

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04Q 7/20 (2006.01)

G01S 3/02 (2006.01)

G01S 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580004507.3

[43] 公开日 2009年1月7日

[11] 公开号 CN 101341765A

[22] 申请日 2005.2.18

[21] 申请号 200580004507.3

[30] 优先权

[32] 2004.2.20 [33] US [31] 10/783,186

[86] 国际申请 PCT/US2005/005184 2005.2.18

[87] 国际公布 WO2005/081862 英 2005.9.9

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.10

[71] 申请人 艾雷斯贝斯有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 罗伯特·J·弗瑞德

保罗·F·迪特里克

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有
限责任公司

代理人 王 怡

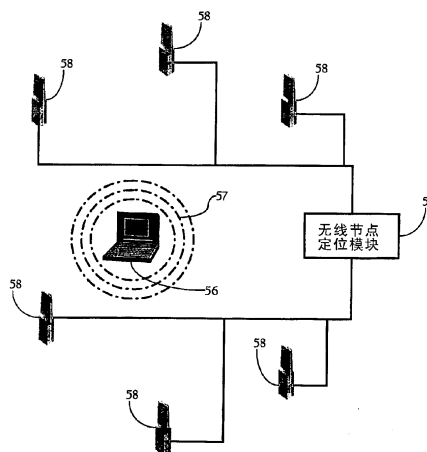
权利要求书6页 说明书20页 附图9页

[54] 发明名称

用天线模式分集提高位置估计精确度的无线
节点定位机构

[57] 摘要

一种无线节点 RF 指纹识别定位机构，其使用
多个天线模式来提高 RF 环境中的无线节点定位的
精确度。在一种实现方式中，在计算无线节点的估
计位置时，基本不交叠的天线模式分集被用来提供
一定程度的扇区化。



1. 用于包括多个可操作以用于检测由无线节点发送的信号的信号强度的无线电收发器的无线节点定位机构中的一种方法，其中所述无线电收发器中的至少一个包括多个定向天线，该方法包括：

在所述多个无线电收发器中的至少一些处检测由无线节点发送的 RF 信号的信号强度；

对于包括多个定向天线的基础设施无线电收发器，检测由所述多个定向天线中的至少一个转换的 RF 信号的强度；以及

使用由所述基础设施无线电设备检测到的 RF 信号的信号强度中的至少一些以及关于用于检测所述 RF 信号的信号强度的天线的知识来计算所述无线节点的估计位置。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述计算步骤包括识别与要用于定位所述无线节点的信号强度相关联的定向天线；选择与所识别出的定向天线相关联的 RF 物理模型的多个方面；

使用由所述基础设施无线电设备检测到的 RF 信号的信号强度和选定的所述物理模型的多个方面来计算所述无线节点的估计位置。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其中所述 RF 物理模型的多个方面是与各个天线相对应的覆盖地图，其中所述天线中的至少一个是定向天线。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其中所述覆盖地图中的每一个都包括多个与相应的信号强度值相关联的位置坐标。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述覆盖地图是探索式构建的。

6. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述覆盖地图是基于数学模型的。

7. 一种辅助 RF 环境中的无线节点的定位的装置，包括

多个包括至少一个天线的无线电收发器，所述多个无线电收发器可操作以用于检测由无线节点发送的信号的强度，并将检测到的信号强度提供给无线节点定位模型；

其中所述无线电收发器中的至少一个包括至少两个定向天线，并且可

操作以用于识别与给定信号的检测到的信号强度相关联的定向天线；

无线节点定位模块，其可操作以用于基于由所述无线电收发器中的至少一些识别的天线和由多个无线电收发器检测到的由无线节点发送的信号强度来计算所述无线节点的估计位置。

8. 如权利要求 7 所述的装置，其中所述无线节点定位模块包括对应于与所述多个无线电收发器相关联的天线的多个覆盖地图，所述覆盖地图包括针对物理区域中的不同位置的信号强度值。

9. 一种辅助无线节点定位的无线网络系统，包括多个接入元件，用于与至少一个远程客户端元件进行无线通信以及与中央控制元件通信；

其中所述接入元件中的每一个都可操作以用于

结合中央控制元件建立和维护与远程客户端元件的无线连接；

检测接收信号的强度；

将信号强度值附加到从无线节点接收的帧；以及

将接收到的帧发送到中央控制元件；

其中所述接入元件中的至少一个包括多个定向天线，并且还可操作以用于：

从所述多个定向天线中选择一个用于接收接收信号中的帧；

将与选定的天线相对应的标识符附加到从所述无线节点接收的帧；

至少一个用于监督所述接入元件的中央控制元件，其中所述中央控制元件可操作以用于

管理所述接入元件和相应的远程客户端元件之间的无线连接，以及

与所述无线节点标识符相关联地存储附加到由所述多个接入元件发送的帧的信号强度数据；以及

无线节点定位模块，其可操作以用于

基于由所述接入元件中的至少一个识别的天线和由所述接入元件检测到的附加到由无线节点发送的帧的信号强度值来计算所述无线节点的

估计位置。

10. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述无线节点定位模块驻留于网络管理系统中。

11. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述无线节点定位模块驻留于中央控制元件中。

12. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述无线节点定位模块维护包括代表在所述接入元件之间检测到的信号强度的值的信号强度矩阵。

13. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述多个连接到接入元件的定向天线的峰值增益彼此偏移。

14. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述至少一个接入元件还包括可操作地连接到所述多个定向天线并且可操作以用于响应于控制信号在所述天线之间切换的开关；

检测器，其可操作以用于检测由所述天线转换的信号的至少一个信号属性；以及

天线选择模块，其可操作以用于在接收无线帧的前导码期间提供控制信号到所述开关，以指定选定的天线，评估所述检测器提供的信号属性，从所述多个天线中选择一个天线用于接收与所述无线帧相关联的信号。

15. 如权利要求 13 所述的系统，其中所述至少一个接入元件还包括可操作地连接到所述开关的无线电模块，用于接收来自所述多个天线中的由所述天线选择模块选定的一个天线的信号。

16. 如权利要求 14 所述的系统，其中所述无线电模块可操作以用于将接收信号解调为数字数据流。

17. 如权利要求 15 所述的系统，还包括数据链路控制单元，该数据链路控制单元可操作以用于处理所述数字数据流和识别来自所述数字数据流的帧。

18. 如权利要求 9 所述的系统，其中至少一个定向天线是片状天线。

19. 如权利要求 9 所述的系统，其中至少一个定向天线是八木天线。

20. 如权利要求 9 所述的系统，其中至少一个定向天线是抛物面天线。

21. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述多个定向天线被配置为使由所述多个定向天线提供的覆盖区域最大化。

22. 如权利要求 9 所述的系统，其中所述多个定向天线被配置为提供所有方向上的射频覆盖。

23. 如权利要求 13 所述的系统，其中所述开关在监听模式中可操作以用于在检测到无线帧之前在所述天线之间切换。

24. 用于包括多个无线电收发器的无线网络系统中的一种方法，所述多个无线电收发器中的至少一些包括多个定向天线，其中所述天线的峰值增益彼此偏移，该方法包括

在所述无线电收发器中的一个处检测由所述定向天线中的一个转换的信号，其中所述信号发送无线帧，所述无线帧包括前导码；

在接收所述帧的前导码期间，基于由所述天线转换的各个信号的至少一个属性，从所述多个天线中选择一个；

切换到选定的天线以便接收所述帧的其余部分；

将检测到的信号强度和所述选定的天线的标识符附加到所述帧；以及
将所述帧发送到无线节点定位模块。

25. 如权利要求 24 所述的方法，还包括

对所需数目的无线电收发器重复所述检测、选择、切换、附加和发送步骤；以及

基于由所述无线电收发器检测到的被附加到由无线节点发送的帧的所述天线标识符和信号强度值来计算所述无线节点的估计位置。

26. 一种辅助无线节点定位的无线网络系统，包括

多个用于与无线节点定位模块通信的无线电收发器；

其中所述无线电收发器中的每一个都可操作以用于

检测由无线节点发送的编码了帧的接收信号的强度；

将信号强度值附加到从所述无线节点接收的帧；以及

将接收到的帧发送到无线节点定位模块；

其中所述无线电收发器中的至少一个包括多个定向天线，并且还可操作以用于：

从所述多个定向天线中选择一个用于接收接收信号中的帧；

将与选定的天线相对应的标识符附加到从所述无线节点接收到的帧；

无线节点定位模块，其可操作以用于

与无线节点标识符相关联地存储被附加到由所述多个无线电收发器发送的帧的信号强度数据；以及

基于由所述接入元件中的至少一个识别的天线和所述接入元件检测到的被附加到由无线节点发送的帧的信号强度值，计算所述无线节点的估计位置。

27. 如权利要求 26 所述的系统，其中所述帧是 802.11 帧。

28. 如权利要求 27 所述的系统，其中所述无线节点标识符是 MAC 地址。

29. 用于包括多个可操作以用于检测由无线节点发送的信号的信号强度的无线电收发器的无线节点定位机构中的一种方法，其中所述无线电收发器中的至少一个包括多个定向天线，该方法包括：

从所述多个无线电收发器中的至少一些接收检测到的由无线节点发送的 RF 信号的信号强度；

对于包括多个定向天线的基础设施无线电收发器，接收由所述多个定向天线中的至少一个转换的 RF 信号的强度；以及

使用由所述基础设施无线电检测到的 RF 信号的信号强度中的至少一些以及关于用于检测所述 RF 信号的信号强度的天线的知识来计算所述无线节点的估计位置。

30. 如权利要求 29 所述的方法，其中所述计算步骤包括

识别与要用于定位所述无线节点的信号强度相关联的定向天线；

选择与所识别出的定向天线相关联的 RF 物理模型的多个方面；

使用由所述基础设施无线电检测到的 RF 信号的信号强度和选定的所述物理模型的多个方面来计算所述无线节点的估计位置。

31. 如权利要求 30 所述的方法，其中所述 RF 物理模型的多个方面是与各个天线相对应的覆盖地图，其中所述天线中的至少一个是定向天线。

32. 如权利要求 31 所述的方法，其中所述覆盖地图中的每一个都包括多个与相应的信号强度值相关联的位置坐标。

33. 如权利要求 32 所述的方法，其中所述覆盖地图是探索式构建的。

34. 如权利要求 32 所述的方法，其中所述覆盖地图是基于数学模型的。

35. 一种与无线网络环境相关联地进行操作的无线节点定位机构，所述无线网络环境包括多个可操作以用于检测由无线节点发送的信号的信号强度的无线电收发器；其中所述无线电收发器中的至少一个包括多个定向天线，所述无线节点定位机构包括：

无线节点定位模块，其可操作以用于

从所述多个无线电收发器中的至少一些无线电收发器接收检测到的由无线节点发送的 RF 信号的信号强度；

对于包括多个定向天线的基础设施无线电收发器，接收由所述多个定向天线中的至少一个转换的 RF 信号的强度；以及

使用由所述基础设施无线电检测到的 RF 信号的信号强度中的至少一些以及关于用于检测所述 RF 信号的信号强度的天线的知识来计算所述无线节点的估计位置。

用天线模式分集提高位置估计精确度的无线节点定位机构

相关申请的交叉引用

本申请参考了下列共有美国专利申请和/或专利，它们的全部内容通过引用而被结合于此，以用于各种目的：

Patrice R. Calhoun、Robert B. O’Hara, Jr.和 Robert J. Friday 的题为“Method and System for Hierarchical Processing of Protocol Information in a Wireless LAN”的美国专利申请 No. 10/155,938；

Robert J. Friday、Patrice R. Calhoun、Robert B. O’Hara, Jr., Alexander H. Hills 和 Paul F. Dietrich 的题为“Method and System for Dynamically Assigning Channels Across Multiple Radios in a Wireless LAN”的美国申请 No. 10/183,704；

Patrice R. Calhoun、Robert B. O’Hara, Jr.和 Robert J. Friday 的题为“Method and System for Hierarchical Processing of Protocol Information in a Wireless LAN”的美国专利申请 No. 10/407,357；

Patrice R. Calhoun、Robert B. O’Hara, Jr.和 David A. Frascone 的题为“Wireless Network System Including Integrated Rogue Access Point Detection”的美国专利申请 No. 10/407,370；

Robert B. O’Hara, Jr.、Robert J. Friday、Patrice R. Calhoun 和 Paul F. Dietrich 的题为“Wireless Network Infrastructure including Wireless Discovery and Communication Mechanism”的美国申请 No. 10/447,735；以及

Robert J. Friday 的题为“Non-Overlapping Antenna Pattern Diversity In Wireless Network Environments”的美国申请 No. 10/611,522。

技术领域

本发明涉及无线网络环境中的无线节点的定位，更具体而言，涉及采

用天线模式分集（antenna pattern diversity）来提高估计无线节点的位置的精确度的无线节点定位机构。

背景技术

市场上已经广泛采用无线 LAN（WLAN）技术，这是因为来自不同背景 and 不同纵向行业的用户已将这种技术带入他们的家、办公室，并越来越多地带入公共场合。这一转折点不仅突出了已有系统的局限，而且突出了 WLAN 技术现在在全球范围内人们的工作和生活方式中扮演的变化的角色。实际上，WLAN 正在迅速地从便利性网络转变为对业务来说关键的网络。越来越多的用户依靠 WLAN 来提高他们的通信和应用的及时性和生产率，并且在此过程中，要求他们的网络具有更好的可视性、安全性、管理和性能。

轻便型便携式计算设备和高速 WLAN 的快速激增已使得用户能够在建筑物或其他物理位置中到处漫游的同时保持连接到各种网络资源。由 WLAN 提供的移动性已经促成了对作为移动用户的物理位置的函数的应用和服务的巨大兴趣。这样的应用的示例包括：在最近的打印机上打印文档、定位移动用户、显示邻近区域的地图以及在建筑物内引导用户。不同应用所要求或希望的位置信息的粒度有所不同。实际上，选择最近的网络打印机或定位非法（rogue）接入点的应用所要求的精确度通常要求能够确定移动台位于哪个房间中。因此，已经付出很大努力来专门提高无线节点定位机构的精确度。

利用无线电信号来估计无线设备或节点的位置的做法是已知的。例如，全球定位系统（GPS）接收器通过对其相对于发送无线电信号的四个卫星的位置作三角测量来获得位置信息。GPS 接收器基于无线电信号从卫星行进到接收器所花费的时间来估计每个卫星之间的距离。信号传播时间是通过确定使由卫星发送的伪随机信号与在 GPS 接收器处接收的信号同步所需的时间移位（time shift）来估计的。虽然三角测量只需要来自三个点的距离测量结果，但是来自第四个卫星的附加距离测量结果被用于误差校正。

无线发送器和接收器之间的距离也可以基于接收信号的强度来估计，或者更精确地基于观察到的无线电信号的衰减来估计。信号衰减指的是信号在其行进路径上由于各种因素（例如地形、障碍物和环境条件）而发生的衰弱。一般而言，无线电信号的幅度或功率当其在远离其源的方向上行进时衰弱。在发送器和接收器之间传送的电磁波所遭遇的衰减被称为路径损耗（path loss）。路径损耗可能是由许多影响造成的，例如自由空间损耗、折射、反射、孔径-介质耦合损耗和吸收。

在企业环境中，大多数位置跟踪系统都是基于 RF 三角测量、RF 指纹识别（fingerprinting）或到达时间差（TDOA）技术的。RF 三角测量基于检测到的附近接入点（AP）的信号强度来计算移动用户的位置。它假设信号强度代表了移动用户所在的圆的半径。在给定圆心为已知位置处的接入点的几个圆的情况下，它试图找出这些圆的交集来定位移动用户。但是，在室内 RF 环境中遇到的多径（multipath）问题确实给使用三角测量的定位系统带来了一些困难，因为 RF 信号的反射和吸收影响了信号强度与接近程度（proximity）之间的相关性。RF 指纹识别将移动台的网络基础设施视图（即由基础设施接入点发送的信号的强度）与包含覆盖区域的 RF 物理模型的数据库相比较。该数据库一般被填充以覆盖区域的扩展性站点调查（site survey）或 RF 预测模型。例如，在 Bahl 等人的“A Software System for Locating Mobile Users: Design, Evaluation, and Lessons”（<http://research.microsoft.com/~bahl/Papers/Pdf/radar.pdf>）中描述了一种 WLAN 环境中的 RF 定位系统（RADAR 系统），该系统允许移动台跟踪它自己在 WLAN 环境中相对于接入点的位置。

RADAR 系统依靠所谓的 Radio Map（无线电地图），该 Radio Map 是建筑物中的位置和在这些位置处观察到的或估计出的从接入点发出的信标的信号强度的数据库。例如，Radio Map 中的一个条目看起来可能像 $(x, y, z, ss_i(i = 1 \dots n))$ ，其中 (x, y, z) 是记录信号的位置的物理坐标，而 ss_i 是从第 i 接入点发出的信标信号的信号强度。根据 Bahl 等人所述，Radio Map 可以基于对在各个位置处的基础设施无线电设备发送的信号的探索式估计来根据经验创建，或者可以利用室内 RF 信号传播的数学模型来以数学方式

创建。为了实时地定位移动用户的位置，移动台测量一定范围内的每个接入点的信号强度。然后，它对照检测到的信号强度搜索 Radio Map 数据库以找到具有最好匹配的位置。Bahl 等人还描述了对检测到的信号强度样本取平均，以及利用基于跟踪历史的算法来提高位置估计的精确度。Bahl 等人还通过使用多个 Radio Map 并选择最好地反映当前 RF 环境的 Radio Map 来对付 RF 信号传播中的波动。

在给定潜在的基于位置的无线应用的范围的情况下，需要进一步改善无线节点定位机构的精确度和范围。例如，虽然 RADAR 系统允许移动台跟踪其位置，但是它没有公开允许 WLAN 基础设施在被跟踪的设备上没有安装软件的情况下跟踪无线节点的位置从而使得例如非法接入点这样的设备被定位的系统。此外，虽然上面论述的系统达到了它们各自的目的，但是它们没有公开或建议使用天线模式分集来提高 RF 环境中的无线节点定位的精确度。

发明内容

本发明提供了用于使用多个天线模式来提高 RF 环境中的无线节点定位的精确度的无线节点 RF 指纹识别定位机构的方法、装置和系统。在一种实现方式中，基本不交叠（non-overlapping）的天线模式分集被用来在计算无线节点的估计位置时提供一定程度的扇区化（sectorization）。如下所详述的那样，无线节点定位机构可被结合在无线网络环境（例如 802.11 网络）中，以估计移动台、非法接入点和其他无线节点的位置。

附图说明

图 1 是包括根据本发明实现方式的无线节点定位机构的示意图。

图 2A 是示出了根据本发明实施例的天线选择器的功能性框图。

图 2B 是示出了根据本发明实施例的无线网络接口单元的功能性框图。

图 3A 是提供了根据本发明第二实施例的天线选择器的功能性框图。

图 3B 是示出了根据本发明第三实施例的天线选择器的功能性框图。

图 4 是提供了根据本发明实施例用于无线协议帧接收期间的天线选择的方法的流程图。

图 5 是示出了用于根据本发明实现方式的无线节点定位的整体处理流程的流程图。

图 6 是示出了根据本发明实现方式的无线网络系统的功能性框图。

图 7 是突出了图 6 的无线网络系统中的中央控制元件的无线节点定位功能的功能性框图。

图 8A、8B 和 8C 是示出根据本发明不同实施例的根据峰值增益偏移量的多个天线的可能的取向 (orientation) 的曲线图。

图 9 示出了根据本发明一种实现方式的无线节点定位系统中的与不同方向天线相关联的覆盖地图的子集。

具体实施方式

A. 无线节点定位和天线模式分集

图 1 示出根据本发明的实现方式的无线节点定位机构的基本工作组件。如图 1 所示, 该无线节点定位机构包括放置在整个物理空间中的多个基础设施无线电收发器 58 和无线节点定位模块 59。本领域技术人员将意识到, 图 1 所示系统代表本发明的基本组件的一个示例并且主要用于教导目的。如下面更全面论述的, 一般由基础设施无线电收发器 58 和无线节点定位模块 59 表示的功能可以被集成到各种系统中, 例如专用于定位无线节点的无线系统或 WLAN 或其他无线网络系统。

基础设施无线电收发器 58 一般包括至少一个天线、无线电发送/接收单元和用于根据无线通信协议控制无线电信号的发送和接收的控制逻辑 (例如 802.11 控制单元)。基础设施无线电收发器 58 被部署在整个物理空间中的已知位置处。如下所述, 至少一个基础设施无线电收发器 58 包括至少两个在一种实现方式中具有基本不交叠的模式的定向天线 (directional antenna), 还包括选择天线之一用于接收 RF 信号中的无线协议帧的控制功能。其他天线模式配置可被用于本发明的其他实施例中。

A.1 基础设施无线电收发器

基础设施无线电收发器 58 可操作以用于检测接收到的射频信号（例如由无线节点 56 和其他无线电收发器发送的信号 57）的强度，并将检测到的针对相应无线节点的信号强度数据提供到无线节点定位模块 59。在一种实现方式中，基础设施无线电收发器 58 还可操作以用于根据无线通信协议（例如 IEEE 802.11 WLAN 协议）发送和接收无线或射频信号。在一种实现方式中，基础设施无线电收发器 58 可工作在从给定频带中的多个信道中选出的一个信道上。在另一实现方式中，基础设施无线电收发器 58 也可以工作在多于一个频带中。例如，基础设施无线电收发器 58 可被配置为工作在 802.11a-5 GHz 频带和/或 802.11b/g-2.4 GHz 频带之中。在一种实现方式中，基础设施无线电收发器 58 可被配置为收集与无线节点相关联的信号强度信息并响应于无线节点定位模块 59 的 SNMP 或其他请求来发送所收集的数据。如下所述，用于收集信号强度数据的其他方法也可被采用。

无线节点的标识依赖于所使用的无线通信协议。例如，对于 802.11 WLAN 环境，可以基于 MAC 地址来标识无线节点。此外，无线节点可以是经授权的移动台（例如远程客户端元件 16、18（参见图 6））、非法系统（例如非法接入点和/或非法移动台）以及其位置信息未知的经授权接入点。在其它实现方式中，无线节点可以基于 RF 信号的唯一属性（例如给定频率的信道）来标识，或者基于唯一的信号模式等来标识。例如，无线节点定位功能可被用于定位检测到的干扰源，例如不遵从 802.11 的设备。

在一种实现方式中，基础设施无线电收发器 58 还可操作以用于根据无线通信协议与一个或多个移动台（例如无线节点 56）通信。例如，在一种实现方式中，每个基础设施无线电收发器 58 是一个接入点或其他 WLAN 组件。在一种实现方式中，无线电收发器 58 可操作地连接到局域网（LAN）、广域网（WAN）或其他有线网络，以在移动台和有线网络之间桥接流量。如下面将更全面论述的，无线电收发器 58 还可以是协议信息的无线网络特征化分级处理中的接入元件或轻便型接入点。在一种实

现方式中，无线电收发器 58 实现了 802.11 协议（其中这里使用的 802.11 一般指的是用于无线 LAN 的 IEEE 802.11 标准及其所有修改）。当然，本发明也可结合任何合适的基于射频的无线网络或通信协议使用。

在一种实现方式中，基础设施无线电收发器 58 利用了驻留在无线网络接口适配器上的信号强度检测功能。例如，IEEE 802.11 标准定义了一种机构，无线网络适配器或接口卡上的电路（例如芯片集）可利用该机构测量 RF 能量。IEEE 802.11 协议指定了一个可选参数，即接收信号强度指示符（RSSI）。该参数是 PHY 层对在用于接收当前分组或帧的天线处观察到的能量的量度。RSSI 是在起始帧分界符（SFD）的开始和 PLCP 头部差错检验（HEC）的结束之间测量出的。该数字值是一个整数，其允许范围为 0-255（1 字节值）。通常，802.11 芯片集供应商已选择不实际测量 256 个不同的信号级别。因此，每个供应商的遵从 802.11 的适配器具有一个特定的最大 RSSI 值（“RSSI_Max”）。因此，由特定供应商的无线网络适配器报告的 RF 能量级别将在 0 到 RSSI_Max 的范围内。将由给定供应商的芯片集报告的给定 RSSI 值解析为实际的功率值（dBm）的过程可以通过参考转换表来实现。另外，某些无线网络芯片集实际上报告接收到的以 dBm 为单位的信号强度而不是报告 RSSI，或者既报告以 dBm 为单位的信号强度也报告 RSSI。信号的其他属性也可以与接收信号强度结合使用或作为其替代。例如，在分组接收期间检测到的信噪比（SNR）可被用来确定重叠（overlay）信号发送功率。并且，很多芯片集包括了这样的功能和相应 API，该功能和相应 API 用于允许确定与接收自其它收发器 58 和/或无线节点 56 的分组相关联的 SNR。

A.1.a. 不交叠的天线模式和天线选择

如上所述，至少一个基础设施无线电收发器 58 包括多个定向天线和选择天线之一以便接收被编码在 RF 信号中的无线帧的功能。仅结合一个天线进行操作的基础设施无线电收发器 58 可包括定向或全向（omni-directional）天线。

这里通过引用而结合的美国专利申请 No. 10/611,522 公开了结合不交

叠的天线模式分集的天线选择。图 2A 和 2B 示出了根据本发明的实现方式的基础设施无线电收发器 58 中包括的天线选择和相关联的功能。图 2A 示出了根据本发明实施例的天线选择器 120。如图 2B 所示，在一个实施例中，天线选择器 120 是包括天线 112a 和 122b、天线选择器 120、无线电模块 130 和 MAC 控制单元 140 的无线网络接口单元 160 的一部分。在一个实施例中，这里描述的功能可实现在无线网络接口芯片集（例如 802.11 网络接口芯片集）中。无线电模块 130 包括基于频率的调制/解调功能，用于在接收方向上解调射频信号和提供数字数据流，以及在发送方向上接收数字数据流和提供与数字数据流相对应的频率调制信号。在一个实施例中，无线电模块 130 是正交频分复用调制/解调单元。在一个实施例中，无线电模块 30 以遵从 IEEE 802.11a 和 802.11g 协议的方式实现 OFDM 功能。MAC 控制单元 140 实现数据链路层功能，例如检测数字数据流中的单个帧、对帧进行差错校验等。在一个实施例中，MAC 控制单元 140 实现 802.11 无线网络协议。本发明中也可使用其他合适的无线协议。

天线选择器 120 可操作以用于接收由天线 112a、112b 转换的信号，基于检测到的信号的与天线相关联的属性来选择天线，并将与选定的天线相对应的信号提供给无线电模块 130。在一种实现方式中，定向天线具有彼此方向远离的较宽的射束宽度（beamwidth）。在一种实现方式中，每个定向天线具有大约 180 度的水平射束宽度。当然，其他部署方式可能需要更窄或更宽的水平射束宽度。在一种实现方式中，定向天线还具有适当的前后隔离，以便使从发出自天线的预期覆盖区域的后面的信号检测到的 RF 能量最小化。在一种实现方式中，天线 112a、112b 是具有基本不交叠的模式的定向天线，以便提高这里论述的扇区化能力。虽然各附图示出了两个天线，但是本发明可结合具有基本不交叠的模式的多个定向天线进行操作。天线 112a、112b 可以是任何合适的定向天线，例如片状天线（patch antenna）、八木天线（yagi antenna）、抛物面（parabolic）天线和碟式（dish）天线。

在一个实施例中，天线的峰值增益以使所有方向上的覆盖最大化的方式彼此偏移。在一个实施例中，天线的峰值增益的取向为关于垂直或 z 轴

彼此成角度 A ，其中 A 等于 $360/n$ 度 ± 10 度（其中 n 是天线数）。因此，对于双天线系统（见图 8A）来说，天线的峰值增益 PG 的取向为关于垂直轴彼此成大约 180 度。对于三天线系统（见图 8B）来说，天线的峰值增益 PG 的取向为彼此成大约 120 度，依此类推。在其他实施例中，天线的峰值增益可以根据其他因素或标准确定的其他角度彼此偏移。例如，位于房间末端的两个天线的峰值增益可以相对于彼此偏移 90 度（见图 8C）。本领域的技术人员将理解，本发明的实施例主要为包括这里所述的天线选择功能的基础设施无线电收发器 58 实现扇区化能力。本发明的实施例提高了负载条件下的性能，因为通过选择给定天线，从选定的天线后面发出的噪声和其他信号干扰源的影响被大大衰减或截断。此外，这种扇区化还提高了性能。例如在一个实施例中，使用定向天线可获得 6 到 8 dBi 的覆盖增益，而与全向定向天线相关联的典型增益是 0 到 2 dBi。此外，使用定向天线提高了估计无线节点的位置的精确度，因为天线所提供的扇区化在计算上消除或减小了射束宽度外和/或选定的天线的预期覆盖区域后面的区域的影响。因此，通过有策略地将基础设施无线电收发器彼此相对放置和有策略地放置物理部署位置，并且将基础设施无线电收发器的各个定向天线定向为与物理部署位置的各个扇区相对应，可以改善无线节点定位。

如图 2A 所示，在一个实施例中，天线选择器 120 包括开关 122、天线选择模块 124 和检测器 126。开关 122 可操作以用于在由天线选择模块 124 提供的控制信号下，在多个天线（例如天线 112a、112b）之间切换。检测器 126 检测在天线处接收的信号的至少一个属性，如下所详述的那样。天线选择模块 124 接收来自检测器 126 的信号属性，并将控制信号提供给开关 122，以便在可用天线之间切换。在一个实施例中，天线选择模块 124 还包括用于选择天线以便接收与分组或帧相对应的信号的 antennas 的控制逻辑，如下所详述的那样。如图 2A 所示，天线选择器 120 还可包括发送/接收开关 128，用于允许发送方向上的信号绕开检测器 126。如下所述，其他的体系结构也是可能的。

检测器 126 可检测一个到多个信号属性，例如信号强度、信噪比等。在一个实施例中，检测器 126 的功能被实现在集成电路中。本领域的技术

人员将认识到，这种信号属性检测功能是标准 802.11 无线芯片集的一部分，如上所述。至于信号强度，检测器 126 可提供绝对信号强度值，例如分贝（dBs）或相对指示符，例如 RSSI 值。

在 RF 信号的初始或前导部分期间，天线选择模块 124 估计在每个天线（例如天线 112a、112b）处接收的信号，并选择天线以便接收与无线分组或帧相对应的其余信号数据。例如，根据 802.11 协议，MAC 子层数据单元被映射到适于无线传输的成帧格式。根据 802.11 协议，MAC 子层数据单元主要由 PLCP 前导码（preamble）和 PLCP 头部封装，从而形成 PLCP 协议数据单元（PPDU）。PLCP 头部一般包括 SYNC 字段和帧起始分界符（SFD）。SYNC 字段允许接收器执行用于同步的必要操作，而 SFD 指示 PLCP 头部中依赖于 PHY 层的参数的起始位置。根据 802.11 协议，一旦检测到与同步字段相关联的信号，接收器的 PHY 层功能就搜索 SFD，以便开始处理 PLCP 头部中的依赖于 PHY 的参数。在一个实施例中，在接收前导码期间，天线选择模块 124 评估由天线 112a、112b 转换的信号（由检测器 126 提供），并基于检测到的信号属性来选择天线。然后，选定的天线被用来接收 PPDU 其余部分的信号。

图 4 示出了根据本发明实施例的用于在接收帧前导码期间选择天线的方法。在监听模式下，基础设施无线电收发器 58 可在监听无线帧时以慢速或快速接收分集方案操作。例如，在慢速接收分集方案中，如果在阈值时间段内在当前天线上没有检测到信号，则无线电设备切换到另一天线。在快速接收分集方案中，监听状态下的基础设施无线电收发器 58 频繁地（例如每 1 到 3 毫秒）在可用的天线之间切换。如图 4 所示，当检测到帧前导码时（202），天线选择模块 124 选择第一天线，并将控制信号发送到开关 122，开关 122 切换电路以便允许在选定的天线处接收的信号被传递到检测器 126。如上所述，检测器 126 检测接收信号的至少一个属性（206）。然后，天线选择模块 124 选择另一天线，将控制信号发送到开关 122。在一个实施例中，对于连接到开关 122 的所有天线重复（204）该过程。检测每个天线的信号属性所用的时间依赖于天线数和帧前导码的长度（由所采用的无线联网协议定义）。例如，在采用 IEEE 802.11 协议的

无线网络中，长 PLCP 前导码是 128 毫秒。因此，假设使用两个天线，则天线选择模块 124 可分配最多约 128 毫秒用于检测每个天线的信号属性和进行选择。当然，使用额外的天线减小了可被用来选择天线的每个天线的最大采样数。在所有天线的信号都已被分析后，天线选择模块 124 选择天线之一用于接收帧的其余部分（208）。天线选择是基于检测到的信号属性的。例如，在一个实施例中，天线选择模块 124 选择与最高的信号强度相关联的天线。在另一实施例中，天线选择可基于观察到的信噪比。在另一实施例中，天线选择可基于信号强度和信噪比两者，其中这两个因素可被加权。当然，天线选择可由其他考虑因素（例如给定天线相比于其他天线的历史性能）驱动。如图 4 所示，天线选择模块 124 随后将控制信号发送到开关 24，以指定选定的天线（210）。

在一个实施例中，天线选择模块 124 将与选定的天线相对应的标识符提供给无线电模块 130 或 MAC 控制单元 140（212）。然后，MAC 控制单元 140 可将选定的天线的标识符和 MAC 地址存储在表或其他合适的数据结构中。如下所详述的那样，与选定的天线相对应的标识符被用来提高估计无线节点的位置的精确度。在一个实施例中，与选定的天线相对应的标识符在后来与源发送器或无线节点的 MAC 地址相关联地被存储。

如图 4 所示，在完成对帧的接收之后（214），可执行其他操作。例如，确认帧（ACK）可被发送，以指示帧被正确地接收。在一个实施例中，被选定用于接收帧的天线被用来发送确认帧。当然，其他帧（例如认证响应帧和关联响应帧）也可被发送到无线客户端。在完成这些操作之后，假设没有帧要被发送，则系统继续监听模式。

也可能有天线选择功能的其他实施例。图 3A 和 3B 示出了天线选择器 120 的替换实施例。但是，在图 2B 所示的实施例中，对与每个天线相关联的信号属性的检测是顺序发生的，图 3A 和 3B 所示的天线选择器 120 以并行方式操作。具体而言，在图 3A 的实施例中，并行检测器 126a、126b 将与天线 112a、112b 相关联的信号属性经由开关 122 提供给天线选择模块 124。在该实施例中，天线选择模块 124 通过发送控制信号到开关 122 来以顺序方式从检测器 126a、126b 获得信号属性。类似地，在图 3B 所示的

实施例中，检测器 126a、126b 将检测到的信号属性直接提供给天线选择模块 124，天线选择模块 124 分析这些属性、选择用于接收帧的天线，并将相应的控制信号发送到开关 122。

A.2. 无线节点定位模块

在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 收集从基础设施无线电收发器 58 接收的信号强度数据，并与无线节点标识符、提供该信号强度数据的基础设施无线电收发器 58 的标识符以及被选定用于接收编码了无线帧或分组的 RF 信号的天线的标识符相关联地维护信号强度数据。对于仅包括一个天线的基础设施无线电收发器 58 可采用不同的方案。在一种实现方式中，这种基础设施无线电收发器 58 可被配置为报告默认天线标识符（例如天线 1）。在另一实现方式中，无线节点定位模块 59 为不识别选定的天线的基础设施无线电收发器 58 插入默认天线标识符。在一种实现方式中，如果天线标识符在整个 RF WLAN 基础设施上是唯一的，则只有天线标识符需要被收集和与信号强度信息相关联地被存储。

在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 还被配置为基于无线节点标识符在接收自基础设施无线电收发器 58 的信号和接收自其它无线节点的信号之间进行区分。在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 维护着用于存储信号强度信息的各种数据结构。例如，一种数据结构被用于存储在基础设施无线电收发器 58 之间传送的信号的信号强度。在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 以 $N \times N$ IRT 矩阵的形式存储该信号强度数据，其中 N 是基础设施无线电收发器 58 的数目。列条目可对应于发送收发器，而行条目可对应于接收收发器，或者反之。该矩阵中的各个条目可以为空（null）值，这是因为所有的基础设施无线电收发器可能不能够（并且在大多数部署中很可能不能够）检测到彼此。在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 在表或其他合适的数据结构中维护着针对所有其它无线节点的信号强度数据。在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 对于每个无线电收发器 58 维护一个单独的表，该表至少包括两个字段：1) 无线节点标识符；2) 检测到的信号强度，以及 3) 选定天线标识符。附

加字段还可能包括指示无线电收发器 58 接收信号的时间的时间戳。在一种实现方式中，当分配给无线节点表的存储器空间用完时，由时间戳指示的使用/更新时间最久远的条目被覆写。在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 对照无线节点标识符列表过滤接收自基础设施无线电收发器 58 的信号强度数据，以便识别出适当的数据结构以进行更新。本领域技术人员将意识到，除矩阵和表之外的各种数据结构都可被使用。

如上所述，在一种实现方式中，信号强度被逐帧检测。因此，在一个实施例中，由无线节点定位模块 59 维护的信号强度数据可以在接收到帧/分组时被更新。在一种实现方式中，最新的信号强度值实质上被用于覆写旧值。但是，在其他实现方式中，如果对应于一个给定无线节点的多个连续无线帧是在阈值时间间隔内遇到的（例如通常起因于数据流传输），则平均值、移动平均值或加权移动平均值可被使用。在这种情况下，时间戳可以对应于最后的分组或帧的时间。另外，虽然基础设施无线电收发器 58 在作为接入点工作时通常在不同信道上工作，但是移动台在各个时间（例如发送探测请求以找到接入点）都在所有可用工作信道上发送无线帧。这有助于确保多个无线电收发器 58 检测移动台。在某些实现方式中，与检测到给定无线节点的无线电收发器 58 相邻的一个或多个基础设施无线电收发器 58 可能被指示切换到给定的工作信道来监听由移动台发送的信号。再进一步，如下所述，基础设施无线电收发器 58 可能被命令特别地在给定信道上发送帧，以更新由无线节点定位模块 59 维护的信号强度数据。

无线节点定位模块 59 还维护与 RF 环境相关联的覆盖区域的 RF 物理模型。如下面更详细论述的，在给定由基础设施无线电收发器 58 检测到的信号强度以及对用于接收信号的天线的指示的情况下，RF 物理模型返回无线节点的估计物理位置。在一种实现方式中，RF 物理模型为每个基础设施无线电收发器天线表征与给定位置处的无线发送器相关联的预期接收信号强度。例如，在一种实现方式中，对于每个天线，RF 物理模型包括指示了在给定统一发送功率的情况下，以 x 和 y 坐标限定的给定位置处的接收自无线节点的预期信号强度的无线电覆盖地图或矩阵。该数据库可

以用多种方式来填充。例如，无线电覆盖地图可被填充以扩展性站点调查的结果，根据该结果，无线发送器被放置在物理空间中的不同位置上。在站点调查期间，基础设施无线电收发器 58 在监听模式中工作，并结合天线标识符来报告所得到的信号强度，其中监听模式在天线之间循环。在一种实现方式中，基础设施无线电收发器 58 可被配置为将信号强度/天线数据发回无线发送器，该无线发送器可以是膝上型计算机或其他无线设备。覆盖地图是通过关联覆盖地图中对应于每个基础设施无线电收发器天线的信号强度和位置数据来构建的。为了估计无线节点的位置，无线节点定位模块 59 确定最好地符合与被选出基于检测到的信号强度数据定位无线节点的天线相关联的覆盖地图的位置坐标或位置坐标的范围。

图 9 示出了用于两个基础设施无线电收发器 58 (IRT1 和 IRT2) 的覆盖地图的子集。在所示实现方式中，被标识为 IRT1 的基础设施无线电收发器 58 包括两个定向天线，分别标识为 A1 和 A2，而被标识为 IRT2 的基础设施无线电收发器 58 仅包括一个天线（定向的或全向的）。在一种实现方式中，为每个基础设施无线电收发器天线维护一个覆盖地图，其将信号强度包括在 $N \times M$ 矩阵中，其中 N 是覆盖地图中的 x 坐标数， M 是覆盖地图中的 y 坐标数。在一种实现方式中，覆盖地图针对每个天线的物理空间模型的范围是协同扩展的 (co-extensive)。所有天线的覆盖地图可以与部署了定位系统的物理空间协同扩展，或者与网络管理员配置的边界协同扩展。因此，对于具有充分的前后隔离的定向天线来说，给定的覆盖地图中的信号强度值在给定定向天线的前面的位置将可能包括较高的值，而在该天线的后面的位置可能包括较低的信号强度值。但是，在一种实现方式中，关于各种天线属性的知识 – 例如峰值增益取向、射束宽度、前后隔离 – 可被用来压缩覆盖地图。在一种实现方式中，覆盖地图可被配置为与每个天线的天线模式基本上协同扩展到阈值信号强度或增益级别。例如，给定的天线的覆盖地图可被压缩到定向天线的前面或预期的覆盖区域。当然，也可使用其他数据结构，例如包括与信号强度和基础设施无线电收发器天线标识符的元组相关联地存储的位置坐标的表。此外，如果覆盖地图被压缩，则对最佳符合的搜索可被隔离到 (isolated to) 与被选择来定位无

线节点的天线相关联的覆盖地图之间的重叠。

在另一实现方式中，可使用覆盖区域的 RF 预测模型、使用光线跟踪等数学技术之类的来构建 RF 物理模型。在一种实现方式中，可为所需的物理空间中的每个坐标位置计算 RF 预测模型。为每个基础设施无线电收发器天线估计出的信号强度信息可被用来填充上述覆盖地图。在替换实施例中，可相对于每个基础设施无线电收发器天线计算 RF 预测模型。如果假设在无线节点和基础设施无线电收发器 58 之间的信号传播之间存在对称性，则可以通过从假设的统一发送功率中减去每个坐标位置处的估计衰减来填充每个基础设施无线电收发器天线的覆盖地图。当然，站点调查数据也可被用来调整与用于估计各个位置处的预期信号强度的 RF 预测模型相关联的一个或多个参数。如上所述，可基于定向天线的属性来勾勒覆盖地图的边界。此外，覆盖地图中的位置坐标可以是限定了水平平面中的位置的二维 x 和 y 坐标。位置坐标还可以是三维 x、y 和 z 坐标。也可使用其他坐标系统，例如球坐标或柱坐标。此外，坐标的值可以是球面性的（即经纬度），也可以相对于任意限定的原点来表达。此外，覆盖地图中的坐标的粒度依赖于无线节点位置估计的期望粒度。

如上所述，无线节点的发送功率被假设或估计，因为无线节点发送的信号被基础设施无线电收发器 58 检测。例如，在 802.11 WLAN 环境中，在给定法律限制和由 802.11 芯片集施加的限制（它们都对总有效发送功率施以上限）时，无线节点的总有效发送功率对于遵从 802.11 的设备来说一般是统一的。在一种实现方式中，OID-发送功率表（或其他数据结构）可被用来将 MAC 地址的 OID 位转换为发送功率。可以基于对来自不同制造商的各种无线联网设备的探索式估计来填充该表，或从来自制造商的公布的产品说明书填充该表。

在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 包括环境的多个 RF 物理模型（在一种实现方式中，每个 RF 物理模型都是与基础设施无线电收发器 58 的天线相对应的一组覆盖地图），并使用在基础设施无线电收发器 58 之间传送的信号来动态地选择 RF 物理模型（例如一组覆盖地图）中最佳地表征了当前 RF 环境的一个。如上所述，RF 信号的传播受在 RF 环境内

移动的很多物体（包括人）的影响。在一种实现方式中，无线节点定位功能可以将 $N \times N$ IRT 信号强度矩阵中的信号强度数据和已知的基础设施无线电收发器位置与 RF 物理模型进行比较，以找出最佳符合。在一种实现方式中，基础设施无线电收发器 58 可被配置为在给定频带内的一到多个工作信道上以规则的间隔发送无线帧，以便允许其他基础设施无线电收发器 58 检测到信号。美国申请 No. 10/447,735 公开了发送帧以供相邻 WLAN 收发器检测。在另一实施例中，基础设施无线电收发器 58 响应于无线节点定位模块 59 发出的命令而根据要求发送帧。

图 5 示出了用于根据本发明的实现方式用于定位无线节点的整体过程流程图。无线节点定位功能例如可响应于网络管理员使用控制接口发出的命令而根据要求被触发，以定位由 MAC 地址或其他合适的标识符标识的移动台。无线节点定位模块 59 还可响应于检测到非法接入点而被自动触发。上面通过引用而结合的美国申请 No. 10/407,370 公开了对无线网络系统中的非法接入点的检测。无线节点定位模块 59 还可被配置为周期性地确定给定移动台的位置，以便跟踪其在一段时间内的运动。

如图 5 所示，在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 由识别其信号测量结果将被用于定位所需无线节点的基础设施无线电收发器（IRT）58 开始（302）。在一种实现方式中，无线节点定位模块 59 扫描上述数据结构，以识别看到或检测到由所需无线节点发送的无线帧的基础设施无线电收发器 58。在定期收集（与按需相对）信号强度数据的实现方式中，数据结构中的时间戳可被用来过滤出在阈值时间段内未检测到所需无线节点的基础设施无线电收发器 58。额外或替换过滤标准可包括阈值信号强度级别。在一种实现方式中，如果识别出的基础设施无线电收发器 58 的数目不够，则无线节点定位模块 59 可命令基础设施无线电收发器 58 主动扫描所需无线节点并返回信号强度信息。

然后，无线节点定位模块 59 可基于天线标识符（304）来选择要被用于估计无线节点的位置的 RF 覆盖地图。然后，无线节点定位模块 59 基于选定的 RF 覆盖地图和由选定的基础设施无线电收发器 58 报告的信号强度数据来计算无线节点的估计位置（306）。

B. 集成到无线网络系统中

在一种实现方式中，上述无线节点定位功能可被集成到无线网络基础设施中，例如图 6 所示的分级 WLAN 系统。例如，这里所述的无线节点定位功能可被集成到这里通过引用而结合的美国申请 No. 10/155,938 和 10/407,357 中公开的 WLAN 环境中。但是，根据本发明的无线节点定位功能可被应用于其他无线网络体系结构。例如，无线节点定位功能可被集成到包括结合中央网络管理系统进行操作的多个基本自治的接入点的无线网络基础设施中。

参考图 6，其示出了根据本发明实施例的无线局域网系统的框图。本发明的特定实施例包括以下元件：接入元件 11-15，用于与选定的客户端远程元件 16、18、20、22 进行无线通信；中央控制元件 24、25、26；以及用于接入元件和中央控制元件之间的通信的装置，例如直接线路接入、以太网（例如 LAN 网段 10）。如美国专利申请 No. 10/407,357 所公开的那样，诸如接入元件 11-15 这样的接入元件被直接连接到 LAN 网段 10 或虚拟局域网（VLAN），以便与相应的中央控制元件 24、26 通信。参见图 6。但是，如美国专利申请 No. 10/155,938 所公开的那样，接入元件 11-15 还可经由直接接入线路直接连接到各个中央控制元件 24、26。

接入元件 11-15 经由使用无线局域网（WLAN）协议（例如 IEEE 802.11a 或 802.11b 等）的通信装置耦合到客户端远程元件 16、18、20、22。如美国申请 No. 10/155,938 和 10/407,357 所述，接入元件 12、14 和中央控制元件 24 经由直接接入线路或 LAN 网段 10 来以隧道方式传送与相应的远程客户端元件 16、18、20、22 相关联的网络流量。中央控制元件 24、26 还可操作以用于桥接远程客户端元件 16、18、20、22 之间通过与相应接入元件 11-15 的隧道传送的网络流量。在另一实现方式中，接入元件 11-15 可被配置为桥接 LAN 网段 10 上的网络流量，同时发送所桥接的帧的拷贝到接入元件，以用于数据收集和网络管理目的。

如上述专利申请所描述的，中央控制元件 24、26 进行操作以执行数据链路层管理功能，例如代表接入元件 11-15 的认证和关联。例如，中央

控制元件 24、26 在接入元件 11-15 提供与远程客户端元件 16、18、20、22 之间的通信的确认时提供处理以动态配置根据本发明的系统的无线局域网。例如中央控制元件 24、26 可以处理经由接入元件 11-15 从远程客户端元件 16、18、20、22 传递的无线 LAN 管理消息，例如认证请求和授权请求，而接入元件 11-15 在无需对其进行传统处理的情况下对这些消息的通信提供立即确认。类似地，中央控制元件 24、26 例如可以处理物理层信息。再进一步，如下面更详细论述的，中央控制元件 24、26 例如可以处理在接入元件 11-15 处收集的关于信道特性、信号强度、传播和干扰或噪声的信息。

图 7 所示的中央控制元件 24、26 可被配置为收集上述信号强度数据，以便支持根据本发明的无线节点定位功能。这里所述的信号强度数据收集功能非常类似于上面通过引用而结合的美国申请 No. 10/183,704 中公开的数据收集。在该申请中，接入元件 11-15 一般在封装头部时将信号强度数据附加到从无线节点接收的分组。中央控制元件 24、26 处理封装的分组头部，以便更新各种数据结构，例如以上在 A 部分中论述的 $N \times N$ 信号强度矩阵和无线节点表。美国申请 No. 10/183,704 公开了可结合这里描述的集成无线节点定位功能一起使用的接入元件 11-15 的内部操作组件和一般配置。如上所述，至少一个接入元件包括两个或多个定向天线和选择天线之一用于接收无线帧的控制逻辑。

图 7 示出了根据本发明实现方式的中央控制元件 24、26 的逻辑配置。如美国申请 No. 10/183,704 所述，在一种实现方式中，在中央控制元件 24 或 26 与接入元件（例如接入元件 11）之间既有逻辑数据路径 66，又有控制路径 68。控制路径 68 允许中央控制元件 24 或 26 与无线电接入元件 11-15 通信并获取无线电接入元件之间的信号强度。通过监视数据路径 66，中央控制元件 24、26 可获得由其他无线节点发送的信号的信号强度。

更具体而言，中央控制元件 24 或 26 中的无线节点定位器 90 经由控制信道 68 和数据信道 66 收集来自多个接入元件的信息。如上所述，中央控制元件 24 或 26 接收来自多个接入元件 11-15 的数据分组和控制分组，并

向多个接入元件 11-15 发送数据分组和控制分组。标志检测器 62 区分数据分组和控制分组，并将它们通过逻辑开关 64 路由到与有线网络 15 通信的高速数据路径 66 或中央控制元件 24 或 26 内的控制路径 68。数据路径 66 由无线节点数收集器 70 监视。与每个数据分组相关联的是包含 RF 物理层信息的管理头部，所述信息例如是在每个接收到的分组之前的信道中的功率、接收信号的接入元件的标识符，以及被选定用于接收信号的天线的标识符。该信息与原始帧中的 802.11 协议信息一起可被用来维护一个或多个数据结构，所述数据结构维护在以上 A 部分中论述的由接入元件 11-15 检测到的无线节点的信号强度数据。控制路径 68 耦合到其中维护有 AP 信号强度矩阵 78 的处理器元件 76。AP 信号强度矩阵 78 收集量化了接入元件 11-15 之间的信号强度的信息。所有信号强度数据都在接入元件 11-15 处被收集，并在一种实现方式中分别作为数据路径中的资源管理头部中的分组化信息和控制路径中的资源管理控制分组，通过数据路径和控制路径被传输到中央控制元件 24 或 26。

如上所述，在一种实现方式中，无线节点定位功能使用接入元件之间的信号强度数据来选择最佳地表征当前 RF 环境的 RF 物理模型。为了支持这样的实现方式，一个任务是为各种无线网络中检测到彼此的信号的所有远程接入元件创建和维护信号强度矩阵。在一种实现方式中，通过令中央控制元件 24 或 26 中的无线节点定位器 90 和接入元件 11-15 中的资源管理器都被动地监听周围的接入元件和主动地探测周围的接入元件来达到这一目的。中央控制元件 24 或 26 中的无线节点定位器可调度无线网络中的接入元件 11-15，以在指定信道上发送数据测量请求，然后记录来自周围的接入元件的响应。数据测量探测请求和接收器信息带宽的信息带宽可以比正常的信息带宽窄，从而允许接收器的动态范围扩展到超过其正常操作范围。这使得无线电元件可“看到”其正常操作范围以外的接入元件。对这些测量进行调度允许利用单次传输进行多个测量，并且允许对发送信号的检测在调度时被视为相对于背景噪声的幅度改变，从而允许更容易地检测测量信号并允许更大的动态范围。所得到的数据可在控制路径 68 上在由 AP 信号强度矩阵 78 收集的控制分组中发送。被动地，对于在接入元件处

在数据信道上接收的每个分组来说，恰好在接收到分组之前测量 RF 信道中的功率。通过将无线电资源管理器头部附加到数据分组，该干扰测量结果被经由数据信道发送到中央控制元件。或者，接入元件可被配置为标记从其他接入元件接收的分组，以使得它们在控制路径 68 上被传送。

图 7 还示出了包含用于与接入元件 11-15 相关联的所有天线的一个或多个覆盖地图的 RF 物理模型数据库 80。在被激活时，无线节点定位器 90 可如上所述地进行操作，以计算所需无线节点的估计位置，并将估计位置返回请求系统，例如网络管理系统或控制接口。在图 6 所示的 WLAN 系统中，可能有几种实现方式。例如，中央控制元件 24 可被配置为用于无线节点定位的“主”中央控制元件。即，在所有中央控制元件处收集的数据最终都被从其他中央控制元件（例如中央控制元件 26）发送（定期地或根据要求）到计算估计位置的主中央控制元件 24。或者，收集到的数据可被发送到执行上述位置计算的网路管理系统。或者，中央控制元件 24、26（当被部署在分离的物理空间中例如分离的层或建筑物中时）可以基本自治地进行操作。

已经参考特定实施例说明了本发明。例如，虽然上述实施例结合 802.11 网络进行操作，但是也可结合任何无线网络环境使用本发明。此外，无线电收发器可结合两个天线来报告检测到的信号强度信息，并允许无线节点定位功能决定使用哪个或两个来估计无线节点的位置。此外，虽然上述实施例结合包括多个覆盖地图或矩阵的 RF 物理模型进行操作，但是其他数据结构也可被用来存储 RF 物理模型数据。其他实施例对于本领域的技术人员来说也是很明显的。因此，本发明仅受所附权利要求的限制。

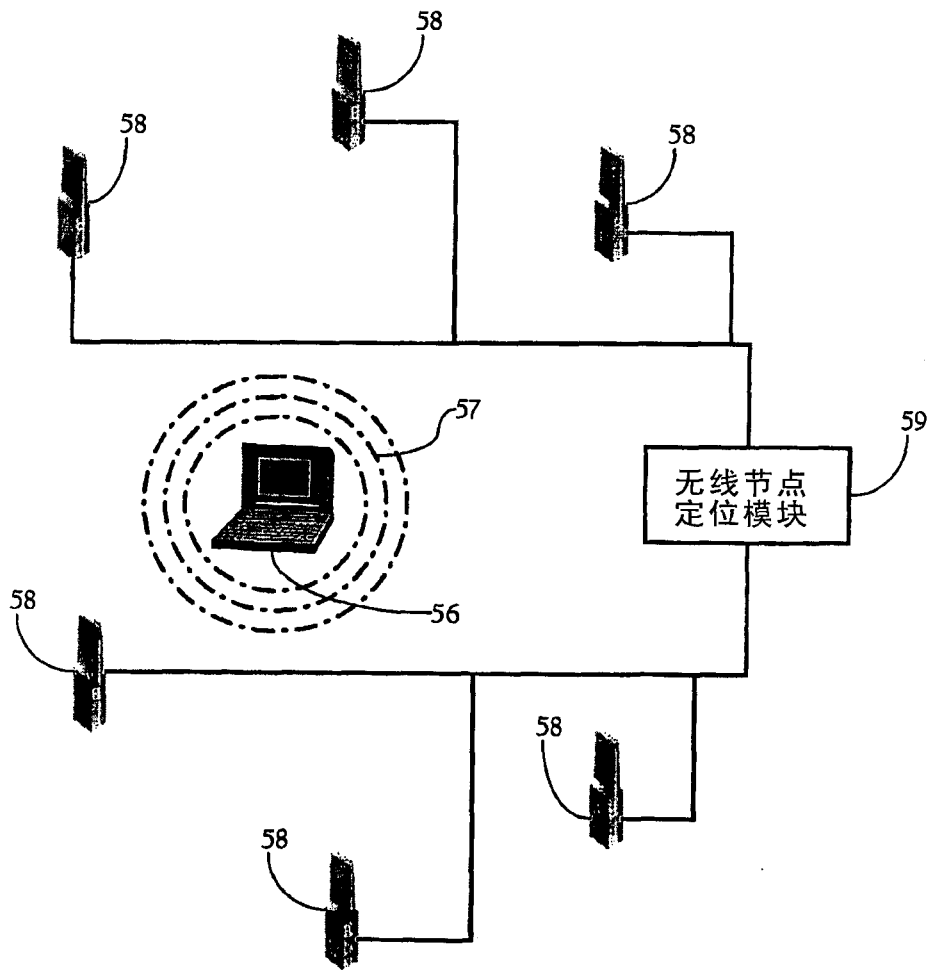


图1

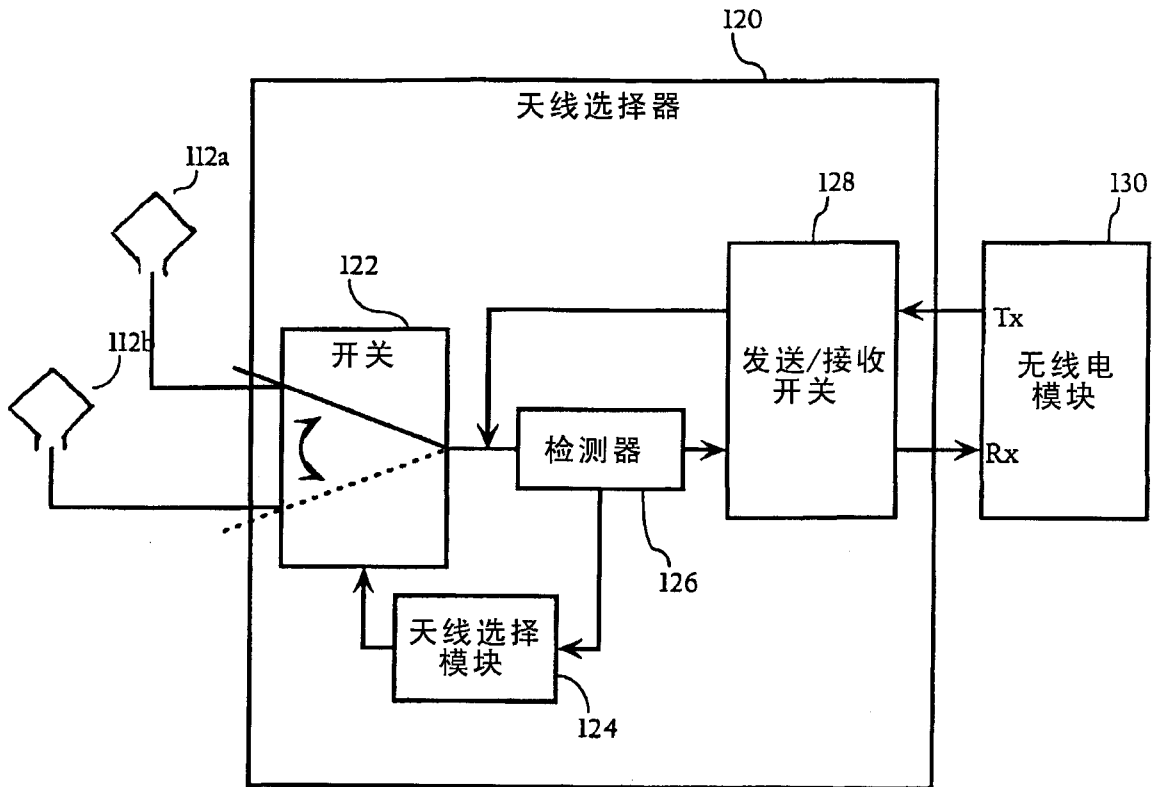


图2A

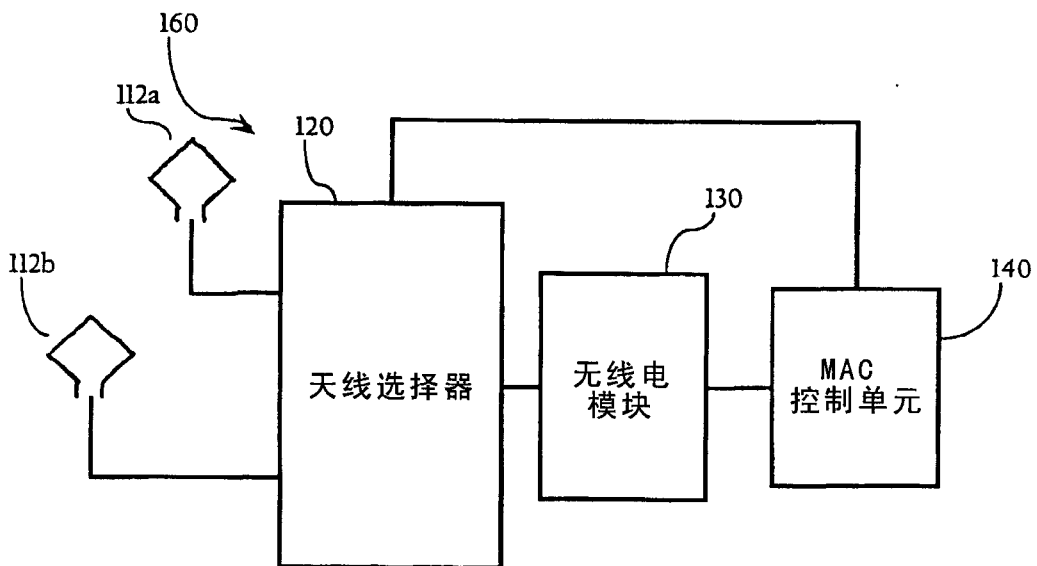


图2B

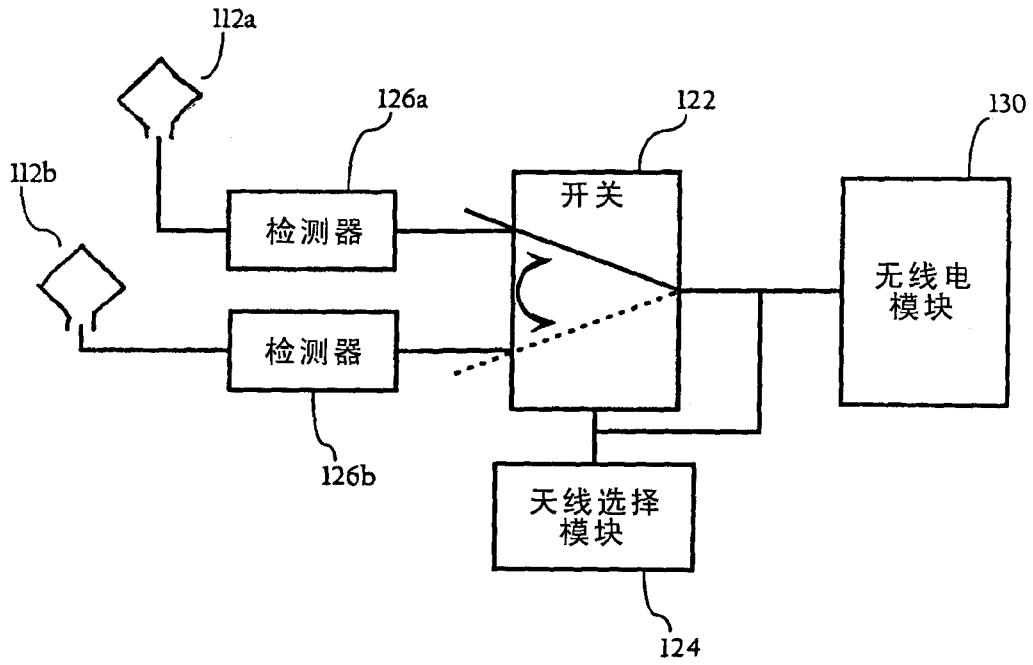


图3A

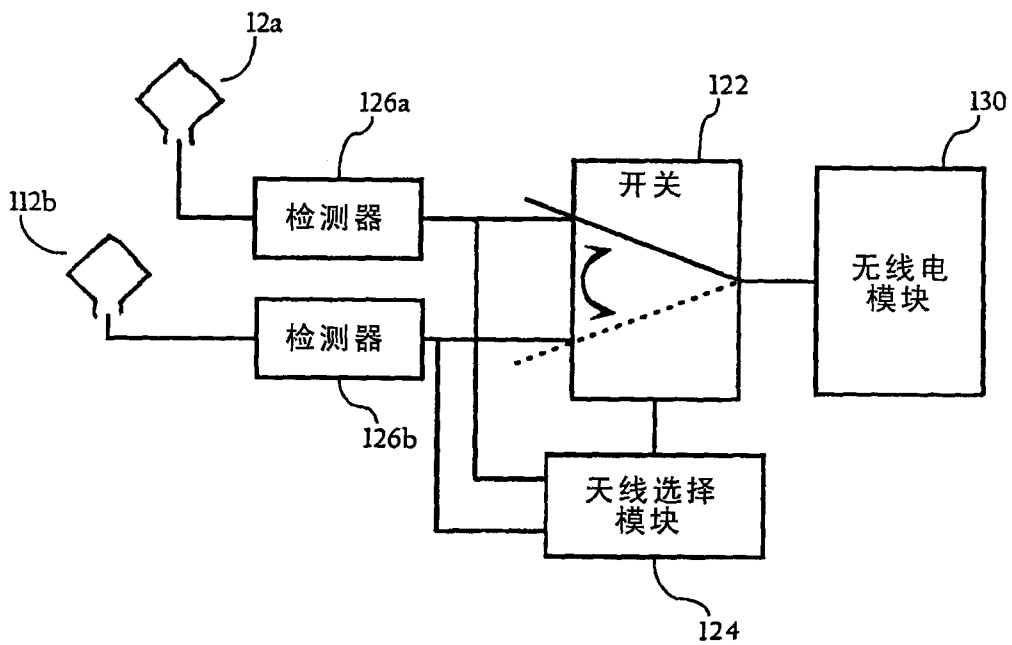


图3B

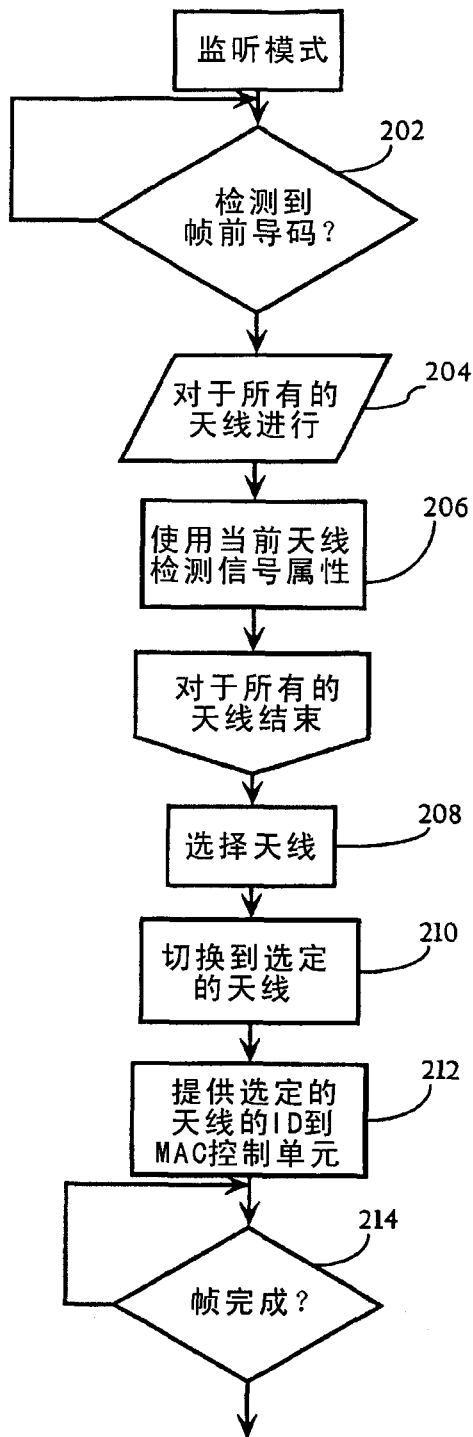


图4

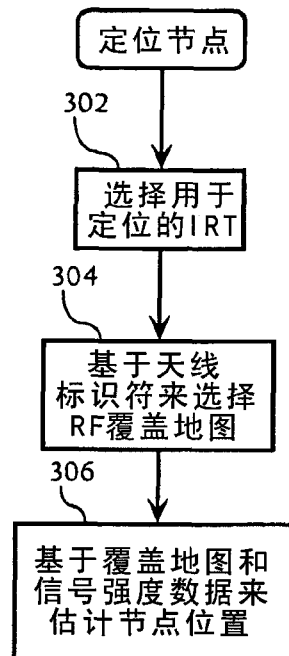


图5

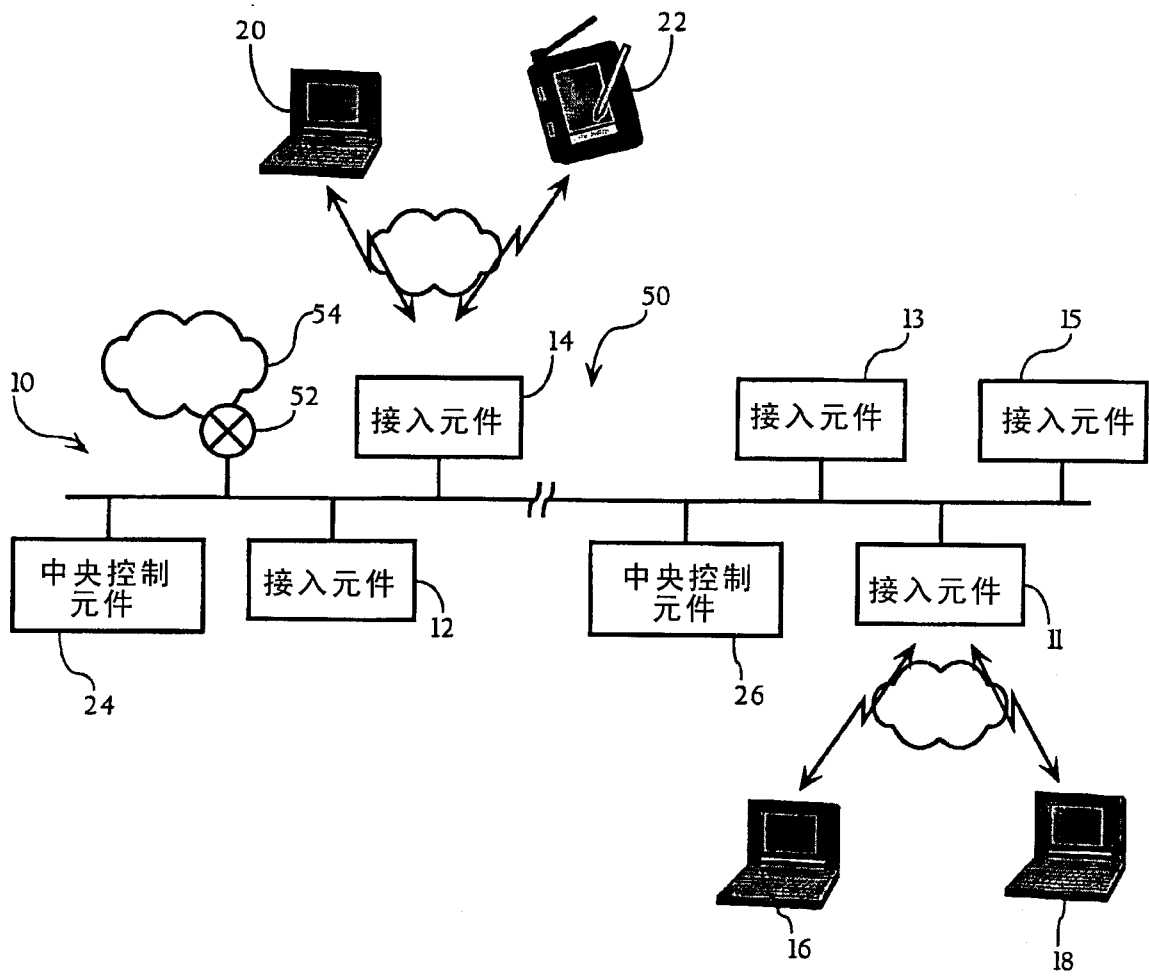


图6

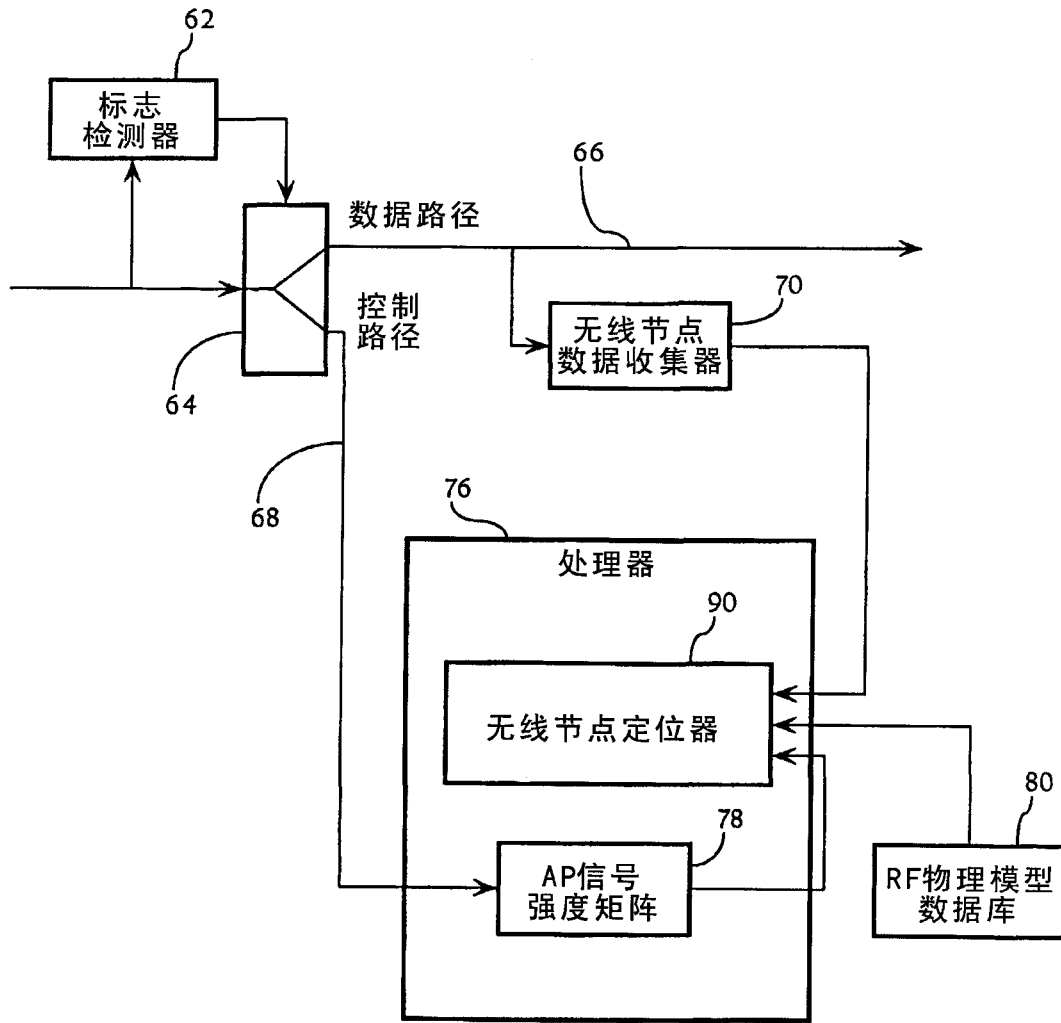


图7

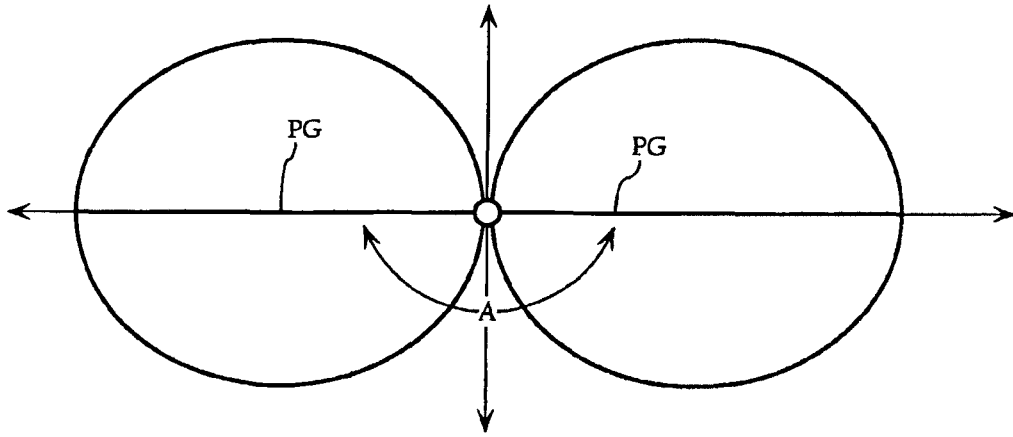


图8A

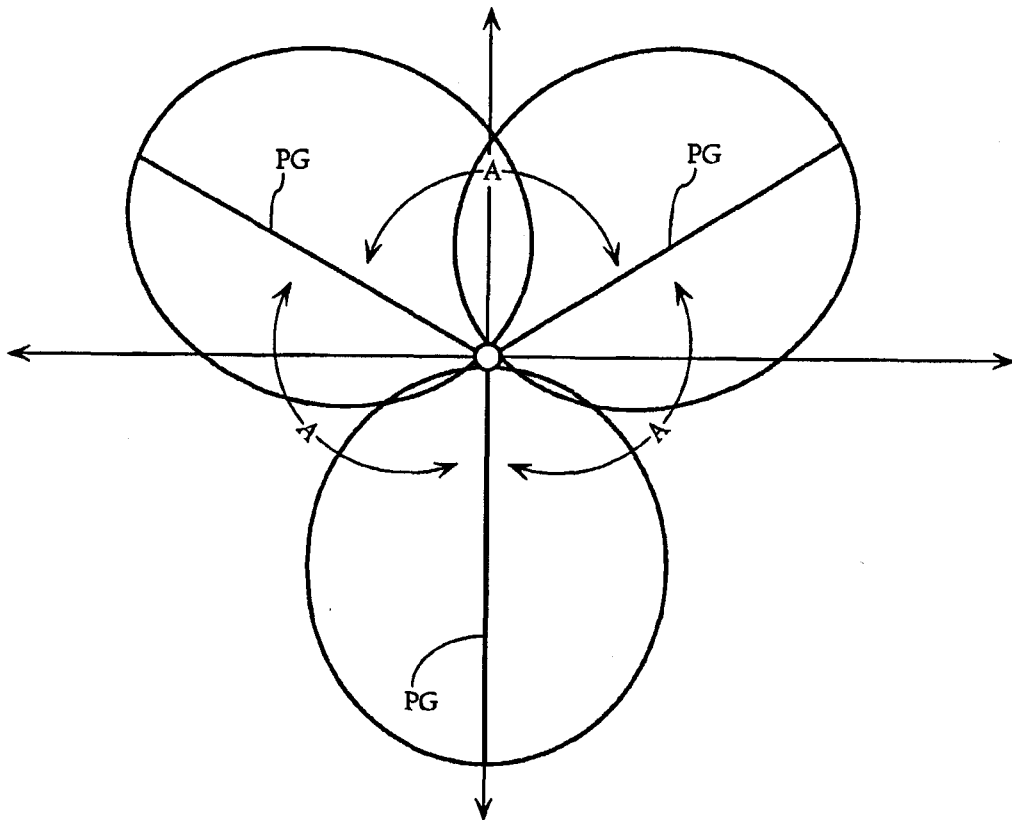


图8B

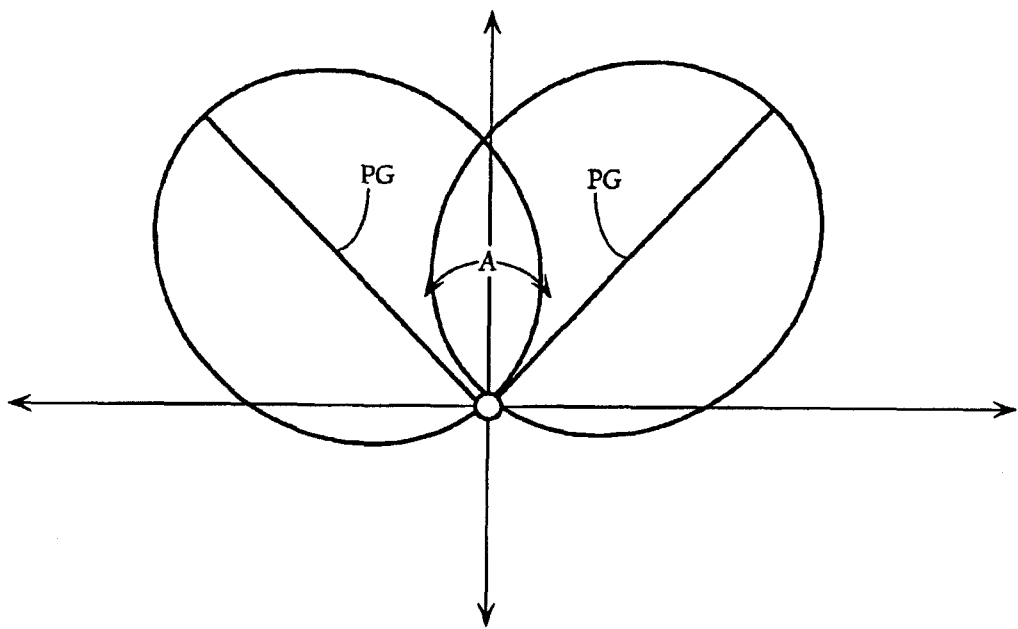


图8C

IRT1, A1	x1	x2	x3	x4	...
y1	ss(x1,y1)	ss(x2,y1)	ss(x3,y1)	ss(x4,y1)	...
y2	ss(x1,y2)	ss(x2,y2)	ss(x3,y2)	ss(x4,y2)	...
y3	ss(x1,y3)	ss(x2,y3)	ss(x3,y3)	ss(x4,y3)	...
y4	ss(x1,y4)	ss(x2,y4)	ss(x3,y4)	ss(x4,y4)	...
...
IRT1, A2	x1	x2	x3	x4	...
y1	ss(x1,y1)	ss(x2,y1)	ss(x3,y1)	ss(x4,y1)	...
y2	ss(x1,y2)	ss(x2,y2)	ss(x3,y2)	ss(x4,y2)	...
y3	ss(x1,y3)	ss(x2,y3)	ss(x3,y3)	ss(x4,y3)	...
y4	ss(x1,y4)	ss(x2,y4)	ss(x3,y4)	ss(x4,y4)	...
...
IRT2, A1	x1	x2	x3	x4	...
y1	ss(x1,y1)	ss(x2,y1)	ss(x3,y1)	ss(x4,y1)	...
y2	ss(x1,y2)	ss(x2,y2)	ss(x3,y2)	ss(x4,y2)	...
y3	ss(x1,y3)	ss(x2,y3)	ss(x3,y3)	ss(x4,y3)	...
y4	ss(x1,y4)	ss(x2,y4)	ss(x3,y4)	ss(x4,y4)	...
...

图9