



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110058271 B

(45) 授权公告日 2023. 05. 05

(21) 申请号 201910355384.1

G01S 19/30 (2010.01)

(22) 申请日 2019.04.29

审查员 张翼

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110058271 A

(43) 申请公布日 2019.07.26

(73) 专利权人 广东工业大学

地址 510060 广东省广州市越秀区东风东  
路729号大院

(72) 发明人 曹邦柱 周郭许 陈志妙

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

专利代理师 罗满

(51) Int. Cl.

G01S 19/24 (2010.01)

G01S 19/29 (2010.01)

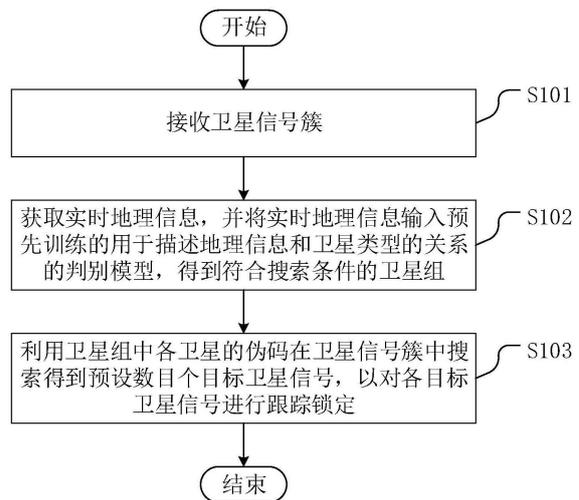
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种卫星信号的捕获跟踪方法、装置及卫星  
信号接收机

(57) 摘要

本发明公开了一种卫星信号的捕获跟踪方法、装置、卫星信号接收机及可读存储介质,由于在冷启动时,卫星信号接收机无法获得先验信息,但是易于获取如实时公历时间等实时地理信息,在接收到包括多个卫星信号的卫星信号簇后,获取实时地理信息,并将实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组,缩小了进行比对搜索的卫星的范围,而后利用卫星组中各卫星的伪码在各卫星信号中搜索得到预设数目个目标卫星信号,最后对各目标卫星信号进行跟踪锁定,由于无需在全体卫星中进行搜索,大大减少了对卫星信号的捕获跟踪的信号处理的时间,可以有效解决卫星信号接收机冷启动耗时较长的问题。



1. 一种卫星信号的捕获跟踪方法,其特征在于,基于卫星信号接收机,包括:
  - 接收卫星信号簇;
  - 获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组;
  - 利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定;
  - 其中,所述卫星信号簇包括多个卫星信号;所述实时地理信息包括实时公历时间、地球相对于太阳和月球的位置、地球当前时间的扁率、所述卫星信号接收机目前所在的经纬度、所述卫星信号接收机所在位置的引力大小以及太阳活动信息;
  - 所述利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定,具体包括:
    - 获取所述卫星组中的一个所述卫星的伪码;
    - 将所述伪码与所述卫星信号簇进行相关积分运算,得到相关积分值;
    - 判断所述相关积分值是否达到预设值;
    - 如果是,则确定所述卫星信号簇中包含所述卫星的信号,所述伪码为一个所述目标卫星信号的伪码,调整本振信号的对应载波频率和码相位,以对所所述目标卫星信号进行剥离后进行跟踪锁定;
    - 如果否,则确定所述卫星信号簇中不包含所述卫星的信号;
    - 判断得到的目标卫星信号的数量是否达到所述预设数目;
    - 如果达到,则结束;
    - 如果未达到,则获取所述卫星组中下一个所述卫星的伪码,并返回所述将所述伪码与所述卫星信号簇进行相关积分运算的步骤;
  - 所述对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定,具体为:
    - 通过载波频率反馈环和伪码相位反馈环进行频移和相移,直至环路上的混频结果为0,对整个所述环路进行保持以实现对所所述目标卫星信号的跟踪锁定。
2. 根据权利要求1所述的捕获跟踪方法,其特征在于,在所述利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定之前,还包括:
  - 对所所述卫星信号簇进行预处理以消除噪声。
3. 根据权利要求2所述的捕获跟踪方法,其特征在于,所述预处理具体为包括带通滤波、信号混频、高频滤波和功率放大处理。
4. 根据权利要求1所述的捕获跟踪方法,其特征在于,在所述获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组之前,还包括:
  - 向通信范围内的相邻卫星信号接收机发送获取先验信息的请求;
  - 判断是否获得所述先验信息;
  - 如果是,则根据先验信息实现对各所述目标卫星信号的捕获与跟踪;
  - 如果否,则进入所述获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组的步骤。

5. 一种卫星信号的捕获跟踪装置,其特征在于,包括:

接收单元,用于接收卫星信号簇;

搜索单元,用于获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组;

捕获跟踪单元,用于利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定;

其中,所述卫星信号簇包括多个卫星信号;所述实时地理信息包括实时公历时间、地球相对于太阳和月球的位置、地球当前时间的扁率、所述卫星信号接收机目前所在的经纬度、所述卫星信号接收机所在位置的引力大小以及太阳活动信息中的至少一个;

所述利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定,具体包括:

获取所述卫星组中的一个所述卫星的伪码;

将所述伪码与所述卫星信号簇进行相关积分运算,得到相关积分值;

判断所述相关积分值是否达到预设值;

如果是,则确定所述卫星信号簇中包含所述卫星的信号,所述伪码为一个所述目标卫星信号的伪码,调整本振信号的对应载波频率和码相位,以对所所述目标卫星信号进行剥离后进行跟踪锁定;

如果否,则确定所述卫星信号簇中不包含所述卫星的信号;

判断得到的目标卫星信号的数量是否达到所述预设数目;

如果达到,则结束;

如果未达到,则获取所述卫星组中下一个所述卫星的伪码,并返回所述将所述伪码与所述卫星信号簇进行相关积分运算的步骤;

所述对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定,具体为:

通过载波频率反馈环和伪码相位反馈环进行频移和相移,直至环路上的混频结果为0,对整个所述环路进行保持以实现对所所述目标卫星信号的跟踪锁定。

6. 一种卫星信号接收机,其特征在于,包括:

存储器,用于存储指令,所述指令包括权利要求1至4任意一项所述卫星信号的捕获跟踪方法的步骤;

处理器,用于执行所述指令。

7. 一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至4任意一项所述卫星信号的捕获跟踪方法的步骤。

## 一种卫星信号的捕获跟踪方法、装置及卫星信号接收机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理技术领域,特别是涉及一种卫星信号的捕获跟踪方法、装置、卫星信号接收机及可读存储介质。

### 背景技术

[0002] 卫星信号接收机是进行卫星定位、卫星导航、实时测速、实时授时的最基本的装置。继美国全球定位系统(GPS)、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统(GLONASS)、欧洲伽利略卫星导航系统(Galileo satellite navigation system)之后,我国也建立了北斗导航卫星系统,人造卫星与我们的生活息息相关。人造卫星通过发射调制有相关测距码和导航电文的卫星信号,地球上的卫星信号接收机通过对卫星信号的接收处理,从中调解出卫星的信号,利用这些信号完成相应的服务。

[0003] 传统的卫星信号接收机是通过将相应的射频信号下变频为中频信号,然后通过搜索三维的信号,不断地通过对比调整,利用反馈来进行载波、伪码的解调,当解调完成之后,完成信号的捕获。捕获到卫星信号之后,利用先前的已经解调出来的信号进行对卫星信号的锁定,并且跟踪上相应的卫星信号,实现卫星信号的信息处理。

[0004] 卫星信号接收机在接收到卫星信号之后,一般需要耗费一定的时间来进行相应的信号处理,整个处理过程如果没有任何先验信息,那么就只能执行最复杂的三维搜索(包括伪码域,时域,频域),所搜索的整个过程是选取系统中全体卫星逐步的步长和搜索范围来进行逐个比对,这种没有任何先验经验的启动方式也叫作冷启动。这样的启动方式从接收到卫星信号到信号解算完成至少需要60s,这对于高动态、即时性需求的用户是不能忍受的。

[0005] 因此,如何提高卫星信号接收机在冷启动时的卫星信号捕获跟踪速度,是本领域技术人员需要解决的技术问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种卫星信号的捕获跟踪方法、装置、卫星信号接收机及可读存储介质,用于提高卫星信号接收机在冷启动时的卫星信号捕获跟踪速度。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供一种卫星信号的捕获跟踪方法,基于卫星信号接收机,包括:

[0008] 接收卫星信号簇;

[0009] 获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组;

[0010] 利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定;

[0011] 其中,所述卫星信号簇包括多个卫星信号。

[0012] 可选的,在所述利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预

设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定之前,还包括:

[0013] 对所述卫星信号簇进行预处理以消除噪声。

[0014] 可选的,所述预处理具体为包括带通滤波、信号混频、高频滤波和功率放大处理。

[0015] 可选的,所述利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定,具体包括:

[0016] 获取所述卫星组中的一个所述卫星的伪码;

[0017] 将所述伪码与所述卫星信号簇进行相关积分运算,得到相关积分值;

[0018] 判断所述相关积分值是否达到预设值;

[0019] 如果是,则确定所述卫星信号簇中包含所述卫星的信号,所述伪码为一个所述目标卫星信号的伪码,调整本振信号的对应载波频率和码相位,以对所所述目标卫星信号进行剥离后进行跟踪锁定;

[0020] 如果否,则确定所述卫星信号簇中不包含所述卫星的信号;

[0021] 判断得到的目标卫星信号的数量是否达到所述预设数目;

[0022] 如果达到,则结束;

[0023] 如果未达到,则获取所述卫星组中下一个所述卫星的伪码,并返回所述将所述伪码与所述卫星信号簇进行相关积分运算的步骤。

[0024] 可选的,所述对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定,具体为:

[0025] 通过载波频率反馈环和伪码相位反馈环进行频移和相移,直至环路上的混频结果为0,对整个所述环路进行保持以实现对所所述目标卫星信号的跟踪锁定。

[0026] 可选的,在所述获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组之前,还包括:

[0027] 向通信范围内的相邻卫星信号接收机发送获取先验信息的请求;

[0028] 判断是否获得所述先验信息;

[0029] 如果是,则根据先验信息实现对各所述目标卫星信号的捕获与跟踪;

[0030] 如果否,则进入所述获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组的步骤。

[0031] 可选的,所述地理信息具体包括实时公历时间、地球相对于太阳和月球的位置、地球当前时间的扁率、所述卫星信号接收机目前所在的经纬度、所述卫星信号接收机所在位置的引力大小以及太阳活动信息中的至少一个。

[0032] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种卫星信号的捕获跟踪装置,包括:

[0033] 接收单元,用于接收卫星信号簇;

[0034] 搜索单元,用于获取实时地理信息,并将所述实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组;

[0035] 捕获跟踪单元,用于利用所述卫星组中各卫星的伪码在所述卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各所述目标卫星信号进行跟踪锁定;

[0036] 其中,所述卫星信号簇包括多个卫星信号。

[0037] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种卫星信号接收机,包括:

[0038] 存储器,用于存储指令,所述指令包括上述任意一项所述卫星信号的捕获跟踪方法的步骤;

[0039] 处理器,用于执行所述指令。

[0040] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述任意一项所述卫星信号的捕获跟踪方法的步骤。

[0041] 本发明所提供的卫星信号的捕获跟踪方法,基于卫星信号接收机,由于在冷启动时,卫星信号接收机无法获得先验信息,但是易于获取如实时公历时间等实时地理信息,在接收到包括多个卫星信号的卫星信号簇后,获取实时地理信息,并将实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组,缩小了进行比对搜索的卫星的范围,而后利用卫星组中各卫星的伪码在各卫星信号中搜索得到预设数目个目标卫星信号,最后对各目标卫星信号进行跟踪锁定,由于无需在全体卫星中进行搜索,大大减少了对卫星信号的捕获跟踪的信号处理的时间,可以有效解决卫星信号接收机冷启动耗时较长的问题。本发明还提供一种卫星信号的捕获跟踪装置、卫星信号接收机及可读存储介质,具有上述有益效果,在此不再赘述。

## 附图说明

[0042] 为了更清楚的说明本发明实施例或现有技术的技术方案,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的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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。

[0043] 图1为本发明实施例提供一种卫星信号的捕获跟踪方法的流程图;

[0044] 图2为本发明实施例提供一种卫星信号捕获控制流程图;

[0045] 图3为本发明实施例提供一种图1中步骤S103的具体实施方式的流程图;

[0046] 图4为本发明实施例提供的另一种卫星信号的捕获跟踪方法的流程图;

[0047] 图5为本发明实施例提供一种卫星信号的捕获跟踪装置的结构示意图;

[0048] 图6为本发明实施例提供一种卫星信号接收机的结构示意图。

## 具体实施方式

[0049] 本发明的核心是提供一种卫星信号的捕获跟踪方法、装置、卫星信号接收机及可读存储介质,用于提高卫星信号接收机在冷启动时的卫星信号捕获跟踪速度。

[0050] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0051] 图1为本发明实施例提供一种卫星信号的捕获跟踪方法的流程图。

[0052] 如图1所示,基于卫星信号接收机,该卫星信号的捕获跟踪方法包括:

[0053] S101:接收卫星信号簇。

[0054] 其中,卫星信号簇包括多个卫星信号。

[0055] 卫星信号接收机接收到的信号并不是单个卫星的信号,而是卫星信号的信号簇,即通常会有多颗卫星的卫星信号一起送到了卫星信号接收机里面,这其中不但有卫星信

号,还存在很多其他的干扰噪声,一起组成了以1575.42Mhz为中心的一簇信号群。而对卫星信号的捕获就是在这个卫星信号簇中将目标卫星信号剥离出来。

[0056] 为了避免对后续的信号处理过程造成干扰,在执行从卫星信号簇剥离目标卫星信号的处理过程之前,可以先对卫星信号簇进行预处理以消除噪声。预处理的方式可以包括带通滤波、信号混频、高频滤波和功率放大处理。

[0057] 通过预处理后,卫星信号簇就变成了一簇以31.11Mhz为中心的信号簇,再通过对应的AD转换之后,就能开始用卫星信号接收机的自生伪码和自生载波进行捕获操作,这里还要说明的是,由于后面利用了伪码的特性进行了相关操作,所以只要和伪码不同的信号都将会被当成噪声在相关操作里面给剔除掉,所以这一簇信号中最终只有正在进行对比的一个单独的卫星信号会被保留下来。

[0058] S102:获取实时地理信息,并将实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组。

[0059] 对卫星信号簇进行搜索,即将其中的一个卫星信号与各卫星对应的伪码等信息进行比对,判断该卫星信号是哪颗卫星发出的。卫星信号接收机通常在初次使用、电池耗尽导致星历信息丢失、关机状态下将接收机移动1000公里以上距离等情况下进行冷启动,此时卫星信号接收器清空了所有历史信息并重启,尝试定位并锁定卫星,由于没有先验信息,卫星信号接收机采用类似轮询的方法从所有的卫星中锁定信号,这将比事先知道该搜索哪些卫星的信号要慢不少,从接收到卫星信号到成功捕获跟踪卫星信号至少需要60s的时间。

[0060] 为了加快卫星信号接收机冷启动的速度,需要获得卫星信号的先验信息如载波的多普勒频移估计、伪码的类型等,通过先验信息的获取,就能提高信号搜索的速度,从而达到快速捕获卫星信号。

[0061] 而卫星信号接收机在冷启动时虽然无法轻易地获得卫星先验信息,但却可以很容易地查到地理信息,如地理信息具体包括实时公历时间、地球相对于太阳和月球的位置、地球当前时间的扁率、卫星信号接收机目前所在的经纬度、卫星信号接收机所在位置的引力大小以及太阳活动信息等,这些地理信息通过上网查询等方式可以轻易获取。因此,通过用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,就可以通过易于获取的地理信息得知卫星信号接收机的可见范围内的卫星或适合进行信号捕获的卫星,即得到了符合搜索条件的卫星组,而接收到的卫星信号中极大可能包括这个卫星组中的卫星发出的信号,将这些符合搜索条件的卫星进行优先搜索,缩减了所需搜索的卫星数量,将极大提高卫星信号搜索的速度。

[0062] 在具体实施中,判别模型可以采用神经网络。可以选取神经网络为三层的全连接层,第一层的输入信息可以为实时公历时间、地球相对于太阳和月球的位置、地球当前时间的扁率、卫星信号接收机目前所在的经纬度、卫星信号接收机所在位置的引力大小以及太阳活动信息中的至少一个。实际上影响卫星运动轨迹的因素绝不仅仅只有这些,而由于其他因素的影响较小,可以暂时用一个符合标准正态分布的随机变量来进行模拟,或者在具有更高精度需求的情况下增加其他的因素作为输入量。

[0063] 神经网络的隐藏层可以使用100个神经元。针对GPS卫星导航系统,由于目前可用的民用GPS卫星的个数为36个,故可以采用40位输出来进行表示。神经元的激活函数可以采取sigmoid函数。如果考虑到整个神经网络的实用性,还可以采用交叉熵代价函数(可以加快

整个网络的迭代过程,同时一定程度上抑制过拟合)。神经网络的具体训练方法可以参考现有技术,在此不再赘述。

[0064] 在一种应用场合中,在获取了相应的40位输出之后,神经网络就可以产生的相应的36颗卫星里面目前时刻可能观察得到的8到12颗卫星的型号,分别与36颗卫星对应起来,即符合搜索条件的卫星组中包含这8到12颗卫星,优先搜索这些卫星,基本可以得到预设数目个目标卫星信号(如进行导航时需要4个卫星信号)。当然输出方式可能不止这一种,也可以采用其他方式(如与卫星唯一对应的伪码)来对这36颗卫星的型号进行输出。

[0065] 将符合搜索条件的卫星的伪码输入到信号处理环路中,优先搜索这些卫星的信号,并按照对比结果来进行相应的信号调解。这样就可以大幅度的减少对比时间。

[0066] 由于增加了一个判别模型的处理过程,因此在进行卫星信号接收机设计的时候需要考虑其内存问题以及相应的模型处理时间消耗,如果卫星信号接收机可以直接与上位机进行通信的话,那么训练好的判别模型可以直接放在上位机中,当开机之后直接通过网络获取判别模型就可以了,如果接收机自成一体机,那么就需要在把判别模型存储在卫星信号接收机的处理器中的ROM里面。一般训练好的判别模型进行前向传播需要的时间不会超过10ms(即使是在32位处理器中),所以只需要在ROM中单独开辟出来一部分用来存储判别模型即可。

[0067] S103:利用卫星组中各卫星的伪码在卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各目标卫星信号进行跟踪锁定。

[0068] 卫星的伪码是与卫星唯一对应的标识,对于卫星信号接收机来说,已知型号的卫星的伪码是可以获得的。将卫星组中各卫星的伪码与卫星信号簇中的信号进行对比,即可得知这些卫星信号是哪颗卫星发出的,从而完成了信号的捕获。

[0069] 捕获到卫星信号后,也就意味着得到了卫星信号的载波频率和伪码,接下来只需要通过载波频率反馈环和伪码相位反馈环进行频移和相移,直至环路上的混频结果为0,对整个环路进行保持不动,相当于信号就进入了跟踪锁定阶段。

[0070] 本发明实施例提供的卫星信号的捕获跟踪方法,基于卫星信号接收机,由于在冷启动时,卫星信号接收机无法获得先验信息,但是易于获取如实时公历时间等实时地理信息,在接收到包括多个卫星信号的卫星信号簇后,获取实时地理信息,并将实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组,缩小了进行比对搜索的卫星的范围,而后利用卫星组中各卫星的伪码在各卫星信号中搜索得到预设数目个目标卫星信号,最后对各目标卫星信号进行跟踪锁定,由于无需在全体卫星中进行搜索,大大减少了对卫星信号的捕获跟踪的信号处理的时间,可以有效解决卫星信号接收机冷启动耗时较长的问题。

[0071] 图2为本发明实施例提供的一种卫星信号捕获控制流程图;图3为本发明实施例提供的一种图1中步骤S103的具体实施方式的流程图。

[0072] 卫星的载波频率通过远距离传播之后或多或少存在一定的多普勒频移,通过载波闭环回路作为外环,然后进行伪码类型和相位进行对比。卫星的伪码信号具有自相关性高和互相关性低等特点,高的自相关性意味着相同信号时移完全相同的时候两信号做相关积分之后能得到一个很大的值。而低的互相关信号意味着不同信号无论怎么进行相移,在做相关积分之后的值都不能超过某个很小的特定值。因此,只要逐位位移半个伪码周期就能

完成当前伪码的对比。直到某次的相关积分值极高,就能说明卫星信号接收机所产生的伪码已经是接收到的卫星信号中的某一个的信号。

[0073] 在此基础上,本发明实施例对传统的捕获过程进行了改进,除了采用内外环以外,在内环的输出上加了一个阶跃延迟开关,用以对外环的运行做一个限制,限定在相关积分值较大的情况下或者在搜索完整个伪码的位移的情况下再开启外环路,控制流程如图2所示,将接收到的卫星信号簇进行高通滤波后,与伪码产生器产生的伪码进入积分鉴位器进行相关性计算,其中,伪码产生器产生的伪码来自于判断模型输出的卫星型号对应的伪码。当计算得到的相关积分值达到预设值后再进入鉴相器,鉴相器给出信号使本振信号产生器调整本振信号的对应载波频率和码相位,以便达到载波的实时剥离。

[0074] 如图3所示,本发明实施例提供的步骤S103具体包括:

[0075] S301:获取卫星组中的一个卫星的伪码。

[0076] 通过伪码产生器生成满足搜索条件的卫星组中一个卫星的伪码。

[0077] S302:将该伪码与卫星信号簇进行相关积分运算,得到相关积分值。

[0078] 可以把除了正在搜索的信号以外的其他信号当成噪声,假定所接收到的卫星信号表示为

$$[0079] \quad s(t) = \sqrt{2P_c} x(t-\tau)D(t-\tau) \sin(2\pi(f_1 + f_d)t + \theta) \quad (1)$$

[0080] 其中, $P_c$ 表示卫星信号接收机的天线接受到的卫星信号的平均功率, $x$ 表示对应的卫星信号的伪码, $D$ 表示卫星信号的数据码,三角函数表示载波, $f_1$ 表示载波的初始频率, $f_d$ 表示载波的多普勒频移, $\theta$ 表示载波的初始相位。

[0081] 本振信号产生器产生的信号可以表示为

$$[0082] \quad s_1 = A \sin(2\pi f_1 t + \theta_1) \quad (2)$$

[0083] 本振信号的作用就是为了跟输入信号做相关运算并得到相关的相位差值,将两信号相乘可得

$$[0084] \quad s \times s_1 = \frac{1}{2} \sqrt{P_c} A x(t-\tau)D(t-\tau) [\cos(2\pi(f_1 + f_d - f_1)t + \theta - \theta_1) - \cos(2\pi(f_1 + f_d + f_1)t + \theta + \theta_1)] \quad (3)$$

[0085] 通过高频滤波滤除高频部分,剩余信号可表示为

$$[0086] \quad s_i = A_i x(t-\tau)D(t-\tau) \sin(2\pi(f_i + f_d)t + \theta_i) \quad (4)$$

[0087] 在进行了模数转换之后,可表示为

$$[0088] \quad s_i = A_i x(n-\tau)D(n-\tau) \sin(2\pi(f_i + f_d)n + \theta_i) \quad (5)$$

[0089] S303:判断相关积分值是否达到预设值;如果是,则进入步骤S304;如果否,则进入步骤S305。

[0090] S304:确定卫星信号簇中包含卫星的信号,伪码为一个目标卫星信号的伪码,调整本振信号对应的载波频率和码相位,以对目标卫星信号进行剥离后进行跟踪锁定。

[0091] S305:确定卫星信号簇中不包含该卫星的信号。

[0092] 在积分鉴相器中将经过一系列预处理的卫星信号与伪码发生器进行相关操作,实际上就是通过和信号中的伪码部分来进行相关操作。如果选取了正确的伪码且伪码的每一位都对齐了,那么进行相关操作后,得到的相关积分值将会是一个远大于1的值,相反的,相关积分值就会远小于1。

[0093] 当获得一个较大的相关积分值,就可以通过阶跃延迟开关输出来控制鉴相器,鉴相器给出信号让本振信号产生器调整本振信号的对应频率和相位,以便于达到载波的实时剥离后进行跟踪锁定。

[0094] S306:判断得到的目标卫星信号的数量是否达到预设数目;如果是,则结束;如果否,则进入步骤S307。

[0095] S307:获取卫星组中下一个卫星的伪码,并对下一个卫星的伪码返回执行步骤S301。

[0096] 如在执行导航任务时,需要获得四个卫星的信号用于计算三维坐标及时间,则预设数目为四。当得到预设数目个目标卫星信号后,冷启动完毕,否则,通过伪码产生器再次生成一个符合搜索条件的卫星的伪码返回执行步骤S301。

[0097] 本发明实施例提供的卫星信号的捕获跟踪方法在上述实施例的基础上,在进行卫星的捕获处理时,当确定产生的伪码与卫星信号簇的相关性达到要求时再进行后续剥离、跟踪处理,可以有效避免对捕获成功率低的卫星信号进行捕获,进一步减少了冷启动时间。

[0098] 图4为本发明实施例提供的另一种卫星信号的捕获跟踪方法的流程图。

[0099] 如图4所示,在上述实施例的基础上,在另一实施例中,在步骤S102之前,卫星信号的捕获跟踪方法还包括:

[0100] S401:向通信范围内的相邻卫星信号接收机发送获取先验信息的请求。

[0101] 除了通过判别模型获得符合搜索条件的卫星外,卫星信号接收机在冷启动过程中还可以通过向通信范围内的相邻卫星信号接收机发送获取先验信息的请求。在相邻卫星信号接收机存储有卫星先验信息时,可直接提供给正在冷启动的卫星信号接收机。

[0102] S402:判断是否获得先验信息;如果是,则进入步骤S403;如果否,则进入步骤S102。

[0103] S403:根据先验信息实现对各目标卫星信号的捕获与跟踪。

[0104] 在获得先验信息后,卫星信号接收机相当于得到了暖启动(卫星信号接收机没有有效星历但掌握着误差小于5分钟的当前时间,误差小于100km的当前位置以及有效历书的情况下的启动,可以大致确定三维搜索范围)甚至热启动(卫星信号接收机不但具备暖启动的条件,而且还保存着有效星历,可以进行热启动,热启动的接收机可以准确计算出各颗卫星的可见性及其相当小的搜索范围)的条件,从而可以快速进行目标卫星信号的捕获与跟踪。

[0105] 本发明实施例提供的卫星信号的捕获跟踪方法在上述实施例的基础上,还通过向通信范围内的相邻卫星信号接收机发送获取先验信息请求,根据获取的先验信息实现对各目标卫星信号的捕获与跟踪,这种方式虽然不一定能获取先验信息,但是一旦获取了,相较于应用判别模型获取卫星型号来说可能更加节约启动时间,从而进一步加快启动速度,提高用户体验。

[0106] 上文详述了卫星信号的捕获跟踪方法对应的各个实施例,在此基础上,本发明还公开了与上述方法对应的卫星信号的捕获跟踪装置。

[0107] 图5为本发明实施例提供的一种卫星信号的捕获跟踪装置的结构示意图。

[0108] 如图5所示,该卫星信号的捕获跟踪装置包括:

[0109] 接收单元501,用于接收卫星信号簇;

[0110] 搜索单元502,用于获取实时地理信息,并将实时地理信息输入预先训练的用于描述地理信息和卫星类型的关系的判别模型,得到符合搜索条件的卫星组;

[0111] 捕获跟踪单元503,用于利用卫星组中各卫星的伪码在卫星信号簇中搜索得到预设数目个目标卫星信号,以对各目标卫星信号进行跟踪锁定;

[0112] 其中,卫星信号簇包括多个卫星信号。

[0113] 由于装置部分的实施例与方法部分的实施例相互对应,因此装置部分的实施例请参见方法部分的实施例的描述,这里暂不赘述。

[0114] 图6为本发明实施例提供的一种卫星信号接收机的结构示意图。如图6所示,该卫星信号接收机可因配置或性能不同而产生比较大的差异,可以包括一个或一个以上处理器(central processing units,CPU)610(例如,一个或一个以上处理器)和存储器620,一个或一个以上存储应用程序633或数据632的存储介质630(例如一个或一个以上海量存储设备)。其中,存储器620和存储介质630可以是短暂存储或持久存储。存储在存储介质630的程序可以包括一个或一个以上模块(图示没标出),每个模块可以包括对计算装置中的一系列指令操作。更进一步地,处理器610可以设置为与存储介质630通信,在卫星信号接收机600上执行存储介质630中的一系列指令操作。

[0115] 卫星信号接收机600还可以包括一个或一个以上电源640,一个或一个以上有线或无线网络接口650,一个或一个以上输入输出接口660,和/或,一个或一个以上操作系统631,例如Windows Server™,Mac OS X™,Unix™,Linux™,FreeBSD™等等。

[0116] 上述图1至图4所描述的卫星信号的捕获跟踪方法中的步骤由卫星信号接收机基于该图6所示的结构实现。

[0117] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的卫星信号接收机及计算机可读存储介质的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0118] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的方法、装置、卫星信号接收机及可读存储介质,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0119] 另外,在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理模块中,也可以是各个模块单独物理存在,也可以两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。

[0120] 集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备

(可以是个人计算机,功能调用装置,或者网络设备等)执行本申请各个实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0121] 以上对本发明所提供的一种卫星信号的捕获跟踪方法、装置、卫星信号接收机及可读存储介质进行了详细介绍。说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0122] 还需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

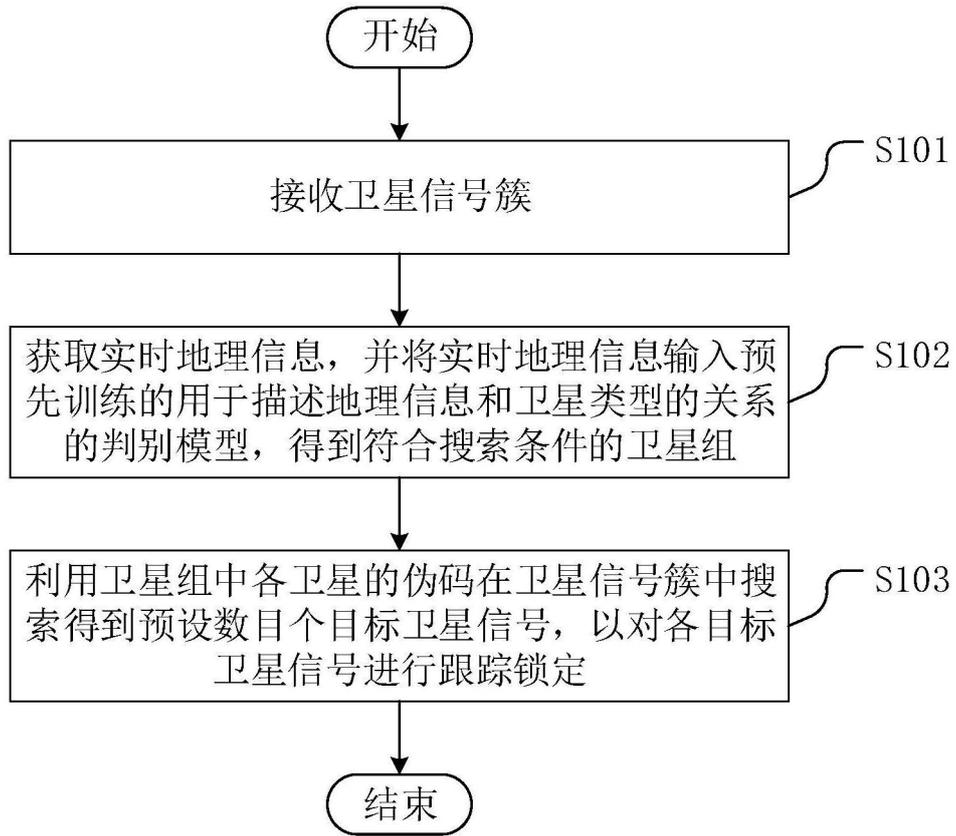


图1

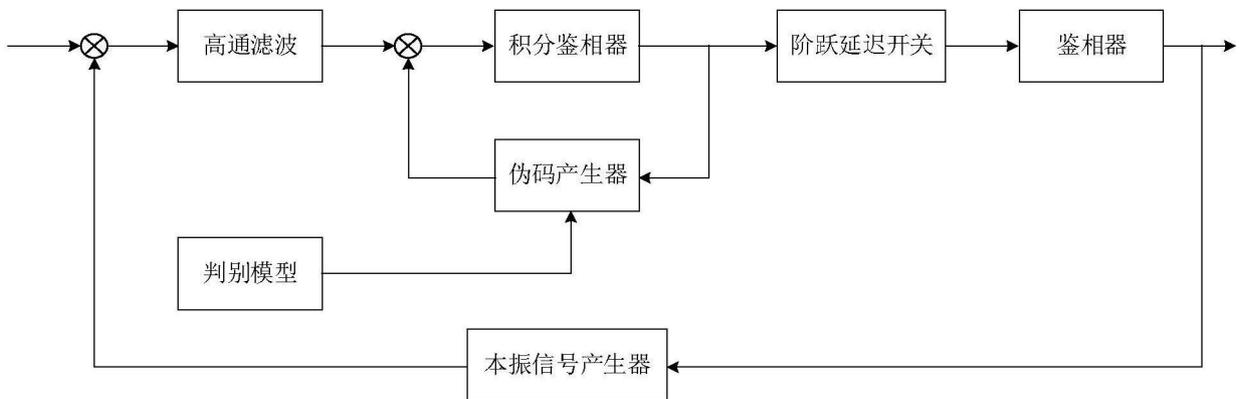


图2

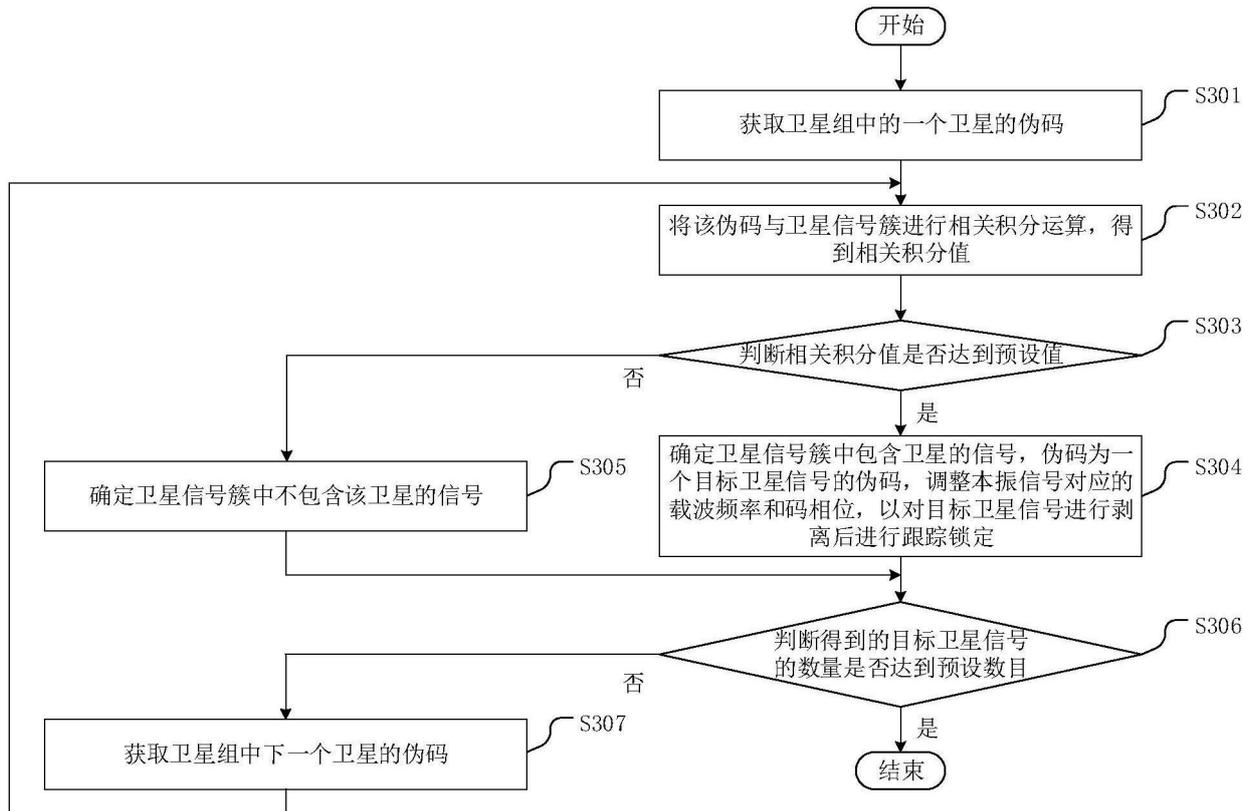


图3

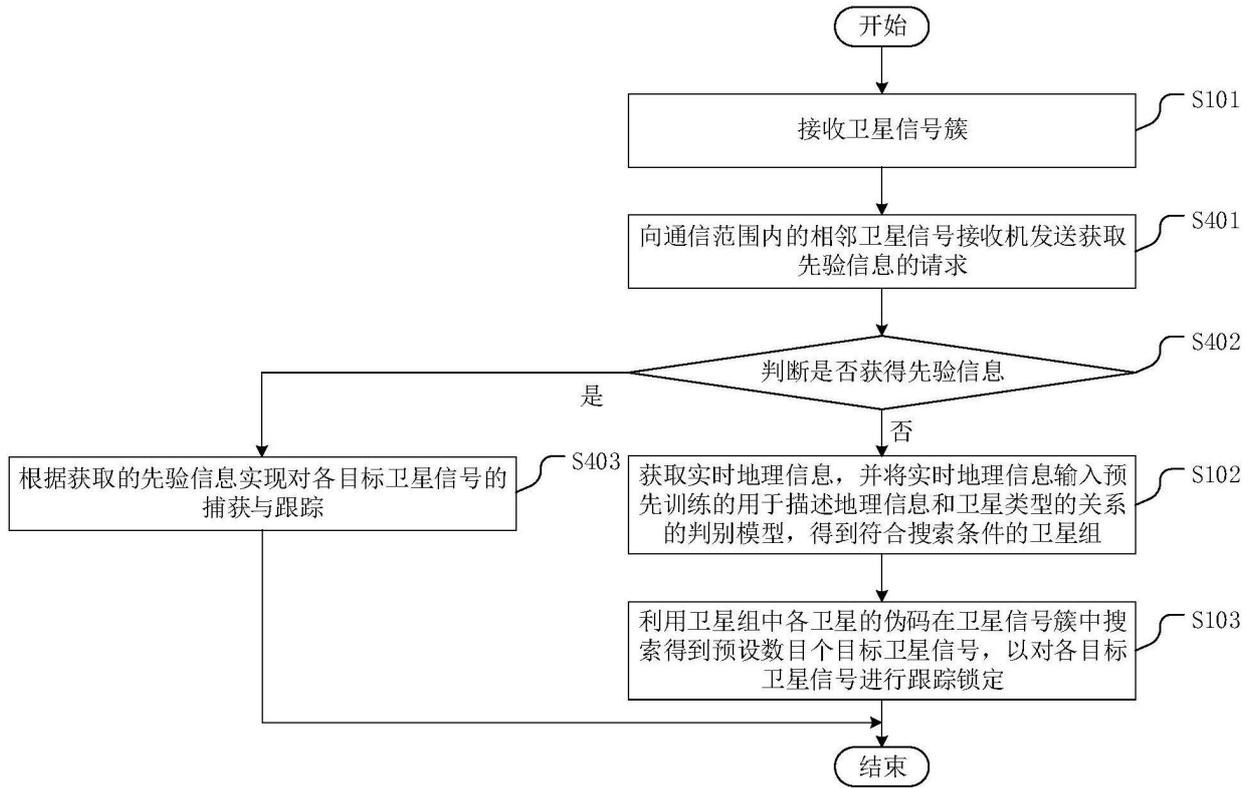


图4

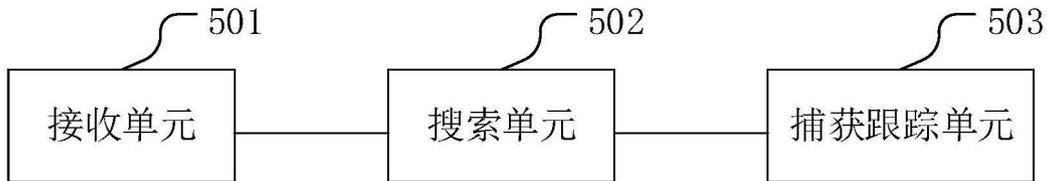


图5

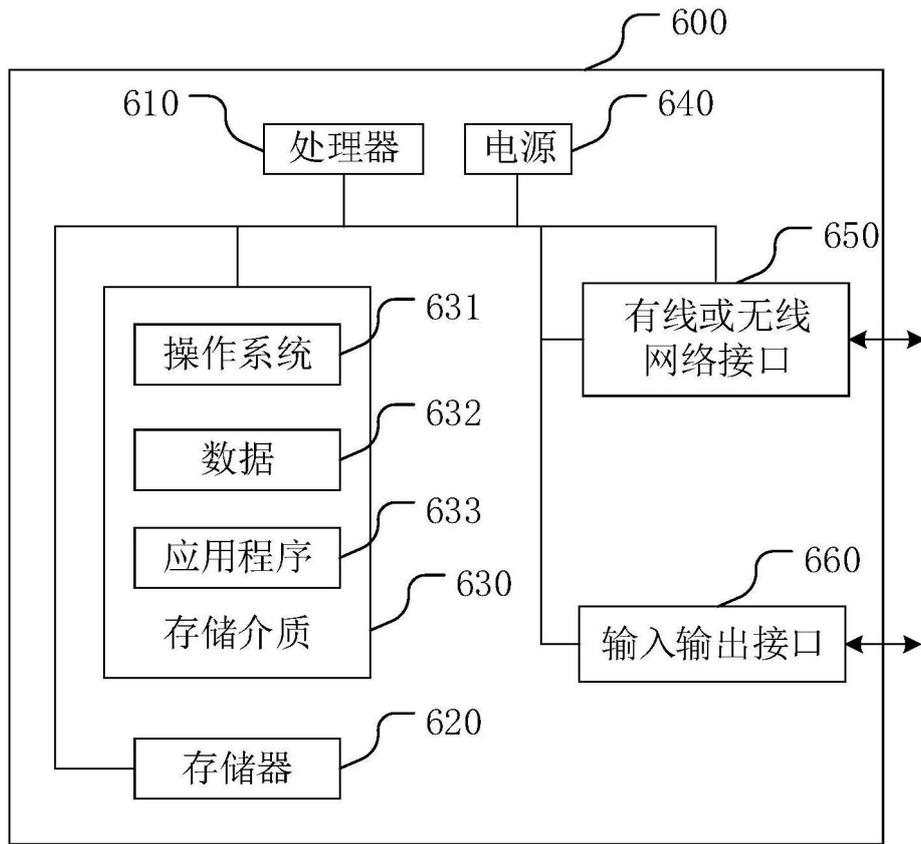


图6