

文章编号:1007-2780(2010)02-0283-04

嵌入式系统显示界面的自适应显示方法

韩壮志, 陈 鹏, 何 强, 王永磊

(军械工程学院 光学与电子工程系, 河北 石家庄 050003, E-mail:amdinside@qq.com)

摘 要: 嵌入式系统液晶显示器的尺寸和分辨率种类很多, 操作系统也各不相同, 造成嵌入式软件运行于不同嵌入式系统时, 其显示程序必须重新编写。针对采用 Windows CE 不同衍生版本的嵌入式系统, 提出在设计通用化显示界面的基础上, 采用基于分辨率检测的自适应显示方法解决上述问题, 并给出了界面设计原则、程序流程和自适应显示计算方程。该方法能够实现同一程序在不同嵌入式系统中的自适应运行, 大大减少软件设计工作量。其原理还可应用于其他嵌入式操作系统的显示程序设计。

关 键 词: 嵌入式系统; 显示程序; 自适应; Windows CE

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A

Adaptive Displaying Method for Embedded System Interface

HAN Zhuang-zhi, CHEN Peng, HE Qiang, WANG Yong-lei

(Electronic Engineering Department, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China, E-mail:amdinside@qq.com)

Abstract: An adaptive displaying method is proposed for the software interface of embedded system based on liquid crystal display (LCD). The characteristic of different derivate versions of Windows CE is analyzed. An adaptive displaying method based on display resolution detecting is proposed, the equations and process is given. Based on this method, one program can run in the embedded systems with different displayer. The method can greatly improve the program efficiency of embedded software based on Windows CE. This method can also be applied in other embedded operating systems.

Key words: embedded system; display program; adaptive; Windows CE

1 引 言

当前, 嵌入式系统已在仪器仪表、军事装备、工业控制、家用电器等领域得到广泛应用。这些嵌入式系统通常采用液晶显示器实现人机交互。与标准化的通用 PC 机显示器不同, 嵌入式系统液晶显示器的屏幕尺寸、类型和分辨率多种多样^[1-4]。同时, 为适应不同的应用, 嵌入式操作系统采用可定制模块化结构, 不同衍生版本的显示方式也各不相同。因此, 当前嵌入式软件的显

示程序一般只能适应同一操作系统版本下的几种特定液晶显示器。例如, 若某显示程序针对的液晶显示器分辨率为 320×240 、运行环境为 Windows Mobile 平台, 则其运行于显示分辨率为 640×480 、操作系统为 Windows CE 的嵌入式终端时, 通常会出现显示混乱情况, 必须重新调整显示程序, 从而大大降低了软件的通用性, 增大了软件开发工作量。

为此, 针对应用于不同分辨率和 Windows CE 衍生版本的嵌入式软件, 本文提出在设计通

收稿日期: 2009-09-23; 修订日期: 2009-11-12

基金项目: 国防预研基金资助项目(No. 085B3401)

作者简介: 韩壮志(1972—), 男, 河北衡水人, 主研方向: 信号处理系统设计, 雷达对抗。

用性显示界面的基础上,应采用分辨率辨识和自适应显示的方法增强显示程序的通用性,提高软件的开发效率。

2 面向 Windows CE 的通用性显示界面设计

当前,在终端显示及 PDA 领域,嵌入式系统的硬件平台大多以 ARM 为内核实现,软件操作系统通常有 Palm、Windows CE 系列、各种嵌入式 Linux 等。由于 Windows CE 在操作上与常用 PC 机操作系统非常类似,其软件开发环境与 PC 机基本通用,具有操作容易上手、软件开发培训简单、程序员数量众多等特点,所以近几年得到了迅速的发展。

为适应不同的嵌入式设备,Windows CE 还衍生出不同的版本,例如用于 PDA 和智能手机的 Windows Mobile,用于车载设备中的 Windows Automotive 等^[5],这些衍生版本中以 Windows Mobile 最常见。Windows Mobile 是在 Windows CE 基础上高度定制的系统,虽然内核相同,但裁减了很多不必要的模块,增加了一些特有的功能。针对不同的终端,Windows Mobile 也进一步衍生出具有不同特点的版本,如用于 Pocket PC 的 Windows Mobile 具有很强的触屏功能,而用于 SmartPhone 的 Windows Mobile 则一般不具有触屏功能,主要依靠手机键盘进行操作。为保证显示程序正确运行于不同的 Windows CE 版本,必须遵循以下几个原则:

(1) 界面布局

Windows CE 上的界面开发与 PC 平台的 Windows 操作系统非常接近,一般采用横屏布局,竖屏布局实现困难;软键盘内嵌于任务栏中,不用考虑键盘控制菜单的编程,窗口大小可调。而 Windows Mobile 的界面可以自由选择横屏或竖屏,窗口为全屏。用于 Pocket PC 时,任务栏与软键盘分离,任务栏置于窗体顶端,需要规划窗体在屏幕上的整体布局;用于 SmartPhone 时,由于要使用键盘,在窗体的最下方添加了键盘控制菜单,需要注意该菜单对整体布局的影响。

(2) 控件设计

用于 Pocket PC 时,Windows Mobile 基本保留了 Windows CE 的各种控件,其属性和初始设置也基本相同;而用于 SmartPhone 时,Windows

Mobile 简化了 Button 等很多控件,界面的属性也简化很多,同时添加了键盘控制菜单。因此,设计兼容 SmartPhone 的 Windows CE 或 Pocket PC 程序时,要充分考虑由于简化而带来的种种限制。

(3) 程序编译

用于 SmartPhone 的 Windows Mobile 程序结构比 Windows CE 设备和 Pocket PC 上的 Windows Mobile 要简化很多,在调试程序的过程中会产生一定的影响。

遵循上述原则,即可设计出适用于 Windows CE 各衍生版本的通用性显示界面,但对于具有不同分辨率的液晶显示器,仍然会出现界面显示不完整或存在空白区域等问题。对此,可采用下面的自适应显示方法提高显示程序的通用性。

3 面向不同分辨率的显示程序设计

3.1 显示程序的通用性设计方法

除要适应不同的操作系统版本外,嵌入式显示程序更主要的任务是保证显示界面适应不同尺寸和分辨率的液晶显示器。液晶显示器的尺寸是其外在表现,而分辨率才是真正影响显示程序运行的关键参数。保证显示界面与显示器匹配的解决方案有两种:一是在程序中调整显示器的逻辑分辨率以适应显示界面;二是调整显示界面大小以适应显示器。

逻辑分辨率是指实际显示使用的分辨率,物理分辨率是指显示器设备所能达到的最大分辨率,逻辑分辨率总是小于物理分辨率。由于调整逻辑分辨率后会浪费珍贵的嵌入式显示资源,因此本文推荐使用调整界面适应显示器物理分辨率的方法,即基于界面调整的自适应显示程序设计。

3.2 基于界面调整的自适应程序设计

显示程序自适应地调整显示界面,以适应显示器物理分辨率的过程如下:首先由显示程序获取显示器分辨率参数,然后采用控件代码化的方法修改窗体参数和控件属性,最终使界面适应显示器大小和分辨率,达到简洁、易用、美观的目标。实现上述方法的步骤如下(程序流程见图 1):

(1) 获取显示器分辨率

在 C# 语言中,获取显示器的参数通过 Screen 类实现。Screen 类位于 System. Windows. Forms 命名空间,其 WorkingArea 属性可

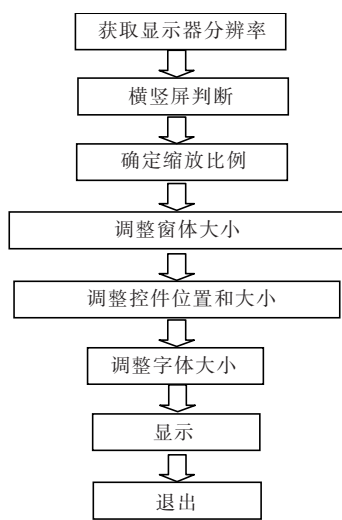


图 1 自适应显示程序流程

Fig. 1 Flow chart of adaptive displaying

返回主显示屏工作区的分辨率,即不包括任务栏、停靠窗口和停靠工具栏的显示器的桌面区域。WorkingArea.Width 返回横向分辨率 X_s , WorkingArea.Height 返回纵向分辨率 Y_s 。

(2)判断横竖屏

与 PC 机不同,很多嵌入式设备(如 PDA 等)的缺省画面方向采用竖屏方式,而应用程序有可能需要采用横屏方式显示,或根据缺省的横竖屏模式选择不同的显示画面,因此需要自动识别横竖屏模式。横竖屏的判断可根据显示分辨率确定,即如果横向分辨率和纵向分辨率的比值 $X_s/Y_s \geq 1$,那么判断为横屏,否则为竖屏。

(3)确定缩放比例

缩放比例是自适应显示的核心参数之一,只有得到了缩放比例才对能后面的控件进行操作。若设计界面对应的原始显示器分辨率大小为 (X_0, Y_0) ,则当前显示器中界面的缩放比例为:

$$\begin{cases} S_x = X_s/X_0 \\ S_y = Y_s/Y_0 \end{cases} \quad (1)$$

(4)调整窗体大小

窗体是界面设计的基础,其大小通过 Size 属性调整,例如,若在设计分辨率下,设置某窗体横向大小为 X_w ,纵向大小为 Y_w ,则采用 C# 语言的实现代码是:

```
this.Size = new Size(X_w,Y_w)
```

若新显示器的分辨率与原显示器相比,横向和纵向的缩放比例分别为 (S_x, S_y) ,则新显示器

下窗体大小的计算方程为:

$$\begin{cases} X_{nw} = X_w \times S_x \\ Y_{nw} = Y_w \times S_y \end{cases} \quad (2)$$

需要补充的是:为了充分利用嵌入式系统有限的显示资源,界面设计中通常将窗体设置为最大化状态,即 $X_w=X_0, Y_w=Y_0$;所以在新显示器中,通常有 $X_{nw}=X_s, Y_{nw}=Y_s$ 。此外,还需要将窗体的 AutoScaleMode 属性设置为 None,以确保上述设置生效。

(5)调整控件位置和大小

用户控件是界面的基本单元,自适应界面设计中必须保证控件的位置和尺寸随分辨率调整。界面设计中常见的有 Label 控件、TextBox 控件、Button 控件和图形控件等,各控件采用 Location 属性确定位置,用 Size 属性确定大小^[6]。

设 (X_{COLD}, Y_{COLD}) 为控件原设计位置, (X_{CNEW}, Y_{CNEW}) 为缩放后控件在当前显示器中的新位置, (W_{COLD}, H_{COLD}) 为控件原设计大小, (W_{CNEW}, H_{CNEW}) 为缩放后的控件新大小,则在新显示器下控件位置和大小计算方程如下:

$$\begin{cases} X_{CNEW} = X_{COLD} \times S_x \\ Y_{CNEW} = Y_{COLD} \times S_y \\ W_{CNEW} = W_{COLD} \times S_x \\ H_{CNEW} = H_{COLD} \times S_y \end{cases} \quad (3)$$

以原位置为 $(but1_x, but1_y)$,长宽为 $(but1_w, but1_h)$ 的 button1 控件为例,采用 C# 编程对控件位置和大小进行调整的代码如下:

```
//确定控件位置
this.button1.Location = new Point ((int)
(but1_x* scale_x), (int)(but1_y* scale_y));

//修改控件大小
this.button1.Size = new Size ((int) (but1_w*
scale_x), (int) (but1_h* scale_y));
```

其中, scale_x、scale_y 分别是缩放比例 (S_x, S_y) 。

(6)调整字体大小

字体的改变是通过对 Font 类的调用实现。由于字体的纵横比例固定,大小用唯一字号“pt”值确定,所以为保证在新显示器下字体的完整性,新的字号需要取 X 和 Y 方向缩放比例小的作为系数,即换算方程为:

$$D_{new} = D_{old} \times \text{Min}(S_x, S_y) \quad (4)$$

其中, D_{old} 为原设计字号, D_{new} 为新的字号,

$\text{Min}(S_x, S_y)$ 表示取 X 和 Y 两个方向中比例较小的那个。

采用上述方法,并注意不同 Windows CE 版本的特点,即可设计出具有很强自适应能力的显示软件界面,从而大大减少嵌入式软件程序员的工作量。上述方法的特点是具有很强的实际操作性,便于实现,对界面可以做任意修改,且不需要考虑显示器的规格。

4 自适应设计实例

本文提出的方法已应用于某传感器的嵌入式终端软件设计中,并实现了预期的效果。图 2 和图 3 是该软件的一个数据存储空间,采用 C# 语言设计,包括 1 个 PictureBox 控件作为背景,5 个 Label 控件显示提示文字,4 个 TextBox 控件和 2 个 Button 控件供用户操作。原始界面的设计分辨率为 320×240 ,实际运行时采用了两种硬件平台:一种是博创公司的 UP-ARM2410-S 实验台,其显示器尺寸为 $16.2\text{ cm}(6.4\text{ in})$,分辨率为

640×480 ,操作系统为 Windows CE 5.0 或 Windows CE 6.0(图 2);另一种是 Acer 公司 N300 型 PDA,显示器为 $94\text{ cm}(3.7\text{ in})$,分辨率为 640×480 ,操作系统是 Windows Mobile 5.0(图 3)。从实验结果看,原始界面能够很好地自动适应显示器的大小、分辨率和操作系统的变化,达到了嵌入式终端显示程序的通用性设计要求。

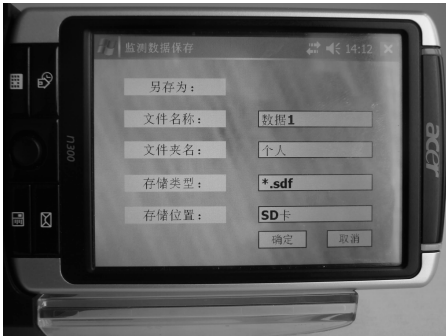


图 3 运行于 Windows Mobile 5.0 系统的传感器监测数据存储空间

Fig. 3 Interface of sensor data storage based on Windows Mobile 5.0

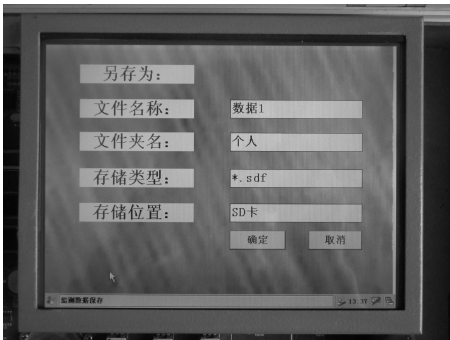


图 2 运行于 Windows CE 6.0 系统的传感器数据存储空间

Fig. 2 Interface of sensor data storage based on Windows CE 6.0

5 结 论

由于嵌入式系统采用的液晶显示器种类繁多,操作系统配置各不相同,所以要求其显示程序具有很强的通用性。针对基于 Windows CE 的嵌入式系统,本文给出了适应 Windows CE 不同衍生版本的界面设计规则,并提出采用分辨率自动识别和自适应调整窗体大小、控件位置和尺寸的方法,实现了嵌入式显示界面的通用性设计问题,提高了嵌入式软件的开发效率。另外,本文的方法虽然只是针对 Windows CE 平台,但其基本原理可应用于其他嵌入式操作系统。

参 考 文 献:

[1] 席鑫宁,潘宏侠. 嵌入式 Linux 下 LCD 界面应用程序开发 [J]. 液晶与显示, 2006, 21(3):110-115.
[2] 胡必武,宋跃,胡升平,等. 基于 TFT-LCD&ARM&FPGA 的触摸手持式存储示波表 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(1):112-117.
[3] 章坚武,王玉婷,刘凤忠. 嵌入式液晶显示模块 UC1610 的开发与应用 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(6):756-759.
[4] 刘滨,刘兵,赵艳华. 基于 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 的嵌入式图形界面设计[J]. 液晶与显示, 2005, 20(6):558-563.
[5] 张冬泉,谭南林,苏树强. Windows CE 实用开发技术 [M]. 北京:电子工业出版社, 2006.
[6] 张立科. Visual C# 开发技术大全 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2007.