

面向移动终端的 HTML5 应用运行环境研究 *

陆 钢¹, 区洪辉², 梁柏青¹, 李蓉蓉¹

(1. 中国电信股份有限公司广东研究院 广州 510630;

2. 中国电信股份有限公司广东分公司 广州 510081)

摘 要:新一代 Web 标准 HTML5, 已成为未来移动互联网应用平台的通用技术标准, 基于 HTML5 的移动 Web 应用正逐渐成为新兴的应用形式, HTML5 应用运行环境作为移动 Web 应用的重要载体, 在 Web 应用生态系统中具有核心位置。首先分析了移动 Web 应用的现状和可能的发展趋势, 其次研究了 HTML5 应用运行环境的功能架构, 并分析了相关的关键技术, 最终提出了面向移动终端的 HTML5 应用运行环境技术方案。

关键词: HTML5 应用运行环境; 移动 Web 应用; 移动终端

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.05.007

Research on the HTML5 Application Runtime Environment for Mobile Terminal

Lu Gang¹, Ou Honghui², Liang Baiqing¹, Li Rongrong¹

(1. Guangdong Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China;

2. Guangdong Branch of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510081, China)

Abstract: A new generation of Web HTML5 standard has become a general technical standard for mobile internet application platform in the future, and mobile Web application based on HTML5 is becoming a new form of application. The HTML5 runtime environment is an important carrier of mobile Web applications with the core position in ecosystem of the Web application. Firstly, the status of mobile Web applications and development trends were analyzed. Then, the function structure of application of HTML5 runtime environment was researched, and related key technologies were analyzed. Also, the solution of HTML5 runtime environment for mobile terminal was proposed.

Key words: HTML5 application runtime environment, mobile Web application, mobile terminal

1 前言

移动智能终端应用形态主要分为移动 Web 应用和本地应用两类, 移动 Web 应用是指运行在移动 Web 引擎上的应用, 一般采用网页语言开发, 本地应用是指运行在移动终端操作系统上的应用, 一般采用 Java、C 等原生语言

开发。比较而言, 移动 Web 应用通过 Web 引擎调用终端能力, 具有开发简单、跨平台适配等优点, 目前由于 Web 引擎能力的限制, 更多适用于一些游戏、阅读等信息类、内容类应用; 而本地应用能够直接调用终端能力, 具有交互方式丰富、运行效率高等优点, 其应用范围更广。长期以来, 移动 Web 应用作为本地应用的重要补充形态, 由于其开

* “核心电子器件、高端通用芯片及基础软件产品”国家科技重大专项基金资助项目“移动智能终端操作系统研发”(No.2012ZX01039002-001)

发门槛低,受到广大草根开发者的欢迎。

当前移动互联网的最新趋势就是 HTML5 所引发的技术变革,Strategy Analytics 分析师表示:“预计全球支持 HTML5 的手机将由 2011 年的 3 360 万部增长为 2013 年的 10 亿部”。该增长主要由北美、欧洲和亚洲的硬件供应商和软件开发者所推动,他们希望在多种平台上开发富媒体业务,包括像 Adobe、苹果、谷歌和微软这样的公司。应用开发商 Appcelerator 和市场调研机构 IDC 联合发布了新的移动行业趋势季度报告,其数据显示,移动开发者对 HTML5 的兴趣大幅提高。

可以看到,HTML5 丰富了 Web 应用的多媒体呈现能力、交互能力、云端服务集成能力与本地处理能力,降低了移动互联网应用的开发门槛,对移动设备的本地应用形成了巨大的挑战。由于具备良好的用户体验、丰富的多媒体内容、优异的跨平台和跨终端等特性,基于 HTML5 的移动 Web 应用正在成为下一代移动互联网应用的主流趋势。而 HTML5 应用运行环境作为移动 Web 应用的重要载体,在产业生态链中具有核心位置,其技术先进性和产品成熟度决定了移动 Web 应用未来的发展前景。

2 移动 Web 应用的现状和发展

移动 Web 应用大致经历了以下 3 个发展阶段。

(1) 网页应用阶段

基于浏览器运行的网页小程序,采用 JavaScript 编写或需要浏览器插件支持,由于需要依赖浏览器能力并且需要下载插件,应用体验不佳,因此只是作为网页的补充,并没有形成较大的产业规模。

(2) Widget 应用阶段

移动互联网发展初期,考虑到开发本地应用的复杂性以及浏览器的限制,设计了 Widget 引擎,扩展了对终端能力的调用,其应用形态接近原生应用,但后期由于标准不统一且产业链不成熟,同时受到操作系统原生应用的冲击,因此发展受限。

(3) HTML5 应用阶段

随着 HTML5 标准的发布以及产业链厂商的支持,移动 Web 应用从目前的发展形态逐步过渡到 HTML5 应用,其依托于 HTML5 应用运行环境,应用体验接近原生应用,目前是业界的发展热点。

可以看到,移动 Web 应用正在向支持 HTML5 标准的移动 Web 应用形态发展,其形态由移动 Web 应用运行环

境决定,目前来看主要有以下几种类型。

(1) 基于支持 HTML5 浏览器的移动 Web 应用

浏览器作为移动 Web 应用运行环境,浏览器厂商主推。目前如 Chrome、Opera、UC 等都推出了支持 HTML5 标准的浏览器,并且发布了基于浏览器的应用商店,已经可以支持移动 Web 应用的下载和运行。

(2) 内嵌 Web 引擎的移动 Web 应用

客户端作为移动 Web 应用运行环境,应用开发商主推。此类应用一般采用客户端内嵌 Web 引擎扩展的方式,客户端上可以运行一个或多个移动 Web 应用,应用体验和原生应用基本一致,现阶段的一些企业信息化应用以及定制 Web 桌面都采用了此种方式。

(3) 基于操作系统 Web 引擎的混合类应用

操作系统内嵌移动 Web 应用运行环境,操作系统厂商主推。此类应用利用操作系统提供的 Web 接口,如 Android 的 Web View 对象,主要采用网页编程语言,同时结合原生语言开发,无需依赖浏览器运行,应用体验和原生应用基本一致。

(4) 基于 Web OS 的应用

操作系统就是移动 Web 应用运行环境,下一代网页操作系统厂商主推。其是移动 Web 应用发展的终极阶段,操作系统可以支持或者只支持网页类应用开发方式,如阿里云手机、Firefox OS 都采用了这种方式。

以上几种方式目前来看都还处于探索和发展阶段,究竟哪种方式会成为主流还有待观望,但可以肯定的是,基于 HTML5 的移动 Web 应用已经成为业界的发展方向,以上几种方式的移动 Web 应用运行环境都在向 HTML5 应用运行环境演进。

3 HTML5 应用运行环境功能架构设计

HTML5 标准采用增量发展的策略,除去 HTML5 的基础规范外,其他功能都单独制定规范。整个 HTML5 体系结构如图 1 所示。

研究图 1 中的标准可以看到,HTML5 带来的变化主要体现在以下几个方面:

- 结构化的内容模型和简化的标签;
- 智能表单,提供日历、邮件等模板开发;
- 对离线存储有更好的支持;
- 增强的多媒体能力和原生的音/视频支持,如 canvas、audio、video;

HTML5	Web Workers	CSSOM View Module
CSS 3	Web Sockets Protocol/API	Cross-Origin Resource Sharing
DOM Level 3 Events	Indexed Database	RDFa
SVG 1.1	File API	Microdata
WAI-ARIA 1.0	Geolocation	WOFF
MathML 2.0	Server-Sent Events	HTTP1.1 part 1 to part 7
ECMAScript 5	Element Traversal	TLS 1.2(updated)
2D Context	Media Fragments	IRI(updated)
Web GL	XML HTTP Request	
Web Storage	Selectors API	

图 1 整个 HTML5 体系结构

- 增强的网络通信能力,提供全双工、多线程的支持;
- 设备 API 的提供,支持调用定位、文件、传感器。

根据移动 Web 应用形态需求,结合 HTML5 标准带来的变化,设计了如图 2 所示的 HTML5 应用运行环境,运行环境主要包括以下三大功能层。

(1)HTML5 应用展现层

HTML5 应用运行环境的门户,在移动终端上以应用桌面或应用管理器的形式呈现,是用户发现、下载、管理 HTML5 应用的入口,也是 HTML5 应用运行环境的重要组成部分。

(2)HTML5 引擎

HTML5 应用运行环境的核心,主要包括管理、内核、终端能力、终端适配、运营商网络能力等功能模块,提供 HTML5 应用的运行解析、逻辑处理、界面展现和用户交互

等功能。

(3)操作系统层

提供 HTML5 引擎运行所需的计算存储能力,在 Web OS 应用形态下,操作系统层需要具备 HTML5 引擎层提供的功能。

为了实现图 2 所示的功能架构,需要在现有移动 Web 应用运行环境基础上对应用逻辑、图形、网络、音/视频、数据存储、本地资源、安全、插件等关键技术进行重点研发。

4 HTML5 应用运行环境关键技术

对现有 Web 引擎或浏览器关键技术的改造实现要点如下。

(1)应用逻辑能力模块:支持 HTML5 的新增标签、属性和结构以及对 JavaScript 性能的提升

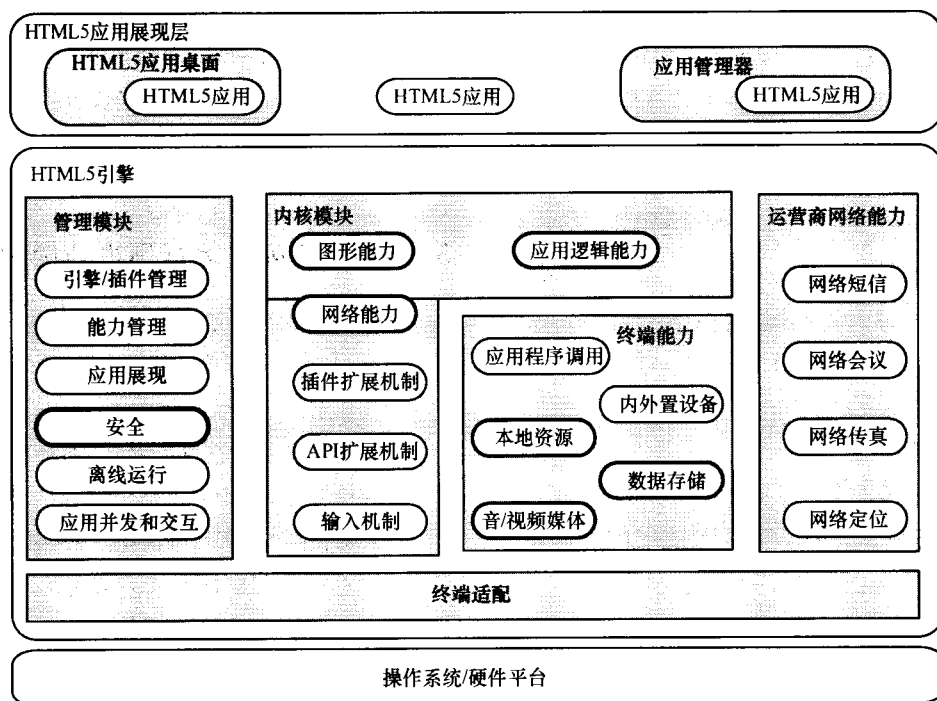


图 2 HTML5 应用运行环境功能架构

Web 内核布局渲染引擎的核心是一棵称为 Render 树的结构。它的核心作用是提供一个通用的规划页面布局和渲染机制,利用它不仅可以绘制 HTML 页面,也可以绘制 SVG 页面,甚至其他格式的页面。Render 树与 DOM(文档对象模型)树相互关联,相互补充。Render 树是对 DOM 树的更进一步描述,主要与布局渲染等 CSS 相关属性(如 width,height,color,font)有关,用于描述 DOM 树的布局渲染特性。HTML5 标准要求可以通过理解和定制布局渲染引擎达到提升用户体验的效果,提供布局排版的灵活性改进,能够根据终端屏幕大小,自适应调整页面内容的布局效果,避免滚动区域过大、渲染特效增强,结合合适的图形引擎,增强视觉效果。可以认为,HTML5 应用运行环境的核心功能是以 DOM 树和 Render 树为核心的功能强大、扩展性良好的通用渲染机。

DOM 是整个 Web 内核的基础,它遵从 W3C 的 DOM Level1、Level2 和 Level3 标准实现并进行的自扩展。互联网内容的解析、布局、下载和数据交互都是通过 DOM 完成的。它包括页面节点管理和事件分发两大技术:Web 内核对解析标签语言(HTML、SVG、XML、CSS)的设计符合 HTML DOM、SVG DOM、XML DOM 和 CSS DOM,实现了 DOM 方式的节点管理,采用树状结构管理页面的元素和属性节点,为 JavaScript 脚本动态操作控制页面元素提供方法;事件的分发处理模型,它是实现动态交互的方法,事件模型遵从于 W3C DOM Event 标准,将事件的分发处理分为捕捉、处理和冒泡 3 个阶段。在基于 DOM 节点的管理框架下,使得 Web 内核扩展对标签语言的支持更加便利。

互联网业务或内容的动态性和交互性,甚至视觉特效,都是由脚本语言完成的,使用最广泛的是 JavaScript。它是当今互联网业务的控制和数据处理中枢。互联网内容越复杂,其内嵌的 JavaScript 脚本就越复杂,而对于解释型的脚本语言,复杂的 JavaScript 脚本会影响互联网业务的运行响应速度,影响用户体验。因此,HTML5 JavaScript 引擎的执行效率已成为互联网引擎的一大性能瓶颈,其技术有待提升。

(2)图形、网络、数据存储、音视频能力模块:支持新标签和接口

引擎需要支持 canvas 应用编程接口(canvas application programming interface)提供的数十种方法或函数来绘制线条、弧线以及矩形,用样式和颜色来填充区域,书写样式化文本,操作图像和视频以及其他有趣的活动。

引擎需要支持 Web GL,使程序员可以直接在网页上展示物体的 3D 形象,并且这种展现直接使用设备的图形处理器的处理能力,其绘图性能能够得到保证。

引擎需要支持 Web Socket 接口,支持页面使用 Web Socket 协议与远程主机进行全双工的通信。支持 HTML5 Web Notification 技术,为开发者提供一种可以跨越沙盒的通知(API),可以使用户无论在浏览什么网页,甚至在浏览器最小化的状态下,都可以收到来自 Web 应用的桌面通知。

引擎需要支持 Web Storage、Indexed DB 和 Application Cache 3 种存储方式,提供相关的机制和开放接口。

引擎需要支持新增的<audio>、<video>标准,同时需要支持以下音视频编解码,音频支持 Ogg Vorbis、MP3、AAC 和 WebM 4 种格式,视频支持 Ogg Theora、MPEG4、H.264 和 WebM 4 种格式,并且需要支持音/视频播放窗口的展现。

(3)本地资源模块:定位、文件、音/视频等设备 API 或标签遵循 HTML5 的标准

引擎的另一个关键技术是对 JavaScript 引擎的扩展。对于类似 Widget 的业务基于标准 JavaScript 衍生扩展了一批新的 JavaScript 功能接口,需要在 JavaScript 引擎中进行功能扩展以及与 Web 内核中的其他模块建立交互流程。可采用外部注册接口类方式,也可以采用设计新的类接口在代码级中扩展的方式。扩展部分包括对 W3C 规范要求的 device、multiMedia、telephony、PIM、messaging、applauncher、ui、filesystem、gallery、status、appconfig、geolocation、camera、commlog、pim 等类接口的支持。

(4)安全模块:支持 HTML5 应用的安全管理

HTML5 标准带来了引擎能力的提升,同时也带来了一系列的安全隐患,如 HTML5 隐私窃取、HTML5 跨站脚本攻击、HTML5 应用钓鱼等。对隐私窃取可以采用监控 HTML5 接口、接管 HTML5 接口的用户隐私授权功能、监控 HTML5 接口的本地存储的读取行为等方式增强安全功能;对跨站脚本攻击可采用审计浏览器所访问的 URL、对截获的 URL 进行分析、分析 HTTP 请求所返回的内容等方式进行防范;对钓鱼行为可采用开启 HTML5 iframe 沙箱,在非信任网站的网页中所有的 iframe 网页都是不安全的,在 iframe 沙箱中的网页将强制禁止执行动态脚本,禁止提交表单的方式。开启 HTML5 iframe 沙箱后保护 iframe 沙箱内的网站不被钓鱼网页用作点击劫持和拖放劫持攻击,能够保护用户免受新型 HTML5 网页的钓鱼攻击。安全是一个系统功能,需要终端引擎配合后台服务器完

成以上功能。

(5) 插件扩展技术:支持第三方插件

Web 内核采用插件机制,用来实现利用第三方便程序库扩展外部功能的方法,如文档阅读器、Java 小程序、媒体播放器等。Web 内核插件机制将遵循 NPAPI(netscape plugin application programming interface) 标准,提供一组规定的 API 支持 NP 插件。

5 HTML5 应用运行环境实现方案

HTML5 应用运行环境根据形态的不同有多种实现方案,下面针对 Android 平台探讨两种实现方案。

(1) 扩展 Web View 组件为 HTML5 应用运行环境

Android 平台对 Web 应用开发者提供了 Web View 对象封装 Web 应用开发接口,由于 Web View 组件提供给上层 Web 应用的 API 能力有限,所以需要对其进行扩展来完成一些应用的构建。当前一些移动中间件(如 PhoneGap)已经对一些基本功能做了扩展,但终端资源能力支持得并不好,所以需要进行扩展。如果移动应用需要扩展基于 Web View 的移动应用 SDK,可以借鉴 PhoneGap 的功能扩展模式(扩展插件形式)或者在 PhoneGap 的基础上进行一定的扩展,增添更多的功能。

如图 3 所示,扩展 Web View 组件后的移动中间件与 PhoneGap 的工作原理十分类似,开发人员使用该移动中间件时,全部使用 Web 技术即可完成移动终端应用的开发。与 PhoneGap 不同的是,需要扩充一些运营商特有的业务(Java 代码实现)。

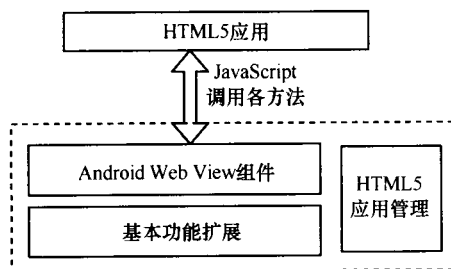


图 3 Web View 组件扩展为 HTML5 应用运行环境

(2) 扩展 Webkit 为 HTML5 应用运行环境

Android 操作系统内置 Web 引擎是基于 Webkit 这一开源内核进行开发,考虑到基于 Web View 对象开发还存在局限,因此深度定制的 HTML5 应用运行环境可采用开源 Webkit 内核开发扩展。Webkit 包括基本的 Web Core 排版引擎和 JavaScript Core 引擎,并且还在不断地按照

HTML5 标准进行增量开发。

如图 4 所示,需要对 Web Core 模块和 JavaScript Core 模板按照第 4 节中提到的关键技术进行定制开发,以支持 HTML5 的新特性,并提升运行环境的性能。

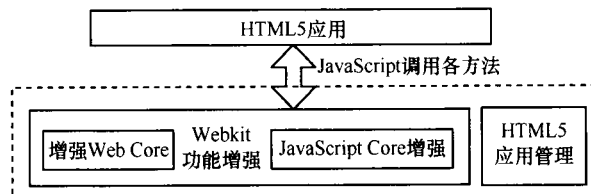


图 4 Webkit 组件扩展为 HTML5 应用运行环境

比较而言,第一种方案开发难度较低,可以扩展 JavaScript API 支持补充设备、网络或资源 API 能力,但无法涉及 Web 应用运行环境核心功能,并存在一些功能和性能上的瓶颈;而第二种方案开发难度较大,需要涉及 Webkit 核心代码的修改,但是定制化程度高,可以为 HTML5 应用提供更加完善的运行环境。

6 结束语

按照 W3C 构想,HTML5 标准制定工作将于 2014 年完成,随着其产业环境的不断成熟,可以看到在未来 1~2 年时间内,HTML5 应用市场将有一个井喷式的增长。在传统移动互联网应用市场,苹果(依托 iOS)和 Google(依托 Android 系统)占据了垄断地位,而目前 HTML5 技术的出现,将使移动互联网应用市场面临着一次重新洗牌的机会。移动终端 HTML5 应用运行环境在移动 Web 应用产业链中的地位犹如操作系统在原生应用中的位置,其核心价值不言而喻,因此目前各大厂商都在这一领域依托自身优势积极谋略,希望构建 HTML5 应用产业链。如文中指出,现阶段移动终端 HTML5 应用运行环境还存在性能和功能上的局限,标准也在完善过程中,因此有必要加大对这一领域的研发工作,推进我国移动互联网产业发展。

参考文献

- 1 李慧云,何震苇,李丽等. HTML5 技术与应用模式研究. 电信科学, 2012,28(4)
- 2 工业和信息化部通信行业职业技能鉴定指导中心,中国移动互联网基地. 移动应用开发技术. 北京: 机械工业出版社, 2011
- 3 Damon O, Sebastien B. Pro Android Web Apps: Develop for Android Using HTML5, CSS 3 & JavaScript. Berkeley: Apress, 2010
- 4 W3School. HTML 5 参考手册. <http://www.w3school.com.cn/html5/>

(下转第 49 页)

HTTP 返回给客户端。

为了提高代理服务器的性能,可以引入负载均衡器构建代理服务器集群,并通过分布式缓存技术保存频繁访问的搜索结果。

5 结束语

个性化服务是移动搜索的一种趋势,也是一个研究热点,为了满足移动搜索的个性化需求,本文研究了个性化技术和元搜索技术,结合智能终端能力,设计出了个性化移动搜索代理的基本架构,能够在一定程度上提升移动搜索的效率和准确性。今后将持续改进用户兴趣模型,优化服务器性能,使之能在用户检索效率和用户体验方面得到更好的提高。

参考文献

- 1 Kenneth Wai-Ting Leung, DikLun Lee, Wang-Chien Lee. PMSE: a personalized mobile search engine. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2013, 25(4)
- 2 许天亮,王义峰,曾平. 个性化元搜索引擎技术研究. 电子科技, 2008(1):56~59

(上接第 44 页)

[作者简介]



陆钢,男,硕士,中国电信股份有限公司广东研究院高级工程师,主要从事移动互联网、云计算技术研发工作。

区洪辉,男,硕士,中国电信股份有限公司广东分公司高级工程师,主要从事电信业务平台、云计算技术、移动互联网技术规划与实施工作。

- 3 王忠,程磊. 基于元搜索引擎的个性化 Web 信息采集. 计算机工程与设计, 2009(7):3117~3119

[作者简介]



何震苇,男,硕士,中国电信股份有限公司广东研究院工程师,主要从事终端应用和云计算平台研发工作。

邹若晨,男,华南理工大学硕士研究生,主要研究方向为移动互联网应用和平台研发。

钟伟彬,男,硕士,中国电信股份有限公司广东研究院工程师,主要从事云计算相关技术研发工作。

严丽云,女,硕士,中国电信股份有限公司广东研究院工程师,主要从事移动互联网、云计算及虚拟化技术研发工作。

(收稿日期:2013-04-15)

梁柏青,男,学士,中国电信股份有限公司广东研究院部门技术总监、高级工程师,“核心电子器件、高端通用芯片及基础软件产品”国家科技重大专项基金资助项目“移动智能终端操作系统研发”的负责人,主要从事电信网络技术研究,交换设备、综合数据网络产品和电信终端的设计和研发工作。

李蓉蓉,女,学士,中国电信股份有限公司广东研究院高级工程师,主要从事平台相关技术研究和研发工作。

(收稿日期:2013-04-15)

·简讯·

2013 年度中国通信学会科学技术奖励工作会议在京举行

2013 年 4 月 24 日,中国通信学会在工业和信息化部电信研究院 3G 大楼报告厅举行“2013 年度中国通信学会科学技术奖励工作会议”。出席本次工作会议的领导有:国家科技奖励办公室副主任陈志敏、工业和信息化部科技司副司长韩俊、中国科协学会学术部副部长兼学会管理处处长范唯、工业和信息化部电信研究院副院长于生多。中国通信学会副理事长兼秘书长张新生、中国通信学会副秘书长秘建虎、副秘书长张英海出席大会,并为获得 2012 年度中国通信学会科学技术奖的 35 个获奖项目代表颁奖。