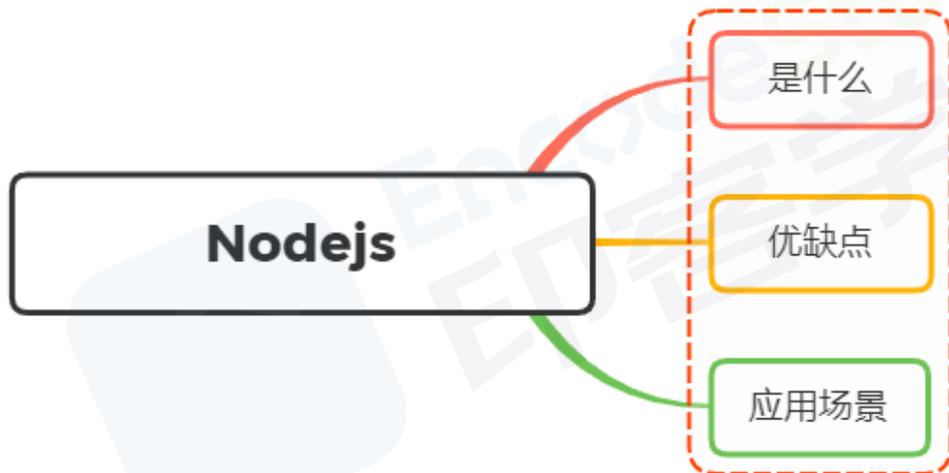


Node.js面试真题（14题）

1. 说说你对Node.js 的理解？优缺点？应用场景？



1.1. 是什么

`Node.js` 是一个开源与跨平台的 `JavaScript` 运行时环境

在浏览器外运行 V8 JavaScript 引擎（Google Chrome 的内核），利用事件驱动、非阻塞和异步输入输出模型等技术提高性能

可以理解为 `Node.js` 就是一个服务器端的、非阻塞式I/O的、事件驱动的 `JavaScript` 运行环境

1.1.1. 非阻塞异步

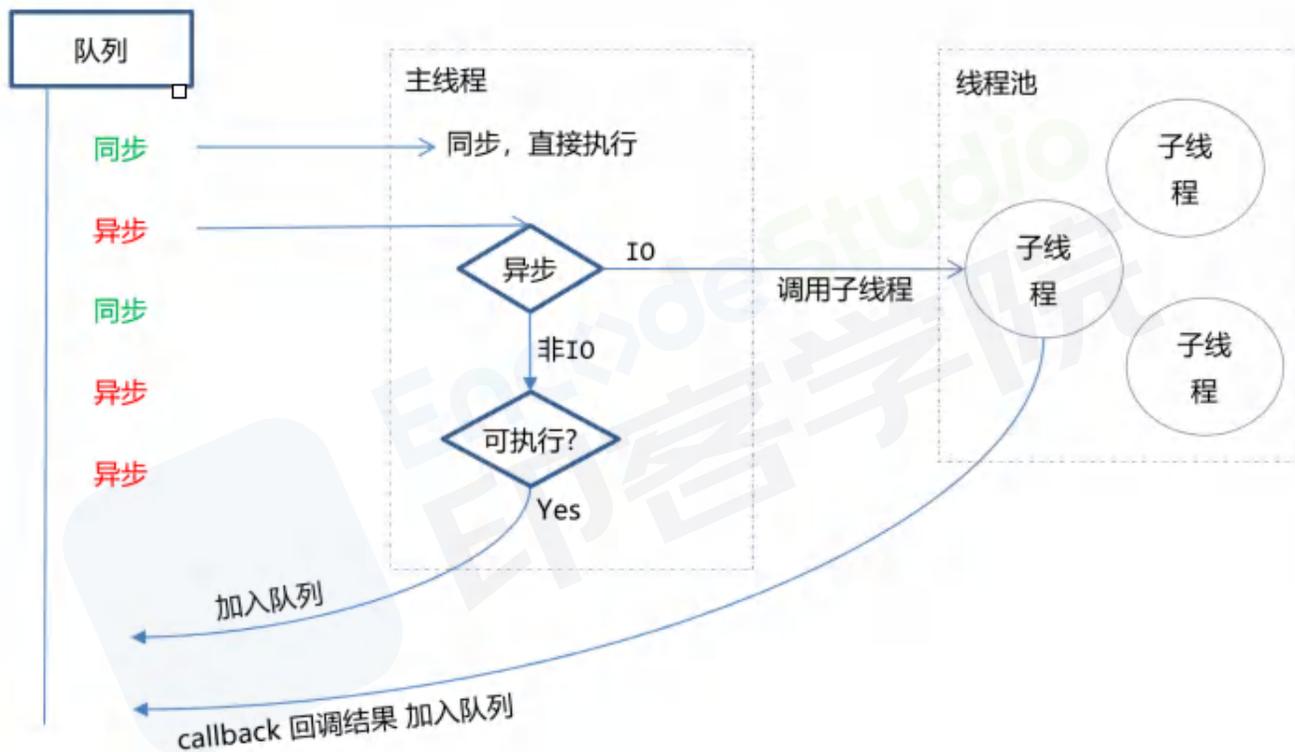
`Nodejs` 采用了非阻塞型 I/O 机制，在做 I/O 操作的时候不会造成任何的阻塞，当完成之后，以时间的形式通知执行操作

例如在执行了访问数据库的代码之后，将立即转而执行其后面的代码，把数据库返回结果的处理代码放在回调函数中，从而提高了程序的执行效率

1.1.2. 事件驱动

事件驱动就是当进来一个新的请求的时，请求将会被压入一个事件队列中，然后通过一个循环来检测队列中的事件状态变化，如果检测到有状态变化的事件，那么就执行该事件对应的处理代码，一般都是回调函数

比如读取一个文件，文件读取完毕后，就会触发对应的状态，然后通过对应的回调函数来进行处理



1.2. 优缺点

优点：

- 处理高并发场景性能更佳
- 适合I/O密集型应用，值的是应用在运行极限时，CPU占用率仍然比较低，大部分时间是在做 I/O硬盘内存读写操作

因为 Nodejs 是单线程，带来的缺点有：

- 不适合CPU密集型应用
- 只支持单核CPU，不能充分利用CPU
- 可靠性低，一旦代码某个环节崩溃，整个系统都崩溃

1.3. 应用场景

借助 Nodejs 的特点和弊端，其应用场景分类如下：

- 善于 I/O ，不善于计算。因为Nodejs是一个单线程，如果计算（同步）太多，则会阻塞这个线程
- 大量并发的I/O，应用程序内部并不需要进行非常复杂的处理

- 与 websocket 配合，开发长连接的实时交互应用程序

具体场景可以表现为如下：

- 第一大类：用户表单收集系统、后台管理系统、实时交互系统、考试系统、联网软件、高并发量的 web 应用程序
- 第二大类：基于 web、canvas 等多人联网游戏
- 第三大类：基于 web 的多人实时聊天客户端、聊天室、图文直播
- 第四大类：单页面浏览器应用程序
- 第五大类：操作数据库、为前端和移动端提供基于 json 的 API

其实，Nodejs 能实现几乎一切的应用，只考虑适不适合使用它

2. 说说对 Node 中的 fs 模块的理解？有哪些常用方法



2.1. 是什么

fs (filesystem)，该模块提供本地文件的读写能力，基本上是 POSIX 文件操作命令的简单包装

可以说，所有与文件的操作都是通过 fs 核心模块实现

导入模块如下：

```
JavaScript | 复制代码  
1  const fs = require('fs');
```

这个模块对所有文件系统操作提供异步（不具有 sync 后缀）和同步（具有 sync 后缀）两种操作方式，而供开发者选择

2.1.1. 文件知识

在计算机中有关于文件的知识：

- 权限位 mode
- 标识位 flag
- 文件描述为 fd

2.1.2. 权限位 mode

权限分配	文件所有者			文件所属组			其他用户		
权限项	读	写	执行	读	写	执行	读	写	执行
字符表示	r	w	x	r	w	x	r	w	x
数字表示	4	2	1	4	2	1	4	2	1

针对文件所有者、文件所属组、其他用户进行权限分配，其中类型又分成读、写和执行，具备权限位4、2、1，不具备权限为0

如在 `linux` 查看文件权限位：

```

▼ JavaScript | 复制代码
1 drwxr-xr-x 1 PandaShen 197121 0 Jun 28 14:41 core
2 -rw-r--r-- 1 PandaShen 197121 293 Jun 23 17:44 index.md

```

在开头前十位中，`d` 为文件夹，`-` 为文件，后九位就代表当前用户、用户所属组和其他用户的权限位，按每三位划分，分别代表读（r）、写（w）和执行（x），`-` 代表没有当前位对应的权限

2.1.3. 标识位

标识位代表着对文件的操作方式，如可读、可写、即可读又可写等等，如下表所示：

符号	含义
r	读取文件，如果文件不存在则抛出异常。
r+	读取并写入文件，如果文件不存在则抛出异常。
rs	读取并写入文件，指示操作系统绕开本地文件系统缓存。

w	写入文件，文件不存在会被创建，存在则清空后写入。
wx	写入文件，排它方式打开。
w+	读取并写入文件，文件不存在则创建文件，存在则清空后写入。
wx+	和 w+ 类似，排他方式打开。
a	追加写入，文件不存在则创建文件。
ax	与 a 类似，排他方式打开。
a+	读取并追加写入，不存在则创建。
ax+	与 a+ 类似，排他方式打开。

2.1.4. 文件描述符 fd

操作系统会为每个打开的文件分配一个名为文件描述符的数值标识，文件操作使用这些文件描述符来识别与追踪每个特定的文件

`Window` 系统使用了一个不同但概念类似的机制来追踪资源，为方便用户，`NodeJS` 抽象了不同操作系统间的差异，为所有打开的文件分配了数值的文件描述符

在 `NodeJS` 中，每操作一个文件，文件描述符是递增的，文件描述符一般从 `3` 开始，因为前面有 `0`、`1`、`2` 三个比较特殊的描述符，分别代表 `process.stdin`（标准输入）、`process.stdout`（标准输出）和 `process.stderr`（错误输出）

2.2. 方法

下面针对 `fs` 模块常用的方法进行展开：

- 文件读取
- 文件写入
- 文件追加写入
- 文件拷贝
- 创建目录

2.2.1. 文件读取

2.2.1.1. fs.readFileSync

同步读取，参数如下：

- 第一个参数为读取文件的路径或文件描述符
- 第二个参数为 options，默认值为 null，其中有 encoding（编码，默认为 null）和 flag（标识位，默认为 r），也可直接传入 encoding

结果为返回文件的内容

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  let buf = fs.readFileSync("1.txt");
4  let data = fs.readFileSync("1.txt", "utf8");
5
6  console.log(buf); // <Buffer 48 65 6c 6c 6f>
7  console.log(data); // Hello
```

2.2.1.2. fs.readFile

异步读取方法 `readFile` 与 `readFileSync` 的前两个参数相同，最后一个参数为回调函数，函数内有两个参数 `err`（错误）和 `data`（数据），该方法没有返回值，回调函数在读取文件成功后执行

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  fs.readFile("1.txt", "utf8", (err, data) => {
4    if(!err){
5      console.log(data); // Hello
6    }
7  });
```

2.2.2. 文件写入

2.2.2.1. writeFileSync

同步写入，有三个参数：

- 第一个参数为写入文件的路径或文件描述符
- 第二个参数为写入的数据，类型为 String 或 Buffer
- 第三个参数为 options，默认值为 null，其中有 encoding（编码，默认为 utf8）、flag（标识位，默认为 w）和 mode（权限位，默认为 0o666），也可直接传入 encoding

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  fs.writeFileSync("2.txt", "Hello world");
4  let data = fs.readFileSync("2.txt", "utf8");
5
6  console.log(data); // Hello world
```

2.2.2.2. writeFile

异步写入，`writeFile` 与 `writeFileSync` 的前三个参数相同，最后一个参数为回调函数，函数内有一个参数 `err`（错误），回调函数在文件写入数据成功后执行

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  fs.writeFile("2.txt", "Hello world", err => {
4    if (!err) {
5      fs.readFile("2.txt", "utf8", (err, data) => {
6        console.log(data); // Hello world
7      });
8    }
9  });
```

2.2.3. 文件追加写入

2.2.3.1. appendFileSync

参数如下：

- 第一个参数为写入文件的路径或文件描述符
- 第二个参数为写入的数据，类型为 String 或 Buffer
- 第三个参数为 options，默认值为 null，其中有 encoding（编码，默认为 utf8）、flag（标识位，

默认为 a) 和 mode (权限位, 默认为 0o666) , 也可直接传入 encoding

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  fs.appendFileSync("3.txt", " world");
4  let data = fs.readFileSync("3.txt", "utf8");
```

2.2.3.2. appendFile

异步追加写入方法 `appendFile` 与 `appendFileSync` 的前三个参数相同, 最后一个参数为回调函数, 函数内有一个参数 `err` (错误) , 回调函数在文件追加写入数据成功后执行

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  fs.appendFile("3.txt", " world", err => {
4    if (!err) {
5      fs.readFile("3.txt", "utf8", (err, data) => {
6        console.log(data); // Hello world
7      });
8    }
9  });
```

2.2.4. 文件拷贝

2.2.4.1. copyFileSync

同步拷贝

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  fs.copyFileSync("3.txt", "4.txt");
4  let data = fs.readFileSync("4.txt", "utf8");
5
6  console.log(data); // Hello world
```

2.2.4.2. copyFile

异步拷贝

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require("fs");
2
3  fs.copyFile("3.txt", "4.txt", () => {
4    fs.readFile("4.txt", "utf8", (err, data) => {
5      console.log(data); // Hello world
6    });
7  });
```

2.2.5. 创建目录

2.2.5.1. mkdirSync

同步创建，参数为一个目录的路径，没有返回值，在创建目录的过程中，必须保证传入的路径前面的文件目录都存在，否则会抛出异常

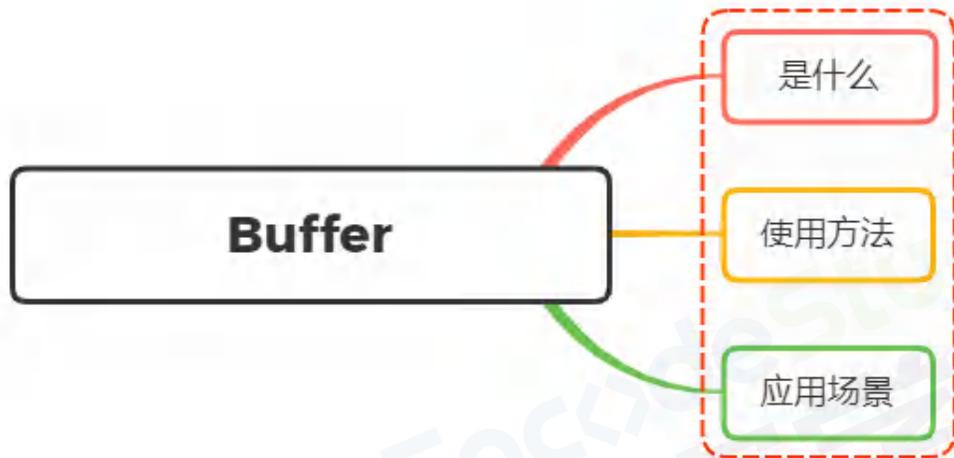
```
JavaScript | 复制代码
1  // 假设已经有了 a 文件夹和 a 下的 b 文件夹
2  fs.mkdirSync("a/b/c")
```

2.2.5.2. mkdir

异步创建，第二个参数为回调函数

```
JavaScript | 复制代码
1  fs.mkdir("a/b/c", err => {
2    if (!err) console.log("创建成功");
3  });
```

3. 说说对 Node 中的 Buffer 的理解？应用场景？



3.1. 是什么

在 Node 应用中，需要处理网络协议、操作数据库、处理图片、接收上传文件等，在网络流和文件的操作中，要处理大量二进制数据，而 Buffer 就是在内存中开辟一片区域（初次初始化为8KB），用来存放二进制数据

在上述操作中都会存在数据流动，每个数据流动的过程中，都会有一个最小或最大数据量

如果数据到达的速度比进程消耗的速度快，那么少数早到达的数据会处于等待区等候被处理。反之，如果数据到达的速度比进程消耗的数据慢，那么早先到达的数据需要等待一定量的数据到达之后才能被处理

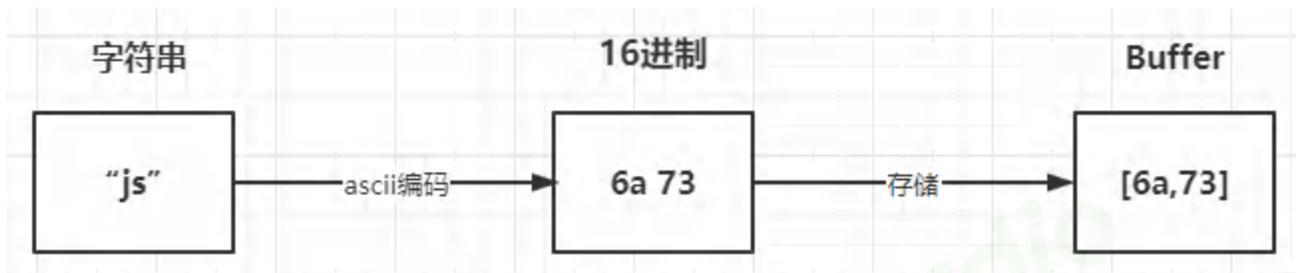
这里的等待区就指的缓冲区（Buffer），它是计算机中的一个小物理单位，通常位于计算机的 RAM 中。简单来讲，Nodejs 不能控制数据传输的速度和到达时间，只能决定何时发送数据，如果还没到发送时间，则将数据放在 Buffer 中，即在 RAM 中，直至将它们发送完毕

上面讲到了 Buffer 是用来存储二进制数据，其的形式可以理解成一个数组，数组中的每一项，都可以保存8位二进制：00000000，也就是一个字节

例如：

```
JavaScript | 复制代码  
1 const buffer = Buffer.from("why")
```

其存储过程如下图所示：



3.2. 使用方法

`Buffer` 类在全局作用域中，无须 `require` 导入

创建 `Buffer` 的方法有很多种，我们讲讲下面的两种常见的形式：

- `Buffer.from()`
- `Buffer.alloc()`

3.2.1. Buffer.from()

```

JavaScript | 复制代码
1  const b1 = Buffer.from('10');
2  const b2 = Buffer.from('10', 'utf8');
3  const b3 = Buffer.from([10]);
4  const b4 = Buffer.from(b3);
5
6  console.log(b1, b2, b3, b4); // <Buffer 31 30> <Buffer 31 30> <Buffer 0a> <
  Buffer 0a>
  
```

3.2.2. Buffer.alloc()

```

JavaScript | 复制代码
1  const bAlloc1 = Buffer.alloc(10); // 创建一个大小为 10 个字节的缓冲区
2  const bAlloc2 = Buffer.alloc(10, 1); // 建一个长度为 10 的 Buffer,其中全部填充
   了值为 `1` 的字节
3  console.log(bAlloc1); // <Buffer 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00>
4  console.log(bAlloc2); // <Buffer 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01>
  
```

在上面创建 `buffer` 后，则能够 `toString` 的形式进行交互，默认情况下采取 `utf8` 字符编码形式，如下

```

JavaScript | 复制代码
1  const buffer = Buffer.from("你好");
2  console.log(buffer);
3  // <Buffer e4 bd a0 e5 a5 bd>
4  const str = buffer.toString();
5  console.log(str);
6  // 你好

```

如果编码与解码不是相同的格式则会出现乱码的情况，如下：

```

JavaScript | 复制代码
1  const buffer = Buffer.from("你好","utf-8 ");
2  console.log(buffer);
3  // <Buffer e4 bd a0 e5 a5 bd>
4  const str = buffer.toString("ascii");
5  console.log(str);
6  // d= e%=

```

当设定的范围导致字符串被截断的时候，也会存在乱码情况，如下：

```

JavaScript | 复制代码
1  const buf = Buffer.from('Node.js 技术栈', 'UTF-8');
2
3  console.log(buf)           // <Buffer 4e 6f 64 65 2e 6a 73 20 e6 8a 80 e6 9
   c af e6 a0 88>
4  console.log(buf.length)   // 17
5
6  console.log(buf.toString('UTF-8', 0, 9)) // Node.js
7  console.log(buf.toString('UTF-8', 0, 11)) // Node.js 技

```

所支持的字符集有如下：

- `ascii`：仅支持 7 位 ASCII 数据，如果设置去掉高位的话，这种编码是非常快的
- `utf8`：多字节编码的 Unicode 字符，许多网页和其他文档格式都使用 UTF-8
- `utf16le`：2 或 4 个字节，小字节序编码的 Unicode 字符，支持代理对 (U+10000至 U+10FFFF)
- `ucs2`, `utf16le` 的别名
- `base64`：Base64 编码
- `latin`：一种把 Buffer 编码成一字节编码的字符串的方式
- `binary`：`latin1` 的别名，
- `hex`：将每个字节编码为两个十六进制字符

3.3. 应用场景

`Buffer` 的应用场景常常与流的概念联系在一起，例如有如下：

- I/O操作
- 加密解密
- `zlib.js`

3.3.1. I/O操作

通过流的形式，将一个文件的内容读取到另外一个文件

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require('fs');
2
3  const inputStream = fs.createReadStream('input.txt'); // 创建可读流
4  const outputStream = fs.createWriteStream('output.txt'); // 创建可写流
5
6  inputStream.pipe(outputStream); // 管道读写
```

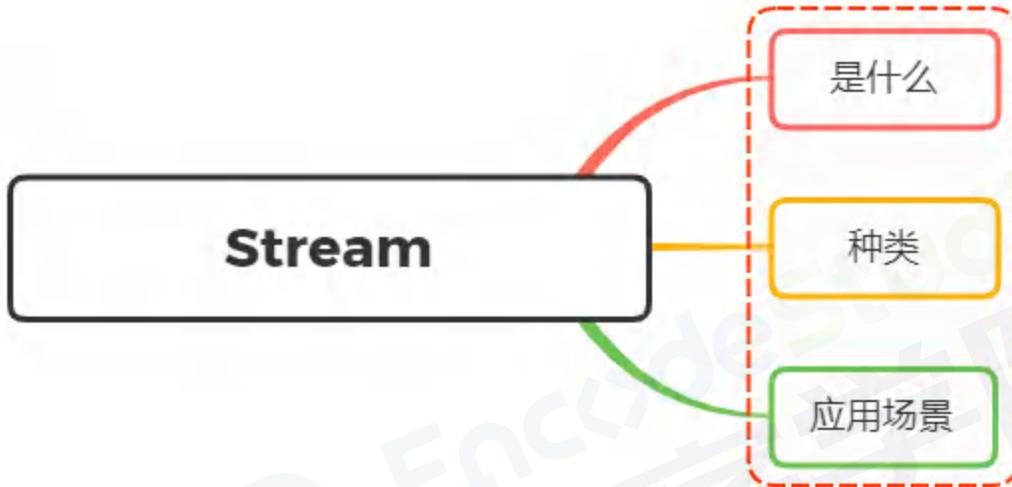
3.3.2. 加解密

在一些加解密算法中会遇到使用 `Buffer`，例如 `crypto.createCipheriv` 的第二个参数 `key` 为 `string` 或 `Buffer` 类型

3.3.3. `zlib.js`

`zlib.js` 为 `Node.js` 的核心库之一，其利用了缓冲区（`Buffer`）的功能来操作二进制数据流，提供了压缩或解压功能

4. 说说对 Node 中的 Stream 的理解？应用场景？



4.1. 是什么

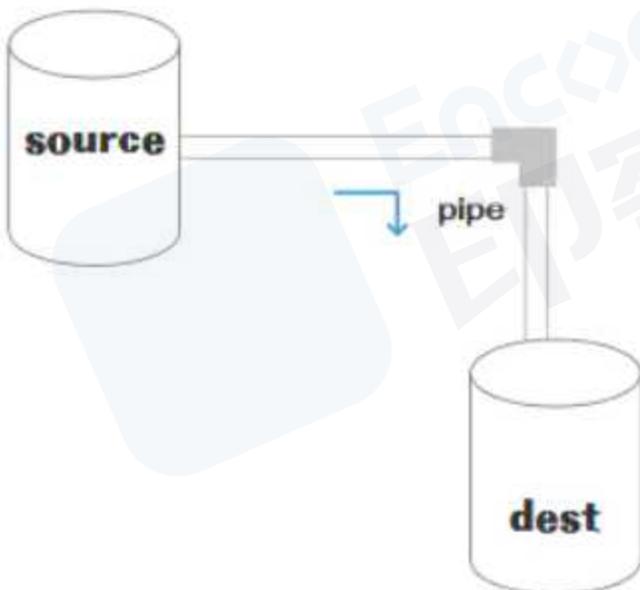
流 (Stream)，是一个数据传输手段，是端到端信息交换的一种方式，而且是有顺序的,是逐块读取数据、处理内容，用于顺序读取输入或写入输出

`Node.js` 中很多对象都实现了流，总之它是会冒数据 (以 `Buffer` 为单位)

它的独特之处在于，它不像传统的程序那样一次将一个文件读入内存，而是逐块读取数据、处理其内容，而不是将其全部保存在内存中

流可以分成三部分：`source`、`dest`、`pipe`

在 `source` 和 `dest` 之间有一个连接的管道 `pipe` ,它的基本语法是 `source.pipe(dest)` , `source` 和 `dest` 就是通过`pipe`连接，让数据从 `source` 流向了 `dest` ，如下图所示：



4.2. 种类

在 `NodeJS` ，几乎所有的地方都使用到了流的概念，分成四个种类：

- 可写流：可写入数据的流。例如 `fs.createWriteStream()` 可以使用流将数据写入文件
- 可读流：可读取数据的流。例如 `fs.createReadStream()` 可以从文件读取内容
- 双工流：既可读又可写的流。例如 `net.Socket`
- 转换流：可以在数据写入和读取时修改或转换数据的流。例如，在文件压缩操作中，可以向文件写入压缩数据，并从文件中读取解压数据

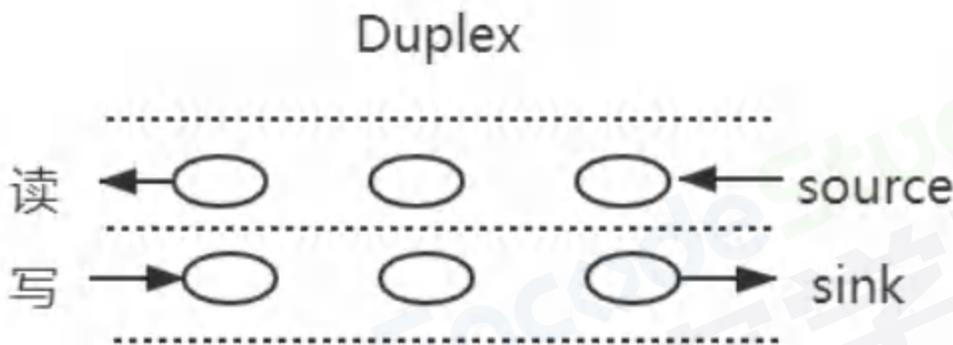
在 `NodeJS` 中 `HTTP` 服务器模块中，`request` 是可读流，`response` 是可写流。还有 `fs` 模块，能同时处理可读和可写文件流

可读流和可写流都是单向的，比较容易理解，而另外两个是双向的

4.2.1. 双工流

之前了解过 `websocket` 通信，是一个全双工通信，发送方和接受方都是各自独立的方法，发送和接收都没有任何关系

如下图所示：



基本代码如下：

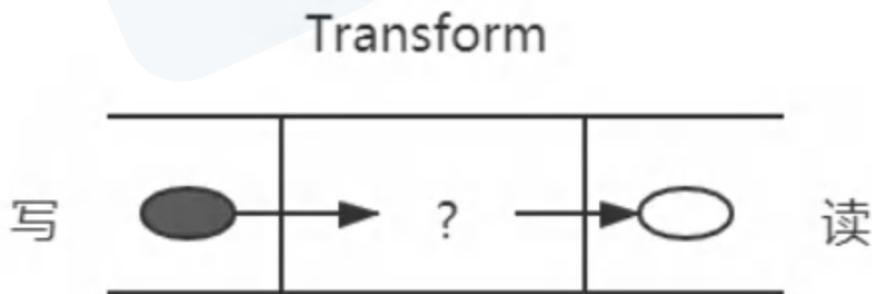
```

1  const { Duplex } = require('stream');
2
3  const myDuplex = new Duplex({
4    read(size) {
5      // ...
6    },
7    write(chunk, encoding, callback) {
8      // ...
9    }
10 });

```

4.2.2. 双工流

双工流的演示图如下所示：



除了上述压缩包的例子，还比如一个 `babel`，把 `es6` 转换为，我们在左边写入 `es6`，从右边读取 `es5`

基本代码如下所示：

```

1  const { Transform } = require('stream');
2
3  const myTransform = new Transform({
4    transform(chunk, encoding, callback) {
5      // ...
6    }
7  });

```

4.3. 应用场景

`stream` 的应用场景主要就是处理 `IO` 操作，而 `http` 请求和文件操作都属于 `IO` 操作

试想一下，如果一次 `IO` 操作过大，硬件的开销就过大，而将此次大的 `IO` 操作进行分段操作，让数据像水管一样流动，直到流动完成

常见的场景有：

- get请求返回文件给客户端
- 文件操作
- 一些打包工具的底层操作

4.3.1. get请求返回文件给客户端

使用 `stream` 流返回文件，`res` 也是一个 `stream` 对象，通过 `pipe` 管道将文件数据返回

```
JavaScript | 复制代码
1 const server = http.createServer(function (req, res) {
2   const method = req.method; // 获取请求方法
3   if (method === 'GET') { // get 请求
4     const fileName = path.resolve(__dirname, 'data.txt');
5     let stream = fs.createReadStream(fileName);
6     stream.pipe(res); // 将 res 作为 stream 的 dest
7   }
8 });
9 server.listen(8000);
```

4.3.2. 文件操作

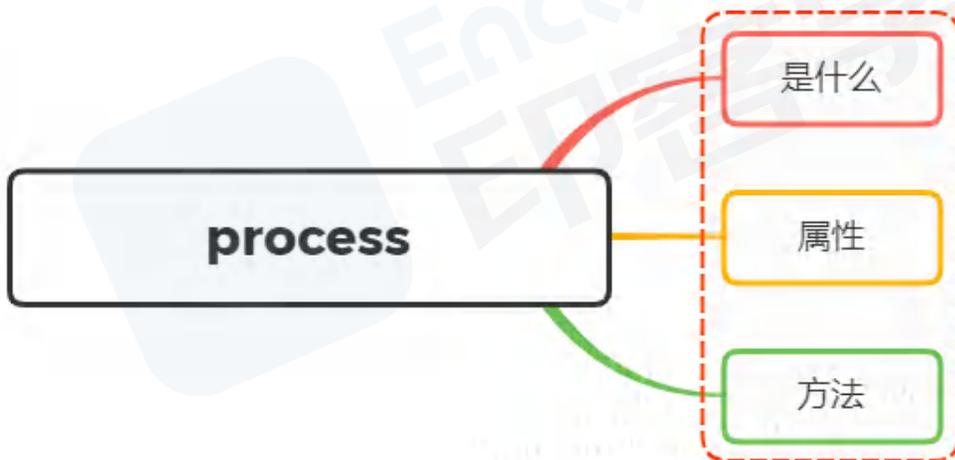
创建一个可读数据流 `readStream`，一个可写数据流 `writeStream`，通过 `pipe` 管道把数据流转过去

```
1  const fs = require('fs')
2  const path = require('path')
3
4  // 两个文件名
5  const fileName1 = path.resolve(__dirname, 'data.txt')
6  const fileName2 = path.resolve(__dirname, 'data-bak.txt')
7  // 读取文件的 stream 对象
8  const readStream = fs.createReadStream(fileName1)
9  // 写入文件的 stream 对象
10 const writeStream = fs.createWriteStream(fileName2)
11 // 通过 pipe 执行拷贝，数据流转
12 readStream.pipe(writeStream)
13 // 数据读取完成监听，即拷贝完成
14 readStream.on('end', function () {
15     console.log('拷贝完成')
16 })
```

4.3.3. 一些打包工具的底层操作

目前一些比较火的前端打包构建工具，都是通过 `node.js` 编写的，打包和构建的过程肯定是文件频繁操作的过程，离不开 `stream`，如 `gulp`

5. 说说对 Node 中的 process 的理解？有哪些常用方法？



5.1. 是什么

`process` 对象是一个全局变量，提供了有关当前 `Node.js` 进程的信息并对其进行控制，作为一个全局变量

我们都知道，进程计算机系统资源分配和调度的基本单位，是操作系统结构的基础，是线程的容器。当我们启动一个 `js` 文件，实际就是开启了一个服务进程，每个进程都拥有自己的独立空间地址、数据栈，像另一个进程无法访问当前进程的变量、数据结构，只有数据通信后，进程之间才可以数据共享。由于 `JavaScript` 是一个单线程语言，所以通过 `node xxx` 启动一个文件后，只有一条主线程。

5.2. 属性与方法

关于 `process` 常见的属性有如下：

- `process.env`：环境变量，例如通过 `process.env.NODE_ENV` 获取不同环境项目配置信息
- `process.nextTick`：这个在谈及 `EventLoop` 时经常会提到
- `process.pid`：获取当前进程id
- `process.ppid`：当前进程对应的父进程
- `process.cwd()`：获取当前进程工作目录，
- `process.platform`：获取当前进程运行的操作系统平台
- `process.uptime()`：当前进程已运行时间，例如：`pm2` 守护进程的 `uptime` 值
- 进程事件：`process.on('uncaughtException',cb)` 捕获异常信息、`process.on('exit',cb)` 进程推出监听
- 三个标准流：`process.stdout` 标准输出、`process.stdin` 标准输入、`process.stderr` 标准错误输出
- `process.title` 指定进程名称，有的时候需要给进程指定一个名称

下面再稍微介绍下某些方法的使用：

5.2.1. process.cwd()

返回当前 `Node` 进程执行的目录

一个 `Node` 模块 `A` 通过 NPM 发布，项目 `B` 中使用了模块 `A`。在 `A` 中需要操作 `B` 项目下的文件时，就可以用 `process.cwd()` 来获取 `B` 项目的路径

5.2.2. process.argv

在终端通过 Node 执行命令的时候，通过 `process.argv` 可以获取传入的命令行参数，返回值是一个数组：

- 0: Node 路径（一般用不到，直接忽略）
- 1: 被执行的 JS 文件路径（一般用不到，直接忽略）
- 2~n: 真实传入命令的参数

所以，我们只要从 `process.argv[2]` 开始获取就好了

```
JavaScript | 复制代码
1  const args = process.argv.slice(2);
```

5.2.3. process.env

返回一个对象，存储当前环境相关的所有信息，一般很少直接用到。

一般我们会在 `process.env` 上挂载一些变量标识当前的环境。比如最常见的用 `process.env.NODE_ENV` 区分 `development` 和 `production`

在 `vue-cli` 的源码中也经常会看到 `process.env.VUE_CLI_DEBUG` 标识当前是不是 `DEBUG` 模式

5.2.4. process.nextTick()

我们知道 `NodeJs` 是基于事件轮询，在这个过程中，同一时间只会处理一件事情

在这种处理模式下，`process.nextTick()` 就是定义出一个动作，并且让这个动作在下一个事件轮询的时间点上执行

例如下面例子将一个 `foo` 函数在下一个时间点调用

```
JavaScript | 复制代码
1  function foo() {
2      console.error('foo');
3  }
4
5  process.nextTick(foo);
6  console.error('bar');
```

输出结果为 `bar` 、 `foo`

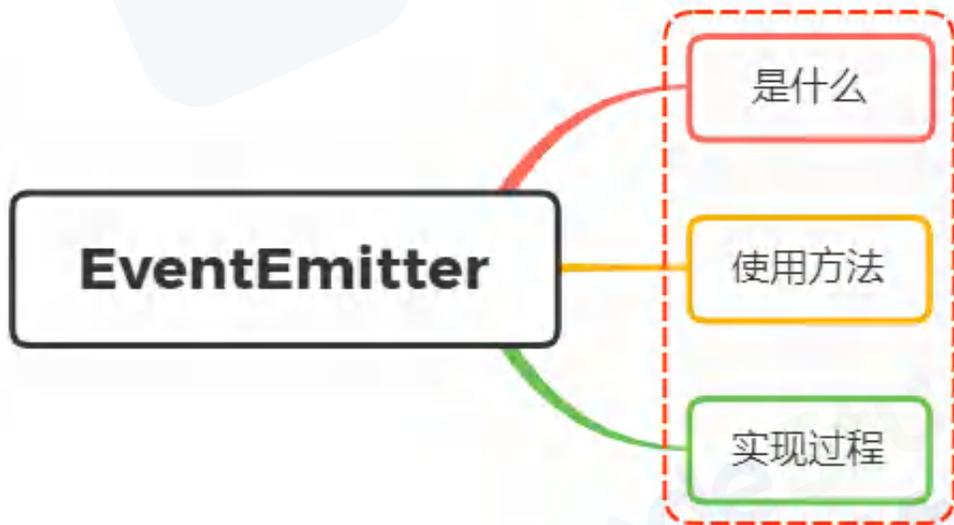
虽然下述方式也能实现同样效果：

```
1 setTimeout(foo, 0);  
2 console.log('bar');
```

两者区别在于：

- `process.nextTick()`会在这一次event loop的call stack清空后（下一次event loop开始前）再调用callback
- `setTimeout()`是并不知道什么时候call stack清空的，所以何时调用callback函数是不确定的

6. 说说Node中的EventEmitter? 如何实现一个EventEmitter?



6.1. 是什么

我们了解到，`Node` 采用了事件驱动机制，而 `EventEmitter` 就是 `Node` 实现事件驱动的基础。在 `EventEmitter` 的基础上，`Node` 几乎所有的模块都继承了这个类，这些模块拥有了自己的事件，可以绑定 / 触发监听器，实现了异步操作。

`Node.js` 里面的许多对象都会分发事件，比如 `fs.readStream` 对象会在文件被打开的时候触发一个事件。

这些产生事件的对象都是 `events.EventEmitter` 的实例，这些对象有一个 `eventEmitter.on()` 函数，用于将一个或多个函数绑定到命名事件上。

6.2. 使用方法

Node 的 `events` 模块只提供了一个 `EventEmitter` 类，这个类实现了 Node 异步事件驱动架构的基本模式——观察者模式

在这种模式中，被观察者(主体)维护着一组其他对象派来(注册)的观察者，有新的对象对主体感兴趣就注册观察者，不感兴趣就取消订阅，主体有更新的话就依次通知观察者们

基本代码如下所示：

```
JavaScript | 复制代码
1  const EventEmitter = require('events')
2
3  class MyEmitter extends EventEmitter {}
4  const myEmitter = new MyEmitter()
5
6  function callback() {
7    console.log('触发了event事件! ')
8  }
9  myEmitter.on('event', callback)
10 myEmitter.emit('event')
11 myEmitter.removeListener('event', callback);
```

通过实例对象的 `on` 方法注册一个名为 `event` 的事件，通过 `emit` 方法触发该事件，而 `removeListener` 用于取消事件的监听

关于其常见的方法如下：

- `emitter.addListener/on(eventName, listener)`：添加类型为 `eventName` 的监听事件到事件数组尾部
- `emitter.prependListener(eventName, listener)`：添加类型为 `eventName` 的监听事件到事件数组头部
- `emitter.emit(eventName[, ...args])`：触发类型为 `eventName` 的监听事件
- `emitter.removeListener/off(eventName, listener)`：移除类型为 `eventName` 的监听事件
- `emitter.once(eventName, listener)`：添加类型为 `eventName` 的监听事件，以后只能执行一次并删除
- `emitter.removeAllListeners([eventName])`：移除全部类型为 `eventName` 的监听事件

6.3. 实现过程

通过上面的方法了解，`EventEmitter` 是一个构造函数，内部存在一个包含所有事件的对象

```
JavaScript | 复制代码  
1 class EventEmitter {  
2     constructor() {  
3         this.events = {};  
4     }  
5 }
```

其中 `events` 存放的监听事件的函数的结构如下：

```
JavaScript | 复制代码  
1 {  
2     "event1": [f1, f2, f3],  
3     "event2": [f4, f5],  
4     ...  
5 }
```

然后开始一步步实现实例方法，首先是 `emit`，第一个参数为事件的类型，第二个参数开始为触发事件函数的参数，实现如下：

```
JavaScript | 复制代码  
1 emit(type, ...args) {  
2     this.events[type].forEach((item) => {  
3         Reflect.apply(item, this, args);  
4     });  
5 }
```

当实现了 `emit` 方法之后，然后实现 `on`、`addListener`、`prependListener` 这三个实例方法，都是添加事件监听触发函数，实现也是大同小异

```
JavaScript | 复制代码
1 on(type, handler) {
2   if (!this.events[type]) {
3     this.events[type] = [];
4   }
5   this.events[type].push(handler);
6 }
7
8 addListener(type, handler){
9   this.on(type, handler)
10 }
11
12 prependListener(type, handler) {
13   if (!this.events[type]) {
14     this.events[type] = [];
15   }
16   this.events[type].unshift(handler);
17 }
```

紧接着就是实现事件监听的方法 `removeListener/on`

```
JavaScript | 复制代码
1 removeListener(type, handler) {
2   if (!this.events[type]) {
3     return;
4   }
5   this.events[type] = this.events[type].filter(item => item !== handler)
6   ;
7 }
8 off(type, handler){
9   this.removeListener(type, handler)
10 }
```

最后再来实现 `once` 方法，再传入事件监听处理函数的时候进行封装，利用闭包的特性维护当前状态，通过 `fired` 属性值判断事件函数是否执行过

```
1  once(type, handler) {
2      this.on(type, this._onceWrap(type, handler, this));
3  }
4
5  _onceWrap(type, handler, target) {
6      const state = { fired: false, handler, type, target };
7      const wrapFn = this._onceWrapper.bind(state);
8      state.wrapFn = wrapFn;
9      return wrapFn;
10 }
11
12 _onceWrapper(...args) {
13     if (!this.fired) {
14         this.fired = true;
15         Reflect.apply(this.handler, this.target, args);
16         this.target.off(this.type, this.wrapFn);
17     }
18 }
```

完整代码如下：

```
1 class EventEmitter {
2   constructor() {
3     this.events = {};
4   }
5
6   on(type, handler) {
7     if (!this.events[type]) {
8       this.events[type] = [];
9     }
10    this.events[type].push(handler);
11  }
12
13  addListener(type, handler){
14    this.on(type, handler)
15  }
16
17  prependListener(type, handler) {
18    if (!this.events[type]) {
19      this.events[type] = [];
20    }
21    this.events[type].unshift(handler);
22  }
23
24  removeListener(type, handler) {
25    if (!this.events[type]) {
26      return;
27    }
28    this.events[type] = this.events[type].filter(item => item !== handler);
29  }
30
31  off(type, handler){
32    this.removeListener(type, handler)
33  }
34
35  emit(type, ...args) {
36    this.events[type].forEach((item) => {
37      Reflect.apply(item, this, args);
38    });
39  }
40
41  once(type, handler) {
42    this.on(type, this._onceWrap(type, handler, this));
43  }
44
```

```
45     _onceWrap(type, handler, target) {
46         const state = { fired: false, handler, type, target };
47         const wrapFn = this._onceWrapper.bind(state);
48         state.wrapFn = wrapFn;
49         return wrapFn;
50     }
51
52     _onceWrapper(...args) {
53         if (!this.fired) {
54             this.fired = true;
55             Reflect.apply(this.handler, this.target, args);
56             this.target.off(this.type, this.wrapFn);
57         }
58     }
59 }
```

测试代码如下：

```
JavaScript | 复制代码
1  const ee = new EventEmitter();
2
3  // 注册所有事件
4  ee.once('wakeUp', (name) => { console.log(`${name} 1`); });
5  ee.on('eat', (name) => { console.log(`${name} 2`); });
6  ee.on('eat', (name) => { console.log(`${name} 3`); });
7  const meetingFn = (name) => { console.log(`${name} 4`); };
8  ee.on('work', meetingFn);
9  ee.on('work', (name) => { console.log(`${name} 5`); });
10
11 ee.emit('wakeUp', 'xx');
12 ee.emit('wakeUp', 'xx'); // 第二次没有触发
13 ee.emit('eat', 'xx');
14 ee.emit('work', 'xx');
15 ee.off('work', meetingFn); // 移除事件
16 ee.emit('work', 'xx'); // 再次工作
```

7. 说说 Node 文件查找的优先级以及 Require 方法的文件查找策略？



7.1. 模块规范

NodeJS 对 CommonJS 进行了支持和实现，让我们在开发 node 的过程中可以方便的进行模块化开发：

- 在Node中每一个js文件都是一个单独的模块
- 模块中包括CommonJS规范的核心变量：exports、module.exports、require
- 通过上述变量进行模块化开发

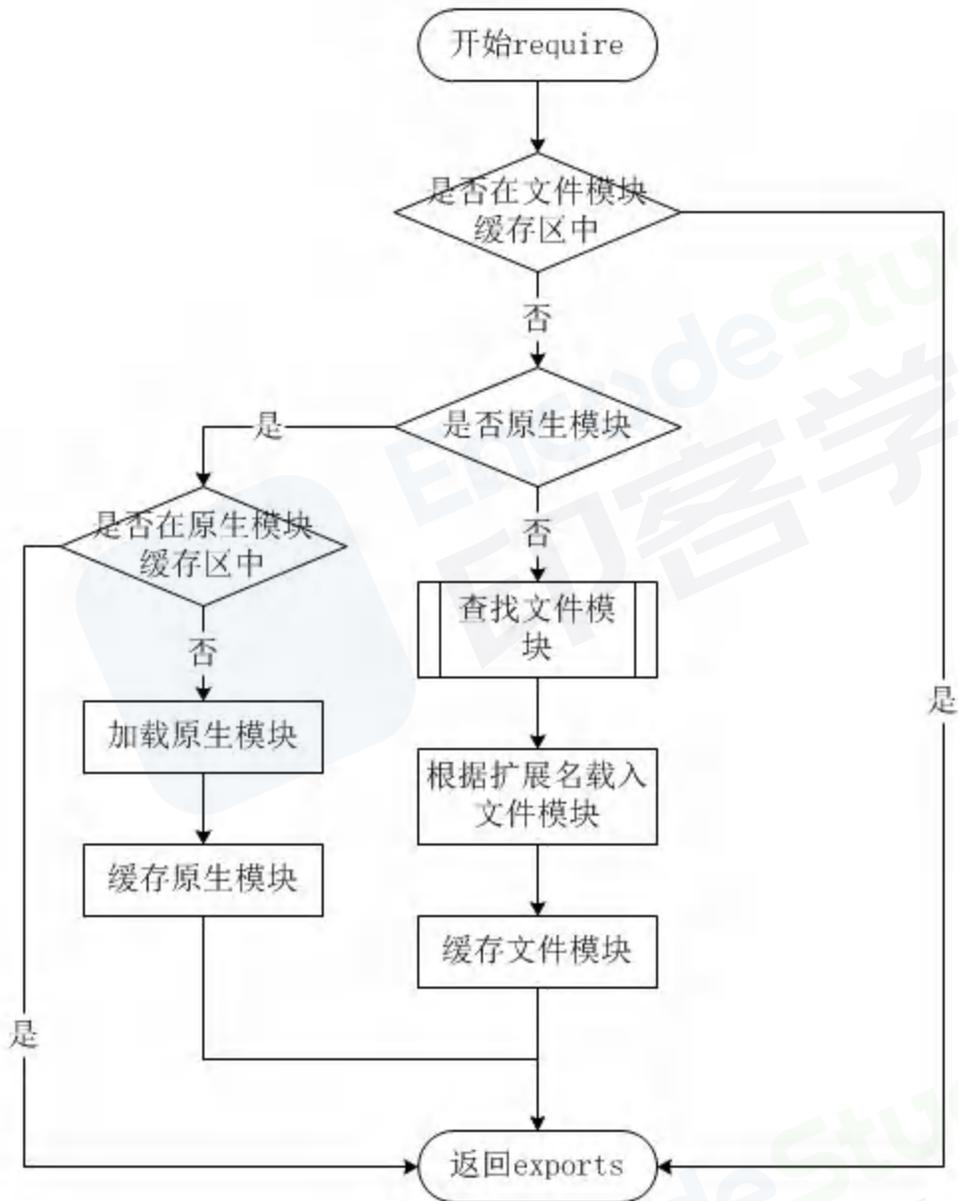
而模块化的核心是导出与导入，在 Node 中通过 exports 与 module.exports 负责对模块中的内容进行导出，通过 require 函数导入其他模块（自定义模块、系统模块、第三方库模块）中的内容

7.2. 查找策略

require 方法接收以下几种参数的传递：

- 原生模块：http、fs、path等
- 相对路径的文件模块：./mod或../mod
- 绝对路径的文件模块：/pathtomodule/mod
- 目录作为模块：./dirname
- 非原生模块的文件模块：mod

require 参数较为简单，但是内部的加载却是十分复杂的，其加载优先级也各自不同，如下图：



从上图可以看见，文件模块存在缓存区，寻找模块路径的时候都会优先从缓存中加载已经存在的模块

7.2.1. 原生模块

而像原生模块这些，通过 `require` 方法在解析文件名之后，优先检查模块是否在原生模块列表中，如果在则从原生模块中加载

7.2.2. 绝对路径、相对路径

如果 `require` 绝对路径的文件，则直接查找对应的路径，速度最快

相对路径的模块则相对于当前调用 `require` 的文件去查找

如果按确切的文件名没有找到模块，则 `NodeJs` 会尝试带上 `.js`、`.json` 或 `.node` 拓展名再加载

7.2.3. 目录作为模块

默认情况是根据根目录中 `package.json` 文件的 `main` 来指定目录模块，如：

```
JSON | 复制代码
1 { "name" : "some-library",
2   "main" : "main.js" }
```

如果这是在 `./some-library node_modules` 目录中，则 `require('./some-library')` 会试图加载 `./some-library/main.js`

如果目录里没有 `package.json` 文件，或者 `main` 入口不存在或无法解析，则会试图加载目录下的 `index.js` 或 `index.node` 文件

7.2.4. 非原生模块

在每个文件中都存在 `module.paths`，表示模块的搜索路径，`require` 就是根据其来寻找文件

在 `window` 下输出如下：

```
JavaScript | 复制代码
1 [ 'c:\\nodejs\\node_modules',
2   'c:\\node_modules' ]
```

可以看出 `module path` 的生成规则为：从当前文件目录开始查找 `node_modules` 目录；然后依次进入父目录，查找父目录下的 `node_modules` 目录，依次迭代，直到根目录下的 `node_modules` 目录

当都找不到的时候，则会从系统 `NODE_PATH` 环境变量查找

7.2.4.1. 举个例子

如果在 `/home/ry/projects/foo.js` 文件里调用了 `require('bar.js')`，则 Node.js 会按以下顺序查找：

- `/home/ry/projects/node_modules/bar.js`
- `/home/ry/node_modules/bar.js`
- `/home/node_modules/bar.js`

- /node_modules/bar.js

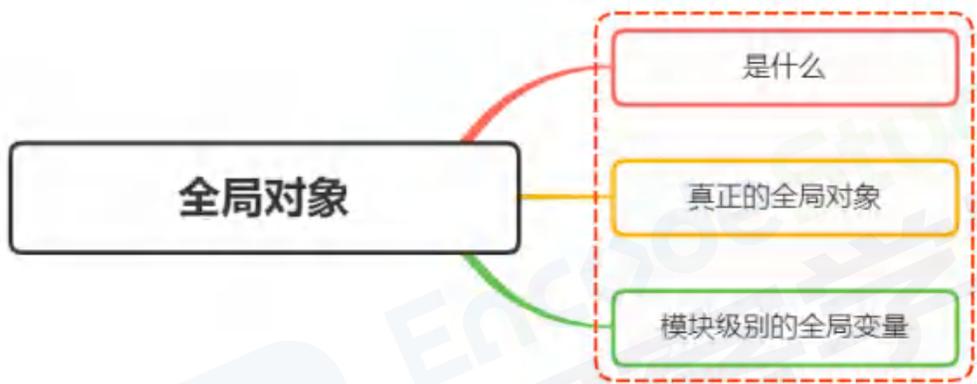
这使得程序本地化它们的依赖，避免它们产生冲突

7.3. 总结

通过上面模块的文件查找策略之后，总结下文件查找的优先级：

- 缓存的模块优先级最高
- 如果是内置模块，则直接返回，优先级仅次缓存的模块
- 如果是绝对路径 / 开头，则从根目录找
- 如果是相对路径 ./ 开头，则从当前require文件相对位置找
- 如果文件没有携带后缀，先从js、json、node按顺序查找
- 如果是目录，则根据 package.json的main属性值决定目录下入口文件，默认情况为 index.js
- 如果文件为第三方模块，则会引入 node_modules 文件，如果不在当前仓库文件中，则自动从上级递归查找，直到根目录

8. 说说 Node有哪些全局对象？



8.1. 是什么

在浏览器 JavaScript 中，通常 window 是全局对象，而 Nodejs 中的全局对象是 global

在 NodeJS 里，是不可能在最外层定义一个变量，因为所有的用户代码都是当前模块的，只在当前模块里可用，但可以通过 exports 对象的使用将其传递给模块外部

所以，在 NodeJS 中，用 var 声明的变量并不属于全局的变量，只在当前模块生效

像上述的 global 全局对象则在全局作用域中，任何全局变量、函数、对象都是该对象的一个属性值

8.2. 有哪些

将全局对象分成两类：

- 真正的全局对象
- 模块级别的全局变量

8.2.1. 真正的全局对象

下面给出一些常见的全局对象：

- Class:Buffer
- process
- console
- clearInterval、setInterval
- clearTimeout、setTimeout
- global

8.2.1.1. Class:Buffer

可以处理二进制以及非 `Unicode` 编码的数据

在 `Buffer` 类实例化中存储了原始数据。`Buffer` 类似于一个整数数组，在V8堆原始存储空间给它分配了内存

一旦创建了 `Buffer` 实例，则无法改变大小

8.2.1.2. process

进程对象，提供有关当前进程的信息和控制

包括在执行 `node` 程序进程时，如果需要传递参数，我们想要获取这个参数需要在 `process` 内置对象中

启动进程：

```
Plain Text | 复制代码  
1 node index.js 参数1 参数2 参数3
```

index.js文件如下：

```
JavaScript | 复制代码  
1 process.argv.forEach((val, index) => {  
2   console.log(`${index}: ${val}`);  
3 });
```

输出如下：

```
JavaScript | 复制代码  
1 /usr/local/bin/node  
2 /Users/mjr/work/node/process-args.js  
3 参数1  
4 参数2  
5 参数3
```

除此之外，还包括一些其他信息如版本、操作系统等

```
process {
  version: 'v12.16.1',
  versions: {
    node: '12.16.1',
    v8: '7.8.279.23-node.31',
    uv: '1.34.0',
    zlib: '1.2.11',
    brotli: '1.0.7',
    ares: '1.15.0',
    modules: '72',
    nghttp2: '1.40.0',
    napi: '5',
    llhttp: '2.0.4',
    http_parser: '2.9.3',
    openssl: '1.1.1d',
    cldr: '35.1',
    icu: '64.2',
    tz: '2019c',
    unicode: '12.1'
  },
  arch: 'x64',
  platform: 'win32',
  release: {
    name: 'node',
    lts: 'Erbium',
    sourceUrl: 'https://nodejs.org/download/release/v12.16.1/node-v12.16.1.tar.gz',
    headersUrl: 'https://nodejs.org/download/release/v12.16.1/node-v12.16.1-headers.tar.gz',
    libUrl: 'https://nodejs.org/download/release/v12.16.1/win-x64/node.lib'
  },
  _rawDebug: [Function: _rawDebug],
  moduleLoadList: [
    'Internal Binding native_module',
    'Internal Binding errors',
    'Internal Binding buffer',
```

8.2.1.3. console

用来打印 `stdout` 和 `stderr`

最常用的输入内容的方式：`console.log`

```
JavaScript | 复制代码
1 console.log("hello");
```

清空控制台：`console.clear`

```
JavaScript | 复制代码
1 console.clear
```

打印函数的调用栈：console.trace

```
JavaScript | 复制代码  
1 function test() {  
2     demo();  
3 }  
4  
5 function demo() {  
6     foo();  
7 }  
8  
9 function foo() {  
10    console.trace();  
11 }  
12  
13 test();
```

```
Trace  
at foo (E:\Users\user\Desktop\111\index.js:10:13)  
at demo (E:\Users\user\Desktop\111\index.js:6:5)  
at test (E:\Users\user\Desktop\111\index.js:2:5)  
at Object.<anonymous> (E:\Users\user\Desktop\111\index.js:13:3)  
at Module._compile (internal/modules/cjs/loader.js:1158:39)  
at Object.Module._extensions..js (internal/modules/cjs/loader.js:1178:10)  
at Module.load (internal/modules/cjs/loader.js:1002:32)  
at Function.Module._load (internal/modules/cjs/loader.js:901:14)  
at Function.executeUserEntryPoint [as runMain] (internal/modules/run_main.js:74:12)  
at internal/main/run_main_module.js:18:47
```

8.2.1.4. clearInterval、setInterval

设置定时器与清除定时器

```
JavaScript | 复制代码  
1 setInterval(callback, delay[, ...args])
```

callback 每 delay 毫秒重复执行一次

clearInterval 则为对应发取消定时器的方法

8.2.1.5. clearTimeout、setTimeout

设置延时器与清除延时器

```
JavaScript | 复制代码  
1 setTimeout(callback, delay[, ...args])
```

`callback` 在 `delay` 毫秒后执行一次

`clearTimeout` 则为对应取消定时器的方法

8.2.1.6. global

全局命名空间对象，墙面讲到的 `process`、`console`、`setTimeout` 等都有放到 `global` 中

```
JavaScript | 复制代码  
1 console.log(process === global.process) // true
```

8.2.2. 模块级别的全局对象

这些全局对象是模块中的变量，只是每个模块都有，看起来就像全局变量，像在命令交互中是不可以使用，包括：

- `__dirname`
- `__filename`
- `exports`
- `module`
- `require`

8.2.2.1. `__dirname`

获取当前文件所在的路径，不包括后面的文件名

从 `/Users/mjr` 运行 `node example.js`：

```
JavaScript | 复制代码  
1 console.log(__dirname);  
2 // 打印: /Users/mjr
```

8.2.2.2. `__filename`

获取当前文件所在的路径和文件名称，包括后面的文件名称

从 `/Users/mjr` 运行 `node example.js` :

```
JavaScript | 复制代码  
1 console.log(__filename);  
2 // 打印: /Users/mjr/example.js
```

8.2.2.3. exports

`module.exports` 用于指定一个模块所导出的内容，即可以通过 `require()` 访问的内容

```
JavaScript | 复制代码  
1 exports.name = name;  
2 exports.age = age;  
3 exports.sayHello = sayHello;
```

8.2.2.4. module

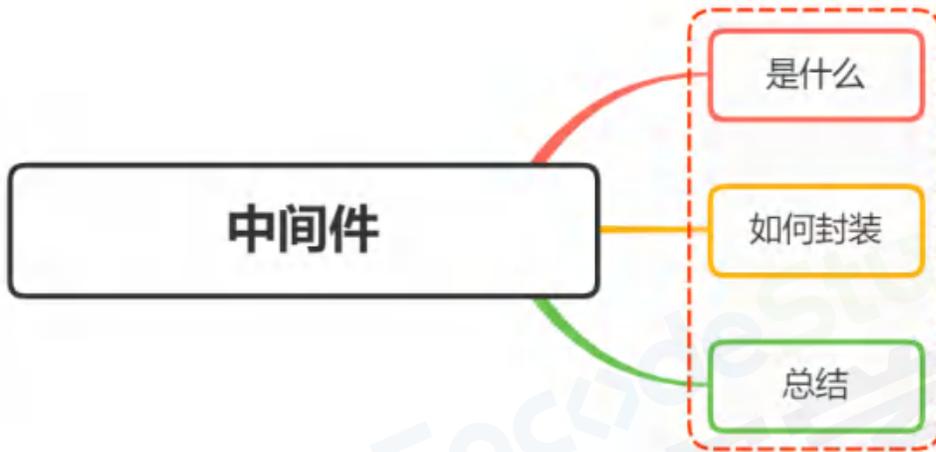
对当前模块的引用，通过 `module.exports` 用于指定一个模块所导出的内容，即可以通过 `require()` 访问的内容

8.2.2.5. require

用于引入模块、`JSON`、或本地文件。可以从 `node_modules` 引入模块。

可以使用相对路径引入本地模块或 `JSON` 文件，路径会根据 `__dirname` 定义的目录名或当前工作目录进行处理

9. 说说对中间件概念的理解，如何封装 node 中间件？

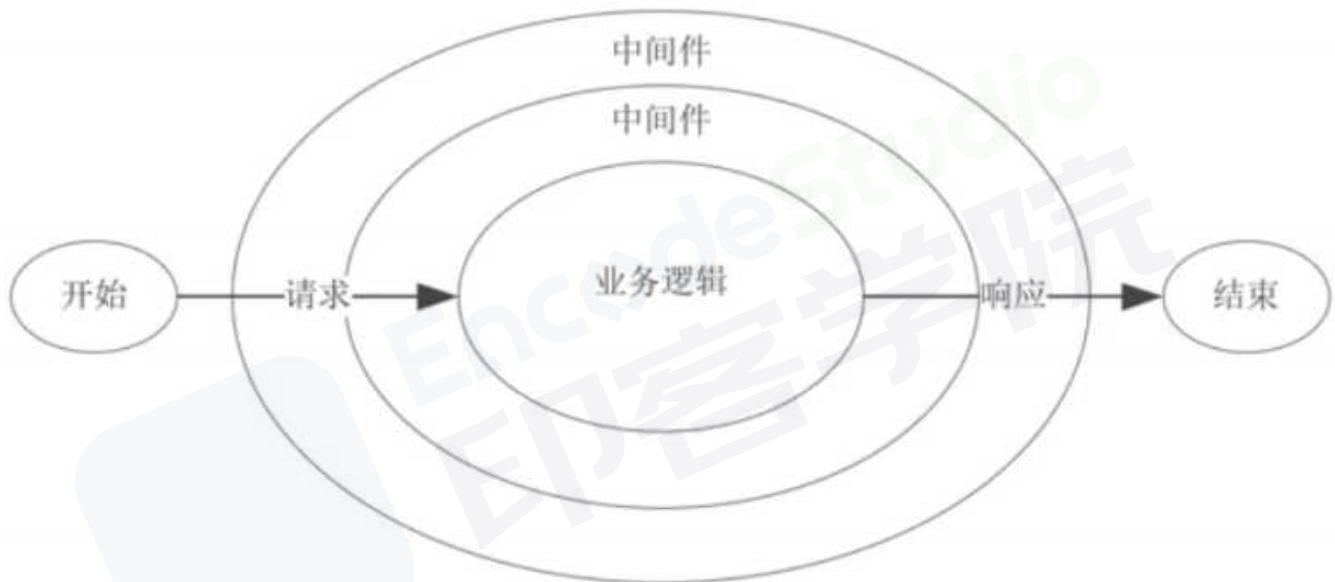


9.1. 是什么

中间件 (Middleware) 是介于应用系统和系统软件之间的一类软件，它使用系统软件所提供的基础服务 (功能)，衔接网络上应用系统的各个部分或不同的应用，能够达到资源共享、功能共享的目的

在 NodeJS 中，中间件主要是指封装 http 请求细节处理的方法

例如在 express、koa 等 web 框架中，中间件的本质为一个回调函数，参数包含请求对象、响应对象和执行下一个中间件的函数



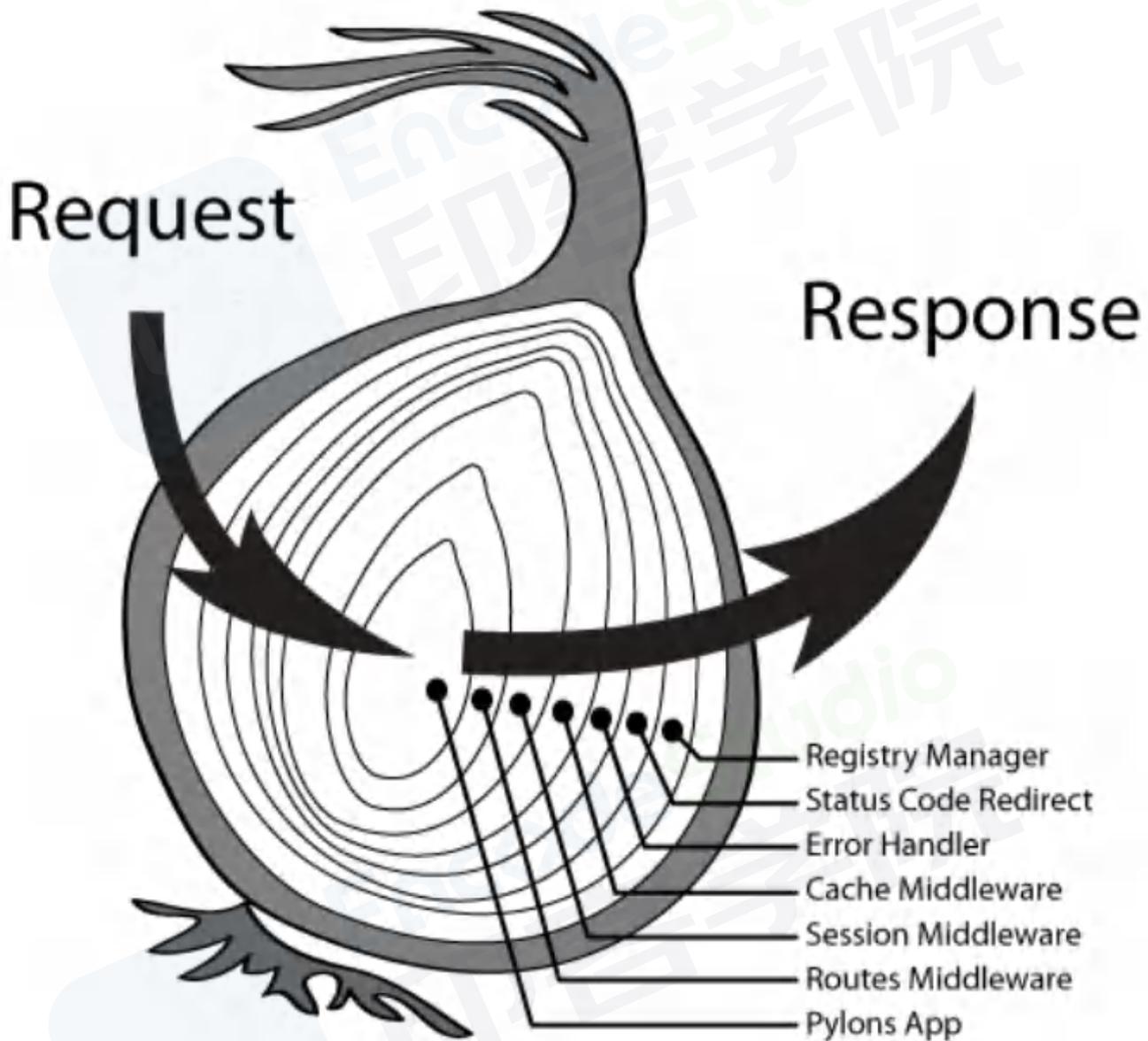
在这些中间件函数中，我们可以执行业务逻辑代码，修改请求和响应对象、返回响应数据等操作

9.2. 封装

koa 是基于 NodeJS 当前比较流行的 web 框架，本身支持的功能并不多，功能都可以通过中间件拓展实现。通过添加不同的中间件，实现不同的需求，从而构建一个 Koa 应用

Koa 中间件采用的是洋葱圈模型，每次执行下一个中间件传入两个参数：

- ctx：封装了 request 和 response 的变量
- next：进入下一个要执行的中间件的函数



下面就针对 koa 进行中间件的封装：

Koa 的中间件就是函数，可以是 async 函数，或是普通函数

```
1 // async 函数
2 app.use(async (ctx, next) => {
3   const start = Date.now();
4   await next();
5   const ms = Date.now() - start;
6   console.log(`${ctx.method} ${ctx.url} - ${ms}ms`);
7 });
8
9 // 普通函数
10 app.use((ctx, next) => {
11   const start = Date.now();
12   return next().then(() => {
13     const ms = Date.now() - start;
14     console.log(`${ctx.method} ${ctx.url} - ${ms}ms`);
15   });
16 });
```

下面则通过中间件封装 `http` 请求过程中几个常用的功能：

9.2.1. token 校验

```
1 module.exports = (options) => async (ctx, next) {
2   try {
3     // 获取 token
4     const token = ctx.header.authorization
5     if (token) {
6       try {
7         // verify 函数验证 token, 并获取用户相关信息
8         await verify(token)
9       } catch (err) {
10        console.log(err)
11      }
12    }
13    // 进入下一个中间件
14    await next()
15  } catch (err) {
16    console.log(err)
17  }
18 }
```

9.2.2. 日志模块

```
JavaScript | 复制代码
1  const fs = require('fs')
2  module.exports = (options) => async (ctx, next) => {
3    const startTime = Date.now()
4    const requestTime = new Date()
5    await next()
6    const ms = Date.now() - startTime;
7    let logout = `${ctx.request.ip} -- ${requestTime} -- ${ctx.method} -- ${
  ctx.url} -- ${ms}ms`;
8    // 输出日志文件
9    fs.appendFileSync('./log.txt', logout + '\n')
10 }
```

Koa 存在很多第三方的中间件，如 `koa-bodyparser`、`koa-static` 等

下面再来看看它们的大体的简单实现：

9.2.3. koa-bodyparser

`koa-bodyparser` 中间件是将我们的 `post` 请求和表单提交的查询字符串转换成对象，并挂在 `ctx.request.body` 上，方便我们在其他中间件或接口处取值

```

1 // 文件: my-koa-bodyparser.js
2 const querystring = require("querystring");
3
4 module.exports = function bodyParser() {
5   return async (ctx, next) => {
6     await new Promise((resolve, reject) => {
7       // 存储数据的数组
8       let dataArr = [];
9
10      // 接收数据
11      ctx.req.on("data", data => dataArr.push(data));
12
13      // 整合数据并使用 Promise 成功
14      ctx.req.on("end", () => {
15        // 获取请求数据的类型 json 或表单
16        let contentType = ctx.get("Content-Type");
17
18        // 获取数据 Buffer 格式
19        let data = Buffer.concat(dataArr).toString();
20
21        if (contentType === "application/x-www-form-urlencoded") {
22          // 如果是表单提交, 则将查询字符串转换成对象赋值给 ctx.request
23          t.body
24          ctx.request.body = querystring.parse(data);
25        } else if (contentType === "application/json") {
26          // 如果是 json, 则将字符串格式的对象转换成对象赋值给 ctx.request
27          est.body
28          ctx.request.body = JSON.parse(data);
29        }
30
31        // 执行成功的回调
32        resolve();
33      });
34    });
35
36    // 继续向下执行
37    await next();
38  });
39 };

```

9.2.4. koa-static

`koa-static` 中间件的作用是在服务器接到请求时, 帮我们处理静态文件

```
1  const fs = require("fs");
2  const path = require("path");
3  const mime = require("mime");
4  const { promisify } = require("util");
5
6  // 将 stat 和 access 转换成 Promise
7  const stat = promisify(fs.stat);
8  const access = promisify(fs.access)
9
10 module.exports = function (dir) {
11   return async (ctx, next) => {
12     // 将访问的路由处理成绝对路径，这里要使用 join 因为有可能是 /
13     let realPath = path.join(dir, ctx.path);
14
15     try {
16       // 获取 stat 对象
17       let statObj = await stat(realPath);
18
19       // 如果是文件，则设置文件类型并直接响应内容，否则当作文件夹寻找 index.html
20
21       if (statObj.isFile()) {
22         ctx.set("Content-Type", `${mime.getType()}; charset=utf8`);
23         ctx.body = fs.createReadStream(realPath);
24       } else {
25         let filename = path.join(realPath, "index.html");
26
27         // 如果不存在该文件则执行 catch 中的 next 交给其他中间件处理
28         await access(filename);
29
30         // 存在设置文件类型并响应内容
31         ctx.set("Content-Type", "text/html; charset=utf8");
32         ctx.body = fs.createReadStream(filename);
33       }
34     } catch (e) {
35       await next();
36     }
37   }
38 }
```

9.3. 总结

在实现中间件时候，单个中间件应该足够简单，职责单一，中间件的代码编写应该高效，必要的时候通过缓存重复获取数据

koa 本身比较简洁，但是通过中间件的机制能够实现各种所需要的功能，使得 web 应用具备良好的拓展性和组合性

通过将公共逻辑的处理编写在中间件中，可以不用在每一个接口回调中做相同的代码编写，减少了冗余代码，过程就如装饰者模式

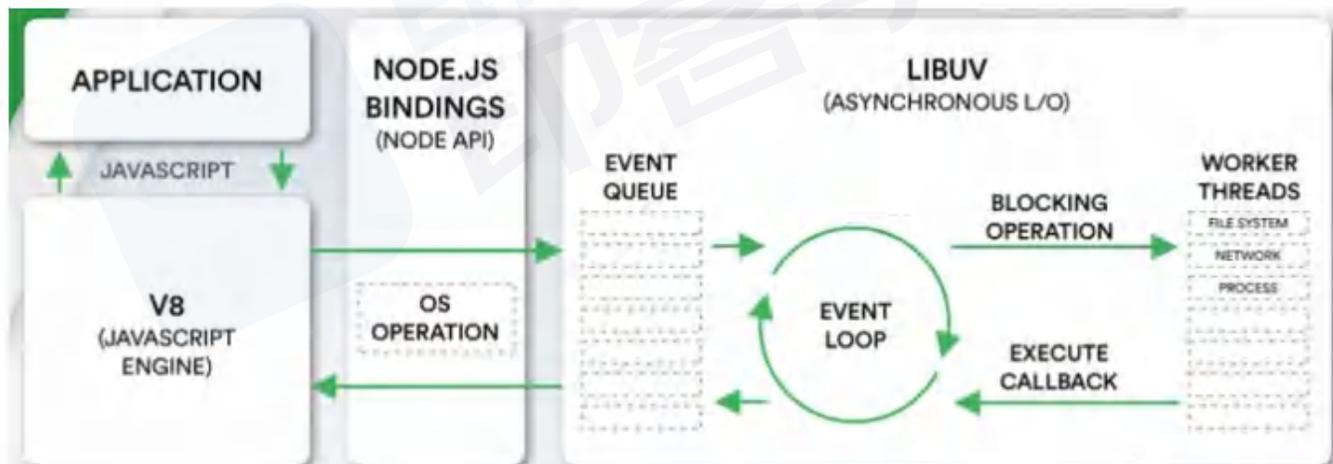
10. 说说对Nodejs中的事件循环机制理解？



10.1. 是什么

在浏览器事件循环中，我们了解到 javascript 在浏览器中的事件循环机制，其是根据 HTML5 定义的规范来实现

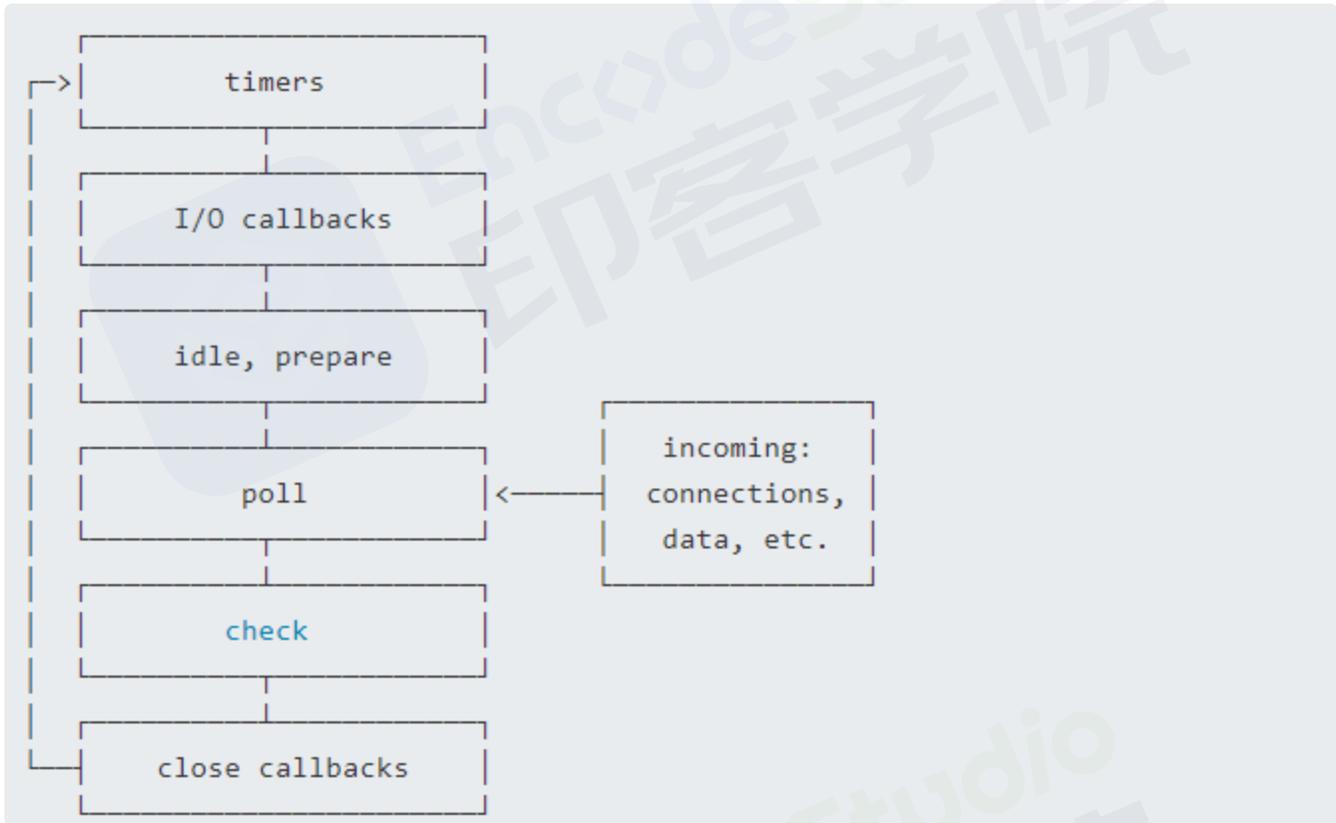
而在 NodeJS 中，事件循环是基于 libuv 实现，libuv 是一个多平台的专注于异步IO的库，如下图最右侧所示：



上图 `EVENT_QUEUE` 给人看起来只有一个队列，但 `EventLoop` 存在6个阶段，每个阶段都有对应的一个先进先出的回调队列

10.2. 流程

上节讲到事件循环分成了六个阶段，对应如下：

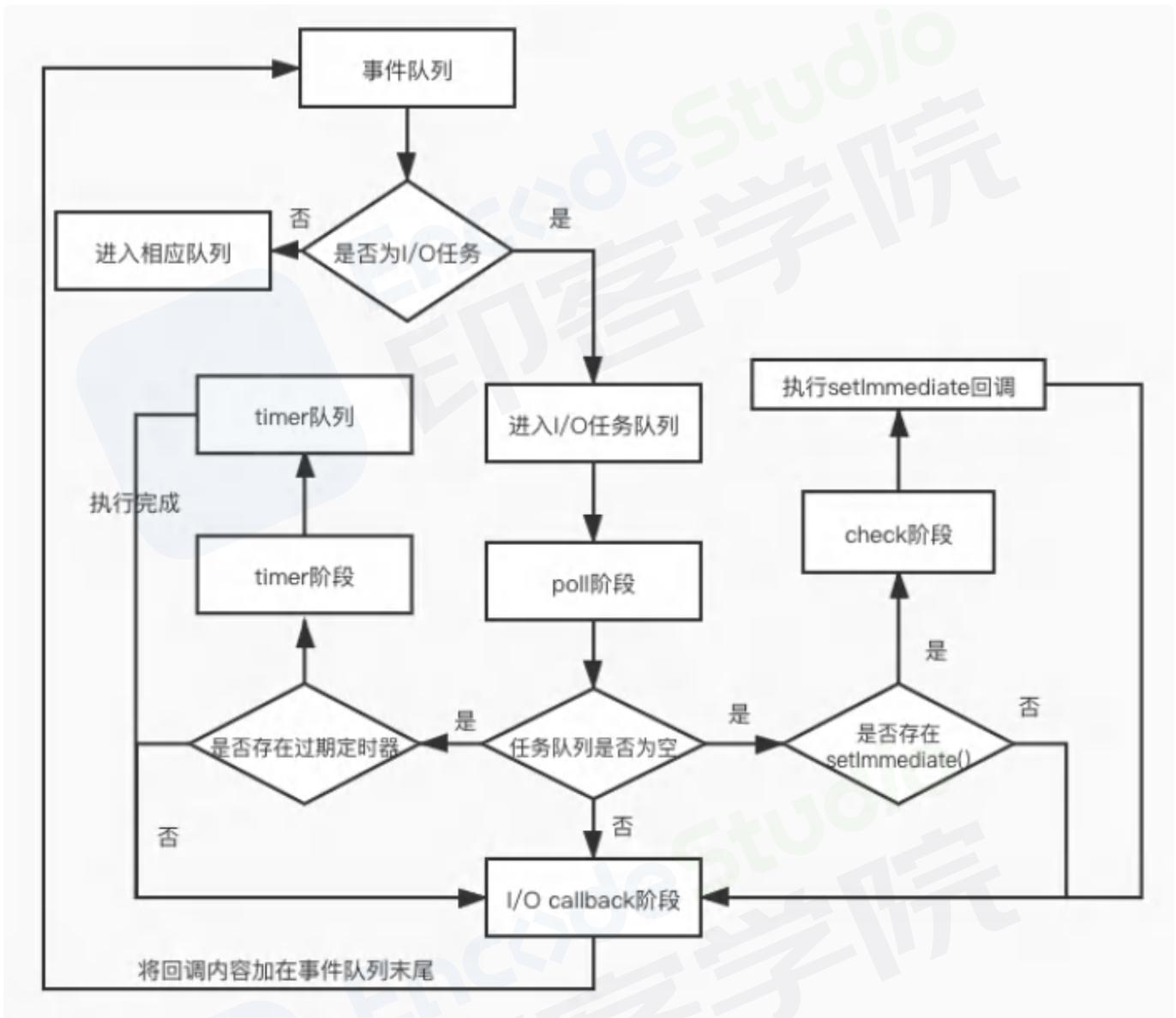


- timers阶段：这个阶段执行timer (`setTimeout`、`setInterval`) 的回调
- 定时器检测阶段(timers)：本阶段执行 timer 的回调，即 `setTimeout`、`setInterval` 里面的回调函数
- I/O事件回调阶段(I/O callbacks)：执行延迟到下一个循环迭代的 I/O 回调，即上一轮循环中未被执行的一些I/O回调
- 闲置阶段(idle, prepare)：仅系统内部使用
- 轮询阶段(poll)：检索新的 I/O 事件;执行与 I/O 相关的回调（几乎所有情况下，除了关闭的回调函数，那些由计时器和 `setImmediate()` 调度的之外），其余情况 node 将在适当的时候在此阻塞
- 检查阶段(check)： `setImmediate()` 回调函数在这里执行
- 关闭事件回调阶段(close callback)：一些关闭的回调函数，如：`socket.on('close', ...)`

每个阶段对应一个队列，当事件循环进入某个阶段时，将会在该阶段内执行回调，直到队列耗尽或者回调的最大数量已执行，那么将进入下一个处理阶段

除了上述6个阶段，还存在 `process.nextTick`，其不属于事件循环的任何一个阶段，它属于该阶段与下阶段之间的过渡，即本阶段执行结束，进入下一个阶段前，所要执行的回调，类似排队

流程图如下所示：



在 `Node` 中，同样存在宏任务和微任务，与浏览器中的事件循环相似

微任务对应有：

- next tick queue: `process.nextTick`
- other queue: `Promise`的`then`回调、`queueMicrotask`

宏任务对应有：

- timer queue: `setTimeout`、`setInterval`
- poll queue: IO事件
- check queue: `setImmediate`

印客学院独家整理，盗版必究

- close queue: close事件

其执行顺序为：

- next tick microtask queue
- other microtask queue
- timer queue
- poll queue
- check queue
- close queue

10.3. 题目

通过上面的学习，下面开始看看题目

```
1  async function async1() {
2      console.log('async1 start')
3      await async2()
4      console.log('async1 end')
5  }
6
7  async function async2() {
8      console.log('async2')
9  }
10
11 console.log('script start')
12
13 setTimeout(function () {
14     console.log('setTimeout0')
15 }, 0)
16
17 setTimeout(function () {
18     console.log('setTimeout2')
19 }, 300)
20
21 setImmediate(() => console.log('setImmediate'));
22
23 process.nextTick(() => console.log('nextTick1'));
24
25 async1();
26
27 process.nextTick(() => console.log('nextTick2'));
28
29 new Promise(function (resolve) {
30     console.log('promise1')
31     resolve();
32     console.log('promise2')
33 }).then(function () {
34     console.log('promise3')
35 })
36
37 console.log('script end')
```

分析过程：

- 先找到同步任务，输出script start
- 遇到第一个 setTimeout，将里面的回调函数放到 timer 队列中
- 遇到第二个 setTimeout，300ms后将里面的回调函数放到 timer 队列中
- 遇到第一个setImmediate，将里面的回调函数放到 check 队列中

- 遇到第一个 nextTick，将其里面的回调函数放到本轮同步任务执行完毕后执行
- 执行 async1函数，输出 async1 start
- 执行 async2 函数，输出 async2，async2 后面的输出 async1 end进入微任务，等待下一轮的事件循环
- 遇到第二个，将其里面的回调函数放到本轮同步任务执行完毕后执行
- 遇到 new Promise，执行里面的立即执行函数，输出 promise1、promise2
- then里面的回调函数进入微任务队列
- 遇到同步任务，输出 script end
- 执行下一轮回到函数，先依次输出 nextTick 的函数，分别是 nextTick1、nextTick2
- 然后执行微任务队列，依次输出 async1 end、promise3
- 执行timer 队列，依次输出 setTimeout0
- 接着执行 check 队列，依次输出 setImmediate
- 300ms后，timer 队列存在任务，执行输出 setTimeout2

执行结果如下：

```
Plain Text | 复制代码
1  script start
2  async1 start
3  async2
4  promise1
5  promise2
6  script end
7  nextTick1
8  nextTick2
9  async1 end
10 promise3
11 setTimeout0
12 setImmediate
13 setTimeout2
```

最后有一道是关于 `setTimeout` 与 `setImmediate` 的输出顺序

```

JavaScript | 复制代码
1  setTimeout(() => {
2    console.log("setTimeout");
3  }, 0);
4
5  setImmediate(() => {
6    console.log("setImmediate");
7  });

```

输出情况如下：

```

JavaScript | 复制代码
1  情况一：
2  setTimeout
3  setImmediate
4
5  情况二：
6  setImmediate
7  setTimeout

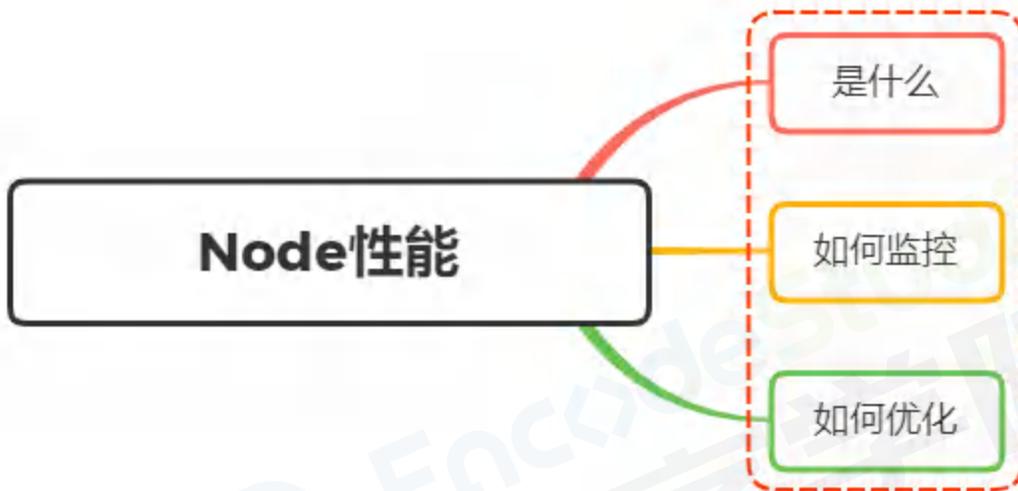
```

分析下流程：

- 外层同步代码一次性全部执行完，遇到异步API就塞到对应的阶段
- 遇到 `setTimeout` ，虽然设置的是0毫秒触发，但实际上会被强制改成1ms，时间到了然后塞入 `times` 阶段
- 遇到 `setImmediate` 塞入 `check` 阶段
- 同步代码执行完毕，进入Event Loop
- 先进入 `times` 阶段，检查当前时间过去了1毫秒没有，如果过了1毫秒，满足 `setTimeout` 条件，执行回调，如果没过1毫秒，跳过
- 跳过空的阶段，进入check阶段，执行 `setImmediate` 回调

这里的关键在于这1ms，如果同步代码执行时间较长，进入 `Event Loop` 的时候1毫秒已经过了，`setTimeout` 先执行，如果1毫秒还没到，就先执行了 `setImmediate`

11. Node性能如何进行监控以及优化？



11.1. 是什么

`Node` 作为一门服务端语言，性能方面尤为重要，其衡量指标一般有如下：

- CPU
- 内存
- I/O
- 网络

11.1.1. CPU

主要分成了两部分：

- CPU负载：在某个时间段内，占用以及等待CPU的进程总数
- CPU使用率：CPU时间占用状况，等于 $1 - \text{空闲CPU时间}(\text{idle time}) / \text{CPU总时间}$

这两个指标都是用来评估系统当前CPU的繁忙程度的量化指标

`Node` 应用一般不会消耗很多的 `CPU`，如果 `CPU` 占用率高，则表明应用存在很多同步操作，导致异步任务回调被阻塞

11.1.2. 内存指标

内存是一个非常容易量化的指标。内存占用率是评判一个系统的内存瓶颈的常见指标。对于Node来说，内部内存堆栈的使用状态也是一个可以量化的指标

```

1 // /app/lib/memory.js
2 const os = require('os');
3 // 获取当前Node内存堆栈情况
4 const { rss, heapUsed, heapTotal } = process.memoryUsage();
5 // 获取系统空闲内存
6 const sysFree = os.freemem();
7 // 获取系统总内存
8 const sysTotal = os.totalmem();
9
10 module.exports = {
11   memory: () => {
12     return {
13       sys: 1 - sysFree / sysTotal, // 系统内存占用率
14       heap: heapUsed / heapTotal, // Node堆内存占用率
15       node: rss / sysTotal, // Node占用系统内存的比例
16     }
17   }
18 }

```

- rss：表示node进程占用的内存总量。
- heapTotal：表示堆内存的总量。
- heapUsed：实际堆内存的使用量。
- external：外部程序的内存使用量，包含Node核心的C++程序的内存使用量

在 Node 中，一个进程的最大内存容量为1.5GB。因此我们需要减少内存泄露

11.1.3. 磁盘 I/O

硬盘的 I/O 开销是非常昂贵的，硬盘 IO 花费的 CPU 时钟周期是内存的 164000 倍

内存 I/O 比磁盘 I/O 快非常多，所以使用内存缓存数据是有效的优化方法。常用的工具如 redis、memcached 等

并不是所有数据都需要缓存，访问频率高，生成代价比较高的才考虑是否缓存，也就是说影响你性能瓶颈的考虑去缓存，并且而且缓存还有缓存雪崩、缓存穿透等问题要解决

11.2. 如何监控

关于性能方面的监控，一般情况都需要借助工具来实现

这里采用 `Easy-Monitor 2.0`，其是轻量级的 `Node.js` 项目内核性能监控 + 分析工具，在默认模式下，只需要在项目入口文件 `require` 一次，无需改动任何业务代码即可开启内核级别的性能监控分析

使用方法如下：

在你的项目入口文件中按照如下方式引入，当然请传入你的项目名称：

```
JavaScript | 复制代码
1  const easyMonitor = require('easy-monitor');
2  easyMonitor('你的项目名称');
```

打开你的浏览器，访问 `http://localhost:12333`，即可看到进程界面

关于定制化开发、通用配置项以及如何动态更新配置项详见官方文档

11.3. 如何优化

关于 `Node` 的性能优化的方式有：

- 使用最新版本Node.js
- 正确使用流 Stream
- 代码层面优化
- 内存管理优化

11.3.1. 使用最新版本Node.js

每个版本的性能提升主要来自于两个方面：

- V8 的版本更新
- Node.js 内部代码的更新优化

11.3.2. 正确使用流 Stream

在 `Node` 中，很多对象都实现了流，对于一个大文件可以通过流的形式发送，不需要将其完全读入内存

```

1  const http = require('http');
2  const fs = require('fs');
3
4  // bad
5  http.createServer(function (req, res) {
6    fs.readFile(__dirname + '/data.txt', function (err, data) {
7      res.end(data);
8    });
9  });
10
11 // good
12 http.createServer(function (req, res) {
13   const stream = fs.createReadStream(__dirname + '/data.txt');
14   stream.pipe(res);
15 });

```

11.3.3. 代码层面优化

合并查询，将多次查询合并一次，减少数据库的查询次数

```

1  // bad
2  for user_id in userIds
3    let account = user_account.findOne(user_id)
4
5  // good
6  const user_account_map = {} // 注意这个对象将会消耗大量内存。
7  user_account.find(user_id in user_ids).forEach(account){
8    user_account_map[account.user_id] = account
9  }
10 for user_id in userIds
11   var account = user_account_map[user_id]

```

11.3.4. 内存管理优化

在 V8 中，主要将内存分为新生代和老生代两代：

- 新生代：对象的存活时间较短。新生对象或只经过一次垃圾回收的对象
- 老生代：对象存活时间较长。经历过一次或多次垃圾回收的对象

若新生代内存空间不够，直接分配到老生代

通过减少内存占用，可以提高服务器的性能。如果有内存泄露，也会导致大量的对象存储到老年代中，服务器性能会大大降低

如下面情况：

```
JavaScript | 复制代码
1  const buffer = fs.readFileSync(__dirname + '/source/index.htm');
2
3  app.use(
4    mount('/', async (ctx) => {
5      ctx.status = 200;
6      ctx.type = 'html';
7      ctx.body = buffer;
8      leak.push(fs.readFileSync(__dirname + '/source/index.htm'));
9    })
10 );
11
12 const leak = [];
```

`leak` 的内存非常大，造成内存泄露，应当避免这样的操作，通过减少内存使用，是提高服务性能的手段之一

而节省内存最好的方式是使用池，其将频用、可复用对象存储起来，减少创建和销毁操作

例如有个图片请求接口，每次请求，都需要用到类。若每次都需要重新new这些类，并不是很合适，在大量请求时，频繁创建和销毁这些类，造成内存抖动

使用对象池的机制，对这种频繁需要创建和销毁的对象保存在一个对象池中。每次用到该对象时，就取对象池空闲的对象，并对它进行初始化操作，从而提高框架的性能

12. 如何实现文件上传？说说你的思路



12.1. 是什么

文件上传在日常开发中应用很广泛，我们发微博、发微信朋友圈都会用到了图片上传功能

因为浏览器限制，浏览器不能直接操作文件系统的，需要通过浏览器所暴露出来的统一接口，由用户主动授权发起来访问文件动作，然后读取文件内容进指定内存里，最后执行提交请求操作，将内存里的文件内容数据上传到服务端，服务端解析前端传来的数据信息后存入文件里

对于文件上传，我们需要设置请求头为 `content-type:multipart/form-data`

multipart互联网上的混合资源，就是资源由多种元素组成，form-data表示可以使用HTML Forms 和 POST 方法上传文件

结构如下：

```
HTTP | 复制代码
1  POST /t2/upload.do HTTP/1.1
2  User-Agent: SOHUWapRebot
3  Accept-Language: zh-cn,zh;q=0.5
4  Accept-Charset: GBK,utf-8;q=0.7,*;q=0.7
5  Connection: keep-alive
6  Content-Length: 60408
7  Content-Type:multipart/form-data; boundary=ZnGpDtePMx0KrHh_G0X99Yef9r8JZsRJSXC
8  Host: w.sohu.com
9
10 --ZnGpDtePMx0KrHh_G0X99Yef9r8JZsRJSXC
11 Content-Disposition: form-data; name="city"
12
13 Santa colo
14 --ZnGpDtePMx0KrHh_G0X99Yef9r8JZsRJSXC
15 Content-Disposition: form-data;name="desc"
16 Content-Type: text/plain; charset=UTF-8
17 Content-Transfer-Encoding: 8bit
18
19 ...
20 --ZnGpDtePMx0KrHh_G0X99Yef9r8JZsRJSXC
21 Content-Disposition: form-data;name="pic"; filename="photo.jpg"
22 Content-Type: application/octet-stream
23 Content-Transfer-Encoding: binary
24
25 ... binary data of the jpg ...
26 --ZnGpDtePMx0KrHh_G0X99Yef9r8JZsRJSXC--
```

`boundary` 表示分隔符，如果要上传多个表单项，就要使用 `boundary` 分割，每个表单项由 `—XX` 开始，以 `—XXX` 结尾

而 `xxx` 是即时生成的字符串，用以确保整个分隔符不会在文件或表单项的内容中出现

每个表单项必须包含一个 `Content-Disposition` 头，其他的头信息则为可选项，比如 `Content-Type`

`Content-Disposition` 包含了 `type` 和一个名字为 `name` 的 `parameter`，`type` 是 `form-data`，`name` 参数的值则为表单控件（也即 `field`）的名字，如果是文件，那么还有一个 `filename` 参数，值就是文件名

```
Kotlin | 复制代码
1 Content-Disposition: form-data; name="user"; filename="logo.png"
```

至于使用 `multipart/form-data`，是因为文件是以二进制的形式存在，其作用是专门用于传输大型二进制数据，效率高

12.1.1. 如何实现

关于文件的上传的上传，我们可以分成两步骤：

- 文件的上传
- 文件的解析

12.1.2. 文件上传

传统前端文件上传的表单结构如下：

```
HTML | 复制代码
1 <form action="http://localhost:8080/api/upload" method="post" enctype="multipart/form-data">
2   <input type="file" name="file" id="file" value="" multiple="multiple" />
3   <input type="submit" value="提交"/>
4 </form>
```

`action` 就是我们的提交到的接口，`enctype="multipart/form-data"` 就是指定上传文件格式，`input` 的 `name` 属性一定要等于 `file`

12.1.3. 文件解析

在服务器中，这里采用 `koa2` 中间件的形式解析上传的文件数据，分别有下面两种形式：

- `koa-body`
- `koa-multer`

12.1.3.1. koa-body

安装依赖

```
▼ Plain Text | 复制代码  
1 npm install koa-body
```

引入 `koa-body` 中间件

```
▼ JavaScript | 复制代码  
1 const koaBody = require('koa-body');  
2 app.use(koaBody({  
3   multipart: true,  
4   formidable: {  
5     maxSize: 200*1024*1024 // 设置上传文件大小最大限制，默认2M  
6   }  
7 }));
```

获取上传的文件

```
▼ JavaScript | 复制代码  
1 const file = ctx.request.files.file; // 获取上传文件
```

获取文件数据后，可以通过 `fs` 模块将文件保存到指定目录

```
JavaScript | 复制代码

1 router.post('/uploadfile', async (ctx, next) => {
2   // 上传单个文件
3   const file = ctx.request.files.file; // 获取上传文件
4   // 创建可读流
5   const reader = fs.createReadStream(file.path);
6   let filePath = path.join(__dirname, 'public/upload/') + `${file.name}`;
7   // 创建可写流
8   const upStream = fs.createWriteStream(filePath);
9   // 可读流通过管道写入可写流
10  reader.pipe(upStream);
11  return ctx.body = "上传成功! ";
12 });
```

12.1.3.2. koa-multer

安装依赖：

```
Plain Text | 复制代码

1 npm install koa-multer
```

使用 `multer` 中间件实现文件上传

```
1 ▾ const storage = multer.diskStorage({
2   ▾ destination: (req, file, cb) => {
3     cb(null, "./upload/")
4   },
5   ▾ filename: (req, file, cb) => {
6     cb(null, Date.now() + path.extname(file.originalname))
7   }
8 })
9
10 ▾ const upload = multer({
11   storage
12 });
13
14 const fileRouter = new Router();
15
16 ▾ fileRouter.post("/upload", upload.single('file'), (ctx, next) => {
17   console.log(ctx.req.file); // 获取文件
18 })
19
20 app.use(fileRouter.routes());
```

13. 如何实现jwt鉴权机制？说说你的思路



13.1. 是什么

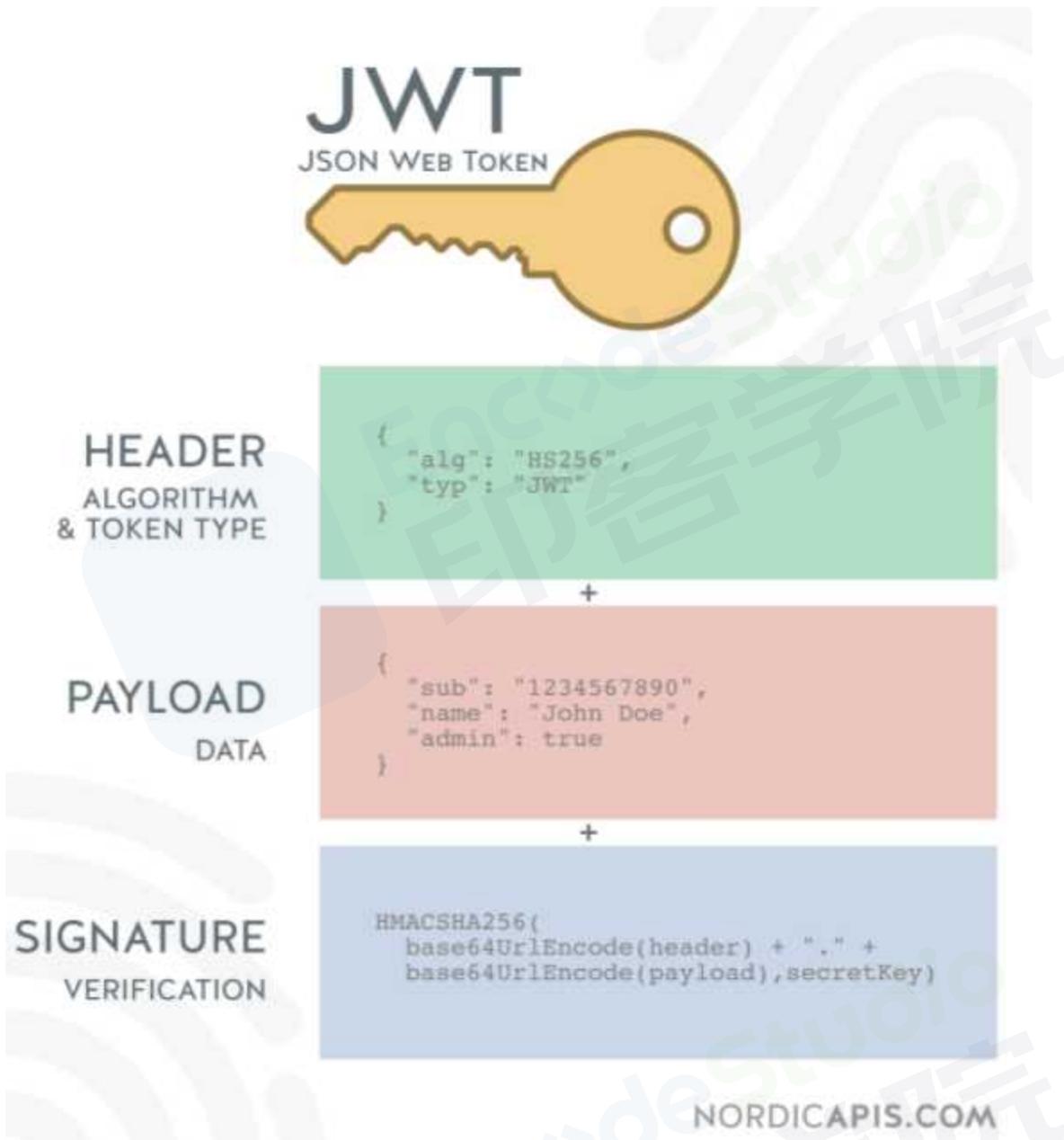
JWT (JSON Web Token) ，本质就是一个字符串书写规范，如下图，作用是用来在用户和服务器之间传递安全可靠的信息

```
eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.  
eyJzdWIiOiIxMjM0NTY3ODkwIiwibmFtZSI6IkpvaG4  
gRG91IiwiaXNTb2NpYWwiOiJvdWV9.  
4pcPyMD09olPSyXnrXCjTwXyr4BsezdI1AVTmud2fU4
```

在目前前后端分离的开发过程中，使用 `token` 鉴权机制用于身份验证是最常见的方案，流程如下：

- 服务器当验证用户账号和密码正确的时候，给用户颁发一个令牌，这个令牌作为后续用户访问一些接口的凭证
- 后续访问会根据这个令牌判断用户时候有权限进行访问

`Token`，分成了三部分，头部（Header）、载荷（Payload）、签名（Signature），并以 `.` 进行拼接。其中头部和载荷都是以 `JSON` 格式存放数据，只是进行了编码



13.1.1. header

每个JWT都会带有头部信息，这里主要声明使用的算法。声明算法的字段名为 `alg`，同时还有一个 `typ` 的字段，默认 `JWT` 即可。以下示例中算法为HS256

```
▼ JSON | 复制代码
1 { "alg": "HS256", "typ": "JWT" }
```

因为JWT是字符串，所以我们需要对以上内容进行Base64编码，编码后字符串如下：

LaTeX | 复制代码

```
1 eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9
```

13.1.2. payload

载荷即消息体，这里会存放实际的内容，也就是 `Token` 的数据声明，例如用户的 `id` 和 `name`，默认情况下也会携带令牌的签发时间 `iat`，通过还可以设置过期时间，如下：

JSON | 复制代码

```
1 {
2   "sub": "1234567890",
3   "name": "John Doe",
4   "iat": 1516239022
5 }
```

同样进行Base64编码后，字符串如下：

LaTeX | 复制代码

```
1 eyJzdWIiOiIxMjM0NTY3ODkwIiwibmFtZSI6IkpvaG4gRG9lIiwiaWF0IjoxNTE2MjM5MDIyfQ
```

13.1.3. Signature

签名是对头部和载荷内容进行签名，一般情况，设置一个 `secretKey`，对前两个的结果进行 `HMACSH A256` 算法，公式如下：

JavaScript | 复制代码

```
1 Signature = HMACSHA256(base64Url(header)+.+base64Url(payload),secretKey)
```

一旦前面两部分数据被篡改，只要服务器加密用的密钥没有泄露，得到的签名肯定和之前的签名不一致

13.2. 如何实现

`Token` 的使用分成了两部分：

- 生成token：登录成功的时候，颁发token
- 验证token：访问某些资源或者接口时，验证token

13.2.1. 生成 token

借助第三方库 `jsonwebtoken`，通过 `jsonwebtoken` 的 `sign` 方法生成一个 `token`：

- 第一个参数指的是 Payload
- 第二个是密钥，服务端特有
- 第三个参数是 option，可以定义 token 过期时间



EncodeStudio
印客学院



EncodeStudio
印客学院

```
1  const crypto = require("crypto"),
2     jwt = require("jsonwebtoken");
3  // TODO:使用数据库
4  // 这里应该用数据库存储，这里只是演示用
5  let userList = [];
6
7  class UserController {
8    // 用户登录
9    static async login(ctx) {
10     const data = ctx.request.body;
11     if (!data.name || !data.password) {
12       return ctx.body = {
13         code: "000002",
14         message: "参数不合法"
15       };
16     }
17     const result = userList.find(item => item.name === data.name && item.p
18     assword === crypto.createHash('md5').update(data.password).digest('hex'))
19     if (result) {
20       // 生成token
21       const token = jwt.sign(
22         {
23           name: result.name
24         },
25         "test_token", // secret
26         { expiresIn: 60 * 60 } // 过期时间: 60 * 60 s
27       );
28       return ctx.body = {
29         code: "0",
30         message: "登录成功",
31         data: {
32           token
33         }
34       };
35     } else {
36       return ctx.body = {
37         code: "000002",
38         message: "用户名或密码错误"
39       };
40     }
41   }
42 }
43 module.exports = UserController;
```

在前端接收到 `token` 后，一般会通过 `localStorage` 进行缓存，然后将 `token` 放到 `HTTP` 请求头 `Authorization` 中，关于 `Authorization` 的设置，前面要加上 `Bearer`，注意后面带有空格

```
JavaScript | 复制代码
1 axios.interceptors.request.use(config => {
2   const token = localStorage.getItem('token');
3   config.headers.common['Authorization'] = 'Bearer ' + token; // 留意这里的
  Authorization
4   return config;
5 })
```

13.2.2. 校验token

使用 `koa-jwt` 中间件进行验证，方式比较简单

```
JavaScript | 复制代码
1 // 注意：放在路由前面
2 app.use(koajwt({
3   secret: 'test_token'
4 }).unless({ // 配置白名单
5   path: [/\api\/register/, /\api\/login/]
6 })))
```

- `secret` 必须和 `sign` 时候保持一致
- 可以通过 `unless` 配置接口白名单，也就是哪些 URL 可以不用经过校验，像登陆/注册都可以不用校验
- 校验的中间件需要放在需要校验的路由前面，无法对前面的 URL 进行校验

获取 `token` 用户的信息方法如下：

```
JavaScript | 复制代码
1 router.get('/api/userInfo', async (ctx, next) =>{
2   const authorization = ctx.header.authorization // 获取jwt
3   const token = authorization.replace('Beraer ', '')
4   const result = jwt.verify(token, 'test_token')
5   ctx.body = result
```

注意：上述的 `HMA256` 加密算法为单密钥的形式，一旦泄露后果非常的危险

在分布式系统中，每个子系统都要获取到秘钥，那么这个子系统根据该秘钥可以发布和验证令牌，但有些服务器只需要验证令牌

这时候可以采用非对称加密，利用私钥发布令牌，公钥验证令牌，加密算法可以选择 RS256

13.3. 优缺点

优点：

- json具有通用性，所以可以跨语言
- 组成简单，字节占用小，便于传输
- 服务端无需保存会话信息，很容易进行水平扩展
- 一处生成，多处使用，可以在分布式系统中，解决单点登录问题
- 可防护CSRF攻击

缺点：

- payload部分仅仅是进行简单编码，所以只能用于存储逻辑必需的非敏感信息
- 需要保护好加密密钥，一旦泄露后果不堪设想
- 为避免token被劫持，最好使用https协议

14. 如果让你来设计一个分页功能，你会怎么设计？前后端如何交互？



14.1. 是什么

在我们做数据查询的时候，如果数据量很大，比如几万条数据，放在一个页面显示的话显然不友好，这时候就需要采用分页显示的形式，如每次只显示10条数据



要实现分页功能，实际上就是从结果集中显示第1^{10条记录作为第1页，显示第11}20条记录作为第2页，以此类推。因此，分页实际上就是从结果集中截取出第M~N条记录

14.2. 如何实现

前端实现分页功能，需要后端返回必要的的数据，如总的页数，总的的数据量，当前页，当前的数据

```
JavaScript | 复制代码
1 {
2   "totalCount": 1836, // 总的条数
3   "totalPages": 92, // 总页数
4   "currentPage": 1 // 当前页数
5   "data": [ // 当前页的数据
6     {
7       ...
8     }
9 ]
```

后端采用 `mysql` 作为数据的持久性存储

前端向后端发送目标的页码 `page` 以及每页显示数据的数量 `pageSize`，默认情况每次取10条数据，则每一条数据的起始位置 `start` 为：

```
JavaScript | 复制代码
1 const start = (page - 1) * pageSize
```

当确定了 `limit` 和 `start` 的值后，就能够确定 `SQL` 语句：

```
JavaScript | 复制代码
1 const sql = `SELECT * FROM record limit ${pageSize} OFFSET ${start};`
```

上述 `SQL` 语句表达的意思为：截取从 `start` 到 `start + pageSize` 之间（左闭右开）的数据

关于查询数据总数的 `SQL` 语句为，`record` 为表名：

```
1 SELECT COUNT(*) FROM record
```

因此后端的处理逻辑为：

- 获取用户参数页码数page和每页显示的数目 pageSize ，其中page 是必须传递的参数，pageSize 为可选参数，默认为10
- 编写 SQL 语句，利用 limit 和 OFFSET 关键字进行分页查询
- 查询数据库，返回总数据量、总页数、当前页、当前页数据给前端

代码如下所示：

```
1 router.all('/api', function (req, res, next) {
2   var param = '';
3   // 获取参数
4   if (req.method == "POST") {
5     param = req.body;
6   } else {
7     param = req.query || req.params;
8   }
9   if (param.page == '' || param.page == null || param.page == undefined) {
10    res.end(JSON.stringify({ msg: '请传入参数page', status: '102' }));
11    return;
12  }
13  const pageSize = param.pageSize || 10;
14  const start = (param.page - 1) * pageSize;
15  const sql = `SELECT * FROM record limit ${pageSize} OFFSET ${start}`;
16  pool.getConnection(function (err, connection) {
17    if (err) throw err;
18    connection.query(sql, function (err, results) {
19      connection.release();
20      if (err) {
21        throw err
22      } else {
23        // 计算总页数
24        var allCount = results[0][0]['COUNT(*)'];
25        var allPage = parseInt(allCount) / 20;
26        var pageStr = allPage.toString();
27        // 不能被整除
28        if (pageStr.indexOf('.') > 0) {
29          allPage = parseInt(pageStr.split('.')[0]) + 1;
30        }
31        var list = results[1];
32        res.end(JSON.stringify({ msg: '操作成功', status: '200', totalPages
: allPage, currentPage: param.page, totalCount: allCount, data: list }));
33      }
34    })
35  })
36 });
```

14.3. 总结

通过上面的分析，可以看到分页查询的关键在于，要首先确定每页显示的数量 `pageSize`，然后根据当前页的索引 `pageIndex`（从1开始），确定 `LIMIT` 和 `OFFSET` 应该设定的值：

印客学院独家整理，盗版必究

- LIMIT 总是设定为 pageSize
- OFFSET 计算公式为 $\text{pageSize} * (\text{pageIndex} - 1)$

确定了这两个值，就能查询出第 **N** 页的数据。

