



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110380917 A

(43)申请公布日 2019.10.25

(21)申请号 201910800297.2

(22)申请日 2019.08.26

(71)申请人 深圳前海微众银行股份有限公司  
地址 518000 广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室(入驻深圳市前海商务秘书有限公司)

(72)发明人 黄安埠

(74)专利代理机构 深圳市世纪恒程知识产权代理事务所 44287

代理人 肖丹

(51)Int.Cl.

H04L 12/24(2006.01)

H04L 29/08(2006.01)

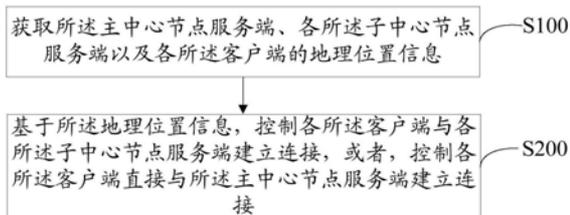
权利要求书2页 说明书13页 附图2页

(54)发明名称

联邦学习系统的控制方法、装置、终端设备及存储介质

(57)摘要

本发明公开了一种联邦学习系统的控制方法、装置、终端设备及存储介质,应用于联邦学习系统,所述联邦学习系统包括:主中心节点服务端、子中心节点服务端以及客户端,所述子中心节点服务端和客户端所述为多个,该联邦学习系统的控制方法包括:获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。本发明避免了在分层的联邦学习中,若任意节点发生故障,则系统无法利用故障节点连接的各参与者所拥有的数据进行联邦学习模型训练的技术问题,保证了联邦学习系统的性能。



1. 一种联邦学习系统的控制方法,其特征在于,所述联邦学习的控制方法应用于联邦学习系统,所述联邦学习系统包括:主中心节点服务端、子中心节点服务端以及客户端,其中,所述客户端与所述子中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端与所述主中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端和所述客户端为多个,

所述联邦学习系统的控制方法包括以下步骤:

获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;

基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

2. 如权利要求1所述的联邦学习系统的控制方法,其特征在于,所述基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤,包括:

根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离;

检测各所述客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务端之间的各连线距离中,符合预设条件的第一目标连线距离,其中,所述预设条件为连线距离的距离值最小;

控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

3. 如权利要求2所述的联邦学习系统的控制方法,其特征在于,所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤,包括:

在检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述子中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端与所述子中心节点服务端建立连接;

或者,当检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述主中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

4. 如权利要求2所述的联邦学习系统的控制方法,其特征在于,所述联邦学习系统的控制方法,还包括:

在各所述连线距离中动态检测所述第一目标连线距离,并执行所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤。

5. 如权利要求2所述的联邦学习系统的控制方法,其特征在于,在所述根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离的步骤之后,所述方法还包括:

若所述子中心节点服务端宕机,获取当前宕机的目标子中心节点服务端上连接的各目标客户端与其它各所述子中心节点服务端以及所述主中心节点服务端之间的连线距离;

选取各所述目标客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务器之间的各连线距离中,符合预设条件的第二目标连线距离;

控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务

端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

6. 如权利要求5所述的联邦学习系统的控制方法,其特征在于,在所述基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤之后,所述方法还包括:

在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接。

7. 如权利要求1-6所述的联邦学习系统的控制方法,其特征在于,所述在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接的步骤,包括:

检测各所述客户端与恢复之后的所述目标子中心节点服务端之间的连线距离;

提取各所述连线距离中的第一目标连线距离,并控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端重新与对应的所述子中心节点服务端建立连接。

8. 一种联邦学习系统的控制装置,其特征在于,所述联邦学习的控制装置应用于联邦学习系统,所述联邦学习系统包括:主中心节点服务端、子中心节点服务端以及客户端,其中,所述客户端与所述子中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端与所述主中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端和所述客户端为多个,

所述联邦学习系统的控制装置包括:

获取模块,用于获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;

控制模块,用于基于所述地理位置信息,控制各所述客户端通过各所述子中心节点服务端与所述主中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

9. 一种终端设备,其特征在于,所述终端设备包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的联邦学习系统的控制程序,所述联邦学习系统的控制程序被所述处理器执行时实现如权利要求1至7中任一项所述的联邦学习系统的控制方法的步骤。

10. 一种存储介质,其特征在于,应用于计算机,所述存储介质上存储有联邦学习系统的控制程序,所述联邦学习系统的控制程序被处理器执行时实现如权利要求1至7中任一项所述的联邦学习系统的控制方法的步骤。

## 联邦学习系统的控制方法、装置、终端设备及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及Fintech(金融科技)技术领域,尤其涉及一种联邦学习系统的控制方法、装置、终端设备及存储介质。

### 背景技术

[0002] 伴随着金融科技,尤其是互联网金融科技的快速发展,已经有越来越多的技术应用于金融领域,其中,联邦学习技术基于对用户隐私和数据的安全保障,正逐渐受到越来越多的重视。

[0003] 联邦学习(federated learning)是指,通过联合不同的参与者(participant,或者party,也称为数据拥有者(data owner)、或者客户(client))进行机器学习建模的方法。在联邦学习中,参与者不需要向其它参与者和协调者(coordinator,也称为服务器(server),参数服务器(parameter server),或者聚合服务器(aggregation server))暴露自己所拥有的数据,因而联邦学习可以很好的保护用户隐私和保障数据安全,并可以解决数据孤岛问题。

[0004] 然而,在现有的联邦学习中,尤其是在分层的横向联邦学习(横向联邦学习是在不同机构样本重叠较少,但特征维度重叠较多时,通过提取多方用户特征相同而用户不完全相同的那部分数据进行训练)中,若任意节点发生故障,则与当前节点建立连接的各参与者所拥有的数据将随即被剔除,从而无法再利用该部分数据进行联邦学习模型的训练,严重拉低了联邦学习的性能。

### 发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种联邦学习系统的控制方法、装置、终端设备及存储介质,旨在避免在分层的横向联邦学习中,若任意节点发生故障,则无法利用与当前节点建立连接的各参与者所拥有的数据进行联邦学习模型的训练的技术问题,提升联邦学习的整体效率。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种联邦学习系统的控制方法,所述联邦学习的控制方法应用于联邦学习系统,所述联邦学习系统包括:主中心节点服务端、子中心节点服务端以及客户端,其中,所述客户端与所述子中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端与所述主中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端和所述客户端为多个,

[0007] 所述联邦学习系统的控制方法包括以下步骤:

[0008] 获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;

[0009] 基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0010] 可选地,基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤,包括:

[0011] 根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离；

[0012] 检测各所述客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务端之间的各连线距离中,符合预设条件的第一目标连线距离,其中,所述预设条件为连线距离的距离值最小；

[0013] 控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0014] 可选地,所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤包括：

[0015] 在检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述子中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端与所述子中心节点服务端建立连接；

[0016] 或者,当检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述主中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0017] 可选地,所述联邦学习系统的控制方法,还包括：

[0018] 在各所述连线距离中动态检测所述第一目标连线距离,并执行所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤。

[0019] 可选地,在所述根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离的步骤之后,所述方法还包括：

[0020] 若所述子中心节点服务端宕机,获取当前宕机的目标子中心节点服务端上连接的各目标客户端与其它各所述子中心节点服务端以及所述主中心节点服务端之间的连线距离；

[0021] 选取各所述目标客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务器之间的各连线距离中,符合预设条件的第二目标连线距离；

[0022] 控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0023] 可选地,在控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤之后,所述方法还包括：

[0024] 在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接。

[0025] 可选地,所述在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接的步骤,包括：

[0026] 检测各所述客户端与恢复之后的所述目标子中心节点服务端之间的连线距离；

[0027] 提取各所述连线距离中的第一目标连线距离,并控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端重新与对应的所述子中心节点服务端建立连接。

[0028] 此外,本发明还提供一种联邦学习系统的控制装置,所述联邦学习的控制装置应用于联邦学习系统,所述联邦学习系统包括:主中心节点服务端、子中心节点服务端以及客户端,其中,所述客户端与所述子中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端与所述主

中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端和所述客户端为多个,

[0029] 所述联邦学习系统的控制装置包括:

[0030] 获取模块,用于获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;

[0031] 控制模块,用于基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0032] 可选地,所述控制模块包括:

[0033] 第一检测单元,用于根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离;

[0034] 第二检测单元,用于检测各所述客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务端之间的各连线距离中,符合预设条件的第一目标连线距离,其中,所述预设条件为连线距离的距离值最小;

[0035] 第一控制单元,用于控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0036] 可选地,所述第一控制单元,包括:

[0037] 第一控制子单元,用于在检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述子中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端与所述子中心节点服务端建立连接;

[0038] 第二控制子单元,用于当检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述主中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0039] 可选地,所述联邦学习系统的控制装置的控制模块还用于:在各所述连线距离中动态检测所述第一目标连线距离,并执行所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤。可选地,所述控制模块,还包括:

[0040] 第一获取单元,用于若所述子中心节点服务端宕机,获取当前宕机的目标子中心节点服务端上连接的各目标客户端与其它各所述子中心节点服务端以及所述主中心节点服务端之间的连线距离;

[0041] 选取单元,用于选取各所述目标客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务器之间的各连线距离中,符合预设条件的第二目标连线距离;

[0042] 第二控制单元,用于控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0043] 可选地,所述控制模块,还包括:

[0044] 第三控制单元,用于在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接。

[0045] 可选地,第三控制单元,包括:

[0046] 第三检测单元,用于检测各所述客户端与恢复之后的所述目标子中心节点服务端之间的连线距离;

[0047] 第三控制子单元,用于提取各所述连线距离中的第一目标连线距离,并控制所述

第一目标连线距离所对应的所述客户端重新与对应的所述子中心节点服务端建立连接。

[0048] 其中,所述联邦学习系统的控制装置各功能模块运行时实现如上所述的联邦学习系统的控制方法的步骤。

[0049] 此外,本发明还提供一种终端设备,所述终端设备包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的联邦学习系统的控制程序,所述联邦学习系统的控制程序被所述处理器执行时实现如上所述的联邦学习系统的控制方法的步骤。

[0050] 此外,本发明还提供一种存储介质,应用于计算机,所述存储介质上存储有联邦学习系统的控制程序,所述联邦学习系统的控制程序被处理器执行时实现如上所述的联邦学习系统的控制方法的步骤。

[0051] 本发明联邦学习系统的控制方法,应用于联邦学习系统,所述联邦学习系统包括:主中心节点服务端、子中心节点服务端以及客户端,其中,客户端与子中心节点服务端相连接,子中心节点服务端与主中心节点服务端相连接,子中心节点服务端和客户端为多个,本发明联邦学习系统的控制方法,通过获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0052] 本发明实现了,在分层的横向联邦学习系统中,通过采集主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置信息,从而根据采集到的地理位置信息计算出各客户端各子中心节点服务端、以及主中心节点服务端相互之间的连线距离,并基于该连线距离控制当前联邦学习系统中的各客户端与各子中心节点服务端建立连接或者直接与主中心节点建立连接,并在任意节点(例如多个子中心节点服务端中的任意一个或者主中心节点服务端)发生故障时,将发生故障的当前节点所连接客户端,连接至其他相近的节点上,从而避免了在任意节点发生故障时,系统将当前节点上的参与者所拥有的数据进行剔除造成的数据浪费,并且,还避免了整个联邦学习系统无法利用该部分参与者所拥有的数据进行联邦学习模型的训练的技术问题,提升了联邦学习进行模型训练从而为用户提供服务的性能。

## 附图说明

[0053] 图1是本发明实施例方案涉及的硬件运行环境的结构示意图;

[0054] 图2为本发明联邦学习系统的控制方法第一实施例的流程示意图;

[0055] 图3为本发明联邦学习系统的控制方法一实施例中应用场景示意图;

[0056] 图4为本发明联邦学习系统的控制装置的模块示意图。

[0057] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

## 具体实施方式

[0058] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0059] 如图1所示,图1是本发明实施例方案涉及的硬件运行环境的结构示意图。

[0060] 需要说明的是,图1即可为终端设备的硬件运行环境的结构示意图。本发明实施例终端设备可以是PC,便携计算机等终端设备。

[0061] 如图1所示,该终端设备可以包括:处理器1001,例如CPU,网络接口1004,用户接口1003,存储器1005,通信总线1002。其中,通信总线1002用于实现这些组件之间的连接通信。用户接口1003可以包括显示屏(Display)、输入单元比如键盘(Keyboard),可选用户接口1003还可以包括标准的有线接口、无线接口。网络接口1004可选的可以包括标准的有线接口、无线接口(如WI-FI接口)。存储器1005可以是高速RAM存储器,也可以是稳定的存储器(non-volatile memory),例如磁盘存储器。存储器1005可选的还可以是独立于前述处理器1001的存储装置。

[0062] 本领域技术人员可以理解,图1中示出的终端设备结构并不构成对终端设备的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

[0063] 如图1所示,作为一种计算机存储介质的存储器1005中可以包括操作系统、网络通信模块、用户接口模块以及联邦学习系统的控制程序。其中,操作系统是管理和控制样本终端设备硬件和软件资源的程序,支持联邦学习系统的控制程序以及其它软件或程序的运行。

[0064] 图1所示的终端设备,与其他终端共同组建成联邦学习系统,该联邦学习系统中至少包含一个服务端和多个客户端,在图1所示的终端设备中,用户接口1003主要用于与各个终端进行数据通信;网络接口1004主要用于连接后台服务器,与后台服务器进行数据通信;而处理器1001可以用于调用存储器1005中存储的联邦学习系统的控制程序,并执行以下操作:

[0065] 获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;

[0066] 基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0067] 进一步地,处理器1001还可以用于调用存储器1005中存储的联邦学习系统的控制程序,并执行以下步骤:

[0068] 根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离;

[0069] 检测各所述客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务端之间的各连线距离中,符合预设条件的第一目标连线距离,其中,所述预设条件为连线距离的距离值最小;

[0070] 控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0071] 进一步地,处理器1001还可以用于调用存储器1005中存储的联邦学习系统的控制程序,并执行以下步骤:

[0072] 在检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述子中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端与所述子中心节点服务端建立连接;

[0073] 或者,当检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述主中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0074] 进一步地,处理器1001还可以用于调用存储器1005中存储的联邦学习系统的控制程序,并执行以下步骤:

[0075] 在各所述连线距离中动态检测所述第一目标连线距离,并执行所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤。

[0076] 进一步地,处理器1001还可以用于调用存储器1005中存储的联邦学习系统的控制程序,在执行根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离的步骤之后,执行以下步骤:

[0077] 若所述子中心节点服务端宕机,获取当前宕机的目标子中心节点服务端上连接的各目标客户端与其它各所述子中心节点服务端以及所述主中心节点服务端之间的连线距离;

[0078] 选取各所述目标客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务器之间的各连线距离中,符合预设条件的第二目标连线距离;

[0079] 控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0080] 进一步地,处理器1001还可以用于调用存储器1005中存储的联邦学习系统的控制程序,在执行控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤之后,执行以下步骤:

[0081] 在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接。

[0082] 进一步地,处理器1001还可以用于调用存储器1005中存储的联邦学习系统的控制程序,并执行以下步骤:

[0083] 检测各所述客户端与恢复之后的所述目标子中心节点服务端之间的连线距离;

[0084] 提取各所述连线距离中的第一目标连线距离,并控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端重新与对应的所述子中心节点服务端建立连接。

[0085] 基于上述的结构,提出本发明联邦学习系统的控制方法的各个实施例。

[0086] 请参照图2,图2为本发明联邦学习系统的控制方法第一实施例的流程示意图。

[0087] 本发明实施例提供了联邦学习系统的控制方法的实施例,需要说明的是,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0088] 本发明实施例联邦学习系统的控制方法应用于上述终端设备,本发明实施例终端设备可以是PC,便携计算机等终端设备,在此不做具体限制,进一步地,本发明联邦学习系统的控制方法应用于联邦学习系统,如图3所示为本发明联邦学习系统的控制方法应用于该联邦学习系统的一个应用场景,该场景所示的联邦学习系统包括至少一个主中心节点服务端、多个子中心节点服务端以及多个客户端,其中,客户端与所述子中心节点服务端相连接,子中心节点服务端与主中心节点服务端相连接。

[0089] 本实施例联邦学习系统的控制方法包括:

[0090] 步骤S100,获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息。

[0091] 在当前联邦学习系统中,同时获取主中心节点服务端、各子中心节点服务端和各

客户端的地理位置信息,并时刻检测是否存在新接入当前联邦学习系统中的客户端,若检测到有新的客户端接入当前联邦学习系统,则获取该新的客户端的地理位置信息。

[0092] 进一步地,步骤S100,包括:

[0093] 获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端的地理位置信息;

[0094] 判断所述客户端是否接入所述联邦学习系统;

[0095] 若所述客户端接入所述联邦学习系统,则获取所述客户端的地理位置信息。

[0096] 在分层的横向联邦学习系统中,基于LBS (Location Based Service:地理位置信息服务技术) 获取当前联邦学习系统中,主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置信息。

[0097] 具体地,例如,基于LBS获取主中心节点服务端的地理位置信息(如,获取到主中心节点服务端的地理位置坐标为: $M_{主}(x,y)$ ),然后逐一获取各子中心节点服务端的地理位置信息(如,获取到各子中心节点服务端的地理位置坐标为: $M_i(x_i,y_i)$ ,其中*i*为大于等于零的整数),并逐一获取与各子中心节点服务端相连接的各客户端的地理位置信息(获取到各客户端的地理位置坐标为: $M_i^j(x_i^j, y_i^j)$ ,其中*j*为大于等于零的整数)。

[0098] 进一步地,在另一个实施例中,本发明联邦学习系统的控制方法还可以先获取主中心节点服务端以及各子中心节点服务端的地理位置信息,并逐一检测当前联邦学习系统中的各客户端是否已经接入联邦学习系统,并在检测到当前客户端接入联邦学习系统时,获取该当前客户端的地理位置信息。

[0099] 步骤S200,基于所述地理位置信息,控制各所述客户端与各所述子中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0100] 根据获取到的当前分层的横向联邦学习系统中,主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置信息,逐一计算三者相互之间的连线距离,并依据该连线距离的距离数值大小,控制当前分层的横向联邦学习系统中的各客户端与各子中心节点服务端的其中之一建立连接、或者直接与主中心节点服务端建立连接。

[0101] 具体地,例如,当基于LBS获取到主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置信息(即地理位置坐标)之后,逐一计算各客户端与各子中心节点服务端之间的连线距离,并计算各客户端与主中心节点服务端之间的连线距离,并检测各客户端与各子中心节点服务端之间连线距离中距离值最小连线,从而按照该连线控制各客户端与各子中心节点服务端相连接,或者,在检测到客户端主中心节点服务端之间连线距离的距离值,比当前客户端与某一子中心节点服务端之间连线距离的距离值还要小时,则控制当前客户端直接与主中心节点服务端相连接。

[0102] 进一步地,步骤S200,包括:

[0103] 步骤S201,根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离。

[0104] 具体地,例如,当基于LBS获取到主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置坐标之后,依据平面内两点坐标距离的计算公式,逐一计算各客户端分别与各子中心节点服务端之间的连线距离以得出距离值: $D_i^j$ ,以及计算出各客户端与主中心节点服务端之间的连线距离并得出距离值 $D_j$ 。

[0105] 步骤S202,检测各所述客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务端之间的各连线距离中,符合预设条件的第一目标连线距离。

[0106] 逐一检测依据地理位置信息计算出的各客户端与各子中心节点服务端之间,各客户端与主中心节点服务端之间的各连线距离的距离值中,符合预设条件的距离值所标识第一目标连线距离。

[0107] 本实例中,预设条件为:当前客户端与各子中心节点服务端之间,或者与主中心节点服务之间的连线距离的距离值最小。

[0108] 具体地,例如,在依据平面内两点坐标距离的计算公式,逐一计算各客户端分别与各子中心节点服务端之间的连线距离以得出距离值: $D_i^j$ ,以及计算出各客户端与主中心节点服务端之间的连线距离并得出距离值: $D_j$ 之后,逐一提取各客户端中的其中一个客户端与各子中心节点服务端之间连线距离的各距离值: $D_i^j$ ,并检测提取出的各距离值中的最小距离值: $\min D_i^j$ ,然后,获取当前客户端与主中心节点服务端之间连线距离的距离值: $D_j$ ,并进一步比较当前最小距离值: $\min D_i^j$ 是否小于距离值: $D_j$ 。

[0109] 步骤S203,控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0110] 按照检测出的各客户端与各子中心节点服务端之间,各客户端与主中心节点服务端之间的各连线距离的距离值中,符合预设条件的距离值所标识第一目标连线距离对应的连线,控制各客户端与各子中心节点服务端或者直接与主中心节点服务端建立连接。

[0111] 进一步地,步骤S203,包括:

[0112] 步骤S2031,在检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述子中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端与所述子中心节点服务端建立连接。

[0113] 具体地,例如,在提取出当前客户端与各子中心节点服务端之间连线距离的各距离值 $D_i^j$ ,并检测提取出的各距离值中的最小距离值 $\min D_i^j$ ,并进一步检测到当最小距离值 $\min D_i^j$ 小于当前客户端与主中心节点服务端之间连线距离的距离值 $D_j$ 时,获取当前距离值 $\min D_i^j$ 所对应的连线,并按照该连线,控制当前客户端与连线上的子中心节点服务端建立连接。

[0114] 步骤S2032,当检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述主中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0115] 具体地,例如,在提取出当前客户端与各子中心节点服务端之间连线距离的各距离值 $D_i^j$ ,并检测提取出的各距离值中的最小距离值 $\min D_i^j$ ,并进一步检测到当前客户端与主中心节点服务端之间连线距离的距离值 $D_j$ 小于当最小距离值 $\min D_i^j$ 时,获取当前距离值 $D_j$ 所对应的连线,并按照该连线控制当前客户端与主中心节点服务端建立连接。

[0116] 进一步地,本发明联邦学习系统的控制方法还包括:

[0117] 步骤A,在各所述连线距离中动态检测所述第一目标连线距离,并执行所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者

直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤。

[0118] 在分层的横向联邦学习系统中,基于现有的位置信息服务技术,时刻对各客户端分别与主中心节点服务端、以及分别与各子中心节点服务端之间连线的连线距离进行动态监测,并按照检测到的各连线距离中,符合预设条件的第一目标连线距离,控制该第一目标连线距离所对应的客户端与对应的子中心节点服务端建立连接或者直接与主中心节点服务端建立连接。从而,在客户端地理位置变化过程中,实现始终采用客户端与子中心节点服务端或者与主中心节点服务端之间连线距离最短的连接线路将客户端接入当前联邦学习系统,提升了联邦学习系统的整体性能。

[0119] 具体地,例如,在基于LBS获取到主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置坐标,并依据平面内两点坐标距离的计算公式,计算各客户端分别与各子中心节点服务端之间的连线距离以得出距离值:  $D_i^j$ , 以及计算出各客户端与主中心节点服务端之间的连线距离并得出距离值  $D_j$  之后,持续对各客户端与各子中心节点服务端之间连线距离的各距离值  $D_i^j$ , 各客户端与主中心节点服务端之间的连线距离并得出距离值  $D_j$  中的最小距离值  $\min D_i^j$ ,  $\min D_j$  进行监测,并始终按照监测到的最小距离值  $\min D_i^j$  或者最小距离值  $D_j$ , 控制各客户端与最小距离值  $\min D_i^j$  所对应的连线的子中心节点服务端建立连接,或者与最小距离值  $D_j$  所对应的连线的主中心节点服务端建立连接。

[0120] 进一步地,在步骤S201之后,本发明联邦学习系统的控制方法,还包括:

[0121] 步骤S204若所述子中心节点服务端宕机,获取当前宕机的目标子中心节点服务端上连接的各目标客户端与其它各所述子中心节点服务端以及所述主中心节点服务端之间的连线距离。

[0122] 在分层的横向联邦学习系统中,时刻对主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的工作状态进行监测,当检测到各子中心节点服务端中的任意一个或者多个宕机(即出现故障)时,随即获取与当前横向联邦学习系统中,与该出现故障的目标子中心节点服务端相连接的各目标客户端与全部子中心节点服务端中的其他各子中心节点服务端之间,以及与主中心节点服务端之间的连线距离。

[0123] 具体地,例如,在如图3所示的分为三层的横向联邦学习系统中,当检测到子中心节点服务端1至5中的子中心节点服务端4宕机(即出现故障)时,随即逐一获取与当前目标子中心节点服务端4建立连接的客户端5至7,与当前横向联邦学习系统中其他各子中心节点服务端(即子中心节点服务端1至3和子中心节点服务端4)之间,以及与当前横向联邦学习系统中主中心节点服务端之间的连线距离。

[0124] 步骤S205,选取各所述目标客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务器之间的各连线距离中,符合预设条件的第二目标连线距离。

[0125] 检测获取到的各目标客户端与各子中心节点服务端之间,各目标客户端与主中心节点服务端之间的各连线距离的距离值中,符合预设条件(即连线距离的距离值最小)的距离值所标识第二目标连线距离。

[0126] 具体地,例如,在如图3所示的分为三层的横向联邦学习系统中,当获取到目标客

户端5与当前横向联邦学习系统中的子中心节点服务端1至3和子中心节点服务端4之间各连线距离的各距离值 $D_i^j$ ，以及与当前横向联邦学习系统中主中心节点服务端之间连线距离的距离值 $D_j$ 之后，检测各距离值 $D_i^j$ 中的最小距离值 $\min D_i^j$ 为当前目标客户端5与子中心节点服务端3之间连线距离的距离值，并且当前最小距离值 $\min D_i^j$ 小于距离值 $D_j$ ，从而确定当前目标客户端5与子中心节点服务端3之间的连线距离为第二目标连线距离。

[0127] 步骤S206，控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0128] 按照检符合预设条件的距离值所标识第二目标连线距离对应的连线，控制各目标客户端与各目标子中心节点服务端，或者直接与主中心节点服务端建立连接。

[0129] 具体地，例如，在如图3所示的分为三层的横向联邦学习系统中，在确定目标客户端5与子中心节点服务端3之间的连线距离为第二目标连线距离之后，则按照当前第二目标连线距离对应的连线，控制目标客户端5与子中心节点服务端3建立连接，并在基于上述同样的操作确定目标客户端6与主中心节点服务端之间的连线距离为第二目标连线距离、目标客户端7与子中心节点服务端5之间的连线距离为第二目标连线距离之后，分别按照第二目标连线距离对应的连线，控制目标客户端6直接与主中心节点服务端建立连接，控制目标客户端7与子中心节点服务端5建立连接。

[0130] 本发明通过在分层的横向联邦学习系统中，基于LBS (Location Based Service: 地理位置信息服务技术) 获取当前联邦学习系统中，主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置信息，根据获取到的当前分层的横向联邦学习系统中，主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置信息计算三者相互之间的各连线距离，逐一检测各连线距离的距离值中，符合预设条件的距离值所标识第一目标连线距离，按照第一目标连线距离对应的连线，控制各客户端与各子中心节点服务端或者直接与主中心节点服务端建立连接，并且，在分层的横向联邦学习系统中，时刻对主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的工作状态进行监测，当检测到各子中心节点服务端中的任意一个或者多个宕机(即出现故障)时，随即获取与当前横向联邦学习系统中，与该出现故障的目标子中心节点服务端相连接的各目标客户端与全部子中心节点服务端中的其他各子中心节点服务端之间，以及与主中心节点服务端之间的各连线距离，检测各连线距离的距离值中，符合预设条件(即连线距离的距离值最小)的距离值所标识第二目标连线距离，按照检符合预设条件的距离值所标识第二目标连线距离对应的连线，控制各目标客户端与各目标子中心节点服务端，或者直接与主中心节点服务端建立连接。

[0131] 实现了，在分层的横向联邦学习系统中，通过采集主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的地理位置信息，从而根据采集到的地理位置信息计算出各客户端各子中心节点服务端、以及主中心节点服务端相互之间的连线距离，并基于该连线距离控制当前联邦学习系统中的各客户端与各子中心节点服务端或者直接与主中心节点建立连接，并在任意节点(例如多个子中心节点服务端中的任意一个或者主中心节点服务端)发生故障时，将发生故障的当前节点所连接的参与者，连接至其他相近的节点上，从而避免了在分层的横向联邦学习中，若任意节点发生故障，系统将当前节点上的参与者所拥有的数据进行剔除造成的数据浪费，并且，还避免了整个联邦学习系统无法利用该部分参与者所拥

有的数据进行联邦学习模型的训练的技术问题,提升了联邦学习进行模型训练从而为用户提供服务的性能。

[0132] 进一步地,提出本发明联邦学习系统的控制方法的第二实施例。

[0133] 基于上述联邦学习系统的控制方法第一实施例,本实施例中,在上述步骤S206,控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤之后,本发明联邦学习系统的控制方法还包括:

[0134] 步骤S207,在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接。

[0135] 在分层的横向联邦学习系统中,时刻对主中心节点服务端、各子中心节点服务端以及各客户端的工作状态进行监测,当检测到各子中心节点服务端中宕机(即出现故障)的目标子中心节点服务端恢复运行时,控制当前联邦学习系统中的各客户端,与当前目标子中心节点服务端重新建立连接,从而减小当前与各目标客户端建立连接的其他各子中心节点服务端的运行压力,进一步保证了横向联邦学习系统的整体性能。

[0136] 进一步地,步骤S207,包括:

[0137] 检测各所述客户端与恢复之后的所述目标子中心节点服务端之间的连线距离;

[0138] 提取各所述连线距离中的第一目标连线距离,并控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端重新与对应的所述子中心节点服务端建立连接。

[0139] 具体地,例如,在如图3所示的分为三层的横向联邦学习系统中,当检测到出现故障的目标子中心节点服务端4恢复正常运行(例如工作人员完成修改并测试运行正常)时,重新检测当前联邦学习系统中的客户端1至客户端9分别与恢复的目标自中心节点服务端4之间的连线距离,并提取出客户端1至客户端9分别与恢复的目标自中心节点服务端4之间的连线距离中,距离值最小的第一目标连线距离,并随即控制距离值最小的第一目标连线距离所对应的客户端5至7,重新与当前目标子中心节点服务端4建立连接。

[0140] 进一步地,在另一实施例中,当检测到当前横向联邦学习系统中的主中心节点服务端宕机(即出现故障)时,随即控制当前横向联邦学习系统中与主中心节点服务端所连接的子中心节点服务端以及客户端,与距离主中心节点服务端最近的子中心节点服务端建立连接,从而避免了当前整个联邦学习系统因主中心节点服务端出现故障而整个瘫痪,提升了横向联邦学习系统的整体性能,同样的,在检测到主中心节点服务端重新恢复正常运行之后,控制主中心节点服务端在出现故障之前所连接的子中心节点服务端或者客户端,与主中心节点服务端重新建立连接,从而减小与距离主中心节点服务端最近的子中心节点服务端的运行压力,进一步保证了横向联邦学习系统的整体性能。

[0141] 具体地,例如,在如图3所示的分为三层的横向联邦学习系统中,当检测到主中心节点服务端出现故障时,随即控制子中心节点服务端2至5与距离主中心节点服务端最近的子中心节点服务端1建立连接,由子中心节点服务端1充电临时的主中心节点服务端,并在检测到主中心节点服务端重新恢复正常运行之后,控制子中心节点服务端2至5重新与主中心节点服务端建立连接。

[0142] 本发明通过当检测到各子中心节点服务端中宕机(即出现故障)的目标子中心节点服务端恢复运行时,控制当前目标子中心节点服务端在出现故障之前所连接的各目标客

户端,与当前目标子中心节点服务端重新建立连接,从而减小当前与各目标客户端建立连接的其他各子中心节点服务端的运行压力,进一步保证了横向联邦学习系统的整体性能;在另一方面,当检测到当前横向联邦学习系统中的主中心节点服务端宕机时,随即控制当前横向联邦学习系统中与主中心节点服务端所连接的子中心节点服务端以及客户端,与距离主中心节点服务端最近的子中心节点服务端建立连接,从而避免了当前整个联邦学习系统因主中心节点服务端出现故障而整个瘫痪,提升了横向联邦学习系统的整体性能,同样的,在检测到主中心节点服务端重新恢复正常运行之后,控制主中心节点服务端在出现故障之前所连接的子中心节点服务端或者客户端,与主中心节点服务端重新建立连接,从而减小与距离主中心节点服务端最近的子中心节点服务端的运行压力,进一步保证了横向联邦学习系统的整体性能。

[0143] 此外,请参照图4,本发明实施例还提出一种联邦学习系统的控制装置,所述联邦学习的控制装置应用于联邦学习系统,所述联邦学习系统包括:主中心节点服务端、子中心节点服务端以及客户端,其中,所述客户端与所述子中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端与所述主中心节点服务端相连接,所述子中心节点服务端和所述客户端为多个,

[0144] 所述联邦学习系统的控制装置包括:

[0145] 获取模块,用于获取所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端的地理位置信息;

[0146] 控制模块,用于基于所述地理位置信息,控制各所述客户端通过各所述子中心节点服务端与所述主中心节点服务端建立连接,或者,控制各所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0147] 优选地,控制模块,包括:

[0148] 第一检测单元,用于根据所述地理位置信息检测所述主中心节点服务端、各所述子中心节点服务端以及各所述客户端相互之间的连线距离;

[0149] 第二检测单元,用于检测各所述客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务端之间的各连线距离中,符合预设条件的第一目标连线距离,其中,所述预设条件为连线距离的距离值最小;

[0150] 第一控制单元,用于控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0151] 优选地,第一控制单元,包括:

[0152] 第一控制子单元,用于在检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述子中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端与所述子中心节点服务端建立连接;

[0153] 第二控制子单元,用于当检测到当前所述第一目标连线距离为所述客户端与所述主中心节点服务端之间的连线距离时,控制所述客户端直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0154] 优选地,控制模块还用于:在各所述连线距离中动态检测所述第一目标连线距离,并执行所述控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接的步骤。优选地,控制模块,还包括:

[0155] 第一获取单元,用于若所述子中心节点服务端宕机,获取当前宕机的目标子中心节点服务端上连接的各目标客户端与其它各所述子中心节点服务端以及所述主中心节点服务端之间的连线距离;

[0156] 选取单元,用于选取各所述目标客户端分别与各所述子中心节点以及与所述主中心节点服务器之间的各连线距离中,符合预设条件的第二目标连线距离;

[0157] 第二控制单元,用于控制所述第二目标连线距离所对应的所述目标客户端与对应的所述子中心节点服务端建立连接或者直接与所述主中心节点服务端建立连接。

[0158] 优选地,控制模块,还包括:

[0159] 第三控制单元,用于在所述目标子中心节点服务端恢复之后,控制各所述客户端重新与所述目标子中心节点服务端建立连接。

[0160] 优选地,第三控制单元,包括:

[0161] 第三检测单元,用于检测各所述客户端与恢复之后的所述目标子中心节点服务端之间的连线距离;

[0162] 第三控制子单元,用于提取各所述连线距离中的第一目标连线距离,并控制所述第一目标连线距离所对应的所述客户端重新与对应的所述子中心节点服务端建立连接。

[0163] 本实施例提出的联邦学习系统的控制装置各个功能模块运行时实现如上所述的参数相似性的评估方法的步骤,在此不再赘述。

[0164] 此外,本发明实施例还提出一种存储介质,应用于计算机,即所述存储介质为计算机可读存储介质,所述介质上存储有联邦学习系统的控制程序,所述联邦学习系统的控制程序被处理器执行时实现如上所述的联邦学习系统的控制方法的步骤。

[0165] 其中,在所述处理器上运行的联邦学习系统的控制程序被执行时所实现的方法可参照本发明基于联邦学习系统的控制方法各个实施例,此处不再赘述。

[0166] 需要说明的是,在本文中,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、物品或者装置不仅包括那些要素,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、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

[0167] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0168] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件,但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中,包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机,计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0169] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

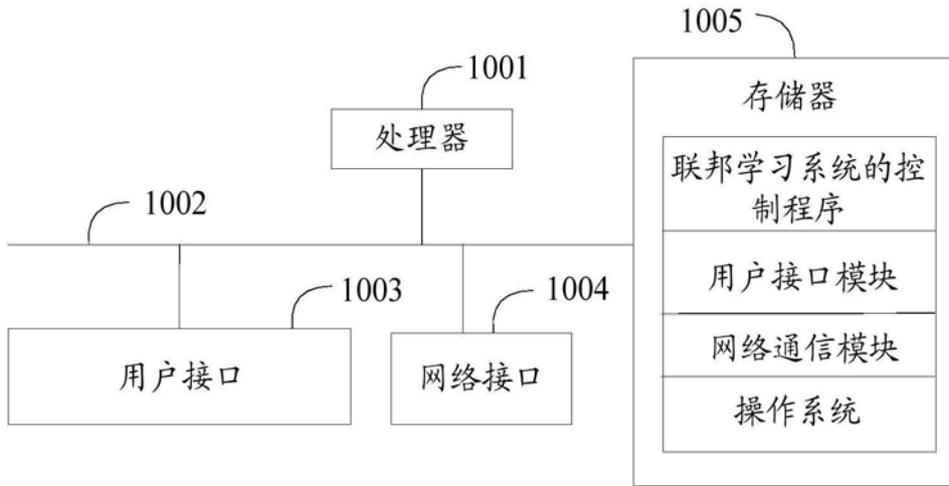


图1

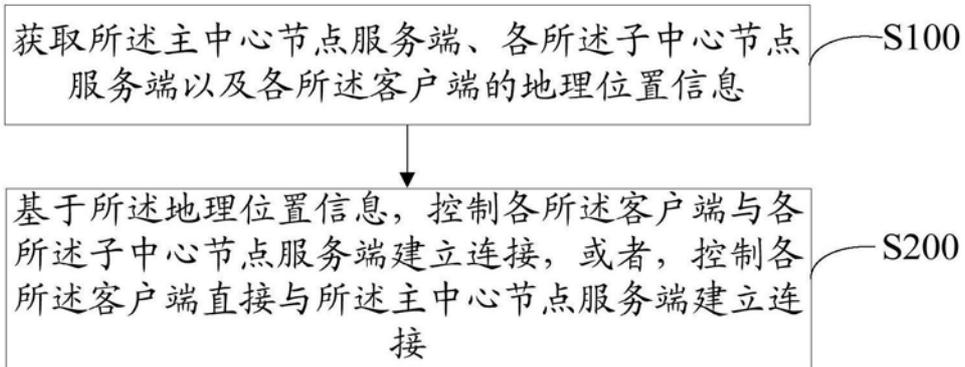


图2

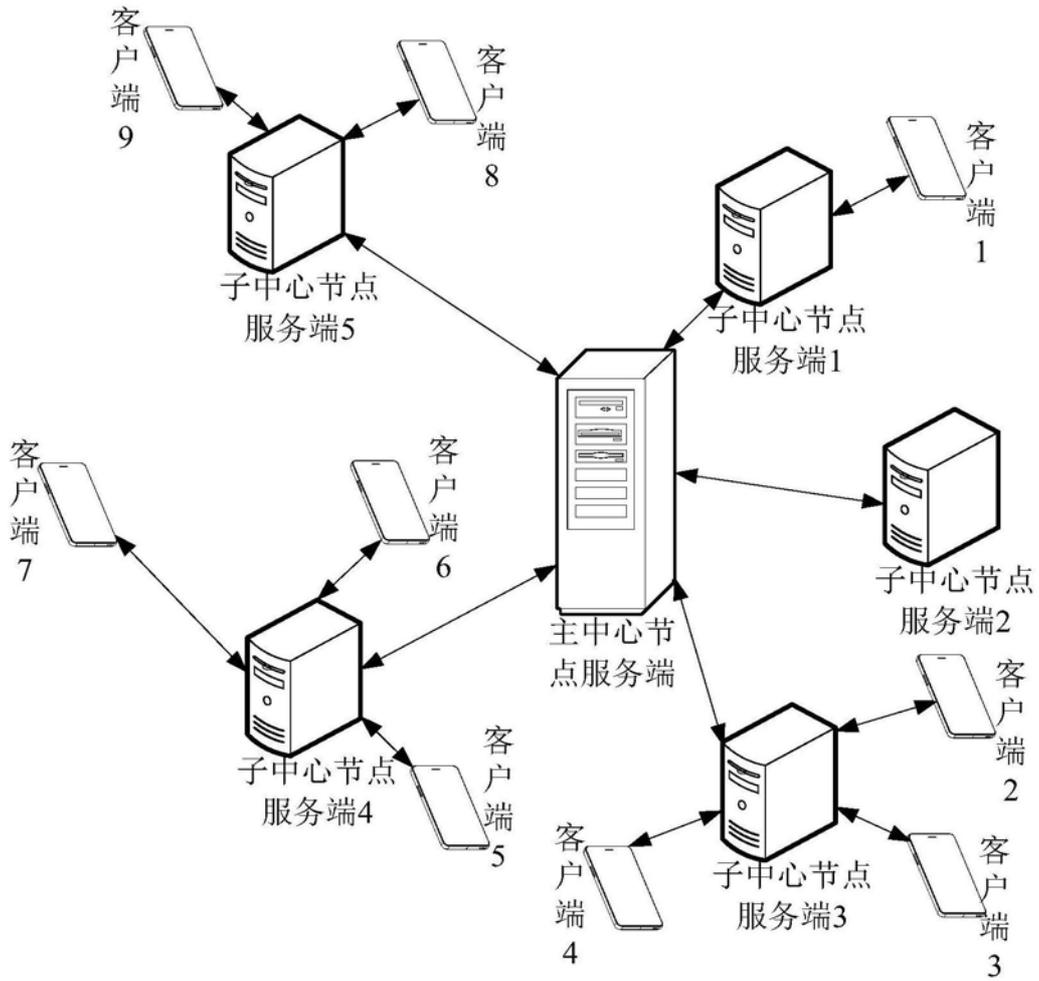


图3



图4