



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108039933 A

(43)申请公布日 2018.05.15

(21)申请号 201711271103.1

(22)申请日 2017.12.05

(71)申请人 南京沃旭通讯科技有限公司
地址 210000 江苏省南京市玄武区玄武大道699-8号2幢401室

(72)发明人 张庆林 房宏 林权威

(74)专利代理机构 石家庄德皓专利代理事务所
(普通合伙) 13129
代理人 耿佳 杨瑞龙

(51)Int.Cl.
H04J 3/06(2006.01)

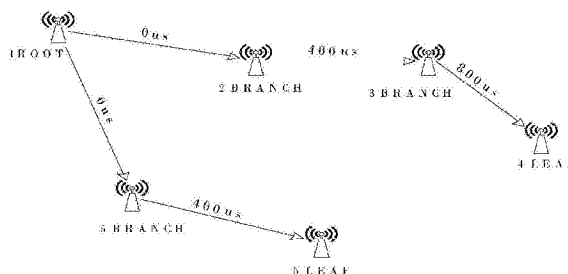
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种局域物联网时间精确同步方法

(57)摘要

本发明属于无线通信、物联网、无线精确测距等技术领域,提出的一种局域物联网时间精确同步方法及系统,包括以下步骤:局域物联网构建:所述局域物联网包括根节点、树干节点和叶子节点;时间同步发起:根节点准备同步报文,设置系统起点时间和发送时间;时间同步传递:树干节点接收到根节点或者上级树干节点传送过来的同步报文后,读取报文中系统时间,并记录接收报文时间,记为RT,在报文中嵌入时间为 T_n+TD ,并设置延时发送同步报文;时间同步接收:叶子节点接收到上级树干节点同步报文后读取报文中系统时间,并根据系统时间计算自身工作时间起点。本发明构思巧妙,解决了现有技术中使用局限性、同步时间慢、精度低、功耗高的技术问题。



CN 108039933 A

1. 一种局域物联网时间精确同步方法,其特征在于,包括以下步骤:

局域物联网构建:所述局域物联网包括根节点、树干节点和叶子节点;

时间同步发起:根节点准备同步报文,并在报文中嵌入系统时间,记为 T_0 ,作为系统的起点时间,设置报文发送时间,记为 t_s ,报文发送成功后,计算自身工作时间起点,达到时间后开始工作,工作完毕后进行下一个时间同步发起;

时间同步传递:树干节点接收到根节点或者上级树干节点传送过来的同步报文后,读取报文中系统时间,记为 T_n ,并记录接收报文时间,记为 R_T ,同时准备同步报文并在报文中嵌入时间,记为 T_n+T_D ,并设置延时发送同步报文,发送时间,记为 R_T+T_D ,报文发送成功后,计算自身工作时间起点,达到时间后开始工作,工作完毕后进行下一个时间同步传递;

时间同步接收:叶子节点接收到上级树干节点同步报文后读取报文中系统时间,记为 T_n ,并根据系统时间计算自身工作时间起点,到达时间后开始工作。

2. 根据权利要求1所述的一种局域物联网时间精确同步方法,其特征在于,所述时间同步发起步骤中根节点由定时器触发,设置定时器时间,记为 T_1 ,当定时器中断时,根节点启动并准备同步报文。

3. 根据权利要求2所述的一种局域物联网时间精确同步方法,其特征在于,所述 T_D 为 $400\mu s$,所述 T_1 为 $1s$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种局域物联网时间精确同步方法,其特征在于,所述时间同步发起步骤、所述时间同步传递步骤和所述时间同步接收步骤中工作时间起点计算包括以下步骤:

划分片区:将各节点的工作时间划分为 n 个片区;

工作起点计算:当各节点收到系统时间为 T_s 时,且每个片区大小固定为 T_m ,此时该节点的工作起点时间,记为 T_w , $T_w=T_s+(n-1)*T_m$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种局域物联网时间精确同步方法,其特征在于,所述 T_m 为 $1ms$ 。

6. 根据权利要求1~5任一项所述的一种局域物联网时间精确同步方法,其特征在于,所述根节点、所述树干节点和所述叶子节点内均设置有逻辑单元,所述逻辑单元包括相互连接的无线同步通讯单元(2)和控制单元(1),所述无线同步通讯单元(2)内设同步报文收发模块(3)和数据记录模块(4)。

7. 根据权利要求6所述的一种局域物联网时间精确同步方法,其特征在于,所述无线同步通讯单元(2)为UWB通讯单元。

一种局域物联网时间精确同步方法

技术领域

[0001] 本发明属于无线通信、物联网、无线精确测距等技术领域,涉及一种局域物联网时间精确同步方法及系统。

背景技术

[0002] 物联网时间同步技术,是通过对本地区时间进行操作,达到为整个分布式系统提供统一的时间标度的过程,但在现有无线物联网中广泛使用的时间同步技术,在范围和精度等方面都有特殊要求,现有同步技术主要包括长短波授时时间同步技术、电话拨号时间同步技术、NTP和GPS。其中,长短波授时时间同步技术利用无线电授时,主要用于军事和导航,尚不民用;电话拨号授时技术,需要使用电话线,模拟调制解调器及客户端软件,主要用于个人计算机,不具备实时性;NTP不适合无线通信领域,体积、计算能力和存储空间存在限制;GPS卫星上都配备有高精度的原子钟,并不断的发射时间信息,地面接收装置同时接收4颗卫星时间信息,采用伪距测量定位法计算出时间和位置信息。但目前的实现方式都存在一定的缺陷。主要表现在下面的三个方面:

[0003] 1. 使用局限性

[0004] 基于NTP时间同步需要连接到广域网,本地必须安装软件,网络中必须有 NTP时间服务器才行。

[0005] GPS时间同步必须收到一定数量的卫星数据后才能进行同步,在有遮挡区域将无法进行同步。

[0006] 2. 同步时间慢

[0007] 不管NTP和GPS时间同步都需要与服务器建立连接,可能需要好几分钟才能建立时间。

[0008] 3. 精度低,功耗高

[0009] NTP时间同步精度在50ms,随着距离的增加精度逐渐下降,此时需要在网络中加上一级和二级时间服务器来解决精度问题。

[0010] GPS时间同步精度可以达到ns级别,但这需要专业的的时间同步硬件的支持,带来成本高,功耗也高,在局域物联网中无法满足要求。

发明内容

[0011] 本发明提出一种局域物联网时间精确同步方法及系统,解决了现有技术中使用局限性、同步时间慢、精度低、功耗高的技术问题。

[0012] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0013] 一种局域物联网时间精确同步方法及系统,包括以下步骤:

[0014] 局域物联网构建:所述局域物联网包括根节点、树干节点和叶子节点;

[0015] 时间同步发起:根节点准备同步报文,并在报文中嵌入系统时间,记为T0,作为系统的起点时间,设置报文发送时间,记为ns,报文发送成功后,计算自身工作时间起点,达到

时间后开始工作,工作完毕后进行下一个时间同步发起;

[0016] 时间同步传递:树干节点接收到根节点或者上级树干节点传送过来的同步报文后,读取报文中系统时间,记为 T_n ,并记录接收报文时间,记为 RT ,同时准备同步报文并在报文中嵌入时间,记为 T_n+TD ,并设置延时发送同步报文,发送时间,记为 $RT+TD$,报文发送成功后,计算自身工作时间起点,达到时间后开始工作,工作完毕后进行下一个时间同步传递;

[0017] 时间同步接收:叶子节点接收到上级树干节点同步报文后读取报文中系统时间,记为 T_n ,并根据系统时间计算自身工作时间起点,到达时间后开始工作。

[0018] 作为进一步的技术方案,所述时间同步发起步骤中根节点由定时器触发,设置定时器时间,记为 T_1 ,当定时器中断时,根节点启动并准备同步报文。

[0019] 作为进一步的技术方案,所述 TD 为 $400\mu s$,所述 T_1 为 $1s$ 。

[0020] 作为进一步的技术方案,所述时间同步发起步骤、所述时间同步传递步骤和所述时间同步接收步骤中工作时间起点计算包括以下步骤:

[0021] 划分片区:将各节点的工作时间划分为 n 个片区;

[0022] 工作起点计算:当各节点收到系统时间为 T_s 时,且每个片区大小固定为 T_m ,此时该节点的工作起点时间,记为 T_w , $T_w = T_s + (n-1) * T_m$ 。

[0023] 作为进一步的技术方案,所述 T_m 为 $1ms$ 。

[0024] 作为进一步的技术方案,所述根节点、所述树干节点和所述叶子节点内均设置有逻辑单元,所述逻辑单元包括相互连接的无线同步通讯单元和控制单元,所述无线同步通讯单元内设同步报文收发模块和数据记录模块。

[0025] 作为进一步的技术方案,所述无线同步通讯单元为UWB通讯单元。

[0026] 本发明使用原理及有益效果为:

[0027] 本发明基于UWB传输系统时间同步技术,通过UWB自身的精确时间发送报文,由于UWB是脉冲形态出现,而不是连续波,其脉冲持续时间非常短,一般为 ns 级,UWB芯片能比较容易识别多径,在UWB定位中,始终采用第一个到达的脉冲作为达到时间的计算点,而不是以信号强度最强的点来做计算,所以接收到UWB时间是非常精准可以达到 ns 级别,可以局域物联网中设备间精准时间同步从而到达系统时分是效果,由于在无线空间资源是有限的,在相同频率,同等带宽的情况下资源合理分配是非常有必要,系统时间时间同步是合理分配资源的基础,只有系统时间同步后才能保证设备间无冲突工作。

[0028] 局域物联网时间精确同步系统主要由3个节点组成:

[0029] 1. 系统时间发起节点,即根节点,一个系统中有且只有一个,根节点使用定时器定时 $1s$ 发送一个同步报文,报文中嵌入系统时间为 0 时刻,当其他设备收到此报文时表示系统的开始时间(宏观上忽略报文传输时间);

[0030] 2. 系统时间传递节点,即枝干节点,有多个枝干节点,树干节点在收到根节点或者上级树干节点同步报文后使用精确延时 $400\mu s$ 发送同步报文,并将同步报文中嵌入的时间增加 $400\mu s$,即表示任何收到此同步报文时报文中嵌入的时间即为系统当前时间;

[0031] 3. 系统时间终结节点,即叶子节点,有多个叶子节点,接收到同步报文后读取报文中的系统时间;

[0032] 上述节点的逻辑单元最主要由两个部分(控制单元和无线同步通讯单元)组成,这是各节点所对应设备的两个逻辑单元,可以是在一个单芯片实现,也可以是多芯片实现。

控制单元(CPU/MCU)主要涉及到运算与存储等功能,实现系统时间同步和报文收发控制,控制单元主要是收集来自无线同步通讯单元的同步信息进行存储和更新等。无线同步通讯(UWB)单元内设同步报文收发模块和数据记录模块,实现了节点之间时间同步报文的精确收发,并记录精确收发时间等功能。其中,无线同步通讯单元的实现,不局限于某种无线技术,可以是UWB/CSS/ZigBee/Wi-Fi等无线通讯技术。

[0033] 时间精确同步主要是依赖于同步报文在节点间进行时间传递,每个节点通过接收到上级同步时间后精确的延时发送给下一级节点,并在报文中填入系统时间(以ROOT节点时间为起点),下一级节点收到此报文后读取里面的系统时间并加上两个节点间距离消耗的时间,收到此报文的时间就与读取的系统时间形成对应关系,以此类推,每个节点都将获得一个本地时间与系统时间对应的关系,从而可以计算出设备本身工作时间起点。

[0034] 例如:第一个节点的发起报文中系统时间为 T_0 ,第一个和第二个节点之间的传输时间在宏观上忽略,则节点2的系统时间为 T_0 ;节点2精确延时400us 发送同步报文给节点3并在报文中将系统时间设为 $T_0+400us$,则节点3之间的系统时间为 $T_0+400us$ 。依次类推,所有节点完成和节点1的时间同步。整个系统可以维持us级精确时间同步。

[0035] 具体实现方法:

[0036] 1. 根节点时间同步发起

[0037] 根节点是系统时间起点,在系统中开启定时器(设置时间为 T_1 , T_1 可为1s),当定时器中断达到时,准备同步报文并在报文中嵌入时间为 T_0 时间即为系统的起点时间,同时根节点根据系统时间计算出自己的工作起点和结束点,在规定的时间内完成工作,等待下一次定时器中断产生,此处的同步报文都采用UWB精确时钟发送,可以控制在ns级别时间内发送完成。

[0038] 2. 树干节点时间同步传递

[0039] 树干节点是启动后打开接收功能,接收到同步报文后读取报文中系统时间,记为 T_n 并记录接收报文时间,记为 RT (UWB时间),同时准备同步报文并在报文中嵌入时间为 T_n+TD 时间即为系统的时间,并设置延时发送同步报文,发送时间为 $RT+TD$,报文发送完成后计算自身工作时间,到达时间后开始工作。其中, TD 可为400us。

[0040] 3. 叶子节点或者时间同步

[0041] 叶子节点是启动后打开接收功能,接收到同步报文后读取报文中系统时间,记为 T_n ,并根据系统时间计算自身工作时间,到达时间后开始工作。

[0042] 4. 工作时间起点计算

[0043] 设备的工作时间可被分在 n 个片区,当收到系统时间为 T_s 时,且每个片区大小固定为 T_m ,此时设备的工作起点时间,记为 T_w , $T_w = T_s + (n-1) * T_m$,在以收到此系统时间同步报文时间为起点使用定时器定时到工作开始后开始工作,避免与其他设备工作时产生冲突。系统同步过可以将1s时间划分为1000个时间片,每片为 T_m 为1ms(由于我们的同步精度高可以划分的时间间隙就越小),不同的设备可以在不同的时间片工作,已达到避免冲突的机制。

[0044] 局域物联网时间精确同步系统的先进性主要体现在下面的几个方面:

[0045] 1. 能够快速实现时间同步

[0046] UWB发送一个报文的时间在100ns左右,两个报文间隔需要400us,实现一次同步时

间是非常短而且无需其他系统支持可自己定时实现收发,然而现有的时间同步机制都需要与服务端建立连接,花费时间较长,无法快速对系统进行同步;

[0047] 2.同步精度高

[0048] 每个节点都有一个高精度的时钟,在收到上级发来的同步报文后读取高精度时钟时间,同步的精度可以达到ns级别,如果在去除节点之间的时间损坏可以达到ps级别;

[0049] 3.抗干扰能力强

[0050] 系统采样无线脉冲模式发送报文,发送时间极短,受干扰的几率很低,同时也不需要借助外来设备保障,每个节点之间保持独立,任何一个节点都能有效维持整个网络的时间同步,不容易受到环境干扰,也不依赖于其他系统的存在。

[0051] 4.同步范围广

[0052] 可以用于各种应用场景,只要无线射频可达都可以实现时间同步,不局限于室外,室内节点也可以同步。

附图说明

[0053] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0054] 图1为本申请所获局域物联网的信号传输示意图;

[0055] 图2为本发明根节点工作流程图;

[0056] 图3为本发明树干节点工作流程图;

[0057] 图4为本发明叶子节点工作流程图;

[0058] 图5为本发明控制模块框线示意图;

[0059] 图中:1-控制单元,2-无线同步通讯单元,3-同步报文收发模块,4-数据记录模块。

具体实施方式

[0060] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0061] 本发明基于UWB传输系统时间同步技术,通过UWB自身的精确时间发送报文,由于UWB是脉冲形态出现,而不是连续波,其脉冲持续时间非常短,一般为ns级,UWB芯片能比较容易识别多径,在UWB定位中,始终采用第一个到达的脉冲作为达到时间的计算点,而不是以信号强度最强的点来做计算,所以接收到UWB时间是非常精准可以达到ns级别,可以局域物联网中设备间精准时间同步从而到达系统时分是效果,由于在无线空间资源是有限的,在相同频率,同等带宽的情况下资源合理分配是非常有必要,系统时间时间同步是合理分配资源的基础,只有系统时间同步后才能保证设备间无冲突工作。

[0062] 如图1~5所示,局域物联网时间精确同步系统主要由3个节点组成:

[0063] 1.系统时间发起节点,即根节点,一个系统中有且只有一个,根节点使用定时器定时1s发送一个同步报文,报文中嵌入系统时间为0时刻,当其他设备收到此报文时表示系统的开始时间(宏观上忽略报文传输时间);

[0064] 2.系统时间传递节点,即枝干节点,有多个枝干节点,树干节点在收到根节点或者

上级树干节点同步报文后使用精确延时400us发送同步报文,并将同步报文中嵌入的时间增加400us,即表示任何收到此同步报文时报文中嵌入的时间即为系统当前时间;

[0065] 3.系统时间终结节点,即叶子节点,有多个叶子节点,接收到同步报文后读取报文中的系统时间;

[0066] 上述节点的逻辑单元最主要由两个部分(控制单元1和无线同步通讯单元2)组成,这是各节点所对应设备的两个逻辑单元,可以是在一个单芯片实现,也可以是多芯片实现。控制单元1(CPU/MCU)主要涉及到运算与存储等功能,实现系统时间同步和报文收发控制,控制单元1主要是收集来自无线同步通讯单元2的同步信息进行存储和更新等。无线同步通讯(UWB)单元2内设同步报文收发模块3和数据记录模块4,实现了节点之间时间同步报文的精确收发,并记录精确收发时间等功能。其中,无线同步通讯单元2的实现,不局限于某种无线技术,可以是UWB/CSS/ZigBee/Wi-Fi等无线通讯技术。

[0067] 时间精确同步主要是依赖于同步报文在节点间进行时间传递,每个节点通过接收到上级同步时间后精确的延时发送给下一级节点,并在报文中填入系统时间(以ROOT节点时间为起点),下一级节点收到此报文后读取里面的系统时间并加上两个节点间距离消耗的时间,收到此报文的时间就与读取的系统时间形成对应关系,以此类推,每个节点都将获得一个本地时间与系统时间对应的关系,从而可以计算出设备本身工作时间起点。

[0068] 例如:第一个节点的发起报文中系统时间为 T_0 ,第一个和第二个节点之间的传输时间在宏观上忽略,则节点2的系统时间为 T_0 ;节点2精确延时400us发送同步报文给节点3并在报文将系统时间设为 $T_0+400us$,则节点3之间的系统时间为 $T_0+400us$ 。依次类推,所有节点完成和节点1的时间同步。整个系统可以维持us级精确时间同步。

[0069] 具体实现方法:

[0070] 1.根节点时间同步发起

[0071] 根节点是系统时间起点,在系统中开启定时器(设置时间为 T_1 , T_1 可为1s),当定时器中断达到时,准备同步报文并在报文中嵌入时间为 T_0 时间即为系统的起点时间,同时根节点根据系统时间计算出自己的工作起点和结束点,在规定的时间内完成工作,等待下一次定时器中断产生,此处的同步报文都采用UWB精确时钟发送,可以控制在ns级别时间内发送完成。

[0072] 2.树干节点时间同步传递

[0073] 树干节点是启动后打开接收功能,接收到同步报文后读取报文中系统时间,记为 T_n 并记录接收报文时间,记为 RT (UWB时间),同时准备同步报文并在报文中嵌入时间为 T_n+TD 时间即为系统的时间,并设置延时发送同步报文,发送时间为 $RT+TD$,报文发送完成后计算自身工作时间,到达时间后开始工作。其中, TD 可为400us。

[0074] 3.叶子节点或者时间同步

[0075] 叶子节点是启动后打开接收功能,接收到同步报文后读取报文中系统时间,记为 T_n ,并根据系统时间计算自身工作时间,到达时间后开始工作。

[0076] 4.工作时间起点计算

[0077] 设备的工作时间可被分在 n 个片区,当收到系统时间为 T_s 时,且每个片区大小固定为 T_m ,此时设备的工作起点时间,记为 T_w , $T_w = T_s + (n-1) * T_m$,在以收到此系统时间同步报文时间为起点使用定时器定时到工作开始后开始工作,避免与其他设备工作时产生冲突。系

统同步过可以将1s时间划分为1000 个时间片,每片为 T_m 为1ms(由于我们的同步精度高可以划分的时间间隙就越小),不同的设备可以在不同的时间片工作,已达到避免冲突的机制。

[0078] 局域物联网时间精确同步系统的先进性主要体现在下面的几个方面:

[0079] 1.能够快速实现时间同步

[0080] UWB发送一个报文的时间在100ns左右,两个报文间隔需要400us,实现一次同步时间是非常短而且无需其他系统支持可自己定时实现收发,然而现有的时间同步机制都需要与服务端建立连接,花费时间较长,无法快速对系统进行同步;

[0081] 2.同步精度高

[0082] 每个节点都有一个高精度的时钟,在收到上级发来的同步报文后读取高精度时钟时间,同步的精度可以达到ns级别,如果在去除节点之间的时间损坏可以达到ps级别;

[0083] 3.抗干扰能力强

[0084] 系统采样无线脉冲模式发送报文,发送时间极短,受干扰的几率很低,同时也不需要借助外来设备保障,每个节点之间保持独立,任何一个节点都能有效维持整个网络的时间同步,不容易受到环境干扰,也不依赖于其他系统的存在。

[0085] 4.同步范围广

[0086] 可以用于各种应用场景,只要无线射频可达都可以实现时间同步,不局限于室外,室内节点也可以同步。

[0087] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

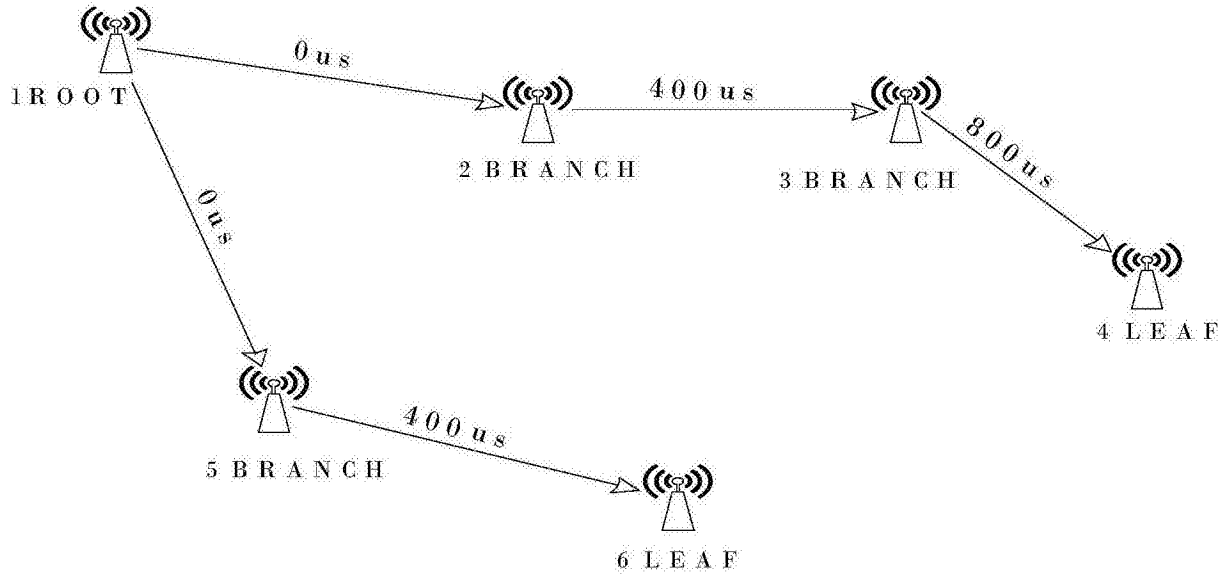


图1

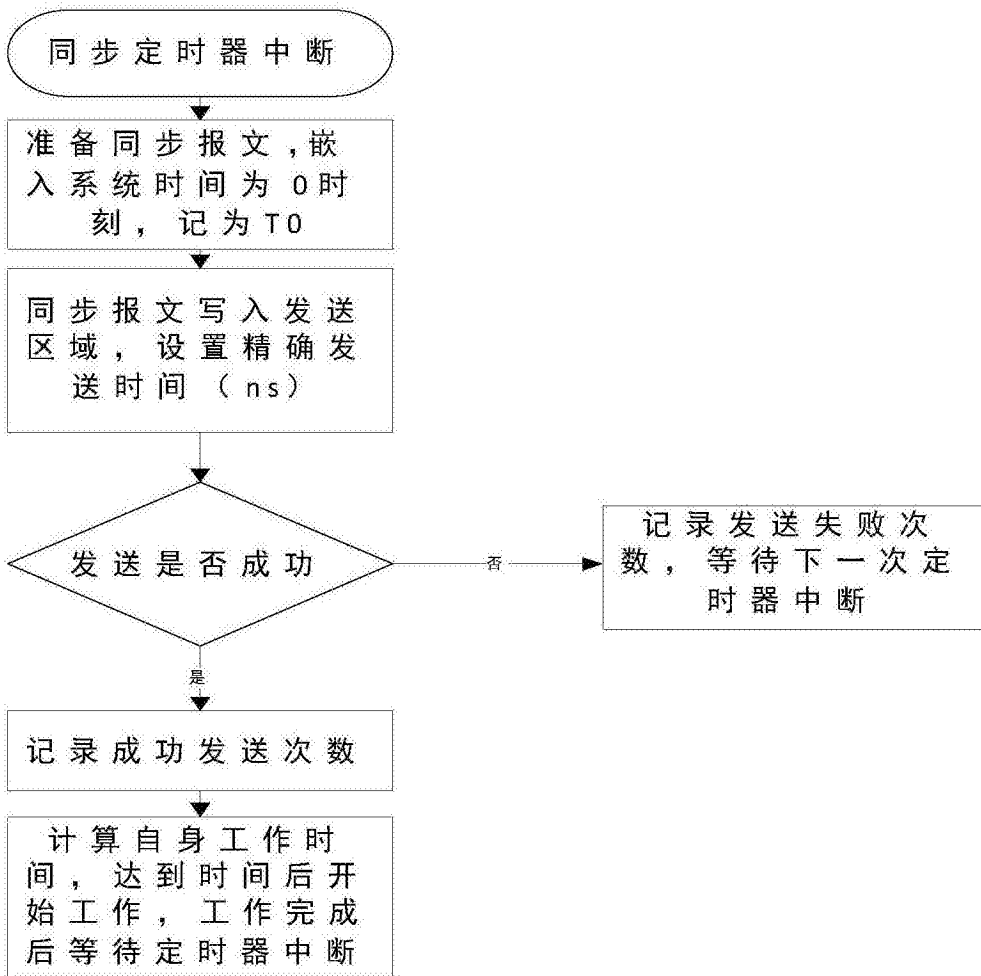


图2

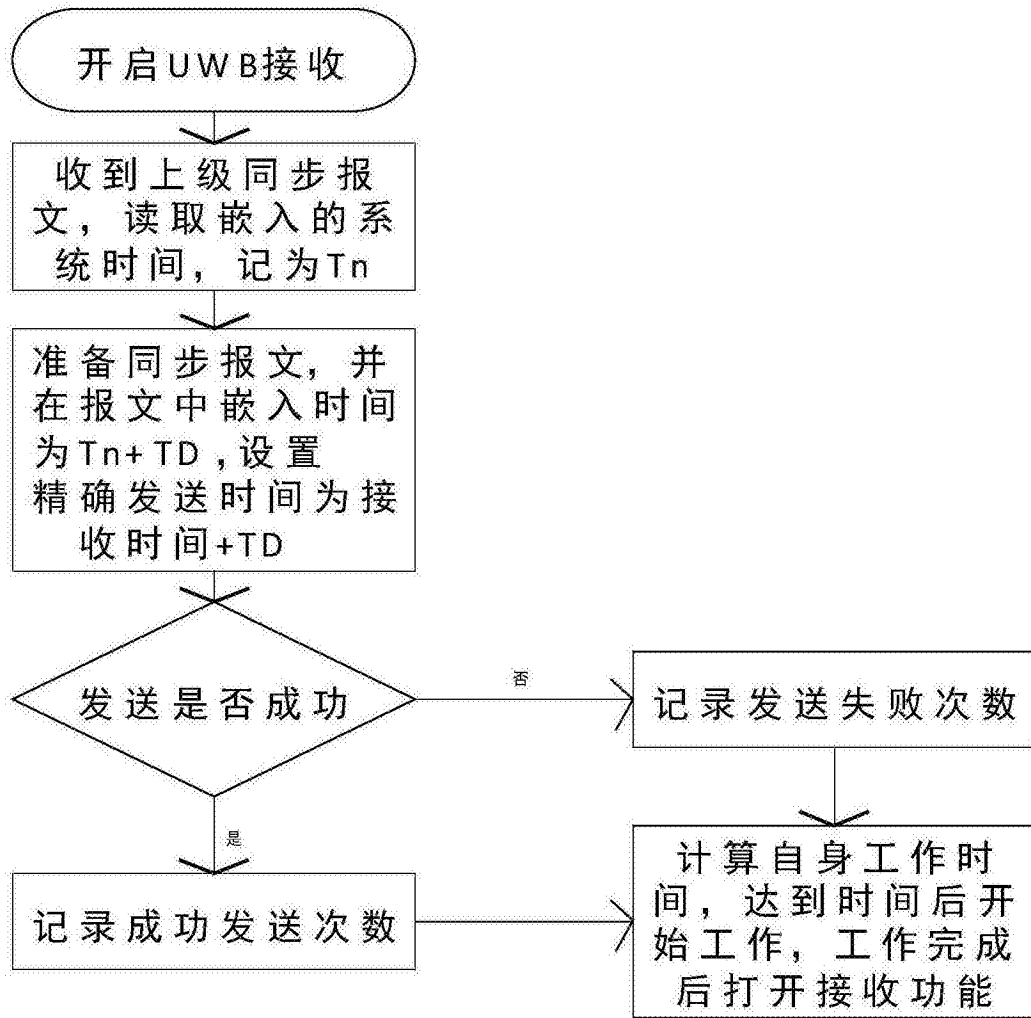


图3

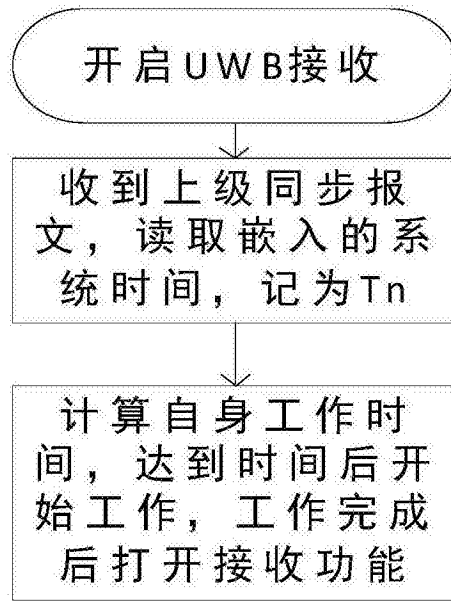


图4

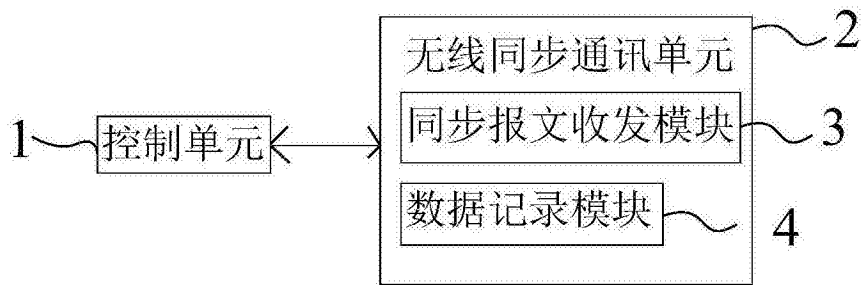


图5