

Iterator-Generator

王红元 coderwhy

什么是迭代器？

- **迭代器**（iterator），是确使用户可在容器对象（container，例如链表或数组）上遍访的对象，使用该接口无需关心对象的内部实现细节。
 - 其行为像数据库中的光标，迭代器最早出现在1974年设计的CLU编程语言中；
 - 在各种编程语言的实现中，迭代器的实现方式各不相同，但是基本都有迭代器，比如Java、Python等；
- 从迭代器的定义我们可以看出来，迭代器是帮助我们对某个数据结构进行遍历的对象。
- 在JavaScript中，迭代器也是一个具体的对象，这个对象需要符合迭代器协议（iterator protocol）：
 - 迭代器协议定义了产生一系列值（无论是有限还是无限个）的标准方式；
 - 那么在js中这个标准就是一个特定的next方法；
- next方法有如下的要求：
 - 一个无参数或者一个参数的函数，返回一个应当拥有以下两个属性的对象：
 - **done (boolean)**
 - ✓ 如果迭代器可以产生序列中的下一个值，则为 false。（这等价于没有指定 done 这个属性。）
 - ✓ 如果迭代器已将序列迭代完毕，则为 true。这种情况下，value 是可选的，如果它依然存在，即为迭代结束之后的默认返回值。
 - **value**
 - ✓ 迭代器返回的任何 JavaScript 值。done 为 true 时可省略。

迭代器的代码练习

```
const friends = ["lilei", "kobe", "james"]

let index = 0
const friendsIterator = {
  next: function() {
    if (index < friends.length) {
      return { done: false, value: friends[index++] }
    } else {
      return { done: true, value: undefined }
    }
  }
}
```

```
console.log(friendsIterator.next())
console.log(friendsIterator.next())
console.log(friendsIterator.next())
console.log(friendsIterator.next())
```

```
function createArrayIterator(arr) {
  let index = 0
  return {
    next: function() {
      if (index < arr.length) {
        return { done: false, value: arr[index++] }
      } else {
        return { done: true, value: undefined }
      }
    }
  }
}
```

```
const friendsIterator = createArrayIterator(friends)
console.log(friendsIterator.next())
console.log(friendsIterator.next())
console.log(friendsIterator.next())
console.log(friendsIterator.next())
```



可迭代对象

- 但是上面的代码整体来说看起来是有点奇怪的：
 - 我们获取一个数组的时候，需要自己创建一个index变量，再创建一个所谓的迭代器对象；
 - 事实上我们可以对上面的代码进行进一步的封装，让其变成一个可迭代对象；
- 什么又是可迭代对象呢？
 - 它和迭代器是不同的概念；
 - 当一个对象实现了iterable protocol协议时，它就是一个可迭代对象；
 - 这个对象的要求是必须实现 @@iterator 方法，在代码中我们使用 Symbol.iterator 访问该属性；
- 当我们要问一个问题，我们转成这样的东西有什么好处呢？
 - 当一个对象变成一个可迭代对象的时候，进行某些迭代操作，比如 for...of 操作时，其实就会调用它的 @@iterator 方法；

可迭代对象的代码

```
const info = {  
  friends: ["lilei", "kobe", "james"],  
  [Symbol.iterator]: function() {  
    let index = 0  
    return {  
      next: () => {  
        if (index < this.friends.length) {  
          return { done: false, value: this.friends[index++] }  
        } else {  
          return { done: true, value: undefined }  
        }  
      }  
    }  
  }  
}
```

原生迭代器对象

■ 事实上我们平时创建的很多原生对象已经实现了可迭代协议，会生成一个迭代器对象的：

□ String、Array、Map、Set、arguments对象、NodeList集合；

```
const str = "Hello World"

for (const s of str) {
  console.log(s)
}

const arr = ["abc", "cba", "nba"]
for (const item of arr) {
  console.log(item)
}

function foo(x, y, z) {
  for (const arg of arguments) {
    console.log(arg)
  }
}

foo(20, 30, 40)

const set = Array.from(str)
console.log(set)
```

```
// 数组本身是一个可迭代对象
const names = ["abc", "cba", "nba"]

// 获取可迭代的函数
console.log(names[Symbol.iterator]) // [Function: values]

// 调用可迭代函数，获取到迭代器
const iterator = names[Symbol.iterator]()
console.log(iterator.next())
console.log(iterator.next())
console.log(iterator.next())
console.log(iterator.next()) // {value: undefined, done: true}
```

可迭代对象的应用

■ 那么这些东西可以被用在哪里呢？

- JavaScript中语法：for ...of、展开语法（spread syntax）、yield*（后面讲）、解构赋值（Destructuring_assignment）；
- 创建一些对象时：new Map([Iterable])、new WeakMap([iterable])、new Set([iterable])、new WeakSet([iterable])；
- 一些方法的调用：Promise.all(iterable)、Promise.race(iterable)、Array.from(iterable)；

```
// 1. for...of
for (const item of info) {
  console.log(item)
}

// 2. 展开运算符
console.log([...info, "curry"])

// 3. 解构
const [name1, name2] = info
console.log(name1, name2)
```

```
// 4. 创建其他解构
console.log(new Set(info))
console.log(Array.from(info))

// 5. 调用方法
Promise.all(info).then(res => {
  console.log(res) // ['lilei', 'kobe', 'james']
})
```




自定义类的迭代

- 在前面我们看到Array、Set、String、Map等类创建出来的对象都是可迭代对象：
 - 在面向对象开发中，我们可以通过class定义一个自己的类，这个类可以创建很多的对象：
 - 如果我们也希望自己的类创建出来的对象默认是可迭代的，那么在设计类的时候我们就可以添加上 `@@iterator` 方法；
- 案例：创建一个classroom的类
 - 教室中有自己的位置、名称、当前教室的学生；
 - 这个教室可以进来新学生（push）；
 - 创建的教室对象是可迭代对象；

自定义类的迭代实现

```
class Classroom {  
  constructor(name, address, initialStudent) { ...  
  }  
  
  push(student) { ...  
  }  
  
  [Symbol.iterator]() {  
    let index = 0  
    return {  
      next: () => {  
        if (index < this.students.length) {  
          return { done: false, value: this.students[index++] }  
        } else {  
          return { done: true }  
        }  
      }  
    }  
  }  
}
```

```
const classroom1 = new Classroom("2201", "3幢", ["abc", "cba"])  
const classroom2 = new Classroom("3383", "5幢", ["james", "kobe"])  
  
for (const stu of classroom1) {  
  console.log(stu)  
}  
  
for (const stu of classroom2) {  
  console.log(stu)  
}
```

迭代器的中断

- 迭代器在某些情况下会在没有完全迭代的情况下中断：
 - 比如遍历的过程中通过break、continue、return、throw中断了循环操作；
 - 比如在解构的时候，没有解构所有的值；
- 那么这个时候我们想要监听中断的话，可以添加return方法：

```
[Symbol.iterator]() {  
  let index = 0  
  return {  
    next: () => {  
      if (index < this.students.length) {  
        return { done: false, value: this.students[index++] }  
      } else {  
        return { done: true }  
      }  
    },  
    return() {  
      console.log("迭代器提前终止了")  
      return { done: true }  
    }  
  }  
}
```

```
for (const stu of classroom1) {  
  console.log(stu)  
  if (stu === "abc") {  
    break  
  }  
}
```

什么是生成器？

- 生成器是ES6中新增的一种函数控制、使用的方案，它可以让我们更加灵活的控制函数什么时候继续执行、暂停执行等。
- 平时我们会编写很多的函数，这些函数终止的条件通常是返回值或者发生了异常。
- **生成器函数也是一个函数，但是和普通的函数有一些区别：**
 - 首先，生成器函数需要在function的后面加一个符号：*
 - 其次，生成器函数可以通过yield关键字来控制函数的执行流程：
 - 最后，生成器函数的返回值是一个Generator（生成器）：
 - ✓ 生成器事实上是一种特殊的迭代器；
 - ✓ MDN：Instead, they return a special type of iterator, called a **Generator**.

生成器函数执行

- 我们发现上面的生成器函数foo的执行体压根没有执行，它只是返回了一个生成器对象。
 - 那么我们如何可以让他执行函数中的东西呢？调用next即可；
 - 我们之前学习迭代器时，知道迭代器的next是会有返回值的；
 - 但是我们很多时候不希望next返回的是一个undefined，这个时候我们可以通过yield来返回结果；

```
function* foo() {  
  console.log("函数开始执行~")  
  const value1 = 100  
  console.log(value1)  
  yield value1  
  
  const value2 = 200  
  console.log(value2)  
  yield value2  
  
  const value3 = 300  
  console.log(value3)  
  yield value3  
  
  console.log("函数结束执行~")  
}
```

```
// 返回生成器  
const generator = foo()  
  
// 执行到第一个yield, 并且暂停  
console.log(generator.next()) // {value: undefined, done: false}  
  
// 执行到第二个yield, 并且暂停  
console.log(generator.next())  
  
// 执行到第三个yield, 并且暂停  
console.log(generator.next())  
  
// 执行剩余的代码  
console.log(generator.next())
```

生成器传递参数 – next函数

■ 函数既然可以暂停来分段执行，那么函数应该是可以传递参数的，我们是否可以给每个分段来传递参数呢？

□ 答案是可以的；

□ 我们在调用next函数的时候，可以给它传递参数，那么这个参数会作为上一个yield语句的返回值；

□ 注意：也就是说我们是为本次的函数代码块执行提供了一个值；

```
function* foo(initial) {  
  console.log("函数开始执行~")  
  const value1 = yield initial + "aaa"  
  const value2 = yield value1 + "bbb"  
  const value3 = yield value2 + "ccc"  
}  
  
const generator = foo("why")  
const result1 = generator.next()  
console.log("result1:", result1)  
const result2 = generator.next(result1.value)  
console.log("result2:", result2)  
const result3 = generator.next(result2.value)  
console.log("result3:", result3)
```

生成器提前结束 – return函数

■ 还有一个可以给生成器函数传递参数的方法是通过return函数：

□ return传值后这个生成器函数就会结束，之后调用next不会继续生成值了；

```
function* foo() {  
  const value1 = yield "why"  
  console.log("value1:", value1)  
  const value2 = yield value1  
  const value3 = yield value2  
}  
  
const generator = foo()  
console.log(generator.next())  
console.log(generator.return(123))  
console.log(generator.next())
```


生成器抛出异常 – throw函数

■ 除了给生成器函数内部传递参数之外，也可以给生成器函数内部抛出异常：

□ 抛出异常后我们可以在生成器函数中捕获异常；

□ 但是在catch语句中不能继续yield新的值了，但是可以在catch语句外使用yield继续中断函数的执行；

```
function* foo() {  
  console.log("函数开始执行~")  
  
  try {  
    yield "why"  
  } catch(err) {  
    console.log("内部捕获异常:", err)  
  }  
  
  yield 2222  
  
  console.log("函数结束执行~")  
}
```

```
const generator = foo()  
const result = generator.next()  
generator.throw("error message")  
  
console.log(generator.next())
```


生成器替代迭代器

- 我们发现生成器是一种特殊的迭代器，那么在某些情况下我们可以使用生成器来替代迭代器：

```
function* createArrayIterator(arr) {  
  for (const item of arr) {  
    yield item  
  }  
}  
  
const names = ["abc", "cba", "nba"]  
namesIterator = createArrayIterator(names)  
console.log(namesIterator.next())  
console.log(namesIterator.next())  
console.log(namesIterator.next())  
console.log(namesIterator.next())
```

```
function* createRangeIterator(start, end) {  
  for (let i = start; i < end; i++) {  
    yield i  
  }  
}  
  
const rangeIterator = createRangeIterator(10, 20)  
console.log(rangeIterator.next())  
console.log(rangeIterator.next())  
console.log(rangeIterator.next())  
console.log(rangeIterator.next())
```

- 事实上我们还可以使用yield*来生产一个可迭代对象：

- 这个时候相当于是一种yield的语法糖，只不过会依次迭代这个可迭代对象，每次迭代其中的一个值；

```
function* createArrayIterator(arr) {  
  yield* arr  
}
```

自定义类迭代 – 生成器实现

- 在之前的自定义类迭代中，我们也可以换成生成器：

```
class Classroom {  
  constructor(name, address, initialStudent) {  
    this.name = name  
    this.address = address  
    this.students = initialStudent || []  
  }  
  
  push(student) {  
    this.students.push(student)  
  }  
  
  *[Symbol.iterator]() {  
    yield* this.students  
  }  
}
```

对生成器的操作

- 既然生成器是一个迭代器，那么我们可以对其进行如下的操作：

```
const namesIterator1 = createArrayIterator(names)
for (const item of namesIterator1) {
  console.log(item)
}

const namesIterator2 = createArrayIterator(names)
const set = new Set(namesIterator2)
console.log(set)

const namesIterator3 = createArrayIterator(names)
Promise.all(namesIterator3).then(res => {
  console.log(res)
})
```

异步处理方案

■ 学完了我们前面的Promise、生成器等，我们目前来看一下异步代码的最终处理方案。

■ 需求：

- 我们需要向服务器发送网络请求获取数据，一共需要发送三次请求；
- 第二次的请求url依赖于第一次的结果；
- 第三次的请求url依赖于第二次的结果；
- 依次类推；

```
function requestData(url) {  
  return new Promise((resolve, reject) => {  
    setTimeout(() => {  
      resolve(url)  
    }, 2000);  
  })  
}
```

```
function getData() {  
  requestData("why").then(res1 => {  
    requestData(res1 + "aaa").then(res2 => {  
      requestData(res2 + "bbb").then(res3 => {  
        console.log("res3:", res3)  
      })  
    })  
  })  
}
```

```
function getData() {  
  requestData("why").then(res1 => {  
    return requestData(res1 + "aaa")  
  }).then(res2 => {  
    return requestData(res2 + "bbb")  
  }).then(res3 => {  
    console.log("res3:", res3)  
  })  
}
```

Generator方案

- 但是上面的代码其实看起来也是阅读性比较差的，有没有办法可以继续来对上面的代码进行优化呢？

```
function* getData() {  
  const res1 = yield requestData("why")  
  const res2 = yield requestData(res1 + "aaa")  
  const res3 = yield requestData(res2 + "bbb")  
  const res4 = yield requestData(res3 + "ccc")  
  console.log(res4)  
}
```

```
const generator = getData()  
generator.next().value.then(res => {  
  generator.next(res).value.then(res => {  
    generator.next(res).value.then(res => {  
      generator.next(res)  
    })  
  })  
})
```

自动执行generator函数

■ 目前我们的写法有两个问题：

- 第一，我们不能确定到底需要调用几层的Promise关系；
- 第二，如果还有其他需要这样执行的函数，我们应该如何操作呢？

■ 所以，我们可以封装一个工具函数execGenerator自动执行生成器函数：

```
function execGenerator(genFn) {  
  const generator = genFn()  
  function exec(res) {  
    const result = generator.next(res)  
    if (result.done) return result.value  
    result.value.then(res => {  
      exec(res)  
    })  
  }  
  exec()  
}
```