



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115145496 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 04

(21) 申请号 202211075410.3

(22) 申请日 2022.09.05

(71) 申请人 中国汽车技术研究中心有限公司  
地址 300300 天津市东丽区先锋东路68号  
申请人 中汽数据(天津)有限公司

(72) 发明人 何绍清 李旭 张鹏 侯庆坤  
程旭 张聪聪 张强 蒋荣

(51) Int.Cl.  
G06F 3/06 (2006.01)  
H03M 7/30 (2006.01)

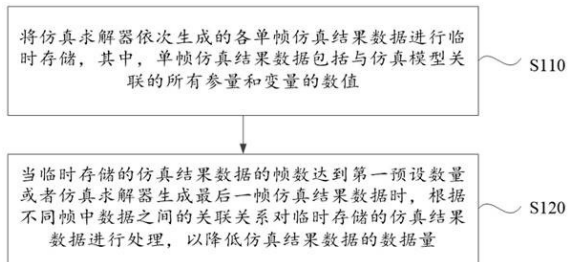
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

## (54) 发明名称

一种仿真结果数据处理方法、设备和存储介质

## (57) 摘要

本发明涉及数据处理领域,公开了一种仿真结果数据处理方法、设备和存储介质。该方法包括:将仿真求解器依次生成的各单帧仿真结果数据进行临时存储,其中,单帧仿真结果数据包括与仿真模型关联的所有参量和变量的数值;当临时存储的仿真结果数据的帧数达到第一预设数量或者仿真求解器生成最后一帧仿真结果数据时,根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理,以降低仿真结果数据的数据量。本实施例实现了最大限度地压缩仿真结果数据,且不降低仿真结果数据的精度,从根本上解决了大规模仿真模型的输出和存储难题。



1. 一种仿真结果数据处理方法,其特征在于,包括:

将仿真求解器依次生成的各单帧仿真结果数据进行临时存储,其中,单帧仿真结果数据包括与仿真模型关联的所有参量和变量的数值;

当临时存储的仿真结果数据的帧数达到第一预设数量或者仿真求解器生成最后一帧仿真结果数据时,根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理,以降低仿真结果数据的数据量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理,以降低仿真结果数据的数据量,包括下述至少一种:

若临时存储的各单帧仿真结果数据中的数值均相同,则利用任意单帧仿真结果数据中的数值、仿真结果数据的帧数以及第一关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据;

若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值相同,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述部分相邻单帧中任意单帧的仿真结果数据中的数值、所述部分相邻单帧的帧数以及第二关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据;

若临时存储的相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足一次线性关系,则利用所述一次线性关系中的斜率、截距以及第三关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据;

若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足一次线性关系,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述线性关系中的斜率、截距、部分相邻单帧的帧数以及第四关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据;

若临时存储的相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足二次线性关系 $y=ax^2+bx+c$ ,则利用所述二次线性关系的 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 以及第五关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据;

若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足二次线性关系 $y=ax^2+bx+c$ ,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述二次线性关系的 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、部分相邻单帧的帧数以及第六关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据;

若临时存储的相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足三角函数关系 $y=A\sin(\omega x+\phi)+b$ ,则利用所述三角函数关系的振幅 $A$ 、周期 $2\pi/\omega$ 、相位 $\phi$ 、偏移量 $b$ 以及第七关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据,其中, $\omega$ 表示角速度;

若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足三角函数关系 $y=A\sin(\omega x+\phi)+b$ ,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述三角函数关系的振幅 $A$ 、周期 $2\pi/\omega$ 、相位 $\phi$ 、偏移量 $b$ 、部分相邻单帧的帧数以及第八关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,包括:

所述部分相邻单帧的帧数达到第二预设数量,或者,所述部分相邻单帧的帧数占临时存储的全部单帧的总帧数的百分比达到预设比例。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

若所述仿真模型关联的第一变量在所有帧或在部分相邻帧中的数值,与所述仿真模型关联的第二变量在对应帧中的数值构成一次线性关系,则利用一次线性关系中的斜率、截距、所述第一变量的索引值以及第九关系标识代替在所述对应帧中所述第二变量的数值;

若所述第一变量与所述第二变量在定值延时下具有部分一次线性关联关系,则利用一次线性关系中的斜率、截距、所述第一变量的索引值、延时帧数、关联帧数以及第十关系标识代替在关联帧中所述第二变量的数值。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

将各单帧仿真结果数据中第一目标数据的数据类型从双精度类型转换为所述第一目标数据的原有数据类型;

其中,所述原有数据类型包括布尔类型或者整数类型;

将各单帧仿真结果数据中第二目标数据的数据类型从双精度类型转换为布尔类型或者整数类型,所述第二目标数据基于其数值确定。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

基于变量类型的经验表达方式确定所述不同帧中数据之间的关联关系;

基于变量名称的经验表达方式确定所述不同帧中数据之间的关联关系;

基于上一段落中不同帧中数据之间的关联关系确定相邻的下一段落中不同帧中数据之间的关联关系;其中,各段落中包括第一预设数量的单帧仿真结果数据。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述仿真模型包括电池关联的仿真模型或者汽车关联的仿真模型。

8. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括:

处理器和存储器;

所述处理器通过调用所述存储器存储的程序或指令,用于执行如权利要求1至7任一项所述的仿真结果数据处理方法的步骤。

9. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储程序或指令,所述程序或指令使计算机执行如权利要求1至7任一项所述的仿真结果数据处理方法的步骤。

## 一种仿真结果数据处理方法、设备和存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理领域,尤其涉及一种仿真结果数据处理方法、设备和存储介质。

### 背景技术

[0002] 仿真模型在汽车、燃料电池等领域具有广泛的应用,其中一些大规模仿真模型的参量、变量较多、计算过程较复杂、并产生大量中间变量,导致仿真结果数据臃肿庞杂,在输出和存储仿真结果数据的过程中,海量数据会快速消耗CPU、内存、硬盘等资源,进而出现计算机资源耗尽、线程进程卡顿、甚至卡断等现象,如此限制了需要输出和存储海量仿真结果数据的大规模仿真模型的规模上限,也阻碍了其仿真技术的开发、应用和推广。

[0003] 有鉴于此,特提出本发明。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种仿真结果数据处理方法、设备和存储介质,实现了最大限度地压缩仿真结果数据,且不降低仿真结果数据的精度,从根本上解决了大规模仿真模型的输出和存储难题。

[0005] 本发明实施例提供了一种仿真结果数据处理方法,该方法包括:

将仿真求解器依次生成的各单帧仿真结果数据进行临时存储,其中,单帧仿真结果数据包括与仿真模型关联的所有参量和变量的数值;

当临时存储的仿真结果数据的帧数达到第一预设数量或者仿真求解器生成最后一帧仿真结果数据时,根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理,以降低仿真结果数据的数据量。

[0006] 本发明实施例提供了一种电子设备,所述电子设备包括:

处理器和存储器;

所述处理器通过调用所述存储器存储的程序或指令,用于执行任一实施例所述的仿真结果数据处理方法的步骤。

[0007] 本发明实施例提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储程序或指令,所述程序或指令使计算机执行任一实施例所述的仿真结果数据处理方法的步骤。

[0008] 本发明实施例具有以下技术效果:

通过根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理,实现了最大限度地压缩仿真结果数据,且不降低仿真结果数据的精度,从根本上解决了大规模仿真模型的输出和存储难题。

### 附图说明

[0009] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体

实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0010] 图1是本发明实施例提供的一种仿真结果数据处理方法的流程图;  
图2是本发明实施例提供的一种对仿真结果数据进行处理的过程示意图;  
图3为本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0011] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明的技术方案进行清楚、完整的描述。显然,所描述的实施例仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施例,都属于本发明所保护的范围。

[0012] 本发明实施例提供的仿真结果数据处理方法可以由电子设备执行。图1是本发明实施例提供的一种仿真结果数据处理方法的流程图。参见图1,该仿真结果数据处理方法具体包括如下步骤:

S110、将仿真求解器依次生成的各单帧仿真结果数据进行临时存储,其中,单帧仿真结果数据包括与仿真模型关联的所有参量和变量的数值。

[0013] 其中,仿真求解器指在进行模型仿真时用于计算仿真结果数据的求解内核。仿真结果数据指模型仿真时由仿真求解器生成的所有帧中的参量和变量的数值的总和。

[0014] 特别的,仿真求解器以帧为单位输出仿真结果数据,每帧仿真结果数据中包括仿真模型关联的所有参量和变量在该帧对应时刻的数值。即仿真求解器具有输出数据的时间特殊性,随着时间的推移,仿真求解器依次输出各单帧仿真结果数据。

[0015] 所述仿真模型包括电池关联的仿真模型或者汽车关联的仿真模型。根据应用场景的不同,仿真模型可以变化。

[0016] S120、当临时存储的仿真结果数据的帧数达到第一预设数量或者仿真求解器生成最后一帧仿真结果数据时,根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理,以降低仿真结果数据的数据量。

[0017] 可选的,以第一预设数量的仿真结果数据帧作为一个段落,对该段落内的仿真结果数据帧进行处理。

[0018] 示例性的,根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理,包括下述至少一种:

121、若临时存储的各单帧仿真结果数据中的数值均相同,则利用任意单帧仿真结果数据中的数值、仿真结果数据的帧数以及第一关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据。

[0019] 其中,第一关系标识可以是T1,用于表示临时存储的各单帧仿真结果数据中的数值均相同的关联关系。

[0020] 例如,临时存储了4帧仿真结果数据,每帧仿真结果数据中的数值均为1,即{1,1,1,1},此时则利用任意单帧仿真结果数据中的数值1、仿真结果数据的帧数4以及第一关系标识T1,即{T1,1,4}代替临时存储的全部仿真结果数据。

[0021] 122、若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值相同,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述部分相邻单帧中任意单帧的仿真结果数据中的数值、所述部分相邻单帧的帧数以及第二关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据。

[0022] 例如临时存储了7帧仿真结果数据,前三帧的仿真结果数据均为1,后四帧的仿真结果数据均为2,可表示为{1,1,1,2,2,2,2},此时可利用所述部分相邻单帧中任意单帧的仿真结果数据中的数值(即1和2)、所述部分相邻单帧的帧数(即3和4)以及第二关系标识(例如T2)代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据(例如{1,1,1}以及{2,2,2,2}),具体可以表示为{T2,1,3,2,4}。其中,第二关系标识T2用于表示临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值相同的关联关系。

[0023] 123、若临时存储的相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足一次线性关系,则利用所述一次线性关系中的斜率、截距以及第三关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据。

[0024] 例如临时存储了5帧仿真结果数据,分别是{1,3,5,7,9},相邻单帧的仿真结果数据中的数值之间满足一次线性关系 $y=kx+b$ ,具体是 $y=2x+1$ ,此时可利用一次线性关系中的斜率 $k=2$ 、截距 $b=1$ 以及第三关系标识T3代替临时存储的全部仿真结果数据,即临时存储的全部仿真结果数据可以用{T3,2,1}代替,可明显减少仿真结果数据的数据量。第三关系标识T3用于表示临时存储的相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足一次线性关系的关联关系。

[0025] 124、若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足一次线性关系,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述线性关系中的斜率、截距、部分相邻单帧的帧数以及第四关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据。

[0026] 例如临时存储了7帧仿真结果数据,前4帧的仿真结果数据满足一次线性关系 $y=x+1$ ,具体是{1,2,3,4,9,2,1},可以利用{T4,1,1,4}代替前4帧的仿真结果数据。第四关系标识T4用于表示临时存储的前4帧的仿真结果数据满足线性关系的关联关系。

[0027] 125、若临时存储的相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足二次线性关系 $y=ax^2+bx+c$ ,则利用所述二次线性关系的 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 以及第五关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据;

126、若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足二次线性关系 $y=ax^2+bx+c$ ,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述二次线性关系的 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、部分相邻单帧的帧数以及第六关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据。

[0028] 127、若临时存储的相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足三角函数关系 $y=A\sin(\omega x+\phi)+b$ ,则利用所述三角函数关系的振幅 $A$ 、周期 $2\pi/\omega$ 、相位 $\phi$ 、偏移量 $b$ 以及第七关系标识代替临时存储的全部仿真结果数据,其中, $\omega$ 表示角速度。

[0029] 128、若临时存储的部分相邻单帧的仿真结果数据中的数值满足三角函数关系 $y=A\sin(\omega x+\phi)+b$ ,且所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,则利用所述三角函数关系的振幅 $A$ 、周期 $2\pi/\omega$ 、相位 $\phi$ 、偏移量 $b$ 、部分相邻单帧的帧数以及第八关系标识代替临时存储的所述部分相邻单帧中的仿真结果数据。

[0030] 可以理解的是,若根据仿真模型可确定所有帧或者部分相邻帧中的数据满足某一

关系(可以是线性关系,还可以是比较复杂的非线性关系),则可以基于该关系对相关帧中的数据进行表示,达到降低仿真结果数据的数据量的目的。

[0031] 进一步的,所述部分相邻单帧的帧数符合预设条件,包括:

所述部分相邻单帧的帧数达到第二预设数量,或者,所述部分相邻单帧的帧数占临时存储的全部单帧的总帧数的百分比达到预设比例。可以理解的是,所述部分相邻单帧的帧数越多,则本发明实施例的技术方案的有益效果越突出,因此,为了保证一定的效果,可对所述部分相邻单帧的帧数进行限定。

[0032] 进一步的,除了根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理之外,还可以根据变量在不同帧中的数值关系对临时存储的仿真结果数据进行处理。

[0033] 示例性的,若所述仿真模型关联的第一变量在所有帧或在部分相邻帧中的数值,与所述仿真模型关联的第二变量在对应帧中的数值构成一次线性关系,则利用一次线性关系中的斜率、截距、所述第一变量的索引值以及第九关系标识代替在所述对应帧中所述第二变量的数值。

[0034] 例如,临时存储了5帧仿真结果数据,每帧仿真结果数据中均包括第一变量A的数值以及第二变量B的数值,第一变量A在该5帧仿真结果数据中的数值分别是{1,3,5,7,9},第二变量B在该5帧仿真结果数据中的数值分别是{2,4,6,8,10},可以发现,第一变量A与第二变量B之间满足 $B=A+1$ 的一次线性关系,此时可以利用一次线性关系中的斜率1、截距1、所述第一变量A的索引值(该索引值可以与第一变量的变量符号A相同,即该索引值表示为A)以及第九关系标识T9(即{T9,A,1,1})代替在所述对应帧中所述第二变量的数值。其中,第九关系标识T9用于表示仿真模型关联的第一变量在所有帧或在部分相邻帧中的数值,与所述仿真模型关联的第二变量在对应帧中的数值构成一次线性关系的关联关系。

[0035] 若所述第一变量与所述第二变量在定值延时下具有部分一次线性关联关系,则利用一次线性关系中的斜率、截距、所述第一变量的索引值、延时帧数、关联帧数以及第十关系标识代替在关联帧中所述第二变量的数值。

[0036] 进一步的,还可以通过改变仿真结果数据中各数据的数据类型,达到降低数据量的目的。由于仿真求解器只能输出双精度类型的数据,导致数据占用的存储位数较多,而实际中,有些数据并没必要存储为双精度类型,此时只需按照一些数据的原有数据类型,将其恢复即可。

[0037] 可选的,所述方法还包括:

将各单帧仿真结果数据中第一目标数据的数据类型从双精度类型转换为所述第一目标数据的原有数据类型;其中,所述原有数据类型包括布尔类型或者整数类型;所述第一目标数据指原有数据类型不是双精度类型的数据。仿真求解器输出的仿真结果数据中包括对各参量或者变量的原有数据类型的说明,因此可以通过该说明识别哪些是第一目标数据,将该类第一目标数据的数据类型从双精度类型转换为其原有数据类型。双精度类型的数据所占存储位为64位,布尔类型的数据所占存储位为1位,整数类型的数据所占存储位为32位,因此通过将双精度类型的数据转换为布尔类型或者整数类型可以达到降低数量的目的。

[0038] 进一步的,有些参量或者变量,其数据精度高于其所需,针对此类数据,将其数据

类型从双精度类型转换为整数类型或者布尔类型。例如双精度类型的变量A在连续的6帧仿真结果数据中的数值分别为{0.0000, 1.0000, 0.0000, 0.0000, 1.0000, 1.0000}，其数值显示变量A除了0就是1，其没必要使用双精度类型，故可将其转换为整数类型，以达到降低数据量的目的。示例性的，所述方法还包括：

将各单帧仿真结果数据中第二目标数据的数据类型从双精度类型转换为布尔类型或者整数类型，所述第二目标数据基于其数值确定。

[0039] 进一步的，所述方法还包括：

基于变量名称的经验表达方式（例如电压U、电阻R和电流I之间的关系 $U=IR$ ；或者自定义的变量名称之间的关系，例如自定义变量名称为F的数据与变量名称为G的数据之间满足 $G=F+1$ 的关系）确定不同帧中数据之间的关联关系；基于上一段落中不同帧中数据之间的关联关系确定相邻的下一段落中不同帧中数据之间的关联关系；其中，各段落中包括第一预设数量的单帧仿真结果数据，例如每1万帧的仿真结果数据可以看作是一个段落。

[0040] 类似的，优先判断拥有相似、类似名称的变量在不同帧中的数值关系，然后再参考其它变量在上一段落的不同帧中的数值关系，以此顺序确定各变量在不同帧中的数值关系。

[0041] 需要说明的是，根据不同帧中数据之间的关联关系对临时存储的仿真结果数据进行处理以及根据变量在不同帧中的数值关系对临时存储的仿真结果数据进行处理可分别独立进行。

[0042] 概括性的，上述对仿真结果数据进行处理的过程可以理解为是对仿真结果数据进行编码的过程，最终获得压缩数据，在需要使用仿真结果数据本身时再对压缩数据进行解码，获得压缩之前的原始数据。

[0043] 示例性的，参考如图2所示的一种对仿真结果数据进行处理的过程示意图，具体包括：对仿真结果数据的原始数据进行判断，以识别不同帧中数据之间的关联关系（将该过程定义为表达性判断），而后根据不同帧中数据之间的关联关系对仿真结果数据的原始数据进行处理，获得仿真结果数据的压缩数据（将该过程定义为表达性压缩数据的过程）。然后再对变量在不同帧中的数值关系进行判断（将该过程定义为相关性判断），而后根据变量在不同帧中的数值关系对仿真结果数据的原始数据进行处理，获得仿真结果数据的压缩数据（将该过程定义为相关性压缩数据的过程）。

[0044] 本发明实施例的技术方案采用“分段式”编码方式，“快速判断”参量、变量是否具有“表达性”、“关联性”，使用精简的表达方法、关联方法代替海量的仿真结果数据，且无损数据精度，从根本上解决大规模仿真模型的输出和存储难题。关于表达性的分析，本发明实施例仅做了一次、二次线性表达和三角函数表达的处理，在需要时，可以增加更多的表达方法，以实现更大压缩率，关于关联性的分析，本发明实施例仅做线性关联、延时关联处理，在需要时，可以增加更复杂的关联性分析，以实现更大压缩率。且本发明实施例的方案可以与传统方案共同使用，例如增加硬件设备的质量和数量，如使用高效CPU、增加内存、硬盘的容量。提高软件对数据的压缩率，如通过压缩算法或数据库格式来存储数据等。

[0045] 图3为本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。如图3所示，电子设备400包括一个或多个处理器401和存储器402。

[0046] 处理器401可以是中央处理单元（CPU）或者具有数据处理能力和/或指令执行能力



的其他形式的处理单元,并且可以控制电子设备400中的其他组件以执行期望的功能。

[0047] 存储器402可以包括一个或多个计算机程序产品,所述计算机程序产品可以包括各种形式的计算机可读存储介质,例如易失性存储器和/或非易失性存储器。所述易失性存储器例如可以包括随机存取存储器(RAM)和/或高速缓冲存储器(cache)等。所述非易失性存储器例如可以包括只读存储器(ROM)、硬盘、闪存等。在所述计算机可读存储介质上可以存储一个或多个计算机程序指令,处理器401可以运行所述程序指令,以实现上文所说明的本发明任意实施例的仿真结果数据处理方法以及/或者其他期望的功能。在所述计算机可读存储介质中还可以存储诸如初始外参、阈值等各种内容。

[0048] 在一个示例中,电子设备400还可以包括:输入装置403和输出装置404,这些组件通过总线系统和/或其他形式的连接机构(未示出)互连。该输入装置403可以包括例如键盘、鼠标等等。该输出装置404可以向外部输出各种信息,包括预警提示信息、制动力度等。该输出装置404可以包括例如显示器、扬声器、打印机、以及通信网络及其所连接的远程输出设备等等。

[0049] 当然,为了简化,图3中仅示出了该电子设备400中与本发明有关的组件中的一些,省略了诸如总线、输入/输出接口等等的组件。除此之外,根据具体应用情况,电子设备400还可以包括任何其他适当的组件。

[0050] 除了上述方法和设备以外,本发明的实施例还可以是计算机程序产品,其包括计算机程序指令,所述计算机程序指令在被处理器运行时使得所述处理器执行本发明任意实施例所提供的仿真结果数据处理方法的步骤。

[0051] 所述计算机程序产品可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本发明实施例操作的程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言,诸如Java、C++等,还包括常规的过程式程序设计语言,诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算设备上执行、部分地在用户设备上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算设备上部分在远程计算设备上执行、或者完全在远程计算设备或服务器上执行。

[0052] 此外,本发明的实施例还可以是计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令在被处理器运行时使得所述处理器执行本发明任意实施例所提供的仿真结果数据处理方法的步骤。

[0053] 所述计算机可读存储介质可以采用一个或多个可读介质的任意组合。可读介质可以是可读信号介质或者可读存储介质。可读存储介质例如可以包括但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。

[0054] 需要说明的是,本发明所用术语仅为了描述特定实施例,而非限制本申请范围。如本发明说明书中所示,除非上下文明确提示例外情形,“一”、“一个”、“一种”和/或“该”等词并非特指单数,也可包括复数。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法或者设备所固有的要素。在没有更

多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法或者设备中还存在另外的相同要素。

[0055] 还需说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”等应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0056] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案。

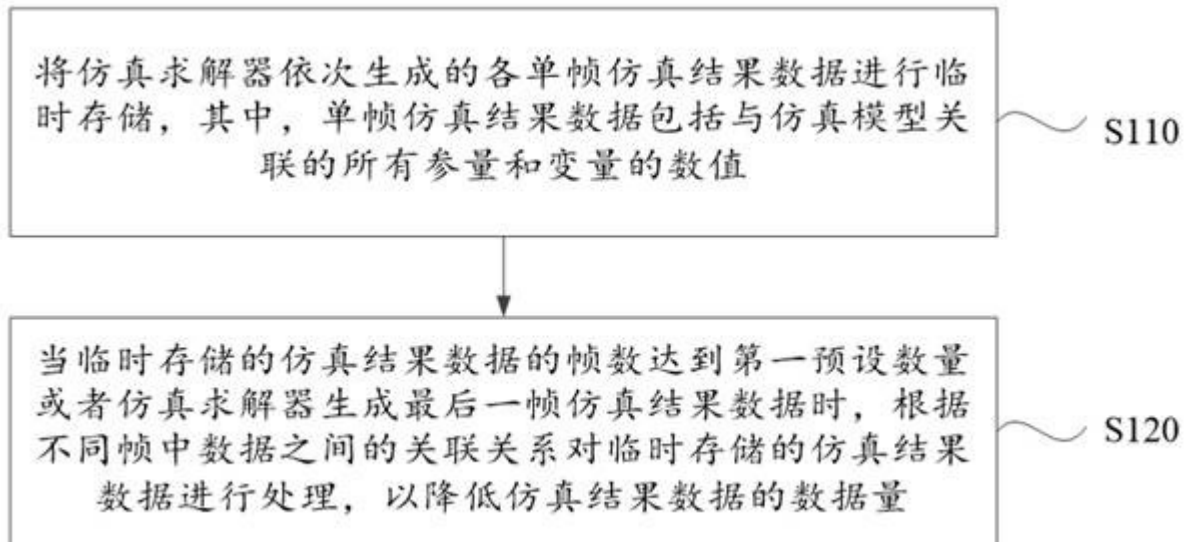


图1

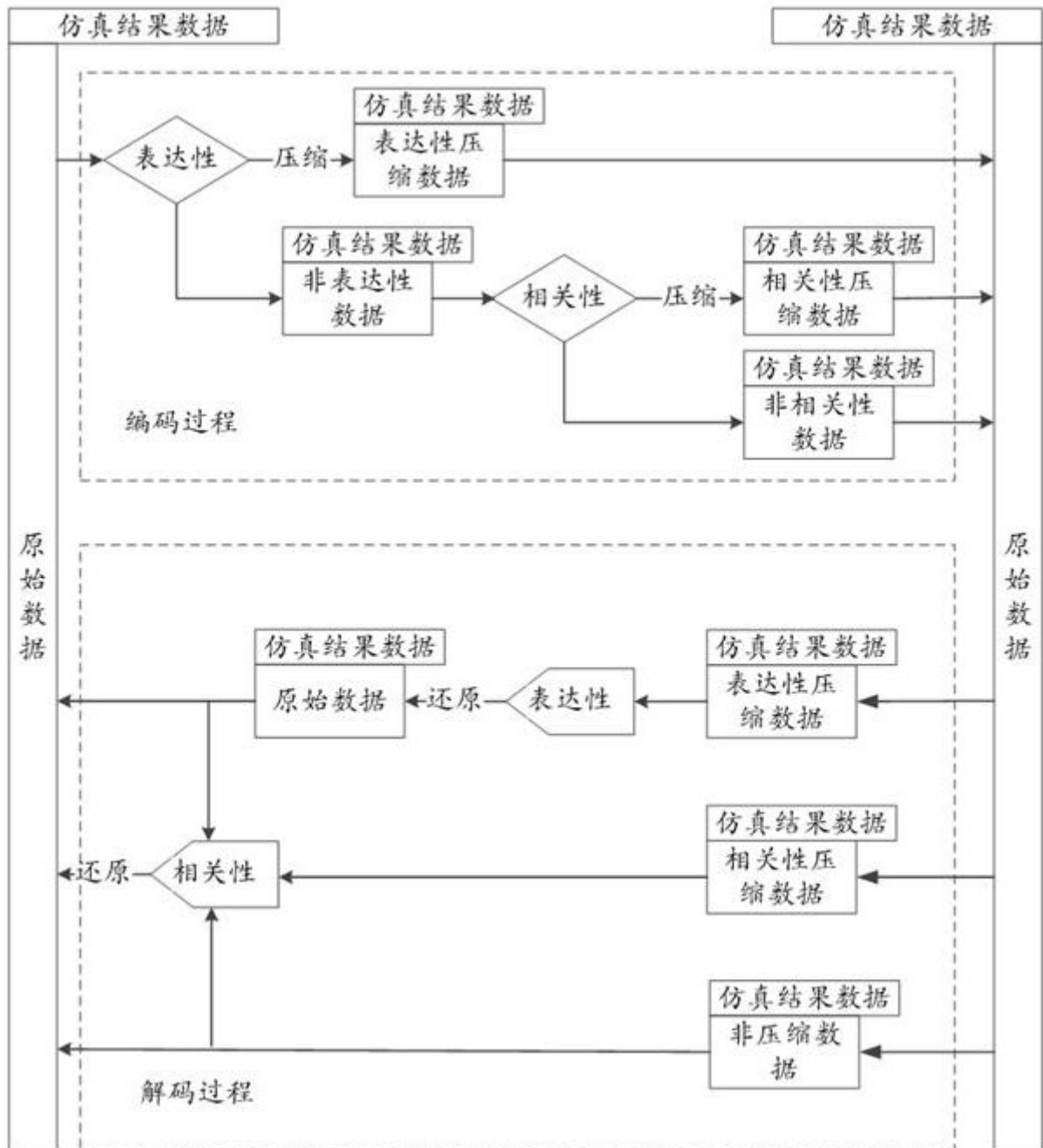


图2

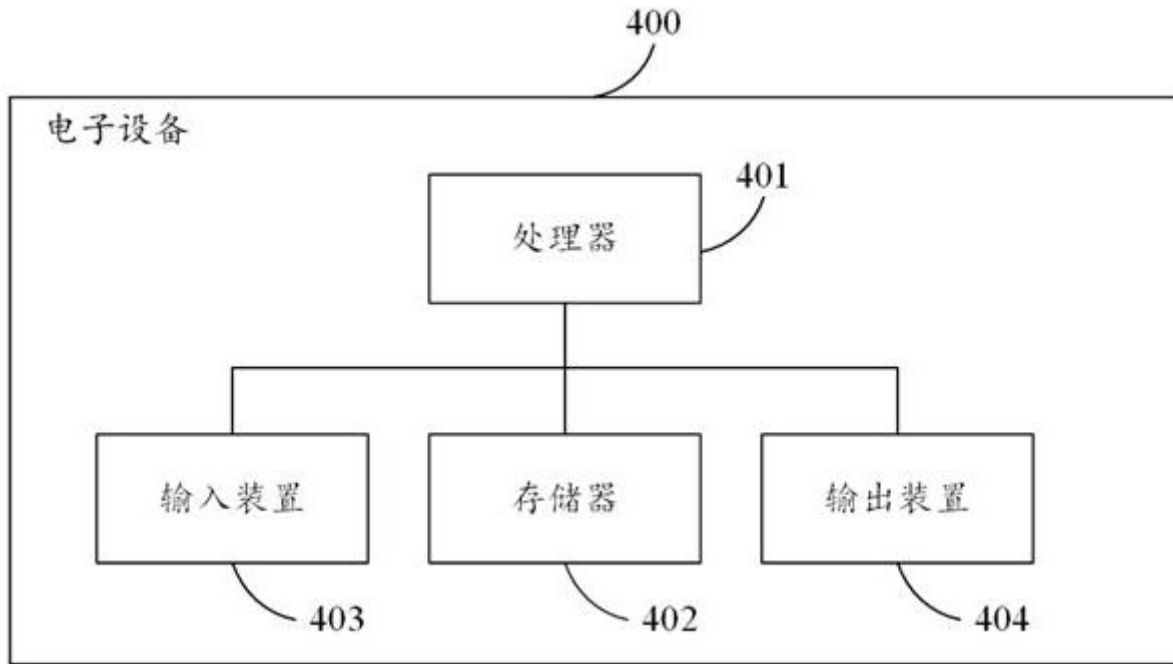


图3