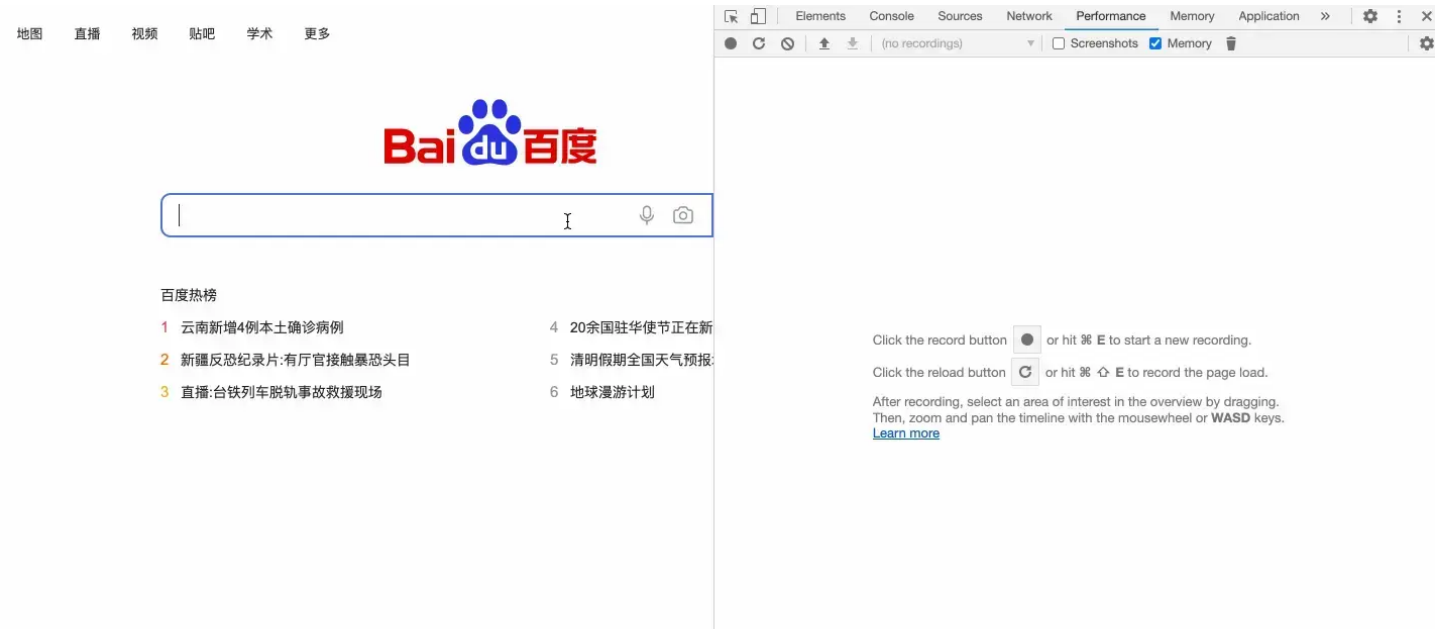
你居然连个内存泄漏都排查不出来

在日常的业务开发中，偶尔会出现内存泄漏的情况，那么我们该怎么排查呢？现在跟着文章一起学习下吧~

使用Chrome devTools查看内存情况

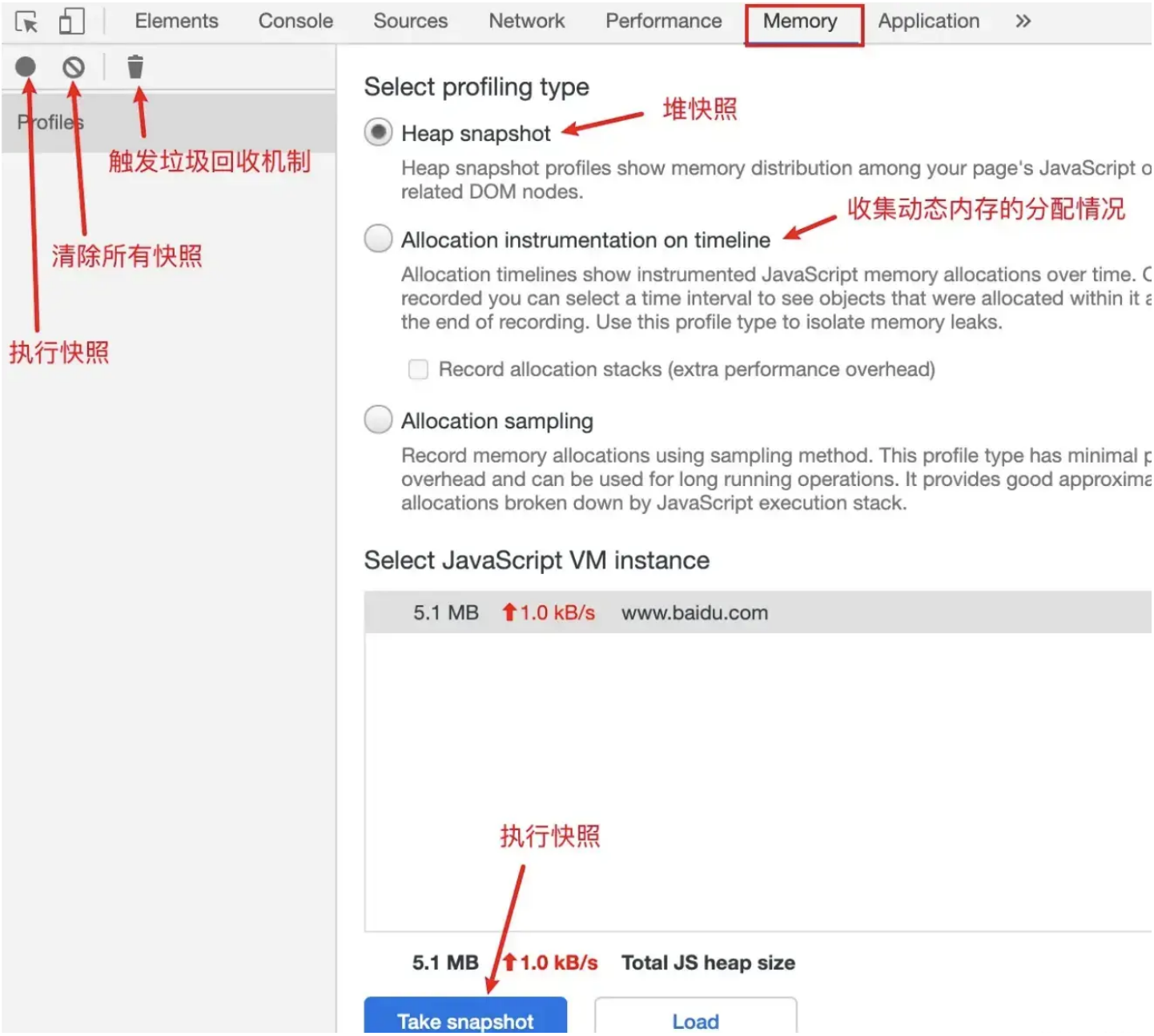
打开Chrome的无痕模式，以屏蔽Chrome插件对我们之后测试内存占用情况的影响。然后打开开发者工具，找到Performance栏，可以看到一些功能按钮，如开始录制按钮、刷新页面按钮、清空记录按钮、记录并可视化js内存、节点、事件监听器按钮、触发垃圾回收机制按钮等。

请简单录制一下百度页面，观察我们能够获取到什么信息，如下动图所示：

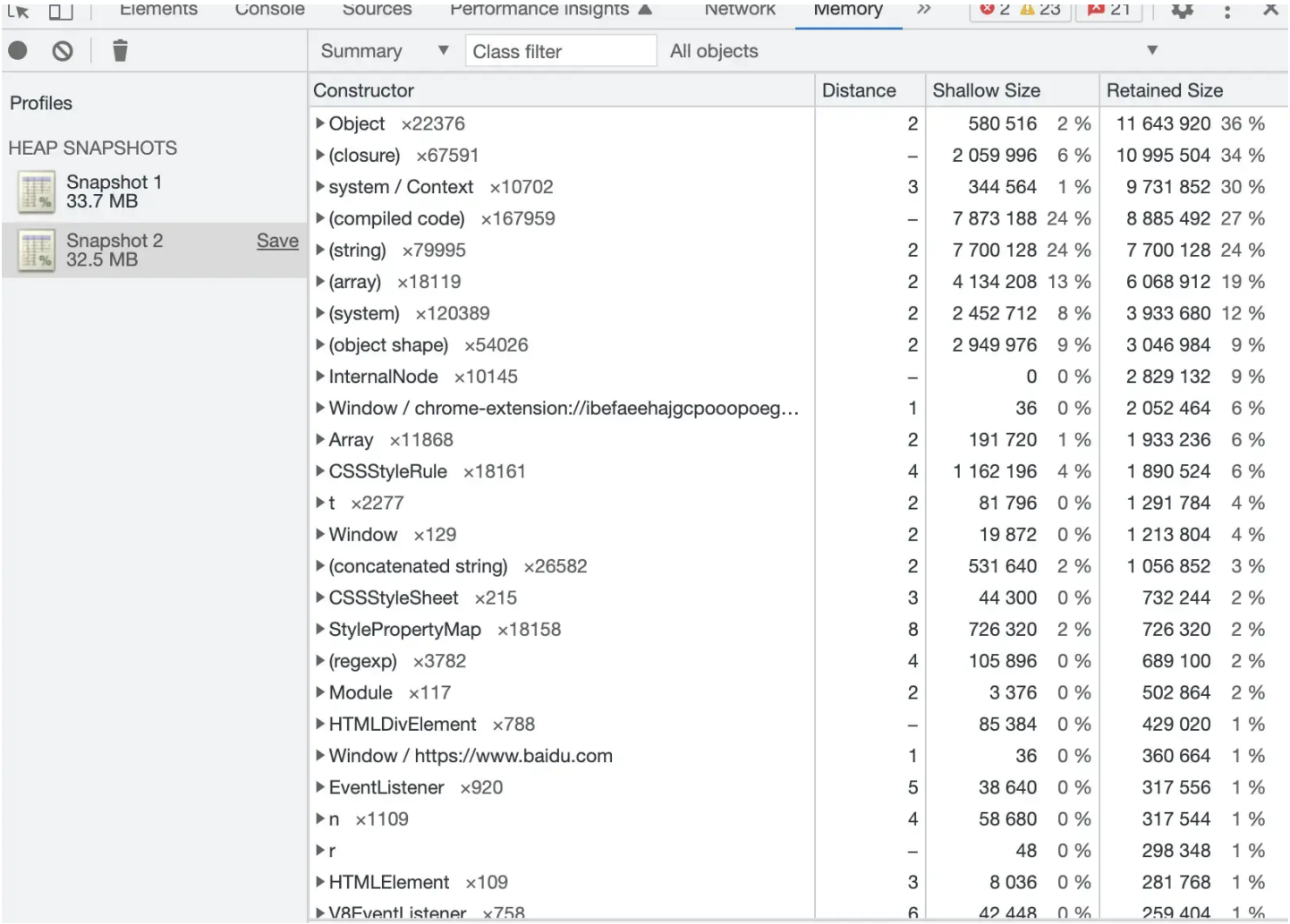


从图表中我们可以清楚地观察到，在页面加载过程中`JS Heap`（js堆内存）、`documents`（文档）、`Nodes`（DOM节点）、`Listeners`（监听器）、`GPU memory`（`GPU`内存）的最低值、最高值以及随时间的变化趋势，这是我们关注的重点。

查看开发者工具中的`Memory`一栏，主要用于记录页面堆内存的具体情况以及js堆内存随加载时间线动态的分配情况。

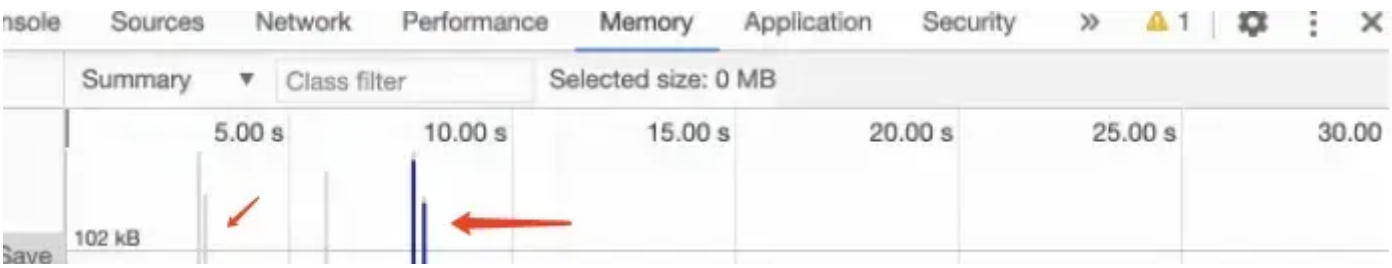


堆快照类似于照相机，可以记录当前页面的堆内存情况。每次进行快照，都会生成一条快照记录。



Constructor	Distance	Shallow Size	Retained Size
Object ×22376	2	580 516 2 %	11 643 920 36 %
(closure) ×67591	–	2 059 996 6 %	10 995 504 34 %
system / Context ×10702	3	344 564 1 %	9 731 852 30 %
(compiled code) ×167959	–	7 873 188 24 %	8 885 492 27 %
(string) ×79995	2	7 700 128 24 %	7 700 128 24 %
(array) ×18119	2	4 134 208 13 %	6 068 912 19 %
(system) ×120389	2	2 452 712 8 %	3 933 680 12 %
(object shape) ×54026	2	2 949 976 9 %	3 046 984 9 %
InternalNode ×10145	–	0 0 %	2 829 132 9 %
Window / chrome-extension://ibefaeehajgcpooopoeg…	1	36 0 %	2 052 464 6 %
Array ×11868	2	191 720 1 %	1 933 236 6 %
CSSStyleRule ×18161	4	1 162 196 4 %	1 890 524 6 %
t ×2277	2	81 796 0 %	1 291 784 4 %
Window ×129	2	19 872 0 %	1 213 804 4 %
(concatenated string) ×26582	2	531 640 2 %	1 056 852 3 %
CSSStyleSheet ×215	3	44 300 0 %	732 244 2 %
StylePropertyMap ×18158	8	726 320 2 %	726 320 2 %
(regexp) ×3782	4	105 896 0 %	689 100 2 %
Module ×117	2	3 376 0 %	502 864 2 %
HTMLDivElement ×788	–	85 384 0 %	429 020 1 %
Window / https://www.baidu.com	1	36 0 %	360 664 1 %
EventListener ×920	5	38 640 0 %	317 556 1 %
n ×1109	4	58 680 0 %	317 544 1 %
r	–	48 0 %	298 348 1 %
HTMLElement ×109	3	8 036 0 %	281 768 1 %
V8EventListener ×758	6	42 448 0 %	259 404 1 %

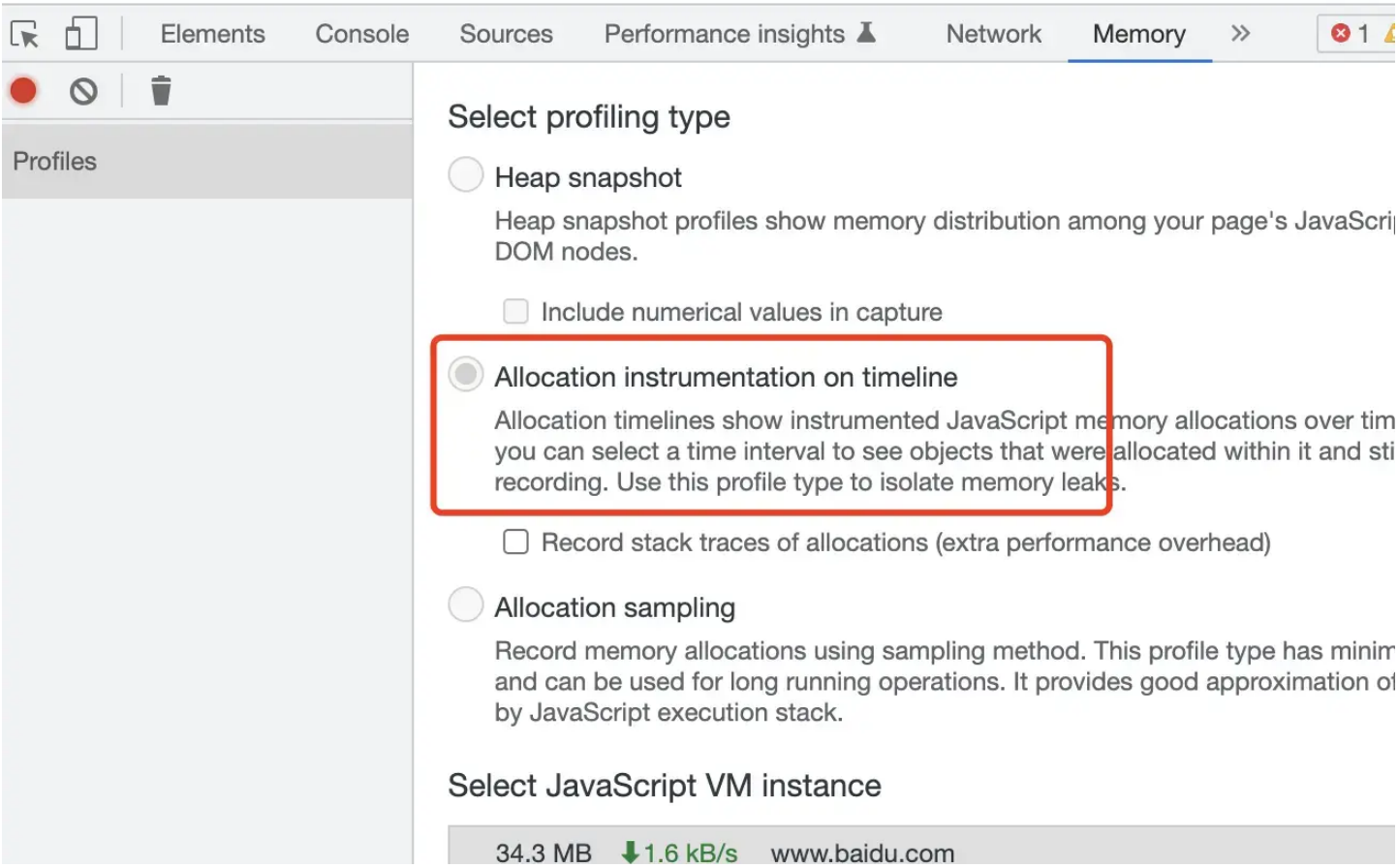
根据上图所示，我们首先进行了一次快照，记录了当时堆内存空间占用为33.7MB。随后，我们点击了页面中的一些按钮，再次执行了一次快照，记录了当时堆内存空间占用为32.5MB。此外，通过点击相应的快照记录，我们可以查看当时所有内存中的变量情况，包括结构和占总内存的百分比等信息。



在记录数据后，我们可以观察到图表右上角有起伏的蓝色和灰色柱状图，其中 `蓝色` 代表当前时间线下所占用的内存； `灰色` 表示之前占用的内存空间已被清除释放。

在发现存在内存泄漏的情况时，我们可以使用 `Memory` 来更清晰地确认问题并定位问题。

首先，可以使用 `Allocation instrumentation on timeline` 来确认问题，如下图所示：.



内存泄漏的场景

- 闭包使用不当引起内存泄漏
- 全局变量
- 分离的 `DOM` 节点
- 控制台的打印
- 遗忘的定时器

1. 闭包使用不当引起内存泄漏

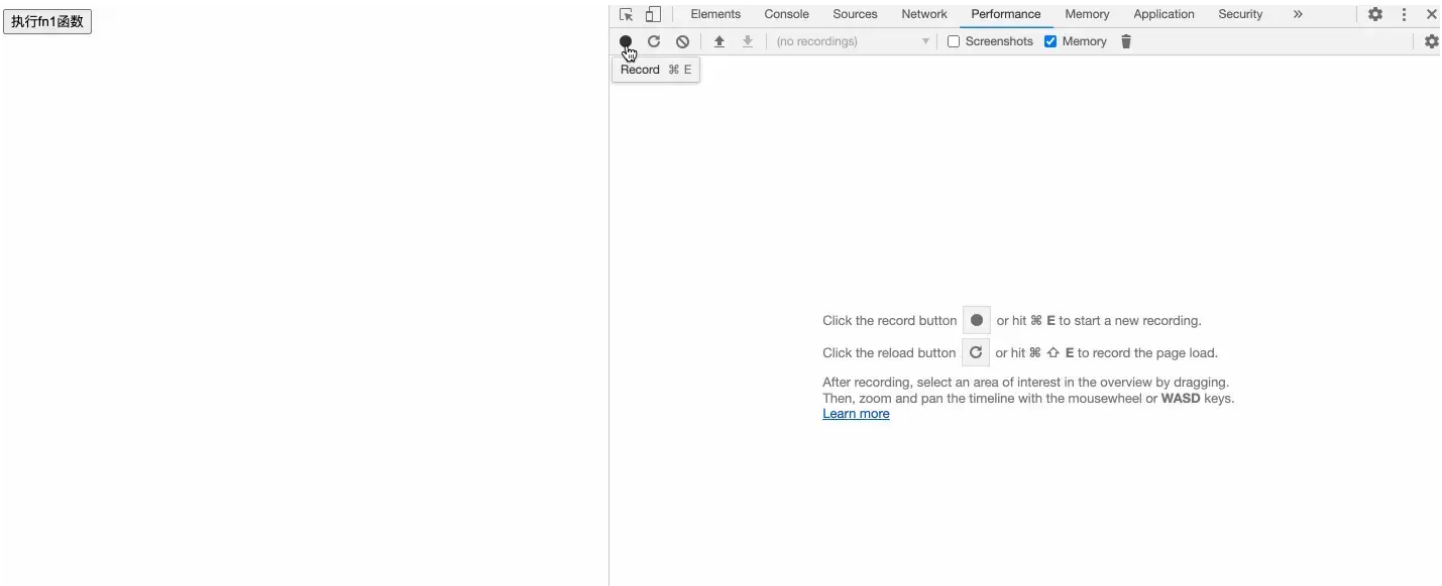
使用 `Performance` 和 `Memory` 来查看一下闭包导致的内存泄漏问题

```
<button onclick="myClick()">执行fn1函数</button>
<script>
 function fn1 () {
   let a = new Array(10000)  // 这里设置了一个很大的数组对象
   let b = 3
   function fn2() {
     let c = [1, 2, 3]
   }
   fn2()
     return a
   }
   let res = []
```

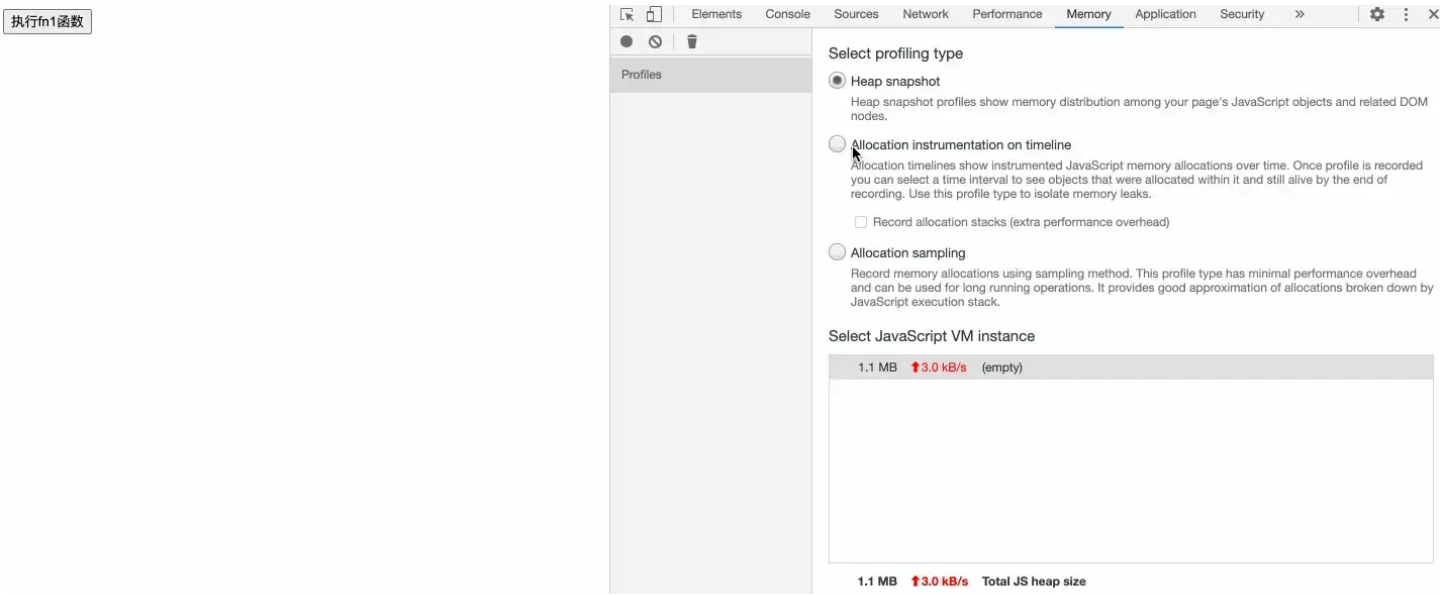
```
    function myClick() {
      res.push(fn1())
    }
  }
</script>
```

在 `fn1` 函数执行上下文退出后，本应将该上下文中的变量 `a` 视为垃圾数据并进行回收。然而，由于 `fn1` 函数最终将变量 `a` 返回并赋值给全局变量 `res` ，这导致对变量 `a` 的引用产生，使得变量 `a` 被标记为活动变量并一直占用相应的内存。如果假设后续不再使用变量 `res` ，那么这就是一个闭包使用不当的例子。

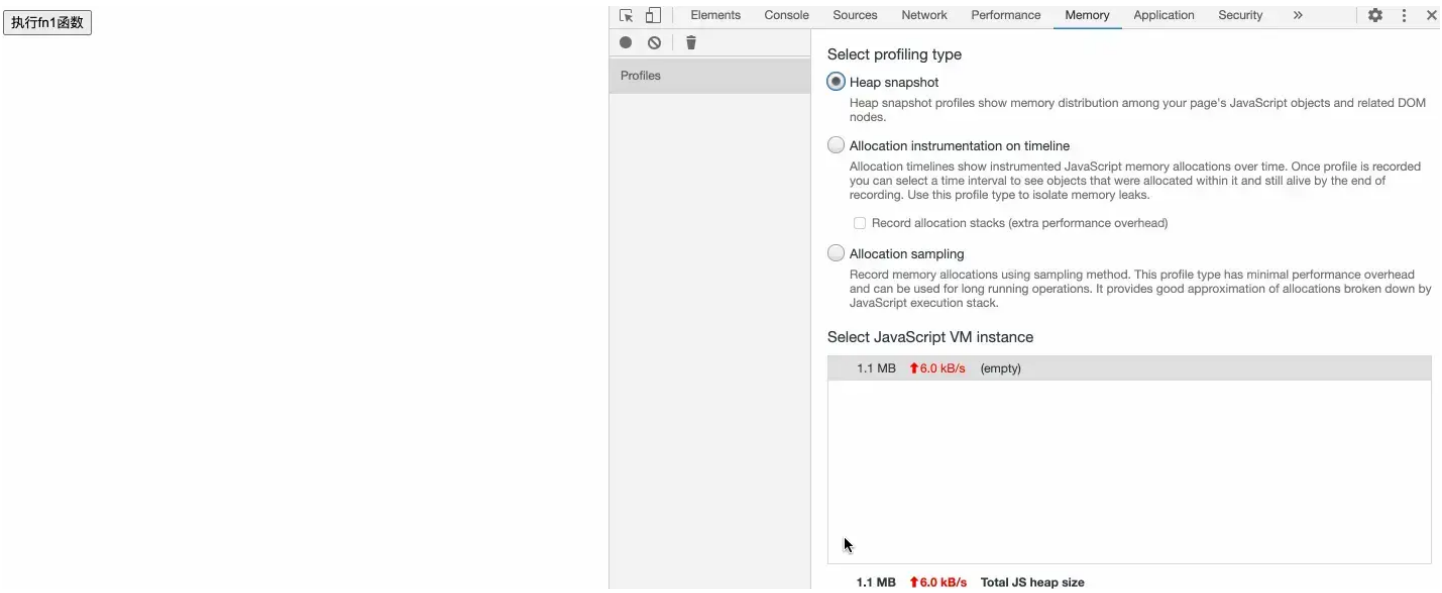
为了能够在 `performance` 的曲线图中观察效果，我们设置了一个按钮，每次点击执行时，将 `fn1` 函数的返回值添加到全局数组变量 `res` 中。如下图所示：



- 在每次录制开始时手动触发一次垃圾回收机制，这是为了确认一个初始的堆内存基准线，便于后面的对比。然后我们点击了几次按钮，即往全局数组变量 `res` 中添加了几个比较大的数组对象。最后再触发一次垃圾回收，发现录制结果的JS Heap曲线刚开始成阶梯式上升的，最后的曲线的高度比基准线要高，说明可能是存在内存泄漏的问题。
- 在得知有内存泄漏的情况存在时，我们可以改用 `Memory` 来更明确地确认问题和定位问题。
- 首先可以使用 `Allocation instrumentation on timeline` 来确认问题，如下图所示：.



- 每次点击按钮后，动态内存分配情况图上都会出现一个`蓝色的柱形`，而且在我们触发垃圾回收后，`蓝色柱形`都没有变成灰色柱形，也就是说之前分配的内存没有被清除。
- 因此，我们可以明确地确认存在内存泄漏的问题。接下来，我们需要精确定位问题，可以使用`Heap snapshot`来进行定位，如下图所示：



- 首先，我们需要点击快照记录初始的内存情况，然后多次点击按钮后再次点击快照，记录此时的内存情况。我们发现，从原来的`1.1M`内存空间变成了`1.4M`内存空间。接着，我们选中第二条快照记录，可以看到右上角有一个`All objects`的字段，表示展示当前选中的快照记录所有对象的分配情况。我们想要知道的是第二条快照与第一条快照的区别在哪，因此选择`Object allocated between Snapshot1 and Snapshot2`，即展示第一条快照和第二条快照存在差异的内存对象分配情况。这时，我们可以看到Array的百分比很高，初步可以判断是该变量存在问题。点击查看详情后，就能查看到该变量对应的具体数据了。

这是一个判断闭包是否导致内存泄漏问题并简单定位的方法

2. **全局变量**

全局变量通常不会被垃圾回收，但并非所有变量都不能存在于全局范围。有时由于疏忽，会导致某些变量流失到全局，比如未声明变量，却直接对其赋值，这将导致该变量在全局范围创建。如下所示：

```
function fn1() {
    // 此处变量name未被声明
    name = new Array(99999999)
}
fn1()
```

- 此时，当出现这种情况时，会自动在全局范围内创建一个变量 `name` ，并将一个大型数组赋值给 `name` 。由于它是全局变量，所以该内存空间将一直保持不释放。
- 要解决这个问题，我们需要自己在平时多加注意，不要在变量声明之前进行赋值。另外，也可以考虑 `开启严格模式` ，这样在不知不觉中犯错时，会收到错误警告。例如，

```
function fn1() {
  'use strict';
  name = new Array(99999999)
}
fn1()
```

3. 分离的 `DOM` 节点

如果您手动删除了一个 `dom` 节点，本应该释放该节点占用的内存，但由于疏忽导致某处代码仍然引用了该被移除节点，最终导致该节点占用的内存无法被释放，这种情况是很常见的。

```
<div id="root">
 <div class="child">我是子元素</div>
 <button>移除</button>
</div>
<script>
 let btn = document.querySelector('button')
 let child = document.querySelector('.child')
 let root = document.querySelector('#root')

 btn.addEventListener('click', function() {
   root.removeChild(child)
 })
</script>
```

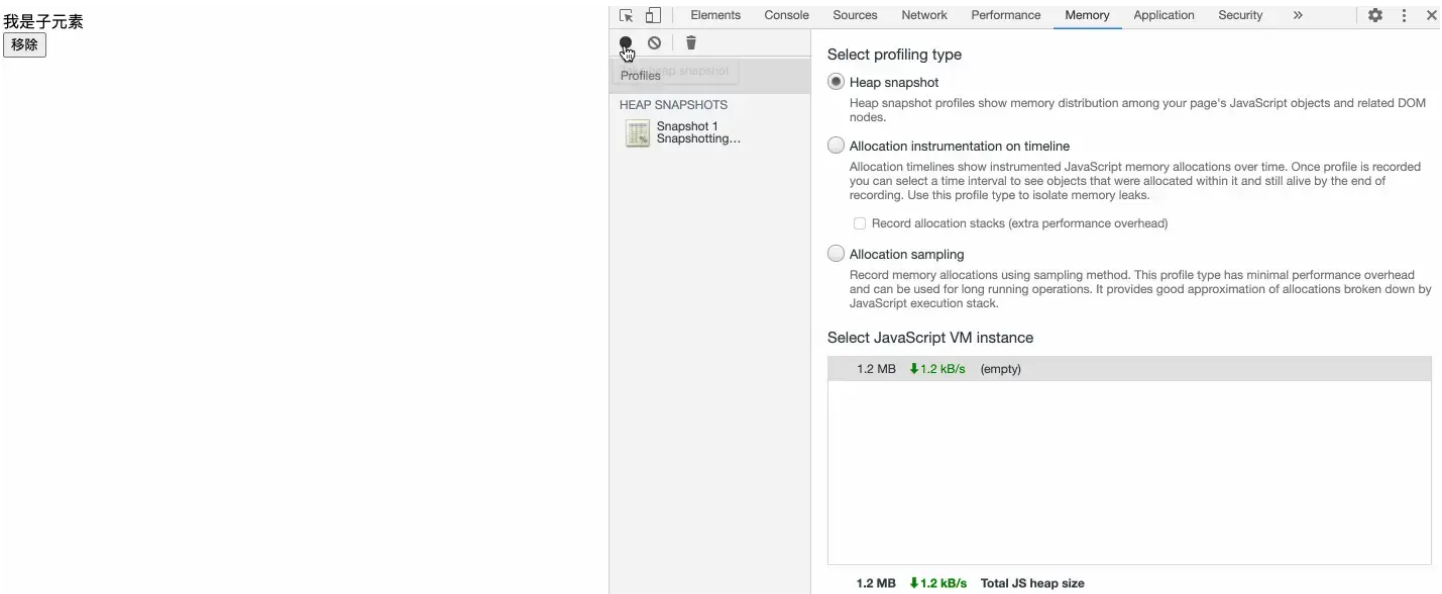
代码的功能是在点击按钮后移除 `.child` 节点，尽管节点在点击后确实从 `dom` 中移除了，但全局变量 `child` 仍然保留对该节点的引用，导致该节点的内存无法释放，建议使用 `Memory` 的快照功能进行检测，具体操作如下图所示。

先记录下初始状态的快照，然后在点击移除按钮后，再次点击一次快照。此时，我们无法看出内存大小的任何变化，因为被移除的节点占用的内存非常小，可以忽略不计。但是，我们可以点击第二条快照记录，在筛选框中输入“detached”，这样就会显示所有脱离但尚未被清除的节点对象。

解决办法如下图所示：

```
<div id="root">
 <div class="child">我是子元素</div>
 <button>移除</button>
</div>
<script>
 let btn = document.querySelector('button')
 btn.addEventListener('click', function() {
   let child = document.querySelector('.child')
   let root = document.querySelector('#root')
   root.removeChild(child)
 })
</script>
```

修改非常简单，只需将对 `.child` 节点的引用移动到 `click` 事件的回调函数中。这样，当移除节点并退出回调函数的执行上下文后，对该节点的引用将自动清除，从而避免了内存泄漏的情况。让我们来验证一下。如下图所示：



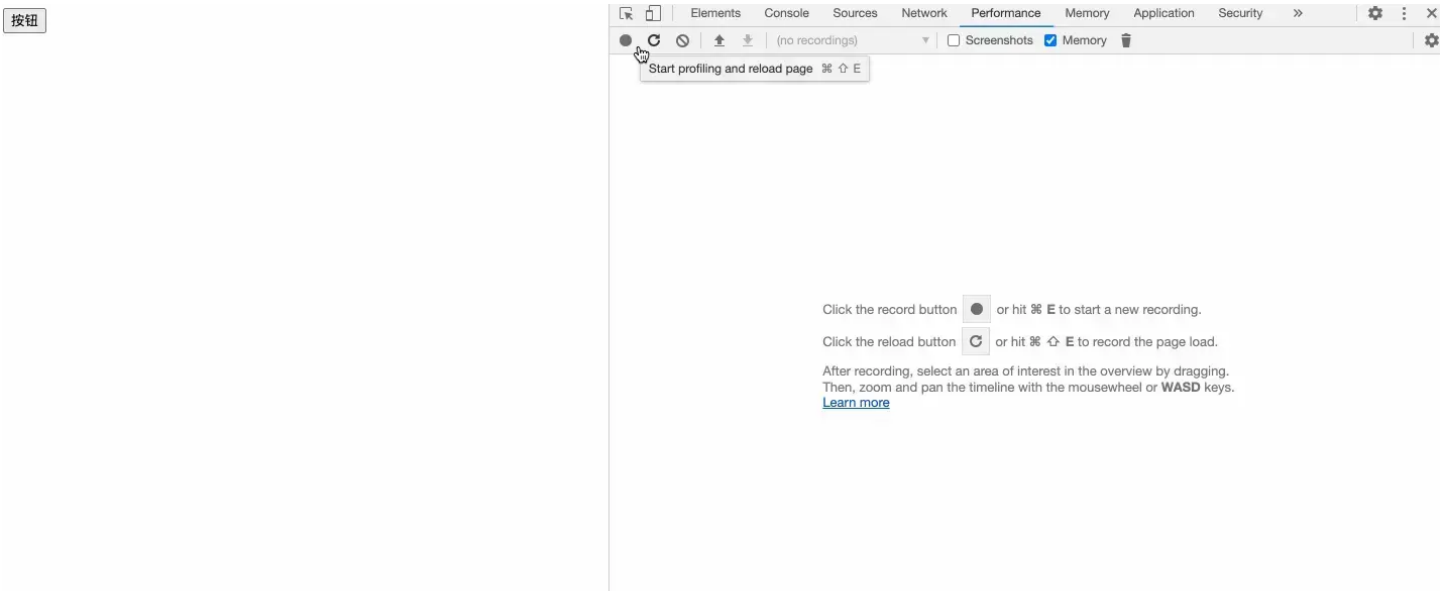
结果很明显，这样处理过后就不存在内存泄漏的情况了

4. 控制台的打印

```
<button>按钮</button>
<script>
 document.querySelector('button').addEventListener('click', function() {
   let obj = new Array(1000000)
   console.log(obj);
 })
</script>

```

我们在按钮的点击回调事件中创建了一个很大的数组对象并打印，用 `performance` 来验证一下

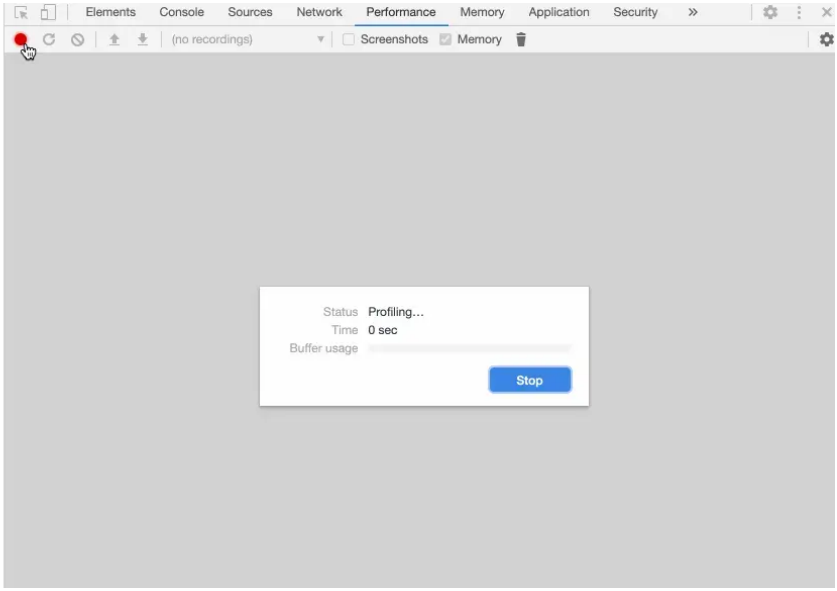


开始录制时，首先进行一次垃圾回收以清除初始内存。然后点击按钮三次，即执行了三次点击事件。最后再次触发一次垃圾回收。观察录制结果发现，`JS Heap` 曲线呈阶梯状上升，并且最终保持的高度比初始基准线高很多。这说明每次执行点击事件时，创建的大型数组对象 `obj` 由于被浏览器保存并且无法回收，导致内存占用增加。

接下来注释掉 `console.log` ，再来看一下结果：

```
<button>按钮</button>
<script>
 document.querySelector('button').addEventListener('click', function() {
   let obj = new Array(1000000)
   // console.log(obj);
 })
</script>
```

按钮

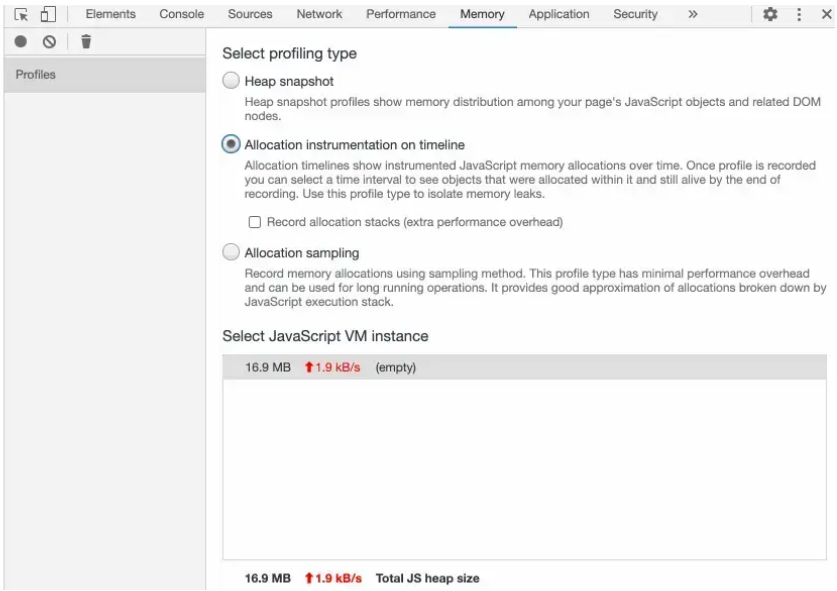


可以看到没有打印以后，每次创建的 `obj` 都立马被销毁了，并且最终触发垃圾回收机制后跟初始的基准线同样高，说明已经不存在内存泄漏的现象了

其实同理 `console.log` 也可以用 `Memory` 来进一步验证

未注释 `console.log`

按钮



注释掉了 `console.log`

最后简单总结一下：在开发环境下，可以使用控制台打印便于调试，但是在生产环境下，尽可能得不要在控制台打印数据。所以我们经常会在代码中看到类似如下的操作：

```
// 如果在开发环境下，打印变量obj
if(isDev) {
    console.log(obj)
}
```

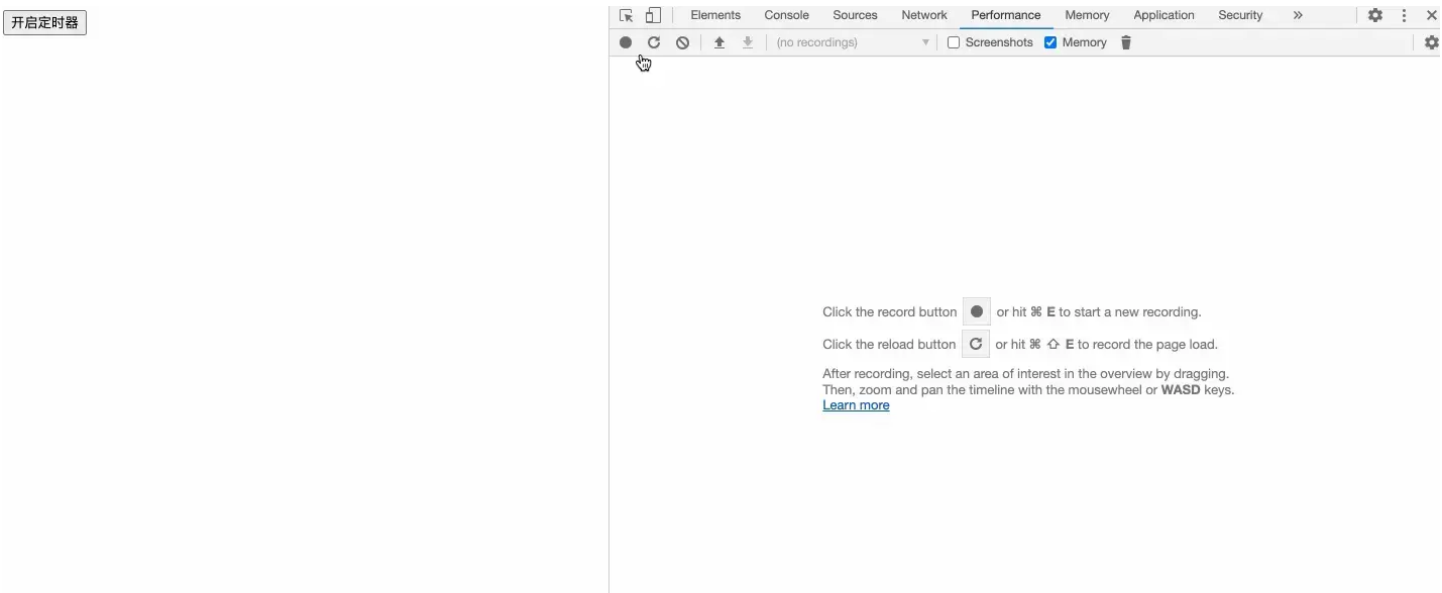
这样就避免了生产环境下无用的变量打印占用一定的内存空间，同样的除了 `console.log` 之外，`console.error`、`console.info`、`console.dir` 等等都不要在生产环境下使用

5. 遗忘的定时器

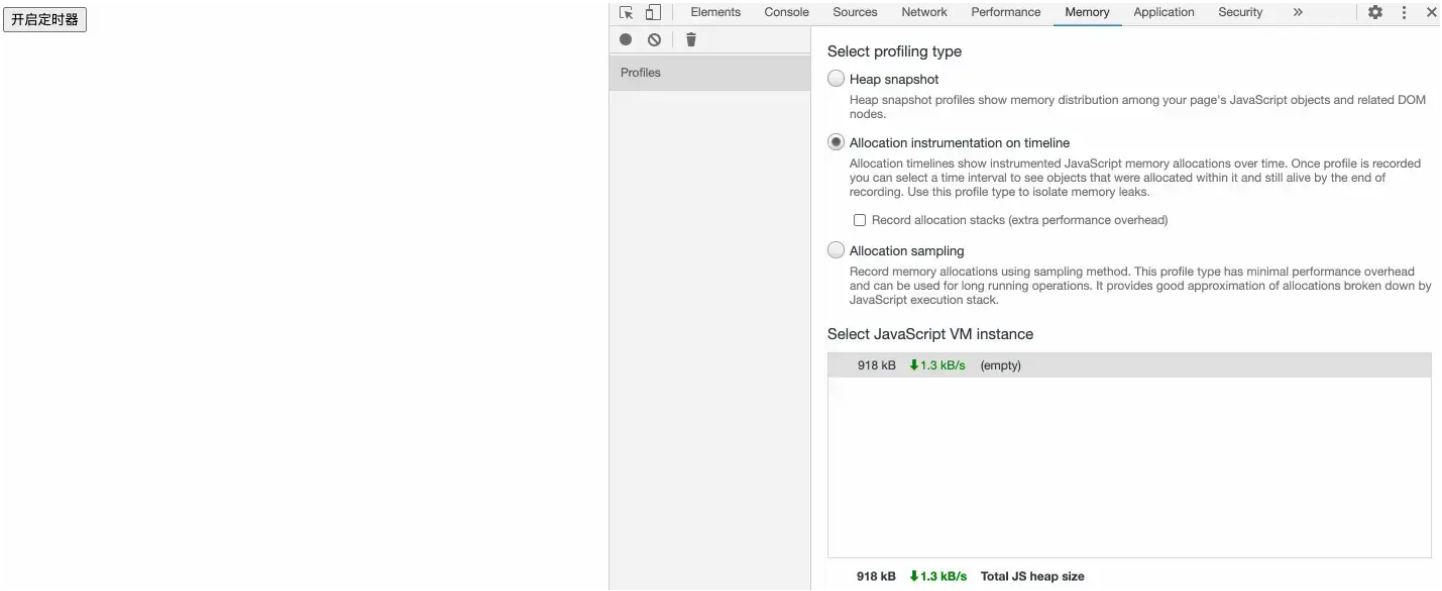
定时器也是平时很多人会忽略的一个问题，比如定义了定时器后就再也不去考虑清除定时器了，这样其实也会造成一定的内存泄漏。来看一个代码示例：

```
<button>开启定时器</button>
<script>
 function fn1() {
   let largeObj = new Array(100000)
   setInterval(() => {
     let myObj = largeObj
   }, 1000)
 }
 document.querySelector('button').addEventListener('click', function() {
   fn1()
 })
</script>
```

这段代码是在点击按钮后执行 `fn1` 函数，`fn1` 函数内创建了一个很大的数组对象 `largeObj`，同时创建了一个 `setInterval` 定时器，定时器的回调函数只是简单的引用了一下变量 `largeObj`，我们来看看其整体的内存分配情况吧：



按道理来说点击按钮执行 `fn1` 函数后会退出该函数的执行上下文，紧跟着函数体内的局部变量应该被清除，但图中 `performance` 的录制结果显示似乎是存在内存泄漏问题的，即最终曲线高度比基准线高度要高，那么再用 `Memory` 来确认一次：



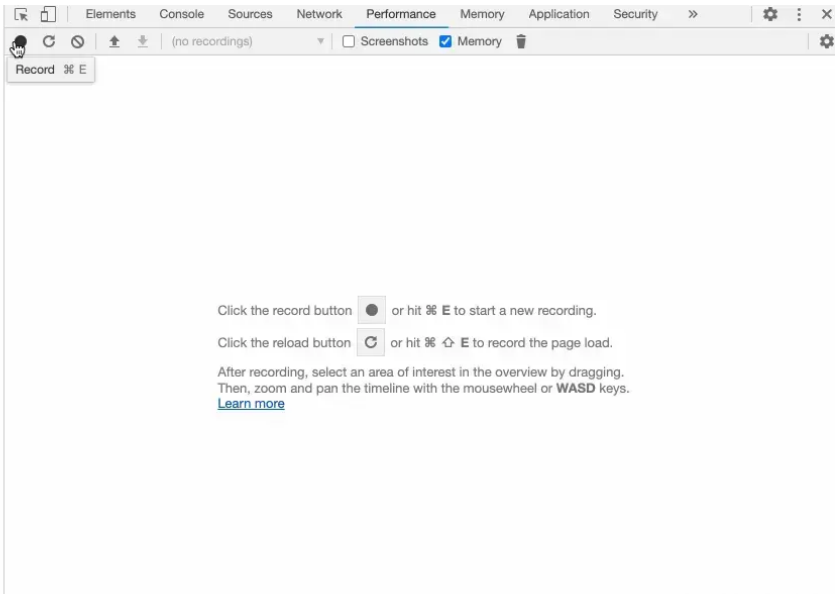
- 在我们点击按钮后，从动态内存分配的图上可以看到一个蓝色柱形，表示浏览器为变量 `largeObj` 分配了一段内存。然而，这段内存并没有被释放，这说明存在内存泄漏的问题。其实，问题的原因是 `setInterval` 的回调函数内对变量 `largeObj` 有一个引用关系，而定时器一直未被清除，所以变量 `largeObj` 的内存也自然不会被释放。
- 那么，我们如何解决这个问题呢？假设我们只需要让定时器执行三次，我们可以对代码进行一些修改：

```
<button>开启定时器</button>
<script>
 function fn1() {
   let largeObj = new Array(100000)
   let index = 0
   let timer = setInterval(() => {
     if(index === 3) clearInterval(timer);
     let myObj = largeObj
     index ++
   }, 1000)
 }
 document.querySelector('button').addEventListener('click', function() {
   fn1()
 })
</script>
```

现在我们再通过 `performance` 和 `memory` 来看看还不会存在内存泄漏的问题

- `performance`

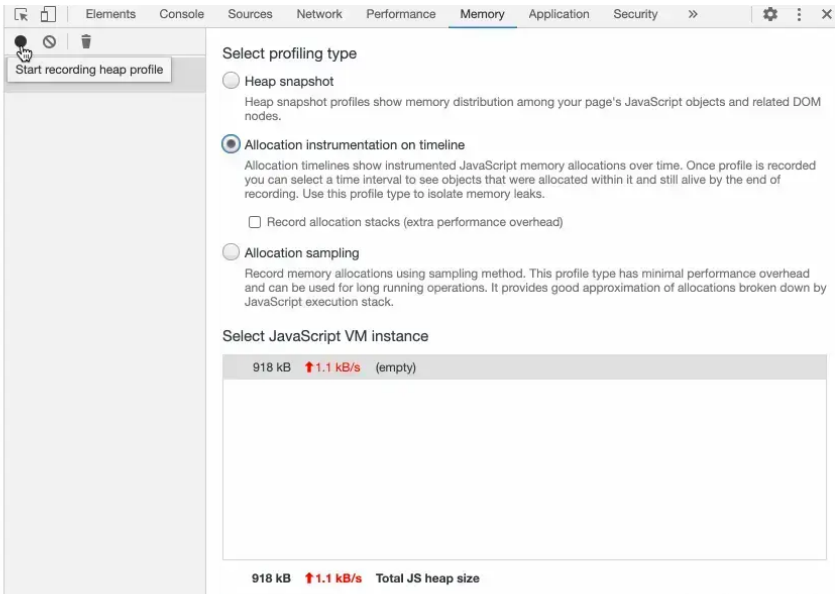
开启定时器



这次的录制结果表明，最终曲线的高度与初始基准线的高度相同，这意味着没有发生内存泄漏。

- `memory`

开启定时器



这里需要澄清一下，图中最初出现的蓝色柱形是因为我在录制后刷新了页面，可以忽略；接着我们点击了按钮，看到又出现了一个蓝色柱形，这时是为 `fn1` 函数中的变量 `largeObj` 分配了内存， `3s` 后该内存被释放，变成了灰色柱形。因此可以得出结论，这段代码没有内存泄漏问题。

简要总结一下：在使用定时器时，务必在不需要定时器时清除，否则可能出现类似本例的情况。除了 `setTimeout` 和 `setInterval` ，浏览器还提供了 `API` ，如 `requestAnimationFrame` ，也可能存在这种问题。