

◎产品、研发、测试◎

基于 VxWorks 的导航电子地图设计

冯欣欣,焦永和

FENG Xin-xin, JIAO Yong-he

北京理工大学 机械与车辆工程学院,北京 100081

School of Mechanical and Vehicular Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China

E-mail:fxmao@yahoo.com.cn

FENG Xin-xin, JIAO Yong-he. Design of navigation digital map based on VxWorks. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(16): 90-92.

Abstract: Combining with the features of the embedded system, the structure of the embedded digital map based on VxWorks is provided. By using the software timer ISR (Interrupt Service Routine) and the periodic signal scheduling table, a technique is provided to manage the periodic signals. A task manager is provided to scheduling all the interrupts and the tasks. The data structure of the embedded digital map and the mechanism of exchanging map data are established to draw the map with the data from the shape file. An instance of the embedded digital map is provided to show the feasibility of this technique.

Key words: navigation digital map; embedded application; task scheduling; shape file

摘要:结合嵌入式系统的特点,提出了基于 VxWorks 的嵌入式导航电子地图的基本程序框架。对周期信号的管理提出了用软时钟中断响应和周期信号调度表的解决方法;提出了以作业管理任务统一对地图操作类中断事件进行调度的方法;建立了相应的嵌入式电子地图数据结构和数据转换机制,提取并转化 shape 文件的几何数据以实现地图的绘制。通过一个具体案例说明了该电子地图方案的可行性和实用性。

关键词:导航电子地图;嵌入式应用;任务调度;shape 文件

文章编号:1002-8331(2007)16-0090-03 **文献标识码:**A **中图分类号:**TP391.1

导航电子地图是电子地图的应用重点,广泛应用于汽车导航、个人导航、GPS 导航等场所,尤其在军事应用中更扮演着越来越重要的角色。而导航电子地图大多是基于嵌入式应用的。与国外相比,我国的导航产品还处在发展的初级阶段,日常应用还十分有限,即使在军事应用上也没有形成统一的软硬件规范,因此对于嵌入式导航电子地图的研究有着广泛的意义。

VxWorks 作为一种高性能、可裁减的嵌入式实时操作系统,以其良好的可靠性和卓越的实时性被广泛地应用在通信、军事、航空、航天等高精尖技术及实时性要求极高的领域。近年来,国内对于 VxWorks 的应用研究与日俱增,特别在军事和航空方面表现的尤为突出。因此对基于该系统的导航电子地图的研究就有着广泛的应用前景。

1 概述

1.1 VxWorks 的图形解决方案

实时性是作为嵌入式应用最主要的要求,VxWorks 的实时内核 Wind 提供了基本的多任务环境和对任务的管理,但 Wind 内核本身并不包含图形用户界面。而在嵌入式电子地图这类需要进行图形图像显示以及人机交互的应用中,一个纯粹的实时

系统内核就不够了。VxWorks 并没有提供一种现成的图形解决方案。

基于 VxWorks 的图形解决方案比较普遍使用的有两种,一种是由 WindML 与 Zinc 结合实现,另一种是由 X Window 与 OSF/Motif 结合实现^[1]。X Window 是由麻省理工学院推出的,是不依赖于特定硬件系统的图形和文字显示系统。X Window 是窗口环境与操作系统分离的,因此通用于绝大多数类 Unix 系统,无论是在 Unix、Linux 还是 VxWorks 下开发的基于 X Window 的软件,只需作很少的修改甚至不需修改就可以移植。X 系统包含的 Xlib 库提供了建立窗口、画图、处理用户操作事件等基本功能,以 Xlib 库为基础又开发了 Xt 库。Motif 是基于 Xlib 库和 Xt 库建立的更高层次的工具包,提供了交互的图形组件库,其中包括建立各种窗口组件的便利函数^[2]。图形用户模型如图 1 所示。

1.2 实现电子地图的基本步骤

电子地图的实现大体分为两步:一是地图数据的读取和转化;二是地图要素的绘制。在得到一个地图数据源之后,首先需要将地图数据解析出来,读入到符合嵌入式需求的地图数据结构中。然后将该数据绘制出来,同时通过绘制的先后顺序实现

Motif	用户模型
XF86	窗口模型
XF86	显示模型
VxWorks	操作系统
dy4	硬件平台

图 1 基于 VxWorks 的图形用户模型

地图分层等功能。电子地图的缩放、平移等功能是由不同的比例和位移重绘地图而实现的。

2 嵌入式导航电子地图的任务划分与调度

嵌入式设备一般具有硬件资源相对受限、实时性要求高、系统并行性强等特点,这就要求它是任务驱动的、并行的、高实时性的系统,而一般的基于 windows 的多线程顺序执行的程序对于并行系统显然是不合适的。嵌入式系统中任务宏观上是并行运行的,因此对于任务的调度直接影响到系统的稳定性,当不同的任务在同一时间使用同一资源而没有进行互斥时,有可能对系统产生毁灭性的后果^[3]。

嵌入式导航电子地图的基本功能分为 3 大部分,就是电子地图的绘制、周期信号的显示(如 GPS 信号、雷达信号、本车态势信号等)和地图的基本操作(如缩放、平移等)。所以也以此为依据设计程序的基本框架和任务的划分,周期信号的显示作为周期任务处理,而地图的基本操作是随机产生的,应当作为中断处理。程序的基本框架和大体任务划分如图 2 所示。

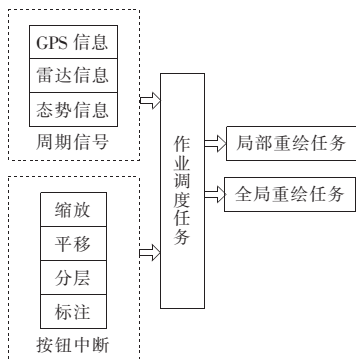


图 2 嵌入式电子地图基本框架

GPS 信号、雷达信号、本车态势信号等都是周期信号。为实现对多个周期信号的管理,以软定时器作为周期调度的定时器。定时器中断处理程序不直接进行地图绘制,而是通过与任务同步,由任务来完成绘制,这样防止了中断嵌套带来的复杂性,提高中断服务程序的运行速度,保证了程序的稳定性。因为各个周期任务是没有经过周期对齐的,所以通过建立一个周期任务登记表的方法,在周期任务被发起时,将周期任务的相关信息写入表中,辅助时钟的中断程序负责计数工作,在每个时钟滴答查看周期任务登记表^[4],来判断各个周期任务是否需要重绘,最后通过将所有判断结果进行与操作后的最终结果来决定是否发送消息给作业控制任务。

周期任务的数据结构如下:

```
typedef struct periodtask
{
    int taskOrd; /* 任务的序号,代表了该任务具体内容 */
    int period; /* 任务的周期 */
    int restPeriod; /* 任务剩余周期 */
    Bool taskEndingState; /* 任务完成状态, FALSE 为未完成, TRUE
```

为完成 */

```
}
周期任务表的数据结构如下:
```

```
typedef struct periodtasktable
{
    int taskNumber; /* 运行中的周期任务数,初始设为 0 */
    BOOL Redraw; /* 是否可以重绘,当上次重绘未完成时为 FALSE,
    重绘已完成置 TRUE */
```

```
struct periodtask Ptask [3]; /* 设最多有三个周期任务 */
}PeriodTaskTable;
```

当某个周期任务需要开始运行时,如打开了 GPS 设备,就由中断响应函数将该任务写入周期表中,并将 taskNumber 数值加 1。在接受到 GPS 信息后将位置信息写入全局变量中,同时将该任务的剩余周期设为 1,以便在绘制函数中使用。

计时和发起调度任务是由辅助时钟的中断服务程序完成的,程序如下:

```
void AUXISR()
{
    int i;
    BOOL redrawFlag=FALSE;
    Char * msg="redrawPart";
    int sysInt;
    sysInt=intLock(); /* 关中断 */
    for(i=0; i<PeriodTaskTable.taskNumber; i++)
    {
        periodtasktable.Ptask[i].restPeriod--;
        if(periodtasktable.Ptask[i].restPeriod==0)
        {
            redrawFlag=TRUE;
            periodtasktable.Ptask[i].restPeriod=periodtasktable.Ptask[i].period;
        }
    }
    if(redrawFlag==TRUE)
    {
        msgQSend (job_ControlMsgQID, msg, sizeof(msg), WAIT_FOREVER, MSG_PRI_NORMAL);
        /* 发送消息给作业控制任务,由作业控制任务发起重绘任务 */
        redrawFlag=FALSE;
    }
} /*for*/
sysInt=intUnlock(); /* 开中断 */
}
```

3 电子地图的绘制

3.1 shp 文件结构

常见的地理信息系统(GIS)的数据存储格式和数据交换格式有 mif 和 shape 两种。其中 shape 格式是美国 ESRI(Environmental Systems Research Institute Inc)公司所采用的一种矢量空间数据格式,是由 ARC/INFO、Spatial Database Engine(SDE)、ArcView GIS 等 GIS 软件普遍支持的一种地图格式^[5]。Shape 文件是以二进制形式保存的,由空间图形数据(shp 文件),索引数据(shx 文件)和属性数据(dbf 文件)3 个文件共同组成的。shp 文件是 shape 文件中的主文件,记录了所有地理空间数据,shx 文件与 shp 文件的记录一一对应,每个记录对应着 shp 文件中相应记录对文件头的偏移量。dbf 文件是标准的 dbase 文件,记录的是地物的属性信息^[6]。

每个 shp 文件只能记录一种图形类型,针对地图上不同地物所对应的不同几何表示,必须有不同的 shape 文件与之对应。

表 1 以 polyline 类型为例,说明 shp 文件的基本结构。

表 1 shp 文件的结构

起始点/bit	域	值	数据类型	数目
0	图层类型	3	整型	1
4	边界盒	边界盒数组	双精度实型	4
36	段数	段数目	整型	1
40	点数	点数目	整型	1
44	段数组	段数组值	整型数组	段数目
X	点数组	点数组值	点型数组	点数目

3.2 电子地图的绘制

嵌入式电子地图的数据结构应当具有占用空间小、执行效率高特点。因为 shape 文件的数据是以大地坐标系经纬度形式存储的,数据都是实数型,而在将地图绘制到屏幕上时是以屏幕坐标系绘制的,如果在每次重绘时都进行一次坐标转换,都会调用实数运算,因此会大大降低系统运行效率。因此采用先通过转化公式将大地坐标系数据转化为空间直角坐标系数据,以整型保存,建立新的地图数据,然后在每次操作是都只进行整数运算。只有当需要显示地图要素的实际经纬度时,才通过转化公式计算出该点的经纬度。

建立基本的数据结构如下,以 polyline 为例,建立数据结构如下:

```
struct PolyLine
{
    unsigned char type; /* 该线条所代表的含义 */
    Xcolor penColor; /* 线条颜色 */
    unsigned char penWidth; /* 线条宽度 */
    int pointNumber; /* polyline 上含有点的数目 */
    Xpoint *pointData; /* polyline 上每点 x,y 坐标数据 */
}
```

根据 shape 文件的格式,通过 shx 文件计算出相应的数据位移,在 shp 文件中将相对应部分的几何信息读出,该信息是由每个点的经纬度组成的。通过高斯等式将大地坐标转化为平面直角坐标的整型数据。

将地图文件中的数据存入自定义的数据结构中后,需要通过绘制点、线、面的函数将数据绘制在屏幕上。X window 窗口系统下,可利用 Xt 库以及 Motif 库提供的便利函数取得绘图组件句柄,利用 Xlib 库的绘图函数绘制图形^[7]。但是作为资源相对紧张的嵌入式系统,如果在每次重绘时都要进行整个地图的绘制,则必然会增大系统负担,降低实时性,甚至在快速频繁的缩放漫游操作时导致错误。为了避免上述情况的发生,在绘制中采用了先将地图绘制到事先开辟的内存中,再将该内存映像拷贝到屏幕上,因为将已有的位图拷贝到屏幕上所使用的 XCopyArea 命令比重新绘制地图所占用的操作时间和系统资源都大大减小,所以增加了系统的运行速度。

Pixmap(像图)是一种 X 资源,是在内存区中开辟出近似于屏幕上的一个矩形区域的空间。像图资源给出了图像的大小、形状以及颜色,其中形状和颜色都以字符数组表示。X window 的绘图函数可以绘制在屏幕上,也可以绘制在 Pixmap 上^[8]。利用这个原理,在需要绘制地图的时候,首先开辟一个与显示区域面积相同的像图,然后将地图中的各种要素通过绘制函数绘制在这个像图上。相应程序如下:

.....

```
 pixmap=XCreatePixmap(XtDisplay(form),DefaultRootWindow(XtDisplay(form)),800,600,DefaultDepthOfScreen(XtScreen(form)));
    /* 创建像图资源 */
    gc=XCreateGC(XtDisplay(form),pixmap,0,0);
    /* 创建绘图上下文 */
    XDrawLines (XtDisplay (widget),pixmap,gc,PolyLine.point_data,
    PolyLine.point_number,CoordModeOrigin);
    /* 将一条多线绘制在 pixmap 上 */
```

.....

当需要显示时,用以下语句将该像图拷贝到屏幕上:

```
 XCopyArea(XtDisplay(widget),pixmap,XtWindow(widget),gc,0,0,
    800,600,0,0);
```

当需要局部重绘时,则只需将该像图上相应局部重新拷贝到屏幕上即可。当需要进行放大或者缩小操作时,重绘的仍只是这个像图,而不是直接对屏幕进行操作。当退出地图系统时,将该像图销毁释放资源。

4 结语

在此程序框架和任务划分、任务调度的理论上,已经成功地实现了基于 VxWorks 的导航电子地图实际案例,并且在实时性和稳定性上都达到了要求,程序截图如图 3 所示。

(收稿日期:2006年7月)



图 3 基于 VxWorks 的导航电子地图

参考文献:

- [1] 张明,杜自成,何树权.X Window/Motif 下的汉化技术[J].火控雷达技术,2004,33(4):34-37.
- [2] 董渊,朱亚平,倪逸.Linux 系统 Motif/OpenGL 程序开发[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [3] 孙建恒.嵌入式系统应用研究及实例[J].嵌入式应用,2004,20(6):64-66.
- [4] 张丙平.VxWorks 操作系统下一种周期任务管理方法[J].航空计算技术,2003,33(1):43-46.
- [5] 刘朋.Arc/Info 数据格式转换到 MapInfo 数据格式的工艺设计与编程实现[J].北京测绘,2002,1:134-136.
- [6] 宋小鹏,赵文吉,赵娜,等.GIS 空间数据格式读取[J].首都师范大学学报:自然科学版,2006,26(1):99-102.
- [7] 金宏斌,徐毓.利用 Xlib 在 Motif 设计界面中实现画图[J].现代电子技术,2003,17(8):89-91.
- [8] Fountain A,Huxtable J,Ferguson F.The definitive guides to the X Window system [M].California:Imperial Software Technology Limited,2001.