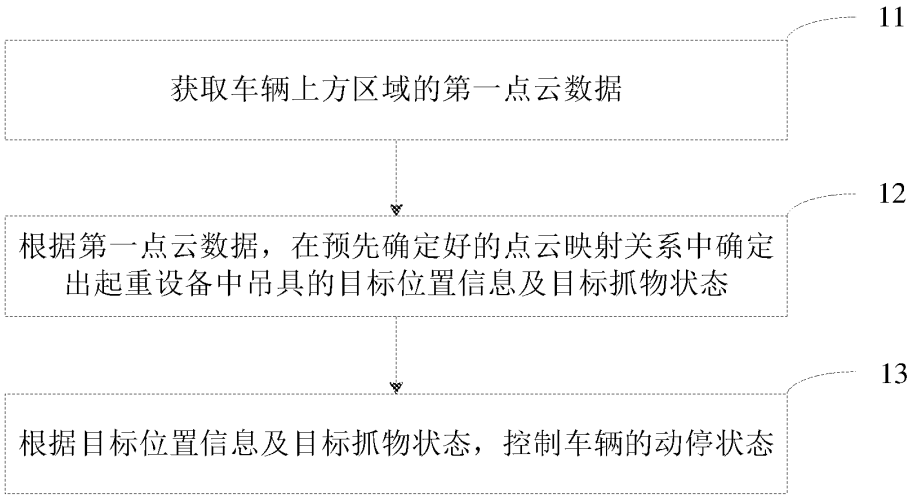

11
获取车辆上方区域的第一点云数据
12
根据第一点云数据，在预先确定好的点云映射关系中确定出起重设备中吊具的目标位置信息及目标抓物状态
13
根据目标位置信息及目标抓物状态，控制车辆的动停状态

图 1

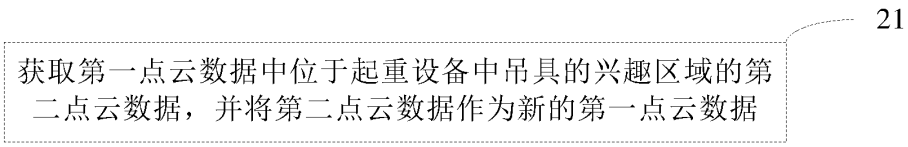

21
获取第一点云数据中位于起重设备中吊具的兴趣区域的第二点云数据，并将第二点云数据作为新的第一点云数据

图 2

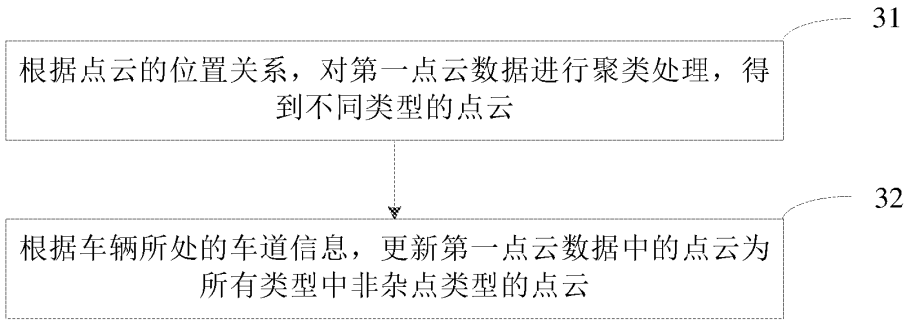

31
根据点云的位置关系，对第一点云数据进行聚类处理，得到不同类型的点云
32
根据车辆所处的车道信息，更新第一点云数据中的点云为所有类型中非杂点类型的点云

图 3

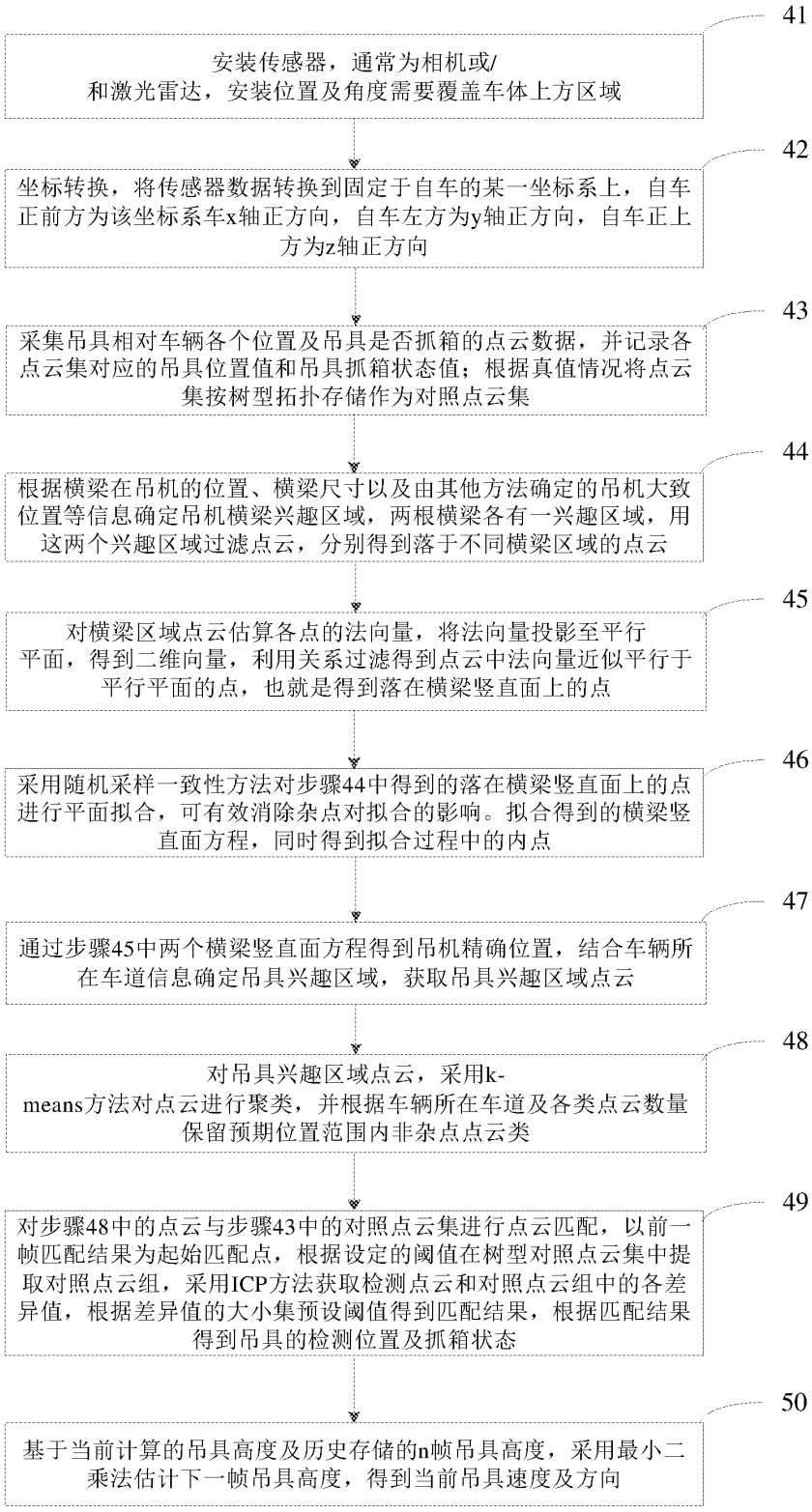

41
安装传感器，通常为相机或/
和激光雷达，安装位置及角度需要覆盖车体上方区域
42
坐标转换，将传感器数据转换到固定于自车的某一坐标系上，自车正前方为该坐标系车x轴正方向，自车左方为y轴正方向，自车正上方为z轴正方向
43
采集吊具相对车辆各个位置及吊具是否抓箱的点云数据，并记录各点云集对应的吊具位置值和吊具抓箱状态值；根据真值情况将点云集按树型拓扑存储作为对照点云集
44
根据横梁在吊机的位置、横梁尺寸以及由其他方法确定的吊机大致位置等信息确定吊机横梁兴趣区域，两根横梁各有一兴趣区域，用这两个兴趣区域过滤点云，分别得到落于不同横梁区域的点云
45
对横梁区域点云估算各点的法向量，将法向量投影至平行平面，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
46
采用随机采样一致性方法对步骤44中得到的落在横梁竖直面上的点进行平面拟合，可有效消除杂点对拟合的影响。拟合得到的横梁竖直面方程，同时得到拟合过程中的内点
47
通过步骤45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具兴趣区域，获取吊具兴趣区域点云
48
对吊具兴趣区域点云，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
49
对步骤48中的点云与步骤43中的对照点云集进行点云匹配，以前一帧匹配结果为起始匹配点，根据设定的阈值在树型对照点云集中提取对照点云组，采用ICP方法获取检测点云和对照点云组中的各差异值，根据差异值的大小集预设阈值得到匹配结果，根据匹配结果得到吊具的检测位置及抓箱状态
50
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 4

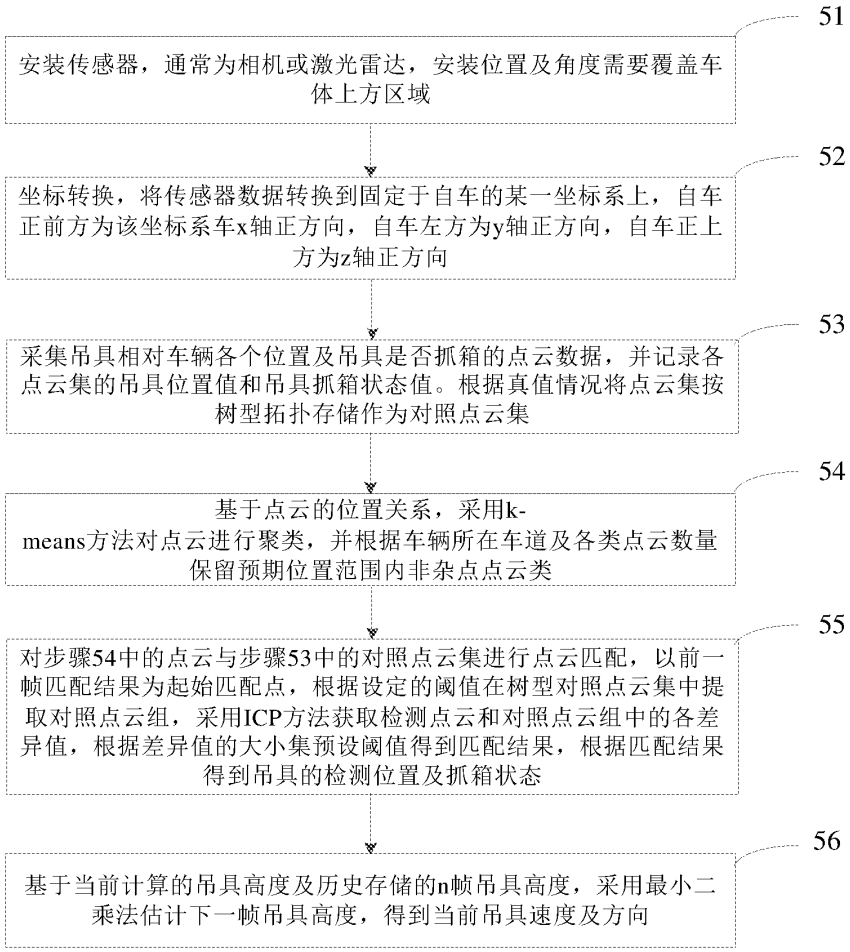

51
安装传感器，通常为相机或激光雷达，安装位置及角度需要覆盖车体上方区域
52
坐标转换，将传感器数据转换到固定于自车的某一坐标系上，自车正前方为该坐标系车x轴正方向，自车左方为y轴正方向，自车正上方为z轴正方向
53
采集吊具相对车辆各个位置及吊具是否抓箱的点云数据，并记录各点云集的吊具位置值和吊具抓箱状态值。根据真值情况将点云集按树型拓扑存储作为对照点云集
54
基于点云的位置关系，采用k-means方法对点云进行聚类，并根据车辆所在车道及各类点云数量保留预期位置范围内非杂点点云类
55
对步骤54中的点云与步骤53中的对照点云集进行点云匹配，以前一帧匹配结果为起始匹配点，根据设定的阈值在树型对照点云集中提取对照点云组，采用ICP方法获取检测点云和对照点云组中的各差异值，根据差异值的大小集预设阈值得到匹配结果，根据匹配结果得到吊具的检测位置及抓箱状态
56
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 5

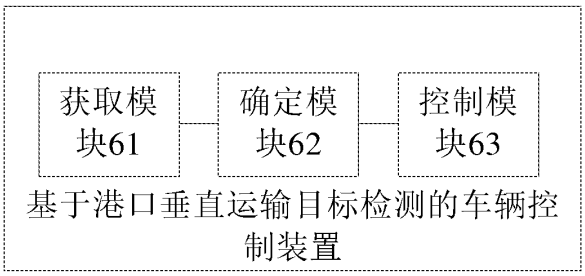

获取模块61
确定模块62
控制模块63
基于港口垂直运输目标检测的车辆控制装置

图 6

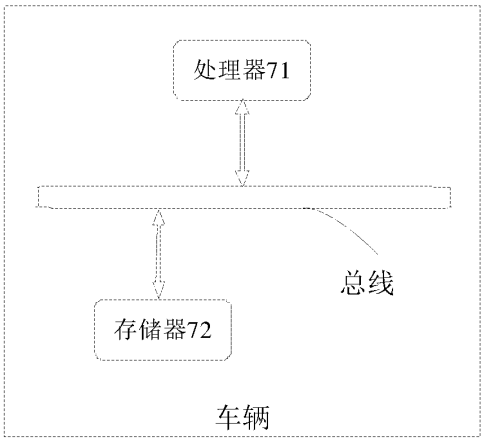


图 7