

## 移动终端浏览器的设计和实现\*

杨玉平\*\* 李 允 熊光泽

(电子科技大学计算机科学与工程学院 成都 610054)

**【摘要】**介绍了移动终端网络应用的现状及无线应用协议和WWW两种网络编程模式。在分析移动终端硬件平台特点的基础上,提出了一种移动终端浏览器 $\delta$ -MTB,并详细描述其体系结构及主要组成部分,给出了设计实现方法。该设计以嵌入式操作系统为基础,具有灵活性、移植性和可扩展性等特点,并在PDA和智能电话等多种不同软、硬件平台的移动终端中得到了具体应用。

**关键词** 无线应用协议; 无线应用环境; 浏览器; 嵌入式操作系统; 移动终端  
**中图分类号** TP393.09 **文献标识码** A

## Internet Browser Technology of Mobile Equipment

Yang Yuping Li Yun Xiong Guangze

(College of Computer Science and Engineering, UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** The paper has introduced Internet application situation of mobile equipment and two programming models accessing Internet, which are WAP and WWW. Having taking into account the characteristics of mobile equipment, the paper presents WML browser  $\delta$ -MTB's requirements and illustrates its architecture. Then, this paper focuses on its important components' design and implement methods. The design based on embedded operating system is flexible and extendable. The paper is also helpful to other information appliance's Internet application's design.

**Key words** wireless application protocol; wireless application envirmnt; browser; embedded operating system; mobile equipment

目前,移动终端上网的商业模式主要有无线应用协议(Wireless Application Protocol, WAP)和日本的i-mode<sup>[1]</sup>,浏览器技术是其中的核心技术。不同模式的浏览器所识别的标记语言不同。i-mode模式借助于现有的Internet技术,采用HTML的简化版标记语言CHTML,具有支持数字超链等特点。WAP浏览器识别的描述语言为WML/WMLScript, WAP是移动终端和互联网之间通信的开放标准,其WML是一种符合XML标准的描述语言,标签比HTML少很多。相对平面型的HTML, WML文档由一系列用户交互单元卡(Card)组成,用户可以在多个WML文档的Card之间超链。市场上移动终端配置的网络浏览器大都是国外产品,国内已有相应产品,如 $\delta$ -MTB(Delta Mobile Terminal Browser)就是其中之一,其主要特点是代码紧凑、易移植、支持中文等多字节语言,本文对 $\delta$ -MTB的设计和实现技术进行详细介绍和分析说明。

### 1 无线网络编程模式

移动终端直接浏览面向桌面机的网站内容较困难,因为桌面机的传输网络带宽和可靠性较高,故移动终端网络主要采用WAP模型和WWW模型<sup>[2]</sup>。

WAP模型重写现有互联网协议,使其适合于无线应用环境并保持与现有协议的兼容性,其中需要网关

2002年8月28日收稿

\* “十五”国防科技预研基金资助项目

\*\* 男 25岁 硕士 主要从事网络应用软件方面的研究

平台进行WAP和TCP/IP协议间转换和减小数据流量的编码解码处理。WWW模式则是将移动终端当作功能简化的PC机,沿用Internet技术,只是在传送的内容上作变化,模型中没有中间的协议转换网关平台。在该方式下,终端仍然采用TCP/IP协议栈,如Windows CE终端。由于移动终端硬件的性能越来越高和无线带宽增大,WWW模式将逐渐成为主要的移动终端网络编程模式。

## 2 d-MTB的体系结构

移动终端受其移动性和便携性的制约,不但具有CPU功能弱及种类繁多,其内存、Flash Memory、输入和显示有限等嵌入式计算机特点,而且输入和显示也没有标准。因此,为了使 $\delta$ -MTB适应上述特点并保持兼容已有的Internet标准技术<sup>[3~5]</sup>,设计中需作如下考虑:

- 1) 可移植  $\delta$ -MTB基本采用C语言实现,与具体的操作系统和硬件平台无关。并且, $\delta$ -MTB与UI和协议栈之间接口清晰,容易实现 $\delta$ -MTB在各种平台上的移植。
- 2) 可剪裁、配置 能根据不同的硬件环境对 $\delta$ -MTB进行剪裁、配置,可选配HTTP/WAP协议,使用不同的承载网络、历史栈大小,以及图像显示与否等设置。
- 3) 可扩展  $\delta$ -MTB能够很容易进行扩展,以适应规范本身不断发展和完善的特性。
- 4) 减少内存使用 解析后的标签表和属性表的内容指针指向缓冲区来标示其内容,减少内存的拷贝和分配。

采用 $\delta$ -MTB的移动终端软件体系结构如图1所示,主要包括含 $\delta$ -MTB的WAE、协议栈、操作系统等内容。其中, $\delta$ -MTB同WAE内其他的网络用户代理可并行处理。

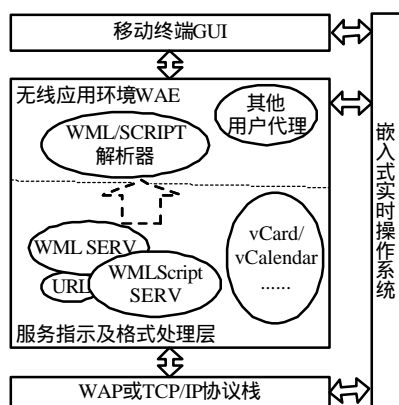


图1 终端软件体系结构

WAE为整个移动终端软件应用环境的总称, $\delta$ -MTB是其中的关键应用。WAE包含服务指示和各种格式处理层、解析器及其他用户代理(如email客户端,J2ME)。格式和服务层解释数据类型并提供公共功能服务,并解析协议栈返回头信息,把具体类型内容交给相应解析器处理。WAE中的数据包括WML、WBXML、WMLScript、WMLScriptc、WBMP、vCard/vCalendar、通道数据和服务指示(Service Indication)等。 $\delta$ -MTB包含了其中的服务指示和格式处理层、解析器、对象显示实现内容。 $\delta$ -MTB的服务指示和格式处理层只处理URL、CHTML、WML、WMLScript、WBMP等浏览器相关的格式服务。数据的格式在WSP的ContentType中设定,公共功能服务根据ContentType及文件后缀识别数据格式,从而使用相应的格式处理器解析处理。一种主要服务是URL服务, $\delta$ -MTB

对URL语法进行解析和处理。URL本身是一个小型的语言,有相应的语法。WAE的URL方案是HTTP/URL方案的扩充方案,在服务层中实现的URLHandler是一个格式处理器,同时也是一个多路分配器。URLHandler支持HTTP/1.1的URL方案,同时支持WTAI和WMLScript库函数的调用方案,如通过WTAI接口打电话的URL:wtai://wp/mc;028-4376635。

GUI提供画点、画线、文本显示、输入控件等函数,以及实现WMLSCRIPT所需要的输入框和提示框函数。WAP和TCP/IP协议栈提供网络下载处理并提供状态的返回。操作系统为UI、浏览器、协议栈等各个部分提供底层机制。

## 3 d-MTB的组成部分

$\delta$ -MTB解析和显示WML和WMLScript,主要解决以下问题:支持WML语言的事件处理,支持前后浏览导航,支持浏览器上下文管理,支持WMLScript虚拟机。 $\delta$ -MTB的实现包括WML执行体、WMLScript执行体和浏览器上下文等部分,其流程如图2所示。

- 1) WML执行体 WML执行体解释网络返回的状态,进行格式处理的分发,针对下载的内容分WML(WBXML)、WMLScript(WMLScriptc)和WBMP三类调用相应的解析器或处理器进行处理。同时,执行体负责执行WML语言定义的相关事件动作。一般情况下,WML执行体等待在相应的会话上,有网络事件时

被激活。此外, 用户界面事件也会激活WML执行体, 以进行相应的用户操作。

2) WMLScript执行体 当在WML中要访问的URL是WMLScript脚本函数, WML执行体将下载脚本及其URL传递给WMLScript执行体编译器编译, 再传递给虚拟机解释执行, 主要涉及编译器、虚拟机、标准库三个模块。虚拟机在解释执行相应函数时会形成的WMLScript上下文并回调其WMLScript运行库, 而WMLScript执行体最终会调用WML执行体提供的访问浏览器上下文的功能函数、GUI提供的输入框和提示框函数及标准库函数完成脚本要求的动作, 交互过程参见图2。其中WMLScript运行库是开放的运行库, WMLScript包含lang、float、string、URL、WMLBrowser和Dialogs 6个标准库。

3) 浏览器上下文 WML执行体和WMLScript执行体共享浏览器上下文, 以便能够访问当前上下文的变量或其他数据。WMLScript模块回调浏览器提供的访问上下文的WMLBrowser库函数或者Dialogs库三种对话框函数进行设置、输入和提示。WMLScript执行体还有一个自己的上下文, 存放运行信息, 如运行栈和代码指针等。浏览器上下文包含的数据项有WML系统变量表、浏览器历史栈、事件处理表、浏览器对象数据库、时钟管理器、相关的其他用户代理上下文数据体指向表。WML语言定义了对浏览器上下文的操作标签及属性, 以便WML的编程者可以设置和控制浏览器上下文, 如Card元素的NEWCONTENT属性可预设浏览器上下文。

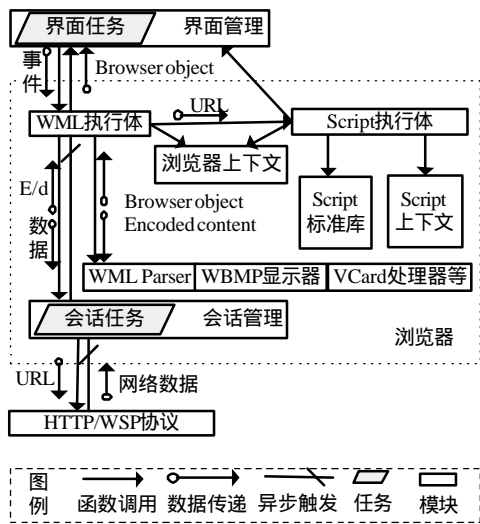


图2 δ-MTB处理流程

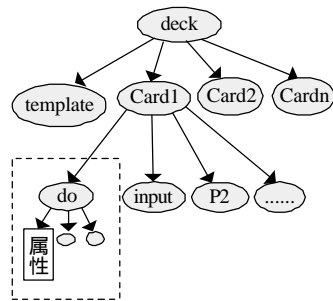


图3 浏览器对象逻辑结构

### 3.1 d-MTB的处理流程及设计

δ-MTB接收用户的操作和网络事件, 通过会话管理、GUI以及本地设备格式及服务功能完成解析并实现WML和WMLScript脚本描述的功能。δ-MTB运行时有两个任务: GUI管理和WML执行体为界面任务, 网络下载为会话任务。用户操作事件和网络事件是异步的事件, 所以在用户界面任务、会话管理之间有一个消息传递和异步控制的逻辑。网络事件由会话任务获得, 并把相应的事件和数据传送给界面任务中的浏览器执行体。当请求页面的用户操作事件发生时, 界面任务发消息到信箱, 启动时钟, 激活会话任务, 阻塞等待。会话任务完成下载后发消息唤醒界面任务并挂起自己。界面任务解析下载的页面, 再调用WML执行体解析的输出数据-事件的动作指示和浏览器对象完成界面输出, 利用时钟超时处理网络连接的异常中断。

WAE中有多个用户代理与用户界面交互, δ-MTB和其他的用户代理并行任务关系, WAE中消息始终转发到当前任务。当WML文档定义了时钟时, 系统将启动一个时钟来产生时钟事件。

1) 历史栈的设计 历史栈是一个URL栈, 实现向后浏览导航。在移动终端环境下运行, 其历史栈有限, δ-MTB设计的历史栈支持初始化和压缩功能, 当历史栈溢出时, 栈管理器将清除最近最少访问(LRU)的URL。若不能满足要求, δ-MTB提示用户页面过大等错误, 同时上下文被初始化到一个明确的状态。

2) 浏览器对象数据库设计 浏览器对象数据库是经过格式处理后形成的可以随时访问的对象库。例如, 一个具体CARD或INPUT对象, 在显示或使用, 可以通过查询该库以获得相应的数据体。所设计的对象数

数据库的逻辑结构如图3所示,根据WML规范树的深度为4。对象数据库组织由用多个数组来实现。WML Parser解析WML后,生成一个标签数组、属性数组和上下文及事件数组存放解析结果。标签数组的属性指针字段(属性的开始和结束)指向属性数组,属性数组的内容指针字段(属性内容的开始和结束)指向原始数据缓冲区存放内容。

3) 变量表的设计 系统变量管理器管理当前浏览器上下文环境使用的系统变量,负责查询变量表及变量运行时进行的识别和处理。在初始化上下文时,所有将要使用的数据要经过变量替换,形成可使用的浏览器上下文变量表,以便在任务执行时可以随时使用变量。当前card的显示控件的值都以变量名的方式存放在变量表中,如input控件。变量表采用线性链表,是浏览器上下文数据项中的第一项。

4) 事件处理管理器设计 事件处理管理器用于快速获得WML定义的相关任务对应事件在浏览器对象数据库中的数据体,WML定义了GO访问超链、PREV后退、NOOP空操作、REFRESH刷新四种任务,它被绑定到DO、ONEVENT和A元素的事件上。在事件产生时,WML执行体能够快速获得相关任务数据并完成动作。在WML的card和页面DECK级间存在任务屏蔽现象,类似C语言局部变量对全局变量的屏蔽。WML的标签CARD、TEMPLATE及OPTION可能定义其内部事件,若CARD定义了响应内部事件的任务,在浏览过程中浏览器将调用被响应事件的任务。事件处理管理器通过事件句柄表回调注册的处理函数实现动态管理。

### 3.2 接口设计

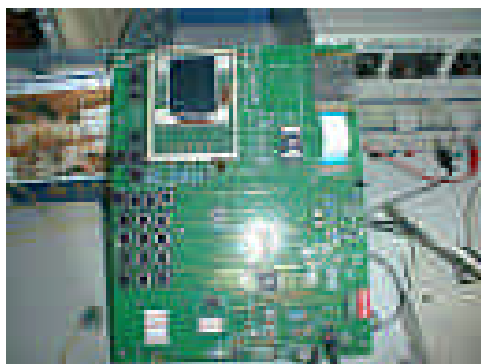
$\delta$ -MTB提供WMLScript标准库中WMLBrowser库定义的7个浏览器上下文接口函数和Dialogs库的3个函数(输入框、提示框、确认框)的实现,后者结合GUI实现。

$\delta$ -MTB网络接口支持TCP/IP和WAP协议栈。TCP/IP和WAP可在多种无线网络上传输, $\delta$ -MTB采用GSM CSD上PPP拨号方式和GSM GPRS上TCP/IP方式,协议栈层次为WSP/WTP/UDP(WDP)/IP/PPP/CSD和HTTP/TCP/IP/GPRS。

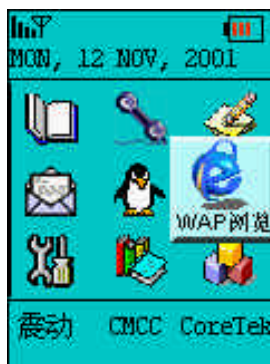
用户界面接口设计中考虑了WML和WMLScript语言中规定的图形用户界面元素,对用户界面元素的行为有语义要求。有UI要求元素包含select、option、optgroup、input、fieldset、p、br、table、tr、td、pre、em、strong、I、b、u、big和small及WMLScript的dialog定义。 $\delta$ -MTB对控件及界面不定义具体外观,但对操作方式和显示特性有少量规定,如输入密码时,UI不能回显输入内容。同时, $\delta$ -MTB和GUI协商通过字符映射表支持[ISO10646](Unicode 2.0)方案。 $\delta$ -MTB和操作系统接口包括多任务、异步机制和时钟调用。

## 4 $\delta$ -MTB的实现

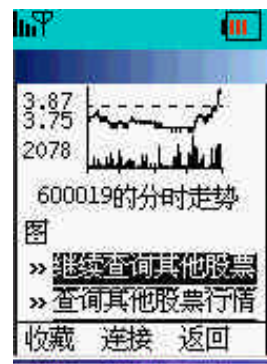
$\delta$ -MTB的实现平台为EPSON的手机评估板,其中 $120 \times 160$ 的LCD支持4K彩色,RISC CPU主频为50 MHz,评估板可选配GPRS通信模块和GSM通信模块。开发平台软件采用Delta System(OS、文件系统、网络协议组件、GUI开发组件、 $\lambda$ -TOOL交叉开发工具)。开发目标板,终端软件主界面和 $\delta$ -MTB上证券之星wap.stockstar.com的实际图如图4所示。



(a) 开发目标板



(b) 终端软件主界面



(c) 证券之星实际图

图4 目标板及产品效果图

## 5 结束语

移动终端浏览器 $\delta$ -MTB是自行设计的一种嵌入式网络浏览器,能正常稳定浏览WAP网站。 $\delta$ -MTB设计充分考虑了浏览器和操作系统、协议栈、GUI之间接口的清晰性,具有可移植、可伸缩的特点,由Coretek公司推向市场并已成功应用于国产PDA和智能电话等多种移动终端。

### 参 考 文 献

- 1 罗 蕾, 王 庆, 谭罗丽. WAP安全构架研究及WTLS的实现[J]. 电子科技大学学报, 2002, 31(4): 387-392
- 2 Andrew S.Tandenbaum computer networks(3rd edition)[M]. Prentice Hall, 1996
- 3 任立勇, 卢显良. Internet拥塞控制研究[J]. 电子科技大学学报, 2002, 31(1): 48-51
- 4 张惠媛. 移动互联网与WAP技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002
- 5 李 允, 熊光泽, 杨玉平. 一种嵌入式浏览器设计技术[J]. 微型机及应用, 2001, 20(12): 57-59

编 辑 徐培红

---

· 成果与专利 ·

### 毫米波磁光辐射头

毫米波磁光辐射头公开了一种毫米波磁光辐射头,它是采用半导体毫米波振荡器、光波发光器、磁场发生器、发射天线组成辐射头的主体,并在这种辐射头主体的外表面设有辐射头外壳和辐射介质透镜。该辐射头可以同时辐射出毫米波、光波和磁场,它的输出端可以是平面,也可以是柱面。因此,它可方便地用于育种和多物理信号生物医学效应的研究与应用。

### 微波倍频调制收发器

微波倍频调制收发器由微带双频双极化天线和微波倍频调制电路组成。其结构特征是该天线板与调制电路板背靠背安装在一块金属板上,通过微带同轴垂直转换将两部分电路相联接。线路特征是采用了双频双极化天线和高频率的微波倍频调制电路。该微波倍频调制收发器结构紧凑、效率高、生产成本低、便于批量生产,适用于用微波作为信息载波的无接触式电子信息识别系统。

### 分束干涉光学间隔测量中干涉条纹级次的一种识别方法

分束干涉光学间隔测量中干涉条纹级次的一种识别方法公开了分束干涉型光学间隔测量中干涉条纹级次的一种识别方法,属光学测量领域。主要解决测量中 $nd$ 范围较大时,零级和 $\pm 1$ 级用强度识别可能导致的误判问题。该方法利用干涉条纹中采条关于零级条纹的对称性将强度识别改为色彩识别,从而避免了级次误判,大大提高测试精度。

· 文 争 ·