

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 7 月 20 日 (20.07.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/134666 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 19/42 (2010.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/071556

(22) 国际申请日: 2023 年 1 月 10 日 (10.01.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210034069.0 2022 年 1 月 12 日 (12.01.2022) CN

(71) 申请人: 腾讯科技(深圳)有限公司 (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦 35 层, Guangdong 518057 (CN)。

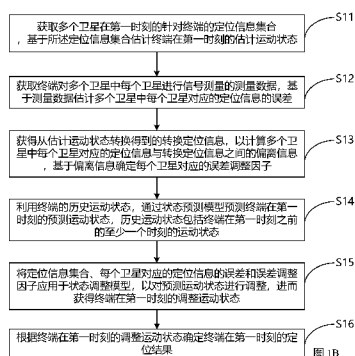
(72) 发明人: 苏景岚 (SU, Jinglan); 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦 35 层, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京德琦知识产权代理有限公司 (DEQI INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区知春路 1 号学院国际大厦 7 层, Beijing 100083 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE,

(54) Title: TERMINAL POSITIONING METHOD AND APPARATUS, AND DEVICE AND MEDIUM

(54) 发明名称: 终端定位方法、装置、设备以及介质



S11 Obtain a positioning information set of a plurality of satellites for a terminal at a first moment, and estimate an estimated motion state of the terminal at the first moment on the basis of the positioning information set

S12 Obtain measurement data of signal measurement performed by the terminal on each of the plurality of satellites, and estimate, on the basis of the measurement data, an error of positioning information corresponding to each of the plurality of satellites

S13 Obtain conversion positioning information converted from the estimated motion state so as to calculate deviation information between the positioning information corresponding to each of the plurality of satellites and the conversion positioning information, and determine, on the basis of the deviation information, an error adjustment factor corresponding to each satellite

S14 Use a historical motion state of the terminal, and predict a predicted motion state of the terminal at the first moment by means of a state prediction model, the historical motion state comprising a motion state of the terminal at at least one moment before the first moment

S15 Apply the positioning information set, the error of the positioning information corresponding to each satellite, and the error adjustment factor to a state adjustment model so as to adjust the predicted motion state to obtain an adjusted motion state of the terminal at the first moment

S16 Determine a positioning result of the terminal at the first moment according to the adjusted motion state of the terminal at the first moment

(57) Abstract: A terminal positioning method and apparatus, and a device and a medium. The method comprises: obtaining a positioning information set for a terminal at a first moment, and estimating an estimated motion state of the terminal at the first moment on the basis of the positioning information set (S11); obtaining measurement data of signal measurement performed by the terminal on each of the plurality of satellites, and estimating, on the basis of the measurement data, an error of the positioning information corresponding to each of the plurality of satellites (S12); obtaining conversion positioning information converted from the estimated motion state so

SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该
修改后将重新公布(细则48.2(h))。

as to calculate deviation information between the positioning information corresponding to each satellite in the positioning information set and the conversion positioning information, and determining, on the basis of the deviation information, an error adjustment factor corresponding to each satellite, (S13); using a historical motion state of the terminal, predicting a predicted motion state of the terminal at the first moment by means of a state prediction model (S14); applying the positioning information set, the error, and the error adjustment factor to a state adjustment model so as to adjust the predicted motion state to obtain an adjusted motion state of the terminal at the first moment (S15); and determining a positioning result of the terminal at the first moment according to the adjusted motion state (S16).

(57) 摘要: 一种终端定位方法、装置、设备以及介质, 该方法包括: 获取多个卫星在第一时刻的针对终端的定位信息集合, 基于定位信息集合估计终端在第一时刻的估计运动状态(S11); 获取终端对多个卫星中每个卫星进行信号测量的测量数据, 基于测量数据估计多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差(S12); 获取从估计运动状态转换得到的转换定位信息, 以计算多个卫星中每个卫星对应的定位信息与转换定位信息之间的偏离信息, 基于偏离信息确定每个卫星对应的误差调整因子(S13); 利用终端的历史运动状态, 通过状态预测模型预测终端在第一时刻的预测运动状态(S14); 将定位信息集合、误差和误差调整因子应用于状态调整模型, 以对预测运动状态进行调整, 进而获得终端在第一时刻的调整运动状态(S15); 根据调整运动状态确定终端在第一时刻的定位结果(S16)。

终端定位方法、装置、设备以及介质

[0001] 本申请要求于 2022 年 01 月 12 日提交中国专利局、申请号为 202210034069.0、发明名称为“终端定位方法、装置、设备以及介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本申请涉及导航定位技术领域，尤其涉及一种终端定位方法、装置、设备以及介质。

发明背景

[0003] 目前的终端定位场景中，可以通过导航系统，并利用视觉传感器、雷达等传感器作为辅助，对终端进行定位（例如，车道级定位），基于该终端的定位结果，可以为使用该终端的用户进行路径导航。

[0004] 然而，当该终端处于大雨、大雾或大雪等恶劣的天气环境中时，作为辅助终端定位的视觉传感器受天气的影响，其获取到的图像无法捕捉真实的道路信息，在利用全球定位系统、视觉传感器等辅助工具进行终端定位的过程中，造成终端的定位准确性过低。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种终端定位方法、装置、设备以及介质，可以提高终端的定位准确性。

[0006] 本申请实施例一方面提供了一种终端定位方法，包括：

[0007] 获取第一时刻针对终端的定位信息集合，所述定位信息集合包括多个卫星对应的定位信息；

[0008] 基于定位信息集合估计终端在第一时刻的估计运动状态；

[0009] 获取终端对多个卫星中每个卫星进行信号测量的测量数据，基于所述测量数据估计多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差；

[0010] 获得从估计运动状态转换得到的转换定位信息，以计算定位信息集合中每个卫星对应的定位信息与转换定位信息之间的偏离信息，基于偏离信息确定每个卫星对应的误差调整因子，每个卫星对应的误差调整因子用于对每个卫星对应的定位信息的误差进行调整；

[0011] 利用终端的历史运动状态，通过状态预测模型预测终端在第一时刻的预测运动状态，历史运动状态包括终端在第一时刻之前的至少一个时刻的运动状态；

[0012] 将定位信息集合、误差和误差调整因子应用于状态调整模型，以对预测运动状态进行调整，进而获得终端在第一时刻的调整运动状态；及

[0013] 根据调整运动状态确定终端在第一时刻的定位结果。

[0014] 本申请实施例一方面提供了一种终端定位装置，包括：

[0015] 卫星观测模块，用于获取第一时刻针对终端的定位信息集合，所述定位信息集合包括多个卫星分别对应的定位信息；基于定位信息估计终端在第一时刻的估计运动状态，获

取终端对多个卫星中每个卫星进行信号测量的测量数据，基于所述测量数据估计多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差；

[0016] 卫星精度调整模块，用于获取从估计运动状态转换得到的转换定位信息，以计算定位信息集合中每个卫星对应的定位信息与转换定位信息之间的偏离信息，基于偏离信息确定每个卫星对应的误差调整因子，每个卫星对应的误差调整因子用于对每个卫星对应的定位信息的误差进行调整；

[0017] 预测模块，用于利用终端的历史运动状态，通过状态预测模型预测终端在第一时刻的预测运动状态，历史运动状态包括终端在第一时刻之前的至少一个时刻的运动状态；

[0018] 调整模块，用于将定位信息集合、误差和误差调整因子应用于状态调整模型，以对预测运动状态进行调整，进而获得终端在第一时刻的调整运动状态，根据调整运动状态确定终端在第一时刻的定位结果。

[0019] 本申请实施例一方面提供了一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器与处理器相连，存储器用于存储计算机程序，处理器用于调用计算机程序，以使得该计算机设备执行本申请实施例中上述一方面提供的方法。

[0020] 本申请实施例一方面提供了一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机程序，计算机程序适于由处理器加载并执行，以使得具有处理器的计算机设备执行本申请实施例中上述一方面提供的方法。

[0021] 根据本申请的一个方面，提供了一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该计算机设备执行上述一方面提供的方法。

[0022] 本申请实施例中，可以通过卫星观测信息估计得到终端对应的终端状态信息，通过终端状态信息可以建立目标滤波器，通过目标滤波器时间更新和滤波器测量更新两个过程，从卫星观测信息中剔除观测信息粗差，并通过剔除观测信息粗差后的卫星观测信息（第二筛选观测信息），确定终端对应的终端定位结果，可以提高终端位置的准确性。

附图简要说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图 1A 是本申请实施例提供的一种终端定位系统的结构示意图；

[0025] 图 1B 是本申请实施例提供的一种终端定位方法的流程示意图；

[0026] 图 2 是本申请实施例提供的一种终端定位场景示意图；

[0027] 图 3 是本申请实施例提供的一种终端定位方法的流程示意图；

[0028] 图 4 是本申请实施例提供的一种估计终端状态信息中的终端位置和终端钟差的流

程示意图；

[0029] 图 5 是本申请实施例提供的一种估计终端状态信息中的终端速度和终端钟漂的流程示意图；

[0030] 图 6 是本申请实施例提供的一种中端定位方法的流程示意图；

[0031] 图 7 是本申请实施例提供的一种滤波器系统噪声自适应估计的示意图；

[0032] 图 8 是本申请实施例提供的一种目标滤波器的测量更新的流程示意图；

[0033] 图 9 是本申请实施例提供的一种终端定位方法的整体结构示意图；

[0034] 图 10 是本申请实施例提供的一种目标滤波器的结构示意图；

[0035] 图 11A、图 11B 是本申请实施例提供的终端定位装置的结构示意图；

[0036] 图 12 是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。

实施本发明的方式

[0037] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请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申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0038] 本申请实施例涉及以下几个概念。

[0039] 卫星定位终端：卫星定位终端是指用于处理卫星信号，并测量该卫星定位终端与卫星之间的几何距离（即伪距观测数据）以及卫星信号的多普勒效应（即多普勒观测数据）的电子设备。卫星定位终端也可以称为卫星定位设备。卫星定位设备通常可以包括天线、卫星信号获取环路、基带信号处理等模块。集成了卫星定位设备的移动终端可以根据伪距观测数据和多普勒观测数据，计算移动终端的当前位置坐标。卫星定位设备可以广泛应用于多个领域。

[0040] 卫星观测信息：卫星观测信息是指卫星定位设备通过对卫星信号进行观察和测量进而输出的用于对卫星定位设备进行定位的观测数据（也称为定位信息）。该卫星观测信息可以为伪距观测数据、多普勒观测数据（也可以称为伪距率观测值）、累加距离增量（Accumulated Delta Range, ADR）等数据中的至少一种数据。其中，伪距观测数据用于表示卫星与卫星定位设备之间的几何距离。多普勒观测数据用于表示卫星定位设备与卫星相对运动产生的多普勒效应。累加距离增量用于表示卫星至卫星定位设备的几何距离变化量。

[0041] 高精定位服务平台：当前，利用多基准站网络 RTK（Real Time Kinematic，实时动态定位）技术建立的连续运行参考站（Continuously Operating Reference Stations, CORS）已成为城市 GNSS（Global Navigation Satellite System，全球卫星导航系统）应用的发展热点之一。CORS 系统是卫星定位技术、计算机网络技术、数字通讯技术等高新科技多方位、深度结晶的产物。CORS 系统由基准站网、数据处理中心、数据传输系统、定位导航数据播发系统、用户应用系统五个部分组成。各基准站与数据分析中心间通过数据传输系统连接成一体，形成专用网络。高精定位服务平台可以理解为 CORS 系统的后台数据中心，例

如 CORS 服务器。CORS 系统的高精定位服务平台可播发差分服务数据至用户终端，以此实现厘米级高精度定位。其中，差分服务数据可以是指 CORS 系统在获取到卫星的原始观测数据后，由高精定位服务平台对原始观测数据进行处理后所得到的卫星观测信息（例如，伪距观测数据、多普勒观测数据等）。厘米级高精度定位是指高精定位服务平台通过 CORS 系统的观测数据所计算得到的终端位置可以精确到厘米。

[0042] 请参见图 1A，图 1A 是本申请实施例提供的一种终端定位系统的结构示意图。例如图 1A 所示，该终端定位系统连续运行参考站（CORS）系统和用户终端集群，该用户终端集群可以包括一个或多个用户终端。这里不对用户终端的数量进行限制。例如图 1A 所示，该用户终端集群可以包括用户终端 10e、用户终端 10f、用户终端 10h 以及用户终端 10g 等。其中，高精定位服务平台可以理解为 CORS 系统的后台数据中心。该高精定位服务平台可以为独立的物理服务器，也可以是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，还可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、CDN、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。用户终端集群中的用户终端可以包括但不限于：智能手机、平板电脑、笔记本电脑、掌上电脑、移动互联网设备（mobile internet device, MID）、可穿戴设备（例如智能手表、智能手环等）、飞行器（例如飞机、无人机等）以及自动驾驶系统中的车载电脑等集成了卫星定位设备的移动终端。其中，高精定位服务平台可以为用户终端集群中的每个用户终端播发差分服务数据，用户终端集群中的用户终端也可以向高精定位服务平台上报位置。

[0043] 如图 1A 所示的导航卫星可以为全球卫星导航系统（GNSS）的导航卫星。GNSS 也称为全球导航卫星系统，可以在地球表面或近地空间的任何地点为用户提供全天候的 3 维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位系统。为方便描述，下述将导航卫星简称为卫星。例如图 1A 所示，卫星 10a、卫星 10b、卫星 10c 以及卫星 10d 可以为一个或多个 GNSS 的导航卫星。本申请不对卫星所属的 GNSS 类型进行限定。

[0044] 其中，CORS 系统可以获取全球卫星导航系统（GNSS）的导航卫星所对应的原始观测数据。这些接收到的原始观测数据可以传输至高精定位服务平台；该高精定位服务平台通过这些原始观测数据实时计算用户终端集群中的各个用户终端与导航卫星之间的卫星观测信息，并将卫星观测信息播发给对应的用户终端，此时的卫星观测信息可以称为高精定位服务平台为用户终端所播发的差分服务数据。以图 1A 所示用户终端集群中的用户终端 10e 为例，该用户终端 10e 可以为集成了卫星定位设备的移动终端。该用户终端 10e 可以从 CORS 系统的高精定位服务平台中获取该用户终端 10e 与各个卫星之间的卫星观测信息，例如用户终端 10e 分别与图 1A 所示的卫星 10a、卫星 10b、卫星 10c 以及卫星 10d 之间的卫星观测信息。用户终端 10e 在获取到卫星观测信息后，可以通过这些获取到的卫星观测信息估计用户终端 10e 的终端状态信息。其中，若卫星观测信息为伪距观测数据，则此时的终端状态信息可以包括终端位置和终端钟差。若卫星观测信息为多普勒观测数据，

则此时的终端状态信息包括终端速度和终端钟漂。若卫星观测信息包括伪距观测数据和多普勒观测数据，此时的终端状态信息包括终端速度、终端位置、终端钟差以及终端钟漂。换言之，本申请实施例中的卫星观测信息可以为伪距观测数据、多普勒观测数据、ADR 中的至少一种，例如伪距观测数据，或者伪距观测数据和多普勒观测数据，等。本申请对卫星观测信息的数据类型（例如，伪距数据类型、多普勒数据类型等）以及数据类型的数量不做限定。

[0045] 可以理解的是，钟差可以是指时钟误差，本申请中的钟差具体涉及卫星钟差和终端钟差。卫星钟差是指卫星时钟与标准时间之间的差值；终端钟差也可以称为接收机钟差，即接收机时钟与标准时间之间的差值。钟漂可以是指钟差变化率。本申请中的钟漂涉及终端钟漂和卫星钟漂，终端钟漂是指接收机钟差变化率，卫星钟漂是指卫星钟差变化率。

[0046] 图 1B 是本申请实施例提供的一种终端定位方法的流程示意图。该终端定位方法可以由可移动的终端执行。如图 1B 所示，该方法可以包括以下步骤。

[0047] 步骤 S11，获取第一时刻针对终端的定位信息集合，基于定位信息估计终端在第一时刻的估计运动状态。其中，定位信息集合包括多个卫星分别对应的定位信息。

[0048] 在卫星定位技术中，终端接收来自卫星发送的卫星信号（也称为导航定位信号），对接收到的各个卫星的卫星信号进行测量和分析，从而获得各个卫星针对该终端的定位信息（也称为卫星观测信息）。一个卫星针对终端的定位信息是指基于终端接收的该卫星的卫星信号获得的用于对该终端进行定位的信息。一些实施例中，定位信息可以包括，例如，终端与卫星之间的距离（也称伪距）、卫星信号的多普勒频移、卫星信号的多普勒计数、ADR 等。各实施例中，当定位信息包括多于一个参数时，例如包括伪距信息和多普勒信息时，可以针对这些参数中的每个参数执行各实施例的方法。例如，针对定位信息中的伪距信息，执行图 1B 所述的方法，得到终端的位置；针对定位信息中的多普勒信息，执行图 1B 的方法，得到终端的速度，等。

[0049] 终端的运动状态是指与终端的运动相关的一个或多个参数，例如，可以包括，终端的位置、终端的速度，等。本文中出现的各种运动状态，例如估计运动状态、预测运动状态、调整运动状态等，是指通过不同的方式获得的运动状态。估计运动状态是利用第一时刻的多个卫星的定位信息对终端的运动状态进行估计的估计结果。

[0050] 步骤 S12，获取终端对多个卫星中每个卫星进行信号测量的测量数据，基于测量数据估计多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差。

[0051] 除了对卫星信号进行处理以获得定位信息之外，终端还可以通过测量各个卫星的卫星信号获得一些测量数据，例如，各个卫星的高度角、卫星信号的信噪比，等。

[0052] 通过获得的测量数据，终端可以估计各个卫星对应的定位信息的精确度或者误差的大小。例如，终端可以利用预设的算法对各个卫星对应的测量数据分别进行计算，以得到各个卫星对应的定位信息的误差的度量值。一些实施例中，预设的算法可以是利用卫星信号的测量数据进行数学建模得到的算法，例如随机误差模型。该算法中的变量可以是卫

星信号的测量数据中的一个或多个参数,例如选自卫星的高度角、卫星信号的信噪比,等,而该算法的计算结果是卫星对应的定位信息的误差的度量值。该算法可以度量卫星定位信号的误差,此时的误差是与算法中使用的测量数据有关的误差。例如,该算法使用卫星的高度角时,算法得到的度量值考虑了卫星的高度角对卫星信号传播路径产生影响进而在终端获得的定位信息中产生的误差。又例如,该算法使用卫星信号的信噪比时,算法得到的度量值考虑了卫星信号的信噪比在定位信息中产生的误差。

[0053] 上述算法中,可以包括用于对输出的误差的度量值进行调整的参数,这里称为误差调整因子。误差调整因子的初始值可以设置为预设的默认值,例如 0 (误差调整因子设置为误差的偏移量时),或 1 (误差调整因子设置为误差的缩放系数时)。

[0054] 步骤 S13,获得从估计运动状态转换得到的转换定位信息,以计算定位信息集合中每个卫星对应的定位信息与转换定位信息的偏离信息,基于偏离信息确定每个卫星的误差调整因子,每个卫星的误差调整因子用于对该每个卫星的定位信息的误差进行调整。

[0055] 从估计运动状态转换得到转换定位信息是指,将表示终端的运动状态的一个或多个参数值转换为用于对终端进行定位的定位信息中的参数值。例如,可以利用卫星的位置,将估计运动状态中的终端的位置转换为终端与卫星之间的距离。又例如,可以利用卫星的运行速度,将估计运动状态中的终端的速度转换为终端与卫星之间的多普勒频移。

[0056] 偏离信息是指卫星对应的定位信息与转换定位信息相背离的程度的度量信息。偏离信息可以通过,例如,计算定位信息与转换定位信息之间的差、方差、标准差等的方式来获得。

[0057] 偏离信息体现了各个卫星对应的定位信息与估计运动状态对应的转换定位信息之间的偏离程度,从而可以用于估计卫星信号发射设备、卫星信号的传播路径和环境、卫星信号的接收设备三个方面中存在的噪声和各种不确定性因素对定位信息的准确度造成的影响。通过利用各个卫星对应的偏离信息分别确定每个卫星的误差调整因子。误差调整因子用于对卫星的定位信息的误差进行调整,例如,增加误差,或者减小误差。例如,误差调整因子可以是偏移值,对误差进行调整可以是在误差的基础上加上偏移值,偏移值可以为正数或复数。又例如,误差调整因子可以是缩放系数,对误差进行调整可以是在误差的基础上乘以缩放系数,缩放系数可以大于 1、小于 1 或等于 1。

[0058] 步骤 S14,利用终端的历史运动状态,通过状态预测模型预测终端在第一时刻的预测运动状态,其中,历史运动状态包括终端在第一时刻之前的至少一个时刻的运动状态。

[0059] 状态预测模型用于根据先前时刻的运动状态来预测在后时刻的运动状态。状态预测模型可以通过预先设定的预测算法等来实现。预测算法中的参数可以包括终端的历史运动状态、和/或选自终端的各种已知数据(例如历史运动状态、历史定位信息、第一时刻的定位信息、观测卫星信号以获取定位信息的时间间隔,等)的一种或多种参数,和/或选自终端基于各种已知数据通过计算或估计获得的各种参数中的一种或多种参数(例如,针对卫星信号发射设备、传播环境、接收设备、各算法、各模型中存在的各种误差、各种噪声

的估计量, 等)。预测算法的输出可以是终端在当前时刻(即第一时刻)的预测运动状态。

[0060] 预测运动状态是指利用先前时刻的运动状态对在后时刻的运动状态的预测, 体现的是对终端的运动状态随时间变化的规律的推理和应用。步骤 S11 中的估计运动状态是指利用当前时刻获得的含有误差的观测结果(即定位信息)对当前时刻的终端真实运动状态的估计。

[0061] 步骤 S15, 将定位信息集合、每个卫星的对应的定位信息的误差和误差调整因子应用于状态调整模型, 以对预测运动状态进行调整, 进而获得终端在第一时刻的调整运动状态。

[0062] 状态调整模型用于根据当前时刻的各卫星对应的定位信息及与误差相关的信息(误差和误差调整因子)来对预测运动状态进行调整。该调整过程一方面利用来自多个卫星的定位信息对预测算法的预测结果进行修正, 从而对抗预测算法的不准确性, 另一方面在使用定位信息时参考了各卫星的误差的差异性, 从而降低了各个卫星的误差的差异性对最终确定的终端的运动状态(即调整运动状态)的不良影响。状态调整模型可以由调整算法实现。调整算法中的参数可以从预测运动状态、卫星的定位信息、每个卫星的对应的定位信息的误差和误差调整因子中获得。调整算法的输出可以是终端在当前时刻(即第一时刻)的调整后的预测运动状态(简称调整运动状态)。

[0063] 上述状态预测模型和状态调整模型可以由递推估计算法、状态估计器等来实现。

[0064] 步骤 S16, 根据终端在第一时刻的调整运动状态确定终端在第一时刻的定位结果。

[0065] 由调整运动状态确定终端的定位结果的方法可以根据定位结果的应用场景来确定。例如, 在电子地图和导航应用场景中, 可以结合例如地图数据、车道数据等, 将终端的调整运动状态(例如终端位置的经纬度坐标)转换为终端在电子地图中的位置(例如终端所在的道路、所在的车道, 等), 作为终端的定位结果。

[0066] 根据各实施例的方法, 通过根据各卫星的卫星观测信息(即定位信息)相对估计运动状态对应的转换定位信息的偏离信息确定各卫星对应的误差调整因子, 用于对卫星的定位信息的误差进行调整, 可以在每次进行终端定位时, 根据当时的卫星观测信息对各卫星的定位信息的误差进行调整, 在定位过程中考虑了不同卫星的定位信息中误差的差异性, 使得定位结果更加准确。

[0067] 一些实施例中, 在估计终端在第一时刻的估计运动状态之前, 可以对所采用的定位信息进行一些预处理, 剔除一些异常信息, 使得定位结果更准确。例如, 可以利用异常检测方法从终端在第一时刻获得的第一数目个卫星的定位信息中剔除至少一个卫星的定位信息, 得到定位信息集合。

[0068] 本文中, 包括多个卫星的定位信息的定位信息集合和单个卫星对应的定位信息也统称为卫星观测信息。根据上下文, 当卫星观测信息指代从多个卫星获得的卫星观测信息时, 该卫星观测信息可以是指定位信息集合; 当卫星观测信息指代从多个卫星中的一部分卫星获得的卫星观测信息时, 该卫星观测信息可以是指该一部分卫星对应的定位信息。一

些实施例中，对定位信息集合进行了异常值检测和剔除后，更新的定位信息集合也被称为筛选观测信息。

[0069] 其中，在基于卫星观测信息估计终端状态信息（即估计运动状态）的过程中，可以剔除一些观测信息粗差，即确定终端状态信息所使用的卫星观测信息并非用户终端 10e 所获取到的所有卫星观测信息，而是剔除了一部分观测信息粗差后所剩余的卫星观测信息。本申请实施例可以将此时剩余的卫星观测信息称为第一筛选观测信息，即终端状态信息是由第一筛选观测信息所确定的。观测信息粗差可以是指由于测量疏忽所造成的错误观测结果或超限的误差，例如，观测目标错误（如卫星观测信息并非卫星与用户终端 10e 之间的观测数据）、观测数据读取错误等。

[0070] 一些实施例中，上述步骤 S11 中的基于多个卫星的定位信息估计终端在第一时刻的估计运动状态的方法可以包括：

[0071] 设置初始的估计运动状态；

[0072] 获得从初始的估计运动状态转换得到的初始的转换定位信息；

[0073] 根据定位信息集合中各卫星对应的定位信息相对于初始的转换定位信息的偏离信息，对初始的估计运动状态进行迭代调整，直至预设条件得到满足；

[0074] 将预设条件得到满足时的估计运动状态作为所述终端在第一时刻的估计运动状态。

[0075] 该估计运动状态的估计过程，即利用多个卫星的卫星观测信息估计最接近真实的终端的运动状态。可以根据需要设计迭代的收敛条件，对估计运动状态进行迭代调整，并判断每次调整后的估计运动状态计算是否满足收敛条件。将满足收敛条件时的估计运动状态作为终端在第一时刻的估计运动状态。通过这样的迭代调整，可以减小估计运动状态的误差。

[0076] 下面通过举例来对一些实施例的方法进行阐释。图 2 是本申请实施例提供的一种终端定位场景示意图。例如图 2 所示的用户终端 20a 可以为图 1A 所示用户终端集群中的任意一个用户终端。该用户终端 20a 中集成了卫星定位设备。该用户终端 20a 可以接收 CORS 系统播发的卫星观测信息。该卫星观测信息可以包括各个卫星对应的伪距观测数据和多普勒观测数据。本申请对卫星观测信息所对应的卫星数量不作限定，即对接收到的卫星观测信息的数量不作限定。例如图 2 所示，本申请实施例以接收到 6 个卫星对应的卫星观测信息为例进行举例说明。

[0077] 该用户终端 20a 所接收到的卫星观测信息包括伪距观测数据集合 20b 和多普勒观测数据集合 20c。伪距观测数据集合 20b 由 6 个卫星分别对应的伪距观测数据所组成，例如伪距观测数据 1、伪距观测数据 2、……、伪距观测数据 6。多普勒观测数据集合 20c 由 6 个卫星分别对应的多普勒观测数据所组成，例如多普勒观测数据 1、多普勒观测数据 2、……、多普勒观测数据 6。换言之，用户终端 20a 所接收到的卫星观测信息包括两种数据类型，伪距观测数据集合 20b 中的伪距观测数据可以称为伪距数据类型，多普勒观测数据集合 20c 中的伪距观测数据可以称为多普勒数据类型。

[0078] 可以对不同数据类型的卫星观测信息进行独立处理。例如，通过对伪距观测数据集合 20b 中所包含的伪距观测数据进行处理，最终可以得到用户终端 20a 对应的终端位置。通过对多普勒观测数据集合 20c 中所包含的多普勒观测数据进行处理，最终可以得到用户终端 20a 对应的终端速度。

[0079] 针对伪距观测数据集合 20b，可以将用户终端 20a 的终端位置和终端钟差作为估计参数 x ，该估计参数 x 可以记为 $(r_u, dtr1)$ 。其中， r_u 用于表示终端位置， $dtr1$ 用于表示终端钟差。基于伪距观测数据集合 20b 中的伪距观测数据对估计参数 x 进行优化（即迭代更新），可以计算出用户终端 20a 的终端位置和终端钟差。可以对估计参数 x 进行初始化，即为估计参数 x 设置初始值，估计参数 x 的初始值可以记为 $(r_{u_0}, dtr1_0)$ 。其中，估计参数 x 的初始值可以设置为 0，或者可以为基于先验知识（用户终端 20a 实际所处的环境）所设置的数值。本申请对估计参数 x 的初始值的实际数值不做限定。

[0080] 通过伪距观测数据集合 20b 可以对估计参数 x 的初始值 $(r_{u_0}, dtr1_0)$ 进行不断迭代更新。每次迭代都会更新一次估计参数 x ，下一次迭代的估计参数 x 是在上一次迭代的估计参数 x 的基础上增加估计参数修正量（也可以称为状态信息修正量）。当估计参数 x 收敛时，表示估计参数 x 经过了一个迭代周期（一个迭代周期可以包括一次或多次迭代）。每个迭代周期所确定的估计参数 x 均为达到收敛时的参数值。例如图 2 所示，第一个迭代周期所确定的估计参数 x 可以记为 $(r_{u_1}, dtr1_1)$ ，即经过第一个迭代周期后，终端位置由初始值 r_{u_0} 更新为 r_{u_1} ，终端钟差由初始值 $dtr1_0$ 更新为 $dtr1_1$ 。

[0081] 一些实施例中，在一次迭代调整过程收敛时，可以对估计结果进行检验，从而进一步剔除可能存在的异常数据，从而进一步提高估计结果的准确性。例如，对初始的估计运动状态进行迭代调整，直至预设条件得到满足之后，上述方法还可以包括：

[0082] 利用假设检验算法对预设条件得到满足时的估计运动状态进行检验；

[0083] 响应于所述检验未通过，根据定位信息集合中各卫星对应的定位信息相对于预设条件得到满足时的估计运动状态对应的转换定位信息的偏离信息，从定位信息集合中剔除至少一个卫星对应的定位信息以更新定位信息集合，并利用更新后的定位信息集合执行对初始的估计运动状态进行迭代调整的步骤；

[0084] 响应于所述检验通过，将预设条件得到满足时的估计运动状态作为终端在第一时间刻的估计运动状态。

[0085] 例如，可以对某一迭代周期（这里称为第一迭代周期）所输出的结果（与 $(r_{u_1}, dtr1_1)$ 关联的解算结果）进行卡方检验（Chi-square test/Chi-Square Goodness-of-Fit Test）。若第一迭代周期的卡方检测统计量小于检验阈值，则表示通过卡方检验，可以将上述 r_{u_1} 确定为用户终端 20a 的终端位置，将 $dtr1_1$ 确定为用户终端 20a 的终端钟差。其中，检验阈值可以根据实际需求进行设置，本申请对该检验阈值的取值不作限定。其中，卡方检验是一种用途很广的计数资料的假设检验方法，该卡方检验仅为本申请实施例中的一种举例，对于其余具有类似功能的假设检测方法同样适用于本申请，这里不对检验方法进行限定。

[0086] 若第一迭代周期的卡方检测统计量大于或等于检验阈值,则表示未通过卡方检验,进而通过正态分布检验从伪距观测数据集合 20b 中剔除未通过正态分布检验的伪距观测数据。例如图 2 所示,伪距观测数据 2 未通过正态分布检验,则将伪距观测数据 2 确定为伪距观测数据粗差,从伪距观测数据集合 20b 中剔除该伪距观测数据 2。通过正态分布检验的伪距观测数据则被保留下来,即保留了伪距观测数据 1、伪距观测数据 3、伪距观测数据 4、伪距观测数据 5 以及伪距观测数据 6。

[0087] 随后,可以将 $(ru_1, dtr1_1)$ 作为估计参数 x 在新的迭代周期(这里称为第二迭代周期)的初始值,通过上述保留下来的伪距观测数据 1、伪距观测数据 3、伪距观测数据 4、伪距观测数据 5 以及伪距观测数据 6,对 $(ru_1, dtr1_1)$ 进行不断地迭代更新。第二迭代周期的迭代过程与第一个迭代周期的迭代过程相同,第二迭代周期所确定的估计参数 x 记为 $(ru_2, dtr1_2)$ 。

[0088] 同理,可以对第二迭代周期所输出的结果(与 $(ru_2, dtr1_2)$ 关联的解算结果)进行卡方检验。若通过卡方检验,则将上述 ru_2 确定为用户终端 20a 的终端位置,将 $dtr1_2$ 确定为用户终端 20a 的终端钟差。此时可以将上述伪距观测数据 1、伪距观测数据 3、伪距观测数据 4、伪距观测数据 5 以及伪距观测数据 6 组成伪距观测数据集合 20d,该伪距观测数据集合 20d 是剔除了伪距观测矩阵 20b 中的粗差观测数据后所得到的。一些实施例中,若第二迭代周期仍然未通过卡方检验,则继续通过正态分布检验剔除伪距观测数据粗差,并开始进入下一个迭代周期,直至通过卡方检验。

[0089] 其中,针对多普勒观测数据集合 20c,可以将用户终端 20a 的终端速度和终端钟漂作为估计参数 y ,该估计参数 y 可以记为 $(vu, dtr2)$ 。其中, vu 用于表示终端速度, $dtr2$ 用于表示终端钟漂;基于多普勒观测数据集合 20c 对估计参数 y 进行迭代更新的过程,类似于前述基于伪距观测数据集合 20b 对估计参数 x 的迭代更新过程,此处不再赘述。通过多普勒观测数据集合 20c 计算得到用户终端 20a 的终端速度为 vu_2 ,终端钟漂为 $dtr2_2$,剔除了多普勒观测数据粗差后可以得到多普勒观测数据集合 20e(包括多普勒观测数据 2、多普勒观测数据 4 以及多普勒观测数据 5)。在上述基础上,可以将上述终端位置 ru_2 、终端速度 vu_2 、终端钟差 $dtr1_2$ 、终端钟漂 $dtr2_2$ 称为用户终端 20a 对应的终端状态信息,上述伪距观测数据集合 20d 和多普勒观测数据集合 20e 可以称为第一筛选观测信息。

[0090] 一些实施例中,上述终端状态信息 $(ru_2, vu_2, dtr1_2, dtr2_2)$ 中的终端位置和终端速度仅为基于迭代更新所确定的初步结果,该初步结果可以经过后续的处理,得到最终的终端定位结果。

[0091] 各实施例中,在通过迭代调整过程得到终端在第一时刻的估计运动状态后,可以根据估计运动状态和定位信息估计各个卫星对应的定位信息中存在的误差。

[0092] 各实施例中,各卫星的卫星信号的测量数据可以包括以下中的至少一个:卫星的高度角、卫星信号的信噪比、卫星相对于终端的方位,等。可以利用所述测量数据和预设的算法得到所述多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差(也简称为卫星对应的误差)。例

如，可以预先设定卫星的观测误差模型，其中的一些参数可以根据实际的卫星信号的测量数据决定。在获得了各卫星的卫星信号的测量数据后，可以对测量数据进行处理，得到所需要的参数值，并对卫星的观测误差模型中的参数进行赋值，从而得到各个卫星对应的误差。由于不同的卫星具有不同的测量数据，例如信噪比、高度角、相对于终端的方位等，经过上述处理，不同的卫星可以具有不同的误差，使得终端定位结果更准确。

[0093] 一些实施例中，还可以利用误差调整因子对每个卫星对应的误差进行调整，这样可以对根据预设的观测误差模型得到的误差进行精细化调整，使其能够更准确地体现不同卫星在第一时刻的误差。该误差调整因子在后续处理中影响各个卫星的定位信息的权重，进而影响最终的定位结果。该调整方法可以包括：多个卫星中每个卫星对应的定位信息与所述转换定位信息之间的偏离信息和每个卫星对应的误差应用于预设的转换关系，以确定每个卫星对应的误差调整因子。其中，根据所述转换关系，当第一卫星对应的第一偏离信息大于第二卫星对应的第二偏离信息时，第一卫星对应的第一误差调整因子对误差的调整幅度大于第二卫星对应的第二误差调整因子对误差的调整幅度。

[0094] 各实施例中，上述方法还可以包括：对状态预测模型和状态调整模型进行初始化。模型的初始化可以在终端激活定位功能的初始阶段执行，也可以在定位过程中根据需要被触发执行。所述初始化可以包括：

[0095] 将状态预测模型的预测运动状态设置为终端在第一时刻的估计运动状态；

[0096] 从多个卫星中每个卫星对应的测量数据、误差和误差调整因子中获得状态调整模型中的参数的初始值。

[0097] 一个实施例中，在设计状态调整模型时考虑到了卫星的某一个或多个参数对定位结果的影响，则状态调整模型中会包括一个或多个变量，这个或这些变量的值可以通过卫星的上述一个或多个参数值确定。上述一个或多个参数值可以选自卫星的测量数据中的多个参数、卫星对应的误差、卫星对应的误差调整因子。例如，当状态调整模型是通过建立数学模型来模拟卫星的某一个或多个参数对定位结果的影响时，则通过求解数学模型获得的算法可以作为状态调整模型，而算法中的一个或多个变量则由卫星的一个或多个参数决定。

[0098] 一些实施例中，上述状态预测模型和状态调整模型可以由任意的算法、状态估计器等来实现。一些实施例中，上述状态预测模型和状态调整模型可以由状态观测滤波器（例如，稳健卡尔曼滤波器）来实现。

[0099] 为了进一步提高终端位置和终端速度的准确性，可以通过上述迭代更新所得到的结果，即上述估计得到的终端状态信息（即估计运动状态），建立一个滤波器（本文中也用“目标滤波器”来指代，该滤波器例如可以为稳健卡尔曼滤波器），将终端状态信息（ ru_2 ， vu_2 ， $dtr1_2$ ， $dtr2_2$ ）设置为该目标滤波器对应的初始状态参数，即滤波器的初始状态参数为（ ru_2 ， vu_2 ， $dtr1_2$ ， $dtr2_2$ ）。该初始状态参数可以是指滤波器在 T_0 时刻的上述状态参数。通过 T_0 时刻的状态参数可以预测下一个时刻的状态参数。。状态调整模型可以由

滤波器对应于该初始状态参数的初始状态协方差矩阵实现。该滤波器的状态协方差矩阵用于表征滤波器的状态参数之间的相关性，例如终端位置、终端速度、终端钟差以及终端钟漂之间的相关性。初始状态协方差矩阵可以通过上述迭代更新所得到的解算结果来确定，例如，可以利用多个卫星中每个卫星的测量数据、误差和误差调整因子来确定初始状态协方差矩阵的参数。

[0100] 一些实施例中，步骤 S14 中，通过状态预测模型预测所述终端在第一时刻的预测运动状态可以包括：将历史运动状态中终端在第二时刻的调整运动状态应用于状态预测模型，使状态预测模型基于第一时刻和第二时刻之间的时间差推算终端在第一时刻的预测运动状态。其中，第二时刻为在第一时刻之前最后一次对该终端进行定位的时刻。

[0101] 滤波器的初始状态参数和初始状态协方差参数设置完成后，可以对该滤波器进行时间更新，此处的时间更新可以理解为状态预测过程，即基于初始状态参数和初始状态协方差矩阵，预测滤波器下一个时刻的状态参数（即预测运动状态）和下一个时刻的状态协方差矩阵。也即，利用历史状态参数可以预测得到当前时刻的状态参数。当前时刻的状态参数可以称为预测状态参数（也即预测运动状态）。该预测状态参数的确定过程即为滤波器的时间更新（time update，也称为 prediction）阶段（也可以称为状态预测阶段）。

[0102] 一些实施例中，滤波器的时间更新过程包括初始状态参数和初始协方差矩阵两者的更新，将时间更新所得到的状态参数称为预测状态参数，记为 $(ru_3, vu_3, dtr1_3, dtr2_3)$ ，时间更新所得到的状态协方差矩阵称为预测协方差矩阵。

[0103] 一些实施例中，为了使得定位结果更准确，可以在对预测运动状态进行调整前，先对卫星观测信息进行处理，对其中的粗差进行剔除，并对其中的时钟跳变进行校正。这时，该方法可以包括：

[0104] 获取从预测运动状态转换得到的第二转换定位信息；

[0105] 获取定位信息相对第二转换定位信息的偏差数据；

[0106] 通过异常值检测从偏差数据中剔除至少一个卫星对应的偏差数据，并从定位信息集合中剔除该至少一个卫星对应的定位信息，从而更新定位信息集合；

[0107] 对执行所述剔除后的偏差数据进行时钟跳变检测，当检测到时钟跳变时，对预测运动状态进行调整，并对状态调整模型中的至少一个参数进行调整。

[0108] 这里使用预测运动状态来作为参照，对定位信息集合进行异常值检测，也即，按照定位信息相对预测运动状态对应的第二转换定位信息的偏差来进行异常值检测。

[0109] 对于剔除了粗差之后的偏差数据进行时钟校正。这里，时钟跳变检测可以包括钟差跳变检测和钟漂跳变检测。定位信息包括伪距信息时，所述偏差数据为伪距信息的偏差数据，对所述偏差数据进行钟差跳变检测。定位信息包括多普勒信息时，所述偏差数据为多普勒信息的偏差数据，对所述偏差数据进行钟漂跳变检测。

[0110] 通过以上处理，可以进一步剔除定位信息集合中的异常信息，并对更新后的定位信息集合进行时钟校正，使其更加准确。

[0111] 一些实施例中,为了使得定位结果更准确,可以在对预测运动状态进行调整前,先对待使用的模型进行验证和调整。这时,该方法可以包括:

[0112] 获取从预测运动状态转换得到的第二转换定位信息;

[0113] 获取定位信息集合中的每个卫星对应的定位信息相对第二转换定位信息的偏差数据的集合;

[0114] 通过异常值检测从偏差数据的集合中剔除至少一个第一卫星对应的偏差数据,并从定位信息集合中剔除所述至少一个第一卫星对应的定位信息,从而更新所述定位信息集合;

[0115] 利用所述偏差数据的集合、所述状态调整模型以及所述定位信息集合计算模型验证参数值;

[0116] 响应于所述模型验证参数值满足预设的阈值条件,对所述定位信息集合进行统计分布检测,剔除未通过所述统计分布检测的至少一个卫星对应的定位信息,从而更新所述定位信息集合;

[0117] 响应于所述模型验证参数值不满足预设的阈值条件,对所述状态预测模型和所述状态调整模型进行初始化,并利用当前的定位信息集合执行预测所述终端在第一时刻的预测运动状态和对所述第一时刻的预测运动状态进行调整的步骤。

[0118] 这样,通过对模型进行验证,在验证参数值满足阈值条件时,从定位信息集合中进一步剔除使得模型验证参数异常的卫星观测信息;当验证参数值不满足阈值条件时,则对模型进行初始化,并使用当前经历过粗差剔除后的定位信息集合重新执行该方法,以优化各个步骤获得的结果,使得最终获得的定位结果更准确。

[0119] 一些实施例中,在上述步骤 S15 中,对所述第一时刻的预测运动状态进行调整可以包括:

[0120] 将定位信息集合、预测运动状态、定位信息集合中每个卫星对应的误差和误差调整因子应用于状态调整模型,以获得运动状态调整量;

[0121] 利用所述调整量对所述预测运动状态进行调整,以获得所述终端在第一时刻的调整运动状态。

[0122] 可见,在对预测运动状态进行调整时,同时利用了预测运动状态、更新后的定位信息集合及其中每个卫星(即剔除一部分卫星后剩余的卫星)对应的误差和误差调整因子,并基于状态调整模型,调整后的预测运动状态的准确度更高。

[0123] 一些实施例中,还可以对状态预测模型的误差性能进行估计,并利用估计的误差性能对状态调整模型进行调整,使得步骤 S15 中的调整过程可以在一定程度上修正状态预测模型的预测误差。此时,该方法还可以包括:在计算所述运动状态参数的调整量之前,

[0124] 确定所述终端的历史运动状态中的至少一个运动状态参数的波动信息;

[0125] 利用所述波动信息获得所述至少一个运动状态参数的各种取值的概率信息;

[0126] 根据所述概率信息估计所述状态预测模型针对所述至少一个运动状态参数的预测

误差信息；

[0127] 根据所述预测误差信息对所述状态调整模型进行调整。

[0128] 其中，运动状态参数的波动信息可以通过对历史运动状态中的运动状态参数的值进行统计处理方式获得，例如，通过方差等统计量来体现。运动状态参数的各种取值的概率信息可以利用统计处理方式获得，例如，通过分布函数或谱密度来表示。

[0129] 一些实施例中，对状态调整模型进行调整的方法可以包括，针对每个运动状态参数，利用该运动状态参数的预测误差信息计算一偏移值，在状态调整模型的调整算法中附加该偏移值。一些实施例中，对状态调整模型进行调整的方法可以包括，针对每个运动状态参数，利用该运动状态参数的预测误差信息计算一偏移值，在状态调整模型中涉及该运动状态参数的算法中引入该偏移值，从而使得该偏移值影响状态调整模型对预测运动状态中该运动状态参数的调整量的计算。

[0130] 一些实施例中，在对预测运动状态调整后，还可以对状态调整模型中的测量变换关系进行更新，包括：

[0131] 利用定位信息集合及其中每个卫星对应的误差和误差调整因子对所述状态调整模型进行调整。

[0132] 更新后的状态调整模型中的测量变换关系用于对第一时刻之后的下一时刻终端的预测运动状态进行调整。

[0133] 上述对第一时刻的预测运动状态进行调整的步骤，当利用滤波器实现时，则体现为滤波器的测量更新过程。在滤波器完成时间更新后，即滤波器的状态参数由初始状态参数（即上述终端状态信息）更新为预测状态参数，可以通过上述第一筛选观测信息对滤波器的预测状态参数进行测量更新（也可以称为校正）。一些实施例中，滤波器在完成时间更新后，可以基于预测状态参数和预测状态协方差矩阵进行测量更新，此处的测量更新可以理解为对前述时间更新所得到的预测状态参数进行校正的过程。滤波器的测量更新可以包括钟差和钟漂跳变探测与修复、滤波器模型验证与修复、滤波器故障检测与修复等过程。

[0134] 在滤波器的测量更新（measurement update，也称为 update）阶段，是基于时间更新阶段最终得到的预测状态参数（也即预测运动状态）来进行校正的。通过第一筛选观测信息对滤波器进行验证和修复，首先计算滤波器的模型验证参数值，当模型参数验证值不满足验证条件（例如，大于或等于模型验证阈值，该模型验证阈值可以根据实际需求进行设置）时，表示滤波器存在故障，需要重置滤波器，即重新设置该滤波器的初始状态参数。当模型参数验证值满足验证条件（例如，小于模型验证阈值）时，可以对第一筛选观测信息进行检验（例如，正态分布检验，正态分布也可以称为高斯分布），继续剔除第一筛选观测信息中的观测信息粗差，以得到第二筛选观测信息。通过第二筛选观测信息构建滤波器在测量更新阶段的测量更新矩阵（即状态调整模型中的测量变换关系）。另外，还可以根据卫星观测误差因子构建滤波器在测量更新阶段的测量方差矩阵，通过测量更新矩阵和测量方差矩阵，对滤波器的预测状态参数进行测量更新，得到目标状态参数。该目标状态参数

为滤波器在测量更新阶段所得到的结果。在得到目标状态参数后，可以通过第二筛选观测信息对此时的滤波器进行再次验证，例如对第二筛选观测信息进行检验（例如，正态分布检验）。检验通过则可以将该目标状态参数确定为用户终端 10e 的终端定位。检验不通过则从第二筛选观测信息中剔除相应的卫星观测信息，即第二筛选观测信息中的哪一个卫星观测信息未通过检验，则剔除该卫星观测信息，以得到新的筛选观测信息（为方便描述，下面将此时所得到的新的筛选观测信息称为第四筛选观测信息）。通过第四筛选观测信息重新构建测量更新矩阵，对滤波器再次进行测量更新，直至剩余的所有卫星观测信息均通过检验，输出滤波器在当前时刻的状态参数，此时的状态参数即为用户终端 10e 的终端位置。

[0135] 本申请实施例中，通过卫星观测信息和滤波器实现用户终端的终端定位过程。在此过程中，可以通过滤波器的验证与修复过程，尽可能地剔除卫星观测信息中的观测信息粗差，以获取更准确的终端定位结果。

[0136] 仍然以采用滤波器实现状态预测模型和状态调整模型为例进行说明，在滤波器的测量更新过程（也即对预测运动状态进行调整的过程）中需要使用上述第一筛选观测数据，由于第一筛选观测数据包含属于伪距数据类型的伪距观测数据集 20d 和属于多普勒数据类型的多普勒观测数据集 20e，因此需要对伪距观测数据集 20d 和多普勒观测数据集 20e 进行独立处理。

[0137] 其中，针对伪距观测数据集 20d，可以通过伪距观测数据集 20d 中的伪距观测数据以及预测状态协方差矩阵进行钟差跳变探测，若探测到滤波器存在钟差跳变，则对其进行钟差跳变修复，即重新设置滤波器的状态参数和状态协方差矩阵，也就是说，在预测状态参数和预测状态协方差矩阵的基础上进行了更新。若未探测到钟差跳变，则无需进行钟差跳变修复。与此同时，针对多普勒观测数据集 20e，可以通过多普勒观测数据集 20e 中的多普勒观测数据以及预测状态协方差矩阵进行钟漂跳变探测，若探测到滤波器存在钟漂跳变，则对其进行钟漂跳变修复，即重新设置滤波器的状态参数和状态协方差矩阵，也就是说，在预测状态参数和预测状态协方差矩阵的基础上进行了更新。若未探测到钟漂跳变，则无需进行钟漂跳变修复。

[0138] 当钟差和钟漂跳变探测及修复均完成后，可以进行滤波器模型验证。

[0139] 例如计算模型验证参数值。该模型验证参数值可以包括伪距验证参数值和多普勒验证参数值。伪距验证参数值可以由钟差和钟漂跳变探测和修复后所得到的状态协方差矩阵、伪距观测数据集 20d 所确定。多普勒验证参数值可以由钟差和钟漂跳变探测和修复后所得到的状态协方差矩阵、多普勒观测数据集 20e 所确定。当伪距验证参数值大于或等于伪距验证阈值，或多普勒验证参数值大于或等于多普勒验证阈值时，表示滤波器未通过模型验证，则需要对该滤波器进行修复，即重新设置滤波器的初始状态参数与初始状态协方差矩阵，并基于重新设置的初始状态参数与初始状态协方差矩阵进行时间更新和测量更新。当伪距验证参数值小于伪距验证阈值，且多普勒验证参数值小于多普勒验证阈值时，表示滤波器通过模型验证，此处的伪距验证阈值和多普勒验证阈值都可以是基于实际需求

所设置的不同数值,该伪距验证阈值和多普勒验证阈值可以统称为模型验证阈值。

[0140] 若滤波器通过模型验证,则可以通过正态分布检测从伪距观测数据集合 20d 和多普勒观测数据集合 20e 中剔除造成滤波器发散的观测数据,即从伪距观测数据集合 20d 中筛选出伪距观测数据集合 20f,从多普勒观测数据集合 20e 中筛选出多普勒观测数据集合 20g,此时的伪距观测数据集合 20d 和多普勒观测数据集合 20g 可以称为第二筛选观测信息。通过伪距观测数据集合 20d 和多普勒观测数据集合 20g 可以对滤波器进行测量更新,得到目标状态参数和目标状态协方差矩阵,该目标状态参数可以记为 $(ru_4, vu_4, dtr1_4, dtr2_4)$ 。

[0141] 一些实施例中,在对预测运动状态进行调整后,还可以利用调整后得到的运动状态对卫星观测信息进行进一步检测,从而有可能剔除更多的异常卫星观测信息,进而提高终端定位的准确性。此时,上述方法还可以包括:

[0142] 获取从调整运动状态转换得到的第三转换定位信息;

[0143] 获取定位信息集合中每个卫星对应的定位信息相对第三转换定位信息的偏差数据的集合;

[0144] 对偏差数据的集合进行统计分布检测;

[0145] 从定位信息集合中剔除未通过统计分布检测的至少一个卫星的定位信息,从而更新定位信息集合;

[0146] 利用更新后的定位信息集合对预测运动状态进行调整。

[0147] 一些实施例中,在对预测运动状态进行调整后,还可以利用对预测运动状态的调整量进行检测,在检测不通过时利用当前的定位信息集合重新执行上述方法,进而提高终端定位的准确性。此时,上述方法还可以包括:

[0148] 获取调整运动状态相对于所述预测运动状态的调整量;

[0149] 响应于所述调整量不符合预设的阈值条件,对所述状态预测模型和所述状态调整模型进行初始化,并利用当前的定位信息集合执行预测终端在第一时刻的预测运动状态和对预测运动状态进行调整的步骤。

[0150] 例如,当滤波器的滤波器修正量(即后一时刻的状态参数与前一时刻的状态参数之间的差值,也即用对预测运动状态的调整量)通过验证,且第二筛选观测信息均通过正态分布检验时,可以将目标状态参数中的终端位置 ru_4 和终端速度 vu_4 作为用户终端 20a 的终端定位结果。

[0151] 一些实施例中,假设用户终端 20a 为智能手机,在手机终端定位导航应用场景中,获取到用户终端 20a 的终端位置和终端速度后,可以在导航应用中为该用户终端 20a 的使用者提供准确的导航路径。例如图 2 所示的导航页面 20h 所示,位置 S1 即为用户终端 20a 在电子地图中的位置(即终端位置),区域 20i 为用户终端 20a 所在路径的实时路况。不同的颜色表示不同的路况,例如黑色区域表示该路段属于重度拥挤路段,灰色区域表示该路径属于轻度拥堵路段,白色区域属于不拥挤路段等。

[0152] 一些实施例中, 假设用户终端 20a 为车载终端, 在道路场景车道级导航应用中, 获取到用户终端 20a 的终端位置和终端速度后, 可以为该用户终端 20a 提供车道级行驶路径, 例如图 2 所示的导航页面 20j 所示。位置 20k 即为用户终端 20a 在道路中的车道行驶位置 (即终端位置), 黑色线条用于表示用户终端 20a 的车道行驶路径, 即上述终端定位结果可以精确到用户终端 20a 所在的车道, 实现对用户终端 20a 的车道级定位。

[0153] 请参见图 3, 图 3 是本申请实施例提供的一种终端定位方法的流程示意图。该终端定位方法可以由计算机设备执行, 该计算机设备可以为集成了卫星定位设备的电子设备, 例如图 1A 所示用户终端集群中的任一用户终端, 或任一需要进行定位的终端。例如图 3 所示, 该终端定位方法可以包括以下步骤。

[0154] 步骤 S101, 通过卫星观测信息确定终端对应的终端状态信息, 根据终端状态信息从卫星观测信息中获取第一筛选观测信息。

[0155] 一些实施例中, 计算机设备可以向 CORS 系统发送星历获取请求。CORS 系统的高精定位服务平台接收到星历获取请求后, 可以从卫星星历数据库中获取实时的卫星导航星历, 并将实时的卫星导航星历以二进制流的形式传输至计算机设备。此时的计算机设备可以接收 CORS 系统的高精定位服务平台播发的卫星导航星历。计算机设备还可以接收 CORS 系统的高精定位服务平台所播发的卫星观测信息。其中, 该卫星导航星历可以包括一组用于确定卫星位置的参数列表, 卫星星历数据库中包括所有卫星的导航星历。卫星观测信息可以包括伪距观测数据、多普勒观测数据中的至少一种。本申请的计算机设备可以为待定位的终端。

[0156] 其中, 根据卫星观测信息和卫星导航星历, 获取各个卫星分别对应的卫星状态信息。当卫星观测信息仅包含伪距观测数据时, 此时的卫星状态信息包括卫星位置和卫星钟差。当卫星观测信息仅包含多普勒观测数据时, 此时的卫星状态信息包括卫星速度 (即卫星运行速度) 和卫星钟漂。当卫星观测信息包含伪距观测数据和多普勒观测数据时, 此时的卫星状态信息包括卫星位置、卫星钟差、卫星速度以及卫星钟漂。其中, 卫星的数量可以为 N 个 (N 为正整数), 一个卫星在同一时刻对应一个伪距观测数据、一个多普勒观测数据、一个卫星位置、一个卫星钟差、一个卫星速度以及一个卫星钟漂, 每个卫星所对应的卫星位置、卫星钟差、卫星速度以及卫星钟漂可以是不同的。例如, 卫星观测信息包括伪距观测数据时, 基于接收到的伪距观测数据和卫星导航星历可以计算各个卫星分别对应的卫星位置和卫星钟差, 即获取自身接收到卫星发射信号的接收时间, 根据初始伪距观测值、接收时间以及光速值, 确定卫星发射信号的发射时间, 进而可以根据发射时间和卫星导航星历中所包含的参数列表, 确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差。同理, 卫星观测信息包括多普勒观测数据时, 基于接收到的多普勒观测数据和卫星导航星历可以计算各个卫星分别对应的卫星速度和卫星钟漂。

[0157] 在获取到卫星观测信息以及卫星状态信息后, 可以根据卫星观测信息与卫星状态信息, 构建终端与卫星之间的卫星观测方程。通过卫星观测方程可以获取终端对应的终端

状态信息, 基于终端状态信息可以从 N 个卫星所对应的卫星观测信息中获取第一筛选观测信息 (例如, 上述图 2 所对应实施例中的伪距观测数据集合 20d 和多普勒观测数据集合 20e)。其中, 终端所接收到的卫星观测信息中可能存在观测信息粗差, 因此在计算终端状态信息的过程中, 可能从 N 个卫星所对应的卫星观测信息中剔除了一部分观测信息粗差。计算终端状态信息所实际使用的卫星观测信息仅为 N 个卫星所对应卫星观测信息中的部分观测信息, 因此可以将确定终端状态信息时所实际使用的卫星观测信息确定为第一筛选观测信息。例如, N 个卫星所对应的卫星观测信息中的卫星 i 的卫星观测信息为观测信息粗差, 则可以剔除卫星 i 的卫星观测信息。通过除卫星 i 之外的其余卫星的卫星观测信息估计得到终端状态信息时, 可以将 N 个卫星中除卫星 i 之外的其余卫星的卫星观测信息作为第一筛选观测信息。第一筛选观测信息的数量小于或等于终端所接收到的所有卫星观测信息的总数量。例如第一筛选观测信息为伪距观测数据时, 第一筛选观测信息的数量小于或等于 N (卫星的数量, 即终端接收到的伪距观测数据的总数量)。

[0158] 可以理解的是, 本申请实施例中的卫星观测信息、卫星状态信息以及终端状态信息三者之间是相关联的。例如卫星观测信息为伪距观测数据时, 与之对应的卫星状态信息为卫星位置和卫星钟差, 与之对应的终端状态信息为终端位置和终端钟差。卫星观测信息为多普勒观测数据时, 与之对应的卫星状态信息为卫星速度和卫星钟漂, 与之对应的终端状态信息为终端速度和终端钟漂。卫星观测信息包括伪距观测数据和多普勒观测数据时, 与之对应的卫星状态信息为卫星位置、卫星钟差、卫星速度以及卫星钟漂, 与之对应的终端状态信息为终端位置、终端钟差、终端速度以及终端钟漂, 后续对此不再进行解释。

[0159] 其中, 若终端接收到 N 个卫星分别对应的伪距观测数据, 则基于伪距观测数据以及卫星状态信息中的卫星位置和卫星钟差, 可以构建如下伪距观测方程:

$$\begin{bmatrix} \tilde{\rho}_1 \\ \tilde{\rho}_2 \\ \vdots \\ \tilde{\rho}_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \|r_u - r^1\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^1 + \zeta^1 \\ \|r_u - r^2\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^2 + \zeta^2 \\ \vdots \\ \|r_u - r^N\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^N + \zeta^N \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0160] 其中, $\tilde{\rho}_i, i = 1, 2, \dots, N$ 为终端接收到伪距观测数据, r_u 为终端位置, r_i 为卫星 i 对应的卫星位置, dt_r 为终端钟差, dt_i 为卫星 i 对应的卫星钟差, c 为真空中的光速值, ζ_i 为误差改正数 (包括电离层、对流层以及地球自转改正, 可以由经验模型计算得到), $\|r_u - r_i\|$ 可以用于表示终端位置 r_u 与卫星位置 r_i 之间的欧几里得距离。在上述公式 (1) 中, 除终端位置 r_u 与终端钟差 dt_r 之外的其余参数均是已知的, 基于该公式 (1) 所示的伪距观测方程可以估计得到终端的终端位置和终端钟差。

[0161] 一些实施例中, 若终端接收到 N 个卫星分别对应的多普勒观测数据, 则基于多普勒观测数据以及卫星状态信息中的卫星速度和卫星钟漂, 可以构建如下多普勒观测方程:

$$\begin{bmatrix} \lambda \tilde{D}_u^1 \\ \lambda \tilde{D}_u^2 \\ \vdots \\ \lambda \tilde{D}_u^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (v^1 - v_u) \cdot \frac{r_u - r^1}{\|r_u - r^1\|} + c \cdot dt_r - c \dot{d}t^1 \\ (v^2 - v_u) \cdot \frac{r_u - r^2}{\|r_u - r^2\|} + c \cdot dt_r - c \dot{d}t^2 \\ \vdots \\ (v^N - v_u) \cdot \frac{r_u - r^N}{\|r_u - r^N\|} + c \cdot dt_r - c \dot{d}t^N \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0162] 其中, $\tilde{D}_u^i, i = 1, 2, \dots, N$ 为终端接收到多普勒观测数据, λ 为卫星播发信号的波长, $v^i, i = 1, 2, \dots, N$ 为第 i 个卫星对应的卫星速度, dt_r 为终端钟漂, v_u 为终端速度, $\dot{d}t^i$ 为卫星 i 对应的卫星钟漂。基于该公式 (2) 所示的多普勒观测方程可以估计得到终端的终端速度和终端钟漂, 在求解终端对应的终端速度和终端钟漂时, 需要提供终端的终端位置以及各个卫星所对应的卫星位置。本申请实施例中, 可以将公式 (1) 所示的伪距观测方程和公式 (2) 所示的多普勒观测方程统称为卫星观测方程。

[0163] 步骤 S102, 将终端状态信息设置为滤波器的初始状态参数, 获取滤波器针对初始状态参数的初始状态协方差矩阵。

[0164] 该步骤是对状态预测模型和状态调整模型进行初始化。一些实施例中, 在得到终端对应的终端状态信息以及第一筛选观测信息后, 可以基于终端状态信息建立滤波器, 即通过终端状态信息对滤波器进行初始化, 将该终端状态信息设置为滤波器的初始状态参数。该滤波器的状态参数的数量取决于终端状态信息所包含的参数数量。例如终端状态信息包括终端位置、终端钟差、终端速度以及终端钟漂时, 滤波器的初始状态参数可以设置为 $z(0) = [r_u \ v_u \ dt_r \ \dot{d}t_r]^T$, 其中, $[\]^T$ 表示为矩阵的转置, $z(0)$ 表示为滤波器的初始状态参数, 与此同时, 还可以获取滤波器针对初始状态参数的初始状态协方差矩阵 (即上述状态调整模型中的测量变换关系)。该初始状态协方差矩阵可以用于表征初始状态参数之间的相关性, 该初始状态协方差矩阵为对角线矩阵, 同样为对称矩阵。初始状态协方差矩阵可以通过第一筛选观测信息和初始状态参数来确定。

[0165] 其中, 滤波器可以为递归滤波器, 例如滤波器可以包括但不限于: 卡尔曼滤波器 (Kalman Filter, EKF)、扩展卡尔曼滤波器 (Extended Kalman Filter, EKF)、无迹卡尔曼滤波器、稳健卡尔曼滤波器等。本申请实施例对滤波器的类型不做限定。为方便描述, 本实施例以稳健卡尔曼滤波器为例进行说明。

[0166] 步骤 S103, 对滤波器的初始状态参数进行时间更新, 得到预测状态参数, 对滤波器的初始状态协方差矩阵进行时间更新, 得到预测状态协方差矩阵。

[0167] 一些实施例中, 滤波器在完成初始化后, 可以对滤波器进行时间更新, 将滤波器的初始状态参数更新为预测状态参数 (即预测运动状态), 将初始状态协方差矩阵更新为预测状态协方差矩阵。滤波器的时间更新过程可以是在初始状态参数的基础上, 进行状态参数预测。滤波器在时间更新完成后的状态参数可以称为预测状态参数, 此时滤波器针对该预测状态参数的状态协方差矩阵可以称为预测状态协方差矩阵。

[0168] 其中, 在滤波器的时间更新过程中, 可以对滤波器的初始状态参数进行多次更新。将滤波器的初始状态参数记为 $z(0)$, 滤波器的初始状态协方差矩阵记为 $P(0)$ 。 $z(0)$ 可以认为

是滤波器在 0 时刻的状态参数, $P(0)$ 可以认为是滤波器在 0 时刻的状态协方差矩阵。对滤波器进行时间更新的下一个 (1 时刻) 状态参数可以记为 $z(1)$, 下一个状态协方差矩阵可以记为 $P(1)$ 。以此类推, 滤波器在 t 时刻的状态参数可以记为 $z(t)$, 在 t 时刻的状态协方差矩阵可以记为 $P(t)$ 。假设当前时刻为 t 时刻, 则 $z(t)$ 为滤波器的预测状态参数, $P(t)$ 为滤波器的预测状态协方差矩阵。

[0169] 步骤 S104, 从第一筛选观测信息中, 筛选出用于构建滤波器的测量更新矩阵的第二筛选观测信息, 根据由终端状态信息所确定的卫星观测误差因子, 构建滤波器对应的测量方差矩阵。

[0170] 一些实施例中, 在滤波器完成时间更新后, 可以继续对滤波器进行测量更新。测量更新过程一开始的状态参数为滤波器时间更新完成时的预测状态参数, 测量更新过程一开始的状态协方差矩阵为滤波器时间更新完成时的预测状态协方差矩阵。在对滤波器进行测量更新时, 可以对滤波器进行模型验证。若滤波器通过模型验证, 则可以通过正态分布检验从第一筛选观测信息中, 筛选出用于构建滤波器的测量更新矩阵的第二筛选观测信息。若滤波器未通过模型验证, 则需要对滤波器进行模型修复, 例如重新设置滤波器的初始状态参数和初始状态协方差矩阵。

[0171] 其中, 滤波器的模型验证可以包括: 通过第一筛选观测信息对应的信噪比、以及第一筛选观测信息所对应卫星的高度角, 构建观测方差矩阵 (即各卫星的误差构成的矩阵)。此时的第一筛选观测信息所对应的观测方差矩阵可以称为第一观测方差矩阵。可以通过第一观测残差矩阵、预测状态协方差矩阵、第一筛选观测数据针对预测状态参数的雅克比矩阵, 以及第一观测方差矩阵, 确定滤波器对应的模型验证参数值。其中, 观测残差矩阵可以是指将卫星观测方程等号两边的式子相减所得到的矩阵, 例如上述公式 (1) 中的伪距观测方程的等号两边相减所得到的矩阵, 可以称为由终端所接收到的 N 个伪距观测数据所构建的观测残差矩阵。基于相同的原理, 可以通过第一筛选观测信息、第一筛选观测信息所对应卫星的卫星状态信息, 以及预测状态信息, 构建第一筛选观测信息对应的观测方程, 将该观测方程等号两边的式子进行相减后可以得到上述第一观测残差矩阵。雅克比矩阵是一阶偏导数以一定方式排列成的矩阵, 其行列式称为雅可比行列式。

[0172] 在一个或多个实施例中, 在获取滤波器对应的模型验证参数值之前, 还可以根据第一观测残差矩阵的四分位数和绝对中位差, 对第一观测残差矩阵进行粗差探测处理, 得到第二观测残差矩阵。换言之, 通过第一观测残差矩阵的四分位数和绝对中位差, 剔除第一筛选观测信息中的观测信息粗差, 以得到第三筛选观测信息。该由第三筛选观测信息所构建的观测残差矩阵可以称为第二观测残差矩阵。此时可以将第三筛选观测信息对应的信噪比, 以及第三筛选观测信息所对应卫星的高度角, 构建观测方差矩阵。第三筛选观测矩阵所对应的观测方差矩阵可以称为第一方差矩阵。可以通过第二观测残差矩阵、预测状态协方差矩阵、第二观测残差矩阵针对预测状态参数的雅克比矩阵, 以及第一观测方差矩阵, 确定滤波器对应的模型验证参数值。第三筛选观测信息的数量小于或等于第一筛选观测信

息的数量。

[0173] 其中,四分位数可以是指将第一观测残差矩阵中的元素进行排序。将排序后的观测残差序列按照四等分进行划分。排序后的观测残差序列中处于分割点的元素,四分之一分割点的元素称为下四分位数,二分之一分割点的元素称为中位数,四分之三分割点的元素称为上四分位数,即四分位数可以包括下四分位数、中位数以及上四分位数。绝对中位差是用第一观测残差矩阵中的元素减去中位数后得到的新数据的绝对值的中位数。绝对中位差是一种统计离差的测量。粗差探测处理可以通过粗差探测方法来实现。基于四分位数和绝对中位数进行粗差探测处理的方法仅为本申请实施例中的一种举例。例如上述描述的粗差探测方法之外,还可以采用其余任何形式的粗差探测方法,例如,基于正态分布的序贯粗差探测、基于四分位数和绝对中位差的粗差探测等,本申请对剔除卫星观测信息粗差的粗差探测方法不做限定。

[0174] 在一个或多个实施例中,当第一筛选观测数据为伪距观测数据时,可以通过第一筛选观测信息和预测状态协方差矩阵,对滤波器进行钟差跳变探测,若探测到滤波器存在钟差跳变,则对滤波器进行钟差跳变修复,即更新滤波器的状态参数和状态协方差参数;若滤波器未存在钟差跳变,则滤波器可以保持当前的状态参数和状态协方差矩阵。当第一筛选观测数据为多普勒观测数据时,可以通过第一筛选观测信息和预测状态协方差矩阵,对滤波器进行钟漂跳变探测,若探测到滤波器存在钟漂跳变,则对滤波器进行钟漂跳变修复,即更新滤波器的状态参数和状态协方差参数;若滤波器未存在钟漂跳变,则滤波器可以保持当前的状态参数和状态协方差矩阵。一些实施例中,若通过粗差探测处理从第一筛选观测信息中筛选出第三筛选观测信息,则可以基于第三筛选观测信息和预测状态协方差矩阵进行钟差和钟漂跳变探测及修复。在滤波器完成钟差和钟漂跳变探测及修复之后,再对滤波器进行模型验证,即获取滤波器对应的模型验证参数值。

[0175] 当滤波器的模型验证参数值小于模型验证阈值(即模型验证参数值满足预设的阈值条件,模型验证阈值可以根据实际需求进行设置,本申请对此不做限定)时,可以对模型验证参数进行标准化处理,得到标准化残差矩阵;通过对标准化残差矩阵进行正态分布检验,得到标准化残差矩阵中所包含的每个元素分别对应的检验结果;若标准化残差矩阵中的第 l 个元素所对应的检验结果不满足检验条件,则确定第 l 个元素未通过正态分布检验,从第一筛选观测信息中,剔除第 l 个元素所对应的卫星观测信息,得到第二筛选观测信息; l 为小于或等于第一筛选观测信息的数量的正整数。一些实施例中,当模型验证参数值大于或等于模型验证阈值(即模型验证参数值不满足预设的阈值条件)时,则重新设置滤波器的初始状态参数和初始状态协方差矩阵,即重置滤波器。

[0176] 一些实施例中,若通过粗差探测处理从第一筛选观测信息中筛选出第三筛选观测信息,则可以从第三筛选观测信息中,剔除第 l 个元素所对应的卫星观测信息,得到第二筛选观测信息,此时的 l 为小于或等于第三筛选观测信息的数量的正整数。

[0177] 一些实施例中,在确定第二筛选观测信息后,可以通过第二筛选观测信息、预测状

态参数（即滤波器在当前时刻的状态参数）以及卫星状态信息构建第三观测残差矩阵，将第三观测残差矩阵针对预测状态参数的雅克比矩阵，确定为滤波器对应的测量更新矩阵。在确定终端状态信息时可以获取卫星观测误差因子（即误差调整因子），该卫星观测误差因子也可以称为随机误差模型因子；该卫星观测误差因子可以包括伪距观测随机误差模型因子和多普勒观测随机误差模型因子中的至少一种；伪距观测随机误差模型因子可以用于衡量伪距观测数据与实际数据之间的差异程度，多普勒观测随机误差模型因子可以用于衡量多普勒观测数据与实际数据之间的差异程度。通过卫星观测误差因子和各个卫星对应的随机误差模型（用于估计各个卫星对应的误差），可以构建滤波器对应的测量方差矩阵，该测量方差矩阵可以为具有固定值的矩阵，也可以基于经验模型来确定。

[0178] 步骤 S105，通过测量更新矩阵、第二筛选观测信息、预测状态协方差矩阵以及测量方差矩阵，对滤波器的预测状态参数进行测量更新，得到目标状态参数，根据目标状态参数确定终端对应的终端定位结果。

[0179] 一些实施例中，通过测量更新矩阵、第二筛选观测信息、预测状态协方差矩阵以及测量方差矩阵，对滤波器的预测状态参数进行测量更新，可以得到目标状态参数和目标状态协方差矩阵。可以将目标状态参数与上一个状态参数之间的差值确定为滤波器对应的滤波器修正量，当该滤波器修正量通过检验（该修正阈值可以根据实际需求或经验进行设置）时，可以通过目标协方差矩阵、测量方差矩阵以及测量更新矩阵，构建滤波器对应的第二残差协方差矩阵；通过第二残差协方差矩阵对第三观测残差矩阵进行正态分布检验，得到第三观测残差矩阵中所包含的每个元素分别对应的检验结果；若第三观测残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果均满足检验条件，则将目标状态参数确定为终端对应的终端定位结果。一些实施例中，本申请实施例中所得到的终端定位结果可以应用在手机终端定位导航应用场景中（例如，电子地图应用），还可以应用在车道级导航应用场景中，可以实现亚米级或车道级定位，其中亚米级定位是指终端定位结果的精度可以达到分米、厘米甚至毫米。

[0180] 一些实施例中，若滤波器修正量大于或等于修正阈值，则表示滤波器出现故障，需要重置滤波器。若第三观测残差矩阵中存在某个元素未通过检验，则剔除该元素所对应的卫星观测信息，从第二筛选观测信息中确定第四筛选观测信息，通过第四筛选观测信息重新构建测量更新矩阵。

[0181] 本申请实施例中，可以通过卫星观测信息估计得到终端对应的终端状态信息，通过终端状态信息可以建立滤波器，通过滤波器时间更新和滤波器测量更新两个过程，从卫星观测信息中剔除观测信息粗差，并通过剔除观测信息粗差后的卫星观测信息，确定终端对应的终端定位结果，可以提高终端位置的准确性，实现亚米级或车道级定位，辅助车道级定位导航。

[0182] 下面通过图 4 和图 5 对终端状态信息的确定过程进行详细描述。图 4 和图 5 是对上述图 1B 实施例的步骤 S11、图 3 所对应实施例中的步骤 S101 的实施方式举例。其中，

当卫星观测信息包括伪距观测数据和多普勒观测数据时, 在获取到 N (N 为正整数) 个卫星分别对应的卫星状态信息后, 可以对 N 个伪距观测数据构建如前述公式 (1) 所示的伪距观测方程, 对 N 个多普勒观测方程构建如前述公式 (2) 所示的多普勒观测方程。一些实施例中, 可以利用抗差加权最小二乘算法和伪距观测方程, 估计终端对应的终端位置和终端钟差; 利用抗差加权最小二乘算法和多普勒观测方程, 估计终端对应的终端速度和终端钟漂, 终端位置、终端速度、终端钟差以及终端钟漂可以称为终端状态信息。其中, 抗差加权最小二乘算法是通过等价权将抗差估计原理与最小二乘形式有机结合起来, 量测值的主体一般是符合正态分布的, 最小二乘法 (又称最小平方法) 是一种数学优化方法。需要说明的是, 该抗差加权最小二乘算法仅仅只是本申请实施例所提供的一种举例说明, 除抗差加权最小二乘算法之外的其余数学优化方法同样适用, 例如牛顿法、随机梯度下降法, 本申请对此不做限定。

[0183] 请参见图 4, 图 4 是本申请实施例提供的一种估计终端状态信息中的终端位置和终端钟差的流程示意图。例如图 4 所示, 终端位置和终端钟差的估计过程可以包括以下步骤:

[0184] 步骤 S201, 设置估计参数的初始值, 即初始的估计运动状态, 可以包括初始终端位置和初始终端钟差。

[0185] 一些实施例中, 对于终端所接收到的卫星观测信息中的 N 个伪距观测信息, 可以利用抗差加权最小二乘算法和 N 个伪距观测信息来估计终端位置和终端钟差。假设估计参数为 $x_u = \begin{bmatrix} r_u \\ dt_r \end{bmatrix}$, 则采用抗差加权最小二乘算法的具体流程可以包括: 设置估计参数 x_u 的初始值, 即为终端设置初始状态信息, 此时的初始状态信息可包括初始终端位置和初始终端钟差, 记为 $x_{u,0} = \begin{bmatrix} r_{u,0} \\ dt_{r,0} \end{bmatrix}$, 例如图 2 所对应实施例中的 $r_{u,0}$ 和 $dt_{r,0}$ 。采用抗差加权最小二乘算法的目的在于不断迭代更新上述估计参数 x_u , 以得到终端位置和终端钟差的估计值。

[0186] 步骤 S202, 构建伪距残差矩阵。

[0187] 一些实施例中, 通过卫星观测信息、初始状态信息以及卫星所对应的卫星状态信息, 构建终端与卫星之间的卫星观测方程, 此时的卫星观测信息包括 N 个伪距观测数据, 初始状态信息可以包括初始终端位置 $r_{u,0}$ 和初始终端钟差 $dt_{r,0}$, 卫星状态信息可包括卫星位置和卫星钟差, 因此构建的卫星观测方程其实质上为伪距观测方程。更具体地, 可以获取初始终端位置与卫星位置之间的间隔距离, 例如 $\|r_{u,0} - r^i\|$ (即初始终端位置与卫星 i 所对应的卫星位置之间的几何距离), 以及获取初始终端钟差与卫星钟差之间的钟差差值, 例如 $dt_{r,0} - dt^i$; 根据间隔距离和钟差差值, 可以确定终端与卫星之间的第一估计值, 例如 $\|r_{u,0} - r^i\| + c \cdot dt_{r,0} - c \cdot dt^i + \zeta^i$, 通过第一估计值和伪距观测数据, 构建终端与卫星之间的伪距观测方程; 该伪距观测方程的形式如上述公式 (1) 所示, 只是将上述公式 (1) 中的 r_u 替换为 $r_{u,0}$, dt_r 替换为 $dt_{r,0}$ 。进而可以将该伪距观测方程等式的两边进行相减, 可以得到伪距残差矩阵 B_0 , 也可以简称为伪距残差矩阵, 伪距残差矩阵 B_0 中的元素可以表示为各个伪距观测数据与由初始终端位置、卫星位置、初始终端钟差以及卫星钟差所得到的

估计值之间的残差值。

[0188] 步骤 S203, 基于四分位数对伪距残差矩阵进行粗差探测。

[0189] 一些实施例中, 在构建了伪距残差矩阵 B0 之后, 可以基于第一异常检测方法对该伪距残差矩阵 B0 进行粗差探测, 剔除 N 个伪距观测数据中的伪距观测数据粗差。这里, 采用四分位数方法作为第一异常检测方法的例子来说明粗差探测的过程, 其它实施例中还可以采用其它异常检测方法进行粗差探测, 这里不再赘述。其中, 基于四分位数的粗差探测过程在具体的实施过程中可以衍生出许多不同的粗差探测方案, 例如针对相同的数据, 粗差探测条件不同, 所得到的结果也有可能不同, 造成不同结果的粗差探测方案应该是不同的, 下面以一种基于四分位数的粗差探测方案为例, 对该粗差探测过程进行描述。

[0190] 对伪距残差矩阵 B0 中的元素按照从小到大的顺序进行排序, 得到排序后的伪距残差序列, 该排序后的伪距残差序列可以称为第一序列, 获取第一序列对应的初始掩码数组 $\text{mask}[N]=\{0,0,\dots,0\}$, 可以根据第一序列的上四分位数和下四分位数, 对第一序列进行粗差探测, 例如第一序列中的任一元素小于 $M_{1/4} - 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 或大于 $M_{3/4} + 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 时, $\text{mask}[i]=\text{mask}[i]+1$, 否则不作处理, 其中, i 为小于 N 的正整数, 此次操作是对初始掩码数组的更新处理过程。其中, $M_{1/4}$ 为第一序列的下四分位数, $M_{3/4}$ 为第一序列的上四分位数。

[0191] 一些实施例中, 将第一序列中的每个元素分别与第一序列的中位数进行相减, 将对相减后所得到的结果取绝对值, 得到一组新的数据, 这组新的数据可以称为第二序列。获取第二序列的下四位数 (记为 $\bar{M}_{1/4}$) 和上四位数 (可以记为 $\bar{M}_{3/4}$), 当第二序列中的元素大于 $\bar{M}_{1/4} - 1.5 \cdot (\bar{M}_{3/4} - \bar{M}_{1/4})$, 且小于 $\bar{M}_{3/4} + 1.5 \cdot (\bar{M}_{3/4} - \bar{M}_{1/4})$ 时, 可以将该元素添加到第三序列中, 即第二序列中凡是满足上述条件的元素均加入第三序列中, 计算第三序列的中位数 (记为 $\bar{M}_{2/4}$)。当第一序列中的任一元素 B_0^i 满足 $\frac{|B_0^i - \bar{M}_{2/4}|}{1.4826 \cdot \bar{M}_{2/4}} > 3.0$ 时, $\text{mask}[i]=\text{mask}[i]+1$, 否则不作处理, 此次操作是对上述更新后的掩码数组再次进行更新处理的过程, 此次更新后的掩码数组可以称为目标掩码数组, 若目标掩码数组中的第 i 个元素 (即 $\text{mask}[i]$) 大于或等于 1, 则确定第一序列中的第 i 个元素所对应的伪距观测数据为粗差, 进而剔除该第 i 个元素所对应的伪距观测数据。若 $\text{mask}[i]=0$, 则保留第一序列中的第 i 个元素所对应的伪距观测数据。通过上述粗差探测过程, 可以从 N 个伪距观测数据中剔除一些伪距观测数据粗差, 得到剔除粗差后的伪距观测数据, 可以称之为第五筛选观测信息。假设第五筛选观测信息包括 n1 个伪距观测数据, n1 为小于或等于 N 的正整数, 当 n1 小于 N 时, 需要基于第五筛选观测信息重新构建伪距残差矩阵 B0, 相比于之前的伪距残差矩阵, 重新构建的 B0 的行数量变小了。

[0192] 一些实施例中, 在一种或多种实施例中, 可以跳过步骤 S203, 直接从步骤 S202 跳转至步骤 S204, 那么步骤 S204 以及后续步骤均是在 N 个伪距观测数据的基础上进行的。若执行完步骤 S203 后所获取到的伪距观测数据的数量变成了 n1 个, 则步骤 S204 以及后续步骤均是在 n1 个伪距观测数据的基础上进行的。为方便描述, 本申请实施例中的后续步

骤均以 $n1$ 个伪距观测数据为基础来执行, 后面对此不再进行解释。

[0193] 步骤 S204, 计算伪距观测方程关于估计参数的雅克比矩阵。

[0194] 一些实施例中, 假设第 $k-1$ 迭代的估计参数为 $x_{u,k-1} = \begin{bmatrix} r_{u,k-1} \\ dt_{r,k-1} \end{bmatrix}$, 那么当 k 为 1 时, 第 $k-1$ 次迭代的估计参数包括初始终端位置和初始终端钟差, 每次迭代的卫星观测方程由该次迭代的估计参数所构建, 即第 $k-1$ 次迭代的伪距观测方程需要将上述公式 (1) 中的终端位置和终端钟差替换为 $x_{u,k-1}$ 中的终端位置 $r_{u,k-1}$ 和终端钟差 $dt_{r,k-1}$, 将第 $k-1$ 次迭代的卫星观测方程 (伪距观测方程), 针对第 $k-1$ 次迭代的估计参数的偏导数, 确定为第 $k-1$ 次迭代的雅克比矩阵, 根据第 $k-1$ 次迭代的卫星观测方程可以构建第 $k-1$ 次迭代的伪距残差矩阵。其中, 第 $k-1$ 次迭代的伪距残差矩阵记为 B_{k-1} , 第 $k-1$ 次迭代的雅克比矩阵记为 $G_{\rho,k-1}$, 该雅克比矩阵 $G_{\rho,k-1}$ 可以如下述公式 (3) 所示:

$$G_{\rho,k-1} = \frac{\partial \begin{bmatrix} \tilde{\rho}_1 \\ \tilde{\rho}_2 \\ \vdots \\ \tilde{\rho}_{n1} \end{bmatrix}}{\partial \begin{bmatrix} r_{u,k-1} \\ dt_{r,k-1} \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} -e^{1T} & c \\ -e^{2T} & c \\ \vdots & c \\ -e^{n1T} & c \end{bmatrix} \quad (3)$$

[0195] 其中, 在上述公式 (3) 中, $e^i = \frac{r^i - r_{u,k-1}}{\|r^i - r_{u,k-1}\|}$ 表示第 $k-1$ 次迭代时, 终端至卫星 i 的单位观测向量。

[0196] 步骤 S205, 构建伪距观测方差矩阵。

[0197] 一些实施例中, 若未执行前述步骤 S203, 或执行完上述步骤 S203 后未筛选出伪距观测数据粗差, 则可以根据观测误差参数、 N 个卫星所对应的卫星观测信息 (伪距观测数据) 的信噪比, 以及 N 个卫星分别对应的高度角, 确定 N 个卫星分别对应的卫星观测误差 (此处的卫星观测误差可以为伪距随机观测误差模型); 进而将 N 个卫星分别对应的卫星观测误差作为矩阵对角元素, 构建第二观测方差矩阵, 此时的第二观测方差矩阵可以为 N 个伪距观测数据所确定的伪距观测方差矩阵。一些实施例中, 若执行完上述步骤 S203 后剔除了伪距观测数据粗差, 只剩下 $n1$ 个卫星对应的伪距观测数据 (此处默认 $n1$ 小于 N), 则可以根据观测误差参数、 $n1$ 个伪距观测数据分别对应的信噪比, 以及 $n1$ 个伪距观测数据所关联的 $n1$ 个卫星分别对应的高度角, 确定 $n1$ 个卫星分别对应的伪距随机观测误差模型; 将 $n1$ 个卫星分别对应的伪距随机观测误差模型作为矩阵对角元素, 构建伪距观测方差矩阵, 该伪距观测方差矩阵可以如下述公式 (4) 所示:

$$W_{\rho,k-1} = \begin{bmatrix} \sigma_{\rho 1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \sigma_{\rho n1} \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0198] 其中, 上述公式 (4) 中的 $W_{\rho,k-1}$ 表示第 k 次迭代的伪距观测方差矩阵, $\sigma_{\rho i}$ 表示卫星 i 对应的伪距观测随机误差模型 (卫星观测误差), $\sigma_{\rho i}$ 可以如下述公式 (5) 所示:

$$\sigma_{\rho i} = \delta_{\rho} \cdot \frac{10^{\frac{53 - CN0^i}{10}}}{\sin^2 e^i} \quad (5)$$

[0199] 其中, $CN0^i$ 为卫星 i 的伪距观测值的信噪比, el^i 表示卫星 i 的高度角, δ_ρ 为伪距观测参数, 该参数可以根据实际需求进行设置, 例如 δ_ρ 可以设置为 3^2 , 本申请对此不做限定。

[0200] 需要说明的是, 伪距观测方差矩阵是一个具有固定数值的矩阵, 在估计参数 x_u 的迭代更新过程中, 若所使用的伪距观测数据未发生变更, 则该伪距观测方差矩阵保持不变; 若从伪距观测数据中探测出伪距观测数据粗差, 并剔除了该伪距观测数据粗差, 则表示伪距观测数据发生了变更, 因此可以重新构建伪距观测方差矩阵, 即删除伪距观测数据粗差所对应卫星的卫星观测误差; 剔除的伪距观测数据粗差越多, 伪距观测方差矩阵的行数就越少。

[0201] 步骤 S206, 计算估计参数修正量, 并更新估计参数值。

[0202] 一些实施例中, 可以根据第 $k-1$ 次迭代的雅克比矩阵 $G_{\rho,k-1}$ 、第 $k-1$ 次迭代的伪距残差矩阵 (即上述 B_{k-1}) 以及第二观测方差矩阵 (即伪距观测方差矩阵 $W_{\rho,k-1}$), 获取第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量 (也可以称为估计参数修正量), 第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量可以如下述公式 (6) 所示:

$$\Delta x_{\rho,k-1} = -(G_{\rho,k-1}^T W_{\rho,k-1} G_{\rho,k-1})^{-1} G_{\rho,k-1}^T W_{\rho,k-1} \cdot B_{k-1} \quad (6)$$

[0203] 其中, $\Delta x_{\rho,k-1}$ 表示第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量, 也称为第 $k-1$ 次迭代的估计参数修正量, B_{k-1} 为第 $k-1$ 次迭代的伪距残差矩阵, 例如下述公式 (7) 所示:

$$B_{k-1} = \begin{bmatrix} \tilde{\rho}_1 - (\|r_{u,k-1} - r^1\| + c \cdot dt_{r,k-1} - c \cdot dt^1 + \zeta^1) \\ \tilde{\rho}_2 - (\|r_{u,k-1} - r^2\| + c \cdot dt_{r,k-1} - c \cdot dt^2 + \zeta^2) \\ \vdots \\ \tilde{\rho}_{n1} - (\|r_{u,k-1} - r^{n1}\| + c \cdot dt_{r,k-1} - c \cdot dt^n + \zeta^{n1}) \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0204] 其中, 根据第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量可以对估计参数 x_u 进行更新, 更新过程如下述公式 (8) 所示:

$$x_{u,k} = x_{u,k-1} + \Delta x_{\rho,k-1} \quad (8)$$

[0205] 其中, $x_{u,k}$ 为第 k 次迭代的估计参数, 对于每次迭代计算得到的状态信息修正量, 均需要判断其是否达到收敛, 例如在计算得到第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量 $\Delta x_{\rho,k-1}$ 后, 同样需要对其进行收敛性判断, 若 $\Delta x_{\rho,k-1}$ 未达到收敛, 则将第 k 次迭代的估计参数作为下一次迭代 (第 $k+1$ 次迭代) 的初始值, 重复执行步骤 S201-步骤 S206。若 $\Delta x_{\rho,k-1}$ 达到收敛, 则继续执行后续步骤 S207。

[0206] 步骤 S207, 计算卡方检验统计量。

[0207] 一些实施例中, 当第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量 (即 $\Delta x_{\rho,k-1}$) 达到收敛时, 将第 $k-1$ 次迭代的估计参数和第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量之和, 确定为第 k 次迭代的估计参数, 即基于上述公式 (8) 得到第 k 次迭代的估计参数 $x_{u,k} = \begin{bmatrix} r_{u,k} \\ dt_{r,k} \end{bmatrix}$, 并对此时的结算结果进行卡方检验; 根据第 k 次迭代的卫星观测方程构建第 k 次迭代的伪距残差矩阵 (即上

述 B_k), 将第 k 次迭代的伪距残差矩阵对应的转置矩阵、伪距观测方差矩阵对应的逆矩阵, 以及第 k 次迭代的伪距残差矩阵之间的乘积, 确定为检验统计量 s 。其中, $\Delta x_{\rho,k-1}$ 达到收敛的条件可以为 $\|\Delta x_{\rho,k-1}\| < 10^{-4}$, 此处的 10^{-4} 可以为根据实际需要所设置的值, 本申请其具体取值不做限定; 检验统计量 s 可以如下述公式(9)所示:

$$s = B_k^T W_{\rho,k-1}^{-1} B_k \quad (9)$$

[0208] 其中, B_k 的表示形式如下述公式(10)所示:

$$B_k = \begin{bmatrix} \tilde{p}_1 - (\|r_{u,k} - r^1\| + c \cdot dt_{r,k} - c \cdot dt^1 + \zeta^1) \\ \tilde{p}_2 - (\|r_{u,k+1} - r^2\| + c \cdot dt_{r,k} - c \cdot dt^2 + \zeta^2) \\ \vdots \\ \tilde{p}_{n1} - (\|r_{u,k} - r^{n1}\| + c \cdot dt_{r,k} - c \cdot dt^{n1} + \zeta^{n1}) \end{bmatrix} \quad (10)$$

[0209] 需要说明的是, 由于 B_k 是在进行卡方检验时的伪距残差矩阵, 因此也可以称其为验后残差矩阵。

[0210] 若检验统计量 s 小于检验阈值(可以根据实际需求进行设置), 则执行步骤S211和步骤S212, 例如将第 k 次迭代的估计参数 $x_{u,k} = \begin{bmatrix} r_{u,k} \\ dt_{r,k} \end{bmatrix}$ 确定为终端对应的终端状态信息中的终端位置和终端钟差。若检验统计量 s 大于或等于检验阈值, 则执行后续步骤S208至步骤S210, 即通过计算得到的验后残差协方差矩阵(可以称为第一残差协方差矩阵)对验后残差矩阵(即上述 B_k)进行正态分布检验, 剔除未通过正态分布检验的伪距观测数据。

[0211] 步骤S208, 计算验后残差协方差矩阵。

[0212] 一些实施例中, 若检验统计量 s 大于或等于检验阈值, 则根据第 $k-1$ 次迭代的雅克比矩阵 $G_{\rho,k-1}$ 、第二观测方差矩阵(即伪距观测方差矩阵 $W_{\rho,k-1}$), 构建验后残差协方差矩阵, 残差协方差矩阵可以如下述公式(11)所示:

$$C_B = W_{\rho,k-1} - G_{\rho,k-1} (G_{\rho,k-1}^T W_{\rho,k-1} G_{\rho,k-1})^{-1} G_{\rho,k-1}^T \quad (11)$$

[0213] 其中, C_B 表示验后残差协方差矩阵。

[0214] 步骤S209, 根据验后残差协方差矩阵对验后残差矩阵进行正态分布检验。

[0215] 步骤S210, 剔除未通过正态分布检验的伪距观测数据。

[0216] 一些实施例中, 通过第一残差协方差矩阵(验后残差协方差矩阵)对第 k 次迭代的伪距残差矩阵(验后残差矩阵, 即执行过卡方检验的伪距残差矩阵 B_k)进行正态分布检验, 得到第 k 次迭代的伪距残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果; 若第 k 次迭代的伪距残差矩阵中的第 i 个元素所对应的检验结果不满足检验条件, 则确定第 i 个元素未通过正态分布检验, 剔除第 i 个元素所关联的伪距观测数据; i 为小于或等于伪距观测数据的数量的正整数; 将剔除第 i 个元素所关联的伪距观测数据后所剩余的伪距观测数据作为卫星观测信息, 将第 k 次迭代的估计参数作为初始状态信息, 重新从上述步骤S201开始执行, 即开始执行下一个迭代周期。其中, 迭代周期是通过是否收敛来判断的, 例如, 估计参数在第10次迭代时达到收敛, 但此时的解算信息未通过卡方检验, 则可以将第1次迭代至

第 10 次迭代作为第一个迭代周期, 估计参数在第 25 次迭代时再次达到收敛, 则第 11 次迭代至第 25 次迭代作为第二个迭代周期, 并以此类推, 直至达到收敛并通过卡方检验。不同的迭代周期所包含的迭代次数可以相同, 也可以不同, 不同迭代周期中所使用的伪距观测数据可以相同, 也可以不同, 通常情况下是不同的。

[0217] 其中, 对验后残差矩阵 (即 B_k) 进行正态分布检验的过程如下述公式 (12) 所示:

$$\frac{|B_k^i|}{\sqrt{C_{v,ii}}} > N(\alpha) \Rightarrow \text{剔除该伪距观测数据}, i = 1, 2, \dots, n1 \quad (12)$$

[0218] 其中, 公式 (12) 中的 $N(\alpha)$ 为置信度为 α 的正态分布上分位数, B_k^i 表示 B_k 中的第 i 个元素。

[0219] 步骤 S211, 自适应估计伪距观测随机误差模型因子。

[0220] 一些实施例中, 当检验统计量 s 小于检验阈值时, 可以自适应估计伪距观测随机误差模型因子, 也可以称为伪距观测误差因子, 该伪距观测随机误差模型因子可以如下述公式 (13) 所示:

$$\varsigma_p = \frac{B_k^T W_{p,k-1}^{-1} B_k}{n1} \quad (13)$$

[0221] 其中, ς_p 表示为伪距观测随机误差模型因子, 该 ς_p 为检验统计量 s 小于检验阈值时, 使用该检验统计量 s 与 B_k 中所包含的伪距观测数据的数量, 也可以是指 B_k 的行数量。

[0222] 步骤 S212, 输出终端位置、伪距观测随机误差模型因子和剔除伪距观测数据信息。

[0223] 一些实施例中, 当检验统计量 s 小于检验阈值时, 可以将第 k 次迭代的估计参数作为终端对应的终端位置, 还可以输出伪距观测随机误差模型因子 ς_p 以及剔除了部分伪距观测数据粗差后所得到的剩余伪距观测数据, 这些剩余的伪距观测数可以称为伪距筛选数据。换言之, 伪距筛选数据为 B_k 所包含的伪距观测数据。

[0224] 请参见图 5, 图 5 是本申请实施例提供的一种估计终端状态信息中的终端速度和终端钟漂的流程示意图。例如图 5 所示, 终端速度和终端钟漂的估计过程可以包括以下步骤:

[0225] 步骤 S301, 设置估计参数的初始值, 即初始终端速度和初始终端钟漂。

[0226] 一些实施例中, 对于终端所接收到的卫星观测信息中的 N 个多普勒观测信息, 可以利用抗差加权最小二乘算法和 N 个多普勒观测信息来估计终端速度和终端钟漂。假设估计参数为 $y_u = \begin{bmatrix} v_u \\ dt_r \end{bmatrix}$, 则采用抗差加权最小二乘算法的具体流程可以包括: 设置估计参数 y_u 的初始值, 即为终端设置初始状态信息, 此时的初始状态信息可包括初始终端速度和初始终端钟漂, 记为 $y_{u,0} = \begin{bmatrix} v_{u,0} \\ dt_{r,0} \end{bmatrix}$, 例如图 2 所对应实施例中的 v_{u_0} 和 dt_{r_0} 。采用抗差加权最小二乘算法的目的在于不断迭代更新上述估计参数 y_u , 估计终端对应的终端速度和终端钟漂。

[0227] 步骤 S302, 构建多普勒残差矩阵。

[0228] 一些实施例中, 通过卫星观测信息、初始状态信息以及卫星所对应的卫星状态信息, 构建终端与卫星之间的卫星观测方程, 此时的卫星观测信息包括 N 个多普勒观测数据, 初

始状态信息可以包括初始终端速度 $v_{u,0}$ 和初始终端钟差 $dt_{r,0}$ ，卫星状态信息可包括卫星速度和卫星钟漂，因此构建的卫星观测方程其实质上为多普勒观测方程。更具体地，可以获取初始终端速度与卫星速度之间的速度差值，以及获取终端与卫星之间的单位观测值，例如 $\frac{r_u - r^1}{\|r_u - r^1\|}$ ；获取初始终端钟漂与卫星钟漂之间的钟漂差值，根据速度差值与单位观测值之间的乘积，以及钟漂差值，确定终端与卫星之间的第二估计值，例如 $(v^2 - v_{u,0}) \cdot \frac{r_u - r^2}{\|r_u - r^2\|} + c \cdot dt_{r,0} - c dt^2$ ，通过卫星播发信号的波长和多普勒观测数据之间的乘积，以及第二估计值，构建终端与卫星之间的多普勒观测方程；该多普勒观测方程的形式如上述公式(2)所示，只是将上述公式(2)中的 v_u 替换为 $v_{u,0}$ ， dt_r 替换为 $dt_{r,0}$ 。进而可以将该多普勒观测方程等式的两边进行相减，可以得到多普勒残差矩阵，也可以简称为多普勒残差矩阵。

[0229] 步骤 S303，基于四分位数对伪距残差矩阵进行粗差探测。

[0230] 步骤 S304，计算多普勒观测方程关于估计参数的雅克比矩阵。

[0231] 步骤 S305，构建多普勒观测方差矩阵。

[0232] 步骤 S306，计算估计参数修正量，并更新估计参数值。

[0233] 步骤 S307，计算卡方检验统计量。

[0234] 步骤 S308，计算验后残差协方差矩阵。

[0235] 步骤 S309，根据验后残差协方差矩阵对验后残差矩阵进行正态分布检验。

[0236] 步骤 S310，剔除未通过正态分布检验的多普勒观测数据。

[0237] 步骤 S311，自适应估计多普勒观测随机误差模型因子。

[0238] 步骤 S312，输出终端速度、多普勒观测随机误差模型因子和剔除多普勒观测数据信息。

[0239] 其中，步骤 S303 至步骤 S312 的具体实现过程是基于抗差加权最小二乘算法对估计参数 y_u 的更新过程，其算法流程与上述图4所对应实施例利用伪距观测信息估计终端位置的流程类似，这里不再进行赘述。需要说明的是，利用抗差加权最小二乘算法对N个多普勒观测数据进行处理，可以输出终端速度、多普勒观测随机误差模型因子 σ_p （也可以称为多普勒观测误差因子，该普勒观测误差因子与前述伪距观测误差因子统称为卫星观测误差因子）以及剔除了部分多普勒观测数据粗差所剩余的多普勒观测数据，这些剩余的多普勒观测数据可以称为多普勒筛选数据。该多普勒筛选数据和前述伪距筛选数据可以称为第一筛选观测信息；通过伪距观测数据估计的终端位置和终端钟差，以及通过多普勒观测数据估计的终端速度和终端钟漂可以统称为终端对应的终端状态信息。

[0240] 本申请实施例中，通过抗差加权最小二乘算法估计终端的终端位置和终端速度，可以为建立滤波器提供了更为准确的初始状态参数，可以提高终端的定位准确性。

[0241] 请参见图6，图6是本申请实施例提供的一种终端定位方法的流程示意图。该终端定位方法可以由计算机设备执行，该计算机设备可以为集成了卫星定位设备的电子设备，例如图1A所示用户终端集群中的任一用户终端，或任一需要进行定位的终端。本申请实施例以卫星观测信息包括伪距观测数据和多普勒观测数据、状态预测模型和状态调整模型

由稳健卡尔曼滤波器实现为例进行详细说明，例如图 4 所示，该终端定位方法可以包括以下步骤。

[0242] 步骤 S401，基于抗差加权最小二乘和卫星观测信息估计终端状态信息。

[0243] 步骤 S401 的具体实现过程可以参见上述图 4 和图 5 所对应实施例中的描述，在此不再进行赘述。

[0244] 步骤 S402，由终端状态信息建立稳健卡尔曼滤波器。

[0245] 一些实施例中，当稳健卡尔曼滤波器已经完成了初始化处理，则无需执行步骤 S402，直接执行后续步骤 S403。当稳健卡尔曼滤波器未初始化时，可以将终端状态信息中的终端位置、终端速度、终端钟差以及终端钟漂，设置为稳健卡尔曼滤波器（滤波器）的初始状态参数，即 $z(0) = [r_u \ v_u \ dtr \ dtr]^T$ ；通过伪距筛选数据对应的信噪比，以及伪距筛选数据所对应卫星的高度角，构建伪距观测方差矩阵，记为 $W_{\rho t}$ ，通过多普勒筛选数据对应的信噪比，以及多普勒筛选数据所对应卫星的高度角，构建多普勒观测方差矩阵，记为 $W_{\dot{\rho} t}$ ；通过伪距观测方差矩阵、由终端位置和终端钟差所确定的卫星观测误差因子（即伪距观测随机误差模型因子 ς_{ρ} ，也可以称为伪距观测误差因子），以及由伪距筛选数据、终端位置、终端钟差所确定的雅克比矩阵，记为 $G_{\rho t}$ ，构建位置协方差矩阵；通过多普勒观测方差矩阵，由终端速度和终端钟漂所确定的卫星观测误差因子（即多普勒观测随机误差模型因子 $\varsigma_{\dot{\rho}}$ ，也可以称为多普勒观测误差因子），以及由多普勒筛选数据、终端速度、终端钟漂所确定的雅克比矩阵 $G_{\dot{\rho} t}$ ，构建速度协方差矩阵；将位置协方差矩阵和速度协方差矩阵所构成的对角线矩阵，确定为滤波器对应的初始状态协方差矩阵。其中，初始状态协方差矩阵是由抗差加权最小二乘算法计算得到的，其表示形式如下述公式（14）所示：

$$P(0) = \text{diag}(Q_{r_u}, Q_{v_u}, 100^2, 100^2) \quad (14)$$

[0246] 其中， $p(0)$ 为初始状态协方差矩阵， diag 表示对角线矩阵， Q_{r_u} 为位置协方差矩阵， Q_{v_u} 为速度协方差矩阵，位置协方差矩阵 Q_{r_u} 如下述公式（15）所示，速度协方差矩阵 Q_{v_u} 可以如下述公式（16）所示：

$$Q_{r_u} = \varsigma_{\rho} \cdot [I_3 \ 0] \cdot (G_{\rho t}^T W_{\rho t} G_{\rho t})^{-1} \cdot \begin{bmatrix} I_3 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

$$Q_{v_u} = \varsigma_{\dot{\rho}} \cdot [I_3 \ 0] \cdot (G_{\dot{\rho} t}^T W_{\dot{\rho} t} G_{\dot{\rho} t})^{-1} \cdot \begin{bmatrix} I_3 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (16)$$

[0247] 其中， $G_{\rho t}$ 为终端接收到的伪距观测数据进行抗差加权最小二乘估计后所得到的雅克比矩阵，即第一筛选观测信息中的伪距筛选数据所确定的雅克比矩阵； $G_{\dot{\rho} t}$ 为终端接收到的多普勒观测数据进行抗差加权最小二乘估计后所得到的雅克比矩阵，即第一筛选观测信息中的多普勒筛选数据所确定的雅克比矩阵； $W_{\rho t}$ 为第一筛选观测信息中的伪距筛选数据所对应的伪距测量方差矩阵， $W_{\dot{\rho} t}$ 为第一筛选观测信息中的多普勒筛选数据所对应的多普勒观测方差矩阵； ς_{ρ} 为伪距观测随机误差模型因子，也称为伪距观测误差因子， $\varsigma_{\dot{\rho}}$ 为多普勒观测随机误差模型因子，也称为多普勒观测误差因子， I_3 为单位矩阵。

[0248] 步骤 S403, 根据历史状态信息估计滤波器系统噪声, 也即状态预测模型针对至少一个运动状态参数的预测误差信息。

[0249] 一些实施例中, 请参见图 7, 图 7 是本申请实施例提供的一种滤波器系统噪声自适应估计的示意图。例如图 7 所示, 滤波器系统噪声自适应估计可以包括速度系统噪声估计、钟漂系统噪声估计以及钟差系统噪声估计, 速度系统噪声估计是通过历史终端速度信息来实现的, 该历史终端速度信息可以为一个历史终端速度序列, 历史钟差信息可以为一个历史终端钟差序列, 历史钟漂信息可以为一个历史终端钟漂序列。

[0250] 一些实施例中, 可以获取终端对应的历史状态信息中的历史终端速度序列、历史终端钟漂序列以及历史终端钟差序列; 历史终端速度序列、历史终端钟漂序列以及历史终端钟差序列均是通过尺寸为 p 的时间滑动窗口所确定的, p 为正整数; 上述历史状态信息可以是指抗差加权最小二乘的更新迭代过程中所产生的状态信息。其中, 历史终端速度序列可以如公式 (17) 所示:

$$T_v(p) = \{v_u(t_1), v_u(t_2), v_u(t_3), \dots, v_u(t_p)\} \quad (17)$$

[0251] 其中, $T_v(p)$ 表示历史终端速度序列, 表示连续 p 个时刻所保存的历史终端速度, $v_u(t_1)$ 表示为 t_1 时刻的终端速度; 历史终端钟漂序列可以如公式 (18) 所示:

$$dtr(p) = \{dtr(t_1), dtr(t_2), dtr(t_3), \dots, dtr(t_p)\} \quad (18)$$

[0252] 其中, $dtr(p)$ 表示历史终端钟漂序列, 表示连续 p 个时刻所保存的历史终端钟漂; 历史终端钟差序列可以如公式 (19) 所示:

$$dtr(p) = \{dtr(t_1), dtr(t_2), dtr(t_3), \dots, dtr(t_p)\} \quad (19)$$

[0253] 其中, $dtr(p)$ 表示历史终端钟差序列, 表示连续 p 个时刻所保存的历史终端钟差。

[0254] 其中, 例如图 7 所示的速度系统噪声估计可以包括: 获取历史终端速度序列对应的第一方差值, 记为 $\sigma_v(p)$, 将第一方差值和相邻历元的时间差之间的乘积, 确定为滤波器对应的速度系统噪声; 其中, 第一方差值可以如下述公式 (20) 所示:

$$\sigma_v(p) = \frac{1}{p-1} \sum_{k=1}^p \left(v_u(t_k) - \frac{1}{p} \sum_{l=1}^p v_u(t_l) \right) \quad (20)$$

[0255] 其中, 滤波器的速度系统噪声可以采用谱密度 PSD_v 进行表示, 谱密度 PSD_v 如下述公式 (21) 所示:

$$PSD_v = (\sigma_v(p))^2 \cdot dt \quad (21)$$

[0256] 其中, dt 表示相邻历元的时间差。

[0257] 其中, 例如图 7 所示的钟漂系统噪声估计可以包括: 获取历史终端钟漂序列对应的第二方差值, 记为 $\sigma_{dtr}(p)$, 将第二方差值和相邻历元的时间差 dt 之间的乘积, 确定为滤波器对应的钟漂系统噪声; 其中, 第二方差值可以如下述公式 (22) 所示:

$$\sigma_{dtr}(p) = \frac{1}{p-1} \sum_{k=1}^p \left(dtr(t_k) - \frac{1}{p} \sum_{l=1}^p dtr(t_l) \right) \quad (22)$$

[0258] 其中, 滤波器的钟漂系统噪声可以采用谱密度 PSD_{dtr} 进行表示, 谱密度 PSD_{dtr} 如下述公式 (23) 所示:

$$\text{PSD}_{dtr} = (\sigma_{dtr}(p))^2 \cdot dt \quad (23)$$

[0259] 其中, 例如图 7 所示的钟差系统噪声估计包括: 获取历史终端钟差序列对应的第三方差值, 记为 $\sigma_{dtr}(p)$, 将第三方差值和相邻历元的时间差之间的乘积, 确定为滤波器对应的钟差系统噪声; 其中, 第三方差值可以如下述公式 (24) 所示:

$$\sigma_{dtr}(p) = \frac{1}{p-1} \sum_{k=1}^p \left(dtr(t_k) - \frac{1}{p} \sum_{l=1}^p dtr(t_l) \right) \quad (24)$$

[0260] 其中, 滤波器的钟差系统噪声可以采用谱密度 PSD_{dtr} 进行表示, 例如下述公式 (25) 所示:

$$\text{PSD}_{dtr} = (\sigma_{dtr}(p))^2 \cdot dt \quad (25)$$

[0261] 进而可以将速度系统噪声、钟漂系统噪声以及钟差系统噪声确定为滤波器对应的滤波器系统噪声, 即滤波器系统噪声包括上述谱密度 PSD_v , 谱密度 PSD_{dtr} 以及谱密度 PSD_{dtr} 。

[0262] 一些实施例中, 在完成滤波器系统噪声估计后, 可以对稳健卡尔曼滤波器进行时间更新, 例如可以通过相邻历元的时间差构建滤波器 (稳健卡尔曼滤波器) 的状态转移矩阵, 利用状态转移矩阵和滤波器的初始状态参数预测该预测状态参数。例如, 滤波器时间更新过程中状态参数的更新方式为: 下一个状态参数是上一个状态参数与状态转移矩阵的乘积。利用状态转移矩阵、滤波器系统噪声和滤波器的初始状态协方差矩阵预测该预测状态协方差矩阵。

[0263] 其中, 滤波器时间更新过程中状态协方差矩阵的更新方式可以包括: 当预测状态协方差矩阵为滤波器中的初始状态协方差矩阵在 t 时刻的状态协方差矩阵时, 那么上述预测状态参数同样为初始状态参数在 t 时刻的状态参数, t 为正整数; 可以通过滤波器系统噪声以及相邻历元的时间差所对应的指数信息, 构建噪声协方差矩阵; 进而获取滤波器在 $t-1$ 时刻的状态协方差矩阵; t 为 1 时, 滤波器在 $t-1$ 时刻的状态协方差矩阵为初始状态协方差矩阵; 将状态转移矩阵、 $t-1$ 时刻的状态协方差矩阵以及状态转移矩阵对应的转置矩阵之间的乘积, 与噪声协方差矩阵进行求和运算, 得到预测协方差矩阵。假设滤波器在 $t-1$ 时刻的状态协方差矩阵为 $P(t-1)$, 则在 t 时刻, 滤波器的状态协方差矩阵 $P(t)$ 可以如下述公式 (26) 所示:

$$P(t) = F(t-1) \cdot P(t-1) \cdot F^T(t-1) + Q(t-1) \quad (26)$$

[0264] 其中, $F(t-1)$ 为状态转移矩阵, $Q(t-1)$ 为噪声协方差矩阵, 该状态转移矩阵 $F(t-1)$ 可以如公式 (27) 所示:

$$F(t-1) = \begin{bmatrix} I_3 & I_3 \cdot dt & 0 & 0 \\ 0 & I_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \tau_d - \tau_d \cdot e^{-\frac{dt}{\tau_d}} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & e^{-\frac{dt}{\tau_d}} \end{bmatrix} \quad (27)$$

[0265] 其中, τ_d 为马尔科夫过程的相关时间, 通常为经验值, 例如 5 秒、20 秒、50 秒, 等。噪声协方差矩阵 $Q(t-1)$ 可以如公式 (28) 所示:

$$Q(t-1) = \begin{bmatrix} \frac{PSD_v \cdot dt^3}{3} & \frac{PSD_v \cdot dt^2}{2} & 0 & 0 \\ \frac{PSD_v \cdot dt^2}{2} & PSD_v \cdot dt & 0 & 0 \\ 0 & 0 & PSD_{dtr} \cdot dt + \frac{PSD_{dtr} \cdot dt^3}{3} & \frac{PSD_{dtr} \cdot dt^2}{2} \\ 0 & 0 & \frac{PSD_{dtr} \cdot dt^2}{2} & PSD_{dtr} \cdot dt \end{bmatrix} \quad (28)$$

[0266] 在 t 时刻, 滤波器的状态参数 $x(t)=F(t-1) \cdot x(t-1)$, 通过该公式可以实现对滤波器状态参数的时间更新过程, 通过上述公式 (26) 至公式 (28), 可以实现对滤波器状态协方差矩阵的时间更新过程, 完成时间更新后滤波器的状态参数称为预测状态参数, 滤波器的状态协方差矩阵的预测状态协方差矩阵。

[0267] 步骤 S404, 根据抗差加权最小二乘解算信息自适应估计卫星观测信息随机误差模型 (也可以称为卫星观测误差)。

[0268] 一些实施例中, 卫星观测信息随机误差模型可以包括伪距观测随机误差模型和多普勒观测随机误差模型, 卫星观测信息随机误差模型可以如下述公式 (29) 所示:

$$\begin{cases} \sigma_\rho = \delta_\rho \cdot \frac{10^{\frac{53-CN0}{10}}}{\sin^2 el} \\ \sigma_{\dot{\rho}} = \delta_{\dot{\rho}} \cdot \frac{10^{\frac{53-CN0}{10}}}{\sin^2 el} \end{cases} \quad (29)$$

[0269] 其中, σ_ρ 表示伪距观测随机误差模型, δ_ρ 表示伪距观测数据对应的观测误差参数, $\sigma_{\dot{\rho}}$ 表示多普勒观测随机误差模型, $\delta_{\dot{\rho}}$ 表示伪距观测数据对应的观测误差参数, δ_ρ 和 $\delta_{\dot{\rho}}$ 可以根据经验或实际需求进行调整, 例如 $\delta_\rho = 3^2$, $\delta_{\dot{\rho}} = 0.03^2$; CN0 表示卫星观测信息的信噪比, el 表示卫星的高度角。通过伪距观测随机误差模型因子 ς_ρ (伪距观测误差因子) 可以对伪距观测随机误差模型 σ_ρ 进行自适应调节, 通过多普勒观测随机误差模型因子 $\varsigma_{\dot{\rho}}$ 对多普勒观测随机误差模型 $\sigma_{\dot{\rho}}$ 进行自适应调节, 例如下述公式 (27) 所示:

$$\begin{cases} \sigma_\rho = \varsigma_\rho \cdot \sigma_\rho \\ \sigma_{\dot{\rho}} = \varsigma_{\dot{\rho}} \cdot \sigma_{\dot{\rho}} \end{cases} \quad (30)$$

[0270] 步骤 S405, 利用抗差加权最小二乘解算信息初步剔除卫星观测信息粗差, 得到第一筛选观测信息。

[0271] 一些实施例中, 利用抗差加权最小二乘解算信息剔除卫星观测信息粗差, 所得到的剩余卫星观测信息可以称为第一筛选观测信息 (即当前更新后的定位信息集合)。第一筛选观测信息的确定过程可以参见上述图 4 所对应实施例中的步骤 S203 和步骤 S211 中的描

述, 这里不再进行赘述。如果在步骤 S401 中已经进行了粗差剔除, 本步骤 S405 可以跳过。

[0272] 步骤 S406, 对第一筛选观测信息构建卫星观测残差矩阵, 即第一观测残差矩阵。

[0273] 一些实施例中, 通过抗差加权最小二乘解算信息获取到第一筛选观测信息后, 此时的第一筛选观测信息即为剔除粗差后的卫星观测信息。可以理解的是, 此处的第一筛选观测信息虽然为剔除粗差后的卫星观测信息, 但是并不表示第一筛选观测信息已经不含观测信息粗差, 只能理解为到当前步骤为止, 已经剔除了所有探测出来的观测信息粗差, 至于第一筛选观测信息中还有没有观测信息粗差, 可以通过后续步骤来进行探测。

[0274] 通过第一筛选观测信息和预测状态参数 (即预测运动状态) 可以构建卫星观测残差矩阵, 即获得当前的 (剔除粗差后的) 卫星观测信息相对预测运动状态的偏差数据, 此处的卫星观测残差矩阵可以称为第一观测残差矩阵。由于第一筛选观测信息包括伪距观测数据和多普勒观测数据, 因此通过第一筛选观测信息可以构建两个卫星观测残差矩阵, 即第一观测残差矩阵可以包括多普勒残差矩阵和伪距残差矩阵。假设第一筛选观测信息包括 s_n 个伪距观测数据, s_n 为小于或等于 N 的正整数, 则通过 s_n 个伪距观测数据所构建的卫星观测方程可以如下述公式 (31) 所示:

$$\begin{bmatrix} \tilde{\rho}_{s1} \\ \tilde{\rho}_{s2} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}_{sn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \|r_u - r^{s1}\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^{s1} + \zeta^{s1} \\ \|r_u - r^{s2}\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^{s2} + \zeta^{s2} \\ \vdots \\ \|r_u - r^{sn}\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^{sn} + \zeta^{sn} \end{bmatrix} \quad (31)$$

[0275] 由上述公式 (31) 所示的卫星观测方程可以构建第一观测残差矩阵中的伪距残差矩阵 $\tilde{B}$, 该伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 可以如下述公式 (32) 所示:

$$\tilde{B} = \begin{bmatrix} \tilde{\rho}_{s1} \\ \tilde{\rho}_{s2} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}_{sn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \|r_u - r^{s1}\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^{s1} + \zeta^{s1} \\ \|r_u - r^{s2}\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^{s2} + \zeta^{s2} \\ \vdots \\ \|r_u - r^{sn}\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^{sn} + \zeta^{sn} \end{bmatrix} \quad (32)$$

[0276] 一些实施例中, 假设第一筛选观测信息中所包含 q_n 个多普勒观测数据, q_n 为小于或等于 N 的正整数, 则通过 q_n 个多普勒观测数据所构建的卫星观测方程可以如下述公式 (33) 所示:

$$\begin{bmatrix} \lambda \tilde{D}_u^1 \\ \lambda \tilde{D}_u^2 \\ \vdots \\ \lambda \tilde{D}_u^{q_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (v^1 - v_u) \cdot \frac{r_u - r^1}{\|r_u - r^1\|} + c \cdot dt_r - c \dot{t}^1 \\ (v^2 - v_u) \cdot \frac{r_u - r^2}{\|r_u - r^2\|} + c \cdot dt_r - c \dot{t}^2 \\ \vdots \\ (v^{q_n} - v_u) \cdot \frac{r_u - r^{q_n}}{\|r_u - r^{q_n}\|} + c \cdot dt_r - c \dot{t}^{q_n} \end{bmatrix} \quad (33)$$

[0277] 由上述公式 (33) 所示的卫星观测方程可以构建第一观测残差矩阵中的多普勒残差矩阵 $\tilde{B}$, 该多普勒残差矩阵 $\tilde{B}$ 可以如下述公式 (34) 所示:

$$\dot{\tilde{B}} = \begin{bmatrix} \lambda \tilde{D}_u^1 \\ \lambda \tilde{D}_u^2 \\ \vdots \\ \lambda \tilde{D}_u^{qn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} (v^1 - v_u) \cdot \frac{r_u - r^1}{\|r_u - r^1\|} + c \cdot \dot{t}_r - c \dot{t}^1 \\ (v^2 - v_u) \cdot \frac{r_u - r^2}{\|r_u - r^2\|} + c \cdot \dot{t}_r - c \dot{t}^2 \\ \vdots \\ (v^{qn} - v_u) \cdot \frac{r_u - r^{qn}}{\|r_u - r^{qn}\|} + c \cdot \dot{t}_r - c \dot{t}^{qn} \end{bmatrix} \quad (34)$$

[0278] 一些实施例中,可以利用异常值检测从上述卫星观测残差矩阵,即卫星观测信息相对预测运动状态的偏差数据,中剔除检测出的异常观测信息。例如,当检测出至少一个卫星的卫星观测信息对应的残差数据为异常值,则从上述卫星观测残差矩阵和第一筛选观测信息(即当前的定位信息集合)中剔除该至少一个卫星对应的数据,从而更新上述卫星观测残差矩阵和定位信息集合,后续步骤中使用的伪距残差矩阵、多普勒残差矩阵和第一筛选观测信息均可以是本步骤对残差矩阵进行异常值检测和剔除后,得到的更新后的伪距残差矩阵、多普勒残差矩阵和第一筛选观测信息。

[0279] 下面进行时钟跳变检测和修复,可以包括钟差跳变的检测和修复,以及钟漂跳变的检测和修复。

[0280] 步骤 S407, 基于伪距残差矩阵进行钟跳探测和修复。

[0281] 一些实施例中,当上述公式(32)所示的伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 满足下述公式(35)所示的关系式时,可以采用下述公式(36)所示的方式进行钟差跳变探测,即:

$$\frac{\text{mad}(\tilde{B})}{\text{med}(\tilde{B})} < \theta_m, \frac{\text{std}(\tilde{B})}{\text{mean}(\tilde{B})} < \theta_m \quad (35)$$

$$\text{jump}_{clk} = \begin{cases} 0, \frac{|\text{med}(\tilde{B})|}{\sqrt{P(t)_{j_{clk}j_{clk}}}} < \theta_{clk} \\ 1, \frac{|\text{med}(\tilde{B})|}{\sqrt{P(t)_{j_{clk}j_{clk}}}} \geq \theta_{clk} \end{cases} \quad (36)$$

[0282] 其中, $\text{mad}(\tilde{B})$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的绝对中位差, $\text{med}(\tilde{B})$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的中位数, $\text{std}(\tilde{B})$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的标准差, $\text{mean}(\tilde{B})$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的平均值, θ_m 和 θ_{clk} 为钟差探测阈值,例如将 θ_m 称为第一钟差探测阈值,将 θ_{clk} 称为第二钟差探测阈值, $P(t)_{j_{clk}j_{clk}}$ 表示滤波器在 t 时刻的状态协方差矩阵第 j_{clk} 行第 j_{clk} 列元素,此时 t 时刻的状态协方差矩阵可以为预测状态协方差矩阵, jump_{clk} 为钟差跳变值, $\frac{|\text{med}(\tilde{B})|}{\sqrt{P(t)_{j_{clk}j_{clk}}}}$ 为钟差探测数值。

[0283] 步骤 S408, 基于伪距残差矩阵计算钟差跳变值并修复钟差。

[0284] 一些实施例中,当 jump_{clk} 为零时不作处理,表示没有出现钟差跳变;当 jump_{clk} 等于1时则表示探测到钟差跳变,可以采用下述公式(37)所示的方式修复钟差跳变并重置滤波器,即重新设置滤波器的状态参数和状态协方差矩阵,例如:

$$\begin{cases} x(t)_{j_{clk}} = x(t)_{j_{clk}} + \text{med}(\tilde{\mathbf{B}}) \\ P(t)_{j_{clk}t} = P(t)_{tj_{clk}} = 0.0, t = 1, 2, \dots, 11 \\ P(t)_{j_{clk}j_{clk}} = \text{SQR}(100.0) \end{cases} \quad (37)$$

[0285] 其中, $\text{SQR}(100.0)$ 表示对 100 进行开方。

[0286] 步骤 S409, 基于多普勒残差矩阵进行钟漂跳变探测和修复。

[0287] 一些实施例中, 与上述钟差跳变探测处理过程类似, 通过公式 (34) 所示的多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{\mathbf{B}}}$ 进行钟漂跳变探测和修复, 钟漂跳变探测方法与钟差跳变探测方法相同 (即上述公式 (35) 和公式 (36)), 此处不再进行赘述。

[0288] 步骤 S410, 基于多普勒残差矩阵计算钟漂跳变值并修复钟漂。

[0289] 一些实施例中, 当探测到钟漂跳变时, 可以采用下述公式 (38) 所示的方式修复钟漂跳变并重置滤波器, 即重新设置滤波器的状态参数和状态协方差矩阵, 例如:

$$\begin{cases} x(t)_{j_{dclk}} = x(t)_{j_{dclk}} + \text{med}(\dot{\tilde{\mathbf{B}}}) \\ P(t)_{j_{dclk}t} = P(t)_{tj_{dclk}} = 0.0, t = 1, 2, \dots, 11 \\ P(t)_{j_{dclk}j_{dclk}} = \text{SQR}(100.0) \end{cases} \quad (38)$$

[0290] 其中, j_{dclk} 为钟漂在滤波器状态参数 $z(t)$ 的位置。

[0291] 步骤 S411, 计算滤波器模型验证参数值, 并对稳健卡尔曼滤波器进行验证和修复。

[0292] 一些实施例中, 在完成钟差和钟漂跳变探测后, 可以计算滤波器模型验证参数值, 通过该模型验证参数值来判断稳健卡尔曼滤波器系统是否存在故障。该模型验证参数值可以包括伪距模型验证参数值和多普勒模型验证参数值, 模型验证参数值如下述公式 (39) 所示:

$$\begin{cases} \beta_{\rho} = \tilde{\mathbf{B}}^T \cdot (G_{\rho t}^T P(t) G_{\rho t} + W_{\rho t})^{-1} \tilde{\mathbf{B}} \\ \beta_{\dot{\rho}} = \dot{\tilde{\mathbf{B}}}^T \cdot (G_{\dot{\rho} t}^T P(t) G_{\dot{\rho} t} + W_{\dot{\rho} t})^{-1} \dot{\tilde{\mathbf{B}}} \end{cases} \quad (39)$$

[0293] 其中, β_{ρ} 为伪距模型验证参数值, $\beta_{\dot{\rho}}$ 为多普勒模型验证参数值, $P(t)$ 为 t 时刻滤波器的状态协方差矩阵, $G_{\rho t}$ 为伪距残差矩阵 $\tilde{\mathbf{B}}$ 关于滤波器状态参数的雅克比矩阵, $G_{\dot{\rho} t}$ 为多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{\mathbf{B}}}$ 关于滤波器状态参数的雅克比矩阵。换言之, 此时的模型验证参数值是由第一筛选观测信息所构建的第一观测残差矩阵 (包括伪距残差矩阵 $\tilde{\mathbf{B}}$ 和多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{\mathbf{B}}}$)、第一观测残差矩阵关于滤波器状态参数 (例如预测状态参数) 的雅克比矩阵 (包括雅克比矩阵 $G_{\rho t}$ 和雅克比矩阵 $G_{\dot{\rho} t}$)、滤波器的状态协方差矩阵 $P(t)$ 以及第一筛选观测信息相关联的第一观测方差矩阵 (包括伪距观测方差矩阵 $W_{\rho t}$ 和多普勒观测方差矩阵 $W_{\dot{\rho} t}$) 构建得到。

[0294] 当滤波器的模型验证参数值小于模型验证阈值时, 可以继续执行下述步骤 S412, 当滤波器的模型验证参数值大于或等于模型验证阈值时, 表示该滤波器出现故障, 需要重置滤波器, 重复执行上述步骤 S402, 即重新设置滤波器的初始状态参数和初始状态协方差矩阵。

[0295] 步骤 S412, 基于正态分布检验剔除卫星观测信息粗差, 得到第二筛选观测信息。

[0296] 一些实施例中,当滤波器的模型验证参数值小于模型验证阈值时,可以基于第一观测残差矩阵和正态分布检验对第一筛选观测信息进行粗差探测,从第一筛选观测信息中剔除导致滤波器发散的卫星观测信息粗差,得到更新后的第一筛选观测信息。例如,可以对模型参数值进行标准化处理,得到标准化残差矩阵,此处的标准化残差矩阵可以称为第一标准化残差矩阵,第一标准化残差矩阵可以包括伪距标准化残差矩阵和多普勒标准化残差矩阵,该第一标准化残差矩阵可以如下述公式(40)所示:

$$\begin{cases} b_{\rho} = (G_{\rho t}^T P(t) G_{\rho t} + W_{\rho t})^{-1} \tilde{B} \\ b_{\dot{\rho}} = (G_{\dot{\rho} t}^T P(t) G_{\dot{\rho} t} + W_{\dot{\rho} t})^{-1} \dot{\tilde{B}} \end{cases} \quad (40)$$

[0297] 其中, b_{ρ} 表示第一标准化残差矩阵中的伪距标准化残差矩阵, $b_{\dot{\rho}}$ 表示第一标准化残差矩阵中的多普勒标准化残差矩阵。

[0298] 一些实施例中,可以对第一标准化残差矩阵进行正态分布检验,得到第一标准化残差矩阵中所包含的每个元素分别对应的检验结果,此时的检验结果如下述公式(41)所示:

$$\begin{cases} \omega_{\rho} = \frac{|b_{\rho,l}|}{\sqrt{(G_{\rho t}^T P(t) G_{\rho t} + W_{\rho t})^{-1}}_{ll}} \\ \omega_{\dot{\rho}} = \frac{|b_{\dot{\rho},l}|}{\sqrt{(G_{\dot{\rho} t}^T P(t) G_{\dot{\rho} t} + W_{\dot{\rho} t})^{-1}}_{ll}} \end{cases} \quad (41)$$

[0299] 其中,公式(41)中的 $b_{\rho,l}$ 表示伪距标准化残差矩阵 b_{ρ} 中的第 l 个元素, l 为小于或等于第一筛选观测信息的数量的正整数, ω_{ρ} 表示伪距标准化残差矩阵 b_{ρ} 中第 l 个元素所对应的检验结果; $b_{\dot{\rho},l}$ 表示多普勒标准化残差矩阵 $b_{\dot{\rho}}$ 中的第 l 个元素, $\omega_{\dot{\rho}}$ 表示多普勒标准化残差矩阵 $b_{\dot{\rho}}$ 中第 l 个元素所对应的检验结果。

[0300] 当 ω_{ρ} 大于或等于给定的阈值(此时的阈值可以称为第一正态分布检验阈值)时,表明伪距标准化残差矩阵 b_{ρ} 中的第 l 个元素不满足检验条件(此时的检验条件为:小于第一正态分布检验阈值),将伪距标准化残差矩阵 b_{ρ} 中的第 l 个元素所对应的伪距观测数据为伪距观测数据粗差,并剔除该伪距观测数据粗差;当 ω_{ρ} 小于第一正态分布检验阈值时,表示表明伪距标准化残差矩阵 b_{ρ} 中的第 l 个元素满足检验条件,保留伪距标准化残差矩阵 b_{ρ} 中第 l 个元素所对应的伪距观测数据,通过上述公式(41)可以剔除第一筛选观测信息所包含的伪距筛选数据中的伪距观测数据粗差,得到不含伪距观测数据粗差的伪距观测数据,可以将其称为候选伪距观测数据。当 $\omega_{\dot{\rho}}$ 大于或等于给定的阈值(此时的阈值可以称为第二正态分布检验阈值)时,表明多普勒标准化残差矩阵 $b_{\dot{\rho}}$ 中的第 l 个元素不满足检验条件(此时的检验条件为:小于第二正态分布检验阈值),将多普勒标准化残差矩阵 $b_{\dot{\rho}}$ 中第 l 个元素所对应的多普勒观测数据为多普勒观测数据粗差,并剔除该多普勒观测数据粗差;当 $\omega_{\dot{\rho}}$ 小于第二正态分布检验阈值时,表示表明多普勒标准化残差矩阵 $b_{\dot{\rho}}$ 中的第 l 个元素满足检验条件,保留多普勒标准化残差矩阵 $b_{\dot{\rho}}$ 中第 l 个元素所对应的多普勒观测数据,通过上述公式(41)可以剔除第一筛选观测信息所包含的多普勒筛选数据中的多普勒观测数据粗差,

得到不含多普勒观测数据粗差的多普勒观测数据，可以将其称为候选多普勒观测数据；其中，上述第一正态分布检验阈值和第二正态分布检验阈值都可以是根据实际需求所确定的数值，本申请对此不再进行赘述。至此，完成了对滤波器的模型验证和修复，将前述候选伪距观测数据和候选多普勒观测数据确定为第二筛选观测信息（也即当前的卫星观测信息）。

[0301] 步骤 S413，由第二筛选观测信息构建测量更新矩阵。

[0302] 一些实施例中，可以通过上述得到的第二筛选观测信息构建第三观测残差矩阵，第三观测残差矩阵的表现形式可以参见上述公式 (32) 和上述公式 (34)，只是上述公式 (32) 和上述公式 (34) 是由第一筛选观测信息所创建的，而第三观测残差矩阵是由第二筛选观测信息构建而成；进而可以将第三观测残差矩阵关于滤波器当前状态参数（例如，预测状态参数）的雅克比矩阵，确定为滤波器的测量更新矩阵。其中，由于第二筛选观测信息包括伪距观测信息和多普勒观测数据，因此第三观测残差矩阵可以包括伪距残差矩阵和多普勒残差矩阵，测量更新矩阵也可以包括伪距测量更新矩阵和多普勒测量更新矩阵。

[0303] 步骤 S414，由自适应估计得到的卫星观测信息随机误差模型构建测量方差矩阵。

[0304] 一些实施例中，可以通过前述自适应估计得到的卫星观测信息随机误差模型（也可以称为卫星观测误差）构建测量方差矩阵，该卫星观测信息随机误差模型如前述公式 (30) 所示，测量方差矩阵可以由公式 (30) 所示的卫星观测信息随机误差模型所确定的经验值构成的矩阵，即测量方差矩阵为针对滤波器的固定数值矩阵，在保证测量方差矩阵与卫星观测信息随机误差模型相关联的前提下，该测量观测矩阵中的具体取值可以基于实际需求来设置，本申请对此不做限定。其中，由于卫星观测信息随机误差模型包括伪距观测随机误差模型和多普勒观测随机误差模型，因此滤波器对应的测量方差矩阵可以包括伪距测量方差矩阵和多普勒测量方差矩阵。

[0305] 步骤 S415，由测量更新矩阵和测量方差矩阵修正终端运动状态。

[0306] 一些实施例中，可以通过测量更新矩阵和测量更新矩阵对终端运动状态进行修正，即更新滤波器的状态参数。其中，对于第二筛选观测信息中的伪距观测数据，滤波器的状态参数可以按照下述公式 (42) 进行更新：

$$\begin{cases} x'(a) = x(a) + H(a) \cdot \tilde{B}' \\ H(a) = P(a) \cdot G_{\rho a}^T \left(G_{\rho a} \cdot P(a) \cdot G_{\rho a}^T + R_{\rho}(a) \right)^{-1} \\ P'(a) = (I - H(a)G_{\rho a}) \cdot P(a) \end{cases} \quad (42)$$

[0307] 其中， $x(a)$ 表示滤波器针对第 a 个时刻（以下简称 a 时刻）的状态参数，例如完成滤波器模型验证和修复之后的预测状态参数（即预测运动状态），当滤波器一开始就通过模型验证无需进行修复时，状态参数 $x(a)$ 即为滤波器完成时间更新后的预测状态参数。 $x'(a)$ 表示第 a 个时刻对应的测量更新后的状态参数（经过测量更新步骤调整后的预测运动状态）。 $H(a)$ 表示滤波器在第 a 时刻更新的伪距滤波器增益， $\tilde{B}'$ 表示第二筛选观测信息中的伪距观测

数据所对应的伪距残差矩阵, 即第三观测残差矩阵中的伪距残差矩阵。 $P(a)$ 表示滤波器在第 a 个时刻时间的状态协方差矩阵, 例如完成滤波器模型验证和修复之后的状态参数所对应的状态协方差矩阵, 当滤波器一开始就通过模型验证无需进行修复时, $P(a)$ 即为滤波器完成时间更新后的预测状态协方差矩阵。 $P'(a)$ 表示第 a 个时刻所对应的测量更新之后的状态协方差矩阵, $G_{\rho a}$ 表示第三观测残差矩阵中的伪距残差矩阵关于滤波器状态参数 $x(a)$ 的雅克比矩阵, $R_{\rho}(a)$ 表示测量方差矩阵中的伪距测量方差矩阵, I 为单位矩阵。

[0308] 一些实施例中, 对于第二筛选观测信息中的多普勒观测数据, 滤波器的状态参数可以按照下述公式 (43) 进行更新:

$$\begin{cases} x'(a) = x(a) + \dot{H}(a) \cdot \hat{B}' \\ \dot{H}(a) = P(a) \cdot G_{\rho a}^T \left(G_{\rho a} \cdot P(a) \cdot G_{\rho a}^T + R_{\rho}(a) \right)^{-1} \\ P'(a) = (I - \dot{H}(a) G_{\rho a}) \cdot P(a) \end{cases} \quad (43)$$

[0309] 其中, $\dot{H}(a)$ 表示滤波器在第 a 个时刻更新的多普勒滤波器增益, $\hat{B}'$ 表示第二筛选观测信息中的多普勒观测数据所对应的多普勒残差矩阵, 即第三观测残差矩阵中的多普勒残差矩阵; $G_{\rho a}$ 表示第三观测残差矩阵中的多普勒残差矩阵关于滤波器状态参数 $x(a)$ 的雅克比矩阵, $R_{\rho}(a)$ 表示测量方差矩阵中的多普勒测量方差矩阵; 其中, 上述伪距滤波器增益 $H(a)$ 和多普勒滤波器增益 $\dot{H}(a)$ 都可以称为滤波器增益。

[0310] 通过上述公式 (42) 和公式 (43) 可以对滤波器的状态参数进行更新, 若滤波器完成了 a 时刻的测量更新, 则可以将 a 时刻的状态参数确定为目标状态参数, 将 a 时刻的状态协方差矩阵确定为目标状态协方差矩阵。换言之, 若在滤波器的测量更新阶段一开始就通过模型验证, 无需对其进行修复, 则此时的第三观测残差矩阵是基于第二筛选观测信息、预测状态参数以及第二筛选观测信息所对应卫星的卫星状态信息所构建的, 进而可以获取滤波器在 a 时刻的状态参数。 a 为 1 时, a 时刻的状态参数为滤波器完成时间更新后的预测参数状态, a 时刻的状态协方差矩阵为滤波器完成时间更新后的预测状态协方差矩阵。通过 a 时刻的状态协方差矩阵、测量更新矩阵以及测量方差矩阵, 确定滤波器在 a 时刻的滤波器增益 (即上述多普勒滤波器增益 $\dot{H}(a)$ 和伪距滤波器增益 $H(a)$); 将 a 时刻的滤波器增益和第三观测残差矩阵之间的乘积, 与 a 时刻的状态参数进行求和运算, 得到目标状态参数, 该目标状态参数对应的状态协方差矩阵可以称为目标状态协方差矩阵。

[0311] 一些实施例中, 终端每隔预设的时间间隔获取一次卫星观测信息, 并经过各实施例的方法的处理输出终端的定位结果。上述第 a 个时刻是指, 从终端激活定位功能开始, 第 a 次获取卫星观测信息并获得终端的定位结果的时刻。对于第 1 个时刻, 由于不存在历史运动状态的记录, 可以在基于卫星观测信息估计终端在第 1 个时刻的估计运动状态 (例如步骤 S11、S401) 后, 利用卫星观测信息、卫星信号的测量数据、估计运动状态对状态预测模型和状态调整模型 (例如滤波器) 进行初始化, 将估计运动状态作为第 1 个时刻确定的终端的运动状态, 并据此得出终端的定位结果。从第 2 个时刻开始, 再按照各实施例的

方法,依次获得估计运动状态、预测运动状态(即时间更新后的状态参数)、调整后的预测运动状态(即测量更新后的状态参数),从而确定终端的运动状态,并据此得出终端的定位结果。

[0312] 步骤 S416,对验后卫星观测残差和滤波器修正量进行检测。

[0313] 一些实施例中,可以将 a 时刻的滤波器增益与第三观测残差矩阵之间的乘积,确定为滤波器在 a 时刻的滤波器修正量,该滤波器修正量可以包括伪距滤波器修正量 and 多普勒滤波器修正量,该伪距滤波器修正量可以记为 dz,多普勒滤波器修正量可以记为 d $\dot{z}$ 。

[0314] 其中,伪距滤波器修正量可以表示为 $dz = H(a) \cdot \tilde{B}'$,若 $\frac{|dz_o|}{\sqrt{P(a)_{oo}}}$ 大于或等于给定的阈值(此处的阈值可以称为第一修正阈值,o 表示滤波器中的第 o 个状态参数,o 为小于或等于滤波器状态参数数量的正整数),则表示滤波器中的第 o 个状态参数检验不通过,需要重置滤波器,即重新执行步骤 S402;若 $\frac{|dz_o|}{\sqrt{P(a)_{oo}}}$ 小于第一修正阈值,则表示滤波器中的第 o 个状态参数检验通过,保持滤波器当前的状态参数。多普勒滤波器修正量 $d\dot{z} = \dot{H}(a) \cdot \tilde{B}'$,若 $\frac{|d\dot{z}_o|}{\sqrt{P(a)_{oo}}}$ 大于或等于给定的阈值(此处的阈值可以称为第二修正阈值),则表示滤波器中的第 o 个状态参数检验不通过,需要重置滤波器,即重新执行步骤 S402;若 $\frac{|d\dot{z}_o|}{\sqrt{P(a)_{oo}}}$ 小于第二修正阈值,则表示滤波器中的第 o 个状态参数检验通过,保持滤波器当前的状态参数。其中,上述第一修正阈值和第二修正阈值都可以是根据实际需求所确定的数值,本申请对此不再进行赘述。当滤波器中的每个状态参数在伪距和多普勒时均通过检验,则表示滤波器对应的滤波器修正量通过检验。

[0315] 步骤 S417,对验后卫星观测残差进行正态分布检验。

[0316] 一些实施例中,当滤波器对应的滤波器修正量通过检验时,可以获取滤波器针对目标状态参数的目标状态协方差矩阵,即 $P'(a)$,通过目标协方差矩阵、测量方差矩阵以及测量更新矩阵,构建滤波器对应的第二残差协方差矩阵;进而可以通过第二残差协方差矩阵对第三观测残差矩阵进行正态分布检验,得到第三观测残差矩阵中所包含的每个元素分别对应的检验结果。

[0317] 其中,第二残差协方差矩阵包括伪距残差协方差矩阵和多普勒残差协方差矩阵,基于第二残差协方差矩阵中的伪距残差协方差矩阵,对第三观测残差矩阵中的伪距残差矩阵进行正态分布检验,得到第三观测残差矩阵的伪距残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果,此时的检验结果如下述公式(44)所示:

$$\mu_{si} = \frac{|\tilde{B}'_{si}|}{\sqrt{\left(R_p(a) \cdot \left(G_{pa} \cdot P(a) \cdot G_{pa}^T + R_p(a)\right)^{-1} \cdot R_p(a)\right)_{sisi}}} \quad (44)$$

[0318] 其中, $\tilde{B}'_{si}$ 表示第三观测残差矩阵的伪距残差矩阵中的第 si 个元素,si 为小于或等于 sn 的正整数, $\left(R_p(a) \cdot \left(G_{pa} \cdot P(a) \cdot G_{pa}^T + R_p(a)\right)^{-1} \cdot R_p(a)\right)$ 表示第二残差协方差矩阵中的伪距残差协方差矩阵, μ_{si} 表示上述第 si 个元素在进行正态分布检验后所得到的结果。

[0319] 一些实施例中, 基于第二残差协方差矩阵中的多普勒残差协方差矩阵, 对第三观测残差矩阵中的多普勒残差矩阵进行正态分布检验, 得到第三观测残差矩阵的多普勒残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果, 此时的检验结果如下述公式 (45) 所示:

$$\alpha_{qi} = \frac{|\hat{B}'_{qi}|}{\sqrt{\left(R_{\rho}(a) \cdot \left(G_{\rho a} \cdot P(a) \cdot G_{\rho a}^T + R_{\rho}(a)\right)^{-1} \cdot R_{\rho}(a)\right)_{qiqi}}} \quad (45)$$

[0320] 其中, $\hat{B}'_{qi}$ 表示第三观测残差矩阵的伪距残差矩阵中的第 si 个元素, qi 为小于或等于 qn 的正整数, $\left(R_{\rho}(a) \cdot \left(G_{\rho a} \cdot P(a) \cdot G_{\rho a}^T + R_{\rho}(a)\right)^{-1} \cdot R_{\rho}(a)\right)_{qiqi}$ 表示第二残差协方差矩阵中的多普勒残差协方差矩阵, α_{qi} 表示上述第 qi 个元素在进行正态分布检验后所得到的结果。

[0321] 步骤 S418, 剔除检测未通过的卫星观测信息。

[0322] 一些实施例中, 当第三观测残差矩阵中存在某个元素的检验结果不满足检验条件时, 则剔除该元素所对应的卫星观测信息。其中, 当上述公式 (44) 中的 μ_{si} 小于或等于给定的阈值 (此时的阈值也可以称为第三正态分布检测阈值) 时, 表示第三观测残差矩阵的伪距残差矩阵中的第 si 个元素不满足检验条件, 将第 si 个元素所对应的伪距观测数据 (即第二筛选观测信息中的第 si 个伪距观测数据) 确定为伪距观测数据粗差, 并从第二筛选观测数据所包含的伪距观测数据中剔除该伪距观测数据粗差。

[0323] 当上述公式 (45) 中的 α_{qi} 小于或等于给定的阈值 (此处的阈值也可以称为第四正态分布检测阈值) 时, 表示第三观测残差矩阵的多普勒残差矩阵中的第 qi 个元素不满足检验条件, 将第 qi 个元素所对应的多普勒观测数据 (即第二筛选观测信息中的第 qi 个多普勒观测数据) 确定为多普勒观测数据粗差, 并从第二筛选观测数据所包含的多普勒观测数据中剔除该多普勒观测数据粗差。基于剔除伪距观测数据粗差后所得到的伪距观测数据, 以及剔除多普勒观测数据粗差后所得到的多普勒观测数据, 重新构建测量更新矩阵, 即重新执行上述步骤 S413, 直至剩余的所有卫星观测信息均通过正态分布检验结果。其中, 本申请中的第一正态分布检验阈值和第三正态分布检验阈值可以为相同的数值, 也可以为不同的数值, 第二正态分布检验阈值和第四正态分布检验阈值可以为相同的数值, 也可以为不同的数值, 本申请对此不作限定。

[0324] 步骤 S419, 输出当前时刻终端位置和速度信息。

[0325] 一些实施例中, 当第三观测残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果均满足检验条件时, 可以将目标状态参数中的终端位置和终端速度确定为终端对应的终端定位结果。换言之, 当第三观测残差矩阵的伪距残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果 (μ_{si}) 均小于第三正态分布检测阈值, 且第三观测残差矩阵的多普勒残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果 (α_{qi}) 均小于第四正态分布检验阈值时, 输出滤波器的目标状态参数中的终端位置和终端速度, 此时的终端位置和终端速度即为终端的终端定位结果。

[0326] 本申请实施例中, 可以通过抗差加权最小二乘算法和卫星观测信息估计得到终端

对应的终端状态信息，通过终端状态信息可以建立稳健卡尔曼滤波器，通过稳健卡尔曼滤波器的时间更新和测量更新两个过程，采用正态分布检验从卫星观测信息中剔除观测信息粗差，并通过剔除观测信息粗差后的卫星观测信息，确定终端对应的终端定位结果，可以提高终端位置的准确性，实现亚米级或车道级定位，辅助车道级定位导航；通过抗差加权最小二乘算法和稳健卡尔曼滤波器实现的终端定位方法，可以适用于各种类型（例如，消费级、测量型或其余类型）的卫星定位设备，可以提高终端定位的适用性。

[0327] 请参见图 8，图 8 是本申请实施例提供的一种滤波器的测量更新的流程示意图。可以理解地，本申请实施例可以是在基于抗差加权最小二乘和卫星观测信息估计得到终端对应的终端状态信息、并基于终端状态信息完成滤波器的初始化以及时间更新处理后，针对滤波器的测量更新过程，滤波器在时间更新后的状态参数为预测状态参数，与该预测状态参数相对应的状态协方差矩阵。例如图 8 所示，滤波器的测量更新过程可以包括以下步骤：

[0328] 步骤 S501，基于抗差加权最小二乘估计的解算信息剔除卫星观测信息粗差，得到第一筛选观测信息。

[0329] 步骤 S502，由第一筛选观测信息构建卫星观测残差矩阵，即第一观测残差矩阵。

[0330] 其中，步骤 S501 和步骤 S502 的具体实现过程可以参见图 6 所对应实施例中的步骤 S405-步骤 S406，这里不再进行赘述。

[0331] 步骤 S503，基于四分位数和绝对中位差对第一观测残差矩阵进行粗差探测，得到第三筛选观测信息，由第三筛选观测信息构建卫星观测残差矩阵，即第二观测残差矩阵。

[0332] 一些实施例中，可以对上述第一观测残差矩阵（如前述公式（32）所示的伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 和公式（34）所示的多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{B}}$ ）进行粗差探测，剔除第一筛选观测信息中的卫星观测信息粗差，得到第三筛选观测信息，由第三筛选观测信息所构建的卫星观测残差矩阵，可以称为第二观测残差矩阵。其中，上述粗差探测过程可以包括：获取第一观测残差矩阵的上四分位数和第一观测残差矩阵的下四分位数之间的分位数差值；将第一观测残差矩阵的下四分位数，以及第一粗差探测阈值和分位数差值之间的乘积进行相减运算，得到第一观测残差矩阵对应的最小元素值；将第一观测残差矩阵的上四分位数，以及第一粗差探测阈值和分位数差值之间的乘积进行求和运算，得到第一观测残差矩阵对应的最大元素值；将第一观测残差矩阵中的第 j 个元素和第一观测残差矩阵的中位数进行相减运算后的绝对值，与第一观测残差矩阵的绝对中位差之间的比值，确定为待验证数值， j 为小于或等于第一筛选观测信息的数量的正整数；若待验证数值大于第二粗差探测阈值，且第 j 个元素处于粗差取值范围，则从第一观测残差矩阵中剔除第 j 个元素，得到第二观测残差矩阵，构成第二观测残差矩阵的卫星观测信息可以称为第三筛选观测信息，该粗差取值范围是指最小元素值至最大元素值所对应范围之外的取值范围。

[0333] 由于第一观测残差矩阵包括伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 和多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{B}}$ ，因此在对第一观测残差矩阵进行粗差探测处理时，需要分别对伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 和多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{B}}$ 进行粗差探测。其中，下面以第一观测残差矩阵中的伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 为例，对粗差探测处理进行描

述；本申请实施例中，将伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的下四位数记为 $M_{\frac{1}{4}}^{\tilde{B}}$ ，伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的上四分位数记为 $M_{\frac{3}{4}}^{\tilde{B}}$ ，伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的最小元素值记为 $M_{\min}^{\tilde{B}}$ ，伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的最大元素值记为 $M_{\max}^{\tilde{B}}$ ，最小元素值 $M_{\min}^{\tilde{B}}$ 和最大元素值 $M_{\max}^{\tilde{B}}$ 可以如下述公式（46）所示：

$$\begin{cases} M_{\min}^{\tilde{B}} = M_{\frac{1}{4}}^{\tilde{B}} - \theta_{\rho}^1 \cdot \left(M_{\frac{3}{4}}^{\tilde{B}} - M_{\frac{1}{4}}^{\tilde{B}} \right) \\ M_{\max}^{\tilde{B}} = M_{\frac{3}{4}}^{\tilde{B}} + \theta_{\rho}^1 \cdot \left(M_{\frac{3}{4}}^{\tilde{B}} - M_{\frac{1}{4}}^{\tilde{B}} \right) \end{cases} \quad (46)$$

[0334] 其中， θ_{ρ}^1 表示针对伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的第一粗差探测阈值， $M_{\frac{3}{4}}^{\tilde{B}} - M_{\frac{1}{4}}^{\tilde{B}}$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的上四位数和伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的下四位数之间的分位数差值。伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 中的每个元素都可以按照下述公式（47）来进行粗差探测，公式（47）的表示形式如下：

$$\text{flag}_{\rho}^j = \begin{cases} 0, \frac{|\tilde{B}_j - \text{med}(\tilde{B})|}{\text{mad}(\tilde{B})} > \theta_{\rho}^2 \text{ 且 } (\tilde{B}_j < M_{\min}^{\tilde{B}} \text{ 或 } \tilde{B}_j > M_{\max}^{\tilde{B}}) \\ 1, \frac{|\tilde{B}_j - \text{med}(\tilde{B})|}{\text{mad}(\tilde{B})} \leq \theta_{\rho}^2 \text{ 且 } (M_{\min}^{\tilde{B}} \leq \tilde{B}_j \leq M_{\max}^{\tilde{B}}) \end{cases} \quad (47)$$

[0335] 其中， flag_{ρ}^j 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 中的第 j （此时的 j 为小于或等于第一筛选观测信息中所包含的伪距筛选数据的数量 sn 的正整数）个元素对应的粗差探测标记值， $\tilde{B}_j$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 中的第 j 个元素， $\text{med}(\tilde{B})$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的中位数， $\text{mad}(\tilde{B})$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的绝对中位差， θ_{ρ}^2 表示针对伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的第二粗差探测阈值；其中， θ_{ρ}^1 和 θ_{ρ}^2 可以根据实际需求进行设置，本申请对此不做限定。 $\frac{|\tilde{B}_j - \text{med}(\tilde{B})|}{\text{mad}(\tilde{B})}$ 表示伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的待验证数值， $[M_{\min}^{\tilde{B}}, M_{\max}^{\tilde{B}}]$ 可以称为伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的有效取值范围， $(-\infty, M_{\min}^{\tilde{B}})$ 或 $(M_{\max}^{\tilde{B}}, +\infty)$ 称为伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的粗差取值范围。

[0336] 当待验证数值 $\frac{|\tilde{B}_j - \text{med}(\tilde{B})|}{\text{mad}(\tilde{B})}$ 小于或等于第二粗差探测阈值 θ_{ρ}^2 ，且伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的第 j 个元素 $\tilde{B}_j$ 处于有效取值范围 $[M_{\min}^{\tilde{B}}, M_{\max}^{\tilde{B}}]$ 时， $\tilde{B}_j$ 对应的粗差探测标记值为 1，表示 $\tilde{B}_j$ 对应的伪距观测数据为有效数据，并保留该伪距观测数据。当待验证数值 $\frac{|\tilde{B}_j - \text{med}(\tilde{B})|}{\text{mad}(\tilde{B})}$ 大于第二粗差探测阈值 θ_{ρ}^2 ，且伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 的第 j 个元素 $\tilde{B}_j$ 处于粗差取值范围 $(-\infty, M_{\min}^{\tilde{B}})$ 或 $(M_{\max}^{\tilde{B}}, +\infty)$ 时， $\tilde{B}_j$ 对应的粗差探测标记值为 0，表示 $\tilde{B}_j$ 对应的伪距观测数据为伪距观测数据粗差，并剔除该伪距观测数据粗差。通过上述公式（47）可以从第一筛选观测信息所包含的伪距筛选观测数据中剔除伪距观测数据粗差，由剔除了伪距观测数据粗差的伪距观测数据所构建的伪距残差矩阵可以记为 $\bar{B}$ ，该伪距残差矩阵 $\bar{B}$ 是指从伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 中剔除了粗差探测标记值为 0 的元素后所得到的矩阵。

[0337] 同理，对于第一观测残差矩阵中的多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{B}}$ ，同样可以执行与上述伪距残差矩阵 $\tilde{B}$ 相同的粗差探测处理，例如可以通过下述公式（48）和公式（49）对多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{B}}$ 进行粗差探测，剔除多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{B}}$ 中的多普勒观测数据粗差，由剔除了多普勒观测数据粗差的多普勒观测数据所构建的多普勒残差矩阵可以记为 $\dot{\bar{B}}$ ，该多普勒残差矩阵 $\dot{\bar{B}}$ 是指从多普勒残差矩阵 $\dot{\tilde{B}}$ 中剔除了粗差探测标记值为 0 的元素后所得到的矩阵。其中，公式（48）

和公式 (49) 可以表示如下:

$$\begin{cases} M_{\min}^{\hat{B}} = M_{\frac{1}{4}}^{\hat{B}} - \theta_{\rho}^1 \cdot \left(M_{\frac{3}{4}}^{\hat{B}} - M_{\frac{1}{4}}^{\hat{B}} \right) \\ M_{\max}^{\hat{B}} = M_{\frac{3}{4}}^{\hat{B}} + \theta_{\rho}^1 \cdot \left(M_{\frac{3}{4}}^{\hat{B}} - M_{\frac{1}{4}}^{\hat{B}} \right) \end{cases} \quad (48)$$

$$\text{flag}_{\rho}^j = \begin{cases} 0, \frac{|\hat{B}_j - \text{med}(\hat{B})|}{\text{mad}(\hat{B})} > \theta_{\rho}^2 \text{ 且 } (\hat{B}_j < M_{\min}^{\hat{B}} \text{ 或 } \hat{B}_j > M_{\max}^{\hat{B}}) \\ 1, \frac{|\hat{B}_j - \text{med}(\hat{B})|}{\text{mad}(\hat{B})} \leq \theta_{\rho}^2 \text{ 且 } (M_{\min}^{\hat{B}} \leq \hat{B}_j \leq M_{\max}^{\hat{B}}) \end{cases} \quad (49)$$

[0338] 其中, $M_{\frac{1}{4}}^{\hat{B}}$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的下四位数, $M_{\frac{3}{4}}^{\hat{B}}$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的上四位数, θ_{ρ}^1 表示针对多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的第一粗差探测阈值, θ_{ρ}^2 表示针对多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的第二粗差探测阈值, θ_{ρ}^1 和 θ_{ρ}^2 可以根据实际需求进行设置, 本申请对此不做限定; $M_{\min}^{\hat{B}}$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的最小元素值, $M_{\max}^{\hat{B}}$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的最大元素值。 $\hat{B}_j$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的第 j 个元素 (此时的 j 为小于或等于第一筛选观测信息中所包含的多普勒筛选数据的数量 q_n 的正整数), flag_{ρ}^j 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 中的第 j 个元素对应的粗差探测标记值, $\text{med}(\hat{B})$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的中位数, $\text{mad}(\hat{B})$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的绝对中位差, $\frac{|\hat{B}_j - \text{med}(\hat{B})|}{\text{mad}(\hat{B})}$ 表示多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的待验证数值, $[M_{\min}^{\hat{B}}, M_{\max}^{\hat{B}}]$ 可以称为多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的有效取值范围, $(-\infty, M_{\min}^{\hat{B}})$ 或 $(M_{\max}^{\hat{B}}, +\infty)$ 称为多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 的粗差取值范围。当 flag_{ρ}^j 等于 0 时, 表示 $\hat{B}_j$ 对应的多普勒观测数据为多普勒观测数据粗差, 并剔除该多普勒观测数据粗差; 当 flag_{ρ}^j 等于 1 时, 表示 $\hat{B}_j$ 对应的多普勒观测数据为有效数据, 并保留该多普勒观测数据粗差, 以此剔除了多普勒观测数据粗差的多普勒观测数据。本申请实施例中, 可以将上述剔除了伪距观测数据粗差的伪距观测数据, 以及剔除了多普勒观测数据粗差的多普勒观测数据确定为第三筛选观测数据, 上述伪距残差矩阵 $\hat{B}$ 和多普勒残差矩阵 $\hat{B}$ 称为第二观测残差矩阵。

[0339] 步骤 S504, 基于伪距残差矩阵进行钟跳探测和修复。

[0340] 步骤 S505, 基于伪距残差矩阵计算钟差跳变值并修复钟差。

[0341] 步骤 S506, 基于多普勒残差矩阵进行钟漂跳变探测和修复。

[0342] 步骤 S507, 基于多普勒残差矩阵计算钟漂跳变值并修复钟漂。

[0343] 步骤 S508, 计算滤波器模型验证参数值, 并对稳健卡尔曼滤波器进行验证和修复。

[0344] 步骤 S509, 基于正态分布检验剔除卫星观测值粗差, 得到第二筛选观测信息。

[0345] 步骤 S510, 由第二筛选观测信息构建测量更新矩阵。

[0346] 步骤 S511, 由自适应估计得到的卫星观测值随机误差模型构建测量方差矩阵。

[0347] 步骤 S512, 由测量更新矩阵和测量方差矩阵修正终端运动状态。

[0348] 步骤 S513, 对验后卫星观测残差和滤波器修正量进行检测。

[0349] 步骤 S514, 对验后卫星观测残差进行正态分布检验。

[0350] 步骤 S515, 剔除检测未通过的卫星观测值。

[0351] 步骤 S516, 滤波器测量更新完成, 输出滤波器当前时刻的终端位置和速度信息。

[0352] 其中, 上述步骤 S507 至步骤 S516 的实现过程可以参见图 6 所对应实施例中的步骤 S407 至步骤 S419 中的描述, 此处不再进行赘述。

[0353] 需要说明的是, 本申请实施例中的步骤 S507 至步骤 S516 的实现方式与前述步骤 S407 至步骤 S419 的实现方式是相同的, 只是步骤 S407 至步骤 S419 在实现过程中所使用的卫星观测信息为第一筛选观测信息, 而步骤 S507 至步骤 S516 在实现过程中所使用的卫星观测信息为第三筛选观测信息。例如, 本申请实施例中的钟差跳变探测及修复过程可以包括: 当第二观测残差矩阵中的伪距残差矩阵 $\bar{B}$ 的绝对中位差 $\text{mad}(\bar{B})$ 与第二观测残差矩阵中的伪距残差矩阵 $\bar{B}$ 的中位数 $\text{med}(\bar{B})$ 之间的比值小于第一钟差探测阈值 (θ_m) , 且第二观测残差矩阵中的伪距残差矩阵 $\bar{B}$ 的标准差 $\text{std}(\bar{B})$ 与第二观测残差矩阵中的伪距残差矩阵 $\bar{B}$ 的平均值 $\text{mean}(\bar{B})$ 之间的比值小于第一钟差探测阈值时, 将第二观测残差矩阵中的伪距残差矩阵 $\bar{B}$ 的中位数, 与预测状态协方差矩阵中的对角元素所对应的开根号运算结果之间的比值, 确定为钟差探测数值; 若钟差探测数值大于或等于第二钟差探测阈值 (θ_{clk}) , 则确定滤波器中存在钟差跳变, 重新设置滤波器中的预测状态参数和预测状态协方差矩阵。本申请实施例的第一观测方差矩阵是通过第三筛选观测信息对应的信噪比, 以及第三筛选观测信息所对应卫星的高度角所构建而成的。

[0354] 请参见图 9, 图 9 是本申请实施例提供的一种终端定位方法的整体结构示意图。本申请实施例以滤波器是稳健卡尔曼滤波器为例进行描述, 例如图 9 所示, 可以获取包含伪距观测数据和多普勒观测数据的卫星观测信息, 与此同时还可以向 CORS 系统的高精度定位服务平台发送星历获取请求, 从高精度定位服务平台中获取星历数据, 通过星历数据和卫星观测信息, 可以获取卫星对应的卫星状态信息 (包括卫星位置、卫星速度、卫星钟差以及卫星钟漂), 进而可以利用抗差加权最小二乘和卫星观测信息估计终端状态信息 (终端位置、终端速度、卫星钟差以及卫星钟漂), 并由估计得到的终端状态信息建立稳健卡尔曼滤波器, 即完成稳健卡尔曼滤波器的初始化 (可以参见图 6 所对应实施例中的步骤 S402)。

[0355] 基于抗差加权最小二乘估计得到终端位置信息时的解算信息, 可以估计稳健卡尔曼滤波器的滤波器系统噪声 (可以参见图 6 所对应实施例中的步骤 S403)、估计卫星观测随机误差模型 (可以参见图 6 所对应实施例中的步骤 S404) 以及卫星观测信息粗差探测 (可以参见图 6 所对应实施例中的步骤 S405) 等。

[0356] 一些实施例中, 针对初始化后的稳健卡尔曼滤波器, 可以执行粗差探测 (可以参见图 8 所对应实施例中的步骤 S503)、钟差与钟漂跳变探测与修复 (可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S407 至步骤 S410)、滤波器模型验证与修复 (可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S411 至步骤 S412) 以及滤波器系统故障检测与修复 (可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S413 至步骤 S418) 等操作, 最终输出终端对应的终端定位结果 (包括最终确定的终端位置和终端速度)。

[0357] 其中, 请参见图 10, 图 10 是本申请实施例提供的一种滤波器的结构示意图。本申请实施例以滤波器是稳健卡尔曼滤波器为例进行描述, 例如图 10 所示, 稳健卡尔曼滤波器包括滤波器初始化、自适应估计伪距和多普勒观测随机误差模型、自适应估计动态滤波器系统噪声、滤波器时间更新以及滤波器测量更新等过程。其中, 滤波器初始化可以通过抗差加权最小二乘估计得到终端位置信息来实现; 伪距和多普勒观测随机误差模型可以通过抗差加权最小二乘在估计得到终端状态信息时的解算信息估计得到; 动态滤波器系统噪声可以通过抗差加权最小二乘在迭代更新中所产生的历史状态信息估计得到; 滤波器时间更新可以通过动态滤波器系统噪声来实现; 滤波器测量更新可以通过滤波器时间更新和伪距和多普勒观测随机误差模型和滤波器时间更新的结果来实现。滤波器测量更新可以包括钟差与钟漂跳变探测与修复、滤波器模型验证和修复、滤波器更新结算验证和修复(也可以称为滤波器系统故障检验与修复)等操作, 该滤波器更新结算验证和修复可以包括验后卫星观测残差检验和模型修正量检验, 上述操作可以参见上述图 8 所对应的实施例, 此处不再进行赘述。

[0358] 可以理解的是, 在本申请的具体实施方式中, 涉及到用户终端的定位结果, 当本申请以上是实力应用到具体产品或技术中时, 需要获取用户许可或者同意, 且终端定位结果的应用需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

[0359] 本申请实施例中, 可以通过抗差加权最小二乘算法和卫星观测信息估计得到终端对应的终端状态信息, 通过终端状态信息可以建立稳健卡尔曼滤波器, 通过稳健卡尔曼滤波器的时间更新和测量更新两个过程, 采用正态分布检验从卫星观测信息中剔除观测信息粗差, 并通过剔除观测信息粗差后的卫星观测信息, 确定终端对应的终端定位结果, 可以提高终端位置的准确性, 实现亚米级或车道级定位, 辅助车道级定位导航; 通过抗差加权最小二乘算法和稳健卡尔曼滤波器实现的终端定位方法, 可以适用于各种类型(例如, 消费级、测量型或其余类型)的卫星定位设备, 可以提高终端定位的适用性。

[0360] 请参见图 11A, 图 11A 是本申请实施例提供的一种终端定位装置的结构示意图。例如图 11A 所示, 该终端定位装置可以包括:

[0361] 卫星观测模块 111, 用于获取第一时刻针对终端的定位信息集合, 所述定位信息集合包括多个卫星分别对应的定位信息; 基于定位信息估计终端在第一时刻的估计运动状态, 获取终端对多个卫星中每个卫星进行信号测量的测量数据, 基于所述测量数据估计多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差;

[0362] 卫星精度调整模块 112, 用于获取从估计运动状态转换得到的转换定位信息, 以计算定位信息集合中每个卫星对应的定位信息与转换定位信息之间的偏离信息, 基于偏离信息确定每个卫星对应的误差调整因子, 每个卫星对应的误差调整因子用于对每个卫星对应的定位信息的误差进行调整;

[0363] 预测模块 113, 用于利用终端的历史运动状态, 通过状态预测模型预测终端在第一时刻的预测运动状态, 历史运动状态包括终端在第一时刻之前的至少一个时刻的运动状态;

[0364] 调整模块 114, 用于将定位信息集合、误差和误差调整因子应用于状态调整模型, 以对预测运动状态进行调整, 进而获得终端在第一时刻的调整运动状态, 根据调整运动状态确定终端在第一时刻的定位结果。

[0365] 作为另一种功能模块的划分方式, 请参见图 11B, 图 11B 是本申请实施例提供的一种终端定位装置的结构示意图。例如图 11B 所示, 该终端定位装置 1 可以包括: 终端状态获取模块 11, 滤波器初始化模块 12, 时间更新模块 13, 信息筛选模块 14, 测量更新模块 15。

[0366] 终端状态获取模块 11, 用于通过卫星观测信息确定终端对应的终端状态信息, 根据终端状态信息从卫星观测信息中获取第一筛选观测信息;

[0367] 滤波器初始化模块 12, 用于将终端状态信息设置为滤波器的初始状态参数, 获取滤波器针对初始状态参数的初始状态协方差矩阵;

[0368] 时间更新模块 13, 用于对滤波器的初始状态参数进行时间更新, 得到预测状态参数, 对滤波器的初始状态协方差矩阵进行时间更新, 得到预测状态协方差矩阵;

[0369] 验证参数值获取模块 14, 用于从第一筛选观测信息中, 筛选出用于构建滤波器的测量更新矩阵的第二筛选观测信息, 根据由终端状态信息所确定的卫星观测误差因子, 构建滤波器对应的测量方差矩阵;

[0370] 测量更新模块 15, 用于通过测量更新矩阵、第二筛选观测信息、预测状态协方差矩阵以及测量方差矩阵, 对滤波器的预测状态参数进行测量更新, 得到目标状态参数, 根据目标状态参数确定终端对应的终端定位结果。

[0371] 其中, 终端状态获取模块 11, 滤波器初始化模块 12, 时间更新模块 13, 信息筛选模块 14, 测量更新模块 15 的具体功能实现过程可以参见上述图 3 所对应实施例中的步骤 S101-步骤 S105, 此处不再进行赘述。

[0372] 在一个或多个实施例中, 终端状态获取模块 11 包括: 观测方程构建单元 111, 第一观测方差构建单元 112, 状态信息更新单元 113;

[0373] 观测方程构建单元 111, 用于获取终端接收到的卫星观测信息, 为终端设置初始状态信息, 通过卫星观测信息、初始状态信息以及卫星所对应的卫星状态信息, 构建终端与卫星之间的卫星观测方程;

[0374] 第一观测方差构建单元 112, 用于通过卫星观测信息对应的信噪比和卫星对应的高度角, 构建第二观测方差矩阵;

[0375] 状态信息更新单元 113, 用于根据第二观测方差矩阵和卫星观测方程, 确定终端对应的状态信息修正量, 通过状态信息修正量对初始状态信息进行更新, 得到终端对应的终端状态信息。

[0376] 一些实施例中, 卫星观测信息包括伪距观测数据, 初始状态信息包括初始终端位置和初始终端钟差, 卫星状态信息包括卫星位置和卫星钟差;

[0377] 观测方程构建单元 111 包括: 第一获取子单元 1111, 第一方程构建单元 1112;

[0378] 第一获取子单元 1111, 用于获取初始终端位置和卫星位置之间的间隔距离, 以及获取初始终端钟差与卫星钟差之间的钟差差值;

[0379] 第一方程构建单元 1112, 用于根据间隔距离和钟差差值, 确定终端与卫星之间的第一估计值, 通过第一估计值和伪距观测数据, 构建终端与卫星之间的卫星观测方程。

[0380] 一些实施例中, 卫星观测信息包括多普勒观测数据, 初始状态信息包括初始终端速度和初始终端钟漂, 卫星状态信息包括卫星速度和卫星钟漂;

[0381] 观测方程构建单元 111 包括: 第二获取子单元 1113, 估计子单元 1114, 第二方程构建子单元 1115;

[0382] 第二获取子单元 1113, 用于获取初始终端速度与卫星速度之间的速度差值, 以及获取终端与卫星之间的单位观测值;

[0383] 估计子单元 1114, 用于获取初始终端钟漂与卫星钟漂之间的钟漂差值, 根据速度差值与单位观测值之间的乘积, 以及钟漂差值, 确定终端与卫星之间的第二估计值;

[0384] 第二方程构建子单元 1115, 用于通过卫星播发信号的波长和多普勒观测数据之间的乘积, 以及第二估计值, 构建终端与卫星之间的卫星观测方程。

[0385] 一些实施例中, 卫星的数量为 N 个, N 为正整数; 第一观测方差构建单元 112 具体用于:

[0386] 根据观测误差参数、 N 个卫星所对应的卫星观测信息的信噪比, 以及 N 个卫星分别对应的高度角, 确定 N 个卫星分别对应的卫星观测误差;

[0387] 将 N 个卫星分别对应的卫星观测误差作为矩阵对角元素, 构建第二观测方差矩阵。

[0388] 一些实施例中, 卫星观测信息包括伪距观测数据, 初始状态信息包括初始终端位置和初始终端钟差, 卫星状态信息包括卫星位置和卫星钟差, 终端状态信息是指初始状态信息在经过 k 次迭代后所得到的结果, k 为正整数;

[0389] 状态信息更新单元 113 具体用于:

[0390] 获取第 $k-1$ 次迭代的估计参数; k 为 1 时, 第 $k-1$ 次迭代的估计参数包括初始终端位置和初始终端钟差, 每次迭代的卫星观测方程由该次迭代的估计参数所构建;

[0391] 将第 $k-1$ 次迭代的卫星观测方程, 针对第 $k-1$ 次迭代的估计参数的偏导数, 确定为第 $k-1$ 次迭代的雅克比矩阵, 根据第 $k-1$ 次迭代的卫星观测方程构建第 $k-1$ 次迭代的伪距残差矩阵;

[0392] 根据第 $k-1$ 次迭代的雅克比矩阵、第 $k-1$ 次迭代的伪距残差矩阵以及第二观测方差矩阵, 获取第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量;

[0393] 当第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量达到收敛时, 将第 $k-1$ 次迭代的估计参数和第 $k-1$ 次迭代的状态信息修正量之和, 确定为第 k 次迭代的估计参数;

[0394] 根据第 k 次迭代的卫星观测方程构建第 k 次迭代的伪距残差矩阵, 将第 k 次迭代的伪距残差矩阵对应的转置矩阵、伪距观测方差矩阵对应的逆矩阵, 以及第 k 次迭代的伪距残差矩阵之间的乘积, 确定为检验统计量;

[0395] 若检验统计量小于检验阈值,则将第 k 次迭代的估计参数确定为终端对应的终端状态信息。

[0396] 其中,观测方程构建单元 111,第一观测方差构建单元 112,状态信息更新单元 113,以及观测方程构建单元 111 所包含的第一获取子单元 1111,第一方程构建单元 1112,第二获取子单元 1113,估计子单元 1114,第二方程构建子单元 1115 的具体功能实现过程可以参见上述图 4 和图 5 所对应的实施例,此处不再进行赘述。

[0397] 在一个或多个实施例中,该终端定位装置 1 还包括:残差协方差构建模块 17,正态分布检验模块 18,伪距数据剔除模块 19,观测方程重新构建模块 20;

[0398] 残差协方差构建模块 17,用于若检验统计量大于或等于检验阈值,则根据第 $k-1$ 次迭代的雅克比矩阵、第二观测方差矩阵,构建第一残差协方差矩阵;

[0399] 正态分布检验模块 18,用于通过第一残差协方差矩阵对第 k 次迭代的伪距残差矩阵进行正态分布检验,得到第 k 次迭代的伪距残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结果;

[0400] 伪距数据剔除模块 19,用于若第 k 次迭代的伪距残差矩阵中的第 i 个元素所对应的检验结果不满足检验条件,则确定第 i 个元素未通过正态分布检验,剔除第 i 个元素所关联的伪距观测数据; i 为小于或等于伪距观测数据的数量的正整数;

[0401] 观测方程重新构建模块 20,用于将剔除第 i 个元素所关联的伪距观测数据后所剩余的伪距观测数据作为卫星观测信息,将第 k 次迭代的估计参数作为初始状态信息,重新执行通过初始状态信息、卫星状态信息以及卫星观测信息,构建终端与卫星之间的卫星观测方程的步骤。

[0402] 其中,残差协方差构建模块 17,正态分布检验模块 18,伪距数据剔除模块 19,观测方程重新构建模块 20 的具体功能实现过程可以参见上述图 4 所对应实施例中的步骤 S208-步骤 S210,此处不再进行赘述。

[0403] 在一个或多个实施例中,终端状态信息包括终端位置、终端速度、终端钟差以及终端钟漂,第一筛选观测信息包括伪距筛选数据和多普勒筛选数据;

[0404] 滤波器初始化模块 12 包括:初始状态设置单元 121,第二观测方差构建单元 122,位置协方差确定单元 123,速度协方差确定单元 124,初始状态协方差确定单元 125;

[0405] 初始状态设置单元 121,用于将终端状态信息中的终端位置、终端速度、终端钟差以及终端钟漂,设置为滤波器的初始状态参数;

[0406] 第二观测方差构建单元 122,用于通过伪距筛选数据对应的信噪比,以及伪距筛选数据所对应卫星的高度角,构建伪距观测方差矩阵,通过多普勒筛选数据对应的信噪比,以及多普勒筛选数据所对应卫星的高度角,构建多普勒观测方差矩阵;

[0407] 位置协方差确定单元 123,用于通过伪距观测方差矩阵、由终端位置和终端钟差所确定的卫星观测误差因子,以及由伪距筛选数据、终端位置、终端钟差所确定的雅克比矩阵,构建位置协方差矩阵;

[0408] 速度协方差确定单元 124,用于通过多普勒观测方差矩阵,由终端速度和终端钟漂

所确定的卫星观测误差因子, 以及由多普勒筛选数据、终端速度、终端钟漂所确定的雅克比矩阵, 构建速度协方差矩阵;

[0409] 初始状态协方差确定单元 125, 用于将位置协方差矩阵和速度协方差矩阵所构成的对角线矩阵, 确定为滤波器对应的初始状态协方差矩阵。

[0410] 其中, 初始状态设置单元 121, 第二观测方差构建单元 122, 位置协方差确定单元 123, 速度协方差确定单元 124, 初始状态协方差确定单元 125 的具体功能实现过程可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S402, 此处不再进行赘述。

[0411] 在一个或多个实施例中, 时间更新模块 13 包括: 状态参数更新单元 131, 状态协方差更新单元 132;

[0412] 状态参数更新单元 131, 用于通过相邻历元的时间差构建滤波器的状态转移矩阵, 根据状态转移矩阵对滤波器的初始状态参数进行时间更新, 得到预测状态参数;

[0413] 状态协方差更新单元 132, 用于基于终端对应的历史状态信息, 获取滤波器对应的滤波器系统噪声, 根据状态转移矩阵和滤波器系统噪声, 对滤波器的初始状态协方差矩阵进行时间更新, 得到预测状态协方差矩阵。

[0414] 一些实施例中, 预测状态协方差矩阵为滤波器中的初始状态协方差矩阵在 t 时刻的状态协方差矩阵, t 为正整数;

[0415] 状态协方差更新单元 132 具体用于:

[0416] 通过滤波器系统噪声以及相邻历元的时间差所对应的指数信息, 构建噪声协方差矩阵;

[0417] 获取滤波器在 $t-1$ 时刻的状态协方差矩阵; t 为 1 时, 滤波器在 $t-1$ 时刻的状态协方差矩阵为初始状态协方差矩阵;

[0418] 将状态转移矩阵、 $t-1$ 时刻的状态协方差矩阵以及状态转移矩阵对应的转置矩阵之间的乘积, 与噪声协方差矩阵进行求和运算, 得到预测协方差矩阵。

[0419] 其中, 状态参数更新单元 131, 状态协方差更新单元 132 的具体功能实现过程可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S403, 此处不再进行赘述。

[0420] 在一个或多个实施例中, 状态协方差更新单元 132 包括: 历史信息获取子单元 1321, 速度系统噪声确定子单元 1322, 钟漂系统噪声确定子单元 1323, 钟差系统噪声确定子单元 1324;

[0421] 历史信息获取子单元 1321, 用于若初始状态信息包括终端位置、终端速度、终端钟差以及终端钟漂, 则获取终端对应的历史状态信息中的历史终端速度序列、历史终端钟漂序列以及历史终端钟差序列; 历史终端速度序列、历史终端钟漂序列以及历史终端钟差序列均是通过尺寸为 p 的时间滑动窗口所确定的, p 为正整数;

[0422] 速度系统噪声确定子单元 1322, 用于获取历史终端速度序列对应的第一方差值, 将第一方差值和相邻历元的时间差之间的乘积, 确定为滤波器对应的速度系统噪声;

[0423] 钟漂系统噪声确定子单元 1323, 用于获取历史终端钟漂序列对应的第二方差值,

将第二方差值和相邻历元的时间差之间的乘积，确定为滤波器对应的钟漂系统噪声；

[0424] 钟差系统噪声确定子单元 1324，用于获取历史终端钟差序列对应的第三方差值，将第三方差值和相邻历元的时间差之间的乘积，确定为滤波器对应的钟差系统噪声，将速度系统噪声、钟漂系统噪声以及钟差系统噪声确定为滤波器对应的滤波器系统噪声。

[0425] 其中，历史信息获取子单元 1321，速度系统噪声确定子单元 1322，钟漂系统噪声确定子单元 1323，钟差系统噪声确定子单元 1324 的具体功能实现过程可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S403，此处不再进行赘述。

[0426] 在一个或多个实施例中，信息筛选模块 14 包括：验证参数值获取单元 141，验证单元 142；

[0427] 验证参数值获取单元 141，用于通过第一筛选观测信息、预测状态协方差矩阵，以及与第一筛选观测信息相关联的第一观测方差矩阵，确定滤波器对应的模型验证参数值；

[0428] 验证单元 142，用于当模型验证参数值小于模型验证阈值时，通过正态分布检验从第一筛选观测信息中，筛选出用于构建滤波器的测量更新矩阵的第二筛选观测信息。

[0429] 其中，验证参数值获取单元 141，验证单元 142 的具体功能实现过程可以参见上述图 3 所对应实施例中的步骤 S104，此处不再进行赘述。

[0430] 在一个或多个实施例中，验证参数值获取单元 141 包括：第一观测残差确定子单元 1411，粗差探测处理子单元 1412，第三观测方差确定子单元 1413，验证参数值确定子单元 1414；

[0431] 第一观测残差确定子单元 1411，用于通过第一筛选观测信息、第一筛选观测信息所对应卫星的卫星状态信息，以及预测状态信息，构建第一观测残差矩阵；

[0432] 粗差探测处理子单元 1412，用于根据第一观测残差矩阵的四分位数和绝对中位差，对第一观测残差矩阵进行粗差探测处理，得到第二观测残差矩阵；

[0433] 第三观测方差确定子单元 1413，用于将第二观测残差矩阵中所包含的卫星观测信息，确定为第三筛选观测信息，通过第三筛选观测信息对应的信噪比，以及第三筛选观测信息所对应卫星的高度角，构建第一观测方差矩阵；

[0434] 验证参数值确定子单元 1414，用于通过第二观测残差矩阵、预测状态协方差矩阵、第二观测残差矩阵针对预测状态参数的雅克比矩阵，以及第一观测方差矩阵，确定滤波器对应的模型验证参数值。

[0435] 其中，第一观测残差确定子单元 1411，粗差探测处理子单元 1412，第三观测方差确定子单元 1413，验证参数值确定子单元 1414 的具体功能实现过程可以参见上述图 8 所对应实施例中的步骤 S502-步骤 S508，此处不再进行赘述。

[0436] 在一个或多个实施例中，粗差探测处理子单元 1412 包括：分位数差值获取子单元 14121，最小元素值获取子单元 14122，最大元素值获取子单元 14123，待验证数值确定子单元 14124，粗差剔除子单元 14125；

[0437] 分位数差值获取子单元 14121，用于获取第一观测残差矩阵的上四分位数与第一观

测残差矩阵的下四分位数之间的分位数差值；

[0438] 最小元素值获取子单元 14122，用于将第一观测残差矩阵的下四分位数，以及第一粗差探测阈值和分位数差值之间的乘积进行相减运算，得到第一观测残差矩阵对应的最小元素值；

[0439] 最大元素值获取子单元 14123，用于将第一观测残差矩阵的上四分位数，以及第一粗差探测阈值和分位数差值之间的乘积进行求和运算，得到第一观测残差矩阵对应的最大元素值；

[0440] 待验证数值确定子单元 14124，用于将第一观测残差矩阵中的第 j 个元素和第一观测残差矩阵的中位数进行相减运算后的绝对值，与第一观测残差矩阵的绝对中位差之间的比值，确定为待验证数值； j 为小于或等于第一筛选观测信息的数量的正整数；

[0441] 粗差剔除子单元 14125，用于若待验证数值大于第二粗差探测阈值，且第 j 个元素处于粗差取值范围，则从第一观测残差矩阵中剔除第 j 个元素，得到第二观测残差矩阵；粗差取值范围是指最小元素值至最大元素值所对应范围之外的取值范围。

[0442] 其中，分位数差值获取子单元 14121，最小元素值获取子单元 14122，最大元素值获取子单元 14123，待验证数值确定子单元 14124，粗差剔除子单元 14125 的具体功能实现过程可以参见上述图 8 所对应实施例中的步骤 S503，此处不再进行赘述。

[0443] 在一个或多个实施例中，第二观测残差矩阵是通过卫星观测信息中的伪距筛选数据所构建的；

[0444] 该终端定位装置 1 还包括：钟差探测模块 20，钟差跳变修复模块 21；

[0445] 钟差探测模块 20，用于当第二观测残差矩阵的绝对中位差与第二观测残差矩阵的中位数之间的比值小于第一钟差探测阈值，且第二观测残差矩阵的标准差与第二观测残差矩阵的平均值之间的比值小于第一钟差探测阈值时，将第二观测残差矩阵的中位数，与预测状态协方差矩阵中的对角元素所对应的开根号运算结果之间的比值，确定为钟差探测数值；

[0446] 钟差跳变修复模块 21，用于若钟差探测数值大于或等于第二钟差探测阈值，则确定滤波器中存在钟差跳变，重新设置滤波器中的预测状态参数和预测状态协方差矩阵。

[0447] 其中，钟差探测模块 20，钟差跳变修复模块 21 的具体功能实现过程可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S407 至步骤 S408，此处不再进行赘述。

[0448] 在一个或多个实施例中，验证单元 142 包括：标准化残差获取子单元 1421，第一残差检验子单元 1422，观测信息筛选子单元 1423；

[0449] 标准化残差获取子单元 1421，用于当模型验证参数值小于模型验证阈值时，对模型验证参数进行标准化处理，得到标准化残差矩阵；

[0450] 第一残差检验子单元 1422，用于通过对标准化残差矩阵进行正态分布检验，得到标准化残差矩阵中所包含的每个元素分别对应的检验结果；

[0451] 观测信息筛选子单元 1423，用于若标准化残差矩阵中的第 1 个元素所对应的检验

结果不满足检验条件, 则确定第 1 个元素未通过正态分布检验, 从第一筛选观测信息中, 剔除第 1 个元素所对应的卫星观测信息, 得到第二筛选观测信息; 1 为小于或等于第一筛选观测信息的数量的正整数。

[0452] 其中, 标准化残差获取子单元 1421, 第一残差检验子单元 1422, 观测信息筛选子单元 1423 的具体功能实现过程可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S412, 此处不再进行赘述。

[0453] 一些实施例中, 该终端定位装置 1 还包括: 滤波器重置模块 22;

[0454] 滤波器重置模块 22, 用于当模型验证参数值大于或等于模型验证阈值时, 则重新设置滤波器的初始状态参数和初始状态协方差矩阵。

[0455] 其中, 滤波器重置模块 22 的具体功能实现过程可以参见上述图 8 所对应实施例中的描述, 此处不再进行赘述。

[0456] 在一个或多个实施例中, 目标状态参数为滤波器中的预测状态参数在 a 时刻的状态参数, a 为正整数;

[0457] 测量更新模块 15 包括: 测量更新矩阵确定单元 151, 滤波器状态获取单元 152, 滤波器增益确定单元 153, 目标状态参数获取单元 154, 滤波器修正量确定单元 155, 残差协方差确定单元 156, 第二残差检验单元 157, 定位结果确定单元 158;

[0458] 测量更新矩阵确定单元 151, 用于通过第二筛选观测信息、预测状态参数以及卫星状态信息构建第三观测残差矩阵, 将第三观测残差矩阵针对预测状态参数的雅克比矩阵, 确定为滤波器对应的测量更新矩阵;

[0459] 滤波器状态获取单元 152, 用于获取滤波器在 a 时刻的状态参数, 以及滤波器在 a 时刻的状态协方差矩阵; i 为 1 时, a 时刻的状态参数为预测状态参数, a 时刻的状态协方差矩阵为预测状态协方差矩阵; a 时刻的状态协方差矩阵是滤波器针对 a 时刻的状态参数的协方差矩阵;

[0460] 滤波器增益确定单元 153, 用于通过 a 时刻的状态协方差矩阵、测量更新矩阵以及测量方差矩阵, 确定滤波器在 a 时刻的滤波器增益;

[0461] 目标状态参数获取单元 154, 用于将 a 时刻的滤波器增益和第三观测残差矩阵之间的乘积, 与 a 时刻的状态参数进行求和运算, 得到目标状态参数。

[0462] 滤波器修正量确定单元 155, 用于将 a 时刻的滤波器增益和第三观测残差矩阵之间的乘积, 确定为滤波器在 a 时刻的滤波器修正量;

[0463] 残差协方差确定单元 156, 用于当 a 时刻的滤波器修正量通过检验时, 获取滤波器针对目标状态参数的目标协方差矩阵, 通过目标协方差矩阵、测量方差矩阵以及测量更新矩阵, 构建滤波器对应的第二残差协方差矩阵;

[0464] 第二残差检验单元 157, 用于通过第二残差协方差矩阵对第三观测残差矩阵进行正态分布检验, 得到第三观测残差矩阵中所包含的每个元素分别对应的检验结果;

[0465] 定位结果确定单元 158, 用于若第三观测残差矩阵中的每个元素分别对应的检验结

果均满足检验条件，则将目标状态参数确定为终端对应的终端定位结果。

[0466] 其中，测量更新矩阵确定单元 151，滤波器状态获取单元 152，滤波器增益确定单元 153，目标状态参数获取单元 154，滤波器修正量确定单元 155，残差协方差确定单元 156，第二残差检验单元 157，定位结果确定单元 158 的具体功能实现过程可以参见上述图 6 所对应实施例中的步骤 S413-步骤 S419，此处不再进行赘述。

[0467] 本申请实施例中，可以通过抗差加权最小二乘算法和卫星观测信息估计得到终端对应的终端状态信息，通过终端状态信息可以建立稳健卡尔曼滤波器，通过稳健卡尔曼滤波器的时间更新和测量更新两个过程，采用正态分布检验从卫星观测信息中剔除观测信息粗差，并通过剔除观测信息粗差后的卫星观测信息，确定终端对应的终端定位结果，可以提高终端位置的准确性，实现亚米级或车道级定位，辅助车道级定位导航；通过抗差加权最小二乘算法和稳健卡尔曼滤波器实现的终端定位方法，可以适用于各种类型（例如，消费级、测量型或其余类型）的卫星定位设备，可以提高终端定位的适用性。

[0468] 请参见图 12，图 12 是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。例如图 12 所示，该计算机设备 1000 可以为集成卫星定位设备的用户终端，还可以为集成卫星定位设备的服务器，这里将不对其进行限制。为便于理解，本申请以计算机设备为集成了卫星定位设备的用户终端为例，该计算机设备 1000 可以包括：处理器 1001，网络接口 1004 和存储器 1005，此外，上述计算机设备 1000 还可以包括：用户接口 1003，和至少一个通信总线 1002。其中，通信总线 1002 用于实现这些组件之间的连接通信。其中，用户接口 1003 可以包括显示屏 (Display)、键盘 (Keyboard)，可选用户接口 1003 还可以包括标准的有线接口、无线接口。一些实施例中，网络接口 1004 可以包括标准的有线接口、无线接口（如 WI-FI 接口）。存储器 1005 可以是高速 RAM 存储器，也可以是非不稳定的存储器 (non-volatile memory)，例如至少一个磁盘存储器。一些实施例中，存储器 1005 还可以是至少一个位于远离前述处理器 1001 的存储装置。例如图 12 所示，作为一种计算机可读存储介质的存储器 1005 中可以包括操作系统、网络通信模块、用户接口模块以及设备控制应用程序。

[0469] 在如图 12 所示的计算机设备 1000 中，网络接口 1004 可提供网络通讯功能；而用户接口 1003 主要用于为用户提供输入的接口；而处理器 1001 可以用于调用存储器 1005 中存储的设备控制应用程序，以实现：

[0470] 通过卫星观测信息确定终端对应的终端状态信息，根据终端状态信息从卫星观测信息中获取第一筛选观测信息；

[0471] 将终端状态信息设置为滤波器的初始状态参数，获取滤波器针对初始状态参数的初始状态协方差矩阵；

[0472] 对滤波器的初始状态参数进行时间更新，得到预测状态参数，对滤波器的初始状态协方差矩阵进行时间更新，得到预测状态协方差矩阵；

[0473] 从第一筛选观测信息中，筛选出用于构建滤波器的测量更新矩阵的第二筛选观测

信息, 根据由终端状态信息所确定的卫星观测误差因子, 构建滤波器对应的测量方差矩阵;
[0474] 通过测量更新矩阵、第二筛选观测信息、预测状态协方差矩阵以及测量方差矩阵, 对滤波器的预测状态参数进行测量更新, 得到目标状态参数, 根据目标状态参数确定终端对应的终端定位结果。

[0475] 应当理解, 本申请实施例中所描述的计算机设备 1000 可执行前文图 3-图 6 以及图 8 任一个所对应实施例中对终端定位方法的描述, 也可执行前文图 11A、11B 所对应实施例中对终端定位装置 1 的描述, 在此不再赘述。另外, 对采用相同方法的有益效果描述, 也不再进行赘述。

[0476] 此外, 这里需要指出的是: 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 且计算机可读存储介质中存储有前文提及的终端定位装置 1 所执行的计算机程序, 且计算机程序包括程序指令, 当处理器执行程序指令时, 能够执行前文图 3-图 6 以及图 8 任一个所对应实施例中对终端定位方法的描述, 因此, 这里将不再进行赘述。另外, 对采用相同方法的有益效果描述, 也不再进行赘述。对于本申请所涉及的计算机可读存储介质实施例中未披露的技术细节, 请参照本申请方法实施例的描述。作为示例, 程序指令可被部署在一个计算设备上执行, 或者在位于一个地点的多个计算设备上执行, 又或者, 在分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算设备上执行, 分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算设备可以组成区块链系统。

[0477] 此外, 需要说明的是: 本申请实施例还提供了一种计算机程序产品或计算机程序, 该计算机程序产品或者计算机程序可以包括计算机指令, 该计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令, 处理器可以执行该计算机指令, 使得该计算机设备执行前文图 3-图 6 以及图 8 任一个所对应实施例中对终端定位方法的描述, 因此, 这里将不再进行赘述。另外, 对采用相同方法的有益效果描述, 也不再进行赘述。对于本申请所涉及的计算机程序产品或者计算机程序实施例中未披露的技术细节, 请参照本申请方法实施例的描述。

[0478] 需要说明的是, 对于前述的各个方法实施例, 为了简单描述, 故将其都表述为一系列的动作组合, 但是本领域技术人员应该知悉, 本申请并不受所描述的动作顺序的限制, 因为依据本申请, 某一些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次, 本领域技术人员也应该知悉, 说明书中所描述的实施例均属于优选实施例, 所涉及的动作和模块并不一定是本申请所必须的。

[0479] 本申请实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。

[0480] 本申请实施例装置中的模块可以根据实际需要进行合并、划分和删减。

[0481] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程, 是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成, 计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中, 该程序在执行时, 可包括如上述各方法的实施例的流程。其中, 存储介质可为磁碟、光盘、只读存储器 (Read-Only Memory, ROM) 或随机存储器 (Random Access Memory,

RAM) 等。

[0482] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合, 为使描述简洁, 未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述, 然而, 只要这些技术特征的组合不存在矛盾, 都应当认为是本说明书记载的范围。

[0483] 以上所揭露的仅为本申请较佳实施例而已, 当然不能以此来限定本申请之权利范围, 因此依本申请权利要求所作的等同变化, 仍属本申请所涵盖的范围。

权利要求书

1、一种终端定位方法，由可移动的终端执行，所述方法包括：

获取第一时刻针对所述终端的定位信息集合，所述定位信息集合包括多个卫星分别对应的定位信息；

基于所述定位信息集合估计所述终端在所述第一时刻的估计运动状态；

获取所述终端对所述多个卫星中每个卫星进行信号测量的测量数据，基于所述测量数据估计所述多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差；

获得从所述估计运动状态转换得到的转换定位信息，以计算所述定位信息集合中每个卫星对应的所述定位信息与所述转换定位信息之间的偏离信息；

基于所述偏离信息确定所述每个卫星对应的误差调整因子，所述每个卫星对应的所述误差调整因子用于对所述每个卫星对应的定位信息的误差进行调整；

利用所述终端的历史运动状态，通过状态预测模型预测所述终端在所述第一时刻的预测运动状态，所述历史运动状态包括所述终端在所述第一时刻之前的至少一个时刻的运动状态；

将所述定位信息集合、所述误差和所述误差调整因子应用于状态调整模型，以对所述预测运动状态进行调整，进而获得所述终端在所述第一时刻的调整运动状态；及

根据所述调整运动状态确定所述终端在所述第一时刻的定位结果。

2、根据权利要求1所述的方法，进一步包括：

利用异常检测方法从所述终端在所述第一时刻获得的第一数目个卫星的定位信息中剔除至少一个卫星的定位信息，得到所述定位信息集合。

3、根据权利要求1所述的方法，其中，基于所述定位信息估计所述终端在所述第一时刻的估计运动状态包括：

设置初始的估计运动状态；

获得从所述初始的估计运动状态转换得到的初始的转换定位信息；

根据所述定位信息集合中各卫星对应的定位信息相对于所述初始的转换定位信息的偏离信息，对所述初始的估计运动状态进行迭代调整，直至预设条件得到满足；

将预设条件得到满足时的估计运动状态作为所述终端在所述第一时刻的估计运动状态。

4、根据权利要求3所述的方法，进一步包括：

利用假设检验算法对预设条件得到满足时的估计运动状态进行检验；

响应于所述检验未通过，根据所述定位信息集合中各卫星对应的定位信息相对于预设条件得到满足时的估计运动状态对应的转换定位信息的偏离信息，从所述定位信息集合中剔除至少一个卫星对应的定位信息以更新所述定位信息集合，并利用更新后的所述定位信

息集合执行对所述初始的估计运动状态进行迭代调整的步骤；

响应于所述检验通过，将预设条件得到满足时的估计运动状态作为所述终端在第一时刻的估计运动状态。

5、根据权利要求1所述的方法，其中，所述测量数据包括以下中的至少一个：卫星的高度角、卫星信号的信噪比；

基于所述测量数据估计所述多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差包括：

利用所述测量数据和预设的算法得到所述多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差。

6、根据权利要求1所述的方法，其中，基于所述偏离信息确定所述每个卫星对应的误差调整因子包括：

将每个卫星对应的所述定位信息与所述转换定位信息之间的所述偏离信息和每个卫星对应的定位信息的误差应用于预设的转换关系，以确定每个卫星对应的误差调整因子；

其中，根据所述转换关系，当第一卫星对应的第一偏离信息大于第二卫星对应的第二偏离信息时，第一卫星对应的第一误差调整因子对误差的调整幅度大于第二卫星对应的第二误差调整因子对误差的调整幅度。

7、根据权利要求1所述的方法，进一步包括：对所述状态预测模型和所述状态调整模型进行初始化，所述初始化包括：

将所述状态预测模型的预测运动状态设置为所述终端在第一时刻的估计运动状态；

从所述多个卫星中每个卫星的测量数据、所述误差和所述误差调整因子中获得所述状态调整模型中的参数的初始值。

8、根据权利要求1所述的方法，其中，通过状态预测模型预测所述终端在第一时刻的预测运动状态包括：

将所述历史运动状态中所述终端在第二时刻的调整运动状态应用于所述状态预测模型，使所述状态预测模型基于所述第一时刻和所述第二时刻之间的时间差推算出所述终端在第一时刻的预测运动状态；

其中，所述第二时刻为在所述第一时刻之前最后一次对所述终端进行定位的时刻。

9、根据权利要求1所述的方法，其中，进一步包括：

获取从所述预测运动状态转换得到的第二转换定位信息；

获取所述定位信息相对所述第二转换定位信息的偏差数据；

通过异常值检测从所述偏差数据中剔除至少一个卫星对应的偏差数据，并从所述定位信息集合中剔除所述至少一个卫星对应的定位信息，从而更新所述定位信息集合；

对执行所述剔除后的所述偏差数据进行时钟跳变检测，当检测到时钟跳变时，对所述预测运动状态进行调整，并对所述状态调整模型中的至少一个参数进行调整。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其中，对执行所述剔除后的所述偏差数据进行时钟跳变检测包括以下中的至少一个：

所述定位信息包括伪距信息，所述偏差数据为伪距信息的偏差数据，对所述偏差数据进行钟差跳变检测；

所述定位信息包括多普勒信息，所述偏差数据为多普勒信息的偏差数据，对所述偏差数据进行钟漂跳变检测。

11、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，进一步包括：

获取从所述预测运动状态转换得到的第二转换定位信息；

获取所述定位信息集合中的每个卫星对应的定位信息相对所述第二转换定位信息的偏差数据的集合；

通过异常值检测从所述偏差数据的集合中剔除至少一个第一卫星对应的偏差数据，并从所述定位信息集合中剔除所述至少一个第一卫星对应的定位信息，从而更新所述定位信息集合；

利用所述偏差数据、所述状态调整模型以及所述定位信息集合计算模型验证参数值；

响应于所述模型验证参数值满足预设的阈值条件，对所述定位信息集合进行统计分布检测，剔除未通过所述统计分布检测的至少一个卫星对应的定位信息，从而更新所述定位信息集合；

响应于所述模型验证参数值不满足预设的阈值条件，对所述状态预测模型和所述状态调整模型进行初始化，并利用当前的定位信息集合执行预测所述终端在第一时刻的预测运动状态和对所述第一时刻的预测运动状态进行调整的步骤。

12、根据权利要求 1 至 11 中任一权利要求所述的方法，其特征在于，对所述第一时刻的预测运动状态进行调整包括：

将所述定位信息集合、所述预测运动状态、所述定位信息集合中每个卫星对应的所述误差和所述误差调整因子应用于所述状态调整模型，以获得运动状态调整量；

利用所述调整量对所述预测运动状态进行调整，以获得所述终端在第一时刻的调整运动状态。

13、根据权利要求 12 所述的方法，进一步包括：在计算所述运动状态调整量之前，确定所述终端的历史运动状态中的至少一个运动状态参数的波动信息；

利用所述波动信息获得所述至少一个运动状态参数的各种取值的概率信息；

根据所述概率信息估计所述状态预测模型针对所述至少一个运动状态参数的预测误差信息；

根据所述预测误差信息对所述状态调整模型进行调整。

14、根据权利要求 12 所述的方法，进一步包括：

利用所述定位信息集合、所述定位信息集合中每个卫星对应的所述误差和所述误差调整因子对所述状态调整模型进行调整。

15、根据权利要求 12 所述的方法，进一步包括：

获取从所述调整运动状态转换得到的第三转换定位信息；

获得所述定位信息集合中每个卫星对应的定位信息相对所述第三转换定位信息的偏差数据的集合；

对所述偏差数据的集合进行统计分布检测；

从所述定位信息集合中剔除未通过统计分布检测的至少一个卫星对应的定位信息，从而更新所述定位信息集合；

利用更新后的所述定位信息集合对所述预测运动状态进行调整。

16、根据权利要求 12 所述的方法，进一步包括：

获取所述调整运动状态相对于所述预测运动状态的调整量；

响应于所述调整量不符合预设的阈值条件，对所述状态预测模型和所述状态调整模型进行初始化，并利用当前的定位信息集合执行预测所述终端在第一时刻的预测运动状态和对所述预测运动状态进行调整的步骤。

17、一种终端定位装置，其特征在于，包括：

卫星观测模块，用于获取第一时刻针对终端的定位信息集合，所述定位信息集合包括多个卫星分别对应的定位信息；基于所述定位信息估计所述终端在第一时刻的估计运动状态；获取所述终端对所述多个卫星中每个卫星进行信号测量的测量数据，基于所述测量数据估计所述多个卫星中每个卫星对应的定位信息的误差；

卫星精度调整模块，用于获得从所述估计运动状态转换得到的转换定位信息，以计算所述多个卫星中每个卫星对应的所述定位信息与所述转换定位信息之间的偏离信息，基于所述偏离信息确定所述每个卫星对应的误差调整因子，所述每个卫星对应的所述误差调整因子用于对所述每个卫星对应的定位信息的误差进行调整；

预测模块，用于利用所述终端的历史运动状态，通过状态预测模型预测所述终端在所述第一时刻的预测运动状态，所述历史运动状态包括所述终端在所述第一时刻之前的至少一个时刻的运动状态；

调整模块，用于将所述定位信息、每个卫星对应的定位信息的所述误差和所述误差调整因子应用于状态调整模型，以对所述预测运动状态进行调整，进而获得所述终端在第一时刻的调整运动状态；根据所述调整运动状态确定所述终端在第一时刻的定位结果。

18、一种计算机设备，其特征在于，包括存储器和处理器；

所述存储器与所述处理器相连，所述存储器用于存储计算机程序，所述处理器用于调用所述计算机程序，以使得所述计算机设备执行权利要求 1-16 任一项所述的方法。

19、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序，所述计算机程序适于由处理器加载并执行，以使得具有所述处理器的计算机设备执行权利要求 1-16 任一项所述的方法。

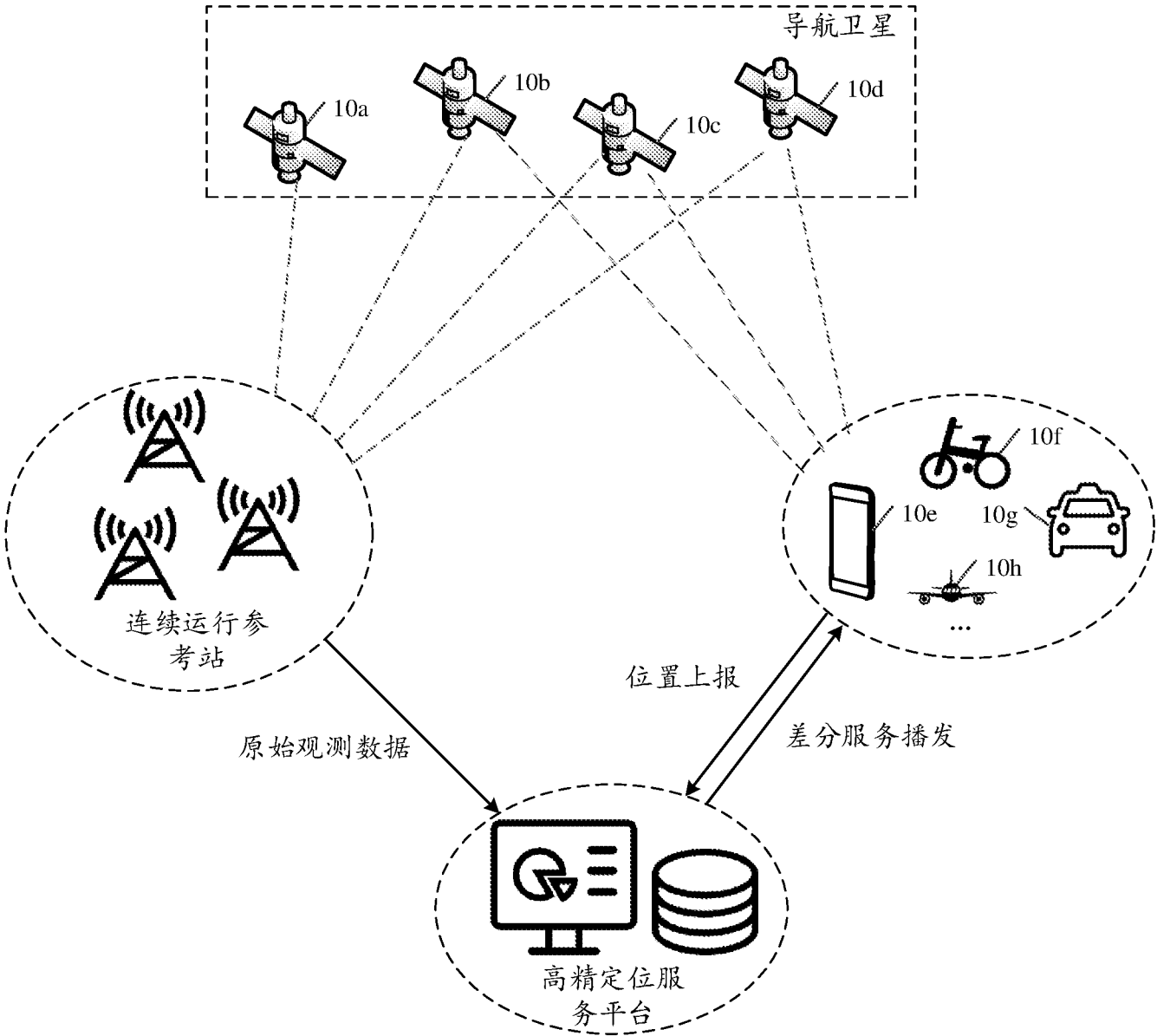


图 1A

2/13

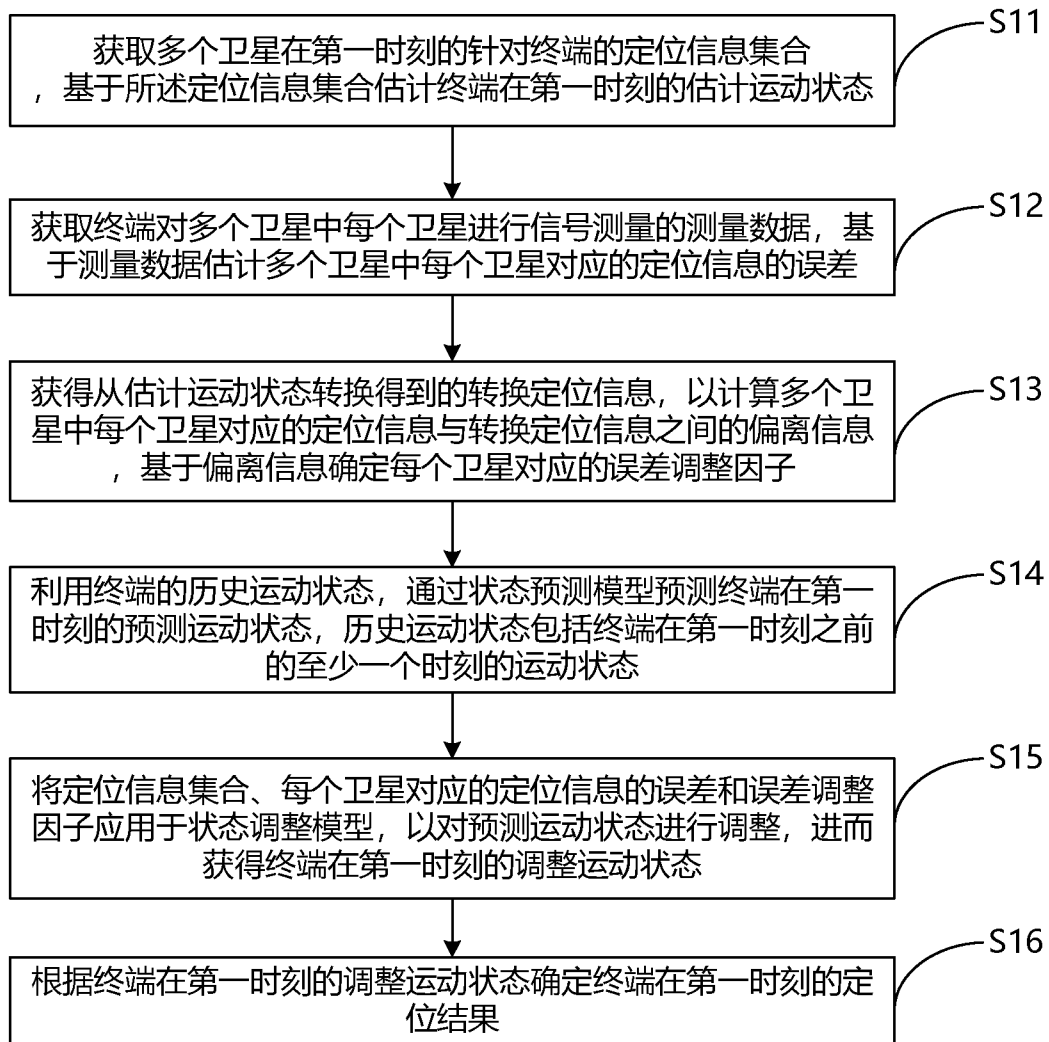


图 1B

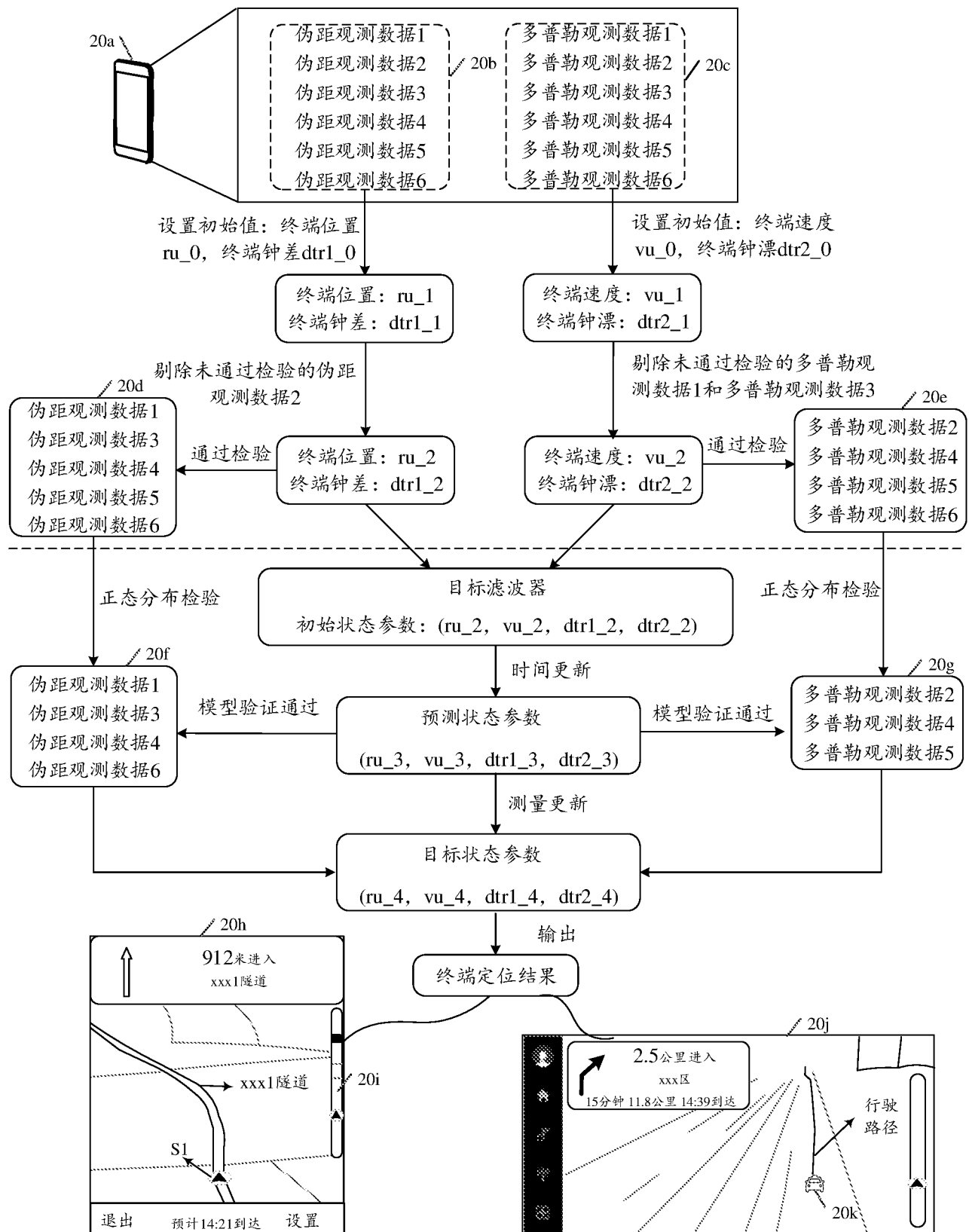


图 2

4/13

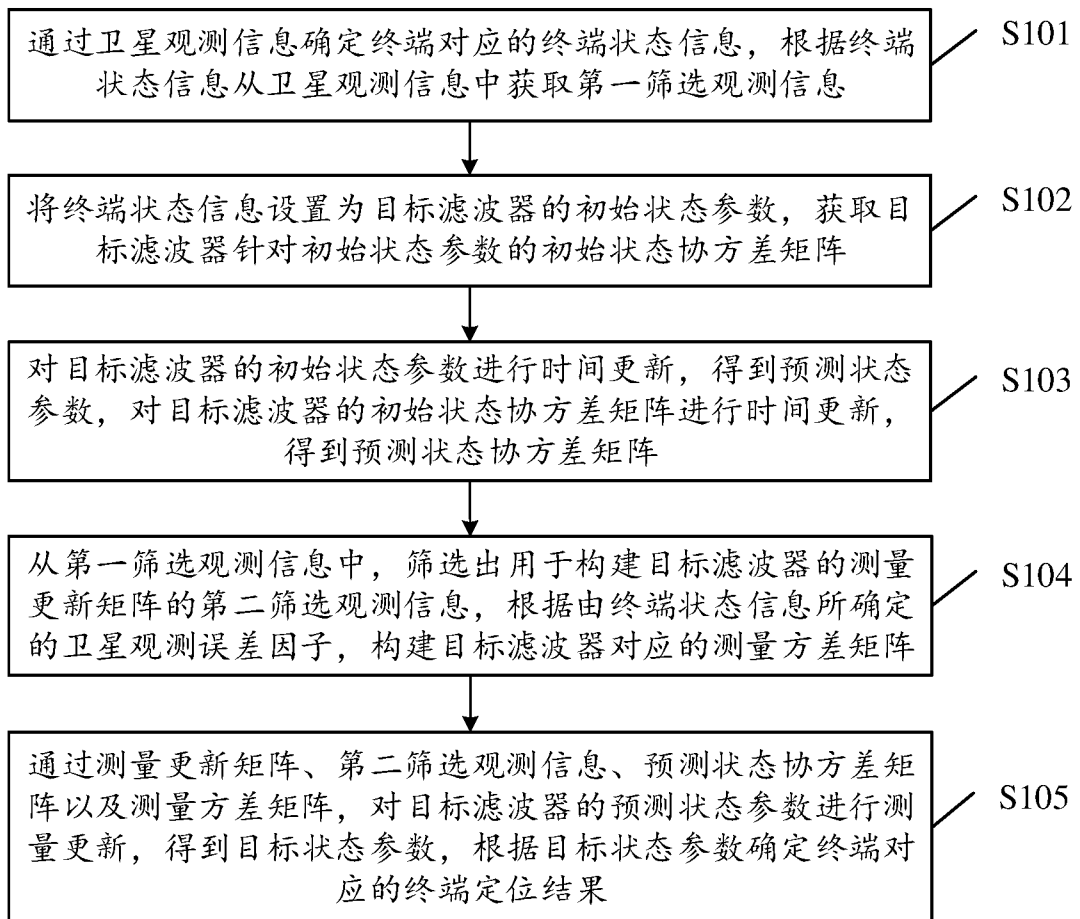


图 3

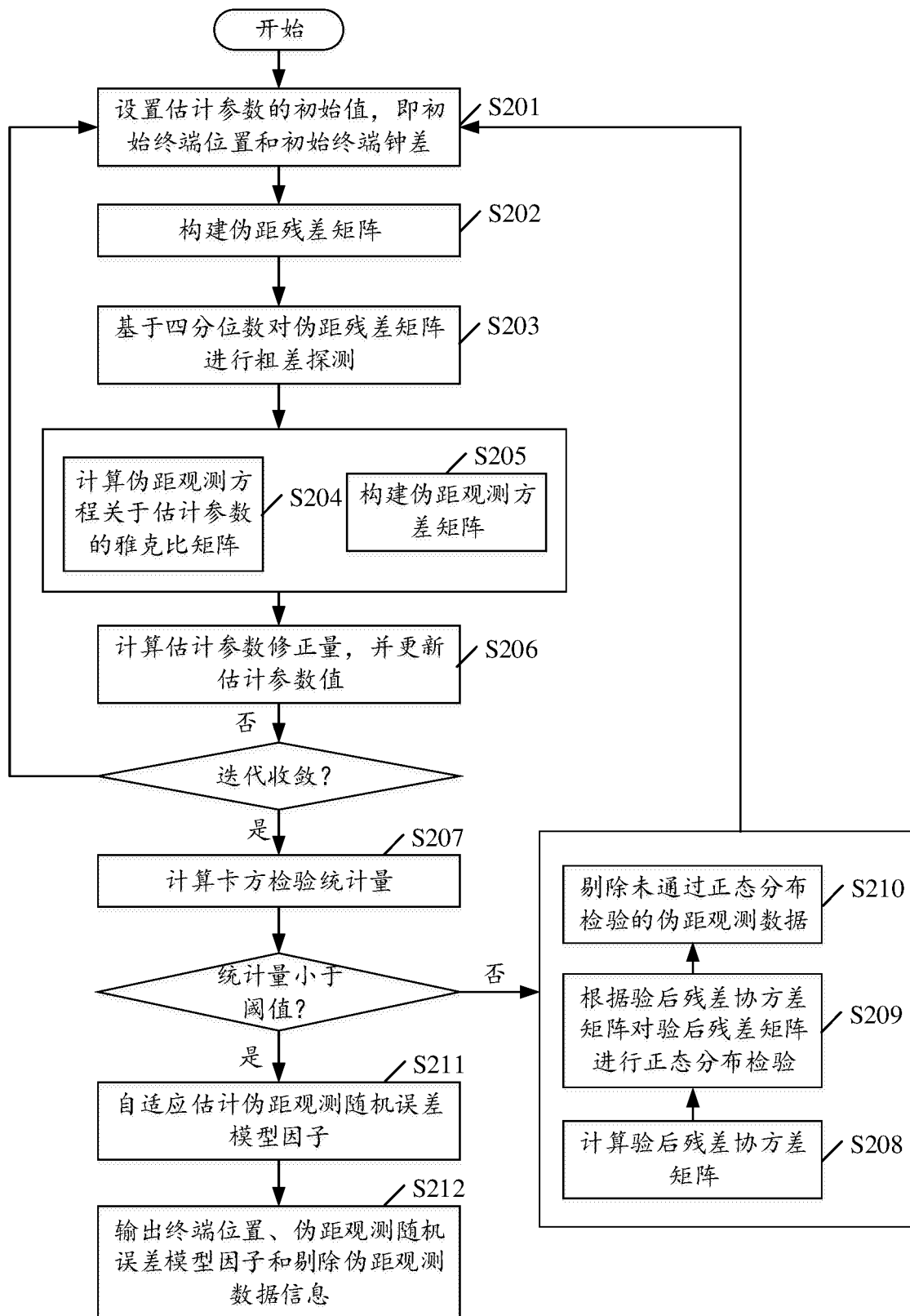


图 4

6/13

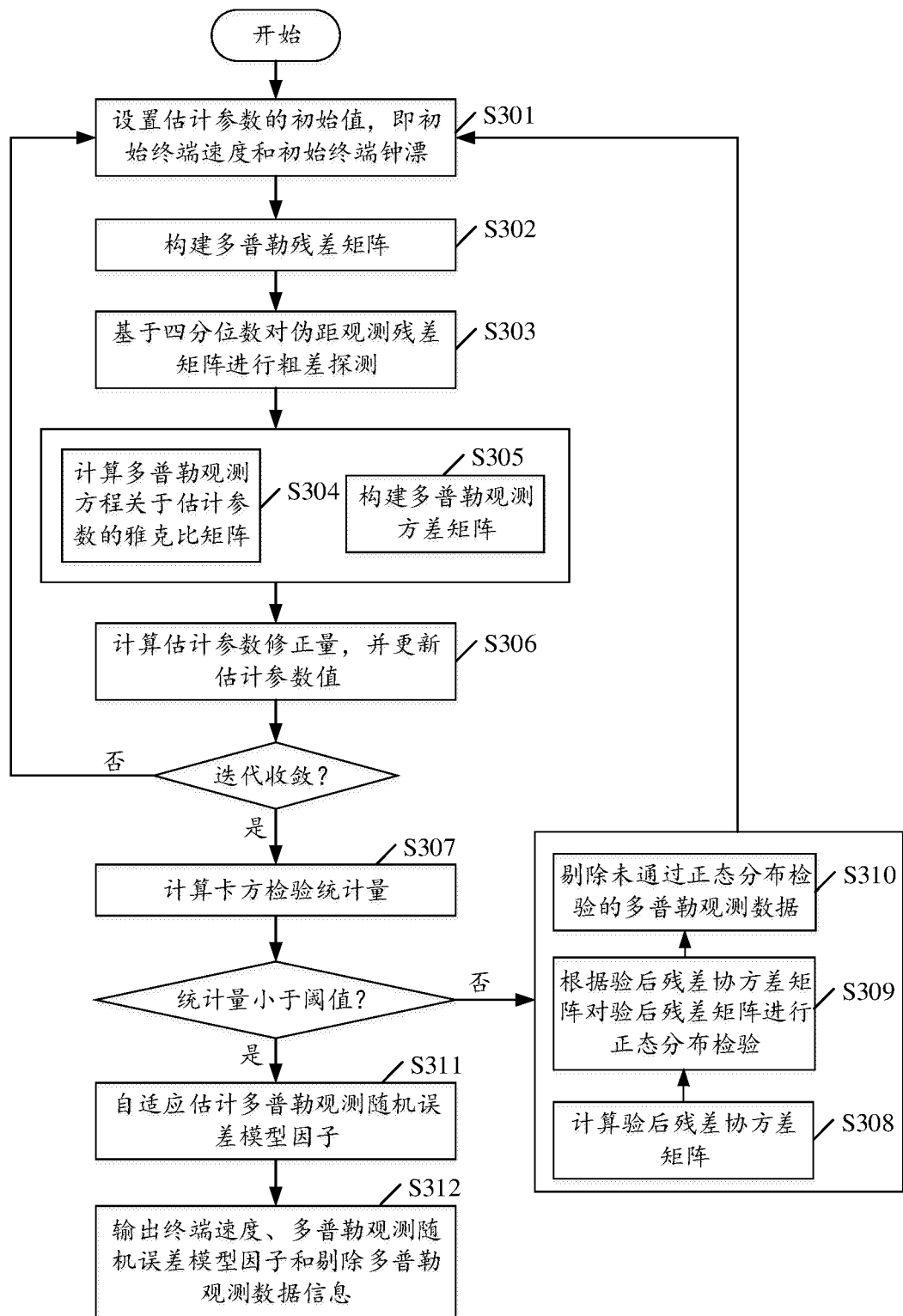
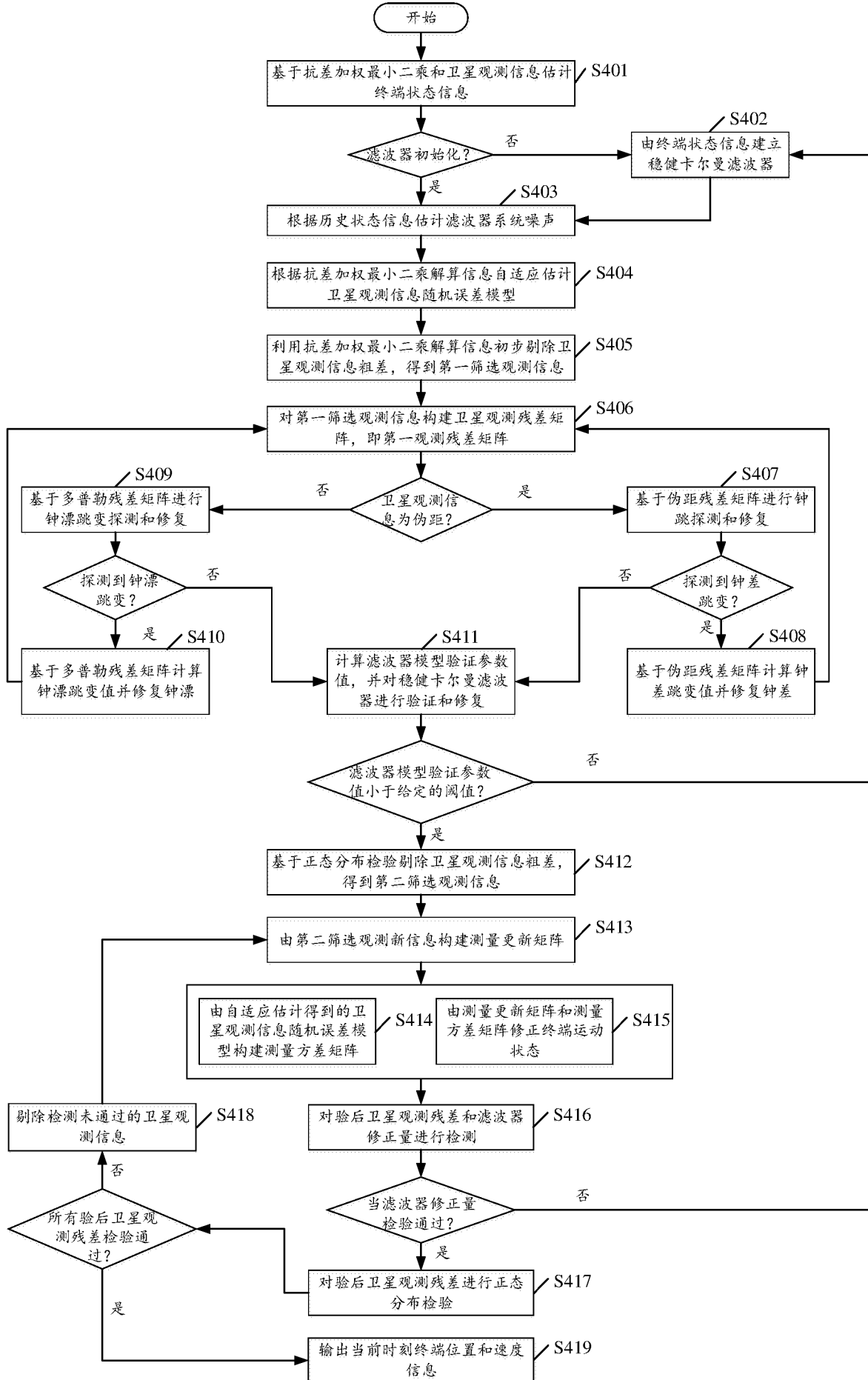


图 5

7/13



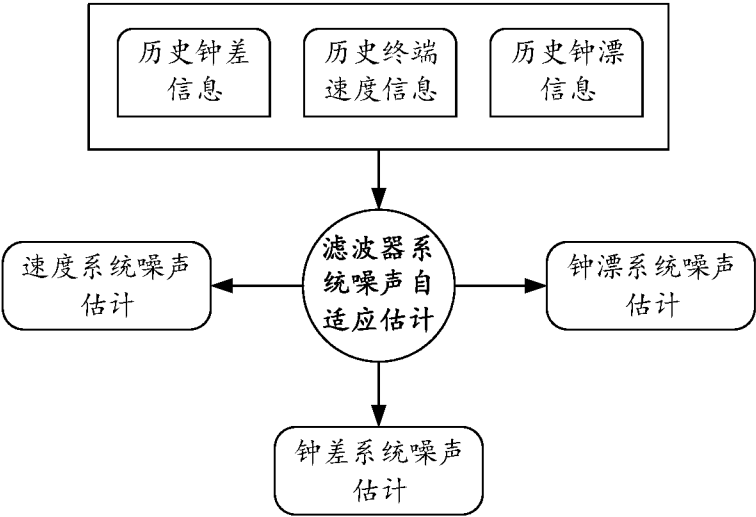


图 7

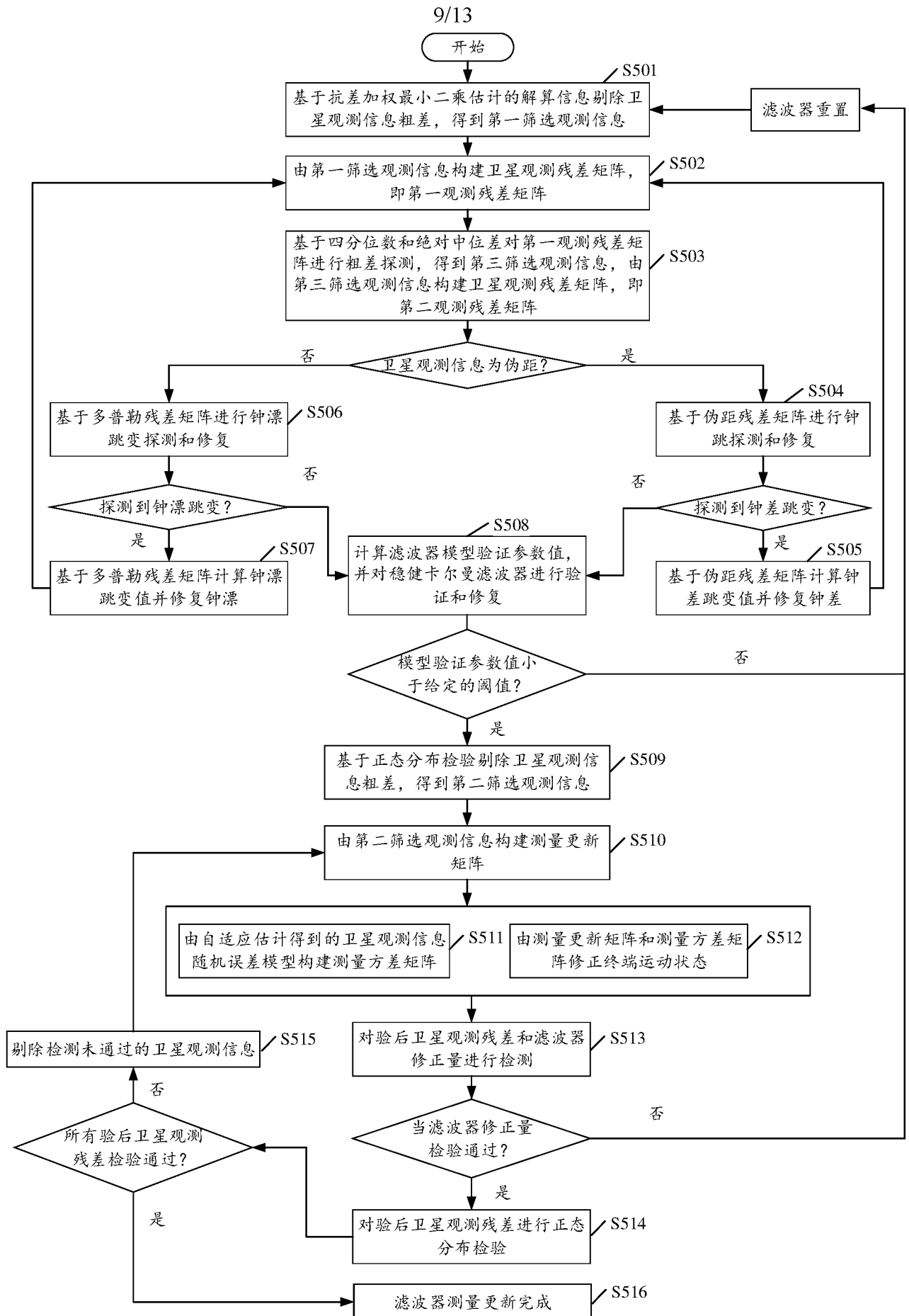


图 8

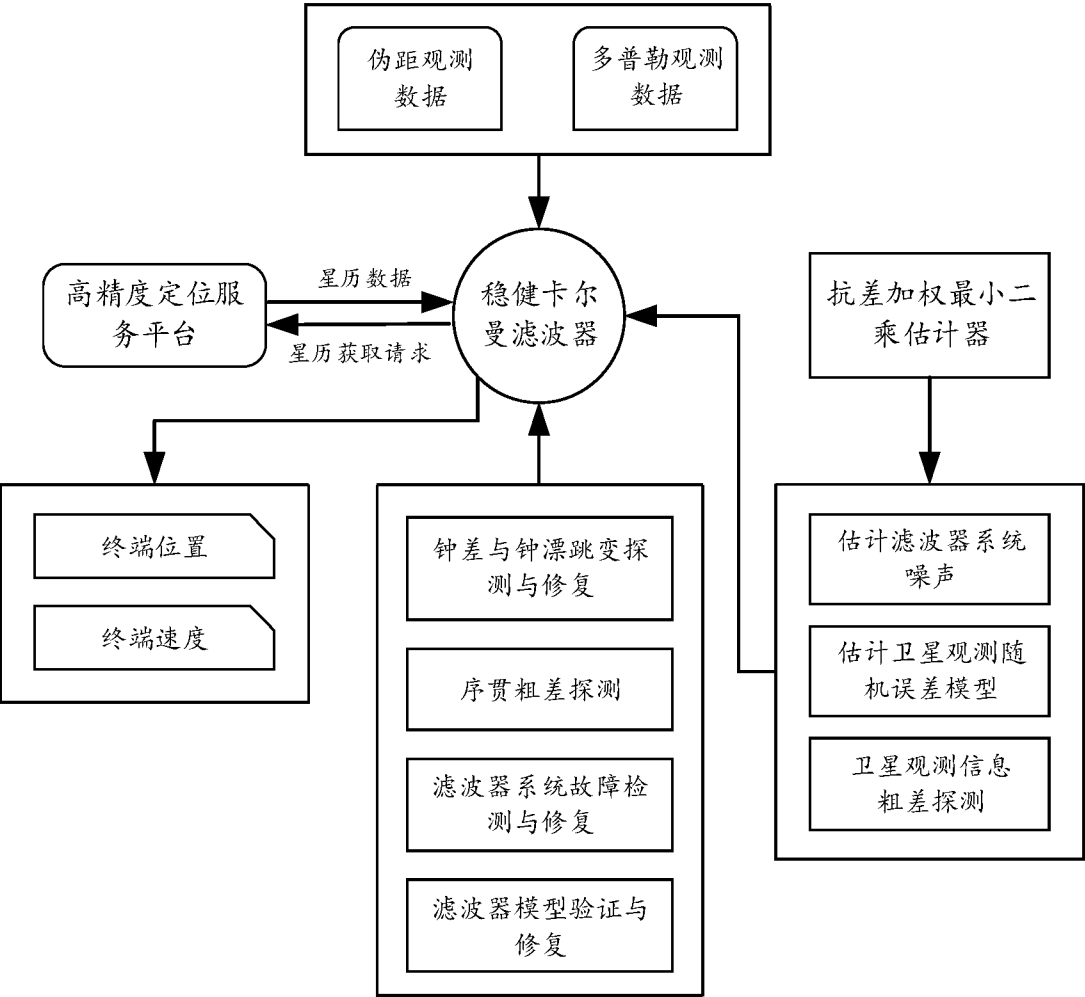


图 9

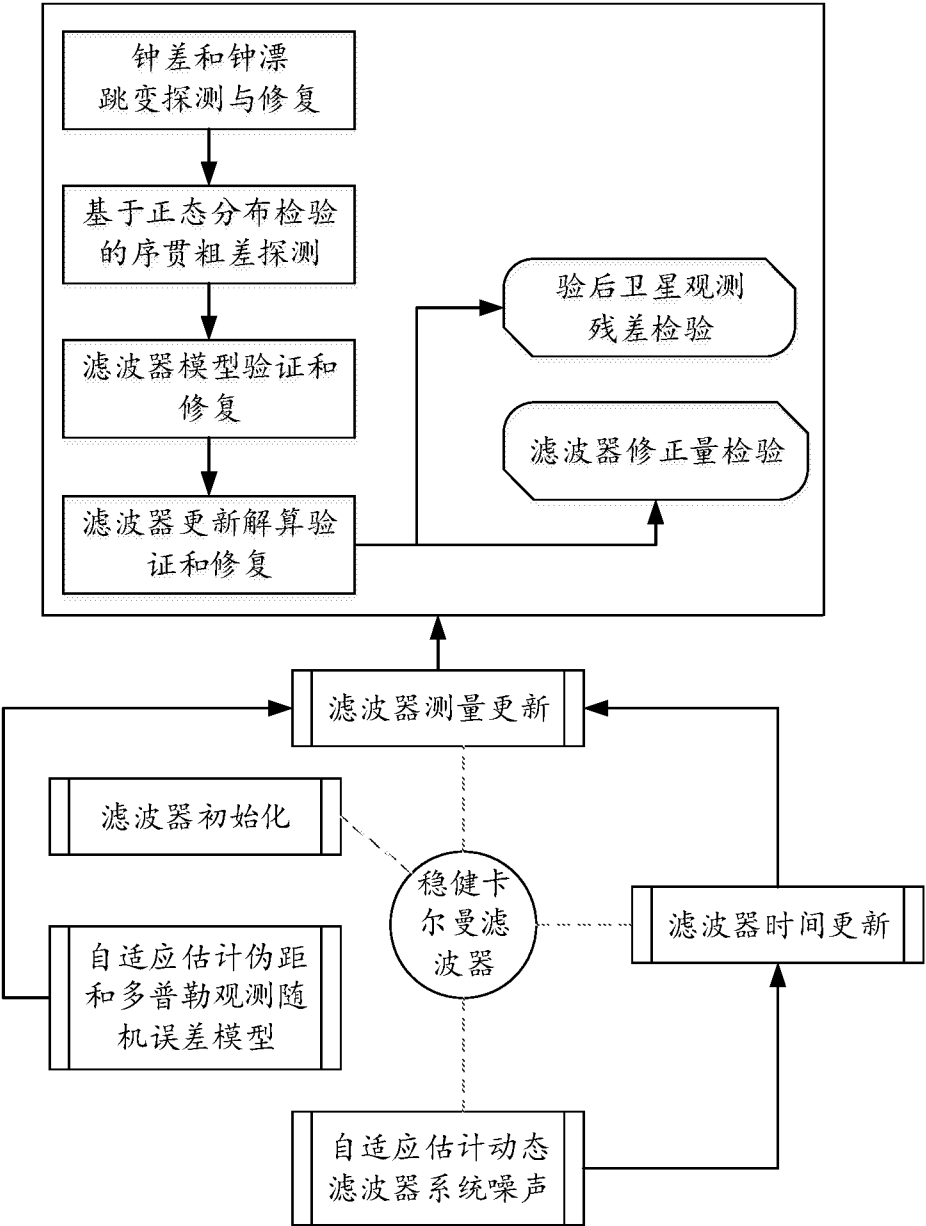


图 10

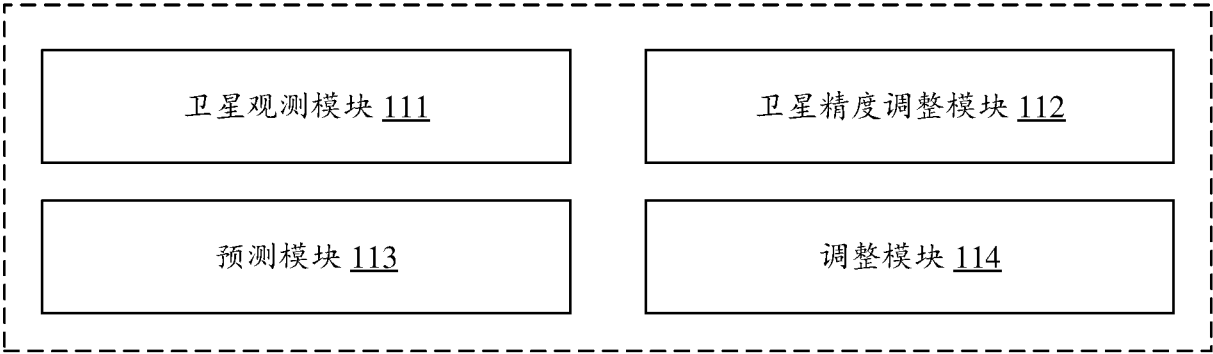


图 11A

12/13

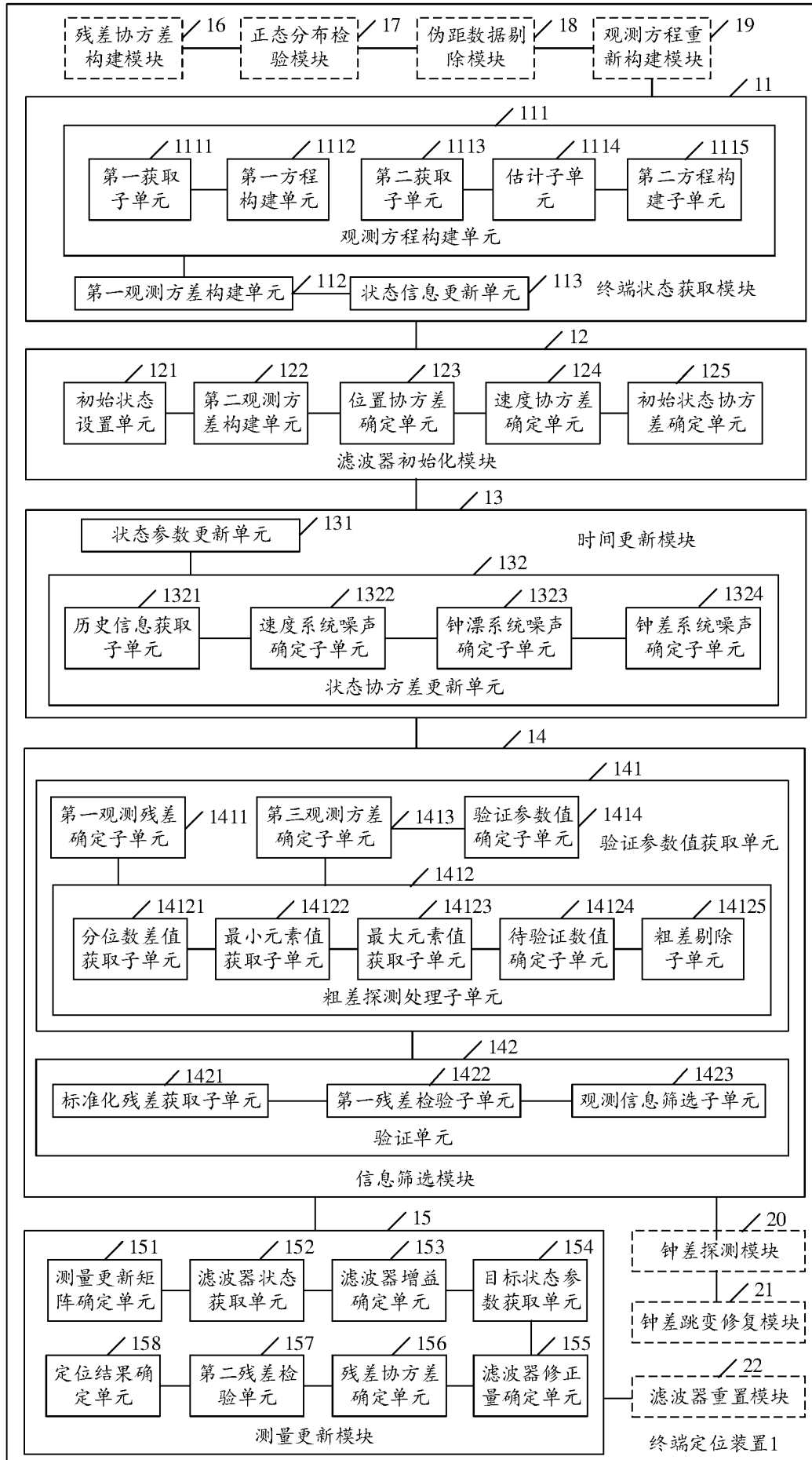


图 11B

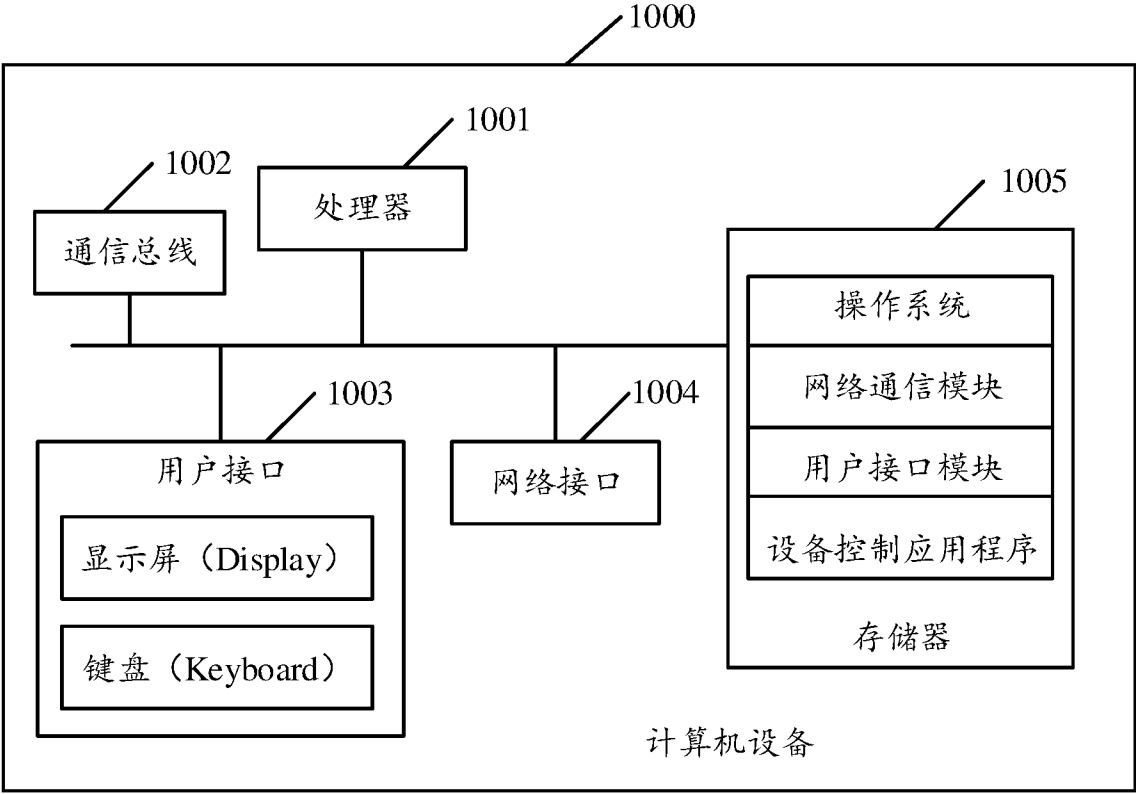


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/071556

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S19/42(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, WPABSC, ENTXTC, WPABS: 定位, 位置, 卫星, 误差, 偏离, 偏差, 距离, 调整, 融合, position, location, fuse, satellite, GPS, GNSS, error, departure, distance, adjust

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001208821 A (TOSHIBA CORP.) 03 August 2001 (2001-08-03) description, paragraphs 0007-0034, and figures 1-2	1-19
A	CN 112558125 A (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 26 March 2021 (2021-03-26) entire document	1-19
A	CN 105849589 A (NEC CORP.) 10 August 2016 (2016-08-10) entire document	1-19
A	JP 2004077228 A (KEYWARE SOLUTIONS INC.) 11 March 2004 (2004-03-11) entire document	1-19
A	JP 2018128330 A (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE CO., LTD. et al.) 16 August 2018 (2018-08-16) entire document	1-19
A	US 2018224555 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 09 August 2018 (2018-08-09) entire document	1-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 June 2023

Date of mailing of the international search report

12 June 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/071556

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2001208821	A	03 August 2001	None			
CN	112558125	A	26 March 2021	None			
CN	105849589	A	10 August 2016	WO	2015099194	A1	02 July 2015
				EP	3088917	A1	02 November 2016
				EP	3088917	A4	29 November 2017
				US	2017038475	A1	09 February 2017
				US	10564295	B2	18 February 2020
				JP	2015125119	A	06 July 2015
				JP	5794646	B2	14 October 2015
JP	2004077228	A	11 March 2004	JP	3651678	B2	25 May 2005
JP	2018128330	A	16 August 2018	JP	6901864	B2	14 July 2021
US	2018224555	A1	09 August 2018	US	10408943	B2	10 September 2019
				KR	20180092791	A	20 August 2018
				KR	102306222	B1	29 September 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/071556

A. 主题的分类

G01S19/42 (2010.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

IPC: G01S

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS, CNTXT, WPABSC, ENTXTC, WPABS; 定位, 位置, 卫星, 误差, 偏离, 偏差, 距离, 调整, 融合, position, location, fuse, satellite, GPS, GNSS, error, departure, distance, adjust

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	JP 2001208821 A (TOSHIBA CORP.) 2001年8月3日 (2001 - 08 - 03) 说明书第0007-0034段, 附图1-2	1-19
A	CN 112558125 A (腾讯科技 (深圳) 有限公司) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 全文	1-19
A	CN 105849589 A (日本电气株式会社) 2016年8月10日 (2016 - 08 - 10) 全文	1-19
A	JP 2004077228 A (KEYWARE SOLUTIONS INC.) 2004年3月11日 (2004 - 03 - 11) 全文	1-19
A	JP 2018128330 A (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE CO., LTD. 等) 2018年8月16日 (2018 - 08 - 16) 全文	1-19
A	US 2018224555 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2018年8月9日 (2018 - 08 - 09) 全文	1-19

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2023年6月11日

国际检索报告邮寄日期

2023年6月12日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

房倩

电话号码 (+86) 010-62089621

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/071556

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
JP	2001208821	A	2001年8月3日	无			
CN	112558125	A	2021年3月26日	无			
CN	105849589	A	2016年8月10日	WO	2015099194	A1	2015年7月2日
				EP	3088917	A1	2016年11月2日
				EP	3088917	A4	2017年11月29日
				US	2017038475	A1	2017年2月9日
				US	10564295	B2	2020年2月18日
				JP	2015125119	A	2015年7月6日
				JP	5794646	B2	2015年10月14日
JP	2004077228	A	2004年3月11日	JP	3651678	B2	2005年5月25日
JP	2018128330	A	2018年8月16日	JP	6901864	B2	2021年7月14日
US	2018224555	A1	2018年8月9日	US	10408943	B2	2019年9月10日
				KR	20180092791	A	2018年8月20日
				KR	102306222	B1	2021年9月29日