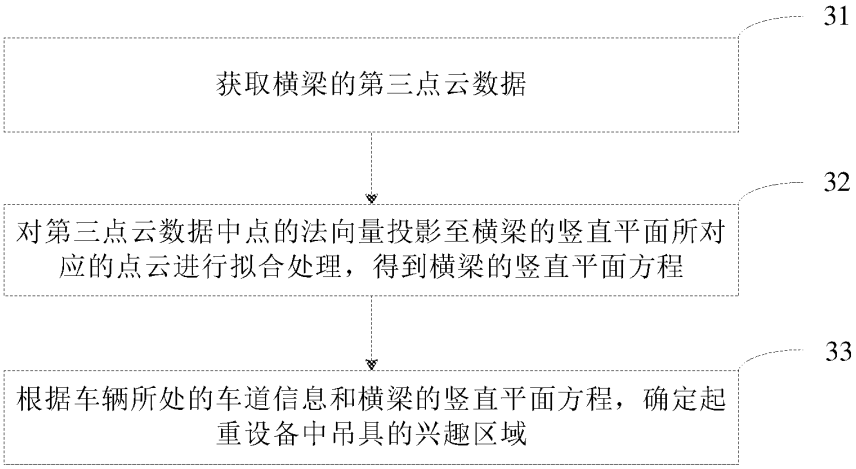

31
获取横梁的第三点云数据
32
对第三点云数据中点的法向量投影至横梁的竖直平面所对应的点云进行拟合处理，得到横梁的竖直平面方程
33
根据车辆所处的车道信息和横梁的竖直平面方程，确定起重设备中吊具的兴趣区域

图 3

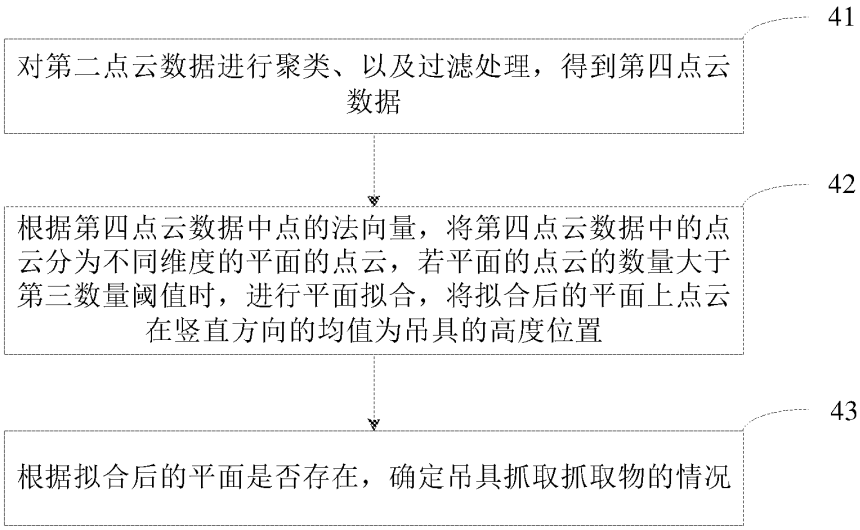

41
对第二点云数据进行聚类、以及过滤处理，得到第四点云数据
42
根据第四点云数据中点的法向量，将第四点云数据中的点云分为不同维度的平面的点云，若平面的点云的数量大于第三数量阈值时，进行平面拟合，将拟合后的平面上点云在竖直方向的均值为吊具的高度位置
43
根据拟合后的平面是否存在，确定吊具抓取抓取物的情况

图 4

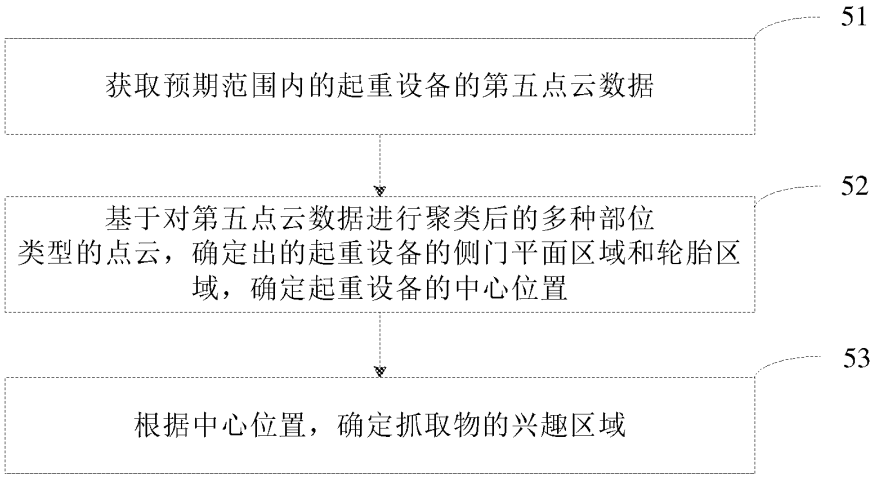

51
获取预期范围内的起重设备的第五点云数据
52
基于对第五点云数据进行聚类后的多种部位类型的点云，确定出的起重设备的侧门平面区域和轮胎区域，确定起重设备的中心位置
53
根据中心位置，确定抓取物的兴趣区域

图 5


611
安装传感器，通常为相机或/
和激光雷达，安装位置及角度需要覆盖车体上方区域
612
坐标转换，将传感器数据转换到固定于自车的某一坐标系上，自车正前方为该坐标系车x轴正方向，自车左方为y轴正方向，自车正上方为z轴正方向
613
根据横梁在吊机的位置、横梁尺寸以及由其他方法确定的吊机大致位置等信息确定吊机横梁兴趣区域，两根横梁各有一兴趣区域。用这两个兴趣区域过滤点云，分别得到落于不同横梁区域的点云
614
对横梁区域点云估算各点的法向量，将法向量投影至平行地面，得到二维向量，利用关系过滤得到点云中法向量近似平行于平行平面的点，也就是得到落在横梁竖直面上的点
615
采用随机采样一致性方法对步骤614中得到的落在横梁竖直面上的点进行平面拟合，拟合得到的横梁竖直面方程，同时得到拟合过程中的内点，即拟合过程中最终用于确定竖直面方程的点
616
通过步骤615中两个横梁竖直面方程得到吊机精确位置，结合车辆所在车道信息确定吊机吊具兴趣区域，获取吊具兴趣区域点云
617
对横梁区域点云估算各点的法向量。通过法向量方向将点分为三类
618
分别对各类平面点云数量检查，达到数量阈值时，采用随机采样一致性方法进行平面拟合，每个平面的点云z均值均能代表该特征计算的吊具高度
619
对吊机吊具兴趣区域在z方向进行均匀分割，得到点云最多的分割区域。当该区域点云数量超过阈值时，该区域点云z均值代表该特征计算的吊具高度
620
根据步骤618和步骤619中得到的各个特征计算的吊具高度，相互比较投票，得到吊具检测高度z值
621
根据步骤616中得到的吊车位置x及车辆所在车道信息y，得到吊具的检测位置值
622
根据步骤618中得到的各特征平面，当x-y平面点云密度大于阈值时，认为吊具抓箱，当x-z平面点云的z-range大于阈值时，认为吊具抓箱，当y-z平面点云的z-range大于阈值时，认为吊具抓箱
623
根据步骤620中各特征得到的吊具是否抓箱结果，相互比较投票，得到吊具抓箱状态
624
基于当前计算的吊具高度及历史存储的n帧吊具高度，采用最小二乘法估计下一帧吊具高度，得到当前吊具速度及方向

图 6


711
安装传感器，通常为相机或/
和激光雷达，安装位置及角度需要覆盖车体上方区域
712
坐标转换，将传感器数据转换到固定于自车的某一坐标系上，自车正前方为该坐标系车x轴正方向，自车左方为y轴正方向，自车正上方为z轴正方向
713
基于点云的位置关系，采用k-means方法对点云进行聚类，并根据车辆所在车道及各类点云数量保留预期位置范围内非杂点点云类
714
通过各类点云范围确定兴趣区域，对兴趣区域的点云采用随机采样一致性方法计算堆高机侧门平面
715
根据步骤714中的平面位置确定轮胎兴趣区域，对兴趣区域中的点云采用随机采样一致性方法计算轮胎平面
716
根据步骤714和步骤715中的侧门平面及轮胎平面相互校验，获取堆高机中心位置
717
根据步骤716中的堆高机中心位置确定堆高机集装箱兴趣区域，对兴趣区域点云估算各点的法向量，通过法向量方向将点分为三类
718
分别对各类，平面点云数量检查，达到数量阈值时，采用随机采样一致性方法进行平面拟合，每个平面的点云z均值均能代表该特征计算的吊具高度
719
根据步骤718中三类平面是否存在，得到堆高机抓箱状态
720
根据步骤718中各个特征计算的吊具高度，相互比较投票，得到堆高机集装箱检测高度z值
721
根据步骤716中的堆高机中心位置，转化得到堆高机集装箱位置值
722
基于当前计算的堆高机集装箱高度及历史存储的n帧吊具高度，采用最小二乘法估计下一帧吊具高度，得到当前堆高机集装箱速度及方向

图 7

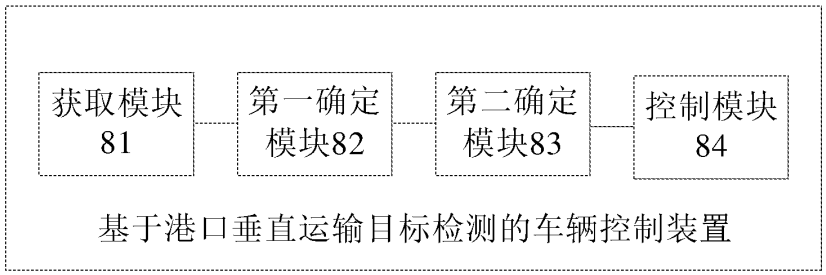

获取模块81
第一确定模块82
第二确定模块83
控制模块84
基于港口垂直运输目标检测的车辆控制装置

图 8

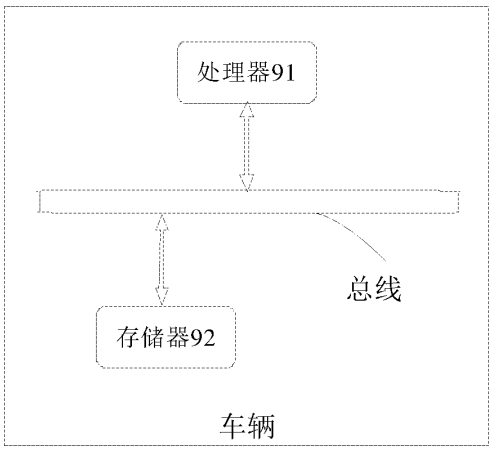

处理器91
总线
存储器92
车辆

图 9