

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 6 月 23 日 (23.06.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/126902 A1

(51) 国际专利分类号:
G06N 3/08 (2006.01) **G06N 3/04** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/083080

(22) 国际申请日: 2021 年 3 月 25 日 (25.03.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011501677.5 2020 年 12 月 18 日 (18.12.2020) CN

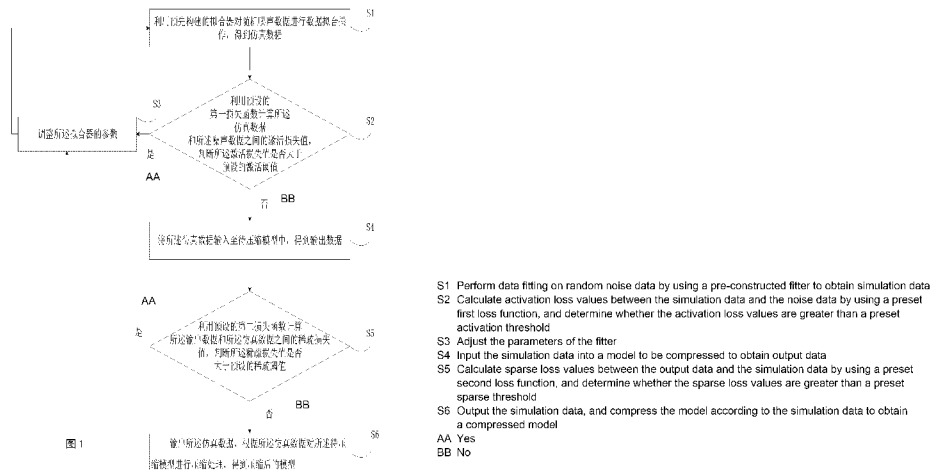
(71) 申请人: 平安科技(深圳)有限公司(PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN];
中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 成冠举(CHENG, GuanJu); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 李葛(LI, Ge); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 曾婵(ZENG, Chan); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 高鹏(GAO, Peng); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市沃德知识产权代理事务所(普通合伙)(SHENZHEN WORLD INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国广东省深圳市福田区

(54) Title: MODEL COMPRESSION METHOD AND APPARATUS, ELECTRONIC DEVICE, AND MEDIUM

(54) 发明名称: 模型压缩方法、装置、电子设备及介质



(57) Abstract: A model compression method and apparatus, an electronic device and a storage medium, which relate to data processing technology. The method comprises: performing data fitting on random noise data by using a pre-constructed fitter to obtain simulation data; calculating activation loss values between the simulation data and the noise data, adjusting parameters of the fitter when the activation loss values are greater than a preset activation threshold until the activation loss values are less than or equal to the preset activation threshold; inputting the simulation data into a model to be compressed to obtain output data; and calculating sparse loss

梅林街道中康路 128 号卓越城 1 期 2 栋 301B
于志光, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

values between the output data and the simulation data, and adjusting internal parameters of the fitter when the sparse loss values are greater than a preset sparse threshold until the sparse loss values are less than or equal to the preset sparse threshold; and outputting the simulation data and compressing the model to obtain a compressed model. The method, apparatus, electronic device and storage medium can achieve model compression without acquiring training data, network structures and parameters.

(57) 摘要: 一种模型压缩方法、装置、电子设备及存储介质, 涉及数据处理技术, 所述方法包括: 利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合, 得到仿真数据并计算仿真数据和噪声数据的激活损失值, 在激活损失值大于预设的激活阈值时, 调整所述拟合器的参数, 直到激活损失值小于或等于预设的激活阈值, 将仿真数据输入至待压缩模型中得到输出数据; 计算输出数据和仿真数据的稀疏损失值, 在稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时, 调整拟合器的内部参数, 直到稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值, 输出仿真数据并对待压缩模型进行压缩, 得到压缩后的模型。所述方法、装置、电子设备及存储介质不需要获取训练数据、网络结构和参数等, 就能实现模型的压缩。

模型压缩方法、装置、电子设备及介质

本申请要求于 2020 年 12 月 18 日提交中国专利局、申请号为 202011501677.5,发明名称为“模型压缩方法、装置、电子设备及介质”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。

技术领域

本申请涉及数据处理领域,尤其涉及一种模型压缩方法、装置、电子设备及计算机可读存储介质。

背景技术

大数据时代深度学习模型运用的越来越频繁,为了将深度学习模型应用到移动设备、传感器等小型设备,有时必须将深度学习模型进行压缩裁剪才能部署到小型设备。

发明人意识到,目前主流的深度学习压缩方法都要基于原始训练数据集、网络结构、参数等进行模型的压缩,如知识蒸馏方法和基于元数据的方法,前者需要大量的原始训练数据,而后者需要模型的网络结构和参数,但由于法律、隐私等原因,训练数据、网络结构和参数通常很难获取到。

发明内容

本申请提供一种模型压缩方法,包括:

利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作,得到仿真数据;

利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值,在所述激活损失值大于预设的激活阈值时,调整所述拟合器的参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作,得到仿真数据,直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时,将所述仿真数据输入至待压缩模型中,得到输出数据;

利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值,在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时,调整所述拟合器的内部参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作,得到仿真数据,直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时,输出所述仿真数据;

根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理,得到压缩后的模型。

本申请还提供一种模型压缩装置,所述装置包括:

数据拟合模块,用于利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作,得到仿真数据;

激活损失模块,用于利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值,在所述激活损失值大于预设的激活阈值时,调整所述拟合器的参数,直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时,将所述仿真数据输入至待压缩模型中,得到输出数据;

稀疏损失模块,用于利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值,在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时,调整所述拟合器的内部参数,直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时,输出所述仿真数据;

模型压缩模块,用于根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理,得到压缩后的模型。

本申请还提供一种电子设备,所述电子设备包括:

至少一个处理器；以及，

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行如下所述的模型压缩方法：

利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

本申请还提供一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如下所述的模型压缩方法：

利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

附图说明

图 1 为本申请一实施例提供的模型压缩方法的流程示意图；

图 2 为本申请一实施例提供的模型压缩装置的模块示意图；

图 3 为本申请一实施例提供的实现模型压缩方法的电子设备的内部结构示意图；

本申请目的的实现、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

应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

本申请实施例提供一种模型压缩方法。所述模型压缩方法的执行主体包括但不限于服务端、终端等能够被配置为执行本申请实施例提供的该方法的电子设备中的至少一种。换言之，所述模型压缩方法可以由安装在终端设备或服务端设备的软件或硬件来执行，所述软件可以是区块链平台。所述服务端包括但不限于：单台服务器、服务器集群、云端服务器或云端服务器集群等。

参照图 1 所示，为本申请实施例提供的一种模型压缩方法的流程示意图。在本实施例中，所述模型压缩方法包括：

S1、利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据。

本申请实施例中，所述随机噪声数据是从高斯分布中采样得到的随机高斯噪音。所述拟合器是将噪声数据不断进行线性拟合处理，生成逼近于真实数据的仿真数据。

具体地，所述利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，包括：

利用所述拟合器中的长短期记忆网络对所述噪声数据进行预测，得到拟合数据集；

利用激活函数对所述拟合数据集进行压缩，得到压缩数据集；

对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据。

其中，所述长短期记忆网络可以训练所述随机噪声从高斯分布到拟合分布的映射，同时为了防止过拟合的发生，所述长短期记忆网络的每一层神经网络会增加 dropout 机制。所述激活函数可以是 tanh 函数，利用所述 tanh 函数将所述拟合数据集中的数据压缩到-1 到 1 之间，以便后续进行向量化操作。

进一步地，所述对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据，包括：

利用 Word2Vec 算法将所述压缩数据集中的压缩数据映射为特征向量；

按照所述特征向量的序列对所述特征向量进行拼接，得到所述仿真数据。

其中，所述 Word2Vec 算法可以将数据映射为统一维度的向量，所述 Word2Vec 算法适用于在对于一个序列的数据且序列局部数据间存在着很强的关联的情况，可以用来对数据进行更泛化的分析。

详细地，利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，可以得到一个与所述随机噪声数据接近的仿真数据，用于代替所述随机噪声数据进行后续模型压缩。

S2、利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值。

本申请实施例中，所述第一损失函数：

$$\mathcal{L}_{\text{act}} = -\frac{1}{n} \sum_m \|\mathbf{f}_T^m\|_1$$

其中， $\mathcal{L}_{\text{act}}$ 为所述激活损失值， n 为所述噪声数据的样本数， $\mathbf{f}_T^m$ 为所述仿真数据中的第 m 个数据， $\|\cdot\|_1$ 是 L1 范数。L1 范数主要是为了获得稀疏性，加上负号是为了尽量不稀疏，让 $\mathbf{f}_T^m$ 尽可能多的被激活。

在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，本申请实施例调整所述拟合器的参数并返回上述的 S1，重新利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据。

优选地，所述拟合器的参数可以是拟合器的权重、梯度等。

在所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，执行 S3、将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据。

其中，所述第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，将所述激活损失值和预设的激活阈值进行比较，进而调整所述拟合器的参数，直至所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值收敛，此时调整得到的拟合器符合标准，无需再调整其参数。

S4、利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值。

本申请实施例中，所述第二损失函数可以是

$$\mathcal{L}_{\text{cls}} = \frac{1}{x} \sum_m \mathcal{H}_{\text{softmax}}(\mathbf{y}_T^m, \mathbf{t}^m)$$

其中， $\mathcal{L}_{\text{cls}}$ 为所述稀疏损失值， x 为所述仿真数据的样本数， $\mathbf{y}_T^m$ 是所述输出数据中的第 m 个数据， $\mathbf{t}^m$ 为预设的参数， $\mathcal{H}_{\text{softmax}}$ 为 softmax 损失函数。

在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，本申请实施例调整所述拟合器的内部参数并返回上述的 S1，利用预先构建的拟合器重新对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据。

在所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，执行 S5，输出所述仿真数据，并根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

本申请实施例中，所述根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型，包括：

将所述仿真数据输入至预设的标准压缩模型中进行向量运算，得到所述标准压缩模型输出的第一特征，将所述仿真数据输入至所述待压缩模型中进行向量运算，得到所述待压缩模型输出的第二特征；

根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数；

根据所述损失函数对所述待压缩模型进行反向传播，得到压缩后的模型。

具体地，所述根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数，包括：

根据所述第一特征和所述第二特征进行求差计算，得到差值函数；

将所述差值函数进行范数转换处理并求其平方，得到损失函数。

如图 2 所示，是本申请模型压缩装置的模块示意图。

本申请所述模型压缩装置 100 可以安装于电子设备中。根据实现的功能，所述模型压缩装置 100 可以包括数据拟合模块 101、激活损失模块 102、稀疏损失模块 103、模型压缩模块 104。本申请所述模块也可以称之为单元，是指一种能够被电子设备处理器所执行，并且能够完成固定功能的一系列计算机程序段，其存储在电子设备的存储器中。

在本实施例中，关于各模块/单元的功能如下：

所述数据拟合模块 101，用于利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

所述激活损失模块 102，用于利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

所述稀疏损失模块 103，用于利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

所述模型压缩模块 104，用于根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

详细地，所述模型压缩装置 100 中的各模块由电子设备的处理器所执行时，可以实现一种模型压缩方法，所述模型压缩方法的具体实施步骤如下：

步骤一、所述数据拟合模块 101 利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据。

本申请实施例中，所述随机噪声数据是从高斯分布中采样得到的随机高斯噪音。所述拟合器是将噪声数据不断进行线性拟合处理，生成逼近于真实数据的仿真数据。

具体地，所述数据拟合模块 101 利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，包括：

利用所述拟合器中的长短期记忆网络对所述噪声数据进行预测，得到拟合数据集；

利用激活函数对所述拟合数据集进行压缩，得到压缩数据集；

对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据。

其中，所述长短期记忆网络可以训练所述随机噪音从高斯分布到拟合分布的映射，同时为了防止过拟合的发生，所述长短期记忆网络的每一层神经网络会增加 dropout 机制。所述激活函数可以是 tanh 函数，利用所述 tanh 函数将所述拟合数据集中的数据压缩到-1 到 1 之间，以便后续进行向量化操作。

进一步地,所述对所述压缩数据集进行向量化处理,得到仿真数据,包括:

利用 Word2Vec 算法将所述压缩数据集中的压缩数据映射为特征向量;

按照所述特征向量的序列对所述特征向量进行拼接,得到所述仿真数据。

步骤二、所述激活损失模块 102 利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值。

本申请实施例中,所述第一损失函数:

$$\mathcal{L}_{\text{act}} = -\frac{1}{n} \sum_m \|f_T^m\|_1$$

其中, $\mathcal{L}_{\text{act}}$ 为所述激活损失值, n 为所述噪声数据的样本数, f_T^m 为所述仿真数据中的第 m 个数据, $\|\cdot\|_1$ 是 L1 范数。L1 范数主要是为了获得稀疏性,加上负号是为了尽量不稀疏,让 f_T^m 尽可能多的被激活。

在所述激活损失值大于预设的激活阈值时,本申请实施例调整所述拟合器的参数并返回上述的步骤一,重新利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作,得到仿真数据。

优选地,所述拟合器的参数可以是拟合器的权重、梯度等。

在所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时,执行步骤三、将所述仿真数据输入至待压缩模型中,得到输出数据。

步骤四、所述稀疏损失模块 103 利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值。

本申请实施例中,所述第二损失函数可以是

$$\mathcal{L}_{\text{cls}} = \frac{1}{x} \sum_m \mathcal{H}_{\text{softmax}}(y_T^m, t^m)$$

其中, $\mathcal{L}_{\text{cls}}$ 为所述稀疏损失值, x 为所述仿真数据的样本数, y_T^m 是所述输出数据中的第 m 个数据, t^m 为预设的参数, $\mathcal{H}_{\text{softmax}}$ 为 softmax 损失函数。

在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时,本申请实施例调整所述拟合器的内部参数并返回上述的步骤一,利用预先构建的拟合器重新对随机噪声数据进行数据拟合操作,得到仿真数据。

在所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时,执行步骤五,输出所述仿真数据,并根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理,得到压缩后的模型。

本申请实施例中,所述根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理,得到压缩后的模型,包括:

将所述仿真数据输入至预设的标准压缩模型中进行向量运算,得到所述标准压缩模型输出的第一特征,将所述仿真数据输入至所述待压缩模型中进行向量运算,得到所述待压缩模型输出的第二特征;

根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数;

根据所述损失函数对所述待压缩模型进行反向传播,得到压缩后的模型。

具体地,所述根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数,包括:

根据所述第一特征和所述第二特征进行求差计算,得到差值函数;

将所述差值函数进行范数转换处理并求其平方,得到损失函数。

如图 3 所示,是本申请实现模型压缩方法的电子设备的结构示意图。

所述电子设备 1 可以包括处理器 10、存储器 11 和总线,还可以包括存储在所述存储器 11 中并可在所述处理器 10 上运行的计算机程序,如模型压缩程序 12。

其中,所述存储器 11 至少包括一种类型的可读存储介质,所述可读存储介质可以是易失性的,也可以是非易失性的。具体的,所述可读存储介质包括闪存、移动硬盘、多媒体卡、卡型存储器(例如:SD 或 DX 存储器等)、磁性存储器、磁盘、光盘等。所述存储器 11 在一些实施例中可以是电子设备 1 的内部存储单元,例如该电子设备 1 的移动硬盘。所述存储器 11 在另一些实施例中也可以是电子设备 1 的外部存储设备,例如电子设备 1 上配备的插接式移动硬盘、智能存储卡(SmartMediaCard, SMC)、安全数字(SecureDigital, SD)卡、闪存卡(FlashCard)等。进一步地,所述存储器 11 还可以既包括电子设备 1 的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器 11 不仅可以用于存储安装于电子设备 1 的应用软件及各类数据,例如模型压缩程序 12 的代码等,还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

所述处理器 10 在一些实施例中可以由集成电路组成,例如可以由单个封装的集成电路所组成,也可以是由多个相同功能或不同功能封装的集成电路所组成,包括一个或者多个中央处理器(CentralProcessingunit, CPU)、微处理器、数字处理芯片、图形处理器及各种控制芯片的组合等。所述处理器 10 是所述电子设备的控制核心(ControlUnit),利用各种接口和线路连接整个电子设备的各个部件,通过运行或执行存储在所述存储器 11 内的程序或者模块(例如执行模型压缩程序等),以及调用存储在所述存储器 11 内的数据,以执行电子设备 1 的各种功能和处理数据。

所述总线可以是外设部件互连标准(peripheralcomponentinterconnect,简称 PCI)总线或扩展工业标准结构(extendedindustrystandardarchitecture,简称 EISA)总线等。该总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。所述总线被设置为实现所述存储器 11 以及至少一个处理器 10 等之间的连接通信。

图 3 仅示出了具有部件的电子设备,本领域技术人员可以理解的是,图 3 示出的结构并不构成对所述电子设备 1 的限定,可以包括比图示更少或者更多的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

例如,尽管未示出,所述电子设备 1 还可以包括给各个部件供电的电源(比如电池),优选地,电源可以通过电源管理装置与所述至少一个处理器 10 逻辑相连,从而通过电源管理装置实现充电管理、放电管理、以及功耗管理等功能。电源还可以包括一个或一个以上的直流或交流电源、再充电装置、电源故障检测电路、电源转换器或者逆变器、电源状态指示器等任意组件。所述电子设备 1 还可以包括多种传感器、蓝牙模块、Wi-Fi 模块等,在此不再赘述。

进一步地,所述电子设备 1 还可以包括网络接口,可选地,所述网络接口可以包括有线接口和/或无线接口(如 WI-FI 接口、蓝牙接口等),通常用于在该电子设备 1 与其他电子设备之间建立通信连接。

可选地,该电子设备 1 还可以包括用户接口,用户接口可以是显示器(Display)、输入单元(比如键盘(Keyboard)),可选地,用户接口还可以是标准的有线接口、无线接口。可选地,在一些实施例中,显示器可以是 LED 显示器、液晶显示器、触控式液晶显示器以及 OLED(OrganicLight-EmittingDiode,有机发光二极管)触摸器等。其中,显示器也可以适当的称为显示屏或显示单元,用于显示在电子设备 1 中处理的信息以及用于显示可视化的用户界面。

应该了解,所述实施例仅为说明之用,在专利申请范围上并不受此结构的限制。

所述电子设备 1 中的所述存储器 11 存储的模型压缩程序 12 是多个指令的组合,在所述处理器 10 中运行时,可以实现:

利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作,得到仿真数据;

利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值,在所述激活损失值大于预设的激活阈值时,调整所述拟合器的参数并返回利用预先构建的拟合

器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

进一步地，所述电子设备 1 集成的模块/单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读存储介质中。所述计算机可读存储介质可以是易失性的，也可以是非易失性的，例如，所述计算机可读介质可以包括：能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U 盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器（ROM，Read-OnlyMemory）。

本申请还提供一种计算机可读存储介质，所述可读存储介质，所述可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序在被电子设备的处理器所执行时，可以实现：

利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数并返回利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

进一步地，所述计算机可用存储介质可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序等；存储数据区可存储根据区块链节点的使用所创建的数据等。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的设备，装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式。

所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的，作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用硬件加软件功能模块的形式实现。

对于本领域技术人员而言，显然本申请不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本申请的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本申请。

因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本申请的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化涵括在本申请内。不应将权利要求中的任何附关联图表记视为限制所涉及的权利要求。

此外，显然“包括”一词不排除其他单元或步骤，单数不排除复数。系统权利要求中陈述的多个单元或装置也可以由一个单元或装置通过软件或者硬件来实现。第二等词语用来表示名称，而并不表示任何特定的顺序。

最后应说明的是，以上实施例仅用以说明本申请的技术方案而非限制，尽管参照较佳实施例对本申请进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本申请的技术方案进行修改或等同替换，而不脱离本申请技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1、一种模型压缩方法，其中，所述方法包括：

步骤A：利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

步骤B：利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数并返回上述的步骤A，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

步骤C：利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数并返回上述的步骤A，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

步骤D：根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

2、如权利要求1所述的模型压缩方法，其中，所述利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，包括：

利用所述拟合器中的长短期记忆网络对所述噪声数据进行预测，得到拟合数据集；

利用激活函数对所述拟合数据集进行压缩，得到压缩数据集；

对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据。

3、如权利要求2所述的模型压缩方法，其中，所述对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据，包括：

利用Word2Vec算法将所述压缩数据集中的压缩数据映射为特征向量；

按照所述特征向量的序列对所述特征向量进行拼接，得到所述仿真数据。

4、如权利要求1所述的模型压缩方法，其中，所述利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，包括：

利用下述第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值：

$$\mathcal{L}_{act} = -\frac{1}{n} \sum_m \|f_T^m\|_1$$

其中， $\mathcal{L}_{act}$ 为所述激活损失值， n 为所述噪声数据的样本数， f_T^m 为所述仿真数据中的第 m 个数据， $\|\cdot\|_1$ 是L1范数。

5、如权利要求1所述的模型压缩方法，其中，所述利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，包括：

利用下述第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值：

$$\mathcal{L}_{cls} = \frac{1}{x} \sum_m \mathcal{H}_{softmax}(y_T^m, t^m)$$

其中， $\mathcal{L}_{cls}$ 为所述稀疏损失值， x 为所述仿真数据的样本数， y_T^m 是所述输出数据中的第 m 个数据， t^m 为预设的参数， $\mathcal{H}_{softmax}$ 为softmax损失函数。

6、如权利要求1至5中任意一项所述的模型压缩方法，其中，所述根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型，包括：

将所述仿真数据输入至预设的标准压缩模型中进行向量运算，得到所述标准压缩模型输出的第一特征，将所述仿真数据输入至所述待压缩模型中进行向量运算，得到所述待压缩模型输出的第二特征；

根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数；

根据所述损失函数对所述待压缩模型进行反向传播，得到压缩后的模型。

7、如权利要求6所述的模型压缩方法，其中，所述根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数，包括：

根据所述第一特征和所述第二特征进行求差计算，得到差值函数；

将所述差值函数进行范数转换处理并求其平方，得到损失函数。

8、一种模型压缩装置，其中，所述装置包括：

数据拟合模块，用于利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

激活损失模块，用于利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

稀疏损失模块，用于利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

模型压缩模块，用于根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

9、一种电子设备，其中，所述电子设备包括：

至少一个处理器；以及，

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行如下所述的模型压缩方法：

步骤A：利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

步骤B：利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数并返回上述的步骤A，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

步骤C：利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数并返回上述的步骤A，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

步骤D：根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

10、如权利要求9所述的电子设备，其中，所述利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，包括：

利用所述拟合器中的长短期记忆网络对所述噪声数据进行预测，得到拟合数据集；

利用激活函数对所述拟合数据集进行压缩，得到压缩数据集；

对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据。

11、如权利要求10所述的电子设备，其中，所述对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据，包括：

利用Word2Vec算法将所述压缩数据集中的压缩数据映射为特征向量；

按照所述特征向量的序列对所述特征向量进行拼接，得到所述仿真数据。

12、如权利要求9所述的电子设备，其中，所述利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，包括：

利用下述第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值：

$$\mathcal{L}_{\text{act}} = -\frac{1}{n} \sum_m \|f_T^m\|_1$$

其中， $\mathcal{L}_{\text{act}}$ 为所述激活损失值， n 为所述噪声数据的样本数， f_T^m 为所述仿真数据中的第 m 个数据， $\|\cdot\|_1$ 是L1范数。

13、如权利要求9所述的电子设备，其中，所述利用预设的第二损失函数计算所述输

出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，包括：

利用下述第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值：

$$\mathcal{L}_{cls} = \frac{1}{x} \sum_m \mathcal{H}_{softmax}(y_T^m, t^m)$$

其中， $\mathcal{L}_{cls}$ 为所述稀疏损失值， x 为所述仿真数据的样本数， y_T^m 是所述输出数据中的第 m 个数据， t^m 为预设的参数， $\mathcal{H}_{softmax}$ 为softmax损失函数。

14、如权利要求9至13中任意一项所述的电子设备，其中，所述根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型，包括：

将所述仿真数据输入至预设的标准压缩模型中进行向量运算，得到所述标准压缩模型输出的第一特征，将所述仿真数据输入至所述待压缩模型中进行向量运算，得到所述待压缩模型输出的第二特征；

根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数；

根据所述损失函数对所述待压缩模型进行反向传播，得到压缩后的模型。

15、一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现如下所述的模型压缩方法：

步骤A：利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据；

步骤B：利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，在所述激活损失值大于预设的激活阈值时，调整所述拟合器的参数并返回上述的步骤A，直到所述激活损失值小于或等于预设的激活阈值时，将所述仿真数据输入至待压缩模型中，得到输出数据；

步骤C：利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，在所述稀疏损失值大于预设的稀疏阈值时，调整所述拟合器的内部参数并返回上述的步骤A，直到所述稀疏损失值小于或者等于预设的稀疏阈值时，输出所述仿真数据；

步骤D：根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理，得到压缩后的模型。

16、如权利要求15所述的计算机可读存储介质，其中，所述利用预先构建的拟合器对随机噪声数据进行数据拟合操作，得到仿真数据，包括：

利用所述拟合器中的长短期记忆网络对所述噪声数据进行预测，得到拟合数据集；

利用激活函数对所述拟合数据集进行压缩，得到压缩数据集；

对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据。

17、如权利要求16所述的计算机可读存储介质，其中，所述对所述压缩数据集进行向量化处理，得到仿真数据，包括：

利用Word2Vec算法将所述压缩数据集中的压缩数据映射为特征向量；

按照所述特征向量的序列对所述特征向量进行拼接，得到所述仿真数据。

18、如权利要求15所述的计算机可读存储介质，其中，所述利用预设的第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值，包括：

利用下述第一损失函数计算所述仿真数据和所述噪声数据之间的激活损失值：

$$\mathcal{L}_{act} = -\frac{1}{n} \sum_m \|f_T^m\|_1$$

其中， $\mathcal{L}_{act}$ 为所述激活损失值， n 为所述噪声数据的样本数， f_T^m 为所述仿真数据中的第 m 个数据， $\|\cdot\|_1$ 是L1范数。

19、如权利要求15所述的计算机可读存储介质，其中，所述利用预设的第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值，包括：

利用下述第二损失函数计算所述输出数据和所述仿真数据之间的稀疏损失值：

$$\mathcal{L}_{cls} = \frac{1}{X} \sum_m \mathcal{H}_{softmax}(y_T^m, t^m)$$

其中, $\mathcal{L}_{cls}$ 为所述稀疏损失值, X 为所述仿真数据的样本数, y_T^m 是所述输出数据中的第 m 个数据, t^m 为预设的参数, $\mathcal{H}_{softmax}$ 为 softmax 损失函数。

20、如权利要求15至19中任意一项所述的计算机可读存储介质, 其中, 所述根据所述仿真数据对所述待压缩模型进行压缩处理, 得到压缩后的模型, 包括:

将所述仿真数据输入至预设的标准压缩模型中进行向量运算, 得到所述标准压缩模型输出的第一特征, 将所述仿真数据输入至所述待压缩模型中进行向量运算, 得到所述待压缩模型输出的第二特征;

根据所述第一特征和所述第二特征确定所述待压缩模型的损失函数;

根据所述损失函数对所述待压缩模型进行反向传播, 得到压缩后的模型。

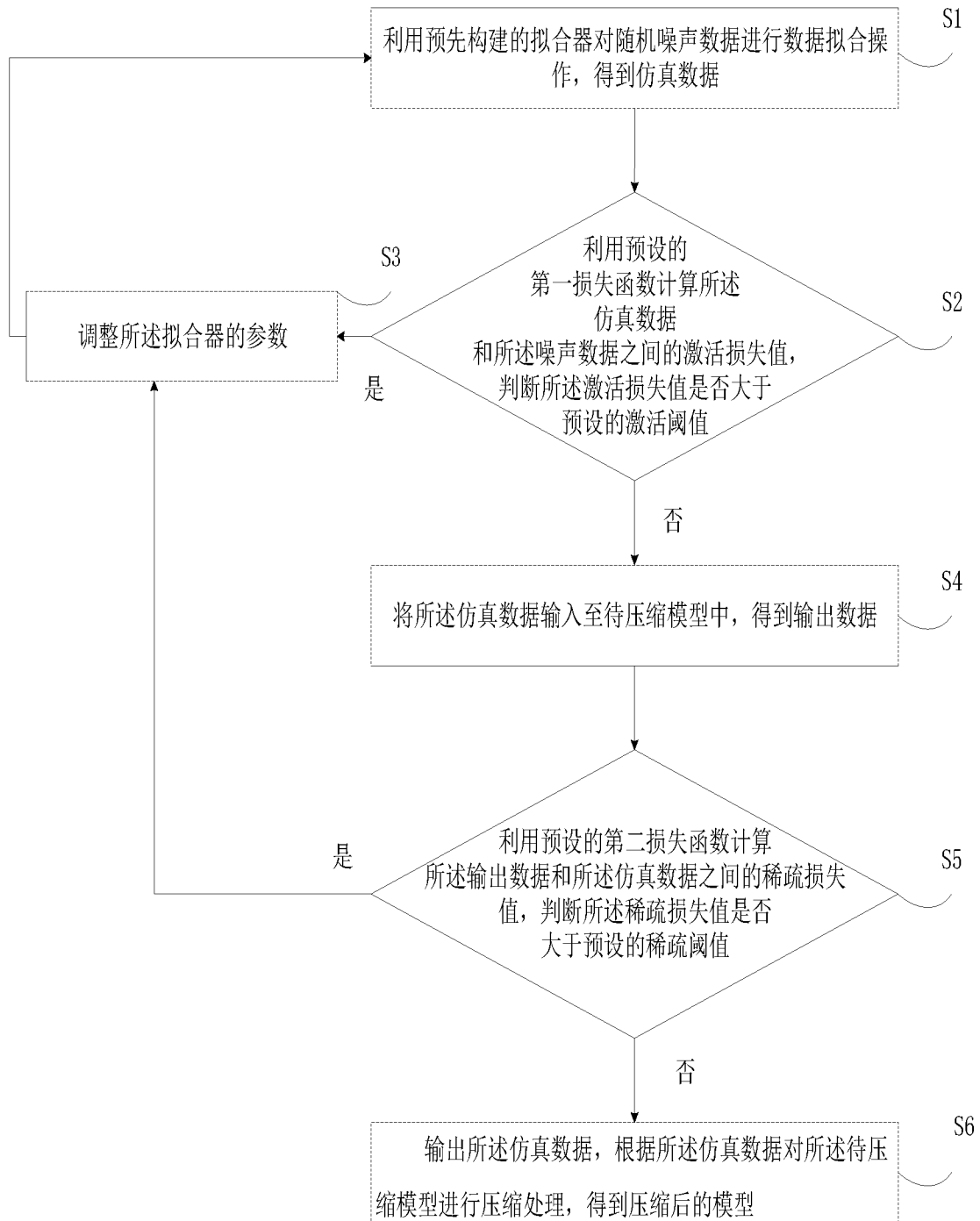


图 1



图 2



图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/083080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06N 3/08(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE, GOOGLE: 压缩, 剪枝, 模型, 损失值, 激活, 稀疏, 阈值, compression, prune, cut, model, loss 1w value, activation, sparse, threshold

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112465141 A (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 09 March 2021 (2021-03-09) description, paragraphs [0004]-[0015]	1-20
A	CN 111612143 A (INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 01 September 2020 (2020-09-01) description, paragraphs [0076]-[0115]	1-20
A	CN 110874550 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 10 March 2020 (2020-03-10) entire document	1-20
A	US 2019392323 A1 (MOFFETT AI, INC.) 26 December 2019 (2019-12-26) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 September 2021

Date of mailing of the international search report

18 September 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/083080

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112465141	A	09 March 2021	None			
CN	111612143	A	01 September 2020	None			
CN	110874550	A	10 March 2020	WO	2020042658	A1	05 March 2020
US	2019392323	A1	26 December 2019	EP	3811297	A1	28 April 2021
				KR	20210029785	A	16 March 2021
				WO	2019246491	A1	26 December 2019
				CA	3104646	A1	26 December 2019
				SG	11202012911 T	A	28 January 2021
				IL	279625	D0	01 March 2021
				AU	2019288674	A1	18 February 2021
				CN	112585619	A	30 March 2021
				IN	202127001230	A	05 March 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/083080

A. 主题的分类

G06N 3/08(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE, GOOGLE: 压缩, 剪枝, 模型, 损失值, 激活, 稀疏, 阈值, compression, prune, cut, model, loss lw value, activation, sparse, threshold

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 112465141 A (平安科技深圳有限公司) 2021年 3月 9日 (2021 - 03 - 09) 说明书第[0004]-[0015]段	1-20
A	CN 111612143 A (中国科学院自动化研究所) 2020年 9月 1日 (2020 - 09 - 01) 说明书第[0076]-[0115]段	1-20
A	CN 110874550 A (华为技术有限公司) 2020年 3月 10日 (2020 - 03 - 10) 全文	1-20
A	US 2019392323 A1 (MOFFETT AI, INC.) 2019年 12月 26日 (2019 - 12 - 26) 全文	1-20

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 9月 2日

国际检索报告邮寄日期

2021年 9月 18日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

孙韬敏

电话号码 86-(10)-53961420

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/083080

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112465141	A	2021年 3月 9日	无			
CN	111612143	A	2020年 9月 1日	无			
CN	110874550	A	2020年 3月 10日	W0	2020042658	A1	2020年 3月 5日
US	2019392323	A1	2019年 12月 26日	EP	3811297	A1	2021年 4月 28日
				KR	20210029785	A	2021年 3月 16日
				W0	2019246491	A1	2019年 12月 26日
				CA	3104646	A1	2019年 12月 26日
				SG	11202012911T	A	2021年 1月 28日
				IL	279625	D0	2021年 3月 1日
				AU	2019288674	A1	2021年 2月 18日
				CN	112585619	A	2021年 3月 30日
				IN	202127001230	A	2021年 3月 5日