

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 5/02 (2006.01)

G06K 17/00 (2006.01)

H04W 84/12 (2009.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810027885.9

[43] 公开日 2009年11月11日

[11] 公开号 CN 101576616A

[22] 申请日 2008.5.6

[21] 申请号 200810027885.9

[71] 申请人 广州香港科大研究开发有限公司

地址 511458 广东省广州市南沙区资讯科技园软件楼南区 302A

[72] 发明人 倪明选 赵弋洋 高 民

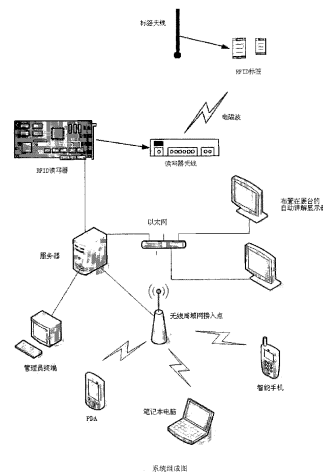
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

基于 RFID 技术的室内定位系统

[57] 摘要

本发明旨在提供一种新的基于 RFID 技术的，在室内范围内进行较精确定位的系统。如图 1 所示，本系统主要由 RFID 读写器、RFID 参照标签、RFID 跟踪标签等构件组成。用户可以通过个人智能设备连接到无线局域网从而获取相应的定位服务。本系统使用无线信号强度作为定位依据。标签与读写器之间通过无线电波进行通讯，每个读写器每过一定的时间会读取并记录一次所有标签的信号强度。我们布置了一些已知位置的参照标签作为参考点，根据这些参考点的信号强度特征，按照我们提出的定位方法，通过比较跟踪标签的信号强度与参照标签的信号强度，可以获得跟踪标签较为精确的位置信息。



1、一种基于 RFID 技术的，在室内范围内进行较精确定位的系统。其特征包括：该系统主要由 RFID 读写器(用于读取两种 RFID 标签的信号强度值)、RFID 参照标签(事先布置在系统覆盖的区域内，其信号强度是实现定位的参照值)、RFID 跟踪标签(被跟踪的人或物体随身佩戴的标签，其信号强度是实现定位的关键输入值)、数据库(存储 RFID 读写器所读取各个时刻的标签信号强度数据和其他相关数据)、后台应用程序(从数据库提取数据来计算跟踪标签的位置信息，并将其直观地在客户端显示出来)、便携智能设备(智能手机、PDA、笔记本电脑等)、展台中的计算机(用于自动放映)和主服务器组成。该系统是根据无线射频信号的能量与距离的关系，来实现对佩戴 RFID 跟踪标签的人或物体进行定位的功能。定位方法如下：在定位环境中定义坐标系，布置辅助标签和读写器，利用有线网络连接读写器和计算机。预先在数据库中保存参照标签的位置信息，当有跟踪标签进入感应范围内时，阅读器发现新标签，将该标签的信号强度值定期传输到计算机，然后使用虚拟定位算法对参照标签和跟踪标签的信号强度进行比较，根据信号强度与位置的关系，定位出跟踪标签的坐标位置。

2、如权利要求 1 所述的室内定位系统中的 RFID 部分，其特征是：上述的射频识别为非接触的集成电路卡，卡中内置有全球唯一的 EPC 电子产品编码。

3、如权利要求 1 和权利要求 2 所述的室内定位系统，其特征是：上述的 EPC 电子产品编码用于目标识别，其主要信息是全球唯一的电子编码，这种编码存储在系统数据库中。

4、如权利要求 1 所述的室内定位系统的 RFID 部分，其特征是：上述的电子标签的信号强度由读写器收集，用于信号强度和位置之间的转换。

5、如权利要求 1 和权利要求 4 所述的室内定位系统，其特征是：需要在室内环境中布置好辅助参照标签。设备中的电子标签必须为带有电源的电子标签，

同时，读写器也要有读取电子标签信号强度值的功能。

6、如权利要求 1 所述的室内定位系统，其特征是：上述的定位环境为室内，也适用于封闭的区域。

7、如权利要求 1 和权利要求 5 所述的室内定位系统，其特征是：跟踪标签必须处于读写器能够读取的范围内，并且在自定义的坐标系统区域中。

8、如权利要求 1 所述的室内定位系统，其特征是：上述的射频识别系统由硬件和软件系统构成。其中硬件包括电子标签、读写器和计算机。软件包括数据库、中间件、信息处理软件。由读写器读取标签的信息，经过中间件的处理传输到数据库中，信息处理软件从数据库中提取数据进行分析处理。

9、如权利要求 1 所述的室内定位系统，其特征是：主服务器通过以太网跟所有展台中的计算机连接起来。用户的智能设备通过 Wi-Fi (802.11b/g)协议连接到系统的无线局域网上。

10、如权利要求 1 和权利要求 9 所述的室内定位系统，其特征是：能使用这种定位服务的便携智能设备必须支持 Wi-Fi (802.11b/g)无线网络协议。

11、如权利要求 1 所述的室内定位系统，其特征是：展台中的计算机必须支持多媒体功能。

12、如权利要求 1 所述的虚拟定位算法，其特征是：用少量的实际 RFID 参照标签和大量的虚拟 RFID 参照标签，通过对所有 RFID 读写器生成的近似图取交集来实现对跟踪标签的定位功能。

基于 RFID 技术的室内定位系统

技术领域

本发明是一种利用 RFID 技术来实现人员、车辆及其它物品的室内定位的系统。该系统可应用于展会、博物馆、停车场、商场等大型室内场所的人员、车辆及物品的定位，并可以与手机、PDA 等电子设备配合使用，达到精准定位的目的。

技术背景

射频识别技术（RFID 即 Radio Frequency Identification 的缩写），又称为电子标签或无线射频识别技术，是一种可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据的技术。RFID 技术涉及信息、制造、材料等诸多高技术领域，涵盖无线通信、芯片设计与制造、天线设计与制造、标签封装、系统集成、信息安全等技术。一些国家和国际跨国公司都在加速推动 RFID 技术的研发和应用进程。从 20 世纪 80 年代开始 RFID 技术逐步走向成熟，在过去十年间，共产生数千项关于 RFID 技术的专利，主要集中在美国、欧洲、日本等国家和地区。由于利用射频方式进行双向通信交换数据而达到识别的目的，不需要识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触等特性，RFID 技术显示出了巨大的发展潜力与应用空间，被认为是 21 世纪的最有发展前途的信息技术之一。目前，RFID 被广泛应用于超市，图书馆管理，仓储管理，交通运输控制管理，工业自动化，商业自动化，动物跟踪和管理，防伪甚至军事等众多领域。同样，也可以利用 RFID 技术进行定位。

无线通信技术的成熟和发展，带动了新兴无线业务的出现，越来越多的应用都需要定位服务。定位技术是一种重要的而且实用的技术，它为人们提供了

丰富的绝对位置和相对位置的信息。三角定位、图像分析和信标定位是三大主要自动定位技术。作为一个成功的定位系统，GPS 已经广泛的应用在汽车导航系统中，这大大提高了人们出行的效率，极大的方便了生活，同时也一定程度上节约了能源。GPS 系统是利用卫星信号进行定位的，当卫星信号受到物体遮挡时，例如建筑物、树木、高山等，定位的精度就会大幅下降，甚至出现错误，因此，该系统只适应于室外或者开阔的场地。作为对 GPS 系统的补充，室内定位系统越来越引起人们的关注，常用的室内定位技术主要有红外线、802.11、超声波、RFID 技术、微雷达技术和 UWB(ultra wideband, 超宽带)技术。各国的科学家和研究人员提出了许多的室内定位方案，例如由微软提出的 RADAR 系统，它是利用无线网络（802.11）的信号强度，通过对室内不同位置的信号强度建模并与当前信号强度比较，来确定被定位目标的位置。这种方法的不足之处在于，需要大量的数据进行训练，同时在干扰较多的情况下，无法进行准确定位。另外还有利用超声波技术的 Cricket 和 Active Bat 系统等，这些系统需要搭建专门的系统，成本较高。

基于 RFID 的室内定位系统采用了射频识别(RFID)技术，在任何室内环境中都是可用的。通过预先在室内布置辅助标签，记录下辅助标签的能量值，当自身贴有标签的跟踪目标进入了跟踪区域时，我们通过获得跟踪标签的能量值，与辅助标签进行比较后，通过预先设计好的算法，就可以判断出跟踪目标的具体位置，当然，它的精度是与辅助标签的覆盖范围有很大的关系，但是，和传统的定位系统比较起来，定位的精度有了很大的提高，可以很好地应用于室内定位中。

采用 RFID 定位技术的典型代表是 SpotON。该系统基于信号强度分析,发展了一种聚合算法对三维空间进行定位。SpotON 系统中硬件标签成网络状分布,

无需中央控制单元,通过标签检测到的信号强弱来表征标签之间的几何距离。但是,完整的 SpotON 系统到目前为止还未建成。

发明内容

本发明的主要目的是为了克服上述诸多的不足之处,旨在提供一种新的基于 RFID 技术的,在室内范围内进行较精确定位的系统。该系统是根据无线射频信号的能量与距离的关系,来实现对佩戴 RFID 跟踪标签的人或物体进行定位的功能。

如图 1 所示,本系统主要由 RFID 读写器(用于读取两种 RFID 标签的信号强度值)、RFID 参照标签(事先布置在系统覆盖的区域内,其信号强度是实现定位的参照值)、RFID 跟踪标签(被跟踪的人或物体随身佩戴的标签,其信号强度是实现定位的关键输入值)、数据库(存储 RFID 读写器所读取各个时刻的标签信号强度数据和其他相关数据)、后台应用程序(从数据库提取数据来计算跟踪标签的位置信息,并将其直观地在客户端显示出来)、便携智能设备(智能手机、PDA、笔记本电脑等)、展台中的计算机(用于自动放映)和主服务器组成。

本系统使用无线信号强度作为定位依据。标签与读写器之间通过无线电波进行通讯,每个读写器每过一定的时间会读取并记录一次所有标签的信号强度(signal strength)。由于无线信号强度与距离之间存在一定的关系(非线性关系),所以,可以利用这个关系和参照标签的位置信息来实现定位。我们布置了一些已知位置的参照标签作为参考点,根据这些参考点的信号强度特征,按照我们提出的虚拟定位算法,可以实时的计算出整个监控区域中任意一点的信号强度特征,通过比较跟踪标签的信号强度特征与计算所得的信号强度特征,可以获得较为精确的位置信息,信号特征与跟踪标签最为接近的点被认为是该标签的位置。

本系统能较为准确的定位跟踪标签的位置，具有很强的实用性，有很高的应用价值。按照我们提出的虚拟定位算法，可以获得较为精确的位置信息（误差在 0.3 米之内）。用户可利用手机、PDA 及笔记本电脑中的无线网络链接功能，与室内(展会会场、大型商场等)的无线网络进行连接。经过认证（进入时需要登记）以后，可以获得相关的地图信息以及标签位置信息，并且可以实时更新。如果在展会中应用本系统，在参观人员进入相应展台的区域时，本系统会在相应的屏幕上自动播放展品的讲解内容。

本系统最大的优点是对于用户的便利性。随着便携智能设备的普及程度越来越高，人们对于在便携设备上接入室内定位服务的需求越来越强烈，本系统即可在最大程度上满足终端用户的这种需要。应用了本系统之后，普通的终端用户可以方便地用自己的智能设备接入室内定位服务，并且这种定位服务可以保证相对较高的精度。

附图说明

结合附图来阅读可以更好地理解本发明的组成部分及整个系统的工作流程。

图 1 为本室内定位系统的组成框架图。

图 2 为虚拟定位算法中虚拟参照标签分布图。

图 3 为虚拟定位算法中对近似图取交集过程。

图 4 为本室内定位系统的工作流程图。

具体实施方式

如图 1 所示，本系统包含硬件部分和软件部分，软件部分运行在服务器上，为本系统的核心部分。该软件的计算机程序代码是用 C++ 语言编写，基于 Microsoft Visual Studio 2005 集成开发环境进行开发，后台的数据库系统是

Microsoft SQL Server 2005。本系统中的 RFID 标签和读写器的数量依照应用场景的实际情况而定，参照标签和跟踪标签都采用有源标签。作为服务器的 PC 主机内存必须达到 2G 或 2G 以上，CPU 为双核，主频 2.3G 赫兹以上，硬盘空间至少达到 360G。管理员终端只需普通的显示器和键盘即可，服务器是管理员终端机的主机。每个展台附近配备的计算机只需要普通的 PC 主机即可，但其必须支持多媒体功能，并且具有 19 寸或 19 寸以上的液晶显示器。本系统的定位服务是基于 B/S 架构进行开发，用户手中的便携式智能设备通过 Wi-Fi (802.11b/g) 协议接入无线局域网，打开浏览器进入页面并登录后即可享受本定位服务。

虚拟定位算法是本系统的核心定位算法。其基本原理是：使用从实际参照标签读取来的信号强度数据来计算出数量更多的虚拟参照标签的信号强度值，基于每个读写器读到的数据分别把参照标签（包括实际标签和虚拟标签）与跟踪标签的信号强度进行比较，然后得到分别根据不同读写器数据计算出的跟踪标签可能位置集合，这些集合的交集所表示的位置被认为是跟踪标签的位置。虚拟定位方法的核心思想就是在不增加额外真实参照标签的情况下，基于众多的虚拟参照标签和少量的实际参照标签的信号强度数据，排除那些可能性较小的位置而得出那些可能性较大的位置，从而实现对待定位物体更精确的定位功能。

在虚拟定位方法中，所有的实际参照标签被规则地放置成一个平面网格，跟踪标签则放置在这个网格所覆盖的区域内，而这个网格又可以进一步分割成许多小网格。如图 2 所示，我们将每一个被四个实际参照标签的覆盖的小网格划分成 $n \times n$ 个大小相同的虚拟网格单元，而每个虚拟网格单元可以看作被四个分布在该虚拟单元角上的虚拟参照标签覆盖。由于实际参照标签的坐标是已知的，根据平面位置关系，虚拟参照标签的坐标也可以很容易地得到。引入虚拟

参照标签的概念使得不用增加额外的真实参照标签，而下面的问题就是如何确定虚拟参照标签的信号强度值。在虚拟定位方法中，根据距离和信号强度的关系用线性插值公式来计算出虚拟参照标签的信号强度值。

虚拟定位中还引入了近似图（proximity map）的概念，每个近似图覆盖整个定位区域，此区域与全体参照标签网格覆盖的区域重叠。每个近似图依据参照标签网格的划分方法进行类似的划分，划分之后使得近似图中每个小网格的中心对应着一个唯一的虚拟或真实参照标签。每一个读写器都有一幅对应的近似图，后台应用程序会将近似图中的每个参照标签的信号强度与跟踪标签的信号强度进行比较。如果在比较中发现近似图中某些区域的信号强度值与读到的跟踪标签的信号强度值之差的绝对值在某个阈值（threshold）之内，则将近似图中这些区域标记出来。如图 3 所示，假设有四个读写器，则在获得四幅近似图之后，通过取交集可以得到待定位标签最可能存在的区域。最后可以通过下式算出待定位标签的坐标：

$$(x, y) = \sum_{i=1}^{n_a} w_i (x_i, y_i)$$

其中 (x, y) 为跟踪标签的坐标， (x_i, y_i) 为近似图中每个区域的中心点坐标， n_a 为近似图中网格的个数， w_i 为每个区域的权重值，在运算时除交集中存在的可能区域外，其他的区域权重均为零。实验表明，当网格数为 900 个时，定位精度较高。而对于阈值的取值，当其太大时，将会包含过多不必要的可能区域，而其过小时又可能将实际位置排除在外，对比实验表明当阈值取 1 或者 1.5 时定位精度较高。

在运行该定位系统之前，我们还要做一些准备工作。首先，对每个 RFID 标签进行确认，确定每个标签在完全相同的条件下是否信号强度值相同。在区域中，确定相对的坐标系统和坐标尺度，根据场地的实际情况将参照标签和读写

器布置到整个区域中，并将所有参照标签的坐标记录到数据库中。将服务器和所有展台的计算机通过以太网连接起来，将展台在已知坐标系统中的位置信息与相应的计算机关联起来存入数据库中。将所有读写器通过交换机与服务器连接起来，并将无线局域网接入点连接到服务器上。将场地的布局图勘测准确后，与其在已知坐标系统中的位置一同存入计算机，用于提供直观的定位服务。每个参观者进场后都会配发一个随身携带的跟踪标签。

本系统开始运行之后，打开所有读写器，每隔几秒钟 RFID 标签发射一次信号，因此每个读写器也同样每几秒钟得到一次所有标签的信号强度值，读写器将这些数据传输到服务器上，最后储存在数据库中。本系统的软件部分从数据库中提取相应数据，进行计算。本系统使用无线信号强度作为定位依据。通过多个读写器接收到的不同标签的信号强度，我们布置了一些已知位置的标签作为参考点。根据这些参考点的信号强度特征，按照已知的虚拟定位算法，可以实时的计算出整个监控区域中任意一点的信号强度特征，通过比较跟踪标签与计算出的位置的信号强度特征，可以获得较为精确的位置信息。这种运算每隔大约 5 秒进行一次，得到跟踪标签的位置信息后，将其以坐标的形式存储在数据库中。

管理员可以在其专用的终端上，对本定位系统的软件及硬件的所有参数进行配置，并可以对系统数据库进行维护。启动或关闭本系统的所有服务，是管理员的职责。由于管理员的权限最大，在必要时，管理员可以查询到任意一个跟踪标签的位置信息。

如图 4 所示，本系统还可以实现展位多媒体资料自动放映或停止的功能，无需依赖人工操作。每次算出所有跟踪标签的位置信息，在程序中都会进行一次比较。将跟踪标签的位置与数据库中所有展台的位置进行对比。例如有一个

跟踪标签和某个展台之间的距离小于等于软件中设置的临界值，那么就会触发一个事件。然后，主程序就会给局域网上该展台计算机正在侦听服务请求的程序发出一条信息，收到信息后，展台计算机上的程序即刻开始播放预置的幻灯片或其他多媒体讲解内容。同样，如果比较的结果是展台附近无跟踪标签，主程序也会控制展台计算机暂停其放映。每个展台的自动放映内容由参展人员提供，存贮在本地展台计算机上。

如图 4 所示，如果用户进入场地后想要使用定位服务，那么在得到跟踪标签后，还要进行注册，前提是用户随身带有便携式智能设备。工作人员会分配给每个用户一个唯一的登录密码，将用户姓名等基本信息和所持标签编号以及服务密码存入数据库中，将这三者关联起来。同时每个密码与一定的权限相对应。如果一个客户与两位朋友一起来参观，那么他的权限则可以查询这三个人的位置。密码与权限也是通过数据表关联在一起。权限的确定和这些基本信息的录入由前台工作人员完成。注册完毕后，用户即可打开自己智能设备的 Wi-Fi 连接功能，搜索到无线局域网无需登录即可自行接入。然后打开网页浏览器输入服务器的 IP 地址，就会出现定位服务的登录页面。用户在这个页面需要输入其唯一的服务密码，验证通过即可顺利登入主页面。用户在主页面上输入欲定位的用户姓名或者展位名称等查询条件之后，程序会自动判断该用户是否有权限查询这些信息，如果权限得到确认，程序就会将这些位置信息和局部区域图叠加在一起以直观的形式展现在客户智能设备的屏幕上。参展人员或者管理员可以通过本定位服务随时查询各个展位前的人数，以便掌握相关的信息。另外，使用本系统还可以达到控制场内人数的功能。用户可以使用手机、PDA 对自己和朋友的位置信息进行查询，更加符合人性化的技术理念。

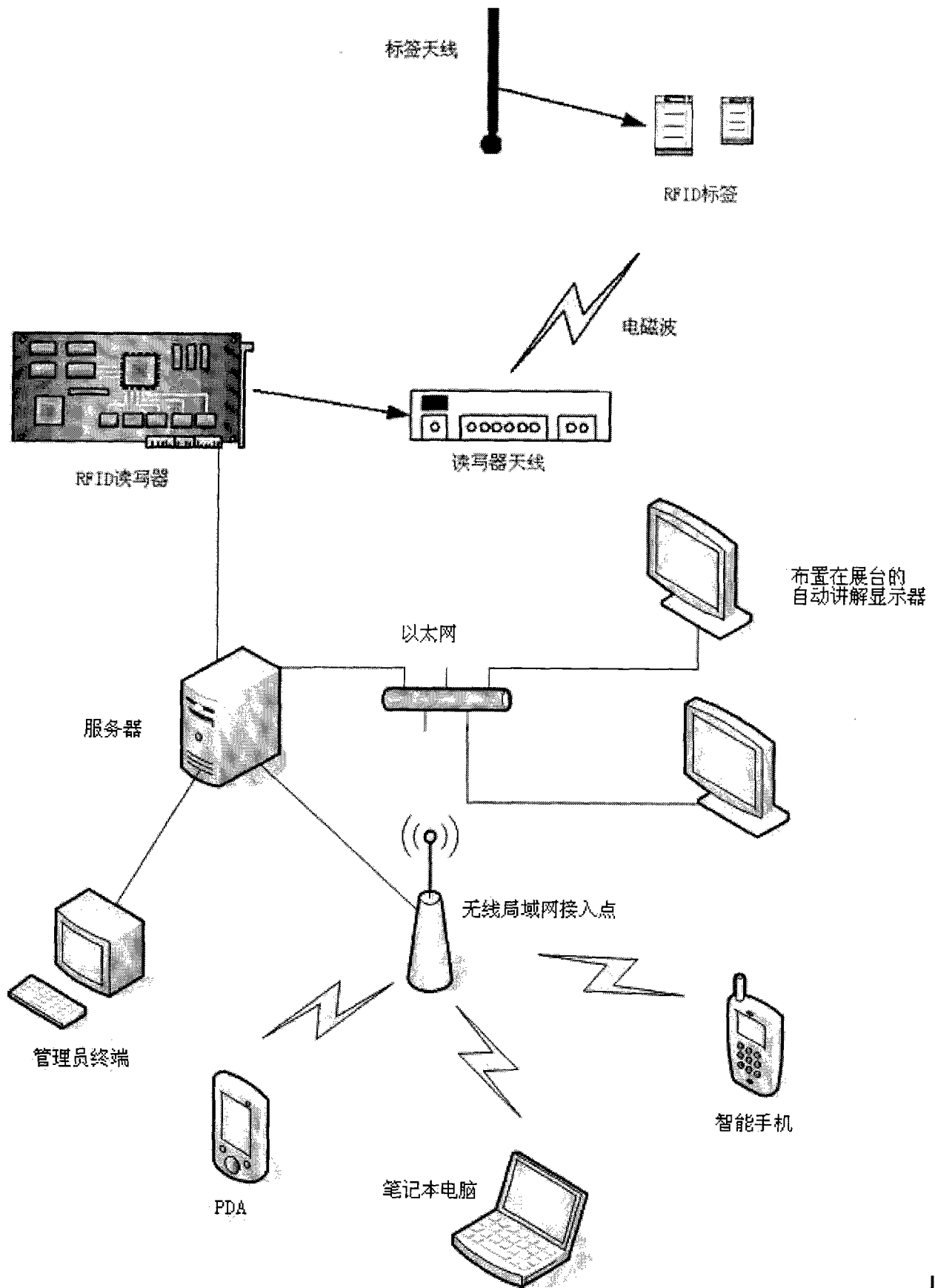


图1 系统组成图

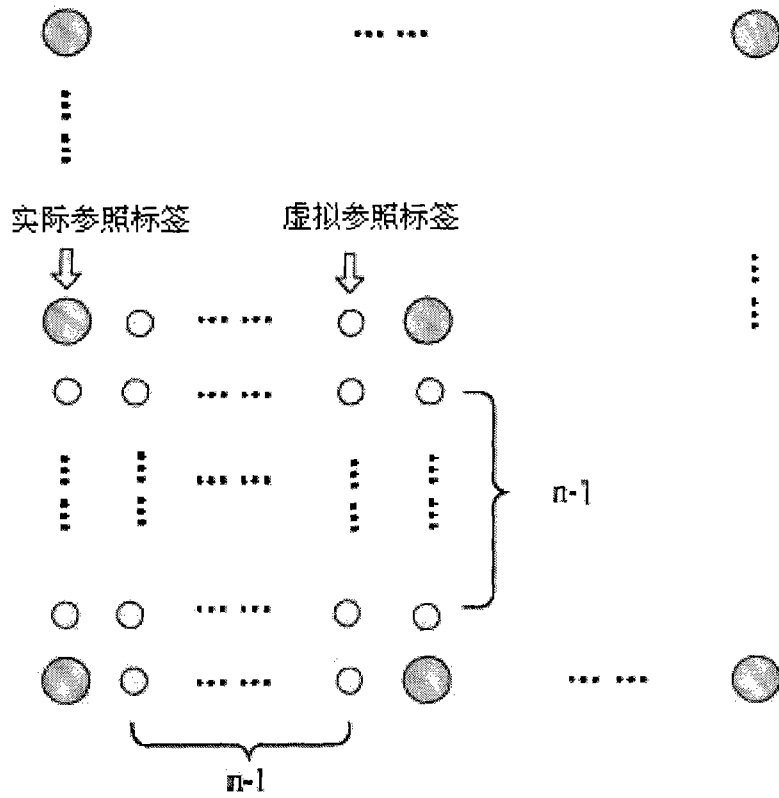


图2 虚拟定位算法中虚拟参照标签分布图

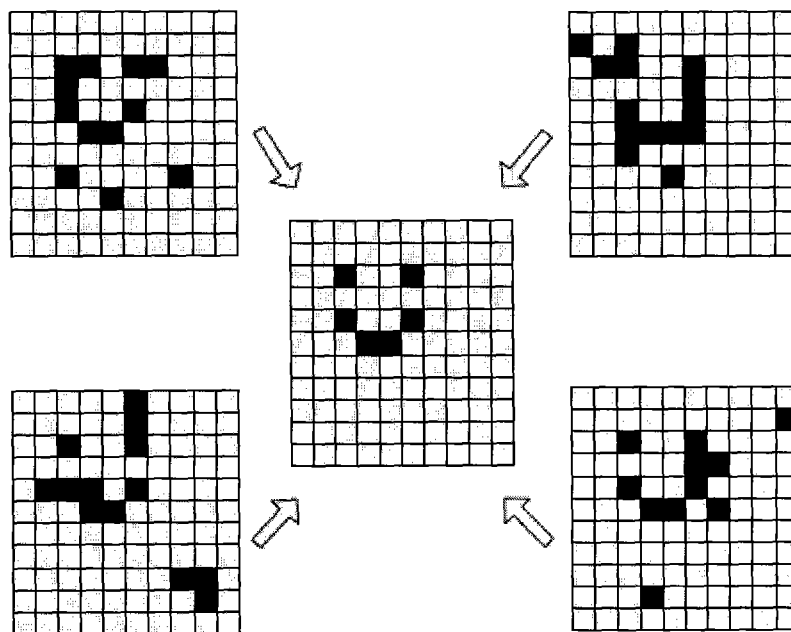


图3 虚拟定位算法中对近似图取交集过程

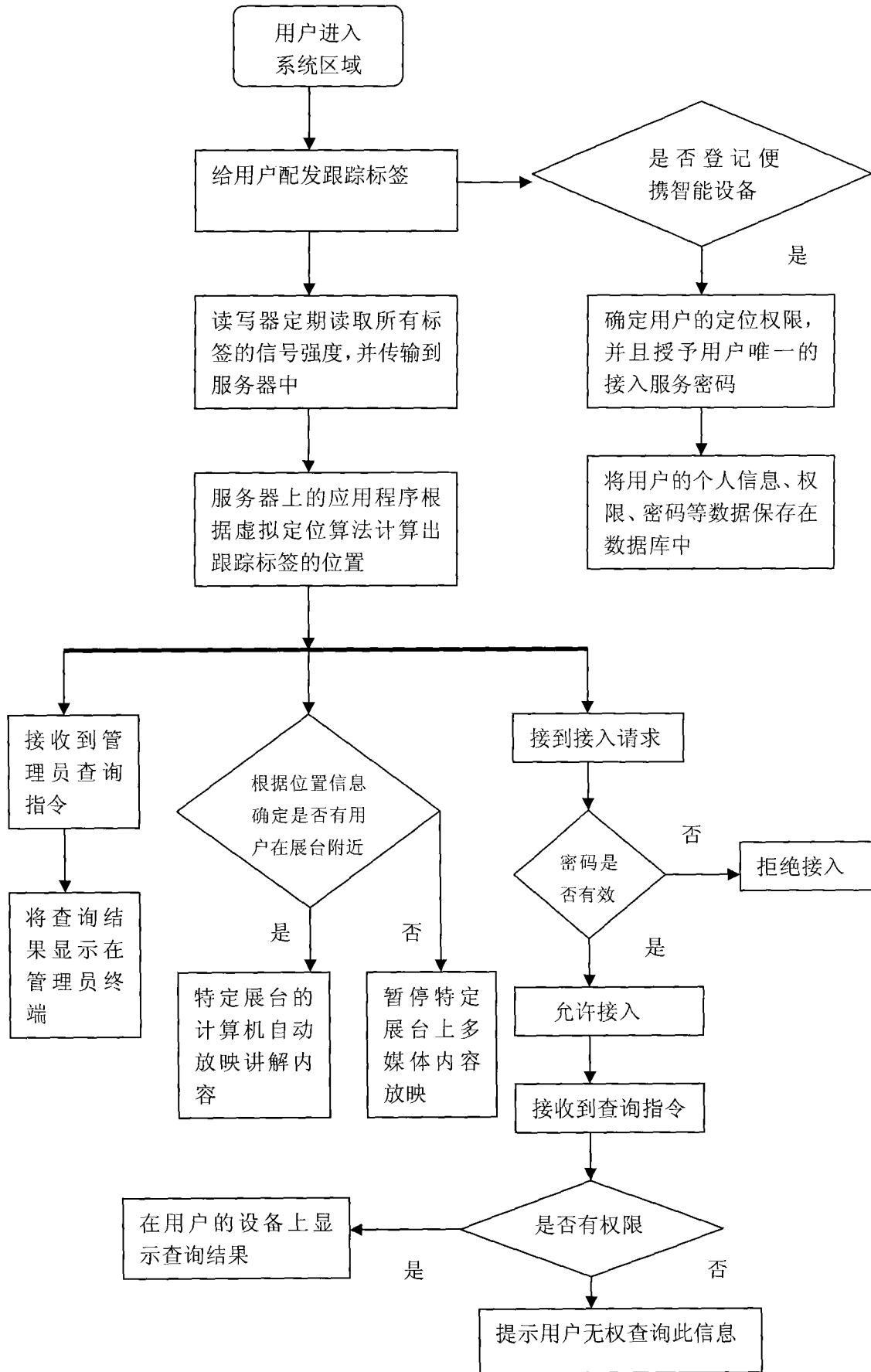


图4 系统流程图