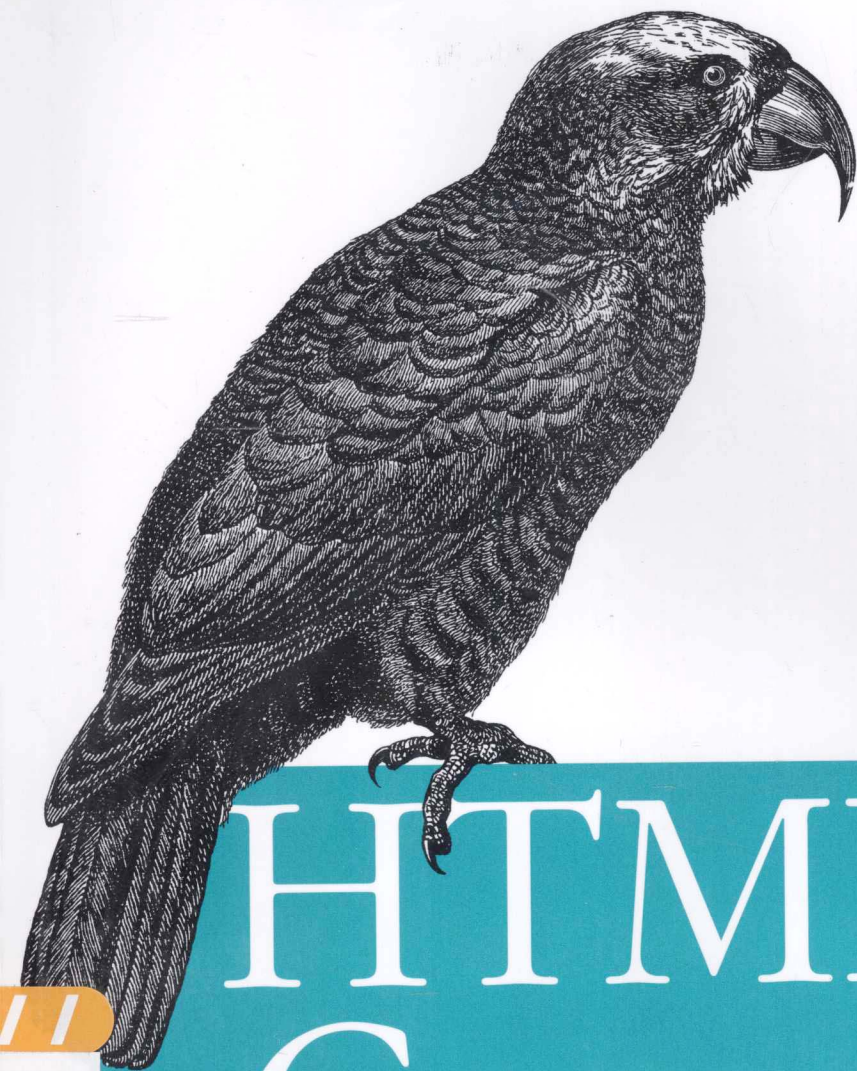


HTML5 Canvas



HTML5 Canvas

开发详解

O'REILLY®

[美] Steve Fulton Jeff Fulton 著
任旻 王洋 邹鑫弢 译

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

013064571

TP312HT

111

O'REILLY®

HTML5 Canvas 开发详解

[美] Steve Fulton Jeff Fulton 著

任 旻 王 洋 邹 鑫 弢 译



北航

01672049

人民邮电出版社

北京

TP312HT

111

172330310

图书在版编目 (CIP) 数据

HTML5 Canvas开发详解 / (美) 富尔顿 (Fulton, S.)
, (美) 富尔顿 (Fulton, J.) 著; 任旻, 王洋, 邹鋆弢
译. — 北京: 人民邮电出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-115-32186-2

I. ①H… II. ①富… ②富… ③任… ④王… ⑤邹…
III. ①超文本标记语言—游戏程序—程序设计 IV.
①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第132509号

版权声明

Copyright ©2012 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2012.
Authorized translation of the English edition, 2012 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish
and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

本书中文简体版由 O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书的任
何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

内 容 提 要

HTML5 是 Web 应用程序开发的新趋势, Canvas 是其最令人兴奋的新特性。本书通过对 Canvas 元素
进行详细介绍, 引领读者进入 HTML5 开发的大门。通过本书, 读者将学到如何使用 Canvas 进行绘图、渲
染文字、处理图像、创建动画, 最终构建出交互式的多媒体应用程序。

本书适合各个层级的 Web 应用开发人员阅读使用。不论他现在是使用 Flash、Silverlight 的成熟开
发人员, 还仅仅是只用过 HTML 及 JavaScript 的初学者。

-
- ◆ 著 [美] Steve Fulton Jeff Fulton
译 任 旻 王 洋 邹鋆弢
责任编辑 汪 振
责任印制 程彦红 杨林杰
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1000 1/16
印张: 37
字数: 769 千字 2013 年 8 月第 1 版
印数: 1-3 000 册 2013 年 8 月河北第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2013-4961 号

定价: 99.00 元

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

作者简介

Steve Fulton 是一位 RIA（丰富性网络应用服务）和网页游戏开发者，在过去的 3 年半中，他在自己的个人网站 <http://www.8bitrocket.com> 中记录了很多关于他的新闻、故事、博客，内容包括 Flash、Silverlight 教程，以及现在的 HTML5 技术。在 Flash 游戏开发者中，Steve 在 Alexa 网站的排名名列前茅。Steve 在过去的 14 年中担任 Mattel Toys 公司的网页开发经理，帮助公司赢得了众多在线用户。

Jeff Fulton 在过去的 17 年中一直致力于 RIA 并创建了很多游戏。他目前是 Zynga 的高级游戏工程师。之前他在 Mattel Toys 做贸易，并且为自己的 8bitrocket 工作室做自由撰稿人。Jeff 还与他的哥哥 Steve 合著了一本关于高级 Flash 游戏开发的书。现在他经营着一个成功且很受欢迎的博客网站 <http://www.8bitrocket.com>。这是一个致力于研究 Flash、HTML5、Silverlight 和复古游戏的网站。

前言

HTML5 Canvas 为开发者提供了一个新的机会，利用它仅使用普通的 HTML 和 JavaScript 语言就可以在常见的浏览器中创建动画图形。Canvas 是 HTML5 中使用率最高的一部分，它被用于许多演示与游戏。它提供了视觉效果很棒的交互特性，而且它还提供了非常大的自由度，几乎允许开发者在浏览器窗口中做任何事情。然而它与 JavaScript 的传统开发方式不同（与 Flash 和 Silverlight 的开发也不同），因此需要仔细进行探索。

如何运行本书中的示例

使用 HTML5 和 Canvas 编程最大的好处就是进入的门槛非常低——需要的所有工具就是一个现代浏览器和一个文本编辑器。

为了得到最大兼容性，本书建议读者下载或使用下列最新版本的浏览器，并且排名越前优先级越高。

1. Chrome
2. Safari
3. Opera
4. FireFox
5. Internet Explorer（IE9 或更高版本）

本书中的每一个示例都在 Google Chrome、Safari 和 Opera 中测试过。在后期开发的示例代码中，FireFox 中开始出现一些问题。本书已经尽最大努力确保这些示例可以兼容尽可能多的浏览器，不过这里依然推荐读者使用 Google Chrome 或 Safari 浏览器，这样在 Canvas 获得更多的支持度之前得到最好的效果。

请注意，如果读者使用本书的 PDF 版本复制粘贴代码，那么许多语句中包含的减号（“-”）会被替换为其他字符，例如连字符。读者可以将这些其他符号替换为减号（“-”），这样代码才能正常工作。

本书建议购买了本书电子版的读者应该仅将书中的代码作为一个参考指南，并且从本书的网站中下载完成的代码。在下载文件中除了代码，还包括所有的图像文件、二进制文件以及可以让示例在浏览器中正常运行的其他资源。

读者需要具备的知识

理想情况下,读者需要具备一些现代语言的编程知识,如 C、C++、C#、ActionScript 2、ActionScript 3、Java 或 JavaScript。但是,如果读者刚刚涉足这个领域,本书会尽量在介绍 Canvas 的同时让读者也对网页编程有所了解。

具备 HTML 和 JavaScript 基础的网页开发者应该会非常容易地掌握本书的内容。

如果读者是 Flash 的开发者,那么 JavaScript 语言与 ActionScript 1 语言在本质上是同一种语言。Adobe 公司在 ActionScript 2 中进行了一些改进,但读者应该也会比较容易地接受 JavaScript 语言。如果读者只有使用 ActionScript 3 语言的经验,那么使用 JavaScript 时会感觉有一些退步。

如果读者是 Silverlight 或 C# 的开发者,那么请深呼吸,回忆一下在 ASP.NET 和 C# 出现之前不得不使用 VBScript 语言开发网页应用程序时的场景。现在的情况与之有一些类似。

本书组织结构

本书分为 11 章。第 1~4 章通过示例向读者展示 HTML Canvas 的 API 的使用方法。内容主要包括文本、图像和绘图相关功能。这些章节包含几个完整的应用,但是演示程序的组成部分主要是为了向读者展示 Canvas API 的不同功能。在接下来的第 5~10 章中,示例的范围被扩展到应用程序的级别,在这个过程中将对 Canvas 的 API 做进一步的介绍。在这些章节中介绍了应用中的数学和物理算法、视频、音频、游戏和移动应用。在最后的第 11 章中介绍了两个还处于实验性的领域:3D 和多人应用。

本书不会将 W3C 发布的 Canvas API 标准列举出来并一一讲解。本书会对一些 API 详细讲解,对于另一些不适合游戏开发的 API 将会略过。读者可以在下面的网站中查看所有 API 文档。

<http://dev.w3.org/html5/2dcontext>

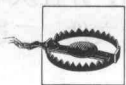
本书的目标是重点介绍 Canvas 中可用于创作动画、游戏和网页娱乐程序的特性。

本书的图例



提示

这个图标用来强调一个提示、建议或一般说明。



警告

这个图标用来表示一个警告或注意事项。

代码示例的使用

本书的目的就是要帮助读者完成手中的工作。一般来说,读者可以随意在程序和文档中使用本书中出现的代码。除非打算再利用本书中的大量代码,否则不需要联系我们以获得许可。销售或者发布 O'Reilly 图书中包含示例的 CD-ROM 则必须要获得许可。引用本书或者引用其中的示例代码来回答问题并不需要获得许可。在自己的产品文档中利用本书的大量代码示例则需要获得许可。

如果觉得对代码实例的使用可能会超过上面所给出的许可范围,或是属于合理使用的范围之外,那么请随时通过 permissions@oreilly.com 联系我们。

联系我们

关于本书的意见和问题,请按照如下地址与我们联系。

美国:

O'Reilly Media, Inc.

1005 Gravenstein Highway North

Sebastopol, CA 95472

中国:

100035 北京市西城区西直门成铭大厦 C 座 807 室

奥莱利技术咨询(北京)有限公司

本书还建立了一个网页,其中包含了勘误表、示例和其他信息。可以通过如下网址访问该网页:

<http://www.oreilly.com/catalog/9781449393908>

关于本书的技术性问题或建议,请发邮件到:

bookquestions@oreilly.com

关于我们的书籍、会议、资源中心和 O'Reilly Network 的更多信息,请访问我们的网站:

<http://www.oreilly.com>

<http://www.oreilly.com.cn>

致谢

首先,Steve 希望感谢美丽的妻子 Dawn,感谢她的耐心、指导和她在本书写作之前、之中、之后一直给予的支持。Steve 还要感谢女儿 Rachel, Daphnie 和 Katie,感谢她们热情支持,以及她们对于每次要他一起玩时,她们的爸爸都说“好的,就几

分钟”没有表现出特别沮丧，因为当时他的头都快被这些书稿埋起来了。他还要感谢母亲和父亲，以及姐妹 Mari 和 Carol，感谢她们教给他的每一件事。还要感谢叔叔 Richard 和表兄 John，感谢他们的爱和支持。还要感谢 Sue, Morgan 和 Lauren Miller，以及 Jen, Eric, Sarah 和 Paige Garnica，还有 Dietrich, Chantal Martin, Ryan 和 Justin Fulton。

Jeff 希望感谢迷人的妻子 Jeanne 和两个出色的儿子 Ryan 和 Justing，感谢他们在两年中一直支持他写完第二本书。写作的过程需要消耗大量的时间和精力，因此对于喜怒无常的作者来说更需要别人的耐心和理解。Jeff 还希望感谢母亲和父亲，以及姐妹 Mari 和 Carol，感谢他们在写作过程中鼓舞士气和保姆般的照顾。此外还要特别感谢 Perry 和 Backlar 家族的爱和支持。

作者还要感谢所有 O'Reilly 的工作人员，特别是 Mike Loukides，他为我们提供了写作本书的机会。还要感谢 Simon St. Laurent 带领我们走出各种困境。还要感谢编辑 Kristen Borg 帮助我们完成工作。

还要感谢技术审核员 Raffaele Cecco, Shelley Powers 和 Andres Pagella。

感谢 Electrotank 的每一个员工，特别是 Jobe Markar, Matthew Weisner 和 Teresa Carrigan，还有以下公司的朋友 Jett Morgan, Creative Bottle, Producto Studios, Mattel, Mochi, Adobe, Microsoft, Zynga, The SPIL Group, 以及来自 Learningwebgl.com 的 Giles Thomas, Ari Feldman 和 Terry Paton，还有 Ace The Super Villain, Bas Alicante, egdcldt, Tony Fernando, SeuJogo, Hayes, Jose Garay, Richard Davey (@PhotonStorm), Squeeze 和 nGfx (@GamingYourWay)，以及所有在 8bitrocket.com 的朋友。我们希望给 444 Deharo 的 simply outstanding 小组一个拥抱，特别是全体 FV 小组和 Foo Fighter 群。

最后要感谢一路走来帮助过我们的朋友 Ian Legler, Brandon Crist, Eric Barth, Wesley Crews, Kenny Brown, Mike Foti, Evan Pershing, Scott Johnson, Scott Luncford, Kurt Legler, Ryan Legler, John Little, Matt Hyatt, Varun Tandon, Mark Hall, Jason Neifeld, Mike Peters 和 The Alarm。

目录

第 1 章 HTML5 Canvas 简介	1
1.1 基础的 HTML 页面	2
1.1.1 <!doctype html>	2
1.1.2 <html lang="en">	3
1.1.3 <meta charset="UTF-8">	3
1.1.4 <title>...</title>	3
1.1.5 实现简单的 HTML 页面	3
1.2 本书中使用的基础 HTML 页面	4
1.2.1 <div>	4
1.2.2 <canvas>	5
1.3 文档对象模型 (DOM) 和 Canvas	5
1.4 JavaScript 和 Canvas	5
1.4.1 JavaScript 框架和库	5
1.4.2 JavaScript 放置的位置及其理由	6
1.5 HTML5 Canvas 版 “Hello World!”	6
1.5.1 为 Canvas 封装 JavaScript 代码	7
1.5.2 将 Canvas 添加到 HTML 页面中	8
1.5.3 检测浏览器是否支持 Canvas	9
1.5.4 获得 2D 上下文	10
1.5.5 drawScreen() 函数	10
1.6 用 Console.log 调试	13
1.7 2D 上下文及其当前状态	14
1.8 HTML5 Canvas 对象	15
1.9 第二个示例：猜字母	15
1.9.1 游戏如何工作	16
1.9.2 “猜字母” 游戏的变量	16
1.9.3 initGame() 函数	17
1.9.4 eventKeyPressed() 函数	17
1.9.5 drawScreen() 函数	19
1.9.6 导出 Canvas 到图像	20
1.9.7 最终的游戏代码	21
1.10 内容预告	24

第 2 章 在 Canvas 上绘图	25
2.1 本章基本文件设置	25
2.2 基本矩形	26
2.3 Canvas 状态	27
2.3.1 什么不属于状态	28
2.3.2 如何保存和恢复 Canvas 状态	28
2.4 使用路径创建线段	28
2.4.1 设置路径的开始和结束	28
2.4.2 动态绘图	28
2.4.3 高级线段绘制举例	30
2.5 高级路径方法	31
2.5.1 弧线	31
2.5.2 贝塞尔曲线	33
2.5.3 Canvas 裁切区域	34
2.6 在画布上合成	36
2.7 简单画布变换	38
2.7.1 旋转和平移变换	38
2.7.2 缩放变换	43
2.7.3 缩放和旋转组合变换	44
2.8 用颜色和渐变填充对象	46
2.8.1 基本填充颜色设置	46
2.8.2 填充渐变形状	47
2.9 用图案填充形状	56
2.10 创建阴影	59
2.11 内容预告	60
第 3 章 HTML5 Canvas 的文本 API	61
3.1 显示基本文本	61
3.1.1 基本文本显示	61
3.1.2 在 Text Arranger 中处理基本文本	62
3.1.3 HTML 表单和画布之间的通信	62
3.1.4 使用 measureText	63
3.1.5 fillText 和 strokeText	64
3.2 设置文本字体	70
3.2.1 字体大小、磅重和样式基础	70
3.2.2 在文本编辑器中处理字体大小和外观	70
3.2.3 字体颜色	74
3.2.4 字体基线和对齐	76

3.2.5	Text Arranger 2.0 版	80
3.3	文本和 Canvas 上下文	84
3.3.1	全局 Alpha 和文本	84
3.3.2	全局阴影和文本	86
3.4	文本渐变和图案	89
3.4.1	文本线性渐变	89
3.4.2	文本径向渐变	90
3.4.3	文本图像图案	90
3.4.4	在 Text Arranger 中处理渐变和图案	92
3.5	宽度、高度、缩放和 toDataURL() 回顾	94
3.5.1	动态调整画布尺寸	94
3.5.2	动态缩放画布	97
3.5.3	Canvas 对象的 toDataURL() 方法	98
3.6	最终版的 Text Arranger	99
3.7	内容预告	110
第 4 章	Canvas 图像	111
4.1	本章的基本文件设置	111
4.2	图像基础	112
4.2.1	预下载图像	113
4.2.2	使用 drawImage() 函数在画布上显示图像	113
4.2.3	调整画布上图像的大小	115
4.2.4	将部分图像复制到画布	116
4.3	简单的帧式动画	117
4.3.1	创建动画帧计数器	117
4.3.2	创建一个计时循环	118
4.3.3	改变拼板显示	118
4.4	高级帧式动画	119
4.4.1	检查拼图	120
4.4.2	创建动画数组	120
4.4.3	选择拼板显示	120
4.4.4	在拼板中循环	121
4.4.5	绘制拼板	121
4.4.6	在整个画布上移动图像	122
4.5	在图像上应用旋转变换	123
4.5.1	画布变换基础	124
4.5.2	为变换的图像设置动画	126
4.6	创建一个拼板网格	128

4.6.1	定义拼板地图	129
4.6.2	用 Tiled 创建拼板地图	129
4.6.3	在画布上显示地图	131
4.7	缩放和平移图像	134
4.7.1	为图像创建一个窗口	135
4.7.2	绘制图像窗口	135
4.7.3	平移图像	136
4.7.4	缩放和平移图像	138
4.7.5	应用程序: 控制平移和缩放	139
4.8	像素操作	143
4.8.1	操作画布像素的 API	143
4.8.2	应用程序拼板印章	144
4.9	画布间的复制	150
4.10	内容预告	153
第 5 章	数学、物理与动画	154
5.1	直线移动	154
5.1.1	两点间移动: 线段距离	156
5.1.2	在矢量上移动	161
5.2	撞墙反弹	164
5.2.1	单个球反弹	165
5.2.2	多球撞墙反弹	168
5.2.3	可动态调整画布大小的多球碰撞反弹	173
5.2.4	多球反弹和碰撞	178
5.2.5	有摩擦力的多球碰撞反弹	190
5.3	曲线和圆弧运动	195
5.3.1	匀速圆周运动	195
5.3.2	简单螺旋运动	198
5.3.3	立方贝赛尔曲线运动	200
5.3.4	移动图像	205
5.3.5	创建立方贝塞尔曲线环	209
5.4	简单重力、弹力及摩擦力	213
5.4.1	简单的重力	213
5.4.2	带反弹的简单重力	216
5.4.3	重力反弹及应用简单弹力	219
5.4.4	简单重力、弹力及摩擦力的综合	222
5.5	缓冲	224
5.5.1	缓冲结束 (飞船着陆)	224

5.5.2	缓冲开始 (起飞)	228
5.6	内容预告	231
第 6 章	在画布中融合 HTML5 视频	232
6.1	HTML5 中对视频的支持	232
6.1.1	Theora + Vorbis = .ogg	232
6.1.2	H.264 + \$\$\$ = .mp4	233
6.1.3	VP8 + Vorbis = .webm	233
6.1.4	结合 3 种视频格式	234
6.2	转换视频格式	234
6.3	HTML5 视频的基本实现方法	234
6.3.1	普通的视频嵌入方法	235
6.3.2	添加视频控制器并设置播放方式	237
6.3.3	调整视频的宽度和高度	238
6.4	使用 JavaScript 预加载视频	242
6.5	视频与画布	246
6.5.1	在 HTML5 Canvas 上显示视频	246
6.5.2	HTML5 的视频属性	251
6.6	在画布上使用视频的示例	255
6.6.1	使用 currentTime 属性创建视频事件	255
6.6.2	在画布上旋转视频	259
6.6.3	在画布上制作视频拼图	264
6.6.4	在画布上创建视频控制器	276
6.7	回顾动画效果之移动视频	284
6.8	内容预告	288
第 7 章	使用音频	289
7.1	<audio> 标签	289
7.2	音频格式	290
7.2.1	支持的音频格式	290
7.2.2	音频转换工具 Audacity	290
7.2.3	示例: 使用所有 3 种音频格式	291
7.3	Audio 标签的属性、函数和事件	292
7.3.1	音频函数	292
7.3.2	重要的音频属性	293
7.3.3	重要的音频事件	293
7.3.4	加载并播放音频	294
7.3.5	在画布上显示属性信息	294
7.4	不使用 Audio 标签播放声音	298

7.4.1	使用 JavaScript 动态创建 audio 元素	298
7.4.2	查找支持的音频格式	299
7.4.3	播放声音	300
7.4.4	不使用标签	301
7.5	创建画布音频播放器	303
7.5.1	在 Canvas 中创建自定义用户控件	304
7.5.2	加载按钮资源	305
7.5.3	设置音频播放器的值	306
7.5.4	鼠标事件	307
7.5.5	滑动播放指示器	307
7.5.6	播放/暂停按钮: 检测单击并获取位置	308
7.5.7	循环/不循环切换按钮	310
7.5.8	单击并拖动音量滑块	311
7.6	音频案例: 太空掠夺者游戏	319
7.6.1	应用程序中不同的声音——事件声音	319
7.6.2	迭代	319
7.6.3	太空掠夺者游戏框架	320
7.6.4	第 1 次迭代: 使用单个对象播放声音	328
7.6.5	第 2 次迭代: 创建无限个动态声音对象	328
7.6.6	第 3 次迭代: 创建一个声音池	330
7.6.7	第 4 次迭代: 重用预加载的声音	332
7.7	内容预告	343
第 8 章	画布游戏本质	344
8.1	为什么用 HTML5 开发游戏	344
8.1.1	Canvas 与 Flash 比较	344
8.1.2	Canvas 提供的新特性	345
8.2	游戏的基本 HTML5 文件	345
8.3	游戏的设计	346
8.4	游戏图形: 使用路径绘制	347
8.4.1	所需的资源	347
8.4.2	使用路径绘制游戏的主角	347
8.5	Canvas 上的动画	350
8.5.1	游戏定时器循环	350
8.5.2	玩家飞船的状态变化	351
8.6	对游戏图形应用形状变换	353
8.7	游戏图形变换	355
8.7.1	使玩家飞船绕中心旋转	355

8.7.2	使用 Alpha 通道实现飞船淡入	357
8.8	游戏物体的物理算法和动画	358
8.8.1	移动玩家飞船	359
8.8.2	使用键盘控制玩家飞船	360
8.8.3	设置玩家飞船的最大速度	365
8.9	基本游戏框架	365
8.9.1	游戏状态机	365
8.9.2	更新/渲染的重复周期	369
8.9.3	帧率计数器对象原型	371
8.10	整合所有元素	373
8.10.1	Geo Blaster 游戏架构	373
8.10.2	Geo Blaster 全局游戏变量	376
8.11	玩家对象	377
8.12	Geo Blaster 游戏的算法	377
8.12.1	逻辑显示对象数组	378
8.12.2	级别难度控制	380
8.12.3	关卡和游戏结束	380
8.12.4	奖励玩家另外的飞船	381
8.12.5	应用碰撞检测	382
8.13	Geo Blaster Basic 的完整源代码	384
8.14	陨石对象原型	410
8.15	内容预告	412
第 9 章	位图与声音的结合	413
9.1	扩展版的 Geo Blaster	413
9.1.1	Geo Blaster 的图片表	414
9.1.2	渲染其他游戏对象	419
9.1.3	添加声音	424
9.1.4	用对象池管理对象实例	428
9.1.5	添加步长定时器	430
9.1.6	Geo Blaster 扩展版的完整源代码	432
9.2	在运行时创建动态的图片表	464
9.3	简单的基于区块的游戏	468
9.3.1	微型坦克迷宫的介绍	469
9.3.2	游戏中用到的图片表	470
9.3.3	游戏区域	471
9.3.4	玩家	472
9.3.5	敌人	473

9.3.6	目标	474
9.3.7	爆炸效果	474
9.3.8	回合制游戏的流程和状态机	474
9.3.9	简单区块移动逻辑概述	478
9.3.10	渲染逻辑概述	480
9.3.11	自定义简单人工智能概述	481
9.3.12	微型坦克迷宫的完整游戏代码	482
9.4	内容预告	501
第 10 章	使用 PhoneGap 制作移动设备游戏	502
10.1	进军移动设备	502
10.1.1	PhoneGap 简介	503
10.1.2	应用程序	503
10.1.3	代码	504
10.1.4	查看 BSBingo.html 的代码	508
10.1.5	应用程序代码	511
10.2	使用 PhoneGap 创建 iOS 应用程序	512
10.2.1	安装 Xcode	512
10.2.2	安装 PhoneGap	513
10.2.3	在 Xcode 中创建 BS Bingo 的 PhoneGap 工程	515
10.2.4	在模拟器中测试新的空白应用程序	517
10.2.5	在工程中整合 BS Bingo	519
10.2.6	设置应用的方向	521
10.2.7	改变启动图和图表	522
10.2.8	在模拟器上测试	524
10.2.9	添加 iPhone 手势	526
10.2.10	在 index.htm 页面中添加手势函数	527
10.2.11	在设备上测试	528
10.2.12	使用 Xcode 指定一个测试设备	529
10.3	超越 Canvas	530
10.4	内容预告	531
第 11 章	进一步探索	532
11.1	使用 WebGL 实现 3D 效果	532
11.1.1	WebGL 是什么	533
11.1.2	测试 WebGL	533
11.1.3	学习更多 WebGL 的知识	534
11.1.4	WebGL 应用示例	534
11.1.5	完整的源代码列表	539

11.1.6	进一步探索 WebGL	546
11.1.7	WebGL 的 JavaScript 类库	546
11.2	使用 ElectroServer 5 实现多人应用程序	547
11.2.1	安装 ElectroServer	548
11.2.2	套接字服务器程序的基础架构	550
11.2.3	ElectroServer 程序的基础架构	551
11.2.4	使用 ElectroServer 创建聊天程序	552
11.2.5	在 Google Chrome 中测试应用程序	558
11.2.6	进一步探索 ElectroServer	562
11.2.7	这只是冰山一角	571
11.3	总结	571