



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105740076 B

(45)授权公告日 2019.06.21

(21)申请号 201610065019.3

审查员 田静

(22)申请日 2016.01.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105740076 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(73)专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 余思 安通鉴 马宁

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理

有限公司 11291

代理人 冯艳莲

(51)Int.Cl.

G06F 9/50(2006.01)

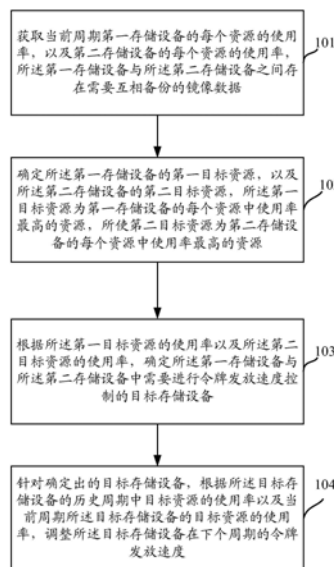
权利要求书6页 说明书25页 附图6页

(54)发明名称

一种负载均衡方法及装置

(57)摘要

本申请公开了一种负载均衡方法及装置,包括:获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,第一存储设备与第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;确定第一存储设备的第一目标资源,以及第二存储设备的第二目标资源;根据第一目标资源的使用率以及第二目标资源的使用率,确定第一存储设备与第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;针对确定出的目标存储设备,根据目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期目标存储设备的目标资源的使用率,调整目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。



1. 一种负载均衡方法,其特征在于,该方法包括:

获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;

针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备,包括:

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值且小于第二阈值的资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度,包括:

根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M大于2;

根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,包括:

将所述M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中J+K=M;

根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值;

若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者

若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者

若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,包括:

将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值;或者

将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值;或者

将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值;

将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值;

将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

6. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}}$$

其中, $T_r$ 为负载趋势值, $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资源的使用率, $\bar{L}$ 为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值, $t_i=i$ , $\bar{t}$ 为M个 $t_i$ 的平均值;

若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的

负载变化趋势为上升趋势;或者,

若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者,

若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

7.如权利要求3所述的方法,其特征在于,根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度,包括:

若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势,则减少所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度;或者

若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势,则增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

8.如权利要求7所述的方法,其特征在于,减少或增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度,包括:

根据所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例,其中,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时,所述令牌调控比例为负数,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时,所述令牌调控比例为正数;

将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量;

将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

9.如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述初始令牌发放速度为预设令牌发放速度;或者

所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度;或者

所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值,Q为自然数。

10.一种负载均衡装置,其特征在于,该装置包括:

获取单元,用于获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

确定单元,用于确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;

调整单元,用于针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

11. 如权利要求10所述的装置,其特征在于,所述确定单元具体用于:

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值且小于第二阈值的资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

12. 如权利要求10或11所述的装置,其特征在于,所述调整单元具体用于:

根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M大于2;

根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

13. 如权利要求12所述的装置,其特征在于,所述调整单元具体用于:

将所述M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中 $J+K=M$ ;

根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值;

若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者

若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者

若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

14. 如权利要求13所述的装置,其特征在于,所述调整单元具体用于:

将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值;或者

将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值;或者

将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值;

将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值;

将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

15. 如权利要求12所述的装置,其特征在于,所述目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}}$$

其中, $T_r$ 为负载趋势值, $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资源的使用率, $\bar{L}$ 为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值, $t_i = i$ , $\bar{t}$ 为M个 $t_i$ 的平均值;

若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者,

若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者,

若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

16. 如权利要求12所述的装置,其特征在于,所述调整单元具体用于:

若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势,则减少所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度;或者

若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势,则增加所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

17. 如权利要求16所述的装置,其特征在于,所述调整单元具体用于:

根据所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例,其中,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时,所述令牌调控比例为负数,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时,所述令牌调控比例为正数;

将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量;

将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

18. 如权利要求17所述的装置,其特征在于,所述初始令牌发放速度为预设令牌发放速度;或者

所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度;或者

所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值,Q为自然数。

## 一种负载均衡方法及装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及计算机技术领域,尤其涉及一种负载均衡方法及装置。

### 背景技术

[0002] 统一存储系统为支持网络附加存储器(Network Attached Storage,NAS)和存储区域网(Storage Area Network,SAN)两种存储架构的存储系统,统一存储系统中包括多个存储设备。

[0003] 现有技术中,统一存储系统中的每个存储设备采用令牌桶算法进行流量控制。每个存储设备在处理业务请求时,需要消耗令牌桶中的令牌,这样能够防止突发数据导致的存储设备超负荷工作。令牌桶中的令牌以一定的速度产生,在存储设备处于过载状态时,可以减小令牌产生的速度;在存储设备处于轻载状态时,可以增大令牌产生的速度;从而实现

对存储设备的负荷状态进行控制。  
[0004] 目前,统一存储系统中,每个存储设备的令牌生成速度单独进行调控,如果存储设备之间存在业务关联,则可能会出现调控冲突,导致调控失效,甚至获得相反的调控效果。例如,相互之间正在互相备份镜像数据的两个存储设备,如果其中一个存储设备处于过载状态,另一个存储设备处于轻载状态。此时,对于处于过载状态的存储设备,会减小令牌产生的速度;对于处于轻载状态的存储设备,会增大令牌产生的速度;但是,在增大处于轻载状态的存储设备令牌产生速度的同时,会导致备份镜像数据的业务量增加,使得处于处于过载状态的存储设备的负荷进一步增大,从而使得处于处于过载状态的存储设备的令牌调控失效。

[0005] 综上,由于每个存储设备的令牌生成速度单独进行调控,导致整个统一存储系统中各个存储设备间的负载不均衡。

### 发明内容

[0006] 本申请实施例提供一种负载均衡方法,用以避免统一存储系统中各个存储设备之间的负载不均衡的问题。

[0007] 本申请实施例提供一种负载均衡方法,包括:

[0008] 获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

[0009] 确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

[0010] 根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;

[0011] 针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下一个



周期的令牌发放速度。

[0012] 通过本申请实施例提供的方法,在确定第一存储设备与第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据后,根据第一存储设备的第一目标资源以及第二存储设备的第二目标资源确定需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备,从而调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。根据上述方法,由于在调整存储设备在下个周期的令牌发放速度之前,已经将在需要互相备份的镜像数据的存储设备作为一个整体,从而避免统一存储系统中各个存储设备单独进行调控,导致整个统一存储系统中各个存储设备间的负载不均衡的问题。

[0013] 可选的,根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备,包括:

[0014] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0015] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0016] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备;或者

[0017] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0018] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值且小于第二阈值的资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0019] 上述方法中,根据第一目标资源以及第二目标资源的资源类型以及资源使用率确定目标存储设备,从而更准确的确定出在下个周期需要进行调整令牌发放速度的目标存储设备。

[0020] 可选的,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度,包括:

[0021] 根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M大于2;

[0022] 根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标

资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

[0023] 上述方案中,通过负载变化趋势调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度,能够有效地实现平滑控制,从而保证目标存储设备在过载情况下业务能够长期平稳运行,避免了业务性能抖动及业务中断的情况,提升目标存储设备的可靠性。

[0024] 可选的,根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,包括:

[0025] 将所述M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中J+K=M;

[0026] 根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值;

[0027] 若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者

[0028] 若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者

[0029] 若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0030] 可选的,根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,包括:

[0031] 将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0032] 将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0033] 将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值;

[0034] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值;

[0035] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

[0036] 可选的,所述目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}}$$

[0037]

[0038] 其中, $T_r$ 为负载趋势值, $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资

源的使用率,  $\bar{L}$  为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值,  $t_i = i$ ,  $\bar{t}$  为M个  $t_i$  的平均值;

[0039] 若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者,

[0040] 若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者,

[0041] 若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0042] 可选的,根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度,包括:

[0043] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势,则减少所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度;或者

[0044] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势,则增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0045] 可选的,减少或增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度,包括:

[0046] 根据所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例,其中,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时,所述令牌调控比例为负数,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时,所述令牌调控比例为正数;

[0047] 将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量;

[0048] 将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0049] 可选的,所述初始令牌发放速度为预设令牌发放速度;或者

[0050] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度;或者

[0051] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值,Q为自然数。

[0052] 本申请实施例提供一种负载均衡装置,该装置包括:

[0053] 获取单元,用于获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

[0054] 确定单元,用于确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;

[0055] 调整单元,用于针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期

中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0056] 可选的,所述确定单元具体用于:

[0057] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0058] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0059] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备;或者

[0060] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0061] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值且小于第二阈值的资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0062] 可选的,所述调整单元具体用于:

[0063] 根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M大于2;

[0064] 根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

[0065] 可选的,所述调整单元具体用于:

[0066] 将所述M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中 $J+K=M$ ;

[0067] 根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值;

[0068] 若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者

[0069] 若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者

[0070] 若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0071] 可选的,所述调整单元具体用于:

[0072] 将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0073] 将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0074] 将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值;

[0075] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值;

[0076] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

[0077] 可选的,所述目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}}$$

[0078]

[0079] 其中, $T_r$ 为负载趋势值, $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资源的使用率, $\bar{L}$ 为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值, $t_i = i$ , $\bar{t}$ 为M个 $t_i$ 的平均值;

[0080] 若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者,

[0081] 若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者,

[0082] 若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0083] 可选的,所述调整单元具体用于:

[0084] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势,则减少所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度;或者

[0085] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势,则增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0086] 可选的,所述调整单元具体用于:

[0087] 根据所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例,其中,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时,所述令牌调控比例为负数,

所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时,所述令牌调控比例为正数;

[0088] 将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量;

[0089] 将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

[0090] 可选的,所述初始令牌发放速度为预设令牌发放速度;或者

[0091] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度;或者

[0092] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值,Q为自然数。

[0093] 本申请实施例提供一种负载均衡装置,该装置包括:

[0094] 收发器,用于获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

[0095] 处理器,用于确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;

[0096] 所述处理器,用于针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

[0097] 可选的,所述处理器具体用于:

[0098] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0099] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0100] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备;或者

[0101] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0102] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值

且小于第二阈值的目标资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0103] 可选的,所述处理器具体用于:

[0104] 根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M大于2;

[0105] 根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

[0106] 可选的,所述处理器具体用于:

[0107] 将所述M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中J+K=M;

[0108] 根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值;

[0109] 若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者

[0110] 若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者

[0111] 若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0112] 可选的,所述处理器具体用于:

[0113] 将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0114] 将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0115] 将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值;

[0116] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值;

[0117] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

[0118] 可选的,所述目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}}$$

[0119]

[0120] 其中, $T_r$ 为负载趋势值, $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资

源的使用率,  $\bar{L}$  为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值,  $t_i = i$ ,  $\bar{t}$  为M个  $t_i$  的平均值;

[0121] 若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值, 则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势; 或者,

[0122] 若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值, 则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势; 或者,

[0123] 若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值, 则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0124] 可选的, 所述处理器具体用于:

[0125] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势, 则减少所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度; 或者

[0126] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势, 则增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0127] 可选的, 所述处理器具体用于:

[0128] 根据所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例, 其中, 所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时, 所述令牌调控比例为负数, 所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时, 所述令牌调控比例为正数;

[0129] 将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量;

[0130] 将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0131] 可选的, 所述初始令牌发放速度为预设令牌发放速度; 或者

[0132] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度; 或者

[0133] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值, Q为自然数。

[0134] 本申请实施例提供一种负载均衡方法, 包括:

[0135] 获取当前周期目标存储设备的每个资源的使用率;

[0136] 确定所述目标存储设备的目标资源, 所述目标资源为所述目标存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

[0137] 根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率, 调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0138] 本申请实施例提供一种负载均衡装置, 包括:

[0139] 获取单元, 用于获取当前周期目标存储设备的每个资源的使用率;

[0140] 确定单元, 用于确定所述目标存储设备的目标资源, 所述目标资源为所述目标存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

[0141] 调整单元, 用于根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前



周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

[0142] 本申请实施例提供一种负载均衡装置,包括:

[0143] 收发器,用于获取当前周期目标存储设备的每个资源的使用率;

[0144] 处理器,用于确定所述目标存储设备的目标资源,所述目标资源为所述目标存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

[0145] 所述处理器,用于根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

## 附图说明

[0146] 图1为本申请实施例提供的一种负载均衡方法流程示意图;

[0147] 图2为本申请实施例提供的一种确定目标存储设备的流程示意图;

[0148] 图3为本申请实施例提供的一种确定令牌发放速度调控方向的流程示意图;

[0149] 图4为本申请实施例提供的一种负载均衡方法流程示意图;

[0150] 图5为本申请实施例提供的一种负载均衡装置结构示意图;

[0151] 图6为本申请实施例提供的一种负载均衡装置结构示意图;

[0152] 图7为本申请实施例提供的一种负载均衡装置结构示意图;

[0153] 图8为本申请实施例提供的一种负载均衡装置结构示意图。

## 具体实施方式

[0154] 本申请实施例可以应用于统一存储系统,统一存储系统中存在至少一个存储设备,每个存储设备之间通过PCIe (Peripheral Component Interconnect Express,快捷外围部件互连标准) 通信。统一存储系统中的每个存储设备可以提供文件系统服务以及块服务,从而可以自由分配存储容量来满足实际情况的需要。

[0155] 统一存储系统中的存储设备之间可能存在镜像数据。镜像数据为由两个存储设备共享,并且需要在两个存储设备之间实现同步的数据,如cache (高速缓存) 脏页面。统一存储系统中存储设备之间存在镜像数据时,如果只根据每个存储设备当前接收到的业务请求调整令牌发放速度,由于没有考虑存储设备之间存在的镜像数据,可能出现调整令牌发放速度的策略发生冲突,导致调整失效。

[0156] 本申请实施例中,存储设备可以为计算机等设备。存储设备可以支持iSCSI (Internet Small Computer System Interface,小型计算机系统接口)、FC (Fibre Channel,光纤通道)、NFS (Network File System,网络文件系统)、CIFS (Common Internet File System,通用网络文件系统)、HTTP (Hyper Text Transport Protocol,超文本传输协议)、FTP (File Transfer Protocol,文件传输协议) 等多种存储网络和协议。

[0157] 本申请实施例中,存储设备中可以存在2个队列,分别为块业务队列和文件系统业务队列。块业务队列中缓存没有获得令牌的块业务请求,文件系统业务队列中缓存没有获得令牌的文件系统业务请求。块业务请求或者文件系统业务请求在获得令牌后,可以得到存储设备的响应。

[0158] 基于上述描述,如图1所示,本申请实施例提供的一种负载均衡方法流程示意图。

[0159] 本申请实施例中,图1所示的方法可以由第一存储设备所处的统一存储系统中的任意一个存储设备执行,也可以由第一存储设备或第二存储设备执行。当然,图1所示的方法还可以由第一存储设备所处的统一存储系统之外的设备执行。

[0160] 步骤101,获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

[0161] 步骤102,确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

[0162] 步骤103,根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;

[0163] 步骤104,针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0164] 步骤101中,第一存储设备所处的统一存储系统中若存在N个存储设备,可以从N个存储设备确定一个存储设备作为主存储设备。主存储设备可以通过向其余N-1个存储设备发送采集数据指令,从而接收其余N-1个存储设备发送的各存储资源的使用率。同时,主存储设备可以确定自身在当前周期各存储资源的使用率,从而主存储设备能够确定当前周期所述N个存储设备各存储资源的使用率。

[0165] 当然,也可以通过N个存储设备所在的统一存储系统之外的设备采集所述N个存储设备在当前周期各存储资源的使用率,本申请实施例对此并不限定。

[0166] 需要说明的是,本申请实施例中,对于统一存储系统中所包括的N个存储设备来说,相互之间存在需要互相备份的镜像数据的第一存储设备和第二存储设备需要根据它们每个资源的使用率确定下个周期的令牌发放速度。如果一个存储设备与其他存储设备之间不存在需要互相备份的镜像数据,则可以只根据自身的每个资源的使用率确定下个周期的令牌发放速度。

[0167] 需要说明的是,获取到的存储设备的每个资源的使用率可以包括:

[0168] CPU(Central Processing Unit,中央处理机)的使用率;内存的使用率、cache(高速缓冲存储器)的使用率等。

[0169] 本申请实施例中,可以通过cache存储镜像数据,因此cache也可以称为存储镜像数据的存储资源。

[0170] 步骤102中,在确定当前周期第一存储设备和第二存储设备的每个资源的使用率之后,就可以确定第一存储设备的第一目标资源以及第二存储设备的第二目标资源。

[0171] 进一步的,还可以根据第一目标资源确定第一存储设备的负载状态,以及根据第二目标资源确定第二存储设备的负载状态。具体的,本申请实施例中,可以将第一目标资源对应的负载状态确定为第一存储设备的负载状态,将第二目标资源对应的负载状态确定为第二存储设备的负载状态。

[0172] 举例来说,存储设备的每个资源的使用率对应的负载状态可以如表1所示。结合表

1,若存储设备各资源的使用率分别为:CPU的使用率60%、内存的使用率70%、cache的使用率65%。此时,可以确定该存储设备的目标资源为内存,该存储设备的负载状态为轻度过载状态。

[0173]

资源的使用率	负载状态
[90%,100%]	重度过载状态
[80%,90%)	中度过载状态
[70%,80%)	轻度过载状态
[60%,70%)	均衡状态
[50%,60%)	轻度轻载状态
[40%,50%)	中度轻载状态
[0%,40%)	重度轻载状态

[0174] 表1

[0175] 当然,以上只是一个示例,资源的使用率与负载状态的对应关系可以根据实际情况确定。

[0176] 需要说明的是,本申请实施例中,将轻度过载状态、中度过载状态以及重度过载状态均统称为过载状态;将轻度轻载状态、中度轻载状态以及重度轻载状态均统称为轻载状态。

[0177] 步骤103中,为了使得每个存储设备的负载均衡,可以根据第一目标资源的使用率以及第二目标资源的使用率确定需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备。第一目标资源的使用率以及第二目标资源的使用率在不同条件下,选择出的目标存储设备也不相同,下面分不同情况进行详细描述:

[0178] 第一种情况:

[0179] 若第一目标资源以及第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0180] 需要说明的是,本申请实施例中,第一阈值可以为过载状态的最低临界值。举例来说,结合表1,第一阈值可以为70%。当然,第一阈值还可以为其他值,在此不再赘述。

[0181] 举例来说,第一阈值为过载状态的最低临界值时,第一目标资源的使用率以及第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,第一目标资源以及第二目标资源对应的负载状态均为过载状态,此时第一存储设备以及第二存储设备均处于过载状态。此时,在第一目标资源以及第二目标资源均为存储镜像数据的资源时,可以将使用率最高的资源所在的存储设备作为目标存储设备,即只对使用率最高的资源所在的存储设备下个周期的令牌发放速度进行调整,对另外一个存储设备下个周期的令牌发放速度不进行调整。

[0182] 第二种情况:

[0183] 若第一目标资源以及第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0184] 需要说明的是,本申请实施例中,第二阈值小于第一阈值,第二阈值可以为轻载状

态的最高临界值。举例来说,结合表1,第二阈值可以为60%。当然,第二阈值还可以为其他值,在此不再赘述。

[0185] 举例来说,第一阈值为过载状态的最低临界值,第二阈值为轻载状态的最高临界值。第一目标资源的使用率大于第一阈值、第二目标资源的使用率小于第二阈值。此时,第一存储设备处于过载状态,第二存储设备处于轻载状态。在第一目标资源以及第二目标资源均为存储镜像数据的资源时,可以将第二存储设备确定为目标存储设备,即只对使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备下个周期的令牌发放速度进行调整,对另外一个存储设备下个周期的令牌发放速度不进行调整,此时,只对第二存储设备下个周期的令牌发放速度进行调整。

[0186] 第三种情况:

[0187] 若第一目标资源以及第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备。

[0188] 举例来说,第二阈值为轻载状态的最高临界值。第一目标资源的使用率小于第二阈值、第二目标资源的使用率小于第二阈值。此时,第一存储设备处于轻载状态,第二存储设备处于轻载状态。在第一目标资源以及第二目标资源不全为存储镜像数据的资源时,可以将第一存储设备以及第二存储设备均确定为目标存储设备。

[0189] 第四种情况:

[0190] 若第一目标资源以及第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0191] 举例来说,第一阈值为过载状态的最低临界值。第一目标资源为存储镜像数据的资源且使用率大于第一阈值、第二目标资源不为存储镜像数据的资源且使用率大于第一阈值。此时,第一存储设备处于过载状态,第二存储设备处于过载状态,则可以将存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备,即将第一存储设备确定为目标存储设备。

[0192] 第五种情况:

[0193] 若第一目标资源以及第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值且小于第二阈值的资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0194] 举例来说,第一阈值为过载状态的最低临界值,第二阈值为轻载状态的最高临界值。第一目标资源为存储镜像数据的资源且使用率大于第一阈值、第二目标资源不为存储镜像数据的资源且使用率小于第二阈值。此时,第一存储设备处于过载状态,第二存储设备处于轻载状态,则可以将第一存储设备确定为目标存储设备。

[0195] 下面通过具体的实施例描述上面的流程。

[0196] 如图2所示,为本申请实施例提供的一种确定目标存储设备的流程示意图。

[0197] 步骤201:确定第一存储设备的第一目标资源,以及第二存储设备的第二目标资源。

[0198] 步骤202:判断所述第一目标资源以及所述第二目标资源是否均为存储镜像数据的资源,若是则转至步骤203,否则转至步骤204。

[0199] 步骤203:判断所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率是否均大于第一阈值,若是则转至步骤205,否则转至步骤206。

[0200] 步骤204:判断所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率是否均小于第二阈值,若是则转至步骤207,否则转至步骤208。

[0201] 步骤205:将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0202] 步骤206:将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0203] 步骤207:将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备。

[0204] 步骤208:判断所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值,若是则转至步骤209,否则转至步骤210。

[0205] 步骤209:将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0206] 步骤210:将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0207] 需要说明的是,第一存储设备和第二存储设备中,未被确定为目标存储设备的存储设备在下个周期的令牌发放速度可以保持不变。

[0208] 步骤104中,在确定了目标存储设备之后,可以调整目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0209] 具体的,可以分为以下步骤调整目标存储设备在下个周期的令牌发放速度:步骤一、确定目标存储设备的负载变化趋势;步骤二、根据目标存储设备的负载变化趋势调整目标存储设备下个周期的令牌发放速度。下面详细描述每个步骤:

[0210] 步骤一、确定目标存储设备的负载变化趋势

[0211] 本申请实施例中,可以根据最近M个周期目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M为大于2的自然数。

[0212] 具体的,一种可能的实现方式中,先将M个周期分为两组:将M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中 $J+K=M$ 。

[0213] 可选的,J与K的差值的绝对值小于或等于1。例如,M为10,则J为5, K为5。再例如,M为11,则J为5,K为6。

[0214] 然后,根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值。

[0215] 最后,根据第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值确定目标存储设备的负载变化趋势:具体的,若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0216] 需要说明的是,本申请实施例中,使用率统计值可以为一组使用率的最大值、最小值、均值、阻尼值、滑动平均值等。

[0217] 举例来说,可以将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值。还可以将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值。还可以将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值。还可以将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值。还可以将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

[0218] 需要说明的是,本申请实施例中一组使用率的第*i*个阻尼值满足以下公式:

$$[0219] \quad Z_i = \partial \times l_i + (1 - \partial) \times Z_{i-1} \dots \dots \dots (1)$$

[0220] 其中, $Z_i$ 为第*i*个阻尼值, $l_i$ 为该组使用率中第*i*个周期的目标资源的使用率,*i*为自然数, $\partial$ 为大于0且小于1的数; $Z_0$ 为0。

[0221] 举例来说,对于第一组使用率,可以根据以下公式确定阻尼值:

$$[0222] \quad Z_J^1 = \partial \times L_i + (1 - \partial) \times Z_{J-1}^1 \dots \dots \dots (2)$$

[0223] 其中, $Z_J^1$ 为第一组使用率的阻尼值, $L_i$ 为*M*个周期中前*J*个周期按照时间顺序排序后第*i*个周期的目标资源的使用率,*i*为自然数, $\partial$ 为大于0且小于1的数; $Z_0^1$ 为0。

[0224] 举例来说,对于第二组使用率,可以根据以下公式确定阻尼值:

$$[0225] \quad Z_K^2 = \partial \times L_i + (1 - \partial) \times Z_{K-1}^2 \dots \dots \dots (3)$$

[0226] 其中, $Z_K^2$ 为第二组使用率的阻尼值, $L_i$ 为*M*个周期中后*K*个周期按照时间顺序排序后第*i*个周期的目标资源的使用率,*i*为自然数, $\partial$ 为大于0且小于 1的数; $Z_0^2$ 为0。

[0227] 本申请实施例中,滑动平均值的计算方式可以按照现有技术中的方式实现,在此不再赘述。

[0228] 结合上面的描述,本申请实施例中,另一种确定目标存储设备的负载变化趋势的可能的实现方式中,可以先根据*M*个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率确定出负载趋势值,然后根据负载趋势值确定负载变化趋势。具体的,目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

[0229]

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}} \dots\dots\dots (4)$$

[0230] 其中,  $T_r$ 为负载趋势值,  $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资源的使用率,  $\bar{L}$ 为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值,  $t_i = i$ ,  $\bar{t}$ 为M个 $t_i$ 的平均值。

[0231] 确定出负载趋势值后,可以根据以下方式确定目标存储设备的负载趋势值:

[0232] 若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。其中,第一预设负载趋势值大于第二预设负载趋势值。举例来说,第一预设负载趋势值可以为 0.5,第二预设负载趋势值可以为-0.5。

[0233] 步骤二、根据目标存储设备的负载变化趋势调整目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

[0234] 首先,根据步骤一中确定出的目标存储设备的负载变化趋势以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率确定令牌调控方向。

[0235] 具体的,若目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势,则减少所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度;若目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势,则保持所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度不变;若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势,则增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度;若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势,则保持所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度不变;若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于或等于所述第一阈值且大于或等于第二阈值,则保持所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度不变。

[0236] 下面通过具体的实施例描述上面的流程。

[0237] 如图3所示,为本申请实施例提供的一种确定令牌发放速度调控方向的流程图。

[0238] 步骤301:判断目标存储设备当前周期的目标资源的使用率是否大于第一阈值,若是,则转至步骤302,否则转至步骤303。

[0239] 步骤302:判断所述目标存储设备的负载变化趋势是否为下降趋势,若是,则转至步骤304,否则转至步骤305。

[0240] 步骤303:判断目标存储设备当前周期的目标资源的使用率是否小于第二阈值,若

是,则转至步骤306,否则转至步骤307。

[0241] 步骤304:保持所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度不变。

[0242] 步骤305:减少所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0243] 步骤306:判断所述目标存储设备的负载变化趋势是否为上升趋势,若是,则转至步骤307,否则转至步骤308。

[0244] 步骤307:保持所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度不变。

[0245] 步骤308:增加所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0246] 进一步的,在确定减少或增加目标存储设备在下个周期的令牌发放速度之后,还可以确定目标存储设备在下个周期具体的令牌发放速度。

[0247] 具体的,先根据目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例,其中,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时,所述令牌调控比例为负数,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时,所述令牌调控比例为正数。

[0248] 然后,将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量。

[0249] 最后,将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0250] 本申请实施例中,可以先建立目标资源的使用率与令牌调控比例的对应关系,然后根据目标资源的使用率确定出对应的令牌调控比例。

[0251] 举例来说,结合表1,如表2所示,为目标资源的使用率与令牌调控比例的对应关系。

[0252]

使用率	负载状态	令牌调控比例
[90%, 100%]	重度过载状态	-5%
[80%, 90%)	中度过载状态	-3%

[0253]

[70%, 80%)	轻度过载状态	-1%
[60%, 70%)	均衡状态	0
[50%, 60%)	轻度轻载状态	3%
[40%, 50%)	中度轻载状态	6%
[0%, 40%)	重度轻载状态	10%

[0254] 表2

[0255] 当然,以上只是示例,目标资源的使用率与令牌调控比例的对应关系还可以有其他形式,在此不再赘述。



[0256] 需要说明的是,本申请实施例中,初始令牌发放速度可以有多种形式。

[0257] 举例来说,初始令牌发放速度可以为预设令牌发放速度。初始令牌发放速度还可以为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度;或者,初始令牌发放速度还可以为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值,Q为自然数。

[0258] 当然,以上只是示例,初始令牌发放速度还可以有其他形式,在此不再赘述。

[0259] 本申请实施例中,若统一存储系统中存在与其他存储设备不需要互相备份的镜像数据的存储设备,则对该存储设备的令牌发放速度进行单独控制。具体的,如图4所示,为本申请实施例提供的一种负载均衡方法流程示意图。

[0260] 参见图4,该方法包括:

[0261] 步骤401:获取当前周期目标存储设备的每个资源的使用率;

[0262] 步骤402:确定所述目标存储设备的目标资源,所述目标资源为所述目标存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

[0263] 步骤403:根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0264] 步骤401至步骤403的具体内容可以参考步骤101至步骤104中的描述,在此不再赘述。

[0265] 基于相同的技术构思,本申请实施例还提供一种负载均衡装置,该负载均衡装置可执行上述方法实施例。

[0266] 参见图5,为本申请实施例提供的一种负载均衡装置的结构示意图,包括:

[0267] 获取单元501,用于获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

[0268] 确定单元502,用于确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;

[0269] 调整单元503,用于针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0270] 可选的,所述确定单元502具体用于:

[0271] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0272] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标

存储设备;或者

[0273] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备;或者

[0274] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0275] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值且小于第二阈值的目标资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0276] 可选的,所述调整单元503具体用于:

[0277] 根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M大于2;

[0278] 根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

[0279] 可选的,所述调整单元503具体用于:

[0280] 将所述M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中 $J+K=M$ ;

[0281] 根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值;

[0282] 若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者

[0283] 若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者

[0284] 若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0285] 可选的,所述调整单元503具体用于:

[0286] 将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0287] 将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0288] 将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值;

[0289] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值;

[0290] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

[0291] 可选的,所述目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}}$$

[0293] 其中, $T_r$ 为负载趋势值, $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资源的使用率, $\bar{L}$ 为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值, $t_i = i$ , $\bar{t}$ 为M个 $t_i$ 的平均值;

[0294] 若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者,

[0295] 若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者,

[0296] 若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0297] 可选的,所述调整单元503具体用于:

[0298] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势,则减少所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度;或者

[0299] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势,则增加所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

[0300] 可选的,所述调整单元503具体用于:

[0301] 根据所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例,其中,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时,所述令牌调控比例为负数,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时,所述令牌调控比例为正数;

[0302] 将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量;

[0303] 将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

[0304] 可选的,所述初始令牌发放速度为预设令牌发放速度;或者

[0305] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度;或者

[0306] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值,Q为自然数。

[0307] 如图6所示,为本申请实施例提供一种负载均衡装置结构示意图。

[0308] 参见图6,该装置包括:处理器601,存储器602,收发器603。

[0309] 收发器603可以是有线收发器,无线收发器或其组合。有线收发器例如可以为以太网接口。以太网接口可以是光接口,电接口或其组合。无线收发器例如可以为无线局域网收发器,蜂窝网络收发器或其组合。处理器601可以是中央处理器(英文:central processing unit,缩写:CPU),网络处理器(英文:network processor,缩写:NP)或者CPU和NP的组合。处理器601还可以进一步包括硬件芯片。上述硬件芯片可以是专用集成电路(英文:application-specific integrated circuit,缩写:ASIC),可编程逻辑器件(英文:programmable logic device,缩写:PLD)或其组合。上述PLD可以是复杂可编程逻辑器件(英文:complex programmable logic device,缩写:CPLD),现场可编程逻辑门阵列(英文:field-programmable gate array,缩写:FPGA),通用阵列逻辑(英文:generic array logic,缩写:GAL)或其任意组合。存储器602 可以包括易失性存储器(英文:volatile memory),例如随机存取存储器(英文:random-access memory,缩写:RAM);存储器602也可以包括非易失性存储器(英文:non-volatile memory),例如只读存储器(英文:read-only memory,缩写:ROM),快闪存储器(英文:flash memory),硬盘(英文:hard disk drive,缩写:HDD)或固态硬盘(英文:solid-state drive,缩写:SSD);存储器602 还可以包括上述种类的存储器的组合。

[0310] 收发器603,用于获取当前周期第一存储设备的每个资源的使用率,以及第二存储设备的每个资源的使用率,所述第一存储设备与所述第二存储设备之间存在需要互相备份的镜像数据;

[0311] 处理器601,用于读取存储器602中的计算机指令,执行以下步骤:

[0312] 确定所述第一存储设备的第一目标资源,以及所述第二存储设备的第二目标资源,所述第一目标资源为第一存储设备的每个资源中使用率最高的资源,所述第二目标资源为第二存储设备的每个资源中使用率最高的资源;根据所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率,确定所述第一存储设备与所述第二存储设备中需要进行令牌发放速度控制的目标存储设备;针对确定出的目标存储设备,根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0313] 可选的,所述处理器601具体用于:

[0314] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率最高的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0315] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源均为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率不全大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率小于第二阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0316] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均小于第二阈值时,将所述第一存储设备与所述第二存储设备均确定为目标存储设备;或者

[0317] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率以及所述第二目标资源的使用率均大于第一阈值时,将所述第一目标资源与所述第二目标资源中使用率大于所述第一阈值且不为存储镜像数据的资源所在的存储设备确定为目标存储设备;或者

[0318] 若所述第一目标资源以及所述第二目标资源不全为存储镜像数据的资源,则在所述第一目标资源的使用率与所述第二目标资源的使用率中存在使用率大于所述第一阈值且小于第二阈值的资源时,将使用率大于所述第一阈值的资源所在的存储设备确定为目标存储设备。

[0319] 可选的,所述处理器601具体用于:

[0320] 根据最近M个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,确定所述目标存储设备的负载变化趋势,M大于2;

[0321] 根据所述目标存储设备的负载变化趋势、以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备下个周期的令牌发放速度。

[0322] 可选的,所述处理器601具体用于:

[0323] 将所述M个周期中前J个周期所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第一组使用率,将所述M个周期中后K个周期中所述目标存储设备的目标资源的使用率作为第二组使用率,其中 $J+K=M$ ;

[0324] 根据第一组使用率确定第一使用率统计值,根据所述第二组使用率确定第二使用率统计值,并确定第二使用率统计值与第一使用率统计值的差值;

[0325] 若确定所述差值大于第一预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者

[0326] 若确定所述差值小于第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者

[0327] 若确定所述差值小于或等于所述第一预设差值且大于或等于所述第二预设差值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0328] 可选的,所述处理器601具体用于:

[0329] 将第一组使用率中的最大的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最大的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0330] 将第一组使用率中的最小的使用率确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中的最小的使用率确定为第二使用率统计值;或者

[0331] 将第一组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率的均值确定为第二使用率统计值;

[0332] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行阻尼运算得到的阻尼值确定为第二使用率统计值;

[0333] 将第一组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第一使用率统计值,将第二组使用率中包含的各个使用率执行滑动平均运算得到的滑动平均值确定为第二使用率统计值。

[0334] 可选的,所述目标存储设备的负载趋势值,符合以下公式要求:

$$[0335] \quad T_r = \frac{\sum_{i=1}^M (L_i \times t_i) - M \times \bar{L} \times \bar{t}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^M L_i^2 - M \times (\bar{L})^2 \right] \times \left[ \sum_{i=1}^M t_i^2 - M \times (\bar{t})^2 \right]}}$$

[0336] 其中,  $T_r$ 为负载趋势值,  $L_i$ 为所述M个周期按照时间顺序排序后第i个周期的目标资源的使用率,  $\bar{L}$ 为所述M个周期的所述目标存储设备的目标资源的使用率的平均值,  $t_i = i$ ,  $\bar{t}$ 为M个  $t_i$ 的平均值;

[0337] 若确定所述负载趋势值大于或等于第一预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势;或者,

[0338] 若确定所述负载趋势值小于或等于第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势;或者,

[0339] 若确定所述负载趋势值小于所述第一预设负载趋势值且大于所述第二预设负载趋势值,则确定所述目标存储设备的负载变化趋势为平稳趋势。

[0340] 可选的,所述处理器601具体用于:

[0341] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率大于第一阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为上升趋势或平稳趋势,则减少所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度;或者

[0342] 若所述目标存储设备当前周期的目标资源的使用率小于第二阈值、且所述目标存储设备的负载变化趋势为下降趋势或平稳趋势,则增加所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

[0343] 可选的,所述处理器601具体用于:

[0344] 根据所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率确定令牌调控比例,其中,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率大于第一阈值时,所述令牌调控比例为负数,所述目标存储设备当前周期目标资源的使用率小于第二阈值时,所述令牌调控比例为正数;

[0345] 将所述令牌调控比例与初始令牌发放速度的乘积作为令牌调控增量;

[0346] 将所述初始令牌发放速度与所述令牌调控增量之和作为所述目标存储设备在下一个周期的令牌发放速度。

[0347] 可选的,所述初始令牌发放速度为预设令牌发放速度;或者

[0348] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备当前周期的令牌发放速度;或者

[0349] 所述初始令牌发放速度为所述目标存储设备最近Q个周期中令牌发放速度的最大值,Q为自然数。

[0350] 其中,图6中还可以包括总线接口,总线接口可以包括任意数量的互联的总线和桥,具体由处理器代表的一个或多个处理器和存储器代表的存储器的各种电路链接在一起。总线接口还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起,这些都是本领域所公知的,因此,本文不再对其进行进一步描述。总线接口提供接口。收发器提供用于在传输介质上与各种其他设备通信的单元。处理器负责管理总线架构

和通常的处理,存储器可以存储处理器在执行操作时所使用的数据。

[0351] 如图7所示,为本申请实施例提供一种负载均衡装置结构示意图。参见图 7,该装置包括:

[0352] 获取单元701,用于获取当前周期目标存储设备的每个资源的使用率;

[0353] 确定单元702,用于确定所述目标存储设备的目标资源,所述目标资源为所述目标存储设备的每个资源中使用率最高的资源;

[0354] 调整单元703,用于根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0355] 如图8所示,为本申请实施例提供一种负载均衡装置结构示意图。

[0356] 参见图8,该装置包括:处理器801,存储器802,收发器803。

[0357] 收发器803可以是有线收发器,无线收发器或其组合。有线收发器例如可以为以太网接口。以太网接口可以是光接口,电接口或其组合。无线收发器例如可以为无线局域网收发器,蜂窝网络收发器或其组合。处理器801可以是 CPU,NP或者CPU和NP的组合。处理器801还可以进一步包括硬件芯片。上述硬件芯片可以是专用集成电路ASIC,PLD或其组合。上述PLD可以是 CPLD,FPGA,GAL或其任意组合。存储器802可以包括易失性存储器,例如RAM;存储器802也可以包括非易失性存储器,例如ROM,快闪存储器, HDD或SSD;存储器802还可以包括上述种类的存储器的组合。

[0358] 收发器803,用于获取当前周期目标存储设备的每个资源的使用率;

[0359] 处理器801,用于读取存储器802中的计算机指令,执行以下步骤:

[0360] 确定所述目标存储设备的目标资源,所述目标资源为所述目标存储设备的每个资源中使用率最高的资源;根据所述目标存储设备的历史周期中目标资源的使用率以及当前周期所述目标存储设备的目标资源的使用率,调整所述目标存储设备在下个周期的令牌发放速度。

[0361] 其中,图8中还可以包括总线接口,总线接口可以包括任意数量的互联的总线和桥,具体由处理器代表的一个或多个处理器和存储器代表的存储器的各种电路链接在一起。总线接口还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起,这些都是本领域所公知的,因此,本文不再对其进行进一步描述。总线接口提供接口。收发器提供用于在传输介质上与各种其他设备通信的单元。处理器负责管理总线架构和通常的处理,存储器可以存储处理器在执行操作时所使用的数据。

[0362] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 /或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/ 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0363] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指

令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0364] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0365] 尽管已描述了本申请的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

[0366] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。



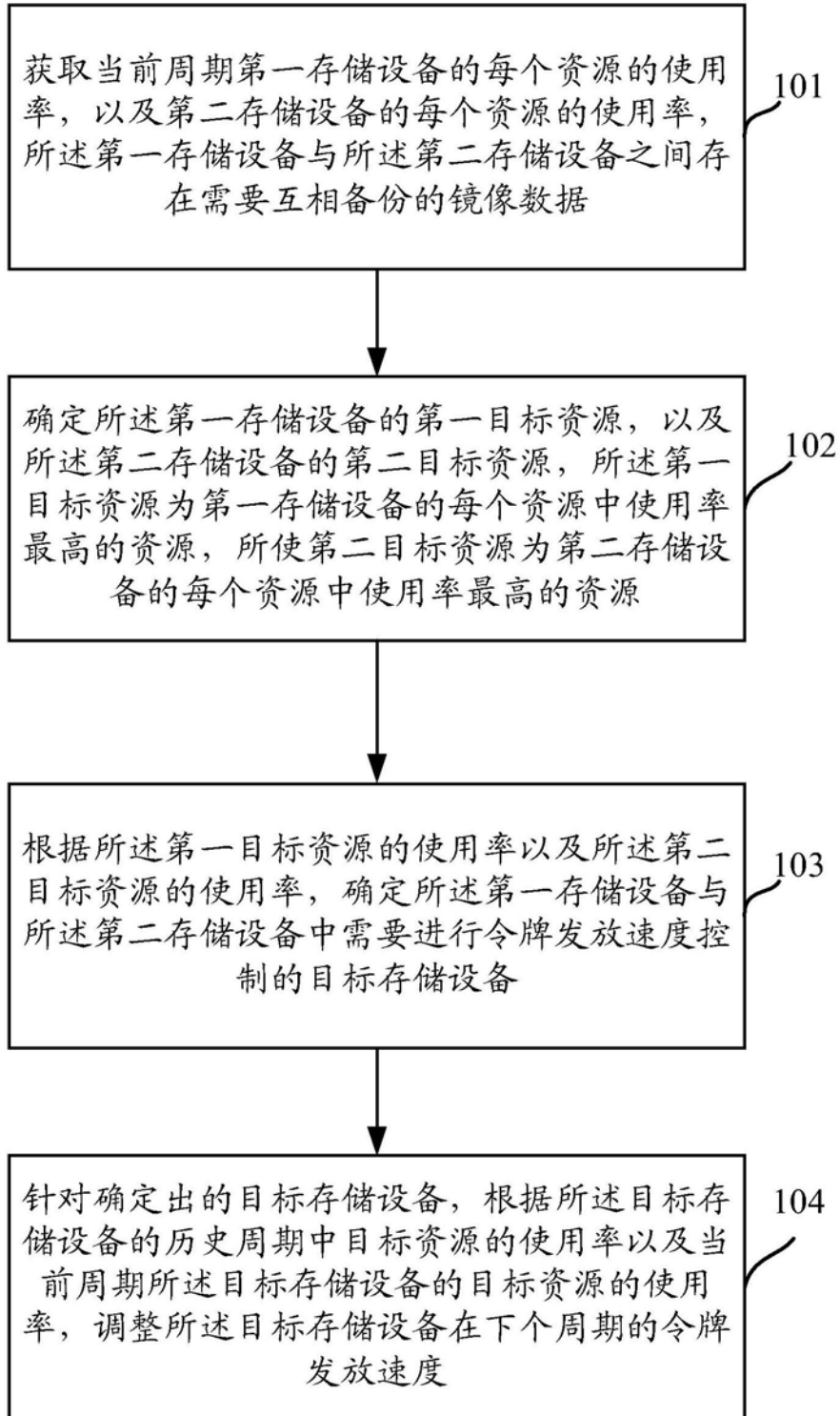


图1

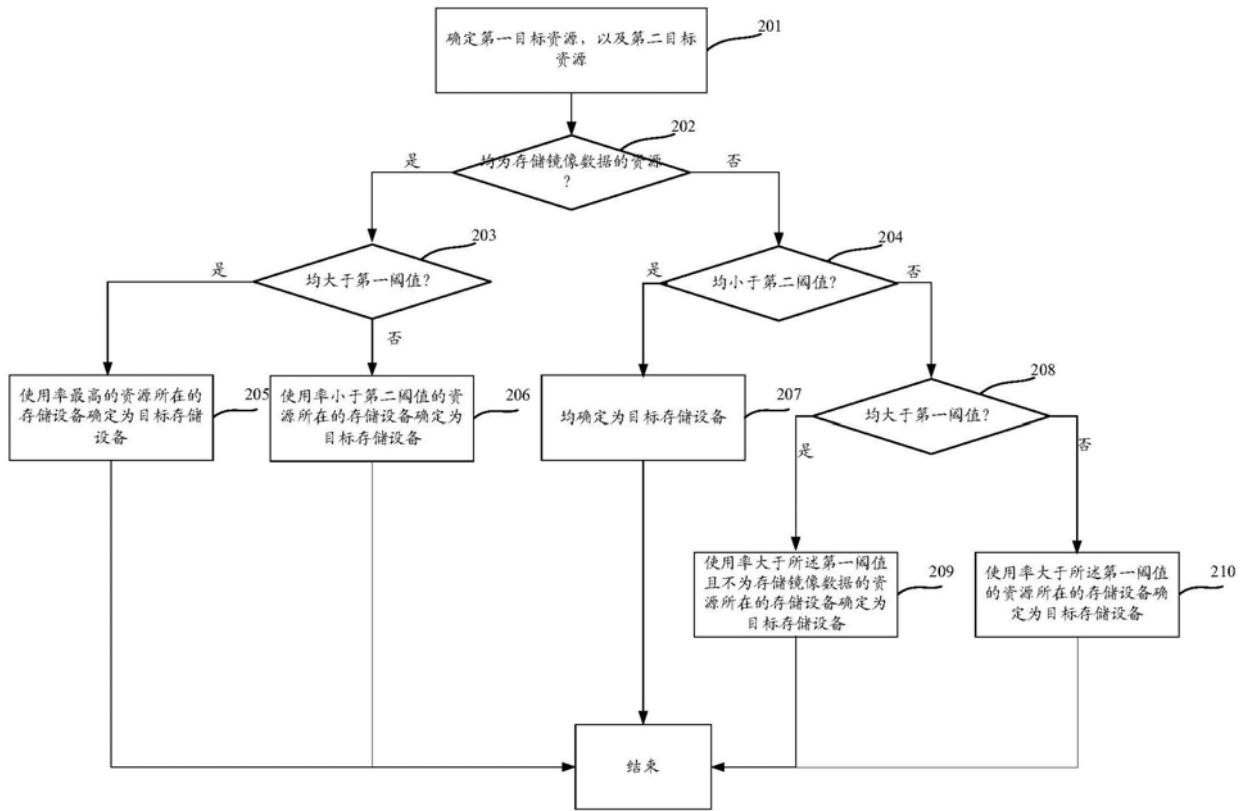


图2

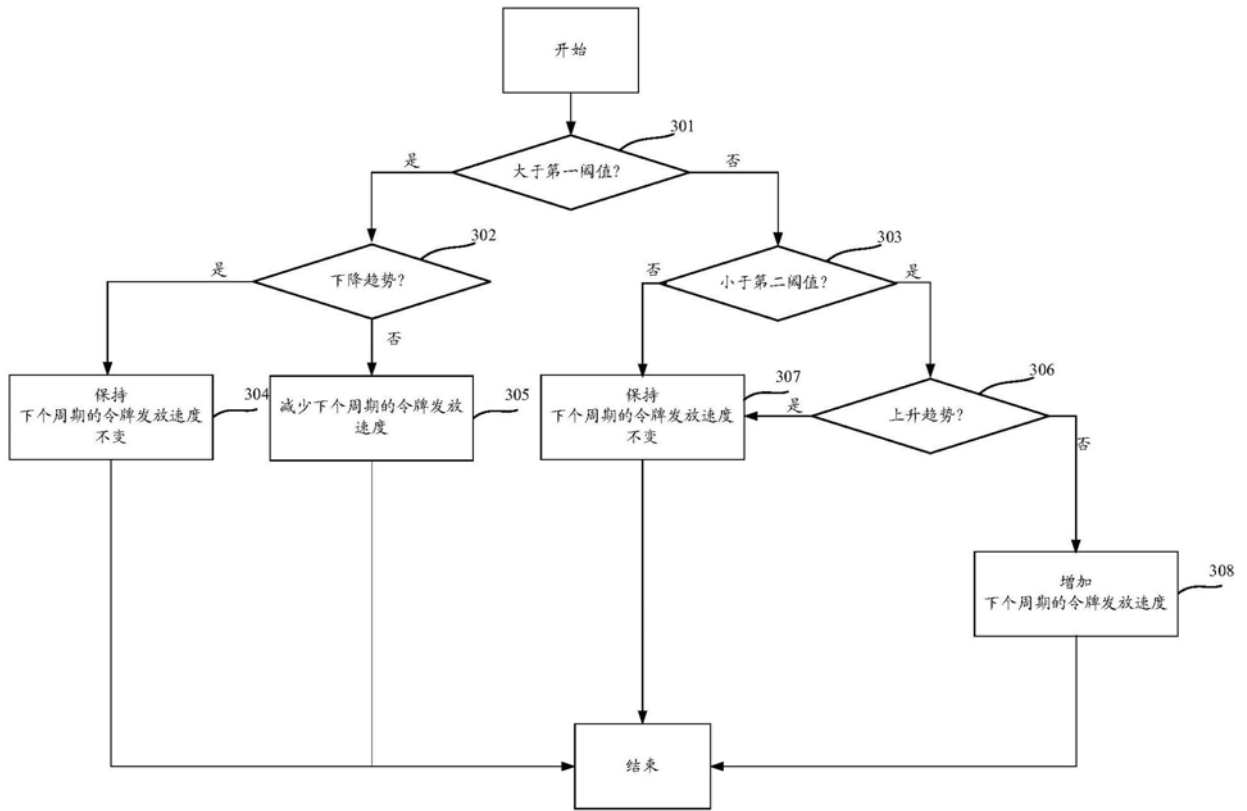


图3

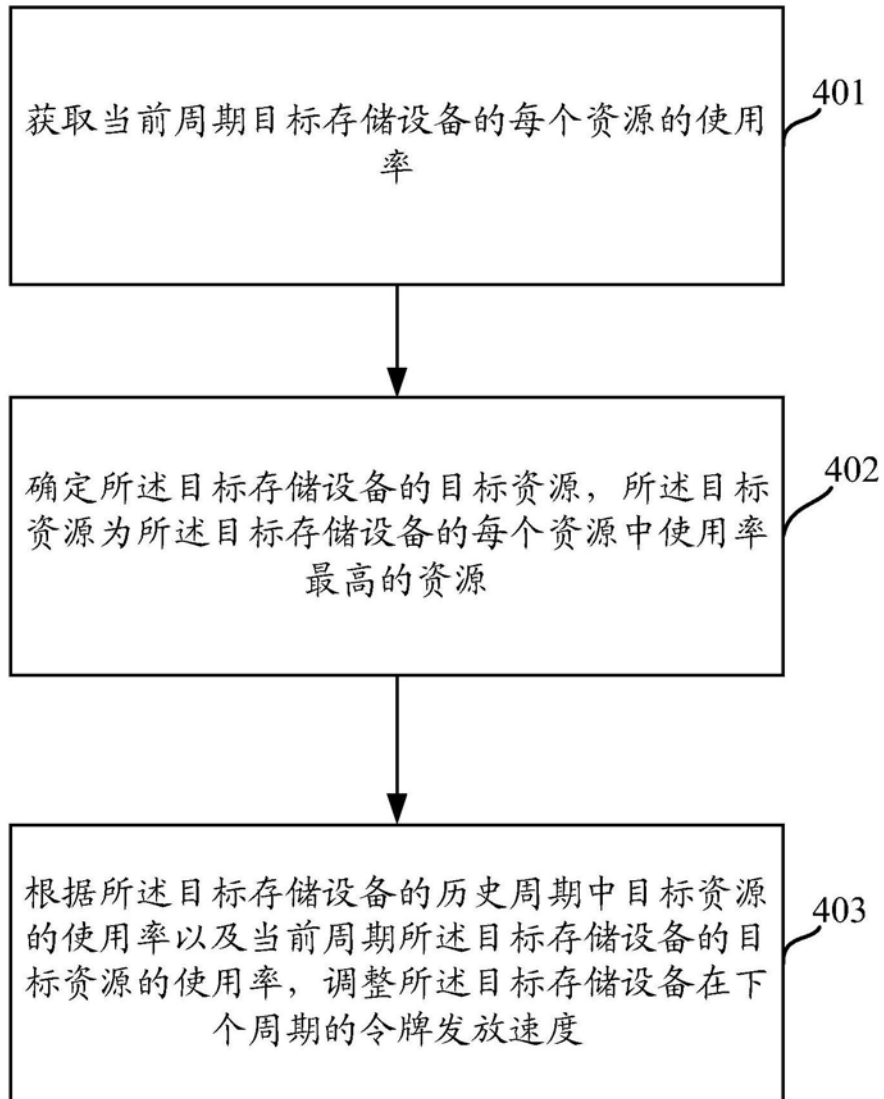


图4

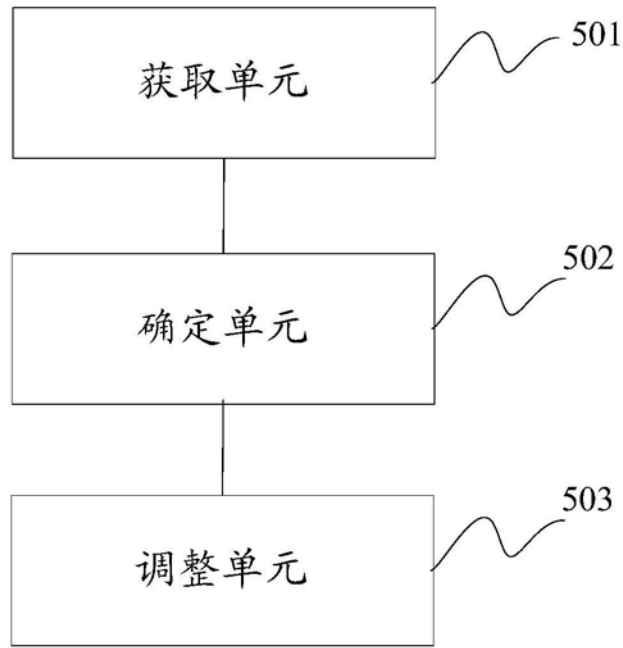


图5

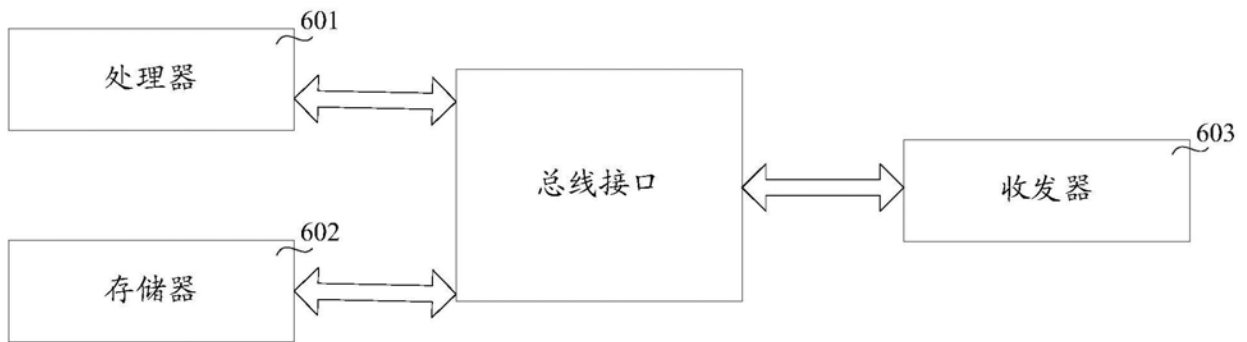


图6

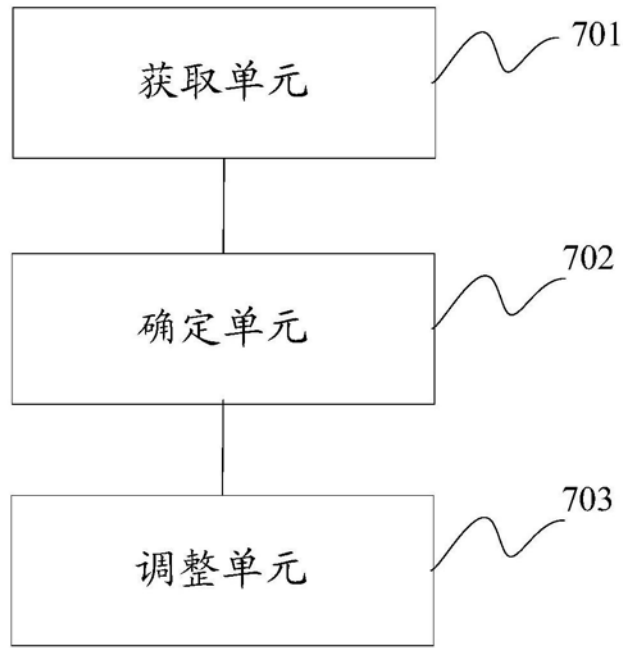


图7

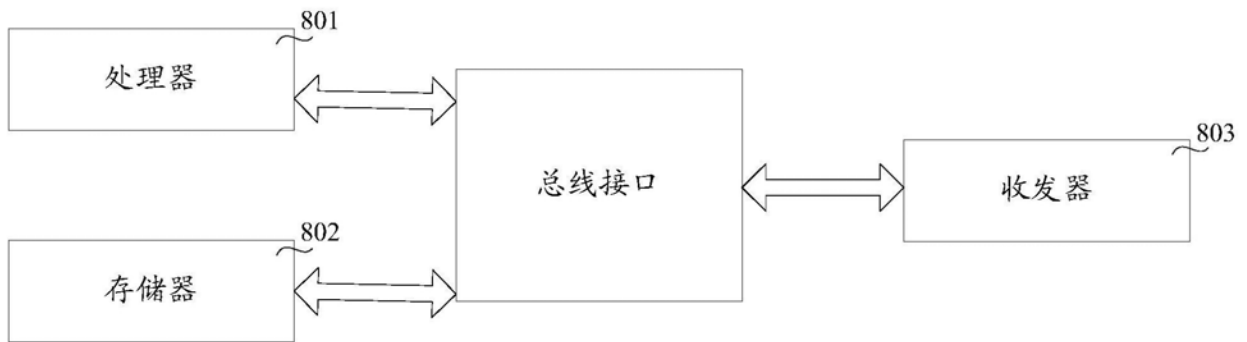


图8