



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118220249 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 21

(21) 申请号 202311103719.3

(22) 申请日 2023.08.29

(71) 申请人 比亚迪股份有限公司

地址 518118 广东省深圳市坪山区比亚迪
路3009号

(72) 发明人 林明群 李亮亮 谭志成 杨建成
赵桢

(74) 专利代理机构 北京市磐华律师事务所
11336

专利代理师 高伟

(51) Int. Cl.

B61L 15/00 (2006.01)

B61L 23/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

轨道车辆防碰撞控制系统、方法、设备和介
质

(57) 摘要

本申请提供了一种轨道车辆防碰撞控制系统、方法、设备和介质，其中的轨道车辆防碰撞控制系统包括数据采集单元、检测单元、控制单元，所述检测单元分别与所述数据采集单元、所述控制单元连接；所述数据采集单元，包括至少两种车载传感器，用于实时采集所述轨道车辆周围待测区域的区域感知数据，并将采集得到的所述区域感知数据发送至所述检测单元；所述检测单元，用于基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测，得到目标检测结果并发送至所述控制单元；所述控制单元，用于基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令。该系统可以精确探测列车前方道路状况，防止碰撞事故发生，提高轨道车辆运行的安全性。

200

210

数据采集单元

220

检测单元

230

控制单元

1. 一种轨道车辆防碰撞控制系统,其特征在于,所述控制系统包括数据采集单元、检测单元、控制单元,所述检测单元分别与所述数据采集单元、所述控制单元连接;

所述数据采集单元,包括至少两种车载传感器,用于实时采集所述轨道车辆周围待测区域的区域感知数据,并将采集得到的所述区域感知数据发送至所述检测单元;

所述检测单元,用于基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元;

所述控制单元,用于基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令。

2. 如权利要求1所述的轨道车辆防碰撞控制系统,其特征在于,所述控制单元,还用于基于所述目标检测结果生成碰撞预警信息和/或线路状态信息,并将所述碰撞预警信息和/或线路状态信息发送至用户输出设备。

3. 如权利要求2所述的轨道车辆防碰撞控制系统,其特征在于,所述控制单元,还用于响应于用户的输入信息,生成所述轨道车辆的第二行车控制指令。

4. 如权利要求1-3中任一项所述的轨道车辆防碰撞控制系统,其特征在于,所述车载传感器包括图像传感器和雷达传感器。

5. 如权利要求1所述的轨道车辆防碰撞控制系统,其特征在于,所述待测区域包括警惕限界区和车辆限界区,所述待测目标包括静止目标和运动目标;

所述检测单元,用于基于所述区域感知数据对所述警惕限界区内的运动目标进行目标检测以及对所述车辆限界区内的静止目标和运动目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元。

6. 一种轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,所述方法包括:

获取实时采集的所述轨道车辆周围待测区域的区域感知数据,所述区域感知数据包括至少两种车载传感器数据;

基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果;

基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令。

7. 如权利要求6所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

基于所述目标检测结果生成碰撞预警信息和/或线路状态信息,并将所述碰撞预警信息和/或线路状态信息发送至用户输出设备。

8. 如权利要求7所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

响应于用户的输入信息,生成所述轨道车辆的第二行车控制指令。

9. 如权利要求6-8中任一项所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,所述车载传感器数据包括图像数据和雷达数据。

10. 如权利要求9所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果,包括:

对所述图像数据和所述雷达数据进行时间融合和空间融合,得到融合数据;

基于所述融合数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果。

11. 如权利要求6所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,所述待测区域包括警惕限界区和车辆限界区,所述待测目标包括静止目标和运动目标,则基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果,包括:

基于所述区域感知数据对所述警惕限界区内的运动目标进行目标检测以及对所述车辆限界区内的静止目标和运动目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元。

12.如权利要求11所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,所述目标检测结果包括所述待测目标的运动速度、运动方向、与车辆距离、行车指示信息中的一种或多种。

13.如权利要求12所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令,包括:

基于所述运动速度、所述运动方向、所述与车辆距离判断所述轨道车辆与所述待测目标的碰撞风险;

当所述轨道车辆与所述待测目标存在碰撞风险时,生成相应的速度调节指令或紧急制动指令。

14.如权利要求12所述的轨道车辆防碰撞控制方法,其特征在于,基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令,包括:

基于所述与车辆距离、所述行车指示信息生成相应的速度调节指令或紧急制动指令。

15.一种控制设备,其特征在于,所述控制设备包括存储器和处理器,所述存储器上存储有由所述处理器运行的计算机程序,所述计算机程序在被所述处理器运行时,使得安装有所述处理器的控制设备执行如权利要求6-14中的任一项所述的轨道车辆防碰撞控制方法。

16.一种存储介质,其特征在于,所述存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序运行在计算机上,所述计算机程序在运行时使得所述计算机执行如权利要求6-14中的任一项所述的轨道车辆防碰撞控制方法。

轨道车辆防碰撞控制系统、方法、设备和介质

技术领域

[0001] 本申请涉及轨道车辆控制领域,更具体地涉及一种轨道车辆防碰撞控制系统、方法、设备和介质。

背景技术

[0002] 轨道车辆作为公共交通重要组成部分之一,有助于缓解城市拥堵,提高出行效率。通常情况下,传统轨道车辆的运行安全都是依赖于司机对前方路况的主观判断,容易产生视觉疲劳和注意力分散,存在一定的安全隐患。除此以外,在夜晚、雨雾等特殊环境下,司机对周边环境的判断受自身视力的影响较大,无法精准了解列车前方道路状况,制动不及时,容易造成严重安全事故。

[0003] 随着轨道车辆智能技术及自动驾驶的不断深入,车辆安全防范面临更加严峻的考验。因此,如何精确探测列车前方道路状况,防止碰撞事故发生,成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 考虑到上述问题而提出了本申请。本申请提供了一种轨道车辆防碰撞控制系统、方法、设备和介质,可以精确探测列车前方道路状况,防止碰撞事故发生。

[0005] 根据本申请一方面,提供了一种轨道车辆防碰撞控制系统,所述控制系统包括数据采集单元、检测单元、控制单元,所述检测单元分别与所述数据采集单元、所述控制单元连接;

[0006] 所述数据采集单元,包括至少两种车载传感器,用于实时采集所述轨道车辆周围待测区域的区域感知数据,并将采集得到的所述区域感知数据发送至所述检测单元;

[0007] 所述检测单元,用于基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元;

[0008] 所述控制单元,用于基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令。

[0009] 在本申请的一个实施例中,所述控制单元,还用于基于所述目标检测结果生成碰撞预警信息和/或线路状态信息,并将所述碰撞预警信息和/或线路状态信息发送至用户输出设备。

[0010] 在本申请的一个实施例中,所述控制单元,还用于响应于用户的输入信息,生成所述轨道车辆的第二行车控制指令。

[0011] 在本申请的一个实施例中,所述车载传感器包括图像传感器和雷达传感器。

[0012] 在本申请的一个实施例中,所述雷达传感器为激光雷达。

[0013] 在本申请的一个实施例中,所述待测区域包括警惕限界区和车辆限界区,所述待测目标包括静止目标和运动目标;

[0014] 所述检测单元,用于基于所述区域感知数据对所述警惕限界区内的运动目标进行目标检测以及对所述车辆限界区内的静止目标和运动目标进行目标检测,得到目标检测结

果并发送至所述控制单元。

[0015] 根据本申请第二方面,提供了一种轨道车辆防碰撞控制方法,所述方法包括:

[0016] 获取实时采集的所述轨道车辆周围待测区域的区域感知数据,所述区域感知数据包括至少两种车载传感器数据;

[0017] 基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果;

[0018] 基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令。

[0019] 在本申请的一个实施例中,所述方法还包括:

[0020] 基于所述目标检测结果生成碰撞预警信息和/或线路状态信息,并将所述碰撞预警信息和/或线路状态信息发送至用户输出设备。

[0021] 在本申请的一个实施例中,所述方法还包括:

[0022] 响应于用户的输入信息,生成所述轨道车辆的第二行车控制指令。

[0023] 在本申请的一个实施例中,所述车载传感器数据包括图像数据和雷达数据。

[0024] 在本申请的一个实施例中,基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果,包括:

[0025] 对所述图像数据和所述雷达数据进行时间融合和空间融合,得到融合数据;

[0026] 基于所述融合数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果。

[0027] 在本申请的一个实施例中,所述待测区域包括警惕限界区和车辆限界区,所述待测目标包括静止目标和运动目标,则基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果,包括:

[0028] 基于所述区域感知数据对所述警惕限界区内的运动目标进行目标检测以及对所述车辆限界区内的静止目标和运动目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元。

[0029] 在本申请的一个实施例中,所述目标检测结果包括所述待测目标的运动速度、运动方向、与车辆距离、行车指示信息中的一种或多种。

[0030] 在本申请的一个实施例中,基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令,包括:

[0031] 基于所述运动速度、所述运动方向、所述与车辆距离判断所述轨道车辆与所述待测目标的碰撞风险;

[0032] 当所述轨道车辆与所述待测目标存在碰撞风险时,生成相应的速度调节指令或紧急制动指令。

[0033] 在本申请的一个实施例中,基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令,包括:

[0034] 基于所述与车辆距离、所述行车指示信息生成相应的速度调节指令或紧急制动指令。

[0035] 根据本申请第三方面,提供了一种控制设备,所述控制设备包括存储器和处理器,所述存储器上存储有由所述处理器运行的计算机程序,所述计算机程序在被所述处理器运行时,使得安装有所述处理器的控制设备执行如上第二方面任一项所述的轨道车辆防碰撞

控制方法。

[0036] 根据本申请第四方面,提供了一种存储介质,所述存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序运行在计算机上,所述计算机程序在运行时使得所述计算机执行如上第二方面任一项所述的轨道车辆防碰撞控制方法。

[0037] 本申请的轨道车辆防碰撞控制系统通过对待测区域内的目标进行目标检测,进而生成控制指令,从而精确地探测列车前方道路状况,防止碰撞事故发生,提高轨道车辆运行的安全性。

附图说明

[0038] 通过结合附图对本发明实施例进行更详细的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中,相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

[0039] 图1是用于实现本发明实施例的方法的示例控制设备的示意性框图;

[0040] 图2是根据本申请一实施例的轨道车辆防碰撞控制系统示意性结构图;

[0041] 图3是根据本申请一实施例的待测区域的示意性空间位置图;

[0042] 图4是根据本申请第一实施例的轨道车辆防碰撞控制系统示意性结构图;

[0043] 图5是根据本申请一实施例的轨道车辆防碰撞控制方法的示意性流程图;

[0044] 图6是根据本申请第二实施例的轨道车辆防碰撞控制方法的示意性流程图;

[0045] 图7是根据本申请第三实施例的目标检测方法的示意性流程图;

[0046] 图8是根据本申请第四实施例的基于障碍物检测结果生成轨道车辆的第一行车控制指令的方法的示意性流程图;

[0047] 图9是根据本申请第四实施例的距离关系示意图;

[0048] 图10是根据本申请第五实施例的基于信号灯检测结果生成轨道车辆的第一行车控制指令的方法的示意性流程图。

具体实施方式

[0049] 为了使得本发明的目的、技术方案和优点更为明显,下面将参照附图详细描述根据本发明的示例实施例。显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是本发明的全部实施例,应理解,本发明不受这里描述的示例实施例的限制。基于本发明中描述的本发明实施例,本领域技术人员在没有付出创造性劳动的情况下所得到的所有其它实施例都应落入本发明的保护范围之内。

[0050] 针对现有的轨道车辆,本申请提出一种轨道车辆防碰撞控制系统、方法、设备和介质,其中的方法可应用于轨道车辆防碰撞控制系统中。

[0051] 首先,参照图1来描述用于实现本发明实施例的方法的示例控制设备100。

[0052] 如图1所示,控制设备100包括一个或多个处理器101、一个或多个存储装置102、输入装置103、输出装置104,这些组件通过总线系统105和/或其它形式的连接机构(未示出)互连。应当注意,图1所示的控制设备100的组件和结构只是示例性的,而非限制性的,根据需要,所述控制设备也可以具有其他组件和结构。

[0053] 所述处理器101可以是微控制单元 (Microcontroller Unit,MCU)、中央处理器 (Central Processing Unit,CPU)、数字信号处理器(Digital Signal Processing,DSP)、单片机和嵌入式设备或者具有数据处理能力和/或指令执行能力的其它形式的处理单元,并且可以控制电子设备100中的其它组件以执行期望的功能。

[0054] 所述存储装置102可以包括一个或多个计算机程序产品,所述计算机程序产品可以包括各种形式的计算机可读存储介质,例如易失性存储器和/或非易失性存储器。所述易失性存储器例如可以包括随机存取存储器 (RAM) 和/或高速缓冲存储器 (cache) 等。所述非易失性存储器例如可以包括只读存储器 (ROM)、硬盘、闪存等。在所述计算机可读存储介质上可以存储一个或多个计算机程序指令,处理器101可以运行所述程序指令,以实现下文所述的本发明实施例中(由处理器实现)的客户端功能以及/或者其他期望的功能。在所述计算机可读存储介质中还可以存储各种应用程序和各种数据,例如所述应用程序使用和/或产生的各种数据等。

[0055] 所述输入装置103可以是用户用来输入指令的装置,并且可以包括麦克风或触摸屏以及其他输入设备。

[0056] 所述输出装置104可以向外部(例如用户)输出各种信息(例如图像或声音),并且可以包括显示器、扬声器等中的一个或多个。

[0057] 接下来,参照图2来描述根据本申请一实施例的轨道车辆防碰撞控制系统。

[0058] 如图2所示,轨道车辆防碰撞控制系统200包括:数据采集单元210、检测单元220、控制单元230,所述检测单元220分别与所述数据采集单元210、所述控制单元230连接;所述数据采集单元210,包括至少两种车载传感器,用于实时采集所述轨道车辆周围待测区域的区域感知数据,并将采集得到的所述区域感知数据发送至所述检测单元220;所述检测单元220,用于基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元230;所述控制单元230,用于基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令。

[0059] 本申请中的轨道车辆防碰撞控制系统200是利用安装于车上的各种车载传感器,在第一时间收集轨道车辆周围的环境感知数据,进行静、动态物体的辨识、侦测与追踪等技术上的处理,从而能够在最快的时间察觉可能发生的危险,以采取相应的控制措施。

[0060] 车载传感器可以包括图像传感器、雷达传感器、定位传感器、红外传感器等。图像传感器,例如车辆前向摄像头、车辆侧向摄像头和车辆后向摄像头,摄像头采集的感知数据为摄像头视野范围内的图像数据。雷达传感器,例如超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达等,也可以是其他类型的雷达传感器,在此不做具体限定。雷达传感器采集的感知数据为雷达数据。定位传感器可以为全球定位系统 (Global Positioning System,GPS)、全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System,GNSS) 或者惯性导航系统 (Inertial Navigation System,INS) 等。定位传感器采集的数据为车辆的位置数据。

[0061] 本申请中的数据采集单元210可以包括至少两种车载传感器,每种传感器可以包括多个相同的传感器,多个相同的传感器分别设置于车辆不同位置,从而采集待测区域的感知数据。

[0062] 本申请中,待测区域可以包括车辆运行前方的线路区域和线路两侧的区域。这些区域不仅仅是地面区域,还包括从地面到地面上部预设高度的空间区域,例如预设高度可

以取值为稍大于列车高度的一个数值。

[0063] 轨道车辆防碰撞控制系统中,将采集得到的区域感知数据发送至检测单元220可以通过控制器局域网 (Controller Area Network,CAN) 总线、本地互联网 (Local Interconnect Network,LIN) 总线,也可以采用其他总线进行数据传输,本申请对数据传输方式不做具体限定。

[0064] 本申请中,待测目标可以包括避障目标和/或行车指示标识,避障目标可以是动态物体,也可以是静态物体,其中,动态物体例如:行人、机动车辆或者非机动车辆;静态物体例如:线路上的障碍物等。行车指示标识可以是交通信号灯、交通标志等。

[0065] 目标检测结果是基于传感器采集的区域感知数据,按照预设的目标检测算法得到的。目标检测算法本领域技术人员可根据实际需求灵活设定,本申请不做具体限定。输出的目标检测结果可以包括障碍物特征量,例如障碍物类型、大小、距离及速度等,以及交通信号灯信息,例如颜色等信息。

[0066] 轨道车辆防碰撞控制系统中,控制单元230可以基于目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令,例如将障碍物特征量与预先设定阈值进行比较,判断出是否存在碰撞风险,根据是否存在碰撞风险生成第一控制指令,第一控制指令可以包括减速、刹车、按目前车速正常行驶等。

[0067] 需说明的是,本申请的检测单元可以与控制单元分别独立设置,也可以通过同一硬件设备实现,例如,通过同一电子设备中运行的不同程序或功能模块来分别实现。

[0068] 本申请的防碰撞控制系统可以用于地铁、轻轨及有轨电车上,可精确地探测车辆前方道路状况,防止碰撞事故发生,提高轨道车辆运行的安全性。

[0069] 根据本申请的一个实施例,所述控制单元,还用于基于所述目标检测结果生成碰撞预警信息和/或线路状态信息,并将所述碰撞预警信息和/或线路状态信息发送至用户输出设备。

[0070] 这里,控制单元可以基于目标检测结果判断是否存在碰撞风险,当存在碰撞风险时,生成碰撞预警信息,预警信息中可以包括障碍物的类型、预计发生碰撞的位置等。当目标检测结果包括交通信号灯信息时,控制单元可以基于目标检测结果判断前方线路是否可以继续通行,例如,当检测到红色信号灯时,线路状态信息为前方禁止通行;当检测到黄色信号灯时,提示车辆应该慢速通行,线路状态信息是慢速通行。

[0071] 控制单元将碰撞预警信息和/或线路状态信息发送至用户输出设备,以便向用户展示。用户输出设备可以向外部(例如用户)输出各种信息(例如图像或声音),可以包括声光单元和/或显示单元。声光单元可以包括并不限于蜂鸣器,指示灯等,显示单元可以包括并不限于显示器、触摸屏、综合监控大屏幕等。显示器、触摸屏可以设置于轨道车辆上,例如车载监控屏,也可以设置于调度台上。声光单元用于通过指示灯闪烁、蜂鸣器的启动进行报警提示。

[0072] 根据本申请的一个实施例,所述控制单元,还用于响应于用户的输入信息,生成所述轨道车辆的第二行车控制指令。

[0073] 在本实施例中,控制单元还具有输入设备,例如键盘、鼠标等,用于接收用户的输入信息。这里用户的输入信息可以是人工下发的调度指令,例如减速、刹车等。控制单元基于用户输入的调度指令生成第二控制指令。

[0074] 根据本申请的一个实施例,所述车载传感器包括图像传感器和雷达传感器。优选地,雷达传感器为激光雷达,图像传感器为高清智能相机。

[0075] 通过机器视觉进行障碍物检测容易受到天气和光照等环境因素的影响,而雷达探测受天气和光照影响较小,但难以识别障碍物类型,只能获得目标距离、速度等信息。本实施例中采用高清智能相机和雷达探测集成的方式对列车前方路况进行精确识别及探测,可以克服单一传感器存在的缺陷。

[0076] 根据本申请的一个实施例,所述待测区域包括警惕限界区和车辆限界区,所述待测目标包括静止目标和运动目标;所述检测单元,用于基于所述区域感知数据对所述警惕限界区内的运动目标进行目标检测以及对所述车辆限界区内的静止目标和运动目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元。

[0077] 图3是根据本申请一实施例的待测区域的示意性空间位置图,图3中(a)为俯视图,(b)为正视图。如图3所示,将待测区域划分为车辆限界A区和警惕限界B区。在车辆限界A区内,需要探测所有存在危险障碍物,包括运动目标,例如人、车辆;以及静止目标,例如石头等其他障碍物,而在警惕限界B区内,只需要检测快速运动目标,警惕运动目标向危险区域车辆限界A区移动,而在A区和B区之外智能相机和激光雷达采集的信息可直接忽略。

[0078] 通过划分不同区域,可以减小搜索范围,缩短处理时间。通过对不同区域检测不同的目标,可以提高处理的准确性,同时也可提高处理效率。

[0079] 接下来,参阅图4来描述根据本申请第一实施例的轨道车辆防碰撞控制系统。

[0080] 为了有效解决列车碰撞问题,本实施例提供一种轨道车辆防碰撞控制系统,如图4所示,主要包括:防碰撞检测系统410、列车中央控制单元420、牵引和制动控制器430、车载监控屏440、无线传输模块450及OCC综合监控大屏460。各设备之间通过通讯电缆进行连接,实现设备之间即时通信。

[0081] 防碰撞检测系统410,用于采集列车前方线路状态信息,并进行数据融合及处理。列车中央控制单元420,用于对牵引和制动进行智能控制与状态管理。牵引和制动控制器430,用于控制列车牵引和制动执行机构,调节列车运行速度及紧急制动。车载监控屏440,用于列车前方线路实时视频监控、线路状态监控、碰撞预警提示及控制信号输入等。无线传输模块450,用于列车与地面之间无线通信。运行控制中心(operation control center, OCC)综合监控大屏460,用于OCC远程线路实时监视、线路状态监控、碰撞预警提示及控制信号输入。

[0082] 具体地,防碰撞检测系统410包括传感探测装置和数据处理模块。传感探测装置包括高清智能相机和激光雷达。高清智能相机用于采集列车前方线路高清图像信息,对障碍物进行识别与跟踪等。同时支持日夜两套参数独立配置,双滤光片切换器红外滤片式,满足全天候各种光照下高清图像采集。激光雷达用于探测列车前方线路障碍物方位、距离和速度等信息。

[0083] 本实施中的数据处理模块用于对智能相机和激光雷达采集信息进行限界划分、图像处理、数据融合及数据处理。这里,限界划分指的是根据列车可能碰撞障碍物危险等级,图像处理主要包括格式转换、均值滤波、中值滤波、边缘检测和形态学图像处理等。数据融合指的是通过统一高清智能相机和激光雷达坐标系和时间轴,实现高清智能相机和激光雷达在空间及时间上融合,建立智能相机和激光雷达的数据融合模型。数据处理模块主要按

照目标需求对数据进行处理、分析和测量,根据测量结果做出定性和定量解释,输出障碍物特征量和交通信号灯等信息。

[0084] 本实施例中的列车中央控制单元420具有智能控制模块,用于对数据处理后的障碍物特征量和交通信号灯等信息,与预先设定阈值进行比较,判断出是否存在碰撞风险,输出最优行车控制决策。

[0085] 具体地,列车中央控制单元具有状态管理模块,用于将列车前方线路状态信息及列车运行状态信息反馈至车载监控屏或OCC综合监控大屏。列车中央控制单元具有IO接口模块,用于车载监控屏或OCC远程手动输入行车控制指令。

[0086] 本实施例中的牵引和制动控制器430,用于接收列车中央控制单元420行车控制指令,进行控制牵引和制动执行机构,实现列车行驶速度调节及紧急制动。

[0087] 本实施例中的车载监控屏440,包括信息显示模块、声光报警模块及控制输入模块。信息显示模块用于线路视频实时监视、线路状态信息显示及车辆状态信息显示。声光报警模块用于碰撞预警语音播报及声光报警提示。控制输入模块用于手动行车控制指令输入,实现手动控制列车牵引和制动系统,实现车辆速度调节及紧急制动。

[0088] 本实施例中的无线传输模块450,用于列车和地面OCC之间无线通信连接,实现列车中央控制单元420和OCC综合监控大屏460之间数据通信。

[0089] 具体地,OCC综合监控大屏,用于OCC远程视频监视、线路状态监控、车辆状态信息显示、碰撞预警及行车控制指令输出。

[0090] 本实施例的轨道车辆防碰撞控制系统具有实时视觉监控、障碍物检测、智能控制、线路状态监控及碰撞预警等功能,有效避免了列车碰撞事故发生,保障乘客生命及财产安全。

[0091] 本申请实施例还提供了一种轨道车辆防碰撞控制方法,应用于以上实施例中的轨道车辆防碰撞控制系统中。

[0092] 接下来,参照图5来描述根据本申请一实施例的轨道车辆防碰撞控制方法。

[0093] 在步骤S510中,获取实时采集的所述轨道车辆周围待测区域的区域感知数据,所述区域感知数据包括至少两种车载传感器数据。

[0094] 这里,车载传感器数据可以是图像传感器数据、雷达传感器数据、定位传感器数据、红外传感器数据中的至少两种。每种传感器数据可以包括多路数据,例如通过不同位置的传感器采集的数据。

[0095] 在步骤S520中,基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果。

[0096] 具体地,输出的目标检测结果可以包括障碍物特征量,例如障碍物类型、大小、距离、速度、方向等,以及交通信号灯信息,例如颜色等信息。

[0097] 在步骤S530中,基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令。

[0098] 第一控制指令可以包括减速、刹车、按目前车速正常行驶等,第一控制指令用于驱动列车牵引和制动控制器,实现列车行驶速度调节及紧急制动

[0099] 本申请的控制方法可精确探测列车前方道路状况,防止碰撞事故发生,提高轨道车辆运行的安全性。

[0100] 根据本申请的一个实施例,所述方法还包括:

[0101] 基于所述目标检测结果生成碰撞预警信息和/或线路状态信息,并将所述碰撞预警信息和/或线路状态信息发送至用户输出设备。

[0102] 根据本申请的一个实施例,所述方法还可以包括:

[0103] 响应于用户的输入信息,生成所述轨道车辆的第二行车控制指令。

[0104] 接下来,参阅图6来描述根据本申请第二实施例的轨道车辆防碰撞控制方法。

[0105] 本实施例中的轨道车辆防碰撞控制方法可应用于图5所示的轨道车辆防碰撞控制系统中,具体包括:

[0106] 步骤S01,防碰撞检测系统采集列车前方线路状态信息,进行数据融合和处理,提取障碍物特征量(如障碍物类型、大小、距离、速度及方位等)和交通信号灯等信息;

[0107] 步骤S02,根据处理后障碍物特征量和交通信号灯信息,进行对比判断。当无交通信号灯信息或障碍物在交通信号灯停车截止线前,进入步骤S03;否则,直接进入步骤S04;

[0108] 步骤S03,列车中央控制单元获取障碍物特征量(如障碍物类型、距离、速度及方位等),与预先设定阈值进行比较,判断出是否存在碰撞风险,输出最优行车控制决策;

[0109] 步骤S04,列车中央控制单元获取交通信号灯信息,与预先设定阈值进行比较,输出最优行车控制决策;

[0110] 步骤S05,判断列车是否自动驾驶模式,若自动驾驶模式,进入步骤S06;否则,直接进入步骤S08;

[0111] 步骤S06,列车中央控制单元将行车最优控制指令直接输出至牵引和制动控制器,调节列车运行速度或紧急制动,避免列车发生碰撞事故。

[0112] 步骤S07,列车中央控制单元将线路状态信息、列车运行信息及碰撞预警信息反馈至车载监控屏和OCC综合监控大屏。

[0113] 步骤S08,列车中央控制单元将列车运行最优行车控制决策、线路状态信息、列车运行信息及碰撞预警信息反馈至车载监控屏和OCC综合监控大屏;

[0114] 步骤S09,司机或调度工作人员,根据最优行车控制决策,手动下发行车控制指令至牵引和制动控制器,调节列车运行速度或紧急制动,避免列车发生碰撞事故。

[0115] 本实施例通过防碰撞检测系统实时采集列车前方线路状态信息,包含交通警示灯和障碍物(车辆、行人及其他障碍物),进行数据处理及特征量提取。列车中央控制单元获取交通警示灯信息或障碍物特征量(类型、大小、距离、速度及方位等),通过与设定阈值进行对比,判断出是否存在碰撞风险,输出最优控制决策。牵引和制动控制器接收到控制指令后,调节列车运行速度或紧急制动,避免列车发生碰撞事故。同时保留手动控车模式,车载监控屏或OCC综合监控大屏收到最优控制决策、前方线路状态信息及防碰撞预警信息,人为手动下发控制指令至牵引和制动控制器,调节列车运行速度,从而可有效防止碰撞事故发生,提高轨道车辆运行的安全性。

[0116] 根据本申请的一个实施例,所述车载传感器数据包括图像数据和雷达数据。

[0117] 相应地,基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果,可以包括:

[0118] 对所述图像数据和所述雷达数据进行时间融合和空间融合,得到融合数据;

[0119] 基于所述融合数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果。

[0120] 优选地,所述待测目标包括静止目标和运动目标,则基于所述区域感知数据对所述待测区域内的待测目标进行目标检测,得到目标检测结果,包括:

[0121] 基于所述区域感知数据对所述警惕限界区内的运动目标进行目标检测以及对所述车辆限界区内的静止目标和运动目标进行目标检测,得到目标检测结果并发送至所述控制单元。

[0122] 接下来,参阅图7来描述根据本申请第三实施例的目标检测方法。

[0123] 本实施例中的目标检测方法包括:

[0124] 步骤S011,高清智能相机实时获取列车前方图像信息;

[0125] 步骤S012,图像处理,根据界限划分,识别出车辆限界A区所有的障碍物;

[0126] 步骤S013,识别并跟踪警惕限界B区快速移动物品;

[0127] 步骤S014,识别交通信号灯及交通警示牌信息;

[0128] 步骤S015,激光雷达实时获取列车前方障碍物距离、速度及方位等信息;

[0129] 步骤S016,数字信号处理,根据界限划分,筛选出车辆限界A区中障碍物距离、速度及方位等信息,这里障碍物包括运动障碍物和静止障碍物;

[0130] 步骤S017,标注并跟踪警惕限界B区快速移动物品;

[0131] 步骤S018,将高清智能相机和激光雷达进行数据融合

[0132] 步骤S019,进行数据处理,输出交通信号灯信息和障碍物特征量(类型、大小、距离及速度等)。

[0133] 其中,车辆限界A区和警惕限界B区指的是根据实际障碍物可能碰撞的危险等级,人为划分不同的危险等级区域。危险等级区域也可以采用其他划分方式,本实施例对危险等级区域的划分不做具体限定。危险等级区域的划分能够有效标识出图像中感兴趣的区域,以减小搜索范围,缩短处理时间,提高处理的准确性。

[0134] 根据本申请的一个实施例,基于所述目标检测结果生成所述轨道车辆的第一行车控制指令,包括:

[0135] 当待测目标是障碍物时,基于所述运动速度、所述运动方向、所述与车辆距离判断所述轨道车辆与所述待测目标的碰撞风险;当所述轨道车辆与所述待测目标存在碰撞风险时,生成相应的速度调节或紧急制动指令;

[0136] 当待测目标是行车指示信息,例如交通信号灯时,基于与车辆距离、信号灯颜色信息生成相应的速度调节或紧急制动指令。

[0137] 接下来,参阅图8来描述根据本申请第四实施例的基于障碍物检测结果生成轨道车辆的第一行车控制指令的方法。

[0138] 本实施例中,第一行车控制指令的生成方法包括:

[0139] 步骤S031,列车中央控制单元获特征量,障碍物类型、大小、距离及速度等信息;

[0140] 步骤S032,在车辆限界A区是否存在障碍物,如存在障碍物,进入步骤S033;否则,直接进入步骤S036;

[0141] 步骤S033,根据障碍物类型及大小,判断障碍物是否危险到列车,若障碍物危险到车辆,进入步骤S035;否则,直接进入步骤S034;

[0142] 步骤S034,当 $S < d_0$ 时,车辆按公式(1)所示的加速度函数关系:

$$[0143] \quad \alpha = \frac{V_{10}^2 - V_{1t}^2}{2S} \quad (1)$$

[0144] 将列车速度从初始速度 V_{10} 均匀减速至安全速度 V_{1t} ,以安全速度通过障碍物;其中, S 为列车与障碍物之间实测距离。

[0145] 步骤S035,当 $V_{12} > V_1$ (即列车与障碍物相向而行),且 $S < 2d_0$ 时,立即紧急制动;当 $V_{12} = V_1$ (即障碍物静止),且 $S < d_0$ 时,进行紧急制动;当 $V_{12} < V_1$ (即列车与障碍物同向而行),且 $S < d_0$ 时,立即减速操作,当 $S < d_2 + d_3$ 时,进行紧急制动;其中, V_{12} 为相对速度, $V_{12} = V_1 - V_2$, V_1 为列车实际速度, V_2 为障碍物运动速度;

[0146] 步骤S036,判断警惕限界B区是否存在障碍物,且向车辆限界A区限速运动,若有障碍物快速入侵A区,进入步骤S037;否则,直接进入步骤S038;

[0147] 步骤S037,当 $S < d_0$ 时,车辆按加速度函数关系,将速度均匀减速至安全速度 V_{1t} ,以安全速度通过障碍物;

[0148] 步骤S038,列车保持原有运行状态;

[0149] 步骤S039,输出行车最优控制指令。

[0150] 其中,安全速度 V_{1t} 是根据车辆制动性能规定相对安全速度,初步设定为30km/h。请参阅图9, d_0 为安全响应距离, $d_0 = d_1 + d_2 + d_3$; $d_1 = V_1 * T_1$ 为反响距离, T_1 为反应时间,初步取5s;

$d_2 = \frac{V_1^2}{2\alpha}$ 为理论刹车距离; d_3 为安全间距,初步定义为3m。

[0151] 接下来,参阅图10来描述根据本申请第五实施例的基于信号灯检测结果生成轨道车辆的第一行车控制指令的方法。

[0152] 本实施例中,第一行车控制指令的生成方法包括:

[0153] 步骤S041,列车中央控制单元获取交通信号灯信息;

[0154] 步骤S042,交通信号灯是否禁止通行,即是否为红灯;若为红灯,进入步骤S043;否则,直接进入步骤S044;

[0155] 步骤S043,当 $S < 100\text{m}$ 时,车辆按加速度函数关系,均匀减速,确保车辆在截止线3米前停车;

[0156] 步骤S044,交通信号灯是否慢速通行,即是否为黄灯;若为黄灯,进入步骤S045;否则,直接进入步骤S046;

[0157] 步骤S045,当 $S < 100\text{m}$ 时,车辆按加速度函数关系,将速度均匀减速至安全速度,以安全速度通过截止线。

[0158] 步骤S046,列车保持原有运行状态;

[0159] 步骤S047,输出行车最优控制指令。

[0160] 本申请实施例还提供了一种控制设备,所述控制设备包括存储器和处理器,所述存储器上存储有由所述处理器运行的计算机程序,所述计算机程序在被所述处理器运行时,使得安装有所述处理器的控制设备执行如上任一实施例所述的轨道车辆防碰撞控制方法。

[0161] 本申请实施例还提供了一种存储介质,所述存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序运行在计算机上,所述计算机程序在运行时使得所述计算机执行如上任一实施例所述的轨道车辆防碰撞控制方法。

[0162] 尽管这里已经参考附图描述了示例实施例,应理解上述示例实施例仅仅是示例性的,并且不意图将本发明的范围限制于此。本领域普通技术人员可以在其中进行各种改变和修改,而不偏离本发明的范围和精神。所有这些改变和修改意在包括在所附权利要求所要求的本发明的范围之内。

[0163] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业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。

[0164] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现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设备,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0165] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0166] 类似地,应当理解,为了精简本发明并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在对本发明的示例性实施例的描述中,本发明的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该本发明的的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多的特征。更确切地说,如相应的权利要求书所反映的那样,其发明点在于可以用少于某个公开的单个实施例的所有特征的特征来解决相应的技术问题。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要求本身都作为本发明的单独实施例。

[0167] 本领域的技术人员可以理解,除了特征之间相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0168] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0169] 本发明的各个部件实施例可以以硬件实现,或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现,或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解,可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器(DSP)来实现根据本发明实施例的物品分析设备中的一些模块的一些或者全部功能。本发明还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的装置程序(例如,计算机程序和计算机程序产品)。这样的实现本发明的程序可以存储在计算机可读介质上,或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下下载得到,或者在载体信号上提供,或者以任何其他形式提供。

[0170] 应该注意的是上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制,并且本领域

域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。在权利要求中，不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本发明可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中，这些装置中的若干个可以通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

[0171] 以上所述，仅为本发明的具体实施方式或对具体实施方式的说明，本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

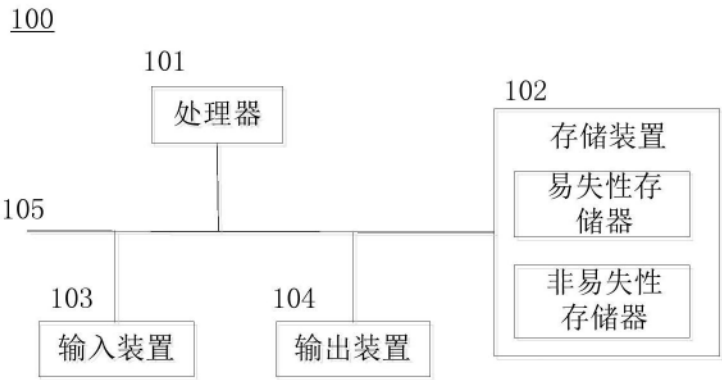


图1

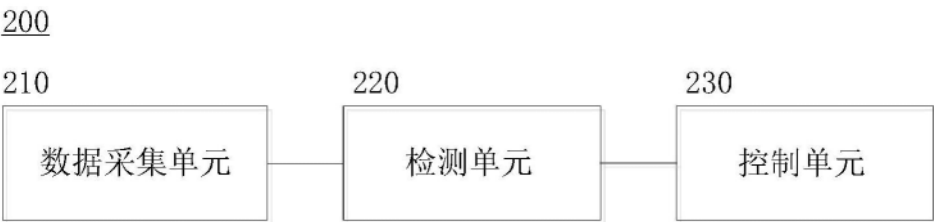


图2

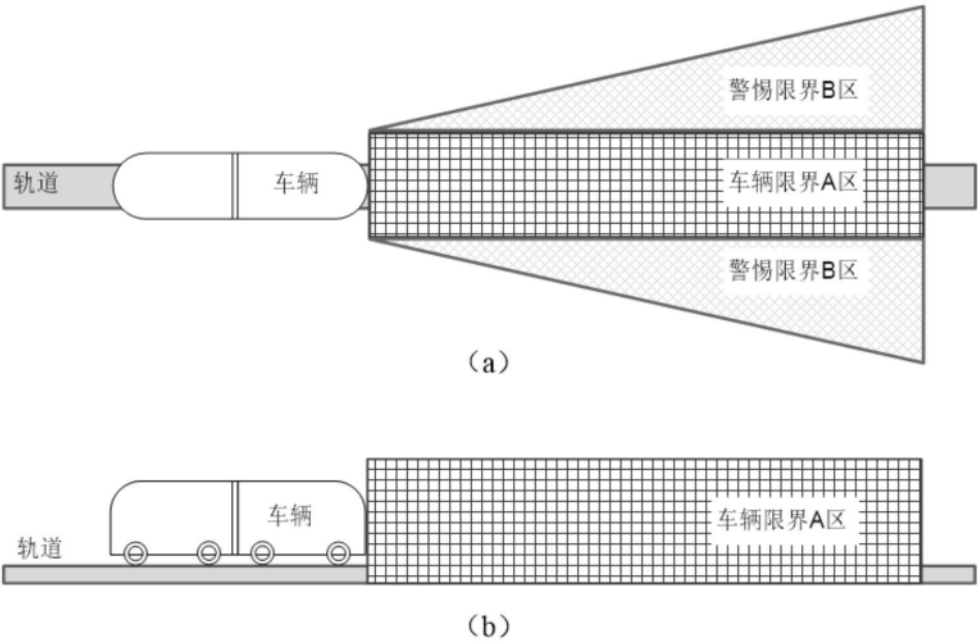


图3

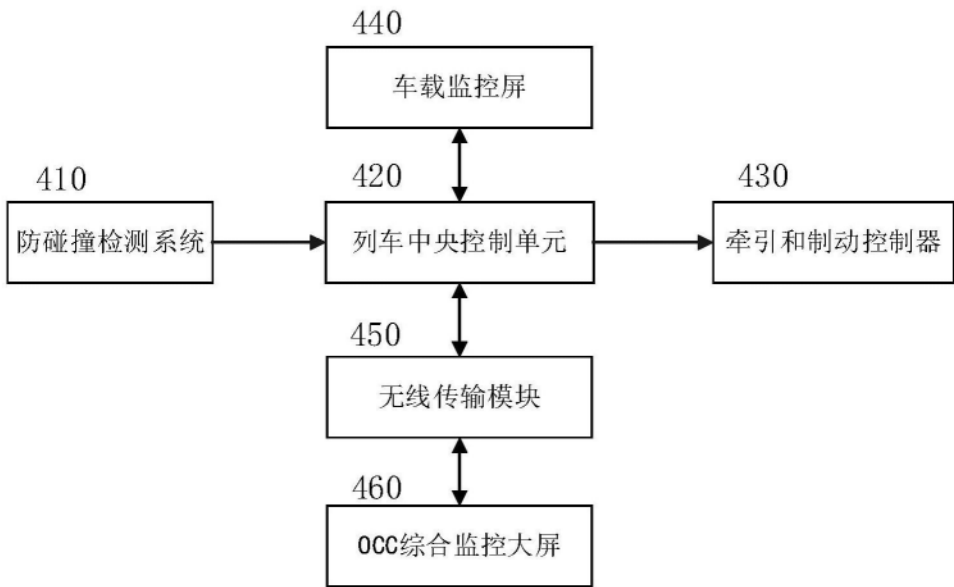


图4

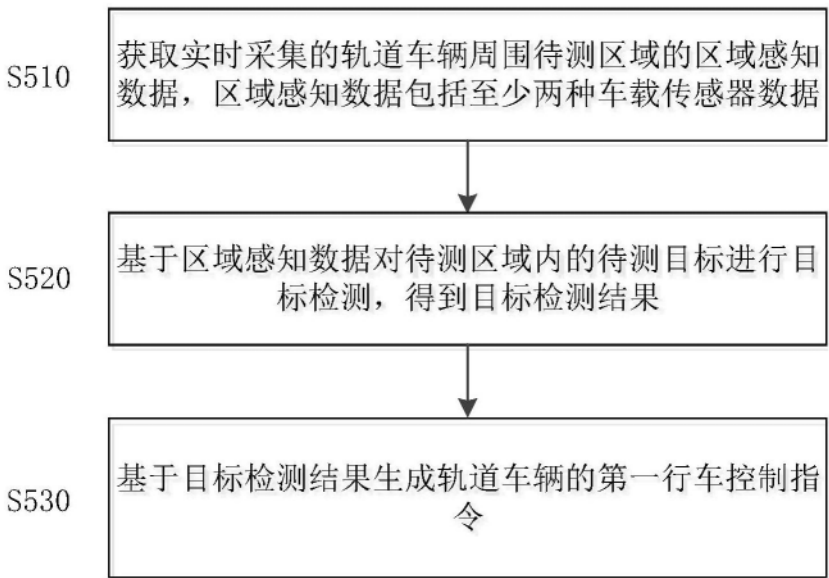


图5

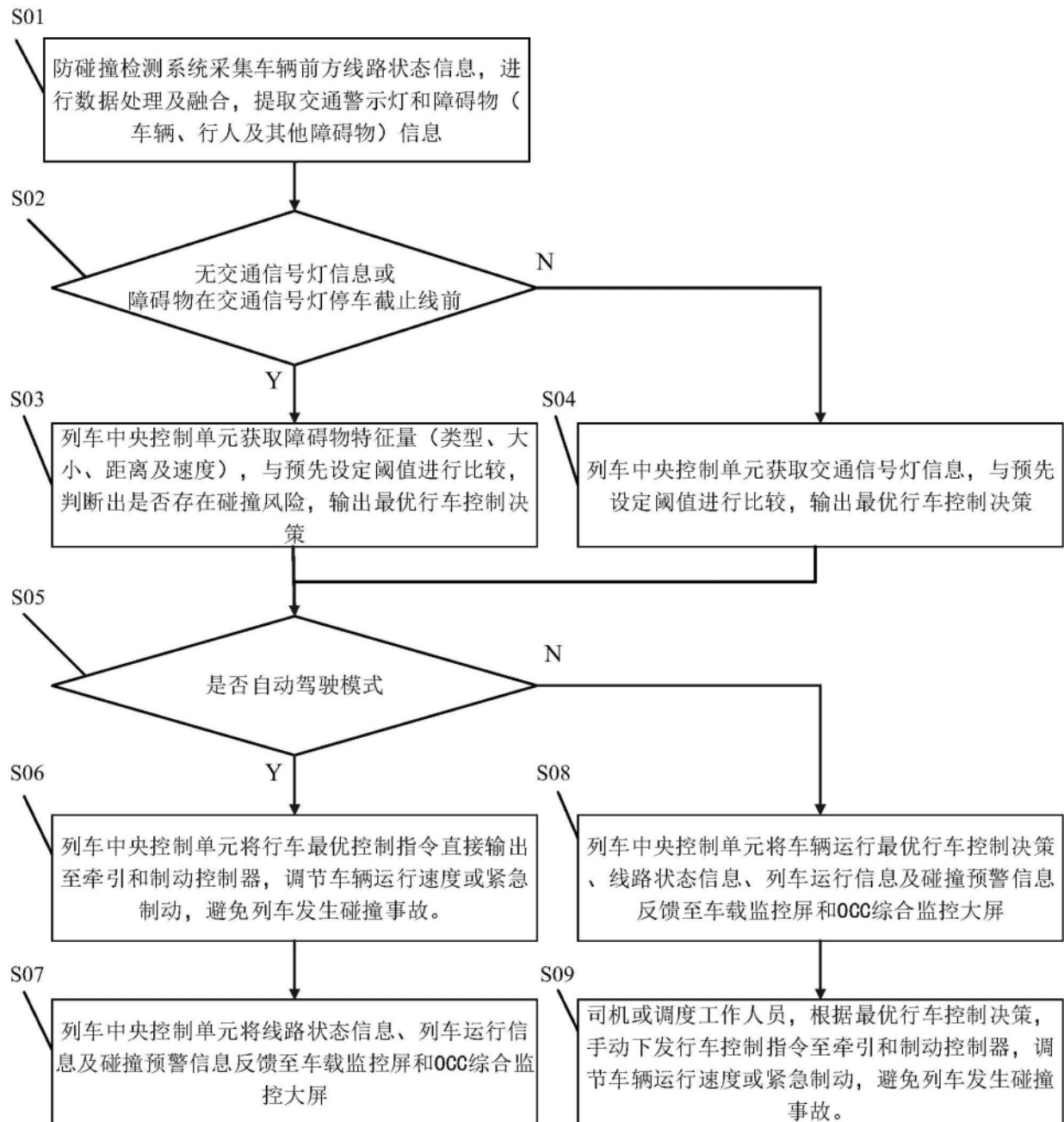


图6

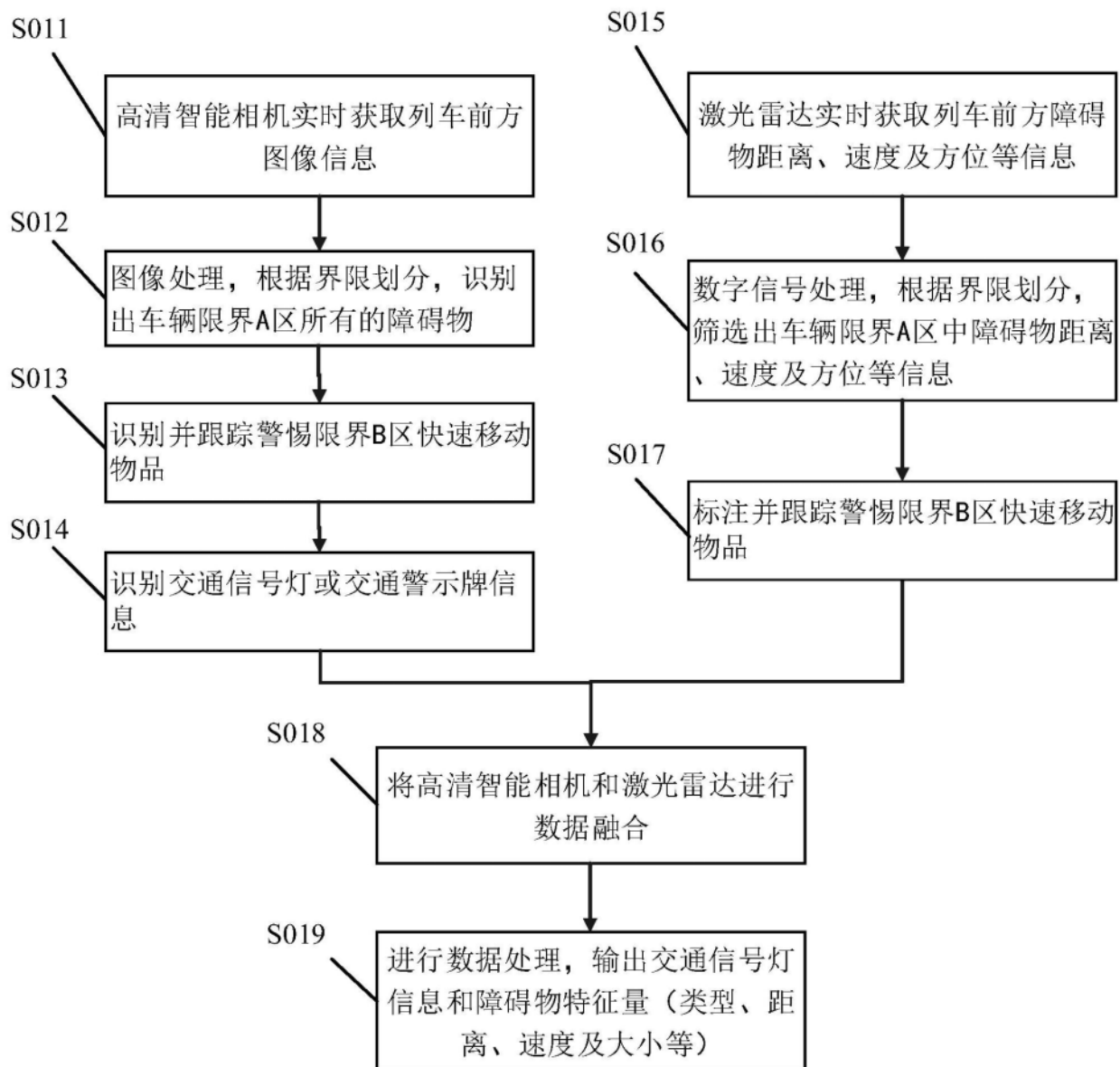


图7

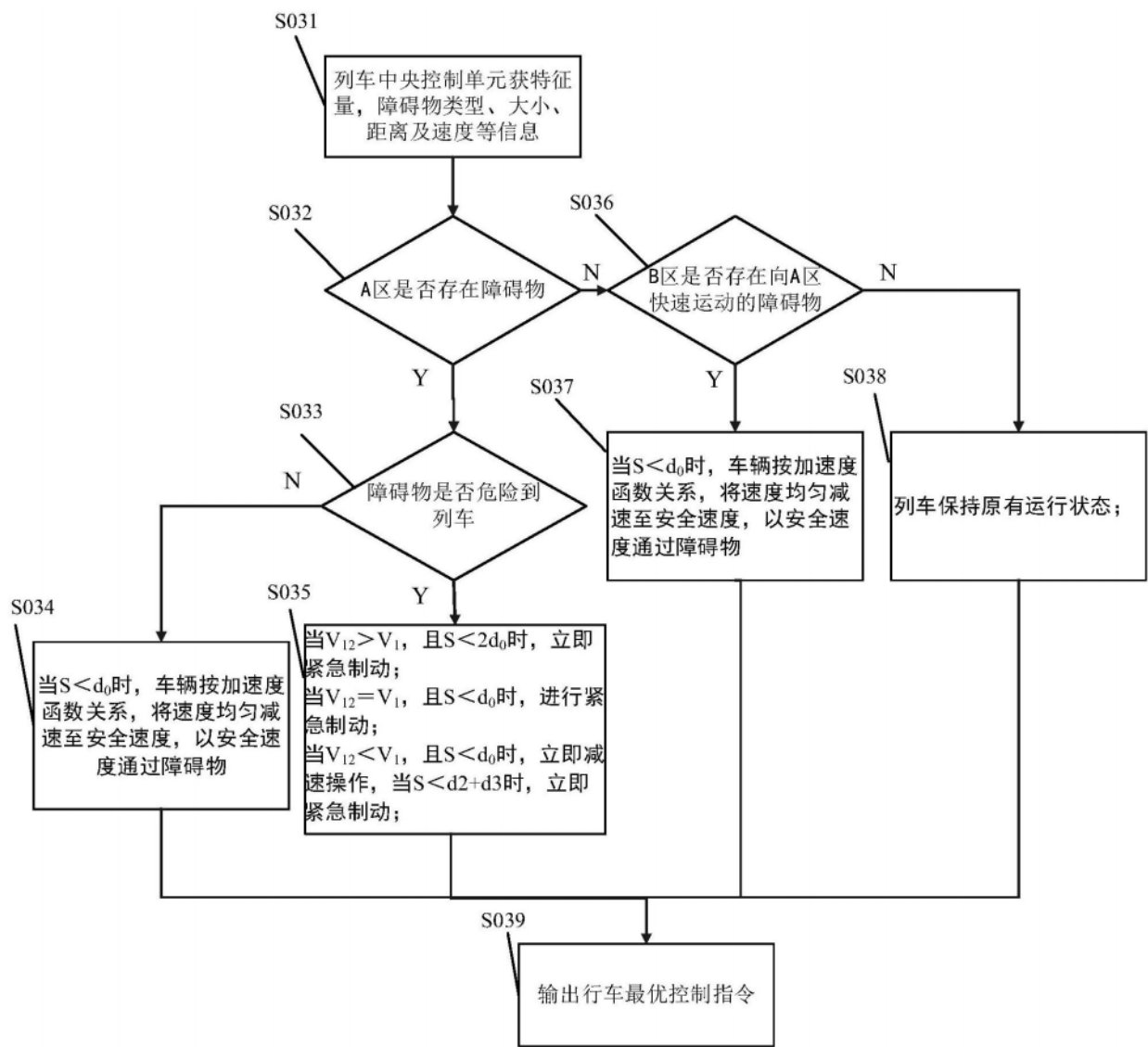


图8

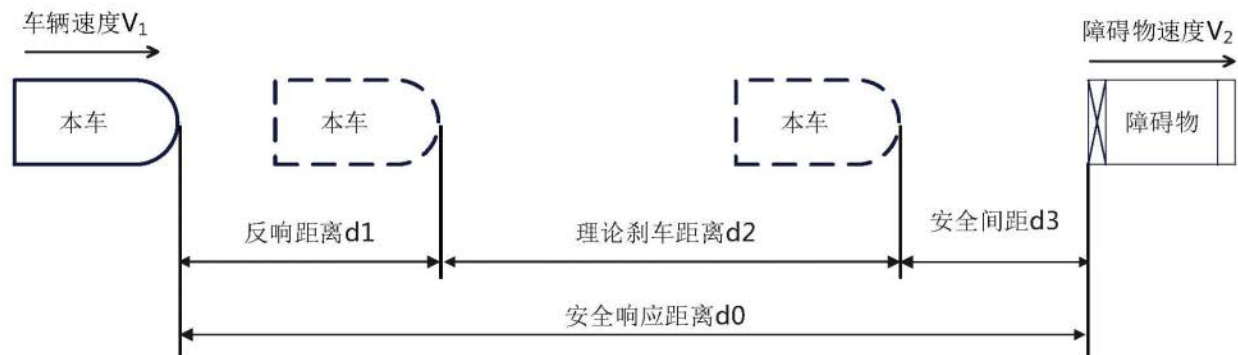


图9

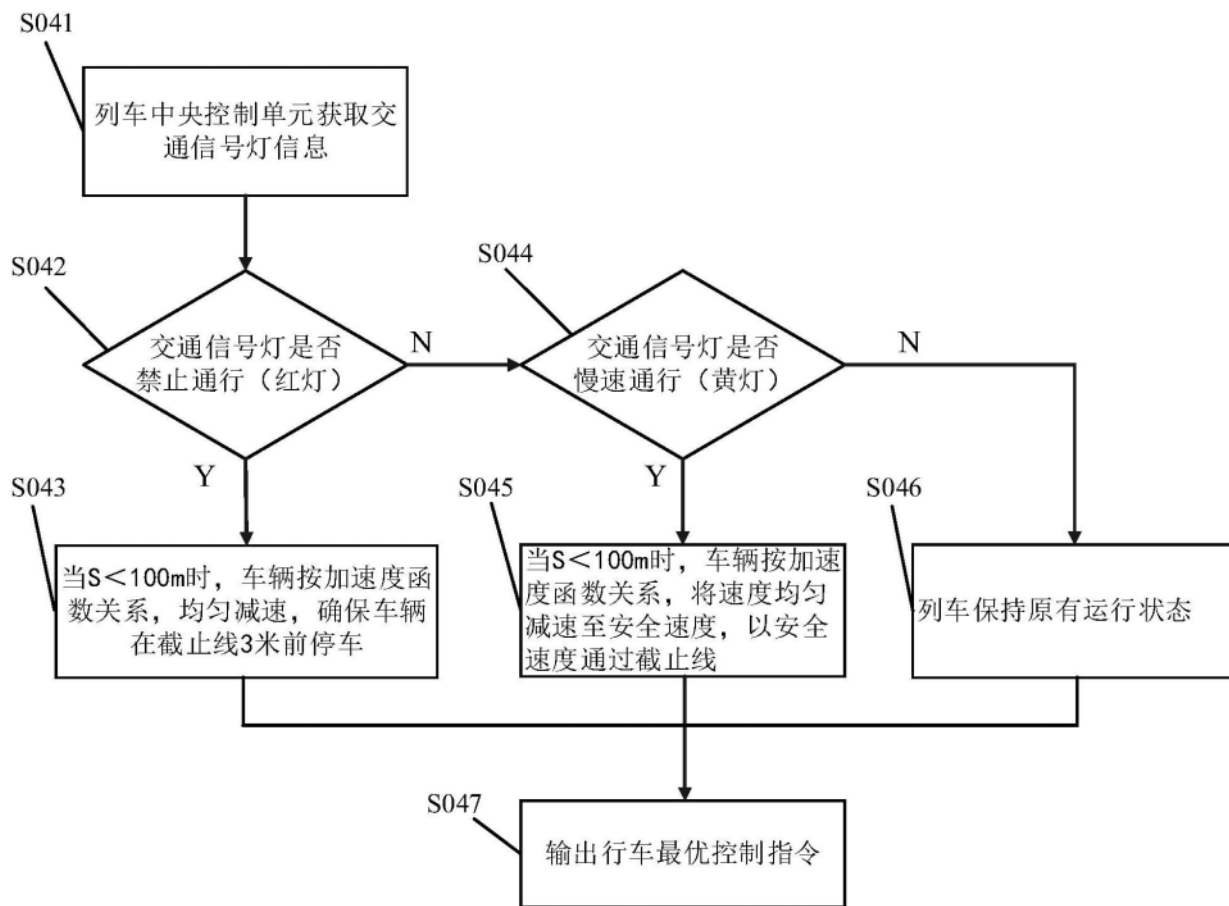


图10