

# 前言

---

2018 年距离第一代 iOS 系统发布（2007 年）已经过去 11 年，这 11 年中移动端日益成熟，Web 端的时代逐步转移到了移动端。各种跨平台技术层出不穷，很多公司采取了 Hybrid 方案，这就涉及到 JS 和端（Android 和 iOS）进行交互，相信你和我一样对这方面的知识感到非常吃力，往往因为一个小小的交互而加班熬夜。市面上的文章有很多，但都大同小异、不全面。为了解决这些问题，让你掌握 JS 与端交互所用到的知识点，[知识小集](#) 打算从基础出发，介绍 JS 与 iOS 交互时用到的技术点，比如 JSCore、JS 基础、JSCore 的实际使用场景（深度剖析 JSPatch 的实现）。

耗时将近 3 个月的时间，JS-Native 交互专题终于与大家见面了，其中花费了作者大量的业余时间。有很多读者朋友建议做成收费的，为了能够让更多的读者受益，我们选择免费送给读者朋友们。如果你认为这个专题不错，帮忙把它分享给你的好友。如果你有好的建议可以通过公众号 [知识小集](#) 给我们留言。

本主题有基础部分和进阶部分，如果你已经掌握了 JS，可以跳过 JS 部分。进阶部分主要是 JSPatch 的深度剖析。

下文提到的 JSCore 是 JavaScriptCore 的简写。

## 目录

---

### 第一章 认识 JS

- 1.1 JS 知识

### 第二章 JSCore

- 2.1 JSCore 总览
- 2.2 JS 与 OC 间的类型转换
- 2.3 JS 与 OC 通信
- 2.4 OC 与 JS 通信

### 第三章 调试

- 3.1 MAC 搭建本地 Web 服务
- 3.2 调试 WebView
- 3.3 了解 WKWebView

### 第四章 实战

- 4.1 自己动手实现一个 Hybrid WebView
- 4.2 Hybrid 实战：如何完整下载一个 wap 页面
- 4.3 深入 JSPatch 原理
  - 4.3.1 苹果已经禁止 JSPatch 上线，为什么我还在研究它？
  - 4.3.2 概述
  - 4.3.3 先理解 JSPatch.js
  - 4.3.4 方法是如何被调用的呢？
  - 4.3.5 JSPatch 中的 runtime

- 4.3.6 从官方的例子理解
- 4.3.7 总结

# 第一章 认识 JS

## 1.1 JS 基础知识

我知道，非常多的同学，尤其是编程经验在2年以内的，他们的意识里学习一门编程语言非常难。其实不然，因为我当年和你们一样遇到同样的问题，当时学习 JS 的时候，总在想我 OC 还没学好，哪有精力学习 JS。最后得到我老大的一句点拨，通过其他语言也许你可以掌握在 OC 中掌握不了的知识。从那以后，我下定决心，两周后就可以用 JS 写 Node 了。如果，你已经下定决心，我们一起约定，一起坚持读完这个专题。

打仗前需要武器，学习一门新的语言也需要武器，我推荐使用微软出的 [visual studio code](#)，下文会简称 vscode。

代码写完后需要执行，最简单的方式是通过浏览器来执行，这种方式需要把 JS 代码放到 HTML 中，下文中的例子会使用这种方式执行 JS 代码。当然，可以直接使用 Node 来执行 JS 代码，我更喜欢这种方式。

新建一个 `index.html` 和 `index.js` 文件，`index.js` 文件保存要执行的 JS 代码，在浏览器中打开 `index.html` 即可执行 `index.js` 文件中的 JS 代码。

```
<html>
  <head>
    <script src="index.js"></script>
  </head>
</html>
```

别放弃，你已经掌握了如何执行 JS 代码，我们一起学习 JS 基本语法。

### 数据类型

数据类型这部内容对我们后续介绍 JSPatch 时，JS 和 OC 间数据类型非常有用。JS 使用 `var` 声明一个变量，不需要指定变量的类型。

- Number

JS 不区分整数和浮点数，统一用 Number 表示，而在 OC 中有 NSNumber，是不是很像；

```
var age = 30;
var price = 18.4;
```

- 布尔值

使用 true 和 false 表示；

```
var is_animating = false;
```

- 数组

数组用 `[]` 表示，元素之间用逗号分隔；

```
var names = ["知识小集", "iOS-tips"];
```

- 字符串

字符串是以单引号'或双引号"括起来的任意文本；

```
var name = "知识小集";  
var name = '知识小集';
```

- Date

用来表示日期和时间

```
var now = new Date();
```

- 对象

JS 的对象是一组由键-值组成的无序集合；

```
var tip = {  
  name : "知识小集",  
  members : ["南峰子", "Vong", "Lefe_x", "高老师很忙", "故胤道长", "halohily", "KANGZUBIN", "陈满iOS"],  
  avg_age : 25  
};  
tip.name; // 获取 person 的 name 属性
```

- Map

它类似于对象，也是键值对的集合，但是“键”的范围不限于字符串，各种类型的值（包括对象）都可以当作键。也就是说，Object 结构提供了“字符串—值”的对应，Map 结构提供了“值—值”的对应，是一种更完善的 Hash 结构实现 --- [ECMAScript 6 入门](#)

```
// 使用一个键值对的数组创建 map  
var member_map = new Map([['Lefe_x', 25], ['Vong', 24]]);  
console.log(member_map.get('Lefe_x')); // 25
```

- Set

Set 与 OC 中的 `NSSet` 类似，表示集合。保存一组 key 的集合，由于 key 不能重复，所以，在 Set 中，没有重复的 key。

```
var member_set = new Set(['Lefex', 'Vong']);  
console.log(member_set.has('Lefex'));
```

## 函数

学完 JS 中的数据类型后，接下来主要讲一下 JS 中的函数与 OC 中有哪些不一样的地方。下面的代码是三种不同的函数定义方法。

```
// 定义一个正常的函数，函数名为 abs
```

```
function abs(x) {  
    if (x >= 0) {  
        return x;  
    } else {  
        return -x;  
    }  
};
```

```
// 匿名函数
```

```
var abs2 = function (x) {  
    if (x >= 0) {  
        return x;  
    } else {  
        return -x;  
    }  
};
```

```
// 匿名函数，自动调用
```

```
(function (x) {  
    console.log('Hello');  
    if (x >= 0) {  
        return x;  
    } else {  
        return -x;  
    }  
})()
```

调用函数时参数可以传递任意个，不像 OC 中如果函数定义了 3 个参数，那么调用者必须传 3 个参数。每个函数中有一个关键字 `arguments`，通过它可以获取到参数的值，这里需要强调一点它不是数组，通常可以通过 `Array.prototype.slice.call(arguments)` 转换成数组。

```
abs(-20, 30, 40);  
console.log(arguments);
```

```
// { '0': -20, '1': 30, '2': 40 }
```

如果把函数定义到某个对象中，那么这个函数就成了这个对象的方法，比如：

```
var person = {
  name : "知识小集",
  members : ["南峰子", "Vong"],
  first_member: function(){
    return this.members[0]
  }
};
console.log(person.first_member());
```

## apply、call 和 bind 方法

每个JS函数都会有方法，apply、call 和 bind，但它们的作用不同。call 和 apply 都是为了改变某个函数运行时的上下文（context）而存在的，换句话说，就是为了改变函数体内部 this 的指向。而 bind 也可以改变函数体 this 的指向，只不过它会返回一个绑定函数。

区别：

- call:

- 用来改变函数体中 this 的指向，并立即调用;
- 第一个参数为 this 要指向的对象，调用方式为 `fun.call(obj, parm1, parm2, parm3)`

- apply:

- 用来改变函数体中 this 的指向，并立即调用
- 第一个参数为 this 要指向的对象，调用方式为 `fun.call(obj, [parm1, parm2, parm3])`

- bind:

- 用来改变函数体中 this 的指向，返回绑定后的函数，供调用者调用
- 第一个参数为 this 要指向的对象，调用方式为

```
var bindfun = fun.call(obj, parm1, parm2, parm3)
```

举例：

```
var person = {
  name : "知识小集",
  members : ["南峰子", "Vong"],
  member_at_index: function(index){
    return this.members[index]
  }
};

console.log(person.member_at_index(0));

var memberAtIndexFunc = person.member_at_index;

// 会报错
// console.log(memberAtIndexFunc(0));

/**
```

```

/Users/apple/Desktop/jsnative.js:6
    return this.members[index]
           ^

TypeError: Cannot read property '0' of undefined
*/

var person2 = {
    members : ["南峰子", "Lefe_x", "Vong", "高老师很忙"],
}

// 改变 this 的指向为 person2
console.log('call:')
console.log(memberAtIndexFunc.call(person2, 1));

// 改变 this 的指向为 person2
console.log('apply:')
console.log(memberAtIndexFunc.apply(person2, [1]));

// 改变 this 的指向为 person2
console.log('bind:')
console.log((memberAtIndexFunc.bind(person2, 1))());

```

### [更详细的介绍](#)

关于 `call`, `apply`, `bind` 在 JSPatch 中有非常多的应用，掌握后有助于后面的章节学习。

## JSON 与字符串转换

```

// 抓换为 JSON
var js = JSON.stringify(person);
// JSON 转换为 Object
var per = JSON.parse(js);

```

## 类

在 JS 中，每个类都有原型 prototype。用 `new Member()` 创建的对象会从原型上获得一个 `constructor` 属性，它指向函数 Member 本身。每个 JS 对象都是一个属性的集合，类的实现是基于其原型原型继承机制的。

```

function Member(name) {
    this.name = name;
    this.hello = function(){
        return "Hello I am " + this.name;
    }
};

var lefe = new Member('Lefe_x');
var vong = new Member('Vong');

```

```
// 对象 lefe 和 vong 都含有方法 hello, 其实只需要一个 hello 方法即可, 所有可以直接在 Member 的原型上添加一个 hello 方法。
```

```
Member.prototype.hello = function(){  
    return "Hello I am " + this.name;  
}
```

Member 的原型链是这样的:

```
lefe ----> Member.prototype ----> Object.prototype ----> null
```

JS 对象是动态的, 可以新增属性也可以删除属性。除了字符串、数字、bool、null和undefined之外, JS中的其它值都是对象。

属性特性 (property attribute) :

- 可写 (writable) : 表明是否可以设置该属性的值;
- 可枚举 (enumerable) : 表明是否可以通过for/in循环返回该属性;
- 可配置 (configurable) : 表明是否可以删除或修改改属性。

## 对象的创建

- 通过对象直接量创建

```
var person = {  
    name: "知识小集"  
}
```

- 通过 new 创建

通过 new 创建对象, 它后面跟随一个函数调用, 这个函数称为构造函数 (constructor)

```
var a = new Array();
```

## 原型

所有通过对象直接量创建的对象都具有同一个原型对象, 并且可以通过 `Object.prototype` 获得对原型对象的引用。通过 new 和构造函数创建的对象的原型就是构造函数的 prototype 属性的值。比如通过 `new Object()` 创建的对象原型是 `Object.prototype`, 通过 `new Array()` 创建的对象, 原型是 `Array.prototype`。

## 属性

`hasOwnProperty` 检查某个对象是否有某个属性, 只会检查当前对象, 不会检查原型对象。

```
if (person.hasOwnProperty('name')){  
    console.log("has name");  
}
```

使用 `in` 来检查某个对象是否有某个属性。如果自有属性或继承属性都有这个属性，则返回 `true`。

```
if ('name' in person) {  
    console.log("has name");  
}
```

某个属性是否可以枚举。

```
if (person.propertyIsEnumerable('name')) {  
    console.log("name is enumerable");  
}
```

掌握了 JS 基本的语法后，我们变开始后序的章节。接下来主要掌握 JS 与 OC 之间的交互。

## 第二章 JSCore

### 2.1 JSCore 总览

JSCore 是专门用来解释和执行 JS 代码，是苹果提供给开发者可以执行 JS 代码的库，可以直接使用 OC 代码执行一段 JS 代码。这样就给 OC 与 JS 相互执行提供了可能。大名鼎鼎的 JSPatch 正是使用了 JSCore 做到动态执行 JS 代码，它内部主要的类有：

- JSContext

JSContext 表示 JS 执行上下文，当 JS 在执行的过程中，都可以通过 JSContext 来获取执行时的数据，比如某个对象的值。

- JSVirtualMachine

JS运行的虚拟机，有独立的堆空间和垃圾回收机制，它主要为 JS 执行提供资源保障。

- JSValue

JSValue 用来 JS 和 OC 中数据转换，它用来表示 JS 中的数据。我们需要明确一点，JSValue 可以是一个 JS 函数。

- JSExport

主要用来把 OC 中的属性和方法导出到 JS 环境中，方便在 JS 调用 OC。

### 2.2 JS 与 OC 间的类型转换

`JSValue` 表示 JS 中的数据类型，使用它可以做到 `JS` 的类型和 `Objective-C` 之间的类型转换。具体类型转换如下：



Objective-C type	JS type
<code>nil</code>	<code>undefined</code>
<code>NSNull</code>	<code>null</code>
<code>NSString</code>	<code>string</code>
<code>NSNumber</code>	<code>number, boolean</code>
<code>NSDictionary</code>	<code>Object object</code>
<code>NSArray</code>	<code>Array object</code>
<code>NSDate</code>	<code>Date object</code>
<code>NSBlock (1)</code>	<code>Function object (1)</code>
<code>id (2)</code>	<code>wrapper object (2)</code>
<code>Class (3)</code>	<code>Constructor object (3)</code>

在 JS 中用 `JSValue` 表示不同的数据类型，可以通过不同的 OC 类型来创建 `JSValue`

通过基本的数据类型创建 `JSValue`：

```
JSValue *intValue = [JSValue valueWithInt32:10 inContext:self.context];
JSValue *boolValue = [JSValue valueWithBool:YES inContext:self.context];
```

创建一个 `JSValue` 对象，并添加 `name` 和 `age` 属性：

```
JSValue *person = [JSValue valueWithNewObjectInContext:self.context];
[person setObject:@"Lefe_x" forKeyedSubscript:@"name"];
[person setObject:@25 forKeyedSubscript:@"age"];

// 获取 name 的值
// name: Lefe_x
NSLog(@"name: %@", person[@"name"]);
// name: Lefe_x
NSLog(@"name: %@", [person objectForKeyedSubscript:@"name"]);
```

创建结构体 `JSValue`，目前支持的结构体有 `CGPoint`、`NSRange`、`CGRect` 和 `CGSize`：

```
JSValue *rectValue = [JSValue valueWithRect:CGRectMake(0, 0, 100, 100)
inContext:self.context];
[rectValue toRect];
```

通过 `JSValue` 调用某个函数：

```
[self.context evaluateScript:@"function add(a, b) {return a + b;}"];
// 调用 JS 函数
JSValue *addValue = [self.context[@"add"] callWithArguments:@[@2, @3]];
```

## 2.3 JS 与 OC 通信

JS 与 OC 通信，目前主要的方式有两种：

- 通过 JSCore 中的 block
- 通过 JSCore 中的 JSExport

本文主要通过这两种方式展开来讲：

## 通过 JSCore 中的 block

block 这种方式比较简单直接，大名鼎鼎的 `JSPatch` 就是通过这种方式实现 JS 调用 Native 的。我们看一个 `JSPatch` 中的例子：

在 JS 执行环境中添加一个 `_OC_catch` 的 block，那么在 JS 代码中就可以直接调用 `_OC_catch` 这个函数，当在 JS 中调用 `_OC_catch` 这个函数后，我们刚才注册的 block 就会被执行。也就是通过 JS 成功的调用了 OC 代码。

```
context[@"_OC_catch"] = ^(JSValue *msg, JSValue *stack) {
    _exceptionBlock([NSString stringWithFormat:@"js exception, \nmsg: %@, \nstack: \n %@", [msg toObject], [stack toObject]]);
};
```

而在 `JSPatch.js` 的这个文件中，是这样被执行的：

```
try {
    // 省略具体执行的代码
} catch(e) {
    _OC_catch(e.message, e.stack)
}
```

上面这个例子主要的作用是在 JS 执行过程中抛出异常到 OC，OC 对异常进行处理。当然如果想直接在 OC 中通过 context 也可以执行 JS 代码，下面这个例子中，定义一个 `multiply` 函数，返回两个整数相乘。

```
- (void)executewithBlock
{
    self.context[@"multiply"] = ^(NSInteger a, NSInteger b){
        return a * b;
    };

    // 执行结果
    JSValue *result = [self.context evaluateScript:@"multiply(2,3)"
withSourceURL:[NSURL URLWithString:@"multiply.js"]];
    // 执行后结果为 6
    NSLog(@"multiply result: %@", [result toString]);
}
```

## 通过 JSCore 中的 JSExport

`JSEXPOT` 可以导出 `Objective-C` 的属性、实例方法、类方法和初始化方法到 JS 环境，这样就可以通过 JS 代码直接调用 `Objective-C`。通过 `JSEXPOT` 不仅可以导出自定义类的方法、属性，也可以导出已有类的方法、属性。在导出过程中，类的方法名会被转换成 JS 类型命名，第二个参数的第一个字母会被大写，比如：

```
- (void)addX:(int)x andY:(int)y;
```

会被转换为：

```
addXAndY(x, y);
```

## 导出自定义类的方法、属性

在 OC 中定义一个知识小集对象 `TeachSet`，使用 `JSEXPOT` 导出。

```
@class Member;
@class TeachSet;

@protocol JSTeachSetExportProtocol<JSEXPOT>
@property (nonatomic, copy) NSString *name;
+ (TeachSet *)teachSet;
- (void)initWithName:(NSString *)name
    members:(NSArray<Member *> *)members;
- (NSArray<Member *> *)currentMembers;
JSEXPOTAs(add, -(BOOL)addMember:(Member *)member);
@end

NS_ASSUME_NONNULL_BEGIN

@interface TeachSet : NSObject<JSTeachSetExportProtocol>

@property (nonatomic, copy) NSString *name;

+ (TeachSet *)teachSet;
- (instancetype)initWithName:(NSString *)name
    members:(NSArray<Member *> *)members;

- (BOOL)addMember:(Member *)member;
- (NSArray<Member *> *)currentMembers;
+ (BOOL)maxMemberCount;

@end
```

```

// 导出 TeachSet 对象
TeachSet *teachSet = [TeachSet teachSet];
self.context[@"_OC_teachSet"] = teachSet;

// 导出 TeachSet 类
self.context[@"_OC_TeachSet"] = [TeachSet class];

// 导出 Member 类, 并创建一个 Member 对象添加到 TeachSet 对象中
// 通过构造函数的方式创建 Member 对象
// addMember 被重命名为 add
self.context[@"_OC_Member"] = [Member class];
[self.context evaluateScript:@"var member = new _OC_Member('Lefe_x',
25);_OC_teachSet.add(member);"];

// 通过类方法创建 Member 对象添加到 TeachSet 对象中
[self.context evaluateScript:@"var member =
_OC_Member.member();member.name='Lefe_x_1';member.age=26;_OC_teachSet.add(
member);"];

// 没导出会报错, _OC_teachSet.maxMemberCount is not a function
[self.context evaluateScript:@"_OC_teachSet.maxMemberCount()"];

// 获取最终 TeachSet 中的成员数
JSValue *membersValue = [self.context
evaluateScript:@"_OC_teachSet.currentMembers()"];

/**
membersValue: (
  "name: Lefe_x, age: 25",
  "name: Lefe_x_1, age: 26"
)*/
NSLog(@"membersValue: %@", [membersValue toArray]);

```

## 导出已有类的方法、属性

把已有类的方法, 属性导出到 JS 环境, 允许 JS 调用。下面这个例子是导出 `UILabel` 的 `text` 属性到 JS 中, 这样可以直接在 JS 中就可以设置 `UILabel` 的 `text`。我们需要做的事就是创建一个遵循 `<JSExport>` 协议的 `UILabelExportProtocol` 协议。

```

@protocol UILabelExportProtocol<JSExport>
@property (nullable, nonatomic, copy) NSString *text;
@end

```

```
// 通过 runtime 给 UILabel 添加协议 UILabelExportProtocol
class_addProtocol([UILabel class], @protocol(UILabelExportProtocol));

UILabel *label = [[UILabel alloc] initWithFrame:CGRectMake(40, 100, 200, 44)];
label.text = @"知识小集";
label.textColor = [UIColor blackColor];
[self.view addSubview:label];

// 把 label 导出到 JS 环境, 在 JS 执行环境中 label 的名字为 _OC_label, 通过这个名字来调用 label 的 text 属性
self.context[@"_OC_label"] = label;

// 通过 JS 修改 label 的 text 属性, 执行完成后 label 的 text 被修改为 '关注知识小集公众号'
[self.context evaluateScript:@"_OC_label.text='关注知识小集公众号'"];
```

## 2.4 OC 与 JS 通信

目前来说 OC 与 JS 通信, 主要有 UIWebView、WKWebView 和 JSCore 这三种方式。而 UIWebView 的方式其实可以看作是 JSCore 的方式。

### 第一种方式: 通过 JSCore 来调用

在说明 JSCore 这种方式的时候, 需要先了解一下 JSCore。它是苹果 Safari 浏览器的 JS 引擎。

#### 1. 创建 Context

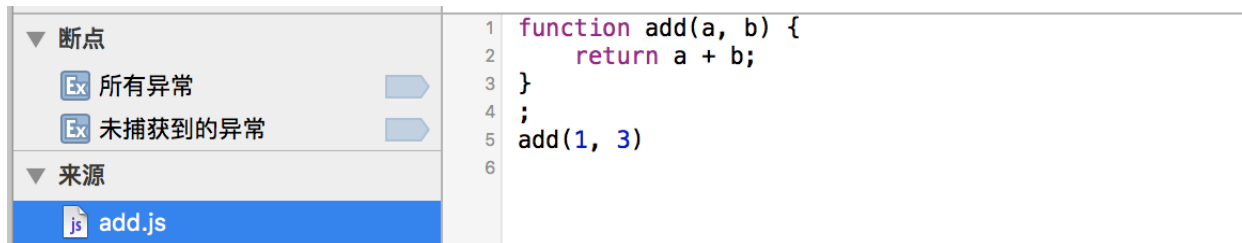
```
_context = [[JSContext alloc] init];
// 设置 context 的名字后, 调试的时候特别重要
_context.name = @"lefex.context";
```

#### 2. 执行 JS 代码

使用 `evaluateScript: withSourceURL:` 执行 JS 代码, 其中 `add.js` 是为了调试 JS 代码, 不会影响 JS 代码的执行结果。

```
// 要执行的 JS 代码, 定义一个 add 函数并执行
NSString *addjs = @"function add(a, b) {return a + b;};add(1,3)";
// sumValue 为执行后的结果
JSValue *sumValue = [self.context evaluateScript:addjs withSourceURL:
[NSURL URLWithString:@"add.js"]];
NSLog(@"sum: %@", @(sumValue.toInt32)); // 4
```

通过 safari 调试 JSContext, 可以看到 `add.js` 文件, 它是刚才运行 js 代码时设置的名字。



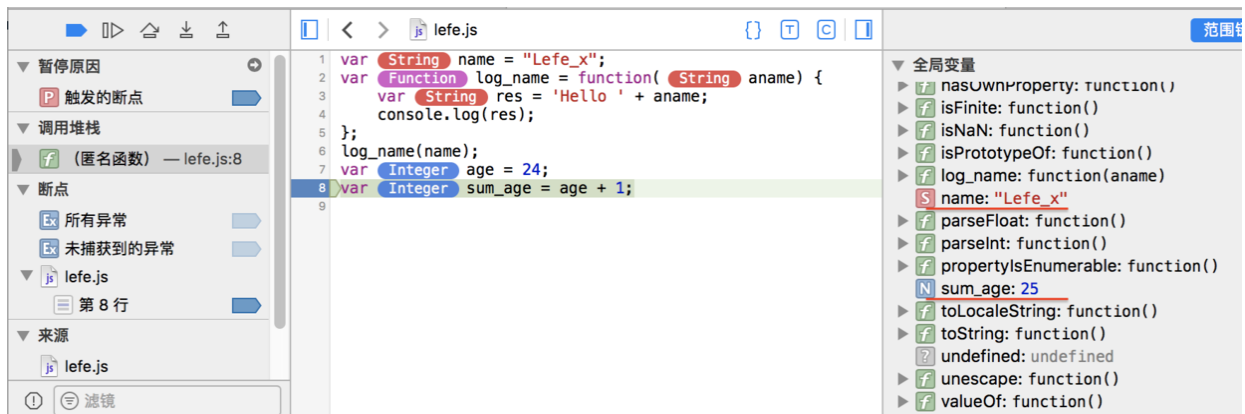
可以通过 `callWithArguments:` 来调用 JS 中的某个方法。

```
NSString *addjs = @"function add(a, b) {return a + b;}";
[self.context evaluateScript:addjs withSourceURL:[NSURL
URLWithString:@"add.js"]];
JSValue *resultvalue = [self.context[@"add"] callWithArguments:@[2, 4]];
NSLog(@"Result: %@", @(resultvalue.toInt32)); // 6
```

执行一段 JS 代码，使用 Safari 调试可以看到全局变量 `name`，`log_name`，`age` 和 `sum_age`。有了这些全局变量，就可以通过 context 获取 `name`，`log_name`，`age` 和 `sum_age` 的值。

```
NSString *js = @"var name = \"Lefe_x\";var log_name = function(aname){var
res = 'Hello ' + aname;console.log(res);};log_name(name);var age = 24;var
sum_age = age + 1;";
[self.context evaluateScript:js withSourceURL:[NSURL
URLWithString:@"lefe.js"]];

NSLog(@"%@", [self.context[@"name"] toString]); // Lefe_x
NSLog(@"%@", [self.context[@"sum_age"] toString]); // 25
```



给 JSContext 全局对象 (Global object) 添加一个属性，名为 `ObjectC_add` 值为 `ObjectC`

```
[self.context setObject:@"ObjectC" forKeyedSubscript:@"ObjectC_add"];
```

### 3. 监听异常

如果执行 JS 代码时，如果有异常会执行这个 block。

```
[self.context setExceptionHandler:^(JSContext *context, JSValue
*exception) {

}];
```

第二种方式：通过 来调用：

这种方式说白了就是使用 `JSCore`，通过 `UIWebView` 来获取 `JSContext`，这样直接通过获取到 context 来执行 JS 代码。

```
JSContext *context = [_webView
valueForKeyPath:@"documentView.webView.mainFrame.JSContext"];
```

第二种方式：通过 `WKWebView` 来调用：

`WKWebView` 没有提供获取 `JSContext` 的方法，但是它提供了执行 JS 的方法 `evaluateJS:`，通过这个方法执行 JS 代码。

```
[self.webView evaluateJS:@"function add(a, b) {return a + b;};add(1,3)"
completionHandler:^(id _Nullable msg, NSError * _Nullable error) {
    NSLog(@"evaluateJS add: %@, error: %@", msg, error);
}];
```

## 第三章 调试

### 3.1 MAC 搭建本地 Web 服务

想让应用访问网页，那么必须启动一个服务 WebServer，Mac 电脑自带了一个 web 服务器 `Apache`

查看服务器的信息：

```
→ webkit httpd -v
Server version: Apache/2.4.28 (Unix)
Server built:   Oct  9 2017 19:54:20
```

启动服务器：

```
→ ~ sudo apachectl start
```

启动成功后，在浏览器中输入 `http://127.0.0.1/`，即可访问到默认的网页。在目录 `/Library/WebServer/Documents` 会放入网页中的信息。把 `hybird` 这个网页信息放到这个目录下既可以访问。

```
http://127.0.0.1/hybird/home
```

### 3.2 调试 WebView

目前调试 WebView 主要有三种方式：

## 通过 Safari 和手机配合

当运行 APP 的时候，iOS 端加载 WebView（WKWebView 或 UIWebView）时可以通过 Mac 自带的 Safari 来调试所显示的页面，其实调试 JSPatch 的时候也是这么用的。

我们来模拟加载 Web 页时的场景，首先需要开启本地的 WebServer，mac 自带 Apache 服务器，我们只需启动这个服务器，即可加载一个网页。

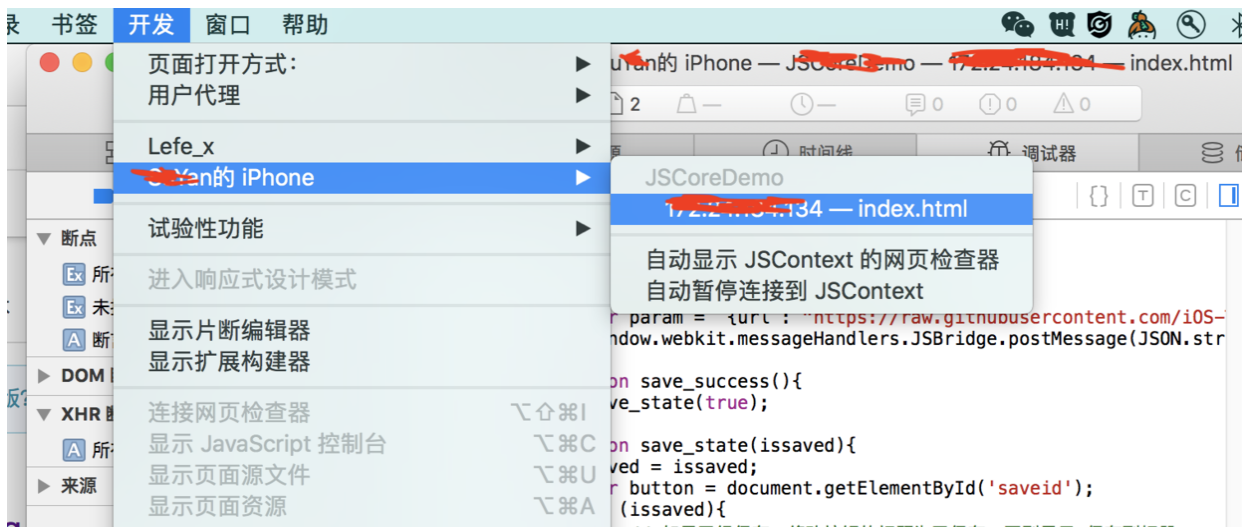
```
// 开启 Apache
sudo apachectl start
```

Apache 开启后，站点的目录在 `/Library/WebServer/Documents` 下，我们把写好的网页放到这个目录下，然后直接可以根据 URL 访问对应的页面，比如在浏览器中输入：`http://电脑ip地址/web/index.html` 即可访问 `index.html` 这个页面。

使用 WKWebView 加载 `index.html` 这个页面，即可调试这个页面，调试前需要做以下两件事：

- 手机端开启 Web 检查器：设置 -> 通用 -> Safari -> 高级 -> Web 检查器
- Mac 端显示开发菜单：Safari 浏览器默认没有显示“开发”菜单，需要通过：Safari 浏览器 -> 偏好设置 -> 高级 -> 勾选在菜单中显示“开发”设置。

设置完后，当启动 APP，加载 WKWebView 后即可看到 `index.html` 这个页面。这时即可通过断点进行调试，当然可以查看当前的 HTML 代码，JS 代码，网络情况等。具体如下图所示：



## 把日志信息转移到 NA 端输出

在 debug 环境植入一个 webview console，可以在黑盒下不连电脑不连 safari 调 DOM 和 JS，另外在开发期间 JS 中的异常信息比如：`console.log`、`alert`，`window.onerror` 改为 `bridge` 的方式，通过 NA 端来输出异常信息。

把 WebView 用来调试的 `log`、`alert`、`error` 显示到 NA，在调试时会方便不少。做 WebView 与端交互的时候，主要用 `window.webkit.messageHandlers.xxx.postMessage(params)`；来给端发消息，也就是说 WebView 想给端发消息的时候直接调用这个方法即可，端会通过 `WKScriptMessageHandler` 的代理方法来接收消息，而此时端根据和 WebView 约定的规则进行通信即可。



```
- (void)userContentController:(WKUserContentController
*)userContentController didReceiveScriptMessage:(WKScriptMessage *)message
```

而添加调试信息，无非就是给 WebView 添加了 log、alert、error 这些消息的 bridge，这样当 WebView 给端发送消息后，端根据和 WebView 约定的规则解析 log、alert、error 为端对应的事件，比如 log 直接调用端的 `NSLog`，alert 调用端的 `UIAlertController`。

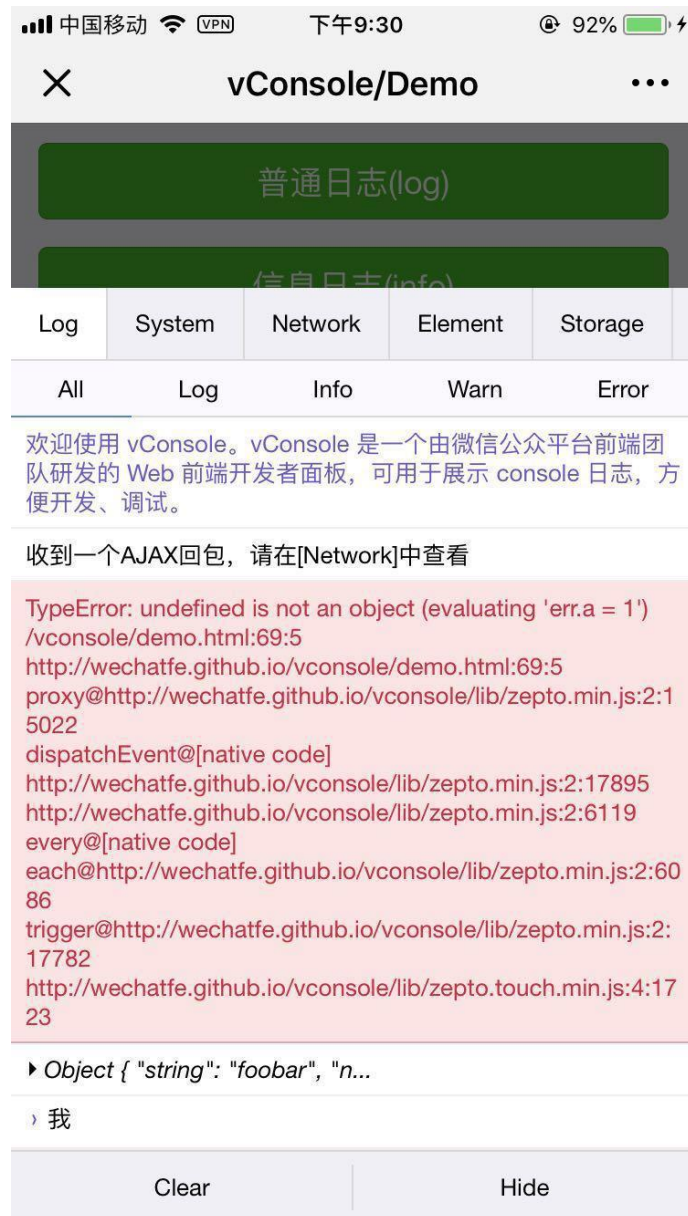
## 集成控制台

黑盒下调试 WebView，无需连接电脑和 safari 即可调试 DOM，这个可以参考小程序的 [vConsole](#) 或者 [eruda](#)。可以直接在 WebView 中接入，或者在端中接入。这里以在端中接入 eruda 为例，这里踩到几个坑：

- 1.有些页面显示不出来，估计是故意屏蔽掉的，味精特意使用 JSBox 试了下其它页面，发现百度等都不可以显示调试按钮，而掘金是可以的；
- 2.使用本地的页面也显示不出来，这是 webview 跨域安全方面的考虑，file 协议下会禁止 js css html 以部分 file，部分网络的方式加载。

下面这段代码直接在 webview 加载完成后执行即可。

```
NSString *js = @"(function() {var script =
document.createElement('script');script.type = 'text/JS';script.src
= 'https://xteko.blob.core.windows.net/neo/eruda-
loader.js';document.body.appendChild(script);})();";
[self.webview evaluateJS:js completionHandler: nil];
```



### 3.3 了解 WKWebView

在 PC 届比较出名的浏览器有：

- Chrome：Google 的基于 Webkit 内核浏览器，内置了非常强悍的JS引擎——V8；
- Mozilla 自己研制的 Gecko 内核和 JS引擎OdinMonkey；
- Apple 的 Mac系统自带的基于Webkit内核的浏览器；

目前在移动端主要使用的是 Apple 的 Safari 和 Google 的 Chrome。在浏览器中可以有一个全局对象 `window` 表示当前显示的窗体。

获取浏览器窗口的整个宽高：

```
console.log(window.innerWidth);  
console.log(window.innerHeight);
```

`navigator` 可以获取到浏览器的信息：

```
console.log('userAgent = ' + navigator.userAgent);
```

screen 对象获取屏幕的信息:

```
screen.width  
screen.height
```

location 获取当前页面的URL信息:

```
console.log(location.href);
```

一个 HTML 渲染到屏幕上时，其实是一颗树。而 DOM（Document Object Model）就表示这棵树的结构，document 是 DOM 的根节点，可以根据 document 提供的一些方法，动态的来操作 DOM。

WKWebView 是开源的，详细信息可以看 [源码](#)

## 第四章 实战

### 4.1 自己动手实现一个 Hybrid WebView

如今，端与 Web 页的交互越来越频繁，很多页面都交给 Web 页面来实现，而有些情况下 Web 需要与端进行交互。面对这种需求，各种第三方库源源不断出现，而 WebViewJSBridge 无疑是 star 最多的一个。其实目前在 iOS 开发当中，大多数都切换到了 WKWebView，且对 Web 的交互越来越重，所以不妨自己实现一个 Hybrid WebView 来满足自己的业务需求。一个 Hybrid WebView 最基本的应该满足双方可以自由通信。

- WebView 上的事件可以传递到端上；
- WebView 可以从端上获取数据；
- 端可以监听到 WebView 上发生的事件。

本文旨在说明一个 Hybrid WebView 需要的技术手段，所以打算从一个具体的需求出发，一步一步搭建一个 Hybrid WebView。大多数的文章只会讲解端上如何实现，而本文会结合前端一块讲讲两端是如何实现的。

#### 需求说明

Web 页面上有一张图和一个保存按钮，当点击保存按钮时会提示用户是否需要保存图片到相册。如果保存成功，按钮的标题将变为已保存，否则标题为保存到相册。如果已保存，下次进入 Web 页时显示已保存。

分析上面的需求，可以拆分为：

- 页面加载后，需要获取图片是否已经保存过，如果已保存，按钮的标题为“已保存”，否则为“保存到相册”；
- 点击按钮需要提示用户“是否需要保存图片到相册”，点击“保存”执行保存操作。点击取消将什么也不做；

- 保存成功，按钮上的标题需要变为“已保存”。

分析完上面具体需求后，转换为技术需要考虑的问题：

- 页面加载后，Web 页可以从端上获取到图片是否已经保存的状态；
- 点击保存按钮，需要在端上提示用户，用户点击保存需要把图片保存到相册，这时需要获取到当前显示的图片，也就是说需要把 Web 页面中的数据传递到端；
- 保存成功后需要修改 Web 页面按钮的标题。

**先做一个 Web 页面**



知识小集是一个团队公众号，主要定位在移动开发领域，分享移动开发技术，包括 iOS、Android、小程序、移动前端、React Native、weex 等。每周都会有原创文章分享，我们的文章都会在公众号首发。欢迎关注查看更多内容。



保存到相册

整体页面是如上图所示。我们逐步剖析是如何实现的。

在前面的章节中（这些章节后续会发出来），已经介绍了在 Web 页面中执行 JS。可以把一段 JS 代码嵌入到 HTML 中，这时在 HTML 中可以直接调用 JS 代码，而 JS 可以通过 DOM 动态来操作 HTML 中的标签，这样既可以达到动态修改 Web 页。

**Web与端通信的JS代码**，这段代码是嵌入在 HTML 中的。

```

<script>
    // 标记保存的状态
    var saved = false;
    // 保存事件
    function saveaction(){
        if (saved) {
            return;
        }
        alert("确定要保存该图片吗? ");
        // 发送消息给客户端 JS 中发送消息给 OC
        var param = {url : "https://raw.githubusercontent.com/iOS-
Tips/iOS-tech-set/master/images/qrcode.jpg"};

        window.webkit.messageHandlers.JSBridge.postMessage(JSON.stringify(param))
    };
    // 保存成功后端会调用这个方法通知Web页保存成功
    function save_success(){
        change_state(true);
    };
    // 修改是否已保存的状态, 修改按钮标题
    function change_state(issaved){
        saved = issaved;
        var button = document.getElementById('saveid');
        if (issaved){
            // 如果已经保存, 修改按钮的标题为已保存, 否则显示 保存到相册
            button.innerText = "已保存";
        } else {
            button.innerText = "保存到相册";
        }
    }
}
</script>

```

保存到相册 按钮, 监听点击事件, 当点击按钮后会调用 `saveaction` 函数。

```

<div id="saveid" class="save_button" onclick="saveaction()">保存到相册</div>

```

而 `saveaction` 函数首先会发一个 `alert("确定要保存该图片吗? ")` 到端, 端会执行 `WKUIDelegate` 代理方法, 我们在这个方法需要弹窗端内的提示框:

```

- (void)webView:(WKWebView *)webView runJSAAlertPanelWithMessage:(NSString
*)message initiatedByFrame:(WKFrameInfo *)frame completionHandler:(void
(^)(void))completionHandler
{
    UIAlertController *alert = [UIAlertController
alertControllerWithTitle:@"温馨提示" message:message
preferredStyle:UIAlertControllerStyleAlert];
    [alert addAction:[UIAlertAction actionWithTitle:@"保存"
style:UIAlertActionStyleDefault handler:^(UIAlertAction * _Nonnull action)
{
        self.isOKAction = YES;
        completionHandler();
    }]];
    [alert addAction:[UIAlertAction actionWithTitle:@"取消"
style:UIAlertActionStyleDefault handler:^(UIAlertAction * _Nonnull action)
{
        self.isOKAction = NO;
        completionHandler();
    }]];
    [self presentViewController:alert animated:YES completion:nil];
}

```

当用户点击保存按钮后，会保存图片到相册。所以客户端需要拿到图片的地址，这是需要给端发送图片的地址。如果想给端发送一条消息，直接在 Web 页通过 JS 执行，其中 xxxx 是端与 Web 之间约定的名字。

```

window.webkit.messageHandlers.xxxx.postMessage(JSON.stringify(param))

```

而我们此时定义的名字是 `JSBridge`，当用户点击保存后，需要根据 Web 传递过来的 URL 保存图片。

```

var param = {url : "https://raw.githubusercontent.com/iOS-Tips/iOS-tech-
set/master/images/qrcode.jpg"};
window.webkit.messageHandlers.JSBridge.postMessage(JSON.stringify(param));

```

当端接收到 Web 发过来的消息后，会调用 `WKScriptMessageHandler` 的代理方法，在这个方法中我们来下载图片并保存到相册：

```

- (void)userContentController:(WKUserContentController
*)userContentController didReceiveScriptMessage:(WKScriptMessage *)message
{
    if ([message.body isKindOfClass:[NSString class]]) {
        if ([message.name isEqualToString:kScriptMsgName] &&
self.isOKAction) {
            // 保存图片
            NSDictionary *msgInfo = [NSJSONSerialization
JSONObjectWithData:[message.body dataUsingEncoding:NSUTF8StringEncoding]
options:NSJSONReadingAllowFragments error:nil];
            UIImage *image = [[UIImage alloc] initWithData:[NSData
dataWithContentsOfURL:[NSURL URLWithString:msgInfo[@"url"]]]];
            if (image) {
                UIImagewriteToSavedPhotosAlbum(image, self,
@selector(imageSavedToPhotosAlbum:didFinishSavingWithError:contextInfo:),
nil);
            }
        }
    }
}

```

当把图片保存到相册后，需要刷新 Web 页面上的按钮的标题，这时需要执行 Web 页中已经定义好的 `change_state` 方法：

```

- (void)updateSaveState:(BOOL)isSave
{
    NSString *script = isSave ? @"change_state(true);" :
@"change_state(false)";
    [self.webview evaluateJS:script completionHandler:^(id _Nullable msg,
NSError * _Nullable error) {}];
}

```

至此，我们还剩下最后一件事没有完成，当加载出 WebView 后，需要根据本地是否已经保存了图片更新按钮的标题，直接调用 `updateSaveState` 函数即可。

## 总结

本文主要介绍一个 Hybrid WebView 如何实现，它仅仅是从一个具体的需求出发，而如果做一个通用 Hybrid WebView 框架需要两端设计一种通信规则。具体细节可以参考味精的两篇关于 Hybrid 的实践 (从零收拾一个 hybrid 框架)。本文的 demo 会在这个专题完成后一块放出。

## 4.2 Hybrid 实战：如何完整下载一个 wap 页面



本文的读者需要有一定的 Hybrid 基础，相关的概念已经有很多优秀的文章进行过讲解，这里不再赘述。本文的重点在于如何基于 Hybrid 框架，在移动端（不限于具体平台）完成一个 wap 页面的完整下载。这个页面会包含丰富的媒体资源，包括图片、音频、视频等。下载完成之后，我们在离线时依然能够流畅阅读该页面的完整内容。

## 场景分析

在移动端使用 wap 页面展示内容有非常多的应用场景，比如常见的新闻资讯阅读、简书或掘金的文章展示。客户端提供 webview 容器，配套一系列前端与客户端交互的能力，前端使用模板批量生成不同的内容后下发，发挥着前端极高灵活性的同时又可以享受到客户端原生的许多能力。

前面说的场景，用户很少有缓存的需求。不过对于某些产品中用户可能会反复查看的内容，提供页面的下载以供离线查看就很有必要了。wap 页面不仅可以展示文本，还经常出现图片，有的页面中还会包含音频甚至视频，该采用什么方式完成下载，需要根据不同的场景具体分析。

## 方案选择

一般而言，提供了下载功能的 wap 页面，它将展示的内容形式必然是有限制的。如果任何一个页面丢过来都要求缓存，我们很难保证离线情况下的展示效果。

### 利用 NSURLProtocol 实现缓存

对于简单的页面，比如它只包含文本和图片，那么不依赖 Hybrid 也可以实现。NSURLProtocol 就是一个可选方案，并且它的覆盖范围可以更广。使用 NSURLProtocol 对网络请求进行过滤，如果是特定的 html、css、js 等请求和图片请求，就在本地缓存数据中进行查找，命中缓存则使用本地数据包装成网络请求的响应数据进行回传，否则才执行对应的网络请求。这样即使在网络可用的情况下，也会优先使用本地缓存数据，不仅可以完成页面的离线展示，还有效地加快了网络可用时页面的加载速度。自然想到，这也是很多 wap 页面加速方案会采用的方式。

### 基于 Hybrid 的 wap 页面

而对于包含了音频、视频等内容的 wap 页面，出于用户体验等目的，客户端往往会将这些资源的展示进行接管。比如页面中包含音乐时，用户进行点击会发现是客户端的播放器在进行播放，这便是 Hybrid 应用的例子。它的一个常见实现方案是：客户端为前端提供了播放音频的接口，对于 wap 页面中的所有音频，放弃前端的原生写法，采用客户端提供的接口。而客户端中这个接口的实现，自然是调起客户端音频播放器，播放对应的音频，这个过程中又会涉及到是否成功的回调、客户端播放器和 wap 页中播放状态的同步等诸多问题，不过这不是本文关注的重点。本文讨论的需要完整下载的 wap 页面的场景，就是基于这种方案。

## 具体实现

### 页面的展示方案

通过上面的例子可以看到，基于 Hybrid 方案展示的 wap 页面，不仅需要客户端提供面向前端调用的各种能力，也需要前端在编写代码时进行相应的调用。两端相互配合，完成高度定制化的 wap 页面。对于上面的例子，客户端提供出来图片、音频、视频的接口，这样 wap 页面中对应内容的交互，便都交由客户端的原生实现。而客户端接口的实现，自然就是首先在本地的缓存数据中进行查找，若该数据已下载，则使用本地数据，否则进行对应的网络获取，以此兼容有网和离线的情况。

交由客户端接管的好处，除了上述离线缓存的应用，还有一点是能够让 webview 中的内容也可以享受到客户端原生的处理方式。比如图片接口的客户端实现，就可以交由项目中使用的网络图片异步加载工具（SDWebImage 或 YYWebImage 等），这样 webview 中的图片加载和原生场景下的图片加载可以共享缓存数据，原生场景加载过的图片，在 webview 中展示时便无需重复网络获取，反过来也如此。基于局部性原理，这样可以在一定程度上达到图片加载加速的效果（减少了重复网络请求）。

## 进一步优化

事实上，在高度定制的 wap 页面场景下，我们对于 webview 中可能出现的页面类型会进行严格控制。可以通过内容的控制，避免 wap 页中出现外部页面的跳转，也可以通过 webview 的对应代理方法，禁掉我们不希望出现的跳转类型，或者同时使用，双重保护来确保当前 webview 容器中只会出现我们定制过的内容。既然 wap 页的类型是有限的，自然想到，同类型页面大都由前端采用模板生成，页面所使用的 html、css、js 的资源很可能是同一份，或者是有限的几份，把它们直接随客户端打包在本地也就变得可行。加载对应的 url 时，直接 load 本地的资源。

对于 webview 中的网络请求，其实也可以交由客户端接管，比如在你所采用的 Hybrid 框架中，为前端注册一个发起网络请求的接口。wap 页中的所有网络请求，都通过这个接口来发送。这样客户端可以做的事情就非常多了，举个例子，NSURLProtocol 无法拦截 WKWebView 发起的网络请求，采用 Hybrid 方式交由客户端来发送，便可以实现对应的拦截。

基于上面的方案，我们的 wap 页的完整展示流程是这样：**客户端在 webview 中加载某个 url，判断符合规则，load 本地的模板 html，该页面的内部实现是通过客户端提供的网络请求接口，发起获取具体页面内容的网络请求，获得填充的数据从而完成展示。**

## 下载时如何确定具体需要下载的资源

客户端如何确定某个具体 wap 页中会包含的资源，我们没有找到很高效的办法。所幸这种场景下的页面多是内部生产、高度定制的，这也就为后端提供资源统计提供了可能（页面数据本来就是后端生产的~），所以我们采用了后端提供对应接口支持的方案，根据 wap 页的 id，可以获取该页面包含的具体资源。执行用户的下载行为时，使用对应页面 id 调用资源统计接口，获得该页面包含的资源。这其中包括 JSON 格式的页面填充数据，也包括媒体文件的 url。对于 JSON 数据，可以采用简单的缓存框架进行缓存（YYCache 等），图片采用常见的图片缓存框架，音频、视频等可以处理成常规的文件下载任务。

## 结语

- 本文并没有关注具体的 Hybrid 框架如何实现，重点在于提供一个基于 Hybrid 可以实现的具体业务场景。
- 文中所述的方案，是公司内部场景下剥离了业务的技术实现阐述。会有不尽合理的地方，欢迎讨论。

## 4.3 深入 JSPatch 原理

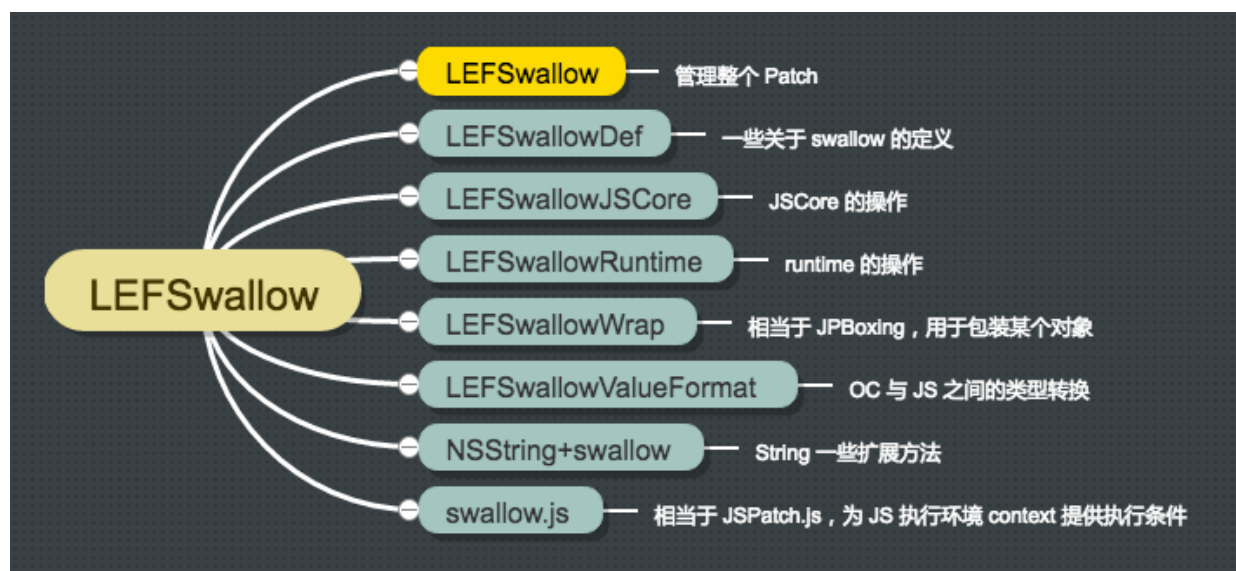
### 4.3.1 苹果已经禁止 JSPatch 上线，为什么我还在研究它？

大前端目前非常火，各种跨平台方案横扫移动端圈内，很多 iOS 程序员开始转入大前端的潮流。虽然开发者往往把 JSPatch 用来做热修复，而我认为他有更好玩的地方，比如使用 JS 开发原生界面。目前 JSBox 非常好地利用了 Native 与 JS 交互这一特性，相信你和我一样都非常好奇其中所使用到的技术，好奇终归为好奇，毕竟没有开源。那么不如从 JSPatch 出发，探一探用 JS 如何写原生界面。下面

几个点是我学习 JSPatch 主要目的：

- 好奇，JSPatch 仅仅用了不到 2000 行代码就可以使用 JS 开发原生界面；
- 学习 JSCore 框架，对这个框架总是一知半解，希望通过 JSPatch 来掌握它；
- 学习 JS，JSPatch.js 这个文件中有很多 JS 高级用法；
- 学习 runtime 的实际使用场景，通过 runtime 的真实场景来掌握 runtime；
- 市面上缺乏关于 JSPatch 原理全面介绍的文章，几乎所有的文章对某些知识点点到为止，根本没有理解具体的实现细节；

本文也是对前几章的实践，如果你对 JS，JSCore 都不了解，建议阅读前面的章节，有助于理解本文的内容。JSPatch 虽然只有 3 个文件（不算扩展），其实它把很多内容都融入到了在一起，而且使用了大量的宏定义，读起来十分困难。最终 [Lefe\\_x](#) 写了 JSPatch 一个乞丐版，目的是为了掌握 JSPatch，有大量的注释，它也许会是入门 JSPatch 的一个突破口。项目主要分为了 runtime 部分，JSCore 部分和管理部分，旨在能让你更容易地掌握 JSPatch 的细节。



### 4.3.2 概述

JSPatch bridge Objective-C and JS using the Objective-C runtime. You can call any Objective-C class and method in JS by just including a small engine. JSPatch is generally used to hotfix iOS App.

JSPatch 使用 Objective-C 的 runtime 让 JS 调用任意的 Objective-C 的类和方法。如果想要动态调用 Objective-C 的任意类、任意方法，恰巧 Objective-C 的 runtime 可以做到这一点。那么 JSPatch 的核心就是把 JS 中的方法调用，转换成 Objective-C 的方法调用，并且 JS 和 Objective-C 之间需要进行数据传递。

总之，你可以想成 JSPatch 就是把某些字符串转换成 Objective-C 可以识别的类和方法，而字符串没有逻辑运行能力，也没有执行能力，这就是为什么要用 JS 的原因，当然主要是因为 iOS 中集成的 JSCore 这个库，这样就让 iOS 拥有了执行 JS 的能力。

JS 是一种解释型的脚本语言，C、C++ 等语言先编译后执行，而 JS 是在程序的运行过程中逐行进行解释。 - 百度百科

JS 不需要编译即可解释执行，这样就可以在程序执行的过程中动态地执行某些 JS 代码。而 JSPatch 在程序启动后使用 JSCore 执行了 JSPatch.js 这个文件中的脚本，这个文件主要为 JS 执行环境 (JSContext) 提前创建一个全局属性、方法等，这样在后续补丁执行的过程中才能找到对应的方法。

说了这么多，估计你已经晕了，没关系，我本来就没打算让你听懂。下面我们开始梳理 JSPatch 的核心逻辑。掌握了 JSPatch 的实现，你就可以很好地掌握 JS 与 Objective-C 之间的交互，而且对你理解 runtime 非常有帮助。

### 4.3.3 先理解 JSPatch.js

我们试想一下，为什么 JSPatch 能执行下发的脚本？

JSPatch 要想执行下发的脚本，必须能够在 JSCore 中找到对应的方法，如果方法不存在，将直接报错。而 JSPatch.js 的作用就是提前在 JSContext 注入后续执行补丁用到的方法。在 JPEngine 的 `startEngine` 的方法中可以看到在执行脚本前需要加载 JSPatch.js：

```
[_context evaluateScript:jsCore withSourceURL:[NSURL
URLWithString:@"JSPatch.js"]];
```

除此之外，还在 `_context` 注入了其它方法，而下面这些方法就是 JS 与 OC 之间执行的桥梁，在 JS 中可以执行下面已经定义好的方法。

- `_OC_defineClass`：在执行环境 context 中定义要替换或新增的方法、属性；
- `_OC_defineProtocol`：定义协议；
- `_OC_callI`：调用实例方法；
- `_OC_callC`：调用类方法；
- `_OC_formatJSToOC`：JS 转换成 OC；
- `_OC_formatOCToJS`：OC 转换成 JS；
- `_OC_getCustomProps`：获取自定义的属性；
- `_OC_setCustomProps`：增加自定义的属性；
- `__weak`：`__weak` 的实现；
- `__strong`：`__strong` 的实现；
- `_OC_superClsName`：获取父类；
- `autoConvertOCType`：自动转换成 OC 类型；
- `convertOCNumberToString`：自动把 Number 类型转换成字符串；
- `include`：引入其它 JS 文件；
- `resourcePath`：资源文件路径；
- `_OC_log`：把 console.log 打印信息转换到 NSLog 打印；
- `_OC_catch`：把 JS 中的 try catch 转换到 OC 中；
- `dispatch_sync_main`：GCD 的支持。

我们需要看看 JSPatch.js 中究竟都做了那些事：

#### 自执行函数

JSPatch.js 文件中的代码是自执行的，它不需要主动调用，也就是一旦使用 JSCore 加载完这个文件，就会执行。

```
;(function() {
    // JS 代码
})();
```

## 给 Object 添加属性

`_customMethods` 这个对象中定义了函数

`__c`、`super`、`performSelectorInOC`、`performSelector`，这些函数被添加到 Object 的原型链（prototype）上，这样每个 JS 对象都会有这 4 个方法。

```
Object.defineProperty(Object.prototype, method, {value:
  _customMethods[method], configurable: false, enumerable: false});
```

- `__c`

脚本的执行过程中，每个方法的调用都会经过它进行转发。JSPatch 想要调用任意类的方法，前提是需要 JS 执行环境中存在这些类的方法，不然调用就会出错，就如同在 OC 中调用一个不存在的方法将直接 crash，JS 中也类似。所以作者巧妙的利用了 `__c` 作为消息的转发函数。假如执行一段脚本。

脚本执行前：

```
defineClass('viewController', {
  changeName_age: function(name, age) {
    self.setTitle("Lefe_x");
  }
})
```

脚本格式转换后，把 `self.setTitle("Lefe_x");` 这个方法转换后变成了

`self.__c("setTitle")("Lefe_x");`，这样当调用 `setTitle` 这个方法时，其实是调用的 `__c` 这个方法，最后在转发到 OC 中。

```
;(function(){try{
defineClass('viewController', {
  changeName_age: function(name, age) {
    self.__c("setTitle")("Lefe_x");
  }
})

}catch(e){_OC_catch(e.message, e.stack)}})();
```

## defineClass

defineClass 的定义如下：

```
defineClass(classDeclaration, [properties,] instanceMethods, classMethods)
```

@param classDeclaration: 字符串，类名/父类名和Protocol

@param properties: 新增property，字符串数组，可省略

@param instanceMethods: 要添加或覆盖的实例方法

@param classMethods: 要添加或覆盖的类方法

想要添加或重写某个方法就需要使用 `defineClass` 来申明，通过 JS 来告诉 OC 的 runtime，那些方法需要修改，需要添加那些属性等。

## require

`require` 其实是在全局生成一个 JS 对象，这样当调用某个对象的方法时便可以找到这个对象，以免找不到对象而报错。

```
global[className] = {
  __className: className
}
```

## console.log

主要目的是把在 JS 中使用 `console.log` 打印的日志信息使用 OC 中的 `NSLog` 打印，方便调试。

## defineProtocol

协议的定义，主要给 OC 中添加协议。它主要的目的是给某个对象增加方法时，需要知道方法参数的类型时，通过协议中的方法来获取 `method type`。

## 方法说明

- `var _propertiesGetFun = function(name){}`

属性的 Get 方法，当新增属性后，会调用对象的 Get 方法和 Set 方法；

- `var _propertiesSetFun = function(name) {}`

属性的 Set 方法，当新增属性后，会调用对象的 Get 方法和 Set 方法；

- `var _formatDefineMethods = function(methods, newMethods, realClassName) {}`

负责消息转换，它会把补丁中的方法转换成 [参数个数, 自定义函数] 的形式传给 OC 层，OC 利用它来做 runtime 的工作和消息回调；

- `var _setupJSMMethod = function(className, methods, isInst, realClassName){}`

在 JS 执行环境中添加实例方法和类方法；

- `var _formatOCToJS = function(obj) {}`

负责 OC 与 JS 类型的转换；

- `var _methodFunc = function(instance, className, methodName, args, isSuper, isPerformSelector) {}`

主要负责把 JS 方法转换成 OC 方法并回调到 OC，它最终调用了 OC 的 `_oc_callC` 和 `_oc_callI`；

- `global.require = function(className) {}`

在全局生成一个 JS 对象，目的是与 OC 进行交互，相当于创建一个对象；

- `global.defineProtocol = function(declaration, instProtocol, clsProtocol)`

```
{}
```

定义一个协议，主要用来获取方法的 method type，这样可以添加不同类型参数的方法，否则只能添加参数和返回值都为 id 类型的方法；

- `global.defineJSClass = function(declaration, instMethods, clsMethods) {}`

如果不需要与 OC 进行交互，可以用它来定义 JS 类、方法；

- `global.defineClass = function (declaration, properties, instanceMethods, classMethods) {}`

定义要修改或添加的方法、属性；

- `__c: function(methodName) {}`

JS 消息转发函数；

- `super: function() {}`

super 的实现，可以使用 OC 中的 super 关键字。

## 总结

JSPatch.js 中有很多关于 JS 闭包的使用，如果对 JS 不太熟悉，看来源码比较吃力，建议补一下 JS 的知识，当然本专题前面的章节有提到这里用到的 JS 知识。看到这里，你其实只要明白了 JSPatch.js 的作用即可，这里总结一下：

它主要在 JSCore 中的 context 中提前注入了一些方法，为后续的补丁执行提供执行条件，比如 `defineClass` 和 `__c` 方法是在 JSPatch.js 中提前定义的方法，这样在下发的补丁才会找到找到这两个方法，保证调用不出错。

### 4.3.4 方法是如何被调用的呢？

我们从一个例子出发，例子中需要替换在 ViewController 中定义个的空方法 `clickAction:` 为当点击按钮时把按钮上的标题显示到 ViewController 的标题上。脚本下发前如下：

```
defineClass('ViewController', {
  clickAction: function(sender) {
    self.setTitle(sender.currentTitle());
  }
})
```

脚本被格式化后为：



```
;(function(){try{
defineClass('viewController', {
  clickAction: function(sender) {
    self.__c("setTitle")(sender.__c("currentTitle")());
  }
})

}catch(e){_OC_catch(e.message, e.stack)}})();
```

当按钮被点击后，`clickAction:` 将被执行，由于它先前已经存在，所以在 OC 的 runtime 会把它替换为补丁代码中的实现。这里需要注意脚本被格式后的形式，方法的调用都变成了对 `__c` 的方法调用，而它恰好在 JSPatch.js 中已添加到了 Object 对象上，这样所有的对象都有 `__c` 方法，保证调用不出错。

### defineClass 声明替换方法

在这个例子中，defineClass 有两个参数：

- 类的声明：`viewController` 字符串
- 需要替换的实例方法：

```
{
  clickAction: function(sender) {
    self.__c("setTitle")(sender.__c("currentTitle")());
  }
}
```

defineClass 会把 `clickAction:` 方法转换成 `[参数个数, 自定义函数]` 的形式传递给 OC 中的 `defineClass`，这样在 OC 的 runtime 中即可知道参数的个数和原函数。为何要转换成这种形式，需要说明一下：

参数个数的存在的意义主要有：

- a. 在 runtime 中如果想给某个类中增加方法需要用到

```
class_addMethod(Class _Nullable cls, SEL _Nonnull name, IMP _Nonnull imp,
const char * _Nullable types)
```

除了 `types` 这个参数外，其它的参数都可以获取到，而 `types` 这个值称为 Method type，如果方法存在可以直接通过 `method_getTypeEncoding` 来获取，否则只能根据参数的类型自己拼接，而 JSPatch 新增的方法必须是 id 类型（使用协议除外），这样知道参数个数就可以拼接出方法的 Method type。

- b. 修复方法名，`clickAction` 方法名在 OC 中应该是 `clickAction:`，所以需要根据参数个数来添加一个 `:`



```

if ([selectorName componentsSeparatedByString:@":"].count - 1 <
    numberOfArg){
    selectorName = [selectorName stringByAppendingString:@":"];
}

```

自定义函数存在的意义主要有：

- a: 对于替换的方法 `clickAction`，当按钮点击后会触发这个方法，而这个方法的实现是通过补丁下发实现的，所以调用这个方法的实现需要调用补丁中的实现。`JSValue` 可以是个函数，通过 `callWithArguments:` 方法来调用，这就达到了我们的目的，通过下发一个 JS 函数，当按钮点击后，获取到方法调用的参数，直接调用 JS 函数即可调用的补丁中的实现。
- b: `self` 的实现，我们都清楚 `JSPatch` 支持 `self`，原因就在于它在全局对象 `global` 中保存了最后一次调用的类。

其实理解起来也不难，你可以把 JS 函数想象成 OC 中的 `block`，当按钮被点击后直接执行一个 `block`。

下面这段代码就是传递到 OC 时的形式：

```

{
    clickAction = (
        1,
        function () {
            try {
                var args =
                    _formatOCToJS(Array.prototype.slice.call(arguments));
                var lastSelf = global.self;
                global.self = args[0];
                if (global.self) {
                    global.self.__realClsName = realClsName;
                }
                args.splice(0,1);
                var ret = originMethod.apply(originMethod, args);
                global.self = lastSelf;
                return ret;
            } catch (e) {
                _OC_catch(e.message, e.stack);
            }
        }
    )
}

```

## 回到 OC 中的 `defineClass` 方法

经过 JS 把需要替换的方法（`clickAction:`）转换为 `[参数个数, 自定义函数]` 形式后，需要利用 OC 的 runtime 对 `clickAction:` 方法进行替换。

当按钮被点击后 `clickAction:` 会被执行，这个时候我们需要获取 `clickAction:` 的参数址，传给 `jsFunc`（上面提到的自定义函数）。

我们一起看下 `jsFunc` 的执行过程：

```
function () {
    try {
        var args =
        _formatOCToJS(Array.prototype.slice.call(arguments));
        var lastSelf = global.self;

        global.self = args[0];
        if (global.self) {
            global.self.__realClsName = realClsName;
        }
        args.splice(0,1);
        var ret = originMethod.apply(originMethod, args);
        global.self = lastSelf;
        return ret;
    } catch (e) {
        _OC_catch(e.message, e.stack);
    }
}
```

- a. 通过 `_formatOCToJS` 把参数转换成 JS 类型（因为在执行 JS 代码，必须使用 JS 的数据类型）；
- b. `arguments` 这个是参数不是数组，利用 `Array.prototype.slice.call(arguments)` 转换成数组，`arguments[0]` 为 `self`；
- c. 修改 `global.self`，目的是调用类的实例方法时可以使用 `self` 关键字；

JSPatch支持直接在`defineClass`里的实例方法里直接使用 `self` 关键字，跟OC一样 `self` 是指当前对象，这个 `self` 关键字是怎样实现的呢？实际上这个`self`是个全局变量，在 `defineClass` 里对实例方法进行了包装，在调用实例方法之前，会把全局变量 `self` 设为当前对象，调用完后设回空，就可以在执行实例方法的过程中使用 `self` 变量了。

d. JS 函数调用 `var ret = originMethod.apply(originMethod, args);`。

⚠：这里用到的 JS 知识在 JS 部分有讲解。

当调用 `originMethod.apply(originMethod, args);` 它会调用下面的这个方法。

```
clickAction: function(sender) {
    self.__c("setTitle")(sender.__c("currentTitle")());
}
```

`self` 指向当前实例对象，调用 `__c` 方法，`sender` 也调用 `__c` 方法，从源码中可以看出，它返回一个函数。当执行 `sender.__c("currentTitle")()` 方法时，其实最终执行的是 `_methodFunc` 方法。

```

__c: function(methodName) {
    return function() {
        var args = Array.prototype.slice.call(arguments);
        return _methodFunc(slf.__obj, slf.__className, methodName, args,
slf.__isSuper);
    }
}

```

`_methodFunc` 最终会调用到 `_OC_callI` 或者 `_OC_callC`，这样就达到了 JS 调用 OC 代码。

```

var _methodFunc = function(instance, className, methodName, args, isSuper,
isPerformSelector) {
    var selectorName = methodName;
    // 省略转换成 oc 方法的代码
    var ret = instance ? _OC_callI(instance, selectorName, args, isSuper)
: _OC_callC(className, selectorName, args);
    return _formatOCToJS(ret);
}

```

## 总结

以上就是一个脚本的完整执行过程，我们可以总结为：

- 补丁下发
- 补丁格式替换为 `__c`
- 对需要添加或修改的方法进行处理，传递给 OC，使用 runtime 处理
- 调用下发的 JS 函数
- 调用补丁代码的实现
- 调用 `__c` 函数
- 调用 `_OC_callI` 或者 `_OC_callC`

### 4.3.5 JSPatch 中的 runtime

上面的例子中，我们并没有对 JSPatch 中的 runtime 进行展开，主要围绕 JSPatch.js 中的方法进行说明，下面我们谈一谈 JSPatch 中的 runtime 是如何工作的。

试想一下，runtime 是如何进行方法添加或替换的？

JSPatch 中的关键点就是把补丁中要新增或替换的方法与 OC 中的方法对应起来，在 OC 方法执行中，如果执行的方法是补丁中的方法，那么就要执行补丁中的实现，在执行补丁中的方法时需要把参数的值传递给它。

JSPatch 中使用 `defineClass` 与 OC 中的 runtime 交互，当某个补丁下发时，需要告诉 runtime 新增的属性，要添加或替换的类方法、实例方法，类名，父类名，协议，这样 runtime 即可根据这些信息进行修改。

从下面的 `class_addMethod` 和 `class_replaceMethod` 方法可知，要想添加或替换某个方法，需要知道它的 `methodType`，而对于已有方法可以通过 `method_getTypeEncoding` 获取到，反之，JSPatch 会通过添加协议来获取，如果未定义协议，只能添加参数和返回值都为 id 类型的方法。

```
class_addMethod(Class _Nullable cls, SEL _Nonnull name, IMP _Nonnull imp,
               const char * _Nullable types)
class_replaceMethod(Class _Nullable cls, SEL _Nonnull name, IMP _Nonnull
imp,
                  const char * _Nullable types)
```

到这里我们需要想一下，当某个方法被调用时如何获取它的参数值？

我们仍然使用这段代码进行说明：

```
defineClass('viewController', {
  clickAction: function(sender) {
    self.setTitle(sender.currentTitle());
  }
})
```

由于 `clickAction:` 方法已经存在于 `viewController` 这个类中，它的实现将被替换为补丁中 `clickAction` 的实现。那么当按钮点击后，需要调用补丁中的实现，而补丁的实现需要获取它的参数值 `sender`。咋办？

为了达到这个目的 JSPatch 做了一系列的方法替换。

当调用一个 NSObject 对象不存在的方法时，并不会马上抛出异常，而是会经过多层转发，层层调用对象的 `-resolveInstanceMethod:`, `-forwardingTargetForSelector:`, `-methodSignatureForSelector:`, `-forwardInvocation:` 等方法，其中最后 `-forwardInvocation:` 是会有一个 `NSInvocation` 对象，这个 `NSInvocation` 对象保存了这个方法调用的所有信息，包括 `Selector` 名，参数和返回值类型，最重要的是有所有参数值，可以从这个 `NSInvocation` 对象里拿到调用的所有参数值 - JSPatch

有了 `-forwardInvocation:` 这个突破口，目前需要做的就是将要替换的方法指向 `_objc_msgForward` 或者 `_objc_msgForward_stret`，这样当调用 `clickAction:` 方法时就调用了 `-forwardInvocation:` 方法。

每个 NSObject 都有 `-forwardInvocation:` 方法，而我们想在 `-forwardInvocation:` 中做的事就是获取 `clickAction:` 的参数后，调用补丁中的实现。目前 JSPatch 把 `-forwardInvocation:` 这个方法的实现替换成了 `JPForwardInvocation`。这样消息转发后会执行 `JPForwardInvocation`。

到目前为止：

- a. `clickAction:` 被替换成了 `_objc_msgForward`
- b. `-forwardInvocation:` 被替换成了 `JPForwardInvocation`

那么问题来了，如果我想执行未被替换前的 `clickAction:` 和 `-forwardInvocation:` 方法咋办，作者巧妙的给原先的实现替换为方法 `ORIGclickAction:` 和 `-ORIGforwardInvocation:`。

我们把 ViewController 的 -forwardInvocation: 方法的实现给替换掉了，如果程序里真有用到这个方法对消息进行转发，原来的逻辑怎么办？首先我们在替换 -forwardInvocation: 方法前会新建一个方法 -ORIGforwardInvocation:，保存原来的实现IMP，在新的 -forwardInvocation: 实现里做了个判断，如果转发的方法是我们想改写的，就走我们的逻辑，若不是，就调 -ORIGforwardInvocation: 走原来的流程。

```
JSValue *jsFunc = getJSFunctionInObjectHierachy(self, JPSelectorName);
if (!jsFunc) {
    JPExecuteORIGForwardInvocation(self, selector, invocation);
    return;
}
```

## 总结

这部分的核心内容就是要达到执行补丁中方法实现的目的，并可以当方法被调用时可以把参数的值传给 JS 中的实现。JSPatch 的做法就是把方法的调用转向 JPForwardInvocation，从而获取方法调用时的参数值。

### 4.3.6 从官方的例子理解

官方例子的作用是替换 JPViewController 中的 handleBtn: 方法，并创建一个新的视图控制器 JPTableViewController，点击按钮后 push 出 JPTableViewController。我们将以这个例子来逐步展开。下面这段代码，我们称为补丁 `main.js`，文中所提到的 `main.js` 指的都是它。

```
// defineClass 函数在 JSPatch.js 文件中已经定义，在执行补丁执行前 JSPatch.js 文件
// 已被执行
defineClass('JPViewController', {
  handleBtn: function(sender) {
    var tableViewCtrl = JPTableViewController.alloc().init()
    self.navigationController().pushViewController_animated(tableViewCtrl,
YES)
  }
})

defineClass('JPTableViewController : UITableViewController
<UIAlertViewDelegate>', ['data'], {
  dataSource: function() {
    var data = self.data();
    if (data) return data;
    var data = [];
    for (var i = 0; i < 1; i++) {
      data.push("cell from js " + i);
    }
    self.setData(data)
    return data;
  },
  tableView_numberOfRowsInSection: function(tableView, section) {
    return self.dataSource().length;
  },
}
```

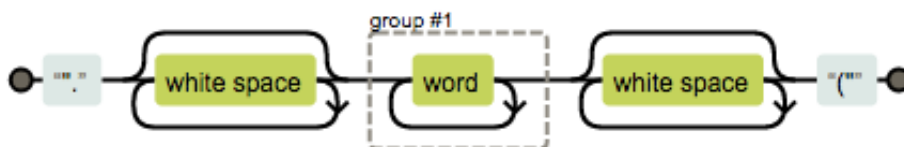
```
tableView_cellForRowAtIndexPath: function(tableView, indexPath) {
    var cell = tableView.dequeueReusableCellWithIdentifier("cell")
    if (!cell) {
        cell =
require('UITableViewCell').alloc().initWithStyle_reuseIdentifier(0,
"cell")
    }
    cell.textLabel().setText(self.dataSource()[indexPath.row()])
    return cell
},
tableView didSelectRowAtIndexPath: function(tableView, indexPath) {
    var alertView =
require('UIAlertView').alloc().initWithTitle_message_delegate_cancelButton
Title_otherButtonTitles("Alert",self.dataSource()[indexPath.row()], self,
"OK", null);
    alertView.show()
},
alertView_willDismissWithButtonIndex: function(alertView, idx) {
    console.log('click btn ' + alertView.buttonTitleAtIndex(idx).toJS())
}
})
```

JSPatch 为了保证调用每个方法不出错，在调用每个方法时都会加一个 `__c` 方法，这样执行 OC 方法时其实执行的是 `__c` 方法。而转换过程中使用的正则表达式为：

```
"(?<!\|\|\)\|\.\s*(\\w+)\s*\\""
```

这样看起来非常不舒服，我们把转译 `\` 去掉，变成了：

```
"(?<!\|\|\)\|\.\s*(\w+)\s*\\""
```



`?<!\|\|` 的作用就是忽略掉注释。

举例：

```
JPTableViewController.alloc().init()
```

首先找出满足正则表达式条件的字符串为：`.alloc()` 和 `.init()`，然后执行替换 `__c("$1")()` 操作，其中 `$1` 表示第一个分组，它们的值为：`alloc` 和 `init`。

最终的替换结果为：

```
JPTableviewController.__c("alloc")().__c("init")()
```

一句话总结：正则表达式的作用是找到类似 `.xxxx()` 的字符串（不包含被注释的代码），把它替换为 `__c("xxxx")()`。

我们看看整体的替换结果：

```
;(function(){try{
defineClass('JPviewController', {
  handleBtn: function(sender) {
    var tableViewCtrl = JPTableviewController.__c("alloc")().__c("init")()
    self.__c("navigationController")().__c("pushViewController_animated")
(tableViewCtrl, YES)
  }
})

defineClass('JPTableviewController : UITableViewController
<UIAlertViewDelegate>', ['data'], {
  dataSource: function() {
    var data = self.__c("data")();
    if (data) return data;
    var data = [];
    for (var i = 0; i < 1; i ++) {
      data.__c("push")("cell from js " + i);
    }
    self.__c("setData")(data)
    return data;
  },
  tableView_numberOfRowsInSection: function(tableView, section) {
    return self.__c("dataSource")().length;
  },
  tableView_cellForRowAtIndexPath: function(tableView, indexPath) {
    var cell = tableView.__c("dequeueReusableCellWithIdentifier")("cell")
    if (!cell) {
      cell = require('UITableViewCell').__c("alloc")
().__c("initWithStyle_reuseIdentifier")(0, "cell")
    }
    cell.__c("textLabel")().__c("setText")(self.__c("dataSource")()
[indexPath.__c("row")()])
    return cell
  },
  tableView_didSelectRowAtIndexPath: function(tableView, indexPath) {
    var alertView = require('UIAlertView').__c("alloc")
().__c("initWithTitle_message_delegate_cancelButtonTitle_otherButtonTitles")
("Alert",self.__c("dataSource")()[indexPath.__c("row")()], self, "OK",
null);
    alertView.__c("show")()
  },
}
```

```

    alertView_willDismissWithButtonIndex: function(alertView, idx) {
        console.__( "log" )('click btn ' + alertView.__( "buttonTitleAtIndex" )
(idx).__( "toJS" )())
    }
})

}catch(e){_OC_catch(e.message, e.stack)}})();

```

替换完后调用执行脚本的方法：

```
[_context evaluateScript:formattedScript withSourceURL:resourceURL]
```

我们看到补丁中主要调用了 `defineClass` 这个方法，而 `defineClass` 会把方法进行转换执行 OC 中的 `defineClass` 方法，OC 会使用 runtime 对这些方法进行处理。由于 `JPViewController` 中的 `handleBtn:` 这个方法已经存在，执行替换操作。而 `JTableViewController` 这个类不存在，需要添加 `JTableViewController` 这个类，由于它实现了协议 `UIAlertViewDelegate` 需要添加该协议。

JS 转换后交给 OC 时的格式：

```

▶[0] = @"alertView_willDismissWithButtonIndex" : @"2 elements"
▶[1] = @"data" : @"2 elements"
▶[2] = @"tableView_cellForRowAtIndexPath" : @"2 elements"
▶[3] = @"setData" : @"2 elements"
▶[4] = @"tableView_numberOfRowsInSection" : @"2 elements"
▶[5] = @"tableView_didSelectRowAtIndexPath" : @"2 elements"
▶[6] = @"dataSource" : @"2 elements"

```

OC 中的 `defineClass` 最终都会交给下面这个方法统一处理：

```

overrideMethod(Class cls, NSString *selectorName, JSValue *function, BOOL
isClassMethod, const char *typeDescription)

```

这个方法主要作用就是改变方法的 IMP，在 JSPatch 的 runtime 部分有详细说明。

补丁中关键点是 `defineClass` 这个函数，我们一起来看看它在 JSPatch.js 中的定义：

```
defineClass(classDeclaration, [properties,] instanceMethods, classMethods)
```

@param classDeclaration: 字符串，类名/父类名和Protocol

@param properties: 新增property，字符串数组，可省略

@param instanceMethods: 要添加或覆盖的实例方法

@param classMethods: 要添加或覆盖的类方法



这个方法的主要作用是告诉 JSPatch 我想要对那些方法做出修改，增加那些属性。JSPatch 想要执行这段脚本，前提需要在 JSContext 中定义 defineClass 这个方法。

JPEngine 中的 startEngine 方法的作用就是在 JSContext 上下文中注册后续执行脚本需要的方法，而这些方法在 JSPatch.js 这个文件中已经定义了，而这个文件的主要作用是为后序下发的脚本做铺垫，保证下发的脚本可以正常执行。

在 OC 这层，在 JS 执行环境中添加了 \_OC\_defineClass，这样在 JS 中可以直接调用 \_OC\_defineClass 这个函数，它最终会调用 defineClass 这个函数，关于这个函数在上面我们有对它进行分析：

```
context["@_OC_defineClass"] = ^(NSString *classDeclaration, JSValue
*instanceMethods, JSValue *classMethods) {
    return defineClass(classDeclaration, instanceMethods, classMethods);
};
```

在 JS 这层，我们看看关于 defineClass 的定义（在 JSPatch.js 文件中），这段代码比较长，中间删除一部分细节，读者可自行在 JSPatch.js 中找到对应的定义：

```
global.defineClass = function(declaration, properties, instMethods,
clsMethods) {
    // 这里调用到了 OC 这层中的 _OC_defineClass
    var ret = _OC_defineClass(declaration, newInstMethods, newClsMethods)

    return require(className)
}
```

我们可以把 defineClass 的作用理解成：为 JS 执行环境与 OC 的 runtime 打通关系，以便后续代码执行时可以顺利执行补丁中的方法。

上面的补丁调用了两次 defineClass 函数，两次调用传递的参数个数不一样，这点不像 Objective-C 定义了几个参数就必须传几个参数，在 defineClass 方法内部会根据具体的参数类型做判断。

第一个 defineClass 主要做了：

- 声明了类 JPViewController
- 定义了要添加或覆盖的实例方法 handleBtn

第二个 defineClass 主要做了：

- JPTableViewController : UITableViewController <UIAlertViewDelegate> 声明了类名，父类以及协议；
- 新增了属性 data；
- 定义了要添加或覆盖的实例方法 dataSource, tableView\_numberOfRowsInSection, tableView\_cellForRowAtIndexPath, tableView\_didSelectRowAtIndexPath , UIAlertView\_willDismissWithButtonIndex

## 声明

在 defineClass 中必须声明要给那个类添加方法，它的继承关系是什么，实现的协议什么。

## 属性

JSPatch 可以给某个类新增属性，在 JS 这层，主要在实例方法中新增了 get 和 set 方法。在 Objective-C 这层，主要通过关联属性给某个类添加属性。从 `_propertiesGetFun` 和 `_propertiesSetFun` 方法中可以看出它们调用了 `_OC_getCustomProps` 和 `_OC_setCustomProps` 方法。

```
instMethods[name] = _propertiesGetFun(name);
instMethods[nameOfSet] = _propertiesSetFun(name);

var _propertiesGetFun = function(name){
return function(){
    // this 指调用者，谁调用这个方法，this 就指向谁
    var slf = this;
    if (!slf.__ocProps) {
        var props = _OC_getCustomProps(slf.__obj)
        if (!props) {
            props = {}
            _OC_setCustomProps(slf.__obj, props)
        }
        slf.__ocProps = props;
    }
    return slf.__ocProps[name];
};
}

var _propertiesSetFun = function(name){
return function(jval){
    var slf = this;
    if (!slf.__ocProps) {
        var props = _OC_getCustomProps(slf.__obj)
        if (!props) {
            props = {}
            _OC_setCustomProps(slf.__obj, props)
        }
        slf.__ocProps = props;
    }
    slf.__ocProps[name] = jval;
};
}
```

如果添加多个属性后，可以看到所有的属性将被添加到 `_ocProps` 中。

```
defineClass('JPTableViewController', ['data', 'name', 'age'], {...})
```



我们知道在 Objective-C 中可以通过 `objc_setAssociatedObject` 给一个类添加属性，通过 `objc_getAssociatedObject` 来获取属性，我们看看 Objective-C 层的具体实现。

```
context[@"_OC_getCustomProps"] = ^id(JSValue *obj) {
    id realObj = formatJSToOC(obj);
    // JS 对象
    return objc_getAssociatedObject(realObj, kPropAssociatedObjectKey);
};

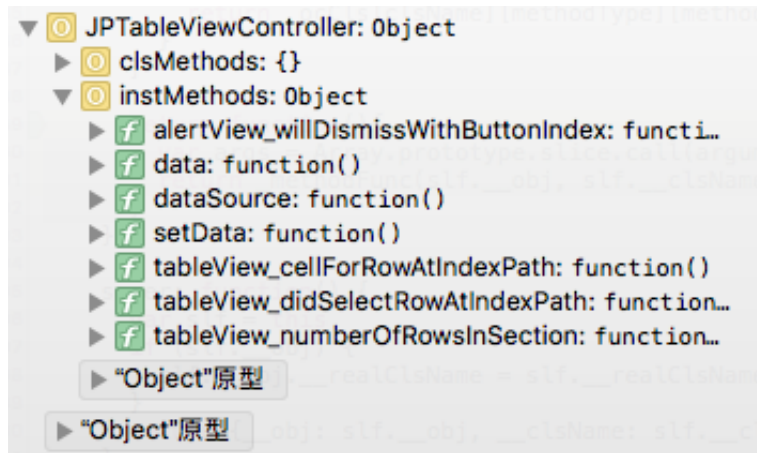
context[@"_OC_setCustomProps"] = ^(JSValue *obj, JSValue *val) {
    id realObj = formatJSToOC(obj);
    objc_setAssociatedObject(realObj, kPropAssociatedObjectKey, val,
        OBJC_ASSOCIATION_RETAIN_NONATOMIC);
};
```

通过 `objc_getAssociatedObject` 获取到的属性为一个 JSValue 对象。

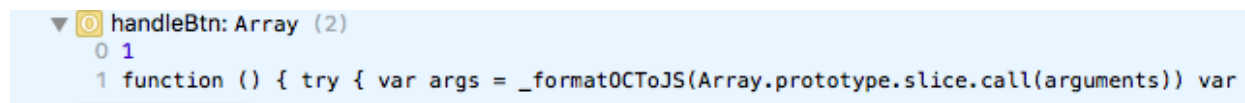
```
{
    age = 100;
    data = (
        "cell from js 0"
    );
    name = "Lefe_x";
}
```

## 实例、类方法

我们需要明确一点，JSPatch 把补丁中的实例方法和类方法保存到了 `_ocCls` 这个变量中，它的结构如下：



实例和类方法会通过 `_formatDefineMethods` 这个方法转换，然后传给 Objective-C 层，通过 runtime 进行处理。比如：它会把函数 `handleBtn` 转换为下面这种形式：



数组里保存了参数的个数和函数新的实现。我们看看具体的转换代码：

```
var _formatDefineMethods = function(methods, newMethods, realClsName) {
  for (var methodName in methods) {
    if (!(methods[methodName] instanceof Function)) return;
    (function(){
      var originMethod = methods[methodName]
      newMethods[methodName] = [originMethod.length, function() {
        try {
          var args = _formatOCToJS(Array.prototype.slice.call(arguments))
          var lastSelf = global.self
          global.self = args[0]
          if (global.self) global.self.__realClsName = realClsName
          args.splice(0,1)
          var ret = originMethod.apply(originMethod, args)
          global.self = lastSelf
          return ret
        } catch(e) {
          _OC_catch(e.message, e.stack)
        }
      }]
    })()
  }
}
```

把转换后的函数通过 `_OC_defineClass(declaration, newInstMethods, newClsMethods)` 传递给 Objective-C 层。

到这里我们已经把 `defineClass` 要做的事通通讲完了，我们做个总结：

- 下发补丁，补丁中主要是使用了 `defineClass` 函数
- JSPatch 会把下发的补丁使用正则进行替换，把方法的执行替换成了 `__c(#1)` 的形式，目的是

为了下发的补丁代码在后续可以顺利执行，因为在 JS 中已经为 Object 定义了 `__c` 方法；

- `defineClass` 会对脚本的声明、实例方法、类方法、属性，进行处理交给 OC；
- OC 中的 `defineClass` 会利用 runtime 进行处理；

整个 `defineClass` 其实就做了这些事情。除了定义还有一个关键的部分，就是执行阶段。

## 脚本执行过程

我们一块看看下面这段脚本的调用过程：

```
handleBtn: function(sender) {
    var tableViewCtrl = JPTableViewController.__c("alloc")().__c("init")()
    self.__c("navigationController")().__c("pushViewController_animated")
(tableViewCtrl, YES)
}
```

`JSPatch.log`: 开头的为 `JSPatch.js` 中消息转发 `__c` 的调用。

1. 点击事件触发 `handleBtn`：，走 OC 的消息转发

`JPForwardInvocation: <JPViewController: 0x7f8fbb5106e0> = handleBtn:`

2. `alloc` 的调用，先调用 JS 的消息转发 `__c`，然后调用 OC 中的 `alloc` 方法，返回值为一个 JS 对象

```
JSPatch.log: __c ->JPTableViewController -> method: alloc
[JPTableViewController alloc]
return value: {
  "__className" = JPTableViewController;
  "__obj" = "<JPTableViewController: 0x7f8fbb500d50>";
}
```

3. `init` 的调用

```
JSPatch.log: __c ->JPTableViewController -> method: init
[<JPTableViewController: 0x7f8fbb500d50> init]
return value: {
  "__className" = JPTableViewController;
  "__obj" = "<JPTableViewController: 0x7f8fbb500d50>";
}
```

4. `navigationController` 的调用

```
JSPatch.log: __c ->JPViewController -> method: navigationController
[JPBoxing - JPViewController navigationController]
return value: {
  "__className" = UINavigationController;
  "__obj" = "<UINavigationController: 0x7f8fbc80f400>";
}
```

5. `pushViewController`: 调用

```
JSPatch.log: __c -> UINavigationController -> method:
pushViewController_animated
[<UINavigationController: 0x7f8fbc80f400> pushViewController:animated:]
```

我们看看第二个 `defineClass` 中补丁方法的调用过程，调用下面这段代码的整体过程如下：

```
dataSource: function() {
    var data = self.__c("data")();
    if (data) return data;
    var data = [];
    for (var i = 0; i < 1; i++) {
        data.__c("push")("cell from js " + i);
    }
    self.__c("setData")(data)
    return data;
},

tableView_numberOfRowsInSection: function(tableView, section) {
    return self.__c("dataSource")().length;
},
```

1. OC 中的 `JPForwardInvocation` 被调用

```
JPForwardInvocation: <JPTableViewController: 0x7f8fbb500d50> =
tableView:numberOfRowsInSection:
```

2. `dataSource` 方法被调用，涉及到属性的添加和获取

```
JSPatch.log: __c -> JPTableViewController -> method: dataSource
```

3. `data` 属性的获取，它会与 OC 层进行交互，因为 OC 层也保存了属性

```
JSPatch.log: __c -> JPTableViewController -> method: data
_OBJC_getCustomProps JPBoxing - JPTableViewController -
<JPTableViewController: 0x7f8fbb500d50> - (null)
_OBJC_setCustomProps JPBoxing - JPTableViewController -
<JPTableViewController: 0x7f8fbb500d50> - {
}
```

4. `push` 方法调用

```
JSPatch.log: __c -> undefined -> method: push
```

5. `setData` 方法被调用

```
JSPatch.log: __c -> JPTableViewController -> method: setData
```

`tableView_cellForRowAtIndexPath` 方法调用过程：

```
tableView_cellForRowAtIndexPath: function(tableView, indexPath) {
    var cell = tableView.dequeueReusableCellWithIdentifier("cell")
    if (!cell) {
        cell =
require('UITableViewCell').alloc().initWithStyle_reuseIdentifier(0,
"cell")
    }
    cell.textLabel().setText(self.dataSource()[indexPath.row()])
    return cell
},
```

#### 1. JPForwardInvocation 方法被调用

JPForwardInvocation: <JPTableViewController: 0x7fe9c150d360> =  
tableView:cellForRowAtIndexPath:

#### 2. JS 层的 dequeueReusableCellWithIdentifier 方法被调用

JSPatch.log: \_\_c ->UITableView -> method:  
dequeueReusableCellWithIdentifier

#### 3. 回到 OC 层, 调用 dequeueReusableCellWithIdentifier

[<UITableView: 0x7fe9c207fa00 dequeueReusableCellWithIdentifier:]  
return value: {  
 "\_\_isNil" = 1;  
}

#### 4. js 层调用 UITableViewCell 的创建

JSPatch.log: \_\_c ->UITableViewCell -> method: alloc

#### 5. 回到 OC 层调用 alloc 方法

[UITableViewCell alloc]  
return value: {  
 "\_\_className" = UITableViewCell;  
 "\_\_obj" = "<UITableViewCell: 0x7fe9c1904000>";  
}

#### 6. js 层调用 initWithStyle\_reuseIdentifier 方法

JSPatch.log: \_\_c ->UITableViewCell -> method:  
initWithStyle\_reuseIdentifier

#### 7. 回到 OC 层调用 initWithStyle:reuseIdentifier: 方法

[<UITableViewCell: 0x7fe9c1904000 initWithStyle:reuseIdentifier:]  
return value: {  
 "\_\_className" = UITableViewCell;  
 "\_\_obj" = "<UITableViewCell: 0x7fe9c1904000>";  
}

#### 8. 调用方法 textLabel

JSPatch.log: \_\_c ->UITableViewCell -> method: textLabel

```
[<UITableViewCell: 0x7fe9c1904000 textLabel]
return value: {
    "__className" = UITableViewCell;
    "__obj" = "<UITableViewCell: 0x7fe9c1438450>";
}

9. 调用 setText, 它的值需要从 dataSource 中获取
JSPatch.log: __c ->UITableViewCell -> method: setText
JSPatch.log: __c ->JTableViewController -> method: dataSource
JSPatch.log: __c ->JTableViewController -> method: data
_OC_getCustomProps JPBoxing - JTableViewController -
<JTableViewController: 0x7fe9c150d360> - {
    data = (
        "cell from js 0"
    );
}
JSPatch.log: __c ->NSIndexPath -> method: row
[<NSIndexPath: 0xc000000000000016> {length = 2, path = 0 - 0} row]
return value: 0

10. 回到 OC 层调用 setText: 方法
[<UITableViewCell: 0x7fe9c1438450;> setText:]
```

## 总结

通过对上面的方法调用，我们可以得知，JS 与 OC 之间主要通过 `JPForwardInvocation` 和 `__c` 相互调用，这两个方法相当于扮演一个桥梁的角色，它们会根据不同的方法在 JS 和 OC 中彼此调用。这里需要注意返回值是一个 JS 对象，它是链式调用的前提条件。

## 4.2.7 总结

JSPatch 中有太多的内容要学，本章还没有讲到比如不定参数的调用，扩展等。不过如果掌握本章提到的内容后，掌握其它内容便非常容易。现在对 JSPatch 做个总结。

JSPatch 主要分两个部分：

第一个部分：为补丁执行做准备

这部分主要通过 JSPatch.js 为 JSContext 提供 JS 与 OC 交互的 bridge，这样 JS 和 OC 之间即可进行通信。当补丁下发后，JSPatch 会把补丁进行格式化，补丁中含有方法 `defineClass`，这个方法会告诉 JSPatch 哪些类的哪些方法需要修改替换，然后利用 OC 的 runtime 对类进行处理。

第二部分：补丁执行

补丁中某个方法被执行时，它会通过 OC 的消息转发到 `JPForwardInvocation` 方法中，通过 `JPForwardInvocation` 中的 `NSInvocation` 获取方法调用时的参数值，根据方法名找到补丁中的实现，调用 JS 方法，JS 方法通过 `__c` 函数处理后调用不同的 OC 方法。

# 关于我们



知识小集是一个团队公众号，主要定位在移动开发领域，分享移动开发技术，包括 iOS、Android、小程序、移动前端、React Native、weex 等。每天都会有 原创 文章分享，我们的文章都会在公众号首发。

目前我们维护了几个微信群（iOS，flutter，微信小程序，前端），群里气氛还不错，如果想加入可以关注公众号后台留言即可获取加群方式。

我们经常会整理一篇 iOS 相关的小知识发到微博话题 [#ios知识小集](#)，如果你想查看我们每天发的内容可以前往我们的微信小程序或者 [GitHub](#)



本文由知识小集所有，转载注明出处。

## 写在最后

---

本专题在书写过程中难免会有未考虑到的地方，如果你对某些地方有疑惑，可以联系作者 [Lefe\\_x](#) 和 [halohily](#)，或者通过 [知识小集](#) 公众号留言。相关 [demo](#) 在 [GitHub](#) 上可以找到。

## 致谢

---

本专题吸取了其它优秀作者的文章，特别感谢 bang 关于 JSPatch 原理的文章，味精 关于 Hybrid 方案的文章，对我帮助很大。

- [JSPatch 实现原理详解](#)
- [从零收拾一个hybrid框架（二）-- WebView容器基础功能设计思路](#)
- [从零收拾一个hybrid框架（一）-- 从选择JS通信方案开始](#)
- [廖雪峰](#)
- [iOS 中的JS](#)
- [javascriptcore](#)
- [javascriptcore全面解析](#)
- [Webkit](#)
- [JSPatch](#)