



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1886672 B

(45) 授权公告日 2010.09.15

(21) 申请号 200480035394.9

(22) 申请日 2004.11.22

(30) 优先权数据

0314175 2003.12.01 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.05.30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2004/002993 2004.11.22

(87) PCT申请的公布数据

W02005/066650 FR 2005.07.21

(73) 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

(72) 发明人 米歇尔·莫内拉

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 朱海波

(51) Int. Cl.

G01S 1/00(2006.01)

(56) 对比文件

US 6313787 B1, 2001.11.06, 说明书第10栏第26-32行, 第16栏第3-10行, 第12栏第6-11行、附图.

CN 1277362 A, 2000.12.20, 全文.

US 6185427 B1, 2001.02.06, 全文.

US 5663734 A, 1997.09.02, 全文.

US 5874914 A, 1999.02.23, 全文.

US 4998111 A, 1991.03.05, 说明书第3栏第11-50行, 第4栏第61-63行, 附图1-2.

审查员 姚宇鹳

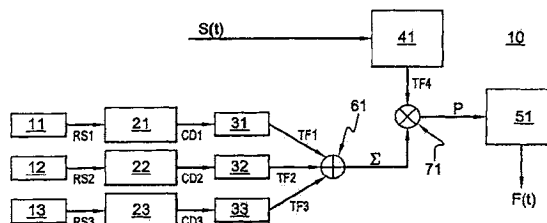
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

获取卫星数据的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于使用包括无线电导航卫星 (RNSS) 接收机 (10) 的移动设备获取卫星数据的方法。本发明方法包括下列步骤, 即: 由接收机 (10) 接收由多个卫星发射的信号 S(t), 所述信号对应于分别由卫星发射并由该卫星特有的扩频信号调制的信号的和; 产生由接收机 (10) 产生的多个本地副本 RS1、RS2、RS3, 每个所述副本都是来自卫星特有的扩频信号的副本; 通过补偿每个卫星的多普勒效应, 对每个本地副本进行频率校正; 对多个已校正副本 CD1、CD2、CD3 求和; 以及确定所述多个已校正副本的和与卫星数据信号 S(t) 之间的作为时间的函数的相关函数 F(t)。



1. 一种使用包括 RNSS 卫星无线电导航接收机的移动设备获取卫星数据的方法,所述方法包括下列步骤:

- 所述接收机接收由多个卫星发射的信号,并且所述信号对应于分别由卫星发射且分别由所述卫星特有的扩频信号调制的信号的和;

- 所述接收机产生多个本地副本,每个本地副本都是卫星特有的扩频信号的副本;

- 通过利用由辅助服务器发送给所述移动设备的辅助数据补偿每个所述卫星的多普勒效应来对每个所述本地副本的频率进行校正;

- 对所述多个已校正副本求和;

- 确定所述多个已校正副本的和与所述卫星数据信号之间的作为时间的函数的相关函数;以及

- 识别与由所述相关函数所呈现的每个相关峰值相关联的每个卫星,

其中在已经识别至少一个卫星之后,利用从辅助服务器发送给所述移动设备的辅助数据,所述辅助数据包括所述卫星的历书以及所述移动设备所处的小区标识符,通过一方面确定所述已识别的卫星与所述移动设备之间的信号传播时间差并且另一方面确定每个待识别的卫星与所述移动设备之间的信号传播时间差来识别每个其余的卫星。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述对至少一个卫星的识别包括下列步骤:

- 识别与相关峰值相关联的同步时间;

- 确定针对所述同步时间计算的每个所述已校正副本与所述卫星数据信号之间的多个相关值;以及

- 根据所述相关值识别与所述相关峰值相关联的卫星。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中所述峰值是所述作为时间的函数的相关函数的主峰值。

4. 根据前述权利要求之任一项所述的方法,其中通过下列步骤确定所述作为时间的函数的相关函数:

- 确定每个所述已校正副本的傅里叶变换;

- 对所述每个所述已校正副本的傅里叶变换求和;

- 确定所述卫星数据信号的傅里叶变换;

- 用所述卫星数据信号的傅里叶变换乘以每个所述傅里叶变换的和;以及

- 确定前一步骤所得乘积的傅里叶逆变换。

5. 一种 RNSS 卫星导航接收机,用于实现根据前述权利要求之任一项所述的方法,所述接收机适于接收由多个卫星发射的信号,并且所述信号对应于分别由卫星发射且分别由所述卫星特有的扩频信号调制的信号的和,并且所述接收机包括:

- 用于产生多个本地副本的装置,每个所述本地副本都是卫星特有的扩频信号的副本;

- 用于通过利用由辅助服务器发送给所述接收机的辅助数据补偿每个所述卫星的多普勒效应来对每个所述本地副本的频率进行校正的装置;

- 加法器,适用于对所述已校正副本求和;以及

- 用于计算所述已校正副本的每个和与所述卫星数据信号之间的作为时间的函数的相关函数的装置;以及

- 用于识别与由所述相关函数所呈现的每个相关峰值相关联的每个卫星的装置，
- 用于在已经识别至少一个卫星之后，利用从辅助服务器发送给所述移动设备的辅助数据，所述辅助数据包括所述卫星的历书以及所述移动设备所处小区的标识符，通过一方面确定所述已识别的卫星与所述移动设备之间的信号传播时间差并且另一方面确定每个待识别的卫星与所述移动设备之间的信号传播时间差来识别每个其余的卫星的装置。

6. 一种移动设备，其包括根据权利要求 5 所述的 RNSS 卫星导航接收机。

获取卫星数据的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于 2003 年 12 月 1 日提交的法国专利申请 No. 0314175, 在此以引用的方式包含该专利申请公开的全部内容, 并且在此主张其优先权。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种方法, 包括 RNSS(无线电导航卫星系统) 卫星无线电导航接收机的移动设备通过这种方法获取卫星数据。

背景技术

[0004] 在移动电话的领域中, 日益证明了能够对移动电话进行定位是非常必要的。

[0005] 为此, 现有技术中已知可以将例如属于全球移动通信系统 (GSM) 移动电话类型的蜂窝无线电话设备与诸如全球定位系统 (GPS)、GLONASS(全球导航卫星系统) 或 GALILEO(伽利略全球卫星定位系统) 类型的接收机之类的无线电导航卫星系统 (RNSS) 接收机相关联, 通过这种 RNSS 接收机, 移动设备拾取 (pick up) 来自卫星的传输数据以确定该移动设备的位置。因此, 例如在道路交通事故的情况下, 移动设备可以计算并发送其位置。

[0006] 可以以下述方式确定设备的位置: 多个卫星连续地发射具有时戳的信号, 该信号由接收机所拾取。如果该接收机与卫星的时钟同步, 则该接收机可以随后测量该信号的传播时间并从中推断该接收机与特定卫星之间的距离。利用三个卫星, 上述类型的接收机可以通过三角测量 (triangulation) 确定其位置。每个传播时间测量值代表一个以特定卫星为中心的球体的半径, 该接收机位于该球体上。利用两个距离测量值, 接收机的位置在由两个球体的相交所形成的圆内。同时得到的第三个测量值将相交区域减小为两个点, 其中一个点在空间上的距离相去甚远, 可以很容易地排除。

[0007] 在采用 RNSS 类型接收机的卫星定位系统中, 实现对接收机位置进行计算的数据信号来自不同的卫星 (最少 4 个卫星以确定 4 个未知参数 x 、 y 、 z 和 t)。

[0008] 每个卫星发射的 GPS 信号都基于扩频技术。因此该信号是采用码分多址 (CDMA) 技术利用频率已经扩展的信号进行调制的二进制数据信号。换言之, 该数据信号的每个比特由每个卫星特有的扩展序列所代替。以 50bps (0.02 秒 / 比特) 的速度采用串行模式对该数据进行传输。以高得多的速率对诸如 Gold 类型的伪随机序列之类的扩展序列进行传输: Gold 序列可以看作以明确定义的时钟周期定时的一系列比特; 术语“码瞬间” (code moment) 或更常用的术语“码片” (chip) 意指序列的一个比特, 并且可以延伸为意指序列的一个比特的持续时间。因此, 扩展序列以 1.023 兆码片 / 秒 (因此一个码片的持续时间大约为 $1 \mu s$) 的速率进行发送并且包括 1023 个码片 (即该扩展序列具有 1ms 的持续时间); 因此, 每一数据比特对应 20 个重复的序列。

[0009] 作为用扩频信号进行调制的结果, 标准解调器将接收信号看作是噪声。

[0010] 作为一般规则, 两个信号 $f_i(t)$ 与 $f_j(t)$ 的相关函数 $f(\tau)$ 由方程 $f(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} f_i(t) \cdot f_j(t - \tau) \cdot dt$ 给出, 其中 τ 表示时间变量。当然, 实际上, 并不是从 $-\infty$ 到 $+\infty$

取积分,而是在有限的时间段上取积分,用该积分除以所述时间段的持续时间。如果函数 $f_i(t)$ 和 $f_j(t)$ 相同,则使用术语“自相关函数”(autocorrelation function),并且如果函数 $f_i(t)$ 和 $f_j(t)$ 不同,则使用术语“互相关函数”(intercorrelation function)。

[0011] 每个卫星 k 具有其自己的伪随机信号 $c_k(t)$ 。每个这种伪随机信号具有这样的特性,即除非在时间偏移为零的位置附近(在该处其呈现三角形),否则其自相关函数为零。

换言之,当 τ 为非零值时积分 $\int_{+\infty}^{-\infty} c_k(t) \cdot c_k(t-\tau) \cdot dt$ 为零,并且当 τ 为零时该积分最大。

[0012] 此外,选择与不同的卫星相关联的信号,以使这些信号的互相关函数为零;换言之,当 k 和 k' 不同时,不论 τ 的值如何,积分 $\int_{+\infty}^{-\infty} c_k(t) \cdot c_{k'}(t-\tau) \cdot dt$ 都为零。

[0013] 因此,将来自卫星的扩频信号选择为正交的。

[0014] 当接收机试图从特定卫星那里获取信号时,其使所接收的信号与其寻找的卫星的伪随机序列(将该卫星的序列永久性地分配给该卫星并且在该卫星的服务寿命期间都不再改变)的副本相关。

[0015] 因此,所接收信号 $S(t)$ 是由每个卫星发射的所有信号的和 $S(t) = \sum_{k=1}^n c_k(t) \cdot d_k(t)$,其中 n 是卫星的数目, $c_k(t)$ 是来自卫星 k 的扩频信号,并且 $d_k(t)$ 是来自卫星 k 的数据。

[0016] 当试图从卫星 m 那里获取信号时,本地副本对应于信号 $c_m(t)$ 。相应地,在进行相关之后,并且假定扩频信号都完全正交,去掉来自除所寻找的卫星(对于该卫星互相关函数为零)之外的卫星的所有数据,从而只保留来自卫星 m 的数据。可以进行相关是因为扩展序列的持续时间是数据比特的持续时间的二十分之一。

[0017] 因此,信号获取阶段包括计算所接收的信号与所寻找的卫星码(satellite code)的本地副本在一个等于该代码的周期(其为 1ms)的时间段上且具有依赖于所需的检测性能的深度(积分的范围)的相关函数。接收机延迟该副本的开始时间以获得三角形相关峰值。因此该延迟的值是信号从卫星传播到用户所耗费的时间。这种类型的测量需要极高的精确度(好于 100ns)。信号通过该距离所耗费的时间的量级是 100ms。然而,由于 GPS 接收机的时钟始终不能与卫星的时钟完全同步,因此接收机必须通过连续近似(successive approximation)的处理持续地校准其时钟以获得两个信号的最大相关。因此,信号的获取需要接收机使用时基扫描(time sweep)。

[0018] 此外,以已知频率 1575.42MHz 对每个卫星发射的信号进行发送。卫星的多普勒效应与接收机本地时钟不确定性相叠加,导致了关于 GPS 接收机接收到的信号的 $\pm 5\text{kHz}$ 的不确定性。现在,为了获得良好的相关性,接收机本地产生的信号必须具有与卫星发射的信号相同的频率。因此,除了时基扫描之外,接收机还必须进行频率扫描以便确定信号从卫星传播到用户所耗费的时间。

[0019] 上面提及的时基扫描和频率扫描意味着很长的数据处理时间,并且要求接收机必须具有很高的计算能力。

[0020] 一种解决方案是使用服务器来辅助移动设备的 GPS 接收机,通过减小需要扫描的时间-频率区域来提高接收机的灵敏度。文献“室内 GPS 技术”(Indoor GPS Technology)(F. van Diggelen 等人在 2001 年 5 月在达拉斯(Dallas)举行的 CTIA(美国无线通信与互联网协会)无线议程(Wireless-Agenda)大会上发表)中描述了这种类型的服务器。这种

技术称作辅助 GPS(A-GPS) 技术。图 1 示出了使用这类辅助服务器 5 的电信系统 1。包括 GPS 接收机的移动设备 2(诸如 GSM 类型的电话网络 4 的移动电话) 试图根据由至少一个卫星 S1-S4 发射的信号 P1-P4 来计算其位置。为此, 设备 2 通过电话网络 4 以无线信号的形式发送请求 R。请求 R 经过与移动设备 2 所处的小区相关联的基站收发信机 (BTS) 类型的无线基站 3。服务器 5 对请求 R 进行处理, 服务器 5 经由配备接收信息 K 的 GPS 接收机的固定无线站 6 实时地接收卫星信息。响应于请求 R, 服务器 5 向移动设备 2 发送信息 I, 信息 I 经过 BTS 3。该信息包含例如卫星 S1-S4 的历书 (ephemeris)。利用该信息, 移动设备 2 可以确定卫星的多普勒效应并显著地简化其频率扫描。注意, 有两类 A-GPS 技术, 即基于移动台 (MS-based) 的技术和移动台辅助 (MS-assisted) 的技术。在基于移动台的技术的情况下, 移动设备 2 的位置由移动设备本身来计算。在移动台辅助的技术的情况下, 移动设备 2 的位置由服务器 5 来计算。

[0021] 然而, 在采用这种解决方案时, 仍存在某些困难。实际上, 上述解决方案的一个缺点在于连续且独立地获取每个卫星的数据 (确定信号传播时间, 通常称作导航信号获取), 这种类型的获取导致了很长的数据处理时间。

[0022] 本发明的目的是提供一种用于通过包括 RNSS 卫星无线电导航接收机的移动设备来获取卫星数据的快速方法。

发明内容

[0023] 为此, 本发明提出了一种用于通过包括 RNSS 卫星无线电导航接收机的移动设备来获取卫星数据的方法, 所述方法包括下列步骤:

[0024] - 所述接收机接收由多个卫星发射的信号, 并且所述信号对应于分别由卫星发射且分别由所述卫星特有的扩频信号调制的信号的和;

[0025] - 所述接收机产生多个本地副本, 每个本地副本都是卫星特有的扩频信号的副本;

[0026] - 通过利用由辅助服务器发送给所述移动设备的辅助数据补偿每个所述卫星的多普勒效应来对每个所述本地副本的频率进行校正;

[0027] - 对所述多个已校正副本求和; 以及

[0028] - 确定所述多个已校正副本的和与所述卫星数据信号之间的作为时间的函数的相关函数。

[0029] 根据本发明, 相关值是从卫星接收的信号与假定存在于接收信号中的所有卫星的本地副本的和之间的相关值。以这种方式, 确定一个单独的相关函数, 而不是针对每个本地副本独立地确定多个连续的相关函数。因此, 数据获取要快得多, 原因是用一个单独的计算取代了多个相关函数计算。随后只需将每个相关峰值与特定卫星相关联即可。只使用每个卫星的多普勒效应的频率校正以获得正确地显示出相关峰值 (每个相关峰值与一个卫星相关联) 的相关函数, 就可能实现这种解决方案。

[0030] 所述方法有利地包括识别与由所述相关函数所呈现的每个相关峰值相关联的每个卫星。

[0031] 如果对至少一个卫星的识别包括下列步骤, 则将是特别有利的:

[0032] - 识别与相关峰值相关联的同步时间;

[0033] - 确定针对所述同步时间计算的每个所述已校正副本与所述卫星数据信号之间的多个相关值 ; 以及

[0034] - 根据所述相关值识别与所述相关峰值相关联的卫星。

[0035] 所述峰值有利地是所述作为时间的函数的所述相关函数的主峰值。

[0036] 在第一实施例中, 在已经识别至少一个卫星之后, 利用从辅助服务器发送给所述移动设备的辅助数据, 所述辅助数据包括所述卫星的历书以及所述移动设备所处的小区标识符, 通过一方面确定所述已识别的卫星与所述移动终端之间的信号传播时间差并且另一方面确定每个待识别的卫星与所述移动设备之间的信号传播时间差来识别每个其余的卫星。

[0037] 在第二实施例中, 通过下列步骤识别每个所述卫星 :

[0038] - 识别与相关峰值相关联的同步时间 ;

[0039] - 确定针对所述同步时间计算的每个所述已校正副本与所述卫星数据信号之间的多个相关值 ; 以及

[0040] - 根据所述相关值识别与所述相关峰值相关联的卫星。

[0041] 有利地通过下列步骤确定所述作为时间的函数的相关函数 :

[0042] - 确定每个所述已校正副本的傅里叶变换 ;

[0043] - 对所述每个所述已校正副本的傅里叶变换求和 ;

[0044] - 确定所述卫星数据信号的傅里叶变换 ;

[0045] - 用所述卫星数据信号的傅里叶变换乘以每个所述傅里叶变换的和 ; 以及

[0046] - 确定前一步骤所得乘积的傅里叶逆变换。

[0047] 有利地在从辅助服务器发送到所述移动设备的辅助数据的辅助下, 通过对每个所述卫星的多普勒效应进行补偿而实现对每个所述本地副本的所述频率校正。

[0048] 本发明还提供了一种用于实现根据上文所述的方法的 RNSS 卫星导航接收机, 所述接收机适于接收由多个卫星发射的信号, 并且所述信号对应于分别由卫星发射且分别由所述卫星特有的扩频信号调制的信号的和, 并且所述接收机包括 :

[0049] - 用于产生多个本地副本的装置, 每个所述本地副本都是卫星特有的扩频信号的副本 ;

[0050] - 用于通过利用由辅助服务器发送给所述接收机的辅助数据补偿每个所述卫星的多普勒效应来对每个所述本地副本的频率进行校正的装置 ;

[0051] - 加法器, 适用于对所述已校正副本求和 ; 以及

[0052] - 用于计算所述已校正副本的每个和与所述卫星数据信号之间的作为时间的函数的相关函数的装置。

[0053] 本发明最后提供了一种结合了根据本发明的接收机的移动设备。

[0054] 在以下对通过说明性且非限制性的示例而给出的本发明的一个实施例进行描述的过程中, 本发明的其他特征和优点将变得明显。

附图说明

[0055] 图 1 示出了现有技术的电信系统 ;

[0056] 图 2 示出了采用本发明的获取方法的接收机 ;

[0057] 图 3 示出了说明本发明的获取方法的操作的相关曲线图。

具体实施方式

[0058] 已经结合现有技术描述了图 1。

[0059] 图 2 示出了集成到移动设备（未示出，诸如 GSM 类型的电话网络中的移动电话）中的 GPS 接收机 10。接收机 10 接收信号 $S(t)$ ，该信号是每个卫星发射的所有信号的和：

$$S(t) = \sum_{k=1}^n c_k(t) \cdot d_k(t),$$

其中 n 是卫星的数目， $c_k(t)$ 是来自卫星 k 的扩频信号，并且 $d_k(t)$ 是从卫星 k 接收的数据。为了说明本发明而同时又不使附图过于复杂，在此考虑的情形是 $n = 3$ 的情形，但是通常必须使用至少 4 个接收机。

[0060] 接收机 10 包括：

[0061] - 第一、第二、第三和第四傅里叶变换计算装置，分别用 41、31、32 和 33 来表示；

[0062] - 第一、第二和第三本地副本产生装置，分别用 11、12 和 13 来表示；

[0063] - 第一、第二和第三频率校正装置，分别用 21、22 和 23 来表示；

[0064] - 傅里叶逆变换计算装置 51；

[0065] - 加法器 61；以及

[0066] - 乘法器 71。

[0067] 第一、第二和第三本地副本产生装置 11、12 和 13 分别产生三个卫星特有的扩频信号 C_1 、 C_2 和 C_3 的本地副本 RS_1 、 RS_2 和 RS_3 。

[0068] 集成了接收机 10 的移动设备通过电话网络以无线信号的形式发送请求。该请求经过与移动设备所处的小区相关联的基站收发信机 (BTS) 类型的无线基站，并由辅助服务器进行处理，该辅助服务器经由配备接收卫星信息的 GPS 接收机的固定无线站实时地接收卫星信息。响应于该请求，服务器向移动设备发送一个信息，该信息特别地包括三个卫星的历书、移动设备所处小区的标识符以及三个卫星的 GPS 时间。利用该信息，第一、第二和第三频率校正装置 21、22 和 23 分别能够确定卫星的多普勒效应并能够通过考虑每个卫星的多普勒效应而对本地副本 RS_1 、 RS_2 和 RS_3 的频率进行校正来显著地简化频率扫描。这得到三个已校正副本 CD_1 、 CD_2 和 CD_3 。

[0069] 第二、第三和第四傅里叶变换计算装置 31、32 和 33 分别计算已校正副本 CD_1 、 CD_2 和 CD_3 的傅里叶变换 TF_1 、 TF_2 和 TF_3 。

[0070] 与此类似，第一傅里叶变换计算装置 41 计算接收信号 $S(t)$ 的傅里叶变换 TF_4 。

[0071] 加法器 61 计算已校正副本 CD_1 、 CD_2 和 CD_3 的三个傅里叶变换 TF_1 、 TF_2 和 TF_3 的和 Σ 。

[0072] 乘法器 71 计算傅里叶变换 TF_4 与和 Σ 的乘积 P 。

[0073] 傅里叶逆变换计算装置 51 确定乘积 P 的傅里叶逆变换 $F(t)$ 。

[0074] 信号 $F(t)$ 对应于每个已校正副本 CD_1 、 CD_2 和 CD_3 的和与卫星数据信号 $S(t)$ 之间的作为时间的函数的相关值。

[0075] 图 3 示出了说明本发明的方法的相关曲线图。

[0076] 曲线图 1 包括代表每个已校正副本 CD_1 、 CD_2 和 CD_3 的和 Σ 与卫星数据信号 $S(t)$ 之间的作为时间变量 t 的函数的相关函数 F 的曲线。

[0077] 该曲线具有三个峰值 P1、P2 和 P3,其中心分别在对应于卫星与 GPS 接收机 10 的同步时间的的时间 t1、t2 和 t3 上。

[0078] 第一、第二和第三频率校正装置 21、22 和 23 分别对每个卫星的多普勒效应进行的校正清楚地显示出与特定卫星相关联的每个相关峰值。

[0079] 然后剩下的就是将每个峰值 P1、P2 和 P3 与卫星之一相关联。

[0080] 一种用于识别峰值的解决方案包括,首先确定具有最高级别的峰值,在此该峰值为中心在时间 t2 上的峰值 P2。该时间 t2 对应于待识别的卫星与 GPS 接收机 10 的同步时间。

[0081] 只针对时间 t2 计算每个已校正信号 CD1、CD2 和 CD3 与 S(t) 的相关值可以识别出与峰值 P2 相关联的卫星,最高的相关值对应于所寻找的卫星。

[0082] 因此,只需要在时间 t2 处的三个相关值来确定与峰值 P2 相关联的卫星。

[0083] 可以针对其他的峰值 P1 和 P3 重复这种操作。

[0084] 然而,同样可以基于对与峰值 P2 相关联的卫星的识别,根据下述步骤识别与峰值 P1 和 P3 相关联的卫星。

[0085] 识别与峰值 P2 相关联的卫星得到 GPS 时间。

[0086] 由辅助服务器发送的辅助数据包含三个卫星的历书以及移动设备所处的小区标识符。

[0087] 然后,可以根据该历书和 GPS 时间来确定三个卫星的位置。

[0088] 同样,小区的标识符给出了移动设备的位置的数量级。

[0089] 从卫星和移动设备的位置可以推导出信号经过每个卫星与移动设备之间的距离所必需的时间 T1、T2 和 T3。

[0090] 假定 T2 是数据信号经过已识别的卫星与移动设备之间的距离所必需的时间。

[0091] 将时间差 T2-T1 和 T2-T3 的绝对值与时间差 t2-t1 和 t2-t3 的绝对值进行比较,可以识别峰值的中心在 t1 和 t3 上的那两个其余的卫星。

[0092] 当然,本发明不限于刚刚已经描述的实施例。

[0093] 因此,已经将相关函数 F(t) 描述为利用傅里叶变换来确定,但是同样也可以考虑使用其他的方法,特别是直接应用由下式给出的两个信号 $f_i(t)$ 和 $f_j(t)$ 的相关函数 F(τ)

的定义: $f(\tau) = \int_{+\infty}^{-\infty} f_i(t) \cdot f_j(t - \tau) \cdot dt$ 。

[0094] 此外,对多普勒效应的校正并非一定意味着系统地请求辅助数据;同样可以考虑将多普勒效应存储在 GPS 接收机的存储器中并多次使用而不必对其进行更新。

[0095] 同样应当注意,可以在假定存在于接收信号中的所有副本上或只在一个至少包含两个这些副本的子集上实现所述求和。

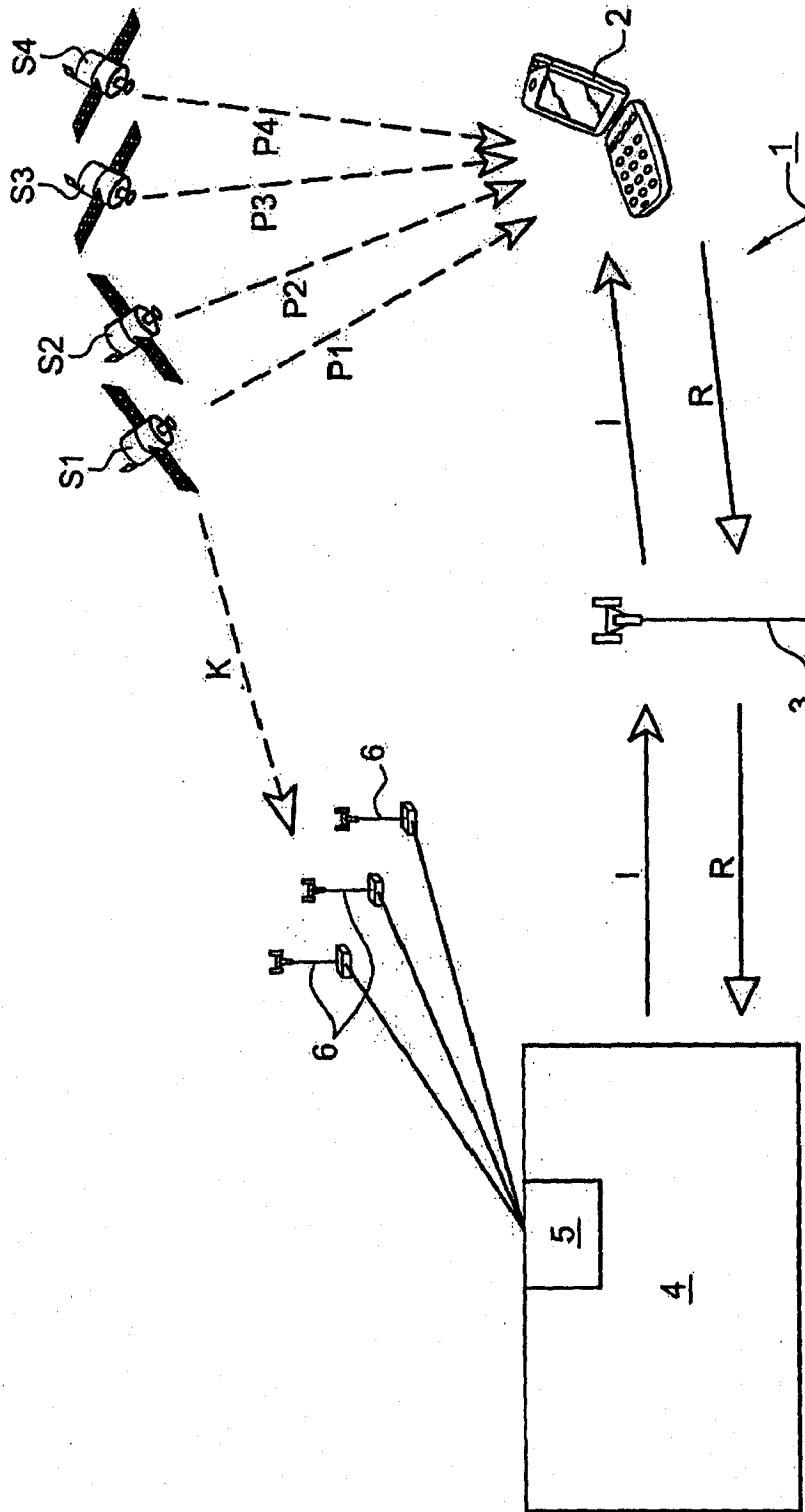


图 1

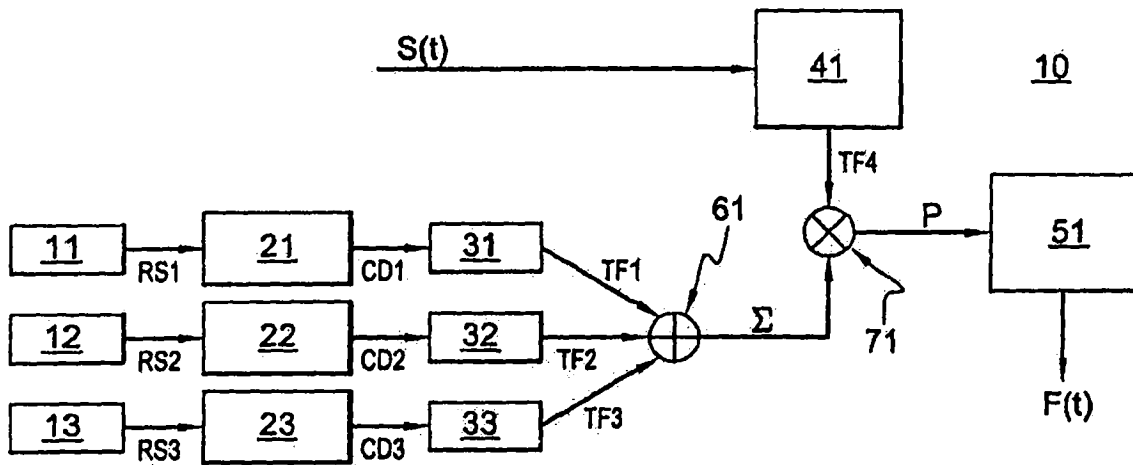


图 2

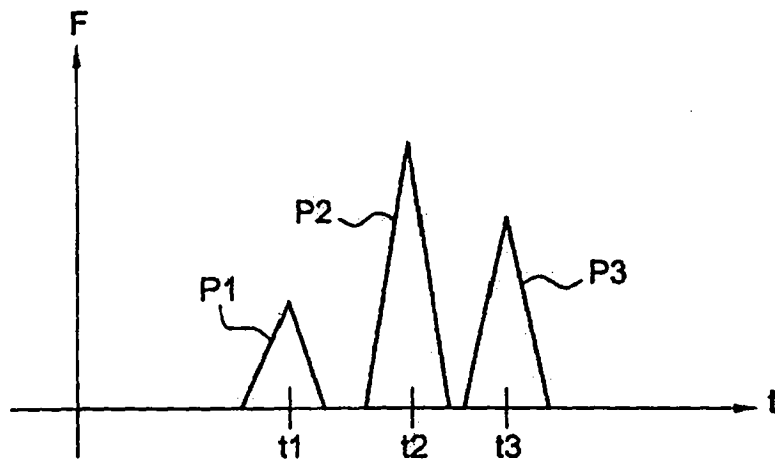


图 3