

(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



(10) 国际公布号

WO 2020/114313 A1

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 11 日 (11.06.2020)

- (51) 国际专利分类号:
G06F 11/22 (2006.01) *G06F 11/34* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/121647
- (22) 国际申请日: 2019 年 11 月 28 日 (28.11.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811484874.3 2018 年 12 月 5 日 (05.12.2018) CN
- (71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 杨洪章 (YANG, Hongzhang); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中

兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。屠要峰 (TU, Yaofeng); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。杨雅辉 (YANG, Yahui); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。李忠良 (LI, Zhongliang); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。郭斌 (GUO, Bin); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京聿宏知识产权代理有限公司 (YUHONG INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市西城区宣武门外大街 6 号庄胜广场第一座西翼 713 室吴大建 / 霍玉娟, Beijing 100052 (CN)。

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR PREDICTING HARD DISK FAULT OCCURRENCE TIME, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 预测硬盘故障发生时间的方法、装置及存储介质

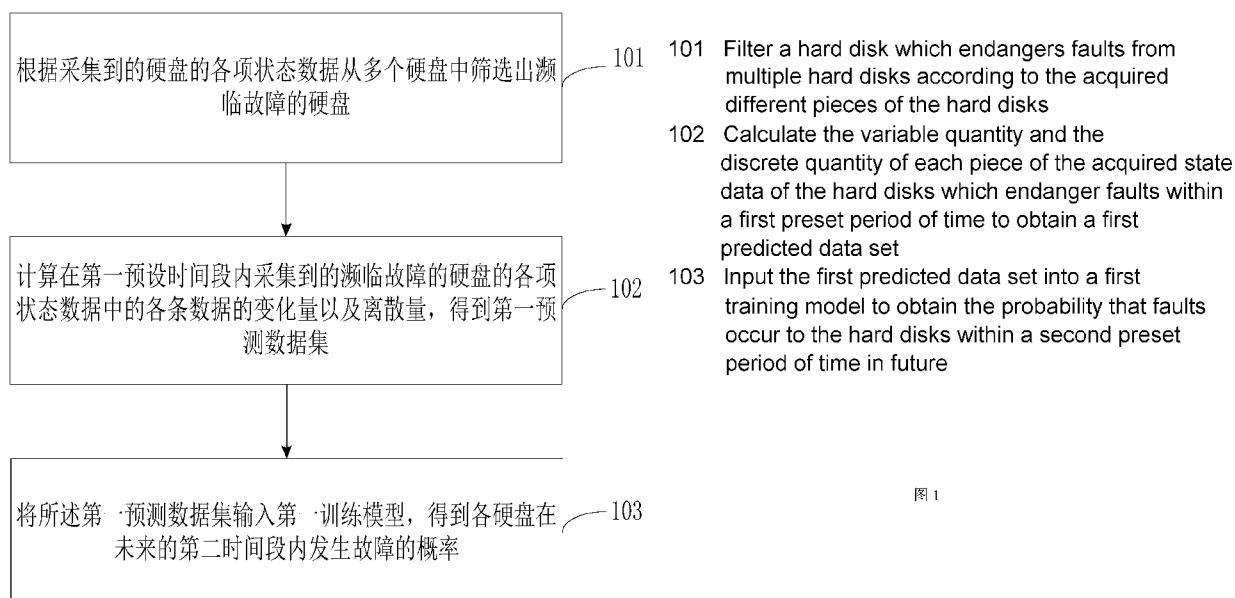


图 1

(57) Abstract: A method and apparatus for predicting the hard disk fault occurrence time, and a storage medium, for use in solving the problem in the prior art of incapability of predicting the hard disk fault occurrence time. The method comprises: filtering a hard disk which endangers faults from multiple hard disks according to the acquired different pieces of state data of the hard disks (101); calculating the variable quantity and the discrete quantity of each piece of the acquired state data of the hard disks which endanger faults within a first preset period of time to obtain a first predicted data set (102); and inputting the first predicted data set into a first

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

training model to obtain the probability that faults occur to the hard disks within a second preset period of time in future (103).

(57) 摘要: 一种预测硬盘故障发生时间的方法、装置及存储介质, 用以解决相关技术无法对硬盘发生故障的时间进行预测的问题。该方法包括: 根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘(101); 计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量, 得到第一预测数据集(102); 将第一预测数据集输入第一训练模型, 得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率(103)。

预测硬盘故障发生时间的方法、装置及存储介质

本公开要求享有 2018 年 12 月 05 日提交的名称为“预测硬盘故障发生时间的方法、装置及存储介质”的中国专利申请 CN201811484874.3 的优先权，其全部内容通过引用并入本文中。

技术领域

本公开涉及计算机技术领域，特别是涉及一种预测硬盘故障发生时间的方法、装置及存储介质。

背景技术

据国内外统计资料显示，硬盘是当前数据中心最主要的故障源。相关报告中指出：“在一个拥有 4000 个节点的数据中心，平均每 6 小时就会有一个硬盘发生故障”。硬盘故障如此频繁的发生势必会导致业务中断以及数据丢失等严重后果。如果能提前预测到硬盘故障的发生，将对数据中心的运营带来极大地便利。目前，相关技术中的硬盘故障预测技术在一味追求提升检出率的情况下，导致误检率偏高，因此很多健康硬盘会被误判为故障硬盘。且相关硬盘故障预测技术仅能预测硬盘是否会发生故障，而无法预测故障可能发生的时间，导致预测的故障距离真正故障时间较长（短则一两周，长则一两个月），因此浪费硬盘生命周期，无法有效指导换盘。且在对硬盘的故障进行预测时受限于处理数据体量大、处理器处理能力有限等原因，导致需要较长的时间才能得出预测结果（短则十几分钟，长则数小时），因此硬盘故障预测效率较低。

发明内容

本公开提供一种硬盘故障发生时间的预测方法、装置及存储介质，用以解决相关技术中无法对硬盘发生故障的时间进行预测的问题。

根据本公开的一个方面，提供了一种硬盘故障发生时间的预测方法，包括：根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量，得到第一预测数据集；将所述第一预测数据集输入第一训练模型，得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，其中，所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到，所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，故障硬

盘对应的变化量以及离散量为正样本数据，非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

根据本公开的第二个方面，提供了一种预测硬盘故障发生时间的装置，包括：筛选模块，用于根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；计算模块，用于计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量，得到第一预测数据集；输入模块，用于将所述第一预测数据集输入第一训练模型，得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，其中，所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到，所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，故障硬盘对应的变化量以及离散量为正样本数据，非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

根据本公开的第三个方面，提供了一种预测硬盘故障发生时间的装置，包括：处理器；用于存储处理器可执行指令的存储器；当所述指令被处理器执行时，执行如下操作：根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量，得到第一预测数据集；将所述第一预测数据集输入第一训练模型，得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，其中，所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到，所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，故障硬盘对应的变化量以及离散量为正样本数据，非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

根据本公开的第四个方面，提供了一种非临时性计算机可读存储介质，当所述存储介质中的指令由处理器执行时，使得处理器能够执行根据本公开第一个方面所述的方法。

附图说明

图 1 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的方法的流程图；

图 2 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的方法的流程图；

图 3 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的方法的流程图；

图 4 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的装置的框图；

图 5 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的装置的框图。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开的实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于

本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

图 1 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的的方法的流程图，如图 1 所示，该方法包括如下步骤：

步骤 101：根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；

在本公开的预测硬盘故障发生时间的的方法的一个示例性实施场景中，该方法可应用于对数据中心的大量硬盘进行故障预测，硬盘例如可以是 SATA（Serial Advanced Technology Attachment，串行 ATA 接口规范）接口的硬盘。在上述步骤 101 中，可以以固定的时间间隔 N 采集数据中心的所有硬盘的状态数据， N 的取值可以为 3 小时，用来采集硬盘状态数据的采集工具可以是开源工具包 smartmontools、指令 iostat 中的一种。可将一段连续时间 M 内的采集的硬盘的状态数据作为原始数据集， M 的取值例如是 60 天。假设数据中心共有 g 块硬盘，那么原始数据集共计 $g*M/N$ 条样本数据（以下也简称样本）。在本公开的预测硬盘故障发生时间的的方法中，采集各硬盘的状态数据的操作可持续地进行，以提供最新的样本。

举例说明，假设数据中心共有 20000 块硬盘，根据一段时间内采集到的该 20000 块硬盘的各项状态数据确定出濒临故障的硬盘有 20 块，故从 20000 块硬盘中筛选出了濒临故障的该 20 块硬盘，则可仅对该 20 块硬盘进行故障时间的预测，即在执行了上述步骤 101 之后，可仅针对步骤 101 中筛选出的濒临故障的硬盘执行后续步骤 102 以及步骤 103，减少了需进行故障时间预测的硬盘的个数，降低了需处理的数据量，显著提高了对硬盘故障时间的预测的效率。

在一种可实现方式中，硬盘的状态数据可包括：硬盘的 SMART（Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology，自我监测、分析及报告技术）信息和/或硬盘的 I/O（Input/Output，输入/输出）信息。其中，所述 SMART 信息包括以下至少一项：硬盘重映射的扇区个数、硬件不可修复的错误计数、硬件 ECC（Error Correcting Code，错误检查和纠正）修复的错误计数、原始读出错率、磁头寻道出错率以及磁头离盘片过高导致写失败的次数；所述 I/O 信息至少包括：写入块数（blk_written）。例如，硬盘的 SMART 信息可至少包括以下 3 个条目的 NORMAL 值：#5（Reallocated Sector Count，硬盘重映射的扇区个数）、#187（Reported Uncorrectable Errors，硬件不可修复的错误计数）以及#195（Hardware ECC Recovered，硬件 ECC 修复的错误计数）。又例如，硬盘的 SMART 信息可以下 6 个条目的 NORMAL 值：#1（Raw Read Error Rate，原始读出错率）、#5（Reallocated Sector Count，硬盘重映射的扇区个数）、#7（Seek Error Rate，磁头寻道出错率）、#187（Reported Uncorrectable Errors，硬件不可修复的错误计数）、#189（High Fly Write，磁头离盘片过高导致写失败的次数）以及#195（Hardware ECC Recovered，硬件 ECC 修复的错误计数），再加上 I/O 信息的一个条目，

硬盘的状态数据可共有 7 个条目。

步骤 102: 计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量, 得到第一预测数据集;

上述第一预设时间段的例如 7 天, 在步骤 102 中, 例如, 可以仅获取最近 7 天内采集到的数据中心的各硬盘的各项状态数据。

其中, 第一预测数据集中可包括硬盘的多种的状态数据 (例如上述 7 个条目对应的 7 种状态数据), 每种状态数据分别包括在第一预设时间段内不同的时间采集到的多条数据; 第一预测数据集中也可仅包括硬盘的一种状态数据, 该种情况下, 在步骤 102 中, 可直接计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的该种状态数据中各条数据的变化量以及离散量。

上述离散量可以体现硬盘的一条状态数据与总体均数之间的差异, 该离散量可以为方差或标准差, 变化量可体现硬盘的一条状态数据在第一预设时间段内的变化程度。

步骤 103: 将所述第一预测数据集输入第一训练模型, 得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率, 其中, 所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到, 所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据, 其中, 故障硬盘对应的变化量以及离散量为正样本数据, 非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

其中, 第一预设时间段可大于第二预设时间段, 或者二者也可相等。

其中, 可将硬盘在发生故障之前的一个时间段之内的状态数据确定为故障硬盘对应的数据; 将硬盘在发生故障之前的一个时间段之外的状态数据确定为非故障硬盘对应的数据, 或者直接删除该部分数据; 将未发生故障的硬盘的状态数据确定为非故障硬盘对应的数据。

其中, 上述第一人工智能算法可包括: 逻辑回归算法、人工神经网络算法、随机森林算法中的任意一种算法, 例如可选择逻辑回归算法对第一训练数据集进行训练, 得到第一训练模型。

本公开实施例的预测硬盘故障发生时间的方法, 将基于第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据计算得到各条状态数据的变化量以及离散量, 从而得到第一预测数据集, 将该第一预测数据集输入第一训练模块可也测出各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率, 从而实现了预测硬盘发生故障的时间的目的。

在一个例子中, 在存在濒临故障硬盘的情况时, 可触发执行上述步骤 102 以及步骤 103, 假设存在濒临故障的硬盘为 h 块, $h \leq g$ 。将该 h 个硬盘在最近 7 天 (为上述第一预设时间段的示例) 的样本进行合并, 得到 h 个样本, 每个样本有 7 个条目, 将各硬盘的最近 7 天的样本中每个条目分别求方差 (为上述离散量的示例) 和变化量, 则每个样本有 14

个条目，将计算得到的该方差以及变化量作为第一预测数据集，逐一将该 h 个样本对应的方差以及变化量输入预先训练得到的第一训练模型，可逐一得到各硬盘在未来 7 天发生故障的概率。

其中，对 h 块濒临故障的硬盘，逐一进行故障时间预测的过程可包括：

{对于第 1 块濒临故障硬盘，将该硬盘对应的方差以及变化量输入第一训练模型，得出其在未来 7 天发生故障的概率为 p_1 。

……（以此类推，不再赘述）

对于第 h 块濒临故障硬盘，将该硬盘对应的方差以及变化量输入第一训练模型，得出其在未来 7 天发生故障的概率为 p_h 。

综合上述过程得到的硬盘在未来七天发生故障的概率结果，如果得出某硬盘在未来 7 天发生故障的概率大于第一阈值，该第一阈值的取值范围可以是 50%-90%，例如该第一阈值为 80%，则认为该硬盘将在未来 7 天发生故障，可将该硬盘加入换盘告警列表。运维人员可根据该换盘告警列表进行换盘处理操作。换盘处理操作可逐一进行，例如，按照硬盘故障概率由高至低的顺序进行换盘。在进行换盘处理操作时，可将故障硬盘中的数据全部拷贝至新加入的硬盘，使得系统硬盘的个数保持不变。

在一种可实现方式中，其中，可以使用以下任一公式求上述变化量：

$\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+2}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 以及 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{k-n}|$ ，其中， Δ 为所述变化量， a_n 为在所述第一预设时间段内采集到的第 n 项状态数据， k 为在所述第一预设时间段内采集到的状态数据的总数。

由于硬盘是在其使用过程中逐渐发生恶化的，因此，仅将一次采集的一个硬盘的状态数据作为一个样本来预测硬盘故障，会忽略硬盘使用过程中逐渐恶化的因素。故本公开实施例的方法可基于一段时间内（即上述第一预设时间段）采集到的多条样本来预测硬盘发生故障的时间。例如，在硬盘逐渐恶化的过程中，发现硬盘#187 是剧烈震荡的，那么可将最近一段时间，例如最近 14 天（为上述第一预设时间段的一个示例）内硬盘#187 的所有样本抽出，合并为一个样本，确定出该样本中数据的变化程度（包括上述变化量以及离散量），基于该变化程度预测硬盘在未来一段时间，例如未来 5 天（为上述第二预设时间段的一个示例）发生故障的概率。下结合图 2 对基于一段时间段采集到的样本对硬盘发生故障的时间进行预测的方法进行说明，图 2 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的方法的流程图，如图 2 所示，该方法在图 1 所示的方法的基础上还可包括：

步骤 201：在将所述第一预测数据集输入第一训练模型之前，将所述各硬盘在所述第一预设时间段内的状态数据合并为一项数据，计算该项数据内各条数据的离散量以及变化量；合并得到的该项数据中可包括在第一预设时段内的不同时间采集到的数据；

其中，在每次采集硬盘的多种不同状态数据的情况下，在步骤 201 中，可将在第一预设时间段内采集的各硬盘的状态数据中属于同一种状态数据的状态数据组合为一项状态数据。

步骤 202：将所述各硬盘中非故障硬盘的离散量以及变化量标记为负样本数据，将所述各硬盘中故障硬盘的离散量以及变化量标记为正样本数据，得到所述第一训练数据集。

其中，步骤 201 以及步骤 202 可在步骤 101 以及步骤 102 之前执行，也可在步骤 101 以及步骤 102 之后执行，图 2 中仅示出了步骤 201 在步骤 101 之前执行的一种示例情况。

在获得该第一训练数据集后，可基于第一人工智能算法对该数据集进行训练，即可得到上述第一训练模型。

在一种可实现方式中，根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘可包括：将采集到的所述各硬盘的各项状态数据（以下也称第二测试数据集）输入第二训练模型，得到与所述各项状态数据对应的分类结果，所述分类结果的类别包括濒临故障以及健康，其中，所述第二训练模型通过第二人工智能算法基于第二训练数据集进行训练得到，所述第二训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，所述各硬盘中非故障硬盘对应的状态数据为负样本数据，故障硬盘对应的状态数据为正样本数据；将获得的分类结果中类别为濒临故障的分类结果占总结果的比例超过第二阈值的硬盘确定为濒临故障的硬盘，该第二阈值例如为 80%。

以下通过一个例子对从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘的处理过程进行说明。在该例子中，可将上述 g 块硬盘在 3 天中每块硬盘产生的多个样本作为第二预测数据集。如果样本个数太少，则难以有效采集到硬盘的恶化状态；如果样本个数太多，则增大了处理量。样本数量可选择 20-40 条为宜，例如，选择样本数量为 24 个。

对全体 g 块硬盘，逐一进行预测：

{对于第一块硬盘，逐条样本进行预测：

{将第一条样本输入第二训练模型，得出分类结果。

将第一块硬盘的第二条样本输入第二训练模块，得出分类结果。

……（以此类推，不再赘述）

对第 24 条样本，输入第二训练模型，得出分类结果。

综合上述 24 个分类结果。如果该硬盘具有超过 t 个分类结果为的类型为濒临故障，则确定预测结果为该硬盘濒临故障。其中，t 的取值范围可以为[12, 22]，例如 t 的取值可以为 18。如果该硬盘的濒临故障的分类结果不超过 t 个，则判定该硬盘为健康硬盘。

}

对于第二块硬盘，逐条样本进行预测

.....（以此类推，不再赘述）

对于第 g 块硬盘，逐条样本进行预测。

}

上述例子以投票的方式对濒临故障的硬盘进行判断，可筛选出数据中心的硬盘中濒临故障的硬盘。

将上述过程中被判定为濒临故障的硬盘添加入濒临故障硬盘列表。从而成功预测出了即将出现故障的硬盘。

其中，上述用于对第二训练数据集进行训练的第二人工智能算法例如可以是支持向量机算法、贝叶斯算法、梯度推进机算法中的任意一种算法。

在一种可实现方式中，获得第二训练数据集可包括：以第一预设周期采集所述各硬盘的状态数据，该第一预设周期例如 3 个小时，得到原始数据集；对所述原始数据集中的各项状态数据进行标记，将硬盘在发生故障前的第三预设时间段之内的状态数据标记为正样本数据，将硬盘在发生故障前的第三预设时间段之外的状态数据标记为负样本数据，或删除硬盘在发生故障前的第三预设时间段之外的状态数据，将属于未发生故障的硬盘的状态数据标记为负样本数据，得到上述第二训练数据集。例如，对原始数据集的所有样本进行标记：对健康硬盘的每条样本标记为负样本；对故障盘在故障前 K 时间之内的样本标记为正样本；对故障硬盘在故障前 K 时间之外的样本标记为负样本或丢弃该样本。 K 的取值例如是 7 天，最终形成第二训练数据集。

在一个例子中，获得第一训练数据集的过程可包括：对上述原始数据集进行缩减，可仅保留各硬盘最近 7 天的样本。分别将各硬盘在该 7 天内的样本进行合并，得到 g 个样本，每个样本具有 7 种状态数据，分别各种状态数据中的各条数据求离散量以及变化量。最后对健康硬盘的离散量以及变化量标记为负样本，将故障硬盘的离散量以及变化量标记为正样本，形成第二训练数据集。在一种可实现方式中，本公开的预测硬盘故障发生时间的方法还可包括：使用新采集到的各硬盘的状态数据更新所述原始数据集中的待更新数据，其中，所述待更新数据是所述原始数据集中最早的第三预设时间段内采集到的所述状态数据。例如，以第二预设周期周期性地使用最近一个所述第二预设周期内采集到的所述状态数据替换所述原始数据集中最早的所述第二预设周期内采集到的所述状态数据，其中，第二预设周期例如 7 天，故在本实施例中，可使用最近 7 天采集到的状态数据替换原始数据集中最早的 7 天所采集到的状态数据，从而对原始数据集进行更新。

以下通过一个例子对本公开的预测硬盘故障发生时间的方法进行说明，在该例子中，数据中心有 4800 块硬盘。每隔 3 小时对这 4800 块硬盘进行一次 SMART 信息的采集和 IO 的采集。每块硬盘的每次采集形成 1 个样本。采集在第 60 天结束时，共产生 2304000 条样

本作为原始数据集。假设在数据采集期间，共出现故障盘 70 块。

将 4730 块健康硬盘的共计 2270400 条样本标记为负样本，将 70 块故障盘在故障前 7 天的共计 3920 条样本标记为正样本，其余样本丢弃，得到第二训练数据集。针对第二训练数据集采用支持向量机算法的模型训练，得到第二训练模型。

逐一将每一块硬盘最近 3 天共计 24 条的样本输入第二训练模型，每个硬盘均会得出 24 条分类结果。如果一块硬盘具有超过 18 条分类结果认定濒临故障，则认为该硬盘濒临故障，加入濒临故障硬盘列表，共计 23 块硬盘。

将 4800 块硬盘的最近 7 天的样本合并，每个样本的每个条目求 7 天内的方差和变化量。共计 4800 条样本，每条样本有 14 个条目。将 4730 块健康硬盘标的状态数据记为负样本，将 70 块故障硬盘的状态数据标记为正样本，得到第一训练数据集。针对第一训练数据集采用逻辑回归算法的模型训练，得到第一训练模型。

将濒临故障硬盘列表中的 23 块硬盘的最近 7 天的样本合并，每个条目求 7 天内的方差和变化量，得到 23 条样本。逐一将 23 条样本输入第一训练模型，逐一得到各硬盘在未来 7 天发生故障的概率。其中，当硬盘的该概率大于 80% 者，将硬盘加入换盘告警列表，假设被加入换盘告警列表的硬盘共有 4 块。则可由运维人员对该 4 块硬盘执行换盘操作。将最新的 7 天的采集的各硬盘的状态数据加入原始数据集，替代原始数据集中最早 7 天检测到的状态数据。

图 3 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的装置的框图，如图 3 所示，该装置 30 包括如下组成部分：筛选模块 31，用于根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；计算模块 32，用于计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量，得到第一预测数据集；输入模块 33，用于将所述第一预测数据集输入第一训练模型，得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，其中，所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到，所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，故障硬盘对应的变化量以及离散量为正样本数据，非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

在一种可实现方式中，所述筛选模块可包括：输入单元，用于将采集到的所述各硬盘的各项状态数据输入第二训练模型，得到与所述各项状态数据对应的分类结果，所述分类结果的类别包括濒临故障以及健康，其中，所述第二训练模型通过第二人工智能算法基于第二训练数据集进行训练得到，所述第二训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，所述各硬盘中非故障硬盘对应的状态数据为负样本数据，故障硬盘对应的状态数据为正样本数据；确定单元，用于将获得的分类结果中类别为濒临故障的分类结果占总结果

的比例超过第二阈值的硬盘确定为濒临故障的硬盘。

图 4 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的装置的框图，如图 4 所示，该装置在图 3 所示的装置的基础上还可包括：合并模块 41，用于在将所述第一预测数据集输入第一训练模型之前，将所述各硬盘在所述第一预设时间段内的状态数据合并为一项数据，计算该项数据内各条数据的离散量以及变化量；第一标记模块 42，用于将所述各硬盘中非故障硬盘的离散量以及变化量标记为负样本数据，将所述各硬盘中故障硬盘的离散量以及变化量标记为正样本数据，得到所述第一训练数据集。

在一种可实现方式中，所述状态数据可包括：硬盘的 SMART 信息和/或硬盘的 I/O 信息。

在一种可实现方式中，所述 SMART 信息可包括以下至少一项：硬盘重映射的扇区个数、硬件不可修复的错误计数、硬件 ECC 修复的错误计数、原始读出错率、磁头寻道出错率以及磁头离盘片过高导致写失败的次数；所述 I/O 信息至少包括：写入块数。

在一种可实现方式中，所述装置还可包括：更新模块，用于使用新采集到的各硬盘的状态数据更新所述原始数据集中的待更新数据，其中，所述待更新数据是所述原始数据集中最早的第三预设时间段内采集到的所述状态数据。

在一种可实现方式中，所述变化量通过以下任一公式进行计算： $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+2}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 以及 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{k-n}|$ ，其中， Δ 为所述变化量， a_n 为在所述第一预设时间段内采集到的第 n 项状态数据， k 为在所述第一预设时间段内采集到的状态数据的总数。

图 5 是根据一示例性实施例示出的一种预测硬盘故障发生时间的装置 600 的框图。例如，装置 600 可以被提供为一服务器。参照图 5，装置 600 包括处理器 622，其数量可以为一个或多个，以及存储器 632，用于存储可由处理器 622 执行的计算机程序。存储器 632 中存储的计算机程序可以包括一个或一个以上的每一个对应于一组指令的模块。此外，处理器 622 可以被配置为执行该计算机程序，以执行上述的预测硬盘故障发生时间的方法。

另外，装置 600 还可以包括电源组件 626 和通信组件 650，该电源组件 626 可以被配置为执行装置 600 的电源管理，该通信组件 650 可以被配置为实现装置 600 的通信，例如，有线或无线通信。此外，该装置 600 还可以包括输入/输出 (I/O) 接口 658。装置 600 可以操作基于存储在存储器 632 的操作系统，例如 Windows Server™，Mac OS X™，Unix™，Linux™ 等等。

在另一示例性实施例中，还提供了一种包括程序指令的非临时性计算机可读存储介质，例如包括程序指令的存储器 632，上述程序指令可由装置 600 的处理器 622 执行以完成上述的预测硬盘故障发生时间的方法。

本公开能够对硬盘发生故障的时间进行预测。本公开有益效果如下：本公开实施例的预测硬盘故障发生时间的方法，将基于第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据计算得到各条状态数据的变化量以及离散量，从而得到第一预测数据集，将该第一预测数据集输入第一训练模块可也测出各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，从而实现了预测硬盘发生故障的时间的目的。

尽管为示例目的，已经公开了本公开的优选实施例，本领域的技术人员将意识到各种改进、增加和取代也是可能的，因此，本公开的范围应当不限于上述实施例。

权利要求书

1、一种预测硬盘故障发生时间的方法，其中，包括：

根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；

计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量，得到第一预测数据集；

将所述第一预测数据集输入第一训练模型，得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，其中，所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到，所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，故障硬盘对应的变化量以及离散量为正样本数据，非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，根据采集到的硬盘的状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘，包括：

将采集到的所述各硬盘的各项状态数据输入第二训练模型，得到与所述各项状态数据对应的分类结果，所述分类结果的类别包括濒临故障以及健康，其中，所述第二训练模型通过第二人工智能算法基于第二训练数据集进行训练得到，所述第二训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，所述各硬盘中非故障硬盘对应的状态数据为负样本数据，故障硬盘对应的状态数据为正样本数据；

将获得的分类结果中类别为濒临故障的分类结果占总结果的比例超过第二阈值的硬盘确定为濒临故障的硬盘。

3、根据权利要求1所述的方法，其中，所述状态数据包括：

硬盘的 SMART 信息和/或硬盘的读/写 I/O 信息。

4、根据权利要求3所述的方法，其中，所述 SMART 信息包括以下至少一项：

硬盘重映射的扇区个数、硬件不可修复的错误计数、硬件错误检查和纠正 ECC 修复的错误计数、原始读出错率、磁头寻道出错率以及磁头离盘片过高导致写失败的次数；

所述 I/O 信息至少包括：写入块数。

5、根据权利要求1所述的方法，其中，所述方法还包括：

在将所述第一预测数据集输入第一训练模型之前，将所述各硬盘在所述第一预设时间段内的状态数据合并为一项数据，计算该项数据内各条数据的离散量以及变化量；

将所述各硬盘中非故障硬盘的离散量以及变化量标记为负样本数据，将所述各硬盘中故障硬盘的离散量以及变化量标记为正样本数据，得到所述第一训练数据集。

6、根据权利要求1所述的方法，其中，所述方法还包括：

使用新采集到的各硬盘的状态数据更新所述原始数据集中的待更新数据，其中，所述待更新数据是所述原始数据集中最早的第三预设时间段内采集到的所述状态数据。

7、根据权利要求 1 至 6 任一项所述的方法，其中，所述变化量通过以下任一公式进行计算：

$\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+2}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 以及 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{k-n}|$ ，其中， Δ 为所述变化量， a_n 为在所述第一预设时间段内采集到的第 n 项状态数据， k 为在所述第一预设时间段内采集到的状态数据的总数。

8、一种预测硬盘故障发生时间的装置，其中，包括：

筛选模块，用于根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；

计算模块，用于计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量，得到第一预测数据集；

输入模块，用于将所述第一预测数据集输入第一训练模型，得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，其中，所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到，所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，故障硬盘对应的变化量以及离散量为正样本数据，非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

9、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述筛选模块包括：

输入单元，用于将采集到的所述各硬盘的各项状态数据输入第二训练模型，得到与所述各项状态数据对应的分类结果，所述分类结果的类别包括濒临故障以及健康，其中，所述第二训练模型通过第二人工智能算法基于第二训练数据集进行训练得到，所述第二训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，所述各硬盘中非故障硬盘对应的状态数据为负样本数据，故障硬盘对应的状态数据为正样本数据；

确定单元，用于将获得的分类结果中类别为濒临故障的分类结果占总结果的比例超过第二阈值的硬盘确定为濒临故障的硬盘。

10、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述状态数据包括：

硬盘的 SMART 信息和/或硬盘的读/写 I/O 信息。

11、根据权利要求 10 所述的装置，其中，所述 SMART 信息包括以下至少一项：

硬盘重映射的扇区个数、硬件不可修复的错误计数、硬件错误检查和纠正 ECC 修复的错误计数、原始读出错率、磁头寻道出错率以及磁头离盘片过高导致写失败的次数；

所述 I/O 信息至少包括：写入块数。

12、根据权利要求 8 所述的装置，其中，所述装置还包括：

合并模块，用于在将所述第一预测数据集输入第一训练模型之前，将所述各硬盘在所述第一预设时间段内的状态数据合并为一项数据，计算该项数据内各条数据的离散量以及

变化量；

第一标记模块，用于将所述各硬盘中非故障硬盘的离散量以及变化量标记为负样本数据，将所述各硬盘中故障硬盘的离散量以及变化量标记为正样本数据，得到所述第一训练数据集。

13、根据权利要求8所述的装置，其中，所述装置还包括：

更新模块，用于使用新采集到的各硬盘的状态数据更新所述原始数据集中的待更新数据，其中，所述待更新数据是所述原始数据集中最早的第三预设时间段内采集到的所述状态数据。

14、根据权利要求8至13任一项所述的装置，其中，所述变化量通过以下任一公式进行计算：

$\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+2}|$ 、 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{n+1}|$ 以及 $\Delta = \sum_{n=1}^k |a_n - a_{k-n}|$ ，其中， Δ 为所述变化量， a_n 为在所述第一预设时间段内采集到的第n项状态数据，k为在所述第一预设时间段内采集到的状态数据的总数。

15、一种预测硬盘故障发生时间的装置，其中，包括：

处理器；

用于存储处理器可执行指令的存储器；

当所述指令被处理器执行时，执行如下操作：

根据采集到的硬盘的各项状态数据从多个硬盘中筛选出濒临故障的硬盘；

计算在第一预设时间段内采集到的濒临故障的硬盘的各项状态数据中的各条数据的变化量以及离散量，得到第一预测数据集；

将所述第一预测数据集输入第一训练模型，得到各硬盘在未来的第二预设时间段内发生故障的概率，其中，所述第一训练模型通过第一人工智能算法基于第一训练数据集进行训练得到，所述第一训练数据集中包括正样本数据以及负样本数据，其中，故障硬盘对应的变化量以及离散量为正样本数据，非故障硬盘对应的变化量以及离散量为负样本数据。

16、一种非临时性计算机可读存储介质，当所述存储介质中的指令由处理器执行时，使得处理器能够执行根据权利要求1至7任一项所述的方法。

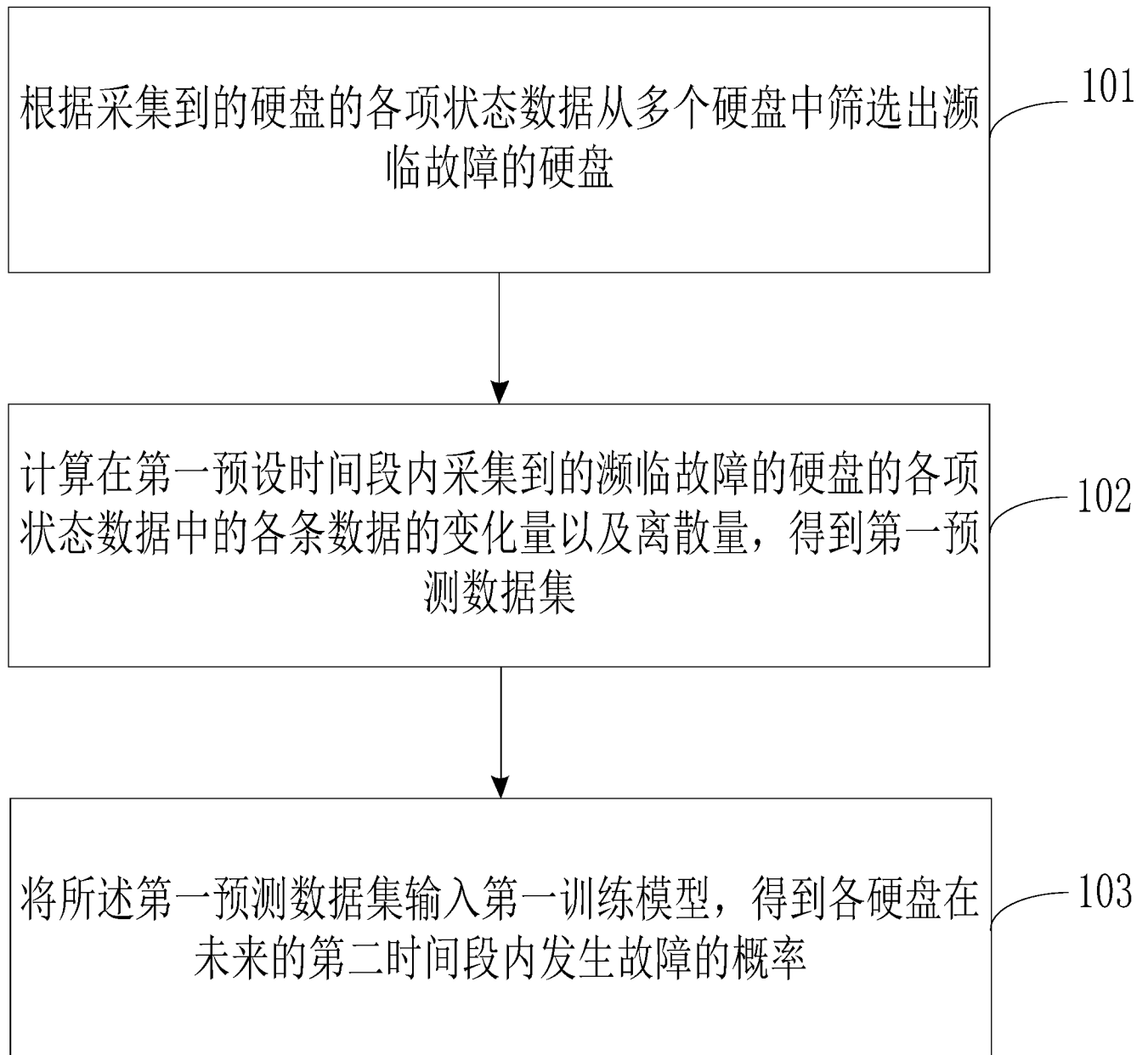


图 1

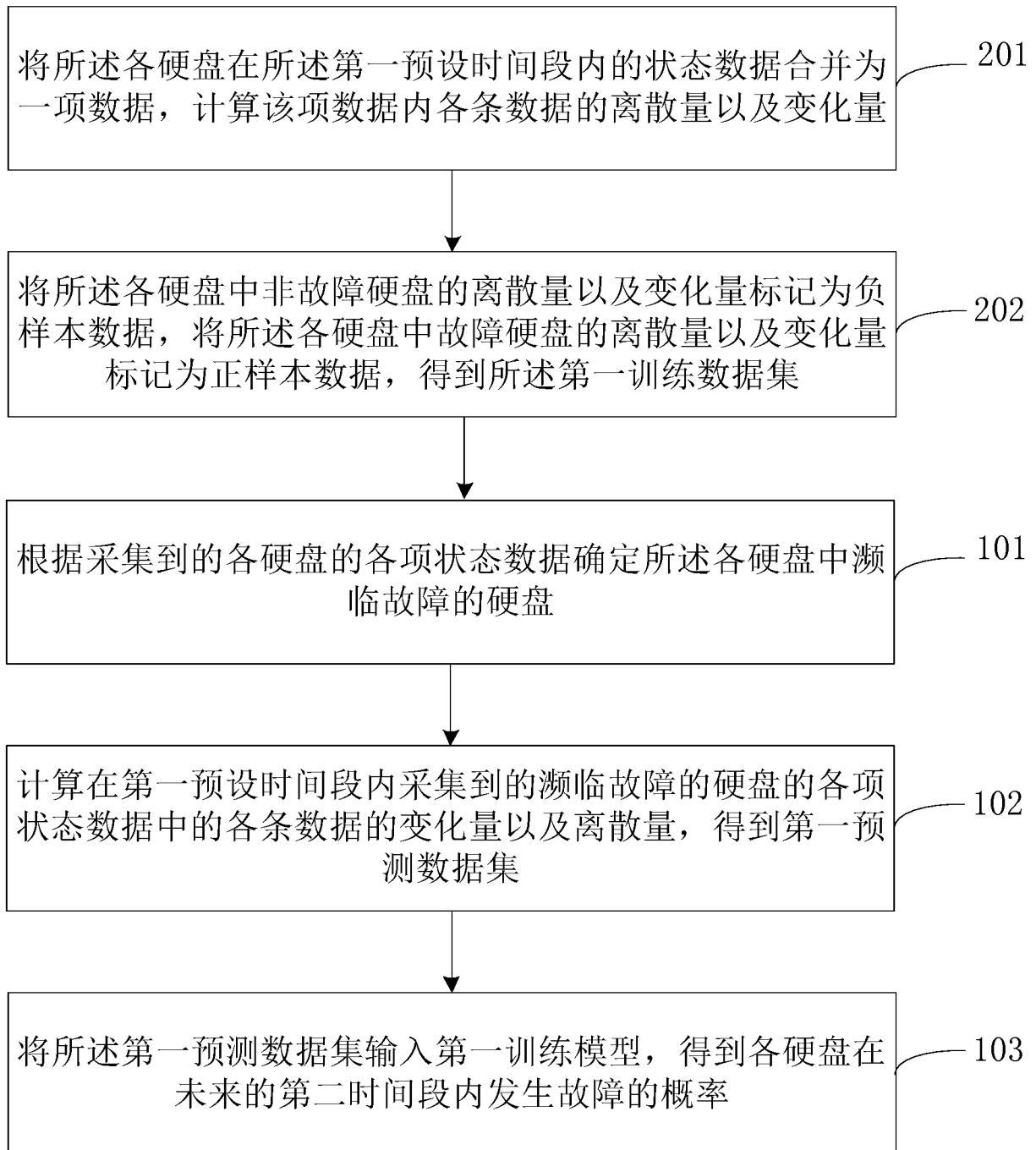


图 2

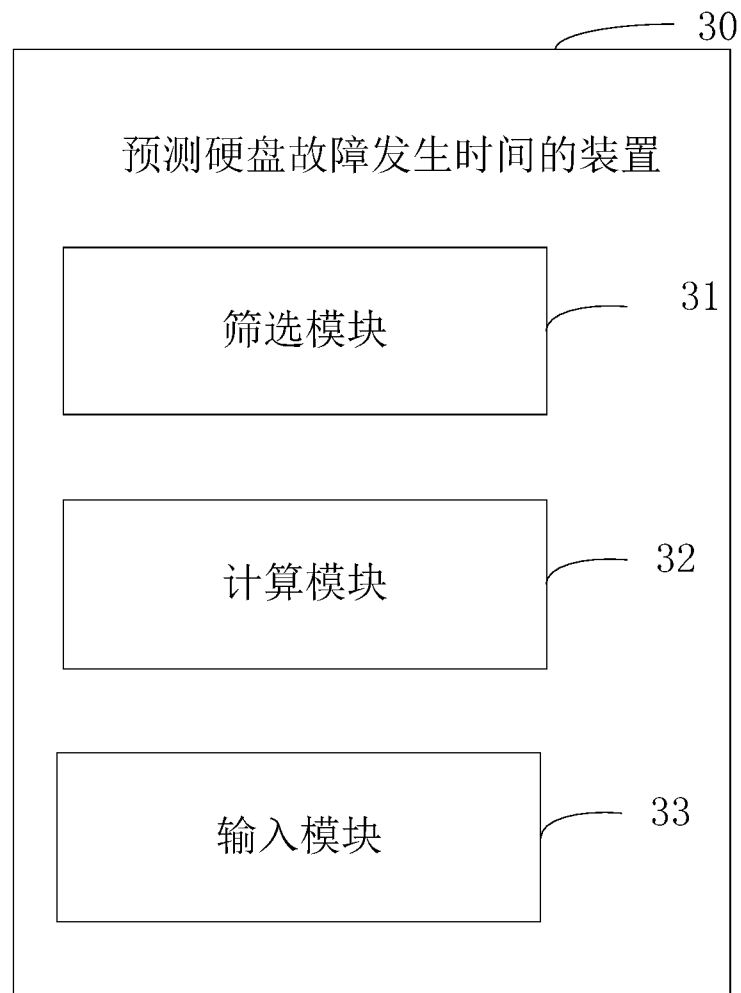


图 3

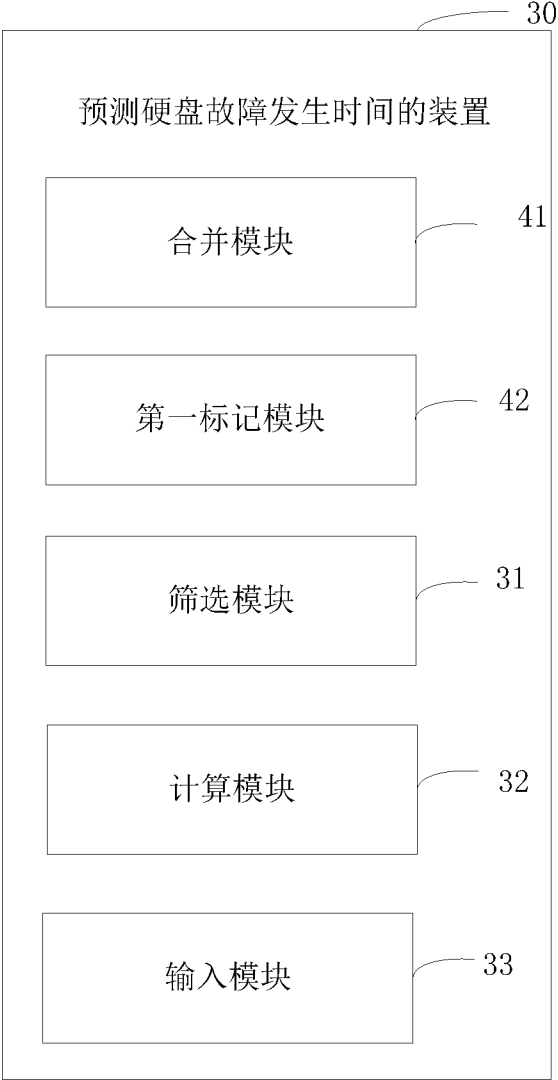


图 4

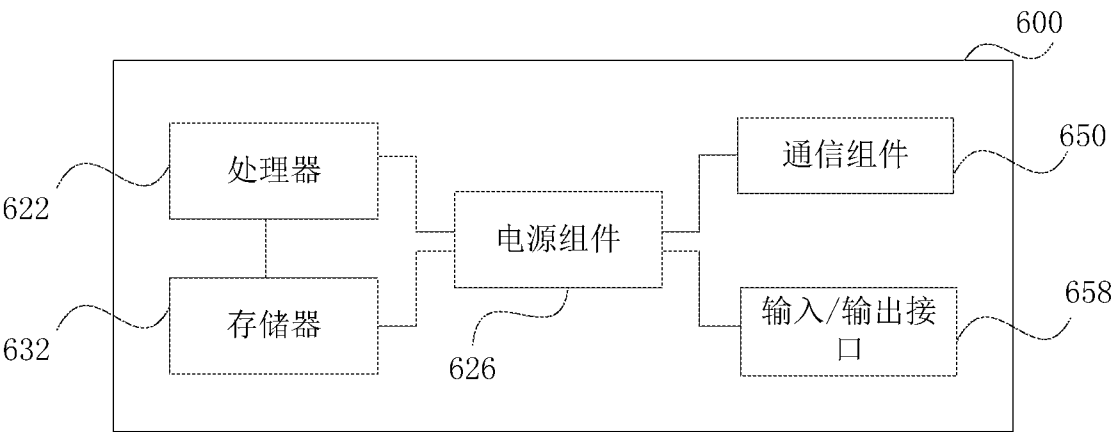


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/121647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 11/22(2006.01)i; G06F 11/34(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)

G06F; G06K

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 存储, 硬盘, 磁盘, 故障, 错误, 预测, 状态, 训练, 时间, disk, hard disk, storage, failure, fault, predict, forecast, status, train, time

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109828869 A (ZTE CORPORATION) 31 May 2019 (2019-05-31) claims 1-16	1-16
Y	CN 108446734 A (EDGE INTELLIGENCE OF CAS INFORMATION TECHNOLOGY (SUZHOU) CO., LTD.) 24 August 2018 (2018-08-24) description, paragraphs [0039]-[0086], and figure 1	1-16
Y	CN 104503874 A (NANJING UNIVERSITY) 08 April 2015 (2015-04-08) description, paragraphs [0047]-[0085], and figure 1	1-16
A	CN 108647136 A (NANJING HOREB INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 October 2018 (2018-10-12) entire document	1-16
A	US 2016232450 A1 (WISTRON CORPORATION) 11 August 2016 (2016-08-11) entire document	1-16



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

“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

21 February 2020

Date of mailing of the international search report

06 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/121647

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109828869	A	31 May 2019	None			
CN	108446734	A	24 August 2018	None			
CN	104503874	A	08 April 2015	None			
CN	108647136	A	12 October 2018	None			
US	2016232450	A1	11 August 2016	CN	105988910	A	05 October 2016
				TW	201629766	A	16 August 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/121647

A. 主题的分类

G06F 11/22 (2006.01) i; G06F 11/34 (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)

G06F; G06K

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))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 存储, 硬盘, 磁盘, 故障, 错误, 预测, 状态, 训练, 时间, disk, hard disk, storage, failure, fault, predict, forecast, status, train, time

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 109828869 A (中兴通讯股份有限公司) 2019年 5月 31日 (2019 - 05 - 31) 权利要求1-16	1-16
Y	CN 108446734 A (中科边缘智慧信息科技苏州有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 说明书第0039-0086段, 附图1	1-16
Y	CN 104503874 A (南京大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第0047-0085段, 附图1	1-16
A	CN 108647136 A (南京道熵信息技术有限公司) 2018年 10月 12日 (2018 - 10 - 12) 全文	1-16
A	US 2016232450 A1 (WISTRON CORPORATION) 2016年 8月 11日 (2016 - 08 - 11) 全文	1-16

☐ 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

“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

2020年 2月 21日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 6日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

杨庆丽

电话号码 86-(10)-53961433

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/121647

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	109828869	A	2019年 5月 31日	无	
CN	108446734	A	2018年 8月 24日	无	
CN	104503874	A	2015年 4月 8日	无	
CN	108647136	A	2018年 10月 12日	无	
US	2016232450	A1	2016年 8月 11日	CN 105988910 A	2016年 10月 5日
				TW 201629766 A	2016年 8月 16日