(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
2020 年 12 月 3 日 (03.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/238237 A1

(51) 国际专利分类号:
G06N 3/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/071124

(22) 国际申请日: 2020 年 1 月 9 日 (09.01.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910445413.3 2019年5月27日 (27.05.2019) CN

(71) 申请人: 东 南 大 学 (SOUTHEAST UNIVERSITY) [CN/CN]; 中 国 江 苏 省 南 京 市 玄 武 区 四 牌 楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。

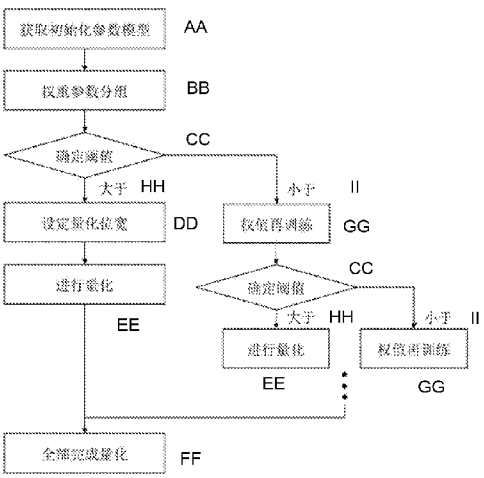
(72) 发明人: 陆 生 礼 (LU, Shengli); 中 国 江 苏 省 南 京 市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 庞 伟 (PANG, Wei); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 刘 昊 (LIU, Hao); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 樊迎博 (FAN, Yingbo); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 花硕硕 (HUA, Shuoshuo); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 缪烨昊 (MIAO, Yehao); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。

(74) 代理人: 南 京 经 纬 专 利 商 标 代 理 有 限 公 司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路179号12楼B座, Jiangsu 210005 (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,

(54) **Title:** POWER EXPONENT QUANTIZATION-BASED NEURAL NETWORK COMPRESSION METHOD

(54) 发明名称: 一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法



AA Acquire an initialization parameter model
BB Group weight parameters
CC Determine a threshold
DD Set a quantization bit width
EE Perform quantization
FF Fully complete quantization
GG Retrain weights
HH Greater than
II Less than

图1

(57) **Abstract:** A power exponent quantization-based neural network compression method, relating to the field of artificial intelligence neural network technology. Said method comprises: acquiring initialization weight parameters of a convolutional neural network after training said network on an external data set; dividing the weight parameters into two groups according to the magnitudes of the absolute values of the weight parameters and a grouping threshold; for one group with the absolute values exceeding the threshold, quantizing, on the basis of a preset bit width and a weight parameter with the maximum absolute value, said group of weight parameters greater than the grouping threshold, and quantizing the weight parameters to a power of 2 or zero; and for weight parameters less than the grouping threshold, re-training same and then performing a cyclic operation of grouping and re-quantizing, until the network converges. While ensuring not to compress the value range of parameter, the method reduces the influence of quantization on the final target detection accuracy to some extent, thereby solving the problems of too much reduction in accuracy after quantization and difficulty in hardware implementation.

WO 2020/238237 A1

[见续页]

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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))。

(57) 摘要：一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，涉及人工智能神经网络技术领域。该方法，在外部数据集上训练卷积神经网络后获取该网络的初始化权值参数；根据权值参数绝对值的大小以及分组阈值将权值参数分为两组，绝对值超过阈值的一组基于预先设定的位宽及绝对值最大的权值参数量化大于分组阈值的一组权值参数，将权值参数量化为2的幂或者0；对小于分组阈值的权值参数再训练后执行分组再量化的循环操作，直至网络收敛。在保证参数的取值范围不被压缩的同时在一定程度上减小量化对最终目标检测准确率的影响，解决了量化后准确率下降过多以及硬件实现难度大的问题。

一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法

技术领域

[0001] 本发明公开了一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，涉及人工智能神经网络技术，属于计算、推算、计数的技术领域。

背景技术

[0002] 近年来，随着计算能力的提升、大数据的积累和学习算法的进步，以深度神经网络(Deep Neural Network，简称DNN)为代表的深度学习已经逐步取代传统机器学习算法，大量的实践应用于自然语言处理、目标检测识别和数据挖掘等诸多领域，成为当今人工智能领域最主要的研究热点。深度学习的成功很大程度上依赖于庞大的数据集和高达数百万的参数，但是无论是推断过程还是训练过程都需要使用庞大的存储空间和计算资源，同时还会消耗大量的能量，因此催生了对神经网络模型量化压缩的研究。对庞大的参数模型进行量化压缩，以量化后低位宽的定点数取代浮点运算为深度神经网络在手机等嵌入式终端设备的应用创造了可能。

[0003] 现有的量化压缩方法主采用的策略是将卷积神经网络的参数变化范围限制为有限的数据集而不是传统的实数集，进而可以使用较少的bit位数来表示相同的数据，实现存储空间的节省，其中，二值、三值量化等方法虽然可以降低硬件的复杂程度，但分类准确率因受量化的影响下降过大而达不到要求。动态精度虽然可以达到准确率的要求，但硬件实现的复杂度却很大，不利于嵌入式终端设备的应用。

[0004] 深度神经网络的训练本身都已耗费大量的运算资源和时间，庞大的参数矩阵的形成及更新更是需要较大的计算资源和时间才能实现，而普通的量化压缩方法虽然可以有效解决计算资源和时间花费较大的问题，但却牺牲了网络模型的分类精度，而且所牺牲的精度大都是不可忽略的，而且庞大的参数模型无法有效地应用于一些小型化的嵌入式终端设备。本申请旨在为了更好地解决在量化压缩后的精度下降问题和降低硬件实现的难度提供一种基于幂指数量化的神经网络压缩方案。

发明内容

[0005] 本发明的发明目的是针对上述背景技术的不足，提供了一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，将全精度的网络模型量化成为低精度模型，充分减小量化对分类准确率下降这一影响的同时降低了网络模型在硬件上应用的复杂度，解决了现有量化压缩方法压缩后的神经网络精度下降且硬件实现难度大的技术问题。

[0006] 本发明为实现上述发明目的采用如下技术方案：

[0007] 一种基于幂指数量化的网络压缩方法，包括如下步骤：

[0008] 步骤1，根据网络资源库公开的数据集和网络模型，自行调整参数并在数据集上对卷积神经网络进行训练，对得到的权值参数进行测试并调整网络模型和参数，使训练出的模型达到目标准确率，获取高精度下的权值参数；

[0009] 步骤2，对于初始化的权值参数，根据每层的分割率和权值参数绝对值的排序大小

来确定分组阈值，依此阈值将权值参数分为互斥的两组，其中，绝对值小于阈值的一组权值保持不变，对绝对值大于阈值的一组进行量化；

[0010] 步骤3，基于预先设定的位宽，通过比较原始权值与位宽范围内的各个以2为底的幂以及0的差值大小，将绝对值大于阈值的另一组的权值量化为与原始权值差值最小的以2为底的幂或0；

[0011] 步骤4，将绝对值小于阈值的一组权值放回原网络模型和数据集中进行再训练，用再训练过后的权值参数更新原始权值参数；

[0012] 步骤5，依据步骤2确定的分组阈值以及分组方法将再训练后的权值参数再分为两组，对绝对值大于阈值的一组权值进行量化，对绝对值小于阈值的一组权值进行再训练，保持量化过的权值不变，重新训练网络中未被量化的权值，再次使得网络收敛；

[0013] 步骤6，重复步骤2至步骤5，直到所有的网络权值全部完成量化。

[0014] 上述步骤1中，网络训练的数据库选择Imagnet数据集。

[0015] 上述步骤1中，对数据进行训练量化基于学习框架caffe，在前向传播过程中采用浮点计算测试每一层的数据进而对网络模型和参数进行调整，使该网络模型达到尽可能高的分类准确率，获得这时候的权值参数。

[0016] 上述步骤2中，分组的具体方法是：将权值张量按照绝对值大小进行排序，依据选择好的分割率确定对应的阈值，将绝对值大于或等于阈值的权值分为一组，将绝对值小于阈值的权值分为一组，从而两组互斥。

[0017] 上述步骤3中，设定需要量化的位宽b后，在量化过程中确定权值矩阵中最大权值所对应的2的幂时，幂指数的上限n1的计算公式为：$n1=floor(\log_2(max_weight*4.0/3.0))$，其中，max_weight为权值矩阵中绝对值最大的权值，floor为向下取整。根据公式$n2=n1+1-2^{b-2}$求得幂指数的下限n2，即幂指数的取值范围为n1到n2，量化后的权值参数的取值范围为$\{\pm 2^{n_1},\cdots,\pm 2^{n_2},0\}$。

[0018] 上述步骤3中，代替原始权值的2的幂或0的选择方法为：将原始权值参数与幂指数范围在n2到n1内2的幂或2的幂的相反数或0分别求差，找出差值最小的2的幂或2的幂的相反数或0来替代原始的权值参数。

[0019] 上述步骤4中，保证量化过的权值不更新的办法是：每个权值经过量化后，跟随其权值的company变量由初始的1变为0，而未量化的权值的company变量仍然是1，在更新时将company与梯度相乘，保证量化过的权值的梯度为0，从而仅更新未量化的权值。

[0020] 本发明采用上述技术方案，具有以下有益效果：

[0021] (1)本发明提出了一种可以保证参数取值范围不被压缩的的神经网络压缩方法，并在一定程度上减小对最终分类准确率影响的情况下，将初始的全精度网络参数模型量化成以2为底的幂或0，减小了网络权值参数模型的规模，也减小了量化对分类准确率的影响；

[0022] (2)本发明通过将初始化参数模型量化为2的幂或0，使得神经网络推断和训练过程中涉及的乘法操作在硬件实现时可以通过简单地移位实现，并且量化成低精度的权值可以通过编码来存储，从而减少模型在嵌入式设备的存储大小，降低了网络参数模型在硬件上实现的复杂度，减少了在网络运行过程中的运算量和参数量，为网络模型在如小型嵌入式终端设备等硬件上的应用提供了便利。

附图说明

[0023] 图1是本发明的流程图。

[0024] 图2是分部量化和再训练的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对发明的技术方案进行详细说明。

[0026] 本发明提供一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法如图1所示，包括如下五个步骤。

[0027] 步骤一、获取初始化参数模型：获取数据集并调整网络模型，自行设定参数对网络模型进行训练，使得其收敛并达到一定准确率，得到全精度的网络模型权值参数，训练的数据库可以选择Imagenet。

[0028] 步骤二、权值参数分组：根据不同的网络模型和数据集，预先设定不同的分割率，再根据权值绝对值大小顺序和分割率确定当前分组的阈值，将绝对值大于阈值的权值参数分为一组后准备进行量化，将绝对值小于阈值的权值参数分为另一组后准备进行重新训练。

[0029] 步骤三、部分量化：设定需量化的位宽b，获得绝对值最大的权值参数max_weight，根据公式：n1＝＝floor($\log_2$(max_weight*4.0/3.0))求得幂指数的上限n1，根据预先设定的量化位宽b，由公式：n2＝n1+1-2^{b-2}求得幂指数的下限n2，从而确定幂指数取值范围为n1到n2，，该n1、n2根据初始的参数矩阵确定，量化后的权值参数的取值范围为$\{\pm 2^{n_1},\cdots,\pm 2^{n_2},0\}$，遍历幂指数取值范围[n2,n1]，用当前待量化权值参数减去2的幂或2的幂的相反数或0，找到与该权值之差最小的2的幂或2的幂相反数或0，用该2的幂或2的幂的相反数或0代替原来的待量化权值参数，从而实现对原始权值参数的量化。

[0030] 步骤四、部分再训练：绝对值小于阈值的部分返回原网络模型，在同一数据集上进行重新训练，再次使得网络收敛，更新得到新的权值参数。

[0031] 步骤五、循环分组量化：保持已量化的权值参数不变，依据分组阈值及再训练后权值的绝对值大小对再训练后的权值参数再次分组，对绝对值大于阈值的一组权值参数进行量化，保持量化后的权值参数保持不变，对绝对值小于阈值的另一组权值参数进行再训练进而更新，再次使得网络收敛。重复循环分组量化的过程，直到所有的网络参数全部完成量化。

[0032] 图2给出了本发明部分量化和在训练的结构示意图。如样例中所示，得到一个4x4的原始权值参数模型后，根据分割率确定的阈值和权值参数绝对值大小的顺序，挑选出绝对值大于阈值的5个权值(即图中深灰色所标注)，将权值参数量化为2的幂或2的幂的相反数或0，浅灰色标注表示参与未量化的需参与再训练的11个权值参数。在训练过后的这11个权值参数中再调出5个绝对值大于阈值的权值进行量化，剩下的6个权值再训练，重复上述步骤，直到所有的16个权值参数均被量化。

[0033] 本发明还为不同位宽的量化需求提供了可行方案，通过设置不同的位宽b，从而使得权值被量化到不同的2的幂的范围，其中，幂指数的值在n1到n2之间，n1由权值参数中绝对值最大者决定，而n2则由设定的不同位宽b决定。不同的量化位宽会使得量化过后的目标检测准确率也不同，一定程度上量化位宽越大，量化对于原始准确率的影响会越小。

[0034] 综合上述，采用本发明公开的技术方案后，可以根据需要改变量化的位宽，将原始的权值参数模型量化成为由2的幂或0组成的权值参数模型，以适应不同设备对位宽的不同要求。保证参数的取值范围不被压缩，可以在一定程度上减小量化对最终分类准确率的影响。降低了网络参数模型在硬件上实现的复杂度，通过简单地移位即可实现在硬件上的乘法操作，减少了网络运行过程中的运算量和参数量，为一些网络模型在小型嵌入式终端设备上的实现提供了便利。

[0035] 以上实施例仅为说明本发明的技术构思，不能以此限定本发明的保护范围，凡是按照本发明提出的技术构思做出的等同技术方案均落入本发明保护范围之内。

权 利 要 求 书

1.一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，其特征在于，获取神经网络达到目标准确率时的权值参数初始值，根据神经网络每层的分割率以及权值参数绝对值的排序大小确定分组阈值，将绝对值大于阈值的权值参数划分为待量化参数的一组数据，将绝对值小于阈值的权值参数划分为重新训练的一组数据，根据权值参数初始值中绝对值最大的权值参数和设定的量化位宽确定幂指数取值范围，遍历幂指数取值范围，选取与待量化参数差值最小的以2为底的幂或以2为底的幂的相反数或0替代待量化参数，依据分组阈值对重新训练后的数据执行分组再量化的循环操作直至网络收敛。

2.根据权利要求1所述一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，其特征在于，幂指数取值范围的上限根据公式：n1＝floor($\log_2$(max_weight*4.0/3.0))计算，幂指数取值范围的下限根据公式：n2＝n1+1-2^{b-2}求得，量化后的权值参数的取值范围为$\{\pm 2^{n_1},\cdots,\pm 2^{n_2},0\}$，n1和n2为幂指数取值范围的上下限，max_weight为权值参数初始值中绝对值最大的权值参数，floor为向下取整运算。

3.根据权利要求1所述一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，其特征在于，在执行分组再量化的循环操作的过程中保证量化过的权值参数不更新，具体方法为：经过量化的权值参数的company变量由初始的1变为0，而未量化的权值参数的company变量仍然是1，在重新训练绝对值小于阈值的权值参数时，将经过量化的权值参数的company与梯度相乘以保证量化过的权值参数的梯度为0。

4.根据权利要求1所述一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，其特征在于，网络训练的数据库选择Imagnet数据集。

5.根据权利要求1所述一种基于幂指数量化的神经网络压缩方法，其特征在于，基于学习框架caffe对数据进行训练量化，在前向传播过程中采用浮点计算测试每一层的数据，对网络模型和参数进行调整以获取神经网络达到目标准确率时的权值参数初始值。

6.一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现权利要求1所述的压缩方法。

7.小型化嵌入式终端设备，其特征在于，包括：存储器、处理器及存储在存储器上并可以在处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器依据设定的位宽执行所述程序时实现权利要求1所述压缩方法。

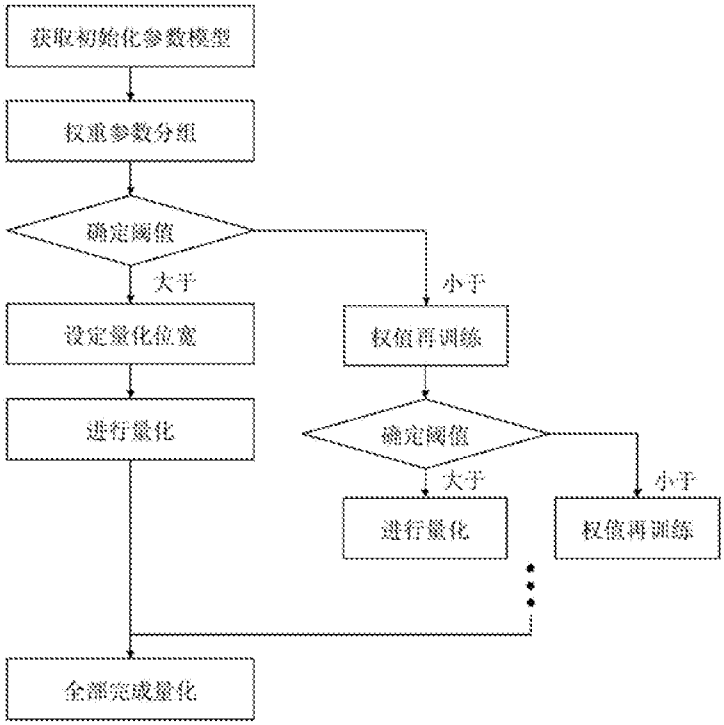

获取初始化参数模型
权重参数分组
确定阈值
大于
小于
设定量化位宽
权值再训练
进行量化
确定阈值
大于
小于
进行量化
权值再训练
全部完成量化

图1

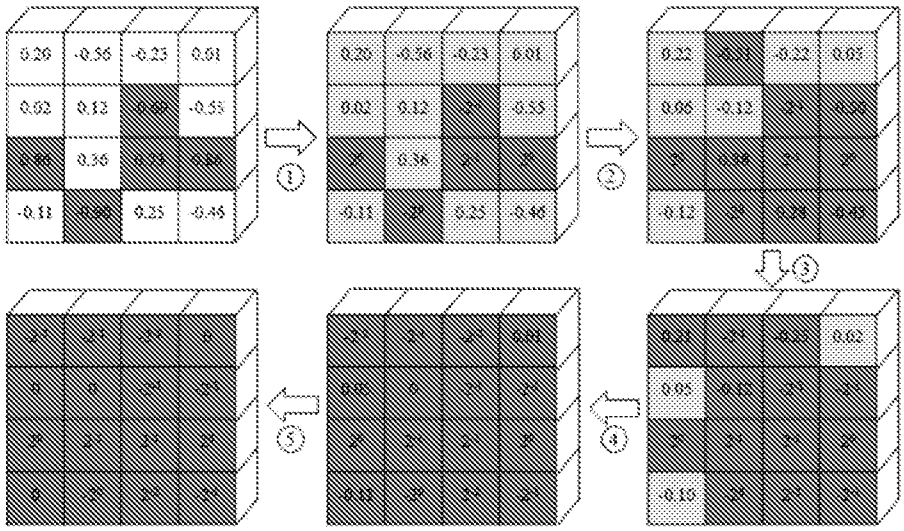

0.29 -0.56 -0.23 0.01
0.02 0.12 -0.44 -0.53
-0.44 0.36 0.73 0.88
-0.11 -0.66 0.25 -0.46
①
0.29 -0.56 -0.23 0.01
0.02 0.12 0.73 -0.53
0.73 0.36 0.73 0.73
-0.11 0.73 0.25 -0.46
②
0.22 0.73 -0.22 0.02
0.06 -0.12 0.73 -0.46
0.73 0.36 0.73 0.73
-0.12 0.73 -0.28 -0.45
③
0.73 0.73 -0.22 0.02
0.06 0.73 0.73 0.73
0.73 0.73 0.73 0.73
-0.10 0.73 0.73 0.73
④
0.73 0.73 0.73 0.73
0.06 0.73 0.73 0.73
0.73 0.73 0.73 0.73
0.73 0.73 0.73 0.73
⑤

图2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/071124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06N 3/08(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; CNKI; WPI; EPODOC: 指数, 量化, 神经网络, 压缩, 权重, 权值, 参数, 范围, index, quantization, neural network, compress, weight, parameter, range

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110245753 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 17 September 2019 (2019-09-17) claims 1-7	1-7
Y	CN 109344893 A (CENTRAL CHINA NORMAL UNIVERSITY) 15 February 2019 (2019-02-15) description, paragraphs [0054]-[0075]	1-7
Y	任红萍 (REN, Hongping). "INQ渐进式神经网络量化-论文笔记 (Non-official translation: Quantization of INQ Progressive Neural Network-Thesis Notes)" *知乎 (Non-official translation: Zhihu)*, 05 August 2018 (2018-08-05), pp. 1-9	1-7
A	CN 109523016 A (UNIVERSITY OF JINAN) 26 March 2019 (2019-03-26) entire document	1-7
A	CN 107644254 A (FUDAN UNIVERSITY) 30 January 2018 (2018-01-30) entire document	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
24 March 2020	**08 April 2020**
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/CN2020/071124

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 110245753 A	17 September 2019	None	
CN 109344893 A	15 February 2019	None	
CN 109523016 A	26 March 2019	None	
CN 107644254 A	30 January 2018	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/071124

A. 主题的分类

G06N 3/08(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;CNKI;WPI;EPODOC:指数，量化，神经网络，压缩，权重，权值，参数，范围，index，quantization，neural network，compress，weight，parameter，range

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 110245753 A (东南大学) 2019年 9月 17日 (2019-09-17) 权利要求1-7	1-7
Y	CN 109344893 A (华中师范大学) 2019年 2月 15日 (2019-02-15) 说明书第[0054]-[0075]段	1-7
Y	任红萍. "INQ渐进式神经网络量化-论文笔记" 知乎, 2018年 8月 5日 (2018-08-05), 第1-9页	1-7
A	CN 109523016 A (济南大学) 2019年 3月 26日 (2019-03-26) 全文	1-7
A	CN 107644254 A (复旦大学) 2018年 1月 30日 (2018-01-30) 全文	1-7

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2020年 3月 24日	2020年 4月 8日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	焦月
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53961306

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/071124

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 110245753 A	2019年 9月 17日	无	
CN 109344893 A	2019年 2月 15日	无	
CN 109523016 A	2019年 3月 26日	无	
CN 107644254 A	2018年 1月 30日	无	