



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1951027 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

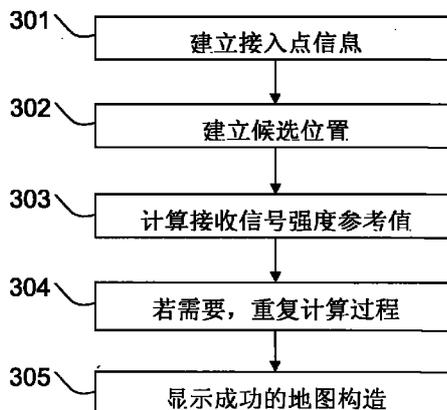
(21) 申请号 200580013871. 6
 (22) 申请日 2005. 03. 07
 (30) 优先权数据
 10/836, 396 2004. 04. 30 US
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2006. 10. 30
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/CN2005/000275 2005. 03. 07
 (87) PCT申请的公布数据
 W02005/107094 EN 2005. 11. 10
 (73) 专利权人 香港应用科技研究院有限公司
 地址 中国香港
 (72) 发明人 陶梅霞 刘坚能
 (74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有限公司 44223
 代理人 江耀纯
 (51) Int. Cl.
 H04B 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件
 WO 03/069367 A1, 2003. 08. 21, 全文.
 CN 1455350 A, 2003. 11. 12, 全文.
 US 6564065 B1, 2003. 05. 13, 全文.
 US 6026304 A, 2000. 02. 15, 全文.
 审查员 李彬

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称
 无线网络里的位置确定和位置跟踪

(57) 摘要
 本发明涉及一种监控网络环境, 收集客户在线信息, 并根据观察到的信息和在线信息来修正单个客户的位置确定的系统和方法。具体地, 本发明涉及的系统和方法, 监控无线网络, 收集来自客户的在线接收信号强度指标 (RSSI) 信息观察值, 而不需要知道这些客户位置的信息。另外, 本发明涉及的系统和方法, 根据观察到的客户信息如信号强度参考值, 提高网络内位置确定的准确性。



1. 一个实现无线网络里的位置确定的系统,所述系统包括一个或多个无线网络访问节点,所述一个或多个无线网络访问节点提供多个天线场型;其特征在于:

所述系统中配置有关于所述一个或多个无线网络访问节点的无线映射图,所述无线映射图通过使用所述多个天线场型提供相关的位置估计,

所述一个或多个无线网络访问节点使用所述多个天线场型接收从一个未知位置被传送到所述系统的信号,所述系统计算确定所述信号的接收信号强度差值,通过使用所确定的接收信号强度差值提高无线映射图的位置估计。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其中通过使用所确定的一系列接收信号强度差值,迭代地提高所述位置估计。

3. 根据权利要求 1 所述的系统,其中使用所述接收信号强度差值,通过一个位置条件概率密度函数提高所述位置估计。

4. 根据权利要求 3 所述的系统,其中所述的位置条件概率密度函数包括所述无线映射图每个位置估计的一个概率。

5. 根据权利要求 3 所述的系统,使用一个用户密度分布,确定其中所述的位置条件概率密度函数。

6. 根据权利要求 3 所述的系统,使用加权系数,确定其中所述的位置条件概率密度函数。

7. 根据权利要求 1 所述的系统,其中利用加权系数,对一个位置估计计算里的所述接收信号强度差值进行加权。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其中所述的加权系数包括对所述无线映射图的一个具体位置估计的每个接收信号强度观察值的一个加权系数。

9. 根据权利要求 1 所述的系统,其中所述无线映射图是通过取样一组多格子点而形成的。

10. 根据权利要求 1 所述的系统,还包括:

一个数据库,包含所述无线网络访问节点的所述多个天线场型的天线增益信息。

11. 根据权利要求 10 所述的系统,其中所述无线映射图是通过设立一组候选位置和计算从每个候选位置传送的一个虚拟远程站的一个接收信号强度参考值而形成的。

12. 根据权利要求 11 所述的系统,通过使用每个候选位置和每个所述无线网络访问节点之间的几何距离和每个所述候选位置和每个所述无线网络访问节点之间的角度,计算其中所述的接收信号强度参考值。

13. 根据权利要求 10 所述的系统,其中所述的数据库包含所述多个天线场型的每个天线场型相关的天线增益差值。

14. 根据权利要求 1 所述的系统,其中所述无线映射图被填充了每个所述多个天线场型的接收信号强度参考值信息。

15. 根据权利要求 1 所述的系统,其中所述的多个天线场型包括多个狭窄天线场型和与同一个无线网络访问节点相连的一个宽天线场型。

16. 一个实现无线网络里的位置确定的方法,包括:

在一个具有一个或多个无线网络访问节点的服务区内提供多个天线场型;

提供与使用所述多个天线场型有关的位置估计的无线映射图;

使用所述多个天线场型,确定有关被接收到的一个信号的接收信号强度信息,所述信号从一个未知位置被传送;和

使用所述确定的接收信号强度信息,修正所述无线映射图的所述位置估计。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述的修正位置估计包括:

使用一系列接收信号强度信息确定值来迭代地修正所述位置估计。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,还包括:

确定一个位置条件概率密度函数,所述位置条件概率密度函数与所述确定的接收信号强度一起被用于所述的修正位置估计。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中所述的确定位置条件概率密度函数包括:

为所述无线映射图中每个位置估计,确定接收信号强度信息分布概率。

20. 根据权利要求 18 所述的方法,其中所述的确定位置条件概率密度函数包括:

使用一个用户密度分布。

21. 根据权利要求 18 所述的方法,其中所述的确定位置条件密度函数包括:

使用加权系数。

22. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述的修正位置估计包括:

将加权系数应用到所述接收信号强度信息。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其中所述加权系数包括对所述无线映射图的一个具体位置估计的每个接收信号强度观察值的一个加权系数。

24. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述的提供无线映射图包括:

通过取样一组多格子点来形成所述的无线映射图。

25. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述的提供无线映射图包括:

通过设立一组候选位置和计算从每个候选位置传送的一个虚拟远程站的一个接收信号强度参考值来形成所述无线映射图。

26. 根据权利要求 25 所述的方法,其中所述的形成无线映射图包括:

为每个候选位置使用所述多个天线场型的天线增益信息。

27. 根据权利要求 25 所述的方法,使用每个候选位置和一个无线网络访问节点之间的几何距离和每个所述候选位置和所述无线网络访问节点之间的角度,来计算其中所述的接收信号强度参考值。

28. 根据权利要求 25 所述的方法,其中所述的提供无线映射图包括:

将每个所述的多个天线场型的接收信号强度参考值信息填充到所述无线映射图。

29. 根据权利要求 16 所述的方法,还包括:

提供与所述多个天线场型的每个天线场型相关的天线增益差值的一个数据库,用于所述的修正位置估计。

30. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述的多个天线场型包括多个狭窄天线场型和与同一个无线网络访问节点相连的一个宽天线场型。

31. 根据权利要求 16 所述的方法,还包括:

使用所述无线映射图的所述修正后的位置估计,确定一个远程站的位置。

32. 根据权利要求 31 所述的方法,其中所述的确定所述位置包括:

使用所述确定的接收信号强度信息。

33. 根据权利要求 31 所述的方法,其中所述的确定所述位置包括:
使用历史信息来模拟远程站在一个连续时间瞬间上移动的可能性。

34. 一个实现修正无线网络里的客户位置的系统,所述系统包括一个或多个网络客户端,其特征在于:

所述系统中配置有在无线网络环境里的一个点图,所述系统计算来自一个或多个网络客户端用户的一组在线观察值的加权系数,使用所述一组在线观察值和它们相应的加权系数用于计算所述点图中一个点的更新点,用所述更新点更新所述点图中的所述点。

35. 根据权利要求 34 所述的系统,其中确定一个接收信号强度的概率来计算所述更新点。

36. 根据权利要求 34 所述的系统,其中确定所述点图中多个点和所述更新点之间的差异,来选择所述点图中的点并用更新点更新。

37. 根据权利要求 34 所述的系统,其中所述点图包括有关所述点图中的点的接收信号强度信息。

38. 根据权利要求 37 所述的系统,其中所述的接收信号强度信息是被观察的。

39. 根据权利要求 37 所述的系统,其中所述的接收信号强度信息是被预测的。

40. 根据权利要求 39 所述的系统,使用一个一般传播模型,来预测其中所述点图的接收信号强度信息。

41. 根据权利要求 34 所述的系统,其中所述组在线观察值包含的观察值数量比在所述点图里的被观察点的数目更大。

42. 一种确定在无线网络里的远程站位置的方法,所述方法包括:

提供一个在所述无线网络的服务区内提供多个点的位置估计的无线映射图;

观察多个远程站的有关多个天线场型的接收信号强度信息;和

应用所述观察的接收信号强度信息到所述无线映射图,来迭代修正所述无线映射图的位置估计。

43. 根据权利要求 42 所述的方法,其中所述的提供所述无线映射图包括:

使用有关所述服务区内格子点的传播模型,计算一个无线映射图。

44. 根据权利要求 42 所述的方法,其中所述的应用所述观察的接收信号强度信息到所述无线映射图包括:

应用加权系数到所述观察的接收信号强度信息。

45. 根据权利要求 44 所述的方法,其中所述的加权系数包括有关所述无线映射图的一个具体位置估计的每个接收信号强度观察值的一个加权系数。

46. 根据权利要求 42 所述的方法,其中所述的应用所述观察的接收信号强度信息到所述无线映射图包括:

使用一个位置条件概率密度函数。

47. 根据权利要求 46 所述的方法,还包括:

使用加权系数确定所述位置条件密度函数。

48. 根据权利要求 47 所述的方法,其中所述的确定所述位置条件密度函数包括:

确定所述无线映射图的每个位置估计的一个接收信号强度信息分布概率。

49. 根据权利要求 47 所述的方法,其中所述的确定所述位置条件密度函数包括:

使用一个用户密度分布。

无线网络里的位置确定和位置跟踪

技术背景

[0001] 本发明涉及无线通信,特别涉及修正无线设备的定位。

[0002] 发明背景

[0003] 有时候人们希望确定在一个无线网络内,如射频 (RF) 网络内,运作站点的位置。例如,美国联邦通信委员会 (FCC) 已经颁布法案:蜂窝式电话系统必须安装提供移动电话位置信息的系统,以备紧急事件反应所需,如 Enhanced 911 (E911) 紧急事件反应。另外地,对提供特定服务而言,站点位置可能很重要,例如,识别用户和非用户、进行资源分配、增强网络安全和位置敏感的内容发送等等。

[0004] 为了估计站点位置,系统通常测量一个关于距离函数的度量 (metric)。一个典型的测量度量是信号强度,它在自由空间上随着距离呈对数级地衰减。时间信息,如信号到达时间或信号到达不同天线上的时间差,可以被用来作为一个测量度量,由此能够确定距离信息。一些参考点通常与从测量度量获得的距离信息一起使用来估计位置。

[0005] 全球定位系统 (GPS) 接收器的使用,在航空应用领域几乎无处不在,它与绕地球运行的中轨道地球卫星网络一起协力运作来确定接收器的位置。在这样一个 GPS 网络里,前述的参考点是卫星,测量度量是卫星信号到 GPS 接收器的到达时间。由于 GPS 接收器和卫星之间是一条清晰的直视线,卫星信号到达时间通常与卫星和 GPS 接收器之间的距离成正比关系。通过测量三个卫星的信号到达时间, GPS 接收器能够计算出该接收器所处的经度和纬度。利用第四个卫星的到达时间信息, GPS 接收器还能够确定其所处的海拔高度。

[0006] 在前述的蜂窝网络里,包括信号强度测量和 / 或信号到达时间差的相关技术已被用来进行位置确定。例如,美国专利号 6, 195, 556 讲授到:使用信号强度测量,结合站点信号的到达时间差,来确定站点位置,在此该专利的公开通过引用被结合到本文中。另外,专利号 6, 195, 556 讲授到:使用具体位置的接收信号特征的映射地图 (例如,接收多个远程站位置中每个位置的“签名”) 来确定站点位置。在上述蜂窝式网络的情况下,基站收发信台 (BTSs) 通常被用作参考点,由此作出距离确定。

[0007] 无线局域网 (WLAN) 位置确定系统已被采用,分为两个阶段:离线阶段和在线阶段。在离线阶段,可以在服务区内在具体位置上进行无线接入点的“指纹”(例如,信号强度、多路特征、等等) 预测或测量。位置“指纹”能够被离线预测或测量,例如当配置一个网络的时候,且位置“指纹”被存储在一个数据库内,导致一个所谓的无线映射图 (radio map), 使无线信号信息和已知位置的坐标产生联系。在在线阶段,在网络的随后运作期间,测量在未知位置上的远程站的“指纹”,并与数据库里的记录进行比较。然后,使用位置估计算法对未知位置进行位置估计。例如,位置估计算法包括但不限于,三角测量,最近邻域估计,K-最近邻域平均,和基于历史的最短路径。

[0008] 以前,开发一个精确的定位的无线映射图需要在整个网络环境内进行人工校准,即意味着在能够作出定位之前,工程师实际上必须亲自前往,在网络覆盖范围内的一些特定点上进行校准测量。根据人工测量,系统将建立无线映射图,然后作出定位。这个方法被称作有监督的校准或有监督的训练。进行人工校准测量费用昂贵,且消耗大量的人力。并

且,由于无线环境经常变化,测量参数也会跟着变化,所以,通过反复校准来修正测量显得不切实际,而且效率低下。需要人工校准的有监督的训练,提供相当准确的位置确定,但随着时间的推移,当网络参数发生变化时,准确性就会降低。所以,减少对昂贵的和费时的人工测量的需要,是有必要的。

[0009] 发明简述

[0010] 本发明涉及一种监控网络环境,收集客户在线信息,并根据观察信息和在线信息修正单个客户定位的系统和方法。

[0011] 一个实现无线网络里的位置确定的系统,包括一个或多个无线网络访问节点,所述一个或多个无线网络访问节点提供多个天线场型;所述系统中配置有关于所述一个或多个无线网络访问节点的无线映射图,所述无线映射图通过使用所述多个天线场型提供相关的位置估计,

[0012] 所述一个或多个无线网络访问节点使用所述多个天线场型接收从一个未知位置被传送到所述系统的信号,所述系统计算确定所述信号的接收信号强度差值,通过使用所确定的接收信号强度差值提高无线映射图的位置估计

[0013] 一个实现无线网络里的位置确定的方法,包括:

[0014] 在一个服务区内提供多个天线场型;

[0015] 提供与使用所述多个天线场型有关的位置估计的无线映射图;

[0016] 使用所述多个天线场型,确定有关被接收到的一个信号的接收信号强度信息,所述信号从一个未知位置被传送;和

[0017] 使用所述确定的接收信号强度信息,修正所述无线映射图的所述位置估计。

[0018] 一个实现修正无线网络里的客户位置的系统,所述系统包括一个或多个网络客户端:

[0019] 所述系统中配置有在无线网络环境里的一个点图,所述系统计算来自一个或多个网络客户端用户的一组在线观察值的加权系数,使用所述一组在线观察值和它们相应的加权系数用于计算所述点图中一个点的更新点,用所述更新点校正所述点图中的所述点。

[0020] 具体地,本发明的实施例包含监控无线网络的系统和方法,如收集来自客户的在线接收信号强度指标(RSSI)信息观察值来提供位置确定,而不需要知道这些客户准确的位置信息。

[0021] 另外,根据观察的客户信息如信号强度参考值,本发明实施例涉及的系统和方法还提高网络内定位的准确性。在本发明的一个实施例里,本方法采用来自已知或未知位置的多个客户的在线接收信号强度观察值,与最初观察的或估计的信号强度数据库一起,来修正网络环境的一个无线映射图。可以将来自客户的在线 RSSI 观察值与最初观察的或估计的信号强度数据库进行比较,从而根据无人监督训练性能可以修正无线映射图。依照本发明的实施例,无人监督的系统训练减少或排除对网络进行现场校准的需要,相反地,现有的在线测量能够被用来校准和调整网络环境的无线映射图。另外,依照本发明的实施例,收集的 RSSI 信息可以从普通网络传送而获得,因此,不需要任何额外的开销来获得和使用信息用于位置确定。

[0022] 本发明实施例的一个目的是建立移动站位置的一个初始无线映射图,而不需要进行人工校准,通过比较在线观察值和一个普通模型估计值,并反复迭代,直到无线映射图处

于一定水平的精确度内。

[0023] 本发明实施例的另一个目的是修正现有的由监督训练建立的移动站位置的无线映射图,而不需要人工重新测量网络参数来修正校准。

[0024] 本发明实施例的又一个目的是使用无人监督的训练来修正现有的由监督训练建立的移动站位置的无线映射图,而不需要花费额外的金钱和人力。

[0025] 前面已经广义地概括了本发明的特点和技术优越性,以便可以更好地理解后续的本发明的详细说明。本发明的其它特点和技术优越性将在此后说明,他们构成本发明的权利要求的主题。应该理解,这里公开的概念和具体实施例可以很容易地用于修正或设计实现本发明的相同目的的构造的基础。还应认识到,这样的等同结构不脱离所附权利要求定义的本发明范围。本发明的特征的创新点,即指其结构也包括操作方法,以及其它的目的和优点,这些将在后面结合附图的说明中更好地理解。但是还应理解,每个附图是用于说明的目的,不用来限定本发明的范围。

[0026] 附图简述

[0027] 为了更全面地理解本发明,现参考结合附图的以下说明。其中:

[0028] 图 1A 是本发明实施例采用的一个无线网络系统;

[0029] 图 1B 是在一个实际配置中可能出现的一个宽方位角范围内具有增益成分的图 1A 的天线场型 (pattern);

[0030] 图 2A 和 2B 是依照本发明实施例可以利用的不同的多天线场型结构;

[0031] 图 3 是用于建立无线映射图的一个首选实施例算法的步骤流程图;

[0032] 图 4 是迭代修正定位的无线映射图的一个首选实施例算法的步骤流程图;

[0033] 图 5 是用于在线位置确定的一个首选实施例算法的步骤流程图;和

[0034] 图 6 是用于在线位置跟踪的一个首选实施例算法的步骤流程图。

[0035] 发明详述

[0036] 本发明的一个实施例通常涉及监控网络环境,如一个无线网络,通过收集来自客户端用户的信息,如 RSSI 信息,并使这些信息能够被在线使用。使用这些在线信息,无人监督的学习理论可以被用来修正网络环境的无线映射图,并产生更准确的位置确定。

[0037] 在此,将简单概述模式分类 (pattern classification) 里的无人监督的学习理论。例如, $D = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 表示从一个已知数量 c 的群集 $w = \{w_1, w_2, \dots, w_c\}$ 中独立挑选出来的 n 个无标记特征观察值的集合,依照混合密度函数:

$$p(x|\theta) = \sum_{j=1}^c p(x|w_j, \theta_j) p(w_j)$$

[0038]

(1)

[0039] 其中,特征函数的群集条件概率 $p(x|w_j, \theta_j)$ 可能是已知的(如多变量高斯分布),但是 c 个参数值 $\theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_c\}$ 可能是未知的。在未知参数之间可能也包括先验概率 $p(w_j)$ 。主要目的是通过使用无标记的观察值集合 D 来估计参数 θ 和 $p(w_j)$, $j = 1, 2, \dots, c$ 。 θ 和 $p(w_j)$ 的最大可能估计 (maximum likelihood estimation) 是使联合密度 $p(D|\theta)$ 最大化的值,等式表示如下:

$$[\text{0040}] \quad (\hat{\theta}, \hat{P}(w)) = \arg \max_{\theta, P(w)} p(D|\theta) = \arg \max_{\theta, P(w)} \prod_{k=1}^n p(x_k|\theta)$$

(2)

[0041] 约束条件是 $P(w_j) \geq 0$ 和 $\sum_{j=1}^c P(w_j) = 1$ 。在多变量高斯分布情景下, 每个参数 θ_j 由均值向量 μ_j 和协方差矩阵 Σ_j 组成, 且 $p(x|w_j, \theta_j)$ 表示如下:

$$[\text{0042}] \quad p(x|w_j, \theta_j) = \frac{1}{(2\pi)^{d/2} |\Sigma_j|^{d/2}} \exp\left[-\frac{1}{2}(x - \mu_j)^T \Sigma_j^{-1} (x - \mu_j)\right]$$

(3)

[0043] 其中, d 是特征向量的维数, $|\Sigma_j|$ 和 Σ_j^{-1} 分别是 Σ_j 的行列式和逆, $(x - \mu)^T$ 是 $x - \mu$ 的转置矩阵。如果未知量是 μ_j 和 $P(w_j)$, 等式 (2) 的解见以下等式:

$$[\text{0044}] \quad \hat{\mu}_j = \frac{\sum_{k=1}^n \hat{P}(w_j|x_k, \hat{\mu}) x_k}{\sum_{k=1}^n \hat{P}(w_j|x_k, \hat{\mu})}, \quad j = 1, \dots, c$$

(4)

$$[\text{0045}] \quad \hat{P}(w_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \hat{P}(w_j|x_k, \hat{\mu})$$

(5)

[0046] 其中

$$[\text{0047}] \quad \hat{P}(w_j|x_k, \hat{\mu}) = \frac{p(x_k|w_j, \hat{\mu}_j) \hat{P}(w_j)}{\sum_{i=1}^c p(x_k|w_i, \hat{\mu}_i) \hat{P}(w_i)}$$

(6)

[0048] 虽然这些等式显得相当复杂棘手, 但实际上解释非常简单, 且 μ_j 的最大可能估计只不过是一个样本的加权平均值; 第 k 个样本的权重是 x_k 属于第 j 个群集可能性的一个估计。在极端情况中, 当 x_k 来自群集 w_j 时, $\hat{P}(w_j|x_k, \hat{\mu})$ 等于 1, 否则为 0, $\hat{P}(w_j)$ 是从 w_j 中选出的样本比率, 且 $\hat{\mu}_j$ 是那些样本的平均值。

[0049] 如果能够获得相当准确的初始估计 $\hat{\mu}_j(0)$ 和 $\hat{P}_0(w_j)$, 依照以下的等式, 等式 (4-6) 显示一个迭代方案来提高估计精度:

$$[\text{0050}] \quad \hat{P}_i(w_j|x_k, \hat{\mu}) = \frac{p(x_k|w_j, \hat{\mu}_j) \hat{P}_i(w_j)}{\sum_{i=1}^c p(x_k|w_i, \hat{\mu}_i) \hat{P}_i(w_i)}$$

(7)

$$\hat{\mu}_j(i+1) = \frac{\sum_{k=1}^n \hat{P}_i(w_j | x_k, \hat{\mu}(i)) x_k}{\sum_{k=1}^n \hat{P}_i(w_j | x_k, \hat{\mu}(i))}$$

[0051]

(8)

$$\hat{P}_{i+1}(w_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \hat{P}_i(w_j | x_k, \hat{\mu}(i))$$

[0052]

(9)

[0053] 通常,最大化可能性函数是一个循序渐进的过程。如果在群集条件密度函数之间的重叠很小,群集之间的耦合会很小,收敛将会很快。应用这种无人监督学习理论允许个人通过迭代来纠正、修正或更新无线映射图的精确性,而不是通过重新测量网络环境和人工再次校准。

[0054] 本发明的实施例采用无人监督学习理论直接应用于定位技术,来建立接收信号强度参考值。相应地,定位被认为是一个模式分类问题。具体地,在一个网络服务区内,群集是些特定点,特征空间是在网络里由无线访问节点连接到的一个无线站的 RSSI 信息。假设在无线环境下的接收信号强度服从一个对数高斯模型,来自每个候选位置在分贝 (dB) 标度上的 RSSI 样本被模拟成一个多变量高斯分布。进一步假设遮蔽效应 (shadowing effects) 的标准平方差是固定的和已知的,在候选点 $w = \{w_1, w_2, \dots, w_c\}$ 上,等式 (7-9) 能够被直接用来迭代修正信号强度参考值 $u = \{u_1, u_2, \dots, u_c\}$ 。

[0055] 本发明的实施例利用信号强度参考值的一个初始估计值。例如,依照在美国专利 10/635,367 “在无线网络里的定位”里披露的方法而获得的信号强度参考值,依照本发明的一个实施例能够被用来提供 μ 的初始估计值。或者,依照本发明的一个实施例能够产生 μ 的初始估计值,这个将在本文进行讨论。利用足够的 RSSI 观察值样本,在每个格子点上的信号强度参考值收敛于一个更准确的数值。

[0056] 如图 1A,显示一个典型的无线网络系统,如网络 100。应该理解,网络 100 可能包含若干无线局域网 (WLAN)、无线城域网 (WMAN)、蜂窝网络、卫星网络、和 / 或等。但是,为了更好地帮助读者理解本发明的概念,此处以一个实施例作为参考,其中网络 100 包含部分无线局域网 (WLAN) 或无线城域网 (WMAN),所以,将使用与这样的无线网络相一致的专业用语。本领域的技术人员很容易理解,这儿讨论的相关无线网络拥有在其它无线网络构造里的相应结构,因此,关于其它的无线网络构造,从其中的披露将很容易理解本发明的实施。例如,无线访问节点会出现在每个前述的无线网络中,尽管可能通过使用一个不同的术语 (如:接入点 (WLAN 和 WMAN)、基站收发信台 (蜂窝网络)、和无线电收发器 (卫星网络)) 作为参考。

[0057] 在图 1A 阐述的实施例中,网络中枢 151 可能包含有线链接、光学链接和 / 或无线链接,连接网络 100 的节点。具体地,基于处理器的系统 150 可能包含网络服务器、网络工作站、定位系统或甚至其它网络如互联网,通过网络中枢 151 被连接到接入点 (“APs”) 101-103。依照一个首选实施例,网络中枢 151 依照一个标准协议 (如以太网、SONET、等等) 提供数据通信,尽管如果需要的话可以使用专有协议。

[0058] 通过使用多天线场型,所述实施例的接入点 (APs) 101-103 提供一个服务区的射

频 (RF) 发射。例如,接入点 (APs) 101-103 可以采用安装相控阵天线和 / 或天线波束转换的智能天线构造来提供多种天线场型。例如,适合提供多天线场型的商业化的接入点 (APs) 有来自 California San Francisco Vivato 公司的 2.4GHz Wi-Fi 交换器。

[0059] 所述实施例显示这样一个构造,其中每个接入点拥有 10 个大约 36° 的方向天线场型和一个与之相连的全向天线场型 (大约 360°)。具体地,接入点 101 有方向天线场型 110-119 和相关的的全向天线场型 11。类似地,接入点 102 有方向天线场型 120-129 和相关的的全向天线场型 12,接入点 103 有方向天线场型 130-139 和相关的的全向天线场型 13。

[0060] 应该理解,可以布置所述实施例的方向天线场型,来提供沿着不同方位角的波阵面,从而在每个相应接入点周围一部分的服务区内提供方向覆盖。但是,也应该理解,运作本发明不仅仅限于在图 1A 中所示的特定天线场型构造。例如,可以设置一个接入点,在该接入点周围提供一个小于 360° 范围的覆盖。

[0061] 如图 2A 中所示,可以设置一个接入点来提供一个相当宽的天线场型覆盖一个所希望的区域或其中一部分,和提供多个更狭窄的天线场型在那个区域内。在图 2A 的例子中,接入点 201 被设置来提供宽天线场型 21 (如可能包含一个大约 120° 的波束) 和狭窄天线场型 210-213 (如可能包含大约 30° 的波束)。接入点 201 并不限于提供所示区域的发射,例如,可以采用 2 个额外的多天线场型构造设在不同方位角中央,从而提供 360° 的发射。

[0062] 如图 2B 中所示,可以设置一个接入点,来提供多个重叠的方向天线场型设在一个相同方位角中央。具体地,相当宽的天线场型 210 (如可能包含一个大约 60° 的波束),更狭窄的天线场型 211 (如可能包含一个大约 36° 的波束),和狭窄天线场型 212 (如可能包含一个大约 5° 的波束),各自设立在接入点 202 的一个相同方位角的中央。如与以上所述的接入点 201 一样,接入点 202 可以采用额外的多天线场型构造设立在不同方位角中央,从而提供所想要的发射。

[0063] 不管采用什么特别的天线场型,接入点提供信息通信链接给在无线网络服务区内远程站。如图 1A 所示,远程站 10 处在接入点 101 的天线场型 11 和 111 内、接入点 102 的天线场型 12 和 124 内、和接入点 103 的天线场型 13 和 138 内,接入点 101-103 中的任何一个都能被调用来提供远程站 10 的无线链接,从而,通过网络中枢 151 便于远程站 10 进行网络通信。

[0064] 应该理解,图 1A 所述的天线场型已经是非常简化的,以便能够更清晰传达本发明的概念。例如,不同于提供图 1A 的高度方向性的、被清晰定义的波束,接入点可以提供在一个相当宽方位角范围内具有增益成分的场型。如图 1B 所示,接入点 101 的辐射场型 111-113 具有相当宽方位角范围内的天线增益成分,在实际应用中很可能会碰到 (这种辐射场型)。相应地,本发明的技术人员将很容易理解,一个远程站可能处在各个接入点的重叠辐射场型区域之外,但仍然能进行无线通信。依照本发明的实施例,在一个特定远程站的一个方向上,这种多个天线场型的增益成分会增强准确定位和改善位置精确度的能力。

[0065] 如前所述,依照美国专利 10/635,367 “在无线网络里的定位”中披露的方法,能够获得信号强度参考值的一个初始估计。另外地或有选择地,也可以如下建立一个提供信号强度参考值初始估计的数据库。例如,依照如下一般对数路径损失模型,使用一个室内无线信道传播模型来获得接收信号强度参考值,而建立一个无线映射图:

$$P(d) = P(d_0) - 10\beta \lg \frac{d}{d_0}$$

[0066]

(10)

[0067] 其中, $P(d_0)$ 表示在距离一个辐射传送天线一个参考距离 d_0 上接收的功率 (以 dB 标度), β 表示路径损失指数。参数 $P(d_0)$ 和 β 的数值取决于现实环境和辐射功率。

[0068] 如图 3 所示, 显示建立无线映射图的一个首选实施例算法的步骤流程图。在图 3 中所示实施例的步骤 301, 设立接入点信息。变量 K 表示将绘制到地图环境里的接入点总数。每个接入点, 记作 $AP_k, 1 \leq k \leq K$, 都装备有一个包含多辐射场型的“智能天线”板。每个辐射场型可能具有不同的增益分布轮廓 (gain profile)。这些增益是已知的, 或者能够由天线和 / 或系统的波束成形特征获得。例如, 一个具体的天线场型可能具有一个与之相关的增益表, 它可能由制造商提供或者通过使用在射频 (RF) 工程领域里众所周知的公式非常容易地确定。变量 P_k 表示有关第 k 个接入点的辐射场型数目。所以, 第 $p (1 \leq p \leq P_k)$ 个场型在角度 $\theta (0^\circ \leq \theta \leq 360^\circ)$ 的增益可以记作变量 $Gain_k [p, \theta]$ 。不同的接入点可以安装相同的或不同的天线板。接入点信息还包括每个接入点在感兴趣区域里的物理位置, 可以通过 x - y 坐标来表示, 以及智能天线板方向。

[0069] 在图 3 中所述实施例的步骤 302, 在感兴趣环境里设立一组候选位置。例如, 可以设立一个虚构的格子来在整个环境里或其一部分内划分出许多位置, 提供关于位置估计的一个所期望水平的分辨率。由格子划分出的每个位置可以被看作一个候选位置。集 $\{w_j, j = 1, 2, \dots, c\}$ 表示在感兴趣环境里的一个候选点集合。每个元素 w_j 的物理位置可以通过 x - y 坐标表示。

[0070] 在图 3 中所述实施例的步骤 303, 计算接收信号强度参考值。假设有一个虚拟远程站从每个候选位置 w_j 进行发送, 接入点的多个天线场型中的每个天线场型所接收的信号强度参考值可以依照前述的信道传播模型被预测出来。具体地, 变量 $\mu_j [k, p]$ 表示来自第 j 个候选位置的在第 k 个接入点的第 p 个天线场型上的信号强度参考值。依照下列等式; 变量 $\mu_j [k, p]$ 能够被计算出来:

$$\mu_j [k, p] = P(d_0) - \beta \lg \frac{d(w_i, AP_k)}{d_0} + Gain_k [p, \theta(w_i, AP_k)]$$

[0071]

(11)

[0072] 其中, $d(w_i, AP_k)$ 表示在第 i 个点 w_i 和第 k 个接入点 AP_k 之间的几何距离, $\theta (w_i, AP_k)$ 表示在 w_i 和 AP_k 之间有关 AP_k 的天线板方向的角度。

[0073] 典型地, 在本发明的一个实施例中, 给定传送功率, 使用 Friis 自由空间等式, 能够计算 $P(d_0)$ 。但是在一些环境下, $P(d_0)$ 也可以由经验获得。例如, 使用一个 Lucent Orinoco 无线局域网卡, 在一个半开放的环境里 $P(d_0 = 1.7m) = -36dBm$ 。在一个具有典型隔间的办公室环境里, 路径损失指数 $\beta = 3$ 。

[0074] 可以重复等式 (11) 直到 $\mu_j [k, p]$ 对所有的 k, p 和 j 都已经计算出来, 从而使用一个普通传播模型, 与多天线辐射场型一起来建立一个无线映射图。

[0075] 当初始配置网络时和 / 或当网络构造发生改变时, 更适宜执行在图 3 中所述实施例的步骤。例如, 当增加接入点或从网络里撤走接入点时、当接入点位置发生变化时、当接

入点的天线场型构造发生变化时、等等,接入点信息可能会被更改。

[0076] 依照本发明的一个实施例采用的一个修正流程,可以被用来提高如关于图 3 所述本发明实施例所讨论的所建无线映射图的精确度。如图 4 所示,显示一个用来反复修正的位置确定无线映射图的一个首选实施例算法的步骤流程图。这个系统包含包括一个初始无线映射图的输入数据(接收信号强度参考值数据库)、候选位置的一组先验概率、和来自自己知或未知位置的多个客户端用户的一组在线 RSSI 观察值。初始无线映射图可以由人工测量产生再通过无人监督学习提高,或由预测产生再通过无人监督学习修正为更准确数值。

[0077] 在图 4 中所述实施例的步骤 401,设立接收信号强度的位置条件概率密度函数。变量 x 表示从网络里所有接入点观察到的接收信号强度的一个随机向量,其中每个接入点包含多天线场型。变量 $x[k, p]$ 表示来自第 k ($1 \leq k \leq K$) 个接入点的第 p ($1 \leq p \leq P_k$) 个场型上的信号强度(以 dB 标度)的随机变量。假设每个 $x[k, p]$ 是独立的,且服从一个具有相同标准方差 σ 的高斯分布。参数 σ 的数值取决于感兴趣环境里对数高斯模型的标准方差,且能够通过经验获得。例如,可以假设 σ 的数值大概是 3-5dBm。因此,给定候选位置 $w_j, 1 \leq j \leq c, x$ 的条件概率能够依照以下的等式表示:

$$p(x|w_j, \theta_j) = c \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^{P_k} (x[k, p] - \mu_j[k, p])^2 \right\}$$

[0078]

(12)

[0079] 其中, c 是一个归一化常数, μ_j 是平均信号强度,即接收信号强度参考值。

[0080] 在图 4 中所述实施例的步骤 402,反复更新接收信号强度参考值 $\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_c\}$ 。 $\hat{\mu}_j(0)$ 初始值可以依照等式 (11) 预测,通过离线校准进行测量,或通过其它方式获得。

每个候选位置的先验概率初始值 $\hat{P}_0(w_j)$ 可以假设 $\hat{P}_0(w_j)$ 服从均匀分布而获得,即对所有的 $j = 1, 2, \dots, c, \hat{P}_0(w_j) = \frac{1}{c}$,或在感兴趣范围内可以从一个给定用户密度分布中萃取出来。变量 $D = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 表示在线可用的 RSSI 观察值的集合, n 表示观察值的总数。利用等式 (7),可以计算出在候选位置 w_j 上第 k 个观察值的加权系数初始值 $P(w_j | x_k, \mu)$ 。相应地,依照等式 (8) 利用这 n 个加权系数,能够重新计算 μ_j ,依照等式 (9) 更新 $P(w_j)$ 。计算 n 个加权系数和计算 μ_j 和 $P(w_j)$ 的迭代过程可以重复进行,直到没有更大的变化或仅是很小的变化,例如,对所有的 j 在 μ_j 和 $P(w_j)$ 数值上只有 0.1% 的变化。

[0081] 应该理解,依照本发明的实施例,在图 4 中所述实施例的步骤 402 里阐述的算法可能有很大的变化。例如,如果 RSSI 观察值的集合是已知的,并均匀分布在候选位置上,那么在每次迭代过程中对先验概率 $P(w_j)$ 的更新修正可以有选择地消除。另外,网络上接入点的覆盖区可能不是完全重叠的。因此,来自具体位置的 RSSI 向量可能包括空坐标,即:在对应于一些接入点或一个接入点的一些天线场型的这些坐标上没有观察值。在这样一个例子中,这些不完全的 RSSI 向量的空坐标可以被人为设定一个数值,小于无线局域网卡能够检测出来的最低的 RSSI 标准值。例如,空坐标可能是 -100dBm。这个方法最终收敛而设定数值在具体候选位置的接受信号强度参考值向量的相应坐标上,从而不至于被无线局域网卡检测出来。或者,在每次迭代期间当处于位置 w_j 上的接收信号强度参考值 μ_j 被重新计算时,不完全的在线 RSSI 观察向量的空坐标可以被设定成,与上一次迭代期间向量 μ_j 的相

同坐标里的相同数值。这个方法最终收敛而允许在具体候选位置上的接收信号强度参考值向量的相应坐标上的数值是不变的,且与最初的数值一样。如果通过离线校准获得,初始值可能为零,或如果是基于一个准确的传播模型而预测,初始值可能是一个很小的数值。

[0082] 在图 4 中所述实施例的步骤 403,修正无线映射图。对 $j = 1, 2, \dots, c$, μ_j 的更新修正数值被返回作为在无线映射图里的新的更新过的信号强度参考值。当 RSSI 观察值的总数远远大于环境内候选点的数目时,即 $n \gg c$,本发明的增强算法非常有效。

[0083] 当配置网络、改变网络构造、或外界条件发生改变以后,已经收集了大量在线 RSSI 观察值时,更适宜执行在图 4 中所述实施例的步骤。在线 RSSI 数据可以通过常态通信观察到。例如,新的移动客户可能会在网络服务区内在一个随机位置上时不时地加入网络,且在网络服务区内现有移动客户可能会从一个位置移动到另一个位置。在网络里不会产生任何开销,通过在常态通信上使用多个天线场型,在每个接入点上来自移动客户的充分的 RSSI 数据可以被自动收集。

[0084] 图 4 中的无线映射图修正算法可以由基于处理器的系统执行,在此处描述的一组定义操作的指令控制下运作。例如,具有中央处理单元(如来自 Intel PENTIUM 家族的处理器)、存储器(如 RAM、ROM、和 / 或磁盘存储器)和适当输入 / 输出能力的一个计算机系统,可以被利用来执行图 4 中所示的步骤。这样一个基于处理器的系统可能由接入点 101-103 中的一个或多个和 / 或在图 1 中所示的基于处理器的系统 150 组成。修正后的无线映射图可能被存储在基于处理器系统的存储器里作为一个数据库。

[0085] 一个在线定位阶段可能与前述的迭代过程同时进行,尽管进行在所述过程的多次迭代之后位置估计将更为准确。在网络服务区内确定远程站的位置时,一个或多个接入点将使用多个天线场型来收集相关目标远程站的接收信号强度信息。这些信息最好被发送给一个基于处理器的系统,并以不同技术与存储在数据库里的接收信号强度参考值进行比较。例如,可以采用在美国专利 10/635,367“在无线网络里的定位”中披露的距离方法。在本发明的一个实施例中,可以选择 k 最近邻加权平均法和基于历史的最短路径方法来分别确定一个静止用户和一个移动用户的位置。

[0086] 如图 5 所示,显示一个首选实施例算法的步骤流程图,即利用 k 最近邻加权平均法来确定一个静止用户的位置。在图 5 中所述算法的实施例可以与前述的迭代过程同时或单独运作。依照图 5,系统包含输入数据,其包括有关目标客户在可听到的接入点上使用所有可能的天线场型或多个天线场型的测量到的 RSSI 信息。由于使用多个天线场型,通过使用单个接入点,本发明的实施例可运作来估计远程站的位置。另外地,可以利用多个接入点来确认位置估计和 / 或提高这样一个估计的可信度和 / 或精确度。

[0087] 如在图 5 中所述实施例的步骤 501 所示,在无线映射图里使用同样的天线场型,来自相同接入点的观察的 RSSI 数据和存储的信号强度参考值之间的差值可以被计算出来。在本发明的一个实施例里,这个差值度量被定义为以 dB 标度的信号强度空间上的欧几里得距离 (Euclidean distance)。变量 d_j , $j = 1, 2, \dots, c$, 表示与第 j 个候选位置 w_j 相关的距离。在信号空间上的距离越小,在物理空间上候选位置到目标客户就越近。

[0088] 如在图 5 中所示实施例的步骤 502 所示,选择 k 个最靠近的临近点,并计算出各自的加权系数。在候选位置集合里,选择 k 个指数 $\{i', i = 1, 2, \dots, k\}$, 其信号强度参考值依照在前述步骤里计算出的距离,最靠近给定的 RSSI 观察值。 k 的数值可以由候选位置的

分辨率来确定。例如,当被一个虚拟格子划分的两个相邻点之间的间隔等于 1 米时,选择 $k = 15$ 。加权系数被定义为距离的倒数,即 $\frac{1}{d_i}$ 。

[0089] 如在图 5 中所示实施例的步骤 503 所示,目标客户位置可以被估计为 k 个邻近点的加权平均位置。具体地,依照等式 (13) 可以估计位置:

$$\hat{w} = \frac{\sum_i^k \frac{1}{d_i + d_0} w_i}{\sum_i^k \frac{1}{d_i + d_0}}$$

[0090]

(13)

[0091] 其中, d_0 是一个小的实数值,用来避免以上等式的分母为零。

[0092] 当在图 5 中的算法包含一个加权平均时,也可以采用一种无需使用基于距离度量权重的技术。

[0093] 在本发明的移动客户在线位置跟踪阶段的一个实施例中,由于实时的限制,仅仅利用每个天线板的一个场型来收集 RSSI 信息。但是基于众所周知的三角测量方法,可能需要多达 3 个接入点来估计一个位置。通过更迅速地转换天线场型,更准确的结果可以通过使用如定位阶段使用的多个场型而获得。

[0094] 当跟踪一个目标客户时,本发明的实施例采用从客户到可听得到的接入点的现有的和过去的 RSSI 观察值。在任何给定瞬间即时的用户位置有可能靠近前一个瞬间的位置。通过持续跟踪用户,将物理临近常数补充到信号强度信息,来持续提高位置估计的精确度。

[0095] 如图 6 所示,显示一个确定移动用户位置的首选实施例算法的步骤流程图。依照在图 6 中所示的实施例,系统包含输入数据,其包括在默认天线场型上从目标客户到可听得到的接入点的现有的和过去的 RSSI 样本。来自移动目标的 RSSI 观察值的深度为 h 的历史值被保留,用于每个位置估计。

[0096] 如在图 6 中所示实施例的步骤 601 所示,采用静态场合的定位来确定如前所述的每个时间瞬间的单个定位,除了在动态场合中,距离度量是在选择的默认天线场型上计算出来的。

[0097] 如在图 6 中所示算法的实施例所示,动态场合位置确定使用历史数据来提供一个更准确的位置跟踪路径。例如,通过使用以前的位置估计和站点移动速度,可以预测目前的位置,且基于目前信号功率的任何目前不正确的估计可以消除。

[0098] 在一个移动目标的动态场合中,有可能采用如在静态场合中的同样方法,独立估计每个位置。但是由于目标是移动的,特别是假定静态场合估计可能包含噪声,通过考虑移动目标的“速度”,能够获得一个更准确的位置估计。

[0099] 如在图 6 中所示实施例的步骤 602 所示,在动态场合中,排除超过一定偏差的任何估计将消除噪声。这样将在避免一个错误的大距离的“跳跃”,因为一般而言在任何给定瞬间的站点位置很可能是靠近在前一个瞬间即时所处的位置。

[0100] 如在图 6 中所示实施例的步骤 603 所示,在动态场合中,使用一个类似 Viterbi 的算法可以估计一个最短路径。

[0101] 例如,在每个瞬间的每个估计的单个位置上,可以选择8个最靠近的邻近点(在信号空间上或物理空间上),即每个时间瞬间的站点位置的9个最佳估计。因此,依照前面的例子,可以产生这样9个相邻点的深度为 h 的历史数据。典型的 $9 \times h$ 矩阵的收集数据可以被看作一个Trellis树。仅在包含连续组(例如1组有9个邻近点)的纵列之间才有转换。每次转换可以被分配一个权重,来模拟在移动路径的两个端点代表的位置之间在连续时间瞬间上的用户移动的可能性。权重越大,转换的可能性越小。依照一个简单度量计算出的在两个物理位置之间的欧几里德距离决定一个权重。每次Trellis树(矩阵)被9个最新的邻近点更新(并去除最旧组的邻近点),在最新组和最旧组阶段之间的最短路径可以被计算出来。依照本发明的实施例,最短路径表示站点最大概率的移动。

[0102] 一旦确定了最短路径,如在图6中所示实施例的步骤605所示,站点位置可被估计作为路径的起始点。应用这种方法显示已经考虑了物理邻近约束,同时也暗示信号强度样本的一个时间延迟 h 。在这个例子中,设定 $h = 3$ 。

[0103] 虽然已经详细说明了本发明及其优越性,但应理解,在不脱离所附权利要求定义的本发明的条件下可以做出各种改变,替换和变化。此外,本申请的范围不限定到此处说明书中描述的处理方法,机器,制造,物质构成,手段,方法和步骤等的特定实施例。从说明书可以容易理解,可以利用实质上执行了与这里说明的相应实施例相同功能或实现了相同结果的目前已有的或者将来会开发出的处理方法,机器,制造,物质构成,手段,方法和步骤。因此,所附的权利要求书旨在包括这些处理方法,机器,制造,物质构成,手段,方法或步骤。

图 1A

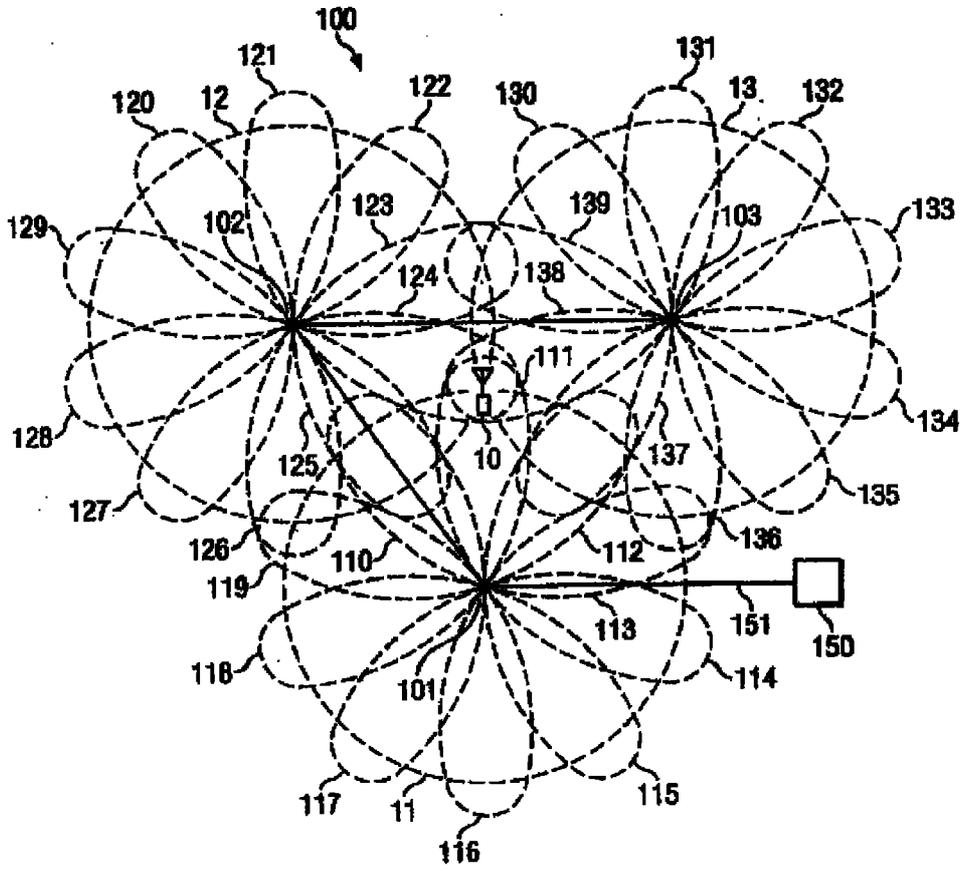


图 1B

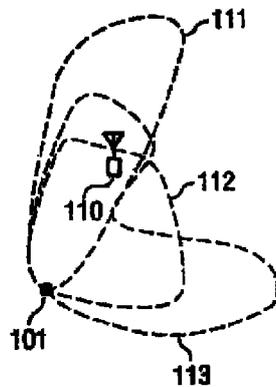


图 2A

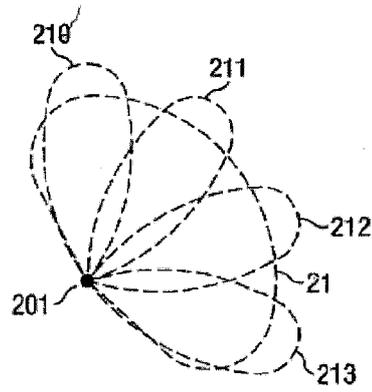


图 2B

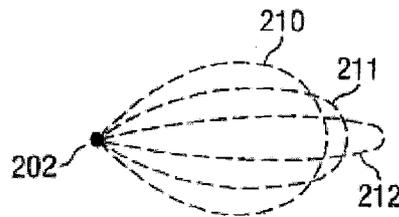


图 3

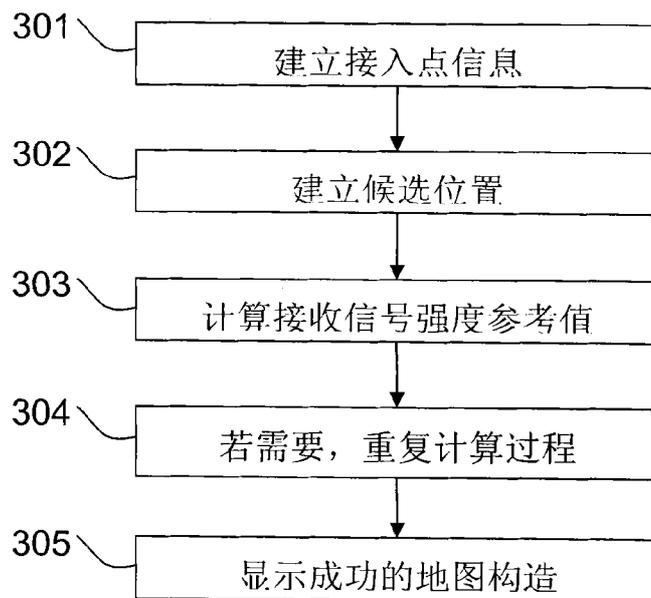


图4

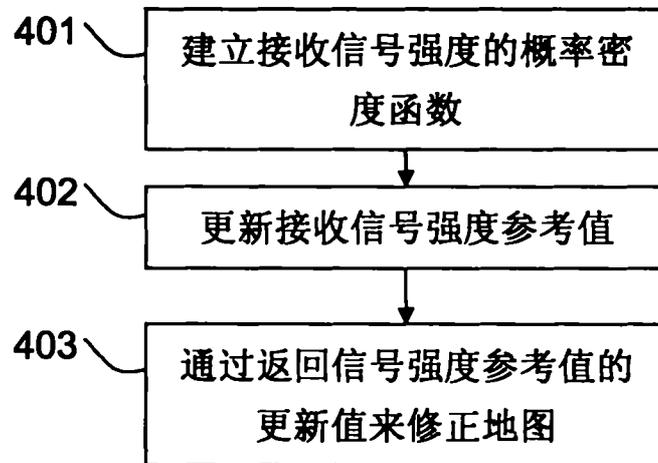


图5

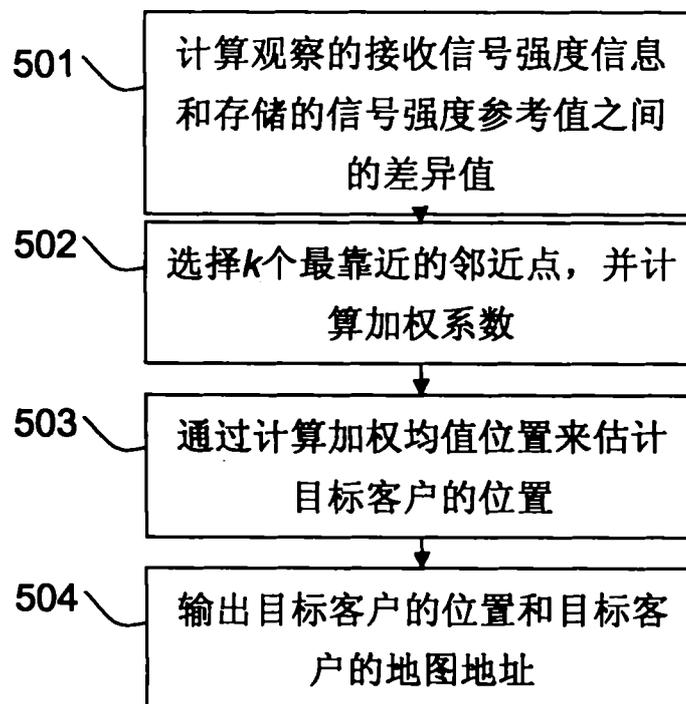


图 6

