



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1696731 B

(45) 授权公告日 2010.12.01

(21) 申请号 200510073905.2

(56) 对比文件

(22) 申请日 1999.12.13

US 5499031 A, 1996.03.12, 说明书第3栏第30行至第6栏第5行, 附图.

(30) 优先权数据

WO 9847019 A1, 1998.10.22, 全文.

09/227,764 1999.01.08 US

EP 0473373 A2, 1992.03.04, 说明书第4页第23-53行, 附图2.

(62) 分案原申请数据

99815519.5 1999.12.13

审查员 黄素霞

(73) 专利权人 真实定位公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 路易斯·A·史迪普

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 杨林森 谷惠敏

(51) Int. Cl.

G01S 5/02 (2010.01)

G01S 5/06 (2006.01)

H04W 64/00 (2009.01)

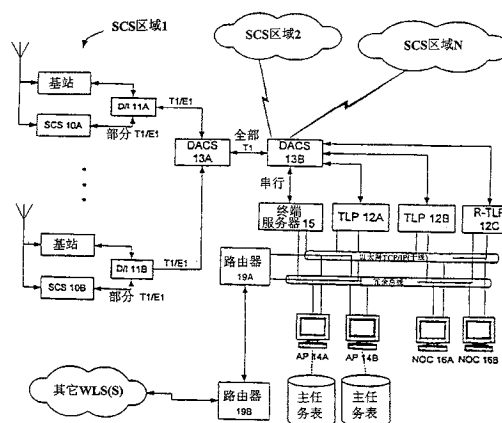
权利要求书 2 页 说明书 55 页 附图 26 页

(54) 发明名称

无线定位系统的校准

(57) 摘要

一种外部校准方法,包括如下步骤:基准发射机发送第一参考信号;在第一接收机系统和第二接收机系统接收第一参考信号(10-2A-10-2C);通过将被测量的TDOA和与基准发射机的已知位置相关的理论TDOA值相比较,确定第一偏差值;利用第一偏差值校正与要被定位的移动发射机相关的后续TDOA测量。内部校准方法包括如下步骤:向第一接收机系统注入一个梳状信号;利用该梳状信号得到传递函数在第一接收机系统带宽上改变的方式;并利用该估计减轻第一传递函数变化对第一接收机系统进行的时间测量的影响。



1. 一种用于接收机系统的内部校准方法,该接收机系统具有时变一频变的传递函数,其中在无线定位系统中使用该接收机系统,该方法包括以下步骤:

向接收机系统输入稳定、已知的宽带信号;利用宽带信号来估计在接收机系统的指定带宽上的传递函数;以及利用该估计来缓解传递函数的变化对后面的时间测量的影响,其中在缓解传递函数的影响之前,用品质因数对传递函数的估计进行加权处理。

2. 如权利要求1所述的方法,其中宽带信号是一个梳状信号。

3. 如权利要求2所述的方法,其中所述梳状信号具有多个分立的频率以及在所述分立的频率之间的一致幅度和间隔。

4. 如权利要求1所述的方法,其中只有在品质因数超过预定的阈值时才使用传递函数的估计。

5. 如权利要求4所述的方法,其中品质因数基于传递函数之前和之后的互相关函数。

6. 如权利要求1所述的方法,其中在输入已知宽带信号之前,接收机系统的天线首先与接收机隔离。

7. 如权利要求6所述的方法,其中电子控制RF继电器用来做隔离。

8. 如权利要求7所述的方法,其中使用电子RF继电器来将已知宽带信号发送到接收机系统。

9. 一种用于校准第一接收机系统的内部校准方法,其中所述第一接收机系统具有时变一频变的传递函数,所述传递函数定义所述第一接收机系统将如何改变接收的信号振幅和相位,其中在这样的定位系统中利用第一接收机系统,该定位系统部分地通过确定移动发射机发射的和所述第一接收机系统及另一个接收机系统接收的信号的到达的时间差来有效确定移动发射机的位置,其中位置确定的精度部分地依赖于所述接收机系统进行的时间测量的精度,该方法包括以下步骤:

- (A) 向所述第一接收机系统输入内部生成的稳定、已知的宽带信号;
- (B) 利用内部生成的稳定、已知的宽带信号来获得所述传递函数在所述第一接收机系统的带宽上变化的方式的估计;以及
- (C) 利用所述估计来缓解传递函数的所述变化对第一接收机系统进行的时间测量上的影响,

其中在用于缓解传递函数的影响之前,用品质因数对传递函数在第一接收机系统的带宽上变化的方式的估计进行加权处理。

10. 如权利要求9所述的方法,其中内部生成的稳定、已知的宽带信号是含有多个具有一致的幅度和间隔的分立频率单元的梳状信号。

11. 如权利要求9所述的方法,其中只有在品质因数超过指定的阈值时,定位系统才使用传递函数的估计来缓解传递函数的影响。

12. 如权利要求9所述的方法,其中品质因数基于内部生成的稳定、已知的宽带信号和经过传递函数之后的同一信号的互相关函数的输出。

13. 如权利要求9所述的方法,其中在输入内部生成的稳定、已知的宽带信号之前,天线首先与接收机系统隔离。

14. 如权利要求13所述的方法,其中电子控制RF继电器用于将天线与接收机系统自动隔离。

15. 如权利要求9所述的方法,其中使用电子控制RF继电器将内部生成的稳定、已知的宽带信号发送到接收机系统。

16. 一种用于包括接收机系统的无线定位系统的外部校准方法,该接收机系统具有时变一频变的传递函数,该方法包括以下步骤:

从外部发射机发射稳定、已知的宽带校准信号;使用宽带校准信号来估计在接收机系统的指定带宽上的传递函数;以及使用估计来缓解传递函数的变化对后面的时间测量上的影响,

其中在缓解传递函数的影响之前,用品质因数对传递函数的估计进行加权处理。

17. 如权利要求16所述的方法,其中外部发射持续时间短、功率低,从而不会对拥有定位系统的无线系统造成干扰。

18. 如权利要求16所述的方法,其中该接收机系统与外部发射机同步,从而对接收机系统进行编程以使其只在宽带校准信号被发射时才接收和处理整个带宽的宽带校准信号。

19. 如权利要求18所述的方法,其中除了当与外部发射机同步时之外,接收机系统在其它任何时候都不会执行校准处理。

20. 如权利要求18所述的方法,其中使用GPS定时装置来同步接收机系统和外部发射机。

21. 如权利要求20所述的方法,其中在接收机系统与外部发射机之间使用无线通信链路来交换命令和响应。

22. 如权利要求16所述的方法,其中外部发射机使用定向天线以只对接收机系统的天线上的宽带信号进行定向。

23. 如权利要求22所述的方法,其中定向天线是八木天线。

24. 如权利要求22所述的方法,其中包括只有当定向天线对准接收机系统的天线并且多路径反射的危险降低时才进行外部发射。

25. 如权利要求16所述的方法,其中传递函数包括天线、滤波器、放大器以及与接收机系统有关的缆线。

无线定位系统的校准

[0001] 本申请为 1999 年 12 月 13 日提交的、申请号为 99815519.5、发明名称为“无线定位系统的校准”的申请的分案申请。

[0002] 技术领域

[0003] 本发明一般涉及定位诸如在模拟或数字蜂窝式系统、个人通信系统 (PCS)、高级专用移动无线业务 (ESMR) 以及其它类型的无线通信系统中使用的无线发射机的方法和装置。此技术领域一般地被称为无线定位,它可以应用于无线 E9-1-1、舰船管理、RF 优化以及其它有价值的应用。

[0004] 背景技术

[0005] 在 1994 年 7 月 5 日申请的、标题为“Cellular Telephone Location System (蜂窝电话定位系统)”的第 5,327,144 号美国专利对与本发明有关的早期工作进行了说明,该专利披露了一种利用全新的到达时差 (TDOA) 技术定位蜂窝式电话的系统。在 1997 年 3 月 4 日公开的、标题为“System for Location a Source of Burst Transmission (用于定位猝发传输源的系统)”的第 5,608,410 号美国专利中披露了第 5,327,144 专利所披露系统的进一步改进。这两个专利均属于本发明受让人,这里一并引用供参考。本发明人继续开发初始发明概念的有效增强型并且已经开发的技术可以进一步改善无线定位系统的精度而可以明显地降低这些系统的成本。

[0006] 在过去的几年中,蜂窝技术增加了可用于无线电话的空中接口协议的数目、增加了无线电话或移动电话运行的频带数目并扩大了涉及移动电话的术语数从而包括“个人通信业务”、“无线”等等。现在,无线接口协议包括 AMPS、N-AMPS、TDMA、CDMA、GSM、TACS、ESMR 等等。术语的变更和空中接口数的增加并没有改变本发明人发现并增强的基本原理。然而,为了与业内的当前术语保持一致,现在,本发明人将在此描述的系统称为“无线定位系统”。

[0007] 本发明人对在此披露的无线定位系统技术进行了广泛的实验以验证该技术的寿命和价值。例如,为了验证系统在大范围城市环境下缓和多路径的能力,在 1995 年至 1996 年的几个月中在费城和巴尔的摩进行了多项实验。然后,在 1996 年,本发明人在休斯敦建立了一个系统用于检验该系统在该地区的技术有效性及其直接与 E9-1-1 系统建立连接的能力。在 1997 年,在新泽西州的 350 平方英里范围内对该系统进行了实验,并利用该系统定位实际处于困境的人们的真实 9-1-1 呼叫。从这时开始,对系统的检验已经扩展到覆盖 2000 平方英里的 125 个小区站。在进行所有这些实验期间,对在此讨论和披露的技术的有效性进行检验并进一步对该技术进行开发,已经验证该系统可以克服已经披露的用于定位无线电话的其它方法的局限性。的确,到 1998 年 12 月为止,世界上其它地方还没有安装可以定位当前 9-1-1 呼叫的无线定位系统。通过大量媒体对该系统能力的介绍并因为获奖,所以在此披露的无线定位系统的创新为无线界所公认。例如,在 1997 年 10 月,蜂窝电话工业联合会 (Cellular Telephone Industry Association) 将有声望的 Wireless Appy 奖授予该系统以及建立成为 1998 年提交的 4000 个推荐项目中的 4 个顶级创新项目之一的无线定位系统的 Christopher Columbus 会员基金会 (Christopher Columbus Fellowship Foundation) 和发现杂志 (Discover Magazine)。

[0008] 无线定位系统的价值和重要性为无线通信界所公认。在 1996 年 6 月,联邦通信委员会要求无线通信界在 2001 年 10 月之前采用定位系统来定位无线 E9-1-1 呼叫。对 E9-1-1 呼叫进行定位可以节省响应时间、节省大量成本并保护生命,因为可以减少使用应急响应资源。此外,大量调查和研究已经归结出,未来,诸如与定位有关的收费、舰船管理等等的各种应用极具商业价值。

[0009] 无线通信系统的背景技术

[0010] 在无线通信系统中,存在许多不同类型的空中接口协议。在美国国内和美国国外,这些协议可以用于不同的频带。在定位无线电话时,这些频带不会影响无线定位系统的有效性。

[0011] 所有的空中接口协议均使用两种类型的“信道”。第一种类型为控制信道,它用于传送有关无线电话和发射机的信息、用于启动呼叫或终止呼叫或用于传送突发性数据。例如,某些类型的短消息业务可以通过控制信道传送数据。在不同的空中接口中,控制信道有不同的术语,但是在各空中接口中的控制信道的用途相似。在传输过程中,控制信道通常具有有关无线电话或发射机的识别信息。

[0012] 第二种类型的控制信道为语音信道,它通常通过空中接口传送语音通信。仅在利用控制信道建立呼叫后,使用这些信道。语音信道通常使用无线通信系统内的专用资源,而控制信道通常使用共享资源。这种区别使得使用控制信道进行无线定位比使用语音信道进行无线定位的成本效果高,尽管某些应用要求利用语音信道进行常规定位。通常,在传输过程中,语音信道不具有有关无线电话或发射机的识别信息。以下将说明各空中接口协议之间的一些差别:

[0013] AMPS- 这是美国蜂窝式通信中使用的最初空中接口协议。在 AMPS 系统中,将独立的专用信道进行分配用作控制信道 (RCC)。根据 TIA/EIA 标准 IS-553A,各控制信道块在蜂窝信道 333 或 334 开始,但是该控制信道块可以具有可变长度。在美国,AMPS 控制信道块通常具有 21 个信道宽度,但是也有使用 26 个信道的。反向语音信道 (RVC) 可以占用未指定为控制信道的任意信道。控制信道的调制方法为 FSK(频移键控),而利用 FM(频率调制)方法对语音信道进行调制。

[0014] N-AMPS- 此空中接口属于 AMPS 空中接口协议的扩展,并由 EIA/TIA 标准 IS-88 定义。其控制信道实际上与 APMS 的控制信道相同,然而,其语音信道与 AMPS 的语音信道不同。语音信道占用的带宽少于 10KHz,而 AMPS 的语音信道占用 30KHz 的带宽,并且其调制方法为 FM。

[0015] TDMA- 此接口还被称为 D-AMPS,由 EIA/TIA 标准 IS-136 定义。此空中接口的特征在于可以使用频率和时间分隔。还将控制信道称为数字控制信道 (DCCH),并且在对被指定用于 DCCH 的时隙内以脉冲串的形式发送控制信道。与 AMPS 不同,可以在频带内任意指定 DCCH 的频率,尽管通常某些频率分配比基于概率块的其它频率分配更具吸引力。语音信道还被称为数字通信信道 (DTC)。DCCH 和 DTC 可以占用相同的频率分配,但是在给定的频率分配中不能使用相同的时隙分配。DCCH 和 DTC 使用相同的调制方法,该调制方法通常称为 $\pi/4$ QPSK(差分正交移相键控)。在蜂窝频带中,只要各协议的频率分配保持独立,运营商可以使用 AMPS 协议和 TDMA 协议。

[0016] CDMA- 此空中接口由 EIA/TIA 标准 IS-95A 定义。此空中接口的特征在于可以使

用频率和代码分割。然而,因为相邻小区站可以使用相同频率组,CDMA 的特征在于可以进行非常细致的功率控制。细致地进行功率控制会导致产生被本技术领域的技术人员所称的近-远问题,近-远问题使得大多数无线定位方法难于正常工作。将控制信道称为接入信道,而将语音信道称为业务信道。接入信道和通信信道可以共享相同频带,但是利用代码将它们分割。接入信道和通信信道采用相同的调制方法,该调制方法通常称为 OQPSK。

[0017] GSM- 此空中接口由国际标准全球移动通信系统定义。与 TDMA 相同, GSM 的特征在于可以使用频率和时间分隔。信道带宽为 200KHz,此带宽比 TDMA 使用的 30KHz 的带宽宽。将控制信道称为独立专用控制信道 (SDCCH),并在对 SDCCH 指定的时隙内以脉冲串的形式发送此控制信道,在频带内对 SDCCH 指定任意频率。将语音信道称为通信信道 (TCH)。SDCCH 和 TCH 可以占用相同的频率分配,但是在给定的频率分配中不能使用相同的时隙分配。SDCCH 和 TCH 采用相同的调制方法,此调制方法被称为 GMSK。

[0018] 在此说明书中,除非另有说明,参考任一空中接口即指所有空中接口。此外,无论特定控制接口的优选术语是什么,参考控制信道或语音信道即指所有类型的控制信道或语音信道。最后,在世界上使用着许多类型的空中接口,并且在本说明书中,本发明概念不排除所有空中接口。实际上,本技术领域的熟练技术人员会认识到其它地方使用的其它接口可以由上述接口派生或与上述接口属于同类。

[0019] 在此披露的本发明优选实施例较其它用于定位无线电话的系统具有许多优势。例如,其它系统中的有些技术是将 GPS 功能附加到电话上,因此需要对电话进行大量改变。在此披露的优选实施例不要求对无线电话进行任何改变,因此它们可以应用于美国国内超过六千五百万的无线电话和世界范围内的两亿五千万无线电话的当前安装基础。

[0020] 因此,本发明的一个主要目的是提供用于校准无线定位系统 (WLS) 使该系统可以准确测量到达时差 (TDOA) 和到达频差 (FDOA) 的各种方法和各种装置。在本发明的优选实施例中,利用校准过程可以减小测量误差,这样就可以在无线定位系统覆盖的范围内将无线发射机 (例如:蜂窝电话) 设置到已知位置。这些电话以与任何其它电话相同的方式进行发送,例如定期登记或寻呼响应。然而,因为事先已知其位置和理论上的任何一对 SCS 的 TDOA 值,所以 TLP 12 可以确定在特定一对 SCS 中进行的 TDOA 测量的精确误差。此外,因为电话位于固定位置并存在多普勒频移,所以理论 FDOA 值为 0。由于各 SCS 的振荡器内的偏移、模拟部件 (例如:天线、电缆以及滤波器) 的特性改变以及环境因素 (例如:多路径) 的改变会引起测量误差,这样会将附加相位噪声引入系统,而根据本发明的外部校准方法校正正在 SCS 和 TLP 的数字信号处理过程中所计算的 TDOA 值和 FDOA 值,这样就不会引入相位噪声。

[0021] 根据本发明的外部校准方法包括步骤:基准发射机发送第一参考信号;在第一接收机系统和第二接收机系统接收第一参考信号;通过将测量的 TDOA (和 / 或 FDOA) 值与与接收机系统的已知位置和基准发射机的已知位置有关的理论 TDOA (或 FDOA) 值进行比较,确定第一偏差值;以及利用第一偏差值校正与待定位的移动发射机有关的后续 TDOA (或 FDOA) 测量。此方法的优选实施例进一步包括:第二基准发射机发送第二参考信号;在第一接收机系统和第二接收机系统接收第二参考信号;通过将第二测量 TDOA (或 FDOA) 值与与接收机系统的已知位置和第二基准发射机的已知位置有关的第二理论 TDOA (或 FDOA) 值进行比较,确定第二偏差值;以及利用第二偏差值与第一偏差值的组合来校正与待定位的移

动发射机有关的后续 TDOA (或 FDOA) 的测量。第一偏差值和第二偏差值优选地以加权平均数的形式进行组合。

[0022] 在根据本发明的外部校准的优选实施例中,对定位系统的各基线以列表形式存储偏差值;在被用于对后续 TDOA 测量进行校正之前,以时间序列加权平均数方法将各偏差值进行组合;并且时间序列加权平均数方法基于卡尔曼滤波器。优选地,在被用于校正后续 TDOA 测量过程之前,利用品质因数对偏差值进行加权计算,其中品质因数基于第一接收机和第二接收机接收的参考信号的互相关函数的输出,并且仅当品质因数大于预定阈值时定位系统才使用偏差值。此外,在此优选实施例中,定位系统监视偏差值的变化率并改变校准速率或各校准之间的时间间隔,以确保校准速率超过偏差值的变化率。例如,通过自动寻呼基准发射机可以对校准率进行控制。

[0023] 可以利用根据本发明的一种内部校准方法来校准 SCS 内的第一接收机系统,其中第一计算机系统的特征在于时变与频变传递函数。传递函数定义第一接收机系统如何改变接收信号的振幅和相位,并且定位估计的精度部分地依赖于接收机系统进行时间测量的精度。本发明方法包括步骤:将内部产生的具有已知的和稳定的信号特性的宽带信号输入到第一计算机系统;利用产生的宽带信号获得传递函数在第一接收机系统的带宽上变化方式的估计;以及利用此估计来缓解第一传递函数的变化对第一接收机系统的时间测量过程和频率测量过程的影响。用于内部校准的稳定宽带信号的一个实例被称为梳状信号,梳状信号包括多个具有已知间隔(例如:5KHz)的等振幅的独立频率单元。

[0024] 在根据本发明的内部校准方面的优选实施例中,在被用于缓和传递函数的影响之前,利用品质因数对在传递函数通过第一接收机系统带宽发生变化时的估算值进行加权计算。品质因数基于内部产生的校准信号的互相关函数的输出以及通过传递函数的相同信号。此外,在输入内部产生的校准信号之前,天线首先与接收机系统隔离。优先使用用电子方法控制的 RF 继电器来自动将天线与计算机系统隔离开。

[0025] 根据本发明的一个方面,提供一种用于接收机系统的内部校准方法,该接收机系统具有时变-频变的传递函数,其中在无线定位系统中使用该接收机系统,该方法包括以下步骤:向接收机系统输入稳定、已知的宽带信号;利用宽带信号来该估计在接收机系统的指定带宽上的传递函数;以及利用估计来缓解传递函数的变化对后面的时间测量的影响,其中在缓解传递函数的影响之前,用品质因数对传递函数的估计进行加权处理。

[0026] 根据本发明的另一方面,提供一种用于校准第一接收机系统的内部校准方法,其中所述第一接收机系统具有时变-频变的传递函数,所述传递函数定义所述第一接收机系统将如何改变接收的信号振幅和相位,其中在这样的定位系统中利用第一接收机系统,该定位系统部分地通过确定移动发射机发射的和所述第一接收机系统及另一个接收机系统接收的信号的到达的时间差来有效确定移动发射机的位置,其中位置确定的精度部分地依赖于所述接收机系统进行的时间测量的精度,该方法包括以下步骤:• (A) 向所述第一接收机系统输入内部生成的稳定、已知的宽带信号;• (B) 利用内部生成的稳定、已知的宽带信号来获得所述传递函数在所述第一接收机系统的带宽上变化的方式的估计;以及• (C) 利用所述估计来缓解传递函数的所述变化对第一接收机系统进行的时间测量上的影响,其中在用于缓解传递函数的影响之前,用品质因数对传递函数在第一接收机系统的带宽上变化的方式的估计进行加权处理。

[0027] 根据本发明的另一方面,提供一种用于包括接收机系统的无线定位系统的外部校准方法,该接收机系统具有时变-频变的传递函数,该方法包括以下步骤:从外部发射机发射稳定、已知的宽带校准信号;使用宽带校准信号来估计在接收机系统的指定带宽上的传递函数;以及使用估计来缓解传递函数的变化对后面的时间测量上的影响,其中在缓解传递函数的影响之前,用品质因数对传递函数的估计进行加权处理。

[0028] 以下将对本发明的其它特征和优点进行说明。

[0029] 图 1 和图 1A 示出根据本发明的无线定位系统的原理图。

[0030] 图 2 示出根据本发明的信号采集系统 (SCS) 10 的原理图。

[0031] 图 2A 示出信号采集系统采用的计算机模块 10-2 的原理图。

[0032] 图 2B 和图 2C 示出将接收机模块 10-2 连接到天线 10-1 的替代方式的原理图。

[0033] 图 2C-1 示出使用窄带接收机模块时无线定位系统的处理过程的流程图。

[0034] 图 2D 示出根据本发明的信号采集系统采用的 DSP 模块 10-3 的原理图。

[0035] 图 2E 示出 DSP 模块 10-3 的运行过程的流程图,图 2E-1 示出用于检测工作信道的 DSP 模块的处理过程的流程图。

[0036] 图 2F 示出根据本发明的控制与通信模块 10-5 的原理图。

[0037] 图 2G-2J 示出当前优选的 SCS 校准方法。图 2G 示出用于说明根据本发明的外部校准方法的基线和偏差值的原理图。图 2H 示出内部校准方法的流程图。图 2I 示出 AMPS 控制信道的典型传递函数。图 2J 示出典型梳状信号。

[0038] 图 2K 和图 2L 示出用于监视根据本发明的无线定位系统的性能的两种方法的流程图。

[0039] 图 3 示出根据本发明的 TDOA 定位处理器 12 的原理图。

[0040] 图 3A 示出由根据本发明的 TLP 处理器保持的典型网络图的结构。

[0041] 图 4 和图 4A 示出根据本发明的不同方式的应用程序处理器 14 的原理图。

[0042] 图 5 示出根据本发明基于中央站的定位处理方法的流程图。

[0043] 图 6 示出根据本发明基于站的定位处理方法的流程图。

[0044] 图 7 示出用于对要求定位的各传输过程确定是采用基于中央的处理过程还是采用基于站的处理过程的确定方法的流程图。

[0045] 图 8 示出用于选择协作天线的动态处理过程和用于定位处理过程的 SCS 10 的流程图。

[0046] 图 9 示出将在以下说明的利用一组预定标准选择 SCS 的候选表与天线的方法的示意图。

[0047] 图 10A 和图 10B 示出用于增加发射信号的带宽以提高定位精度的替换方法的流程图。

[0048] 图 11A 至图 11C 示出信号流图,图 11D 示出流程图,这些图用于说明用于将多个在统计上独立的定位估算值合并从而提供具有改进精度的估计的本发明方法。

[0049] 图 12A 和图 12B 分别示出用于说明带宽合成方法的方框图。

[0050] 无线定位系统(无线定位系统)的作用是被动地覆盖诸如蜂窝式的、PCS 或 ESMR 系统的无线通信系统,但是这些概念并不局限于这些类型的通信系统。通常,无线通信系统不适于定位无线装置,因为无线发射机的设计与小区站不具有基线准确定位的所需功能。

此应用中的准确定位被定义为 100 至 400 英尺 RMS(均方根)的精度。这与利用现有小区站实现的定位精度不同,现有小区站实现的精度局限于小区站半径。一般而言,小区站并未设计或规划成使小区站之间合作来确定无线发射机的位置。此外,所设计的诸如蜂窝式电话和 PCS 电话的无线发射机成本低因而不内置定位功能。将所设计的无线定位系统低成本地附加到无线通信系统,无线通信系统对小区站具有最小的变化而且对标准无线发射机根本没有变化。无线定位系统是无源的,因为它不含有发射机,因此不会对无线通信系统产生任何干扰。无线定位系统仅在小区站或其它接收位置使用其自己的专用接收机。

[0051] 无线定位系统(无线定位系统)的概述

[0052] 如图 1 所示,无线定位系统具有 4 种主要子系统:信号采集系统(SCS)10、TDOA 定位处理器(TLP)12、应用程序处理器(AP)14 以及网络操作控制台(NOC)16。各 SCS 负责接收无线发射机在控制信道和语音信道发射的 RF 信号。一般而言,各 SCS 优选地安装在无线运营商小区站,因此可以与基站并行运行。各 TLP 12 负责管理 SCS10 网络并负责提供可以用于进行定位计算的数字信号处理(DSP)资源的集中存储区。SCS 10 和 TLP 12 一起运行以确定无线发射机的位置,以下将对此进行更详细的说明。数字信号处理过程的优选方式是对无线信号进行处理,因为 DSP 的成本相对较低、具有稳定的特性并且可以容易地进行编程以处理许多不同的工作。SCS 10 和 TLP 12 均含有足够的 DSP 资源,并且可以动态执行这两个系统中的软件以根据进行处理时、通信时、排队时进行的交换以及成本的权衡确定在哪里实现特定处理功能。各 TLP 12 存在于中央,主要是为了降低实现无线定位系统的总成本,但是在此说明的技术并不局限于所示的优选结构。即在无线定位系统内可以重新分配 DSP 资源,而无需改变所披露的基本概念和功能。

[0053] AP 14 负责管理包括所有 SCS 10 和 TLP 12 的无线定位系统内的所有资源。各 AP 14 还包括专用数据库。专用数据库内含有无线定位系统的“触发器”。为了节省资源,可以对无线定位系统进行编程以仅对某个预定类型的发射进行定位。当出现预定类型的发射时,无线定位系统被触发开始进行定位处理。否则,将无线定位系统编程为忽略此发射。各 AP 14 还包括允许各种应用程序安全访问无线定位系统的应用程序接口。例如,这些应用程序可以实时或非实时访问位置记录,建立或删除某个类型的触发,或使无线定位系统采取其它行动。各 AP 14 还可以进行某种后处理功能,后处理功能允许 AP 14 将多个位置记录进行合并以产生扩大的报告或分析,用于诸如业务量监视或 RF 最优化的应用中。

[0054] NOC 16 是网络管理系统,该系统使得无线定位系统的操作者可以容易地访问无线定位系统的编程参数。例如,在一些城市,无线定位系统可以包含几百甚至几千个 SCS 10。NOC 是利用图形用户界面管理大型无线定位系统的最有效方式。如果无线定位系统内的某个功能出现故障,NOC 还可以接收实时告警。操作者可以利用实时告警快速采取正确行动避免破坏定位业务。试运行无线定位系统的经验表明,系统保持良好定位精度的能力直接与操作者将系统保持在预定参数内运行的能力有关。

[0055] 第 5,327,144 号美国专利和第 5,608,410 号美国专利以及本说明书的读者会注意到各系统之间的相似性。的确,在此披露的系统很大程度上基于前两个专利中披露的系统,而且在此披露的系统比前两个专利披露的系统具有显著改进。例如,SCS 10 是对第 5,608,410 号美国专利说明的天线位置系统的扩展和增强。SCS 10 具有支持一个小区站的许多天线的能力,而且还可以进一步支持使用如下所述的加长天线。这样就使得 SCS10 利

用现在通常使用的扇形扫描小区站来运行。SCS10 还可以将数据从小区站的多个天线发送到 TLP12, 而不是总是在传送之前将多个天线发送的数据进行合并。此外, 当无线运营商不断地改变系统配置时, SCS10 可以支持使 SCS10 有效的多个空中接口协议。

[0056] TLP12 与第 5, 608, 410 号美国专利披露的中央站系统相同, 并被进行了扩展和增强。例如, TLP12 已经被定标, 因此可以对各 TLP12 要求的 DSP 资源的数量进行适当定标以匹配无线定位系统的客户要求的每秒的定位数。为了支持对不同无线定位系统的能力进行定标, 可以将网络方法附加到 TLP12, 这样多个 TLP12 就可以合作共享无线通信系统网络边界的 RF 数据。此外, 为 TLP12 设置控制装置以确定 SCS10 以及位于各 SCS10 的更重要的天线, TLP12 从天线接收数据以对特定定位进行处理。以前, 无论中央站系统是否需要, 天线站系统均自动将数据转发到中央站系统。不仅如此, 为合并的 SCS10 和 TLP12 设置用于将多路径从接收的传输中去除的附加装置。

[0057] 中央站系统的数据库子系统被扩展、开发为 AP14。AP14 可以支持各种应用比先前在第 5, 608, 410 号美国专利披露的各种应用还多, 这些应用包括对多个无线发射机输出的大量位置记录进行后处理的能力。此后处理的数据可以产生例如非常有效的地图, 无线运营商可以利用此地图改善或优化通信系统的 RF 设计。这可以通过测定区域内所有呼叫者的位置以及位于几个小区站的接收信号的强度实现。运营商可以确定各小区站是否事实上用作运营商要求的准确覆盖区。AP14 还可以匿名地存储位置记录, 即从位置记录去除的 MIN 和 / 或其它标识信息, 因此, 此位置记录可以用于 RF 最优化或通信监视, 而不会涉及到各用户的隐私。

[0058] 如图 1A 所示, 无线定位系统的当前优选实施例包括多个 SCS 区, 每个 SCS 区包括多个 SCS10。例如, “SCS 区 1” 包括位于各小区站 并与位于这些小区站的基站共享天线的 SCS10A 和 SCS10B (以及优选包括其它的 SCS10, 未示出)。分插单元 (Drop and insert unit) 11A 和 11B 用于将分形 T1/E1 线路连接到整个 T1/E1 线路, 然后连接到数字访问与控制系统 (DACS) 13A。DACS13A 和 DACS13B 以如下更全面描述的形式用于在 SCS10A、SCS10B 等以及多个 TLP12A、TLP12B 等之间进行通信。如图所示, TLP 通常通过以太网 (主干) 和另一个冗余以太网互联配置。此外, 连接到以太网的还有多个 AP14A 和 AP14B、多个 NOC16A 和 NOC16B 以及终端服务器 15。路由器 19A 和路由器 19B 用于将一个无线定位系统连接到一个或多个其它无线定位系统。

[0059] 信号采集系统 10

[0060] 通常, 小区站具有一个如下配置的天线: (i) 具有一个或两个接收天线的全向站, 或者 (ii) 具有 1 个扇区、2 个扇区或 3 个扇区并具有在各扇区使用的一个或两个接收天线的扇形扫描站。随着在美国小区站数在增加, 并且在国际上扇形扫描小区站逐渐成为主导配置。然而, 微小区数和微微小区数也在逐渐增加。因此可以将 SCS10 设计成可以对这些类型小区站的任何一个进行配置, 并且为 SCS10 提供在小区站采用任意数目的天线的机制。

[0061] SCS10 的基本结构单元保持与第 5, 608, 410 号美国专利中描述的天线位置系统相同, 但是进行了几项改进以提高 SCS10 的灵活性并降低该系统的商业开发成本。在此对 SCS10 的当前最优选实施例进行说明。图 2 概况示出 SCS10, SCS10 包括数字接收机模块 10-2A 至 10-2C、DSP 模块 10-3A 至 10-3C、串行总线 10-4、控制与通信模块 10-5、GPS 模块 10-6 以及时钟分布模块 10-7。SCS 10 具有如下的外部连接: 电源、分形 T1/E1 通信、连接到

天线的 RF 连接以及用于连接生成定时（时钟分配）模块 10-7 的 GPS 天线连接。SCS10 的结构和封装允许用物理方法根据小区站对它进行布置（最普通的安装位置），设置到其它类型的塔架上（例如：FM、AM、双向应急通信、电视等），或者是设置到其它建筑结构上（例如：楼顶、地下室等）。

[0062] 定时生成

[0063] 无线定位系统依赖于在网络内的所有 SCS10 精确确定时间。先前已经披露了几种不同的定时生成系统，然而，最新的优选实施例基于增强型 GPS 接收机 10-6。增强型 GPS 接收机与大多数传统 GPS 接收机的不同之处在于，该接收机含有的算法可以消除 GPS 信号的一些定时不稳定性，并确保包含在网络内的任何两个 SCS 10 均可以接收互相之间接近 10 纳秒的时间脉冲。现在，这些增强型 GPS 接收机已开始商业化，并可以进一步减少一些有关在无线定位系统的先前实现中观察到的误差的时间基准。而此增强型 GPS 接收机可以产生非常精确的时间基准，该接收机的输出可能仍具有不可接受的相位噪声。因此，将该接收机的输出输入到低相位噪声、晶体振荡器驱动的锁相环电路，锁相环电路可以产生 10MHz、每秒一个脉冲 (PPS) 的参考信号，该参考信号的相位噪声低于 0.01 度 RMS，并且在位于另一个 SCS10 的任何其它脉冲输出的 10 纳秒内，无线定位系统内在任何 SCS10 具有脉冲输出。现在，增强型 GPS 接收机、晶体振荡器以及锁相环电路的这种组合是目前最优选的方法，可以产生具有低相位噪声的稳定时间参考信号和稳定频率参考信号。

[0064] 可以将 SCS10 设计成利用位于相同小区站的设备支持多个频带和多个载波。这可以通过利用单个 SCS 机体内的多个接收机，或者是通过利用其每个分别具有独立接收机的多个外壳实现。如果将多个 SCS 外壳设置到同一个小区站，则 SCS10 可以共享一个定时生成 / 时钟分布电路 10-7，因此可以降低整体系统成本。将定时生成电路输出的 10MHz 的一个 PPS 的输出信号进行放大并缓存到 SCS10，然后通过外部连接器进行使用。因此利用缓存输出和外部连接器，第二 SCS 可以从第一 SCS 接受其定时。分布在小区站的基站设备可以使用这些信号。例如，基站在改善无线通信系统的频率再用模式时，可以使用它。

[0065] 接收机模块 10-2 (宽带实施例)

[0066] 当无线发射机进行发射时，无线定位系统必须在位于多个在地理位置上分布的小区站的 SCS10 接收发射信号。因此，各 SCS10 具有在进行发射的任意 RF 信道接收发射信号的能力。此外，由于 SCS10 可以支持多个空中接口协议，所以 SCS10 还支持多种类型的 RF 信道。这与大多数当前基站接收机不同，当前基站接收机通常只接收一种类型信道并且通常只可以在各小区站的选择 RF 信道上进行接收。例如，典型的 TDMA 基站接收机只支持 30KHz 带宽的信道，并且对各接收机进行编程以仅在一个其频率不经常发生变化的信道（即：具有相对固定的频率分配）接收信号。因此，只有极少数 TDMA 基站接收机可以接收任意给定频率的发射信号。例如另一个例子，即使一些 GSM 基站接收机可以进行跳频，位于多个基站的接收机一般地也不能同时调谐到一个频率来进行定位处理。事实上，可以对位于 GSM 基站的接收机进行编程进行跳频，以避免使用被另一个发射机使用的 RF 信道，从而将干扰降低到最小。

[0067] SCS 接收机模块 10-2 优选地是双宽带数字接收机，它可以接收整个频带以及空中接口的所有 RF 信道。对于美国使用的蜂窝式系统，此接收机模块或者为 15MHz 带宽或者为 25MHz 带宽，因此单载波的所有信道或双载波的所有信道均可以被接收。此接收机模块具有

许多先前在第 5,608,410 号美国专利中描述的接收机的特性,图 2A 输出当前优选实施例的方框图。各接收机模块含有:RF 调谐部分 10-2-1、数据接口与控制部分 10-2-2 以及模数转换部分 10-2-3。RF 调谐部分 10-2-1 包括两个完全独立的数字接收机(包括调谐器 #1 和调谐器 #2),它们将外部连接器输出的模拟 RF 输入转换为数字数据流。与大多数基站接收机不同,SCS 接收机模块不进行分集式合并或转换。相反,各独立接收机输出的数字信号可用于定位处理过程。本发明人已经确定对定位处理有优势,尤其是对多路径缓和和处理过程具有优势,可以独立处理各天线输出的信号,而不是在接收机模块上进行合并。

[0068] 接收机模块 10-2 实现下列功能,或连接到实现下列功能的单元:自动增益控制功能(以支持邻近强信号和远弱信号);带通滤波功能,以从有意义的 RF 频带之外消除可能的干扰信号;频率合成功能,在与 RF 信号混合时需要进行频率合成以建立 IF 信号;混合功能;以及模数转换(ADC)功能,用于采样 IF 信号并输出具有适当带宽和比特分辨率的数字数据流。频率合成器将合成的频率锁定到时钟分布/定时生成模块 10-7 输出的 10MHz 的参考信号(如图 2 所示)。在接收机模块内使用的所有电路均保持定时参考信号的低相位噪声特性。接收机模块优选地具有至少 80dB 的寄生自由动态范围。

[0069] 接收机模块 10-2 还含有产生测试频率和校准信号的电路,以及在进行安装和故障查找时技术人员用于进行测量的测试端口。以下将进一步详细说明各种校准处理过程。内部产生的测试频率以及测试端口为工程师和技术人员快速测试接收机模块并诊断任何可疑的问题提供了一种容易的方法。此方法在制造过程中尤其有用。

[0070] 在此说明的无线定位系统的一个优势是不需要在小区站新设置天线。无线定位系统可以利用在大多数小区站已经安装好的现有天线,包括全向天线和扇形扫描天线。与现有技术中描述的其它方法相比,本方法的此特性可以明显地节省无线定位系统的安装成本和维护成本。如图 2B 和图 2C 所示,可以以两种方式分别将 SCS 数字接收机 10-2 连接到现有天线。在图 2B 中,SCS 接收机 10-2 被连接到现有小区站多路耦合器或 RF 分裂器。在这种情况下,SCS10 使用小区站现有的低噪声前置放大器、带通滤波器以及多路耦合器或 RF 分裂器。这种类型的连接通常会使得 SCS10 局限于支持单载波频带。例如,A 端蜂窝载波通常使用带通滤波器来阻断来自 B 端客户的信号,反之亦然。

[0071] 在图 2C 中,位于小区站的现有 RF 通路被中断,并且将新前置放大器、带通滤波器以及 RF 分裂器附加到无线定位系统。新带通滤波器将通过多个邻接频带,例如 A 端蜂窝载波和 B 端蜂窝载波,因此允许无线定位系统利用只使用单个小区站天线的两个蜂窝系统定位无线发射机。在这种配置中,无线定位系统在各小区站利用匹配的 RF 部件,这样各相位频率响应相同。这与现有 RF 部件相反。现有 RF 部件由不同的制造商制造会或在各小区站采用不同的模块数。满足 RF 部件的响应特性会减少定位处理过程中可能的误差来源,但是无线定位系统有能力对这些误差来源进行补偿。最后,为无线定位系统设置的新前置放大器具有非常低的噪声系数,可以改善位于小区站的 SCS10 的灵敏度。低噪声放大器的噪声系数限制了 SCS 数字接收机 10-2 的总噪声系数。因为无线定位系统在定位处理过程可以使用弱信号,而基站通常不能处理弱信号,所以无线定位系统可以从高质量、极低噪声放大器中获得很大好处。

[0072] 为了提高无线定位系统准确确定无线发射信号的 TDOA 的能力,在安装时确定小区站 RF 部件的相位频率响应,并在其它某个时间进行更新,然后存储到无线定位系统的表

中。这是重要的,因为,例如某些制造商制造的带通滤波器和 / 或多路耦合器在接近通带的边缘具有陡峭、非线性相位频率响应。如果通带的边缘非常接近反向控制信道或反向语音信道,或与反向控制信道或反向语音信道一致,则如果无线定位系统不利用存储的特性校正测量过程,无线定位系统会错误地测量发射信号的相位特性。如果运营商安装了不止一个制造商制造的多路耦合器和 / 或带通滤波器,则这会更加重要,因为各站点的特性可能不同。除了测量相位频率响应之外,在进行 ADC 之前,其它环境因素也会改变 RF 路径。这些因素要求在 SCS10 内进行偶发并且往往是周期性校正。

[0073] 接收机模块 10-2 的变换窄带实施例

[0074] 除了宽带接收机模块之外,或作为端口接收机模块的变换实施例,SCS 10 还支持接收机模块 10-2 的窄带实施例。与可以同时接收无线定位系统使用的所有 RF 信道的宽带接收机模块相反,窄带接收机一次只能接收一个或少量 RF 信道。例如,SCS10 支持在 AMPS/TDMA 系统中使用的 60KHz 窄带接收机,它覆盖两个邻接 30KHz 信道。与上述对宽带模块描述相同,此接收机仍为数字接收机,然而,频率合成与混合电路根据命令将接收机模块动态调谐到各 RF 信道。通常 1 毫秒或更短时间进行一次此动态调谐过程,并且只要需要接收定位处理过程的 RF 数据并对它进行数字化处理,此接收机就停留到特定 RF 信道。

[0075] 窄带接收机的用途是降低无线定位系统由于使用宽带接收机产生的成本。当然,某种程度会损失性能,但是这些多接收机的可用性允许无线运营商具有更高的成本 / 性能选择。将额外的创造性的功能和改进附加到无线定位系统以支持新型窄带接收机。当使用宽带接收机时,在所有 SCS10 持续接收所有 RF 信道,然后进行发射,无线定位系统可以使用 DSP10-3(如图 2 所示)来从数字存储器中动态选择任意 RF 信道。当使用窄带接收机时,无线定位系统必须事先确保位于各小区站的各窄带接收机同时调谐到相同 RF 信道,这样所有接收机就可以同时接收、数字化处理以及存储同一个无线发射信号。为此,通常仅使用窄带接收机定位事先已知进行发射的语音信道发射信号。由于随时可以异步进行控制信道发射,所以窄带接收机可以不调谐到正确信道来接收发射信号。

[0076] 当窄带接收机用于定位 AMPS 语音信道发射信号时,无线定位系统具有临时改变 AMPS 无线发射机的调制特性的能力,从而有助于进行定位处理。因为通过外加被称为 SAT 的低电平监测音频单音,仅对 AMPS 语音信道进行 FM 调制。正如本技术领域已知的那样,AMPS FM 调制过程的 Cramer-Rao 下限明显地比用于 AMPS 反向信道和语音信道上的“空白和字符”发射信号的曼彻斯特编码 FSK 调制过程糟糕。此外,如果没有调制输入信号(即:没有人讲话),AMPS 无线发射机可以利用明显较少的能力进行发射。为了通过改善调制特性改善定位估计,而不依赖于输入调制信号的存在和振幅,无线定位系统可以使 AMPS 无线发射机在位于多个 SCS10 的窄带接收机被调谐到发送此消息的 RF 信道时发射“空白和字符”消息。以下将对此作进一步的说明。

[0077] 使用窄带接收机模块时,无线定位系统完成下列步骤(请参考图 2C-1 所示的流程图):

[0078] 第一无线发射机在特定 RF 信道上进行预定发射;

[0079] 无线定位系统启动对第一无线发射机进行定位估计(通过内部或外部命令 / 响应接口进行此启动过程);

[0080] 无线定位系统确定第一无线发射机当前使用的小区站、扇区、RF 信道、时隙、长掩

码以及密钥（所有信息单元不一定对所有空中接口协议有用）；

[0081] 无线定位系统在指定的小区站和扇区将位于适当第一 SCS10 的适当第一窄带接收机调谐到 RF 信道和时隙，其中“适当的”通常是指可用的、共处一地的或最接近的；

[0082] 第一 SCS10 从第一窄带接收机接收 RF 数据的时间段，此时间段通常在几微秒到 10 毫秒之间，然后估计发射功率、SNR 以及调制特性；

[0083] 如果发射功率或 SNR 低于预定阈值，则无线定位系统等待预定长度的时间，然后返回上述第三步骤（在第三步骤，无线定位系统确定小区站、扇区等）；

[0084] 如果发射信号为 AMPS 语音信道发射信号，并且调制低于阈值，则无线定位系统命令无线通信系统将命令发送到第一无线发射机以在第一无线发射机产生“空白和字符”；

[0085] 无线定位系统请求无线通信系统避免在预定时间内将无线发射机越区转换 (hand-off) 到另一个 RF 信道；

[0086] 无线定位系统从无线通信系统接收响应，该响应表示避免越区转换第一无线发射机的时间周期，以及如果命令转换，则无线通信系统将命令发送到第一无线发射机产生“空白和字符”的时间周期；

[0087] 无线定位系统确定一系列用于进行定位处理的天线（以下说明天线选择过程）；

[0088] 无线定位系统确定最早的无线定位系统时间标记，连接到选择的天线的窄带接收机可以开始同时从第一无线发射机当前使用的 RF 信道采集 RF 数据；

[0089] 根据最早的无线定位系统时间标记和无线通信系统输出响应的的时间周期，无线定位系统命令连接到天线用于进行定位处理的窄带接收机调谐到第一无线发射机当前使用的小区站、扇区以及 RF 信道，以在预定的停留 (dwell) 时间接收 RF 数据（根据信号的带宽、SNR 以及一体化要求）；

[0090] 将窄带接收机接收的 RF 数据写入双端口存储器；

[0091] 正如在第 5,327,144 号美国专利和第 5,608,410 号美国专利以及以下部分说明的那样，开始对接收的 RF 数据进行定位处理；

[0092] 无线定位系统再一次确定第一无线发射机当前使用的小区站、扇区、RF 信道、长掩码以及密钥；

[0093] 如果在查询之间（即：收集 RF 数据前、后），第一无线发射机当前使用的小区站、扇区、RF 信道、时隙、长掩码以及密钥发生变化，无线定位系统就停止进行定位处理、产生因为在接收 RF 数据的时间周期内无线发射机改变了发射状态导致的定位处理失败的告警消息，然后重新启动此整个处理过程；

[0094] 根据以下说明的步骤完成对接收的 RF 数据的定位处理过程。

[0095] 信息单元的确定过程包括无线定位系统通常通过无线定位系统与无线通信系统之间的命令 / 响应接口获得小区站、扇区、RF 信道、时隙、长掩码以及密钥（所有信息单元不一定用于所有空中接口协议）。

[0096] 以上述方式使用窄带接收机被称为随机调谐，因为根据系统产生的命令该接收机可以控制任意 RF 信道。随机调谐的一个优势在于，仅对那些被无线定位系统启动的无线发射机进行定位处理。随机调谐的一个缺点在于，包括无线通信系统与无线定位系统之间的接口和在通过系统安排必要接收机的等待时间在内的各种同步系数会对整个定位处理吞吐量产生限制。例如，在 TDMA 系统中，通过无线定位系统使用的随机调谐通常会将定位

处理吞吐量局限于每个小区站扇区每秒约 2.5 个位置。

[0097] 因此,窄带接收机还支持另一种模式,即自动顺序调谐,自动顺序调谐可以实现以更高吞吐量进行定位处理。例如,在 TDMA 系统中,利用与上述窄带接收机运行过程相同的停留时间和建立时间,顺序调谐可以实现的定位处理吞吐量约为每小区站扇区每秒 41 个位置,这意味着可以在约 9 秒内对所有 395 个 TDMA RF 信道进行处理。通过利用例如两个可以被同步接收的邻接 RF 信道,通过对 RF 信道内的所有三个 TDMA 时隙进行位置处理以及通过消除无线通信系统对同步的要求可以实现提高处理速率。当无线定位系统正在使用顺序调谐的窄带接收机时,无线定位系统不知道无线发射机标识,因为无线定位系统不等待启动,在接收发射信号之前,无线定位系统也不向无线通信系统查询相同信息。在此方法中,无线定位系统顺序通过各小区站、RF 信道以及时隙进行定位处理,并报告识别时间标记、小区站、RF 信道、时隙以及位置的位置记录。报告位置记录之后,无线定位系统和无线通信系统使位置记录与无线通信系统中表示此时正在使用哪个无线发射机、以及各无线发射机使用哪个小区站、RF 信道和时隙的数据匹配。然后,无线定位系统保持所研究的无线发射机的位置记录,而消除其余无线发射机的位置记录。

[0098] 数字信号处理模块 10-3

[0099] SCS 数字接收机模块 10-3 输出具有规定带宽和规定位分解的数字 RF 数据流。例如,15MHz 的宽带接收机实施例可以输出每秒 6 千万个采样、每个采样为 14 比特分辨率的数据流。此 RF 数据流含有无线通信系统使用的所有 RF 信道,DSP 模块 10-3 接收数字数据流,并通过数字混合过程和滤波过程抽取任意单独 RF 信道。当需要降低 SCS10 与 TLP12 之间的带宽要求时,DSP 还可以根据无线定位系统的命令降低位分解。根据对各位置的处理请求,无线定位系统可以动态选择以此分解转发数字基带 RF 数据的比特分辨率。DSP 的功能是减小利用模拟部件进行混合和滤波产生的系统误差。使用 DSP 使得在任何两个 SCS10 之间进行的处理实现良好匹配。

[0100] 图 2D 示出 DSP 模块 10-3 的方框图,图 2E 所示的流程图示出 DSP 模块的运行过程。如图 2D 所示,DSP 模块 10-3 对下列单元进行比较:一对 DSP 单元 10-3-1A 和 10-3-1B,将它们共同称为“第一”DSP;串行并行转换器 10-3-2;双端口存储单元 10-3-3;第二 DSP 10-3-4;并行串行转换器;FIFO 缓冲器;用于进行检测的 DSP 10-3-5(包括 RAM),用于进行解调的另一个 DSP 10-3-6,用于进行归一化处理和进行控制的另一个 DSP 10-3-7;以及地址生成器 10-3-8。在当前的优选实施例中,DSP 模块 10-3 接收宽带数字数据流(如图 2E 所示的步骤 S1),利用第一 DSP(10-3-1A 和 10-3-1B)抽取信道块(步骤 S2)。例如,被编程作为数字引下(drop)接收机的第一 DSP 可以抽取 4 个信道块,其中各信道块至少包括 1.25MHz 的带宽。此带宽可以包括 24 个 AMPS 信道或 TDMA 信道、6 个 GSM 信道,或 1 个 CDMA 信道。DSP 不要求信道块邻接,因为 DSP 独立地用数字方法对宽带数字数据流带宽内的任意 RF 信道组进行调谐。DSP 还可以进行对块内的所有信道或任意信道进行宽带能量检测或窄带能量检测,并通过信道将能量值报告 TLP12(步骤 S3)。例如,每 10ms,DSP 进行宽带能量检测并对所有接收机的所有信道建立 RF 频谱图(参考步骤 S9)。因为每 10ms 可以通过 SCS10 与 TLP12 之间的通信链路将此频谱图从 SCS10 发送到 TLP12,所以存在明显的额外开销。因此,通过将数据压扩到有限级数,DSP 可以减少数据开销。通常,例如,84dB 的动态范围可以要求 14 位。在 DSP 进行压扩处理过程中,例如,通过选择 16 个重要 RF 频谱级

送到 TLP12, 可以将数据减少到只有 4 位。无线定位系统可以自动调节选择级数、位数以及级表示的过程。完成这些调节过程可以使发送到 TLP12 的 RF 频谱消息增加到最大, 还可以最优化使用 SCS10 与 TLP12 之间的通信链路上的可用带宽。

[0101] 转换后, 各 RF 信道块 (每个信道块至少为 1.25MHz) 通过串行并行转换器 10-3-2 任何存储到双端口数字存储器 10-3-3 (步骤 S4)。数字存储器为循环存储器, 这意味着 DSP 模块开始将数据写入第一存储器地址, 然后顺序继续进行存储直到到达最后一个存储器地址。当到达最后一个存储器地址时, DSP 返回第一存储器地址并继续顺序地将数据写入存储器。各 DSP 模块通常含有足够存储量以存储各 RF 信道块的几个辅助数据从而支持定位处理过程的等待时间和查询时间。

[0102] 在 DSP 模块中, 在数字化的和转换的 RF 数据被写入存储器的存储器地址即通过无线定位系统使用的时间标记, 在确定 TDOA 的过程中, 定位处理过程以从时间标记为基准。为了确保在无线定位系统的各 SCS10 调整此时间标记, 地址生成器 10-3-8 每秒从定时生成 / 时钟分布模块 10-7 接收一个脉冲信号 (如图 2 所示)。位于无线定位系统内的所有 SCS10 的地址生成器周期性地同时将自己复位到已知地址。这样可用使定位处理过程减少或消除在对各数字数据单元记录时间标记过程中的累加定时误差。

[0103] 地址生成器 10-3-8 控制写入数字存储器 10-3-3 和从数字存储器 10-3-3 读出。由于 ADC 持续对 RF 信号进行采样和数字化处理并且第一 DSP (10-3-1A 和 10-3-1B) 持续实现数字引下接收机功能, 所以可以持续进行写入。然而, 当无线定位系统请求数据进行解调和定位处理时, 以短脉冲形式进行读。无线定位系统甚至还可以用递归方法对单个发射信号进行定位处理, 因此需要多次访问相同的数据。为了管理无线定位系统的许多要求, 地址生成器允许双端口数字存储器的读取速率比写入速率快。通常, 读取速率可以比写入速率快 8 倍。

[0104] DSP 模块 10-3 使用第二 DSP 10-3-4 从数字存储器 10-3-3 读取数据, 然后实现第二数字引下接收机功能以从 RF 信道块抽取基带数据 (步骤 S5)。例如, 第二 DSP 可以从已经被数字化并存储到存储器的任意 RF 信道块内抽取任意一个 30KHz AMPS 信道或 30KHz 的 TDMA 信道。同样, 第二 DSP 可以抽取任意一个 GSM 信道。因为信道带宽占据了存储的 RF 数据的全部带宽, 所以不需要第二 DSP 抽取 CDMA 信道。将第一 DSP 10-3-1A、DSP 10-3-1B 与第二 DSP 10-3-4 进行合并允许 DSP 模块选择、存储并恢复无线通信系统内的任意一个 RF 信道。DSP 模块通常存储 4 个信道块。在双模式 AMPS/TDMA 系统中, 单个 DSP 模块可以连续同步监视至多 42 个模拟反向控制信道、至多 84 个数字控制信道, 并对它分配监视并定位任意语音信道发射的任务。单个 SCS 机体通常至多支持 3 个接收机模块 10-2 (如图 2 所示) 以覆盖 2 个天线中每个天线的 3 个扇区, 并至多支持 9 个 DSP 模块 (每个接收机的 3 个 DSP 模块允许将全部 15MHz 的带宽同时存储到数字存储器)。因此, 除了可以容易地进行定标以使任意类型的小区站配置与处理负荷匹配之外, SCS10 是非常模块化的系统。

[0105] DSP 模块 10-3 还实现其它功能, 包括: 自动检测在各扇区使用的工作信道 (步骤 S6)、解调 (步骤 S7) 以及基于站的定位处理 (步骤 S8)。无线定位系统保持无线通信系统内 RF 信道的用途的工作图 (步骤 S9), 这样可以使无线定位系统管理接收机并对资源进行处理, 并且当产生有意义的特定发射信号时, 快速启动处理过程。工作图为保持在无线定位系统内的表, 该表对连接到 SCS10 的各天线列出分配到该 SCS10 的主要信道以及在这些信

道内使用的各协议。主要信道为分配到所配置的基站或邻近基站的 RF 控制信道,该基站用于与无线发射机通信。例如,在具有扇形扫描小区站的典型蜂窝式系统中,存在一个被指定用于各扇区的 RF 控制信道频率。这些控制信道频率 通常被指定作为所配置的 SCS10 的主要信道。

[0106] 即使其它 SCS10 也具有相同的被分配的主要信道,仍可以指定相同的 SCS10 来监视作为主要信道的其它邻近基站的 RF 控制信道。以此方式,无线定位系统可以实现系统解调冗余,这样就可以确保任意给定的无线发射机被错过的可能性极小。在使用此解调冗余度时,无线定位系统在不止一个 SCS10 接收、检测并解调相同的无线发射信号两次或更多次。无线定位系统包括检测何时进行此多重解调并仅对定位处理启动一次的装置。此功能可以节省无线定位系统的处理和通信资源,以下将对此作进一步说明。单个 SCS10 检测并解调在不与此 SCS10 配合的小区站产生的无线发射信号的能力允许无线定位系统的操作者采用多种有效的无线定位系统网络。例如,可以这样设计无线定位系统,即无线定位系统使用的 SCS10 数比无线通信系统具有的基站数少得多。

[0107] 在无线定位系统中,利用两种方法将主要信道输入并保持在表中:直接编程方法和自动检测方法。直接编程方法包括利用一个诸如无线操作台 16(如图 1 所示)的无线定位系统用户界面,或通过接收从无线定位系统到无线通信系统接口的信道分配数据,将主要信道数据输入到表中。换句话说,DSP 模块 10-3 还运行被称为自动检测过程的后台处理过程,在后台处理过程中,DSP 使用备用处理能力或预定处理能力来检测各可能 RF 信道上的发射信号,然后,试图利用可能的协议对这些发射信号进行解调。DSP 模块确认直接编程的主要信道是正确的,并且 DSP 模块还快速对基站信道产生的变化进行检测并将告警发送到无线定位系统的操作者。

[0108] DSP 模块以自动检测方法完成下列步骤(参考图 2E-1):

[0109] 对于用于覆盖 SCS10 区域的各可能的控制信道和 / 或语音信道,建立占线计数器(步骤 S7-1);

[0110] 在检测周期的起始时,将所有占线计数器复位为 0(步骤 S7-2);

[0111] 每次在规定的 RF 信道产生发射信号并且接收功率高于预定阈值时,该信道的占线计数器就递增(步骤 S7-3);

[0112] 每次在规定的 RF 信道产生发射信号,并且接收功率高于第二特定预定阈值时,DSP 模块试图利用第一优选协议对发射信号的特定部分进行解调(步骤 S7-4);

[0113] 如果解调成功,则该信道的第二占线计数器递增(步骤 S7-5);

[0114] 如果解调不成功,则 DSP 模块试图利用第二优选协议对部分发射信号进行解调(步骤 S7-6);

[0115] 如果解调成功,则该信道的第三占线计数器递增(步骤 S7-7);

[0116] 在检测周期结束时,无线定位系统读取所有占线计数器(步骤 S7-8);以及

[0117] 无线定位系统根据占线计数器自动分配主要信道(步骤 S7-9)。

[0118] 无线定位系统的操作者可以检查占线计数器和主要信道的自动分配过程以及解调协议,并可以越过自动完成的任何设置过程。此外,如果不止有两个优选协议可供无线运营商使用,则可以利用软件下载 DSP 模块 10-3 来检测附加协议。基于宽带接收机 10-2、DSP 模块 10-3 以及可下载的软件的结构允许无线定位系统在一个系统中支持多

个解调协议。在一个系统中支持多个协议具有明显的成本优势,因为在小区站只需要一个 SCS10。许多基站结构则相反,它们对不同模块协议要求不同收发信机模块。例如,当 SCS10 可以在同一个 SCS10 内同时支持 AMPS、TDMA 和 CDMA 时,当前没有可支持此功能的基站。

[0119] 检测并解调多个协议的能力还包括在通过特定空中接口协议发射的消息内使用的验证进行独立检测的能力。在最近几年中,在无线发射机中使用验证字段作为减少在无线通信系统内出现舞弊行为的方法开始变得普遍起来。然而,不是所有的无线发射机实施验证。当使用验证时,通常,协议将附加字段插入发射消息。通常,此字段被插入发射消息内的无线发射机的识别码与拨号号码之间。对无线发射信号进行解调时,无线定位系统确定发射消息内的字段数以及消息类型(即:登记、开始、寻呼响应等)。无线定位系统对所有字段进行解调,并且如果在研究发射消息的类型时出现额外字段,则无线定位系统对启动条件检验所有字段。例如,如果拨号号码“911”出现在字段内的适当位置,并且该字段位于其没有验证字段的适当位置或位于其具有验证字段的适当位置,则无线定位系统正常启动。在此例中,要求号码“911”以序列“911”或“*911”的形式出现,而在此序列的前后没有其它号码。此功能可以减少或消除由出现在验证字段内的号码“911”引起的误启动。

[0120] 因为当无线主叫用户拨打“911”时,必须尽快启动定位处理过程,所以为了无线定位系统成功运行,重要的是要支持对多重解调协议。无线定位系统利用两种方法可以启动定位处理过程:无线定位系统对控制信道发射信号进行独立解调,并利用任意数目的判据(例如:拨号号码)启动定位处理过程,或无线定位系统从诸如载波无线通信系统的外部信号源接收启动信号。本发明人发现利用 SCS10 进行独立解调可以以最快时间进行启动,因为从无线用户按下无线发射机上的“SEND”或“TALK”(或类似内容)按钮的瞬间开始进行检测。

[0121] 控制与通信模块 10-5

[0122] 图 2F 所示的控制与通信模块 10-5 包括数据缓冲器 10-5-1、控制器 10-5-2、存储器 10-5-3、CPU10-5-4 以及 T1/E1 通信芯片 10-5-5。该模块具有许多事先在第 5,608,410 号美国专利中说明的特性。在本实施例中增加了几项增强功能。例如,即使当控制与通信模块上的 CPU 停止执行其编程软件时,SCS10 现在还具有自动远程复位能力。此能力可以降低无线定位系统的运行成本,因为不需要技术人员到小区站去复位不能正常工作的 SCS10。通过对特定比特序列监视 SCS10 与 TLP12 之间的通信接口,可以运行自动远程复位电路。此比特序列是在 SCS10 与 TLP12 之间进行正常通信时不出现的序列。例如,此序列可以包括全 1 格式。复位电路独立运行 CPU,因此即使当 CPU 被置于锁定状态时或被置于非运行状态时,该电路仍可以对 SCS10 进行复位并使 CPU 回到运行状态。

[0123] 此模块还具有记录并报告在监视会诊断 SCS10 的性能时使用的大量统计数字和变量的能力。例如,SCS10 可以监视任意 DSP 或 SCS10 内的其它处理器以及 SCS10 与 TLP12 之间的通信接口的利用率。定期向 AP14 和 NOC16 报告这些数值,并利用这些数值确定系统内何时需要附加处理与通信资源。例如,可以在 NOC 内设置告警阈值来向操作者指出任意资源是否经常超过预定阈值。SCS10 还可以监视发射信号被成功解调的次数和失败解调的次数。这在允许操作者确定用于解调的信号阈值是否被最佳设置时有用。

[0124] 此模块以及其它模块还可以向 TLP12 自动报告其识别码。如下所述,可以将许多 SCS10 连接到单个 TLP12。通常,SCS10 与 TLP12 之间的通信与基站与 MSC 之间的通信共享。

通常难于快速准确确定哪个 SCS10 被分配到特定电路。因此 SCS10 含有在安装时记录的硬编码识别码。此识别码可以被 TLP12 读取并识别以主动确定哪个 SCS10 被运营商分配到几个不同通信电路中的各通信电路。

[0125] SCS 到 TLP 之间的通信支持各种消息,包括:命令和响应、软件下载、状态和动力、参数下载、诊断、频谱数据、相位数据、主要信道解调以及 RF 数据。将通信协议设计为可以通过将协议开销减少到最小来对无线定位系统的运行进行优化,该协议包括消息优先级方案。对各种消息指定优先级,SCS10 和 TLP12 利用优先级查询消息,从而在发送较低优先级消息之前先发送较高优先级消息。例如,通常,将解调消息设置为高优先级,因为无线定位系统必须根据特定类型的呼叫(例如:E9-1-1)无延迟地启动定位过程。尽管在查询较低优先级消息之前查询较高优先级消息,但是协议通常并不预占已经处于传送中的消息。即在通过 SCS10 与 TLP12 之间的通信接口发送消息的过程将全部完成,然后,待发送的下一个消息成为具有最早时间标记的最高优先级消息。为了将高优先级消息等待时间减小到最小,以分段的形式发送诸如 RF 数据的长消息。例如,所有 100 毫秒 AMPS 发射信号的 RF 数据被分割为 10 毫秒的分段。以此方式,在 RF 数据的各分段之间查询高优先级消息。

[0126] 校准与性能监视

[0127] SCS10 的结构主要基于数字技术,它包括数字接收机、数字信号处理器。一旦 RF 信号被数字化,则在各种处理过程中可以对定时、频率以及相位差减小精细控制。更重要的是,在无线定位系统中的各种接收机与各种 SCS10 之间,任意定时、频率以及相位差均可以完全一致。然而,在 ADC 之前,RF 信号通过单个 RF 部件,包括天线、电缆、低噪声放大器、滤波器、双工器、多路耦合器以及 RF 分裂器。各 RF 部件的特性对无线定位系统均重要,这些特性包括:延迟和相位频率响应。如果 RF 部件和模拟部件在各 SCS10 对(例如:图 2G 所示的 SCS10A 和 SCS10B)之间完全匹配,则在定位处理过程中就可以自动消除这些特性的影响。但是如果各部件的特性不匹配,则定位处理过程偶尔会出现由于不匹配引起的检测误差。此外,许多 RF 部件可以承受由于功率、时间、温度或其它会将检测误差附加到位置确定过程的因素引起的不稳定性。因此,本发明开发了几种技术来校准无线定位系统内的 RF 部件并有规律地监测无线定位系统的性能。在进行校准之前,无线定位系统将这些延迟值以及相位频率响应(即通过 RF 信道数)存储到无线定位系统的表中用于校正这些检测误差。以下将参考图 2G 至图 2J 说明这些校正方法。

[0128] 外部校准方法

[0129] 参考图 2G,沿基线测量无线定位系统的定时稳定性,其中各基线包括:两个 SCS(SCS10A 和 SCS10B)以及它们之间的假想线(A-B)。在 TDOA/FDOA 型的无线定位系统中,通过测量各 SCS10 对从无线发射机到达的信号记录的时间差,计算无线发射机的位置。因此,重要的是,SCS10 沿任意基线测量的时间差主要由于无线发射机的发射时间,而次要原因是 SCS10 的 RF 部件和模拟部件自身的变化。为了满足无线定位系统的精度目标,将任意 SCS10 对的定时稳定性保持远少于 100 纳秒的 RMS(均方根)。因此,无线定位系统的各部件对无线发射机的位置估计过程中产生检测误差的贡献小于 100 英尺 RMS。此误差的某些内容是由于在校准系统时使用的信号的模糊性。利用众所周知的 Cramer-Rao 下限方程可以确定此模糊性。对于 AMPS 反向控制信道,此误差接近 40 纳秒 RMS。剩余的误差分配被分配到无线定位系统的各部件,主要是 SCS10 内的 RF 部件和模拟部件。

[0130] 在外部校准方法中,无线定位系统使用校准其信号特性与目标无线发射机的信号特性匹配的发射机的网络。这些校准发射机可以是发射周期登记信号和/或寻呼响应信号的普通无线电话。利用具有到与基线有关的两个 SCS10 的相对无干扰路径和无障碍路径的校准发射机,优选周期性地校准各可用 SCS 至 SCS 基线。利用处理目标无线发射机发射的信号的方法处理校准信号。由于事先已知 TD0A 值,所以计算过程的任何误差均因为无线定位系统的系统误差产生。然后,在后续对目标发射机的位置计算过程中可以消除这些系统误差。

[0131] 图 2G 示出可以将定时误差减小到最小的外部校准方法。如图所示,位于点“A”的第一 SCS10A 和位于点“B”的第二 SCS10B 具有相关基线 A-B。位于点“C”的校准发射机在时间 T_0 发射的校准信号理论上会在时间 T_0+T_{AC} 到达第一 SCS10A, T_{AC} 为校准信号从校准发射机天线到数字接收机内的双端口数字存储器需要的的时间的测量值。

[0132] 同样,同一个校准信号会在理论时间 T_0+T_{BC} 到达第二 SCS10B。然而,校准信号通常不会刚好在校正时间到达数字存储器和各 SCS10 的数字信号处理部件。相反,校准信号从校准发射机传播到 SCS10 花费的总时间 (T_{AC} 、 T_{BC}) 内分别存在误差 $e1$ 和 $e2$,这样到达的准确时间实际为 $T_0+T_{AC}+e1$ 和 $T_0+T_{BC}+e2$ 。此误差某种程度上是由于信号通过空气传播(即从校准发射机天线到 SCS 天线)过程中产生的延迟引起的;然而,此误差主要由于 SCS 前端部件的时变特性引起。不能确定误差 $e1$ 和误差 $e2$ 本身,因为系统不知道发射校准信号的准确时间 (T_0)。然而,系统可以确定校准信号到达任意给定 SCS10 对中各 SCS10 的时间差的误差。将 TD0A 偏差值定义为测量的 TD0A 值与理论上的 TD0A 值 τ_0 之间的差值,其中 τ_0 为理论延迟值 T_{AC} 与 T_{BC} 之间的理论差值。校准发射机已知各 SCS10 对的理论 TD0A 值,因为 SCS10 和校准发射机的位置以及校准信号传播的速度已知。测量的 TD0A 基线 ($TD0A_{A-B}$) 可以被表示为 $TD0A_{A-B} = \tau_0 + \epsilon$,其中 $\epsilon = e1 - e2$ 。在这种情况下,位于点“D”的第二校准发射机发射的校准信号具有相关误差 $e3$ 和 $e4$ 。待从目标发射机的 TD0A 测量值中减去的 ϵ 的极限值是对一个或多个校准发射机获得的 ϵ 值的函数(例如:加权平均数)。因此用如下方法对位于点“X”和点“Y”的一对 SCS10 的给定 TD0A 测量值 ($TD0A_{measured}$) 和位于未知位置的目标无线发射机进行校正:

$$[0133] \quad TD0A_{X-Y} = TD0A_{measured} - \epsilon$$

$$[0134] \quad \epsilon = k1 \epsilon_1 + k2 \epsilon_2 + \dots + kN \epsilon_N,$$

[0135] 其中 $k1$ 、 $k2$ 等为加权系数, ϵ_1 、 ϵ_2 等为通过从各校准发射机的理论值中减去测量的 TD0A 值获得的偏差值。在此例中,偏差值 ϵ_1 为与位于图中所示的点“C”的校准发射机有关的偏差值。无线定位系统的操作者确定加权系数,并将它们输入到各基线配置表。操作者考虑从各校准发射机到位于点“X”和点“Y”的 SCS10 的距离,根据经验确定从各校准发射机到位于点“X”和点“Y”的 SCS10 的视线(line of sight),以及各 SCS “X”和 SCS “Y”对与各校准发射机相邻的无线发射机位置估计的贡献。一般而言,靠近位于点“X”和点“Y”的 SCS10 的校准发射机的权值要高于远离位于点“X”和点“Y”的 SCS10 的校准发射机的权值,并且具有到位于点“X”和点“Y”的 SCS10 的较好视线的校准发射机的权值要高于具有较差视线的校准发射机的权值。

[0136] 各误差分量 $e1$ 、 $e2$ 等以及获得的误差分量 ϵ 可以在宽时间范围内宽范围发生变化,因为有一些误差分量是由于从校准发射机到各 SCS10 的多路径反射引起的。多路径反

射非常依赖于路径,一次测量与一次测量之间、一个路径与一个路径之间的多路径反射不同。本发明的目的并不是对这些校准路径确定多路径反射,而是确定由 SCS10 的各部件引起的误差部分。通常,偏差值 e_1 和 e_3 具有共同分量,因为它们与同一个第一 SCS10A 有关。同样,偏差值 e_2 和 e_4 具有共同分量,因为它们与同一个第二 SCS10B 有关。众所周知,当多路径部件大范围发生变化时,部件误差变化的速度慢,而且通常是以正弦形式发生变化。因此,在外部校准方法中,利用降低宽范围变化的多路径部件权值的加权时基滤波器滤除偏差值 ϵ ,而保留 SCS10 引起的相对慢速变化的误差分量。在外部校准方法中使用的一种典型滤波器为卡尔曼滤波器。

[0137] 校准发射信号之间的周期根据对 SCS 部件确定的误差漂移率发生变化。漂移率周期应比校准间隔周期长得多。无线定位系统监测漂移率周期以连续确定变化率,并在需要时可以周期性地调节校准间隔。通常,诸如根据本发明的无线定位系统的无线定位系统的校准速率在 10 分钟与 30 分钟之间。这与无线通信系统内的登记速率的典型时间周期对应。如果无线定位系统确定必须将校准间隔调节到比无线通信系统的登记速率快的速率,则通过以规定的间隔寻呼发射机, AP14 (如图 1 所示) 自动使校准发射机进行发射。各校准发射机可独立进行寻址,并且与各校准发射机有关的校准间隔可以不同。

[0138] 由于在外部校准方法中使用的校准发射机为标准电话,所以无线定位系统必须具有将这些电话与其它为各种应用目的进行定位的无线发射机区别开的机制。通常,无线定位系统将校准发射机的识别码列表保持到 TLP12 和 AP14。在该蜂窝系统中,校准发射机的识别码可以是移动识别号,即 MIN。当校准发射机进行发射时,各 SCS10 接收发射信号并通过适当 SCS10 进行解调。无线定位系统将发射信号的识别码与所有校准发射机识别码的预存任务列表进行比较。如果无线定位系统确定该发射信号为校准发射信号,则无线定位系统启动外部校准处理过程。

[0139] 内部校准方法

[0140] 除了外部校准方法外,本发明的一个目的是校准在无线定位系统的 SCS10 内使用的宽带数字接收机的所有信道。外部校准方法通常仅校准带宽数字接收机使用的多个信道中的一个信道。这是因为固定校准发射机通常扫描最高功率控制信道,因此通常每次扫描同一个控制信道。与其它有关部件一起使用的宽带数字接收机的传递函数并不保持完全不变,而随时间和温度发生变化。因此即使是外部校准方法可以成功校准的单个信道,仍没有校准其余信道的把握。

[0141] 图 2H 所示的流程图示出的内部校准方法特别适合于校准单个第一接收机系统 (即:SCS10),第一接收机系统的特征在于,时变与频变传递函数,其中传递函数定义接收机系统如何变换接收信号的振幅和相位,并且在定位系统中采用接收机系统来部分地通过确定由无线发射机发射并被待校准的接收机系统和另一个接收机系统接收的信号到达时间之间的时间差确定无线发射机的位置,并且其中定位估计的精度部分地依赖于系统进行的 TDOA 测量的精度。AMPS RCC 传递函数的一个实例示于图 2I,图 2I 示出传递函数的相位通过跨越 630KHz 的 21 个控制信道发生变化。

[0142] 参考图 2H,内部校准方法包括步骤:临时用电子方法将接收机系统使用的天线与接收机系统断开 (步骤 S-20);将内部产生的具有已知稳定信号特性的宽带信号输入到第一接收机系统 (步骤 S-21);利用产生的宽带信号来获得在传递函数经过第一接收机系统

的带宽发生变化情况下的估计值（步骤 S-22）；以及利用估计值来缓和由第一接收机系统进行时间测量和频率测量的第一传递函数发生变化引起的影响（步骤 S-23）。内部校准使用的稳定宽带信号的一个实例为梳状信号，它包括多个已知间隔（例如：5KHz）的、独立的、等振幅频率单元。这种信号的例子示于图 2I。

[0143] 为了防止外部信号进入带宽接收机并为了确保接收机仅接收稳定宽带信号，在进行内部校准处理时，必须临时将天线断开。为了将丢失太多无线发射机发射的信号的内容的机会降低到最小，用电子方法仅将天线断开几微秒。此外，通常，在进行外部校准与内部校准的间隔期间，在外部校准将 SCS10 内的任意部件偏移的概率降低到最小后，立即进行内部校准。利用两种电子方法控制的 RF 继电器（未示出）可以将天线与宽带接收机断开。即使是处于“off”位置，RF 继电器仍不能在输入与输出之间提供完好的隔离，但是它可以提供多达 70dB 的隔离。两个继电器可以串联使用，这样可以增加隔离值并可以进一步保证在进行校准期间没有信号能够从天线泄漏到宽带接收机。同样，当不使用内部校准功能时，可以关闭内部校准信号。并且两个 RF 继电器也被关闭以防止在计算机从无线发射机采集信号时将内部校准信号泄漏到宽带接收机。

[0144] 外部校准方法提供对单个信道的绝对校准，而内部校准方法对与已经进行了绝对校准的信道有关的其它各信道进行校准。梳状信号特别适合于作为稳定宽带信号，因为利用存储的该信号的复制信号并利用数模转换器可以容易地产生梳状信号。

[0145] 利用宽带校准信号的外部校准

[0146] 接着描述的外部校准方法可以结合以时变与频变传递函数为特征的 SCS10 接收机系统一起使用，SCS10 接收机系统包括天线、滤波器、放大器、双工器、多路耦合器、分裂器以及 SCS 接收机系统相连的电缆。该方法包括外部发射机发射稳定的已知宽带校准信号的步骤。然后，宽带校准信号用于估计经过 SCS 计算机系统的规定带宽传递函数。随后，传递函数的估计值用于缓和传递函数发生变化对后续 TDOA/FDOA 测量值的影响。为了避免干扰支持无线定位系统的无线通信系统，外部发射信号优选地是短时长、低功率信号。

[0147] 在此优选方法中，SCS 接收机系统与外部发射机同步。利用 GPS 定时单元可以实现这种同步。此外，可以对接收机系统进行编程以仅在发送校准信号时接收并处理整个宽带校准信号。除了与外部校准发射同步时之外，接收机系统在任何时候都不进行校准处理。此外，在接收机系统与外部校准发射机之间使用无线通信链路来交换命令和响应。外部发射机使用定向天线对仅位于 SCS 接收机系统天线的宽带信号进行校正。定向天线可以是八木天线（Yagi 天线）（即线性端射天线阵）。此校准方法优选地包括仅在定向天线对准接收机系统天线并在多路径反射的风险低时，进行外部发射。

[0148] 对各基站偏离进行校准

[0149] 本发明的另一个方面涉及对 SCS 接收机系统内的站偏离进行校正的校准方法。“站偏离”被定义为无线发射机发射的 RF 信号到达天线时间与该信号到达宽带接收机的时间之间的有限延迟。本发明方法包括测量从天线到滤波器的电缆的长度并确定与电缆长度有关的相应延迟的步骤。此外，该方法还包括将已知信号输入到滤波器、双工器、多路耦合器或 RF 分裂器并测量延迟和从各装置输入到宽带接收机的相位响应与频率响应。然后，将延迟与相位值组合在一起并用于校正后续位置测量过程。当与上述基于 GPS 的定时生成过程一起使用时，该方法优选地包括对 GPS 电缆长度进行校正的步骤。此外，外部产生的参考信号

优先地用于监视由于老化和气候原因引起的站偏离的变化。最后,通过 RF 信道的对于无线定位系统内的各接收机系统的站偏离优先地以表格形式存储无线定位系统供后续定位处理过程进行的校正过程使用。

[0150] 性能监测

[0151] 无线定位系统使用与规律、前向地进行监测的性能的校准相同的方法。图 2K 和图 2L 所示的流程图示出这些方法。用于进行性能监测的两种方法为:固定电话方法和对测量的点进行测试的方法。固定电话方法包括下列步骤(如图 2K 所示):

[0152] 将标准无线发射机永久设置到无线定位系统(后面将这些称为固定电话)所覆盖区域内的各点(步骤 S-30);

[0153] 对设置固定电话的点进行测量,这样在预定距离内例如 10 英尺可知其精确位置(步骤 S-31);

[0154] 将测量的位置存储到 AP14 内的表内(步骤 S-32);

[0155] 允许固定电话以无线通信系统对系统上的所有无线发射机设置的速率和间隔注册到无线通信系统(步骤 S-33);

[0156] 每次固定电话进行注册发送时,无线定位系统利用常规定位处理过程定位固定电话(与利用校准发射机,无线定位系统可通过将识别码存储到表中,识别该发射信号是由固定电话发射的方法相同)(步骤 S-34);

[0157] 无线定位系统计算利用定位处理过程确定的计算位置与通过测量确定的存储位置之间的误差(步骤 S-35);

[0158] 位置、偏差值以及其它测量参数与时间标记一起存储到 AP14 内的数据库(步骤 S-36);

[0159] AP14 监测瞬间误差以及其它测量参数(总称为扩展的位置记录)然后附加计算误差和其它测量参数的各种统计值(步骤 S-37);以及

[0160] 如果任意偏差值或其它数值超过预定阈值或历史统计值,则立即或在完成对规定次数的定位估计进行统计过滤之后,AP14 向无线定位系统的操作者发出告警信号(步骤 S-38)。

[0161] 扩展的位置记录包括大量用于对无线定位系统的瞬间性能和历史性能进行分析的测量参数。这些参数包括:无线发射机使用的 RF 信道;无线定位系统对无线发射信号进行解调使用的天线端口;无线定位系统请求 RF 数据的天线端口;经过进行定位处理的间隔的发射功率的峰值、平均值以及方差;选择作为定位处理过程的基准的 SCS10 与天线端口;相关值,在定位处理过程使用的各其它 SCS10 和天线与基准 SCS10 和基准天线之间通过交叉频谱(cross-spectral)相关产生;各基线的延迟值;多路径缓和参数;以及余值,多路径缓和计算之后剩余的余值。为了确定无线定位系统是如何工作的,无线定位系统可以对其中任何一个测量参数进行监测。例如,无线定位系统监测的参数类型是基线上相关值的瞬时值与相关值的历史范围之间的方差。另一个例子可以是在特定天线接收的功率的瞬时值与接收功率的历史范围之间的方差。还可以计算许多其它统计值并且这一系列测量参数不胜枚举。

[0162] 根据小区站密度、地面障碍以及无线通信系统在此区域内实现的以往的轻松性,确定设置在无线定位系统覆盖区域内的固定电话数。通常,固定电话与小区站的比约为 1

比 6, 然而, 在某些区域内要求该比例为 1 比 1。固定电话提供连续监测无线定位系统性能以及对运营商进行的频率分配中出现的任何变化进行监视的手段。频率分配中出现的变化多数会导致无线定位系统性能的变化, 固定电话对性能进行监测可以立即将性能变化通知无线定位系统的操作者。

[0163] 测量点的驱动测试与固定电话进行监测非常类似。通常, 固定电话仅可以设置在室内, 因为在室内可以接通电源 (即: 电话必须持续接通电源才有效)。为了获得定位性能的更全面的性能测量值, 还对室外测试点进行驱动测试。参考图 2L, 与利用固定电话相同, 对在无线定位系统的覆盖区域内规定的测试点进行测量在 10 英尺内 (步骤 S-40)。对各测试点指定代码, 其中该代码包括“*”或“#”, 之后是序列号 (步骤 S-41)。例如: “*1001”至“*1099”可以是测试点使用的 99 个代码的序列。这些代码应该是拨号时对无线通信系统无意义的序列 (即: 除了截听消息之外, 在 MSC 内此代码不会产生特征, 或其它翻译)、AP14 将各测试点的代码与测量位置一起存储 (步骤 S-42)。完成这些初始步骤之后, 启动拨其中任何一个代码的无线发射机并利用正常定位处理过程进行定位 (步骤 S-43 和 S-44)。无线定位系统自动计算定位处理过程确定的计算位置与通过测量确定的存储位置之间的误差, 然后将位置和偏差值与时间标记一起存储到 AP14 的数据库 (步骤 S-45 和 S-46)。AP14 监测瞬时误差以及该误差的各历史统计值。如果该偏差值超过预定阈值或历史统计值, 则或者立即或者在通过规定次数定位估计进行统计过滤后, AP14 向无线定位系统的操作者发警告信号 (步骤 S-47)。

[0164] TD0A 定位处理器 (TLP)

[0165] 图 1、图 1A 和图 3 所示的 TLP12 为中央数字信号处理系统, 它对无线定位系统的许多方面进行管理, 特别是对 SCS10 进行管理, 并对定位处理过程进行控制。因为定位处理过程为增强的 DSP, TLP12 的主要优势之一是在无线定位系统内的任意 SCS10 发射的发射信号启动的定位处理之间共享 DSP 资源。即通过集中使用资源可以降低位于 SCS10 的 DSP 的附加成本。如图 3 所示, TLP12 有 3 个主要部件: DSP 模块 12-1、T1/E1 通信模块 12-2 以及控制器模块 12-3。

[0166] T1/E1 通信模块 12-2 提供与 SCS10 的通信接口 (T1 和 E1 为世界范围内通用的标准通信速度)。各 SCS10 利用一个或多个 DS0 (通常是 56Kbps 或 64Kbps) 与 TLP12 通信。通常, 利用例如分插单元或位于小区站的信道排, 将各 SCS10 连接到部分 T1 或 E1 电路。此电路通常与与 MSC 通信的基站共享。在中央位置, 将指定到基站的 DS0 与指定到 SCS10 的 DS0 分离。这通常在 TLP12 的外部利用数字访问与控制系统 (DACS) 13A 实现, 数字访问与控制系统 (DACS) 13A 不仅将 DS0 分离, 而且将多个 SCS10 产生的 DS0 简并 (groom) 到整个 T1 或 E1 电路。这些电路从 DACS13A 连接到 DACS13B, 然后连接到 TLP12 的 T1/E1 通信模块。各 T1/E1 通信模块含有足够的数字存储器用于缓存发送到与该模块进行通信的各 SCS10 的数据分组或由与该模块进行通信的各 SCS10 产生的数据分组。

[0167] DSP 模块 12-1 为定位处理过程提供汇集资源。一个模块通常含有 2 个到 8 个数字信号处理器, 各数字信号处理器同样可以用于进行定位处理。支持两种类型的定位处理过程: 基于中央的定位处理过程和基于站的定位处理过程, 以下将对它们作更详细说明。TLP 控制器 12-3 对 DSP 模块 12-1 进行控制以获得最佳吞吐量。各 DSP 模块含有足够数字存储器以存储定位处理过程所必需的全部数据。在将开始进行定位处理必需的数据从有关 SCS10

转移到 DSP 模块的数字存储器之前,不使用 DSP。仅在此之后, DSP 的特定任务是定位特定无线发射机。利用此技术,属于昂贵资源的 DSP 始终不处于等待状态。一个 TLP 可以支持一个或多个 DSP 模块。

[0168] 控制器模块 12-3 对在无线定位系统内进行的定位处理过程提供实时控制。AP14 为无线定位系统内的顶级管理实体,然而,在出现发射信号时,其数据库结构并不能以足够快的速度进行实时判别。控制器模块 12-3 从 SCS10 接收消息,这些消息包括:状态、各天线的各信道内的频谱能量、解调的消息以及诊断。这使得控制器连续确定在无线定位系统内发生的事件,并发送命令以采取某种行动。当控制器模块从 SCS10 接收解调消息时,控制器模块判别是否对特定无线发射机进行定位处理。控制器模块 12-3 还确定在定位处理过程中使用哪个 SCS10 和哪个天线,包括确定是使用基于中央的定位处理过程还是使用基于站的定位处理过程。控制器模块命令 SCS10 返回必要数据,并命令通信模块和 DSP 模块顺序地执行定位处理过程中的必要规则。以下将进一步详细说明这些步骤。

[0169] 控制器模块 12-3 保持一个表,即有意义的信号表(SOIT)。此表含有用于启动对特定无线发射信号进行定位处理的所有判据。这些判据可以包括:例如,移动识别号、移动台 ID、电子序列号、拨号号码、系统 ID、RF 信道号、小区站号或扇区号、发射信号的类型以及其它类型的数据单元。有些启动事件与利用它们确定的处理顺序有关而具有较高或较低优先级。在处理较低优先级定位启动过程之前处理 较高优先级定位启动过程。然而,在被指定进行较高优先级任务之前,完成对已经开始定位处理的较低优先级启动过程的处理。在 AP12 保持无线定位系统的主任务表,并自动将此任务表的拷贝下载到无线定位系统的各 TLP12 内的有关信号表。当复位 TLP12 或第一次启动时,将整个相关的信号表下载到 TLP12。在这两个事件完成之后,为了节省通信带宽,仅将变更从 AP14 下载到各 TLP12。TLP12 到 AP14 的通信协议优选地包括足够冗余度和错误检验以避免将不正确数据输入有关信号表。当 AP14 和 TLP12 周期性地具有有效空闲处理能力时,AP14 再确认有关信号表内的项目以保证无线定位系统内的所有有关信号表项目全部同步。

[0170] 各 TLP 机体具有与此机体有关的最大容量。例如,一个 TLP 机体具有足以支持 48 个到 60 个 SCS10。如果无线通信系统更大,则利用以太网将 TLP 机体、多个 TLP 机体的容量合并在一起。控制器模块 12-3 负责内部 TLP 通信和联网,并与其它 TLP 机体内的控制器模块通信而且通过以太网与应用程序处理器 14 通信。如果定位处理过程需要使用与不同 TLP 相连的 SCS10,则需要进行 TLP 间的通信。对各无线发射信号的定位处理过程分别指定单个 TLP 机体内的单个 DSP 模块。TLP 机体内的控制器模块 12-3 选择在其上进行定位处理的 DSP 模块,然后路由选择在定位处理过程使用的所有 RF 数据并将它们送到该 DSP 模块。如果要求 RF 数据从 SCS10 连接到不止一个 TLP,则所有必要 TLP 机体内的控制器模块要求将 RF 数据从所有必要 SCS10 传送到其各自相连的 TLP12,然后传送到指定进行定位处理的 DSP 模块和 TLP 机体。为了具有冗余度,控制器模块支持两个完全独立的以太网。任何一个网络中出现断开或故障时,TLP12 均会立即将所有通信转移到另一个网络。

[0171] 控制器模块 12-3 保持无线定位系统的一个完整网络图,包括与各 TLP 机体相关的 SCS10。网络图即存储在控制模块内的一个表,它包括:在定位处理过程中可以使用的候选 SCS/ 天线,以及与各 SCS/ 天线有关的各种参数。图 3 示出典型网络图结构。在表中对与 SCS10 相连的各天线存在独立项目。当在与不止一个 TLP 机体通信的 SCS10 覆盖的区域内

出现无线发射信号时,有关 TLP 机体内的控制器模块确定哪个 TLP 机体是“主”TLP 机体,用于控制定位处理过程。通常,与对无线发射信号分配主要信道的 SCS10 相连的 TLP 机体被指定为主。然而,如果该 TLP 临时没有 DSP 资源可以用于定位处理,或者如果定位处理过程使用的大多数 SCS10 被连接到另一个 TLP 机体并且控制器模块将 TLP 间通信减少到最少,则可以指定另一个 TLP 机体来代替。此判别过程完全是动态的,但是可以利用对各主要信道分配预定优选 TLP 机体的 TLP12 内的表帮助进行此判别过程。无线定位系统操作者建立此表,并利用网络控制台对此表进行编程。

[0172] 在此描述的联网过程对两个与同一个无线运营商相连的 TLP 机体有效,并对与两个无线运营商之间覆盖区域交叠或交界的机体有效。因此,属于第一无线运营商的 TLP12 可以被联网并从属于第二无线运营商的 TLP12 (和与该 TLP12 相连的 SCS10) 接收 RF 数据。此联网过程在乡村地区特别有用,在乡村地区,通过在多个无线运营商的小区站采用 SCS10 可以提高无线定位系统的性能。因为在许多情况下,无线运营商不与小区站共处一地,所以如果无线定位系统仅使用一个无线运营商的小区站,则此特征使得无线定位系统在地面上访问的天线种类比可以利用的天线种类多。如下所述,适当选择和使用天线进行定位处理可以提高无线定位系统的性能。

[0173] 控制器模块 12-3 将包括位置记录在内的许多消息发送到 AP14,以下将对许多 AP14 进行说明。然而,通常不将解调数据从 TLP12 发送到 AP14。但是,如果 TLP14 从特定无线发射机接收解调数据,并且在不同覆盖区域内,TLP12 识别作为第二无线运营商的注册客户的无线发射机,TLP12 可以将此解调数据发送到第一(服务)AP14。这样可以使第一 AP14A 与连接到第二无线运营商的第二 AP14B 通信,并使第一 AP14A 确定特定无线发射机是否已经对任何类型的定位服务进行登记。如果已经登记,则第二 AP14B 可以通知第一 AP14A 将特定无线发射机的标识码存储到有关信号表,这样只要特定无线发射机位于与第一 AP14 相连的第一无线定位系统内,就可以定位特定无线发射机。如果第一无线定位系统检测到特定无线发射机在超过预定阈值的时间周期内未进行登记,则第一 AP14A 可以通知第二 AP14B 将特定无线发射机的标识码从有关信号表中消除,因为不再存在于与第一 AP14A 有关的覆盖区域内。

[0174] 诊断端口

[0175] TLP12 支持诊断端口,在对无线定位系统中产生的故障进行处理和诊断时,诊断端口非常有用。可以在 TLP12 本地访问,或通过将 TLP12 连接到 AP 的以太网访问此诊断端口。诊断端口可以使操作者将从 SCS10 接收的所有解调 RF 数据以及定位处理过程的中间结果和最终结果写入文件。对位置估计进行处理后,将此数据从 TLP12 擦除,因此诊断端口提供保存数据的手段,之后利用此数据进行后处理和分析。本发明人在运行大规模无线定位系统过程中的经验表明,极少数位置估计值偶尔会具有非常大的误差,并且在任意测量周期中,这些大偏差值会控制无线定位系统的整个运行统计。因此,重要的是为操作者提供可以使无线定位系统检测并抑制产生极大误差的原因从而诊断并缓和这些误差。可以设置诊断端口保存所有位置估计、由特定无线发射机进行的位置估计或在特定测试点进行的位置估计,或满足特定判据进行的位置估计的上述信息。例如,对于测量点的固定电话或驱动测试,诊断端口可以实时确定位置估计过程中存在的误差,然后仅对其误差超过预定阈值的这些位置估计过程写入上述信息。通过将测量的各固定电话的纬度坐标、经度坐标和驱

动测试点存储到表中,然后如果对相应的测试点进行位置估计通过计算径向误差,诊断端口可以实时确定误差。

[0176] 冗余度

[0177] 利用几种本发明的方法, TLP12 可以实现冗余, 允许无线定位系统支持 M 加 N 冗余方法。M 加 N 冗余方法是指, 利用 N 个冗余 (或备用) TLP 机体对 M 个联机 TLP 机体提供冗余备用。例如, M 可以是 10 而 N 可以是 2。

[0178] 首先, 不同 TLP 机体内的控制器模块以预定时间间隔在它们自身之间并与指定监测 TLP 机体的各 AP14 交换状态和“动力”消息。因此, 各控制器模块具有无线定位系统内的其它控制器模块的全状态和连续性。不同 TLP 机体内的控制器模块周期性地选择一个 TLP12 内的控制器模块作为一组 TLP 机体的主控制器。如果第一 TLP12A 在其状态消息内报告故障情况或恶化情况, 或者如果第一 TLP12A 不能在其指定或预定时间内报告状态或动力消息, 则主控制器可以决定将第一 TLP 机体设置为脱机状态。如果主控制器将第一 TLP12A 设置为脱机状态, 则主控制器可以指定第二 TLP12B 进行冗余切换并承担使第一 TLP12A 脱机的任务。第二 TLP12B 自动发送已经下载到第一 TLP12A 的配置, 可以从主控制器或从与 TLP12 相连的 AP14 下载此配置。主控制器可以是任意一个未处于脱机状态的 TLP12 上的控制器模块, 然而主控制器可以优选是备用 TLP12 上的控制器模块。当主控制器是备用 TLP12 内的控制器模块时, 检测有故障的第一 TLP12A、将第一 TLP12A 设置到脱机状态以及进行冗余切换所需的时间可以被加速。

[0179] 第二, 通过专用于冗余控制的高可靠性 DACS, 优先地路由选择在 SCS10 与各 TLP T1/E1 通信模块 12-2 之间的所有 T1 或 E1 通信。将 DACS13B 连接到含有 SCS10 的 DS0 的各简并 T1/E1 电路, 并且还连接到各 TLP12 的各 T1/E1 通信模块 12-2。位于 TLP12 的各控制器模块含有 DACS13B 图, 该图描述 DACS 连接表和端口分配。将此 DACS13B 连接到上述以太网, 并可以利用位于任意 TLP12 的任意控制器模块 12-3 对 DACS13 进行控制。如果利用主控制器将第二 TLP12 设置为脱机状态。则主控制器向 DACS13B 发送命令以将与第一 TLP12A 通信的简并 T1/E1 电路转换到处于备用状态的第二 TLP 12B。同时, AP14 将第二 (现在处于脱机状态) TLP12B 使用的全部配置文件下载到第三 (现在处于联机状态) TLP12C。从第一次检测故障第一 TLP 机体到完成切换并由第三 TLP 机体完成处理工作的时间通常不到几秒钟。在许多情况下, 与有故障的第一 TLP 机体相连的 SCS10 不会丢失 RF 数据, 并且可以继续定位处理而不会出现中断。TLP 出现故障时, 如果将第一 TLP12A 设置为脱机状态, 则 NOC16 产生告警来通知无线定位系统操作者发生了此事件。

[0180] 第三, 各 TLP 机体含有冗余电源、风扇、和其它部件。TLP 机体还支持多个 DSP 模块, 因此一个 DSP 模块发生故障或者甚至是 DSP 模块上的一个 DSP 发生故障会降低对可用资源的处理总量, 但是不会导致 TLP 机体发生故障。在此段说明的所有情况下, 可用对 TLP12 的故障部件进行替换, 而无需将整个 TLP 机体设置为脱机状态。例如, 如果一个电源发生故障, 则冗余电源具有足够容量单独支持机体负荷。故障电源具有将其自身从机体负荷拆下的必要电路, 这样就不会进一步破坏机体。同样, 故障 DSP 模块还可以将其自身从机体的有源部分拆下, 这样就不会破坏底板或其它模块。这可以使包括第二 DSP 模块在内的机体剩余部分继续正常运行。当然, 会降低机体的总处理吞吐量, 但是可以避免整体故障。

[0181] 应用程序处理器 (AP) 14

[0182] AP14 是中央数据库系统,它包括多个管理整个无线定位系统的软件进程,为外部用户提供界面和应用程序,存储位置记录和配置,以及支持各种涉及应用程序的功能。AP14 使用为了满足无线定位系统的吞吐量制造的商用硬件平台。AP14 还使用商用关系数据库系统 (RDBMS),它是为提供上述功能定做的。当 SCS10 和 TLP12 优选地一起实时运行以确定位置并建立位置记录时,AP14 可以基于实时运行以存储并转发位置记录,而基于非实时运行时可以后处理位置记录,并提供访问和报告结束的时间。已经证明,对各种类型的系统的位置记录进行存储、检索以及后处理的能力以及对应用程序进行分析 的能力是本发明的强有力优势。选择的主要软件进程称为 ApCore,图 4 示出此进程,并且此进程包括下列功能:

[0183] AP 性能管理程序 (ApPerfGuard) 是一个专用软件进程,它负责启动、停止并监测大多数其它 ApCore 进程,并负责 ApCore 与 NOC 16 的通信。从 NOC 收到配置更新命令后,ApPerfGuard 对数据库进行更新并将变更通知所有其它进程。当 NOC 通知 ApCore 进入特定运行状态时,ApPerfGuard 启动并停止适当进程,并且持续监测软件进程,如果它们已经被激活就安排软件进程运行,或停止并重新启动不再正确响应的任意进程。ApPerfGuard 被指定到最高处理优先级之一,这样另一个已经“失控”的进程就不会阻塞此进程。ApPerfGuard 还被指定到其它软件进程不能访问的专用存储器,这样就可以避免被其它软件进程中断。

[0184] AP 调度程序 (ApMnDsptch) 是一个从 TLP12 接收位置记录并将位置记录转发到其它进程的软件进程。此进程含有独立线程用于在系统内配置的各物理 TLP12,并且各线程从 TLP12 接收位置记录线程。为了系统可靠,ApCore 保持含有从各 TLP12 接收的最后一个位置记录序列号的列表,并在初始连接时将此序列号发送到 TLP12。此后,AP14 和 TLP12 保持一个协议,根据此协议,TLP12 发送具有唯一标识符的各位置记录。ApMnDsptch 将位置记录转发到多个进程,包括 Ap911、ApDbSend、ApDbRecvLoc 以及 ApDbFileRecv。

[0185] AP 任务处理程序 (ApDbSend) 控制无线定位系统内的任务表。任务表是所有触发判据的主表,触发判据确定哪个无线发射机将被定位,哪个应用程序建立判据以及哪个应用程序可以接收位置建立信息。ApDbSend 进程含有独立线程用于各 TLP12,通过此线程,ApDbSend 使任务表与位于各 TLP12 上的有关信号表同步。ApDbSend 不将应用程序信息发送到有关信号表,仅发送触发判据。因此,TLP12 不知道为什么必须对无线发射机进行定位。根据移动标识号 (MIN)、移动台标识符 (MSID)、电子序列号 (ESN) 以及其它标识号、拨号 字符和 / 或数字序列、家用系统 ID (SID)、起始小区站和扇区、起始 RF 信道、或消息类型,允许任务表对无线发射机进行定位。任务表允许多个应用程序从同一个无线发射机接收位置记录。因此,可以将拨“911”的无线发射机发射的单个位置记录发送到例如 911PSAP、舰船管理应用程序、交通管理应用程序以及 RF 最优化应用程序。

[0186] 任务表还包括各种标志和用于各触发判据的字段,其中一些在本发明的其它部分进行了说明。例如,一个标志规定最长时间限制,在此最长时间限制之前,无线定位系统必须提供对无线发射机的粗略估计或最终估计。另一个标志允许根据诸如无线发射机的标识码的特定触发判据关闭定位处理过程。另一个字段含有验证,在对特定触发判据进行变更时需要此验证;验证可以使无线定位系统的操作者规定允许哪个应用程序附加、删除或变更触发判据和有关字段或标志。另一个字段含有与触发判据有关的定位业务等级;定位业务等级将与特定触发判据有关的定位处理过程要求的精度级和优先级通知无线定位系统。例如,某些应用程序可以满足于粗定位估计 (或许可以减少定位处理费),而其它应用程序

可以满足于低优先级定位处理,低优先级定位处理不能确保对任意给定发射信号进行定位处理(可能被高优先级处理任务抢占)。无线定位系统还包括支持在任务表中使用触发判据通配符。例如,可以将触发判据输入为“MIN = 215555****”。这会使无线定位系统对其 MIN 以 6 个数字 215555 开始并以后面的任意 4 个数字结束的任意无线发射机启动定位处理。可以将通配符字符设置到触发判据的任意位置。根据要求的存储位置号,利用相关无线发射机的分组块,将此特征保存到任务表和有关信号表。

[0187] ApDbSend 还支持动态任务。例如,ApDbSend 将 MIN、ESN、MSID 或拨“911”的无线发射机的其它标识码自动设置到任务表一个小时。因此,将拨“911”的无线发射机发射的任何进一步发射信号设置为进一步紧急状况。例如,如果在最后一小时 PSAP 回叫拨“911”的无线发射机,则无线定位系统将启动无线发射机的寻呼响应消息,并可以使 PSAP 可以利用此新位置记录。在初始事件后,可以对任意时间间隔和任意类型的触发判据设置此动态任务。ApDbSend 进程还是一个服务器,它从其它应用程序接收任务请求。例如,诸如舰船管理的这些应用程序可以通过接插件发送任务请求。这些应用程序可以设置触发判据也可以删除触发判据。ApDbSend 利用各应用程序进行验证进程以验证已经允许应用程序设置触发判据或删除触发判据,并且各应用程序还可以仅改变与此应用程序有关的触发判据。

[0188] AP911 进程 (AP911) 管理无线定位系统与 E9-1-1 网络单元之间的各接口,例如中继机键、选择路由器、AL1 数据库和 / 或 PSAP。AP911 进程含有独立线程,用于接合到 E9-1-1 网络单元,它还可以支持不止一个到各网络单元的线程。根据用户的配置,正如在此所述的那样,AP911 进程可以同时以多种模式运行。定时处理 E9-1-1 位置记录是 AP14 内的最高处理优先级之一,因此 AP911 完全在随机存取存储器 (RAM) 之外执行以避免由于第一次存储然后从任意类型的磁盘检索位置记录引起的延迟。当 ApMnDsptch 将位置记录转发到 AP911 时,AP911 立即进行路由确定并通过适当接口将位置记录转发到 E9-1-1 网络单元。并行运行的独立进程将位置记录记录到 AP14 数据库。

[0189] 通过 Ap911 进程和其它进程,AP14 支持用两种模式对应用程序提供位置记录,包括 E9-1-1:“推”模式和“挽”模式。一可以从 AP14 获得位置记录,请求推模式的应用程序就接收位置记录。此模式对 E9-1-1 特别有效,它对位置记录具有适当的时限要求,因为 E9-1-1 网络必须在无线主叫用户拨了“911”后的几秒内路由选择无线 9-1-1 对正确 PSAP 的呼叫。请求挽模式的应用程序不自动接收位置记录,但是为了接收此无线发射机的最后一个位置记录或任意其它位置记录,必须将与特定无线发射机有关的查询发送到 AP14。应用程序发出的查询可以规定最后位置记录、一系列位置记录或所有满足特定时间或诸如发射信号的类型的其它判据的位置记录。在“911”呼叫时使用挽模式的例子是 E9-1-1 网络首先接收“911”呼叫的语音部分,然后查询 AP 14 以接收与此呼叫有关的位置记录。

[0190] 当将 Ap911 进程接合到许多 E9-1-1 网络单元时,Ap911 必须确定哪个 E9-1-1 网络单元推位置记录(假定选择“推”模式)。AP14 利用动态路由表进行此确定过程。动态路由表用于将地理区域划分为小区。动态路由表内的各单元或项目含有该单元的路由指令。众所周知,纬度的一分为 6083 英尺,因此,每毫度约为 365 英尺。此外,经度的一分为 $\cos(\text{纬度})$ 乘以 6083 英尺,因此,对于费城地区约为 4569 英尺,或每毫度约为 280 英尺。1000×1000 大小的表或一百万小区的表可以含有对约 69 英里 × 53 英里区域的路由指令,该区域比此例中费城的面积大,并且各小区可以含有 365 英尺 × 280 英尺的地理区域。与表

中各项目有关的位数仅足以支持最大路由选择可能性。例如,如果路由选择可能性的总数为 16 或更少,则动态路由表存储器为 1 百万 $\times$ 4 位,或 0.5 兆字节。利用此方法,宾夕法尼亚州大小的区域可以包含在接近 20 兆字节或更少的表中,它具有有效的大路由选择可能性。如果存储器的成本相对低,则本发明的动态路由选择表为 AP14 提供了一种仅将“911”呼叫的位置记录快速推到适当 E9-1-1 网络单元的手段。

[0191] AP14 允许利用手动或自动方法填充动态路由选择表内的各项目。例如,利用自动方法,电子地图应用程序可以建立诸如 PSAP 的特定 E9-1-1 网络单元覆盖区域的多边形定义。然后,将此多边形定义翻译为在多边形内包含一系列纬度、经度点。将与该地理多边形对应的 E9-1-1 网络单元的路由选择指令送到与各纬度、经度点对应的动态路由选择表项目。

[0192] 当 Ap911 进程接收特定无线发射机的“911”位置记录时,Ap911 将纬度、经度转换为动态路由选择表内的特定小区地址。Ap911 查询小区以确定路由选择指令,它可以是推模式或挽模式的,可以是负责管理发生“911”呼叫的地理区域的 E9-1-1 网络单元的标识码。如果选择推模式,则 Ap911 自动将位置记录推到该 E9-1-1 网络单元。如果选择挽模式,则 Ap911 将位置记录设置到“911”位置记录的循环表并等待查询。

[0193] 上述动态路由选择方法需要使用根据地理位置定义的数据库,除了应用于 911 之外,还可以将此数据库应用于其它应用程序,因此除了 Ap911 之外,其它进程也支持此动态路由选择方法。例如,AP14 可以自动确定通告区,根据此通告区对位置敏感通告应用程序设置无线呼叫。此外,当特定无线发射机已经输入或已经激活由应用程序定义的规定地理区域时,AP14 还可以自动发送告警。利用特定地理数据库,在与各触发判据有关的字段和标志内定义动态路由选择行为、任意定位启动行为。无线定位系统包括,利用可以建立包围规定地理区域的多边形的电子地图容易地管理这些根据地理位置定义的数据库。无线定位系统从电子地图中抽取含有多边形的纬度、经度点表。各应用程序可以利用其自有的多边形集,并可以定义当启动的无线发射信号的位置记录包含在多边形集内的各多边形内时需要采取的行为的行为集。

[0194] AP 数据库接收进程 (ApDbRecvLoc) 通过共享的存储器从 ApMnDsptch 接收所有位置记录,并将此位置记录设置到 AP 位置数据库。ApDbRecvLoc 启动 10 个分别从共享的存储器检索位置记录的线程,在将位置记录插入数据库之前对各位置记录进行确认,然后将此位置记录插入数据库的正确位置记录分段。为了保持完整性,所以不将具有各种误差的位置记录写入位置记录数据库,而是将它们设置到误差文件内,无线定位系统操作者可以检索此误差文件,然后在误差分解之后,将它们手动输入到数据库。如果位置数据库出现故障或被设置为脱机状态,则将位置记录写入此后可以被 ApDbFileRecv 处理的平面文件。

[0195] AP 文件接收进程 (ApDbFileRecv) 读取含有位置记录的平面 (flat) 文件并将位置记录插入位置数据库。平面文件是 AP 14 为了在除了硬盘驱动器彻底出故障之外的所有情况下彻底保持 AP 14 的完整性而使用的一种安全机制。ApDbFileRecv 读取的平面文件有几种不同类型,包括:数据库停机、同步、溢出以及固定误差。如果临时不能访问位置数据库,则 ApDbRecvLoc 进程写数据库停机平面文件;此文件使 AP14 确保在发生此类故障时保持此位置记录。当在冗余 AP 系统对之间传送位置记录时,ApLocSync 进程(以下进行说明)写同步平面文件。当位置记录到达 AP 14 的速率高于 ApDbRecvLoc 进程可处理并将位置记录

插入位置数据库的速率时,ApMnDsptch 写溢出平面文件。在非常高的峰值速率期间。会出现这种情况。溢出文件可以防止任何记录在峰值期间被丢失。固定误差平面文件含有存在误差但已经被固定并可以插入位置数据库的位置记录。

[0196] 因为在无线定位系统内,AP14 具有临界集中原则,所以 AP14 的结构被设计成完全冗余的。冗余 AP14 系统包括完全冗余的硬件平台,完全冗余的 RDBMS、冗余的磁盘驱动器以及 TLP12、NOC16 和外部应用程序互相之间的冗余网络。AP14 的软件结构还被设计为可以支持容错冗余。以下例子说明冗余 AP 支持的功能性。当主要 AP14 和冗余 AP14 均处于联机状态时,各 TLP12 将位置记录发送到主要 AP14 和冗余 AP14。只有主要 AP14 对进行的任务请求进行处理,并且只有主要 AP14 从 NOC16 接收配置变更请求。然后,在细致的控制下,主要 AP14 使冗余 AP14 同步。主要 AP14 和冗余 AP14 均从 NOC 接收基本启动命令和关机命令。这两种 AP 均持续监测其本身系统参数和应用程序的健康情况并监测其它 AP14 的相应参数,然后根据复合分数,判别哪个 AP14 为主要 AP,哪个 AP14 为冗余 AP。此复合分数是由各种进程对共享的存储区报告的编译误差、以及监测的对换空间和磁盘空间确定的。有几种进程专用于支持冗余性。

[0197] AP 位置同步进程 (ApLocSync) 在各 AP14 上运行并检测使 AP 之间的位置记录同步的需要,然后建立“同步记录”,“同步记录”列出需要从一个 AP14 传送到另一个 AP14 的位置记录。然后,利用接插件连接在 AP 之间传送各位置记录。

[0198] ApLocSync 将位置记录分段与在各位置数据库存储的位置记录序列号进行比较。通常,如果主要 AP14 和冗余 AP14 均运行正常,则不需要同步,因为这两种 AP 正在同时从 TLP12 接收位置记录。然而,如果一个 AP14 发生故障或被设置为停机状态,则之后需要同步。每当 ApMnDsptch 连接到 TLP12 时,均通知 ApLocSync,因此可以确定是否需要同步。

[0199] AP 任务同步进程 (ApTaskSync) 在各 AP14 上运行并使主要 AP14 与冗余 AP14 之间的任务信息同步。在主要 AP14 上运行的 ApTaskingSync 从 ApDbSend 接收任务信息,然后将此任务信息发送到在冗余 AP14 上运行的 ApTaskSync 进程。如果在 ApTaskSync 完成复制任务之前,主要 AP14 出现故障,则当故障 AP14 被重新设置为联机状态时,ApTaskSync 实现全部任务数据库同步。

[0200] AP 配置同步进程 (ApConfigSync) 在各 AP14 上运行并使主要 AP14 与冗余 AP14 之间的配置信息同步。ApConfigSync 采用 RDBMS 复制方法。配置信息包括 SCS10、TLP12 以及 AP14 为了正确运行无线运营商网络内的无线定位系统需要的所有信息。

[0201] 除了上述说明的核心功能外,AP14 还支持在运行无线定位系统时使用的、和要求定位信息的各种应用程序使用的大量进程、功能以及接口。尽管在此说明的进程、功能以及接口在此部分使用 AP14,在整个无线定位系统都可以实现许多这些进程、功能以及接口,因此其创造性的价值不应局限于 AP14。

[0202] 漫游

[0203] AP14 支持位于不同城市中的或由不同无线运营商操作的无线定位系统之间的“漫游”。如果第一无线发射机已经登记到第一无线定位系统上的一个应用程序,并且因此在第一无线定位系统的第一 AP14 中的任务列表 (Tasking List) 中有一条目,则第一无线发射机也可以登记漫游。在每个无线定位系统中的每个 AP14 和 TLP12 包括一个表,该表中对有效“本地”用户标识的列表进行维护。该列表典型地是一个范围,并且例如对于当前的峰

窝电话,该范围可以通过与蜂窝电话的 MIN 或 MSID 相关的 NPA/NXX 代码(或区域码和交换机)来确定。当符合“本地”标准的无线发射机发射时,TLP12 从一个或多个 SCS10 接收解调数据并检查有关信号表(Signal of Interest Table)中的触发信号。如果符合任何触发判据,则对那个发射开始定位处理。否则,无线定位系统不处理该发射。

[0204] 当不符合“家庭”标准的第一无线发射机在第二无线定位系统中进行发射时,在第二无线定位系统中的第二 TLP12 检查有关信号表中的触发信号。然后发生以下三个动作之一:(1) 如果发送符合有关信号表中的一个已有标准,则发射机被定位并将位置记录从第二无线定位系统的第二 AP14 发送到第一无线定位系统的第一 AP14;(2) 如果第一无线发射机在具有有关信号表中具有“漫游”项指示第一发射机在第二无线定位系统中已经“注册”但没有触发判据,则第二无线定位系统不处理该发射,并且将终止时间标记按如下所述调整;(3) 如果第一无线发射机没有“漫游”项并且因此没有注册,则解调数据从 TLP12 传送至第二 AP14。

[0205] 在上述第三种情况下,第二 AP14 使用第一无线发射机的标识来识别第一无线发射机的第一 AP14 作为第一无线发射机的“本地”无线定位系统。第二无线定位系统的第二 AP14 发送一查询给第一无线发射机的第一 AP14,以确定第一无线发射机是否登记到任何定位应用程序并因此在第一 AP14 的任务列表中具有任何触发判据。如果在第一 AP14 中存在触发,触发判据与任何相关的字段和标志一起被从第一 AP14 发送至第二 AP14,并输入到任务列表“Task List”和有关信号表中作为带有触发判据的“漫游”项。如果第一 AP14 响应于第二 AP14 而表明第一无线发射机没有触发判据,则第二 AP14 将第一无线发射机在任务列表“Task List”和有关信号表中“注册”为不带有触发判据的“漫游”项。这样从第一无线发射机的当前和将来发射可以由第二无线定位系统的 TLP12 正确地识别为被注册而不带触发判据,并且不要求第二 AP14 对第一 AP14 进行另外的查询。

[0206] 当第二 AP14 在任务列表和有关信号表中注册带有或不带有触发判据的漫游项的第一无线发射机,该漫游项被分配一终止时间标记。终止时间标记被设置为当前时间加上预定的第一间隔。每次第一无线发射机发射时,在任务列表和有关信号表中的漫游项的终止时间标记被调整为最近发射的当前时间加上预定的第一间隔。如果第一无线发射机在其漫游项的终止时间标记之前不再发射,则漫游项被自动删除。如果在删除后第一无线发射机进行另一发射,则再次发生注册处理。

[0207] 第一 AP14 和第二 AP14 维持在广域网内的通信。该网络可基于 TCP/IP,或是基于与最新的 IS-41 版本类似的协议。与另外的无线定位系统中的其它 AP 通信的每个 AP14 维护一个表,该表提供与每个无线发射机标识的有效范围相应的每个 AP14 和无线定位系统的标识。

[0208] 多通路定位记录

[0209] 某些应用会要求对无线发射机的大略位置有非常快速的估计,再接着一个可以随后发送的更为精确的定位估计。此举对于例如 E9-1-1 系统是有价值的。该系统处理无线呼叫并且必须很快地作出呼叫路由决定,但是可以等待略微长一些的时间以在 E9-1-1 接收者的电子地图终端上显示更精确的定位。无线定位系统支持这些具有创造性的多通路定位记录的应用软件。对于某些项目,AP14 中的任务列表包含一个标志,该标志指示在特定应用程序必须接收一个大致的定位估计之前的最大时限,以及一个第二最大时限,在该时

限中特定的应用程序必须接收最终的定位估计。对于这些应用程序,AP14 在定位记录中包括一标志,该标志指示包含在记录中的定位估计的状态,其可以例如被设置为第一次通路估计(即粗略的)或最终的通路估计。无线定位系统将在由应用程序设置的时限内一般性地确定最佳定位估计,即无线定位系统将处理在时限内能够支持的最大量的 RF 数据。假定任何特定的无线发射可以触发一个或多个应用程序的定位记录,无线定位系统同时支持多种模式。例如,具有特定 MIN 的无线发射机可以拨号“911”。这会为 E9-1-1 应用程序触发一个双通路定位记录,但对于监测那个特定的 MIN 的舰船管理应用程序则触发单通路定位记录。这可以扩展到任何数目的应用。

[0210] 多解调和触发

[0211] 在市区或密集的市郊地区的无线通信系统中,可以在较近的距离内可以重复使用几次频率和信道。因为无线定位系统能够独立地检测和解调无线发射而不需要无线通信系统,可以在无线定位系统内的多个 SCS10 经常地检测和成功地调制单个的无线发射。这可以有意识地或无意地发生。一个无意的发生是由接近的频率再使用造成的,从而可以在多于一个的 SCS10 处在预定阈值上接收特定的无线传输。有意的发生是由对多于一个的 SCS10 进行编程以检测和解调在特定小区站点以特定的频率发生的发射而造成的。如前所述,这通常是与相邻的或附近的 SCS10 一起使用,以提供系统解调的冗余,从而进一步增加任何特定的无线发射被成功检测和解调的概率。

[0212] 任何一种事件类型都会潜在地导致无线定位系统的多个触发,使得对相同的发射多次地启动定位处理。这造成处理和通信资源的浪费和使用效率低。因此,无线定位系统包括检测何时相同的传输已经被检测和解调多次的装置,并且选择最佳解调 SCS10 作为位置处理的开始点。当无线定位系统在多个 SCS/ 天线处多次检测到和成功地解调同一发射时,无线定位系统使用下面的判据来选择一个解调 SCS/ 天线以用来继续确定是否触发和可能地启动定位处理的处理(这些判据可以在确定最终决定时被加权): (1) 共处于被分配特定频率的小区站的一 SCS/ 天线较之其它的 SCS/ 天线更优选,但该优选在共处于被分配特定频率的小区站的在线 SCS/ 天线无操作时可被调节, (2) 具有较高的平均 SNR 的 SCS/ 天线较之那些具有较低平均 SNR 的 SCS/ 天线更为优选, (3) 在解调发射时具有较少比特差错的 SCS/ 天线比那些具有较多比特差错的 SCS/ 天线更为优选。施加给这些优选者中每一个的加权可以由无线定位系统的操作者调节,以适合每个系统特定的设计。

[0213] 与无线通信系统的接口

[0214] 无线定位系统包含通过与无线通信系统的接口进行通信的装置,例如移动交换中心(MSC)或移动定位控制器(MPC)。该接口可以基于例如标准的安全协议如 IS-41 的最新版本或 TCP/IP 协议。这些协议的格式、字段和验证方面都是公知的。无线定位系统支持该接口上的各种命令/响应以及信息消息,设计它们是为了有助于无线发射的成功检测、解调和触发,并且无线定位系统提供将定位记录传送给无线通信系统的装置。特别地,该接口提供用于无线定位系统以获得关于哪个无线发射机已在特定的小区站被分配特定的语音信道参数的装置。由无线定位系统支持的经这些接口到达无线通信系统的消息的例子包括:

[0215] 关于 MIN/MDN/MSID/IMSI/TMSI 地图的查询 -- 某些类型的无线发射机将以人们熟悉的可以通过电话网拨号的形式发射它们的标识。其它类型的无线发射机发射不能被拨号

的标识,但被转换成可以用无线通信系统内的表拨号的数字。被发射的标识在大多数情况下是永久性的,但也可以是暂时的。与 AP14 连接的定位应用程序的用户典型地喜欢用可以拨号的标识将触发置于任务列表上。可被拨号的标识典型地被称为移动目录号码 (MDN)。其它类型的需要转换的标识包括:移动标识号码 (MIN),移动用户标识 (MSID),国际移动用户标识 (IMSI),以及暂时移动用户标识 (TMSI)。如果无线通信系统允许对通过无线发射机发射的消息中的任何数据字段使用加密,则无线定位系统也可查询与标识信息一起的加密信息。无线定位系统包括向无线通信系统查询通过定位应用程序置于任务列表上的触发器标识的替代标识的装置,或是向无线通信系统查询用于已被 SCS10 解调的标识的交替标识的装置。其它的事件也可以触发这种类型的查询,一般而言无线定位系统启动命令,而无线通信系统作出响应。

[0216] 在语音 RF 信道分配上的查询 / 命令分配 - 在语音信道上的很多无线发射不包含标识信息。因此,当无线定位系统被触发以执行语音信道发射的定位处理时,无线定位系统查询无线通信系统以得到对于已触发了无线定位系统的特定发射机的当前语音信道分配信息。例如对于 AMPS 发射,无线定位系统优选要求小区站、扇区、以及当前由无线发射机使用的 RF 信道号。例如对于 TDMA 发射,无线定位系统要求小区站、扇区、RF 信道号、以及当前由无线发射机使用的时隙。其它可能需要的信息元素包括长掩码和加密密钥。一般而言,无线定位系统将启动命令,并且无线通信系统将进行应答。但是,无线定位系统也将从无线通信系统接受触发命令,该命令包含这里详细给出的信息。

[0217] 关于此命令 / 响应消息设置的定时是非常严格的。因为语音信道的越区切换在无线通信系统中会非常频繁地发生。即,无线定位系统将对任何在特定的信道上发射的无线发射机定位 - 因此无线定位系统和无线通信系统必须共同地确证无线发射机的标识和语音信道分配信息是严格同步的。无线定位系统使用几个装置来实现该目标。无线定位系统可以例如为特定的无线发射机查询语音信道分配信息,接收所需要的 RF 数据,然后再次为同一无线发射机查询语音信道分配信息,再验证无线发射机的状态在 RF 数据被无线定位系统收集过程中没有改变。在第二次查询之前不要求完成定位处理,因为只有验证收到正确的 RF 数据才是重要的。无线定位系统也可以例如作为第一次查询的一部分,命令无线通信系统在无线定位系统接收 RF 数据期间为特定的无线发射机防止越区切换的发生。然后,接着在收集 RF 数据之后,无线定位系统将再次为同一无线发射机查询语音信道分配信息,命令无线通信系统再次允许对所述无线发射机的越区切换,然后验证无线发射机的状态在无线定位系统收集 RF 数据的过程中没有改变。

[0218] 由于多种原因,无线定位系统和无线通信系统会更希望无线发射机在执行定位处理之前被分配以另外的语音 RF 信道。因此,作为命令 / 响应时序的一部分,无线通信系统可以指示无线定位系统暂时中止定位处理,直到无线通信系统完成与无线发射机的传接序列、并且无线通信系统已经通知无线定位系统可以接收 RF 数据以及能够接收数据的信道为止。另外,无线定位系统可以确定特定的无线发射机当前使用的特定的语音 RF 信道对于获得可接收的位置估计是不适合的,并请求无线通信系统命令无线发射机越区切换。另外,无线定位系统可以请求无线通信系统命令无线发射机顺序越区切换到一系列语音 RF 信道上,以便执行一系列定位估计,从而无线定位系统可以通过一系列越区切换提高定位的估计的精度;下面将进一步说明该方法。

[0219] 无线定位系统也可以使用这种命令 / 响应消息设置来查询无线通信系统有关正在特定的小区站点在特定的时间使用特定语音信道（以及时隙等）的无线发射机的标识。这使得无线定位系统首先执行关于发射的定位处理而不知道标识，然后确定进行发射的无线发射机的标识，并将该信息附加到定位记录中。该特定的创造性特征使得能够利用语音信道发射的自动顺序定位。

[0220] 接收触发 - 无线定位系统可以从无线通信系统接收触发，以在不知道无线发射机标识的情况下执行语音信道发射的定位处理。该消息设置绕过任务列表，并且不使用无线定位系统中的触发机制。而且，无线通信系统独自地确定定位哪个无线发射，然后向无线定位系统发送一个命令以在特定的小区站从特定的语音信道采集 RF 数据，并执行定位处理。当采集到数据时，无线定位系统用包含时间标记的确认来响应。当定位处理完成时，无线定位系统还用合适的格式定位记录来响应。根据向无线定位系统发送命令以及用 RF 采集数据收集时间标记作出响应的的时间，无线通信系统确定是否无线发射机状态在接着命令之后改变以及是否有成功地采集 RF 数据的良好可能性。

[0221] 进行发射 - 无线定位系统可以命令无线通信系统使特定的无线发射机在特定的时间或是在规定的时间范围内进行发射。无线通信系统用确认和预期发射的时间或时间范围来响应。无线定位系统可以强制的发射类型包括：例如试听（audit）响应和寻呼响应。使用这种消息设置，无线定位系统也可以命令无线通信系统强制无线发射机用较高的功率水平发射。在很多情况下，无线发射机在发射时将试图使用最低的功率水平设置以便节省电池的使用寿命。为了提高定位估计的精度，无线定位系统更希望无线发射机使用较高功率水平的设置。无线通信系统将通过确认将使用较高功率水平设置以及预期发射的时间或时间范围对无线定位系统作出响应。

[0222] 对移动接入的延迟无线通信系统响应 - 某些空中接口协议如 CDMA 使用这样的机制，即无线发射机例如以最低或很低的功率水平设置启动在诸如接入信道等的信道上的发射，然后进入以下一系列步骤，(1) 无线发射机进行访问发射；(2) 无线发射机等待来自无线通信系统的响应；(3) 如果无线发射机在预定的时间内没有从无线通信系统收到响应，则无线发射机将其功率水平设置增加一定的量，然后返回步骤 (1)；(4) 如果无线发射机在预定的时间内从无线通信系统收到响应，则无线发射机进入正常的消息交换。该机制对于确保无线发射只使用最低可用的功率水平设置来发射以及节省电能都是有益的。但是，有可能无线发射机能够成功地与地线通信系统通信的最低功率水平设置对于获得可接受的定位估计来说是不够的。因此，无线定位系统可以命令无线通信系统延迟一定的时间对这些发射作出响应。这种延迟动作将使得无线发射机比正常情况下要一次或多次地重复步骤 (1) 到步骤 (3)，结果是一个或多个接入发射要比正常时的功率水平更高。较高的功率水平可以优选使无线定位系统确定更为精确的定位估计。无线定位系统可以对特定的无线发射机、对特定类型的无线发射（例如对于所有的“911”呼叫）、对于在该发射机要与之通信的基站的规定范围内的无线发射机、或是对在特定区域内所有的无线发射机命令这种类型的延迟动作。

[0223] 向无线发射机发送确认 - 无线定位系统不包括用于将一动作通知无线发射机的装置，因为无线定位系统不能发射；如先前所述，无线定位系统只能接收发射。因此，如果无线定位系统希望在完成某个操作时发送例如确认音，该无线定位系统命令无线通信系统发

射一特定的消息。该消息可包括,例如音频确认音、语言消息、或给无线发射机的合成消息、或通过短消息发送服务或寻呼服务发送的文本消息。无线定位系统从无线通信系统接收对已经收到该消息的确认,并发送至无线发射机。该命令 / 响应消息设置对于使无线定位系统支持某种终端用户应用功能如禁止定位处理等是重要的。

[0224] 报告定位记录 – 无线定位系统为那些安排任务向无线通信系统报告的无线发射机、以及那些由无线通信系统启动触发的发射自动地向无线通信系统报告定位记录。无线定位系统还报告任何由无线通信系统查询的以及无线通信系统被授权接收的历史定位记录。

[0225] 监视内部无线通信系统接口,状态表

[0226] 除了在无线定位系统和无线通信系统之间的上述接口这外,无线定位系统还包括监视无线通信系统内已有接口的装置,以用于截取对于无线定位系统识别无线发射机和由这些发射机所使用的 RF 信道都很重要的信息。这些接口可包括例如“a 接口”和“a-bis 接口”,它们用于采用 GSM 空中接口协议的无线通信系统中。这些接口是公知的并且可见之于各种标准中。通过监视基站 (BTS)、基站控制器 (BSC) 和移动交换中心 (MSC) 以及其它的点之间在这些接口上的双向消息,无线定位系统可以得到如无线通信系统本身所知的关于将无线发射机分配给指定信道的同样信息。无线定位系统包括监视在各个点的这些接口的装置。例如,SCS10 可监视 BTS 到 BSC 的接口。另外,TLP12 或 AP14 也可监视一集中了多个 BTS 到 BSC 接口的 BSC。无线通信系统内部的接口不被加密并且分层的协议对于熟悉本领域的人员来说是公知的。无线定位系统监视这些接口的优点在于无线定位系统可以不需要独立地检测和解调来自无线发射机的控制信道的消息。另外无线定位系统可以从这些接口得到所有需要的语音信道分配信息。

[0227] 利用这些控制信道传输的装置,SCS10 如先前所述接收传输并将控制信道 RF 数据记录至存储器中,而不执行检测和解调。无线定位系统分别地监视无线通信系统内规定的接口上发生的消息,并在无线定位系统发现包含有触发事件的消息时使无线定位系统中内产生一触发。由触发事件启动,无线定位系统确定无线传输发生的大约时间,并命令第一 SCS10 和第二 SCS10B 各自搜索其存储器以开始传输。所选择的第一 SCS10A 要么是与已经同无线发射机通信的基站共处一地,要么是与已经同无线发射机通信的基站相邻的 SCS。即,第一 SCS10A 是已经被分配给控制信道作为主信道的 SCS。如果第一 SCS10A 成功地确定和报告发射的开始,则定位处理利用下面所述的装置正常地进行。如果第一 SCS10A 不能成功地确定发射的开始,则第二 SCS10B 报告发射的开始,然后定位处理正常地进行。

[0228] 无线定位系统还使用这些用于语音信道传输的装置。对于包含在任务列表中的所有触发,无线定位系统监视规定的接口中与那些触发有关的消息。有关的消息包括例如语音信道分配消息、传接消息、跳频消息、上电 / 断电消息、指示重试消息、终接消息以及其它相似动作和状态消息。无线定位系统在 AP14 中的状态表内连续保持这些无线发射机的状态和状况的复制件。每次无线定位系统检测到与任务列表中的项有关的消息时,无线定位系统更新其自己的状态表。然后,无线定位系统可以触发以诸如在规定的的时间间隔上执行定位处理,并访问状态表以精确地确定哪个小区站、扇区、RF 信道和时隙目前由无线发射机所使用。这里所说明的例子包含用于使无线定位系统与基于 GSM 的无线通信系统相接的装置。无线定位系统对基于其它空中接口的系统也支持相似的功能。

[0229] 对于某种空中接口如 CDMA,无线定位系统还保持从状态表的控制信道中的接入猝发中获得的某种标识信息;该信息稍后用于对语音信道所用的掩码进行解码。例如,CDMA 空中接口协议使用无线发射机的电子序列号(ESN)以部分地确定在语音信道传输编码中所使用的长掩码。无线定位系统在状态表中为任务列表中的多个项保持该信息,因为很多无线发射机可能只发射一次该信息;例如,很多 CDMA 移动电话将只在无线发射机在地理区域内变为可用后的第一接入脉冲过程中发送它们的 ESN。这种独立确定长掩码的能力对于在无线定位系统和无线通信系统不工作和/或无线定位系统不能监视无线通信系统内接口之一时是有用的。无线定位系统的操作者可以选择设置无线定位系统来保持所有无线发射机的标识信息。除了上述原因外,无线定位系统可以为所有通过拨叫“911”来触发定位处理的无线发射机提供语音信道跟踪。如前所述,无线定位系统使用动态任务安排以在例如拨叫“911”后规定的时间向无线发射机提供定位。通过在状态表中为所有无线发射机保持信息,无线定位系统就能够为所有的发射机而不只是那些在任务列表中具有优先项的发射机在规定触发事件的事件中提供语音信道跟踪。

[0230] 应用程序接口

[0231] 利用 AP14,无线定位系统支持各种基于对终端用户接口的标准,以及使用诸如 TCP/IP、X.25、SS-7 和 IS-41 之类安装协议的载波定位应用程序。AP14 和外部应用程序之间的每个接口是一个安全的和被许可的连接,允许 AP14 正确地验证与 AP14 连接的应用程序的标识。这是必要的,因为每个连接的应用程序只被允许在实时和/或历史的基础上对定位记录的有限访问。另外,AP14 支持另外的命令/响应、实时、和后处理功能,这些将在下面更详细地说明。访问这些附加的功能还要求进行认证。AP14 维护一个用户清单和与每个用户相关的认证装置。如果应用程序没有正确地通过认证或得到访问权,则应用程序就不能够得到对定位记录或功能的访问。另外,AP14 支持由每个应用程序在产生事件的事件中所采取的所有动作的完全登录,否则以后会要求调查该动作。对下面的列表中的每个命令或功能,AP14 优选支持其中每个动作或每个动作的结果被认证为正确的协议。

[0232] 编辑任务列表 - 该命令允许外部的应用软件加上、去除或编辑任务列表中的项,包括与每个项相关的任何字段和标志。该命令可以在单个项目的基础上被支持,或是在单个命令中包含有项目列表的一批项目的基础上被支持。后者在例如大块的应用程序诸如与定位关系很大的收费中是有用的,在这种应用程序中要支持更大数量的无线发射机,并且希望使协议的额外开销最小化。该命令可以为任务列表中特定的项目添加或删除应用程序,但是如果一个项目还包含其它的与发出命令的应用程序无关或未被该应用程序认证的其它应用程序,则该命令不能整个地删除该项目。

[0233] 设置定位间隔 - 无线定位系统可被设置为对特定的无线发射机在任何间隔在控制信道上或语音信道上执行定位处理。例如,某些应用程序可以要求在发射机服务于语音信道时每隔几秒钟对该无线发射机定位。当无线发射机进行初始发射时,无线定位系统开始用任务列表中的标准项来触发。如果在该项中的字段或标志之一规定了在设置的间隔上的更新的定位,则该无线定位系统在由定时器而不是标识或其它发射标准触发的任务列表中建立一个动态任务。每次定时器时间到,这段时间可以从 1 秒到数小时,无线定位系统将自动触发以定位无线发射机。无线定位系统使用其到无线通信系统的接口来查询无线发射机的状态,包括先前所述的语音调用参数。如果无线发射机工作在语音信道上,则无线定位

系统执行定位处理。如果无线发射机未工作在任何已存在的传输中,则无线定位系统执行定位处理。无线定位系统将命令无线通信系统使无线发射机立即发射。当设置动态任务时,无线定位系统还设置一动态任务停止的结束时间。

[0234] 终端用户添加/删除 - 该命令可以由无线发射机的终端用户执行,将无线发射机的标识置于任务列表上并允许定位处理,以从任务列表中去除无线发射机的标识,并因此消除作为触发项的标识,或将无线发射机的标识置于禁止定位处理的任务列表上。当定位处理被终端用户禁止时(被称为禁止定位处理),则将不对无线发射机执行定位处理。无线定位系统操作者能够可选地由无线定位系统根据终端用户的禁止定位处理命令选择几个动作之一:(1)禁止动作可以高于所有其它在任务列表中的触发项,包括由于诸如“911”的紧急呼叫的触发,(2)禁止动作可以高于任务列表中的其它触发项,但由于诸如“911”的紧急呼叫的触发除外,(3)禁止动作可以被其它任务列表中的其它选择触发项取代。在第一种情况下,终端用户被允许完成对无线发射机发射私密性的控制,因为对于那个发射无论如何都将不执行任何定位处理。在第二种情况下,终端用户可以在紧急情况下仍然接收定位的益处,但在其它时间则不允许。在第三种情况下,作为特定无线发射机的实际拥有者的雇佣者可以完全控制使用无线发射机作为其工作的一部分但可能不想被定位的受雇人员的终端用户操作。无线定位系统可以如上所述查询无线通信系统,以获得包含在无线发射中的标识到其它标识的映射。

[0235] 终端用户进行的添加和删除通过拨号的字符和数字序列并按压无线发射机上的“SEND”或等效的键来实现。这些序列可被可选地选择,并使无线定位系统的操作者知道。例如一个序列可以是“*55SEND”以禁止定位处理。其它序列也是可以的。当终端用户能够拨号该规定的序列时,无线发射机将通过无线通信系统规定的控制信道发射该序列。因为无线定位系统独立地检测和解调所有反向控制信道的传输,所以无线定位系统可以独立地解释规定的拨号序列并使合适的特征更新至任务列表,如上所述。当无线定位系统完成对任务列表的更新时,无线定位系统命令无线通信系统线路终端用户发送确认信息。如前所述,这可采用音频音、记录的或合成的语音、或文字的消息的形式。该命令通过无线定位系统和无线通信系统之间的接口执行。

[0236] 命令发射 - 该命令允许外部应用程序使无线定位系统发送命令给无线通信系统,以使特定的无线发射机或无线发射机组发射。该命令可包含表示无线发射机(组)应当立即发射或在规定时间发射的标志或字段。该命令具有根据命令对无线发射机定位的效果,因为发射将被检测、解调和触发,产生定位处理和生成定位记录。这在消除或减少确定定位过程中的延迟如为无线发射机等待下一注册时间周期或等独立发射的发生时是有用的。

[0237] 外部数据库查询和更新 - 无线定位系统包括访问外部数据的装置,以用无线发射机的标识或包含在传输中的其它参数或是触发判据来查询所述外部数据库,并将从外部数据库获得的数据与无线定位系统生成的数据合并以建立新的增强的定位记录。增强的定位记录然后可以被发送至请求的应用程序。外部数据库可包括例如数据单元,诸如客户信息、医疗信息、登记的特征、应用程序相关的信息、客户帐目信息、联系信息或在定位触发事件时采取的规定动作集合。无线定位系统也可包括使对于外部数据库进行更新例如增加或减少与提供定位服务相关的收费计数器,或用最新的与特定无线发射相关的定位记录更新外部数据库。无线定位系统在不止一个的外部数据库上包含要执行的在此描述动作的装置。

要访问和采取后续动作的外部数据库的列表和序列包含在多个字段之一中,这些字段包含在任务列表的触发判据中。

[0238] 随机匿名定位处理 – 无线定位系统包括执行大规定随机匿名定位处理的装置。该功能对于某些类型的要求集中大量关于无线发射机数量的数据而不考虑单个发射机的具体标识的应用程序是有价值的。该类型的应用包括:RF 优化,其使得无线运营商通过同时确定发射的位置和其它参数来测量无线通信系统的性能;交通管理,其使政府机构和商业单位使用统计在车辆中旅行的无线发射机的重要样本来监测在各种高速公路上的交通;以及本地交通估计,其使商业企业估计在特定区域周围的车流,可以帮助确定特定商务的可行性。

[0239] 应用程序请求随机匿名定位处理选择性地从两个来源接收定位记录:(1)一份为其它应用程序产生的定位记录,和(2)已经由无线定位系统随机触发而不考虑任何特定的标准的定位记录。所有的从任何源产生的定位记录被发送而从定位记录中去掉所有的标识和触发判据信息;但是请求的应用程序可确定记录是从完全随机的处理中产生还是来自另外的触发判据的复制品。随机定位记录是由无线定位系统内的低优先级的任务产生的,无论何时处理和通信资源可用,该无线定位系统即在随机选择的发射上执行定位处理,否则即在特定的瞬时不被使用。请求的应用程序可以规定是在整个无线定位系统覆盖的范围内、还是在诸如沿规定的高速公路的特定地理区域内、或是按照具体的小区站的覆盖区域来执行随机定位处理。这样,请求的应用程序可以将无线定位系统的资源引导至那些对每个应用程序有最大兴趣的区域。根据应用程序所希望的随机性,无线定位系统可以调节优先水平以随机选择某种发射类型,例如注册消息、始发消息、寻呼响应消息或语音信道传输。

[0240] 地理组群的匿名跟踪 – 无线定位系统包括在重复的基础上为规定地理区域的匿名的无线发射机组触发定位处理的装置。例如,特定的定位应用程序可能希望监视在规定的时段内的旅行路径,但不要无线定位系统公开无线发射机的特定标识。周期时间可以是几小时、几天或几星期。利用该装置,无线定位系统可以:随机地选择在相关的地理区域向应用程序启动发射的无线发射机;执行对感兴趣的发射的定位处理;将无线发射机的标识不可逆地转换和加密为新编码的标识符;只用新编码的标识建立定位记录作为识别手段;将定位记录发送到请求的定位应用程序;和在任务列表中为无线发射机建立动态任务,其中动态任务有一个相关的终止时间。继而,只要规定的无线发射机启动了发射,无线定位系统应使用动态任务进行触发,执行关于感兴趣的发射的定位处理,用与先前所述相同的装置将无线发射机的标识不可逆地转换和加密为新编码的标识符,以便使编码的标识相同,用新编码的标识建立定位记录,以及将定位记录发送到请求的定位应用程序(组)。这里所述的装置可以与无线定位系统的其它功能结合,以用控制或语音信道执行这类监视。此外,这里所述的装置完全保留了无线发射机的私有标识,还使另一种类的应用程序可以监视无线发射机的旅行图。该类应用程序在确定新道路的规划和设计、交错路径规划、或商业和零售空间的构成时可以有很大的价值。

[0241] 定位记录分组、排序和制作标签 – 无线定位系统包括为某些发出请求的应用程序后处理定位记录以对该定位记录进行分组、排序和制作标签。对每个由无线定位系统支持的接口,无线定位系统保存数据类型的简要表,这些数据是应用程序被许可和在请求的,还

保存应用程序所要的过滤器或后处理动作的类型。很多应用程序如这里所述的例子不要求个别发射机的单独的定位记录或具体的标识。例如, RF 优化应用程序从定位记录的大数据集合中为特定的小区站或信道得到比从任何单独的定位记录可以得到的更多值。例如, 交通监测的应用只要求来自在规定道路或高速公路上的发射机的定位记录而且另外要求这些记录按道路或高速公路分段和旅行方向来分组。其它的应用程序可要求无线定位系统将已经被格式化的定位记录, 以通过例如调整发射机的定位估计增强所要求的可视显示, 从而发射机的位置在电子地图上直接显示在绘制的道路区段上而不是在道路区段的附近。因此, 无线定位系统优选“捕捉”定位估计到最近绘制的道路区段。

[0242] 无线定位系统可以只在特定的小区站、扇区、RF 信道或 RF 信道组上将定位记录过滤和报告给无线发射的应用程序。在将记录发送给请求的应用程序之前, 无线定位系统首先验证在记录中的合适字段满足要求。不与请求匹配的记录不被传送, 而传送与请求匹配的记录。一些过滤器是地理性的, 并且必须由无线定位系统计算。例如, 无线定位系统可以处理定位记录以确定最近的道路区段和无线发射机在该道路区段上旅行的方向。无线定位系统然后只将记录传送到被确定为关于特定道路区段的应用程序, 并且可以进一步通过增加包含被确定道路区段的字段来增强位置记录。为了确定最近的道路区段, 无线定位系统被发出请求的应用程序提供相关道路区段的数据库。该数据库被储存在一个表中, 在该表中以定义每个区段端点的纬度和经度坐标来保存每个道路区段。每个道路区段可以被模型化为直线或曲线, 并且可以模型化以支持旅行的一个或两个方向。然后对由无线定位系统确定的每个定位记录, 无线定位系统将定位记录中的纬度和经度与数据库中储存的每个道路区段相比较, 并从连接区段的端点到定位记录的纬度和经度的模型化线路中确定最短距离。该最短距离是与连接所储存道路区段的两个端点的线路正交的假想线路。当确定了最近的道路区段时, 无线定位系统可以通过将定位处理所报告的无线发射机的旅行方向与道路的走向相比较, 来进一步确定在该道路区段上旅行的方向。然后由无线定位系统报告相对于道路区段的方向产生最小偏差的方向。

[0243] 网络操作控制台 (NOC) 16

[0244] NOC16 是一种网络管理系统, 其允许无线定位系统的操作者容易地访问无线定位系统的编程参数。例如, 在某些城市, 无线定位系统可包含数百个或甚至数千个的 SCS10。NOC 是管理大无线定位系统的最有效的方法, 其利用图形用户界面功能。如果无线定位系统内的某些功能操作不正常, 则 NOC 还将接收实时警告。这些实时警告可以由操作者使用以迅速采取正确的措施并防止定位服务质量变差。无线定位系统尝试的经验表明系统在整个时间中维持良好定位精度的能力与操作者使系统保持在其预定参数内工作的能力直接相关。

[0245] 定位处理

[0246] 无线定位系统能够用两个不同的方法执行定位处理, 这两种方法称为基于中央的处理和基于站的处理。这两种技术首先公开在第 5, 327, 144 号专利上并且在本说明书中进一步增强。定位处理部分取决于精确地确定在多个天线和多个 SCS10 接收的信号中的某个相位特性。因此, 无线定位系统的目的是识别和消除妨碍定位处理能力的相位偏差源, 以确定所接收信号的相位特性。相位偏差的一个来源在无线发射机本身内部, 即振荡器 (典型地为石英振荡器) 和可使电话调谐到用于发射的特定信道上的锁相环。低成本的石英振荡器

通常将具有较高的相位噪声。一些空中接口规范如 IS-136 和 IS-95A 具有覆盖无线电话在发射中可能带有的相位噪声的规范。其它的空中接口规范如 IS-553A 没有严格地规定相位噪声。因此本发明的目的是自动减少和 / 或消除作为定位处理中的相位噪声源的无线发射机的相位噪声,部分是通过自动选择基于中央的处理或基于站的处理的使用。自动选择还将考虑使用 SCS10 和 TLP12 之间通信链路的效率,以及在各 SCS10 和 TLP12 处的 DSP 资源的可用性。

[0247] 当使用基于中央的处理时, TDOA 和 FDOA 确定和多路径处理与位置和速度确定一起在 TLP12 中执行。该方法在无线发射机具有预定阈值以上的相位噪声时是优选的。在这些情况下,基于中央的处理在减少或消除作为相位偏差来源的无线发射机的相位噪声时是最为有效的,因为使用来自两个天线的实际 RF 传输的数字表达来执行 TDOA 估计,这两个天线可以是在相同的 SCS10 或在不同的 SCS10 处。在这种方法中,那些本领域的技术人员将认识到发射机的相位噪声在 TDOA 处理中是共模噪声,并且因此在 TDOA 确定过程中是自消除的。该方法例如对于很多极低成本的具有高相位噪声的 AMPS 蜂窝电话能够最佳地工作。基于中央的处理的基本步骤包括下面所述的内容及在图 6 的流程图中表示的内容:

[0248] 无线发射机启动在控制信道或语音信道上的发射(步骤 S50);

[0249] 在无线定位系统的多个天线和多个 SCS10 接收传输(步骤 S51);

[0250] 在与各 SCS/ 天线连接的接收机中将传输转换为数字格式(步骤 S52);

[0251] 将数字数据储存在各 SCS10 的接收机的存储器中(步骤 S53);

[0252] 传输被解调(步骤 S54);

[0253] 无线定位系统确定是否开始对该传输的定位处理(步骤 S55);

[0254] 如果触发, TLP12 请求来自多个 SCS10 的接收机中存储器的数字数据的拷贝(步骤 S56);

[0255] 从多个 SCS10 向所选择的 TLP12 发送数字数据(步骤 S57);

[0256] TLP12 执行 TDOA 和 FDOA,以及对来自天线对的数字数据的多路径缓解(步骤 S58);

[0257] TLP12 用 TDOA 数据执行位置和速度确定,然后建立位置记录和将该位置记录传送到 AP14(步骤 S59)。

[0258] 在从 SCS10 向 TLP12 发送数字数据时,无线定位系统使用可变数量的比特来表示传输。如前所述, SCS 接收机以高分辨率或对每个数字采样使用大量的比特来将无线传输数字化,以达到足够的动态范围。这在使用宽带数字接收机时特别需要,宽带数字接收机可以同时接收靠近 SCS10A 和远离 SCS10B 的信号。例如,可能需要多达 14 比特来表示 84dB 的动态范围。定位处理不总是要求每个数字采样有高分辨率。经常地,由无线定位系统对每个数字采样采用较少数量的比特即可实现足够精度的定位。因此,为了通过在各 SCS10 和 TLP12 之间的通信链路上节省带宽来减少无线定位系统的实施成本,无线定位系统确定用数字表示传输所需要的最少数量的比特,同时还能维持理想的精度水平。该确定是基于例如无线发射机使用的特定空中接口协议、传输的 SNR、传输被衰落和 / 或多路径干扰的程度、以及在每个 SCS10 中的处理和通信队列的当前状态。从 SCS10 向 TLP12 发送的比特数量以两种方式减少:每个采样的比特数量被最小化,以及对定位处理使用能够传输的最短长度或最少分段。TLP12 可以使用该最小 RF 数据来执行定位处理,然后将结果与所需要的精

度水平比较。该比较是在置信度间隔 (confidence interval) 计算的基础上进行的。如果定位估计没有落在理想精度限制内, TLP12 将递归地请求来自所 选择 SCS10 的附加数据。附加的数据可以包括每个数字采样的附加比特数和 / 或包括传输的更多分段。请求附加数据的过程可递归地持续直到 TLP12 已经实现规定的定位精度。

[0259] 对于上述的基本步骤还有一些附加的细节。这些细节在该说明的其它部分的已有的第 5, 327, 144 和 5, 608, 410 号专利中有说明。对早先专利中所述的过程的一个增强是选择用于定位处理中的每个基线的单个参考 SCS/ 天线。在现有技术中, 基线被用围绕一个环的天线站对确定。在本无线定位系统中, 所使用的单个参考 SCS/ 天线通常是最高 SNR 信号, 尽管在下面也使用其它标准。使用高的 SNR 基准在定位处理使用的其它 SCS/ 天线非常弱时有助于基于中央的定位处理, 诸如等于或低于噪声底线 (即信号对噪声之比为零或负)。当基于站的定位处理被使用时, 参考信号是再调制信号, 其是有意地建立为具有很高的信噪比, 还有助于对其它 SCS/ 天线的很低信号的定位处理。参考 SCS/ 天线的实际选择在下面说明。

[0260] 无线定位系统通过第一次递归估计除了直通路成分外接收的多路径成分、然后减少这些来自所接收信号的成分, 来减少多路径。这样无线定位系统将所接收信号模型化, 并将该模型与实际接收的信号比较, 并尝试用加权的最小二乘差使两者之间的差异最小化。对来自无线发射机的每个发射的信号 $x(t)$, 在各 SCS/ 天线所接收的信号 $y(t)$ 是信号的复数组合:

[0261] $y(t) = \sum x(t - \tau_n) a_n e^{j\omega(t - \tau_n)}$, 对所有的 $n = 0$ 到 N ;

[0262] 其中 $x(t)$ 是被无线发射机发射的信号; a_n 和 τ_n 是复数幅值和多路径分量的延迟; N 是在接收信号中多路径分量的总数; a_0 和 τ_0 是直通路成分量的常数。

[0263] 无线定位系统的操作者凭经验确定一组用于各多路径分量的约束, 施加在各无线定位系统工作的特定的环境中。约束的目的是限制无线定位系统花在优化各多路径减少计算上的处理时间。例如, 无线定位系统可以被设置为只确定多路径的四个分量; 第一分量可假定为具有范围 τ_{1A} 至 τ_{1B} 的时间延迟; 第二分量可假定为具有范围 τ_{2A} 至 τ_{2B} 的时间延迟; 第三分量可假定为具有范围 τ_{3A} 至 τ_{3B} 的时间延迟; 第四分量可依此类推; 但是第四分量是单值, 其有效地表示数十个独立 (有时为发散) 的多路径分量的复数组合, 这些多路径分量的时间延迟超过第三分量的范围。为了使处理容易, 无线定位系统将先前的议程转换为频率域, 然后解决独立的分量以便使加权的最小二乘差最小。

[0264] 当使用基于站的处理时, 在 SCS10 执行 TDOA 和 FDOA 的确定和多路径缓解, 而位置和速度的确定则典型地在 TLP12 中执行。基于站的处理的主要优点如第 5, 327, 144 号专利所述, 是减少了在每个 SCS10 和 TLP12 之间通信链路上的传送数据量。但是还有其它的优点。本发明的一个新的目的是增加 TDOA 处理过程中有效的信号处理增益。如先前所述, 基于中央的处理具有消除由无线发射机的相位噪声引起的相位偏差的优点。但是, 先前的公开中都没有说明如何消除或减少在使用基于站的处理时的同样的相位噪声偏差。本发明利用下面所述并在图 6 中显示的步骤来减少相位偏差并增加有效的相位信号的处理增益:

[0265] 无线发射机启动在控制信道或语音信道上的发射 (步骤 S60);

[0266] 在无线定位系统的多个天线和多个 SCS10 接收传输 (步骤 S61);

[0267] 在与各 SCS/ 天线连接的接收机中将传输转换为数字格式 (步骤 S62);

- [0268] 数字数据被储存在各 SCS10 的存储器中 (步骤 S63) ;
- [0269] 传输被解调 (步骤 S64) ;
- [0270] 无线定位系统确定是否开始对该传输进行定位处理 (步骤 S65) ;
- [0271] 如果触发, 第一 SCS10A 解调该传输并确定合适的相位校正间隔 (步骤 S66) ;
- [0272] 对每个这种相位校正间隔, 第一 SCS10A 计算合适的相位校正和幅值校正, 并将该相位校正参数和幅值校正参数与解调数据一起编码 (步骤 S67) ;
- [0273] 从第一 SCS10A 向 TLP12 发送解调数据和相位校正参数以及幅值校正参数 (步骤 S68) ;
- [0274] TLP12 确定 SCS10 和接收天线使用定位处理 (步骤 S69) ;
- [0275] TLP12 将解调数据和相位校正参数以及幅值校正参数发送至每个将在定位处理中使用的第二 SCS10B (步骤 S70) ;
- [0276] 第一 SCS10 和每个第二 SCS10B 根据解调数据和相位校正参数以及幅值校正参数建立第一再调制信号 (步骤 S71) ;
- [0277] 第一 SCS10A 和每个第二 SCS10B 用储存在每个 SCS10 中的数字数据和第一再调制信号执行 TD0A 和 FD0A 和多路径缓解 (步骤 S72) ;
- [0278] 从第一 SCS10A 和每个第二 SCS10B 向 TLP12 发送 TD0A 和 FD0A 和多路径缓解数据 ; (步骤 S73) ;
- [0279] TLP12 用 TD0A 数据执行位置和速度确定 (步骤 S74) ;
- [0280] TLP12 建立位置记录, 并且将该位置记录传送到 AP14 (步骤 S75) 。
- [0281] 确定相位校正参数以及幅值校正参数的优点在基于 IS-95A 的 CDMA 无线发射机定位系统中特别明显。众所周知, 来自 IS-95A 发射机的反向传输是使用非相干调制来发送的。大多数 CDMA 基站仅在单个比特的间隔上积分。对于 CDMA 访问信道, 在比特率为每秒 4800 比特的情况下, 每比特发送 256 个码片, 这使得积分增益为 24dB。利用上述技术, 在每个 SCS10 中的 TD0A 处理可以在例如完全的 160 毫秒猝发脉冲 (196,608 个码片) 的时间上积分, 以产生 53dB 的积分增益。这样增加的处理增益使本发明即使在与 SCS10 共处的基站不能检测 CDMA 发射时, 也能用多个 SCS10 检测和定位该 CDMA 发射。
- [0282] 对于特定的传输, 如果相位校正参数以及幅值校正参数的计算为 0, 或者不需要计算, 则不发送这些参数, 以便节省在每个 SCS10 和 TLP12 之间通信链路上的传送数据比特数。在本发明另外的实施例中, 无线定位系统可对特定的传输或特定的协议下的所有传输使用固定的相位校正间隔。这可以基于例如由无线定位系统在某些时间段中收集的表明各类发射机所表现出的相位噪声的合理的一致性的经验数据。在这种情况下, SCS10 可以省去用于确定合适的相位校正间隔的处理步骤。
- [0283] 本领域的技术人员将认识到, 有多种测量无线发射机相位噪声的方法。在一个实施例中, 可以由 SCS 中的 DSP 以数字化方式产生第一 SCS10A 所接收信号的纯的、无噪声的再调制的复制, 然后该接收信号可以在每个相位校正间隔上与纯信号比较, 从而可以直接测量相位差异。在这个实施例中, 相位校正参数将作为在该相位校正间隔上的相位差的负数计算。表示该相位校正参数所需的比特数是随着相位校正参数的幅值而变的, 并且比特数也会随各个相位校正间隔而变。已经观察到某些传输表现出例如在发射开始时相位噪声较大, 而在发射中期和后期的相位噪声较小。

[0284] 基于站的处理对于具有较小相位噪声的无线发射机最有用。尽管它们各自的空中协议标准不一定要求,但使用 TDMA、CDMA、或 GSM 协议的无线电话相位噪声较小。随着相位噪声的增大,用于相位校正间隔长度缩短,并且 / 或者用于表示相位校正参数的比特数增加。当表示解调数据和相位校正参数以及幅值校正参数的比特数超过与基于站的处理的所要求的比特数的预定比例时,基于站的处理的效果就不好了。因此本发明的一个目的是为需要知道发射位置的每个传输自动确定是用基于中央的处理还是用基于站的处理来进行定位处理。该确定的步骤如下述和图 7 所示:

[0285] 无线发射机启动在控制信道或语音信道上的传输 (步骤 S80);

[0286] 在无线定位系统的多个天线和多个 SCS10 接收传输 (步骤 S81);

[0287] 在与各 SCS/ 天线连接的接收机中将传输转换为数字格式 (步骤 S82);

[0288] 无线定位系统确定是否对该传输进行定位处理 (步骤 S83);

[0289] 如果触发,第一 SCS10A 解调该传输并确定合适的相位校正间隔以及对相位校正参数和幅值校正参数编码所需的比特数 (步骤 S84);

[0290] 第一 SCS10A 估计所需的比特数;

[0291] 根据各方法所需的比特数,SCS10 或 TLP12 确定是用基于中央的处理还是用基于站的处理来对该传输进行定位处理 (步骤 S85)。

[0292] 在本发明另外的实施例中,无线定位系统可始终对所有特定空中协议下的传输、或是对所有由一个特定种类的无线发射机进行的发射使用基于中央的处理或基于站的处理。这可以基于例如由无线定位系统在某些时间段中收集的表明各类发射机所表现出的相位噪声的合理一致性的经验数据。在这种情况下,SCS10 和 / 或 TLP12 可以省去用于确定合适的处理方法的处理步骤。

[0293] 对本发明的另一种改进可用于基于中央的处理和基于站的处理,其使用了阈值标准,以包括对无线发射机位置和速度的最终确定中的基线。对于每个基线,无线定位系统计算多个参数,包括:在计算基线时与参考 SCS/ 天线一起使用的 SCS/ 天线端口,峰值,平均值,以及在基线中使用的 SCS/ 天线端口上在定位处理所用间隔中接收的传输的功率变化,在基线中使用的 SCS/ 天线与参考 SCS/ 天线频谱互相关所得到的相关值,基线的延迟值,多路径缓解参数,在多路径缓解计算后剩下的残留值,在最终的定位结果中 SCS/ 天线对 GDOP 的贡献,以及如果在最终的定位结果中包含基线的话与基线相吻合的程度。每个在最终的定位结果中包含的基线符合或超出各个在此说明的参数的阈值标准。如果基线不符合一个或多个阈值标准,则在最终的定位结果中可不包含该基线。因此,经常可能出现在最终的定位结果中实际使用的 SCS/ 天线数少于考虑的总数的情况。

[0294] 以前的第 5,327,144 号专利和 5,608,410 专利公开了一种方法,通过该方法定位处理可使下式的最小二乘差值 (LSD) 最小。

[0295]
$$LSD = [Q_{12}(\text{Delay_}T_{12}-\text{Delay_}O_{12})^2 + Q_{13}(\text{Delay_}T_{13}-\text{Delay_}O_{13})^2 + \dots + Q_{xy}(\text{Delay_}T_{xy}-\text{Delay_}O_{xy})^2]$$

[0296] 在本实施中,该等式已经被再变换为下列形式,以便使定位处理码更有效:

[0297]
$$LSD = \sum (TDOA_{0i} - \tau_i + \tau_0)^2 w_i^2$$
; 所有的 $i = 1$ 至 $N-1$

[0298] 其中 N = 定位处理中使用的 SCS/ 天线数;

[0299] $TDOA_{0i}$ = 从参考站 0 到第 i 个站的 TDOA;

[0300] τ_i = 从无线发射机到第 i 个站的理论视线传播时间；

[0301] τ_0 = 从无线发射机到参考站的理论视线传播时间；

[0302] w_i = 赋予第 i 个基线的权值, 或品质因数。

[0303] 在该实施方案中, 无线定位系统还使用对上式的另外的替代形式, 在参考信号不很强或使用上述形式的等式而在定位结果中存在偏差时, 该替代形式有助于确定定位结果：

[0304] $LSD' = \sum (TDOA_{0i} - \tau_i)^2 w_i^2 - b^2 \sum w_i^2$; 所有的 $i = 1$ 至 $N-1$

[0305] 其中 N = 定位处理中使用的 SCS/ 天线数；

[0306] $TDOA_{0i}$ = 从参考站 0 到第 i 个站的 TDOA；

[0307] $TDOA_{00}$ = 假设为零；

[0308] τ_i = 从无线发射机到第 i 个站的理论视线传播时间；

[0309] b = 对每个理论点分别计算的偏置, 其使 LSD 在该理论点处最小；和

[0310] w_i = 赋予第 i 个基线的权值, 或品质因数。

[0311] 该等式的 LSD 形式通过使 w_0 等于其它权值的最大值或在参考站的相对信号强度上偏置 w_0 来提供更为容易的消除定位结果的偏差的装置。注意如果 w_0 比其它权值大, 则 b 近似等于 τ_0 。总之, 权值或品质因数是基于与上面对于包括基线的阈值标准的讨论相似的标准。也就是, 将标准计算的结果用于加权, 并且当该标准落入阈值以下时则将权值设为零, 并且实际上不包含在最终定位结果的确定中。

[0312] 定位处理的天线选择过程

[0313] 在如上所述的先前发明和公开中描述了这样一些技术, 在这些技术中, 需要有第一、第二或者有可能需要第三天线站点、小区站或基站来确定位置。第 5,608,410 号专利还揭示了一种动态选择子系统 (DSS), 它能够确定出哪个数据帧是从哪个将被用来计算对应发射机的位置的天线站点位置发出的。在此 DSS 中, 如果数据帧是从超过阈值数目的站点接收到的, 则 DSS 可确定出应保留哪个数据帧、应排除哪个数据帧, 并且随后可对数据帧进行动态组织以用于定位处理。该 DSS 最好使用超过最小天线站点数目的站点, 这样就可使处理结果达到超定。另外, DSS 还可保证定位处理中的所有发送信息都从同一发射机接收到并且是同一发送的信息。

[0314] 但是, 先前发明中的优选实施例具有不少局限性。首先, 或者是每个天线站点 (或小区站) 只使用一个天线, 或者是在发送给中央站点之前, 从两个或四个分集式天线发出的数据被先在天线站点 (或小区站) 中混合。另外, 接收到发送信息的所有天线站点都将数据帧发送给中央站点, 即使 DSS 以后会放弃该数据帧也如此。因此, 可能浪费一些通信带宽而发送无用的数据。

[0315] 本发明的发明人确定, 虽然最小需要有两个或三个站点以用来确定位置, 但是, 定位处理中使用的实际天线和 SCS10 的选择也会严重影响定位处理的结果。另外, 引入可在定位处理中在各 SCS10 上使用多个天线的装置也是十分有用的。定位处理中在一个小区站上独立使用从多个天线发出的数据的原因在于, 各个天线上所接收到的信号只受多路径、衰减以及其它干扰的影响。在本领域中公知, 当两个天线被超过一个波长的距离分隔开时, 各天线就可接收到独立路径中的信号。因此, 通过利用多个天线, 就可获得与无线发射机的位置有关的频繁增加且唯一的信息。进而可提高无线定位系统缓解多路径的能力。

[0316] 因此,本发明的一个目的是提供一种改进的方法以用于在定位处理中在 SCS10 上使用从超过一个天线接收到的信号。本发明的另一个目的是提供一种方法以改进用于选择定位处理中所使用的协作天线和 SCS10 的动态处理。第一个目的可通过以下方法得以实现,即,在 SCS10 内提供装置以选择和使用从定位处理中的一个 SCS 上的任何数目的天线上所采集到的任何数据段。如早先说明的那样,一个小区站上的各个天线都被与 SCS10 的一个内部接收机相连接。各个接收机将从天线接收到的信号转换成数字形式,并随后将数字化信号临时保存在接收机的一个存储器中。TLP12 已配备有装置以用于指导任何 SCS10 从任何接收机的临时存储器中对数据段进行检索,并提供数据以用于定位处理。第二个目的则可通过以下方法得以实现,即,在无线定位系统内提供装置以对大量天线接收无线定位系统所需定位的发射信息进行监视,并随后根据一个预定的参数集以选择一个较小的天线集进行定位处理。这种选择过程的一个例子由图 8 的流程图表示:

[0317] 无线发射机或在控制信道或在语音信道上启动一个发射(步骤 S90);

[0318] 在无线定位系统的多个 SCS10 的多个天线上接收发射信息(步骤 S91);

[0319] 在与各天线相连的接收机中将发射信息转换成数字格式(步骤 S92);

[0320] 数字数据被保存在各 SCS10 的一个存储器中(步骤 S93);

[0321] 发射信息在至少一个 SCS10A 上得到解调,并且出现发射信息的信道号、小区站以及无线发射机的服务扇区被确定(步骤 S94);

[0322] 根据服务小区站以及扇区,将一个 SCS10A 指定为用于对该发射信息进行处理的主 SCS10(步骤 S95);

[0323] 主 SCS10A 确定出一个与解调数据相关的时间标记(步骤 S96);

[0324] 无线定位系统确定出是否应开始对该发射信息进行定位处理(步骤 S97);

[0325] 如果定位处理被触发,则无线定位系统将确定出一个 SCS10 和天线的候选列表以在定位处理中使用(步骤 S98);

[0326] 各个候选 SCS/ 天线在由主 SCS10A 所确定的时间标记上测量并报告发射信息的信道号之中的多个参数(步骤 S99);

[0327] 无线定位系统利用指定规范来定制候选 SCS/ 天线,并选择一个参考 SCS/ 天线和一个 SCS/ 天线的处理列表以在定位处理中使用(步骤 S100);以及

[0328] 无线定位系统利用处理 SCS/ 天线列表中的数据继续执行如先前所述的定位处理工作(步骤 S101)。

[0329] 选择主 SCS/ 天线

[0330] 选择‘主’SCS/ 天线的过程十分重要,因为 SCS10 和天线 10-1 的候选列表是根据主 SCS/ 天线的指定而部分确定的。当无线发射机在一特殊 RF 信道上进行发射时,在信号衰减到一个可进行解调的电平以下之前,发射信息经常已经传播了许多英里。因此,经常有许多 SCS/ 天线都能够对信号进行解调。这一点尤其容易发生在城市和城郊地区,在这些地区中,许多无线通信系统的频率重复利用情况十分密集。例如,由于无线通信的高使用率已经密集的小区站空间,本发明的发明人曾对这样一些无线通信系统做过测试,在这些系统中,相同的 RF 控制信道和数字颜色代码被用在相距约一英里的小区站上。因为这些无线通信系统独立地对这些发射信息进行解调,所以无线定位系统经常可以在两个、三个或更多的独立 SCS/ 天线上解调出相同的发射信息。当无线定位系统接收到从不同的 SCS/ 天线上发

出的多个解调数据帧时,它发现相同的发射信息已在多个 SCS/ 天线上被解调多次,每个信息都有预定误码阈值以下的一些误码,而且这些解调数据都符合在一个可接收的误码限制之内,并且它们都发生在一个预定的时间间隔之内。

[0331] 当无线定位系统检测到多个 SCS/ 天线所发出的解调数据时,它将对以下参数进行检查以确定应将哪个 SCS/ 天线指定为主 SCS:定位处理中发射间隔的平均 SNR,相同间隔上 SNR 中的变化,接收发射信息的开始与一纯先头部分 (pre-cursor) (即,对 AMPS 来说,就是打点和 Barker 代码) 之间的相关性,解调数据中的误码数,以及 SNR 从发射开始之前到另一次发射开始期间的变化的幅度和速率,还有其它类似的参数。平均 SNR 一般是在各个 SCS/ 天线上或者在待用于定位处理的发射信息的整个长度上或者在一段较短的间隔上被确定的。根据特定的无线接口协议,通过在一个由各 SCS10 所报告的时间标记之前、期间及之后的短时间范围上执行与打点序列和 / 或 Barker 代码和 / 或 sync 字相关联,就可确定较短间隔上的平均 SNR。上述时间范围一般为 (例如) 以时间标记为中心的 ± 200 微秒范围。无线定位系统通常利用以下判据来定制 SCS/ 天线,每个判据在合并判据以确定最终结论时都会得到加权处理 (乘以一个适当的因子),这些判据包括:具有较低误码的 SCS/ 天线优于具有高误码的 SCS/ 天线;给定 SCS/ 天线的平均 SNR 必须大于待被指定为主 SCS/ 天线的预定阈值;具有较高平均 SNR 的 SCS/ 天线优于具有较低平均 SNR 的 SCS/ 天线;具有较低 SNR 变化的 SCS/ 天线优于具有较高 SNR 变化的 SCS/ 天线;在发射信息开始时具有较快 SNR 速率的 SCS/ 天线优于具有较慢 SNR 速率的 SCS/ 天线。无线定位系统的操作者可对加给这些判据的权值进行调整以适应各个系统的特殊设计。

[0332] 可利用一个预定的判据集来选择 SCS10 和天线 10-1 的候选列表,该判据集基于 (例如) 对小区站类型、小区站上天线的类型、天线的几何形状以及用于对有别于其它天线的确定天线进行加权的加权因子等的知识。上述加权因子考虑了这样一个领域中的知识,在此领域中,无线定位系统处于工作状态,各天线过去所贡献的经验数据被很好地用于定位估计,以及特定用于各个不同 WLS 设备的其它因子。例如,在一个实施例中,无线定位系统可选择候选列表以包含比预定最大主站点半径 (max_radius_from_primary) 更近的多达站点最大数目 (max_number_of_site) 的全部 SCS10。例如,在一个城市或城郊环境中,可能存在大量的小区站,因而可将 max_number_of_site 限制为 19。19 个站点将包括:主站点、由环绕主站点的六个站点所组成的第一环 (假设小区站为经典的六角形分布)、以及由环绕第一环的 12 个站点所组成的下一环,如图 9 所示。在另一个实施例中,在一个城郊或农村环境中, max_radius_from_primary 可被设置成 40 英里以保证使候选的 SCS/ 天线集达到最宽有效范围。尽管各个候选 SCS 可被允许从其有效天线中选取最佳端口,但无线定位系统配备有一个装置,它能够将候选 SCS10 的总数限制在一个最大数 (max_number_candidates) 之内。这就限制了无线定位系统处理一个特定位置所需的最大时间。例如, max_number_candidates 可被设定为 32,这意味着在一个典型的三扇区分集式无线通信系统中,最多有 $32 \times 6 = 192$ 个天线可被用于对特定发射信息的定位处理。为了对处理一个特定位置的时间进行限制,无线定位系统还配备有一个装置,它将定位处理中所使用的天线的数目限制为 max_number_antennas_processed。

[0333] max_number_antennas_processed 通常小于 max_number_candidates,它一般被设置为 16。

[0334] 无线定位系统不仅具有可根据上述预定判据集动态地确定 SCS10 和天线的候选列表的能力,它还能将固定的候选列表保存在一个表格中。这样,对无线通信系统中的各个小区站和扇区来说,无线定位系统拥有一个独立的表格,它定义了 SCS10 和天线 10-1 的候选列表以在当一个无线发射机在该小区站和扇区中初始化一次发射时使用。代替每次触发一个位置请求时都动态地选择候选 SCS/ 天线,无线定位系统可在定位处理初始化时从该表格中直接读取候选列表。

[0335] 一般来说,应选择大量的候选 SCS10 以为无线定位系统提供足够的机会和能力来测量及调节多路径。在任何给定的发射上,任何一个或多个 SCS10 上的任何一个或多个特定天线都可接收受到多路径变化程度影响的信号。因此,最好在无线定位系统内配备这样一种装置用以动态地选择一套可以比其它天线接收更少的多路径的天线。无线定位系统可利用各种技术从任何接收信号中尽可能地缓解多路径;但是,选择一套含有最少量多路径的天线通常应慎重从事。

[0336] 选择参考和协作 SCS/ 天线

[0337] 在对用于定位处理的 SCS/ 天线集的选择中,无线定位系统利用多个判据来定制候选 SCS/ 天线,它们包括:用于定位处理的发射间隔上的平均 SNR, SNR 在同一间隔上的变化,接收发射信息的开始与一纯先头部分(即,对 AMPS 来说,就是打点和 Barker 代码)和/或从主 SCS/ 天线发出的解调数据之间的关联度,相对于其上发射信息得到解调的 SCS/ 天线上作出报告的发射开始时间,以及 SNR 从发射开始之前到另一次发射开始期间的变化的幅度和速率,还有其它类似的参数。平均 SNR 一般是在各个 SCS/ 天线上或者在待用于定位处理的发射信息的整个长度上或者在一段较短的间隔上被确定的。根据特定的无线接口协议,通过在一个由各 SCS10 所报告的时间标记之前、期间及之后的短时间范围上执行与打点序列和/或 Barker 代码和/或 sync 字相关联,就可确定较短间隔上的平均 SNR。上述时间范围一般为(例如)以时间标记为中心的 ± 200 微秒范围。无线定位系统通常利用以下判据来定制 SCS/ 天线,每个判据在合并判据以确定最终结论时都会得到加权处理(乘以一个适当的因子),这些判据包括:给定 SCS/ 天线的平均 SNR 必须大于待被指定为主 SCS/ 天线的预定阈值;具有较低误码的 SCS/ 天线优于具有高误码的 SCS/ 天线;具有较高平均 SNR 的 SCS/ 天线优于具有较低平均 SNR 的 SCS/ 天线;具有较低 SNR 变化的 SCS/ 天线优于具有较高 SNR 变化的 SCS/ 天线;开始时间较靠近执行解调的 SCS/ 天线作出报告时间的 SCS/ 天线优于具有更大开始时间间隔的 SCS/ 天线;具有较快 SNR 变化速率的 SCS/ 天线优于具有较慢 SNR 变化速率的 SCS/ 天线;具有较低权值递增 GDOP 的 SCS/ 天线优于具有较高权值递增 GDOP 的 SCS/ 天线,其中,加权处理是根据估计出来的主 SCS 路径损耗而得到执行的。无线定位系统的操作者可对加给各个喜好的权值进行调整以适应各个系统的特殊设计。定位处理中所使用的不同 SCS10 的数目的最大值受到一个预定的限制;各个 SCS10 上所使用天线数目的最大值也受到一个预定的限制;而且所使用的 SCS/ 天线的总数被限制为 max_number_antennas_processed。使用上述过程的最高级别 SCS/ 天线被指定为用于定位处理的参考 SCS/ 天线。

[0338] SCS10 内最佳端口的选择

[0339] 通常,候选列表或待在定位处理中使用的列表之中的 SCS/ 天线在一个特定的 SCS10 上将只含有一个或两个天线。在这种情况下,无线定位系统可允许 SCS10 从特定

SCS10 上的所有或部分天线中选择“最佳端口”。例如,如果无线定位系统选择只使用第一 SCS10 上的一个天线,然后第一 SCS10 可从与其相连的典型六天线端口中选择出最佳端口,或者它可从小区站的一个扇区的两个天线端口中选择一个最佳天线端口。除了被考虑用作最佳端口的所有天线都处于同一 SCS10 之内以外,对最佳天线端口的选择利用了与上述用于选择 SCS/ 天线集以在定位处理中使用的过程相同的过程并且比较了相同的参数。在对用作最佳端口的天线的比较中,SCS10 也可任选地将接收信号分成多个段,然后再单独测量接收信号的各个段之中的 SNR。接着,SCS10 可任选地通过以下操作之一来选出具有最高 SNR 的最佳天线:(i) 使用含有最多的最高 SNR 的字段的端口,(ii) 对所有信号段中的 SNR 进行平均并使用具有最高平均 SNR 的天线端口,或 (iii) 使用在任何一个数据段中具有最高 SNR 的天线端口。

[0340] 冲突的检测和恢复

[0341] 由于无线定位系统在定位处理中使用了从许多 SCS/ 天线端口发出的数据,因而有可能出现这样一种情况,即,一个或多个特定 SCS/ 天线端口上的接收信号含有受其它无线发射机的同信道干扰(即,两个单独的无线发射之间出现部分或完全冲突)而产生的能量。而且还有可能出现这样一种情况,即,同信道干扰的 SNR 远远大于目标无线发射机的信号的 SNR,如果它未得到无线定位系统的检测,则同信道干扰有可能造成对 SCS10 上的最佳端口、参考 SCS/ 天线、候选 SCS/ 天线或定位处理中所使用的 SCS/ 天线的错误选择。同信道干扰也可能造成不良的 TDOA 和 FDOA 后果,这会导致定位估计的失败或出错。冲突的可能性随着主无线通信系统中小区站密度的增加而增加,尤其是在密集的城市或城郊环境中频率的重复利用以及用户的无线通信利用率都很高的情况下。

[0342] 因此,无线定位系统应含有装置用以检测和恢复上述的冲突类型。例如,在选择一个最佳端口、参考 SCS/ 天线或候选 SCS/ 天线的过程中,无线定位系统确定出接收信号的平均 SNR 以及在发射间隔上的 SNR 变化;当 SNR 变化高于一预定阈值时,无线定位系统将指出一个出现冲突的概率。如果 SCS/ 天线上接收到的信号的 SNR 在一个单步中增加或减小,并且其总量超过了一预定阈值,则无线定位系统也会分配一个出现冲突的概率。另外,如果在一远程 SCS 上所接收到的信号的平均 SNR 大于由传播模型所预计的平均 SNR,该模型给出了其上无线发射机对发射进行初始化的小区站以及已知的发射功率电平和发射和接收天线的天线图,则无线定位系统也会指出一个出现冲突的概率。如果出现冲突的概率大于一预定阈值,则无线定位系统将执行以下说明的处理以检验出冲突是否或在什么程度上给 SCS/ 天线上的接收信息造成了不良影响。指出冲突概率的优点在于,它减少或消除了对未出现冲突的发射信息主体的额外处理过程。应该注意的是,此处所说明的阈值电平、被指出的概率以及冲突检测及恢复过程的其它细节都是可调整的,即,可根据会对选择产生影响的特定应用、环境、系统变量等等来对它们进行选择。

[0343] 对一个 SCS/ 天线上所接收到的冲突概率高于预定阈值的发射信息来说,在参考 SCS/ 天线的确定过程、最佳端口的确定过程或定位处理过程中在使用从一特定天线端口发出的 RF 数据之前,无线定位系统最好校验出从各天线端口发出的 RF 数据是从正确的无线发射机发出的。例如,可以通过以下处理来进行确定,即,通过对接收信号的各段进行解调以校验出(例如)MIN、MSID 或其它识别信息是正确的,或者是拨号数字或其它信息特征与此发射信息进行初始解调的 SCS/ 天线所接收到的相一致。无线定位系统也可对一天线

端口上的接收信号的一个短信号段与在主 SCS10 上所接收到的信号进行关联,以校验出其关联结果是否高于预定的阈值。如果无线定位系统检测出 SNR 在整体发射长度上的变化超过了一预定阈值,则无线定位系统可以将发射信息分割成多个段并对各个段进行测试,从而确定出信号段中的能量是主要来自被选定进行定位处理的无线发射机所发出的信号还是来自一个干扰发射机。

[0344] 即使无线定位系统已检测到在 SCS/ 天线上有部分冲突出现,无线定位系统也可选择使用从定位处理中的一个特定 SCS/ 天线所发出的 RF 数据。在这种情况下,SCS10 将使用上述装置以识别出接收信息中代表从被选定进行定位处理的无线发射机所发出的信号的部分,以及接收信息中含有同信道干扰的部分。无线定位系统可命令 SCS10 只发送或使用接收信息中不含有同信道干扰的选定信号段。当只利用从一个 SCS/ 天线发出的选定段来为一基线确定 TDOA 和 FDOA 时,无线定位系统只使用参考 SCS/ 天线上接收到的发射信息的相应段。无线定位系统可为其中未检测到冲突的各基线连续使用所有的信号段。在许多情况下,无线定位系统只利用发射信息的一部分就能够完成定位处理并能达到一个可接受的定位误差。这种选择接收传输的适当子集并逐段进行定位处理的创造性能力使得无线定位系统能够在使用先前技术可能失败的情况下顺利完成定位处理。

[0345] 多通路定位处理

[0346] 本应用可能需要对无线发射机的大概位置做一个非常快的估计,然后在跟随一个对位置更加精确的估计,此估计可被随后发送出去。此举对(例如)E9-1-1 系统是十分有用的,该系统处理无线通话,并且必须非常快地作出通话路径选择决定,但它可以等得更长一些以获取更加精确的位置,该位置将被显示在 E9-1-1 通话取样器的电子地图终端上。无线定位系统支持这些带有创造性的多通路定位处理模式的应用。

[0347] 在许多情况下,通过使用较长的发射信息段并增加较长积分间隔期间的处理增益就可提高定位精度。但是,较长的发射信息段需要在 SCS10 和 TLP12 内具有较长的处理周期,并且需要较长的时间周期以用于穿过通信接口将 RF 数据从 SCS10 发射至 TLP12。因此,无线定位系统含有装置用以识别那些需快速却粗略地估计位置的发射信息,其后则跟着可以产生一个更好的定位估计的更加完整的定位处理。有关表格的信号含有一个标志,它用于需要多通路定位近似的各个有关信号。此标志指定了定位应用请求允许第一次估计的最大发送时间量以及定位应用请求允许最后一次估计的最大发送时间量。无线定位系统通过选择待用于执行定位处理的发射信息的一个子集来执行粗略的定位估计。例如,无线定位系统可以选择在主 SCS/ 天线上识别出来的具有最高平均 SNR 的信号段。当粗略的定位估计被确定之后,利用早先所述的方法,但只用发射信息的一个子集,TLP12 将此定位估计传送给 AP14,后者随后将此粗略估计与一个代表此估计是一个粗略估计的标志一起传送给发出请求的应用。然后,无线定位系统利用上述所有方法来执行其标准定位处理,并将此定位估计结果与一表示此定位估计是最终状态的标志一起转送出去。无线定位系统可在一个 TLP12 的同一 DSP 上顺序地执行粗略定位估计和最终定位估计,或者也可在不同的 DSP 上并行执行定位处理。并行处理对满足发出请求的定位应用的最大时间需求是必要的。无线定位系统支持用于同一无线发射的不同定位应用的不同最大时间需求。

[0348] 很短的基线 TDOA

[0349] 无线定位系统被设计成工作于城市、城郊以及农村地区。在农村地区中,当一个无

线运营商没有足够的小区站时,无线定位系统可被布置成使 SCS10 位于其它无线载波的小区站上或者位于其它类型的发射塔上,包括:AM 或 FM 广播台、寻呼以及双向无线发射塔。在这些情况下,代替共享无线载波的已有天线,无线定位系统也可要求安装适当的天线、滤波器以及低噪声放大器以匹配感兴趣进行定位的无线发射机的频带。例如,一个 AM 广播台发射塔可以要求附加的 800MHz 天线来定位蜂窝带发射机。但是,可能有这样一些情况,无线定位系统支持一个被称为很短基线 TDOA 的天线模式。当有附加的天线被安装在一个小区站发射塔上,从而天线的间距放置在小于一个波长的距离之内时,这种天线模式将被激活。这可能需要在每个小区站扇区内增加一个天线,从而使无线定位系统可在一个扇区中使用一个已有的接收天线以及一个放置在已有天线附近的附加天线。扇区中的两个天线通常按照主干架的主轴或线方向平行排列,并且两个天线单元之间的距离精确已知。另外,从天线单元到 SCS10 中的接收机的两个 RF 路径经过校准。

[0350] 在正常模式中,无线定位系统为按多个波长所隔开的一对天线确定 TDOA 和 FDOA。对一个在基线上使用两个不同小区站的天线的 TDOA 来说,一对天线按几千个波长隔开。而对一个在基线上使用相同小区站的天线的 TDOA 来说,则一对天线只按几十个波长隔开。在上述任何一种情况下,TDOA 的确定可以有效地使双曲线将基线等分并且穿过无线发射机的位置。当天线按多个波长隔开时,接收信号占用了不同的独立路径以从无线发射机到达各个天线,它们经历了不同的多路径以及多普勒偏移。但是,当两个天线的距离小于一个波长时,两个接收信号将占用同一条路径并且会经历相同的衰减、多路径以及多普勒偏移。因此,无线定位系统的 TDOA 和 FDOA 处理通常会产生一个零(或零附近)赫兹的多普勒偏移以及一个约为零到几纳秒的时差。一个短的时差等价于在很短基线上两个天线所接收到的信号之间的一个明显的相差。例如,在 834MHz 上,AMPS 反向控制信道发射的波长约为 1.18 英尺。一个 0.1 纳秒的时差等价于约 30 度的接收相差。在这种情况下,对 TDOA 测量结果会产生一个基本上是一条直线的双曲线,它仍穿过了无线发射机的位置,而且它在很短的基线上处于从两个天线所形成的平行线旋转 30 度的方向上。当这个在单一小区站上的很短基线 TDOA 的结果被与一个处于两个小区站间的基线上的 TDOA 测量结果合并时,无线定位系统只利用两个小区站就可确定出一个定位估计。

[0351] 用于改进定位精度的带宽监视方法

[0352] 目前,在美国所使用的 AMPS 蜂窝发射机都含有大量的无线发射机。而且 AMPS 反向语音信道发射信息一般是同时受到语音和监视音频音(SAT)调制的 FM 信号。语音调制是标准的 FM,它直接与使用无线发射机的人说话的语音成正比。在一个典型的交谈中,每个人说话的时间都少于 35%,这意味着在大部分时间内反向语音信道都因语音而不会受到调制。在有语音或没有语音的情况下,逆向信道都持续受到 SAT 的调制,SAT 被无线通信系统用于监视信道状态。SAT 调制速率只有约 6KHz。语音信道支持带内信息,这些信息可用于切换控制及其它情况,如:建立一个三向通话、在进行第一个通话的同时对进入的第二个通话作出回应、或者对无线通信系统所发出的一个“试听”信息作出响应。所有这些在语音信道上运载的信息都具有与控制信道信息相类似的特性。这些信息不经常被传送,因而定位系统可忽略这些信息而将力量集中在作为感兴趣的信号的更为普遍的 SAT 发射信息上。

[0353] 从上述由 FM 语音和 SAT 反向语音信道信号的带宽限制所代表的困难的观点来看,本发明的一个目的是提供一种方法,利用这种方法,反向语音信道(RVC)信号可被用来对

一无线发射机进行定位,尤其是在紧急情况下。本发明的另一个目的是提供一种定位方法,它允许定位系统避免在其中测量看起来将不会满足预定精度和可靠性要求的环境中利用 RVC 信号进行定位估计。此举可以节省系统资源并 可提高定位系统的综合效率。经改进的方法基于两种技术。图 10A 的流程图显示了根据本发明所述的能够利用逆向语音信道信号测量位置的第一种方法。该方法包括以下步骤:

[0354] (i) 首先假设一个拥有无线发射机的用户希望得到定位,或者想更新或改进其所在位置。可以是这样一种情况,例如,无线用户拨打“911”并且寻求紧急救援。因此还假设用户是清醒的并且保持与中心调度员的通信。

[0355] (ii) 当调度员需要更新一个特定的无线发射机的位置时,他会通过一应用接口向无线定位系统发出一个定位更新命令以及该无线发射机的标识。

[0356] (iii) 无线定位系统用一个确认信息来响应调度员,该信息说明无线定位系统已查询过无线通信系统并且已取得用于此无线发射机的语音信道分配。

[0357] (iv) 调度员指示无线用户拨一个 9 位或更多位数字的号码然后按“发送”按键。该号码序列可以类似于“123456789”或“911911911”。当无线用户拨一个 9 位或更多位数字的号码然后按“发送”按键之后,反向语音信道会启动两个功能。首先,尤其对 AMPS 蜂窝语音信道来说,用户拨打数字会造成在语音信道上发送双音多频 (DTMF) 语音。DTMF 语音的调制指标非常高,并且在发送 DTMF 序列中的各个数字期间,发射信号的带宽一般被控制在 $\pm 10\text{KHz}$ 以内。第二个功能出现在按下“发送”按键时。无论无线用户是否定制了三向通话或其它特殊功能,无线发射机都将利用一种“空白和字符”模式而在语音上发送信息,在此模式中,发射机短暂地停止发送 FM 语音和 SAT,并取而代之地发送一个以与控制信道相同的方式得到调制的突发信息 (10Kbits Manchester)。如果无线用户拨打的数字少于 9 位,则此信息将由大约 544 比特组成。如果无线用户拨打的数字为 9 位或更多, 此信息将由大约 987 比特组成。

[0358] (v) 在得到调度员的通知之后,无线定位系统将对语音信道中发射信号的带宽进行监视。如早先所述的那样,当只有 SAT 被发射时,并且即使语音和 SAT 都被发射时,在发射信号中也可能没有足够的带宽用以计算一个高质量的定位估计。因此,无线定位系统节省了定位处理资源,并等待直到发射信号超过一个预定带宽为止。该预定带宽可被设定在 (例如) 8KHz 到 12KHz 的范围之内。当拨打的 DTMF 数字被发送时或当突发信息被发送时,带宽一般都将超过预定带宽。实际上,如果无线发射机在拨号期间没有发射 DTMF 语音,则带宽将超过预定带宽好几倍。而这将提供多个机会来执行定位估计。如果在拨号期间 DTMF 语音未被发送,则突发信息仍然在用户按下“发送”按键的同时被发送,并且其带宽通常会超过预定的阈值。

[0359] (vi) 只有当信号的发射带宽超过预定带宽时,无线定位系统才会启动定位处理。

[0360] 图 10B 的流程图显示了根据本发明所述的能够利用反向语音信道信号测量位置的另一种方法。该方法包括以下步骤:

[0361] (i) 首先假设一个拥有无线发射机的用户希望得到定位,或者想更新或改进其所在位置。可以是这样一种情况,例如,如果无线用户拨打“911”并且寻求紧急救援。并且与前一种方法相比,假设用户不想或不能拨打任何数字。

[0362] (ii) 当调度员需要更新一个特定无线发射机的用户的位置时,他会通过一应用接

口向无线定位系统发出一个定位更新命令以及该无线发射机的标识。

[0363] (iii) 无线定位系统用一个确认信息来响应调度员。

[0364] (iv) 无线定位系统通过向无线发射机发送一个“试听”信息或类似信息以命令无线通信系统使无线发射机进行发射。利用该试听信息,无线通信系统就可获得从无线发射机发出的响应信息,它不需要终端用户的操作并且也无需使无线发射机产生铃声或其它报警声。检查信息的接收将使无线发射机在语音信道上响应以一个“试听响应”信息。

[0365] (v) 在得到调度员的通知之后,无线定位系统将对语音信道中发射信号的带宽进行监视。如先前所述的那样,当只有 SAT 被发射时,并且即使语音和 SAT 都被发射时,在发射信号中也可能没有足够的带宽用以计算一个高质量的定位估计。因此,无线定位系统保留了定位处理资源并等待,直到发射信号超过一个预定带宽为止。该预定带宽可被设定在(例如)8KHz 到 12KHz 的范围之内。当试听响应信息被发送时,带宽一般都将超过预定带宽。

[0366] (vi) 只有当信号的发射带宽超过预定带宽时,无线定位系统才会启动定位处理。

[0367] 用于改进定位精度的估计合并方法

[0368] 通过将在无线发射机保持其位置不变的情况下而获得的多个独立统计的定位估计合并在一起,就可提高无线定位系统的定位估计的精度。甚至当无线发射机非常稳定时,其周围的物理和 RF 环境也经常发生变化。例如,汽车可改变其位置,或者在一次定位估计期间造成冲突的另一个无线发射机有可能停止发射或改变其位置以在接下来的定位估计中不再发生冲突。因此,无线定位系统的定位估计将随各个发射而变化,即使在一段很短的时间内进行了连续发射,并且各个定位估计也都与其它估计相互统计独立,也会出现因环境变化而产生的错误。

[0369] 当为一个位置不变的无线发射机作出多个连续的统计独立的定位估计时,定位估计将倾向于聚拢(cluster)在真实位置处。无线定位系统利用一个加权平均或类似的数学结构将多个定位估计合并起来,从而确定出提高的估计结果。通过给各个独立的定位估计分配一个品质因数就可辅助加权平均的使用。该品质因数可基于(例如)关联值、置信度间隔、或其它从定位处理中获得的用于独立估计的类似测量结果。无线定位系统可使用几种方法来从无线发射机中获得多个独立的发射信息,这些方法包括:(i) 为进行发射命令使用它与无线通信系统的接口;(ii) 根据无线接口协议(如 TDMA 或 GSM),使用一个时隙上的多个连续突发;或者(iii) 在一时间周期上将一个语音信道发射信息分割成多个段,并对各个段独立执行定位处理。由于无线定位系统增加了独立定位估计的数目(它们将被合并成一个最终定位估计结果),所以它需对一代表聚拢质量的统计结果进行监视。如果该统计结果低于一个预定阈值,则无线定位系统会认为该无线发射机保持在其原位。如果该统计结果高于一个预定阈值,则无线定位系统将认为该无线发射机没有保持在其原位并因此停止执行附加的定位估计。代表聚拢质量的统计结果可以是(例如),一个标准偏差计算值或一个均方根(RMS)计算值,它们都可用于将被合并起来的单个定位估计并且与动态计算合并的定位估计有关。当向一个应用请求报告定位记录时,无线定位系统将利用定位记录中的一个字段来表示合并在一起的独立定位估计的数目,并产生定位估计报告。

[0370] 以下将参考图 11A-11D 对用于获取和合并多个定位估计的过程的另一个例子进行说明。图 11A、11B 及 11C 示意性地描绘出了无线通信系统中众所周知的“始发”、“寻呼响

应”以及“试听”序列。如图 11A 所示,始发序列(由进行通话的无线电话启动)需要两个从无线发射机发出的发射信号,一个是“开始”信号、一个是“命令确认”信号。命令确认信号响应一个语音信道分配而被无线通信系统(如 MSC)发出。类似地,如图 11B 所示,一个从无线发射机发出的寻呼序列也可分成两个部分。寻呼序列由无线通信系统启动,例如,当无线发射机收到另一部电话的呼叫时。当被呼叫到之后,无线发射机将发出一个寻呼响应信息;然后,在被分配了一个语音信道之后,无线发射机将发射一个命令确认信号。相反,检查过程可抽出一个单个反向发射信号以及一个试听响应信号。试听和试听响应序列的好处在于它们不会使作出响应的无线发射机产生振铃声。

[0371] 以下将对使用这些序列以提高的精度来定位一个电话的方式进行说明。根据本发明所述,例如,一部被盗的电话或一部序列号被盗的电话会受到一个检查信号的持续探测,此检查信号将迫使该电话作出多个检查响应,这样就可以较高精度地定位该电话。但是,为了使用此检查序列,无线定位系统需利用其接口向无线通信系统发送多个适当的命令,并由后者向无线发射机发送检查信息。无线定位系统也可强迫使一个通话终止(挂机),并随后利用标准 ANI 码使此无线发射机作出回应。可以通过用语音指示移动用户挂断通话、在通话的通信线路端断开通话、或者通过向基站发送一个人工无线中断信息而使通话终止。此无线中断信息模拟按下了移动单元上的“结束”按键。回应调用了上述寻呼序列并且迫使电话启动两个发射以用于进行定位估计。

[0372] 现在参考图 11D 对具有很高精度的定位方法进行简介。首先,一个初始定位估计被完成。接下来,上述检查或“挂机并回应”过程被执行以提取一个从移动单元发出的响应信息,然后第二次定位估计被执行。是否使用检查或“挂机并回应”过程将取决于无线通信系统和无线发射机是否都植入有检查功能。步骤 2 和步骤 3 被重复执行以获取必需或想要的多个独立的定位估计,而且多个统计独立的定位估计最终将被合并在一个平均值、加权平均值或类似的数学结构之内,从而获得一个精度提高的估计。通过向各个独立的定位估计分配一个品质因数就可辅助加权平均的使用。此品质因数可以基于相关百分比、置信度间隔、或从定位计算处理中获得的其它类似测量结果。

[0373] 用于提高定位精度的带宽合成方法

[0374] 利用一种人工带宽合成技术,无线定位系统还能够提高对带宽相对较窄的无线发射机的定位估计精度。这种技术可应用于(例如)那些使用 AMPS、NAMPS、TDMA 及 GSM 空中接口协议的发射机,并可应用于那些有大量可由无线发射机使用的单个 RF 信道的装置。为了达到举例说明的目的,以下将只对使用 AMPS 的特定情况进行详细说明。但是,该说明也可很容易地应用在其它协议上。此方法依靠这样一条原则,即,各无线发射机都能够在横跨预定频率带宽的频率上进行只有窄带信号的发射,上述预定频率带宽宽于由无线发射机所发出的各窄带信号的带宽。该方法还可依靠上述无线定位系统与无线通信系统之间的接口。在此接口上,WLS 可以命令无线通信系统将无线发射机切换或转换到其它频率或 RF 信道上。通过发出一系列的命令,无线定位系统就可迫使无线发射机以一种定向方式顺序地转换到一系列的 RF 信道上,从而允许 WLS 有效地从用于定位处理目的的一系列窄带发射信号中合成出一个较宽频带的接收信号。

[0375] 在本发明的一个优选实施例中,带宽合成装置含有用于确定启动带宽相位与无线发射机的发射频率特性之间关系的装置。例如,窄带信号通常的带宽约为 20KHz,而且预定

的宽带频率范围约为 12.5MHz。在本例中,它们就是由 FCC 分配给各个蜂窝运营商的频谱。利用带宽合成,TDOA 测量的结果可被增加至约 $1/12.5\text{MHz}$;即,有效时间分辨率是有效带宽的倒数。

[0376] 图 12A 中显示了一个无线发射机、一校准发射机(如果使用)、SCS10A、10B 和 10C 以及一 TLP12。校准发射机以及所有三个 SCS 的位置都事先精确已知。由图 12A 中的虚线箭头所表示的信号被无线发射机和校准发射机发射出去、在 SCS10A、10B 和 10C 上被接收到并受到上述技术的处理。在定位处理期间,一个 SCS(如 10B)所发出的 RF 数据被单独与从另一 SCS(如 10C)发出的数据流互相关(在时间或频率域内),从而为各发射机和各对 SCS10 产生 TDOA 估计结果 TDOA_{23} 和 TDOA_{13} 。定位处理的一个中间输出是一套系数,它们代表了作为频率函数(如, R_{23})的复数互功。

[0377] 例如,如果 $X(f)$ 是第一站点上所接收到的信号 $x(t)$ 的付立叶变换,且 $Y(f)$ 是第二站点上所接收到的信号 $y(t)$ 的付立叶变换,则复数互功 $R(f) = X(f)Y^*(f)$,其中 Y^* 是 Y 的共轭复数。 $R(f)$ 在任何频率 f 上的相角都等于 $X(f)$ 的相位减去 $Y(f)$ 的相位。 $R(f)$ 的相角可被称为干涉条纹相位。在没有噪声、干扰及其它错误的情况下,此干涉条纹相位在所观测到的(相邻)频带内与频率是完美的线性函数;而且此直线的斜率是干涉组延迟的负数或 TDOA;此直线在频带中心频率处的分隔线等于 $R(f)$ 相位的平均值,当以整个频带为参考时,它被称为“是”观测的干涉条纹相位。在一个频带内,干涉条纹相位可被认为是频率的函数。

[0378] 从校准发射机中获得的系数被与从无线发射机中获得的系数合并起来,而且通过对合并结果进行分析就可分别获得校准的 TDOA 测量结果 TDOA_{23} 和 TDOA_{13} 。在校准过程中,校准发射机的干涉条纹相位被从无线发射机的干涉条纹相位中减去以消除两者共有的系统误差。由于每个初始干涉条纹相位本身就是在两个 SCS10 上所接收到的信号的相位差,所以校准过程通常被称为双重差分并且校准结果也被称为是双重差分结果。TDOA 估计结果 T_{-ij} 是对站点 i 和 j 之间无线发射机所发出的信号的到达时间差(TDOA)的最大值的估计结果,它受到校准和校正以用于信号上的多路径传播效应。不同站点对的 TDOA 估计结果被合并起来以得出定位估计。众所周知,通过观测一个较宽的频带,就可获得更加精确的 TDOA 定位估计。增加无线发射机所发出的信号的“瞬时”带宽通常是不可能的,但是却可以通过命令一个无线发射机从一个频道转换至另一个频道,从而在短时间内得到一个宽的频带。

[0379] 例如,在一个典型的无线蜂窝系统中,信道 313-333 都是控制信道,而剩余的 395 个信道则都是语音信道。无线发射机在语音 RF 信道号 1(RVC1)上的发射中心频率为 826.030MHz,并且连续两个信道的中心频率之差为 0.030MHz。分配给典型的七单元频率复用块中的各个单元的语音信道数约为 57(即,395 除以 7),而且这些信道相隔 7 个信道分布在 395 个信道范围之内。可以注意到,AMPS 系统中所使用的各个小区站,其横跨 12.5MHz 带宽的信道是由 FCC 分配的。例如,如果我们指定设置于一个复用模式中的各个频率的单元为单元“A”至单元“G”,则分配给“A”单元的信道号可以是 1、8、15、22、...、309;而分配给“B”单元的信道号则可通过在“A”信道号上加 1 来确定;如此直至单元 G。

[0380] 上述方法从无线发射机已被分配一个语音 RF 信道并且无线定位系统已经启动对从该无线发射机发出的信息进行定位处理开始。作为定位处理的一部分,由 TDOA_{23} 和 TDOA_{13} 合并而得到的 TDOA 估计结果可以具有(例如)0.5 微秒的步骤偏差。从不同 RF 信道合并

出测量结果的方法获取 TDOA、干涉条纹相位以及无线频率之间的关系。如果组延迟或 TDOA 的“真”值（即，可在没有噪声、多路径及任何系统误差的环境中观测到的值）用 τ 表示；干涉条纹相位的真值用 ϕ 表示；并且无线频率用 f 表示，则可通过以下等式将干涉条纹相位 ϕ 与 τ 和 f 联系起来：

$$[0381] \quad \phi = -f\tau + n \text{ (等式 1)}$$

[0382] 其中， ϕ 的单位为周期数， f 的单位为 Hz， τ 的单位为秒；并且 n 是一个整数，它代表了一个双重差分相位测量的固有整数周期不确定度。 n 的数值预先并不知道，但它与在邻近频率上（即，在任何一个频道内）观测到的结果相同。在不同频率上观测到的 n 的数值通常不同。可通过在一个单个频道内进行观测以对在信道内作为频率的函数的干涉条纹相位有效地拟合出一条直线，从而估计出 τ 。这条最佳拟合直线的斜率就等于所需估计的 τ 的负数。在单信道的情况下， n 为常数，因此通过对等式 1 进行微分就可得到以下等式：

$$[0383] \quad d\phi/df = -\tau \text{ (等式 2)}$$

[0384] 可以通过单独为各信道对 ϕ 与 f 的观测结果进行直线拟合而获得 τ 的独立估计结果，但当有两个独立（非邻近）的频道受到观测时，一条直线一般将不能适合两个信道中的 ϕ 与 f 观测结果，这是因为，在一般情况下，整数 n 在两个信道中具有不同的数值。但是，在确定的条件下，有可能确定并消除这两个整数值之间的差异，然后就可为横跨两个信道的整套相位数据拟合出一条直线。该直线的斜率将得到更好的确定，因为它基于一个更宽的频率范围。在确定条件下，对斜率估计的不确定度与频率范围成反比。

[0385] 本例中，假设无线发射机已被分配了语音 RF 信道 1。信道 1 与 416 之间的无线频率差非常之大，以致于在一开始不能确定与这些信道相对应的整数 n_1 和 n_{416} 之间的差。但是，通过在上述一个或两个信道中单独进行观测，就可获得一个初始的 TDOA 估计值 τ_0 。然后无线定位系统将命令无线通信系统使无线发射机从信道 1 切换至信道 8。无线发射机的信号被在信道 8 中接收到并得到处理以更新或改善估计值 τ_0 。通过 τ_0 ，就可计算出作为频率的函数的“理论”干涉条纹相位 ϕ_0 等于 $(-f\tau_0)$ 。实际观测到的相位 ϕ 与理论函数 ϕ_0 之间的差可被计算出来，在一个非常小的周期分数（一般为 $1/50$ 周期）之内，实际观测到的相位 ϕ 等于真实相位：

$$[0386] \quad \phi - \phi_0 = -f(\tau - \tau_0) + n \quad 1 \text{ 或 } n_8, \text{ 依信道而定 (等式 3)}$$

[0387] 或

$$[0388] \quad \Delta\phi = -\Delta f\tau - n_1 \text{ 或 } n_8, \text{ 依信道而定 (等式 4)}$$

[0389] 其中， $\Delta\phi = \phi - \phi_0$ 且 $\Delta\tau = \tau - \tau_0$ 。图 12B 中显示了等式 (4) 的图形，它描绘出了观察到的干涉条纹相位 ϕ 与通过初始 TDOA 估计值 τ_0 而计算出来的值 ϕ_0 之差 $\Delta\phi$ 与信道 1 和 8 的频率 f 之间的关系。

[0390] 对与信道 1 相对应的 20KHz 宽的频带来说， $\Delta\phi$ 与 f 之间的关系图一般为一条水平直线。对与信道 8 相对应的 20KHz 宽的频带来说， $\Delta\phi$ 与 f 之间的关系图也是一条水平直线。这两条线段的斜率通常在零附近，因为在 20KHz 内量 $(f\Delta\tau)$ 通常不会被一个周期的大分数改变，因为 $\Delta\tau$ 是估计值 τ_0 的误差的负数。此误差的幅度一般不会超过 1.5 微秒（为本例中 0.5 微秒标准偏差的 3 倍），并且 1.5 微秒与 20KHz 的乘积在一个周期的 4% 以下。在图 12B 中，信道 1 的 $\Delta\phi$ 图形相对于信道 8 的 $\Delta\phi$ 图形垂直偏移较大的量，因为 n_1 与 n_8 之间的差可以任意大。这个垂直偏移或信道 1 和信道 8 的 $\Delta\phi$ 的平均值之间的差将

处于（具有极高的概率） n_1 与 n_8 的真实值之差的 ± 0.3 个周期内。这是由于 $\Delta \tau$ 的最大近似幅度（1.5 微秒）与信道 1 和 8 的间距（210KHz）的乘积为 0.315 个周期。换句话说，差值 $n_1 - n_8$ 等于信道 1 和信道 8 的 $\Delta \phi$ 平均值之差四舍五入后的最近整数。当通过四舍五入过程确定出此整数差 $n_1 - n_8$ 之后，对信道 8 加上整数 $\Delta \phi$ 或对信道 1 减去 $\Delta \phi$ 。信道 1 和信道 8 的 $\Delta \phi$ 平均值之差通常等于初始 TDOA 估计值 τ_0 的误差乘以 210KHz。信道 1 和信道 8 的 $\Delta \phi$ 平均值之差被除以 210KHz，然后其结果被与 τ_0 相加以获得一个对 τ （TDOA 的真实值）的估计值；这个新估计值的精度远远超过了 τ_0 。

[0391] 可将上述频率分段和 TDOA 提取方法扩展到间距更宽的信道上用以获取更加精确的结果。如果用 τ_1 来表示从信道 1 和信道 8 所获得的更好结果，则可在刚才所述的方法中用 τ_1 来代替 τ_0 ；而且无线定位系统可命令无线通信系统使无线发射机从（例如）信道 8 切换至信道 36；然后可利用 τ_1 来确定整数差 $n_8 - n_{36}$ ，并且根据范围在信道 1 至信道 36 之间的 1.05MHz 的频率而获取 TDOA 估计值。此估计值可被标记为 τ_2 ；然后无线发射机从（例如）信道 36 切换至信道 112，等等。从原理上讲，可以跨越分配给蜂窝运营商的全范围的频率。本例中所使用的信道号（1、8、36、112）当然是任意的。基本原理在于，基于小频率范围（从单个信道开始）的 TDOA 估计值被用于解决更宽的独立频率之间的干涉条纹相位差的整数不确定度。当然，后面的频率间隔不能太大；它受到先前的 TDOA 估计值的不确定度的限制。一般来说，先前估计值的最差情况误差与频率差的乘积不能超过 0.5 个周期。

[0392] 如果分配给一特定单元的间隔最近的信道之间的很小（如：210KHz）频率间隔因单信道 TDOA 估计值的最差情况不确定度超过 2.38 微秒（等于 0.5 个周期除以 0.210MHz）而不能被桥接上，则无线定位系统将命令无线通信系统以迫使无线发射机从一个小区站越区切换至另一个小区站（如从一个频率组切换至另一个频率组）。这样就可使频率分段变小。由于无线发射机在从一个信道切换至另一个信道期间发生移动，所以有可能错误地识别出两个信道的相位差（ $\Delta \phi$ ）之间的整数差。因此，作为一个检查，无线定位系统可逆转各个切换（如，在从信道 1 切换至信道 8 后，再从信道 8 切换回信道 1），并确认所确定的整数周期差与“正向”切换的差值幅度相同且符号相反。可以利用一个从单信道 FDOA 的观测中所获得的重要的非零速度估计值来推断出信道变化中所引起的时间间隔变化。此时间间隔通常可被保持为是 1 秒钟的一个小的分数。FDOA 估计误差乘以此信道间的时间间隔，其结果必须小于 0.5 个周期。无线定位系统最好使用一个冗余变量来检查整数误识别。

[0393] 用于 911 的定向重试

[0394] 上述无线定位系统的另一个创造性发明在于，它涉及一种“定向重试”方法，该方法用于与一个双模式无线通信系统的连接之中。此系统至少支持一个第一调制方法以及一个第二调制方法。在这种情况下，第一和第二调制方法被假设在不同的 RF 信道上（即，分别用于支持 WLS 和 PCS 系统的无线通信系统的信道）使用。还假设待被定位的无线发射机也能够支持这两种调制方法，即，它能够在具有无线定位系统支持的无线通信系统上拨打“911”。

[0395] 例如，定向重试方法可被用在这样一个系统中，在此系统中，没有足够数目的基站来支持无线定位系统，但是它却工作于一个与其它无线通信系统有关的无线定位系统所服务的区域之中。此“第一”无线通信系统可以是有关蜂窝电话系统，而“第二”无线通信系统则可是一个与第一系统在同一地区运行的 PCS 系统，根据本发明所述，当移动发射机当

前正使用第二种 (PCS) 调制方法并试图启动一个 911 通话时,移动发射机先被自动切换至第一种调制方法,然后再于预定由第一无线通信系统使用的多套 RF 信号之一上利用第一种调制方法来启动 911 通话。按照这种方式,定位服务就可被提供给 PCS 或类似系统的客户,而这些系统本来是不能得到其自己的无线定位系统的服务的。

[0396] 结论

[0397] 本发明的真实范围并不限于上述优选实施例。例如,前面用解释性的词汇揭示的几个无线定位系统的当前优选实施例,如:信号采集系统 (SCS)、TDOA 定位处理器 (TLP),应用程序处理器 (AP),等等,不应被看成是对所附权利要求的保护范围的限制,也不应认为它暗示了无线定位系统的创造性方面受到上述特定方法和装置的限制。另外,熟练人员应该明白,本文中所揭示的许多创造性方面也可用在不是基于 TDOA 技术的定位系统中。另外,无线定位系统使用任务列表等的过程也可被应用在非 TDOA 系统中。在这种非 TDOA 系统中,不再需要用上述 TLP 来执行 TDOA 计算。类似地,本发明既不受限于使用具有上述结构的 SCS 的系统,也不受限于满足所有上述特定内容的 AP 的系统。SCS、TLP 和 AP 本质上都是可编程数据采集和处理设备,它们可采取各种形式且不会脱离本发明的内容。通过利用本发明的内容就可容易地实现使数字信号处理及其它处理功能的成本快速下降,例如,可以在不改变系统创造性操作的情况下,将用于一特定功能的处理从本文中所述一个功能单元 (如 TLP) 转换至另一个功能单元 (如 SCS 或 AP)。在许多情况下,本文中所述的工具 (即,功能单元) 的位置仅仅是设计者的喜好而不是硬性的要求。因此,除非用很限制性的词语来表达它们,以下权利要求的保护范围并不受限于上述各个特定的实施例。

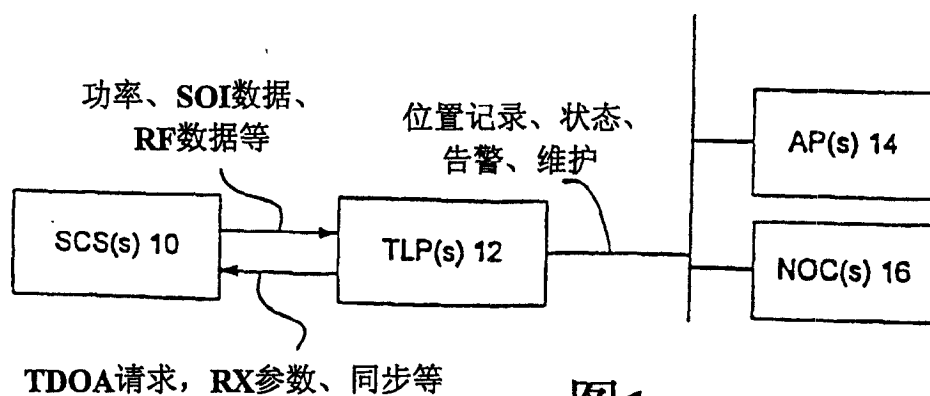


图1

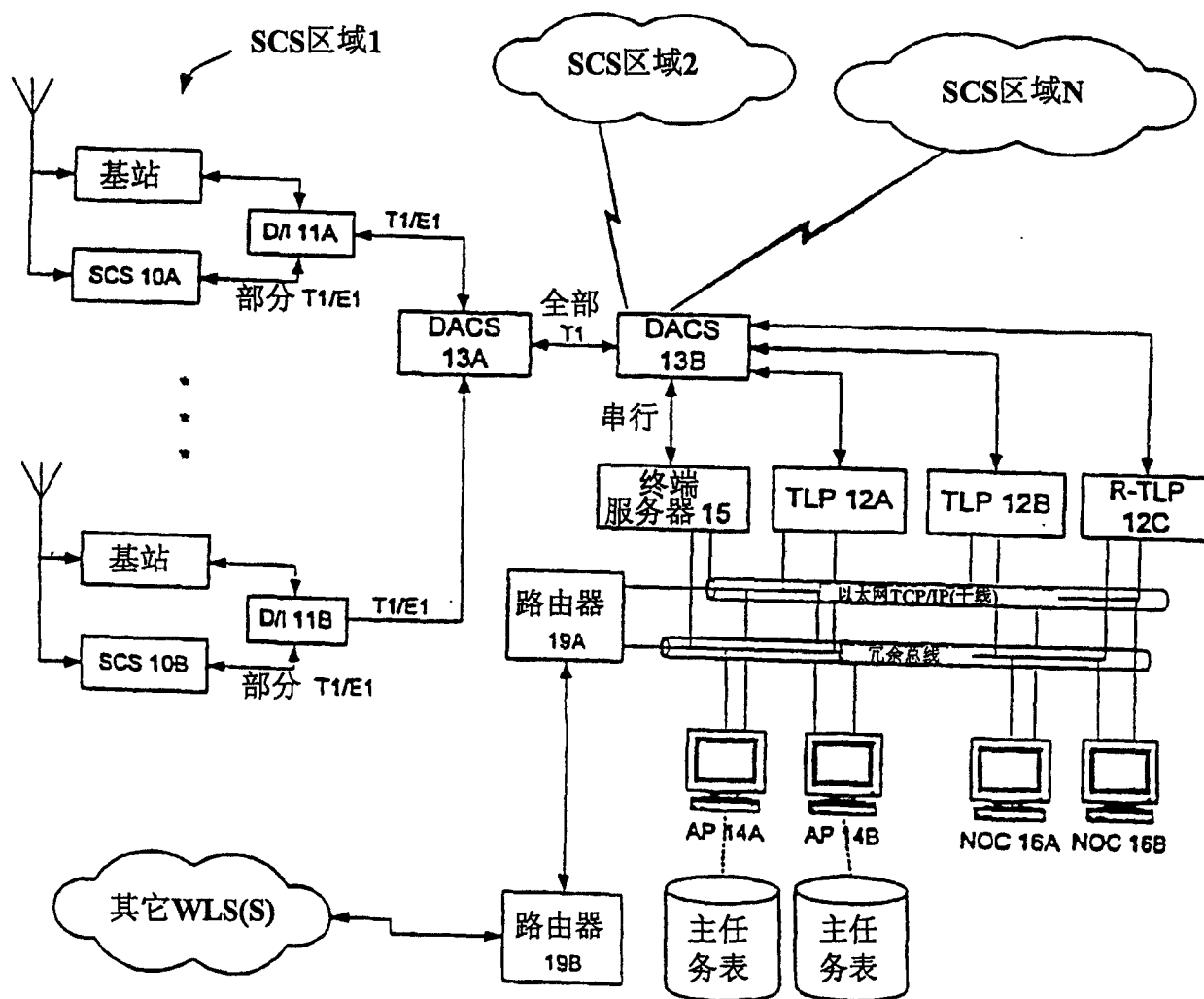


图1A

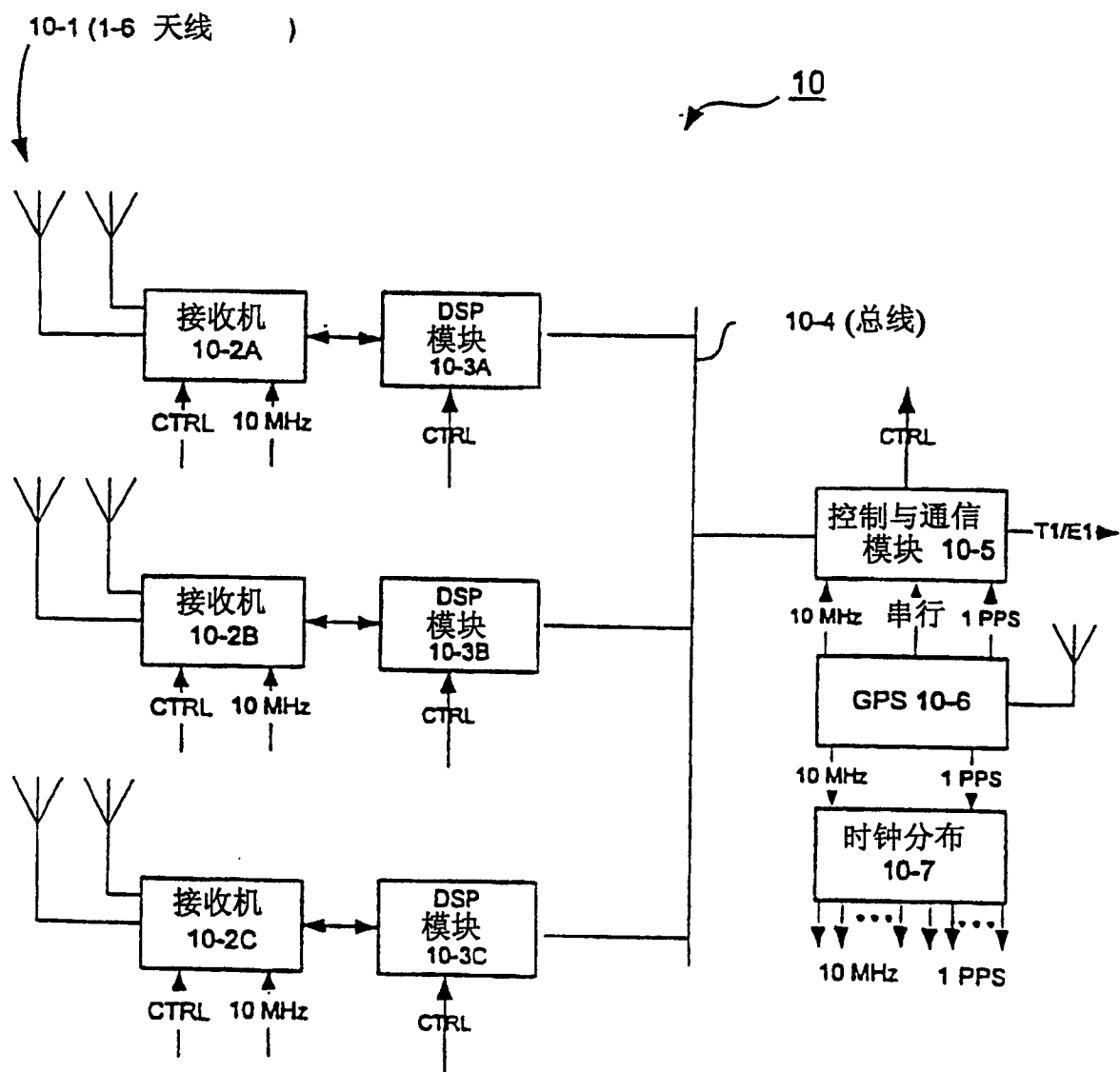


图 2

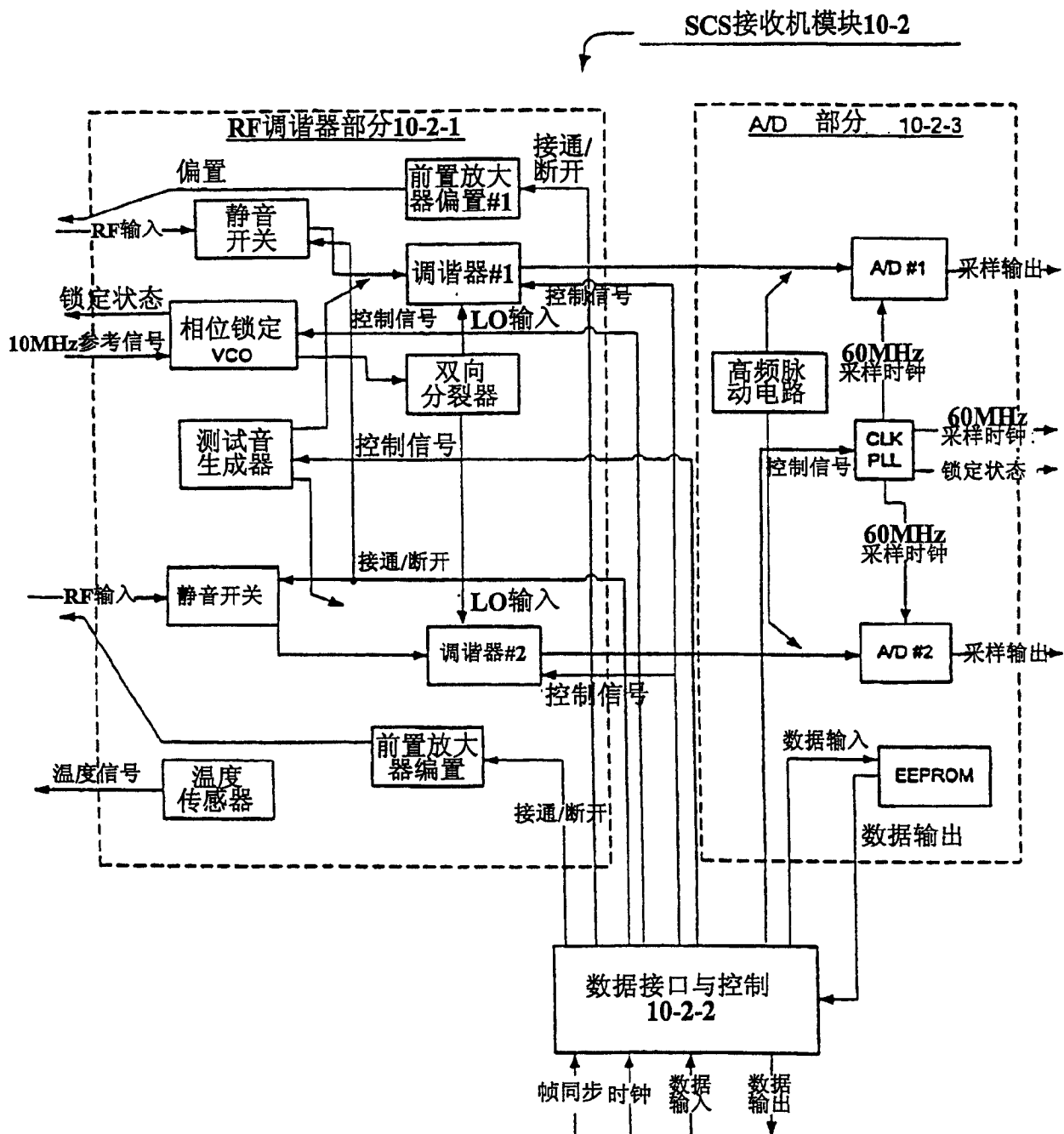


图 2A

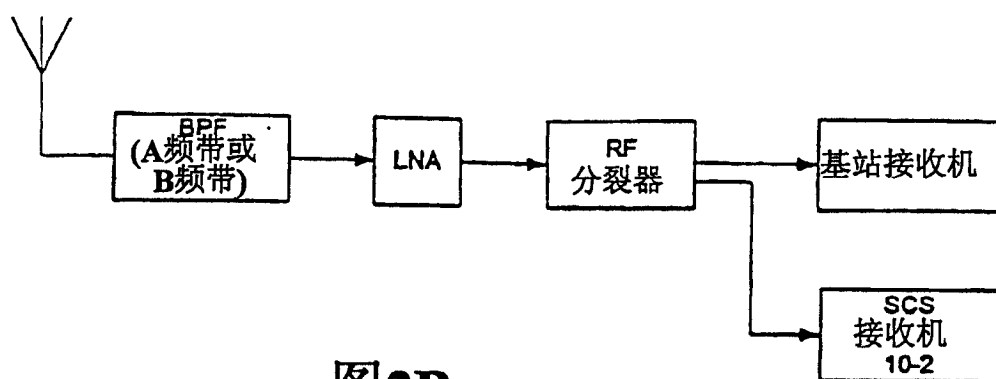


图2B

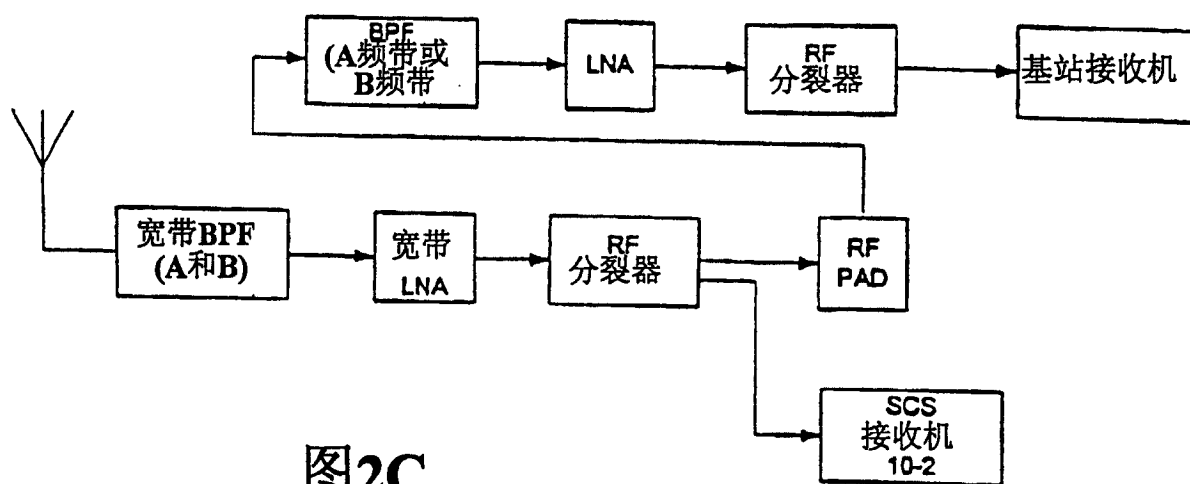


图2C

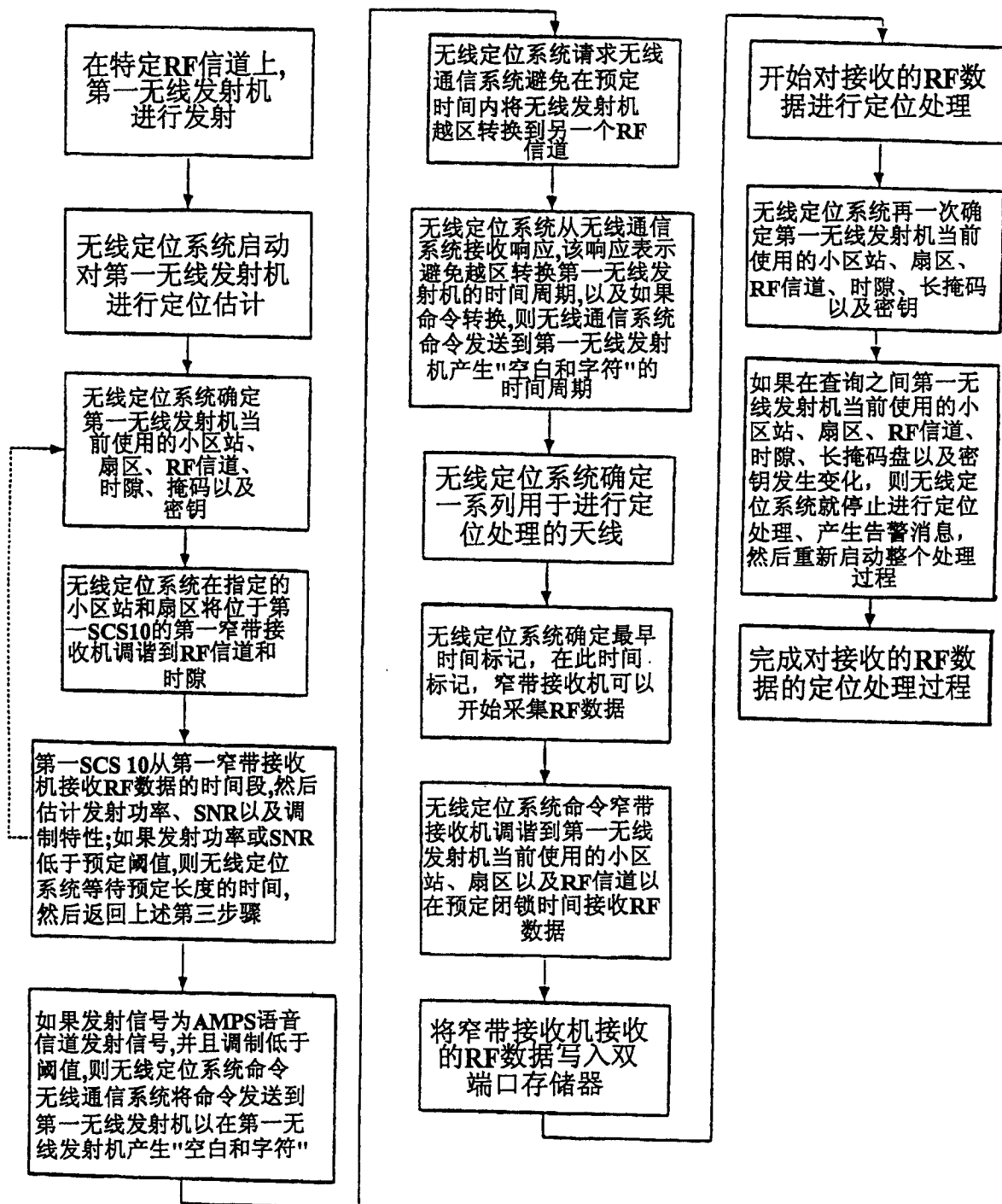


图 2C-1

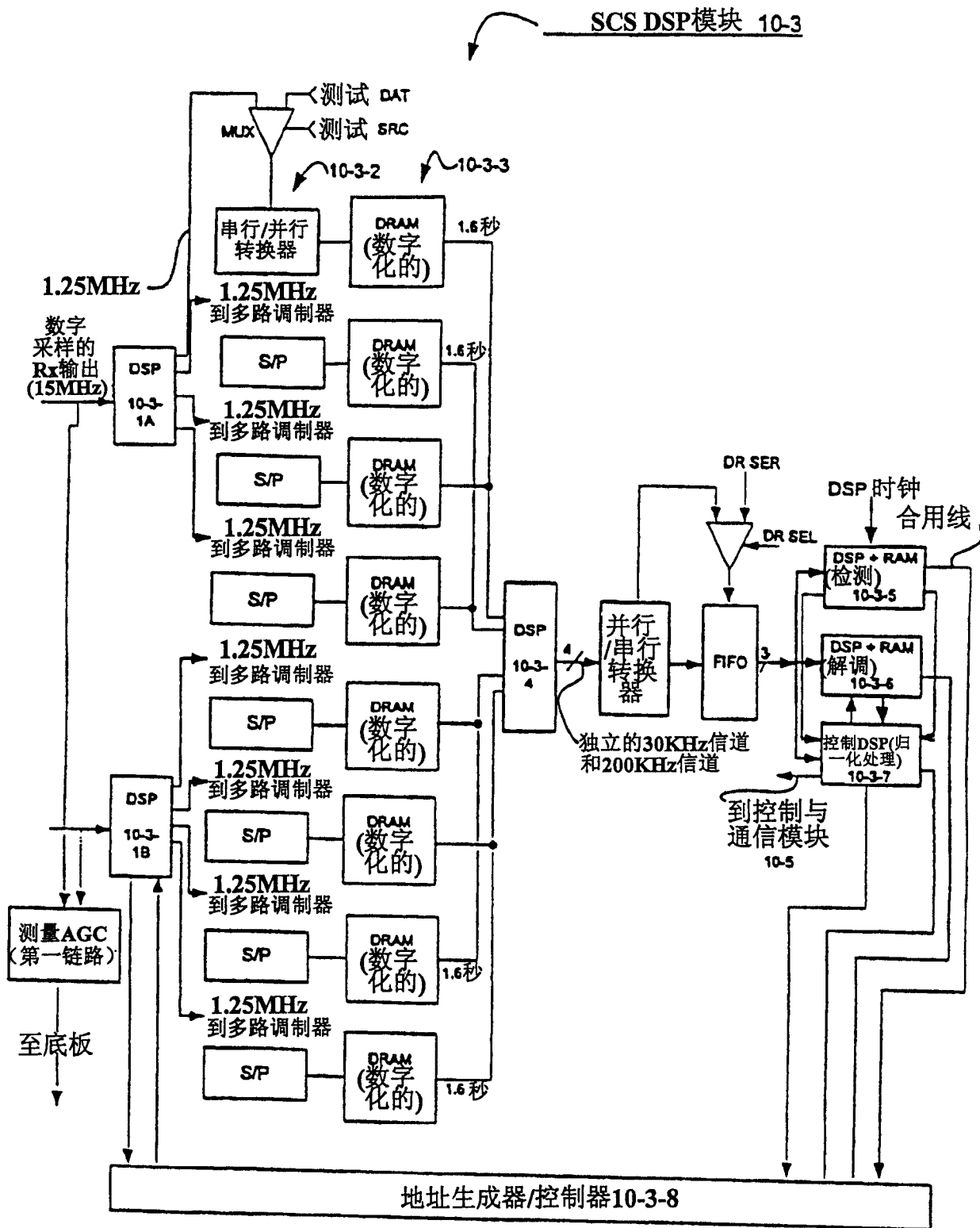


图 2D

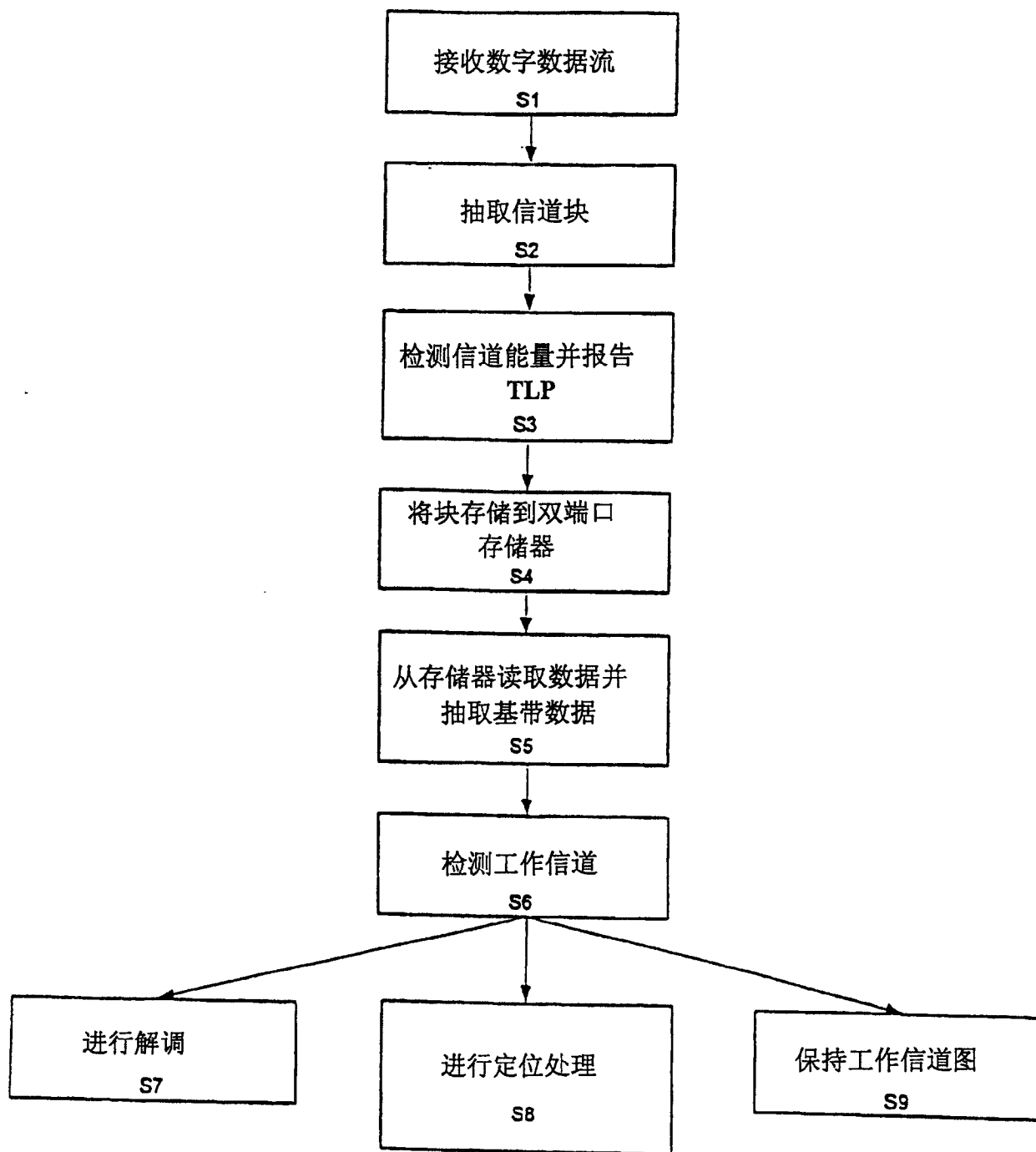


图 2E

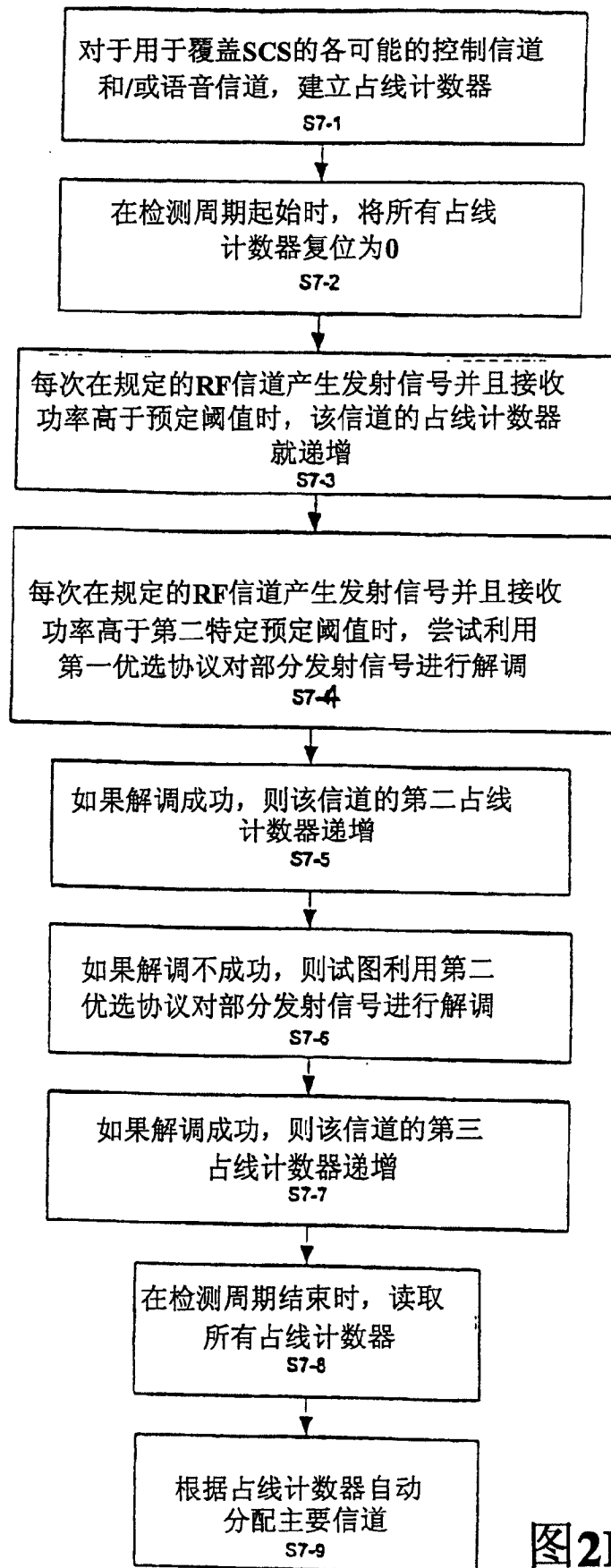
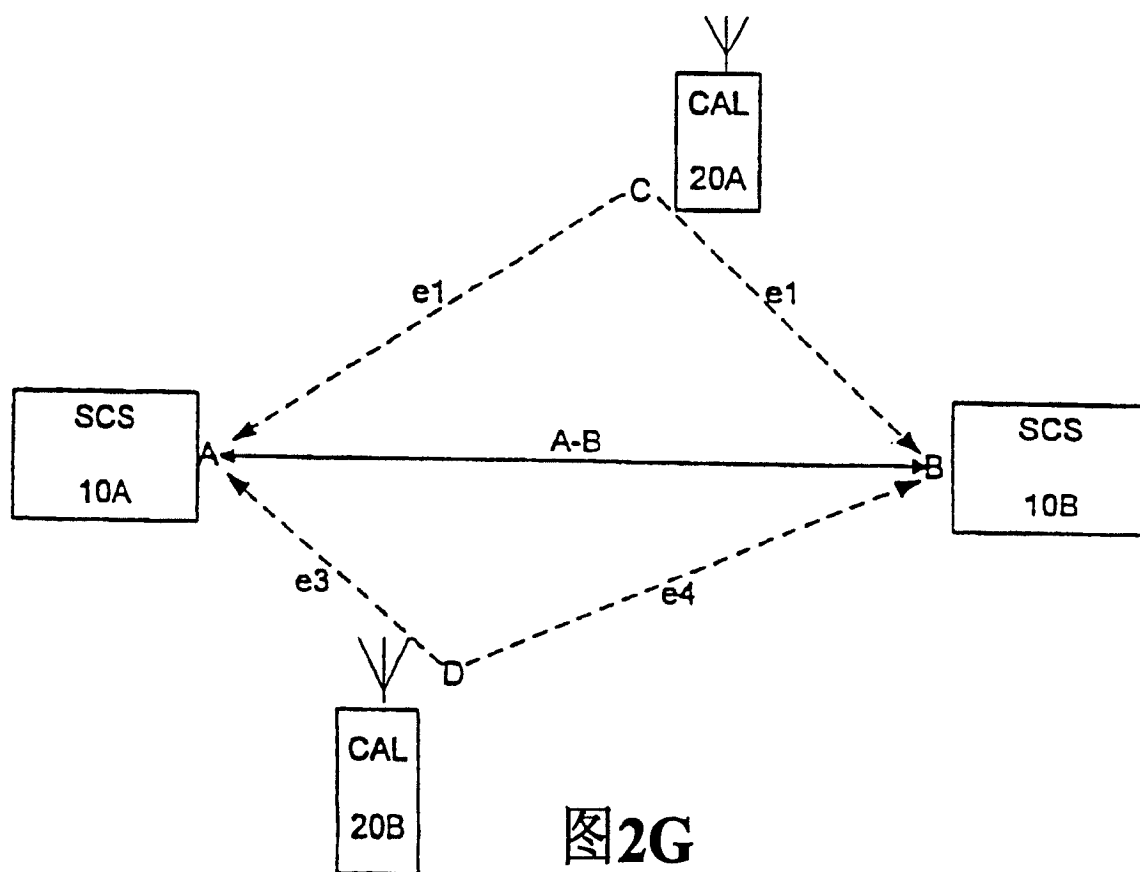
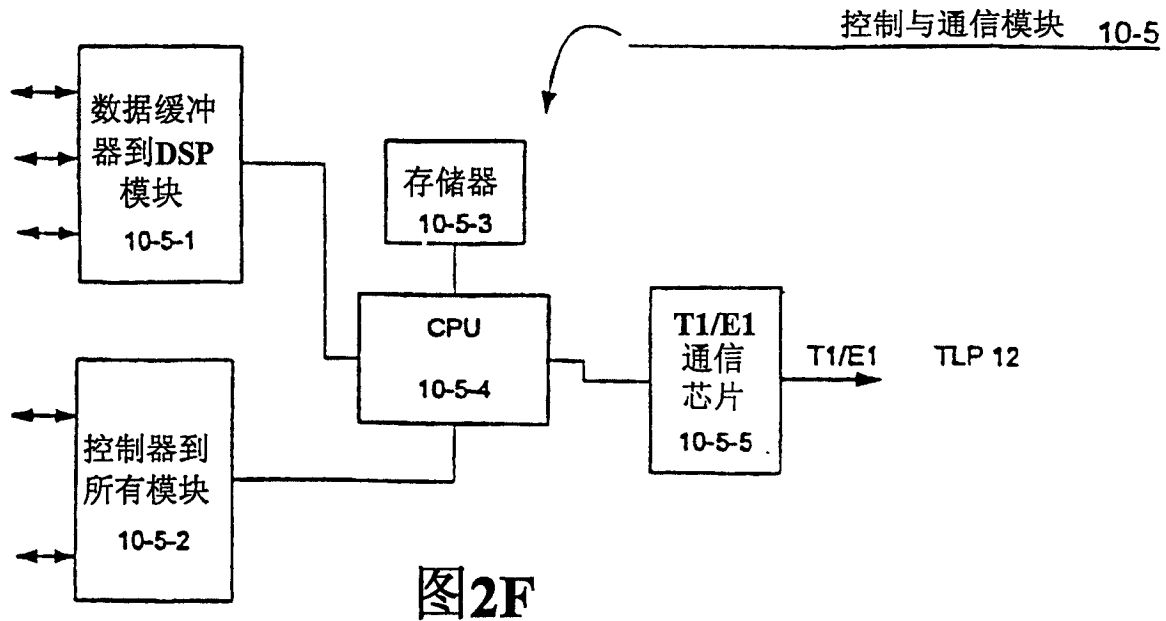


图2E-1



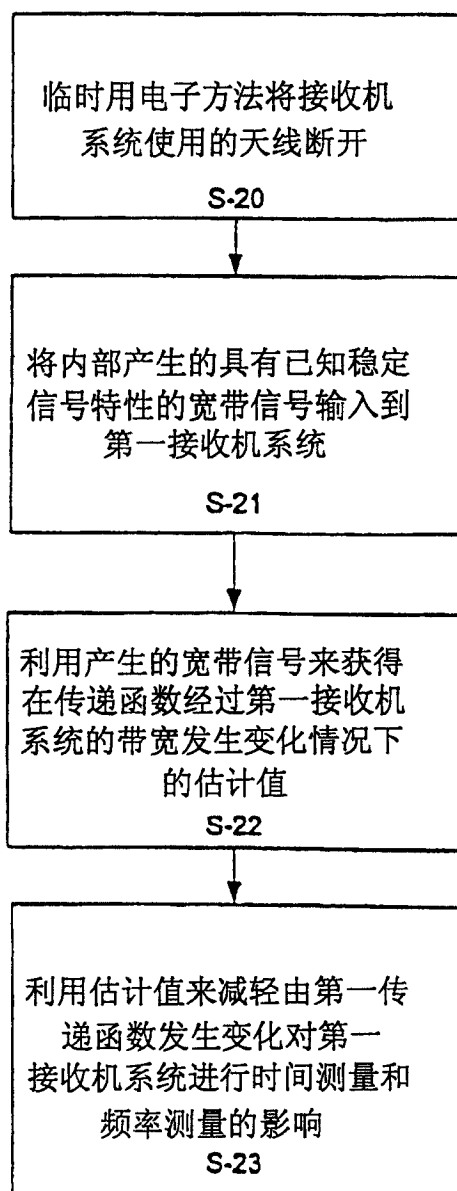


图 2H

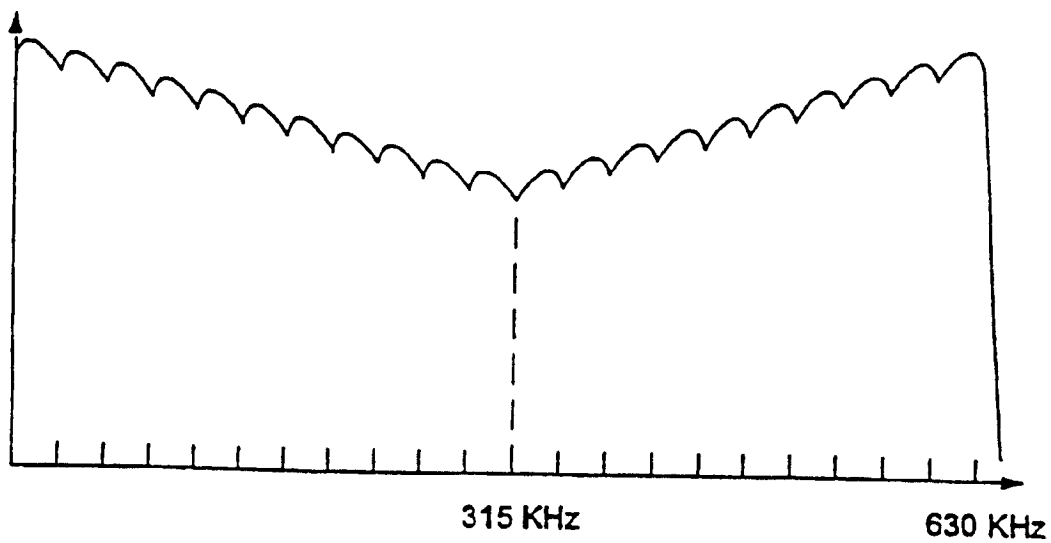


图 2I

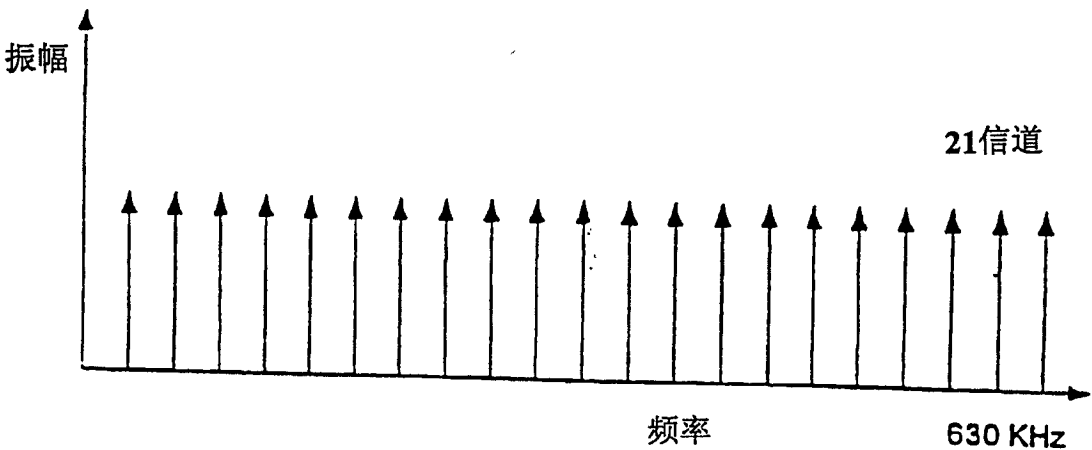


图 2J

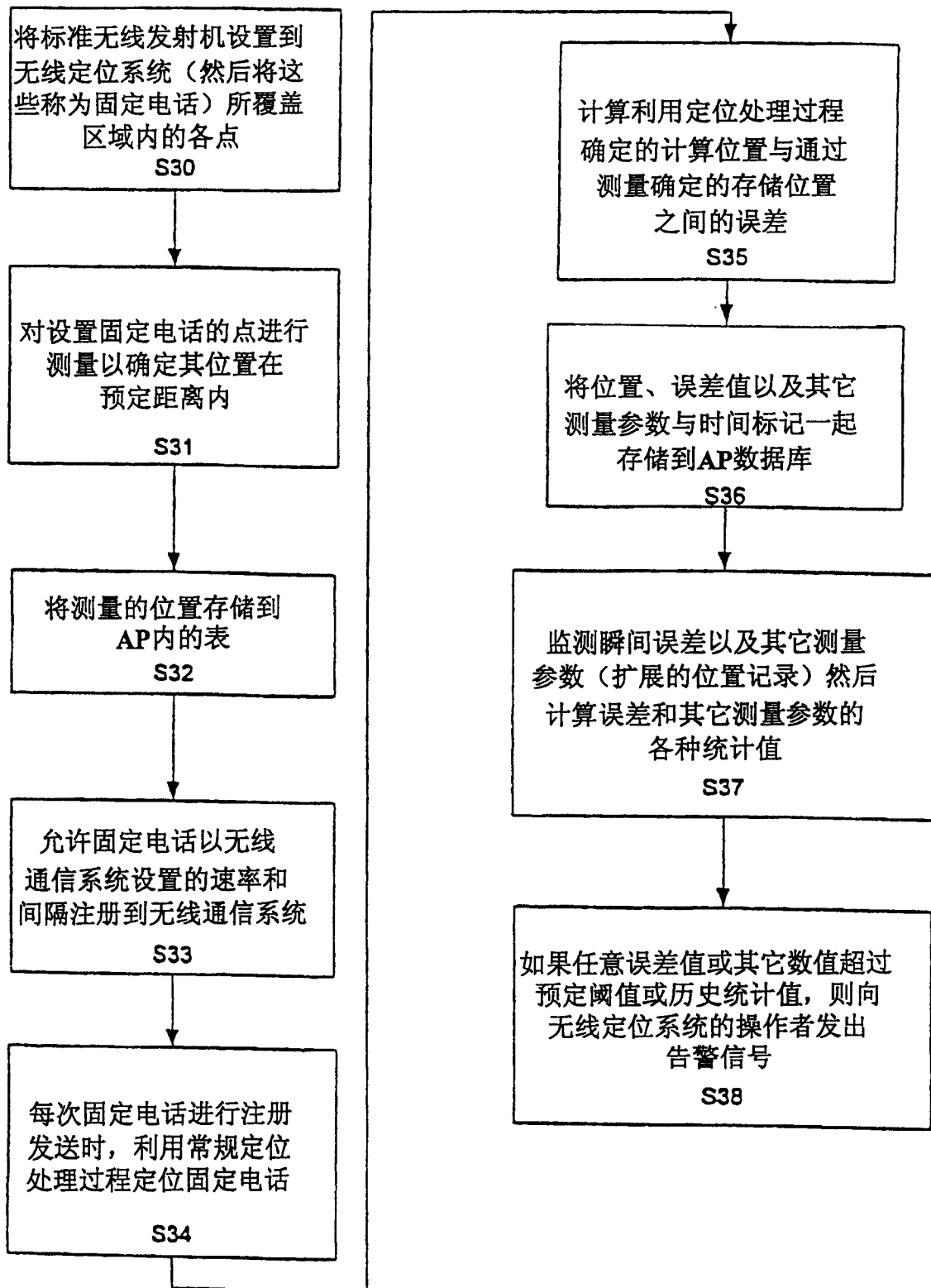


图 2K

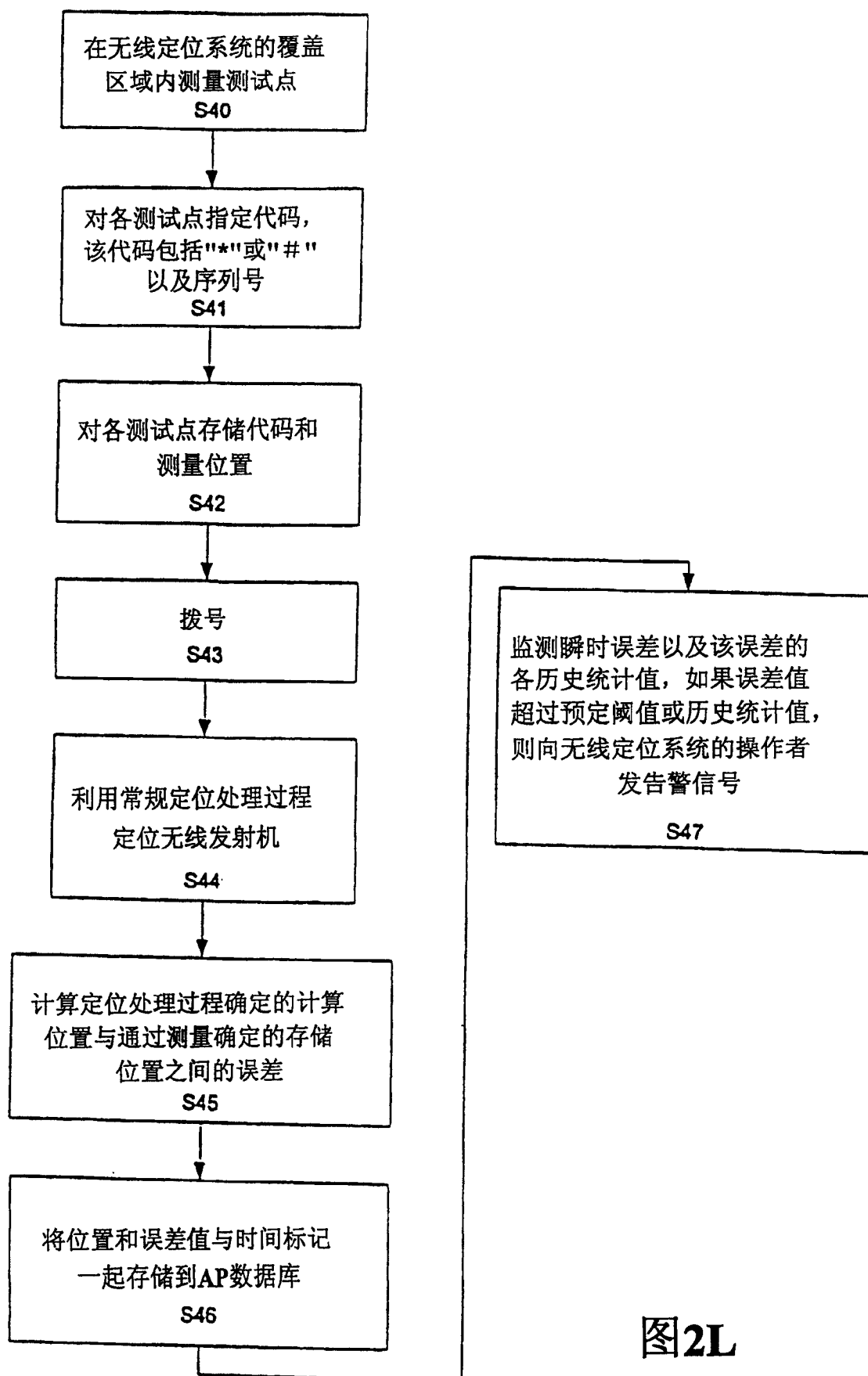


图2L

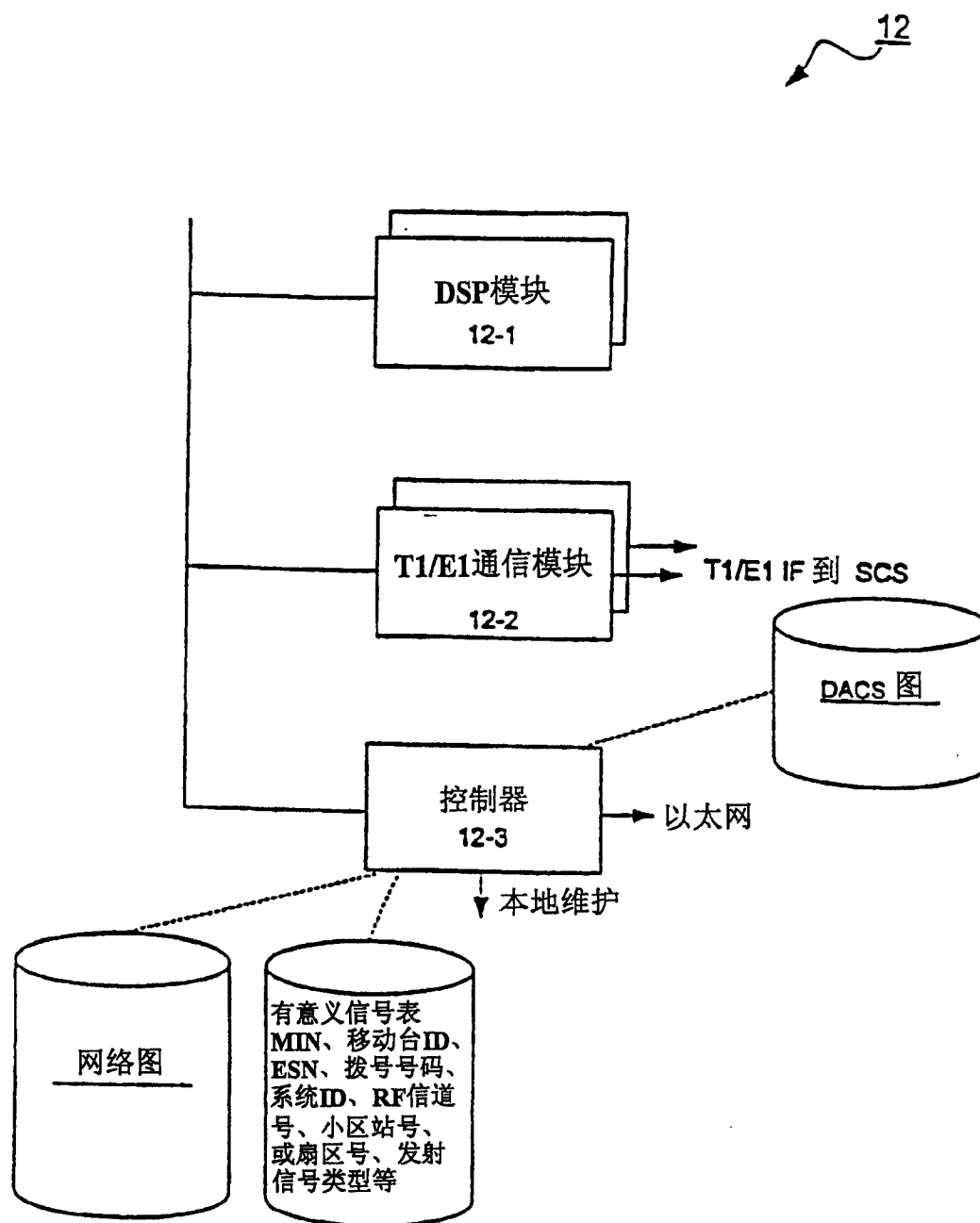


图 3

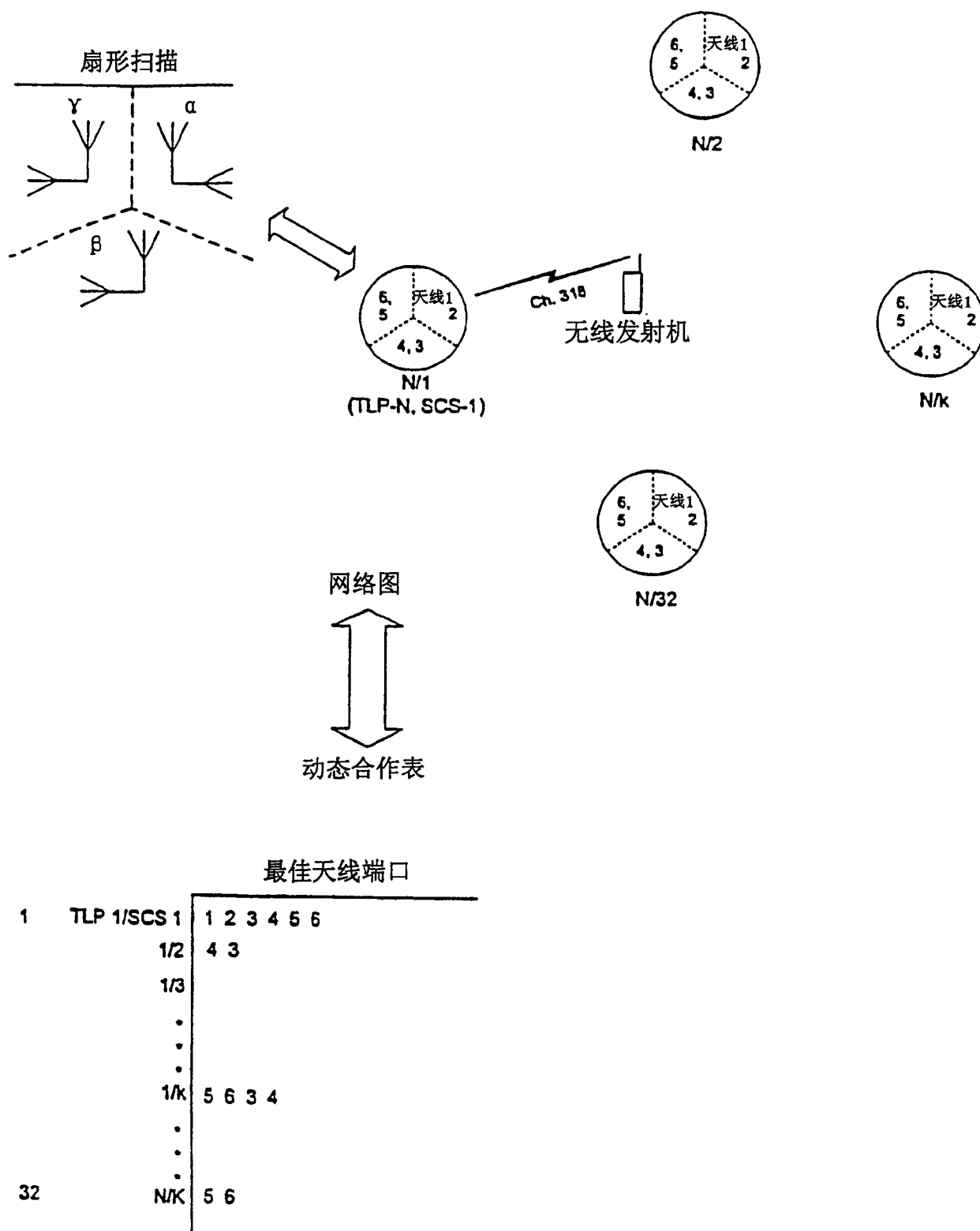


图 3A

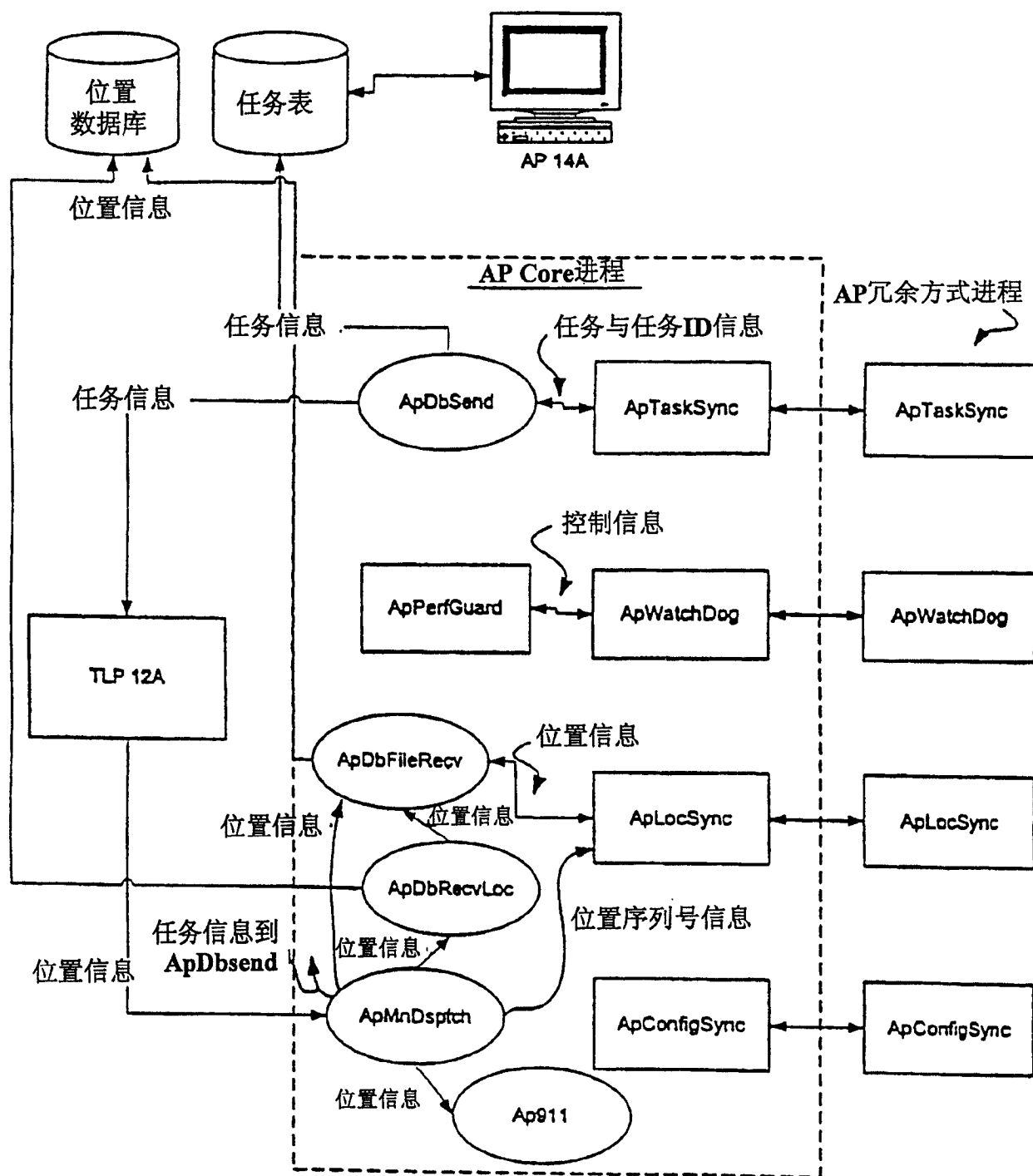


图 4

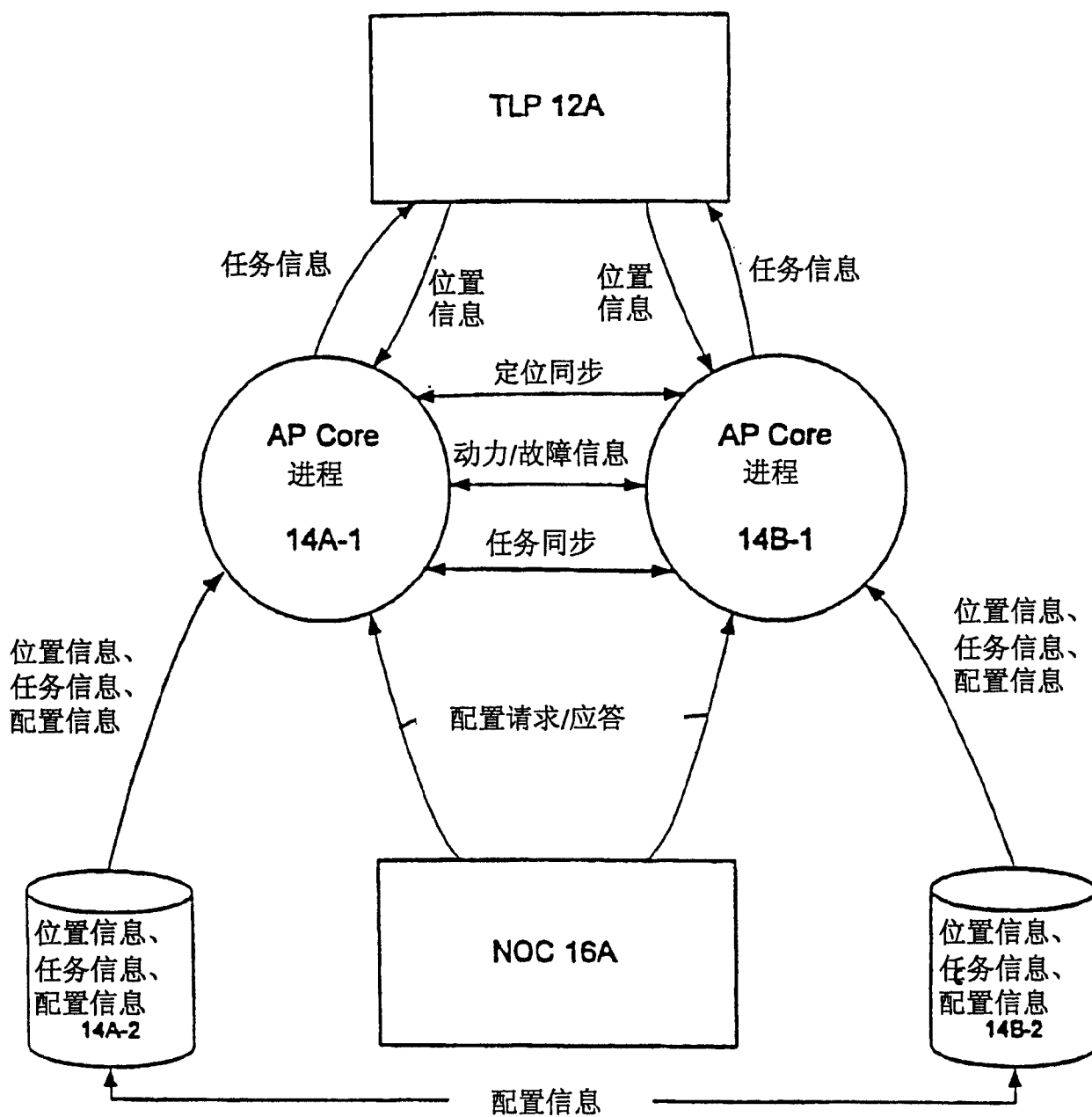


图 4A

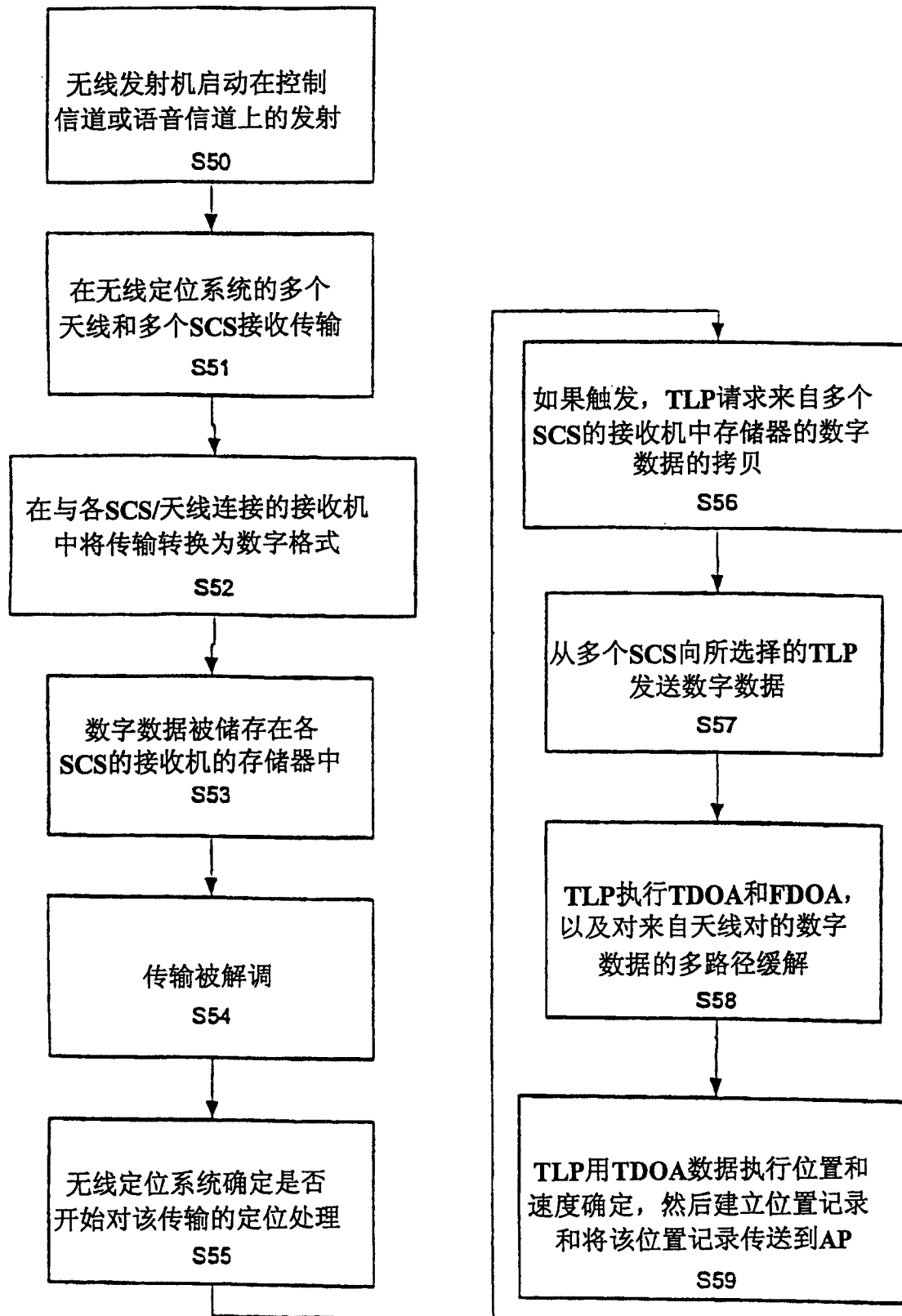


图 5

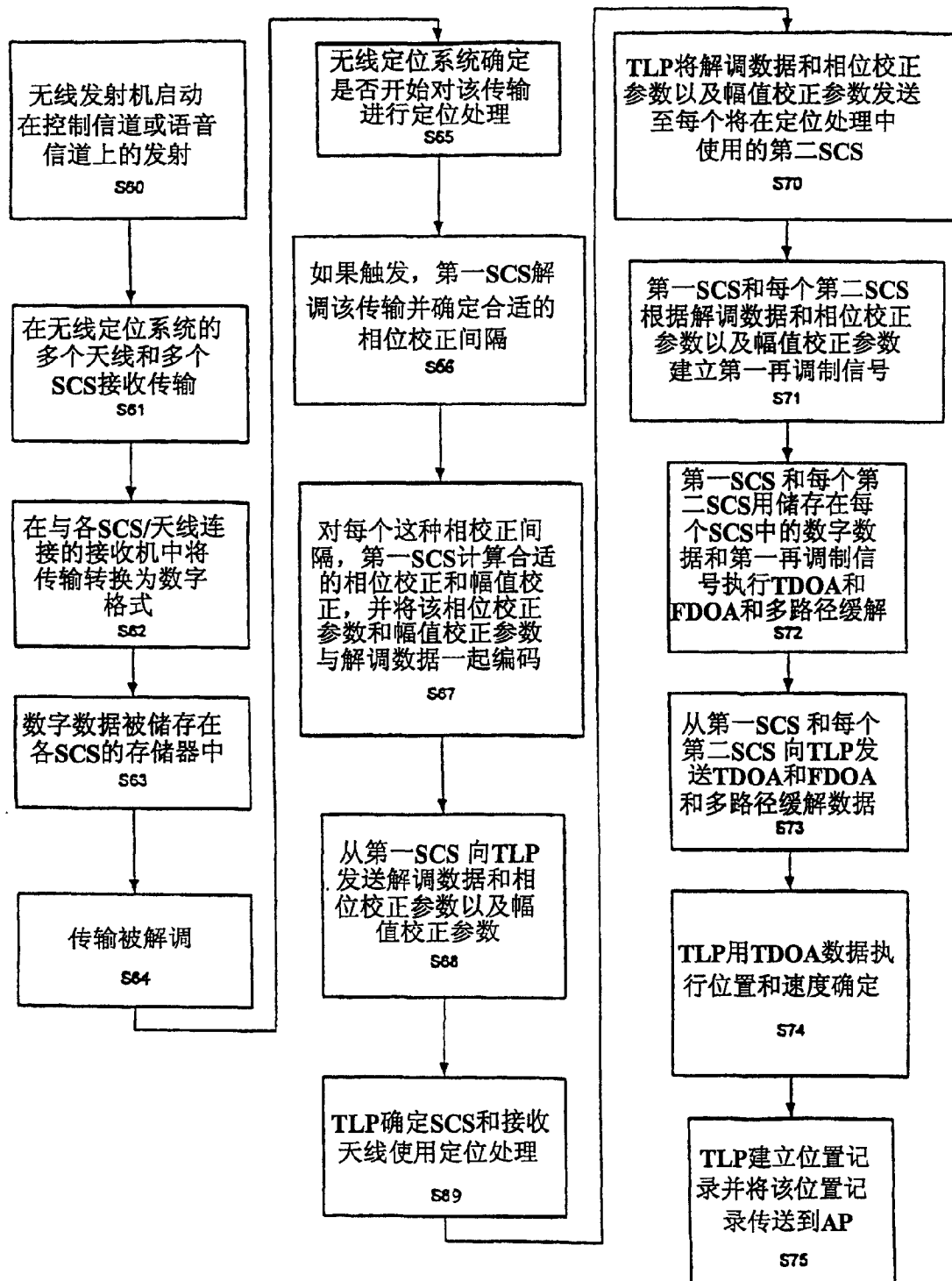


图6

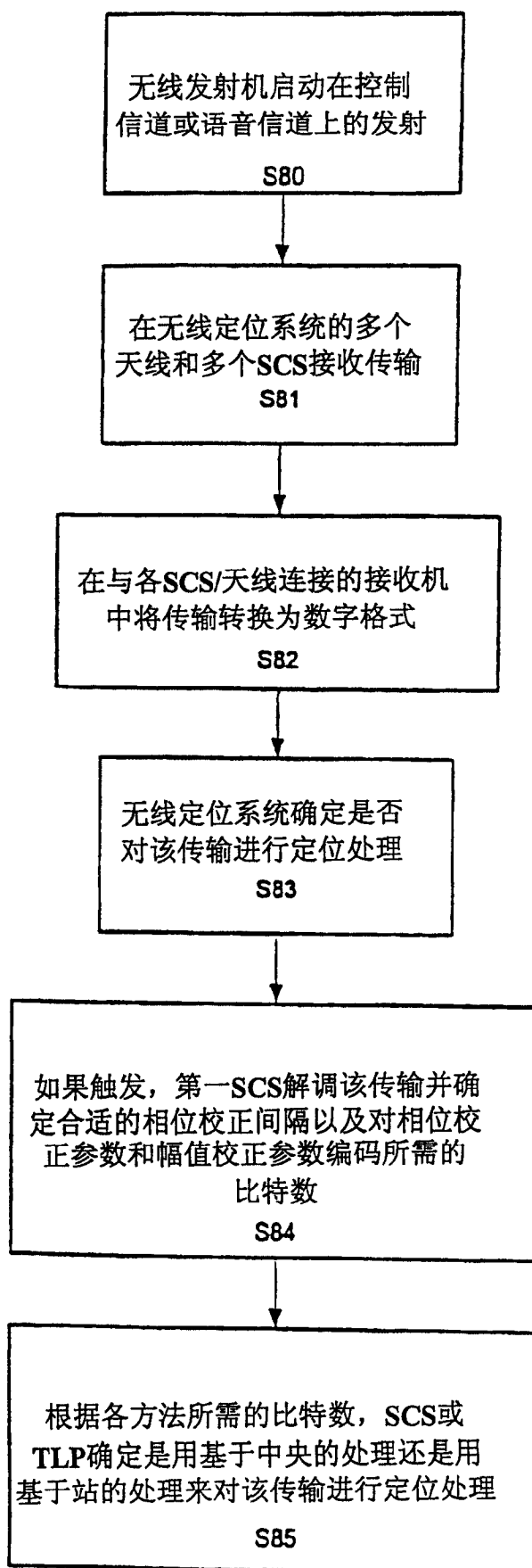


图 7

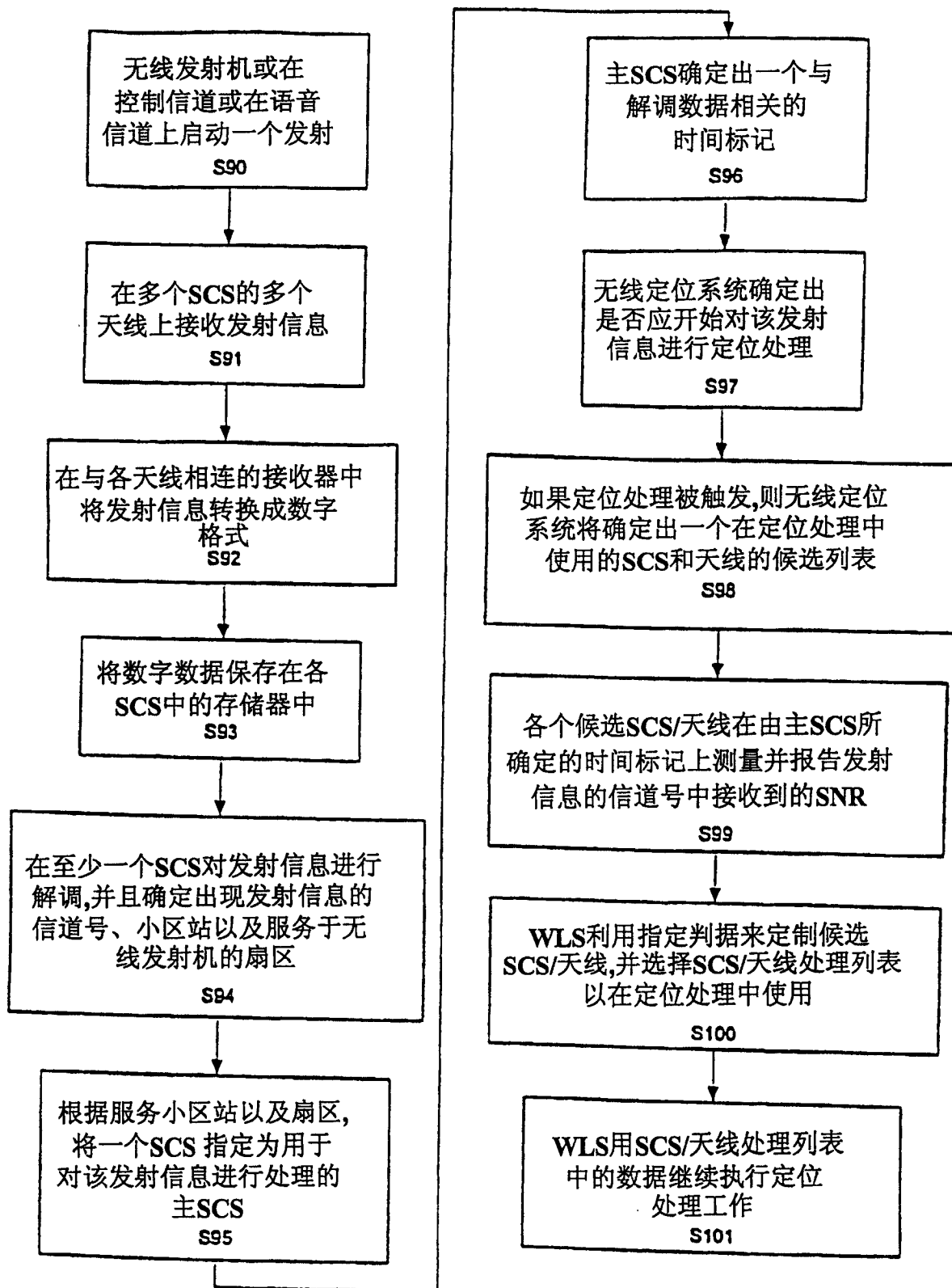


图 8

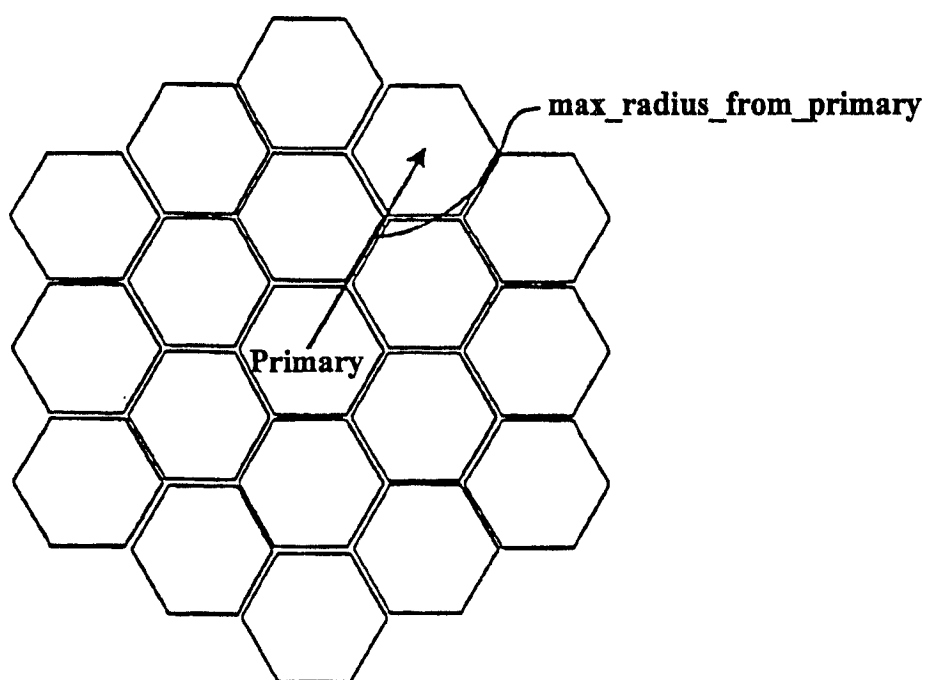


图 9

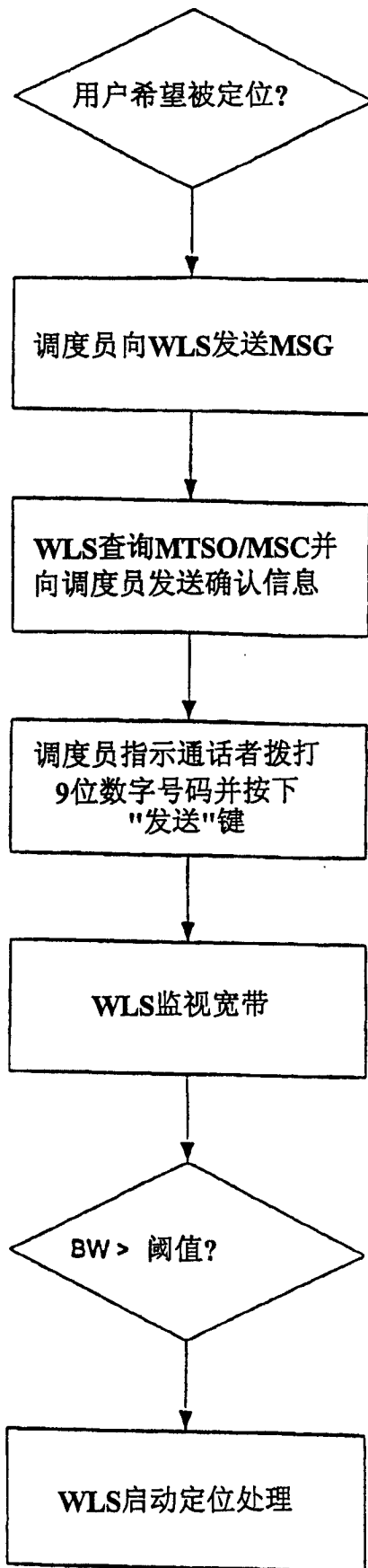


图 10A

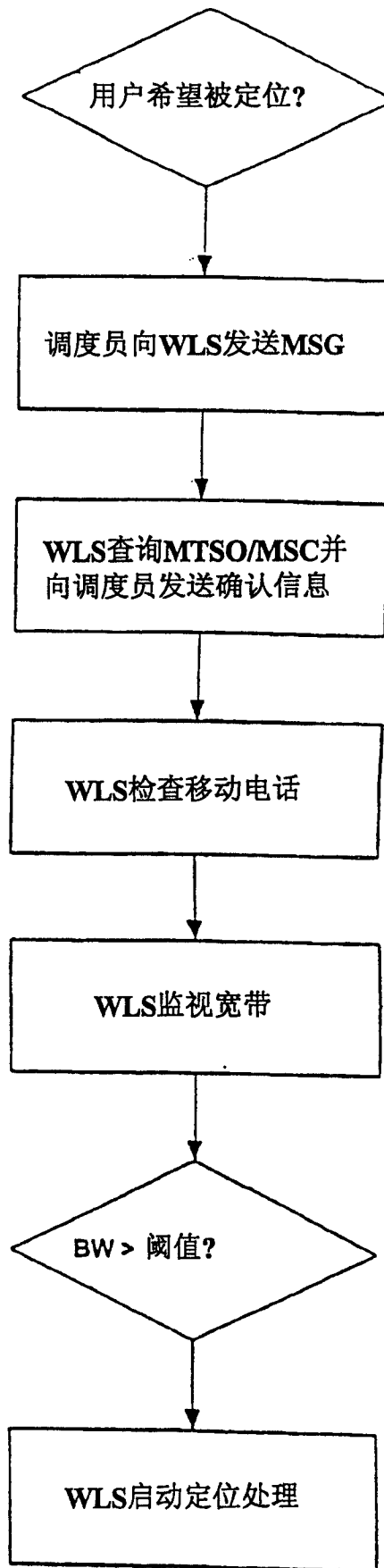


图 10B

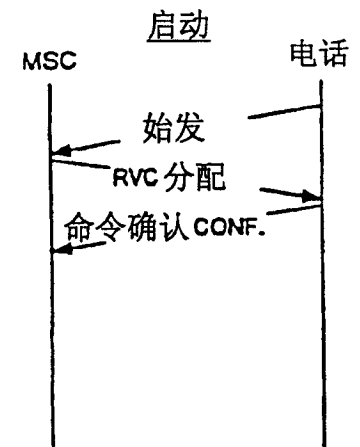


图 11A

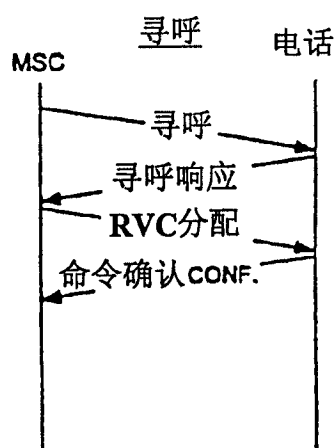


图 11B

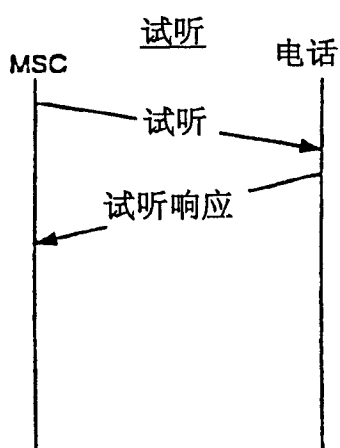


图 11C

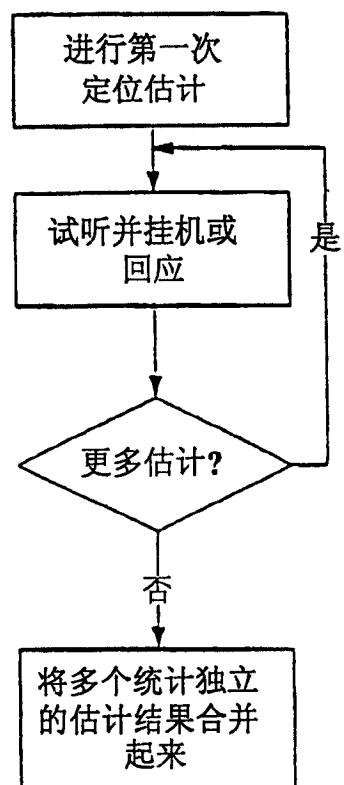


图 11D

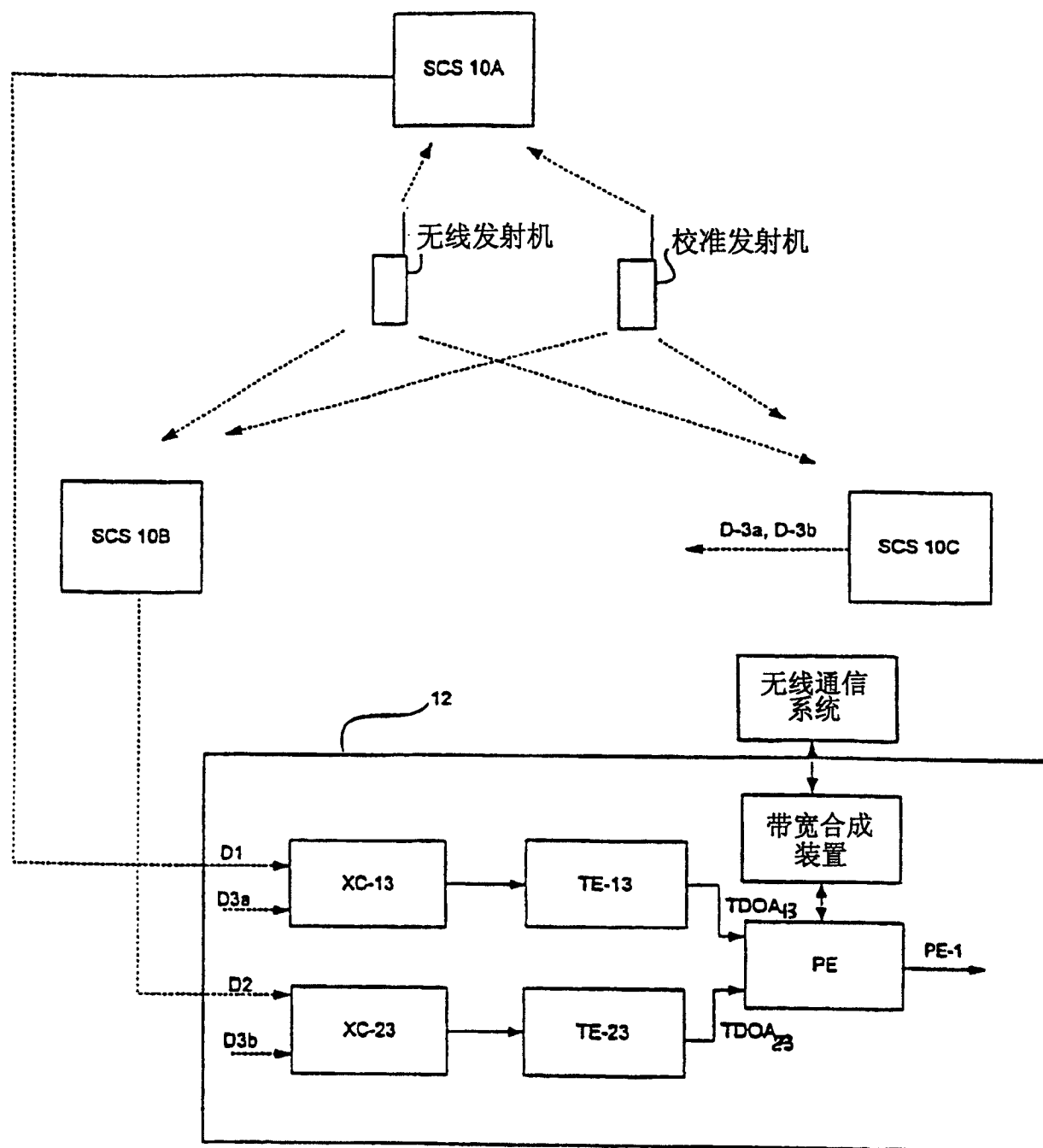


图 12A

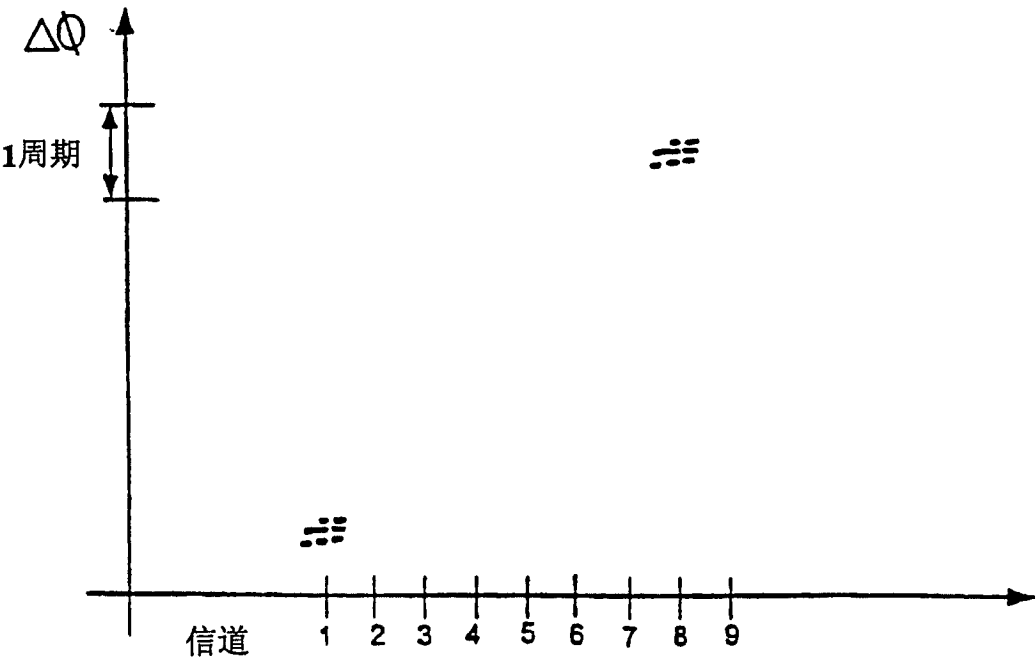


图 12B