



K8S
技术社区

IT大咖说
知识分享平台

PaddlePaddle on Kubernetes

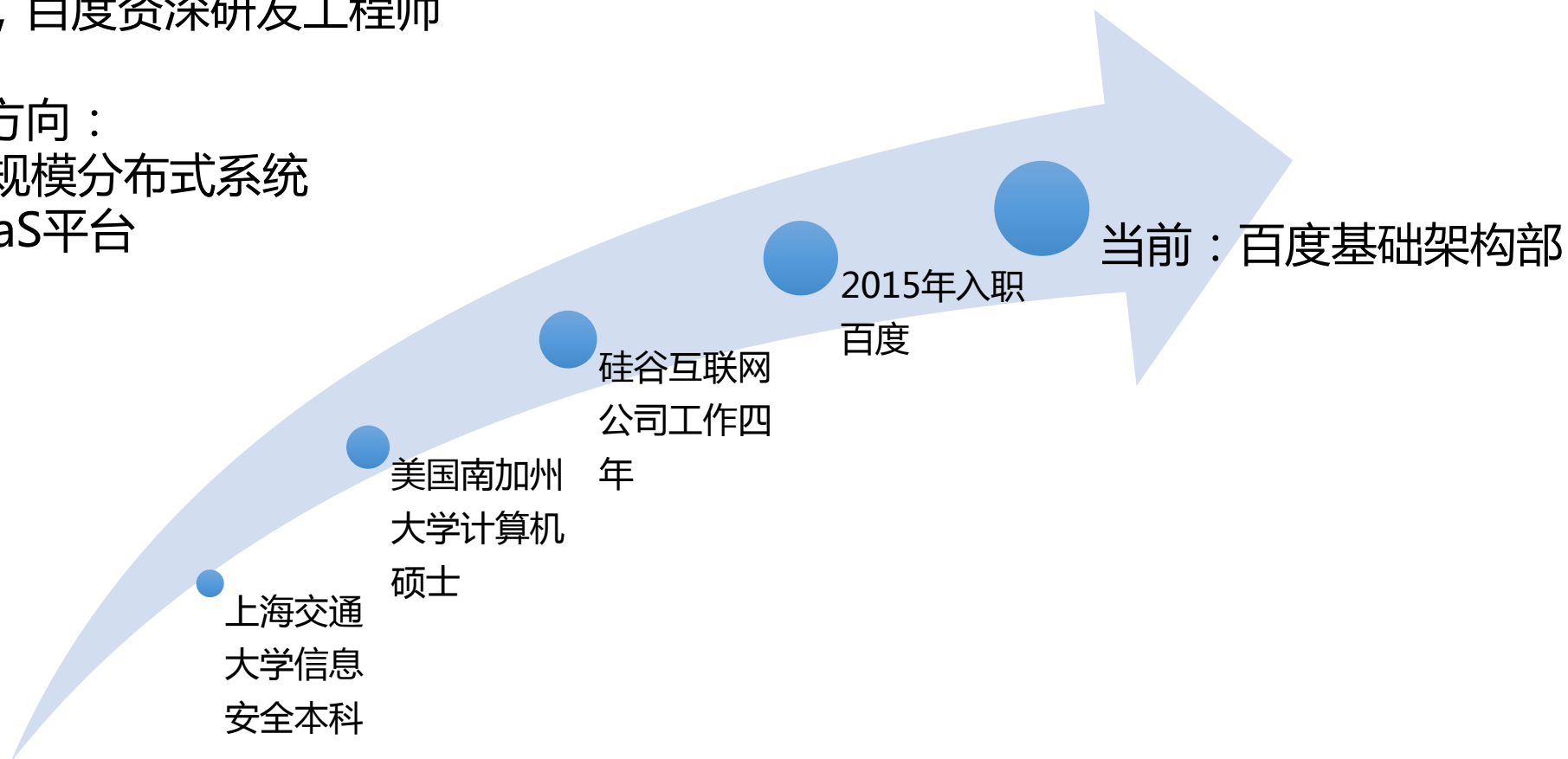
百度深度学习框架k8s实践

百度开放云 周侗

周侗，百度资深研发工程师

主要方向：

- 大规模分布式系统
- PaaS平台





Why Kubernetes & AI



PaddlePaddle技术细节

- 分布式
- 在离线混布
- GPU支持



PaddlePaddle介绍



深度学习未来展望

Why Kubernetes & AI

Why Kubernetes – AI集群的痛点

AI的发展得益于(移动)互联网产生的大量的数据

- 大量互联网开放的数据
- 大量Web Server的日志
- 大量在线传感器采集的数据

大量数据的处理，依赖于分布式存储和不同的分布式计算框架

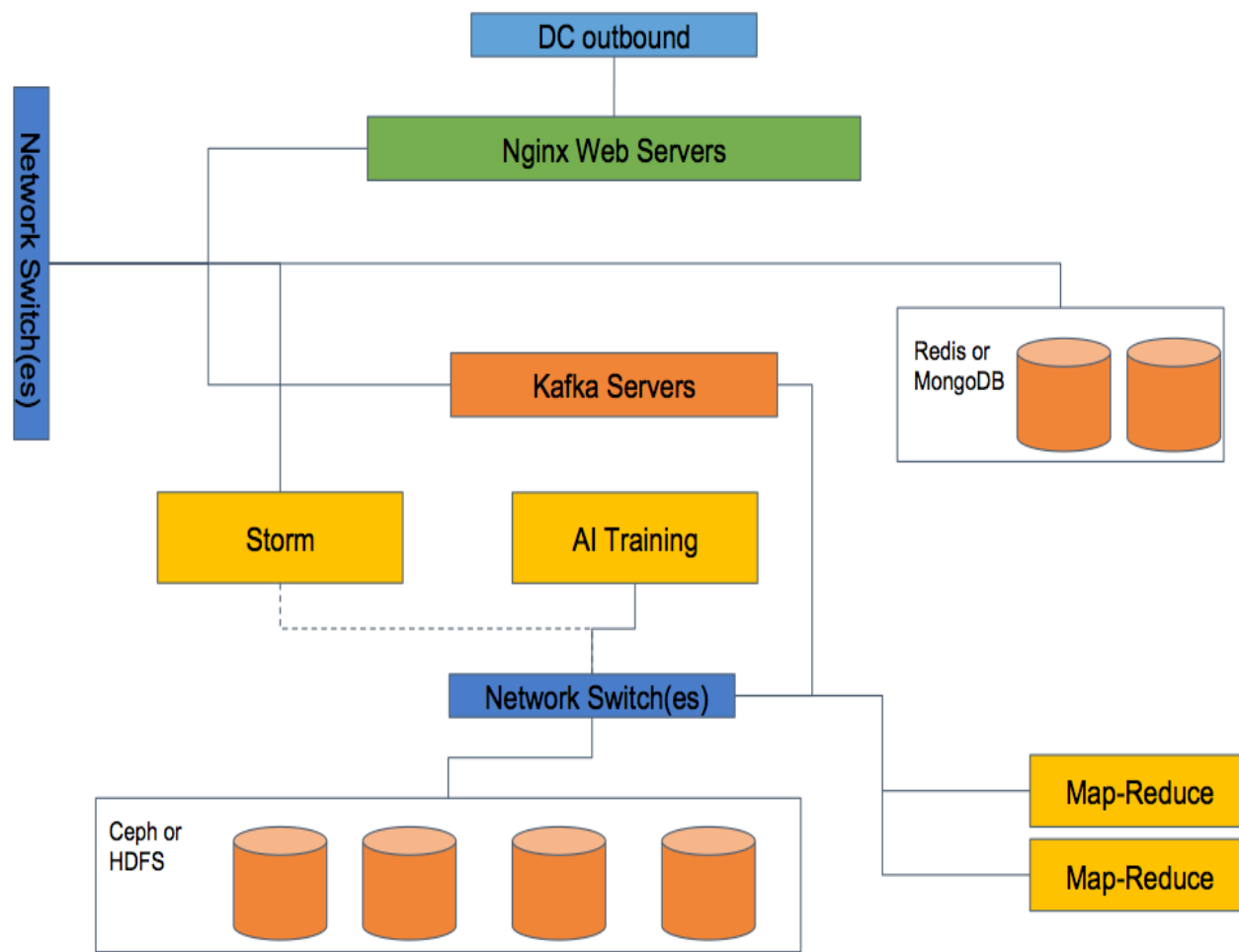
- HDFS/Ceph/GlusterFS
- Map-Reduce
- Storm -> Beam
- PaddlePaddle/Tensorflow

AI的应用须依赖于生产业务的数据流

- 专用集群会创建多个不同的集群，成本高昂
- 专用集群的每个集群利用率都难以提高
- 专用集群的在线伸缩能力弱

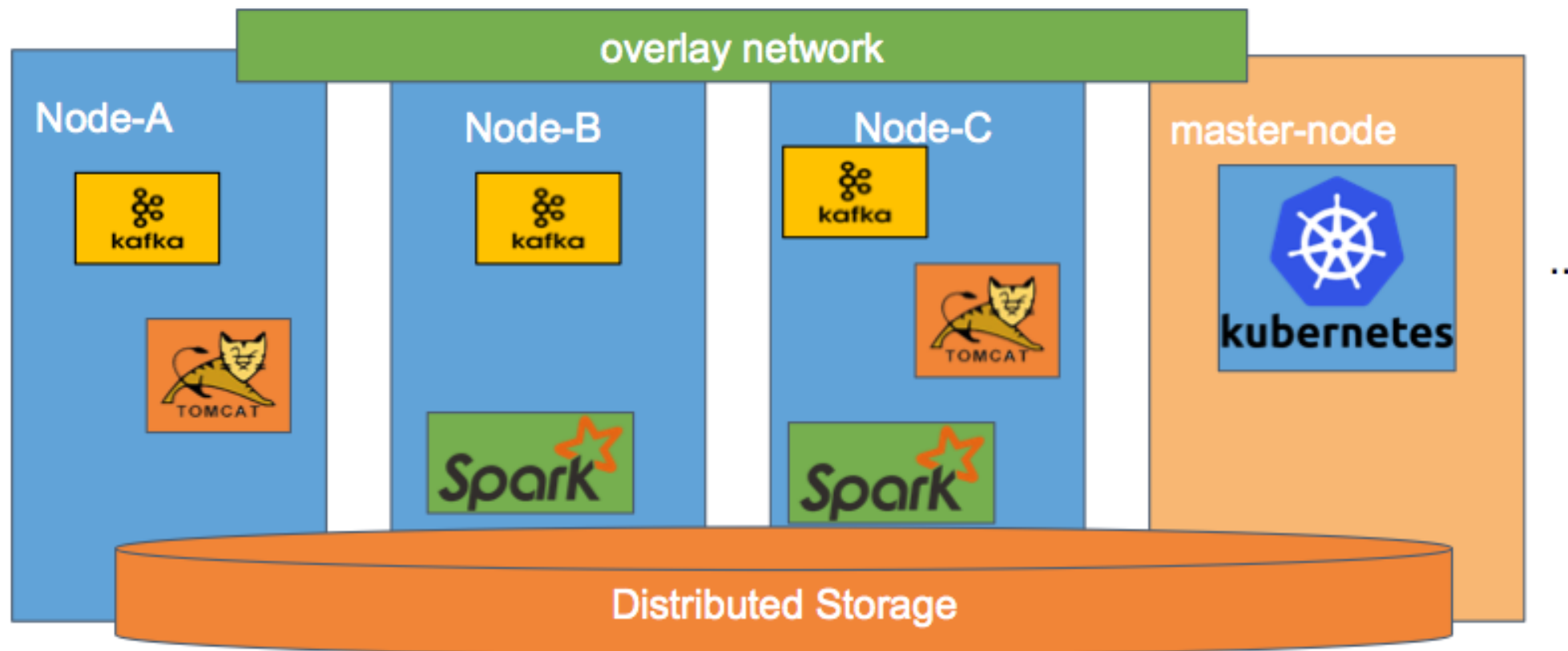
K8S
技术社区

IT大咖说
知识分享平台



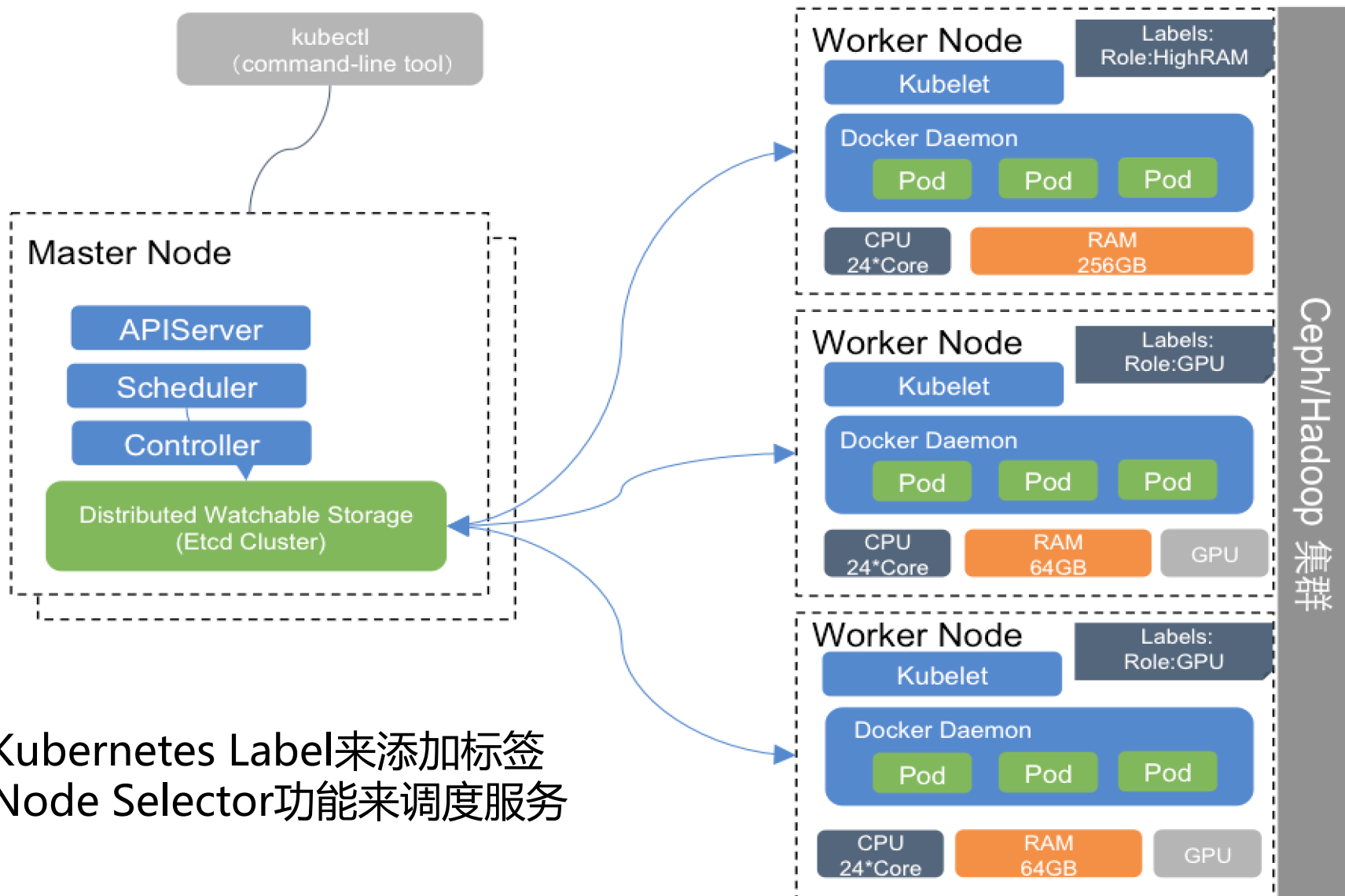
Why Kubernetes – AI通用集群

Kubernetes Cluster



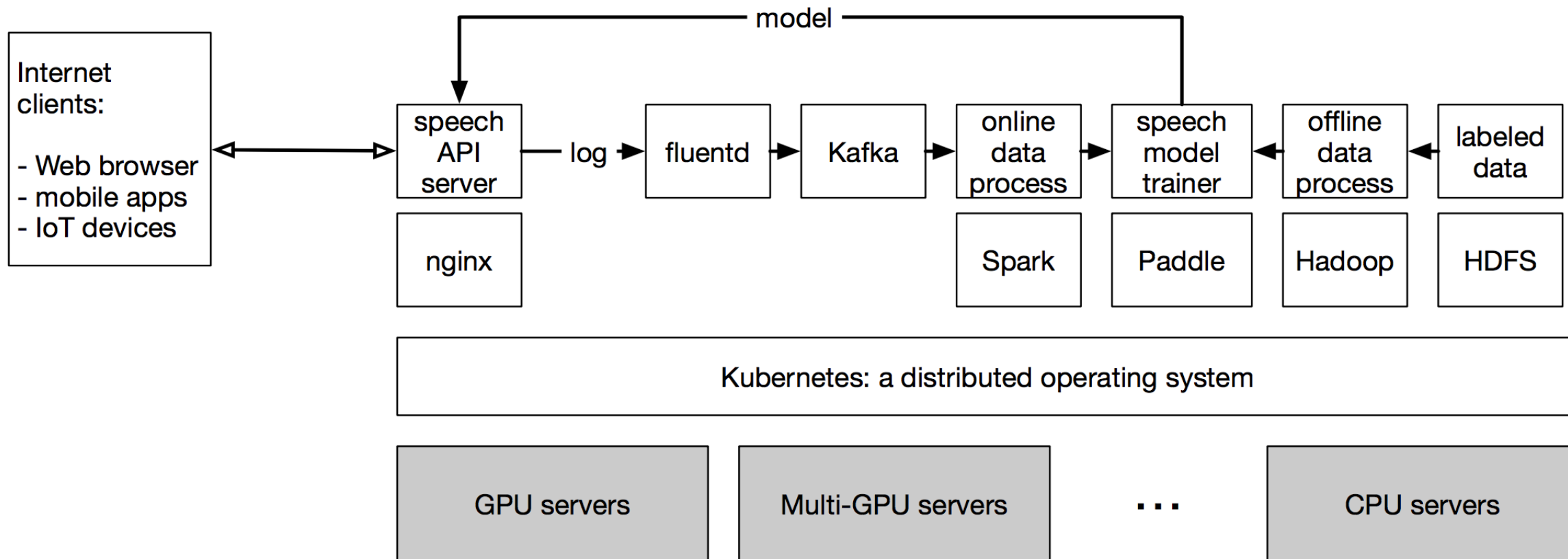
- 摒弃专用集群的概念，使集群资源无指定用途，达到资源共享、分时复用的目的；
- 不需要开发新的framework来适配Kubernetes，只需支持Containerization即可；

Why Kubernetes – 支持异构



- 使用Kubernetes Label来添加标签
- 使用Node Selector功能来调度服务

Why Kubernetes – AI解决方案





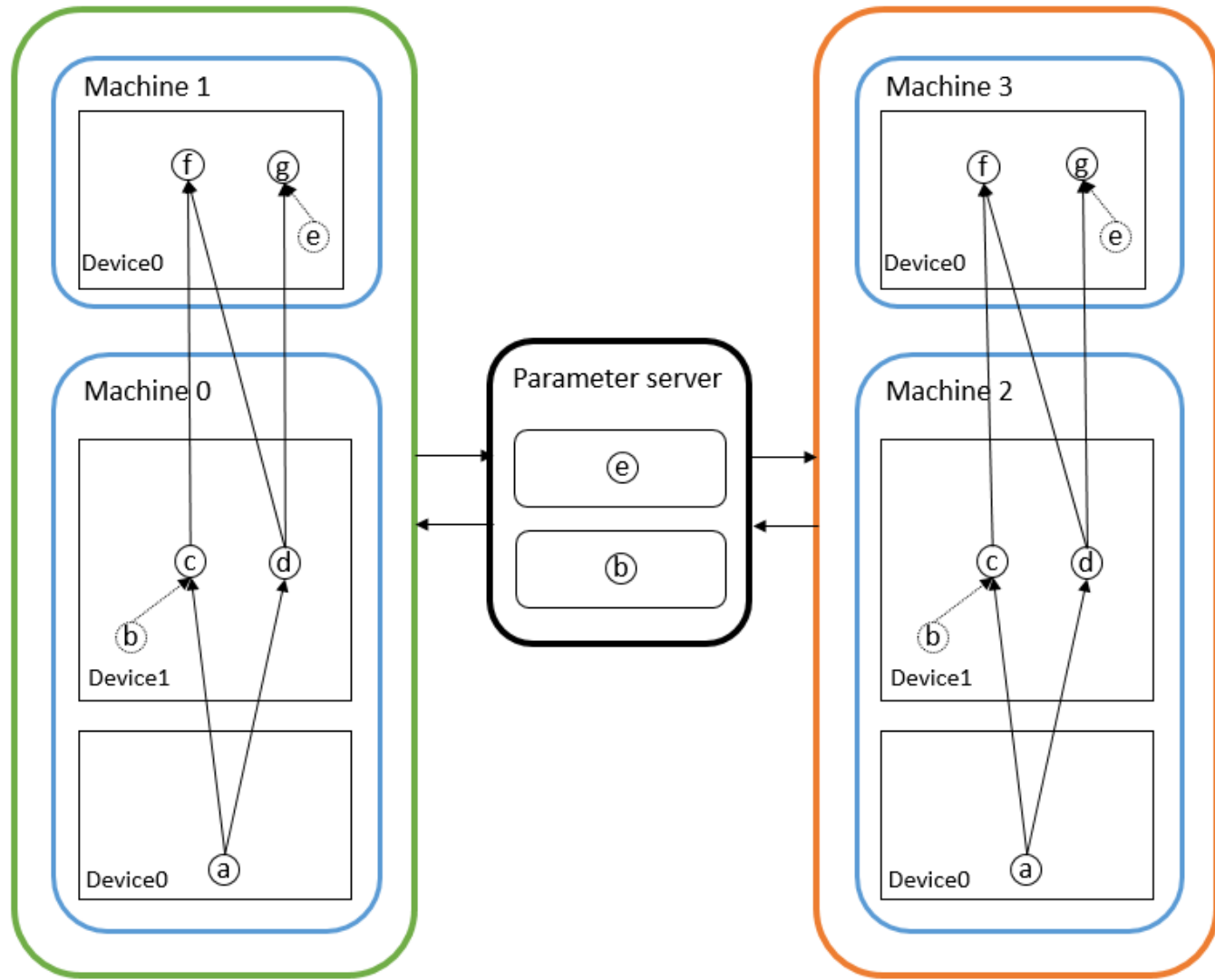
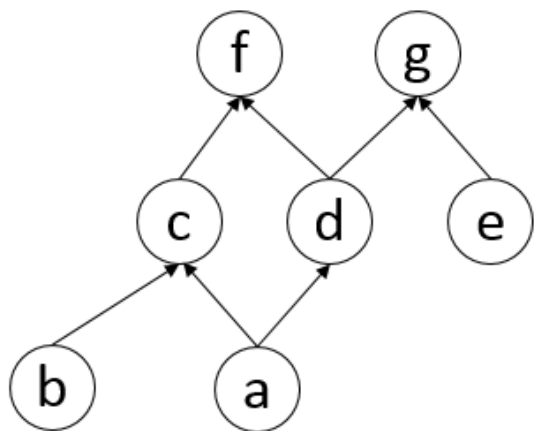
K8S
技术社区

IT大咖说
知识分享平台

PaddlePaddle介绍

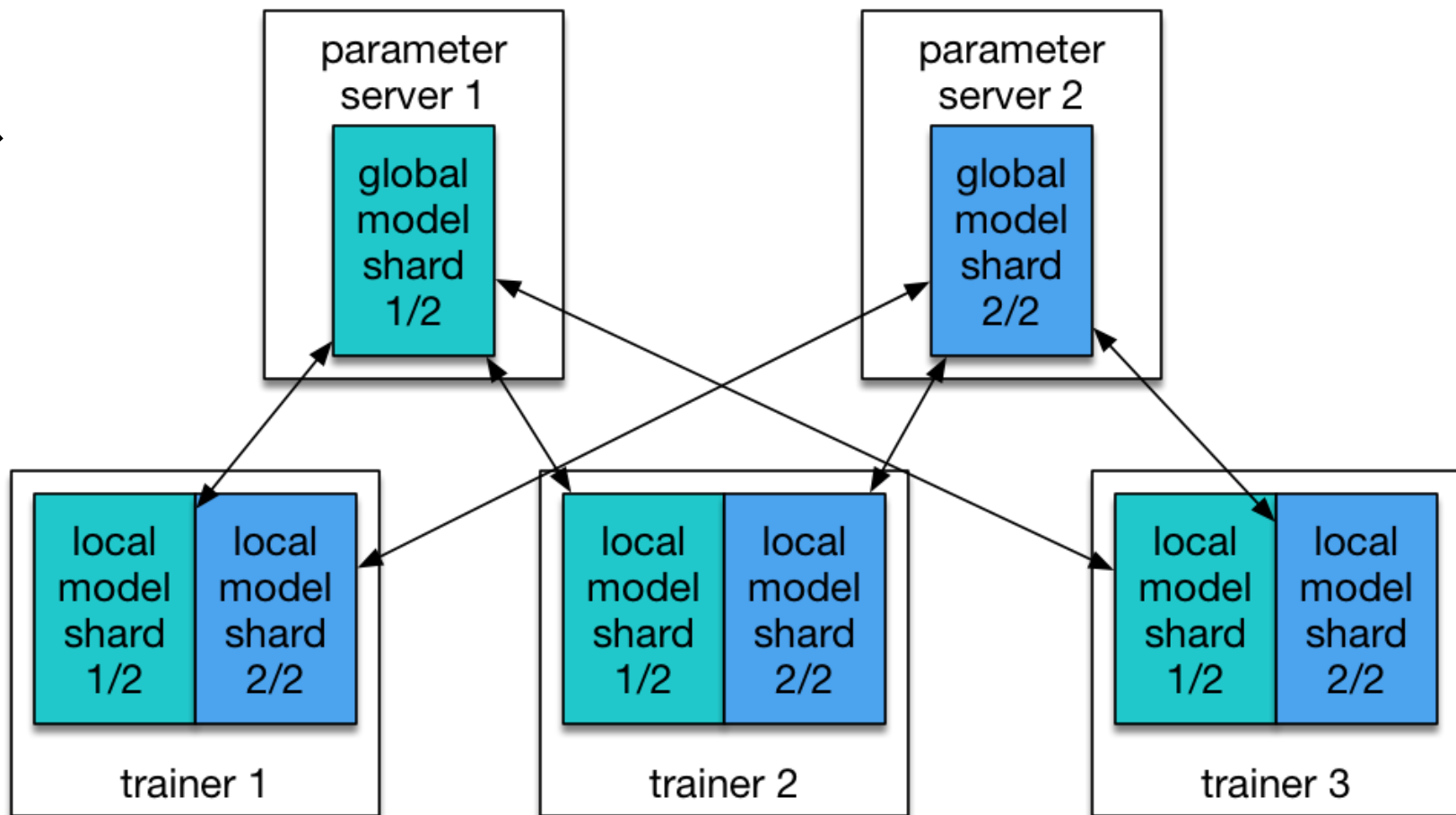
- PaddlePaddle (PArallel Distributed Deep LEarning) 是百度于2016年9月开源的一款深度学习平台，具有易用，高效，灵活和可伸缩等特点，为百度内部多项产品提供深度学习算法支持 - <http://www.paddlepaddle.org/>
- 已经应用于包括搜索、翻译、电商和计算基础架构等方面共五十余个应用，该项目开源地址 - <https://github.com/PaddlePaddle/>

PaddlePaddle PServer架构



特点：

- 更为灵活的数据一致，pull可以并非等到push完全完成后再进行，允许一定的未完成度来确保并行。
- 相对MPI框架而言，有fault tolerant，节点fail不影响训练。





K8S
技术社区

IT大咖说
知识分享平台

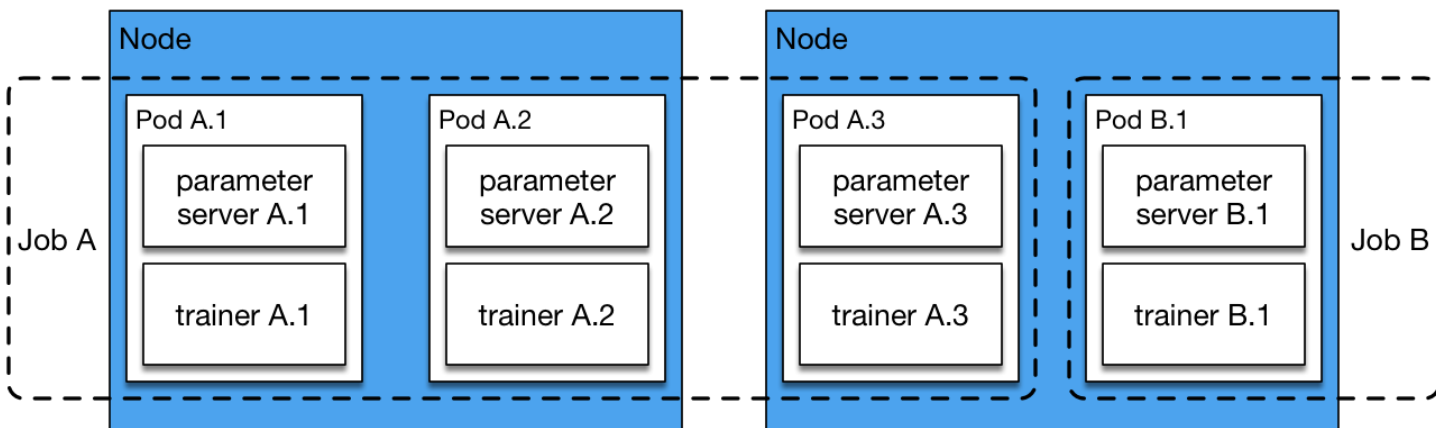
PaddlePaddle on Kubernetes技术细节

- 各种类型的应用
 - PaddlePaddle Serving服务, PaddleBook服务
 - PaddlePaddle训练任务, Cronjob
- 服务之间的隔离
 - 线上线下PaddlePaddle共享集群
- 在离线混布 – 优先级抢占
 - Serving服务优于Training任务
- 集群资源利用率提升
 - CPU, 内存等资源通过软硬限的方式进行超发
 - GPU作为一种资源进行统一的调度
- 自动伸缩
 - 白天Serving服务为主, 夜间Training任务为主

分布式PaddlePaddle

功能点：

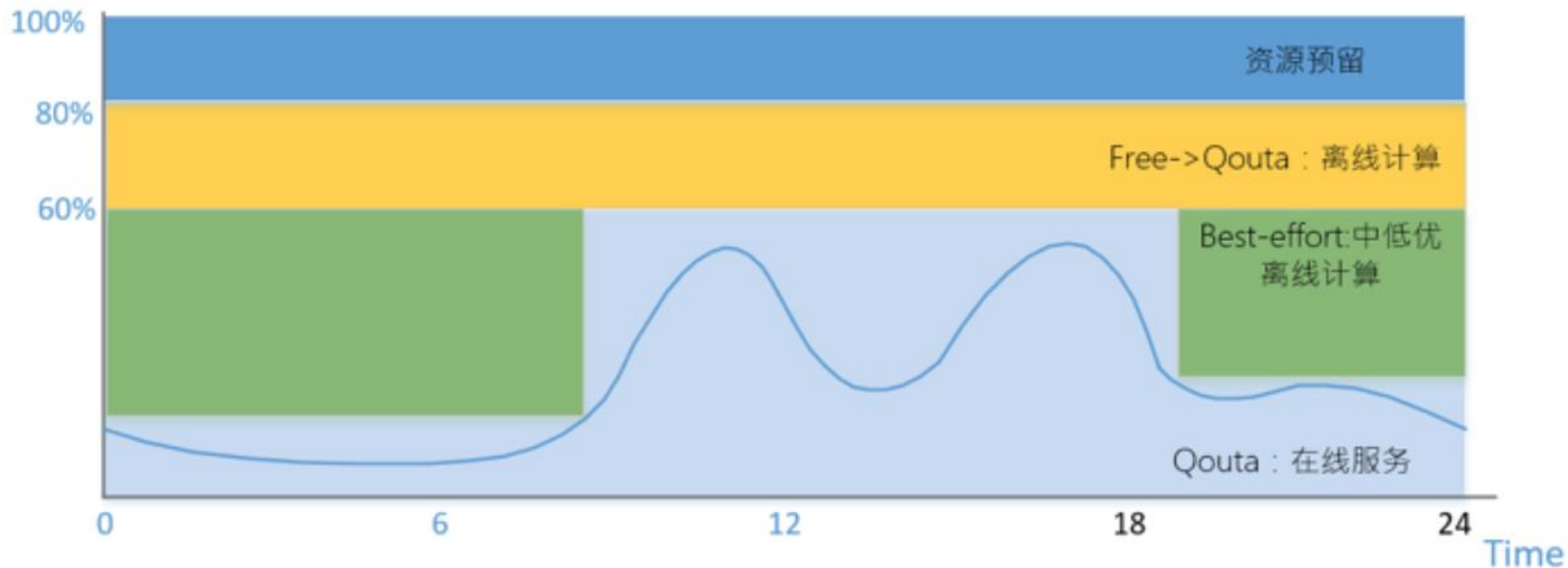
- 内嵌式服务发现
- 可定义Job的并发数和完成度
- 可定义训练数据共享目录挂载点
- 可定义训练模型日志输出目录挂载点



```
apiVersion: batch/v1
kind: Job
metadata:
  name: paddle-cluster-job-1
spec:
  parallelism: 3
  completions: 3
  template:
    metadata:
      name: paddle-cluster-job-1
    spec:
      volumes:
        - name: nfs
          persistentVolumeClaim:
            claimName: nfs
      containers:
        - name: trainer
          image: paddledev/paddle-tutorial:k8s_train
          command: ["/bin/bash", "/root/start.sh"]
          env:
            - name: SPLIT_COUNT
              value: "3"
            - name: JOB_NAME
              value: paddle-cluster-job
            - name: JOB_PATH
              value: /home/jobpath
            # using downward API to reference pod namespace
            - name: JOB_NAMESPACE
              valueFrom:
                fieldRef:
                  fieldPath: metadata.namespace
            - name: TRAIN_CONFIG_DIR
              value: quick_start
            - name: CONF_PADDLE_NIC
              value: eth0
            - name: CONF_PADDLE_PORT
              value: "7164"
            - name: CONF_PADDLE_PORTS_NUM
              value: "2"
            - name: CONF_PADDLE_PORTS_NUM_SPARSE
              value: "2"
            - name: CONF_PADDLE_GRADIENT_NUM
              value: "3"
            - name: TRAINER_COUNT
              value: "3"
          volumeMounts:
            - mountPath: "/home/jobpath"
              name: nfs
          ports:
            - name: jobport0
              hostPort: 7164
              containerPort: 7164
            - name: jobport1
              hostPort: 7165
              containerPort: 7165
            - name: jobport2
              hostPort: 7166
              containerPort: 7166
            - name: jobport3
              hostPort: 7167
              containerPort: 7167
          restartPolicy: Never
```



CPU/MEM/NET



利用率提升方式：

- Limit Quota & Request Quota
- 三层QoS
- 允许超发

PaddlePaddle在离线混布 – 问题



收益：

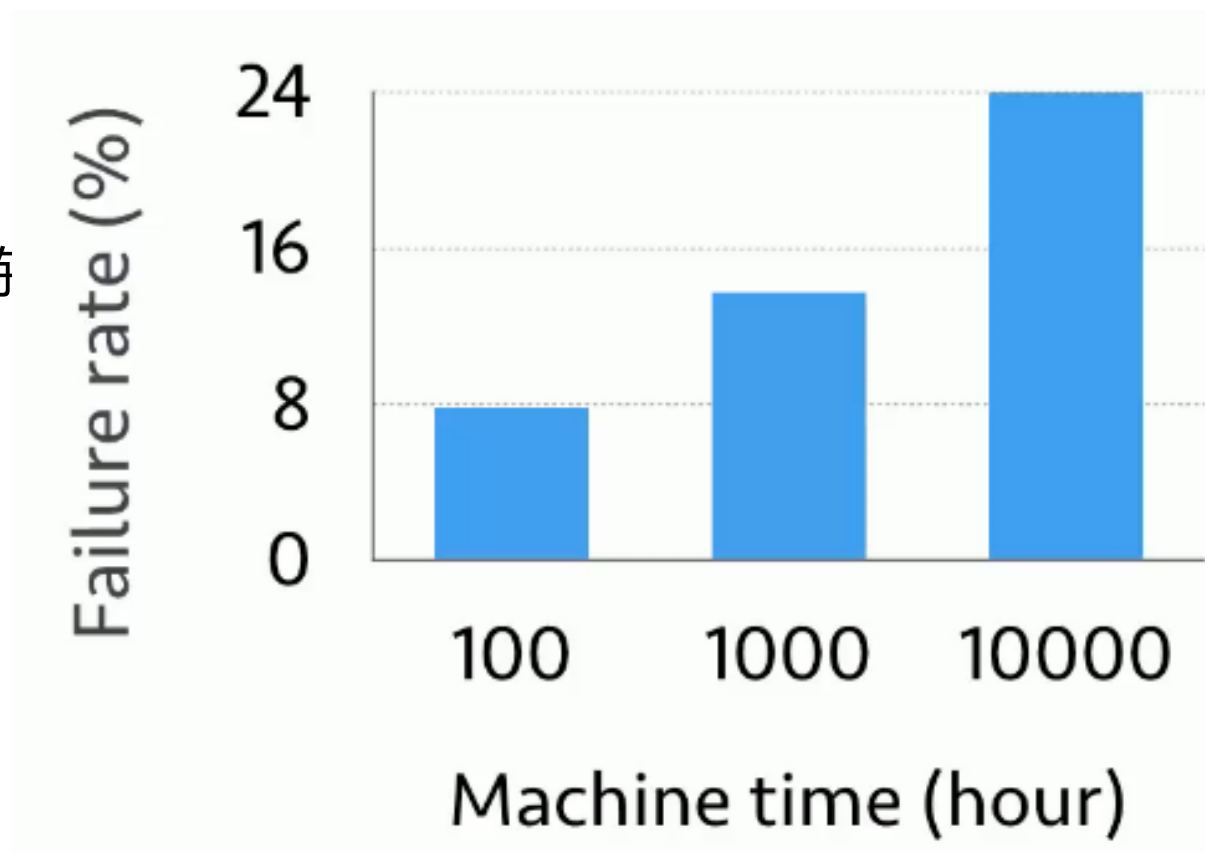
- 更高的资源利用率

遇到的问题：

- 高优先级在线服务会kill掉离线trainer
- 如果要等待所有trainer的gradients，训练作业就会halt

解决方案：

- 单个trainer fail不影响整体训练



解决方案：

- 引入一个master进程；
- 负责把逻辑数据分片分发给“活着的” trainers进程；
- 即便一些trainers或者parameter servers被杀了（抢占了），训练作业也能继续进行；
- 当机群上其他高优先级作业结束之后，Kubernetes会增加作业里的trainers数量；

自研:

- 修改Kubelet以支持单机GPU调度能力
- 使用nodeSelector来调度到GPU机器

Kubernetes 1.6:

- Alpha支持GPU资源调度
- 仍然使用nodeSelector来匹配GPU机器

```
kind: pod
apiVersion: v1
spec:
  containers:
  - name: gpu-container-1
    resources:
      limits:
        alpha.kubernetes.io/nvidia-gpu: 2
  - name: gpu-container-2
    resources:
      limits:
        alpha.kubernetes.io/nvidia-gpu: 3
```

```
kind: pod
apiVersion: v1
metadata:
  annotations:
    scheduler.alpha.kubernetes.io/affinity: >
    {
      "nodeAffinity": {
        "requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution": {
          "nodeSelectorTerms": [
            {
              "matchExpressions": [
                {
                  "key": "alpha.kubernetes.io/nvidia-gpu-name",
                  "operator": "In",
                  "values": ["Tesla K80", "Tesla P100"]
                }
              ]
            }
          ]
        }
      }
    }
spec:
  containers:
  - name: gpu-container-1
    resources:
      limits:
        alpha.kubernetes.io/nvidia-gpu: 2
```

PaddlePaddle 发表在 Kubernetes Blog



成果：

- 与Kubernetes, CoreOS等国际团队合作；
- 实现了分布式PaddlePaddle on 百度云/AWS解决方案；
- Kubernetes Blog：
<http://blog.kubernetes.io/2017/02/run-deep-learning-with-paddlepaddle-on-kubernetes.html>

The screenshot shows a web browser displaying a blog post on the Kubernetes website. The URL in the address bar is blog.kubernetes.io/2017/02/run-deep-learning-with-paddlepaddle-on-kubernetes.html. The page header features the Kubernetes logo and the text "An open source system for automating deployment, scaling, and operations of applications." Below the header, the article title "Run Deep Learning with PaddlePaddle on Kubernetes" is displayed, dated "Wednesday, February 8, 2017". An editor's note states: "Today's post is a joint post from the deep learning team at Baidu and the etcd team at CoreOS." The article content includes a "Baidu Research" logo and sections titled "What is PaddlePaddle" and "Why Run PaddlePaddle on Kubernetes". The "What is PaddlePaddle" section describes it as an easy-to-use, efficient, flexible, and scalable deep learning platform developed at Baidu. The "Why Run PaddlePaddle on Kubernetes" section explains that PaddlePaddle is designed to be slim and independent of computing infrastructure. On the right side of the page, there is a "Subscribe To Blog" section with dropdown menus for "Posts" and "Comments", and a list of social media links including @Kubernetesio, View on GitHub, #kubernetes-users, Stack Overflow, and Download Kubernetes. Below that is a "Blog Archive" section with a tree view showing 8 posts in 2017, 2 in February, and 91 in 2016.



Andrew Ng @AndrewYNg · 2月8日

Kubernetes makes distributed computation easy. I'm excited about Kubernetes+Deep Learning! @coreos
[blog.kubernetes.io/2017/02/run-de ...](http://blog.kubernetes.io/2017/02/run-de)

翻译自英文

1

281

567



K8S
技术社区

IT大咖说
知识分享平台

深度学习未来展望

PaddlePaddle :

- 参考MxNet, Keras, Tensorflow
- 优化api (已完成)
- 优化分布式计算方法

Kubernetes:

- 更高级的资源管理
- 更好地支持任务的管理和调度

百度云 :

- CDS, VPC等 Kubernetes plugin回馈社区



K8S
技术社区

IT大咖说
知识分享平台

Q & A



THANK YOU

cloud.baidu.com