第 1 篇 准备

# 第1章 了解Web 3D和搭建开发环境

## 1.1 了解3D编程

XXXXXX

#### 1.一级小标题

#### 2.二级小标题

## 1.2 了解Web 3D的历史

## 1.3 了解WebGL的基础知识

### 1.3.1 渲染管线

### 1.3.2 坐标系变换

## 1.4 准备预备知识

## 1.5 搭建开发环境

### 1.5.1 了解Reason版本和开发环境

### 1.5.2 下载及安装VSCode

### 1.5.3 在VSCode中搭建Reason的开发环境

## 1.6 编写第一个Reason程序

# 第2章 搭建测试环境

## 2.1 了解自动化测试

### 2.1.1 单元测试

### 2.1.2 集成测试

### 2.1.3 端对端测试

## 2.2 了解运行测试

### 2.2.1 通过log测试

### 2.2.2 通过WebGL-Inspector测试WebGL

### 2.2.3 通过Spector测试WebGL

## 2.3 了解性能测试

### 2.3.1 使用Profile测试

### 2.3.2 使用Timeline测试

### 2.3.3 使用Console.profile和Performance测试

### 2.3.4 使用Memory测试

第 2 篇 基础

本篇主要介绍了基础知识；

# 第3章 函数式编程与函数反应式编程

（介绍本章内容）

## 3.1 函数式编程

（介绍函数式编程是什么、函数式编程与面向对象编程的区别）

### 3.1.1 函数式编程思想

（介绍思想）

下面给出一个简单的例子，用函数式编程和面向对象编程分别实现（使用Reason语言），从而让我们能清楚地看到两者的区别：

（给出例子）

使用函数式编程有以下优点：

（1）粒度小

相比面向对象编程以类为单位，函数式编程以函数为单位，粒度更小。

正所谓：

我只想要一个香蕉，而面向对象却给了我整个森林

（2）性能好

大部分人认为函数式编程差，主要基于下面的理由：

* 柯西化、函数组合等操作增加时间开销
* map、reduce等操作，会进行多次遍历，增加时间开销
* Immutable数据每次操作都会被复制为新的数据，增加时间和内存开销

但是通过“Reason的编译优化+Immutable/Mutable结合使用+递归/迭代结合使用”，可以解决这些问题：

* 由于Bucklescript编译器在编译时的优化，柯西化等操作和Immutable数据被编译成了优化过的js代码，大幅减小了时间开销
* 由于Reason支持Mutable和for,while迭代操作，所以可以在性能热点使用它们，提高性能。

（3）擅长处理数据，适合3D领域编程

通过高阶函数、柯西化、组合等工具，函数式编程可以像流水线一样对数据进行管道操作，非常方便。

3D程序有大量的数据要操作，从函数式编程的角度来看：

3D程序=数据+逻辑

因此，我们可以：

* 使用Immutable/Mutable、Data Oriented等思想和数据结构表达数据；
* 使用函数表达逻辑；
* 使用组合、柯西化等工具，把数据和逻辑关联起来。

### 3.1.2 本书相关的函数式编程知识点

本书使用Reason语言来实现函数式编程。它属于“非纯函数式编程语言”，而我们熟知的Haskell，属于“纯函数式编程语言”。所以，本书的函数式编程属于“非纯函数式”的。

（介绍两者的区别）

使用非纯函数式编程语言主要是因为以下几点：

（1）更高的性能

Reason支持Mutable、迭代操作，提高了性能。

（2）更简单易用

* Reason允许非纯操作，所以不需要使用Haskell中的各种Monad来保持“纯”，减少了用户负担。
* Reason使用严格求值，而它相对于惰性求值更简单。

下面介绍相关知识点：

1.不可变数据

创建不可变数据之后，对其任何的操作，都会返回一个复制后的新数据。

示例如下：

Reason的变量默认为immutable：

let a = 1;

/\* a为immutable \*/

Reason也有专门的不可变数据结构，如Tuple、List、Record。

这里以Record为例，它类似于Javascript中的Object。

（1）定义Record的类型：

type person = {

age: int,

name: string

};

（2）定义Record的值：

let me = {

age: 5,

name: "Big Reason"

};

（3）使用这个Record，如修改“age”的值：

let newMe = {

...me,

age: 10

};

Js.log(newMe === me); /\* false \*/

newMe是从me复制而来的。任何对newMe的修改，都不会影响me。

在Wonder中的应用：

（1）在编辑器中的应用

编辑器的所有数据都是Immutable的，这样的好处是：

* 不用关心数据之间的关联关系，因为每个数据都是独立的
* 不用担心状态被修改，减少了很多bug
* 实现Redo/Undo功能时非常简单，直接把Immutable的数据压入History的栈里即可，不用深复制/恢复数据。

（2）在引擎中的应用

大部分函数的局部变量都是Immutable的（如使用tuple,record结构）。

（call Discriminated Union Type to Sum Type? ? ?）

### 3.1.3 函数式编程示例

（给出一个综合的示例，只用函数式编程实现）

## 3.2 函数反应式编程

### 3.2.1 函数反应式编程思想

### 3.2.2 了解Most库

### 3.2.3 函数反应式编程示例

# 第4章 Reason基础

(介绍Reason特色，以及为什么要用Reason)

## 4.1 Reason语法

## 4.2 Reason示例

# 第5章 Reason-React和Redux基础

## 5.1 Reason-React基础知识

## 5.2 Redux基础知识

## 5.3 Reason-React 和 Redux综合应用示例

第 3 篇 搭建雏形

这一篇主要搭建引擎和编辑器的雏形。

# 第6章 编写一个最小的3D程序“绘制三角形”

（介绍本章内容）

## 6.1 需求分析

首先，我们分析程序的目标和特性；

接着，根据特性，我们进行头脑风暴，识别出功能关键点和功能扩展点；

最后，根据功能关键点和功能扩展点，我们给出具体的需求。

### 6.1.1目标和特性

目标

从程序中提炼出最小的引擎和编辑器。

特性

为了这个目标，程序应该具备以下的特性：

* 简单

程序应该很简单，便于我们分析和提炼。

* 可扩展

为了使从程序中提炼的引擎真正可使用，3D程序需要搭建好框架，在以后填充更多的内容。

### 6.1.2头脑风暴

（提出非功能扩展点（比如优化性能），从而引出“三个三角形”而不是“两个三角形”的功能需求！）

让我们来进行头脑风暴。

1.目标具体化

为了使程序尽量简单，只需要最少的功能；

为了能够扩展，结构需要完整；

2.从功能上分析

最简单的功能就是没有任何交互，只能绘制模型；

最简单的模型就是三角形；

识别功能关键点：

* 只绘制三角形

3.从结构上分析

程序应该有以下两步：

初始化

主循环

进一步分解，识别出最明显的子步骤：

（1）初始化 ＝ 初始化Shader

识别功能扩展点：

①多种GLSL

因为在真正的3D程序中，Shader通常有多个，而每个Shader的一个顶点GLSL和片段GLSL都不一样，所以会有多种GLSL。

（2）主循环的一帧 ＝ 清空画布 ＋ 渲染； 渲染 ＝ 设置WebGL的状态 ＋使用Shader ＋ 设置相机 ＋绘制模型

识别功能扩展点：

②多个渲染模式

比如渲染所有透明模型和渲染所有非透明模型。

③多个WebGL状态

（略）

④多个相机

用户可以切换相机。

⑤多个模型

（略）

⑥每个模型有不同的Transform，即不同的位置、旋转和缩放。

（略）

### 6.1.3结论

需求包含非功能性需求和功能性需求，下面分别分析：

非功能性需求

目前暂时不考虑。

功能性需求

首先分析下功能扩展点：

对于扩展点一，已经是功能性需求了；

对于扩展点二，为了简单，只渲染所有非透明模型；

对于扩展点三，因为只有一个渲染模式，所以所有模型对应的WebGL状态都是一样的（进一步解释清楚？）；

对于扩展点四，为了简单，只有一个相机；

对于扩展点五，意味着有多个三角形；

对于扩展点六，为了简单，每个三角形有不同的位置，不考虑旋转和缩放。

根据功能关键点和上面的分析，我们给出功能性需求：

* 只渲染，没有交互
* 场景有三个三角形
* 所有三角形都是非透明的
* 只有一个固定的相机
* 有两类GLSL

## 6.2 总体设计

（给出main函数和index.html的伪代码（只包含顶层代码））

（分析伪代码）

## 6.3 具体实现

（

1.实现顶层代码

2.重构

3.当实现到geometry数据时，使用vbo实现（需要增加“初始化 vbo”逻辑）

4.实现剩余代码

5.分析代码的不足之处（在“提炼引擎”时，要解决这些问题！）

）

/\*

### 6.3.1 给出模块代码

### 6.3.2 给出每个模块的具体代码，具体分析

\*/

## 6.4 总结

（本章结论）

／／／／（给出本章完整程序所在的Github地址）

//程序在个人主页，而个人主页在本书开头（序言？）中给出

# 第7章 从程序中提炼引擎和编辑器

（增加总体分析：

1.分析引擎、编辑器的关系、职责等

如 从数据角度来看： 编辑器＝用户交互数据？ 。。。。。。

）

## 7.1 引擎需求分析

（性能：高）

（可扩展性：高）

（可维护性：高）

## 7.2 编辑器需求分析

（性能：低）

（可扩展性：中）

（可维护性：高）

## 7.3 提炼引擎

### 7.3.1 设计边界

### 7.3.2 提炼数据

### 7.3.3 分析用户逻辑

### 7.3.4 识别领域模型

### 7.3.5 使用引擎

## 7.4 提炼编辑器

### 7.4.1 设计边界

### 7.4.2 提炼数据

### 7.4.3 引入引擎

### 7.4.4 使用编辑器

## 7.5 优化引擎性能

### 7.5.1 测试性能

### 7.5.2 优化“初始化”逻辑

### 7.5.3 优化“主循环”逻辑

### 7.5.4 分析最终优化结果

# 第8章 改进引擎

## 8.1 提炼“GameObject+组件”架构

### 8.1.1 分析现有架构

### 8.1.2 设计

### 8.1.3 实现组件

### 8.1.4 修改GameObject

### 8.1.5 修改Render

### 8.1.6 实例：扩展组件

### 8.1.7 实现新需求

## 8.2 提炼Data Oriented架构

### 8.2.1 分析现有架构

### 8.2.2 设计

### 8.2.3 实现

### 8.2.4 实例：扩展组件

### 8.2.5 实现新需求

## 8.3 改进Shader

### 8.3.1 分析现有架构

### 8.3.2 设计

### 8.3.3 实现

### 8.3.4 实例：扩展Shader

### 8.3.5 实现新需求

## 8.4 提炼渲染队列

### 8.4.1 分析现有架构

### 8.4.2 设计

### 8.4.3 实现

### 8.4.4 实现新需求

## 8.5 支持各种应用场景

### 8.5.1 分析现有架构

### 8.5.2 设计

### 8.5.3 实现

### 8.5.4 实例：支持移动端

### 8.5.5 实现新需求

## 8.6 支持多线程

### 8.6.1 分析现有架构

### 8.6.2 设计

### 8.6.3 实现

### 8.6.4 实例：增加线程

## 8.7 提炼子State

## 8.8 使用函数式反应式编程实现主循环

## 8.9 契约检查

## 8.10 错误处理

# 第9章 改进编辑器

## 9.1 更新引擎

## 9.2 分析现有架构

## 9.3 重构文件夹

## 9.4 契约检查

## 9.5 错误处理

第 4 篇 增加核心功能

# 第10章 增加Redo/Undo功能

# 第11章 增加“场景管理”功能

## 11.1 需求分析

## 11.2 查看场景中的所有GameObject

## 11.3 操作GameObject

# 第12章 增加Inspector功能

## 12.1 需求分析

## 12.2 显示选中的GameObject的所有组件

## 12.3 操作组件

# 第13章 增加相机功能

## 13.1 需求分析

## 13.2 给引擎增加相机组件

## 13.3 更新编辑器

# 第14章 给编辑器增加“运行”/“停止”功能

## 14.1 需求分析

## 14.2 初步设计

## 14.3 重构：提炼新设计

## 14.4 具体实现

# 第15章 给编辑器增加“资产管理”功能

## 15.1 需求分析

## 15.2 增加Material资产

## 15.3 重构：使用Recursive Type

## 15.4 具体实现

### 15.4.1 实现Asset Tree

### 15.4.2 实现Asset Children

### 15.4.3 实现Asset Inspector

# 第16章 支持光照

## 16.1 需求分析

## 16.2 更新引擎

### 16.2.1 增加DirectionLight组件

### 16.2.2 增加LightMaterial组件

## 16.3 更新编辑器

### 16.3.1 更新Inspector

### 16.3.2 更新Asset

### 16.3.3 更新Icon Gizmo

# 第17章 支持纹理

## 17.1 需求分析

## 17.2 更新引擎

### 17.2.1 增加BasicSourceTexture组件

### 17.2.2 给LightMaterial组件增加Diffuse Map

## 17.3 更新编辑器

### 17.3.1 更新Inspector

### 17.3.2 更新Asset

# 第18章 增加“导入”／“导出”功能

（note: Dto type, domain type, serialization, deserialization

refer to 《Domain Modeling》－》 serialization

）

## 18.1 需求分析

## 18.2 更新引擎

### 18.2.1 增加Scene Graph文件（.wdb）

（加更多标题，不能只有一个标题）

## 18.3 给编辑器增加导出功能

### 18.3.1 增加“导出场景”功能

### 18.3.1 增加“导出包”功能

## 18.4 给编辑器增加导入功能

### 18.4.1 增加“导入模型资产”功能

### 18.4.2 增加“导入包”功能

# 第19章 给编辑器增加“发布本地包”功能

第 5 篇 增加更多功能

# 第20章 给编辑器增加“控制台”功能

# 第21章 增强编辑器的Scene View的渲染

## 21.1 总体需求分析

## 21.2 给编辑器增加“网格平面”功能

## 21.3 给编辑器增加“Icon Gizmo”功能

### 21.3.1 需求分析

### 21.3.2 实现IMGUI

### 21.3.3 实现相机Gizmo

# 第22章 增强相机功能

## 22.1 总体需求分析

## 22.2 支持事件

### 22.2.1 需求分析

### 22.2.2 让引擎支持事件

### 22.2.3 让编辑器支持事件

## 22.3 增加FlyCameraController组件

### 22.3.1 需求分析

### 22.3.2 给引擎增加FlyCameraController组件

### 22.3.3 让编辑器支持FlyCameraController组件

## 22.4 让编辑器的Scene View的相机使用FlyCameraController组件

# 第23章 让编辑器支持PWA

第 6 篇 应用

这一篇主要讲，引擎和编辑器的应用实例。

# 第24章 使用编辑器制作3D静态场景

## 24.1 需求分析

## 24.2 分析如何实现

## 24.3 准备美术素材

## 24.4 具体实现

## 24.5 总结

# 第25章 使用引擎制作3D动态场景

（通过扩展（job、shader）来实现）

（或者实现最简单的ray tracing场景（渲染球）？）

## 25.1 需求分析

## 25.2 分析如何实现

## 25.3 准备美术素材

## 25.4 具体实现

## 25.5 总结