

# 基于XML的通用界面自动生成模型

曹适, 庄毅

(南京航空航天大学 计算机科学与技术学院, 江苏 南京 210016)

**摘要:**针对传统的应用软件用户界面开发方法存在的可修改性与可重用性差等一系列问题,提出了一种基于XML的通用界面自动生成模型-GIAGM。该模型主要包括界面配置、界面定制、界面生成、界面控制和用户界面管理机制。研究工作实现了基于XML的可通用界面动态生成系统,应用该系统不仅可使应用软件界面的开发更加简单快捷,而且易于维护。最后通过实例介绍了该界面自动生成系统有着良好的扩展性及定制功能,并且也可减少界面开发上的复杂性,提高开发效率。

**关键词:**界面配置;界面定制;可扩展标记语言;界面自动生成

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)10-0012-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.10.003

## General-purpose Interface Automatically Generated Model Based on XML

CAO Shi, ZHUANG Yi

(College of Computer Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and  
Astronautics, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** For a series of problems of with poor modifiability and reusability existed in the traditional application software user interface development method, propose an XML-based General-purpose Interface Automatically Generated Model (GIAGM). This model mainly includes interface configuration, interface customization, interface generating, interface control and interface management mechanism. Research work has achieved an XML-based general-purpose interface automatically generated system. The application of the system not only makes the application software interface development easier and faster, but also easy to maintain. Finally, the example is introduced for the interface automatically generated system, which shows that the system has good scalability and customization capabilities, at the same time can also reduce the complexity of the interface development, improving the efficiency of the development.

**Key words:** interface configuration; interface customization; XML; interface automatically generated

## 0 引言

用户界面所提供的功能主要包括接收用户的输入信息并显示软件运行结果,它是软件系统的一个重要组成部分,同时它的编码实现需要耗费不少时间和精力<sup>[1]</sup>。随着软件开发规模不断扩展,相对于软件用户界面开发中所需要的开发成本也会成倍增加<sup>[2]</sup>。在一个应用程序的开发过程中,据相关统计,用户界面的平均代码量接近一半,而约一半的执行时间用于执行用户界面程序<sup>[3]</sup>。在传统的软件开发过程中,一般都是利用现有的集成开发环境,采用特定的编程语言,通过使用控件和编写代码来实现用户界面的设计和开发。

目前国内外在界面自动生成领域已经有了很大的突破:传统意义下的概念模型如MVC<sup>[4]</sup>、PAC<sup>[5]</sup>等为界面模型开发奠定了理论基础,不过却不能很好地支持工程开发。此外,从软件工程角度还提出了基于FVI框架的面向对象的GUI设计模型<sup>[6]</sup>和用户界面体系结构模型EIP<sup>[7]</sup>。为支持界面工程化设计,杨鹤标等人提出一种基于模型驱动思想的支持界面自动生成的ADS模型<sup>[8]</sup>。

其中已有的一些界面工具,尽管得到了一些用户的认可和好评,如基于模型的用户界面开发环境(MB\_UIDEs)<sup>[9]</sup>中由斯坦福大学研究的Mastermind,还有Teallach、Trident等是基于陈述模型来实现的开发工

收稿日期:2013-12-08

修回日期:2014-03-13

网络出版时间:2014-07-28

基金项目:航空科学基金资助项目(2010ZC13012);江苏省普通高校研究生科研创新计划资助项目(CXZZ13\_0171)

作者简介:曹适(1988-),男,硕士研究生,研究方向为计算机网络、分布式计算;庄毅,教授,研究方向为网络安全、分布式计算。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140728.1228.044.html>

具。但是,它们没有很好的通用性,也存在只能支持自定义类型的操作与界面的应用功能之间进行交互,所以也没有得到广泛的应用。

李琦等人提出了采用 XML (eXtensible Markup Language,可扩展标记语言)来描述界面元素的方法<sup>[10]</sup>;Mori G 等人提出了一种适用于多种设备的界面模型<sup>[11]</sup>;Batsukh N 等人解决了界面中控件精确定位和布局的问题<sup>[12]</sup>。但是这些模型对于界面中的数据没有给出相应的描述规范,而且还存在界面可重用性差、灵活性差等问题。朱永华等人提出了一种新的界面模型,给出了界面中数据、数据之间的关系及控件和数据之间关系的描述规范<sup>[13]</sup>。但由于其实现界面数据间的对应关系需要界面与功能代码存在交互,使得用户界面与实现的功能代码之间存在着较高的耦合度,自然会出现界面可重用性差、可维护性差的缺点。如果出现用户需求或相应功能变化的情况,则相应的界面和数据视图的改变需要通过不断维护代码来实现。

文中提出了一种基于 XML 的可通用界面自动生成模型,利用该模型来实现界面灵活配置及动态生成。采用 XML 生成界面配置文件及界面生成中所需的元数据,允许按需求差异性生成界面元素及软件界面。

## 1 通用界面自动生成模型

### 1.1 层次化界面自动生成模型

针对在可扩展、动态特征描述能力等方面的需求,结合组件连接“运算”这一想法,考虑“分而制之(divide and conquer)”的思想,把问题由大变小,对问题进行分割,进而把复杂问题简单化和层次化。这是针对复杂问题的一种基本和具有普适性的有效解决思想<sup>[14]</sup>。

为了使结构清晰、分工明确,便于软件后期的维护及升级,采用三层设计模式来完成界面自动生成模型的设计,即把模型的实现分为界面表示层、逻辑处理层和数据存储层。层次化界面自动生成模型如图 1 所示。

该模型中处于上层的界面表示层存储着界面描述信息,主要包括一些界面控件对象的描述信息。而界面控件对象是指如标签控件、文本框控件、按钮控件等界面生成所依赖的可重用部件。界面控件对象的描述信息则包含上述控件对象的具体属性,比如控件名、排列方式等信息。

通过 XML 文件作为界面配置文件存储界面描述信息,优点是可脱离具体操作系统和软件的限制。该层的处理主要是利用 XML API 来解析界面元素表示信息。

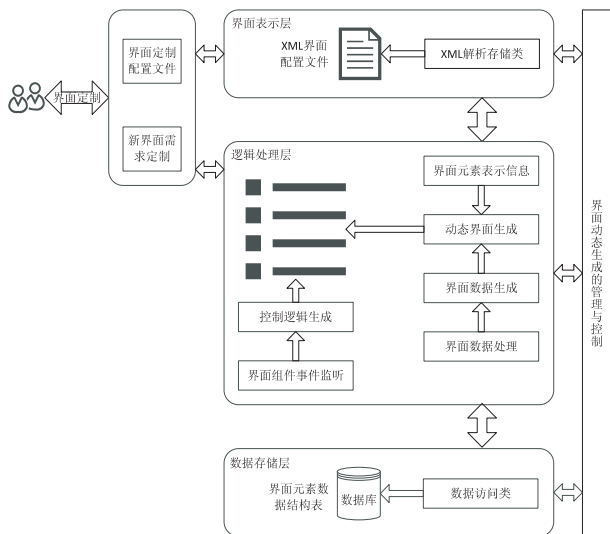


图 1 层次化界面自动生成模型

该模型中处于底层的数据存储层大体涉及系统运行时所需要的数据信息,也包含界面元素所需的数据信息。界面元素的数据信息包括填充界面元素的数据信息,主要包括填充控件的内容、数据库中的字段类型、约束条件等其他具体数据信息。该层对数据库的访问利用数据访问类接口来实现,并传递到位于设计模型中间的逻辑处理层。

该模型中处于中间的逻辑处理层是核心部分,作为系统执行的关键,它负责同时与上下两层进行数据交互。与界面表示层进行交互,可以获取界面配置文件中的界面控件对象的描述信息;与数据存储层进行交互,则可得到在界面生成时所需要的界面元素数据信息。

三层之间逻辑结构上相互独立,但彼此数据上相互联系,使得后期更易维护和扩展。

拟基于 XML 技术实现的通用界面自动生成模型按照层次化设计的思想,该模型采用将描述部分与代码部分相分离的设计思想,界面元素的描述方式利用 XML 文档来完成,涵盖了从界面配置、界面定制到界面自动生成的全过程。利用 XML 来描述用户界面主要有以下三方面的优点。

(1)XML 既有与使用语言无关的特性,又能够支持众多的工具。对于用户界面描述方式要求具有通用统一性,应与具体使用工具无关;

(2)XML 具有良好的扩展能力,允许用户跨平台来运行用户界面程序。对于今后不断提出的关于用户界面的新的交互需求,正由于 XML 良好的可扩展性,因此能够满足未来不断增加新内容的需要;

(3)XML 文档描述的仅仅是内容,具体的表现可以具有不同形式,并且在程序执行过程中能允许动态修改资源文件来实现所见即所得,实现外观形式、数据信息以及程序逻辑的层次性划分。

将用户界面用 XML 文档进行统一的描述,用户界面的个性并不会由于使用各种语言设计而改变。因此,采用 XML 实现通用界面自动生成模型。

相比于上述重用性或灵活性方面差的其他方法或模型,具有更加灵活、可重用性好的特点。

1.2 界面自动生成的流程

基于 XML 的界面自动生成技术涉及界面描述的 XML 文档、界面控制组件、界面生成组件、编程语言的组件库和界面定制工具等方面。界面生成器通过解析界面描述 XML 文档,调用编程语言的组件库构建组件,为组件绑定相应的事件监听类,自动生成所需要的用户界面。其中界面动态生成的序列如图 2 所示。

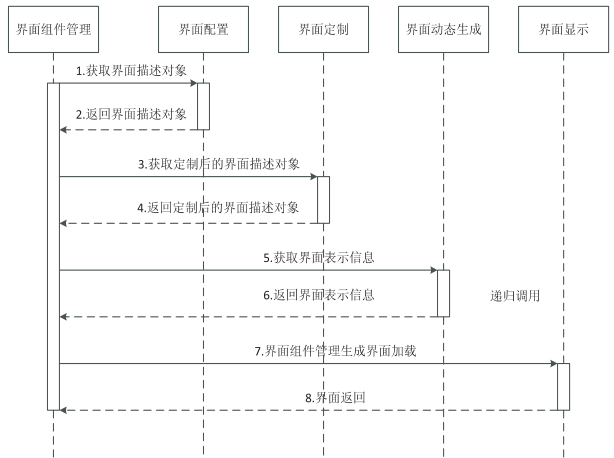


图 2 界面自动生成机制工作序列图

流程运行时界面组件管理由界面配置文件中的界面配置文件路径和对应的界面表示信息,调用解析存储类接口来解析获取界面配置信息,并创建界面描述对象,同时将界面描述对象的信息返回给界面组件管理,若用户进行过界面定制,那么界面组件管理可以调用界面定制后的界面配置信息,从界面描述对象中获得组件描述对象,创建出需要显示的各种组件;界面生成组件经由界面动态生成,以确定最后页面的样式及风格。最后界面组件管理生成界面加载,并返回界面显示。

1.3 界面自动生成算法的设计

通过上述模型中的三层设计模式相互配合,典型的算法思想的设计思路如图 3 所示。

Step1:首先利用 XML Schema 对界面配置文件对相关的内容合法性进行验证,如果内容合法,转向 Step2;否则算法流程结束;

Step2:文件合法性检测成功后,再调用 XML API 来解析所需信息,并生成得到可供识别与管理的内存数据;

Step3:按照 XML Schema 的定义来完成写入过程,利用 XML API 完成数据的格式转换,分别对不同类型

界面元素的内存数据转换为格式良好的文本信息,并将界面配置文件进行更新;

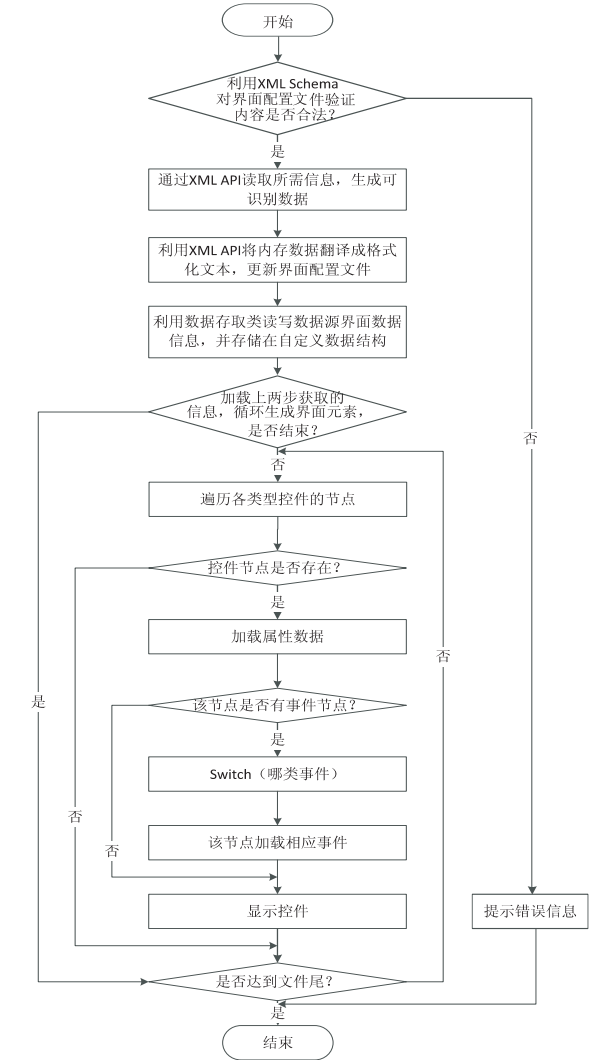


图 3 界面动态生成算法流程图

Step4:调用数据存取类接口对数据存储层中的界面数据信息进行读写。系统通过调用数据存取类接口完成读取界面数据信息后,同时将相关信息在自定义的数据结构中进行存储,为了完成执行时的加载工作;

Step5:运行时加载上两步获取的界面元素元数据信息,循环生成界面元素,判断循环是否结束,如果循环结束,则转向 Step9;

Step6:遍历各类型控件的节点,判断控件节点是否存在,如果存在,则按用户操作来获取主键值,从 XML 配置文件中读取界面表示层信息(如控件属性等);否则转向 Step8;

Step7:加载节点属性数据,并判断该节点是否有事件节点,如果存在,则进一步判断属于哪类事件,并加载相应事件;否则直接转向 Step9;

Step8:生成相应的界面并返回显示控件;

Step9:判断是否到达文件尾,如果是,则算法流程结束,否则转向 Step5。

2 应用实例

2.1 实例描述

下面以飞机设计优化与评估软件的界面生成为例。例如其中的 XML 界面配置文件片段中包括对一系列变量的描述、控件的描述和事件的描述,其中变量、控件及事件不止一个,以省略号代替。假如某片段中动态生成了一个按钮,其相关联的为“添加”事件。通过上述的界面描述文档,可得到相应的 XML 界面配置文件,利用界面自动生成算法来实现相应界面的自动生成。

2.2 实例界面生成结果

假设界面配置文件的初始内容是“俯仰稳定性,方向稳定性”等相关信息。随着用户的需求出现改变,需要在相应的数据库中增加某些字段信息,那么对应控件的显示顺序也要同步进行改变。在不需要进行修改代码的情况下,只需将对应界面配置文件中显示进行显示的字段改为“俯仰稳定性,方向稳定性,横侧稳定性”和“评估”功能按钮。具体地,修改 XML 界面配置文件前后的界面截图如图 4 和图 5 所示。在修改 XML 界面配置文件前的图 4 中,只包括“俯仰稳定性,方向稳定性”等相关信息,并没有功能按钮控件;在修改 XML 界面配置文件后的图 5 中,添加“横侧稳定性”和“进行评估”功能按钮项。即可实现界面修改,实现新的飞机评估信息显示界面。



图 4 修改前的 XML 界面配置文件



图 5 修改后的 XML 界面配置文件

通过界面自动生成的实验次数,得到每次的界面自动生成时间与传统方式下界面生成时间之间的时间差,经过统计得出如图 6 所示的界面生成时间差的曲线图。从图中可以看出,每次的界面生成时间差一般在 1 s ~ 2 s 之间波动,得出实验次数为 20 时,整体的平均时间差大概为 1.5 s,可以认为是忽略不计的。

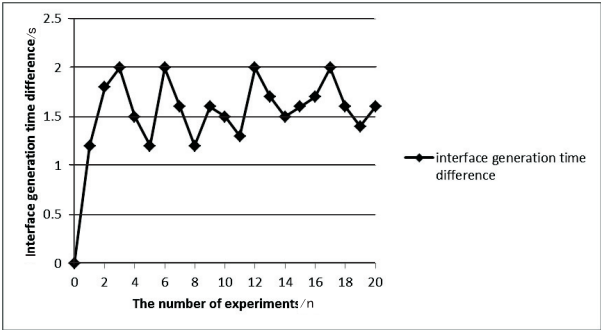


图 6 界面生成时间实验图

由上述实践结果显示,尽管用户自动生成的方式牺牲了部分软件运行的时间,然而对于在目前系统性能大幅优化的环境下是可以忽略不计的。在与传统界面生成的方式相比,这种用户界面自动生成方式对于实际系统的执行速度并没有出现明显速度上的损失,然而用户界面自动生成方式在可扩展性和灵活性上却大大提高。

3 结束语

基于 XML 的通用界面自动生成模型的设计实现了用户界面描述信息与功能实现代码的分离,将用户界面的开发和维护变得简化,允许软件的最终用户获得与开发人员相同的界面操控能力,可针对不同用户需求进行界面配置和定制,能适应一定程度内的数据库结构变化,即能灵活实现用户界面修改及系统移植,在其他领域上也有较好的应用空间。

参考文献:

[1] Zetie C. Practical user interface design-making GUIs work [M]. USA: McGraw-Hill Book Company, 1995.

[2] Kasik D J, Lund M A, Ramsey H W. Reflections on using a UIMS for complex applications [J]. IEEE Software, 1989, 6 (1): 54-61.

[3] Myers B A, Rosson M B. Survey on user interface programming [C]//Proc of conference on human factors in computing systems. Monterey: [s. n. ], 1992: 195-202.

[4] Krasner G E, Pope S T. A cookbook for using the model-view controller user interface paradigm in Smalltalk-80 [J]. Journal of Object-oriented Programming, 1988, 1(3): 26-49.

[5] 李 燕,樊 玮. 基于 Agent 的用户界面模型研究 [J]. 计算机工程与应用, 2002, 38(9): 52-54.



通信服务器需要实时显示接收到的数据以及连接到此通信服务器的网关信息,其中网关使用 HTTP POST 请求将数据上传至通信服务器,内部数据采用 JSON 格式。即网关对上所提供的接口均为 Restful 接口,使得网关更适用于不同的应用中。

在整个架构下,最终的应用以网页的形式呈现在用户面前。在此网页下用户可以根据自己的需求获取各个环境参数的历史数据信息,并且以柱状图的形式表示出来,使用户更加清晰明了地得出结果,同时可以监控实时数据,更加直观地控制整个系统。

## 5 结束语

文中基于物联网发展过程中的局限性提出了一种以资源为中心的物联网体系架构,将物联网中各种各样的资源汇聚到统一的平台下以供不同应用使用,以此促进物联网系统之间的互联互通,达到资源共享的目的。文中主要介绍了架构各层的功能与工作方式,以及此物联网架构的工作流程,最后通过搭建果园监控系统验证了此架构的可行性。

### 参考文献:

- [1] 刘丽军,邓子云. 物联网技术与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2012.
- [2] Gigli M, Koo S. Internet of things: services and applications categorization[J]. Journal of Advances in Internet of Things, 2011, 1(2): 27-31.
- [3] 郭苑,张顺颐,孙雁飞. 物联网关键技术及有待解决的问题研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(11): 180-183.
- [4] Miao Yun, Bu Yuxin. Research on the architecture and key technology of internet of things applied on smart grid[C]//Proc of 2010 international conference on advances in energy engineering. Beijing: IEEE, 2010: 69-72.
- [5] 姚海鹏,刘韵洁,张智江. 电信运营商物联网运营支撑平台的研究及建议[J]. 信息通信技术, 2011, 5(6): 19-23.
- [6] 蒋亚军,贺平,赵会群,等. 基于 EPC 的物联网研究综述[J]. 广东通信技术, 2005, 25(8): 24-29.
- [7] Koshizuka N, Sakamura K. Ubiquitous ID: standards for ubiquitous computing and the Internet of Things[J]. IEEE Pervasive Computing, 2010, 9(4): 98-101.
- [8] 孙其博,刘杰,黎彝,等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3): 1-9.
- [9] 无锡航天飞邻测控技术有限公司. 一种物联网网关数据适配系统及方法[P]. 中国: CN102802139A, 2012-11-28.
- [10] Fielding R. Architectural styles and the design of network-based software architectures[D]. California: University of California, 2000.
- [11] 胡昌玮,周光涛,唐雄燕. 物联网业务运营支撑平台的方案研究[J]. 信息通信技术, 2010, 4(2): 52-57.
- [12] 中国联合网络通信有限公司物联网研究院. 支持 UMMP 协议的物联网融合通信网关[P]. 中国: CN102970778 A, 2013-03-13.
- [13] 李传龙. 解惑之三: 如何加速现有行业终端的接入[J]. 电信技术, 2011(7): 19-20.
- [14] 刘化君. 物联网体系结构研究[J]. 中国新通信, 2010(9): 17-21.
- [15] ATMEGA128RFA1 DataSheet[EB/OL]. 2012. <http://www.atmel.com/images/8266S.pdf>.
- [6] 孙晓平,郭腾冲,魏明珠,等. 基于 UML 的面向对象的图形用户界面设计模型[J]. 计算机科学, 2003, 30(5): 108-112.
- [7] Wan Jiancheng, Lu Xudong, Lu Lei. A model of user interface design and its code generation[C]//Proc of IEEE international conference on information reuse and integration. Las Vegas, USA: IEEE, 2007: 128-133.
- [8] 杨鹤标,侯仁刚,田青华. 支持界面自动生成的模型研究[J]. 计算机工程, 2010, 36(3): 79-82.
- [9] Schlunbaum E. Model-based user interface software tools: current state of declarative models[R]. Atlanta: GIT-GVU, 1996.
- [10] 李琦,李建成,张科峰. 基于 GUI4J 的界面自动生成技术[J]. 西安工程大学学报, 2010, 24(3): 334-337.
- [11] Mori G, Paterno F, Santoro C. Design and development of multidevice user interfaces through multiple logical descriptions[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2004, 30(8): 507-520.
- [12] Batsukh N, Book M, Brückmann T, et al. Automatic generation of ruler-based user interfaces of web applications[C]//Proc of the third international conference on Internet and web applications and services. [s. l.]: [s. n.], 2008: 103-108.
- [13] 朱永华,吴俊杰,张倩. 支持数据绑定的用户界面自动生成模型[J]. 计算机工程, 2011, 37(23): 52-53.
- [14] 张茂辉. 基于 XML 的层次化信息动态管理技术研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2004.

基于XML的通用界面自动生成模型

作者：[曹适](#)，[庄毅](#)，[CAO Shi](#)，[ZHUANG Yi](#)  
作者单位：[南京航空航天大学 计算机科学与技术学院, 江苏 南京, 210016](#)  
刊名：[计算机技术与发展](#)  
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)  
年，卷(期)：2014(10)

引用本文格式：[曹适](#).[庄毅](#).[CAO Shi](#).[ZHUANG Yi](#) [基于XML的通用界面自动生成模型](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#)  
2014(10)