



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114222362 B

(45) 授权公告日 2024.03.15

(21) 申请号 202111536000.X

(22) 申请日 2021.12.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114222362 A

(43) 申请公布日 2022.03.22

(73) 专利权人 武汉乾阳智能科技有限公司
地址 430000 湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区高新大道999号武汉未来科技城龙山创新园一期B4栋1301单元(自贸区武汉片区)

(72) 发明人 徐淑英 曾志刚 谷海峰 张韵

(74) 专利代理机构 北京慧加伦知识产权代理有限公司 16035
专利代理师 李永敏

(51) Int. Cl.
H04W 64/00 (2009.01)
G01S 5/02 (2010.01)

(56) 对比文件

- CN 106028438 A, 2016.10.12
- US 5825328 A, 1998.10.20
- EP 1690109 A1, 2006.08.16
- US 2010167758 A1, 2010.07.01
- CN 111479228 A, 2020.07.31
- CN 108882147 A, 2018.11.23
- CN 109799479 A, 2019.05.24
- CN 113518309 A, 2021.10.19
- JP H08289359 A, 1996.11.01
- CN 113038365 A, 2021.06.25
- CN 113677000 A, 2021.11.19
- US 6665541 B1, 2003.12.16
- CN 104602340 A, 2015.05.06
- CN 106656889 A, 2017.05.10
- US 10015769 B1, 2018.07.03
- CN 109587632 A, 2019.04.05
- CN 109683130 A, 2019.04.26

(续)

审查员 庞素琴

权利要求书3页 说明书10页 附图5页

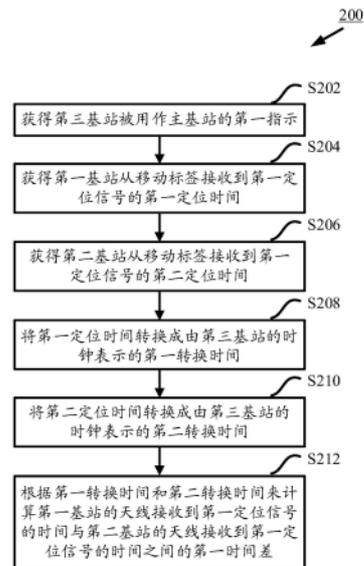
(54) 发明名称

定位方法及定位装置

(57) 摘要

本公开的实施例提供一种定位方法和定位装置。该定位方法用于定位系统。定位系统包括第一基站、第二基站、第三基站和移动标签。该定位方法包括：获得第三基站被用作主基站的第一指示；获得第一基站从移动标签接收到第一定位信号的第一定位时间；获得第二基站从移动标签接收到第一定位信号的第二定位时间；将第一定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第一转换时间；将第二定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第二转换时间；以及根据第一转换时间和第二转换时间来计算第一基站的天线接收到第一定位信号的时间与第二基站的天线接收到第一定位信号的时间之间的第一时间差。该定位方法能够更准确地计算第一和第二基站接收到定位信号的时间差。

CN 114222362 B



[待续页]

[接上页]

(56) 对比文件

CN 106879067 A, 2017.06.20

CN 110988797 A, 2020.04.10

CN 111830463 A, 2020.10.27

CN 112272403 A, 2021.01.26

JP 2007187639 A, 2007.07.26

CN 1413058 A, 2003.04.23

CN 109819396 A, 2019.05.28

高健;陆阳;李庆巧;卫星.采用三次通信的

TOF与TDOA联合定位算法.电子测量与仪器学报.
.2020, (第03期),全文.

石钦;赵思浩;崔晓伟;陆明泉.无线时间同步的TDOA室内定位系统.导航定位与授时.2018,
(第03期),全文.

罗勃.基于UWB技术的TDOA定位算法的研究
与实现.中国优秀硕士学位论文全文数据库(信息科技辑).2017, (第11期),全文.

1. 一种定位方法,用于定位系统,所述定位系统包括第一基站(B)、第二基站(C)、第三基站(A)和移动标签(tag),其特征在于,所述定位方法包括:

获得所述第三基站(A)被用作主基站的第一指示;

获得所述第一基站(B)从所述移动标签(tag)接收到第一定位信号的第一定位时间(TB);

获得所述第二基站(C)从所述移动标签(tag)接收到所述第一定位信号的第二定位时间(TC);

将所述第一定位时间(TB)转换成由所述第三基站(A)的时钟表示的第一转换时间;

将所述第二定位时间(TC)转换成由所述第三基站(A)的所述时钟表示的第二转换时间;以及

根据所述第一转换时间和所述第二转换时间来计算所述第一基站(B)的天线接收到所述第一定位信号的时间与所述第二基站(C)的天线接收到所述第一定位信号的时间之间的第一时间差;

其中,将所述第一定位时间(TB)转换成由所述第三基站(A)的时钟表示的第一转换时间包括:

获得所述第三基站(A)向所述第一基站(B)发送第一同步信号的第一发送时间(TA1);

获得所述第一基站(B)接收到所述第一同步信号的第一接收时间(TB1);

获得所述第三基站(A)向所述第一基站(B)发送第二同步信号的第二发送时间(TA2);

获得所述第一基站(B)接收到所述第二同步信号的第二接收时间(TB2);

根据所述第三基站(A)与所述第一基站(B)之间的距离,计算信号在空中从所述第三基站(A)的天线传播到所述第一基站(B)的天线的第一传播时间;以及

用所述第一发送时间(TA1)、所述第一接收时间(TB1)、所述第二发送时间(TA2)、所述第二接收时间(TB2)、所述第一传播时间、所述第一定位时间(TB)、所述第三基站(A)的天线的发送延时以及所述第一基站(B)的天线的接收延时来表示所述第一转换时间;

其中,所述第一转换时间被表示为:

$$TBA = \frac{(TB-TB1) \times (TA2-TA1)}{(TB2-TB1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAB + \Delta RB,$$

其中,TBA表示所述第一转换时间,TB表示所述第一定位时间,TB1表示所述第一接收时间,TB2表示所述第二接收时间,TA1表示所述第一发送时间,TA2表示所述第二发送时间, ΔTA 表示所述第三基站(A)的所述天线的发送延时,TCCPAB表示所述第一传播时间,以及 ΔRB 表示所述第一基站(B)的所述天线的接收延时。

2. 根据权利要求1所述的定位方法,其特征在于,将所述第二定位时间(TC)转换成由所述第三基站(A)的所述时钟表示的第二转换时间包括:

获得所述第三基站(A)向所述第二基站(C)发送第一同步信号的第一发送时间(TA1);

获得所述第二基站(C)接收到所述第一同步信号的第三接收时间(TC1);

获得所述第三基站(A)向所述第二基站(C)发送第二同步信号的第二发送时间(TA2);

获得所述第二基站(C)接收到所述第二同步信号的第四接收时间(TC2);

根据所述第三基站(A)与所述第二基站(C)之间的距离,计算信号在空中从所述第三基站(A)的天线传播到所述第二基站(C)的天线的第二传播时间;以及

用所述第一发送时间 (TA1)、所述第三接收时间 (TC1)、所述第二发送时间 (TA2)、所述第四接收时间 (TC2)、所述第二传播时间、所述第二定位时间 (TC)、所述第三基站 (A) 的天线的发送延时以及所述第二基站 (C) 的天线的接收延时来表示所述第二转换时间。

3. 根据权利要求2所述的定位方法,其特征在於,所述第二转换时间被表示为:

$$TCA = \frac{(TC-TC1) \times (TA2-TA1)}{(TC2-TC1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAC + \Delta RC,$$

其中,TCA表示所述第二转换时间,TC表示所述第二定位时间,TC1表示所述第三接收时间,TC2表示所述第四接收时间,TA1表示所述第一发送时间,TA2表示所述第二发送时间, ΔTA 表示所述第三基站 (A) 的所述天线的发送延时,TCCPAC表示所述第二传播时间,以及 ΔRC 表示所述第二基站 (C) 的所述天线的接收延时。

4. 根据权利要求1所述的定位方法,其特征在於,所述定位系统还包括第四基站 (D),所述定位方法还包括:

获得所述第四基站 (D) 从所述移动标签 (tag) 接收到所述第一定位信号的第三定位时间 (TD);

将所述第三定位时间 (TD) 转换成由所述第三基站 (A) 的所述时钟表示的第三转换时间;以及

根据所述第一转换时间和所述第三转换时间来计算所述第一基站 (B) 的天线接收到所述第一定位信号的时间与所述第四基站 (D) 的天线接收到所述第一定位信号的时间之间的第二时间差。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的定位方法,其特征在於,所述定位方法还包括:

获得所述第一基站 (B) 被用作主基站的第二指示;

获得所述第三基站 (A) 从所述移动标签 (tag) 接收到第二定位信号的第四定位时间 (TA');

获得所述第二基站 (C) 从所述移动标签 (tag) 接收到所述第二定位信号的第五定位时间 (TC');

将所述第四定位时间 (TA') 转换成由所述第一基站 (B) 的时钟表示的第四转换时间;

将所述第五定位时间 (TC') 转换成由所述第一基站 (B) 的所述时钟表示的第五转换时间;以及

根据所述第四转换时间和所述第五转换时间来计算所述第三基站 (A) 的天线接收到所述第二定位信号的时间与所述第二基站 (C) 的天线接收到所述第二定位信号的时间之间的第三时间差。

6. 根据权利要求4所述的定位方法,其特征在於,所述定位方法还包括:

获得所述第一基站 (B) 被用作主基站的第二指示;

获得所述第三基站 (A) 从所述移动标签 (tag) 接收到第二定位信号的第四定位时间 (TA');

获得所述第二基站 (C) 从所述移动标签 (tag) 接收到所述第二定位信号的第五定位时间 (TC');

获得所述第四基站 (D) 从所述移动标签 (tag) 接收到所述第二定位信号的第六定位时间 (TD');

将所述第四定位时间(TA')转换成由所述第一基站(B)的时钟表示的第四转换时间;
将所述第五定位时间(TC')转换成由所述第一基站(B)的所述时钟表示的第五转换时间;

将所述第六定位时间(TD')转换成由所述第一基站(B)的所述时钟表示的第六转换时间;

根据所述第四转换时间和所述第五转换时间来计算所述第三基站(A)的天线接收到所述第二定位信号的时间与所述第二基站(C)的天线接收到所述第二定位信号的时间之间的第三时间差;以及

根据所述第四转换时间和所述第六转换时间来计算所述第三基站(A)的天线接收到所述第二定位信号的时间与所述第四基站(D)的天线接收到所述第二定位信号的时间之间的第四时间差。

7.根据权利要求6所述的定位方法,其特征在于,所述定位方法还包括根据以下项来确定所述移动标签(tag)的位置:

所述第一基站(B)的位置;

所述第二基站(C)的位置;

所述第三基站(A)的位置;

所述第四基站(D)的位置;以及

以下中的至少三个:所述第一时间差、所述第二时间差、所述第三时间差、和所述第四时间差。

8.一种定位装置,用于定位系统,所述定位系统包括第一基站(B)、第二基站(C)、第三基站(A)和移动标签(tag),其特征在于,所述定位装置包括:

至少一个处理器;以及

存储有计算机程序的至少一个存储器;

其中,当所述计算机程序由所述至少一个处理器执行时,使得所述定位装置执行根据权利要求1-7中任一项所述的方法。

定位方法及定位装置

技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及通信技术领域,具体地,涉及定位方法及定位装置。

背景技术

[0002] 20世纪60年代兴起了一种脉冲通信技术——超宽带技术(Ultra Wideband,简称UWB)。不同于传统的通信技术,UWB通过发送和接收具有纳秒或纳秒级以下的极窄脉冲来实现无线传输。由于UWB的这种特性,UWB被广泛的应用于室内高精度定位场景中。

[0003] UWB定位技术中常用的定位技术主要有:时差定位技术、信号到达角度测量(AOA)技术、到达时间定位(TOA)技术和到达时间差定位(TDOA)技术等。

[0004] TOA技术通过测量定位信号到达基站的绝对时间来确定信号源与基站的距离。利用信号源到至少三个基站的距离就能确定信号源的位置。其中,以各个基站为中心,距离为半径作圆。至少三个圆相交的位置就是信号源的位置。但是绝对时间一般比较难测量。

[0005] TDOA技术利用时间差进行定位。通过测量定位信号到达多个基站的时间差来确定信号源与各个基站的距离差。然后确定以各个基站为焦点,距离差为长轴的双曲线。双曲线的交点就是信号源的位置。由于不需要计算定位信号到达基站的绝对时间,TDOA技术能够更准确地定位信号源。因此,TDOA技术是目前最为流行的一种方案。UWB定位服务的主流供应商也都采用这种技术。

发明内容

[0006] 本文中描述的实施例提供了一种定位方法和定位装置。

[0007] 根据本公开的第一方面,提供了一种定位方法。该定位方法用于定位系统。定位系统包括第一基站、第二基站、第三基站和移动标签。该定位方法包括:获得第三基站被用作主基站的第一指示;获得第一基站从移动标签接收到第一定位信号的第一定位时间;获得第二基站从移动标签接收到第一定位信号的第二定位时间;将第一定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第一转换时间;将第二定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第二转换时间;以及根据第一转换时间和第二转换时间来计算第一基站的天线接收到第一定位信号的时间与第二基站的天线接收到第一定位信号的时间之间的第一时间差。

[0008] 在本公开的一些实施例中,将第一定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第一转换时间的步骤包括:获得第三基站向第一基站发送第一同步信号的第一发送时间;获得第一基站接收到第一同步信号的第一接收时间;获得第三基站向第一基站发送第二同步信号的第二发送时间;获得第一基站接收到第二同步信号的第二接收时间;根据第三基站与第一基站之间的距离,计算信号在空中从第三基站的天线传播到第一基站的天线的第一传播时间;以及用第一发送时间、第一接收时间、第二发送时间、第二接收时间、第一传播时间、第一定位时间、第三基站的天线的发送延时以及第一基站的天线的接收延时来表示第一转换时间。

[0009] 在本公开的一些实施例中,第一转换时间被表示为:

$$[0010] \quad TBA = \frac{(TB-TB1) \times (TA2-TA1)}{(TB2-TB1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAB + \Delta RB,$$

[0011] 其中,TBA表示第一转换时间,TB表示第一定位时间,TB1表示第一接收时间,TB2表示第二接收时间,TA1表示第一发送时间,TA2表示第二发送时间, ΔTA 表示第三基站的天线的发送延时,TCCPAB表示第一传播时间,以及 ΔRB 表示第一基站的天线的接收延时。

[0012] 在本公开的一些实施例中,将第二定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第二转换时间的步骤包括:获得第三基站向第二基站发送第一同步信号的第一发送时间;获得第二基站接收到第一同步信号的第三接收时间;获得第三基站向第二基站发送第二同步信号的第二发送时间;获得第二基站接收到第二同步信号的第四接收时间;根据第三基站与第二基站之间的距离,计算信号在空中从第三基站的天线传播到第二基站的天线的第二传播时间;以及用第一发送时间、第三接收时间、第二发送时间、第四接收时间、第二传播时间、第二定位时间、第三基站的天线的发送延时以及第二基站的天线的接收延时来表示第二转换时间。

[0013] 在本公开的一些实施例中,第二转换时间被表示为:

$$[0014] \quad TCA = \frac{(TC-TC1) \times (TA2-TA1)}{(TC2-TC1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAC + \Delta RC,$$

[0015] 其中,TCA表示第二转换时间,TC表示第二定位时间,TC1表示第三接收时间,TC2表示第四接收时间,TA1表示第一发送时间,TA2表示第二发送时间, ΔTA 表示第三基站的天线的发送延时,TCCPAC表示第二传播时间,以及 ΔRC 表示第二基站的天线的接收延时。

[0016] 在本公开的一些实施例中,定位系统还包括第四基站。定位方法还包括:获得第四基站从移动标签接收到第一定位信号的第三定位时间;将第三定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第三转换时间;以及根据第一转换时间和第三转换时间来计算第一基站的天线接收到第一定位信号的时间与第四基站的天线接收到第一定位信号的时间之间的第二时间差。

[0017] 在本公开的一些实施例中,定位方法还包括:获得第一基站被用作主基站的第二指示;获得第三基站从移动标签接收到第二定位信号的第四定位时间;获得第二基站从移动标签接收到第二定位信号的第五定位时间;将第四定位时间转换成由第一基站的时钟表示的第四转换时间;将第五定位时间转换成由第一基站的时钟表示的第五转换时间;以及根据第四转换时间和第五转换时间来计算第三基站的天线接收到第二定位信号的时间与第二基站的天线接收到第二定位信号的时间之间的第三时间差。

[0018] 在本公开的一些实施例中,定位方法还包括:获得第一基站被用作主基站的第二指示;获得第三基站从移动标签接收到第二定位信号的第四定位时间;获得第二基站从移动标签接收到第二定位信号的第五定位时间;获得第四基站从移动标签接收到第二定位信号的第六定位时间;将第四定位时间转换成由第一基站的时钟表示的第四转换时间;将第五定位时间转换成由第一基站的时钟表示的第五转换时间;将第六定位时间转换成由第一基站的时钟表示的第六转换时间;根据第四转换时间和第五转换时间来计算第三基站的天线接收到第二定位信号的时间与第二基站的天线接收到第二定位信号的时间之间的第三时间差;以及根据第四转换时间和第六转换时间来计算第三基站的天线接收到第二定位信号的时间与第四基站的天线接收到第二定位信号的时间之间的第四时间差。

[0019] 在本公开的一些实施例中,定位方法还包括根据以下项来确定移动标签的位置:第一基站的位置;第二基站的位置;第三基站的位置;第四基站的位置;以及以下中的至少三个:第一时间差、第二时间差、第三时间差、和第四时间差。

[0020] 根据本公开的第二方面,提供了一种定位装置。该定位方法用于定位系统。定位系统包括第一基站、第二基站、第三基站和移动标签。该定位装置包括至少一个处理器;以及存储有计算机程序的至少一个存储器。当计算机程序由至少一个处理器执行时,使得定位装置执行根据本公开的第一方面所述的方法的步骤。

[0021] 根据本公开的第三方面,提供了一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质,其中,计算机程序在由处理器执行时实现根据本公开的第一方面所述的方法的步骤。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本公开的实施例的技术方案,下面将对实施例的附图进行简要说明,应当知道,以下描述的附图仅仅涉及本公开的一些实施例,而非对本公开的限制,其中:

[0023] 图1是计算两个基站接收定位信号的时间差的一种方式示例性时序图;

[0024] 图2是根据本公开的实施例的定位方法的示例性流程图;

[0025] 图3是根据本公开的实施例的定位方法的示例性时序图;

[0026] 图4是根据本公开的实施例的将第一定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第一转换时间的过程的示例性流程图;

[0027] 图5是根据本公开的实施例的定位方法的另一示例性时序图;以及

[0028] 图6是根据本公开的实施例的定位装置的示意性框图。

[0029] 附图中的元素是示意性的,没有按比例绘制。

具体实施方式

[0030] 为了使本公开的实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图,对本公开的实施例的技术方案进行清楚、完整的描述。显然,所描述的实施例是本公开的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例,本领域技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例,也都属于本公开保护的范围。

[0031] 除非另外定义,否则在此使用的所有术语(包括技术和科学术语)具有与本公开主题所属领域的技术人员所通常理解的相同含义。进一步将理解的是,诸如在通常使用的词典中定义的那些的术语应解释为具有与说明书上下文和相关技术中它们的含义一致的含义,并且将不以理想化或过于正式的形式来解释,除非在此另外明确定义。另外,诸如“第一”和“第二”的术语仅用于将一个实体(或实体的一部分)与另一个实体(或实体的另一部分)区分开。

[0032] 在TDOA算法中,信号源(在本公开的上下文中也可被称为“移动标签”)定位的准确度主要取决于所测量的两个基站接收定位信号的时间差的准确度。目前的主流做法是:在一个小区中设置一个主基站作为时间同步基站,其向小区内的其他基站(在本公开的上下文中也可被称为“从基站”)提供同步信号(CCP)。然后,从信号源向主基站和从基站发送定位信号。将从基站接收到定位信号的时间转换成主基站时间,再用所转换的主基站时间减

去主机站接收定位信号的时间来得到从基站与主基站接收定位信号的时间差。将从基站的时间转换成主基站的时间需要计算主机站发送同步信号的时间与从基站接收同步信号的时间之间的时间差。该时间差包含了天线的发送延时、同步信号在空中的飞行时间、以及天线的接收延时。在实际应用中,发送延时和接收延时无法准确测量,只能使用参考值估算,因此不能确保它们的准确性。

[0033] 图1示出了按照上述方式计算时间差的示例性时序图。下面结合图1来描述采用上述方式计算时间差的过程。

[0034] 在图1的示例中,主基站A在时间点TA1向从基站B发送同步信号。TA1是主基站A开始发送同步信号的时间,但是同步信号从主基站A的天线发射到空中还会经历一个时间段,该时间段被称为发送延时。将主基站A的天线的发送延时表示为 ΔTA 。从基站B在时间点TB1接收到该同步信号。TB1是从基站B记录的接收到同步信号的时间,但是从基站B的天线实际上在一个时间段之前已经接收到该同步信号,该时间段被称为接收延时。将从基站B的天线的接收延时表示为 ΔRB 。将同步信号在空中从主基站A的天线传播到从基站B的天线的传播时间表示为TCCPAB。将主基站A与从基站B的时钟差(主基站A与从基站B的时钟可能不同步)表示为 $\Delta TRAB$ 。

[0035] 那么从基站B接收到来自主基站A的同步信号的时间为:

[0036] $TB1 = TA1 + \Delta TA + TCCPAB + \Delta RB + \Delta TRAB$ 。

[0037] 然后,从信号源tag向主基站A和从基站B发送定位信号。主基站A在时间点TA接收到该定位信号。从基站B在时间点TB接收到该定位信号。

[0038] 将从基站B接收到该定位信号的时间TB转换成主基站A的时间TBA: $TBA = TB - \Delta TRAB = Ta + \Delta TA + TCCPAB + \Delta RB$ 。其中,Ta是在假设定位信号从主基站A发送的情况下,主基站A应该发送该定位信号的发送时间。

[0039] 那么,按照主基站A的时间,从基站B的天线接收到定位信号的时间(从基站B接收到定位信号的实际时间)可被转换为 $(TBA - \Delta RB)$ 。类似地,主基站A天线接收到定位信号的时间(主基站A接收到定位信号的实际时间)为 $(TA - \Delta RA)$ 。

[0040] 根据上述内容,从基站B与主基站A接收到定位信号的实际时间之间的时间差 ΔBA 可被表示为:

[0041] $\Delta BA = (TBA - \Delta RB) - (TA - \Delta RA)$

[0042] $= (Ta + \Delta TA + TCCPAB) - (TA - \Delta RA)$

[0043] $= Ta + \Delta TA + TCCPAB - TA + \Delta RA$

[0044] 由于 ΔTA 和 ΔRA 无法准确测量,只能使用参考值估算,因此计算出的 ΔBA 不准确。在 ΔBA 不准确的情况下,采用TDOA技术来对信号源进行定位则不能得到信号源的准确位置。

[0045] 本公开的实施例提出了一种定位方法,能够更准确地计算出两个基站接收到定位信号的时间差。该定位方法可应用于包括至少三个基站和移动标签的定位系统。该定位方法可由用于定位系统的定位装置来执行。该定位装置例如是:上位机、计算机设备、云计算节点等。在一些实施例中,该定位装置可位于该定位系统中的基站或移动标签中。

[0046] 图2示出根据本公开的实施例的定位方法200的示例性流程图。图3示出根据本公开的实施例的定位方法200的示例性时序图。在图3的示例中,定位系统包括4个基站:基站A

(在上下文中可被称为“第三基站”或“第三基站A”)、基站B(在上下文中可被称为“第一基站”或“第一基站B”)、基站C(在上下文中可被称为“第二基站”或“第二基站C”)和基站D(在上下文中可被称为“第四基站”或“第四基站D”)。下面结合图2和图3来描述采用方法200来计算时间差的过程。

[0047] 在图2的框202处,获得第三基站被用作主基站的第一指示。在本公开的一些实施例中,第三基站被用作主基站可由定位系统中的基站共同决定。在本公开的另一些实施例中,第三基站被用作主基站可由定位系统中的指定基站决定,再通知给其他基站。在本公开的一些实施例中,第一指示可以由定位系统中的任一个基站发送给执行定位方法200的定位装置。定位系统中除了主基站之外的其他基站被称为从基站。主基站被用于向从基站发送同步信号。在图3的示例中,第三基站A被用作主基站。第一基站B、第二基站C和第四基站D被用作从基站。

[0048] 在框204处,获得第一基站从移动标签接收到第一定位信号的第一定位时间。在图3的示例中,第一基站B在时间点 T_B (即,第一定位时间)从移动标签tag接收到第一定位信号。第一定位时间 T_B 的值可由第一基站B发送给定位装置。

[0049] 在框206处,获得第二基站从移动标签接收到第一定位信号的第二定位时间。在图3的示例中,第二基站C在时间点 T_C (即,第二定位时间)从移动标签tag接收到第一定位信号。在一个示例中,第一基站B在时间点 T_B 接收到的第一定位信号与第二基站C在时间点 T_C 接收到的第一定位信号是移动标签tag在同一时刻发送的相同信号。第二定位时间 T_C 的值可由第二基站C发送给定位装置。

[0050] 在框208处,将第一定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第一转换时间。图4示出了将第一定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第一转换时间的过程的示例性流程图。

[0051] 在图4的框402处,获得第三基站向第一基站发送第一同步信号的第一发送时间。在图3的示例中,第三基站A在时间点 T_{A1} (即,第一发送时间)向第一基站B发送第一同步信号。第一发送时间 T_{A1} 的值可由第三基站A发送给定位装置。

[0052] 在框404处,获得第一基站接收到第一同步信号的第一接收时间。在图3的示例中,第一基站B在时间点 T_{B1} (即,第一接收时间)接收到第一同步信号。第一接收时间 T_{B1} 的值可由第一基站B发送给定位装置。

[0053] 在框406处,获得第三基站向第一基站发送第二同步信号的第二发送时间。在图3的示例中,第三基站A在时间点 T_{A2} (即,第二发送时间)向第一基站B发送第二同步信号。第二发送时间 T_{A2} 的值可由第三基站A发送给定位装置。

[0054] 本领域技术人员应了解,在发送第一同步信号、第二同步信号与第一定位信号的先后顺序与图3所示的示例不同的情况下,根据本公开的实施例的定位方法200也能够实现。定位方法200的实现不受到发送第一同步信号、第二同步信号与第一定位信号的顺序的限制或约束。

[0055] 在框408处,获得第一基站接收到第二同步信号的第二接收时间。在图3的示例中,第一基站B在时间点 T_{B2} (即,第二接收时间)接收到第二同步信号。第二接收时间 T_{B2} 的值可由第一基站B发送给定位装置。

[0056] 本领域技术人员应了解,在接收第一同步信号、第二同步信号与第一定位信号的

先后顺序与图3所示的示例不同的情况下,根据本公开的实施例的定位方法200也能够实现。定位方法200的实现不受到接收第一同步信号、第二同步信号与第一定位信号的顺序的限制或约束。

[0057] 在框410处,根据第三基站与第一基站之间的距离,计算信号在空中从第三基站的天线传播到第一基站的天线的第一传播时间。在本公开的一些实施例中,第一基站和第三基站的位置是已知的。因此,可以容易地计算出第三基站与第一基站之间的距离。根据信号在空中的传播速度以及第三基站与第一基站之间的距离,能够得到信号在空中从第三基站的天线传播到第一基站的天线的第一传播时间。在这里,可用TCCPAB来表示信号在空中从第三基站A的天线传播到第一基站B的天线的第一传播时间。

[0058] 本领域的技术人员应了解,在框402、框404、框406、框408和框410处执行的操作可以并行地执行,或者按照与图4中所示的顺序不同的顺序来执行。

[0059] 在框412处,用第一发送时间、第一接收时间、第二发送时间、第二接收时间、第一传播时间、第一定位时间、第三基站的天线的发送延时以及第一基站的天线的接收延时来表示第一转换时间。在图3的示例中,可用第一发送时间TA1、第一接收时间TB1、第二发送时间TA2、第二接收时间TB2、第一传播时间TCCPAB、第一定位时间TB、第三基站A的天线的发送延时以及第一基站B的天线的接收延时来表示第一转换时间。

[0060] 在该示例中,第一转换时间被表示为:

[0061] $TBA = TB - \Delta TRAB = Ta + \Delta TA + TCCPAB + \Delta RB$,其中,Ta是在假设定位信号从主基站A发送的情况下,主基站A应该发送该定位信号的发送时间。用 $\Delta AA1$ 来表示Ta与TA1之间的时间差($Ta - TA1$),则:

$$[0062] \quad TBA = \Delta AA1 + TA1 + \Delta TA + TCCPAB + \Delta RB \quad (1)$$

[0063] 因为 $\Delta AA1 : \Delta A2A1 = \Delta BB1 : \Delta B2B1$,所以 $\Delta AA1 = \frac{\Delta BB1 \times \Delta A2A1}{\Delta B2B1}$ (2)。

[0064] 其中, $\Delta A2A1$ 表示TA2与TA1之间的时间差($TA2 - TA1$), $\Delta BB1$ 表示TB与TB1之间的时间差($TB - TB1$), $\Delta B2B1$ 表示TB2与TB1之间的时间差($TB2 - TB1$)。

[0065] 将式(2)以及 $\Delta A2A1 = (TA2 - TA1)$, $\Delta BB1 = (TB - TB1)$, $\Delta B2B1 = (TB2 - TB1)$ 带入式(1),则可得:

$$[0066] \quad TBA = \frac{(TB - TB1) \times (TA2 - TA1)}{(TB2 - TB1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAB + \Delta RB \quad (3)$$

[0067] 其中,TBA表示第一转换时间,TB表示第一定位时间,TB1表示第一接收时间,TB2表示第二接收时间,TA1表示第一发送时间,TA2表示第二发送时间, ΔTA 表示第三基站A的天线的发送延时,TCCPAB表示第一传播时间,以及 ΔRB 表示第一基站B的天线的接收延时。在式(3)中, ΔTA 和 ΔRB 的值是未知的,在此并不带入具体数值,而是用于表示这两个参数都是需要考虑的。

[0068] 回到图2,在框210处,将第二定位时间转换成由第三基站的时钟表示的第二转换时间。将第二定位时间转换成第二转换时间的过程与将第一定位时间转换成第一转换时间的过程类似。在图3的示例中,将第二定位时间转换成第二转换时间的过程可包括:获得第三基站A向第二基站C发送第一同步信号的第一发送时间TA1;获得第二基站C接收到第一同步信号的第三接收时间TC1;获得第三基站A向第二基站C发送第二同步信号的第二发送时

间TA2;获得第二基站C接收到第二同步信号的第四接收时间TC2;根据第三基站A与第二基站C之间的距离,计算信号在空中从第三基站A的天线传播到第二基站C的天线的第二传播时间TCCPAC;用第一发送时间TA1、第三接收时间TC1、第二发送时间TA2、第四接收时间TC2、第二传播时间TCCPAC、第二定位时间TC、第三基站A的天线的发送延时以及第二基站C的天线的接收延时来表示第二转换时间。

[0069] 与式(3)类似的,第二转换时间可被表示为:

$$[0070] \quad TCA = \frac{(TC-TC1) \times (TA2-TA1)}{(TC2-TC1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAC + \Delta RC \quad (4)$$

[0071] 其中,TCA表示第二转换时间,TC表示第二定位时间,TC1表示第三接收时间,TC2表示第四接收时间,TA1表示第一发送时间,TA2表示第二发送时间, ΔTA 表示第三基站A的天线的发送延时,TCCPAC表示第二传播时间,以及 ΔRC 表示第二基站C的天线的接收延时。在式(4)中, ΔTA 和 ΔRC 的值是未知的,在此并不带入具体数值,而是用于表示这两个参数都是需要考虑的。

[0072] 本领域的技术人员应了解,在框204、框206、框208和框210处执行的操作可以并行地执行,或者按照与图2中所示的顺序不同的顺序来执行。

[0073] 在框212处,根据第一转换时间和第二转换时间来计算第一基站的天线接收到第一定位信号的时间与第二基站的天线接收到第一定位信号的时间之间的第一时间差。根据上述实施例,第一基站B的天线接收到第一定位信号的时间可被表示为 $(TBA - \Delta RB)$,第二基站C的天线接收到第一定位信号的时间可被表示为 $(TCA - \Delta RC)$,因此,第一基站的天线接收到第一定位信号的时间与第二基站的天线接收到第一定位信号的时间之间的第一时间差可以是:

$$[0074] \quad \Delta BC = (TBA - \Delta RB) - (TCA - \Delta RC) \quad (5)$$

[0075] 将式(3)和式(4)带入式(5)可得:

$$[0076] \quad \begin{aligned} \Delta BC &= \left(\frac{(TB-TB1) \times (TA2-TA1)}{(TB2-TB1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAB \right) - \\ &\left(\frac{(TC-TC1) \times (TA2-TA1)}{(TC2-TC1)} + TA1 + \Delta TA + TCCPAC \right) \\ &= \left(\frac{(TB-TB1) \times (TA2-TA1)}{(TB2-TB1)} + TCCPAB \right) - \left(\frac{(TC-TC1) \times (TA2-TA1)}{(TC2-TC1)} + TCCPAC \right) \quad (6) \end{aligned}$$

[0077] 式(6)中的全部参数都是已知的,第一时间差 ΔBC 与各基站的天线的发送延时或者接收延时都无关,因此采用式(6)计算的第一时间差 ΔBC 是能够被准确计算的。

[0078] 采用根据本公开的实施例的定位方法200计算的两个基站接收定位信号的时间差的准确度相比于根据图1的示例方式来计算的时间差的准确度显著更高。在此基础上,可以将定位方法200应用于确定移动标签的位置的过程中。下面讨论确定移动标签的位置的过程。

[0079] 在图3的示例中,定位系统还可包括基站D。参考图2所描述的过程和式(6),可以得到第一基站的天线接收到第一定位信号的时间与第四基站的天线接收到第一定位信号的时间之间的第二时间差:

$$\begin{aligned}
 \Delta BD &= \left(\frac{(TB-TB1) \times (TA2-TA1)}{(TB2-TB1)} + TCCPAB \right) - \left(\frac{(TD-TD1) \times (TA2-TA1)}{(TD2-TD1)} + \right. \\
 [0080] \quad & \left. TCCPAD \right) \quad (7)
 \end{aligned}$$

[0081] 其中, ΔBD 表示第二时间差, TB 表示第一定位时间, $TB1$ 表示第一接收时间, $TB2$ 表示第二接收时间, $TA1$ 表示第一发送时间, $TA2$ 表示第二发送时间, $TCCPAB$ 表示第一传播时间, TD 表示第三定位时间, $TD1$ 表示第四基站D接收到第一同步信号的第五接收时间, $TD2$ 表示第四基站D接收到第二同步信号的第六接收时间, $TCCPAD$ 表示信号在空中从第三基站A的天线传播到第四基站D的天线的第三传播时间。

[0082] 类似地, 还可以计算出第二基站的天线接收到第一定位信号的时间与第四基站的天线接收到第一定位信号的时间之间的时间差 ΔCD , 本文在此不再赘述。

[0083] 进一步地, 在本公开的一些实施例中, 还可以将第一基站作为主基站, 将第二基站、第三基站和第四基站作为从基站。从移动标签向第二基站、第三基站和第四基站中的至少两个基站发送第二定位信号来计算该至少两个基站的天线接收到第二定位信号的时间之间的时间差。图5示出了第一基站B是主基站的定位方法的示例时序图。在图5的示例中, 第三基站A、第二基站C和第四基站D被用作从基站。参考图2所描述的过程和式(6), 可以得到第三基站的天线接收到第二定位信号的时间与第二基站的天线接收到第二定位信号的时间之间的第三时间差:

$$\begin{aligned}
 \Delta AC &= \left(\frac{(TA' - TA1') \times (TB2' - TB1')}{(TA2' - TA1')} + TCCPBA \right) - \\
 [0084] \quad & \left(\frac{(TC' - TC1') \times (TB2' - TB1')}{(TC2' - TC1')} + TCCPBC \right)
 \end{aligned}$$

[0085] 其中, ΔAC 表示第三时间差, TA' 表示第三基站A从移动标签tag接收到第二定位信号的第四定位时间, $TA1'$ 表示第三基站A从第一基站B接收到第三同步信号的第七接收时间, $TA2'$ 表示第三基站A从第一基站B接收到第四同步信号的第八接收时间, $TB1'$ 表示第一基站B向从基站A、C或D发送第三同步信号的第三发送时间, $TB2'$ 表示第一基站B向从基站A、C或D发送第四同步信号的第四发送时间, $TCCPBA$ 表示信号在空中从第一基站B的天线传播到第三基站A的天线的第四传播时间, TC' 表示第二基站C从移动标签tag接收到第二定位信号的第五定位时间, $TC1'$ 表示第二基站C从第一基站B接收到第三同步信号的第九接收时间, $TC2'$ 表示第二基站C从第一基站B接收到第四同步信号的第十接收时间, $TCCPBC$ 表示信号在空中从第一基站B的天线传播到第二基站C的天线的第五传播时间。

[0086] 同样地, 参考图2所描述的过程和式(6), 还可以得到第三基站的天线接收到第二定位信号的时间与第四基站的天线接收到第二定位信号的时间之间的第四时间差:

$$\begin{aligned}
 \Delta AD &= \left(\frac{(TA' - TA1') \times (TB2' - TB1')}{(TA2' - TA1')} + TCCPBA \right) - \\
 [0087] \quad & \left(\frac{(TD' - TD1') \times (TB2' - TB1')}{(TD2' - TD1')} + TCCPBD \right)
 \end{aligned}$$

[0088] 其中, ΔAD 表示第四时间差, TA' 表示第三基站A从移动标签tag接收到第二定位信号的第四定位时间, $TA1'$ 表示第三基站A从第一基站B接收到第三同步信号的第七接收时

间,TA2'表示第三基站A从第一基站B接收到第四同步信号的第八接收时间,TB1'表示第一基站B向从基站A、C或D发送第三同步信号的第三发送时间,TB2'表示第一基站B向从基站A、C或D发送第四同步信号的第四发送时间,TCCPBA表示信号在空中从第一基站B的天线传播到第三基站A的天线的第四传播时间,TD'表示第四基站D从移动标签tag接收到第二定位信号的第六定位时间,TD1'表示第四基站D从第一基站B接收到第三同步信号的第十一接收时间,TD2'表示第四基站D从第一基站B接收到第四同步信号的第十二接收时间,TCCPBD表示信号在空中从第一基站B的天线传播到第四基站D的天线的第六传播时间。

[0089] 在本公开的一些实施例中,可根据第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差中的两个以及第一基站的位置、第二基站的位置、第三基站的位置和第四基站的位置中的三个来确定移动标签的位置。在本公开的一些实施例中,可根据第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差中的至少三个以及第一基站的位置、第二基站的位置、第三基站的位置和第四基站的位置来确定移动标签的位置,以提高所确定的移动标签的位置的准确度。在本公开的一些实施例中,还可以根据其他数量的时间差和其他数量的基站位置来确定移动标签的位置。移动标签的位置可采用本领域已知的TDOA技术来确定,本文在此不再赘述。

[0090] 图6示出根据本发明的实施例的定位装置600的示意性框图。如图6所示,该定位装置600可包括处理器610和存储有计算机程序的存储器620。当计算机程序由处理器610执行时,使得装置600可执行如图2所示的方法200的步骤。在一个示例中,装置600可以是上位机、计算机设备或云计算节点。

[0091] 在本公开的实施例中,处理器610可以是例如中央处理单元(CPU)、微处理器、数字信号处理器(DSP)、基于多核的处理器架构的处理器等。存储器620可以是使用数据存储技术实现的任何类型的存储器,包括但不限于随机存取存储器、只读存储器、基于半导体的存储器、闪存、磁盘存储器等。

[0092] 此外,在本公开的实施例中,装置600也可包括输入设备630,例如接收机等,用于接收来自基站的指示和信息。另外,装置600还可包括输出设备660,例如显示器等,用于输出两个基站接收到定位信号的时间差和/或移动标签的位置。

[0093] 在本公开的其它实施例中,还提供了一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质,其中,计算机程序在由处理器执行时能够实现如图2所示的方法的步骤。

[0094] 综上所述,采用计算主基站和从基站接收信号的时间差的方式需要估算基站的天线的发送延时和接收延时,因此所计算的时间差不够准确。而根据本公开的一些实施例的定位方法计算从基站接收信号的时间差。通过将基站的时间转换成相同的主基站的时间,可以将基站的天线的发送和接收延时误差相互抵消,从而提高所计算的时间差的准确性。进一步地,根据本公开的一些实施例的定位方法通过分别使用至少两个主基站,可计算多对从基站接收信号的时间差。更进一步地,将根据本公开的一些实施例的定位方法应用于定位移动标签,能够提高定位移动标签的准确性。

[0095] 附图中的流程图和框图显示了根据本公开的多个实施例的装置和方法的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分,所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于

附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规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。

[0096] 除非上下文中另外明确地指出,否则在本文和所附权利要求中所使用的词语的单数形式包括复数,反之亦然。因而,当提及单数时,通常包括相应术语的复数。相似地,措辞“包含”和“包括”将解释为包含在内而不是独占性地。同样地,术语“包括”和“或”应当解释为包括在内的,除非本文中明确禁止这样的解释。在本文中使用术语“示例”之处,特别是当其位于一组术语之后时,所述“示例”仅仅是示例性的和阐述性的,且不应当被认为是独占性的或广泛性的。

[0097] 适应性的进一步的方面和范围从本文中提供的描述变得明显。应当理解,本申请的各个方面可以单独或者与一个或多个其它方面组合实施。还应当理解,本文中的描述和特定实施例旨在仅说明的目的并不旨在限制本申请的范围。

[0098] 以上对本公开的若干实施例进行了详细描述,但显然,本领域技术人员可以在不脱离本公开的精神和范围的情况下对本公开的实施例进行各种修改和变型。本公开的保护范围由所附的权利要求限定。

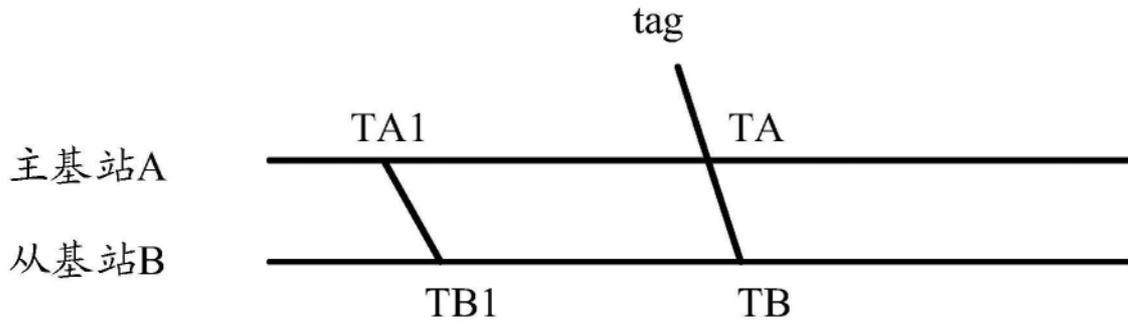


图1

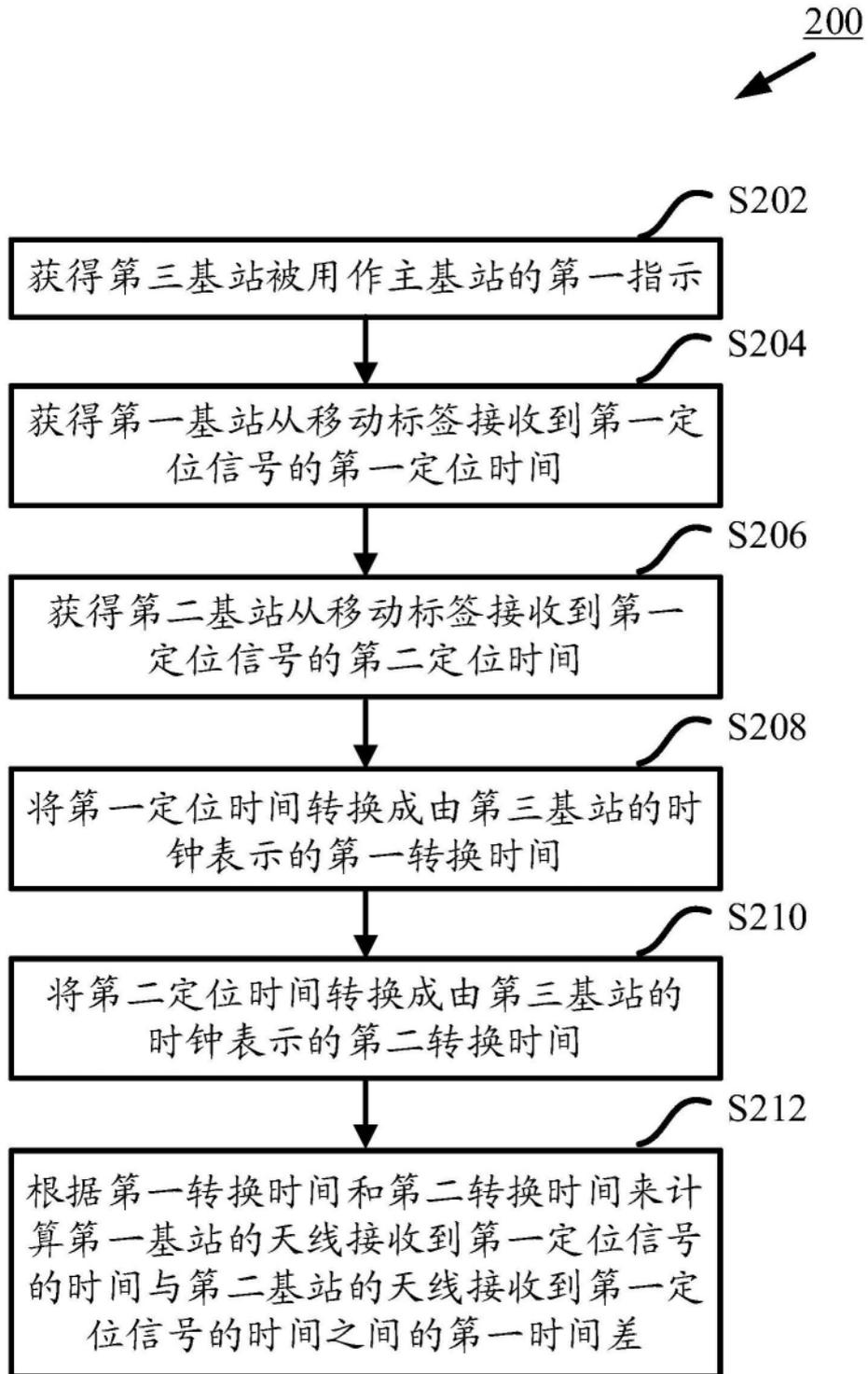


图2

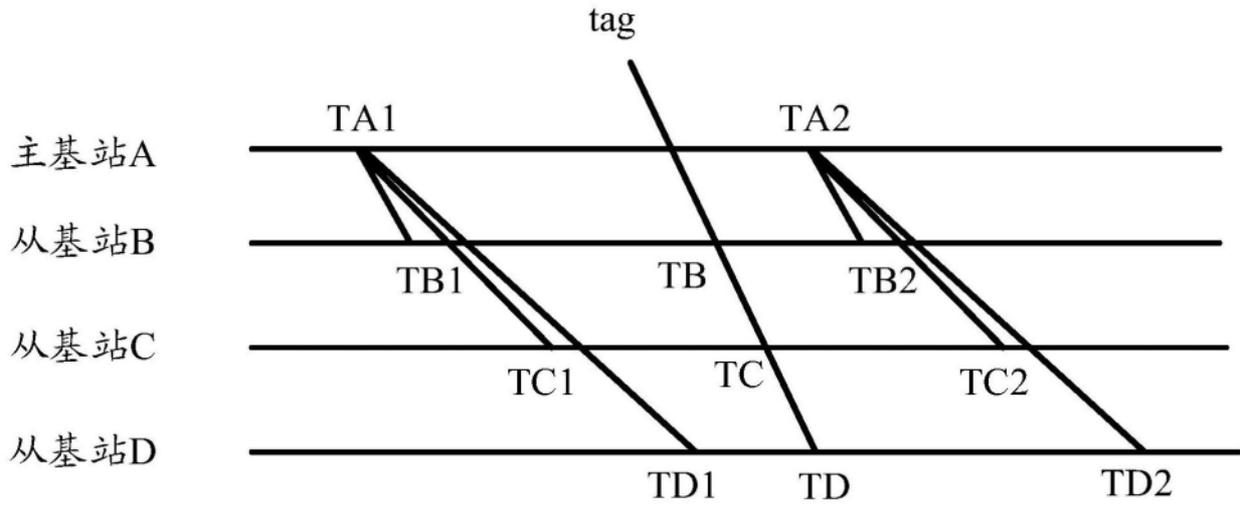


图3

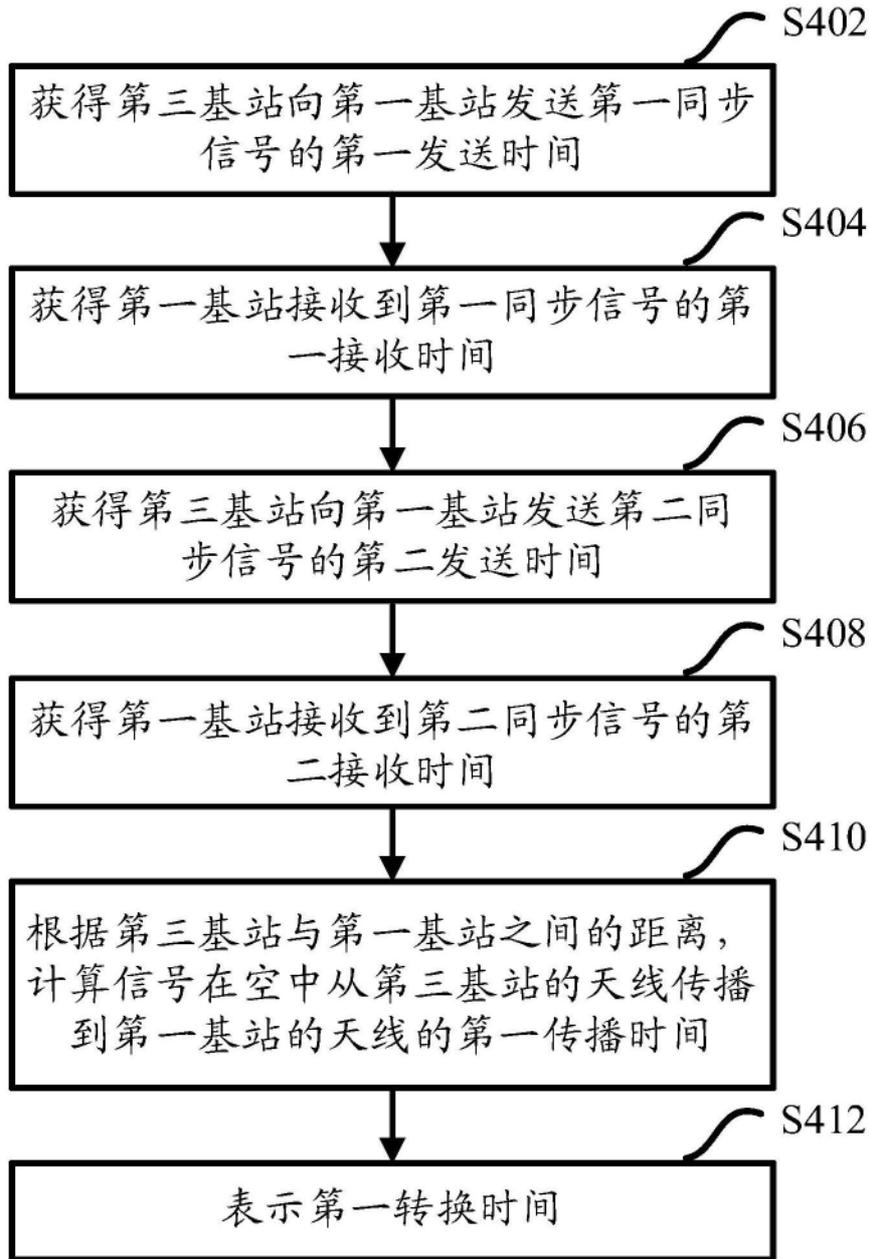


图4

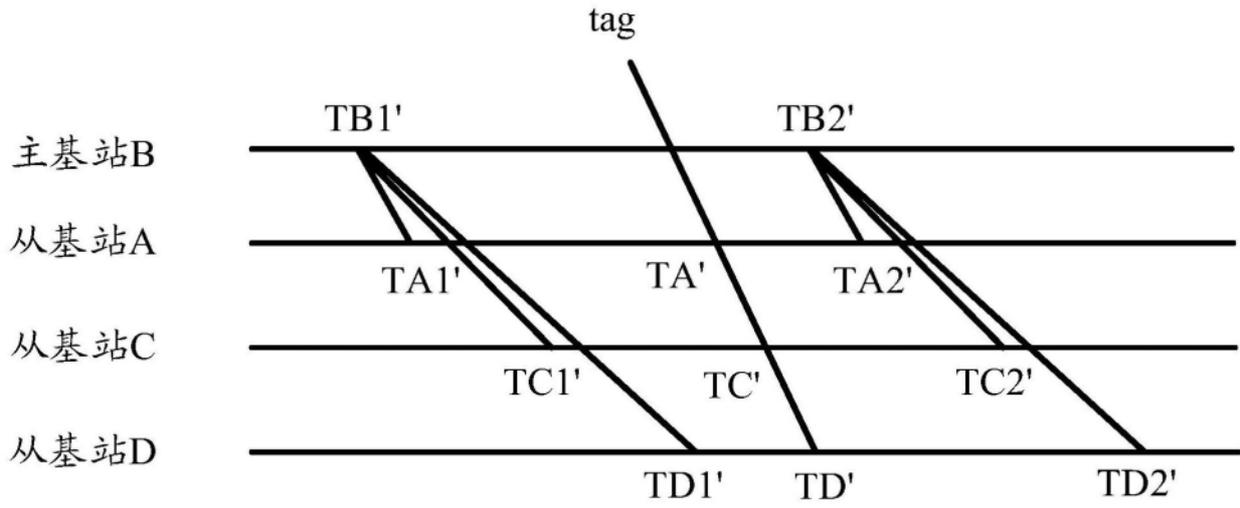


图5

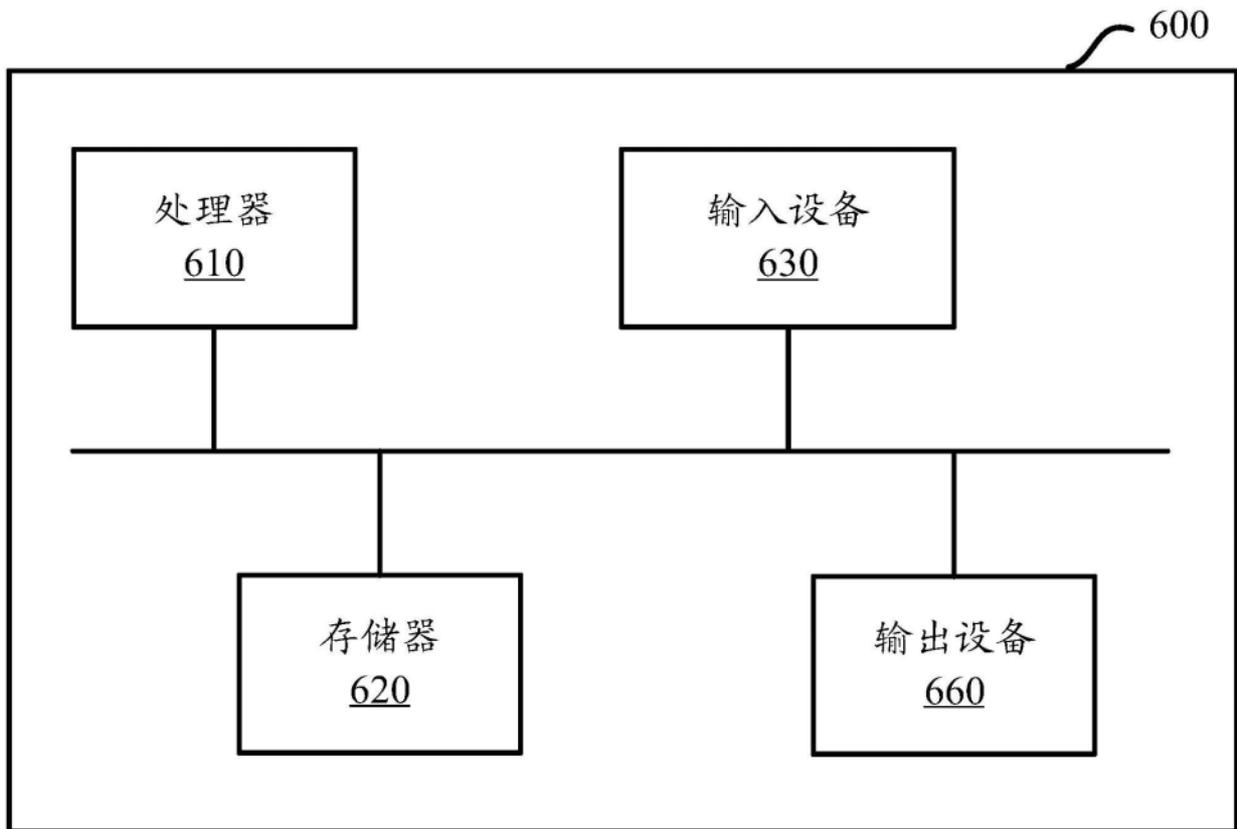


图6