



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101009925 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 11

(21) 申请号 200610064373. 0

US 2003008668 A1, 2003. 01. 09,

(22) 申请日 2006. 12. 07

CN 1666561 A, 2005. 09. 07,

CN 1666562 A, 2005. 09. 07,

(30) 优先权数据

20055650 2005. 12. 07 FI

审查员 余宏妮

(73) 专利权人 埃卡豪股份有限公司

地址 芬兰赫尔辛基

(72) 发明人 P·米西坎加斯

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 李峥

(51) Int. Cl.

H04W 64/00 (2009. 01)

G01S 5/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005266855 A1, 2005. 12. 01,

US 2003008668 A1, 2003. 01. 09,

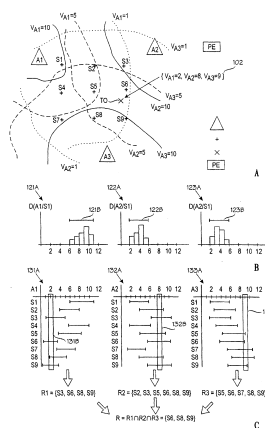
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 6 页

(54) 发明名称

定位技术

(57) 摘要

一种在无线通信环境中定位目标对象 (T0) 的技术。数据模型模拟若干个样本点 (S1-S9)。每个样本点包括位置和其中的一组期望信号值。一组相关性指示符 (121A-123B; 131A-133B) 表示相关样本点的一个或多个组 (R1-R3), 这些组是数据模型中的样本点 (S1-S9) 的子集。在目标对象的位置观测 (102) 信号值。根据信号值观测和该组相关性指示符, 连同信号值观测一起确定和使用相关样本点的当前组 (R), 以估算目标对象的位置。因为可以从计算中省略未包括在相关样本点的当前组 (R) 内的样本点 (S1-S5; S7), 所以降低了计算负担。



1. 一种用于在无线通信环境中定位目标对象 (T0) 的方法,所述方法包括:

保持多个样本点 (S1-S9) 的数据模型,每个所述样本点包括样本位置和在该样本点处的一个或多个物理量的一组期望值;

保持一组相关性指示符 (121B-123B ;131A-133B),对于至少一个所述物理量的一组期望值中的每个值,使用所述一组相关性指示符确定相关样本点的两个或多个预定组 (R1-R3),其中所述相关样本点的两个或多个预定组是在所述数据模型中的样本点 (S1-S9) 的子集;

存储所述相关样本点的预定组,并将其用于若干个定位操作中,其中每个定位操作包括下面三个步骤:

对在所述目标对象的位置的至少一个物理量进行观测 (102);

基于在所述目标对象位置的观测和所述相关样本点的预定组,确定相关样本点的当前组 (R),所述相关样本点的当前组 (R) 包括与在目标对象位置处进行的所有观测同时相关的样本点;

基于在所述目标对象位置的观测和所述相关样本点的当前组 (R),估算所述目标对象的位置;

从而能够从所述估算步骤中省略未包括在所述相关样本点的当前组 (R) 内的样本点 (S1-S5 ;S7)。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述确定相关样本点的当前组 (R) 的步骤包括选择这样的样本点,所述样本点的物理量的期望值组在预定相关性标准 (228) 下覆盖在所述目标对象位置的观测。

3. 如权利要求 2 所述的方法,还包括,如果获得的相关样本点组小于预定最小尺寸,则放松所述预定相关性标准 (228)。

4. 如前述权利要求中任一项所述的方法,还包括,如果所述获得的相关样本点组小于预定最小尺寸,则触发警报。

5. 如权利要求 2 所述的方法,还包括:

形成模拟无线通信环境拓扑的拓扑图 (TG),其中所述拓扑图指示:一组节点 (N1-N20),每个节点指示在所述无线通信环境中的容许的位置;及一组弧,每个弧指示在两个节点之间的容许的目标对象转移,其中所述节点 (N1-N20) 也是所述数据模型的样本点;以及

使用所述拓扑图 (TG) 来估算所述目标对象的位置。

6. 如权利要求 5 所述的方法,还包括,使用所述拓扑图来记录目标对象的运动历史 (610),并且基于所述目标对象的运动历史排除某些选择的样本点。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中该方法还包括用于若干个装置模型 (DM) 中的每个模型的以下步骤,其中每个所述装置模型能够校正一个或多个传感器 (SD) 的观测:

使用所述装置模型来校正一个或多个传感器 (SD) 中至少一个的观测;

通过使用所述校正观测来确定相关样本点的当前组 (R);以及

其中该方法还包括,选择将相关样本点的数目最大化的装置模型。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中所述一个或多个物理量包括至少一个信号值。

9. 一种用于在无线通信环境中定位目标对象 (T0) 的定位设备 (PE),该定位设备包

括：

用于保持多个样本点 (S1-S9) 的数据模型的装置,每个样本点包括样本位置和在该样本点处的一个或多个物理量的一组期望值；

用于保持一组相关性指示符 (121B-123B ;131A-133B) 的装置,和用于对于至少一个所述物理量的一组期望值中的每个值确定和存储相关样本点的两个或多个预定组 (R1-R3) 的装置,其中所述相关样本点的两个或多个预定组是所述数据模型中的样本点 (S1-S9) 的子集；以及

用于存储所述相关样本点的预定组并将其用于若干个定位操作中的装置,其中每个定位操作包括：接收在所述目标对象位置形成的至少一个物理量的观测 (102)；基于所述观测和所述相关样本点的预定组,确定相关样本点的当前组 (R),其中所述相关样本点的当前组 (R) 包括与在目标对象位置处进行的所有观测同时相关的样本点；以及基于所述观测和所述相关样本点的当前组 (R) 来估算所述目标对象的位置。

定位技术

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种定位技术,其中根据对一个或多个物理量的观测而估算目标对象的位置,所述物理量例如是在例如无线电通信网之类的环境中的 RF 信号参数值。目标对象是能够进行一个或多个物理量的观测的电子设备。它可以是通用计算机或其它通信设备,或者可以是一种专用定位装置,俗称“标签”。在美国专利 6393294 和 PCT 公开 W02004/102936 中公开了这种定位技术的实例。

背景技术

[0002] 与现有技术共同的特征是基于在几个位置的期望信号参数值的数据库,在上述 PCT 公开文献以及在该文档中称作样本点。对于若干样本点中的每个,数据库包含对于在样本点中可检测的每个无线电发射器(还称作基站或接入点)的期望 RF 信号参数值。期望信号参数值可以通过实际测量、传播模拟、内插法或例如此类技术的任何组合而获得。作为非限制实例,信号参数可以是 RF 信号强度、相位、比特差错率/比率等。现有定位技术的一般工作原理为,在无线通信环境中目标对象进行 RF 信号参数观测,并且目标对象的定位基于 RF 信号参数观测和期望 RF 信号参数值的数据库估算。

[0003] 现有技术所存在的问题在于,定位目标对象所要求的高计算负载。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种方法和用于实现该方法的装置以便缓解以上缺点。本发明的目的是通过具有已经在独立权利要求中公开的特征的方法和设备来实现的。在从属权利要求中公开了优选实施方式。

[0005] 本发明一方面是用于在无线通信环境中定位目标对象的方法。所述方法包括以下步骤或操作:

[0006] a) 保持多个样本点的数据模型,每个所述样本点包括样本位置和在该样本点处的一个或多个物理量的一组期望值;

[0007] b) 保持一组相关性指示符,用于指示相关样本点的一个或多个组,其中所述相关样本点的一个或多个组是在所述数据模型中的样本点的子集;

[0008] c) 对在所述目标对象的位置的至少一个物理量进行观测;

[0009] d) 基于在所述目标对象位置的观测和所述相关性指示符组,确定相关样本点的当前组;

[0010] e) 基于在所述目标对象位置的观测和所述相关样本点的当前组,估算所述目标对象的位置;

[0011] 该技术的优点在于可以从计算中省略未包括在当前相关样本点组内的样本点,这降低了计算的负载和电池消耗。可选的是,通过该发明技术节约的资源可以用来通过更进一步的计算而获得更加准确和/或更加安全的定位估算。

[0012] 步骤 a) 和 c) 可以如以上参考的现有技术里的描述来执行。在所述样本点的物理

量的期望值可以是标量值、概率分布（例如正态分布）、柱状图结构等。步骤 b) 包括确定用于指示一组相关样本点的一组相关性指示符，所述组是在该数据模型中样本点的子集。此步骤会在后文中更加详细地进一步描述。在步骤 d) 中，在目标对象位置的观测和该组相关性指示符用来确定当前组相关样本点。在步骤 e) 中，基于在目标对象位置的观测并且基于当前组相关样本点，估算目标对象的位置。与样本点相关的位置可以是点、圆、区域、路段、标称位置（例如“室 123”）等。

[0013] 本发明的其它方面涉及小型或分布式定位设备或用于实现以上方法的计算机程序产品。

[0014] 在一个实施例中，确定当前相关样本点组的步骤包括选择这样的样本点，所述样本点的物理量的期望值组在预定相关性标准下覆盖在所述目标对象位置的观测。

[0015] 在另一实施例中，如果获得的相关样本点组小于预定最小尺寸，则放松所述预定相关性标准。例如此类情况可以指示异常情况，从而应该触发警报，尤其是如果该异常是持久性的。在某些实施例中，相关性标准根据系统负载而调整。系统负载越高，相关性标准就越严格，反之亦然。

[0016] 另一实施例包括，形成模拟环境拓扑的拓扑图，其中所述拓扑图指示一组节点和一组弧，每个节点指示允许的位置，每个弧指示在两个节点之间可允许的目标对象转移。拓扑图用来估算目标对象的位置。例如，拓扑图可以用来记录目标对象的运动历史记录，并且根据目标对象的运动历史记录来排除某些被选样本点。

[0017] 在本发明的示例性而非限制性的实现方式中，目标对象只是观测无线网络中的信号质量值的设备。在其它应用中，将目标对象作为与进行实际观测的一个或多个传感器相独立的概念是有益的。例如，传感器可以是在无线接收器中进行信号强度测量的电子电路，而目标对象是与该传感器共位的人或零件或设备。此外，本发明不局限于信号强度测量。而是，本发明的定位技术可以结合多种与位置相关的物理量使用，例如：

[0018] 辐射测量的信号质量值，例如信号强度、信噪比、比特差错率 / 比率、预先定时等；如果使用这些信号质量值，优选对其分别针对若干个频带、信道、单元、基站等确定；

[0019] 大气物理量，例如气压、温度、湿度等；

[0020] 声学量，例如噪声级，优选对其分别针对若干个频带中的每个频带确定；

[0021] 光学量，例如光强、颜色、频谱等；

[0022] 在静止或活动图像中的识别形状或识别声音。

[0023] 目标对象（或附于目标对象的传感器）的观测不必一定是原始测量数据，而可以是来源于测量数据的任何值。例如，观测可以来源于通过例如平滑处理的数学处理的测量数据。另外，本发明一些实施方式利用装置模型来校正传感器的观测。该特征尤其用于其中传感器不特别设计用于准确测量的应用中。

附图说明

[0024] 在下文中，将通过参考附图的具体实施例更详细地描述本发明，其中：

[0025] 图 1A 示出目标对象和具有三个接入点的一段无线网络、和多个样本点；

[0026] 图 1B 示出一个样本点和三个接入点的可能的信号质量值的范围；

[0027] 图 1C 示出获得一组相关样本点的处理；

- [0028] 图 2A 和 2B 示出其中将信号处理参数处理为连续值的情况；
- [0029] 图 3 示出一种初始化算法,用于初始化相关样本点组；
- [0030] 图 4 示出一种算法,用于查找一组相关样本点；
- [0031] 图 5 示出将在图 2A-4 中示出的单峰值实例扩展到多峰值的实例；以及
- [0032] 图 6 示出结合本发明的相关性指示符使用的基于图形的定位技术。

具体实施方式

[0033] 图 1A 示出目标对象和具有三个接入点的一段无线网络、和多个样本点。三角形标记 A1 到 A3 表示三个接入点。加号标记 S1 至 S9 表示模拟无线网络中的例如信号强度之类的模型信号参数值的数据模型的九个样本点。参考符号 T0 表示目标对象的位置。根据环境,参考符号 T0 可以指目标对象本身或它的位置。当定位开始时目标对象的位置是未知的,并且当定位完成时仅仅是估算值。参考标记 102 表示通过目标对象 T0 进行的一组(向量)RF 信号参数观测。在此实例中,接入点 A1、A2 和 A3 的信号参数的观测值,例如信号强度,分别是 2,8 和 9。目标对象 T0 是通过定位引擎 PE 定位的,在某些实施例中,该定位引擎可以位于目标对象本身中。但是当通过通常的定位引擎定位大量目标对象时,本发明的资源节约特点得到最好的利用。在一种典型的实现方式中,定位引擎是一种数据处理设备,例如服务器或一组服务器,其包括定位环境的数据模型、用于在目标对象的位置接收信号参数观测的装置和用于实现依照本发明方法的装置。

[0034] 为了示意说明,图 1A 还示出了三个接入点的每个的等信号参数值的三条线。这些等值线示出接入点的信号值是 10(最里面的线)、5(中间线)和 1(最外的线)的位置。示出这些线只是为了更好地理解本发明;它们不用于任何计算。图 1A 至 1C 描绘信号参数作为在 0 和 12 之间简单的标量值,以便使得实例更容易被读者理解。在实际的情形中,信号参数值可以是例如用 dBm 单位表示的信号强度。

[0035] 图 1B 和 1C 共同示出相关性指示符的实例组,用于指示相关样本点的组。

[0036] 图 1B 示出用于在图 1A 中示出的一个样本点即 S1 和三个接入点 A1 至 A3 的可能信号质量值的范围。在这里描述的实施例中,认为信号参数值是离散的值。当然,任何数字测量系统都生成“离散”值,但是如这里所用,“离散”表示将可能的值的范围处理为相对少的数目的双数(bin),而不是数字的实际的连续区间。应当理解,由于本发明适用于这样的技术:其中认为可能的信号质量值是连续的(非离散的),因此“离散”的精确定义不是必需的。

[0037] 图 1B 涉及这样的实施例,其中数据模型是概率模型。概率模型指示可测量的物理量的概率分布,所述物理量在此实例中是信号参数值。参考标记 121A 示出样本点 S1 的来自接入点 A1 的信号参数值的可能性分布。在典型但非限制性的实现方式中,它表示样本点(位置)S1 的来自 A1 的信号的可能性的信号强度的可能性分布。该量由 D(A1/S1)标注。信号强度分布可由实际测量、模拟计算或这种技术的组合确定。

[0038] 横条 121B 表示 A1 和 S1 的组的可能性的信号参数值的范围。如果信号参数值具有偏离零的统计上显著的余量的概率,则认为其是可能的。统计显著性的问题涉及在计算优化和准确度/可靠性之间的平衡。如果需要的余量为高(信号值只有当它们具有“非常”高的概率时才被接受),然后仅仅少量样本点将被认为是相关的并且在计算资源中的保存

量是巨大的。另一方面,存在忽略会影响定位的样本点的风险。

[0039] 参考标记 122A 和 123A 表示用于分别保持接入点 A2 和 A3 的相应分布。参考标记 122B 和 123B 表示可能的信号参数值的相应值。

[0040] 为了保持图 1B 紧凑性,图 1B 仅仅示出一个样本点 (S1) 和三个接入点 (A1 至 A3) 的可能的信号参数值的范围。在实际的系统中,应该分别为数据模型 (数据库) 中的每个样本点确定可能的信号参数值的范围。

[0041] 图 1C 示出获得一组相关样本点的处理。参考标记 131A 表示在图 1A 中示出的接入点 A1 和九个样本点 S1 到 S9 的每一样本点的可能的信号参数值的一组范围。参考标记 132A 和 133A 表示用于其它两个接入点 A2 和 A3 的类似的范围组。在 131A 至 133A 的每一数据结构中,样本点 S1 的最高范围与已经在图 1B 中示出相同,并且类似地确定用于保持样本点 S2 至 S9 的范围。例如,如从样本点 S3 所看到那样,数据结构 131A 示出接入点 A1 的 RF 信号参数值具有 1 到 5 (近似) 的范围。

[0042] 参考标记 131B 至 133B 表示三个值窗口,每个用于三个接入点中的每一接入点。每个值窗口 131B 至 133B 位于相应接入点的信号参数的值。如结合图 1A 所述,接入点 A1、A2 和 A3 的目标对象观测信号参数的值分别是 2、8 和 9。因此,值窗口 131B 至 133B 位于在数据结构 131A 至 133A 中的位置 2、8 和 9。在此描述的开始,可以假定值窗口的宽度是一。该宽度将随后进一步的描述。

[0043] 现在,所述方法在于使用数据结构 131A 至 133A 和值窗口 131B 至 133B 来确定一组相关样本点。在目标对象位置观测的接入点 A1 的信号参数值是 2 ($V_{A1} = 2$)。样本点 S3、S6、S8 和 S9 的可能信号参数值的范围覆盖了值窗口 131B。换句话说,给定观测值 $V_{A1} = 2$ 时,样本点 S3、S6、S8 和 S9 是相关样本点的候选。给定样本点 A_i 时,用 R_i 表示候选样本点组。通过对其它两个接入点重复相同程序,定位引擎确定下列组相关样本点:

[0044] $R1 = \{S3, S6, S8, S9\}$

[0045] $R2 = \{S2, S3, S5, S6, S8, S9\}$

[0046] $R3 = \{S5, S6, S7, S8, S9\}$

[0047] 定位引擎事先为每个接入点和信号值确定这些组的相关样本点,存储这些组并在在几个后面的定位周期中使用它们。可以使用存储的组直到 (按测量和 / 或模拟) 重新校准定位环境。

[0048] 接下来,定位引擎会确定以上三个组 $R1$ 、 $R2$ 和 $R3$ 的交集,以便确定与给定三个观测 $\{V_{A1} = 2, V_{A2} = 8, V_{A3} = 9\}$ 的每一观测相关的接入点组。产生的组由 R 表示的:

[0049] $R = R1 \cap R2 \cap R3$

[0050] $= \{S3, S6, S8, S9\} \cap \{S2, S3, S5, S6, S8, S9\} \cap \{S5, S6, S7, S8, S9\}$

[0051] $= \{S6, S8, S9\}$ 。

[0052] 因而在此实例中,相关样本点组从九个减少到三个。在实际的情况中,利用较大数目的样本点,缩小比会远大于三。可以通过单个定位引擎定位的目标对象的数目会近似地增加相同系数。

[0053] 在以上描述中,设定值窗口 131B 至 133B 的宽度是固定的。然而,优选始于相对小的宽度,如果产生的相关样本点组为空或太小以致无法给定可靠的结果,那么利用放宽的标准 (例如较宽值窗口) 来确定另一设置。可以理解,所示物理值窗口仅用于说明的目的,

数据处理器可以在不显像的情况下检查数值。

[0054] 在此实例中,使用三个组 R1、R2 和 R3 的数学简单交集来确定与所有三个观测相关的单组接入点。这表示样本点必须与每个观测相关以便与观测的组合相关。但是实际的测量很少这么简单,随后,将结合图 4 描述一种算法,该算法即使样本点不表现与一个或多个观测相关,也认为该样本点是相关的。

[0055] 在本发明某些实施例中,如果凭经验公知合适的值窗口生成相关样本点的空集,那么触发警报。这种情况可能是在目标对象本身中或在接入点(基站发射器)之一中的设备故障的症状。或者,可能已经通过壁结构的临时封锁或永久变化而改变了定位环境的传播特性。无论相关的样本点的空集的原因是什么,该原因都应被调查出。

[0056] 图 2A 和 2B 示出了一种情况:其中认为信号参数值是连续值,并且将其模拟为对称单峰值概率分布。将结合图 5 概述多个峰值和非对称的概率分布。将使用以下符号:

[0057] $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ = 接入点组

[0058] $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$ = 样本点组

[0059] $v = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ = 观测信号参数值组(向量)

[0060] $v_j = a_j$ 的信号值

[0061] NA = 未获得的值(覆盖之外、扫描失败,...)

[0062] $P(V|s_i, a_j)$ = 在 s_i 的 a_j 的信号参数的概率分布

[0063] ϵ (epsilon) = 指定查找忽略相关样本点的风险参数;例如 $\epsilon \in [0,1]$

[0064] 在图 2A 中,参考标记 202 表示 x 轴, x 轴表示从接入点观测的信号参数值。y 轴 204 表示在样本点 s_i 的接入点 a_j 信号参数的概率分布 $P(V|s_i, a_j)$ 。概率分布由参考标记 206 表示。该技术旨在确定一个或多个信号值区域以使得在该区域外观测的值的概率不超过预定概率阈值 ϵ 。因为在图 2A 中的概率分布是对称并且单峰的,所以可以确定由满足该要求的信号参数值 v_{\min} 和 v_{\max} 约束的信号值区域。参考标记 210 和 212 分别表示信号参数值 v_{\min} 和 v_{\max} ,从而观测的信号参数值在介于 v_{\min} 和 v_{\max} 范围之外的概率是 ϵ ,并且应用以下方程式:

[0065] $P(V < v_{\min} | s_i, a_j) = \epsilon / 2$

[0066] $P(V > v_{\max} | s_i, a_j) = \epsilon / 2$ 。

[0067] 换句话说,最小和最大信号参数值 v_{\min} 和 v_{\max} 不是绝对最小值和最大值而是约束包含大部分概率 $P(V|s_i, a_j)$ 的区域的较低和较高端的值。此区域通过画阴影线表示。

[0068] 图 2B 示出累积概率分布 226,其根据图 2A 的概率分布 206 导出。在图 2A 中,分别由参考标记 210 和 212 表示的最小和最大信号参数值 v_{\min} 和 v_{\max} 约束画阴影线区域 228,从而信号值在 v_{\min} 和 v_{\max} 之间的累积概率是 $1 - \epsilon$ 。

[0069] 从上述的概率考虑,可以导出相关性标准,以在定位形成观测向量 \bar{v} 的目标对象过程中,确定某个样本点是否是相关的。

[0070] 如上所述, v_i = 接入点 $a_i \in A$ 的信号值。如果 v_i 位于在样本点 s_j 中确定的接入点 a_i 的信号值区域之一以内,那么认为样本点 s_j 是相关的。在与样本点 s_j 相关的信号值分布是对称和单峰的情况下,并且 v_{\min} 和 v_{\max} 分别是如上所述确定的信号值区域的下限和上限,那么相关性标准可以写作:

[0071] $v_{\min} \leq v_i \leq v_{\max}$

- [0072] $R_i[v]$ 表示假定接入点 a_i 的观测信号参数值是 v 的情况下获得的相关样本点组。
- [0073] 图 3 示出用于初始化相关样本点组的初始化算法 300。行 302 定义针对样本点组 A 中的每个接入点 a_j 执行的 Begin...End(开始...结束)循环。行 304 对信号参数值 v 的每个可能值清空相关样本点的组 $R_j[v]$ 。行 306 定义针对样本点组 S 中的每个样本点 s_i 执行的开始...结束循环。行 308 和 310 分别计算最小和最大信号参数值, v_{\min} 和 v_{\max} , 使得低于 v_{\min} 或高于 v_{\max} 的观测概率是 ϵ 。行 314 将当前样本点 s_i 添加到信号参数值 v 的相关样本点的组 $R_j[v]$ 。
- [0074] 图 4 示出算法 400, 用于找出集合 $\mathbf{R} \subseteq \mathbf{S}$ 的相关样本点, 即与用于确定相应于观测 \bar{v} 的位置相关的样本点。行 402 创建空集 C , 所述空集 C 将包含一组候选样本点。行 404 对可听的(可检测的)接入点的数目初始化变量 F_{\max} 。行 406 开始针对观测矢量 \bar{v} 中的各个信号参数值 v_i 执行的 For 循环, 只要信号参数值 v_i 不是“NA”(不可获得)。在行 408, 对作为可听的接入点的数目的变量 F_{\max} 加一。行 410 开始对每个采样点 s_j 执行的 For 循环, 所述采样点 s_j 基于结合图 1A 至 1C 描述的范围因素是给定观测 $R_i[v_i]$ 的可能的采样点。
- [0075] 行 412 开始 If...Then 结构, 其中如果样本点 s_j 不是候选样本点组 C 的一员, 那么执行 Then 部分。在行 414, 样本点 s_j 被添加到候选样本点组 C 。在行 416, 将命中计数器 $F[j]$ 初始为一。If...Then 结构的 Else 部分包括行 418, 其中将命中计数器 $F[j]$ 加 1。在一些实施中, 对命中计数器 $F[j]$ 增加的值不限于 1 而是取决于观测值的可能性。
- [0076] 行 420 开始算法 400 的第二部分。在行 420, 将相关样本点组初始化为空集。行 422 开始 For 循环, 其针对候选样本点的组 C 中的各个样本点 s_j 执行。行 424 是 If...Then 结构, 其中如果可听的接入点的数目 F_{\max} 减去命中计数器 $F[j]$ 小于或者等于某一公差范围 K , 则执行该结构。在行 426, 将样本点 s_j 添加到组 R 。最后, 在行 428, 将获得的相关样本点组返回到调用应用程序。
- [0077] 公差范围 K 的意义如下。在只有当样本点是观测矢量 v 中每一信号参数值的可能样本点时认为该样本点是相关的情况下, 如果 $K = 0$, 那么算法 400 如图 1A-1C 尤其是图 1C 中所示的过程操作。然而, 可能发生这样的情况: $K = 0$ 的值施加了过于严厉的标准, 并且产生空的或者很少的相关接入点组。 K 的值 $= n; n = 1, 2, \dots$, 指即使样本点不在图 1C 所示的组 $R1 \dots R3$ 的 n 中, 也认为样本点是相关的。
- [0078] 图 5 举例说明将图 2A-4 所示单个的峰值实例扩充至多个峰值。参考数字 502 表示 X-Y 坐标系, 其中阈值水平 504 与曲线 506 相交。图 5 示出其中曲线 506 高于阈值水平 504 的两个区域。区域 A_1 从 x_1 延伸到至 x_2 , 而区域 A_2 从 x_3 延伸到 x_4 。该方法设置阈值水平 504 以便满足由参考数字 508 表示的条件。在纯文本中, 条件 508 表示在峰值区域 A_1 、 A_2 、... 上计算的概率 $P(V = x)$ 的积分等于 $1 - \epsilon$ 。
- [0079] 在本发明一些实施方式中, 数据模型不是概率模型。例如, 样本点可能仅仅包含一些可测量的物理量的统计和, 例如平均值、中值、最小值、或者最大值。另外, 样本点可以包含一个或多个观测作为初始测量的或者从观测导出的一些值。另一个可能性是样本点包含从例如射线追踪技术的计算机模拟获得的值。
- [0080] 在本发明一些实施方式中, 相关性标准可以基于与样本点相关的值的距离。例如, 如果 x_i 是用于与样本点 s_j 相关的接入点 a_i 的信号值, 那么信号值区域的较低的和较高的边界可以使用预定界限 z 来限定:

[0081] $V_{\min} = x_i - z$;

[0082] $V_{\max} = x_i + z$ 。

[0083] 基于图形和历史记录的定位

[0084] 通过使用利用了在本申请人的 PCT 公开 W02004/008795 中公开的基于图形的定位技术（其内容在此引用作为参考）的本发明的相关性指示符可以更进一步的减少定位的不确定性。所述 PCT 公开揭示了结合 HiddenMarkov 模型的基于图形的定位技术，但是本发明不局限于 Hidden Markov 模型。基于图形的定位可以概述如下。拓扑图模拟无线电通信环境的拓扑。所述拓扑图表示一组结点，其中每个结点表示在定位环境中的可允许的位置。拓扑图还表示一组弧度，其中各个弧表示在两个结点之间可允许的目标对象转移。拓扑图用来根据数据模型和观测序列估计目标对象的位置。例如，模拟定位环境的拓扑的拓扑图可用于排除不可能的位置和 / 或在位置之间不可能的转移。

[0085] 图 6 示出结合本发明的相关性指示符的基于图形的定位技术的使用。在图 6 所示实例中，拓扑图 TG 模拟可允许的位置并在定位环境中的转移。在该简单的实例中所示的拓扑图 TG 包含 20 个结点，其由参考符号 N1-N20 表示。在该实例中，结点 N1-N20 也是数据模型的样本点。参考符号 T1-T4 表示在四个不同时刻的目标对象位置。参考符号 S11-S14 表示四个不同的相关样本点组，各个组对应于不同时刻 T1-T4。相关样本点组可以借助于在该说明书中较早描述的相关性指示符来确定。

[0086] 图 610 示出对在时刻 T1-T4 的可能目标对象位置的确定。在时刻 T1，相关点组 S11 包括样本点（节点）N3-N6，如四个 X 符号所表示。在时刻 T2，相关样本点组 S12 包括节点 N6、N7、N14 和 N15。在时刻 T3，相关样本点组 S13 包括节点 N6-N9。最后，在时刻 T4，相关样本点组 S14 包括节点 N1、N9-N13 和 N18。

[0087] 在该实例中，假定目标对象在一个单位时间里为静止不动或从一个节点移动至它的紧邻节点，但它的移动无法足够快速地在单位时间中跳过两个或多个节点间弧。根据在时刻 T1 可获得的信息，每一节点 N3-N6 是可能的目标对象位置，即使不是所有位置的概率相等。但是在时刻 T2，由于目标对象无法从这些节点的任何一个节点移动到合适的节点，所以在时刻 T2，每单位时间至多一个节点间跳的规则排除了在时刻 T1 的节点 N3 和 N4。相同规则还排除在时刻 T2 的节点 N14 和 N15，因为这些节点无法在 T1 从可能的节点组到达。

[0088] 在时刻 T3，相关样本点的组 S13 包括节点 N6-N9。但是因为时刻 T2，N9 距离任何可能的节点为两个节点间跳，所以每单位时间至多一个节点间跳的规则排除节点 N9。最后，在时刻 T4，尽管相关样本点的组 S14 还包括节点 N1、N10-N13 和 N18，目标对象的位置可以被固定为节点 N9。但是在 T3，N9 是可以从任何可能的节点通过一个节点间跳达到的唯一节点。

[0089] 可以看出，除降低关于目标对象的当前位置的定位不确定性之外，在时刻 T1 至 T4 的目标对象的转移历史可以用来降低（或消除）关于目标对象的在前位置的不确定性。如前所述，根据在时刻 T1 可获得的信息，目标对象可能在任一节点 N3-N6。但是，当定位引擎在其配置中具有整个转移历史（在此实例中的四个步骤）时，则定位引擎可建立目标对象路径 N6-N7-N8-N9，如图 610 中四个圆圈所示。

[0090] 结合图 6 和上述 PCT 申请中更详细的内容，在此描述的基于图形的定位，由于可以

排除需要不可能的转移的一些节点,所以可用于进一步降低定位不确定性。基于图形的定位还可以用来降低计算负载,这是本发明的特征目的,因为可以在计算中省略需要不可能的转移的样本点(节点)。在此实例中,在时刻 T4 的相关样本点组 S14 包括七个节点(N1, N9-N13 和 N18),但是当考虑了目标对象的整个转移历史时仅仅一个节点即 N9 是可能的节点。

[0091] 可以通过使用基于 Hidden Markov Model 的技术正式地描述以上实例。用 $L(s_i)$ 表示在组 s_i 中的样本点的邻近组,即,从组 s_i 中的样本点通过单步可到达的样本点。 $L(R)$ 表示相关样本点的相邻组:

$$[0092] \quad L(R) = \bigcup_{s_i \in R} L(s_i)$$

[0093] 在下文中, $HMM_1, HMM_2, \dots, HMM_i$ 表示 Hidden Markov Model 中的连续的观测周期。相关样本点组 (R) 如下:

$$[0094] \quad HMM_1: R_{HMM/1} = R_1 \subseteq S$$

$$[0095] \quad HMM_2: R_{HMM/2} = R_2 \cap L(R_{HMM/1})$$

$$[0096] \quad HMM_i: R_{HMM/i} = R_i \cap L(R_{HMM/i-1})$$

[0097] 通过图 610 中的横条示出了该特征。虚线横条表示相关样本点的邻近样本点,而实线横条表示在排除不可能的转移之后相关样本点的邻近样本点。可以看出,因为仅仅需要计算相对于如下所述的样本点的观测概率,所述样本点属于通过 HMM 研究被认为是相关的样本点组 $R_{HMM/1 \dots i}$ 中,所以本发明的技术降低了计算负担。

[0098] 如果相关样本点组 $R_{HMM/k}$ 为空或非常地接近于空,这表示发生了意外的事件并且在恢复定位之前应该采取的一些措施。例如,观测信号可能临时阻塞、数据模型可能过时、附于目标对象的传感器可能发生故障等。如果问题持久,则应该触发警报。

[0099] 在结合图 6 描述的实例中,使用拓扑图 TG,从而将目标对象 T0 的位置视为是沿着拓扑图 TG 的节点之一。在可选实施中,将目标对象的位置解释为沿拓扑图 TG 的任一点,即,不一定是预定的节点 N1-N20 中的一个。在另一个实施中,将目标对象的位置解释为距离拓扑图 TG 为小于等于预定余量的任一点,例如半个走廊宽度。另外,拓扑图 TG 可以包括弧的组合,其适于模拟适于例如大厅的模拟开放空间的长路径和区域。

[0100] 装置模型

[0101] 本发明一些实施例利用装置模型来校正传感器的观测。此特征尤其用于这样的应用中:其中传感器不是特定设计用于精确测量的。例如,无线通信终端可以包括接收信号-强度指示符(RSSI),但是测量的信号-强度可能非常不准确。据此,每个装置模型包括适当的校正参数以便校正特定传感器的观测。例如,校正参数可以包括常量标度参数和/或线性化参数。如果特定目标对象被提供或与几个传感器相关,那么该特定目标对象有益于将分离的装置模型应用到每个传感器的观测。

[0102] 在一些情况中,可以采用在最优装置模型上的先验信息。例如,可以校准传感器并且可以产生装置模型,或可以选择预存的装置模型之一并且使该预存的装置模型与传感器相关,以用于以后的参考。

[0103] 传感器又可以与多个装置模型相关联,使得每个不同的装置模型包括不同的校正参数,以校正传感器的观测。在一个实施中,每个不同的装置模型可以是不同的校准曲线。

[0104] 即使目标对象（或附着于它的传感器）能够在实验室条件下进行接近理想的测量，它的表观测量能力也会受到相关于附近对象的位置和 / 或方向、或高度的影响。例如，关注的目标对象可能是佩带识别标签的医院病人，所述识别标签构成传感器。如果病人跌倒在地板上，那么传感器的取向和高度将发生变化。可选的是，传感器天线中的破裂会影响它的灵敏度。可以通过记录：传感器的观测通过使用应用了适当的、实验上导出的校正而得到最好的解释，来检测这种情况。

[0105] 在本发明的某些实施例中，在用于传感器的最优装置模型上的先验信息是不可获得的，并且使用相关样本点技术来选择最好的装置模型。此方法以该发现为基础：当信号值被高度地破坏或偏离时，相关样本点的数目趋向于很小甚至零。另一方面，如果观测信号与相关于样本点的数据良好地对应，那么相关样本点的数目为高。

[0106] 因而，如果应用装置模型增加了相关样本点的数目，则可以断定该装置模型能够消除某些设备 - 专有的偏离值。最佳选择的装置模型是将相关样本点的数目最大化的一个装置模型。可以通过分析一组观测来进一步改善装置模型选择的准确性。例如，可以选择这样的装置模型：对于该装置模型，所述观测组的相关样本点的平均数最高。

[0107] 在共同所有的专利申请 W02004/008796 中公开了用于创建并且使用装置模型的进一步的技术，其公开了位置确定技术。该技术包括确定弥补信号质量参数的不同的目标对象观测之间差异的多个装置模型，并且在多个装置模型之间为具体任务对象选择特定的装置模型。

[0108] 尽管在开头段中标识的现有技术文档和本发明某些公开实施例中涉及概率技术，然而本发明同样地适用于非概率技术，例如最近邻居型定位算法。对本领域技术人员显而易见的是，随着该技术的发展，该发明原理可以依照各种方式来实现。本发明及其实施方式不局限于如上所述实例，而是可以在权利要求范围内进行改变。

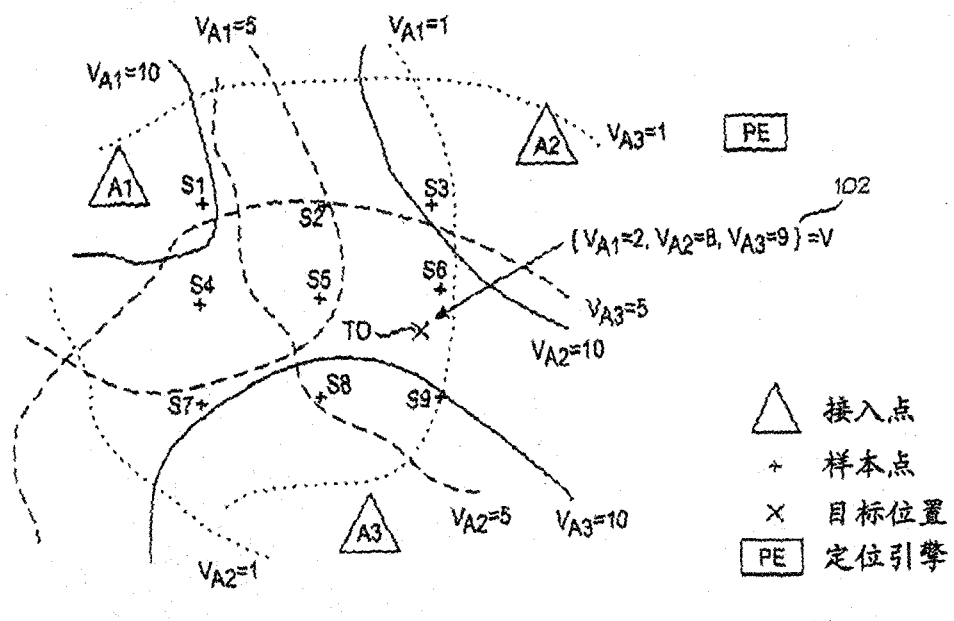


图 1A

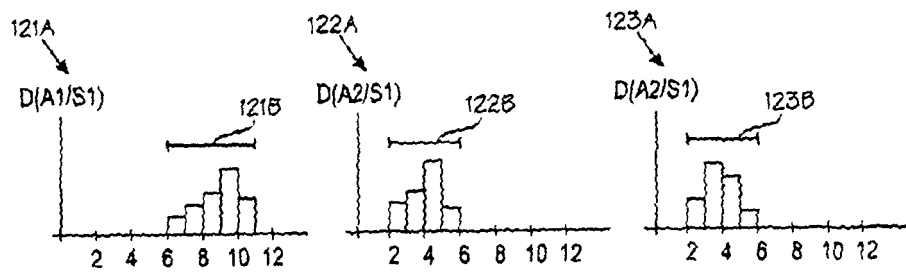


图 1B

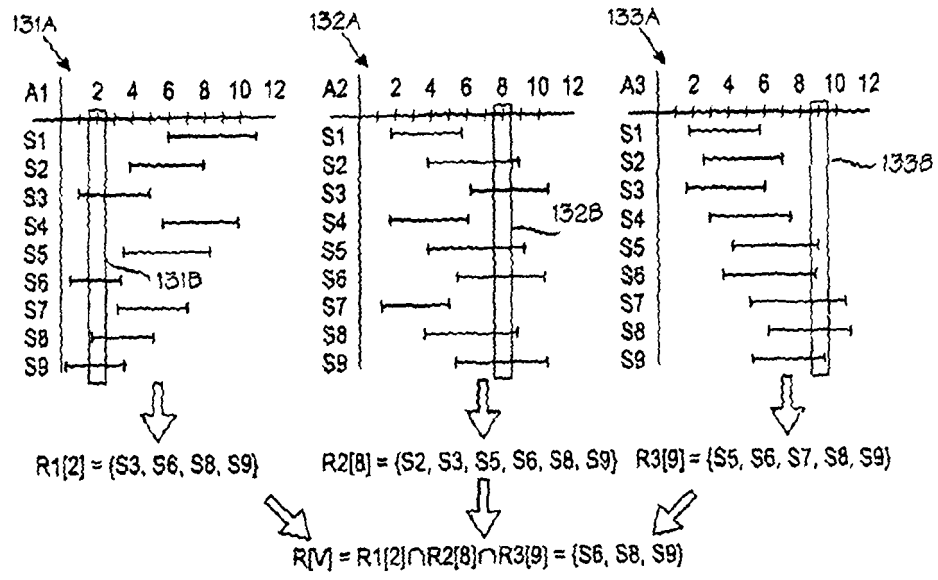


图 1C

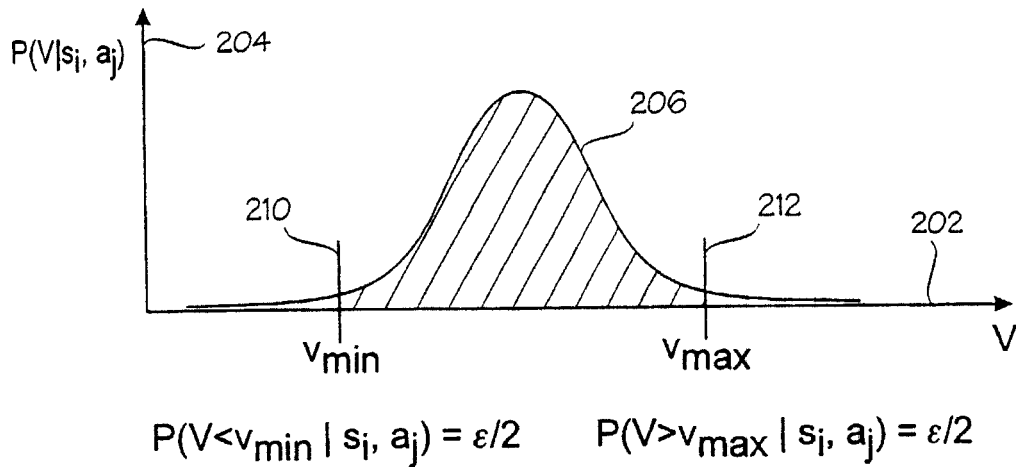


图 2A

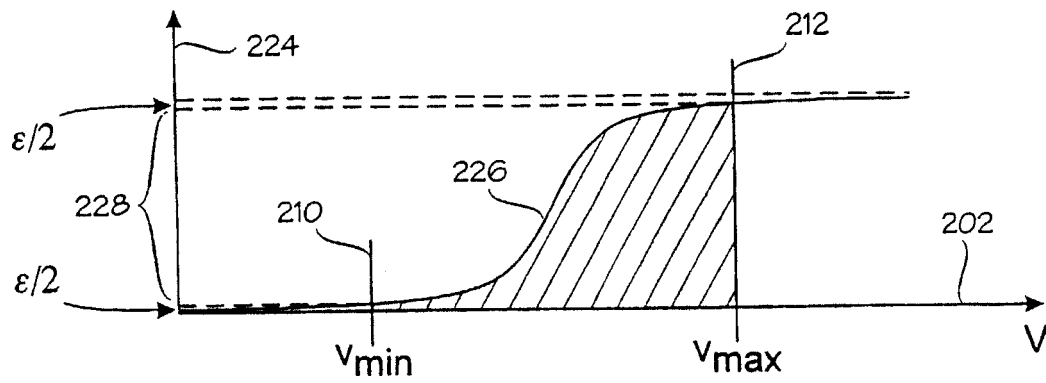


图 2B

300 →

302 → For each $a_j \in A$ do

Begin

304 → For each $v \in V$ set $R_j[v] = \{\}$

306 → For each $s_i \in S$

Begin

308 → Calculate v_{\min} such that $P(V < v_{\min} \mid s_i, a_j) = \varepsilon/2$

310 → Calculate v_{\max} such that $P(V > v_{\max} \mid s_i, a_j) = \varepsilon/2$

312 → For each v in $[v_{\min}, v_{\max}]$ do

314 → $R_j[v] = R_j[v] \cup \{s_i\}$

End

End

图 3

400 →

```

Function Find_relevant (in  $\bar{v}$ )
Begin
402 → Set C = {}
404 → Fmax = 0
406 → For each  $v_i \in \bar{v}, v_i \neq NA$  Do
    Begin
408 → Fmax = Fmax + 1
410 → For each  $s_j \in R_i[v_i]$  Do
        Begin
412 → If  $s_j \notin C$  Then
            Begin
414 → C = C  $\cup$  { $s_j$ }
416 → F[j]
            End
        Else
418 → F[j] = F[j] +
        End
    End
420 → Set R = {}
422 → For each  $s_j \in C$  Do
    Begin
424 → If (Fmax F[j])  $\leq K$  Then
426 → R = R  $\cup$  { $s_j$ }
    End
428 → Return R
End

```

图 4

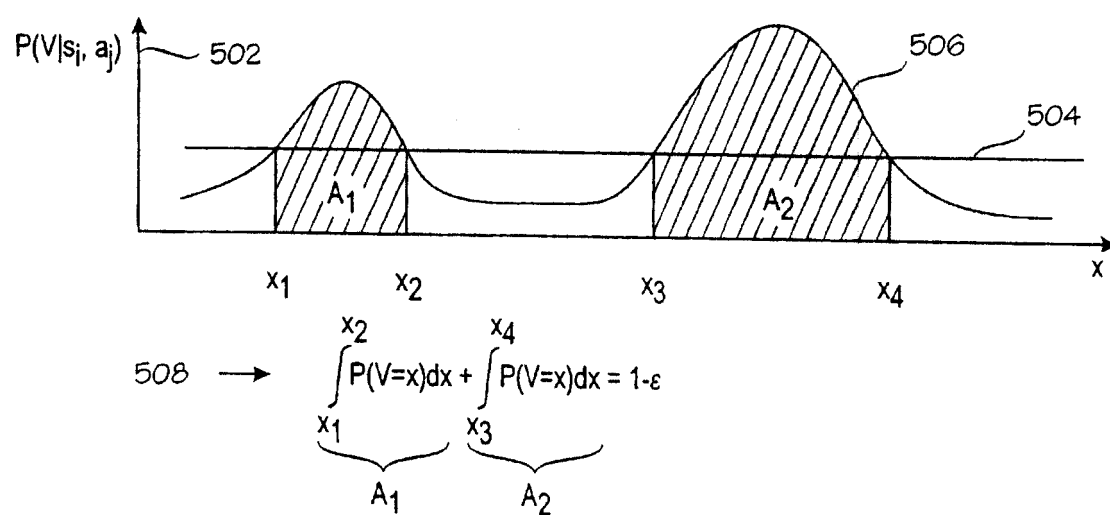


图 5

