



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110901693 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201910980114.X

(22)申请日 2019.10.15

(71)申请人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村3号

(72)发明人 朱力 李阳 王洪伟 赵红礼
唐涛

(74)专利代理机构 北京市商泰律师事务所
11255

代理人 黄晓军

(51)Int.Cl.

B61L 15/00(2006.01)

B61L 27/00(2006.01)

B61L 27/04(2006.01)

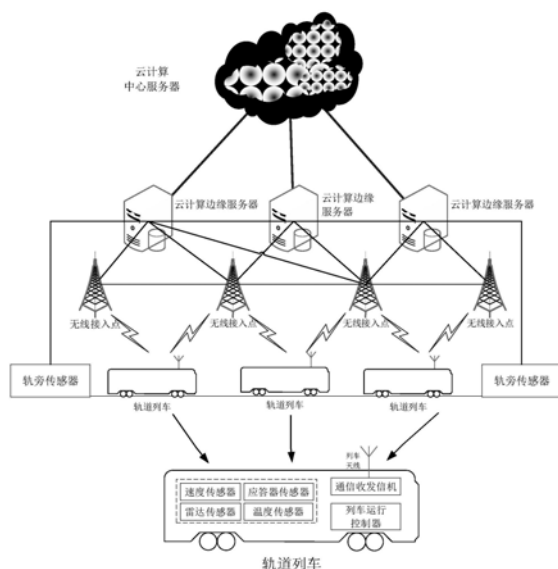
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

基于5G和云计算技术的列车运行控制系统

(57)摘要

本发明提供了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。包括轨旁设备,通过轨旁传感器采集列车运行数据,将列车运行数据通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令;车载设备,通过车载传感器采集列车状态信息,将列车状态信息通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令;地面设备,根据接收到的列车运行数据和列车状态信息通过云计算服务器产生列车运行控制命令,将列车运行控制命令发送给轨旁设备和车载设备,并完成列车自动监督功能。本发明利用5G通信、云计算等技术,将地面集中站的功能整合统一,减少了传统轨旁设备的数量,使得故障隐患大大减少,提高了系统的可用性。



1. 一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统,其特征在于,包括:地面设备、轨旁设备以及车载设备;

所述的轨旁设备,用于通过轨旁传感器采集列车运行数据,将列车运行数据通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令;

所述的车载设备,用于通过车载传感器采集列车状态信息,将列车状态信息通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令;

所述的地面设备,用于根据接收到的列车运行数据和列车状态信息通过云计算服务器产生列车运行控制命令,将所述列车运行控制命令发送给轨旁设备和车载设备,并完成列车自动监督功能。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述的地面设备包括:一个云计算中心服务器、多个云计算边缘服务器以及5G骨干网的无线接入点,所述云计算中心服务器通过5G骨干网与各个云计算边缘服务器连接和通信。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于:

所述的轨旁设备,具体用于包括地面基础设施设备和轨旁传感器,通过5G骨干网中的无线接入点与地面设备中的云计算边缘服务器进行连接和通信,通过轨旁传感器采集列车运行数据,将列车运行数据通过5G骨干网发送给云计算边缘服务器,接收并执行云计算边缘服务器下发的列车运行控制命令以及业务数据;所述地面基础设施设备根据云计算边缘服务器下发的联锁控制命令做出相应的动作。

4. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于:

所述的车载设备,具体用于包括车载传感器群、通信收发信机以及列车运行控制器,各个车载传感器、通信收发信机和列车运行控制器之间通过串口线、缆线以及网线相连,通过5G骨干网中的无线接入点与云计算边缘服务器进行连接和通信,车载传感器用于采集整个列车状态信息,将运行状态信息通过5G骨干网发送给云计算边缘服务器,处理地面设备下发的列车运行控制命令和业务数据。

5. 根据权利要求2至4任一项所述的系统,其特征在于,所述的云计算边缘服务器包括:

无线通信单元,用于通过5G骨干网中的无线接入点与轨旁设备和车载设备进行连接和通信,接收轨旁设备发送过来的列车运行数据,接收车载设备发送过来的列车状态信息,向轨旁设备和车载设备发送运行控制命令和业务数据;

列车运行计划下发单元,用于在列车运行前,根据线路长度和列车数量,给每条线路分配资源,根据每条线路的资源 and 当前列车运行情况,给列车下发运行计划和时刻表;

联锁计算单元;用于根据无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息,结合地面设施状态,计算列车进路数据,完成联锁的计算功能,并向地面信号机和道岔等轨旁设备和车载设备发送联锁控制命令;

移动授权计算单元,用于对无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息进行融合处理后,计算出列车位置和列车速度数据,下发移动授权命令给车载设备,车载设备中的列车运行控制器根据收到的移动授权命令对列车进行运行控制。

6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述的云计算中心服务器包括:

无线通信单元,用于通过5G骨干网与各个云计算边缘服务器进行连接和通信,接收云计算边缘服务器发送过来的列车运行数据、列车状态信息,向云计算边缘服务器发送运行

控制命令和业务数据；

线路数据存储单元，用于统一存储所有的线路数据，所有需要获取线路数据的云计算边缘服务器通过云计算中心服务器获取线路数据；

列车自动监督单元，用于根据云计算边缘服务器上报的列车运行数据、列车状态信息完成列车自动监督功能；

列车运行计划下发单元，用于在列车运行前，根据线路长度和列车数量，给每条线路分配资源，根据每条线路的资源和当前列车运行情况，给列车下发运行计划和时刻表；

联锁计算单元；用于根据无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息，结合地面设施状态，计算列车进路数据，完成联锁的计算功能，并向地面信号机和道岔等轨旁设备和车载设备发送联锁控制命令；

移动授权计算单元，用于对无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息进行融合处理后，计算出列车位置和列车速度数据，下发移动授权命令给车载设备，车载设备中的列车运行控制器根据收到的移动授权命令对列车进行运行控制。

基于5G和云计算技术的列车运行控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及列车运行控制技术领域,尤其涉及一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。

背景技术

[0002] 城市轨道交通是用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统,包括地铁系统、轻轨系统、有轨电车、单轨系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统和磁浮系统。随着中国城市化和机动化进程的不断加快,人口向城市流动造成城市人口骤增,交通出行压力持续增加。具有准时、便捷、高效等诸多特点的城市轨道交通成为了缓解城市交通压力的重要手段,现在已经成为广大乘客首选的出行方式。2010年底我国内地开通城市轨道交通服务的城市仅北京、天津、上海、广州、深圳、南京、武汉、重庆、长春和大连10个城市,均为直辖市、省会城市或计划单列市。根据中国城市轨道交通协会的统计数据,截至2018年底,中国内地共34个城市开通城市轨道交通运营服务,开通城轨交通线路171条。

[0003] 城市轨道交通作为大容量交通工具,其安全性直接关系到广大乘客的生命安全,其运行效率直接影响广大乘客的出行体验,而列车运行控制系统是确保行车安全和高效运营的核心技术、关键装备。列车运行控制系统是用来控制列车行驶速度和方向,确保列车间保持安全的间隔,在保证列车行车安全的前提下提高轨道交通系统的运输能力的控制系统。随着通信与计算机技术的发展,列车运行控制系统发展成为基于通信的列车控制(Communication Based Train Control,CBTC)系统。

[0004] CBTC系统集先进的控制技术、计算机技术、通信技术和网络技术一体,具有系统化、网络化、智能化和信息化的特点。目前应用最为广泛的CBTC系统由控制中心设备、车站设备、轨旁设备、车载设备及网络通信设备五大部分组成。

[0005] 控制中心设备主要包括列车自动监测子系统设备,主要负责站场信息、列车信息的监督和对列车运行的控制功能。为实现上述功能,列车自动监测系统在控制中心设置了应用服务器、数据库服务器、通信前置机和时刻表编辑工作站等一系列设备。

[0006] 车站设备主要包括区域控制器设备、数据存储单元设备、计算机联锁设备及列车自动监测设备,负责逻辑处理、临时限速管理、临时限速管理、移动授权计算、车站级运行控制等功能。计算机联锁设备包括联锁机、驱采机等设备,具有进路办理、重复开放信号、进路取消或者人工解锁、区段故障解锁等功能。区域控制器是CBTC系统实现列车自动防护系统功能的核心控制设备,其主要职责是根据CBTC列车所汇报的位置信息以及联锁所排列的进路和轨道占用/空闲信息,为其控制范围内CBTC列车计算生成MA(Mobile Application,移动授权),确保在其控制区域内CBTC列车的安全运行。数据存储单元子系统是CBTC系统中重要的地面控制设备,主要负责全线临时限速存储和下载功能,以及数据存储和数据库版本管理等功能。列车自动监测系统车站分机是列车自动监测系统的核心处理设备。它负责处理本集中站所辖线路范围内现场信号设备状态数据和列车状态数据,接收现地控制工作站的控制指令,进行相应处理。

[0007] CBTC系统的车载设备一般称为车载控制器,车头、车尾各一套,头尾两端通过通信线缆相连,用以实现头尾两端设备之间的通信以及车地无线通信的双路冗余。车载设备的三个主要组成部分为列车自动防护、列车自动驾驶及人机界面。列车自动防护设备是车载设备中负责列车运行安全的重要设备,根据从车站设备获取的移动授权信息及线路上的障碍物信息,结合与车站设备进行了版本校验的电子地图,列车自动防护设备对列车进行全面监控,一旦列车出现威胁列车运行安全的情况,列车自动防护设备将自动采取措施,保证列车运行安全。

[0008] 具备以上结构的CBTC系统在城市轨道交通的发展中发挥了巨大的作用,但是5G通信和云计算技术的发展以及5G技术的商用化给CBTC系统的发展和优化带来了更多的机会,在当前技术背景下,传统CBTC系统存在以下几个问题:

[0009] (1) 轨旁设备数量庞大、维护成本高、故障隐患多

[0010] 传统的CBTC系统配有各种复杂的轨旁设备以保证列控系统的安全运行,如此大数量的轨旁设备,将很大程度的提高系统的维护成本,不仅如此,轨旁数量的增加,将提高系统的故障概率。并且轨旁设备的种类繁多,位置各异,造成故障定位慢,可能造成城市轨道交通拥堵,严重影响系统的运行效率和行车安全。

[0011] 当前有文献提出撤销轨旁设备与区域控制器,将轨旁设备和区域控制器的功能转移到列车控制器,但这会造成列车出场前调试任务繁重,故障检测进度缓慢,同时也使得列车的结构更为复杂,线路上列控系统发生故障无法及时处理。

[0012] (2) 系统效率低

[0013] 传统的CBTC系统的运行需要车站设备如区域控制器和列车自动监督系统的协同控制,虽然在当前保证列车运行安全的同时很大程度的提高了系统的运行效率,但由于系统架构复杂,ATS、ZC和联锁等系统处理信息的能力远远弱于云计算中心服务器与云计算边缘服务器,系统信息处理缓慢会严重影响城市轨道交通系统的运行效率。

[0014] 同时,现有的城市轨道交通中地铁系统采用基于WLAN通信系统的列车运行控制系统,相对于5G通信系统而言,WLAN通信系统的通信时延高、吞吐量小以及可靠性低,这就导致不同设备间交互时延长、以及传感器采集数据传输时延不稳定等因素,系统无法进一步缩短列车的行车间距,这将严重限制列车运行控制系统运行效率的进一步提高。

[0015] (3) 系统安全性差

[0016] 上述城市轨道交通中地铁系统采用基于WLAN通信系统的列车运行控制系统,该通信系统与当前wifi共同使用2.4GHz频段,系统容易受同频干扰,并且该频段下已经有众多简单的无线攻击手段,对于系统攻击者而言攻击系统的成本低、手段简单、方法众多以及攻击影响大,这就导致现在城市轨道交通系统很容易收到网络攻击的影响而降级运行,这会严重影响系统效率,甚至导致系统瘫痪。

[0017] (4) 投资建设时间长

[0018] 由于传统CBTC系统结构复杂,尤其是由于地形、环境等因素造成的部分轨旁设备铺设难度高、维护成本高等问题,这将浪费大量的时间、人力与物力。在招投标阶段,需要组织多次招投标工作,将浪费大量时间。建设阶段,由于要建设复杂的车站系统、轨旁系统,并且系统间调试过程复杂,施工时期要协调多个建设单位和多个建设时间。系统的施工时间延长几倍之多。

[0019] (5) 系统缺乏可扩展能力

[0020] 由于CBTC系统已经发展成为相对封闭的专业控制系统,已经逐渐无法满足现阶段旅客与日俱增的业务需求,同时物联网、5G、云计算等新兴技术的兴起也给引入现有CBTC系统架构的进度缓慢,成本巨大。

[0021] 目前,业界尚没有投入使用的基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。

发明内容

[0022] 本发明的实施例提供了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统,以克服现有技术的问题。

[0023] 为了实现上述目的,本发明采取了如下技术方案。

[0024] 一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统,包括:地面设备、轨旁设备以及车载设备;

[0025] 所述的轨旁设备,用于通过轨旁传感器采集列车运行数据,将列车运行数据通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令;

[0026] 所述的车载设备,用于通过车载传感器采集列车状态信息,将列车状态信息通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令;

[0027] 所述的地面设备,用于根据接收到的列车运行数据和列车状态信息通过云计算服务器产生列车运行控制命令,将所述列车运行控制命令发送给轨旁设备和车载设备,并完成列车自动监督功能。

[0028] 优选地,所述的地面设备包括:一个云计算中心服务器、多个云计算边缘服务器以及5G骨干网的无线接入点,所述云计算中心服务器通过5G骨干网与各个云计算边缘服务器连接和通信。

[0029] 优选地,所述的轨旁设备,具体用于包括地面基础设施设备和轨旁传感器,通过5G骨干网中的无线接入点与地面设备中的云计算边缘服务器进行连接和通信,通过轨旁传感器采集列车运行数据,将列车运行数据通过5G骨干网发送给云计算边缘服务器,接收并执行云计算边缘服务器下发的列车运行控制命令以及业务数据;所述地面基础设施设备根据云计算边缘服务器下发的联锁控制命令做出相应的动作。

[0030] 优选地,所述的车载设备,具体用于包括车载传感器群、通信收发信机以及列车运行控制器,各个车载传感器、通信收发信机和列车运行控制器之间通过串口线、缆线以及网线相连,通过5G骨干网中的无线接入点与云计算边缘服务器进行连接和通信,车载传感器用于采集整个列车状态信息,将运行状态信息通过5G骨干网发送给云计算边缘服务器,处理地面设备下发的列车运行控制命令和业务数据。

[0031] 优选地,所述的云计算边缘服务器包括:

[0032] 无线通信单元,用于通过5G骨干网中的无线接入点与轨旁设备和车载设备进行连接和通信,接收轨旁设备发送过来的列车运行数据,接收车载设备发送过来的列车状态信息,向轨旁设备和车载设备发送运行控制命令和业务数据;

[0033] 列车运行计划下发单元,用于在列车运行前,根据线路长度和列车数量,给每条线路分配资源,根据每条线路的资源和当前列车运行情况,给列车下发运行计划和时刻表;

[0034] 联锁计算单元;用于根据无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息,

结合地面设施状态,计算列车进路数据,完成联锁的计算功能,并向地面信号机和道岔等轨旁设备和车载设备发送联锁控制命令;

[0035] 移动授权计算单元,用于对无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息进行融合处理后,计算出列车位置和列车速度数据,下发移动授权命令给车载设备,车载设备中的列车运行控制器根据收到的移动授权命令对列车进行运行控制。

[0036] 优选地,所述的云计算中心服务器包括:

[0037] 无线通信单元,用于通过5G骨干网与各个云计算边缘服务器进行连接和通信,接收云计算边缘服务器发送过来的列车运行数据、列车状态信息,向云计算边缘服务器发送运行控制命令和业务数据;

[0038] 线路数据存储单元,用于统一存储所有的线路数据,所有需要获取线路数据的云计算边缘服务器通过云计算中心服务器获取线路数据;

[0039] 列车自动监督单元,用于根据云计算边缘服务器上报的列车运行数据、列车状态信息完成列车自动监督功能;

[0040] 列车运行计划下发单元,用于在列车运行前,根据线路长度和列车数量,给每条线路分配资源,根据每条线路的资源 and 当前列车运行情况,给列车下发运行计划和时刻表;

[0041] 联锁计算单元;用于根据无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息,结合地面设施状态,计算列车进路数据,完成联锁的计算功能,并向地面信号机和道岔等轨旁设备和车载设备发送联锁控制命令;

[0042] 移动授权计算单元,用于对无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息进行融合处理后,计算出列车位置和列车速度数据,下发移动授权命令给车载设备,车载设备中的列车运行控制器根据收到的移动授权命令对列车进行运行控制。

[0043] 由上述本发明的实施例提供的技术方案可以看出,本发明实施例设计了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。特别的,利用5G通信、云计算等技术,将地面集中站的功能整合统一,因而,使得系统层次简化,减少了传统轨旁设备的数量,同时增加了高精度的传感器用于采集线路信息,这使得高效的数据处理保证了在系统原有功能不受影响的情况下,进一步优化CBTC系统,满足城市轨道交通各项生产业务,同时这也使得故障隐患大大减少,提高了系统的可用性。

[0044] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,这些将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0045] 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。

[0046] 图1为本发明实施例提供的一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统的结构图。

[0047] 图2为本发明实施例提供的一种云计算边缘服务器的结构示意图。

[0048] 图3为本发明实施例提供的一种云计算中心服务器的结构示意图。

具体实施方式

[0049] 下面详细描述本发明的实施方式,所述实施方式的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0050] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解,当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时,它可以直接连接或耦接到其他元件,或者也可以存在中间元件。此外,这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或耦接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或多个相关联的列出项的任一单元和全部组合。

[0051] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0052] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以几个具体实施例为例做进一步的解释说明,且各个实施例并不构成对本发明实施例的限定。

[0053] 本发明实施例提供了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统,该系统能优化传统列控系统的架构,满足当前人民对城市轨道交通的各项业务需求,并进一步提高城市轨道交通系统的运输效率和安全性等各项业务指标。该系统将传统的CBTC系统架简化,将系统功能优化,把地面系统的功能集中在高性能的云计算服务器处理,将车载功能简化,优化车载上线前流程,这使得列车上线前调试简单,加快了列车上线的速度。同时,该系统使用先进的5G通信和云计算技术,5G通信具有传输高可靠、低时延等众多优势,可以提供高速、安全的通信链路,配合高效的云计算系统,将大大提高系统运行效率。同时由于简化了列车功能和轨旁设备,并且将车站系统的功能集中由云服务器实现,可以提高系统的管理能力,并且缩短系统的搭建时间和调试时间,进一步缩短建设周期。云服务器以及边缘计算服务器的能够预留充足的接口,为不断涌现新的业务需求提供传输通道,进一步提升列控系统的承载业务的能力。

[0054] 图1为本发明实施例提出的一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统的结构图,该系统由地面设备、轨旁设备以及车载设备组成。地面设备包括:一个云计算中心服务器、多个云计算边缘服务器以及无线接入点等相关的网络设备;轨旁设备包括:地面基础设施设备和轨旁传感器;车载设备包括:车载传感器群、通信收发信机以及列车运行控制器。

[0055] 所述的轨旁设备,用于通过轨旁传感器采集列车运行数据,将列车运行数据通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令。

[0056] 所述的车载设备,用于通过车载传感器采集列车状态信息,将列车状态信息通过5G骨干网发送给地面设备,接收并执行地面设备下发的列车运行控制命令。

[0057] 所述的地面设备,用于根据接收到的列车运行数据和列车状态信息通过云计算服务器产生列车运行控制命令,将所述列车运行控制命令发送给轨旁设备和车载设备,并完成列车自动监督功能。

[0058] 上述地面设备中的云计算中心服务器通过5G骨干网与各个云计算边缘服务器相连,地面设备主要负责监督列车运行与轨旁设备的状态,以及管理整个列车运行控制系统,下发列车运行控制命令以及业务数据给车载设备和轨旁设备。上述运行控制命令主要包括:允许列车运行的速度限制、运行列车运行的推荐速度、运行牵引力等级和制动等级等;业务数据包括:前后列车的位置信息、路况信息、语音数据和视频流等。

[0059] 上述5G骨干网采用5G无线通信技术,云计算边缘服务器提供5G骨干网中的无线接入点。不再设置独立的列车自动监督(ATS, Automatic Train Supervision)系统,由云计算中心服务器完成ATS功能,CBTC云计算中心计算服务器根据所有列车传感器、地面传感器上报的信息,以及云计算边缘服务器上报的信息,完成列车自动监督功能。所有的线路数据统一存储在云计算中心服务器,所有需要获取线路数据的云计算边缘服务器,通过中心服务器获取线路数据。

[0060] 上述轨旁传感器包括位置传感器、应答器等传感器设备与继电器等基础设施,轨旁设备通过5G骨干网中的无线接入点与云计算边缘服务器进行连接和通信,轨旁传感器用于采集列车运行数据,该列车运行数据包括列车运行的位置信息、列车的速度信息、配对车载传感器读取设备温度、设备运行状态是否正常等信息。轨旁传感器将列车运行数据通过5G骨干网发送给云计算边缘服务器,接收并执行云计算边缘服务器下发的列车运行控制命令以及业务数据。比如,轨旁设备中的地面基础设施设备则根据云计算边缘服务器的命令做出相应的动作,如扳道岔等。

[0061] 车载设备中的各个车载传感器、通信收发信机和列车运行控制器之间通过串口线、缆线以及网线相连,车载设备通过5G骨干网中的无线接入点与云计算边缘服务器进行连接和通信,车载传感器用于采集整个列车状态信息,该列车状态信息包括:列车的速度信息、收发信机的工作状态、列车占用信道的信噪比、列车牵引、制动设备的工作状态、列车关键设备的温度等信息。车载传感器将运行状态信息通过5G骨干网发送给云计算边缘服务器,处理地面设备下发的列车运行控制命令和业务数据,保证列车安全、可靠、高效的运行。

[0062] 本发明实施例提供的一种云计算边缘服务器的结构示意图如图2所示,包括:

[0063] 无线通信单元,用于通过5G骨干网中的无线接入点与轨旁设备和车载设备进行连接和通信,接收轨旁设备发送过来的列车运行数据,接收车载设备发送过来的列车状态信息,向轨旁设备和车载设备发送运行控制命令和业务数据。

[0064] 列车运行计划下发单元,用于在列车运行前,根据线路长度和列车数量,给每条线路分配资源,根据每条线路的资源和当前列车运行情况,给列车下发运行计划和时刻表。

[0065] 联锁计算单元;用于根据无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息,结合地面设施状态,计算列车进路数据,完成联锁的计算功能,并向地面信号机和道岔等轨旁设备和车载设备发送联锁控制命令。

[0066] 移动授权计算单元,用于对无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息进行融合处理后,计算出列车位置和列车速度数据,下发移动授权命令给车载设备,车载设备中的列车运行控制器根据收到的移动授权命令对列车进行运行控制。

[0067] 云计算边缘服务器也可以将轨旁设备和车载设备上报的列车运行数据和列车状态信息发送给云计算中心服务器,由云计算中心服务器完成相关的运行控制计算。

[0068] 本发明实施例提供的一种云计算中心服务器的结构示意图如图3所示,包括:

[0069] 无线通信单元,用于通过5G骨干网与各个云计算边缘服务器进行连接和通信,接收云计算边缘服务器发送过来的列车运行数据、列车状态信息,向云计算边缘服务器发送运行控制命令和业务数据。

[0070] 线路数据存储单元,用于统一存储所有的线路数据,所有需要获取线路数据的云计算边缘服务器通过云计算中心服务器获取线路数据。

[0071] 列车自动监督单元,用于根据云计算边缘服务器上报的列车运行数据、列车状态信息完成列车自动监督功能。

[0072] 列车运行计划下发单元,用于在列车运行前,根据线路长度和列车数量,给每条线路分配资源,根据每条线路的资源和当前列车运行情况,给列车下发运行计划和时刻表。

[0073] 联锁计算单元;用于根据无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息,结合地面设施状态,计算列车进路数据,完成联锁的计算功能,并向地面信号机和道岔等轨旁设备和车载设备发送联锁控制命令。

[0074] 移动授权计算单元,用于对无线通信单元接收到的列车运行数据和列车状态信息进行融合处理后,计算出列车位置和列车速度数据,下发移动授权命令给车载设备,车载设备中的列车运行控制器根据收到的移动授权命令对列车进行运行控制。

[0075] 云计算边缘服务器可以结合线路数据以及列车运行状态信息,完成区域控制器移动授权计算这一基本功能,边缘服务器将处理过的信息汇总给云中心服务器后,云中心服务器可以根据整条线路的信息,完成整条线路的行车调度优化功能,可以在保证运行安全的同时,进一步提高系统的运行效率。中心服务器会将优化的结果下发至边缘服务器,边缘服务器将优化的运行参数存至边缘服务器的告诉缓存,保证列车可以快速获得优化后的行车指令。

[0076] 云计算边缘服务器和云计算中心服务器在保证区域控制器等基本功能的同时,利用其强大的计算功能和缓存功能,可以进一步在区域控制器中加入神经网络算法,实现虚假信息鉴别等功能,保证系统等运行安全,从多角度保证列车运行系统的高效率、高可靠性。

[0077] 本发明实施例提供的基于5G和云计算技术的列车运行控制系统的应用过程包括:

[0078] 列车根据车站定制需求配置所需要的传感器,列车出厂后,由车站统一配置网络环境和调试传感器的参数后即可上线。在所有列车运行前,根据线路长度和列车数量,统计每条线路需要的计算资源;根据列车的实际运行需求,沿线配置满足需求的移动边缘计算服务器,每台移动边缘计算服务器根据列车控制系统的计算任务动态分配计算资源完成列车控制命令的计算,联锁进路计算功能以及区域控制器移动授权计算功能。在列车出站前,列车在车库内等待接收进路表和时刻表等信息,云计算中心服务器会通过计算当前整条线路的列车运行情况,给车库内的列车下发运行计划和时刻表。

[0079] 所有的城市轨道交通基础设施设备根据列控需要配置不同类型、不同数量的车载传感器,每个车载传感器使用不同的设备ID进行标识,由车载运行控制器汇总列车的运行状态。

[0080] 所有的车载设备出厂时根据用户需求对传感器和无线接入设备进行配置,用户通过云计算中心服务器对列车进行统一管理。

[0081] 列车在运行时,列车装载的传感器时刻负责采集列车运行的各种状态信息,并通

过无线网络发给地面设备,一般情况下的数据,放置在网络“边缘”处的云计算边缘服务器便可处理相关数据,云计算边缘服务器根据收到的列车上多传感器的信息,融合多传感器信息,获得精确的列车位置和列车速度数据,并根据情况下发移动授权给列车,列车运行控制器根据收到的信息对列车进行运行控制,当发生紧急情况或特殊情况,边缘计算服务器无法做出处理时,则列车数据会边缘服务器发给云计算中心服务器,由云计算中心服务器做出处理;在整个过程中,轨旁传感器都在采集相关数据上报给地面,并接收云计算边缘服务器下发的指令,做出道岔移动等相关动作。

[0082] 综上所述,本发明实施例设计了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。特别的,利用5G通信、云计算等技术,将地面集中站的功能整合统一,因而,使得系统层次简化,减少了传统轨旁设备的数量,同时增加了高精度的传感器用于采集线路信息,这使得高效的数据处理保证了在系统原有功能不受影响的情况下,进一步优化CBTC系统,满足城市轨道交通各项生产业务,同时这也使得故障隐患大大减少,提高了系统的可用性。

[0083] 本发明的为城市轨道交通系统设计了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。特别的,不再设置独立的区域控制器,由CBTC云计算移动边缘计算服务器完成区域控制器功能,CBTC云计算移动边缘计算服务器根据所有列车传感器,地面传感器上报的信息,以及边缘计算服务器上的联锁功能服务器的进路信息,完成列车运行的移动授权计算。这将大大提高地面系统处理信息的能力和速度,这使得城市轨道交通系统的综合能力进一步提高,可以有效地提高系统的效率。

[0084] 本发明的为城市轨道交通系统设计了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。特别的,使用5G通信和新兴网络技术的入侵监测手段、网络故障监测手段以及基于深度学习的网络防御系统。这将更有利于系统及时发现黑客的攻击并及时给出最优的防御策略,保证整个系统正常平稳的运行,极大程度的提高了现有系统的安全性。

[0085] 本发明的为城市轨道交通系统设计了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。特别的,利用5G通信和移动变换计算等技术,将车载控制器与轨旁设备功能简化,车载传感器只负责采集数据和处理地面系统服务器下发的命令,这使得列车在出厂后经过简单的网络配置就可以上线运行,无需对其他系统功能进行大规模的复杂的调试,可以缩短工程周期。同时5G通信的高可靠和低时延等特性,保证了无线通信的安全可靠和数据的高速传输,传输时延和处理时延的缩短保证系统高效运行,移动边缘服务器的设立更加保证了各项业务数据的高效处理,这保证系统有极高安全性的同时。进一步保证系统的安全高效的运行。

[0086] 本发明为城市轨道交通系统设计了一种基于5G和云计算技术的列车运行控制系统。特别的,利用5G技术和先进的传感器技术,可以精确监控整个系统各个部分的运行状态,在系统发生故障时可以准确、快速的发现问题,并解决问题,保证列控系统安全可靠的运行。同时可以减少不同厂商或规格的专业硬件设备,减少由专业硬件设备与软件不兼容的问题,提高系统可靠性和可用性。同时,现有系统架构与物联网等可以紧密结合,实现互联互通。这保证了系统的开放性,更有利于面向当前乘客对城市轨道交通的服务需求。本发明的系统将大规模减少不同厂商或规格的硬件设备,降低系统的故障风险,同时利用高精度的传感器有利于精确定位系统故障位置,降低故障的处理时间,也大大降低了系统的故障风险。

[0087] 本领域普通技术人员可以理解：附图只是一个实施例的示意图，附图中的模块或流程并不一定是实施本发明所必须的。

[0088] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于装置或系统实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述得比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的装置及系统实施例仅仅是示意性的，其中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模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下，即可以理解并实施。

[0089] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但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，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

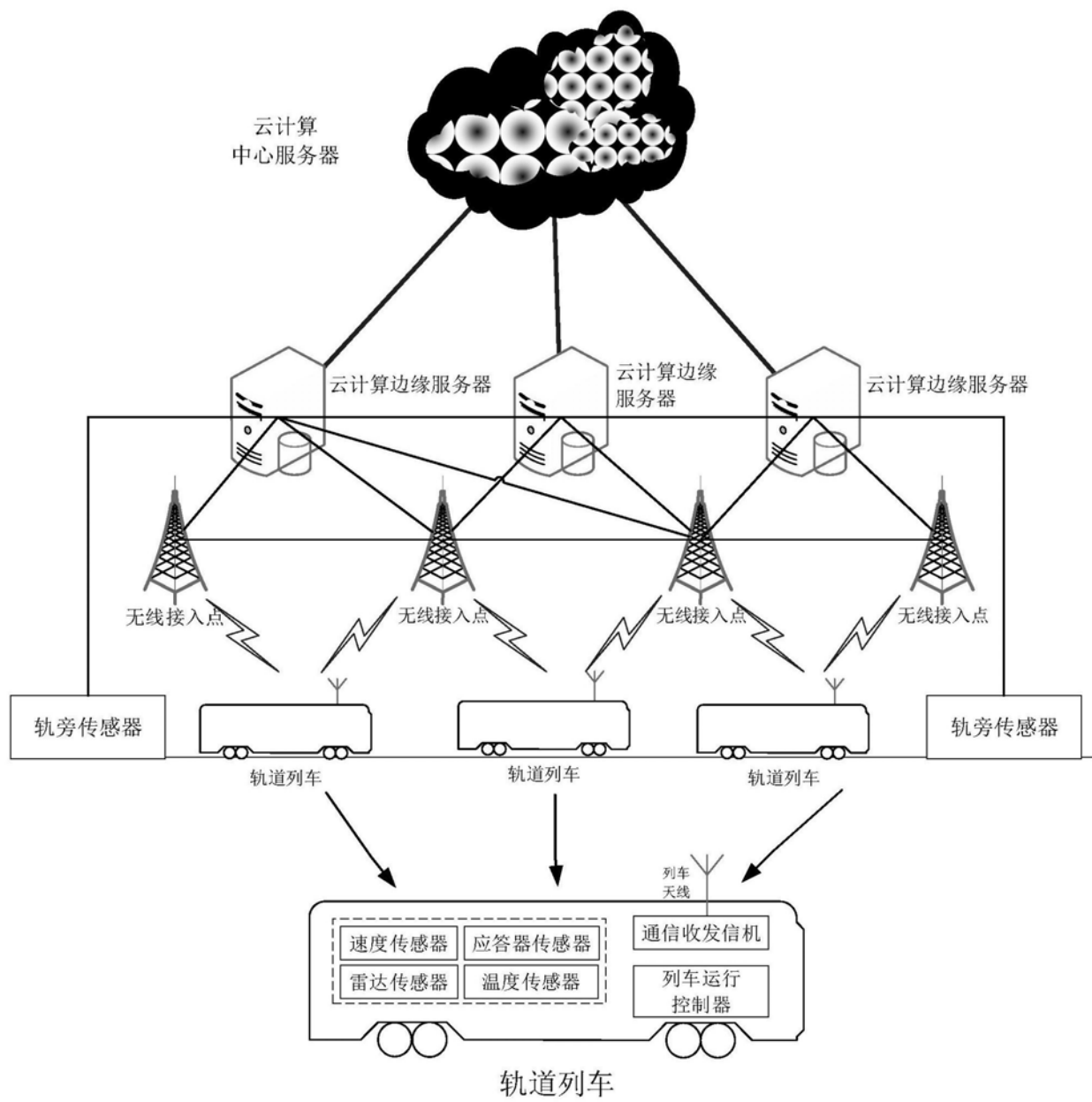


图1

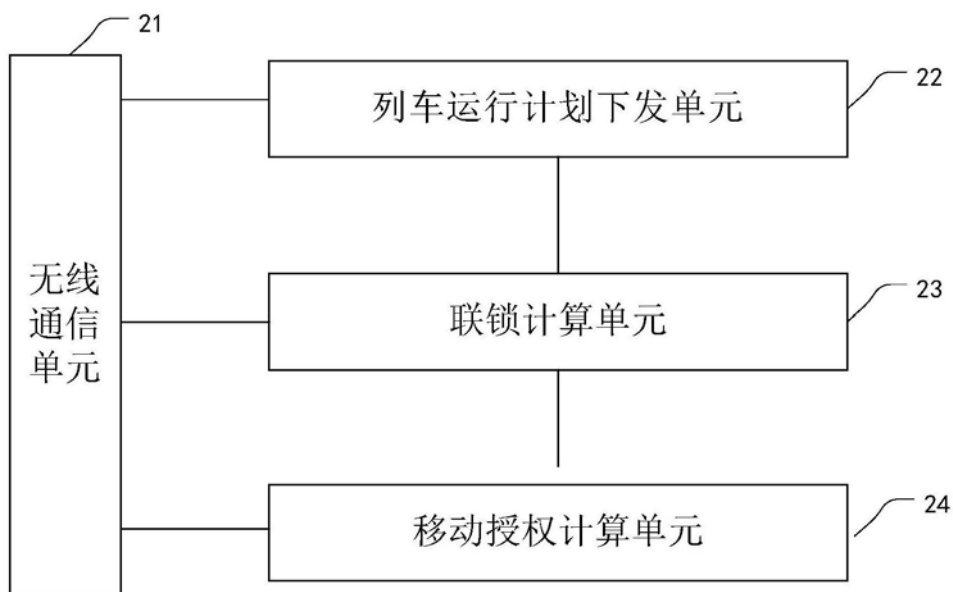


图2

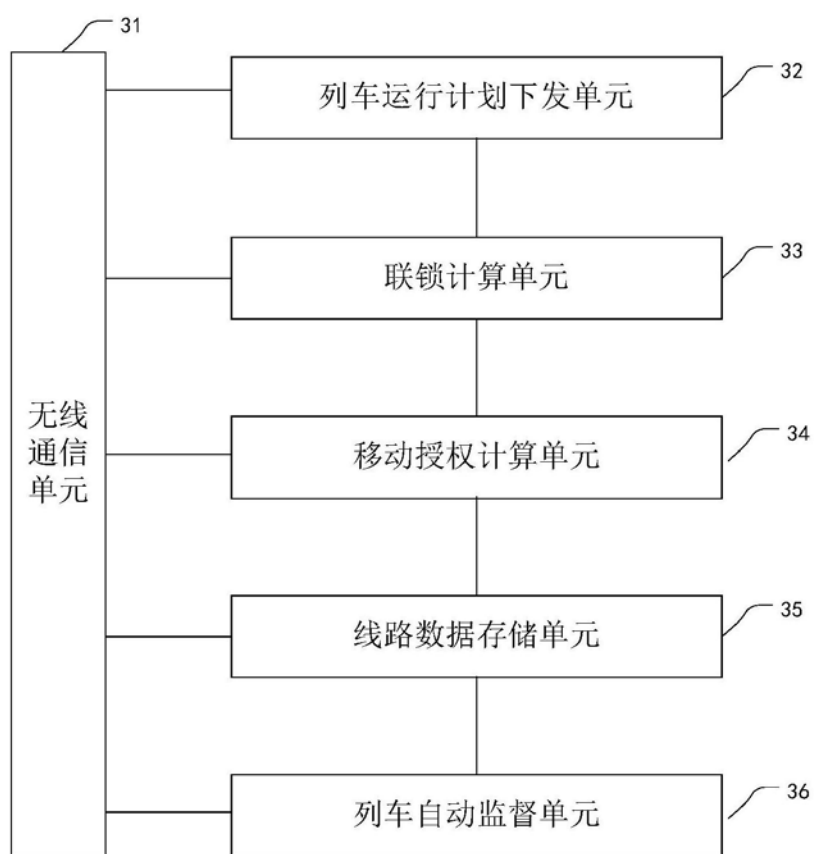


图3