阿里云
容器服务Kubernetes版

解决方案

文档版本：20190912

法律声明

阿里云提醒您在阅读或使用本文档之前仔细阅读、充分理解本法律声明各条款的内容。如果您阅读或使用本文档，您的阅读或使用行为将被视为对本声明全部内容的认可。

1. 您应当通过阿里云网站或阿里云提供的其他授权通道下载、获取本文档，且仅能用于自身的合法合规的业务活动。本文档的内容视为阿里云的保密信息，您应当严格遵守保密义务；未经阿里云事先书面同意，您不得向任何第三方披露本手册内容或提供给任何第三方使用。
2. 未经阿里云事先书面许可，任何单位、公司或个人不得擅自摘抄、翻译、复制本文档内容的部分或全部，不得以任何方式或途径进行传播和宣传。
3. 由于产品版本升级、调整或其他原因，本文档内容有可能变更。阿里云保留在没有任何通知或者提示下对本文档的内容进行修改的权利，并在阿里云授权通道中不时发布更新后的用户文档。您应当实时关注用户文档的版本变更并通过阿里云授权渠道下载、获取最新版的用户文档。
4. 本文档仅作为用户使用阿里云产品及服务的参考性指引，阿里云以产品及服务的”现状“、“有缺陷”和“当前功能”的状态提供本文档。阿里云在现有技术的基础上尽最大努力提供相应的介绍及操作指引，但阿里云在此明确声明对本文档内容的准确性、完整性、适用性、可靠性等不作任何明示或暗示的保证。任何单位、公司或个人因为下载、使用或信赖本文档而发生任何差错或经济损失的，阿里云不承担任何法律责任。在任何情况下，阿里云均不对任何间接性、后果性、惩戒性、偶然性、特殊性或刑罚性的损害，包括用户使用或信赖本文档而遭受的利润损失，承担责任（即使阿里云已被告知该等损失的可能性）。
5. 阿里云网站上所有内容，包括但不限于著作、产品、图片、档案、资讯、资料、网站架构、网站画面的安排、网页设计，均由阿里云和/或其关联公司依法拥有其知识产权，包括但不限于商标权、专利权、著作权、商业秘密等。非经阿里云和/或其关联公司书面同意，任何人不得擅自使用、修改、复制、公开传播、改变、散布、发行或公开发表阿里云网站、产品程序或内容。此外，未经阿里云事先书面同意，任何人不得为了任何营销、广告、促销或其他目的使用、公布或复制阿里云的名称（包括但不限于单独为或以组合形式包含”阿里云”、Aliyun”、“万网”等阿里云和/或其关联公司品牌，上述品牌的附属标志及图案或任何类似公司名称、商号、商标、产品或服务名称、域名、图案标示、标志、标识或通过特定描述使第三方能够识别阿里云和/或其关联公司）。
6. 如若发现本文档存在任何错误，请与阿里云取得直接联系。

通用约定

格式	说明	样例
	该类警示信息将导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 **禁止:** 重置操作将丢失用户配置数据。
	该类警示信息可能导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	 **警告:** 重启操作将导致业务中断，恢复业务所需时间约10分钟。
	用于补充说明、最佳实践、窍门等，不是用户必须了解的内容。	 **说明:** 您也可以通过按Ctrl + A选中全部文件。
>	多级菜单递进。	设置 > 网络 > 设置网络类型
粗体	表示按键、菜单、页面名称等UI元素。	单击 **确定**。
`courier 字体`	命令。	执行 `cd /d C:/windows` 命令，进入Windows系统文件夹。
*## *	表示参数、变量。	`bae log list --instanceid` *`Instance_ID`*
[]或者[a|b]	表示可选项，至多选择一个。	`ipconfig` *`[-all|-t]`*
{}或者{a|b}	表示必选项，至多选择一个。	`swich` *`{stand | slave}`*

目录

1 区块链解决方案

1.1 概述

阿里云容器服务区块链解决方案为基于 Hyperledger Fabric 区块链应用和解决方案的开发、测试提供了一种简便和灵活的通用型基础解决方案。

针对区块链配置部署所要求的专业技能较高、过程繁琐耗时且容易出错等问题，该解决方案为开发者提供了图形化的区块链网络配置向导，开发者只需填写关键配置参数，通过一键自动化配置部署功能，便可在数分钟内完成复杂的配置文件生成、以及在容器集群上创建基于 Hyperledger Fabric 的区块链网络。此外，为方便开发者使用区块链应用程序和区块链管理监控工具访问区块链网络，该解决方案提供了预生成的适配应用和工具的配置文件，方便开发者一键下载以提供给区块链应用和工具使用。

阿里云容器服务区块链解决方案具备以下特性：

- 标准：支持 Linux 基金会开源区块链技术 Hyperledger Fabric V1.4 主要功能，包括 Peer、CouchDB、Orderer、Kafka 和 ZooKeeper、CA 等标准区块链节点类型。
- 简便：图形化向导，简化区块链配置，屏蔽底层复杂的参数设置、工具调用、配置分发等过程，显著降低出错概率。同时支持内置部署Hyperledger Blockchain Explorer。
- 成熟：底层阿里云容器服务集群历经多年企业级大规模生产应用的检验，稳定可靠，并集成了云端应用的最佳实践和 Docker 技术研发的专业经验。
- 丰富：可无缝对接阿里云强大和丰富的企业级应用服务能力，例如存储、网络、路由、安全、镜像、日志、监控等等，为区块链上层应用提供全方位的支持。未来区块链解决方案将全面涵盖公共云、专有云、混合云等多种部署形态。

阿里云容器服务区块链解决方案目前为公开测试阶段，我们欢迎感兴趣的阿里云用户进行试用以及提供宝贵的意见和建议。我们将根据市场和客户的需求不断改进和丰富该解决方案，帮助开发者和合作伙伴打造出更多更好的业务创新应用和行业解决方案。

1.2 版本历史和升级注意事项

本文档记录了阿里云容器服务区块链解决方案的版本历史和对应的功能变更，以及升级过程中的注意事项。版本号为应用目录中区块链解决方案ack-hyperledger-fabric的chart版本号。

版本历史

版本 0.2.3

- Hyperledger Fabric 升级到1.4.0
- Explorer 升级到0.3.8

版本 0.2.2

- 提升NAS文件系统挂载方式的高可用性

> 说明:
> 从此版本开始，需在每次创建区块链网络时输入NAS挂载地址，不再需要在环境准备环节将NAS挂载到ECS。

- 提升区块链节点部署的高可用性
- 区块链日志级别可参数化配置
- 提升数据清理、Explorer启动、Chaincode执行超时等方面的稳定性
- 统一部分Pod的命名规范

版本 0.2.1

- Chart更名为ack-hyperledger-fabric
- Bug修复

版本 0.2.0

- 支持Hyperledger Fabric 1.1.0
  - 支持Node.js类型的chaincode功能以及相关示例
  - 支持chaincode级别的账本数据加密功能以及相关示例
  - 支持connection profile
  - 代码级别优化以进一步提升性能和水平扩展性
  - 其他1.1.0新功能的支持
- 集成阿里云日志服务
- 内置部署Hyperledger Blockchain Explorer
- 支持阿里云神龙弹性裸金属实例
- 优化区块链网络删除过程的数据目录清理

版本 0.1.0

- 支持在阿里云容器服务Kubernetes集群上部署Hyperledger Fabric 1.0.0

升级注意事项

- 从容器服务控制台应用目录界面安装的区块链解决方案为当前最新版本

- 对于使用命令行 `helm install` 安装的方式，因为helm repo在本地可能有老版本的缓存（如过去曾经安装过区块链解决方案），所以可以通过以下命令查看当前版本：

```
helm search hyperledger
```

如需更新本地repo缓存，可运行以下命令，以获得最新版的区块链解决方案：

```
helm repo update
```

1.3 快速开始

本文档提供了从零开始实现区块链部署的快速入门指南，其中大部分设置均采用默认值或者示例值。如需了解更全面的配置方式，请参阅后续章节的详细介绍。

限制条件

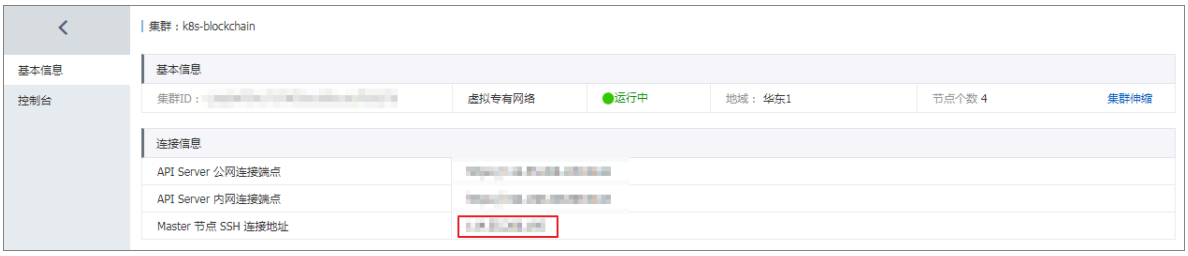
- 需要注册账号，开通容器服务，用户账户需有 100 元的余额并通过实名认证，否则无法创建按量付费的 ECS 实例和负载均衡。
- 容器集群和 NAS 文件系统必须位于相同的地域，请确保所选地域能同时支持 kubernetes 集群模式和 NAS 文件系统（取两者交集）。关于 NAS 文件系统支持地域列表请参见 产品与服务 > 文件存储 > NAS > 文件系统列表。
- 文件系统的使用方式仅适用于区块链相关应用和解决方案的开发、测试阶段，如需在生产环境部署，请联系我们进一步探讨具体的业务和技术需求，以共同决定最适合的方式。

步骤 1 创建 Kubernetes 集群

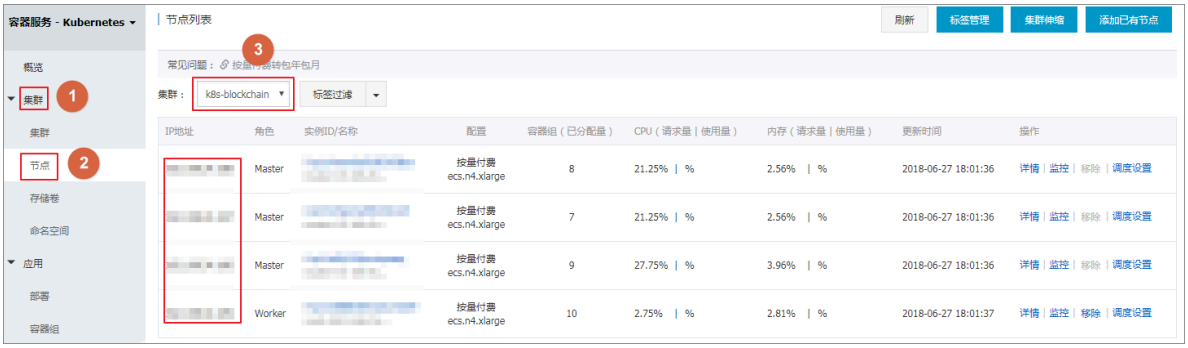
1. 登录 容器服务控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航中的 集群，再单击右上角的 创建 Kubernetes 集群。

3. 设置集群的基本信息。本示例相关配置如下：
   - 输入集群名称，例如：k8s-blockchain。
   - 地域：选择 华东1。
   - 可用区：选择 华东1可用区A。
   - 网络类型：单击 专有网络。如没有现成的 VPC 专有网络，则单击 自动创建。
   - 设置 登录密码 和 确认密码。
   - 设置实例规格和数量。区块链网络部署需要占用较多资源，推荐使用默认配置。
   - SSH登录：勾选 开放公网SSH登录。
   - 最后单击 创建集群。等待集群创建完成（约需要数分钟）。
4. 返回集群列表页面， 选择刚创建的 k8s-blockchain 集群，单击 管理 。

5. 在集群的基本信息页面，记录 Master 节点 SSH 连接地址 （此为公网地址）。



6. 在节点列表页面， 记录当前集群对应的节点（Master 和 Worker）的 IP 地址 （此为内网地址）。



步骤 2 为 Worker 节点绑定弹性公网 IP

1. 登录 IP 管理控制台。
2. 在左侧导航栏，单击 弹性公网 IP，然后单击右上角的 申请弹性公网IP。

3. 选择 k8s-blockchain 集群所在地域，对于其他设置，根据需要自行选择，然后单击 立即购买。
4. 开通完成后，等上述购买的 IP 实例出现在列表后，单击 绑定。

5. 在 ECS 实例下拉列表中，选择一个 worker 节点（名称是以 node 结尾的实例），单击 确定。
6. 完成绑定后，回到弹性公网 IP 列表，记录上述新建实例的 IP 地址。

步骤 3 创建文件系统和添加挂载点

1. 登录 文件存储 NAS 控制台。
2. 在页面顶部地域列表中，单击 华东1。单击右上角的 创建文件系统。

3. 在弹出的 创建文件系统 对话框进行配置。

- 地域：选择 华东1。选择与容器集群相同的地域。
- 存储类型：本示例选择 容量型。
- 协议类型：选择 NFS。
- 可用区：选择 华东1可用区B。同一地域不同可用区可以互通。
- 单击 确定。

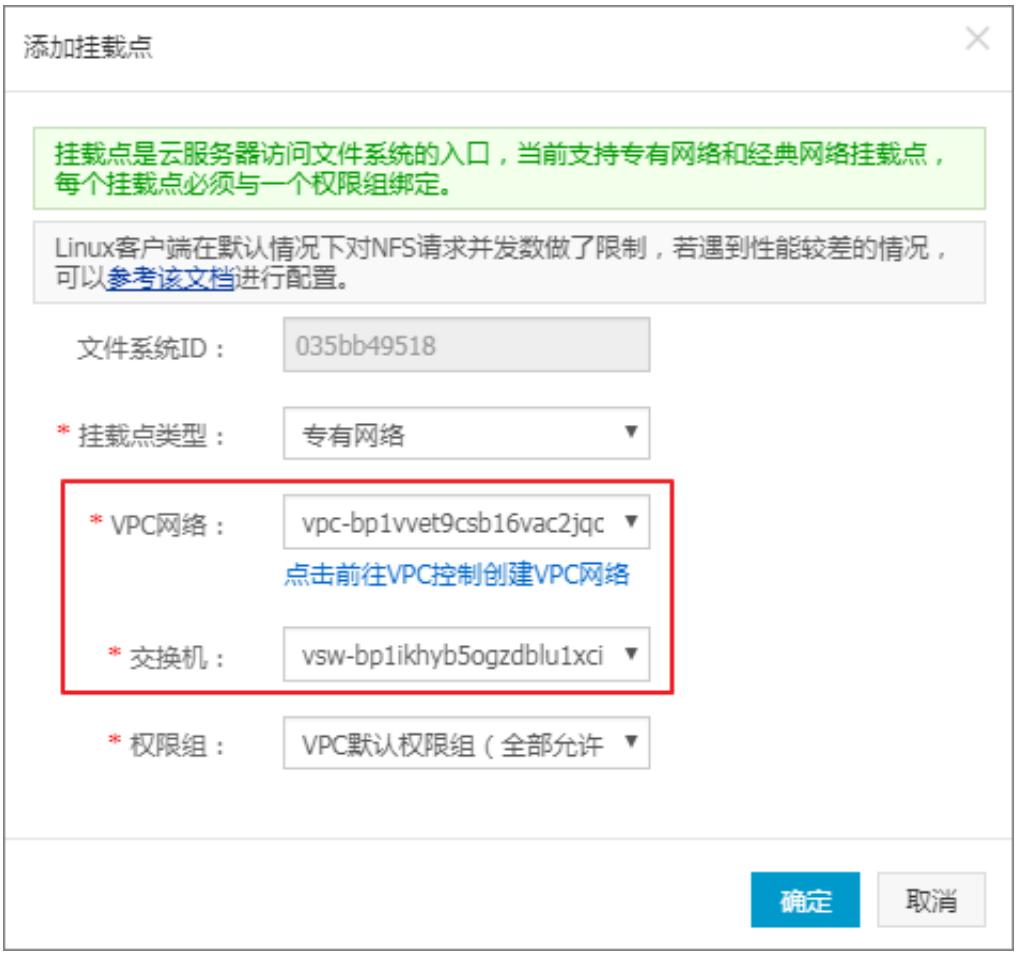
4. 单击 点击前往。

5. 配置 NAS 存储包。

- 存储类型：本示例选择 容量型。
- 购买时长：本示例选择1个月，请根据实际需要选择。
- 单击 立即购买。

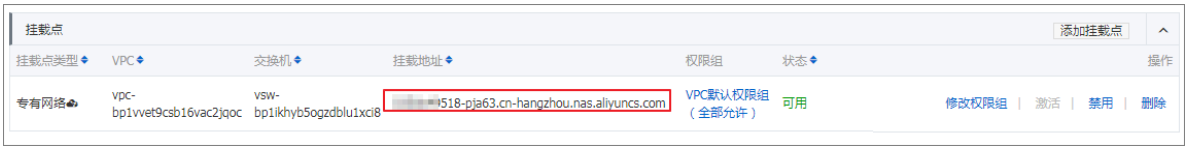
6. 如果在创建 Kubernetes 集群的时候，选择的是 使用已有 专有网络，请忽略本步骤，继续下一步；如果在创建 Kubernetes 集群的时候，选择的是 自动创建 专有网络，请前往 VPC控制台，将 VPC 网络名称修改为容易识别的标志，例如，blockchain_huadong1。

7. 在新创建的文件系统的操作列表中，单击 添加挂载点。在弹出的 添加挂载点 对话框中进行配置。



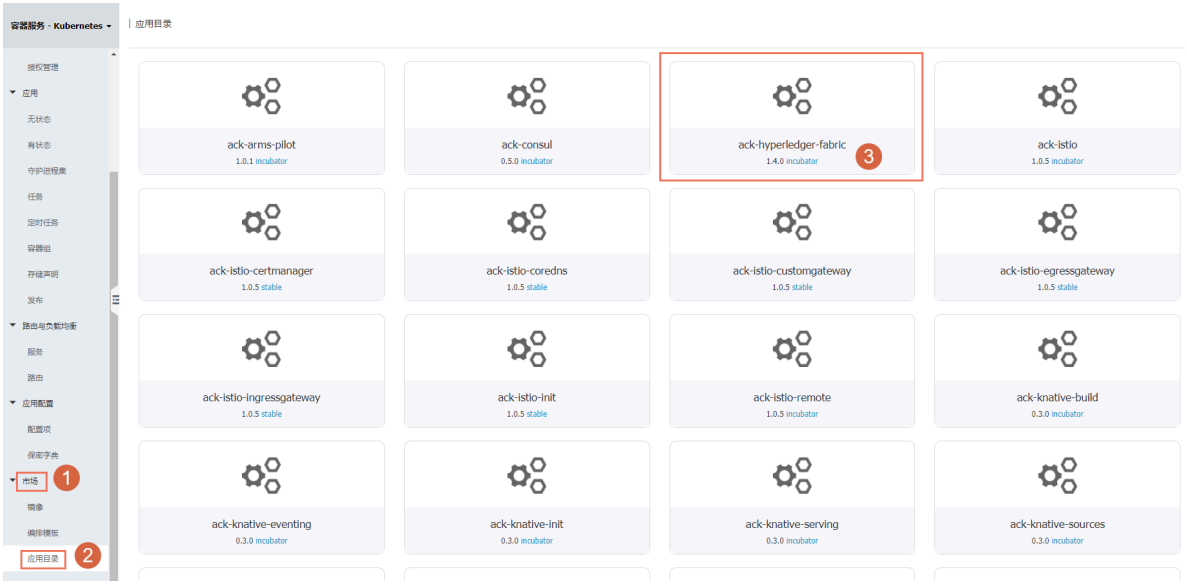
- 挂载点类型：选择 专有网络。
- VPC网络：选择在创建容器集群环节的 VPC 网络。
- 交换机：选择在创建容器集群环节的 虚拟交换机。
- 权限组：选择 VPC 默认权限组。
- 单击 确定。

8. 在文件系统的操作列表中，单击 管理。在文件系统详情页面记录 挂载地址。

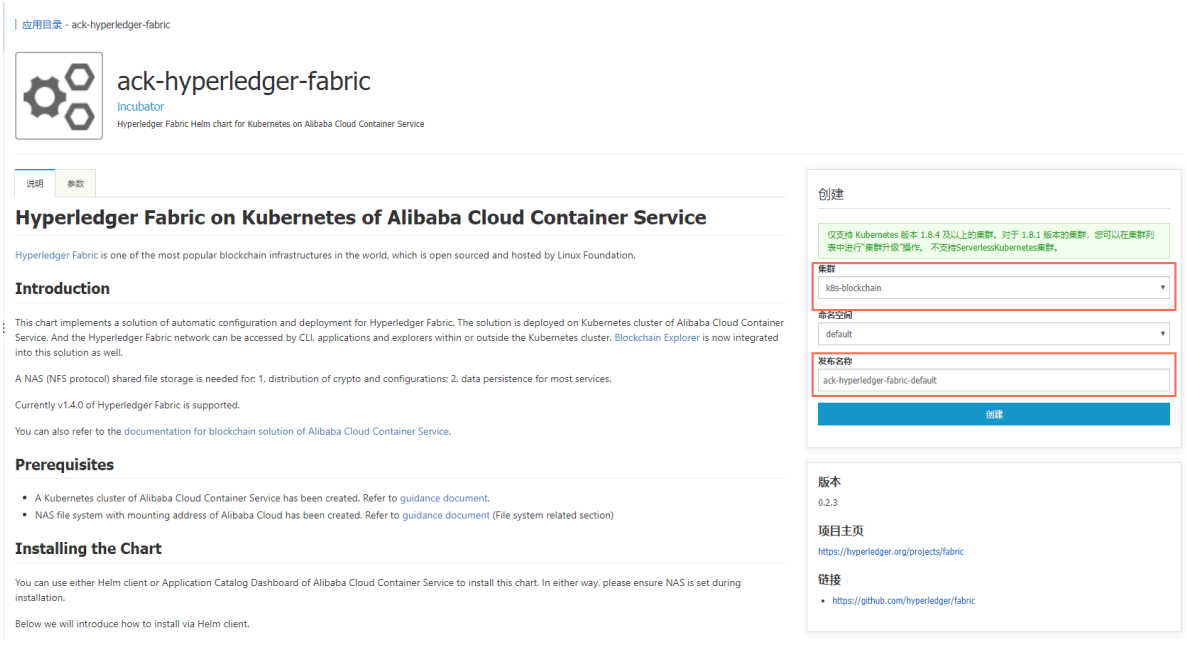


步骤 4 配置部署区块链网络

1. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航中的市场 > 应用目录。在右侧列表区域找到 ack-hyperledger-fabric，并单击该区域。

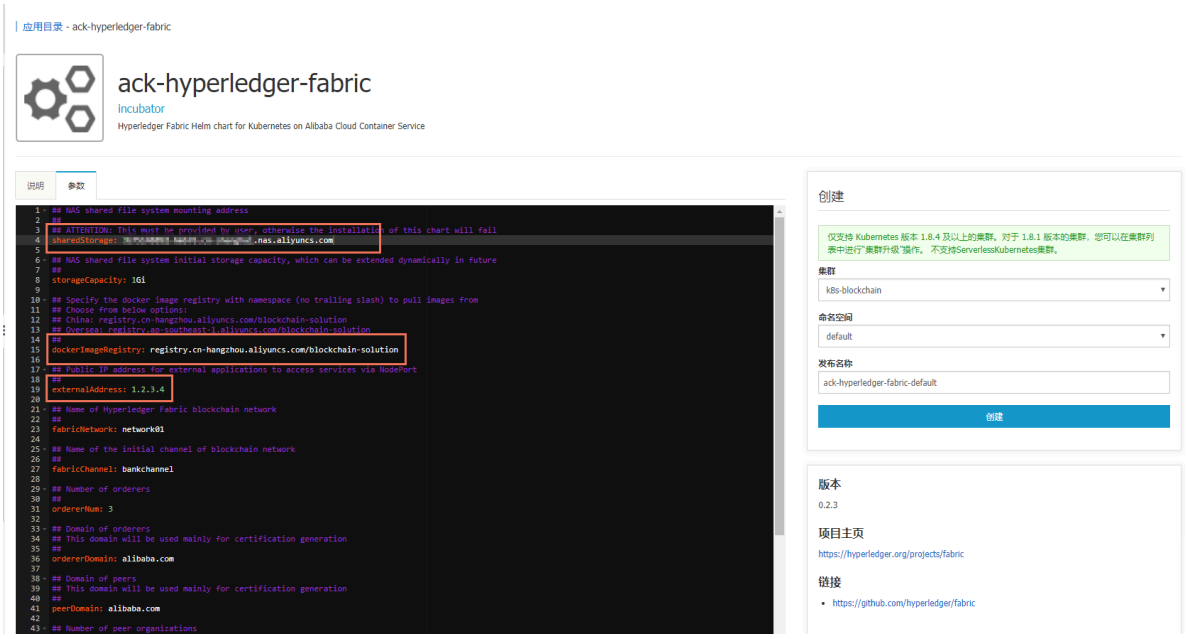


2. 在 ack-hyperledger-fabric 应用界面右侧区域，选择部署集群，并填写发布名称。



3. 单击 参数 标签，查看或者修改相关部署参数。

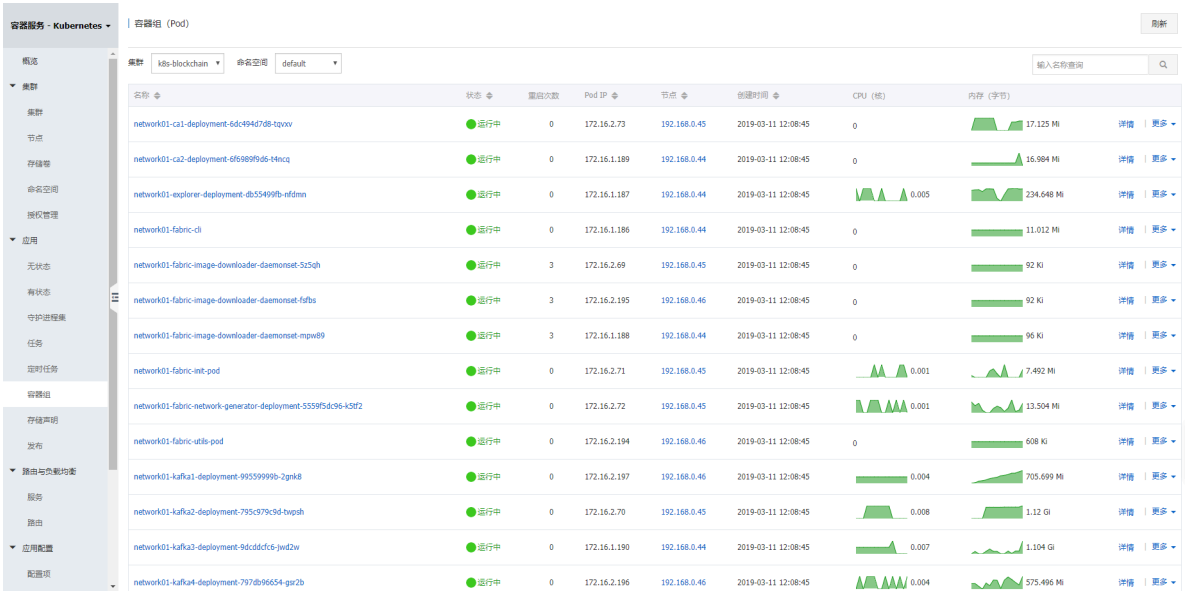
   - sharedStorage： 输入步骤3创建文件系统和添加挂载点中记录的NAS文件系统挂载地址（必填，否则将部署失败）。
   - dockerImageRegistry：根据部署所在区域（中国或海外），从注释中的可选项中选择对应的容器镜像仓库地址填入。
   - externalAddress： 输入上文 Worker 节点绑定的弹性公网 IP，用于生成connection profile。



4. 单击 创建。

> **说明:**
> 如参数中的sharedStorage未作配置，部署过程将会报spec.nfs.server: Required value的错误。出现此错误后，需要先删除对应的发布名称，然后填写sharedStorage参数值，并重新部署。

5. 进入部署集群的控制台界面，查看区块链网络相关 pods 的状态，直到全部变为 Running。



容器控制台的 Kubernetes 服务也支持通过 helm 部署区块链网络，具体请参见#unique_7。

步骤 5 用 CLI 测试区块链网络

1. 在 Kubernetes 集群的 master 节点上，执行以下命令进入 CLI 容器。

```
kubectl exec -it <fabricNetwork>-fabric-cli bash
```

2. 执行以下命令开始 CLI 测试。

```
./cli-test.sh
```

3. 测试过程中，按任意键继续下一步。
4. 如测试过程中没有任何错误，并且最后出现如下字样，说明测试已经成功完成。

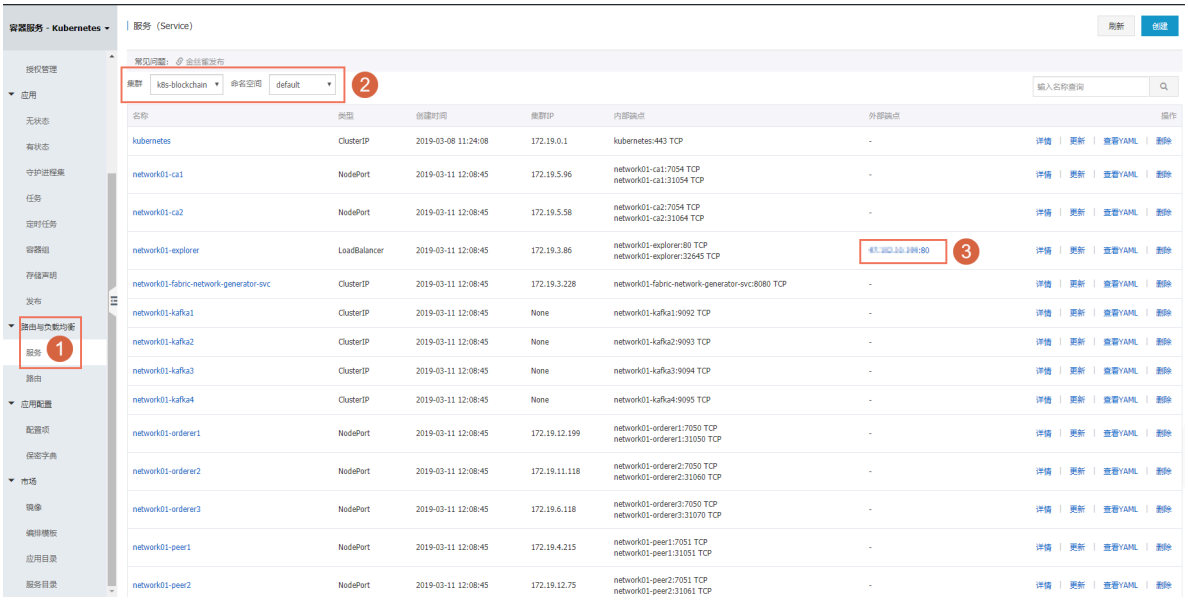
```
  ===================== Query on PEER4 on channel 'bankchannel' is
successful =====================
  Press any key to continue...
  ===================== All GOOD, End-2-End execution completed
 =====================
```

步骤 6 访问区块链浏览器

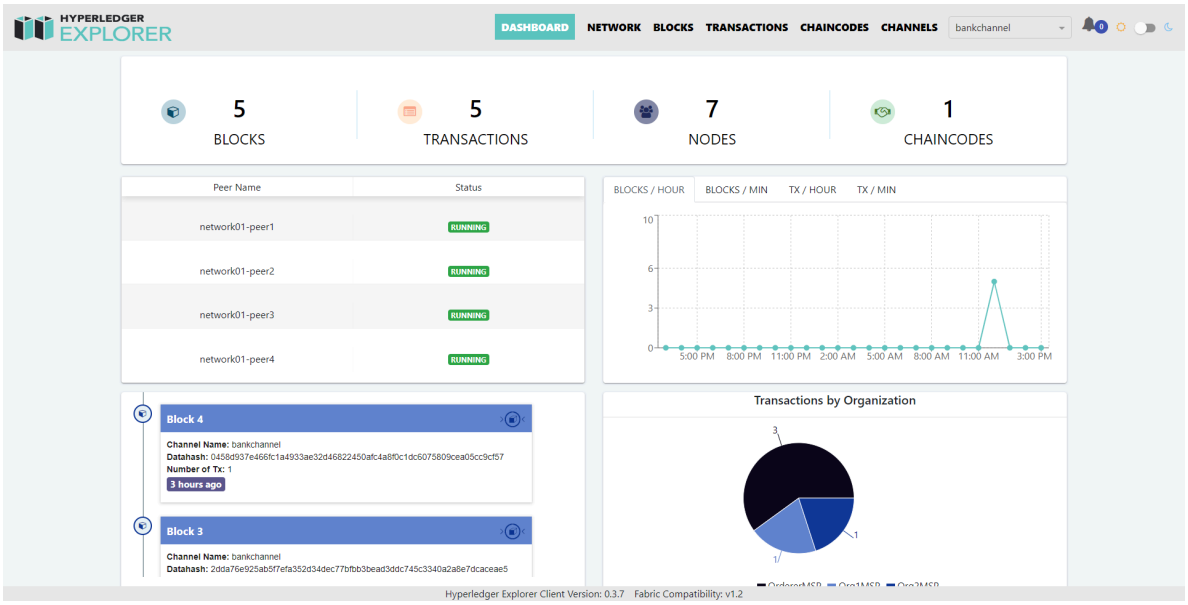
1. 登录 容器服务控制台。

2. 在Kubernetes菜单下，单击左侧导航栏中的应用 > 服务，选择所需的集群和命名空间，找到<网络名称>-explorer服务并访问其外部端点。

   您也可在 Kubernetes 集群的 master 节点上运行 `kubectl get svc` 命令，或者登录容器服务控制台，进入 kubernetes 集群的控制台，单击左侧导航栏中的 服务，然后查看 <网络名称>-explorer 服务的 EXTERNAL-IP（外部端点）。

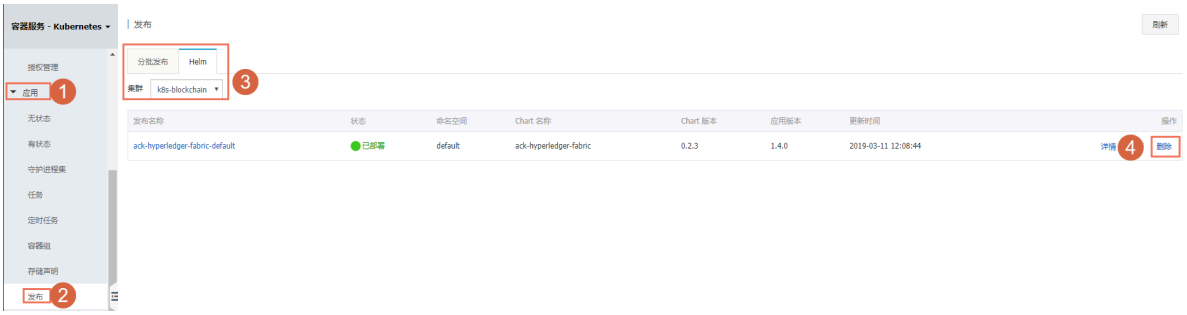


3. 在网络浏览器中访问上述 EXTERNAL-IP（外部端点）。



步骤 7 删除区块链网络

1. 在 Kubernetes 菜单下，在左侧导航栏单击应用 > Helm，选择区块链网络对应的发布名称，单击删除。



2. 在弹出的 删除应用 对话窗口，单击确定。

至此我们便完成了环境准备、区块链配置部署、测试区块链、删除区块链的一系列基本操作。对于后续的开发测试，可以复用区块链配置部署、测试区块链、删除区块链的步骤；或者根据实际需要、按照产品文档的指引，进一步定制区块链网络环境。

1.4 环境准备

在开始使用阿里云容器服务区块链解决方案之前，我们需要先完成相应的环境准备工作，主要包括：

- 创建 Kubernetes 集群
- 给 worker 节点绑定弹性公网 IP
- 创建文件系统和添加挂载点

本文档将对相关准备过程进行说明。

创建 Kubernetes 集群

区块链解决方案是基于云服务器 ECS 所构建的 Kubernetes 集群进行部署的。有关如何创建 Kubernetes 集群，请按照#unique_9文档说明进行操作。在创建 Kubernetes 集群过程中，请进行以下配置，以确保区块链解决方案的成功部署：

- 地域：Kubernetes 集群和 NAS 文件系统必须位于相同的地域。关于NAS文件系统支持地域列表请参见 产品与服务 > 文件存储 > NAS > 文件系统列表。
- 网络类型：选择专有网络。
- SSH登录：为方便管理，可勾选 开放公网SSH登录。
- 节点配置：推荐采用默认设置（如3台 Master 和3台 Worker），或根据需要自行设置。因为区块链网络部署的软件、服务、容器数量较多，请确保集群资源满足需要。

提交创建集群后，将需要一定的时间（如数分钟，取决于 ECS 实例数量）完成 Kubernetes 集群包括云服务器 ECS 的创建。

Kubernetes 集群创建完成后，在集群列表中，单击对应集群的 管理，在 基本信息 > 连接信息 中，记录 Master 节点 SSH 连接地址的 IP （此为公网地址），接下来将作为外部访问地址（externalAddress）使用。

此外，单击 Kubernetes > 节点，进入节点列表，记录当前集群对应的节点（Master 和 Worker）的 IP 地址 （此为内网地址），留待后续步骤使用。

为 worker 节点绑定弹性公网 IP

此部分主要是为从集群外访问区块链网络所进行的先决条件配置，为 Kubernetes 集群的任一 worker 节点创建并绑定弹性公网 IP。

操作步骤

1. 登录 IP 管理控制台。
2. 在左侧导航栏，单击 弹性公网IP。
3. 单击 申请弹性公网IP。

4. 选择与 Kubernetes 集群相同的地域，对于其他设置，根据需要自行选择，然后单击 立即购买。
5. 开通完成之后，稍等片刻，等上述购买的示例出现在列表中，单击 绑定。
6. 在 ECS 实例下拉列表中，选择一个 worker 节点（名称是以 node 结尾，而不是 master 结尾），单击 确定。

7. 返回弹性公网 IP 列表，记录上述新创建实例的 IP 地址。

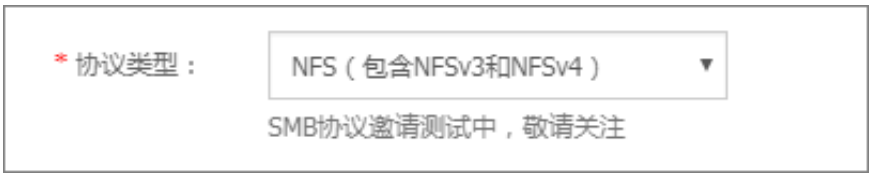
创建文件系统和添加挂载点

在区块链解决方案中，文件系统主要用于：存储和分发区块链的证书、密钥、配置；区块链主要节点的数据持久化存储。

> **说明:**
> 以上文件系统的使用方式仅适用于区块链相关应用和解决方案的开发、测试阶段，如需在生产环境部署，请联系我们进一步探讨具体的业务和技术需求，以共同决定最适合的方式。

有关如何创建文件系统，请按照 创建文件系统 文档说明进行操作。在创建文件系统的过程中，请务必选择以下关键配置，确保区块链解决方案的成功部署。

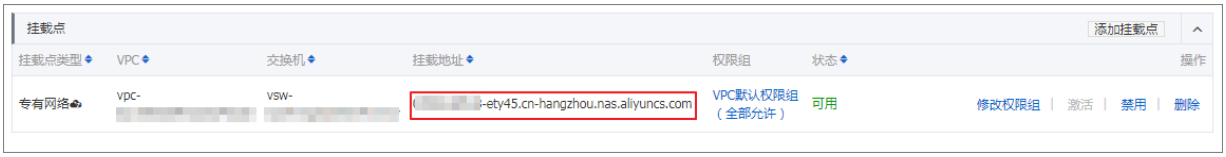
- 地域：选择与容器集群相同的地域。
- 协议类型：选择 NFS 协议类型。



有关如何添加挂载点，请按照 添加挂载点 文档说明中的 “添加 VPC 类型挂载点”章节进行操作。

完成添加挂载点后，选择文件系统的 管理 选项。

然后记录挂载点的挂载地址。



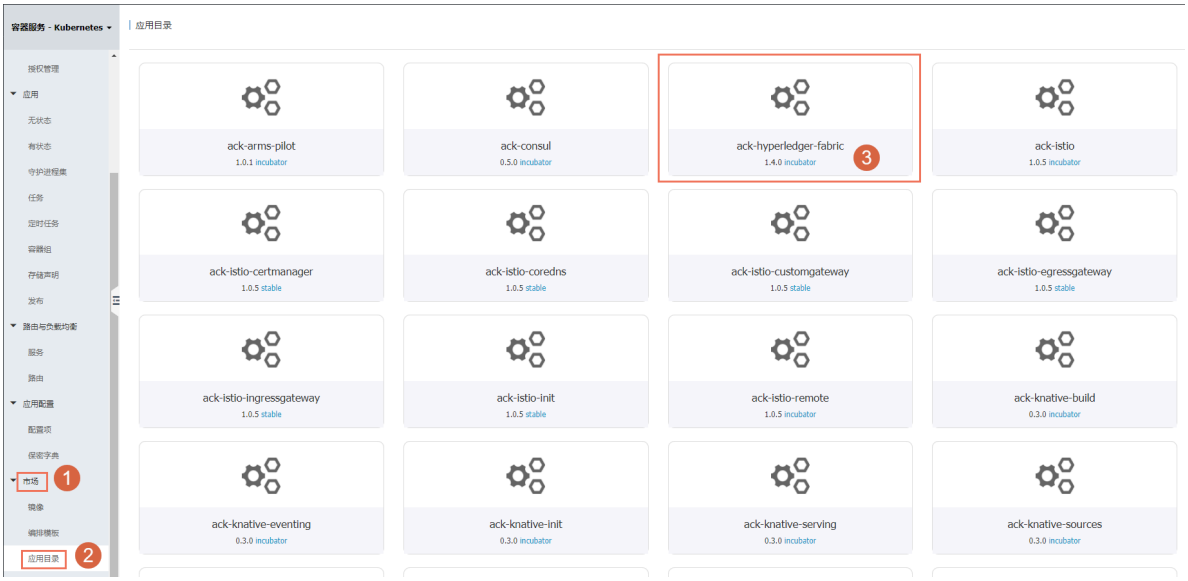
1.5 访问区块链解决方案主页

阿里云容器服务的区块链解决方案以 Helm chart 的形式发布在容器服务 Kubernetes 的应用目录中。您可以通过以下方式查看区块链解决方案的介绍和配置参数等信息。

操作步骤

1. 登录 容器服务管理控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航栏中的 应用目录。

3. 在应用列表中，单击 ack-hyperledger-fabric。



4. 进入 ack-hyperledger-fabric 详情页，可查看区块链解决方案的介绍、部署条件、部署命令、测试命令、调试命令和配置参数等信息。

1.6 配置部署区块链

在完成环境准备工作之后，我们接下来可以开始区块链网络的配置和部署。区块链网络是基于 Hyperledger Fabric，由以下几种标准类型节点所组成的一套区块链运行环境。

- Orderer：用于将区块链的交易组合成一个个区块。从可扩展性角度考虑，区块链解决方案采用 Kafka 类型的 Orderer 服务。
- Kafka 和 ZooKeeper： 以集群形式为 Orderer 提供底层服务。
- Peer：用于保存和维护账本、创建运行 chaincode 容器、为交易进行背书等等。从高可用性角度考虑，区块链解决方案为每一个组织（organization）创建 2 个 Peer 节点。
- CouchDB：用于保存 Peer 的状态数据库（State Database)。区块链解决方案为每一个 Peer 创建一个 CouchDB。
- CA：用于为应用提供 PKI 证书服务。区块链解决方案为每一个组织（organization）创建一个 CA 节点。

更多详细介绍可参考Hyperledger Fabric官方文档。

为满足企业级应用的需求，区块链解决方案为主要节点提供了数据持久化存储，使用的是在#unique_12环节中所创建的共享文件系统。

区块链网络部署运行于阿里云容器服务 Kubernetes 集群之上。用户可选择在同一个 Kubernetes 集群里部署多套区块链网络（用 namespace 隔离），也可以在每一个 Kubernetes 集群里部署一套区块链网络。

区块链网络的配置部署支持两种方式：图形化界面和 Helm 命令行。下面将对这两种方式进行介绍。

说明:

目前暂不支持在已有区块链网络上动态增加新的 organization 或 peer。因此若您想变更区块链网络的配置，需要删除原有区块链网络重新创建。

配置参数说明

区块链解决方案为大部分字段均提供了默认值，以降低用户配置的复杂度。如需对区块链进行定制，可参考以下字段说明进行参数设置。

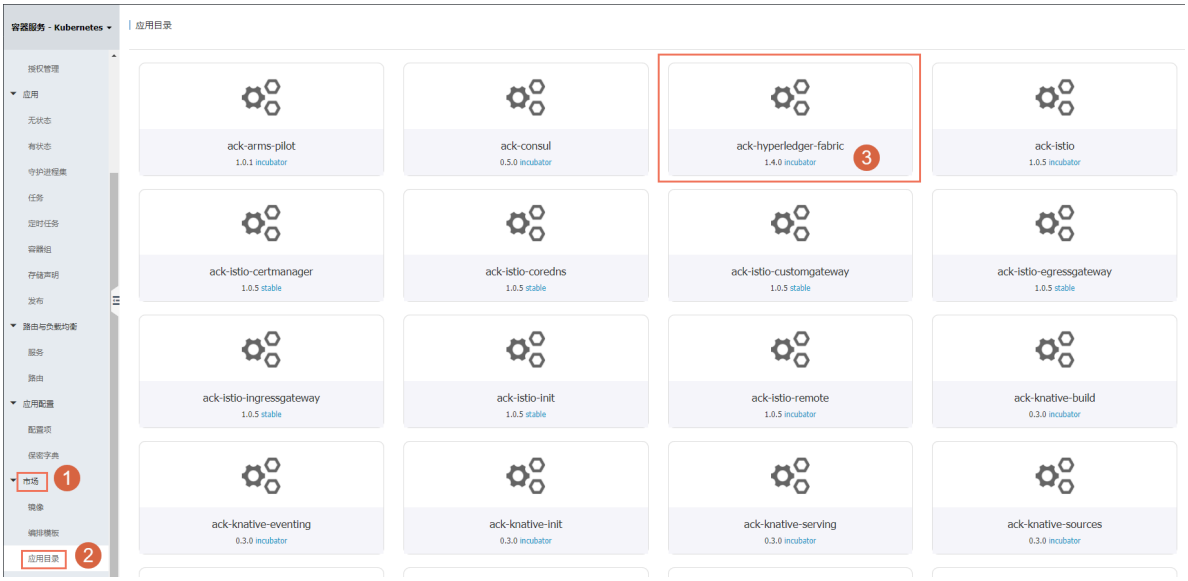
参数项	说明
sharedStorage	NAS文件系统的挂载地址。创建区块链网络必须提供的参数，否则将导致创建失败
storageCapacity	Kubernetes中对NAS的Persistent Volume Claim(PVC)的初始大小，NAS支持动态扩容。默认值：1Gi
dockerImageRegistry	Docker 镜像仓库 URL：区块链解决方案的镜像仓库。请根据 Kubernetes 集群所在区域选择对应的镜像仓库。 · 国内区域: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/blockchain-solution · 海外区域: registry.ap-southeast-1.aliyuncs.com/blockchain-solution
fabricNetwork	区块链网络名称（必填项）：区块链网络会作为容器服务的一个应用部署，此区块链网络名称即为应用名称。请避免使用与已部署应用相同的名称。此外区块链网络名称也会在共享文件系统中作为保存配置和数据的根目录名称。
fabricChannel	区块链网络通道名称：即 Hyperledger Fabric 的 channel 名称，区块链解决方案将在部署时自动创建指定名称的通道。
externalAddress	外部访问地址（必填项）：如用户希望利用部署于容器集群之外的应用程序或管理监控工具访问区块链网络，则需要提供所在 Kubernetes 集群的一个节点的公网地址或者 Kubernetes 集群的负载均衡的公网地址作为外部访问地址。相关配置方法可参考#unique_12/unique_12_Connect_42_section_ph2_355_vdb。

参数项	说明
ordererDomain	Orderer 域：即 Hyperledger Fabric 中 orderer 的 domain，可根据实际需要指定。
ordererNum	Orderer 数量：使用 Kafka 类型（非 Solo 类型）的 orderer 服务。指定希望部署的 orderer 节点数量。如需更改ordererNum，请确保同时修改ordererExternalPortList，以保证节点数量和外部端口数量一致，否则将导致区块链部署失败。
peerDomain	Peer域：即 Hyperledger Fabric 中 peer 的 domain，可根据实际需要指定。
orgNum	组织数量：即 Hyperledger Fabric 中 organization 的数量，区块链解决方案为每一个组织创建两个 peer，以保证高可用性以及业务扩展的需求。可根据实际需要指定组织的数量，实际部署的 peer 节点数量=组织数量 x 2。如需更改orgNum组织数量，请确保同时修改peerExternalGrpcPortList、caExternalPortList，以保证节点数量和外部端口数量一致，否则将导致区块链部署失败。
ordererExternalPortList	Orderer 外部端口列表：如希望使用集群外部的应用访问 orderer 服务，可指定 orderer 节点所使用的外部端口或者使用默认端口。请注意避免不同区块链网络之间占用相同端口可能导致的区块链部署失败。同时请保证列表中端口的数量要与 ordererNum 数量保持一致，否则也将导致区块链部署失败。
caExternalPortList	CA 外部端口列表：如希望使用集群外部的应用访问CA服务，可指定 CA 节点所使用的外部端口或者使用默认端口。请注意避免不同区块链网络之间占用相同端口可能导致的区块链部署失败。同时请保证列表中端口的数量要与 orgNum 数量保持一致，否则也将导致区块链部署失败。
peerExternalGrpcPortList	Peer gRPC 外部端口列表：如希望使用集群外部的应用访问 peer 服务（默认基于 gRPC 协议），可指定 peer 节点所使用的外部端口或者使用默认端口。请注意避免不同区块链网络之间占用相同端口可能导致的区块链部署失败。同时请保证列表中端口的数量要与(orgNum x 2)数量保持一致，否则也将导致区块链部署失败。

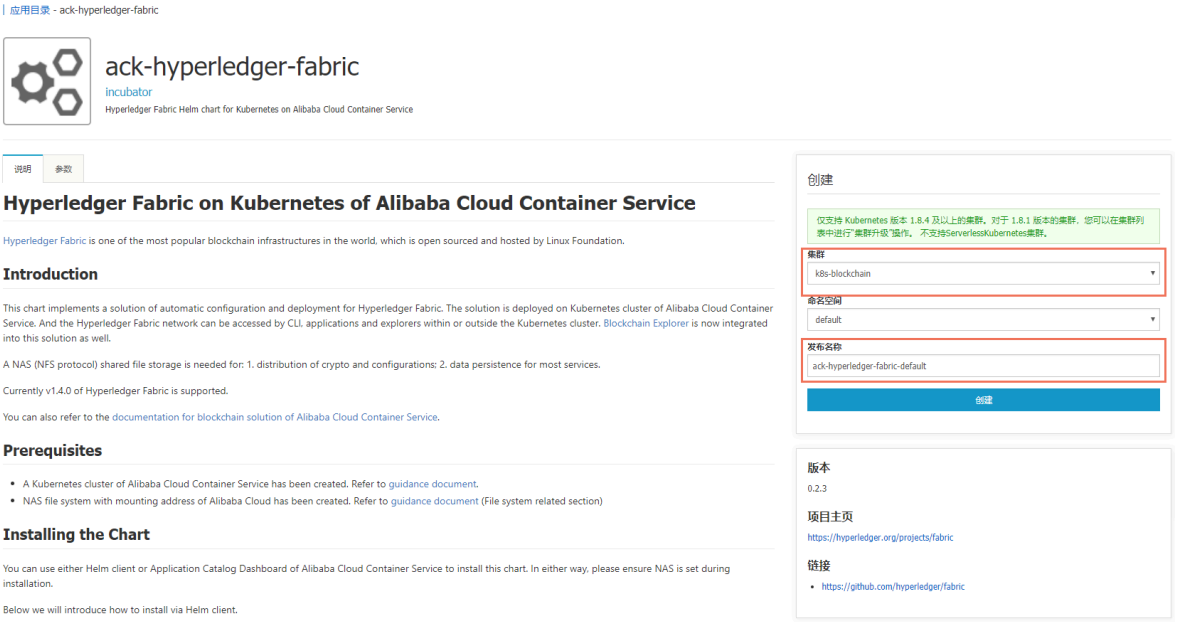
参数项	说明
imagePullPolicy	镜像拉取策略： 此为 Kubernetes 参数，一般用于开发测试目的。
hyperledgerFabricVersion	Hyperledger Fabric 版本号： 目前支持 1.4.0，无需设置。
thirdPartyImageVersion	Hyperledger Fabric 包含的第三方软件（如CouchDB、Kafka、ZooKeeper等）镜像的版本号： 目前支持 0.4.14（与Hyperledger Fabric 1.4.0 对应），无需设置。
explorer.enabled	是否自动部署Hyperledger Explorer。在部署过程中同时会创建负载均衡实例，并通过80端口提供基于Web UI的区块链浏览器功能。默认为true。
logService.enabled	是否开启对阿里云日志服务的支持。默认为false。关于阿里云日志服务的详情可参考#unique_13。
logService.region	如开启对阿里云日志服务的支持，则指定日志服务项目所在的地域。请根据实际地域指定。关于阿里云日志服务的详情可参考#unique_13。
logService.userID	如开启对阿里云日志服务的支持，则指定阿里云主账号的用户ID。关于阿里云日志服务的详情可参考#unique_13。
logService.machineGroup	如开启对阿里云日志服务的支持，则指定日志服务项目的机器组。关于阿里云日志服务的详情可参考 #unique_13。
logLevel	Hyperledger Fabric不同类型节点（Peer, Orderer, CouchDB)的日志级别。可选值为：CRITICAL | ERROR | WARNING | NOTICE | INFO | DEBUG；默认值：INFO

使用控制台界面部署区块链

1. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航中的 应用目录，在右侧列表区域找到并单击 ack-hyperledger-fabric。

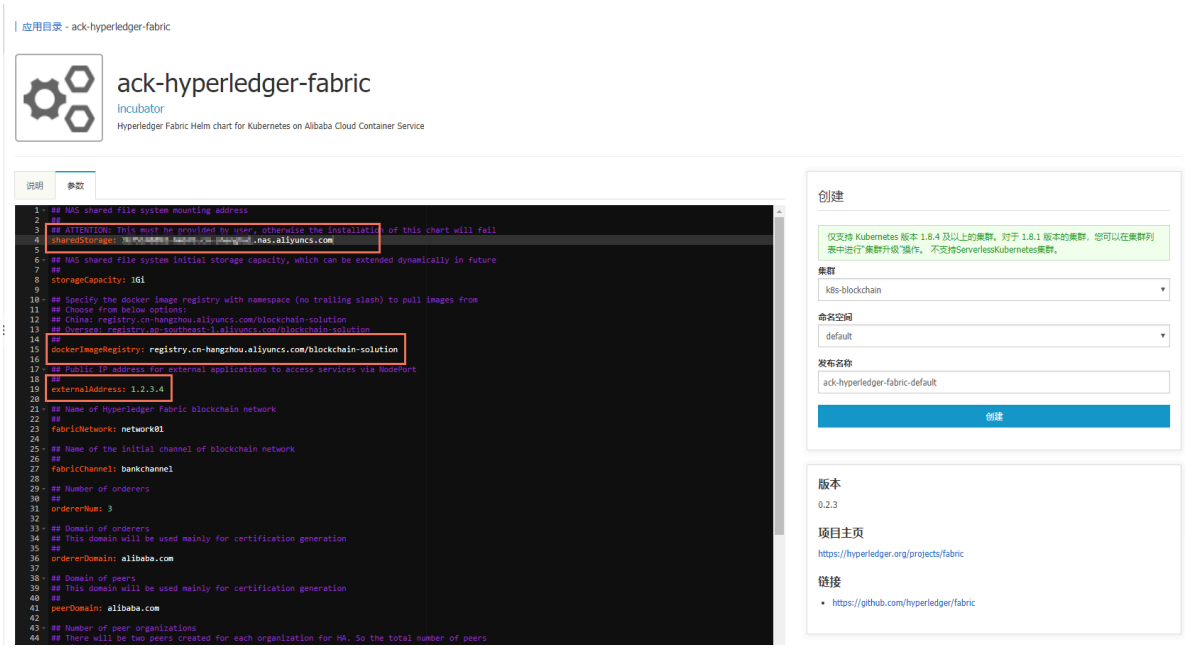


2. 在 ack-hyperledger-fabric 应用界面右侧区域，选择部署 集群，并填写 发布名称。



3. 单击 参数 标签，可以查看或者修改相关部署参数。

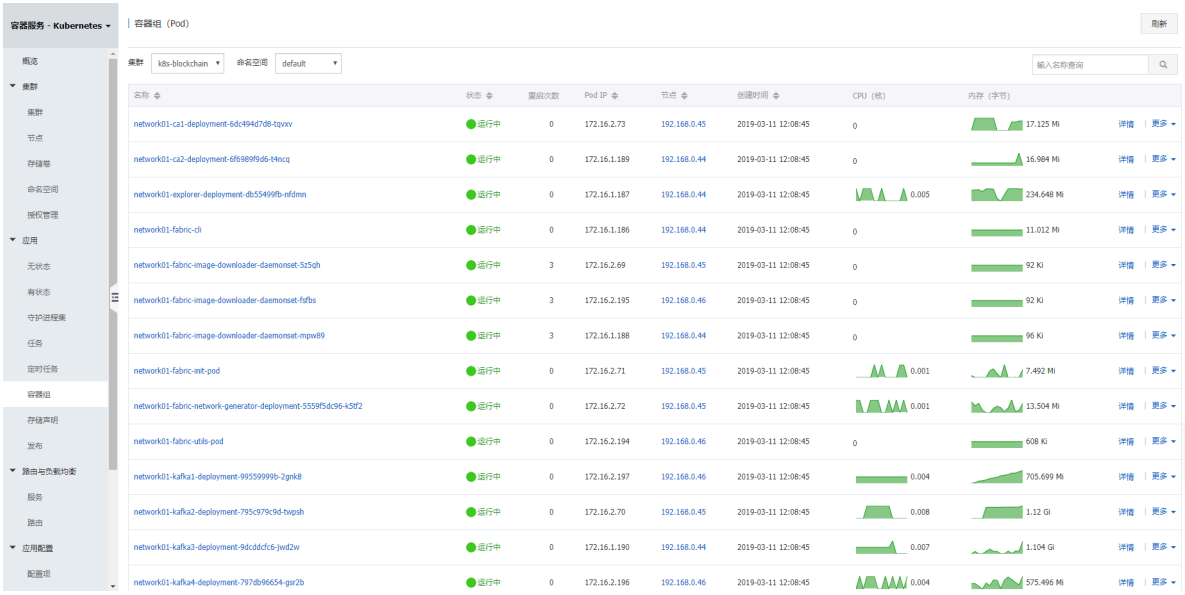
   - sharedStorage：输入环境准备环境记录的NAS文件系统挂载地址（必填，否则将部署失败）。
   - dockerImageRegistry：根据部署所在区域（中国或海外），从注释中的可选项中选择对应的容器镜像仓库地址填入。
   - externalAddress： 输入上文 Worker 节点绑定的弹性公网 IP，用于生成connection profile。



4. 单击 创建。

> **说明:**
>
> 如参数中的sharedStorage未作配置，部署过程将会报 `spec.nfs.server: Required value` 的错误。出现此错误后，需要先删除对应的发布，然后填写sharedStorage参数值，并重新部署。

5. 进入部署集群的控制台界面，查看区块链网络相关 pods 的状态，直到全部变为 Running。



使用 Helm 命令行部署区块链

如需了解容器服务 Kubernetes 集群的 Helm 部署应用的更多功能，请参考#unique_14。

1. 用 SSH 工具登录 Kubernetes 集群的 master 节点，使用 root 账户和在创建 Kubernetes 集群时设置的密码进行登录。

2. 运行 Helm 命令部署区块链网络。

   · 如需使用默认配置参数部署区块链网络，可执行如下命令：

   ```
   helm install --name blockchain-network01 --set "sharedStorage
   =987a6543bc-abc12.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com" incubator/ack-
   hyperledger-fabric
   ```

   其中 `--name` 为区块链网络对应的 Helm release 名称，用户可自行设置。

   · 如需将区块链网络部署于指定的 namespace（例如 network01 ），可执行如下命令：

   ```
   helm install --namespace network01  --name blockchain-network01 --
   set "sharedStorage=987a6543bc-abc12.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com"
   incubator/ack-hyperledger-fabric
   ```

   其中 `--namespace` 为区块链网络部署的目标 namespace 名称，用户可自行选定。

   · 如需设置简单或数量较少的配置参数部署区块链网络，可用 set 参数将配置参数传入，例如：

   ```
   helm install --name blockchain-network01 --set "fabricChannel=
   mychannel,sharedStorage=987a6543bc-abc12.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.
   com" incubator/ack-hyperledger-fabric
   ```

   · 如需设置复杂的或数量较多的配置参数部署区块链网络，可用 yaml 文件将参数值传入，例如：

   ```
   helm install --values network01.yaml --name blockchain-network01
   incubator/ack-hyperledger-fabric
   ```

   其中 `--values` 指定的是自定义配置参数的 yaml 文件，示例如下，用户可自行定义。

   ```
   # sample values yaml
   sharedStorage: 987a6543bc-abc12.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com
   fabricNetwork: network01
   fabricChannel: tradechannel
   orgNum: 3
   ordererNum: 4
   ordererDomain: shop
   peerDomain: shop
   externalAddress: 11.22.33.44
   caExternalPortList: ["31054", "31064", "31074"]
   ordererExternalPortList: ["31050", "31060", "31070", "31080"]
   peerExternalGrpcPortList: ["31051", "31061", "31071", "31081", "
   31091", "31101"]
   ```

   检查区块链网络的 Helm release 部署成功。执行如下命令，确保区块链网络对应的 release 状态为 DEPLOYED。

3. 执行如下命令，检查区块链网络的所有节点的 pod 是否均成功运行，确保区块链网络对应的 pod 状态均为 running。

```
kubectl get pod
```

- 如指定了namespace，如network01

```
kubectl get pod -n network01
```

- 如需要以watcher模式监听pod状态变化

```
kubectl get pod -w
```

4. 执行如下命令，查看区块链网络部署的创建状态。如果显示状态为 `DEPLOYED`，说明部署成功。

```
helm list
```

至此我们便完成了一套区块链网络的配置和部署。

区块链网络各节点服务的命名规则

对于 Hyperledger Fabric 的标准节点类型，相应的服务命名规则如下：

```
<区块链网络名称>-<节点类型><序号>
```

例如：

```
network01-peer1
network01-peer2
network01-orderer1
network01-ca1
```

需要说明的是，尽管在 Kubernetes 集群内可用 namespace 来区分不同的区块链网络，但上述服务命令规则中仍使用了区块链网络名称作为前缀，主要原因是为了保持与 swarm 集群的区块链解决方案一致。

此服务名称与区块链证书、密钥中的节点名称保持一致。对于部署于同一 Kubernetes 集群内的区块链应用程序或 CLI，均可使用此类服务名称（加上服务端口）直接访问，无需使用外部访问地址。

问题诊断

针对区块链的配置、部署、访问等过程中可能发生的各类问题或错误，我们在这里将介绍一些常用的问题诊断思路、方法和工具。

首先，建议检查#unique_12 文档中所要求的各项准备工作是否均已正确完成。

其次，善用 Kubernetes 相关命令进行部署事件和输出日志等信息的查看，例如：`kubectl describe pod`，`kubectl logs`，`kubectl get pod -o yaml` 等。

此外，为辅助故障诊断和问题排查，区块链解决方案在区块链网络中一同部署了自定义的 fabric-utils 容器，里面集成了常用的基础工具，如 telnet、ping、nslookup、curl 等。用户可在 master 节点上，通过以下 kubectl 命令进入fabric-utils 容器中使用适合的工具进行诊断分析。例如：

```
kubectl exec -it fabric-utils-pod bash
```

最后，针对 Hyperledger Fabric 相关的问题或错误，可尝试通过搜索 Hyperledger Fabric 官方文档、StackOverFlow、Google/Bing/Baidu 等查找相关线索或解决方案。

1.7 查看区块链网络日志

区块链网络运行期间的日志是通过其中的 peer、orderer、CA、Kafka、ZooKeeper 等类型节点的容器日志方式输出的。容器服务区块链解决方案支持以多种方式查看这些日志信息，包括容器服务控制台、Kubernetes命令、阿里云日志服务等。本文档将对这几种方式的使用方法进行介绍。

使用容器服务控制台

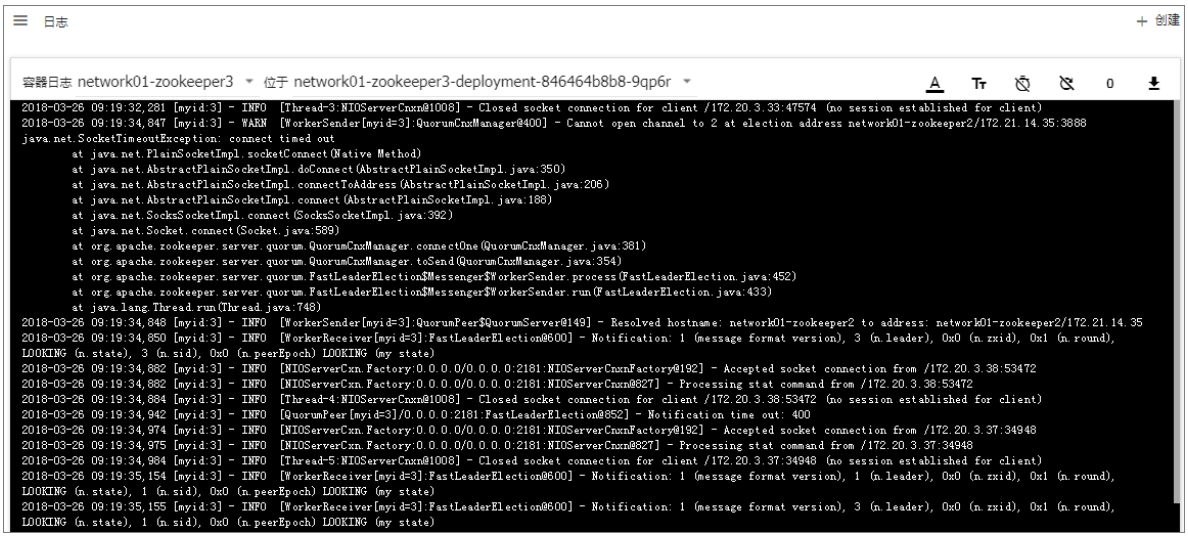
容器服务控制台提供了便捷的图形化界面的日志查看方式。在部署了区块链网络之后，可以通过以下操作步骤查看对应节点的容器日志。

操作步骤

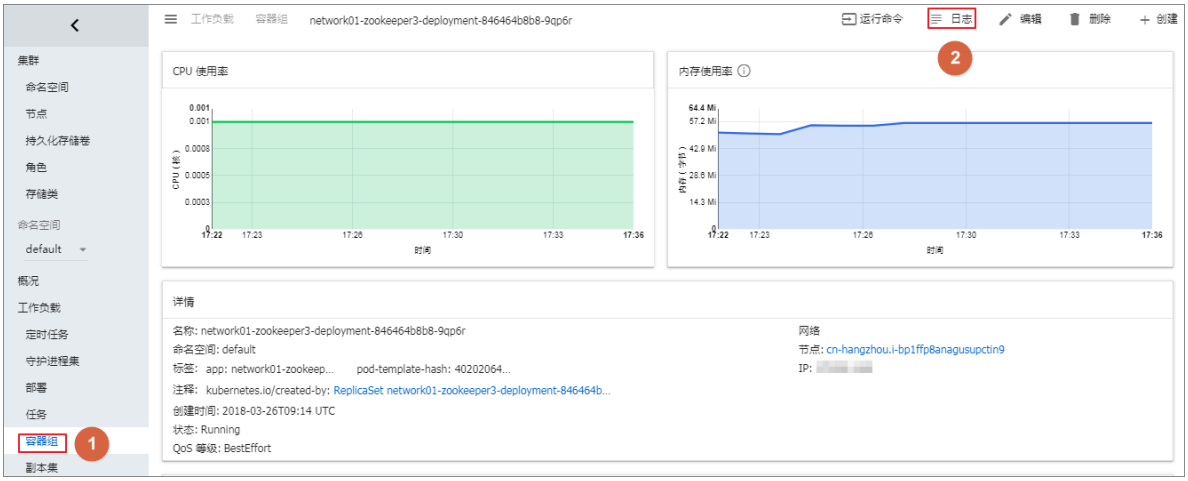
1. 登录 容器服务管理控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航栏中的 集群，再单击目标集群的 控制台。

3. 在左侧导航栏中单击 容器组 , 再单击 日志 图标。

4. 查看日志详细信息。



5. 此外，您也可以单击某个容器组，在顶部菜单栏中单击 日志，查看日志详细信息。



使用 Kubernetes 命令

用户也可以通过标准的 `kubectl logs` 命令查看区块链网络的容器服务日志。

操作步骤

1. 在容器服务控制台的 Kubernetes 集群列表，选择区块链部署所在的集群，单击 管理，获得 Master 节点 SSH 连接地址。
2. 通过 SSH 方式登录 Kubernetes 集群的 master 节点，输入用户名 `root` 和创建集群时设置的密码。
3. 运行 `kubectl get pod` 获得 pod 列表，并选择需要查看日志的 pod 名称。
4. 运行 `kubectl logs pod名称` 命令来查看日志信息。
5. 如一个 pod 内包含多个容器，可运行 `kubectl logs pod名称 容器名称` 命令来查看某个容器的日志信息。

使用阿里云日志服务

使用容器服务控制台的日志功能或者 Kubernetes 命令两种方式基本可以满足常见的日志查看的需求。但对于企业级需求来说，如果需要日志存储、实时索引查询和分析、报警、可视化报表等高级功能的话，可结合 阿里云日志服务 进行扩展。

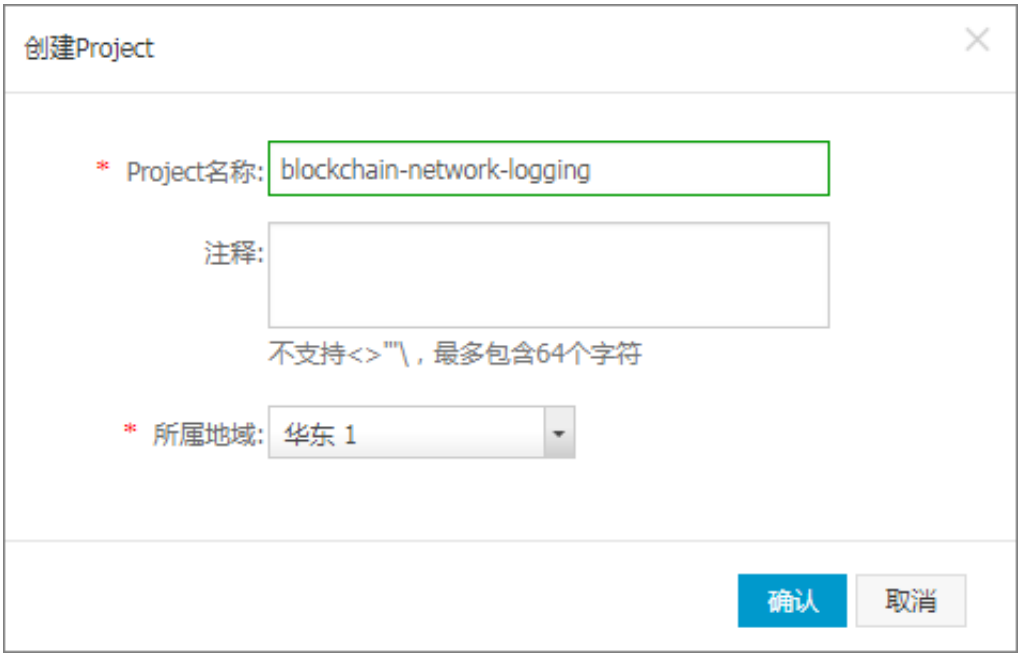
容器服务区块链解决方案支持与阿里云日志服务进行整合。下面对基本的操作步骤进行介绍，如需了解更详细的关于在容器服务 Kubernetes 集群集成阿里云日志服务的信息，可参考#unique_17。

使用阿里云日志服务可能会产生一定费用，详情请参考日志服务 计费说明。

操作步骤：

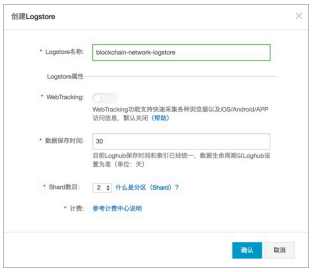
1. 登录 日志服务控制台，并按照提示开通日志服务。
2. 单击左侧导航栏中的 Project管理，单击右上角的 创建Project。

3. 输入 Project 名称，选择区块链网络所在的地域，然后单击 确认。



4. 弹出对话框，询问您是否创建 Logstore ，单击 创建。

5. 在 创建 Logstore 窗口中，输入 Logstore 名称，其他设置可根据实际需要进行调整，完成后单击 确认。



6. 新建 Logstore 后，会弹出提示对话框，单击 数据接入向导。

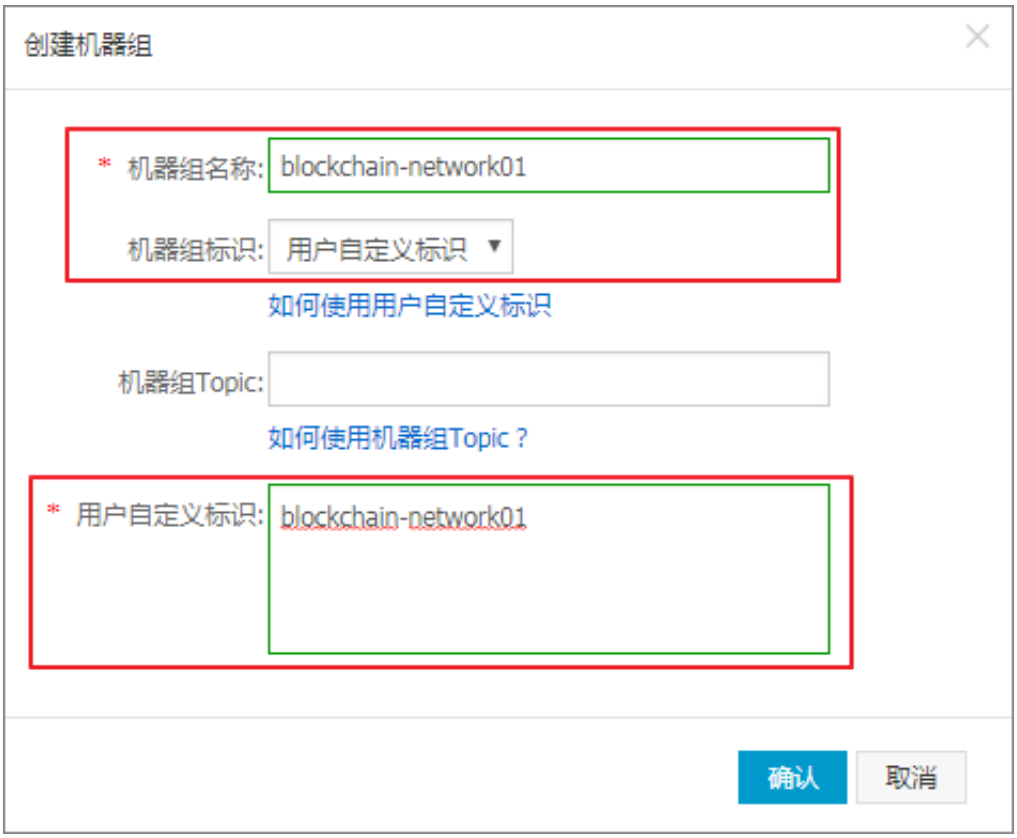
7. 选择 Docker 标准输出，然后单击 下一步。

8. 在插件配置框内，填入以下示例配置。配置详情可参考 说明文档。完成后单击 下一步。

```
{
  "inputs": [
      {
          "type": "service_docker_stdout",
          "detail": {
              "Stdout": true,
              "Stderr": true,
              "IncludeLabel": {
              },
              "ExcludeLabel": {
              }
          }
      }
  ]
}
```

9. 单击 创建机器组。

在创建机器组窗口，填入自定义的机器组名称，在机器组标识下拉框中选择 用户自定义标识，在用户自定义标识编辑框填入和机器组名称一致的内容，最后单击 确认。示例如下：

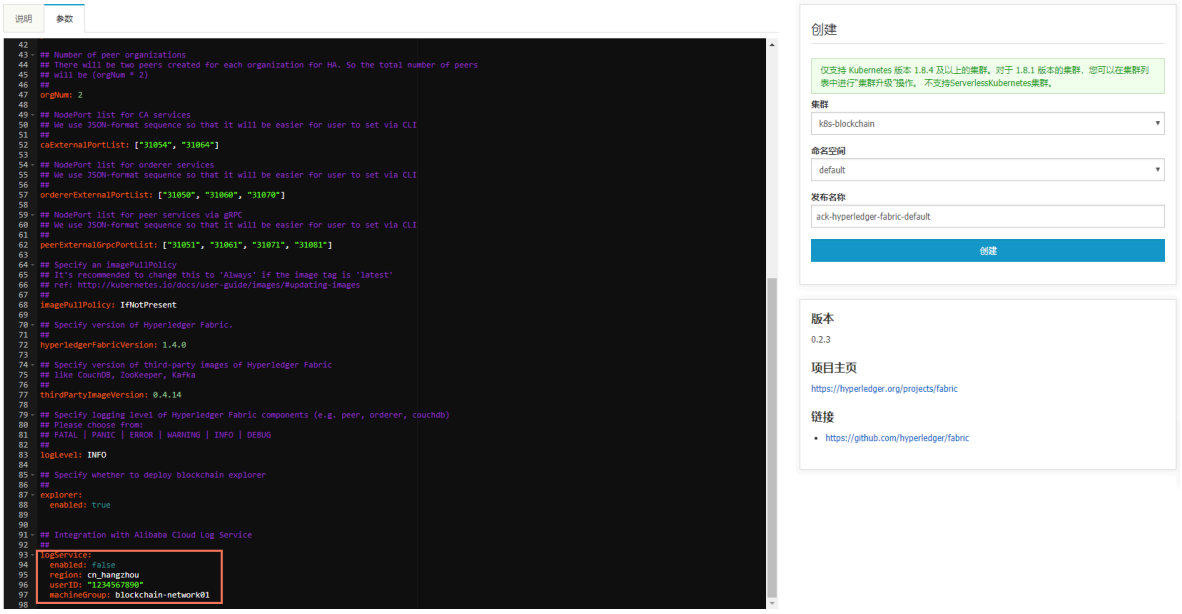


10.勾选刚创建的机器组，单击 应用到机器组，再单击 下一步。

11.可根据需要，添加键名称用于建立索引，例如 _pod_name_，完成配置后，单击 下一步。

12.单击 确认，根据页面引导，完成剩余步骤。至此我们完成了阿里云日志服务的创建和初始化配置。

13.接下来，利用区块链解决方案部署一套新的区块链网络，与日志服务集成的相关参数在方案主页的参数页面进行设置。



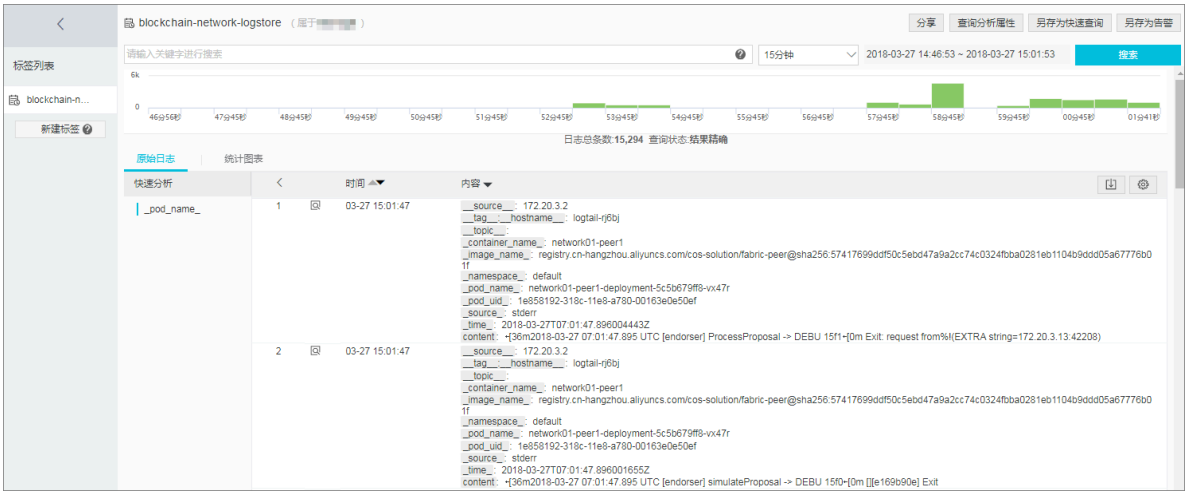
您需要将 enabled 参数设为 true，表示启用 logservice 服务，此外，需要将 machineGroup 参数设置为机器组中配置的自定义用户标识，本例中即是 blockchain-network01。

Region 的设置参见 Linux 安装 logtail，查找相关安装命令，从而查找 region ID。例如 cn_hangzhou，表示从杭州地域的阿里云内网写入日志服务，不消耗公网带宽。

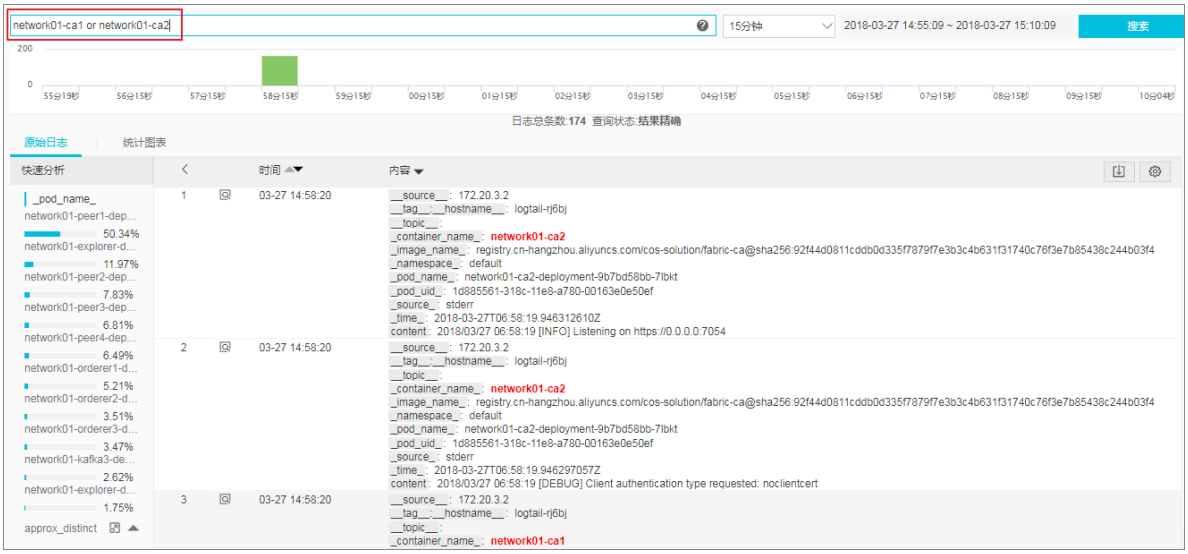
UserID 的设置参考下面截图：

14.要开始利用阿里云日志服务，在日志服务控制台的 Logstore 列表中，单击目标 Logstore 右侧的 查询。

区块链网络的日志信息示例如下：



15.进一步的，日志服务支持进行复杂的查询，更多查询语法和其他日志服务的高级功能，请参见查询语法。



1.8 访问区块链概述

在阿里云上完成了区块链网络的配置和部署之后，区块链的开发者或管理员便可以开始访问区块链网络并使用不同的区块链节点服务。常见的访问方式如下：

- 开发者或管理员远程连接到区块链节点的容器上，以 CLI 命令方式运行区块链测试，或者进行区块链的管理工作。
- 区块链应用程序连接区块链网络的 CA、Orderer、Peer 等服务，进行基于区块链的交易和服务调用。
- 区块链管理监控工具连接区块链网络，对区块链网络以及各节点进行图形化或自动化的管理和监控操作。

这些区块链的访问方式和相关程序、代码可由用户根据自身的业务和技术需求进行开发和部署，部署形式既能以容器应用的方式与区块链网络一起部署在容器集群中，也可部署在用户自有的环境中，从容器集群外部访问区块链网络。对于第二种方式，我们需要提前为区块链网络创建公网IP或者负载均衡，以及为外部端口（NodePort）配置安全组规则，以允许外部的访问连接。

在本文档中，我们为这几种主要的区块链访问方式提供了简单的示例和使用说明，以帮助用户更好地理解和开发相关的应用和工具。同时，区块链解决方案提供了可一键下载的配置文件（包含连接区块链服务所需的证书、密钥、区块链网络配置文件等），以加速区块链应用和管理监控工具的开发、测试流程。

- #unique_22
- #unique_23
- 以应用程序方式访问区块链
- #unique_25

1.9 配置公网IP和外部端口

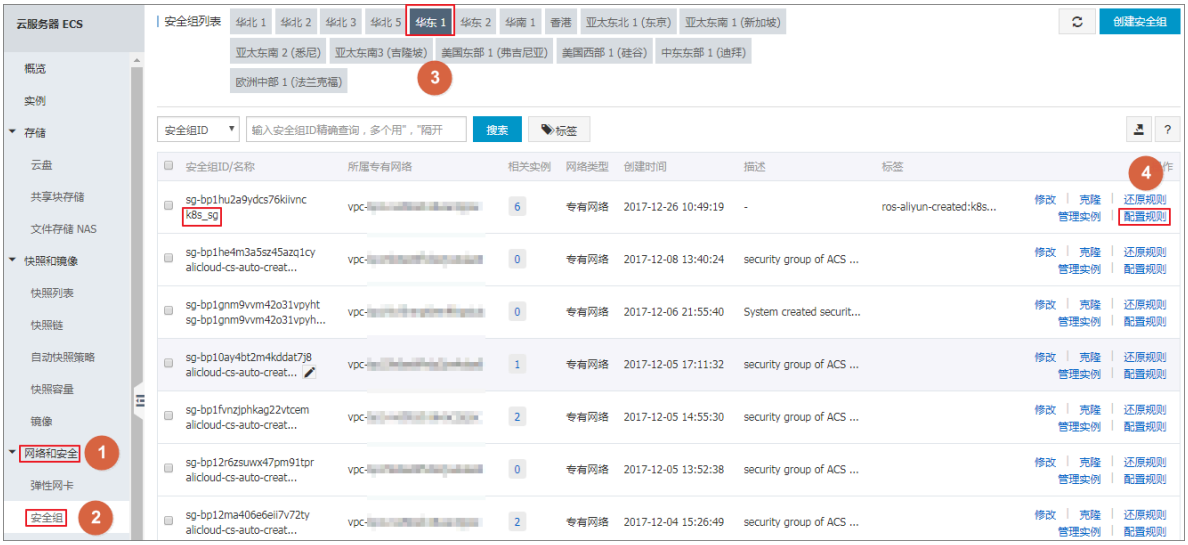
前提条件

如需要将区块链网络开放给容器集群外的应用程序和管理监控工具访问，需要具备以下几项前提条件：

- 有外部可达的公网地址。实现方式既可以通过给 worker 节点绑定弹性公网 IP，也可以创建负载均衡实例（后端服务器添加 worker 节点），使用其提供的公网IP。在 #unique_12 文档中我们已经对第一种方式进行了介绍，请参阅其中的#unique_12/unique_12_Connect_42_section_ph2_355_vdb章节。
- 允许外部端口列表中的 NodePort 的入方向访问，实现方式是通过 ECS 的安全组规则设置。

操作步骤

1. 登录 云服务器 ECS 管理控制台。
2. 在左侧导航栏，单击 网络和安全 > 安全组。
3. 在安全组列表中，单击选择你的 Kubernetes 集群所在的地域。
4. 在列表中，kubernetes 集群的安全组名称带有 k8s_sg 字样，请据此选择对应的安全组 ID，单击 配置规则。



5. 如在 入方向 列表中没有符合要求的安全组规则，则可单击 添加安全组规则，在弹出的添加安全组规则对话窗口进行设置。以下是一个参考设置示例：

- 为 规则方向 选择 入方向。
- 为 端口范围 根据区块链网络的外部端口 NodePort 范围选择合适的端口范围区间。
- 为 授权对象 根据实际访问需要选择合适的地址范围。

6. 单击 确定 之后，安全组规则便被成功添加到列表内，并且立即生效。

1.10 以CLI方式访问区块链

背景信息

区块链解决方案在部署区块链网络过程中创建了 CLI 容器，主要用于以命令行方式连接到区块链网络的 Peer 和 Orderer 节点，执行 Hyperledger Fabric 支持的 CLI 命令，可以满足对区块链网络的测试、管理等需求。

登录 CLI 容器的方式主要是在支持 kubectl 命令的环境中，运行 `kubectl exec -it <fabricNetwork>-fabric-cli -n <namespace名称> bash` 命令进入 CLI 容器。在该 CLI 容器中，我们提供了基于 Hyperledger Fabric 的标准端到端 CLI 测试脚本，如果用户需要修改该测试脚本，可从任意一个 ECS 节点上的文件路径 */data/fabric/<#######>/cli/cli-test.sh* 找到该文件。

操作步骤

1. 用 root 账户以 SSH 方式登录 Kubernetes 集群的 master 节点（获取地址方式请参见#unique_12），或者在一个支持 kubectl 远程管理 Kubernetes 集群的环境。
2. 运行命令进入CLI 容器：`kubectl exec -it -n <namespace名称> <fabricNetwork>-fabric-cli bash`，例如：`kubectl exec -it -n network01 <fabricNetwork>-fabric-cli bash`。
3. 运行以下测试脚本：*./cli-test.sh*，然后 CLI 测试便开始运行。
4. 测试过程中在每一步完成后会暂停，以方便用户查看执行过程和结果，然后在用户按下任意键之后继续测试步骤。当测试脚本成功执行完毕后，可以见到类似以下的输出信息：

```
Query Result: 90
 2017-11-12 09:22:31.452 UTC [main] main -> INFO 007 Exiting.....
 ===================== Query on PEER4 on channel 'bankchannel' is
successful =====================
 Press any key to continue...
 ===================== All GOOD, End-2-End execution completed
 =====================
```

说明:

对同一套区块链网络，CLI 示例和应用程序示例无法同时运行，请为每一套区块链网络仅选择一种类型的示例运行。

1.11 以应用程序方式访问区块链

前提条件

- 在Kubernetes集群上完成区块链网络的配置和部署。
- 如应用程序部署于容器集群外，则需要完成 配置公网IP和外部端口

背景信息

利用阿里云容器服务区块链解决方案创建了区块链网络之后，用户可使用基于 Hyperledger Fabric SDK 的区块链应用程序访问区块链网络上的服务。此外，区块链解决方案从Hyperledger Fabric 1.1版本开始支持Connection Profile功能。

- 区块链应用程序可与区块链网络一同部署于阿里云容器集群上，在这种模式下，应用程序可直接通过区块链各个服务的名称加上服务端口来实现服务的连接访问。
- 区块链应用也可以部署于阿里云容器集群之外，在这种模式下，应用程序可通过区块链网络的外部访问地址加上各个服务的外部端口来实现服务的连接访问。

本示例使用了上述的第二种方式进行演示，提供的应用程序是基于 Hyperledger Fabric的 balance transfer 转账应用进行适配性调整而成的。

用户可直接使用本示例提供的应用程序，也可以使用 Hyperledger Fabric 的官方示例应用程序（如 fabric-samples）或者自己开发的区块链应用程序，并参考本示例应用的源代码进行适配性的调整，即可实现对阿里云容器服务区块链网络的访问。

对已有的区块链应用程序的适配性调整包括：

- 直接使用示例代码中提供的脚本 download-from-fabric-network.sh，实现从新部署的区块链网络一键自动化下载区块链网络配置，包括证书、密钥、区块链网络配置文件（主要是config.json和network-config.yaml）；
- 确保区块链应用程序可以正确加载到上述区块链网络配置；
- 如区块链应用程序中直接使用了区块链通道（channel）名称、区块链外部访问地址、节点名称或域名等信息，请按照配置文件（config.json和network-config.yaml）的参数进行替换以保持与目标区块链网络的一致。

操作步骤

1. 下载示例区块链应用程序源代码到本地开发环境。命令如下：

```
git clone https://github.com/AliyunContainerService/solution-
blockchain-demo.git
```

2. 按照示例区块链应用程序的README文档，完成后续操作。

   中文版： https://github.com/AliyunContainerService/solution-blockchain-demo/blob/master/balance-transfer-app/README.cn.md

   英文版： https://github.com/AliyunContainerService/solution-blockchain-demo/blob/master/balance-transfer-app/README.md

    说明:

对同一套区块链网络，CLI示例和应用程序示例无法同时运行，请为每一套区块链网络仅选择一种类型的示例运行。

1.12 以管理监控工具方式访问区块链

前提条件

- 使用容器服务区块链解决方案创建阿里云上的区块链网络。详情请参考#unique_29文档。
- 使用应用程序的方式或者CLI方式，访问区块链网络，完成端到端测试。详情请参考#unique_23 或 以应用程序方式访问区块链文档。

背景信息

利用阿里云容器服务区块链解决方案创建了区块链网络之后，用户可使用基于 Hyperledger Fabric SDK 的区块链管理监控工具（以下简称“管控工具”）访问区块链网络上的服务。

- 管控工具可与区块链网络一同部署于阿里云容器集群上，在这种模式下，管控工具可直接通过区块链各个服务的名称加上服务端口来实现服务的连接访问。
- 管控工具也可以部署于阿里云容器集群之外，在这种模式下，管控工具可通过区块链网络的外部访问地址加上各个服务的外部端口来实现服务的连接访问。

本示例使用了上述的第二种方式进行演示，提供的管控工具是基于 Hyperledger Explorer 进行适配性调整而成的。在区块链网络部署的同时将默认一同部署 Hyperledger Explorer 到 Kubernetes 集群上。

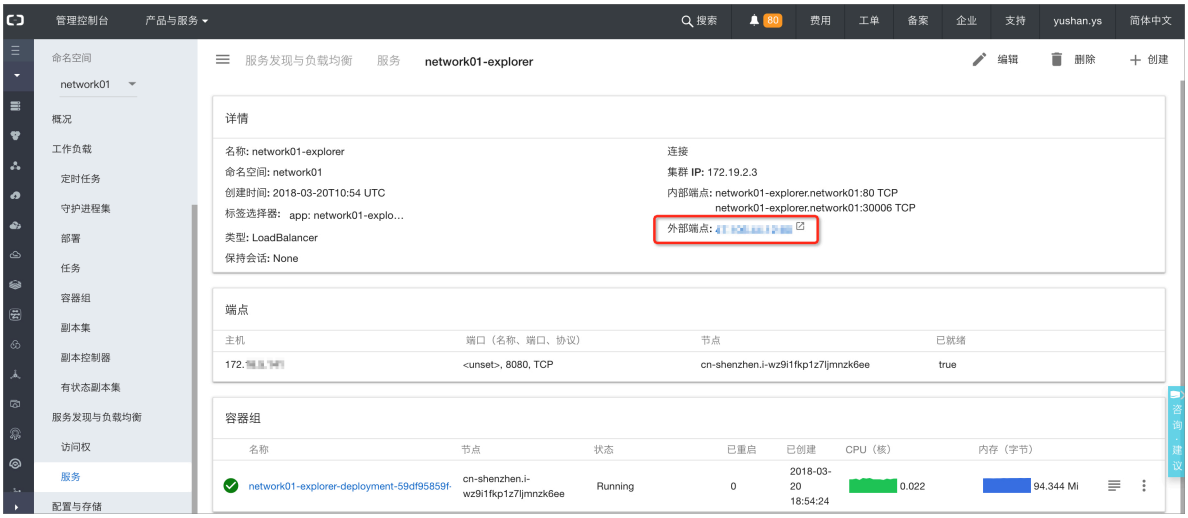
您可以直接使用本示例提供的管控工具，也可以使用 Hyperledger Explorer 的官方版本、自己开发的管控工具、或者第三方的管控工具，并参考本示例管控工具的源代码进行适配性的调整，即可实现对阿里云容器服务区块链网络的连接访问。

对已有的区块链管控工具的适配性调整包括：

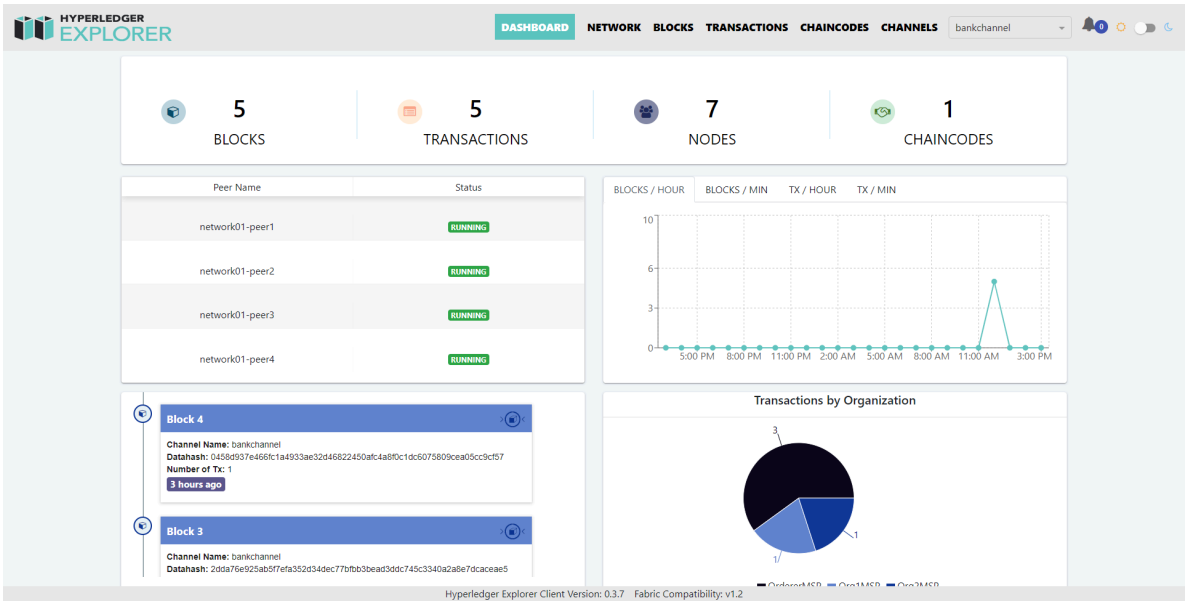
- 直接使用示例代码中提供的脚本 download-from-fabric-network.sh，实现从新部署的区块链网络一键自动化下载区块链网络配置，包括证书、密钥、区块链网络配置文件（主要是config.json和network-config.yaml）。
- 确保区块链管控工具可以正确加载到上述区块链网络配置。
- 如区块链管控工具中直接使用了区块链通道（channel）名称、区块链外部访问地址、节点名称或域名等信息，请按照配置文件（config.json和network-config.yaml）的参数进行替换以保持与目标区块链网络的一致。

操作步骤

1. 在 Kubernetes 集群的 master 节点上运行 `kubectl get svc` 命令，或者登录 容器服务控制台，进入 kubernetes 集群的控制台，单击左侧导航栏中的 服务，然后查看 <网络名称>-explorer 服务的 EXTERNAL-IP（外部端点）。



2. 在网络浏览器中访问上述 EXTERNAL-IP（外部端点）。



说明:

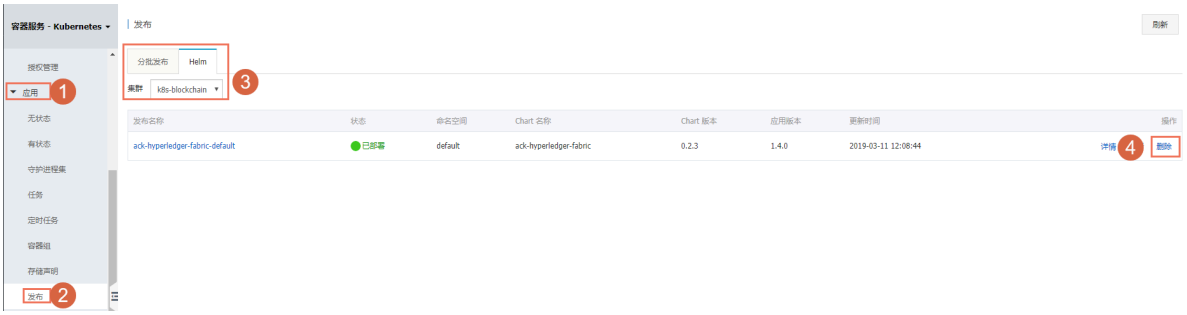
Hyperledger Explorer 仍处于项目孵化（incubation）阶段，因此其功能仍有待完善，用户可自行关注其 官方项目 进展以获得其后续功能和版本的更新。

1.13 清理区块链环境

在完成相应开发、测试任务后，如不再需要已部署的区块链网络，或者需要重新部署区块链网络，可参照以下操作步骤对相应的区块链环境进行清理。

在发布界面删除区块链网络

1. 登录容器服务管理控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，在左侧导航栏单击应用 > Helm，选择所需的集群，选择区块链网络对应的发布名称，单击删除。



3. 在弹出的删除应用对话窗口，单击确定。

用 Helm 删除区块链网络

1. 用 root 账户以 SSH 方式登录 Kubernetes 集群的 master 节点。
2. 运行 `helm list` 查看区块链网络对应的 Helm release 名称。
3. 运行 `helm delete --purge <区块链网络的Helm release名称>` 删除区块链网络，例如 `helm delete --purge blockchain-network01`。

等待数分钟（取决于区块链网络节点数量）直到 helm delete 命令完成并返回。这样便完成了将区块链所有节点对应的服务和容器从 Kubernetes 集群中删除的操作。此外，我们也同时自动删除了所有 worker 节点上与此区块链网络相关的chaincode容器。

关于区块链数据目录

在上述区块链网络删除的过程中，区块链网络在共享文件存储上的数据目录已经被自动清理，以便于再次创建区块链网络。为安全起见，清理的方法是在原目录名基础上添加“-deleted-时间戳”的后缀，例如：“-deleted-2018-03-17-160332”。这样在未来如有需要，我们仍可以通过删除后缀的方式来重用此数据。如需彻底删除，我们可采用手动rm命令或者结合自动化脚本的方式做定期清理以释放存储空间。

如需访问或清理区块链数据目录，可使用如下命令示例将NAS文件系统挂载到ECS中。

```
mkdir /data
mount -t nfs -o vers=4.0 987a6543bc-abc12.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com
:/ /data    #注意替换为您的NAS挂载地址
```

1.14 区块链网络重启和数据恢复

容器服务区块链解决方案支持对区块链网络进行重启、同时可复用原有区块链配置和账本数据等信息。

前提条件

- 您已创建一个Kubernetes集群，参见#unique_32。
- Kubernetes集群中已有一套运行中的区块链网络，参见#unique_33。
- 您已通过SSH连接到Kubernetes集群，参见#unique_34。

操作步骤

1. 用root账户以SSH方式登录Kubernetes集群的Master节点。
2. 执行`helm delete --no-hooks --purge <区块链网络的Helm Release名称>`命令，删除区块链网络。

   说明：

   这里的`--no-hooks`参数可避免删除原有数据目录。

   ```
   helm delete --no-hooks --purge network01
    #本例中Helm Release名称为network01
   ```

```
release "network01" deleted
```

3. 使用同样的区块链网络名称（即相同的fabricNetwork变量值），在容器服务控制台或Helm命令行创建新的区块链网络，参见#unique_35，这样便能复用原有的数据目录。本例中以Helm命令行为例。

```
helm install --name network01 --set "sharedStorage=029bb489d2-ikw80.
cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com" incubator/ack-hyperledger-fabric
                    #替换为您的NAS挂载地址
```

如需备份区块链数据目录，可使用如下命令示例将NAS文件系统挂载到ECS中，这里假设区块链网络名称为network01。

```
mkdir /data
mount -t nfs -o vers=4.0 987a6543bc-abc12.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.
com:/ /data #注意替换为您的NAS挂载地址
```

说明:

现在/data/fabric/network01即为您需要备份的数据目录。

使用以上方法，可实现对一套已有区块链网络的数据备份、迁移、恢复的目的。

2 深度学习解决方案

2.1 基于helm chart的深度学习解决方案

2.1.1 概述

本文主要为您介绍TensorFLow 深度学习解决方案。

背景信息

基于阿里云强大计算能力的深度学习解决方案，为您提供一个低门槛、开放、端到端的深度学习服务平台。方便数据科学家和算法工程师快速开始利用阿里云的资源（包括 ECS 云服务器、GPU 云服务器、高性能计算 HPC、文件存储 NAS、Elastic MapReduce、负载均衡等服务）执行数据准备、模型开发、模型训练、评估和预测等任务。并能够方便地将深度学习能力转化为服务 API，加速与业务应用的集成。

TensorFlow 是业界最流行的深度学习框架， 但是如何将 TensorFlow 真正运用于生产环境却并不简单，它面临着资源隔离，应用调度和部署，GPU 资源分配，训练生命周期管理等挑战。特别是大规模的分布式训练场景，单靠手动部署和人力运维已经无法有效处理。特别启动每个模块都需要指定好分布式集群的 clusterSpec。

阿里云 Kubernetes 深度学习解决方案有效应对在负载均衡、弹性伸缩、高可用性以及滚动升级方面的挑战，利用 Kubernetes 的内置自动化能力，将极大地降低 TensorFLow 应用的运维成本。

具体而言，该深度学习解决方案具备以下特性：

- 简单：降低构建和管理深度学习平台的门槛。
- 高效：提升 CPU、GPU 等异构计算资源的使用效率，提供统一的用户体验。
- 全周期：提供基于阿里云强大服务体系构建端到端深度学习任务流程的最佳实践。
- 服务化：支持深度学习能力服务化，与云上应用的轻松集成。

开始使用

1. 环境准备。
   - 创建 GN5 型Kubernetes 集群。
   - #unique_40，本示例使用 NAS 数据卷。
2. #unique_41，开发模型。
3. 运行TensorFlow 分布式模型训练 ，导出模型。

4. 利用导出的模型，执行 TensorFlow模型预测。

2.1.2 创建 GN5 型Kubernetes 集群

下面将介绍如何在阿里云容器服务上创建 Kubernetes GPU 集群。

前提条件

您需要申请一个按量付费的GPU计算型gn5。请 提交 ECS 工单申请开通。

背景信息

Kubernetes 深度学习解决方案支持使用云服务器 ECS 的 Kubernetes 集群或者 GPU 服务器 Kubernetes 集群。本文档以 GPU 服务器容器集群为例进行说明。

> 说明:
> 有关如何创建 ECS 容器集群，参见#unique_44。

而 Kubernetes 全新的 GPU 调度方案基于 Nvidia 官方的设备插件和 nvidia-container-runtime，和之前社区方案相比，最终用户所要做的配置更少。

基于该方案，客户可以将应用程序利用容器技术构建镜像，结合 Kubernetes+GPU 运行机器学习，图像处理等高运算密度等任务，无需安装 nvidia driver 和 CUDA，就能实现一键部署和弹性扩缩容等功能。

使用限制

- 目前，gn5 型 GPU 云服务器只支持专有网络（VPC）。
- 用户账户需有 100 元的余额并通过实名认证，否则无法创建按量付费的 ECS 实例和负载均衡。
- Kubernetes 深度学习解决方案要求 Kubernetes 集群的版本在 1.9.3 及以上。

操作步骤

1. 登录容器服务管理控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航栏的集群 > 集群，进入集群列表页面。
3. 单击页面右上角的 创建 Kubernetes 集群。

4. 配置集群基本信息。

5. 为 worker 节点选择实例系列，本例中选择 GPU 计算型 gn5。

6. 勾选开放公网 SSH 登录，这样就可以通过 SSH 登录 Kubernetes 的 Master 节点。

说明:

其他集群参数的详细配置信息，请参见 #unique_44。

7. 完成配置后，单击 创建集群，等待一段时间，新建的 GPU 集群会出现在集群列表中。

8. 单击集群右侧的 管理，进入集群基本信息页面，查看 Master节点 SSH 连接地址。

9. SSH 登录到 Master节点，可通过执行如下命令，查找集群下的 GPU 节点。

```
 $ kubectl get nodes -l 'aliyun.accelerator/nvidia_name' --show-
labels
 ...
 NAME                                    STATUS    ROLES     AGE
VERSION   LABELS
 cn-hangzhou.i-bp12xvjjwqe6j7nca2q8   Ready     <none>    1h
   v1.9.3    aliyun.accelerator/nvidia_count=1,aliyun.accelerator/
nvidia_mem=16276MiB,aliyun.accelerator/nvidia_name=Tesla-P100-PCIE-
16GB, ..
```

10.查看 GPU 节点的详细状态信息。

```
$ kubectl get node ${node_name} -o=yaml
 ...
 status:
   addresses:
   - address: 172.16.166.23
     type: InternalIP
   allocatable:
     cpu: "8"
     memory: 61578152Ki
     nvidia.com/gpu: "1"
```

```
    pods: "110"
  capacity:
    cpu: "8"
    memory: 61680552Ki
    nvidia.com/gpu: "1"
    pods: "110"
...
```

至此，创建的 Kubernetes 的 GPU 集群已经创建完毕。

2.1.3 TensorFlow模型预测

本文将介绍如何利用 Kubernetes 的官方包管理工具 Helm 在阿里云容器服务上准备模型，部署 TensorFlow Serving，并且进行手动扩容。

背景信息

TensorFlow Serving 是由谷歌开源的机器学习模型预测系统，能够简化并加速从模型到生产应用的过程。它可以将训练好的机器学习模型部署到线上，使用 gRPC 作为接口接受外部调用。更给人惊喜后的是，它还提供了不宕机的模型更新和版本管理。这大大降低了模型提供商在线上管理的复杂性，可以将注意力都放在模型优化上。

TensorFlow Serving 本质上也是一个在线服务，我们需要考虑它的部署时刻的安装配置，运行时刻的负载均衡，弹性伸缩，高可用性以及滚动升级等问题，幸运的是这正是 Kubernetes 擅长的地方。利用 Kubernetes 的内置自动化能力，将极大地降低 TensorFLow Serving 应用运维的成本。

准备工作

在运行模型预测任务之前，请确认以下工作已经完成：

- 创建包含适当数量弹性计算资源（ECS 或 EGS）的 Kubernetes 集群。创建步骤请参考#unique_46。
- 如果您需要使用 NAS 文件系统保存用于模型训练的数据，您需要使用相同账号创建 NAS；然后在上面的 Kubernetes 集群中创建持久化数据卷（PV），动态生成 PVC 作为本地目录挂载到执行训练任务的容器内。参见#unique_47。
- SSH 连接到 Master 节点连接地址，参见 #unique_48。

步骤1 准备模型

由于 TensorFLow Serving 需要用持久化存储加载预测模型，这里就需要准备相应的存储。在阿里云容器服务里，您可以选择 NAS、OSS和 云盘，具体可以参考#unique_49。

本文以 NAS 存储为例介绍如何导入数据模型。

1. 创建 NAS 文件存储，并且设置 VPC 内挂载点。

   请参见 #unique_50/unique_50_Connect_42_section_9q8_owp_z6n，查看添加挂载点，这里假设挂载点为 `xxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com`。

2. 利用集群内的一台阿里云 ECS 云服务器准备模型数据，请执行如下命令，创建文件夹。

```
 mkdir /nfs
 mount -t nfs -o vers=4.0 xxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com:/ /nfs
 mkdir -p /nfs/serving
 umount /nfs
```

3. 下载预测模型并且保存到 NAS 中。

```
 mkdir /serving
 mount -t nfs -o vers=4.0  xxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com:/
serving /serving
 mkdir -p /serving/model
 cd /serving/model
 curl -O http://tensorflow-samples.oss-cn-shenzhen.aliyuncs.com/
exports/mnist-export.tar.gz
 tar -xzvf mnist-export.tar.gz
 rm -rf mnist-export.tar.gz
 cd /
```

   此时可以看到预测模型的内容，检查后可以 `umount` 挂载点。

```
tree /serving/model/mnist
 /serving/model/mnist
 └── 1
     ├── saved_model.pb
     └── variables
         ├── variables.data-00000-of-00001
         └── variables.index
 umount /serving
```

步骤2 创建持久化数据卷

以下为创建 NAS 的 nas.yaml 样例。

1. 创建并拷贝以下内容到*nas.yaml*文件中。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  labels:
    model: mnist
  name: pv-nas
spec:
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  capacity:
    storage: 5Gi
  flexVolume:
    driver: alicloud/nas
    options:
      mode: "755"
```

```
      path: /serving/model/mnist
      server: xxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com
      vers: "4.0"
```

2. 执行以下命令，创建持久化数据卷。

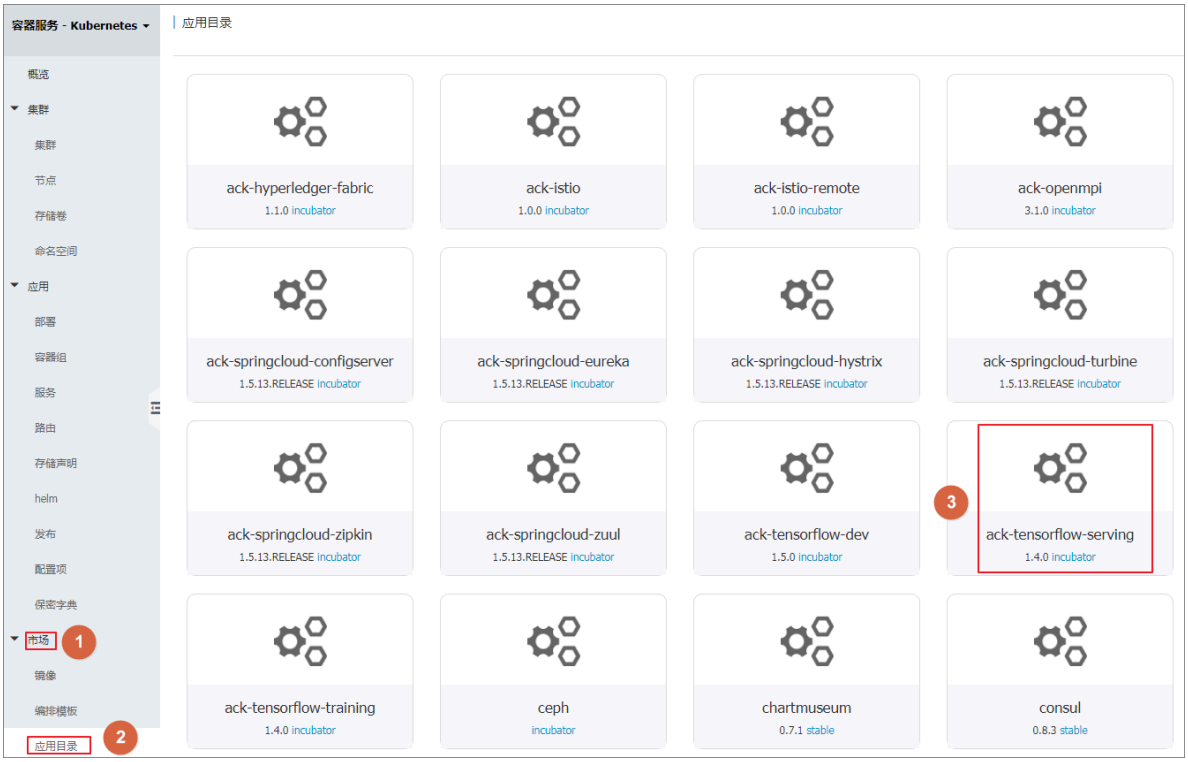
```
kubectl create -f nas.yaml

persistentvolume "pv-nas" created
```

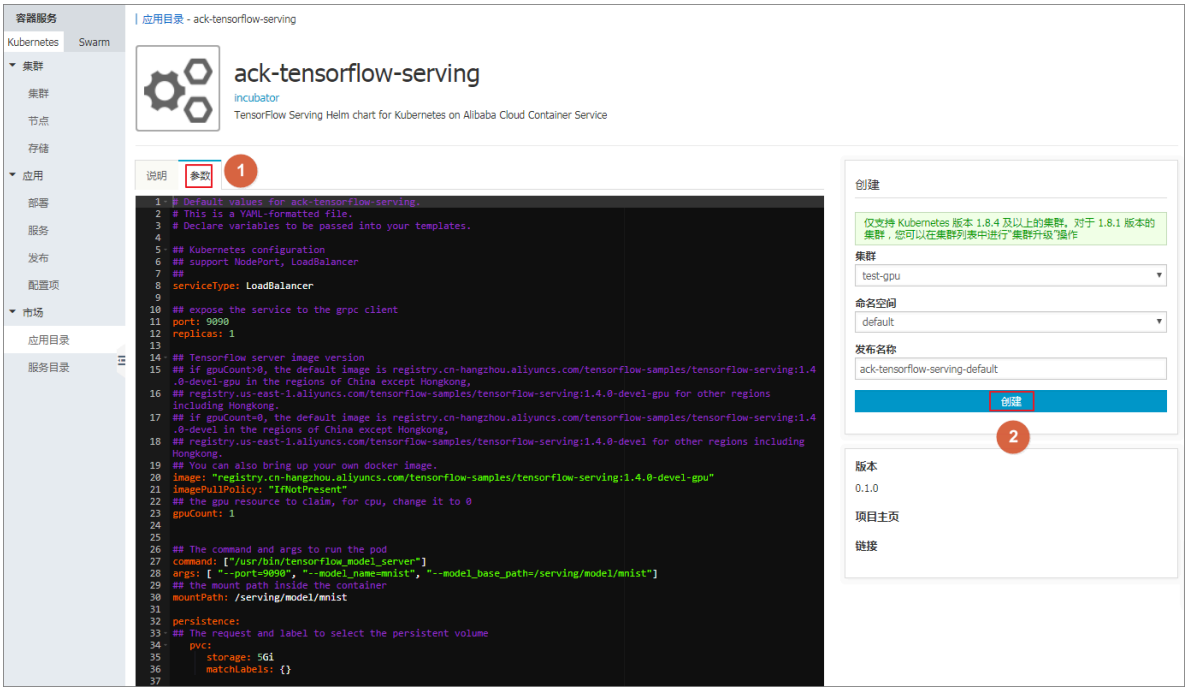
> **说明:**
>
> 注意这里需要指定 label 为 `model: mnist`，该标签对于 pvc 选择 pv 绑定非常重要。另外和 NAS 相关的具体配置可以参见#unique_51 。
>
> 您也可以通过控制台创建数据卷，请参见#unique_52。

步骤3 通过 Helm 部署 TensorFlow Serving 应用

1. 登录容器服务管理控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航栏中的 市场 > 应用目录，进入应用目录列表。
3. 单击 ack-tensorflow-serving，进入对应的 chart 页面。



4. 单击 参数，对 ack-tensorflow-serving 的参数进行配置，最后单击 创建。



- 创建支持 GPU 的自定义配置参数：

```
 serviceType: LoadBalancer
 ## expose the service to the grpc client
 port: 9090
 replicas: 1
 image: "registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/
tensorflow-serving:1.4.0-devel-gpu"
 imagePullPolicy: "IfNotPresent"
 ## the gpu resource to claim, for cpu, change it to 0
 gpuCount: 1
 ## The command and args to run the pod
 command: ["/usr/bin/tensorflow_model_server"]
 args: [ "--port=9090", "--model_name=mnist", "--model_base_path=/
serving/model/mnist"]
 ## the mount path inside the container
 mountPath: /serving/model/mnist
 persistence:
 ## The request and label to select the persistent volume
    pvc:
       storage: 5Gi
       matchLabels:
         model: mnist
```

- 创建支持非 GPU 的自定义配置参数：

```
serviceType: LoadBalancer
 ## expose the service to the grpc client
 port: 9090
 replicas: 1
 command:
   - /usr/bin/tensorflow_model_server
 args:
   - "--port=9090"
   - "--model_name=mnist"
   - "--model_base_path=/serving/model/mnist"
```

```
 image: "registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/
tensorflow-serving:1.4.0-devel"
 imagePullPolicy: "IfNotPresent"
 mountPath: /serving/model/mnist
 persistence:
   mountPath: /serving/model/mnist
   pvc:
     matchLabels:
       model: mnist
     storage: 5Gi
```

也可以登录到 Kubernetes master 运行以下命令。

```
helm install --values serving.yaml --name mnist incubator/acs-
tensorflow-serving
```

步骤4 查看TensorFlow-serving的应用部署

登录到 Kubernetes 的 master 上利用 `helm` 命令查看部署应用的列表。

```
# helm list
NAME          REVISION  UPDATED                   STATUS    CHART
              NAMESPACE
mnist-deploy  1         Fri Mar 16 19:24:35 2018  DEPLOYED  acs-
tensorflow-serving-0.1.0  default
```

利用 `helm status` 命令检查具体应用的配置。

```
# helm status mnist-deploy
LAST DEPLOYED: Fri Mar 16 19:24:35 2018
NAMESPACE: default
STATUS: DEPLOYED
RESOURCES:
==> v1/Service
NAME                                TYPE          CLUSTER-IP
EXTERNAL-IP    PORT(S)         AGE
mnist-deploy-acs-tensorflow-serving  LoadBalancer  172.19.XX.XX  139.
195.XX.XX  9090:32560/TCP  5h
==> v1beta1/Deployment
NAME                 DESIRED  CURRENT  UP-TO-DATE  AVAILABLE  AGE
mnist-deploy-serving  1        1        1           1          5h
==> v1/Pod(related)
NAME                                 READY  STATUS   RESTARTS  AGE
mnist-deploy-serving-665fc69d84-pk9bk  1/1    Running  0         5h
```

TensoFlow Serving 的对外服务地址是*EXTERNAL-IP: 139.195.1.216*，端口为 9090 对应部署的 deployment 是 mnist-deploy-serving，这个信息在扩容时刻是需要的。

查看 tensorflow-serving 的下 pod 的日志，发现 mnist 的模型已经加载到内存里，并且 GPU 已经正常启动。

```
# kubectl logs mnist-deploy-serving-665fc69d84-pk9bk
```

2.1.4 TensorFlow 分布式模型训练

本文是一个利用 Helm 运行端到端的分布式模型训练示例。

背景信息

TensorFlow 是业界最流行的深度学习框架，如何将 TensorFlow 真正运用于生产环境却并不简单，它面临着资源隔离，应用调度和部署，GPU资源分配，训练生命周期管理等挑战。特别是大规模的分布式训练场景，单靠手动部署和人力运维已经无法有效处理。特别启动每个模块都需要指定好分布式集群的 clusterSpec，使得实现更加困难。

在 Kubernetes 集群上运行分布式 TensorFlow 模型训练，可以依靠 Kubernetes 本身在应用调度，GPU资源分配，共享存储等方面的能力，实现训练任务和参数服务器的调度以及生命周期的管理。同时利用共享存储查看训练的收敛程度，调整超参。

但是手动写部署 Yaml 对于最终用户来说过于繁杂，阿里云容器服务提供了基于 Helm 的 TensorFlow 分布式训练解决方案：

- 同时支持 GPU 和非 GPU 的集群。
- 不再需要手动配置 clusterspec 信息，只需要指定 worker 和 ps 的数目，能自动生成 clusterspec。
- 内置 Tensorboard 可以有效监控训练的收敛性，方便快速调整参数 epoch、batchsize、learning rate。

准备工作

在运行模型训练任务之前，请确认以下工作已经完成：

- 创建包含适当数量弹性计算资源（ECS 或 EGS）的 Kubernetes 集群。创建步骤请参考#unique_46。
- 如果您需要使用 NAS 文件系统保存用于模型训练的数据，您需要使用相同账号创建 NAS；然后在上面的 Kubernetes 集群中创建持久化数据卷（PV），动态生成 PVC 作为本地目录挂载到执行训练任务的容器内。参见#unique_40。
- SSH 连接到 Master 节点连接地址，参见#unique_48。

步骤1 准备数据

1. 在前面的准备环节，已经创建了一个 NAS 文件系统，并且设置 VPC 挂载点，参见#unique_40。本例的挂载点为 `xxxxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com`。

2. 配置名为 */data* 的数据文件夹。

```
 mkdir /nfs
 mount -t nfs -o vers=4.0 xxxxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com:/ /
nfs
 mkdir -p /nfs/data
 umount /nfs
```

步骤2 创建持久化存储

1. 以下为创建 NAS 的 nas.yaml 样例，实际上您也可以创建云盘或者 OSS 等持久化存储。

   这里需要指定 label 为 `train:mnist`，该标签对于 pvc 选择 pv 绑定非常重要。其他和 NAS 相关的具体配置可以参考#unique_49。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
   labels:
     train: mnist
   name: pv-nas-train
spec:
   persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
   accessModes:
     - ReadWriteMany
   capacity:
     storage: 5Gi
   flexVolume:
     driver: alicloud/nas
     options:
       mode: "755"
       path: /data
       server: XXXX.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com
       vers: "4.0"
```

2. SSH 连接到 Master 节点，运行 `kubectl` 命令创建 pv。

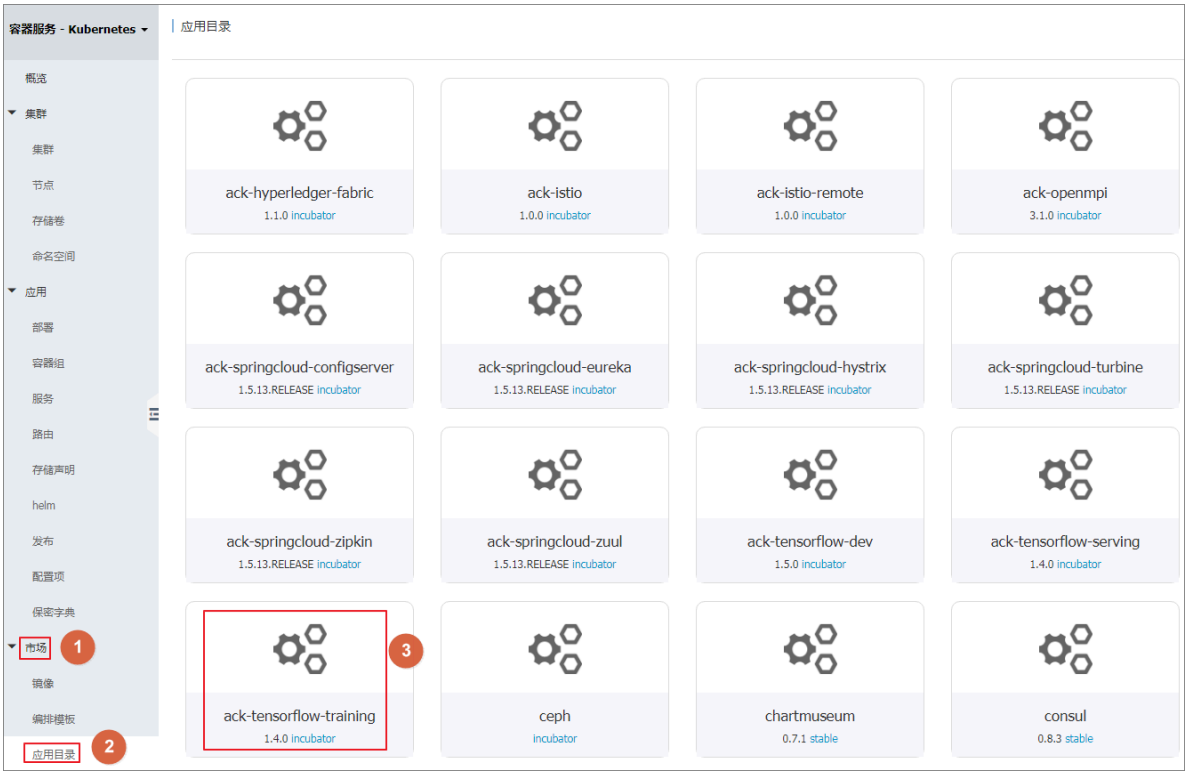
```
 $ kubectl create -f nas.yaml
 persistentvolume "pv-nas-train" created
```

3. 部署完成后，可以通过 Kubernetes Dashoard 检查运行状态。

步骤3 通过 Helm 部署 TensorFlow 分布式训练的应用

1. 登录容器服务管理控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航栏中的 市场 > 应用目录，进入应用目录列表。

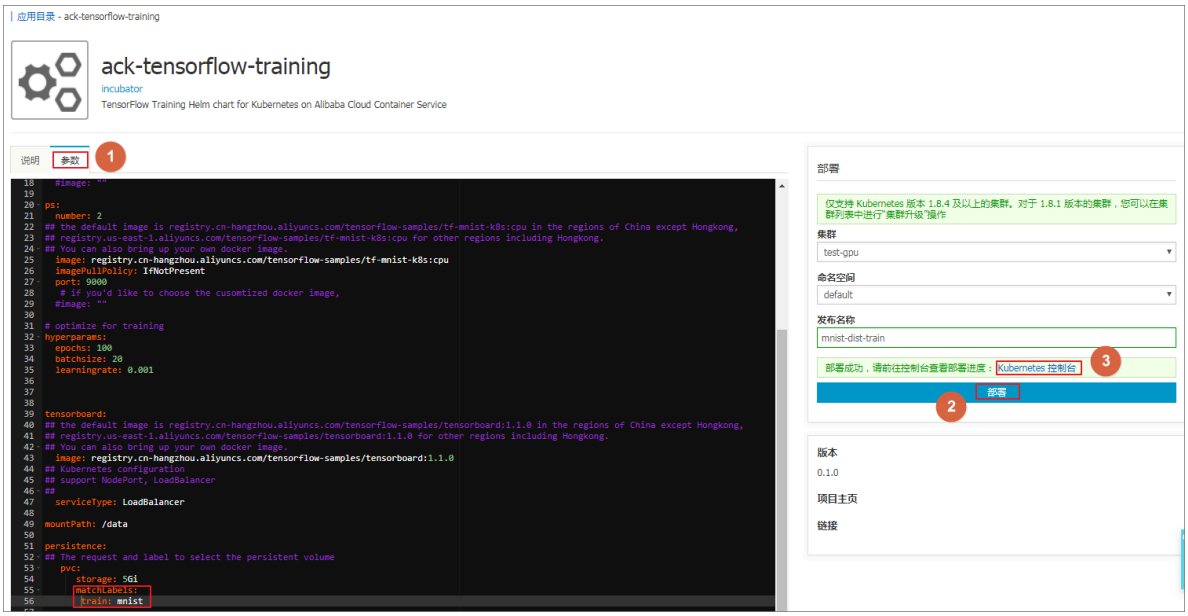
3. 单击 ack-tensorflow-training，进入对应的 chart 页面。



4. 单击 参数，对 ack-tensorflow-training 的参数进行配置，最后单击 部署。

说明:

默认配置下，使用 GPU 进行模型训练。



以下为支持 GPU 的自定义配置参数的 yaml 文件。

```
worker:
    number: 2
```

```
   gpuCount: 1
   image: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/tf-
mnist-k8s:gpu
   imagePullPolicy: IfNotPresent
   port: 8000
 ps:
   number: 2
   image: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/tf-
mnist-k8s:cpu
   imagePullPolicy: IfNotPresent
   port: 9000
 hyperparams:
   epochs: 100
   batchsize: 20
   learningrate: 0.001
 tensorboard:
   image: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/
tensorboard:1.1.0
   serviceType: LoadBalancer
 mountPath: /data
 persistence:
    pvc:
       storage: 5Gi
       matchLabels:
         train: mnist                                    ##与前面创建的pv的标
签一致
```

如果您运行的 Kubernetes 集群不含有 GPU，可以使用以下配置 yaml 文件。

```
worker:
number: 2
gpuCount: 0
# if you'd like to choose the cusomtized docker image
image: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/tf-mnist
-k8s:cpu
imagePullPolicy: IfNotPresent
ps:
number: 2
# if you'd like to choose the cusomtized docker image
image: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/tf-mnist
-k8s:cpu
imagePullPolicy: IfNotPresent
tensorboard:
image: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-samples/
tensorboard:1.1.0
serviceType: LoadBalancer
hyperparams:
epochs: 100
batchsize: 20
learningrate: 0.001
persistence:
mountPath: /data
pvc:
  matchLabels:
    train: mnist ##与前面创建的pv的标签一致
```

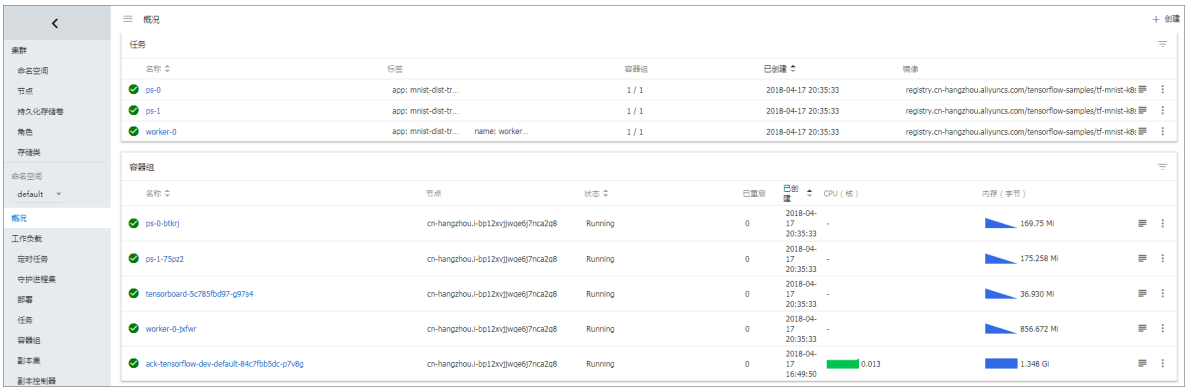
```
  storage: 5Gi
```

这里镜像的参考代码来自于： https://github.com/cheyang/tensorflow-sample-code 。

您也可运行 helm 命令部署。

```
helm install --values values.yaml --name mnist incubator/acs-
tensorflow-tarining
 helm install --debug --dry-run --values values.yaml --name mnist
incubator/acs-tensorflow-tarining
```

5. 部署完成后，单击集群右侧的 控制台，进入 Kubernetes Dashboard，查看应用运行状态。



步骤4 利用 helm 命令查看部署的信息

1. 登录到 Kubernetes 的 master 节点上，利用 helm 命令查看部署应用的列表。

```
 # helm list
 NAME               REVISION  UPDATED                   STATUS
CHART                        NAMESPACE
 mnist-dist-train  1         Mon Mar 19 15:23:51 2018  DEPLOYED  acs
-tensorflow-training-0.1.0 default
```

2. 利用 helm status 命令检查具体应用的配置。

```
 # helm status mnist-dist-train
 LAST DEPLOYED: Mon Mar 19 15:23:51 2018
 NAMESPACE: default
 STATUS: DEPLOYED
 RESOURCES:
 ==> v1/ConfigMap
 NAME             DATA  AGE
 tf-cluster-spec  1     7m
 ==> v1/Service
 NAME          TYPE        CLUSTER-IP     EXTERNAL-IP   PORT(S)    AGE
 worker-0      ClusterIP   None           <none>        8000/TCP   7m
 ps-1          ClusterIP   None           <none>        9000/TCP   7m
 tensorboard   ClusterIP   172.19.XX.XX   106.1.1.1     80/TCP     7m
 ps-0          ClusterIP   None           <none>        9000/TCP   7m
 worker-1      ClusterIP   None           <none>        8000/TCP   7m
 ==> v1beta1/Deployment
 NAME          DESIRED  CURRENT  UP-TO-DATE  AVAILABLE  AGE
 tensorboard   1        1        1           1          7m
 ==> v1/Job
 NAME       DESIRED  SUCCESSFUL  AGE
 ps-1       1        0           7m
```

```
 worker-0  1        0          7m
 ps-0      1        0          7m
 worker-1  1        0          7m
 ==> v1/Pod(related)
 NAME                           READY  STATUS   RESTARTS  AGE
 tensorboard-5c785fbd97-7cwk2   1/1    Running  0         7m
 ps-1-lkbtb                     1/1    Running  0         7m
 worker-0-2mpmb                 1/1    Running  0         7m
 ps-0-ncxch                     1/1    Running  0         7m
 worker-1-4hngw                 1/1    Running  0         7m
```

这里可以看到 Tensorboard 的对外IP是*106.1.1.1*，可以在训练过程中查看 cost 的收敛程度。

3. **检查任务运行状况，此时 worker 都处于运行状态。**

```
# kubectl get job
 NAME       DESIRED   SUCCESSFUL   AGE
 ps-0       1         0            5m
 ps-1       1         0            5m
 worker-0   1         0            5m
 worker-1   1         0            5m
 # kubectl get po
 NAME                          READY     STATUS    RESTARTS   AGE
 ps-0-jndpd                    1/1       Running   0          6m
 ps-1-b8zgz                    1/1       Running   0          6m
 tensorboard-f78b4d57b-pm2nf   1/1       Running   0          6m
 worker-0-rqmvl                1/1       Running   0          6m
 worker-1-7pgx6                1/1       Running   0          6m
```

4. **检查训练日志。**

```
 # kubectl logs --tail=10 worker-0-rqmvl
 Step: 124607,  Epoch: 24,  Batch: 1600 of 2750,  Cost: 0.8027,
AvgTime: 6.79ms
 Step: 124800,  Epoch: 24,  Batch: 1700 of 2750,  Cost: 0.7805,
AvgTime: 6.10ms
```

5. **通过 watch job 状态，可以监视到 job 已经完成。**

```
 # kubectl get job
 NAME       DESIRED   SUCCESSFUL   AGE
 ps-0       1         0            1h
 ps-1       1         0            1h
 worker-0   1         1            1h
 worker-1   1         1            1h
```

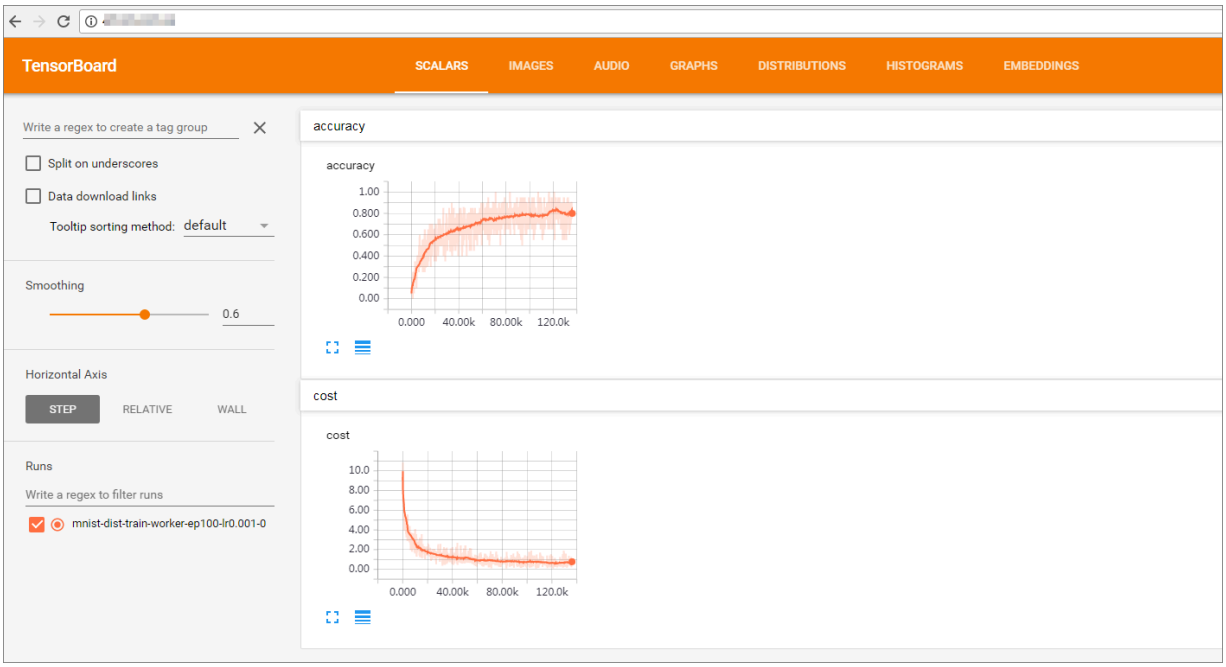
此时再查看训练日志，发现训练已经完成。

```
# kubectl logs --tail=10 -f worker-0-rqmvl
 Step: 519757,  Epoch: 100,  Batch: 2300 of 2750,  Cost: 0.1770,
AvgTime: 6.45ms
 Step: 519950,  Epoch: 100,  Batch: 2400 of 2750,  Cost: 0.2142,
AvgTime: 6.33ms
 Step: 520142,  Epoch: 100,  Batch: 2500 of 2750,  Cost: 0.1940,
AvgTime: 6.02ms
 Step: 520333,  Epoch: 100,  Batch: 2600 of 2750,  Cost: 0.5144,
AvgTime: 6.21ms
```

```
 Step: 520521,  Epoch: 100,  Batch: 2700 of 2750,  Cost: 0.5694,
AvgTime: 5.80ms
 Step: 520616,  Epoch: 100,  Batch: 2750 of 2750,  Cost: 0.5333,
AvgTime: 2.94ms
 Test-Accuracy: 0.89
 Total Time: 1664.68s
 Final Cost: 0.5333
 done
```

步骤5 访问 Web 站点观察训练结果

通过 Tensorboad 查看训练效果，前面已经获得了 Tensorboard 的外部 IP *106.1.1.1*，直接通过浏览器访问 *http://106.1.1.1/*，就可以观测到训练的效果。



2.1.5 创建 NAS 数据卷

本文为您介绍如何创建NAS数据卷。

前提条件

准备一个与 Kubernetes 集群位于相同地域的存储包。您可使用已有的存储包，或者购买一个新的存储包，请参见#unique_54。

操作步骤

1. 登录 NAS控制台。

2. 默认进入文件系统列表页面，选择与 GPU 集群相同的地域，单击右上角 创建文件系统。

3. 在弹出的对话框中，进行配置，创建一个 NAS 文件系统。

- 地域：选择与容器集群相同的地域。本示例选择 华东1。
- 存储类型：本示例选择 容量型 。
- 协议类型：选择 NFS。
- 可用区：选择 华东1可用区B。同一地域不同可用区可以互通。
- 存储包：选择一个准备好的存储包。

4. 单击 确定 后，新建的文件系统出现在列表中。

5. 单击新建文件系统右侧的 管理，进入文件系统详情页面。

6. 单击 添加挂载点，添加 VPC 类型的挂载点，参见 #unique_50/unique_50_Connect_42_section_9q8_owp_z6n。

7. 添加挂载点完毕后，查看挂载点地址。

2.1.6 TensorFlow模型开发

TensorFLow 是深度学习和机器学习最流行的开源框架，它最初是由 Google 研究团队开发的并致力于解决深度神经网络的机器学习研究，从2015年开源到现在得到了广泛的应用。特别是 Tensorboard 这一利器，对于数据科学家的工作非常有用。

Jupyter notebook 是强大的数据分析工具，它能够帮助快速开发并且实现机器学习代码的共享，是数据科学团队用来做数据实验和组内合作的利器，也是机器学习初学者入门这一个领域的好起点。

利用 Jupyter 开发 TensorFLow 是许多数据科学家的首选，但是如何能够快速从零搭建一套这样的环境，并且配置 GPU 的使用，同时支持最新的 TensorFLow 版本，对于数据科学家来说既复杂，同时也浪费精力。在阿里云的 Kubernetes 集群上，您可以通过简单的 Web 界面，一键式创建一套完整的 tensorFlow 实验环境，包括 Jupyter Notebook开发模型，利用 Tensorboard 调整模型。

准备Kubernetes环境

阿里云容器服务Kubernetes 1.9.3目前已经上线，但是购买按量付费的GPU计算型服务器需要申请ECS工单开通。创建包含适当数量弹性计算资源（GPU 服务器）的 Kubernetes 集群，可以参见#unique_46。

需要登录 Master节点，执行相关命令，参见#unique_48。

准备数据

1. 创建NAS文件存储，并且设置vpc内挂载点。可以参考管理文件系统。并且查看挂载点，这里假设挂载点为`xxxxxx.cn-shanghai.nas.aliyuncs.com`
2. 准备名字为*/data*的数据文件夹。

```
mkdir /nfs
 mount -t nfs -o vers=4.0 xxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com:/ /nfs
 mkdir -p /nfs/data
 umount /nfs
```

创建 persistent volume

以下为创建NAS的nas.yaml样例，实际上也可以创建云盘或者OSS等持久化存储

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  labels:
    train: mnist
  name: pv-nas-train
spec:
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  accessModes:
    - ReadWriteMany
```

```
  capacity:
    storage: 5Gi
  flexVolume:
    driver: alicloud/nas
    options:
      mode: "755"
      path: /data
      server: xxxxxx.cn-hangzhou.nas.aliyuncs.com
      vers: "4.0"
```

说明:

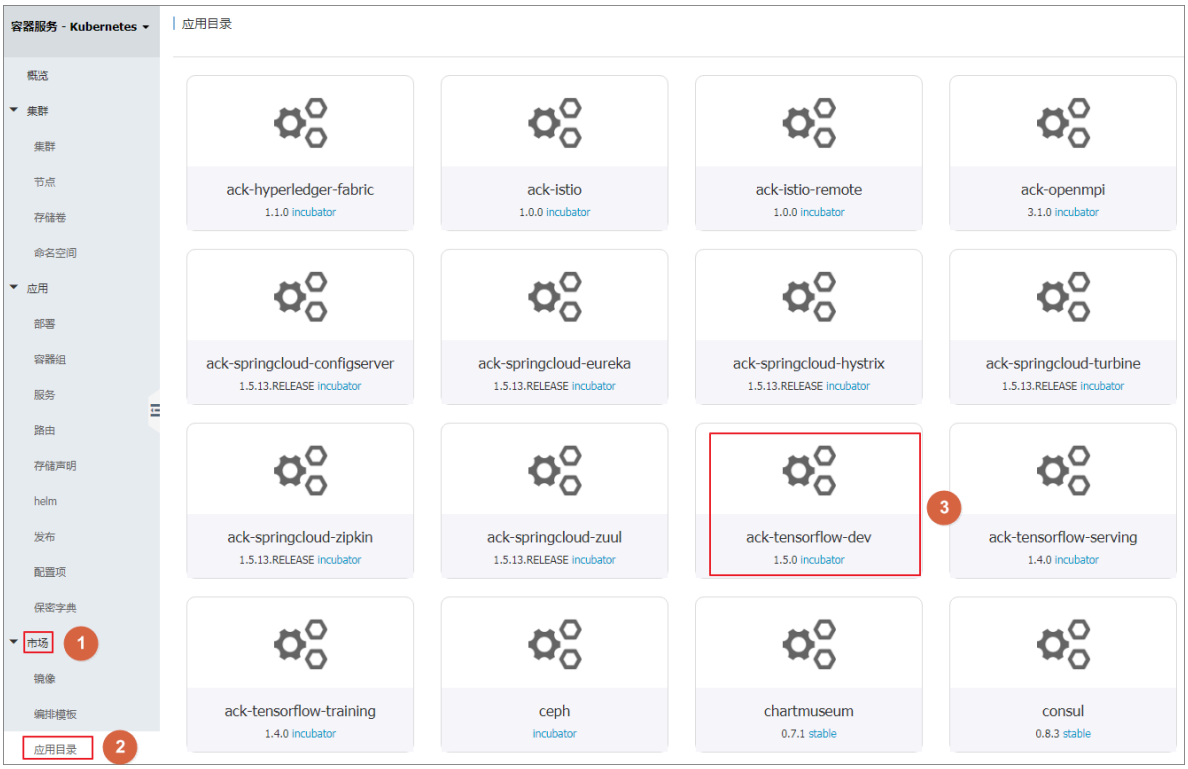
这里需要指定label为model: mnist，该标签对于 pvc 选择 pv 绑定非常重要。另外和NAS相关的具体配置可以参考#unique_56。

运行kubectl命令创建。

```
kubectl create -f nas.yaml
persistentvolume "pv-nas" created
```

通过应用目录部署 TensorFlow 应用

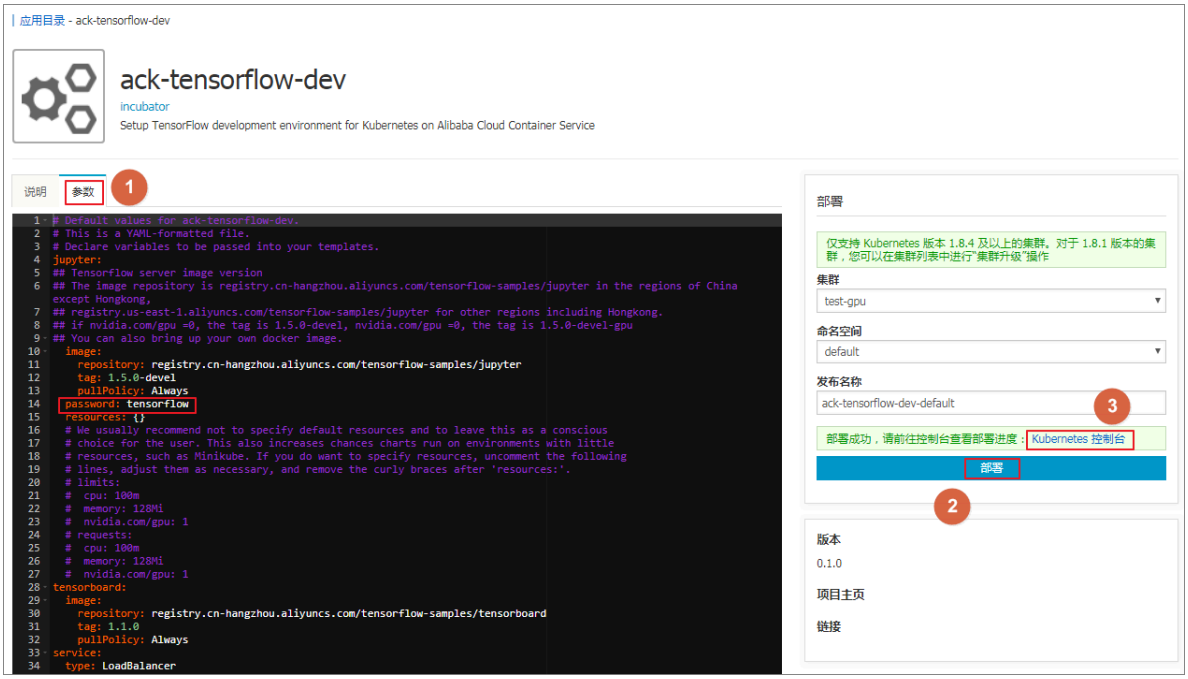
1. 登录 容器服务控制台。
2. 在 Kubernetes 菜单下，单击左侧导航栏中的市场 > 应用目录，进入应用目录列表。
3. 单击 ack-tensorflow-dev，进入对应的 chart 页面。



4. 单击参数，就可以通过 Web 界面配置参数，然后单击 部署，最后单击 Kubernetes 控制台。

说明:

默认的配置下，是使用 CPU 进行计算。



本示例使用 GPU 节点进行 tensorflow 开发，具体的配置如下：

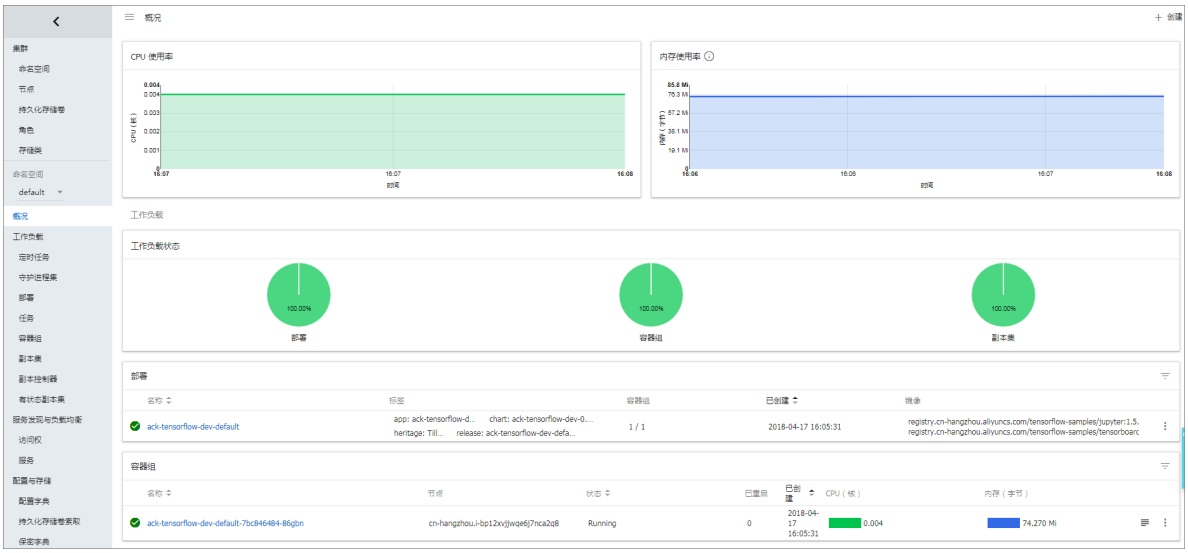
```
jupyter:
   image:
     pullPolicy: Always
     repository: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-
samples/jupyter
     tag: 1.5.0-devel-gpu
   password: tensorflow
   resources:
     limits:
       nvidia.com/gpu: 1
     requests:
       nvidia.com/gpu: 1
 service:
   type: LoadBalancer
 tensorboard:
   image:
     pullPolicy: Always
     repository: registry.cn-hangzhou.aliyuncs.com/tensorflow-
samples/tensorboard
     tag: "1.1.0"
 persistence:
   enabled: true
   mountPath: /data
   pvc:
     matchLabels:
        train: mnist
```

```
      storage: 5Gi
```

您也可以登录到 Kubernetes master 节点，运行以下命令进行部署。

```
$ helm install --name ack-tensorflow-dev-default incubator/ack-
tensorflow
```

5. **进入 Kubernetes Dashboard 页面，查看 tensorflow 应用启动的状态。**



至此，ack-tensorflow-dev 应用成功运行。

使用 TensorFlow 实验环境

1. **首先通过 ssh 登录 Kubernetes 集群，查看 tensorflow 应用列表。**

```
$ helm list
NAME                            REVISION        UPDATED
                STATUS          CHART
NAMESPACE
ack-tensorflow-dev-default      1               Tue Apr 17 16:05:31
2018        DEPLOYED        ack-tensorflow-dev-0.1.0        default
```

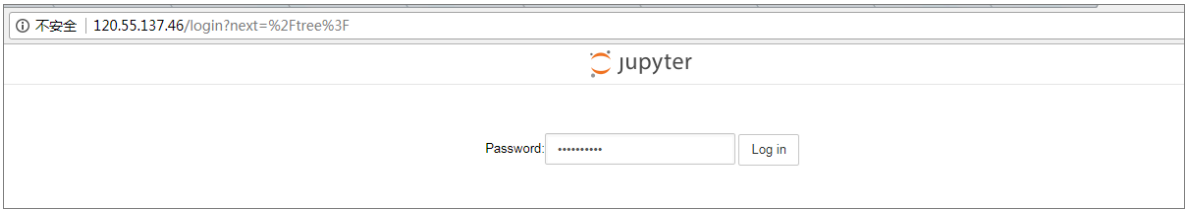
2. **利用 `helm status` 命令检查应用配置。**

```
 $ helm status ack-tensorflow-dev-default
 LAST DEPLOYED: Tue Apr 17 16:05:31 2018
 NAMESPACE: default
 STATUS: DEPLOYED
 RESOURCES:
 ==> v1/Service
 NAME                        TYPE           CLUSTER-IP    EXTERNAL-IP
    PORT(S)                      AGE
 ack-tensorflow-dev-default  LoadBalancer  172.21.7.225  120.55.137.
46  6006:32203/TCP,80:30795/TCP  7m
 ==> v1beta2/Deployment
 NAME                        DESIRED  CURRENT  UP-TO-DATE  AVAILABLE
  AGE
 ack-tensorflow-dev-default  1        1        1           1
  7m
 NOTES:
 1. Get the application URL by running these commands:
```

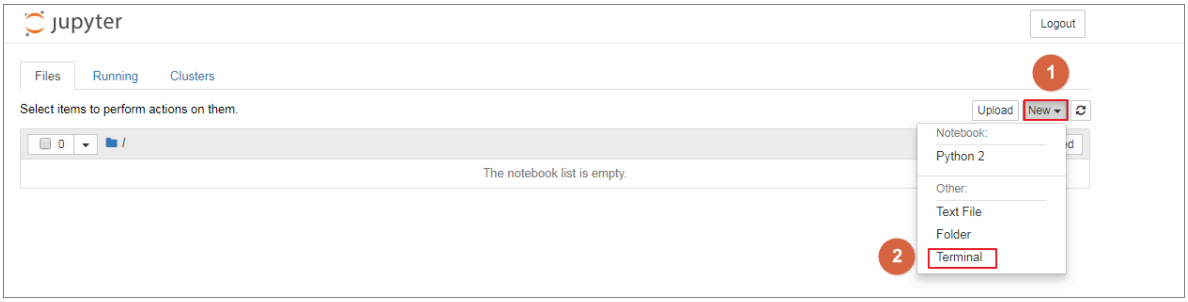
```
      NOTE: It may take a few minutes for the LoadBalancer IP to be
available.
            You can watch the status of by running 'kubectl get svc
 -w ack-tensorflow-dev-default'
   export SERVICE_IP=$(kubectl get svc --namespace default ack-
tensorflow-dev-default -o jsonpath='{.status.loadBalancer.ingress[0
].ip}')
   echo http://$SERVICE_IP:
```

这里可以看到外部 SLB 的 IP 是 120.55.137.46， Jupyter Notebook 的端口为 80，Tensorboard 为 6006。

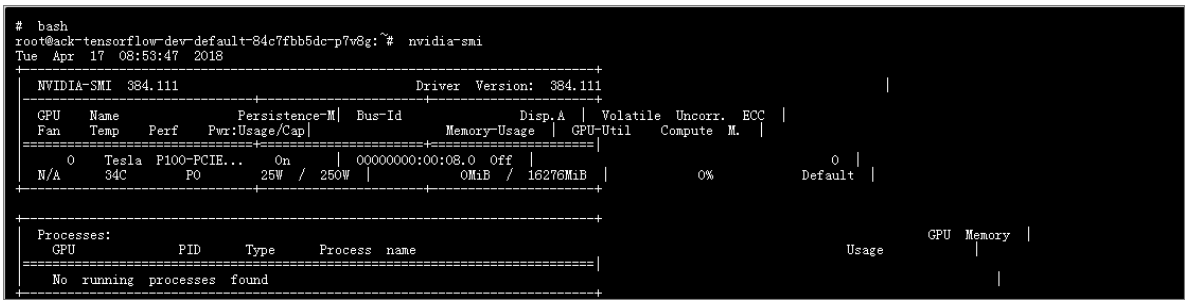
3. 通过 Jupyter 访问端点登录，本示例中 Jupyter 的访问地址是 http://120.55.137.46，输入前面设定的密码，单击 Log in， 在本示例中我们设定的是 tensorflow。



4. 单击 New > Terminal，进入 Terminal 页面。



5. 在 bash 执行环境下，在 Terminal 内执行 `nvidia-smi`，可以看到 GPU 的配置。



6. 通过 git 命令下载tensorflow样例代码。

```
$ git clone https://code.aliyun.com/kubernetes/Tensorflow-Examples.
git
 Clone into  "Tensorflow-Examples"...
 remote: Counting objects: 885, done.
 remote: Total 885 (delta 532), reused 885 (delta 532)
 Receiving objects: 100% (885/885), 17.89 MiB | 0 bytes/s, done.
 Resolving deltas: 100% (532/532), done.
 Checking connectivity... done.
```

```
root@ack-tensorflow-dev-default-84c7
```

7. 查看mount进来的/data路径。

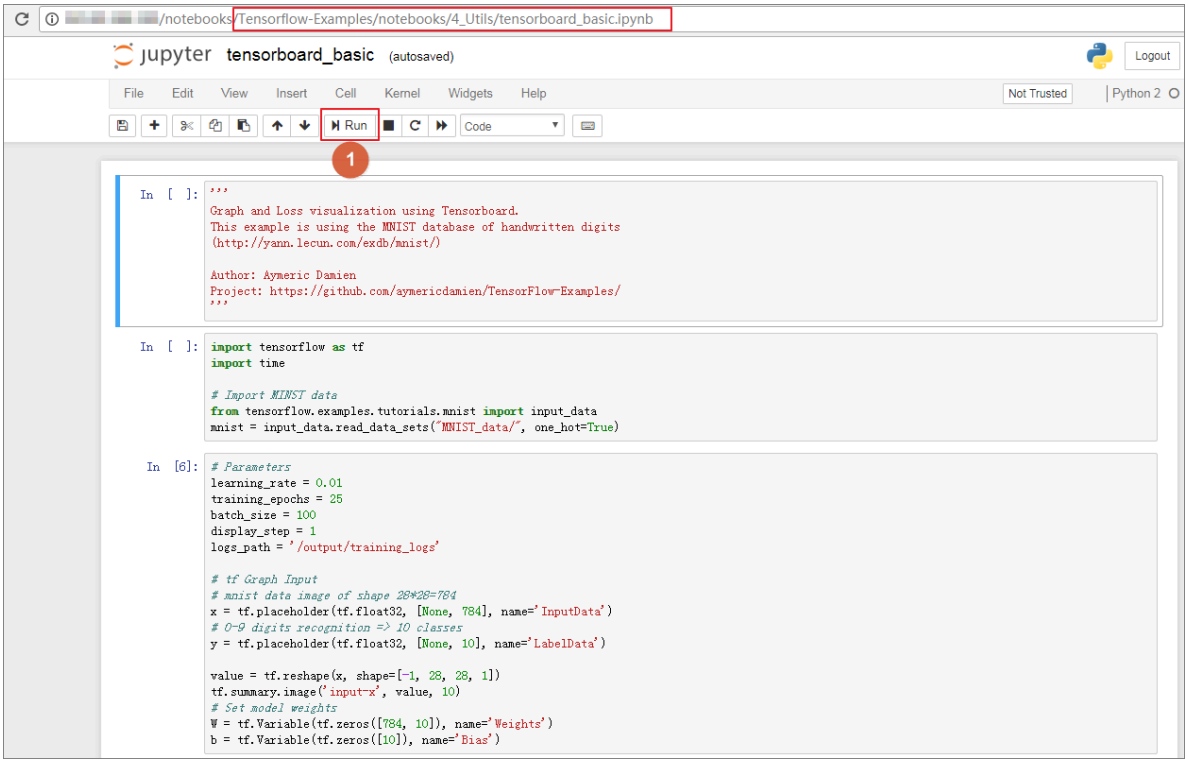
```
ls /data
```

8. 返回 Jupyter 主页您就能看到 Tensorflow-Examples 已经下载到您的工作目录。

9. 进入 */Tensorflow-Examples/notebooks/4_Utils/tensorboard_basic.ipynb* 目录，运行程序。

说明:

如果您需要用Tensorboard观测训练效果，请将日志记录到/output/training_logs下。



10.以下为训练结果输出。

```
Epoch: 0001 cost= 1.184048782
Epoch: 0002 cost= 0.665532489
Epoch: 0003 cost= 0.552896572
Epoch: 0004 cost= 0.498722185
Epoch: 0005 cost= 0.465545912
Epoch: 0006 cost= 0.442538375
Epoch: 0007 cost= 0.425477976
Epoch: 0008 cost= 0.412196293
Epoch: 0009 cost= 0.401395965
Epoch: 0010 cost= 0.392410899
Epoch: 0011 cost= 0.384823679
Epoch: 0012 cost= 0.378181933
Epoch: 0013 cost= 0.372421673
Epoch: 0014 cost= 0.367311774
Epoch: 0015 cost= 0.362693607
Epoch: 0016 cost= 0.358600763
Epoch: 0017 cost= 0.354853889
Epoch: 0018 cost= 0.351446943
Epoch: 0019 cost= 0.348336726
Epoch: 0020 cost= 0.345467410
Epoch: 0021 cost= 0.342783512
Epoch: 0022 cost= 0.340270793
Epoch: 0023 cost= 0.337918402
Epoch: 0024 cost= 0.335781661
Epoch: 0025 cost= 0.333670841
Optimization Finished!
Accuracy: 0.914
Run the command line:
--> tensorboard --logdir=/output/training_logs
```

11.这时您可以登录 Tensorboard 查看训练效果， 本示例中Tensorboard的地址为 http://120.55.137.46:6006。这里您可以看到模型的定义和训练的收敛趋势。