



周立功单片机公司策划

ARM嵌入式MiniGUI 初步与应用开发范例

周立功 等编著



北京航空航天大学出版社

ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例

周立功 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从应用设计和初学者的角度出发,系统地介绍了功能强大的、轻量级的图形用户界面支持系统——嵌入式 MiniGUI 的移植和基础应用,图文并茂地介绍 MiniGUI 的操作方法,以实例的形式说明 MiniGUI 的基本编程方法,并有简要的原理说明,可使读者轻松入门。内容包括:MiniGUI 的介绍、安装及使用;移植 MiniGUI 到目标 ARM 嵌入式系统的操作方法,交叉编译 MiniGUI;MiniGUI 的应用开发范例,如 MiniGUI 消息、MiniGUI 窗口、下拉式菜单、对话框和控件编程等。

本书可作为高校计算机和电子信息等相关专业学生以及嵌入式系统应用开发人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例/周立功等编
著. —北京:北京航空航天大学出版社,2005. 12
ISBN 7-81077-742-4

I. A… II. 周… III. 图形软件, MiniGUI—基本知识 IV. TP391. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 139416 号

©2006, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。侵权必究。

ARM 嵌入式 MiniGUI 初步与应用开发范例

周立功 等编著

责任编辑 孔祥夔

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:17.25 字数:386 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-742-4 定价:26.00 元

前言

随着嵌入式系统的日益发展及 ARM 处理器以及图形显示设备的广泛应用,目标产品对 GUI 的需求越来越多。只要是面向人机交互的嵌入式产品,就涉及到文字或者图形的输出问题。以手机为例,操作界面、游戏、彩信以及即将来临的 3G 应用,都需要功能完备的 GUI 的支持。MiniGUI 是一个适合于嵌入式系统的、功能强大的、轻量级的图形用户界面支持系统。本书就是从应用设计和初学者的角度出发,系统地介绍 MiniGUI 的移植和基础应用,希望能够给读者起到一个抛砖引玉的作用。

我们从自己编写 ZLG/GUI 开始到学习和使用 MiniGUI 历时 3 年时间,其中也遇到了不少的困难,为了帮助初学者少走弯路,我们编写了本书。

本书是与《ARM 嵌入式系统基础教程》、《ARM 嵌入式系统实验教程(二)》、《ARM 嵌入式系统实验教程(三)》、《ARM 嵌入式系统实验教程(三)——扩展实验》和《ARM 嵌入式 Linux 系统构建与驱动开发范例》配套使用的专著,当然也可以单独作为学习与应用开发 MiniGUI 的参考资料。

全书共分为 4 章,各章内容安排如下:

第 1 章,首先简单介绍嵌入式系统概况,然后介绍 MiniGUI 的功能特点以及典型应用,使读者对 MiniGUI 有一个较为初步的认识。

第 2 章,详细介绍 MiniGUI 在 PC 机上的安装和配置,并介绍如何在 PC 机环境中编译、运行第 1 个 MiniGUI 应用程序,同时还简要介绍了 MiniGUI 编程的基础知识。通过这一章的介绍,使读者对 MiniGUI 有了更深入的了解,并掌握一些编写、编译和运行 MiniGUI 应用程序的知识或操作。

第 3 章,以实例的形式说明 MiniGUI 基本编程方法,包括 MiniGUI 消息、MiniGUI 窗口、下拉式菜单、对话框、控件编程和皮肤窗口等 13 个编程主题,每一个编程主题都有简要的原理说明。通过这一章的介绍,使读者掌握 MiniGUI 常用功能、接口的基本应用方法,为在实际产品中应用 MiniGUI 打下基础。

第 4 章,介绍如何在 ARM 嵌入式系统中使用 MiniGUI。以 SmartARM2200 和 Magic-ARM2200(-S)教学实验开发平台为例,详细介绍 MiniGUI-STR(学习版)移植到目标板上(基于 μ CLinux 操作系统),并在目标板上运行 MiniGUI 应用程序。通过这一章的介绍,使读者掌握针对目标 ARM 嵌入式系统来移植 MiniGUI,掌握交叉编译配置和相关操作,最终在目



标板上运行 MiniGUI 应用程序。

本书在 2.5 节中列出了一些常用的宏、数据类型、消息和控件通知码,在附录中整理有 MiniGUI 编译配置速查表、运行时配置手册和常用函数速查手册,非常方便读者在编程时查阅。

本书由黄绍斌主笔,参与的人员有陈明计、岳宪臣、戚军、郑明远、周立山、叶皓贲和陈锡炳。全书由周立功负责指导、规划、内容的安排和最后的审定。与此同时,作为 MiniGUI 学习版软件的销售总代理商,我们得到了北京飞漫软件技术有限公司魏永明先生的大力支持;几年来与我们共同开发应用 Linux 的合作伙伴清华大学计算机系陈渝博士所带领的团队也同样给予了大力的支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平和经验有限,书中难免有不恰当甚至错误的地方,敬请读者谅解,并真诚欢迎各位读者批评指正。

周立功

2005 年 9 月 20 日



目 录

第 1 章 嵌入式系统与 MiniGUI	1
1.1 概 述	1
1.2 MiniGUI 简介	2
1.3 MiniGUI 的典型应用	4
第 2 章 MiniGUI 的安装和使用	7
2.1 MiniGUI 安装及配置	7
2.2 Linux 下 MiniGUI 运行环境设置	11
2.2.1 激活 FrambeBuffer	11
2.2.2 设置连接路径	12
2.3 运行 MiniGUI 的例子程序	13
2.3.1 编译例子程序	13
2.3.2 运行例子程序	16
2.4 编写第 1 个 MiniGUI 程序	18
2.4.1 建立源文件	19
2.4.2 编译连接	19
2.4.3 运行第 1 个 MiniGUI 程序	20
2.4.4 补充说明	21
2.5 MiniGUI 编程基础	23
2.5.1 事件驱动和消息机制	27
2.5.2 窗口过程函数	28
2.5.3 MiniGUI 主窗口	29
2.5.4 常用的宏函数	30
2.5.5 基本的数据类型	30
2.5.6 常用的消息	34
2.5.7 常用的控件通知码	38



第 3 章 MiniGUI 常用功能应用	42
3.1 MiniGUI 的消息	42
3.1.1 原理说明	42
3.1.2 应用实例	43
3.2 下拉式菜单	46
3.2.1 原理说明	46
3.2.2 应用例子	48
3.3 对话框	53
3.3.1 原理说明	53
3.3.2 应用例子	56
3.4 Login 窗口	61
3.4.1 原理说明	61
3.4.2 应用程序	63
3.5 非模态对话框	70
3.5.1 原理说明	70
3.5.2 应用例子	71
3.6 键盘输入应用	80
3.6.1 原理说明	80
3.6.2 应用例子	82
3.7 鼠标输入应用	86
3.7.1 原理说明	86
3.7.2 应用例子	87
3.8 GDI 绘图应用	92
3.8.1 原理说明	92
3.8.2 应用例子	92
3.9 汉字显示	96
3.9.1 原理说明	96
3.9.2 应用例子	99
3.10 定时器应用	103
3.10.1 原理说明	103
3.10.2 应用例子	104
3.11 控件编程	107
3.11.1 原理说明	107

3.11.2 应用例子	109
3.12 位图显示	125
3.12.1 原理说明	125
3.12.2 应用例子	125
3.13 皮肤窗口	129
3.13.1 原理说明	129
3.13.2 应用例子	137
第 4 章 在 ARM 嵌入式系统中使用 MiniGUI	144
4.1 移植 MiniGUI	144
4.1.1 IAL 输入引擎	145
4.1.2 GAL 图形引擎	156
4.2 交叉编译 MiniGUI	170
4.3 在 SmartARM2200 开发板移植和应用 MiniGUI	173
4.3.1 MiniGUI 的使用方式	174
4.3.2 在 PC 机上安装 MiniGUI	175
4.3.3 MiniGUI 的 GAL 的移植	176
4.3.4 MiniGUI 的 IAL 的移植	195
4.3.5 交叉编译 MiniGUI	201
4.3.6 编译 MiniGUI 示例程序	202
4.3.7 设置 MiniGUI 运行环境	203
4.3.8 运行 MiniGUI 程序	205
4.4 在 MagicARM2200(-S)实验箱移植和应用 MiniGUI	205
4.4.1 在 PC 机上安装 MiniGUI	206
4.4.2 MiniGUI 的 GAL 的移植	206
4.4.3 MiniGUI 的 IAL 的移植	212
4.4.4 交叉编译 MiniGUI	220
4.4.5 编译 MiniGUI 示例程序	221
4.4.6 设置 MiniGUI 运行环境	221
4.4.7 运行 MiniGUI 程序	221
4.5 MiniGUI for μ C/OS-II 的使用	222
附录 A 编译配置速查表	223



附录 B 运行时配置手册	227
附录 C 常用函数速查手册	231
附录 D SmartARM2200 教学实验开发平台	244
D.1 产品概述	244
D.2 产品目标	245
D.3 产品特点	245
D.4 产品组成	249
D.5 硬件结构说明	250
D.6 应用环境	250
D.7 产品部件规格描述	250
附录 E MagicARM2200 教学实验开发平台	251
E.1 产品概述	251
E.2 产品目标	252
E.3 产品特点	252
E.4 产品组成	257
E.5 硬件结构说明	258
E.6 应用环境	258
E.7 产品部件规格描述	258
附录 F MagicARM2200 - S 教学实验开发平台	259
E.1 产品概述	259
F.2 产品目标	260
F.3 产品特点	260
F.4 产品组成	264
F.5 硬件结构说明	265
F.6 应用环境	265
F.7 产品部件规格描述	266
参考文献	267



第1章 嵌入式系统与 MiniGUI

1.1 概 述

随着半导体技术和信息技术的飞速发展,各式各样的嵌入式系统产品已经渗入到人们生活中的每一个角落,小到手机、MP3、MP4、数码相机和智能电饭煲等产品,大到汽车、数控机床、导弹和火箭等产品。如图 1.1 所示就是日常生活中常见的嵌入式系统产品。嵌入式系统的应用更是涉及到电信、信息家电、工业控制、网络、金融、航空航天和军事等各个领域,以致于一些学者断言——嵌入式系统技术将成为后 PC 时代的主宰。



图 1.1 典型的嵌入式系统产品

嵌入式系统由硬件和软件两大部分组成。硬件方面的主要核心是嵌入式处理器。目前各种嵌入式处理器正朝着低功耗、高性能、高可靠性、低成本的方向发展,而 32 位 RISC(精简指令集计算机)处理器以独有的优势逐渐占领了中、高端嵌入式应用市场,比如以 ARM 为核的处理器就是其中的佼佼者。软件方面一般由嵌入式操作系统(不是必须的,根据实际情况选用)和应用软件组成,根据目标产品需求可能要用到图形界面(GUI)、文件系统(FS)、网络(TCP/IP 协议栈)等软件功能。常见的嵌入式操作系统有嵌入式 Linux、 μ CLinux、Windows CE、T-Kernel(TRON)、eCos、VxWorks 和 μ C/OS-II 等。由于 Linux、 μ CLinux 具有开放源码、免授权费和资源丰富等特点,越来越博得嵌入式产品开发者的青睐。

GUI 为 GraphicsUser Interface 的缩写,即图形用户界面。这是用于提高人机交互友好性、易操作性的计算机程序,它是建立在计算机图形学基础上的产物。图形用户界面是当今计算机技术的重大成就之一,它极大地方便了非专业用户的使用,可通过窗口、菜单方便地操作



计算机(包括嵌入式产品)。随着嵌入式系统的日益发展和 32 位嵌入式处理器以及图形显示设备的广泛应用,目标产品对 GUI 的需求越来越多。只要是面向人机交互的嵌入式产品,就涉及文字或者图形的输出问题。以手机为例,操作界面、游戏、彩信以及即将来临的 3G 应用,都需要功能完备的 GUI 的支持。由于嵌入式系统的资源有限,所以对 GUI 的要求是可裁剪的、高速度的。以前,大多数嵌入式系统产品(尤其是不使用嵌入式操作系统的)将 GUI 部分软件融合到整个应用程序中,使用比较简单的手法实现 GUI。这样做不利于系统的扩展和移植,代码复用率不高。现在,可以选用合适的嵌入式操作系统和嵌入式图形用户界面(GUI)系统,然后为输入/输出设备设计好驱动程序,即可使用 GUI 的函数库进行窗口界面的设计。目前较为流行的嵌入式 GUI 有 MicroWindows、QT/Embedded、MinGUI 和 OpenGUI 等。

MiniGUI 是一个适用于嵌入式系统的、功能强大的、轻量级的图形用户界面支持系统,是由北京飞漫软件技术有限公司拥有版权并主持和维护的自由软件,相关信息可访问 www.minigui.com 网站。

1.2 MiniGUI 简介

1. 关于 MiniGUI

MiniGUI 项目的最初目标是为基于 Linux 的实时嵌入式操作系统提供一个轻量级的图形用户界面支持系统。发展到今天,MiniGUI 已进入成熟和稳定阶段,并且所支持的操作系统已不仅仅限于 Linux,它还可以在 μ Clinux、 μ C/OS-II、eCos 和 VxWorks 等系统上运行。

MiniGUI 为应用程序定义了一组轻量级的窗口和图形设备接口,利用这些接口,每个应用程序可以建立多个主窗口,然后在这些主窗口中创建按钮、编辑框等控制。MiniGUI 还为用户提供了丰富的图形功能,以显示各种格式的位图并在窗口中绘制复杂图形。

MiniGUI 和嵌入式操作系统的关系如图 1.2 所示。基于 MiniGUI 的应用程序一般通过 ANSI C 库以及 MiniGUI 自身提供的 API 来实现自己的功能。

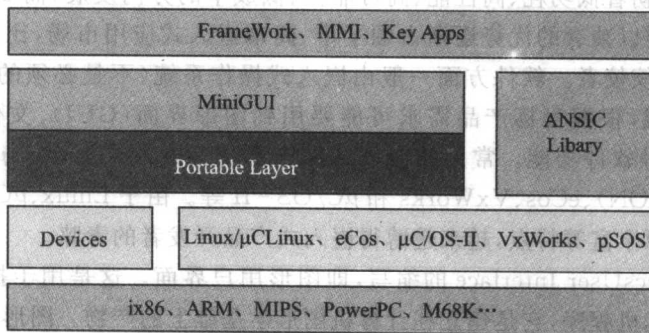


图 1.2 MiniGUI 和嵌入式操作系统的关系

2. MiniGUI 的功能特点

作为操作系统和应用程序之间的中间件,MiniGUI 将底层操作系统及硬件平台差别隐藏起来,并对上层应用程序提供了一致的功能特性。这些功能特性如下:

- 完备的多窗口机制和消息传递机制。
- 常用的控件类,包括静态文本框、按钮、单行和多行编辑框、列表框、组合框、进度条、属性页、工具栏、拖动条、树型控件和月历控件等。
- 对话框和消息框支持以及其他 GUI 元素,包括菜单、加速键、插入符和定时器等。
- 界面皮肤支持。用户可通过皮肤支持获得外观非常华丽的图形界面。
- 通过两种不同的内部软件结构支持低端显示设备(比如单色 LCD)和高端显示设备(比如彩色显示器)。前者小巧灵活,而后者是在前者的基础上提供了更加强大的图形功能。
- Windows 的资源文件支持,如位图、图标和光标等。
- 各种流行图像文件的支持,包括 JPEG、GIF、PNG、TGA 和 BMP 等。
- 多字符集和多字体支持。目前支持 ISO8859 - 1 ~ ISO8859 - 15、GB2312、GBK、GB18030、BIG5、EUC - JP、Shift - JIS、EUC - KR 和 UNICODE 等字符集,支持等宽点阵字体、变宽点阵字体、Qt/Embedded 使用的嵌入式字体 QPF、TrueType 以及 Adobe Type1 等矢量字体。
- 多种键盘布局的支持。MiniGUI 除支持常见的美式 PC 键盘布局之外,还支持法语、德语等语种的键盘布局。
- 简体中文(GB2312)输入法支持,包括内码、全拼和智能拼音等。用户还可以从飞漫软件获得五笔、自然码等输入法支持。
- 针对嵌入式系统的特殊支持,包括一般性的 I/O 流操作和字节序相关函数等。

3. MiniGUI v1.6.0 软件包

MiniGUI v1.6.0 for μ CLinux 版本一般有 4 个压缩包,文件名及说明如下。

- libminigui-1.6.0-uclinux.tar.gz: MiniGUI 函数库源代码,包含 libminigui、libmgext 和 libvcongui。
- minigui-res-1.6.tar.gz: MiniGUI 所使用的资源文件,包括基本字体、图标和位图等。
- mde-1.6.0.tar.gz: MiniGUI 的综合演示程序。
- mg-samples-1.6.0.tar.gz: MiniGUI 应用示例程序。

说明:本书第 2、3 章的操作是以 MiniGUI v1.6.0 for μ CLinux 版本软件包为基础,但同样适合于 MiniGUI-STR 版软件,只不过有一些功能在 MiniGUI-STR 上不能使用而已。

4. MiniGUI v1.6.0 的尺寸

MiniGUI 是一个轻量级的图形用户界面支持系统,在 Linux 系统下,MiniGUI 典型的存



存储空间占用情况如下。

- MiniGUI 支持库：500~700 KB, 由编译选项确定。
- MiniGUI 字体、位图等资源：400 KB 左右, 由应用程序确定, 可缩小到 200 KB 以内。
- GB2312 输入法码表：200 KB 左右, 不是必需的, 由应用程序确定。

5. MiniGUI v1.6.0 的运行模式

为了适合于不同的操作系统环境, MiniGUI v1.6.0 可以配置为 3 种运行模式, 分别为 MiniGUI-Threads 模式、MiniGUI-Lite 模式和 MiniGUI-Standalone 模式。但无论采用哪种运行模式, MiniGUI 为上层应用软件提供了最大程度的一致性, 只有少数几个涉及初始化的接口在不同运行模式上有所不同。

(1) MiniGUI-Threads 模式

该模式为多线程的应用模式。运行在 MiniGUI-Threads 上的程序可以在不同的线程中建立多个窗口, 但所有窗口在同一个进程或者地址空间中运行。这种运行模式非常适用于大多数传统意义上的嵌入式操作系统, 如 μ C/OS-II 和 eCOS 等。当然, 这种运行模式也适用于 Linux 和 μ CLinux 操作系统。

MiniGUI-Threads 模式是 MiniGUI v1.6.0 默认配置的运行模式。

(2) MiniGUI-Lite 模式

该模式为多进程的应用模式。运行在 MiniGUI-Lite 上的每一个程序是单独的进程, 每一个进程也可以建立多个窗口。MiniGUI-Lite 适用于具有完整 UNIX 特性的嵌入系统式操作系统, 如嵌入式 Linux。

使用 MiniGUI-Lite 模式时, 需要有一个服务器进程(mginit), 负责初始化一些输入设备, 并通过 UNIX Domain 套接字将输入设备的信息发送到前台的 MiniGUI-Lite 客户进程。

(3) MiniGUI-Standalone 模式

该模式为独立进程的应用模式。此时 MiniGUI 程序以独立进程的方式运行, 既不需要多线程的支持, 也不需要多进程的支持。这种运行模式适合于功能单一的应用场合。

MiniGUI-Standalone 模式的适应面最广, 可以支持几乎所有的操作系统, 甚至包括类似 DOS 这样的操作系统。

1.3 MiniGUI 的典型应用

1. 智能终端类产品

在智能手机和 PDA 等智能领域, MiniGUI 得到了广泛的应用, 其界面效果图参考如图 1.3 所示。

2. 媒体及机顶盒类产品

在媒体及机顶盒类产品上可以使用 MiniGUI, 其界面效果图参考如图 1.4 所示。



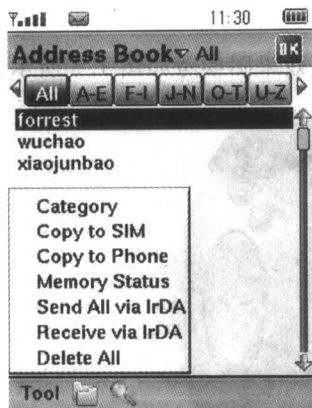


图 1.3 MiniGUI 在智能手持设备的应用

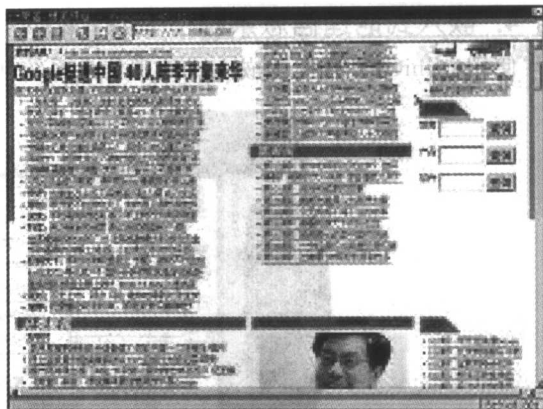


图 1.4 MiniGUI 在数字媒体和机顶盒的应用

3. 仪表及控制系统

基于 Linux 操作系统和 MiniGUI 开发的数控系统、工业仪表及医疗仪器的界面效果图参考如图 1.5 所示。

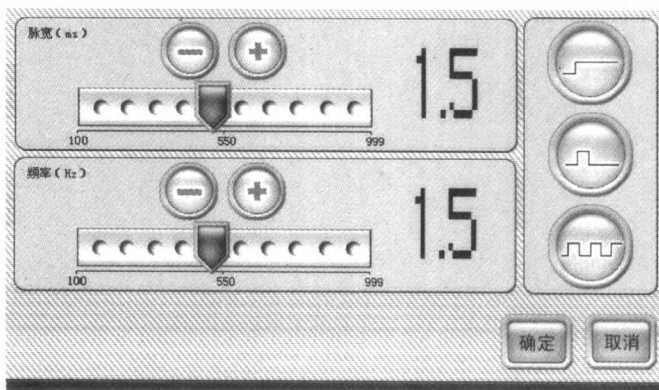


图 1.5 MiniGUI 在工业仪表及控制系统中的应用

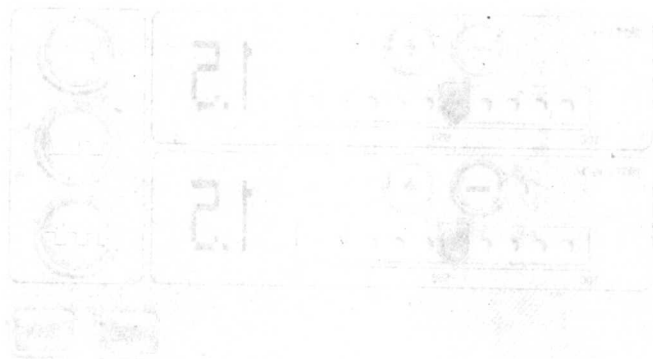
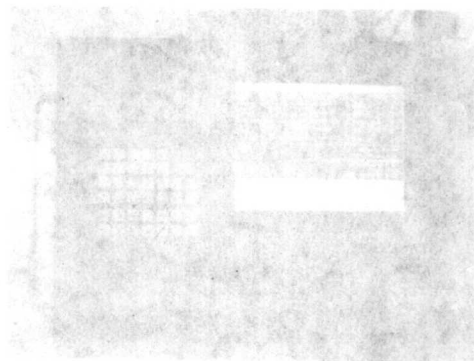


4. 嵌入式地理信息系统

使用 MiniGUI 开发的嵌入式地理信息系统(GIS)的界面效果图参考如图 1.6 所示。



图 1.6 MiniGUI 在嵌入式地理信息系统中的应用



第2章 MiniGUI 的安装和使用

在嵌入式产品中使用 MiniGUI 之前,开发人员通常要先在 PC 机(Linux 操作系统)上安装 MiniGUI,然后使用 PC 机来练习 MiniGUI 程序的编写和调试,这样就可以很快地熟悉 MiniGUI 的配置、编译操作、应用程序结构和常用的 API 函数,为在目标产品上应用 MiniGUI 打下基础。最后,移植 MiniGUI 及应用程序到目标产品。这一般需要经过以下几个步骤:编写相应的驱动程序;交叉编译 MiniGUI 及应用程序;安装 MiniGUI 到目标系统;在目标系统上运行 MiniGUI 应用程序。如果目标产品上使用 Linux/ μ CLinux 操作系统,就可以在 PC 机(Linux 操作系统)环境中完成绝大部分应用程序(图形界面部分)的开发,最终的程序只需要简单修改和移植即可在目标系统中使用。

本章将从应用角度介绍 MiniGUI 的安装、配置,编译并运行 MiniGUI 的例子程序,最后还编写了第 1 个 MiniGUI 程序,让读者对 MiniGUI 及其应用程序有感性的认识。本章和第 3 章介绍的实例或操作是基于以下基本环境的:

(1) 软件

- RedHat Linux 9.0 操作系统;
- MiniGUI v1.6.0(for μ CLinux 版本)。

(2) 硬件

- Pentium III 以上 CPU;
- 256 MB 以上内存;
- 至少 15 GB 空闲的硬盘空间;
- PS2 鼠标、PS2 键盘;
- VESA2 兼容显示卡。

2.1 MiniGUI 安装及配置

MiniGUI 的安装主要是将 MiniGUI 函数库源代码、资源文件进行编译,然后安装(即复制相应的文件)到系统的指定目录下。MiniGUI 安装操作步骤说明如下:

- (1) 启动 RedHat Linux 9.0 系统时,以 root 用户登录系统(进入图形界面)。
- (2) 在 /home 目录下建立一个新的文件夹,将名字改为 minigui,并将 MiniGUI 的



libminigui-1.6.0-uclinux.tar.gz 和 minigui-res-1.6.tar.gz 文件复制到此文件夹内。

(3) 解压 libminigui-1.6.0-uclinux.tar.gz 和 minigui-res-1.6.tar.gz 文件。可以直接选中要解压的文件, 右击, 在弹出的浮动菜单中选择“解压到这里...”, 如图 2.1 所示, 再按提示操作完成解压。

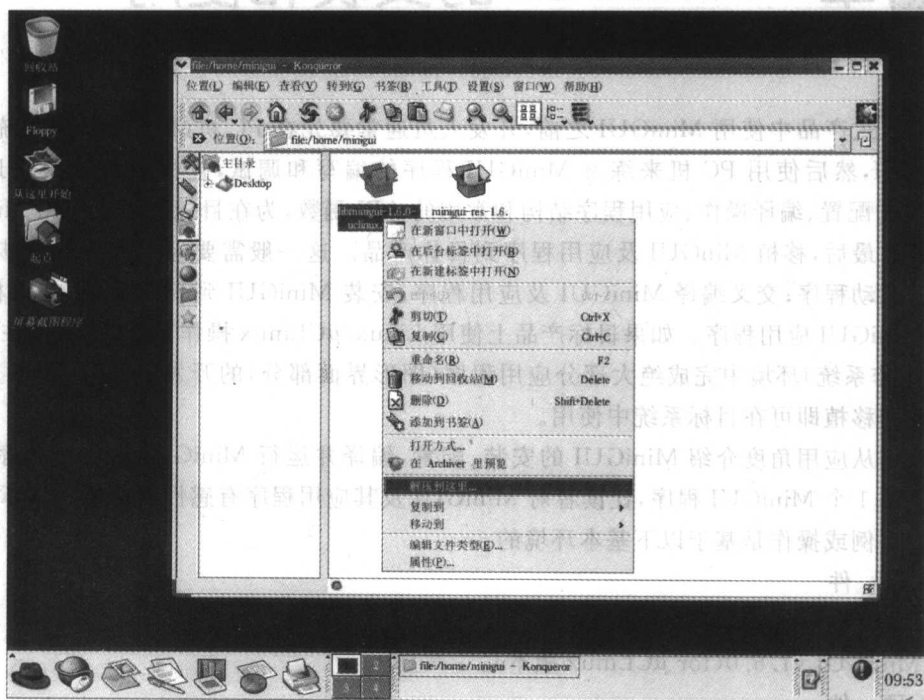


图 2.1 解压 MiniGUI 压缩包

用户也可以在“终端”窗口使用以下命令完成解压, 打开“终端”窗口的操作, 如图 2.2 所示。对于较长的文件名或目录名, 可以使用“*”通配符指定。

```
# cd /home/minigui
# tar xzf lib*.gz
# tar xzf mini*.gz
```

说明: Linux 操作系统下的目录路径采用“/”分隔。

(4) 安装 MiniGUI 资源文件。

打开“终端”窗口, 使用 cd 命令更改当前目录为 /home/minigui/minigui-res-1.6, 再使用 make install 安装资源文件, 操作步骤如图 2.3 所示。安装目标路径为 /usr/local/lib/minigui/res 目录下, 用户可以在此目录下看到已安装的资源文件。