



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107113020 B

(45)授权公告日 2019.11.29

(21)申请号 201580054466.2

(22)申请日 2015.10.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107113020 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(30)优先权数据
14188594.7 2014.10.13 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.04.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/073658 2015.10.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/059041 EN 2016.04.21

(73)专利权人 麦拉普斯有限责任公司
地址 荷兰哈勒姆

(72)发明人 M·西克斯 B·J·E·范伦斯
H·J·奥伯 M·沙普
A·K·弗沃尔德

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 高欣

(51)Int.Cl.
H04B 1/713(2011.01)
H04B 1/7156(2011.01)

(56)对比文件
US 2004013166 A1,2004.01.22,
WO 9600467 A1,1996.01.04,

审查员 陈昇

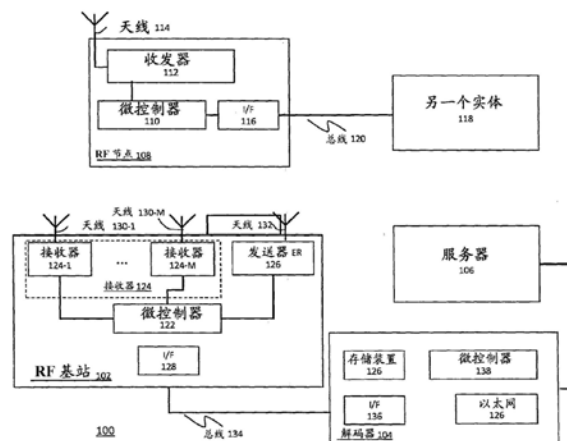
权利要求书3页 说明书24页 附图6页

(54)发明名称

用于运动定时应用的快速射频通信

(57)摘要

提供了一种用于管理无线网络中多个无线RF节点中的每一个与基站之间的通信的计算机实现的方法,所述方法使用M个非重叠的频率信道上的跳频。所述通信是根据包括M个时隙组的时隙调度执行的,每个时隙组包括用于让基站在所述M个信道的不同信道上优选地通过广播来发送数据的至少一个时隙,以及用于让多个节点中的一个或多个节点向基站发送数据的R个时隙,R是等于或大于1的整数。本文所述的方法使得能够在ISM频带中实现点对多点的无线通信系统,即使在已经包括在相同ISM频带中操作的一个或多个WLAN网络的区域中,该系统也可以提供可靠的RF数据链路。



1. 一种用于无线网络中多个节点中的节点与基站通信的方法,所述方法根据包括M个时隙组(A_1-A_M)的时隙调度,使用M个频率信道(CH_1-CH_M)上的跳频,M是等于或大于2的整数,M个时隙组(A_1-A_M)中的每个时隙组(A_i)包括用于让基站在M个频率信道的不同信道上发送数据的至少一个时隙($TX_{bs,i}$),以及用于让多个节点中的一个或多个节点向基站发送数据的R个时隙($TX_{rn1,i}-TX_{rnR,i}$),R是等于或大于1的整数,所述方法包括:

监视所述M个频率信道中的一个信道,以从基站接收第一通信分组;

基于从基站接收的第一通信分组内所包含的数据,确定所述M个频率信道中基站将遵循以发送一个或多个后续通信分组的至少一些频率信道的信道序列,以及基站将在所确定的信道序列中的每个信道上进行发送的时间;

根据第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的至少一个,确定用于节点的分配信息,

其中分配信息为所述M个时隙组(A_1-A_M)中的至少一个时隙组指示M个频率信道中用于从节点向基站进行数据传输的信道,以及所述R个时隙中的哪一个或多个时隙将被用于从节点向基站的数据传输,其中分配给节点用于在时隙组(A_1-A_M)中不同的时隙组中进行数据传输的信道是所述M个频率信道中的不同信道,其中信道被分配给节点用于数据传输,使得如果信道还被分配给所述多个节点中的另一个节点用于在所述R个时隙的相同时隙中进行数据传输,则分配给所述另一个节点的信道和分配给所述节点的用于在相同时隙中进行数据传输的信道是所述M个频率信道中的不同信道,并且其中对于所述R个时隙中的至少一个时隙,所述多个节点中的至少两个节点被分配用于在相同时隙中进行数据传输的信道;及

根据所确定的分配信息从节点向基站发送数据。

2. 如权利要求1所述的方法,其中所述M个时隙组(A_1-A_M)中的每个时隙组(A_i)还包括U个时隙($TX_{un1,i}-TX_{unU,i}$),U是等于或大于1的整数,用于让未注册的节点中的一个或多个未注册的节点向基站发送数据,其中所述一个或多个未注册的节点包括所述多个节点中不具有分配信息的那些节点,并且其中所述方法还包括:

根据第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的至少一个,确定所述M个时隙组中的所述U个时隙的至少一个时隙在何时发生;及

在所述U个时隙中所确定的至少一个时隙中的一个时隙内向基站发送注册消息,所述注册消息请求用于节点的分配信息。

3. 如权利要求2所述的方法,其中用于发送注册消息的一个时隙是使用伪随机数发生器从所述U个时隙中所确定的至少一个时隙中选择的。

4. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中节点被配置为基于从基站接收到第一通信分组的信道和基于由基站遵循的当前信道序列的指示,确定所述M个频率信道中基站将遵循的至少一些频率信道的信道序列。

5. 如权利要求4所述的方法,其中由基站遵循的当前信道序列的指示包括用于由伪随机序列发生器生成由基站遵循的当前信道序列的种子。

6. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,还包括从第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的至少一个获得:

针对节点的数据的一个或多个分组。

7. 如权利要求6所述的方法,其中所述一个或多个分组中的数据包括CAN分组数据。

8. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,还包括从第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的至少一个获得基站已接收到先前由节点向基站发送的数据的一个或多个确认。

9. 一种用于管理无线网络中基站和多个节点之间的射频通信的方法,所述方法使用M个频率信道(CH₁-CH_M)上的跳频,M是等于或大于2的整数,所述方法包括:

提供包括M个时隙组(A₁-A_M)的时隙调度,时隙组(A₁-A_M)中的每个时隙组(A_i)包括:

-用于让基站在所述M个频率信道的不同信道上发送数据的至少一个时隙(TX_{bsi});及

-用于让多个注册的节点向基站发送数据的R个时隙(TX_{rn1,i}-TX_{rnR,i})R为等于或大于1的整数;及

在时隙组(A₁-A_M)的所述R个时隙中的至少一个时隙的持续时间上,向每个注册的节点分配所述M个频率信道中的信道,用于从该节点向基站进行数据传输,

其中:

对于每个注册的节点,分配给该节点的用于在不同时隙组中进行数据传输的信道是所述M个频率信道中的不同信道,

分配多个注册的节点,使得被分配为在所述R个时隙的相同时隙中向基站发送数据的两个或更多个注册的节点被分配为在所述M个频率信道的不同信道上发送数据,及

对于所述R个时隙中的至少一个时隙,注册的节点中的至少两个注册的节点被分配用于在相同时隙中进行数据传输的信道。

10. 如权利要求9所述的方法,其中在所述至少一个时隙期间,用于所述多个注册的节点中的至少一些分配信息作为由基站发送的数据的一部分被发送,其中分配信息包括指示所述R个时隙中的至少一个时隙和分配给注册的节点的用于在所述R个时隙中的至少一个时隙的持续时间上从节点向基站进行数据传输的信道的信息。

11. 如权利要求9或10所述的方法,其中由基站在时隙组(A₁-A_M)中的至少一些时隙组期间发送的数据包括以下一个或多个:

由基站遵循的当前信道序列的标识,其中由基站遵循的当前信道序列是用于基站在所述M个时隙组(A₁-A_M)中发送数据的M个频率信道中的不同信道的序列,

识别多个时隙组的当前时隙组的信道序列索引,

所述多个节点中已经被拒绝注册的节点的一个或多个标识,

针对所述多个注册的节点中的一个或多个注册的节点的数据的一个或多个分组,及

基站已经接收到由所述多个注册的节点中的一个或多个注册的节点发送的数据的一个或多个确认。

12. 一种无线节点,包括被配置为用于执行如权利要求1-8中任一项所述方法的微控制器。

13. 一种时隙调度器,包括被配置用于执行如权利要求9-11中任一项所述方法的微控制器。

14. 一种基站,包括如权利要求13所述的时隙调度器,并且还包括:

发送器,被配置用于在用于让基站发送数据的至少一个时隙期间发送数据,所述发送器被配置为通过顺序地在M个频率信道中的不同信道上进行发送来发送数据;及

M个接收器,被配置用于在用于让多个注册的节点发送数据的至少R个时隙期间从多个节点接收数据,M个接收器中的每一个被配置为在所述M个频率信道的不同信道上接收数

据。

15. 一种用于存储数据结构的非暂态计算机可读存储介质,所述数据结构被配置用于让基站在M个时隙组 (A_1 - A_M) 的一个时隙组期间在由基站遵循的信道序列的不同频率信道上发送数据,所述信道序列包括无线网络中的M个不同频率信道 (CH_1 - CH_M),M是等于或大于2的整数,所述M个时隙组 (A_1 - A_M) 中的每个时隙组 (A_i) 包括用于让基站在所述M个频率信道的不同信道上发送数据的至少一个时隙 (TX_{bs_i}),以及用于让多个节点中的一个或多个节点向基站发送数据的R个时隙 ($TX_{rn_{1,i}}$ - $TX_{rn_{R,i}}$),R是等于或大于1的整数,所述数据结构包括:

用于多个注册的节点中的至少一些的分配信息,其中分配信息为所述M个时隙组 (A_1 - A_M) 中的至少一个时隙组指示所述M个频率信道中用于从节点向基站进行数据传输的信道,以及对于所述多个注册的节点中的至少一些注册的节点中的每一个,所述R个时隙中的哪一个或多个时隙将被用于从节点向基站的数据传输,其中分配给节点用于在时隙组 (A_1 - A_M) 中的不同时隙组中进行数据传输的信道是所述M个频率信道中不同的信道,其中信道被分配给节点用于数据传输,使得如果信道还被分配给所述多个节点中的另一个节点用于在所述R个时隙的相同时隙中进行数据传输,则分配给所述另一个节点的信道和分配给所述节点的用于在相同时隙中进行数据传输的信道是所述M个频率信道中的不同信道,并且其中对于所述R个时隙中的至少一个时隙,所述多个节点中的至少两个节点被分配用于在相同时隙中进行数据传输的信道。

用于运动定时应用的快速射频通信

技术领域

[0001] 本发明涉及射频(RF)通信协议,并且尤其但不排他地涉及用于在包括RF基站和多个RF收发器设备的无线网络中管理通信的方法、计算机程序和设备。

背景技术

[0002] 目前用于运动应用的通信系统(诸如例如,在赛道上使用的系统)采用环路应答器(transponder)系统,其中基站经由在道路中或沿着道路的感应环路与运动(sport)车辆上的各个应答器进行通信。这些环路通常具有大约2米的数据通信范围。这种短距离常常变得有问题,尤其是当车辆以高速度穿过环路时,因为短距离导致用于车辆和基站之间的数据通信的短时间窗口(大约20-40ms)。由于存在对提供高数据速率通信的不断增长的需要,尤其是在从车辆到基站的下行链路,使得除了准确的定时信息之外,还有例如车辆的传感器数据和车辆的驾驶员的传感器数据可以被发送到基站以进行处理,这个问题进一步恶化。

[0003] 无线局域网(WLAN)类型的通信链路(诸如WiFi之类)可以被用于在全球可用的2.4GHz工业、科学和医疗(ISM)频带上的发送器周围提供大约100-200米的RF通信区域,由此为车辆和基站之间的数据传输提供大得多的时间窗口。但是,当前的WiFi协议栈是基于五层TCP协议,并且当车辆进入通信区域时不提供RF链路的快速建立。在现有WiFi标准的注册、鉴权(authentication)、信道分配和冲突过程中的开销使得那些协议不适于定时至关重要的运动应用。

[0004] 关于针对比赛定时应用使用WLAN类型通信区域的另一个问题涉及以下事实:赛道上的无线通信系统应当适于在特定区域(诸如例如终点区域之类)中的自组(ad-hoc)(即,“即插即用”)设施(installation),其中,WiFi 2.4GHz网络可能已经就位。在这种情况下,现有的WiFi网络不应当干扰车辆与比赛定时系统的基站之间的数据传输。

[0005] 在本领域需要改善至少一些上述问题的在ISM频带中的“即插即用”快速无线通信系统和协议。

发明内容

[0006] 如本领域技术人员将认识到的,本发明的各方面可以被实施为系统、方法或计算机程序产品。相应地,本发明的各方面可以采取完全硬件实施例、完全软件实施例(包括固件、驻留软件、微代码等)或者将软件和硬件方面组合的实施例的形式,这些全都可以本文一般性地被称为“电路”、“模块”或“系统”。本公开内容中描述的功能可以被实现为由计算机的微处理器执行的算法。此外,本发明的各方面可以采用实施在一个或多个计算机可读介质中的计算机程序产品的形式,所述一个或多个计算机可读介质具有包括(例如存储)在其上的计算机可读程序代码。

[0007] 可以使用一个或多个计算机可读介质的任意组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或计算机可读存储介质。计算机可读存储介质可以是例如但不限于电子、磁性、光学、电磁、红外或半导体系统、装置或设备,或前述的任意合适组合。计算机可读存储

介质的更具体的示例(非详尽列表)将包括以下:具有一根或多根电线的电连接、便携式计算机软盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑型光盘只读存储器(CD-ROM)、光学存储设备、磁性存储设备,或前述的任意合适组合。在本文档的上下文中,计算机可读存储介质可以是可以包含或存储由指令执行系统、装置或设备使用或者与指令执行系统、装置或设备结合使用的程序的任何有形介质。

[0008] 计算机可读信号介质可以包括其中体现了计算机可读程序代码的传播数据信号,例如在基带中或作为载波的一部分。这种传播的信号可以采取各种形式中任何一种,包括但不限于电磁、光学或其任意合适组合。计算机可读信号介质可以为不是计算机可读存储介质并且可以传送、传播或运输由指令执行系统、装置或设备使用或与其结合使用的程序的任何计算机可读介质。

[0009] 实施在计算机可读介质上的计算机代码可以使用任何合适的介质被发送,包括但不限于无线、有线线路、光纤、电缆、RF等,或者前述的任意合适组合。用于执行本发明各方面的操作的计算机程序代码可以用一种或多种编程语言的任意组合来编写,包括面向对象的编程语言,诸如Java(TM)、Smalltalk、C++等,及传统的过程编程语言,诸如“C”编程语言或类似的编程语言。程序代码可以完全在用户的计算机上、部分地在用户的计算机上、作为独立的软件包、部分在用户的计算机上并且部分在远程计算机上、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种场景下,远程计算机可以通过任何类型的网络连接到用户的计算机,包括局域网(LAN)或广域网(WAN),或者可以连接到外部的计算机(例如,通过利用互联网服务提供商的互联网)。

[0010] 以下参考根据本发明实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图说明和/或框图来描述本发明的各方面。将理解,所述流程图说明和/或框图的每个块及所述流程图说明和/或框图中块的组合可以由计算机程序指令来实现。这些计算机程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或者其它可编程数据处理装置的处理器,特别地微处理器或中央处理单元(CPU),以产生一种机器,使得当所述指令经计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备的处理器执行时,产生用于实现在所述流程图和/或框图的一个或多个块中指定的功能/动作的装置。

[0011] 这些计算机程序指令还可以存储在计算机可读介质中,所述指令可以指示计算机、其它可编程数据处理装置或者其它设备以特定的方式起作用,使得存储在计算机可读介质中的指令产生一种制造品,该制造品包括实现在所述流程图和/或框图的一个或多个块中指定的功能/动作的指令。

[0012] 计算机程序指令还可以加载到计算机、其它可编程数据处理装置或者其它设备上,使得一系列操作步骤在计算机、其它可编程装置或者其它设备上执行,从而产生一种计算机实现的过程,使得在所述计算机或者其它可编程装置上执行的指令提供用于实现所述流程图和/或框图中的一个或多个块中指定的功能/动作的过程。

[0013] 附图中的流程图和框图示出了根据本发明各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个块可以代表代码的一部分、模块或区段,所述代码的一部分、模块或区段包含用于实现指定的(一个或多个)逻辑功能的一个或多个可执行指令。也应当指出,在一些替代实现中,块中指出的功能也可以

按不同于附图中指出的次序发生。例如,取决于所涉及的功能,两个连续示出的块实际上可以基本同时执行,或者块有时也可以按相反的次序执行。还应当指出的是,框图和/或流程图中的每个块以及框图和/或流程图中的块的组合可以用执行指定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0014] 本发明的至少一些实施例的一个目的是减少或消除现有技术中已知的至少一个缺陷。为此,提供了包括RF基站和多个RF节点的RF通信系统,以及指定了要由RF节点和基站中的每一个遵循的方法。本文所述的系统和方法使得能够在ISM频带中实现点对多点的无线通信系统,该系统即使在已经包括在相同ISM频带中操作的一个或多个WLAN网络的区域中也可以提供可靠的RF数据链路。本文所述的系统和方法特别适于并满足赛道上的定时应用的要求。

[0015] 根据本发明的一方面,提供一种用于在无线网络中多个节点的RF节点与基站进行通信的计算机实现的方法,所述方法使用M个非重叠的频率信道(CH_1-CH_M)上的跳频,优选地使用跳频扩频(FHSS:FrequencyHoppingSpreadSpectrum)调制方案。由于这种方法意在由RF节点执行,因此这种方法在本文中被称为“RF节点方法”。M是等于或大于2的整数,其可以被设置为大于指定的最小信道数(例如,由针对使用FHSS方案的ETSI规章(regulation)规定的最小信道数)的整数。所述通信是根据包括M个时隙组(A_1-A_M)的时隙调度来执行的,M个时隙组(A_1-A_M)的每个时隙组(A_i)包括用于让基站在M个信道的不同信道上优选地通过广播来发送数据的至少一个时隙($TXbs_i$),以及用于让多个节点中的一个或多个节点向基站发送数据的R个时隙($TXrn_{1,i}-TXrn_{R,i}$),R是等于或大于1的整数。该方法包括以下步骤:监视步骤,即节点被配置用于在M个信道中的一个信道上接收数据,以从基站接收经被监视的信道发送的第一通信分组,并且基于从基站接收的第一通信分组内包含的数据,确定基站将遵循以发送一个或多个后续通信分组的M个信道中的至少一些信道的信道序列,以及基站将在所确定的信道序列中的每个信道上发送分组的时间。该方法还包括以下步骤:根据第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的至少一个,确定用于节点的分配信息。分配信息为所述M个时隙组(A_1-A_M)中的至少一个时隙组,但是优选地为M个时隙组中的每个时隙组,指示M个信道中用于从节点向基站进行数据传输的信道,以及所述R个时隙中的哪一个或多个时隙将被用于从节点向基站的数据传输。分配给节点用于在M个时隙组中不同的时隙组中进行数据传输的信道是M个信道中的不同信道。信道被分配给节点用于数据传输,使得如果信道还被分配给所述多个节点中的另一个节点用于在所述R个时隙的相同时隙中进行数据传输,则分配给所述另一个节点的信道和分配给第一节点的用于在相同时隙中进行数据传输的信道是所述M个信道中的不同信道。对于所述R个时隙中的至少一个时隙,所述多个节点中的至少两个节点被分配用于在相同时隙中进行数据传输的(不同)信道。该方法还包括根据所确定的分配信息从节点向基站发送数据或至少提供这样做的指令的步骤。

[0016] 根据本发明的另一方面,提供了如上所述用于让RF通信系统的时间调度器管理基站和多个节点之间的RF通信的计算机实现的方法。由于这种方法意在由时隙调度器执行,所述时隙调度器可以包括在本文所述的RF通信系统中任何地方但是优选地包括在基站内,因此这种方法在本文中被称为“RF基站方法”。该方法包括以下步骤:提供包括M个时隙组(A_1-A_M)的时隙调度,M个时隙组(A_1-A_M)中的每个时隙组(A_i)包括用于让基站在M个信道的不同信道上优选地通过广播来发送数据的至少一个时隙($TXbs_i$),以及用于让多个注册的节

点向基站发送数据的R个时隙 ($TX_{rn1,i}$ - $TX_{rnR,i}$), R为等于或大于1的整数。该方法还包括:在R个时隙中的至少一个时隙的持续时间上向每个注册的节点分配M个信道中的信道,用于从每个注册的节点向基站进行数据传输。对于每个注册的节点,分配给该节点用于在不同时隙组中进行数据传输的信道是M个信道中的不同信道。分配多个注册的节点,使得被分配为在R个时隙的相同时隙中向基站发送数据的两个或更多个注册的节点被分配为在M个信道的各自不同信道上发送数据。对于所述R个时隙中的至少一个时隙,注册的节点中的至少两个注册的节点被分配用于在相同时隙中进行数据传输的信道。

[0017] 在为基站指派每个时隙组中的至少一个时隙用于在M个信道的不同信道上发送数据的上下文中,表述“不同信道”中的术语“不同”用于指示基站被配置为在这个指定的时隙中在其上发送数据的信道在M个时隙组的不同组之间是不同的。换句话说,分配给基站用于在不同时隙组中进行数据传输的信道是M个信道的不同信道。

[0018] M个信道优选地是非重叠的信道,其中,如本文所使用的,术语“非重叠”用于描述用于一个信道的频率和带宽与另一个信道的频率和带宽没有实质重叠。例如,中心频率为2401MHz且带宽为2MHz的信道与中心频率为2402MHz且带宽为2MHz的信道有1MHz的重叠。换句话说,术语“非重叠信道”是指一个信道的中心频率和带宽不落入另一个信道的中心频率和带宽内。

[0019] 本发明的实施例基于这样的认识:使用时隙调度来优化数据通信,所述时隙调度控制由所涉及的每个实体(即,基站和多个节点)用于发送数据的时间和信道分配。通过为由基站进行的数据传输和由节点进行的数据传输指派其自己的、单独的时隙,确保由基站与由节点进行的数据传输之间的冲突和干扰被最小化或甚至消除。此外,它允许在每个节点中使用以半双工模式操作的单个接收器/发送器。然后将每个节点配置为在分配用于由基站进行数据传输的每个时隙组内的(一个或多个)时隙的至少一部分(但优选地是整个)持续时间上监听(即,接收)基站的数据传输,并重新配置其自己,从而在分配用于由节点进行数据传输的每个时隙组内的R个时隙的至少一部分(但优选地是整个)持续时间上向基站发送数据。

[0020] 此外,这种时隙调度允许实现用于由所涉及的每个发送实体(即,RF基站和每个RF节点)进行通信的FHSS调制方案,与其它形式的数据通信(诸如在WiFi中采用的直接序列扩频(DSSS))相比,其允许以更高功率发送数据。例如,根据在ETSI标准中提出的欧洲的现行规章,使用FHSS允许以100mWatt发送数据,而WiFi仅允许以10mWatt进行传输(目前美国的规章允许以甚至高达1Watt功率发送FHSS数据)。具有较高功率的数据传输对于运动尤其是对于车辆以非常高的速度通过基站的赛车应用特别有利,因为增加的传输功率增加了车辆与基站之间的通信可能的距离,由此允许更多的时间进行通信。

[0021] 此外,能够以比WiFi多数倍的功率发送数据确保即使在部署了本发明的方法和系统的特定位置存在WiFi信号的情况下也可以接收所发送的数据。可以通过选择信道 CH_1 - CH_M 使得所选择的信道尽可能远离WiFi信道的中心频率来实现与WiFi网络的可能干扰的进一步最小化。

[0022] 此外,使用与在WiFi中使用的不同的调制(即,FHSS相对于DSSS)允许在信号的一小部分可能被破坏时在WiFi上进行数据恢复。因此,根据本文所述的方法的RF通信允许即使在存在现有WiFi系统的位置也允许使用公共可用的2.4GHz ISM频带的自组即插即用实

现,而不需要任何用户配置。

[0023] 虽然FHSS提供了许多优点,但是与其它标准化技术一样,它也对需要遵守的数据通信提出了一些要求。

[0024] 在2.4GHz频带中使用FHSS的要求之一是,如从这种调制技术的名称可以看出,数据传输必须通过在最小数量的明确定义的基本上非重叠的信道之间进行跳跃(即,切换)来发生。目前,ETSI规章规定使用至少15个这样的信道。利用上述时隙调度来满足这个要求,因为调度确保每个实体通过在M个信道的相应序列上跳跃来发送数据(因此,根据当前ETSI规章,M必须等于或大于15)。例如,针对每个时隙组(A_i),提供用于让基站在M个信道的不同信道上发送数据的至少一个时隙确保,在M个时隙组(A_1-A_M)上,基站遵循M个不同信道的序列进行数据传输。类似地,通过在至少一些时隙组中但优选地是在每个时隙组(A_i)中,为每个注册的节点分配M个信道的不同信道用于在每个时隙组(A_i)的R个时隙中的至少一个时隙的持续时间上节点向基站的数据传输,来注册多个节点中的两个或更多个从而形成多个注册的节点确保每个注册的节点还遵循M个不同信道的相应序列用于经M个时隙组(A_1-A_M)的数据传输。

[0025] 使用FHSS的另一个要求涉及在相同的信道上不发送长于被称为“停留时间”的最大允许时间。目前,ETSI规章规定最大停留时间为0.4秒。通过选择在单个信道上没有实体发送比允许的最大停留时间更长的这种持续时间的时隙,这个要求可以利用上述时隙调度来满足。

[0026] 虽然在ETSI规章中存在对传输的持续时间的限制,但是不存在对数据接收的持续时间的限制。因此,上述方法可以使用具有能够以不同频率顺序发送的单个发送器和多个(即,M个)接收器的基站来实现,每个接收器被调谐到不同的频率信道。即使当两个或更多个注册的节点被分配为以在相同的时隙中将它们各自的数据发送到基站时,这种基站也将能够接收数据,因为每个节点都在M个信道中其自己相应的信道上发送。

[0027] 在RF节点方法的一个实施例中,M个时隙组(A_1-A_M)的每个时隙组(A_i)还可以包括U个时隙($TX_{un1,i}-TX_{unU,i}$),U是等于或大于1的整数,用于让一个或多个未注册的节点向基站发送数据。一个或多个未注册的节点包括多个节点中不具有分配信息的那些节点(即,不是注册的节点的节点)。在这种实施例中,RF节点方法还可以包括以下步骤:根据第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的一个或多个,确定所述M个时隙组中的所述U个时隙的至少一个时隙在何时发生,并且在所述U个时隙中所确定的至少一个时隙中的一个时隙内向基站发送注册消息,所述注册消息请求用于节点的分配信息。在一个另外的实施例中,这种注册消息可以包括数据分组,该数据分组包括节点的标识,例如节点的唯一序列号。在另一个进一步实施例中,用于发送注册消息的一个时隙可以使用伪随机数发生器,可能地使用节点的标识作为种子,从U个时隙中所确定的至少一个时隙中选择。

[0028] 在RF节点方法的一个实施例中,节点可以被配置为基于基站遵循的当前信道序列的指示来确定基站将遵循的M个信道中的至少一些信道的信道序列。由节点确定序列的长度,使得该长度允许节点按频率(即,信道)和长到足以接收相关分配信息(即,用于节点的分配信息)的时间遵循基站。

[0029] 在一个另外的实施例中,由基站遵循的当前信道序列的指示可以包括由伪随机序列发生器用于生成由基站遵循的当前信道序列的种子。这种实施例允许节点通过使用种子

值和与由基站使用的生成序列的伪随机算法相同的伪随机算法来重新创建由基站遵循的信道序列。

[0030] 在RF节点方法的一个实施例中,该方法还可以包括从第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的至少一个获得针对节点的数据的一个或多个分组。以这种方式,节点可以从基站接收数据。优选地,该方法还包括获得针对节点的数据的一个或多个分组的分组序列标识。以这种方式,如果基站向节点发送数据的多个分组,则节点可以按正确的次序放置接收到的分组。在实施例中,一个或多个分组中的数据可以包括CAN分组数据。这个实施例提供例如能够直接在车辆中通常使用的CAN总线上广播分组而无需协议转换的开销的优点。

[0031] 在RF节点方法的一个实施例中,该方法还可以包括从第一通信分组和一个或多个后续通信分组中的至少一个获得基站已接收到先前由节点向基站发送的数据的一个或多个确认。这个实施例提供了知道分组是否已经被接收或者它是否需要被重新发送到基站的优点。

[0032] 在RF基站方法的一个实施例中,在所述至少一个时隙期间,用于所述多个注册的节点中的至少一些的分配信息作为由基站发送的数据的一部分被发送,其中分配信息包括指示所述R个时隙中的至少一个时隙和分配给注册的节点的用于在所述R个时隙中的至少一个时隙的持续时间上从节点向基站进行数据传输的信道的信息。在一个另外的实施例中,用于所述多个注册的节点中的至少一些的分配信息的传输在所述M个时隙组 (A_1-A_M) 之间基本上均匀地划分。

[0033] 在RF基站方法的一个实施例中,由基站在时隙组 (A_1-A_M) 中的至少一些时隙组期间,优选地在每个时隙组中发送的数据包括以下一个或多个:由基站遵循的当前信道序列的标识,其中由基站序列遵循的当前序列是用于基站在所述M个时隙组 (A_1-A_M) 中发送数据的M个信道中的不同信道的序列,其中优选地,当前序列的标识包括由伪随机序列发生器用于生成当前序列的种子;识别多个时隙组的当前时隙组的信道序列索引;所述多个节点中已经被拒绝注册的节点的一个或多个标识;针对所述多个注册的节点中的一个或多个注册的节点的数据的一个或多个分组,其中优选地,所述一个或多个分组中的数据包括CAN分组数据和/或优选地由基站发送的数据包括针对所述多个注册的节点中的所述一个或多个注册的节点的数据的所述一个或多个分组的分组序列标识;基站已经接收到由所述多个注册的节点中的一个或多个注册的节点发送的数据的一个或多个确认。

[0034] 在RF基站方法的一个实施例中,时隙组 (A_1-A_M) 的每个时隙组 (A_i) 还可以包括U个时隙 ($TX_{un1,i}-TX_{unU,i}$),U是等于或大于1的整数,用于让一个或多个未注册的节点向基站发送数据,其中一个或多个未注册的节点包括多个节点中不是多个注册的节点中之一的那些节点。在一个另外的实施例中,该方法还可以包括从一个或多个未注册的节点中的未注册的节点接收指示未注册的节点将变成注册的注册消息。

[0035] 根据本发明的另一方面,提供了一种无线节点。该节点包括被配置为执行或使得能够执行(通过例如为节点内的一块硬件提供适当的指令)如由节点执行的本文所述的任何方法步骤的微控制器。无线节点优选地还包括被配置为以半双工模式操作的RF接收器和发送器模块。RF接收器被配置用于从基站接收第一通信分组和后续通信分组。RF发送器被配置用于根据FHSS方案通过切换M个信道来从节点向基站发送数据。

[0036] 根据本发明的另一方面,提供了一种时隙调度器。该时隙调度器包括被配置用于执行如由RF基站执行的本文所述的任何方法步骤的微控制器。

[0037] 根据本发明的另一方面,提供了一种基站。这种基站包括如本文所述的时隙调度器以及被配置用于在用于让基站发送数据的至少一个时隙期间优选地通过广播来发送数据的发送器,该发送器被配置为通过顺序地在M个信道中的不同信道上进行发送来发送数据,以及被配置用于在用于让多个注册的节点发送数据的至少R个时隙期间从多个节点接收数据的M个接收器,M个接收器中的每一个被配置为在M个信道的不同信道上接收数据。

[0038] 在RF基站中使用多个接收器和单个发送器同时在多个节点中使用单个接收器/发送器允许为从节点到基站的通信提供更大量的带宽。这对于其中存在从节点向基站发送的(显著)更多的数据的应用尤其有利,诸如例如赛车应用之类。

[0039] 根据本发明的其它方面,公开了包括软件代码部分和存储软件代码部分的计算机可读存储介质的计算机程序。优选地,计算机可读存储介质是非暂态的。软件代码部分被配置用于当在计算机上运行时(即,当在计算机的处理器上执行时)执行如由节点、时隙调度器和/或基站执行的本文所述的方法步骤。

[0040] 根据本发明的其它方面,公开了例如存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算机实现的数据结构。该数据结构被配置用于让基站在M个时隙组的一个时隙组期间在基站遵循的信道序列的不同频率信道上发送数据,所述信道序列包括无线网络中的M个不同频率信道,M是等于或大于2的整数,所述M个时隙组中的每个时隙组包括用于让基站在所述M个信道的不同信道上优选地通过广播来发送数据的至少一个时隙,以及用于让多个节点中的一个或多个节点向基站发送数据的R个时隙,R是等于或大于1的整数,所述数据结构包括:用于多个注册的节点中的至少一些节点的分配信息,其中分配信息为所述M个时隙组中的至少一个时隙组,优选地为时隙组中的每个时隙组,指示所述M个信道中用于从节点向基站进行数据传输的信道,以及对于所述多个注册的节点中的至少一些注册的节点中的每一个,所述R个时隙中的哪一个或多个时隙将被用于从节点向基站的数据传输,其中分配给节点用于在时隙组中的不同组中进行数据传输的信道是所述M个信道中不同的信道,其中信道被分配给节点用于数据传输,使得如果信道还被分配给所述多个节点中的另一个节点用于在所述R个时隙的相同时隙中进行数据传输,则分配给所述另一个节点的信道和分配给所述节点的用于在相同时隙中进行数据传输的信道是所述M个信道中的不同信道,并且其中对于所述R个时隙中的至少一个时隙,所述多个节点中的至少两个节点被分配用于在相同时隙中进行数据传输的信道。

[0041] 在实施例中,数据结构被配置用于让基站在M个时隙组的一个时隙组期间在基站遵循的信道序列的不同频率信道上发送数据,该信道序列包括无线网络中的M个不同频率信道,M是等于或大于2的整数,该数据结构包括:由基站遵循的信道序列的标识,其中优选地,序列的标识包括由伪随机序列发生器使用以生成序列的种子、识别多个时隙组中的一个时隙组的信道序列索引、多个节点中已经被拒绝注册的节点的一个或多个标识、针对多个注册的节点中的一个或多个的数据的一个或多个分组,其中优选地,一个或多个分组中的数据包括CAN分组数据和/或优选地数据结构还包括针对多个注册的节点中的一个或多个的数据的一个或多个分组的分组序列标识,以及基站已经接收到由多个注册的节点中的一个或多个发送的数据的一个或多个确认。

[0042] 将参考附图进一步说明本发明,附图将示意性地示出根据本发明的实施例。应当理解,本发明不以任何方式限于这些具体实施例。

附图说明

- [0043] 图1提供了根据本发明一个实施例的RF通信系统的示意图;
- [0044] 图2绘出了根据本发明一个实施例的示例性数据处理系统;
- [0045] 图3提供了根据本发明一个实施例的时隙调度的示意图;
- [0046] 图4提供了根据本发明一个实施例的向注册的节点的分配传输时隙和信道的示意图;
- [0047] 图5提供了根据本发明一个实施例的示例性基站分组的示意图;及
- [0048] 图6是根据本发明一个实施例的可由多个节点之一执行的方法步骤的流程图。

具体实施方式

[0049] 图1提供了根据本发明一个实施例的RF通信系统100的示意图。系统100包括连接到解码器104和服务器106的RF基站102以及至少一个但通常为多个RF节点108(为了不使该图不清楚,图1中仅示出一个RF节点108)。如本文所述,系统100能够管理基站102和多个节点108之间的RF通信,所述多个节点108使用例如FHSS方案在M个基本上不重叠的频率信道上实现跳频,所述信道例如在公共可用的2.4GHz ISM频带内。

[0050] 系统100中的每个节点108可以由唯一的节点标识符来识别。节点108中的每一个可以包括例如在赛车上使用的应答器或包括在所述应答器中。

[0051] 节点108中的每一个包括微控制器110。微控制器110是被配置用于实现如由节点108执行的本文所述的方法的步骤的数据处理系统。这种数据处理系统的示例在图2中示出并参考图2描述。

[0052] 节点108的微控制器110连接到图1中所示的通信模块或包含所述通信模块,如RF收发器112。在优选实施例中,收发器112是以半双工模式操作的单个RF接收器/发送器。虽然以下描述将针对这个优选实施例提供,但是当然,本文提供的教导也可以应用到其它实施例,例如收发器112可以包括彼此分离的接收器和发送器的实施例。

[0053] 收发器112被配置为使用FHSS在M个基本上不重叠的频率信道 CH_1 - CH_M (CH ="信道")中的每一个上接收和发送数据,其中M是等于或大于2的整数。例如,根据对于2.4GHz频带的欧洲ETSI规章,必须使用至少15个恰当定义的非重叠信道用于使用FHSS发送数据,其中每个信道上用于数据传输的时间不超过0.4秒(所谓的"停留时间"(dwell time))。因此,根据这些规章,M必须等于或大于15。目前,FHSS规章对在单个信道上接收数据的时间量没有任何限制。微控制器110被配置为通过调谐收发器112来控制收发器112,以对于指定的时间段在指定的信道上接收和/或发送数据,如对于实现本发明的实施例所必需的。微控制器110还被配置为控制收发器112发送数据的功率。例如,根据针对2.4GHz频带的欧洲ETSI规章,收发器112可以以有100毫瓦(mWatt)功率发送数据。

[0054] 在优选实施例中,M等于16。这种实施例是优选的,因为ETSI对于FHSS需要最少15个信道,并且16是最接近的二的幂,从而允许两组(bank)8个接收器的硬件实现,每组使用天线组合器和放大器以便每组使用单个天线。

[0055] 在优选实施例中，M个信道是公共可用的2.4GHz ISM频带内的信道。

[0056] 在优选实施例中，选择M个信道，使得可能已经部署在特定位置的频率信道的重叠最小化。信道的这种选择允许最小化已经部署在该位置的其它RF系统由于系统100的部署而可能接收的干扰，反之亦然。例如，为了在2.4GHz频带中操作，可以选择M个信道以最小化在系统100的M个信道上的数据通信与可能已经部署在特定位置的WiFi系统的WiFi信道之间的干扰。例如，如果WiFi系统在2.4GHz ISM频带内可用的85MHz中使用22MHz的13个信道，这13个WiFi信道的中心频率为2412MHz、2417MHz、2422MHz、2427MHz、2432MHz、2437MHz、2442MHz、2447MHz、2452MHz、2457MHz、2462MHz、2467MHz、2472MHz和2484MHz，则根据本发明一个实施例的十六个信道（即，对于M=16的优选实施例）可以被选择为中心频率在例如2405MHz、2410MHz、2415MHz、2420MHz、2425MHz、2430MHz、2435MHz、2440MHz、2445MHz、2450MHz、2455MHz、2460MHz、2465MHz、2470MHz、2475MHz和2480MHz、全部使用1MHz信道带宽的信道。

[0057] 当部署在特定设置中时，节点108应当被放置成使得收发器112的天线114将具有到RF基站102的天线的足够的视线连接。例如，在赛车应用中，节点108将被放置在车辆上某处，使得在节点108的天线114和RF基站102的天线之间存在良好的视线连接。

[0058] 节点108中的每一个还包括用于在节点108和另外的实体118之间传送数据的接口116，例如经由总线120。另外的实体118是向节点108提供要发送到基站102的数据的实体以及经由节点108从基站102接收数据的实体。例如，在赛车应用中，另外的实体118可以包括全球定位系统（GPS）、惯性测量单元、油压监视器、为车辆驾驶员显示例如圈速（lap time）的车载显示器、测量驾驶员的心跳和其它重要特性的传感器等等中的一个或多个。可选地，另外的实体118可以是节点108的一部分。

[0059] 在一个实施例中，接口116可以包括控制器区域网络（CAN）接口，并且总线120因此可以包括CAN总线。CAN标准ISO-11898:2003定义了一种有线通信网络（CAN网络），该有线通信网络将经由CAN接口连接到CAN总线的设备彼此链接，并且使所述设备能够基于CAN消息或CAN分组彼此对话（talk）和/或交换数据。CAN网络可以包括中央CAN控制器并且，即使在网络正在操作的情况下，也可以随时将设备添加到网络（这种操作有时被称为“热插拔”）。CAN总线可以被配置为差分数据总线，使得其对于抵御噪声和恶劣环境是健壮的，并且允许高信令速率。这在汽车环境中特别有利。

[0060] 因此，在这种实施例中，CAN接口116将被连接到例如赛车的CAN总线120，使得节点成为车辆的CAN网络的一部分并且使得CAN接口116可以向车辆中启用CAN的设备发送/从其接收CAN分组，所述启用CAN的设备包括：车辆上的传感器，诸如GPS、惯性测量单元或（油）压力监视器、用于显示诸如圈速之类的定时信息的车载显示器以及数据记录系统之类。

[0061] 节点108还可以包括图1中未示出的其它部件，诸如例如存储器或电力单元之类。电力单元可以包括电源，例如一个或多个电池，以及电力控制器。在实施例中，电力单元还可以包括一个或多个替代电源，例如，太阳能电池等。电力控制器可以控制节点中不同部件的电力模式。例如，如果处理器/微控制器需要节点处于睡眠状态，则它可以关闭部件或将这些部件设置为低功耗模式。类似地，节点的存储器和/或节点内的微处理器的存储器可以在数据写周期期间处于活动状态。

[0062] RF基站102包括连接到多个RF接收器124的微控制器122、单个无线电发送器126以

及用于数据通信的接口128。

[0063] 在实施例中,接收器124可以在现场可编程门阵列(FPGA)或数字信号处理器(DSP)中实现。

[0064] 在实施例中,还有可能接收器124共享一个天线。信号可以首先被放大然后划分多次。每次划分(division)可以导致例如3dB信号损失。因此,为了让8个接收器共享一个天线,将需要9dB的放大器,以在接收器处具有相同的接收信号强度。

[0065] 微控制器122是被配置用于实现如由基站104执行的本文所述的方法的步骤的数据处理系统。这种数据处理系统的示例在图2中示出并参考图2描述。

[0066] 虽然RF基站102仅需要包括单个RF发送器126,但是RF接收器124的数量至少为M,对应于上述M个信道。因此,基站102的接收器124在图1中被示为接收器124-1至124-M。RF接收器124中的每一个被配置为在节点108被配置为用于发送数据的M个信道中的不同信道上接收数据。因此,RF接收器124中的每一个仅在单个频率信道上接收数据。如将在下面更详细描述,存在仅单个发送器但是M个接收器的基站102的配置允许以避免数据碰撞和干扰的方式调度由基站102从多个节点108接收/向多个节点108发送数据。具有M个指派的接收器的基站102(每个接收器被调谐到不同的频率信道)允许基站102同时从不同的节点108接收数据,只要同时向基站发送数据的不同节点108在M个信道中的不同信道上发送数据即可。仅具有单个发送器的基站102确保可以创建时隙调度,该时隙调度允许节点108确定基站102何时将发送数据并确保在那个时候节点108的收发器112被配置为接收数据(并且不发送数据)。

[0067] 当部署在特定设置中时,至少在RF节点108处于与RF基站102的RF通信的范围内时,基站102优选地被放置成使得RF接收器124的M个天线130-1至130-M以及发送器126的天线132视线连接到RF节点108的天线。

[0068] 接口128用于在RF基站102和解码器104之间传送数据,例如经由总线134,解码器104包括对应的接口136。在实施例中,接口128和136是用于传送CAN分组的CAN接口,并且总线134是CAN总线。将RF基站102的CAN接口128连接到解码器104的CAN接口136形成RF基站102和解码器104之间的点对点的CAN总线连接。

[0069] 除了接口136,解码器104还包括用于控制解码器104的功能的微控制器138。微控制器138是数据处理系统,诸如例如在图2中示出并参考图2描述的数据处理系统。微控制器138连接到接口140,用于将解码器104连接到服务器106。在实施例中,接口140包括以太网接口。

[0070] 在实施例中,解码器104可以包括在RF基站102内。在这种实施例中,微控制器138的功能被添加到微控制器122的功能,微控制器122被配置用于实现如由RF基站102执行的本文所述的方法步骤。

[0071] 优选地,经由以太网接口连接到解码器104的服务器106是诸如图2中所示的数据处理系统,被配置为运行使用RF通信系统100向节点108(诸如例如赛道上的车辆之类)发送数据/从节点108接收数据的一个或多个应用。这种应用可以包括例如向车辆发送圈速的应用或者接收赛道上车辆的当前GPS位置的应用(只要它们在RF基站102的范围内)。

[0072] 在实施例中,服务器106的功能可以包括在RF基站102内或解码器104内。

[0073] 图2绘出了根据本发明一个实施例的示例性数据处理系统200。这种数据处理系统

可以在RF通信系统100中使用,所述数据处理系统如参考图1描述的微控制器110、微控制器122、微控制器138和/或服务器106之一。

[0074] 数据处理系统200可以包括通过系统总线206耦接到存储器元件204的至少一个处理器202。如此,数据处理系统可以将程序代码存储在存储器元件204内。另外,处理器202可以执行经由系统总线206从存储器元件204访问的程序代码。在一方面,数据处理系统200可以被实现为适于存储和/或执行程序代码的计算机。但是,应当认识到,系统200可以以包括能够执行本说明书中所描述的功能的处理器和存储器的任何系统的形式来实现。

[0075] 存储器元件204可以包括一个或多个物理存储器设备,诸如例如本地存储器208和一个或多个大容量存储设备210之类。本地存储器可以指一般在程序代码的实际执行期间使用的随机存取存储器或(一个或多个)其它非持久存储器设备。大容量存储设备可以被实现为硬盘驱动器或其它持久数据存储设备。处理系统200还可以包括提供至少一些程序代码的暂时存储的一个或多个高速缓存存储器(未示出),以便减少在执行期间必须从大容量存储设备210检索程序代码的次数。

[0076] 被描绘为输入设备212和输出设备214的输入/输出(I/O)设备可选地可以耦接到数据处理系统。输入设备的示例可以包括但不限于例如键盘、诸如鼠标之类的指向设备(pointing device)等。输出设备的示例可以包括但不限于例如监视器或显示器、扬声器等。输入设备和/或输出设备可以直接地或通过中间I/O控制器(图2中未示出)耦接到数据处理系统。网络适配器216还可以耦接到数据处理系统,以使其变得通过中间的私有或公共网络耦接到其它系统、计算机系统、远程网络设备和/或远程存储设备。网络适配器可以包括用于接收由所述系统、设备和/或到数据的网络发送的数据的数据接收器,以及用于向所述系统、设备和/或网络发送数据的数据发送器。调制解调器、电缆调制解调器和以太网卡是可以与数据处理系统200一起使用的不同类型的网络适配器的示例。

[0077] 存储器元件204可以存储应用。以可执行程序代码的形式实现的所存储的应用可以由数据处理系统200(例如由处理器202)执行。响应于执行应用,数据处理系统可以被配置为执行本文所述的一个或多个操作。应当认识到,数据处理系统200还可以执行可以促进应用的执行的操作系统(未示出)。

[0078] 在一方面,例如,数据处理系统200可以表示客户端数据处理系统。在那种情况下,所存储的应用可以表示客户端应用,当所述客户端应用被执行时,所述客户端应用配置数据处理系统200,以执行本文参照“客户端”描述的各种功能。客户端的示例可以包括但不限于个人计算机、便携式计算机、移动电话等。

[0079] 在另一方面,数据处理系统200可以表示服务器。例如,数据处理系统200可以表示HTTP服务器,在这种情况下,存储在存储器元件204中的应用在被执行时可以配置数据处理系统200,以执行HTTP服务器操作。在另一方面,数据处理系统200可以表示安全服务器、软件供应服务器或密钥生成服务器。

[0080] RF系统100内的RF通信可以由创建并维护时隙调度的时隙调度器管理,其中时隙调度指定所涉及的每个发送实体(即,基站102和多个节点108)何时可以向系统100内的任何其它实体发送数据。时隙调度器还负责注册多个节点108中的一个或多个节点以用于系统100内的通信。节点的注册意味着向节点分配M个信道中的信道,用于以如下方式在指定时间点从节点向基站传输数据:遵守关于对系统100内的数据的RF传输使用FHSS调制方案

的规章,并且由于系统100内的不同发送实体在相同信道上同时发送所引起的数据冲突和干扰被消除或至少最小化。关于在其期间多个节点108中的特定节点可以向基站发送数据的时间段以及节点108在这些时间段中的每一个中要用于传输的频率信道的信息在本文中被称为针对节点的“分配信息”。让系统100内的单个实体(时隙调度器)为注册的节点中的每个节点指定分配信息并规定允许为未注册的节点(即,多个节点108中尚未通过被分配传输时间/信道而注册的节点)采取的动作,使得允许协调不同节点108和基站102之间的数据传输。

[0081] 在一个实施例中,这种时隙调度器可以包括在基站102内,特别是在基站102的微控制器122内,以软件、硬件或两者的组合来实现。但是,在其它实施例中,这种时隙调度器可以在与基站102分离的实体中实现,只要这种实体将通信地连接到基站102即可,以便允许基站根据从时隙调度器提供的时隙调度管理系统100内的通信。例如,实现时隙调度器的功能的这种单独的实体可以是操作者(图1中未示出)的处理系统,所述操作者可以例如决定是否允许不同节点的注册以及应当如何设置时隙调度(例如,设置时隙组(assembly)内的时隙的持续时间和性质等)。在这种情况下,实现时隙调度器功能的操作者的处理系统可以被实现为数据处理系统200。

[0082] 诸如时分多址(TDMA)协议之类的时隙通信协议可以用于在基站102和节点108之间的消息的高效传送。为此,时隙调度器可以由处理器(例如,微控制器122内的处理器202)执行,其中调度器被配置为生成或接收预定的时隙调度。在实施例中,时隙可以在(TDMA)时间帧中被组织并且由调度器与网络中的节点108同步地处理。时隙可以具有预定的特定持续时间,例如以下所述的图3示出了1毫秒(ms)持续时间的时隙。调度器可以向节点分配时隙,以便将节点配置为处于预定状态,所述预定状态包括:传输状态(发送)、接收状态(监听)和睡眠状态(空闲)。以下将更详细地描述向节点分配时隙。

[0083] 因此,当时隙调度(可能地与用于节点的分配信息一起)规定多个节点108中的特定节点将处于传输状态时,该节点的处理器(例如,微控制器110的处理器202)可以指示该节点的通信模块(即,收发器112)激活该节点的无线电发送器,并且将无线电发送器配置为在特定传输频率信道发送,使得该节点可以在那个信道上发送消息,所述消息例如包含传感器数据和/或状态信息。类似地,当时隙调度规定节点将处于数据接收状态时,该节点的处理器可以指示通信模块激活该节点的无线电接收器,并且配置无线电接收器在特定频率信道接收,以便让该节点在那个频率信道上接收消息。发送和接收的消息可以存储在该节点的存储器中的消息队列中,例如,在微控制器110的存储器元件204内。

[0084] 在实施例中,节点的通信模块可以被配置为在一个或多个不同的频带上操作。在那种情况下,该协议还可以支持不同的频分多址(FDMA),其中分配给节点用于通信的频率由用于节点的分配信息指定。例如,单个大型网络可以被分割成一个或多个较小的子网络,其中一个或多个子网络中的节点可以使用不同的频带用于通信。以这种方式,被分配给不同子网络的节点可以发送和接收,而不干扰其它子网络的操作。

[0085] 图3提供了根据本发明一个实施例的时隙调度300的示意图。时隙调度300是可以由时隙调度器创建和调节的用于协调由基站102和节点108进行的数据传输的调度的示例。

[0086] 图3中的水平虚线302指示时间。时间线302从一个水平虚线行继续到下一行,如连续的行304、306、308、310和312所示。传输可以继续,并且优选地确实继续,经过行312中示

出的时间(如在图3中利用行312之后的省略号所指示的),但是为了不使附图杂乱而在图3中未示出。图3中的每一行示出一个时隙组。

[0087] 时隙调度器提供包括至少一个包含M个时隙组 A_1 - A_M (A = “组”(Assembly))的集合的时隙调度,其中M是要由节点108和基站102用来使用FHSS发送数据的信道数量。这里的数字M以与上述相同的方式指定。对于 $M=16$ 的特定情况,在图3中M个时隙组在行304-308中示出,其中行304示出第一时隙组 A_1 ,行306示出第二时隙组 A_2 ,并且行308示出第M个时隙组 A_M 。行310和312分别示出下一个包含M个时隙组的集合的第一和第二时隙组 A_1 和 A_2 。

[0088] 每个时隙组 A_i (其中索引“i”是指M个时隙组内的时隙组的顺序号)包括用于基站102发送数据的至少一个时隙, $TXbs_i$ ($TXbs$ = “由基站进行的发送(TX)”),在图3中被示为用于时隙组 A_1 的时隙 $TXbs_1$,用于时隙组 A_2 的时隙 $TXbs_2$ 和用于时隙组 A_{16} 的时隙 $TXbs_{16}$,以及用于让注册的节点发送数据的R个时隙 $TXrn_{k,i}$ ($TXrn$ = “由注册的节点进行的发送(TX)”)。索引“k”是指R个时隙内的时隙的顺序号,其中R是等于或大于1的整数。索引“i”和“k”的这种使用在本说明书中始终是一致的,即,它也适用于其它变量。

[0089] 图3的示例将每个时隙组示为具有6个用于让注册的节点发送数据的时隙(即, $R=6$),但是当然,其它实施例可以包括其它数量的这种时隙。时隙 $TXrn_{k,i}$ 在图3中被示为用于时隙组 A_1 的时隙 $TXrn_{1,1}$ 、 $TXrn_{2,1}$ 、 $TXrn_{3,1}$ 、 $TXrn_{4,1}$ 、 $TXrn_{5,1}$ 和 $TXrn_{6,1}$,用于时隙组 A_2 的时隙 $TXrn_{1,2}$ 、 $TXrn_{2,2}$ 、 $TXrn_{3,2}$ 、 $TXrn_{4,2}$ 、 $TXrn_{5,2}$ 和 $TXrn_{6,2}$,以及用于时隙组 A_{16} 的时隙 $TXrn_{1,16}$ 、 $TXrn_{2,16}$ 、 $TXrn_{3,16}$ 、 $TXrn_{4,16}$ 、 $TXrn_{5,16}$ 和 $TXrn_{6,16}$ 。因此,与16个定义的信道一起,并且每个时隙为1ms,图3中所示的实施例每10ms间隔分配96个时隙(96是由6个时隙乘以16个可用信道来获得的),用于让注册的节点发送数据。

[0090] 在优选实施例中,基站102通过使用广播在时隙 $TXbs_i$ 期间发送数据。以这种方式,只要节点被调谐成在基站102在此时进行发送的频率信道上接收数据并且只要节点在接收基站102的传输的范围内,节点108中的每个节点108(不管是注册的还是未注册的)就能够接收基站102的传输。

[0091] 时隙调度器被配置为指定要由基站102遵循从而在时隙 $TXbs_i$ 内发送数据的信道序列,该信道序列在本文中被称作“基站序列”或“BSS”。基站序列是基站102必须遵循用于数据传输的M个信道的序列,以便遵守关于使用FHSS的规章。如上所述,为了受益于以较高功率发送数据的能力,如FHSS所允许的那样,根据目前的规章,必须通过跳过M个信道的序列(即,通过顺序地在M个信道的序列中的每个信道上发送)来完成传输,其中每个信道上的传输的持续时间不超过停留时间。

[0092] 在一个实施例中,时隙调度器可以简单地将基站序列定义为信道 CH_1 - CH_M 的连续序列。但是,在其它实施例中,可以使用用于设置信道 CH_1 - CH_M 序列的任何其它方式。例如,时隙调度器可以使用伪随机算法定义基站序列。在一个实施例中,来自GPS接收器的日时间(time of day)值可以用作伪随机算法的种子。

[0093] 基站通过遵循生成的基站序列的信道(即,在所述信道上发送)来在时隙 $TXbs_i$ 中发送数据。如本文前面所描述的,该规章指示在切换到序列的下一个信道之前允许实体在单个信道上发送多长时间。如果选择时隙组的时隙使得用于让基站发送数据的两个或更多个连续时隙花费比允许的停留时间更少的时间,则基站可以在单个信道上经这些连续的两个或更多个时隙的持续时间发送数据。但是,即使是这种情况,通过简单地将基站配置为在

M个组的每个时隙组期间将传输信道切换到在基站序列的新信道上发送,可以更容易地按使得在单个信道上的传输不超过允许的停留时间的这种方式进行调度和控制。因此,基站将在时间组 A_1 内(在指派的时隙期间,在这种情况下是 TX_{bs1})在基站序列的第一信道上发送,然后在时间组 A_2 内(在指派的时隙期间,在这种情况下是 TX_{bs2})在基站序列的第二信道上发送,依此类推。以这种方式,检查基站经时隙组 A_1-A_M 在M个可用信道中的每个可用信道上发送一次是容易的。每个时隙 TX_{bs_i} 的持续时间可以远小于允许的停留时间,例如在图3中所示的例子中是1ms,但是,使基站快速跳过传输信道仍然可以提供益处,例如,就新RF节点与基站的更快同步以及在那个传输信道上操作的可能的其它设备上的或来自所述其它设备的更少干扰而言。

[0094] 在基站已经使用特定基站序列的所有信道之后,在一些实施例中,基站可以通过再次以相同的基站序列开始来继续发送数据。但是,在其它实施例中,时隙调度器可以定义与所使用的上一个序列不同的基站序列。这可以例如通过改变用于生成先前序列的种子的值并使用改变的种子的值来生成新的伪随机基站序列来完成。这种实施例可以是特别有利的,提供了一种更随机的访问模式,其减少了周期性干扰对一个或多个信道的影响。

[0095] 每个时隙组内的R个时隙 $TX_{rnk,i}$ 被用于让注册的节点向基站102发送数据。当由时隙调度器为节点分配了传输时隙和传输信道用于在M个时隙组中的至少一些中向基站102发送数据时,该节点被认为是注册的节点。在优选实施例中,用于注册的节点的分配信息指定用于M个时隙组中的每一个时隙组的传输时隙和信道。单个节点可以被分配每个时隙组中R个时隙中的一个或多个时隙用于数据的传输,只要这些时隙是具有如下这种持续时间的时隙即可:当节点在一个信道上发送时(例如,经每个时隙组的6个时隙的持续时间),那个信道上的总传输时间不超过允许的停留时间。

[0096] 在优选实施例中,对于每个注册的节点,在不同的时隙组中分配给节点用于数据传输的信道是M个信道中的不同信道。这确保每个节点在M个时隙组 A_1-A_M 的持续时间上使用M个可用信道中的每一个可用信道一次。这与上述针对基站的优选实施例类似,在该每个时隙组中,节点和基站两者都使用不同的信道来发送其数据。类似于为基站提供的解释,虽然这个实施例是优选的,但是当一些或全部注册的节点被分配为在两个或更多个连续时隙组中其被分配的时隙期间在相同信道上发送数据时,所述实施例不是必须的并且可以设想其它实施例并且在本申请的范围内。只要传输信道和时隙以如下这种方式被分配给注册的节点:使得在任何时间点仅一个注册的节点被配置为在特定信道上发送数据并且该节点在单个信道上的传输不超过可以为使用FHSS所指定的允许的停留时间,向注册的节点分配时隙和信道的任何方式就都在本发明的范围内。

[0097] 时隙调度器被配置为指定要由每个注册的节点108遵循的信道序列以在时隙 $TX_{rnk,i}$ 内发送数据,该信道序列在本文被称为“节点序列”或“NS”。节点序列是注册的节点必须遵循的用于数据传输的M个信道的序列,以便遵守关于使用FHSS的规章。节点序列对于每个注册的节点可以是完全不同的。如本文所使用的,当序列成员的次序不同时,两个序列被认为是“不同的”。例如,M个信道 CH_1-CH_M 的序列 $CH_1, CH_2, CH_3, \dots, CH_{M-1}, CH_M$ 不同于相同M个信道的序列 $CH_2, CH_3, CH_4, \dots, CH_M, CH_1$ 。用于注册的节点中一个或多个的节点序列可以但不必与在特定时间由基站遵循的基站序列不同。

[0098] 类似于基站序列,在一个实施例中,时隙调度器可以简单地将用于特定节点的节

点序列定义为信道 CH_1 - CH_M 的连续序列。但是,在其它实施例中,可以使用用于设置信道 CH_1 - CH_M 的序列的任何其它方式。例如,时隙调度器可以使用伪随机序列发生器来定义节点序列。在这种实施例中,使用节点ID作为用于生成节点序列的种子来确保每个节点具有不同的节点序列。

[0099] 图4提供了根据本发明一个实施例的向注册的节点分配传输时隙和信道的示意图。根据注册的节点分配的这个特定示例,创建3D矩阵。对于 x 、 y 和 z 坐标,3D矩阵的 x 、 y 和 z 尺寸分别为 R 、 M 、 M ,如图4中的插图402所示,其中 x 轴是图中平面中的水平轴, y 轴是图中平面中的垂直轴, z 轴垂直于图的平面,如图所示 z 轴被示为虚线。此处变量 R 和 M 与本说明书的其余部分一致地使用,因此关于上面提供的 R 个时隙和 M 个信道的所有考虑也适用于此。

[0100] 这个特定的示例被提供用于实施例,在所述实施例中,基站使用特定的基站序列在时隙组 A_1 - A_M 中的每一个中在 M 个信道 CH_1 - CH_M 的不同信道上发送数据,而每个注册的节点使用特定的节点序列在 M 个时隙组 A_1 - A_M 中的每一个中在 M 个信道 CH_1 - CH_M 的不同信道上发送数据。因此,从一个时隙组到下一个时隙组,基站和每个注册的节点都按其相应的序列将传输信道切换到下一个信道,从而确保在 M 个时隙组 A_1 - A_M 的持续时间上每个发送实体(即,基站和每个注册的节点)已经确切地使用 M 个信道 CH_1 - CH_M 的每个信道一次。

[0101] 关于3D $R \times M \times M$ 矩阵, x 方向被用于表示在用于让注册的节点向基站发送数据的时隙调度中由时隙调度器指派的 R 个时隙的顺序时隙, y 方向被用于表示节点序列的 M 个信道,而 z 方向被用于表示基站序列的 M 个信道。

[0102] 为了简化这个示例的解释,不是以3D示出矩阵,而是示出3D矩阵的 z 方向上的 M 个平面中的两个平面-2D表404和2D表406。

[0103] 表404示出了对于 $z=1$ 取得的3D矩阵的2D平面。由于在这个示例中基站和每个节点将它们的传输信道从一个时隙组切换到下一个,因此可以使用术语“信道序列索引”(CSI)来识别组 A_1 - A_M 的特定组 A_i 。因此, $z=1$ 意味着 $CSI=1$,这意味着2D表404表示用于时隙组 A_1 的传输调度。

[0104] 表406示出了对于 $z=2$ (即, $CSI=2$)取得的3D矩阵的2D平面,这意味着2D表406表示用于时隙组 A_2 的传输调度。与表404和406类似的用于 $CSI=3,4,5,\dots,M$ 的表作为在 z 方向上延伸的后续平面被包括,为了简单起见,这些表在图4中未示出。

[0105] 在这个具体的示例中,定义了 M 个信道 CH_1 - CH_M 中不同信道的序列 NS_1 ,该序列可以与由基站在相同的 M 个时隙组上使用的基站序列相同或相关,也可以不相同或不相关。如表404中所示,该表的行 1 - M 表示在序列 NS_1 的每个信道处的传输(即,如从表404的左侧可以看到的,表404的第一行表示 NS_1 的第一信道上的传输,第二行表示 NS_1 的第二信道上的传输,依此类推),而列 1 - R 表示在单个时隙组内 R 个时隙中每个时隙中的传输。

[0106] 表404中的行和列的交叉表示所谓的“传输时隙”,示为 $TRslot_{c,k}$ ($TRslot$ = “传输时隙”),其中索引“ c ”是指表中的行号,因此指示传输信道,而索引“ k ”如表示 R 个时隙内的时隙的序号(与变量 $TXrn_{k,i}$ 相同),因此指示传输时间。在表404的每个传输时隙 $TRslot_{c,k}$ 中,可以存储注册的节点的标识,从而为第一时隙组 A_1 提供关于该注册的节点在哪个信道以及在哪个时间可以向基站发送数据的调度。例如,考虑传输时隙 $TRslot_{1,1}$ 存储注册的节点A的标识,传输时隙 $TRslot_{2,1}$ 存储注册的节点B的标识,传输时隙 $TRslot_{3,1}$ 存储注册的节点C的标识,传输时隙 $TRslot_{1,2}$ 存储注册的节点D的标识,并且传输时隙 $TRslot_{2,2}$ 存储注册

的节点E的标识。节点A-E中的每一个是多个节点108中的不同节点并且它们被“注册”，因为他们在3D矩阵中被分配了传输时间和信道。被分配有传输时隙 $TRslot_{1,1}$ 、 $TRslot_{2,1}$ 和 $TRslot_{3,1}$ 的节点A、B和C分别意味着在时隙组 A_1 内节点A、B和C被允许经R个时隙的第一时隙的持续时间在信道序列NS1的第1、第2和第3信道上将数据分别发送到基站。分别被分配传输时隙 $TRslot_{1,2}$ 和 $TRslot_{2,2}$ 的节点D和E意味着在时隙组 A_1 内节点D被允许经R个时隙的第二时隙的持续时间在信道序列NS1的第1信道上将数据发送到基站，而节点E被允许经R个时隙的相同的第二时隙的持续时间在信道序列NS1的第2信道上将数据发送到基站。节点A-E的分配确保，如果两个以上的节点在相同的时隙中发送它们的数据，则它们的传输不会干扰，因为这些节点中的每一个在不同的信道上发送-例如，节点A、B和C各自可以在R个时隙的时隙1中向基站发送数据，但是，通过使用序列NS1的不同信道来分配它们做这件事。类似地，节点A-E的分配确保，如果多于两个节点在相同信道上发送它们的数据，则它们的传输不会干扰，因为这些节点中的每一个在不同的时隙发送-例如，节点A和D各自可以使用序列NS1的第1信道向基站发送数据，但是，它们被分配在R个可用时隙的不同时隙中做这件事。

[0107] 以上述方式，原则上可以向 $M \times R$ 个节点分配在单个时隙组内的传输时隙。当 $M=16$ 和 $R=6$ 时，这意味着96个不同的注册的节点可以在单个时隙组内将其数据发送到基站。虽然将可用的 $M \times R$ 个时隙的每个单个传输时隙分配给注册的节点将允许最大限度地使用可用时隙R和可用信道M，但是当然，并不是每个传输时隙都必须被分配给节点。此外，分配表404可以包含在多于一个传输时隙中相同节点的ID，只要在单个列中相同的ID不出现多于一次即可（即，仅当相同的ID在不同的列中出现时，该相同的ID才可以在表404中出现两次或更多次）。因此，相同的ID可以在表的单个行中多次出现，但不会在单个列中多次出现。这将允许单个节点在单个时隙组期间发送数据达更长的时间段（长于R个时隙的单个时隙的持续时间）。例如，如果通过被分配给传输时隙 $TRslot_{M,1}$ 、 $TRslot_{M,2}$ 和 $TRslot_{M,3}$ （在这种情况下，R等于或大于3）来注册节点F，则意味着节点F可以经在单个时隙组中可用的R个时隙的第一、第二和第三时隙的持续时间在序列NS1的第M个信道上发送数据。

[0108] 现在，移至在图4的示例性分配图示中的表406，表406包含相同的传输时隙 $TRslot_{c,k}$ ，如上所述。事实上，在这个示例中，存储在这些传输时隙中的节点ID被设想为与表404中相同传输时隙中的相同的ID。表406中的不同之处在于表406的行表示的信道序列。在简单的实施例中，与针对表404中的行的信道序列相比，针对表406中的行的信道序列可以简单地移位一。这在表406的左侧示出，从其清楚的是现在该表的第一行表示NS1的第二信道上的传输，第二行表示NS1的第三信道上的传输，依此类推，其中倒数第二行表示NS1的第M个信道上的传输，并且最后一行表示NS1的第一信道上的传输。作为这种分配的结果，节点A现在被分配为在与前一个时隙组 A_1 不同的信道中在下一个时隙组 A_2 的第一时隙中向基站发送数据。在时隙组 A_2 中，节点A可以在序列NS1的第二信道上在第一时隙中发送数据。

[0109] 以上提供的教导可以在z方向对 $R \times M \times M$ 矩阵的剩余 $M-2$ 个表（即，除了图4中所示的表404和406之外的表）扩展，其中对于那些表中的每一个提供用于组 A_3-A_M 的特定传输时隙组的分配。

[0110] 假定表406后续的 $M-2$ 个表的行表示的信道序列继续移位一，则节点A将被分配为在序列NS1的第三信道上在时隙组 A_3 的第一时隙期间、在序列NS1的第四信道上在时隙组 A_4 的第一时隙期间、依此类推进行发送。以这种方式，节点A遵循序列NS1，用于经M个时隙组

A_1-A_M 在可用的 R 个时隙的第一时隙中进行传输。以这种方式,经 M 个时隙组 A_1-A_M 节点 A 已经在 M 个信道中的每一个上正好发送了一次。

[0111] 类似地,节点 B 将被分配为在序列 $NS1$ 的第四信道上在时隙组 A_3 的第一时隙期间、在序列 $NS1$ 的第五信道上在时隙组 A_4 的第一时隙期间进行发送,依此类推。以这种方式,也确保节点 B 经 M 个时隙组 A_1-A_M 已经在 M 个信道中的每一个上正好发送了一次,但是节点 B 遵循与节点 A 不同的信道序列-即,节点 B 遵循信道序列:序列 $NS1$ 的第二信道、序列 $NS1$ 的第三信道、...、序列 $NS1$ 的第 M 信道,序列 $NS1$ 的第一信道。因此,分配给相同列中的传输时隙的每个注册的节点(即,分配为在 R 个时隙的相同时隙内进行发送的节点)遵循 M 个信道的不同序列,用于经 M 个时隙组 A_1-A_M 进行传输(虽然这些不同的序列可以与序列 $NS1$ 相关-在这个例子中的关系是序列相对于彼此并且关于序列 $NS1$ 移位)。另一方面,分配给相同行中的传输时隙的每个注册的节点(即,分配为在每个时隙组内在相同信道上进行发送的节点)遵循 M 个信道的相同序列,用于经 M 个时隙组 A_1-A_M 进行传输。

[0112] 上面关于图4提供的向注册的节点分配传输时隙和信道的描述仅仅是许多不同可能性中的一个可能示例,所有这些可能性都在本发明的范围内,只要这些分配满足以下要求即可:注册的节点仅在每个时隙组中为这种传输指派的 R 个时隙内向基站发送数据,每个注册的节点遵循用于数据传输的信道 CH_1-CH_M 的 M 个不同信道的序列(如果停留时间限制适用,则有可能将每个信道上的传输限制到特定时间段),如果分配了两个或更多个注册的节点在相同的时间段中发送数据,则这些节点被分配为在它们各自的(即,不同的)信道上进行发送。

[0113] 回到图3,可选地,每个时隙组 A_i 还包括用于让未注册的节点发送数据的 U 个时隙, $TXun_{j,i}$ ($TXun$ ="由未注册的节点进行的发送(TX)"),其中如本文使用的索引" j "(也可以与其它变量一起)表示 U 个时隙内的时隙的序号,其中 U 是等于或大于1的整数。这种实施例将是特别有益的,以便允许未注册的节点请求注册,即,由节点在时隙组 A_1-A_M 的 R 个时隙之一内请求为数据传输分配时间/信道。这个实施例是可选的,因为具有时隙调度器的节点的注册还可以按其它方式实现,诸如例如在特定设置中部署时预先配置系统100,其中可能被使用的所有节点108都被提前分配用于数据传输的时间/信道,有可能不管这种节点随后是否需要与基站102进行通信。本领域技术人员可以设想用时隙调度器注册节点的其它方式。

[0114] 图3中的示例示出每个时隙组如具有用于让未注册的节点发送数据的3个时隙(即, $U=3$),但是当然,其它实施例可以包括其它数量的这种时隙。时隙 $TXun_{j,i}$ 在图3中被示为用于时隙组 A_1 的时隙 $TXun_{1,1}$ 、 $TXun_{2,1}$ 和 $TXun_{3,1}$,用于时隙组 A_2 的时隙 $TXun_{1,2}$ 、 $TXun_{2,2}$ 和 $TXun_{3,2}$,以及用于时隙组 A_{16} 的时隙 $TXun_{1,16}$ 、 $TXun_{2,16}$ 和 $TXun_{3,16}$ 。因此,与16个定义的信道一起,并且每个时隙为1ms,图3中所示的实施例为未注册的节点每10ms间隔分配48个时隙(48是由3个时隙乘以16个可用信道而获得的),以发送数据。

[0115] 在实施例中,请求注册可以如下执行。为了使未注册的节点变成注册的,节点可以使用伪随机算法(例如,由节点的唯一节点ID选种(seed)),以从未注册的空间中选择一个时隙(即,时隙 $TXun_{j,i}$ 之一),以向基站102发送请求注册的"通知"分组。基站102将这个分组转发到时隙调度器,时隙调度器然后可以决定是通过在注册的空间中向其分配一个或多个时隙(并且让基站102将该信息提供给发出请求的节点,例如下一次基站在下一个时隙组中发送数据时)允许该节点的注册,还是通过让基站102发送拒绝这个节点的注册的信息来拒

绝注册。

[0116] 如上所述的时隙调度以及用于注册的节点的分配信息将从基站102分发到节点108。这可以通过基站102在时隙组中被指派用于基站传输的时隙中(即,在时隙 TX_{bs_i} 内)发送该信息来完成。为简单起见,假设每个时隙组只有一个时隙用于基站发送数据。另外,以下讨论将针对上面讨论的特定示例被提供(图5-6),其中基站102使用信道的基站序列的新传输信道来在M个时隙组 A_1-A_M 中的每一个期间进行传输,其中 $M=16$ 和 $R=6$ 。

[0117] 在一个实施例中,基站102可以被配置为优选地通过广播来发送数据,作为预定数据结构形式的分组。为了能够解释从基站102接收的数据,节点108被配置为具有关于用于基站分组的数据结构的足够的信息。

[0118] 图5提供了根据本发明一个实施例的示例性基站分组502、504和506的示意图。分组502是当基站遵循特定基站序列BSS1时基站102在16个时隙组 A_1-A_{16} 的第一时隙组 A_1 期间发送的分组 $P_{1,BSS1}$ 。分组504是当基站遵循序列BSS1时基站102在16个时隙组 A_1-A_{16} 的第二时隙组 A_2 期间发送的分组 $P_{2,BSS1}$ 。分组506是当基站遵循序列BSS1时基站102在16个时隙组 A_1-A_{16} 的最后一个时隙组 A_{16} 期间发送的分组 $P_{16,BSS1}$ 。从这些分组的描述中,本领域技术人员将能够容易地识别其余分组将被如何构造并且它们将包含什么数据-既对于时隙组 A_1-A_M 的该集合(即,基站遵循序列BSS1的集合)中的时隙组,以及对于M个时隙组的其它集合(例如,基站遵循序列BSS2的集合,基站分组在图3中被示为时隙组310和312中的分组 $P_{1,BSS2}$ 和 $P_{2,BSS2}$)。还应当指出,分组502、504和506通常还包含图5中未示出的其它数据/字段,诸如例如报头之类。图5的分组的描述主要涉及对包含在由基站102发送的分组中的有效载荷的描述。

[0119] 如图所示,基站分组包括至少一个字段,在分组502、504和506中的每一个中示为字段508,其提供由基站102遵循的用于数据传输的当前基站序列(在这种情况下是序列BSS1)的标识。这种标识可以例如包括由伪随机算法用于生成序列BSS1的信道序列种子值(例如,从0到65535的值)。在基站分组中包括该标识允许接收分组的节点重新创建由基站遵循的信道序列,使得节点然后通过配置它们的接收器在信道上接收数据来接收来自基站的后续分组,其中基站根据确定的基站序列要在所述信道上进行发送。

[0120] 还如示出的,基站分组可以可选地包括在分组502、504和506中的每一个中被示为字段510的字段,其提供当前信道序列索引的标识(即,CSI,指示基站正在使用在基站序列BSS1内的哪个信道用于发送当前分组,因此这可以是1到16的索引,因为在这个示例中 $M=16$)。这个字段是可选的,因为节点还可以通过简单地识别节点已经在哪个信道上接收到分组来自己导出这个信息。

[0121] 基站分组还可以包括一个或多个字段,在图5的示例中被示为分组502、504和506的每一个中的六个字段512,其包含用于至少一些注册的节点的分配信息。可以设想不同的方式从基站102向节点108提供分配信息,所有这些方式都在本发明的范围内。例如,在一个实施例中,用于所有注册的节点的所有当前分配信息可以在M个时隙组 A_1-A_M 上被均等地分配,并且因此在M个时隙组的单个集合的持续时间内被发送。在M个时隙组中划分所有分配信息允许最小化基站分组的长度,因为每个基站分组仅包含关于仅部分注册的节点的信息。在这种情况下,它需要M个时隙组 A_1-A_M 的完整集合在所有注册的节点上发送分配信息(对于图3中所示的示例,发送所有分配信息需要160ms)。在另一个实施例中,在M个时隙组

的下一个集合中,可以以这种方式再次发送分配信息。在这种实施例中,即使至少一些注册的节点可能已经具有其分配信息,也发送分配信息。这种实施例在例如分配信息改变的情况下可能是有利的,因为它将允许注册的节点周期性地(即,当接收到具有其分配信息的新基站分组时)确认它们具有的分配信息仍然有效并且,如果必要,则更新那个信息。在其它实施例中,分配信息可以按需发送,即,仅当已经注册新节点时。这种实施例可能是有利的,因为发送更少的数据(即,不在M个时隙组的每个集合中发送所有分配信息)减少了网络流量负载。

[0122] 图5中所示的六个字段512示出了当传输时隙和信道的分配如图4的示例所描述的那样完成时为节点发送分配信息的特别有利的实施例。如上所述,在图4的示例中,传输时隙 $TRslot_{c,k}$ 包含单独的节点ID,并且以如下方式组织传输:在时隙组 A_1-A_M 的至少单个集合内从一个时隙组到下一个时隙组,分配给特定注册的节点的传输时隙保持相同。因此,这种调度可以通过向96个节点分配96个可用传输时隙(对于 $M=16, R=6$)之一来识别96个节点为注册的节点。然后可以在基站分组内逐行(其中“行”表示图4中所示的行)中发送各个注册的节点的分配信息,其中M个时隙组的集合的每个基站分组包括包含在传输时隙表 $TRslot_{c,k}$ 的不同行中的节点ID $RNID_{c,k}$ ($RNID$ = “注册的节点标识”)(具有特定索引的 $RNID$ 表示存储在传输时隙 $TRslot$ 中的具有相同索引的节点的标识)。因此,如分组502中所示,第一分组 $P_{1,BSS1}$ 包含在六个字段512上均匀分布的节点ID $RNID_{1,1}$ 至 $RNID_{1,6}$,节点ID $RNID_{1,1}$ 至 $RNID_{1,6}$ 存储在传输时隙 $TRslot_{1,1}$ 到 $TRslot_{1,6}$ 中,如图4中所示(即,对于图4的 R 等于6,图4中所示的表的第一行)。如分组504中所示,第二分组 $P_{2,BSS1}$ 包含在六个字段512上均匀分布的节点ID $RNID_{2,1}$ 至 $RNID_{2,6}$,节点ID $RNID_{2,1}$ 至 $RNID_{2,6}$ 存储在传输时隙 $TRslot_{2,1}$ 到 $TRslot_{2,6}$ 中,如图4中所示(即,图4中所示的表的第二行)。如分组506中所示,最后一个分组 $P_{16,BSS1}$ 包含在六个字段512上均匀分布的节点ID $RNID_{16,1}$ 至 $RNID_{16,6}$,节点ID $RNID_{16,1}$ 至 $RNID_{16,6}$ 存储在传输时隙 $TRslot_{16,1}$ 到 $TRslot_{16,6}$ 中,如图4中所示(即,对于图4的 M 等于16,图4中所示的表的第二行)。

[0123] 以这种方式,对于16个频率信道,以及如图3中所示的时隙调度(即,其中用于基站分组的1个时隙,用于从注册的节点的传输的6个时隙,以及用于从未注册的节点的传输的3个时隙,每个时隙为1ms长),需要 $16*10ms=160ms$ 来发送用于所有注册的节点的所有当前分配信息。

[0124] 基站分组还可以包括一个或多个字段,如在图5的示例中被示为分组502、504和506的每一个中的两个字段514,其包含已经被拒绝注册的节点的标识(即,已经在时隙调度中被拒绝向基站发送数据的传输时隙的节点)。图5中的每个基站分组的字段514被示出为包含已经被拒绝注册的未注册的节点的单个ID,如 $UNID1$ 和 $UNID2$ ($UNID$ = “未注册的节点标识”)所示。但是,在其它实施例中,这些字段可以包含已被拒绝注册的节点的多于单个标识。

[0125] 基站分组还可以包括一个或多个字段,在图5的示例中被示为分组502、504和506中的每一个内的四个字段516,各自包含针对特定注册的节点中的一个或多个的数据。图5中每个基站分组的每个字段516被示为包含到单个注册的节点的数据,分别示为 $data1$ 、 $data2$ 、 $data3$ 和 $data4$ 。但是,在其它实施例中,这些字段中的每一个可以包含针对多于单个注册的节点的数据。如本文所使用的,在“针对节点的数据”的上下文中使用术语“针对”来

描述要从基站102专门传送到那个特定节点的数据。这种目的地可以在字段516内被识别，例如通过提供与要传送到那个节点的实际数据关联的节点的唯一标识。可替代地，可以通过提供分配给那个节点的传输时隙的标识来识别这种目的地，因为其可以比例如提供节点的唯一序列号更短。例如，为了识别分组 $P_{1,BSS1}$ 的第一字段516中的数据是针对节点B的，那个字段可以包含识别节点B的“ $TRs_{lot_{2,i}}$ ”。由于注册的节点具有它们分配信息，因此它们知道分配给它们的传输时隙，并且因此将能够在其以这种方式在识别时检测出针对它们的数据。如字段516中提供的针对各个注册的节点的数据可以包含与例如要在车载显示器上显示的圈速信息相关的CAN分组数据。在实施例，在每个字段516中（可能不同的时隙组中）提供的数据包含那个数据的分组序列号，例如，如果针对单个注册的节点的数据在一系列基站分组之间被划分发送的话。以这种方式，指定的注册的节点可以能够以正确的顺序放置在一系列分组中接收的数据，和/或检查它是否从基站发送的一系列分组的所有分组接收到数据。

[0126] 还有，基站分组还可以包括一个或多个字段，在图5的示例中被示为分组502、504和506中的每一个中的八个字段518，各自包含由基站102从特定节点接收的数据的确认。图5中每个基站分组的每个字段518被示为分别包含到单个注册的节点的数据，分别示为ACK1-ACK8（ACK=“确认”）。但是，在其它实施例中，这些字段中的每一个可以包含针对从多于单个节点接收的数据的确认。与确认相关的节点的识别可以按与字段516关联的方式之一来完成。

[0127] 在从注册的节点108发送到基站102的数据在一系列分组中被发送的实施例中，字段518中的确认优选地包含分组序列标识，从而提供对特定分组的接收的确认。

[0128] 在实施例中，字段518中的确认包括CAN分组数据确认。

[0129] 注册的节点还可以被配置为以特定格式（图中未示出）向基站发送它们的数据。在一个实施例中，可以由注册的节点发送到基站的分组可以包括包含以下信息中的一个或多个的一个或多个字段：节点的标识（例如，引用分配给节点的传输时隙的节点序列号）、CAN分组数据连同分组序列号（在没有接收到数据的情况下用于重新发送数据）、不具有序列号的CAN分组数据（用于在丢失的情况下不需要重新发送的数据，诸如例如当前GPS位置之类），以及CAN分组序列号ACK（向RF基站指示接收到特定CAN分组）。

[0130] 类似地，未注册的节点也可以被配置为以特定格式（图中未示出）向基站发送它们的数据。在一个实施例中，可以由未注册的节点发送到基站的分组可以至少包括包含节点的标识（例如，以节点的序列号的形式）的字段。基站102可以被配置为在分配给未注册的节点来发送其数据的时间内解释这种分组的接收，作为节点希望获得传输时隙（即，变为注册的）的指示。

[0131] 图6是根据本发明一个实施例的可由多个节点108之一执行的方法步骤的流程图。虽然方法步骤是结合图1和2所示的元件描述的，但是本领域技术人员将认识到，被配置为以任何次序执行方法步骤的任何系统都在本发明的范围内。

[0132] 该方法可以从步骤602开始，其中不知道分配给它的分配信息的节点开始监视可用的M个信道之一。节点可能不知道其分配信息，例如，或者因为节点是未注册的节点并且对于该节点不存在分配信息，或者因为虽然节点在时隙调度器向其分配传输时隙的意义上已经被注册，但是节点（还）不具有其分配信息。监视由节点完成，从而确保节点的RF接收器

被激活并调谐到要监视的信道。信道被监视,以便让节点从基站102接收分组。因此,该节点被配置为监视信道,直到接收到这种第一基站分组。当基站通过在M个时隙组 A_1-A_M 内在不同信道上进行发送从而在M个信道的序列上跳跃来发送其分组时,节点应当能够在M个时隙组 A_1-A_M 所花的时间段内从基站接收到第一分组。对于图3中所示的示例,这将是160ms(每个时隙组10ms乘以16个时隙组,因为 $M=16$)。

[0133] 在实施例中,针对第一基站分组在单个信道上的监视可以是受限的-例如,节点可以被配置为针对指定的时间段监视特定信道并且,如果在这个时间段中仍然没有接收到来自基站的分组,则该节点被配置为切换到另一个信道并在那里继续监视。这种实施例可以确保在出于某些原因节点不能在特定时间在特定信道上接收基站分组的情况下,该节点仍然能够通过切换到另一个信道来接收基站分组。

[0134] 应当指出,在图6的方法步骤的上下文中,步骤602中的术语“第一”被用于描述由节点接收的基站分组之一,该节点将使用该分组用于确定基站将遵循以发送后续的一个或多个分组的信道序列和定时。在这种上下文中,术语“第一”与例如由基站在M个时隙组 A_1-A_M 内发送的分组序列内分组的次序没有任何关系(即,这个分组不一定是基站在第一时隙组 A_1 中发送的分组)。即使典型地节点一从基站接收到第一个分组就将继续图6的其它步骤,但是步骤602中的术语“第一”也不要求这样。实际上,情况可能是出于某种原因,节点决定不使用从基站接收的第一个分组(例如,因为分组被破坏)而是等待接收另一个分组来继续图6的以下步骤。因此,步骤602中的术语“第一”仅仅指示,对于监视节点,这是从基站接收的第一分组,该分组将用于执行图6的后续方法步骤。事实上,由节点接收的这种第一基站(分组)实际上可以是由基站在M个时隙组 A_1-A_M 内的发送的最后一个分组,如果该节点恰好正在监视基站在那个时候遵循的M个信道中的最后一个的话。

[0135] 节点至少具有指示由基站用于构建其要发送的分组的数据结构的信息(诸如例如图5中所示)。因此,一旦节点已经接收到第一基站分组,节点就可以使用分组中包含的数据来同步其自身与基站的传输,并开始接收在不同信道上发送的来自基站的后续分组。即,在步骤604中,根据接收到的第一基站分组的内容,节点能够确定基站当前遵循的基站序列以及基站将发送后续分组的时隙和信道。

[0136] 节点可以做出第一确定,因为,例如图5中所示,基站分组包含由基站遵循的用于分组传输的当前信道序列的标识。例如,如果接收到的第一分组包括用于生成当前BSS的种子的值,则节点内的伪随机算法可以使用那个种子来重新创建当前BSS。然后,节点还可以确定接收到的分组的CSI。这可以例如通过从专门被指派用于这个值的传输的基站分组的一个字段(例如,上述的字段510)中获得那个值来实现,或者,因为节点知道节点在哪个信道上接收到分组,所以节点可以确定在确定的BSS内的那个信道的CSI。

[0137] 一旦节点已经确定了当前BSS和用于由节点接收的第一分组的传输的CSI,节点就可以通过简单地确定当第一分组的CSI增加1时哪个信道是所确定的BSS内的下一个来确定基站将在哪个信道上发送下一个基站分组。以这种方式,节点能够确定基站将用于在当前BSS内进行分组传输的传输信道的其余部分。

[0138] 节点还具有或者能够访问与所使用的时隙调度的结构相关的信息(即,节点具有关于如图3中所示的时隙的性质和持续时间的信息)。例如,节点可以用这种信息进行预编程。由于节点可以确定期间接收第一基站分组的时间并且由于节点具有基站发送其分组的

频度的信息,因此节点可以确定基站将发送后续分组的时间。例如,对于图3中所示的10ms时隙组,节点可以确定下一个基站分组将在接收到第一分组之后9ms由基站发送。

[0139] 在步骤606中,类似于步骤604的时间确定,节点可以确定未注册的节点被规定向基站发送数据(例如,注册请求)的时间(由时隙调度规定)。如果节点是未注册的节点,则可以根据为此确定的规定时间向基站发送注册请求。在实施例中,注册请求可以包括包含提供节点的唯一标识的序列号的数据分组。在实施例中,未注册的节点可以被配置为使用利用伪随机算法确定的可用的M个信道中用于传输的一个信道向基站发送其注册请求。随机选择用于发送注册请求的信道可以将向基站发送其注册请求或其它数据的不同未注册的节点之间的可能干扰最小化。

[0140] 步骤606是可选的,因为在一些实施例中,可以以其它方式请求注册。例如,可以在例如部署系统时对所有可能的节点请求注册。在这种实现中,节点不需要主动请求注册,而是仅仅监听基站分组,以确定其分配信息。

[0141] 在节点已经确定基站102将利用其进行广播的时间和信道之后,它进一步可以在步骤608中配置其接收器在所确定的时间调谐到所确定的信道,以接收由基站发送的后续分组。节点现在可以在用于接收后续分组的时间和信道中“遵循”(follow)基站。

[0142] 在步骤610中,节点可以从接收到的一个或多个分组(即,在步骤602中接收到的第一分组以及在步骤608中接收到的后续分组)中确定用于节点的分配信息。在用于所有注册的节点的所有分配信息都经M个时隙组 A_1 - A_M 发送、在时隙组上均匀划分、然后在M个时隙组 A_1 - A_M 的后续集合中再次发送的实施例中,节点应当能够在接收到在M个时隙组内发送的基站分组之后确定其分配信息。这M个时隙组不一定是M个时隙组的单个集合的时隙组 A_1 - A_M 。例如,如果由节点接收的第一基站分组是基站在时隙组 A_{M-1} 中发送的第一基站分组并且用于该节点的分配信息在由基站在时隙组 A_{M-2} 中发送的基站分组内被发送,则节点刚好错过该分组信息并且将必须在下一集合中接收基站分组。即,节点将接收在时隙组 A_1 - A_{M-3} 内发送的基站分组,并且然后最终能够在它接收到在时隙组 A_{M-2} 中发送的基站分组之后获得其分配信息。以这种方式,节点可以从在M个时隙组(第一集合的 A_{M-1} 和 A_M 以及下一集合的 A_1 - A_{M-2})内发送的M个基站分组中确定其分配信息。

[0143] 一旦节点获得了其分配信息,它就能够根据那个信息开始向基站发送数据,即,在由分配信息规定的时间和信道上。

[0144] 在实施例中,在节点108和基站102之间传送的数据中的至少一些被加密,例如,使用AES128加密。

[0145] 在实施例中,由基站和节点发送的分组可以在它们的大小和传输格式方面被优化,用于发送CAN总线分组。在这种实施例中,基站分组可以如下构造:信道序列种子值(种子)(2字节)、信道序列索引(CSI)(1字节)、 $4 \times$ 传输时隙分配信息(4×3 字节)、 $2 \times$ 传输时隙拒绝指示(2×3 字节)、 $4 \times$ CAN分组+传输时隙+消息ID(4×14 字节)、 $8 \times$ 传输时隙+消息ID ACK(8×2 字节)。这种结构总共达93个字节。为了利用AES128加密来加密这种分组,然后将分组填充到96字节。在1Mbit的传输速度下,对于768微秒(即, 96×8)的总传输时间,其导致每位1微秒。类似地,用于在所分配的传输时隙中让节点发送的节点分组可以如下构造:节点的序列号(3字节)、传输时隙号(1字节)、分组序列号(1字节)、 $2 \times$ 不具有消息ID的CAN分组(2×10 字节)、有消息ID的CAN分组(11字节)、消息ID ACK(3字节)。为了利用AES128加密

来加密这种分组,然后将分组填充到48字节。在1Mbit的传输速度下,其导致384(即,48*8)微秒的总传输时间。

[0146] 某些一般性备注(remarks)适用于上面提供的与可以设想并且在本发明的范围内的其它实施例相关的描述。

[0147] 首先,虽然在上述描述中所有的时隙组 A_i 被描述为具有相同的结构(即,为相同目的指派的相同类型的时隙),但是在其它实施例中,时隙组 A_i 可以以某种具体方式彼此不同。例如,不同时隙组中的时隙不必具有相同的长度、只有一些而不是所有时隙组可以包含用于让基站和/或注册的节点发送数据的时隙,和/或基站和/或注册的节点可以被配置为以不规律的方式跳跃到另一个传输信道(例如,不是在每个新的时隙组上,而是在一个时隙组切换到新的传输信道以在接下来的两个组期间发送之后、然后切换到新的信道以在接下来的一个组期间发送、然后再次切换以在接下来的两个组期间在那个信道上发送,等等)。根据本发明,只要节点具有关于不同的时隙组如何构造的信息或者可以基于接收到的基站分组之一导出不同的时隙组如何构造,它们就将能够同步自身并且在正确的时间并且在正确的信道上将数据传送到基站。

[0148] 第二,类似地对于基站分组-虽然分组在上面被描述为具有相同的数据结构,但是可以设想不是这种情况的实施例。再次,根据本发明,只要节点108具有关于其它基站分组是如何构造的信息或者可以基于接收到的基站分组之一导出其它基站分组是如何构造的,节点就将能够从不同的基站分组正确地提取数据并进行通信。

[0149] 第三,对于本文所述的所有分组-并不是分组中描述的所有字段都需要包含数据。一些字段可以是空的(即,根本不包含任何数据)或者例如包含自上一个分组以来没有任何变化的指示。

[0150] 本文所使用的术语仅仅是为了描述特定的实施例而不是要作为对本发明的限制。如本文所使用的,除非上下文明确地另外指出,否则单数形式“一个”和“该”也意图包括复数形式。还应当理解,当在本说明书使用时,术语“包括”表明所陈述的特征、整数、步骤、操作、元素和/或部件的存在,但是并不排除一个或多个其它特征、整数、步骤、操作、元素、部件和/或其组合的存在或添加。

[0151] 如具体要求保护的,以下权利要求中所有装置或步骤加功能元素的对应结构、材料、动作及等同物都意图包括用于结合要保护的其它元素执行所述功能的任何结构、材料或行为。已经为了说明和描述给出了本发明的描述,但这并非旨在是详尽的或者要把本发明限定到所公开的形式。在不背离本发明范围和精神的情况下,许多修改和变型对本领域技术人员都将是显而易见的。实施例的选择和描述是为了最好地解释本发明的原理和实践应用,并使本领域技术人员能够理解本发明具有适于预期的特定使用的各种修改的各种实施例。

[0152] 本公开内容中描述的模块和功能可以被实现为一个或多个硬件设备,例如一个或多个(专用的)微处理器;被实现为一个或多个软件程序,即,被配置为在与被配置为执行代码以便产生期望功能的计算机或微处理器相关联的存储器中运行的软件代码部分;或者被实现为硬件设备和软件程序的组合。

[0153] 本发明的各种实施例可以被实现为与计算机系统一起使用的程序产品,其中程序产品的(一个或多个)程序定义实施例的功能(包括本文所述的方法)。在一个实施例中,(一

个或多个)程序可以包含在各种非暂态计算机可读存储介质上,其中,如本文所使用的,表述“非暂态计算机可读存储介质”包含所有的计算机可读介质,唯一的例外是暂时性传播信号。在另一个实施例中,(一个或多个)程序可以包含在各种暂态计算机可读存储介质上。说明性的计算机可读存储介质包括但不限于:(i)其上永久存储信息的不可写存储介质(例如,计算机内的只读存储器设备,诸如可由CD-ROM驱动器读取的CD-ROM盘、ROM芯片,或任何类型的固态非易失性半导体存储器之类);以及(ii)在其上存储可变信息的可写存储介质(例如,闪存、软盘驱动器的软盘或硬盘驱动器或任何类型的固态随机存取半导体存储器之类)。计算机程序可以在本文所述的一个或多个处理器210上运行。

[0154] 虽然前述内容针对本发明的实施例,但是在不背离本发明的基本范围的情况下,可以设计本发明的其它和进一步的实施例。例如,本发明的各方面可以在硬件或软件或硬件和软件的组合中实现。因此,本发明的范围由以下权利要求确定。

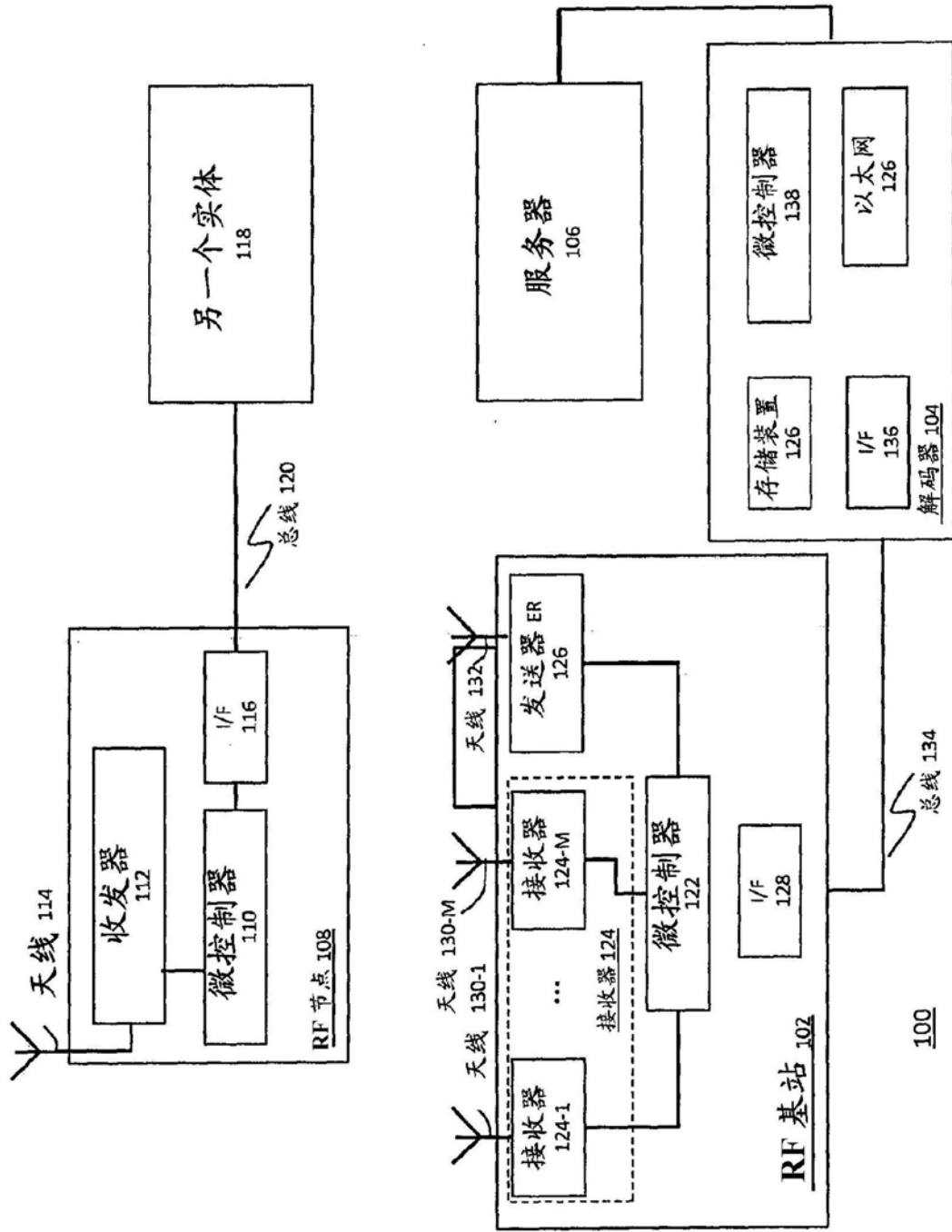


图1

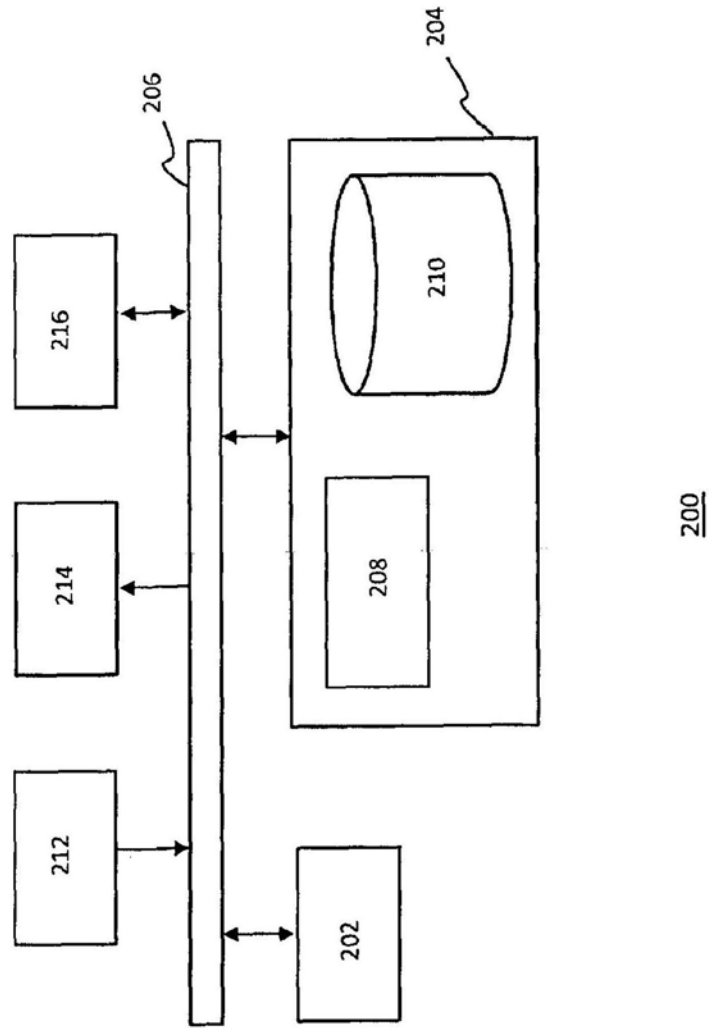


图2

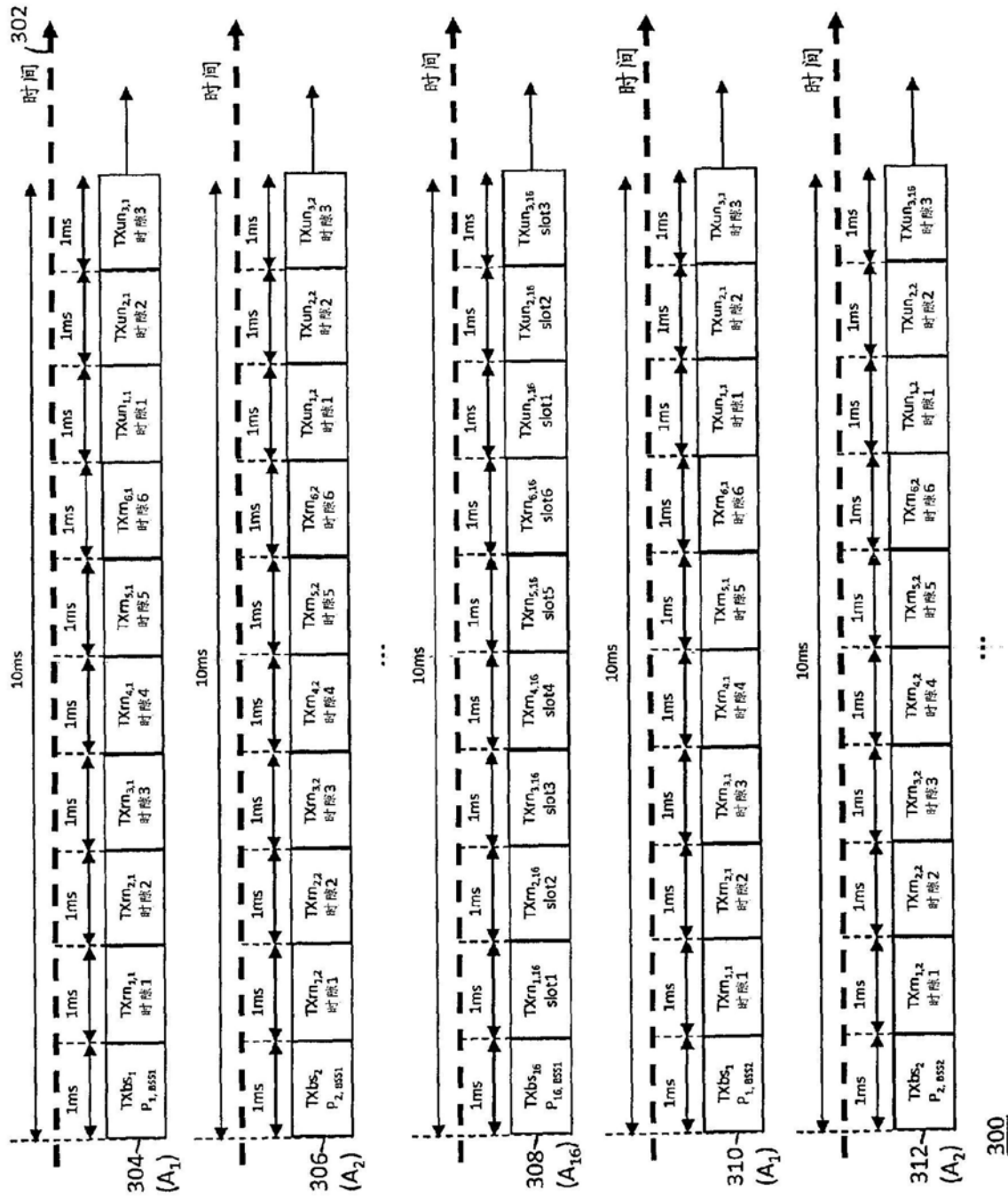


图3

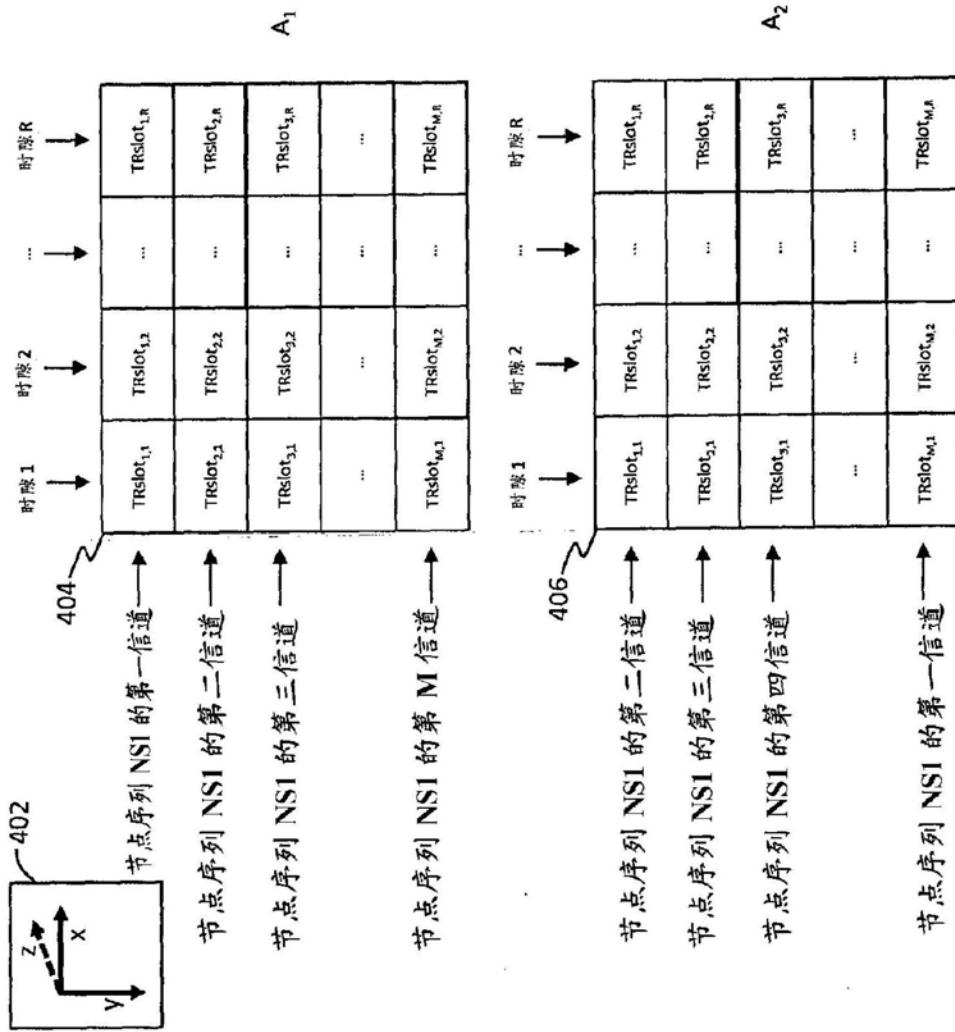


图4

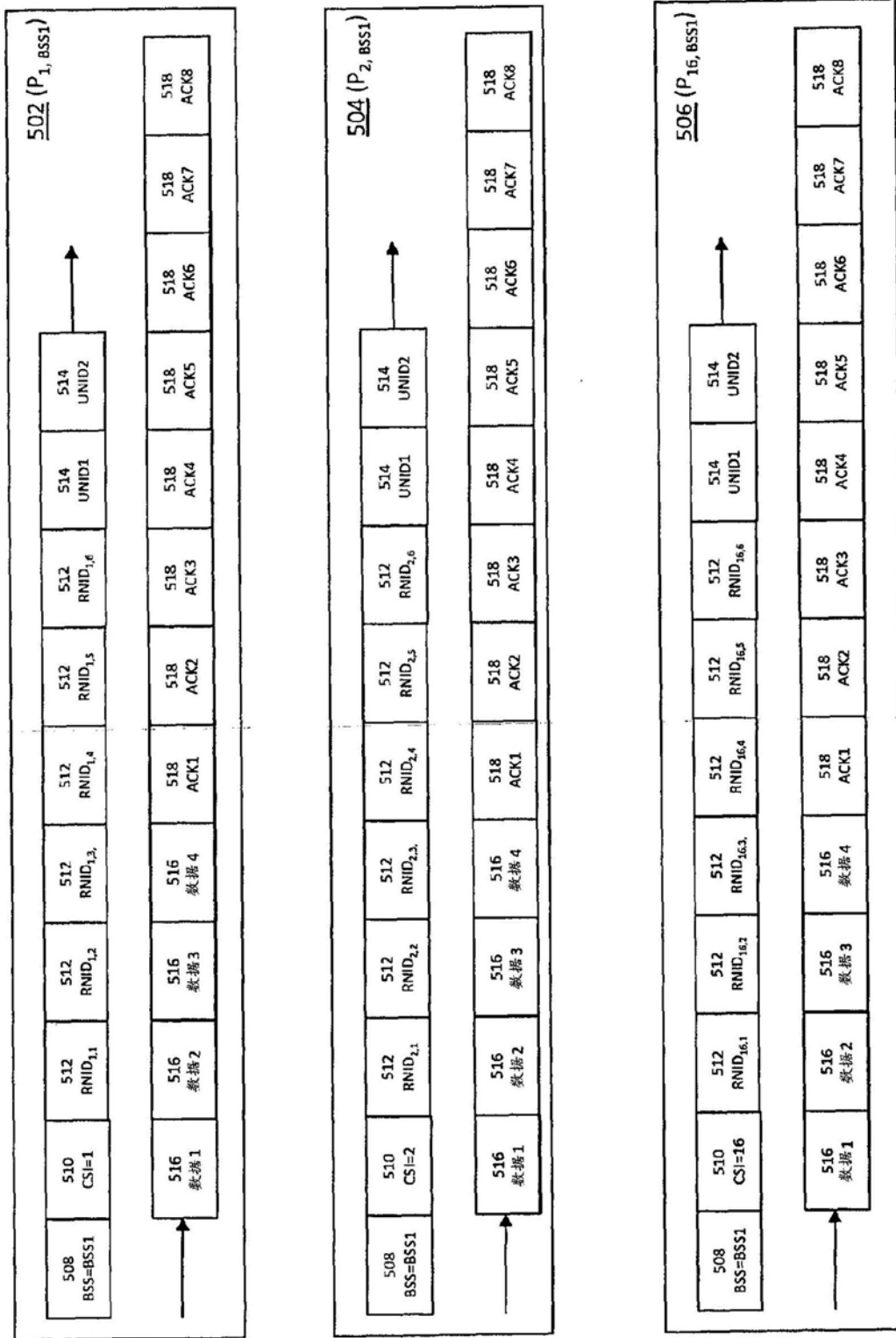


图5

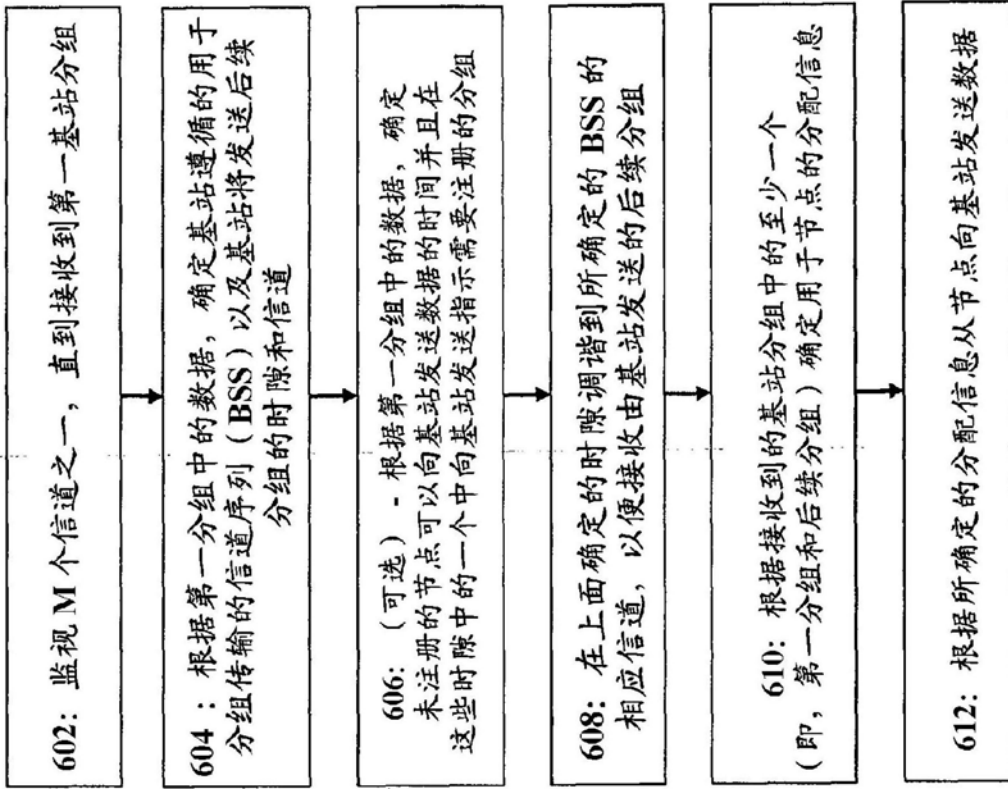


图6