



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1898975 B

(45) 授权公告日 2010.04.28

(21) 申请号 200480038537.1

(22) 申请日 2004.12.29

(30) 优先权数据

10/748,367 2003.12.30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.06.22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/043709 2004.12.29

(87) PCT申请的公布数据

W02005/065320 EN 2005.07.21

(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 约翰·E·迈隆尼

罗伯特·J·安德森

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 霍育栋 郑霞

(51) Int. Cl.

H04W 4/02 (2009.01)

H04W 64/00 (2009.01)

G01S 5/14 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 03/092319 A1, 2003.11.06, 第1页右栏第1行至第5页右栏第10行.

CN 1261436 A, 2000.07.26, 全文.

CN 1134752 A, 1996.10.30, 全文.

US 6442392 B2, 2002.08.27, 第1栏第17行至第2栏第54行.

Z. Biacs et al.. The Qualcomm/SnapTrack Wireless-Assisted GPS Hybrid Positioning System and Results from Initial Commercial Deployments. CDMA Americas Congress 2003 Workshop II Enhancing 3G Services Offerings with Precision Location-Based Services. 2003, 1-7.

审查员 采健

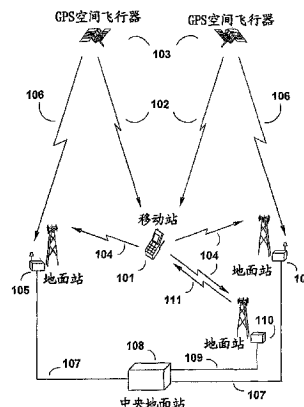
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 3 页

(54) 发明名称

到达时间差 (TDOA)/全球定位系统 (GPS) 混合无线定位系统

(57) 摘要

一种用于增强蜂窝电话通信系统中的移动无线电收发机的位置确定的精确度和稳定性的方法和系统,其综合来自嵌入在移动单元中的辅助全球定位系统 (GPS) 设备和来自基于基础设施的装置的位置相关的信息,其中基于基础设施的装置选取网络基站的信号特征数据。可用的支持间接信息可在定位中额外地被估算,以提供增强稳定性和精确度的位置估计。



1. 一种用于确定移动站 MS 的位置的方法,其中所述移动站配备嵌入的 GPS 信号接收能力和被配备为在基于全球移动通信系统 GSM 的无线通信网络中工作,所述方法包括:

(a) 在地面站接收 GPS 数据,所述 GPS 数据是从所述将被定位的 MS 接收的;

(b) 在配备位置测量装置的地面站,从所述将被定位的 MS 接收支持 GSM 的通信频带信号,并使用所述位置测量装置从所述通信频带信号选取位置相关的特征数据;以及

(c) 在配备用于定位计算的地面站,使用所述 GPS 数据和所述选取的位置相关的特征数据执行定位计算,以得到对于所述 MS 的估计的位置,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括关于信号强度或传播损耗 PL 的数据。

2. 如权利要求 1 所述方法,进一步包括向所述将被定位的 MS 提供辅助数据,所述辅助数据使所述 MS 接收 GPS 粗 / 捕获信号并选取到达时间 TOA 或伪距离测量,其中所述 TOA 或伪距离测量接着被传输到所述配备位置测量装置的地面站。

3. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括将所述 GPS 数据和所述选取的位置相关的特征数据传输到所述配备用于定位计算的地面站。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括到达时间 TOA 数据。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括到达时间差 TDOA 数据。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括到达角 AOA 数据。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括定时提前量 TA 数据。

8. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括在执行所述定位计算中使用间接信息。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述方法被用于实现用于 E-911 的可应用的美国联邦通信委员会 FCC 精确度要求。

10. 一种用于确定移动站 MS 的位置的系统,其中所述移动站配备嵌入的 GPS 信号接收能力和被配备为在基于全球移动通信系统 GSM 的无线通信网络中工作,所述系统包括:

(a) 用于向将被定位的所述 MS 提供辅助数据的装置,所述辅助数据使所述 MS 接收 GPS 粗 / 捕获信号并选取到达时间 TOA 或伪距离测量;

(b) 用于接收 GPS 数据以用在定位计算中的装置,所述 GPS 数据是从所述将被定位的 MS 接收的;

(c) 配备位置测量装置和接收机的地面站,其用于从所述将被无线定位的 MS 接收支持 GSM 的通信频带信号并使用所述位置测量装置从所述通信频带信号选取位置相关的特征数据;以及

(d) 被配置为用于定位计算的地面站,包括用于执行所述定位计算的处理器,其使用所述 GPS 数据和选取的所述位置相关的特征数据以得到对于 MS 的估计位置,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括关于信号强度或传播损耗 PL 的数据。

11. 如权利要求 10 所述的系统,进一步包括用于将所述 GPS 数据和所述选取的位置相关的特征数据传输到所述配备用于所述定位计算的所述地面站的装置。

12. 如权利要求 10 所述的系统,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征

数据包括所述到达时间 TOA 数据。

13. 如权利要求 10 所述的系统,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括到达时间差 TDOA 数据。

14. 如权利要求 10 所述的系统,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括到达角 AOA 数据。

15. 如权利要求 10 所述的系统,其中从所述通信频带信号选取的所述位置相关的特征数据包括定时提前量 TA 数据。

16. 如权利要求 10 所述的系统,进一步包括在执行所述定位计算中使用间接信息。

17. 如权利要求 10 所述的系统,其中所述系统实现用于 E-911 的可应用的美国联邦通信委员会 FCC 精确度要求。

18. 一种用于确定移动站 MS 的位置的系统,其中所述移动站配备嵌入的 GPS 信号接收能力和被配备为在基于全球移动通信系统 GSM 的无线通信网络中工作,所述系统包括定位设备 PDE,所述定位设备包括:多个位置测量单元 LMU(201),每个测量单元嵌入在网络地面站 LS(105)中用于信号检测和处理,其中每个 LMU 被连接到 GPS 天线(202)和无线通信频带天线(203)并接收来自 GPS 天线(202)和无线通信频带天线(203)的信号;在中央采集和分析地面站(108)的服务移动位置中心 SMLC(204),所述 SMLC 被配置为用于集合来自 LMU 的测量并计算 MS 位置;在中央采集和分析地面站 LS(108)的定位网关 LG(206),所述定位网关 LG 被配置为用于接收来自移动位置中心 MPC(205)的位置请求,其中所述移动位置中心 MPC 用于为感兴趣的 MS 指定身份和服务无线通信系统 WCS 分配数据,所述定位网关为该接收和位置请求以及为向所述 MPC 提供定位结果而提供 PDE 入口;

特征在于所述系统被编程和配置成执行下列步骤:

在所述 LG 接收来自所述 MPC 的对感兴趣的特定 MS 的位置请求(步骤 301),所述 LG 验证该位置请求的真实性并授权,其中有效的请求识别服务蜂窝和关联的通信协议参数,包括分配的频率,其将申请与所述 MS 通信;

所述 LG 向 SMLC 提供所述请求,该 SMLC 适于为工作在服务蜂窝附近的 MS 确定位置(步骤 302);

所述选择的 SMLC 接收和检查任何请求以确定合作的 LMU 的列表,其中 LMU 对于支持与识别的服务蜂窝关联的位置请求是最优的(步骤 303);

预期需要快速支持对辅助 GPS 数据的请求,所述 SMLC 保持并估算当前 GPS 配置数据,该数据为 GPS 卫星空间飞行器 SV 指定位置和运动参数(步骤 304),其中这些数据持续地由 LMU 通过其 GPS 接收机监视(步骤 305),并且其中所述 LMU 为所述 SMLC 提供多普勒频移,伪距离,以及相关解调的导航消息数据用于在所述 LMU 位置接收的 GPS SV 遥测流;

所述 SMLC 接收这些周期性地从所述 LMU 传输的 GPS SV 数据(步骤 306);对于每个可能的服务蜂窝,所述 SMLC 估算和得到指定蜂窝位置附近可能见到的最优 SV 的当前列表,以及期望适于辅助 AGPS 接收的多普勒频移和伪距离的限制的范围(步骤 307);并且

为了利用可用的 GPS 配置参数的最新描述,以支持来自 MS GPS 接收机的减少的首次定位时间 TTFF,所述 SMLC 响应特定的位置请求并提供适于所述服务蜂窝位置附近的 AGPS 参数(步骤 308),其中这些 AGPS 参数由 LG 接收(步骤 309)并被提供给所述 MPC 以在一个 GPS 数据请求中被传输到所述 MS。

19. 如权利要求 18 所述的系统,进一步的特征在于,所述 SMLC 还继续向最佳地被配置以在被识别的蜂窝位置所服务的位置的确定中协同操作的所有 LMU 请求与所述 MS 位置相关的数据的生成(步骤 310)。

20. 如权利要求 19 所述的系统,进一步的特征在于,所述 LMU 应用其信号获得和处理设备检测并选取适于支持定位计算的数据(步骤 311),接着由 LMU 所检测并选取的所述数据被提供给所述 SMLC,并被所述 SMLC 接收,以综合入定位处理中(步骤 312)。

21. 如权利要求 20 所述的系统,进一步的特征在于,在位置确定的支持中,与所述 MS 位置相关的 GPS 数据由 MS 接收机检测,所述 MS 接收机的处理设备被配置为利用任何辅助,所述 MS 产生该数据并将该数据传输给所述服务蜂窝位置以包含在位置计算中,其中通过无线通信系统 WCS 将所述 MS 的 GPS 数据提供给所述 PDE,其中所述 LG 接收来自 WCS 的数据(步骤 313),或者可选地所述 LMU 接收、解调、和提供来自 MS 响应信息的所述 MS 的 GPS 的数据(步骤 314)。

22. 如权利要求 21 所述的系统,进一步的特征在于,所述 SMLC 接收所述 MS 提供的 GPS 信息,以插入到综合的定位计算中(步骤 315)。

23. 如权利要求 22 所述的系统,进一步的特征在于,由于具有从所述 LMU 和所述 MS 接收的数据,所述 SMLC 综合所有数据得到对 MS 位置参数的最优可能的估计(步骤 316)。

24. 如权利要求 23 所述的系统,进一步的特征在于,从协作的 LMU 得到的位置相关的测量包括各种形式的数据和来自 LMU 位置和设备的的位置灵敏性,其支持不同单独的精确度,并且 GPS 数据可单独定义或支持独立的数据位置,具有可能的可更正的偏差,或者可以只为一组有限的不完全的信号提供伪距离和多普勒测量,其中有限的不完全的信号是由于 GPS 信号传播路径的堵塞或失真造成的,其中所述 SMLC 组合所有提供的数据,并将它们综合进基于概率的估算,其合并可用的任何附加的相关的间接信息,以进一步限制位置估计。

到达时间差 (TDOA)/ 全球定位系统 (GPS) 混合无线定位系统

发明领域

[0001] 本发明一般涉及无线定位系统,特别是涉及利用基于基础设施和基于手机的方法用于定位无线装置的无线定位系统。本发明的一些示例性的方面特别适用于无线定位系统和相关的方法和子系统,该子系统与全球移动通信系统,或 GSM 兼容。然而,应该知道,尽管这里描述的系统和方法的各方面特别与 GSM 系统相关,但是本说明书最后的权利要求不应被看为是限制于 GSM 系统,除了当它们可以被清楚地如此限制时。

[0002] 发明背景

[0003] 本发明涉及在无线通信网络工作范围内工作的移动射频无线电收发机的定位。特别地,主要感兴趣的移动装置是蜂窝电话,个人数字助理,无线配置的膝上计算机,以及其它类似设备,这种设备配置无线无线电收发机用于“蜂窝”电话系统下的正常工作,例如基于全球移动通信系统 (GSM) 的系统。这里描述的定位技术最佳地集成了 GPS 数据和基础设施数据和间接数据,以在可能降低在不同方法下可以得到的结果的情况下,得到增强的准确性和加强的有效性。

[0004] 如同在大量现有技术中了解和指出,常规地、可靠地、以及迅速地定位蜂窝无线通信设备的能力具有在公众安全和便利设施以及商业生产力中提供重大的公众利益的可能。对于通过实现定位设备的基础设施和通信系统的基础设施而实现这种通信设备的定位,已经描述了许多系统。用于无线移动设备的定位的这种基于基础设施(或基于网络)的系统的例子可在下述专利中找到,Stilp 等人的美国专利号 5,327,144 的专利;Stilp 等人的美国专利号 5,608,410 的专利;Kennedy 等人的美国专利号 5,317,323 的专利;Maloney 等人的美国专利号 4,728,959 的专利;以及相关技术。在这种基于基础设施的系统的进一步应用中,使用间接信息以增强甚至实现定位,在 Maloney 等人的美国专利号 5,959,580 的专利中被提出,并且在 Maloney 等人的美国专利号 6,108,555 和 6,119,013 的专利中被进一步扩充。当可以导出或者通过其它方法得到足够的测量数据时,现有技术的对于基于基础设施的定位系统的这些和相关的下述描述可实现加强的和有效的定位性能。

[0005] 基于基础设施的定位系统的使用中的主要优点是应用了用于任何一个和所有类型的移动无线通信设备的定位的技术。基础设施技术通过测量常规通信带宽传输中固有的位置相关信号的特征从而建立了定位移动设备的装置。因此传统电话模式和最近出现的无线通信设备都可以同样地被定位装置所服务。移动设备只需要使用标准无线通信系统信号格式和协议,而不需要任何特别的,针对定位的修改,以支持定位能力。

[0006] 在基于基础设施的系统的应用中产生的困难是伴随其在人口稀少的,农村环境中的使用产生的。在这些环境中,未充分利用的通信设施的经济约束仅支持彼此相距很远的蜂窝地面站的通信设施的部署。由于在可用的蜂窝站点中的定位设施的稀疏部署,计算的位置的准确性相对于其在城市和郊区环境下可获得的降低了。在城市和郊区环境中,通信蜂窝站的空间密度高以满足通信量的需要,其通常不会超过每个蜂窝的能力。由于彼此相当接近的蜂窝站的定位系统设施的类似部署,定位由更多数量的起作用的测量得到,在感

应位置以更高信号强度提取,为定位估计提供了更好的累积精度。基础设施设备在农村环境中的稀疏的部署密度是对基于基础设施的定位系统的准确能力的挑战。

[0007] 当 GPS 接收机具有至开放空间的接收路径时,基于使用美国政府的全球定位系统 (GPS) 的定位系统是非常精确的。从空中发射信号的 GPS 卫星的星群提供信号,GPS 接收机通过这些信号可以确定其位置。在农村环境中,天空视野开放,可以正常地实现典型的 GPS 精确度。

[0008] 对于嵌入在移动无线通信无线电收发机中以定位移动设备的 GPS 接收机的使用可以在大量的现有技术中得到。这种方法的示例性描述被包括在例如 1984 年 4 月 24 日的美国专利号 4,445,118 的专利“导航系统和方法”;和 2003 年 3 月 25 日的美国专利号 6,538,600B1 的专利“利用参考位置的无线协助 GPS”中。当可以以足够的信号能量接收到足够数量的相对地未失真的卫星信号时,GPS 设备的精确度是相当好的。

[0009] 在使用 GPS 增加物增强用于无线通信设备定位中,一些困难是固有的。移动设备中的 GPS 设备不同于通信设备,因此只有包含额外的用于 GPS 接收的硬件功能的电话模式能够被用于得到基于 GPS 的定位优势。有关 GPS 信号的信号处理和分析包括增加的设备以用其特殊的信号格式接收 GPS 频带信号。无线设备必须支持这种增加的功能的能量或功率需要。为了将移动设备中的耗用功率降到最低,GPS 接收可以不连续地起作用,例如,当不需要定位支持时。然而,GPS 信号的获得和接收需要在需要定位服务时搜索可用的卫星信号,当 GPS 接收机没有活跃地监视卫星信号一段时间时,这种搜索可能导致相对长的时间来首次定位 (TTFF)。最后,GPS 接收机应该能够得到和测量足够数量卫星信号的特征,这些卫星信号跨越相对宽阔和一致的天空范围,以支持定位计算的可接受的精确度。当从卫星到接收机的传播路径被堵塞或严重失真时(例如,通过多径传播),基于 GPS 的解决方案不能用于定位。当 GPS 接收机在植物下,在地形特征之后,在建筑物内部,和/或在市区“城市峡谷”底部,其高大的建筑物遮挡天空的视线时,这种信号堵塞和失真存在。

[0010] “帮助”GPS 接收机减轻一些上述困难的技术在上面引用的美国专利 4,445,118 和 6,538,600B1 中被描述。在支持辅助 GPS (AGPS) 接收机中,当信号强度被适度地降低时,外部 AGPS 基础设施可能提供有利于接收需要的 GPS 信号的定向信息。而且,辅助可以导致实现具有更简单,更低功率电路的 GPS 接收机。或许最重要的,提供给 AGPS 接收机的辅助以适于得到那些和只有那些当前“在上方”的卫星的参数来引导接收机。因此,辅助减少了检测卫星信号需要的信号搜索过程并从而支持具有降低的响应 TTFF 的增强的性能。

[0011] 尽管 AGPS 方法提供的这些增强,在“密度大”的城市环境获得足够的 GPS 信号中出现的困难仍然极大地降低或有效地妨碍基于 GPS 的定位到不希望的程度。这些环境中的无线通信量使这些困难成为支持公众安全或紧急情况响应以及提供生产力增强中的不可接受的负担,其中的生产力增强是基于定位的服务能够促进的。

[0012] 在下面的美国专利中可以找到关于无线定位的进一步的背景信息,这些专利是由 TruePosition 公司,本发明的受让人所拥有:2003 年 12 月 9 日的美国专利 6,661,379B2,用于无线定位系统的天线选择方法;2003 年 11 月 11 日的美国专利 6,646,604,用于语音/通信量信道跟踪的无线定位系统的窄带接收机的自动同步调谐;2003 年 8 月 5 日的美国专利 6,603,428,多通道定位方法;2003 年 5 月 13 日的美国专利 6,563,460,无线定位系统中的碰撞恢复;2003 年 2 月 11 日的美国专利 6,519,465,用于改进用于 E-911 电话的精

确度的改进的传输方法 ;2002 年 12 月 10 日的美国专利 6,492,944,用于无线定位系统的接收机系统的内部校准方法 ;2002 年 11 月 19 日的美国专利 6,483,460,用在无线定位系统中的时基线选择方法 ;2002 年 10 月 8 日的美国专利 6,463,290,用于改进无线定位系统的精确度的基于移动辅助网络的技术 ;2002 年 6 月 4 日的美国专利 6,400,320 的用于无线定位系统的天线选择方法 ;2002 年 5 月 14 日的美国专利 6,388,618,用于无线定位系统的信号采集系统 ;2002 年 2 月 26 日的美国专利 6,351,235,用于同步无线定位系统的接收机系统的方法和系统 ;2001 年 11 月 13 日的美国专利 6,317,081,用于无线定位系统的接收机系统的内部校准方法 ;2001 年 9 月 4 日的美国专利 6,285,321,用于无线定位系统的基于基站的处理方法 ;2001 年 12 月 25 日的美国专利 6,334,059,用于改进 E-911 电话的精确度的改进的传输方法 ;2001 年 11 月 13 日的美国专利 6,317,604,用于无线定位系统的中央数据库系统 ;2001 年 8 月 28 日的美国专利 6,281,834,用于无线定位系统的校准 ;2001 年 7 月 24 日的美国专利 6,266,013,用于无线定位系统的信号采集系统的体系结构 ;2001 年 2 月 6 日的美国专利 6,184,829,用于无线定位系统的校准 ;2001 年 1 月 9 日的美国专利 6,172,644,用于无线定位系统的紧急情况定位方法 ;2000 年 9 月 5 日的美国专利 6,115,599,用在无线定位系统中的定向重试方法 ;2000 年 8 月 1 日的美国专利 6,097,336,用于改进无线定位系统的精确度的方法 ;2000 年 7 月 18 日的美国专利 6,091,362,用于无线定位系统的带宽合成 ;1997 年 3 月 4 日的美国专利 5,608,410,用于定位突然传输 (Bursty Transmissions) 源的系统 ;以及 1994 年 7 月 5 日的美国专利 5,327,144,蜂窝电话定位系统。其它示例性专利包括 :2003 年 4 月 8 日的美国专利 6,546,256B1,加强的、高效的位置相关的测量 ;2002 年 4 月 2 日的美国专利 6,366,241,依赖于位置的信号特征的增强的确定 ;2001 年 9 月 11 日的美国专利 6,288,676,用于单个基站通信定位的装置和方法 ;2001 年 9 月 11 日的美国专利 6,288,675,单个基站通信定位系统 ;2000 年 4 月 4 日的美国专利 6,047,192,加强的、高效的定位系统 ;2000 年 8 月 22 日的美国专利 6,108,555,增强的时间差定位系统 ;2000 年 8 月 8 日的美国专利 6,101,178,用于定位无线电话的虚拟卫星增强的 (Pseudolite-Augmented)GPS ;2000 年 9 月 12 日的美国专利 6,119,013,增强的时间差定位系统 ;2000 年 10 月 3 日的美国专利 6,127,975,单个基站通信定位系统 ;1999 年 9 月 28 日的美国专利 5,959,580,通信定位系统 ;以及 1988 年 3 月 1 日的美国专利 4,728,959,测向定位系统。

[0013] 总之,在过去的 10 年中无线电信产业中的机构已经投入了大量的时间和资源用于研究无线定位技术。到目前为止在研究的技术中,所有已经被证明具有一定的优点和缺点。然而没有一项定位技术被确定在所有环境中提供最优的性能。结果,希望有一套互补的技术,这套技术一起能够提供在所有合理的环境中可被接受的性能。例如,到目前为止在大量的正在使用的配置中,基于上行链路达到时间差技术的定位技术已经证明在城市,郊区和室内环境中提供极好的性能。U-TDOA 技术不需要更改手机,因此已经证明对于现有的移动站其性能在这些相同的环境中是极好的。在一些农村环境中,蜂窝站的密度,网络几何,以及覆盖区域非常有限,已经证明没有其他定位方法辅助的情况下 U-TDOA 的性能降低。辅助全球定位系统 (AGPS) 和高级前向链路三边测量 (AFLT) 定位技术也具有显著的定位能力,但是它们也具有缺点。例如,在城市和室内环境中,GPS 信号的接收变得十分困难并且在有些时候不可能接收到 GPS 信号,AGPS 技术的性能在精确度和利用率上都有极大地降

低。然而,已经证明 U-TDOA 在这些相同的城市和室内环境中,性能良好,这是因为上行链路信道的信噪比保持很高的水平并且蜂窝站的密度非常密集。此外,在城市和密集的郊区环境中,对于运营商和用户更好的精确度变得更为重要,但是多路径的影响变得更明显,AFLT 技术的性能受到其不能降低多路径的影响的限制。(参考说明, GPS 辅助定位技术,在坦帕的 alpha 试验的实地测试,1999 年 3 月 9 日-4 月 2 日,其副本在信息公开声明中递交。)已经证明在这些相同的城市和稠密的郊区环境中 U-TDOA 技术性能良好,这是由于它能够利用先进的超级分辨率技术降低多路径的影响。最后, U-TDOA 能够覆盖 100% 的目前现有的移动站,包括新的 AGPS 和 AFLT 能力的移动站。然而, AGPS 和 AFLT 定位方法,依赖于用户向有限的设备供应商购买新的定位能力的移动站。

[0014] 发明概述

[0015] 为了利用基于 GPS 性能和基于基础设施性能在定位中的明显最佳的优点,本发明提供用于集成来自两种类型的定位无线移动通信设备的方法的信息的技术。到此为止,对于不同的定位方法实现的系统体系结构没能容易地支持信息集成的需要。相反地系统设计明显地集中在定位相关数据的导出,其或者适用于 GPS 计算或者适用于基于基础设施的计算,而不是同时适用于两者。功能性指令,信号接收方法,以及选取和分析定位相关信息的设备和方法单独适应于解决方案的一种形式或者另一种形式,但不是同时适应于两种形式。

[0016] 例如,在本发明的一个目前优选的实施中,利用 GPS 数据和选取的定位相关信号特征来确定配备了嵌入的 GPS 信号接收能力的移动站 (MS) 的位置。发明方法包括下述步骤:在地面站接收 GPS 数据,其中 GPS 数据是从将被定位的 MS 接收的;在配备定位测量设备的地面站,从将被定位的 MS 接收通信频带信号,并使用定位测量设备从通信频带信号选取定位相关特征数据;以及在配备定位计算的地面站,利用 GPS 数据和选取的定位相关特征数据执行定位计算,以得到 MS 的估算的定位。此外,所述方法可以进一步包括为将被定位的 MS 提供辅助数据。辅助数据使 MS 能够接收 GPS 粗 / 捕获 (C/A) 信号并选取 TOA 或伪距离测量,其随后能被传输到配备定位测量设备的地面站。而且,在分离的地面站提供 GPS 数据和选取的定位相关特征数据,这些可以被传输到配备定位计算的地面站,从而实现定位功能。如下面解释的,从通信频带信号选取的定位相关特征数据可以包括到达时间 (TOA) 数据,到达时间差 (TDOA) 数据,达到角 (AOA) 数据,信号强度或传播损耗 (PL) 数据,和 / 或定时提前量 (TA) 数据。此外,发明方法可以有利地包括在执行定位计算中使用间接信息。最后,所述方法可以有利地用于实现 E-911 需要的可用的美国联邦通信委员会 (FCC) 的精确度。

[0017] 在本发明的另一个优选实施例中,提供了一种用于确定移动站 (MS) 的位置的系统,其中该移动站配备嵌入的 GPS 信号接收能力和被配备为在无线通信网络中工作,该系统包括:用于向将被定位的 MS 提供辅助数据的装置,该辅助数据使 MS 接收 GPS 粗 / 捕获 (C/A) 信号并选取到达时间 (TOA) 或伪距离测量;用于接收 GPS 数据以用在定位计算中的装置,该 GPS 数据是从将被定位的 MS 接收的;配备位置测量装置和接收机的地面站,其用于从将被无线定位的 MS 接收的通信频带信号并使用位置测量装置从该通信频带信号选取位置相关的特征数据;以及被配置为用于定位计算的地面站,包括用于执行该定位计算的处理器,其使用 GPS 数据和选取的位置相关的特征数据以得到对于 MS 的估计位置。此外,该

系统可以进一步包括用于将 GPS 数据和选取的位置相关的特征数据传输到配备用于定位计算的地面站的装置。从通信频带信号选取的定位相关特征数据可以包括到达时间 (TOA) 数据, 到达时间差 (TDOA) 数据, 达到角 (AOA) 数据, 信号强度或传播损耗 (PL) 数据, 和 / 或定时提前量 (TA) 数据。此外, 该系统可以有利地包括在执行定位计算中使用间接信息。最后, 所述系统可以有利地用于实现 E-911 需要的可用的美国联邦通信委员会 (FCC) 的精确度。

[0018] 在下面的详细描述中讲述了本发明的用于共同综合利用所有相关的采集的数据的这些和其它创新的方法。

附图说明

[0019] 图 1 描述本发明的一个实施例的部件和其互相通信的路径;

[0020] 图 2 表示定位处理部件的内部连通性;

[0021] 图 3 示出了用于执行最佳地集成 GPS 数据和基础设施信息的定位估计的主要功能和其相互作用。

具体实施方式

[0022] 现在, 我们将描述本发明的示例性实施例, 该描述以概述集成了无线定位方法的本发明为开始。在这之后, 我们讨论辅助 GPS (AGPS), 在两个系统部件之间和多个系统部件之中的功能的相互作用, 定位依赖的测量, GPS 卫星空间飞行器 (SV) 发射机定位, 时基校准, 四参数定位, 差分 GPS, 大致位置确定, 间接信息, 坐标关系, 约束的 TDOA/FDOA, 增强的 GSM 同步, 以及用于增加容量 / 服务水平的混合系统。

[0023] 概述: 综合的无线定位

[0024] 本发明提供用于确定无线通信移动站 (MS) 设备的位置和运动的技术, 无线通信移动站 (MS) 设备例如是蜂窝电话或个人数字助理, 或类似物。通过用于全球定位系统 (GPS) 信号和通信基础设施信号以及关联的位置指示的, 间接的, 基础设施和环境信息的结合的位置相关射频 (RF) 信号特征测量的整体评估, 来确定位置参数。通过嵌入在将被定位的通信设备中的 GPS 接收机设备, 接收 GPS 卫星空间飞行器 (SV) 信号以支持 MS 位置的确定。主要感兴趣的典型的 GPS 测量是 GPS 传输频带中的 SV 信号到达接收的 MS 位置的时间。此外, 在 MS 设备和地面站 (LS) 位置使用的通信系统基础设施设备中固有的通信设备提供通信频带信号, 该信号也被处理以用于定位相关参数的计算。这些基于基础设施的信号特征包括信号到达时间或时间差 (TOA 或 TDOA), 信号到达角度 (AOA), 接收的信号功率水平 (在 MS 处和 / 或在 LS 处), 以及用于感兴趣的 MS 的通信系统定时提前量 (TA) 信息。本发明描述了实现和应用关于两种信号测量信息的综合以用于 MS 位置最佳估计的确定的技术, 其中两种信号, 即, 在 GPS 和通信频带内的信号。此外, 通过综合除与直接信号特征测量关联的信息之外的补充的或间接的信息, 本发明的稳定性或有效性和精确度可以被进一步改善, 其中补充的或间接的信息提供可能的 MS 位置的进一步条件的或大概的指示。

[0025] 如图 1 所示, 本发明为 MS 定位, 其中 MS 嵌入用于 GPS 信号接收和用于无线通信信号的传输和接收的设备, 其中的信号格式与无线通信系统 (WCS) 的信号格式和协议一致。MS 101 接收从 GPS SV 103 发射的 GPS 信号 102。MS 同时发射在 LS 105 被接收的无线通

信信号 104, LS 105 被配备无线通信天线结构。这些 LS 105 也配备测量单元以处理接收的信号和选取与 MS 的位置有关的信号特征。另外这些 LS 105 配备 GPS 接收机以接收 GPS 信号 106。一般地这些 LS 设备安装在相同的物理蜂窝位置,在这里实现蜂窝 WCS 基础设施的基础无线电收发台 (BTS)。LS 通过链路 107 构成网络,链路 107 使位置相关的测量和 GPS 数据传输到中央 LS 108,以综合 MS 定位中所有的相关数据。一般地这些逻辑数据链路 107 覆盖下面的 WCS 的站间数据链路,并且在相同的物理 LS 安装中央 LS 设备,在相同的物理 LS 实现蜂窝 WCS 基础设施的移动交换中心 (MSC)。对 MS 的中央指示或要求,即提供其接收的 GPS 信号数据,通过 WCS 数据链路 109 到 WCSBTS/LS 110 传输到 MS,其为目前服务 MS 的 WCS LS。服务蜂窝 LS 110 是 MS 将其自己的 GPS 数据传输到中央 LS 108 的最佳蜂窝,其可能不需配备与位置测量 LS 105 处相同的信号特征设备。从 LS 110 发送到 MS 的无线请求 111 也可以包括下面描述的支持或辅助信息,其可以增强 MS 的 GPS 的灵敏性和响应时间。GPS 辅助信息在 LS 网络中从当前 GPS 配置的适时支持分析中产生。

[0026] 基于基础设施的定位系统在 LS 和 / 或 MS 中采用信号处理和数据分析设备,以选取和利用从通信频带 RF 信号中得到的定位相关的信息,其中通信频带 RF 信号在 MS 和 WCS 基础设施设备之间传输。如图 2 所示位置测量单元 (LMU) 201 是定位设备 (PDE) 基础设施设备,其嵌入在网络 LS 105 中用于信号检测和处理。在本发明的优选实施例中,每个 LMU 被连接到并接收来自 GPS 天线 202 和无线通信频带天线 203 的信号。服务移动位置中心 (SMLC) 204 在“中央”采集和分析 LS 108 帮助集合来自 LMU 网络的适当的测量以计算 MS 位置。如下所述,SMLC 可以进一步利用附加的,间接的或支持的,位置指示信息以推断可能的 MS 位置。这种间接信息增强了有效性或者甚至能够实现完成消除多义性的位置计算。响应来自移动位置中心 (MPC) 205 的任何特定的位置请求,通过定位网关 (LG) 206 选择适于该请求的 SMLC,其中移动位置中心 205 为感兴趣的 MS 指定身份和服务 WCS 分配的数据,其中定位网关 206 为该请求的接收和授权以及定位结果的提供实现 PDE 入口。这种用于对移动站定位的技术的描述详细地描述在这里参考的现有技术中,其中移动站工作在无线通信网络中,例如蜂窝电话系统,个人通信系统 (PCS),或全球移动通信系统 (GSM)。这种系统通过利用测量 TDOA, TOA, TA, 接收信号的功率水平,和 / 或 AOA,其任何一个或所有能够由其他支持的间接信息增强,得到感兴趣的 MS 的位置。如现有技术中所述,可以得到和估算选取的测量以得到所希望的 MS 相对于协同操作的基础设施设备的准确知道的地面站的位置的位置。

[0027] GPS 实现基于 TOA 测量和关联的“伪距离”的 MS 位置的计算,其是嵌入在 MS 中 GPS 接收机从信号中选取的,其中的信号是从轨道运行的 SV 的星群连续发射的信号。GPS 信号的接收还涉及与每个接收的 SV 信号关联的多普勒频移的测量,以及多普勒值支持确定接收 MS 的运动。记录的现有技术包括最初的美利坚合众国联邦通信委员会 (FCC) 电信公司案卷编号 CC 94-102 下的建议制定规则的通知 (Notice Of Proposed Rulemaking, NPRM),其描述了使用嵌入在 MS 中的 GPS 接收机,以当被请求,例如用于响应紧急通信而加强公众安全时,提供 MS 的位置,其中的 MS 工作在 WCS 下。

[0028] 辅助 GPS (AGPS)

[0029] 通过利用从一个或更多个支持站的基础设施得到的辅助,可以增强 MS 的 GPS 接收机的简单性,有效性,灵敏性,以及响应时间。如这里引用的参考的和引入的 GPS 描述以及

类似的,相关的文献所述,标准的(例如,非军用的)GPS接收机接收GPS SV粗/捕获(C/A)信号并通过相关信号处理选取TOA或伪距离测量,其中相关信号处理是基于已知的发射信号波形。基本的GPS C/A信号包括由50比特每秒(bps)的数据流的码分多址(CDMA)编码形成的导航信息。每个SV特别地与1023比特编码或“芯片”模式关联,其应用在1.023码片速率(million chips per second)(Mcps)下的C/A信息编码中。因此在SV传输中C/A编码每1.0毫秒(msec)重复,并且在每个传输的比特中包括20个这种重复。CDMA解调过程应用匹配的副本相关(replica correlation)检测接收的信号中码的存在,当分辨率与有效处理信号带宽成反比时,相关延迟滞后覆盖可能的TOA的范围。对于标准的SV轨道,在地球表面上或附近,从SV到MS的信号传输时间处于67到89msec的范围内,即,跨越22msec的范围,其依赖于从MS到SV的方向(对于上空的SV更近些,对于地平线上的SV更远些)。多普勒偏移频差的可能范围从上空的SV的最小值到地平线上的SV的大约4.5千赫兹(KHz),该范围也必须被包含在信号相关计算中,多普勒频率分辨率与相关性的有效相干积分时间成反比。最后对于每个SV信号必须以其独特的CDMA码完成这些信号相关性,其中的CDMA码是MS接收机试图接收的。GPS接收机搜索这种可能的参数多样性的需要扩大了对首次定位(TTFF)的响应时间,在该时间内接收机可以生产位置估计或成功地获得与该组可用的SV信号的联系。通过支持基础设施所提供的辅助,可以简化所有这些信号处理搜索范围。

[0030] 由于AGPS处理,MS可以利用辅助信息,这种辅助信息是从一个或多个支持站的网络得到的,并通过嵌入在MS中的通信设施在图1的请求信息111中传输。在Taylor等人的美国专利4,445,118中描述了用于AGPS实现的基本方法,该专利引用在此以作参考。在本发明的优选实施例中,从GPS监视站,一组支持信息可以在信息111中传输到MS以显示目前哪个SV处于上空或者在大概地平线之上以保证候选的相关搜索,对于每个候选的SV搜索何种近似和限制的多普勒频移范围是合理的,对于每个候选的SV搜索何种近似和限制的TOA范围是合理的,其中GPS监视站在基础设施LS具有LMU,LS处于与MS相同的大概附近区域或工作区域。在本发明的该实施例中,LS通过使用其自己的嵌入LMU的GPS接收机和信号监视估计,可以支持可用的SV数量和关联的多普勒和延迟搜索窗的指示,其中嵌入LMU的GPS接收机和信号监视估计连续地感应和估计GPS星群中当前可用的SV的信息和特征。这些指示也可以被增强或通过与其他GPS接收和监视站的网络得到。在该实施例中,通过在MS和WCS LS中嵌入的WCS设备,辅助信息被提供给MS。如在Taylor等人的美国专利4,445,118中所指出,MS的处理任务也可以并且更佳地通过实施PDE支持基础设施中的位置计算功能而被减轻。对于该实施例,本发明的MS使用其嵌入的通信设备以向LS基础设施提供其自己得到的GPS伪距离测量,但是不要求MS也提供GPS得到位置。如果定位支持的通信任务不是WCS负载和响应时间中的因素,则MS也能够任选地提供其解调关联的SV导航信息数据和/或其计算的MS位置或SV位置和可用的时钟信息。接着LS基础设施完成MS提供的GPS信息和独立获得的基于基础设施的LMU测量和所有相关和可用的间接信息的最佳综合,以确定MS的位置。

[0031] 主要功能的互相作用

[0032] 本发明的当前优选实施例实现图3所述的主要功能。图3描述图2的PDE主要部件,即LG,SMLC,以及LMU的主要功能。对感兴趣的特定MS的位置的请求来自称为移动位置

中心 (MPC) 的逻辑部件,其在 PDE 外部。LG 301 接收位置请求,并为其验证真实性和授权。有效的请求识别 WCS 服务蜂窝和关联的通信协议参数,包括分配的频率使用,其将申请 WCS 与 MS 通信。LG 302 将请求提供给 SMLC,其适于为 MS 确定位置,其中 MS 工作在 WCS 服务蜂窝的附近。选择的 SMLC 303 接收和检查任何请求以确定合作的 LMU 的列表,其中 LMU 对与识别的服务蜂窝关联的支持位置请求是最优的。预期需要快速支持对辅助 GPS 数据的请求,SMLC 304 也照例地保持并估算当前 GPS 配置数据,该数据为 GPS SV 指定位置和运动参数。这些数据持续地由 LMU 305 通过其 GPS 接收机监视。LMU 为 SMLC 提供多普勒频移,伪距离,以及相关解调的导航消息数据用于在 LMU 位置接收的 GPS SV 遥感检测流。SMLC 306 接收这些周期性的从 LMU 传输的 GPS SV 数据。对于每个可能的服务蜂窝,SMLC 307 周期地或在要求时估算和得到指定蜂窝位置附近可能见到的最优 SV 的当前列表,以及希望适于辅助 AGPS 接收的多普勒频移和伪距离的受限制的范围。

[0033] 本发明的优选实施例利用可用的 GPS 配置参数的最新描述,以支持来自 MS GPS 接收机的减小的 TTFF。SMLC 308 快速地响应特定的定位请求并提供适于服务 WCS 蜂窝位置附近的 AGPS 参数。这些 AGPS 参数由 LG 309 接收并被提供给 MPC 和 / 或 MSC 以被在其 GPS 数据请求 111 中被传输到 MS。由于本发明的综合方法,SMLC310 还继续向所有 LMU 请求与 MS 位置相关的数据的生成,其中 LMU 最佳地被配置以在被识别的蜂窝位置服务的位置的确定中协同操作。与 SMLC 的请求的响应一致,LMU 311 应用其信号获得和处理设备检测并选取适于支持定位计算的数据。接着这些 LMU 数据被提供给 SMLC 312,并被 SMLC 312 接收,以合成在定位处理中。

[0034] 在位置确定的支持中,与 MS 位置相关的 GPS 数据由 MS 接收机检测,其处理设备被配置为利用任何辅助。MS 产生该数据以响应请求 111,并将该数据传输给服务蜂窝位置 110 以包含在位置计算中。通过 WCS,或者通过 MPC 或直接从 MSC,MS 的 GPS 数据可以被提供给 PDE。LG313 接收来自 WCS 的数据,或者任选地 LMU314 可接收、解调、和提供来自 MS 响应信息的 MS 的 GPS 的数据。SMLC 315 接收 MS 提供的 GPS 信息,以插入到综合的定位计算中。

[0035] 由于具有从 LMU 312 和 MS 315 接收的数据,SMLC 316 综合所有数据得到对 MS 位置参数的最优可能的估计。如下面进一步的描述,从协作的 LMU 得到的位置相关的测量可以包括各种形式的数据和来自 LMU 位置和设备的的位置灵敏性,其支持不同单独的精确度。同样如下面进一步详述,GPS 数据可单独定义或支持独立的数据位置,具有可能的可更正的偏差,或者可以只为一组有限的不完全的信号提供伪距离和多普勒测量,其中有限的不完全的信号是由于 GPS 信号传播路径的堵塞或失真造成的。SMLC 316 组合所有提供的数据,并将它们综合成基于概率的估算,其合并可用的任何附加的相关的间接信息,以进一步限制位置估计。适于这些综合的估算的方法和技术在下面的描述中介绍。MS 位置的最终估计被提供给 LG,从而 LG 317 能够将信息发送给 MPC 以响应其最初的定位请求。

[0036] 依赖位置的测量

[0037] 由于这里所述技术和应用的足够的精确性,在接收位置的信号到达时间 (TOA) 的测量直接与信号接收位置和信号发射位置之间的距离相关。信号发射 - 接收距离 D_{TR} ,跨越发射信号的传输,其被表示为发射和接收位置, $\underline{x}_T$ 和 $\underline{x}_R$ 之间的直线矢量长度,其被表示在地球中心惯性 (ECI),三维,笛卡尔坐标系统:

[0038] $D_{TR} = |\underline{x}_T - \underline{x}_R|$ (1)

[0039] 发射机-接收机信号传输时间间隔, t_{TR} , 是到达时间, TOA, 和发射时间, TOT, 之间的差, 并等于信号传输距离, $D_{TR} = |\underline{X}_T(TOT) - \underline{X}_R(TOA)|$, 被射频信号传输速率除 (即, “光速”), c :

$$[0040] \quad t_{TR} - TOA - TOT = D_{TR}/c = |\underline{X}_T(TOT) - \underline{X}_R(TOA)|/c \quad (2)$$

[0041] 其中 $\underline{X}_R(TOA)$ 是在“时间点 (epoch)”或时间 TOA 接收机位置的三维矢量坐标表示, $\underline{X}_T(TOT)$ 是在时间点 TOT 发射机位置的三维矢量坐标表示。在利用射频信号传输时间关系的系统中, 如式 (2) 所示的关系, (不变的) 传输速度“ c ”可用基本时间测量乘, 从而以距离或长度的单位直接实现测量。在同步定位系统如 GPS 中, 用于接收的信号间隔的 TOT, 关于特定的和精确保持的时间标准被定义, 控制, 以及得知, 其中时间标准是例如, GPS 时间或相关的协调世界时 (UTC)。使用嵌入的 GPS 接收机的 MS 被设计为接收在已知时间从 SV 发射的 GPS 信号, 可用从发射的轨道确定参数计算 SV 的位置。通过利用测量的 TOA 确定 MS 位置的基于地面的基础设施利用时基同步 (例如, 同步到 GPS 发射) 为分离的 LS 接收站协调时钟标准, 和 / 或利用时间通用性联合 MS 处的分离的信号接收, 其中的 TOA 是在分离的 LS 位置为 MS 所发射的信号测量的或在 MS 处为 LS 所发射的信号而测量的。通过利用时间测量和其与发射机和接收机位置之间的 RF 信号传输距离的关系, 可以确定接收和 / 或发射各种信号的 MS 的位置。

[0042] 类似地, 其它数学关系将其它类型的测量 (例如, TDOA, TA, 功率水平, 和 AOA) 和感兴趣的 MS 位置坐标关联。如另一个示例性的距离关联的测量, TDOA 测量为两个不同和独立的信号接收提供两个 TOA 之间差的测量。对于从共同发射的信号间隔选取的 TDOA 测量, 其中发射的信号到达位于分离的位置 $\underline{X}_{R1}$ 和 $\underline{X}_{R2}$ 的不同的接收站, 到达时间之差, $TDOA_{21}$ 直接与信号传输距离 D_{R2} 和 D_{R1} 之差关联 :

$$[0043] \quad TDOA_{21} = TOA_2 - TOA_1$$

$$[0044] \quad = (D_{R2} - D_{R1})/c = [|\underline{X}_T(TOT) - \underline{X}_{R2}(TOA_2)| - |\underline{X}_T(TOT) - \underline{X}_{R1}(TOA_1)|]/c \quad (3)$$

[0045] 利用这种 TDOA 测量用于发射机位置的确定不需要共同 TOT 时刻或时间点的先验知识, 其中在该时间发射感兴趣的信号。在使用一般通信系统传输中这种特性是有利的, 这是因为发射时间不必在 MS 和多个 LS 的时基之间同步。

[0046] 用于 MS 的 TA 参数, 其被测量和用于通信系统同步, 其也直接地与从控制 LS 到感兴趣的 MD 并返回的信号传输距离相关, 即 MS 检测到从 LS 发射的信号, 将其自身同步到该信号, 以及以在 LS 检测到的合作的时间校准发出响应的发射。由于 LS 检测的接收的往返的时间校准偏差, 除了任何 MS 响应电路延迟, 与 MS 和 LS 之间的双向传输时间约成比例, 因此 TA_{MS} 被设置到这个偏差并直接与位置相关的 MS 和 LS 位置之间的传输距离, D_{ML} 的两倍关联 :

$$[0047] \quad TA_{MS} = 2D_{ML}/c = 2|\underline{X}_{MS} - \underline{X}_{LS}|/c \quad (4)$$

[0048] 接收的信号的和距离相关的、测量的功率水平, 是由其发射水平减去功耗因数, L_{TR} , 对应于其从发射机发射到被接收机检测的传输。由于使用其它相关的有影响的因数的假设的或已知值, 该功耗因数可以提供信号传输距离, D_{TR} 的测量, 其通过传输环境的模型表示实现 :

$$[0049] \quad S_T/S_R = L_{TR}(D_{TR}, \dots) = G \cdot PL(D_{TR}) = G \cdot PL(|\underline{X}_T - \underline{X}_R|) \quad (5)$$

[0050] 其中 S_R 和 S_T 测量是接收和发射的信号功率水平测量, G 是依赖于距离的因数, 概括

了其它有影响的因数,例如在信号传输的相关方向上的接收和发射天线“系统”增益, $PL()$ 是依赖于距离的环境路径损耗模型,其用于在配置的发射和接收天线之间的传输信号的强度。对于简单的,球形扩散的模型,

$$[0051] \quad PL_{\text{sph}}(D_{\text{TR}}) = [4 \pi D_{\text{TR}} / \lambda]^2 \quad (6)$$

[0052] 其中 λ 是信号传输的波长。从 SV 到接收 MS 的 GPS 信号传输的距离差成比例的小,在 GPS 信号传输中对于不同 SV 存在明显的不同,这是由于电离层和大气的影和 MS 附近的多路径反射。一般地对于 MS 定位,这些特征使接收的 GPS 功率水平的应用不合理。然而,对于功率水平是在基于地面传输的 MS 和一个或多个 LS 之间测量的 MS 定位来说,位置计算可以有效地利用经验验证的传输损失模型,例如下述文章中证明的 Okumura 数据的 Hata 表示,其被包含在此以供参考:用于地面移动无线电通信中的传输损耗的经验式, M. Hata, IEEE Trans. Veh. Tech., Vol VT-29, No. 3, Aug., 1980。

[0053] 由于环境和多路径传输环境中的难以预测的变化,功率水平的经验测量当被量化为 dB 的对数单位时,其几乎与正态或高斯分布一致。因此 IHata 和其它这种模型的 $PL()$ 表示式中的乘数因子一般地被表示为对数项的加和减。特别地,关系式 (5) 中的损耗模型将根据依赖于位置的距离而表示的 dB 损耗与测量的发射和接收的功率水平之间的 dB 差关联。当通过来自附属通信系统的命令控制得知发射的功率水平时,可以为定位断言这种关系。然而,发射水平可能不能得知或从测量中得到。在这种情况下,由两个分离的接收机接收的共同发射的信号的接收水平之比可以用作两个依赖于位置的发射和接收站之间距离的与比值(或 dB 差)相关的量。对于每个接收位置特有的增益系数调整功率水平比或 dB 差。对接收的功率比或 dB 差的这种利用不需要关于共同传输的功率水平的可用信息。由于模型的距离依赖性,包括对数表示,MS 依赖位置的信息可以从一个或多个 LS 到 MS 和/或从 MS 到一个或多个 LS 的传输中选取。

[0054] 除了上述的与距离相关的量,信号 AOA 测量也提供 MS 依赖于位置的信息,并且这种类型的信息名义上不依赖于信号传输距离。由于 AOA 的测量需要获得接收位置的方向敏感的,接收的天线结构,一般地对于 MS 发射和 LS 处接收的信号选取 AOA。因此对于“水平地”,几乎沿地球表面传输的通信频带信号测量 AOA。一般地 AOA 可以被表示为从接收点到进来的信号的方向的角度,相对于真正的测地学的北极的已知固定的方向确定数值。这个关系可以被表示为

$$[0055] \quad AOA_{\text{TR}} = \text{atan2}[(\underline{X}_{\text{T}} - \underline{X}_{\text{R}})_{\text{E}} / (\underline{X}_{\text{T}} - \underline{X}_{\text{R}})_{\text{N}}] \quad (7)$$

[0056] 其中 $\text{atan2}[]$ 提供完全的四-象限反正切, $(\)_{\text{E}}$ 和 $(\)_{\text{N}}$ 表示方向为从接收机位置 $\underline{X}_{\text{R}}$ 到发射机位置 $\underline{X}_{\text{T}}$ 的矢量的东和北分量。这种测量提供了关于可能的发射 MS 位置沿接收 LS 检测的方位线(LOB)的轨迹的信息,并且该量名义上不依赖于沿 LOB 从 LS 到 MS 位置的距离。

[0057] GPS SV 发射机位置

[0058] 由于上述的依赖位置的关系,在 GPS 和一些形式的基础设施系统测量中,MS 位置的确定需要知道当 MS 是信号接收点时发射机的位置,且需要知道当 MS 是发射机时接收机的位置。固定的 LS 接收机位置可以通过测量,包括基于 GPS 的测量,精确地确定。由包括 LS 的测量确定的 MS 位置的精确度直接与知道 LS 位置的精确度相关。在使用 GPS 时间测量的特别重要性中,对于确定 MS 位置的精确度的限制依赖于知道和表示 SV 发射机位置的精

确度。

[0059] 与 SV 导航信息发射中的从 GPS 传输的天文历参数一致,描述和确定任何时刻或时间点的 GPS SV 位置和速度。在下面的文章中可以得到包含在来自天文历表的 SV 椭圆轨道位置和速度的表示和计算中的数学关系的描述:全球定位系统,理论和实践,5th Ed., Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, and Collins, Springer-Verlag, 1994;全球定位系统,惯性导航和综合, Grewal, Weill, and Andrews, John Wiley, 2001。如这些文章中提到的, SV 天文历参数被用于产生 SV 位置和运动参数,其表示与地球形状和其它物理特征的世界大地测量系统 1984 (WGS 84) 描述一致。

[0060] 对于每个 GPS SV,天文历参数包括卫星伪随机数 (PRN) 特性,用于指定参数值的 GPS 参考时间的规范,开普勒轨道参数,以及指定开普勒椭圆和其近地点的平面校准的参数。天文历定义了关于地固地心坐标系 (ECEF) 的 SV 的位置和运动,该系统自身关于太阳固定的 (惯性的),基于春分点的 ECI 坐标系统旋转。尽管 GPS 历书数据中的天文历参数提供适于获得信号联系的若干千米的精确度,但是正是从每个 SV 传输的天文历 (没有选择可用性 SA 的抖动和截断) 当其用于从参考时间的合适四小时时间窗内的观察时间时,一般地使特定的 ECEF 卡笛尔位置的计算处于几米之内。

[0061] 在“滞后解决”时间为每个 SV 估计 SV 位置的合适的特征,对于该 SV 可以得到伪距离测量,即,如关系式 (2) 所表示的,在地球表面附近的 GPS 接收提供 TOA,但是从 SV 的信号传输距离与 TOT 时间关联, TOT 时间是信号被接收的 TOA 时间之前的 $\sim 78 \pm 11 \text{ msec}$ 。在传输期间, SV 前进 $\sim 300 \pm 40$ 米 (m),因此在定位计算中、在合适的 TOT 为每个测量的 TOA 计算每个 SV 位置。

[0062] 时基校准

[0063] 如上述关系中提到的,为了确定 MS 在指定时间的位置,感兴趣的信号间隔的接收和 / 或发射时间必须能被适当的得到并被标记到处理的信号数据。用于 GPS 的时基,其被称为 GPS 时间,其被保持与美国海军天文台定义的标准精确同步。每个 SV 的 GPS 传输发生在与该 SV 的时钟建立的时间同步的时刻。世界各地的 GPS 地面站监视每个 SV 的位置,时间同步,以及正常状况,并向 SV 提供修正项,其中修正项描述用于与 GPS 时间标准同步的 SV 传输的精确解释的“当前”时间校准修正。这些时间修正参数,到二阶 (to second order),被包括在从 SV 发射的导航信息中。

[0064] 四参数定位

[0065] 由于本发明中描述的采用 GPS 和相关的基础设施测量以及间接信息的结合的技术,确定感兴趣的 MS 的特定时刻的位置 $\underline{x}$,与从该 MS 得到测量和信息相关,即 MS 位置在时间上不是特别地或必要地被假定或限制为不变,而是时间的函数, $\underline{x}(t)$ 。这个的例子被表示在关系式 (2) 中。当在 MS 接收 GPS 信号和测量 TOA 时,相对于嵌入在 GPS 接收机中的时基时钟量化时间测量。对于 SV, MS 接收机的时基不是固定地与 GPS 时间同步的,例如,由于时钟频差 (一阶修正), MS 时基至少可以从 GPS 时间偏移 (零阶修正) 和漂移。因此基本的 TOA 测量,被标注或“加标签”与 MS 时基一致,其可能相对于 GPS 时间校准的“真正”值偏移。因此当 GPS 接收机中的基本的 TOA 测量在为该测量确定 MS 时钟偏差或偏移之前,用在关系式 (2) 中时,其被称为提供“伪距离”的测量 (而不是真正的范围或距离)。

[0066] 本发明可以减轻对于 GPS 相关定位的典型的必要性,以可以得到至少四个,不同

的,独立的伪距离测量。对于独立的 GPS 接收机,完成位置计算需要四个测量或定位数据,以得到 MS 三维坐标位置和 MS 时钟偏差。由于本发明,任何可用的伪距离测量被集成到位置计算中,同时任何相关的位置相关测量可以从基于基础设施的设备得到,任何关于可能的 MS 位置的其它相关的位置相关的间接信息可以得到。

[0067] 差分 GPS (DGPS)

[0068] 如引用的 GPS 描述中所示,采用 GPS 伪距离测量的定位计算的精确度可以通过应用差分 GPS 调整被修正一些系统偏差,例如,当 GPS 管理引入 SA,有意抖动或截断发射的时基或 SV 导航信息中的天文历参数时,出现这种系统偏差。当电离层修正参数,即,SV 导航信息中的传播组延迟没有精确地表示沿传播路径遇到的情况时,出现其它的偏差。在 MS 位置计算中,通过 DGPS 调整的监视,估计,以及应用可以减轻或修正例如这种的偏差,DGPS 调整从一个或多个支持站的网络中得到。

[0069] 通过当前检测的在站点的 GPS 测量和得到的用于该位置的位置参数的比较估计,为 GPS 监视站估计对 MS 位置计算的 DGPS 修正。基于 SV 的天文历表为这些 SV 的“已知”位置计算得到的值,并且与“已知”的值关联而为支持站位置估计得到的值。在本发明的优选实施例中,由于使用固定的 / 静态 LS 作为支持 DGPS 参考站,已知的 LS 位置是通过精确的大地测量得到。这些测量是基于并参考从 GPS 信号的长期综合得到的 GPS 值。当 MS 能够从足够的 SV 接收和选取 GPS 伪距离测量以产生独立的 GPS 位置时,则主要接收相同 SV 信号的、附近的支持 LS 能够应用对于其自身位置的当前计算位置和其先前已经知道的位置之差,作为对于 MS 的任何得到的 GPS 位置的直接修正。

[0070] 对于优选实施例的更基本的是,可从支持 LS 的网络得到的任何修正的总数被共同地应用于 MS 测量。MS 将其观察的伪距离测量传输给支持 LS 基础设施,以集成进入 MS 位置的基础设施计算中。假定在 SV 导航信息中发射了关联的当前共同 SV 时钟偏差和天文历参数,与在一些附近的支持参考 LS 观测的,其从相同 SV 观测的自身当前伪距离测量和与其先前已知位置一致的当前值之间的差一致,可以修正每个伪距离测量。这种差分修正减轻了伪距离测量中的本地系统偏差的影响并且加强了得到的 MS 位置的精确度。

[0071] 可能位置确定

[0072] 由于这里描述的技术,MS 位置的最优估计可以从可用于 MS 位置确定的位置相关信息的总和得到。在接收的信号特征测量和间接信息中可以得到位置相关信息,其中间接信息表示可能的 MS 位置的相对概率和可能性。用于位置 - 状态参数估计的基于概率的技术是熟悉统计估计处理的技术人员所熟知的,并且该技术在估计理论的一般讨论中很好地被指出,例如 Harry L. Van Trees 在 Van Trees 的,John Wiley 的 2001 年的论述:检测,估算,以及调制原理一到四部分的第一部分的 2.4 章表示的。如这里参考的描述中所表示的,位置参数 $\underline{x}$ 的“状态矢量”的候选估计的相对条件概率或可能性,其取决于矢量集 $\underline{z}$ 的测量中固有的信息,通过 Bayes 概率关系其可以与状态条件下测量的发生的相对概率和状态先验概率相关。该概率关系可以被一般地表示为:

$$[0073] \quad p(\underline{x}|\underline{z}) = p(\underline{z}|\underline{x})p(\underline{x})/p(\underline{z}) \quad (8)$$

[0074] 其中 $p(\underline{x}|\underline{z})$ 表示在观测具有实际由 $\underline{z}$ 中的测量值得到的值的情况下,状态矢量分量为 $\underline{x}$ 的估计值的概率, $p(\underline{z}|\underline{x})$ 表示在状态变量为 $\underline{x}$ 的值的情况下观测的矢量 $\underline{z}$ 的值的概率, $P(\underline{x})$ 是 $\underline{x}$ 的状态值将发生的总的(临界)相对先验概率, $P(\underline{z})$ 是测量的参数值为观测

矢量 $\underline{Z}$ 发生的总的（临界）概率。在位置解决方案或最优可能性或相对概率的估计的推导中，位置独立因素，例如 $P(\underline{Z})$ 项是不重要的。

[0075] 由于包括在独立数据元概率的组合中的标准统计考虑，独立数据元的共同组合的概率或可能性是独立数据组自身概率的产物，例如，由于本发明的技术，来自不同源的不同类型数据的集合统计地组合独立数据。当通过概率对数的最大值得到概率的最大值时，则产生的概率关系被累加作为“对数可能性”之和。

[0076] 用于最大值或最大可能值的参数位置解决一般地通过采样或计算似然函数值得到，其用于跨越可能的值的整个范围的一组离散位置参数值。采样间隔或网格空隙一般地从稀疏网格开始，其足以表示可能的最优值的局部区域，接着采样网格的网孔在后来的迭代中被逐渐地改善，其集中在有限范围的最优区域。最终结果被估计为起作用的测量精确度支持的分辨率。由于参考文献中描述的对于统计分析的补充程序，在集中于最优值的区域和测量支持的固有分辨率中应用基于梯度的计算。除了上述参考中引用的统计定位计算的描述，在 Harold W. Sorenson 关于一般参数估计的论述中和 Roy E. Bethel 关于用于位置确定的离散采样似然函数的合适估计的论述中可以得到进一步的描述：最小平方估计：从 Guss 到 Kalman, H. W. Sorenson, IEEE Spectrum, No. 7, Jul., 1970；和 PDF 跟踪系统，R. E. Bethel 等人, IEEE Trans. On AES, Vol. 30, Apr., 1994；和 Hodson 在 1991 年 9 月 3 日的美国专利 5,045,860,“用于目标位置的概率确定的方法和装置”。

[0077] 在概率计算中估计的数据或信息可能伴随着不同形式的噪声或不确定性分布。如在上述引用的参考文献中所述，测量或数据导出系统一般地被表示为产生具有误差或背离真值的标准或高斯分布的信息。如上面关系式 (2) 到 (7) 中所示，可用的位置相关数据的矢量 $\underline{Z}$ 一般地可以被表示为位置状态矢量 $\underline{X}$ 的非线性函数 $\underline{h}()$ 加上另外的噪声分量矢量 $\underline{V}$ 。该关系式被表示在观测方程中：

$$[0078] \quad \underline{Z} = \underline{h}(\underline{X}) + \underline{V} \quad (9)$$

[0079] 方程 $\underline{h}()$ 旨在精确地表示数据和希望的位置状态参数之间的真正联系。因此对于噪声的期望值“ $E()$ ”为零（即，噪声是无偏的），并且在一般假定下，观测不确定性由高斯协方差矩阵表示， R ：

$$[0080] \quad E(\underline{V}) = \underline{0} \text{ 和 } E(\underline{V}\underline{V}^T) = R \quad (10)$$

[0081] 当数据或“伪”测量包括一个或更多个希望的状态参数的“直接”测量，乃至“高斯”约束时，也可以使用这些表示，例如，如果可用的数据包括完全状态矢量的 GPS“测量”，则用于这些数据的观测函数是线性恒等函数， $\underline{h}(\underline{X}) = \underline{X}$ ，不确定矩阵是位置协方差， P ，其显示了在观测的状态参数的误差中存在不确定相关性。通常，由于来自不同的，物理不同的测量系统的测量，假定对于每个数据源的误差分布是互相独立或不相关的，并且测量协方差矩阵的相应的非对角分量为零。由于对标准统计的上述假定，则关系 (8) 中的相对概率或可能性对于数据矢量的作用被表示为：

$$[0082] \quad P_G(\underline{Z}|\underline{X}) \approx \exp[-1/2(\underline{Z}-\underline{h}(\underline{X}))^T R^{-1}(\underline{Z}-\underline{h}(\underline{X}))] \quad (11)$$

[0083] 忽略与 $\underline{X}$ 独立的项。在可选的情况下，当测量数据误差更不紧密的分布并且显示为更精确地由指数或拉普拉斯统计表示时，则对于具有对角均方差偏离矩阵的，独立的无偏的测量，

$$[0084] \quad E(V_m V_n) = \sigma_m^2 \delta_{mn} \quad (12)$$

[0085] 其中当 $m = n$ 时, $\delta_{mm} = 1$, 否则为 0, 对于拉普拉斯分布数据矢量的相对概率或可能性影响被表示为:

$$P_L(z|x) \approx \exp\left[-\sqrt{2}(\sigma^{-1})^T(|Z-h(X)|)\right] \quad (13)$$

[0087] 再次忽略了与 x 独立的项, 并用 “ (σ^{-1}) ” 表示分量等于 rms 误差期望值的逆的矢量, σ_m 和 “ $(|Z-h(X)|)$ ” 表示分量等于单独测量改进或余数的绝对值的矢量 $(|Z-h(X)|)_m = |Z_m-h_m(X)|$ 。例如 (11) 和 (13) 的关系式, 以及对于探索法观测的误差分布的可能性因数的类似处理, 提供了用于将不同观测的影响集成到位置参数最优值的概率确定的基本方法。

[0088] 如在关于 GPS 和关联的坐标和测量的论述中的上述描述, 一般地状态矢量 x 将是四参数矢量, 包括三个 MS 位置坐标和一个 MS 时钟偏差坐标, 并且一般地测量矢量将是四个或更多测量的矢量。然而, 如下面更详细的描述中指出的, 当可以得到关于 MS 可能位置的先验信息以限制可能位置的范围时, 则测量矢量的维数可以被减少并仍产生可接受的精确的 MS 位置。由于应用关系式 (8), 对于最大概率或最大可能性状态估计, 可以得到关于 MS 位置的最优估计, 其最大化集成任何可用的间接信息和所有可用的测量信息的组合产生概率, 其中的信息是基于 GPS 和基于基础设施的。

[0089] 应用本发明的技术, 基于 GPS 测量和基于基础设施测量和关联信息的优化综合实现了 MS 位置的获得, 即使当没有从单独的基础设施或单独的 GPS 测量得到足够的信息而以可用的精确度来定位时也是如此。一般的 GPS 精确度, 具有小的不确定性的圆面积, 其当可以得到开放视野的天空时可以被实现, 从而能够从 MS 上空和周围大约均匀分布的卫星成功地接收 SV 信号。然而, 在大城市中心地区高大建筑物的城市低谷中的信号传输环境可能导致堵塞的信号接收, 从而阻止接收用于独立的 GPS 解决方案的足够的一组 GPS SV 信号。当 MS 处于建筑物内部和 / 或当只有可观测的 SV 信号来自 SV 时, 这种情况尤其普遍, 其中 SV 沿天空 / 上空的弧排列, 沿建筑物的“墙”形成的路径或条带下降, 其中建筑物在 MS 工作的相对直和窄的街道的任何一边。在这种“城市峡谷”的环境下, 来自 SV 的信号可能足以显示相对街道为横向的长的, 窄的区域, 其中的街道可能是 MS 的位置, 但是在与沿街道的接收的 SV 排列横向的方向上, 这个可能区域的不确定性将是非常大的。在其它环境下, 植物和地形特征能够堵塞一些 SV 信号并阻止四个 SV 伪距离的标准最小值的 MS 中的测量。由于本发明中的 GPS 和基础设施信息的综合, 通过可以在基于基础设施测量中得到的附加的信息, 可以得到精确的定位解决方案, 其中基于基础设施的测量是从在 MS 和 LS 之间的主要“水平”平面中传输的通信频带信号中选取的。

[0090] 间接信息

[0091] 关系式 (8) 中表示的 Bayes 概率关系实现了以多种补充方法利用和应用支持的间接信息。如上面和参考文献中所述的, 给定可用的测量和相关的信息, 关于发生的总的可能性, 可以估计可能的 MS 位置的范围。如关系式 (2) 到 (7) 中所示, 每个标准量度特征能够被表示为在特定时间感兴趣的 MS 位置的非线性函数。此外, 一些类型的间接信息可以被表示在 MS 状态参数的一个或更多个约束关系式中, 例如, 当在三维 ECEF 坐标系统中计算一般的 GPS 解决方案时, 当已知 MS 被置于地面附近而不是在空中时, 最终位置估计可能被限制为与在地球中心的 ECEF 原点相距一段距离, 以有效地将该位置置于 (或几乎置于) 地球表面。这种和类似的限制可以被包括在可能性计算中, 其或者通过预处理与候选位置关联的先验概率, 或者通过有效地包括“伪测量”, 其中伪测量将不同约束和不确定性的范围表示

为位置的函数。

[0092] 对 MS 可能位置的已知统计的有效利用能够应用在可能性计算中。对于蜂窝电话定位,用于电话使用的相关位置的统计分布可以从搜集的统计或数据库得到,例如,在人口密集的城市环境中电话使用的统计显示 MS 电话更可能在城市道路网的街道上或其旁边,并且类似地在人口稀疏的农村环境中工作的统计可能显示 MS 电话更可能在通过农村地区的公路或干道上或其旁边。道路或公路网的道路位置的精确表示可以从标准的地图数据库获得,其中的地图数据库包括由民政当局维护的数据库。因此覆盖可能位置的候选范围的概率因数分布的放置,例如,关系式 (8) 中的 $p(x)$ 项,可能优先地限制可能的位置使其落入道路上或在道路旁。为了进一步的精确度和实现相关概率的表示,地球表面的道路位置的二维描述可以在空间上“低通”滤波。这种滤波可以降解 (de-resolve) 或平滑先验可能性表示,从而在道路附近或在道路上真正地提高概率,但是在相对道路横向的方向上概率缓慢地下降或展开 / 消除到实际的程度。实际上,本发明的可用统计的有效利用可以被递归地增加,加强,并用于提高概率表示,这是因为统计是从本发明得到的位置搜集到的。

[0093] 间接关系

[0094] 为了支持 GPS 信息和基于基础设施信息的综合,用在位置计算中的共同坐标系统必须精确地表示两种类型的信息。如上面指出的,一般地 GPS 计算使用 ECEF 坐标系统来实现,ECEF 坐标系统精确地表示在地面或地面上方的 SV 和感兴趣的 MS 的位置和速度。到此为止,用在信息的单独使用中的坐标系统一般地借助于 LS 的本地附近范围内的地球表面的平面投影,其中的信息是关于用于蜂窝位置确定的 LS 基于地形网络的信息。在这种现存的基于基础设施定位的系统中,位置系统的可用工作范围的地理范围被限制到足够小的区域,从而地球表面的曲率没有影响观测的关系到可测量的程度。一般地基于地形的 LS 天线的测量位置是以大地纬度,经度,以及地平面以上 (agl) 的高度,和平均海平面以上 (amsl) 的本地地平面的相关高度表示的。一般地将基于椭圆体的大地坐标转换为平面坐标系应用正形投影,例如朗伯正形圆锥或通用横向墨卡托 (UTM) 投影,如在 John P. Snyder 的文章中描述的:地图投影 - 操作手册, Snyder, U. S. Geological Survey Professional Paper 1395, US Government Printing Office, 1987; 地图投影, 参考手册, Bugayevskiy 和 Snyder, Taylor & Francis, 1995。

[0095] 为了组合 GPS 数据和基础设施信息,本发明的优选实施例应用 GPS 标准 ECEF 坐标系统和可信的本地高度表示的转换以提供所有相关位置关系的精确表示。同时,在每个 LMU 位置的 GPS 天线和接收机为与该位置的通信天线的高度 (agl) 的差分比较提供直接的 WGS 84 依据。包括检测的或统计的信息与候选 MS 位置之间的关系的的可能性计算可以被简单地在三维,基于 WGS 84 的 ECEF 笛卡尔坐标系统中实现,其中 ECEF 笛卡尔坐标系统是使用 GPS 数据的标准。与该系统一致转换对于 LS 天线和间接信息的所有位置描述,以用于定位估计。

[0096] 这里引用的 GPS 相关坐标转换的论述,例如, Bugayevskiy 和 Snyder 的第一部分和 Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, 以及 Collins 的第十部分,描述了包含在将 ECEF 坐标值与相应值关联中的计算,其中的值是水平 (纬度,经度) 位置和平均海平面以上的海拔或高度,是根据本地大地坐标表示的。GPS 坐标转换是基于地球形状的 WGS 84 的参数表示的。因此表示为旋转的椭圆体的地球的 WGS 84 表示提供了计算的位置结果的表示中的大地测

量基础。在任何本地定位系统的工作范围中,根据 WGS 84 大地纬度,经度以及 WGS 84 椭圆体以上的高度和 / 或本地大地表面的平均海平面以上的高度,量化该结果,其中根据 WGS 84 椭圆体表面以上的高度描述本地大地表面的平均海平面以上的高度。如上面提到的,当感兴趣的 MS 能够被合理地假定为处于本地大地水平面,则该高度可以被限制到 WGS 84 椭圆体以上的本地表示的水平面。在这种情况下,在可能性考虑中位置估计只需要跨越与可用的观测或测量的全体相关的纬度和经度范围。

[0097] 对于可选的坐标系统表示,用于 SV 的瞬时位置和速度参数的 ECEF 系统值可以被转换到“地球 (east-north-up) (ENU)”坐标系统,该系统便于用于可用的 LS 的本地区域。然而在本发明的可选实施例中,使用这种系统将需要附加的 SV 坐标的坐标系统转换,从自然用于 GPS 天文历的 ECEF 系统转换为与 WGS 84 椭圆体相切和垂直的本地 ENU 系统。这种可选的实施方案可能采用这种坐标系统的相似性和接近性,用于地球表面的本地,平面,优选的正形投影。对于这种用途,SV 关于适当的“向上”方向的瞬时位置和速度矢量关系的考虑是必要的。

[0098] 受约束的 TDOA/FDOA

[0099] 由 GPS/AGPS (甚至 EOTD) 接收机计算的伪距离可以与基于网络的位置测量合并,其中位置测量是例如 TOA, TDOA, AOA, 相对功率,以及往返延迟,以计算更精确和加强的解答。例如,受约束的 TDOA/FDOA 可用被用在 GPS/AGPS 环境中。可以由辅助 GPS 接收机搜集的数据的组合确定该约束,其限制由卫星的位置和速度所产生的时间偏移或多普勒影响,和使用 GPS/AGPS 计算的位置,基于网络的位置方法,或组合确定的约束。受约束的 TDOA/FDOA 可以减轻 GPS 接收机的处理负担,并通过消除多数假警报的机会而提高灵敏性。对于进一步的背景技术,参考 2001 年 7 月 18 日递交的美国专利申请 09/908,998,“用于估计无线定位系统中 TDOA 和 FDOA 的改进的方法”,该申请全部被包含于此以供参考。

[0100] 增强的 GSM 同步

[0101] 可采用增强的同步技术以增加系统灵敏性,以显示 GSM 信标和其各自对 GPS 时间的映射。使用该技术,Abis 显示器 (或 Abis 显示系统,或 AMS) 可以被用于提供同步信息,其中的同步信息将部分地描述对 GPS 时间的绝对帧数 (FN) 的映射。AMS 提供的参数包括 RFN (减少的帧数, $T1'$, $T2$, $T3$) - GSM 帧数的部分描述。该信息可以与观测和计算组合以进一步找到时间解决方案,其中观测和计算是通过 LMU 监视下行链路通道直接产生的。对于在无线定位系统中使用 AMS 的进一步信息,参考 2001 年 7 月 18 日递交的美国专利申请 09/909,221,“监视无线定位系统中的呼叫信息”,其在 2002 年 4 月 4 日公布,公布号是 US-2002-0039904-A1,其全部被包含于此以作参考。

[0102] 用于增加容量 / 服务水平的混合 AGPS/TDOA/AOA 系统

[0103] 在多个设备供应商的 GSM 环境中,将存在许多基于位置的服务,每种具有不同的精确度,呼叫状态,以及等待时间需求。同时,定位技术应该被设计为解决真实世界的通信量和负载需求。组合的 TDOA/AGPS 系统提出了用于面对无线定位系统的多种挑战的理想系统。

[0104] 1. 当需要早的,加强的呼叫路由选择的情况下,TDOA 是最好的。

[0105] 2. 当使用者处于呼叫情况时,TDOA 是最好的,其没有附加的通信量负载。

[0106] 3. 当 MS 空闲或该位置对等待时间不敏感时,AGPS 是最好的。

[0107] 4. 当系统负载轻时, AGPS 是最好的 / 最精确的。

[0108] 5. 当系统负载重时, TDOA 是最好的。

[0109] 6. 当系统需要高的精确度时, TDOA 和 AGPS 可以被结合使用。

[0110] 7. 当传统电话 (没有 GPS 能力的电话) 工作时, TDOA 是最好的。

[0111] 根据定位等待时间的需要、呼叫状态和网络状态在两个方法 (基于手持机的和基于网络的) 之间向前切换和向后切换的能力提供了实质性的好处。此外, 使用 AMS 确定呼叫状态对于这种组合方法的成功是重要的。

[0112] 结论

[0113] 在前面的说明书中阐述了本发明的原理, 优选实施例, 以及工作模式, 现在从中更明显的是本领域普通技术人员可以实施合适的数据处理以实现描述的技术。这里公开的实施例应该被解释为说明本发明而并不是限制本发明。前面的公开不是旨在以任何方式限制对于本领域普通技术人员可用的等同结构的范围, 而是以先前没有想象的方式扩展等同结构的范围。可以对前面说明的实施例进行许多变化和改变, 而不脱离本发明的范围和精神, 如随附的权利要求中说明的。

[0114] 因此, 本发明的真正范围不是受这里公开的当前优选实施例限制的。例如, 无线定位系统的当前优选实施例的前述公开使用说明性术语, 例如位置测量单元 (LMU), 服务移动位置中心 (SMLC), 等等, 其不应被解释为限制下述权利要求的保护范围, 或者表示系统的发明性的方面是受限于公开的特殊方法和装置。而且, 如本领域技术人员将理解的, 这里公开的发明性的方面可以用于不是基于 TOA 和 / 或 TDOA 技术的定位系统。例如, 无线定位系统确定 TDOA 和 / 或 FDOA 值的方法可以被用于非 TDOA 系统。类似地, 本发明不是限于使用 LMU 的系统和被解释为上述的其它子系统。LMU, SMLC, 等待本质上是可编程的数据搜集和处理设备, 其将采用多种形式而不脱离这里公开的发明原理。给定数字信号处理和其它处理功能的降低的费用, 其可能例如, 将用于特殊功能的处理从这里描述的功能性元件转换为另一种功能性元件, 而不改变系统的发明性操作。在许多情况下, 这里描述的执行位置 (即功能性元件) 只是设计者的优先选择而不是硬性要求。因此, 除了下述权利要求被清楚地如此限制, 下述权利要求的保护范围不是旨在受上述的具体实施例的限制。

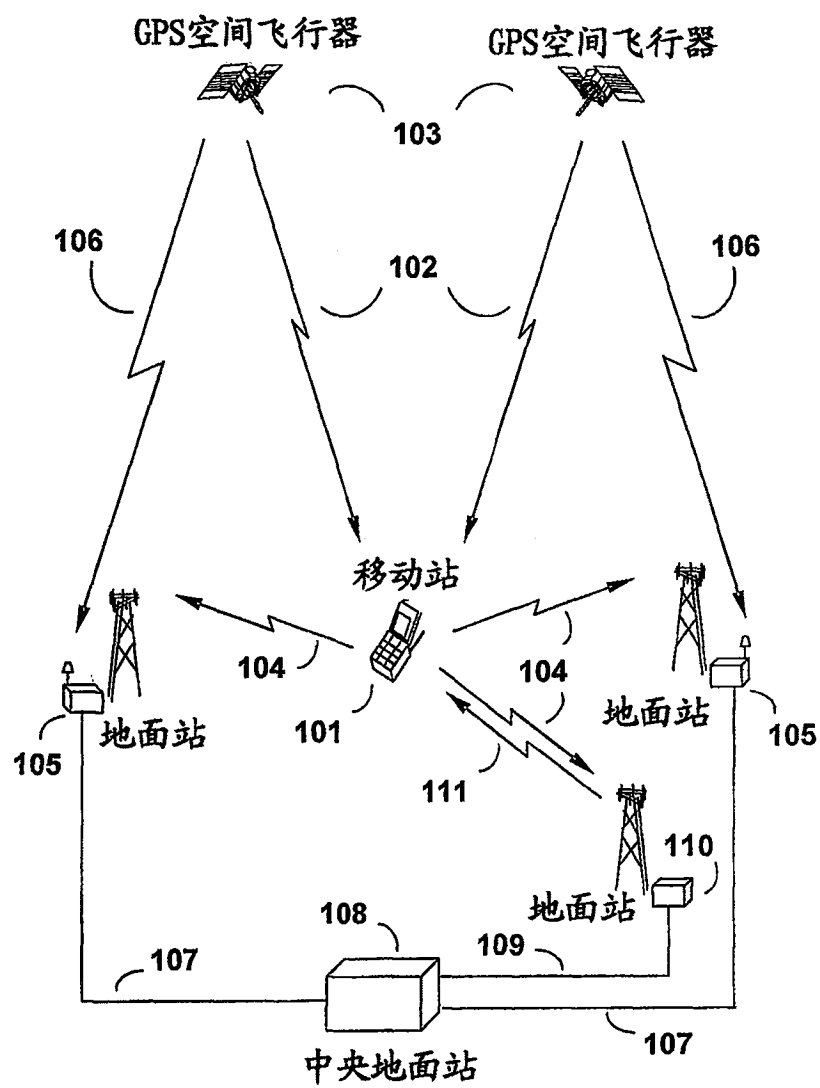


图 1

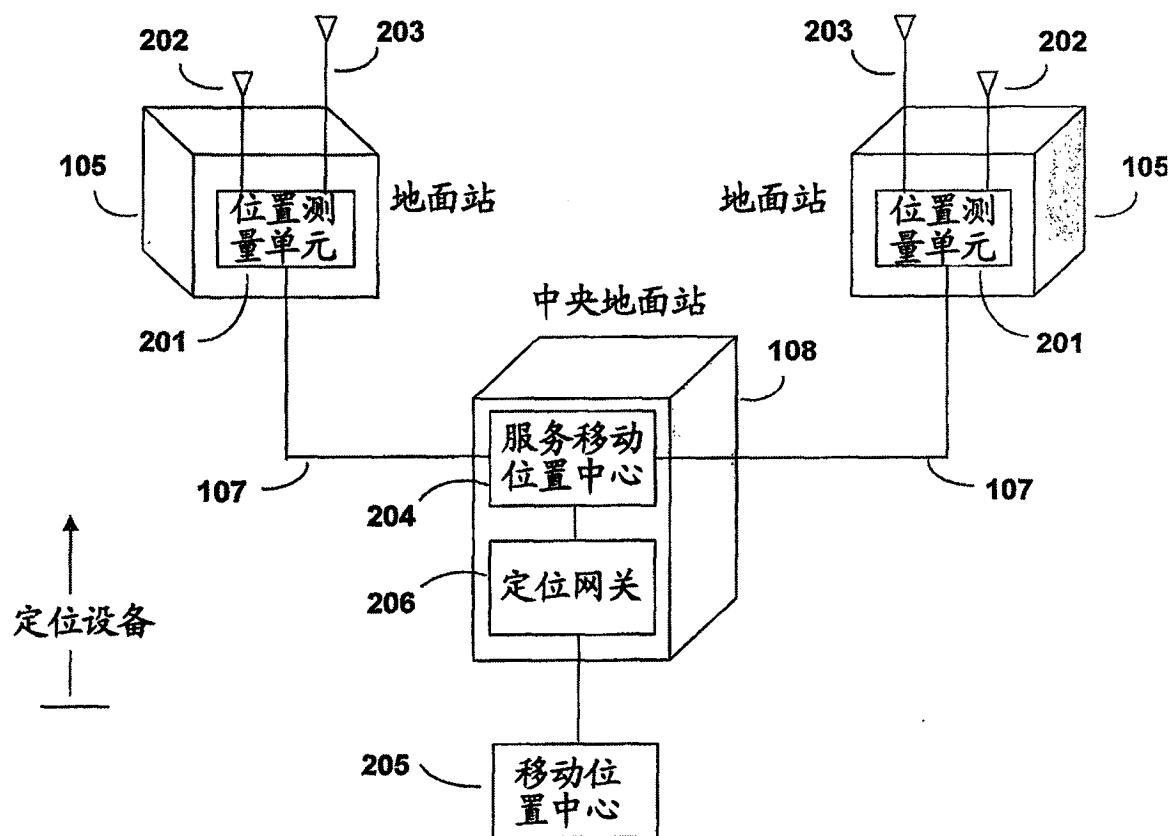


图 2

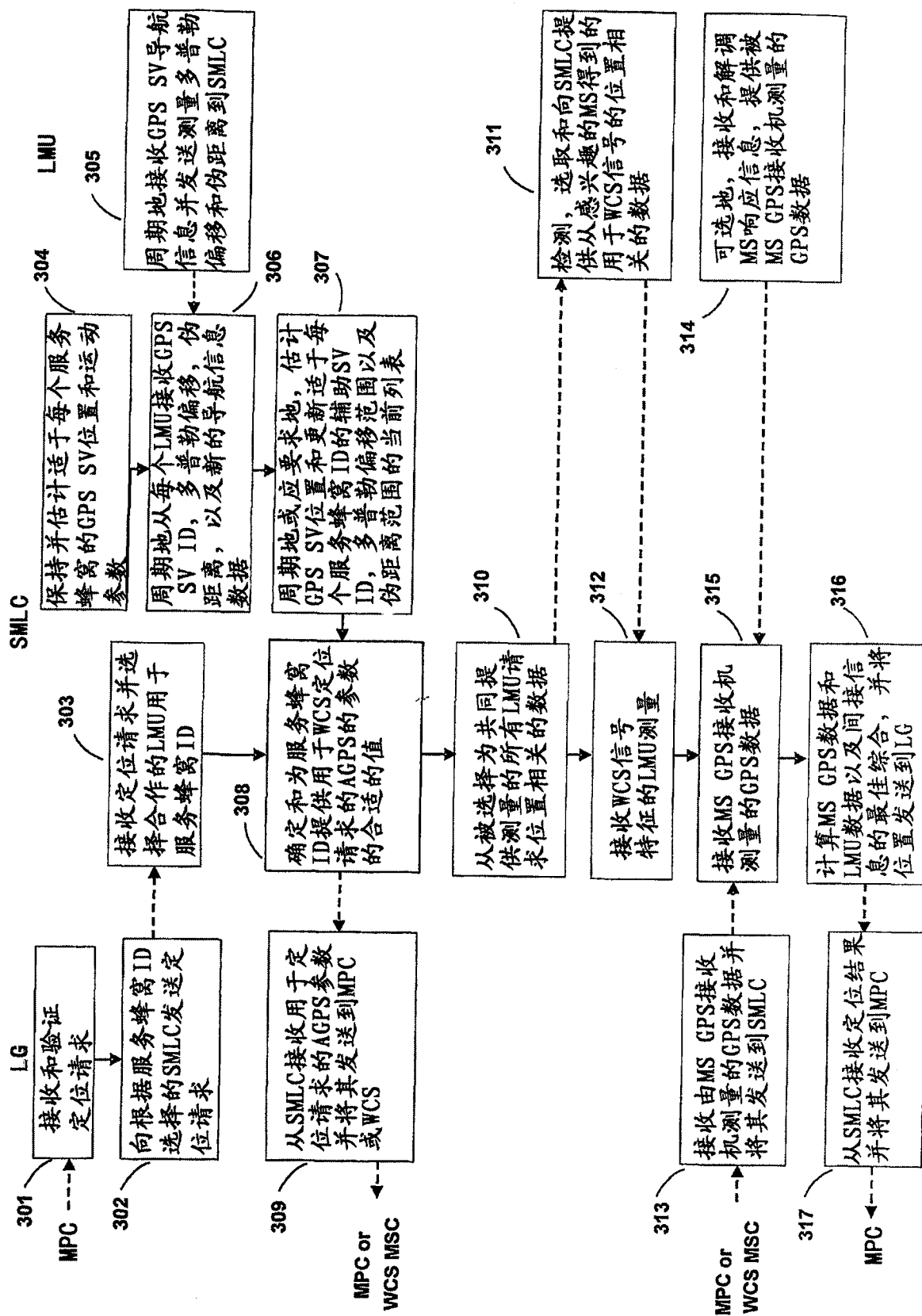


图 3