

数据访问方法和装置

本申请要求于2023年11月28日提交中国专利局、申请号为202311605963.X、发明名称为“数据访问方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本申请涉及计算机技术领域，尤其涉及一种数据访问方法和装置。

背景技术

10 目前，在资源受限的芯片或者设备中可以部署基于WebAssembly虚拟机的运行系统。基于WebAssembly虚拟机的运行系统能够提供用于应用程序的运行环境，并由WebAssembly虚拟机解释并执行应用程序的字节码。

在应用程序安装或者运行阶段，应用程序通过调用WebAssembly虚拟机对应的运行环境中提供的接口，能够向该运行系统申请属于该应用程序的数据存储空间。该运行系统基于分配给该应用程序的数据存储空间对应的存储地址，为该应用程序构建引用变量，在引用变量中记录与该数据存储空间的存储地址
15 相关的地址信息，以便基于该引用变量的值更新应用程序中相应引用变量的数据内容。基于此，在应用程序需要访问该数据存储空间内存储的数据的情况下，WebAssembly虚拟机可以基于该应用程序提供的引用变量中的地址信息，访问该数据存储空间中的数据。

但是，在应用程序运行过程中，应用程序能够对应用程序中该引用变量进行修改。基于此，如果应用程序非法修改了该引用变量中与该数据存储空间相关的地址信息，那么就可能会导致WebAssembly虚拟机基于该引用变量中的地址信息就无法准确定位到该应用程序对应的数据存储空间，不仅可能会导致数据访问失败，还可能会将其他应用程序对应的数据存储空间内的数据发送给该应用程序，造成非法访问其他应用程序的数据的情况，影响了数据访问的安全
20 性和可靠性。
25

发明内容

本申请提供了一种数据访问方法和装置，以提高基于WebAssembly虚拟机的运行系统中数据访问的安全性和可靠性。

一方面，本申请提供了一种数据访问方法，应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统，所述方法包括：
30

获得应用程序发起的数据访问指示,所述数据访问指示携带有引用变量的第一变量数据,所述引用变量的第一变量数据用于指示待访问的目标数据的数据地址;

5 基于所述引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息,确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址,所述存储区标识信息用于标识所述应用程序对应的数据存储区;

获取所述引用变量关联的第一校验因子,所述第一校验因子为所述运行系统在为所述应用程序生成所述引用变量对应的变量数据的过程中,基于所述数据存储区的存储区地址计算出的;

10 基于所述存储区地址,计算第二校验因子;

如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同,基于所述引用变量的第一变量数据和所述存储区地址从所述数据存储区中获取所述目标数据。

在一种可能的实现方式中,在确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址之后,还包括:

15 基于所述存储区地址,获取所述数据存储区中记录的基础属性信息,所述基础属性信息包括所述数据存储区和应用程序关联的属性信息;

所述第一校验因子为基于所述数据存储区的存储区地址和基础属性信息计算出的;

所述基于所述存储区地址,计算第二校验因子,包括:

20 基于所述数据存储区中记录的基础属性信息和所述存储区地址,计算第二校验因子。

在又一种可能的实现方式中,在获得应用程序发起的数据访问指示之后,还包括:

25 获得所述引用变量的第一变量数据中的存储区类型标识,所述存储区类型标识属于第一类型标识和第二类型标识中一个,所述第一类型标识表明所述应用程序对应的数据存储区的存储容量不小于设定阈值,所述第二类型标识表明所述数据存储区的存储容量小于所述设定阈值;

其中,所述第一校验因子为基于所述数据存储区的存储区地址、基础属性信息和存储区类型标识计算出的;

所述基于所述数据存储区中记录的基础属性信息和所述存储区地址,计算第二校验因子,包括:

基于所述数据存储区中记录的基础属性信息、所述存储区地址和所述存储区类型标识,计算第二校验因子。

- 5 在又一种可能的实现方式中,所述获取所述引用变量关联的第一校验因子,包括:

如果所述存储区类型标识为第一类型标识,从所述引用变量的第一变量数据中获取第一校验因子;

- 10 如果所述存储区类型标识为第二类型标识,从所述数据存储区的属性存储区中,获取所述引用变量关联的第一校验因子。

在又一种可能的实现方式中,所述基于所述引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息,确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址,包括:

- 15 如果所述存储区类型标识为第一类型标识,获取所述引用变量的第一变量数据中记录的地址索引,基于所述地址索引确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址,所述地址索引用于指示所述数据存储区的存储区地址在地址存储表中的存储位置;

- 20 如果所述存储区类型标识为第二类型标识,获取所述引用变量的第一变量数据中记录的偏移信息,基于所述偏移信息确定所述数据存储区的存储区地址,所述偏移信息用于表征所述数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址,所述总空间起始地址为所述运行系统的总存储空间的起始地址。

在又一种可能的实现方式中,所述获取所述引用变量的第一变量数据中记录的偏移信息,基于所述偏移信息确定所述数据存储区的存储区地址,包括:

- 25 获得所述引用变量的第一变量数据中记录的第一偏移信息和第二偏移信息,所述第一偏移信息为所述相对偏移地址除以目标数量字节得到的余数,所述第二偏移信息为所述相对偏移地址除以所述目标数量字节得到的商;

基于所述第一偏移信息和所述第二偏移信息,确定所述数据存储区对应的所述相对偏移地址;

- 30 基于所述相对偏移地址确定所述数据存储区的存储区地址。

在又一种可能的实现方式中,所述引用变量的第一变量数据中包括所述目标数据在所述应用程序对应的数据存储区中的数据偏移地址;

所述如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同,基于所述引用变量的第一变量数据和所述存储区地址从所述数据存储区中获取所述目标数据,包括:

如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同,基于所述数据偏移地址和所述存储区地址,从所述数据存储区中获取所述目标数据。

在又一种可能的实现方式中,在所述获得应用程序发起的数据访问指示之前,还包括:

10 获得所述应用程序发起的存储区申请,所述存储区申请用于申请为所述应用程序分配目标存储容量的存储空间;

基于所述目标存储容量,为所述应用程序创建数据存储区,确定所述数据存储区对应的存储区类型标识,所述数据存储区的属性存储区中记录有与所述数据存储区和所述应用程序关联的基础属性信息,其中,如果所述目标存储容量不小于设定阈值,所述存储区类型标识为第一类型标识,如果所述目标存储容量小于设定阈值,所述存储区类型标识为第二类型标识;

基于所述数据存储区的存储区地址,确定所述数据存储区的存储区标识信息;

20 基于所述存储区地址、基础属性信息以及存储区类型标识,计算第一校验因子;

如果所述目标存储容量不小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识、第一校验因子和存储区标识信息的第二变量数据;

如果所述目标存储容量小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识和存储区标识信息的第三变量数据,将所述第一校验因子存储到所述数据存储区中的属性存储区。

在又一种可能的实现方式中,所述基于所述数据存储区的存储区地址,确定所述数据存储区的存储区标识信息,包括:

如果所述目标存储容量不小于设定阈值,将所述数据存储区的存储区地址存储到地址存储表,确定所述存储区地址在所述地址存储表中的地址索引,所述地址索引用于指示所述存储区地址在地址存储表中的存储位置;

如果所述目标存储容量小于设定阈值,确定所述数据存储区的存储区地址对应的偏移信息,所述偏移信息用于表征所述数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址,所述总空间起始地址为所述运行系统的总存储空间的起始地址;

- 5 所述如果所述目标存储容量不小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识、第一校验因子和存储区标识信息的第二变量数据,包括:

如果所述目标存储容量不小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识,第一校验因子和地址索引的第二变量数据;

- 10 所述如果所述目标存储容量小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识和存储区标识信息的第三变量数据,包括:

如果所述目标存储容量小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识和偏移信息的第三变量数据。

- 15 在又一种可能的实现方式中,所述如果所述目标存储容量小于设定阈值,确定所述数据存储区的存储区地址对应的偏移信息,包括:

如果所述存储容量小于设定阈值,确定所述数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址;

确定所述相对偏移地址除以目标数量字节得到的商和余数,将所述余数确定为第一偏移信息,将所述商确定为第二偏移信息;

- 20 所述如果所述目标存储容量小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量,构建包括所述存储区类型标识和偏移信息的第三变量数据,包括:

如果所述目标存储容量小于设定阈值,为所述应用程序的引用变量,构建包括所述存储区类型标识、第一偏移信息和第二偏移信息的第三变量数据。

- 25 又一方面,本申请还提供了一种数据访问装置,应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统,所述装置包括:

指示获得单元,用于获得应用程序发起的数据访问指示,所述数据访问指示携带有引用变量的第一变量数据,所述引用变量的第一变量数据用于指示待访问的目标数据的数据地址;

地址确定单元,用于基于所述引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息,确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址,所述存储区标识信息用于标识所述应用程序对应的数据存储区;

因子获取单元,用于获取所述引用变量关联的第一校验因子,所述第一校验因子为所述运行系统在为所述应用程序生成所述引用变量对应的变量数据的过程中,基于所述数据存储区的存储区地址计算出的;

第一因子计算单元,用于基于所述存储区地址,计算第二校验因子;

数据获取单元,用于如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同,基于所述引用变量的第一变量数据和所述存储区地址从所述数据存储区中获取所述目标数据。

在又一种可能的实现方式中,该还包括:属性获取单元,用于基于所述存储区地址,获取所述数据存储区中记录的基础属性信息,所述基础属性信息包括所述数据存储区和应用程序关联的属性信息;

所述因子获取单元获得的所述第一校验因子为基于所述数据存储区的存储区地址和基础属性信息计算出的;

该第一因子计算单元,具体用于基于所述基础属性信息和存储区地址,计算第二校验因子。

由以上可知,本申请中在运行系统为应用程序分配数据存储区后,在为应用程序生成与该数据存储区相关的引用变量的变量数据的过程中,基于该数据存储区对应的存储区地址,计算出与该引用变量关联的第一校验因子。在此基础上,由于数据存储区对应的存储区地址是固定不变的,如果应用程序运行过程中没有非法修改引用变量中数据存储区的存储区标识信息,那么在应用程序发起携带引用变量的数据访问指示后,基于该引用变量的变量数据中的存储区标识信息,确定出的存储区地址就是该数据存储区的实际存储区地址,相应的,基于该存储区地址计算出的第二校验因子必然与第一校验因子一致。由此可知,在第一校验因子和第二校验因子相同的情况下,才会从数据存储区获取目标数据,从而可以减少由于应用程序非法修改了引用变量中的存储区标识信息,而导致数据访问错误或者是非法获取了其他应用程序的数据的情况,提高了数据访问的可靠性和安全性。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例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，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

5 图1示出了本申请实施例提供的一种数据访问方法的一种流程示意图；

图2示出了本申请实施例中为应用程序分配数据存储区和构建引用变量的变量数据的一种实现流程示意图；

图3示出了引用变量的一种组成结构示意图；

图4示出了本申请实施例中引用变量的一种组成结构示意图；

10 图5示出了本申请实施例中引用变量的又一种组成结构示意图；

图6示出了本申请实施例中为应用程序分配数据存储区和构建引用变量的变量数据的又一种实现流程示意图；

图7示出了本申请实施例提供的一种数据访问方法的又一种流程示意图；

15 图8示出了本申请实施例提供的一种数据访问装置的一种组成结构示意图。

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付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。

20 如图1，示出了本申请实施例提供的数据访问方法的一种流程示意图，本实施例的方法应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统。

其中，WebAssembly（简称Wasm）是一种二进制格式。基于WebAssembly虚拟机的运行系统为一个基于WebAssembly虚拟机的嵌入式操作系统对应的运行系统。该运行系统包括：WebAssembly虚拟机以及该WebAssembly虚拟机对应的运行环境。在该运行系统中，WebAssembly虚拟机可以借助运行环境运行基于WebAssembly编写的应用程序的字节码。

基于WebAssembly虚拟机的运行系统一般部署于资源受限的装置中，资源受限装置是指计算能力、电量或者存储容量等有限的芯片或者设备。

30 本实施例的数据访问方法可以包括：

S101, 获得应用程序发起的数据访问指示。

该数据访问指示携带有引用变量的第一变量数据, 该引用变量的第一变量数据用于指示待访问的目标数据的数据地址。

其中, 引用变量为应用程序中用于记录该应用程序的数据存储区以及待访问数据在该数据存储区中的地址相关的变量。

可以理解的是, 引用变量的变量数据实际上就是引用变量的数据内容, 也称为引用变量的数值。在应用程序向基于WebAssembly虚拟机的运行系统申请数据存储区时, 该运行系统会为该应用程序确定该引用变量的初始值, 使得应用程序依据该运行系统确定出该引用变量的初始值对该应用程序中的该引用变量进行赋值。而应用程序运行过程中, 可以合法修改该引用变量中与待访问的数据相关的数据地址, 从而使得应用程序请求访问数据时发送的引用变量的变量数据与运行系统为该应用程序生成的该引用变量的变量数据不完全相同。

基于此, 为了便于区分, 将应用程序发起的数据访问指示中携带的引用变量的变量数据称为第一变量数据, 而将后续该运行系统为应用程序生成的该引用变量的变量数据称为第二变量数据或者第三变量数据。

可以理解的是, 在基于WebAssembly虚拟机的运行系统中, WebAssembly虚拟机能够响应应用程序发起的数据访问指示, 获取该应用程序所需访问的数据并返回给该应用程序。

S102, 基于引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息, 确定应用程序对应的数据存储区的存储区地址。

可以理解的是, 基于WebAssembly虚拟机的运行系统为不同应用程序分配的数据存储区不同, 为了区分不同应用程序对应的数据存储区, 基于WebAssembly虚拟机的运行系统在该应用程序的引用变量中记录了该应用程序对应的数据存储区的存储区标识信息。相应的, 该引用变量的第一变量数据中会包括存储区标识信息。

该存储区标识信息用于标识应用程序对应的数据存储区。但是, 该存储区标识不同于数据存储区的存储区地址, 其中, 数据存储区的存储区地址可以为数据存储区的起始地址。

在本申请中, 引用变量中记录的存储区标识信息可以有多种可能情况。

如，在一种可能的情况中，该引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息可以为地址索引，该地址索引用于指示该应用程序的数据存储区对应的存储区地址在地址存储表中的存储位置，如，地址索引可以为该数据存储区的存储区地址在地址存储表中的序号。该地址存储表用于记录不同应用程序的数据存储区的存储区地址。

在该种可能的情况中，从引用变量的第一变量数据中获得地址索引后，可以基于地址索引从地址存储表中查询出该应用程序的数据存储区对应的存储区地址。

在又一种可能的情况中，该引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息可以为应用程序的数据存储区对应的偏移信息，该偏移信息用于表征该数据存储区的存储区地址对应的相对偏移地址。其中，数据存储区的存储区地址对应的相对偏移地址是指数据存储区的存储区地址相对该运行系统中总存储空间的起始地址的偏移地址。为了便于区分，运行系统的总存储空间的起始地址也可以称为总空间起始地址。

其中，该偏移信息可以为该相对偏移地址。在此基础上，基于该相对偏移地址和运行系统中总存储空间的起始地址，可以确定出该应用程序的数据存储区的存储区地址。

在一种可选方式中，为了能够采用较少的位数来表示出该数据存储区对应的存储区地址，本申请该偏移信息还可以包括第一偏移信息和第二偏移信息，该第一偏移信息为数据存储区对应的相对偏移地址除以目标数量字节所得到的余数。该第二偏移信息为数据存储区对应的相对偏移地址除以目标数量字节的商。

其中，目标数量字节可以结合引用变量中可用于记录数据存储区的地址信息的位数确定，具体不加限制。例如，考虑到存储芯片中通过2个字节（16位）能寻址的范围为64K，因此，目标数量字节可以为64K。

可以理解的是，将数据存储区对应的相对偏移地址除以目标数量字节后，得到的商和余数的位数相对较少，因此，将余数作为第一偏移信息，将商作为第二偏移信息后，第一偏移信息和第二偏移信息在引用变量中占用的位数较少。而且，通过第一偏移信息和第二偏移信息又可以反向推导出该数据存储区对应的相对偏移地址，从而可以基于数据存储区对应的相对偏移地址以及运行系统的总存储空间的起始地址，确定出数据存储区的存储区地址。

在实际应用中,以上存储区标识信息的两种可能情况可以根据需要选择其中的某一种,或者采用两种情况结合使用,对此不加限制。

S103,基于存储区地址,获取数据存储区中记录的基础属性信息。

其中,该基础属性信息包括数据存储区和应用程序关联的属性信息。基础
5 属性信息是数据存储区和应用程序的固有属性,其在应用程序运行过程中是固定不变的信息。

如,基础属性信息可以包括:数据存储区的存储容量(即数据存储区的大小)、数据存储区所属的该应用程序的信息(如,应用程序的名称或者标识)、数据存储区中存储应用程序运行中产生的数据所采用的数据类型,以及随机生
10 成的随机因子等信息。

可以理解的是,应用程序的数据存储区分为两个部分,一部分为属性存储区,另一个为数据体存储区。其中,属性存储区也称为数据头部分,其用于存储基础属性信息,因此,该基础属性信息也称为数据头信息。数据体存储区可以存储应用数据运行过程中产生的数据,因此,该数据体存储区内存储的数据
15 也是应用程序运行过程中需要读取的数据。

S104,获取该引用变量关联的第一校验因子。

其中,第一校验因子为基于WebAssembly虚拟机的运行系统在为应用程序生成与该引用变量的变量数据的过程中,基于数据存储区的存储区地址和基础属性信息计算出的。

如前面所述,基于WebAssembly虚拟机的运行系统在为应用程序分配了数据存储区之后,该运行系统需要将与该数据存储区相关的地址信息记录到应用程序相应的引用变量中。在应用程序运行前,应用程序的该引用变量的变量数据(即数值)为空或者是默认值,基于此,为了能够对应用程序中该引用变量进行赋值,该运行系统需要构建包含有与该数据存储区相关的地址信息的引用
20 变量,也就是生成该引用变量的变量数据,使得应用程序可以基于运行系统生成的引用变量的变量数据对该应用程序中该引用变量进行赋值。

在本申请中,引用变量的具体数据结构形式,以及运行系统确定引用变量的值的具体实现方式可以有多种可能,本申请对此不加限制。后续会以几种可能情况为例进行说明,在此不再赘述。

可以理解的是，应用程序运行过程中可能会修改该引用变量的变量数据，如，应用程序运行过程中，基于存储到数据存储区中的数据的数据存储地址，修改引用变量中与该数据存储地址对应的数据偏移地址等。但是，如背景技术部分介绍可知，如果应用程序非法修改了引用变量中与该数据存储区的地址相关的地址信息，则会导致后续数据读取异常，从而可能会非法读取到其他应用程序的数据。基于此，为了能够验证该应用程序是否对该引用变量中与该数据存储区相关的地址信息进行了修改，本申请新增了一个与引用变量相关的校验因子。

为了与后续步骤S105中验证阶段生成的校验因子相区分，将该运行系统为该应用程序生成该引用变量的变量数据的过程中，确定出的校验因子称为第一校验因子，而将验证阶段生成的校验因子称为第二校验因子。

可以理解的是，在为应用程序分配的数据存储区确定的情况下，该数据存储区的存储区地址以及基础属性信息都是固定，且不会随着应用程序的运行而发生变化。在本申请中，将第一校验因子与应用程序的数据存储区对应的存储区地址关联，因此，如果应用程序非法修改了引用变量中记录的存储区标识信息，那么基于该引用变量中记录的存储区标识信息确定出的存储区地址就不再是该应用程序的数据存储区实际的存储区地址，那么后续基于该存储区地址确定出的校验因子必然与该第一校验因子不一致。

而且，由于引用变量中记录的是数据存储区的存储区标识信息，存储区标识信息不同于存储区地址，一般情况下应用程序基于存储区标识信息是无法获取到数据存储区的存储区地址的，自然也就无法伪造或者重构第一校验因子。另外，即使应用程序通过非法手段获得了其应用程序的数据存储区的存储区地址，应用程序也根本无法获得数据存储区中存储的基础属性信息，例如，应用程序无法获得数据存储区的容量，即使能够获得数据存储区容量，也根本不可能确定出基础属性信息中包含的随机因子，从而大大降低了第一校验因子被破译的风险。

在本申请中，基于基础属性信息和存储区地址计算第一校验因子的具体实现可以有多种可能，本申请对此不加限制。如，本申请可以基于基础属性信息和存储区地址，并采用校验和算法计算出第一校验因子，例如，采用异或，或者，循环冗余校验（Cyclic Redundancy Check，CRC）算法等校验和算法，对此不加限制。

可以理解的是，在实际应用中，计算第一校验因子除了结合该基础属性信息和存储区地址之外，还可以考虑其他与数据存储区或者数据存储区的存储区地址相关的其他参数，对此不加限制。如，在一种可能的实现方式，第一校验因子还可以是基于基础属性信息、存储区地址和该存储区标识信息计算得到的。

S105，基于基础属性信息和存储区地址，计算第二校验因子。

在本申请中，计算第二校验因子所采用的算法与计算第一校验因子所采用的算法相同。如，在基于属性信息和存储区地址，采用CRC算法计算第一校验因子的情况下，同样可以采用CRC算法计算第二校验因子，具体不再赘述。

10 在一种可选方式中，在第一校验因子是基于基础属性信息、存储区地址和该存储区标识信息计算得到的前提下，本申请还可以是基于基础属性信息、存储区地址以及该引用变量中的存储区标识信息，计算该第二校验因子。

S106，如果第一校验因子与第二校验因子相同，基于该引用变量的第一变量数据和存储区地址从数据存储区中获取目标数据。

15 结合前面介绍可知，如果引用变量中的存储区标识信息未被应用程序非法修改，那么基于存储区标识信息确定出的存储区地址就是应用程序的存储区实际对应的存储地址，在此基础上，基于存储区地址和基础属性信息计算出的第二校验因子必然与第一校验因子相同。

20 基于此，在第二校验因子与第一校验因子相同的情况下，运行系统可以确定应用程序发送的该引用变量的第一变量数据中的存储区地址标识未被非法修改，因此，可以基于该存储区标识确定出存储区地址，从该存储区地址指向的数据存储区中获得目标数据。

25 在本申请中，引用变量的第一变量数据能够用于指示出待访问的目标数据的数据地址，因此，基于引用变量的第一变量数据和该存储区地址，可以从数据存储区中获取到目标数据。

在本申请中对于引用变量的变量数据指示出目标数据的数据地址的具体实现方式可以不加限制。

在一种可能的实现方式中，引用变量的第一变量数据中可以包括应用程序待访问的目标数据在该应用程序对应的数据存储区中的数据偏移地址。该数据

偏移地址为目标数据在该数据存储区中的数据存储地址相对该数据存储区的存储区地址的偏移地址。

相应的，在从引用变量的第一变量数据获取该数据偏移地址后，基于该数据偏移地址和该数据存储区的存储区地址，可以从该数据存储区中获取目标数据。如，基于数据偏移地址和数据存储区的存储区地址可以确定目标数据在数据存储区中的数据存储地址，基于该数据存储地址可以从该数据存储区中获取目标数据。

可以理解的是，本申请可以基于引用变量的变量数据中记录的数据偏移地址和该数据存储区的存储区地址，从数据存储区中读取目标数据，而基于数据偏移地址和数据存储地址从数据存储区确定需要访问的目标数据本质上是基于指针等方法实现数据访问的过程，从而实现了结合指针、数组下标或者结构体成员引用等方法快捷访问应用程序的数据。

由以上可知，本申请中在运行系统为应用程序分配数据存储区后，在为应用程序生成与该数据存储区相关的引用变量的变量数据的过程中，基于数据存储区中存储的基础属性信息和该数据存储区对应的存储区地址，计算出与该引用变量关联的第一校验因子。在此基础上，由于数据存储区对应的基础属性信息和存储区地址是固定不变的，如果应用程序运行过程中没有非法修改引用变量中数据存储区的存储区标识信息，那么在应用程序发起携带引用变量的数据访问指示后，基于该引用变量的变量数据中的存储区标识信息，确定出的存储区地址就是该数据存储区的实际存储区地址，相应的，基于该存储区地址和基础属性信息计算出的第二校验因子必然与第一校验因子一致。由此可知，在第一校验因子和第二校验因子相同的情况下，才会从数据存储区获取目标数据，从而可以减少由于应用程序非法修改了引用变量中的存储区标识信息，而导致数据访问错误或者是非法获取了其他应用程序的数据的情况，提高了数据访问的可靠性和安全性。

可以理解的是，图1实施例中是以第一校验因子是基于应用程序的数据存储区对应的存储区地址和基础属性信息计算得到的为例说明。但是可以理解的是，在实际应用中，由于数据存储区对应的存储区地址是固定不变的，基于此，仅仅该应用程序对应的数据存储区的存储区地址来计算第一校验因子也同样适用于本实施例。

在此基础上，本申请在获得数据访问指示后，可以仅基于引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息，确定应用程序对应的数据存储区的存储区地址，并基于该存储区地址计算第二校验因子。

可以理解的是，如果应用程序运行过程中没有非法修改引用变量中数据存储区的存储区标识信息，那么在应用程序发起携带引用变量的数据访问指示后，基于该引用变量的变量数据中的存储区标识信息，确定出的存储区地址就是该数据存储区的实际存储区地址，相应的，基于该存储区地址计算出的第二校验因子必然与第一校验因子一致。基于此，在第一校验因子和第二校验因子相同的情况下，才会从数据存储区获取目标数据，同样可以减少由于应用程序非法修改了引用变量中的存储区标识信息，而导致数据访问错误或者是非法获取了其他应用程序的数据的情况，提高了数据访问的可靠性和安全性。

在本申请中，第一校验因子与引用变量可以有多种关联方式，对此不加限制。下面以两种可能的情况为例说明：

在第一种可能的情况中，本申请可以将第一校验因子记录到引用变量的变量数据中，如，设定引用变量中连续的6位或者其他数量的位数用于记录该第一校验因子。相应的，本申请可以从引用变量的第一变量数据中获取该第一校验因子。

在第二种可能的情况中，该第一校验因子也可以存储到该应用程序对应的数据存储区中的属性存储区。如前面所述，属性存储区为该数据存储区中用于存储基础属性信息的存储区域。相应的，本申请可以从该数据存储区的属性存储区中获取该引用变量关联的第一校验因子。

在此处的第一种可能的情况中，第一校验因子需要占用引用变量的位数，这样可能会使得通过引用变量能够表示的不同应用程序的数据存储区的数量相对较少。而在第二种可能的情况中，第一校验因子不需要占用引用变量的位数，可以使得引用变量能够用来表示更多不同应用程序的数据存储区。

在实际应用中，本申请可以结合基于WebAssembly虚拟机的运行系统的实际需求，选择以上任意一种可能情况记录该第一校验因子。

在一种实现方式中，本申请还可以结合应用程序申请的数据存储区的大小不同，来确定选择以上两种可能情况中的哪一种来记录该第一校验因子。

为了便于理解，下面先对本申请中基于WebAssembly虚拟机的运行系统为应用程序分配数据存储区和构建引用变量的变量数据的过程进行介绍。

如图2所示，其示出了本申请实施例中为应用程序分配数据存储区和构建引用变量的变量数据的一种实现流程示意图。本实施例的方法可以包括：

5 S201，获得应用程序发起的存储区申请，该存储区申请用于申请为应用程序分配目标存储容量的存储空间。

如，应用程序通过调用基于WebAssembly虚拟机的运行系统提供的指定接口，向基于WebAssembly虚拟机的运行系统发起存储区申请。

其中，目标存储容量也就是应用程序申请分配的存储空间的大小。如，目
10 标存储容量可以为6K、12K或者20K等，对此不加限制。

S202，基于目标存储容量，为应用程序创建数据存储区，确定数据存储区对应的存储区类型标识。

可以理解的是，在基于WebAssembly虚拟机的运行系统中，基于WebAssembly虚拟机的嵌入式操作系统能够基于应用程序发起的存储区申请，
15 从该运行系统的总存储空间中确定能够分配给该应用程序的数据存储区。

其中，数据存储区可以分为属性存储区和数据体存储区，其中，属性存储区中记录有与数据存储区和应用程序关联的基础属性信息。如，基础属性信息可以包括：数据存储区的目标存储容量、数据存储区归属的该应用程序的信息，随机生成的随机因子以及该数据存储区存储该应用程序运行产生的数据所采
20 用的数据类型。

其中，该存储区类型标识用于表征该数据存储区的存储容量所归属的类别。具体的，数据存储区分为两类类型，一种为第一存储区类型，第一存储区类型代表数据存储区的存储容量不小于设定阈值；另一种为第二存储区类型，第二存储区类型代表数据存储区的存储容量小于设定阈值。

25 该设定阈值可以根据需要设定，如考虑到运行系统中应用程序申请的较大的数据存储区为8K，那么该设定阈值可以设置为8K。

相应的，存储区类型标识可以包括：第一存储区类型对应的第一类型标识，以及，第二存储区类型对应的第二类型标识。基于此可知，如果目标存储容量不小于设定阈值，该应用程序的数据存储区对应的存储区类型标识为第一类型

标识；如果目标存储容量小于设定阈值，该数据存储区的存储区类型标识为第二类型标识。

S203, 基于数据存储区的存储区地址，确定数据存储区的存储区标识信息。

可以理解的是，在引用变量（即引用变量的变量数据）中采用存储区标识信息来标识该数据存储区的存储区地址，而并不直接采用存储区地址，可以提高各应用程序的数据存储区对应的存储区地址的安全性。

如前面介绍，该存储区标识信息可以为该数据存储区的存储区地址在地址存储表中的地址索引；也可以为数据存储区的存储区地址对应的偏移信息，偏移信息用于表征该数据存储区的存储区地址对应的相对偏移地址。

10 在一种可能的实现方式中，如果该目标存储容量不小于设定阈值，将数据存储区的存储区地址存储到地址存储表，确定该存储区地址在该地址存储表中的地址索引，将地址索引作为该应用程序对应的数据存储区的存储区标识信息。

15 如果目标存储容量小于设定阈值，确定该数据存储区的存储区地址对应的偏移信息，将该偏移信息作为该数据存储区的存储区标识信息。

S204, 基于该数据存储区的存储区地址以及基础属性信息，计算第一校验因子。

计算第一校验因子的具体过程如前面所述，在此不再赘述。

20 在一种可选方式中，还可以是基于该数据存储区的存储区地址、该基础属性信息以及存储区类型标识，计算该第一校验因子。可以理解的是，在采用该种方式计算第一校验因子的情况下，在数据访问阶段，计算第二校验因子时，可以是基于该基础属性信息、存储区地址和存储区类型标识，计算第二校验因子。

25 当然，本申请还可以结合本实施例提到的多种计算第一校验因子的方式，综合计算第一校验因子，如，可以基于数据存储区的存储区地址、基础属性信息、该存储区类型标识和存储区标识信息，计算该第一校验因子。相应的，后续数据访问阶段中，可以基于数据存储区的存储区地址、基础属性信息、存储区类型标识和存储区标识信息，计算该第二校验因子。

30 S205, 如果目标存储容量不小于设定阈值，为应用程序的引用变量构建包括存储区类型标识、第一校验因子和存储区标识信息的第二变量数据。

S206, 如果目标存储容量小于设定阈值, 为应用程序的引用变量构建包括存储区类型标识和存储区标识信息的第三变量数据, 将第一校验因子存储到数据存储区中的属性存储区。

可以理解的是, 如果应用程序申请的数据存储区的存储容量较大, 运行系
5 统的总存储空间能够划分给应用程序的数据存储区的个数就相对较少。如, 为了便于理解, 假设运行系统的总存储空间为6400K, 那么如果每个应用程序申请的数据存储区为32K, 那么总存储空间只能为200个应用程序分配数据存储区; 如果每个应用程序申请的数据存储区为8K, 那么总存储空间能够为800个应用程序分配数据存储区。

10 可以理解的是, 如果应用程序申请的数据存储区的存储容量越大, 基于总存储空间能够划分出的数据存储区也就越少, 那么为了区分各个应用程序的数据存储区, 存储区标识信息所需占用的引用变量的位数就相对较少。反之, 如果应用程序申请的数据存储区的容量越小, 基于总存储空间能够划分出的数据存储区也就越多, 那么为了区分各个应用程序的数据存储区, 引用变量中存储
15 区标识信息所需占用位数也就相对较多。

可以理解的是, 由于引用变量的位数是固定且有限的, 使得引用变量中能够用于表示数据存储区的存储区标识信息的位数也较为有限。基于此, 在应用程序申请的数据存储区的存储容量较小, 使得数据存储区所需占用的位数较多的情况下, 即目标存储容量小于设定阈值时, 本申请可以不在引用变量的变量
20 数据中包含该第一校验因子, 而将第一校验因子存储到该应用程序的数据存储区中的属性存储区内。

相应的, 如果目标存储容量不小于设定阈值, 那么考虑到引用变量中用于表示存储区标识信息的位数相对较少, 因此, 可以在引用变量的变量数据中包含该第一校验因子。

25 在本申请中引用变量的组成结构可以有多种可能, 对此不加限制。

可以理解的是, 在构建出引用变量的第二变量数据或者第三变量数据后, 运行系统可以将该引用变量的第二变量数据或者第三变量数据发送给应用程序, 使得应用程序可以基于该引用变量的第二变量数据或者第三变量数据, 对应用程序中该引用变量进行赋值。

在本实施例的基础上，在运行系统获取到应用程序的数据访问指示后，运行系统从数据访问指示中获得引用变量的第一变量数据后，可以先获得该第一变量数据中的存储区类型标识。由上面介绍可知，引用变量的第一变量数据中的存储区类型标识可以为第一存储类型标识或者第二存储类型标识。第一类型标识表明应用程序对应的数据存储区的存储容量不小于设定阈值，第二类型标识表明数据存储区的存储容量小于该设定阈值。

相应的，如果该应用程序对应的存储区类型标识为第一类型标识，可以从该引用变量的第一变量数据中获取第一校验因子。如果该应用程序对应的存储区类型标识为第二类型标识，可以从数据存储区的属性存储区中，获取该引用变量关联的第一校验因子。

可以理解的是，在应用程序的数据存储区对应的存储区类型不同时，基于应用程序的数据存储区对应的存储区地址，确定出的存储区标识信息也可以有不同可能。

如前面所述，在为应用程序构建引用变量的变量数据的过程中，如果数据存储区的目标存储容量不小于设定阈值，存储区标识信息为索引地址。如果该目标存储容量小于设定阈值，存储区标识信息为偏移信息。

相应的，在数据访问阶段，如果从引用变量的第一变量数据中获得的存储区类型标识为第一类型标识，可以获取引用变量的第一变量数据中记录的地址索引，基于地址索引确定应用程序对应的数据存储区的存储区地址。如果该存储区类型标识为第二类型标识，获取引用变量的第一变量数据中记录的偏移信息，基于偏移信息确定该应用程序对应的数据存储区的存储区地址。

下面针对该种情况进行详细说明。

为了便于理解，先对本申请中引用变量可能的组成结构进行说明。

引用变量的总位数是固定的，至于具体位数可以根据需要设定。通常情况下，引用变量为4个字节的数据。为了便于介绍，下面以引用变量为4字节的数据进行说明。

在一种可能的实现方式中，如图3所示，其示出了引用变量的一种组成结构示意图。

在图3中引用变量分为了三个部分。

其中，第一部分为图3中的引用类型区，具体为引用变量的最高位即第31位，用于标识该引用变量的变量类别。在本申请中，第31位用于记录表征该引用变量为用于表示与应用程序的数据存储区相关变量。

5 第二部分为偏移范围区，具体为引用变量的第0位到第15位，其用来记录该引用变量能被修改的偏移范围信息，该偏移范围信息最大64K。

该偏移范围信息属于该应用程序的数据存储区的起始地址到结束地址之间的地址范围。应用程序通过修改该偏移范围信息的具体值可以实现标识不同数据在该数据存储区中的数据偏移地址。

10 第三部分为地址区，具体为引用变量的第16位到第30位，用来记录该引用变量关联的应用程序对应的数据存储区的地址信息。如，前面提到的存储区标识信息。

以存储区标识信息为地址索引为例。基于WebAssembly虚拟机的运行系统中的总存储空间是有限的，即所能寻址的范围是有限的，在有限的存储空间中，存储空间的地址可以用地址存储表记录。相应的，引用变量中第16位到第30位可以用于记录数据存储区在地址存储表中的索引地址。例如，该索引地址为地址存储表中的序号。

在此基础上，通过该第16位到第30位能够表示出32767个不同的数据存储区的索引地址。

20 当然，32767个数据存储区的地址信息有可能无法满足基于WebAssembly虚拟机的运行系统中所有应用程序的数据存储需求。基于此，本申请还可以结合实际应用场景，适当调整引用变量中存储区标识信息（如地址索引）和偏移范围信息各自所占用的位数。

25 考虑在应用程序运行过程中可能会对引用变量进行修改，为了提高数据访问的安全性，本申请可以针对应用程序申请的数据存储区的大小，采用不同结构形式的引用变量。

对于应用程序申请的数据存储区的目标存储容量不小于设定阈值（例如8K）的情况，本申请可以采用第一种引用变量的组成结构方案。

具体的，在图3的基础上，引用变量中需要增加校验因子，因此，需要调整引用变量中地址区的位数，并增设校验因子区。如图4，其示出了本申请中

适用于第一存储区类型的引用变量的一种组成结构示意图,即第一种引用变量的数据组成结构示意图。

由图4可以看出,引用变量分为了四部分:

其中,引用变量的第31位为存储类型区。存储类型区用于标识该引用变量
5 关联的应用程序的数据存储区对应的存储区类型标识。在本申请中为了能够标识出该引用变量对应的数据存储区为第一存储区类型,在该第31位的值为目标值,如目标值为1。相应的,在引用变量中第31位的值为1的情况下,确定该引用变量中存储区类型标识为第一类型标识。

引用变量的第0位到第15位仍作为64K大小的偏移范围区,用于记录数据存
10 储区中数据的偏移范围信息。

而引用变量的第16位到第22位为索引区,用于记录数据存储区的地址索引。

引用变量的第23位到第30位为校验因子区,用于记录针对该数据存储区生成的第一校验因子。

15 在图4的引用变量中,索引区的总位数为7位,其能够表示出256个不同的索引地址,能够用于标识应用程序的数据存储区的数量相对较少。而由前面介绍可知,在运行系统的总存储空间的大小固定的情况下,能够划分出的较大容量的数据存储区的数量也相对较少,所以图4的引用变量的组成结构适用于表示目标存储容量不小于设定阈值的数据存储区的地址信息。

20 而对于应用程序申请的数据存储区的目标存储容量小于设定阈值(例如8K)的情况,可以采用第二种引用变量的组成结构方案。

具体的,为了能够表示通过引用变量的地址区表示出更多的应用程序的数据存储区,在图3的基础上,本申请可以减少偏移范围区所占用的位数,并增大用于记录数据存储区的地址信息的地址区所占用的位数,如图5示出适用于
25 第二存储区类型的引用变量的一种数据组成结构示意图,即第二种引用变量的数据组成结构示意图。

由图5可以看出:

引用变量的第31位和第30位共同作为存储类型区,如图5中第31位为存储类型区1,第30位为存储类型区2。其中,存储类型区用于标识该引用变量关联

的应用程序的数据存储区对应的存储区类型标识。其中，在该第二种引用变量的第31位的值不同于第一种引用变量的第31位值。

同时，本申请中，第一种引用变量和第二种引用变量的存储类型区也可以复用为引用类型区。

5 如，在本申请中，在第一种引用变量的第31位的值设置为1的情况下，该第二中引用变量的第31位的值可以设置为0，同时，将第二种引用变量的第30位的值设置为1。在此基础上，运行系统如果识别出引用变量的第31位的值为1，则确定该引用变量中的存储区类型标识为第一类型标识，且可以确认该引用变量属于标识数据存储区的引用变量。

10 如果识别出引用变量的第31位为0，则可以继续识别该引用变量的第30位。如果第30位的值为1，则确定该引用变量中的存储区类型标识为第二类型标识，且可以确认该引用变量属于标识数据存储区的引用变量；如果引用变量中的第30位的值为0，则认为不属于用于标识数据存储区的引用变量。

15 引用变量的第0到第12位为8K大小的偏移范围区，用于记录数据存储区内的数据相对数据存储区的数据偏移地址。

引用变量的第13到第29位为存储区偏移信息的记录区，这部分可以记录应用程序的数据存储区对应的偏移信息，该偏移信息用于表征数据存储区的存储区地址对应的相对偏移地址。

20 进一步的，为了使得第13到第29位能够用于区分更多的应用程序的数据存储区，本申请中第16到第29位可以用于记录第一偏移信息，而第13到第15位用于记录第二偏移信息。

25 如前面所述，第一偏移信息为数据存储区的存储区地址对应的相对偏移地址除以目标数量字节所得到的余数。例如，目标数量字节为64K，那么引用变量中第13到第29位实际上记录的就是数据存储区的相对偏移地址在一个64K内的相对偏移。

而第二偏移信息为数据存储区的相对偏移地址除以该目标数量字节的商，也就是数据存储区的相对偏移地址存在多少个完整的64K偏移。

30 为了避免由于校验因子占用引用变量的位置，而使得图5的引用变量所能表示出的数据存储区的数量变少，在图5所示的第二种引用变量的数据组成结构方案中，该引用变量内不包括第一校验因子。

第一校验因子可以存储到数据存储区中的属性存储区内。

结合以上引用变量的两种组成结构方案，下面对本申请应用程序分配数据存储区和构建引用变量的变量数据的又一种实现方式进行说明。

如图6，示出了本申请实施例中应用程序分配数据存储区和构建引用变量的又一种实现流程示意图，本实施例应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统，本实施例可以包括：

S601，获得应用程序发起的存储区申请。

该存储区申请用于申请为应用程序分配目标存储容量的存储空间。

S602，如果目标存储容量不小于设定阈值，为应用程序创建数据存储区，确定数据存储区对应的存储区类型标识为第一类型标识。

例如，在图4和图5示出的引用变量的数据组成结构中，第一类型标识可以表示为1，而第二类型标识可以表示为01。

其中，该数据存储区的属性存储区中存储有基础属性信息，该基础属性信息为运行系统确定出可分配给应用程序的数据存储区后，基于该数据存储区的属性以及应用程序的属性生成的基础属性信息。

如，基础属性信息可以包括：数据存储区的大小（即目标存储容量）、数据存储区归属的该应用程序的名称或者其他标识信息，随机生成的随机因子，以及数据存储区存储该应用程序所产生的数据采用的数据类型等。

S603，将该数据存储区的存储区地址存储到地址存储表，确定该存储区地址在该地址存储表中的地址索引。

其中，地址索引用于指示数据存储区的存储区地址在地址存储表中的存储位置。如，地址索引可以为该数据存储区的存储区地址在该地址存储表中的序号。

在一种可选方式中，在将数据存储区的存储区地址存储到地址存储表之前，还可以检测地址存储表中是否存在空闲位置。如果地址存储表中不存在空闲位置，则无法为应用程序分配该数据存储区，则可以向应用程序返回数据存储区分配失败的指示信息。如果地址存储表中存在空闲位置，则可以将存储区地址记录到地址存储表中。

S604，基于该数据存储区的存储区地址、数据存储区中记录的基础属性信息、该地址索引以及第一类型标识，计算第一校验因子。

如，结合数据存储区的存储区地址、基础属性信息、该地址索引以及第一类型标识，采用CRC算法等校验和算法计算校验和，得到第一校验因子。

可以理解的是，在本实施例中是以计算第一校验因子的一种实现方式为例说明。但是，在实际应用中，还可以是基于数据存储区的存储区地址、基础属性信息以及第一类型标识计算第一校验因子。

类似的，基于数据存储区的存储区地址和该基础属性信息计算该第一校验因子，或者是基于数据存储区的存储区地址、基础属性信息以及地址索引计算第一校验因子，也同样适用于本实施例，对此不加限制。

S605，为该应用程序的引用变量构建包括第一类型标识、第一校验因子和地址索引的第二变量数据，将该引用变量的第二变量数据发送给应用程序。

如，以引用变量为4字节的数据为例，构建出的引用变量的第二变量数据的数据组成结构可以参见图4所示，在此不再赘述。

可以理解的是，本实施例中将第一校验因子与存储区地址相关联，而且，由于通常情况下应用程序无法获得存储区地址，即使应用程序能够获取该存储区地址，应用程序也无法获得基础属性信息中的随机因子等信息，降低了第一校验因子被破解或者随意伪造的可能性。

另外，为了进一步提高第一校验因子的安全性，本申请在计算第一校验因子时，还结合了第一类型标识以及地址索引，可以降低由于计算第一校验因子所采用的参数过少而容易被破解的风险。基于此，将该引用变量发送给应用程序后，应用程序结合相应信息重新修改第一校验因子，并伪造第一校验因子的可能性较低。

S606，如果目标存储容量小于设定阈值，为应用程序创建数据存储区，确定数据存储区对应的存储区类型标识为第二类型标识。

S607，确定该数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址。

如前面介绍，总空间起始地址为运行系统的总存储空间的起始地址。

S608，确定该相对偏移地址除以目标数量字节得到的商和余数，将该余数确定为第一偏移信息，将该商确定为第二偏移信息。

如，目标数量字节为64K，也可以为其他数值，对此不加限制。

S609, 基于该数据存储区的存储区地址、数据存储区中记录的基础属性信息、该第一偏移信息、第二偏移信息以及第二类型标识, 计算第一校验因子。

- 可以理解的是, 在数据存储区的目标存储容量小于设定阈值的情况下, 该步骤S609是以计算第一校验因子的一种实现方式为例说明, 在实际应用中, 对于基于该数据存储区的存储区地址和基础属性信息, 计算该第一校验因子; 或者, 基于存储区地址、基础属性信息和第二类型标识信息, 计算第一校验因子; 或者是, 基于存储区地址、基础属性信息、第一偏移信息和第二偏移信息, 计算第一校验因子, 也同样适用于本实施例。

- 在本实施例中, 是以偏移信息包括第一偏移信息和第二偏移信息为例, 对于直接将数据存储区对应的相对偏移地址作为偏移信息的情况, 则只需要基于存储区地址、基础属性信息和该相对偏移地址(即一种偏移信息)计算第一校验因子, 或者是, 基于存储区地址、基础属性信息、该相对偏移地址和第二类型标识计算第一校验因子即可, 这两种方式也同样适用于本实施例, 对此不再赘述。

- S610, 为应用程序的引用变量构建包括该第二类型标识、第一偏移信息和第二偏移信息的第三变量数据, 将该第一校验因子存储到该数据存储区中的属性存储区, 将该引用变量的第三变量数据发送给应用程序。

如, 以引用变量为4字节的数据为例。该步骤S610构建的引用变量的第三变量数据的数据组成结构可以参见图5所示。

- 如图5可以将第二类型标识记录到引用变量的第31和30位, 将第一偏移信息记录到引用变量的第16到第29位, 将第二偏移信息记录到引用变量的第13到第15位, 使得第13到第29位构成了存储区偏移信息。而引用变量的偏移范围区属于应用程序可修改的地址范围, 本申请对此可以不加限制。

- 在图6的基础上, 对本申请的数据访问方法的一种实现方式进行介绍。

如图7, 其示出了本申请实施例提供的数据访问方法的又一种流程示意图, 本实施例应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统。本实施例的方法可以包括:

S701, 获得应用程序发起的数据访问指示。

其中,该数据访问指示携带有引用变量的第一变量数据,该引用变量的第一变量数据用于指示待访问的目标数据的数据地址。如,引用变量的第一变量数据包括待访问的目标数据对应的数据偏移地址。

可以理解的是,应用程序发送的引用变量的第一变量数据与前面运行系统发送给应用程序的引用变量的第二变量数据或者第三变量数据并不相同,例如,引用变量的第一变量数据中偏移范围区可以记录有待访问的目标数据对应的数据偏移地址,而前面运行系统发送给应用程序的引用变量中偏移范围区可以以为默认值。

S702,获得该引用变量的第一变量数据中的存储区类型标识。

10 S703,如果该存储区类型标识为第一类型标识,从引用变量的第一变量数据中获取第一校验因子和地址索引。

如,以图4为例说明,在图4示出的引用变量的数据组成结构中,如果引用变量的第31位为1(当然,也可以根据实际需要设定为其他目标值),则确定该应用程序的数据存储区的存储区类型标识为第一类型标识。相应的,可以从引用变量的第23到第30位获得第一校验因子,并从第16到第22位获得地址索引。

S704,基于该地址索引确定该应用程序对应的数据存储区的存储区地址。

如,基于该地址索引,从地址存储表中查询出与该地址索引对应的存储区地址,得到该数据存储区的存储区地址。

20 S705,基于该存储区地址,从应用程序的数据存储区中获取基础属性信息。

S706,基于该数据存储区的存储区地址、基础属性信息、该地址索引以及第一类型标识,计算第二校验因子。

如,基于该存储区地址、基础属性信息、该地址索引以及第一类型标识,采用CRC算法等校验和计算算法,计算得到第二校验因子。

25 可以理解的是,步骤S706是以存储区类型标识为第一类型标识的情况下,计算第二校验因子的一种实现方式为例说明。但是,如果在存储区类型标识为第一类型标识的情况下,基于数据存储区的存储地址和基础属性信息计算第一校验因子,那么本申请还可以基于数据存储区的存储区地址和基础属性信息计算第二校验因子。

类似的，如果第一校验因子为基于存储区地址、基础属性信息和第一类型标识计算得到，那么可以基于存储区地址、基础属性和该第一类型标识计算得到第二校验因子。如果第一校验因子为基于存储区地址、基础属性信息和地址索引计算得到，那么还可以是基于存储区地址、基础属性信息和地址索引，计算第二校验因子。

S707，如果该存储区类型标识为第二类型标识，获得该引用变量的第一变量数据中记录的第一偏移信息和第二偏移信息。

例如，结合图5所示的引用变量的数据组成结构可知，在确定出第一偏移信息和第二偏移信息在引用变量中各自占据的位数后，可以从相应位上获得第一偏移信息和第二偏移信息。

S708，基于第一偏移信息和第二偏移信息，确定数据存储区对应的相对偏移地址。

如，第二偏移信息乘以目标数量字节加上该第一偏移信息，就可以得到该相对偏移地址。

其中，该相对偏移地址为数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址，该总空间起始地址为该运行系统的总存储空间的起始地址。

可以理解的是，在本实施例中是以引用变量中记录第一偏移信息和第二偏移信息为例说明，可以理解的是，如果引用变量中记录的相对偏移地址等偏移信息，那么可以直接从引用变量中获得该相对偏移地址等偏移信息。

S709，基于该相对偏移地址，确定该数据存储区的存储区地址。

如，基于该相对偏移地址和运行系统的总存储空间的起始地址，可以确定出该数据存储区的存储区地址。

S710，基于该数据存储区的存储区地址，从数据存储区中获得基础属性信息和第一校验因子。

S711，基于该数据存储区的存储区地址、基础属性信息、第一偏移信息、第二偏移信息以及该第二类型标识，计算第二校验因子。

可以理解的是，步骤S711是以存储类型标识为第二类型标识的情况下，计算第二校验因子的一种实现方式为例说明。可以理解的是，在存储类型标识为第二类型标识的情况下，还可以基于数据存储区的存储区地址和该基础属性信

息计算得到的第一校验因子，相应的，那么可以基于数据存储区的存储区地址和基础属性信息计算第二校验因子。

类似的，还可以是基于数据存储区的存储区地址、基础属性信息和第二类型标识计算第二校验因子；或者是，基于该存储区地址、基础属性信息、第一偏移信息和第二偏移信息，计算该第二校验因子。

当然，如果第一偏移信息和第二偏移信息被替换为相对偏移地址等偏移信息，在该步骤S711中还可以是基于存储区地址、基础属性信息、偏移信息（如相对偏移地址）以及该第二类型标识，计算第二校验因子；或者是，基于存储区地址、基础属性信息以及偏移信息（如相对偏移地址）计算第二校验因子。

10 S712，如果第一校验因子与第二校验因子相同，基于该引用变量的第一变量数据和该存储区地址从数据存储区中获取该目标数据。

如，基于引用变量的第一变量数据中的数据偏移地址以及该存储区地址，确定目标数据在数据存储区中的数据存储地址，基于该数据存储地址从数据存储区获得目标数据。

15 可以理解的是，获得目标数据后，还可以将目标数据发送给该应用程序。

对应本申请实施例提供的一种数据访问方法，本申请还提供了一种数据访问装置。

如图8所示，其示出了本申请实施例提供的数据访问装置的一种组成结构示意图，本实施例的装置应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统，该装置包括：

指示获得单元801，用于获得应用程序发起的数据访问指示，该数据访问指示携带有引用变量的第一变量数据，该引用变量的第一变量数据用于指示待访问的目标数据的数据地址；

25 地址确定单元802，用于基于该引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息，确定该应用程序对应的数据存储区的存储区地址，该存储区标识信息用于标识所述应用程序对应的数据存储区；

因子获取单元803，用于获取该引用变量的第一变量数据关联的第一校验因子，该第一校验因子为该运行系统在为该应用程序生成该引用变量的变量数据的过程中，基于该数据存储区的存储区地址计算出的；

30

第一因子计算单元804，用于基于存储区地址，计算第二校验因子；

数据获取单元805，用于如果第一校验因子与第二校验因子相同，基于该引用变量的第一变量数据和该存储区地址从该数据存储区中获取该目标数据。

5 在一种可能的实现方式中，该数据访问装置还可以包括：属性获取单元，用于在地址确定单元确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址之后，基于该存储区地址，获取数据存储区中记录的基础属性信息，该基础属性信息包括该数据存储区和应用程序关联的属性信息；

10 相应的，因子获取单元获得的第一校验因子为基于所述数据存储区的存储区地址和基础属性信息计算出的；

该第一因子计算单元，具体用于基于所述数据存储区中记录的基础属性信息和所述存储区地址，计算第二校验因子。

在一种可能的实现方式中，该因子获取单元包括如下至少一种：

15 第一因子获取单元，用于从该引用变量的第一变量数据中获取第一校验因子；

第二因子获取单元，用于从该数据存储区的属性存储区中，获取该引用变量关联的第一校验因子，该属性存储区为用于存储该基础属性信息的存储区。

20 在又一种可能的实现方式中，该装置还包括：类型获得单元，用于在指示获得单元获得应用程序发起的数据访问指示之后，获得该引用变量的第一变量数据中的存储区类型标识，该存储区类型标识属于第一类型标识和第二类型标识中一个，该第一类型标识表明该应用程序对应的数据存储区的存储容量不小于设定阈值，该第二类型标识表明该数据存储区的存储容量小于设定阈值；

相应的，该第一校验因子为基于所述数据存储区的存储区地址、基础属性信息和存储区类型标识计算出的；

25 该第一因子计算单元，具体为，用于基于所述数据存储区中记录的基础属性信息、所述存储区地址和所述存储区类型标识，计算第二校验因子。

在又一种可能的实现方式中，该第一因子获取单元，具体用于如果该存储区类型标识为第一类型标识，从该引用变量的第一变量数据中获取第一校验因子；

该第二因子获取单元，具体用于如果该存储区类型标识为第二类型标识，从该数据存储区的属性存储区中，获取该引用变量关联的第一校验因子。

在又一种可能的实现方式中，该地址确定单元，包括：

5 第一地址确定单元，用于如果该存储区类型标识为第一类型标识，获取该引用变量的第一变量数据中记录的地址索引，基于该地址索引确定该应用程序对应的数据存储区的存储区地址，该地址索引用于指示该数据存储区的存储区地址在地址存储表中的存储位置；

10 第二地址确定单元，用于如果该存储区类型标识为第二类型标识，获取该引用变量的第一变量数据中记录的偏移信息，基于该偏移信息确定该数据存储区的存储区地址，该偏移信息用于表征该数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址，该总空间起始地址为运行系统的总存储空间的起始地址。

在又一种可能的实现方式中，该第二地址确定单元，包括：

15 偏移获得子单元，用于如果该存储区类型标识为第二类型标识，获得该引用变量的第一变量数据中记录的第一偏移信息和第二偏移信息，该第一偏移信息为数据存储区的存储区地址对应的相对偏移地址除以目标数量字节所得到的余数，该第二偏移信息为该相对偏移地址除以该目标数量字节的商；

偏移确定子单元，用于基于该第一偏移信息和该第二偏移信息，确定该数据存储区对应的该相对偏移地址；

20 地址确定子单元，用于基于该相对偏移地址确定该数据存储区的存储区地址。

在又一种可能的实现方式中，该第一因子计算单元，具体为，用于基于该数据存储区标识、基础属性信息和存储区地址，计算第二校验因子。

25 在又一种可能的实现方式中，该装置的指示获得单元获得的引用变量的第一变量数据中包括目标数据在应用程序对应的数据存储区中的数据偏移地址；

该数据获得单元，具体为，用于如果第一校验因子与第二校验因子相同，基于数据偏移地址和存储区地址，从数据存储区中获取目标数据。

在又一种可能的实现方式中，该装置还包括：

申请获得单元,用于在指示获得单元获得应用程序发起的数据访问指示之前,获得该应用程序发起的存储区申请,该存储区申请用于申请为该应用程序分配目标存储容量的存储空间;

5 存储区确定单元,用于基于该目标存储容量,为该应用程序创建数据存储区,确定该数据存储区对应的存储区类型标识,该数据存储区的属性存储区中记录有与该数据存储区和该应用程序关联的基础属性信息,其中,如果该目标存储容量不小于设定阈值,该存储区类型标识为第一类型标识,如果该目标存储容量小于设定阈值,该存储区类型标识为第二类型标识;

10 标识确定单元,用于基于该数据存储区的存储区地址,确定该数据存储区的存储区标识信息;

第二因子计算单元,用于基于该存储区地址以及基础属性信息,计算第一校验因子;

15 第一变量构建单元,用于如果该目标存储容量不小于设定阈值,为该应用程序的引用变量构建包括存储区类型标识、第一校验因子和存储区标识信息的第二变量数据该;

第二变量构建单元,用于如果该目标存储容量小于设定阈值,为应用程序的引用变量构建包括存储区类型标识和存储区标识信息的第三变量数据,将第一校验因子存储到数据存储区中的属性存储区。

在又一种可能的实现方式中,该标识确定单元,包括:

20 索引确定单元,用于如果该目标存储容量不小于设定阈值,将该数据存储区的存储区地址存储到地址存储表,确定该存储区地址在该地址存储表中的地址索引,该地址索引用于指示该存储区地址在地址存储表中的存储位置;

25 偏移确定单元,用于如果该目标存储容量小于设定阈值,确定该数据存储区的存储区地址对应的偏移信息,该偏移信息用于表征该数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址,该总空间起始地址为运行系统的总存储空间的起始地址;

相应的,该第一变量构建单元具体为,用于如果该目标存储容量不小于设定阈值,为该应用程序的引用变量,构建包括存储区类型标识,第一校验因子和地址索引的第二变量数据;

第二变量构建单元具体为，用于如果该目标存储容量小于设定阈值，为该应用程序的引用变量，构建包括存储区类型标识和偏移信息的第三变量数据。

在又一种可能的实现方式中，偏移确定单元，包括：

地址确定子单元，用于如果该存储容量小于设定阈值，确定数据存储区的
5 存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址；

偏移拆分子单元，用于确定该相对偏移地址除以目标数量字节得到的商和余数，将该余数确定为第一偏移信息，将该商确定为第二偏移信息；

该第二变量构建单元具体为，用于如果该目标存储容量小于设定阈值，为该应用程序的引用变量，构建包括存储区类型标识、第一偏移信息和第二偏移
10 信息的第三变量数据。

可以理解的是，在本申请中，说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等（如果存在）是用于区别类似的部分，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示的以外的
15 顺序实施。

需要说明的是，本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。同时，本说明书中各实施例中记载的特征可以相互替换或者
20 组合，使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请。对于装置类实施例而言，由于其与方法实施例基本相似，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者
25 暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，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、物品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、物品或者设备所固有

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，并不排除在包括要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域技术人员来说将是显而易见的，本文中
5 所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

以上仅是本申请的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些
10 改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

权 利 要 求

1、一种数据访问方法，其特征在于，应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统，包括：

5 获得应用程序发起的数据访问指示，所述数据访问指示携带有引用变量的第一变量数据，所述引用变量的第一变量数据用于指示待访问的目标数据的数据地址；

基于所述引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息，确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址，所述存储区标识信息用于标识所述应用程序对应的数据存储区；

10 获取所述引用变量关联的第一校验因子，所述第一校验因子为所述运行系统在为所述应用程序生成所述引用变量对应的变量数据的过程中，基于所述数据存储区的存储区地址计算出的；

基于所述存储区地址，计算第二校验因子；

15 如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同，基于所述引用变量的第一变量数据和所述存储区地址从所述数据存储区中获取所述目标数据。

2、根据权利要求1所述的数据访问方法，其特征在于，在确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址之后，还包括：

基于所述存储区地址，获取所述数据存储区中记录的基础属性信息，所述基础属性信息包括所述数据存储区和应用程序关联的属性信息；

20 所述第一校验因子为基于所述数据存储区的存储区地址和基础属性信息计算出的；

所述基于所述存储区地址，计算第二校验因子，包括：

基于所述数据存储区中记录的基础属性信息和所述存储区地址，计算第二校验因子。

25 3、根据权利要求2所述的数据访问方法，其特征在于，在获得应用程序发起的数据访问指示之后，还包括：

获得所述引用变量的第一变量数据中的存储区类型标识，所述存储区类型标识属于第一类型标识和第二类型标识中一个，所述第一类型标识表明所述应用程序对应的数据存储区的存储容量不小于设定阈值，所述第二类型标识表明
30 所述数据存储区的存储容量小于所述设定阈值；

其中,所述第一校验因子为基于所述数据存储区的存储区地址、基础属性信息和存储区类型标识计算出的;

所述基于所述数据存储区中记录的基础属性信息和所述存储区地址,计算第二校验因子,包括:

- 5 基于所述数据存储区中记录的基础属性信息、所述存储区地址和所述存储区类型标识,计算第二校验因子。

4、根据权利要求3所述的数据访问方法,其特征在于,所述获取所述引用变量关联的第一校验因子,包括:

- 10 如果所述存储区类型标识为第一类型标识,从所述引用变量的第一变量数据中获取第一校验因子;

如果所述存储区类型标识为第二类型标识,从所述数据存储区的属性存储区中,获取所述引用变量关联的第一校验因子。

- 15 5、根据权利要求3所述的数据访问方法,其特征在于,所述基于所述引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息,确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址,包括:

如果所述存储区类型标识为第一类型标识,获取所述引用变量的第一变量数据中记录的地址索引,基于所述地址索引确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址,所述地址索引用于指示所述数据存储区的存储区地址在地址存储表中的存储位置;

- 20 如果所述存储区类型标识为第二类型标识,获取所述引用变量的第一变量数据中记录的偏移信息,基于所述偏移信息确定所述数据存储区的存储区地址,所述偏移信息用于表征所述数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址,所述总空间起始地址为所述运行系统的总存储空间的起始地址。

- 25 6、根据权利要求5所述的数据访问方法,其特征在于,所述获取所述引用变量的第一变量数据中记录的偏移信息,基于所述偏移信息确定所述数据存储区的存储区地址,包括:

- 30 获得所述引用变量的第一变量数据中记录的第一偏移信息和第二偏移信息,所述第一偏移信息为所述相对偏移地址除以目标数量字节得到的余数,所述第二偏移信息为所述相对偏移地址除以所述目标数量字节得到的商;

基于所述第一偏移信息和所述第二偏移信息，确定所述数据存储区对应的所述相对偏移地址；

基于所述相对偏移地址确定所述数据存储区的存储区地址。

- 7、根据权利要求1所述的数据访问方法，其特征在于，所述引用变量的第一变量数据中包括：所述目标数据在所述应用程序对应的数据存储区中的数据偏移地址；

所述如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同，基于所述引用变量的第一变量数据和所述存储区地址从所述数据存储区中获取所述目标数据，包括：

- 10 如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同，基于所述数据偏移地址和所述存储区地址，从所述数据存储区中获取所述目标数据。

8、根据权利要求3所述的数据访问方法，其特征在于，在所述获得应用程序发起的数据访问指示之前，还包括：

- 15 获得所述应用程序发起的存储区申请，所述存储区申请用于申请为所述应用程序分配目标存储容量的存储空间；

- 20 基于所述目标存储容量，为所述应用程序创建数据存储区，确定所述数据存储区对应的存储区类型标识，所述数据存储区的属性存储区中记录有与所述数据存储区和所述应用程序关联的基础属性信息，其中，如果所述目标存储容量不小于设定阈值，所述存储区类型标识为第一类型标识，如果所述目标存储容量小于设定阈值，所述存储区类型标识为第二类型标识；

基于所述数据存储区的存储区地址，确定所述数据存储区的存储区标识信息；

基于所述存储区地址、基础属性信息以及存储区类型标识，计算第一校验因子；

- 25 如果所述目标存储容量不小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识、第一校验因子和存储区标识信息的第二变量数据；

如果所述目标存储容量小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识和存储区标识信息的第三变量数据，将所述第一校验因子存储到所述数据存储区中的属性存储区。

9、根据权利要求8所述的数据访问方法，其特征在于，所述基于所述数据存储区的存储区地址，确定所述数据存储区的存储区标识信息，包括：

如果所述目标存储容量不小于设定阈值，将所述数据存储区的存储区地址存储到地址存储表，确定所述存储区地址在所述地址存储表中的地址索引，所述地址索引用于指示所述存储区地址在地址存储表中的存储位置；

如果所述目标存储容量小于设定阈值，确定所述数据存储区的存储区地址对应的偏移信息，所述偏移信息用于表征所述数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址，所述总空间起始地址为所述运行系统的总存储空间的起始地址；

所述如果所述目标存储容量不小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识、第一校验因子和存储区标识信息的第二变量数据，包括：

如果所述目标存储容量不小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识，第一校验因子和地址索引的第二变量数据；

所述如果所述目标存储容量小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识和存储区标识信息的第三变量数据，包括：

如果所述目标存储容量小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识和偏移信息的第三变量数据。

10、根据权利要求9所述的数据访问方法，其特征在于，所述如果所述目标存储容量小于设定阈值，确定所述数据存储区的存储区地址对应的偏移信息，包括：

如果所述存储容量小于设定阈值，确定所述数据存储区的存储区地址相对总空间起始地址的相对偏移地址；

确定所述相对偏移地址除以目标数量字节得到的商和余数，将所述余数确定为第一偏移信息，将所述商确定为第二偏移信息；

所述如果所述目标存储容量小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识和偏移信息的第三变量数据，包括：

如果所述目标存储容量小于设定阈值，为所述应用程序的引用变量构建包括所述存储区类型标识、第一偏移信息和第二偏移信息的第三变量数据。

11、一种数据访问装置，其特征在于，应用于基于WebAssembly虚拟机的运行系统，所述装置包括：

指示获得单元，用于获得应用程序发起的数据访问指示，所述数据访问指示携带有引用变量的第一变量数据，所述引用变量的第一变量数据用于指示待
5 访问的目标数据的数据地址；

地址确定单元，用于基于所述引用变量的第一变量数据中记录的存储区标识信息，确定所述应用程序对应的数据存储区的存储区地址，所述存储区标识信息用于标识所述应用程序对应的数据存储区；

因子获取单元，用于获取所述引用变量关联的第一校验因子，所述第一校验因子为所述运行系统在为所述应用程序生成所述引用变量对应的变量数据的过程中，基于所述数据存储区的存储区地址计算出的；
10

第一因子计算单元，用于基于所述存储区地址，计算第二校验因子；

数据获取单元，用于如果所述第一校验因子与所述第二校验因子相同，基于所述引用变量的第一变量数据和所述存储区地址从所述数据存储区中获取
15 所述目标数据。