

基于 u-blox 高灵敏精确定位系统

The Higly Sensitive and Precision Navigation System Based on u-blox

(长春光学精密机械与物理研究所) 王丽秋

WANG Li-qiu

摘要: 为了在阴云天气条件下也能快速获得理想的 GPS 定位结果,设计了高精度精确定位系统。该系统基于瑞士 u-blox 公司最新出品的以 u-blox5 定位引擎为核心的 LEA-5 芯片,利用 KickStart 技术和 SuperSense® 技术,提出了高灵敏精确定位系统的硬件结构设计方案,详细介绍了射频电路的设计和要点,介绍了电路板布线经验,最后提供了样机图片以供读者参考。实践证明,该系统即使在阴云天气下也可以做到搜星 3 颗以上,定位时间在十几秒钟,定位精度达到十几米~几米内。

关键词: 精确定位; 射频电路; u-blox

中图分类号: TP311.11 **文献标识码:** B

Abstract: In order to get an ideal location result by GPS under cloudy weather quickly, the higly sensitive and precision location system was designed. The system based on chip of LEA-5 by using KickStart and SuperSense® technique which has location engine of u-blox5 and from u-blox corporate of Switzerland. The hardware structure of higly sensitive and precision location system was designed, the main points of design of RF was discussed in detail, the experience of the board routing was introduced. At last, the photo of sample machine was presented. The practice has proved that the system can seek out 3 stars upwards, it has position result of time_to_fix < 20s and horizontal position accuracy is under decade meters.

Key words: Precision Location; RF; u-blox

1 引言

瑞士 u-blox 公司是世界著名 GPS 芯片厂商之一,目前已是全球定位芯片厂商中继美国 Sirf 之后的第二大生产设计商,其产品系列齐全、功能完备,其设计出品的导航芯片和模块体积小、功耗低、灵敏度高、信号捕获速度快,其产品除支持标准 NMEA Protocol 可与行业标准兼容外,还额外提供该公司自定义通信协议 UBX Protocol, UBX Protocol 可为用户提供较标准 NMEA Protocol 更全面更细致的信息,使用户可以更多地拓展应用空间以便获得更精确更快速的定位。

2 U-BLOX 介绍

2.1 芯片/模块型号及特点

u-blox 定位产品涵盖了芯片、模块、板卡、天线及相关的测试设备和手段。该公司以自行设计的 GPS 定位引擎 AN-TARIS®、ANTARIS® 4 和近期推出的 u-blox5 为核心推出各类产品,包括芯片 UBX-G5010 系列、芯片组 UBX-G5000 系列、芯片组 UBX-G0010 系列、模块 NEO 系列、模块 LEA 系列、模块 TIM 系列等。

借助该公司的 KickStart 技术,其产品可以实现超快速弱信号捕获,即使在微弱信号条件下也可实现高速捕获,在天线受限时能实现较高性能,并能实现天线隐蔽式应用。

u-blox 的 SuperSense® 室内技术存在于 u-blox5 引擎和 ANTARIS® 4 引擎,可实现高灵敏度跟踪(跟踪灵敏度达到-160dBm)、高精度定位。此外精确授时和惯性导航技术还可以实现补偿后达 15ns 授时精度和不间断导航。

2.2 UBX Protocol

UBX Protocol 是 U-Blox 公司私有 GPS 通信协议,标准 UBX 包的结构由两个字节的头部标识字(SYNC1、SYNC2)、两个字节的类标识(class、ID)、两个字节的负载长度(低端有效数据)、负载数据和两个字节的校验和。

通过 UBX message 除可以获得标准定位结果信息(NAV message of UBX class 提供了导航结果:包括位置、速度、时间、精度、可用卫星数等信息)外,还可以得到接收机信息(RXM message of UBX class 提供接收机至卫星的伪距、信噪比、通道状态等)、导航辅助信息(如 AID message of UBX class 提供卫星的星历、历书信息)等,最值得一提的是,UBX 可以提供接收机获得的各种捕获信号原始数据(如 RXM-RAW message of UBX class 为用户提供原始的载波相位信息),这在众多 GPS 芯片厂商中是比较罕见的。此外,用户可以通过修改和发送 CFG 消息来配置模块的工作方式和发送的信息内容(如通讯波特率、通讯接口选择、输出信息选定、数据发送频率等)。

3 高灵敏精确定位系统设计

3.1 LEA-5

LEA-5 是第五代定位引擎 u-blox 5 产品,这个预留有 GALILEO 功能的 GPS 定位引擎,接收 GPS L1 C/A 码信息,具有 50 个通道(32 通道高性能捕获引擎和超高精度 18 通道跟踪引擎)、一百多万个相关器,捕获性能小于 1 秒(TTFF),SuperSense 技术令其捕获跟踪灵敏度可达到-160dBm,具备 KickStart 功能可实现微弱信号加速启动,抗干扰能力强,定位更新速率达到 4Hz,定位精确度为 2.5CEP。

该芯片内部包含射频前端和基带处理部分(内含 ARM7 CPU),集成有 LDO 和 LNA,无需外接 Flash EPROM,支持标准晶

王丽秋: 副研究员 硕士

体振荡器和温度补偿晶体振荡器,并可对 Flash EPROM 进行固件升级。

3.2 电路系统组成

LEA-5 模块由上下两部分组成,上半部分为射频、下半部分为基频。高灵敏精确定位电路系统由射频接口、保护电路、USB 接口、主处理器(MSP430F449)、串行接口电路、LCD 接口驱动、显示终端、键盘电路、电源转换模块等组成(如图 1)。

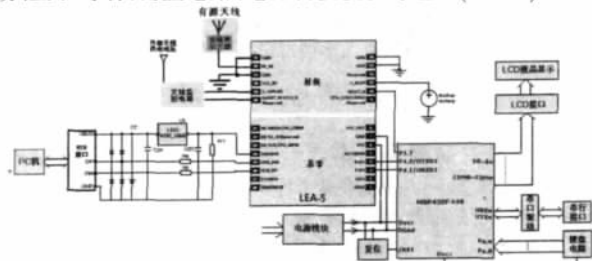


图 1 系统结构图

射频接口为 LEA_5 提供高质量 GPS L1 信号。LEA_5 将射频信号经下变频后变为中频信号,经过基带处理器获得 C/A 码信号,经过内部 ARM 解算出定位和导航结果。定位结果经 TxD 送处理器 MSP430F449, MSP430F449 解读接收到的 UBX Protocol Message,经实时解读,送 LCD 显示。键盘命令经 RxD 向 LEA_5 发送配置命令 (CFG Message)。还可以通过 USB 接口和 PC 机连接,在 PC 机上进行接收测试。

电池作为备用电源,在系统关机状态下存储定位参数,令系统在下次开机时可以在很短的时间快速获得定位结果输出 (即 TIFF)。

4 射频电路设计

4.1 天线的选择

GPS 天线分为有源和无源两种,无源天线在使用时对射频部分的电路设计和制作要求比较高,射频电路会很容易给天线信号带来较明显的噪声和干扰,影响天线的性能,为了获得高灵敏度和高精度,我们采用有源 GPS 天线。

有源 GPS 天线的内部整合有低噪声放大器,这个天线的内部低噪声放大器可以与接收芯片的射频前端直接连接后,并经同轴电缆获得直流供电电压,同轴电缆的偏置电压是从管脚 V_ANT 输入并经内部电路连接后从 RF_IN 脚输出,为有源天线内部低噪声放大器提供偏置电压。V_ANT 可以与 VCC_RF 连接,从 VCC_RF 脚获得电压,不过为了适合不同的有源天线的电气特性,建议由外部电压 V 提供(如图 2 所示),不过此时的输入电流应控制在 V_ANT 的极限电流之内。

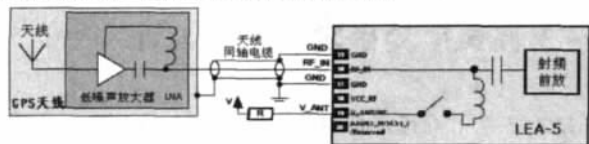


图 2 有源天线连接图

4.2 阻抗匹配

射频电路的设计的一个关键是要注意天线信号输出点与 LEA-5 接收模块信号输入点间的阻抗匹配,以确保得到天线的最大输出功率。GPS 天线的阻抗为 50Ω ,连接射频信号接入点和 RF_IN 点之间的微带线在设计时应满足下列条件:

$$Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln \frac{5.98h}{0.8w + t} \quad (\Omega) \quad (1)$$

公式 1 中, Z_0 为微带线的表面电阻, ϵ_r 为电介质系数(对于 FR-4 材料介质系数在 4.5~5 之间), w 为微带宽度, h 为介质厚度, t 为微带高度,根据线路板制作工艺,设计合理 w 值,令 $Z_0=50\Omega$ 。

4.3 天线开路短路保护

短路和开路保护电路见图 3 所示。

短路保护。当发生 V_ANT 与 GND 短接时,经 V_ANT 进入的电流过大会损坏 LEA_5 模块,图 3 中的电阻 R2 可以在这种情况发生时有效保护接收模块。一旦发生短路,LEA_5 内部基带处理器会立刻检测到并切断供给天线的电源,从而切断短路源使电路得到保护。

开路保护。开路保护的极限电流是 3mA~5mA,低于 3mA 的电流时即为开路,高于 5mA 的电流则表明天线不处于开路状态。如果通过 T2 的电流增大,电流通过 R4 后快速跌落,此时 ADDET_N 为高电平表明此时为开路状态;反之如果 T2 电流变小,则 ADDET_N 为低电平,LEA_5 模块根据 ADDET_N 输入状态启动内部开路保护机制。

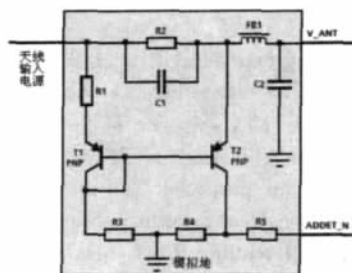


图 3 开路短路检测保护电路

5 电路板布线设计

合理的电路板布局和布线可以大大减少干扰和噪声,令系统体现出最佳的性能。在电路板布线设计时,提出以下几点供参考:射频连接点与 RF_IN 间应以最短的直线连接,尽量避免斜线和折线连接;射频连线应远离数字电路的连线;铺设地层,在射频和基频电路下开设大量的通孔;对外部信号干扰进行电磁屏蔽能有效提高信号质量和定位精度等。

6 结论

射频干扰是影响定位精度的一个重要因素,通过合理的天线选择、射频电路设计、科学地进行线路板布局,减少外界的干扰,利用 u-blox5 的各项技术,可以获得很好的定位结果。

图 4 为实验接收样机,样机由 GPS 天线、电源模块、带屏蔽盒的接收机(天线外侧)、接口和电缆组成。本样机略去了 LCD 显示和输入键盘部分,通过串口和 PC 机连接,利用 PC 机接收观察定位结果,实际测试结果表明,即使在阴云的情况下,仍可以搜星 3 颗以上,首次定位时间为十几秒,定位精度达到十几米以下。



图 4 实物图

(下转第 163 页)

变换校正,结果如图4所示。其中(a)、(b)分别为左右原图,(c)、(d)分别为经过校正后的左右图像,并且右图中的三条极线对应着左图中的三个标记点。可以看出,校正后图像的极线均沿水平方向且互相平行。

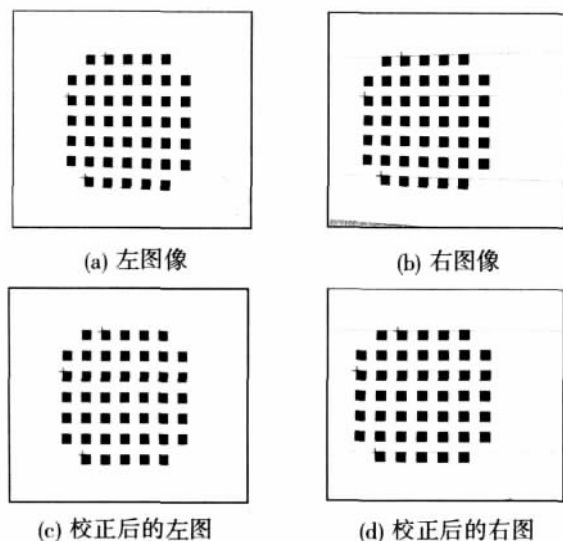


图4 立体图像校正实验结果

匹配实验采用标定实验平台,并将标定板置换为新剪枝的龙眼。利用标定的参数,对左右摄像机图像做极线几何变换,然后提取果实边缘特征并按右极线进行图像匹配。两个实验的结果证明,极线几何变换和神经网络的引入,不仅提高采摘机器人视觉定位精度,而且也提高了系统的实时应变性。

4 结束语

将极线几何变换应用于农业采摘机器人视觉误差校正,可以把摄像机标定过程和图像匹配过程很好的结合起来,有效的减少了综合误差并提高视觉系统的工作效率。神经网络的自适应能力和抗噪能力,为农业机器人面临的复杂非线性环境提供了解决思路。

本文作者创新点: 1. 提出一种视觉中的极线几何变换方法; 2. 结合标定过程和匹配过程,提出一种总体误差修正方法; 3. 采用BP神经网络处理农业采摘视觉中的非线性映射。

参考文献

- [1]赵亮亮.双目立体视觉中的图像匹配技术研究[D].南京:南京航空航天大学信息科学与技术学院,2007:19-28.
- [2]刘长林,张铁中,杨丽.茄子收获机器人视觉系统图像识别方法[J].农业机械学报,2008,39(11):216-219.
- [3]徐惠荣,叶尊忠,应义斌.基于彩色信息的树上柑橘识别研究[J].农业工程学报,2005,21(5):98-101.
- [4]赵杰文,刘木华,杨国彬.基于HIS颜色特征的田间成熟番茄识别技术[J].农业机械学报,2004,35(9):122-124.
- [5]BULANON D M, et al. A segmentation algorithm for the automatic recognition of Fuji apples at harvest [J]. Biosystems Engineering, 2002,83(4):405-412.
- [6]王津京,赵德安,姬伟,等.采摘机器人基于支持向量机苹果识别方法[J].农业机械学报,2009,40(0):148-151
- [7]HARTLEY R I, Theory and practice of projective rectification, International Journal of Computer Vision, 1999, 35(2): 115-127.
- [8]邱茂林,马颂德,李毅.计算机视觉中摄像机标定综述[J].自动化

学报,2000,1(1):43-55.

[9]吕朝辉,张兆杨,安平.基于神经网络的立体视觉摄像机标定[J].机械工程学报,2003,39(9):93-96.

[10]欧锦军,朱枫,吴清潇,等.位姿测量结果对标定误差的鲁棒性分析[J].微计算机信息,2008,24-7:259-261.

作者简介:刘昌余(1984-),男,安徽宣城人,硕士生,主要研究方向为虚拟现实、图像处理;王红军(1966-),女,重庆人,博士生,副教授,硕士生导师,主要研究方向为虚拟现实、网络化制造;邹湘军(1957-),女,湖南人,博士生,教授,博士生导师,主要研究方向为虚拟现实、智能设计与制造。

Biography: LIU Chang-yu (1984-), male, born in Anhui Xuancheng, master, research mainly in Virtual Reality, Image Processing.

(510642 广东广州 华南农业大学南方农业机械与装备关键技术省部共建教育部重点实验室) 刘昌余 王红军 邹湘军

(Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China) LIU Chang-yu WANG Hong-jun ZOU Xiang-jun

通讯地址:(510642 广州市天河区华南农业大学六一区研究生宿舍 8# 楼) 刘昌余

(收稿日期:2009.08.03)(修稿日期:2009.11.03)

(上接第168页)

本文作者创新点: 基于最新导航内核 u-blox5 设计了具有高灵敏度的精确 GPS 定位系统,提出了详细的电路设计,在阴天天气下可获得米级定位结果。

参考文献

- [1]王惠南.GPS 导航原理与应用.科学出版社.2003.2
 - [2]ANTARIS Protocol Specification.pdf.www.u-blox.com
 - [3]Elliott D. Kaplan, Christopher J. Hegarty. Understanding GPS Principles and Applications. Publishing House of Electronics Industry. 2007.7
 - [4]U-Blox5 GPS Modules Hardware Integration Manual.pdf.www.u-blox.com
 - [5]James Bao-Yen Tsui. Fundamentals of Global Positioning System Receivers A Software Approach. Publishing House of Electronics Industry. 2007.7
 - [6]皮云仙,唐红,张毅.基于单片机的 GPS 手持导航终端设计[J].微计算机信息,2009,2-1:190-191
 - [7]王尔申,胡青,张淑芳.卫星定位信号接收机系统研究与设计[J].微计算机信息,2008,5-1:200-202
 - [8]魏小龙.MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例.北京航空航天大学出版社.2002.11
- 作者简介:王丽秋(1973.1-),女,汉族,副研究员,硕士,光学工程专业,现从事光电测控技术研究。

Biography: WANG Li-qiu (1973.1-), Female, Han nationality, associate researcher, master on the optical engineering specialty, studying on technology of photo-electronic measure.

(130033 吉林长春 长春光学精密机械与物理研究所) 王丽秋 (Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Jilin Changchun 130033, China) WANG Li-qiu

通讯地址:(130033 吉林长春 东南湖大路 3888 号长春光机与物理研究所光电测控部) 王丽秋

(收稿日期:2010.04.15)(修稿日期:2010.06.05)