DAC 编排器优化预研说明文档

RESEARCHER：彭玲 TIME：2021/5/28 ~ 6/16

预研目标

新增 Things (结构物) 时，实现 DAC 弹性扩容和动态编排机制。

- 弹性扩容：根据 k8s pod 的 `CPU` 和 `memory` 指标，实现 pod 的弹性扩容。
- 动态编排：弹性扩容后，编排器 `重编排`。

核心术语

Resource 资源

```
'Resource': {
  'id': {
    tmp: {
       status: // monitor signal for Orchestrator.
    },
    _reload:  // data: times, monitor signal for Instance.
    resources: // data: reousrces ids
  }
}
```

Instance 实例

Pod 实例：目前编排对象为`Thing`和`Rule`两个资源。

- `Thing`的 pod 模板：src/templates/**iota-dac**/pod-template.yml
- `Rule`的 pod 模板：src/templates/**iota-rules-engine**/pod-template.yml

相关代码

编排器 REST 服务 SVN：http://10.8.30.22/Iota/trunk/code/web/iota-service/orchestrator

编排器中间件 SVN：http://10.8.30.22/Iota/trunk/code/web/iota-pkg/iota-orchestrator

orchestration-service 编排器服务

REST API 脚手架

服务框架：`@iota/api-server-scaffold`

MQTT 服务

配置

iota-service\orchestrator\config.js

```
const mqtt = { broker: args.mqttBrokers || process.env.IOTA_MQTT_BROKERS ||
'mqtt://localhost:1883', reconnectPeriod: 10000 };
```

默认主题

```
static DEFAULT_CM_NOTIFY_TOPIC = 'cm/notify';
```

默认主题定义涉及模块：

- `@iota/dc`
- `@iota/orchestrator`
- `@iota/rules-engine`

模型

`@iota/device-model`

```
export function models(dc) {
    interface_type(dc);
    property_type(dc);
    protocol_meta(dc);
    interface_meta(dc);
    interface_property(dc);
    device_meta(dc);
    device_property(dc);
```

```
    device_purpose(dc);
    formula_meta(dc);
    formula_property(dc);
    capability_category(dc);
    capability_meta(dc);
    capability_property(dc);
    device_meta_interface(dc);
    capability_meta_interface(dc);
}
```

`@iota/things-model`

```
export function models(dc) {
    thing(dc);
    dimension(dc);
    layout(dc);
    device_instance(dc);
    layout_node(dc);
    device_interface(dc);
    device_capability(dc);
    layout_link(dc);
    dimension_capability(dc);
    capability_formula(dc);
    scheme(dc);
}
```

`@iota/rules-model`

一个 `Rule` 数据表模型定义。

```
export default function (dc) {
    let Rule = dc.orm.define('Rule', {
        id: {
            type: dc.ORM.STRING,
            primaryKey: true,
            defaultValue: dc.ORM.UUIDV4,
            allowNull: false
        },
        name: {
            type: dc.ORM.STRING,
            allowNull: false
        },
        ...
    }, {
            tableName: 'Rule'
        });
    Rule.notify = {
        c: true,
        u: true,
        d: true,
    };
    dc.models.Rule = Rule;
    return Rule;
};
```

中间件

一个`@iota/orchestrator`中间件，指定了两个资源：`Thing`和`Rule`。

```
const orchestratorEntry = require('@iota/orchestrator').entry;
const orchestrator = {
    entry: orchestratorEntry,
    opts: {
        // template path
        templatesPath: path.join(__dirname, 'templates'),
        // notify
        mqtt: mqtt,
        // config
        zookeeper: zookeeper,
        // kafka
        kafka: brokers,
        // resources to be orchestrate
        resources: [{
            resource: "Thing",
            instanceName: 'iota-dac',
            heart: true,
            initInstances: 10
        }, {
            resource: "Rule",
            instanceName: 'iota-rules-engine',
            initInstances: 10
        }],
        runInPod: runInPod,
        kubernetes: {
            url: kubernetes,
            insecureSkipTlsVerify: true,
            version: 'v1',
            promises: true,
            namespace: 'iota',
            auth: {
                bearer: args.authToken || process.env.IOTA_AUTH_TOKEN ||
'eyJ...4Dg'
            }
        }
    }
};

config.mws.push(orchestrator);
```

MQTT `cm/notify` 消息发布

dc 模型变更 hook

`@iota/dc` -> 数据表记录`增/删/改`钩子回调`notifyAfterCommit()`创建并发送 mqtt 消息。

```
//add hook for create update destroy
dc.orm.addHook('afterCreate', function (ins, opts) {
    notifyAfterCommit(ins, opts, 'c');
});
```

```
dc.orm.addHook('afterUpdate', function (ins, opts) {
    notifyAfterCommit(ins, opts, 'u');
});
dc.orm.addHook('afterDestroy', function (ins, opts) {
    notifyAfterCommit(ins, opts, 'd');
});

//add hook for bulk c u d
dc.orm.addHook('afterBulkCreate', function (inss, opts) {
    notifyAfterCommit(inss, opts, 'bc');
});
dc.orm.addHook('afterBulkUpdate', function (opts) {
    notifyAfterCommit(null, opts, 'bu');
});
dc.orm.addHook('afterBulkDestroy', function (opts) {
    notifyAfterCommit(null, opts, 'bd');
});
```

mqtt 消息：

```
// type: c u d bc bu bd

// hook: bu bd
msg = JSON.stringify({ o: type, t: table, where: opts.where });

// hook: bc
msg = JSON.stringify({ o: type, t: table, keys: ins.primaryKeys });

// hook: c u d
msg = JSON.stringify({ o: type, t: table, k: ins.primaryKey, instance: ins });

// default
msg = JSON.stringify({ o: type, t: table });
```

注入 mqtt 对象：

```
let mqtt = new Mqtt(app, options.mqtt); // MQTT client

dc.notify = mqtt;

// mqtt 对象方法
notifyCm(msg) {
    this.client.publish(this.cmNotifyTopic, msg, { qos: 1 }); //
this.cmNotifyTopic = DEFAULT_CM_NOTIFY_TOPIC = 'cm/notify';
}
```

定义`notify`属性的模型

仅对定义了`notify`属性的模型，`notifyAfterCommit()`会创建并发送 mqtt 消息。

定义了`notify`属性的模型 (model) 有：`Thing`、`Rule`、`ProtocolMeta`、`DeviceMeta`。

```
Thing.notify = {
    c: true,
    d: true,
```

```
    u: true,
};

Rule.notify = {
    c: true,
    u: true,
    d: true,
};

ProtocolMeta.notify = {
    c: true,
    u: true,
    d: true,
};

DeviceMeta.notify = {
    c: true,
    u: true,
    d: true,
};
```

@iota/orchestrator 中间件

`@iota/orchestrator`中间件以 REST API 形式提供相关编排服务。

REST API

编排资源

```
POST /v1/api/orchestrations/:resource/orchestrate
```

查询编排资源

```
GET  /v1/api/orchestrations/:resource
```

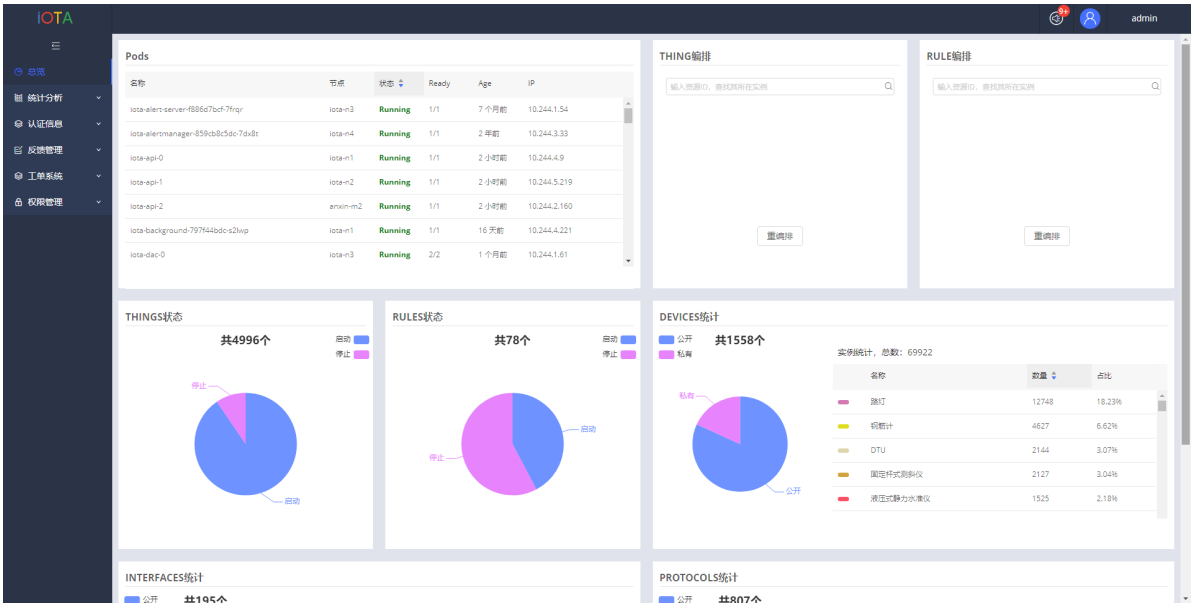
查询资源运行所在的实例

```
GET  /v1/api/orchestrations/:resource/:id/instances
```

前端`重编排`功能

Web UI

iOTA 后台管理界面，`重编排`对象：Thing 和 Rule 。



接口调用 (资源编排、实例查询)

SVN：http://10.8.30.22/Iota/trunk/code/web/iota-web-client-scaffold/src/iota/fe-background-dashboard/src/dashboard/Orchestrator.jsx

- 资源编排接口调用：

```
orchestrator = () => {

 fetch(`${this.props.apiServer}/orchestrations/${this.props.resource}/orchestrate`, {
        method: 'POST',
        headers: { "Content-Type": "application/json" },
        credentials: 'include'
    }).then(async res => {
        let result = await res.json();
        let status = res.status;
        return status !== 200 ? Promise.reject({ result }) : Promise.resolve({ result });
    }).then(result => {
        message.success('资源编排成功。');
    }).catch(err => {
        message.error('资源编排失败。');
    });
}
```

- 资源运行所在实例获取：

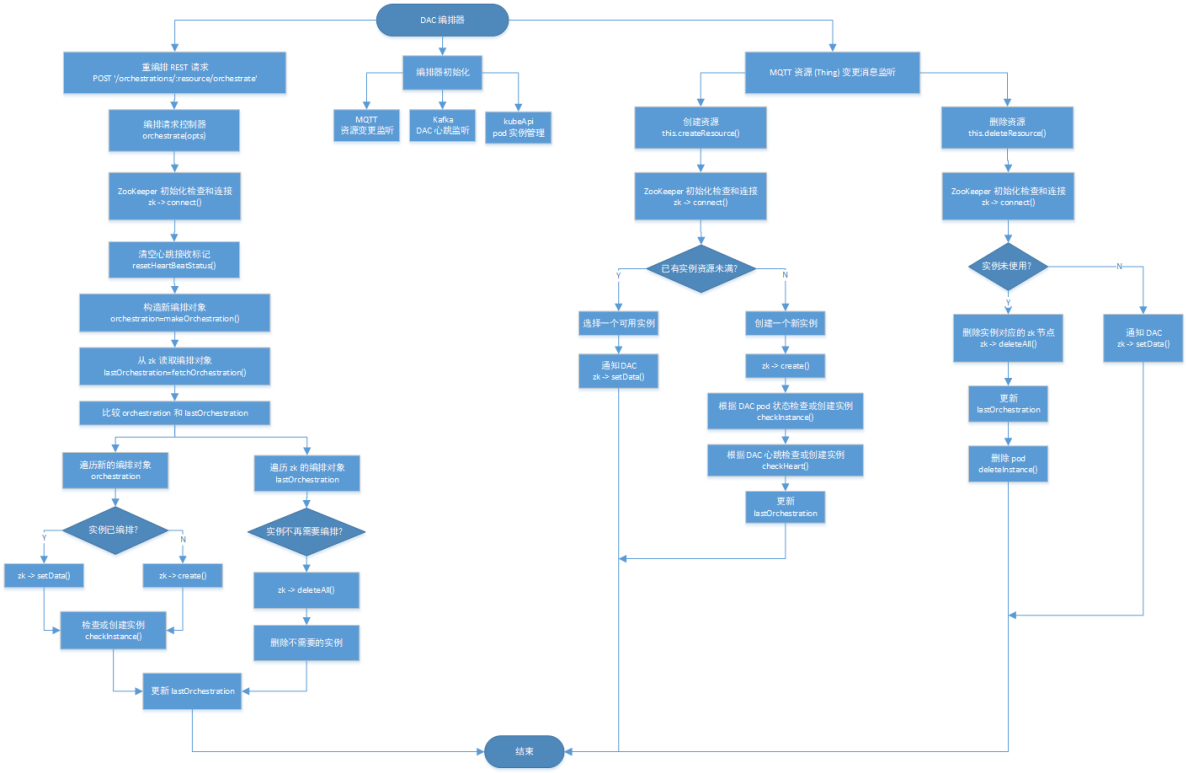
```
findResource = () => {

 fetch(`${this.props.apiServer}/orchestrations/${this.props.resource}/${this.state.resourceId}/instances`, {
        method: 'GET',
        headers: { "Content-Type": "application/json" },
        credentials: 'include'
    }).then(async res => {
        let result = await res.json();
        let status = res.status;
```

```
        return status !== 200 ? Promise.reject({ result }) : Promise.resolve({
result });
    }).then(result => {
        this.setState({ runIn: result.result.runIn })
    }).catch(err => {
        this.setState({ runIn: 'N/A' })
    })
}
```

Orchestrator.js (编排器核心)

源码：src\lib\Orchestrator.js

编排器处理流程



消息订阅与事件监听

MQTT `cm/notify` 消息订阅

```
// that = this : ResourceNotify (extends EventEmitter) 对象

that.client.subscribe(that.cmNotifyTopic); // that.cmNotifyTopic =
DEFAULT_CM_NOTIFY_TOPIC = 'cm/notify';

this.client.on('message', async function (topic, message) {
    var notify = JSON.parse(message.toString());

    switch (notify.o) {
        case 'c':
```

```
            that.emit('create', { id: notify.k.id })
            break;
        case 'bd':
            that.emit('delete', { id: notify.where.id })
            break;
    }
}
```

资源`'create'`和`'delete'`事件监听

```
// this : Orchestrator (extends EventEmitter) 对象

this.resourceNotify.on('create', this.createResource);
this.resourceNotify.on('delete', this.deleteResource);
```

ZooKeeper 客户端

`@iota/zookeeper`：基于`node-zookeeper-client`封装的 ZooKeeper 客户端模块。

```
import Zookeeper, { State, Event } from '@iota/zookeeper';
```

this.znodeRoot

```
// this.znodeRoot = '/iota/orchestration'
// opts.resource : ['Thing', 'Rule']
this.znodeRoot = `${this.znodeRoot}/${opts.resource}`;
```

connect()：ZK 客户端连接

```
connect = async () => {
    if (!this.zookeeper) {
        this.zookeeper = new Zookeeper(this.opts.zookeeper || 'localhost:2181');
        await this.zookeeper.connect();
    }
    // ZK 客户端不是"已连接"状态，则重连
    else if (this.zookeeper.getState() !== State.SYNC_CONNECTED) {
        this.logger.error('reconnect');

        await this.zookeeper.close()

        this.zookeeper = new Zookeeper(this.opts.zookeeper || 'localhost:2181');
        await this.zookeeper.connect();
    }
}
```

ZK 客户端操作

主要进行 zk 存储管理。

Kafka 客户端

`@iota-fork/kafka-node` -> `ConsumerGroup`：Kafka 消费者组。

```
if (opts.heart) {
    this.heartBeatStatus = {};
    this.kafkaConsumer = new Kafka.ConsumerGroup({
        kafkaHost: opts.kafka || 'localhost:9092',
        groupId: `iota-orchestrator-${opts.resource}`, // opts.resource =
'Thing' or 'Rule'
        fromOffset: 'latest'
    }, ['HeartBeat']); // topics = ['HeartBeat']
    this.kafkaConsumer.on('error', this.onError);
    this.kafkaConsumer.on('message', this.onHeartBeat);
}
```

onHeartBeat()：Kafka 消息处理

- kafka message: `heartBeat`
- 函数功能：设置 `this.heartBeatStatus` 对象中指定实例的`心跳已接收`标记为 `true`

```
onHeartBeat = (heartBeat) => {
    try {
        this.logger.info(`receive heartbeat: ${JSON.stringify(heartBeat)}`)
        let tmp = JSON.parse(heartBeat.value);
        if (tmp.resource === this.opts.resource) {
            this.heartBeatStatus[tmp.instanceId] = true;
        }
    } catch (err) {
        this.logger.error(err)
    }
}
```

Who is the Kafka Producer that produces `'HeartBeat'` topic ?

DAC 通过 Kafka 发送服务心跳 (SendHeartBeat)：`func (s *SyncService) SendHeartBeat() {}`

心跳

this.heartBeatStatus (`心跳已接收`标记) 管理

- Orchestrator -> constructor()：初始化 `resetHeartBeatStatus`
- resetHeartBeatStatus()：重置 `resetHeartBeatStatus`

```
this.heartBeatStatus = {};
```

- addHeartBeatCheck(instanceId)：指定实例的`心跳已接收`标记为 `false`
- checkHeart()：指定实例的`心跳已接收`标记为 `false`

```
this.heartBeatStatus[instanceId] = false;
```

- onHeartBeat()：接收 kafka 消息，将指定实例的`心跳已接收`标记为 `true`

```
this.kafkaConsumer.on('message', this.onHeartBeat);

onHeartBeat = (heartBeat) => {
    this.heartBeatStatus[tmp.instanceId] = true; // tmp: heartBeat message JSON
object
}
```

startHeartBeat()

启动心跳，caller：

- orchestrate()：`重编排`触发
- createResource()：新增资源后触发

```
this.heartBeatTimer = setTimeout(this.checkHeart, 90 * 1000)
```

checkHeart()

心跳程序。

```
checkHeart = async () => {
    if (this.opts.heart) {
        for (let id in this.lastOrchestration) {
            if (!this.heartBeatStatus[id]) {
                this.logger.info(`Not receive heartBeat rightly, delete instance
[${id}]`);
                await this.deleteInstance(id);
                await this.createInstance(id);
            }
            this.heartBeatStatus[id] = false;
        }
        this.heartBeatTimer = setTimeout(this.checkHeart, 90 * 1000);
    }
}
```

stopHeartBeat()

停止`setTimeout`计数器。caller：

- orchestrate()：`重编排`触发
- createResource()：新增资源后触发

Orchestrator 对象属性

this.opts (`initInstances` | `maxInstances` | `resourcePerInstance`等)

- `initInstances`默认值：10
- `maxInstances`有效值范围：[3, 100]
- `resourcePerInstance`有效值范围：(0, 5000]

```
this.opts.initInstances = this.opts.initInstances || 10;
this.opts.maxInstances = (3 <= opts.maxInstances && opts.maxInstances < 100) ?
opts.maxInstances : 100;
this.opts.resourcePerInstance = 0 < opts.resourcePerInstance &&
opts.resourcePerInstance < 5000 ?
    opts.resourcePerInstance :
    5000;
```

this.orchestrating

编排是否正在进行中的标志。由`orchestrate()`对该标志进行管理。

this.orchestrateSuccess

编排成功与否的标志。由`orchestrate()`对该标志进行管理。

orchestrate()

orchestrate()：资源编排`router.post('/orchestrations/:resource/orchestrate')`的Controller

- 构造 (Make) 编排对象`orchestration`
- 从 ZooKeeper 读取编排对象`this.lastOrchestration`
- 比较`orchestration`和`this.lastOrchestration`
- 将编排对象同步至 ZK 和 K8S (pod 实例)

```
/**
 * Make/Get/Compare orchestration, then sync it to zookeeper/kubernets.
 */
orchestrate = async (opts) => { // const opts = ctx.request.body;
    this.orchestrating = true;
    this.orchestrateSuccess = false;

    await this.connect();

    this.stopHeartBeat();
    this.resetHeartBeatStatus();

    let orchestration = await this.makeOrchestration(opts);
    this.lastOrchestration = await this.fetchOrchestration();

    let newInstanceIds = Object.keys(orchestration);
    for (let i = 0; i < newInstanceIds.length; i++) {
        // 检查或创建实例
    }

    let oldInstances = Object.keys(this.lastOrchestration);
    for (let j = 0; j < oldInstances.length; j++) {
        // 删除不需要的实例
    }

    this.orchestrateSuccess = true;

    // 更新 this.lastOrchestration
    this.lastOrchestration = orchestration;
```

```
    this.orchestrating = false;
}
```

opts = ctx.request.body 请求参数

- `maxInstances` 请求参数的有效值：[3, 100)
- `resourcePerInstance` 请求参数的有效值：(0, 5000)

编排对象

orchestration (临时变量)

```
let orchestration = await this.makeOrchestration(opts);
```

- makeOrchestration() -> `orchestration[]` 数据结构：

```
orchestration[i] = {
    data: {
        used: 0,
        count: resourcePerInstance
    },
    children: {
        tmp: {},
        _reload: { data: { times: 0 } },
        resources: { data: { ids: [] } }
    }
};
```

this.lastOrchestration

```
orchestrate = async (opts) => {
    this.lastOrchestration = await this.fetchOrchestration(); // 取旧值
    ...
    this.lastOrchestration = orchestration; // 更新
}

createResource = async (resource) => {
    this.lastOrchestration[newInstanceId] = newInstance;
}
```

- fetchOrchestration() -> `orchestration[]` 数据结构：

```
orchestration[id] = {
    data: {},
    children: {
        _reload: { data: { times: 0 } },
        resources: { data: { ids: [] } }
    }
}
```

fetchOrchestration()

从 ZooKeeper 中读数据，返回编排器对象。

```
/**
 * Get lastOrchestration orchestration.
 */
fetchOrchestration = async () => {
    let instances = await this.zookeeper.getChildren(znode).catch(err => {
        this.logger.error('fetch zookeeper childern failed', err);
        return [];
    });

    for (let i = 0; i < instances.length; i++) {
        // zk = this.zookeeper
        orchestration[id].data = await zk.getData(`${znode}/${id}`)
        orchestration[id].children.resources.data = await
zk.getData(`${znode}/${id}/resources`)
        orchestration[id].children._reload.data = await
zk.getData(`${znode}/${id}/_reload`)
    }

    return orchestration;
}
```

makeOrchestration()

算法：instances

根据 `Thing` 或 `Rule` 的 `model.count()` 计算需要的实例数（`instances`）：

```
// count = await model.count();
// resourcePerInstance = opts.resourcePerInstance;
let instances = Math.floor(count / resourcePerInstance) + 1;
```

- maxInstances 实例数限制：服务允许的最大实例数：**100** 个

```
if (instances > opts.maxInstances) {
    throw new Error(`require instances more than the max:
${instances}/${opts.maxInstances}`);
}
```

算法：resourcePerInstance

resourcePerInstance 重新设置：

- 如果 `instances`（模型需要的实例数）少于 `initInstances`（指定的实例数），则使用指定的实例数 `initInstances` 重新计算 `resourcePerInstance`（每个实例的资源数）
- `instances` 实例数区间：[`opts.initInstances`, `opts.maxInstances`]，其中 `opts.maxInstances` < 100

```
if (instances < opts.initInstances) {
    instances = opts.initInstances;
    resourcePerInstance = Math.floor(count / instances) + 1; // count = await
model.count();
}
```

Instance 实例管理

createInstance()

从`pod-template.yml`读取，更新信息：

- metadata.name
- metadata.labels.instanceId
- spec.containers[0].env[0].value

```
createInstance = async (id) => {
    let name = `${this.opts.instanceName}-${id}`;
    let podInstance = Object.assign({}, this.templates.pod);
    podInstance.metadata.name = name;
    podInstance.metadata.labels.instanceId = `${id}`;
    podInstance.spec.containers[0].env[0].value = `${id}`;

    await Orchestrator.createPromise(async () => {
        await this.kubeApi.ns.po.post({ body: podInstance });
    });
}
```

deleteInstance()

```
deleteInstance = async (id) => {
    let name = `${this.opts.instanceName}-${id}`;
    await this.kubeApi.ns.po.delete({ name: name, gracePeriodSeconds: 0 });
}
```

checkInstance()

对于异常状态的实例，删除后重新创建。

```
checkInstance = async (id) => {
    let name = `${this.opts.instanceName}-${id}`;
    try {
        let dacPod = await this.kubeApi.ns.po.get({ name: name });
        if (dacPod && (dacPod.status.phase !== 'Running' && dacPod.status.phase
!== 'Pending')) {
            await this.deleteInstance(id);
            await this.createInstance(id);
            // cannot delete , cause kubernetes cannot delete it immediately
        }
    } catch (err) {
        if (err.code === 404) {
            await this.createInstance(id);
        } else {
```

```
            this.logger.error(`check instance failed, name: ${name}`, err, err ?
err.message : '');
            throw err;
        }
    }
}
```

Resouce 资源管理

createResource()

createResource()：资源新增的处理器。

- 选择一个实例以添加资源
- 创建一个实例以添加资源

choose a instance

选择一个实例，添加资源，通知 DAC 。

```
/**
 * Handle resource added.
 * choose a instance or create one
 * choose: add resource to instances.reources and notice instance
 * @param resource
 */
createResource = async (resource) => {
    //find one
    let instanceIds = Object.keys(this.lastOrchestration);
    instanceIds.reverse();

    for (let i = 0; i < instanceIds.length; i++) {
        let id = instanceIds[i];
        let instance = this.lastOrchestration[id];
        count = instance.data.count;
        if (instance.data.used < instance.data.count) {

            let transaction = this.zookeeper.transaction();
            transaction.setData(`${this.znodeRoot}/${id}`,
                new Buffer(JSON.stringify(instance.data)))
                .setData(`${this.znodeRoot}/${id}/_reload`,
                    new Buffer(JSON.stringify(instance.children._reload.data)))
                .setData(`${this.znodeRoot}/${id}/resources`,
                    new
Buffer(JSON.stringify(instance.children.resources.data)));
            await transaction.commit();

            break;
        }
    }
}
```

create a instance

创建一个实例，添加资源，更新`this.lastOrchestration`。

```
createResource = async (resource) => {
    let newInstanceId = 0;
    while (true) {
        if (this.lastOrchestration[newInstanceId]) {
            newInstanceId++;
        } else {
            break;
        }
    }
    let newInstance = {
        data: {
            used: 1,
            count: count
        },
        children: {
            tmp: {},
            _reload: { data: { times: 0 } },
            resources: {
                data: { ids: [resource.id + ''] }
            }
        }
    }
    let transaction = this.zookeeper.transaction();
    transaction.create(`${this.znodeRoot}/${newInstanceId}`, new
Buffer(JSON.stringify(newInstance.data)))
        .create(`${this.znodeRoot}/${newInstanceId}/tmp`)
        .create(`${this.znodeRoot}/${newInstanceId}/_reload`, new
Buffer(JSON.stringify(newInstance.children._reload.data)))
        .create(`${this.znodeRoot}/${newInstanceId}/resources`, new
Buffer(JSON.stringify(newInstance.children.resources.data)));
    await transaction.commit();
    this.stopHeartBeat();
    await this.checkInstance(newInstanceId);
    this.addHeartBeatCheck(newInstanceId);
    this.startHeartBeat();
    this.lastOrchestration[newInstanceId] = newInstance;
}
```

deleteResource()

deleteResource()：资源删除的处理器，查找实例 - 删除资源 - 通知 DAC 。

```
deleteResource = async (resource) => {
    ...
}
```

monitor()：监控实例状态

监控周期`60 s`，`Succeeded` | `Failed` | `Unknown` 异常状态下重新创建实例，以保证实例的正常运行。

```
monitor = async () => {
    let ids = Object.keys(this.lastOrchestration);
    for (let i = 0; i < ids.length; i++) {
        await this.checkInstance(ids[i]).catch(err => {});
    }
    setTimeout(this.monitor, 60 * 1000);
}
```

"HeartBeat" 心跳主题

DAC 服务：`"HeartBeat"`topic 生产者

DAC 通过 Kafka 客户端发送心跳主题`HeartBeat`：`s.client.Send(TopicHeartBeat, "", heart)`。

SVN：http://10.8.30.22/Iota/trunk/code/gowork/src/iota/sync/SyncService.go

```
const (
    // TopicHeartBeat 服务心跳
    TopicHeartBeat = "HeartBeat"
)

// SendHeartBeat 发送服务心跳
func (s *SyncService) SendHeartBeat() {
    if SEND_HEARTBEAT_ENABLE == 0 {
        return
    }
    // 需要先同步发送一次，否则goroutine发送时间不能确定
    s.sendHeart()
    go func() {
        for {
            time.Sleep(1 * time.Minute)
            s.sendHeart()
        }
    }()
}

func (s *SyncService) sendHeart() {
    currentTime := strconv.Itoa(int(time.Now().Unix()))
    heartBeat.Timestamp = currentTime
    heart, _ := json.Marshal(heartBeat)
    err := s.client.Send(TopicHeartBeat, "", heart) // s.client : kafka.Client
    if err != nil {
        log.Error("Send heartbeat fail, %s", err.Error())
    }
}
```

DAC 编排器："HeartBeat" topic 消费者

"HeartBeat" topic 的消费者为 DAC 编排器：orchestration-service -> @iota/orchestrator

核心代码：http://10.8.30.22/Iota/trunk/code/web/iota-pkg/iota-orchestrator/src/lib/Orchestrator.js

```
class Orchestrator extends EventEmitter {
    constructor(dc, opts, logger) {
        this.kafkaConsumer = new Kafka.ConsumerGroup({
            kafkaHost: opts.kafka || 'localhost:9092',
            groupId: `iota-orchestrator-${opts.resource}`,
            fromOffset: 'latest'
        }, ['HeartBeat']); // "HeartBeat": kafka 心跳主题

        this.kafkaConsumer.on('message', this.onHeartBeat);
    }
}
```

代码问题

createResource() 和 deleteResource() 两个方法中均有如下代码：

```
instance.children._reload.data.times + 1;
```

这个 times + 1 之后，但没赋值，times 不变，无意义。

K8s 弹性扩容

pod 两大指标：CPU 和内存。

CPU 限制

通过配置集群中运行的容器的 CPU 请求 requests 和限制 limits，可以有效利用集群上可用的 CPU 资源。

- 通过将 Pod CPU 请求 requests 保持在较低水平，可以使 Pod 更有机会被调度。
- 通过使 CPU 限制 limits 大于 CPU 请求 requests，你可以完成两件事：
    - Pod 可能会有突发性的活动，它可以利用碰巧可用的 CPU 资源。
    - Pod 在突发负载期间可以使用的 CPU 资源数量仍被限制为合理的数量。

内存限制

通过为集群中运行的容器配置内存请求 requests 和限制 limits，你可以有效利用集群节点上可用的内存资源。

- 通过将 Pod 的内存请求 requests 保持在较低水平，你可以更好地安排 Pod 调度。
- 通过让内存限制 limits 大于内存请求 requests，你可以完成两件事：
    - Pod 可以进行一些突发活动，从而更好的利用可用内存。
    - Pod 在突发活动期间，可使用的内存被限制为合理的数量。

QoS

Kubernetes 使用 QoS 类来决定 Pod 的**调度**和**驱逐**策略。

Kubernetes 创建 Pod 时就给它指定了下列一种 QoS 类：

- `Guaranteed`

  每个容器的 CPU，RAM 资源都设置了相同值的 requests 和 limits 属性。

  - cpu.limits = cpu.requests
  - memory.limits = memory.requests

  这类 Pod 的运行优先级最高，但凡这样配置了cpu 和内存的 limits 和 requests，它会自动被归为此类。

- `Burstable`

  每个容器至少定义了 CPU，RAM 的 requests 属性。这类容器就会被自动归为 burstable，而此类就属于中等优先级。

- `BestEffort`

  没有一个容器设置了requests 或 limits，则会归为此类，而此类别是最低优先级。

Namespace

- ResourceQuota

  通过 ResourceQuota 对象设置配额，为命名空间设置容器可用的内存和 CPU 总量。

- LimitRange

  使用 LimitRange 对单个容器而不是所有容器进行限制。

Pod 水平自动扩缩

Pod 水平自动扩缩（HPA）可以基于 CPU 利用率自动扩缩 ReplicationController、Deployment、ReplicaSet 和 StatefulSet 中的 Pod 数量。

预研结论

对照本次预研目标“`新增 Things（结构物）时，实现 DAC 弹性扩容和动态编排机制`”，目前，DAC 编排服务满足以下功能：

- 弹性扩容
  - [x] 根据编排服务的指标，实现 pod 的弹性扩容。
    - `initInstances` (服务固化的配置项)
    - `maxInstances` (编排器中间件指定默认值，或由 REST 请求指定)
    - `resourcePerInstance` (编排器中间件指定默认值，或由 REST 请求指定)
  - [ ] 根据 k8s pod 的 `CPU` 和 `memory` 指标，实现 pod 的弹性扩容（暂不考虑）。
- 动态编排
  - [x] 根据 pod 实例的资源使用情况，实现动态编排。
    - 如果已编排实例中存在可用资源 (实例未被耗尽)，则选择对应实例管理 `Thing` 或 `Rule`
    - 否则，创建新实例管理 `Thing` 或 `Rule`
  - [x] 弹性扩容后，编排器 `重编排` （保持目前的 Web UI 管理方式）。

- k8s 计算资源配额

  默认情况下，k8s 不会限制 pod 的`cpu`和`内存`，也就是只要 pod 内应用需要，完全可以占满宿主机的 cpu 和内存。但从目前业务量及运行情况来看，这种场景出现的概率很小，且出现这种场景的原因是多样的，不同原因对应会有不同的解决方案。

  综上，从必要性、学习成本、投入使用成本等方面综合考虑，不适宜现在进行`pod`容器的 cpu 和内存资源限制优化。

- Pod 水平自动扩缩

  从官方对 HPA 适用范围的说明和可配置属性的文档可得出：HPA 不适用于`kind:Pod`资源类型。

  由于 DAC 编排服务中定义的资源类型为`Pod`，因此，HPA 不适应于 DAC 编排服务。