

基于GSM网络的定位系统的实现

徐政五^{*1} 罗吴蔓² 顾杰¹

(1. 电子科技大学电子工程学院; 2. 计算机科学与工程学院 成都 610054)

【摘要】叙述了基于GSM网络的定位系统的系统框架及实现方案,分析了定位演示系统的红外通信接口协议及协议所采用的状态转换原理图;讨论了定位演示系统定位算法的原理和方法,建立了定位演示系统所采用的信道模型;同时给出了在微小区环境下的测试结果。结果表明:该方案能通过无线蜂窝系统完成手机相对位置计算,并结合电子地图很好地得到手机的绝对位置,最终完成了定位跟踪。

关键词 定位技术; 通信接口协议; 定位算法; 双斜率模型

中图分类号 TN929 文献标识码 A

Implementation of Location System Based on GSM

Xu Zhengwu¹ Luo Wuman² Gu Jie¹

(1. School of Electronic Engineering, UEST of China chengdu 610054

2. School of Computer Science and Engineering, UEST of China chengdu 610054)

Abstract This paper introduces the architecture of GSM location system and its implementation scheme. It describes the infrared communication interface protocol of this demo system, and brings forward the status transform diagram used by the protocol. It mainly analyses the theories and methods of the location algorithm used by the demo system, and builds its channel model. Meanwhile, it analyses the testing results in the micro-cellular condition. With this it shows that this scheme accomplishes the mobile telephone relative position calculating using wireless cellular system, and will more perfectly acquire the absolute position of the mobile phone, so eventually complete the location tracing.

Key words location technology; communication interface protocol; location arithmetic; two-slope model

在过去的几年中,移动通信系统中的定位技术越来越广泛地受到人们关注。其主要原因是该技术背后蕴藏着推广的市场,如紧急救助电话服务、被盗车辆跟踪、智能运输系统以及移动通信网络的布置和优化等。从当前的实际情况来看,利用无线蜂窝系统对手机进行定位的技术条件逐步趋于成熟^[1-4],关键是结合实际系统采用某种方案。本文利用现有的GSM网络讨论如何实现对手机的定位和跟踪,尤其是针对蓄意隐藏自己行踪的移动用户。

1 系统概述

本文是基于GSM网络的下行链路实现定位服务功能^[5-7],即主要完成通过将移动台获取的信息传输到计算机,根据相关参数进行定位服务。定位演示系统拓扑架构如图1所示。

定位演示系统的实现步骤如下:

2003年5月10日收稿

* 男 28岁 在职硕士生 工程师 主要从事信号与信息处理方面的研究

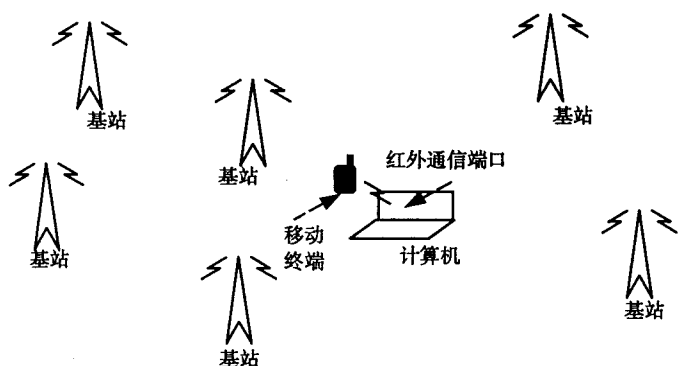


图1 定位演示系统拓扑架构图

1) 通过笔记本计算机的红外通信口取得手机测量的周围邻近基站下行链路信号的强度、服务小区区号、服务小区TA(时间提前量)和相邻小区载波号信息；

2) 控制系统软件通过服务小区号在基站数据库中查寻得到服务基站和相邻2 km内的基站信息(基站坐标,基站发射功率,基站天线高度)传给定位计算处理包,同时也将手机测量得到的信息传给定位计算处理包；

3) 定位计算数据包完成定位计算 将参数(手机位置坐标)返回给控制软件；

4) 控制软件在电子地图上显示手机位置信息。

2 手机红外通信接口部分

经试验与探测发现手机可以测试到如下信息：1) 服务小区区号；2) 服务小区TA(时间提前量)；3) 服务小区信号强度；4) 相邻小区载波号信息和邻近基站下行链路信号的强度信息，利用这些信息可以完成定位功能。因此本文定位演示系统首先必须将手机测试到的相关基站信息送往计算机，然后将定位演示系统通过手机与笔记本计算机的红外通信接口实现信息传输功能。

经过探测Nokia手机红外通信接口协议采用IrDA socket对象完成，IrDA socket状态转换如图2所示。从图中得知，当调用函数成功后，IrDA Socket从一个状态进入另一个状态。如果失败，IrDA Socket将保持原状态不变，此时通过相应的变量指示出最后一次动作(函数调用)出错，并给出错误码(例如通过WSAGetLastError()得到Winsock的API调用错误)。出错后，通过调用统一的错误处理函数来对出错情况进行处理。

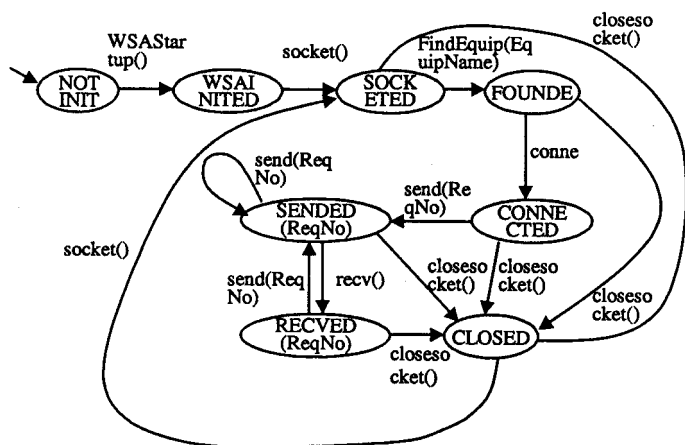


图2 IrDA socket状态转换图

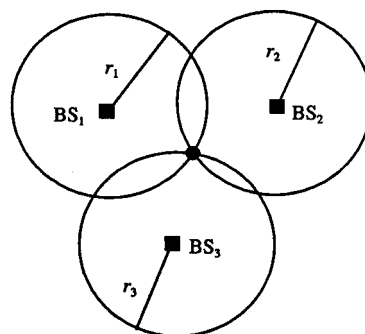


图3 圆周定位方法

出错处理函数的一般流程是：1) 检查出错情况(检查错误码和此时的IrDA Socket状态)；2) 根据出错情况采取相应的动作(在大多数错误情况下，将关闭socket，必要时重新建立新的socket，使IrDA Socket处于SOCKETED状态)。

3 定位算法

笔记本计算机通过红外通信口仅能得到手机测量的周围邻近基站下行链路信号的强度、服务小区区号、服务小区TA(时间提前量)和相邻小区载波号信息。因此可采用定位原理和路径功率损耗模型方法进行定位计算，本文系统定位计算软件包采用Matlab完成。

3.1 定位原理和方法

利用功率信息采用圆周定位方法, 圆周定位原理如图3所示。

如果知道了目标移动终端和基站 i 的直线距离 r_i , 根据几何原理目标移动终端一定位于以基站 i 所在位置为圆心、 r_i 为半径的圆周上。当已知目标移动终端与邻近的三个基站1、2、3的距离为 r_1 、 r_2 、 r_3 时, 那么以三个基站所在位置为圆心, r_1 、 r_2 、 r_3 为半径的三个圆的交点即为目标移动终端所在的位置。在实际的无线定位方法中, 通过测量从目标移动终端发出的信号到达基站 i 的功率强度, 再通过一定的功率损耗模型可以得到目标移动终端与基站 i 的距离 r_i 。圆周定位中目标移动终端坐标和基站坐标之间存在以下关系:

$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = r_i^2 \quad i = 1, 2, 3 \quad (1)$$

根据式(1), 可以得到目标移动终端的坐标。

当式(1)为矛盾方程时, 该系统采用最小二乘法求解。

3.2 路径功率损耗模型

为了得到较好的定位精度需要功率损耗模型使其与实际情况匹配^[8]。本文定位演示系统考虑的功率损耗模型如下: 路径损耗描述了平均接收信号功率与无线收发信机距离之间的关系, 根据理论和测试的传播模型知道, 无论室内或室外信道, 平均接收信号功率都随距离的增加而按对数规律衰减。因此, 对任意收发距离 d , 平均大尺度路径损耗

$$PL(d) \propto \left(\frac{d}{d_0} \right) \quad (2)$$

或

$$PL(d) = PL(d_0) + 10 \lg \left(\frac{d}{d_0} \right) \quad (3)$$

式中 $PL(d)$ 、 $PL(d_0)$ 的单位均为 dB; n 为路径损耗指数, 表示路径损耗随距离增长的速率; d_0 为近地参考距离, 由测试决定; d 为收发信机距离。当坐标为对数 - 对数时, 路径损耗为斜率为 $10n$ dB/10倍程的直线, n 依赖于特定的传播环境。例如在自由空间 $n = 2$ 、当有阻挡物时, n 变大。

在微小区环境下, 路径损耗服从双斜率模型(two-slope model), 在对数 - 对数坐标系下, 双斜率模型路径损耗由两条斜率不同的直线组成。两条直线的交点称为转折点(breakpoint): 当收发距离小于转折点距离时, 路径损耗较慢; 而当收发距离大于转折点距离时, 路径损耗较快。其转折点 R_b 计算公式为:

$$R_b = \frac{4h_{ie} h_{re}}{I} \quad (4)$$

式中 h_{ie} 为发射有效天线高度; h_{re} 为接收有效天线高度。当收发距离 d 小于 R_b 时路径损耗

$$PL(d) = A + 10S_1 n \lg d \quad (5)$$

当收发距离 d 大于 R_b 时,

$$PL(d) = A + 10S_2 \lg d - 10(S_2 - S_1) \lg R_b \quad (6)$$

式中 A 为参考点的路径损耗; 美国 Dallas 测试得到的 S_1 和 S_2 值分别为 3 和 6。为了防止对邻近基站产生过强的干扰, 微小区基站天线一般都架设得较低, 以保证转折点在本小区覆盖范围内。基于此, N. J. Thomas 对转折点的计算公式做了修正, 保证转折点不大于小区半径, 其修正公式为:

$$R_b = \min \left(\frac{4h_{ie} h_{re}}{I}, R_c \right) \quad (7)$$

式中 R_c 为小区半径。在此模型下, 邻近小区基站与本小区移动终端的路径损失将使用式(6)计算。

4 实验结果

定位结果如图4所示, 从图中看出该图充分显示了实际定位点与移动台所在位置之间的测试结果。

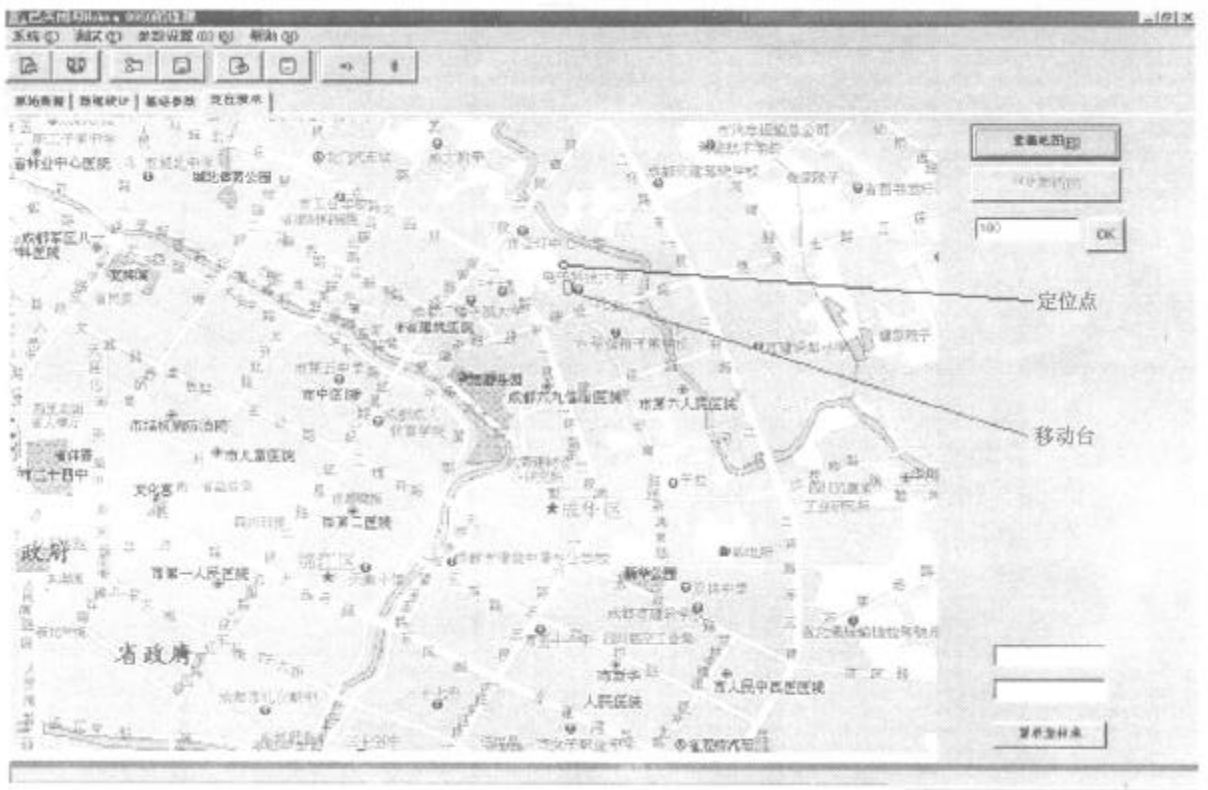


图4 定位结果图

5 结论

本文定位演示系统在微小区范围内经过大量的外场测试,效果较好,在测试过程中定位算法延时不超过1 s;定位精度在67%概率下为150 m,在80%概率下为250 m,95%概率下为300 m。对于参数 S_1 和 S_2 ,根据不同的环境其取值会相应的变化(即不一定是3和6)。由于本文系统还只是实验系统,为了提高定位精度,另文将进一步讨论信道模型。

参 考 文 献

- [1] Spirito M A. On the accuracy of cellular mobile station location estimation[J]. IEEE trans. on vehicular Tech., 2001, 50(5): 674-685
- [2] Winter J, Wengerter C. High resolution estimation of the time of arrival for GSM location[J]. IEEE VTC' 2000, 2000, 2: 1 343-1 347
- [3] Spirito M A. Mobile stations location in furture TDMA mobile communication systems[C]. IEEE VTC' 99, 1999, 790-794
- [4] Sven F, Ari K. Time-of-arrival estimation for E-OTD location in GERAN[J]. 12th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2001, 2(9/10): 121-125
- [5] Wang Chuenching , Li Mingcheng, Huang Nannluh. Mobile location by time advance for GSM. IEEE APMC 2001, 2001: 882-885
- [6] Spirito M A. Further results on GSM station location[J]. Elec. Letters, 1999, 35(5): 867-869
- [7] Ruutu V, Alanen M, Gunnarsson G, et al. Mobile phone location in dedicated and idle modes. The 9th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications[J]. 1998, 1: 456-460
- [8] Daniel W K. Geo-Location in urban areas using signal strength repeatability[J]. IEEE Commun. Letters, 2001, 5(10): 411-413

编辑 刘文珍