



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111431597 B

(45) 授权公告日 2021.05.28

(21) 申请号 202010234098.2

CN 108923855 A, 2018.11.30

(22) 申请日 2020.03.27

Yang Shen, Guojun Chen, Xieyang Xu,

(65) 同一申请的已公布的文献号

Chenren Xu, Guobin Shen. Poster: A VLC

申请公布号 CN 111431597 A

Solution for Smart Parking. 《MobiCom '17: Proceedings of the 23rd Annual

(43) 申请公布日 2020.07.17

International Conference on Mobile

(73) 专利权人 北京大学

Computing and Networking》. 2017,

地址 100871 北京市海淀区颐和园路5号

Xieyang Xu, Yang Shen, Junrui Yang,

(72) 发明人 许辰人 冯立磊 沈国斌

Chenren Xu, Guobin Shen 等. Passive VLC:

(74) 专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理

Enabling Practical Visible Light

有限公司 11129

Backscatter Communication for Battery-

代理人 何志欣

free IoT Applications. 《MobiCom '17: Proceedings of the 23rd Annual

(51) Int. Cl.

International Conference on Mobile

H04B 10/116 (2013.01)

Computing and Networking》. 2017,

H04Q 11/00 (2006.01)

审查员 廖丹峰

(56) 对比文件

WO 2019045464 A1, 2019.03.07

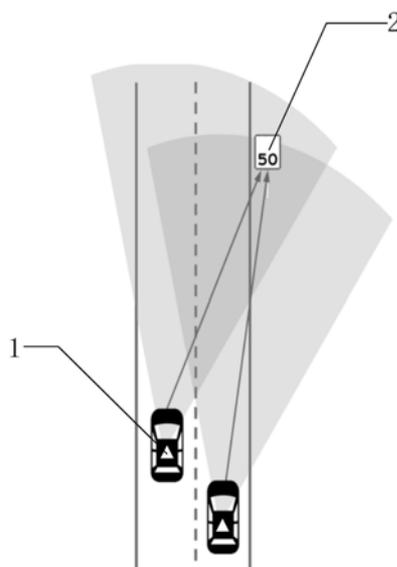
权利要求书3页 说明书16页 附图6页

(54) 发明名称

一种基于逆反射装置通信的车联网数据通信网络及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于逆反射通信的车联网数据通信网络及方法,所述网络包括设置在交通工具上的读写装置和设置在交通工具和/或基础设施上被动通信的逆反射装置,至少一个读写装置通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置建立光通信链路,第一光信号是以持续发送的方式监测读写装置通信范围内的至少一个逆反射装置的任何持续进行的通信会话以减少异步上行通信链路冲突概率,第二光信号是在读写装置停止发送第一光信号而进入用于发现逆反射装置以避免同步上行通信链路冲突的第一状态和/或用于查询逆反射装置以避免异步上行通信链路冲突的第二状态后由读写装置发送至逆反射装置。



1. 一种基于逆反射通信的车联网数据通信网络,至少包括:
设置在交通工具上的读写装置(1),
设置在交通工具和/或基础设施上的逆反射装置(2),
读写装置(1)能够与逆反射装置(2)建立至少在一定时间和空间内稳定连续的光通信链路,

其特征在于,

至少一个读写装置(1)通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置(2)建立光通信链路,其中,

第一光信号用于监测逆反射装置(2)任何持续进行的通信会话以确认读写装置(1)与逆反射装置(2)之间的通信链路的空闲或忙碌状态,并且在该通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置(1)进入第一状态(102)和/或第二状态(103)以发送至少包括在该时间和空间上为至少一个逆反射装置(2)被动动态分配虚拟ID的数据包的第二光信号以避免上下行通信链路冲突。

2. 根据权利要求1所述的车联网数据通信网络,其特征在于,在读写装置(1)向其通信范围内的至少一个逆反射装置(2)发送第一光信号的情况下,

所述读写装置(1)配置为监测到信号则判断读写装置(1)与逆反射装置(2)之间的光通信链路处于忙碌状态,从而读写装置(1)维持连续发送第一光信号的状态以发现其通信范围内能够建立处于空闲状态的光通信链路的逆反射装置(2)。

3. 根据权利要求1所述的车联网数据通信网络,其特征在于,在读写装置(1)判断与逆反射装置(2)之间的光通信链路处于空闲状态的情况下,

读写装置(1)转换为第一状态(102),并向至少一个逆反射装置(2)发送至少包括第一载荷的第二光信号,其中,

在至少两个逆反射装置(2)与该读写装置(1)的光通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置(1)基于逆反射装置(2)的数量而为每个逆反射装置(2)被动动态地分配虚拟ID并构建虚拟ID候选列表,使得读写装置(1)按照虚拟ID候选列表上的顺序依次向虚拟ID指向的逆反射装置(2)发送至少包括该虚拟ID信息的第一载荷的第二光信号,其中,

虚拟ID至少包括轮数(208)以及随机变量。

4. 根据权利要求1至3任一所述的车联网数据通信网络,其特征在于,至少一个逆反射装置(2)接收到至少包括第一载荷的第二光信号进入第三状态(105),其中,

在逆反射装置(2)同时接收到至少两个读写装置(1)发送的第二光信号的情况下,逆反射装置(2)由于下行通信链路发生冲突而进入静默状态,并且读写装置(1)未在预设时间内检测到逆反射装置(2)反射的光信号的情况下,读写装置(1)重新进入持续连续发送第一光信号的状态。

5. 根据权利要求1至3任一所述的车联网数据通信网络,其特征在于,至少一个逆反射装置(2)在进入第三状态(105)后仅接收到一个读写装置(1)发送的至少包括第一载荷的第二光信号的情况下,

至少一个逆反射装置(2)解调并调制第二光信号以生成至少包括第一确认信息的第二光信号,并将该第二光信号反射至该读写装置(1),其中,

读写装置(1)对接收该调制后的至少包括第一确认信息的第二光信号解码失败的情况

下,读写装置(1)由于上行通信链路发生冲突而终止通信会话,并根据获取同步上行通信链路的冲突数量更新虚拟ID候选列表,从而重新进入第一状态(102)并按照更新后虚拟ID候选列表上的下一个虚拟ID指向的逆反射装置(2)发送至少包括该虚拟ID信息的第二载荷的第二光信号;

在解码成功的情况下,读写装置(1)进入第二状态(103),并向该逆反射装置(2)发送至少包括第三载荷的第二光信号。

6.根据权利要求1至3任一所述的车联网数据通信网络,其特征不在于,逆反射装置(2)接收到至少包括第三载荷的第二光信号后进入第四状态(106)并响应该第二光信号,其中:

在至少包括第三载荷的第二光信号的虚拟ID与逆反射装置(2)接收到的至少包括第一载荷的第二光信号的虚拟ID彼此匹配的情况下,逆反射装置(2)反射并调制该第二光信号以生成至少包括第二确认的第二光信号,并反射至至少包括第三载荷的第二光信号的读写装置(1);

在至少包括第三载荷的第二光信号与逆反射装置(2)接收到的至少包括第一载荷的第二光信号的虚拟ID彼此不匹配的情况下,逆反射装置(2)进入静默状态。

7.根据权利要求1至3任一所述的车联网数据通信网络,其特征不在于,在读写装置(1)进入第二状态(103)且至少在该读写装置(1)与接收至少包括第三载荷的第二光信号的逆反射装置(2)持续通信的时间内未检测到第二光信号的情况下,

读写装置(1)根据虚拟ID候选列表的下一个虚拟ID向其指向的逆反射装置(2)发送至少包括第三载荷的第二光信号。

8.根据权利要求1至3任一所述的车联网数据通信网络,其特征不在于,在读写装置(1)进入第二状态(103)且至少在该读写装置(1)与逆反射装置(2)持续通信的时间内检测到至少包括第二确认的第二光信号的情况下,

读写装置(1)对该信号进行解码,其中:

在解码成功的情况下,读写装置(1)输出该光信号携带的报文消息并根据虚拟ID候选列表的下一个虚拟ID向其指向的逆反射装置(2)发送至少包括第一载荷的第二光信号;

在解码失败的情况下,读写装置(1)重新向该逆反射装置(2)发送相同的至少包括第三载荷的第二光信号,

或者读写装置(1)重新进入持续连续发送第一光信号的状态。

9.一种基于逆反射通信的车联网数据通信方法,由设置在交通工具和/或基础设施上的至少一个光标签构成的逆反射装置(2)通过被动地调制并反射由设置在交通工具上的读写装置(1)发射的光信号的方式,使得非主动通信的逆反射装置(2)与读写装置(1)之间建立至少在一定时间和空间内稳定连续的光通信链路,其中,

逆反射装置(2)响应于读写装置(1)发送的光信号内请求而将确认信息调制在光信号上,并反射至读写装置(1),从而实现车-车之间、车-道路基础设施之间实现正确的数据交互,

其特征在于,

至少一个读写装置(1)通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置(2)建立光通信链路,其中,

在至少一个读写装置(1)与至少一个逆反射装置(2)建立在一定时间和空间内稳定连

续的至少一个光通信链路通过第一光信号确认处于空闲的状态的情况下，

至少一个逆反射装置 (2) 通过接收第二光信号而激发用于获取特定于每个读写装置 (1) 的在时间上和空间上动态分配的虚拟ID的第三状态 (105) 和/或激发用于确认虚拟ID匹配情况的第四状态 (106)。

一种基于逆反射装置通信的车联网数据通信网络及方法

技术领域

[0001] 本发明属于通信技术领域,涉及一种适用于车联网的数据通信网络及方法,尤其涉及一种基于逆反射通信的车联网数据通信网络及方法。

背景技术

[0002] 可见光通信技术(Visible Light Communication,VLC)是指利用可见光波段的光作为信息载体,不使用光纤等有线信道的传输介质,而在空气中直接传输光信号的通信方式。可见光通信技术相比Wi-Fi、蓝牙、蜂窝网络等基于无线电信号的通信技术来说,具有信号干扰少、防窃听、可用带宽大等天然的优势。最常见的可见光通信技术基于发光二极管(Light Emitting Diode,LED)的快速开关调制作为信号源的基本单元,通过配备在室内外的大型显示屏、照明设备、信号灯和汽车前尾灯来增加信号源的强度和多样性,最后利用光电二极管等光电转换器件接收和解调光信号中承载的信息。基于以上特性和工作原理,可见光通信在基于物联网技术的应用中可以发挥重大作用,尤其是在自动驾驶中的车灯和基础设施(路障,路牌等)之间、室内顶灯和物联网设备之间等场景的双向通信。

[0003] 例如,公开号为CN109450536A的中国专利文献公开了一种基于可见光通信的车辆物联网系统及通信方法,其中,所提供的系统包括:车载可见光通信节点,用于采集车辆信息,并与车载可见光通信节点所属的车辆在同一行驶方向上的相邻车辆上的车载可见光通信节点构建可见光通信链路,并生成由可见光通信链路所组成的车簇的车簇信息;路边基础设施,用于接收覆盖范围内的车载可见光通信节点发送的车辆信息和车簇信息,并将车辆信息和车簇信息发送至局部控制节点;局部控制节点,用于接收路边基础设施发送的路边基础设施覆盖范围内的车辆信息和车簇信息,并根据车辆信息和车簇信息,计算获得区域内道路状况信息。该发明提供的系统,降低了车辆物联网中通信链路之间的冲突和干扰。该专利利用可见光通信以直射径为主且易被隔离的特点来降低不同通信链路之间的冲突和干扰,具体实施方式是通过透镜和接收机阵列之间的定向通信来实现的。然而,要在上述车联网应用场景下实现实用的可见光通信主要有两个问题。第一,通用LED的发光角度范围和光电转换器件对光敏感的角度范围都是有限的,这也就要求两个设备需要完全对准才能实现双向通信。第二,从设计理念,经济成本和运行维护的角度来说,期望物联网设备是小型化,低功耗甚至是无源的。基于LED的通信发射能耗通常在几百毫瓦,而通常物联网设备大小的太阳能电池能转换的有效电能仅在几百微瓦,因此使用透镜和接收机阵列来实现可见光通信,不仅需要功率更大的电源供电,还需要高昂的成本来实现道路基础设施的布局改造。此外,透镜的使用能够将光束对准,从而实现了双向通信需要两个设备完全对准的客观要求,而且这种高度的对准定向特性使得两个设备之间的通信链路很容易被隔离,从而为避免邻近的设备相互干扰,提供了客观条件。但是这种敏感的被隔离特性也对其设备的移动性(Mobility)和一对多通信的可扩展性(Scalability)提出了严峻的挑战,尤其是在车辆与固定的基础设施之间的通信,极易被周围环境干扰,无法及时有效地实现通信。

[0004] 文献[1]Jiangtao Li,Angli Liu,Guobin Shen,Liqun Li,Chao Sun,and Feng

Zhao.Retro-vlc:Enabling battery-free duplex visible light communication for mobile and iot applications.In ACM HotMobile,2015.以及文献[2]Xieyang Xu,Yang Shen,Junrui Yang,Chenren Xu,Guobin Shen,Guo jun Chen,and Yunzhe Ni.Passivevlc:Enabling practical visible light backscatter communication for battery-free iot applications.In ACM MobiCom,2017.公开了一种反向可见光通信系统(Visible Light Backscatter Communication,VLBC),利用反射织物将反射光指向请求通信的车载读写器,并切换LCD的开/关状态,通过开/关键控(OOK)的调制方式调节反射光。VLBC系统由高功率读写器和低功率的光标签组成。它的工作原理如下:读写器中的LED以很高的频率打开和关闭,使得LED发出的光作为信息的载体,即将数据信息通过打开和关闭的方式调制到载波(光)上。光信号被光标签上的光传感器接收并解码。对于上行链路(光标签到车载读写器的通信链路),通过反射同一载波来进行传输。光标签将反射光通过OOK调制后发送,这种调制方式是通过反射织物上的一个由单片机控制的驱动器来实现的。然后,在车载读写器上的光电二极管接收或调制反射光载波,并进一步解调和解码。文献[1]证明了VLBC技术在短距离内应用于车联网通信的可行性,解决了通信设备的移动性、可扩展性以及对接像机不友好的问题,并且成本低(无源工作)、能够阶段性部署。

[0005] 但是,在多对多通信场景下,即在多个读写器的通信范围内存在多个光标签的情况下,多个读写器与多个光标签的通信效率降低。具体而言,读写器一般设置在高速移动的车辆上,光标签安装在道路两侧的基础设施上形成逆反射装置,例如路灯、路障、交通标志、限位杆等等,使得在大多数情况下光标签的分布相对稀疏,存在一个读写器与一个光标签通信的情况。但是在城市地区内道路基础设施众多,光标签分布相对密集,经常出现多个车辆读写器的通信范围内分布多个光标签,进而出现多对多通信场景。同样,当道路的交通量较小时,可能存在只有一个读写器与多个光标签通信,当交通量较大时,多个读写器的通信范围内可能同时存在同一个光标签的情况。在更极端的情况下,一个读写器的光传感器的传感范围内存在多个光标签。而基于VLBC的车联网系统,其工作方式 of 光标签接收到读写器发射的光信号后开始工作,调制并发射读写器发射的光信号,从而读写器与光标签之间的通信具有高度的空间定向特性,即读写器无法感知其他读写器和其他光标签,与该读写器通信的光标签也无法感知其他读写器和光标签。VLBC通信系统的这种高度定向通信特性在多对多通信场景下会导致严重的隐藏终端问题,即在通信领域,基站A向基站B发送信号,基站C未侦测到A向B发送信号,故A和C同时将信号发送至B,引起信号冲突,最终导致发送至B的信号全都丢失。除此之外,高度定向的通信特性也使得读写器不可能被动地监测在其通信范围内其他正在进行通信会话的读写器。当多个读写器同时与一个光标签通信的情况下,或者多个光标签同时与多个读写器通信的情况下,将会导致严重的通信链路冲突。

[0006] 文献[3]施丽慧.可见光通信的MAC协议研究[J].移动通信,2014(3-4):76-81.详细介绍了IEEE 802.15.7标准中可见光通信的介质访问控制(Medium Access Control, MAC)协议,该标准针对可见光高度空间定向特性(可见光信号不能穿越障碍物)以及可见光网络中的载波侦听没有射频网络一样的鲁棒性的缺陷设计了MAC协议。该标准对MAC协议的功能进行了详细的定义,例如信道接入、个人局域网的建立和维持、同步、数据发送、接收和确认、保障时隙的分配和管理、快速链接恢复、多信道资源管理、颜色功能和标准化等。该标准中MAC协议公开了六个方面的功能,包括:

[0007] 1、两个信道接入机制:基于竞争的和无竞争的;基于竞争的访问允许设备利用随机退避算法在竞争周期时访问信道,无竞争访问完全通过协调器在无竞争周期时对保障时隙的利用。在IEEE 802.15.7中时隙的带冲突避免的载波侦听多路访问机制中,MAC子层首先初始化了两个变量:退避次数和退避指数。当介质忙碌的时候,即出现隐藏终端的情况下,随机退避算法使得通信终端会尝试退出,并为该通信终端信号数据的传输创建一个随机等待时间,避免再次发生冲突。

[0008] 2、启动和维护PAN,通过信道扫描选定一个合适的逻辑信道和一个在可见光覆盖范围内没有被占用的PAN identifier,并以选中的设备作为协调器。

[0009] 3、设备加入和离开PAN,关联过程描述了设备如何加入或离开一个PAN以及协调器如何实现设备加入或离开PAN的过程。

[0010] 4、数据发送、接收和确认机制,为了描述发送帧、确认帧、和解决重复帧的问题,物理帧对具有相同目标地址的多个MAC帧进行封装,并使用一个确认帧对这些帧进行确认。

[0011] 然而针对基于VLBC的车联网系统,IEEE 802.15.7标准中的MAC协议并不适用。首先,该标准提供的MAC协议支持载波侦听多路访问,该载波侦听的功能是在发送数据前,监听信道的使用情况,并维持一段时间后,在等待一段随机的时间后信道依然空闲后才送出数据。通过对每个设备设置不同的随机时间,来减少冲突的机会。但是在基于VLBC的车联网通信系统中,除了读写器与光标签之间的通信具有高度的空间定向特性外,光标签还是被动式通信,因此读写器和光标签无法感知其他读写器和光标签的存在,导致读写器采用载波侦听的方式也不能避免隐藏终端的问题,而且目前已有的缓解隐藏终端方法,例如提高发射功率、调整载波侦听阈值等不符合车联网低功耗、低成本的设计理念,其次也无法解决上行通信链路的同步或异步冲突。

[0012] 文献[4]多包接收VLC系统的随机接入算法研究与性能优化[D].吉林大学,2017.基于IEEE 802.15.7时隙的带冲突避免的载波侦听多路访问机制提出新的随机接入算法,考虑到光信号的高度空间定向特性、欠载波侦听以及协调器无法先验得知系统内活跃终端个数的情况,该文献[4]在协调器侧对活跃终端数进行估计,为协调器提供系统活跃终端数,接收端根据获取的活跃终端的数量信息,建立优化问题,调整多包接收能力与退避参数,权衡系统吞吐量与接收功率效率,实现最大程度上系统性能的优化。但是,文献[4]提出的多包接收会增加接收端的能量消耗,而且始终需要协调器来对活跃的终端的数进行估计,然而基于VLBC技术的车联网系统,读写器和光标签无法感知其他的读写器和光标签,即没有协调器,因此文献[4]所提供的方法不适用于基于VLBC技术的车联网数据通信系统。

[0013] 此外,尽管基于逆反射原理的光标签具有本地广播性质,能够将位置特定的信息传达给所有迎面而来的车辆上的读写器,并且基于逆向反射的LCD调制设计也符合光标签的本地广播性质。实际上,无论其来源和载频如何,液晶状态的切换将影响所有入射光。因此,现有技术趋向于为基于逆反射通信的数据网络的消息传递提供一种周期性的广播信标机制。但实际情况并非如此:当读写器认为有多个光标签时,多个光标签的响应注定会发生冲突。也就是说,所有附近的光标签都是潜在的对撞机。但是,基于以下原因导致几乎不可能静态地协调多个光标签。首先,出于对无电池的需求,光标签设计为无源的,即光标签无法感知附近是否存在其他的光标签。其次,由于读写器的移动性(即,不同的位置)和前灯功率的多样性(即,不同的观察范围),使得读写器和光标签之间的距离是高度动态的。最后,

为了节省能源,光标签可能会不时休眠,并可能在不同时间被激活,使得保持全局时钟并确保附近的光标签之间的时钟同步非常困难。

[0014] 综上,需要设计一种能够协调多个光标签以避免通信链路冲突的基于逆反射通信的车联网数据通信网络和方法。

[0015] 此外,一方面由于对本领域技术人员的理解存在差异;另一方面由于发明人做出本发明时研究了大量文献和专利,但篇幅所限并未详细罗列所有的细节与内容,然而这绝非本发明不具备这些现有技术特征,相反本发明已经具备现有技术的所有特征,而且申请人保留在背景技术中增加相关现有技术之权利。

发明内容

[0016] 一种基于逆反射通信的车联网数据通信网络,至少包括设置在交通工具上的读写装置和设置在交通工具和/或基础设施上的被动通信逆反射装置。逆反射装置以逆反射的方式与读写装置通信从而构建车联网。至少一个读写装置通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置建立光通信链路。通过该方式,使用两种不同频率的光信号分别进行冲突检测以及发现和确认逆反射装置,能够避免两种信号传送的数据包混淆以对通信链路冲突的监测产生干扰。

[0017] 第一光信号是以持续发送的方式监测读写装置通信范围内的至少一个逆反射装置的任何持续进行的通信会话以减少异步上行通信链路冲突概率。通过该设置方式,能够在VLBC技术下实现无干扰的载波监听技术,不需要增加发射信号的功率或者载波监测的阈值,而是利用光信号高度的空间定向特性以及逆反射装置的被动通信特性实现低功率下的载波侦听。例如,假设一个逆反射装置通过调制LCD的液晶材料的充放电状态来响应第一个读写装置发送的第一光信号,那么在第二个读写装置处于连续发送第一光信号的情况下,第二个读写装置发送的第一光信号也会被调制,这使得第二读写装置能够感知第一个读写装置与该逆反射装置正在进行的通信会话,从而通过载波侦听可以简单有效快速的实现判断读写装置与逆反射装置之间光通信链路的忙碌或者空闲状态。

[0018] 第二光信号是在读写装置停止发送第一光信号而进入用于发现逆反射装置以避免同步上行通信链路冲突的第一状态和/或用于查询逆反射装置以避免异步上行通信链路冲突的第二状态后由读写装置发送至逆反射装置。通过该设置方式,读写装置能够根据至少一个逆反射装置反馈的第二光信号来进行解码,以转换不同的状态进一步解决隐藏终端的问题,尤其是在读写装置与逆反射装置之间的单播通信具有高度的空间定向特性外,读写装置与逆反射装置无法感知其他读写装置与逆反射装置的存在,即无法通过设置协调器得知VLBC系统内处于激活状态的逆反射装置的情况下,通过用于发现逆反射装置的第一状态以及查询逆反射装置的第二状态来进一步解决隐藏终端问题。

[0019] 一种基于逆反射通信的车联网数据通信网络,至少包括:设置在交通工具上的读写装置,设置在交通工具和/或基础设施上的逆反射装置。读写装置能够与逆反射装置建立至少在一定时间和空间内稳定连续的光通信链路。至少一个读写装置通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置建立光通信链路。第一光信号用于监测逆反射装置任何持续进行的通信会话以确认读写装置与逆反射装置之间的通信链路的空闲或忙碌状态,并且在该通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置进入第一状态

和/或第二状态以发送至少包括在该时间和空间上为至少一个逆反射装置被动动态分配虚拟ID的数据包的第二光信号以避免上下行通信链路冲突。通过该设置方式,在不需要额外增加协调器的情况下,利用被动动态的方式为每个读写装置分配专属于该读写装置的虚拟ID,以在读写装置和逆反射装置无法感知其他读写装置和逆反射路标的情况下,实现上下行通信链路的冲突检测以及处理,避免因隐藏终端问题无法实现正常的信息交互。

[0020] 根据一个优选实施方式,在读写装置向其通信范围内的至少一个逆反射装置发送第一光信号的情况下,所述读写装置配置为监测到信号则判断读写装置与逆反射装置之间的光通信链路处于忙碌状态,从而读写装置维持连续发送第一光信号的状态以发现其通信范围内能够建立处于空闲状态的光通信链路的逆反射装置。

[0021] 根据一个优选实施方式,在读写装置判断与逆反射装置之间的光通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置转换为第一状态。读写装置向至少一个逆反射装置发送至少包括第一载荷的第二光信号。在至少两个逆反射装置与该读写装置的光通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置基于逆反射装置的数量而为每个逆反射装置被动动态地分配虚拟ID并构建虚拟ID候选列表。从而使得读写装置按照虚拟ID候选列表上的顺序依次向虚拟ID指向的逆反射装置发送至少包括该虚拟ID信息的第一载荷的第二光信号。虚拟ID至少包括轮数以及随机变量。

[0022] 根据一个优选实施方式,至少一个逆反射装置接收到至少包括第一载荷的第二光信号进入第三状态。在逆反射装置同时接收到至少两个读写装置发送的第二光信号的情况下,逆反射装置由于下行通信链路发生冲突而进入静默状态。读写装置未在预设时间内检测到逆反射装置反射的光信号的情况下,读写装置重新进入持续连续发送第一光信号的状态。

[0023] 根据一个优选实施方式,至少一个逆反射装置在进入第三状态后仅接收到一个读写装置发送的至少包括第一载荷的第二光信号的情况下,至少一个逆反射装置解调并调制第二光信号以生成至少包括第一确认信息的第二光信号,并将该第二光信号反射至该读写装置。读写装置对接收该调制后的至少包括第一确认信息的第二光信号解码失败的情况下,读写装置由于上行通信链路发生冲突而终止通信会话。读写装置根据获取同步上行通信链路的冲突数量更新虚拟ID候选列表,从而重新进入第一状态并按照更新后虚拟ID候选列表上的下一个虚拟ID指向的逆反射装置发送至少包括该虚拟ID信息的第二载荷的第二光信号。在解码成功的情况下,读写装置进入第二状态。读写装置向该逆反射装置发送至少包括第三载荷的第二光信号。

[0024] 根据一个优选实施方式,逆反射装置接收到至少包括第三载荷的第二光信号后进入第四状态。逆反射装置响应该第二光信号。在至少包括第三载荷的第二光信号的虚拟ID与逆反射装置接收到的至少包括第一载荷的第二光信号的虚拟ID彼此匹配的情况下,逆反射装置反射并调制该第二光信号以生成至少包括第二确认的第二光信号。同时逆反射装置反射至至少包括第三载荷的第二光信号的读写装置。在至少包括第三载荷的第二光信号与逆反射装置接收到的至少包括第一载荷的第二光信号的虚拟ID彼此不匹配的情况下,逆反射装置进入静默状态。

[0025] 根据一个优选实施方式,在读写装置进入第二状态且至少在该读写装置与接收至少包括第三载荷的第二光信号的逆反射装置持续通信的时间内未检测到第二光信号的情

况下,读写装置根据虚拟ID候选列表的下一个虚拟ID向其指向的逆反射装置发送至少包括第三载荷的第二光信号。

[0026] 根据一个优选实施方式,在读写装置进入第二状态且至少在读写装置与逆反射装置持续通信的时间内检测到至少包括第二确认的第二光信号的情况下,读写装置对该信号进行解码。在解码成功的情况下,读写装置输出该光信号携带的报文消息并根据虚拟ID候选列表的下一个虚拟ID向其指向的逆反射装置发送至少包括第一载荷的第二光信号。在解码失败的情况下,读写装置重新向该逆反射装置发送相同的至少包括第三载荷的第二光信号。或者读写装置重新进入持续连续发送第一光信号的状态。

[0027] 一种基于逆反射通信的车联网数据通信方法,由设置在交通工具和/或基础设施上的至少一个光标签构成的逆反射装置通过被动地调制并反射由设置在交通工具上的读写装置发射的光信号的方式,使得非主动通信的逆反射装置与读写装置之间建立至少在一定时间和空间内稳定连续的光通信链路。逆反射装置响应于读写装置发送的光信号内请求而将确认信息调制在光信号上,并反射至读写装置,从而实现车-车之间、车-道路基础设施之间实现正确的数据交互。至少一个读写装置通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置建立光通信链路。在至少一个读写装置与至少一个逆反射装置建立在一定时间和空间内稳定连续的至少一个光通信链路通过第一光信号确认处于空闲的状态的情况下,至少一个逆反射装置通过接收第二光信号而激发用于获取特定于每个读写装置的在时间上和空间上动态分配的虚拟ID的第三状态和/或激发用于确认虚拟ID匹配情况的第四状态。

附图说明

[0028] 图1是基于VLBC车联网中下行通信链路冲突的示意图;

[0029] 图2是基于VLBC车联网中同步上行通信链路冲突的示意图;

[0030] 图3是基于VLBC车联网中异步上行通信链路冲突的示意图;

[0031] 图4是本发明系统的一种优选实施方式中的读写装置的状态转换示意图;

[0032] 图5是本发明系统的一种优选实施方式中的逆反射装置的状态转换示意图;

[0033] 图6本发明系统的一种优选实施方式中的MAC层报文帧结构示意图;

[0034] 图7是本发明系统的一个优选实施方式中读写装置的发现工作流程示意图;和

[0035] 图8是本发明系统的一个优选实施方式中读写装置的查询工作流程示意图。

[0036] 附图标记列表

[0037]	1:读写装置	2:逆反射装置	
[0038]	3:第一逆反射装置	4:第二逆反射装置	
[0039]	5:第一车载读写装置	6:第二车载读写装置	
[0040]	101:载波监测	102:第一状态	103:第二状态
[0041]	104:待机	105:第三状态	106:第四状态
[0042]	107:静默	108:虚拟ID更新	109:一对一正常通信
[0043]	110:监听	111:同步上行通信链路冲突	
[0044]	112:异步上行通信链路冲突	113:下行通信链路冲突	
[0045]	114:通信结束或中止	201:发现请求	

[0046]	202:查询请求	203:查询响应
[0047]	204:前导码	205:源地址
[0048]	206:临时ID	207:帧类型
[0049]	208:轮数	209:冲突数量
[0050]	210:符号长度	211:有效负载
[0051]	212:帧校验字段	213:QRC
[0052]	301:发现报文	302:监听
[0053]	303:反馈信号	304:解码
[0054]	305:查询过程	306:退避
[0055]	307:引导虚拟ID更新	308:查询报文
[0056]	309:载波监测或重试	310:下一个逆反射装置
[0057]	311:输出报文	312:结束

具体实施方式

[0058] 下面结合附图1至8进行详细说明。

[0059] 实施例1

[0060] 本实施例公开了一种通信网络,可以是一种车联网通信网络,也可以是一种基于光标签的车联网通信系统,也可以是一种逆反射通信的车联网通信系统,该系统可以由本发明的系统和/或其他可替代的零部件实现。比如,通过使用本发明的系统中的各个零部件实现本实施例公开的方法。在不造成冲突或者矛盾的情况下,其他实施例的优选实施方式的整体和/或部分内容可以作为本实施例的补充。

[0061] 优选地,基于VLBC技术的车联网系统,光标签设置在道路附近的基础设施上从而构建逆反射装置2。基础设施可以是路灯、路障、交通标志、限位杆等等。优选地,光标签也可以设置在其他车辆上。优选地,读写装置1设置在交通工具上。交通工具可以是车辆、摩托车等。逆反射装置2利用基础设施上的反光物或者光标签本身设置的反光装置将读写装置1发送的光信号反射指向请求通信的读写装置1。逆反射装置2通过光标签内的LCD驱动器驱动LCD的液晶材料的充放电状态从而实现光信号的幅度调制。VLBC系统由设置在交通工具上的高功率读写装置1和低功率的逆反射装置2组成。具体工作原理如下:对于下行通信链路,即读写装置1向逆反射装置2发送可见光信号的光通信链路,读写装置1中的LED以很高的频率打开和关闭,使得LED发出的可见光作为信息的载波,即将数据信息通过开/关键控(OOK)的方式调制到载波(可见光)上。光信号被逆反射装置2上的光学传感器接收并解码。对于上行通信链路,即逆反射装置2向读写装置1发送可见光的光通信链路,通过反射读写装置1发送的同一光载波来进行传输。逆反射装置2将反射光通过OOK调制后发送,这种调制方式是通过光标签上的微程序控制器驱动与LCD的连接的驱动器实现的。驱动器能够调节施加在LCD上的电压,从而控制LCD内液晶充电或放电的状态转换,以控制LCD是否发射光或调节光信号的幅度的强弱,从而实现OOK调制。然后,读写装置1上的光学传感器接收反射光,并进一步解调和解码。

[0062] 优选地,在大多数情况下逆反射装置2的分布相对稀疏,例如车辆在郊区行驶时,道路两侧的基础设施以及行驶在同一公路上车距较近(小于百米)的车辆较少,从而存在一

个读写装置1与一个逆反射装置2通信的情况。但是在城市区域内,不仅道路基础设施众多,而且车辆密集,从而逆反射装置2和读写装置1的分布相对密集,经常出现多个读写装置1的通信范围内分布多个逆反射装置2,进而出现多对多通信场景。同样,当道路的交通量较小时,可能存在单个读写装置1与多个逆反射装置2通信,即一对多通信。当交通量较大时,车辆较多,因此多个读写装置1的通信范围内可能同时存在同一个逆反射装置2的情况。在更极端的情况下,一个读写装置1的光学传感器的传感范围内存在多个逆反射装置2。但是基于VLBC的车联网系统,逆反射装置2上的光标签只有在接收到读写装置1或者读写装置1控制的车辆或交通工具发射的光信号的情况下才会开始工作,即在基于逆反射装置2的车联网系统中,都是由读写装置1主动向逆反射装置2发送通信请求。逆反射装置2的光标签调制并反射读写装置1发送的光信号,从而读写装置1与逆反射装置2上的光标签之间的通信具有高度的空间定向特性,即读写装置1无法感知其他读写装置1和其他逆反射装置2,而与读写装置1通信的逆反射装置2也无法感知其他读写装置1和逆反射装置2,因此对于基于VLBC的车联网内的读写装置1和逆反射装置2来说,其他的读写装置1和逆反射装置2是透明的,因此VLBC通信系统的这种高度空间定向通信的特性在多对多通信场景下会导致严重的隐藏终端问题,即在通信领域,基站A向基站B发送信号,基站C未检测到A向B发送信号,故A和C同时将信号发送至B,引起信号争用冲突,导致B同时接收A和C发送的信号因数据碰撞而不正确的接收,最终导致发送至B的信号全都丢失。除此之外,高度空间定向的通信特性也使得读写装置1不可能被动地监测在其通信范围内其他正在进行通信会话的读写装置1。当多个读写装置1同时与同一个逆反射装置2通信的情况下,或者多个逆反射装置2同时与多个读写装置1通信的情况下,将会导致严重的通信链路冲突。优选地,通信链路的冲突包括三种不同的情况,具体如下:

[0063] 1、下行通信链路的冲突:如图1所示,当一个逆反射装置2出现在多个读写装置1的通信范围内的情况下,如果多个读写装置1试图同时与该逆反射装置2进行通信,因此逆反射装置2发生隐藏终端问题,即该逆反射装置2同时接收多个不同读写装置1发送的光信号,由于不同的信号碰撞引起争用冲突,因此该逆反射装置2无法正确的接收光信号,导致多个不同读写装置1发送的信号丢失,就会发生下行通信链路冲突113;

[0064] 2、上行通信链路的同步冲突:如图2所示,当多个逆反射装置2出现在读写装置1的通信范围内,并且同时多个逆反射装置2被动地接收该读写装置1发送的光信号时,由于逆反射装置2与其他逆反射装置2之间彼此透明,因此逆反射装置2无法感知附近其他逆反射装置2的存在,它们可能同时响应该读写装置1的通信请求,导致同步上行通信链路冲突111;

[0065] 3、上行通信链路的异步冲突:如图3所示,当第一逆反射装置3对第一车载读写装置5通信请求的响应时,附近的第二车载读写装置6试图对第二个位于第一车载读写装置5通信范围内的第二逆反射装置4进行通信。第二逆反射装置4对第二车载读写装置6的响应将会被第一车载读写装置5监测到,使得第一车载读写装置5同时接收到第一逆反射装置3和第二逆反射装置4的光信号,从而导致第一车载读写装置5与第一逆反射装置3之间的通信会话被中止,即发生异步上行通信链路冲突112。

[0066] 优选地,在上行通信链路的冲突中,还有一种特殊情况是捕获效应。捕获效应是指关于读写装置1的预期的逆反射装置3的响应意外地被另一个逆反射装置3的响应所淹没,

即另一个逆反射装置3的可能具有较大的反射表面或者距离该读写装置1较近,使得其反射的信号能量较强,淹没了预期逆反射装置3的响应信号。在读写装置1捕获响应信号发生变化的情况下,由于读写装置1的移动性,捕获的响应信号可以在后续补救。

[0067] 优选地,以上冲突情况都会导致读写装置1和逆反射装置2无法正确的对光信号解码,从而导致有效信息丢失,无法正常通信。此外,路灯、路障、交通标志、限位杆等类似路牌的基础设置具有局部广播的性质,能够被用来传递位置相关的信息给迎面而来的车辆。基于逆反射的LCD调制设计的逆反射装置2也遵循了路牌的局部广播特性。但事实上,无论入射光和载频如何,液晶的切换状态将影响所有入射光。因此,很容易想到用周期性的广播信标机制来传递信息,因为这样简单易于实现。但实际情况并非如此:当读写装置1认为有多个逆反射装置2时,逆反射装置2的响应注定会发生冲突,即发生如上几种冲突情况。也就是说,所有附近的逆反射装置2都是潜在的对撞机。但是,基于以下原因导致几乎不可能静态地协调多个逆反射装置2。首先,出于对无电池的需求,逆反射装置2被设计为无源的,即逆反射装置2无法感知附近是否存在其他的逆反射装置2。其次,由于读写装置1的移动性(即,不同的位置)和前灯功率的多样性(即,不同的观察范围),使得读写装置1和逆反射装置2之间的接近距离是高度动态的。最后,为了节省能源,逆反射装置2可能会不时休眠,并可能在不同时间被激活,使得保持全局时钟并确保附近的逆反射装置2之间的时钟同步非常困难。综上,针对上述问题本实施例利用VLBC通信系统在下行通信链路中,读写装置1主动向逆反射装置2发送光信号进行通信,在上行通信链路逆反射装置2被动反射读写装置1发送的光信号的特点,提出一种基于逆反射装置的车联网通信系统,采用激发性载波监测机制来减少异步上行通信链路冲突的概率。而且激发性载波监测能够监听在其通信范围内的逆反射装置2的所有通信会话。同时,这种机制带来的另一个作用是能够被动的听到在其通信范围内的逆反射装置2的通信会话,可以避免多个读写装置1对同一个逆反射装置2的重复查询。逆反射装置2采用被动式且即时动态分配虚拟ID的方法来实现复杂环境下多对多通信中的单播功能,从而解决同步或异步上行通信链路的冲突。

[0068] 一种基于逆反射通信的车联网通信系统,至少包括:设置在交通工具上的读写装置1和设置在交通工具和/或基础设施上的逆反射装置2。读写装置1能够与逆反射装置2建立至少在一定时间和空间内稳定连续的光通信链路,用于在车与车和/或车与基础设施之间传输至少包括发送帧和确认帧的数据包,以实现读写装置1与逆反射装置2之间的正确数据交互。优选地,读写装置1向逆反射装置2发送至少包括发送帧的光信号。逆反射装置2将确认信息调制在光信号上,从而将至少包括确认帧的光信号反射至读写装置1。至少一个读写装置1通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置2建立光通信链路。通过该方式,使用两种不同频率的光信号分别进行冲突检测以及发现和确认逆反射装置2,即通过第一光信号实现被动的载波监测101,监听逆反射装置2正在进行的通信会话,从而避免该逆反射出现隐藏终端问题。使用第二光信号实现发现和/或查询逆反射装置2,从而能够在载波监测101无法进一步监测隐藏终端的情况下,避免上行通信链路冲突。进一步的隐藏终端是在多个读写装置1同时与同一个逆反射装置2通信的情况,这种情况下,由于同时发生通信,因此利用第一光信号实现的载波监测101只能监测到光通信链路处于空闲状态。此外,第一光信号和第二光信号的频率不同,有利于读写装置1识别不同类型的光信号,以便做出相应状态的响应,也避免两种信号传送的数据包混淆以对通信

链路冲突的监测产生干扰。

[0069] 优选地,第一光信号是以持续发送的方式监测读写装置1通信范围内的至少一个逆反射装置2的任何持续进行的通信会话。通过该设置方式,可以减少异步上行通信链路冲突概率。优选地,读写装置1设置有载波监测101、用于发现逆反射装置2的第一状态102以及用于查询逆反射装置2的第二状态103。这三种状态转换的关系,如图4所示。优选地,载波监测101是读写装置1持续发送第一光信号。第一光信号的频率不同于通过读写装置1发送的传输有效数据时的频率。例如第一光信号的频率可以是 $f_u = 455\text{KHz}$,而采用频率为 1.8MHz 的第二光信号进行主动下行通信传输数据。优选地,第一光信号用于探测任何持续进行的通信会话。通信会话指的是其他读写装置1与逆反射装置2之间的上行或下行通信链接。优选地,读写装置1通过发送第一光信号至少能够主动发现在其通信范围内潜在的逆反射装置2。优选地,读写装置1除了进行下行通信数据传输的情况下,其他时间处于载波监测101状态。优选地,当遇到新的逆反射装置2,读写装置1排查该逆反射装置2的所有通信会话,从而获取该逆反射装置2的通信状态。读写装置1不断发出第一光信号来探测任何可能进行的通信会话,并不断地监听110读写装置1与逆反射装置2之间的信道是否空闲。在判定空闲之后,读写装置1才会进入第一状态102。优选地,第一光信号可以利用逆反射光束的高度空间定向性来探测其他正在进行的通信会话。例如,假设一个逆反射装置2通过切换其LCD状态来响应另一个读写装置1的通信请求。在载波监测101状态下,第一个读写装置1的反射光也会被调制,使得该读写装置1能够感知正在进行的通信会话并确保该读写装置1与该逆反射装置2之间的信道在尝试转换第一状态102或第二状态103之前处于空闲状态。通过该设置方式,能够在VLBC技术下实现无干扰的载波监听技术,不需要增加发射信号的功率或者载波监测的阈值,而是利用光信号高度的空间定向特性以及逆反射装置2的被动通信特性实现低功率下的载波侦听。而且,通过第一光信号的载波监测101可以简单有效地快速判断读写装置1与逆反射装置2之间光通信链路的忙碌或者空闲状态。

[0070] 优选地,第二光信号是在读写装置1停止发送第一光信号而进入用于发现逆反射装置2以避免同步上行通信链路冲突的第一状态102和/或用于查询逆反射装置2以避免异步上行通信链路冲突的第二状态103后由读写装置1发送至逆反射装置2。通过该设置方式,读写装置能够根据至少一个逆反射装置2反馈的第二光信号来进行解码,从而转换不同的状态以进一步解决隐藏终端问题,避免上下行通信链路的冲突。

[0071] 优选地,对于一对第一正常通信109,读写装置1会按照如图4所示的载波监测101、第一状态102以及第二状态103的顺序转换。例如,在确定读写装置1与逆反射装置2之间的信号处于空闲状态的情况下,读写装置1进入第一状态102,而一对一正常通信109不存在下/上行通信链路冲突,读写装置1通过正确解码逆反射装置2的反射光信号进入第二状态103。优选地,第一状态102是发现逆反射装置2的状态。第二状态103是查询逆反射装置2的状态。优选地,不同的链路冲突会导致不同的状态转换。例如,读写装置1在载波监测101状态持续发送第一光信号监听110其通信范围内的逆反射装置2,如果通过第一光信号确认读写装置1与逆反射装置2之间的信道在尝试发现或查询之前处于忙碌状态的情况下,读写装置1会重新进入载波监测101状态。

[0072] 优选地,如图5所示,在读写装置1向其通信范围内的至少一个逆反射装置2发送第一光信号的情况下,读写装置1配置为监测到信号则判断读写装置1与逆反射装置2之间的

光通信链路处于忙碌状态,从而读写装置1维持连续发送第一光信号的状态以发现其通信范围内能够建立处于空闲状态的光通信链路的逆反射装置2。具体而言,在逆反射装置2接收到第一光信号的情况下,逆反射装置2不采取任何动作,处于静默107状态。读写装置1在发送第一光信号后,监测是否接收到光信号。优选地,读写装置1可以通过光学传感器来实现光信号的接收。如果读写装置1在预设时间内没有监测到信号则判断读写装置1与逆反射装置2之间的光通信链路处于空闲状态。优选地,预设时间可以是手动设定的时间,例如20毫秒、50毫秒或者100毫秒。优选地,读写装置1判断读写装置1与逆反射装置2之间的光通信链路处于空闲状态之后,读写装置1进入第一状态102并发送第二光信号。第二光信号至少包括载荷。载荷表示信息,即读写装置1与逆反射装置2之间的通信信息。信息可以是询问信息或者查询信息等。优选地,当读写装置1发送第二光信号后,逆反射装置2接收到第二光信号后需要对第二光信号进行响应,并通过逆反射的形式将带有响应信息的第二光信号逆反射至读写装置1。通过以上设置方式,在读写装置1处于载波监测101状态的情况下,逆反射装置2接收到第一光信号而不做任何动作处于静默状态107,因此如果读写装置1接收到逆反射装置2反馈的光信号,那么逆反射装置2与其他的读写装置1已经进行通信会话,因此读写装置1判断逆反射装置2处于忙碌状态,从而能够避免异步上行通信链路冲突。此外,通过该设置方式,读写装置1能够监听逆反射装置2与其他的读写装置1的任何持续进行的通信会话,因此在某种程度上能够感知其他的读写装置1,从而解决隐藏终端的问题。

[0073] 优选地,如图5所示,逆反射装置2通常处于待机状态。当读写装置1发送的第一光信号激活逆反射装置2后,逆反射装置2具有三种活动状态,分别为接收第二光信号的第三状态105、响应读写装置1的第二光信号的第四状态106以及静默107状态。当没有任何冲突的情况下,逆反射装置2在激活之后直接进入响应读写装置1的第四状态106。

[0074] 优选地,如图4和图5所示,当发生冲突时,读写装置1和逆反射装置2的状态会转换,并将重试。优选地,不同的碰撞会导致不同的状态转换。优选地,在读写装置1判断与逆反射装置2之间的光通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置1转换为第一状态102。在第一状态102下,读写装置1向至少一个逆反射装置2发送至少包括第一载荷的第二光信号。优选地,第一载荷可以是包含帧结构的消息,该消息至少包含发现请求。优选地,在两个逆反射装置2与该读写装置1的光通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置1基于逆反射装置2的数量而为每个逆反射装置2被动动态地分配虚拟ID并构建虚拟ID候选列表。ID为逆反射装置2的身份标识(Identity document, ID)。被动地分配虚拟ID可以是指读写装置1被动地根据其通过第一光信号感知到的逆反射装置2动态地分配虚拟ID。动态地分配虚拟ID可以是指逆反射装置2分配到的ID不是固定的,这是由于在读写装置1的通信范围内可能出现多个逆反射装置2,因此对于不同的读写装置1,同一个逆反射装置2可以具有不同的ID。优选地,读写装置1按照虚拟ID候选列表上的顺序依次向虚拟ID指向的逆反射装置2发送至少包括该虚拟ID信息的第一载荷的第二光信号。通过该设置方式,在不需要额外增加协调器的情况下,利用被动动态的方式为每个逆反射装置2分配专属于该读写装置1的虚拟ID,以在读写装置1和逆反射装置2无法感知其他读写装置1和逆反射装置2的情况下,实现上下行通信链路的冲突检测以及处理,避免因隐藏终端问题无法实现正常的信息交互。具体而言,通过枚举虚拟ID候选列表中逆反射装置2的虚拟ID的方式发送包括相关载荷的第二光信号至逆反射装置2。如图7所示,读写装置1按照虚拟ID发送至少包括第一载荷的第二光信号至逆

反射装置2,即读写装置1发送发现报文301,然后监听302来自逆反射装置2的反馈。至少一个逆反射装置2接收到至少包括第一载荷的第二光信号进入第三状态105。在逆反射装置2同时接收到至少两个读写装置1发送的第二光信号的情况下,逆反射装置2进入静默107状态以避免下行通信链路冲突。读写装置1未在预设时间内检测到逆反射装置2反射的光信号的情况下,即在读写装置1没有接收到反馈信号303。读写装置1会得出与其进行通信的逆反射装置2可能脱离其通信范围,或者其通信范围无逆反射装置2,或者可能发生下行通信链路冲突。优选地,在这种情况下,读写装置1执行退避306机制,重新进入持续连续发送第一光信号的状态。

[0075] 优选地,在至少一个逆反射装置2在进入第三状态105后仅接收到该读写装置1发送的至少包括第一载荷的第二光信号的情况下,至少一个逆反射装置2解调并调制第二光信号以生成至少包括第一确认信息的第二光信号,并将该第二光信号反射至该读写装置1。读写装置1对接收该调制后的至少包括第一确认信息的第二光信号解码304失败的情况下,读写装置1由于上行通信链路发生冲突而终止通信会话。读写装置1根据获取同步上行通信链路的冲突数量引导虚拟ID更新307,从而重新进入第一状态102并按照更新后虚拟ID候选列表上的下一个虚拟ID指向的逆反射装置2发送第二载荷的第二光信号。优选地,第二载荷至少包括该虚拟ID信息。在解码成功的情况下,读写装置1进入第二状态103。读写装置1向该逆反射装置2发送至少包括第三载荷的第二光信号,优选地,第三载荷至少包括查询报文308,如图8所示。

[0076] 优选地,逆反射装置2接收到至少包括第三载荷的第二光信号后进入第四状态106。逆反射装置2响应该第二光信号。在至少包括第三载荷的第二光信号的虚拟ID与逆反射装置2接收到的至少包括第一载荷的第二光信号的虚拟ID彼此匹配的情况下,逆反射装置2反射并调制该第二光信号以生成至少包括第二确认的第二光信号。同时逆反射装置2反射至至少包括第三载荷的第二光信号的读写装置1。在至少包括第三载荷的第二光信号与逆反射装置2接收到的至少包括第一载荷的第二光信号的虚拟ID彼此不匹配的情况下,逆反射装置2进入静默107状态。通过该设置方式,能够避免上行通信链路的冲突。

[0077] 根据一个优选实施方式,在读写装置1进入第二状态103且至少在该读写装置1与接收至少包括第三载荷的第二光信号的逆反射装置2持续通信的时间内未检测到第二光信号的情况下,即如图8所示,读写装置1没有接收到反馈信号303的情况下,读写装置1根据虚拟ID候选列表的下一个虚拟ID向其指向的下一个逆反射装置310发送至少包括第三载荷的第二光信号。

[0078] 根据一个优选实施方式,在读写装置1进入第二状态103且至少在读写装置1与逆反射装置2持续通信的时间内检测到至少包括第二确认的第二光信号的情况下,读写装置1对该信号进行解码。在解码成功的情况下,读写装置1输出该光信号携带的报文消息,即输出报文311,并根据虚拟ID候选列表的下一个虚拟ID其指向的下一个逆反射装置310发送至少包括第一载荷的第二光信号。在解码失败的情况下,读写装置1进入载波监测或重试309,即重新向该逆反射装置2发送相同的至少包括第三载荷的第二光信号,或者读写装置1重新进入持续连续发送第一光信号的状态。

[0079] 实施例2

[0080] 本实施例公开了一种基于逆反射通信的车联网数据通信网络,至少包括:设置在

交通工具上的读写装置1,设置在交通工具和/或基础设施上的逆反射装置2。读写装置1能够与逆反射装置2建立至少在一定时间和空间内稳定连续的光通信链路。至少一个读写装置1通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置2建立光通信链路。第一光信号用于监测逆反射装置任何持续进行的通信会话以确认读写装置1与逆反射装置2之间的通信链路的空闲或忙碌状态,并且在通信链路处于空闲状态的情况下,读写装置1进入第一状态和/或第二状态以发送至少包括在该时间和空间上为至少一个逆反射装置2被动动态分配虚拟ID的数据包的第二光信号以避免上下行通信链路冲突。通过该设置方式,在不需要额外增加协调器的情况下,利用被动动态的方式为每个读写装置1分配专属于该读写装置1的虚拟ID,以在读写装置1和逆反射装置2无法感知其他读写装置1和逆反射装置2的情况下,实现上下行通信链路的冲突检测以及处理,避免因隐藏终端问题无法实现正常的信息交互。

[0081] 优选地,本实施例公开的车联网数据通信网络与实施例1相同,重复的内容不再赘述。优选地,本实施例公开了实施例1中虚拟ID的一种优选实施方式。由于关于逆反射装置2信号的存在和ID的信息无法先于读写装置1获知,因此必须首先发现逆反射装置2的ID。将固定的全局唯一标识符(Globally Unique Identifier, GUID)预先分配给每个逆反射装置2是不可行的,因为这将需要在全国范围内或行业范围内进行地址分配协议。而且,由于每一个逆反射装置2和ID都必须由读写装置1发现,因此较大的地址空间意味着一个时间较长的位于第一状态102的过程。此外,考虑到车联网通信的目标场景是车与车之间或者车与道路两侧的基础设施之间,因此通信时间较短,而且上行通信链路延迟在整个通信网络中占主导地位,例如上行通信链路受逆反射装置2中的LCD调制频率的限制,其数据速率很低,因此需要尽可能的缩短ID的地址空间,从而降低上行通信链路的延迟,而上行通信链路的延迟控制整个读写装置的第一状态102和第二状态103。优选地,设置ID的目标是在上行通信链路冲突中,只区分出现在同一个读写装置1通信范围中的多个逆反射装置2,因此对于不同的读写装置1,同一个逆反射装置2可以具有不同的ID。因此,在读写装置1的通信范围内出现多个逆反射装置2的特点,动态生成一个临时的、特定于读写装置的ID。具体地说,一个逆反射装置2的虚拟ID,至少包括读写装置1的地址、轮数208、当前轮数208中上行通信链路的冲突数量209以及临时ID206。临时ID206是一个随机变量。优选地,轮数208是指当前发现回合的顺序索引。

[0082] 优选地,为了方便上述动态虚拟ID以及实施例1提供的基于逆反射通信的车联网数据通信网络实现,在MAC协议中设计了五种报文,分别是发现请求201、查询请求202、查询确认、发现确认和查询响应203。优选地,发现请求201、查询请求202和查询确认是下行报文,即读写装置1向逆反射装置2发送的报文。发现确认和查询响应203是上行报文,即逆反射装置2向读写装置1发送的报文。优选地,发现确认是一种非常短的波形,能够适用于存在检测的特殊模式。优选地,由于上行通信链路的带宽资源紧张,本实施例采用在发现请求201和/或查询请求202中承载查询确认。优选地,三种MAC报文,发现请求201、查询请求202以及查询响应203的帧格式如图6所示,其中发现请求201可以应用于第一状态102,查询请求202可以应用于第二状态103,查询响应203可以应用于逆反射装置2的第三状态105和/或第四状态106。如图6所示,三种报文的帧结构都有前导码204、读写装置1的源地址205、逆反射装置2的临时ID206、轮数208以及帧校验字段212。优选地,临时ID206字段是用于解决上

行通信链路冲突的随机数。它用作逆反射装置2的临时ID,特定于读写装置1。优选地,发现请求201以及查询请求202均包括帧类型207以及QRC213。优选地,QRC213字段是从读写装置1接收到的查询响应203中的有效负载211计算出的循环冗余校验值。QRC213字段供读写装置1与本地有效负载的循环冗余校验值进行比较来验证其查询响应203是否成功传递。优选地,通过虚拟ID设计,对逆反射装置2只分配4位地址空间。我们只列出三种MAC报文,因为发现确认报文很短且只有前导部分,因为它的主要功能是指示它的存在,而查询确认则包含在发现请求201的报文中。优选地,查询响应203报文的帧结构中还包括符号长度210等字段。

[0083] 优选地,读写装置1的地址源地址205、轮数208、当前轮数208中上行通信链路的冲突数量209是由读写装置1在发现请求201报文中发送的。随机变量服从 $\text{unif}\{0, 2N_c\}$,即随机变量服从 $[0, 2N_c]$ 内的均匀分布, N_c 表示的是当前轮数208中上行通信链路的冲突数量209。优选地,随机变量的所有可能值构成了读写装置1的虚拟ID候选列表。如果上行通信链路发生冲突,读写装置1将增加 N_c ,或者是成功发现后,重置为0。通过以上方式,能够从接收到的信号无法正确解码的事例中,检测所有可能发生冲突,至少包括上述上行通信链路冲突,使得同步上行通信链路冲突可以通过虚拟ID来处理;对于异步上行通信链路冲突,可以通过重传来处理。

[0084] 优选地,对于读写装置1的第二状态103,读写装置1枚举VID候选者列表,并通过单播查询请求202报文查询每个候选者,即逆反射装置2。默认情况下,如果逆反射装置2的虚拟ID与查询请求2报文中的虚拟ID匹配,逆反射装置2将使用查询响应203报文进行响应。与读写装置1的第一状态102类似,读写装置1执行能量检测以判断逆反射装置2是否响应。如果未检测到反馈信号,则表示逆反射装置2处于该读写装置1的通信范围之外。读写装置1将继续执行列表中的下一个逆反射装置2的虚拟ID。如果读写装置1检测到信号,它将尝试解码该消息。如果成功,读写装置1输出的消息,从虚拟ID候选列表中删除该逆反射装置2的虚拟ID,并移动到下一个虚拟ID。如果读写装置1解码失败,读写装置1感知在接收上行通信链路消息时发生了上行链路冲突,并将在下一轮查询中重新查询解码失败的逆反射装置2的虚拟ID。

[0085] 优选地,在实际应用中,由于COTS液晶显示器的限制,上行通信链路的数据速率比下行通信链路的数据速率慢了一个数量级。为了抵消这一点并提高效率,除了虚拟ID方案外,本实施例还提供了以下两种优化方案:

[0086] a、通信会话前先监测:这将减少利用载波监测101的查询103尝试;当载波监测101检测到信道繁忙时,读写装置1将禁止其发现或查询操作,这将大大减少异步上行通信链路冲突的概率;此外,读写装置1通过载波监测101可能会监测到整个报文,这将避免读写装置1重复查询同一个逆反射装置2,有利于解决下行通信链路冲突,因为下行冲突采用了随机退避机制,进一步退避的读写装置1将有很好的机会监测未退避的读写装置1的查询1;

[0087] b、聚合和捎带:这是为了减少发现102和查询103的轮数208;首先,在我们的报文设计中,我们已经聚合了发现请求201和一个普通的查询请求202,这是为了提高最常见的一对一、多对一通信时的效率;读写装置1会通过下一轮地发现请求201或者是查询请求202把查询确认捎带到其监测到的所有逆反射装置2,收到报文的逆反射装置2将比较其虚拟ID信息和查询确认中携带的信息,如果虚拟ID匹配,将抑制其响应。

[0088] 实施例3

[0089] 本实施例公开了一种通信方法,可以是一种车联网通信方法,也可以是一种基于逆反射通信的车联网数据通信方法,该方法可以由本发明公开的装置和/或其他可替代的零部件实现。在不造成冲突或者矛盾的情况下,其他实施例的优选实施方式的整体和/或部分内容可以作为本实施例的补充。

[0090] 一种基于逆反射通信的车联网通信方法,由设置在交通工具和/或基础设施上的至少一个光标签构成的逆反射装置2通过被动地调制并反射由设置在交通工具上的读写装置1发射的光信号的方式,使得非主动通信的逆反射装置2与读写装置1之间建立至少在一定时间和空间内稳定连续的光通信链路。逆反射装置2响应于读写装置1发送的光信号内请求而将确认信息调制在光信号上,并反射至读写装置1,从而实现车-车之间、车-道路基础设施之间实现正确的数据交互。至少一个读写装置1通过发送至少两种不同频率的第一光信号和第二光信号与至少一个逆反射装置2建立光通信链路。在至少一个读写装置1与至少一个逆反射装置2建立在一定时间和空间内稳定连续的至少一个光通信链路通过第一光信号确认处于空闲的状态的情况下,至少一个逆反射装置2通过接收第二光信号而激发用于获取特定于每个读写装置1的在时间上和空间上动态分配的虚拟ID的第三状态105和/或激发用于确认虚拟ID匹配情况的第四状态106。

[0091] 优选地,本实施例提供的读写装置1、逆反射装置2、读写装置1与逆反射装置2之间的通信方式以及读写装置1和逆反射装置2之间采用的MAC报文格式采用如实施例1和实施例2提供的读写装置1、逆反射装置2、读写装置1与逆反射装置2之间的通信方式以及读写装置1和逆反射装置2之间采用的MAC报文格式,在基于逆反射通信的无法静态协调多个逆反射通信节点的环境下,实现上下行通信链路冲突的及时检测和处理,重复的内容不再赘述。

[0092] 实施例4

[0093] 本实施例是对实施例1、实施例2和实施例3进一步地改进。

[0094] 优选地,如图5所示,在读写装置1向其通信范围内的至少一个逆反射装置2发送第一光信号的情况下,逆反射装置2从待机104状态转换为激活状态。进入激活状态后,逆反射装置2响应第一光信号进入静默107状态或调制反射状态。优选地,在逆反射装置2能够对第一光信号正确解码的情况下,逆反射装置2进入调制反射状态,从而将调制后的第一光信号反馈至读写装置1。当逆反射装置2无法对第一光信号正确解码的情况下,逆反射装置2进入静默107状态,不会向读写装置1反馈第一光信号,从而导致通信结束或终止114。优选地,在读写装置1监测到信号但获取该逆反射装置2反射调制的第一光信号是对其他读写装置1发送的第一光信号进行相应的情况下,读写装置1判断读写装置1与逆反射装置2之间的光通信链路处于忙碌状态,从而读写装置1维持连续发送第一光信号的状态以发现其通信范围内能够建立处于空闲状态的光通信链路的逆反射装置2。优选地,在该读写装置1与逆反射装置2建立通信链接前,该读写装置1始终处于载波监测101状态。优选地,读写装置1通过逆反射装置2是否逆反射回光信号的方式判断通信链路是否空闲,在这种情况下读写装置1未监测到信号还可能表示读写装置1的通信范围内没有逆反射装置2,导致读写装置1进入第一状态102发送第二光信号,然后由于在第一状态102下没有接收到反馈的信号而重新进入载波监测101状态而发送第一光信号,从而读写装置1不停地在发送第一光信号和第二光信号的状态转换。因此将逆反射装置2设置为对第一光信号进行简单的调制,即如果逆反射装

置2同时接收到至少两个读写装置1发送的第一光信号。逆反射装置1因无法正确解码第一光信号而处于静默107状态,从而读写装置1没有接收到任何反馈光信号,那么读写装置1判定该读写装置1与逆反射装置2之间的光通信链路处于忙碌状态。通过该设置方式能够在无法感知其他读写装置1的情况下解决隐藏终端问题。如果逆反射装置2在同一时间只接收到一个第一光信号,那么逆反射装置2能够对第一光信号进行正确解码,从而进入调制反射状态。由于逆反射装置2在同一时间只能对一个第一光信号进行调制并逆反射,因此所有与逆反射装置2通信的读写装置1能够接收到该逆反射光信号,进而能够获取逆反射光信号包含的信息,从而读写装置1能够获取该逆反射光信号是否是对其发送的第一光信号进行的响应。在读写装置1判断获取的信息不是对其发送的第一光信号进行响应的情况下,读写装置1判断其与逆反射装置2之间的光通信链路处于忙碌状态。而且,正是由于读写装置1能够对逆反射装置2逆反射的光信号进行解调,从而能够监听其他读写装置1与逆反射装置2之间的通信会话,因此能够感知其他逆反射装置2,并且避免读写装置1不断处于载波监测101状态与第一状态101之间的转换。

[0095] 需要注意的是,上述具体实施例是示例性的,本领域技术人员可以在本发明公开内容的启发下想出各种解决方案,而这些解决方案也都属于本发明的公开范围并落入本发明的保护范围之内。本领域技术人员应该明白,本发明说明书及其附图均为说明性而并非构成对权利要求的限制。本发明的保护范围由权利要求及其等同物限定。

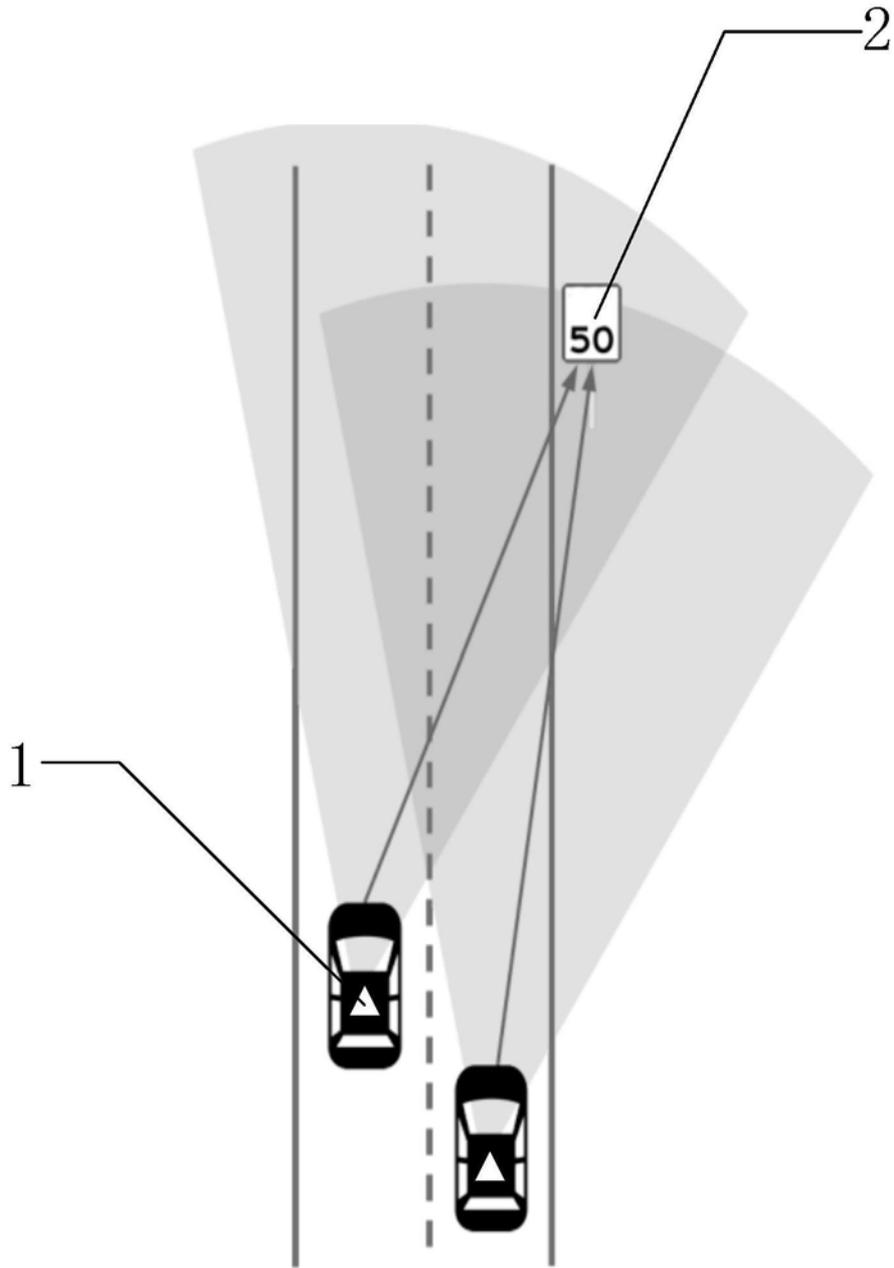


图1

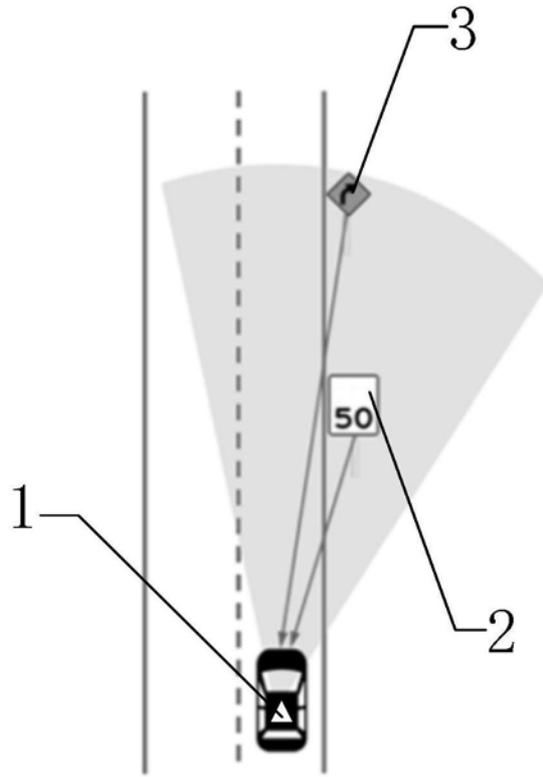


图2

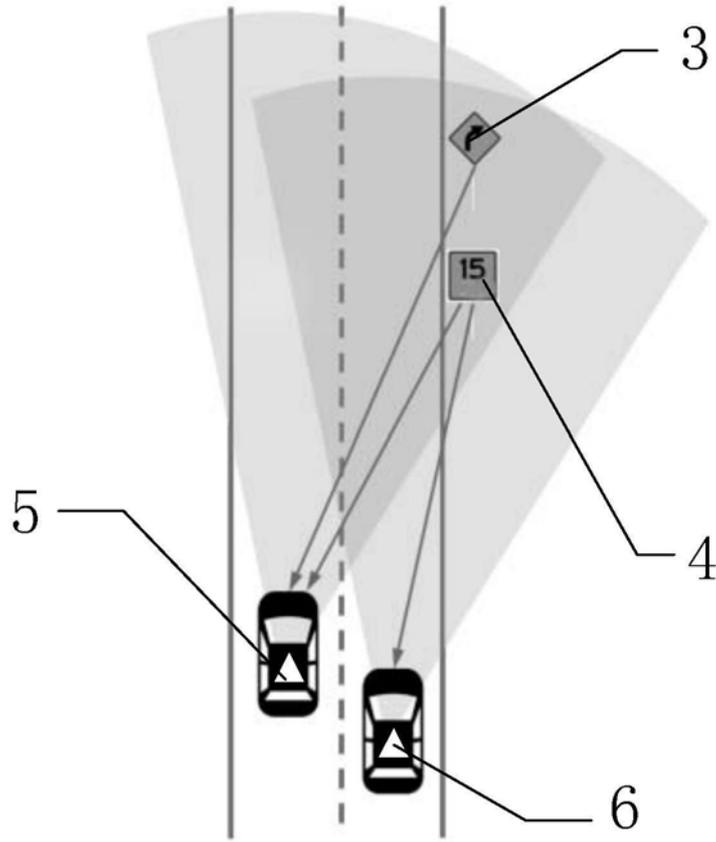


图3

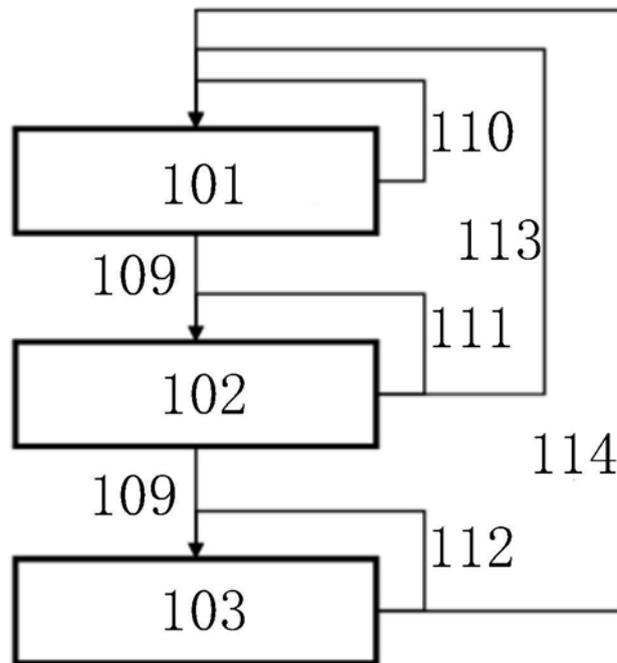


图4

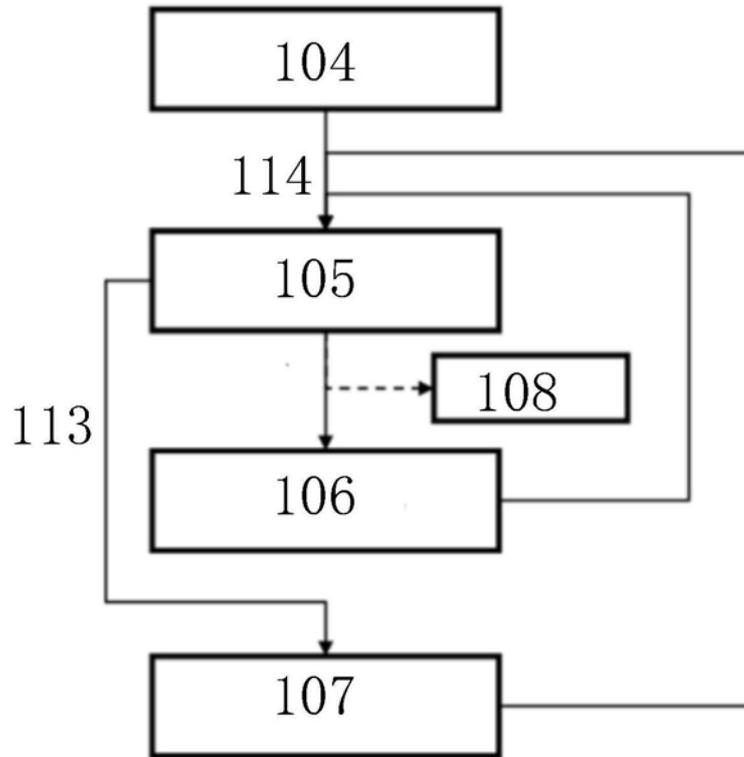


图5

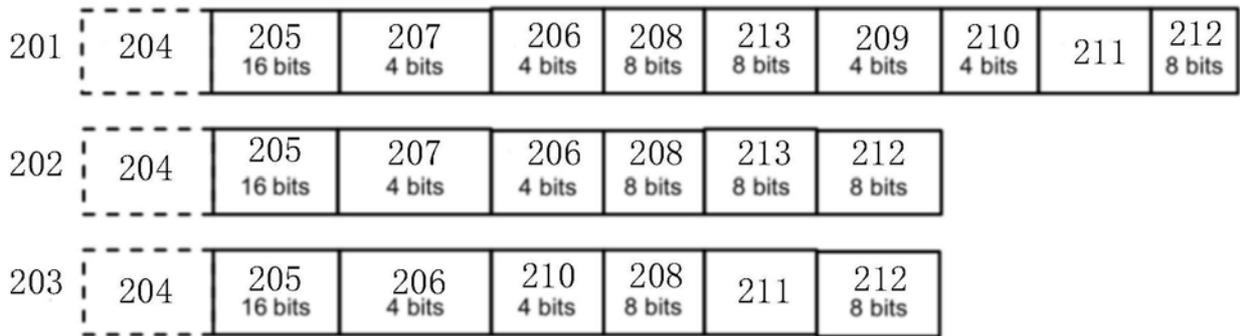


图6

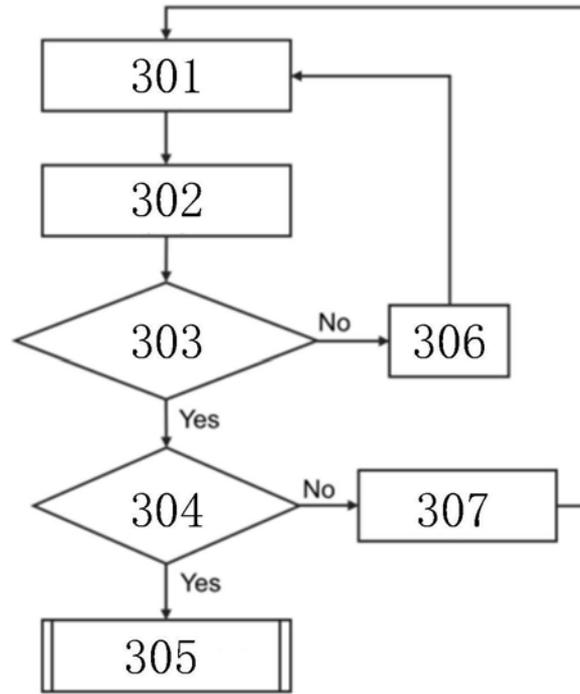


图7

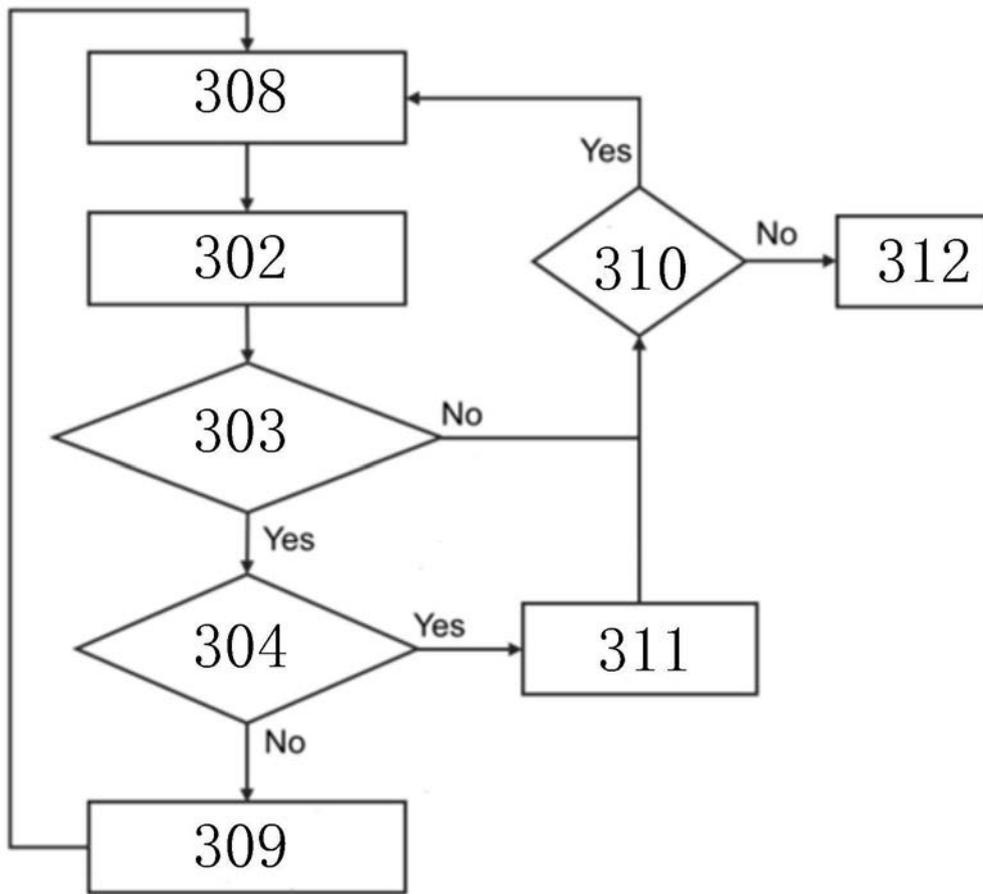


图8