



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109664916 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201710977491.9

(22) 申请日 2017.10.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109664916 A

(43) 申请公布日 2019.04.23

(73) 专利权人 交控科技股份有限公司

地址 100070 北京市丰台区科技园海鹰路6
号院总部国际2号、3号楼

(72) 发明人 郜春海 张强 孙军国

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 彭琼

(51) Int. Cl.

B61L 15/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101934807 A, 2011.01.05

CN 107037436 A, 2017.08.11

CN 106672020 A, 2017.05.17

CN 106515797 A, 2017.03.22

CN 206136125 U, 2017.04.26

CN 206475876 U, 2017.09.08

KR 20140098375 A, 2014.08.08

KR 20140082447 A, 2014.07.02

李聪. 基于状态机的车车通信环境下列车通信协作研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2017, (第06期), 第6-40页.

杜恒等. 基于地面无联锁及区域控制器的新一代CBTC系统方案.《都市轨道交通》.2017, 第30卷(第4期), 第91-95页.

审查员 伊相心

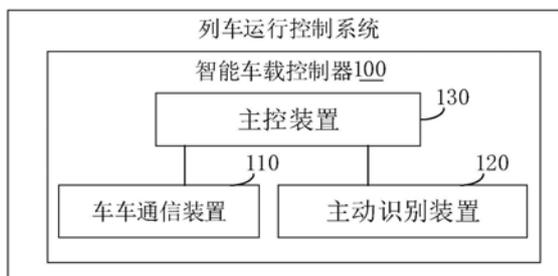
权利要求书3页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

以车载控制器为核心的列车运行控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统,包括设置在各列车上的智能车载控制器IVOC, IVOC包括车车通信装置、主动识别装置和主控装置。车车通信装置用于获取其他列车的当前运行信息;主动识别装置用于判断本车运行前方是否存在障碍物,在存在时,确定障碍物与本车之间的距离;主控装置用于根据本车的当前运行信息和前方通信邻车的当前运行信息计算本车的第一移动授权MA,在没有障碍物时,将第一MA确定为最终MA,在存在障碍物时,根据上述距离确定本车的第二MA,根据第一MA和第二MA确定最终MA。通过该控制系统,避免了列车运行前方出现障碍物时,列车追尾或更严重事故的发生。在保障列车安全运行的前提下,还能够提高了列车运行效率。



1. 一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统,其特征在于,所述控制系统包括设置在各列车上的智能车载控制器IVOC,所述IVOC包括车车通信装置、主动识别装置和主控装置;

所述车车通信装置,用于列车间的信息交互,获取其他列车的当前运行信息,并将其他列车的当前运行信息发送到所述主控装置,其中,所述当前运行信息包括列车的当前位置、运行方向和运行速度;

所述主动识别装置,用于判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,确定障碍物与本车之间的距离,并将识别结果发送到所述主控装置,所述识别结果包括判断结果,以及在存在障碍物时确定出的所述距离;所述主动识别装置的可识别距离大于本车的紧急制动运行距离,且不大于预设的相邻列车之间的最小安全运行距离;

所述主控装置,用于根据本车的当前运行信息和其他列车的当前运行信息识别出本车的前方通信邻车,根据本车的当前运行信息和前方通信邻车的当前运行信息计算本车的第一移动授权MA,在所述识别结果为没有障碍物时,将第一MA确定为本车的最终MA,在所述识别结果为存在障碍物时,根据所述识别结果中的距离确定本车的第二MA,依据所述第一MA和所述第二MA确定本车的最终MA;

所述主控装置,具体用于在第一MA的运行终点在第二MA的运行终点的前方时,将第二MA确定为最终MA,在第二MA的运行终点在第一MA的运行终点的前方时,将第一MA或第二MA确定为最终MA。

2. 根据权利要求1所述的控制系统,其特征在于,所述控制系统还包括:

运行信息确定装置,用于确定本车的当前运行信息,并将本车的当前运行信息发送到所述车车通信装置和所述主控装置;

所述车车通信装置包括:

数据收发模块,用于广播本车的当前运行信息,接收其他列车广播的其他列车的当前运行信息。

3. 根据权利要求2所述的控制系统,其特征在于,所述数据收发模块包括数传电台。

4. 根据权利要求2所述的控制系统,其特征在于,所述运行信息确定装置包括设置在列车上的RFID阅读器、加速度计和运行信息确定模块,以及按照预设距离间隔设置在列车运行轨道上的RFID标签;

所述RFID阅读器,用于读取列车运行中所经过的RFID标签的标签信息,所述标签信息包括标签位置信息和标签读取时间;

所述加速度计,用于检测本车当前的运行加速度;

所述运行信息确定模块,用于根据所述标签信息确定本车的当前位置和运行方向,根据本车上一时刻的运行速度和所述运行加速度计算本车的当前运行速度。

5. 根据权利要求4所述的控制系统,其特征在于,所述运行信息确定装置还包括设置于列车上的运行状态确认模块;

所述运行状态确认模块,用于在所述运行加速度为零时,确定本车的运行状态,所述运行状态为匀速运动或静止;

所述运行信息确定模块,还用于在所述运行状态为匀速运动时,将本车上一时刻的运行速度确定为本车的当前运行速度,在所述运行状态为静止时,将所述本车的当前运行速

度确定为零。

6. 根据权利要求1所述的控制系统,其特征在于,所述主动识别装置包括以下模块中的至少一个:

图像识别模块,用于获取本车运行中的前方图像,根据所述前方图像和预置的轨道模板图像判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的映射关系,确定障碍物与本车的第一距离;

激光雷达识别模块,用于通过激光雷达获取本车运行前方的场景成像,根据所述场景成像和预置的轨道沿线场景电子地图,判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,通过激光雷达确定障碍物与本车之间的第二距离。

7. 根据权利要求6所述的控制系统,其特征在于,所述主动识别装置包括所述图像识别模块和所述激光雷达识别模块时,

所述主控装置,具体用于在所述第一距离和所述第二距离的差值小于第一设定距离,根据所述第二距离计算本车的第二MA,在所述第一距离和所述第二距离的差值不小于第一设定距离时,根据所述第一距离和所述第二距离中的较小值计算本车的第二MA。

8. 根据权利要求6所述的控制系统,其特征在于,所述主动识别装置还包括:

毫米波雷达识别模块,用于在所述图像识别模块或所述激光雷达识别模块判断存在障碍物时,通过毫米波雷达确定障碍物与本车之间的第三距离;

所述主控装置,具体用于在所述第一距离与所述第三距离的差值小于第二设定距离或所述第二距离与所述第三距离的差值小于第三设定距离时,根据所述第三距离计算本车的第二MA。

9. 根据权利要求6所述的控制系统,其特征在于:所述图像识别模块包括第一图像采集单元和第二图像采集单元,第一图像采集单元和第二图像采集单元分别与图像识别单元连接;

所述主控装置,还用于控制所述第一图像采集单元和所述第二图像采集单元同步进行图像采集;

所述第一图像采集单元,用于采集本车运行中的第一前方图像;

所述第二图像采集单元,用于采集本车运行中的第二前方图像;

所述图像识别单元,用于根据所述第一前方图像和预置的第一轨道模板图像判断运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在第一前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的第一映射关系,确定障碍物与本车的第四距离,得到第一识别结果,根据所述第二前方图像和预置的第二轨道模板图像判断运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在第二前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的第二映射关系,确定障碍物与本车的第五距离,得到第二识别结果,将第一识别结果和第二识别结果发送给所述主控装置;

所述主控装置,还用于在第一识别结果和第二识别结果中只有一个为存在障碍物时,将识别结果为存在障碍物的识别结果中的距离确定为所述第一距离,在第一识别结果和第二识别结果中均为存在障碍物时,根据预设的识别结果筛选规则,从所述第四距离和所述第五距离中筛选出所述第一距离。

10. 根据权利要求9所述的控制系统,其特征在于,所述第一图像采集单元为长焦摄像

头,所述第二图像采集单元为广角摄像头。

11.根据权利要求9所述的控制系统,其特征在于,

所述图像识别单元,还用于识别所述第一前方图像中的列车轨道线类型和所述第二前方图像中的列车轨道线类型,并将轨道线类型识别结果发送到所述主控装置,所述列车轨道线类型为单条轨道或道岔;

所述识别结果筛选规则包括:

若所述第一前方图像中的列车轨道线类型和所述第二前方图像中的列车轨道线类型均是单条轨道线,则将所述第四距离确定为所述第一距离;

若所述第一前方图像中的列车轨道线类型和所述第二前方图像中的列车轨道线类型均是道岔,则将所述第五距离确定为所述第一距离;

若所述第一前方图像中的列车轨道线类型和所述第二前方图像中的列车轨道线类型不同,则将根据道岔所对应的前方图像确定出的障碍物与列车的距离确定为所述第一距离。

以车载控制器为核心的列车运行控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通领域,具体涉及一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统。

背景技术

[0002] 基于通信的列车自动控制(Communication Based Train Control,CBTC)系统是用通信媒体来实现列车和地面设备的双向通信,用以代替轨道电路作为媒体来实现列车运行控制。

[0003] 传统的CBTC系统以地面控制为主,列车通过向地面的区域控制器(Zone Controller,ZC)注册,接受ZC的控制,并主动向ZC汇报位置,ZC为管辖区域内的列车计算移动授权(Movement Authority,MA),通过连续的车地双向无线通信实现车地信息的交互,实现了基于目标-距离的移动闭塞制式下的追踪运行。但传统的CBTC系统设备较多,接口复杂,数据交互量大,且由于车地传输存在一定延时,限制了系统的实时性,同时也限制了列车运行控制的灵活性和智能化水平。

[0004] 由于传统CBTC系统中的缺陷,以及轨道交通系统的高安全、高效率的运行需求,基于车车通信的CBTC系统应运而生。基于车车通信的CBTC系统减少了地面设备,以安装于列车上的车载控制器(Vehicle On-based Controller,VOBC)为核心,基于列车之间直接通信的方式,列车直接获取前后车以及在线其他列车的位置和运行速度等信息,控制列车的速度,防止列车相撞、追尾,实现了对列车更灵活的控制,提高了列车的运行效率。

[0005] 但是基于车车通信的CBTC系统,依赖于列车之间的直接通信,一旦本车运行前方出现未安装通信设备或者通信设备故障的列车,则本车无法获知前方有其他车辆的运行情况,就会致本车的移动授权错误,从而导致严重危险的发生。此外,如果在列车前方出现障碍物,例如有物体误闯入、或者有其他设备暂停在列车轨道,再或者由于极端天气导致轨道上出现树木或其他障碍物时,现有的基于车车通信的CBTC系统也无法实现障碍物的识别,导致列车无法及时停车,从而发生危险,对列车、更甚者会对乘客造成危害,后果非常严重。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统,通过该控制系统,能够有效防止列车追尾事故的发生,提高列车运行的安全性。

[0007] 根据本发明的一个方面,本发明实施例提供了一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统,控制系统包括设置在各列车上的智能车载控制器IVOC,IVOC包括车车通信装置、主动识别装置和主控装置;

[0008] 车车通信装置,用于列车间的信息交互,获取其他列车的当前运行信息,并将其他列车的当前运行信息发送到主控装置,其中,当前运行信息包括列车的当前位置、运行方向和运行速度;

[0009] 主动识别装置,用于判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,确

定障碍物与本车之间的距离,并将识别结果发送到主控装置,识别结果包括判断结果,以及在存在障碍物时确定出的距离;主动识别装置的可识别距离大于本车的紧急制动运行距离,且不大于预设的相邻列车之间的最小安全运行距离;

[0010] 主控装置,用于根据本车的当前运行信息和其他列车的当前运行信息识别出本车的前方通信邻车,根据本车的当前运行信息和前方通信邻车的当前运行信息计算本车的第一移动授权MA,在识别结果为没有障碍物时,将第一MA确定为本车的最终MA,在识别结果为存在障碍物时,根据识别结果中的距离确定本车的第二MA,依据第一MA和第二MA确定本车的最终MA。

[0011] 进一步,如上所述的主控系统,主控装置,具体用于在第一MA的运行终点在第二MA的运行终点的前方时,将第二MA确定为最终MA,在第二MA的运行终点在第一MA的运行终点的前方时,将第一MA或第二MA确定为最终MA。

[0012] 进一步,如上所述的控制系统,还包括:

[0013] 运行信息确定装置,用于确定本车的当前运行信息,并将本车的当前运行信息发送到车车通信装置和主控装置;

[0014] 车车通信装置包括:

[0015] 数据收发模块,用于广播本车的当前运行信息,接收其他列车广播的其他列车的当前运行信息。

[0016] 进一步,如上所述的控制系统,数据收发模块包括数传电台。

[0017] 进一步,如上所述的控制系统,运行信息确定装置包括设置在列车上的RFID阅读器、加速度计和运行信息确定模块,以及按照预设距离间隔设置在列车运行轨道上的RFID标签;

[0018] RFID阅读器,用于读取列车运行中所经过的RFID标签的标签信息,标签信息包括标签位置信息和标签读取时间;

[0019] 加速度计,用于检测本车当前的运行加速度;

[0020] 运行信息确定模块,用于根据标签信息确定本车的当前位置和运行方向,根据本车上一时刻的运行速度和运行加速度计算本车的当前运行速度。

[0021] 进一步,如上所述的控制系统,运行信息确定装置还包括设置于列车上的运行状态确认模块;

[0022] 运行状态确认模块,用于在运行加速度为零时,确定本车的运行状态,运行状态为匀速运动或静止;

[0023] 运行信息确定模块,还用于在运行状态为匀速运动时,将本车上一时刻的运行速度确定为本车的当前运行速度,在运行状态为静止时,将本车的当前运行速度确定为零。

[0024] 进一步,如上所述的控制系统,主动识别装置包括以下模块中的至少一个:

[0025] 图像识别模块,用于获取本车运行中的前方图像,根据前方图像和预置的轨道模板图像判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的映射关系,确定障碍物与本车的第一距离;

[0026] 激光雷达识别模块,用于通过激光雷达获取本车运行前方的场景成像,根据场景成像和预置的轨道沿线场景电子地图,判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,通过激光雷达确定障碍物与本车之间的第二距离。

[0027] 进一步,如上所述的控制系统,主动识别装置包括图像识别模块和激光雷达识别模块时,

[0028] 主控装置,具体用于在第一距离和第二距离的差值小于第一设定距离,根据第二距离计算本车的第二MA,在第一距离和第二距离的差值不小于第一设定距离时,根据第一距离和第二距离中的较小值计算本车的第二MA。

[0029] 进一步,如上所述的控制系统,主动识别装置还包括:

[0030] 毫米波雷达识别模块,用于在图像识别模块或激光雷达识别模块判断存在障碍物时,通过毫米波雷达确定障碍物与本车之间的第三距离;

[0031] 主控装置,具体用于在第一距离与第三距离的差值小于第二设定距离或第二距离与第三距离的差值小于第三设定距离时,根据第三距离计算本车得第二MA。

[0032] 进一步,如上所述的控制系统,图像识别模块包括第一图像采集单元和第二图像采集单元,第一图像采集单元和第二图像采集单元分别与图像识别单元连接;

[0033] 主控装置,还用于控制第一图像采集单元和第二图像采集单元同步进行图像采集;

[0034] 第一图像采集单元,用于采集本车运行中的第一前方图像;

[0035] 第二图像采集单元,用于采集本车运行中的第二前方图像;

[0036] 图像识别单元,用于根据第一前方图像和预置的第一轨道模板图像判断运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在第一前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的第一映射关系,确定障碍物与本车的第四距离,得到第一识别结果,根据第二前方图像和预置的第二轨道模板图像判断运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在第二前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的第二映射关系,确定障碍物与本车的第五距离,得到第二识别结果,将第一识别结果和第二识别结果发送给主控装置;

[0037] 主控装置,还用于在第一识别结果和第二识别结果中只有一个为存在障碍物时,将识别结果为存在障碍物的识别结果中的距离确定为第一距离,在第一识别结果和第二识别结果中均为存在障碍物时,根据预设的识别结果筛选规则,从第四距离和第五距离中筛选出第一距离。

[0038] 再进一步,如上所述的控制系统,第一图像采集单元为长焦摄像头,第二图像采集单元为广角摄像头。

[0039] 更进一步,如上所述的控制系统,图像识别单元,还用于识别第一前方图像中的列车轨道线数量和第二前方图像中的列车轨道线类型,并将轨道线类型识别结果发送到主控装置,列车轨道线类型为单条轨道或道岔;

[0040] 识别结果筛选规则包括:

[0041] 若第一前方图像中的列车轨道线类型和第二前方图像中的列车轨道线类型均是单条轨道线,则将第四距离确定为第一距离;

[0042] 若第一前方图像中的列车轨道线类型和第二前方图像中的列车轨道线类型均是道岔,则将第五距离确定为第一距离;

[0043] 若第一前方图像中的列车轨道线类型和第二前方图像中的列车轨道线类型不同,则将根据道岔所对应的前方图像确定出的障碍物与列车的距离确定为第一距离。

[0044] 本发明实施例的以车载控制器为核心的列车运行控制系统,主控装置是结合列车的车车通信装置获取到的其他列车的当前运行信息和主动识别装置对列车运行前方障碍物的判断和定位的识别结果,共同实现对列车最终移动授权的确定。通过该控制系统,避免了列车运行前方出现未安装车车通信装置、或者车车通信装置故障、或者其他妨碍列车运行的障碍物时,造成列车追尾或更严重的事故的发生。此外,本发明实施例的控制系统,在保障列车安全运行的前提下,还能够依据基于车车通信装置和主动识别装置计算得到的移动授权结果,适当提高列车的当前运行速度,提高了列车运行效率,更好的满足了实际应用需求。

附图说明

[0045] 通过阅读以下参照附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显,其中,相同或相似的附图标记表示相同或相似的特征。

[0046] 图1为本发明一实施例中的一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统的结构示意图;

[0047] 图2为本发明实施例的列车运行控制系统的另一个具体应用场景的示意图;

[0048] 图3为本发明实施例的列车运行控制系统的另一个具体应用场景的示意图;

[0049] 图4为本发明另一实施例中一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统的结构示意图;

[0050] 图5为本发明实施例中运行信息确定装置的结构示意图;

[0051] 图6为本发明实施例一应用场景中运行信息确定装置的RFID标签的布置示意图;

[0052] 图7为本发明实施例中主动识别装置的结构示意图;

[0053] 图8为本发明实施例中毫米波雷达识别模块定位障碍物的原理示意图;

[0054] 图9为本发明实施例中图像识别模块的结构示意图;

[0055] 图10为本发明实施例中长焦摄像头和广角摄像头的视距范围示意图;

[0056] 图11为本发明具体实施例中一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统的示意图;

[0057] 图12为本发明具体实施例中的以车载控制器为核心的列车运行控制系统的实际应用场景区示意图。

具体实施方式

[0058] 下面将详细描述本发明的各个方面的特征和示例性实施例。在下面的详细描述中,提出了许多具体细节,以便提供对本发明的全面理解。但是,对于本领域技术人员来说很明显的是,本发明可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本发明的示例来提供对本发明的更好的理解。本发明决不限于下面所提出的任何具体配置和算法,而是在不脱离本发明的精神的前提下覆盖了元素、部件和算法的任何修改、替换和改进。在附图和下面的描述中,没有示出公知的结构和技術,以便避免对本发明造成不必要的模糊。

[0059] 目前的基于车车通信的CBTC系统,主要是基于设置于各列车上的智能车载控制器(Intelligent Vehicle On-based Controller,IVOC)与其前后车的IVOC、对象控制器

(Object Controller,OC)以及智能列车监控(Intelligent Train Supervision,ITS)系统进行信息交互,实现列车自主计算移动许可。基于车车通信的CBTC系统不仅大大降低了轨旁设备的建设以及维护成本,而且对列车间隔具有更灵活的控制,从而提高了列车的运行效率。但基于车车通信的CBTC系统,依赖于列车之间的直接通信,一旦本车运行前方出现未安装通信设备、通信设备故障的列车、或者出现其他妨碍列车运行的障碍物时,则会致本车获取的移动授权错误,从而导致发生严重危险。因此,需要一种更全面、更安全的列车运行控制系统。

[0060] 图1示出了本发明实施例中提供的一种以车载控制器为核心的列车运行控制系统(Train-centric Train Control System,TCTCS)的结构示意图。如图1所示,本发明实施例的TCTCS包括设置在各列车上的智能车载控制器(Intelligent Vehicle On-based Controller,IVOC)100,IVOC 100包括车车通信装置110、主动识别装置120和主控装置130。

[0061] 车车通信装置110,用于列车间的信息交互,获取其他列车的当前运行信息,并将其他列车的当前运行信息发送到主控装置130。其中,当前运行信息包括但不限于列车的当前位置、运行方向和运行速度等。

[0062] 主动识别装置120,用于判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,确定障碍物与本车之间的距离,并将识别结果发送到主控装置130。其中,识别结果包括判断结果,以及在存在障碍物时确定出的障碍物与本车的距离。其中,主动识别装置120的可识别距离大于本车的紧急制动运行距离,且不大于预设的相邻列车之间的最小安全运行距离。

[0063] 主控装置130,用于接收车车通信装置110发送的其他列车的当前运行信息和主动识别装置120发送的识别结果,根据本车的当前运行信息和其他列车的当前运行信息确定识别出本车的前方通信邻车,根据本车的当前运行信息和前方通信邻车的当前运行信息计算本车的第一MA,在识别结果为没有障碍物时,将第一MA确定为本车的最终MA,在识别结果为存在障碍物时,根据识别结果中的距离确定本车的第二MA,根据第一MA和第二MA确定本车的最终MA。

[0064] 本发明实施例提供的TCTCS,在IVOC 100中同时集成了车车通信装置110和主动识别装置120,通过该控制系统,列车的MA的计算不再单单只依赖于列车之间的通信,而是通过车车通信装置110和主动识别装置120的结合实现了对列车MA的综合判断与确定。具体的,在主动识别装置120的主动识别结果为不存在障碍物时,表明主动识别装置120的可识别距离内不存在影响列车运行的障碍物,且因为主动识别装置120的可识别距离大于本车的紧急制动运行距离,因此,此时可以直接将基于车车通信装置110计算得到的第一MA直接作为列车的最终MA,主动识别装置120作为TCTCS的辅助装置,避免主动识别装置120的可识别距离内出现障碍物时不能够紧急制动的情况的出现,避免了危险的发生,同时又能够保障列车的运行效率。

[0065] 在主动识别装置120的主动识别结果为存在障碍物时,则需要结合基于车车通信装置110计算的第一MA和基于主动识别装置120计算第二MA,根据实际的具体应用场景进行综合判断,从第一MA和第二MA中确定出列车最终的MA,以保证列车运行的安全。

[0066] 本发明实施例中,障碍物包括影响本车安全运行的列车和/或妨碍本车安全运行的其他物体,如前方出现的故障列车、停放在运行轨道上或轨道旁的其他设备、倒在轨道上

的树木等等。

[0067] 本发明实施例中,主控装置130基于车车通信装置110发送来的信息识别出的运行在本车前方的邻车指的是当前运行在列车前方、安装了车车通信装置且车车通信装置工作正常的邻车,而该邻车也有可能并不是本车真正的邻车,这是因为真正的邻车可能是未安装车车通信装置或者是车车通信装置故障的列车,此时主控装置130无法基于车车通信装置识别出真正的邻车,因此,本发明实施例中,将主控装置130基于车车通信装置110识别出的前方列车称为前方通信邻车。

[0068] 需要说明的是,本发明实施例中主动识别装置120的可识别距离指的是直线可识别距离,即列车运行前方主动识别装置120所能够识别到的列车前方最远位置与车头的距离。

[0069] 本发明实施例中,主动识别装置120的可识别距离大于本车的紧急制动运行距离(列车紧急制动后的列车运行距离),在列车运行前方发现故障物且需要紧急制动时,避免了紧急制动后仍与故障物追尾或相撞事故发生的可能。主动识别装置120的可识别距离不大于预设的相邻列车之间的最小安全运行距离即列车追踪运行距离间隔,可有效减少了计算本车的第二MA的次数,节约了系统资源。

[0070] 采用本发明实施例的TCTCS,通过车车通信装置110和主动识别装置120的结合,为列车提供了安全合理的MA,在提高列车运行安全性、保证列车安全运行的前提下,又能够尽可能的保证列车的运行效率,更好的满足实际应用需求。

[0071] 本发明实施例中,主控装置130,具体用于在第一MA的运行终点在第二MA的运行终点的前方时,将第二MA确定为最终MA,在第二MA的运行终点在第一MA的运行终点的前方时,将第一MA或第二MA确定为最终MA。

[0072] 在实际应用中,如果基于主动识别装置120判断出前方存在障碍物,且基于主动识别装置120的识别结果计算出的MA的运行终点在基于车车通信装置110计算出的MA的运行终点的后方,为了保障列车的运行安全,此时则将根据主动识别装置120的识别结果确定列车的当前MA,即将第二MA确定为最终MA,以避免根据第一MA运行时,与障碍物发生碰撞事故。在基于主动识别装置120判断出前方存在障碍物,且基于识别结果计算出的MA的运行终点在基于车车通信装置110计算出的MA的运行终点的前方时,表明在的第二MA对应的运行终点的这段距离内不存在运行障碍物,此时可以以第一MA或第二MA作为当前的最终MA,在实际应用中,优选将第二MA确定为最终MA,这是因为以第二MA作为最终MA,可以根据该MA适当提高列车当前的运行速度,在保证运行安全的同时又能够提高列车的运行效率。

[0073] 需要说明的是,本发明实施例中,前方或后方均是相对于列车的移动方向来说的。

[0074] 图2示出了本发明实施例中的一个具体应用场景,该场景图中左侧的列车为本车,图中的两条较长的平行线为两条运行轨道,轨道上每个圆圈表示一个列车站点,Q1、Q2、Q3表示站间路段。本具体实施例中,本车运行在Q1路段,图中下方的单向箭头表示列车的运行方向为由左至右,A点为本车当前的第一MA的运行终点即基于车车通信装置110计算得到的MA的运行终点, L_1 为第一MA对应的列车当前的安全运行距离。主动识别装置120的识别结果为没有障碍物,B为主动识别装置120的可识别距离的终点,即 L_2 为主动识别装置12的可识别距离。此时,以基于车车通信装置110计算得到的第一MA作为最终MA,主动识别装置120作为安全运行辅助装置,由于在其可识别距离内不存在障碍物,因此可以在可识别距离的范

围内适当提高列车的运行速度,既保证了安全运行又提高了运行速度。采用本具体实施例的方案,能够大幅在列车轨道弯道处的列车运行速度,解决了现有方案中列车弯道处要大幅降低列车运行速度、导致列车运行效率降低的问题。

[0075] 图3示出了本发明实施例中的另一个具体应用场景,本具体实施例中,本车运行在Q1路段,C点为本车当前的第一MA的运行终点,D为本车当前的第二MA的运行终点,D点位于C点的前方,也就是说,基于主动识别装置120计算出的MA的运行终点在基于车车通信装置110计算出的MA的运行终点的前方,因此,此时,可以直接以基于主动识别装置120计算出的第二MA最为列车当前的最终MA,且该MA对应的运行距离大于基于车车通信装置110计算出的MA的运行距离,因此,可以根据第二MA在当前列车运动速度的基础上适当提高列车的当前运行速度,提高列车运行效率。

[0076] 由图2和图3所示的实际应用场景可以看出,本发明实施例提供的TCTCS,基于两种不同的移动授权计算方案,使列在安全运行的前提下,可运行在一个相对较高的速度,提高列车的运行效率。

[0077] 本发明实施例的TCTCS,在基于车车通信实现列车自行移动授权计算的基础上,增设了主动识别装置120,结合车车通信装置110和主动识别装置120两者共同实现列车最终MA的确定。该控制系统,在提高了列车追踪运行时的安全性的基础上,还能够结合基于车车通信装置110和主动识别装置120两者的实际计算结果,提高列车的运行效率,更符合实际应用需求。在车车之间的通信装置故障,或者前方运行轨道上存在妨碍列车运行的物体时,能够有效防止列车追尾或相撞事故的发生,更好的保障了列车运行的安全性和可靠性。

[0078] 本发明实施例中,TCTCS还包括运行信息确定装置140,车车通信装置110包括数据收发模块111,如图4所示。

[0079] 运行信息确定装置140,用于确定本车的当前运行信息,并将本车的当前运行信息发送到车车通信装置110和主控装置130。

[0080] 数据收发模块111,用于广播本车的当前运行信息,接收其他列车广播的其他列车的当前运行信息。

[0081] 本发明一实施例中,所述数据收发模块111优选为数传电台。

[0082] 数传电台,又可称为无线数传电台,为借助数字信号处理技术和软件无线电技术实现的高性能专业数据传输电台,具有数据传输可靠、成本低、安装维护方便、覆盖范围远等特点,适合点多而分散、地理环境复杂等场合。因此,使用数传电台可以很好的保证列车运行场景中列车间的数据传输,将本车的位置、运行方向、运行速度等运行信息广播出去,并接收数传电台通信范围内的其他通信列车的广播信息,获取到其他列车的当前运行信息,为主控装置130提供用于计算第一MA的数据基础。

[0083] 本发明一实施例中,运行信息确定装置140可以包括设置在列车上的RFID阅读器141、加速度计142和运行信息确定模块143,以及按照预设距离间隔设置在列车运行轨道上的RFID标签144,如图5所示。

[0084] RFID阅读器141,用于读取列车运行中所经过的RFID标签的标签信息,标签信息包括标签位置信息和标签读取时间。

[0085] 加速度计142,用于检测本车当前的运行加速度。

[0086] 运行信息确定模块143,用于根据标签信息确定本车的当前位置和运行方向,根据

本车上一时刻的运行速度和当前的运行加速度计算本车的当前运行速度。

[0087] 在实际应用中,RFID标签144可以按照计轴布置原则,布置在进出站、站间、道岔等位置。RFID阅读器141可以安装在列车底部,列车在运行过程中通过读取RFID标签144的标签信息,由于每个RFID标签144的安装位置是固定的,因此,RFID阅读器141通过读取与其在RFID通信距离范围内的RFID标签144的位置信息即可实现对列车的基本定位。根据列车运行时RFID阅读器141读取到的不同RFID标签144的位置及先后读取时间,即可确定出列车的运行方向。本发明实施例提供的上述列车运行信息确定装置140简单且可用性高。

[0088] 如图6所示的应用场景中,I、II表示地铁的两个方向的轨道,图中黑色圆圈表示A站和B站两个车站的RFID标签144,列车在运行过程中,其RFID阅读器141先读取到了B站的RFID标签144,后读取到了A站的RFID标签144,因此列车的运行方向即确定出为由B到A,即图中箭头所示的方向。

[0089] 本发明实施例中,加速度计142在列车变速运行时能测量出列车运行时的加速度值,根据列车上一时刻的运行速度(计算当前运行速度的初速度)和当前的加速度值即可计算得出列车的当前运行速度。

[0090] 本发明实施例中,运行信息确定装置140还包括设置于列车上的运行状态确认模块145,如图5所示。

[0091] 运行状态确认模块145,用于在运行加速度为零时,确定本车的运行状态,运行状态为匀速运动或静止。

[0092] 运行信息确定模块143,还用于在运行状态为匀速运动时,将本车上一时刻的运行速度确定为本车的当前运行速度,在运行状态为静止时,将本车的当前运行速度确定为零。

[0093] 在实际应用场景中,列车在运行过程中可能会出现匀速运行或者是静止的情况,此时加速度计142的测量结果则为零,因此,需要首先确定出列车的运行状态是匀速运行还是静止,再根据列车的运行状态确定出列车的当前运行速度。本发明实施例中,运行状态确认模块145可以采用光流相机实现,或者是通过激光雷达(利用多普勒效应)实现列车运动趋势的判断。光流相机主要是通过基于光流相机采集到的前后连续的图片中的特征点,对比特征点在前后连续的图片中的横纵像素坐标位置是否有变化,若有,则判断运动趋势为运动,反之,则静止。激光雷达则是利用多普勒效应来判断列车的运动趋势。

[0094] 图7示出了本发明一实施例中主动识别装置120的结构示意图。如图中所示,本发明实施例的主动识别装置120可以包括图像识别模块121和激光雷达识别模块122中的至少一个。

[0095] 图像识别模块121,用于获取本车运行中的前方图像,根据前方图像和预置的轨道模板图像判断运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的映射关系,确定障碍物与本车的第一距离。

[0096] 激光雷达识别模块122,用于通过激光雷达获取本车运行前方的场景成像,根据场景成像和预置的轨道沿线场景电子地图,判断本车运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,通过激光雷达确定障碍物与本车之间的第二距离。

[0097] 图像识别模块121是根据预设的时间间隔在列车运行中采集本车的前方图像,并对图像中的障碍物进行识别,得到障碍物与本车之间的距离。其中,图像识别算法可以根据实际的应用需要进行选择。

[0098] 本发明一具体实施例中,图像识别算法可以选用基于语义分割的图像识别算法,通过该算法实现对本车运行前方的障碍物的检测和可见度计算即本车与障碍物之间的距离的计算。具体的,可以首先基于深度学习建立列车运行轨道的场景图像的运行轨道场景模型,得到一系列的轨道模板图像,并根据模板图像中的像素位置所对应的实际场景中的位置与车头的距离,建立图像的像素位置与实际距离的映射关系。在实际列车运行的识别过程中,通过将列车运行中采集到的前方图像与建模得到的轨道模板图像进行比对,识别出前方图像中是否存在障碍物,在识别出存在障碍物时,根据障碍物在前方图像中的像素位置和上述像素位置与距离的映射关系,确定出障碍物与本车的第一距离。

[0099] 激光雷达识别模块122是利用激光雷达成像和脉冲信号测距实现的。本发明实施例中,上述轨道沿线场景电子地图是通过控制列车在运行线路即轨道上运行一圈,通过列车上安装的激光雷达采集运行前方的场景数据,根据采集的场景数据通过深度学习完成线路特征识别及全线建模,并经过深度学习形成的电子地图,即通过采集实际运行线路的数据,基于实际采集的数据进行建模得到。其中,所采集的数据为运行线路上不存在障碍物时的实际线路数据,基于该电子地图,即可知道在列车运行轨道线路中不存在障碍物的实际场景。例如,在线路的某个地点有一物体,如信号灯或其他设备,在线路的另一个地点有另一个物体,例如电线杆等。在列车运行过程中,通过该轨道沿线场景电子地图,即可不通过列车自动防护系统(Automatic Train Protection,ATP)位置信息便可获知本车所在位置,进而根据所在位置的已学习场景,判断运行前方是否存在障碍物,如若存在影响本车行驶的障碍物,则通过激光雷达测距得到本车与障碍物的间隔距离即上述第二距离。

[0100] 在主动识别装置120为图像识别模块121时,主动识别装置120发送给主控装置130的识别结果即为图像识别模块121的识别结果,识别结果中的距离即为上述第一距离。在主动识别装置120为激光雷达识别模块122时,主动识别装置120发送给主控装置130的识别结果即为激光雷达识别模块122的识别结果,识别结果中的距离即为上述第二距离。

[0101] 本发明实施例中,主动识别装置120优选同时包括图像识别模块121和激光雷达识别模块122。此时,主动识别装置120发送至主控装置130的识别结果则同时包括图像识别模块121的识别结果和激光雷达识别模块122的识别结果。

[0102] 此时,主控装置130,具体用于在第一距离和第二距离的差值小于第一设定距离时,根据第二距离计算本车的第二MA,在第一距离和第二距离的差值不小于第一设定距离时,根据第一距离和第二距离中的较小值计算本车的第二MA。

[0103] 在实际应用中,图像识别模块121虽然能够较准确的实现对列车运行前方障碍物的识别及第一距离的计算,但其受环境、天气等外在因素的影响较大,例如在阴雨天等较差环境下,其识别结果的将受到很大影响,识别结果不够准确。而激光雷达识别模块122是基于激光雷达实现的障碍物识别及测距,其测距精度高于图像识别模块121,且受环境、天气等外在因素的影响较小,因此,采用图像识别模块121和激光雷达识别模块122相结合的方式,结合两者的各自优势,可有效提高障碍物识别的准确度。

[0104] 具体的,在图像识别模块121确定出的第一距离和激光雷达识别模块122确定出的第二距离的差值小于第一设定距离,则可以判定两者所识别出的障碍物为同一障碍物,由于激光雷达识别模块122的测距精度高于图像识别模块121,因此,此时以激光雷达识别模块122确定出的第二距离计算本车的第二MA。在第一距离和第二距离的差值不小于第一设

定距离时,则说明两者识别出的障碍物很可能不是同一障碍物,此时则根据第一距离和第二距离中的较小值计算本车的第二MA,以保障列车运行的安全。

[0105] 本发明一实施例中,主动识别装置120还可以包括毫米波雷达识别模块123,如图7所示。

[0106] 毫米波雷达识别模块123,用于在图像识别模块121或激光雷达识别模块122判断存在障碍物时,通过毫米波雷达确定障碍物与本车之间的第三距离。

[0107] 此时,主控装置130,具体用于在第一距离与第三距离的差值小于第二设定距离或第二距离与第三距离的差值小于第三设定距离时,根据第三距离计算本车得第二MA。

[0108] 毫米波雷达识别模块123是基于毫米波雷达,通过脉冲信号测量前方物体。毫米波雷达具有相控阵天线,是直接根据有指向性的窄波束在毫米波雷达与障碍物之间的往返时间和光速计算出障碍物与雷达之间的直线距离,以及发射出的波束与列车运行方向的夹角 θ ,如图8所示,在计算出直线距离和上述夹角 θ 后,可进一步确定出列车与障碍物之间的垂直距离和水平距离,得出障碍物的精确位置(图中黑点所示的位置)。

[0109] 虽然毫米波雷达无法单独识别障碍物,但其受天气等因素的影响很小且定位非常精确,因此,可以将毫米波雷达识别模块123作为图像识别模块121和/或激光雷达识别模块122的补充,在图像识别模块121和/或激光雷达识别模块122识别出障碍物后,进一步通过毫米波雷达识别模块123进行障碍物的精确定位。此外,由于毫米波雷达识别模块123的精确识别距离(识别精确度大于设定精确度的最远距离)较短,需要对毫米波雷达识别模块123定位出障碍物的第三距离进行判断,以避免定位误差过大,具体的,在第一距离与第三距离的差值小于第二设定距离或第二距离与第三距离的差值小于第三设定距离时,则可以判定毫米波雷达识别模块123定位的障碍物即为图像识别模块121或激光雷达识别模块122识别出的障碍物,此时,则可以依据第三距离计算本车得第二MA,进一步提高MA计算的准确度。

[0110] 本发明一实施例中,图像识别模块121可以包括第一图像采集单元11和第二图像采集单元12,第一图像采集单元11和第二图像采集单元12分别与图像识别单元13连接,如图9所示。

[0111] 此时,主控装置130,还用于控制第一图像采集单元和第二图像采集单元同步进行图像采集。

[0112] 第一图像采集单元11,用于采集本车运行中的第一前方图像。

[0113] 第二图像采集单元12,用于采集本车运行中的第二前方图像。

[0114] 图像识别单元13,用于根据第一前方图像和预置的第一轨道模板图像判断运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在第一前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的第一映射关系,确定障碍物与本车的第四距离,得到第一识别结果,根据第二前方图像和预置的第二轨道模板图像判断运行前方是否存在障碍物,在判断存在障碍物时,根据障碍物在第二前方图像中的像素位置和预置的像素位置与距离的第二映射关系,确定障碍物与本车的第五距离,得到第二识别结果,将第一识别结果和第二识别结果发送给主控装置130。

[0115] 主控装置130,还用于在第一识别结果和第二识别结果中只有一个为存在障碍物时,将识别结果为存在障碍物的识别结果中的距离确定为第一距离,在第一识别结果和第

二识别结果中均为存在障碍物时,根据预设的识别结果筛选规则,从第四距离和第五距离中筛选出第一距离。

[0116] 本发明实施例中,通过两个采集单元分别采集的列车运行前方的图像,根据两个采集单元采集的前方图像分别进行障碍物识别和距离计算,再基于识别结果筛选规则从两次识别结果中选择出最终识别结果,可进一步提高识别结果的准确度。

[0117] 本发明一具体实施例中,第一图像采集单元11可以选用长焦摄像头,第二图像采集单元12可以选用广角摄像头。

[0118] 长焦摄像头的可见距离较远,在长直道具有优势,广角摄像头视距较近,但视角更开阔,适合于弯道、道岔等车速较低、视野较狭窄的轨道运行场景。因此,可以结合长焦摄像头和广角摄像头各自的采集特点,分别进行列车运行前方的图像的采集和识别,使得在不同的运行场景下选择不同的识别结果作为最终结果,使识别结果更符合实际场景,提高了识别准确度。

[0119] 具体的,在列车运行过程中,长焦摄像头和广角摄像头基于主控装置130的控制同时采集列车运行前方的图像,通过摄像头反馈的图像可识别出前方是否为道岔场景,并对列车前方限界内物体(包括列车、道岔、信号机、障碍物等)给出识别结果,对识别出的前方物体进行测距及运动趋势判断,并能通过标注训练,识别出障碍物类型。图10示出了本发明一具体实施例中长焦摄像头和广角摄像头的视距范围示意图,如图所示,图中b和c两个三角形区域为长焦摄像头的视距范围,a和b两个三角形区域为短焦摄像头(广角摄像头)的视距范围,b所在的三角形区域为是长焦摄像头和短焦摄像头的视距的重合部分。主控装置130根据图像识别单元13反馈的长焦摄像头的识别结果和短焦摄像头的识别结果,结合具体场景融合后从两个识别结果中筛选出最终识别结果。

[0120] 本发明实施例中,图像识别单元13,还用于识别第一前方图像中的列车轨道线类型和第二前方图像中的列车轨道线类型,并将轨道线类型识别结果发送到主控装置130,列车轨道线类型为单条轨道或道岔。此时,识别结果筛选规则包括:

[0121] 若第一前方图像中的列车轨道线类型和第二前方图像中的列车轨道线类型均是单条轨道线,则将第四距离确定为第一距离。

[0122] 若第一前方图像中的列车轨道线类型和第二前方图像中的列车轨道线类型均是道岔,则将第五距离确定为第一距离。

[0123] 若第一前方图像中的列车轨道线类型和第二前方图像中的列车轨道线类型不同,即有一个为单条轨道线,另一个为道岔,则将根据道岔所对应的前方图像确定出的障碍物与列车的距离确定为第一距离。

[0124] 也就是说,双摄像头即长焦摄像头和广角摄像头都识别出单条轨道线场景时取长焦摄像头的识别结果,双摄像头都识别出道岔场景时取短焦摄像头的识别结果,当长短焦摄像头中只有一个识别出道岔而另一个识别为单条轨道线场景时,取识别轨道线多的摄像头识别结果。其中,对列车轨道线类型的识别可以将大量轨道模板图像作为标注训练样本,通过标准训练提取得到列车轨道的特征,基于该特征对前方图像中的轨道类型进行识别。

[0125] 在实际应用中,可以在列车的车头和车尾分别设置一套或两套主控装置,一般选用安全计算机实现,通过冗余配置的方案,实现在一套主控装置故障时,也能够保障列车的

正常运行。

[0126] 需要说明是,本发明实施例中提供的TCTCS,除了包括本发明实施例中明确记载的上述各组成部分外,还包括列车安全运行控制系统必不可少的其他组成部分。如图11中所示,本发明实施例的TCTCS除集成在IVOC中的主动识别装置、用于列车间通信链接的车车通信装置和主控装置外,还包括列车控制系统所必须的智能列车监控(Intelligent Train Supervision,ITS)系统、对象控制器(Object Controller,OC)、列车管理平台(Train Manage Center,TMC)、数据通信系统(Data Communication System,DCS)等。此外,在实际应用中,本发明实施例的IVOC还包括人机接口(Man-Machine Interface,MMI)模块、应答器传输模块(Balise Transmission Module,BTM)、智能列车驾驶(Intelligent Train Operation,ITO)子系统等,车车通信装置、主动识别装置和主控装置可以集成到IVOC的智能列车防护(Intelligent Train Protection,ITP)子系统中。

[0127] 本发明实施例的TCTCS,列车间的信息交互可以是基于列车运行信息确定装置确定本车的当前运行信息后,基于车车通信装置实现,也可以是列车通过与所属区域的OC建立通信链接获取本OC区域内的列车列表,列车根据列表与列表内的列车建立通信链接,列车间建立链接后相互发送位置、速度等列车运行信息。列车接收到本区域内的列车运行信息后,根据其他列车的位置信息与本车的位置关系判断哪列车为本车的前方列车(前方通信邻车),以此完成列车筛选和前车识别以实现列车运行前车防护。IVOC同时结合主动识别装置实时检测识别前方列车及其他障碍物以保证列车的速度防护。IVOC可以采用模块化设计,车载头尾端既可以配置双套2乘2取2安全计算机平台,也可以配置单套平台。

[0128] 图12示出了本发明一优选实施例中以车载控制器为核心的列车运行控制系统在一具体实际应用场景中的示意图。如图中所示,本具体实施例中的主动识别装置的图像识别模块的摄像头、激光雷达识别模块的激光雷达、毫米波雷达识别模块的毫米波雷达均安装在列车车头,为了提高各识别模块的识别效果,还可以配置补光灯,以提高光线较差时的主动识别准确度。通过主动识别装置的识别结果,列车可在前方存在障碍物的情况下由防撞处理机控制实现及时停车处理。在线路中存在非通信车时,且非通信车距离本车距离较远时,能保证正常列车的运行速度,提高系统整体运行效率。列车上一般还配置测速定位模块,该模块基于惯性导航系统、速度传感器(图中所示的测试定位)、惯导等实现列车测速,采用卫星、地面应答器以及速度积分等,实现列车自主定位。本具体实施例的主控装置可以直接采用工业Pad实现。对于列车测速,系统可以采用模块化设计,定义标准的速度接口,以使系统支持不同测速方案的接入,在需要更改测速传感器时,无需更改接口和测速模块。通信处理机则实现对列车间以及列车与地面设备之间的通信的自动化控制。

[0129] 以上所述的结构框图中所示的功能块可以实现为硬件、软件、固件或者它们的组合。当以硬件方式实现时,其可以例如是电子电路、专用集成电路(ASIC)、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时,本发明的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中,或者通过载波中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。“机器可读介质”可以包括能够存储或传输信息的任何介质。机器可读介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除ROM(EROM)、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频(RF)链路,等等。代码段可以经由诸如因特网、内联网等的计算机网络被下载。

[0130] 本发明可以以其他的具体形式实现,而不脱离其精神和本质特征。例如,特定实施例中所述的算法可以被修改,而系统体系结构并不脱离本发明的基本精神。因此,当前的实施例在所有方面都被看作是示例性的而非限定性的,本发明的范围由所附权利要求而非上述描述定义,并且,落入权利要求的含义和等同物的范围内的全部改变从而都被包括在本发明的范围之内。

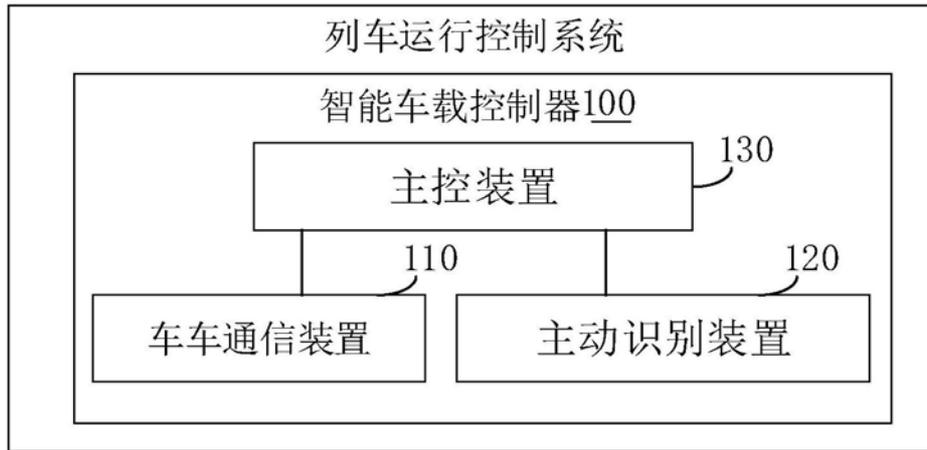


图1

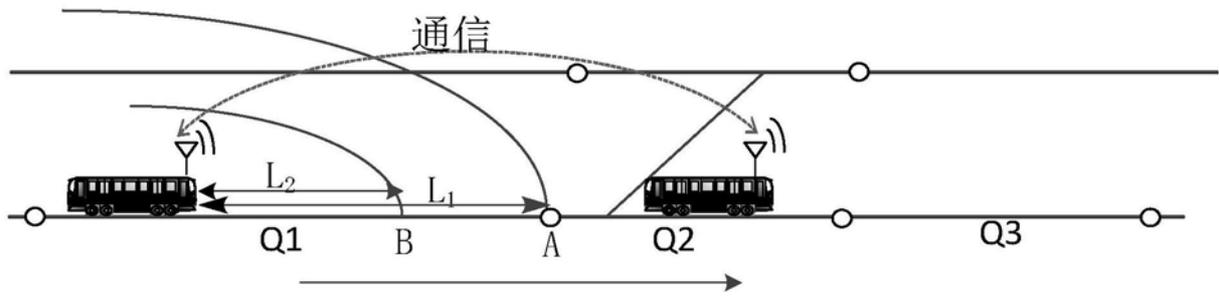


图2

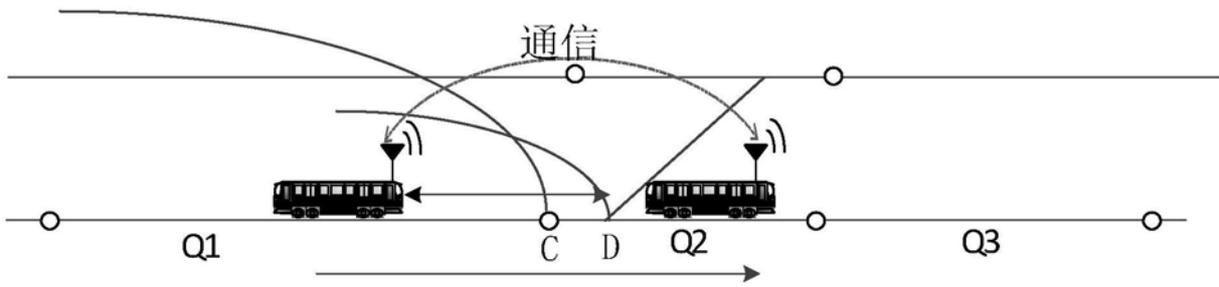


图3

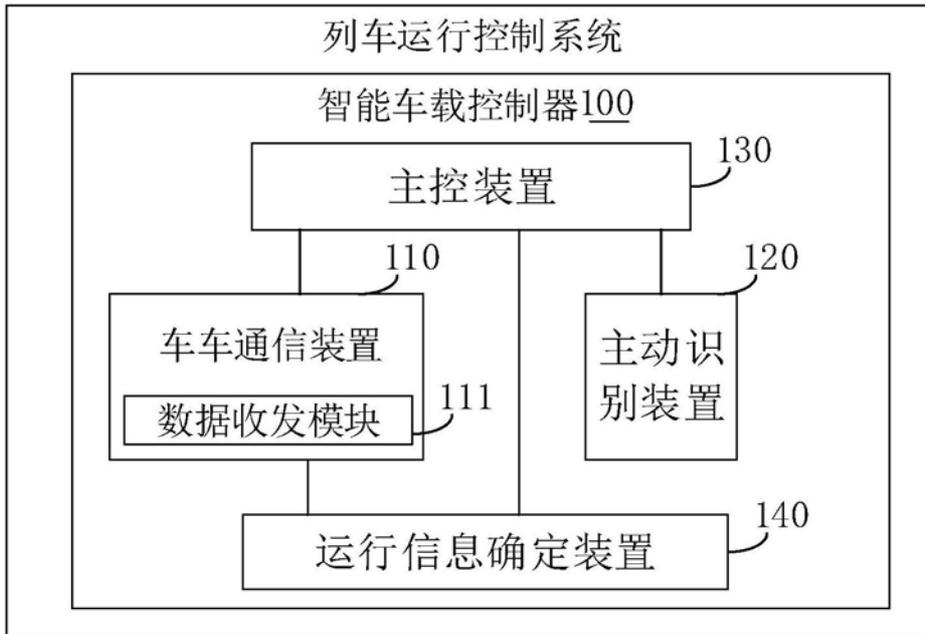


图4

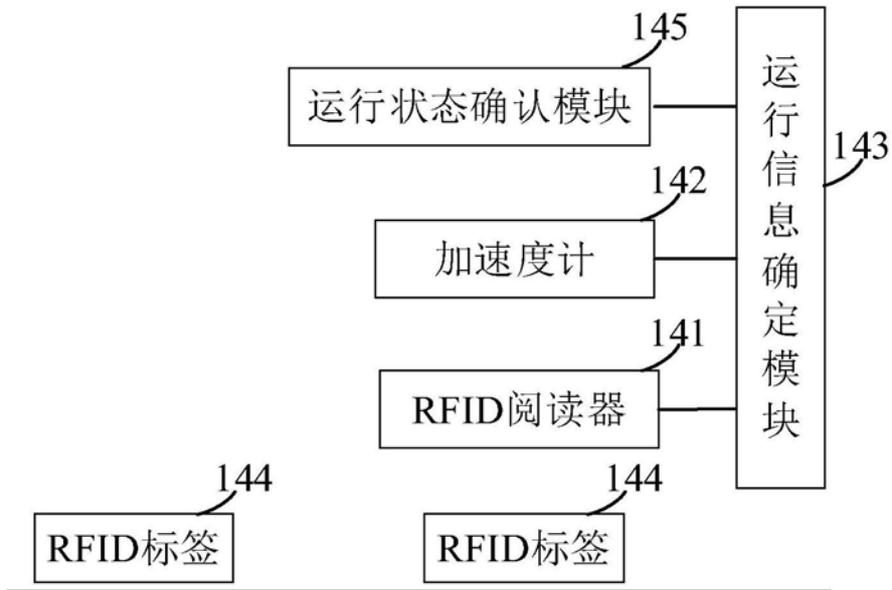


图5

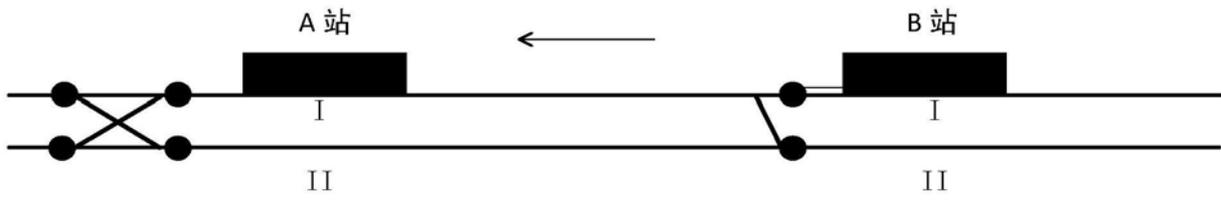


图6

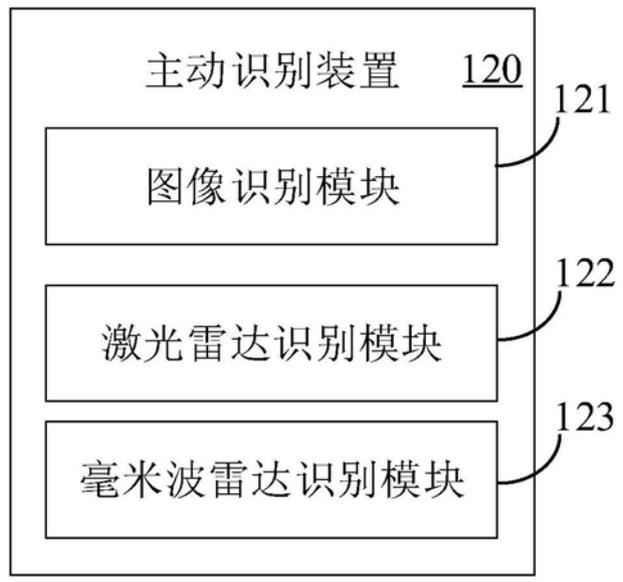


图7

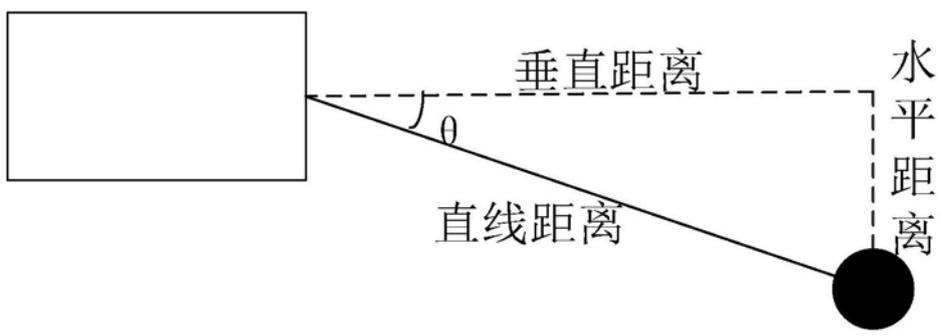


图8

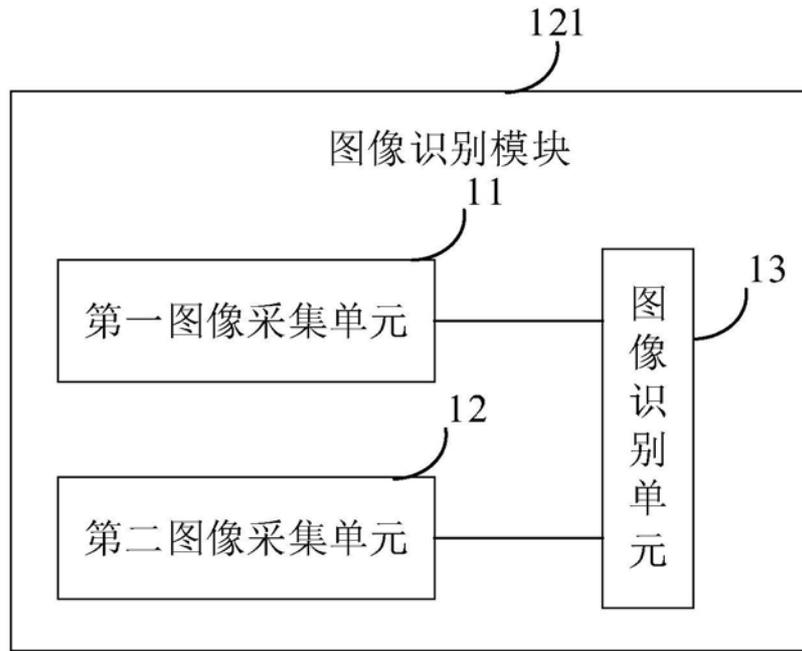


图9

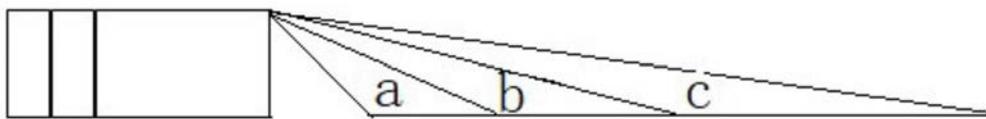


图10

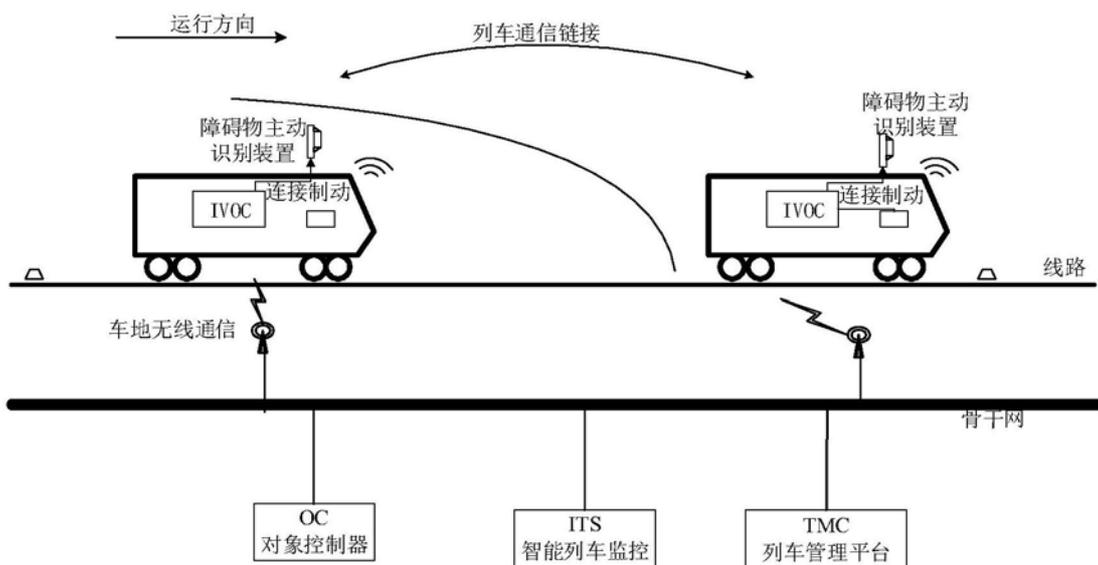


图11

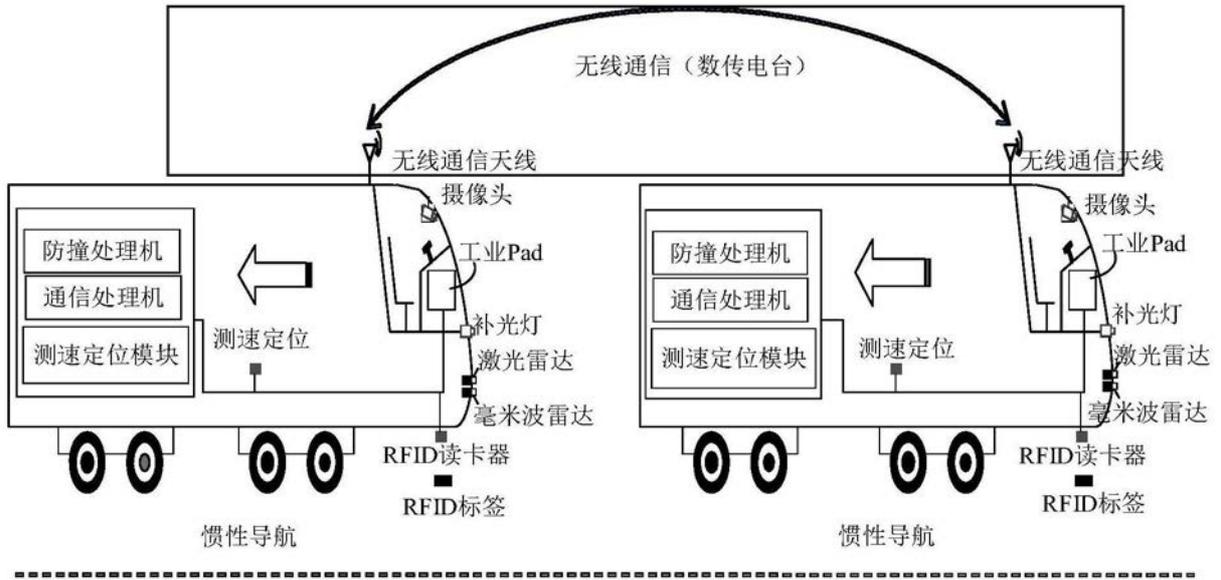


图12