

基于 CAR 构件的嵌入式浏览器的体系架构设计

徐正锦^{1,2}, 陈 榕¹

(1. 同济大学, 上海 200092; 2. 上海工程技术大学, 上海 200437)

摘 要:“和欣”嵌入式操作系统是基于 CAR 构件技术、支持构件化应用的操作系统。浏览器在“和欣”网络编程模型中扮演着重要的角色, 将成为“和欣”操作系统的主要客户端, 为用户提供服务。分析目前主流的浏览器的系统结构, 同时借鉴国外一些浏览器开源项目, 提出了适合和欣操作系统的基于浏览器模型的图形系统体系架构。该架构具有模块化、可定制行为、方便扩展的特性。它包含数据处理、布局、显示、网络等基本功能模块, 还抽象出了文档对象树模块。利用文档对象树进行页面元素的管理, 有效简化了系统的开发, 并提供了良好的扩展性。

关键词:“和欣”嵌入式操作系统; CAR 构件; 浏览器

中图分类号: TP311.52

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)07-0011-04

Design of Embedded Browser Framework Based on CAR Component

XU Zheng-jin^{1,2}, CHEN Rong¹

(1. Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 200437, China)

Abstract: Elastos is an embedded operating system based on CAR component technology and supporting the component application. Web browser plays an important role in the network programming model and it will become the main client of the Elastos providing services for the customers. Studies current browser system structure and refers some foreign open source project. It proposes a new frame based on browser model. This frame has the character of modularization, configuration and extend. It contains data ~ processing, layout, displaying modules, it also contains document object tree module. It manages page elements by document object tree and simplifies the developing of the system and provides the favorable extend.

Key words: elastos embedded operating system; CAR; browser

0 引言

浏览器的产生, 带来了网络革命, 使得世界各地网络上的资源, 可以以一种简单通用的方式被访问。在嵌入式领域, 随着 3G 时代的到来, 网络带宽将获得很大的增加, 对嵌入式应用领域将提出更高的要求, 要求嵌入式应用为用户提供更丰富的网络服务, 这些发展, 对嵌入式浏览器提出了更高的要求。

文中分析了目前主流的浏览器的系统结构, 同时借鉴国外一些浏览器开源项目, 并结合和欣操作系统的实际情况, 提出了适合和欣操作系统的基于浏览器模型的图形系统体系架构。该架构具有模块化、可定制行为、方便扩展的特性。

1 和欣嵌入式操作系统和 CAR 构件技术

1.1 和欣嵌入式操作系统

和欣嵌入式操作系统是一个完全由我国自主研发, 完全自主知识产权的国际先进的嵌入式操作系统, 在国内是最适合嵌入式设备搭建面向服务软件结构基础的嵌入式操作系统。和欣嵌入式操作系统是一个基于构件化软件模型的系统, 构件化软件设计思想贯穿了整个系统的设计与实现中, 系统实现本身就是构件模式。除内核中最底层的控制部分外, 所有系统功能都是以构件接口的形式提供。另外, 操作系统对构件化软件模型提供了必要的运行环境, 来源不同的构件可以在该环境下实现互操作。系统提供了构件自动寻址/自动加载机制, 用户不必知道调用的构件程序是本地的还是来自于网上, 就是说, 构件运行环境可以对用户透明。构件化系统的实现, 使得操作系统本身具有高度的灵活性和扩展性。采用的构件是 CAR 技术。

1.2 CAR 构件技术

CAR(Component Application Run-Time)是一个

收稿日期: 2007-10-12

基金项目: 国家 863 计划资助项目(2001AA113400)

作者简介: 徐正锦(1978-), 男, 江苏人, 硕士研究生, 主要研究方向为系统软件支撑技术、构件技术; 陈 榕, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为网络操作系统、构件技术。

国内的自主知识产权的构件系统,是由上海科泰世纪有限公司开发的新一代的构件系统。其主要目的是从操作系统层面上引入构件的概念,所有的服务由构件来提供,实现软件的目标代码级的重用,是新一代的构件系统,为网络编程和 Web Services 提供了强大的支持。CAR 是一个面向构件的编程模型,它表现为一组编程规范,包括构件、类、对象、接口等定义与访问构件对象的规定^[1]。

2 Everest 体系架构的设计

2.1 嵌入式浏览器框架结构的研究

通过分析浏览器的应用,并对一些已有的浏览器进行研究,可以发现浏览器主要提供通过解析请求取回数据,并进行解析显示的功能,同时还将提供一定的用户和页面交互的能力。进行归纳总结,可以详细描述为以下几大功能模块^[2]:

1) 通讯模块 (Communication Modular): 负责解析用户发出的请求,并根据请求利用相关的协议 (http, ftp, file 等) 取回请求的数据,也可以提供缓存功能;

2) 语法解析模块 (Parser Modular): 对取回的数据根据数据类型进行解析生成中间数据结构,主要解析的数据类型有 HTML 文档,各种图片等;

3) 布局模块 (Layout Modular): 通过对语法解析生成的中间数据进行操作,一方面获取一些平台相关的布局单位的信息,比如根据字体的信息计算文本的尺寸等,同时根据这些布局信息,依据一定的布局的算法,对页面上的元素进行布局;

4) 显示模块 (Render Modular): 根据页面的布局信息和页面的内容,对最终结果进行显示;

5) 脚本语言支持模块 (Script Modular): 通过脚本语言的解析,一方面影响页面的布局,另一方面负责用户和页面的交互,脚本语言主要是 JavaScript;

6) 插件模块: 通过插件提供浏览器功能的扩展。

其中 1)~4) 模块属于基本功能模块,5),6) 模块属于功能扩展模块。在 1)~4) 模块中通讯模块和其他三个模块耦合较少,主要负责取数据,而其他三个模块分别对对应取来的数据进行分析的三个阶段,因此数据交互比较多,如何进行模块之间的数据交互是进行模块化时需要考虑一个主要问题。功能模块的划分,各个浏览器区别不大,浏览器之间区别体现在体系结构上,其中包括模块之间的耦合度,模块之间的通讯方式。还有对模块的加载方式等,就是功能模块是动态加载的,还是静态绑定的等。

目前在桌面浏览器上,浏览器发展的趋势是构件化、动态加载等。其中 Firefox, Grand - Rapid, ICE-

browser 等在这方面做了很好的工作,这同时是嵌入式浏览器的未来发展方向。综上考虑,我们认为嵌入式浏览器的框架设计中,在满足基本功能的情况下,需要考虑的主要问题就是浏览器模块化的处理,其可以归结为以下两个具体问题:

(1) 模块之间的数据交互的问题,由于网络模块比较独立,因此该问题主要是在数据解析、布局和显示模块体现出来;

(2) 模块之间的通讯,模块之间的行为需要同步等。

为了解决第一个问题,目前浏览器大部分采用 DOM 机制。通过把浏览器中的中间数据结构用 DOM 来描述,而模块操作中间数据结构通过 DOM 提供的 API 来进行。采用 DOM 的好处在于,其本身是 W3C 推荐的标准,利于扩展,其次通过数据模块的抽象,其他模块被抽象为更纯粹的浏览器的功能模块,同时各个模块数据的交互通过 DOM 来进行,有效减少了模块相互之间的数据交互,从而大大降低各个功能模块之间的耦合性^[3]。

对于第二个问题,通用的解决办法是设置一个浏览器控制中心,由它来控制 and 协调模块之间的交互,模块之间尽量减少通讯,模块之间的通讯主要依靠浏览器控制中心来完成,而浏览器控制中心为了降低自身和其他模块的耦合,主要通过消息机制或回调机制等来控制模块之间的通讯。

2.2 Everest 体系架构的设计

2.2.1 设计原则

和欣操作系统是提供网络服务编程平台的嵌入式操作系统,我们认为基于该平台浏览器架构应该具有如下特性^[4]:

1) 简单。由于在嵌入式操作系统上,简单的实现有利于控制浏览器的大小,并且有助于人们理解浏览器技术,方便地进行扩展;

2) 好的模块化。作为构件平台上的浏览器,可以方便地根据需求进行构件化;

3) 良好的扩展性。由于简单的实现,因此需要有良好的扩展性。这样才能满足将来更复杂的扩展性。

在嵌入式操作系统上设计软件,其中的硬件软件环境是需要考虑的问题,考虑到浏览器作为在操作系统和图形系统上的应用,对硬件平台的适应性主要由下层软件来提供,而且 Elastos 本身既可以运行于 X86, ARM, MIPS 等单片机上,也可以运行在 Windows, Linux 等桌面操作系统上,而浏览器只要满足在 Elastos 平台上运行即可。另一个需要考虑的是软件环境问题,在 Elastos 上,目前可以使用的编程语言主要

包括 C/C++, 而 C 语言可以更容易地控制代码的尺寸及效率,因此初步使用 C 语言来实现,对于进一步的构件化或对 CAR 的扩展,C++ 是更好的选择。

浏览器的研究和实现是一个循序渐进的过程,目前和欣平台上已经提供了较为成熟的操作系统以及图形系统,其中构件技术、网络技术都已成型,其自滚动下载等理论体系已经相对完善。因此在满足基本功能的基础上,简单和易扩展的浏览器是一方面可以满足目前的需求,另一方面也更容易实现,为下一步浏览器技术的继续研究以及浏览器技术的扩展打下基础。

2.2.2 架构的设计

综合以上分析,设计和欣操作系统上的浏览器框架^[5],并且在 Elastos/Atlas 上基于该框架实现了浏览器 Everest。如图 1 所示。

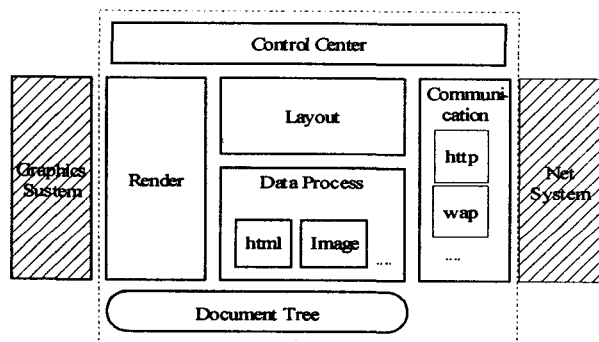


图 1 浏览器框架结构图

模块主要包括文档对象树(Document Tree),数据处理(Data Process),布局(Layout),绘图(Render),通讯(Communication),控制中心(Control Center)模块。这些模块包含了浏览器的基本功能模块,并且参照了目前的主流浏览器的设计,把文档对象树抽象出来,该模块是数据处理、布局和显示模块进行数据交换的基础,通过抽象出该模块,一方面可以很好地进行浏览器内容的管理,另一方面可以很方便扩展为 DOM 模型。而网络模块和其他模块之间耦合比较小,比较独立。把除网络模块之外的其他几个模块统称为浏览器引擎(Browser Engine)。

在模块间通讯主要采用了消息机制,有效减少了模块的耦合,而降低模块之间的耦合度也是该架构设计时考虑的地方,下文中将详细介绍^[6]。

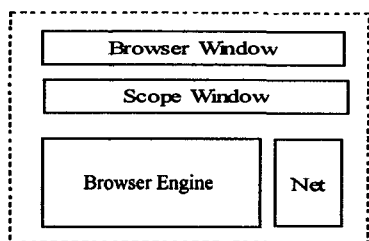


图 2 Everest 的体系结构

图 2 表示 Everest 的体系结构,是基于上面介绍的浏览器的体系结构进行实现的,其中 Browser Window 和 Scope Window 部分对应体系结构中的 Control Center,而 Browser Engine 则包含了浏览器中语法解析、布局 and 显示等功能模块^[7]。

图 3 介绍了 Everest 工作的流程。首先由用户进行地址输入,由 Browser Window 截获该消息,并向客户端窗口 Scope window 发出打开链接的消息,Scope Window 接到相应的消息会调用相应的 Browser Engine 提供的 API,进行相应的处理。最后 Browser Engine 会把网页结果内容输出到 Scope Window 中,把一些状态信息输出到 Browser Window(目前并未实现),并呈现给最终用户。如果页面中有链接或者按钮,当用户进行点击,Scope Window 会截获这些消息,并把相应的消息转发给 Browser Engine 进行相应的处理,比如提交表单等等。

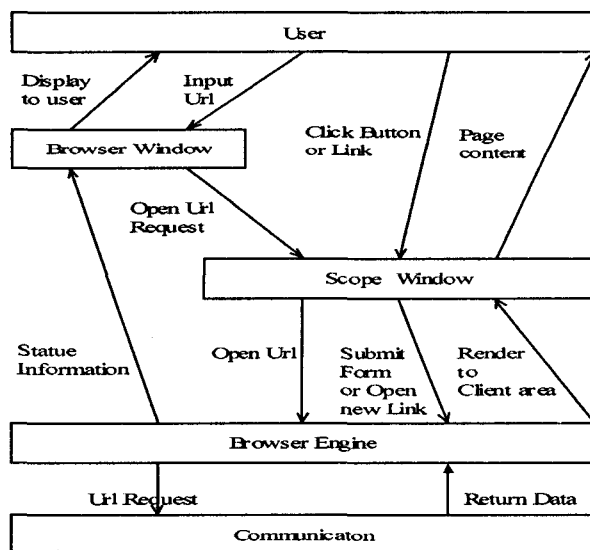


图 3 Everest 工作流程图

下面对各个节点进行简要说明:

1) Browser Window: 是主窗口,也是浏览器消息的总调度处。窗口包括菜单和输入框,还有相应的前进后退按钮等。一方面负责取得用户输入,另一方面会显一些状态信息,比如浏览器访问进度等等。该窗口负责接受用户所有的消息,比如鼠标键盘等消息并进行分发,用户消息也可以发送到这里来进行处理;

2) Scope Window: 文档显示窗口,窗口大小为 Browser Window 客户端区域大小,主要对 Browser Window 发来的消息进行处理,并把消息映射为 Browser Engine 可以识别的消息进行响应,同时负责显示网页的输出内容,并控制响应用户同网页上的控件交互;

3) Browser Engine: 浏览器引擎,负责对用户的输

入进行解析,并取出数据,对数据进行分析并将最后结果输出到 Scope Window,同时会将一些状态信息输出到 Browser Window 上。

2.3 Everest 体系架构设计的特点

该体系结构是在研究其他浏览器技术及和欣平台的基础上进行设计的,考虑了嵌入式应用的需求,也结合了和欣作为网络操作系统的特点。满足了 2.2.1 中提出的设计原则中的需求。其主要特点有:

(1) 良好的模块化特性。

作为嵌入式浏览器,选择了基本的功能模块作为体系结构的基础,而且在实现中,这些基本的功能模块满足了应用的要求。同时对这些功能模块进行了很好的模块化。

(2) 良好的可扩展化特性。

它具有良好的扩展性,一方面通过抽象出文档对象树,使得浏览器可以方便地扩展为 DOM 模型,进一步支持 JavaScript;另一方面,模块之间采用消息机制来进行通讯,有效降低了模块之间的耦合,并且这种松耦合状态可以很方便地添加对新的数据类型的支持;同时,通过扩展机制,有效地把 CAR 构件融合到浏览器中,使得 CAR 构件可以方便地在浏览器中支持。

3 结束语

提出了一个适合于 Elastos 的嵌入式浏览器框架,

(上接第 10 页)

是前面讨论过的分布性方面的扩展。第 7 到 14 行的方面代码使用 CORBA 并行地传递多个请求。第 13 行的代码是在等待至少有一个服务器产生响应。

为了使得上述的容错性方面代码和执行时间监视器的方面代码一起执行,AspectC++ 需要被通知首先执行有关时间监视器的方面代码。可以用 dominates 语句来完成该功能,当在构件代码中同时使用两个方面程序时,产生的编织代码将尝试联系所有的基站和传送信息给基站。如果没有基站响应,客户端的执行时间仍然是被约束的,当预定的时间用完了的时候,程序就会引发一个错误中断。

4 结 语

实时系统中间件存在着分布性、实时性、容错性、安全性、可靠性、易管理性这些非功能的要求,是产生问题的重要原因。面向方面是一种强大的分离和简化设计关注点的技术,它允许从中间件的核心功能中分离出非功能方面;中间件不需要一开始就包含这些方

该框架具有简单、模块化好、模块耦合性小、易扩展等特点。该框架在包含基本功能模块的基础上,参考了 DOM 的机制,对页面数据进行对象化,抽象出文档对象树模块。以对象化的方式对页面管理,使得对页面的管理更加方便,逻辑性更好,同时有利于提供对 DOM 的支持。该框架提供了扩展机制,可以很好地支持 CAR 构件等第三方控件。

参考文献:

- [1] Koretide. CAR's Manual[M]. 陈 榕译. 上海:上海科泰世纪科技有限公司,2004.
- [2] 徐会建. 嵌入式浏览器 DeltaBrowser 表示层的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2004.
- [3] 王光磊,张 跃,杜伟力. 基于虚拟客户/服务器的清华嵌入式浏览器 THEWEB 的设计与实现[J]. 计算机应用与研究,2002(4):96-99.
- [4] 陈 榕. 和欣资料库[EB/OL]. 2002. [HTTP://www.koretide.com.cn](http://www.koretide.com.cn).
- [5] 朱剑民,陈 榕,倪光南. “和欣”操作系统的浏览器设计模型[J]. 计算机工程与应用,2003,39(13):13-15.
- [6] 周正勇,阳富民,胡贺荣. 一种嵌入式浏览器的核心技术及特色[J]. 计算机工程与设计,2003,24(3):21-23.
- [7] 陈 榕,刘艺平. 基于构件、中间件的因特网操作系统及跨操作系统的构件、中间件运行平台[R]. 上海:上海科泰世纪科技有限公司,2003.

面的特性,因为它们可以在之后通过方面编织器来增加这些缺少的特性,而不需要采取易出错的人工硬编码方法来编辑构件代码。这增加了中间件的设计灵活性、可理解性、模块化、可扩展性、可配置性、重用性,减少了中间件开发风险和维护负担,符合重构思想,有利于中间件的进一步演化。

参考文献:

- [1] Zhang C, Hans - Arno J. Refactoring Middleware with AspectJ[J]. IEEE transactions on parallel and distributed systems, 2003,14(11):1-16.
- [2] 刘瑞成,张立臣. 实时系统的面向方面模型[J]. 计算机工程与设计,2006,27(6):937-940.
- [3] 黄宇刚. 面向方面的实时系统中间件[D]. 广州:广东工业大学计算机学院,2006.
- [4] Zhang C, Hans - Arno J. Quantifying Aspects in Middleware Platforms[C]//AOSD 2003. Boston, MA: USA: [s. n.], 2003.
- [5] 刘瑞成,张立臣. 基于面向方面的实时系统建模方法[J]. 计算机科学,2006,33(7):262-265.