



中国航海学会
船舶机电与通信导航专业委员会
2002年学术年会论文集



(通信导航分册)

中国航海学会船舶机电与通信导航专业委员会 编



大连海事大学出版社

中国航海学会船舶机电与通信导航专业委员会

2002 年学术年会论文集

(通信导航分册)

中国航海学会船舶机电与通信导航专业委员会 编

大连海事大学出版社

© 中国航海学会船舶机电与通信导航专业委员会 2002

图书在版编目 (CIP) 数据

中国航海学会船舶机电与通信导航专业委员会 2002 年学术年会论文集 / 中国航海学会船舶机电与通信导航专业委员会编. —大连: 大连海事大学出版社, 2002. 10
ISBN 7-5632-1588-3

I. 中… II. 中… III. ①船舶—轮机—学术会议—文集 ②船用电器设备—学术会议—文集 ③航海导航—学术会议—文集 ④航海通信—学术会议—文集
IV. U6-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 071180 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌水桥 邮编: 116026 电话: 4728394 传真: 4727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连铁道学院印刷厂印装 大连海事大学出版社发行

幅面尺寸: 210 mm×294 mm 印张: 31.875

字数: 987 千 印数: 1~210 册

2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑: 子江 张 娴 版式设计: 长河 张 娴

封面设计: 王 艳 责任校对: 长河

定价: 80.00 元 (共 2 分册)

中国航海学会船舶机电与通信导航专业委员会
2002 年学术年会论文集(通信导航分册)
编委会

主任委员:吴兆麟

副主任委员:谢世富 刘人杰

委 员:崔海深 张淑芳 柳晓鸣 庞福文
王世远 范淑敏 魏 斌 刘 畅

前 言

船舶通信导航技术是航运业迅速发展的重要基础之一。为适应现代科技的不断进步,我国广大通信导航科技人员在把先进的技术应用于保障船舶航行安全、提高航运效率和促进航运经济发展等方面做了大量卓有成效的工作。为了便于相互交流学习,中国电子学会导航分会和中国航海学会通信导航专业委员会决定联合举办“2002 年全国船舶通信导航学术会议”,并编辑了本论文集。

本次学术会议的论文征集工作得到了中国电子学会导航分会的委员单位、中国航海学会通信导航专业委员会的委员单位以及有关专家、教授、学者和广大科技人员的热情支持,收到了大量有价值的论文。本书共选录论文 82 篇,其中导航技术 32 篇,通信工程 19 篇,船舶交通系统及其他 31 篇。论文的内容涉及导航、通信、交管等系统与技术研究、开发和利用,以及系统和设备的技术原理与维修等,内容丰富、理论联系实际,在学科上和实用性方面都有较高的学术水平。对从事科研、教学、生产管理的科技人员和领导干部有一定的参考价值。

中国航海学会通信导航专业委员会

2002 年 10 月

目 录

关于蜂窝通信系统定位功能的几何精度限制	张淑芳(1)
GPS/GLONASS 差分数据的挖掘与整理	聂明顺,张淑芳(6)
全球导航卫星系统及航空应用策略	叱干鑫,韩 毅,薛文安(11)
中国民航全球卫星导航定位系统的实施	秦 智(14)
我国 RBN/DGPS 的现状与发展	蒋 晔,谢世富(18)
我国海上无线电导航的发展	周坤芳,徐志刚(24)
增强型卫星用户接收机定位模型的探讨	袁小利,高 锐(28)
智能化精密测距技术的研究	朱延军(33)
JTIDS 系统网时钟同步技术的研究	朱延军(37)
P(Y)码直接捕获技术的研究进展	任亚安,王 鹏,许卫东(41)
相对导航定位精度误差分析	保 谦,张国安,潘博文,等(48)
大地坐标转换成高斯-克吕格坐标的算法研究	刘建军(58)
MLS 内场模拟器的角精度校准	陈 华(61)
航天器定轨的新进展与建议	刘基余(65)
军用关键技术——定位、导航与定时技术评述	武凤德,熊正南(69)
运载体空中轨迹测量方法研究	刘其富,牛 雷,张 静(74)
舰船运动对解命中的影响	丛树学,王茂林,陈继忠(78)
舰船航行自动化技术与系统	蒋 晔,谢世富(81)
RBN/DGPS 播发站发射天线系统设计	党明杰,王荣军(85)
大功率超长波天线电性能测试方法的研究	党明杰(89)
高频近垂直入射天线技术与宽带 NVIS 天线的研制	王 剑(92)
VLF 发射天线系统中地损耗的计算与阻抗测量	王宽厚(96)
水下天线共用研究	梁西铭(100)
导航台站的防雷技术研究	梁西铭(107)
软件无线电前端电路设计	郭海侠(114)
发射机接口电路的设计与实现	段长平(117)
测试设备中频电路温度补偿的设计与实现	孙耀辉(120)
GPS 市场开发分析	刘治学(124)
利用 FFT 模拟雷达目标视频图像	齐国清,潘楚琳,孙宪国(127)
中国民用航空 GNSS 完好性监测试验工程	吕小平(130)
双星定位系统在空中交通管理中的应用	张万松,陈端阳,张 割(137)
双星定位系统用于军机空管的可行性研究	张万松,陈端阳,张 割(139)
关于 Inmarsat-C 系统的 SMS 业务	李彦军,刘柏森(141)
保障海上生命安全的通信网络	李士文(143)
Matlab 中的 Simulink 模块在通信仿真中的应用	王 静,黄耀惊,刘 健,等(147)
组建 VHF DSC 通信网的实现方案	凌 源,张来保,刘 畅(151)
数字程控交换机与移动通信系统	张庆平,黄耀惊,王 静(156)
基于 Windows 的 GMDSS 汉字报转换	史永文,徐谨髦(158)
中国水上遇险与安全系统	庞福文,王 颖(162)
现代航海通信存在的问题及发展趋势	刘柏森,东 昉,黄耀惊,等(165)

GPRS 在海事业务网络中的应用	田 池(168)
分组语音流的马尔可夫调制泊松模型	白 媛(173)
直放站在移动通信中的应用	梁西铭,郭海侠(176)
等效鉴相器法在分析锁相环路中的应用	杨维波(182)
千兆以太网技术的应用	赵 静,张来保(187)
嵌入式 Internet 解决方案分析	梁 龙,李胜祖(191)
CORBA 结构剖析	肖 秦,曹 媛(194)
多媒体通信与知识经济的关系	范淑敏,刘柏森,黄耀惊(198)
蓝牙核心技术及其应用	张 健,李胜祖,赵 静(202)
蓝牙技术的组成及前景	肖 秦(207)
短波电子邮件传输系统的设计	王 剑(209)
AIS 通信协议——SOTDMA 性能分析及仿真	刘人杰,刘 畅,凌 源(214)
AIS 及其在 VTS 中的应用	刘人杰,刘 畅,柳晓鸣(219)
AIS 系统的发展及应用	王龙涛(224)
AIS 技术探讨	吴宝昌(228)
AIS 技术在广州交管系统中的应用	万 琦(230)
AIS 系统及其应用初探	吕晓夫,杨庆义(235)
AIS 信息在电子海图中的显示	吴建华,雷金平,刘 彤(238)
AIS 系统功能及与其他船岸通信系统的关系	柳秉坦(240)
台湾海峡 VTS 系统的建设	柳秉坦(243)
VTS 远程连接方案	邢晓春,霍 伟,刘人杰(245)
我国 VTS 通信网的现状与发展	刘 畅,刘人杰,霍 伟(250)
一种 VTS 雷达图像压缩算法	霍 伟,邢晓春,刘人杰(254)
VMC5000 系统与 VHF 录音系统时间同步的解决方案	蒋鹤实,田 池(257)
雷达视频录取技术简析	鲁国钧(263)
交管雷达录取视频的产生与特性	黄习刚(268)
多工作模式 VTS 模拟系统	柳晓鸣,刘人杰,李瑞洋(272)
VTS 模拟培训系统的研究	李 蕊,柳晓鸣(276)
基于 Oracle 数据库的 VTS 信息管理系统的研究方案	韩 凤,柳晓鸣(280)
VTS 系统设备管理方式的探讨	何根林(284)
VTS 设备规范管理的经验	王龙涛(286)
全球信息安全技术现状分析与发展初探	范淑敏,夏廷德(288)
一种弱信号的分离算法	史晓非,霍 伟,邢晓春,等(291)
一种语音信号分离的算法	史晓非,黄耀惊,刘人杰(294)
港口门机动态监测系统	唐保华,李金泉(297)
船舶航行管理系统	李瑞云,欧阳扣柱(301)
船载航行数据记录仪的发展和意义	崔海深,欧阳扣柱(305)
海南海事局辖区 VHF 工程可行性研究	贺付利(310)
GPS 车辆调度监控系统	高 智(312)
通信电源市场现状与技术发展趋势	丛 力(315)
CDMA2000 系统中的移动 IP 概念	谷春利,王天富,马忠义(317)
第三代移动通信中上、下行链路业务量不等时频带资源的分配	谷春利,程志超(320)

关于蜂窝通信系统定位功能的几何精度限制

张淑芳

(大连海事大学 信息工程学院)

摘要:在蜂窝通信系统中增加定位功能是目前世界上通信领域的研究热点,而这些系统和研究必将会渗透到航海通信领域。在进行该研究时,首先必须考虑的是现有的通信系统结构能否满足基本的定位几何精度要求。因此,针对在蜂窝通信定位系统中所采用的几种定位几何方法,给出它们的几何精度限制,可供在设计蜂窝通信定位系统时参考。

关键词:蜂窝通信;定位功能;几何精度

1 引言

定位是对位置的测量,但是这种测量不是直接的,而是通过对几何参量的测量并通过某种定位解算算法而导出的,而几何参量的测量是和信号传输的电参数有关的。目前,在无线蜂窝通信领域的定位技术研究中,人们往往都是很重视研究如何获得高精度的信号参数的测量技术和信号处理技术。我们认为,当在蜂窝通信系统中增加定位功能时,首先要考察的是系统的结构是否满足定位的几何原理和几何精度,如果几何精度不能满足要求,任何其他的努力都是无用的。所以,本文首先回顾一下蜂窝通信系统定位技术的研究现状和定位的几何原理,然后给出蜂窝通信系统中定位几何精度的实际限制因素。

2 蜂窝通信系统定位技术的研究现状

1996年10月1日,美国联邦通信委员会(FCC)正式作出规定,要求美国的移动通信经销商要能够准确定位出借助于移动电话的911报警用户^[1,2]。并要求到2001年10月1日,蜂窝系统要能够以125 m(σ)的精度定位E911的呼叫用户。因此,在美国乃至世界的蜂窝通信或个人通信经销商开始投入大量的人力物力考察和研究蜂窝系统的定位技术,这一新功能将会给经销商带来巨大商机。

在蜂窝系统定位中,一般采用的信号测量技术是时间延迟的测量 TOA(Time of Arrival)、时间差的测量 TDOA 和信号传播方向的测量 AOA(Angle of Arrival)。

在文献[3]中,True Position 公司基于美国的 AMPS 蜂窝系统设计了 TDOA 测量系统,该系统完全是另外的一套附加系统,仅仅利用了来自 AMPS 基台的信号。

在文献[4]中,考察了现有的 GSM 系统的定位功能,提出了基于用户的、基于网络的和两者混合的定位技术。信号测量技术是基于 TDOA 测量,并提出了可以利用的 GSM 资源。

在文献[5]中,讨论了在 CDMA 系统中信号传播的特点和 TOA, TDOA 和 AOA 的测量方法。

在文献[6]中,Signatron Technology 公司研究了 AOA 及 TDOA 联合使用的测量技术,开发了一种基于网络的独立定位系统,仅仅利用了蜂窝系统基台天线的信号。

虽然目前美国及欧洲的各大通信公司都在研究这种定位技术,2001年10月1日的期限也已经过去,但到目前为止,尚未有实用的系统投入应用,究其原因主要是在蜂窝通信系统的复杂信号环境中,所研究的方法都不能稳定地达到要求的精度。但是,定位精度不够的原因仅仅是信号环境因素吗,是否几何精度根本就是得不到满足呢?目前还没有这方面的讨论。所以,目前所有这些研究系统都是集中讨

论信号处理技术和测量技术。笔者认为,有必要讨论一下定位几何精度对无线蜂窝系统定位功能的限制。

3 基本定位几何原理综述

众所周知,定位是在地球表面或近地空间定出一个点的坐标,从几何的观点来看,点是由线(位置线)的相交而得的,所以说定位点是导出的。因此,定位的过程可以归纳为(这里仅以无线电定位技术为例):

- (1)测量信号中的有关无线电参量;
- (2)找到无线电参量和定位所需几何参量的关系,确定定位所需的位置线;
- (3)计算位置线的交点,得到定位点。

由此过程可见在位置的计算或导出过程中,除了第一步是直接的信号测量外,其他步骤都是由几何关系导出的。所以在信号测量精度一定的条件下,这些导出过程所依赖的几何精度是定位精度的主要因素。这个因素在数学上用几何精度因子 GDOP 表示,即

$$\text{GDOP} = \text{定位误差} / \text{几何参量测量误差}$$

由上式可见,在几何参量测量误差一定的条件下,GDOP 越大,定位误差越大。到目前为止,所测量的无线电参量是信号到达角度的测量 AOA,信号到达时延的测量 TOA 和两个信号到达的时间差的测量 TDOA。与这三种电参量对应的几何参量是测向、测距和测距差。下面给出这三种定位几何方法的几何精度因子 GDOP。

3.1 测向定位法的 GDOP

测向的简单几何原理可由图 1 所示。图中 M 是用户测量点, A 和 B 是发射信号的导航台,其坐标准确已知。 α_A, α_B 是测量的几何参量; L_A, L_B 是相应的位置线。图 2 表示了在测量点 M 处由于测量的几何参量误差导致的位置线误差 Δn , R 是测量点到导航台的距离。以均方根误差表示的位置线误差为

$$\sigma_n = R\sigma_a = \frac{R\sigma_a^0}{57.3^\circ} = 0.01754R\sigma_a^0 \quad (1)$$

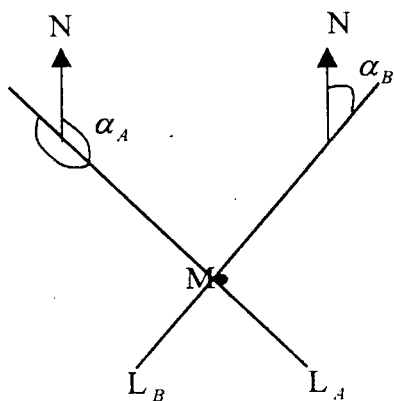


图 1 测向定位的几何原理

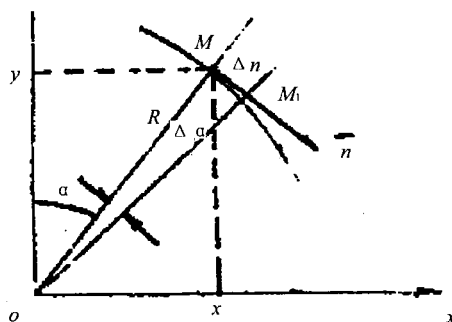


图 2 测向系统的位置线误差

两条位置线可以得到一个位置点,设两条位置线误差相等,即 $\sigma_{n1} = \sigma_{n2}$ 或 $\sigma_{a1} = \sigma_{a2}$ 则定位误差为

$$\sigma_P = \frac{0.01754\sigma_a}{\sin\psi} \sqrt{R_1^2 + R_2^2} \quad (2)$$

式中, R_1, R_2 分别为 M 点到两个导航台的距离。 ψ 为两条位置线的交角。因此测向系统的 GDOP 为 σ_P / σ_a 。

3.2 测距定位法的 GDOP

测距的简单几何原理可由图3所示,图中 M_1, M_2 是用户测量点, A, B 是发射信号的导航台,其坐标准确已知。 R_A, R_B 是测量的几何参量, L_A, L_B 是相应的位置线。图4表示了在测量点 M 处由于测量的几何参量误差 ΔR 导致的位置线误差 Δn 。以均方根误差表示的位置线误差为

$$\sigma_n = \sigma_R \quad (3)$$

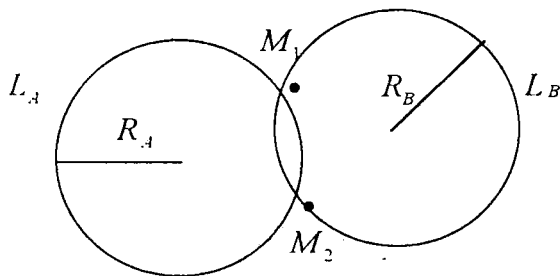


图3 测距定位的几何原理

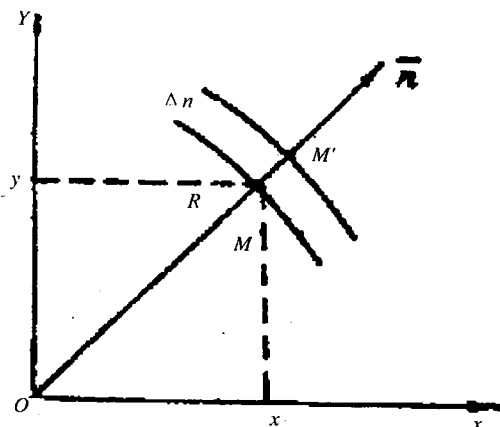


图4 测距系统的位置线误差

可见位置线误差等于几何参量测量误差,这是测距系统的一个很好的性质,即从几何参量得到位置线并没有因为几何的原因使精度降低。

设两条位置线误差相等即 $\sigma_{n1} = \sigma_{n2}$,则定位误差为

$$\sigma_P = \frac{\sqrt{2}\sigma_R}{\sin\psi} \quad (4)$$

式中, ψ 为两条位置线的交角。因此测距系统的 GDOP 为 σ_P/σ_R 。

3.3 测距差定位法的 GDOP

测距差的简单几何原理可由图5所示, M 是用户测量点, A, B 和 C 是发射导航信号的导航台,其坐标准确已知。 R_A, R_B 和 R_C 分别为测量点到导航台的距离, L_{AB}, L_{BC} 是时间差(距离差)位置线, ψ 是两条位置线的交角, $\psi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ 。

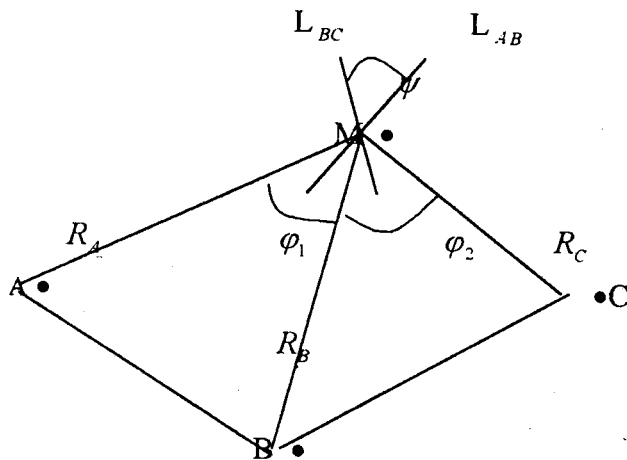


图5 测距差定位的几何原理

假设两条距离差位置线的测量精度分别为 σ_{n1} 和 σ_{n2} ,则

$$\sigma_{n1} = \frac{\sigma_{d1}}{2\sin \frac{\varphi_1}{2}} \quad \sigma_{n2} = \frac{\sigma_{d2}}{2\sin \frac{\varphi_2}{2}} \quad (5)$$

一般有 $\sigma_{d1} = \sigma_{d2}$, 则定位误差为

$$\sigma_P = \frac{\sigma_d \sqrt{\sin^2 \frac{\varphi_1}{2} + \sin^2 \frac{\varphi_2}{2}}}{2\sin \psi \sin \frac{\varphi_1}{2} \sin \frac{\varphi_2}{2}} \quad (6)$$

由上式可知, $\text{GDOP} = \sigma_P / \sigma_d$ 。

由以上的式子可以看出, GDOP 仅与用户和导航台的几何结构即所谓的几何因子有关。

4 蜂窝通信系统定位功能的几何限制

在目前的蜂窝通信系统中附加定位功能, 人们很自然地期望不改变原来通信系统的用户和基台设备结构及系统结构。因此, 对于这些系统的经销商来说首先要考查现有系统的几何结构是否满足几何精度要求, 否则任何其他努力都是无用的。对于设计新系统的经销商, 若要系统提供定位功能, 就应该在设计系统结构时, 按照所用的定位几何原理进行几何精度要求的考查。

在蜂窝通信系统中, 一般将基台作为发射信号的导航台。基于这种假设, 以下分别对前述的三种定位几何方法予以讨论。

4.1 AOA 测量法

这种方法利用测向的原理测量信号到达的方位角。考查一下式(1), (2) 可以作出如下的分析:

(1) 由式(1)可见, 位置线误差 σ_n 与测量点到发射台的距离 R 成正比, 一般假设角度测量误差为 1° , 则当 $R = 10 \text{ km}$ 时, $\sigma_n = 175 \text{ m}(\sigma)$ 。因此, 在大的蜂窝系统中就必须考虑这种距离和误差关系的限制。

(2) 由式(2)可见, 定位误差还取决于测量点处两条位置线的交角 ψ , 因此在定位工作区内要考虑基台和用户测量点的几何关系。

(3) 由式(2)可见, 定位误差也取决于测量点到两个发射台的距离 R_1 和 R_2 , 如果 R_1 和 R_2 是两个相邻蜂窝的半径, 该半径应该在 5 km 以内, 设在 $\psi = 90^\circ$ 的最佳位置线交角的条件下。

(4) 由式(2)可见, 在两个蜂窝基台点的连线上是定位的盲区, 因为此时趋于 0° 或 180° 。

4.2 TOA 测量法

这种方法利用测距的原理测量信号到达的时间延迟, 我们考查一下式(3), (4) 可以作出如下的分析:

(1) 由式(3)可见, 圆位置线的位置线误差等于几何参量测量误差, 即等于测距误差, 说明在从几何参量导出位置线时, 没有几何精度的降低。

(2) 由式(4)可见, 在测距误差一定的条件下, 定位误差仅取决于两条位置线的交角 ψ 。与测量点到发射台的距离无关。因此, 这种方法非常适合于在大蜂窝系统中应用, 或任意尺寸的蜂窝系统。

(3) 同测向系统一样, 该方法的工作盲区仍然是相邻蜂窝基台点的连线。

4.3 TDOA 测量法

这种方法利用测距差的原理测量两个信号到达的时延差。考查一下式(5), (6) 可以作出如下的分析:

(1) 首先, 前述的两种方法需要 2 个发射台进行定位, 而该方法要 3 个发射台才能进行定位, 因此在人口稀疏的地区没有必要布设很多基台的条件下需要考虑这种方法的实用性。

(2) 由式(5)可见, 位置线误差取决于测量点相对于发射台的张角, 所以两个发射台或基台的距离较远是比较好的。可见比较适用于大蜂窝系统。

(3) 在三个发射台的几何结构中, 定位的主工作区位于角 ABC 小于 180° 的范围内。

通过以上分析可以看出,测距法具有最好的几何精度,可以应用于任何尺寸的蜂窝系统。但是信号延迟的测量需要发射台和用户接收机的准确时间同步,这是该方法在系统设计和信号处理方面需要解决的问题;测距差法需要多一个发射台,为了长基线需要大的蜂窝尺寸,在系统设计中要解决三个基台的时间同步问题;测向定位从几何精度要求方面适合于小尺寸的蜂窝系统,但是从文献[5]的分析可见,从减小在发射台附近的信号散射的影响来考虑,蜂窝的尺寸又要大一些,所以这是一个需要谨慎折中的问题。

笔者认为,在蜂窝通信系统中增加定位功能,只能在大的蜂窝系统或者在小蜂窝或微蜂窝的本地区域或寻呼区域^[7]里(由多个小蜂窝组成的区域)设置定位工作区。因为在这样的区域里设置的发射台的天线比较高,周围的信号环境好,使信号散射和多径效应的影响主要发生在用户端,减小信号估计和处理的复杂性。

5 结束语

本文基于定位几何原理的分析,提出了 TOA, TDOA 和 AOA 方法用于蜂窝系统定位的限制因素,以及这些方法的适用范围,可供设计时参考。笔者倾向于使用 TOA 和 TDOA 的几何方法,在这些方法的应用中,根据系统及信号结构设计有效的信号估计算法是目前具有挑战意义的研究课题。

参考文献:

- [1] Sirn Tekinay, Ed Chao and Robert Richton. Performance Benchmarking for Wireless Location System. IEEE Commun., 1998.
- [2] S S Wang, Marilyn Green, Maged Mallkawi. E - 911 Location Standards and Location Commercial Services, Nokia Research Center.
- [3] Jeffrey H Reed, Kevin J Krizman, Brian D Woener, *et al.* An Overview of the Challenges and Progress in Meeting the E - 911 Requirement for Location Services. IEEE Commun., 1998.
- [4] Christopher Drane, Malcolm Macnaughtan, Craig Scott. Positioning GSM Telephone. IEEE Commun., 1998.
- [5] James J Caffery, Jr, Gordon L Stuber. Overview of Radiolocation in CDMA Cellular Systems. IEEE Commun., 1998.
- [6] James M Zagami, Steen A Parl, Julian J Bussgang, *et al.* Providing Universal Location Services Using a E - 911 Location Network. IEEE Commun., 1998.
- [7] Sami Tabbane. Location Management Methods for Third - Generation Mobile Systems. IEEE Commun., 1997.

GPS/GLONASS 差分数据的挖掘与整理

聂明顺, 张淑芳

(大连海事大学 信息工程学院)

摘要: 本文介绍如何从 JAVAD GPS/GLONASS 参考台提取伪距差分 and 载波相位差分信息, 验证并使其成为可用的可视化数据信息, 为实现精密导航做数据资源上的准备。

关键词: 差分数据; 数据信息; 精密导航

1 引言

随着用户对高精度定位的要求越来越多, 大量的差分定位技术得到广泛的应用。另外, 用户为了提高接收机的可靠性, 一般采用 GPS 和 GLONASS 组合导航设备, 对于此类的接收机, 还需要 GLONASS 的差分信息做差分导航。

能提供这些差分信息的 JAVAD 参考台是 40 个通道的 GPS 和 GLONASS 兼容接收机, 它能提供的相位差分和准相位差分信息使定位精度达到厘米级, 用其自带的软件无法提供差分信息, 更无法对电文做某些处理, 因此, 如何提取有价值的电文和验证数据是本文讨论的主要内容。

2 JAVAD 参考台接收机

JAVAD DGPS 是 40 通道的 GPS 和 GLONASS 接收机, 能输出 GPS 和 GLONASS 差分数据。

图 1 是接收机的控制面板: 一个状态 (STAT) 灯、一个记录 (REC) 灯、电源 (PWR) 和一个 (FN) 功能键。接收机后部有一个电源插口, 需提供 12V 直流电; 一个天线插口; 一个并行口, 3 个串口分别为 A, B, C, 用于和 PC 以及发射机相连, 其中 B, C 可以输出差分数据。JAVAD 自带很多命令格式, 以输出用户所需要的数据, 本文将在第 3 部分结合 VC++ 6.0 的编程, 介绍部分 GPS 接收机接口语言命令。JAVAD 利用本身软件: PC-CDU.exe 可以在 PC 上显示数据, 如图 2 所示。

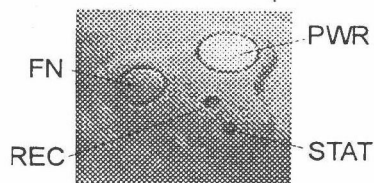


图 1 接收机控制面板

图 2 中列表的说明如表 1 所示。

表 1 各符号含义

#	GPS 卫星号
Sn	GLONASS 卫星号
F _n	GLONASS 频率通道号
EL	高度角
AZ	方位角
CA	CA 码能量值 [db * Hz]
P1	P1 码能量值 [db * Hz]
P2	P2 能量值 [db * Hz]
TC	卫星锁定时间
SS	卫星健康状态

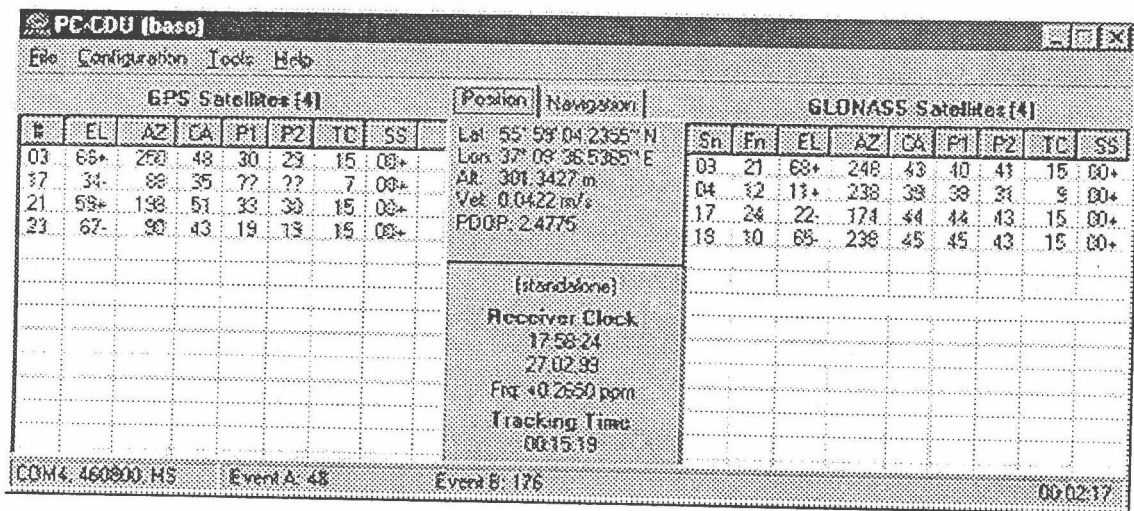


图 2 显示数据

注:程序中的对话框显示的是定位信息和其他相关信息。

3 RTCMSC104 电文 1 的格式和 RTCM 电文的解码

GPS + GLONASS 采用的 RTCM 电文类型,连同电文 18~21 组成本文所要用到电文,如表 2 所示。

表 2 电文类型

参数	GPS 电文类型	GLONASS 电文类型
差分改正数	1	31
基准站参数	3	32
零帧	6	33
部分卫星改正数	9	34
专用电文	16	36

由于电文 1 最为重要,下面介绍 RTCM SC104 电文 1 的格式,见表 3。

表 3 电文格式

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
比例因子																																					
		UDRE		卫星识别		伪距改正数												奇偶校验																			
比例因子																																					
距离变化率改正值										数据发布日期												UDRE		卫星识别		奇偶校验											
伪距改正数															距离变化率改正值										奇偶校验												
比例因子																																					
数据发布日期												UDRE		卫星识别		伪距改正数(高位)								奇偶校验													
伪距改正数(低位)										距离变化率改正值										数据发布日期										奇偶校验							
... ..																																					
距离变化率改正值										数据发布日期										填充字								奇偶校验									
数据发布日期										填充字																		奇偶校验									

因为每颗卫星改正数要求 40bit,所以不能要求使用的字码是严格的整数,就需要有填充字:‘0’和

‘1’交替,如果卫星个数不是 3 的倍数,则最后的字码是表 3 后面的 2 种格式之一,这是编程时注意的问题。编程时还要注意的是 RTCM SC104 电文的解码。

收到 RTCM 电文后,按以下步骤解码:

(1)字节扫描

如果字节位于 64~127 之间,有效,否则将删除。

(2)字节滚动

剩下的 6bit,1 和 6,2 和 5,3 和 4 互换。

(3)字节取补码

根据需要取补码。

(4)字节跳页

每个电文的字由 40bit 组成,其逻辑左移完成跳页。

(5)电文同步

跳页是为同步做准备,RTCM 电文是由两个字头和后接 $N + 2$ 个字电文数据组成,字头的第一字为 01100110,在数据串中找到这个引导字,完成电文的同步。

(6)奇偶校验

d29 和 d30 参考前一个 RTCM 字的最后 2bit,如果 d30 为 1,bit1~bit24 必须取补码然后进行校验,奇偶校验是当前 RTCM 字产生的新奇偶比特与接受到的奇偶比特比较,D25~D30 为奇偶校验码,是由 d1~d30 有关比特位模 2 和计算来的。表 4 示出这种逻辑关系。

表 4 逻辑关系

d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	29	30
D																										
25	⊕	⊕	⊕		⊕	⊕				⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			⊕	⊕		⊕			⊕		⊕	
26		⊕	⊕	⊕		⊕	⊕				⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			⊕	⊕		⊕			⊕		⊕
27	⊕		⊕	⊕	⊕		⊕	⊕				⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			⊕	⊕		⊕			⊕	
28		⊕		⊕	⊕	⊕		⊕	⊕				⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			⊕	⊕		⊕			⊕
29	⊕		⊕		⊕	⊕	⊕		⊕	⊕				⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			⊕	⊕		⊕	⊕	
30			⊕		⊕	⊕		⊕	⊕	⊕	⊕		⊕		⊕				⊕			⊕	⊕	⊕	⊕	

4 以 VC6.0 为平台,对数据进行提取、解码和检验

这也是本文的主要内容,由于每秒钟传输的数据量比较大,程序采用多线程重叠方式,并在串口上进行超时接收,波特一般应在 9 600b/s 以上,本文采用 38 400b/s。

4.1 关于提取

(1) 首先是串口的设置

设置的串口波特率是 38 400b/s,字节长 8 位,一位停止位,无校验位,超时时间为 50msvoid CTo-View::thread()

///计算机黑的是串口 1,灰的是串口 2

```
hnms=CreateFile(comm,GENERIC_READ,0,NULL,OPEN_EXISTING,0,NULL);
```

(2)线程的创建

```
comThreadHwnd=CreateThread((LPSECURITY_ATTRIBUTES)NULL,0,(LPTHREAD_START_ROUTINE)CommWatchThread,this->GetSafeHwnd(),0,&dwThreadId1);
```

4.2 关于解码

(1)首先应进行字节滚动 1

```
char format(char kch)
{... ..}
```

(2)奇偶校验

```
char proity(char x,char y,char z,int d29,int d30)
{
char vb[7];
vb[0]=(count1(x&0xec)+count1(y&0x7c)+count1(z&0xd2)+d29&0x01)%2;//根据表 4
... ..
return vb[6];
}
```

4.3 RTCM 电文的整理

解码完毕后,整理出表 2 当中所示的 10 个电文,针对每种电文的格式不同,进行不同的处理方式。每种电文都必须对前两个字解码,由于篇幅所限,本节仅仅列出对电文头的提取和处理以及对电文 1 的提取和处理。

(a) 电文头的提取和处理

```
... ..
for(int u=0;u<8*10;u++)
{ switch(uu){
case 0: xuwen[0]=bufferstr[uu+publiclength*countlength]; break;//序文的提取
... ..
}
```

(b)电文 1 的提取

```
... ..
case 1:
{ flag1=1;
xuwen[1]=xuwen[0];type[1]=type[0];idstation[1]=idstation[0];zcounter[1]=zcounter[0];
xuhao[1]=xuhao[0];framelength[1]=framelength[0];statue[1]=statue[0];
//存储字 1 和字 2 的信息
publiclength=publiclength+framelength[1]+2; countlength=4; uu=0;
for(int kc=0;kc<15;kc++)
for(int dc=0;dc<(int)publiclength/5+1;dc++){
displaystr[kc+dc*15]=bufferstr[kc+8+dc*20]; //挖掘电文 1 的信息,用于处理
}
} break;
```

(c)电文 1 的显示和处理

```
for(int aabb=0;aabb<(int)(framelength[1]*3/5);aabb++)
// framelength[1]*3/5 是卫星的个数
{putstring(pDC,160,30+aabb*30,displaystr[0+aabb*5]>>7&0x01);
```

//显示比例因子

```
.....  
}
```

(d)关于接收机接口命令的简介

在程序运行之前,需要对 JAVAD 接收机发出命令,使它能够根据要求发出电文:

```
set,/par/base/mode/,off           //关闭基站模式  
set,/pos/mode/cur,sp              //让接收机工作在自主模式  
set,ref/pos/geo,{N38d52m00.521463s,E121d31m12.553996s,50.8516,W84}  
                                     //输入参考台坐标值  
  
set,dew/ser/c/rate,38400           //设置串口 C 的波特率  
em,/dev/ser/c,rtcm{/1:1,/31:1}     //设置 C 口的 RTCM 电文类型和传输时间
```

当然,接收机的接口语言很多,在这里不在一一叙述,《GPS Reciever Interface Language》中有详细的介绍,这里用到的仅仅是与本程序有关的一些命令。

5 结束语

精密定位对于国防和交通以及基础建设的作用很大,差分定位也越来越得到广泛的应用,数据资源是前提条件,利用它成为自己有用的信息是很重要的,本文正是出于这个目的。

参考文献:

- [1] 张淑芳. 无线电导航原理与设备. 大连:大连海事大学出版社.
- [2] 李洪涛,许国昌,薛鸿印,等. GPS 应用程序设计. 北京:科学出版社.
- [3] 陈坚,孙志月. 通信编程技术. 西安:西安电子科技大学出版社.