

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2013232033

UDC_____

廈門大學

工 程 碩 士 學 位 論 文

面向 Web UI 的跨平台开发框架的研究与应用

Research and Application of Cross-Platform Framework
Based on Web UI

黃曉燁

指导教师: 王备战教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2016 年 3 月

论文答辩日期: 2016 年 5 月

学位授予日期: 2016 年 6 月

指导教师: _____

答辩委员会主席: _____

2016 年 3 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（）课题（组）的研究成果，获得（）课题（组）经费或实验室的资助，在（）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

在如今移动互联网应用软件开发过程中，UI 界面编程也要与时俱进，传统的 UI 开发，一般是本地 UI 开发，难以跨平台，还需要不定期的更新本地资源，影响应用体验。而本文设计的 Web UI 跨平台模式，解决了这几大问题。Web UI 实时通过网络加载，解决本地资源更新的问题，并且能够应用于所有支持 Web 的操作系统，实现了跨平台。

首先，本文介绍与讨论了面向 Web UI 的跨平台开发框架所需的相关技术，包括面向 Web UI 的相关技术，还有 WebKit 技术、ActiveX 相关技术。

其次，本文在前面介绍的相关技术的基础上，设计了 Web UI 与应用程序融合的跨平台开发框架，介绍了具体的设计思路，设计了相关程序流程和架构层次，并说明了编程实现的过程，从而引入 Web UI 框架跨平台框架的数据流程。

最后，本文基于前面的设计与实现，通过一个简单的实验—Web UI 应用程序实验，对论文提出的面向 Web UI 的跨平台开发框架，对实验环境、实验过程和实验结果进行了详细的介绍，并对本文设计的面向 Web UI 的跨平台框架的基本流程的可行性和正确性进行了准确的评估。

实验结果表明，本文设计的基于 Web UI 的跨平台开发框架功能正确且能有效的实现跨平台，且本框架有一个最大的亮点，那就是实现了 Web 端对 C++端的无限量调用，这是本框架与目前市场上所有产品相比的最大优势，具有非常重要的意义。

关键词：Web UI；ActiveX；跨平台

Abstract

As internet application software develops nowadays, UI programming needs upgrading on the condition that traditional application development always employs Native UI framework, which directly causes clients' application platform dependent and demands frequent upgrading of local resources with high cost. The thesis tries to put forward a Web UI development pattern to fix those two problems and make UI programming more convenient.

Web UI uses both resource from internet other than local resource to address the resource-updating problem, and javascript language in UI programming to operate on every system and cross platform.

Firstly, the thesis explores the web-oriented framework, related technologies, javascript, Webkit and ActiveX as well.

Secondly, based on the technologies above, the thesis designs a framework to integrate native function and user interface with detailed description of framework design and its implementation. With a case of a simple file-management Web UI application, it presents the procedure of a platform-independent Web UI app.

Finally, the thesis conducts an experiment and shows the type of development tools employed, and the principle to configure, to program in the experiment environment. It also discusses the feasibility of the web UI app under precise evaluation.

The experiment shows that Web UI can effectively implement the cross platform function operation and have produced some cases of successful application. This framework has a main feature that makes calling from web-side to native-side unlimitly.

Key Words: Web UI; ActiveX; Cross-Platform.

第一章 引言	1
1.1 研究背景	1
1.2 问题的提出	2
1.3 本文的主要工作	3
1.4 论文的结构安排	4
第二章 论文相关技术	5
2.1 Web UI 相关技术	5
2.1.1 HTML 基本概念	5
2.1.2 JavaScript 技术	6
2.1.3 CSS 技术	7
2.1.4 HTML5 新特性	9
2.2 WebKit 技术简介	10
2.2.1 WebKit 技术概述	10
2.2.2 WebKit 的结构	11
2.2.3 WebKit 在各个操作系统的应用现状	12
2.3 ActiveX 技术	12
2.3.1 ActiveX 技术概述	12
2.3.2 ActiveX 在 Windows 中的作用	13
2.3.3 ActiveX 的特点	13
2.4 领域内相关平台介绍	14
2.4.1 PhoneGap	14
2.4.2 AppCan	15
2.4.3 PhoneGap 与 AppCan 平台比较	16
2.5 本章小结	16

第三章 Web UI 与应用程序融合的层次模型	17
3.1 Web UI 程序的运转流程	17
3.2 Web UI 程序的层次划分	18
3.2.1 前端 Web 层	19
3.2.2 后端原生层.....	19
3.2.3 中间通讯层.....	19
3.3 线程的分布周期	20
3.4 数据的传输流程	27
3.4.1 从 Web 环境到原生环境	27
3.4.2 从原生环境到 Web 环境	31
3.5 本章小结	33
第四章 Web UI 应用开发框架的设计与实现	34
4.1 中间层协议解析的设计与实现	34
4.1.1 通信协议消息包结构设计.....	34
4.1.2 通信协议消息包设计的字节流解析规则.....	36
4.1.3 通信协议的前端 JavaScript 实现.....	37
4.1.4 通信协议的后端 C++实现.....	39
4.2 前端 JavaScript 框架的设计与实现	40
4.2.1 JavaScript 中数据流的传输设计	40
4.2.2 在 HTML 页面中进行 JavaScript 编程.....	46
4.2.3 JavaScript 面向对象高级封装问题	47
4.3 后端 C++框架的设计与实现	49
4.3.1 原生 Web 控件的封装 (ActiveX)	49
4.3.2 原生系统调用的封装.....	58
4.3.3 原生线程的调度.....	60
4.3.4 Web 环境 Context 的开辟与清理.....	66
4.3.5 在 C++IDE 中使用 Web UI 框架.....	69

4.4 类关系图	72
4.5 本章小结	73
第五章 实验验证	74
5.1 实验环境	74
5.2 应用场景	74
5.3 实验程序准备	74
5.3.1 实验技术要求.....	74
5.3.2 各开发人员分工准备实验脚本.....	75
5.3.3 实验程序搭建.....	80
5.4 实验验证与结果展示	81
5.5 本章小结	87
第六章 总结与展望	88
6.1 总结	88
6.2 展望	89
参考文献	90
致谢.....	92

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Backgrounds.....	1
1.2 Present Problems	2
1.3 Main Contents	3
1.4 Outline of the Thesis	4
Chapter 2 Related Technologies.....	5
2.1 Web UI Related Technologies	5
2.1.1 Basic Concept of HTML.....	5
2.1.2 JavaScript.....	6
2.1.3 CSS	7
2.1.4 New Features of HTML5.....	9
2.2 WebKit Technical Overview	10
2.2.1 Introduction to WebKit Technology.....	10
2.2.2 The Structure of WebKit.....	11
2.2.3 WebKit Application in Operating Systems	12
2.3 ActiveX Technology	12
2.3.1 Introduction to ActiveX	12
2.3.2 ActiveX 's Function in Windows	13
2.3.3 ActiveX 's Function in Windows	13
2.4 Acquaintance PlatForm	14
2.4.1 PhoneGap.....	14
2.4.2 AppCan	15
2.4.3 Comparison between PhoneGap Platform and AppCan	16
2.5 Summary.....	16

Chapter 3	Pattern of WebUI and Native Application.....	17
3.1	Workflow of Web UI App.....	17
3.2	Tiers Dividing of Web UI	18
3.2.1	Front-End tier: Web	19
3.2.2	Back-End :Native.....	19
3.2.3	Middle-Tier: Communication	19
3.3	Threads' Life Cycle.....	20
3.4	Data Transmission	27
3.4.1	From Web to Native	27
3.4.2	From Native to Web.....	31
3.5	Summary.....	33
Chapter 4	Design and Implementation of Web UI Development ...	34
4.1	Middle-Tier for Protocol	34
4.1.1	Message Packet Design.....	34
4.1.2	Stream Extracting for Message.....	36
4.1.3	Front-End JavaScript Implementation	37
4.1.4	Back-End C++ Implementation	39
4.2	Framework Design for JavaScript	40
4.2.1	Data Transmission in JavaScript.....	40
4.2.2	Programming in JavaScript with Framework	46
4.2.3	Object-Oriented Style Interface for JavaScript.....	47
4.3	Framework Design for C++	49
4.3.1	Native Web Control's Encapsulation (ActiveX)	49
4.3.2	Native System Invoking 's Encapsulation.....	58
4.3.3	Threads' Scheduling	60
4.3.4	Web UI Context's Startup and Cleanup	66
4.3.5	Using Web UI Framework in C++ IDE	69
4.4	Class Relation Chart.....	72

4.5 Summary.....	73
Chapter 5 Experiment	74
5.1 Experimental Environment	74
5.2 Scenarios	74
5.3 Experiment Program Prepare	74
5.3.1 Skills Requirement.....	74
5.3.2 Every Type of Role in Team Program Prepare	75
5.3.3 Experimental Environment to build.....	80
5.4 Results	81
5.5 Summary.....	87
Chapter 6 Conclusion and Future Research	88
6.1 Conclusion	88
6.2 Future Research	89
References	90
Acknowledgements	92

第一章 引言

1.1 研究背景

最近这几年，移动互联网发展迅猛，据 2015 年 07 月发布最新的《中国互联网络发展状况统计报告》^[1]显示，截至 2015 年 6 月我国手机网民规模达 5.94 亿，较 2014 年 12 月增加 3679 万人。网民中使用手机上网的人群占比由 2014 年 12 月的 85.8% 提升至 88.9%。

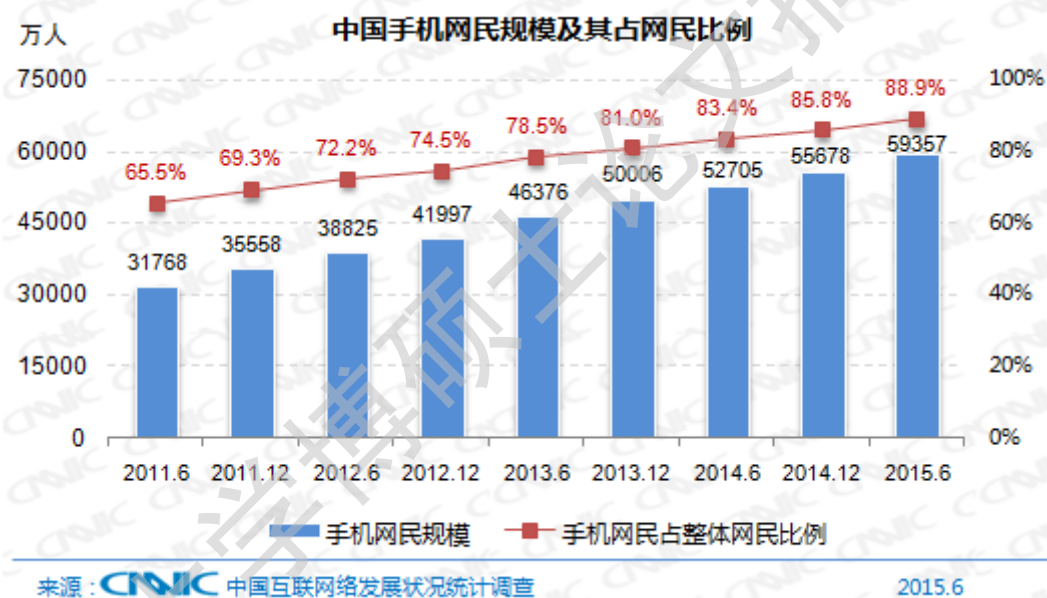


图 1-1: 中国手机网民规模及其占网民比例

随着生活质量的提高，人民生活的日渐丰富，使用手机的人数规模越来越多，移动互联网被越来越多人的人推崇。随着移动互联网的普及，网民更趋向于通过移动互联网获取新闻等资讯^[2]。

特别是随着 HTML5 的发展，软件开发需求变得更繁杂和迫切。需要更快速的适应不一样的平台，如，PC、手机、平板；以及其它嵌入式系统设备。同时，应用程序往往包含网络，多媒体，云数据与本地数据的交换。如何快速达成客户多变的需求，去完成界面绚丽而又功能强大的应用程序呢？这迫使广大开发者

必须要找到更高效的界面开发方式。

于是，使用 Web UI 代替原生 UI 的需求在这些年的呼声越来越高。乔布斯曾谈到：尽管 Native App 是主流趋势，现阶段给用户提供了更好的体验，但 Web App 是未来^[3]。Web UI 利用浏览器组件做渲染引擎，使用 HTML 做内容填充。把很多 Web 开发团队带入到系统原生应用中，也让很多原生应用开发团队的人员改变原有的原生 UI 组件开发模式。

1.2 问题的提出

为什么是 Web UI ？这必须从当前主流的开发工具和开发模式说起。目前 PC 端由 MFC、.NET、Qt 等作为主要开发工具。而移动操作系统主要包括 Android、iOS、Window Phone、Symbian、BlackBerry OS 等，应用软件相互独立，不同系统不可兼容，差异性大，造成多平台应用开发周期长，移植困难^[4]。它们已经越来越不能满足用户快捷、简单的需求。

传统的 UI 开发模式虽然满足了大部分用户的需求，但是普遍都存在一些不足，比如多平台重复开发以及各平台用户体验不一致的问题^[5]，这使得相关的 UI 应用受到了比较大的限制，同时随着互联网的发展迅速，简单化的需求也越来越强烈，总体来说，传统的 UI 开发模式存在以下几个问题：

- 1、UI 的开发极大的依赖于程序员，而不是设计师。尤其是像 MFC 这样的开发模式；

- 2、跨平台性差，如果要开发一个跨平台的应用，需要在每个平台用各自的开发工具重新把业务实现一遍，重复开发；

- 3、当应用软件在版本迭代的过程中，不可避免的也要求用户下载更新。从而也容易带来版本滞后和不一致的问题。

而如果选择使用 Web UI 的开发模式，它的先天优势非常契合的解决了这几个问题。

- 1、Web UI 使用 HTML 作为 UI，不仅获得 Web 界面的丰富功能，同时也把设计工作归还给设计师；

- 2、Web 标准是任何一个平台都支持的标准，只要应用的 UI 体验用 Web 完

成，那就相当于支持所有平台；

3、使用 Web 控件作为 UI 渲染的窗口，可以直接载入远程 URL 地址。所以，可以得到最新的 UI 和脚本，大大降低更新的频率。一般只需要更新本地调用的部分。

使用 Web UI 组件不仅可以把 Web 界面带到传统应用开发中，同时，还依然保持本地调用的强大能力。让应用程序像原来一样获取与更新本地信息，以及为用户推送通知。

还有很重要的两大优势：

1、Web UI 应用 使用 JavaScript 作为业务逻辑的脚本语言，让应用开发变得更加简单。大大降低学习成本和人力成本。

2、选择使用内置 HTML5 图形功能的 Web UI，可以灵活的动态绘制图形与图像，还可以获得显卡的硬件加速。

综上，Web UI 跨平台开发框架的可以很好的解决以上问题。

1.3 本文的主要工作

本文研究与设计搭建面向 Web UI 的跨平台开发框架，对涉及的面向 Web UI 的相关技术，HTML、CSS、JavaScript 技术以及 ActiveX 相关技术进行了介绍。本文设计了基于 Web UI 与应用程序融合的层次架构，提出了相关的跨平台开发架构和代码结构设计，并进行编程实现。在这个开发框架的基础上针对一个具体的实验—Web UI 应用程序实验，进行了实验验证，验证了本文设计的开发框架的正确性和有效性。

首先，本文介绍与讨论了面向 Web UI 的跨平台开发框架所需的相关技术，包括面向 Web UI 的相关技术，还有 WebKit 技术、ActiveX 相关技术，以及相关领域的两个相似跨平台产品，PhoneGap 和 AppCan。

其次，本文在前面介绍的相关技术的基础上，设计了 Web UI 与应用程序融合的跨平台开发架构，介绍了具体的设计思路，设计了相关程序流程和架构层次，并进行了编程实现。

最后，本文基于前面的设计实现，本文还通过一个具体的实验—Web UI 应

用程序实验，主要对本文设计的跨平台框架的数据流程与相关功能进行验证。实验部分对论文提出的面向 Web UI 的跨平台开发框架，对实验环境、实验过程和实验结果进行了详细的介绍，并对本文设计的面向 Web UI 的跨平台框架的基本流程的可行性进行了准确的评估。

1.4 论文的结构安排

本文共分六章，各章内容如下：

第一章 引言。主要介绍了本文的研究背景、所研究的问题的提出，并简单叙述了本文的主要研究内容。

第二章 相关技术简介。介绍了面向 Web UI 的相关技术，还有 WebKit 技术、ActiveX 相关技术。并介绍了 PhoneGap、AppCan 跨平台框架，加强对本文框架的全面了解。

第三章 面向 Web UI 的跨平台开发架构的层次设计，包括 Web UI 程序的运转流程，Web UI 程序的层次划分。这其中包括前端 JavaScript 应用脚本层、中间接口导出层、后端 C++ 应用脚本层。最后介绍了线程的分布周期和数据的传输流程。

第四章 面向 Web UI 应用开发框架的设计与实现。设计了中间层协议解析代码实现，前端 JavaScript 框架的编程实现，后端 C++ 框架结构的编程实现，并且提供相关的类关系图。

第五章 实验验证。基于前面的框架搭建与实现，进行了一个能够进行前后端数据通信的程序实验，对实验环境、实验过程和实验结果进行了详细的介绍，并对本文设计的面向 Web UI 的跨平台开发框架的正确性和有效性进行了评估。

第六章 总结与展望。对本文的研究的内容与设计的跨平台开发框架进行总结，并对目前存在的问题提出接下来的研究方向。

第二章 论文相关技术

本章介绍了面向 Web UI 的跨平台开发框架搭建所需要的相关技术，介绍了 Web UI 相关技术，包括 HTML 技术、JavaScript 技术、CSS 技术、HTML5 新特性；以及 WebKit 相关技术和 ActiveX 技术，并介绍了领域内功能相类似的 PhoneGap 和 AppCan 跨平台开发框架。

2.1 Web UI 相关技术

Web UI 指的是基于网页的用户界面 (Webpage User Interface)。Web UI 在设计上与一般的应用程序设计的不同点是，Web UI 使用 HTML 做布局，样式表做表现，JavaScript 脚本做行为，是一种 MVC 模式的应用程序 UI，分离了各个工种的工作，让团队更容易配合，而不是像其他应用程序的开发模式，需要让程序员过多参与 UI 的工作，导致较高的耦合度，也限制了设计人员的发挥。

本节主要介绍了目前实现 Web UI 的几种技术，包括 HTML 技术、JavaScript 技术、CSS 技术、HTML5 新特性。

2.1.1 HTML 基本概念

HTML^[6] (The HyperText Markup Language, 超级文本标记语言) 是用于描述网页内容结构的语言，使用 HTML 可以：

- (1) 发布包含标题、文本、表格、列表、图片的在线文档。
- (2) 通过单击超链接进行网页间的跳转。
- (3) 设计表单将用户输入的内容提交给服务器进行处理。
- (4) 可以嵌入声音、视频等多媒体内容。

在 HTML 规范中，开发者通过“标记”描述网页内容，这与传统的编程语言相比，开发难度大大降低。

HTML 语言功能强大，容易掌握，它具有以下几个特点。首先，它具备相当的简易性，学习简单，入门方便，容易轻松掌握；其次，具有可扩展性的特点，

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.