

文章编号:1000-582X(2004)10-0114-04

## uClinux 嵌入式系统中 GPS 信息的获取\*

陈 帅<sup>1,2</sup>, 钟先信<sup>1</sup>, 李晓毅<sup>1</sup>, 余文革<sup>1</sup>, 刘积学<sup>1</sup>, 邵小良<sup>1</sup>

(1. 重庆大学 光电技术及系统教育部重点实验室, 重庆 400030; 2. 淮南师范学院 物理系, 安徽 232001)

**摘 要:**完成了嵌入式 Linux 下全球卫星定位系统的数据接收。在基于 uClinux 的嵌入式应用系统中,采用了 MCF5272 嵌入系统、M12 和 G18 模块。以 MCF5272 微处理器为核心,通过 GPS(Global Positioning System)模块 M12 获取卫星定位数据信息,采用嵌入式 Linux 操作系统作为控制软件。通过 G18 接入无线移动数据网络,进而将数据通过 Internet 远程通信,由连接到 Internet 的远程服务器接收嵌入式系统获得的 GPS 数据。给出了嵌入式系统的组成,介绍了 GPS 卫星定位原理。用 C 语言在 uClinux 下实现了卫星定位数据接收软件,最后给出了接收实验数据。接收系统的分辨率:经度和纬度为 1 marcs,高程为 0.01 m,速度为 0.01 m/s。

**关键词:**采集;GPS;uClinux;嵌入式;信息

**中图分类号:**TP273;TP368

**文献标识码:**A

GPS(Global Positioning System),即全球定位系统(Global Positioning System - GPS)是美国从本世纪 70 年代开始研制<sup>[1-2]</sup>,历时 20 年,耗资 200 亿美元,于 1994 年全面建成,具有在海、陆、空进行全方位实时三维导航与定位能力的新一代卫星导航与定位系统。利用 24 颗 GPS 卫星的测距和测时功能进行全球定位,在许多系统中,如测绘、机场导航系统、出租车辆管理和调度系统、江河流域的灾害信息管理和预测系统中, GPS 得到了广泛的应用<sup>[3-4]</sup>。

uClinux<sup>[5-7]</sup>是具有 TCP/IP 网络协议的嵌入式操作系统,可以将获取的数据信息通过通信网络接入 Internet 进行全球传输。uClinux 是 Linux 的简化版本,由于源代码公开,是免费的操作系统,基于嵌入式 uClinux 的系统可以灵活裁减应用。因此,将 GPS 与嵌入式 uClinux 结合具有更加强大的功能,开发方便且费用低廉。

对卫星数据获取与处理是通过 GPS 模块来完成的,GPS 模块是通过串口将处理的卫星数据传输给外围系统的。本文讨论在嵌入式 uClinux 系统下如何实

现接收卫星定位数据,给出了设计的接收系统组成,介绍了 GPS 卫星定位原理,并实现了卫星定位数据接收软件,最后给出了接收实验数据。

### 1 系统组成

基于 uClinux 嵌入式的系统包含有 GPS 模块 M12<sup>[9]</sup>、MCF5272<sup>[7-8]</sup>以及无线移动接口模块 G18<sup>[10]</sup>。整个系统是以 uClinux 嵌入式为核心,以 Motorola 的 MCF5272<sup>[7-8]</sup>作为微处理器。通过 GPS 接收卫星定位信息,通过无线移动接口模块 G18 接入 GPRS 无线数据网络,并运用 TCP/IP 协议接入 Internet。其中 GPS 模块 M12 负责获取卫星的定位信息。微处理器将收集的传感器信息与卫星定位信息打包,通过网络由远程的服务器负责将信息接收存储起来以便查询。

### 2 GPS 定位原理<sup>[1-2]</sup>

用户接收模块设备负责接收 GPS 卫星发射信号,以获得必要的导航和定位信息,经数据处理,完成导航和定位工作。GPS 接收机硬件一般由主机、天线和电

\* 收稿日期:2004-03-15

基金项目:国家重点基础研究发展规划资助项目(973-G1999033105)

作者简介:陈帅(1969-),男,四川省蓬溪县人,安徽淮南师范学院讲师,重庆大学博士研究生,主要研究方向为嵌入式智能化仪器及测控系统、EDA/SOC、多媒体信息处理与通信。

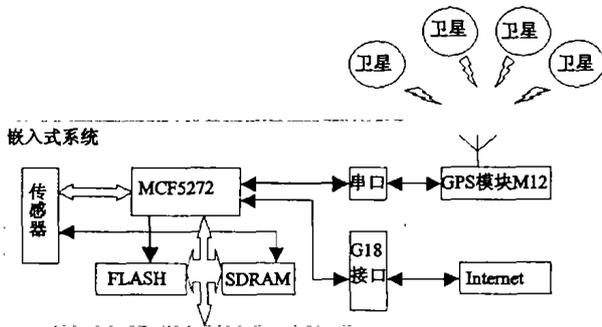


图 1 接收 GPS 信息的 uClinux 嵌入式系统

源组成。

GPS 定位的基本原理是根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据,采用空间距离后方交会的方法,确定待测点的位置。

如图 2 所示,假设  $t$  时刻在地面待测点  $(x, y, z)$  上安置 GPS 接收机,可以测定 GPS 信号到达接收机的时间  $\Delta t$ ,再加上接收机所接收到的卫星星历等其它数据可以确定以下 4 个方程式:

$$\begin{aligned} [(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2]^{1/2} + \\ c(v_{11} - v_0) = d_1 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} [(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2]^{1/2} + \\ c(v_{22} - v_0) = d_2 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} [(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2]^{1/2} + \\ c(v_{33} - v_0) = d_3 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} [(x_4 - x)^2 + (y_4 - y)^2 + (z_4 - z)^2]^{1/2} + \\ c(v_{44} - v_0) = d_4 \end{aligned} \quad (4)$$

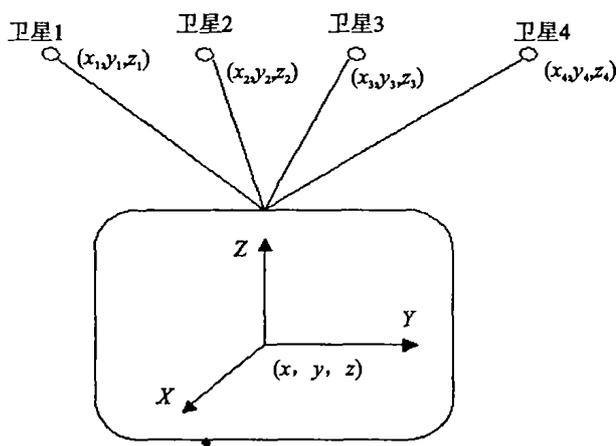


图 2 GPS 示意图

上述 4 个方程式中待测点坐标  $x, y, z$  和  $V_0$  为未知参数,其中  $d_i = c \Delta t_i (i = 1, 2, 3, 4)$ 。

$d_i (i = 1, 2, 3, 4)$  分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 到接收机之间的距离。

$\Delta t_i (i = 1, 2, 3, 4)$  分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 的信号到达接收机所经历的时间。

$c$  为 GPS 信号的传播速度(即光速)。

4 个方程式中各个参数意义如下:

$x, y, z$  为待测点坐标的空间直角坐标。

$x_i, y_i, z_i (i = 1, 2, 3, 4)$  分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 在  $t$  时刻的空间直角坐标,可由卫星导航电文求得。

$V_{ii} (i = 1, 2, 3, 4)$  分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 的卫星钟的钟差,由卫星星历提供。

$V_0$  为接收机的钟差。

由以上 4 个方程即可解算出待测点的坐标  $x, y, z$  和接收机的钟差  $V_0$ 。该功能由 GPS 接收模块完成。

### 3 GPS 数据接收模块<sup>[9]</sup>

采用 Motorola 的 M12 GPS 接收模块。该模块含有 CPU、射频接收模块,将接收的卫星数据转换为规定的格式,其中包含经度、纬度、高度、速度等数据,并通过串口向外接口输出。ONCOREM12 接收器的并行通道已经扩展到 12 个,它提高了在城市中抗树阴和楼群遮挡的性能。M12 拥有全 GPS 行业内最快的初次定位时间 TTFF 和重捕获卫星的时间。M12 接收器最大限度的建立在 Motorola 公司善长的完整的无线电频率电路基础上。MRFIC1504,基于 MMC2003 的 32 位 RISC 控制器 MCODE,并具有极低的功耗。M12 接收器提供 2.75 ~ 3.2 V 的电压,包括支持逆向差分的能力。在诸如汽车定位和调度系统中,为了获得更高的精度,可以通过设置差分基站的方法来改良定位效果。其它特征,还包括增加了可嵌入适应性。支持 RTCM 格式的差分功能,NAEA 0183 格式输出,双通讯串口,用户可控制的速度滤波器和一个天线检测回路。用户可以选择使用垂直于电路板或者是平行于电路板的数据/电源连接器。

测量速度范围:515 m/s,高度低于 18 000 m 时,大于 515 m/s,加速度:4 g,颠簸:5 m/s。定位精度:美国国防部不实施选择可用性(SA),精度为 25 m,有 SA 限制小于 100 m。定时精度(1PPS): < 500 ns。坐标基准:WGS - 84, 和一个用户自定义坐标系。I/O 信息:纬度、经度、高度、速度、航向、时间等。支持摩托罗拉二进制和 NMEA 0183 格式,最大 9 600 波特率,输出速率可由软件选择连续输出或询问输出。TTL 接口电平(0 ~ 3 V),第二个串口用于接收 RTCM 输入。功耗: < 0.225 W (不含天线 20 mA)。尺寸:接收器:40.0 mm × 60.0 mm × 10.0 mm。重量:接收器:25 g。

操作温度:接收器: -40 ~ +85 °C,湿度:95%不冷凝。  
提供逆向差分所需数据。

## 4 数据接收

### 4.1 数据与格式

M12 模块支持摩托罗拉的二进制协议和 NMEA 协议。摩托罗拉的二进制协议的数据是以 @@ 为帧信息的开始标志,而 NMEA 协议的数据是以 \$ 为帧信息的开始标志。获得的信息有:纬度、经度、高度、速度、时间、可见卫星数目(最多可见 12 颗卫星)、温度等。支持最高 9 600 波特率,输出速率可由软件选择,并可以设置连续输出或询问输出。

### 4.2 信息的解析

在 uClinux 下通过 C 语言编程来对接收的格式信息进行分解,以判别获得的纬度、经度、高度等各种信息。这里采用摩托罗拉的二进制协议。首先设置好串口通信的通道,包括波特率、数据位、校验位、停止位。其次在接受过程中,关键是识别帧信息的标志首部 @ Ha。部分代码如下:

```
int j,fp;
unsigned char ch[512];
struct termios opt;
fp = open("/dev/ttyS1",O_RDWR);//以读写方式
打开串口 1
//设置串口:波特率 9600,8 位数据位,奇校验,1 位
停止位
tcgetattr(fp,&opt);
tcflush(fp,TCIOFLUSH);
cfsetispeed(&opt,B9600);
cfsetospeed(&opt,B9600);
opt.c_iflag = 1;
opt.c_oflag = 0;
opt.c_cflag = 3261;
opt.c_lflag = 0;
opt.c_line = 'c';
tcsetattr(fp,TCSANOW,&opt);
tcflush(fp,TCIOFLUSH);
while(!quart(fp));//等待帧标志:@@Ha
for(j=0;j<max;j++)//*****读 gps
M12 数据直到收到 max 个数据*****
{read(fp,cc,1);
ch[j] = cc[0];
```

}

...

这里函数 quart() 完成标志 @@ Ha 的检测,它的源代码如下:

```
int quart(int fp)//fp 是 IO 口句柄,如果收到@
@ Ha 标志,返回 1,否则 0;
{int status = 0;
char cc[8],tmp;
read(fp,cc,1);
tmp = cc[0];
if(tmp == '@')
{
read(fp,cc,1);
tmp = cc[0];
if(tmp == '@')
{
read(fp,cc,1);
tmp = cc[0];
if(tmp == 'H')
{
read(fp,cc,1);
tmp = cc[0];
if(tmp == 'á') status = 1;
}
}
}
return status;
}
.....
```

至此,收到的字节数为 max 的值,数组 ch 保存接收到的字节数据值。再通过 @@ Ha 命令相应的信息格式,分别计算出日期、时间、经度、纬度、海拔高程、速度等信息。假设 @@ Ha 分别为帧的第 0、1、2、3 字节数据,则第 4 字节为月;第 5 字节为日;第 6、7 字节为年;……,第 47、48 字节为 3D 速度;第 49、50 字节为 2D 速度;……。字节的序号就是数组 ch 的下标。

## 5 结 果

将上述 GPS 数据接收程序在嵌入式系统 uClinux 环境下编译,与嵌入式操作系统内核一起下载到 FLASH 中。通过无线移动网络和 Internet 将解析的卫星定位数据在远程的服务器上显示出来。图 3 是车载

接收系统所得的实验测量接收数据。

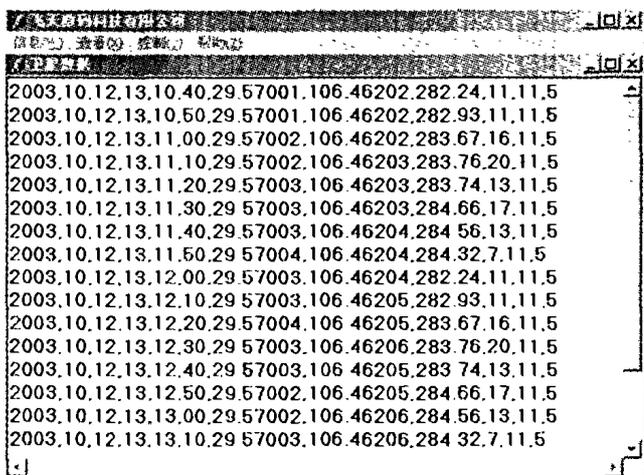


图 3 嵌入式 uClinux 解析的 GPS 信息

图中是根据需要解析的部分数据,每行由逗号分隔开的数据依次分别为年、月、日、时、分、秒、纬度、经度、海拔高度、水平(2D)速度(cm/s)、可见卫星数、跟踪卫星数。

结果表明,设计的基于 uClinux 的嵌入式系统 GPS 数据接收系统的分辨率:经度和纬度为 1 marcs,高程为 0.01 m,速度为 0.01 m/s。

参考文献:

- [1] 袁安存. 全球定位系统(GPS)原理与应用[M]. 辽宁:大连海事大学出版社,1999.
- [2] 徐绍铨. GPS 测量原理及应用[M]. 湖北:武汉武汉测绘科技大学出版社,1998.
- [3] 朱庄生,万德钧,王庆,等. GPS 车辆监控系统存在问题的探讨及解决方案[J]. 中国工程科学,2003,5(9):49-54.
- [4] 邱雨生,陈敏,刘广山. GPS 数据采集技术及其在海洋调查中的应用[J]. 台湾海峡,2003,22(3):354-359.
- [5] 朱玮玮,杨建明. uClinux - 一种嵌入式 Linux 系统[J]. 舰船电子工程,2003,(4):47-50.
- [6] <http://www.uclinux.com/Software/uClinuxds.pdf> [EB/OL]. 2003-10-1.
- [7] 华恒科技. HHCF5272-R1 技术手册[EB/OL]. <http://www.hhcn.org>, 2003.
- [8] Motorola. MCF5272 ColdFire Integrated Microprocessor User's Manual[EB/OL]. <http://www.Motorola.com>, 2001-10-1.
- [9] Motorola. M12 Oncore User's Guide Supplement[EB/OL]. <http://www.UinStrong.com>, 2003-10-5.
- [10] Motorola. g18 GSM/GPRS OEM Embedded Module[EB/OL]. <http://www.szght.com>, 2003-10-2.

## GPS Information Obtaining in uClinux Embed System

CHEN Shuai<sup>1,2</sup>, ZHONG Xian-xin<sup>1</sup>, LI Xiao-yi<sup>1</sup>, YU Wen-ge<sup>1</sup>,  
LIU Ji-xue<sup>1</sup>, SHAO Xiao-liang<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory for Optoelectronic Technology & System Under the State Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400030, China; 2. Physics Department of Huainan Normal University, Anhui 232001, China)

**Abstract:** Data receiving system of GPS system based on Linux was completed. The embedded MCF5272 system, M12 and G18 modules were used in the application based on uClinux. Taken MCF5272 as core, satellite position data were obtained through GPS(Global Positing System) module M12, and uClinux operation system was used in the system for controlling. By G18 module, the GPS data can be transmitted to wireless mobile network linked to Internet and received by remote server, which had been linked to Internet also. The constitution of embedded system is gived and the principle of GPS is introduced. The soft for GPS receiving is realized in uClinux system with C language, and the test data are gived in the end. The resolution of the system is that latitude and longitude: 1 milliarcsecond, height: 0.01 m, velocity: 0.01 m/s.

**Key words:** obtaining; gps; uClinux; embedded; information