

基于 AM335X 和 Android 的北斗二代接收机设计

路振民 缪峰 符庆森 韩焱
(73678 部队 110 分队 厦门 361009)

摘要:随着北斗二代区域定位的实现,北斗导航的市场日益扩大,因此对于智能北斗导航终端的研究也逐渐成为热点。本文设计的硬件平台核心为基于 ARM 的高性能低功耗通用微处理器 AM335X,射频前端采用国产 CCS50D-BG 高精度北斗二代卫星导航模块,并以 Android 嵌入式系统作为移动应用开发平台。概述了北斗导航终端的系统硬件构架、Android 操作系统的特点及导航终端的功能需求,详细阐述了操作系统移植方法及导航应用的开发,完整介绍了智能导航终端的设计过程,为北斗导航终端的开发提供了一定的参考意义。

关键词:北斗二代; AM335X; Android; 接收机设计

中图分类号: TN962 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.4060

Design of BD2 receiver based on AM335X and Android

Lu Zhenmin Miao Feng Fu Qingsen Han Yao
(73678 Troops 110 Unit, Xiamen 361009, China)

Abstract: With the realization of BD-2 regional positioning, Beidou navigation market growing, so research for intelligent Beidou navigation terminal also become a hot spot. The design of the hardware platform based on microprocessor S3C6410, which is a high-performance low-power ARM-core universal MCU, RF front make use of Beidou satellite navigation module CCS50D-BG and Android embedded systems as a mobile application development platform. This article outlines the Beidou navigation system terminal hardware architecture, android operating system features and navigation terminal functional requirements, Described in detail operating system migration methods, and development of drives and mobile application about navigation functions, introduction of the intelligent navigation terminal design process integral, which provides a certain reference value for the development of Beidou navigation terminal.

Keywords: BD-2; AM335X; WIN CE; design of receiver

1 引言

北斗卫星导航系统是中国正在实施的自主发展、独立运行的全球卫星导航系统,目前北斗二代已具有亚太区域导航定位能力,北斗市场将进一步扩大,对于智能北斗终端的研究也逐渐成为热点。利用当前流行的嵌入式操作开发基于北斗二代的无源导航接收机,提供廉价、实用的导航定位服务,无疑会进一步拉动北斗导航的应用。

目前北斗导航接收机的设计主要有两种:1)硬件接收机,即卫星信号的变频、数模转换、跟踪、解调、解码以及导航电文输出都由硬件来实现,软件部分只负责数据的显控;2)软件接收机,即在射频信号数模转换后,使用软件来完成导航信号的跟踪相关运算,并完成数据的显控。相比

之下,第一种设计比较成熟可靠,第二种设计计算量大,对计算平台的资源要求较高,本文采用第一种设计。

Android 是由 Google 开发的手机操作系统,Android 系统构建在 Linux 内核基础之上^[1],开发人员可自由获取,修改源代码。与其他嵌入式操作系统相比较,它具有代码开源、用户体验好等优点。同时,随着移动导航应用的进一步发展,Android 开发日趋成熟,对于 UI 设计、地图显示控制要求不断提高,基于 Android 系统的智能终端应用正逐渐成为市场的主流^[2]。

根据 Android 系统的硬件需求,本文采用 AM335X 和 CC50-BG 北斗定位模块作为硬件平台,实现了北斗定位信息的读取,显示及定位点在地图上的显示,对推动北斗导航的应用普及有一定的借鉴意义。

收稿日期:2016-08

2 硬件设计

本文设计的北斗二代接收机是能够接收北斗卫星信号,实现定位、授时、北斗导航的软硬件结合的实验性应用系统。根据接收机的设计目的进行合理的功能划分,将接收机分为定位模块、主控制模块、软件分系统 3 个关键模块以及嵌入式操作系统移植这个重要的基础环节。

本文所采用的硬件工作原理如图 1 所示。

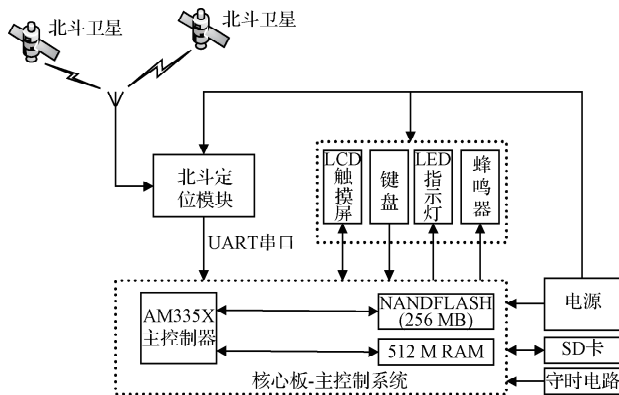


图 1 接收机硬件组成原理

北斗定位模块同一般的 GNSS 定位过程一样,其主要功能是接收空间中的北斗导航卫星信号,通过变频、放大、滤波、解码、解调等必要的信号处理过程,实现对扩频信号的捕获、跟踪^[3],进而导航卫星信号的跟踪、测量、计算,从而产生 PVT(位置、速度及时间)信息,并以串行方式输出 NEMA 格式的定位数据^[4]。本文的北斗定位模块采用东方联星生产的 CC50-BG 卫星导航模块作为本文接收机的定位模块。该模块,可实时接收北斗二代和 GPS 导航卫星信号,实现机动载体的实时高精度三维定位、三维测速、精确授时^[5]。该模块同时支持北斗系统的 B1 频点和 GPS 的 L1 频点,具备两个 RS232 通信端口。在技术指标方面,水平位置精度优于 5 m,垂直位置精度为 10 m,基本满足了接收机应用需求。

为确保硬件平台的稳定性,降低开发难度,本文直接采用飞凌公司生产的 OK335 开发板的核心板作为主控制系统,该核心板的主控制器为基于 Cortex-A8 架构 AM335X 处理器,该处理器集成多种接口,支持多种操作系统,主频为 800 MHz。

CC50-BG 模块接收到卫星信号后,经过解调解码解算,通过串口将相关数据送往主控制器。主控制器将数据进一步处理后,以适当的方式呈现给用户,同时接收用户的指令完成相应的功能。

3 软件设计

3.1 操作系统移植

移植的目的就是在北斗接收机上良好运行 Android 系统,这里需要 Ubuntu 作为交叉编译环境(本文采用 Ubuntu12.0),移植的大体步骤如下:

1) 下载安装编译器:arm-none-linux-gnueabi。

2) 为方便使用“make menuconfig”命令,下载安装 libncurses5。在终端里执行“sudo apt-get install libncurses5”即可。若提示无法找到安装包,可通过对 apt-get 工具进行更新,然后再安装,更新命令为执行“sudo apt-get update”。

3) 下载源码后,需要针对核心板进行相应的驱动修改,如 SD 卡、串口、键盘驱动等。

4) 指定环境变量 PATH 到之前下载的编译器地址后,直接编译即可。

值得一提的是,Android 系统的烧录需要 Bootloader 和根文件系统,这里选用的 Bootloader 为 Uboot1.1.6,文件系统采用 Yaffs2。

3.2 开发环境搭建

本文以 Windows 7 操作系统为开发平台,通过安装 JDK、ADT 等工具软件,并进行相关配置完成开发环境搭建^[6]。

JDK 是 Java 语言的软件开发工具包,包括了 Java 的运行环境、相关工具及类库。目前最新版本是 Java SE8.0,下载后按照提示安装即可。谷歌公司位开发者提供了库文件及其他开发工具的集合,称为 ADT(Android development tools),可在 Android 官网进行下载。该套件已经将相关配置和开发工具集成至 Eclipse,还含有 SDK 工具,Android 平台工具等。解压后,直接运行 Eclipse 文件夹中的 eclipse.exe 即可。同时,使用该套件中的 SDK Manager 可下载不同版本的 Android SDK,其中 Eclipse 是跨平台的集成开发环境^[7]。使用 ADT 可将编写好的程序通过 USB 线直接安装到硬件开发平台上。

3.3 定位数据读取

NMEA 数据的接收,需要 Android 下的串口通信编程,而 Android SDK 并不提供任何用来读写 Linux 串口的 API 接口函数,需要借助开源项目 android-serialport-api(简称 serialport 项目),来完成串口数据的读取。serialport 项目提供了若干简单的 API 函数,来连接和读写设备的串口。包括如下功能:

1) 列出设备上所有可用的串口设备,包括 USB 到串口转换器;

2) 配置串口(波特率、停止位、权限等);

3) 提供 Java 编程中的标准输入流接口和输出流接口。

根据设计目标和实际使用情况,可对该项目的源码进行相应的精简,如查找串口、配置界面等相应源码都可以舍弃。

使用 serialport 源码,完成串口数据的读取步骤如下:

1) 拷贝该项目中的 jni 文件夹和 libs 文件夹到应用程序的目录,这两个文件夹包含有库函数和编译好的动态链接库。JNI(Java native interface)是一种交互技术,通过 JNI,可以编译 C++ 的源码,生成库函数并在 Java 程序中完成调用。因 Android 的程序都运行在虚拟机上,程序并不能直接对硬件进行操作,该项目通过 JNI 技术使用编译好的 C++ 库函数,达到访问硬件设备、控制串口的目的。

2) 拷贝 SerialPort.java, Application.java, SerialPortActivity.java 到应用程序的 src 文件夹。

3) 在读取串口数据的类中,需要继承 SerialPortActivity.java,并实现虚函数 onDataReceived(buffer, size)。数据写入(发送)的实现,可直接调用其父类输出流的 write() 函数。

4) 为实现快速的读取 NMEA 数据,buffer 的设置不能太大,这里设置为 64 位。同时为确保数据的完整,采用字符串拼接的方式,等读到的数据足够多时(如 1 024 位),再进行数据处理和提取。

5) 在打开串口的函数中,修改打开串口语句为:

```
mSerialPort = new SerialPort(new File("/dev/s3c2410_serial1"), 9600, 0);
```

若需要打开多个串口同时工作,在同文件夹添加一个类似的功能函数即可。

3.4 定位数据的显示

以上工作完成后,就顺利的从串口读取到了定位数据,该数据的格式为格式是 NMEA-0183,该格式是美国国家电子协会为海用电子设备制定的标准格式,目前广泛使用的是 2.0 版本^[8]。NMEA 格式对每一种数据类型都有严格的定义,部分数据的定义如表 1 所示。

表 1 RMC 数据格式及部分参数定义

格式	\$GPRMC, time, status, Lat, N, Lon, E, spd, cog, date, mv, mvE, mode * cs
例子	\$GPRMC,065201.258,A,3508.1278,N,11825.2135,E,0.005,261.252,230914,,E,A*2C
参数名	描述
GPRMC	综合定位信息
Status	位置有效标识
Mv	磁偏角
Spd	地面速率
Cog	地面航向
MvE	磁偏角方向

根据定义对接收到的数据进一步处理后,即可进行显示输出。如图 2 所示。

值得一提的是,在画卫星星座图时,主要在 android.



图 2 北斗定位信息显示

view. View 类中进行方法的实现,方法原型为:

```
Protected void onDraw(Canvas canvas)
```

使用 Canvas 对象提供的大量的绘图方法,可方便的在图形插件上绘制包括点、线、文本等在内的基础图形。

同时应正确处理好下面 4 个方面,以较好的显示完整的星座图:

- 1) 读取背景图像并显示;
- 2) 建立极坐标轴,并完成坐标映射的基本公式;
- 3) 显示相关标识文字;
- 4) 打开线程,以实现数据的实时提取。

如图 3 所示为软件根据接收到的定位数据所画的可见星星星座图。

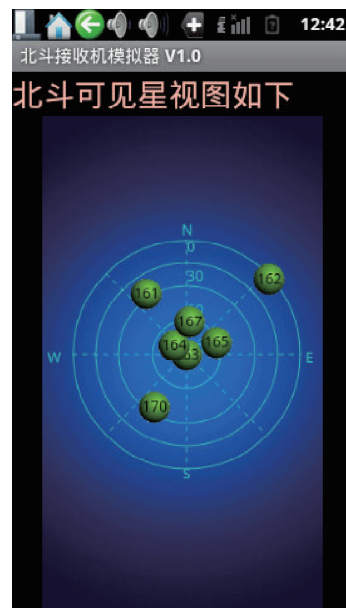


图 3 北斗可见星星星座图显示

3.5 地图显示

实现导航功能,既可采用嵌入式地图程序,也可采用在线地图。基于硬件上提供的 3G 网络支持,本文在 Android 的编程采用后一种。

首先到百度地图 API 网站申请密钥(KEY),并下载地图的 SDK 插件(至本文截稿时,百度地图 SDK 已升级至 V4.0.0)。插件下载完成后,将相应的库函数文件导入到应用程序中,并配置相关密钥,之后即可使用该插件进行地图显示^[9],其中本文实验的定位点在地图上的显示如图 4 所示。



图 4 地图定位显示

在 Android 系统下使用该地图插件,必须先进行权限申请。这里只需将 SDK 插件提供的权限申请代码,对应复制到 AndroidManifest.XML 文件中即可。其中部分权限代码如下:

```
<uses-permission android:name="android.permission-  
ission.BAIDU_LOCATION_SERVICE" >
```

```
<uses-permission android:name="android.permission-  
ission.ACCESS_NETWORK_STATE" >
```

MapView 和 MapController 是本程序实现地图的显示中主要用到的两个类。其中 MapView 同时也是地图控件,负责显示地图的各个图层,以及接收用户的点击操作。这里称 MapController 为地图控制器,主要功能为地图的各个属性的设置,如当前显示中心的坐标,当前视图的放大级别等。程序通过串口读取到当前位置数据后,就可使用这两个类进行地图初始化,初始化完成后的地图显示有当前位置点,如图 4 所示。

3.6 导航路径的搜索显示

导航路径,即根据用户设置的起始点,通过服务器的相关算法,规划可行路径并显示。本程序设定起始点,可

通过点击地图上的相应位置来完成。按照地图 SDK 示例给出的方法,作者通过解析地址、搜索路径、显示路径等步骤,并依据时间优先、距离最短、费用最少、躲避拥堵等 4 种路线规划策略,实现了导航路径的搜索及显示功能^[10],如图 5 所示。



图 5 导航路径显示

4 结 论

基于 AM335X 硬件平台和 CC50-BG 北斗模块,成功实现了安卓操作系统的移植,完成了北斗定位功能,及相关导航软件的编写,验证了基于 AM335X 和 Android 完成定位及路径导航的可行性,但本文的研究还存在如下不足之处:1)未涉及定位精度的研究,2)未涉及导航路径的优化问题,导航路径的产生仍依赖于网络服务商,3)Android 软件代码还可进一步优化。

本文设计的硬件及相关软件经过大量测试,定位数据输出稳定,软件连续无故障运行时间超过 20 h,对北斗二代导航在安卓系统的应用开发具有一定的借鉴意义。

参 考 文 献

- [1] 李刚编著. 疯狂 Android 讲义[M]. 北京:电子工业出版社, 2013: 1-5.
- [2] 李神送, 温嘉铭, 刘学锋. Android 手机上传感器信息的实时获取与可视化[J]. 电子测量技术, 2015, 38(6): 104-107,129.
- [3] 王智, 耿相铭. 一种基于 DDS 技术的 Galileo 接收机设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2007, 21(4): 112-116.
- [4] 常莉. 基于 ARM 的静态测量型 GPS 接收机设计[D]. 北京:中国地质大学, 2009.

- [5] 北京东方联星科技有限公司. CC50-BG 产品说明书 [EB/OL]. <http://www.olinestar.com/services/1-8025625000951.html>, 2014.
- [6] 于思江. 基于 LBS 的 Android 校园服务 APP 客户端的设计[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(4): 73-77.
- [7] 张云. Windows 下 Android 应用程序开发环境搭建详解[J]. 计算机时代, 2013(1): 32-34.
- [8] 刘琴. 手持 GPS 接收机的实现[D]. 郑州: 郑州大学, 2004.
- [9] 百度地图 Android SDK 开发指南[EB/OL]. <http://developer.baidu.com/map/sdkandev-2.htm>, 2014.
- [10] 路振民, 邵琼玲, 任元, 等. 基于蓝牙和 Android 系统的北斗导航应用开发[C]. 第十三届全国敏感元件与传感器学术会议, 2014: 1104-1107.

作者简介

路振民, 1984 年出生, 男, 山西长治, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为北斗二代接收机的设计与应用、嵌入式开发等。

E-mail: 03137007@163.com

(上接第 81 页)

金桂月(通讯作者), 1975 年出生, 工学博士, 讲师, 主要研究方向为图像处理、嵌入式系统。

E-mail: gui Yue.jin@dlpu.edu.cn

李鹏, 1979 年出生, 工学博士, 副教授, 主要研究方向为无线通信与网络、光通信。

E-mail: lipeng@dlpu.edu.cn

牟俊, 1981 年出生, 工学硕士, 讲师, 主要研究方向为非线性物理及信息安全。

E-mail: moujun@dlpu.edu.cn

王智森, 1963 年出生, 工学博士, 教授, 主要研究方向为无线通信与网络、数字信号处理、物联理论与物联技术。

E-mail: z_s_wang@dlpu.edu.cn