你好，我是李兵

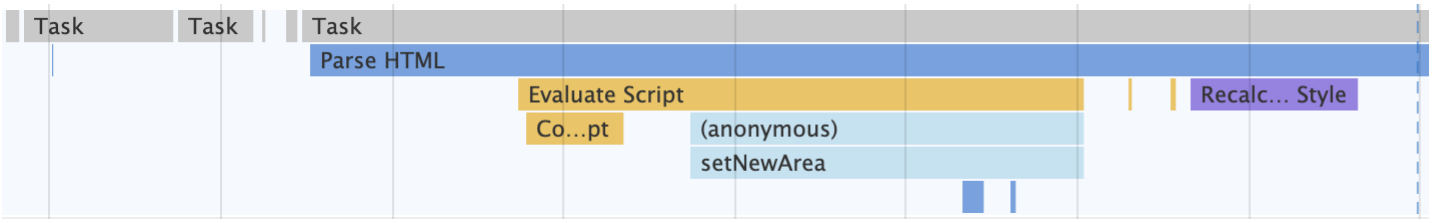
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

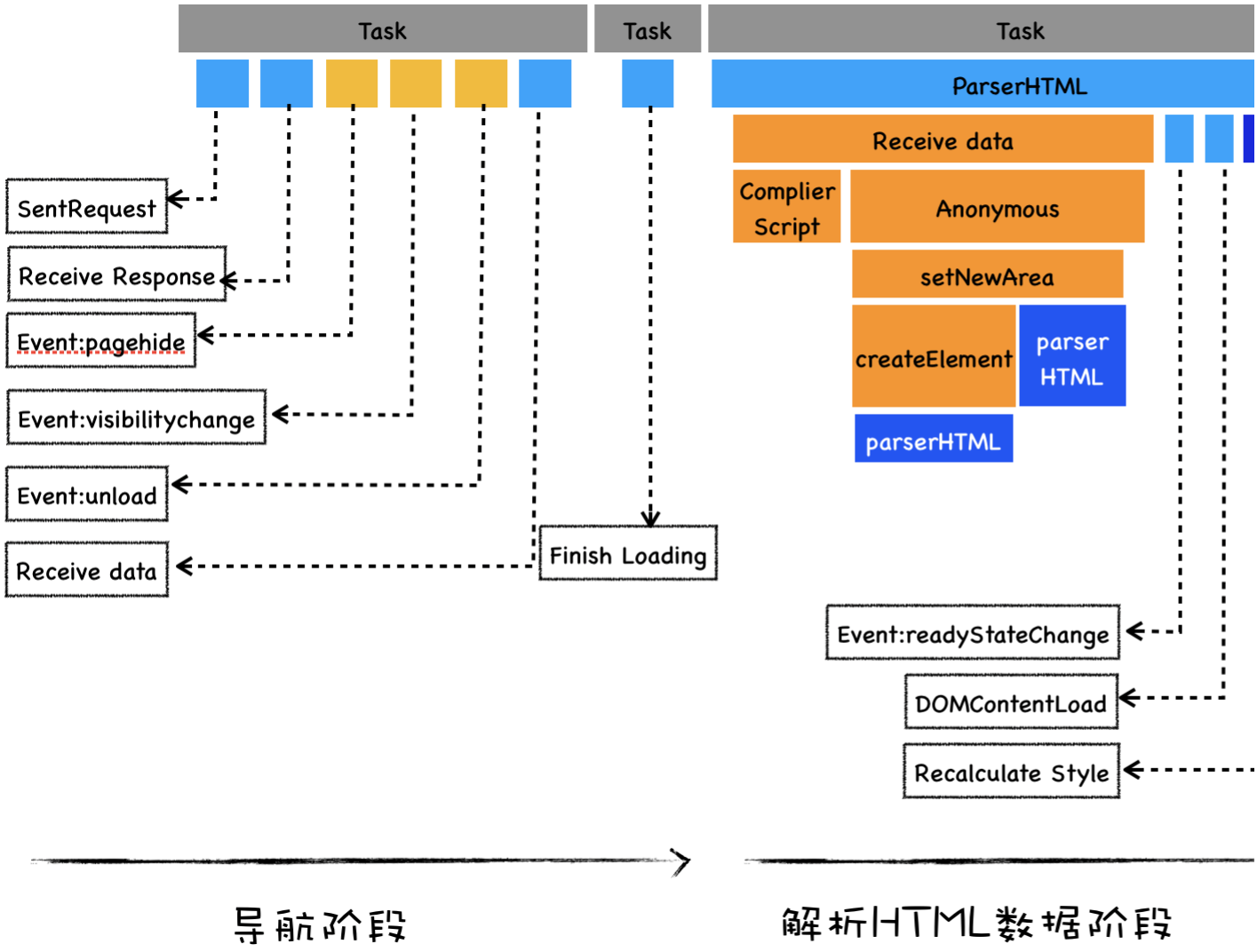
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

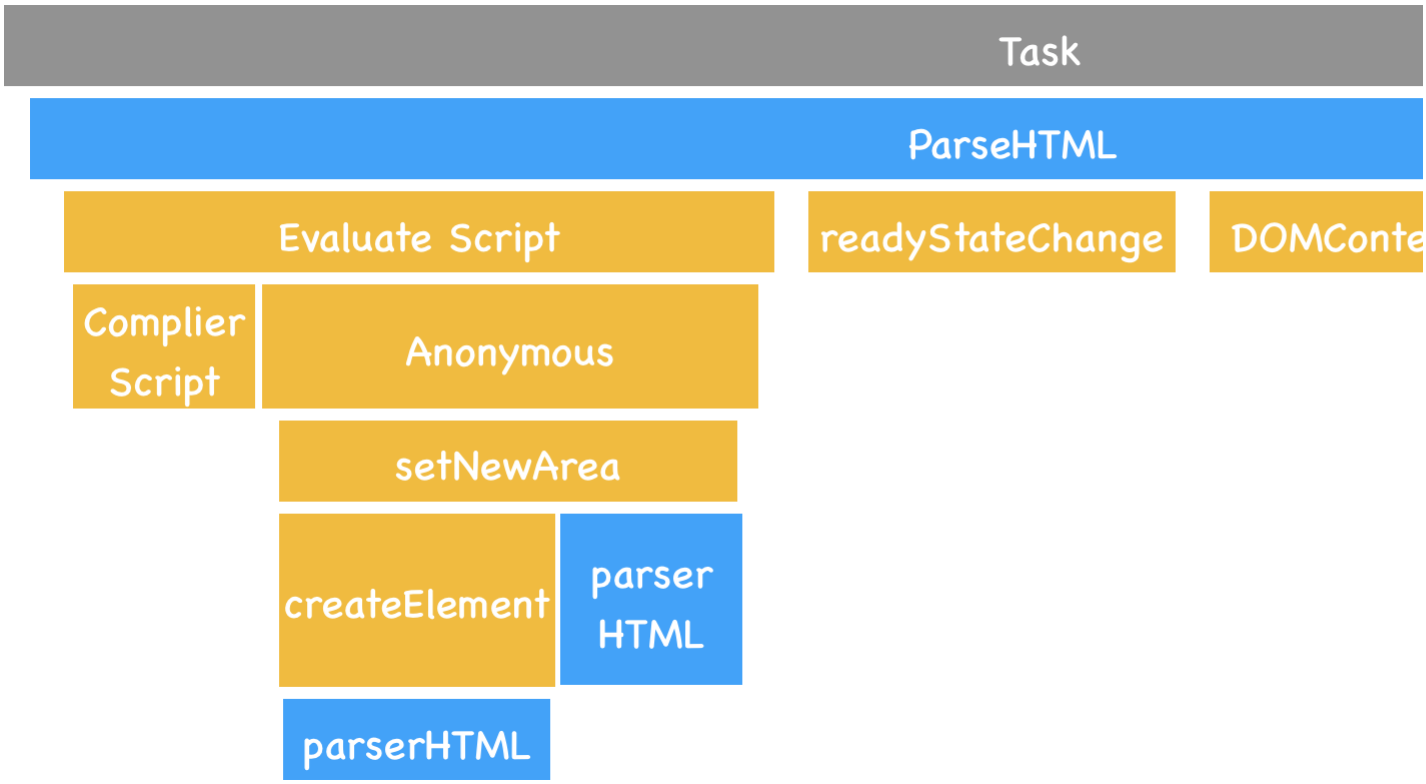
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

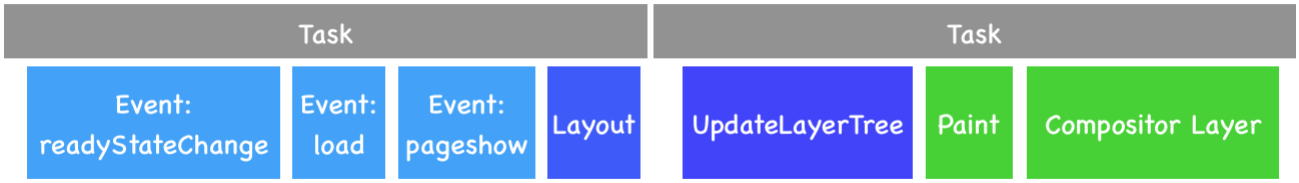
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



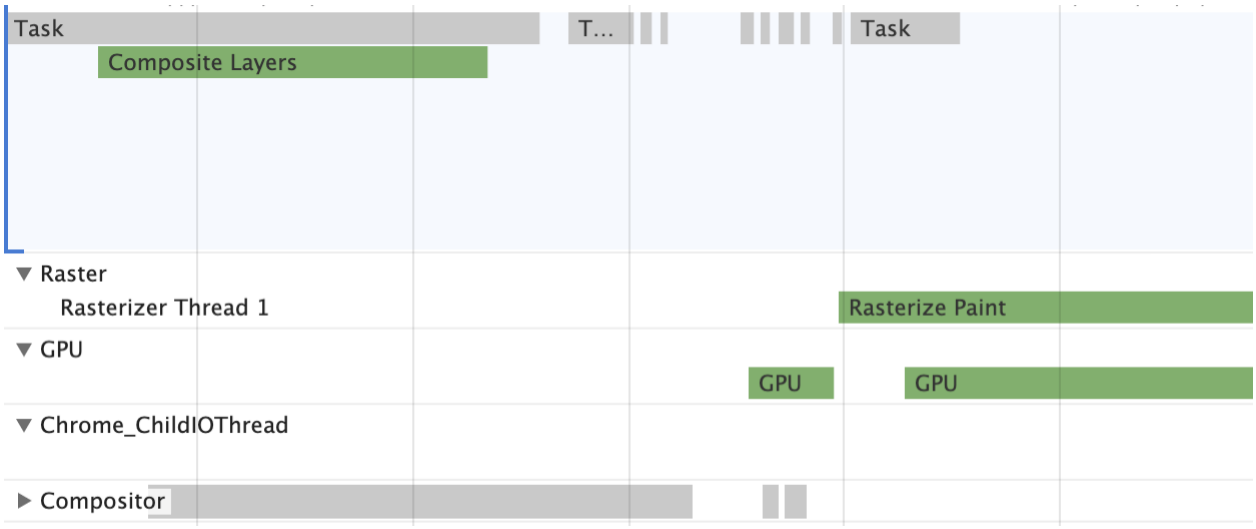
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

你好，我是李兵

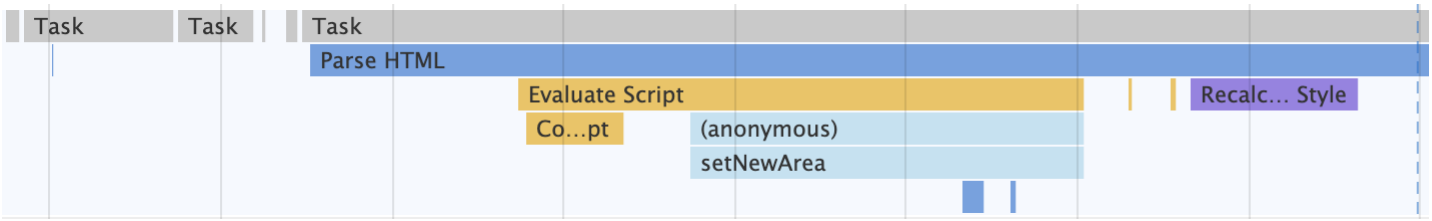
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

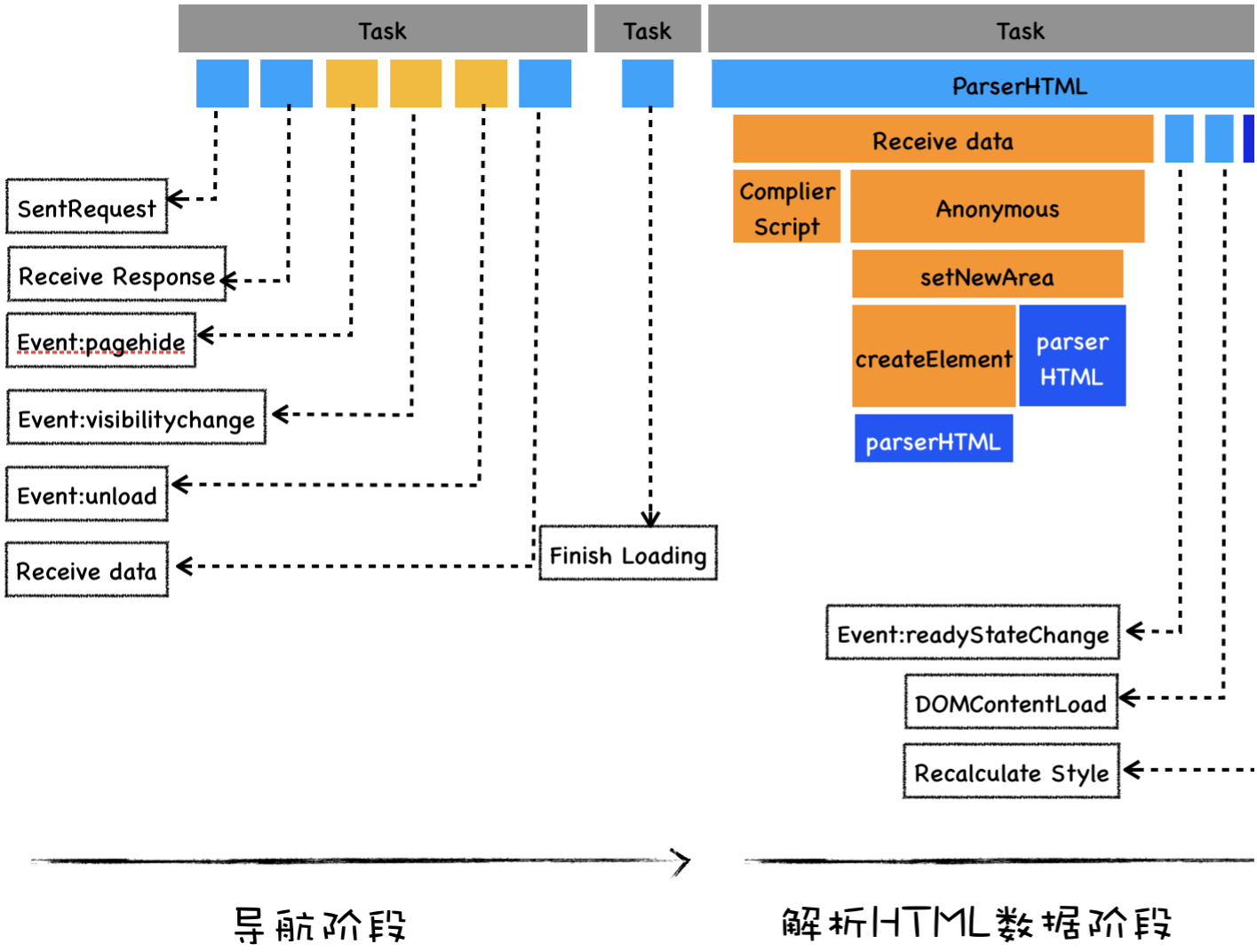
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

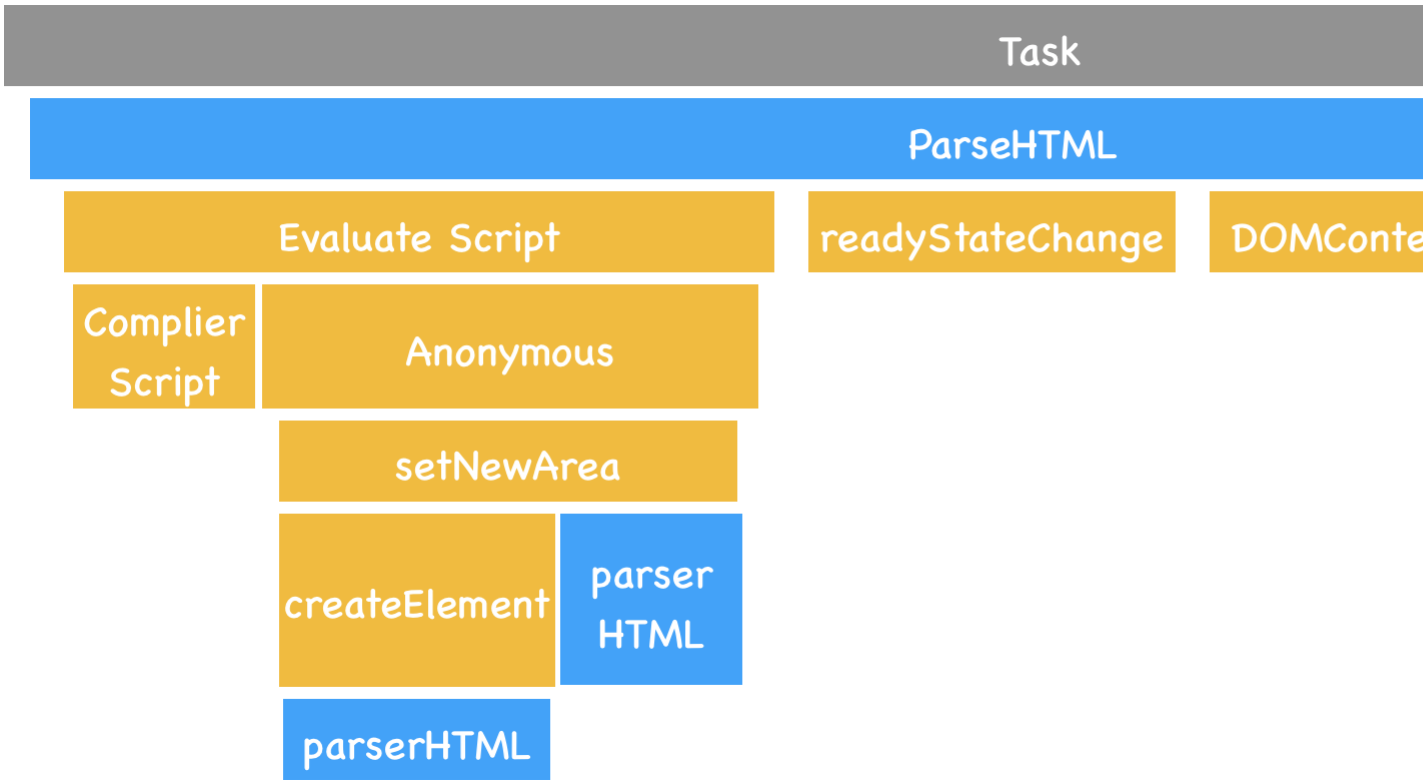
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

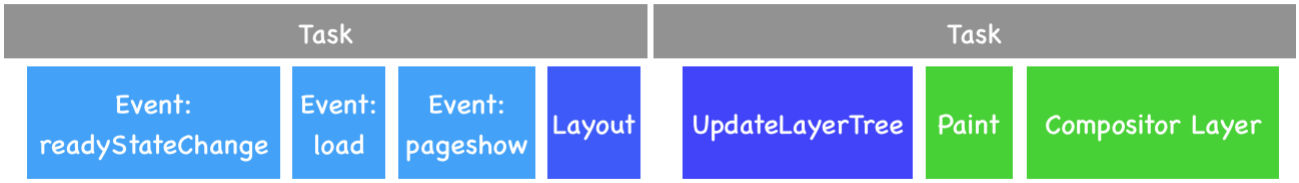
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



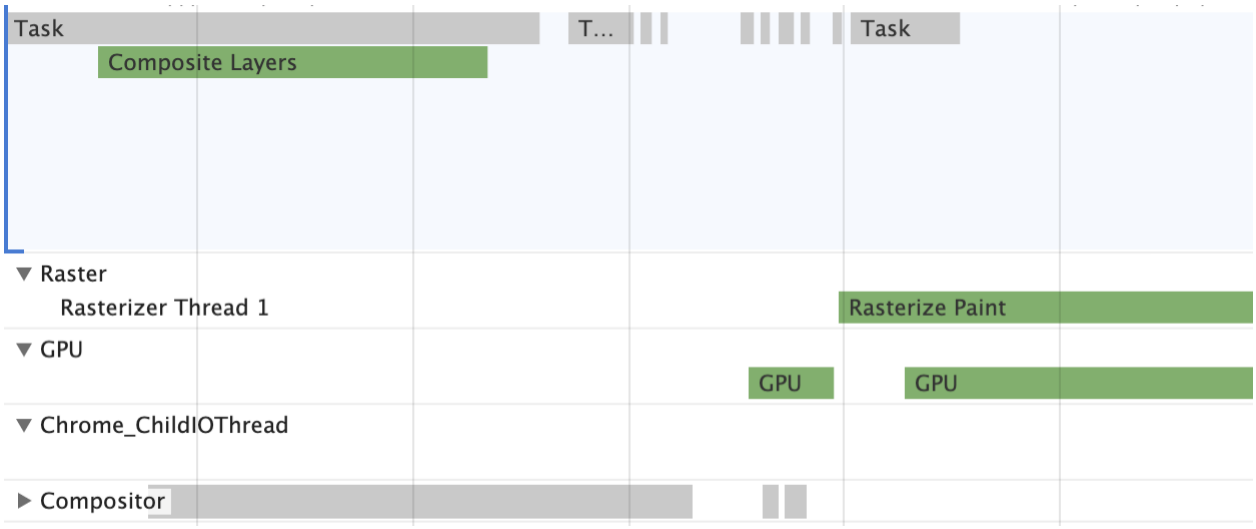
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

你好，我是李兵

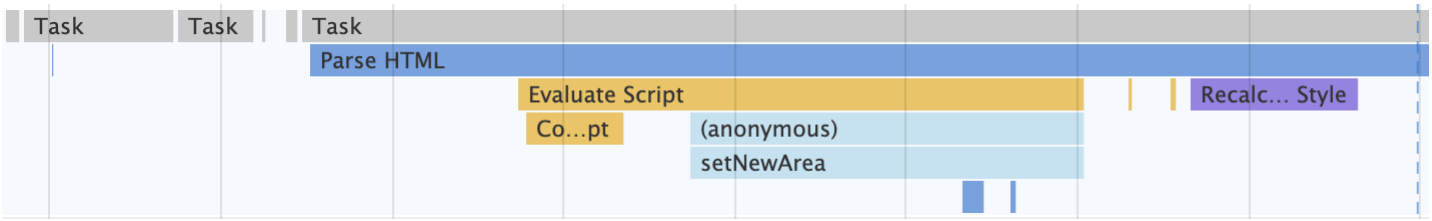
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

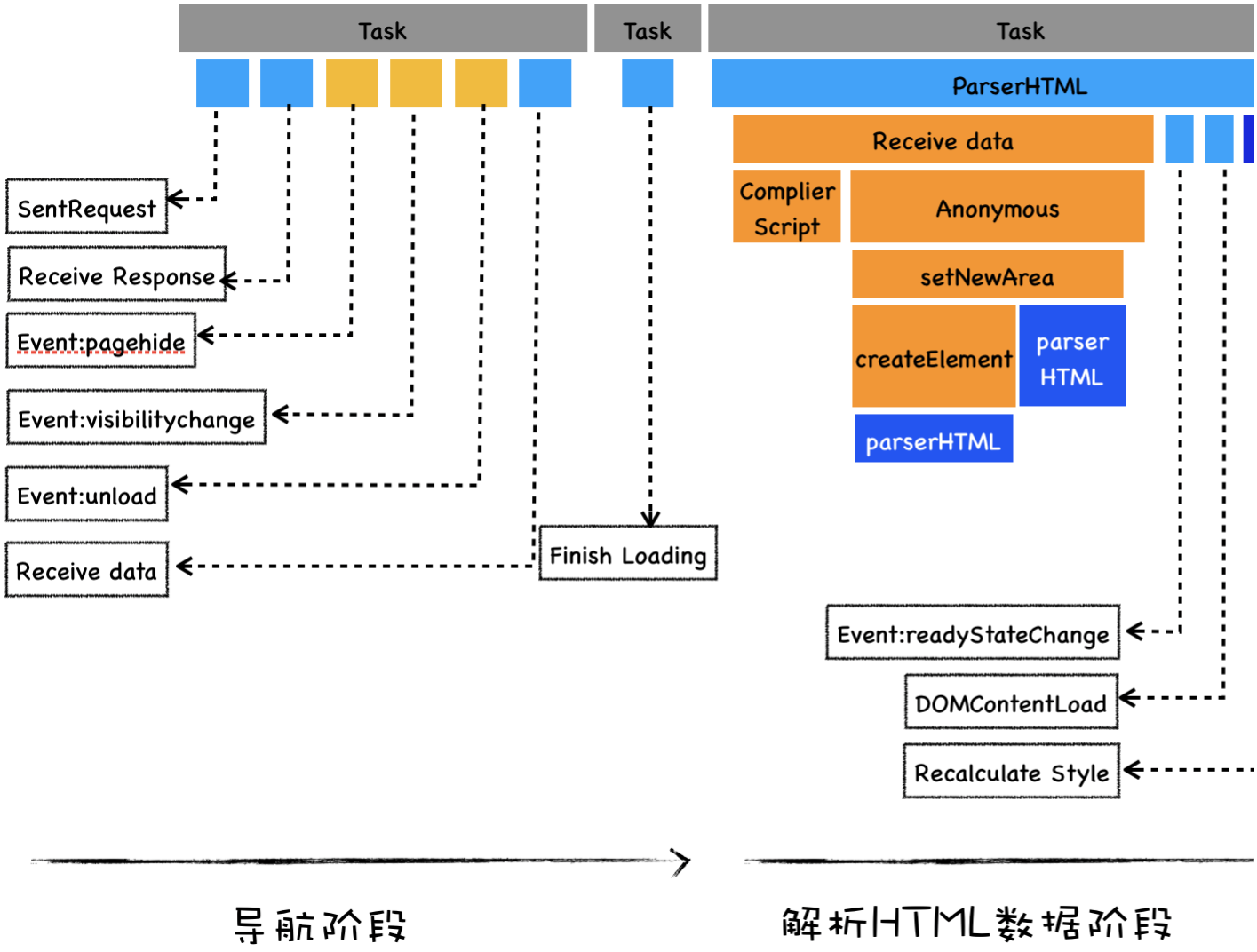
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

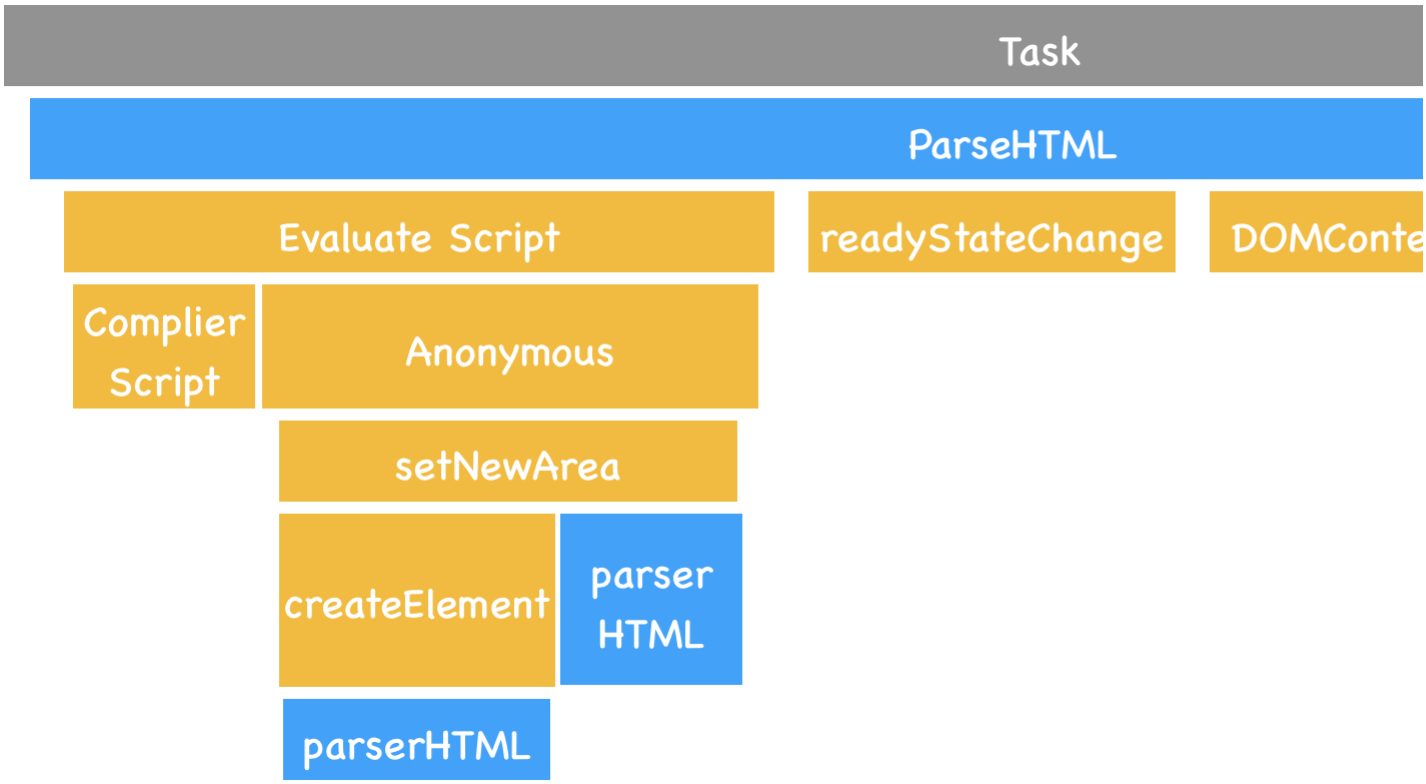
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

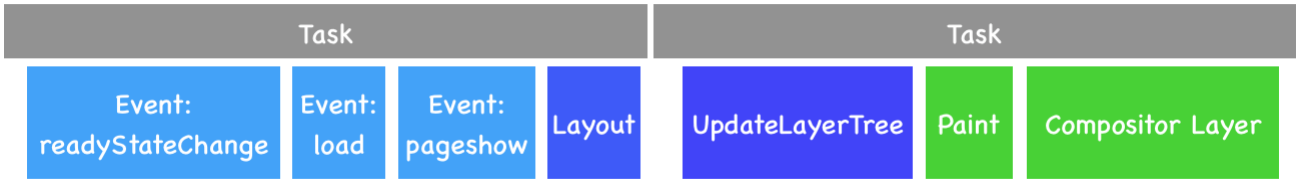
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



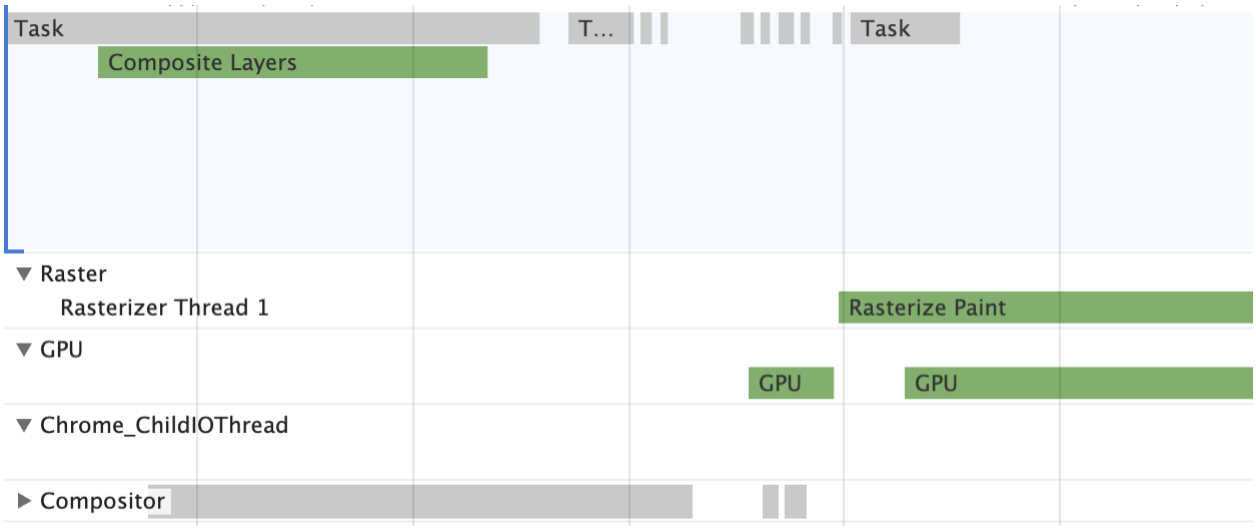
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

你好，我是李兵

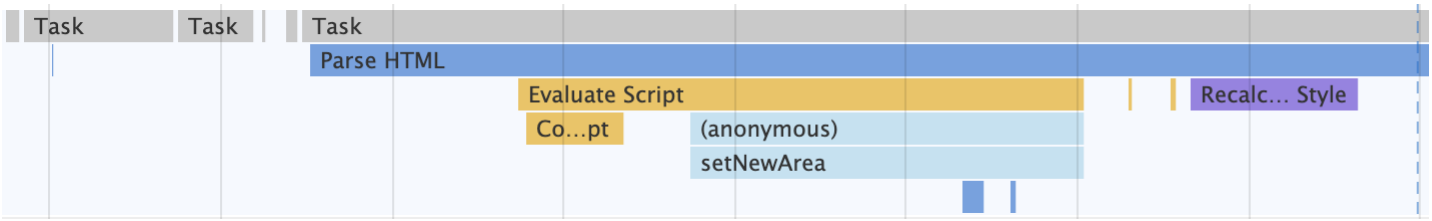
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

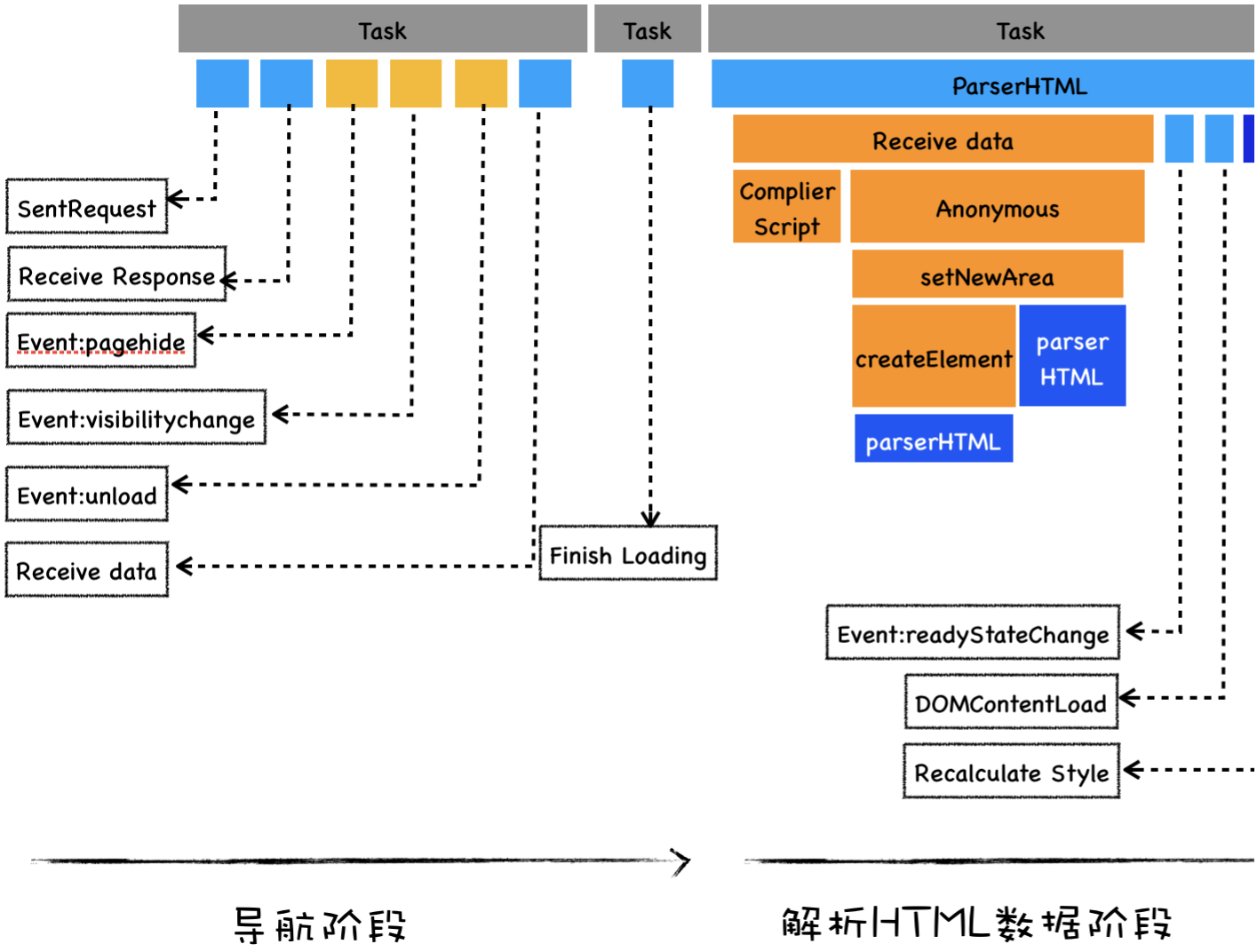
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

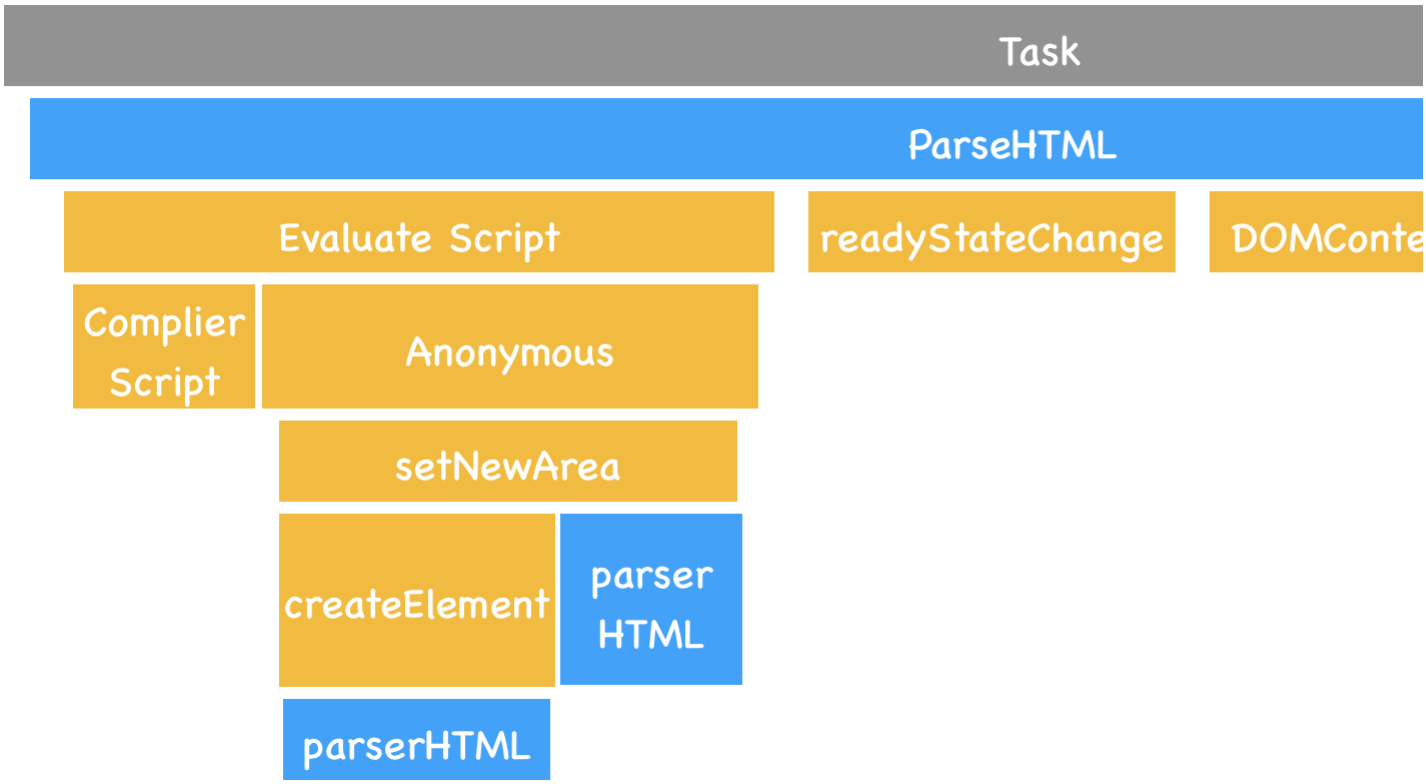
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

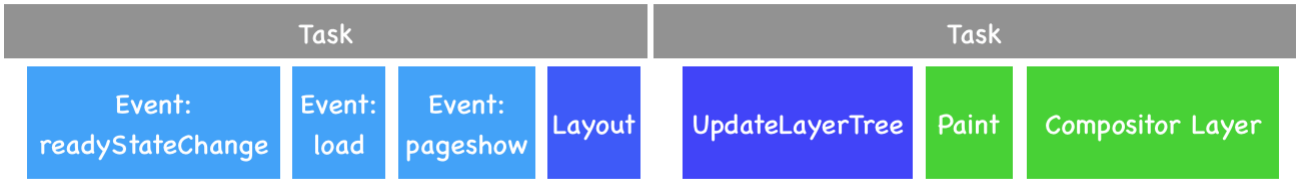
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



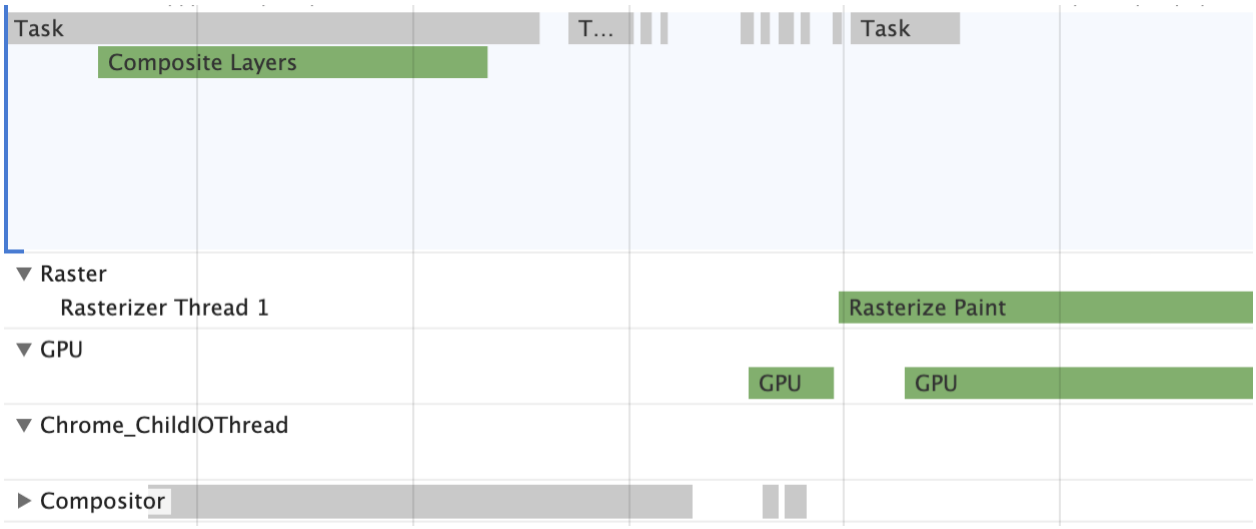
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

你好，我是李兵

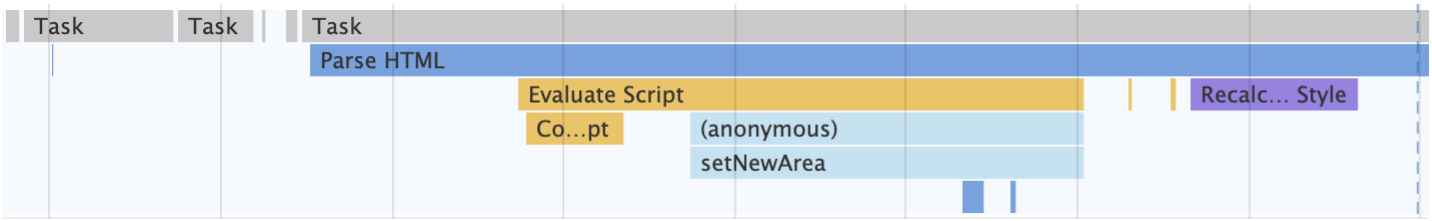
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

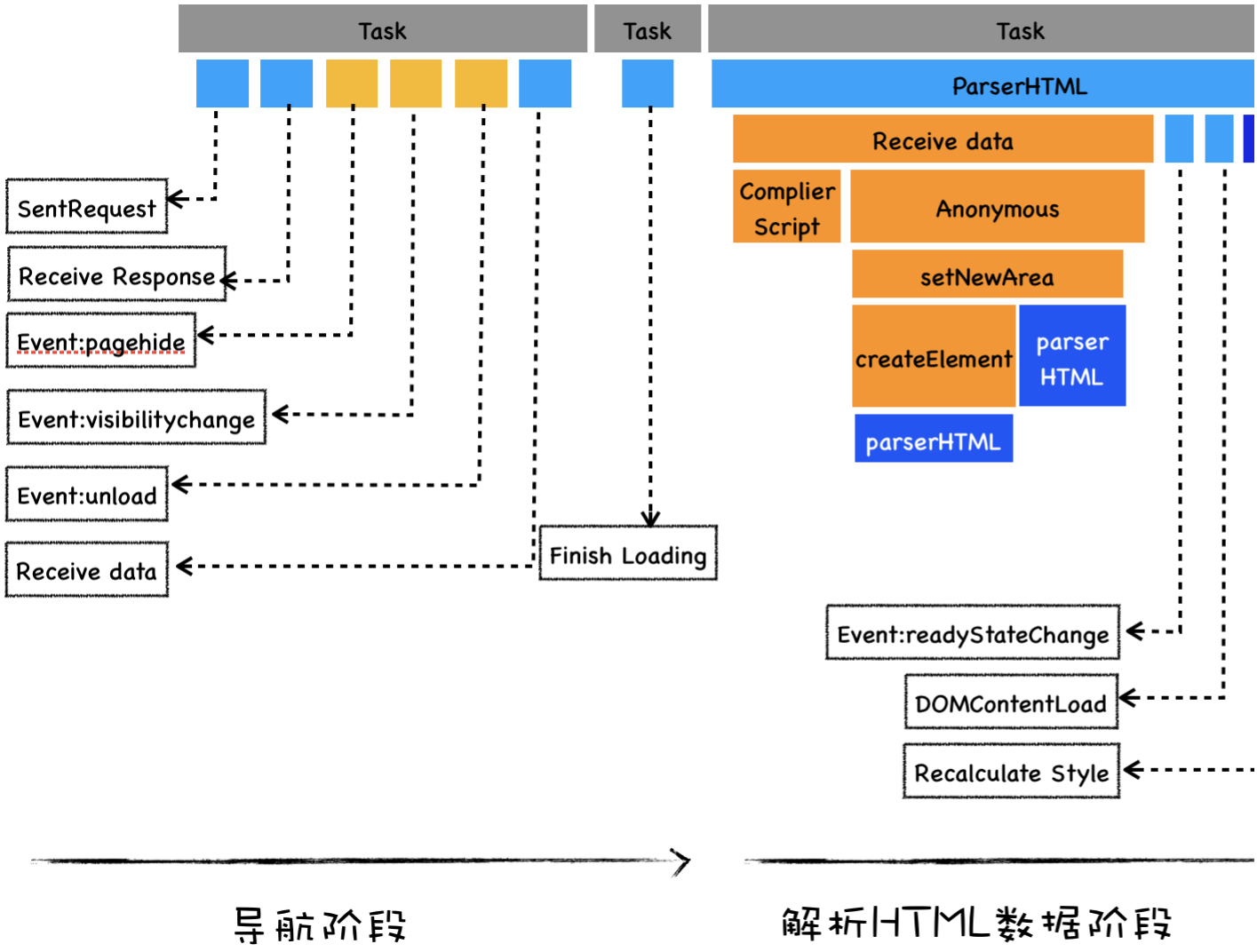
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

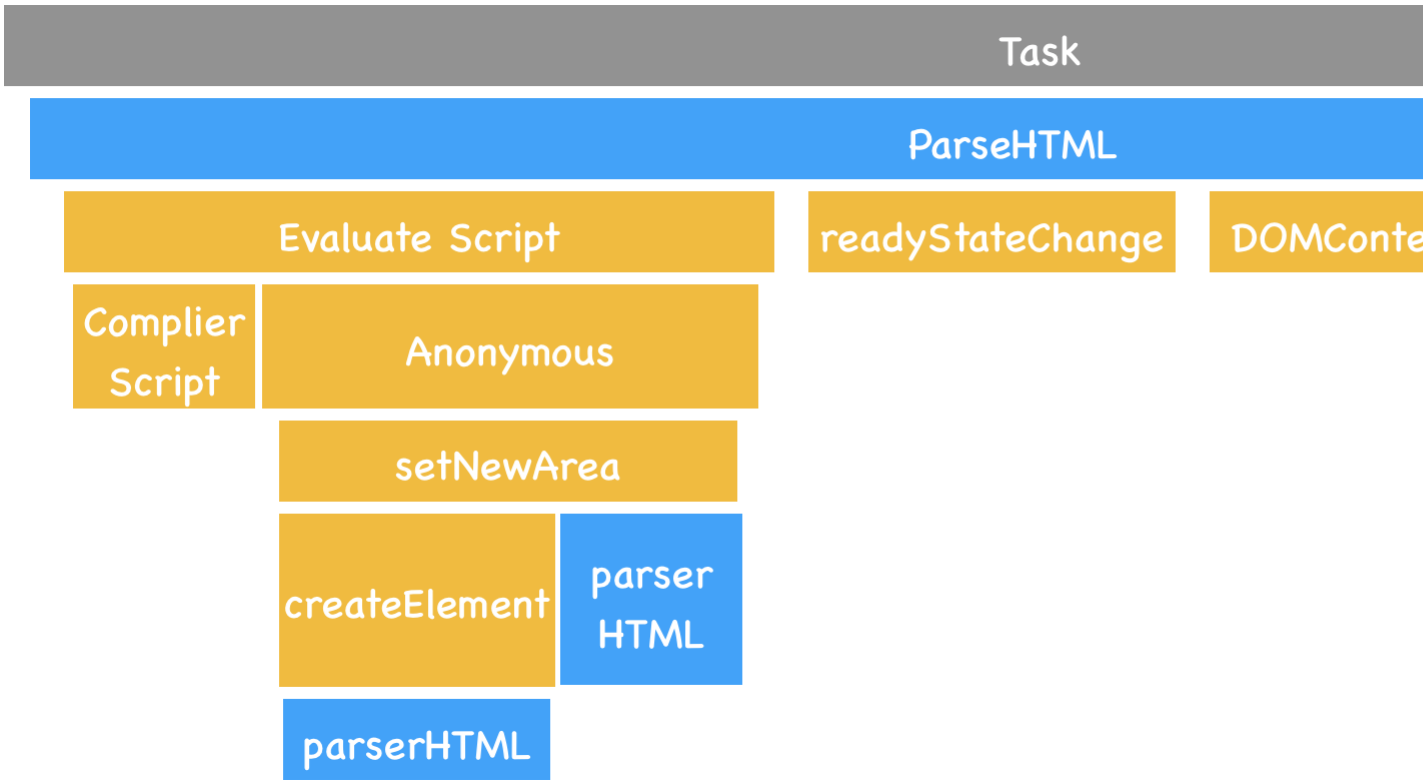
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

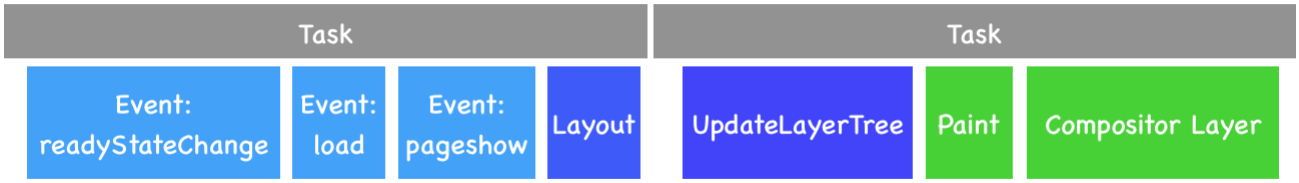
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



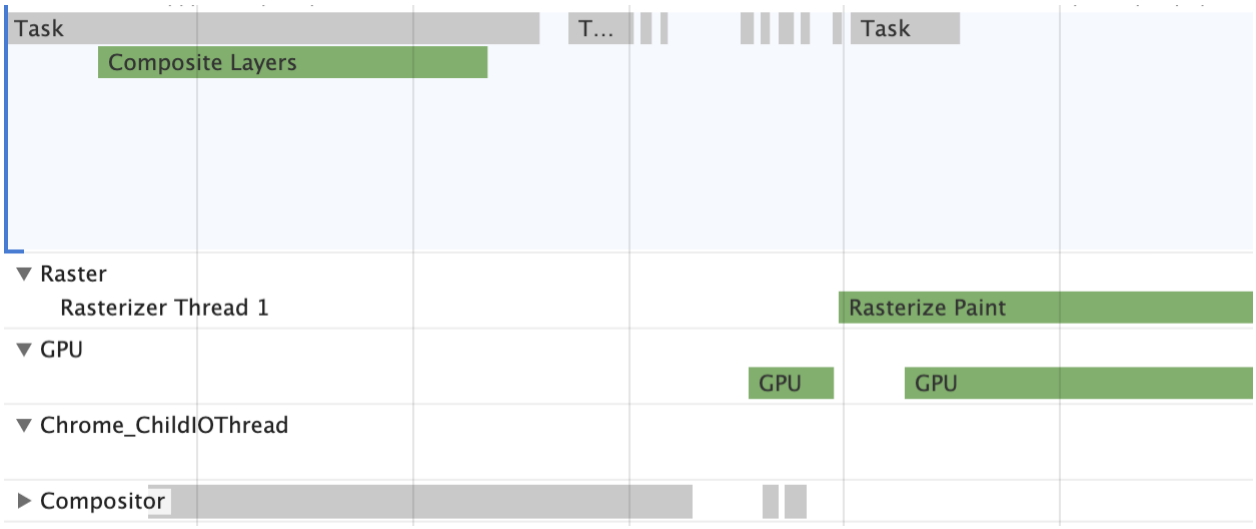
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

你好，我是李兵

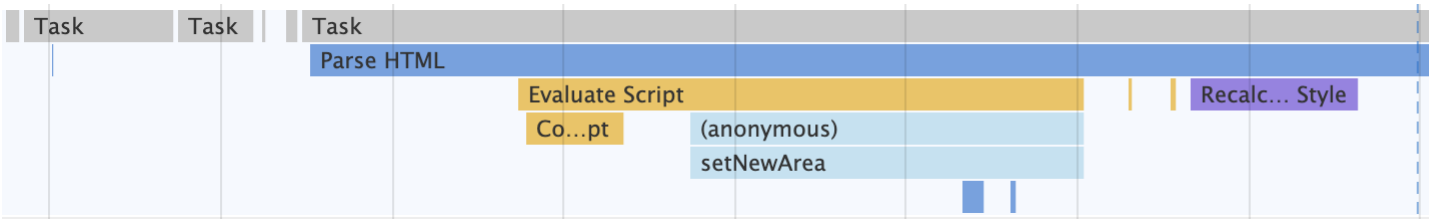
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

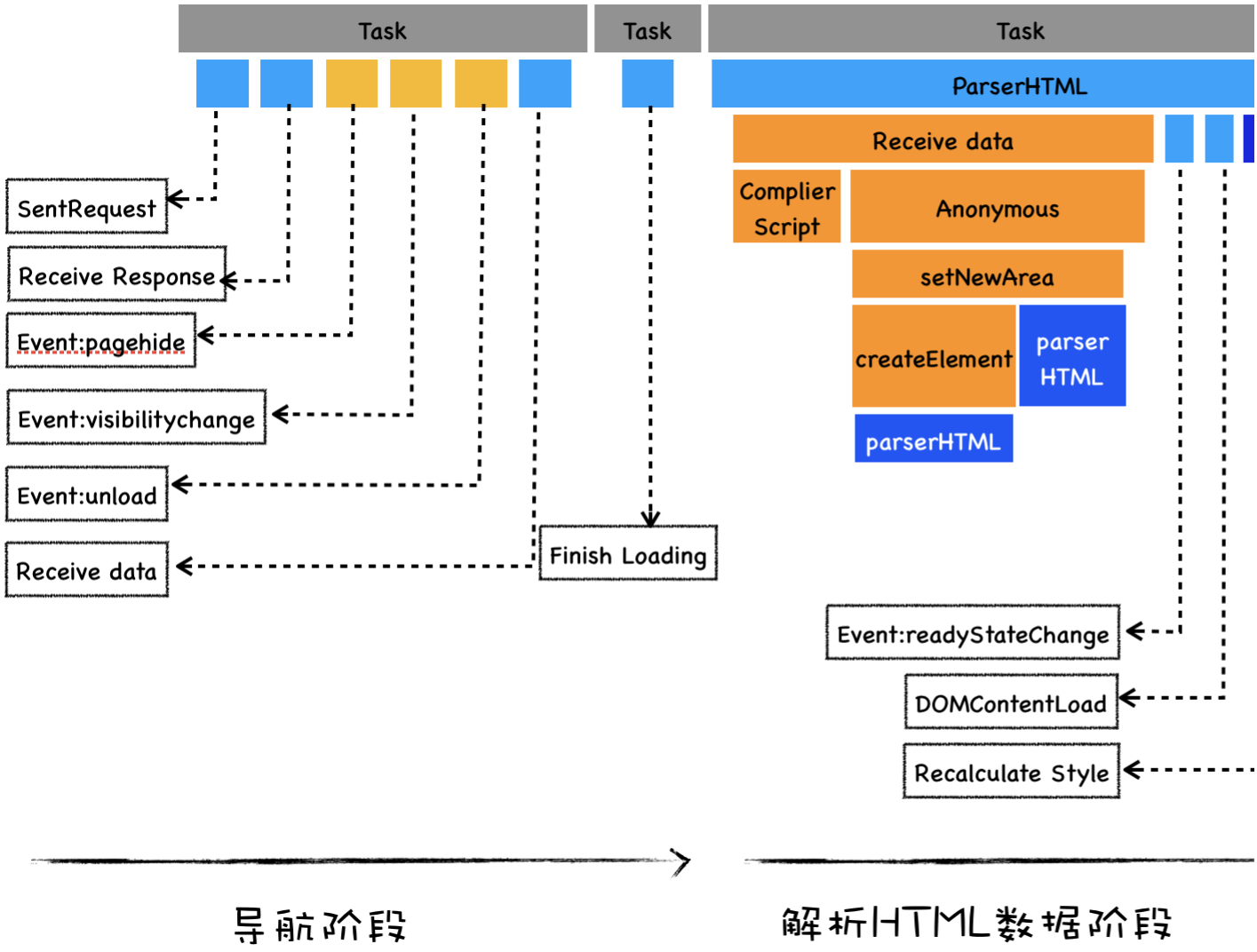
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

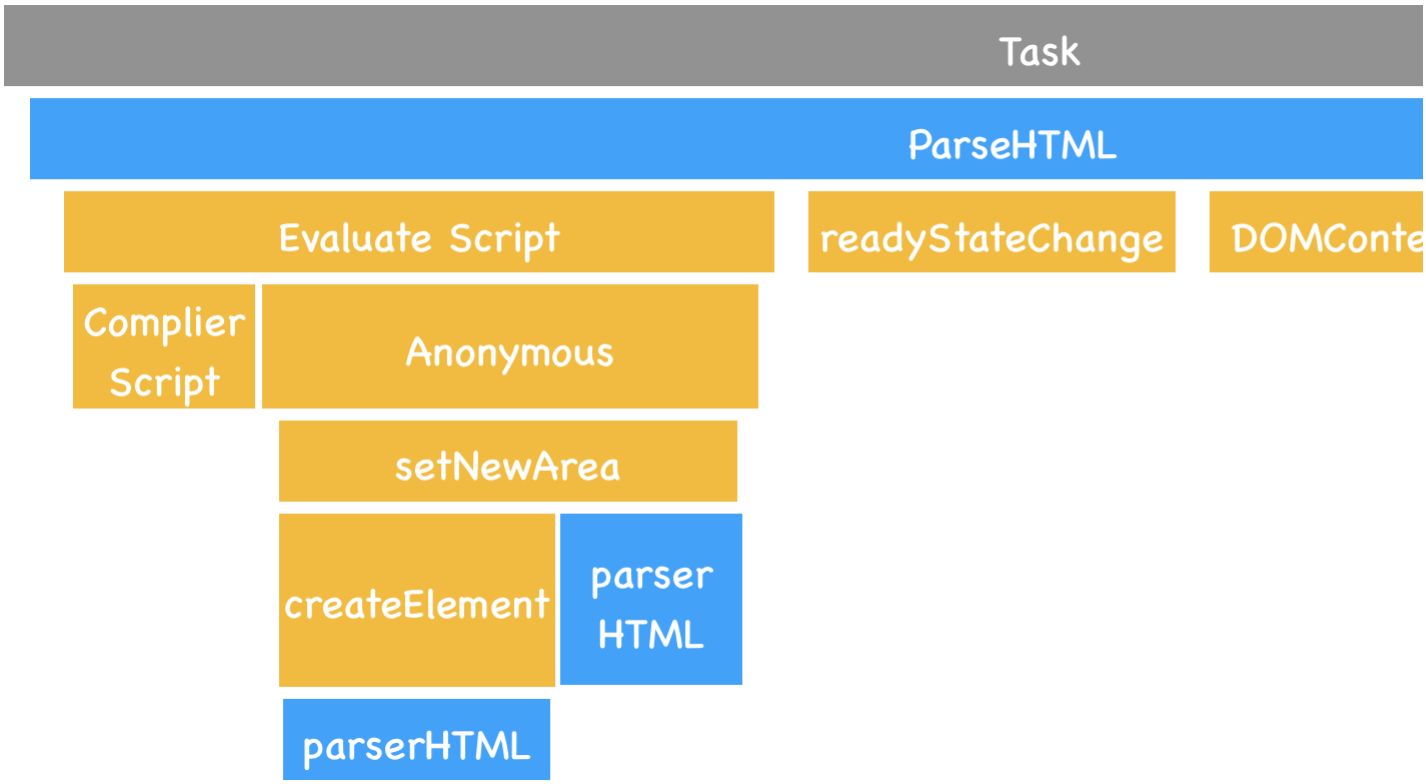
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

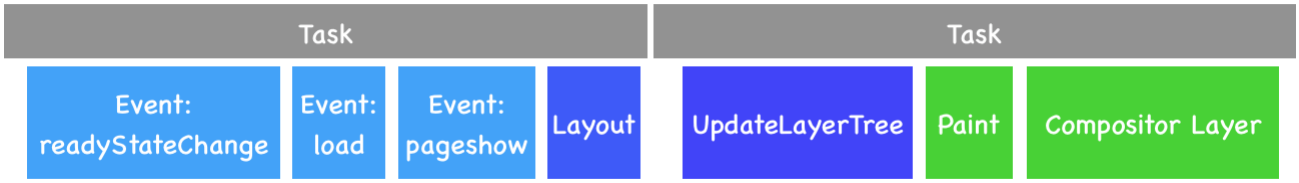
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



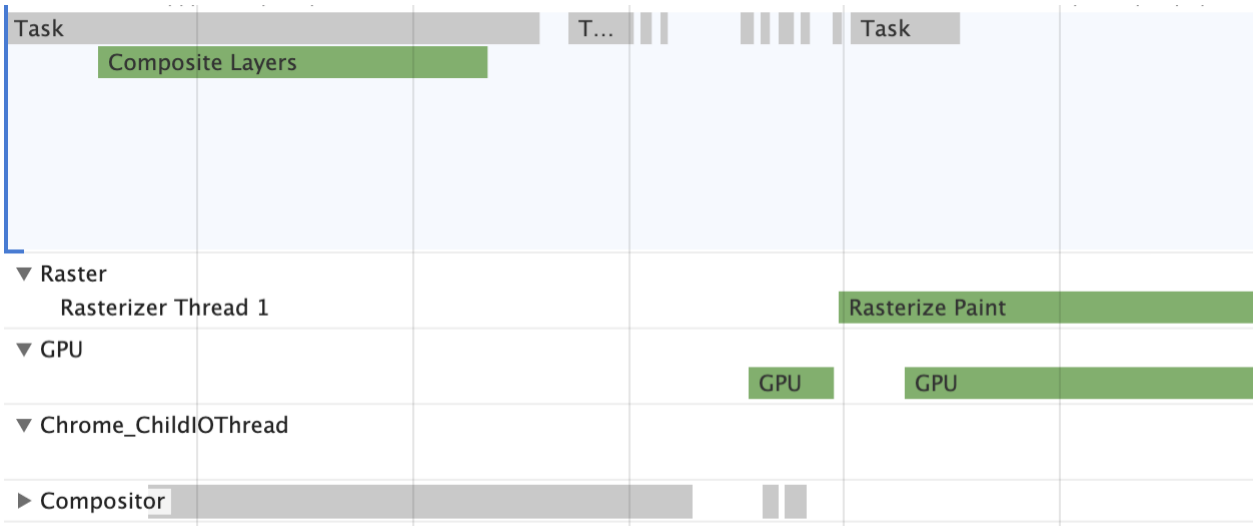
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

你好，我是李兵

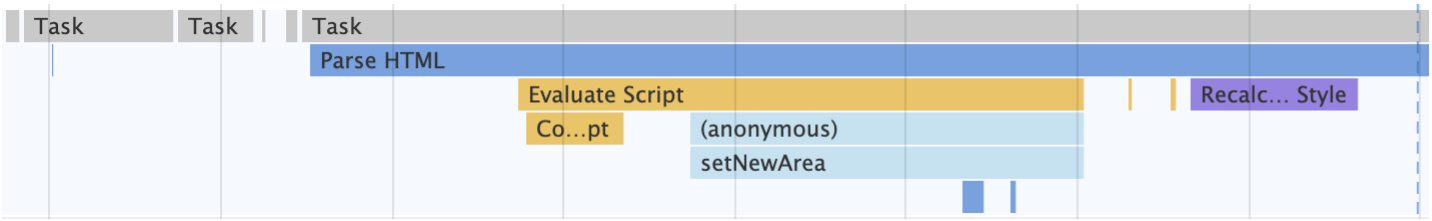
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

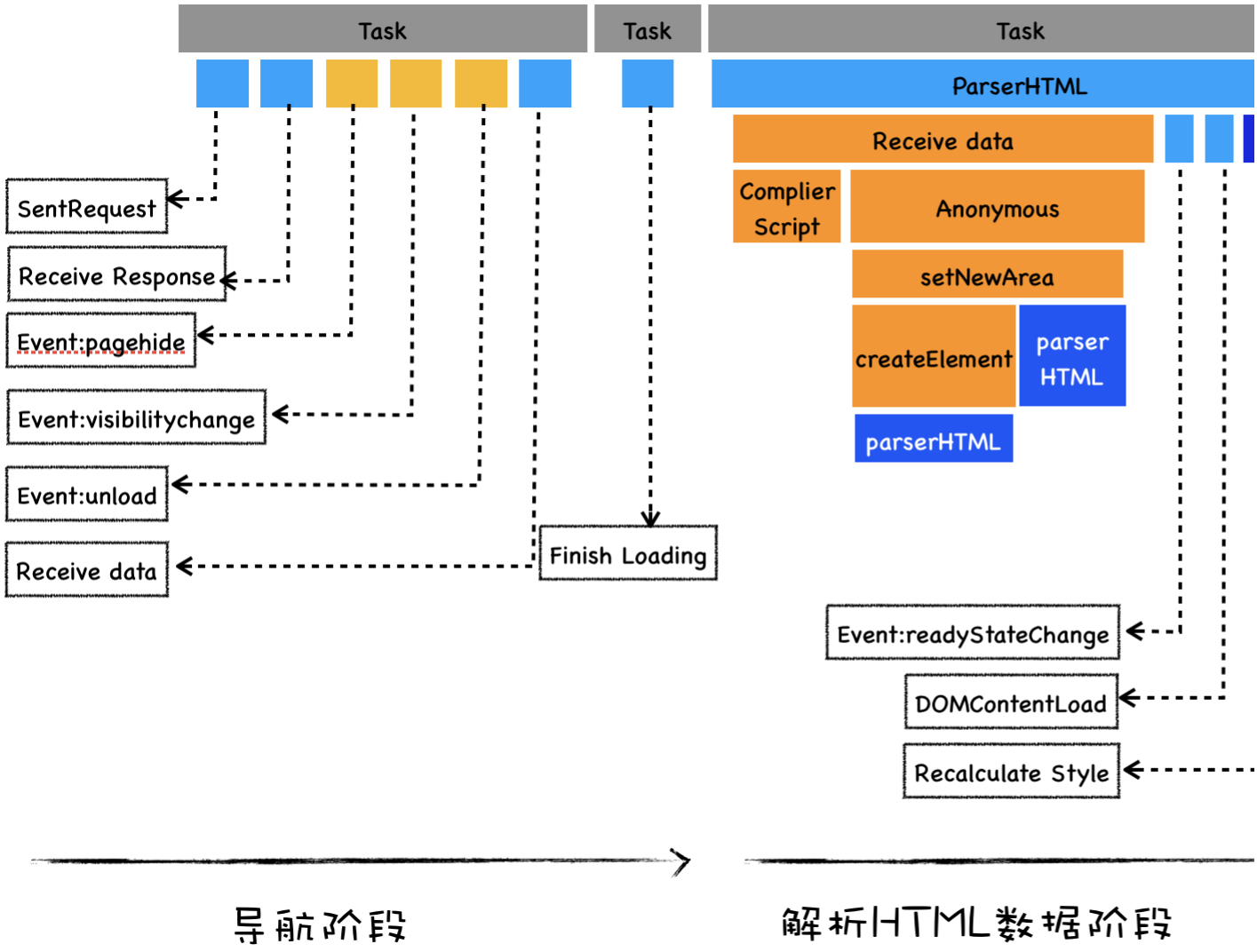
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

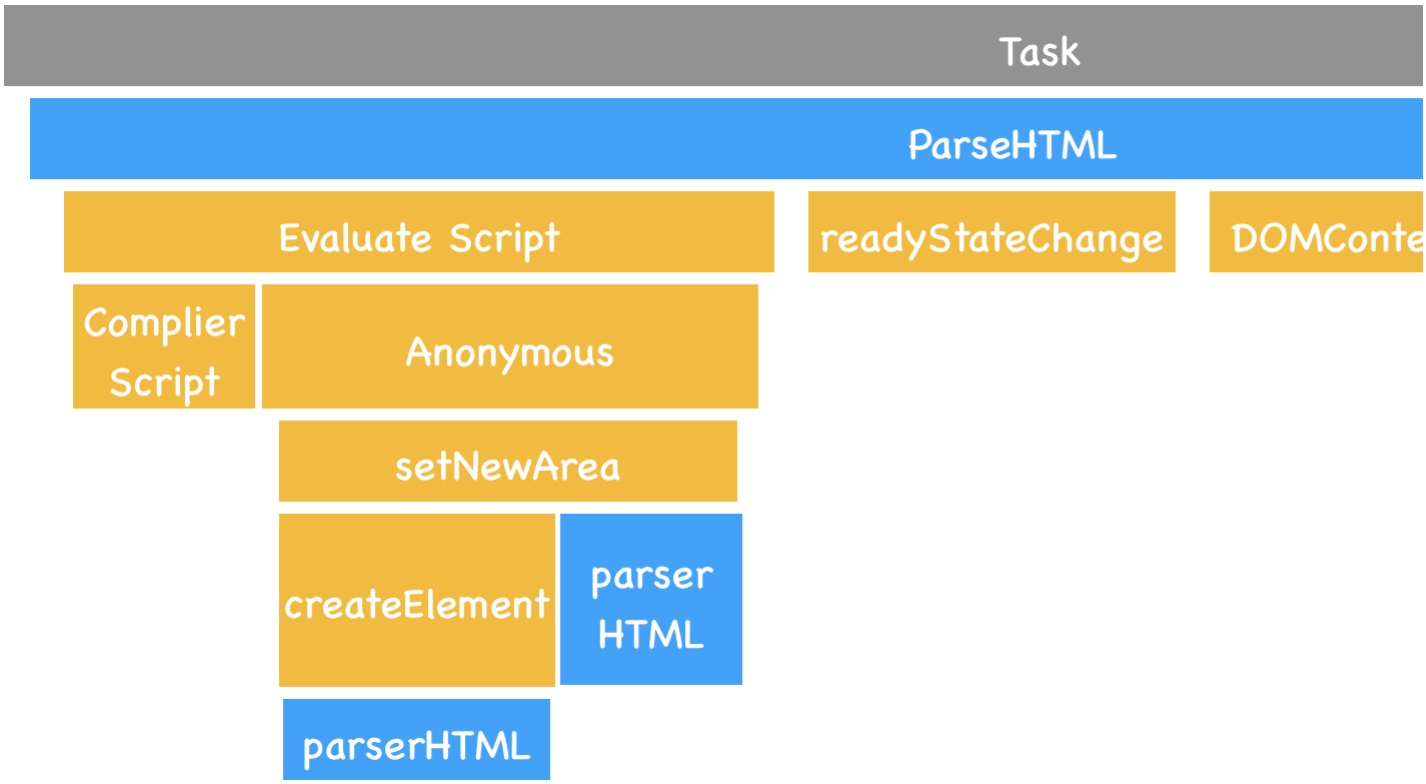
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

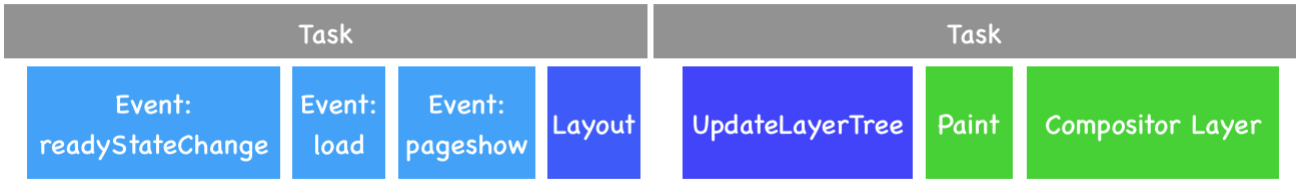
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



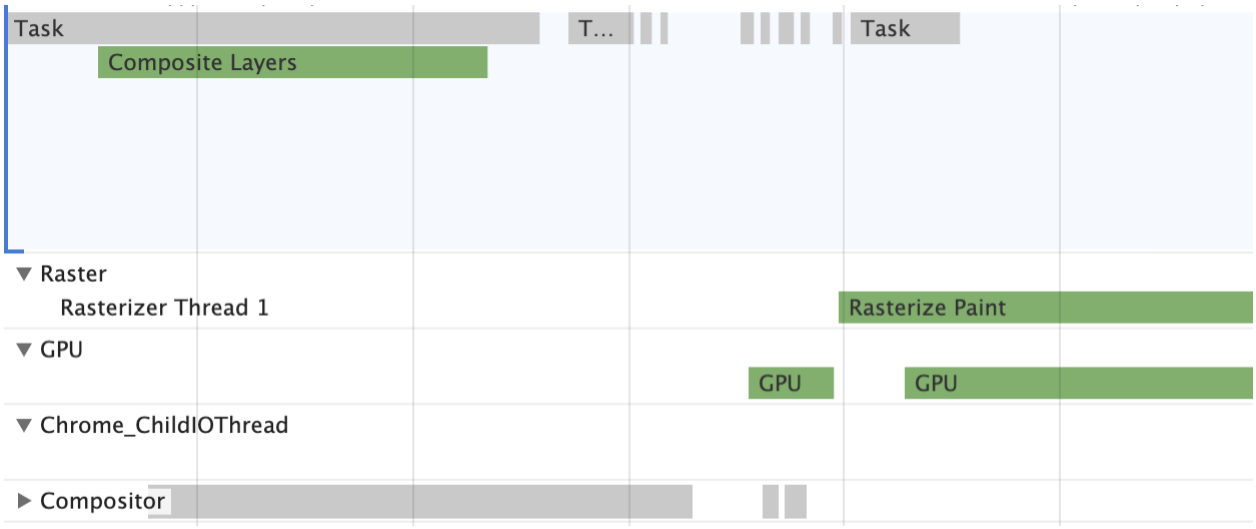
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

你好，我是李兵

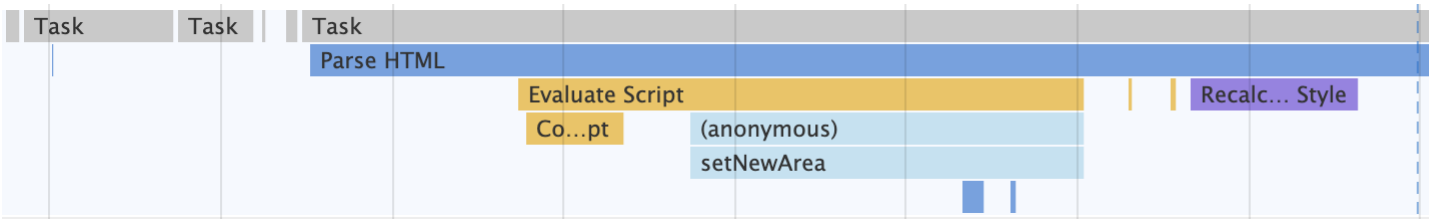
上节我们介绍了如何使用Performance，而且我们还提到了性能指标面板中的Main指标，它详细地记录了渲染主线程上的任务执行记录，通过分析Main指标，我们就能够定位到页面中所存在的性能问题，本节，我们就来介绍如何分析Main指标。

任务 vs 过程

不过在开始之前，我们要讲清楚两个概念，那就是Main指标中的任务和过程，在《15 | 消息队列和事件循环：页面是怎么活起来的？》和《加餐二 | 任务调度：有了setTimeOut，为什么还要使用rAF？》这两节我们分析过，渲染进程中维护了消息队列，如果通过SetTimeout设置的回调函数，通过鼠标点击的消息事件，都会以任务的形式添加消息队列中，然后任务调度器会按照一定规则从消息队列中取出合适的任务，并让其在渲染主线程上执行。

而我们今天所分析的Main指标就记录渲染主线上所执行的全部**任务**，以及每个任务的详细执行**过程**。

你可以打开Chrome的开发者工具，选择Performance标签，然后录制加载阶段任务执行记录，然后关注Main指标，如下图所示：



任务和过程

观察上图，图上方有很多一段一段灰色横条，**每个灰色横条就对应了一个任务，灰色长条的长度对应了任务的执行时长**。通常，渲染主线程上的任务都是比较复杂的，如果只单纯记录任务执行的时长，那么依然很难定位问题，因此，还需要将任务执行过程中的一些关键的细节记录下来，这些细节就是任务的**过程**，灰线下面的横条就是一个个过程，同样这些横条的长度就代表这些过程执行的时长。

直观地理解，你可以把任务看成是一个Task函数，在执行Task函数的过程中，它会调用一系列的子函数，这些子函数就是我们所提到的**过程**。为了让你更好地理解，我们来分析下面这个任务的图形：

单个任务

观察上面这个任务记录的图形，你可以把该图形看成是下面Task函数的执行过程：

```
function A(){
    A1()
    A2()
}
function Task(){
    A()
    B()
}
Task()
```

结合代码和上面的图形，我们可以得出以下信息：

- Task任务会首先调用A过程；
- 随后A过程又依次调用了A1和A2过程，然后A过程执行完毕；
- 随后Task任务又执行了B过程；
- B过程执行结束，Task任务执行完成；
- 从图中可以看出，A过程执行时间最长，所以在A1过程时，拉长了整个任务的执行时长。

分析页面加载过程

通过以上介绍，相信你已经掌握了如何解读Main指标中的任务了，那么接下来，我们就可以结合Main指标来分析页面的加载过程。我们先来分析一个简单的页面，代码如下所示：

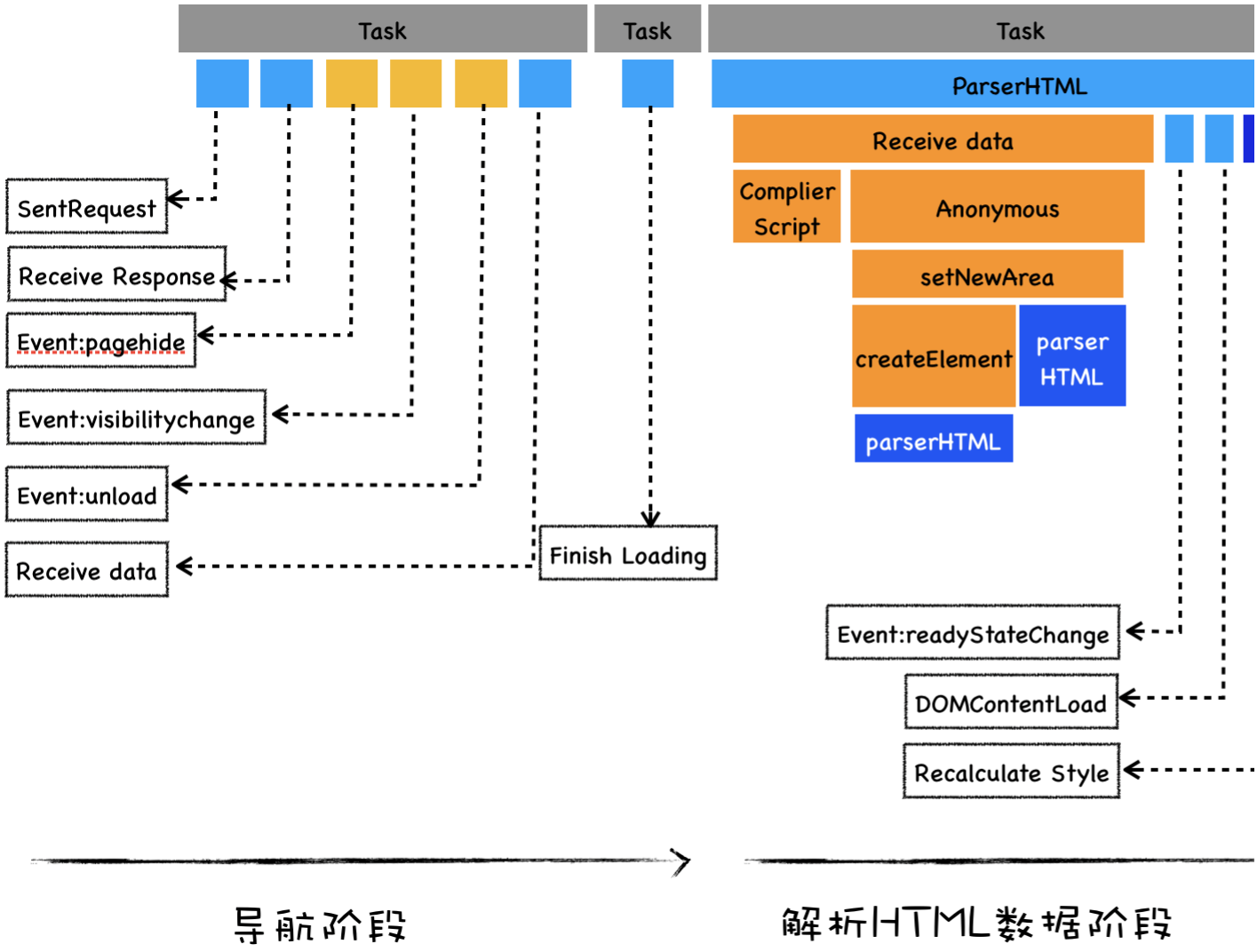
```
<html>
<head>
    <title>Main</title>
    <style>
        area {
            border: 2px ridge;
        }


        box {
            background-color: rgba(106, 24, 238, 0.26);
            height: 5em;
            margin: 1em;
            width: 5em;
        }
    </style>
</head>


<body>
    <div class="area">
        <div class="box rAF"></div>
    </div>
    <br>
    <script>
        function setNewArea() {
            let el = document.createElement('div')
            el.setAttribute('class', 'area')
            el.innerHTML = '<div class="box rAF"></div>'
            document.body.append(el)
        }
        setNewArea()
    </script>
</body>
</html>
```

观察这段代码，我们可以看出，它只是包含了一段CSS样式和一段JavaScript内嵌代码，其中在JavaScript中还执行了DOM操作了，我们就结合这段代码来分析页面的加载流程。

首先生成报告页，再观察报告页中的Main指标，由于阅读实际指标比较费劲，所以我手动绘制了一些关键的任务和其执行过程，如下图所示：



Main指标

通过上面的图形我们可以看出，加载过程主要分为三个阶段，它们分别是：

1. 导航阶段，该阶段主要是从网络进程接收HTML响应头和HTML响应体。
2. 解析HTML数据阶段，该阶段主要是将接收到的HTML数据转换为DOM和CSSOM。
3. 生成可显示的位图阶段，该阶段主要是利用DOM和CSSOM，经过计算布局、生成层树(LayerTree)、生成绘制列表(Paint)、完成合成等操作，生成最终的图片。

那么接下来，我就按照这三个步骤来介绍如何解读Main指标上的数据。

导航阶段

我们先来看**导航阶段**，不过在分析这个阶段之前，我们简要地回顾下导航流程，大致的流程是这样的：

当你点击了Performance上的重新录制按钮之后，浏览器进程会通知网络进程去请求对应的URL资源；一旦网络进程从服务器接收到URL的响应头，便立即判断该响应头中的content-type字段是否属于text/html类型；如果是，那么浏览器进程会让当前的页面执行退出前的清理操作，比如执行JavaScript中的beforunload事件，清理操作执行结束之后就准备显示新页面了，这包括了解析、布局、合成、显示等一系列操作。

因此，在导航阶段，这些任务实际上是在老页面的渲染主线程上执行的。如果你想要了解导航流程的详细细节，我建议你回顾下《04 | 导航流程：从输入URL到页面展示，这中间发生了什么？》这篇文章，在这篇文中我们有介绍导航流程，而导航阶段和导航流程又有着密切的关联。

回顾了导航流程之后，我们接着来分析第一个阶段的任务图形，为了让你更加清晰观察上图中的导航阶段，我将其放大了，最终效果如下图所示：

请求HTML数据阶段

观察上图，如果你熟悉了导航流程，那么就很容易根据图形分析出这些任务的执行流程了。

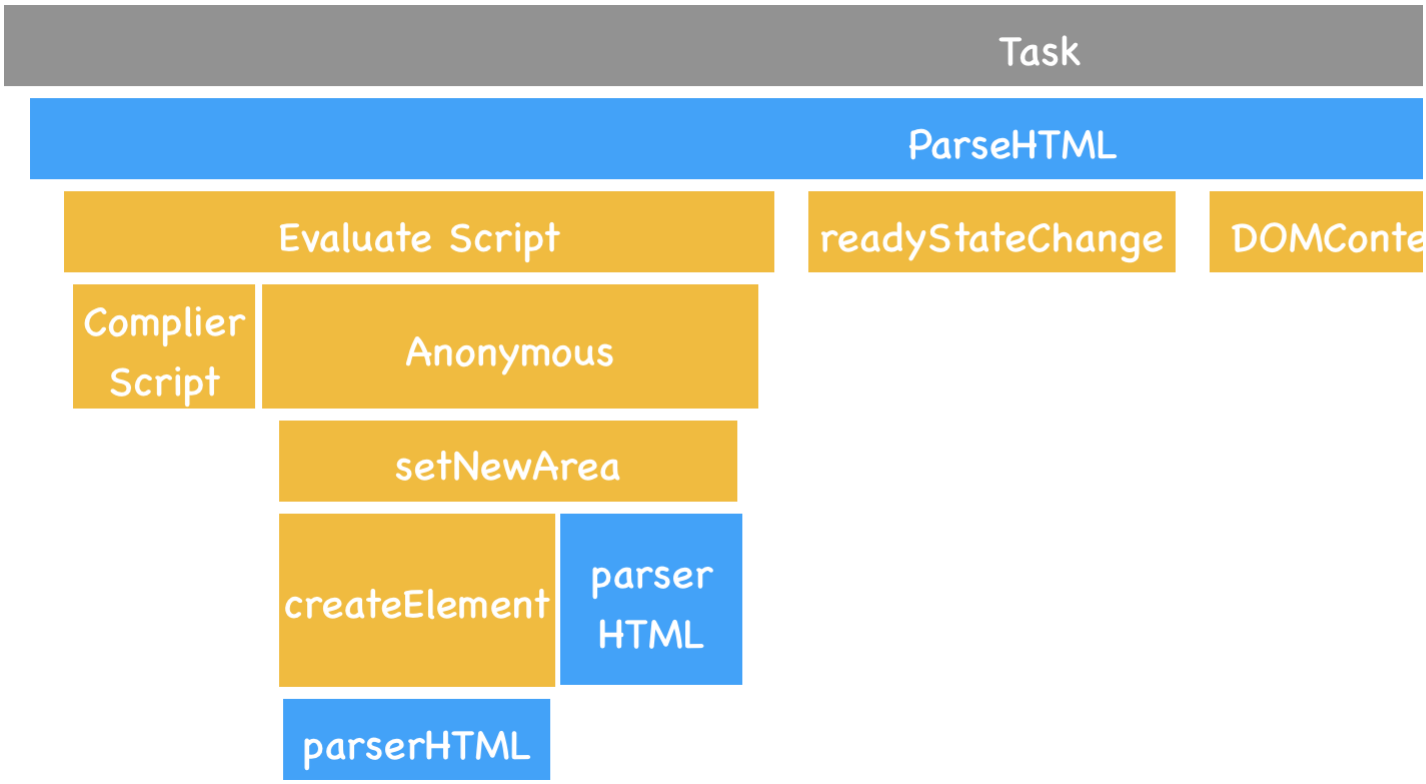
具体地讲，当你点击重新加载按钮后，当前的页面会执行上图中的这个任务：

- 该任务的第一个子过程就是Send request，该过程表示网络请求已被发送。然后该任务进入了等待状态。
- 接着由网络进程负责下载资源，当接收到响应头的时候，该任务便执行Receive Respone过程，该过程表示接收到HTTP的响应头了。
- 接着执行DOM事件：pagehide、visibilitychange和unload等事件，如果你注册了这些事件的回调函数，那么这些回调函数会依次在该任务中被调用。
- 这些事件被处理完成之后，那么接下来就接收HTML数据了，这体现在了Recive Data过程，Recive Data过程表示请求的数据已被接收，如果HTML数据过多，会存在多个 Receive Data 过程。

等到所有的数据都接收完成之后，渲染进程会触发另外一个任务，该任务主要执行Finish load过程，该过程表示网络请求已经完成。

解析HTML数据阶段

好了，导航阶段结束之后，就进入到了**解析HTML数据阶段**了，这个阶段的主要任务就是通过解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。那么下面我们继续来分析这个阶段的图形，看看它到底是怎么执行的？同样，我也放大了这个阶段的图形，你可以观看下图：



解析HTML数据阶段

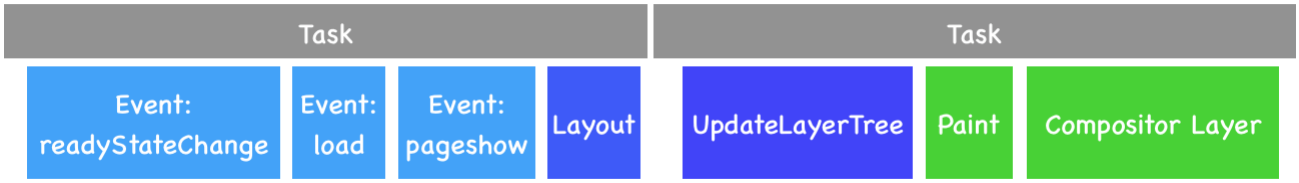
观察上图这个图形，我们可以看出，其中一个主要的过程是HTMLParser，顾名思义，这个过程是用来解析HTML文件，解析的就是上个阶段接收到的HTML数据。

1. 在ParserHTML的过程中，如果解析到了script标签，那么便进入了脚本执行过程，也就是图中的Evalute Script。
2. 我们知道，要执行一段脚本我们需要首先编译该脚本，于是在Evalute Script过程中，先进入了脚本编译过程，也就是图中的Complie Script。脚本编译好之后，就进入程序执行过程，执行全局代码时，V8会先构造一个anonymous过程，在执行anonymous过程中，会调用setNewArea过程，setNewArea过程中又调用了createElement，由于之后调用了document.append方法，该方法会触发DOM内容的修改，所以又强制执行了ParserHTML过程生成的新的DOM。
3. DOM生成完成之后，会触发相关的DOM事件，比如典型的DOMContentLoaded，还有readyStateChanged。

DOM生成之后，ParserHTML过程继续计算样式表，也就是Reculate Style，这就是生成CSSOM的过程，关于Reculate Style过程，你可以参考我们在《05 | 渲染流程（上）：HTML、CSS和JavaScript，是如何变成页面的？》节的内容，到了这里一个完整的ParserHTML任务就执行结束了。

生成可显示位图阶段

生成了DOM和CSSOM之后，就进入了第三个阶段：生成页面上的位图。通常这需要经历**布局(Layout)、分层、绘制、合成**等一系列操作，同样，我将第三个阶段的流程也放大了，如下图所示：



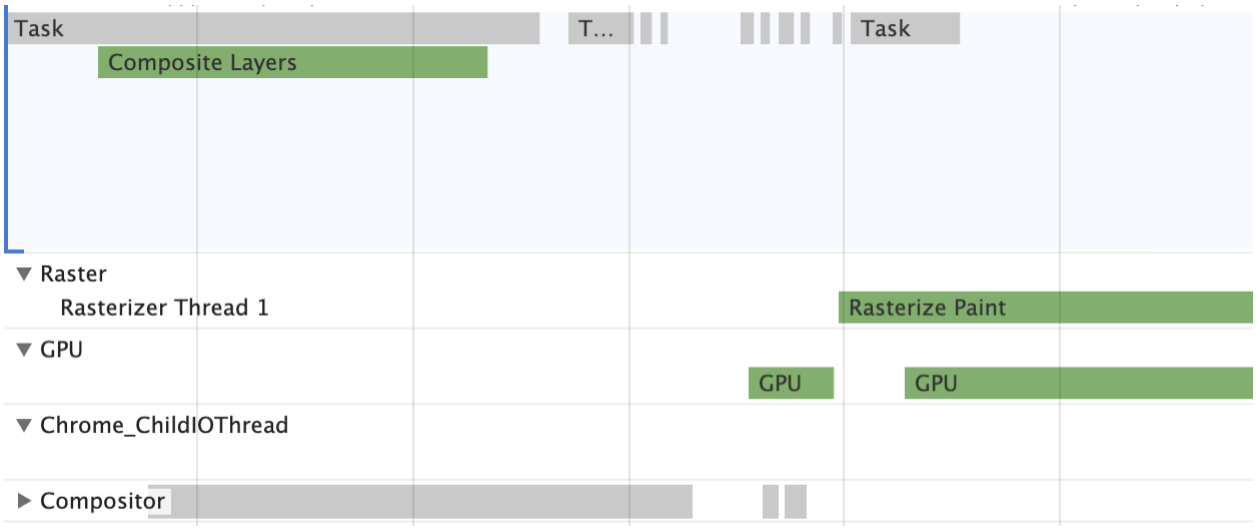
生成可显示的位图

结合上图，我们可以发现，在生成完了DOM和CSSOM之后，渲染主线程首先执行了一些DOM事件，诸如readyStateChange、load、pageshow。具体地讲，如果你使用JavaScript监听了这些事件，那么这些监听的函数会被渲染主线程依次调用。

接下来就正式进入显示流程了，大致过程如下所示。

1. 首先执行布局，这个过程对应图中的**Layout**。
2. 然后更新层树(LayerTree)，这个过程对应图中的**Update LayerTree**。
3. 有了层树之后，就需要为层树中的每一层准备绘制列表了，这个过程就称为**Paint**。
4. 准备每层的绘制列表之后，就需要利用绘制列表来生成相应图层的位图了，这个过程对应图中的**Composite Layers**。

走到了Composite Layers这步，主线程的任务就完成了，接下来主线程会将合成的任务完全教给合成线程来执行，下面是具体的过程，你也可以对照着**Composite**、**Raster**和**GPU**这三个指标来分析，参考下图：



显示流程

结合渲染流水线和上图，我们再来梳理下最终图像是怎么显示出来的。

1. 首先主线程执行到Composite Layers过程之后，便会将绘制列表等信息提交给合成线程，合成线程的执行记录你可以通过**Compositor指标**来查看。
2. 合成线程维护了一个**Raster**线程池，线程池中的每个线程称为**Rasterize**，用来执行光栅化操作，对应的任务就是**Rasterize Paint**。
3. 当然光栅化操作并不是在**Rasterize线程**中直接执行的，而是在GPU进程中执行的，因此Rasterize线程需要和GPU线程保持通信。
4. 然后GPU生成图像，最终这些图层会被提交给浏览器进程，浏览器进程将其合成并最终显示在页面上。

通用分析流程

通过对Main指标的分析，我们把导航流程，解析流程和最终的显示流程都串起来了，通过Main指标的分析，我们对页面的加载过程执行流程又有了新的认识，虽然实际情况比这个复杂，但是万变不离其宗，所有的流程都是围绕这条线来展开的，也就是说，先经历导航阶段，然后经历HTML解析，最后生成最终的页面。

总结

本文主要的目的是让我们学会如何分析Main指标。通过页面加载过程的分析，就能掌握一套标准的分析Main指标的方法，在该方法中，我将加载过程划分为三个阶段：

1. 导航阶段；
2. 解析HTML文件阶段；
3. 生成位图阶段。

在导航流程中，主要是处理响应头的数据，并执行一些老页面退出之前的清理操作。在解析HTML数据阶段，主要是解析HTML数据、解析CSS数据、执行JavaScript来生成DOM和CSSOM。最后在生成最终显示位图的阶段，主要是将生成的DOM和CSSOM合并，这包括了布局(Layout)、分层、绘制、合成等一系列操作。

通过Main指标，我们完整地分析了一个页面从加载到显示的过程，了解这个流程，我们自然就会去分析页面的性能瓶颈，比如你可以通过Main指标来分析JavaScript是否执行时间过久，或者通过Main指标分析代码里面是否存在强制同步布局等操作，分析出来这些原因之后，我们可以有针对性地去优化我们的程序。

思考题

在《18| 宏任务和微任务：不是所有任务都是一个待遇》这节中介绍微任务时，我们提到过，在一个任务的执行过程中，会在一些特定的时间点来检查是否有微任务需要执行，我们把这些特定的检查时间点称为**检查点**。了解了检查点之后，你可以通过Performance的Main指标来分析下面这两段代码：

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })


        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</bod>
```

第一段代码

```
<body>
    <script>
        let p = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p.then(function (successMessage) {
            console.log("p! " + successMessage);
        })
    </script>
    <script>
        let p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
            resolve("成功!");
        });


        p1.then(function (successMessage) {
            console.log("p1! " + successMessage);
        })
    </script>
</body>
```

第二段代码

今天留给你的任务是结合Main指标，来分析上面这两段代码中微任务执行的时间点有何不同，并给出分析结果和原因。欢迎在留言区与我交流。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。