

基于 VxWorks 的双 GPS 测向系统设计

黄海涛, 江 剑

(南京理工大学, 南京 210094)

摘要:介绍了一种嵌入式双 GPS 测向系统的设计方案, 硬件部分详细描述了基于 ARM9 处理器的硬件平台的构成; 软件部分重点讨论了 VxWorks 嵌入式操作系统下应用程序的开发过程, 并给出了姿态解算的流程图; 实验表明: 系统稳定性好, 测量精度高, 方案可行。

关键词: VxWorks; 测向; 嵌入式; GPS

本文引用格式: 黄海涛, 江剑. 基于 VxWorks 的双 GPS 测向系统设计[J]. 四川兵工学报, 2014(2): 124-126.

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2014)02-0124-03

Design of Double-GPS Direction Finding System Based on VxWorks

HUANG Hai-tao, JIANG Jian

(Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: This paper introduces the design scheme of an embedded double-GPS direction finding system, and discusses the composition of hardware platform based on ARM9 processor. While it focuses on the application under VxWorks embedded operating system development process in the part of software, and gives the flow chart of attitude algorithm. Experiments show that the system has good stability, high measurement precision, and the scheme is feasible.

Key words: VxWorks; direction finding; the embedded system; GPS

Citation format: HUANG Hai-tao, JIANG Jian. Design of Double-GPS Direction Finding System Based on VxWorks[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014(2): 124-126.

姿态参数是载体的重要导航参数之一, 姿态的测量已日趋成为载体导航的重点研究方向, 各类测向导航系统层出不穷。进入 21 世纪以来, 随着全球定位系统 (GPS) 技术的快速发展和成熟, GPS 作为一个测向或定向基准系统, 已被广泛用于舰船、飞行器、汽车等载体导航中。

近年来, 随着测向系统实时性要求的不断提高, 系统中核心微处理器的选择至关重要。随着嵌入式技术的发展, 嵌入式芯片和系统以其特点和优良的功能得到了越来越广泛的应用。VxWorks 系统由于其嵌入式和实时性的特点, 在 GPS 测向系统中发挥越来越重要的作用。本文介绍了一种嵌入式测向系统的设计方案, 采用基于 ARM9 处理器的硬件平台和 VxWorks 嵌入式操作系统的软件平台, 在软硬件方面都能较好的满足系统的要求, 具有良好的应用前景。

1 双 GPS 测姿原理

载体的姿态是指载体上的坐标系相对于参考坐标系的取向, 确定载体姿态通常用到 3 个参数, 即航向角、横滚角和俯仰角。本系统只关心载体的二维姿态, 即航向角和俯仰角, 所以采用两个接收机即可实现载体姿态的测定。

对于载体上的天线配置而言, 天线之间的距离能够精确测定, 且在运动状态中保持不变。图 1 所示, L 为两个天线所构成的基线的长度。

将天线 1 作为当地水平坐标系 (LLS) 的原点, 求解出基线在 LLS 中的矢量坐标 (x, y, z) , 就可以直接计算出载体的航向角和俯仰角。

$$Yaw = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$Pitch = \arctan\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$$
(1)

通过对 GPS 载波相位的观测,能够极其精确地测定天线 2 相对天线 1 在 WGS-84 地心坐标系坐标的三维位置,再将其转换成以天线 1 为原点的当地坐标系的坐标,然后通过式(1)解算出航向角和俯仰角。

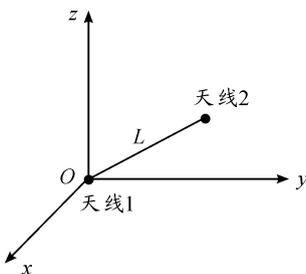


图 1 双 GPS 测姿模型

2 系统硬件设计

本系统硬件部分由两个 GPS 接收机及天线、ARM9 核心板和上位机四部分搭建组成,如图 2 所示。

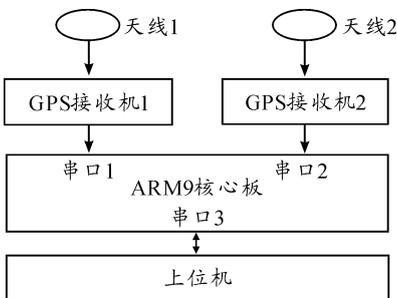


图 2 测向系统硬件结构

本系统中接收机采用的是 NovAtel OEMV-2,该接收机可以接收并跟踪 L1/L2、C/A 码、载波相位等,同时可以输出原始数据、位置等信息。ARM9 核心板采用 Samsung S3C2440 作为核心处理器,该处理器具有低功耗、低成本、高性能等特点,配合 VxWorks 操作系统使用,使系统在充分利用资源的前提下,还具有很好的实时性。上位机部分为 PC 机,通过 RS232 调试口实时接收姿态信息。该硬件设计主要在于 ARM9 核心板,其集成度高,配有串口扩展、网口下载、USB 口等调试端口,设计可靠且便于携带或安装。

3 系统软件设计

软件系统是以 VxWorks 嵌入式系统作为软件开发平台。VxWorks 是目前软件工程师采用最多的用于开发实时嵌入式系统的商用实时操作系统。VxWorks 系统拥有一个高度集成的软件开发平台,将开发的投入完全放在应用程序的开

发和设备功能的开发上,通过避免软件集成所引起的大量的不必要的开发成本,从而降低嵌入式系统开发的总成本,实现设备软件的最优化。

VxWorks 系统软件的开发分为两个部分:驱动程序开发和应用程序开发。驱动程序主要是 VxWorks 下的 BSP(板级支持包)编写,由于我们采用的是基于 ARM9 核的处理器,所以可以在提供的模板上根据实际情况进行适当的修改即可。

应用程序的根据功能主要分为 4 个模块:初始化模块、数据接收预处理模块、姿态解算模块以及结果输出模块,系统流程图如图 3 所示。

初始化模块:主要是完成系统初始化,包括接收机的选型、接收机输出的配置、姿态角参数以及坐标转换等参数的初始化,还有配置串口等工作。

数据接收预处理模块:由于在初始化过程中,对接收机进行了配置,接收机将会输出对应的二进制信息,比如原始星历,位置等。在每次数据接收完成之后,需对数据进行解码,即把每条指令的输出信息中有用的部分提取出来,用于后续姿态的解算,其中有用的信息有载波相位信息、卫星信息等等。

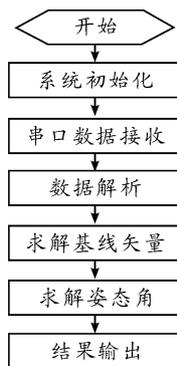


图 3 系统软件流程

姿态解算模块:姿态的解算主要是依靠两个天线所构成的基线矢量在载体坐标系和本地坐标系中的相互关系来估算的。采用载波相位的方法求得基线矢量解,从而得到最终的姿态信息。因此,这部分可分为周跳的探测和修复、模糊度的解算以及有效性验证三部分。

结果输出模块:将验证过的姿态信息通过串口输出到上位机上显示,最终实现载体的导航。

系统的整体流程:在初始化配置完成后,打开串口,开始接收数据。根据数据的帧头字判断一个命令信息的起始位置,利用数据中 Message ID 来确定接收机输出的信息内容,从而提取出对应的有效数据。即对数据进行解析,进而求解基线矢量,最终获得姿态角信息。

系统的重点在于基线矢量的求解,也就是模糊度的求解。在数据解析完成后,首先是根据 GPS 输出的时间信息判断两个接收机是否同步,进而组双差观测方程,求得双差宽巷模糊度,并对卫星进行跟踪。若跟踪并且模糊度固定的卫星数大于 3,则直接解算基线矢量,在解算成功后,即基线矢

量之间的误差在允许范围内,便可求解载体的姿态角;若不成功则选取其中电离层一致且模糊度固定的三颗卫星解算,利用基线矢量反算新的模糊度,再求解新的基线矢量。若初始卫星信号不好,即模糊度固定的卫星数较少,则可以利用 LAMBDA 算法求解模糊度,最后更新基线坐标,求解后得到姿态角信息。

4 实验结果

本系统初始基线长度设为 3 m,采用的 Navcom 公司的天线来接收卫星信号,最终解算结果的输出格式如表 1 所示。

表 1 姿态信息的输出

输出内容	输出值	单位
Coor_Az	1 466.35	mil
True_Az	1 482.77	mil
Ratio	1 218.70	无
yaw	88.966	度
pitch	0.838	度

其中 Coor_Az 为坐标方位角,是通过高斯投影求出的; True_Az 为真方位角,是根据站心坐标系中的求出的,两者单位为 mil(0.06°)。yaw 为航向角, pitch 为俯仰角, Ratio 为比例校验值,它是用来衡量输出结果的准确与否的。在本系统中认为当 Ratio 大于 200 时,输出的姿态信息就是正确的。系统在初始启动时,需观测 2~4 min 后,待卫星信号稳定,方可进行测试。数据更新速率为 5 Hz,即 1 s 内更新 5 个数据。

4.1 航向角实验测试

实验中,改变确定的航向角角度,待姿态信息稳定输出后,通过比较变化的角度值,进而来验证系统测得的航向角准确性。表中数值均为多次测量后的有效平均值,具体如表 2。

表 2 航向角数据测试 单位:度

变化量	初值	实际值	差值
+30	267.929	297.950	0.021
-45	328.026	283.120	0.094
+60	267.929	328.026	0.097
+90	267.314	357.425	0.111

4.2 俯仰角实验验证

在测试俯仰角准确度的实验中,固定一点不动,通过改变另一点的高度,实现俯仰角的变化。实验中初始俯仰角为 0.060°,基线框架总长 3.3 m,分别将框架的一端提高 0.445 m、0.695 m、0.937 m、1.178 m,计算出变化的角度值,

然后与实际的结果对比,表中的实际值均为多次测量后的有效平均值,具体如表 3 所示。

表 3 俯仰角数据测试 单位:度

变化量	计算值	实际值	差值
7.738	7.678	7.511	-0.167
12.139	12.079	12.325	0.246
16.470	16.410	16.022	-0.388
20.881	20.821	20.738	-0.083

通过对表 2、表 3 实验结果的分析,得出本系统在航向角和俯仰角的准确性方面的测试误差在可控范围内。具体而言,航向角误差为 2 mil,俯仰角误差在 4 mil 以内。

5 结束语

本文基于 VxWorks 的双 GPS 测向系统,详尽介绍其硬件组成和软件流程。通过测试,证明了系统稳定性好,测量精度高,方案可行,具有一定的工程应用前景。

参考文献:

- [1] 张安洁,陈德益. GPS 舰船定姿系统研究[J]. 电子测量技术,2011,43(5):5-8.
- [2] 田湘,范胜林,刘建业. 基于 GPS 的多基线姿态系统研究[J]. 2008,26(2):23-26.
- [3] 李慧,李涛,杨占华. VxWorks 下基于多任务调度的分析和研究[J]. 微机发展,2005,15(6):30-32.
- [4] 陈倩宇,党幼云,易蓬. 基于 GPS-OEM 板的测向接收机设计[J]. 西安工程大学学报,2008(6):94.
- [5] 王惠南. GPS 导航原理与应用[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [6] 刘基余. GPS 卫星导航定位原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2008:271-288.
- [7] 段志勇,袁信. 应用约束条件快速解算整周模糊度[J]. 南京航空航天大学学报,2008(2):38-42.
- [8] 马鯤,刘胜利. GPS 船体姿态测量技术研究[J]. 航海技术,2004(4):26-28.
- [9] 袁燎原,卢京潮. 基于 VxWorks 和 RTW 的直升机半物理仿真系统[J]. 火力与指挥控制,2013(3):133-136.
- [10] 朱徐华,曾昭周. 嵌入式军用车载定位导航系统[J]. 兵工自动化,2011(3):86-89.
- [11] 褚凯,杨茜. 光电火控实时信息处理系统设计与实现[J]. 四川兵工学报,2012(3):85-88.