



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101112112 B

(45) 授权公告日 2010.12.22

(21) 申请号 200580047472.1

(22) 申请日 2005.12.23

(30) 优先权数据

0500015 2005.01.03 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.07.30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2005/003275 2005.12.23

(87) PCT申请的公布数据

W02006/072697 FR 2006.07.13

(73) 专利权人 法国电信公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 伯努瓦·米斯科培恩 简·施沃雷尔

弗雷德里克·埃韦努

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余滕 方挺

(51) Int. Cl.

H04W 64/00 (2009.01)

(56) 对比文件

CN 1272268 A, 2000.11.01, 全文.

US 2002/0118723 A, 2002.08.29, 全文.

WO 02/063327 A2, 2002.08.15, 全文.

CN 1454013 A, 2003.11.05, 全文.

WO 03/019826 A1, 2003.03.06, 全文.

CN 1287725 A, 2001.03.14, 全文.

James J. Caffery et al. OVERVIEW OF RADIOLLOCATION IN CDMA CELLULAR SYSTEMS". IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE 36 4. 1998, 36(4), 38-45.

审查员 杨娇瑜

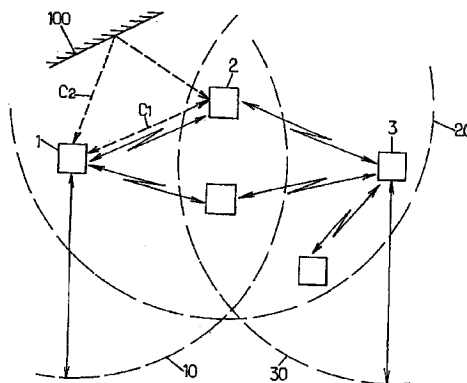
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

测量两个无线电通信装置之间的距离的方法和适于实现该方法的装置

(57) 摘要

本发明涉及测量无线电通信装置 (1,2) 之间的距离的方法,包括测量无线电信号交换延迟。根据本发明,信号的飞行时间由交换延迟计算,然后通过对两个装置之间传输的单个信道测量帧的分析进行校正。校正的飞行时间对应于伴有无线电信号的最短传播路径。在多数无线电传输媒介配置中,校正的飞行时间是两个装置 (1,2) 之间的直线距离测量。



CN 101112112 B

1. 测量两个无线电通信装置 (1,2) 之间的距离的方法,包括以下步骤:

a- 由所述两个装置中的第一装置 (1):发送无线电请求信号 (REQ),请求测量所述两个装置之间的交换延迟;

b- 由所述第二装置 (2):接收所述请求信号,并经过所述两个装置已知的中间延迟 (T_w) 后,发送应答信号 (ACK);以及

c- 由所述第一装置 (1):

- 接收所述应答信号;

- 测量发送所述请求信号 (REQ) 与接收所述应答信号 (ACK) 之间的时间 (T_{EXCH}),然后将所述时间存储为交换延迟;以及

- 基于所述交换延迟 (T_{EXCH}) 和所述中间延迟 (T_w),计算所述请求信号和所述应答信号的第一飞行时间 (T_{OF1}),

其特征在于,所述方法还包括由所述第二装置 (2) 发送合适的信道测量帧 (CMF),使得所述第一装置 (1):

- 根据接收到的对应于所述信道测量帧的不同的无线电信号,确定对应于所述第一飞行时间 (T_{OF1}) 的传播路径与所述两个装置 (1,2) 之间传输的无线电信号的最短传播路径之间的飞行时间差 (ΔT_{OF});以及

- 由所述第一飞行时间 (T_{OF1}) 和所述飞行时间差 (ΔT_{OF}),计算第二飞行时间 (T_{OF2})。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述请求信号 (REQ) 和所述应答信号 (ACK) 中的至少之一包括短帧。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,对应于所述第一飞行时间 (T_{OF1}) 的所述传播路径上伴有所述请求信号 (REQ) 和 / 或所述应答信号 (ACK) 的能量的主要部分。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,还包括由所述第一装置 (1) 向所述第二装置 (2) 发送包括所述第二飞行时间 (T_{OF2}) 的指示的信号。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中重复所述步骤 a 到 c,并且每执行一次所述步骤 a 到 c,则更新所述第一飞行时间 (T_{OF1})。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其中,在确定所述第一飞行时间和所述第二飞行时间之间的时间差 (ΔT_{OF}) 后重复所述步骤 a 到 c。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,在所述应答信号 (ACK) 之后,由所述第二装置 (2) 经过从发送所述应答信号开始的等待时间后发送所述信道测量帧 (CMF),所述等待时间大于或等于确定的保护时间 (T_c)。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中,重复所述步骤 a 到 c,并且每执行一次所述步骤 a 到 c,则更新所述第一飞行时间 (T_{OF1}),在从所述第二装置 (2) 发送第一应答信号 (ACK) 开始的所述保护时间 (T_c) 结束前重复所述步骤 a 到 c。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,所述第一装置 (1) 识别多个第一接收时刻,所述多个第一接收时刻分别用于对应于沿着与所述应答信号 (ACK) 相同的传播路径传播的所述信道测量帧 (CMF) 的第一无线电信号,并且其中所述第一装置识别不同于第一接收时刻的、对应于所述信道测量帧并沿着所述两个装置 (1,2) 之间的其它传播路径的第二无线电信号的第二接收时刻。

测量两个无线电通信装置之间的距离的方法和适于实现该方法的装置

[0001] 本发明涉及测量两个无线电通信装置之间的距离的方法,以及用于实现这种方法的装置。

[0002] 知道无线电通信装置的位置通常是有用的。确实如此,尤其是在需要发送上下文信息时,也就是,其实用性依赖于该装置的用户位置的信息时。当移动的无线电通信装置连接到网状 (meshed) 网络或基于移动装置的位置使用路由算法的“特设 (ad hoc)”网络中时,也是如此。“特设”网络用于表示能自发地(也就是没有外界干涉地)识别后者中的变化的传输网络。配置以确定具有个人电子标签的移动装置的位置、或用于指导在确定场所内的移动装置的持有者的无线网络也是可使用本发明的其它应用实例。

[0003] 已存在多种可确定无线电装置的位置的方法。其中,基于三角测量的方法需要存储位置被列出的参考无线电站的地图。其它的方法基于测量无线电信号的接收强度,但其需要实现校准的无线电传输强度定标。因此这些方法需要复杂的存储、测量和/或控制装置。

[0004] 同样已知的还有通过确定在两个所述装置之间传输的无线电信号的传播时间估计两个无线电通信装置之间的距离的方法。该时间称为飞行时间,如下确定:

[0005] - 第一装置发送请求距离测量的无线电信号,并同时触发该装置内的计时器;

[0006] - 第二装置接收请求信号,并经过两个装置都已知的中间时间之后,发送应答无线电信号给第一装置;以及

[0007] - 第一装置接收到应答信号后,停止计时器。

[0008] 然后通过从记录的时间中减去中间延迟,并将得到的剩余时间除以无线电信号传播速度的两倍,估计出两个装置之间的距离。当两个装置相互远离,以及当信号在其间直线传播时,这种估计距离的方法相对精确。然而,当两个装置相当接近时,由于与第二装置接收请求和其发送应答信号之间的中间延迟相关的不确定性,则严重影响到获得的距离估计的精确性。

[0009] 此外,当两个装置之间存在多条传播路径时,也就是在空间多样性的情况下,估计的距离不一定对应于两个装置之间直线测量的距离。其通常对应于伴有被传输的无线电信号中能量的主要部分的传播路径。当无线电信号的大部分能量需要在两个装置之间经过至少一次反射时,得到的距离估计的结果可远大于两个装置之间直线测量距离的真实值。

[0010] 为获得分隔两个装置的直线距离的估计,对传输的请求信号和应答信号中的每一个使用信道测量帧,以确定无线电信号的飞行时间。这种信道测量帧也是公知的。其结构使得可确定无线电信号经过不同传播路径的飞行时间的差异。其还可检测出伴有来自发射装置的无线电信号的部分能量的最短的传播路径。然后根据对应于两个装置之间的最短传播路径的请求信号和应答信号的飞行时间估计该距离。对于多数的传播媒介配置,得到的结果对应于直线距离的测量。相对于两个无线电装置之间的最短传播时间,识别发生于各装置中用于相关通信的全部后续事件。

[0011] 目前,与通信帧相比,信道测量帧特别长。因此,以上描述的基于交换信道测量帧

的距离测量方法具有以下缺陷：

[0012] - 总共传输两个信道测量帧，相当于在无线电通信装置中消耗了大量能量。这种能量消耗在具有独立能量供应的移动装置的情况下是不利的；

[0013] - 需要相当多的时间构造并传输每一个信道测量帧。如果打算供该帧使用的装置不可用，那么消耗在发射装置中的能量和用来传输该帧的无线电资源则浪费了；

[0014] - 接收请求帧和发送应答帧之间的中间延迟必须大于构造用于应答信号的信道测量帧的时间。因此该时间很长，当所述两个装置中的至少一个的内部时钟容易偏移时，则会产生对两个装置的距离估计的不精确性。这种不精确性可在估计两个彼此接近的无线电装置的飞行时间时产生重大的误差；

[0015] - 为使帧的飞行时间可测量，接收请求帧的终端单方面在中间延迟期满时调动无线电资源以发送应答帧。这种无线电资源的抢占仅需要发生在最大延迟为纳秒级的所述中间延迟之后。为此，如果需要的话，涉及到发送应答帧的装置的其它通信必须中断。结果是导致当应答帧很长时，中断时间更长；

[0016] - 最后，根据每一个装置接收的沿着最短传播路径的无线电信号，通信继续进行。这些信号可对应于远低于通过另外的传播路径发送的信号接收的能量。通信则具有低于使用接收具有更高能量的无线电信号将带来的可靠性的可靠性水平。

[0017] 可通过在每个无线电装置中设置两个接收机来克服最后的缺陷。第一接收机可与接收到的对应于最短传播路径的无线电信号同步，以及第二接收机可与接收到的具有最高能量的无线电信号同步。然而，这样该装置将会很复杂，并具有高的能量消耗。

[0018] 因此本发明的一个目的在于提出一种测量两个无线电通信装置之间的距离的方法，用于克服上述缺陷。

[0019] 为此，本发明提出一种测量两个无线电通信装置之间的距离的方法，包括以下步骤：

[0020] a- 由所述两个装置中的第一装置：发送无线电信号，请求测量所述两个装置之间的交换延迟；

[0021] b- 由所述第二装置：接收所述请求信号，并经过所述两个装置已知的中间延迟后，发送应答无线电信号；以及

[0022] c- 由所述第一装置：

[0023] - 接收所述应答信号；

[0024] - 测量发送所述请求信号与接收所述应答信号之间的时间，然

[0025] 后存储所述时间为交换延迟；以及

[0026] - 基于所述交换延迟和所述中间延迟，计算所述请求信号和所

[0027] 述应答信号的第一飞行时间。

[0028] 此外，该方法包括由所述第二装置发送信道测量帧，使得所述第一装置根据接收到的对应于所述信道测量帧的不同的无线电信号，确定对应于所述第一飞行时间的传播路径与所述两个装置之间传输的无线电信号的最短传播路径之间的飞行时间差。所述第一装置然后由所述第一飞行时间和所述飞行时间差，计算第二飞行时间。

[0029] 因此，根据本发明的方法包括两个清楚的阶段。第一阶段包括由第一装置测量发送请求信号和接收应答信号之间的时间。通过合适地设置能量检测门限，第一装置在随后

接收第二装置发送的信号时的同步可在两个装置之间的伴有发送的请求和 / 或应答无线电信号的大部分、甚至是主要部分的能量的传播路径上实现。因此,发送请求信号和接收应答信号之间的时间可由第一装置同步于在两个装置之间伴有发送的无线电信号的大部分、甚至是主要部分的能量的传播路径上测量。特别地,两个装置之间的数据传输可因此基于接收到的具有高能量的信号。其为更安全并更可靠的。

[0030] 如果需要的话,可通过计算相应的信号飞行时间,估计与存储的交换时间相关联的传播路径的长度。其构成两个装置之间的距离的第一估计。

[0031] 在本方法的第一阶段,有利地,请求测量交换延迟和应答延迟的无线电信号很短。特别地,这些信号中至少之一可包括短帧,尤其短于信道测量帧。然后,该无线电信号可由相应的装置快速构造并发送,减少了在这些步骤中的能量消耗和无线电资源的调配。

[0032] 此外,更快地构造应答信号使得可在第二装置接收请求信号和发送应答信号之间具有短的中间延迟。因此,即使一个设备的内部时钟容易偏移,步骤c中飞行时间的确定也更为精确。这种较好的精确性在当两个装置相对彼此接近时特别地重要。

[0033] 减小应答信号长度还有另一个益处。为得到交换延迟的精确测量,通过单方面调动无线电资源由第二装置发送应答消息,也就是不利用第二装置的多址管理器。由于该调动的的时间很短,所以对涉及到第二装置的其它通信的中断也更少。

[0034] 该方法的第二阶段可基于第一阶段存储的交换时间,确定在两个装置之间的最短传播路径上传送的无线电信号的飞行时间。第二阶段要求构造并传送由第二装置完成仅单个信道测量帧。第一装置的作用则限制为分析其接收的信道测量帧。因此减少了在两个装置中消耗的、用于确定二者之间的分隔距离的总能量。

[0035] 对于存在于两个装置之间的无线电传输媒介的多数配置来说,根据信道测量帧由第一装置识别的最短的飞行时间对应于直线传播。两个装置之间直线测量的分隔距离的长度可通过将识别的最短飞行时间除以无线电信号的传播速度计算。

[0036] 根据本发明的方法的第二阶段,也就是对应于最短传播路径的飞行时间的确定,不必在第一阶段后立即执行。如果无线电传输信道在本方法的两个阶段之间保持稳定,则可在第一阶段之后经过等待时间后执行第二阶段。当两个装置保持基本稳定且当传输媒介表现出大致不变的性质时,认为信道是稳定的。根据一个实施例,第二装置可根据信道测量帧传输信道的能力,在发送应答信号之后 10 毫秒左右发送信道测量帧。因此,通过等待第二装置的多址管理器指示具有足够的时隙可用于传输信道测量帧,可减少所引起的涉及到第二装置的其它通信的中断。

[0037] 最后,当第二装置不在处理距离测量的条件下时,其不发送信道测量帧。这样就不会不必要地消耗相当数量的无线电资源和能量。第二装置不在处理距离测量的条件下的原因包括,例如,所述装置在发送测量请求的装置的无线电范围之外,或第二装置不具有执行测量方法需要的全部必要组件,或其不具有用于执行的必要的参数。

[0038] 本发明还涉及一种无线电通信装置,用于执行由以上描述的测量两个装置之间的距离的方法中的两个装置中的第一装置和 / 或第二装置执行的步骤。

[0039] 本发明还涉及一种通信系统,其包括至少两个所述装置。其可具有较高的精确性和准确度地确定两个装置之间的分隔距离。“准确度”一词表示估计的传播路径的长度与两个装置之间的直线距离测量在实际上一致。此外,在这种系统中实现的通信通过单方面调

动无线电资源较少被中断以测量交换延迟。

[0040] 参照附图,根据以下描述和示例性但非限制性的实施方式,本发明其它的性质和益处将显而易见,图示如下:

[0041] - 图 1 示出了用于执行根据本发明的方法的无线电通信系统;以及

[0042] - 图 2 是根据本发明的方法的各个步骤的时序图。

[0043] 根据图 1,通信系统包括:一组无线电收发装置,其中的三个记为 1、2 和 3。每一个收发器可构成例如形成家庭自动化管理系统的一部分的传感器的无线电接口。在这种应用中,某些传感器可用于热量测量,其余的用于识别热器件控制单元的状态等。其也可管理各传感器之间的通信序列的“特设”系统。特别地,其可为本领域技术人员公知的蓝牙类型的系统。图中弯曲的虚线 10、20 和 30 概略示出了装置 1、2 和 3 各自的范围限制。因此,装置 2 可与装置 1 和 3 的每一个通信,而装置 1 和 3 则在对方的无线电范围之外。

[0044] 图 2 示出了当装置 1 发起与装置 2 的无线电通信时,装置 1 和 2 执行的各个动作。向下的纵轴表示时间坐标,记为 t 。首先,装置 1 向装置 2 发送请求,记为 REQ。该请求可具有两重功能。其可向装置 2 指出装置 1 请求通信。此外,如果装置 2 接受了通信,请求 REQ 则启动装置 1 和 2 之间传输的无线电信号的交换延迟的测量。

[0045] 装置 1 识别请求无线电信号 REQ 的发送相对于该装置的内部时钟的时刻。然后存储该时刻。

[0046] 当装置 2 接收到请求信号 REQ,可拒绝通信,也可接受通信。如果接受,则发送应答信号 ACK 给装置 1 作为响应。装置 1 和 2 的每一个对无线电信号的检测和接收以公知的方式实现,在此不进一步详述。从接收到请求信号 REQ 开始计算,经过确定的等待时间之后,装置 2 发送信号 ACK。等待时间由装置的制造者设置并存储在每个装置内。其记为 T_w 并称为中间延迟。其主要是使处于备用模式的装置接收到请求时切换到传输模式。此外,在延迟 T_w 期间准备信号 ACK 的帧。

[0047] 信号 ACK 的传输不涉及装置 2 的多址管理器。换句话说,在中间延迟 T_w 的结束时,装置 2 中断可在进行中的任何信号的发送和接收,以发送信号 ACK。发送和接收的这种中断可例如涉及装置 2 和装置 3 之间的通信。这样,装置 1 可精确得知由装置 2 接收请求 REQ 和发送信号 ACK 之间的时间:其等于延迟 T_w 。需要中断装置 2 和 3 之间进行中的任何通信是因为,根据设定的装置 1 和 3 的限制范围 10 和 30,装置 1 不能检测到这种进行中的通信的存在从而获知由装置发送信号 ACK 的时刻。

[0048] 当装置 1 接收到无线电信号 ACK 时,其相对于其自身的内部时钟识别该接收的时刻。然后确定从存储的发送请求信号 REQ 的时刻到接收到信号 ACK 的时刻过去的时间。该时间被称为装置 1 和 2 之间的无线电信号交换时间,记为 T_{EXCH} 。将其存储在装置 1 中以使装置 1 相对于随后由装置 2 发送的通信无线电信号是同步的。装置 1 然后根据下式 (1) 计算信号 REQ 和 ACK 的飞行时间 T_{OF1} :

$$[0049] \quad T_{OF1} = 0.5 \times (T_{EXCH} - T_w) \quad (1)$$

[0050] 通过将 T_{OF1} 除以系统装置中无线电信号的传播速度,计算信号 REQ 和 ACK 传播的路径的长度。该速度等于 3×10^8 m/s。

[0051] 请求 REQ 和应答 ACK 无线电信号中的至少之一包括通信帧。这些信号则较短,尤其是当其不具有有效负载时。这种情况下,在装置 1 和 2 的每一个中的这些处理都更接近

物理层被执行。这种处理是快速的,并且在每个装置中只产生低的能量消耗。

[0052] 此外,信号 ACK 较短的长度降低了中断装置 2 和 3 之间的任何通信的风险。如果需要的话,还可能减少中间延迟 T_w ,这样可使交换延迟 T_{EXCH} 的测量较少地受到两个装置 1 和 2 中的一个的内部时钟偏移的影响。

[0053] 信号 REQ 和 ACK 的交换以及 T_{OF1} 的计算构成了测量装置 1 和 2 之间距离的方法的第一阶段。该第一阶段对应于在说明书的概述部分介绍的步骤 a 到 c,在图 2 中示为阶段 1。

[0054] 如果需要的话,可重复方法中的阶段 1(图 2 中示为阶段 1a)。阶段 1 每重复一次,则更新飞行时间 T_{OF1} 。如果需要的话,在重复阶段 1 时计算的飞行时间 T_{OF1} 可考虑在阶段 1 的先前的实例中存储的大量交换延迟。例如,用在公式 (1) 中的交换延迟可为存储的交换延迟的平均值。这样得到的 T_{OF1} 的估计更加精确。

[0055] 连续两次执行阶段 1 得到的 T_{OF1} 值的差值说明了传输信道不是稳定的。然后再次重复阶段 1,直到获得 T_{OF1} 大致相同的连续值,这说明信道变得稳定了。在这种情况下,基于说明信道稳定的最近的 T_{OF1} 的值,继续执行本方法。

[0056] 伴有信号 REQ 和 ACK 的传播路径可直线连接装置 1 和 2(图 1 中 C1 所示),或具有至少一次中间反射地将其连接。图 1 中示出的路径 C2 示出了在例如用金属制成的墙 100 上的反射。由于这种反射,路径 C2 长于路径 C1。飞行时间 T_{OF1} 一般对应于传播路径 C1 和 C2 中伴有无线电信号 REQ 和 ACK 的能量的主要部分的路径。

[0057] 然后执行测量装置 1 和 2 之间的距离的方法中的第二阶段(图 2 中的阶段 2)。装置 2 发送信道测量帧(CMF)给装置 1。在本发明的有益的变体中,CMF 的传送与装置 2 中的多址观察一起执行。为此,当装置 2 中的多址管理器识别出用于传送信号 ACK 的信道具有足够的传送时间的可能性后,帧 2 被发送。然后装置 1 分析对应于帧 CMF 的全部接收到的无线电信号。假定信道测量帧的结构及其被分析的方式是已知的,并不在此详细描述。装置 1 首先将接收的无线电信号中的第一部分识别为对应于与阶段 1 中应答信号 ACK 沿相同传播路径传播的帧 CMF 的一部分。这种识别可通过将对应于帧 CMF 的部分的接收信号的第一部分的能级与接收到的信号 ACK 的能级进行比较得到。然后装置 1 检查接收无线电信号的第二部分是否也对应于沿着短于无线电信号的第一部分的传播路径传播的帧 CMF 的一部分。这种搜索由通过可变的接收能量门限实现对装置 1 接收的无线电信号的部分进行选择、和对 CMF 帧的部分的识别的组合实现。装置 1 从中推断出沿着信号 ACK 的传播路径传播和沿较短路径传播的时间差,基于对应于帧 CMF 的接收的无线电信号检测该时间差的存在。该时间差记为 ΔT_{OF} 。

[0058] 当检测到大量短于信号 ACK 传播路径的路径时,装置 1 选择其中最短的,也就是与最大的 ΔT_{OF} 值相关联的路径。

[0059] 然后装置 1 利用下式 (2) 计算在装置 1 和 2 之间传送的信号沿着最短传播路径的飞行时间。该沿着最短路径的飞行时间记为 T_{OF2} 。

$$[0060] \quad T_{OF2} = T_{OF1} - \Delta T_{OF} \quad (2)$$

[0061] T_{OF2} 是最短传播路径的长度的度量。通过用 T_{OF2} 除以系统装置之间的无线电信号的传播速度,这一长度可用米表示。和 T_{OF1} 一样,其通常对应于装置 1 和 2 之间无线电信号的直线传播(图 1 中的路径 C1)。

[0062] 伴有阶段 1 中信号 ACK 的传播路径有可能是最短路径。在这种情况下,对装置 1 接收的对应于信道测量帧 CMF 的无线电信号的分析可揭示不存在更短的路径。阶段 2 得出 ΔT_{OF} 为零值。

[0063] 因此,本方法的阶段 2 可仅包括单个信道测量。由于阶段 1 不包括信道测量,所以其可更快执行。

[0064] 根据本发明的第一个改进,本方法还可包括由装置 1 向装置 2 发送包括飞行时间 T_{OF2} 的指示的信号。这种指示为例如飞行时间 T_{OF2} 的值或从该值计算的距离。分隔装置 1 和 2 的距离的测量值则在两个装置中的每一个中都是可用的。如果需要的话,飞行时间 T_{OF2} 的指示还可发送到其它系统装置,或只发送到这些装置中位于装置 1 的无线电传输范围中的某些装置。

[0065] 根据本发明的第二个改进,可在确定阶段 1 中计算出的飞行时间 T_{OF1} 和对应于两个装置之间伴有无线电信号的最短传播路径的飞行时间 T_{OF2} 之间的时间差 ΔT_{OF} 之后再次执行本方法的阶段 1 (图 2 中的阶段 1b)。因此得到新的 T_{OF1} 的值,将其与阶段 1 先前的实例中得到的值进行比较。因此,可通过本方法确认装置 1 和 2 之间的无线电传输信道保持稳定。值得注意的是,可得到确定 T_{OF1} 的精确性的指示。特别地,当信道不保持稳定时,可指出该确定的精确性是折衷的,如果需要的话,甚至指出其折衷的程度。如果该程度高于预定的门限,则一个益处可用于命令重复 T_{OF1} 的确定。

[0066] 根据本发明的第三个改进,在应答信号之后,由装置 2 经过从发送应答信号开始的等待时间后发送信道测量帧 CMF,该等待时间大于或等于确定的保护时间。该保护时间在图 2 中记为 T_G 。其特别用于确保装置 1 在分析对应于帧 CMF 的接收到的无线电信号之前,具有足够的时间计算 T_{OF1} 。因此,当执行阶段 2 时, T_{OF1} 的值以及本方法中阶段 1 中产生的例如信号 ACK 的接收能级的其它值在装置 1 中都是可用的。装置 2 发送信号 ACK 和发送帧 CMF 之间的时间等于保护时间 T_G 和由装置 2 的多址观察引起的延迟之和。 T_G 的值在所述装置投产时或初始化时,存储在系统中的每个装置中。该值不必太大,以使得即使两个装置中的一个移动或即使无线电传输媒介适当改变,也认为其间用于通信的信道在本方法的阶段 1 和阶段 2 之间是稳定的。作为一个实施例, T_G 可为 10 毫秒级的。这种情况下,可在装置 2 发送第一信号 ACK 之后、保护时间结束之前重复本方法的阶段 1。因此,获得 T_{OF1} 的多个连续值没有对飞行时间 T_{OF2} 的确定造成延迟,从而增加了对 T_{OF1} 的确定的精确性和/或确认信道是稳定的。每执行一次阶段 1, T_{OF1} 的值都被更新。

[0067] 信道测量帧 CMF 通常构成相对长的无线电信号。装置 2 对该帧的构造和装置 1 执行的信道测量因此也需要较长时间。装置 1 和/或 2 的内部时钟则可在本方法执行期间产生偏移。为限制由装置 1 的内部时钟偏移引起的距离测量结果的任何误差,可使装置 1 识别对应于沿着与信号 ACK 相同的传播路径传播的帧 CMF 的、接收的第一无线电信号的多个第一时刻。然后基于接收的第一差别时刻识别对应于帧 CMF 且沿着装置 1 和 2 之间的其它路径的第二无线电信号接收的第二时刻。因此,相对于第一时刻可以识别每一个接收的第二时刻,使得在这样两个时刻之间经过的时间很短。这样,就使由于装置 1 的内部时钟的偏移在确定 ΔT_{OF} 中产生的误差最小化。由于装置 2 的内部时钟的偏移引起的误差也同样减少。

[0068] 可理解,对于如上所述的本方法,可引入大量的改变。特别地,在某些环境中,在执

行步骤 a 到 c 之前由装置 2 发送信道测量帧可为有利的。

[0069] 最后,根据本发明的方法特别适用于脉冲传输模式,通常被称为 UWB(超宽带, Ultra Wide Band) 传输。然而,其还可应用于其它类型的传输中,例如 DS-SS(直序扩频, Direct Sequence Spread Spectrum) 模式。

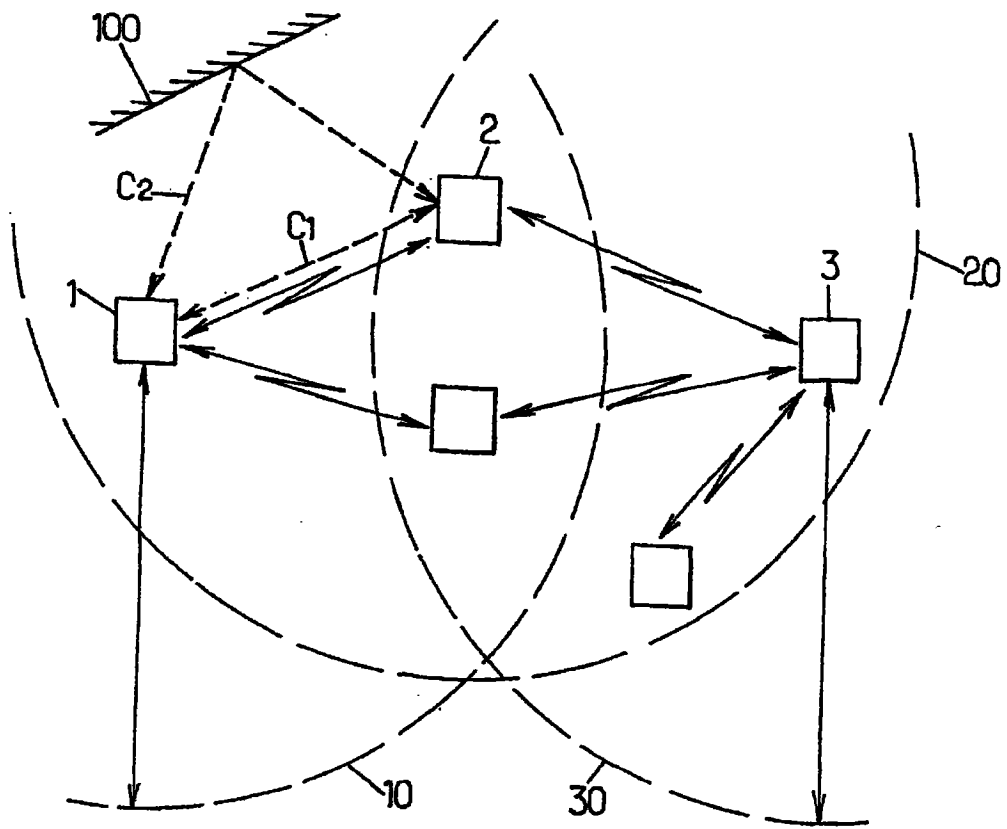


图 1

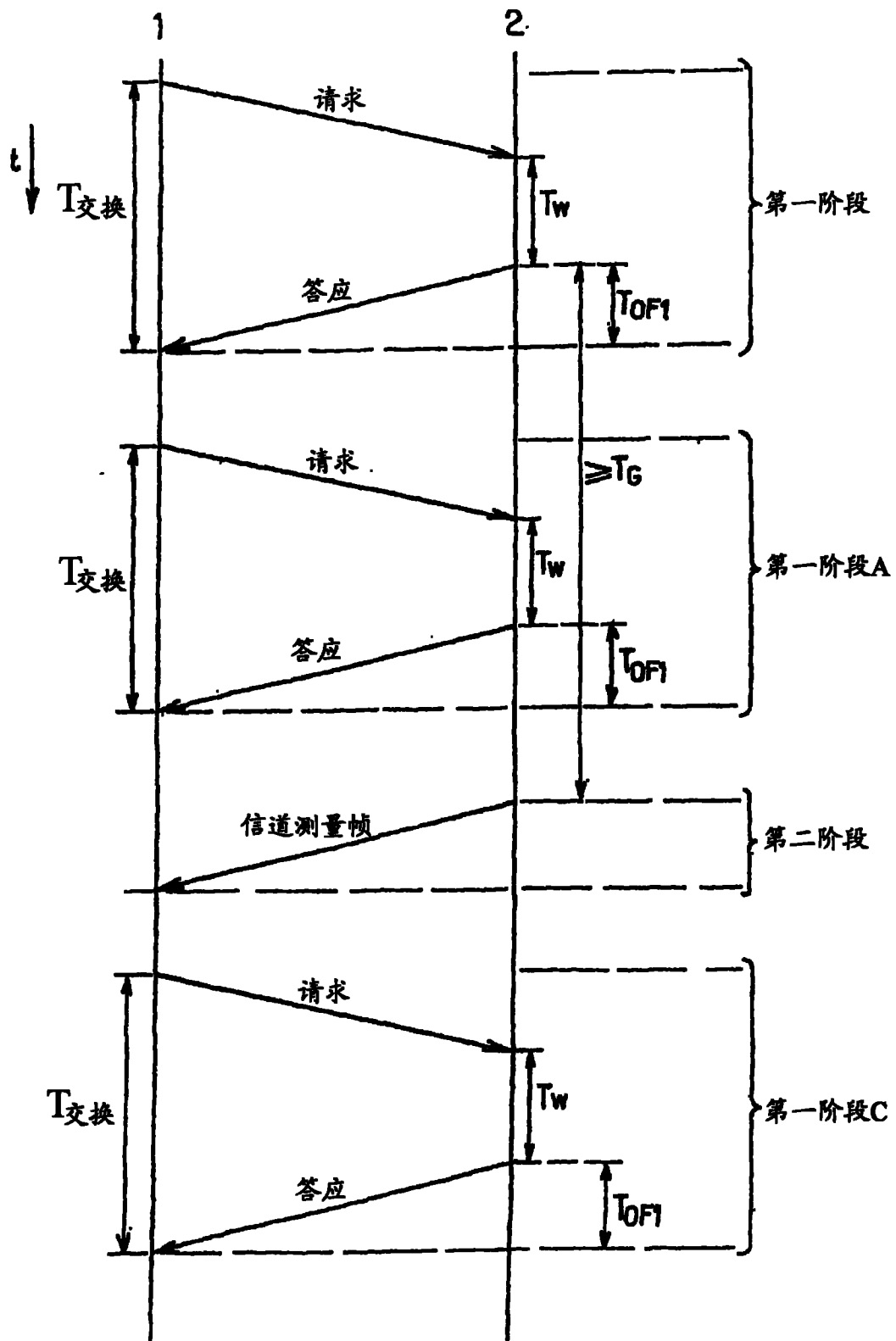


图 2