



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113179552 B

(45) 授权公告日 2022.05.06

(21) 申请号 202110276697.5

G16Y 40/30 (2020.01)

(22) 申请日 2021.03.15

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113179552 A

CN 109526064 A, 2019.03.26

CN 108521656 A, 2018.09.11

CN 101035074 A, 2007.09.12

(43) 申请公布日 2021.07.27

CN 111711994 A, 2020.09.25

US 2018262533 A1, 2018.09.13

(73) 专利权人 杭州电子科技大学
地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

CN 111372215 A, 2020.07.03

李妍. LoRaWAN分布式队列设计与系统性能研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》.2020,

(72) 发明人 蔡文郁 谢起楠 张美燕 张铭坤

Brecht Reynders et al..Improving Reliability and Scalability of LoRaWANs Through Lightweight Scheduling.《IEEE Internet of Things Journal》.2018,

(74) 专利代理机构 杭州君度专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33240

李敬兆等.流量自适应LoRa网络防碰撞路由算法.《传感器与微系统》.2018,(第05期),全文.

专利代理师 陈炜

审查员 李玲

(51) Int.Cl.

H04W 74/04 (2009.01)

H04W 72/12 (2009.01)

H04W 24/04 (2009.01)

G16Y 10/75 (2020.01)

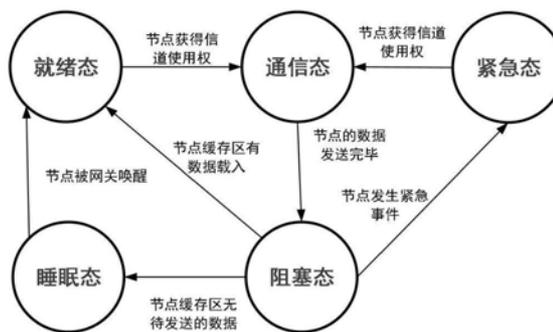
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法

(57) 摘要

本发明公开了一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其步骤如下:一、设置通信网络,通信网络包括网关节点和多个终端节点。二、通信网络依照预备时间段、节点通信时间段、网络管理时间段、网络空闲时间段的顺序依次循环运行。本发明解决了单信道通信网络易发生冲突的问题,相较于传统的基于时分复用的单通道网络,本发明具有更高的实时性。此外,本发明提出的网关节点可通过终端节点仲裁的方式迁移到任意网络终端节点上,相较于传统固定位置网络,能够在网关节点出现故障时自动切换得到新的网关节点,能够防止因为网关故障导致全网瘫痪事故的发生,具有更高的灵活性以及通信网络具有更高的容错性。



1. 一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:步骤一、设置通信网络,通信网络包括网关节点和多个终端节点;网关节点与服务器通信;各终端节点均与网关节点通信;网关节点和各终端节点中均存储有网络节点编号优先队列;网关节点中还存储有就绪队列和紧急队列;所述的网络节点编号优先队列中记录通信网络中所有终端节点的主机编号;

步骤二、通信网络依照预备时间段、节点通信时间段、网络管理时间段、网络空闲时间段的顺序依次循环运行;

2-1. 列表登记时间段;

网关节点依次访问所有终端节点,将处于就绪态的终端节点登记到就绪队列中;

2-2. 节点通信时间段;

当需要紧急通信的终端节点向网关节点发送紧急通信请求时,网关节点将该终端节点登记到紧急队列中,紧急队列的优先级高于就绪队列;

若紧急队列中有终端节点编号,则网关节点按照紧急队列中各个终端节点的顺序依次访问终端节点,并向被访问的终端节点分配信道使用权,具有信道使用权的终端节点被激活;被访问过的终端节点从紧急队列中移除,并进入阻塞态;

若紧急队列为空,且就绪队列中有终端节点编号,则网关节点按照就绪队列中各个终端节点的顺序依次访问终端节点,并向被访问的终端节点分配信道的使用权,具有信道使用权的终端节点被激活;被访问过的终端节点从就绪队列中移除,并进入阻塞态;

若紧急队列和就绪队列均为空时,则结束节点通信时间段,进入网络管理时间段;

2-3. 网络管理时间段;

所有终端节点解除阻塞态;若终端节点当前不需要通信,则终端节点进入睡眠态;若终端节点需要通信,则终端节点进入就绪态;倘若网关节点发生了故障,各个终端节点利用选举规则推选出新的网关节点来管理通信网络;

2-4. 网络空闲时间段;

当一个终端节点需要通信,则该终端节点进入就绪态;所述的网关节点实时监控网络中的各个终端节点状态;若所有终端节点都处于睡眠态,则将在一直保持在网络空闲时间段;若任意一个终端节点处于就绪态,则立即退出网络空闲时间段,重新进入到列表登记时间段。

2. 根据权利要求1所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:步骤2-3中所述的选举规则具体如下:将出现故障的网关节点编号从网络节点编号优先队列中删除;之后,若一个终端节点的编号与网络节点编号优先队列中的顶部编号一致,则该终端节点自动作为新的网关节点。

3. 根据权利要求1所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:步骤2-2中,网关节点根据激活终端节点的通信内容动态调整就绪队列中各个终端节点的顺序。

4. 根据权利要求1所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:步骤2-1中,网关节点在访问各个终端节点前,采用广播的方式通知所有终端节点进行就绪队列的登记准备;网关节点根据网络节点编号优先队列中登记的顺序依次访问所有终端节点。

5. 根据权利要求1所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:步骤2-3中,倘若有新的终端节点加入通信网络,则新的终端节点在向网关节点发送启动帧,该新终端节点的启动帧通过网关节点验证后,网关节点以广播的方式通知网络中的所有终端节点,将新终端节点的编号加入网络节点编号优先队列。

6. 根据权利要求1所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:所述的通信网络为LoRa通信网络。

7. 根据权利要求1所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:所述的通信网络的通信协议包括数据传输的编解码方式、数据帧类型、数据帧的紧急程度、终端节点优先级编号、数据帧的起止标志、数据帧来源与取向、有效数据负载占比和差错控制方法。

8. 根据权利要求7所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:所述的数据帧类型包括消息帧、紧急帧、启动帧、同步帧、广播帧、状态帧、列表调整帧以及应答帧;所述的消息帧是指用于通信双方进行有效数据传输的帧类型;紧急帧是指需要紧急通信的终端节点向网关节点发送信道抢占消息的帧类型;启动帧是指终端节点发送入网或退网请求的帧类型;同步帧是网关节点与终端节点进行时钟同步的帧类型;广播帧是指网关节点对所有终端节点同时发送消息的帧类型;状态帧是指终端节点在网络中发送自身状态的帧类型;应答帧是指接收方回应发送方确认消息的帧类型;列表调整帧是指终端节点要求调整就绪队列顺序的帧类型。

9. 根据权利要求7所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:所述的编解码方式采用二进制不归零码来实现编解码;所述的差错控制方法利用循环冗余校验码来检验数据帧在信道噪声下的正确性。

10. 根据权利要求7所述的一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,其特征在于:所述的差错控制方法包括如下方法:在一个终端节点被激活时,该终端节点作为发送方向作为接收方的服务器或终端节点发送消息;若接收方在预设的等待时间长度内未向发送方回复响应信息,则认为消息丢失,网关节点回收作为发送方的终端节点的信道使用权。

一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法

技术领域

[0001] 本发明属于物联网通信协议领域,主要涉及一种无线单信道的通信网络下多终端节点数据传输时的冲突避免方法。

背景技术

[0002] 物联网(The Internet of Things, IOT)是互联网的延伸和扩展,将各种信息传感设备与互联网结合起来而形成的一个巨大网络,实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。物联网主要由网络终端节点,通信网络与远程服务器构成。物联网技术主要涉及传感器技术,嵌入式技术,无线通信网络技术和计算机技术。以目前市场上主流的无线物联网技术LoRa (Long Range)为例,LoRa的典型技术指标如下:工作频段为433-915Mhz,最大传输距离15Km,最高传输速率50kbps,一节AA电池可支持LoRa终端节点工作十年,因此实现了低功耗与远距离的统一。基于LoRa的物联网在现实生活中应用十分广泛,例如共享单车,智能抄水表,水系系统监控,养殖业数据采集以及智能搜救等。LoRa网络一般由网关与终端节点组成,网关是LoRa通信网络的核心,主要负责存储,转发终端节点的数据,激活就绪终端节点,控制网络的流量,维护网络的通信与运作以及连接远程服务等功能。通信网络中多个终端节点发送数据时发生冲突问题是设计物联网网关的难点之一。目前,市场上应用最为广泛的LoRa网关协议是由Semtech公司研发的LoRaWAN。LoRaWAN在物理层上提出利用八路调制解调通道来解决多终端节点接入的冲突问题,在数据链路层上利用基于ALOHA协议的随机访问竞争发送协议来减少多终端节点竞争信道发生冲突的情况。该方案不仅扩大了LoRa网络的容量,而且有效地避免终端节点数据冲突的问题。但是,该方案需要额外的调制解调电路以及专门SOC (System Of Chip)的支持,通常LoRaWAN的价格是普通LoRa终端节点的20倍左右,极大地增加了网关构建的成本。与此同时,LoRaWAN方案的网络协议具有专利保护,在应用开发时非常不方便。因此,本发明公开了一种采用普通LoRa终端节点或者其他单信道的无线网络标准作为网关节点的冲突避免方法来解决信道冲突问题。单信道网络下,通常采用的信道冲突避免方法,包括基于固定时隙长度的时分复用方法、基于令牌环的信道冲突避免法、基于频谱感知的信道监听冲突避免法和基于网关管理的信道冲突避免法。其中,基于固定时隙的时分复用方法要求网络所有终端节点具有精确同步的时钟,由于单信道无线具有低传输速率,信息延迟的特点,很难实现网络时钟同步。基于令牌环的信道冲突避免方法是利用令牌传递方法使终端节点轮流使用信道,这种方法避免了高精度的同步时钟,但是倘若某个终端节点发生故障将导致令牌传递中断,甚至导致整个网络瘫痪。因此,该方法组建的网络健壮性不足。基于频谱感知的信道监听冲突避免法,采用频谱感知的方法来监听信道是否被占用,从而避障信道冲突。该方法不要求精确的同步时钟,同时具有很强的健壮性。但是,频谱感知过程较为算法复杂且准确度不高,因此,利用该方法组建的网络信息传输效率较低。就目前而言,利用网关来避免无线单信道网络下终端节点冲突问题是最有效的手段。该方法在网络中设置专门的网络管理终端节点实现网络数据存储、转发、中继和分配,在保证网络安全的同时提高网络的可管理性。该方法的难点在于需要设计

科学可行的网络调度策略。因此,本发明公开了一种可应用于各种的无线单信道通信网络设备的冲突避免策略,该策略主要解决单信道无线网络的多终端节点信道冲突问题,实现小规模、低成本、高鲁棒性网络的组建。

[0003] 综上所述,随着物联网的发展,无线组网技术在实际生活中的应用越来越多,但是,现有基于多信道的网关设计方案价格相对昂贵且网络协议受专利保护,限制了它的应用范围。基于单信道的网络组建方案仍不够完善。因此,本发明公开了一种创新方法来解决多终端节点通信网络的信道冲突问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,以克服单信道通信网络易发生冲突,以及网关节点故障导致瘫痪的问题。

[0005] 本发明的具体步骤如下:

[0006] 步骤一、设置通信网络,通信网络包括网关节点和多个终端节点。网关节点与服务器通信。各终端节点均与网关节点通信。网关节点和各终端节点中均存储有网络节点编号优先队列。网关节点中还存储有就绪队列和紧急队列。所述的网络节点编号优先队列中记载该通信网络下所有终端节点的主机编号。

[0007] 步骤二、通信网络依照预备时间段、节点通信时间段、网络管理时间段、网络空闲时间段的顺序依次循环运行。

[0008] 2-1. 列表登记时间段。

[0009] 网关节点依次访问所有终端节点,将处于就绪态的终端节点登记到就绪队列中。

[0010] 2-2. 节点通信时间段。

[0011] 当需要紧急通信的终端节点向网关节点发送紧急通信请求时,网关节点将该终端节点登记到紧急队列中,紧急队列的优先级高于就绪队列。

[0012] 若紧急队列中有终端节点编号,则网关节点按照紧急队列中各个终端节点的顺序依次访问终端节点,并向被访问的终端节点分配信道使用权,具有信道使用权的终端节点被激活。被访问过的终端节点从紧急队列中移除,并进入阻塞态。

[0013] 若紧急队列为空,且就绪队列中有终端节点编号,则网关节点按照就绪队列中各个终端节点的顺序依次访问终端节点,并向被访问的终端节点分配信道的使用权,具有信道使用权的终端节点被激活。被访问过的终端节点从就绪队列中移除,并进入阻塞态。

[0014] 若紧急队列和就绪队列均为空时,则结束节点通信时间段,进入网络管理时间段。

[0015] 2-3. 网络管理时间段。

[0016] 所有终端节点解除阻塞态;若终端节点当前不需要通信,则终端节点进入睡眠态;若终端节点需要通信,则终端节点进入就绪态。倘若网关节点发生了故障,各个终端节点利用选举规则推选出新的网关节点来管理通信网络。

[0017] 2-4. 网络空闲时间段。

[0018] 当一个终端节点需要通信,则该终端节点进入就绪态。所述的网关节点实时监控网络中的各个终端节点状态;若所有终端节点都处于睡眠态,则将在一直保持在网络空闲时间段。若任意一个终端节点处于就绪态,则立即退出网络空闲时间段,重新进入到列表登记时间段。

[0019] 作为优选,步骤2-3中所述的选举规则具体如下:将出现故障的网关节点的编号从网络节点编号优先队列中删除。之后,若一个终端节点的编号与网络节点编号优先队列中的顶部编号一致,则该终端节点自动作为新的网关节点。

[0020] 作为优选,步骤2-2中,网关节点根据激活终端节点的通信内容动态的调整就绪队列中各终端节点的顺序。

[0021] 作为优选,步骤2-1中,网关节点在访问各个终端节点前,采用广播的方式通知所有终端节点进行就绪队列的登记准备。网关节点根据网络节点编号优先队列中登记的顺序依次访问所有终端节点。

[0022] 作为优选,步骤2-3中,倘若有新的终端节点加入通信网络,则新的终端节点在向网关节点发送启动帧,该新终端节点的启动帧通过网关节点验证后,网关节点以广播的方式通知网络下的所有终端节点,将新终端节点的编号加入网络节点编号优先队列。

[0023] 作为优选,步骤2-2中,被激活的终端节点使用信道向服务器或其他终端节点发送消息。所述需要紧急通信的终端节点包括临时收到高优先级的指令的终端节点。

[0024] 作为优选,所述的通信网络为LoRa通信网络。

[0025] 作为优选,所述的通信网络的通信协议包括数据传输的编解码方式、数据帧类型、数据帧的紧急程度、终端节点优先级编号、数据帧的起止标志、数据帧来源与取向、有效数据负载占比和差错控制方法。

[0026] 作为优选,所述的数据帧类型包括消息帧、紧急帧、启动帧、同步帧、广播帧、状态帧、列表调整帧以及应答帧。所述的消息帧是指用于通信双方进行有效数据传输的帧类型。紧急帧是指需要紧急通信的终端节点向网关节点发送信道抢占消息的帧类型。启动帧是指终端节点发送入网或退网请求的帧类型。同步帧是网关节点与终端节点进行时钟同步的帧类型。广播帧是指网关节点对所有终端节点同时发送消息的帧类型。状态帧是指终端节点在网络中发送自身状态的帧类型。应答帧是指接收方回应发送方确认消息的帧类型。列表调整帧是指终端节点要求调整就绪队列顺序的帧类型。

[0027] 作为优选,所述的编解码方式采用二进制不归零码来实现编解码。所述的差错控制方法利用循环冗余校验码来检验数据帧在信道噪声的衰落后的正确性。

[0028] 作为优选,所述的差错控制方法包括如下方法:在一个终端节点被激活时,该终端节点作为发送方向作为接收方的服务器或终端节点发送消息;若接收方在预设的等待时间长度内未向发送方回复响应信息,则认为消息丢失,网关节点回收作为发送方的终端节点的信道使用权。

[0029] 相较于背景技术,本发明具有的有益效果是:

[0030] 1、本发明提出了一种在单信道下多终端节点竞争信道产生冲突的解决方案,解决了单信道通信网络易发生冲突的问题,相较于传统的基于时分复用的单通道网络,本发明具有更高的实时性。此外,本发明相较于传统的基于频分复用的多通道网关的方法,具有更高的性价比。

[0031] 2、本发明提出的网关节点可通过终端节点仲裁的方式迁移到任意网络终端节点上,相较于传统固定位置网络,能够在网关节点出现故障时自动切换得到新的网关节点,能够防止因为网关故障导致全网瘫痪事故的发生,具有更高的灵活性以及通信网络具有更高的容错性。

[0032] 3、本发明提出利用通信周期的方法来维护通信网络的运作过程,相较于传统的载波多路侦听访问的方式,避免了时基的精确度影响终端节点接收信息的准确性的问题,具有好的可维护性以及更高的通信流畅度。

附图说明

- [0033] 图1为本发明中LoRa通信网络的物联网架构图;
[0034] 图2为本发明中终端节点的状态转换关系示意图;
[0035] 图3为本发明步骤2-2中网关选举规则的示意图;
[0036] 图4为本发明步骤2-2的示例中各终端节点通信顺序变化的示意图。

具体实施方式

[0037] 一种无线单信道通信网络避免冲突的通信方法,具体步骤如下:

[0038] 步骤一、如图1所示,建立单信道通信网络,在该通信网络中包括网关节点和多个终端节点。网关节点与服务器通信。各终端节点均与网关节点通信。网关节点和各终端节点中均存储有网络节点编号优先队列。网关节点中还存储有就绪队列和紧急队列。

[0039] 所述的就绪队列的作用是网关通过查询就绪队列的方式来分配信道的使用权。网络节点编号优先队列中记载该通信网络下所有终端节点的主机编号。

[0040] 如图2所示,终端节点共有五种状态:(1)就绪态:当终端节点产生数据并需要在网络中传输时,将进入该状态。(2)通信态:当终端节点获得网络信道的使用权时,将进入通信状态,在该状态中,终端节点可自由的使用通信信道发送数据。(3)阻塞态:终端节点在等待网关通知时,将进入阻塞态,一般情况下,当网关收回终端节点的信道使用权后,终端节点将进入阻塞态,等待网关的释放信号。(4)睡眠态:当终端节点没有新的数据产生或被网关移出网络时,将进入睡眠态。(5)紧急态:当终端节点发生突发事件,需要及时通知网络时,会进入紧急态。五种状态在特定的情况下发生转换,每个终端节点在同一时间只能处于五种状态中的一种,其状态转移图如图2所示。

[0041] 终端节点具有如下功能特性:(1)终端节点具有快速的外部中断处理能力,当接收到网络消息时,能及时做出反应;(2)终端节点在通信过程中可处于就绪状态、通信状态、阻塞态、紧急状态和睡眠态的其中一种状态;(3)终端节点具有数据缓存能力,在终端节点具备数据缓存的能力。网关节点具有如下功能特性:(1)网关节点具有可迁移特性,即网络中的所有终端节点都可以通过仲裁方法被选举为网关节点;(2)网关节点具备仲裁能力,在终端节点发送数据结束后,裁决该终端节点发送数据的有效性;(3)网关节点具备存储能力,通过查询缓存列表方式分配信道的使用权。

[0042] 步骤二、如图4所示,本发明提出的通信策略的通信周期依照预备时间段、节点通信时间段、网络管理时间段、网络空闲时间段的顺序依次循环运行。

[0043] 2-1.列表登记时间段

[0044] 网关节点采用广播的方式通知所有终端节点准备登记主机编号到就绪队列;网关节点根据网络节点编号优先队列中登记的顺序依次访问所有终端节点,并将处于就绪态的终端节点登记到就绪队列中。

[0045] 2-2.节点通信时间段

[0046] 特殊情况下,需要紧急通信的终端节点向网关节点发送紧急通信请求,网关节点将该终端节点登记到紧急队列中,紧急队列的优先级高于就绪队列,被紧急队列登记的终端节点将优先拥有信道使用权。特殊情况包括终端节点受到高优先级的指令。

[0047] 若紧急队列中有终端节点编号,则网关节点按照紧急队列中各个终端节点的顺序依次访问终端节点,并向被访问的终端节点分配信道使用权,具有信道使用权的终端节点被激活。然后,被激活的终端节点使用信道向服务器或其他终端节点发送消息。被访问过的终端节点从紧急队列中移除,并进入阻塞态。利用这种方式,及时响应网络的紧急事件,提高网络实时性。

[0048] 若紧急队列为空,且就绪队列中有终端节点编号,则网关节点按照就绪队列中各个终端节点的顺序依次访问终端节点,并向被访问的终端节点分配信道的使用权,具有信道使用权的终端节点被激活,使用信道向服务器或其他终端节点发送消息。网关节点根据激活终端节点的通信内容动态的调整就绪队列中各终端节点的顺序,使得需要频繁通信的终端节点能够最大效率的利用网络资源。

[0049] 被访问过的终端节点从就绪队列中移除,并进入阻塞态,等待网关节点广播释放阻塞信号,方可再次被就绪队列登记。在紧急队列和就绪队列均为空时,结束节点通信时间段,进入网络管理时间段。

[0050] 以下对节点通信时间段中网络运行的过程进行具体的举例说明:如图4所示,假设网关节点经过预备阶段统计了处于就绪态的终端节点编号包含1,2,5,6,⋯,N,在节点通信时间段,由于紧急队列为空,所以网关节点首先访问处于队首,编号为1的终端节点,并对其开放信道,此时终端节点1具备了在网络中发送数据的能力,终端节点1使用完信道后将退出就绪队列,进入阻塞态。此时终端节点m需要发送紧急事件,在终端节点1缓存区的数据发送完之后将告知网关。此时,紧急队列不为空。所以,网关节点将把信道使用权交付于终端节点m。在终端节点m使用完信道后,告知网关需要调整终端节点5,6的优先级顺序,并进入阻塞态。于是,在下一阶段中,网关调整了终端节点5,6的顺序,并将信道使用权交给了位于队首的终端节点2。之后,网关继续将信道使用权交给队首的终端节点,终端节点发送完数据后,退出就绪队列,进入阻塞态,以此反复,直至列表为空后,进入下一通信周期阶段。

[0051] 2-3. 网络管理时间段

[0052] 网关节点以广播的形式通知所有终端节点进行状态转换;所有终端节点解除阻塞态;若终端节点无新的数据产生,则终端节点进入睡眠态;若终端节点的缓存区中有待发送的数据,则终端节点进入就绪态。

[0053] 倘若有新的终端节点加入通信网络,则新的终端节点在该阶段向网关节点发送启动帧,该新终端节点的启动帧通过网关节点验证后,网关节点以广播的方式通知网络下的所有终端节点,将新终端节点的编号加入用于存储终端节点编号的网络节点编号优先队列。通过这种方式实现新终端节点的激活。

[0054] 倘若网络中的网关节点发生了故障,网络下的各个终端节点将在网络管理时间段利用选举规则,推选出新的网关节点来管理通信网络。所述的网关节点具有可迁移的特性,本发明将这类网关称为虚拟网关。所述的可迁移是指:在当前的网关由于发生故障,无法继续维护网络通信的正常运行的情况下,终端节点在通信周期的网络管理时间段,利用选举规则,重新挑选出合适的终端节点来担任网络网关的职责。这要求每个终端节点都要满足

网络网关的所具备的特性。所述的选举规则具体如下：如图(3)所示，所述的网关选举规则规定为终端节点编号优先；将出现故障的网关节点的主机编号从网络节点编号优先队列中删除。之后，若一个终端节点的主机编号与网络节点编号优先队列中的顶部编号一致，则该终端节点自动担任网关节点的责任；其他所有终端节点以网络节点编号优先队列中的顶部编号值作为自身的网关。

[0055] 之后，进入网络空闲时间段。

[0056] 2-4. 网络空闲时间段

[0057] 网关节点需要实时监控网络中的各个终端节点状态；倘若，所有终端节点都处于睡眠态，则将在一直保持网络空闲时间段，以降低整个网络的能量消耗。倘若，有某些终端节点因为缓存区中有待发送的数据而处于就绪态，则通信网络立即退出网络空闲时间段，重新进入到列表登记时间段。重复步骤2-1至2-4，以此反复循环。

[0058] 由于通信双方在传输数据时必须遵循的规则与约定。因此，本发明提出了一套合理且有效的通信协议。本发明所述的通信协议是指在通信网络下，终端节点与终端节点之间，终端节点与网关节点之间以及网关与网关之间进行数据交互必须要遵守的一系列约定。该通信协议规定的一帧数据包含的内容为：帧头(4bit)、帧类型(4bit)、源点(8bit)、终点(8bit)、有效负载长度(0~255bit)、校验位(8bit)、帧尾(4bit)。该通信协议包括数据传输的编解码方式、数据帧类型、数据帧的紧急程度、终端节点优先级编号、数据帧的起止标志、数据帧来源与取向、有效数据负载占比和差错控制方法。

[0059] 该通信协议中的编解码方式采用二进制不归零码(non-return-to-zero line code, NRZ)来实现编解码，所述的二进制不归零码是指采用美国信息交换标准代码(ASCII)来表示字符，这种二进制的讯号代码，在这种传输方式中，1和0都分别由不同的电子显著状态来表现，除此之外，没有中性状态、亦没有其他种状态。这种编码方式简单实用且频带利用率高。

[0060] 该通信协议中的数据帧类型是指在终端节点在通信网络中相互通信时，根据不同类型的传输消息规定不同类型的数据帧。这样有利于提高频带利用率。本发明包括的数据帧类型有、消息帧、紧急帧、启动帧、同步帧、广播帧、状态帧、列表调整帧以及应答帧。其中，消息帧是指用于通信双方进行有效数据传输的帧类型。紧急帧是指终端节点向网关节点发送信道抢占消息的帧类型，在每个终端节点交还信道使用权给网关节点的时隙，允许终端节点发送紧急帧给网关节点，网关节点会根据紧急程度，将其将入紧急队列，在下个时隙中，该终端节点优先使用信道。启动帧是指终端节点发送入网或退网请求的帧类型。同步帧是网关节点与终端节点进行时钟同步的帧类型。广播帧是指网关节点对所有终端节点同时发送消息的帧类型。状态帧是指终端节点在网络中发送自身状态的帧类型。应答帧是指接收方回应发送方确认消息的帧类型。列表调整帧是指终端节点要求调整就绪队列顺序的帧类型，在通信过程中，终端节点可通过列表调整帧调整网关内存中就绪队列的顺序，由此使得就绪队列中终端节点顺序可动态的调整，以此提高网络的通信效率。

[0061] 终端节点的主机编号是指每个网络终端节点都有一个独一无二地址来表征，且该地址能表示各终端节点之间的优先关系。规定终端节点优先级编号的优点在于，首先可以方便区分网络中终端节点，有利于网关管理终端节点。其次，可以明确在数据帧提取出消息的来源与取向，便于信息的分析与过滤。最后，可在网关选举方法中发挥作用。

[0062] 在频繁的传输数据的网络中,需要有标志位来辨别每一帧数据的帧头与帧尾,这样网络终端节点才能正确的从信道中提出消息。因此,本发明所述的通信协议定义数据帧的起止标志是有必要的。

[0063] 本发明提出的通信网络包含众多的终端节点,因此,每一帧数据都要明确它的来源与去处,这样才能保证数据帧准确的到达目的地址。本发明根据终端节点的主机编号在数据帧中填写数据的来源与去处。

[0064] 本发明为了提高通信网络的可靠性,提出了有效的差错控制方法。一方面,本发明利用循环冗余校验码(Cyclic Redundancy Check,CRC)来检验数据帧在信道噪声的衰落后的正确性。所述的RCR一种根据网络数据包或计算机文件等数据产生简短固定位数校验码的一种信道编码技术,主要用来检测或校验数据传输或者保存后可能出现的错误。它是利用除法及余数的原理来侦测错误。倘若,侦测出数据有误,则本发明采用停-等协议来处理错误。另一方面,当作为发送方的终端节点发送的消息未得到作为接收方的终端节点的响应时,本发明采用有限时间等待法来避免通信停滞。该方法可总结为,由于接收终端节点发生故障,发送终端节点无法得到接收终端节点的响应,因此需要在通信协议中规定有限的等待时间,若在有限的等待时间内仍然没有得到接收方的响应,则认为消息丢失,网关节点回收作为发送方的终端节点的信道使用权。利用上述的方法可以减少网络的误操作。

[0065] 有效数据负载占比的多少是检验通信协议优劣的重要指标。有效数据负载占比是指在一帧数据中除去冗余项后有效数据的占比。本发明采用可变长度的有效数据位来设计,即发送方在协议中规定有效数据长度,并按该长度填充数据位。利用这种方式,一方面有利于灵活设计发送数据类型,另一方面有利于平衡有效数据负载占比。

[0066] 综上所述,本发明提出了单信道下多终端节点通信网络的冲突避免方法,包括终端节点状态设计,网关出错处理,网络通信周期组成、登记,查询和调整就绪队列以及通信协议设计。实施原理可总结为:在通信网络中的众多终端节点包含就绪态、通信态、紧急态、阻塞态和睡眠态,这些状态在一定条件下可以相互转换。网关节点控制通信周期,在登记就绪队列时间段,网关登记有需要使用信道的终端节点。在节点通信时间段,网关通过就绪队列为对应编号的终端节点开发信道,并动态调整就绪队列的顺序,网络终端节点该时间段利用通信协议实现数据的传输与共享。在网络管理时间段中,若网关发生故障,则启动网关选举方法。若终端节点发生故障,则网关将终端节点上报并将故障终端节点移除。若有新的终端节点需要加入网络,则网关为其分配编号并通知网络下的所有有效终端节点。在网络空闲时间段,若无终端节点需要信道,则保持低功耗状态,若有终端节点需要使用信道,则结束本次通信周期,进入下一次通信周期。重复以上过程,就可以实现无线单信道网络中终端节点之间的数据传输与共享。

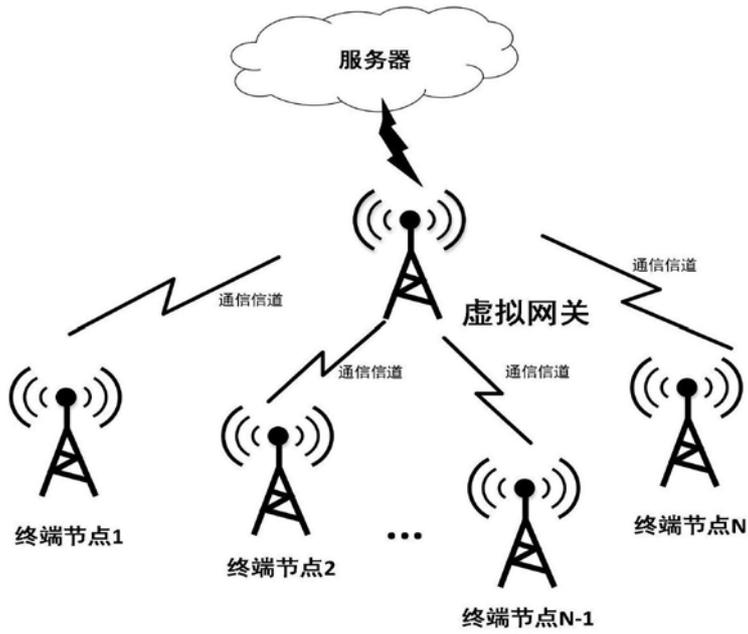


图1

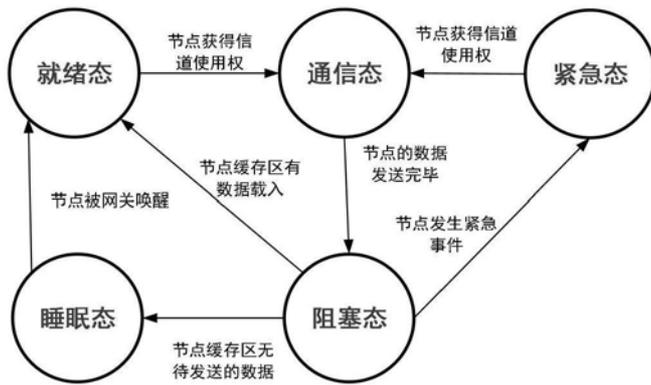


图2



图3

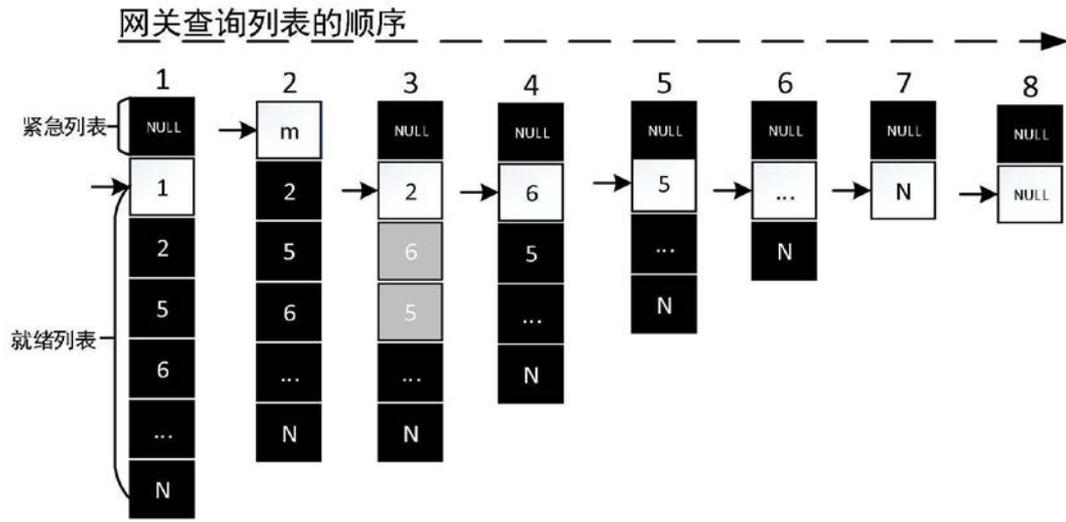


图4