16 | 编排其实很简单：谈谈“控制器”模型

16 | 编排其实很简单：谈谈“控制器”模型

张磊 2018-09-28

07:50

讲述：张磊 大小：3.60M

你好，我是张磊。今天我和你分享的主题是：编排其实很简单之谈谈“控制器”模型。

在上一篇文章中，我和你详细介绍了 Pod 的用法，讲解了 Pod 这个 API 对象的各个字段。而接下来，我们就一起来看看“编排”这个 Kubernetes 项目最核心的功能吧。

实际上，你可能已经有所感悟：**Pod 这个看似复杂的 API 对象，实际上就是对容器的进一步抽象和封装而已。**

说得更形象些，“容器”镜像虽然好用，但是容器这样一个“沙盒”的概念，对于描述应用来说，还是太过简单了。这就好比，集装箱固然好用，但是如果它四面都光秃秃的，吊车还怎么把这个集装箱吊起来并摆放好呢？

所以，Pod 对象，其实就是容器的升级版。它对容器进行了组合，添加了更多的属性和字段。这就好比给集装箱四面安装了吊环，使得 Kubernetes 这架“吊车”，可以更轻松地操作它。

而 Kubernetes 操作这些“集装箱”的逻辑，都由控制器（Controller）完成。在前面的第 12 篇文章《牛刀小试：我的第一个容器化应用》中，我们曾经使用过 Deployment 这个最基本的控制器对象。

现在，我们一起来回顾一下这个名叫 nginx-deployment 的例子：

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
name: nginx-deployment
spec:
selector:
matchLabels:
app: nginx
replicas: 2
template:
metadata:
labels:
app: nginx
spec:
containers:
- name: nginx
image: nginx:1.7.9
ports:
- containerPort: 80
```

复制代码

这个 Deployment 定义的编排动作非常简单，即：确保携带了 app=nginx 标签的 Pod 的个数，永远等于 spec.replicas 指定的个数，即 2 个。

这就意味着，如果在这个集群中，携带 app=nginx 标签的 Pod 的个数大于 2 的时候，就会有旧的 Pod 被删除；反之，就会有新的 Pod 被创建。

这时，你也许就会好奇：究竟是 Kubernetes 项目中的哪个组件，在执行这些操作呢？

我在前面介绍 Kubernetes 架构的时候，曾经提到过一个叫作 kube-controller-manager 的组件。

实际上，这个组件，就是一系列控制器的集合。我们可以查看一下 Kubernetes 项目的 pkg/controller 目录：

```
$ cd kubernetes/pkg/controller/
$ ls -d */
deployment/ job/ podautoscaler/
cloud/ disruption/ namespace/
replicaset/ serviceaccount/ volume/
cronjob/ garbagecollector/ nodelifecycle/ replication/ statefulset/
daemon/
...
```

复制代码

这个目录下面的每一个控制器，都以独有的方式负责某种编排功能。而我们的 Deployment，正是这些控制器中的一种。

实际上，这些控制器之所以被统一放在 pkg/controller 目录下，就是因为它们都遵循 Kubernetes 项目中的一个通用编排模式，即：控制循环（control loop）。

比如，现在有一种待编排的对象 X，它有一个对应的控制器。那么，我就可以用一段 Go 语言风格的伪代码，为你描述这个**控制循环**：

```
for {
实际状态 := 获取集群中对象 X 的实际状态（Actual State）
期望状态 := 获取集群中对象 X 的期望状态（Desired State）
if 实际状态 == 期望状态{
什么都不做
} else {
执行编排动作，将实际状态调整为期望状态
}
```

```
    }
```

复制代码

在具体实现中，实际状态往往来自于 Kubernetes 集群本身。

比如，kubelet 通过心跳汇报的容器状态和节点状态，或者监控系统中保存的应用监控数据，或者控制器主动收集的它自己感兴趣的信息，这些都是常见的实际状态的来源。

而期望状态，一般来自于用户提交的 YAML 文件。

比如，Deployment 对象中 Replicas 字段的值。很明显，这些信息往往都保存在 Etcd 中。

接下来，以 Deployment 为例，我和你简单描述一下它对控制器模型的实现：

1. Deployment 控制器从 Etcd 中获取到所有携带了“app: nginx”标签的 Pod，然后统计它们的数量，这就是实际状态；
2. Deployment 对象的 Replicas 字段的值就是期望状态；
3. Deployment 控制器将两个状态做比较，然后根据比较结果，确定是创建 Pod，还是删除已有的 Pod（具体如何操作 Pod 对象，我会在下一篇文章详细介绍）。

可以看到，一个 Kubernetes 对象的主要编排逻辑，实际上是在第三步的“对比”阶段完成的。

这个操作，通常被叫作调谐（Reconcile）。这个调谐的过程，则被称作“Reconcile Loop”（调谐循环）或者“Sync Loop”（同步循环）。

所以，如果你以后在文档或者社区中碰到这些词，都不要担心，它们其实指的都是同一个东西：控制循环。

而调谐的最终结果，往往都是对被控制对象的某种写操作。

比如，增加 Pod，删除已有的 Pod，或者更新 Pod 的某个字段。**这也是 Kubernetes 项目“面向 API 对象编程”的一个直观体现。**

其实，像 Deployment 这种控制器的设计原理，就是我们前面提到过的，“用一种对象管理另一种对象”的“艺术”。

其中，这个控制器对象本身，负责定义被管理对象的期望状态。比如，Deployment 里的 replicas=2 这个字段。

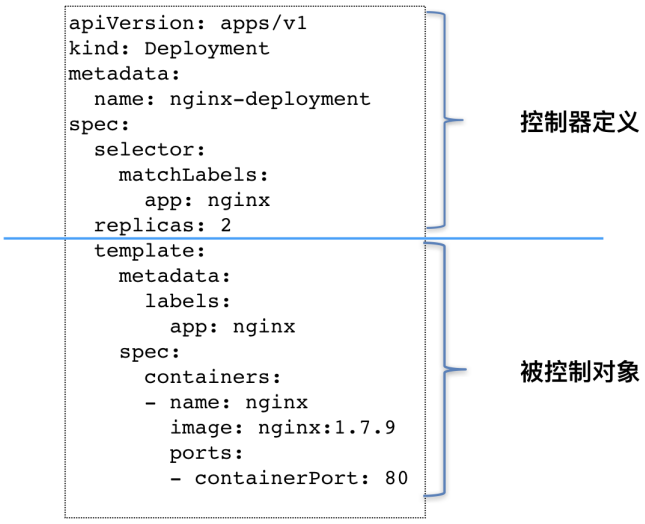
而被控制对象的定义，则来自于一个“模板”。比如，Deployment 里的 template 字段。

可以看到，Deployment 这个 template 字段里的内容，跟一个标准的 Pod 对象的 API 定义，丝毫不差。而所有被这个 Deployment 管理的 Pod 实例，其实都是根据这个 template 字段的内容创建出来的。

像 Deployment 定义的 template 字段，在 Kubernetes 项目中有一个专有的名字，叫作 PodTemplate（Pod 模板）。

这个概念非常重要，因为后面我要讲解到的大多数控制器，都会使用 PodTemplate 来统一定义它所要管理的 Pod。更有意思的是，我们还会看到其他类型的对象模板，比如 Volume 的模板。

至此，我们就可以对 Deployment 以及其他类似的控制器，做一个简单总结了：



如上图所示，**类似 Deployment 这样的一个控制器，实际上都是由上半部分的控制器定义（包括期望状态），加上下半部分的被控制对象的模板组成的。**

这就是为什么，在所有 API 对象的 Metadata 里，都有一个字段叫作 ownerReference，用于保存当前这个 API 对象的拥有者（Owner）的信息。

那么，对于我们这个 nginx-deployment 来说，它创建出来的 Pod 的 ownerReference 就是 nginx-deployment 吗？或者说，nginx-deployment 所直接控制的，就是 Pod 对象么？

这个问题的答案，我就留到下一篇文章时再做详细解释吧。

总结

在今天这篇文章中，我以 Deployment 为例，和你详细分享了 Kubernetes 项目如何通过一个称作“控制器模式”（controller pattern）的设计方法，来统一地实现对各种不同的对象或者资源进行的编排操作。

在后面的讲解中，我还会讲到很多不同类型的容器编排功能，比如 StatefulSet、DaemonSet 等等，它们无一例外地都有这样一个甚至多个控制器的存在，并遵循控制循环（control loop）的流程，完成各自的编排逻辑。

实际上，跟 Deployment 相似，这些控制循环最后的执行结果，要么就是创建、更新一些 Pod（或者其他的 API 对象、资源），要么就是删除一些已经存在的 Pod（或者其他的 API 对象、资源）。

但也正是在这个统一的编排框架下，不同的控制器可以在具体执行过程中，设计不同的业务逻辑，从而达到不同的编排效果。

这个实现思路，正是 Kubernetes 项目进行容器编排的核心原理。在此后讲解 Kubernetes 编排功能的文章中，我都会遵循这个逻辑展开，并且带你逐步领悟控制器模式在不同的容器化作业中的实现方式。

思考题

你能否说出，Kubernetes 使用的这个“控制器模式”，跟我们平常所说的“事件驱动”，有什么区别和联系吗？