

# 一种小型嵌入式 GUI 系统的设计

昝剑秋<sup>1</sup>,包冰莹<sup>2</sup>

(1.盐城市地震台网中心,盐城 224005; 2.东南大学 集成电路学院,无锡 214000)

**摘要:**图形用户界面系统是嵌入式系统的重要组成部分,目前已经出现了很多较为成熟的嵌入式 GUI,但是系统偏于复杂。针对小型嵌入式系统,采用层次化、模块化、面向对象的思想,提出了一种轻量的嵌入式图形用户界面(GUI)系统,在一定程度上适用于小型的嵌入式产品。

**关键词:**嵌入式 GUI;消息机制;控件管理

**中图分类号:**TP311 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2012)04-0048-05

在早期,一些小型嵌入式设备由于条件的限制,所看到的用户界面都非常简单。近年来的市场需求表明,越来越多的嵌入式系统,如 PDA、手机、工业实时控制等系统均需要一个高性能、高可靠的 GUI 系统的支持。这些嵌入式系统一般不希望建立在庞大的、非常消耗系统资源的窗口系统之上,而是根据需求采用比较简单的方法实现 GUI<sup>[1]</sup>。

目前市场上出现的嵌入式 GUI 系统,如 Microwindows、MiniGUI、Qt/Embedded,这些系统很成熟,也很精美,但它们系统的大小、运行时所占用的内存以及 CPU 的资源往往是一些小型嵌入式系统难以接受的。本文针对小型嵌入式系统设计了一种小型嵌入式 GUI 系统,并对其中消息机制和控件管理这两个关键机制的实现方法进行了详细阐述。

## 1 GUI 系统设计

本 GUI 采用了传统 GUI 的分层结构,如图 1 所示。GUI 通过设备抽象层,使得 GUI 组件部分与硬件隔离;通过 OS 抽象层,使得核心与具体操作系统隔离,这种层次体系结构使得系统具有良好的平台无关性,能够在不同的操作系统和硬件平台之间移植<sup>[2,3]</sup>。此外,GUI 在应用程序接口层中封装了可供用户调用一切接口,包括绘图函数接口、控件操作接口以及对对象操作接口,这使得应用程序与 GUI 核心层相对独立<sup>[2]</sup>。从图 1 中可

以看出,GUI 的核心模块包括 3 个:控件对象、窗口管理、消息管理和图形设备接口。

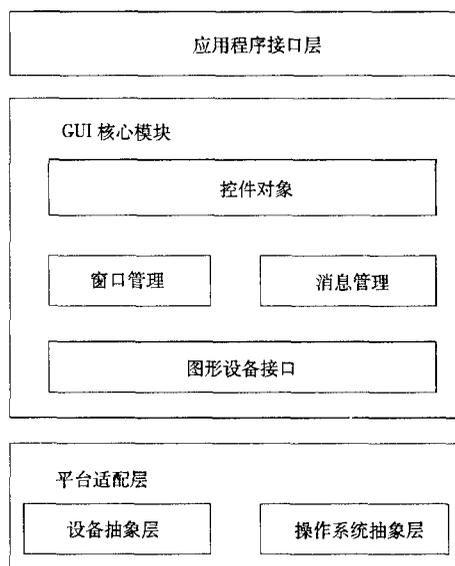


图 1 GUI 分层结构

Fig. 1 Hierarchy structure

### 1.1 控件对象模块

该模块提供了多种控件的特性和外观属性,并提供应用层接口中控件的具体实现方法。

本 GUI 中的控件采用树形的组织结构,工作台和控件是 GUI 系统的基本功能组件,所有的应用程序都是在工作台基础上,由各类控件组成,需要说明的是,本 GUI 认为,窗口也是控件的一种。工作台与工作台之间、工作台与控件之间、控件与

收稿日期:2012-11-21

作者简介:昝剑秋(1976-),男,江苏盐城人,工程师,主要研究方向为电子信息。

控件之间都是通过消息传递来实现通信。控件树中,上级和下级控件节点是父子关系,而同级子链表中的控件节点则是兄弟关系,图 2 给出了一种控件树。从图 2 中可以看出,视图是工作台의 直属子类,本 GUI 认为,视图是与工作台大小相同的可视控件,工作台可以通过指定焦点视图的方式切换子视图。同理,视图中创建的各类控件也通过链表连接为视图的子链表,视图可以通过遍历子链表的方式找到每一个子控件。因此,系统在构建好控件树以后,可以便捷地传递消息,方便地管理控件。

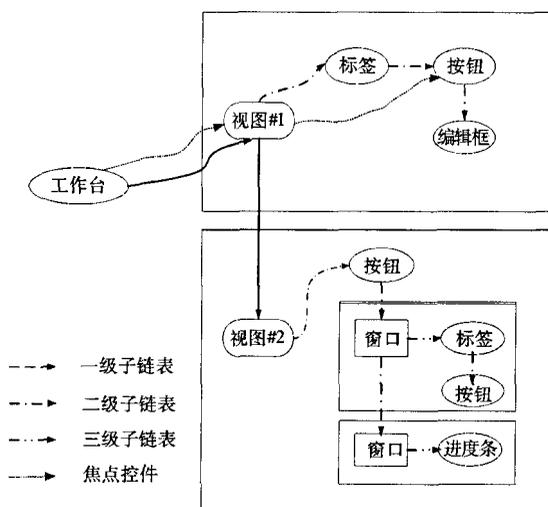


Fig. 2 The control tree structure

### 1.2 控件管理模块

目前流行的多窗口管理机制大多利用 Z 序来管理窗口或控件之间的互相剪切关系,但由于剪切域计算比较复杂,所以本 GUI 系统规避了剪切域计算,而是采用重叠区域 Z 序算法以及原始数据填充方法来管理控件<sup>[3]</sup>。本 GUI 系统中的控件管理实际上是对 Z 序链表的管理,以及控件的创建、删除、显示、重绘、聚焦、隐藏等动作时的响应处理。

### 1.3 消息管理模块

整个 GUI 建立在消息分发、消息循环以及消息处理之上的,该模块主要负责消息的接收、传递和分发。GUI 的消息可以分为两类:底层系统消息和内部消息。底层系统消息,包括中断(触摸屏、鼠标等)和定时器,系统将根据消息的类型,将事件分发到对应的控件或者应用程序上;内部消息,如控件与控件之间、控件与操作系统、控件

与应用程序之间的消息,本 GUI 中一般通过队列来进行传递。

### 1.4 图形设备接口(GDI)模块

该模块是连接上层应用和下层硬件抽象层的图形设备通信的媒介。它一方面建立在硬件抽象层之上,另一方面又对应用程序提供了一些与设备无关的接口。通过图形设备接口,GUI 应用程序就可以在图形显示设备上进行图形输出,GDI 模块为本 GUI 提供了的图形服务包括:基本绘图原语、文本和字体支持、图像格式支持、以及映射模式区域计算等功能<sup>[4]</sup>。由于这个模块的实现方法与传统方法相似,就不再赘述。

## 2 关键机制的实现方法

### 2.1 控件实现

由于嵌入式实时系统对相应时间的严格限制,故大多数硬实时系统都不采用面向对象的设计方法,但对于软实时系统,面向对象的设计方法可以很好地帮助系统实现对不同应用对象的封装。因此,本 GUI 中的工作台和控件都有自身的数据结构,描述了它们本身的性质、相对应系统的性质和消息处理函数。

为了减小系统的复杂性,本 GUI 采用了单继承的方法来实现控件,也就是说,所有的控件都有唯一的祖先控件 widget,所有的子组件都是从 widget 继承而来,每个子控件也只有一个父控件,图 3 描述了本 GUI 中控件的继承关系。

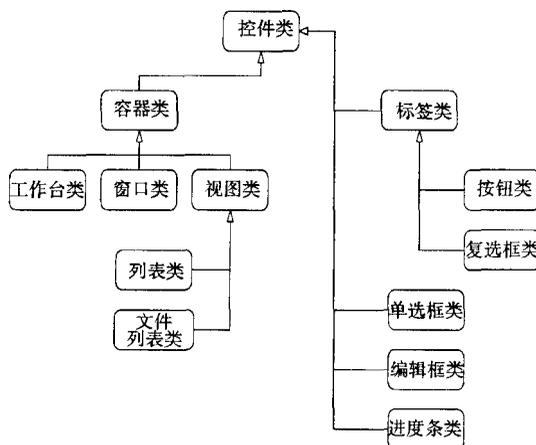


图 3 控件的继承关系

Fig. 3 Control hierarchy

控件类是所有类的基类,从控件类可以派生出两类控件:容器类和独立类。容器类控件是指可以包含其他控件的一类控件;独立类控件是指

不可以包含其他控件,但可以被其他控件所包含的一类控件。容器类控件主要包含 3 种:工作台、视图和窗口。独立类控件就是一些基本控件,如按钮、标签等。

控件的状态有 5 种:活动、隐藏、无效、可聚焦、聚焦。活动状态代表该控件是控件树上的某个节点;隐藏是指该节点不可见;无效状态是指该控件当前在 LCD 上显示的内容已过期,需要重绘;可聚焦状态是指该控件可接受用户输入,如按钮;聚焦是指该控件是当前视图的焦点控件。

此外,控件类提供两种基本的回调函数:事件响应函数和绘图响应函数,当控件接收到事件消息后,系统会自动跳转到控件的响应函数中,同理,当控件需要被绘制的时候,系统会自动进入控件的绘制函数。

### 2.2 控件管理

Z 序实际上定义了窗口之间的层叠顺序。Z 序是相对于一个假想的 Z 轴而言的,该 Z 轴从屏幕内指向屏幕外,控件在该 Z 轴上的值,就确定了其 Z 序。Z 序值越大的控件,覆盖了 Z 序小的控件。

在本 GUI 中,工作台 Z 序链表是由服务端管理的,而视图中控件 Z 序链表是与视图的子链表复用的,换句话说,控件的 Z 序是静态的,但焦点控件的 Z 序可以改变。这种方法比较简单,但缺点在于灵活度不够,不适合对窗口控件层叠要求较高的系统中。

Z 序链表采用双向链表的结构,链表中的每个节点即为控件类中的 sibling 成员。每个节点可以找到它的前一个节点和后一个节点,继而通过 sibling 找到它们所属的控件。

控件的操作都是在 Z 序的基础上进行的,本 GUI 中控件的操作主要包括创建、删除、显示、聚焦和隐藏。下面以一棵工作台控件树来说明以上 5 种控件操作。

#### (1) 创建

控件创建时,只是确定控件的外观、控件属性与关系以及事件响应。按照控件类的派生关系,逐层调用构造函数;如果有父控件,则将自己加入到父控件的子列表中。

#### (2) 显示

找到工作台的当前焦点视图,从该视图子链表的头节点(即 Z 序值最小的控件节点)开始,逐个绘制控件树上的状态为活动、非隐藏、无效、非

焦点控件,最后再绘制视图的焦点控件。

#### (3) 聚焦

将控件设为当前视图的焦点控件,其流程如图 4a 所示,其中 new 表示将要被设为焦点的控件,old 为当前视图的焦点控件。

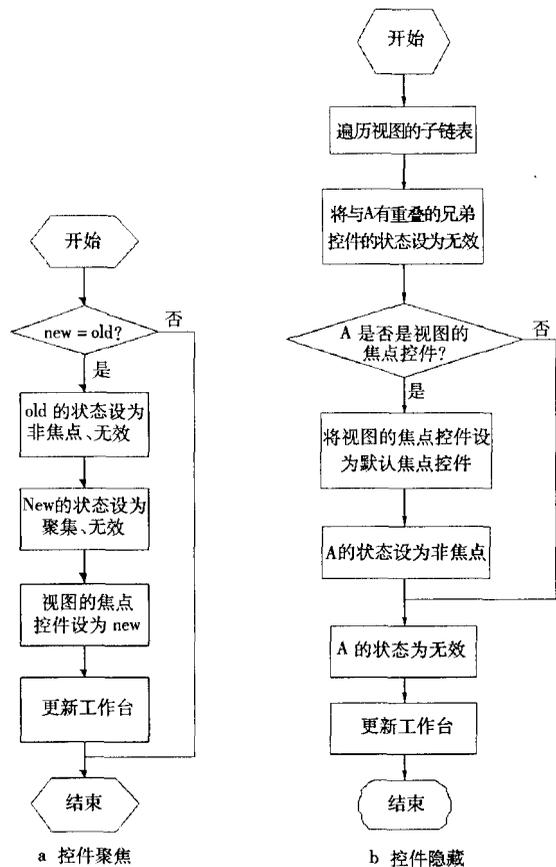


图 4 控件操作

Fig. 4 Control operation

#### (4) 隐藏

隐藏控件 A 的流程如图 4b 所示。

#### (5) 删除

删除控件的方法与隐藏控件的类似,不过在最后需要释放控件所占用的空间,避免造成内存泄露。

### 2.3 消息机制

本 GUI 系统是建立在消息分发、消息循环和消息处理之上。GUI 系统中的线程都有自己的邮箱,邮箱上都维护着一条消息队列,所有发到线程中的消息都会被放到这个队列中,线程通过消息循环不断地从该队列中获取消息并处理之。

图 5 描述了本 GUI 系统的消息流程。当有事件(如按键动作、触摸动作、定时器)发生时,实



## Design for an Embedded Small – scale GUI System

ZAN Jian-qiu, BAO Bing-ying

- ( 1. Yancheng City Earthquake Network Center, Yancheng Jiangsu 224005, China; )  
( 2. School of Integrated Circuit, Southeast University, Wuxi Jiangsu 214000, China )

**Abstract:** Graphical User Interface system is an important part of embedded systems. There have been a lot of mature embedded GUI system so far. But most of them are too complex. According to the characteristics of the embedded systems, this paper proposes a lightweight embedded Graphics User Interface (GUI) system by using the idea of hierarchical, modular and object-oriented. Test results show that the system is suitable for small embedded products.

**Keywords:** embedded Graphics User Interface; message-driven; widget management

(责任编辑:张英健)

---

(上接第 17 页)

## Design of Power Factor Corrector Based on UCC3817A

YAO Zhi-shu<sup>1</sup>, HU Jian-hua<sup>2</sup>

- ( 1. Department of Electrical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China; )  
( 2. Tong-yu River Management of Binhai, Yancheng Jiangsu 224500, China )

**Abstract:** It is now urgent for power industry to increase the power factor of switching power supply. UCC3817A is chosen as active PFC IC, and its application in harmonic suppression is introduced by analyzing the circuit design and by selecting the parameters of the main components. The experimental prototype is designed for verification, and the results demonstrate that it meets the requirements of power factor correction and that the circuit structure and the design process are simple.

**Keywords:** PFC (power factor correction); switching power supply; harmonic; UCC3817A

(责任编辑:张振华)