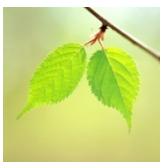
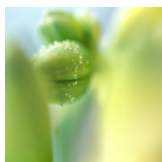
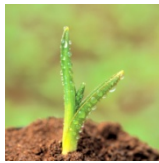
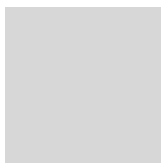
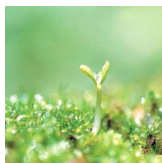
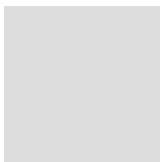


第 6 章网络定位和发现技术



学习任务



本章主要涉及：

1

GPS全球定位系统

2

蜂窝基站定位

3

新兴定位系统（ AGPS ）



学习任务



本章主要涉及：

4

无线室内环境定位

5

传感器网络节点定位技术

6

传感器网络时间同步技术



6.1 位置服务



- 位置服务（**LBS**，**Location Based Services**）又称定位服务，
- **LBS**是由移动通信网络和卫星定位系统结合在一起提供的一种增值业务，通过一组定位技术获得移动终端的位置信息(如经纬度坐标数据)，提供给移动用户本人或他人以及通信系统，实现各种与位置相关的业务。
- 实质上是一种概念较为宽泛的与空间位置有关的新型服务业务。



6.1 位置服务



- 位置服务（**LBS, Location Based Services**）
又称定位服务，**LBS**是由移动通信网络和卫星定位系统结合在一起提供的一种增值业务，通过一组定位技术获得移动终端的位置信息(如经纬度坐标数据)，提供给移动用户本人或他人以及通信系统，实现各种与位置相关的业务。实质上是一种概念较为宽泛的与空间位置有关的新服务业务。



6.1 位置服务



关于位置服务的定义有很多。**1994年**，美国学者**Schilit**首先提出了位置服务的三大目标：

- 你在哪里 (空间信息)、
- 你和谁在一起 (社会信息)、
- 附近有什么资源 (信息查询)。

这也成为了**LBS**最基础的内容。



6.1 位置服务



对于位置定义有如下几种方法：

- 1) **AOA** (angle of arrival)指通过两个基站的交集来获取移动台(Mobile station)的位置；
- 2) **TDOA** (time difference of arrival)工作原来类似与**GPS**。通过一个移动台和多个基站交互的时间差来定位；
- 3) **location signature** 位置标记。对每个位置区进行标识来获取位置；
- 4) **卫星定位**。



6.1 位置服务



需要特别说明的是，位置信息不是单纯的“位置”，而是包括：

- ① 地理位置（空间坐标）
- ② 处在该位置的时刻（时间坐标）
- ③ 处在该位置的对象（身份信息）



6.2 GPS全球定位系统



- **GPS** 是英文**Global Positioning System**（全球定位系统）的简称。**GPS**是**20世纪70年代**由美国陆海空三军联合研制的新一代空间卫星导航定位系统。
- 其主要目的是为陆、海、空三大领域提供实时、全天候和全球性的导航服务。
- 经过**20余年**的研究实验，耗资**300亿美元**，到**1994年3月**，全球覆盖率高达**98%**的**24颗GPS**卫星星座已布设完成。



6.2.1. GPS构成



- **GPS**全球定位系统由空间部分、地面控制系统和用户设备部分三部分组成。

① 空间部分

- **GPS**的空间部分是由**24**颗卫星组成(**21**颗工作卫星, **3**颗备用卫星), 它位于距地表**20200km**的上空,均匀分布在**6** 个轨道面上,轨道倾角为**55°**。
- 卫星的分布使得在全球任何地方、任何时间都可观测到**4** 颗以上的卫星,并能在卫星中预存的导航信息。
- **GPS**的卫星因为大气摩擦等问题, 随着时间的推移, 导航精度会逐渐降低。



6.2.1. GPS构成



② 地面控制系统

- 地面控制系统由监测站、主控制站、地面天线所组成,主控制站位于美国科罗拉多州春田市。地面控制站负责收集由卫星传回之讯息,并计算卫星星历、相对距离,大气校正等数据。

③ 用户设备部分

- 用户设备部分即**GPS** 信号接收机。其主要功能是能能够捕获到按一定卫星截止角所选择的待测卫星, 并跟踪这些卫星的运行。



6.2.1. GPS构成



- 当接收机捕获到跟踪的卫星信号后，就可测量出接收天线至卫星的伪距离和距离的变化率，解调出卫星轨道参数等数据。
- 根据这些数据，接收机中的微处理计算机就可按定位解算方法进行定位计算，计算出用户所在地理位置的经纬度、高度、速度、时间等信息。
- 接收机硬件和机内软件以及**GPS** 数据的后处理软件包构成完整的**GPS** 用户设备。



6.2.1. GPS构成



- **GPS** 接收机的结构分为天线单元和接收单元两部分。接收机一般采用机内和机外两种直流电源。关机后，机内电池为**RAM**存储器供电，以防止数据丢失。
- 目前各种类型的接受机体积越来越小，重量越来越轻，便于野外观测使用。



6.2.2. GPS工作过程



- **GPS**导航系统的基本原理是测量出已知位置的卫星到用户接收机之间的距离，然后综合多颗卫星的数据就可知道接收机的具体位置。
- 要达到这一目的，卫星的位置可以根据星载时钟所记录的时间在卫星星历中查出。
- 而用户到卫星的距离则通过纪录卫星信号传播到用户所经历的时间，再将其乘以光速得到(由于大气层电离层的干扰，这一距离并不是用户与卫星之间的真实距离，而是伪距（**PR**）。



6.2.2. GPS工作过程



- 当**GPS**卫星正常工作时，会不断地用**1**和**0**二进制码元组成的伪随机码发射导航电文。
- 导航电文包括卫星星历、工作状况、时钟改正、电离层时延修正、大气折射修正等信息。它是从卫星信号中解调制出来，以**50b/s**调制在载频上发射的。
- 当用户接受到导航电文时，提取出卫星时间并将其与自己的时钟做对比便可得知卫星与用户的距离，再利用导航电文中的卫星星历数据推算出卫星发射电文时所处位置，用户在大地坐标系中的位置速度等信息便可得知。



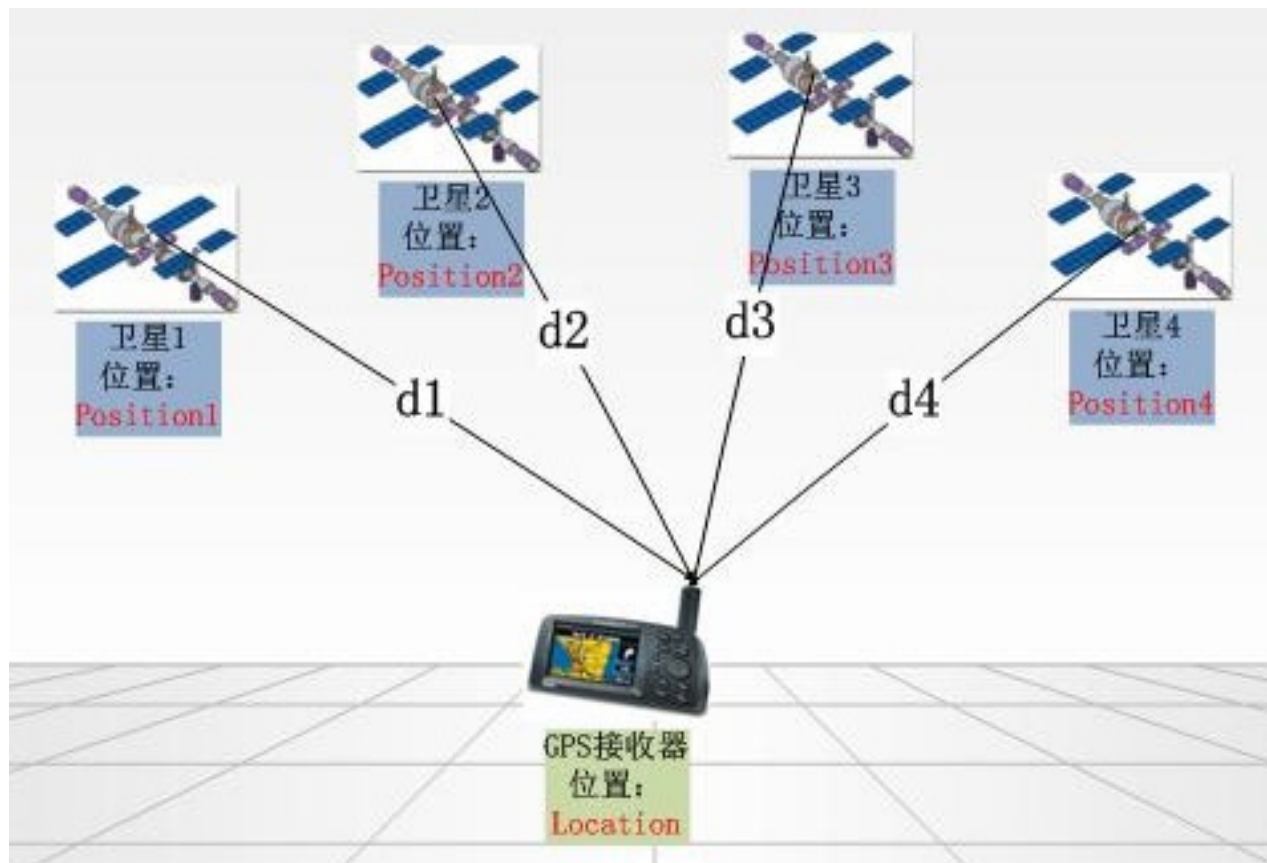
6.2.2. GPS工作过程



- 然而，由于用户接受机使用的时钟与卫星星载时钟不可能总是同步，所以除了用户的三维坐标 x 、 y 、 z 外，还要引进一个 Δt 即卫星与接收机之间的时间差作为未知数，然后用4个方程将这4个未知数解出来。
- 所以如果想知道接收机所处的位置，至少要能接收到4个卫星的信号。



6.2.2. GPS工作原理



GPS卫星信号接收工作原理

6.2.3. GPS定位计算



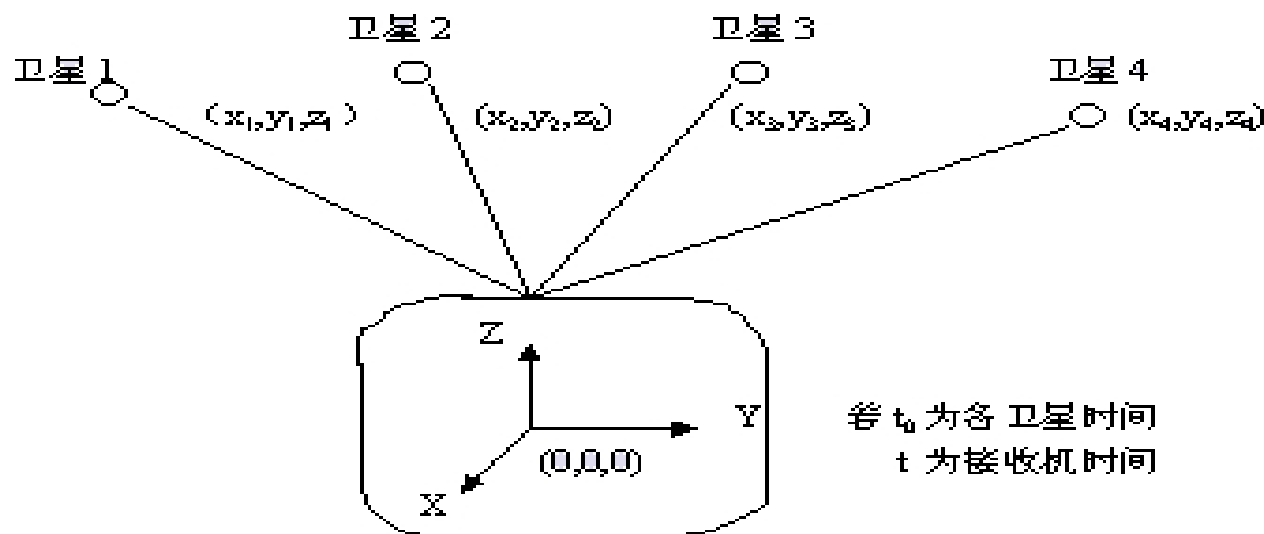
- **GPS**定位的基本原理是根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据，采用空间距离后方交会的方法，确定待测点的位置。
- 如下图所示，假设 t 时刻在地面待测点上安置**GPS**接收机，可以测定**GPS**信号到达接收机的时间 Δt ，再加上接收机所接收到的卫星星历等其它数据可以确定以下四个方程式：



6.2.3. GPS定位计算



GPS定位 计算



$$(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2 + c^2 \cdot (t - t_{01})^2 = d_1^2$$

$$(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2 + c^2 \cdot (t - t_{02})^2 = d_2^2$$

$$(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2 + c^2 \cdot (t - t_{03})^2 = d_3^2$$

$$(x_4 - x)^2 + (y_4 - y)^2 + (z_4 - z)^2 + c^2 \cdot (t - t_{04})^2 = d_4^2$$

求解未知数

(x, y, z, t)
定位 定时



6.2.3. GPS定位计算



- 上述四个方程式中待测点坐标 x 、 y 、 z 和 V_{to} 为未知参数，其中 $d_i = c \Delta t_i$ ($i=1, 2, 3, 4$)。
- d_i ($i=1, 2, 3, 4$) 分别为卫星1、卫星2、卫星3、卫星4到接收机之间的距离。
- Δt_i ($i=1, 2, 3, 4$) 分别为卫星1、卫星2、卫星3、卫星4的信号到达接收机所经历的时间。
- c 为GPS信号的传播速度（即光速）。



6.2.3. GPS定位计算



四个方程式中各个参数意义如下：

- x 、 y 、 z 为待测点坐标的空间直角坐标；
 x_i 、 y_i 、 z_i ($i=1、2、3、4$) 分别为卫星1、卫星2、卫星3、卫星4在 t 时刻的空间直角坐标，可由卫星导航电文求得。
- $V_{t i}$ ($i=1、2、3、4$) 分别为卫星1、卫星2、卫星3、卫星4的卫星钟的钟差，由卫星星历提供。 V_{to} 为接收机的钟差。
- 由以上四个方程即可解算出待测点的坐标 x 、 y 、 z 和接收机的钟差 V_{to} 。



6.2.4. 全球四大GPS系统



① 美国GPS:

- 由美国国防部于**20世纪70年代初**开始设计、研制，于**1993年**全部建成。

② 欧盟“伽利略”:

- 准备发射**30颗**卫星，组成“伽利略”卫星定位系统。**2009年**该计划正式启动。

③ 俄罗斯“格洛纳斯”:

- 始于**上世纪70年代**，如要提供全球定位服务，则需要**24颗**卫星。



6.2.4. 全球四大GPS系统



④ 中国北斗卫星导航系统(BeiDou (COMPASS) Navigation Satellite System):

- 是中国正在实施的独立运行的全球卫星导航系统。由空间段、地面段和用户段三部分组成，
- 空间段包括**5**颗静止轨道卫星和**30**颗非静止轨道卫星，
- 地面段包括主控站、注入站和监测站等若干个地面站，
- 用户段包括北斗用户终端以及与其他卫星导航系统兼容的终端。



6.2.5.GPS的应用



- **(1) 陆地应用**，主要包括车辆导航、应急反应、大气物理观测、地球物理资源勘探、工程测量、变形监测、地壳运动监测、市政规划控制等；
- **(2) 海洋应用**，包括远洋船最佳航程航线测定、船只实时调度与导航、海洋救援、海洋探宝、水文地质测量以及海洋平台定位、海平面升降监测等；
- **(3) 航空航天应用**，包括飞机导航、航空遥感姿态控制、低轨卫星定轨、导弹制导、航空救援和载人航天器防护探测等。



6.3 蜂窝基站定位



- 相对而言，**GPS**定位成本高、定位慢、耗电多因此在一些定位精度要求不高，但是定位速度要求较高的场景下，并不是特别适合；
- 同时因为**GPS**卫星信号穿透能力弱，因此在室内无法使用。
- 相比之下，**GSM**蜂窝基站定位快速、省电、低成本、应用范围限制小，因此在一些精度要求不高的轻型场景下，也大有用武之地。



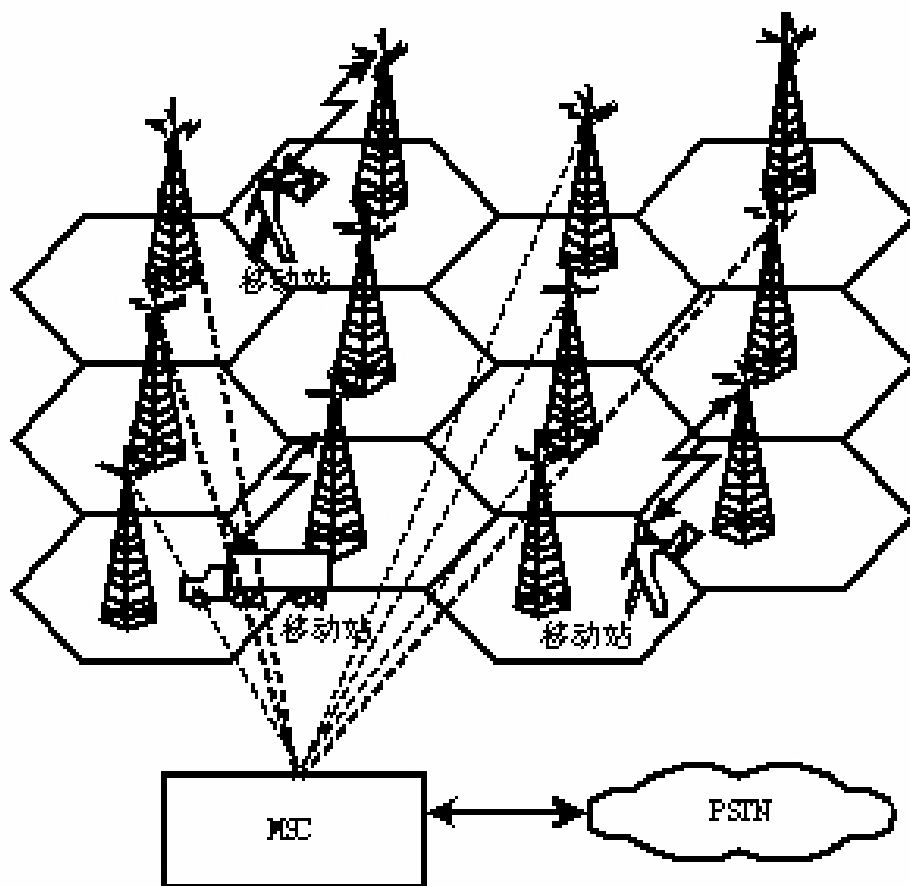
6.3.1 GSM蜂窝基站的基础架构



- **GSM网络**的基础结构是由一系列的蜂窝基站构成的，这些蜂窝基站把整个通信区域划分成如图所示的一个个蜂窝小区。这些小区小则几十米，大则几千米。
- 在**GSM**中通信时，总是需要和某一个蜂窝基站连接的，或者说是处于某一个蜂窝小区中的。那么**GSM**定位，就是借助这些蜂窝基站进行定位。



6.3.1 GSM蜂窝基站的基础架构



蜂窝基站



6.3.2 COO (Cell of Origin) 定位



- **COO定位**是一种单基站定位，即根据设备当前连接的蜂窝基站的位置来确定设备的位置。
- 那么很显然，定位的精度就取决于蜂窝小区的半径。在基站密集的城市中心地区，精度可以达到**50M**以内；
- 而在其他地区，可能基站分布相对分散，可能达到几千米，也就意味着定位精度只能粗略到几千米。



6.3.3 七号信令定位



- 该技术以信令监测为基础，能够对移动通信网中特定的信令过程，如漫游、切换以及与电路相关的信令过程进行过滤和分析，并将监测结果提供给业务中心，以实现特定用户的个性化服务。
- 该项技术通过对信令进行实时监测，可定位到一个小区，也可定位到地区。
- 故适用对定位精确度要求不高的业务，如漫游用户问候服务，远程设计服务、平安报信和货物跟踪等。



6.3.4 TOA/TDOA定位



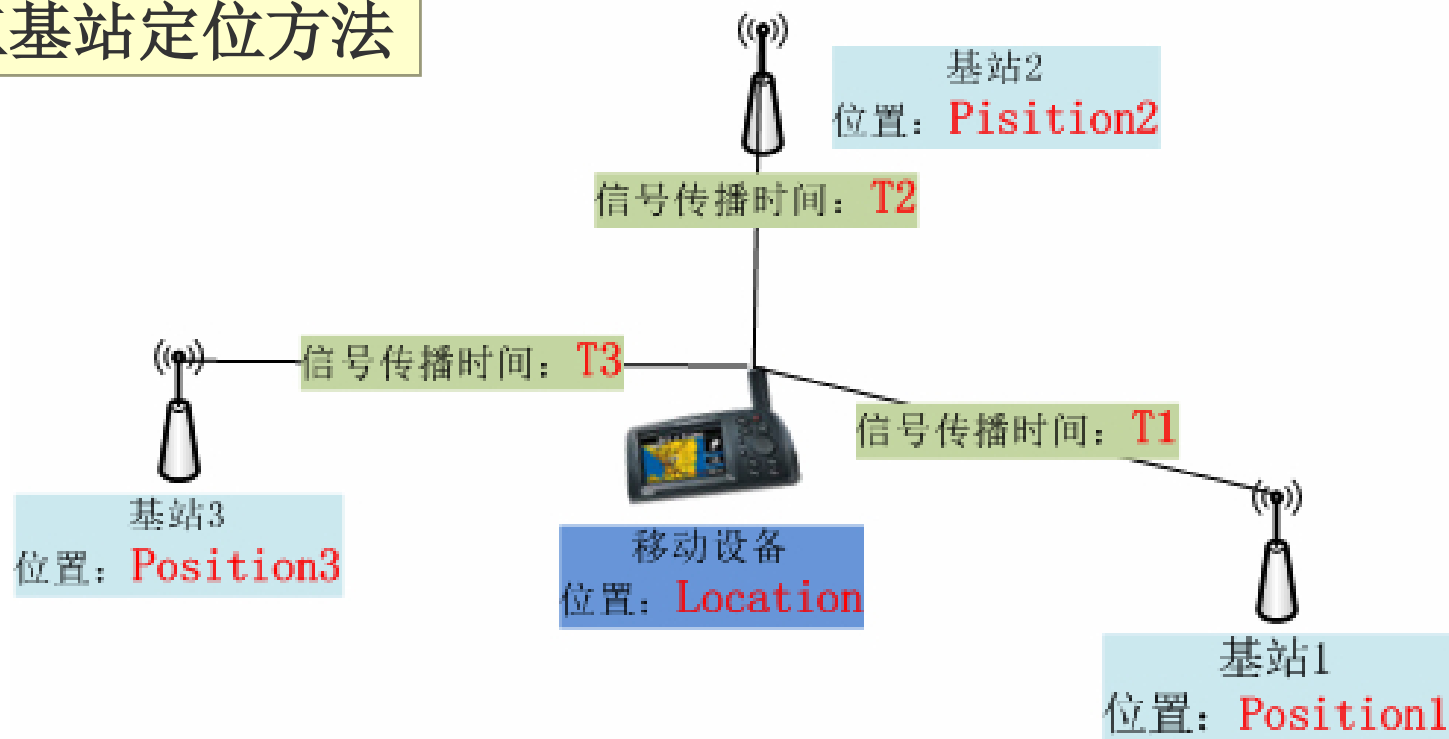
- **基于距离的TOA定位** (Time of Arrival, 到达时间)、**基于距离差的TDOA定位** (Time Difference of Arrival, 到达时间差)都是基于电波传播时间的定位方法。
- 同时也都是三基站定位方法，二者的定位都需要同时有三个位置已知的基站合作才能进行。



6.3.4 TOA/TDOA定位



三基站定位方法



$\text{Location} = \text{GetLocation}([\text{Position1}, T1], [\text{Position2}, T2], [\text{Position3}, T3])$

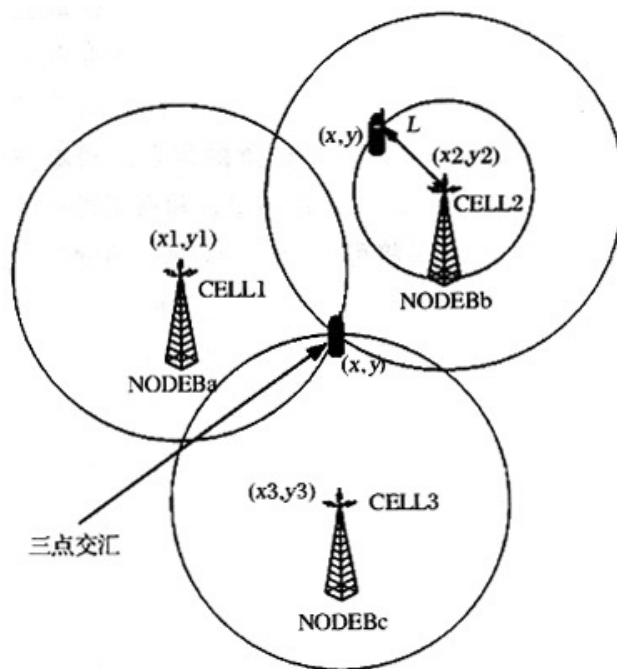


6.3.4 TOA/TDOA定位



- **TOA**电波到达时间定位基本原理是得到 $T_i (i=1,2,3)$ 后，由 $T_i \cdot c$ 得到设备到基站 i 之间的距离 R_i ，然后根据几何只是建立方程组并求解，从而求得**Location**值。如下图所示。

TOA 定位方法



6.3.4 TOA/TDOA定位



- **DTOA**电波到达时间差定位是对**TOA**定位的改进，与**TOA**的不同之处在于，得到 T_i 后不是立即用 T_i 去求距离 R_i ，而是先对 T_1, T_2, T_3 两两求差，然后通过一些巧妙的数学算法建立方程组并求解，从而得到**Location**值。如下图所示。

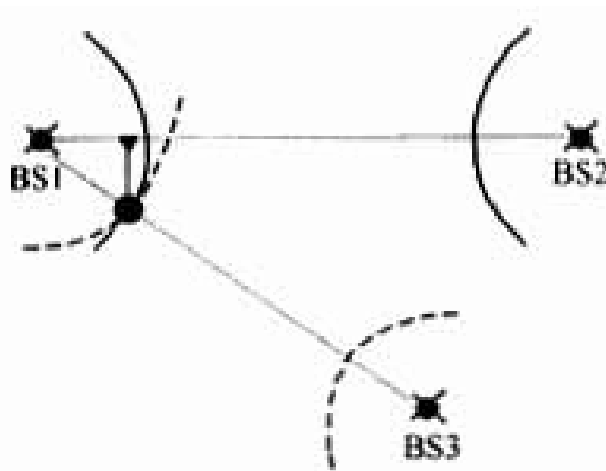


6.3.4 TOA/TDOA定位



- **DTOA**由于其中巧妙设计的求差过程会抵消其中很大一部分的时间误差和多径效应带来的误差，因而可以大大提高定位的精确度。
- 由于**DTOA**对网络要求相对较低，并且精度较高，因而目前已经成为研究的热点。

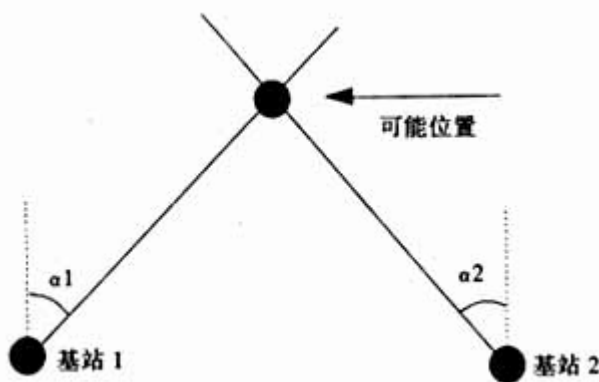
DTOA定位方法



6.3.5 AOA定位



- **AOA** (Angle of Arrival, 到达角度)定位是一种两基站定位方法，基于信号的入射角度进行定位。
- 知道了基站1到设备之间连线与基准方向的夹角 α_1 ，就可以画出一条射线L1；同样知道了知道了基站2到设备之间连线与基准方向的夹角 α_2 ，就可以画出一条射线L2。那么L1与L2的交点就是设备的位置。



6.3.5 AOA定位



用函数调用表达如下。

- **Location=GetLocation([Pisition1, α 1],[Position2, α 2]);**
- **AOA**定位通过两直线相交确定位置，不可能有多个交点，避免了定位的模糊性。但是为了测量电磁波的入射角度，接收机必须配备方向性强的天线阵列。



6.3.6 基于场强的定位



- 该方法是通过测出接收到的信号场强和已知的信道衰落模型及发射信号的场强值估计收发信短的距离，根据多个三个距离值就可以得到设备的位置。
- 从数学模型上看，和**TOA**算法类似，只是获取距离的方式不同。场强算法虽然简单，但是由于多径效应的影响，定位精度较差。



6.3.7 混合定位



- **混合定位**就是同时使用两种以上的定位方法来进行定位。通过各种定位方法之间结合使用，互补短长，以达到更高的定位精度。
- **A-GPS**定位（辅助**GPS**定位）就是一种混合定位，是**GPS**定位技术与**GSM**网络的结合。
- **A-GPS**具有很高的定位精度，目前正被越来越广泛的使用。



6.4.1 AGPS定位基本机制



- 根据定位媒介来分，定位技术基本包含基于**GPS**的定位和基于蜂窝基站的定位两类。

GPS定位以其高精度得到更多的关注，但是其弱点也很明显：

- 一是硬件初始化（首次搜索卫星）时间较长，需要几分钟至十几分钟；
- 二是**GPS**卫星信号穿透力若，容易受到建筑物、树木等的阻挡而影响定位精度。

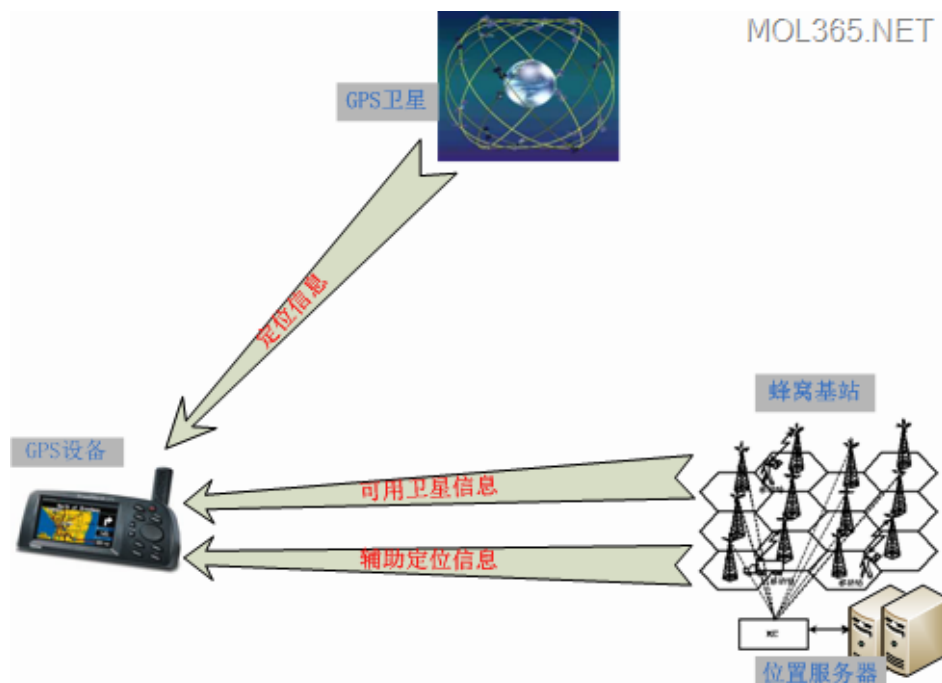


6.4.1 AGPS定位基本机制



- **AGPS**定位技术通过网络的辅助，成功的解决或缓解了这两个问题。对于辅助网络，有多种可能性，以**GSM**蜂窝网络为例，一般是通过**GPRS**网络进行辅助。

AGPS定位技术通过网络的辅助

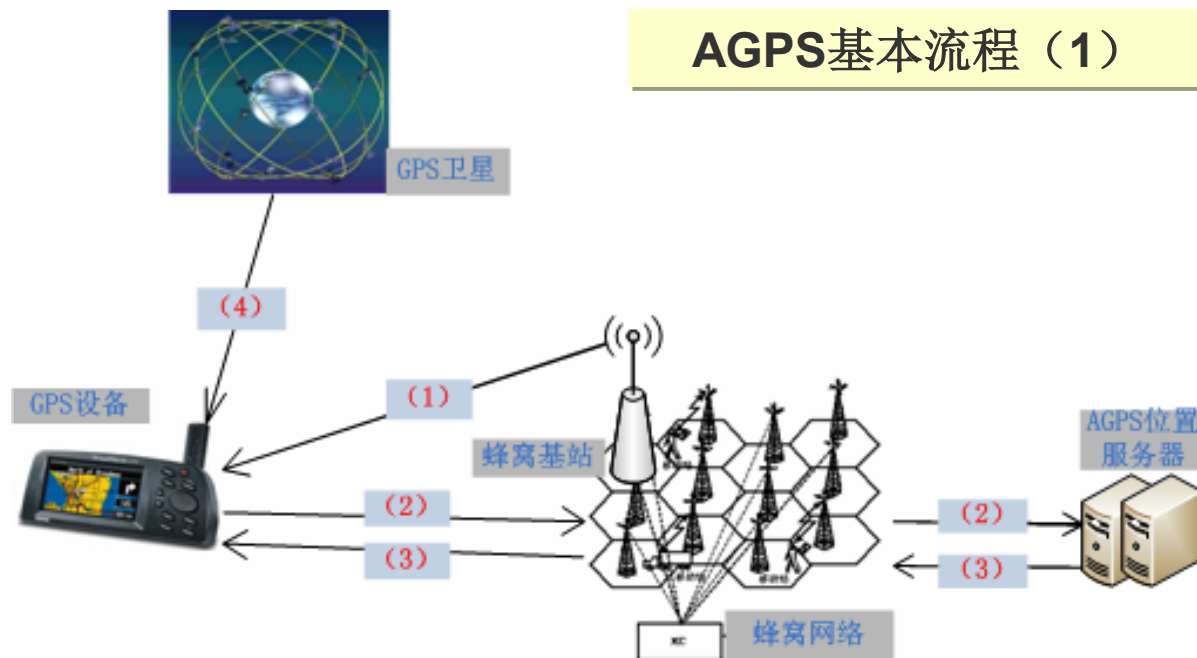


MOL365.NET

6.4.2 AGPS定位基本流程



- 首先搜索卫星，**AGPS**定位仍然是基于**GPS**的，因此定位的首要步骤还是先搜索到当前地区的可用**GPS**卫星。



6.4.2 AGPS定位基本流程



AGPS中从定位启动到**GPS**接收器找到可用卫星的基本流程如下：

- ① 设备从蜂窝基站获取到当前所在的小区位置（即一次**COO**定位）
- ② 设备通过蜂窝网络将当前蜂窝小区位置传送给网络中的**AGPS**位置服务器
- ③ **APGS**位置服务器根据当前小区位置查询该区域当前可用的卫星信息（包括卫星的频段、方位、仰角等相关信息），并返回给设备



6.4.2 AGPS定位基本流程



- ④ **GPS**接收器根据得到的可用卫星信息，可以快速找到当前可用的**GPS**卫星

至此，**GPS**接收器已经可正常接收**GPS**信号，**GPS**初始化过程结束。

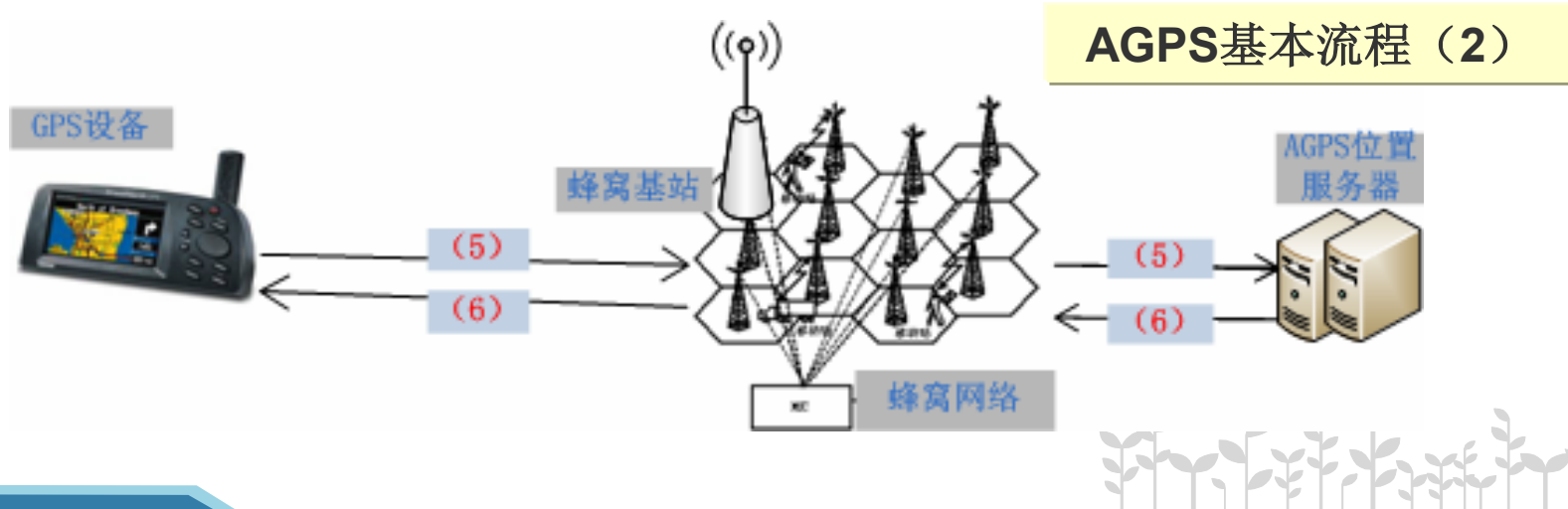
- 其次计算位置，**GPS**接收器一旦找到四颗以上的可用卫星，就可以开始接收卫星信号实现定位。
- 接下来的过程根据位置计算所在端的不同，通常有两种方案：在移动设备端进行计算的**MS-Based**方式和在网络端进行计算的**MS-Assisted**方式。



6.4.2 AGPS定位基本流程



- ⑤ 设备将处理后的**GPS**信息（伪距信息）通过蜂窝网络传输给**AGPS**位置服务器
- ⑥ **AGPS**服务器根据伪距信息，并结合其他途径（蜂窝基站定位、参考**GPS**定位等）得到的辅助定位信息，计算出最终的位置坐标，返回给设备。



6.4.3 AGPS定位技术实际应用



- 因为**AGPS**需要网络支持，因此目前使用该技术的大部分设备为手机。目前大部分支持**AGPS**的手机采用一种纯软件的**AGPS**方案。该方案基于**MS-Based**位置计算方式。具体的方案为：
- 定期下载星历数据到手机中，手机中的**AGPS**软件会根据星历信息计算出当前位置的可用卫星信息，从而提供给设备用于快速搜星。
- 用户可以选择通过**WiFi**、固网等免费网络定期更新星历数据，避免使用蜂窝网络产生的数据流量费用。



6.5 无线室内环境定位



- **室内定位技术**解决方案，从总体上可归纳为几类，即：
- **GNSS**技术(如伪卫星等)，
- 无线定位技术(无线通信信号、射频无线标签、超声波、光跟踪、无线传感器定位技术等)，
- 其它定位技术(计算机视觉、航位推算等)，
- **GNSS**和无线定位组合的定位技术 (**A-GPS**)。



6.5.1 室内GPS定位技术



- 当**GPS**接收机在室内工作时，由于信号受建筑物的影响而大大衰减，定位精度也很低。
- 室内**GPS**技术采用大量的相关器并行地搜索可能的延迟码，同时也有助于实现快速定位。
- 利用**GPS**进行定位的优势是卫星有效覆盖范围大，且定位导航信号免费。缺点是定位信号到达地面时较弱，不能穿透建筑物，而且定位器终端的成本较高。



6.5.2 室内无线定位技术



① 红外线室内定位技术

- 红外线室内定位技术定位的原理是，红外线IR标识发射调制的红外射线，通过安装在室内的光学传感器接收进行定位。
- 虽然红外线具有相对较高的室内定位精度，但是由于光线不能穿过障碍物，使得红外射线仅能视距传播。
- 直线视距和传输距离较短这两大主要缺点使其室内定位的效果很差。



6.5.2 室内无线定位技术



② 超声波定位技术

- 超声波测距主要采用反射式测距法，通过三角定位等算法确定物体的位置，即发射超声波并接收由被测物产生的回波，根据回波与发射波的时间差计算出待测距离，有的则采用单向测距法。
- 超声波定位整体定位精度较高，结构简单，但超声波受多径效应和非视距传播影响很大，同时需要大量的底层硬件设施投资，成本太高。



6.5.2 室内无线定位技术



③ 蓝牙技术

- 蓝牙技术通过测量信号强度进行定位。在室内安装适当的蓝牙局域网接入点，并保证蓝牙局域网接入点始终是这个微微网(**piconet**)的主设备，就可以获得用户的位置信息。
- 蓝牙技术主要应用于小范围定位，设备易于集成在 **PDA**、**PC**以及手机中。
- 持有移动终端设备的用户，只要设备的蓝牙功能开启，蓝牙室内定位系统就能够对其进行位置判断。



6.5.2 室内无线定位技术



④ 射频识别技术

- 射频识别技术利用射频方式进行非接触式双向通信交换数据以达到识别和定位的目的。
- 这种技术作用距离短，一般最长为几十米。但它可以在几毫秒内得到厘米级定位精度的信息。同时由于其非接触和非视距等优点，可望成为优选的室内定位技术。
- 优点是标识的体积比较小，造价比较低，但是作用距离近，不具有通信能力，而且不便于整合到其他系统之中。



6.5.2 室内无线定位技术



⑤ 超宽带技术

- 超宽带技术不需要使用传统通信体制中的载波，而是通过发送和接收具有纳秒或纳秒级以下的极窄脉冲来传输数据，从而具有**GHz**量级的带宽。
- 超宽带可用于室内精确定位，例如战场士兵的位置发现、机器人运动跟踪等。
- 超宽带技术可以应用于室内静止或者移动物体以及人的定位跟踪与导航，且能提供十分精确的定位精度。



6.5.2 室内无线定位技术



⑥ Wi-Fi技术

- 是无线局域网络系列标准之**IEEE802.11**的一种定位解决方案。该系统采用经验测试和信号传播模型相结合的方式，需要很少基站，系统总精度高。
- 芬兰的**Ekahau**公司开发了能够利用**Wi-Fi**进行室内定位的软件。**Wi-Fi**绘图精确度大约在**1米至20米**的范围内，总体而言，它比蜂窝网络三角测量定位方法更精确。



6.5.2 室内无线定位技术



⑦ ZigBee技术

- **ZigBee**也可以用于室内定位。它有自己的无线电标准，在数千个微小的传感器之间相互协调通信以实现定位。
- 这些传感器只需要很少的能量，以接力的方式通过无线电波将数据从一个传感器传到另一个传感器，所以它们的通信效率非常高。
- **ZigBee**最显著的技术特点是它的低功耗和低成本。



6.6 传感器网络节点定位技术



- **传感器网络 (WSN)** 采集的数据往往需要与位置信息相结合才有意义。由于**WSN**具有低功耗、自组织和通信距离有限等特点,传统的**GPS**等算法不再适合**WSN**。
- **WSN**中需要定位的节点称为未知节点,而已知自身位置并协助未知节点定位的节点称为锚节点 (anchor node)。
- **WSN**的定位就是未知节点通过定位技术获得自身位置信息的过程。在**WSN**定位中,通常使用三边测量法、三角测量法和极大似然估计法等算法计算节点位置。



6.6.1 传感器网络（WSN）定位简介



- 无线传感器网络作为一种全新的信息获取和处理技术在目标跟踪、入侵监测及一些定位相关领域有广泛的应用前景。
- 无线传感器网络定位最简单的方法是为每个节点装载全球卫星定位系统（**GPS**）接收器，用以确定节点位置。
- 但是，由于经济因素、节点能量制约和**GPS** 对于部署环境有一定要求等条件的限制。因此，一般只有少量节点通过装载**GPS** 或通过预先部署在特定位置的方式获取自身坐标。



6.6.2 WSN 定位技术基本概念



1. 定位方法的相关术语

- ① **锚节点 (anchors)**：也称为信标节点、灯塔节点等，可通过某种手段自主获取自身位置的节点；
- ② **普通节点 (normal nodes)**：也称为未知节点或待定位节点，预先不知道自身位置，需使用锚节点的位置信息并运用一定的算法得到估计位置的节点；
- ③ **邻居节点 (neighbor nodes)**：传感器节点通信半径以内的其他节点；



6.6.2 WSN 定位技术基本概念



- ④ **跳数** (hop count) : 两节点间的跳段总数;
- ⑤ **跳段距离** (hop distance) : 两节点之间的每一跳距离之和;
- ⑥ **连通度** (connectivity) : 一个节点拥有的邻居节点的数目;
- ⑦ **基础设施** (infrastructure) : 协助节点定位且已知自身位置的固定设备, 如卫星基站、**GPS** 等。



6.6.2 WSN 定位技术基本概念



2. 主要的WSN 定位方法

- 1) 依据距离测量与否可划分为：测距算法和非测距算法。
- 2) 依据节点连通度和拓扑分类可划分为：单跳算法和多跳算法。
- 3) 依据信息处理的实现方式可划分为：分布式算法和集中式算法。



6.6.3 基于测距的算法



基于测距的算法通常分为2个步骤，首先利用某种测量方法测量距离（或角度），接着利用测得的距离（或角度）计算未知节点坐标。

1) 距离的测量方法

- 第一种是**基于时间**的方法，包括基于信号传输时间的方法（**time of arrival, TOA**）和基于信号传输时间差的方法（**time difference of arrival, TDOA**）



6.6.3 基于测距的算法



- 第二种是**基于信号角度**的方法（**angle of arrival, AOA**）；
- 第三种是**基于信号接收信号强度**的方法（**received signal strength indicator, RSSI**）方法。



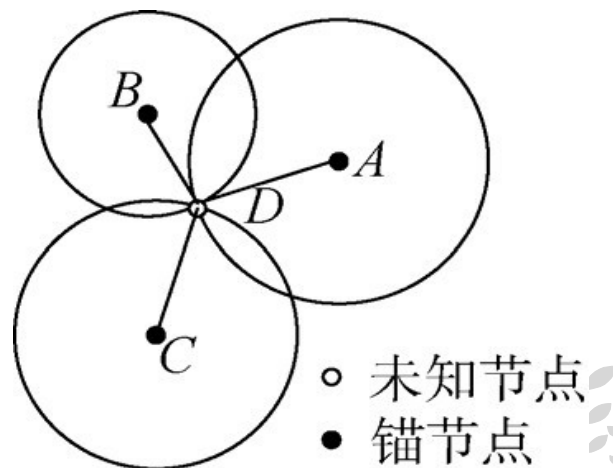
6.6.4 节点坐标计算方法



- 当未知节点获得与邻近参考节点之间的距离或相对角度信息后， 通常使用以下原理计算自己的位置。

1) 三边测量法

- 已知3 个节点**A**, **B**, **C** 的坐标以及3 点到未知节点的距离就可以估算出该未知点**D** 的坐标， 同理也可以将这个结果推广到三维的情况。

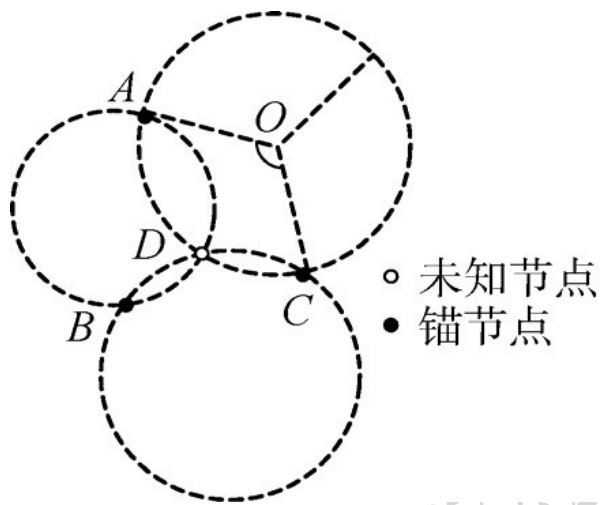


6.6.4 节点坐标计算方法



2) 三角测量法

- 已知3个节点**A**, **B**, **C** 的坐标和未知节点**D** 与已知节点**A**, **B**, **C** 的角度, 每次计算2个锚节点和未知节点组成的圆的圆心位置如已知点**A**, **C**与**D**的圆心位置**O**, 由此能够确定3个圆心的坐标和半径。最后利用三边测量法, 根据求得的圆心坐标就能求出未知节点**D** 的位置。

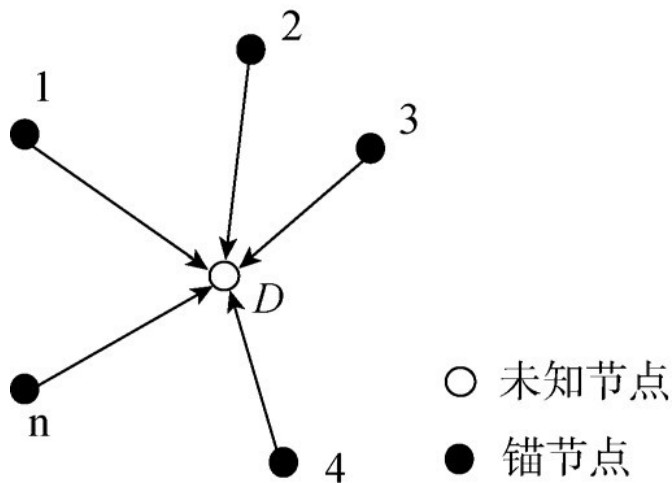


6.6.4 节点坐标计算方法



3) 极大似然估计法

- 已知 n 个点的坐标和它们到未知节点的距离，列出坐标与距离的 n 个方程式，从第1个方程开始，每个方程均减去最后一个方程，得到 $n-1$ 个方程组成的线性方程组，最后用最小二乘估计法可以得到未知节点的坐标。

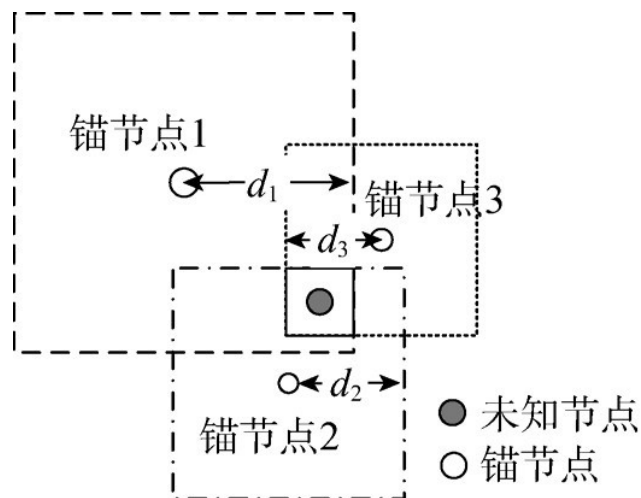


6.6.4 节点坐标计算方法



4) 极小极大定位算法

- 计算未知节点与锚节点的距离，接着锚节点根据与未知节点的距离 d ，以自身为中心，画以 $2d$ 为边长的正方形，所有锚节点做出的正方形中重叠的部分的质心就是未知节点的坐标。



6.6.5 基于非测距的算法



- **基于非测距的算法**与测距法的区别在于前者不直接对距离进行测量，而是使用网络的连通度来估计节点距锚节点的距离或坐标，由于方法的不确定性，基于非测距的方法众多。
- 非测距算法多为理论研究，进行无线传感器网络定位技术研究过程中应更多地考虑基于测距的定位算法。



6.6.6 新型WSN 定位研究分析



- 除了传统的定位方法，新型的无线传感器网络定位算法也逐渐出现；
 - **1)** 基于移动锚节点的定位算法
 - **2)** 三维定位方法
 - **3)** 智能定位算法



6.7 传感器网络时间同步技术



- 由于晶体振荡器频率的差异及诸多物理因素的干扰,无线传感器网络各节点的时钟会出现时间偏差。
- 而时钟同步对于无线传感器网络非常重要,如安全协议中的时间戳、数据融合中数据的时间标记、带有睡眠机制的**MAC**层协议等都需要不同程度的时间同步。



6.7 传感器网络时间同步技术



1. 时间同步问题简述

- 在分布式系统中，由于物理上的分散性，系统无法为彼此间相互独立的模块提供一个统一的全局时钟，必须由各个进程或模块各自维护它们的本地时钟。
- 由于这些本地时钟的计时速率、运行环境存在不一致性，这些本地时钟间也会出现失步。为了让这些本地时钟再次达到相同的时间值，必须进行时间同步操作。
- 时间同步就是通过对本地时钟的某些操作，达到为分布式系统提供一个统一时间标度的过程。



6.7 传感器网络时间同步技术



2. 无线传感器网络时间同步问题特点

- 时间同步是所有分布式系统都需要解决的问题，因此对其研究已经较为深入，有代表性的解决方法有：
- **NTP**（**Network time protocol**，网络时间协议）
- **GPS**（**Global Positioning System**，全球定位系统）。



6.7 传感器网络时间同步技术



- **TP** 和 **GPS** 尽管在技术上已经很成熟，但是却无法直接应用于无线传感器网络的时间同步，这是由于无线传感器网络具有其自身的特点，必须考虑以下因素：
 - (1). 传输延迟的不确定性
 - (2). 对低功耗、低成本与小体积的要求
 - (3). 对可扩展性的要求
 - (4). 对健壮性的要求



6.7 传感器网络时间同步技术

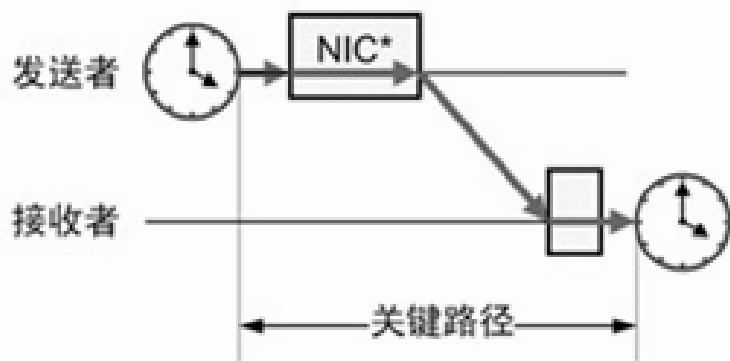


3. 典型无线传感器网络时间同步算法

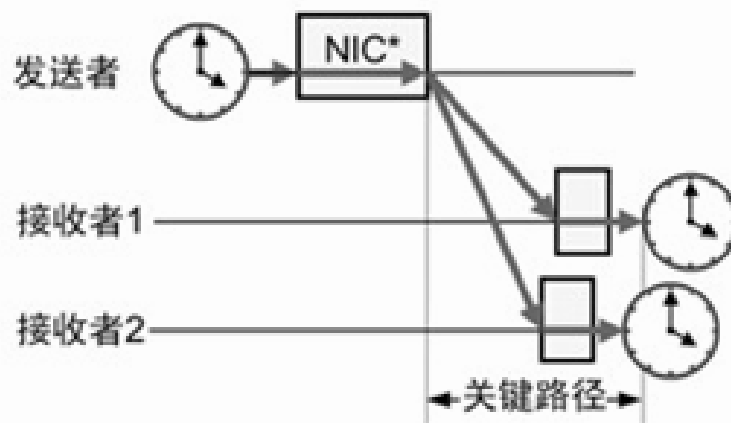
- （1）用于传感器网络的时间同步协议（**TPSN, Timing-sync Protocol for Sensor Networks**）
- （2）轻量基于树形分布的同步算法（**LTS, Lightweight Tree-based Synchronization**）
- （3）参考广播时钟同步协议（**RBS, Reference Broadcast Synchronization**）



6.7 传感器网络时间同步技术



*Network Interface Controller, 网络接口控制卡



发送者-接收者同步机制与接收者-接收者
同步机制



6.8 未来的物联网网络定位和发现技术



- 在未来的物联网（IoT）中，不但网络是动态变化、持续演变的，物联网中的各种物品也将是随时变化的，而且这些物品将会在不同程度上呈现出各种级别的自主能力。
- 在物联网的环境中，新的“物品”将会不断被纳入到现有的网络拓扑结构中来，网络也将持续的向四周拓展其疆界。在这种情况下，为了实现至关重要的网络管理能力和必须的整体通信管理能力，物联网要求其中的各种网络需要具备自主的网络发现机制与网络映射功能。



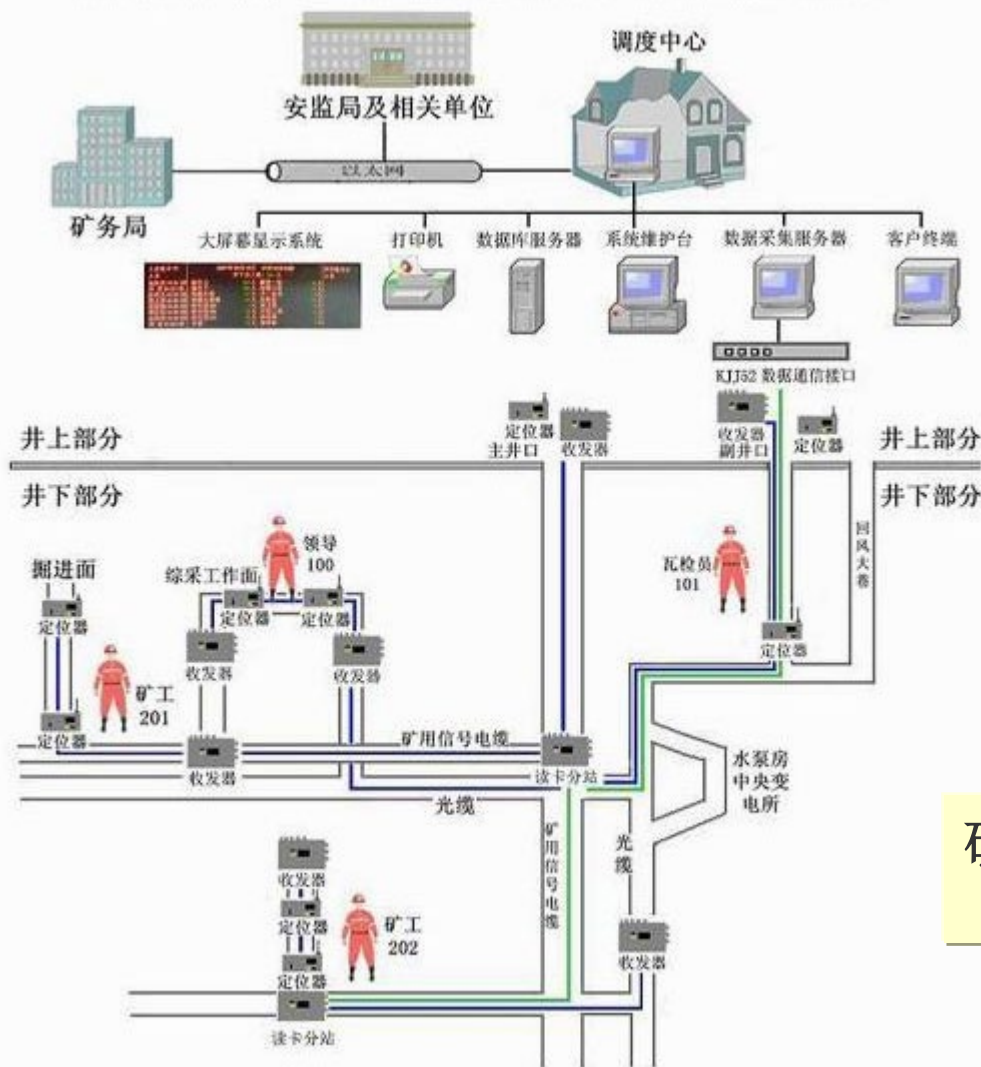
6.9 案例：矿用射频识别人员定位系统



- **KJ133D**型矿用人员定位安全管理系统的工作原理是应用射频识别技术及计算机通讯技术，在井上调度室设置中心控制计算机系统，在井下相关位置布置**KJF82**型矿用读卡分站及**KJF82.1**矿用无线收发器，
- 读卡分站和中心控制计算机系统之间通过光缆或电缆相连接，矿山井下人员、车辆、设备等目标分别携带**KGE39**标识卡，系统通过读卡分站、无线收发器与标识卡、报警仪之间的无线通讯，实现对被识别对象的目标定位和无线寻呼。



6.9 案例：矿用射频识别人员定位系统



矿用射频识别人员
定位系统

6.9 案例：矿用射频识别人员定位系统



- 系统采用了射频识别技术并且具有以下特点：
 - 全员实时精确定位：定位精度可达±10米以内
 - 无线移动瓦斯监测：能够实时显示井下人员周边瓦斯浓度。
 - 双向无线寻呼：系统可以向目标发出呼叫信息。
 - 高速运动目标识别及抗冲突能力





Thank You!

