

# 利用无线通信网络本身资源实现 GSM 粗定位

陶 鸿, 王晓斌

(电子科技大学 计算机学院, 四川 成都 610054)

**摘 要:**随着移动通信从 2G 向 3G 的过渡, 各种增值业务需求大大提高, 其中的定位业务更是成为其中的主力军。为了弥补传统 GPS 定位昂贵、响应慢等不足, 文中论述了几种利用 GSM 网络现有资源就可以进行快速的粗定位的模型和实现原理, 包括基于小区识别号定位和三角定位等方法, 并针对三角定位中的增强型观测时间差(E-OTD)定位方法提出了两种不同的计算模型。通过比较, 可以发现这些 GSM 粗定位比传统的 GPS 定位在某些方面有了很大改善, 但这些定位方法仍然有很多不足。

**关键词:**增值业务; 定位; 小区号; 增强型观测时间差; 计算模型

**中图分类号:** TN929.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2006)06-0083-03

## GSM Coarse Location by Using Resources of Wireless Communication Network

TAO Hong, WANG Xiao-bin

(Coll. of Computer Science, Univ. of Electronic Sci. and Techn., Chengdu 610054, China)

**Abstract:** Along with the transition of mobile communication from 2G to 3G, the demand of value-added services has been increasing. Location based service is one of the most important value-added services. To make up the shortages (such as costliness and long time responding) of the traditional GPS location, this article demonstrates several coarse location models and implementation elements by using resources of GSM network, including Cell ID based location and triangle location methods. Also it brings forward two different computing models aiming at E-OTD location methods. Via comparison it could be concluded that GSM coarse location is better than the traditional GPS location in some aspects, but it also has some problems to be resolved.

**Key words:** value-added services; location; cell ID; E-OTD; computing model

### 0 引言

目前中国的移动通信正在由第二代向第三代过渡, 第三代将完全过渡到数字数据通信和分组业务上来, 而各种增值业务将是 2G 向 3G 演进的主角。定位业务是当今移动通信增值业务最重要组成部分之一。

定位服务(LBS, Location Based Service)也叫移动位置服务(MPS, Mobile Positioning Service), 就是通过无线终端和无线网络的配合, 确定出移动用户的实际地理位置, 从而提供用户需要的与位置相关的服务信息<sup>[1]</sup>。根据采用定位技术的不同, 可以实现的定位服务也不同。典型的定位服务包括: 援助服务(如紧急医疗服务、紧急定位等)、基于位置的信息服务(寻找最近的餐饮娱乐信息、黄页查询等)、广告服务(促销打折信息)、基于位置的计费以及追踪服务等几类。定位服务无疑代表着一个全新的商机, 是

移动通信领域的潜力巨大的市场。

传统的 GPS 定位技术由于过于依赖终端性能, 即将卫星扫描、捕获、伪距信号接收及定位运算等工作集于终端一身, 从而造成定位灵敏度及终端耗电等方面的缺陷; 并且, GPS 价格高昂, 定位所需时间较长, 这些都限制了它本身的发展。文中所探讨的定位技术, 无需卫星协助, 利用 GSM 网络本身已有资源即可进行快速定位。

### 1 几种 GSM 粗定位模型和实现原理

#### 1.1 基于 Cell ID 的定位

##### 1) 基本 Cell 定位。

GSM 的小区通过小区识别号 CI(Cell ID)来惟一标识<sup>[2]</sup>。

网络能随时根据位置请求提供移动用户所在的 Cell 信息。如果网络侧不知道当前移动用户所在的 Cell, 可发起 paging 消息等待移动用户应答, 从而获取移动用户所在 Cell 信息。

当只有小区识别号时, 可以采用基本的 Cell 定位。对于全向站, 系统返回基站(BTS)的位置作为移动台 MS

收稿日期: 2005-08-27

作者简介: 陶 鸿(1980-), 男, 广西平南人, 硕士研究生, 研究方向为计算机应用技术; 王晓斌, 副教授, 研究方向为计算机语言及编译系统、软件工程。

(Mobile Station)的位置;对于扇形站,系统返回扇形区域的中心点,作为移动台的位置<sup>[3]</sup>(见图 1)。

CI 定位方法的精度取决于下列因素:

- \* 小区半径;
- \* 基站类型,全向/扇区;
- \* MS 与小区中心的距离。

对 CI 定位方法,小区半径越小,精度越高;MS 离小区中心越近,精度越高。

## 2)CI+TA 定位。

GSM 网络中有一个反映时延的参数时间提前量 TA (Timing Advance),TA 由基站测量后通知 MS 提前这段时间发送数据,目的是为了扣除基站与 MS 之间的传输时延。

时间提前量通过 0~63 个 bits 来表示,若小区的半径为 35km,则定位精度约为 550m。通常在小区密集的城市区域,小区的半径很小,可以达到几百米,此时定位的精度就很高了。但这种精度只能表示移动用户和小区中心之间的距离,而不是精确的位置。定位服务器把以小区天线为中心、半径为 TA 等效距的圆环(对全向天线)或者圆环的部分(对定向天线)范围内区域确定为 MS 所在区域(见图 2)。

用小区识别号与时间提前量来定位移动台,这种方法适用于所有的移动台,只需一个基站就能进行定位。

CI+TA 定位方法的精度取决于以下因素:

- \* 小区半径;
- \* 基站类型,全向/扇区;
- \* 移动台与小区中心的距离(TA 值);
- \* TA 测量值的精度;
- \* 视线内 LOS/非视线内 NLOS。

对 CI+TA 定位方法,小区半径越小,精度越高;MS 离小区中心越近,精度越高。

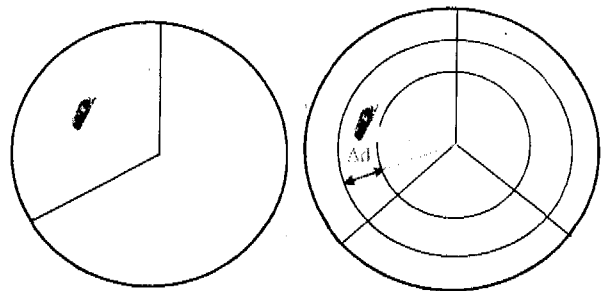


图 1 CI 定位示意图

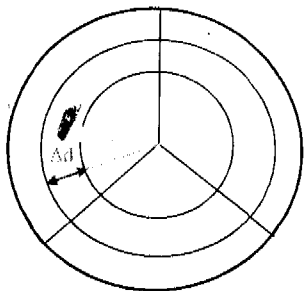


图 2 CI+TA 定位示意图

## 3)CI+TA/NMR 定位。

SMC 的 TA/NMR 部件综合利用时间提前量(TA)和网络测量参数(NMR)信息以及网络中基站的已知位置来计算终端的位置。每个终端周期性地扫描可用 BCCH (广播控制信道)频率,并记录 6 个最强的接收电平 RXlev、BCCH 频率和 BSIC(基站标识码)。该信息将以 NMR 信息单元的形式传回至 BTS。RXlev 是使用 0 至 63 的因数来报告的,0 到 63 因数分别对应 -110dBm 至 -

48dBm。使用 BCCH 频率是因为该频率始终以恒定的功率传输。由于发送功率是已知的,因此可以利用 NMR 中的 RXlev 值来确定终端和相邻的 BTS 之间的大致距离。由于 TA/NMR 定位是根据三边测量法来计算的,因此至少需要依据来自三个 BTS 的信息才能准确计算出位置。在某些情况下,可能依靠三台以下的 BTS 也能计算出一个位置,但这一数值的可靠性不高。如果不能进行 TA/NMR 计算,那么将会在现有 BTS 的基础上,仅依据 TA 进行位置估算;如果不能进行此种计算,将回退到基本 Cell 定位来测算 MS 位置(见图 3)。

CI+TA+RX 定位方法的精度取决于以下因素:

- \* 小区半径;
- \* 基站类型,全向/扇区;
- \* 移动台与小区中心的距离(TA 值);
- \* TA 测量值的精度;
- \* 视线内 LOS/非视线内 NLOS;
- \* 测得的相邻小区接收电平 RX(最多可测得 5 个相邻小区的接收电平)。

对 CI+TA+RX 定位方法,小区半径越小,精度越高;MS 离小区中心越近,精度越高。

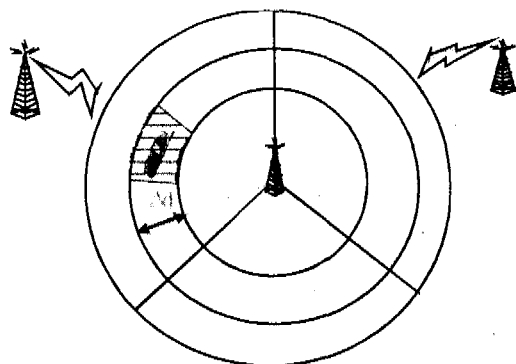


图 3 CI+TA+RX 定位示意图

## 1.2 三角定位

三角定位技术中有基于抵达时间 TOA(Time Of Arrival)、抵达时间差异 TDOA(Time Difference Of Arrival)<sup>[4]</sup>和增强型观测时间差 E-OTD(Enhanced - Observed Time Difference)等多种定位技术,文中只针对最后一种定位技术进行详细论述并给出两种不同的定位算法。

### 1)基于 E-OTD 的定位。

增强型观测时间差(E-OTD)定位方法是由观测时间差(OTD)发展而来的,OTD 指测量所得的时间量,E-OTD 指测量的方式。对于同步网络,MS 测量来自几个 BTS 的信号到达时间差。对于非同步网络,信号还要被已知位置的定位测量单元(LMU)接收。MS 的位置通过推导从 BTS 到 MS 的时间延迟的几何部分来得到。

MS 执行测量不需要额外增加硬件。对 OTD 测量同步,可用常规突发脉冲和空突发脉冲。当 BTS 间的传输帧不同步时,网络需要测量它们之间的真实时间差 RTD。为了获得精确的三角测量,至少需要 3 个地理位置分开的

BTS 上的 OTD 测量以及非同步 BTS 之间的 RTD 测量。根据测得的 OTD 值,若 MS 的位置由网络计算,即为“MS 辅助(MS-assisted)方法”;或者在 MS 获得所有需要的信息的情况下,由 MS 自己计算得到,即“MS 为主(MS-based)方法”。

实现步骤如下:

- MS 接收各基站发来的信号,得到 TOA 参数;LMU 得到 RTD 参数。
- TOA 参数和 RTD 参数被传送到 GSM 网络。
- GSM 网络将相关参数传给 MS 或网络中的位置计算功能模块(PCF),实现位置计算。

## 2) 定位计算模型。

位置估计由位于网络或者 MS 的定位计算功能(PCF)执行<sup>[5]</sup>。对于同样的网络结构、MS 功能、LMU 功能和测量输入,PCF 可以使用以下两个基于 E-OTD 定位的计算模型:

### a. 双曲线模型。

这种定位计算需要 3 个基本的时间量:

①观测时间差(OTD):它是 MS 观测到的来自两个不同 BTS 的信号在 MS 上接收到的时间间隔。若在时刻  $t_1$  接收到来自 BTS1 的 burst,在时刻  $t_2$  接收到来自 BTS2 的 burst,则有:OTD =  $t_2 - t_1$ 。如果两个 burst 同时到达,则:OTD = 0。

②真实时间差(RTD):它是网络中两个 BTS 之间的相对同步差。如果 BTS1 在时刻  $t_3$  发送一个 burst,BTS2 在时刻  $t_4$  发送一个 burst,则它们之间的 RTD 是:RTD =  $t_4 - t_3$ 。如果两个 BTS 刚好同时发送,即网络是同步的,则不需要计算 RTD,这时 RTD = 0。

③几何时间差(GTD):它是 MS 从两个不同的基站上接收 burst,因为基站地理位置不同而导致的几何时间差。如果 BTS1 和 MS 之间的传播路径长度是  $d_1$ ,而 BTS2 和 MS 之间的是  $d_2$ ,则 GTD =  $(d_2 - d_1)/v$ ,在这里  $v$  是无线波传播速度。如果两个 BTS 刚好离 MS 一样远,则 GTD = 0。

这 3 个量之间的关系是:

$$\text{GTD} = \text{OTD} - \text{RTD}$$

OTD 被待定位的 MS 测量,RTD 是一个和网络有关的量,GTD 是一个和 MS、BTS 地理位置有关的量,因此真正用于定位的是 GTD。

MS 的位置估计由 PCF 来完成:MS 的可能位置落在 MS 到两个 BTS 的距离差是常数 GTD 的双曲线( $d_2 - d_1 = \text{constant}$ )上。MS 可以通过从三个基站和两个 GTD 决定的两条双曲线的交点来定位。如果可以提供更多的 GTD,则可以减小可能的位置区。

如图 4,虚线代表已经决定了的 GTD,即代表到两个 BTS 之间的常数距离差。测量结果并不精确,双曲线相交的黑色区域是计算得到的最可能的 MS 位置区域。

### b. 圆模型。

E-OTD 的圆定位计算类型不需要在 MS 和 LMU 测量来自两个 BTS 信号的接收时间差,而是测量这些信号各自的到达时间。

对于圆类型定位算法有 5 个相关量:

①MOT:MS 上的观测时间,信号来自于 BTS。测量值以 MS 内部时钟为基准。

②LOT:LMU 上的观测时间,信号来自于 BTS。测量值以 LMU 内部时钟为基准。

③ $\epsilon$ :通常 MS 的内部时钟和 LMU 的内部时钟之间有个时间偏差。

④DMB:MS 到 BTS 的几何距离。

⑤DLB:LMU 到 BTS 的几何距离。

它们之间的关系是:

$$\text{DMB} - \text{DLB} = v (\text{MOT} - \text{LOT} + \epsilon)$$

即:

$$\text{DMB} = v (\text{MOT} - \text{LOT} + \epsilon) + \text{DLB}$$

此处  $v$  是信号的传播速率(无线波速),每一个 BTS 有一个这样的方程。由于有 3 个未知量(MS 位置  $x, y$  和时钟偏差  $\epsilon$ ),所以需要至少有 3 个 BTS 来参与求解。MS 的位置可以通过以 BTS 为中心的圆( $d = \text{constant}$ )的相交区域来确定,如图 5 所示。测量结果也不是精确的,而是一块最可能的区域(图中黑色相交色部分)。

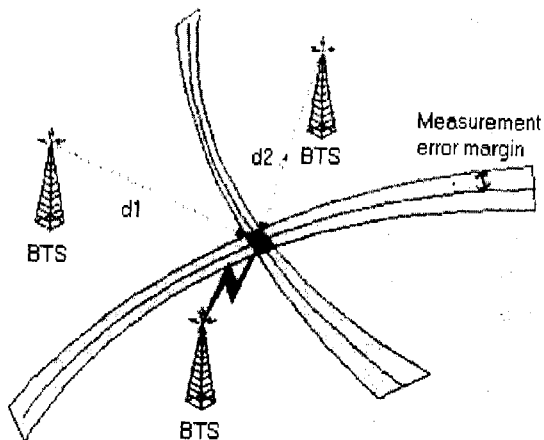


图 4 E-OTD 定位(双曲线)

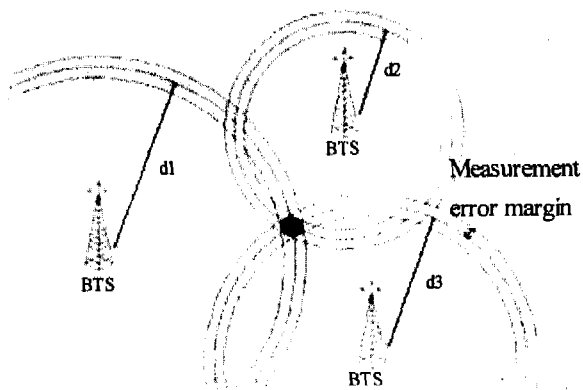


图 5 E-OTD 定位(圆)

几种不同粗定位方法所需条件和实现精度总结比较

(下转第 88 页)

转换的质量和复杂性之间取得最佳折衷。传输端保存高质量的视频数据,在进行传输时根据网络状况以及用户需求进行转码,编码和传输过程是分离的,应用起来比较灵活<sup>[3]</sup>。其中最关键的就是转码算法,而异类媒体转换编码在压缩域几乎不去权衡媒体语法转换,这种转码算法的步骤如下<sup>[4]</sup>:

- \* 调整视频帧头部。
- \* 从一种语法的视频媒体数据格式翻译到另一种语法的视频数据格式。

异类媒体转换编码算法比较复杂,为了实现有效传输并且节省带宽,在编码转换的过程中两项重要的工作就是分辨率变换和码率变换。

2.2.1 分辨率变换

分辨率变换又包括空间分辨率变换和时间分辨率变换。一般改变分辨率的方法是对源文件流先进行解码,在像素域实行向下取样,再进行编码,这样做运动估计计算量极大,使得整个编码过程计算量很大,所以这里采用在频域直接进行分辨率空间下变换的方法<sup>[4,5]</sup>,这样就需要充分利用输入码流的信息,寻找低分辨率图像编码所需要的矢量场,对高密度的运动矢量场进行取样。MPEG-4 编码需要实现帧间编码和帧内编码,而帧内编码不包含运动信息,不需要运动估计,所以只需要在帧间编码时进行运动矢量取样。时间分辨率变换实际就是在不影响媒体质量的情况下有选择地丢弃某些帧以减小数据量。

2.2.2 码率变换

码率变换是在重新编码时根据目标编码格式而设定的。为了降低码率进行有效传输,选用 MPEG-4 编码格式,而 MPEG-4 采用极低码率,采用 64k/bps,据试验测

(上接第 85 页)

如表 1 所示。

表 1 几种定位方法的比较

定位技术	传统 GPS	Cell ID	CI+TA	CI+TA/NMR	E-OTD
定位精度	3~200m	100m~15km	100m~1100m	50~500m	50~500m
适用范围	无遮挡环境	城市较好	城市较好	城市较好	城市较好
定位速度	30 秒~15 分钟	几秒	几秒	几秒	几秒
终端要求	软件+GPS	软件	软件	软件	软件
网络要求	IS-801	软件	软件	软件	软硬件

2 结 论

文中针对传统 GPS 定位设备昂贵、定位时间长(30 秒到 15 分钟)等不足,论述了新的基于 GSM 网络已有资源进行的几种粗定位方法,并且给出了定位模型和实现原理,针对最后的三角定位的 E-OTD 定位方法提出了两种计算模型。这些 GSM 定位方法在硬件上无需改动,便可进行快速的(几秒即可)一定精度的粗定位,有着重要的实际应用意义。对于文中提到的计算模型,实际应用时并

得这样的码率大小是可以满足实际需求。

3 总 结

通过分析现今多媒体文件以及传输网络的特点,讨论了在网络多媒体传输中采用转码(编码转换)技术的优点,对 MPEG-4 特点以及转码过程进行了初步分析。基于以上分析,设计了一种网络多媒体传输系统,在系统中视频转换编码技术可以灵活地应用于各种类型的视频文件,当需要将某种视频文件进行转码传输时,只需要在系统中添加相应的模块即可,也可以预先做好多种视频文件转码模块,根据需要,设置相应的参数即可有取舍地对特定的某一种视频文件进行转码,体现了灵活性。实际工程表明采用视频转码技术的网络多媒体传输系统可以使传输效率提高 5~10 倍。现在网络多媒体传输是研究的热点,如何能更好、高效地实现多媒体网络传输,还有待对网络环境和多媒体压缩编码技术做进一步深入的研究。

参考文献:

[1] 张益贞,刘 涛. Visual C++ 实现 MPEG/JPEG 编解码技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2002. 296-387.  
[2] mpeg4 技术白皮书[EB/OL]. <http://www.m4if.org/m4-out-20027,2002>.  
[3] 沈兰荪,卓 力. 小波编码与网络视频传输[M]. 北京:科学出版社,2005. 307-388.  
[4] 褚晶辉,斯 乐,照 华. 视频转换编码及其实现技术的研究[J]. 电子学报,2004,32(10):1678-1683.  
[5] 萨达卡 A H. 压缩视频通信[M]. 卢燕飞,尉明明,蒋笑冰译. 北京:科学技术出版社,2004. 50-53, 169-198.

不能简单列方程求解,因为实际测量值有精度误差,这需要另外的估算解法。目前,CDMA 的 gpsOne 定位技术已经比较成熟,而 GSM 网络占据了市场的大部分,定位技术却是相对薄弱,文中阐述的粗定位技术还存在精度不高不足,在未来研究成本低廉、速度更快、精度更高的定位技术仍然具有十分重要的意义。

参考文献:

[1] 祁玉生,邵世祥. 现代移动通讯系统[M]. 北京:人民邮电出版社,1999.  
[2] MOULY M, PAUTET M B. GSM 数字移动通信系统[M]. 骆健霞等译. 北京:电子工业出版社,1999.  
[3] Madfors M. High Capacity with Limited Spectrum in Cellular System[J]. IEEE Com Mag, 1997, 8:26-28.  
[4] 陈杏圆. 应用模糊理论于 GPS/GSM 定位系统[R]. 台中:中国航太学会,2004.  
[5] 郭世亮. 公用移动通信系统中定位服务实现方法的探讨与实施[D]. 成都:电子科技大学,2004.