

(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 10 月 3 日 (03.10.2024)



(10) 国际公布号  
WO 2024/198748 A1

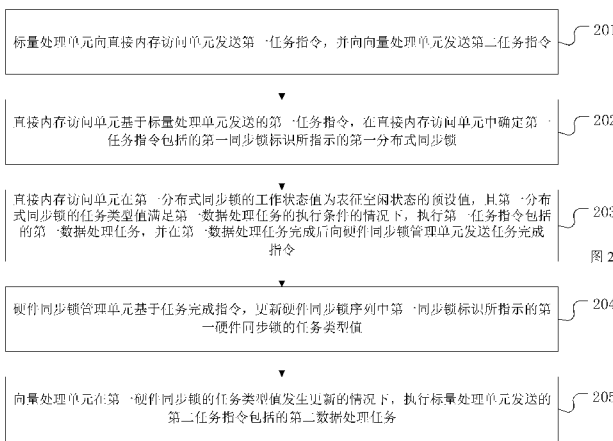
- (51) 国际专利分类号:  
**G06F 13/28** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/076589
- (22) 国际申请日: 2024 年 2 月 7 日 (07.02.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
202310361448.5 2023年3月30日 (30.03.2023) CN
- (71) 申请人: 腾讯科技(深圳)有限公司 (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦 35 层, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 任子木 (REN, Zimu); 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦 35 层, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: 华进联合专利商标代理有限公司 (ADVANCE CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省

广州市天河区珠江东路 6 号 4501 房 (部位: 自编 01-03 和 08-12 单元) (仅限办公用途), Guangdong 510623 (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, 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,

(54) Title: DATA PROCESSING METHOD AND SYSTEM, CHIP, AND TERMINAL

(54) 发明名称: 数据处理方法、系统、芯片及终端



- 201 A scalar processing unit sends a first task instruction to a direct memory access unit, and sends a second task instruction to a vector processing unit.
- 202 On the basis of the first task instruction sent by the scalar processing unit, the direct memory access unit determines a first distributed synchronization lock indicated by a first synchronization lock identifier comprised in the first task instruction.
- 203 When the working state value of the first distributed synchronization lock is a preset value representing an idle state, and the task type value of the first distributed synchronization lock meets an execution condition for a first data processing task, the direct memory access unit executes the first data processing task comprised in the first task instruction, and sends a task completion instruction to a hardware synchronization lock management unit after the first data processing task is completed.
- 204 On the basis of the task completion instruction, the hardware synchronization lock management unit updates the task type value of a first hardware synchronization lock indicated by the first synchronization lock identifier in a hardware synchronization lock sequence.
- 205 When the task type value of the first hardware synchronization lock is updated, the vector processing unit executes a second data processing task comprised in the second task instruction sent by the scalar processing unit.

(57) Abstract: A data processing method, executed by a data processing system. The data processing system comprises a direct memory access unit, a vector processing unit, a scalar processing unit, and a hardware synchronization lock management unit. The method comprises: the scalar processing unit sends a first task instruction to the direct memory access unit, and sends a second task instruction to the vector processing unit (201); on the basis of the first task instruction sent by the scalar processing unit, the direct memory access unit determines a first distributed synchronization lock indicated by a first synchronization lock identifier comprised in the first task instruction (202); when the working state value of the first distributed synchronization lock is a preset state value representing an idle state, and the task type value of the first distributed synchronization lock meets an execution condition for a first data processing task, the direct memory access unit executes the first data processing task comprised in the first task instruction, and sends a task completion instruction to the hardware synchronization lock management unit after the first data processing task is completed (203); on the basis of the task completion instruction, the hardware synchronization lock management unit updates the task type value of a first hardware

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)。

本国际公布:  
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

synchronization lock indicated by the first synchronization lock identifier in a hardware synchronization lock sequence (204); and, when the task type value of the first hardware synchronization lock is updated, the vector processing unit executes a second data processing task comprised in the second task instruction sent by the scalar processing unit (205).

(57) 摘要: 一种数据处理方法, 由数据处理系统执行, 数据处理系统包括直接内存访问单元、向量处理单元、标量处理单元以及硬件同步锁管理单元, 方法包括: 标量处理单元向直接内存访问单元发送第一任务指令, 并向向量处理单元发送第二任务指令(201); 直接内存访问单元基于标量处理单元发送的第一任务指令, 在直接内存访问单元中确定第一任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第一分布式同步锁(202); 直接内存访问单元在第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值, 且第一分布式同步锁的任务类型值满足第一数据处理任务的执行条件的情况下, 执行第一任务指令包括的第一数据处理任务, 并在第一数据处理任务完成后向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令(203); 硬件同步锁管理单元基于任务完成指令, 更新硬件同步锁序列中第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值(204); 及向量处理单元在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下, 执行标量处理单元发送的第二任务指令包括的第二数据处理任务(205)。

## 数据处理方法、系统、芯片及终端

### 相关申请

本申请要求 2023 年 3 月 30 日申请的，申请号为 2023103614485，名称为“数据处理方法、系统、芯片及终端”的中国专利申请的优先权，在此将其全文引入作为参考。

### 技术领域

本申请实施例涉及计算机技术领域，特别涉及一种数据处理方法、系统、芯片及终端。

### 背景技术

随着计算机技术的发展，处理器需要处理的数据量越来越大。处理器处理数据的过程中，通常由处理器的 DMA（Direct Memory Access，直接内存访问）单元将处理器外部的存储器中存储的数据搬移至处理器的内部存储单元。再由处理器的 VPU（Vector Process Unit，向量处理单元）对内部存储单元中存储的数据进行处理。因此，如何控制直接内存访问单元搬移数据和向量处理单元处理数据之间的时序关系，是提升处理器的处理效率的关键。

相关技术中，通常是由处理器中用于标量计算和程序流程控制的 SPU（Scalar Process Unit，标量处理单元）根据开发人与编写的软件程序，确定直接内存访问单元搬移数据的时间点和向量处理单元处理数据的时间点。标量处理单元在对应的时间点发送任务给直接内存访问单元和向量处理单元，从而实现了通过软件的方式控制直接内存访问单元和向量处理单元之间的时序关系。

但是，相关技术中标量处理单元需要等待直接内存访问单元执行任务完成，才能发送任务给向量处理单元。在标量处理单元等待期间，标量处理单元只能处于空等状态，无法处理其他的任务。因此，标量处理单元的利用率较低，导致处理器处理数据的效率低下。

### 发明内容

本申请实施例提供了一种数据处理方法、系统、芯片及终端，能够提高处理器处理数据的效率。所述技术方案如下：

一方面，提供了一种数据处理方法，由数据处理系统执行，所述数据处理系统包括直接内存访问单元、向量处理单元、标量处理单元以及硬件同步锁管理单元，所述方法包括：

所述标量处理单元向所述直接内存访问单元发送第一任务指令，并向所述向量处理单元发送第二任务指令；

所述直接内存访问单元基于所述标量处理单元发送的第一任务指令，在所述直接内存访问单元中确定所述第一任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第一分布式同步锁，所述第一分布式同步锁用于确定是否执行所述第一任务指令包括的第一数据处理任务；

所述直接内存访问单元在所述第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第一分布式同步锁的任务类型值满足所述第一数据处理任务的执行条件的情况下，执行所述第一任务指令包括的第一数据处理任务，向所述硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；

所述硬件同步锁管理单元基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值；及

所述向量处理单元在所述第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行所述标量处理单元发送的第二任务指令包括的第二数据处理任务。

另一方面，提供了一种数据处理系统，所述数据处理系统包括直接内存访问单元、向量处理单元、标量处理单元以及硬件同步锁管理单元；

所述标量处理单元用于向所述直接内存访问单元发送第一任务指令，并向所述向量处理单元发送第二任务指令；

所述直接内存访问单元用于基于所述标量处理单元发送的第一任务指令，在所述直接内存访问单元中确定所述第一任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第一分布式同步

锁，所述第一分布式同步锁用于确定是否执行所述第一任务指令包括的第一数据处理任务；

所述直接内存访问单元还用于在所述第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第一分布式同步锁的任务类型值满足所述第一数据处理任务的执行条件的情况下，执行所述第一任务指令包括的第一数据处理任务，向所述硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；

所述硬件同步锁管理单元用于基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值；

所述向量处理单元用于在所述第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行所述标量处理单元发送的第二任务指令包括的第二数据处理任务。

另一方面，提供了一种芯片，所述芯片包括数据处理系统。

另一方面，提供了一种终端，所述终端包括处理器和存储器，所述存储器中存储有数据处理方法，所述处理器用于通过数据处理系统实现如上述方面所述的数据处理方法。

本申请的一个或多个实施例的细节在下面的附图和描述中提出。本申请的其它特征和优点将从说明书、附图以及权利要求书变得明显。

### 附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或传统技术中的技术方案，下面将对实施例或传统技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据公开的附图获得其他的附图。

图1是本申请实施例提供的一种数据处理系统的结构示意图；

图2是本申请实施例提供的一种数据处理方法的流程图；

图3是本申请实施例提供的一种数据处理方法的交互流程图；

图4是本申请实施例提供的一种判断逻辑的示意图；

图5是本申请实施例提供的一种数据处理的流程图；

图6是本申请实施例提供的一种分布式同步锁的示意图；

图7是本申请实施例提供的一种第一硬件同步锁的示意图；

图8是本申请实施例提供的另一种数据处理的流程图；

图9是本申请实施例提供的一种终端的结构示意图。

### 具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请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申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本申请中术语“第一”“第二”等字样用于对作用和功能基本相同的相同项或相似项进行区分，应理解，“第一”、“第二”、“第n”之间不具有逻辑或时序上的依赖关系，也不对数量和执行顺序进行限定。

本申请中术语“至少一个”是指一个或多个，“多个”的含义是指两个或两个以上。

需要说明的是，本申请所涉及的信息（包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等）、数据（包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等）以及信号，均为经用户授权或者经过各方充分授权的，且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。例如，本申请中涉及到的第一任务指令和第二任务指令是在充分授权的情况下获取的。

为了便于理解，以下，对本申请涉及的术语进行解释。

人工智能（Artificial Intelligence, AI）是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能，感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统。换句话说，人工智能是计算机科学的一个综合技术，它企图了解智能的

实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器。人工智能也就是研究各种智能机器的设计原理与实现方法，使机器具有感知、推理与决策的功能。

人工智能技术是一门综合学科，涉及领域广泛，既有硬件层面的技术也有软件层面的技术。人工智能基础技术一般包括如传感器、专用人工智能芯片、云计算、分布式存储、大数据处理技术、操作/交互系统、机电一体化等技术。人工智能软件技术主要包括计算机视觉技术、语音处理技术、自然语言处理技术以及机器学习/深度学习、自动驾驶、智慧交通等几大方向。

图 1 是本申请实施例提供的一种数据处理系统的结构示意图，参见图 1，数据处理系统 10 包括标量处理单元 101、直接内存访问 102、向量处理单元 103 以及硬件同步锁管理单元 104。

可选地，数据处理系统 10 可以配置于 AI（Artificial Intelligence，人工智能）处理器、CPU（Central Processing Unit，中央处理器）、GPU（Graphics Processing Unit，图形处理器）以及 DSP（Digital Signal Processor，数字信号处理器）等任意类型的处理器中。数据处理系统 10 也可以配置于 AI（Artificial Intelligence，人工智能）芯片、SOC（System On Chip，系统级芯片）、承载芯片的 PCB（Printed Circuit Board，印制电路板）或者终端中。终端可以为智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式计算机、智能音箱、智能手表、智能语音交互设备、智能家电、车载终端等多种类型的设备，本申请实施例对此不进行限制。

标量处理单元 101 用于为直接内存访问 102 发送第一任务指令，并向向量处理单元 103 发送第二任务指令，第一任务指令和第二任务指令包括相同的同步锁标识。相应地，直接内存访问 102 和向量处理单元 103 基于接收到的任务指令，确定需要执行的任务和执行任务的时间。

例如，直接内存访问 102 根据标量处理单元 101 发送的第一任务指令中的第一同步锁标识，在直接内存访问 102 中确定第一分布式同步锁。进而直接内存访问 102 根据第一分布式同步锁的工作状态值和第一分布式同步锁的任务类型值，确定当前是否执行第一任务指令中第一数据处理任务。

直接内存访问 102 还能够执行任务完成后，向硬件同步锁管理单元 104 发送任务完成指令。相应地，硬件同步锁管理单元 104 收到的任务完成指令之后，更新硬件同步锁序列中第一硬件同步锁的任务类型值。向量处理单元 103 能够在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行第二任务指令中的第二数据处理任务。

本领域技术人员可以知晓，上述终端的数量可以更多或更少。比如上述终端可以仅为一个，或者上述终端为几十个或几百个，或者更多数量。本申请实施例对终端的数量和设备类型不加以限定。

在一些实施例中，提供了一种数据处理方法，由数据处理系统执行，数据处理系统包括直接内存访问单元、向量处理单元、标量处理单元以及硬件同步锁管理单元，方法包括：标量处理单元向直接内存访问单元发送第一任务指令，并向向量处理单元发送第二任务指令，其中，第一任务指令包括第一数据处理任务和指示第一分布式同步锁的第一同步锁标识，第二任务指令包括第二数据处理任务；直接内存访问单元从第一任务指令中基于第一同步锁标识识别第一分布式同步锁的工作状态值；在第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第一分布式同步锁的任务类型值满足第一数据处理任务的执行条件的情况下，直接内存访问单元执行第一数据处理任务，并在第一数据处理任务完成后向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；硬件同步锁管理单元基于任务完成指令，更新硬件同步锁序列中第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值；及向量处理单元在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行第二数据处理任务。

图 2 是本申请实施例提供的一种数据处理方法的流程图，该方法应用于数据处理系统，数据处理系统包括直接内存访问单元（Direct Memory Access，直接内存访问）、向量处理单元（Vector Process Unit，向量处理单元）、标量处理单元（Scalar Process Unit，标量处理

单元)以及硬件同步锁管理单元。参见图2,该方法包括:

**201、**标量处理单元向直接内存访问单元发送第一任务指令,并向向量处理单元发送第二任务指令。

在本申请实施例中,数据处理系统可以配置于AI处理器、中央处理器、图形处理器以及数字信号处理器等任意类型的处理器中。数据处理系统也可以配置于AI芯片、系统级芯片、承载芯片的PCB或者终端中,本申请实施例对此不进行限制。

数据处理系统中的直接内存访问单元能够在外部存储器与数据系统内部的存储器之间进行数据的搬移。本申请实施例以直接内存访问单元将外部存储器中待处理的数据搬移至数据处理系统内部为例进行说明。向量处理单元能够对直接内存访问单元搬移至数据处理系统内部的待处理数据进行处理。标量处理单元用于向直接内存访问单元和向量处理单元分别发送任务指令。相应地,直接内存访问单元和向量处理单元能够通过接收到的任务指令,确定需要执行的任务、任务的类型、任务的执行条件等信息。

由于直接内存访问单元和向量处理单元需要执行的任务较多,且直接内存访问单元执行的任务和向量处理单元执行的任务存在时序上的依赖关系。例如,向量处理单元执行处理数据的任务,需要直接内存访问单元执行搬移数据的任务的执行结果。因此,需要控制直接内存访问单元和向量处理单元执行任务的时序关系,以保证数据处理系统处理数据的效率。在本申请实施例中,通过硬件同步锁来控制直接内存访问单元和向量处理单元执行任务的时序关系。相应地,标量处理单元为直接内存访问单元和向量处理单元发送的任务指令中包括相同的同步锁标识,即第一任务指令和第二任务指令包括相同的同步锁标识。同步锁标识能够指示硬件同步锁序列中任一空闲的硬件同步锁。通过为直接内存访问单元和向量处理单元指定同一个硬件同步锁,就能够通过硬件同步锁控制直接内存访问单元和向量处理单元执行任务的时序关系。

例如,通过硬件同步锁控制上述时序关系可以为,在直接内存访问单元执行搬移数据的任务之前,将对应的硬件同步锁的任务类型值设为0。直接内存访问单元执行任务完成之后,硬件同步锁管理单元将硬件同步锁的任务类型值更新为1。向量处理单元能够通过硬件同步锁的任务类型值,确定直接内存访问单元是否执行完成任务。在硬件同步锁的任务类型值更新为1时,向量处理单元确定直接内存访问单元执行任务完成,向量处理单元就能够执行处理目标数据的任务。

**202、**直接内存访问单元基于标量处理单元发送的第一任务指令,在直接内存访问单元中确定第一任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第一分布式同步锁。

在本申请实施例中,直接内存访问单元中包括与硬件同步锁序列对应的多个分布式同步锁。直接内存访问单元在接收到标量处理单元发送的第一任务指令之后,直接内存访问单元基于第一任务指令中包括的第一同步锁标识,在直接内存访问单元中的多个分布式同步锁中确定与第一同步锁标识对应的第一分布式同步锁。由于,分布式同步锁和硬件同步锁序列中对应的硬件同步锁保持一致。因此,直接内存访问单元能够直接根据第一分布式同步锁的相关信息,确定是否执行第一数据处理任务。

**203、**直接内存访问单元在第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值,且第一分布式同步锁的任务类型值满足第一数据处理任务的执行条件的情况下,执行第一任务指令包括的第一数据处理任务,并在第一数据处理任务完成后向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。

在本申请实施例中,直接内存访问单元根据当前第一分布式同步锁的工作状态值和第一分布式同步锁的任务类型值,确定当前是否执行第一数据处理任务。第一分布式同步锁的工作状态值包括空闲状态和非空闲状态。空闲状态表示分布式同步锁对应的上一个任务已经执行完成,直接内存访问单元当前能够执行第一数据处理任务。非空闲状态表示分布式同步锁对应的上一个任务正在执行,直接内存访问单元当前不能执行第一数据处理任务。

通过第一分布式同步锁的任务类型值,能够确定当前是否满足第一数据处理任务的执

行条件。执行条件用于控制第一分布式同步锁的任务类型值与执行第一数据处理任务之间的关系。通过为任务配置执行条件，能够实现通过分布式同步锁控制直接内存访问单元执行任务的时序。因此，在第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第一分布式同步锁的任务类型值满足第一数据处理任务的执行条件的情况下，表明当前能够执行第一数据处理任务。直接内存访问单元通过执行第一数据处理任务，实现从外部存储器搬移待处理的数据至数据处理系统内部。直接内存访问单元搬移数据完成之后，直接内存访问单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。任务完成指令用于通知硬件同步锁管理单元当前第一数据处理任务已经执行完成。

**204、硬件同步锁管理单元基于任务完成指令，更新硬件同步锁序列中第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值。**

在本申请实施例中，硬件同步锁管理单元用于管理硬件同步锁序列中的多个硬件同步锁。硬件同步锁管理单元接收到任务完成指令之后，在硬件同步锁序列中确定上述第一同步锁标识对应的第一硬件同步锁。硬件同步锁管理单元更新第一硬件同步锁的任务类型值。

**205、向量处理单元在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行标量处理单元发送的第二任务指令包括的第二数据处理任务。**

在本申请实施例中，向量处理单元能够根据更新后的第一硬件同步锁的任务类型值，确定是否执行处理数据的任务。在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，向量处理单元确定第一数据处理任务已执行完毕，若当前满足第二数据处理任务的执行条件，则向量处理单元执行第二数据处理任务。其中，第二数据处理任务即为向量处理单元处理直接内存访问单元搬移至数据处理系统内部的待处理数据。

本申请实施例提供了一种数据处理方法，由数据处理系统执行。标量处理单元能够向直接内存访问单元和向量处理单元分别发送任务指令。而无需标量处理单元等待直接内存访问单元执行任务完成后再向向量处理单元发送任务，能够提高标量处理单元的处理效率。相应地，直接内存访问单元能够根据标量处理单元发送的第一任务指令中的第一同步锁标识，在直接内存访问单元中确定第一分布式同步锁。进而直接内存访问单元能够根据第一分布式同步锁的工作状态值和第一分布式同步锁的任务类型值，确定当前是否执行第一数据处理任务。而无需标量处理单元确定直接内存访问单元何时执行第一数据处理任务，实现了与标量处理单元的解耦。并且在直接内存访问单元完成任务之后直接内存访问单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。硬件同步锁管理单元基于任务完成指令，能够更新硬件同步锁序列中第一硬件同步锁的任务类型值。响应于第一硬件同步锁的任务类型值发生更新，向量处理单元及时执行第二数据处理任务，提高了处理器处理数据的效率。

图3是本申请实施例提供的一种数据处理方法的交互流程图，该方法应用于数据处理系统，数据处理系统包括直接内存访问单元（Direct Memory Access，直接内存访问）、向量处理单元（Vector Process Unit，向量处理单元）、标量处理单元（Scalar Process Unit，标量处理单元）以及硬件同步锁管理单元。参见图3，该方法包括：

**301、硬件同步锁管理单元在硬件同步锁序列中确定至少一个空闲的硬件同步锁和每个硬件同步锁的标识。**

在本申请实施例中，数据处理系统可以配置于AI处理器、中央处理器、图形处理器以及数字信号处理器等任意类型的处理器中。数据处理系统也可以配置于AI芯片、系统级芯片、承载芯片的PCB或者终端中，本申请实施例对此不进行限制。

响应于数据处理系统接收到数据处理任务，数据处理系统调用硬件同步锁管理单元，在硬件同步锁序列中确定一个空闲的硬件同步锁来辅助执行该数据处理任务。上述至少一个空闲的硬件同步锁用于控制直接内存访问单元和向量处理单元执行上述数据处理任务的时序关系。

**302、硬件同步锁管理单元将任一硬件同步锁的标识作为第一同步锁标识发送至标量处理单元。**

在本申请实施例中，数据处理系统接收到数据处理任务之后，需要调用直接内存访问单元和向量处理单元执行数据处理任务。例如，数据处理任务为处理外部存储器中存储的目标数据。在执行上述数据处理任务的过程中，需要直接内存访问单元先将外部存储器存储的目标数据搬移至数据处理系统内部，再由向量处理单元对数据处理系统内部的目标数据进行处理。因此，数据管理系统需要向直接内存访问单元和向量处理单元发送相应的任务，并通过空闲的硬件同步锁来控制直接内存访问单元和向量处理单元执行任务的时序关系。

在一些实施例中，硬件同步锁管理单元可以将任一空闲的硬件同步锁，发送至标量处理单元。相应的，硬件同步锁管理单元先从硬件同步锁序列中确定至少一个空闲硬件同步锁。然后，硬件同步锁管理单元在确定至少一个空闲硬件同步锁之后，将任一空闲硬件同步锁的标识作为第一同步锁标识发送至标量处理单元。第一同步锁标识用于指示硬件同步锁序列中用于控制上述时序关系的硬件同步锁。标量处理单元用于向直接内存访问单元和向量处理单元发送任务指令。通过向标量处理单元发送第一同步锁标识，能够使得标量处理单元在向直接内存访问单元和向量处理单元发送任务指令的过程中，将相同的第一同步锁标识作为任务指令的一部分发送至直接内存访问单元和向量处理单元。进而保证直接内存访问单元和向量处理单元执行数据处理任务的时序关系。

在一些实施例中，硬件同步锁管理单元能够通过首位零检测方法，来确定空闲的硬件同步锁。相应的，硬件同步锁管理单元从低位开始检测硬件同步锁序列，将第一个检测到的空闲硬件同步锁的标识作为第一同步锁标识。

### **303、响应于标量处理单元接收到第一同步锁标识，标量处理单元生成第一任务指令和第二任务指令。**

在本申请实施例中，标量处理单元接收到第一同步锁标识之后，标量处理单元能够生成直接内存访问单元发送的第一任务指令和为向量处理单元发送的第二任务指令。在生成第一任务指令的过程中，标量处理单元将第一同步锁标识和直接内存访问单元需要执行的第一数据处理任务放入第一任务指令中。在生成第二任务指令的过程中，标量处理单元将第二同步锁标识和向量处理单元需要执行的第二数据处理任务放入第二任务指令中。其中，第一数据处理任务为将外部存储器存储的目标数据搬移至数据处理系统内部。第二数据处理任务为对数据处理系统内部的目标数据进行处理。通过将第一同步锁标识和第一数据处理任务作为第一任务指令发送至直接内存访问单元，将第一同步锁标识和第二数据处理任务作为第二任务指令发送至向量处理单元，能够使得直接内存访问单元和向量处理单元根据任务指令中的第一同步锁标识确定对应的硬件同步锁。进而直接内存访问单元和向量处理单元能够根据硬件同步锁确定执行相应的数据处理任务的时机，实现了通过硬件同步锁控制直接内存访问单元和向量处理单元执行任务的时序，从而提高了数据处理系统处理数据的效率。

### **304、标量处理单元向直接内存访问单元发送第一任务指令，并向向量处理单元发送第二任务指令。**

在本申请实施例中，标量处理单元向直接内存访问单元发送第一任务指令，向向量处理单元发送第二任务指令。

可选地，标量处理单元可以同时向直接内存访问单元和向量处理单元分别发送第一任务指令和第二任务指令。标量处理单元也可以先向直接内存访问单元发送第一任务指令，再向向量处理单元发送第二任务指令。标量处理单元也可以先向向量处理单元发送第二任务指令，再向直接内存访问单元发送第一任务指令。本申请实施例对第一任务指令和第二任务指令的发送时机不进行限制。

### **305、直接内存访问单元基于标量处理单元发送的第一任务指令，在直接内存访问单元中确定第一任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第一分布式同步锁。**

在本申请实施例中，直接内存访问单元接收标量处理单元发送的第一任务指令。直接

内存访问单元确定第一任务指令中包括的第一同步锁标识。直接内存访问单元中包括与硬件同步锁序列对应的多个分布式同步锁。直接内存访问单元能够基于第一同步锁标识，在直接内存访问单元中的多个分布式同步锁中确定与第一同步锁标识对应的第一分布式同步锁。并且，分布式同步锁和硬件同步锁序列中对应的硬件同步锁在大多数时钟周期内保持一致。因此，直接内存访问单元能够直接根据第一分布式同步锁的工作状态值和值，确定是否执行第一任务指令包括的第一数据处理任务。

在一些实施例中，第一分布式同步锁的工作状态值包括空闲状态和非空闲状态。空闲状态表示分布式同步锁对应的上一个任务已经执行完成，直接内存访问单元当前能够执行第一数据处理任务。非空闲状态表示分布式同步锁对应的上一个任务正在执行，直接内存访问单元当前不能执行第一数据处理任务。通过第一分布式同步锁的任务类型值，能够确定当前是否满足第一数据处理任务的执行条件。执行条件用于控制第一分布式同步锁的任务类型值与执行第一数据处理任务之间的关系。通过为任务配置执行条件，能够实现通过分布式同步锁控制直接内存访问单元执行任务的时序。

在一些实施例中，直接内存访问单元通过两个多路选择器确定第一分布式同步锁的工作状态值和值。对于直接内存访问单元中的第一多路选择器，第一多路选择器基于第一任务指令包括的第一同步锁标识，在第一同步锁序列中确定第一同步锁标识对应的第一分布式同步锁和第一分布式同步锁的工作状态值。其中，第一同步锁序列用于指示直接内存访问单元中的多个分布式同步锁的工作状态值。状态包括空闲状态和非空闲状态。对于直接内存访问单元中的第二多路选择器，第二多路选择器基于第一同步锁标识，在第二同步锁序列中确定第一分布式同步锁的任务类型值。其中，第二同步锁序列用于指示直接内存访问单元中的多个分布式同步锁的任务类型值。直接内存访问单元基于第一任务指令包括的第一数据处理任务的任务类型，确定第一数据处理任务的执行条件。执行条件用于指示第一分布式同步锁的任务类型值所要满足的条件。其中，任务类型包括读任务类型和写任务类型。通过直接内存访问单元中的两个多路选择器，能够较为快速的从两个同步锁序列中确定第一分布式同步锁、第一分布式同步锁的工作状态值以及第一分布式同步锁的任务类型值。从而提高了直接内存访问单元执行第一数据处理任务的效率。

在一些实施例中，第一数据处理任务的任务类型为读任务类型。直接内存访问单元将第一分布式同步锁的任务类型值为第一数值作为执行条件。其中，读任务类型的第一数据处理任务为直接内存访问单元读取外部存储器中存储的待处理的目标数据，并将目标数据搬移至存储器内部。通过数据处理任务的任务类型，将第一分布式同步锁不同的值作为执行条件，能够为不同任务类型的任务确定不同的执行条件，从而实现控制任务之间的执行时序。

在一些实施例中，直接内存访问单元能够通过图 4 所示的执行条件的判断逻辑的示意图，根据第一分布式同步锁的工作状态值、第一分布式同步锁的任务类型值以及第一数据处理任务的任务类型，确定当前是否满足第一数据处理任务的执行条件。如图 4 所示，执行条件的判断逻辑包括与逻辑门 401、与逻辑门 402 和多路选择器 403。取非符号 404 用于表示在将同步锁的工作状态值 (busy) 或者同步锁的任务类型值 (sync) 输入至与逻辑门之前，将输入取反。需要说明的是，图 4 中的取非符号 401 仅为一种示意性的举例。直接内存访问单元能够根据实际需要，确定是否将同步锁的工作状态值或者同步锁的任务类型值取反。以实现多路选择器根据与逻辑门的输出结果，判断当前是否能够执行数据处理任务。因此，多路选择器能够根据与逻辑门的输出和任务类型 (sync\_set\_value)，判断当前是否满足数据处理任务的执行条件，并输出判断结果 (issue\_en)。其中，busy 包括 0 和 1 两个取值。同步锁的工作状态值 busy 为 0，表示同步锁的工作状态为非空闲状态，同步锁的工作状态值 busy 为 1，表示同步锁的工作状态为空闲状态。sync\_set\_value 也包括 0 和 1 两个取值。sync\_set\_value 为 1 表示任务类型为读任务，sync\_set\_value 为 0 表示任务类型为写任务。

例如，对于读任务类型（`sync_set_value` 为 1）的数据处理任务，根据上述执行逻辑可知，在同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值（`busy` 为 1），且同步锁的任务类型值（`sync`）为 0 的情况下，当前能够执行该数据处理任务。因此，直接内存访问单元能够在与逻辑门 401 对输入的同步锁的任务类型值进行取反，输入到与逻辑门 401 的 `sync` 即为 1。直接内存访问单元在与逻辑门 401 不对同步锁的工作状态值进行取反，输入到与逻辑门 401 的 `busy` 即为 1。与逻辑门 401 的两个输入均为 1，与逻辑门 401 的输出即为 1。相应地，由于当前 `busy` 为 1，且 `sync` 为 0，因此直接内存访问单元在与逻辑门 402 可以对二者都进行取反，也可以都不进行取反，还可以只对 `busy` 取反，对 `sync` 不取反。上述三种情况与逻辑门 402 的输出均为 0。因此，多路选择器 403 根据与逻辑门 401 输出的值为 1，与逻辑门 402 输出的值为 0，能够确定当前能够执行上述数据处理任务，并且直接内存访问单元上述判断的逻辑与该数据处理任务的执行逻辑一致。

在一些实施例中，直接内存访问单元根据 `sync_set_value` 所指示的任务类型，能够确定第一数据处理任务的执行条件，也即是确定满足执行条件时的 `sync`。例如，在第一数据处理任务的 `sync_set_value` 为 1 时，表明第一数据处理任务为读任务。直接内存访问单元将 `sync` 为 0 作为执行条件，也即是第一数值为 0。因此，在 `busy` 为 1，且 `sync` 为 0 时，才满足第一数据处理任务的执行条件。相应地，在 `busy` 为 1，且 `sync` 为 0 时，多路选择器 403 输出当前满足执行条件的判断结果。在 `busy` 和 `sync` 为其他数值时，多路选择器 403 输出当前不满足执行条件的判断结果。

**306、**直接内存访问单元在第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第一分布式同步锁的任务类型值满足第一数据处理任务的执行条件的情况下，执行第一任务指令包括的第一数据处理任务，向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。

在本申请实施例中，在直接内存访问单元确定第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第一分布式同步锁的任务类型值满足第一数据处理任务的执行条件的情况下，表明当前能够执行第一数据处理任务。直接内存访问单元执行第一数据处理任务，从外部存储器搬移待处理的目标数据至数据处理系统内部。直接内存访问单元搬移数据完成之后，直接内存访问单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。任务完成指令用于通知硬件同步锁管理单元当前第一数据处理任务已经执行完成。

在一些实施例中，直接内存访问单元执行第一数据处理任务的过程中，直接内存访问单元启动 `req_interface` 指令进行外部存储器的访问请求，以从外部存储器搬移目标数据。在访问请求发送完毕，且访问请求被外部存储器处理完毕的情况下，表明直接内存访问单元完成了目标数据的搬移。然后，直接内存访问单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。

**307、**硬件同步锁管理单元基于任务完成指令中的第一同步锁标识，在硬件同步锁序列中确定第一硬件同步锁。

在本申请实施例中，硬件同步锁管理单元接收直接内存访问单元发送的任务完成指令。硬件同步锁管理单元确定任务完成指令中包括的第一同步锁标识。硬件同步锁管理单元在硬件同步锁序列中确定与第一同步锁标识对应的第一硬件同步锁。第一硬件同步锁与直接内存访问单元模块中的第一分布式同步锁均与第一同步锁标识对应。

**308、**硬件同步锁管理单元在第二数量个时钟周期之后，更新第一硬件同步锁的任务类型值。

在本申请实施例中，硬件同步锁管理单元和直接内存访问单元位于数据处理系统中不同的位置，且位置分布较远。因此需要通过延迟打拍器延迟更新第一硬件同步锁的任务类型值，以满足硬件同步锁管理单元和直接内存访问单元的时序要求。延迟的时钟周期的数量与延迟打拍器的数量关联。硬件同步锁管理单元通过第二数量个延迟打拍器，能够在第二数量个时钟周期之后，更新第一硬件同步锁的任务类型值。其中，第二数量可以为一个预设的数值，如 2，3 或者 5，本申请实施例对此不进行限制。通过在直接内存访问单元完

成第一数据处理任务之后，更新第一硬件同步锁的任务类型值，能够实现通过第一硬件同步锁的任务类型值表示直接内存访问单元执行任务的执行情况，以及通过第一硬件同步锁的任务类型值控制直接内存访问单元执行任务的时序。

在一些实施例中，硬件同步锁管理单元能够根据第一数据处理任务的类型，确定第一硬件同步锁更新的值。在第一数据处理任务的类型为读任务类型的情况下，硬件同步锁管理单元在第二数量个时钟周期之后，将第一硬件同步锁的任务类型值由第一数值更新为第二数值。例如，硬件同步锁管理单元在三个时钟周期之后，将第一硬件同步锁的任务类型值由 0 更新为 1。通过数据处理任务的类型，将第一硬件同步锁更新为不同的值，能够根据第一硬件同步锁的任务类型值，确定是否满足不同任务类型的任务的执行条件。而实现了根据硬件同步锁控制任务的执行时序。

例如，硬件同步锁管理单元能够通过 `sync_set_value`，确定第一数据处理任务和第一硬件同步锁更新之后的值。在 `sync_set_value` 为 1 的情况下，第一数据处理任务的类型为读任务，第一硬件同步锁更新之后的值为 1。在 `sync_set_value` 为 0 的情况下，第一数据处理任务的类型为写任务，第一硬件同步锁更新之后的值为 0。

为了更清楚的说明上述直接内存访问单元执行第一数据处理任务的过程，下面结合图 5 所示的数据处理的流程图，对上述过程进行说明。如图 5 所示，响应于数据处理系统接收到数据处理任务，硬件同步锁管理单元在硬件同步锁序列中确定至少一个空闲的硬件同步锁和每个硬件同步锁的标识。然后，硬件同步锁管理单元将任一硬件同步锁的标识作为第一同步锁标识发送至标量处理单元。标量处理单元接收到第一同步锁标识，标量处理单元将第一同步锁标识和第一数据处理任务作为第一任务指令发送到直接内存访问单元。直接内存访问单元基于接收到的第一任务指令，通过两个多路选择器 (`mux`)，在第一同步锁序列中确定第一同步锁标识对应的第一分布式同步锁和第一分布式同步锁的工作状态值 (`busy`)，在第二同步锁序列中确定第一分布式同步锁的任务类型值 (`sync`)。然后，直接内存访问单元根据第一分布式同步锁的工作状态值、第一分布式同步锁的任务类型值以及第一数据处理任务的类型，判断是否执行第一数据处理任务。例如，在第一数据处理任务的类型为读任务，第一同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，也即是 `busy` 为 1，第一同步锁的任务类型值为 0 的情况下，才能够执行第一数据处理任务。在判断结果指示能够执行第一数据处理任务的情况下，直接内存访问单元执行第一数据处理任务。直接内存访问单元访问外部存储器，搬移外部存储器中待处理的目标数据至数据处理系统内部。直接内存访问单元搬移数据完成之后，直接内存访问单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。硬件同步锁管理单元根据任务完成指令中的第一同步锁标识，在硬件同步锁序列中确定第一硬件同步锁。硬件同步锁管理单元通过三个延迟打拍器，在三个时钟周期之后将第一硬件同步锁的任务类型值由 0 更新为 1。再通过三个延迟打拍器，在三个时钟周期之后，将第二同步锁序列中第一同步锁标识对应的第一分布式同步锁的任务类型值由 0 更新为 1。

**309、向量处理单元基于标量处理单元发送的第二任务指令，在向量处理单元中确定第二任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第二分布式同步锁。**

在本申请实施例中，向量处理单元接收标量处理单元发送的第二任务指令。向量处理单元确定第二任务指令中包括的第一同步锁标识。与直接内存访问单元类似，向量处理单元中也包括与硬件同步锁序列对应的多个分布式同步锁。向量处理单元能够基于第一同步锁标识，在向量处理单元中的多个分布式同步锁中确定与第一同步锁标识对应的第二分布式同步锁。并且，向量处理单元中的第二分布式同步锁、直接内存访问单元中的第一分布式同步锁和第一硬件同步锁在大多数时钟周期内保持一致。因此，向量处理单元能够直接根据第二分布式同步锁的工作状态值和第二分布式同步锁的任务类型值，确定是否执行第二任务指令包括的第一数据处理任务。因此，向量处理单元无需确定外部硬件同步锁序列中第一硬件同步锁的工作状态值和值，从而实现了与外部硬件同步锁序列的解耦。

**310、**向量处理单元在第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第二分布式同步锁的任务类型值满足第二数据处理任务的执行条件的情况下，执行第二数据处理任务，并在第二数据处理任务完成后向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。

在本申请实施例中，在向量处理单元确定第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第二分布式同步锁的任务类型值满足第二数据处理任务的执行条件的情况下，表明当前能够执行第二数据处理任务。向量处理单元执行第二数据处理任务，对数据处理系统内部的目标数据进行处理。向量处理单元处理目标数据完成之后，向量处理单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。任务完成指令用于通知硬件同步锁管理单元当前第一数据处理任务已经执行完成。

在一些实施例中，向量处理单元执行第二数据处理任务的过程中，向量处理单元启动 req\_interface 指令进行数据处理系统内部存储单元的访问请求，以处理目标数据。在访问请求发送完毕，且访问请求被内部存储单元处理完毕的情况下，表明向量处理单元完成了对目标数据的处理。然后，向量处理单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。

**311、**向量处理单元在第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的情况下，更新第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，第二分布式同步锁的任务类型值，在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的第一数量个时钟周期之后，更新为第一硬件同步锁的任务类型值。

在本申请实施例中，与直接内存访问单元同理，向量处理单元在执行完成第二数据处理任务之后，向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。相应地，硬件同步锁管理单元接收到任务完成指令后，通过延迟打拍器延迟若干个时钟周期更新第一硬件同步锁的任务类型值。在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，通过第一数量个延迟打拍器，在第一数量个时钟周期之后，将第二分布式同步锁的任务类型值更新为第一硬件同步锁的任务类型值。其中，第一数量可以为一个预设的数值，如 2，3 或者 5，本申请实施例对此不进行限制。向量处理单元在第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的情况下，将第二分布式同步锁的工作状态值更新表征空闲状态，以表明当前向量处理单元执行完成第二数据处理任务。进而，向量处理单元能够根据第二同步锁新的状态，确定是否执行下一个任务。

在一些实施例中，与直接内存访问单元类似，向量处理单元中包括第三同步锁序列和第四同步锁序列。第三同步锁序列用于指示向量处理单元中的多个分布式同步锁的工作状态值。第四同步锁序列用于指示向量处理单元中的多个分布式同步锁的任务类型值。因此，在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，在第一数量个时钟周期之后，将第四同步锁序列中第二分布式同步锁的任务类型值更新为第一硬件同步锁的任务类型值。向量处理单元在第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的情况下，将第三同步锁序列中第二分布式同步锁的工作状态值更新表征空闲状态。

由此可见，在向量处理单元执行任务完成后，先延迟更新第一硬件同步锁的任务类型值，再延迟更新第二分布式同步锁的任务类型值。因此在向量处理单元执行完成任务和第二分布式同步锁的任务类型值发生更新之间存在延时。通过在第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的情况下，才更新第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，能够避免在两条连续的数据处理任务均对应第二分布式同步锁时，产生执行任务冲突问题。例如，在没有第三同步锁序列的情况下，向量处理单元执行完成第一条数据处理任务之后，将第一硬件同步锁的任务类型值由 1 更新为 0。第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的时间滞后于第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的时间。此时第二分布式同步锁的任务类型值仍然为 1，还未更新为 0。如果向量处理单元根据当前的第二分布式同步锁的任务类型值，确定能够执行第二条数据处理任务，就开始执行第二数据处理任务，会产生任务冲突问题。通过引入分布式同步锁的工作状态值，并将分布式同步锁的工作状态值也作为判断任务是否能够执行的判断条件之一，能够避免上述任务冲突问题。如图 6 所示，第一

硬件同步锁的任务类型值由 1 更新为 0，但第四同步锁序列中的第二分布式同步锁的任务类型值还未更新为 0 的情况下，第三同步锁序列中的第二分布式同步锁的工作状态值为非空闲状态，也即是 busy 为 0。在第二分布式同步锁的任务类型值由 1 更新为 0 时，第二分布式同步锁的工作状态值更新表征空闲状态，也即是 busy 由 0 更新为 1。

其中，在直接内存访问单元执行第一数据处理任务和向量处理单元执行第二数据处理任务过程中，第一硬件同步锁的任务类型值的更新情况如图 7 所示。直接内存访问单元在确定第一分布式同步锁的任务类型值为 0，且第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值的情况下，直接内存访问单元执行第一数据处理任务。在直接内存访问单元执行完成第一数据处理任务之后，指示硬件同步锁管理单元将第一硬件同步锁的任务类型值更新为 1。向量处理单元在确定第二分布式同步锁的任务类型值为 1，且第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值的情况下，向量处理单元执行第二数据处理任务。在向量处理单元执行完成第二数据处理任务之后，指示硬件同步锁管理单元将第一硬件同步锁的任务类型值更新为 0。

为了更清楚的说明数据处理系统中直接内存访问单元和向量处理单元执行数据处理任务的过程，下面结合图 8 所示的数据处理流程图，对上述过程进行说明。如图 8 所示，直接内存访问单元执行第一数据处理任务的流程与图 5 所示的流程图同理，在此不进行赘述。响应于数据处理系统接收到数据处理任务，硬件同步锁管理单元在硬件同步锁序列中确定至少一个空闲的硬件同步锁和每个硬件同步锁的标识。然后，硬件同步锁管理单元将任一硬件同步锁的标识作为第一同步锁标识发送至标量处理单元。标量处理单元接收到第一同步锁标识，标量处理单元将第一同步锁标识和第二数据处理任务作为第二任务指令发送到向量处理单元。向量处理单元基于接收到的第二任务指令，通过两个多路选择器(mux)，在第三同步锁序列中确定第二同步锁标识对应的第二分布式同步锁和第二分布式同步锁的工作状态值(busy)，在第四同步锁序列中确定第二分布式同步锁的任务类型值(sync)。然后，向量处理单元根据第二分布式同步锁的工作状态值、第二分布式同步锁的任务类型值以及第二数据处理任务的类型，判断是否执行第二数据处理任务。例如，在第二数据处理任务的类型为写任务，第二同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，也即是 busy 为 1，第二同步锁的任务类型值为 1 的情况下，才能够执行第二数据处理任务。在判断结果指示能够执行第二数据处理任务的情况下，向量处理单元执行第二数据处理任务。向量处理单元对数据处理系统内部的目标数据进行处理。向量处理单元处理完成目标数据之后，向量处理单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。硬件同步锁管理单元根据任务完成指令中的第一同步锁标识，在硬件同步锁序列中确定第一硬件同步锁。硬件同步锁管理单元通过三个延迟打拍器，在三个时钟周期之后将第一硬件同步锁的任务类型值由 1 更新为 0。再通过三个延迟打拍器，在三个时钟周期之后，将第二同步锁序列中第一同步锁标识对应的第二分布式同步锁的任务类型值由 1 更新为 0。其中，硬件同步锁管理单元还能够合并直接内存访问单元和向量处理单元发送的任务完成指令，并根据合并的多条任务完成指令，更新硬件同步锁序列中对应的硬件同步锁的任务类型值。在一些实施例中，硬件同步锁管理单元还能够接收直接内存访问单元和向量处理单元以外其他单元发送的任务完成指令。相应的，硬件同步锁管理单元合并不同单元的任务完成指令，并更新硬件同步锁序列中对应的硬件同步锁的任务类型值，能够提高更新硬件同步锁的任务类型值的效率。

需要说明的是，上述步骤 301-311 是以直接内存访问单元执行读任务为例进行说明。也即是直接内存访问单元从外部存储器读取待处理的目标数据，将目标数据搬移至数据处理系统内部。在一些实施例中，也可以由向量处理单元执行读任务。相应地，向量处理单元读取数据处理系统内部待处理的目标数据，并对目标数据进行处理。再由直接内存访问单元将向量处理单元处理之后的目标数据写入外部存储器。

在一些实施例中，向量处理单元执行读任务的过程包括：标量处理单元向向量处理单

元发送第三任务指令，并向直接内存访问单元发送第四任务指令，第三任务指令包括第三数据处理任务和第二同步锁标识所指示的第三分布式同步锁，第四任务指令包括第四数据处理任务；向量处理单元在第三分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第三分布式同步锁的任务类型值满足第三数据处理任务的执行条件的情况下，执行第三数据处理任务，并在第三数据处理任务完成后向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；硬件同步锁管理单元基于任务完成指令，更新硬件同步锁序列中第二同步锁标识所指示的第二硬件同步锁的任务类型值；直接内存访问单元在第二硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行第四数据处理任务。

下面通过步骤（1）-（5）对上述向量处理单元执行读任务的过程进行说明。

（1）标量处理单元向向量处理单元发送第三任务指令，并向直接内存访问单元发送第四任务指令。

数据处理系统接收到数据处理任务之后，需要调用直接内存访问单元和向量处理单元执行数据处理任务。数据处理系统调用硬件同步锁管理单元，在硬件同步锁序列中确定至少一个空闲的硬件同步锁和每个硬件同步锁的标识。硬件同步锁管理单元将任一硬件同步锁的标识作为第二同步锁标识发送至标量处理单元。标量处理单元接收到第一同步锁标识之后，标量处理单元将第二同步锁标识和向量处理单元需要执行的第三数据处理任务作为第三任务指令。标量处理单元将第二同步锁标识和直接内存访问单元需要执行的第四数据处理任务作为第二任务指令。标量处理单元向向量处理单元发送第三任务指令，向直接内存访问单元发送第四任务指令。

（2）向量处理单元基于标量处理单元发送的第三任务指令，在向量处理单元中确定第三任务指令包括的第二同步锁标识所指示的第三分布式同步锁，第三分布式同步锁用于确定是否执行第三任务指令包括的第三数据处理任务。

（3）向量处理单元在第三分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第三分布式同步锁的任务类型值满足第三数据处理任务的执行条件的情况下，执行第三任务指令包括的第三数据处理任务，对数据系统内部的目标数据进行处理。向量处理单元执行完成第三数据处理任务之后，向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。

其中，第三数据处理任务的任务类型为读任务类型。向量处理单元将第三分布式同步锁的任务类型值为第一数值作为第三数据处理任务的执行条件。例如，向量处理单元将第三分布式同步锁的任务类型值为 0 作为第三数据处理任务的执行条件。通过数据处理任务的任务类型，将第三分布式同步锁不同的值作为执行条件，能够为不同任务类型的任务确定不同的执行条件，从而实现控制任务之间的执行时序。

（4）硬件同步锁管理单元基于任务完成指令，更新硬件同步锁序列中第二同步锁标识所指示的第二硬件同步锁的任务类型值。

其中，第三数据处理任务的任务类型为读任务类型。硬件同步锁管理单元基于任务完成指令中的第二同步锁标识，在硬件同步锁序列中确定第二硬件同步锁。硬件同步锁管理单元在第三数量个时钟周期之后，将第二硬件同步锁的任务类型值由第一数值更新为第二数值。例如，硬件同步锁管理单元在三个时钟周期之后，将第二硬件同步锁的任务类型值由 0 更新为 1。通过数据处理任务的任务类型，将第二硬件同步锁更新为不同的值，能够根据第二硬件同步锁的任务类型值，确定是否满足不同任务类型的任务的执行条件。而实现了根据硬件同步锁控制任务的执行时序。

（5）直接内存访问单元在第二硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行标量处理单元发送的第四任务指令包括的第四数据处理任务。直接内存访问单元将向量处理单元处理之后的目标数据写入外部存储器。

本申请实施例提供了一种数据处理方法，由数据处理系统执行。标量处理单元能够向直接内存访问单元和向量处理单元分别发送任务指令。而无需标量处理单元等待直接内存访问单元执行任务完成后再向向量处理单元发送任务，能够提高标量处理单元的处理效率。

相应地，直接内存访问单元能够根据标量处理单元发送的第一任务指令中的第一同步锁标识，在直接内存访问单元中确定第一分布式同步锁。进而直接内存访问单元能够根据第一分布式同步锁的工作状态值和第一分布式同步锁的任务类型值，确定当前是否执行第一数据处理任务。而无需标量处理单元确定直接内存访问单元何时执行第一数据处理任务，实现了与标量处理单元的解耦。并且在直接内存访问单元完成任务之后直接内存访问单元向硬件同步锁管理单元发送任务完成指令。硬件同步锁管理单元基于任务完成指令，能够更新硬件同步锁序列中第一硬件同步锁的任务类型值。响应于第一硬件同步锁的任务类型值发生更新，向量处理单元及时执行第二数据处理任务，提高了处理器处理数据的效率。

本申请实施例还提供了一种数据处理系统。参见图 8，数据处理系统包括：标量处理单元 801、直接内存访问单元 802、硬件同步锁管理单元 803 以及向量处理单元 804。

标量处理单元 801，用于向直接内存访问单元 802 发送第一任务指令，并向向量处理单元 804 发送第二任务指令；

直接内存访问单元 802，用于基于标量处理单元 801 发送的第一任务指令，在直接内存访问单元 802 中确定第一任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第一分布式同步锁，第一分布式同步锁用于确定是否执行第一任务指令包括的第一数据处理任务；

直接内存访问单元 802，还用于在第一分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第一分布式同步锁的任务类型值满足第一数据处理任务的执行条件的情况下，执行第一任务指令包括的第一数据处理任务，向硬件同步锁管理单元 803 发送任务完成指令；

硬件同步锁管理单元 803，用于基于任务完成指令，更新硬件同步锁序列 8031 中第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值；

向量处理单元 804，用于在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行标量处理单元 801 发送的第二任务指令包括的第二数据处理任务。

在一些实施例中，向量处理单元 804，用于基于标量处理单元 801 发送的第二任务指令，在向量处理单元 804 中确定第二任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第二分布式同步锁，第二分布式同步锁用于确定是否执行第二任务指令包括的第二数据处理任务；在第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的情况下，更新第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，第二分布式同步锁的任务类型值在第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的第一数量个时钟周期之后更新为第一硬件同步锁的任务类型值；在第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第二分布式同步锁的任务类型值满足第二数据处理任务的执行条件的情况下，执行第二任务指令包括的第二数据处理任务。

在一些实施例中，硬件同步锁管理单元 803 包括硬件同步锁序列 8031；硬件同步锁管理单元 803，用于在硬件同步锁序列 8031 中确定至少一个空闲的硬件同步锁和每个硬件同步锁的标识；将任一硬件同步锁的标识作为第一同步锁标识发送至标量处理单元 801；标量处理单元 801，用于响应于接收到第一同步锁标识，生成第一任务指令和第二任务指令。

在一些实施例中，直接内存访问单元 802 包括第一多路选择器 8021、第二多路选择器 8022、第一同步锁序列 8023 以及第二同步锁序列 8024；第一多路选择器 8021，用于基于第一任务指令包括的第一同步锁标识，在第一同步锁序列 8023 中确定第一分布式同步锁和第一分布式同步锁的工作状态值，第一同步锁序列 8023 用于指示直接内存访问单元 802 中的多个分布式同步锁的工作状态值，状态包括空闲状态和非空闲状态，空闲状态用于指示直接内存访问单元 802 当前能够执行第一数据处理任务，非空闲状态用于指示直接内存访问单元 802 当前正在执行第一分布式同步锁对应的数据处理任务；第二多路选择器 8022，用于基于第一同步锁标识，在第二同步锁序列 8024 中确定第一分布式同步锁的任务类型值，第二同步锁序列 8024 用于指示直接内存访问单元 802 中的多个分布式同步锁的任务类型值；直接内存访问单元 802，还用于基于第一任务指令包括的第一数据处理任务的类型，确定第一数据处理任务的执行条件，执行条件用于指示第一分布式同步锁的任务

类型值所要满足的条件。

在一些实施例中，第一数据处理任务的任务类型为读任务类型，直接内存访问单元 802，用于将第一分布式同步锁的任务类型值为第一数值作为执行条件。

在一些实施例中，硬件同步锁管理单元 803，用于基于任务完成指令中的第一同步锁标识，在硬件同步锁序列 8031 中确定第一硬件同步锁；在第二数量个时钟周期之后，更新第一硬件同步锁的任务类型值。

在一些实施例中，硬件同步锁管理单元 803，用于在第二数量个时钟周期之后，将第一硬件同步锁的任务类型值由第一数值更新为第二数值。

在一些实施例中，标量处理单元 801，用于向向量处理单元 803 发送第三任务指令，并向直接内存访问单元 802 发送第四任务指令；向量处理单元 804，用于基于标量处理单元 801 发送的第三任务指令，在向量处理单元 804 中确定第三任务指令包括的第二同步锁标识所指示的第三分布式同步锁，第三分布式同步锁用于确定是否执行第三任务指令包括的第三数据处理任务；向量处理单元 804，还用于在第三分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且第三分布式同步锁的任务类型值满足第三数据处理任务的执行条件的情况下，执行第三任务指令包括的第三数据处理任务，向硬件同步锁管理单元 803 发送任务完成指令；硬件同步锁管理单元 803，用于基于任务完成指令，更新硬件同步锁序列中第二同步锁标识所指示的第二硬件同步锁的任务类型值；直接内存访问单元 802，用于在第二硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行标量处理单元 801 发送的第四任务指令包括的第四数据处理任务。

在一些实施例中，第三数据处理任务的任务类型为读任务类型，向量处理单元 804，用于将第三分布式同步锁的任务类型值为第一数值作为第三数据处理任务的执行条件。

在一些实施例中，第三数据处理任务的任务类型为读任务类型，硬件同步锁管理单元 803，用于基于任务完成指令中的第二同步锁标识，在硬件同步锁序列 8031 中确定第二硬件同步锁；在第三数量个时钟周期之后，将第二硬件同步锁的任务类型值由第一数值更新为第二数值。

需要说明的是：上述实施例提供的数据处理系统，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将终端的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。另外，上述实施例提供的数据处理系统和数据处理方法实施例属于同一构思，其具体实现过程详见方法实施例，这里不再赘述。

本申请实施例还提供了一种终端，该终端包括处理器和存储器，存储器中存储有数据处理方法，处理器用于通过数据处理系统实现上述实施例提供的数据处理方法。

图 9 是本申请实施例提供的一种终端的结构示意图。

终端 900 包括有：处理器 901 和存储器 902。

处理器 901 可以包括一个或多个处理核心，比如 4 核心处理器、8 核心处理器等。处理器 901 可以采用 DSP(Digital Signal Processing, 数字信号处理)、FPGA(Field Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列)、PLA(Programmable Logic Array, 可编程逻辑阵列)中的至少一种硬件形式来实现。处理器 901 也可以包括主处理器和协处理器，主处理器是用于对在唤醒状态下的数据进行处理的处理器，也称 CPU(Central Processing Unit, 中央处理器)；协处理器是用于对在待机状态下的数据进行处理的低功耗处理器。在一些实施例中，处理器 901 可以集成有 GPU(Graphics Processing Unit, 图像处理的交互器)，GPU 用于负责显示屏所需要显示的内容的渲染和绘制。一些实施例中，处理器 901 还可以包括 AI(Artificial Intelligence, 人工智能)处理器，该 AI 处理器用于处理有关机器学习的计算操作。

存储器 902 可以包括一个或多个计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质可以是非暂态的。存储器 902 还可包括高速随机存取存储器，以及非易失性存储器，比如一个或

多个磁盘存储设备、闪存存储设备。在一些实施例中，存储器 902 中的非暂态的计算机可读存储介质用于存储至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序用于被处理器 901 所具有以实现本申请中方法实施例提供的数据处理方法。

本领域技术人员可以理解，图 9 中示出的结构并不构成对终端 900 的限定，可以包括比图示更多或更少的组件，或者组合某些组件，或者采用不同的组件布置。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序由处理器加载并执行，以实现上述实施例提供的数据处理方法。

本申请实施例还提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，计算机程序由处理器加载并执行，以实现如上述实施例提供的数据处理方法。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指令相关的硬件完成，上述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

### 权利要求

1.一种数据处理方法，由数据处理系统执行，所述数据处理系统包括直接内存访问单元、向量处理单元、标量处理单元以及硬件同步锁管理单元，所述方法包括：

所述标量处理单元向所述直接内存访问单元发送第一任务指令，并向所述向量处理单元发送第二任务指令，其中，所述第一任务指令包括第一数据处理任务和指示第一分布式同步锁的第一同步锁标识，所述第二任务指令包括第二数据处理任务；

所述直接内存访问单元从所述第一任务指令中基于所述第一同步锁标识识别所述第一分布式同步锁的工作状态值；

在所述第一分布式同步锁的所述工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第一分布式同步锁的任务类型值满足所述第一数据处理任务的执行条件的情况下，所述直接内存访问单元执行所述第一数据处理任务，并在所述第一数据处理任务完成后向所述硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；

所述硬件同步锁管理单元基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值；及

所述向量处理单元在所述第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行所述第二数据处理任务。

2.根据权利要求1所述的方法，所述向量处理单元在所述第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行所述第二数据处理任务，包括：

所述向量处理单元基于所述第二任务指令，在所述向量处理单元中确定所述第二任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第二分布式同步锁；

所述向量处理单元在所述第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的情况下，更新所述第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，所述第二分布式同步锁的任务类型值，在所述第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的第一数量个时钟周期之后，更新为所述第一硬件同步锁的任务类型值；

所述向量处理单元在所述第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第二分布式同步锁的任务类型值满足所述第二数据处理任务的执行条件的情况下，执行所述第二任务指令包括的第二数据处理任务。

3.根据权利要求1或2所述的方法，所述方法还包括：

所述硬件同步锁管理单元在所述硬件同步锁序列中确定至少一个空闲的硬件同步锁和每个硬件同步锁的标识；

所述硬件同步锁管理单元将任一硬件同步锁的标识作为所述第一同步锁标识发送至所述标量处理单元；

响应于所述标量处理单元接收到所述第一同步锁标识，所述标量处理单元生成所述第一任务指令和所述第二任务指令。

4.根据权利要求1至3任一项所述的方法，所述方法还包括：

所述直接内存访问单元中的第一多路选择器基于所述第一任务指令包括的第一同步锁标识，在第一同步锁序列中确定所述第一分布式同步锁和所述第一分布式同步锁的工作状态值，所述第一同步锁序列用于指示所述直接内存访问单元中的多个分布式同步锁的工作状态值，所述状态包括空闲状态和非空闲状态，所述空闲状态用于指示所述直接内存访问单元当前能够执行所述第一数据处理任务，所述非空闲状态用于指示所述直接内存访问单元当前正在执行所述第一分布式同步锁对应的数据处理任务；

所述直接内存访问单元中的第二多路选择器基于所述第一同步锁标识，在第二同步锁序列中确定所述第一分布式同步锁的任务类型值，所述第二同步锁序列用于指示所述直接内存访问单元中的多个分布式同步锁的任务类型值；

所述直接内存访问单元基于所述第一任务指令包括的第一数据处理任务的任务类型，确定所述第一数据处理任务的执行条件，所述执行条件用于指示所述第一分布式同步锁的

任务类型值所要满足的条件。

5.根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，所述第一数据处理任务的任务类型为读任务类型，所述直接内存访问单元基于所述第一任务指令包括的第一数据处理任务的任务类型，确定所述第一数据处理任务的执行条件，包括：

所述直接内存访问单元将所述第一分布式同步锁的任务类型值为第一数值作为所述执行条件。

6.根据权利要求 1 至 5 任一项所述的方法，所述硬件同步锁管理单元基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值，包括：

所述硬件同步锁管理单元基于所述任务完成指令中的所述第一同步锁标识，在所述硬件同步锁序列中确定所述第一硬件同步锁；

所述硬件同步锁管理单元在第二数量个时钟周期之后，更新所述第一硬件同步锁的任务类型值。

7.根据权利要求 1 至 6 任一项所述的方法，所述第一数据处理任务的任务类型为读任务类型，所述硬件同步锁管理单元在第二数量个时钟周期之后，更新所述第一硬件同步锁的任务类型值，包括：

所述硬件同步锁管理单元在所述第二数量个时钟周期之后，将所述第一硬件同步锁的任务类型值由第一数值更新为第二数值。

8.根据权利要求 1 至 7 任一项所述的方法，所述方法还包括：

所述标量处理单元向所述向量处理单元发送第三任务指令，并向所述直接内存访问单元发送第四任务指令，所述第三任务指令包括第三数据处理任务和第二同步锁标识所指示的第三分布式同步锁，所述第四任务指令包括第四数据处理任务；

所述向量处理单元在所述第三分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第三分布式同步锁的任务类型值满足所述第三数据处理任务的执行条件的情况下，执行所述第三数据处理任务，并在所述第三数据处理任务完成后向所述硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；

所述硬件同步锁管理单元基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第二同步锁标识所指示的第二硬件同步锁的任务类型值；

所述直接内存访问单元在所述第二硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行所述第四数据处理任务。

9.根据权利要求 1 至 8 任一项所述的方法，所述第三数据处理任务的任务类型为读任务类型，所述方法还包括：

所述向量处理单元将所述第三分布式同步锁的任务类型值为第一数值作为所述第三数据处理任务的执行条件。

10.根据权利要求 1 至 8 任一项所述的方法，所述第三数据处理任务的任务类型为读任务类型，所述硬件同步锁管理单元基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第二同步锁标识所指示的第二硬件同步锁的任务类型值，包括：

所述硬件同步锁管理单元基于所述任务完成指令中的所述第二同步锁标识，在所述硬件同步锁序列中确定所述第二硬件同步锁；

所述硬件同步锁管理单元在第三数量个时钟周期之后，将所述第二硬件同步锁的任务类型值由第一数值更新为第二数值。

11.一种数据处理系统，所述数据处理系统包括直接内存访问单元、向量处理单元、标量处理单元以及硬件同步锁管理单元；

所述标量处理单元用于向所述直接内存访问单元发送第一任务指令，并向所述向量处理单元发送第二任务指令，其中，所述第一任务指令包括第一数据处理任务和指示第一分布式同步锁的第一同步锁标识，所述第二任务指令包括第二数据处理任务；

所述直接内存访问单元用于从所述第一任务指令中基于所述第一同步锁标识识别所述第一分布式同步锁的工作状态值

所述直接内存访问单元还用于在所述第一分布式同步锁的所述工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第一分布式同步锁的任务类型值满足所述第一数据处理任务的执行条件的情况下，所述直接内存访问单元执行所述第一数据处理任务，并在所述第一数据处理任务完成后向所述硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；

所述硬件同步锁管理单元用于基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第一同步锁标识所指示的第一硬件同步锁的任务类型值；及

所述向量处理单元用于在所述第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行所述第二数据处理任务。

12.根据权利要求 11 所述的系统，所述向量处理单元用于：基于所述第二任务指令，在所述向量处理单元中确定所述第二任务指令包括的第一同步锁标识所指示的第二分布式同步锁；在所述第二分布式同步锁的任务类型值发生更新的情况下，更新所述第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，所述第二分布式同步锁的任务类型值，在所述第一硬件同步锁的任务类型值发生更新的第一数量个时钟周期之后，更新为所述第一硬件同步锁的任务类型值；在所述第二分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第二分布式同步锁的任务类型值满足所述第二数据处理任务的执行条件的情况下，执行所述第二任务指令包括的第二数据处理任务。

13.根据权利要求 11 或 12 所述的系统，所述硬件同步锁单元包括所述硬件同步锁序列；

所述硬件同步锁管理单元用于在所述硬件同步锁序列中确定至少一个空闲的硬件同步锁和每个硬件同步锁的标识；

所述硬件同步锁管理单元还用于将任一硬件同步锁的标识作为所述第一同步锁标识发送至所述标量处理单元；

所述标量处理单元用于响应于接收到所述第一同步锁标识，生成所述第一任务指令和所述第二任务指令。

14.根据权利要求 11 至 13 任一项所述的系统，所述直接内存访问单元包括第一多路选择器、第二多路选择器、第一同步锁序列以及第二同步锁序列；

所述第一多路选择器用于基于所述第一任务指令包括的第一同步锁标识，在第一同步锁序列中确定所述第一分布式同步锁和所述第一分布式同步锁的工作状态值，所述第一同步锁序列用于指示所述直接内存访问单元中的多个分布式同步锁的工作状态值，所述状态包括空闲状态和非空闲状态，所述空闲状态用于指示所述直接内存访问单元当前能够执行所述第一数据处理任务，所述非空闲状态用于指示所述直接内存访问单元当前正在执行所述第一分布式同步锁对应的数据处理任务；

所述第二多路选择器用于基于所述第一同步锁标识，在第二同步锁序列中确定所述第一分布式同步锁的任务类型值，所述第二同步锁序列用于指示所述直接内存访问单元中的多个分布式同步锁的任务类型值；

所述直接内存访问单元用于基于所述第一任务指令包括的第一数据处理任务的任务类型，确定所述第一数据处理任务的执行条件，所述执行条件用于指示所述第一分布式同步锁的任务类型值所要满足的条件。

15.根据权利要求 11 至 14 任一项所述的系统，所述第一数据处理任务的任务类型为读任务类型；

所述直接内存访问单元用于将所述第一分布式同步锁的任务类型值为第一数值作为所述执行条件。

16.根据权利要求 11 至 15 任一项所述的系统，所述硬件同步锁单元包括所述硬件同步锁序列；

所述硬件同步锁管理单元用于：基于所述任务完成指令中的所述第一同步锁标识，在所述硬件同步锁序列中确定所述第一硬件同步锁；在第二数量个时钟周期之后，更新所述第一硬件同步锁的任务类型值。

17.根据权利要求 11 至 16 任一项所述的系统，所述第一数据处理任务的任务类型为读任务类型；

所述硬件同步锁管理单元用于在所述第二数量个时钟周期之后，将所述第一硬件同步锁的任务类型值由第一数值更新为第二数值。

18.根据权利要求 11 至 17 任一项所述的系统，所述向量处理单元包括第三分布式同步锁；

所述标量处理单元用于向所述向量处理单元发送第三任务指令，并向所述直接内存访问单元发送第四任务指令，所述第三任务指令包括第三数据处理任务和第二同步锁标识所指示的第三分布式同步锁，所述第四任务指令包括第四数据处理任务；

所述向量处理单元用于在所述第三分布式同步锁的工作状态值为表征空闲状态的预设值，且所述第三分布式同步锁的任务类型值满足所述第三数据处理任务的执行条件的情况下，执行所述第三数据处理任务，并在所述第三数据处理任务完成后向所述硬件同步锁管理单元发送任务完成指令；

所述硬件同步锁管理单元用于基于所述任务完成指令，更新硬件同步锁序列中所述第二同步锁标识所指示的第二硬件同步锁的任务类型值；

所述直接内存访问单元用于在所述第二硬件同步锁的任务类型值发生更新的情况下，执行所述第四数据处理任务。

19.一种芯片，所述芯片包括如权利要求 11 至 18 任一项所述的数据处理系统。

20.一种终端，所述终端包括处理器和存储器，所述存储器中存储有如权利要求 1 至 10 任一项所述的数据处理方法，所述处理器用于通过数据处理系统实现所述数据处理方法。

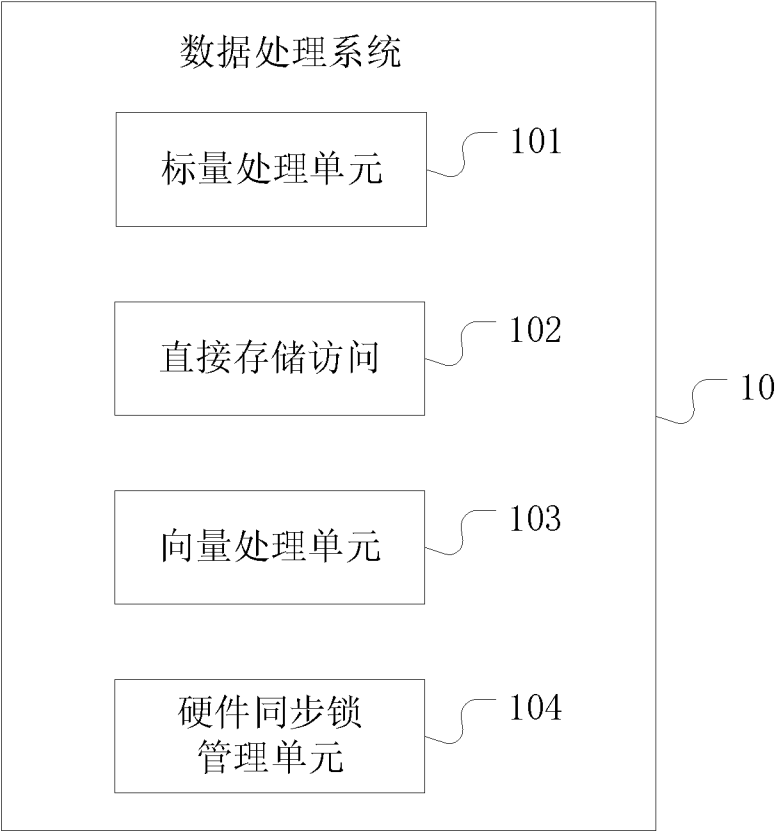


图 1

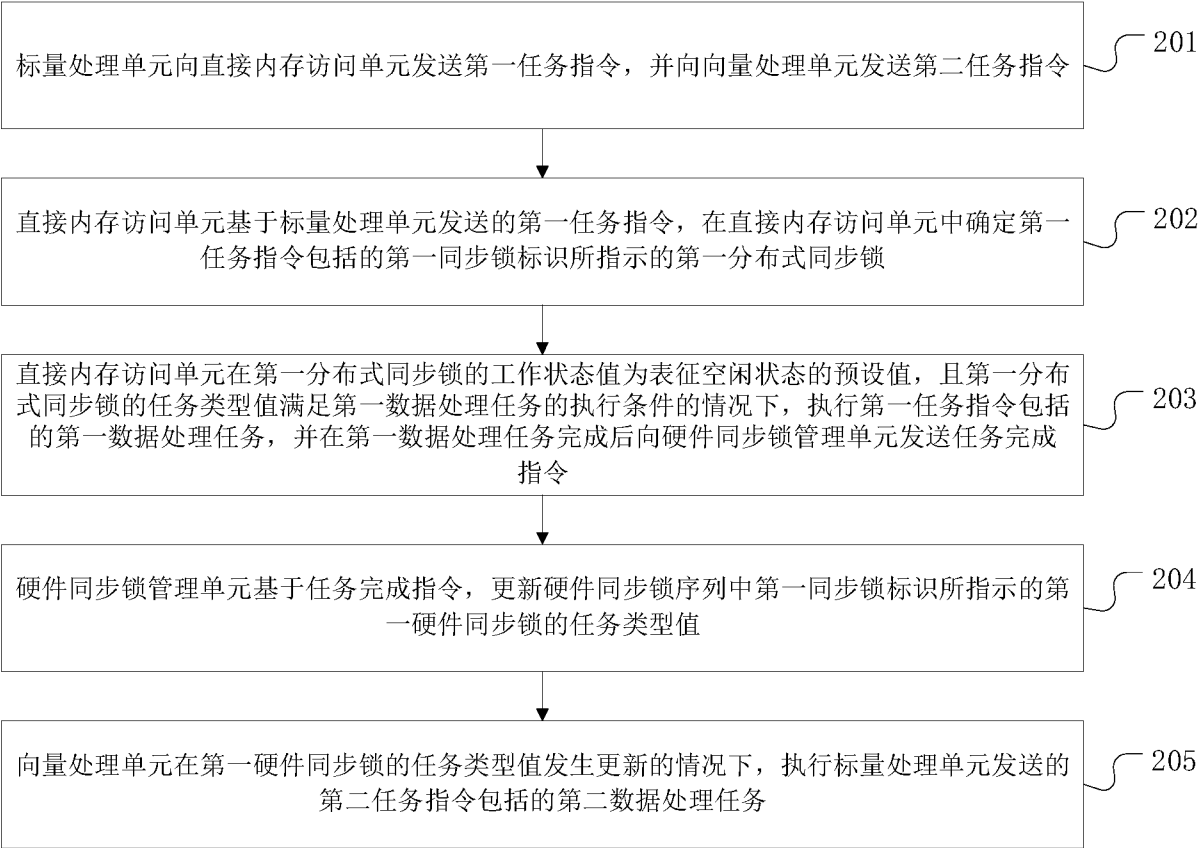


图 2

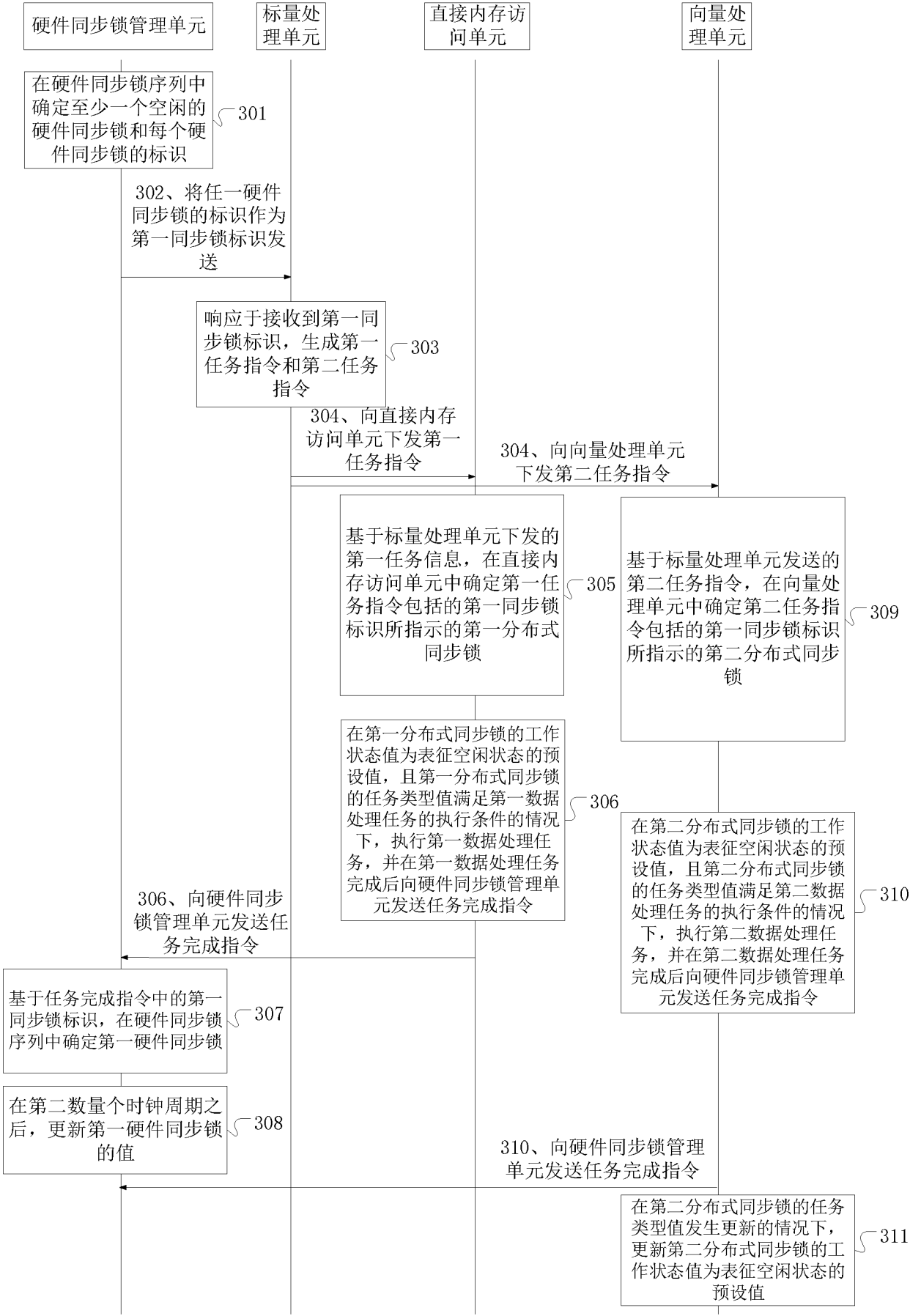


图 3

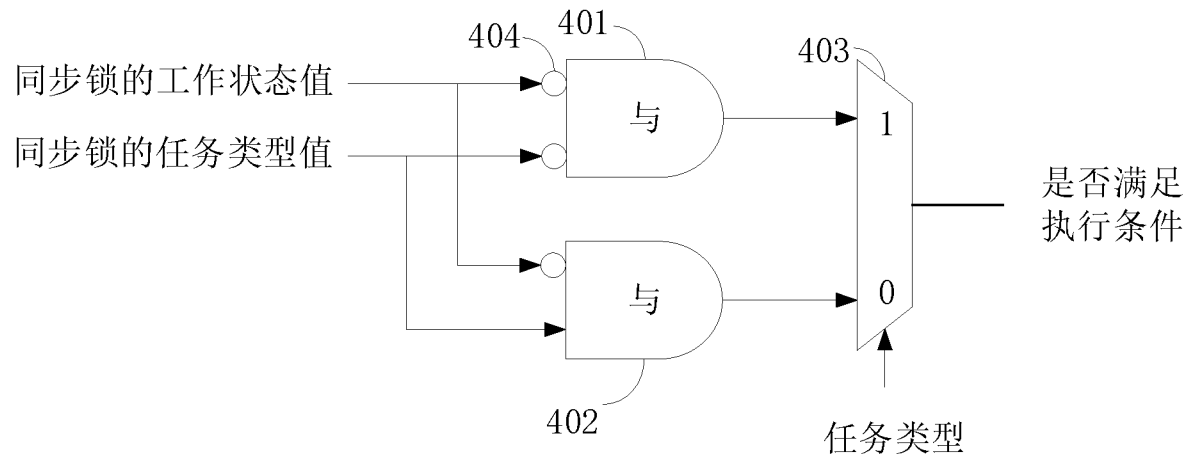


图 4

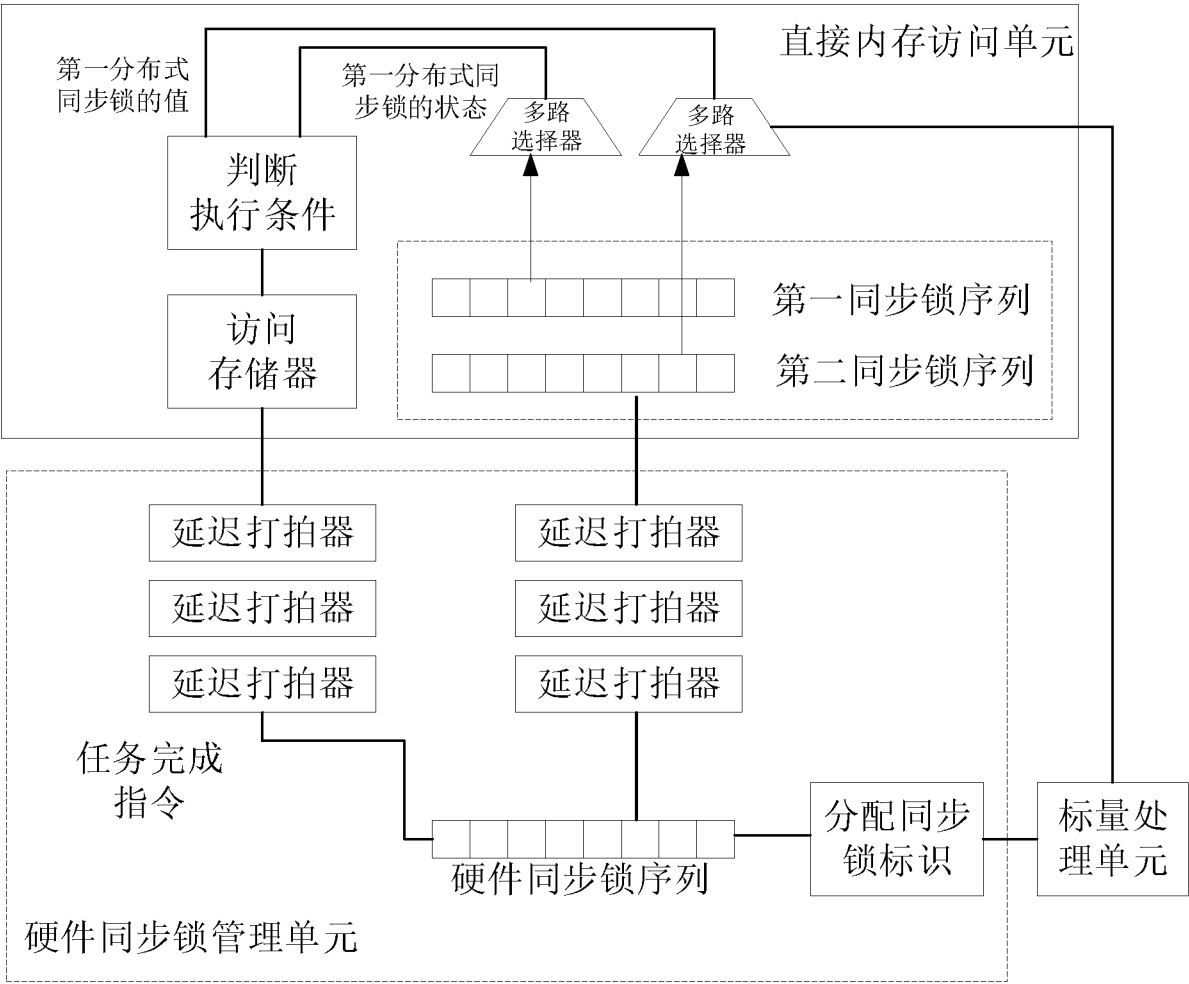


图 5

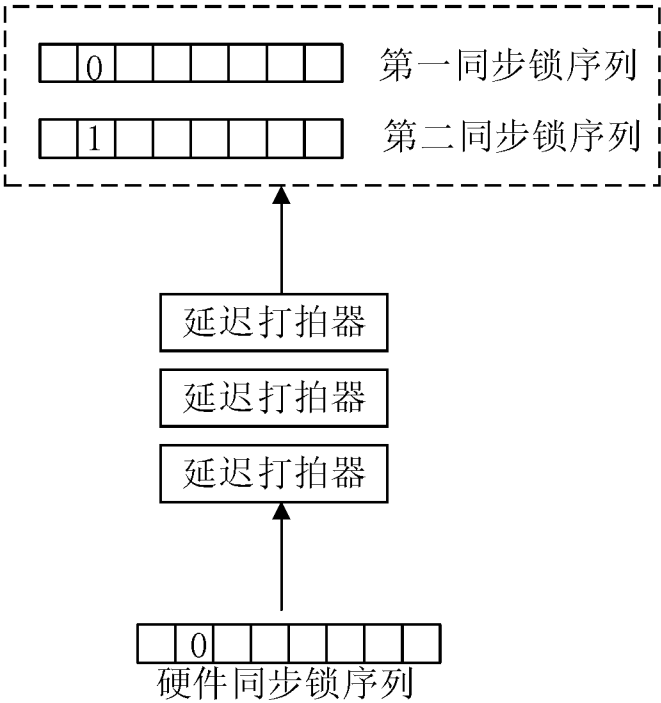


图 6

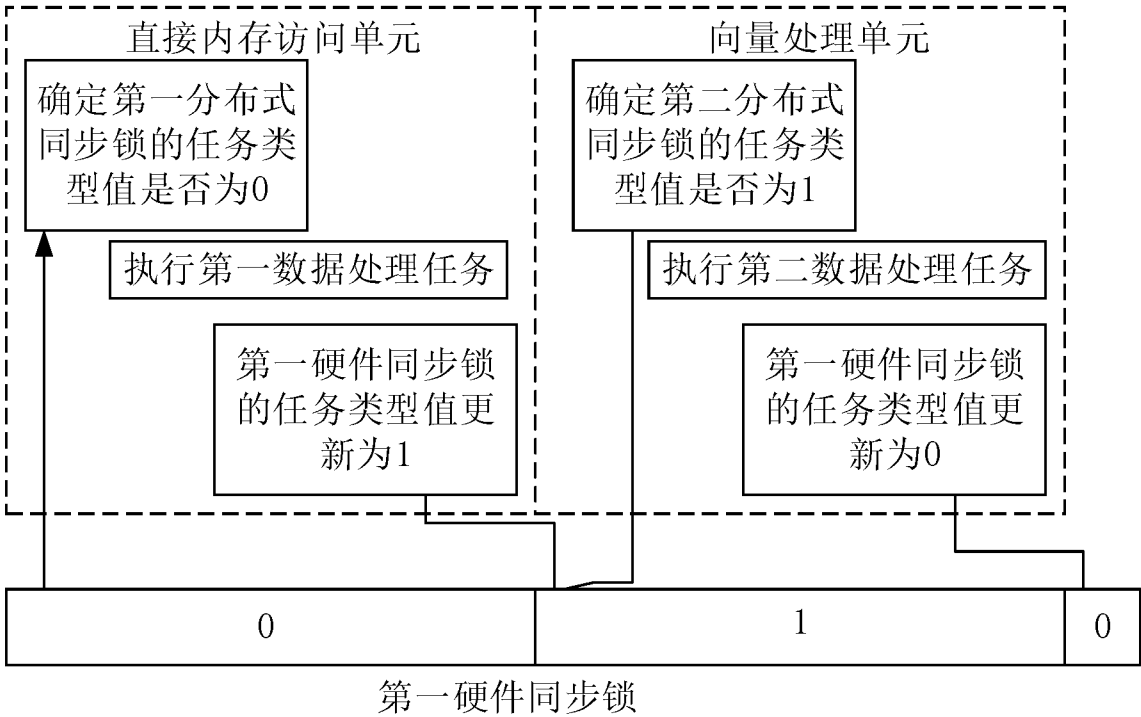


图 7

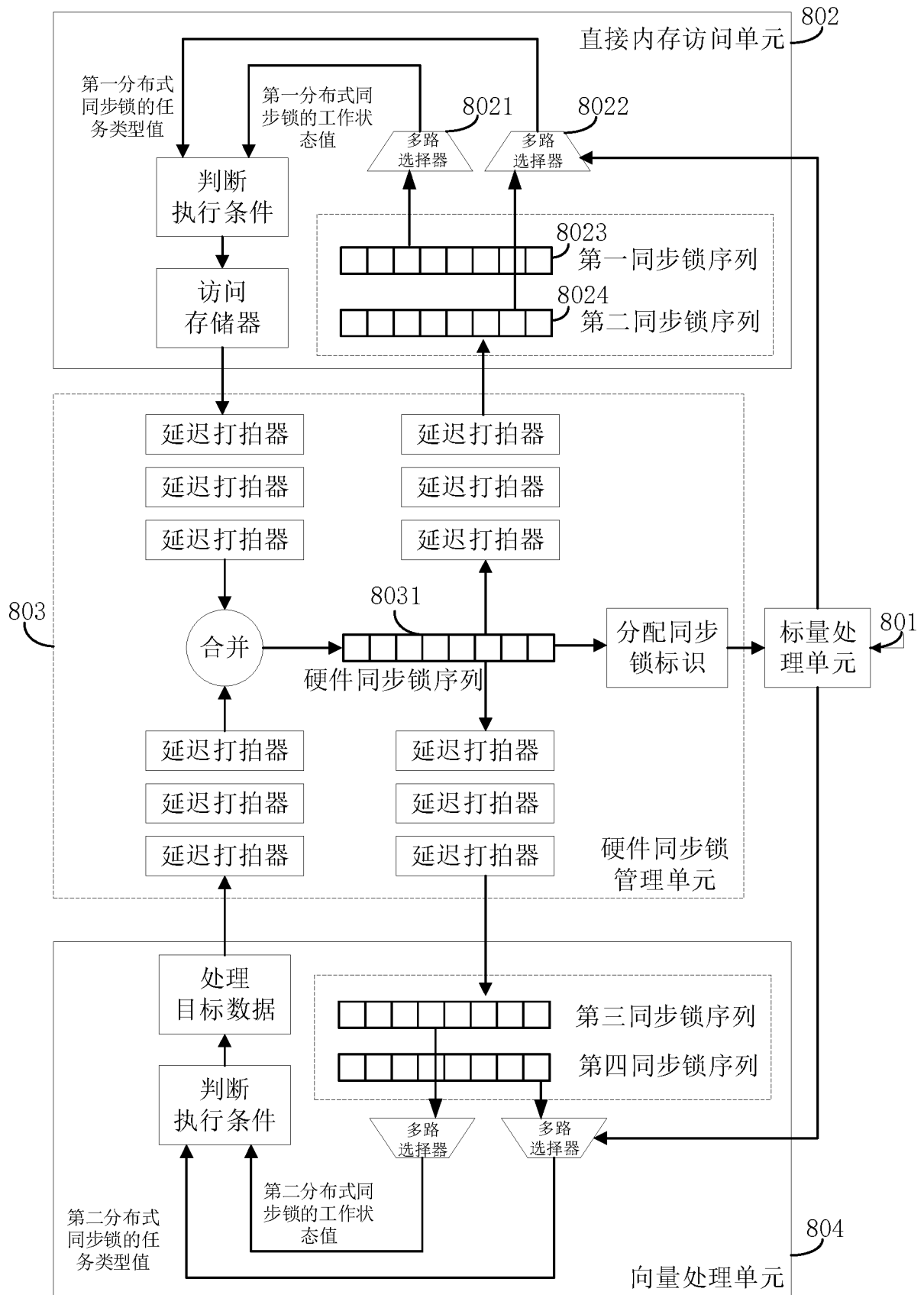


图 8

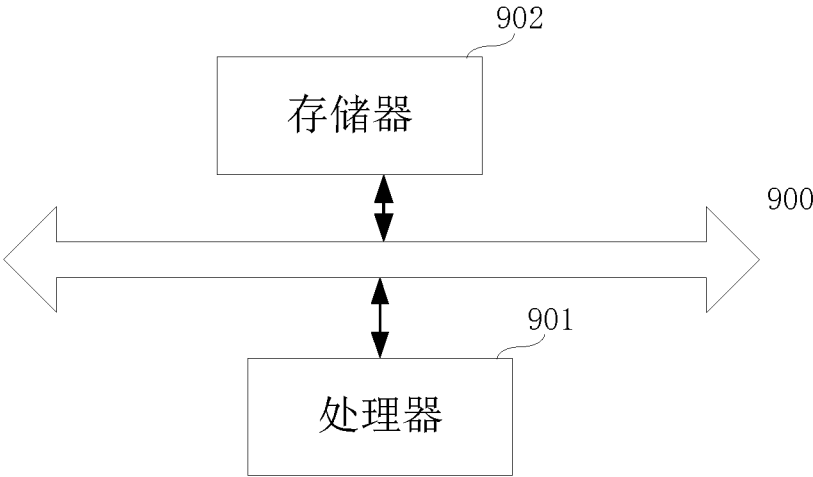


图 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/076589

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                         |                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>G06F 13/28(2006.01)i<br><br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                         |                                                                            |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>IPC:G06F 13/-<br><br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br><br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>CNTXT; CNABS; WPABS; DWPI; ENTXT; ENTXTC; CNKI: 直接内存访问单元, 向量处理单元, 标量处理单元, 同步锁, 分布式锁, 更新, 空闲, 数据处理, 延迟, 读, 写; SPU, DMA, VPU, idle, data processing, synchronous lock, update, distributed lock, write, read, delay                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                         |                                                                            |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                         |                                                                            |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                      | Relevant to claim No.                                                      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 108536526 A (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 14 September 2018 (2018-09-14)<br>claims 1-4                                   | 1, 3, 5-11, 13, 15-20                                                      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 114691376 A (SHENZHEN TCL NEW TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 July 2022 (2022-07-01)<br>description, paragraphs 52-65                       | 1, 3, 5-11, 13, 15-20                                                      |
| PX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CN 116955244 A (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 27 October 2023 (2023-10-27)<br>claims 1-20, and description, paragraphs 5-149 | 1-20                                                                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 112799791 A (PING AN PUHUI ENTERPRISE MANAGEMENT CO., LTD.) 14 May 2021 (2021-05-14)<br>entire document                              | 1-20                                                                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 113986534 A (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 28 January 2022 (2022-01-28)<br>entire document                                | 1-20                                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                         |                                                                            |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |                                                                                                                                         |                                                                            |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>21 March 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                         | Date of mailing of the international search report<br><b>22 March 2024</b> |
| Name and mailing address of the ISA/CN<br><b>China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN)<br/>China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                         | Authorized officer<br><br><br><br>Telephone No.                            |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2024/076589**

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 9785471 B1 (IBM) 10 October 2017 (2017-10-10)<br>entire document                | 1-20                  |
| -----     |                                                                                    |                       |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CN2024/076589**

| Patent document<br>cited in search report |           |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |            |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------|----|--------------------------------------|-------------------------|------------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 108536526 | A  | 14 September 2018                    | WO                      | 2018157836 | A1 | 07 September 2018                    |
|                                           |           |    |                                      | CN                      | 108536526  | B  | 13 September 2022                    |
| CN                                        | 114691376 | A  | 01 July 2022                         | None                    |            |    |                                      |
| CN                                        | 116955244 | A  | 27 October 2023                      | None                    |            |    |                                      |
| CN                                        | 112799791 | A  | 14 May 2021                          | None                    |            |    |                                      |
| CN                                        | 113986534 | A  | 28 January 2022                      | None                    |            |    |                                      |
| US                                        | 9785471   | B1 | 10 October 2017                      | None                    |            |    |                                      |

A.主题的分类

G06F 13/28(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 13/-

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))

CNTEXT;CNABS;WPABS;DWPI;ENTXT;ENTXTC;CNKI:直接内存访问单元, 向量处理单元, 标量处理单元, 同步锁, 分布式锁, 更新, 空闲, 数据处理, 延迟, 读, 写; SPU, DMA,VPU, idle, data processing, synchronous lock, update, distributed lock, write, read, delay

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               |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y   | CN 108536526 A (腾讯科技(深圳)有限公司) 2018年9月14日 (2018 - 09 - 14)<br>权利要求1-4               | 1、3、5-11、<br>13、15-20 |
| Y   | CN 114691376 A (深圳TCL新技术有限公司) 2022年7月1日 (2022 - 07 - 01)<br>说明书第52-65段             | 1、3、5-11、<br>13、15-20 |
| PX  | CN 116955244 A (腾讯科技(深圳)有限公司) 2023年10月27日 (2023 - 10 - 27)<br>权利要求1-20, 说明书第5-149段 | 1-20                  |
| A   | CN 112799791 A (平安普惠企业管理有限公司) 2021年5月14日 (2021 - 05 - 14)<br>全文                    | 1-20                  |
| A   | CN 113986534 A (腾讯科技(深圳)有限公司) 2022年1月28日 (2022 - 01 - 28)<br>全文                    | 1-20                  |
| A   | US 9785471 B1 (IBM) 2017年10月10日 (2017 - 10 - 10)<br>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

2024年3月21日

国际检索报告邮寄日期

2024年3月22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

李燕东

电话号码 (+86) 62411735

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2024/076589

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|----|----------------|------|------------|----|----------------|
| CN          | 108536526 | A  | 2018年9月14日     | WO   | 2018157836 | A1 | 2018年9月7日      |
|             |           |    |                | CN   | 108536526  | B  | 2022年9月13日     |
| CN          | 114691376 | A  | 2022年7月1日      | 无    |            |    |                |
| CN          | 116955244 | A  | 2023年10月27日    | 无    |            |    |                |
| CN          | 112799791 | A  | 2021年5月14日     | 无    |            |    |                |
| CN          | 113986534 | A  | 2022年1月28日     | 无    |            |    |                |
| US          | 9785471   | B1 | 2017年10月10日    | 无    |            |    |                |