



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102984719 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201110258917. 8

(22) 申请日 2011. 09. 02

(71) 申请人 中兴通讯股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法务部

(72) 发明人 游月意

(74) 专利代理机构 深圳市世纪恒程知识产权代理事务所 44287

代理人 胡海国

(51) Int. Cl.

H04W 24/00 (2009. 01)

H04W 56/00 (2009. 01)

H04L 25/02 (2006. 01)

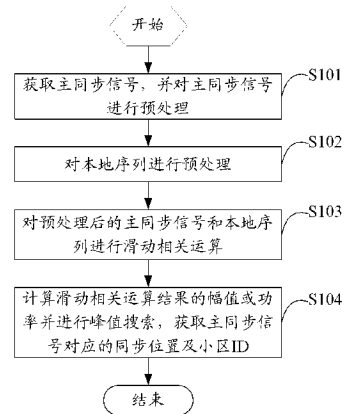
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

基于预处理的主同步信号检测方法、装置及终端

(57) 摘要

本发明涉及一种基于预处理的主同步信号检测方法、装置及终端,其方法包括:获取主同步信号,并对主同步信号进行预处理;对本地序列进行预处理;对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算;计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取主同步信号对应的同步位置及小区 ID。本发明通过对主同步信号及本地序列分别进行预处理,再对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算,根据滑动相关运算结果进行幅值或功率计算及峰值位置搜索,在不增加检测复杂度的前提下,消除了载波频偏的影响,提高了主同步信号检测性能。



1. 一种基于预处理的主同步信号检测方法,其特征在于,包括:
获取主同步信号,并对所述主同步信号进行预处理;
对本地序列进行预处理;
对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算;
计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区身份标识号码 ID。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述获取主同步信号的步骤包括:
对射频输出信号进行数字前端处理,滤除干扰信号,获取主同步信号。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述对主同步信号进行预处理的步骤包括:
将所述主同步信号延迟 M 个样点,得到延迟信号;其中 M 为自然数;
对所述延迟信号进行虚部取反的共轭处理;
将共轭处理后的信号与所述主同步信号相乘后输出预处理后的主同步信号。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述对本地序列进行预处理包括对 N 个 N 个不同小区的本地序列进行预处理;其中 N 为自然数。
5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的方法,其特征在于,所述计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID 的步骤包括:
计算滑动相关运算结果的幅值或功率;
对所述幅值或功率进行峰值搜索,并获取对应的同步位置及小区 ID;
对搜索的峰值进行比较,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID。
6. 一种基于预处理的主同步信号检测装置,其特征在于,包括:
主同步信号预处理模块,用于获取主同步信号,并对所述主同步信号进行预处理;
本地序列预处理模块,用于对本地序列进行预处理;
相关运算模块,用于对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算;
幅值或功率计算及峰值搜索模块,用于计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID。
7. 根据权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述主同步信号预处理模块包括:获取单元,用于对射频输出信号进行数字前端处理,滤除干扰信号,获取主同步信号。
8. 根据权利要求 7 所述的装置,其特征在于,所述主同步信号预处理模块还包括:
延迟单元,用于将所述主同步信号延迟 M 个样点,得到延迟信号;其中 M 为自然数;
共轭单元,用于对所述延迟信号进行虚部取反的共轭处理;
乘法单元,用于将共轭处理后的信号与所述主同步信号相乘后输出预处理后的主同步信号。
9. 根据权利要求 6、7 或 8 所述的装置,其特征在于,所述幅值或功率计算及峰值搜索模块包括:
幅值或功率计算单元,用于计算滑动相关运算结果的幅值或功率;
峰值搜索单元,用于对所述幅值或功率进行峰值搜索,并获取对应的同步位置及小区 ID;

比较获取单元,用于对搜索的峰值进行比较,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID。

10. 一种基于预处理的主同步信号检测终端,其特征在于,包括权利要求 6-9 中任一项所述的装置。

基于预处理的主同步信号检测方法、装置及终端

技术领域

[0001] 本发明涉及移动通信技术领域,尤其涉及 LTE(Long Term Evolution,长期演进)系统中一种基于预处理的主同步信号检测方法、装置及终端。

背景技术

[0002] 对于蜂窝移动通信系统而言,小区搜索是最为关键的过程,它是用户(UE, User Equipment)与基站(BS, Base Station)通信的前提。所谓小区搜索是指找到一个理想小区,获取时间同步和频率同步。

[0003] 3GPP(3rd Generation Partnership Project,第三代合作伙伴计划)LTE是目前较为流行的下一代移动通信技术。在LTE中,主同步信号(Primary Synchronization Signal,PSS)用于小区搜索获取初始同步位置和小区ID(Identity,身份标识号码)号。主同步信号是由Zadoff-Chu序列从频域经过FFT(Fast Fourier Transformation,快速傅里叶变换)变换到时域而得到,其具有良好的自相关和互相关特性。

[0004] 目前,常用的LTE主同步信号检测方法主要有以下两种:

[0005] 方法A:采用将接收序列与本地序列自相关的方法来搜索峰值位置。这种方法的优点是复杂度低,但其检测性能受载波频偏的影响很大,频偏较大时,即使接收到的主同步信号非常强也可能检测失败。

[0006] 方法B:该方法在方法A的基础上进行了改进,是将接收信号分成多个支路,并采用不同频偏进行频偏预补偿,最后对多个频偏预补偿后的支路与本地序列相关来搜索峰值位置。该方法通过增加复杂度来换取检测性能的提升,同样存在一定的局限性。如果支路少,残余频偏同样较大,难以满足检测性能要求。虽然通过增加支路能够将残余频偏降低到足够小,但是会造成复杂度的成倍增加。

发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于提供一种基于预处理的主同步信号检测方法、装置及终端,旨在提高主同步信号的检测性能。

[0008] 为了达到上述目的,本发明提出一种基于预处理的主同步信号检测方法,包括:

[0009] 获取主同步信号,并对所述主同步信号进行预处理;

[0010] 对本地序列进行预处理;

[0011] 对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算;

[0012] 计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区身份标识号码ID。

[0013] 优选地,所述获取主同步信号的步骤包括:

[0014] 对射频输出信号进行数字前端处理,滤除干扰信号,获取主同步信号。

[0015] 优选地,所述对主同步信号进行预处理的步骤包括:

[0016] 将所述主同步信号延迟M个样点,得到延迟信号;其中M为自然数;

- [0017] 对所述延迟信号进行虚部取反的共轭处理；
- [0018] 将共轭处理后的信号与所述主同步信号相乘后输出预处理后的主同步信号。
- [0019] 优选地,所述对本地序列进行预处理包括对 N 个 N 个不同小区的本地序列进行预处理;其中 N 为自然数。
- [0020] 优选地,所述计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID 的步骤包括:
- [0021] 计算滑动相关运算结果的幅值或功率;
- [0022] 对所述幅值或功率进行峰值搜索,并获取对应的同步位置及小区 ID;
- [0023] 对搜索的峰值进行比较,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID。
- [0024] 本发明还提出一种基于预处理的主同步信号检测装置,包括:
- [0025] 主同步信号预处理模块,用于获取主同步信号,并对所述主同步信号进行预处理;
- [0026] 本地序列预处理模块,用于对本地序列进行预处理;
- [0027] 相关运算模块,用于对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算;
- [0028] 幅值或功率计算及峰值搜索模块,用于计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID。
- [0029] 优选地,所述主同步信号预处理模块包括:获取单元,用于对射频输出信号进行数字前端处理,滤除干扰信号,获取主同步信号。
- [0030] 优选地,所述主同步信号预处理模块还包括:
- [0031] 延迟单元,用于将所述主同步信号延迟 M 个样点,得到延迟信号;其中 M 为自然数;
- [0032] 共轭单元,用于对所述延迟信号进行虚部取反的共轭处理;
- [0033] 乘法单元,用于将共轭处理后的信号与所述主同步信号相乘后输出预处理后的主同步信号。
- [0034] 优选地,所述幅值或功率计算及峰值搜索模块包括:
- [0035] 幅值或功率计算单元,用于计算滑动相关运算结果的幅值或功率;
- [0036] 峰值搜索单元,用于对所述幅值或功率进行峰值搜索,并获取对应的同步位置及小区 ID;
- [0037] 比较获取单元,用于对搜索的峰值进行比较,获取所述主同步信号对应的同步位置及小区 ID。
- [0038] 本发明还提出一种基于预处理的主同步信号检测终端,包括如上所述的装置。
- [0039] 本发明提出的一种基于预处理的主同步信号检测方法、装置及终端,通过对主同步信号及本地序列分别进行预处理,再对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算,根据滑动相关运算结果进行幅值或功率计算及峰值位置搜索,在不增加检测复杂度的前提下,消除了载波频偏的影响,提高了主同步信号检测性能。

附图说明

- [0040] 图 1 是本发明基于预处理的主同步信号检测方法一实施例流程示意图;
- [0041] 图 2 是本发明基于预处理的主同步信号检测方法一实施例中主同步信号进行

预处理的流程示意图；

[0042] 图 3 是本发明基于预处理的主同步信号检测方法一实施例中计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取主同步信号对应的同步位置及小区 ID 的流程示意图；

[0043] 图 4 是本发明基于预处理的主同步信号检测装置一实施例结构示意图；

[0044] 图 5 是本发明基于预处理的主同步信号检测装置一实施例中主同步信号预处理模块的结构示意图；

[0045] 图 6 是本发明基于预处理的主同步信号检测装置一实施例中幅值或功率计算及峰值搜索模块结构示意图；

[0046] 图 7 是本发明基于预处理的主同步信号检测终端一实施例结构示意图。

[0047] 为了使本发明的技术方案更加清楚、明了,下面将结合附图作进一步详述。

具体实施方式

[0048] 本发明实施例解决方案主要是:对接收的主同步信号进行预处理,同时本地序列采用相同的方法进行预处理,最后将预处理后的主同步信号与本地序列进行滑动相关运算及峰值搜索同步位置,以提高主同步信号检测性能。

[0049] 如图 1 所示,本发明一实施例提出一种基于预处理的主同步信号检测方法,包括:

[0050] 步骤 S101,获取主同步信号,并对主同步信号进行预处理;

[0051] 在 LTE 系统中,通常数字前端输出的主同步信号采样率为 1.92MHz,主同步信号的出现周期为 10ms。本实施例以在 10ms 内检测最强的主同步信号为例进行说明。

[0052] 其中,获取主同步信号的过程包括对射频输出信号进行数字前端处理,数字前端处理的过程是对接收的射频输出信号进行滤波处理,滤除干扰信号,其目的是让主同步信号所在频率通过,抑制其他频率上的信号,并且降低采样率以降低后续处理复杂度,具体将采样率降低到 1.92MHz。

[0053] 通过滤波处理后得到主同步信号。

[0054] 主同步信号的预处理过程如下:将滤波处理后的主同步信号延迟 M 个样点后进行虚部取反的共轭处理,将共轭处理后的信号与主同步信号相乘得到预处理后的主同步信号。其中, M 较优的取值为较小的自然数,例如 1, 2, 3 等。

[0055] 具体计算公式为:

[0056] 假定数字前端输出信号为 $r(n)$,则预处理后的主同步信号 $r(n)$ 可表示为:

[0057] $r'(n) = r(n) \cdot \text{conj}(r(n-M))$, $n = 0, 1, \Lambda, 19262$,其中 $\text{conj}(\cdot)$ 代表共轭运算。

[0058] 步骤 S102,对本地序列进行预处理;

[0059] 本地序列的预处理过程与上述步骤 S101 中主同步信号的预处理方法相同,其区别在于,待处理的信号为本地序列,且需要对 N 个不同小区的本地序列进行预处理,其中 N 为自然数。也可以预先存储本地序列的预处理结果。本实施例中以对三个不同小区的本地序列进行预处理为例进行说明。

[0060] 假定小区的本地序列为 $PSS_{N_{ID}}(n)$,则预处理后的本地序列 $PSS'_{N_{ID}}(n)$ 可表示为:

[0061] $PSS'_{N_{ID}}(n) = PSS_{N_{ID}}(n) \cdot \text{conj}(PSS_{N_{ID}}(n-M))$, $N_{ID} = 0, 1, 2$, $n = 0, 1, 2, \Lambda, 62$;

[0062] 步骤 S103,对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算;

[0063] 滑动相关运算是将滑动窗内的预处理后的主同步信号与本地序列进行乘累加,滑动窗的大小等于预处理后本地序列的长度。滑动相关运算公式为:

$$[0064] \quad R_{N_{ID}}(k) = \sum_{k=0}^{62} PSS'_{N_{ID}}(k) \cdot r'(k+n), \quad N_{ID} = 0,1,2, \quad k = 0,1,2,\Lambda, 19262;$$

[0065] 步骤 S104,计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取主同步信号对应的同步位置及小区 ID。

[0066] 本步骤中,首先计算滑动相关运算结果的幅值或功率,然后搜索出不同小区滑动相关结果中的最大幅值或功率及其对应的同步位置和小区 ID 号,即搜索峰值同步位置,然后对各峰值进行比较,获取主同步信号对应的同步位置及 ID 号。

[0067] 其中,幅值或功率计算的近似公式可以采用以下公式:

$$[0068] \quad R'_{N_{ID}}(k) = |re\{R_{N_{ID}}(k)\} + im\{R_{N_{ID}}(k)\}|, \quad N_{ID} = 0,1,2, \quad k = 0,1,2,\Lambda, 19262;$$

[0069] 搜索同步位置及小区 ID 号的公式为:

$$[0070] \quad \{k, N_{ID}\} = \arg \max \{R'_{N_{ID}}(k)\} \quad N_{ID} = 0,1,2, \quad k = 0,1,2,\Lambda, 1919。$$

[0071] 如图 2 所示,上述步骤 S101 中,对主同步信号进行预处理的步骤包括:

[0072] 步骤 S1011,将主同步信号延迟 M 个样点,得到延迟信号;

[0073] 步骤 S1012,对延迟信号进行虚部取反的共轭处理;

[0074] 步骤 S1013,将共轭处理后的信号与主同步信号相乘后输出预处理后的主同步信号。

[0075] 如图 3 所示,步骤 S104 包括:

[0076] 步骤 S1041,计算滑动相关运算结果的幅值或功率;

[0077] 步骤 S1042,对幅值或功率进行峰值搜索,并获取对应的同步位置及小区 ID;

[0078] 步骤 S1043,对搜索的峰值进行比较,获取主同步信号对应的同步位置及小区 ID。

[0079] 本实施例通过对主同步信号及本地序列分别进行预处理,再对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算,根据滑动相关运算结果进行幅值或功率计算及峰值位置搜索,在不增加检测复杂度的前提下,完全消除了载波频偏的影响,提高了主同步信号检测性能。

[0080] 相比现有技术中的方法 A,仅增加了一个乘法器,相比现有技术中的方法 B,复杂度成倍降低,并完全消除了载波频偏的影响。

[0081] 如图 4 所示,本发明一实施例提出一种基于预处理的主同步信号检测装置,包括:主同步信号预处理模块 401、本地序列预处理模块 402、相关运算模块 403 及幅值或功率计算及峰值搜索模块 404,其中:

[0082] 主同步信号预处理模块 401,用于获取主同步信号,并对主同步信号进行预处理;

[0083] 本地序列预处理模块 402,用于对本地序列进行预处理;

[0084] 相关运算模块 403,用于对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算;

[0085] 幅值或功率计算及峰值搜索模块 404,用于计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取主同步信号对应的同步位置及小区 ID。

[0086] 在 LTE 系统中,通常数字前端输出的主同步信号采样率为 1.92MHz,主同步信号的

出现周期为 10ms。本实施例以在 10ms 内检测最强的主同步信号为例进行说明。

[0087] 其中,主同步信号预处理模块 401 获取主同步信号的过程包括对射频输出信号进行数字前端处理,数字前端处理的过程是对接收的射频输出信号进行滤波处理,滤除干扰信号,其目的是让主同步信号所在频率通过,抑制其他频率上的信号,并且降低采样率以降低后续处理复杂度,具体将采样率降低到 1.92MHz。

[0088] 通过滤波处理后得到主同步信号。

[0089] 主同步信号的预处理过程如下:将滤波处理后的主同步信号延迟 M 个样点后,进行虚部取反的共轭处理,将共轭处理后的信号与主同步信号相乘得到预处理后的主同步信号。其中, M 较优的取值为较小的自然数,例如 1, 2, 3 等。

[0090] 具体计算公式为:

[0091] 假定数字前端输出信号为 $r(n)$, 则预处理后的主同步信号 $r'(n)$ 可表示为:

[0092] $r'(n) = r(n) \cdot \text{conj}(r(n-M))$, $n = 0, 1, \Lambda, 19262$, 其中 $\text{conj}(\cdot)$ 代表共轭运算。

[0093] 本地序列预处理模块 402 进行本地序列的预处理过程与上述步骤 S101 中主同步信号的预处理方法相同,其区别在于,待处理的信号为本地序列,且需要对 N 个不同小区的本地序列进行预处理,其中 N 为自然数。也可以预先存储本地序列的预处理结果。

[0094] 假定小区的本地序列为 $PSS_{N_{ID}}(n)$, 则预处理后的本地序列 $PSS'_{N_{ID}}(n)$ 可表示为:

[0095] $PSS'_{N_{ID}}(n) = PSS_{N_{ID}}(n) \cdot \text{conj}(PSS_{N_{ID}}(n-M))$, $N_{ID} = 0, 1, 2$, $n = 0, 1, 2, \Lambda, 62$;

[0096] 之后,通过相关运算模块 403 对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算。滑动相关运算是将滑动窗内的预处理后的主同步信号与本地序列进行乘累加,滑动窗的大小等于预处理后本地序列的长度。滑动相关运算公式为:

[0097] $R_{N_{ID}}(k) = \sum_{k=0}^{62} PSS'_{N_{ID}}(k) \cdot r'(k+n)$, $N_{ID} = 0, 1, 2$, $k = 0, 1, 2, \Lambda, 19262$;

[0098] 最后,通过幅值或功率计算及峰值搜索模块 404 计算滑动相关运算结果的幅值或功率并进行峰值搜索,获取主同步信号对应的同步位置及小区 ID。首先计算滑动相关运算结果的幅值或功率,然后搜索出不同小区滑动相关结果中的最大幅值或功率及其对应的同步位置和小区 ID 号,即搜索峰值同步位置,然后对各峰值进行比较,获取主同步信号对应的同步位置及 ID 号。

[0099] 其中,幅值或功率计算的近似公式可以采用以下公式:

[0100] $R'_{N_{ID}}(k) = |\text{re}\{R_{N_{ID}}(k)\} + \text{im}\{R_{N_{ID}}(k)\}|$, $N_{ID} = 0, 1, 2$, $k = 0, 1, 2, \Lambda, 19262$;

[0101] 搜索同步位置及小区 ID 号的公式为:

[0102] $\{k, N_{ID}\} = \arg \max \{R'_{N_{ID}}(k)\}$, $N_{ID} = 0, 1, 2$, $k = 0, 1, 2, \Lambda, 1919$ 。

[0103] 如图 5 所示,主同步信号预处理模块 401 包括:获取单元 4011、延迟单元 4012、共轭单元 4013 及乘法单元 4014,其中:

[0104] 获取单元 4011,用于对射频输出信号进行数字前端处理,获取主同步信号。

[0105] 延迟单元 4012,用于将所述主同步信号延迟 M 个样点,得到延迟信号;

[0106] 共轭单元 4013,用于对延迟信号进行虚部取反的共轭处理;

[0107] 乘法单元 4014,用于将共轭处理后的信号与所述主同步信号相乘后输出预处理后

的主同步信号。

[0108] 如图 6 所示,幅值或功率计算及峰值搜索模块 404 包括:幅值或功率计算单元 4041、峰值搜索单元 4042 及比较获取单元 4043,其中:

[0109] 幅值或功率计算单元 4041,用于计算滑动相关运算结果的幅值或功率;

[0110] 峰值搜索单元 4042,用于对幅值或功率进行峰值搜索,并获取对应的同步位置及小区 ID;

[0111] 比较获取单元 4043,用于对搜索的峰值进行比较,获取主同步信号对应的同步位置及小区 ID。

[0112] 如图 7 所示,本发明一实施例提出一种基于预处理的主同步信号检测终端,包括上述实施例所述的基于预处理的主同步信号检测装置 701。其中关于基于预处理的主同步信号检测装置 701 的内部结构及功能原理请参照上述实施例,在此不作详述。

[0113] 本发明实施例基于预处理的主同步信号检测方法、装置及终端,通过对主同步信号及本地序列分别进行预处理,再对预处理后的主同步信号和本地序列进行滑动相关运算,根据滑动相关运算结果进行幅值或功率计算及峰值位置搜索,在不增加检测复杂度的前提下,消除了载波频偏的影响,提高了主同步信号检测性能。

[0114] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或流程变换,或直接或间接运用在其它相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

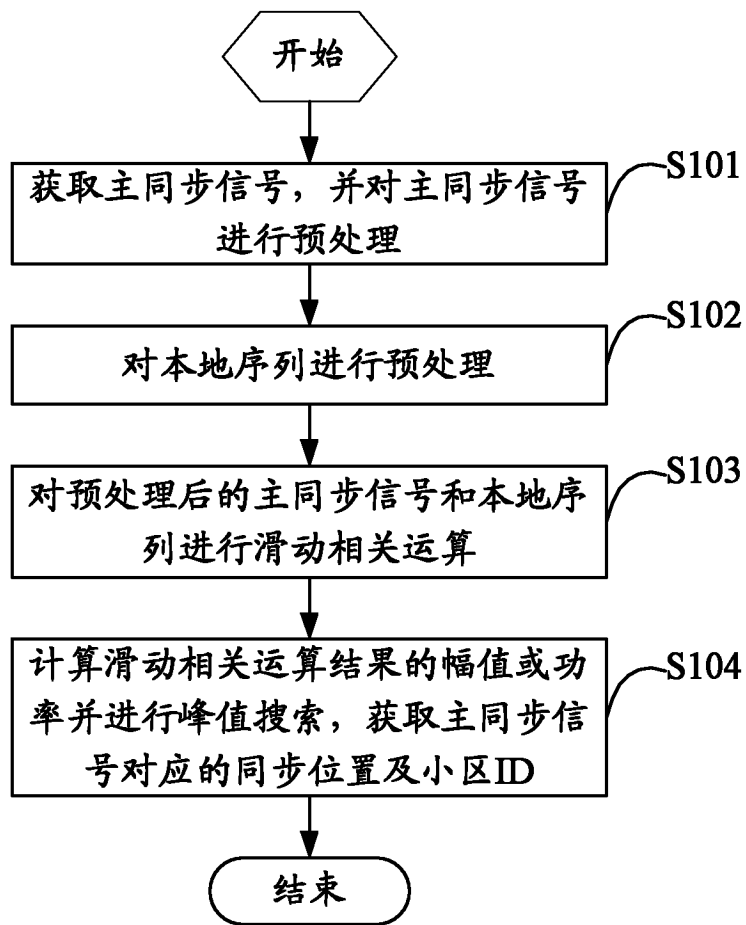


图 1

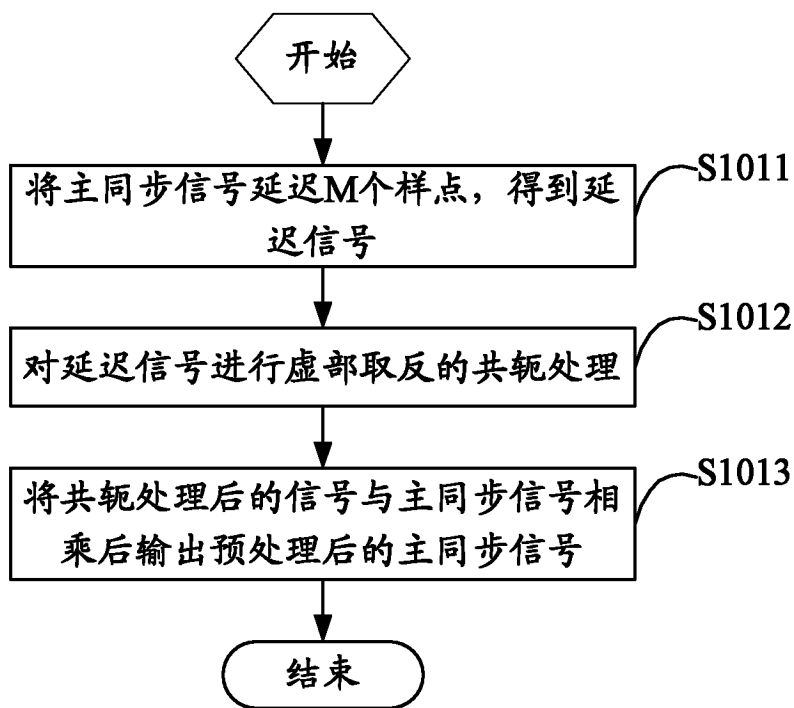


图 2

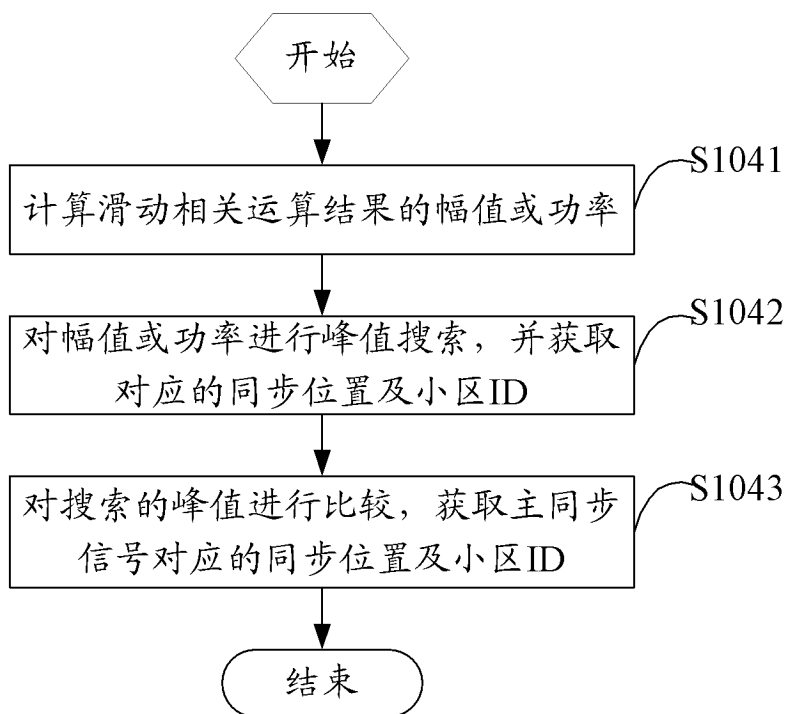


图 3

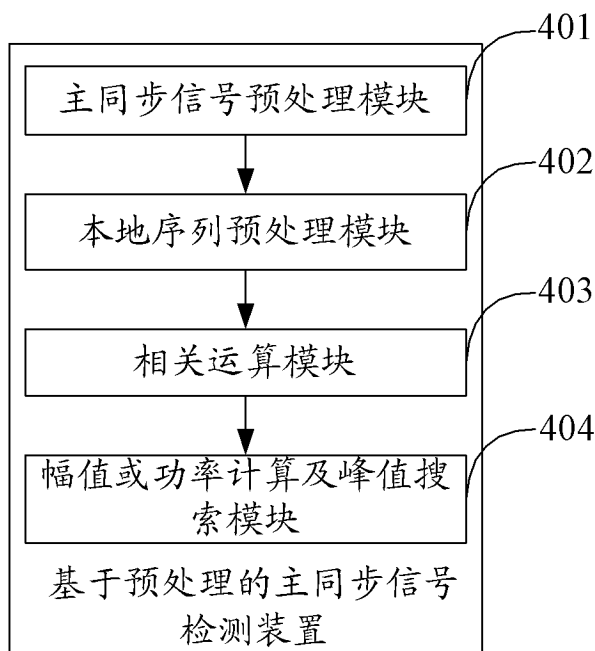


图 4

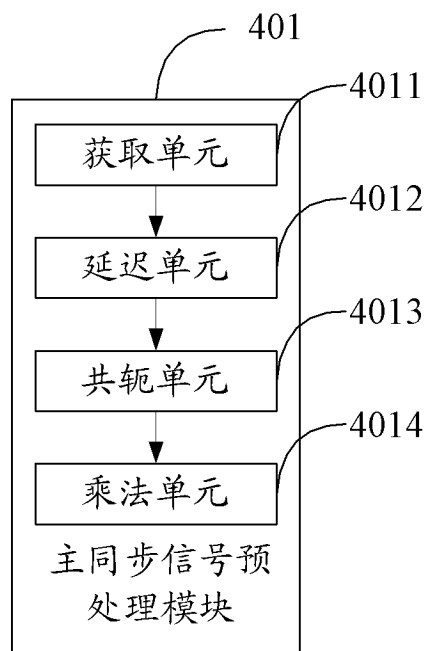


图 5

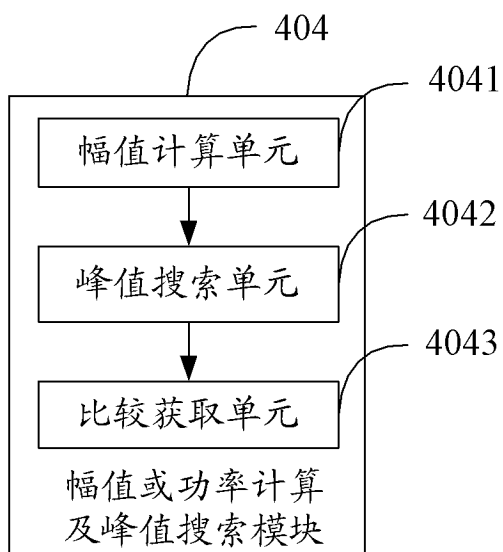


图 6

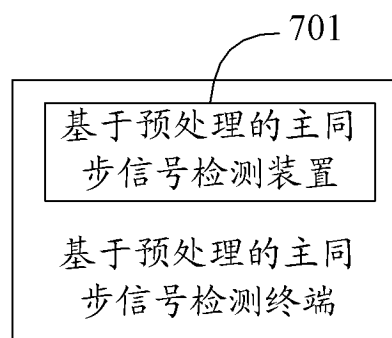


图 7