

摘要：移动终端的位置是移动互联网中的关键信息。本文从移动定位技术、典型的移动定位系统及当前研究热点等方面对其进行了阐述。

关键词：移动互联网 定位技术 移动通信

移动定位技术和移动定位系统

Mobile Location Technology and Mobile Location Systems

孙 巍 王行刚 (中国科学院计算所 100080)

移动终端的位置信息是移动互联网中的关键信息，利用移动定位信息开展的服务将是移动互联网上的一种特色服务。获取移动定位信息的定位技术及其定位系统已经成为当前的研究热点。

本文将从移动定位技术开篇，进而介绍典型的移动定位系统，最后分析移动定位当前的研究热点。

1 移动定位技术

移动定位技术大致可以分为三种类型：基于三角关系运算的定位技术、基于场景分析的定位技术和基于临近关系的定位技术。

1.1 基于三角关系运算的定位技术

这种定位技术根据测量得出的数据，利用三角几何关系计算被测物体的位置，它是最主要的、也是应用最为广泛的一种定位技术。基于三角关系运算的定位技术可以细分为两种：基于距离测量的定位技术和基于角度测量的定位技术。

1.1.1 基于距离测量的定位技术

如图1所示，这种定位技术先要测量已知位置的参考点(A, B, C三点)与被测物体(OBJECT)之间的距离(以实线表示的半径1、半径2和半径3)，然后利用三角知识计算被测物体的位置。一般来说，如果要计算

被测物体的平面位置(即二维位置)，那么需要测量三个非线性的距离数据；同理，如果要计算被测物体的立体位置(即三维位置)，那么需要测量四个非线性的距离数

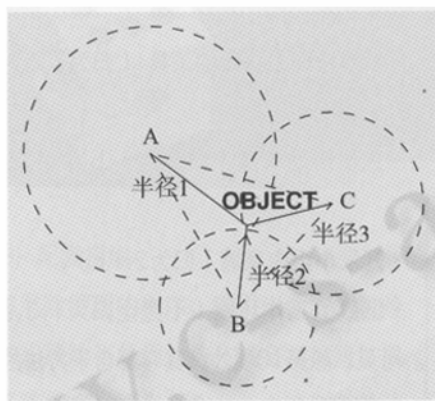


图1 基于距离测量的定位技术

据。在具体的应用环境下，需要测量的距离数据数目可能要少一些。例如，在Active Bat定位系统中，参考点总是位于被测物体之上，所以只需要测量三个距离数据就可以确定Bat(被测物体)的三维位置。图1所示

1.1.2 基于角度测量的定位技术

基于角度的定位技术与基于距离测量的定位技术在原理上是相似的，两者主要的不同在于前者测量的主要是角度，而后者测量的距离。

一般来说，如果要计算被测物体X的平面位置(即二维位置)，那么需要测量两个角

度(角度1和角度2)和一个距离(虚线表示的距离D)，图2所示。同理，如果要计算被测物体的立体位置(即三维位置)，那么需要测量三个角度和一个距离。基于角度测量的定位技术需要使用方向性天线，如智能天线阵列。

1.2 基于场景分析的定位技术

这种定位技术对定位的特定环境进行抽象和形式化，用一些具体的、量化的参数描述定位环境中的各个位置，并用一个数据库把这些信息集成在一起。观察者根据待定位物体所在位置的特征查询数据库，并根据特定的匹配规则确定物体的位置。

由上可以看出，这种定位技术的核心是位置特征数据库和匹配规则，它本质上是一种模式识别方法。Microsoft的RADAR系统就是一个典型的基于场景分析的定位系统。

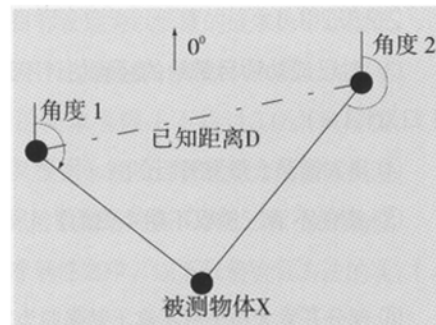


图2 基于角度测量的定位技术

1.3 基于临近关系的定位技术

基于临近关系进行定位的技术原理是：根据待定位物体与一个或多个已知位置的临近关系来定位。这种定位技术通常需要标识系统 (Identification Systems) 的辅助，以唯一的标识确定已知的各个位置。

如图3所示。图中黑点表示的是三个待定位物体 (X, Y, Z)，它们分别位于三种不同形状的Cell 1, Cell 2和Cell 3中。因为各个Cell的位置是已知的，所以待定位物体的位置也就可以确定了。

基于临近关系定位技术的应用非常广泛，最常见的例子是移动蜂窝通信网络中的CellID。其他的例子还有Active Badge定位系统、Xerox ParcTAB System、Carnegie Mellon Wireless Andrew等。

2 移动定位系统

为了获取移动物体的位置信息，人们研制出了许多实验性质或商业性质的定位系

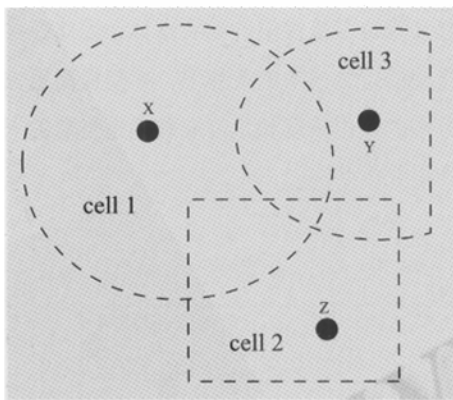


图3 基于临近关系定位技术

统。评价一个定位系统的优劣，通常使用的几个指标包括：定位系统实施和部署的成本、定位精度和准确度、定位响应时间、以及定位系统覆盖的范围等。

2.1 移动通信领域中的定位系统

因为移动通信网络中的移动定位系统具有一定的代表性和典型性，所以这里我们以3GPP提出的移动定位服务LCS (Location Service) 为例，介绍移动定位系统的典型架

构、功能实体的设置和定位过程。

LCS是3GPP提出的未来移动通信网络 (3G) 整体布局中的一部分，它的基本目的是从地理上确定移动终端的位置。LCS的系统架构可以用图4来表示。

LCS采用C/S模式，其中涉及到的逻辑功能实体有：LCS客户端功能实体LCF (LCS Client Functions)、LCS服务器控制功能实体LSCF (LCS Server Control Functions)、定位系统测量功能实体PSMF (Position System Measurement Functions)、定位计算功能实体PCF (Position Calculation Functions)和LCS系统操作功能实体LSOF (LCS System Operation Function)等。

其中，LCF的作用是发出定位查询请求。LCF可能位于移动核心网络 (CN) 中的应用程序、移动终端或者无线接入网，分别满足应用程序和系统管理 (如基于定位的计费、切换等) 对定位的需求。LSCF是LCS的核心，它主要用于协调和管理LCS中的各个功能实体，控制移动终端的定位测量，并向LCF返回请求的定位信息。另外，LSCF还可以综合考虑定位请求中要求的定位精度、当前网络和移动终端的处理能力、无线通信环境的状况

等因素来选择合适的定位方法。具体的定位测量工作由PSMF执行，PSMF可能位于基站、独立的LCS测量单元 (LMU) 或者移动终端中。LSOF实际上是一个数据库系统，定位测量中所需要的辅助数据 (例如参与定位测量的基站坐标或GPS卫星数据) 就是由LSOF提供的。除此之外，LSOF还可以提供移动通信网络在操作和维护期间所需要的其他数据。PCF的任务是根据测量的数据计算移动终端的位置。这里需要说明的是，PCF不仅能够估计移动终端的位置，还可以给出定位计算的误差并完成必要的坐标转换等工作。

LCS没有限定必须使用的定位技术。在LCS中，可以使用移动通信网络中的各种定位技术，例如TOA、AOA等，也可以使用外部的定位技术，如GPS。LCS中的各个功能实体在LSCF的统一协调下相互配合，共同完成对移动终端的定位。

2.2 GPS 定位系统

全球卫星定位系统 (GPS, Global Positioning System) [Al94] 是70年代初美国出于军事目的开发的卫星导航定位系统，于80年代初投入使用。GPS系统由三大部分组成：GPS卫星、地面监控系统、GPS接收机。GPS

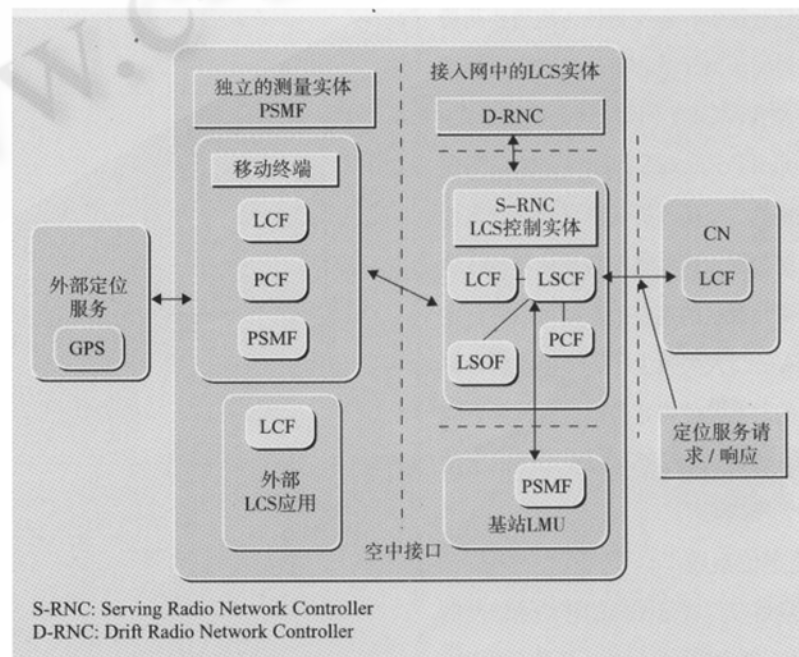


图4 3G 移动网络中 LCS 的系统架构

卫星共有24颗，平均分布在6条卫星轨道上运行，其中21个卫星为工作卫星，3个卫星为备用卫星。卫星运行周期为12小时，全球任何一点都能同时收到4个以上卫星的信号。出于军事目的考虑，美国政府人为降低了民用GPS的定位精度。GPS在天空晴朗时，可以获得5~40米的定位精度。

GPS利用多颗卫星的测量数据计算一个移动终端的位置，即经度、纬度和高度。如果附加利用多普勒效应，还能够测量出移动终端的移动速度和方向。GPS基于到达时间（TOA）机理，确定移动终端（装有GPS接收机）的位置一般需要使用四颗定位卫星。利用三角关系可以得出接收机的位置和时钟偏差表达式如下：

$$P_1 = \sqrt{(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z - Z_1)^2} + c(dt_1 - dt)$$

$$P_2 = \sqrt{(X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2 + (Z - Z_2)^2} + c(dt_2 - dt)$$

$$P_3 = \sqrt{(X - X_3)^2 + (Y - Y_3)^2 + (Z - Z_3)^2} + c(dt_3 - dt)$$

$$P_4 = \sqrt{(X - X_4)^2 + (Y - Y_4)^2 + (Z - Z_4)^2} + c(dt_4 - dt)$$

GPS的缺点是只能用于室外，另外天气对GPS也有一定的影响。如果用GPS直接对移动终端进行定位，首次定位可能需要花费几分钟的时间。为了减小定位的响应时间延迟，可以使用A-GPS（网络辅助GPS，Assisted Global Position System）。A-GPS使用固定位置的GPS接收机获得移动终端定位所需的辅助数据。这些辅助数据使移动终端不必译码实际卫星的定位消息就可以进行定位测量。A-GPS大大减少了GPS接收机计算位置所需的时间，使得定位响应时间延迟降至几秒钟。另外，A-GPS可以把GPS的定位服务延伸到室内。

2.3 其他定位系统

除了应用在广域范围内的移动通信网络定位系统和GPS定位系统以外，还有许多工作在室内或局域范围内的定位系统，下面以Ac-

tive Badge定位系统为例做一个简单介绍。

Olivetti实验室（现在的AT&T Cambridge实验室）开发的Active Badge定位系统是最早出现的室内定位系统，它是一个利用临近关系进行定位的蜂窝状系统。

整个系统由Badge，Sensor和服务器三部分组成，如图5。用户随身携带一个很小的红外线设备Badge，每一个Badge都有一个唯一的ID号。在没有用户的干预下，Badge每隔固定的时间间隔（典型值为10秒）发送自己的ID号。设备上也可以安装Badge，因为设备的位置相对固定，所以Badge只需每隔10分钟发送一次ID即可。用户持有的Badge上有两个的按钮（作为Badge的输入）、两个LED和一个扬声器（作为Badge的输出）。当用户按下其中一个按钮时，Badge会立即发送自己的ID。Sensor实际上是红外线接收器，它们固定在房间的墙壁或天花板上，所有的Sensor之间通过固定的线路相互连接。Badge和Sensor通过红外线以9600波特的速率相互通信。因为红外线不能穿透墙壁和门窗，所以Badge发出信号的有效半径一般只有几米，由此确定的空间被称为Cell（蜂窝）。Cell的典型大小就是一个房间，因此Active Badges定位系统的定位精度也局限在一个房间内。如果房间很

大，那么可以在房间中安装多个Sensor，每个Sensor监视一个Cell。位于系统中心的服务器收集所有Sensor的观测值（即Badge当前所在的Cell），并通过应用程序编程接口向应用程序提供Badge当前所在的位置信息。

在Active Badge定位系统的基础上，人们又开发了Active Bat、Crickets等定位系统，用以提高Active Badge的定位精度。

除了以上提及的定位系统外，其他的还有RADAR、Smart Floors、Automatic ID System、Wireless Andrew、SpotON、CyberGuide、CoolTown、E911、Sentient computing systems等。

3 移动定位当前的研究热点

移动定位当前研究的热点主要包括以下几个方面：

3.1 提高移动定位系统的定位精度和准确度

移动定位的定位精度和定位准确度是两个相互联系、密不可分的概念，也是衡量移动定位系统性能的重要指标，因此在可接受的定位成本的条件下，如何提高定位系统的定位精度和定位准确度是当前一个研究热点。

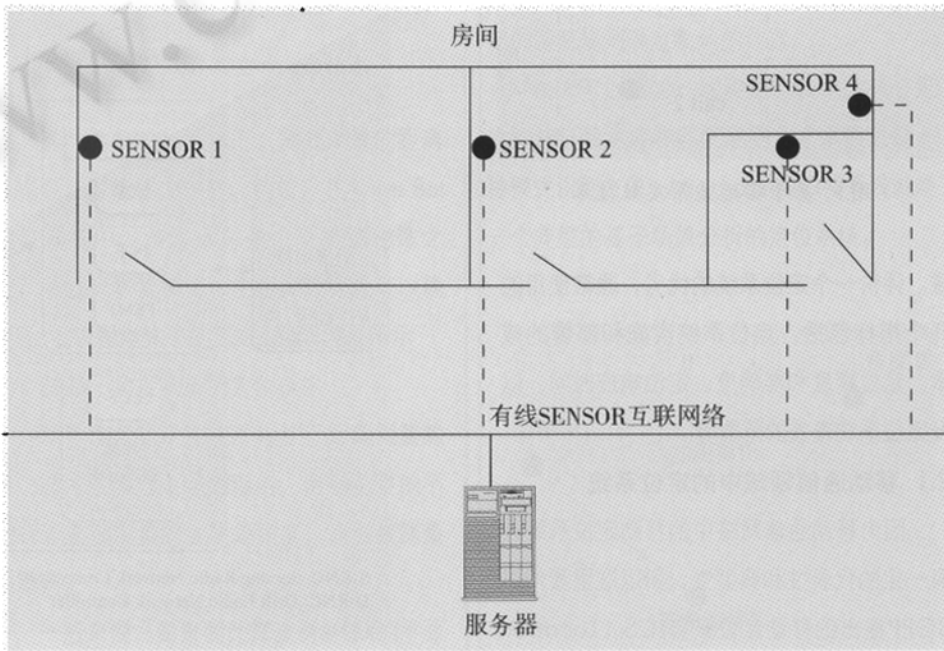


图5 Active Badge 定位系统

3.2 位置信息的获取和处理

位置信息是移动定位应用所必需的关键信息。不同的移动定位应用对位置信息的要求也是不同的。因此需要一个中间层对移动定位系统收集的位置信息进行进一步的处理,以满足移动定位应用对位置信息不同的要求。这里所说的中间层是一个中间件性质的软件实体,它的作用是屏蔽底层的具体的移动定位技术,向移动定位应用提供特定的定位服务。

3.3 移动定位应用的研究

有了可以提供足够定位精度和准确度的定位技术,以及对位置信息进行收集和处理的移动定位中间件,应用程序设计人员的任务就是设计新颖的移动定位应用,推动移动互联网的发展。

位置服务包括从安全服务到付帐、信息追踪、导航、数据/视频集成产品、移动通信系统设计等方方面面,发展前景十分广阔。

为了推动移动定位服务,需要从底层的定位系统、定位服务中间件和定位应用三个层面进行努力。

参考文献

- 1 www.cs.washington.edu/research/portolano/papers/UW-CSE-01-07-01.pdf.
- 2 A. Harter et al., "The Anatomy of a Context-Aware Application," Proc. 5th Ann. Int'l Conf. Mobile Computing and Networking (Mobicom 99), ACM Press, New York, 1999, pp. 59-68.
- 3 P. Bahl and V. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System," Proc. IEEE Infocom 2000, IEEE CS Press, Los Alamitos, Calif., 2000, pp. 775-784.
- 4 Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, and Jon Gibbons. The active badge location system. ACM Transactions on Information Systems, 10(1):91-102, January 1992.

