

文章编号:1001-5132 (2009) 03-0359-05

基于 Touch 机制的 μ C/GUI 手机模拟器人机接口设计

李周志, 周宇*, 王晓东

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 为实现通用手机模拟器 MMI 模块的贴图机制, 采用嵌入式图形界面软件 μ C/GUI 对手机模拟器进行开发, 通过增加其触摸机制下的多对话框支持, 解决了模拟器人机接口的外观贴图控制和键盘按钮模拟等问题, 完成了系统结构设计、多任务处理、键盘接口、屏幕刷新接口和文件系统接口的调用等功能模块. 新技术具备通用性好、结构简单、扩展性强等特点.

关键词: 触摸机制; 人机接口; 手机模拟器

中图分类号: TN702

文献标识码: A

手机开发时通常需要模拟器进行软件测试和效果模拟, 而手机模拟器通常用于 PC 端的实体手机功能模拟, 且一般用于 VC 手机程序的开发或用于 J2ME 手机应用程序的开发, 但也有使用第三方语言、基于特定开发环境来开发的应用程序^[1-2]. 而且, 目前的模拟器通常臃肿庞大, 且平台适用性较差, 难以适用于日渐蓬勃的嵌入式平台.

常见的手机模拟器及其相应技术多为 NOKIA 等大公司的实验开发平台, 其源码很少开放. 而常见的第三方模拟器主要适用于手机游戏的开发, 对手机 MMI(Man-Machine Interface)的研究和开发缺乏价值.

笔者使用基于嵌入式平台上优秀的 GUI 系统 μ C/GUI, 通过改造其 Touch 机制以实现多窗体任务的支持, 增加了触摸机制下的多对话框支持, 以轻量、通用为目标实现支持贴图界面的手机模拟器人机接口系统.

1 基于 μ C/GUI 手机模拟器的结构及开发技术

1.1 手机模拟器的主要结构

手机模拟器主要由 MMI、底层协议和底层接口三部分组成. 手机 MMI 实现包括键盘、显示和 SIM 卡以及软件上的基本人机界面、菜单与电话本等功能, 是手机软件中面向用户的界面, 是手机软件开发的重要部分之一^[1].

一个完善的手机模拟器需要具备完整的系统结构以支持可扩展的开发, 同时要实现多任务处理机制, 能够处理在写短信时接电话等并行任务; 键盘接口需要能够仿真物理键盘的相关输入法; 并能提供性能良好的屏幕刷新接口和文件系统接口, 以实现虚拟手机屏幕的刷新和本地的文件操作支持; 还应该提供最基本的电话、SMS 操作的模拟支持. 其功能结构如图 1 所示.

收稿日期: 2009-01-06.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://3xb.nbu.edu.cn>

基金项目: 浙江省自然科学基金(X106872).

第一作者: 李周志(1984-), 男, 浙江宁波人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 多媒体信息系统. E-mail: eva5269@163.com

*通讯作者: 周宇(1960-), 男, 山东威海人, 副教授, 主要研究方向: 网络通信及计算机软件. E-mail: zhouyu@nbu.edu.cn

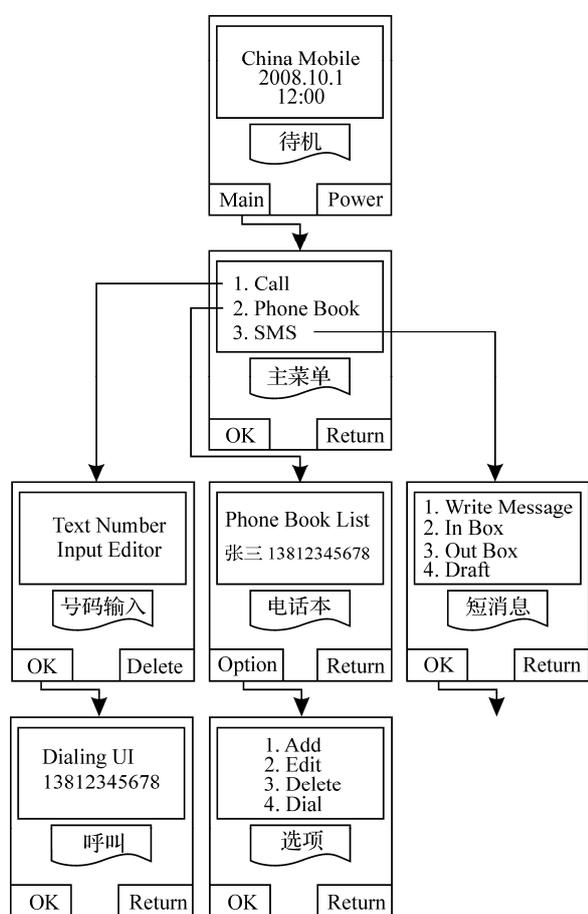


图1 模拟器功能结构

1.2 基于 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 开发手机模拟器

由于手机模拟器是复杂的系统,而 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 是 Micrium 公司开发的嵌入式用户图形界面软件,能为手机应用程序开发提供独立于处理器和 LCD 控制器的图形用户接口。 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 构架了手机模拟器通用的基本系统模块,且各模块具有相对独立性,并便于扩充模块,使基于 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 系统的嵌入式 GUI 在 PC 等开发环境中逐步得到广泛的应用,可望成为一种通用开发模拟环境^[3]。

$\mu\text{C}/\text{GUI}$ 采用 C 语言开发实现,基于典型的嵌入式图形系统架构,包括了菜单、按钮、按键等控件,能够直接移植到多种嵌入式系统上^[4],很适合手机系统的软件测试和功能模拟。 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 还可以解决模拟 RTOS 和多任务处理等基本的问题,使开发者可以更专注地着眼于具体的上层实现;而且

$\mu\text{C}/\text{GUI}$ 是开源的系统结构,通过研究其结构还可进行相应的扩充和优化修改。

2 手机模拟器 MMI 设计实现

MMI 的主体是个负责创建、维护消息循环的程序,并可创建基本菜单窗口,进而派生其他应用窗口^[5]。

2.1 基本结构

MMI 以基本菜单窗口为根,派生出一系列子菜单窗口,并可展开成为 1 个菜单树,将手机的众多功能有机地组织在一起,完成菜单的选择、显示等功能,以及能在各菜单之间消息的处理、传递来实现连接。

由于系统可由消息来推进窗体切换与任务处理,开发者可以将具体处理数据的物理过程忽略,从而在逻辑结构上维持窗体树的展开。笔者在消息的传递中摒弃了传统的消息队列,而采用简单变量来完成处理。此外,MMI 还可以实现任务队列、屏幕接口、文件系统接口以及键盘事件处理机制等相关手机模拟器必备的模块^[6]。

2.2 主要模块

作为 PC 上的手机软件测试和模拟环境,模拟器首先要完成基本外观的描绘。基本屏幕的外形可以用对话框来实现,再通过贴图的方式将对话框内的手机界面和辅助操作区进行外形封装和美观,并由贴图定义标准手机键盘、电源开关等硬件设施。

在手机键盘事件处理中,通常事件被具有输入焦点的窗体获得,并在键盘回调函数中处理该事件;若非当前窗口的消息,则根据菜单树向上层窗口传递,直到新窗体将其截获。因此,这样的运行就可以处理诸如文字输入、项目选择等大部分键盘事件。

模拟器的文件系统可以用 SDK 的方式来实现接口,在工程中作为系统模块来提供调用,利用其

可以模拟实现保存电话本、短信导出等功能。

输入法也是模拟器的一个主要功能, 用以模拟实现虚拟手机键盘的操作。在 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 中, 直接由计算机键盘得到的输入是通过主动查询计算机键值后, 再在控件中显示相关的字符输入。当需要从模拟键盘上得到输入时, 可通过在回调函数中获得当前点击的按键所在区域, 再查找事先建立的区域 - 字符对照表后通知控件显示。

除主体框架外, 还需要实现具体功能的电话模块和 SMS (Short Message Service)短信模块。电话功能主要分为 3 个部分予以实现: (1)接受: 在辅助界面由 PC 键盘输入号码, 按下相应控制键, 在模拟的 MMI 上提示来电并显示相关的号码, 模拟 MMI 控制由虚拟的手机键盘操作, 分为接受、挂断和无响应, 并使用链表来保存号码以备后续的检索等操作; (2)拨出: 在输入号码的界面下, 利用上文输入法, 键入号码并保存; (3)信息查询: 在主菜单中设置电话记录查询选择项, 利用链表可以轻松实现对已有电话数据的各种操作。短信息功能主要分为接收和发送部分, 通过编辑框来实现信息和接收方号码的录入, 由数组完成信息的保存, 并加入 SMS 链表。对于接收信息的模拟, 则以文本框形式进行内容的显示。而未读信息标识的显示与否, 则通过在链表的结构体内设置标识, 于界面重绘时对链表进行查询实现。其余的 SMS 操作都可以通过相应的链表动作予以模拟。

3 基于 Touch 机制的 MMI 设计

3.1 模拟器贴图机制的问题

通过皮肤贴图可以美化模拟器的界面, 使外观看上去更像现实中的手机, 而不是单调的对话框界面, 也可以让控件看上去更符合现实的审美观念。通常手机模拟器都需实现本地皮肤更换, 而这些都可以通过调用 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 的 API 来实现, 服务提供商和电池以及信号等显示内容也可以通过辅

助界面传递信号改变 MMI 上的显示贴图实现。

为保证皮肤系统的实时调试和切换, 用 1 个固定文件夹保存皮肤图片文件, 更新图片时只需要替换原来的同名图片, 程序即可通过 API 函数自主地控制缩放贴图, 从而实现由用户控制模拟器外观并更新的功能。

3.2 Touch 机制的使用

贴图主要在界面重绘部分实现, 一般可根据图片所在层次来决定贴图先后顺序, 顺序为主机外观、屏幕、屏幕内背景、小图标。利用贴图的先后顺序, 上层直接覆盖下层图片显示, 从而免除图片剪切等额外操作。但是此方法在处理控件贴图时会对背景贴图做出适合前景控件的切割, 而且每个控件都需要图片的运算时间, 笔者考虑使用的 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 为触摸屏准备 touch 机制如图 2 所示。

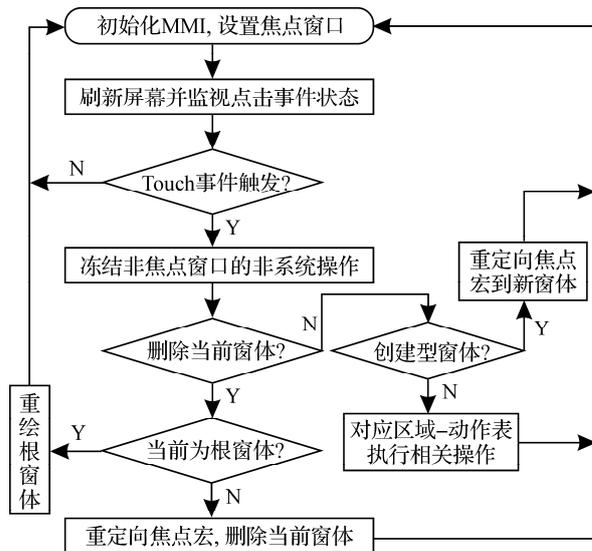


图 2 touch 机制示意图

要实现支持贴图的手机模拟器, 在 touch 机制下只需用 2 张完整图片即可, 而不需要每个单按键的对话框控件。在这种方法中, 直接在回调函数的重绘部分贴上所需要的图片, 然后通过回调函数 Touch case 来检测鼠标点击是否位于特定的预设区域内来产生对应动作^[7]。对于预设区域, 可以通过表来定义实现, 在表内的设置程序内使用区域 ID 和图片上按键位置的数据对应关系。关于表的资

源文件,也存于上文的皮肤文件夹中,供替换者自定义。然而, $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 技术构建模拟器系统一般是建立在多对话框基础上的,其 touch 机制不支持多对话框技术。

3.3 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ Touch 机制的扩展

$\mu\text{C}/\text{GUI}$ 不支持 touch 中的多对话框,但支持控件点击事件的多对话框处理。 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 在多对话框的情况下触发 touch 事件时所有的对话框都会作出反应,而不仅仅是焦点所在对话框,因此一旦发生点击事件,将同时自动地执行该点击位置所有的预定义事件。

因此,可通过改造 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 的头文件,增加方法 `GUI_TOUCH_ResetState()` 来解决问题,并通过修改 `GUI_TOUCH_StoreState.c` 文件为窗体增加冻结状态。在冻结状态下,所有窗体虽然依旧可以接收点击信号,但只能执行系统命令,只有当前焦点所在窗体可以执行其他指令。而通过在窗体枚举类型 `MMI_WINDOW_IDENTIFY` 中定义宏来标识当前焦点所在窗体,可以实现当前窗体从所有窗体中的过滤。在模拟器中接收到点击事件后,立即调用 `GUI_TOUCH_ResetState()`,使所有窗体停止其他活动,只执行当前所在对话框回调函数中的后续操作。这样的设计实际上扩充了 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 多窗口的处理机制。

需要注意的是,当使用完当前对话框通过事件将其删除后,由于其他对话框仍处于冻结状态



图3 touch 机制下的模拟器

系统,并将失去焦点。为此,在回调函数的删除操作内,依据菜单树层次设置标识为当前窗体的上层菜单窗体,则在删除事件发生后焦点应该自动转移到指定窗体上,从而使 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 的 touch 机制能够实现对多对话框应用的支持,也彻底解决了皮肤贴图处理的实现,相应模拟器如图3所示。

4 测试与结论

在 Windows XP 操作系统上基于 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 3.98 开放环境,运用 touch 机制开发支持贴图的手机模拟器,采用黑盒测试的方法进行了一系列的互操作测试。所开发的模拟器能实现各界面的正常显示,各个界面的切换的及时性和有效性也得到了初步的验证,虚拟键盘能成功地对手机虚拟界面实现预期操作,并可以正常地按照菜单树来进行功能界面切换,相关测试结果见表1。在皮肤文件夹中加入不同的图片进行贴图测试,可以实现典型的直板手机、宽屏直板手机、翻盖手机和滑盖手机等不同的视觉效果,均能正常完成各项功能测试,界面简洁明了、操作便捷,皮肤系统可以随意、准确地切换视觉效果。

表1 手机模拟器基本功能测试

功能	相应模块	测试结论
系统	屏幕刷新	能及时刷新屏幕、重绘
基本结构	界面切换	消息推进正确,切换顺利
	多任务处理	能同时支持4项任务
键盘任务	按键事件	手机按键事件触发正确
	基本输入法	输入法切换正确
电话模拟	拨入,拨出	能输入号码、拨打、接收
	电话簿功能	电话拨打历史信息正确
SMS模拟	收发	SMS 录入及收发显示正确
	新信息提示	收到新信息显示小图标
	信息历史	记录、显示短信历史正确
显示细节	服务商显示	能模拟服务提供商信息
	电池量	能显示残余电池量模拟

通过增加触摸机制下的多对话框支持完善了

Touch 机制, 构建了支持贴图的基本手机 MMI 架构, 并可进一步扩充功能, 补充底层通信接口协议, 使之成为详实、完善的手机模拟系统. 系统采用 C 语言实现, 与具体手机平台无关, 可方便地跨平台运行, 实现的系统结构设计、多任务处理、键盘接口、屏幕刷新接口和文件系统接口的调用等功能, 易于进一步后续开发研究.

参考文献:

- [1] 王越, 徐宏炳, 陈勇. 手机人机界面(MMI)软件的 PC 模拟开发环境设计与实现[J]. 现代计算机, 2003, 18(3): 11-14.
- [2] 艾立志, 吕晓敏, 肖军. 手机 MMI 设计五大要素[J]. 经济, 2006(1):29-30.
- [3] 刘滨, 刘兵, 赵艳华. 基于 μ C/GUI 的嵌入式图形界面设计[J]. 液晶与显示, 2005, 20(6):558-563.
- [4] 葛欣, 孟凡荣. 使用 μ C/GUI 开发图形用户界面[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(1):253-255.
- [5] 胡燕飞, 黄俊伟. 手机 MMI 体系结构及其实现[J]. 现代通信, 2007(3/4):104-107.
- [6] Pangalos G J. Standardization of the user interface[J]. Computer Standards & Interfaces, 1999, 20:299-306.
- [7] 王原丽, 吕永江. 触摸屏技术及其在 μ C/GUI 中的实现[J]. 现代电子技术, 2006(7):132-134.

Touch-based Design of Human-machine Interface for μ C/GUI Mobile Simulator

LI Zhou-zhi, ZHOU Yu*, WANG Xiao-dong

(Faculty of Information Science and Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: In order to realize mapping function within MMI, in this paper a mobile simulator is developed by embedding GUI software μ C/GUI in the system. By increasing the multi-dialogue framework using touch mechanism, the problems, such as appearance mapping control for the human-machine interface of the simulator and keyboard button simulation, are solved. Also, the system structure design, multi-task processing, keyboard interface, display refreshing interface, file system interface, and other relevant functions, are completed. The proposed design demonstrates some advantages, among a few are competent general adaptability, structural simplicity, and good extentionality.

Key words: touch mechanism; human-machine interface; mobile simulator

CLC number: TN702

Document code: A

(责任编辑 章践立)