



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112327340 B

(45) 授权公告日 2021.04.13

(21) 申请号 202110011939.8

G01S 19/14 (2010.01)

(22) 申请日 2021.01.06

G01S 19/03 (2010.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 伍晓霞

申请公布号 CN 112327340 A

(43) 申请公布日 2021.02.05

(73) 专利权人 腾讯科技(深圳)有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新区  
科技中一路腾讯大厦35层

(72) 发明人 苏景岚 刘亮 袁义龙 高星伟  
储超

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限  
公司 44202

代理人 熊永强 杜维

(51) Int. Cl.

G01S 19/42 (2010.01)

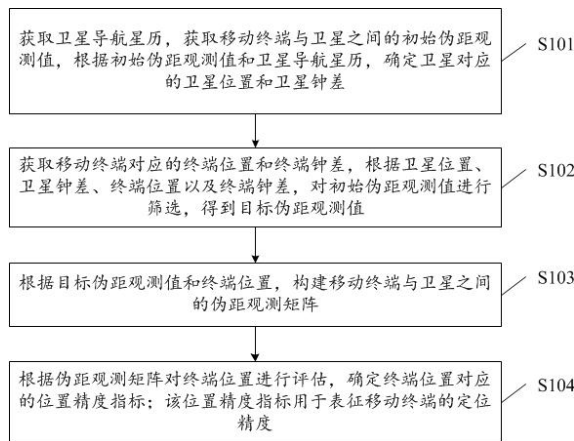
权利要求书5页 说明书28页 附图11页

(54) 发明名称

终端定位精度评估方法、装置、设备以及介  
质

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种终端定位精度评估方法、装置、设备以及介质,该方法涉及导航定位技术,可以应用在电子地图中,该方法包括:获取卫星导航星历,获取移动终端与卫星之间的初始伪距观测值,根据初始伪距观测值和卫星导航星历,确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差;根据卫星位置、卫星钟差、移动终端对应的终端位置和终端钟差,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值;根据目标伪距观测值和终端位置,构建移动终端与卫星之间的伪距观测矩阵;根据伪距观测矩阵对终端位置进行评估,确定终端位置对应的位置精度指标;位置精度指标用于表征移动终端的定位精度。采用本申请实施例,可以提高移动终端的位置评估准确性。



1. 一种终端定位精度评估方法,其特征在于,包括:

获取卫星导航星历,获取移动终端与N个卫星之间的初始伪距观测值,根据所述初始伪距观测值和所述卫星导航星历,确定所述N个卫星分别对应的卫星位置和卫星钟差;N个卫星属于G个卫星系统,N和G均为正整数;

获取所述移动终端对应的终端位置和终端钟差,根据所述卫星位置与所述终端位置之间的距离、所述终端钟差与光速值之间的乘积、所述卫星钟差与所述光速值之间的乘积以及误差改正数,确定所述移动终端分别与所述N个卫星之间的距离估计值;所述N个卫星中的每个卫星均对应一个距离估计值和一个初始伪距观测值;

根据所述距离估计值与所述初始伪距观测值之间的残差值,对所述初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值;所述目标伪距观测值的数量为u个,u个目标伪距观测值是指所述移动终端分别与所述G个卫星系统中的u个卫星之间的距离观测值,u为小于N的正整数;

根据所述G个卫星系统,对u个目标伪距观测值进行分组,得到G个观测值数组;

获取所述u个卫星分别对应的载噪比,根据所述载噪比确定所述G个观测值数组分别对应的参考卫星,将所述参考卫星对应的目标伪距观测值确定为参考伪距观测值;所述参考卫星是指每个观测值数组所对应的卫星中具有最大载噪比的卫星;

将所述u个卫星中除所述参考卫星之外的卫星确定为非参考卫星,根据所述参考伪距观测值与所述非参考卫星对应的目标伪距观测值,确定所述G个观测值数组关联的距离观测差值;一个距离观测差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的观测距离;

根据所述终端位置、光速值、所述非参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,以及所述参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,确定所述G个观测值数组关联的距离估计差值;一个距离估计差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的估计距离;

根据所述距离观测差值和所述距离估计差值,构建所述G个观测值数组分别对应的伪距观测方程,将所述G个观测值数组分别对应的伪距观测方程组合为伪距观测矩阵;

若卫星数量u大于数量阈值,则获取所述u个卫星分别对应的伪距观测值误差;

根据所述G个观测值数组关联的非参考卫星的伪距观测值误差,以及所述G个观测值数组关联的参考卫星的伪距观测值误差,生成观测值误差矩阵,获取所述观测值误差矩阵中的对角元素构建观测权阵;

获取所述伪距观测矩阵针对所述终端位置的微分矩阵,根据所述观测权阵和所述微分矩阵,确定所述移动终端对应的位置协方差矩阵;

根据所述观测权阵、所述距离观测差值所组成的矩阵以及所述卫星数量u,确定所述u个卫星对应的单位权中误差;

根据所述位置协方差矩阵和所述单位权中误差,确定所述终端位置对应的位置精度指标;所述位置精度指标用于表征所述移动终端的定位精度;

其中,所述根据所述距离估计值与所述初始伪距观测值之间的残差值,对所述初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值,包括:

获取所述N个卫星分别对应的残差值,根据所述G个卫星系统,对所述N个卫星分别对应

的残差值进行分组,得到G个第一序列;一个卫星对应的残差值是由该卫星对应的距离估计值和初始伪距观测值所确定的;

获取所述G个第一序列中的第I个第一序列,对所述第I个第一序列中所包含的残差值进行排序,将排序后的第I个第一序列确定为第二序列,获取所述第二序列对应的初始掩码数组 $\text{mask}[p]=\{0,0,\dots,0\}$ ;I为小于G的正整数,p为所述初始掩码数组所包含的元素数量;

将所述第二序列中所包含的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 与所述第二序列的中位数 $M_{2/4}$ 之间的差值所对应的绝对值,确定为第三序列;i为小于或等于p的正整数;

根据所述第三序列对应的下四分位数 $\bar{M}_{1/4}$ ,以及所述第三序列对应的上四分位数 $\bar{M}_{3/4}$ ,确定所述第三序列中所包含的元素数值的有效取值范围,将所述第三序列中处于所述有效取值范围的元素数值确定为第四序列;

当所述第二序列中的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 满足 $\delta\tilde{\rho}^{si} < M_{1/4} - 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 或者 $\delta\tilde{\rho}^{si} > M_{3/4} + 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 时,对所述初始掩码数组执行 $\text{mask}[i]=\text{mask}[i]+1$ ,得

到更新后的初始掩码数组,当所述第二序列中的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 满足 $\frac{|\delta\tilde{\rho}^{si}-\bar{M}_{2/4}|}{1.4826 \cdot \bar{M}_{2/4}} > 3.0$

时,对所述更新后的初始掩码数组执行 $\text{mask}[i]=\text{mask}[i]+1$ ,得到目标掩码数组; $M_{1/4}$ 为所述第二序列对应的下四分位数, $M_{3/4}$ 为所述第二序列对应的上四分位数, $\bar{M}_{2/4}$ 为所述第四序列对应的中位数;

若所述目标掩码数组中的 $\text{mask}[i] \geq 1$ ,则剔除所述第二序列中的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 所对应的初始伪距观测值 $\tilde{\rho}^{si}$ ,得到所述第二序列对应的目标伪距观测值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述初始伪距观测值和所述卫星导航星历,确定所述N个卫星分别对应的卫星位置和卫星钟差,包括:

获取所述移动终端接收到N个卫星发射信号的接收时间,根据所述初始伪距观测值、所述接收时间以及光速值,确定所述N个卫星发射信号的发射时间;

根据所述发射时间以及所述卫星导航星历中所包含的参数列表,确定所述N个卫星分别对应的卫星位置和卫星钟差。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述位置精度指标包括终端水平定位精度和终端高程定位精度;

所述根据所述位置协方差矩阵和所述单位权中误差,确定所述终端位置对应的位置精度指标,包括:

根据所述位置协方差矩阵,确定所述移动终端对应的过渡评估矩阵 $P_u$ ,获取所述过渡评估矩阵 $P_u$ 对应的第一水平评估数值、第二水平评估数值以及高程评估数值,其中,所述过渡

$$P_u = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ -\sin\phi\cos\lambda & -\sin\phi\sin\lambda & \cos\phi \\ \cos\phi\cos\lambda & \cos\phi\sin\lambda & \sin\phi \end{bmatrix} \cdot P$$

评估矩阵 $P_u$ 为

$$\cdot \begin{bmatrix} -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ -\sin\phi\cos\lambda & -\sin\phi\sin\lambda & \cos\phi \\ \cos\phi\cos\lambda & \cos\phi\sin\lambda & \sin\phi \end{bmatrix}^T, \lambda \text{ 和 } \phi \text{ 为所述终端位置对应}$$

的夹角信息,  $P$  为所述位置协方差矩阵;

根据所述第一水平评估数值与所述第二水平评估数值之和的平方根, 以及所述单位权中误差, 确定所述终端位置对应的终端水平定位精度;

根据所述高程评估数值的平方根与所述单位权中误差, 确定所述终端位置对应的终端高程定位精度。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 还包括:

若所述卫星数量 $u$ 小于所述数量阈值, 则根据所述距离观测差值对所述终端位置进行评估;

当所述距离观测差值小于或等于误差阈值时, 确定所述终端位置对应的位置精度评估结果为定位正确结果;

当所述距离观测差值大于所述误差阈值时, 确定所述终端位置对应的位置精度评估结果为定位错误结果。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 还包括:

若所述卫星数量 $u$ 等于所述数量阈值, 且所述伪距观测矩阵中的伪距观测方程所对应的卫星属于相同卫星系统, 则根据所述距离观测差值构建差值序列;

获取所述差值序列对应的方均根, 根据所述方均根对所述终端位置进行评估, 得到所述终端位置对应的位置精度评估结果。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 还包括:

根据所述位置精度指标确定所述终端位置对应的位置精度评估结果;

若所述位置精度评估结果为定位正确结果, 则根据所述终端位置为所述移动终端提供应用功能服务;

若所述位置精度评估结果为定位错误结果, 则根据无线局域网和所述移动终端中的传感器, 对所述终端位置进行修正。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述获取卫星导航星历, 包括:

向卫星定位基站服务器发送星历获取请求, 以使所述卫星定位基站服务器根据所述星历获取请求, 在卫星星历数据库中获取所述卫星导航星历;

接收所述卫星定位基站服务器返回的所述卫星导航星历; 所述卫星导航星历以二进制流的形式进行传输。

8. 一种终端定位精度评估装置, 其特征在于, 包括:

位置确定模块, 用于获取卫星导航星历, 获取移动终端与 $N$ 个卫星之间的初始伪距观测值, 根据所述初始伪距观测值和所述卫星导航星历, 确定所述 $N$ 个卫星分别对应的卫星位置和卫星钟差;  $N$ 个卫星属于 $G$ 个卫星系统,  $N$ 和 $G$ 均为正整数;

观测值获取模块, 用于获取所述移动终端对应的终端位置和终端钟差, 根据所述卫星

位置与所述终端位置之间的距离、所述终端钟差与光速值之间的乘积、所述卫星钟差与所述光速值之间的乘积以及误差改正数,确定所述移动终端分别与所述N个卫星之间的距离估计值;所述N个卫星中的每个卫星均对应一个距离估计值和一个初始伪距观测值;

所述观测值获取模块,还用于根据所述距离估计值与所述初始伪距观测值之间的残差值,对所述初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值;所述目标伪距观测值的数量为u个,u个目标伪距观测值是指所述移动终端分别与所述G个卫星系统中的u个卫星之间的距离观测值,u为小于N的正整数;

观测矩阵构建模块,用于根据所述G个卫星系统,对u个目标伪距观测值进行分组,得到G个观测值数组;

所述观测矩阵构建模块,还用于获取所述u个卫星分别对应的载噪比,根据所述载噪比确定所述G个观测值数组分别对应的参考卫星,将所述参考卫星对应的目标伪距观测值确定为参考伪距观测值;所述参考卫星是指每个观测值数组所对应的卫星中具有最大载噪比的卫星;

所述观测矩阵构建模块,还用于将所述u个卫星中除所述参考卫星之外的卫星确定为非参考卫星,根据所述参考伪距观测值与所述非参考卫星对应的目标伪距观测值,确定所述G个观测值数组关联的距离观测差值;一个距离观测差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的观测距离;

所述观测矩阵构建模块,还用于根据所述终端位置、光速值、所述非参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,以及所述参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,确定所述G个观测值数组关联的距离估计差值;一个距离估计差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的估计距离;

所述观测矩阵构建模块,还用于根据所述距离观测差值和所述距离估计差值,构建所述G个观测值数组分别对应的伪距观测方程,将所述G个观测值数组分别对应的伪距观测方程组合为伪距观测矩阵;

精度评估模块,用于若卫星数量u大于数量阈值,则获取所述u个卫星分别对应的伪距观测值误差;

所述精度评估模块,还用于根据所述G个观测值数组关联的非参考卫星的伪距观测值误差,以及所述G个观测值数组关联的参考卫星的伪距观测值误差,生成观测值误差矩阵,获取所述观测值误差矩阵中的对角元素构建观测权阵;

所述精度评估模块,还用于获取所述伪距观测矩阵针对所述终端位置的微分矩阵,根据所述观测权阵和所述微分矩阵,确定所述移动终端对应的位置协方差矩阵;

所述精度评估模块,还用于根据所述观测权阵、所述距离观测差值所组成的矩阵以及所述卫星数量u,确定所述u个卫星对应的单位权中误差;

所述精度评估模块,还用于根据所述位置协方差矩阵和所述单位权中误差,确定所述终端位置对应的位置精度指标;所述位置精度指标用于表征所述移动终端的定位精度;

其中,所述观测值获取模块用于:

获取N个卫星分别对应的残差值,根据所述G个卫星系统,对所述N个卫星分别对应的残差值进行分组,得到G个第一序列;一个卫星对应的残差值是由该卫星对应的距离估计值和初始伪距观测值所确定的;

获取所述G个第一序列中的第I个第一序列,对所述第I个第一序列中所包含的残差值进行排序,将排序后的第I个第一序列确定为第二序列,获取所述第二序列对应的初始掩码数组 $\text{mask}[p]=\{0,0,\dots,0\}$ ;I为小于G的正整数,p为所述初始掩码数组所包含的元素数量;

将所述第二序列中所包含的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 与所述第二序列的中位数 $M_{2/4}$ 之间的差值所对应的绝对值,确定为第三序列;i为小于或等于p的正整数;

根据所述第三序列对应的下四分位数 $\bar{M}_{1/4}$ ,以及所述第三序列对应的上四分位数 $\bar{M}_{3/4}$ ,确定所述第三序列中所包含的元素数值的有效取值范围,将所述第三序列中处于所述有效取值范围的元素数值确定为第四序列;

当所述第二序列中的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 满足 $\delta\tilde{\rho}^{si} < M_{1/4} - 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 或者 $\delta\tilde{\rho}^{si} > M_{3/4} + 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 时,对所述初始掩码数组执行 $\text{mask}[i]=\text{mask}[i]+1$ ,得到更新后的初始掩码数组,当所述第二序列中的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 满足 $\frac{|\delta\tilde{\rho}^{si} - \bar{M}_{2/4}|}{1.4826 \cdot \bar{M}_{2/4}} > 3.0$ 时,对所述更新后的初始掩码数组执行 $\text{mask}[i]=\text{mask}[i]+1$ ,得到目标掩码数组; $M_{1/4}$ 为所述第二序列对应的下四分位数, $M_{3/4}$ 为所述第二序列对应的上四分位数, $\bar{M}_{2/4}$ 为所述第四序列对应的中位数;

若所述目标掩码数组中的 $\text{mask}[i] \geq 1$ ,则剔除所述第二序列中的残差值 $\delta\tilde{\rho}^{si}$ 所对应的初始伪距观测值 $\tilde{\rho}^{si}$ ,得到所述第二序列对应的目标伪距观测值。

9. 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至7任一项所述的方法。

10. 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至7任一项所述的方法。

## 终端定位精度评估方法、装置、设备以及介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及互联网技术领域,尤其涉及一种终端定位精度评估方法、装置、设备以及介质。

### 背景技术

[0002] 全球卫星导航系统(Global Navigation Satellite System)已经形成了全球空间定位的强大应用。利用全球卫星导航系统可以对智能手机进行定位,基于智能手机的定位信息可以为使用该智能手机的用户提供相应的服务(例如,打车服务、为用户推荐附近的餐馆、酒店等)。

[0003] 然而,由于现代城市的特殊环境,如高楼大厦形成城市峡谷,立交桥形成定位盲区,使得卫星导航定位的全面应用受到阻碍,在利用全球卫星导航系统对智能手机进行定位的过程中,造成智能手机的定位位置与智能手机的实际位置出现偏差,从而导致智能手机的定位准确性过低。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例提供一种终端定位精度评估方法、装置、设备以及介质,可以提高移动终端的位置评估准确性。

[0005] 本申请实施例一方面提供了一种终端定位精度评估方法,包括:

[0006] 获取卫星导航星历,获取移动终端与卫星之间的初始伪距观测值,根据初始伪距观测值和卫星导航星历,确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差;

[0007] 获取移动终端对应的终端位置和终端钟差,根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值;

[0008] 根据目标伪距观测值和终端位置,构建移动终端与卫星之间的伪距观测矩阵;

[0009] 根据伪距观测矩阵对终端位置进行评估,确定终端位置对应的位置精度指标;该位置精度指标用于表征移动终端的定位精度。

[0010] 本申请实施例一方面提供了一种终端定位精度评估装置,包括:

[0011] 位置确定模块,用于获取卫星导航星历,获取移动终端与卫星之间的初始伪距观测值,根据初始伪距观测值和卫星导航星历,确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差;

[0012] 观测值获取模块,用于获取移动终端对应的终端位置和终端钟差,根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值;

[0013] 观测矩阵构建模块,用于根据目标伪距观测值和终端位置,构建移动终端与卫星之间的伪距观测矩阵;

[0014] 精度评估模块,用于根据伪距观测矩阵对终端位置进行评估,确定终端位置对应的位置精度指标;该位置精度指标用于表征移动终端的定位精度。

[0015] 其中,位置确定模块包括:

[0016] 发射时间确定单元,用于获取移动终端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;

[0017] 卫星位置确定单元,用于根据发射时间以及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。

[0018] 其中,观测值获取模块包括:

[0019] 距离估计值确定单元,用于根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,确定移动终端与卫星之间的距离估计值;

[0020] 目标观测值确定单元,用于根据距离估计值和初始伪距观测值之间的残差值,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值。

[0021] 其中,卫星的数量为 $N$ 个, $N$ 个卫星属于 $G$ 个卫星系统,每个卫星均对应一个距离估计值和一个初始伪距观测值, $N$ 和 $G$ 均为正整数;

[0022] 目标观测值确定单元包括:

[0023] 卫星分组子单元,用于获取 $N$ 个卫星分别对应的残差值,根据 $G$ 个卫星系统,对 $N$ 个卫星分别对应的残差值进行分组,得到 $G$ 个第一序列;一个卫星对应的残差值是由该卫星对应的距离估计值和初始伪距观测值所确定的;

[0024] 排序子单元,用于获取 $G$ 个第一序列中的第 $l$ 个第一序列,对第 $l$ 个第一序列中所包含的残差值进行排序,将排序后的第 $l$ 个第一序列确定为第二序列,获取第二序列对应的初始掩码数组; $l$ 为小于 $G$ 的正整数;

[0025] 序列更新子单元,用于根据第二序列对应的中位数与第二序列中所包含的残差值,对第二序列进行更新,得到第三序列;

[0026] 序列更新子单元,还用于根据第三序列对应的下四分位数,以及第三序列对应的上四分位数,对第三序列进行更新,得到第四序列;

[0027] 掩码数组更新子单元,用于根据第二序列对应的下四分位数、第二序列对应的上四分位数以及第四序列对应的中位数,对初始掩码数组进行更新,得到目标掩码数组;

[0028] 筛选子单元,用于根据目标掩码数组中的非零元素,对第二序列中的残差值所对应的初始伪距观测值进行筛选,得到第二序列对应的目标伪距观测值。

[0029] 其中,序列更新子单元具体用于:

[0030] 根据第三序列对应的下四分位数和上四分位数,确定第三序列中所包含的元素数值的有效取值范围;

[0031] 将第三序列中处于有效取值范围的元素数值,确定为第四序列。

[0032] 其中,目标伪距观测值的数量为 $u$ 个, $u$ 个目标伪距观测值是指移动终端分别与 $G$ 个卫星系统中的 $u$ 个卫星之间的距离观测值, $u$ 和 $G$ 均为正整数;

[0033] 观测矩阵构建模块包括:

[0034] 观测值分组单元,用于根据 $G$ 个卫星系统,对 $u$ 个目标伪距观测值进行分组,得到 $G$ 个观测值数组;

[0035] 参考卫星确定单元,用于获取 $u$ 个卫星分别对应的载噪比,根据载噪比确定 $G$ 个观测值数组分别对应的参考卫星,将参考卫星对应的目标伪距观测值确定为参考伪距观测值;参考卫星是指每个观测值数组所对应的卫星中具有最大载噪比的卫星;

[0036] 观测差值确定单元,用于将 $u$ 个卫星中除参考卫星之外的卫星确定为非参考卫星,根据参考伪距观测值与非参考卫星对应的目标伪距观测值,确定 $G$ 个观测值数组关联的距



离观测差值；一个距离观测差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星，与该观测值数组对应的参考卫星之间的观测距离；

[0037] 估计差值确定单元，用于根据终端位置、光速值、非参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差，以及参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差，确定G个观测值数组关联的距离估计差值；一个距离估计差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星，与该观测值数组对应的参考卫星之间的估计距离；

[0038] 观测方程构建单元，用于根据距离观测差值和距离估计差值，构建G个观测值数组分别对应的伪距观测方程，将G个观测值数组分别对应的伪距观测方程组合为伪距观测矩阵。

[0039] 其中，评估模块包括：

[0040] 观测值误差获取单元，用于若卫星数量u大于数量阈值，则获取u个卫星分别对应的伪距观测值误差；

[0041] 观测权阵构建单元，用于根据G个观测值数组关联的非参考卫星的伪距观测值误差，以及G个观测值数组关联的参考卫星的伪距观测值误差，生成观测值误差矩阵，获取观测值误差矩阵中的对角元素构建观测权阵；

[0042] 协方差矩阵确定单元，用于获取伪距观测矩阵针对终端位置的微分矩阵，根据观测权阵和微分矩阵，确定移动终端对应的位置协方差矩阵；

[0043] 单位权中误差确定单元，用于根据观测权阵、距离观测差值所组成的矩阵以及卫星数量u，确定u个卫星对应的单位权中误差；

[0044] 精度指标确定单元，用于根据位置协方差矩阵和单位权中误差，确定终端位置对应的位置精度指标。

[0045] 其中，位置精度指标包括终端水平定位精度和终端高程定位精度；

[0046] 精度指标确定单元包括：

[0047] 评估数值获取子单元，用于根据位置协方差矩阵，确定移动终端对应的过渡评估矩阵，获取过渡评估矩阵对应的第一水平评估数值、第二水平评估数值以及高程评估数值；

[0048] 水平定位精度确定子单元，用于根据第一水平评估数值与第二水平评估数值之和的平方根，以及单位权中误差，确定终端位置对应的终端水平定位精度；

[0049] 高程定位精度确定子单元，用于根据高程评估数值的平方根与单位权中误差，确定终端位置对应的终端高程定位精度。

[0050] 其中，该装置还包括：

[0051] 卫星数量判断模块，用于若卫星数量u小于数量阈值，则根据距离观测差值对终端位置进行评估；

[0052] 正确结果确定模块，用于当距离观测差值小于或等于误差阈值时，确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位正确结果；

[0053] 错误结果确定模块，用于当距离观测差值大于误差阈值时，确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位错误结果。

[0054] 其中，该装置还包括：

[0055] 差值序列构建模块，用于若卫星数量u等于数量阈值，且伪距观测矩阵中的伪距观测方程所对应的卫星属于相同卫星系统，则根据距离观测差值构建差值序列；

[0056] 评估结果获取模块,用于获取差值序列对应的方均根,根据方均根对终端位置进行评估,得到终端位置对应的位置精度评估结果。

[0057] 其中,该装置还包括:

[0058] 评估结果确定模块,还用于根据位置精度指标确定终端位置对应的位置精度评估结果;

[0059] 功能服务提供模块,用于若位置精度评估结果为定位正确结果,则根据终端位置为移动终端提供应用功能服务;

[0060] 终端位置修正模块,用于若位置精度评估结果为定位错误结果,则根据无线局域网络和移动终端中的传感器,对终端位置进行修正。

[0061] 其中,上述获取卫星导航星历,包括:

[0062] 请求发送单元,用于向卫星定位基站服务器发送星历获取请求,以使卫星定位基站服务器根据星历获取请求,在卫星星历数据库中获取卫星导航星历;

[0063] 导航星历接收单元,用于接收卫星定位基站服务器返回的卫星导航星历;卫星导航星历以二进制流的形式进行传输。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 本申请实施例可以通过获取卫星导航星历,以及移动终端与卫星之间的初始伪距观测值,该卫星导航星历包括用于确定卫星位置的参数列表,进而根据卫星导航星历和初始伪距观测值可以确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差;根据卫星位置、卫星钟差、移动终端的终端位置和终端钟差,可以对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值,进而可以根据目标伪距观测值和终端位置,构建移动终端与卫星之间的伪距观测矩阵,根据伪距观测矩阵对终端位置进行评估,可以确定终端位置对应的位置精度指标,该位置精度指标用于表征移动终端的定位精度。可见,通过卫星导航星历和初始伪距观测值计算得到卫星位置和卫星钟差,剔除初始伪距观测值中的观测值粗差得到目标伪距观测值,进而可以根据目标伪距观测值和终端位置构建伪距观测矩阵,基于该伪距观测矩阵可以得到终端位置对应的位置精度指标,该位置精度指标的数值大小可以用于准确评估移动终端的定位质量,进而可以提高移动终端的位置评估准确性。

## 附图说明

[0068] 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。

[0069] 图1是本申请实施例提供的一种网络架构的结构示意图;

[0070] 图2是本申请实施例提供的一种终端位置精度评估场景示意图;

[0071] 图3是本申请实施例提供的一种终端定位精度评估方法的流程示意图;

[0072] 图4是本申请实施例提供的一种移动终端与卫星定位基站服务器之间的通信示意图;

[0073] 图5是本申请实施例提供的一种伪距观测值的确定示意图;

[0074] 图6是本申请实施例提供的一种根据卫星导航星历确定卫星位置和卫星钟差的示意图;

[0075] 图7是本申请实施例提供的一种终端定位精度评估方法的流程示意图;

[0076] 图8是本申请实施例提供的一种构建伪距观测矩阵的流程示意图;

[0077] 图9是本申请实施例提供的一种评估移动终端定位精度的流程示意图;

[0078] 图10是本申请实施例提供的一种终端定位精度评估装置的结构示意图;

[0079] 图11是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0080] 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。

[0081] 本申请实施例涉及以下几个概念:

[0082] 位置服务(LBS,Location Based Services):LBS服务是无线运营公司为用户提供的一种与位置有关的服务;LBS服务是利用各类型的定位技术来获取定位设备当前的所在位置,通过移动互联网向定位设备提供信息资源和基础服务。LBS服务中融合了移动通讯、互连网络、空间定位、位置信息、大数据等多种信息技术,利用移动互联网服务平台进行数据更新和交互,使用户可以通过空间定位来获取相应的服务。

[0083] 全球卫星导航系统(Global Navigation Satellite System):全球卫星导航系统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。常见的全球卫星导航系统包括美国全球定位系统(Global Positioning System,GPS)、中国北斗卫星导航系统(BeiDou Navigation Satellite System,BDS)、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统(GLONASS)和欧盟伽利略定位系统(GALILEO)四大卫星导航系统。最早出现的是美国的GPS(Global Positioning System),现阶段技术最完善的也是GPS系统。随着近年来BDS、GLONASS系统在亚太地区的全面服务开启,尤其是BDS系统在民用领域发展越来越快。卫星导航系统已经在航空、航海、通信、人员跟踪、消费娱乐、测绘、授时、车辆监控管理和汽车导航与信息服务等方面广泛使用,而且总的发展趋势是为实时应用提供高精度服务。

[0084] CORS(Continuously Operating Reference Stations,连续运行参考站,也可以称为卫星定位基站):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,各基准站与监控分析中心间通过数据传输系统连接成一体,形成专用网络。

[0085] 请参见图1,图1是本申请实施例提供的一种网络架构的结构示意图。如图1所示,该网络架构可以包括服务器10d和用户终端集群,该用户终端集群可以包括一个或者多个用户终端,这里不对用户终端的数量进行限制。如图1所示,该用户终端集群可以具体包括用户终端10a、用户终端10b以及用户终端10c等。其中,服务器10d可以是独立的物理服务器,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10a、用户终端10b以及用户终端10c等均可以包括: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)以及自动驾驶系统中的车载电脑等具有定位功能的移动终端。如图1所示,用户终端10a、用户终端10b以及用户终端10c等可以分别与服务器10d进行网络连接,以便于每个用户终端可以通过该网络连接与服务器10d之间进行数据交互。

[0086] 以用户终端10a为例,该用户终端10a可以称为移动终端,即可以在移动中使用的计算机设备;用户终端10a可以理解为一个综合信息处理平台,具有非常丰富的通信方式。例如,可以通过全球移动通信系统(Global System for Mobile Communication,GSM)、码分多址(Code Division Multiple Access,CDMA)、宽带码分多址(Wideband Code Division Multiple Access,WCDMA)、增强型数据速率GSM演进技术(Enhanced Data Rate for GSM Evolution,EDGE)、4G(第四代通讯技术)、5G(第五代通讯技术)等无线运营网通讯,也可以通过无线局域网(Wireless-Fidelity,WiFi)、蓝牙和红外线进行通信;另外,用户终端10a集成有全球卫星导航系统定位芯片,该全球卫星导航系统定位芯片可以用于处理卫星信号,并对用户终端10a的使用用户进行精准定位,可以用于位置服务。服务器10d可以是指CORS服务器,用户终端10a根据集成的全球卫星导航系统定位芯片,获取到该用户终端10a的终端位置后,可以对该用户终端10a的终端位置进行定位精度评估。在对终端位置进行定位精度评估的过程中,用户终端10a可以向CORS服务器发送星历获取请求,CORS服务器在接收到用户终端10a发送的星历获取请求后,可以向该用户终端10a播发实时导航星历(也可以称为两行轨道数据);其中,该卫星导航星历是用于描述太空飞行体位置和速度的表达式,即卫星导航星历可以是指卫星运行随时间变化的精确位置或轨迹表,卫星导航星历可以理解为时间的函数。

[0087] 用户终端10a可以接收CORS服务器播发的卫星导航星历,从各卫星系统的原始数据中获取该用户终端10a与各卫星之间的几何距离测量值(可以称为伪距观测值);用户终端10a可以根据伪距观测值和卫星导航星历计算各个卫星分别对应的卫星位置和卫星钟差,还可以对伪距观测值进行处理,剔除观测值粗差;进而可以根据处理后的伪距观测值 and 用户终端10a的终端位置构建伪距观测矩阵,基于该伪距观测矩阵对终端位置进行评估,输出终端位置对应的位置精度指标,该位置精度指标可以用于表示用户终端10a所对应的终端位置的定位精度,位置精度指标的数值越大,表示终端位置越不准确;该位置精度指标可以用于辅助无线局域网、传感器等,对用户终端10a进行融合定位,以提高用户终端10a的

定位准确性。

[0088] 请一并参见图2,图2是本申请实施例提供的一种终端位置精度评估场景示意图。以电子地图应用场景为例,对终端位置精度评估过程进行描述。如图2所示,移动终端20a可以为上述图1的用户终端集群中的任意一个用户终端,该移动终端20a中安装有电子地图应用,当移动终端20a的使用者想要查询某地点时,可以启动移动终端20a中的电子地图应用,移动终端20a可以响应针对电子地图应用的启动操作,在移动终端20a的终端屏幕中显示该电子地图应用的首页,该电子地图应用的首页可以显示移动终端20a所在的终端位置:位置S1,以及位置S1所在的附近地理区域。

[0089] 移动终端20a在获取到位置S1后,可以向CORS服务器20b(可以是指上述图1所对应实施例中的服务器10d)发送星历获取请求,CORS服务器20b在接收到移动终端20a发送的星历获取请求后,可以从卫星星历数据库20c中读取各卫星系统对应的实时导航星历(也可以称为卫星导航星历),并向移动终端20a播发实时导航星历,移动终端20a可以接收CORS服务器20b播发的实时导航星历。与此同时,移动终端20a还可以向各卫星系统请求卫星发射信号的原始数据,从原始数据中获取移动终端20a分别与各卫星系统中的每个卫星之间的几何距离观测值,本申请实施例中可以将移动终端20a与卫星之间的几何距离观测值称为伪距观测值,此时的伪距观测值是未进行筛选处理的初始值,因此也可以称为初始伪距观测值。如图2所示,假设存在n个卫星(n为正整数),移动终端20a与卫星1之间的初始伪距观测值为:观测值1,移动终端20a与卫星2之间的初始伪距观测值为:观测值2,移动终端20a与卫星3之间的初始伪距观测值为:观测值3,……,移动终端20a与卫星n之间的初始伪距观测值为:观测值n,因此,移动终端20a可以获取n个卫星的初始伪距观测值如序列20d所示。

[0090] 移动终端20a可以根据序列20d中所包含的初始伪距观测值,以及自身接收到卫星发射信号的接收时间 $t_1$ ,计算出每个卫星发射信号的发射时间;由于星历是指卫星运行随时间变化的精确位置或轨迹表,因此将卫星发射信号的发射时间输入至实时导航星历,可以计算得到n个卫星分别对应的卫星位置,以得到序列20e。其中,接收时间 $t_1$ 可以是指移动终端20a中的电子地图应用的启动时间,卫星1对应的卫星位置可以表示为:位置1,卫星2对应的卫星位置可以表示为:位置2,卫星3对应的卫星位置可以表示为:位置3,……,卫星n对应的卫星位置可以表示为:位置n。

[0091] 由于序列20d中所包含的初始伪距观测值可能存在粗差,因此移动终端20a可以对序列20d中所包含的初始伪距观测值进行筛选,得到包含目标伪距观测值的序列20f。其中,粗差可以是指粗大误差,比在平常观测条件下所可能出现的最大误差还要大的误差,粗差可以由测试人员粗心大意或仪器故障所造成的差错;移动终端20a可以采用粗差探测法对初始伪距观测值进行筛选,粗差探测法可以包括但不限于:数据探测法、拟准检定法、抗差估计法。如图2所示,若卫星4对应的初始伪距观测值为观测值粗差,则可以剔除卫星4对应的初始伪距观测值:位置4。

[0092] 移动终端20a可以根据终端位置S1,以及包含目标伪距观测值的序列20f,构建卫星伪距观测矩阵20g。移动终端20a可以根据位置S1和卫星位置,确定卫星对应的距离估计差值,进而可以根据距离估计差值构建伪距观测矩阵20g。需要说明的是,初始伪距观测值的筛选过程以及伪距观测矩阵的构建过程均需要考虑卫星钟差、终端钟差、真空中的光速值等信息;其中,钟差可以是指时钟读数与真实系统时间之间的差异,如卫星钟差可以是指

卫星钟与真实系统时间之间的差异,即各卫星分别对应的钟差;终端钟差可以是指终端钟与真实系统时间之间的差异,即移动终端20a对应的钟差。

[0093] 进一步地,移动终端20a可以根据伪距观测矩阵20g对位置S1进行精度评估,输出位置S1对应的位置精度指标,该位置精度指标可以包括水平定位精度A1和高程定位精度A2。当水平定位精度A1和高程定位精度A2大于精度阈值(例如,精度阈值为B1)时,可以确定位置S1与移动终端20a的真实位置之间存在较大的差异,即移动终端20a的定位质量较差,可以结合移动终端20a对应的无线局域网络和传感器等,对位置S1进行修正,得到修正后的位置S2。

[0094] 可选的,当水平定位精度A1和高程定位精度A2小于或等于精度阈值时,可以确定位置S1与移动终端20a的真实位置之间存在非常小的差异,将位置S1作为移动终端20a的真实位置。移动终端20a的使用者在电子地图应用中搜索地点1时,可以将位置S1作为该使用者的当前位置,查询位置S1与所输入地点1之间的路线。

[0095] 本申请实施例中,根据各卫星所对应的目标伪距观测值,以及移动终端20a对应的位置S1,构建各卫星对应的伪距观测矩阵,根据伪距观测矩阵对位置S1进行精度评估,以确定移动终端的定位质量,可以有效提高移动终端的位置定位精度。

[0096] 请参见图3,图3是本申请实施例提供的一种终端定位精度评估方法的流程示意图。该终端定位精度评估方法可以由移动终端执行,该移动终端可以为上述图1的用户终端集群中的任一用户终端。如图3所示,该终端定位精度评估方法可以包括以下步骤:

[0097] 步骤S101,获取卫星导航星历,获取移动终端与卫星之间的初始伪距观测值,根据初始伪距观测值和卫星导航星历,确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差。

[0098] 具体的,移动终端根据所集成的全球卫星定位导航系统定位芯片,获取到自身所在的定位位置(终端位置)后,可以对移动终端对应的终端位置进行定位精度评估,以确定终端位置的准确性。移动终端可以向卫星定位基站服务器发送星历获取请求,卫星定位基站服务器接收到移动终端发送的星历获取请求后,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移动终端,此时的移动终端可以接收卫星定位基站服务器播发的卫星导航星历;其中,该卫星定位基站服务器也可以称为CORS服务器,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。

[0099] 请一并参见图4,图4是本申请实施例提供的一种移动终端与卫星定位基站服务器之间的通信示意图。如图4所示,移动终端30a可以包括终端定位精度评估单元30b和无线局域网络连接模块30e,该终端定位精度评估单元30b可以用于对移动终端的终端位置进行精度评估,该无线局域网络连接模块30e可以用于为移动终端30a连接WiFi/4G/5G网络。移动终端30a可以与CORS服务器30c(即卫星定位基站服务器)进行网络通信连接,移动终端30a中的终端定位精度评估单元30b可以通过无线局域网络连接模块30e所提供的WiFi/4G/5G网络,向CORS服务器30c发送星历获取请求;CORS服务器30c接收到移动终端30a发送的星历获取请求后,可以从卫星星历数据库30d中获取实时导航星历(即上述卫星导航星历);该实时导航星历可以是指与星历获取请求的发送时间相关联的导航星历,如星历获取请求的发送时间为T1,该实时导航星历可以为T0至T2时间范围内的卫星导航星历,T1处于T0至T2时间范围。CORS服务器30c可以通过WiFi/4G/5G网络,将实时导航星历以二进制流的形式传输

至终端定位精度评估单元30b,此时的移动终端30b可以接收CORS服务器30c所播发的实时导航星历,即从CORS服务器30c获取卫星导航星历。

[0100] 与此同时,移动终端还可以获取卫星对应的原始数据,在原始数据中可以提取当前移动终端与卫星之间的几何距离测量值,此时的几何距离测量值可以称为初始伪距观测值,其中,初始伪距观测值可以是指含有时钟误差和大气层折射延迟的距离测量值,而非移动终端与卫星之间的“真实距离”,因此将其成为伪距。换言之,移动终端可以从卫星对应的原始数据中直接提取初始伪距观测值。

[0101] 请一并参见图5,图5是本申请实施例提供的一种伪距观测值的确定示意图。如图5所示的卫星可以包括北斗卫星、全球定位系统卫星(GPS卫星)以及格洛纳斯卫星(GLONASS卫星);移动终端与卫星之间的初始伪距观测值可以包括:北斗卫星与移动终端之间的初始伪距观测值,GPS卫星与移动终端之间的初始伪距观测值,GLONASS卫星与移动终端之间的初始伪距观测值。其中,北斗卫星与移动终端之间的初始伪距观测值可以表示为北斗卫星与移动终端之间的几何距离测量值,GPS卫星与移动终端之间的初始伪距观测值可以表示为GPS卫星与移动终端之间的几何距离测量值,GLONASS卫星与移动终端之间的初始伪距观测值可以表示为GLONASS卫星与移动终端之间的几何距离测量值。

[0102] 进一步地,移动终端可以根据初始伪距观测值和卫星导航星历,计算卫星所对应的卫星位置和卫星钟差,即移动终端可以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。其中,卫星的数量可以为n个(n为正整数),一个卫星可以对应一个初始伪距观测值、一个卫星位置以及一个卫星钟差,每个卫星所对应的卫星位置和卫星钟差可以是不同的。

[0103] 其中,计算卫星位置和卫星钟差的具体过程可以包括:若移动终端在时刻 $t_{Rx}$ 接收到n个卫星发射的信号,n颗卫星信号发射时刻可以为:

$$[0104] \quad t_{Tx}^i, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

[0105] 则n个卫星对应的初始伪距观测值可以表示为:

$$[0106] \quad \tilde{\rho}^i = c \cdot (t_{Rx} - t_{Tx}^i), i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

[0107] 由上述公式(1)可以得出n个卫星的信号发射时刻为:

$$[0108] \quad t_{Tx}^i = t_{Rx} - \frac{\tilde{\rho}^i}{c} \quad (2)$$

[0109] 其中,上述公式(1)和公式(2)中的c可以表示为真空中的光速值, $t_{Rx}$ 可以表示为移动终端接收到n个卫星发射信号的接收时间, $\tilde{\rho}^i$ 可以表示为卫星i与移动终端之间的初始伪距观测值, $t_{Tx}^i$ 可以表示为卫星i的发射信号的发射时间。

[0110] 移动终端可以根据卫星发射信号对应的发射时间 $t_{Tx}^i$ 和卫星定位基站服务器播

发的卫星导航星历,计算出在 $t_{rx}^i$ 时刻的卫星位置和卫星钟差,即:

$$[0111] \quad r^i = \begin{bmatrix} x^i \\ y^i \\ z^i \end{bmatrix}, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

$$dt^i, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

[0112] 其中, $r^i$ 可以表示为卫星*i*对应的卫星位置,该卫星位置以三维坐标的形式进行表示, $dt^i$ 可以表示为卫星*i*对应的卫星钟差。

[0113] 需要说明的是,本申请实施例中的*n*个卫星可以属于不同的卫星系统,如*n*个卫星中可以包括

*p*颗GPS卫星,*q*颗GLONASS卫星,*j*颗GALILEO卫星,*k*颗北斗卫星。请一并参见图6,图6是本申请实施例提供的一种根据卫星导航星历确定卫星位置和卫星钟差的示意图。如图6所示,移动终端40a通过WiFi/4G/5G网络向CORS服务器发送星历获取请求,CORS服务器在接收到移动终端40a所发送的星历获取请求后,可以从卫星星历数据库中读取各个卫星系统分别对应的卫星导航星历。如卫星系统可以包括全球定位系统、北斗卫星定位系统、格洛纳斯卫星导航系统以及伽利略定位系统,则CORS服务器可以在卫星星历数据库中获取北斗星历参数表、全球定位系统星历参数表、格洛纳斯星历参数表以及伽利略星历参数表,并将上述四个卫星系统分别对应的星历参数表,通过WiFi/4G/5G网络以二进制流的形式传输至移动终端40a。移动终端40a可以接收CORS服务器播发的北斗星历参数表、全球定位系统星历参数表、格洛纳斯星历参数表以及伽利略星历参数表,即获取各卫星系统所对应的卫星导航系统。其中,移动终端40a可以包括卫星信息处理单元40b,该卫星信息处理单元40b可以根据CORS服务器所播发的星历参数表,以及卫星发射信号的发射时间,计算各卫星分别对应的卫星位置、卫星钟差等信息。

[0114] 步骤S102,获取移动终端对应的终端位置和终端钟差,根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值。

[0115] 具体的,由于移动终端获取到的初始伪距观测值可能存在粗差,即初始伪距观测值与真实几何距离之间存在很大差异,因此移动终端可以对各卫星分别对应的初始伪距观测值进行筛选,将初始伪距观测值中所包含的观测值粗差进行剔除,得到目标伪距观测值。可以理解的是,目标伪距观测值是指对初始伪距观测值进行筛选后所得到的伪距观测值,即目标伪距观测值的数量小于或等于初始伪距观测值的数量;当目标伪距观测值的数量与初始伪距观测值的数量相等时,表示初始伪距观测值中不存在观测值粗差;目标伪距观测值的数量小于初始伪距观测值的数量时,表示初始伪距观测值中存在观测值粗差。例如,当卫星*i*与移动终端之间的初始伪距观测值为观测值粗差时,可以将卫星*i*与移动终端之间的初始伪距观测值进行剔除;当卫星*i*与移动终端之间的初始伪距观测值不是观测值粗差时,可以将卫星*i*与移动终端之间的初始伪距观测值确定为目标伪距观测值。

[0116] 其中,移动终端可以采用粗差探测法对初始伪距观测值进行筛选,即移动终端可以获取自身对应的终端位置和终端钟差,并根据卫星位置、终端位置、卫星钟差、终端钟差,确定移动终端与各卫星之间的距离估计值,进而可以根据初始伪距观测值和距离估计值之间的残差值,对初始伪距观测值进行筛选,得到剔除观测值粗差后所得到的目标伪距观测



值。其中,初始伪距观测值可以是指移动终端与卫星之间的测量值,距离估计值可以是指根据终端位置、终端钟差、卫星位置以及卫星终端等信息建立数学模型,所计算得到的移动终端与卫星之间的估计值。移动终端通过对 $n$ 个卫星分别对应的残差值进行处理,剔除初始伪距观测值中的观测值粗差,得到粗差探测处理后的目标伪距观测值,该目标伪距观测值的数量可以为 $u$ 个,即经过粗差探测处理后保留了 $u$ 个卫星对应的目标伪距观测值, $u$ 为小于或等于 $n$ 的正整数。

[0117] 步骤S103,根据目标伪距观测值和终端位置,构建移动终端与卫星之间的伪距观测矩阵。

[0118] 具体的,移动终端可以根据 $u$ 个卫星所属的卫星系统,对 $u$ 个卫星所对应的目标伪距观测值进行分组,得到 $G$ 个观测值数组,本申请实施例中的 $G$ 可以为数值4,每个卫星系统均可以对应一个观测值数组。移动终端可以从 $u$ 个卫星中选择每个卫星系统所对应的参考卫星,即参考卫星的数量等于观测值数组的数量,参考卫星对应的目标伪距观测值可以称为参考伪距观测值,将 $u$ 个卫星中除参考卫星之外的其余卫星确定为非参考卫星;移动终端可以根据参考卫星对应的参考伪距观测值、非参考卫星对应的目标伪距观测值、终端位置、卫星位置以及卫星钟差构建每个卫星系统所对应的伪距观测方程,进而可以将所有卫星系统所对应的伪距观测方程进行组合,构成伪距观测矩阵。其中,参考卫星可以是指每个观测值数组所对应的卫星中具有最大载噪比的卫星,载噪比也可以称为载波-噪声功率谱密度比(Carrier-to-noise-density ratio),载噪比可以是指解调前的射频信号载波(Carrier)功率与噪声功率的比值。

[0119] 举例来说, $u$ 取值为12时,此时的 $u$ 个卫星分别表示为卫星1至卫星12,卫星1对应的目标伪距观测值可以表示为伪距观测值1,卫星2对应的目标伪距观测值可以表示为伪距观测值2,……,卫星12对应的目标伪距观测值可以表示为伪距观测值12。若卫星1、卫星2以及卫星3属于GPS卫星,则可以将伪距观测值1、伪距观测值2以及伪距观测值3构成观测值数组1;若卫星4、卫星5以及卫星6属于GLONASS卫星,则可以将伪距观测值4、伪距观测值5以及伪距观测值6构成观测值数组2;若卫星7、卫星8以及卫星9属于GALILEO卫星,则可以将伪距观测值7、伪距观测值8以及伪距观测值9构成观测值数组3;若卫星10、卫星11以及卫星12属于北斗卫星,则可以将伪距观测值10、伪距观测值11以及伪距观测值12构成观测值数组4。当卫星1为GPS卫星中具有最大载噪比的卫星时,可以将卫星1作为GPS卫星的参考卫星;当卫星4为GLONASS卫星中具有最大载噪比的卫星时,可以将卫星4作为GLONASS卫星的参考卫星;当卫星7为GALILEO卫星中具有最大载噪比的卫星时,可以将卫星7作为GALILEO卫星的参考卫星;当卫星10为北斗卫星中具有最大载噪比的卫星时,可以将卫星10作为北斗卫星的参考卫星。

[0120] 移动终端可以根据观测值数组1中伪距观测值2与伪距观测值1之间的差值、移动终端、卫星1的卫星位置和卫星钟差、卫星2的卫星位置和卫星钟差,构建卫星2的伪距观测方程;同理,可以构建卫星3的伪距观测方程,进而得到GPS卫星对应的伪距观测方程。以此类推,可以构建GLONASS卫星对应的伪距观测方程、GALILEO卫星对应的伪距观测方程以及北斗卫星对应的伪距观测方程,进而可以将所有伪距观测方程组成伪距观测矩阵。

[0121] 步骤S104,根据伪距观测矩阵对终端位置进行评估,确定终端位置对应的位置精度指标;该位置精度指标用于表征移动终端的定位精度。

[0122] 具体的,移动终端可以根据伪距观测矩阵中所包含的伪距观测方程的数量,确定终端位置的精度评估方式,根据精度评估方式对终端位置进行精度评估,可以确定终端位置对应的位置精度指标,该位置精度指标可以用于表征移动终端的位置定位精度;位置精度指标的数值越大,表示移动终端的定位质量越差,终端位置越不准确。

[0123] 可选的,当伪距观测方程的数量小于数量阈值(数量阈值的具体数值可以进行认为设定,本申请实施例中,可以将数量阈值设置为3)时,可以直接根据参考卫星所对应的参考伪距观测值与非参考卫星所对应的目标伪距观测值之间的差值,对终端位置进行精度评估,当差值大于预先设定的误差阈值时,可以确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位正确结果,即终端位置定位正确;当差值大于预先设定的误差阈值时,可以确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位错误结果,即终端位置定位错误。

[0124] 可选的,当伪距观测方程的数量等于数量阈值时,可以根据参考卫星所对应的参考伪距观测值与非参考卫星所对应的目标伪距观测值之间的差值,构建差值序列,并计算差值序列的方均根(Root Mean Square,RMS),根据方均根的数值对终端位置进行精度评估,当方均根小于或等于预先设定的阈值时,可以确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位正确结果,即终端位置定位正确;当方均根大于预先设定的误差阈值时,可以确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位错误结果,即终端位置定位错误。需要说明的是,不同精度评估方式中所设置的误差阈值可以存在差异,该误差阈值均可以根据具体需求来进行人为设定。

[0125] 可选的,当伪距观测方程的数量大于数量阈值时,此时的位置精度指标可以包括终端水平定位精度和终端高程定位精度,即移动终端可以计算单位权中误差和位置协方差矩阵,并根据单位权中误差和位置协方差矩阵,确定终端位置对应的终端水平定位精度和终端高程定位精度。其中,单位权中误差和位置协方差矩阵可以是基于伪距观测矩阵所确定的。

[0126] 可选的,移动终端可以根据位置精度指标确定终端位置对应的位置精度评估结果;若位置精度评估结果为定位正确结果,则根据终端位置为移动终端提供应用功能服务;若位置精度评估结果为定位错误结果,则根据无线局域网络和移动终端中的传感器,对终端位置进行修正。例如,在智能手机电子地图应用场景中,当移动终端对应的位置精度评估结果为定位正确结果时,可以基于终端位置为移动终端提供打车、查询地点、查询公交、查询地铁、路线导航等功能服务;当移动终端对应的位置精度评估结果为定位错误结果时,可以基于无线局域网络(WiFi)和传感器进行融合定位,对终端位置进行修正,进而可以提高移动终端的位置评估准确性。当然,对于修正后的终端位置,同样需要对其进行精度评估,在修正后的终端位置所对应的位置精度评估结果为定位正确结果时,基于修正后的终端位置重新为移动终端提供打车、查询地点、查询公交、查询地铁、路线导航等功能服务。

[0127] 可选的,在自动驾驶场景中,此时的移动终端可以为自动驾驶系统中的车载电脑,当移动终端对应的位置精度评估结果为定位正确结果时,可以基于终端位置实时记录自动驾驶车辆的行驶轨迹,并基于终端位置对自动驾驶车辆进行位置跟踪;当移动终端对应的位置精度评估结果为定位错误结果时,可以基于无线局域网络和传感器进行融合定位,对终端位置进行修正,得到修正后的终端位置,根据修正后的终端位置实时记录自动驾驶车辆的行驶轨迹,并基于终端位置对自动驾驶车辆进行位置跟踪。可选的,在车机导航系统

中,可以根据位置精度评估结果,以获取移动终端较为准确的位置信息,基于该位置信息可以为用户提供更为准确的路线导航,进而可以提高导航准确率。

[0128] 本申请实施例中,移动终端可以通过卫星导航星历和初始伪距观测值计算得到卫星位置和卫星钟差,剔除初始伪距观测值中的观测值粗差得到目标伪距观测值,进而可以根据目标伪距观测值和终端位置构建伪距观测矩阵,基于该伪距观测矩阵可以得到终端位置对应的位置精度指标,该位置精度指标的数值大小可以用于准确评估移动终端的定位质量,进而可以提高移动终端的位置评估准确性;根据位置精度指标,结合无线局域网络和传感器对移动终端进行融合定位,并基于定位位置为移动终端提供应用功能服务,可以增强应用功能服务的推荐准确性;本申请实施例提供的方法可以适用于智能手机、车机导航系统等场景中,适用性高。

[0129] 请参见图7,图7是本申请实施例提供的一种终端定位精度评估方法的流程示意图。该终端定位精度评估方法可以由移动终端执行,该移动终端可以为上述图1的用户终端集群中的任一用户终端。如图7所示,该终端定位精度评估方法可以包括以下步骤:

[0130] 步骤S201,发送星历请求和获取实时卫星导航星历,获取初始伪距观测值。

[0131] 步骤S202,根据初始伪距观测值计算卫星信号发射时刻。

[0132] 步骤S203,计算卫星位置和钟差。

[0133] 其中,步骤S201-步骤S203的具体实现方式可以参见上述图3所对应实施例中对步骤S101的描述,这里不再进行赘述。

[0134] 步骤S204,处理卫星初始伪距观测值。

[0135] 具体的,移动终端可以采用粗差探测法对卫星的初始伪距观测值进行粗差探测,剔除初始伪距观测值中所包含的观测值粗差,即移动终端可以根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,确定移动终端与卫星之间的距离估计值,进而可以根据距离估计值和初始伪距观测值之间的残差值,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值。

[0136] 其中,卫星的数量可以为N个,N个卫星属于G个卫星系统,每个卫星均对应一个距离估计值和一个初始伪距观测值,N和G均为正整数,本申请实施例中,G个卫星系统可以包括:GPS卫星系统、GLONASS卫星系统、GALILEO卫星系统、北斗卫星系统,即此时的G可以取值为4。移动终端可以获取N个卫星分别对应的残差值,根据G个卫星系统对N个卫星分别对应的残差值进行分组,得到G个第一序列,其中,一个卫星对应的残差值可以由该卫星对应的距离估计值和初始伪距观测值所确定的。其中,初始伪距观测值的数学模型可以表示为:

$$[0137] \quad \begin{aligned} \tilde{\rho}^i &= \|r_u - r^i\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^i + \zeta, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4) \\ \|r_u - r^i\| &= \sqrt{(x_u - x^i)^2 + (y_u - y^i)^2 + (z_u - z^i)^2} \end{aligned}$$

[0138] 其中,上述公式(4)中的 $\tilde{\rho}^i$ 可以表示为卫星i的初始伪距观测值; $r_u$ 可以表示为移动终端的真实位置,该真实位置 $r_u$ 可以表示为三维坐标 $(x_u, y_u, z_u)$ ;  $r^i$ 可以表示为卫星i的卫星位置,该卫星位置 $r^i$ 可以表示为三维坐标 $(x^i, y^i, z^i)$ ;  $dt_r$ 可以表示为移动终端的终端钟差; $dt^i$ 可以表示为卫星i的卫星钟差,c为真空中的光速值, $\zeta$ 为误差改正数(该误差改正数可以包括电离层、对流层以及地球自转改正, $\zeta$ 的取值可以由经验模型计算得到); $\|r_u - r^i\|$ 可以用于表示真实位置 $r_u$ 与卫星位置 $r^i$ 之间的欧几里得距离。需要说明的是,移动终端所获得的终端位置可以是指还未进行精度评估的位置信息,该公式(4)中的真实位置 $r_u$ 对于移

动终端本身而言是未知的。

[0139] 若移动终端所获得的终端位置可以表示为 $\tilde{r}_u$ ，则初始伪距观测值与上述数学模型计算得到几何距离之间的残差值可以表示为：

$$[0140] \quad \delta\tilde{\rho}^i = \tilde{\rho}^i - (\|\tilde{r}_u - r^i\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^i + \zeta), i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

[0141] 其中， $(\|\tilde{r}_u - r^i\| + c \cdot dt_r - c \cdot dt^i + \zeta)$ 可以表示为通过上述公式(4)所示的数学模型，计算得到移动终端与卫星*i*之间的几何距离； $\delta\tilde{\rho}^i$ 可以表示为移动终端与卫星*i*之间的残差值。移动终端可以根据上述公式(5)，计算*N*个卫星分别与移动终端之间的残差值，即可以得到*N*个残差值。

[0142] 若*N*个卫星包括*p*颗GPS卫星，*q*颗GLONASS卫星，*j*颗GALILEO卫星，*k*颗北斗卫星，则可以将*N*个卫星分成四组，即将*N*个残差值划分为GPS、GLONASS、GALILEO、北斗四个序列，此时的四个序列可以称为*G*个第一序列。其中，每个第一序列均可以进行观测值粗差探测处理，下面以GPS序列为例，对观测值粗差探测处理过程进行具体描述。

[0143] 移动终端可以从*G*个第一序列中获取第*l*个第一序列，此时的第*l*个第一序列可以为GPS序列，并对第*l*个第一序列中所包含的残差值进行排序，将排序后的第*l*个第一序列确定为第二序列，获取第二序列对应的初始掩码数组，*l*为小于*G*的正整数。其中，第二序列可以理解为对GPS序列中所包含的残差值进行排序后的序列，此时的第二序列可以表示为：

$$[0144] \quad \delta\tilde{\rho}^{sort} = \{\delta\tilde{\rho}^{s1}, \delta\tilde{\rho}^{s2}, \dots, \delta\tilde{\rho}^{sp}\} \quad (6)$$

[0145] 其中， $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 可以是指将GPS序列中所包含的残差值按照从小到大的顺序进行排序，所得到的第二序列。进一步地，移动终端可以将第二序列对应的初始掩码数组设置为：

$$[0146] \quad \text{mask}[p] = \{0, 0, \dots, 0\} \quad (7)$$

[0147] 进一步地，移动终端可以根据第二序列对应的中位数与第二序列中所包含的残差值，对第二序列进行更新，得到第三序列；进而可以根据第三序列对应的下四分位数和第三序列对应的上四分位数，对第三序列进行更新，得到第四序列；移动终端可以根据第二序列对应的下四分位数、第二序列对应的上四分位数以及第四序列对应的中位数，对初始掩码数组进行更新，得到目标掩码数组；根据目标掩码数组中的非零元素，对第二序列中的残差值所对应的初始伪距观测值进行筛选，得到第二序列对应的目标伪距观测值。其中，移动终端可以分别计算第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 的下四分位数、中位数以及下四分位数，下四分位数可以表示为第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 中处于25%位置处的残差值，中位数可以表示为第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 中处于50%位置处的残差值，上四分位数可以表示为第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 中处于75%位置处的残差值。

[0148] 移动终端在计算第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 的下四分位数时，若 $(p+1)/4$ 为整数，则下四分位数可以表示为 $M_{1/4} = \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \frac{p+1}{4} \right]$ ，若 $(p+1)/4$ 不为整数，则下四分位数可以表示为：

$$\begin{aligned}
 [0149] \quad M_{1/4} = & \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \text{Int} \left( \frac{p+1}{4} \right) \right] \cdot \left( 1 - \text{Dec} \left( \frac{p+1}{4} \right) \right) \\
 & + \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \text{Int} \left( \frac{p+1}{4} \right) + 1 \right] \cdot \text{Dec} \left( \frac{p+1}{4} \right) \quad (8)
 \end{aligned}$$

[0150] 其中,上述公式(8)中的Int表示为取整运算,Dec表示为取小数部分。

[0151] 移动终端在计算第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 的上四分位数时,若 $3(p+1)/4$ 为整数,则上四分位数可以表示为 $M_{3/4} = \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \frac{p+1}{4} \cdot 3 \right]$ ,若 $3(p+1)/4$ 不是整数,则上四分位数可以表示为:

$$\begin{aligned}
 [0152] \quad M_{3/4} = & \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \text{Int} \left( \frac{p+1}{4} \cdot 3 \right) \right] \cdot \left( 1 - \text{Dec} \left( \frac{p+1}{4} \cdot 3 \right) \right) \\
 & + \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \text{Int} \left( \frac{p+1}{4} \cdot 3 \right) + 1 \right] \cdot \text{Dec} \left( \frac{p+1}{4} \cdot 3 \right) \quad (9)
 \end{aligned}$$

[0153] 移动终端在计算第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 的中位数时,若 $(p+1)/2$ 为整数时,则中位数可以表示为 $M_{2/4} = \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \frac{p+1}{2} \right]$ ,若 $(p+1)/2$ 不是整数,则中位数 $M_{2/4}$ 可以表示为:

$$[0154] \quad M_{2/4} = \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \text{Int} \left( \frac{p+1}{2} \right) \right] \cdot 0.5 + \delta\tilde{\rho}^{sort} \left[ \text{Int} \left( \frac{p+1}{2} \right) + 1 \right] \cdot 0.5 \quad (10)$$

[0155] 移动终端可以根据第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 的上四分位数和下四分位数,对第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 进行粗差探测,即对第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 中的每个元素(残差值)均做下述处理:当 $\delta\tilde{\rho}^{si} < M_{1/4} - 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 或 $\delta\tilde{\rho}^{si} > M_{3/4} + 1.5 \cdot (M_{3/4} - M_{1/4})$ 时,mask[i]=mask[i]+1,否则不作处理,其中,i为小于q的正整数,此次操作是对初始掩码数组的更新处理过程。

[0156] 根据第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 对应的中位数,可以对第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 进行更新,得到第三序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ ,即:

$$[0157] \quad \delta\bar{\rho}^{sort} = \{ |\delta\tilde{\rho}^{s1} - M_{2/4}|, |\delta\tilde{\rho}^{s2} - M_{2/4}|, \dots, |\delta\tilde{\rho}^{sm} - M_{2/4}| \} \quad (11)$$

[0158] 进一步地,移动终端还可以计算第三序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 分别对应的下四分位数和下四分位数,其计算过程与上述第二序列 $\delta\tilde{\rho}^{sort}$ 的下四分位数和下四分位数的计算过程类似,这里不再进行赘述。第三序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 的下四分位数可以表示为 $\bar{M}_{1/4}$ ,第三序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 的上四分位数可以表示为 $\bar{M}_{3/4}$ 。

[0159] 移动终端可以根据第三序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 对应的下四分位数和上四分位数,确定第三序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 中所包含的元素数值的有效取值范围,并将第三序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 中处于有效取值范围的元素数值,确定为第四序列 $\delta\bar{\bar{\rho}}^{sort}$ 。换言之,当

$\bar{M}_{1/4} - 1.5 \cdot (\bar{M}_{3/4} - \bar{M}_{1/4}) < \delta\bar{\rho}^{sort}[i] < \bar{M}_{3/4} + 1.5 \cdot (\bar{M}_{3/4} - \bar{M}_{1/4})$ 时,将元素 $\delta\bar{\rho}^{sort}[i]$ 添加到第四序列 $\delta\bar{\bar{\rho}}^{sort}$ 中。

[0160] 移动终端在得到第四序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 后,可以计算第四序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 的中位数 $\bar{M}_{2/4}$ ,该中位数 $\bar{M}_{2/4}$ 的计算过程与上述第二序列 $\delta\bar{\rho}^{sort}$ 的中位数 $M_{2/4}$ 的计算过程类似;随后可以

作如下处理:当 $\frac{|\delta\tilde{\rho}^{si}-\bar{M}_{2/4}|}{1.4826\cdot\bar{M}_{2/4}} > 3.0$ 时, $mask[i]=mask[i]+1$ ,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,经过此次操作后,可以得到目标掩码数组。

[0161] 移动终端可以根据目标掩码数组 $mask[p]$ 剔除伪距观测值粗差,若 $mask[i] \geq 1$ ,则剔除初始伪距观测值 $\tilde{\rho}^{si}$ ;若 $mask[i]=0$ ,则保留初始伪距观测值 $\tilde{\rho}^{si}$ ,可以得到GPS序列对应的目标伪距观测值。根据上述一系列操作过程,可以分别获取GLONASS序列、GALILEO序列以及北斗序列所对应的目标伪距观测值。

[0162] 步骤S205,利用卫星目标伪距观测值和终端位置构建伪距观测矩阵。

[0163] 具体的,经过筛选后的目标伪距观测值可以表示为: $\tilde{\rho}^{a1}, \tilde{\rho}^{a2}, \dots, \tilde{\rho}^{au}$ ,其中, $1 \leq ai \leq N, i=1,2,\dots,u$ ,即目标伪距观测值的数量为 $u$ 个, $u$ 为小于 $N$ 的正整数,在上述筛选过程中,共剔除了 $N-u$ 个初始伪距观测值。移动终端可以根据 $G$ 个卫星系统(可以包括GPS卫星系统、GLONASS卫星系统、GALILEO卫星系统以及北斗卫星系统),对 $u$ 个目标伪距观测值进行分组,得到 $G$ 个观测值数组,该 $G$ 个观测值数组可以分别表示为:

$$\begin{aligned}
 \tilde{\rho}^{GPS} &= \{\tilde{\rho}^{p1}, \tilde{\rho}^{p2} \dots, \tilde{\rho}^{pb}\} \\
 \tilde{\rho}^{GLO} &= \{\tilde{\rho}^{q1}, \tilde{\rho}^{q2} \dots, \tilde{\rho}^{qz}\} \\
 \tilde{\rho}^{GAL} &= \{\tilde{\rho}^{j1}, \tilde{\rho}^{j2} \dots, \tilde{\rho}^{jx}\} \\
 \tilde{\rho}^{BDS} &= \{\tilde{\rho}^{k1}, \tilde{\rho}^{k2} \dots, \tilde{\rho}^{kf}\}
 \end{aligned} \tag{12}$$

[0165] 其中,上述公式(12)中, $\tilde{\rho}^{GPS}$ 可以表示为GPS卫星系统对应的观测值数组, $\tilde{\rho}^{GLO}$ 可以表示为GLONASS卫星系统对应的观测值数组, $\tilde{\rho}^{GAL}$ 可以表示为GALILEO卫星系统对应的观测值数组, $\tilde{\rho}^{BDS}$ 可以表示为北斗卫星系统对应的观测值数组, $p+q+j+k=N, b+z+x+f=u$ 。

[0166] 进一步地,移动终端可以获取 $u$ 个卫星分别对应的载噪比,根据载噪比确定 $G$ 个观测值数组分别对应的参考卫星,将参考卫星对应的目标伪距观测值确定为参考伪距观测值,该参考卫星是指每个观测值数组所对应的卫星中具有最大载噪比的卫星。换言之,移动终端可以在各个卫星系统中分别选择出载噪比最大的卫星作为参考卫星,可以将GPS卫星系统中的参考卫星确定为 $p1$ ,将GLONASS卫星系统中的参考卫星确定为 $q1$ ,将GALILEO卫星系统中的参考卫星确定为 $j1$ ,将北斗卫星系统中的参考卫星确定为 $k1$ ;参考卫星 $p1$ 对应的目标伪距观测值为 $\tilde{\rho}^{p1}$ ,参考卫星 $q1$ 对应的目标伪距观测值为 $\tilde{\rho}^{q1}$ ,参考卫星 $j1$ 对应的目标伪距观测值为 $\tilde{\rho}^{j1}$ ,参考卫星 $k1$ 对应的目标伪距观测值为 $\tilde{\rho}^{k1}$ 。

[0167] 进一步地,移动终端可以将 $u$ 个卫星中除参考卫星之外的卫星确定为非参考卫星,根据参考伪距观测值与非参考卫星对应的目标伪距观测值,确定 $G$ 个观测值数组关联的距

离观测差值,其中,一个距离观测差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的观测距离;移动终端可以根据终端位置、光速值、非参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,以及参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,确定G个观测值数组关联的距离估计差值,其中,一个距离估计差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的估计距离;进而可以根据距离观测差值和距离估计差值,构建G个观测值数组分别对应的伪距观测方程,将G个观测值数组分别对应的伪距观测方程组合为伪距观测矩阵。

[0168] 其中,GPS卫星系统对应的伪距观测方程可以表示为:

$$[0169] \quad \begin{aligned} \hat{\rho}^{pi} - \hat{\rho}^{p1} = & \|\tilde{r}_u - r^{pi}\| - \|\tilde{r}_u - r^{p1}\| + c \cdot (dt^{p1} - dt^{pi}) + \zeta^{pi} \\ & - \zeta^{p1}, i = 2, 3, \dots, b \end{aligned} \quad (13)$$

[0170] 其中,上述公式(13)中, $\hat{\rho}^{pi} - \hat{\rho}^{p1}$ 可以表示为GPS卫星系统中的卫星pi与参考卫星p1之间的距离观测差值, $\|\tilde{r}_u - r^{pi}\| - \|\tilde{r}_u - r^{p1}\| + c \cdot (dt^{p1} - dt^{pi}) + \zeta^{pi} - \zeta^{p1}$ 可以表示为GPS卫星系统中的卫星pi与参考卫星p1之间的距离估计差值; $\tilde{r}_u$ 表示终端位置, $r^{pi}$ 表示卫星pi对应的卫星位置, $r^{p1}$ 表示参考卫星p1对应的卫星位置; $dt^{p1}$ 表示参考卫星p1对应的卫星钟差, $dt^{pi}$ 表示卫星pi对应的卫星钟差; $\zeta^{pi}$ 表示为卫星pi的误差改正数, $\zeta^{p1}$ 表示为参考卫星p1的误差改正数,其中, $c \cdot (dt^{p1} - dt^{pi})$ 和 $\zeta^{pi} - \zeta^{p1}$ 均为已知值。GPS卫星系统对应的伪距观测方程的数量可以表示为b-1。

[0171] 同理,GLONASS卫星系统对应的伪距观测方程可以表示为:

$$[0172] \quad \begin{aligned} \hat{\rho}^{qi} - \hat{\rho}^{q1} = & \|\tilde{r}_u - r^{qi}\| - \|\tilde{r}_u - r^{q1}\| + c \cdot (dt^{q1} - dt^{qi}) + \zeta^{qi} \\ & - \zeta^{q1}, i = 2, 3, \dots, z \end{aligned} \quad (14)$$

[0173] 其中,上述公式(14)中, $\hat{\rho}^{qi} - \hat{\rho}^{q1}$ 可以表示为GLONASS卫星系统中的卫星qi与参考卫星q1之间的距离观测差值,

$\|\tilde{r}_u - r^{qi}\| - \|\tilde{r}_u - r^{q1}\| + c \cdot (dt^{q1} - dt^{qi}) + \zeta^{qi} - \zeta^{q1}$ 可以表示为GLONASS卫星系统中的卫星qi与参考卫星q1之间的距离估计差值; $r^{qi}$ 表示卫星qi对应的卫星位置, $r^{q1}$ 表示参考卫星q1对应的卫星位置; $dt^{q1}$ 表示参考卫星q1对应的卫星钟差, $dt^{qi}$ 表示卫星qi对应的卫星钟差; $\zeta^{qi}$ 表示为卫星qi对应的误差改正数, $\zeta^{q1}$ 表示为参考卫星q1的误差改正数,其中, $c \cdot (dt^{q1} - dt^{qi})$ 和 $\zeta^{qi} - \zeta^{q1}$ 均为已知值。GLONASS卫星系统对应的伪距观测方程的数量可以表示为z-1。

[0174] 同理,GALILEO卫星系统对应的伪距观测方程可以表示为:

$$[0175] \quad \begin{aligned} \hat{\rho}^{ji} - \hat{\rho}^{j1} = & \|\tilde{r}_u - r^{ji}\| - \|\tilde{r}_u - r^{j1}\| + c \cdot (dt^{j1} - dt^{ji}) + \zeta^{ji} \\ & - \zeta^{j1}, i = 2, 3, \dots, x \end{aligned} \quad (15)$$

[0176] 其中,上述公式(15)中, $\hat{\rho}^{ji} - \hat{\rho}^{j1}$ 可以表示为GALILEO卫星系统中的卫星ji与参考卫星j1之间的距离观测差值, $\|\tilde{r}_u - r^{ji}\| - \|\tilde{r}_u - r^{j1}\| + c \cdot (dt^{j1} - dt^{ji}) + \zeta^{ji} - \zeta^{j1}$ 可以表示为GALILEO卫星系统中的卫星ji与参考卫星j1之间的距离估计差值; $r^{ji}$ 表示卫星ji对应的卫星位置, $r^{j1}$ 表示参考卫星j1对应的卫星位置; $dt^{j1}$ 表示参考卫星j1对应的卫星钟差,

$dt^{j_i}$ 表示卫星 $j_i$ 对应的卫星钟差; $\zeta^{j_i}$ 表示为卫星 $j_i$ 的误差改正数, $\zeta^{j_1}$ 表示为参考卫星 $j_1$ 的误差改正数,其中, $c \cdot (dt^{j_1} - dt^{j_i})$ 和 $\zeta^{j_i} - \zeta^{j_1}$ 均为已知值。GALILEO卫星系统对应的伪距观测方程的数量可以表示为 $x-1$ 。

[0177] 同理,北斗卫星系统对应的伪距观测方程可以表示为:

$$[0178] \quad \begin{aligned} \tilde{\rho}^{k_i} - \tilde{\rho}^{k_1} = & \|\tilde{r}_u - r^{k_i}\| - \|\tilde{r}_u - r^{k_1}\| + c \cdot (dt^{k_1} - dt^{k_i}) + \zeta^{k_i} \\ & - \zeta^{k_1}, i = 2, 3, \dots, f \end{aligned} \quad (16)$$

[0179] 其中,上述公式(15)中, $\tilde{\rho}^{k_i} - \tilde{\rho}^{k_1}$ 可以表示为北斗卫星系统中的卫星 $k_i$ 与参考卫星 $k_1$ 之间的距离观测差值, $\|\tilde{r}_u - r^{k_i}\| - \|\tilde{r}_u - r^{k_1}\| + c \cdot (dt^{k_1} - dt^{k_i}) + \zeta^{k_i} - \zeta^{k_1}$ 可以表示为北斗卫星系统中的卫星 $k_i$ 与参考卫星 $k_1$ 之间的距离估计差值; $r^{k_i}$ 表示卫星 $k_i$ 对应的卫星位置, $r^{k_1}$ 表示参考卫星 $k_1$ 对应的卫星位置; $dt^{k_1}$ 表示参考卫星 $k_1$ 对应的卫星钟差, $dt^{k_i}$ 表示卫星 $k_i$ 对应的卫星钟差; $\zeta^{k_i}$ 表示为卫星 $k_i$ 的误差改正数, $\zeta^{k_1}$ 表示为参考卫星 $k_1$ 的误差改正数,其中, $c \cdot (dt^{k_1} - dt^{k_i})$ 和 $\zeta^{k_i} - \zeta^{k_1}$ 均为已知值。北斗卫星系统对应的伪距观测方程的数量可以表示为 $f-1$ 。

[0180] 进一步地,将上述公式(13)-公式(16)所表示的伪距观测方程进行组合,可以得到伪距观测矩阵 $O$ ,该伪距观测矩阵 $O$ 可以表示为:

$$[0181] \quad O = \begin{bmatrix} \|\tilde{r}_u - r^{p_2}\| - \|\tilde{r}_u - r^{p_1}\| + c \cdot (dt^{p_1} - dt^{p_2}) + \zeta^{p_2} - \zeta^{p_1} \\ \vdots \\ \|\tilde{r}_u - r^{p_b}\| - \|\tilde{r}_u - r^{p_1}\| + c \cdot (dt^{p_1} - dt^{p_b}) + \zeta^{p_b} - \zeta^{p_1} \\ \|\tilde{r}_u - r^{q_2}\| - \|\tilde{r}_u - r^{q_1}\| + c \cdot (dt^{q_1} - dt^{q_2}) + \zeta^{q_2} - \zeta^{q_1} \\ \vdots \\ \|\tilde{r}_u - r^{q_z}\| - \|\tilde{r}_u - r^{q_1}\| + c \cdot (dt^{q_1} - dt^{q_z}) + \zeta^{q_z} - \zeta^{q_1} \\ \|\tilde{r}_u - r^{j_2}\| - \|\tilde{r}_u - r^{j_1}\| + c \cdot (dt^{j_1} - dt^{j_2}) + \zeta^{j_2} - \zeta^{j_1} \\ \vdots \\ \|\tilde{r}_u - r^{j_x}\| - \|\tilde{r}_u - r^{j_1}\| + c \cdot (dt^{j_1} - dt^{j_x}) + \zeta^{j_x} - \zeta^{j_1} \\ \|\tilde{r}_u - r^{k_2}\| - \|\tilde{r}_u - r^{k_1}\| + c \cdot (dt^{k_1} - dt^{k_2}) + \zeta^{k_2} - \zeta^{k_1} \\ \vdots \\ \|\tilde{r}_u - r^{k_f}\| - \|\tilde{r}_u - r^{k_1}\| + c \cdot (dt^{k_1} - dt^{k_f}) + \zeta^{k_f} - \zeta^{k_1} \end{bmatrix} \quad (17)$$

[0182] 步骤S206,评估移动终端位置精度。

[0183] 具体的,移动终端在构建了伪距观测矩阵后,可以根据该伪距观测矩阵对移动终端对应的终端位置进行精度评估,得到终端位置对应的位置精度评估结果。移动终端可以根据卫星数量 $u$ 确定终端位置所采用的精度评估方式。

[0184] 其中,若卫星数量 $u$ 小于数量阈值(该数量阈值可以预先进行人为设定,例如,该数量阈值可以设置为3),则移动终端可以直接根据距离观测差值对终端位置进行评估;当距离观测差值小于或等于误差阈值(可以根据实际需求预先进行人为设定)时,确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位正确结果;当距离观测差值大于误差阈值时,确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位错误结果。

[0185] 下面均以数量阈值取值为3进行说明,当卫星数量 $u$ 小于3时,此时的卫星数量可以为1个或者2个,当卫星数量 $u$ 为1时,移动终端无法评估终端位置的定位精度;当卫星数量 $u$ 为2,且2个卫星属于同一个卫星系统时,移动终端可以直接根据 $|\tilde{\rho}^{p_2} - \tilde{\rho}^{p_1}|$ 、 $|\tilde{\rho}^{q_2} - \tilde{\rho}^{q_1}|$ 、



$|\hat{\rho}^{j2} - \hat{\rho}^{j1}|$ 以及 $|\hat{\rho}^{k2} - \hat{\rho}^{k1}|$ 中的其中一个值(即距离观测差值)判断移动终端的定位质量,即根据距离观测阈值来评估移动终端的定位准确性;当卫星数量为2,但2个卫星不属于同一个卫星系统时,移动终端无法评估终端位置的定位精度。若距离观测差值大于误差阈值,则表示移动终端的定位质量较差,该移动终端的终端位置所对应的位置精度评估结果为定位错误结果;若距离观测差值小于或等于误差阈值,则表示移动终端的定位质量良好,该移动终端的终端位置所对应的位置精度评估结果为定位正确结果。

[0186] 可选的,若卫星数量 $u$ 等于数量阈值,且伪距观测矩阵中的伪距观测方程所对应的卫星属于相同卫星系统,则移动终端可以根据距离观测差值构建差值序列,并获取差值序列对应的方均根,根据方均根对终端位置进行评估,得到终端位置对应的位置精度评估结果。当卫星数量 $u$ 等于3,且 $u$ 个卫星均属于同一卫星系统时,假设 $u$ 个卫星均属于GPS卫星系统,则可以构建差值序列 $V$ ,该差值序列 $V$ 可以表示为:

$$[0187] \quad V = \{\hat{\rho}^{p2} - \hat{\rho}^{p1}, \hat{\rho}^{p3} - \hat{\rho}^{p1}\} \quad (18)$$

[0188] 移动终端可以计算差值序列 $V$ 的方均根(RMS),RMS的计算方式如下述公式(19)所示:

$$[0189] \quad \text{RMS} = \sqrt{\frac{(\hat{\rho}^{p2} - \hat{\rho}^{p1})^2 + (\hat{\rho}^{p3} - \hat{\rho}^{p1})^2}{2}} \quad (19)$$

[0190] 根据RMS与预先设定的误差阈值之间的大小关系,确定终端位置对应的位置精度评估结果。若卫星数量 $u$ 等于3,但是这3个卫星不属于同一个卫星系统,则移动终端无法评估移动终端的定位精度。

[0191] 可选的,若卫星数量 $u$ 大于数量阈值,则移动终端可以获取 $u$ 个卫星分别对应的伪距观测值误差(也可以称为伪距观测值误差模型),该伪距观测值误差可以表示为:

$$[0192] \quad \sigma_{\hat{\rho}^{ai}} = 10^{\frac{45 - \text{CNO}}{10}} \quad (20)$$

[0193] 其中,上述公式(20)中的 $\text{CNO}$ 可以表示为卫星 $ai$ 的载噪比。

[0194] 移动终端可以根据 $G$ 个观测值数组关联的非参考卫星的伪距观测值误差,以及 $G$ 个观测值数组关联的参考卫星的伪距观测值误差,生成观测值误差矩阵 $S$ ,获取观测值误差矩阵 $S$ 中的对角元素构建观测权阵 $W$ 。其中,观测值误差矩阵 $S$ 如下述公式(21)所示:

$$[0195] \quad S = \begin{bmatrix} \sigma_{\tilde{\rho}p1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}p2}^2 \\ \vdots \\ \sigma_{\tilde{\rho}p1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}pb}^2 \\ \sigma_{\tilde{\rho}q1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}q2}^2 \\ \vdots \\ \sigma_{\tilde{\rho}q1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}qz}^2 \\ \sigma_{\tilde{\rho}j1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}j2}^2 \\ \vdots \\ \sigma_{\tilde{\rho}j1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}jx}^2 \\ \sigma_{\tilde{\rho}k1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}k2}^2 \\ \vdots \\ \sigma_{\tilde{\rho}k1}^2 + \sigma_{\tilde{\rho}kf}^2 \end{bmatrix} \quad (21)$$

$$W = \text{diag}(S)$$

[0196] 其中,diag(S)可以表示为将观测值误差矩阵S转换为对角矩阵,此时的对角矩阵即为观测权阵W。

[0197] 进一步地,移动终端可以获取伪距观测矩阵针对终端位置的微分矩阵H,并根据观测权阵W和微分矩阵H,确定移动终端对应的位置协方差矩阵P。其中,微分矩阵H是指伪距观测矩阵O关于终端位置 $\tilde{r}_u$ 的微分矩阵,如下述公式(22)所示:

$$[0198] \quad H = \frac{\partial O}{\partial \tilde{r}_u} = \begin{bmatrix} e^{p1T} - e^{p2T} \\ \vdots \\ e^{p1T} - e^{pbT} \\ e^{q1T} - e^{q2T} \\ \vdots \\ e^{q1T} - e^{qzT} \\ e^{j1T} - e^{j2T} \\ \vdots \\ e^{j1T} - e^{jxT} \\ e^{k1T} - e^{k2T} \\ \vdots \\ e^{k1T} - e^{kfT} \end{bmatrix} \quad (22)$$

[0199] 其中, $e^i = \frac{r^i - \tilde{r}_u}{\|r^i - \tilde{r}_u\|}$ 可以表示为移动终端至卫星i的单位观测向量。位置协方差矩阵P可以如下述公式(23)所示:

$$[0200] \quad P = (H^T W^{-1} H)^{-1} \quad (23)$$

[0201] 其中,  $H^T$  可以是指微分矩阵  $H$  的转置矩阵,  $W^{-1}$  可以是指观测权阵  $W$  的逆矩阵。

[0202] 移动终端可以根据观测权阵  $W$ 、距离观测差值所组成的矩阵以及卫星数量  $u$ , 确定  $u$  个卫星对应的单位权中误差  $\sigma_0$ , 进而可以根据位置协方差矩阵  $P$  和单位权中误差  $\sigma_0$ , 确定终端位置对应的位置精度指标。其中, 该单位权中误差  $\sigma_0$  如下述公式 (24) 所示:

[0203]

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\begin{bmatrix} \tilde{\rho}^{p2} - \tilde{\rho}^{p1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{pb} - \tilde{\rho}^{p1} \\ \tilde{\rho}^{q2} - \tilde{\rho}^{q1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{qz} - \tilde{\rho}^{q1} \\ \tilde{\rho}^{j2} - \tilde{\rho}^{j1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{jx} - \tilde{\rho}^{j1} \\ \tilde{\rho}^{k2} - \tilde{\rho}^{k1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{kc} - \tilde{\rho}^{k1} \end{bmatrix}^T \cdot W^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \tilde{\rho}^{p2} - \tilde{\rho}^{p1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{pb} - \tilde{\rho}^{p1} \\ \tilde{\rho}^{q2} - \tilde{\rho}^{q1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{qz} - \tilde{\rho}^{q1} \\ \tilde{\rho}^{j2} - \tilde{\rho}^{j1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{jx} - \tilde{\rho}^{j1} \\ \tilde{\rho}^{k2} - \tilde{\rho}^{k1} \\ \vdots \\ \tilde{\rho}^{kc} - \tilde{\rho}^{k1} \end{bmatrix}}{u - 3}} \quad (24)$$

[0204] 其中, 上述位置精度指标可以包括终端水平定位精度和终端高程定位精度; 移动终端可以根据位置协方差矩阵  $P$ , 确定移动终端对应的过渡评估矩阵  $P_u$ , 进而可以获取过渡评估矩阵  $P_u$  对应的第一水平评估数值  $P_u(0,0)$ 、第二水平评估数值  $P_u(1,1)$  以及高程评估数值  $P_u(2,2)$ ; 根据第一水平评估数值  $P_u(0,0)$  与第二水平评估数值  $P_u(1,1)$  之和的平方根, 以及单位权中误差  $\sigma_0$ , 可以确定终端位置对应的终端水平定位精度  $Acc_H$ ; 根据高程评估数值的平方根与单位权中误差  $\sigma_0$ , 确定终端位置对应的终端高程定位精度  $Acc_V$ 。其中, 过渡评估矩阵  $P_u$  可以如下述公式 (25) 所示:

[0205]

$$P_u = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ -\sin\phi\cos\lambda & -\sin\phi\sin\lambda & \cos\phi \\ \cos\phi\cos\lambda & \cos\phi\sin\lambda & \sin\phi \end{bmatrix} \cdot P \quad (25)$$

$$\cdot \begin{bmatrix} -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ -\sin\phi\cos\lambda & -\sin\phi\sin\lambda & \cos\phi \\ \cos\phi\cos\lambda & \cos\phi\sin\lambda & \sin\phi \end{bmatrix}^T$$

[0206] 上述公式 (25) 中的  $\lambda$  和  $\phi$  可以表示为终端位置对应的夹角信息。终端水平定位精度  $Acc_H$  和终端高程定位精度  $Acc_V$  可以如下述公式 (26) 所示:

[0207]

$$Acc_H = \sigma_0 \cdot \sqrt{P_u(0,0) + P_u(1,1)} \quad (26)$$

$$Acc_V = \sigma_0 \cdot \sqrt{P_u(2,2)}$$

[0208] 步骤S207, 输出终端位置精度指标。

[0209] 具体的, 在计算得到上述终端水平定位精度  $Acc_H$  和终端高程定位精度  $Acc_V$  后, 可以在移动终端的终端屏幕中输出终端水平定位精度  $Acc_H$  和终端高程定位精度  $Acc_V$ , 根据终端水平定位精度  $Acc_H$  和终端高程定位精度  $Acc_V$  来确定终端位置的定位质量, 可以提高终端位置的精度评估准确性。

[0210] 请一并参见图8,图8是本申请实施例提供的一种构建伪距观测矩阵的流程示意图。如图8所示,移动终端可以通过下述步骤S301-步骤S306,实现伪距观测矩阵的构建过程。

[0211] 步骤S301,移动终端在筛选出目标伪距观测值之后,目标伪距观测值可以表示为: $\hat{\rho}^{a1}, \hat{\rho}^{a2}, \dots, \hat{\rho}^{au}$ ,其中, $1 \leq ai \leq N, i=1, 2, \dots, u$ ,进而可以通过上述公式(20)为每个目标伪距观测值设置伪距观测值误差模型(也可以称为伪距观测值误差)。

[0212] 步骤S302,移动终端可以将u个目标伪距观测值(一个卫星对应一个目标伪距观测值)分为GPS卫星系统、GLONASS卫星系统、GALILEO卫星系统以及北斗卫星系统分别对应的观测值数组,如上述公式(12)所示;进而可以获取u个卫星分别对应的载噪比,从上述四个卫星系统中分别选择载噪比最大的卫星作为参考卫星,如GPS卫星系统、GLONASS卫星系统、GALILEO卫星系统以及北斗卫星系统中的参考卫星可以依次表示为p1、q1、j1、k1。

[0213] 步骤S303,移动终端可以根据参考卫星,分别构建GPS伪距观测方程、GLONASS伪距观测方程、GALILEO伪距观测方程以及北斗伪距观测方程,具体构建方式可以参见上述公式(13)-公式(16),这里不再进行赘述。

[0214] 步骤S304,移动终端可以将公式(13)-公式(16)所表示的四个卫星系统对应的伪距观测方程进行组合,构成如公式(17)所示的伪距观测方程。

[0215] 步骤S305,移动终端可以根据每个目标伪距观测值分别对应的伪距观测值误差模型,生成观测值误差矩阵,进而将观测值误差矩阵转换为对角矩阵,即获取观测值误差矩阵中的对角元素,构成观测权阵,其中,观测权阵的计算过程如上述公式(21)所示。

[0216] 步骤S306,移动终端可以根据上述步骤S304所构建的伪距观测矩阵,计算该伪距观测矩阵关于终端位置的微分矩阵,微分矩阵的计算过程如上述公式(22)所示。

[0217] 需要说明的是,在构建伪距观测矩阵的过程中无需使用到观测权阵和微分矩阵,该观测矩阵和微分矩阵是用于评估移动终端的终端位置的。

[0218] 请一并参见图9,图9是本申请实施例提供的一种评估移动终端定位精度的流程示意图。如图9所示,移动终端定位精度的评估过程可以通过步骤S401-步骤S406来实现。

[0219] 步骤S401,目标伪距观测值的数量为u时,表示u个目标伪距观测值可以对应u个卫星,移动终端可以对卫星数量u进行判断,若卫星数量u小于3(此时的3可以是指预先设定的数量阈值),则执行步骤S402,移动终端无法评估终端位置的定位精度。若卫星数量u等于3,且3个卫星均属于同一个卫星系统,则执行步骤S403,通过计算方均根(RMS)值,并根据RMS值与预先设定的误差阈值,确定终端位置的准确性;若卫星数量u等于3,但3个卫星不属于同一个卫星系统,则执行步骤S402。若卫星数量大于3,则执行步骤S404-步骤S406,移动终端可以根据上述图8所对应实施例中确定的观测权阵、距离观测差值所组成的矩阵以及卫星数量u,计算单位权中误差,如上述公式(24)所示;进而可以根据上述图8所对应实施例中确定的观测矩阵和微分矩阵,计算终端位置对应的位置协方差矩阵,如上述(23)所示;根据单位权中误差和位置协方差矩阵,可以计算得到终端位置对应的终端水平定位精度和终端高程定位精度。其中,终端位置的精度评估过程可以参见上述步骤S206中的描述,这里不再进行赘述。可选的,若卫星数量u小于3,则此时的卫星数量u可以为1或2,当卫星数量u为2,且2个卫星属于同一个卫星系统时,移动终端可以根据非参考卫星的目标伪距观测值和参考卫星的参考伪距观测值之间的距离观测差值,确定移动终端的定位质量;当然,当卫星数

量为1,或者卫星数量为2但是2个卫星不属于同一个卫星系统时,移动终端是无法评估终端定位精度的。

[0220] 本申请实施例中,移动终端可以通过卫星导航星历和初始伪距观测值计算得到卫星位置和卫星钟差,剔除初始伪距观测值中的观测值粗差得到目标伪距观测值,进而可以根据目标伪距观测值和终端位置构建伪距观测矩阵,基于该伪距观测矩阵可以得到终端位置对应的位置精度指标,该位置精度指标的数值大小可以用于准确评估移动终端的定位质量,进而可以提高移动终端的位置评估准确性;根据位置精度指标,结合无线局域网络和传感器对移动终端进行融合定位,并基于定位位置为移动终端提供应用功能服务,可以增强应用功能服务的推荐准确性;基于卫星伪距观测距离,实现对移动终端的定位精度评估过程,计算过程简单,可以提高移动终端的定位精度评估效率。

[0221] 请参见图10,图10是本申请实施例提供的一种终端定位精度评估装置的结构示意图。如图10所示,该终端定位精度评估装置1可以包括:位置确定模块11,观测值获取模块12,观测矩阵构建模块13,精度评估模块14;

[0222] 位置确定模块11,用于获取卫星导航星历,获取移动终端与卫星之间的初始伪距观测值,根据初始伪距观测值和卫星导航星历,确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差;

[0223] 观测值获取模块12,用于获取移动终端对应的终端位置和终端钟差,根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值;

[0224] 观测矩阵构建模块13,用于根据目标伪距观测值和终端位置,构建移动终端与卫星之间的伪距观测矩阵;

[0225] 精度评估模块14,用于根据伪距观测矩阵对终端位置进行评估,确定终端位置对应的位置精度指标;该位置精度指标用于表征移动终端的定位精度。

[0226] 其中,位置确定模块11,观测值获取模块12,观测矩阵构建模块13,精度评估模块14的具体功能实现方式可以参见上述图3所对应实施例中的步骤S101-步骤S104,这里不再进行赘述。

[0227] 在一些可行的实施方式中,位置确定模块11可以包括:请求发送单元111,导航星历接收单元112,发射时间确定单元113,卫星位置确定单元114;

[0228] 请求发送单元111,用于向卫星定位基站服务器发送星历获取请求,以使卫星定位基站服务器根据星历获取请求,在卫星星历数据库中获取卫星导航星历;

[0229] 导航星历接收单元112,用于接收卫星定位基站服务器返回的卫星导航星历;卫星导航星历以二进制流的形式进行传输。

[0230] 发射时间确定单元113,用于获取移动终端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;

[0231] 卫星位置确定单元114,用于根据发射时间以及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。

[0232] 其中,请求发送单元111,导航星历接收单元112,发射时间确定单元113,卫星位置确定单元114的具体功能实现方式可以参见上述图3所对应实施例中的步骤S101,这里不再进行赘述。

[0233] 在一些可行的实施方式中,观测值获取模块12可以包括:距离估计值确定单元121,目标观测值确定单元122;

[0234] 距离估计值确定单元121,用于根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,确定移动终端与卫星之间的距离估计值;

[0235] 目标观测值确定单元122,用于根据距离估计值和初始伪距观测值之间的残差值,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值。

[0236] 其中,距离估计值确定单元121,目标观测值确定单元122的具体功能实现方式可以参见上述图3所对应实施例中的步骤S102,这里不再进行赘述。

[0237] 在一些可行的实施方式中,卫星的数量为 $N$ 个, $N$ 个卫星属于 $G$ 个卫星系统,每个卫星均对应一个距离估计值和一个初始伪距观测值, $N$ 和 $G$ 均为正整数;

[0238] 目标观测值确定单元122可以包括:卫星分组子单元1221,排序子单元1222,序列更新子单元1223,掩码数组更新子单元1224,筛选子单元1225;

[0239] 卫星分组子单元1221,用于获取 $N$ 个卫星分别对应的残差值,根据 $G$ 个卫星系统,对 $N$ 个卫星分别对应的残差值进行分组,得到 $G$ 个第一序列;一个卫星对应的残差值是由该卫星对应的距离估计值和初始伪距观测值所确定的;

[0240] 排序子单元1222,用于获取 $G$ 个第一序列中的第 $l$ 个第一序列,对第 $l$ 个第一序列中所包含的残差值进行排序,将排序后的第 $l$ 个第一序列确定为第二序列,获取第二序列对应的初始掩码数组; $l$ 为小于 $G$ 的正整数;

[0241] 序列更新子单元1223,用于根据第二序列对应的中位数与第二序列中所包含的残差值,对第二序列进行更新,得到第三序列;

[0242] 序列更新子单元1223,还用于根据第三序列对应的下四分位数,以及第三序列对应的上四分位数,对第三序列进行更新,得到第四序列;

[0243] 掩码数组更新子单元1224,用于根据第二序列对应的下四分位数、第二序列对应的上四分位数以及第四序列对应的中位数,对初始掩码数组进行更新,得到目标掩码数组;

[0244] 筛选子单元1225,用于根据目标掩码数组中的非零元素,对第二序列中的残差值所对应的初始伪距观测值进行筛选,得到第二序列对应的目标伪距观测值。

[0245] 其中,序列更新子单元1223具体用于:

[0246] 根据第三序列对应的下四分位数和上四分位数,确定第三序列中所包含的元素数值的有效取值范围;

[0247] 将第三序列中处于有效取值范围的元素数值,确定为第四序列。

[0248] 其中,卫星分组子单元1221,排序子单元1222,序列更新子单元1223,掩码数组更新子单元1224,筛选子单元1225的具体功能实现方式可以参见上述图7所对应实施例中的步骤S204,这里不再进行赘述。

[0249] 在一些可行的实施方式中,目标伪距观测值的数量为 $u$ 个, $u$ 个目标伪距观测值是指移动终端分别与 $G$ 个卫星系统中的 $u$ 个卫星之间的距离观测值, $u$ 和 $G$ 均为正整数;

[0250] 观测矩阵构建模块13可以包括:观测值分组单元131,参考卫星确定单元132,观测差值确定单元133,估计差值确定单元134,观测方程构建单元135;

[0251] 观测值分组单元131,用于根据 $G$ 个卫星系统,对 $u$ 个目标伪距观测值进行分组,得到 $G$ 个观测值数组;

[0252] 参考卫星确定单元132,用于获取 $u$ 个卫星分别对应的载噪比,根据载噪比确定 $G$ 个观测值数组分别对应的参考卫星,将参考卫星对应的目标伪距观测值确定为参考伪距观测

值;参考卫星是指每个观测值数组所对应的卫星中具有最大载噪比的卫星;

[0253] 观测差值确定单元133,用于将 $u$ 个卫星中除参考卫星之外的卫星确定为非参考卫星,根据参考伪距观测值与非参考卫星对应的目标伪距观测值,确定 $G$ 个观测值数组关联的距离观测差值;一个距离观测差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的观测距离;

[0254] 估计差值确定单元134,用于根据终端位置、光速值、非参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,以及参考卫星对应的卫星位置和卫星钟差,确定 $G$ 个观测值数组关联的距离估计差值;一个距离估计差值用于表征一个观测值数组中的一个非参考卫星,与该观测值数组对应的参考卫星之间的估计距离;

[0255] 观测方程构建单元135,用于根据距离观测差值和距离估计差值,构建 $G$ 个观测值数组分别对应的伪距观测方程,将 $G$ 个观测值数组分别对应的伪距观测方程组合为伪距观测矩阵。

[0256] 其中,观测值分组单元131,参考卫星确定单元132,观测差值确定单元133,估计差值确定单元134,观测方程构建单元135的具体功能实现方式可以参见上述图7所对应实施例中的步骤S205,这里不再进行赘述。

[0257] 在一些可行的实施方式中,评估模块14可以包括:观测值误差获取单元142,观测权阵构建单元143,协方差矩阵确定单元144,单位权中误差确定单元145,精度指标确定单元146;

[0258] 观测值误差获取单元142,用于若卫星数量 $u$ 大于数量阈值,则获取 $u$ 个卫星分别对应的伪距观测值误差;

[0259] 观测权阵构建单元143,用于根据 $G$ 个观测值数组关联的非参考卫星的伪距观测值误差,以及 $G$ 个观测值数组关联的参考卫星的伪距观测值误差,生成观测值误差矩阵,获取观测值误差矩阵中的对角元素构建观测权阵;

[0260] 协方差矩阵确定单元144,用于获取伪距观测矩阵针对终端位置的微分矩阵,根据观测权阵和微分矩阵,确定移动终端对应的位置协方差矩阵;

[0261] 单位权中误差确定单元145,用于根据观测权阵、距离观测差值所组成的矩阵以及卫星数量 $u$ ,确定 $u$ 个卫星对应的单位权中误差;

[0262] 精度指标确定单元146,用于根据位置协方差矩阵和单位权中误差,确定终端位置对应的位置精度指标。

[0263] 其中,观测值误差获取单元142,观测权阵构建单元143,协方差矩阵确定单元144,单位权中误差确定单元145,精度指标确定单元146的具体功能实现方式可以上述图7所对应实施例中的步骤S206,这里不再进行赘述。

[0264] 在一些可行的实施方式中,位置精度指标包括终端水平定位精度和终端高程定位精度;

[0265] 精度指标确定单元146可以包括:评估数值获取子单元1461,水平定位精度确定子单元1462,高程定位精度确定子单元1463;

[0266] 评估数值获取子单元1461,用于根据位置协方差矩阵,确定移动终端对应的过渡评估矩阵,获取过渡评估矩阵对应的第一水平评估数值、第二水平评估数值以及高程评估数值;

[0267] 水平定位精度确定子单元1462,用于根据第一水平评估数值与第二水平评估数值之和的平方根,以及单位权中误差,确定终端位置对应的终端水平定位精度;

[0268] 高程定位精度确定子单元1463,用于根据高程评估数值的平方根与单位权中误差,确定终端位置对应的终端高程定位精度。

[0269] 其中,评估数值获取子单元1461,水平定位精度确定子单元1462,高程定位精度确定子单元1463的具体功能实现方式可以参见上述图7所对应实施例中的步骤S405-步骤S406,这里不再进行赘述。

[0270] 在一些可行的实施方式中,该终端定位精度评估装置1还可以包括:卫星数量 $u$ 判断模块15,正确结果确定模块16,错误结果确定模块17;

[0271] 卫星数量 $u$ 判断模块15,用于若卫星数量 $u$ 小于数量阈值,则根据距离观测差值对终端位置进行评估;

[0272] 正确结果确定模块16,用于当距离观测差值小于或等于误差阈值时,确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位正确结果;

[0273] 错误结果确定模块17,用于当距离观测差值大于误差阈值时,确定终端位置对应的位置精度评估结果为定位错误结果。

[0274] 其中,卫星数量 $u$ 判断模块15,正确结果确定模块16,错误结果确定模块17的具体功能实现方式可以参见上述图7所对应实施例中的步骤S206,这里不再进行赘述。

[0275] 在一些可行的实施方式中,终端定位精度评估装置1还可以包括:差值序列构建模块18,评估结果获取模块19;

[0276] 差值序列构建模块18,用于若卫星数量 $u$ 等于数量阈值,且伪距观测矩阵中的伪距观测方程所对应的卫星属于相同卫星系统,则根据距离观测差值构建差值序列;

[0277] 评估结果获取模块19,用于获取差值序列对应的方均根,根据方均根对终端位置进行评估,得到终端位置对应的位置精度评估结果。

[0278] 其中,差值序列构建模块18,评估结果获取模块19的具体功能实现方式可以参见上述图7所对应实施例中的步骤S206,这里不再进行赘述。

[0279] 在一些可行的实施方式中,终端定位精度评估装置1还可以包括:评估结果确定模块19,功能服务提供模块20,终端位置修正模块21;

[0280] 评估结果确定模块19,还用于根据位置精度指标确定终端位置对应的位置精度评估结果;

[0281] 功能服务提供模块20,用于若位置精度评估结果为定位正确结果,则根据终端位置为移动终端提供应用功能服务;

[0282] 终端位置修正模块21,用于若位置精度评估结果为定位错误结果,则根据无线局域网络和移动终端中的传感器,对终端位置进行修正。

[0283] 其中,评估结果确定模块19,功能服务提供模块20,终端位置修正模块21的具体功能实现方式可以参见上述图3所对应实施例中的步骤S104,这里不再进行赘述。

[0284] 本申请实施例中,移动终端可以通过卫星导航星历和初始伪距观测值计算得到卫星位置和卫星钟差,剔除初始伪距观测值中的观测值粗差得到目标伪距观测值,进而可以根据目标伪距观测值和终端位置构建伪距观测矩阵,基于该伪距观测矩阵可以得到终端位置对应的位置精度指标,该位置精度指标的数值大小可以用于准确评估移动终端的定位质



量,进而可以提高移动终端的位置评估准确性;根据位置精度指标,结合无线局域网络和传感器对移动终端进行融合定位,并基于定位位置为移动终端提供应用功能服务,可以增强应用功能服务的推荐准确性;基于卫星伪距观测距离,实现对移动终端的定位精度评估过程,计算过程简单,可以提高移动终端的定位精度评估效率;本申请实施例提供的方法可以适用于智能手机、车机导航系统等场景中,适用性高。

[0285] 请参见图11,图11是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。如图11所示,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。可选的,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。可选的,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。如图11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。

[0286] 在如图11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:

[0287] 获取卫星导航星历,获取移动终端与卫星之间的初始伪距观测值,根据初始伪距观测值和卫星导航星历,确定卫星对应的卫星位置和卫星钟差;该卫星导航星历包括用于确定卫星位置的参数列表;

[0288] 获取移动终端对应的终端位置和终端钟差,根据卫星位置、卫星钟差、终端位置以及终端钟差,对初始伪距观测值进行筛选,得到目标伪距观测值;

[0289] 根据目标伪距观测值和终端位置,构建移动终端与卫星之间的伪距观测矩阵;

[0290] 根据伪距观测矩阵对终端位置进行评估,确定终端位置对应的位置精度指标;该位置精度指标用于表征移动终端的定位精度。

[0291] 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7-图9任一个所对应实施例中对终端定位精度评估方法的描述,也可执行前文图10所对应实施例中对终端定位精度评估装置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,也不再赘述。

[0292] 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精度评估装置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7-图9任一个所对应实施例中对终端定位精度评估方法的描述,因此,这里将不再赘述。另外,对采用相同方法的有益效果描述,也不再赘述。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。

[0293] 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7-图9任一个所对应实施例中对终端定位精度评估方法的描述,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。

[0294] 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。

[0295] 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。

[0296] 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。

[0297] 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取存储介质中,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。

[0298] 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。

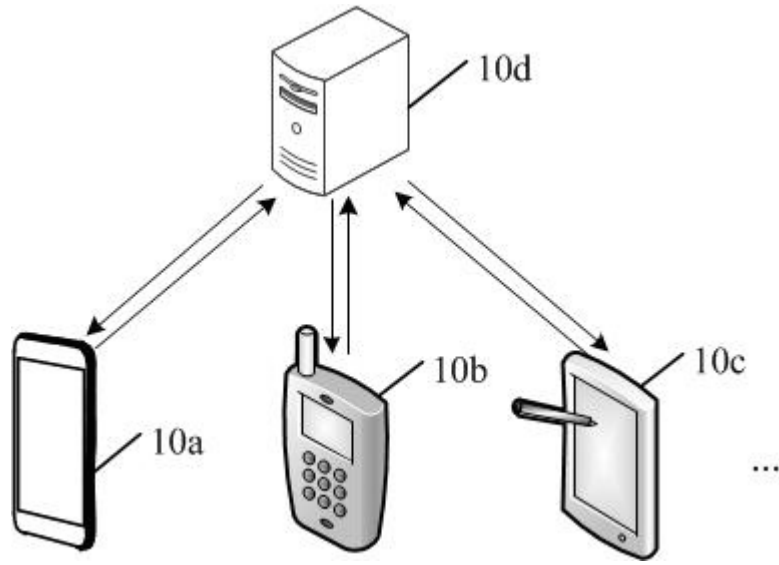


图1

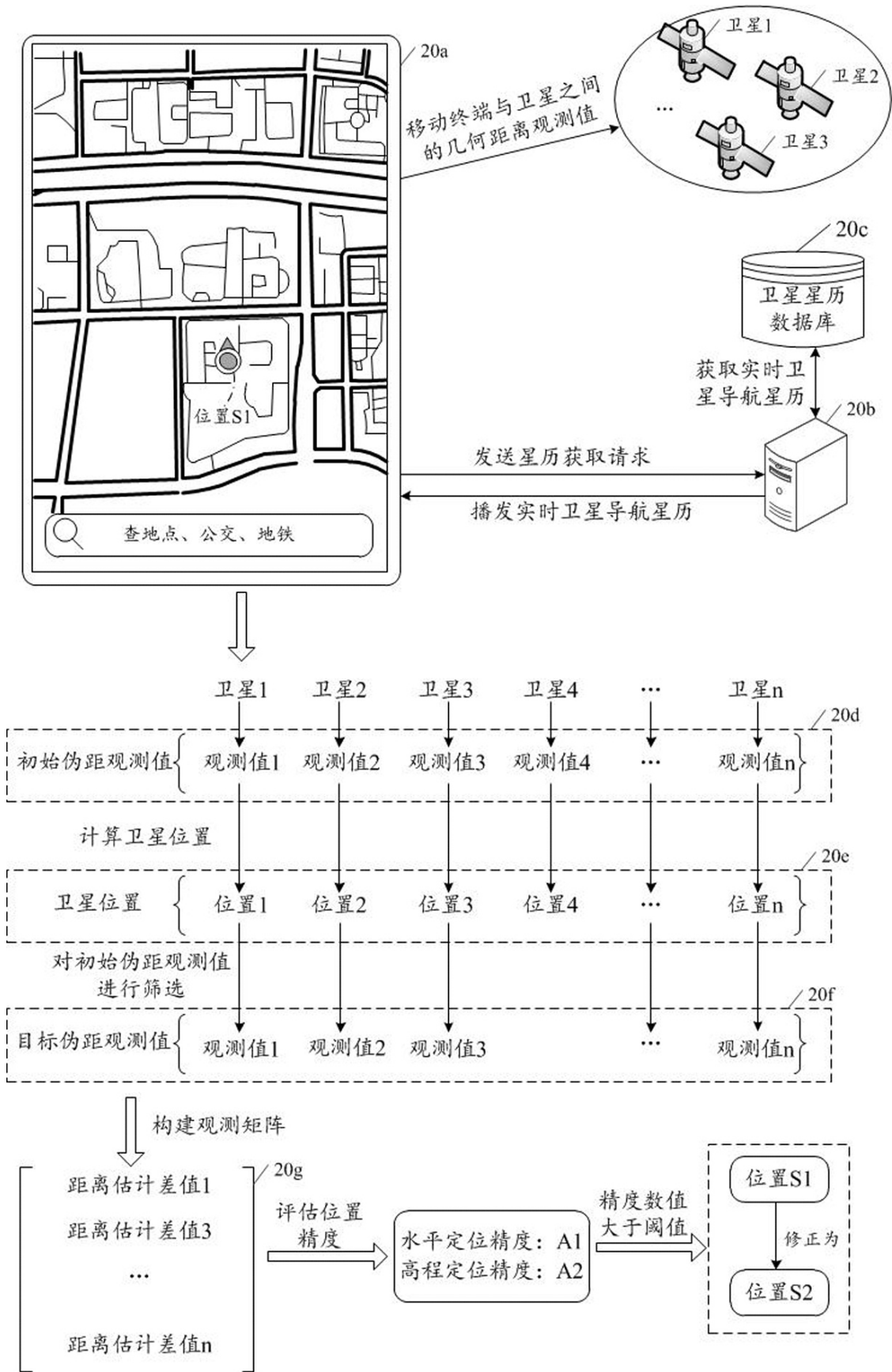


图2

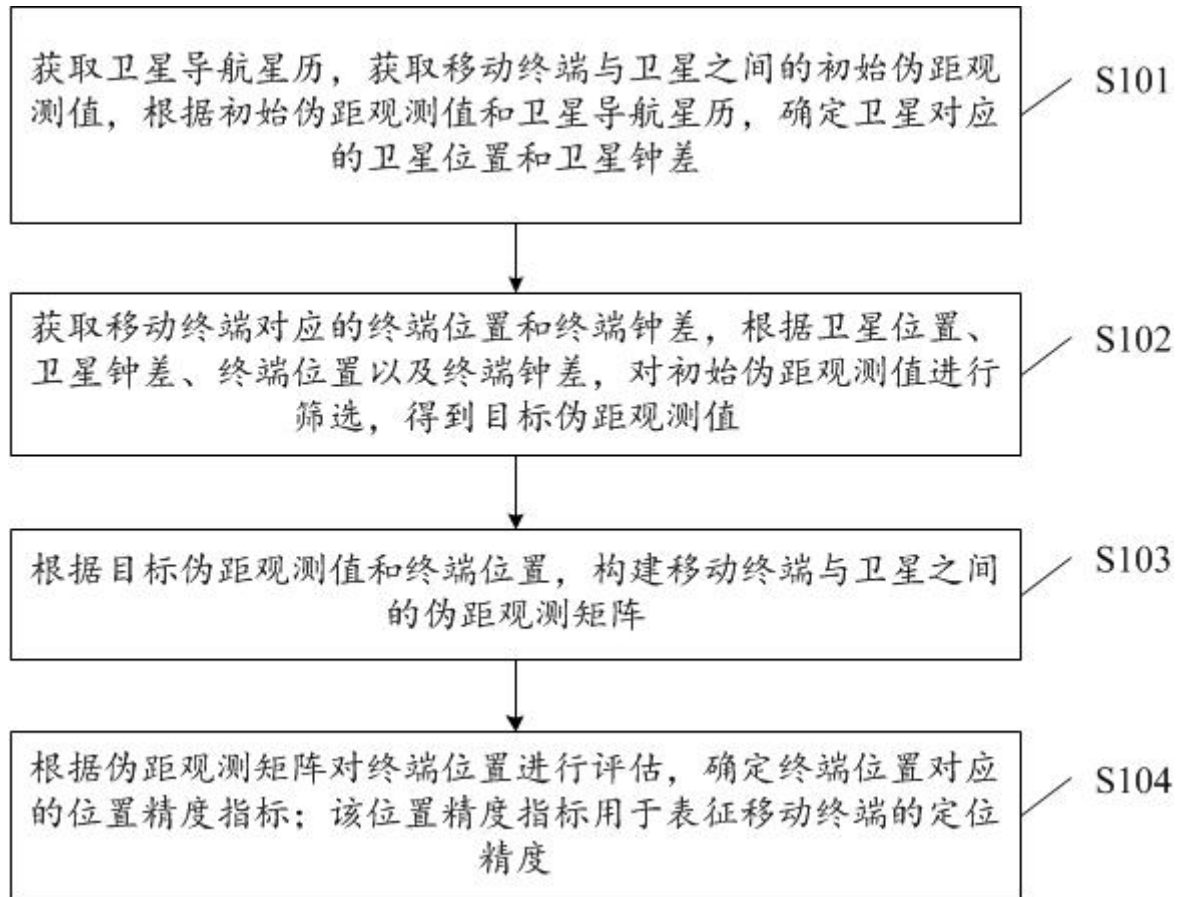


图3

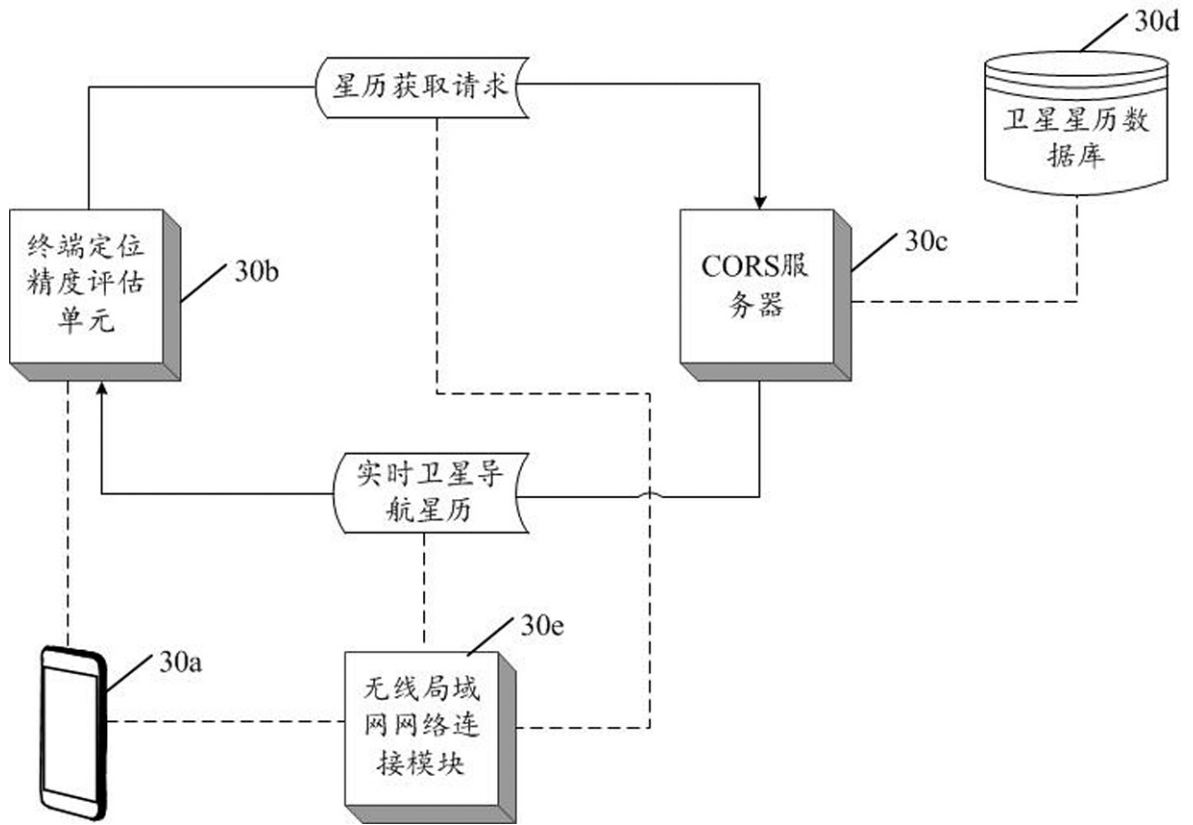


图4

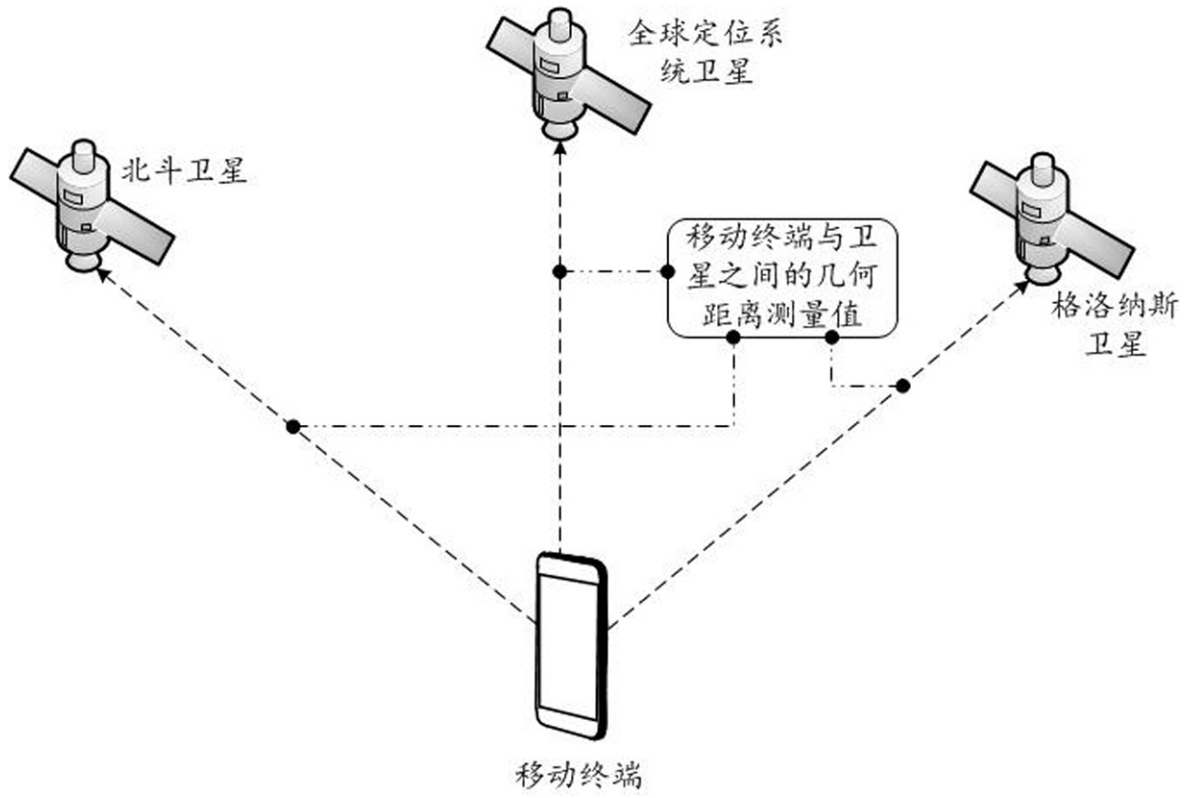


图5

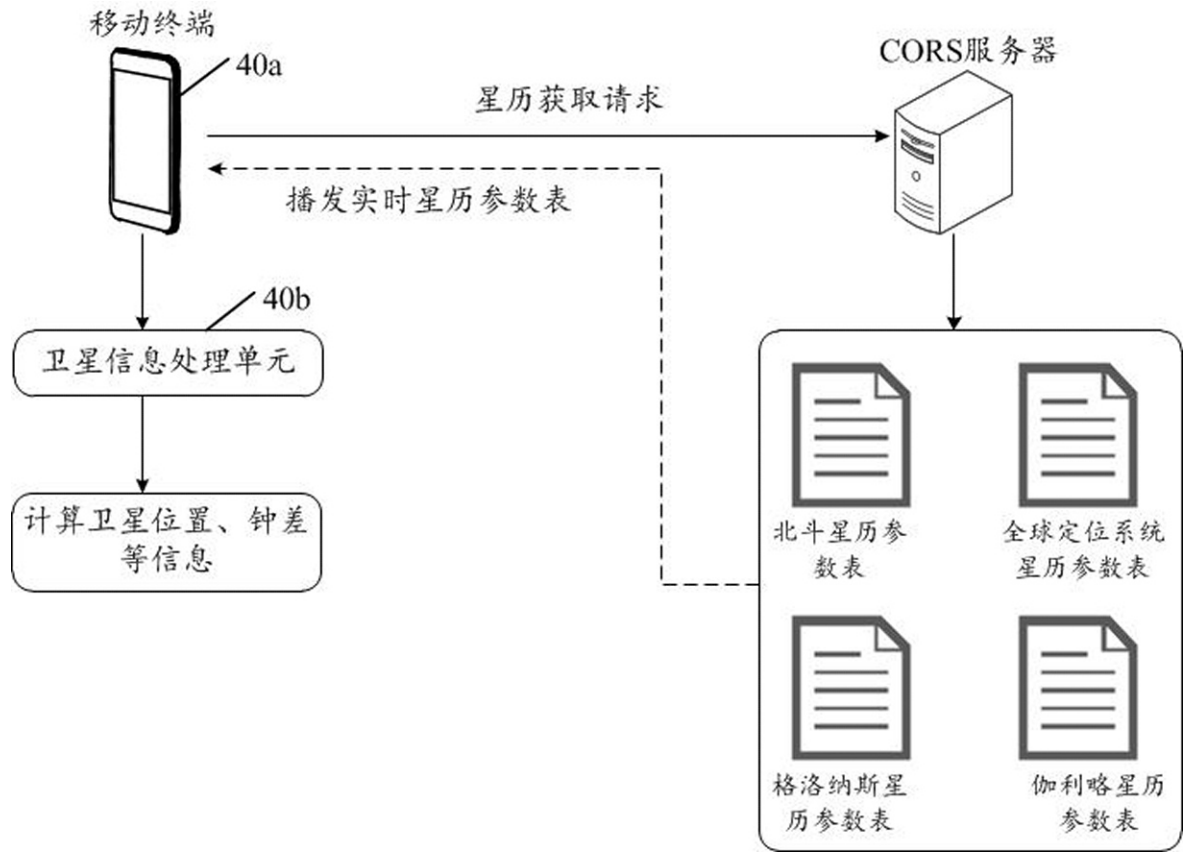


图6



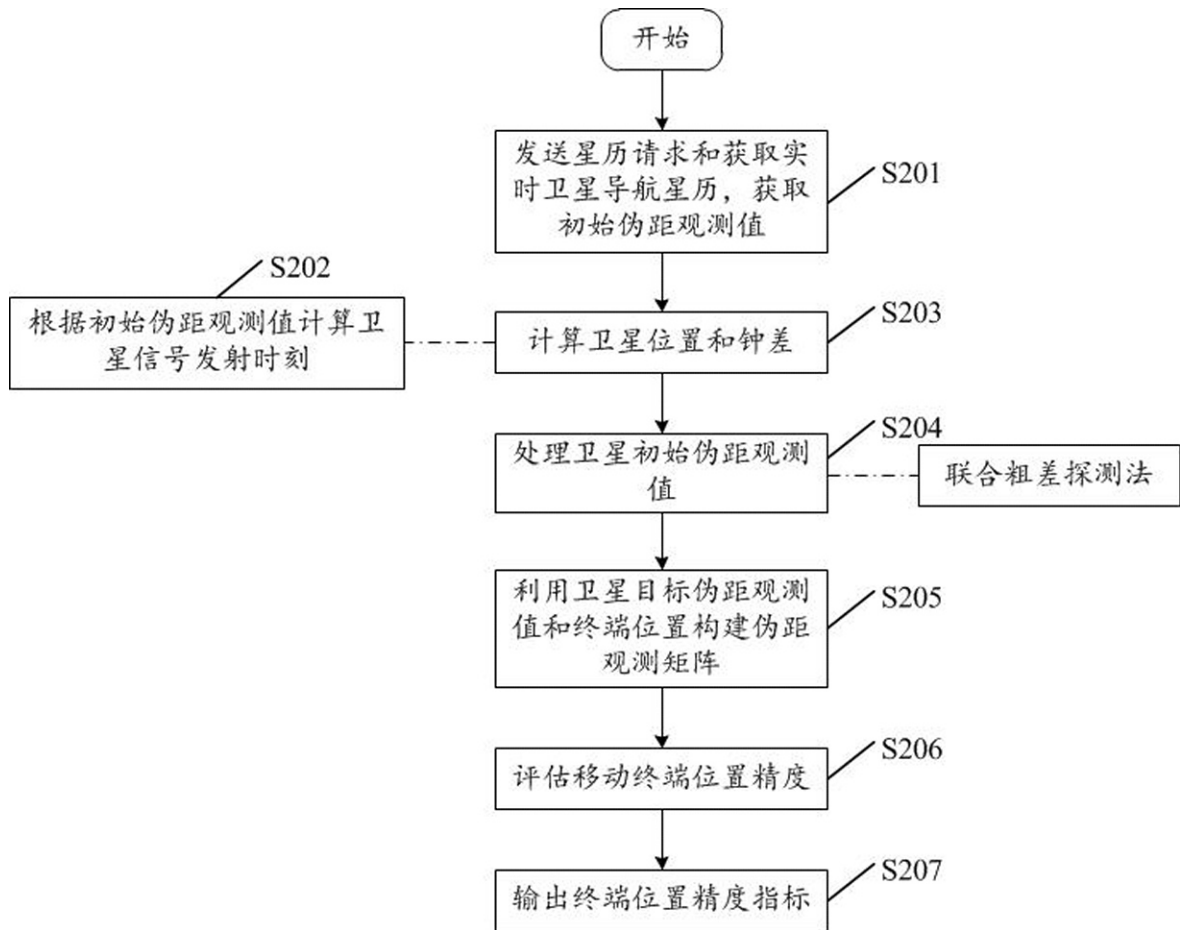


图7

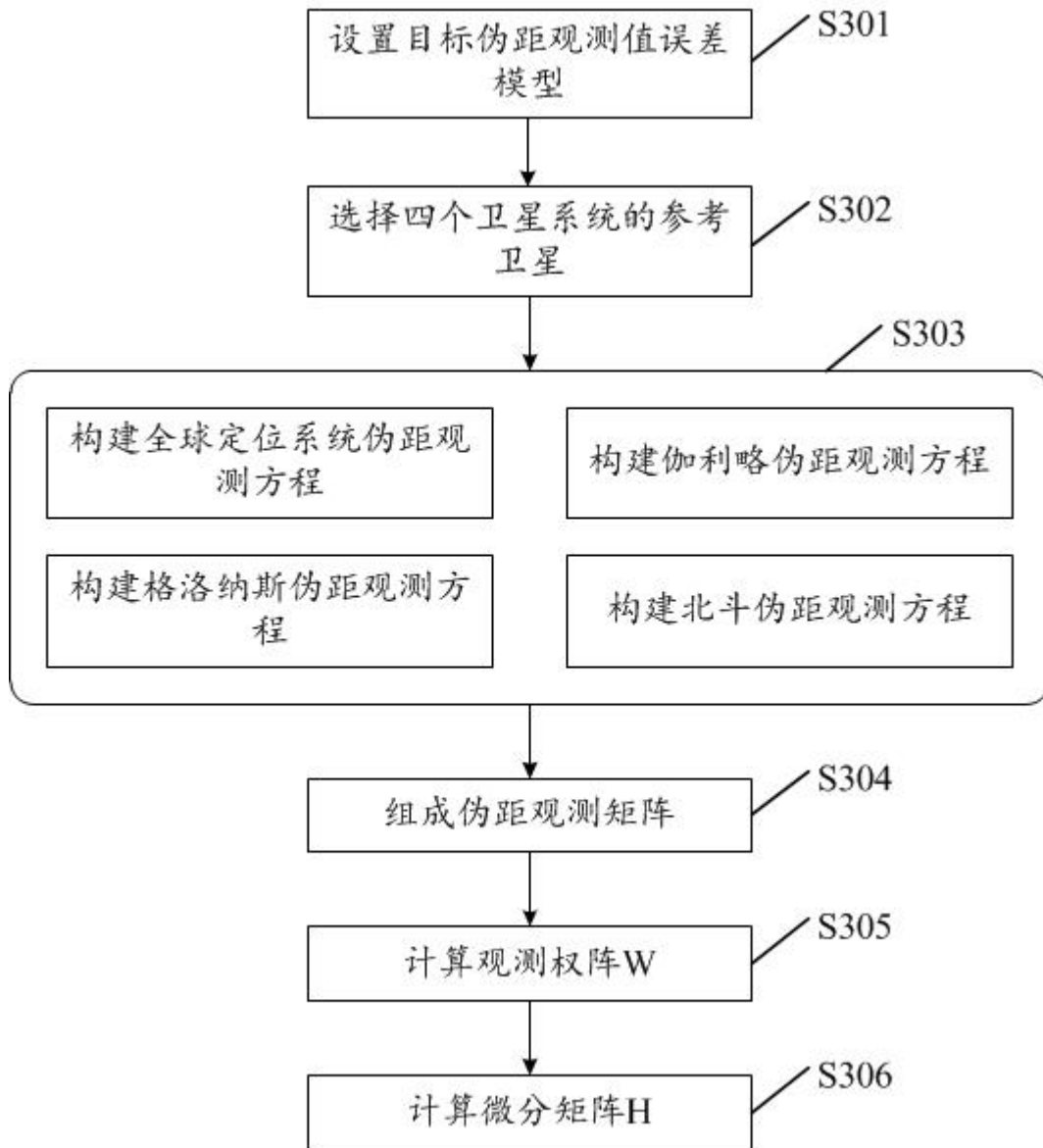


图8

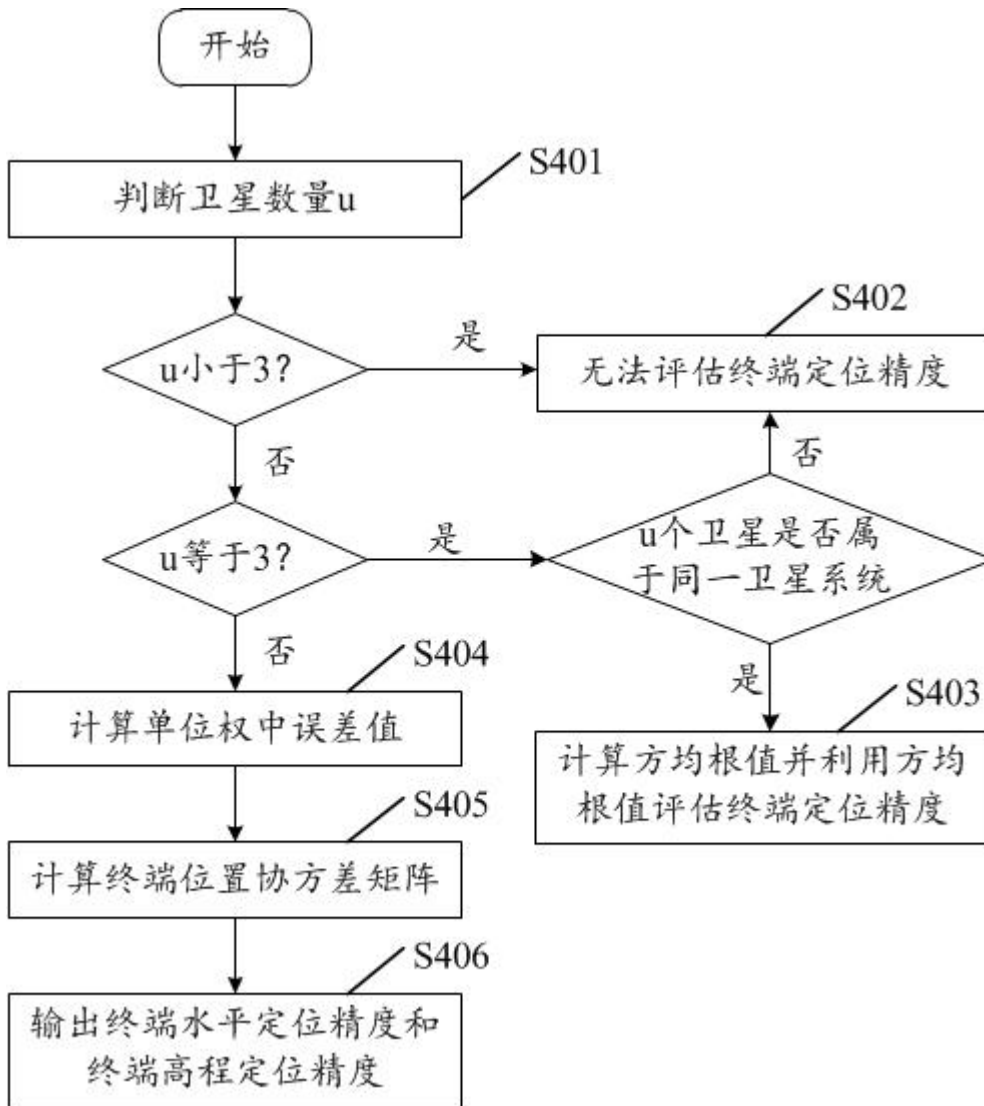


图9

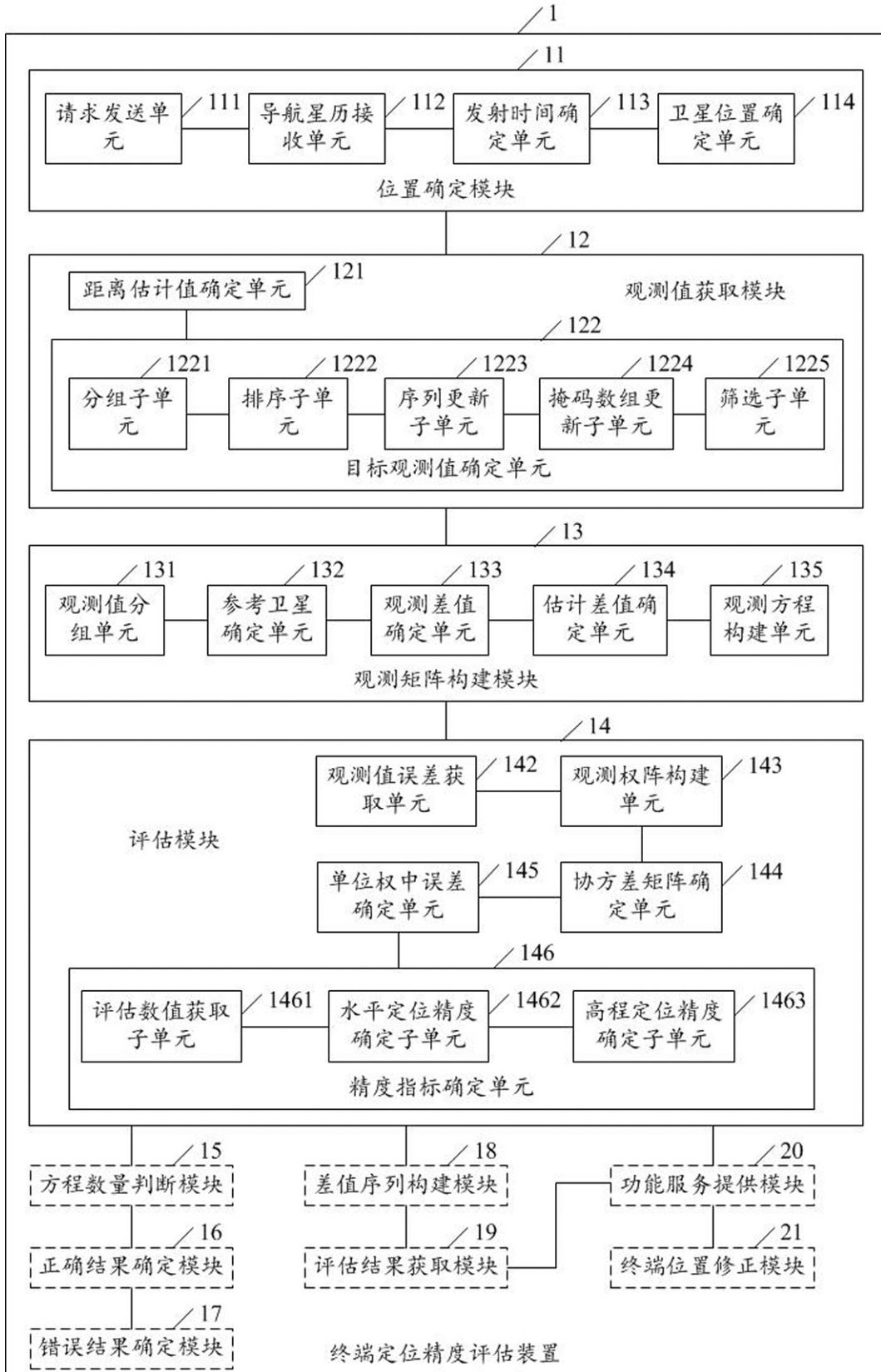


图10

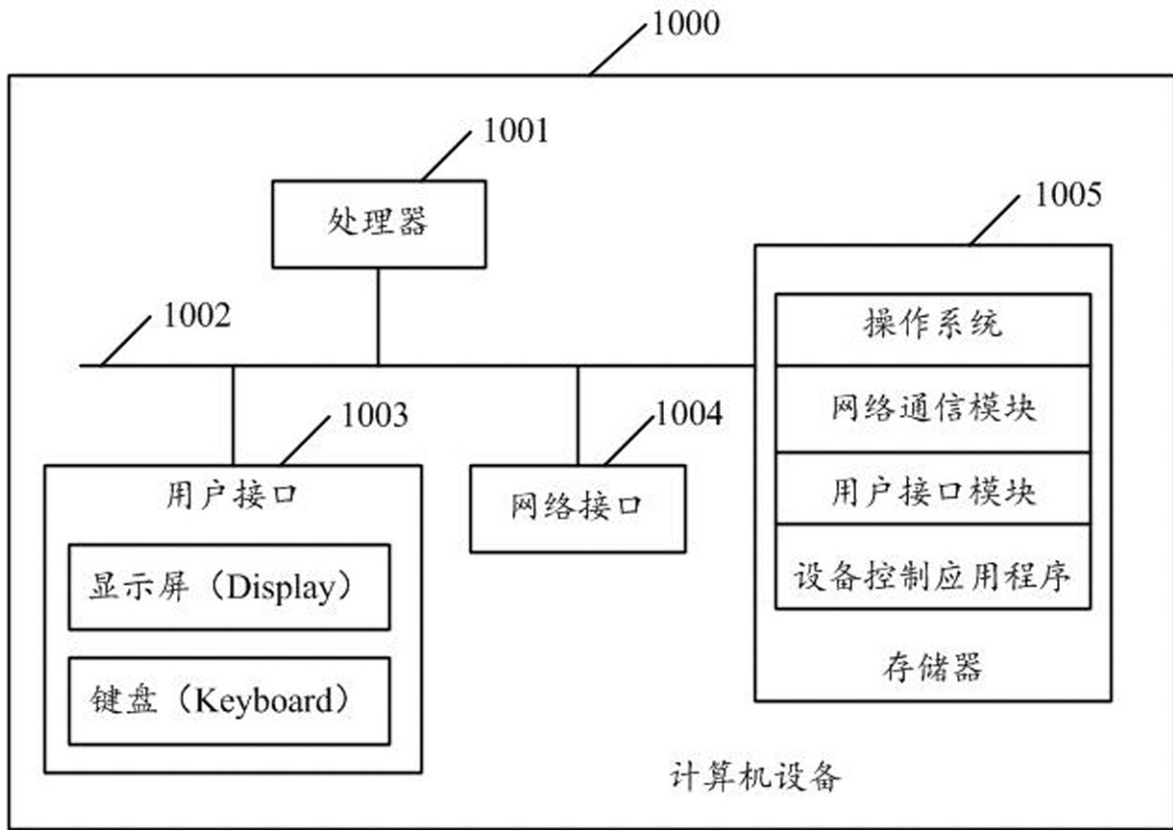


图11