

University of Groningen

Data updating method and device, storage space setting method and device, chip and equipment

Qiao, Ning; De Marchi, Michele ; Demirci, Tugba ; Richter, Ole Juri; Sheik, Sadique Ul Ameen ; Bai, Xin ; Zhou, Kai

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2021

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Qiao, N., De Marchi, M., Demirci, T., Richter, O. J., Sheik, S. U. A., Bai, X., & Zhou, K. (2021). Data updating method and device, storage space setting method and device, chip and equipment. (Patent No. CN113515468).

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113515468 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 19

(21) 申请号 202111071754.2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2021.09.14

G06F 12/02 (2006.01)

G06N 3/063 (2006.01)

G06N 3/04 (2006.01)

(71) 申请人 成都时识科技有限公司

地址 641400 四川省成都市高新区天府大道1577号中国-欧洲中心18层

申请人 上海时识科技有限公司

(72) 发明人 乔宁 米歇尔·德·马尔奇

图芭·代米尔吉

里克特·奥勒·树里

西克·萨迪克·尤艾尔阿明 白鑫

周凯

(74) 专利代理机构 深圳紫藤知识产权代理有限公司 44570

代理人 汪阮磊

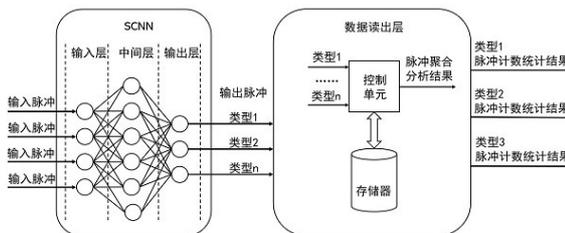
权利要求书4页 说明书26页 附图7页

(54) 发明名称

数据更新方法和存储空间设置方法及装置、芯片、设备

(57) 摘要

本发明公开了一种数据更新方法和存储空间设置方法及装置、芯片、设备。为了解决现有技术中神经拟态芯片中数据读出层分类数量固定、芯片占用面积大、无法共享存储等技术问题,通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;对脉冲序列进行解析,以确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;在存储器的存储地址序列中确定预测类型对应的目标存储地址;根据脉冲序列,对第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息,以及第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。基于该技术手段,取得了提升动态读出层中数据存储、更新效率,可动态分配移动平均值存储器,减小芯片面积,可动态配置输出类数量等技术效果。



1. 一种数据更新方法,其特征在于,所述数据更新方法包括如下步骤:

通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;

对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;

在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址;所述脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息;

确定所述第一存储地址指示的第一存储空间,以及所述第二存储地址指示的第二存储空间,其中,所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息,所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息;

根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

2. 根据权利要求1所述的数据更新方法,其特征在于,在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址,包括:

在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址,其中,所述第一存储地址与所述预测类型的脉冲聚合分析信息对应;

在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址,其中,所述第二存储地址与所述预测类型的脉冲计数统计信息对应;

基于所述第一存储地址与所述第二存储地址,确定所述预测类型对应的目标存储地址。

3. 根据权利要求2所述的数据更新方法,其特征在于,在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址,包括:

在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址子序列,其中,所述第一存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第一存储地址组成,所述目标数量信息为所述输入数据的预测类型的数量信息;

在所述第一存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第一存储地址。

4. 根据权利要求3所述的数据更新方法,其特征在于,在所述第一存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第一存储地址,包括:

对所述预测类型进行映射处理,得到所述预测类型的映射结果;

根据所述映射结果,在所述第一存储地址子序列中确定所述预测类型对应的第一存储地址。

5. 根据权利要求2所述的数据更新方法,其特征在于,在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址,包括:

在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,所述第二存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第二存储地址组成,所述目标数量信息为所述输入数据的预测类型的数量信息;

在所述第二存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第二存储地址。

6. 根据权利要求5所述的数据更新方法,其特征在于,在所述存储器的存储地址序列中

确定第二存储地址子序列,包括:

获取所述输入数据的预测类型的数量信息;

基于所述数量信息,确定目标序列长度信息,其中,所述目标序列长度信息为第一存储子序列的序列长度信息,所述第一存储子序列由与所述数量信息匹配的所述第一存储地址组成;

根据所述目标序列长度信息,从所述存储地址序列中确定第二存储地址子序列。

7. 根据权利要求1所述的数据更新方法,其特征在于,根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息进行更新,包括:

根据所述脉冲序列,对所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新,得到更新后的脉冲计数统计信息,其中,所述更新后的脉冲计数统计信息包括所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数;

对所述脉冲计数进行聚合分析,得到分析结果;

根据所述分析结果,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析结果进行更新。

8. 根据权利要求1所述的数据更新方法,其特征在于,脉冲计数统计信息包括所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数;

根据所述脉冲序列,对所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新,包括:

在所述第二存储空间中,确定所述预测类型的当前第二存储子空间,其中,所述当前第二存储子空间存储有所述预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数;

根据所述脉冲序列,对所述当前第二存储子空间中存储的脉冲计数进行更新。

9. 根据权利要求8所述的数据更新方法,其特征在于,所述数据更新方法还包括:

当前检测到时钟信号时,从所述脉冲计数中确定待移除的目标脉冲计数;

在所述第二存储空间中,确定存储所述目标脉冲计数的目标第二存储子空间;

将所述目标脉冲计数从所述目标第二存储子空间移除,得到移除后的目标第二存储子空间;

将所述移除后的目标第二存储子空间作为新的当前第二存储子空间,并返回执行:根据所述脉冲序列,对所述当前第二存储子空间中存储的当前脉冲计数进行更新。

10. 根据权利要求1所述的数据更新方法,其特征在于,对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型,包括:

获取所述输入数据的预测类型的数量信息;

基于所述数量信息,从所述脉冲序列中解析出所述输入数据的目标特征信息;

对所述目标特征信息进行映射处理,得到处理结果;

基于所述处理结果,确定所述脉冲神经网络针对所述输入数据的预测类型。

11. 一种存储空间设置方法,其特征在于,所述存储空间设置方法包括:

获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息,以及存储器的存储地址序列,其中,所述存储地址序列包括至少一个连续的存储地址;

基于所述数量信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址;

将所述第一存储地址指向所述存储器的第一存储空间,其中,所述第一存储空间用于存储所述预测类型的脉冲聚合分析信息;

将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,其中,所述第二存储空间用于存储所述预测类型的脉冲计数统计信息;

所述预测类型的脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息。

12. 根据权利要求11所述的存储空间设置方法,其特征在于,基于所述数量信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址,包括:

基于所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址;

基于所述数量信息和所述第一存储地址,以及所述预测类型的脉冲计数分析信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第二存储地址。

13. 根据权利要求12所述的存储空间设置方法,其特征在于,基于所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址,包括:

根据所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息,确定目标序列长度信息;

从所述存储地址序列中,确定与所述目标序列长度信息匹配的第一存储地址子序列,其中,所述第一存储地址子序列包括至少一个第一存储地址;

从所述第一存储地址子序列中,确定所述预测类型的第一存储地址。

14. 根据权利要求12所述的存储空间设置方法,其特征在于,基于所述数量信息和所述第一存储地址,以及所述预测类型的脉冲计数分析信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第二存储地址,包括:

基于所述第一存储地址,确定目标序列长度信息,其中,所述目标序列长度信息为第一存储地址子序列的序列长度信息,所述第一存储地址子序列由与所述数量信息匹配的所述第一存储地址组成;

根据所述目标序列长度信息和所述数量信息,以及所述预测类型的脉冲计数分析信息,从所述存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,所述第二存储地址子序列包括至少一个第二存储地址;

从所述第二存储地址子序列中,确定所述预测类型的第二存储地址。

15. 根据权利要求11所述的存储空间设置方法,其特征在于,将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,包括:

从所述第二存储地址中确定与当前时钟周期对应的目标第二存储地址;

基于所述目标第二存储地址与所述预测类型的时钟周期属性,将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,其中,所述时钟周期属性用于描述记录所述预测类型的脉冲计数所需的时钟周期数。

16. 一种数据更新装置,其特征在于,所述数据更新装置包括:

读取单元,用于通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;

解析单元,用于对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;

第一地址确定单元,用于在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及

与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址；所述脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息；

空间确定单元，用于确定所述第一存储地址指示的第一存储空间，以及所述第二存储地址指示的第二存储空间，其中，所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息，所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息；

更新单元，用于根据所述脉冲序列，对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

17. 一种存储空间设置装置，其特征在于，所述存储空间设置装置包括：

获取单元，用于获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息，以及存储器的存储地址序列，其中，所述存储地址序列包括至少一个连续的存储地址；

第二地址确定单元，用于基于所述数量信息，从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址；

第一指向单元，用于将所述第一存储地址指向所述存储器的第一存储空间，其中，所述第一存储空间用于存储所述预测类型的脉冲聚合分析信息；

第二指向单元，用于将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间，其中，所述第二存储空间用于存储所述预测类型的脉冲计数统计信息；

所述预测类型的脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息。

18. 一种芯片，其特征在于，所述芯片：

包括如权利要求16所述的数据更新装置，或者，

包括如权利要求17所述的存储空间设置装置，或者，

被配置为执行如权利要求1至10任一项所述的数据更新方法，或者，

被配置为执行如权利要求11至15任一项所述的存储空间设置方法。

19. 一种电子设备，其包括芯片和处理模块以及响应模块，其特征在于：

所述芯片配置有脉冲神经网络，该脉冲神经网络处理输入信号；

所述芯片还包括如权利要求16所述的数据更新装置，或/和如权利要求17所述的存储空间设置装置；

所述芯片通过第一接口模块将芯片输出信号传输至所述处理模块；

所述处理模块基于所述芯片输出信号，通过第二接口模块控制所述响应模块。

数据更新方法和存储空间设置方法及装置、芯片、设备

技术领域

[0001] 本申请涉及数据的动态读出层领域,具体涉及一种数据更新方法和存储空间设置方法及装置、芯片、设备。

背景技术

[0002] 起源于脑科学的脉冲神经网络(Spiking Neural Network, SNN)是第三代神经网络,以人工通用智能为目标,其事件驱动(event driven)的超低功耗特点非常适合边缘计算、物联网(Internet of Things, IoT)等终端场景。

[0003] 脉冲神经网络可以接收来自动态视觉传感器、麦克风或其它等效传感器的输入数据,并针对该输入数据产生脉冲序列,数据读出层可以用于读取该脉冲序列,并产生聚合输出以供后续分析。

[0004] 当前的数据读出层(静态读出层),举例而言,其包括:

- (1) 16个计数器,每个分类(class)对应一个计数器;
- (2) 16个FIFO模块,每个模块32个单元,每个分类对应一个FIFO模块;
- (3) 16个移动平均值寄存器。

[0005] 对每个输出类,当从卷积神经网络中接收一个脉冲,相应的计数器就会增加。当接收到时钟脉冲,所有计数器的值被移动至相应FIFO的第一单元,然后所有的计数器被重置。与此同时,所有的FIFO中的单元向前移动一步,而FIFO中最后一个单元数值被丢弃。如果计数器溢出,计数器维持最大值即可。在每一个时钟脉冲,每个计数器的值被加至相应类的存储有移动平均值的寄存器,然后FIFO中的单元(基于用户的选择,比如1、16或32个)的值减去相应类的寄存器中存储的移动平均值。以这种方式,在每个时钟周期,移动平均值寄存器被更新为新的移动平均值。

[0006] 在对相关技术的研究和实践过程中,发明人发现当前数据读出层在读取脉冲神经网络输出的脉冲序列,并对相关信息进行存储时,存储效率与读取效率均有待提高、数据读出层分类数量固定、芯片占用面积大、无法共享存储等缺陷。

发明内容

[0007] 本申请实施例提供一种数据更新和存储空间设置方法、装置、芯片及电子设备,为了优化或解决存储器对脉冲神经网络输出的脉冲序列的存储效率与数据更新效率、数据读出层分类数量固定、芯片占用面积大、无法共享存储等一个或多个技术问题。本发明是通过如下手段来实现的:

一种数据更新方法,所述数据更新方法包括如下步骤:通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址;所述脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉

冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息;确定所述第一存储地址指示的第一存储空间,以及所述第二存储地址指示的第二存储空间,其中,所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息,所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息;根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

[0008] 在某类实施例中,在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址,包括:在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址,其中,所述第一存储地址与所述预测类型的脉冲聚合分析信息对应;在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址,其中,所述第二存储地址与所述预测类型的脉冲计数统计信息对应;基于所述第一存储地址与所述第二存储地址,确定所述预测类型对应的目标存储地址。

[0009] 在某类实施例中,在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址,包括:在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址子序列,其中,所述第一存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第一存储地址组成,所述目标数量信息为所述输入数据的预测类型的数量信息;在所述第一存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第一存储地址。

[0010] 在某类实施例中,在所述第一存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第一存储地址,包括:对所述预测类型进行映射处理,得到所述预测类型的映射结果;根据所述映射结果,在所述第一存储地址子序列中确定所述预测类型对应的第一存储地址。

[0011] 在某类实施例中,在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址,包括:在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,所述第二存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第二存储地址组成,所述目标数量信息为所述输入数据的预测类型的数量信息;在所述第二存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第二存储地址。

[0012] 在某类实施例中,在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址子序列,包括:获取所述输入数据的预测类型的数量信息;基于所述数量信息,确定目标序列长度信息,其中,所述目标序列长度信息为第一存储子序列的序列长度信息,所述第一存储子序列由与所述数量信息匹配的所述第一存储地址组成;根据所述目标序列长度信息,从所述存储地址序列中确定第二存储地址子序列。

[0013] 在某类实施例中,根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息进行更新,包括:根据所述脉冲序列,对所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新,得到更新后的脉冲计数统计信息,其中,所述更新后的脉冲计数统计信息包括所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数;对所述脉冲计数进行聚合分析,得到分析结果;根据所述分析结果,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析结果进行更新。

[0014] 在某类实施例中,脉冲计数统计信息包括所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数;根据所述脉冲序列,对所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新,包括:在所述第二存储空间中,确定所述预测类型的当前第二存储子空间,其中,所述当前第二存储子空间存储有所述预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数;根据所述脉冲序列,对所述当前第二存储子空间中存储的脉冲计数进行更新。

[0015] 在某类实施例中,所述方法还包括:当前检测到时钟信号时,从所述脉冲计数中确

定待移除的目标脉冲计数；在所述第二存储空间中，确定存储所述目标脉冲计数的目标第二存储子空间；将所述目标脉冲计数从所述目标第二存储子空间移除，得到移除后的目标第二存储子空间；将所述移除后的目标第二存储子空间作为新的当前第二存储子空间，并返回执行：根据所述脉冲序列，对所述当前第二存储子空间中存储的当前脉冲计数进行更新。

[0016] 在某类实施例中，对所述脉冲序列进行解析，以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型，包括：获取所述输入数据的预测类型的数量信息；基于所述数量信息，从所述脉冲序列中解析出所述输入数据的目标特征信息；对所述目标特征信息进行映射处理，得到处理结果；基于所述处理结果，确定所述脉冲神经网络针对所述输入数据的预测类型。

[0017] 一种数据更新装置，所述数据更新装置包括：读取单元，用于通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列；解析单元，用于对所述脉冲序列进行解析，以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型；第一地址确定单元，用于在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址，其中，所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址，以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址；所述脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息；空间确定单元，用于确定所述第一存储地址指示的第一存储空间，以及所述第二存储地址指示的第二存储空间，其中，所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息，所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息；更新单元，用于根据所述脉冲序列，对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

[0018] 一种存储空间设置方法，包括：获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息，以及存储器的存储地址序列，其中，所述存储地址序列包括至少一个连续的存储地址；基于所述数量信息，从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址；将所述第一存储地址指向所述存储器的第一存储空间，其中，所述第一存储空间用于存储所述预测类型的脉冲聚合分析信息；将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间，其中，所述第二存储空间用于存储所述预测类型的脉冲计数统计信息；所述预测类型的脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息。

[0019] 在某类实施例中，基于所述数量信息，从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址，包括：基于所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息，从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址；基于所述数量信息和所述第一存储地址，以及所述预测类型的脉冲计数分析信息，从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第二存储地址。

[0020] 在某类实施例中，基于所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息，从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址，包括：根据所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息，确定目标序列长度信息；从所述存储地址序列中，确定与所述目标序列长度信息匹配的第一存储地址子序列，其中，所述第一存储地址子序列包括至少一个第一存储地址；从所述第一存储地址子序列中，确定所述预测类型的第一存储地址。

[0021] 在某类实施例中,基于所述数量信息和所述第一存储地址,以及所述预测类型的脉冲计数分析信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第二存储地址,包括:基于所述第一存储地址,确定目标序列长度信息,其中,所述目标序列长度信息为第一存储地址子序列的序列长度信息,所述第一存储地址子序列由与所述数量信息匹配的所述第一存储地址组成;根据所述目标序列长度信息和所述数量信息,以及所述预测类型的脉冲计数分析信息,从所述存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,所述第二存储地址子序列包括至少一个第二存储地址;从所述第二存储地址子序列中,确定所述预测类型的第二存储地址。

[0022] 在某类实施例中,将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,包括:从所述第二存储地址中确定与当前时钟周期对应的目标第二存储地址;基于所述目标第二存储地址与所述预测类型的时钟周期属性,将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,其中,所述时钟周期属性用于描述记录所述预测类型的脉冲计数所需的时钟周期数。

[0023] 一种存储空间设置装置,其包括:获取单元,用于获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息,以及存储器的存储地址序列,其中,所述存储地址序列包括至少一个连续的存储地址;第二地址确定单元,用于基于所述数量信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址;第一指向单元,用于将所述第一存储地址指向所述存储器的第一存储空间,其中,所述第一存储空间用于存储所述预测类型的脉冲聚合分析信息;第二指向单元,用于将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,其中,所述第二存储空间用于存储所述预测类型的脉冲计数统计信息;所述预测类型的脉冲聚合分析信息是指对所述预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息。

[0024] 一种芯片,所述芯片包括如前所述的数据更新装置,或者,包括如前所述的存储空间设置装置,或者,被配置为执行如前所述的数据更新方法,或者,被配置为执行如前所述的存储空间设置方法。

[0025] 一种电子设备,其包括芯片和处理模块以及响应模块,所述芯片配置有脉冲神经网络,该脉冲神经网络处理输入信号;所述芯片还包括如前所述的数据更新装置,或/和如前所述的存储空间设置装置;所述芯片通过第一接口模块将芯片输出信号传输至所述处理模块;所述处理模块基于所述芯片输出信号,通过第二接口模块控制所述响应模块。

[0026] 本申请实施例可以通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址;确定所述第一存储地址指示的第一存储空间,以及所述第二存储地址指示的第二存储空间,其中,所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息,所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息;根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息,以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

[0027] 该方案中,数据读出层对脉冲神经网络输出的脉冲序列进行存储与记录时,是通过存储器而不是寄存器或触发器实现的,这使得芯片上相关的布局面积更小,这不仅有利于节约芯片上有限的硬件资源,而且能够在芯片总布局面积有限的情况下,通过减小布局

数据读出层所需的布局面积,来释放出多余的布局空间来实现其它功能,使得芯片能够承载更多的功能,从而促进芯片功能集成的高效性。

[0028] 并且,该方案在确定脉冲序列所表征的预测类型后,可以进一步地在存储器的存储地址序列中确定该预测类型所对应的目标存储地址,也就是说,该方案是在存储地址序列中为各预测类型分配了对应的目标存储地址的话,这能够充分利用存储器的存储地址序列中连续的存储地址,并通过将存储器中的存储资源供各预测类型共享使用,能够避免存储资源的浪费,同时也大大提升了数据的存储效率。

[0029] 另外,由于该方案中,针对各预测类型对存储地址序列所指向的存储空间进行了明确的划分,例如,确定了各预测类型的脉冲计数统计结果对应的存储空间,以及各预测类型的脉冲聚合分析结果对应的存储空间,这样的话,数据读出层在确定脉冲序列所表征的预测类型后,即可在存储地址序列中确定该预测类型对应的第一存储地址与第二存储地址,并在第一存储地址指向的存储空间中对该预测类型的脉冲计数统计结果进行更新,以及在第二存储地址指向的存储空间中对该预测类型的脉冲聚合分析结果进行更新即可,这提高了数据读出层的数据更新效率。

[0030] 换言之,本发明至少具有如下有益效果:

- (1) 可以动态分配移动平均值存储器;
- (2) 使用SRAM而非寄存器或触发器,可以具有更小的芯片面积;
- (3) 为分类的FIFO和当前移动平均值共享内存;
- (4) 在共享SRAM中实现独立分类阈值;
- (5) 只要数据在SRAM中匹配,输出的分类数量可以动态配置。

附图说明

[0031] 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一些实施例,对于本领域技术人员来讲,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它的附图。

- [0032] 图1是本申请实施例提供的数据更新方法的场景示意图;
- 图2是本申请实施例提供的数据更新方法的流程图;
- 图3是本申请实施例提供的数据更新方法的映射示意图;
- 图4是本申请实施例提供的数据更新方法的另一映射示意图;
- 图5是本申请实施例提供的数据更新方法的存储地址序列示意图;
- 图6是本申请实施例提供的数据更新方法的另一存储地址序列示意图;
- 图7是本申请实施例提供的数据更新方法的另一映射示意图;
- 图8是本申请实施例提供的数据更新方法的存储示意图;
- 图9是本申请实施例提供的数据更新方法的另一存储示意图;
- 图10是本申请实施例提供的数据更新方法的另一存储示意图;
- 图11是本申请实施例提供的存储空间设置方法的流程图;
- 图12是本申请实施例提供的数据更新装置的结构示意图;
- 图13是本申请实施例提供的存储空间设置装置的结构示意图;

图14是本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 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,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本申请保护的范围。

[0034] 本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,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,以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。以下对本申请实施例进行说明。

[0035] 脉冲神经网络中的神经元是对生物神经元的一种模拟。由于是受生物神经元的启发,因此涉及生物神经元的一些概念,如突触、膜电压、突触后电流、突触后电位等概念,根据本领域约定俗成的表达方式,在脉冲神经网络中涉及到神经元相关的概念时,也使用相同的术语。在类脑芯片中,设计有模拟神经元的电路、模拟突触的电路。即芯片等,硬件领域的这些“生物学”概念,根据本领域的约定俗成的习惯,均指的是对应的模拟电路。除非有特别明确的指示,本发明中提到的诸如类似上述生物层面的概念,均是指脉冲神经网络中的对应的概念而非实际的生物细胞层面的概念。

[0036] 本申请实施例提供一种数据更新和存储空间设置方法、装置、芯片及电子设备。其中,该数据更新装置具体可以集成在各种电子设备中,该电子设备可以为终端等设备。

[0037] 其中,参考图1,该数据更新装置可以通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列,例如,该脉冲神经网络具体可以为脉冲卷积神经网络(Spiking Convolutional Neural Network, SCNN),具体可以参考W02020/207982A1。数据更新装置可以通过对脉冲序列进行解析,以确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型,进一步地,可以在存储器的存储地址序列中确定该预测类型对应的目标存储地址,其中,目标存储地址包括与脉冲计数统计信息对应的第一存储地址,以及与脉冲聚合分析信息对应的第二存储地址。进而,可以确定第一存储地址指示的第一存储空间,以及第二存储地址指示的第二存储空间,其中,第一存储空间存储有预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计结果,第二存储空间存储有预测类型的脉冲聚合分析结果,并根据脉冲序列,对第一存储空间存储的脉冲计数统计结果,以及第二存储空间存储的脉冲聚合分析结果进行更新。可选的,数据更新装置还可以输出各预测类型对应的脉冲聚合分析结果与脉冲计数统计结果。

[0038] 在实际应用中,还可以确定针对存储器的存储空间设置方式,以使得数据更新装置在执行本申请中的数据更新方法时,可以参照对存储器中存储空间的相关设置,来执行数据更新的各个方面。因此,对应地,本申请还提供一种存储空间设置装置,该存储空间设置装置具体可以集成在各种电子设备中,该电子设备至少可以为终端等设备。

[0039] 其中,存储空间设置装置可以获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量

信息,以及存储器的存储地址序列,其中,存储地址序列包括至少一个连续的存储地址。进一步地,存储空间设置装置可以基于数量信息,从存储地址序列中确定预测类型的第一存储地址与第二存储地址,并将第一存储地址指向存储器的第一存储空间,其中,第一存储空间用于存储预测类型的脉冲计数统计信息。进而,存储空间设置装置可以将第二存储地址指向存储器的第二存储空间,其中,第二存储空间用于存储预测类型的脉冲聚合分析信息。

[0040] 以下分别进行详细说明。需说明的是,以下实施例的描述顺序不作为对实施例优选顺序的限定。

[0041] 本申请实施例提供一种数据更新方法,如图2所述,该数据更新方法的具体流程可以如下:

S101、通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列。

[0042] 其中,存储器是用来存储程序和各种数据信息的记忆部件,存储器是许多存储单元的集合,指示每个存储单元的编码数据称为存储地址,作为示例,0x18即为存储地址的一个示例,其中,0x表示该数为16进制数。

[0043] 按存储器的使用类型可分为只读存储器 ROM和随机存取存储器 RAM,根据存储单元的工作原理不同,RAM可以分为静态随机存取存储器SRAM和动态随机存取存储器DRAM。

[0044] 在一实施例中,本申请中的存储器可以为RAM,例如,可以具体为SRAM;又如,可以具体为DRAM等。

[0045] 其中,脉冲神经网络为起源于脑科学的第三代神经网络。SNN以人工通用智能为目标,其事件驱动的超低功耗特点非常适合边缘计算、物联网等终端场景。SNN中的神经元是对生物神经元的一种模拟,相比于传统神经网络,SNN及其神经元对生物神经元的运作机理模拟更为精确。受益于神经元活动的稀疏性,基于SNN的芯片会具有更低的功耗。

[0046] 如同传统的人工神经网络(Artificial Neural Network,ANN)一样,SNN也需要构建模型,并需要对构建的模型进行训练,以获得使得SNN预测性能达到最优的网络配置参数。基于该最优的网络配置参数,SNN能够对于任意给定的输入,输出最佳的网络预测结果。进一步地,在实际部署阶段,可以将上述最优的网络配置参数,通过专用的工具映射至类脑芯片中,比如Intel的Loihi、IBM的TrueNorth、SynSense的DyNap-CNN类脑芯片。在这些类脑芯片中,设计有模拟神经元的电路、模拟突触的电路。即芯片等硬件领域的这些“生物学”概念,根据本领域的约定俗成的习惯,均指的是对应的模拟电路。部署有上述网络配置参数的芯片可根据实际输入信号(例如声音、图像信号等)进行推理,并在适当的时候输出推理结果。由于该网络配置参数是经过训练设备训练得到的,因此部署有该网络配置参数的芯片,同样能获得或接近获得训练阶段的网络性能。

[0047] 在一实施例中,本申请中的脉冲神经网络可以具体为脉冲卷积神经网络。在实际应用中,卷积神经网络(Convolutional Neural Network,CNN)使用数学卷积运算生成高效网络,其中层具有3d矩阵输入和输出,并且,只要输出矩阵的形状与下一层的输入相同,一层的输出就可以转到下一层。而SCNN的特点是,一层和下一层之间的通信不是通过一次将完整的输出矩阵发送到下一层来实现的,而是通过发送一些离散的事件(脉冲)来实现的,这更类似于生物大脑的操作。例如,当一个脉冲出现在一个层中时,它会被该层的内核卷积,以产生内部脉冲并只更新该层的一些神经元中的值(取决于层内核和神经元配置)。更新后的神经元可能会激发(如果内部值超过阈值)并产生输出脉冲。这样的话,并非每次都

必须将一层所有的输出数据发送到下一层,并可以创建更高效的实现,也就是说,SCNN是事件驱动的。

[0048] 其中,脉冲神经网络输出的脉冲序列表征脉冲神经网络针对输入数据的推理结果,例如,可以表征脉冲神经网络针对输入数据的预测概率;又如,可以表征脉冲神经网络针对输入数据的预测类型等。

[0049] 其中,数据读出层用于读取脉冲神经网络输出的脉冲序列,例如,数据读出层具体可以集成在芯片中,例如,类脑芯片,以使得该芯片可以作为数据读出层的载体,用以读取脉冲神经网络输出的脉冲序列。

[0050] 作为示例,脉冲神经网络具体可以为SCNN,通常,芯片内部的SCNN会收到不断变化的输入数据,例如,来自动态视觉传感器、麦克风或其它等效传感器的输入数据,而数据读出层的核心旨在过滤和简化芯片内部SCNN输出的脉冲序列的读取。根据SCNN的配置,SCNN将产生实时输出的脉冲序列,该脉冲序列表征SCNN针对输入数据的预测类型。

[0051] 在一实施例中,参见图1,脉冲神经网络具体可以为SCNN,该SCNN可以包括输入层,用以接收输入数据。SCNN可以针对该数据进行预测,产生表征预测类型的脉冲序列,并通过SCNN的输出层输出该脉冲序列。存储器具体可以为SRAM,数据更新装置可以通过SRAM的数据读出层读取SCNN输出的脉冲序列。

[0052] S102、对脉冲序列进行解析,以确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型。

[0053] 作为示例,脉冲神经网络具体可以为SCNN,SCNN的输入数据具体可以由动态视觉传感器采集到的像素事件。例如,若动态视觉传感器采集到的像素事件,是由一个人挥动双手表示向左或向右而产生的,则SCNN可以针对该像素事件,产生指示预测类型为向左或向右的脉冲序列。

[0054] 其中,脉冲神经网络针对输入数据的预测类型,指的是脉冲神经网络预测该输入数据所属的类型。在上述挥手的示例中,脉冲神经网络可以预测该输入数据所属的类型为向左或者向右,具体地,若脉冲神经预测该输入数据所属的类型为向左,则脉冲神经网络针对该输入数据的预测类型为向左;若脉冲神经网络预测该输入数据所属的类型为向右,则脉冲神经网络针对该输入数据的预测类型为向右。

[0055] 在本申请中,对脉冲序列进行解析的方式可以有多种,例如,由于脉冲序列是脉冲神经网络接收了输入数据后所对应输出的结果数据,因此,可以对脉冲序列进行映射处理,以根据映射结果确定该脉冲序列所指示的预测类型。又如,由于脉冲序列是脉冲神经网络针对输入数据产生的输出数据,因此,可以认为输出的脉冲序列中包括指示预测类型的特征信息,因此,可以基于该特征信息确定脉冲序列所指示的预测类型;等等。

[0056] 在一实施例中,可以结合映射处理与脉冲序列中的特征信息,来确定脉冲序列所指示的预测类型,具体地,步骤“对脉冲序列进行解析,以确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型”,可以包括:

获取输入数据的预测类型的数量信息;

基于数量信息,从脉冲序列中解析出输入数据的目标特征信息;

对目标特征信息进行映射处理,得到处理结果;

基于处理结果,确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型。

[0057] 其中,输入数据的预测类型的数量信息(为了方便,在本申请中可以将输入数据的

预测类型的数量信息,称为目标数量信息)指的是脉冲神经网络针对输入数据所能预测的预测类型的数量信息,例如,在挥手的示例中,脉冲神经网络输出的脉冲序列,可以指示预测类型为向左,或者指示预测类型为向右,因此,目标数量信息即为2。

[0058] 获取目标数量信息的方式可以有多种,例如,可以基于人为设置;又如,可以从数据更新装置中的其它组件处获取;又如,可以从其它设备处获取;等等。

[0059] 进一步地,即可基于目标数量信息,从脉冲序列中解析出输入数据的目标特征信息。

[0060] 其中,目标特征信息指的是表征脉冲序列所指示的预测类型的相关数据,例如,目标特征信息可以为脉冲序列中的部分数据;又如,目标特征信息可以为脉冲序列中的全部数据。

[0061] 作为示例,数据读出层可以从脉冲神经网络的输出层接收脉冲神经网络输出的脉冲序列,脉冲序列具体可以表示脉冲神经网络的输出层中出现脉冲的神经元的地址信息。例如,这些神经元可以由包括X分量、Y分量与F分量三个分量的三维矩阵(X,Y,F)表示,譬如,脉冲神经网络具体可以为SCNN,数据读出层读取SCNN输出的脉冲序列可以为(2,3,5),也即,该脉冲序列的X分量为2,Y分量为3,F分量为5。

[0062] 从脉冲序列中解析出目标特征信息的方法可以有多种,例如,可以从脉冲序列对应的二进制数据中,选择部分比特位作为目标特征信息;又如,可以通过对脉冲序列进行嵌入处理(embedding),并将嵌入处理结果作为目标特征信息;等等。

[0063] 在实际应用中,考虑到表示脉冲序列所需的位数,可以大于表示目标数量信息所需的位数,也即,脉冲序列所能表示的数据可以大于目标数量信息,因此,为了能够将每个脉冲序列均映射到对应的预测类型,可以基于目标数量信息,从脉冲序列中解析出目标特征信息,以使得能够通过对该目标特征信息进行映射处理,并基于处理结果,确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型,这样的话,即可确保脉冲神经网络的输出层中神经元的最大数量,不会高于动态读出层所能够处理的类型数量的最大值。

[0064] 在(X,Y,F)三维矩阵的示例中,假设X分量为7比特位,Y分量为7比特位,F分量为10比特位,且目标数量信息为64,也即可以使用6比特位来表示最多64个预测类型,因此,可以最多从脉冲序列(X,Y,F)中解析出6比特位信息作为目标特征信息,例如,可以通过从脉冲序列(X,Y,F)中选取最多不超过6比特位信息,以下可以对此作举例:

举例1:目标特征信息1=concatenate(F分量的2最低有效位,Y分量的2最低有效位,X分量的2最低有效位);举例2:目标特征信息2=concatenate(Y分量的3最低有效位,X分量的3最低有效位);举例3:目标特征信息3=F分量的4最低有效位;等等。其中,concatenate()函数表示二进制数的连接操作,其可以使至少两个二进制数串联成一个二进制数。

[0065] 在从脉冲序列中解析出目标特征信息后,即可进一步地对目标特征信息进行映射处理,以基于映射处理的处理结果,确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型。

[0066] 对目标特征信息进行映射处理以确定预测类型的方式可以有多种,例如,可以计算目标特征信息对应的取值,并将该取值所指向的类型,作为脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;又如,可以确定目标特征信息对应的取值范围,并将该取值范围所指向的类型,作为脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;又如,可以对目标特征信息进行嵌入处理,将处理结果所指向的类型,作为脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;等等。

[0067] S103、在存储器的存储地址序列中确定预测类型对应的目标存储地址,其中,目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址。

[0068] 其中,存储地址序列为包括至少一个存储地址的序列。例如,存储地址序列可以由至少一个连续的存储地址组成;又如,存储地址序列可以由至少一个存储地址子序列组成,其中,每个存储地址子序列中包括至少一个连续的存储地址;等等。

[0069] 在本申请中,可以在存储器的存储地址序列中对于各类型设置对应的存储地址,具体地,该存储地址具体可以包括第一存储地址与第二存储地址,其中,该第一存储地址与该类型的脉冲计数统计信息对应,也即,该第一存储地址指向的存储空间存储有该类型的脉冲计数统计信息;该第二存储地址与该类型的脉冲聚合分析信息对应,也即,该第二存储地址指向的存储空间存储有该类型的脉冲聚合分析信息。

[0070] 其中,对预测类型进行脉冲计数指的是,对指示该预测类型的脉冲序列进行计数,因此,预测类型的脉冲计数统计信息即为对预测类型的脉冲计数进行统计后得到的信息,例如,可以通过统计该预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数,得到该预测类型的脉冲计数统计信息,也即,该预测类型的脉冲计数统计信息具体可以包括该预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数。

[0071] 其中,聚合分析是指对有关的数据进行内容挑选、分析、归类,最后分析得到想要的结果,主要是指任何能够从数组产生标量值的数据转换过程。因此,在本申请中,对预测类型进行脉冲聚合分析指的是,对该预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析的过程,对应的,预测类型的脉冲聚合分析信息即为,对该预测类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息。

[0072] 在本申请中,可以通过对该预测类型的脉冲计数统计信息执行计算,并将计算结果作为该预测类型的脉冲聚合分析信息。例如,可以通过计算该预测类型的至少一个脉冲计数的移动平均值,并将该移动平均值作为该预测类型的脉冲聚合分析信息;又如,可以通过计算该预测类型的至少一个脉冲计数的加权平均值,并将该加权平均值作为该预测类型的脉冲聚合分析信息;等等。

[0073] 由于预测类型对应的目标存储地址可以包括第一存储地址与第二存储地址,因此,以下可以分别对,在存储器的存储地址序列中确定预测类型对应的第一存储地址,以及在存储器的存储地址序列中确定预测类型对应的第二存储地址进行说明,进而,再对基于第一存储地址与第二存储地址,确定预测类型对应的目标存储地址进行说明。具体地,步骤“在存储器的存储地址序列中确定预测类型对应的目标存储地址,其中,目标存储地址包括与脉冲计数统计信息对应的第一存储地址,以及与脉冲聚合分析信息对应的第二存储地址”,可以包括:

在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址,其中,第一存储地址与预测类型的脉冲聚合分析信息对应;

在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址,其中,第二存储地址与预测类型的脉冲计数统计信息对应;

基于第一存储地址与第二存储地址,确定预测类型对应的目标存储地址。

[0074] 在本申请中,由于第一存储地址指向的存储空间,可以用于存储预测类型的脉冲

聚合分析信息,因此,第一存储地址与预测类型的脉冲聚合分析信息对应。

[0075] 由于类型的脉冲聚合分析信息为,对该类型的脉冲计数统计信息进行聚合分析后得到的信息。因此,可以在存储器的存储地址序列中,划分第一存储地址子序列,用以存储各类型的脉冲聚合分析信息,这样的话,数据更新装置可以首先在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址子序列,进而再确定预测类型对应的第一存储地址,具体地,步骤“在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址”,可以包括:

在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址子序列,其中,第一存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第一存储地址组成,目标数量信息为输入数据的预测类型的数量信息;

在第一存储地址子序列中,确定预测类型对应的第一存储地址。

[0076] 由于在说明书中已对“输入数据的预测类型的数量信息”(也即目标数量信息)进行解释,具体可以参考前述,因此在此不作赘述。

[0077] 值得注意的是,可以在第一次获取目标数量信息时就对该目标数量信息进行保存,以使得后续无需再次执行目标数量信息的获取操作,也可以不对第一次获取的目标数量信息进行保存,而是每次都执行目标数量信息的获取操作,具体可以基于需求设置。

[0078] 数据更新装置可以首先在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址子序列,其中,第一存储地址子序列为存储地址序列的子集,其中包括至少一个第一存储地址,每个第一存储地址对应于一个类型。

[0079] 在本申请中,第一存储地址子序列中第一存储地址的数量,与目标数量信息是匹配的,也即,第一存储地址子序列中包括了各类型所对应的第一存储地址,例如,若目标数量信息为*i*,且每个类型需要*k*个第一存储地址所指向的存储空间,来记录该类型的脉冲聚合分析信息,则第一存储地址子序列中可以包括至少*i*×*k*个第一存储地址,其中,*i*与*k*均为自然数。

[0080] 因此,即可进一步地在第一存储地址子序列中,确定预测类型对应的第一存储地址。

[0081] 作为示例,目标数量信息可以为16,且存储各类型的脉冲聚合分析信息所需的存储空间,具体可以为一个存储地址所指示的存储空间,则第一存储地址子序列可以为存储地址序列中的子集,其中包括有16个存储地址,例如,第一存储地址子序列可以为,由地址范围为0x00至0x0F的存储地址构成的序列,其中包括的16个存储地址均为第一存储地址,其中,每个第一存储地址与一个类型对应,也即,该第一存储地址指向的存储空间,可以用于存储该类型的脉冲聚合分析信息。

[0082] 作为另一示例,目标数量信息可以为16,且存储各类型的脉冲聚合分析信息所需的存储空间,具体可以为两个存储地址所指示的存储空间,则第一存储地址子序列可以为存储地址序列中的子集,其中包括有32个存储地址,例如,第一存储地址子序列可以为,由地址范围为0x00至0x1F的存储地址构成的序列,其中包括的32个存储地址均为第一存储地址,其中,每个第一存储地址与一个类型对应,而一个类型具有两个对应的第一存储地址,该第一存储地址指向的存储空间,可以用于存储该类型的脉冲聚合分析信息。

[0083] 在本申请中,可以通过确定第一存储地址子序列的地址范围,来实现在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址子序列。例如,若第一存储地址子序列为,由地址范围为

0x00至0x0F的存储地址构成的序列,则数据更新装置可以通过确定区间[0x00, 0x0F]来确定第一存储地址子序列。

[0084] 由于第一存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第一存储地址组成,也即,第一存储地址子序列中包括了各类型所对应的第一存储地址,因此,即可进一步地在第一存储地址子序列中,确定预测类型对应的第一存储地址,具体地,步骤“在第一存储地址子序列中,确定预测类型对应的第一存储地址”,可以包括:

对预测类型进行映射处理,得到预测类型的映射结果;

根据映射结果,在第一存储地址子序列中确定预测类型对应的第一存储地址。

[0085] 其中,映射指两个元素的集之间元素相互“对应”的关系,在此处,对类型进行映射处理,指的是确定类型所属的类型集合、与第一存储地址所属的地址集合之间,类型与第一存储地址相互“对应”的关系。因此,对预测类型进行映射处理,可以用于从第一存储地址子序列中确定与该预测类型对应的第一存储地址子序列。

[0086] 例如,可以通过对预测类型进行映射处理,得到映射结果,进而将该映射结果在第一存储地址子序列中所指向的第一存储地址,作为该预测类型对应的第一存储地址。

[0087] 作为示例,目标数量信息可以为16,也即脉冲神经网络可预测的类型数量为16个,可以将这16个类型分别命名为类1,类2,类3,⋯,类16,并且,第一存储地址子序列中第一存储地址的地址范围可以为0x00至0x0F,此外,可以规定类型与第一存储地址之间的映射关系如图3所示(图3中以“C1”表示“类1”,以“C2”表示“类2”,以此类推),则即可对预设类型进行映射处理,确定该预设类型在第一存储地址子序列中对应的第一存储地址,例如,若预设类型为类2,则该预设类型在第一存储地址子序列中对应的第一存储地址即为0x01。

[0088] 作为另一示例,目标数量信息可以为8,也即脉冲神经网络可预测的类型数量为16个,可以将这16个类型分别命名为类1,类2,类3,⋯,类型8,并且,第一存储地址子序列中第一存储地址的地址范围可以为0x00至0x0F,此外,可以规定类型与第一存储地址之间的映射关系如图3所示(图3中以“C1”表示“类1”,以“C2”表示“类2”,以此类推),则即可对预设类型进行映射处理,确定该预设类型在第一存储地址子序列中对应的第一存储地址,例如,若预设类型为类2,则该预设类型在第一存储地址子序列中对应的第一存储地址包括0x02与0x03。

[0089] 在对步骤“在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址”进行说明后,下面可以对步骤“在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址”进行说明,值得注意的是,在本申请中,不对步骤“在存储器的存储地址序列中确定第一存储地址”与步骤“在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址”的执行顺序作限制。

[0090] 具体地,步骤“在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址”,可以包括:

在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,第二存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第二存储地址组成,目标数量信息为输入数据的预测类型的数量信息;

在第二存储地址子序列中,确定预测类型对应的第二存储地址。

[0091] 其中,第二存储地址子序列为存储地址序列的子集,其中包括至少一个第二存储地址,每个第二存储地址对应于一个类型,每个第二存储地址指向的存储空间可以用于存储对应类型的脉冲计数统计信息。

[0092] 类似地,可以通过确定第二存储地址子序列的地址范围,来实现在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址子序列。例如,若第二存储地址子序列为,由地址范围由0x10至0x8F的存储地址构成的序列,则数据更新装置可以通过确定区间[0x10, 0x8F]来确定第二存储地址子序列。

[0093] 在实际应用中,可以从存储器的存储地址序列中,划分出第一存储地址子序列与第二存储地址子序列,并且,第一存储地址子序列与第二存储地址子序列中的存储地址,可以为连续的存储地址。例如,在存储地址序列中,第二存储地址子序列可以于第一存储地址子序列后;又如,在存储地址序列中,第二存储地址子序列可以于第一存储地址子序列之前。

[0094] 在一实施例中,第一存储地址子序列可以于存储地址序列的首部,且在存储地址序列中,第二存储地址子序列可以于第一存储子序列之后,这样的话,即可基于第一存储子序列的序列长度,从存储序列地址中确定第二存储地址子序列,具体地,步骤“在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址”,可以包括:

获取输入数据的预测类型的数量信息;

基于数量信息,确定目标序列长度信息,其中,目标序列长度信息为第一存储子序列的序列长度信息,第一存储子序列由与数量信息匹配的第一存储地址组成;

根据目标序列长度信息,从存储地址序列中确定第二存储地址子序列;

由于在说明书中已对步骤“获取输入数据的预测类型的数量信息(也即目标数量信息)”进行解释,对第一存储子序列进行定义与举例,并对第一存储子序列中的第一存储地址与目标户数量信息匹配进行解释,具体可以参考前述,因此在此不作赘述。

[0095] 其中,目标序列长度信息为第一存储子序列的序列长度信息,例如,若第一存储子序列具体为,由地址范围为0x00至0x0F存储地址构成的序列,其中包括的16个存储地址均为第一存储地址,则该第一存储子序列的序列长度信息即为16,也即目标序列长度信息为16。

[0096] 数据更新装置可以基于目标数量信息,确定目标序列长度信息。具体地,数据更新装置可以确定每个类型对应的第一存储地址数量,进而结合目标数量信息确定目标序列长度信息。例如,参见图3,目标数量信息可以为16,若设置每个类型对应的第一存储地址数量为1,也即每个类型需要用一个第一存储地址指向的存储空间来存储该类型的脉冲聚合分析信息,则可以确定目标序列长度信息为 $16 \times 1 = 16$;又如,参见图4,目标数量信息可以为8,若设置每个类型对应的第一存储地址数量为2,也即每个类型需要用两个第一存储地址指向的存储空间来存储该类型的脉冲聚合分析信息,则可以确定目标序列长度信息为 $8 \times 2 = 16$ 。

[0097] 进一步地,即可根据目标序列长度信息,从存储地址序列中确定第二存储地址子序列。具体地,可以将第一存储地址子序列置于存储地址序列的首部,紧接着在余下的存储地址序列中划分第二存储地址子序列,这样的话,即可根据目标序列长度信息,确定第二存储地址子序列中地址范围的开始,例如,若目标序列长度信息为16,则可以确定第二存储地址子序列中存储地址范围的开始为0x10(即为16进制下的17)。

[0098] 与第一存储地址子序列类似,在本申请中,第二存储地址子序列中第二存储地址的数量,与目标数量信息是匹配的,也即,第二存储地址子序列中包括了各类型所对应的第

二存储地址,例如,若目标数量信息为*i*,且每个类型需要*j*个第二存储地址所指向的存储空间,来记录该类型的脉冲计数统计信息,则第二存储地址子序列中可以包括至少*i*×*j*个第二存储地址,其中,*i*与*j*均为自然数。

[0099] 作为示例,目标数量信息可以为16,且存储各类型的脉冲计数统计信息所需的存储空间,具体可以为8个存储地址所指示的存储空间,则第二存储地址序列可以为存储地址序列中的子集,其中包括有16×8=128个存储地址,例如,第二存储地址子序列可以为,由地址范围由0x10至0x8F的存储地址构成的序列,其中包括的128个存储地址均为第二存储地址,其中,每个类型具有8个对应的第二存储地址,每个第二存储地址对应于一个类型,也即,该第二存储地址指向的存储空间,可以用于存储该类型的脉冲计数统计信息。

[0100] 作为另一示例,目标数量可以为8,且存储各类型的脉冲计数统计信息所需的存储空间,具体可以为16个存储地址所指示的存储空间,则第二存储地址序列可以为存储地址序列中的子集,其中包括有8×16=128个存储地址,例如,第二存储地址子序列可以为,由地址范围由0x10至0x8F的存储地址构成的序列,其中包括的128个存储地址均为第二存储地址,其中,每个类型具有16个对应的第二存储地址,每个第二存储地址对应于一个类型,也即,该第二存储地址指向的存储空间,可以用于存储该类型的脉冲计数统计信息。

[0101] 这样的话,由于第一存储地址子序列可以于存储地址序列的首部,且在存储地址序列中,第二存储地址子序列可以于第一存储子序列之后,因此,在确定目标序列长度信息,以及第二存储地址子序列中第二存储地址的数量后,即可确定第二存储地址子序列的地址范围,进而从存储地址序列中确定第二存储地址子序列。例如,目标序列长度信息可以为16,且第二存储地址子序列中第二存储地址的数量可以为128,则可以确定第二存储地址子序列,为由地址范围由0x10至0x8F的存储地址构成的序列。

[0102] 在存储器的存储地址序列中确定第二存储地址子序列后,由于第二存储地址子序列中包括各类型对应的第二存储地址,因此,即可进一步地,从第二存储地址子序列中,确定预测类型对应的第二存储地址。

[0103] 在本申请中,从第二存储地址子序列中,确定预测类型对应的第二存储地址的方式,可以类似于从第一存储地址子序列中,确定预测类型对应的第一存储地址的方式,具体地,步骤“从第二存储地址子序列中,确定预测类型对应的第二存储地址”,可以包括:

对预测类型进行映射处理,得到预测类型的映射结果;

根据映射结果,在第二存储地址子序列中确定预测类型对应的第二存储地址。

[0104] 其中,映射指两个元素的集之间元素相互“对应”的关系,在此处,对类型进行映射处理,指的是确定类型所属的类型集合、与第二存储地址所属的地址集合之间,类型与第二存储地址相互“对应”的关系。因此,对预测类型进行映射处理,可以用于从第二存储地址子序列中确定与该预测类型对应的第二存储地址子序列。

[0105] 例如,可以通过对预测类型进行映射处理,得到映射结果,进而将该映射结果在第二存储地址子序列中所指向的第二存储地址,作为该预测类型对应的第二存储地址。

[0106] 作为示例,目标数量信息可以为16,参见图5,存储地址序列中,第一存储地址子序列具体可以为,地址范围为0x00至0x0F的存储地址构成的序列,而第二存储地址子序列具体可以为,地址范围为0x10至0x8F的存储地址构成的序列。并且,第二存储地址子序列中,各类型与其中的第二存储地址之间的映射关系可以如图6所示,以类2为例,数据更新装置

在确定预测类型为类2后,结合图6中的映射关系,站在第二存储地址子序列中确定类2对应的第二存储地址具体包括,地址范围为0x18至0x1F的存储地址。

[0107] S104、确定第一存储地址指示的第一存储空间,以及第二存储地址指示的第二存储空间,其中,第一存储空间存储有预测类型的脉冲聚合分析信息,第二存储空间存储有预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息。

[0108] 其中,脉冲信号之间的时间间隔称为周期,时钟周期指的是时钟脉冲之间的时间间隔。其中,时钟信号是一个按一定电压幅度,一定时间间隔连续发出的脉冲信号。

[0109] 由于存储地址为代表存储空间的编号,因此,数据更新装置可以根据存储地址确定对应的存储空间。在本申请中,数据更新装置可以确定第一存储地址指示的第一存储空间,以及第二存储地址指示的第二存储空间。

[0110] 在一实施例中,各类型的脉冲聚合分析信息可以为,对该类型的至少一个脉冲计数统计信息进行移动平均计算后,得到的移动平均值,例如,脉冲聚合分析信息可以配置为该类型在最后一个时钟周期的脉冲计数统计信息;又如,脉冲聚合分析信息可以配置为该类型在8个时钟周期下的脉冲计数统计信息的移动平均值;等等。

[0111] 作为示例,目标数量信息可以为16,且存储各类型的脉冲聚合分析信息所需的存储空间,为一个第一存储地址所指示的存储空间,则参见图7,在存储器的存储地址序列中,第一存储地址子序列可以为,由地址范围为0x00至0x0F的存储地址构成的序列,其中的每个存储地址均为第一存储地址,每个第一存储地址指示的存储空间即为第一存储空间,每个第一存储空间用于存储一个类型的脉冲聚合分析信息,例如,参考图7的第一列,第一存储地址0x00指向的第一存储空间S₁1,用于存储类1的脉冲聚合分析信息。

[0112] 在一实施例中,各类型的脉冲计数统计信息可以包括该类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数,例如,可以包括该类型在8个时钟周期下的脉冲计数;又如,可以包括该类型在16个时钟周期下的脉冲计数。

[0113] 作为示例,目标数量信息可以为16,且各类型的脉冲计数统计信息可以包括该类型在8个时钟周期下的脉冲计数,存储每个脉冲计数所需的存储空间为一个第二存储地址所指示的存储空间。则参见图8,在存储器的存储地址序列中,第二存储地址子序列可以为,由地址为0x10至0x8F的存储地址构成的序列,其中,0x10至0x17所指向的存储空间为类1的第二存储空间,0x18至0x1F所指向的存储空间为类2的第二存储空间,……,0x88至0x8F所指向的存储空间为类16的第二存储空间。

[0114] 进一步地,以图8中的类2为示例,参见图9,第二存储地址0x1B所指向的第二存储地址可以用于存储类2在当前时钟周期的脉冲计数,第二存储地址0x1A所指向的第二存储地址可以用于存储类2在上一时钟周期(也即倒数第一个时钟周期)的脉冲计数,第二存储地址0x1A所指向的第二存储地址可以用于存储类2在上上一个时钟周期(也即倒数第二个时钟周期)的脉冲计数,等等。

[0115] 在实际应用中,各类型的第二存储空间具体可以实现为环形缓冲区(ring buffer)。在环形缓冲区中,当一个数据元素被用掉后,其余数据元素不需要移动其存储位置。相反,一个非圆形缓冲区(例如一个普通的队列)在用掉一个数据元素后,其余数据元素需要向前搬移。换句话说,圆形缓冲区较非圆形缓冲区,其更适合实现先进先出缓冲区。参见图9,图9中类2的第二存储空间的具体实现方式即为圆形缓冲区,在实际应用中,其它类

型的第二存储空间均可以具体实现为圆形缓冲区。

[0116] S105、根据脉冲序列,对第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息,以及第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

[0117] 以下可以分别对步骤“根据脉冲序列,对第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息进行更新”与步骤“根据脉冲序列,对第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新”进行解释。值得注意的是,在本申请中,不对步骤“根据脉冲序列,对第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息进行更新”与步骤“根据脉冲序列,对第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新”的执行顺序作限制。

[0118] 具体地,步骤“根据脉冲序列,对第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息进行更新”,包括:

根据脉冲序列,对第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新,得到更新后的脉冲计数统计信息,其中,更新后的脉冲计数统计信息包括预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数;

对脉冲计数进行聚合分析,得到分析结果;

根据分析结果,对第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息进行更新。

[0119] 由于脉冲神经网络输出的脉冲序列表征脉冲神经网络针对输入数据的推理结果,具体地,可以表征脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;而预测类型的脉冲计数统计信息为对预测类型的脉冲计数进行统计后得到的信息,因此,数据更新装置可以根据脉冲序列,确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型,进而对该预测类型的脉冲计数统计信息进行更新,得到更新后的脉冲计数统计信息。

[0120] 作为示例,各类型对应的第二存储空间中,可以存储有该类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数,数据更新装置可以确定脉冲序列所指示的预测类型,并在该预测类型对应的第二存储空间中,对其中的脉冲计数进行更新,例如,对当前时钟周期下的脉冲计数进行更新,以得到该预测类型的更新后的脉冲计数统计信息,其中,更新后的脉冲计数统计信息包括该预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数,该脉冲计数为更新后的脉冲计数。

[0121] 进一步地,可以对预测类型的脉冲计数进行聚合分析,例如,可以通过计算该预测类型的至少一个脉冲计数的移动平均值,并将该移动平均值作为分析结果;又如,可以通过计算该预测类型的至少一个脉冲计数的加权平均值,并将该加权平均值作为该预测类型的分析结果;又如,可以将该预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数作为分析结果;等等。

[0122] 在得到分析结果后,即可根据分析结果,对第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息进行更新,具体地,可以将该预测类型对应的第一存储空间中存储的脉冲聚合分析信息,更新为得到的分析结果,以实现更新。

[0123] 以下可以对步骤“根据脉冲序列,对第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新”进行解释。

[0124] 在本申请中,预测类型的脉冲计数统计信息可以包括该预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数,具体地,步骤“根据脉冲序列,对第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新”,可以包括:

在第二存储空间中,确定预测类型的当前第二存储子空间,其中,当前第二存储子空间存储有为预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数;

根据脉冲序列,对当前第二存储子空间中存储的脉冲计数进行更新。

[0125] 在本申请中,根据脉冲序列,对当前第二存储子空间中存储的脉冲计数进行更新的方式可以有多种,例如,可以通过对当前第二存储子空间中存储的脉冲计数进行增值,以对该脉冲计数进行更新;又如,若增值后的脉冲计数溢出,则可以通过将该脉冲计数保持在最大值,以对该脉冲计数进行更新;等等。

[0126] 以预测类型具体为类2为示例,类2的第二存储空间为类2的第二存储地址所指向的存储空间,参见图6可知,类2的第二存储地址具体可以包括0x18至0x1F之间连续的存储地址。参见图8可知,类2的当前第二存储子空间为第二存储地址0x1B所指向的存储空间,其中存储有类2在当前时钟周期下的脉冲计数。数据更新装置在确定脉冲序列所指示的类型为类2后,即可对0x1B所指向的存储空间中存储的脉冲计数进行更新,例如,可以将该脉冲计数的数值加一来实现更新;又如,若更新后的脉冲计数溢出,则可以通过将该脉冲计数保持在其最大值来实现更新。

[0127] 在本申请中,对第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新,除了可以包括对当前时钟周期下的脉冲计数进行更新以外,考虑到第二存储空间中存储的是预测类型在有限时钟周期下的脉冲计数,而随着系统的运行会不断新增时钟周期,因此,需要随着时间的进行,对第二存储空间中各时钟周期对应的第二存储子空间进行更新,具体地,数据更新方法还可以包括:

当检测到时钟信号时,从脉冲计数中确定待移除的目标脉冲计数;

在第二存储空间中,确定存储目标脉冲计数信息的目标第二存储子空间;

将目标脉冲计数信息从目标第二存储子空间移除,得到移除后的目标第二存储子空间;

将移除后的目标第二存储子空间作为新的当前第二存储子空间,并返回执行根据脉冲序列,对当前第二存储子空间中存储的当前脉冲计数信息进行更新。

[0128] 其中,时钟信号为按一定时间间隔发出的脉冲信号,这些脉冲信号之间的时间间隔即称为时钟周期。

[0129] 由于各类型的第二存储空间中,存储有该类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数,因此,当检测到时钟信号时,即表示各类型的第二存储空间中,可以以新的时钟周期去记录当前的脉冲计数,而之前的当前时钟周期,即称为上一时钟周期。

[0130] 又由于未在对第二存储空间进行存储扩容的情况下,第二存储空间中存储的是有限时钟周期下的脉冲计数,因此,当检测到时钟信号时,需要从第二存储空间当前记录的各脉冲计数中,确定待移除的目标脉冲计数,并通过在该目标脉冲计数对应的存储空间,也即目标第二存储子空间中,将该目标脉冲计数移除,以将该目标第二存储子空间释放,以使得随着新的时钟周期的到来,第二存储空间中亦释放出对应的存储空间,用于存储新时钟周期下的脉冲计数。

[0131] 从脉冲计数中确定待移除的目标脉冲计数的方式可以有多种,例如,可以将距当前时钟周期最久的历史时钟周期作为目标时钟周期,并将该目标时钟周期下的脉冲计数作为目标脉冲计数;又如,可以基于需求从各时钟周期中确定目标时钟周期,并将该目标时钟周期下的脉冲计数作为目标脉冲计数;等等。

[0132] 以预测类型为类2为示例,参见9,当检测到时钟信号时,可以将类2在倒数第七个

时钟周期的脉冲计数,确定为待移除的目标脉冲计数,并在第二存储空间中,将存储该目标脉冲计数的存储空间,也即第二存储地址0x1B所指向存储空间,确定为目标第二存储子空间。进一步地,可以将目标脉冲计数信息从目标第二存储子空间移除,例如,可以通过将目标第二存储子空间中存储的数据重置来实现将目标脉冲计数信息移除,并且,可以将移除后的目标第二存储子空间作为新的当前第二存储子空间。

[0133] 在实际应用中,由于第二存储空间具体可以实现为环形缓冲区,因此,移除后类2的第二存储空间即可更新为如图10所示,其中,第二存储地址0x1C所指向的第二存储地址可以用于存储类2在当前时钟周期的脉冲计数,第二存储地址0x1B所指向的第二存储地址可以用于存储类2在上一个时钟周期(也即倒数第一个时钟周期)的脉冲计数,第二存储地址0x1A所指向的第二存储地址可以用于存储类2在上上一个时钟周期(也即倒数第二个时钟周期)的脉冲计数,等等。

[0134] 进一步地,即可返回执行根据脉冲序列,对当前第二存储子空间中存储的当前脉冲计数信息进行更新。

[0135] 由上可知,本实施例可以通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;对脉冲序列进行解析,以确定脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;在存储器的存储地址序列中确定预测类型对应的目标存储地址,其中,目标存储地址包括与脉冲计数统计信息对应的第一存储地址,以及与脉冲聚合分析信息对应的第二存储地址;确定第一存储地址指示的第一存储空间,以及第二存储地址指示的第二存储空间,其中,第一存储空间存储有预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计结果,第二存储空间存储有预测类型的脉冲聚合分析结果;根据脉冲序列,对第一存储空间存储的脉冲计数统计结果,以及第二存储空间存储的脉冲聚合分析结果进行更新。

[0136] 该方案中,数据读出层对脉冲神经网络输出的脉冲序列进行存储与记录时,是通过存储器而不是寄存器或触发器实现的,这使得芯片上相关的布局面积更小,这不仅有利于节约芯片上有限的硬件资源,而且能够在芯片总布局面积有限的情况下,通过减小布局数据读出层所需的布局面积,来释放出多余的布局空间来实现其它功能,使得芯片能够承载更多的功能,从而促进芯片功能集成的高效性。

[0137] 并且,该方案在确定脉冲序列所表征的预测类型后,可以进一步地在存储器的存储地址序列中确定该预测类型所对应的目标存储地址,也就是说,该方案是在存储地址序列中为各预测类型分配了对应的目标存储地址的话,这能够充分利用存储器的存储地址序列中连续的存储地址,并通过将存储器中的存储资源供各预测类型共享使用,能够避免存储资源的浪费,同时也大大提升了数据的存储效率。

[0138] 另外,由于该方案中,针对各预测类型对存储地址序列所指向的存储空间进行了明确的划分,例如,确定了各预测类型的脉冲计数统计结果对应的存储空间,以及各预测类型的脉冲聚合分析结果对应的存储空间,这样的话,数据读出层在确定脉冲序列所表征的预测类型后,即可在存储地址序列中确定该预测类型对应的第一存储地址与第二存储地址,并在第一存储地址指向的存储空间中对该预测类型的脉冲计数统计结果进行更新,以及在第二存储地址指向的存储空间中对该预测类型的脉冲聚合分析结果进行更新即可,这提高了数据读出层的数据更新效率。

[0139] 根据上面实施例所描述的方法,以下将举例进一步详细说明。

[0140] 在本申请实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中的某个步骤或某个名词解释等没有详述的部分,可以参见上文针对数据更新方法的详细描述,此处不再赘述。

[0141] 如图11所示,一种存储空间设置方法,具体流程如下:

S201、获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息,以及存储器的存储地址序列,其中,存储地址序列包括至少一个连续的存储地址。

[0142] 为了方便,在本申请中可以将脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息,称为目标数量信息,例如,在挥手的示例中,脉冲神经网络输出的脉冲序列,可以指示预测类型为向左,或者指示预测类型为向右,因此,目标数量信息即为2。

[0143] S202、基于数量信息,从存储地址序列中确定预测类型的第一存储地址与第二存储地址。

[0144] 在本申请中,可以基于目标数量信息,对存储地址序列进行划分,以从中确定各类型的第一存储地址与第二存储地址,并将该第一存储地址指向的存储空间作为该类型的第一存储空间,将该第二存储地址指向的存储空间作为该类型的第二存储空间,以实现对该存储器的存储空间进行划分,并将划分后得到的存储空间设置给各类型,用于存储该类型的脉冲聚合分析信息与脉冲计数统计信息。

[0145] 由于存储地址序列是设计用于供各类型进行信息存储,因此,可以从存储地址序列中划分第一存储地址子序列与第二存储地址子序列,其中,第一存储地址子序列中可以包括各类型的第一存储地址,每个第一存储地址指示的存储空间可以用于存储该类型的脉冲聚合分析信息,第二存储地址子序列中可以包括各类型的第二存储地址,每个第二存储地址指示的存储空间可以用于存储该类型的脉冲计数统计信息。

[0146] 具体在划分时,可以将目标数量信息考虑在内,以使得划分后的存储地址序列,能够实现供各类型进行信息存储。

[0147] 其中,第一存储地址子序列与第二存储地址子序列在存储地址序列中的排布关系可以有多种,例如,在存储地址序列中,第二存储地址子序列可以于第一存储地址子序列后;又如,在存储地址序列中,第二存储地址子序列可以于第一存储地址子序列之前。

[0148] 在一实施例中,第一存储地址子序列可以于存储地址序列的首部,且在存储地址序列中,第二存储地址子序列可以于第一存储子序列之后,具体地,步骤“基于数量信息,从存储地址序列中确定预测类型的第一存储地址与第二存储地址”,可以包括:

基于数量信息与预测类型的脉冲聚合分析信息,从存储地址序列中确定预测类型的第一存储地址;

基于数量信息、第一存储地址,以及预测类型的脉冲计数分析信息,从存储地址序列中确定预测类型的第二存储地址。

[0149] 在本申请中,由于各类型的第一存储地址用于存储该类型的脉冲聚合分析信息,而存储地址序列中,可以划分多个第一存储地址,用以存储各类型的脉冲聚合分析信息,因此,可以结合目标数量信息与脉冲聚合分析信息,确定存储各类型的脉冲聚合分析信息所需的目标存储空间,进而可以从存储地址序列中确定指示该目标存储空间的存储地址,并将该存储地址确定为第一存储地址,即实现了从存储地址序列中确定各类型的第一存储地址,进而可以从中确定预测类型的第一存储地址,具体地,步骤“基于数量信息与预测类型

的脉冲聚合分析信息,从存储地址序列中确定预测类型的第一存储地址”,可以包括:

根据数量信息与预测类型的脉冲聚合分析信息,确定目标序列长度信息;

从存储地址序列中,确定与目标序列长度信息匹配的第一存储地址子序列,其中,第一存储地址子序列包括至少一个第一存储地址;

从第一存储地址子序列中,确定预测类型的第一存储地址。

[0150] 作为示例,目标数量信息可以为16,存储一个类型的脉冲聚合分析信息所需的存储空间,具体可以为存储地址序列中的一个存储地址所指示的存储空间,因此,可以根据目标数量信息与脉冲聚合分析信息,确定目标序列长度信息为 $16 \times 1 = 16$ 。

[0151] 作为另一示例,目标数量信息可以为8,存储一个类型的脉冲聚合分析信息所需的存储空间,具体可以为存储地址序列中的一个存储地址所指示的存储空间,因此,可以根据目标数量信息与脉冲聚合分析信息,确定目标序列长度信息为 $8 \times 2 = 16$ 。

[0152] 进一步地,可以从存储地址序列中,确定与目标序列长度信息匹配的第一存储地址子序列。以目标序列长度信息为16作为示例,则可以将存储地址序列中的前16个存储地址,作为第一存储地址,对应地,由这些第一存储地址组成的序列,即为第一存储地址子序列。

[0153] 由于第一存储地址子序列中包括至少一个第一存储地址,每个第一存储地址对应于一个类型,用以存储该类型的脉冲聚合分析信息,因此,可以建立类型与第一存储地址之间的映射关系,以使得可以基于该映射关系,从第一存储地址子序列中,确定预测类型的第一存储地址,具体地,该映射关系可以基于需求进行设置,本申请不对此作限制,例如,图3为该映射关系的一个示例;又如,图4为该映射关系的另一示例。

[0154] 在确定第一地址子序列后,即可进一步地从存储地址序列中划分出第二存储地址子序列,以从第二存储地址子序列中确定预测类型的第二存储地址,具体地,步骤“基于数量信息、第一存储地址,以及预测类型的脉冲计数分析信息,从存储地址序列中确定预测类型的第二存储地址”,可以包括:

基于第一存储地址,确定目标序列长度信息,其中,目标序列长度信息为第一存储地址子序列的序列长度信息,第一存储地址子序列由与数量信息匹配的第一存储地址组成;

根据目标序列长度信息、数量信息,以及预测类型的脉冲计数分析信息,从存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,第二存储地址子序列包括至少一个第二存储地址;

从第二存储地址子序列中,确定预测类型的第二存储地址。

[0155] 说明书中已对目标序列长度信息,以及计算目标序列长度信息的方法进行解释,在此不做赘述。值得注意的是,在实际应用中,可以在第一次确定目标序列长度信息时就对该目标序列长度信息进行保存,以使得后续无需再次执行目标序列长度信息的确定步骤,也可以不对第一次获取的目标序列长度信息进行保存,而是每次都执行目标序列长度信息的确定步骤,具体可以基于需求设置。

[0156] 存储空间设置装置可以根据目标序列长度信息,从存储地址序列中确定可以用于划分第二存储地址子序列的目标序列范围,并在该目标序列范围内,确定第二存储地址子序列。具体地,可以以目标序列长度信息为16作为示例,则存储空间设置装置可以在存储地

址序列中将前16个存储地址以外的序列范围作为目标序列范围,并从中确定第二存储地址子序列。

[0157] 在目标序列范围内确定第二存储地址子序列的方式,可以参考在存储地址序列中确定第一存储地址子序列的方式,具体地,可以基于目标数量信息与脉冲计数分析信息,确定第二存储地址子序列的序列长度信息,并从目标序列范围中,确定与该序列长度信息匹配的第二存储地址子序列,其中,该第二存储地址子序列可以包括至少一个第二存储地址,每个第二存储地址对应于一个类型,用于存储该类型的脉冲计数统计信息,例如,用于存储该类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数。

[0158] 类似地,由于第二存储地址子序列中包括至少一个第二存储地址,每个第二存储地址对应于一个类型,用以存储该类型的脉冲计数统计信息,因此,可以建立类型与第二存储地址之间的映射关系,以使得可以基于该映射关系,从第二存储地址子序列中,确定预测类型的第二存储地址,具体地,该映射关系可以基于需求进行设置,本申请不对此作限制。

[0159] S203、将第一存储地址指向存储器的第一存储空间,其中,第一存储空间用于存储预测类型的脉冲聚合分析信息。

[0160] 在确定了各类型的第一存储地址后,即可将该第一存储地址指向存储其中对应的存储空间,也即第一存储空间。这样的话,即可在第一存储空间中确定用于存储各类型的脉冲聚合分析信息的第一存储空间。

[0161] S204、将第二存储地址指向存储器的第二存储空间,其中,第二存储空间用于存储预测类型的脉冲计数统计信息。

[0162] 类似地,在确定了各类型的第二存储地址后,即可将该第二存储地址指向存储其中对应的存储空间,也即第二存储空间。这样的话,即可在第二存储空间中确定用于存储各类型的脉冲计数统计信息的第二存储空间,例如,用于存储各类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数的第二存储空间。

[0163] 值得注意的是,本申请中不对步骤S203与步骤S204之间的执行顺序作限制。

[0164] 由于预测类型的脉冲计数统计信息可以包括该预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数,其中包括了该预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数,因此,可以从预测类型的第二存储地址中,确定用于存储当前时钟周期下的脉冲计数的目标第二存储地址,以使得在实际应用中,可以在该目标第二存储地址指向的存储空间中,对该预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数进行存储与更新,并且,考虑到实际应用中,第二存储空间具体可以实现为环形缓冲区,因此,确定目标第二存储地址,还有利于在环形缓冲区对当前时钟周期所对应的第二存储空间进行更新,具体地,步骤“将第二存储地址指向存储器的第二存储空间”,可以包括:

从第二存储地址中确定与当前时钟周期对应的目标第二存储地址;

基于目标第二存储地址与预测类型的时钟周期属性,将第二存储地址指向存储器的第二存储空间。

[0165] 其中,从第二存储地址中确定与当前时钟周期对应的目标第二存储地址的方式可以有多种,例如,可以随机选择;又如,可以人为设置;又如,可以设计选择机制用以确定;等等。在实际应用中,第二存储地址中与当前时钟周期对应的目标第二存储地址,是可以随着时钟脉冲的来到而不断变化的,因此,可以设置对应的变量以记录目标第二存储地址的值,

以便于随时可以读取预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数,以及准确地计算预测类型的脉冲聚合分析信息。

[0166] 其中,预测类型的时钟周期属性用于描述记录该预测类型的脉冲计数所需的时钟周期数。作为示例,参见图9,由于需要记录类2在8个时钟周期下的脉冲计数,因此类2的时钟周期属性具体可以为8。

[0167] 在本申请中,考虑到第二存储空间具体可以实现为环形缓冲区,因此,可以基于目标第二存储地址与预测类型的时钟周期属性,将第二存储地址指向存储器的第二存储空间,具体地,在确定目标第二存储地址,以及预测类型的时钟周期属性后,即可建立该预测类型的各第二存储地址与各时钟周期之间的对应关系,图9即为一个示例。

[0168] 进一步地,可以根据该对应关系,将各第二存储地址指向存储器中对应的第二存储空间,具体地,以图9为示例,可以将目标第二存储地址0x1B指向的存储空间,设置用于存储该预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数,并遵循图9中的对应关系,将其余的第二存储地址所指向的存储空间,设置用于存储该预测类型在不同时钟周期下的脉冲计数。

[0169] 由上可知,本申请实施例可以优化存储器对脉冲神经网络输出的脉冲序列的存储效率与数据更新效率。

[0170] 为了更好地实施以上方法,相应的,本申请实施例还提供一种数据更新装置,其中,该数据更新装置至少可以集成在终端中。

[0171] 例如,如图12所示,该数据更新装置可以包括读取单元301,解析单元302,第一地址确定单元303,空间确定单元304以及更新单元305,如下:

读取单元301,可以用于通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;

解析单元302,可以用于对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;

第一地址确定单元303,可以用于在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址;

空间确定单元304,可以用于确定所述第一存储地址指示的第一存储空间,以及所述第二存储地址指示的第二存储空间,其中,所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息,所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息;

更新单元305,可以用于根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息,以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

[0172] 在一实施例中,所述第一地址确定单元303,可以包括:

第一存储确定子单元,可以在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址,其中,所述第一存储地址与所述预测类型的脉冲聚合分析信息对应;

第二存储确定子单元,可以用于在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址,其中,所述第二存储地址与所述预测类型的脉冲计数统计信息对应;

目标存储确定子单元,可以用于基于所述第一存储地址与所述第二存储地址,确定所述预测类型对应的目标存储地址。

[0173] 在一实施例中,所述第一存储确定子单元,可以用于:

在所述存储器的存储地址序列中确定第一存储地址子序列,其中,所述第一存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第一存储地址组成,所述目标数量信息为所述输入数据的预测类型的数量信息;在所述第一存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第一存储地址。

[0174] 在一实施例中,所述第一存储确定子单元,可以具体用于:

对所述预测类型进行映射处理,得到所述预测类型的映射结果;根据所述映射结果,在所述第一存储地址子序列中确定所述预测类型对应的第一存储地址。

[0175] 在一实施例中,所述第二存储确定子单元,可以用于:

在所述存储器的存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,所述第二存储地址子序列由与目标数量信息匹配的第二存储地址组成,所述目标数量信息为所述输入数据的预测类型的数量信息;在所述第二存储地址子序列中,确定所述预测类型对应的第二存储地址。

[0176] 在一实施例中,所述第二存储确定子单元,可以具体用于:

获取所述输入数据的预测类型的数量信息;基于所述数量信息,确定目标序列长度信息,其中,所述目标序列长度信息为第一存储子序列的序列长度信息,所述第一存储子序列由与所述数量信息匹配的所述第一存储地址组成;根据所述目标序列长度信息,从所述存储地址序列中确定第二存储地址子序列。

[0177] 在一实施例中,所述更新单元305,可以包括:

第一更新子单元,可以用于根据所述脉冲序列,对所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新,得到更新后的脉冲计数统计信息,其中,所述更新后的脉冲计数统计信息包括所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数;

统计分析子单元,可以用于对所述脉冲计数进行聚合分析,得到分析结果;

第二更新子单元,可以用于根据所述分析结果,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析结果进行更新。

[0178] 在一实施例中,脉冲计数统计信息包括所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数;所述更新单元,可以包括:

第三存储确定子单元,可以用于在所述第二存储空间中,确定所述预测类型的当前第二存储子空间,其中,所述当前第二存储子空间存储有所述预测类型在当前时钟周期下的脉冲计数;

第三更新子单元,可以用于根据所述脉冲序列,对所述当前第二存储子空间中存储的脉冲计数进行更新。

[0179] 在一实施例中,所述更新单元305,还可以包括:

目标计数确定子单元,可以用于当前检测到时钟信号时,从所述脉冲计数中确定待移除的目标脉冲计数;

第四存储确定子单元,可以用于在所述第二存储空间中,确定存储所述目标脉冲计数的目标第二存储子空间;

信息移除子单元,可以用于将所述目标脉冲计数从所述目标第二存储子空间移除,得到移除后的目标第二存储子空间;

第四更新子单元,可以用于将所述移除后的目标第二存储子空间作为新的当前第二存储子空间,并返回执行所述根据所述脉冲序列,对所述当前第二存储子空间中存储的当前脉冲计数进行更新。

[0180] 在一实施例中,所述解析单元302,还可以包括:

数量获取子单元,可以用于获取所述输入数据的预测类型的数量信息;

特征解析子单元,可以用于基于所述数量信息,从所述脉冲序列中解析出所述输入数据的目标特征信息;

特征映射子单元,可以用于对所述目标特征信息进行映射处理,得到处理结果;

类型确定子单元,可以用于基于所述处理结果,确定所述脉冲神经网络针对所述输入数据的预测类型。

[0181] 具体实施时,以上各个单元可以作为独立的实体来实现,也可以进行任意组合,作为同一或若干个实体来实现,以上各个单元的具体实施可参见前面的方法实施例,在此不再赘述。

[0182] 由上可知,本实施例的对象识别装置中由读取单元301通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;由解析单元302对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;由第一地址确定单元303在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址;由空间确定单元304确定所述第一存储地址指示的第一存储空间,以及所述第二存储地址指示的第二存储空间,其中,所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息,所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息;由更新单元305根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息,以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

[0183] 该方案中,数据读出层对脉冲神经网络输出的脉冲序列进行存储与记录时,是通过存储器而不是寄存器或触发器实现的,这使得芯片上相关的布局面积更小,这不仅有利于节约芯片上有限的硬件资源,而且能够在芯片总布局面积有限的情况下,通过减小布局数据读出层所需的布局面积,来释放出多余的布局空间来实现其它功能,使得芯片能够承载更多的功能,从而促进芯片功能集成的高效性。

[0184] 并且,该方案在确定脉冲序列所表征的预测类型后,可以进一步地在存储器的存储地址序列中确定该预测类型所对应的目标存储地址,也就是说,该方案是在存储地址序列中为各预测类型分配了对应的目标存储地址的话,这能够充分利用存储器的存储地址序列中连续的存储地址,并通过将存储器中的存储资源供各预测类型共享使用,能够避免存储资源的浪费,同时也大大提升了数据的存储效率。

[0185] 另外,由于该方案中,针对各预测类型对存储地址序列所指向的存储空间进行了明确的划分,例如,确定了各预测类型的脉冲计数统计结果对应的存储空间,以及各预测类型的脉冲聚合分析结果对应的存储空间,这样的话,数据读出层在确定脉冲序列所表征的预测类型后,即可在存储地址序列中确定该预测类型对应的第一存储地址与第二存储地址,并在第一存储地址指向的存储空间中对该预测类型的脉冲计数统计结果进行更新,以及在第二存储地址指向的存储空间中对该预测类型的脉冲聚合分析结果进行更新即可,这

提高了数据读出层的数据更新效率。

[0186] 为了更好地实施以上方法,相应的,本申请实施例还提供一种存储空间设置装置,其中,该存储空间设置装置可以集成在终端中。

[0187] 例如,如图13所示,该存储空间设置装置可以包括获取单元401、第二地址确定单元402、第一指向单元403以及第二指向单元404,如下:

获取单元401,可以用于获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息,以及存储器的存储地址序列,其中,所述存储地址序列包括至少一个连续的存储地址;

第二地址确定单元402,可以用于基于所述数量信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址;

第一指向单元403,可以用于将所述第一存储地址指向所述存储器的第一存储空间,其中,所述第一存储空间用于存储所述预测类型的脉冲聚合分析信息;

第二指向单元404,可以用于将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,其中,所述第二存储空间用于存储所述预测类型的脉冲计数统计信息。

[0188] 在一实施例中,所述第二地址确定单元402,可以包括:

第一地址确定子单元,可以用于基于所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址;

第二地址确定子单元,可以用于基于所述数量信息、所述第一存储地址,以及所述预测类型的脉冲计数分析信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第二存储地址。

[0189] 在一实施例中,所述第一地址确定子单元,可以用于:

根据所述数量信息与所述预测类型的脉冲聚合分析信息,确定目标序列长度信息;从所述存储地址序列中,确定与所述目标序列长度信息匹配的第一存储地址子序列,其中,所述第一存储地址子序列包括至少一个第一存储地址;从所述第一存储地址子序列中,确定所述预测类型的第一存储地址。

[0190] 在一实施例中,所述第二地址确定子单元,可以用于:

基于所述第一存储地址,确定目标序列长度信息,其中,所述目标序列长度信息为第一存储地址子序列的序列长度信息,所述第一存储地址子序列由与所述数量信息匹配的所述第一存储地址组成;根据所述目标序列长度信息、所述数量信息,以及所述预测类型的脉冲计数分析信息,从所述存储地址序列中确定第二存储地址子序列,其中,所述第二存储地址子序列包括至少一个第二存储地址;从所述第二存储地址子序列中,确定所述预测类型的第二存储地址。

[0191] 在一实施例中,所述第二指向单元504,可以包括:

第五存储确定子单元,可以用于从所述第二存储地址中确定与当前时钟周期对应的目标第二存储地址;

地址指向子单元,可以用于基于所述目标第二存储地址与所述预测类型的时钟周期属性,将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间。

[0192] 本申请实施例提供的存储空间设置装置可以优化存储器对脉冲神经网络输出的脉冲序列的存储效率与数据更新效率。

[0193] 此外,本申请实施例还提供一种电子设备,该电子设备可以为终端等设备。作为示

例,如图14所示,其示出了本申请实施例所涉及的电子设备的结构示意图,具体来讲:

电子设备500包括芯片501。在一实施例中,该芯片501具体而言可以是一种拟神态芯片(类脑芯片),且该芯片501包括如前所述的数据更新装置或/和存储空间设置装置,且该数据更新装置或/和存储空间设置装置被实施为芯片501的一部分,其可以被称作动态读出层。芯片501通过接口模块502(比如用于通信的有线接口电路、蓝牙、ZigBee、UWB等无线传输模块)与电子设备500的处理模块503(比如MCU)相耦接。数据更新装置对存储器所存储的数据解析更新,并将更新的结果通过接口模块502传输至电子设备的处理模块503;或/和,存储空间设置装置对存储器的存储空间进行设置,并将设置的结果通过接口模块502传输至电子设备的处理模块503;该处理模块503基于数据更新装置反馈的结果,去控制响应模块504。响应模块504可以是各种各样的已知的响应方式,举例而言,可以是显示屏上输出信息、报警、语音信号输出、机械设备的运动(如智能窗帘场景)、电气设备的电压、电流等物理量的控制、切换(如智能灯具)等。响应模块504、处理模块503、芯片501的部分或全部可以是物理上分离的装置,其整体构成了电子设备500。

[0194] 具体地,数据更新装置可以用于通过存储器的数据读出层读取脉冲神经网络输出的脉冲序列;对所述脉冲序列进行解析,以确定所述脉冲神经网络针对输入数据的预测类型;在所述存储器的存储地址序列中确定所述预测类型对应的目标存储地址,其中,所述目标存储地址包括与脉冲聚合分析信息对应的第一存储地址,以及与脉冲计数统计信息对应的第二存储地址;确定所述第一存储地址指示的第一存储空间,以及所述第二存储地址指示的第二存储空间,其中,所述第一存储空间存储有所述预测类型的脉冲聚合分析信息,所述第二存储空间存储有所述预测类型在至少一个时钟周期下的脉冲计数统计信息;根据所述脉冲序列,对所述第一存储空间存储的脉冲聚合分析信息,以及所述第二存储空间存储的脉冲计数统计信息进行更新。

[0195] 具体地,存储空间设置装置可以用于获取脉冲神经网络针对输入数据的预测类型的数量信息,以及存储器的存储地址序列,其中,所述存储地址序列包括至少一个连续的存储地址;基于所述数量信息,从所述存储地址序列中确定所述预测类型的第一存储地址与第二存储地址;将所述第一存储地址指向所述存储器的第一存储空间,其中,所述第一存储空间用于存储所述预测类型的脉冲聚合分析信息;将所述第二存储地址指向所述存储器的第二存储空间,其中,所述第二存储空间用于存储所述预测类型的脉冲计数统计信息。

[0196] 由上可知,电子设备500可以优化存储器对脉冲神经网络输出的脉冲序列的存储效率与数据更新效率。

[0197] 以上对本申请实施例所提供的一种数据更新和存储空间设置方法、装置、芯片及电子设备进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

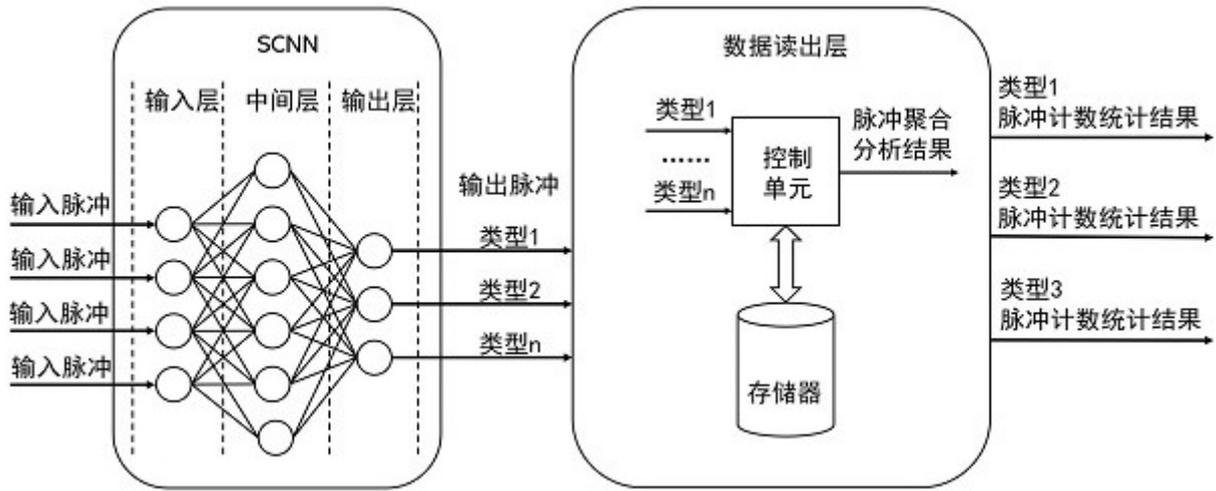


图1

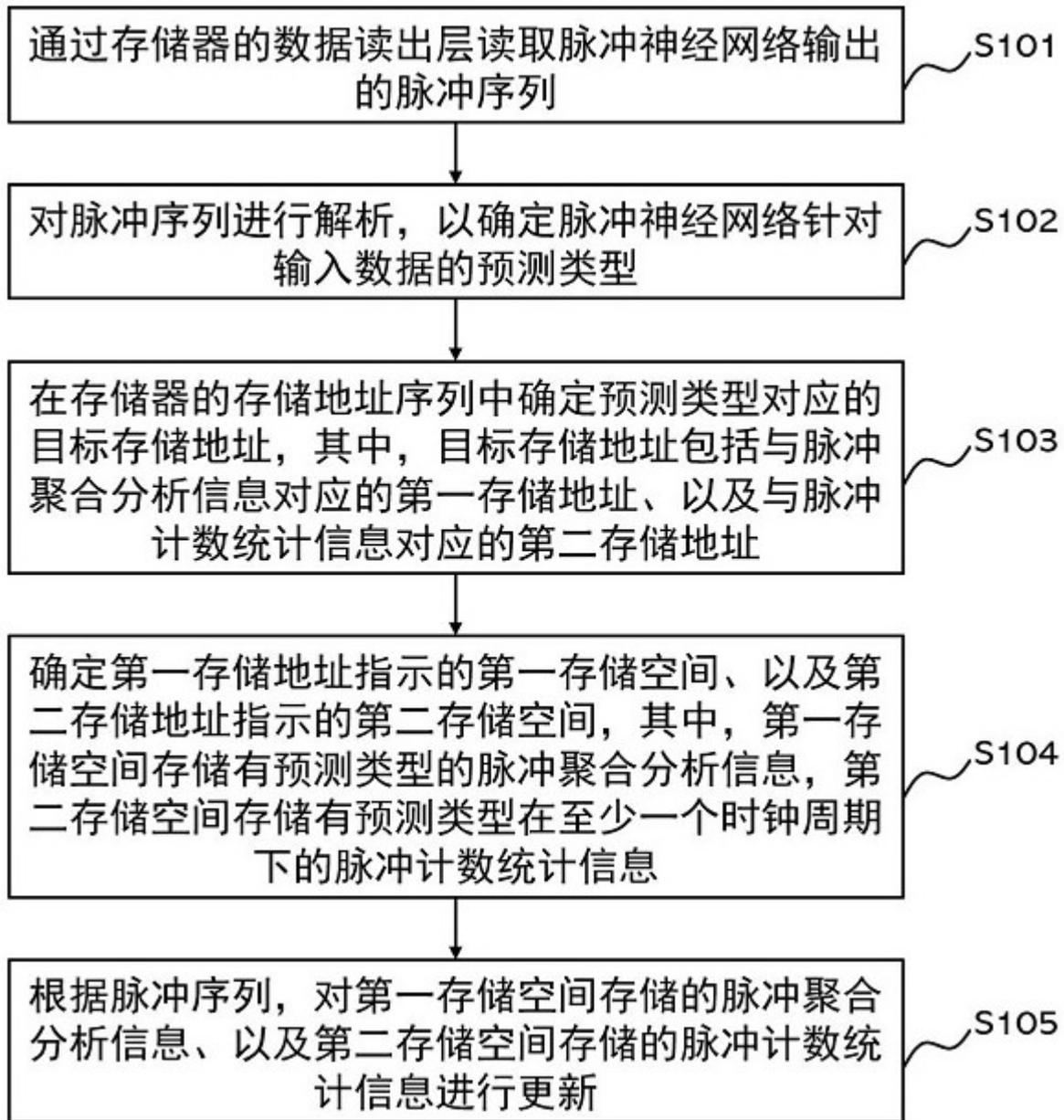


图2

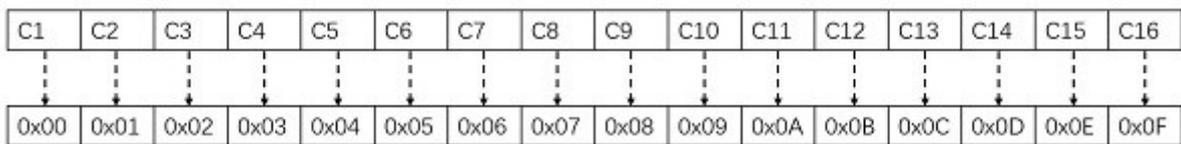


图3

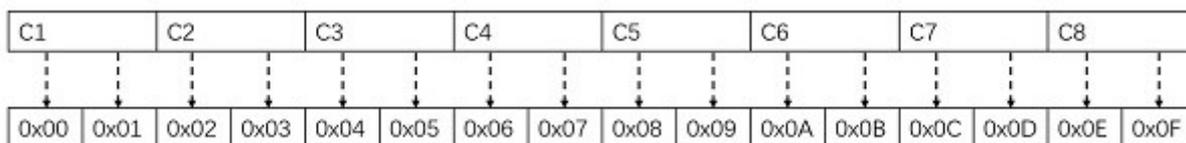


图4

地址范围	地址注释
0x00 - 0x0F	第一存储地址子序列
0x10 - 0x8F	第二存储地址子序列

图5

地址范围	地址注释
0x10 - 0x17	类1的第二存储地址
0x18 - 0x1F	类2的第二存储地址
0x20 - 0x27	类3的第二存储地址
.....
0x88 - 0x8F	类16的第二存储地址

图6

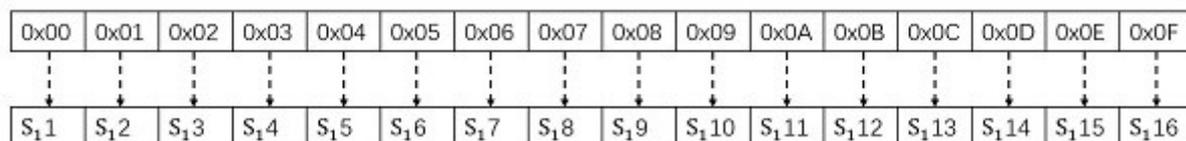


图7

地址范围	指向的存储空间
0x10 - 0x17	类1的第二存储空间
0x18 - 0x1F	类2的第二存储空间
0x20 - 0x27	类3的第二存储空间
.....
0x88 - 0x8F	类16的第二存储空间

图8

地址	对应的第二存储空间中存储的内容
0x18	类2在倒数第三个时钟周期的脉冲计数
0x19	类2在倒数第二个时钟周期的脉冲计数
0x1A	类2在倒数第一个时钟周期的脉冲计数
0x1B	类2在当前时钟周期的脉冲计数
0x1C	类2在倒数第七个时钟周期的脉冲计数
0x1D	类2在倒数第六个时钟周期的脉冲计数
0x1E	类2在倒数第五个时钟周期的脉冲计数
0x1F	类2在倒数第四个时钟周期的脉冲计数

图9

地址	对应的第二存储空间中存储的内容
0x18	类2在倒数第四个时钟周期的脉冲计数
0x19	类2在倒数第三个时钟周期的脉冲计数
0x1A	类2在倒数第二个时钟周期的脉冲计数
0x1B	类2在倒数第一个时钟周期的脉冲计数
0x1C	类2在当前时钟周期的脉冲计数
0x1D	类2在倒数第七个时钟周期的脉冲计数
0x1E	类2在倒数第六个时钟周期的脉冲计数
0x1F	类2在倒数第五个时钟周期的脉冲计数

图10

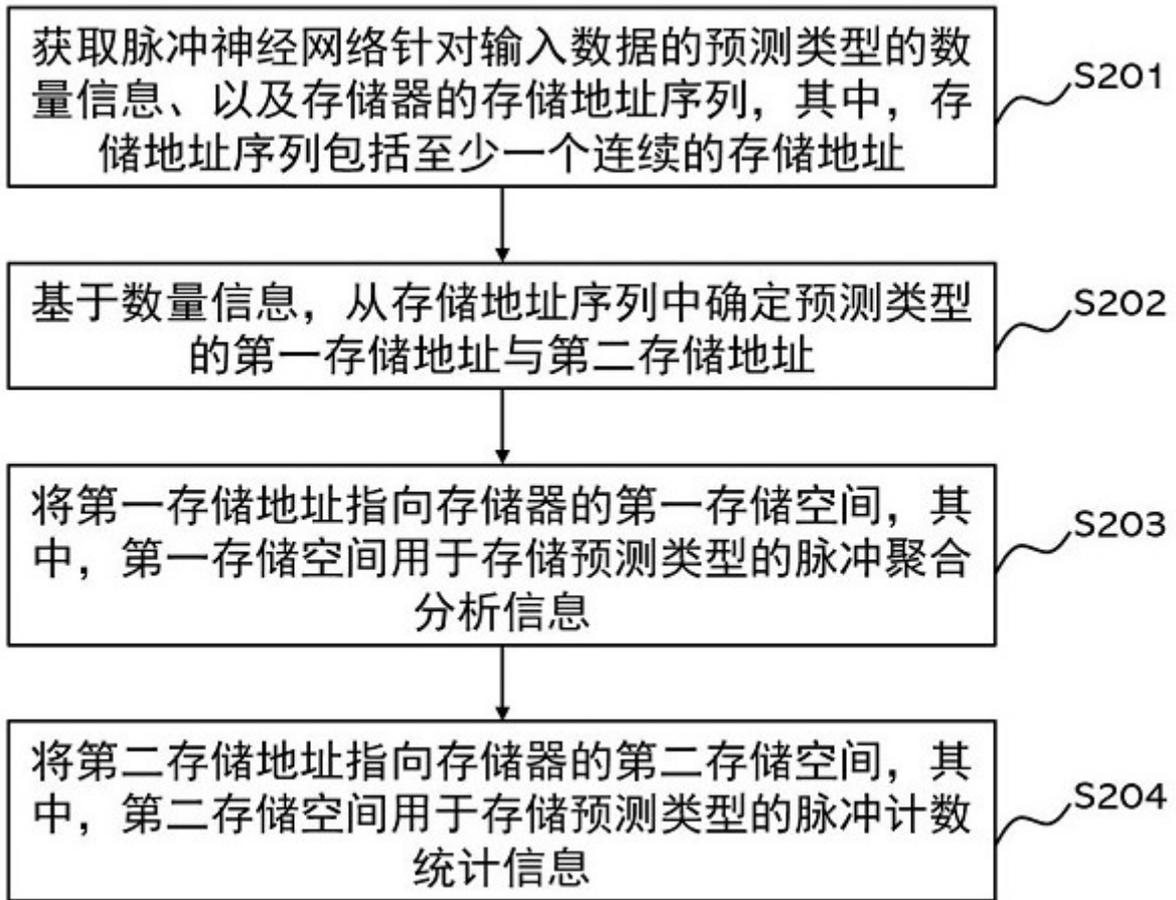


图11

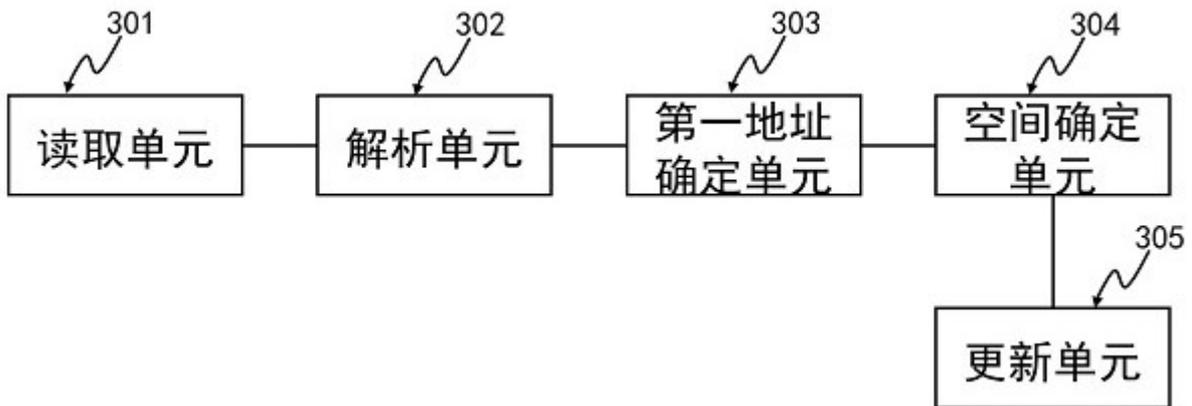


图12

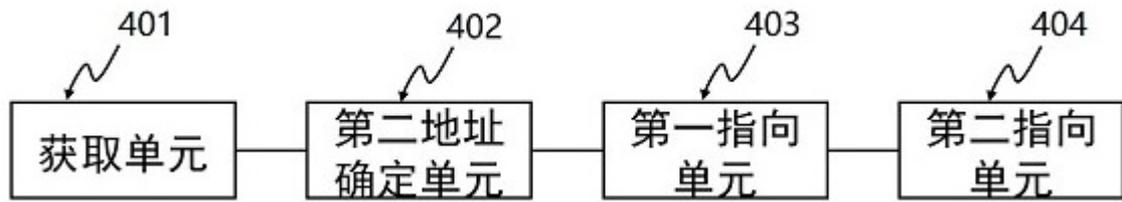


图13

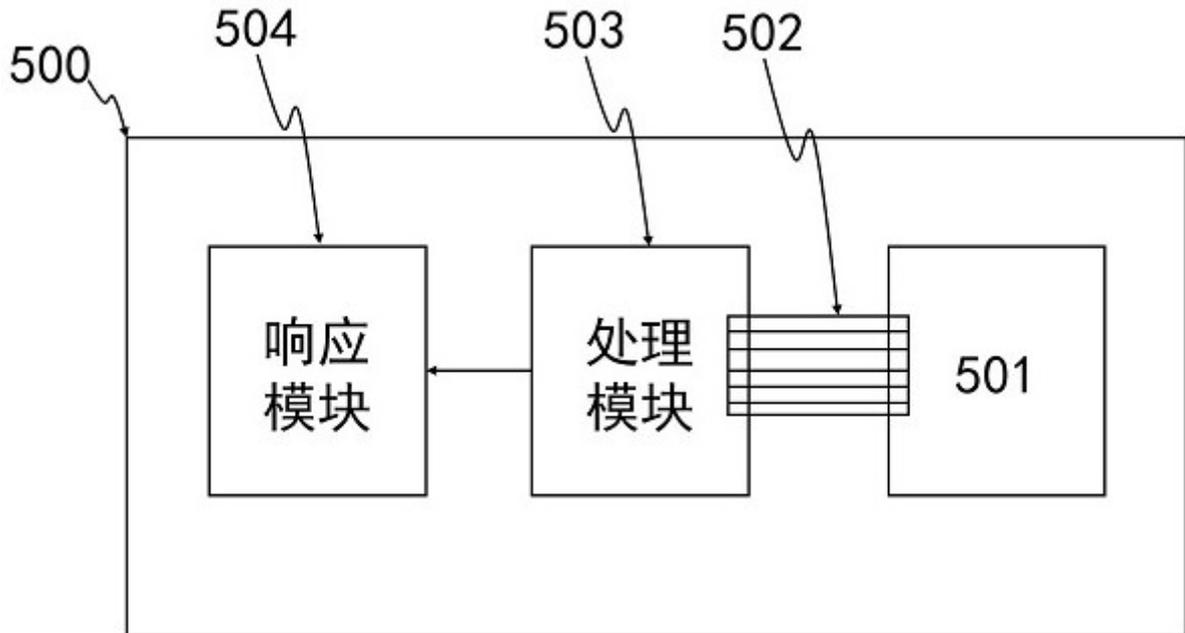


图14