

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 6 月 13 日 (13.06.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/119786 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 12/0808 (2016.01) **G06F 11/20** (2006.01)
G06F 12/0842 (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/103138
- (22) 国际申请日: 2023 年 6 月 28 日 (28.06.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211553153.X 2022年12月6日 (06.12.2022) CN
- (71) 申请人: 苏州元脑智能科技有限公司 (SUZHOU METABRAIN INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。
- (72) 发明人: 刘文志 (LIU, Wenzhi); 中国江苏省苏州市吴中经济开发区郭巷街道官浦路

1 号 9 幢, Jiangsu 215000 (CN)。王永刚 (WANG, Yonggang); 中国江苏省苏州市吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。王见 (WANG, Jian); 中国江苏省苏州市吴中经济开发区郭巷街道官浦路1号9幢, Jiangsu 215000 (CN)。

(74) 代理人: 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 (SUNSHINE INTELLECTUAL PROPERTY INTERNATIONAL CO., LTD.); 中国北京市海淀区海淀南路甲21号中关村知识产权大厦A座5层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,

(54) Title: DATA CACHING METHOD AND APPARATUS, DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种数据缓存方法、装置、设备和存储介质

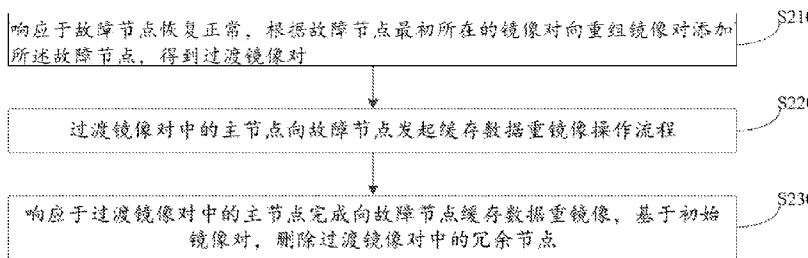


图 2

- S210 In response to a faulty node returning to normal, add, according to a mirrored pair in which the faulty node is initially located, the faulty node to a recombined mirrored pair so as to obtain a transitional mirrored pair
- S220 A main node in the transitional mirrored pair initiates a cached data re-mirroring operation process to the faulty node
- S230 In response to the main node in the transitional mirrored pair completing re-mirroring of cached data to the faulty node, delete a redundant node in the transitional mirrored pair on the basis of an initial mirrored pair

(57) Abstract: A data caching method, comprising: in response to a faulty node returning to normal, adding, according to a mirrored pair in which the faulty node is initially located, the faulty node to a recombined mirrored pair so as to obtain a transitional mirrored pair, so that in a cached data re-mirroring process, when one node of a mirrored pair is faulty, data mirroring continues between other nodes; a main node in the transitional mirrored pair initiating a cached data re-mirroring operation process to the faulty node; and in response to the main node in the transitional mirrored pair completing re-mirroring of cached data to the faulty node, deleting a redundant node in the transitional mirrored pair on the basis of an initial mirrored pair, and switching the transitional mirrored pair back to the initial mirrored pair for data caching.



MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:
— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种数据缓存方法, 方法包括: 响应于故障节点恢复正常, 根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加故障节点, 得到过渡镜像对, 以用于在缓存数据重镜像过程中, 当镜像对的其中一个节点故障时, 其他节点之间继续进行数据镜像; 过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程; 响应于过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像, 基于初始镜像对, 删除过渡镜像对中的冗余节点, 将过渡镜像对切换回初始镜像对以进行数据缓存。

一种数据缓存方法、装置、设备和存储介质

本申请要求于 2022 年 12 月 06 日提交中国专利局，申请号为 202211553153.X，发明名称为“一种数据缓存方法、装置、设备和存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0001] 本申请涉及计算机数据存储技术领域，特别是涉及一种数据缓存方法、装置、设备和存储介质。

背景技术

[0002] 四控存储系统指一个机框中包含四个控制器的存储系统，每个控制器可视为一个节点，数据可以根据需要及具体场景在机框中的四个节点中进行保存与备份，提高了存储系统的性能与数据安全性。四控存储系统主要采用镜像对的方式缓存数据，当其中一个控制器故障后，可以继续按照循环镜像方式重新找到每个节点对应的镜像节点，从而保证节点依次故障时存储系统可以正常运行且数据完整。

[0003] 当故障节点恢复正常时，该节点根据集群确认新的镜像对组队方式，并指定一个原来存活的节点向该节点发起缓存数据重镜像流程。由于节点在重新组队时需要退出一个节点，并放弃该节点对应的数据，在此过程中容易造成数据混乱和丢失，无法保障数据的安全性。

发明内容

[0004] 基于此，本申请提供了一种数据缓存方法、装置、设备和存储介质，能够及时恢复节点的正常运行，避免数据丢失，提高缓存数据的安全性。

[0005] 第一方面，提供一种数据缓存方法，该方法应用于多控存储系统，多控存储系统包括多个控制器，每个控制器为一个节点，该方法包括：

响应于故障节点恢复正常，根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对，以用于在缓存数据重镜像过程中镜像对的其中一个节点故障，其他节点之间继续进行数据镜像；

过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程；

响应于过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点，以将过渡镜像对切换回初始镜像对进行数据缓存，

其中，重组镜像对为故障节点退出后因重组所述故障节点最初所在的镜像对而基于存活节点两两重组得到的镜像对；

初始镜像对为故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对。

[0006] 根据本申请实施例一种可实现的方式，响应于故障节点恢复正常，向重组镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对，包括：

根据故障节点最初所在的镜像对确定故障节点退出时进行重组的目标镜像对；

向重组镜像对中的目标镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对。

[0007] 根据本申请实施例一种可实现的方式，向重组镜像对中的目标镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对，包括：

以重组镜像对中的目标镜像对的主节点作为新的主节点添加故障节点，得到过渡镜像对。

[0008] 根据本申请实施例一种可实现的方式，过渡镜像对包括两个存活节点和一个故障节点，过渡镜像对中的每个节点设置有 2 个对端节点；

在存活节点的对端节点中，另一个存活节点为首选对端节点，故障节点为备选对端节点；

在故障节点的对端节点中，两个存活节点中作为主节点的存活节点为首选对端节点，另一个存活节点为备选对端节点。

[0009] 根据本申请实施例一种可实现的方式，当过渡镜像对切换回多控存储系统故障前的镜像对时，过渡镜像对中的每个节点的备选对端节点设置为无效值。

[0010] 根据本申请实施例一种可实现的方式，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点，包括：根据过渡镜像对在初始镜像对对应的镜像对，确定过渡镜像对中的冗余节点；删除过渡镜像对中的冗余节点。

[0011] 根据本申请实施例一种可实现的方式，该方法还包括：

在删除过渡镜像对中的冗余节点之后，对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以删除冗余节点在过渡镜像对中对应的缓存数据。

[0012] 根据本申请实施例一种可实现的方式，该方法还包括：

在过渡镜像对中的主节点向故障节点进行缓存数据重镜像操作过程中存在突发故障节点时，根据突发故障节点的身份信息，确定当前主节点；

基于当前主节点，确定后续执行的第一操作流程。

[0013] 根据本申请实施例一种可实现的方式，身份信息包括主节点身份，第一操作流程包括缓存数据丢弃流程和缓存数据重镜像操作流程；根据突发故障节点的身份信息，确定当前主节点，包括：

当突发故障节点为主节点身份时，将作为非主节点的存活节点确定为当前主节点；

基于当前主节点，确定后续执行的第一操作流程，包括：

对故障节点执行缓存数据丢弃流程，以清除突发故障节点对故障节点执行缓存数据重镜像操作流程时缓存的数据；

当前主节点向故障节点重新发起缓存数据重镜像操作流程。

[0014] 根据本申请实施例一种可实现的方式，身份信息包括非主节点的存活节点身份；根据突发故障节点的身份信息，确定当前主节点，包括：

当突发故障节点为非主节点的存活节点身份时，将过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；

基于当前主节点，确定后续执行的第一操作流程，包括：

当前主节点识别突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程的流程进度；

根据流程进度，继续执行突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程。

[0015] 根据本申请实施例一种可实现的方式，身份信息包括故障节点身份，第一操作流程包括主机输入输出流程；根据突发故障节点的身份信息，确定当前主节点，包括：

当突发故障节点为故障节点身份时，将过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；

基于当前主节点，确定后续执行的第一操作流程，包括：

执行主机输入输出流程，以使得主机正常向多控存储系统缓存数据。

[0016] 根据本申请实施例一种可实现的方式，该方法还包括：

在确定当前主节点之后，更新过渡镜像对中剩余两个节点的首选对端节点，并将备选对端节点设置为无效值。

[0017] 根据本申请实施例一种可实现的方式，该方法还包括：

在对冗余节点执行缓存数据丢弃流程中存在突发故障节点时，根据突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程。

[0018] 根据本申请实施例一种可实现的方式，节点类型包括冗余节点；根据突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程，包括：

当突发故障节点为冗余节点时，过渡镜像对中的节点不执行任何操作流程。

[0019] 根据本申请实施例一种可实现的方式，节点类型包括过渡镜像对中的非冗余节点；根据突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程，包括：

当突发故障节点为过渡镜像对中的非冗余节点的其中一个时，将冗余节点和过渡镜像对中另一个非冗余节点重新组成当前镜像对；

对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以继续突发故障节点出现前进行的缓存数据丢弃流程；

当冗余节点执行完缓存数据丢弃流程时，过渡镜像对中另一个非冗余节点向冗余节点发起缓存数据重镜像操作流程，以实现缓存数据的备份。

[0020] 根据本申请实施例一种可实现的方式，当前镜像对中的非冗余节点为主节点，冗余节点为从节点。

[0021] 根据本申请实施例一种可实现的方式，多控存储系统为四控存储系统。

[0022] 第二方面，提供了一种数据缓存装置，装置设置于多控存储系统，多控存储系统包括多个控制器，每个控制器为一个节点，该装置包括：

添加模块，用于响应于故障节点恢复正常，根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对，以用于在缓存数据重镜像过程中镜像对的其中一个节点故障，其他节点之间继续进行数据镜像；

发起模块，用于过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程；

删除模块，用于响应于过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点，以将过渡镜像对切换回初始镜像对进行数据缓存；

其中，重组镜像对为故障节点退出后因重组所述故障节点最初所在的镜像对而基于存活节点两两重组得到的镜像对；

初始镜像对为故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对。

[0023] 第三方面，提供了一种计算机设备，包括：

至少一个处理器；以及

与至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机指令，计算机指令被至少一个处理器执行，以使至少一个处理器能够执行上述第一方面中涉及的方法。

[0024] 第四方面，提供了一种非易失性计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令，其特征在于，计算机指令用于使计算机执行上述第一方面中涉及的方法。

[0025] 根据本申请实施例所提供的技术内容，通过响应于故障节点恢复正常，向重组镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对，重组镜像对为故障节点退出后基于存活节点两两重组得到的镜像对，过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程，在过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像后，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点，以将过渡镜像对切换回初始镜像对进行数据缓存，初始镜像对为故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对。在故障节点恢复正常时，将重组镜像对中节点数量由两个增加为三个，在恢复至初始镜像对时，避免了重组节点时镜像对中仅存单个节点的情况，即使在缓存数据重镜像过程中某个节点故障退出，另外两个节点还可以进行数据镜像，以免数据混乱和丢失，保障缓存数据的安全性。

附图说明

[0026] 图 1 为一些实施例中数据缓存方法的应用环境图；

图 2 为一些实施例中数据缓存方法的流程示意图；

图 3 为一些实施例中数据缓存装置的结构框图；

图 4 为一些实施例中计算机设备的示意性结构图。

具体实施方式

[0027] 以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0028] 为了方便理解，首先对本申请所适用的系统进行描述。本申请提供的数据缓存方法，可以应用于如图 1 所示的系统架构中。其中，终端 102 中通过网络与服务器 104 通过网络进行通信。响应于故障节点恢复正常，终端 102 中的存储系统接收服务器 104 发送来的组队方式，并根据组队方式向重组镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对，重组镜像对为故障节点退出后基于存活节点两两重组得到的镜像对。过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程。在过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像后，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点，以切换回多控存储系统故障前的镜像对进行数据缓存，初始镜像对为故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对。其中，终端 102 可以但不限于各种个人计算机、笔记本电脑、智能手机、平板电脑和便携式可穿戴设备，服务器 104 可以用独立的服务器或者是多个服务器组成的服务器集群来实现。

[0029] 图 2 为本申请实施例提供的一种数据缓存方法的流程图，该方法可以由如图 1 所示系统中的终端 102 执行。如图 2 所示，该方法应用于多控存储系统，可以包括以下步骤：

S210，响应于故障节点恢复正常，根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对。

[0030] 故障节点为因故障退出的节点，重组镜像对为故障节点退出后基于存活节点两两重组得到的镜像对。

多控存储系统指包括多个控制器的系统，例如，可以包括 3 个、4 个、5 个等控制器。其中，每个控制器为一个节点。

[0031] 以多控存储系统为四控存储系统为例，该存储系统包括四个控制器，分别为节点 0、节点 1、节点 2、节点 3，可以组成初始镜像对，包括 4 个镜像对，分别为 (0,1) (1,2) (2,3) (3,0)。当一个节点故障退出，需要对包含故障节点的镜像对进行重组。例如节点 0 因故障退出，按照循环镜像原则，原来 (0,1) 及 (3,0) 两组镜像对需要重组，重组后的镜像对变为 (1,2) (1,2) (2,3) 及 (3,1)。在本示例中，(1,2) (1,2) (2,3) 及 (3,1) 为重组镜像对，节点 1、节点 2、节点 3 为存活节点。

[0032] 当节点 0 恢复正常重新加入时，最终重组镜像对中的四个镜像对需要恢复成 (0,1) (1,2) (2,3) (3,0)。由于节点恢复时需要执行缓存数据重镜像操作流程，如果直接由重组镜像对回切到初始镜像对，例如对于第一个镜像对，由 (1,2) 回切为 (0,1)，对应流程为放弃该镜像对在节点 2 的数据，并将数据由节点 1 向节点 0 镜像。此时由于缓存数据重镜像操作流程需要耗费一定的时间，如果在此期间节点 1 故障退出，则会造成该镜像对数据的暂时丢失，最终导致业务的暂停。

[0033] 根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对。过渡镜像对包括由 3 个节点组成的镜像对，可以表示为 (1,2,0) (3,1,0)。过渡镜像对的存在可以保证在缓存数据重镜像操作流程即使有节点因故障退出也能正常备份数据，提高数据的安全性。

[0034] S220，过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程。

[0035] 过渡镜像对中的主节点与重组镜像对中的主节点保持一致，比如说，重组镜像对中的 (1,2)，其主节点为节点 1，过渡镜像对中 (1,2,0) 也以节点 1 作为主节点。只有主节点能够发起缓存数据重镜像操作流程，而新加入的故障节点只能被动接收。

[0036] 过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程，实现数据备份，避免切换至初始镜像对时出现数据缺失的情况。

[0037] S230，响应于过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点。

[0038] 初始镜像对为故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对，例如四控存储器可以组成 (0,1) (1,2) (2,3) (3,0)。

[0039] 冗余节点为过渡镜像对中包括 3 个节点的镜像对相对于初始镜像对对应镜像对多出的节点。将过渡镜像对和初始镜像对进行比较确定冗余节点，删除过渡镜像对中的冗余节点，以切换回多控存储系统故障前的镜像对进行数据缓存，即，将过渡镜像对切换回初始镜像对使得主机输入输出系统正常向多控存储系统缓存数据。

[0040] 可以看出，本申请实施例通过响应于故障节点恢复正常，向重组镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对，将重组镜像对中节点数量由两个增加为三个，避免了重组节点时镜像对中仅存单个节点的情况。过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程，在过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像后，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点，以切换回多控存储系统故障前的镜像对进行数据缓存。如此，在恢复至初始镜像对时，即使在缓存数据重镜像过程中某个节点故障退出，另

外两个节点还可以进行数据镜像，以免数据混乱和丢失，保障缓存数据的安全性。

[0041] 下面对上述方法流程中的各步骤进行详细描述。首先结合实施例对上述 S210 即“响应于故障节点恢复正常，向重组镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对”进行详细描述。

[0042] 作为一种可实现的方式，S210 可以包括：

根据重组镜像对确定故障节点退出时进行重组的目标镜像对；

向重组镜像对中的目标镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对。

[0043] 目标镜像对为故障节点恢复后重新加入的镜像对。故障节点退出时，故障节点原先所在镜像对中的节点需要重组，将重组镜像对经过重组得到的镜像对确定为目标镜像对，并向目标镜像对添加故障节点。

[0044] 具体地，以重组镜像对中的目标镜像对的主节点作为新的主节点添加故障节点，得到过渡镜像对。

[0045] 保持重组镜像对中的目标镜像对的主节点身份不变，将故障节点作为新加入节点，添加到目标镜像对中，得到过渡镜像对。

[0046] 过渡镜像对包括两个存活节点和一个故障节点，过渡镜像对中的每个节点设置有 2 个对端节点。其中，存活节点为多控存储系统中故障节点退出后剩余的节点。一个节点与另一个节点之间建立的关系称为对端，且另一个节点为对端节点。

[0047] 因为过渡镜像对中存在 3 个节点，每个节点分别与其他两个节点建立对端关系，所以，每个节点设置有 2 个对端节点，可以表示为 partnerNode0 和 partnerNode1。但是不同类型的节点作为对端节点，其重要程度也不同，其中，partnerNode0 可以代表首选对端节点，partnerNode1 可以代表备选对端节点。首选对端节点的重要程度大于备选对端节点的重要程度。

[0048] 由于新加入节点没有接收主机输入输出系统缓存数据的能力，其作为对端节点的重要程度低于存活节点的重要程度，而作为主节点的存活节点可以向新加入节点发起缓存数据重镜像操作流程，所以，作为主节点的存活节点作为对端节点的重要程度高于普通的存活节点。

[0049] 在存活节点的对端节点中，另一个存活节点为首选对端节点，故障节点为备选对端节点。在故障节点的对端节点中，两个存活节点中作为主节点的存活节点为首选对端节点，另一个存活节点为备选对端节点。

[0050] 作为一种可实现的方式，当过渡镜像对切换回多控存储系统故障前的镜像对时，镜像对中的每个节点的备选对端节点设置为无效值。

[0051] 过渡镜像对包括 3 个节点，多控存储系统故障前的镜像对包括 2 个节点。当一个镜像对仅包含 2 个节点时，这 2 个节点互为对端节点，也就是说，每个节点只有一个对端节点，此时，不需要备选对端节点，将其设置为无效值。可以将备选对端节点的 bit 值设为 0 或 1，可根据实际情况进行设置。

[0052] 下面结合实施例对上述 S230 即“在过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像后，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点”进行详细描述。

[0053] 作为一种可实现的方式，S230 可以包括：

根据过渡镜像对在初始镜像对对应的镜像对，确定过渡镜像对中的冗余节点；

删除过渡镜像对中的冗余节点。

[0054] 过渡镜像对在初始镜像对应对应的镜像对是重组镜像对在添加故障节点形成过渡镜像对前在初始镜像对中的镜像对。比如说，过渡镜像对为(1,2,0)，在未添加故障节点前的重组镜像对为(1,2)，(1,2)是由于初始镜像对中(0,1)重组得到的，那么，(0,1)则为过渡镜像对在初始镜像对应对应的镜像对。

[0055] 从过渡镜像对中查找出过渡镜像对在初始镜像对应对应的镜像对中不存在的节点，将其确定为冗余节点，并删除冗余节点。例如，过渡镜像对(1,2,0)，过渡镜像对在初始镜像对应对应的镜像对为(0,1)，那么，节点2为冗余节点，将过渡镜像对(1,2,0)中的节点2删除，得到(1,0)。

[0056] 删除冗余节点之后的镜像对的主节点需与过渡镜像对在初始镜像对应对应的镜像对的主节点保持一致，且每个节点恢复为单个对端节点，将备选对端节点设置为无效值。

[0057] 作为一种可实现的方式，该方法还包括：

在删除过渡镜像对中的冗余节点之后，对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以删除冗余节点在过渡镜像对应对应的缓存数据。

[0058] 缓存数据丢弃流程是一种删除节点缓存数据的流程。由于过渡镜像对中的主节点完成对故障节点的缓存数据重镜像操作过程后，已经镜像冗余节点对应的缓存数据了，在冗余节点删除后，删除冗余节点之后的镜像对已无需再保存冗余节点对应的缓存数据了，对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，删除冗余节点在过渡镜像对应对应的缓存数据，可以增加缓存空间，提高系统的运行性能。

[0059] 作为一种可实现的方式，该方法还包括：

在过渡镜像对中的主节点向故障节点进行缓存数据重镜像操作过程中存在突发故障节点时，根据突发故障节点的身份信息，确定当前主节点；

基于当前主节点，确定后续执行的第一操作流程。

[0060] 其中，突发故障节点为在过渡镜像对中的主节点向故障节点进行缓存数据重镜像操作过程中突然发生故障的节点。第一操作流程包括缓存数据丢弃流程、缓存数据重镜像操作流程和主机输入输出流程。当前主节点为突然发生故障后的过渡镜像对中的主节点。

[0061] 由于缓存数据重镜像操作过程需要消耗一定的时间，且这一过程中过渡镜像对中的3个节点处于特殊状态，新加入的故障节点无法替代原有的存活节点。因此，在此过程上再发生节点故障事件时，需要根据具体情况制定不同的处理流程。

[0062] 突发故障节点可能为存活节点，也可能为故障节点，若为存活节点，需进一步确定突发故障节点是否主节点。因此，突发故障节点的身份信息可以包括主节点身份、非主节点的存活节点身份、故障节点身份。根据突发故障节点的身份信息，确定当前主节点，以确定后续执行的第一操作流程中的至少一种。

[0063] 作为一种可实现的方法，当突发故障节点为主节点身份时，将作为非主节点的存活节点确定为当前主节点；

对故障节点执行缓存数据丢弃流程，以清除突发故障节点对故障节点执行缓存数据重镜像操作流程时缓存的数据；

当前主节点向故障节点重新发起缓存数据重镜像操作流程。

[0064] 需要说明的是，只要过渡镜像对中有节点退出，主节点向故障节点的缓存数据重镜像操作过程中断。

[0065] 若突发故障节点为主节点身份，将过渡镜像对中剩余两个节点重新组成新的镜像对，将作为非主节点的存活节点确定为当前主节点。

[0066] 由原先的主节点突然发生故障导致主节点向故障节点未重镜像全部缓存数据，需要当前主节点对故障节点重新发起缓存数据重镜像操作流程。为避免故障节点的缓存数据出现重复和混乱，在当前主节点对故障节点重新发起缓存数据重镜像操作流程之前先对故障节点执行缓存数据丢弃流程，以清除突发故障节点对故障节点执行缓存数据重镜像操作流程时缓存的数据。

[0067] 作为一种可实现的方法，当突发故障节点为非主节点的存活节点身份时，将过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；

当前主节点识别突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程的流程进度；

根据流程进度，继续执行突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程。

[0068] 其中，当突发故障节点为非主节点的存活节点身份时，将过渡镜像对中剩余两个节点重新组成新的镜像对，过渡镜像对中原先的主节点仍然为当前主节点。由于缓存数据重镜像操作流程的发起节点和接收节点未发生变化，当前主节点只需识别突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程的流程进度，找到流程暂停的地方，继续完成该流程。

[0069] 作为一种可实现的方法，当突发故障节点为故障节点身份时，将过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；

执行主机输入输出流程，以使得主机正常向多控存储系统缓存数据。

[0070] 当突发故障节点为故障节点身份时，此时，过渡镜像对中的主节点无需再向故障节点进行缓存数据重镜像，过渡镜像对中不存在接收缓存数据的节点，将过渡镜像对中剩余两个节点重新组成新的镜像对，过渡镜像对中原先的主节点仍然为当前主节点。执行主机输入输出流程，恢复正常业务流程，使得主机可以向多控存储系统缓存数据。

[0071] 作为一种可实现的方法，该方法还包括：在确定当前主节点之后，更新过渡镜像对中剩余两个节点的首选对端节点，并将备选对端节点设置为无效值。

[0072] 若过渡镜像对中存在节点故障退出，过渡镜像对中剩余两个节点互为对端节点，均为彼此的首选对端节点，不存在备选对端节点，将其设置为无效值。

[0073] 作为一种可实现的方式，该方法还包括：在对冗余节点执行缓存数据丢弃流程中存在突发故障节点时，根据突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程。

[0074] 其中，节点类型包括冗余节点和过渡镜像对中的非冗余节点，第二操作流程可以是不执行任何操作流程，也可以是发起缓存数据丢弃流程或者缓存数据重镜像操作流程。

[0075] 在对冗余节点执行缓存数据丢弃流程中断，对冗余节点和过渡镜像对中的非冗余节点的影响是不一样的，需要根据突发故障节点的节点类型，确定后续的操作流程。

[0076] 作为一种可实现的方式，当突发故障节点为冗余节点时，过渡镜像对中的节点不执行任何操作流程。

[0077] 当突发故障节点为冗余节点时，即使过渡镜像对中的节点再次发起缓存数据丢弃流程，冗余节点也无法执行，且冗余节点已经不在过渡镜像对中，也不会影响多控存储系统的正常运行，因此，过渡镜像对

中的节点不执行任何操作流程，认作是强制完成了对冗余节点缓存数据的丢弃。

[0078] 作为一种可实现的方式，当突发故障节点为过渡镜像对中的非冗余节点的其中一个时，将冗余节点和过渡镜像对中另一个非冗余节点重新组成当前镜像对；

对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以继续突发故障节点出现前进行的缓存数据丢弃流程；

当冗余节点执行完缓存数据丢弃流程时，过渡镜像对中另一个非冗余节点向冗余节点发起缓存数据重镜像操作流程，以实现缓存数据的备份。

[0079] 当突发故障节点为过渡镜像对中的非冗余节点的其中一个时，表明由过渡镜像对切换回的初始镜像对仅剩一个节点，无法进行缓存数据的备份，需要新加入一个节点组成新的镜像对，即，当前镜像对。

[0080] 在过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像后，故障节点和主节点对应的缓存数据相同，故障节点也具备了主节点发起任何流程的能力。所以，过渡镜像对中两个非冗余节点的任意一个故障时，另一个非冗余节点都可以作为当前镜像对的主节点，而冗余节点为从节点。

[0081] 对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以继续突发故障节点出现前进行的缓存数据丢弃流程，清除掉冗余节点之前镜像的缓存数据。当冗余节点执行完缓存数据丢弃流程时，过渡镜像对中另一个非冗余节点向冗余节点发起缓存数据重镜像操作流程，以实现缓存数据的备份，保证当前镜像对正常运行。

[0082] 本申请提供的缓存数据方法不仅能够实现多控存储系统的单节点恢复，还在恢复过程，例如，缓存数据重镜像操作流程、缓存数据丢弃流程中叠加节点故障事件场景下设置相应的处理流程，安全、及时、有效地实现了多控存储节点恢复过程中复杂场景的处理，避免因多种事件叠加而对多控存储系统造成数据安全隐患，进一步提高了多控存储系统缓存数据的安全性。

[0083] 应该理解的是，虽然图 2 的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本申请中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，图 2 中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段，这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0084] 图 3 为本申请实施例提供的一种数据缓存装置的结构示意图，该装置可以设置于图 1 所示系统中的终端 102，用以执行如图 2 中所示的方法流程。如图 3 所示，该装置可以包括：添加模块 310、发起模块 320 和删除模块 330，还可以进一步包括：执行模块、确定模块和更新模块。其中各组成模块的主要功能如下：

添加模块 310，用于响应于故障节点恢复正常，根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对；

发起模块 320，用于过渡镜像对中的主节点向故障节点发起缓存数据重镜像操作流程；

删除模块 330，用于响应于过渡镜像对中的主节点完成向故障节点缓存数据重镜像，基于初始镜像对，删除过渡镜像对中的冗余节点，以将过渡镜像对切换回初始镜像对进行数据缓存，

其中，重组镜像对为故障节点退出后基于存活节点两两重组得到的镜像对；

初始镜像对为故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对。

[0085] 作为一种可实现的方式，添加模块 310，具体用于：根据重组镜像对确定故障节点退出时进行重组的目标镜像对；

向重组镜像对中的目标镜像对添加故障节点，得到过渡镜像对。

[0086] 作为一种可实现的方式，添加模块 310，具体用于：以重组镜像对中的目标镜像对的主节点作为新的主节点添加故障节点，得到过渡镜像对。

[0087] 作为一种可实现的方式，过渡镜像对包括两个存活节点和一个故障节点，过渡镜像对中的每个节点设置有 2 个对端节点；

在存活节点的对端节点中，另一个存活节点为首选对端节点，故障节点为备选对端节点；

在故障节点的对端节点中，两个存活节点中作为主节点的存活节点为首选对端节点，另一个存活节点为备选对端节点。

[0088] 作为一种可实现的方式，当过渡镜像对切换回多控存储系统故障前的镜像对时，镜像对中的每个节点的备选对端节点设置为无效值。

[0089] 作为一种可实现的方式，删除模块 330，具体用于：根据过渡镜像对在初始镜像对中对应的镜像对，确定过渡镜像对中的冗余节点；

删除过渡镜像对中的冗余节点。

[0090] 作为一种可实现的方式，该装置还包括执行模块，用于：在删除过渡镜像对中的冗余节点之后，对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以删除冗余节点在过渡镜像对中对应的缓存数据。

[0091] 作为一种可实现的方式，该装置还包括确定模块，用于：在过渡镜像对中的主节点向故障节点进行缓存数据重镜像操作过程中存在突发故障节点时，根据突发故障节点的身份信息，确定当前主节点；基于当前主节点，确定后续执行的第一操作流程。

[0092] 作为一种可实现的方式，身份信息包括主节点身份，第一操作流程包括缓存数据丢弃流程和缓存数据重镜像操作流程；确定模块，具体用于：当突发故障节点为主节点身份时，将作为非主节点的存活节点确定为当前主节点；

对故障节点执行缓存数据丢弃流程，以清除突发故障节点对故障节点执行缓存数据重镜像操作流程时缓存的数据；

当前主节点向故障节点重新发起缓存数据重镜像操作流程。

[0093] 作为一种可实现的方式，身份信息包括非主节点的存活节点身份；确定模块，具体用于：当突发故障节点为非主节点的存活节点身份时，将过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；

当前主节点识别突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程的流程进度；

根据流程进度，继续执行突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程。

[0094] 作为一种可实现的方式，身份信息包括故障节点身份，第一操作流程包括主机输入输出流程；确定模块，具体用于：当突发故障节点为故障节点身份时，将过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；执行主机输入输出流程，以使得主机正常向多控存储系统缓存数据。

[0095] 作为一种可实现的方式，该装置还包括更新模块，用于：在确定当前主节点之后，更新过渡镜像对中剩余两个节点的首选对端节点，并将备选对端节点设置为无效值。

[0096] 作为一种可实现的方式，确定模块，还用于：在对冗余节点执行缓存数据丢弃流程中存在突发故障节点时，根据突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程。

[0097] 作为一种可实现的方式，节点类型包括冗余节点；确定模块，具体用于：当突发故障节点为冗余节点时，过渡镜像对中的节点不执行任何操作流程。

[0098] 作为一种可实现的方式，节点类型包括过渡镜像对中的非冗余节点；确定模块，具体用于：当突发故障节点为过渡镜像对中的非冗余节点的其中一个时，将冗余节点和过渡镜像对中另一个非冗余节点重新组成当前镜像对；

对冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以继续突发故障节点出现前进行的缓存数据丢弃流程；

当冗余节点执行完缓存数据丢弃流程时，过渡镜像对中另一个非冗余节点向冗余节点发起缓存数据重镜像操作流程，以实现缓存数据的备份。

[0099] 作为一种可实现的方式，当前镜像对中的非冗余节点为主节点，冗余节点为从节点。

[0100] 作为一种可实现的方式，多控存储系统为四控存储系统。

[0101] 上述各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于装置实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0102] 需要说明的是，本申请实施例中可能会涉及到对用户数据的使用，在实际应用中，可以在符合所在国的适用法律法规要求的情况下（例如用户明确同意，对用户切实通知，用户明确授权等），在适用法律法规允许的范围内在本文描述的方案中使用用户特定的个人数据。

[0103] 根据本申请的实施例，本申请还提供了一种计算机设备、一种非易失性计算机可读存储介质。

[0104] 如图4所示，是根据本申请实施例的计算机设备的框图。计算机设备旨在表示各种形式的数字计算机或移动装置。其中数字计算机可以包括台式计算机、便携式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、大型计算机和其它适合的计算机。移动装置可以包括平板电脑、智能电话、可穿戴式设备等。

[0105] 如图4所示，设备400包括计算单元401、ROM 402、RAM 403、总线404以及输入/输出（I/O）接口405，计算单元401、ROM 402以及RAM 403通过总线404彼此相连。输入/输出（I/O）接口405也连接至总线404。

[0106] 计算单元401可以根据存储在只读存储器（ROM）402中的计算机指令或者从存储单元408加载到随机访问存储器（RAM）403中的计算机指令，来执行本申请方法实施例中的各种处理。计算单元401可以是各种具有处理和计算能力的通用和/或专用处理组件。计算单元401可以包括但不限于中央处理单元（CPU）、图形处理单元（GPU）、各种专用的人工智能（AI）计算芯片、各种运行机器学习模型算法的计算单元、数字信号处理器（DSP）、以及任何适当的处理器、控制器、微控制器等。在一些实施例中，本申请实施例提供的方法可被实现为计算机软件程序，其被有形地包含于非易失性计算机可读存储介质，例如存储单元408。

[0107] RAM 403 还可存储系统 400 操作所需的各种程序和数据。计算机程序的部分或者全部可以经由 ROM 802 和/或通信单元 409 而被载入和/或安装到设备 400 上。

[0108] 设备 400 中的输入单元 406、输出单元 407、存储单元 408 和通信单元 409 可以连接至 I/O 接口 405。其中，输入单元 406 可以是诸如键盘、鼠标、触摸屏、麦克风等；输出单元 407 可以是诸如显示器、扬声器、指示灯等。设备 400 能够通过通信单元 409 与其他设备进行信息、数据等的交换。

[0109] 需要说明的是，该设备还可以包括实现正常运行所必需的其他组件。也可以仅包含实现本申请方案所必需的组件，而不必包含图中所示的全部组件。

[0110] 此处描述的系统和技术各种实施方式可以在数字电子电路系统、集成电路系统、场可编程门阵列（FPGA）、专用集成电路（ASIC）、专用标准产品（ASSP）、芯片上系统的系统（SOC）、负载可编程逻辑设备（CPLD）、计算机硬件、固件、软件和/或它们的组合中实现。

[0111] 用于实施本申请的方法的计算机指令可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些计算机指令可以提供给计算单元 401，使得计算机指令当由诸如处理器等计算单元 401 执行时使执行本申请方法实施例中涉及各步骤。

[0112] 本申请提供的非易失性计算机可读存储介质可以是有形的介质，其可以包含或存储计算机指令，用以执行本申请方法实施例中涉及各步骤。非易失性计算机可读存储介质可以包括但不限于电子的、磁性的、光学的、电磁的等形式的存储介质。

[0113] 上述具体实施方式，并不构成对本申请保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是，根据设计要求和因素，可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本申请的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等，均应包含在本申请保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种数据缓存方法，其特征在于，所述方法应用于多控存储系统，所述多控存储系统包括多个控制器，每个控制器为一个节点，所述方法包括：

响应于故障节点恢复正常，根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对，以用于在缓存数据重镜像过程中镜像对的其中一个节点故障，其他节点之间继续进行数据镜像；

所述过渡镜像对中的主节点向所述故障节点发起缓存数据重镜像操作流程；

响应于过渡镜像对中的主节点完成向所述故障节点缓存数据重镜像，基于初始镜像对，删除所述过渡镜像对中的冗余节点，以将所述过渡镜像对切换回所述初始镜像对进行数据缓存；

其中，所述重组镜像对为所述故障节点退出后因重组所述故障节点最初所在的镜像对而基于存活节点两两重组得到的镜像对；

所述初始镜像对为所述故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述响应于故障节点恢复正常，向重组镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对，包括：

根据故障节点最初所在的镜像对确定所述故障节点退出时进行重组的目标镜像对；

向所述重组镜像对中的目标镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述向所述重组镜像对中的目标镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对，包括：

以所述重组镜像对中的目标镜像对的主节点作为新的主节点添加所述故障节点，得到过渡镜像对。

4. 根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述过渡镜像对包括两个存活节点和一个故障节点，所述过渡镜像对中的每个节点设置有 2 个对端节点；

在所述存活节点的对端节点中，另一个存活节点为首选对端节点，所述故障节点为备选对端节点；

在所述故障节点的对端节点中，两个存活节点中作为主节点的存活节点为首选对端节点，另一个存活节点为备选对端节点。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，当所述过渡镜像对切换回所述多控存储系统故障前的镜像对时，所述过渡镜像对中的每个节点的备选对端节点设置为无效值。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述基于初始镜像对，删除所述过渡镜像对中的冗余节点，包括：

根据所述过渡镜像对在所述初始镜像对对应的镜像对，确定所述过渡镜像对中的冗余节点；

删除所述过渡镜像对中的冗余节点。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在删除所述过渡镜像对中的冗余节点之后，对所述冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以删除所述冗余节点在所述过渡镜像对对应的缓存数据。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在所述过渡镜像对中的主节点向所述故障节点进行缓存数据重镜像操作过程中存在突发故障节点时，根据所述突发故障节点的身份信息，确定当前主节点；

基于所述当前主节点，确定后续执行的第一操作流程。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述身份信息包括主节点身份，所述第一操作流程包括缓存数据丢弃流程和缓存数据重镜像操作流程；所述根据所述突发故障节点的身份信息，确定当前主节点，包括：

当所述突发故障节点为主节点身份时，将作为非主节点的存活节点确定为当前主节点；

所述基于所述当前主节点，确定后续执行的第一操作流程，包括：

对所述故障节点执行缓存数据丢弃流程，以清除所述突发故障节点对所述故障节点执行缓存数据重镜像操作流程时缓存的数据；

所述当前主节点向所述故障节点重新发起缓存数据重镜像操作流程。

10. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述身份信息包括非主节点的存活节点身份；所述根据所述突发故障节点的身份信息，确定当前主节点，包括：

当所述突发故障节点为非主节点的存活节点身份时，将所述过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；

所述基于所述当前主节点，确定后续执行的第一操作流程，包括：

所述当前主节点识别所述突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程的流程进度；

根据所述流程进度，继续执行所述突发故障节点出现前的缓存数据重镜像操作流程。

11. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述身份信息包括故障节点身份，所述第一操作流程包括主机输入输出流程；所述根据所述突发故障节点的身份信息，确定当前主节点，包括：

当所述突发故障节点为故障节点身份时，将所述过渡镜像对中的主节点确定为当前主节点；

所述基于所述当前主节点，确定后续执行的第一操作流程，包括：

执行所述主机输入输出流程，以使得主机正常向所述多控存储系统缓存数据。

12. 根据权利要求 8-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在确定当前主节点之后，更新所述过渡镜像对中剩余两个节点的首选对端节点，并将备选对端节点设置为无效值。

13. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在对所述冗余节点执行缓存数据丢弃流程中存在突发故障节点时，根据所述突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述节点类型包括冗余节点；所述根据所述突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程，包括：

当所述突发故障节点为冗余节点时，所述过渡镜像对中的节点不执行任何操作流程。

15. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述节点类型包括所述过渡镜像对中的非冗余节点；所述根据所述突发故障节点的节点类型，确定后续执行的第二操作流程，包括：

当所述突发故障节点为所述过渡镜像对中的非冗余节点的其中一个时，将所述冗余节点和所述过渡镜像对中另一个非冗余节点重新组成当前镜像对；

对所述冗余节点执行缓存数据丢弃流程，以继续所述突发故障节点出现前进行的缓存数据丢弃流程；

当所述冗余节点执行完缓存数据丢弃流程时，所述过渡镜像对中另一个非冗余节点向所述冗余节点发起缓存数据重镜像操作流程，以实现缓存数据的备份。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述当前镜像对中的非冗余节点为主节点，所述冗余节点为从节点。

17. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述多控存储系统为四控存储系统。

18. 一种数据缓存装置，其特征在于，所述装置设置于多控存储系统，所述多控存储系统包括多个控制器，每个控制器为一个节点，所述装置包括：

添加模块，用于响应于故障节点恢复正常，根据故障节点最初所在的镜像对向重组镜像对添加所述故障节点，得到过渡镜像对，以用于在缓存数据重镜像过程中镜像对的其中一个节点故障，其他节点之间继续进行数据镜像；

发起模块，用于所述过渡镜像对中的主节点向所述故障节点发起缓存数据重镜像操作流程；

删除模块，用于响应于过渡镜像对中的主节点完成向所述故障节点缓存数据重镜像，基于初始镜像对，删除所述过渡镜像对中的冗余节点，以将所述过渡镜像对切换回所述初始镜像对进行数据缓存；

其中，所述重组镜像对为所述故障节点退出后因重组所述故障节点最初所在的镜像对而基于存活节点两两重组得到的镜像对；

所述初始镜像对为所述故障节点退出前基于全部节点两两重组得到的镜像对。

19. 一种计算机设备，包括：

至少一个处理器；以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的计算机指令，所述计算机指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行权利要求 1-17 中任一项所述的方法。

20. 一种非易失性计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令，其特征在于，所述计算机指令用于使计算机执行权利要求 1 至 17 中任一项所述的方法。

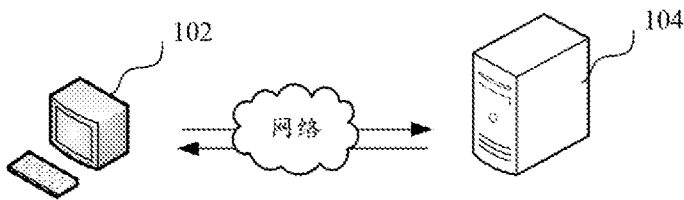


图 1

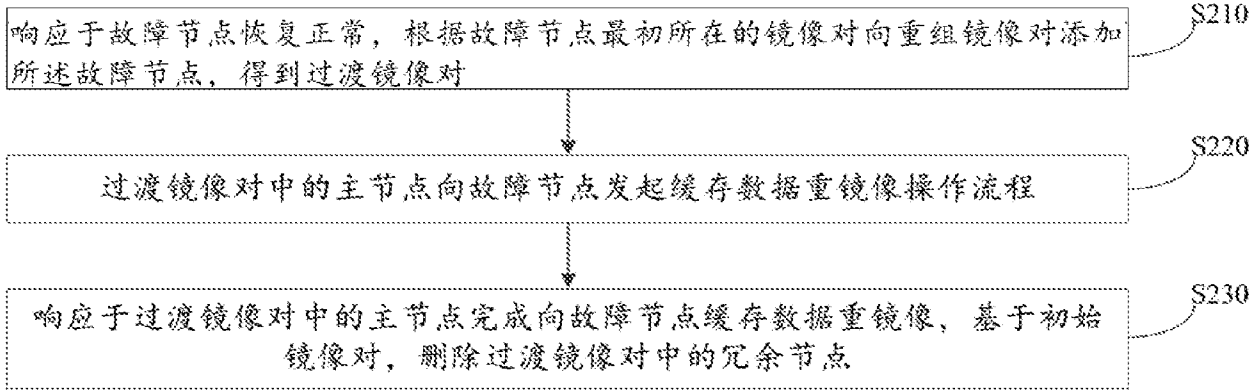


图 2

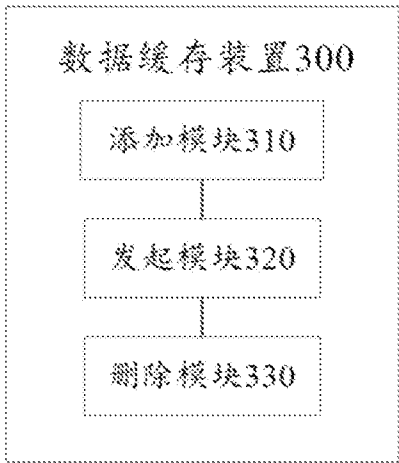


图 3

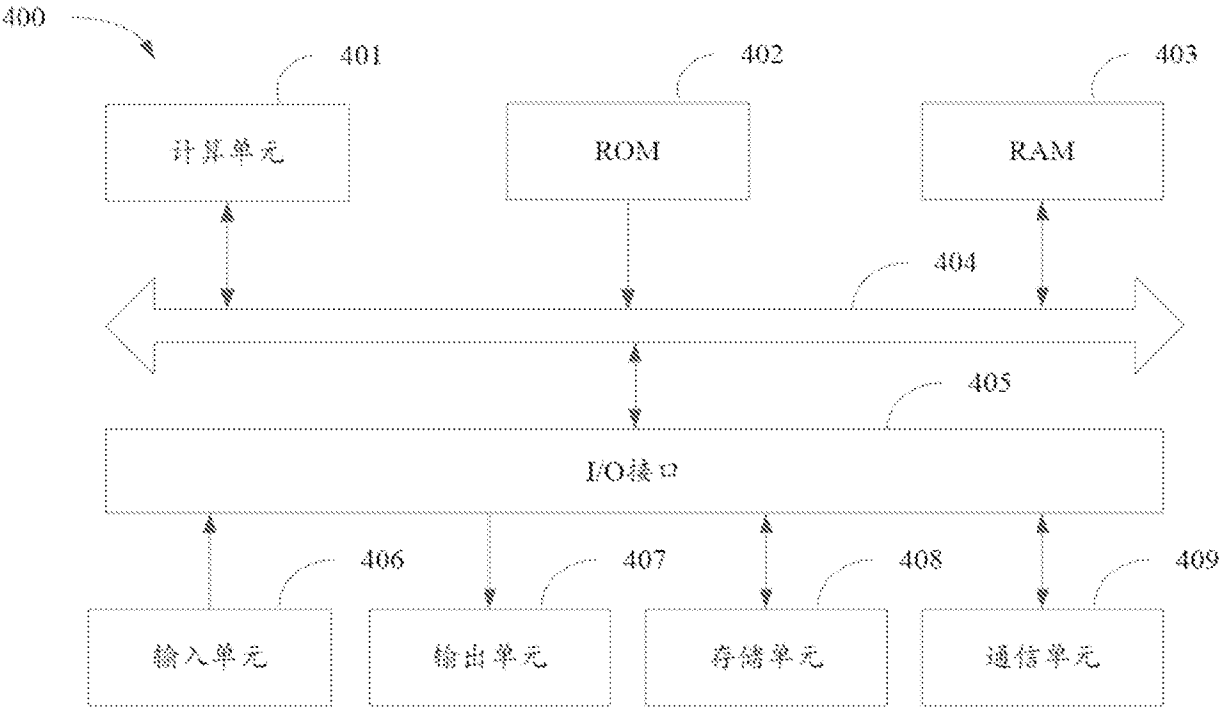


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/103138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F12/0808(2016.01)i; G06F12/0842(2016.01)i; G06F11/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; DWPI; USTXT; WOTXT; ENTXT; IEEE: 缓存, 镜像, 备份, 存储系统, 节点, 故障, 恢复, 重建, 过渡, 临时, 成对, cache, mirror, backup, memory, storage, node, failure, breakdown, recover, transition, interim, pair

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115563028 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 January 2023 (2023-01-03) claims 1-20, description, paragraphs [0027]-[0112], and figures 1-4	1-20
A	CN 107357688 A (GUANGDONG SHENMA SEARCH TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 November 2017 (2017-11-17) description, paragraphs [0029]-[0062]	1-20
A	CN 113064755 A (BEIJING WODONG TIANJUN INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 02 July 2021 (2021-07-02) entire document	1-20
A	CN 107003920 A (NETAPP INC.) 01 August 2017 (2017-08-01) entire document	1-20
A	CN 114281591 A (ZHENGZHOU YUNHAI INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 April 2022 (2022-04-05) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 August 2023

Date of mailing of the international search report

16 September 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/103138

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 115237683 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 October 2022 (2022-10-25) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/103138

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115563028	A	03 January 2023	CN	115563028	B	14 March 2023
CN	107357688	A	17 November 2017	WO	2019020081	A1	31 January 2019
CN	113064755	A	02 July 2021	None			
CN	107003920	A	01 August 2017	EP	3198444	A2	02 August 2017
				EP	3198444	B1	14 April 2021
				US	2016085647	A1	24 March 2016
				US	9811428	B2	07 November 2017
				US	2018060198	A1	01 March 2018
				US	10521316	B2	31 December 2019
				WO	2016048874	A2	31 March 2016
				WO	2016048874	A3	09 June 2016
CN	114281591	A	05 April 2022	None			
CN	115237683	A	25 October 2022	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/103138

A. 主题的分类 G06F12/0808(2016.01)i; G06F12/0842(2016.01)i; G06F11/20(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) IPC: G06F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;CNTXT;CNKI;DWPI;USTXT;WOTXT;ENTXT;IEEE: 缓存, 镜像, 备份, 存储系统, 节点, 故障, 恢复, 重建, 过渡, 临时, 成对, cache, mirror, backup, memory, storage, node, failure, breakdown, recover, transition, interim, pair		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 115563028 A (苏州浪潮智能科技有限公司) 2023年1月3日 (2023 - 01 - 03) 权利要求第1-20项, 说明书第[0027]-[0112]段, 图1-4	1-20
A	CN 107357688 A (广东神马搜索科技有限公司) 2017年11月17日 (2017 - 11 - 17) 说明书第[0029]-[0062]段	1-20
A	CN 113064755 A (北京沃东天骏信息技术有限公司 等) 2021年7月2日 (2021 - 07 - 02) 全文	1-20
A	CN 107003920 A (NETAPP股份有限公司) 2017年8月1日 (2017 - 08 - 01) 全文	1-20
A	CN 114281591 A (郑州云海信息技术有限公司) 2022年4月5日 (2022 - 04 - 05) 全文	1-20
A	CN 115237683 A (苏州浪潮智能科技有限公司) 2022年10月25日 (2022 - 10 - 25) 全文	1-20
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2023年8月16日		国际检索报告邮寄日期 2023年9月16日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 任洪潮 电话号码 (+86) 0512-88995644

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/103138

检索报告引用的专利文件				公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	115563028	A	2023年1月3日	CN	115563028	B		2023年3月14日	
CN	107357688	A	2017年11月17日	WO	2019020081	A1		2019年1月31日	
CN	113064755	A	2021年7月2日		无				
CN	107003920	A	2017年8月1日	EP	3198444	A2		2017年8月2日	
				EP	3198444	B1		2021年4月14日	
				US	2016085647	A1		2016年3月24日	
				US	9811428	B2		2017年11月7日	
				US	2018060198	A1		2018年3月1日	
				US	10521316	B2		2019年12月31日	
				WO	2016048874	A2		2016年3月31日	
				WO	2016048874	A3		2016年6月9日	
CN	114281591	A	2022年4月5日		无				
CN	115237683	A	2022年10月25日		无				