

移动台定位跟踪算法的研究

徐政五, 鲁晓倩, 甘露, 李会勇

(电子科技大学电子工程学院 成都 610054)

【摘要】利用移动台定位是未来移动通信的方向, 研究者们提出了不少的定位方法。其中较多方法适用于移动台处于静止状态下的定位, 但当移动台处于移动状态时却存在较大的误差。因此, 该文提出了一种基于马尔科夫链配合相关检测距离门的定位跟踪算法, 并推导了定位跟踪算法实现方法。理论分析和仿真结果表明, 该定位跟踪算法不仅能够实现移动台处于移动状态下和静止状态下的定位, 而且提高了其定位精度。

关键词 定位技术; 跟踪算法; 马尔可夫链路; 移动距离门

中图分类号 TN929.532 文献标识码 A

Research of Mobile Station Location Track Arithmetic

XU Zheng-wu, LU Xiao-qian, GAN Lu, LI Hui-yong

(School of Electronic Engineering, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract In the future, using mobile station to locate is the trend of the mobile communication. There are many scholars research in this technology and hold up a great amount of location methods. But many of methods only are fit for location of the mobile station which is in the quiescent state. And when the mobile station is in the dislocation state, these methods would occur fair-sized error. This paper holds up a location track arithmetic which bases on Markov chain cooperating to correlation detection range gate and derives the implementation method of the location track arithmetic. Theoretical analysis and simulation result shows that this location track arithmetic could implement location of the mobile station not only in the dislocation state but also in the quiescent state and improve location accuracy.

Key words location technology; tracking arithmetic; Markov chain; mobile range gate

无线蜂窝定位技术是利用通信网络资源确定网络中的移动台用户在地球表面某一坐标系中的位置信息。近几年来, 移动通信系统中的定位技术受到人们越来越广泛的关注^[1-3]。为了实现连续定位服务和提高定位精度, 即去掉偏差较大的定位值并且补上遗漏的定位点迹以及平滑定位跟踪结果, 本文提出一种基于马尔科夫链配合相关检测距离门的定位跟踪算法。

1 移动台定位跟踪算法

1.1 定位跟踪算法描述

定位跟踪算法对用户移动路径采用“2/3法则”马尔科夫链路配合相关检测距离门实现, 即去掉偏差较大的定位值, 补上遗漏的定位点迹以及平滑定位跟踪结果, 马尔科夫链路管理示意图如图1所示。在图1中: s_1 为起始点迹; s_2, s_3, s_4 为暂定点迹; s_5, s_6, s_7 为稳定点迹; p 表示有点与该移动轨迹匹配成功; q 表示点与

该移动轨迹匹配不成功。本文方法的基本思想是连续2次观测点与移动点迹匹配成功则进入稳定点迹, 如果连续3次移动点迹匹配不成功则该点迹被删除。跟踪实现的具体步骤如下^[4]:

(1) 通过定位计算得到的坐标序列 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 和 $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 为观测点 $z_i, i=1, 2, \dots, n$, 经过跟踪处理后的点迹为 $s_i, i=1, 2, \dots, n$ 。

(2) 将序列Z前N个数据送入缓存计算均值作为起始点迹 s_1 , 并计算移动距离门 G 。

(3) 将下一个计算值 z_{i+1} 与 s_i 比较, 若两点间距离小于 G , 则转到步骤(4), 反之转到步骤(6)。

(4) z_{i+1} 送入缓存计算新的点迹 s_{i+1} , 更新 G , 转到步骤(7)。

(5) $z_{i+1} = z_i$, 送入缓存计算新的点迹 s_{i+1} , 距离门惯性外推 $G = G + G_0$ 。

(6) 按“2/3法则”马尔科夫链路对点迹进行管理, 返回步骤(2), 直到 $i=n$ 。

(7) 对漏掉的点迹采用线性插值进行拟合。

这种算法存在一个观测点被多条移动点迹竞争, 则多条移动点迹都包含该点点迹, 当两条移动点迹连续3次包括相同观测点, 则点迹数多的淘汰点迹数少的点迹。

1.2 定位跟踪算法分析

该算法首先需要计算移动距离门 G , 移动距离门 G 的几何解释如图2所示^[5]。当观测点 z_{i+1} 与处理后的点迹 s_i 之间距离大于 G (如图2中B点), 则认为观测点 z_{i+1} 误差过大, 将该点舍去; 反之观测点 z_{i+1} 与处理后的点迹 s_i 之间距离小于 G , 则认为观测点 z_{i+1} 可信 (如图2中A点), 并将该点纳入移动点迹计算。因此, 距离门 G 的取值至关重要, 若 G 过大, 则误差大的值也进入观测集中, 导致最后定位跟踪结果扰动太大, 用户不满意; 若 G 太小, 则会导致纳入移动点迹的信息偏少, 使整个性能降低, 甚至无法实施定位跟踪。为确定距离门 G 首先作出如下假设, 认为观测序列Z中除去遗漏的和误差过大的数据外其他数据满足高斯过程。

采用长度为 N 的观测序列Z来估计移动距离门 G , 实质上就是按照一定置信度估计置信区间。置信区间由下式计算:

$$(E(Z) - t_{\alpha/2}(n-1) \frac{S}{\sqrt{n}}, E(Z) + t_{\alpha/2}(n-1) \frac{S}{\sqrt{n}}) \tag{1}$$

式中 $E(Z)$ 为序列Z的均值; α 为置信度; $t_{\alpha/2}(n-1)$ 值可以通过查 t 分布表求得; S 为方差 σ 的无偏估计量为:

$$S^2 = \frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (Z_i - E(Z))^2 \tag{2}$$

按照式(1)计算 G : 若 n 太小, 则均值 $E(Z)$ 和 S 估计存在误差; n 太大, 会因为移动台的移动导致估计误差。基于此, 本文取 n 值为11, 每0.1 s计算一次, 10次时间为1 s, 若移动台移动速度为60 km/h, 则在1 s内移动台移动16.7 m; 若移动台移动速度为40 km/h, 则在1 s内移动台移动11.1 m。若置信度选择90%, n 取值11, 则查 t 分布表得到:

$$t_{\alpha/2}(n-1) = t_{0.05}(10) = 1.8125 \tag{3}$$

因而得相应的置信区间为:

$$(E(Z) - 1.8125 \frac{S}{\sqrt{n}}, E(Z) + 1.8125 \frac{S}{\sqrt{n}}) \tag{4}$$

假设选择的置信度为90%, 经过连续3次检测, 置信度可提高为99.9%, 若序列Z都不在移动距离门 G 内, 则可以认为该观测值置信度太差, 并将其舍去。

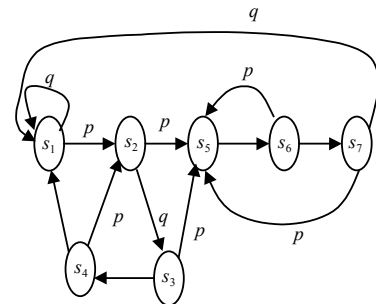


图1 马尔科夫链路管理示意图

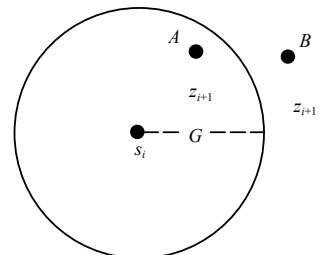


图2 移动距离门 G 的几何解释

2 仿真结果

仿真1 设移动台由坐标(100,100)处出发,以60 km/h速度沿 x 坐标轴 45° 方向移动,其中基站1作为定位服务基站坐标(0, 0),其他基站为定位信息服务基站,坐标分别为:基站2(1 000, 0),基站3(0, 1 000),基站4(-1 000, 1 000),基站5(-1 000, 1 000),基站6(0, -1 000),坐标长度单位为 m。扩频码采用127位Gold码,扩频增益为128 dB(在扩频码最后补1位0),码率为3.844 MHz/s。信号带宽 $B=3.84$ MHz,多普勒衰落频率为100 Hz(多普勒衰落频率是由移动台移动和周围散射体的移动产生的),采样频率 $f_s=4B$ 。移动台处于微小区环境,采用椭圆盘散射模型,其散射半径为50 m。移动台信号存在3条多径,各条多径功率强度按COST 207给出^[6]:第1条功率强度为0.189;第2条功率强度为0.379;第3条功率强度为0.239, $SNR=-10$ dB。定位计算时采用滑窗相关和自适应门限检测估计TDOA的方法,但未进行求均值计算,这里直接给出如图3所示的定位仿真结果。图3中,每0.1 s进行一次定位计算,连续定位10 s,其中实线为移动台实际移动轨迹,“*”描述的为每次定位计算结果,横坐标表示时间,纵坐标表示个点与服务基站之间距离。另外,其中部分时刻并未计算出定位结果,也就是遗漏了某些定位点迹,原因是该时刻信号正处于深度快衰落中,无法进行TDOA参数提取;另外,定位计算的结果大部分都分布在实际移动台移动轨迹两侧,部分时刻计算结果与实

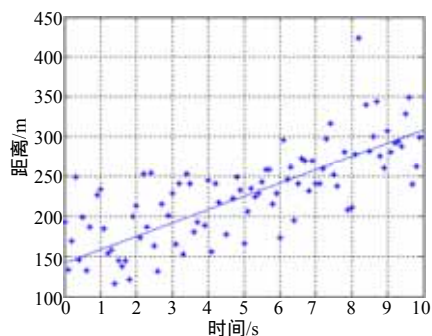


图3 定位计算结果图

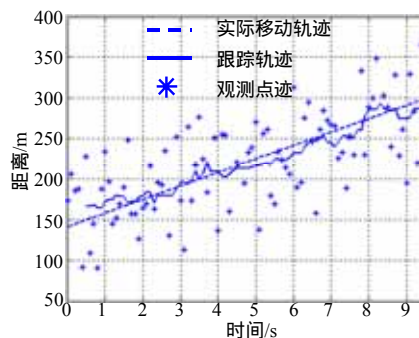


图4 跟踪结果

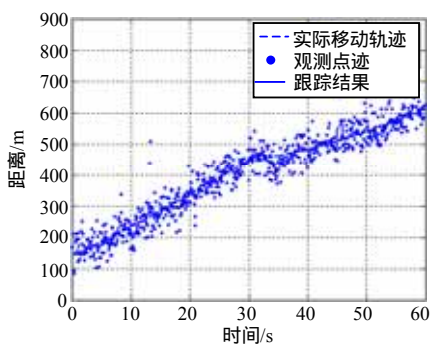


图5 散射体半径50 m的跟踪结果

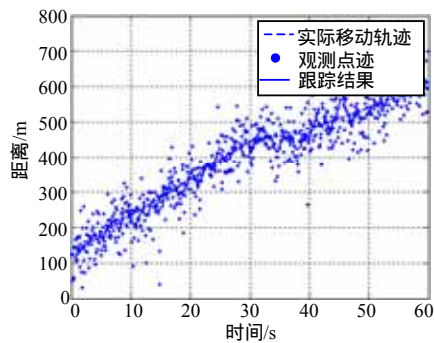


图6 散射体半径100 m的跟踪结果

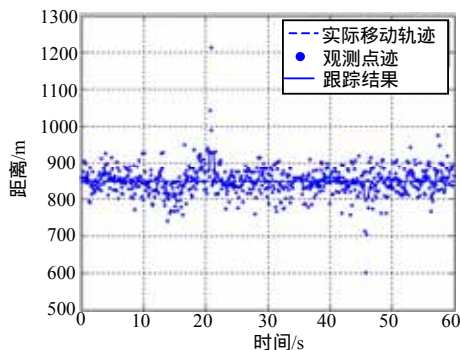


图7 散射体半径50 m的跟踪结果

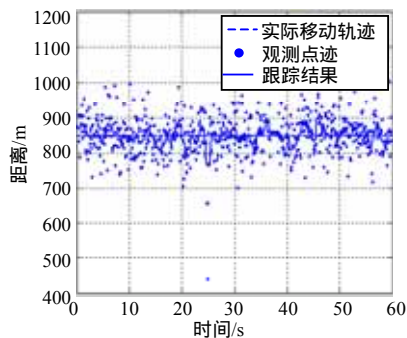


图8 散射体半径100 m的跟踪结果

际轨迹之间存在较大偏差。

根据本文提出的定位跟踪算法对图3所示情况进行跟踪,得到的仿真结果如图4所示。

仿真2 设移动台由坐标(100,100)处出发,以40 km/h速度沿x坐标轴移动30 s,再以40 km/h速度沿y轴移动30 s,多普勒衰落频率为50 Hz。其他仿真条件同仿真1。此时,移动台处于微小区环境,采用椭圆盘散射模型,其散射半径分别为50 m, 100 m。图5和图6分别为散射半径为50 m和100 m的实际定位跟踪结果。

仿真3 当移动台静止不动时,设移动台处于坐标(500,500)的位置静止不动,其他仿真条件同仿真2,得到实际定位的跟踪结果如图7和图8所示。

3 结束语

上述的论述得出,本文提出的定位跟踪算法实现简便、性能稳健,同时可以实现对移动台的定位跟踪,也适用于移动台静止不动的情况,并且定位精度得到很大的提高。

本文研究工作得到电子科技大学青年基金(No.L08010201JX03009)资助,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Nabil R, Sayed A H. Robust wireless location over fading channels[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2003, 52(1): 117-126
- [2] Li Cong, Zhuang Weihua. Hybrid TDOA/AOA mobile user location for wideband CDMA cellular systems[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2002, 1(3): 439-447
- [3] Torrieri D J. Statistical theory of passive location systems[J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1984, 20(2): 183-197
- [4] McEliece R J. The theory of information and coding[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003
- [5] 吉米多维奇 B П 著. 数学分析习题集题解(第2版)[M]. 费定晖, 周学圣编译. 山东: 山东科学技术出版社, 1994
- [6] Lee Y W, Jang S K, Woo G C. Position Location error analysis by AOA and TDOA using a common channel model[C]. VTC 2000-Spring Tokyo, 2000 IEEE 51st, 2000, 3. 2 394-2 397

编 辑 漆 蓉

· 科研成果介绍 ·

微波测碳仪

SCD- 型微波测碳仪是一种新型的发电厂燃煤锅炉飞灰含碳量测试仪表。与电厂现有的氧量表和中烟温测度系统配合,可以构成一套实时、连续检测锅炉燃烧效率的系统。为提高锅炉的经济运行水平,减少燃煤的环境污染提供了一套有效的测量仪器。该测碳仪具有系统工作稳定可靠,测量回路无堵现象,测试系统具有智能化操作等优点。

其主要技术指标:(1) 含碳量测量范围:0.5~15% (重量比);(2) 测量精度:±2.5%;(3) 分辨率:0.1%;(4) 工作温度:-40~+50 ;(5) 模拟输出:4~22 mA(含碳量成线性);(6) 数字输出:Rs~422;(7) 电源:220 V±10%, 50 Hz 60 VA, AC;(8) 机箱体积:560×350×630 mm;(9) 重量:40 kg。

· 渠 涌 ·