

17 | 消息队列：V8是怎么实现回调函数的？

2020-04-23 李兵

图解 Google V8

[进入课程 >](#)



讲述：李兵

时长 11:26 大小 10.48M



你好，我是李兵。

我们在使用 JavaScript 时，经常要用到大量的回调函数，比如在浏览器中可以使用 `setTimeout` 来设置定时器，使用 `XMLHttpRequest` 来异步下载资源文件，在 Node 中可以使用 `readFile` 来读取文件，这些操作都有一个共同的特点，那就是需要给调用 API 传入回调函数，然后浏览器或者 Node 会将执行处理的结果通过回调函数来触发。

从内部了解回调函数，可以帮助我们梳理清楚很多问题：



有助于我们理解浏览器中的 Web API 到底是怎么工作的；

有助于我们理解宏任务和微任务到底有哪些区别；

理解回调函数，是理解异步编程模型 `async/await` 的基础。

这些内容在我们实际的项目中都会频繁使用到，所以理解 V8 是怎么实现回调函数的就显得至关重要了。


什么是回调函数？

那究竟什么是回调函数呢？其实回调函数也是个函数，就像白马也是马一样。它具有函数的所有特征，它可以有参数和返回值。如果单独给出一个函数，你是看不出来它是不是回调函数的。回调函数区别于普通函数，在于它的调用方式。只有当某个函数被作为参数，传递给另外一个函数，或者传递给宿主环境，然后该函数在函数内部或者在宿主环境中被调用，我们才称为回调函数。

具体地讲，回调函数有两种不同的形式，同步回调和异步回调。通常，我们需要将回调函数传入给另外一个执行函数，那么同步回调和异步回调的最大区别在于**同步回调函数是在执行函数内部被执行的，而异步回调函数是在执行函数外部被执行的。**

我们先看一个同步回调的例子，你可以先看下面这段代码：

```
1 var myArray = ["water", "goods", "123", "like"];
2 function handlerArray(indexName, index){
3     console.log(index + 1 + ". " + indexName);
4 }
5 myArray.forEach(handlerArray)
```

 复制代码


在这段代码中，我们通过 JavaScript 自带的 `forEach` 方法来枚举数字中的每个项，这里的逻辑很简单：

调用 `forEach` 时，需要使用回调函数 `handlerArray` 作为其参数；

在 `forEach` 方法内部，会遍历 `myArray` 数组，每遍历一次都会调用一次回调函数 `handlerArray`。

因为 `handlerArray` 是 `forEach` 的参数，而且 `handlerArray` 是在 `forEach` 函数内部执行，所以这是一个同步回调。

和同步回调函数不同的是，异步回调函数并不是在它的执行函数内部被执行的，而是在其他的位置和其他的时间点被执行的，比如下面这段 `setTimeout` 代码：

 复制代码

```
1 function foo() {  
2     alert("Hello");  
3 }  
4 setTimeout(foo, 3000)
```

在这段代码中，我们使用了 `setTimeout` 函数，`setTimeout` 的第一个参数 `foo` 就是一个回调函数，V8 执行 `setTimeout` 时，会立即返回，等待 3000 毫秒之后，`foo` 函数才会被 V8 调用，`foo` 函数并不是在 `setTimeout` 函数内部被执行的，所以这是一个异步回调。

对于同步回调函数的执行时机，我们理解起来比较简单，就是回调函数在执行函数内部被执行，那么异步回调函数在什么时机和什么位置被调用的呢？

要解释清楚这个问题，我们就需要了解 V8 在运行时的线程模型，因为这涉及到了消息队列，事件循环等概念，这些概念都和线程模型是直接相关的，所以接下来我们就先来分析下 V8 的线程架构模型。

UI 线程的宏观架构

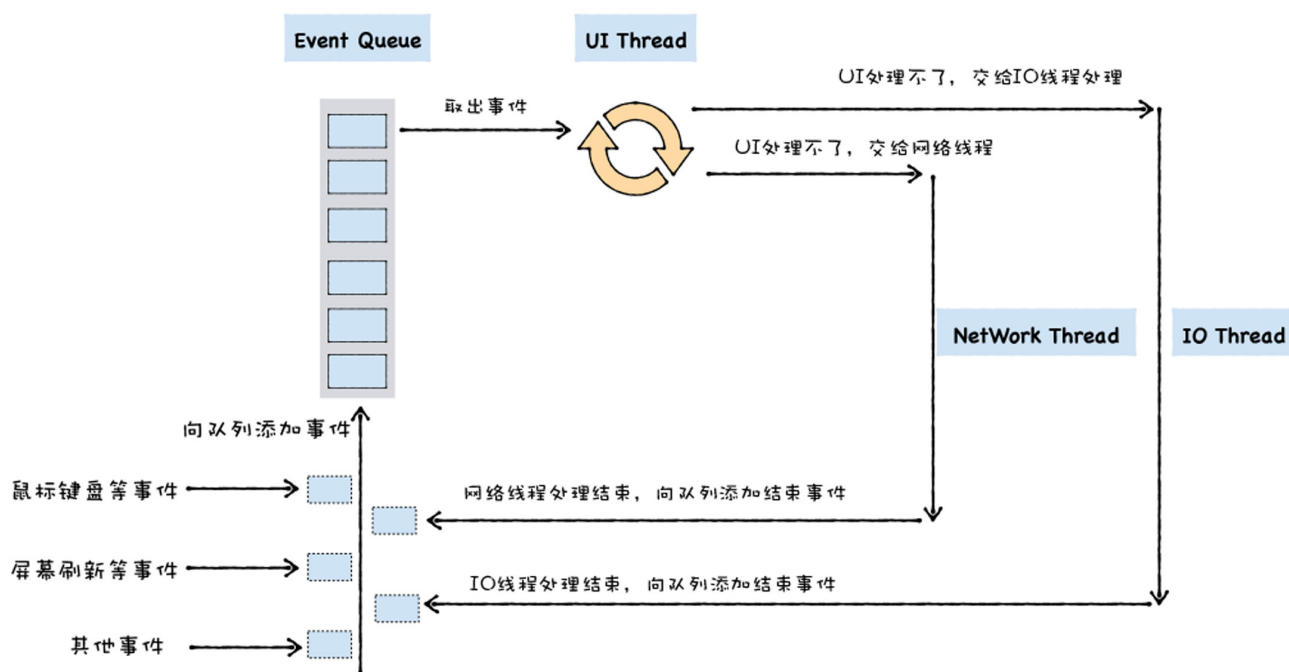
早期浏览器的页面是运行在一个单独的 UI 线程中的，所以要在页面中引入 JavaScript，那么 JavaScript 也必须要运行在和页面相同的线程上，这样才能方便使用 JavaScript 来操纵 DOM，所以从一开始，JavaScript 就被设计成了运行在 UI 线程中。

所谓 UI 线程，是指运行窗口的线程，当你运行一个窗口时，无论该页面是 Windows 上的窗口系统，还是 Android 或者 iOS 上的窗口系统，它们都需要处理各种事件，诸如有触发绘制页面的事件，有鼠标点击、拖拽、放大缩小的事件，有资源下载、文件读写的事件，等等。

在页面线程中，当一个事件被触发时，比如用户使用鼠标点击了页面，系统需要将该事件提交给 UI 线程来处理。

在大部分情况下，UI 线程并不能立即响应和处理这些事件，比如在你在移动鼠标的过程中，每移动一个像素都会产生一个事件，所以鼠标移动的事件会频繁地被触发。在这种情况下，页面线程可能正在处理前一个事件，那么最新的事件就无法被立即执行。

针对这种情况，我们为 UI 线程提供一个消息队列，并将这些待执行的事件添加到消息队列中，然后 UI 线程会不断循环地从消息队列中取出事件、执行事件。我们把 UI 线程每次从消息队列中取出事件，执行事件的过程称为一个任务。整个流程大致如下所示：



通用UI线程架构

我们可以用一段 JavaScript 代码来模拟下这个过程：

```
1 function UIMainThread() {
2   while (queue.waitForMessage()) {
3     Task task = queue.getNext()
4     processNextMessage(task)
5   }
6 }
```

复制代码

在这段代码中，queue 是消息队列，queue.waitForMessage() 会同步地等待消息队列中的消息到达，如果当前没有任何消息等待被处理，则这个函数会将 UI 线程挂起。如果消息

队列中有消息，则使用 `queue.getNext()` 取出下一个要执行的消息，并交由 `processNextMessage` 函数来处理消息。

这就是通用的 UI 线程的结构，有消息队列，通过鼠标、键盘、触控板等产生的消息都会被添加进消息队列，主线程会循环地从消息队列中取出消息并执行。

异步回调函数的调用时机

理解了 UI 线程的基础架构模型，下面我们就可以来解释下异步函数的执行时机了，比如在页面主线程中正在执行 A 任务，在执行 A 任务的过程中调用 `setTimeout(foo, 3000)`，在执行 `setTimeout` 函数的过程中，宿主就会将 `foo` 函数封装成一个事件，并添加到消息队列中，然后 `setTimeout` 函数执行结束。

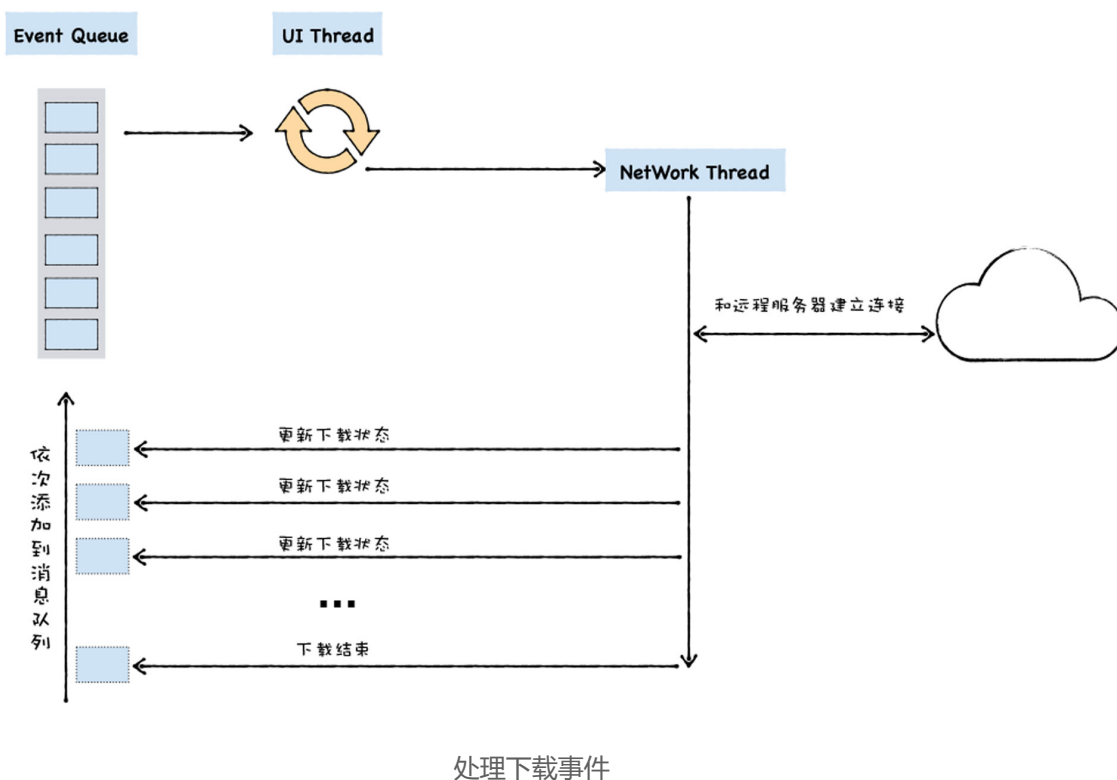
主线程会不间断地从消息队列中取出新的任务，执行新的任务，等到时机合适，便取出 `setTimeout` 设置的 `foo` 函数的回调的任务，然后就可以直接执行 `foo` 函数的调用了。

通过分析，相信你已经发现了，通过 `setTimeout` 的执行流程其实是比较简单的，在 `setTimeout` 函数内部封装回调消息，并将回调消息添加进消息队列，然后主线程从消息队列中取出回调事件，并执行。

还有一类比较复杂一点的流程，最典型的是通过 `XMLHttpRequest` 所触发的回调，它和 `setTimeout` 有一些区别。

因为 `XMLHttpRequest` 是用来下载网络资源的，但是实际的下载过程却并不适合在主线程上执行，因为下载任务会消耗比较久的时间，如果在 UI 线程上执行，那么会阻塞 UI 线程，这就会拖慢 UI 界面的交互和绘制的效果。所以当主线程从消息队列中取出来了这类下载任务之后，会将其分配给网络线程，让其在网络线程上执行下载过程，这样就不会影响到主线程的执行了。

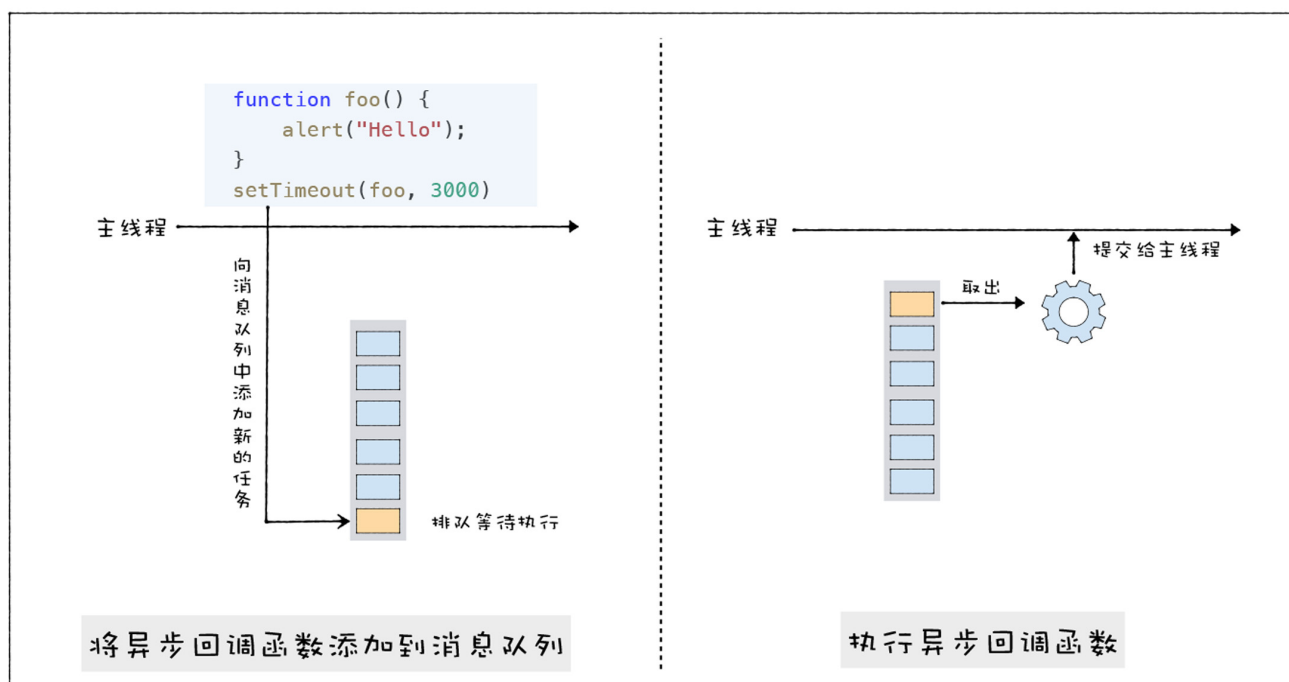
那么下面我们就来分析下 `XMLHttpRequest` 是怎么触发回调函数的？具体流程你可以参看下图：



结合上图，我们就可以来分析下通用的 UI 线程是如何处理下载事件的，大致可以分为以下几步：

1. UI 线程会从消息队列中取出一个任务，并分析该任务。
2. 分析过程中发现该任务是一个下载请求，那么主线程就会将该任务交给网络线程去执行。
3. 网络线程接到请求之后，便会和服务端建立连接，并发出下载请求；
4. 网络线程不断地收到服务器端传过来的数据；
5. 网络线程每次接收到数据时，都会将设置的回调函数和返回的数据信息，如大小、返回了多少字节、返回的数据在内存中存放的位置等信息封装成一个新的事件，并将该事件放到消息队列中；
6. UI 线程继续循环地读取消息队列中的事件，如果是下载状态的事件，那么 UI 线程会执行回调函数，程序员便可以在回调函数内部编写更新下载进度的状态的代码；
7. 直到最后接收到下载结束事件，UI 线程会显示该页面下载完成。

这就是 XMLHttpRequest 所触发的回调流程，除了下载以外，JavaScript 中获取系统设备信息、文件读取等都是采用了类似的方式来实现的，因此，理解了 XMLHttpRequest 的执行流程，你也就理解了这一类异步 API 的执行流程了。



总结

今天我们介绍了 V8 是如何执行回调函数的。回调函数有两种类型：同步回调和异步回调，同步回调函数是在执行函数内部被执行的，而异步回调函数是在执行函数外部被执行的。

那么，搞清楚异步回调函数在什么时机被执行就非常关键了。为了理清楚这个问题，我们分析了通用 UI 线程宏观架构。UI 线程提供一个消息队列，并将待执行的事件添加到消息队列中，然后 UI 线程会不断循环地从消息队列中取出事件、执行事件。

关于异步回调，这里也有两种不同的类型，其典型代表是 `setTimeout` 和 `XMLHttpRequest`。

`setTimeout` 的执行流程其实是比较简单的，在 `setTimeout` 函数内部封装回调消息，并将回调消息添加进消息队列，然后主线程从消息队列中取出回调事件，并执行回调函数。

`XMLHttpRequest` 稍微复杂一点，因为下载过程需要放到单独的一个线程中去执行，所以执行 `XMLHttpRequest.send` 的时候，宿主会将实际请求转发给网络线程，然后 `send` 函数退出，主线程继续执行下面的任务。网络线程在执行下载的过程中，会将一些中间信息和回调函数封装成新的消息，并将其添加进消息队列中，然后主线程从消息队列中取出回调事件，并执行回调函数。

思考题

分析 Node 中的 `readFileSync` 和 `readFile` 函数，其中一个同步读文件操作，另外一个异步读文件操作，这两段代码如下所示：

 复制代码

```
1 var fs = require('fs')
2 var data = fs.readFileSync('test.js')
```

 复制代码

```
1 fs.readFile('test.txt', function(err, data){
2     data.toString()
3 })
```

那么请你分别分析下它们的执行流程。欢迎你在留言区与我分享讨论。

感谢你的阅读，如果你觉得这一讲的内容对你有所启发，也欢迎把它分享给你的朋友。

图解 Google V8

一门课搞懂 JavaScript 执行逻辑

李兵

前盛大创新院高级研究员



新版升级：点击「 请朋友读」，20位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 16 | 答疑：V8是怎么通过内联缓存来提升函数执行效率的？

精选留言 (4)

写留言



董小聪

2020-04-23

老师，setTimeout的事件会立即被放进事件队列吗？我的理解是应该先放进一个类似于堆的数据结构然后等到指定的时间到后才放到事件队列的？

展开 ▾



1



haijian.yang

2020-04-23

Node.js 的文件操作用的是 Libuv 线程池里的线程。

展开 ▾



1



非洲大地我最凶

2020-04-23

老师，请问这里的网络线程和网络进程有什么联系呢，文中所说1的网络线程指的是渲染进程里面的异步http请求线程吗

展开 ▾



1



洋洋

2020-04-23

readFileSync函数执行时会等待文件读取完毕，再执行下一条语句，在该语句后可正常访问其执行结果(获取data)；

readFile函数执行时不会等待文件读取完毕就会执行下一条语句，如果直接在其后而不是回调函数中操作其执行结果data时，程序会出现报错；

不知道理解有没有偏差，望老师指正！

展开 ▾

